

발간등록번호

11-1543000-000859-01

# 농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델구축 및 사업지침서 개발

Biomass Circulation Area(Biopia) Model Construction &  
Guidebook development in Cultivation -forestry-livestock Industry

동국대학교 산학협력단

농림축산식품부



# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델구축 및 사업지침서 개발에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 12 월 25 일

주관연구기관명 : 동국대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 윤 성 이

세부연구책임자 : 윤 성 이

연 구 원 : 김 태 호

연 구 원 : 이 성 용

연 구 원 : 홍 정 학

협동연구기관명 : 한경대학교 산학협력단

협동연구책임자 : 이 상 은

연 구 원 : 김 창 현

연 구 원 : 윤 영 만

협동연구기관명 : 한국농어촌공사 농어촌연구원

협동연구책임자 : 이 문 용

연 구 원 : 최 은 희

# 요약문

## I. 제목

농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델구축 및 사업지침서 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 연구개발의 필요성

- 2012년 기준으로 우리나라 신재생에너지 보급 현황을 살펴보면 1차 에너지 소비량이 278,698 천toe로 나타나고 있으며, 신재생에너지 공급량은 8,850 천toe로 1차 에너지 대비 3.18%의 공급비중을 차지하고 있음
- 바이오에너지 공급량은 1,334,724 toe로 1차 에너지 대비 0.48%의 공급비중을 보이고 있으며, 신재생에너지 대비 15.08%의 공급비중을 보이고 있고, 최근 2014년 산업통상자원부는 “제4차 신·재생에너지 기본계획(산업통상자원부, 2014. 9)”을 통해 2035년까지 1차 에너지의 11.0%를 신재생에너지로 대체하는 정책을 수립하였으며, 이중 바이오에너지원의 공급비중을 신재생에너지 공급량 대비 2035년 18%로 설정하고 있음, 이에 2035년까지 신·재생에너지 이용·보급 목표 달성을 위해서는 바이오에너지 분야의 전략적인 기술 개발·보급·이용 방안 수립이 요구되고 있음
- 현재 정부 부처별 바이오매스 에너지 보급 촉진을 위한 실행계획을 수립·추진 중이거나 지역단위 바이오매스 이용을 위해 바이오매스 발생부터 이용까지 효율적인 프로세스 구축 및 다양한 바이오매스의 종합적인 이용 시스템 구축을 위해서는 지자체의 참여의지 강화와 정책사업의 실효성을 높이는 종합적이고 체계적인 바이오매스 에너지화 사업 추진체계 수립이 필요한 상황임
- 농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia)는 녹색성장의 관점에서 바이오매스를 이용하는 에너지 자립 마을(단지)의 한 유형으로서 “친환경 청정에너지 농업기술 확보와 활력 있는 농촌개발을 위해 농·산촌에서 유래하는 바이오매스의 발생단계부터 이용단계까지의 관리체계를 확보하고, 바이오매스의 물질 및 에너지 자원화를 통해 지역단위 유기자원 및 에너지 순환체계를 구축하여 청정 에너지생산, 온실가스 감축, 친환경 농·축산 영위, 관광 자원 연계 등을 통해 경제적 수익을 창출하는 마을(단지)”로 정의할 수 있음
- 따라서 농·임·축·수산업 분야의 기존 연구 현황을 심층 분석 및 검토하여 문제점을 도출함으로써 ‘자원 및 에너지 순환’을 키워드로 하여 ‘지역단위 바이오매스 자원화.이용을 통한 친환경 자원순환 지역 실증단지 구축을 위한 정책기반 통합기술 개발이 요구되고 농·산촌의 유기자원 발굴 및 활용기술 체계를 확립, 자원순환 및 최적화를 시스템 구축을 통한 저탄소 녹색성장을 주도하는 자원.환경.생태 통합 단위의 농·산촌 실증단지 체계



를 구축하고 농·임·축·수산물의 고품질·고부가가치화를 통한 농가 소득증대 및 농·산촌을 활력화 하는 실증 모델 개발이 요구됨

## 2. 연구개발의 목표

- 본 연구의 목표는 기존 정부의 에너지 자립마을 조성사업의 문제점을 개선·보완하고, 농업·농촌 분야를 중심으로 지역개발과 연계를 통한 농촌 활력화를 목표로 농업·농촌에서 발생하는 바이오매스의 물질 및 에너지 활용을 통해 바이오매스 순환단지를 조성하는 사업 지침서를 개발하는 것을 목표로 하고 있음

## Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

### 1. 연구개발의 내용

- 본 연구의 목표를 달성하기 위하여 기존 농업·농촌 바이오매스 이용체계에 관한 선행연구 결과를 조사하고 이를 바탕으로 연구를 착수하였으며, 지역단위 바이오매스 통계체계 구축은 「농업통계」, 「가축분뇨처리통계」, 「전국 폐기물 발생 및 처리현황 통계」, 「하수도통계」 등을 이용해 전국 및 지역단위 바이오매스 발생량과 처리현황 등을 조사·분석하였음
- 기존 통계를 구축하고 있지 않은 농산부산물 바이오매스 관련 통계는 「농업통계」, 「지역별 농산물 소득자료」와 선행연구결과를 바탕으로 작물별 농산부산물 발생량을 산정하였으며, 또한 바이오매스 에너지자원화 현황은 농식품부와 환경부의 가축분뇨 및 폐기물 에너지화 관련 집계자료와 「신재생에너지 보급통계」 등을 활용하여 조사·분석하였음
- 또한 국내 농축수산 바이오매스의 물질 성상 database를 구축하기 위하여 농협중앙회 축산 경제사업장(목장, 종돈장, 유가공공장, 도축·도계 가공장, 배합사료공장 등)과 수산물 가공장을 대상으로 현장 조사 및 시료를 채취·분석하였으며, 경기지역을 중심으로 수확기 작물재배 농장을 현장 방문하여 각종 농산부산물의 발생특성을 조사하여 시료를 채취하여 분석하였음
- 선진지 기술, 정책, 제도 사례 조사는 독일, 일본, 영국의 관련 부처 및 현장에 대한 현지 방문조사를 통해 조사·분석하였으며, 독일의 경우 바이오에너지마을 사업을 적극적으로 추진하고 있는 바덴뷔르템베르크 주정부와 호엔하임 대학 등을 방문하여 최근 독일의 바이오에너지 마을 지원정책 및 기술 현황을 조사하였으며, 일본의 경우 바이오매스타운 정책을 주관하고 있는 농림수산성 바이오매스 순환자원과와 바이오매스 타운 컨설팅 지원을 하고 있는 일본 유기자원협회를 방문하여 최근 일본의 바이오매스 타운 추진 정책 및 제도를 조사하였고, 영국의 경우 스코틀랜드 환경식품농촌부를 방문하여 영국의 신재생에너지 정책 및 제도, 바이오매스 에너지화 현황 등을 조사하였고, 뉴캐슬대학 생태농업시스템연구소를 방문하여 영국 및 유럽에서의 생태환경농업 시스템 추진정책 및 지원제도 등에 대해 조사하였고, 아일랜드 더블린에서 개최된 온실가스과 축산업(Greenhouse

Gases and animal Agriculture, GGAA2013) 국제학회에 참석하여 가축분뇨, 바이오에너지 및 가축사육이 환경에 미치는 영향과 가축분뇨 바이오에너지를 포함한 renewable energy center를 중심으로 한 지역단위 에너지 자립모델 관련 정보를 수집하였음

- 지역단위 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델은 지역 특성을 고려한 바이오매스 순환단지 지 선정을 위하여 바이오매스 순환단지 사업 추진 모델로 비교우위 모델을 제시하고, 사업화 모델로서 지역형, 광역형, 부가가치형을 제시하였음 이를 바탕으로 전국 바이오매스 발생 특성을 분석하여 시범사업 지역을 선정하였으며, 시범사업지역에 대한 세부 지역 현황 조사와 국외 사례 분석을 접목하여 바이오매스 순환단지 사업화 모델과 모델 내용을 도출함
- 바이오매스 순환단지 시범사업은 앞에서 도출한 비교우위 모델을 바탕으로 완주, 예산, 안성, 정읍, 평창, 산청을 시범사업지역으로 선정하고 시범사업지역의 바이오매스 순환체계, 사업화 모델, 경제성 평가, 환경성(LCA 기법) 평가를 통해 시범사업지역별 가행성 평가 보고서를 작성하였으며, 바이오매스 순환단지 관련 법규 및 활성화 방안을 조사 분석하였음

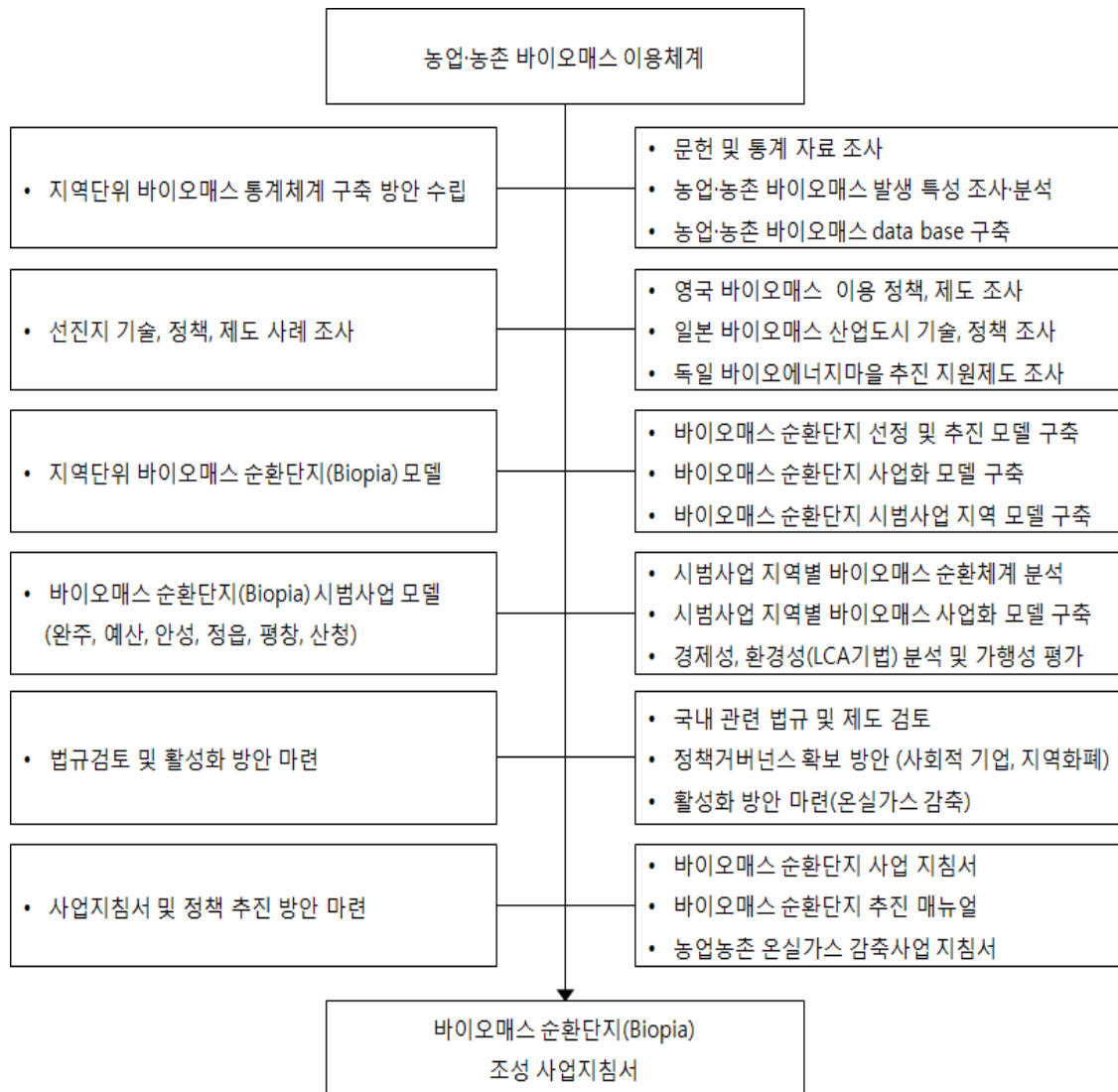


그림 1. 연구내용 및 추진체계

## 2. 연구개발의 범위

- 본 연구에서는 농업·농촌 바이오매스 순환단지(Biopia) 조성 사업지침서 작성을 위하여 연구의 범위를 산업적으로는 농산업으로 한정하고 지리적으로는 농촌지역에 한정하였으며, 따라서 바이오매스 순환단지에서 활용하는 바이오매스는 농업·농촌 부문에서 발생하는 폐기물계 또는 미이용계 바이오매스를 대상으로 함
- 바이오매스 이용기술은 현재의 기술수준을 고려하여 목재칩, 목재펠릿 등의 고품연료 생산기술과 가축분뇨, 음식물쓰레기를 활용하는 바이오가스 생산기술을 대상으로 하였으며, 특히 태양광, 풍력, 지열 등 자연력을 이용하는 재생에너지원은 본 연구의 대상에서 제외하였음

## IV. 연구개발결과

- 본 연구에서는 국내에서 발생하는 바이오매스의 잠재량 및 이용현황을 분석하고 바이오매스 전환기술의 산업화 현황을 토대로 2025년까지 국내 바이오매스 이용 및 에너지화 목표를 설정하였음

표 1. 국내 바이오매스 에너지 잠재량 및 목표 이용률 설정

종류	부존량(A)		바이오매스 목표 이용률 (부존량 대비)				에너지화 목표 이용률 (부존량 대비)			
	물량 (만톤)	탄소량 (만Ct)	2012년		2025년		2012년		2025년	
			탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)
음식물쓰레기	482.1	84.6	81.2	96	84.6	100	12.4	15	42.3	50
가축분뇨	5,111.7	248.7	220.6	89	236.2	95	1.2	0	74.6	30
오니류	730.6	107.0	44.2	41	74.9	70	4.8	4	53.5	50
폐식용유	1.4	1.0	1.0	99	1.0	100	0.0	0	0.3	30
목재류	84.2	31.9	11.5	36	22.3	70	15.5	49	9.6	30
폐목재류	81.7	43.8	41.1	94	43.8	100	22.7	52	43.8	100
종이류	355.3	132.4	61.9	47	92.7	70	0.0	0	39.7	30
폐지류	3.8	0.9	0.8	90	0.9	100	0.0	0	0.9	100
동식물성잔재물	107.2	24.4	21.4	88	24.4	100	0.0	0	24.4	100
농산부산물	818.8	150.8	39.2	26	60.3	40	0.0	0	30.2	20
과수전정지	26.7	9.0	0.0	0	4.5	50	0.0	0	7.2	80
임지잔재	6,560.2	1,790.5	33.1	2	358.1	20	33.1	2	358.1	20
계	14,363.5	2,625.0	556.0	21	1,003.8	38	89.6	3	684.6	26

- 지역단위 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델은 지역 특성을 고려한 바이오매스 순환단지 지 선정을 위하여 바이오매스 순환단지 사업 추진 모델로 비교우위 모델을 제시하고, 사업화 모델로서 지역형, 광역형, 부가가치형 모델을 도출하였음
- 원료 비교우위 추진모델은 지역 바이오매스의 발생, 수집, 운송, 저장 측면에서 경제적 우위를 가짐으로써 지역에서 우위를 지니는 바이오매스 이용을 촉진시키는 방향으로 실효성 있는 바이오매스 순환단지를 추진하는 모델로서 지역에서 풍부한 바이오매스를 저렴하게 조달하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·이용함으로써 바이오매스 순환단지의 경제적, 사회적 실효성을 향상시키는 것을 특징으로 하고 있음
- 기술비교우위 추진모델은 바이오매스 전환기술의 발전을 유도하기 위하여 기존 기술보다 효율적인 기술체계를 도입한다든지, 기존에 미이용 바이오매스의 이용을 촉진시키거나, 지역에서 특징적으로 발생하는 바이오매스의 이용을 촉진하는 방향으로 차별화 전략을 수립하는 추진모델로서 기술혁신을 통한 지역차별화로 바이오매스 순환단지의 경제적, 사회적 실효성을 향상시키는 것을 특징으로 하고 있음
- 수요처우위 추진모델은 농산물 건조시설, 농산물 가공시설, 휴양 및 여가 시설 등의 에너지 수요처의 명확한 자립 목표를 설정하거나 지역 특산 바이오매스 제품의 수요처를 확보하여 바이오매스 산업화를 유도하는 추진모델로서 바이오매스 전환 제품 또는 에너지의 수요처를 대상으로 하여 생산 제품 또는 에너지의 활용도를 극대화 하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립하는 것을 특징으로 하고 있음
- 지역형 사업화모델은 지역에서 발생하는 바이오매스를 지역에서 이용하여 지역개발 및 농업인의 삶의 질 향상 유도하는 것을 목적으로 하고 있으며, 지역(읍, 면, 동, 리 단위)에서 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산하고 지역에서 제품과 에너지를 소비하는 사업화 체계를 수립하도록 하고 있음
- 광역형 사업화모델은 광역지역(시, 군 단위) 내에서 바이오매스 전환시설의 규모를 확대하여 바이오매스 산업의 경제성 향상 유도하는 것을 목적으로 하고 있으며, 광역지역(시, 군 단위)에서 발생하는 바이오매스를 수집·운반하여 거점 바이오매스 전환시설에서 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·공급·판매하는 것을 특징으로 하고 있음
- 부가가치형 사업화모델은 바이오매스를 이용하는 새로운 부가가치 산업의 창출을 목적으로 하고 있으며, 바이오매스를 이용하여 바이오플라스틱, 목질소재, 고밀도 연료 등 부가가치가 높은 제품 또는 에너지를 생산·공급하는 것을 특징으로 하고 있음
- 이러한 연구결과를 바탕으로 전국 바이오매스 발생 특성을 분석하여 시범사업 지역을 선정하였으며, 시범사업지역에 대한 세부 지역 현황 조사와 국외 사례 분석을 접목하여 바이오매스 순환단지 사업화 모델과 모델 내용을 적용하였음
- 또한 바이오매스 순환단지 시범사업은 앞에서 도출한 비교우위 모델을 바탕으로 완주, 예산, 안성, 정읍, 평창, 산청을 시범사업지역으로 선정하고 시범사업지역의 바이오매스 순환체계, 사업화 모델, 경제성 평가, 환경성(LCA 기법) 평가를 통해 시범사업지역별 가행성 평가 보고서를 작성하였음

- 바이오매스 순환단지 관련 법규 및 활성화 방안은 국내 관련 법규 및 제도를 조사 검토하였으며, 정책 거버넌스 확보를 위한 방안으로 사회적기업, 지역화폐제도의 도입방안을 검토하였고, 활성화 방안으로 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업과의 연계 방안을 검토하여 적용 방안을 도출하였음
- 마지막으로 바이오매스 순환단지 사업지침서 및 정책 추진 방안 마련을 위해 전체 연구 결과를 종합하여 바이오매스 순환단지 사업 지침서, 바이오매스 순환단지 추진 매뉴얼, 농업농촌 온실가스 감축사업 지침서를 개발하였음
- 본 연구의 최종보고서는 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」을 제목으로 전체 14장의 체계로 구성하였으며, 제1세부과제 「Biopia 모델 구축 및 가행성 평가체계 연구」의 연구내용은 본 연구의 주요 내용인 9장과 11장에 정리하였고, 제1협동과제와 제2협동과제는 농축산 바이오매스의 에너지자원화와 물질자원화 순환체계를 연구하여 연구결과를 보고서 4, 5, 6, 7장에 정리하였으며, 인문사회적 측면의 활성화 정책방안을 연구한 제3협동과제의 연구결과는 보고서 8, 10장에 연구결과를 정리하였고, 제1위탁과제의 연구결과는 목질계 바이오매스의 이용 및 순환체계를 연구하여 보고서 7장과 9장에 연구결과를 정리하였음
- 전체 보고서의 체계는 1~3장에 연구과제의 개요, 목표, 내용 방법 등을 정리하여 나타냈으며, 4~8장에서는 국외 선진지 조사와 문헌조사를 통해 정리한 바이오매스 관련 국내외 기술, 정책, 제도, 사업 현황을 나타내었고, 4~8장의 연구결과를 바탕으로 9장에서는 바이오매스 순환단지 구축 모델을 도출하고 시범사업지역으로 선정한 6개 지역(완주, 예산, 안성, 정읍, 평창, 산청)의 바이오매스 순환단지 추진 모델을 정리하였으며, 10장 바이오매스 순환단지 활성화 방안에서는 지역화폐 및 사회적기업을 통한 인문사회적 연계 방안을 검토하였고, 11장에서는 정책사업 추진시 요구되는 사업지침서, 추진매뉴얼 등을 정리하였으며, 마지막으로 12~13장은 연구 성과 및 활용계획 등을 수록하고 있음

## V. 연구 성과 및 성과활용계획

### 1. 연구 성과

- 2025년을 목표연도로 하여 바이오매스 순환단지 사업을 통한 국내 바이오매스 이용 목표 설정하여 바이오매스 순환단지의 정책적 추진 목표를 설정하였음
- 실효성 있는 바이오매스 순환단지 구축을 위하여 원료우위, 기술우위, 수요처우위의 3개 추진 모델을 도출하고 바이오매스 순환단지의 차별화를 위한 지역형, 광역형, 부가가치형의 3개 사업화 모델을 도출하였음
- 국내 45종의 농축수산 바이오매스 성상분석 데이터베이스를 구축하고, 바이오매스 통계체계 작성체계를 확립하여 바이오매스 순환단지 추진을 위한 기초 자료를 확보하였음
- 바이오매스 순환단지 조성사업의 정책사업지침서, 바이오매스 순환단지 추진 매뉴얼, 지역단위 탄소상쇄사업 매뉴얼을 개발하였음

## 2. 정책협의추진

- 바이오매스 순환단지의 정책사업화를 위해 농식품부 지역개발과와 정책협의를 추진
- 향후 정책 협의와 공청회를 통해 본 연구의 결과를 정책사업으로 반영할 수 있는 방안을 지속적으로 모색할 계획임

표 2. 1차 정책 협의 추진 내용

<p>1. 정책 협의 부서</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ 농림축산식품부 지역개발과 김경두 서기관 (044-201-1552)</li></ul>
<p>2. 일시 및 장소 : 2014년 12월 19일, 농림축산식품부 회의실</p>
<p>3. 정책 협의 내용</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ 농식품부 주도의 농업·농촌 분야 바이오매스 순환단지 정책사업화 방안 협의</li><li>○ 지역개발과 관련 사업 내용 및 최근 사업 동향 청취</li></ul>
<p>4. 세부협의내용</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ 지역개발과에서 바이오매스 순환단지 조성사업 추진 가능성<ul style="list-style-type: none"><li>- 신규 사업으로 추진할 경우 규모가 한 지역당 100~150억으로 크기 때문에 지역개발과 예산상 전체를 진행시키기에는 어려움이 있음, 따라서 기존 사업과 연계할 경우에는 소규모 사업으로 추진하는 것이 가능함</li></ul></li><li>○ 소규모 사업의 추진 방법<ul style="list-style-type: none"><li>- 2015년 신규추진예정중인 취약지구개선사업에 에너지자립의 명분으로 소규모사업으로 진행하는 방안이 가능</li><li>- 취약지구개선사업이란 현 정부의 관심사업으로 농가보수, 빈집 정비, 마을단위 작은 목욕탕, 작은 도서관, 작은 극장 등 농촌마을 또는 도시빈민가에 복지를 증진시키는 사업으로 현재 지침은 확정되지 않았으나, 취약지구의 규모는 통상적으로 가구 200호 정도의 규모로서 현재 예산은 1년 550억 규모이고, 농림부에 350억 국토부에 250억의 예산이 확보된 상황임</li></ul></li></ul>
<p>5. 정책제안 반영 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ 전략적인 가축분뇨 바이오가스 에너지화 시설 보급 정책 수립<ul style="list-style-type: none"><li>- 정책수립의 선택과 집중을 통한 정량적·합리적 정책추진 목표의 수립</li></ul></li></ul>

## Summary

The study was aimed to investigate and improve previous energy-independent town construction projects, and develop guidelines for the biomass recycling town (Biopia) which utilizes bioenergy and materials produced from biomass in agricultural and rural area.

In order to strengthen regional competitiveness and promote vitality in rural villages, the study was carried out with a technical system based on a policy combining natural science and humanities that made possible to provide a new model for future rural villages.

For the creation of the guidelines, the research range of the study was limited industrially to agriculture and geographically limited to rural areas. Thus biomass used in Biopia was waste-based biomass or unused biomass only generated in the agriculture and rural areas. Biomass utilization technologies were limited to solid fuel technology producing wood chips and wood pallets and biogas technology utilizing livestock manure and food wastes, taking into account of the current state of fuel production technology. In particular, other renewable energy sources such as solar, wind and geothermal energies were excluded from the study.

Biopia, the biomass recycling town refers to the area that has a system to take advantage of a variety of biomass generated in the area in the manner of recycling material or recycling energy, and further it is defined in details as the area that has a system that utilizes and manages generated biomass, produced materials and energy in an efficient and proper manner, and an organizational structure combined with relevant stakeholders.

A research project for Biopia was conducted on the basis of Article 5 (life quality improvement of people who work in agriculture and fishery and establishment of the basic plan of rural development) in "Special law for life quality improvement and development of rural areas". Again, biomass utilization techniques used in Biopia were applied to energy recycling such as solid, liquid, or gas fuel and material recycling such as compost, liquid fertilizer, or feed.

In order to achieve the objectives of the study, the results of the previous studies related to biomass utilization in agriculture and rural areas were examined. National and regional biomass statistics was obtained by searching and investigating "agricultural statistics", "manure treatment statistics", "national waste generation and treatment statistics" and "sewer statistics" and agricultural by-product biomass statistics which had not been reported was analyzed and estimated from "agricultural statistics" and "regional agricultural income data" and from the results of the previous studies for each crop. In addition, biomass energy recycling status was investigated and analyzed utilizing aggregated data in Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and Ministry of Environment and "renewable energy statistics" related to manure and waste energy. Again, a database of

material properties of biomass generated from agriculture, livestock production and fishery in Korea was obtained by site survey and analysis of samples at livestock business areas of Agricultural Cooperation (dairy farms, pig breeding farms, dairy processing factories, slaughter houses, meat processing factories, feed manufacture, etc.) and fish processing factories, and characteristics of agricultural by-product generation were investigated and samples were analyzed by visiting local crop farms around Gyeonggi region.

Case studies related to technologies, policies and regulations in developed countries were conducted by visiting administrative agencies and local sites in Germany, Japan and the UK. State government of Baden-Württemberg and Hohenheim University in Germany which are actively promoting bioenergy village projects were visited and German bioenergy village support policies and technologies were investigated. The Department of Biomass Recycling in Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries which takes a charge of biomass town policy and Japanese Organic Resource Association which consults biomass town projects were visited and it was investigated about policies, laws and regulations related to the recent biomass town projects. Scottish Department for Environment, Food and Rural Affairs was visited to investigate renewable energy policy and regulation, and biomass energy status in the UK and Institute for Ecological-Agricultural System in Newcastle University was visited to investigate the agricultural systems for ecology and environment and support systems in the UK and Europe. International conference for Greenhouse Gases and Animal Agriculture (GGAA2013) held in Dublin, Ireland was attended to obtain information related to impact of manure, bioenergy and livestock production on environment and a model for regional energy independence related to the renewable energy center including manure bioenergy.

The study provided a regional biomass recycling town (Biopia) project model as a comparative advantage model and the model for the project was divided to regional, wide-area and value-added types.

According to this, pilot project areas were chosen with the analysis of the characteristics of national biomass generation and a commercialization model of biomass recycling town and its contents were produced applying the investigation of detailed site status on the pilot project areas and analysis of international case studies. In addition, on the basis of the previous comparative advantage model, Wanju, Yeisan, Jeongup, Pyeongchang and Sancheong were chosen as the pilot project areas and a feasibility study report for each area was produced evaluating biomass recycling system, commercialization model and life cycle assessment.

Relevant domestic laws and regulations were reviewed to introduce laws and promotion plans related to biomass recycling town, and social enterprises and a regional monetary system were examined to secure policy governance and the linked cooperation with



agriculture and rural voluntary greenhouse gas (GHG) reduction project was considered to activate the biomass recycling town project.

Finally, the guidelines and promotion manual for the biomass recycling town project and GHG reduction project guidelines in agricultural and rural areas were provided in the final report established by the overall results.

The final report of this study titled "Establishment of an agricultural, forestry and livestock biomass recycling demonstration model (Biopia model) and development of project guidelines" containing 14 chapters. The contents of "Development of the Biopia model and its feasibility study system" in the 1st project were provided in Chapters 9 and 11, the contents of the biomass recycling system for energy and material which was investigated in the 1st and 2nd cooperative projects were provided in Chapters 4, 5, 6 and 7, and the results of the policy plan study to promote the Biopia project in the humanities and social aspects which was conducted in the 3rd cooperative project were shown in Chapters 8 and 10. The study of the use and recycling system of lignocellulosic biomass was carried out in the 1st consignment project and the results was provided in Chapters 7 and 9.

The full report contains an overview, objectives and contents of the study in Chapters 1 - 3 and the related technologies, policies, regulations and project status in Korea and foreign countries obtained with site survey and literature research in Chapters 4 - 8. Based on the results of Chapters 4 - 8, Chapter 9 contains the Biopia project model and the pilot project models of the selected 6 towns (Wanju, Yeisan, Anseong, Jeongup, Pyeongchang and Sancheong), and Chapter 10 reviewed the humanities and social methods related to the regional monetary and social enterprises to provide the promotion plan for the biomass recycling town project, and Chapter 11 contains project guidelines, manual, etc. to proceed policy projects. Finally, Chapters 12 and 13 contain research accomplishments, application plans, etc.



# CONTENTS

제1장 연구개발과제의 개요 및 성과목표	1
제1절 서론	1
제2절 필요성 및 배경	4
1. 기술적 측면	4
2. 정책적 측면	5
3. 경제적 측면	7
제3절 연구목표 및 내용	9
1. 연구목표	9
2. 연구내용	10
제4절 연구 목표 실적	12
제2장 국내외 기술개발 현황	13
제1절 국내기술개발 현황	13
1. 바이오매스 및 바이오에너지의 분류	13
2. 바이오에너지 이용 및 전환기술 현황	17
3. 바이오에너지 생산	22
4. 에너지 자립형 마을	23
제2절 국외 기술개발 현황	25
1. 재생에너지 개발 현황	25
2. 바이오연료	27
3. 바이오에너지	29
제3절 문제점	35
제3장 연구추진 체계 및 방법	37
제1절 연구추진 체계	37
1. 추진전략	37
2. 추진체계	38
제2절 연구 범위 및 방법	39
1. 연구범위	39
2. 연구방법	39
제3절 보고서의 구성 및 체계	43
제4장 국내외 바이오매스 정책 동향	45
제1절 국내	45
1. 국가 에너지 소비 및 온실가스 배출 현황	45

2. 농림산업	51
3. 바이오매스 에너지화 관련 정책	53
4. 바이오매스 물질자원이용관련 정책	61
5. 국내 바이오매스 관련 정책의 시사점	65
<b>제2절 EU 정책 현황</b>	<b>69</b>
1. 바이오매스 및 재생에너지 이용촉진 법제	69
2. 신재생에너지 보급지원제도	69
<b>제3절 일본 정책 현황</b>	<b>71</b>
1. 추진현황	71
2. 정책개요	73
3. 바이오매스 일본 종합전략	76
4. 바이오매스 활용 추진 기본계획	81
5. 신규정책 비교	88
6. 일본 유기자원협회	89
<b>제4절 독일 정책 현황</b>	<b>91</b>
1. 독일의 바이오에너지마을 추진현황	91
2. 정책개요	107
<b>제5절 영국 정책 현황</b>	<b>123</b>
1. 영국의 에너지 현황	123
2. 영국의 신·재생에너지 정책 및 현황	124
3. 바이오매스 이용현황 및 관련정책 동향	126
4. 주요 신재생에너지 정책	128
<b>제6절 미국 정책 현황</b>	<b>133</b>
1. 바이오매스 이용 현황	133
2. 바이오매스 및 재생에너지 이용촉진 법제	135
<b>제7절 국외 바이오매스 이용 사례</b>	<b>138</b>
1. 일본	138
2. 미국	153
3. 독일	155
4. 영국	160
<b>제8절 국내의 바이오매스 정책의 시사점</b>	<b>162</b>
<b>제5장 국내 바이오매스 이용 기술 체계</b>	<b>165</b>
<b>제1절 바이오매스 이용 기술 체계</b>	<b>165</b>
1. 물질 자원화	165
2. 에너지 자원화	170
3. 바이오매스별 적용기술 내용	186

제2절 바이오매스 에너지 자원화 기술 수준	188
1. 상용화 수준 기술개발 road-map	188
2. 바이오매스 순환단지 적용기술 발전방향	192
제3절 국내 바이오매스 이용기술의 시사점	195
<b>제6장 국내 바이오매스 산업 동향</b>	<b>197</b>
제1절 가축분뇨	197
1. 가축분뇨 발생 및 처리현황	197
2. 가축분뇨 자원화 처리 현황(농식품부)	198
3. 가축분뇨 공공처리 현황(환경부)	209
4. 가축분뇨 에너지화 현황	216
제2절 음식물류 폐기물	221
1. 음식물류 폐기물 발생 현황	221
2. 음식물류 폐기물 처리 현황	221
제3절 하수슬러지	225
1. 하수 및 분뇨 슬러지 발생현황	225
2. 하수 및 분뇨 슬러지 처리현황	226
제4절 목질계 바이오매스	232
1. 임산바이오매스 발생 특성 및 현황	232
2. 국내 임산 바이오매스 산업정책	234
3. 국내 펄릿 제조 시설	237
4. 목재펠릿 난방기 보급 현황	238
5. 국내 화목 이용 현황	244
제5절 바이오매스 이용 사례 경제성 분석	253
1. 퇴·액비화시설 사례	253
2. 에너지화시설 사례	260
3. 광역친환경농업단지	263
제6절 국내 바이오매스 산업의 시사점	275
<b>제7장 국내 바이오매스 물질·에너지 잠재량</b>	<b>277</b>
제1절 바이오매스 에너지의 기준 및 범위	277
1. 국내외 바이오매스 기준 및 범위	277
2. 국내외 신재생에너지 분류체계	279
제2절 바이오매스 발생 및 이용 현황	281
1. 바이오매스 관리 현황	281
2. 바이오매스 발생 특성	282
3. 분석항목 및 방법	289

4. 성장분석 결과	297
5. 바이오매스 DB 구축결과	306
6. 바이오매스 발생 및 이용 현황	353
<b>제3절 국내 바이오매스 에너지 잠재량</b>	<b>366</b>
1. 바이오매스 잠재량 기준 및 범위	366
2. 바이오매스 에너지 잠재량	366
<b>제4절 국내 바이오매스 발생 및 에너지 잠재량의 시사점</b>	<b>372</b>
<b>제8장 바이오매스 관련 법령 검토</b>	<b>373</b>
<b>제1절 관련 법령 체계 및 현황</b>	<b>373</b>
1. 관련 법령 체계	373
2. 관련 법령 현황	375
<b>제2절 바이오에너지 관련 법률</b>	<b>398</b>
1. 신재생에너지	398
2. 폐기물에너지	400
3. 목질계 바이오매스자원 관련	401
4. 유기성 폐기물자원 관련	402
5. 바이오에너지의 품질기준	406
6. 농업·농촌 온실가스 감축사업	413
7. 농촌개발 및 지속가능 농업	414
<b>제3절 관련 법령의 시사점</b>	<b>420</b>
<b>제9장 바이오매스 순환단지 구축 모델</b>	<b>427</b>
<b>제1절 바이오매스 순환단지의 기준 및 범위</b>	<b>427</b>
1. 바이오매스 순환단지(Biopia)의 정의	427
2. 바이오매스 순환단지(Biopia)의 기준 및 범위	427
<b>제2절 바이오매스 이용 목표</b>	<b>428</b>
1. 바이오매스 발생 현황	428
2. 바이오매스 이용 현황	431
3. 바이오매스 에너지 이용 현황	433
4. 바이오매스 이용 및 에너지화 목표	435
<b>제3절 바이오매스 순환단지 구축 모델</b>	<b>438</b>
1. 추진 모델	438
2. 사업화모델	442
3. 추진모델과 사업화모델의 결합 유형	444
4. 바이오매스 순환단지 효과 평가	447

<b>제4절 바이오매스 순환단지 시범사업</b> .....	<b>451</b>
1. 시범사업 지역 선정 .....	451
2. 시범사업 지역별 바이오매스 부존 현황 .....	480
3. 시범사업 지역별 바이오매스 활용 목표 .....	498
4. 바이오매스 활용 단지 구축 시범사업 내용 .....	501
5. 가축분뇨 물질흐름 전과정 평가 .....	507
6. 온실가스 감축효과 .....	545
7. 바이오가스 제조설비 전과정 평가 .....	552
8. 목질바이오매스 펠릿화 설비 LCA 결과 .....	563
9. 바이오매스 순환단지(Biopia) 전과정 평가 .....	580
<b>제10장 바이오매스 활용 단지 활성화 방안</b> .....	<b>587</b>
<b>제1절 활성화 방안</b> .....	<b>587</b>
1. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 시범사업 .....	587
2. 지역화폐 .....	603
3. 사회적 기업 .....	611
<b>제2절 정책 거버넌스 확보 방안</b> .....	<b>622</b>
1. 바이오매스 순환단지(Biopia) 거버넌스 구축 모델 .....	622
2. 바이오피아 관련 정책 현황 및 문제점 .....	625
3. 바이오피아 사업 조성방안 .....	631
4. 바이오피아 거버넌스 구축 방안 .....	650
5. 바이오피아 활성화방안 .....	656
<b>제11장 바이오매스 활용 단지 사업 지침서 및 추진매뉴얼</b> .....	<b>661</b>
<b>제1절 사업 지침서</b> .....	<b>661</b>
1. 바이오피아 조성 실행계획 .....	661
<b>제2절 바이오매스 활용단지 추진 매뉴얼</b> .....	<b>670</b>
1. 바이오매스 순환단지 .....	670
2. 바이오매스 순환단지 조성사업 매뉴얼 .....	671
<b>제3절 지역단위 탄소상쇄사업 매뉴얼</b> .....	<b>702</b>
1. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 참여 절차 .....	702
2. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업 계획서 작성 방법 .....	705
3. 베이스라인과 모니터링 방법론 .....	707
4. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영 규정 .....	712
<b>제12장 목표달성도 및 관련분야에 기여도</b> .....	<b>719</b>
<b>제1절 목표달성도</b> .....	<b>719</b>
<b>제2절 관련분야 기여도</b> .....	<b>720</b>

제13장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	721
제1절 연구개발성과	721
1. 지식재산권	721
2. 논문게재 및 학술회의 발표	721
3. 교육 및 지도활용 내역	723
4. 정책활용 내역	725
5. 홍보/전시	727
제2절 활용계획	727
1. 활용방안	727
2. 정책협의 추진내용	728
제14장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	729
제15장 참고문헌	731
부록	
부록 1. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 사업계획서	735
평창	739
안성	789
예산	819
완주	849
정읍	877
산청	906
부록 2. 가행성 평가 보고서	953
평창	957
안성	1033
예산	1107
정읍	1193
완주	1277
산청	1365
부록 3. 관계부처 자원화사업	1441
부록 4. 사업시행지침서	1483



## <표 목 차>

(표 1.1) 농림수산분야 바이오매스 에너지 R&D부문 연구 현황	4
(표 1.2) 바이오매스 에너지화 관련 정부 정책 현황	5
(표 1.3) 농림수산식품 분야 부문별 바이오매스 관련 농림수산사업	6
(표 1.4) 연차별 연구내용	10
(표 2.1) 바이오에너지의 기준 및 범위	15
(표 2.2) 바이오에너지의 통계 작성	16
(표 2.3) 바이오에너지 전환기술	17
(표 2.4) 바이오가스 전략품목별 핵심기술 개발 추진	20
(표 2.5) 바이오연료 전략품목별 핵심기술 개발 추진	21
(표 2.6) 바이오에너지 생산 및 공급비율	22
(표 2.7) 국내 저탄소 녹색마을 시범사업 추진 사례	23
(표 2.8) 정부 에너지자립마을 조성사업 추진현황(2013)	24
(표 2.9) 해외 각국 신재생에너지 관련제도	32
(표 2.10) 국외 바이오가스 시설 현황(2010년)	34
(표 2.11) 미국 농업분야 바이오가스 시설 설치 현황(2011)	34
(표 2.12) 독일 바이오가스화 원료별 이용 및 에너지 생산 비중(2010)	34
(표 3.1) 추진체계	38
(표 3.2) 바이오매스 전환 기술의 법적 근거	40
(표 3.3) 선진지 조사	41
(표 4.1) 에너지 관련지수변화	46
(표 4.2) 1차에너지원별 소비량	46
(표 4.3) 농업부문 온실가스 배출량	50
(표 4.4) 농경지 이용현황	51
(표 4.5) 비료사용량	52
(표 4.6) 가축 사육수	52
(표 4.7) 임상별 임목지 면적	53
(표 4.8) 온실가스 감축을 위한 부문별 정책 및 조치	55
(표 4.9) 관계부처별 기능	56
(표 4.10) 관련법령	56
(표 4.11) 소관부처별 법령 정비내용	57
(표 4.12) 부처별 추진과제	58
(표 4.13) 에너지 자원화 관련부처별 추진사업	59

(표 4.14) 국내 발생폐기물의 종류 및 관리 현황	61
(표 4.15) 국내 발생폐기물 종류별 처리현황	62
(표 4.16) 가축사육 및 가축분뇨처리현황(환경부)	63
(표 4.17) 가축분뇨 발생 및 처리현황(농식품부)	64
(표 4.18) 바이오매스의 종류와 이용형태	64
(표 4.19) 물질자원화 관련부처별 추진사업	65
(표 4.20) 발전차액지원제도	66
(표 4.21) 신재생에너지시설 설치지원	66
(표 4.22) 폐자원 및 바이오매스 에너지 관련 법령 정비 과제	68
(표 4.23) EU의 주요 바이오매스 이용촉진 법제	70
(표 4.24) 바이오매스 활용 시설 현황(89시정촌 150지구, 178개 시설, 2011)	73
(표 4.25) 일본 바이오매스 타운 추진 정책 개요	75
(표 4.26) 바이오매스 일본종합전략	76
(표 4.27) 일본 바이오매스 타운 구상 내용	77
(표 4.28) 지역바이오매스 지원 교부금	79
(표 4.29) 바이오매스 타운 시설정비 관련 예산 지원 현황	80
(표 4.30) 바이오매스 일본 종합전략 평가와 과제	81
(표 4.31) 바이오매스 활용 추진 기본계획	82
(표 4.32) 바이오매스 종류별 목표와 전개방향(2010.12.17.)	83
(표 4.33) 바이오매스 에너지 잠재량 및 목표 이용률	84
(표 4.34) 바이오매스 사업화 전략(안) 개요	87
(표 4.35) 재생에너지 고정가격매수제도(2012. 07)	88
(표 4.36) 바이오매스타운 구상과 바이오매스 활용 추진 계획 비교	89
(표 4.37) 바이오매스 타운 관련 일본유기자원협회의 역할	90
(표 4.38) 독일 바이오에너지마을별 비교(92개 운영 중인 마을)	92
(표 4.39) 독일 에너지전환(Energiewende) 추진(2012)	107
(표 4.40) 독일 에너지전환(Energiewende)에 따른 중장기 에너지 목표	107
(표 4.41) 독일 재생에너지법(EEG) 경과	108
(표 4.42) 독일 재생에너지법(EEG) 2009의 FIT 기준 (유로센트/kW)	108
(표 4.43) 독일 재생에너지법(EEG) 2012의 FIT 기준 (유로센트/kW)	109
(표 4.44) Elena 프로젝트 현황 (2013년 1월 현재)	112
(표 4.45) 신·재생에너지 별 에너지 생산목표	125
(표 4.46) 2008년 영국 자국내 바이오매스 에너지 소비량	126
(표 4.47) 영국 총에너지 및 바이오에너지 공급량(2010-2012)	127
(표 4.48) 전력생산에 이용된 바이오매스에너지(2008-2012)	127
(표 4.49) 열 생산에 이용된 바이오매스에너지(2008-2012)	127
(표 4.50) 온실가스 저감을 위한 주요 정책, 활동 및 관련부서	129

(표 4.51) 발전 차액 지원금의 변동	131
(표 4.52) 신재생에너지원별 가정용 및 비가정용 열에너지에 대한 보조금	132
(표 4.53) 지원금의 규모	132
(표 4.54) 재생에너지의 생산 및 소비량 (2007-2008)	134
(표 4.55) 미국의 바이오매스 이용 목표	134
(표 4.56) 미국의 바이오매스 및 신재생에너지 이용촉진 제도	137
(표 4.57) 바이오매스타운 구상 공표의 기준	138
(표 4.58) 지역별 바이오매스타운 공표 현황	142
(표 4.59) 미국 Reynolds의 바이오타운 계획(3단계)	154
(표 4.60) 바이오타운 기술 요약	154
(표 4.61) 윌데마을 사업 개요	157
(표 4.62) 마우엔하임 사업 개요	158
(표 4.63) BedZED 사업개요	160
(표 4.64) BedZED의 costs and savings	161
(표 4.65) BedZED의 자원절감 효과	162
(표 5.1) 물질자원화 기술의 종류	165
(표 5.2) 혐기성 액비화의 단계별 미생물반응	169
(표 5.3) 가축분뇨 액비의 비료공정 규격	170
(표 5.4) 바이오에너지의 종류 및 범위	171
(표 5.5) 에너지 자원화 기술 개요	172
(표 5.6) 에너지 자원화 기술(1/3)	173
(표 5.7) 에너지 자원화 기술(2/3)	174
(표 5.8) 에너지 자원화 기술(3/3)	175
(표 5.9) 바이오가스과 바이오메탄의 비교	176
(표 5.10) 미생물 성장특성에 따른 혐기소화조의 분류	180
(표 5.11) 바이오가스 고질화 기술 사례	181
(표 5.12) 바이오매스별 바이오에너지 생산 적용기술	187
(표 5.13) 현시점 상용화 기술	188
(표 5.14) 5년후 상용화 기술	189
(표 5.15) 10년 후 상용화 기술	189
(표 5.16) 20년 후 상용화 기술	189
(표 5.17) 바이오매스별 상용화 수준 기술개발 road-map	190
(표 6.1) 축종별 가축분뇨 발생 현황(단위 : 천톤/년)	197
(표 6.2) 가축분뇨 발생 및 처리현황(단위 : 천톤/년)	198
(표 6.3) 가축분뇨 공동자원화 시설현황(운영 중, 2014.01기준)	199

(표 6.4) 가축분뇨 공동자원화 시설현황(설치 중, 2014.01기준)-----	202
(표 6.5) 가축분뇨 액비유통센터 현황(2014. 01. 기준)-----	203
(표 6.6) 운영·설치 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황 (2014. 1. 기준)-----	210
(표 6.7) 지역별 운영 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황-----	211
(표 6.8) 가축분뇨공공처리시설 국고보조사업현황(2014. 1. 기준)-----	215
(표 6.9) 가축분뇨 에너지화 시설 설치 현황(2013년 기준)-----	217
(표 6.10) 가축분뇨 에너지화 시설 현황-----	218
(표 6.11) 가축분뇨 에너지화 처리 현황(2012년 기준)-----	219
(표 6.12) 가축분뇨 에너지화 사업 현황(농식품부)-----	220
(표 6.13) 음식물류폐기물 발생 현황(2012년 기준, 단위 : 톤/일, %)-----	221
(표 6.14) 음식물류폐기물 처리 현황(2013년 기준)-----	222
(표 6.15) 음식물류폐기물 재활용 제품 생산·판매 등 유통현황(2013년 기준)-----	222
(표 6.16) 음식물류폐기물 에너지화 시설 설치 현황(2013년 기준)-----	223
(표 6.17) 음식물류폐기물 에너지화 시설 가동 현황-----	224
(표 6.18) 하수슬러지 발생 및 처리 현황-----	225
(표 6.19) 분뇨슬러지 발생 및 처리 현황-----	226
(표 6.20) 하수슬러지 에너지화 시설 현황-----	227
(표 6.21) 전국 하수슬러지 최종처리시설 현황(2013. 3 기준)-----	228
(표 6.22) 하수슬러지 탄화 고정연료 이용 사례-----	231
(표 6.23) 2007-2015년 국내 펠릿 소비 추정량-----	236
(표 6.24) 국내 목재펠릿 제조시설 현황-----	238
(표 6.25) 용도별 목재펠릿 보일러 보급현황-----	239
(표 6.26) 지자체별 목재펠릿 보일러 보급 현황-----	240
(표 6.27) 산업용 보일러 보급 현황-----	243
(표 6.28) 용도별 화목 유통 현황-----	244
(표 6.29) 숲 가꾸기 지역별 화목생산량(2013년 기준)-----	244
(표 6.30) 시군단위 지자체별 숲 가꾸기 사업-----	245
(표 6.31) 시군단위 지자체별 화목사용량-----	249
(표 6.32) 농가용 퇴비화시설 시설개요-----	253
(표 6.33) 농가용 퇴비화시설 시설투자비-----	254
(표 6.34) 농가용 퇴비화시설 연간수입-----	254
(표 6.35) 농가용 퇴비화시설 연간운영비-----	254
(표 6.36) 농가용 퇴비화시설 경영성분석-----	255
(표 6.37) 공동형 퇴비화시설 시설개요-----	255
(표 6.38) 공동형 퇴비화시설 시설투자비-----	255
(표 6.39) 공동형 퇴비화시설 연간수입-----	256
(표 6.40) 공동형 퇴비화시설 연간운영비-----	256

(표 6.41) 공동형 퇴비화시설 경영성분석	256
(표 6.42) 농가형 액비화 시설 시설개요	257
(표 6.43) 농가형 액비화 시설 시설투자비	257
(표 6.44) 농가형 액비화 시설 연간운영비	257
(표 6.45) 농가형 액비화 시설 경영성분석	257
(표 6.46) 공동형 액비화 시설 시설개요	258
(표 6.47) 공동형 액비화 시설 시설투자비	258
(표 6.48) 공동형 액비화 시설 연간운영비	258
(표 6.49) 공동형 액비화 시설 경영성분석	258
(표 6.50) 퇴·액비화 공동시설 시설개요	259
(표 6.51) 퇴·액비화 공동시설 시설투자비	259
(표 6.52) 퇴·액비화 공동시설 연간운영비	259
(표 6.53) 퇴·액비화 공동시설 경영성분석	260
(표 6.54) 가축분뇨 바이오가스화시설 시설개요	260
(표 6.55) 가축분뇨 바이오가스화시설 시설투자비	260
(표 6.56) 가축분뇨 바이오가스화시설 연간수입	261
(표 6.57) 연간운영비	261
(표 6.58) 가축분뇨 바이오가스화시설 경영성분석	261
(표 6.59) 축분연료화시설 시설개요	262
(표 6.60) 축분연료화시설 시설투자비	262
(표 6.61) 축분연료화시설 연간운영비	262
(표 6.62) 축분연료화시설 경영성분석	262
(표 6.63) 광역친환경농업단지 추진 현황(2012년 기준)	263
(표 6.64) 광역친환경농업단지 성과목표 및 지표	264
(표 6.65) 광역친환경농업단지 성과목표 및 지표	264
(표 6.66) 광역친환경농업단지 주요시설 및 장비내역(예시)-1	265
(표 6.67) 광역친환경농업단지 주요시설 및 장비내역(예시)-2	266
(표 6.68) 전북 완주 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)	266
(표 6.69) 전북 완주 운영실태(09~10)	267
(표 6.70) 전남 순천 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)	268
(표 6.71) 전남 순천 운영실태('09~'10)	268
(표 6.72) 경북 울진 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)	269
(표 6.73) 경북 울진 운영실태('09~'10)	269
(표 6.74) 강원 양구 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)	270
(표 6.75) 강원 양구 운영실태('09~'10)	270
(표 6.76) 충북 옥천 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)	271
(표 6.77) 충북 옥천 운영실태('09~'10)	271

(표 6.78) 전남 장흥 경영수지(' 09~' 10) (단위 : 백만원) -----	272
(표 6.79) 전남 장흥 운영실태(' 09~' 10) -----	272
(표 6.80) 경북 성주 경영수지(' 09~' 10) (단위 : 백만원) -----	273
(표 6.81) 경북 성주 운영실태(' 09~' 10) -----	273
(표 6.82) 경남 산청 경영수지(' 09~' 10) (단위 : 백만원) -----	274
(표 6.83) 경남 산청 운영실태(' 09~' 10) -----	274
(표 7.1) 바이오매스의 환경 지표 -----	277
(표 7.2) 국내 발생 바이오매스 종류 및 바이오에너지 지표 평가 -----	277
(표 7.3) 국내 바이오에너지 기준 및 범위 -----	278
(표 7.4) EU의 바이오매스의 분류 -----	278
(표 7.5) EU 재생에너지 분류 체계 -----	279
(표 7.6) 국내 재생에너지 분류 체계 -----	280
(표 7.7) 국내 발생폐기물의 종류 및 관리 현황 -----	281
(표 7.8) 모델지역별 미이용 바이오매스 선정 작물 -----	282
(표 7.9) 축산부문 사업장별 바이오매스 발생 및 관리특성 -----	284
(표 7.10) 전국 수협 수산가공장 가동현황(수협중앙회, 2010 기준) -----	287
(표 7.11) 농업부산물 분석항목 및 분석방법 -----	289
(표 7.12) 완주군 미이용 바이오매스 발생량 산정(완주통계연보, 2012) -----	291
(표 7.13) 예산군 미이용 바이오매스 발생량 산정(예산통계연보, 2012) -----	291
(표 7.14) 안성시 미이용 바이오매스 발생량 산정(안성통계연보, 2012) -----	292
(표 7.15) 정읍시 미이용바이오매스 발생량 산정(정읍통계연보,2012) -----	292
(표 7.16) 평창군 미이용 바이오매스 발생량 산정(평창통계연보, 2012) -----	293
(표 7.17) 산청군 미이용 바이오매스 발생량 산정(산청통계연보,2012) -----	293
(표 7.18) 농산바이오매스의 이용용도(Krei, 2007) -----	294
(표 7.19) 돼지도축장 바이오매스 발생량 -----	295
(표 7.20) 소, 돼지 가공장의 바이오매스 발생량 -----	295
(표 7.21) 축산관련 바이오매스 종류별 이용 특성 -----	296
(표 7.22) 주요 농산 바이오매스의 화학적 성상 특성 -----	298
(표 7.23) 주요 축산 바이오매스의 화학적 성상 특성 -----	304
(표 7.24) 주요 수산 바이오매스의 성상 특성 -----	305
(표 7.25) 농산바이오매스 종류별 이용용도 -----	353
(표 7.26) 우리나라 볏짚발생량 추정(2010년 기준) -----	354
(표 7.27) 대별 농가의 볏짚 활용용도(단위 : %) -----	354
(표 7.28) RPC 부산물 발생 현황 및 미곡 부산물 발생 추정량 -----	355
(표 7.29) 농가의 미곡 부산물 활용 형태 (단위 : %) -----	355
(표 7.30) 과수 부산물 바이오매스 발생량 추정 -----	356

(표 7.31) 수 바이오매스 이용 형태(단위 : %)	356
(표 7.32) 연도별 가축분뇨 발생량 및 자원화 현황 (단위 : 천톤)	357
(표 7.33) 축종별 배출원단위	358
(표 7.34) 2010년도 축종별 가축분뇨 처리현황	358
(표 7.35) 2010년도 지역별, 축종별 가축사육현황(단위 : 마리)	359
(표 7.36) 2010년도 가축분뇨의 비료성분 발생량	360
(표 7.37) 가축분뇨 바이오가스 활용시설(2010년 기준)	361
(표 7.38) 대표적인 수송용 바이오연료	362
(표 7.39) 작물별 ha당 바이오디젤 오일 생산량	363
(표 7.40) 유채 재배면적 및 생산량 추이	363
(표 7.41) 바이오매스 잠재량 종류	366
(표 7.42) 주요 재생에너지 전체 잠재량	367
(표 7.43) 바이오매스 에너지 잠재 자원량(2010년) 단위: 천TOE/년	368
(표 7.44) 부산물 이용률 계수	368
(표 7.45) 바이오매스 확인 부존잠재량(2010)	369
(표 7.46) 바이오매스 가용잠재량(2010)	370
(표 7.47) 바이오매스 기술적 잠재량(2010)	371
(표 8.1) 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항	374
(표 8.2) 가축분뇨의 범위	376
(표 8.3) 산림바이오매스 에너지의 정의	377
(표 8.4) 산림바이오매스에너지의 이용·보급 촉진	378
(표 8.5) 폐기물 바이오매스의 에너지화	379
(표 8.6) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·촉진법	381
(표 8.7) 석유 및 석유대체연료 사업법 체계	383
(표 8.8) 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 체계	385
(표 8.9) 도시가스 사업법 체계	387
(표 8.10) 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 체계	389
(표 8.11) 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 체계	391
(표 8.12) 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법 체계	393
(표 8.13) 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법 체계	395
(표 8.14) 농어촌 정비법 체계	397
(표 8.15) 바이오에너지의 기준 및 범위	399
(표 8.16) 바이오에너지 조성 사업비의 사용 분야	399
(표 8.17) 하수슬러지의 에너지화 관련 규정	406
(표 8.18) 고품질연료제품의 품질기준	407
(표 8.19) 바이오가스의 도시가스 관망 연계 관련 규정I	408

(표 8.20) 바이오가스의 도시가스 관망 연계 관련 규정II	408
(표 8.21) 도시가스의 품질기준	409
(표 8.22) 바이오에너지의 수송용 연료 이용 관련 규정	410
(표 8.23) 목재 브리켓의 규격 및 품질기준	411
(표 8.24) 목재칩의 규격 및 품질기준	412
(표 8.25) 목재펠릿의 규격 및 품질기준	413
(표 8.26) 농업농촌 온실가스 감축사업 근거 법률	413
(표 8.27) 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법	415
(표 8.28) 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법	416
(표 8.29) 농어촌정비법	418
(표 8.30) 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률	419
(표 8.31) 바이오매스별 관련 통계 및 관리 현황 검토	422
(표 8.32) 바이오에너지 제품의 법제화 및 품질기준 검토	423
(표 8.33) 농촌개발 및 지속가능농업 관련 법령의 검토	424
(표 8.34) 바이오매스 순환단지 조성사업 추진을 위한 관련 법령 검토 의견	425
(표 9.1) 바이오매스 순환단지의 기준 및 범위	428
(표 9.2) 전국 폐기물계 바이오매스 발생량	429
(표 9.3) 전국 미이용계 바이오매스 발생량	430
(표 9.4) 전국 폐기물계 바이오매스 이용 현황	431
(표 9.5) 전국 미이용계 바이오매스 이용 현황	432
(표 9.6) 전국 폐기물계 바이오매스 에너지화 현황	433
(표 9.7) 전국 미이용계 바이오매스 에너지화 현황	434
(표 9.8) 신재생에너지 공급량 및 공급비중 현황	435
(표 9.9) 제4차 신재생에너지원 공급목표 및 공급비중	436
(표 9.10) 바이오매스 종류별 이용 목표 설정	437
(표 9.11) 바이오매스 에너지 잠재량 및 목표 이용률 설정	437
(표 9.12) 바이오매스 순환단지 추진 모델의 특성	439
(표 9.13) 바이오매스 순환단지 사업화 모델의 특성	443
(표 9.14) 바이오매스 순환단지관련 기존 유사 모델 사례 비교	444
(표 9.15) 추진 모델과 사업화 모델의 관계	445
(표 9.16) 바이오매스 순환단지의 효과평가 항목(안)	448
(표 9.17) 바이오매스 순환단지의 물량지표 평가방법	449
(표 9.18) 바이오매스 순환단지의 경제성 지표 평가방법(안)	450
(표 9.19) 실증단지 적용 연구지역 선정기준	452
(표 9.20) 완주군 연도별 기상현황	453
(표 9.21) 예산군 연도별 기상현황	455



(표 9.22) 안성시 연도별 기상현황	456
(표 9.23) 정읍시 연도별 기상현황	457
(표 9.24) 평창군 연도별 기상현황	458
(표 9.25) 산청군 연도별 기상현황	459
(표 9.26) 예산군 읍면별 면적 및 인구 현황	460
(표 9.27) 농가인구 및 경지면적 현황	461
(표 9.28) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)	461
(표 9.29) 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황	462
(표 9.30) 예산군 읍면별 면적 및 인구 현황	463
(표 9.31) 농가인구 및 경지면적 현황	463
(표 9.32) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)	464
(표 9.33) 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황	464
(표 9.34) 안성시 면적 및 인구 현황	465
(표 9.35) 농가인구 및 경지면적 현황	466
(표 9.36) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)	466
(표 9.37) 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황	467
(표 9.38) 정읍시 읍면별 면적 현황	468
(표 9.39) 읍·면별 인구현황	469
(표 9.40) 정읍시 논·밭 면적 및 가우당 경지면적(단위 : ha)	470
(표 9.41) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)	470
(표 9.42) 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황	471
(표 9.43) 평창군 읍면별 면적 및 행정구역 현황	472
(표 9.44) 평창군 읍·면별 인구현황	472
(표 9.45) 평창군 농가인구 및 경지면적 현황	473
(표 9.46) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)	473
(표 9.47) 평창군 연도별 가축사육 현황	474
(표 9.48) 산청군 읍면별 면적 현황	474
(표 9.49) 읍·면별 인구현황	475
(표 9.50) 농가인구 및 경지면적 현황	475
(표 9.51) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)	476
(표 9.52) 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황	476
(표 9.53) 완주군 폐기물계 바이오매스 부존량	480
(표 9.54) 완주군 미이용계 바이오매스 부존량	481
(표 9.55) 예산군 미이용계 바이오매스 부존량	483
(표 9.56) 예산군 미이용계 바이오매스 부존량	484
(표 9.57) 안성시 폐기물계 바이오매스 부존량	486
(표 9.58) 안성시 미이용계 바이오매스 부존량	487

(표 9.59) 정읍시 폐기물계 바이오매스 부존량	489
(표 9.60) 정읍시 미이용계 바이오매스 부존량	490
(표 9.61) 평창군 폐기물계 바이오매스 부존량	492
(표 9.62) 평창군 미이용계 바이오매스 부존량	493
(표 9.63) 산청군 폐기물계 바이오매스 부존량	495
(표 9.64) 산청군 미이용계 바이오매스 부존량	496
(표 9.65) 완주군 바이오매스 이용목표	498
(표 9.66) 예산군 바이오매스 이용목표	498
(표 9.67) 안성시 바이오매스 이용목표	499
(표 9.68) 정읍시 바이오매스 이용목표	499
(표 9.69) 평창군 바이오매스 이용목표	500
(표 9.70) 산청군 바이오매스 이용목표	500
(표 9.71) 완주군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요	501
(표 9.72) 예산군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요	502
(표 9.73) 안성시 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요	503
(표 9.74) 정읍시 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요	504
(표 9.75) 평창군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요	505
(표 9.76) 산청군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요	506
(표 9.77) 사례지역별 사육두수 및 축종별 가축분뇨 발생량	510
(표 9.78) 논산시 가축분뇨 처리현황	511
(표 9.79) 남원시 가축분뇨 처리현황	511
(표 9.80) 영천시 가축분뇨 처리현황	512
(표 9.81) 진주시의 가축분뇨 처리현황	512
(표 9.82) 남원시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소, 인산, 칼리 양	516
(표 9.83) 논산시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소·인산·칼리 양	516
(표 9.84) 진주시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소·인산·칼리 양	517
(표 9.85) 영천시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소·인산·칼리 양	517
(표 9.86) 사례지역별 질소, 인산, 칼륨의 과잉시비량	518
(표 9.87) 사례지역별 organic 질소의 토양 내 시간에 따른 잔존하는 양	519
(표 9.88) 양분수지분석을 위한 네트워크 모델의 구성요소	523
(표 9.89) 사례지역별 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황	525
(표 9.90) 사례지역에 따른 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))	529
(표 9.91) 지역별 가축분뇨 처리시설을 통한 가축분뇨 유래 양분의 흐름(처리 후(後))	530
(표 9.92) 지역별 가축분뇨 N, P2O5, K2O 수지유량 logic flow (A지역)	534
(표 9.93) A지역의 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황	538
(표 9.94) A지역의 축종별 가축 분뇨 처리 비율	539
(표 9.95) A지역의 가축분뇨 형태별, 질소, 인, 칼리 토양 환원량	539

(표 9.96) 작물별 단위 면적당 양분 요구량(kg/10a)	539
(표 9.97) A지역의 작물 현황	540
(표 9.98) A지역의 작물별 양분 월간 필요량	540
(표 9.99) 환경영향범주	548
(표 9.100) 데이터 품질 요건 및 데이터 출처	555
(표 9.101) 바이오가스 제조 전단계 투입물질 및 투입량	556
(표 9.102) 바이오가스 제조단계 투입물질 및 투입량	557
(표 9.103) 바이오가스 배출단계 배출물질 및 배출량	557
(표 9.104) 바이오가스 전과정 목록분석 결과	557
(표 9.105) 바이오가스플랜트 단계별 온실가스 배출량 및 기여도	563
(표 9.106) 데이터 품질 요건 및 데이터 출처	566
(표 9.107) 목재펠릿 제조 시 투입물질 및 에너지 투입량	567
(표 9.108) 목재펠릿 제조 시 산출물	568
(표 9.109) 전과정이 고려된 투입-배출 리스트	568
(표 9.110) 목재펠릿 제조 시 원료운송단계의 온실가스 배출량	578
(표 9.111) 목재펠릿 제조 시 제조단계의 온실가스 배출량	578
(표 9.112) 목재펠릿 제조 시 포장단계의 온실가스 배출량	579
(표 9.113) 변환계수와 에너지의 탄소 배출계수	582
(표 9.114) 질소 비료의 활성 성분과 건조 중량의 비율	583
(표 9.115) 평창군 선정지역 LCI Input/Output 데이터	583
(표 9.116) Input 데이터의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량 (단위 : kg-)	584
(표 9.117) 평창군 주요 3면의 온실가스 배출량	585
(표 10.1) 국내 배출감축제도의 탄소상쇄 정의	588
(표 10.2) 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 종류	589
(표 10.3) 국내 녹색농업기술 도입현황	590
(표 10.4) KCER 사업 대상사업 현황	591
(표 10.5) 온실가스 감축사업 등록·인증 현황	592
(표 10.6) 산림탄소상쇄 시범사업 추진 현황	594
(표 10.7) CDM 사업 분야	595
(표 10.8) CDM 승인 방법론 현황	598
(표 10.9) CDM 사업 등록현황	598
(표 10.10) J-VER 제도의 조직	599
(표 10.11) J-VER 사업등록 현황 (2011년 기준)	599
(표 10.12) 지역화폐 운동의 유형비교	605
(표 10.13) 국내 지역화폐 운동의 구분	610
(표 10.14) 마을기업과 사회적 기업, 협동조합 비교	615

(표 10.15) 커뮤니티 비즈니스와 마을단위 재정사업과의 비교	616
(표 10.16) 중간지원조직의 역할과 기능	620
(표 10.17) 중간지원기관의 유형	621
(표 10.18) Biopia 거버넌스 추진 5원칙의 내용	623
(표 10.19) 저탄소녹색마을 조성사업 현황	626
(표 10.20) 2013년까지 광역친환경 농업단지 조성현황	627
(표 10.21) 친환경 에너지 타운 시범사업 대상지별 현황	628
(표 10.22) 바이오피아 조성단계별 검토사항	632
(표 10.23) 사회적 입지 조건 조사 대상	633
(표 10.24) 주변 환경 조사 시 고려 사항	635
(표 10.25) 부지선정의 조건	636
(표 10.26) 부지면적 산정 시 고려사항	636
(표 10.27) 바이오가스 발생 산정법	638
(표 10.28) 표 목질계 바이오매스 고품원료 발열량 산정법	639
(표 10.29) 에너지 잠재량 및 온실가스 감축량 산정법	640
(표 10.30) 기존 가축분뇨 처리시설에 대한 공사비 검토	641
(표 10.31) 탄소순환마을 조성비 검토	641
(표 10.32) 금융지원사업 자금지원 세부내역 (재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 제41조 제1항 관련)	642
(표 10.33) 금융지원조건 (신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 제41조제1항 관련)	643
(표 10.34) 최근 3년간 실적	643
(표 10.35) 연도별 재정투입 계획	644
(표 10.36) 난방기 지원내용	644
(표 10.37) 도입예상시설 및 지원 비율	645
(표 10.38) 운영계획 작성 시 고려사항	647
(표 10.39) 화재 시 비상대책	648
(표 10.40) 바이오피아 각 조직의 구성별 역할	649
(표 10.41) 바이오피아 거버넌스체계 모델별 장단점 비교	652
(표 11.1) 2012년 화학비료 생산량/소비량과 가축분뇨 비료성분 발생량	662
(표 11.2) 바이오매스 기술적 잠재량(2010)	663
(표 11.3) 바이오매스 순환단지 조성의 목적	673
(표 11.4) 바이오매스 순환단지 추진 여부 진단	674
(표 11.5) 바이오매스 순환단지 조성계획 추진체계 사례	676
(표 11.6) 바이오매스 순환단지 조성 계획 수립을 위한 주요 자료 내용	676
(표 11.7) 지역현황 자료검토 내용	677
(표 11.8) 통계대상 폐기물계 바이오매스	682

(표 11.9) 폐기물계 바이오매스의 통계량 조사 및 산출	683
(표 11.10) 가축분뇨 배출원단위	683
(표 11.11) 통계 대상 미이용계 바이오매스	684
(표 11.12) 미이용계 바이오매스의 발생계수	685
(표 11.13) 미이용계 바이오매스의 통계량 조사 및 산출	685
(표 11.14) 바이오매스의 탄소환산량 및 에너지잠재량 산출기준	686
(표 11.15) 폐기물계 바이오매스의 특성	687
(표 11.16) 미이용계 바이오매스의 특성	688
(표 11.17) 바이오매스별 적용기술 범위	689
(표 11.18) 바이오매스 제품의 수요처 조사	693
(표 11.19) 바이오에너지의 수요처 조사	694
(표 11.20) 바이오매스 순환단지 추진 모델의 특성	696
(표 11.21) 바이오매스 순환단지 사업화 모델의 특성	698
(표 11.22) 추진 모델과 사업화 모델의 관계	700
(표 11.23) 사업관리자 정보	705
(표 11.24) 예상 온실가스 감축량	705
(표 11.25) 경제적 추가성 입증 방법 분류	707
(표 11.26) 방법론 분류	707
(표 11.27) 방법론 적용가능성 예시	708
(표 11.28) 사업 활동의 온실가스 배출원 정리 표	709
(표 11.29) 온실가스 감축량 산정 방법	710
(표 11.30) 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수	710
(표 11.31) 예상 온실가스 감축량	711
(표 11.32) 모니터링 변수	711
(표 11.33) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 관련 규정	712
(표 11.34) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 등록	713
(표 11.35) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 내용	714
(표 11.36) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 등록 방법	714
(표 11.37) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 신청서	715
(표 11.38) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 규정	716
(표 11.39) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 감축실적 발급 및 취소 규정	717
(표 11.40) 농업농촌 자발적 온실가스 검증기관 지정 및 관리	717

## <그림 목 차>

<그림 1.1> 2E에서 4E Goal로의 시대적 요구 변화	1
<그림 1.2> 정부의 정책 패러다임 변화	7
<그림 1.3> 연차별 연구목표	9
<그림 2.1> 관리체계에 따른 바이오매스 발생량	13
<그림 2.2> 바이오연료 로드맵	18
<그림 2.3> 바이오매스에너지 로드맵	19
<그림 2.4> 재생에너지 개발현황과 전망	26
<그림 2.5> 바이오에너지생산수준과 전망	26
<그림 2.6> IEA 신재생에너지별 RD&D 투자 추이	27
<그림 2.7> 글로벌 바이오연료 공급	28
<그림 2.8> 바이오연료 생산규모 및 목표	29
<그림 2.9> 바이오연료생산능력	29
<그림 2.10> 바이오매스의 에너지전환기술과 현재 기술수준	30
<그림 2.11> 지역별 바이오에너지 생산현황	31
<그림 2.12> 지역별 바이오에너지 생산 로드맵	31
<그림 3.1> 추진전략	37
<그림 3.2> 연구팀의 구성	37
<그림 3.3> 연구의 범위	39
<그림 3.4> 연구 방법	42
<그림 3.5> 보고서 구성	43
<그림 3.6> 보고서 체계	44
<그림 4.1> 1차 에너지원별 소비량 구성비	47
<그림 4.2> 국가 1차 에너지 소비량과 온실가스 배출량 추이	48
<그림 4.3> 1인당 온실가스 배출 추이 및 배출량 증가율	48
<그림 4.4> 산업분야별 국가온실가스 배출 추이	49
<그림 4.5> 토지이용, 토지변화 및 임업에 의한 온실가스 흡수추이	49
<그림 4.6> 2011년 부문별 온실가스 배출량	49
<그림 4.7> 농업부문 온실가스 배출량 추이	50
<그림 4.8> 국가 신재생에너지 보급현황 및 목표	54
<그림 4.9> 가축사육 농가수 및 사육 가축수	63
<그림 4.10> 일본의 바이오매스타운 공표 현황	71

<그림 4.11> 바이오매스타운의 바이오매스이용 현황	72
<그림 4.12> 바이오매스의 에너지 전환 기술현황	72
<그림 4.13> 바이오매스타운 구상순서	78
<그림 4.14> 바이오매스 활용 추진 계획 추진 체계	83
<그림 4.15> 바이오매스 이용현황	91
<그림 4.16> 독일 바이오가스별 발전 현황	91
<그림 4.17> FP7의 예산	110
<그림 4.18> 영국의 에너지 공급현황	123
<그림 4.19> 에너지 소비현황	124
<그림 4.20> 신재생에너지별 활용분야 2020 UK	126
<그림 4.21> 에너지원별 소비량	133
<그림 4.22> 용도별 바이오에너지의 소비량	134
<그림 4.23> 바이오매스타운 매뉴얼의 구성	139
<그림 4.24> 바이오매스타운 구상의 단계	140
<그림 4.25> 바이오매스 타운 현황	141
<그림 4.26> 오타키 바이오매스 타운 구상	145
<그림 4.27> 쿠즈마키 바이오매스 타운 구상	147
<그림 4.28> 아키루노 바이오매스타운 구상	150
<그림 4.29> 대마도 바이오매스타운 구상	152
<그림 4.30> 바이오에너지 마을의 개념도	155
<그림 4.31> 윤테마을의 에너지 시설	156
<그림 4.32> 마우엔하임의 에너지 시설	159
<그림 4.33> 우드칩 열 공급설비	159
<그림 4.34> 베드체드 내 주택의 에너지 관리 시스템	161
<그림 4.35> 베드체드 제로 에너지 주택단지	161
<그림 5.1> 퇴비화의 원리	166
<그림 5.2> 호기성퇴비화이 원리	166
<그림 5.3> 송풍·교반방식에 따른 퇴비화공정의 분류	167
<그림 5.4> 액비화공정의 분류	167
<그림 5.5> 가축분뇨 액비의 살포 및 이용	170
<그림 5.6> 바이오가스의 에너지 이용 형태	177
<그림 5.7> 바이오가스 생산기작	177
<그림 5.8> 원료특성에 따른 혐기소화공정의 분류	179
<그림 5.9> 고상혐기소화 사례	179
<그림 5.10> 바이오가스 고질화 기술	180
<그림 5.11> 단순건조 성형에 의한 가축분뇨 고품연료 생산 사례	184

<그림 5.12> 탄화에 의한 가축분뇨 고형연료 생산 사례	185
<그림 5.13> 바이오매스 에너지전환기술 발전방향	192
<그림 5.14> 현재 기술수준 바이오매스 이용체계	193
<그림 5.15> 현재 기술수준 바이오에너지 이용체계	193
<그림 5.16> 10년 후 기술수준 바이오매스 이용체계	194
<그림 5.17> 10년 후 기술수준 바이오에너지 이용체계	194
<그림 6.1> 2010년 국토 이용 현황	233
<그림 6.2> 임도대비 임산물 수집가능 범위	234
<그림 7.1> 건조·마쇄된 미이용 바이오매스 시료	283
<그림 7.2> 소 도축가공장에서 바이오매스 발생 특성	285
<그림 7.3> 닭 도계가공장에서 바이오매스 발생 특성	285
<그림 7.4> 돼지 도축가공장에서 바이오매스 발생 특성	286
<그림 7.5> 수산가공장 바이오매스 발생 특성	288
<그림 7.6> 축종별 가축분뇨 자원화 및 이용 체계	357
<그림 7.7> 보급잠재량 평가방법	366
<그림 7.8> 신재생에너지의 분류	367
<그림 9.1> 비교우위모델 추진 방법	441
<그림 9.2> 원료우위 지역형 사업화 모델	445
<그림 9.3> 원료우위 광역형 사업화 모델	446
<그림 9.4> 기술우위 지역형 사업화 모델	446
<그림 9.5> 기술우위 광역형 사업화 모델	446
<그림 9.6> 수요처우위 지역형 사업화 모델	447
<그림 9.7> 수요처우위 광역형 사업화 모델	447
<그림 9.8> 완주군 사업유형	477
<그림 9.9> 예산군 사업유형	477
<그림 9.10> 안성시 사업유형	478
<그림 9.11> 정읍시 사업유형	478
<그림 9.12> 평창군 사업유형	479
<그림 9.13> 산청군 사업유형	479
<그림 9.14> 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도	508
<그림 9.15> 가축분뇨자원화 시스템 모델의 모식도	509
<그림 9.16> 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델	520
<그림 9.17> 물질의 혼합과정	521
<그림 9.18> 물질의 배분과정	522



<그림 9.19> 물질의 수송과정	522
<그림 9.20> 물질의 저장과정	522
<그림 9.21> 사례지역에 따른 가축분뇨 내 질소, 인, 칼리의 정량분석	532
<그림 9.22> 사례지역에 따른 질소, 인, 칼리의 농경지 환원	533
<그림 9.23> A지역의 축종별 가축분뇨 양분 흐름도	535
<그림 9.24> 엑셀 spread sheet을 사용한 가축분뇨 양분수지 tool 모델 ver. 1.	541
<그림 9.25> 작목별 기비/추비 월별시비일정	542
<그림 9.26> A지역의 월별 N 환경부하량 및 추가비료 요구량	543
<그림 9.27> A지역의 월별 환경부하량 및 추가비료 요구량	544
<그림 9.28> A지역의 월별 환경부하량 및 추가비료 요구량	545
<그림 9.29> LCA의 구성요소	546
<그림 9.30> PASS프로그램내의 공정별 온실가스배출량	550
<그림 9.31> 바이오가스 제조공정흐름	553
<그림 9.32> 바이오가스의 시스템경계	554
<그림 9.33> 목재펠릿 기본제조공정	564
<그림 9.34> 목재펠릿 제품시스템	565
<그림 9.35> 목재펠릿 제조 시 온실가스 종류별 각 공정 기여도	580
<그림 9.36> 바이오피아 시스템경계	580
<그림 9.37> 바이오피아 LCA 수행 모형	581
<그림 10.1> 탄소상쇄 프로세스	587
<그림 10.2> 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 추진절차	589
<그림 10.3> KCER 운영체계	591
<그림 10.4> 에너지관리공단 온실가스 감축사업등록 관리제도 사업절차	592
<그림 10.5> 산림탄소상쇄제도 시범사업 운영체계	593
<그림 10.6> 산림탄소상쇄제도 시범사업 추진절차	594
<그림 10.7> CDM 운영 체계	596
<그림 10.8> CDM 사업 절차	597
<그림 10.9> J-VER 절차	600
<그림 10.10> 산무시 지역화폐 활용 모델	606
<그림 10.11> 한밭 레츠 만 두루	608
<그림 10.12> 성남 누리	608
<그림 10.13> 부처별 마을기업의 명칭 특징	613
<그림 10.14> 사회적 기업 및 마을기업 연관 정부부처별 사업	614
<그림 10.15> 2012년 인증 사회적 기업 지정현황	617
<그림 10.16> 지역공동체 일자리 사업	618
<그림 10.17> Biopia 거버넌스 추진 5원칙	622

<그림 10.18> Biopia 거버넌스 구축 모델	624
<그림 10.19> 농업정책, 환경정책, 에너지정책의 통합	651
<그림 10.20> 바이오피아 조성 사업 참여주체와 역할	654
<그림 11.1> 산업분야별 국가온실가스 배출 추이	662
<그림 11.2> 국가 신재생에너지보급현황 및 목표	662
<그림 11.3> 지역형 기술우위 사업화 모델	666
<그림 11.4> 광역형 원료우위 사업화 모델	666
<그림 11.5> 지역형 기술우위 사업화 모델	667
<그림 11.6> 광역형 기술우위 사업화 모델	667
<그림 11.7> 바이오매스 순환단지 조성사업 매뉴얼	671
<그림 11.8> 바이오매스 순환단지 상위 추진 계획의 구성	672
<그림 11.9> 바이오매스 순환단지 조성계획 수립의 기본적인 고려 사항 및 설정 방법	675
<그림 11.10> 가축분뇨 활용 사례	678
<그림 11.11> 바이오매스 활용 방법의 검토 방법	679
<그림 11.12> 추진 조직체의 조직화 방법	681
<그림 11.13> 바이오플라스틱 생산과정	690
<그림 11.14> 가스화 공정	691
<그림 11.15> 탄화 공정	691
<그림 11.16> 고정연료화 공정	692
<그림 11.17> 바이오디젤 연료화 공정	692
<그림 11.18> 비교우위모델 추진 방법	697
<그림 11.19> 원료우위 지역형 사업화 모델	700
<그림 11.20> 원료우위 광역형 사업화 모델	701
<그림 11.21> 기술우위 지역형 사업화 모델	701
<그림 11.22> 기술우위 광역형 사업화 모델	701
<그림 11.23> 수요처우위 지역형 사업화 모델	702
<그림 11.24> 수요처우위 광역형 사업화 모델	702
<그림 11.25> 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 참여 절차	704

# 제1장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

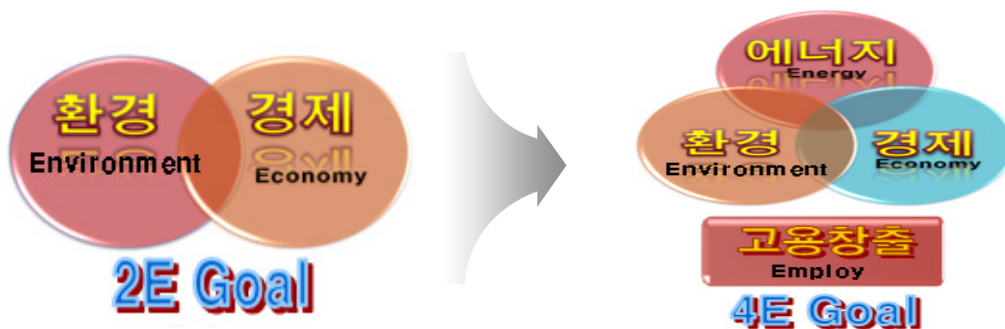
## 제1절 서론

지구온난화의 방지 및 기후변화협약 대응으로 UN 등 국제사회는 기후변화 문제를 최우선 과제로 추진하고 있으며, 기후변화 협약에 대응하는 주요 노력들은 기후변화 완화 정책을 중심으로 이산화탄소 저감에 집중하고 있고 있다. 그러나 개도국의 인구증가 및 경제성장에 따른 전 세계적인 에너지 사용증대로 세계온실가스 배출량은 지속적인 증가추세를 보이고 있으며, 지구온난화에 따른 이상기후 피해 또한 매년 확산되고 있다.

지구온난화방지를 위해 세계 각국은 신 기후체제 마련을 위한 협상을 본격화 하고 있으며, 세계경제에서 한국의 경제적 위상과 다자 경제협력에서의 입지증대에 따라 우리나라에 대한 기후변화협상에서의 책임 있는 역할을 요구하고 온실가스 감축요구 또한 강화될 전망이다.

우리나라는 기후온난화방지에 주도적인 역할을 하기 위해 저탄소 녹색성장을 국가 비전으로 삼고 실행을 위해 2010년 저탄소녹색성장기본법을 제정하고 녹색성장 국가전략(2009)<sup>1)</sup> 수립을 통해 선제적인 온실가스 감축목표 설정 및 감축체계가 마련되었다. 이에 따라 우리나라는 개도국 최고수준인 2020년까지 BAU대비 30%를 국가 온실가스 감축목표로 설정하고 국가 온실가스 감축을 위한 제도를 도입·시행하였다.

따라서, 자원소비형 성장사회에서 폐기물제로형 자원순환사회로의 전환을 위하여 기존 3R 정책[감량화(Reduce), 재사용(Reuse), 재활용(Recycle)]에 폐자원 에너지화(Recovery)를 포함한 4R정책을 통하여 재생에너지 확보 및 자원순환성 제고하여야 한다. 기존의 2E Goal(Environment, Economy)에서 4E Goal(Environment, Economy, Energy, Employ)로의 시대적 요구 변화는 폐기물 관리(고유기능)의 미시적 접근에서 에너지 생산(부가기능) 및 일자리 창출의 거시적 통합 접근을 요구하고 있다고 하겠다.



<그림 1.1> 2E에서 4E Goal로의 시대적 요구 변화

‘09년 수립된 1차 녹색성장 5개년 계획<sup>2)</sup>에 따라 우리나라는 국가온실가스 배출량을 저감하

1) 녹색성장국가전략, 녹색성장위원회, 2009.7

기 위해 다양한 노력을 기울이고 있으며, 온실가스 감축의 유력한 수단이 되는 신재생에너지 중 특히 바이오 및 폐자원 바이오매스의 보급 확대를 위해 ‘폐자원 및 바이오매스 에너지대책’을 수립하여 시행하고 있다. 그러나 2011년 온실가스 총배출량은 697.7백만톤CO<sub>2,eq</sub><sup>3)</sup>로 CO<sub>2</sub>기준으로 세계 7위 온실가스 배출국(’05년 세계 6위)이며, 과거 20년간(1990~2011) 배출량 증가율은 여전히 OECD 국가 중 1위를 차지하고 있다. 이 발생량은 또한 ‘90년 295.7백만톤 CO<sub>2,eq</sub> 대비 136%, ‘00년 511.3백만톤CO<sub>2,eq</sub> 대비 36.5%가 증가한 양이다. 신재생에너지 보급을 통한 온실가스 감축계획에 따르면, ’13년 국가 에너지 보급 중 신재생에너지를 통한 보급목표는 3.78%이며 이중 폐자원 및 바이오매스를 통해 3.17%를 보급할 계획이었지만, ‘12년 국가 에너지 보급에서 신재생에너지가 차지하는 비율은 3.18%(폐자원 및 바이오매스 2.16%)로 목표치에 미달하는 결과를 보여주고 있다.

이러한 환경의 변화에 맞추어 탈 화석 에너지 저탄소 사회의 조성을 추진해야 한다. 선진 외국에서는 에너지, 기후 위기에 대응하여 온실가스 감축 기법들을 건축물이나 주거단지 조성 뿐만 아니라 도시계획의 차원에서 도입하고 있으며, 탄소제로도시, 에너지 자립마을 등의 프로젝트를 개발하여 추진하고 있다. 국내에서도 주거단지, 신도시, 관광단지 등지에 에너지 자립마을 조성 구상을 발표하고 있으나, 아직 개념적인 수준 또는 시범사업 초기단계에 머물러 있는 상태이다. 산업부분에서 사용하는 에너지 소비로 인해 발생하는 탄소배출은 즉각적으로 줄이기 힘들기 때문에, 비 산업부분의 수요관리를 통한 온실가스 감축이 우선되어야 하며. 탄소 저감을 위해서는 부문별 감축잠재력이 가장 큰 건물부문과 이를 둘러싼 ‘도시’, ‘마을’ 차원의 관리가 필요하다.

또한 저탄소 녹색성장 기본법의 시행에 따른 농림수산식품분야의 녹색성장목표달성 추진이 필요하다. 왜냐하면 농림수산식품분야의 3대비전과 9대전략 및 50개과제의 추진에 따른 녹색성장목표의 달성을 요구받고 있지만 원활한 추진이 어려운 실정이기 때문이다. 특히 바이오매스 에너지화의 목표는 지경부와의 제도협력이 원활하지 못한 관계로 녹색성장 바이오에너지화 목표는 달성이 매우 어려워 이와 관련한 제도 개선의 연구와 추진이 필요하다.

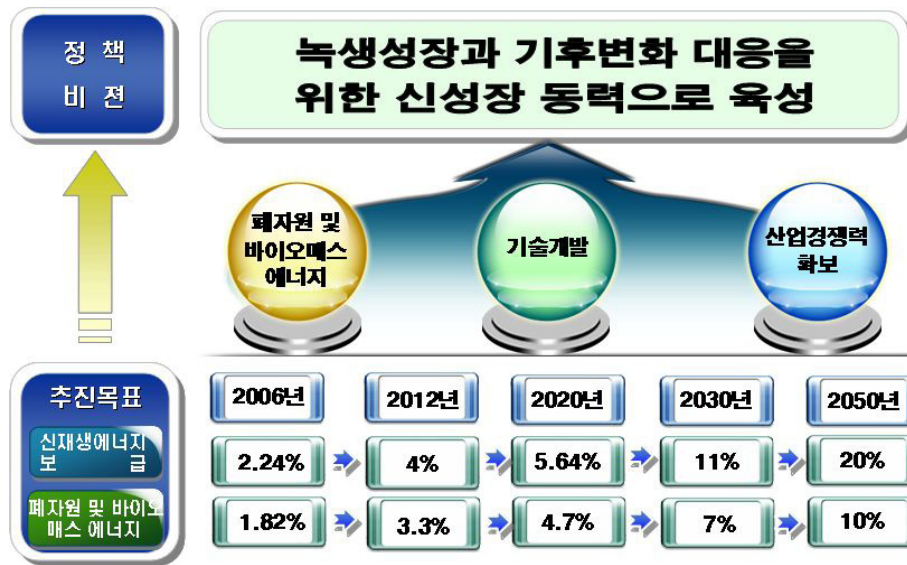
농업·농촌부문에서는 발생하는 주요한 바이오매스인 가축분뇨는 수질오염 개선, 축산농가의 경쟁력 강화 및 가축분뇨 해양배출 금지 등에 따라 가축분뇨의 단순처리에서 탈피한 공동 또는 공공 처리 형태의 자원화시설로 대폭 전환과 함께 자원화 시설과 연계하여 바이오가스화 시설로의 발전 확대가 필요하고 가축분뇨 자원화 및 바이오가스화를 통한 해양배출 감축, 자연순환농업 활성화 등도 함께 추진되어야 한다.

또한 농촌사회의 활성화를 도모해야 하는데 에너지 자립형 농촌마을을 통한 지역경제 산업의 활성화와 에너지 자립형 농촌마을 자체로 마을 이미지 제고 및 관광 유인 효과를 불러일으키고 더 나아가 생태체험 관광 마을로 조성하여 발전시킨다면 더욱 큰 효과를 볼 수 있을 것이다. 또한 지역(마을)의 에너지 자립을 통하여 경제적 이익이 발생하고 농업 외 소득에서의 경제적 이익의 증가는 이농현상을 막고, 농가부채 문제에 일부 해소를 가져다 줄 것으로 기대된다.

2) 녹색성장 5개년계획(2009~2013), 녹색성장위원회, 2009.7

3) 국가온실가스 배출통계 추이, 국가통계포털, 2014.12.

## 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책(2008. 10. 15)



<추진 목표>

※ 선택과 집중을 통한 신재생에너지 거점 확보 및 보급.확산

- 수도권매립지를 대상으로 “환경.에너지 종합타운(폐자원 및 바이오, 태양광, 풍력, 에너지순환립)” 조성 시범사업 추진
- 시범사업 결과를 바탕으로 “권역별 환경.에너지 종합타운” 및 “지역별 저탄소 녹색마을” 조성 추진(종합타운 : 대도시 거점, 도시 폐자원 에너지화 및 태양광 발전 종합 추진; 녹색마을 : 중소도시와 농촌지역 연계, 음식물쓰레기, 가축분뇨, 농업부산물 및 산림 자원 에너지화로 지역단위별 에너지 자립도 제고)

※ 기술개발(R&D) 및 전문인력 양성을 통한 지식인프라 구축

- 폐자원 및 바이오매스 에너지화 관련 기술확보를 위한 연구개발에 집중 투자하여 미래 환경산업 육성 및 수출기반 조성
- 유기성폐자원 에너지화 사업과 같은 경쟁력 확보 가능 분야에 집중 투자하여 선진국 수준의 산업 경쟁력 확보
- 폐자원 및 바이오매스 에너지화를 수행하기 위한 전문인력 양성으로 산업계 경쟁력 제고

※ 폐자원 및 바이오매스 산업을 국가 新성장동력으로 육성

- 폐자원 및 바이오매스의 신재생에너지 전환은 환경오염 저감과 온실가스를 줄일(목재칩의 CO<sub>2</sub> 배출량은 난방유의 약 1/10 수준) 뿐만 아니라 새로운 일자리 창출과 국가 성장 동력의 기회로 활용(신재생에너지 산업은 “4E” 를 동시에 해결)
- 환경기술 및 환경산업을 육성하여 국내.외 환경변화에 능동적으로 대응하고 새롭게 열리고 있는 환경시장에 대한 국가경쟁력확보 및 성장동력의 기회로 활용

## 제2절 필요성 및 배경

### 1. 기술적 측면

바이오매스를 이용한 순환단지(Biopia) 구축을 위해서는 정책적 측면에서 농업기술과 농촌 개발을 연계하는 정책기반 통합기술 개발 모델이 요구된다. 2008년 신·재생에너지 비중은 2.58%로 매우 낮으며, 국가 에너지의 97%를 수입하면서도 국내 잠재량이 풍부한 유기성 자원, 산림 등(약 39억TOE 추정)의 활용체계가 미흡한 실정이다. 바이오에너지 분야에서 바이오매스 이용기술이 기술적으로 가장 실행 가능한 기술 분야로서 지역단위 바이오매스 이용 통합 연구가 필요하고 기존 연구는 자연과학 중심의 단위공정기술의 개발에 중점, 일부 바이오매스 이용 체계를 검토한 바 있으나 실증적 결과 유도에는 미흡한 실정이다.

(표 1.1) 농림수산분야 바이오매스 에너지 R&D부문 연구 현황

주요 연구내용	연구과제명	
	시작년도	과제명
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 농축산바이오매스 탐색                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 혐기소화 특성</li> <li>- 메탄발생량 등</li> <li>- 혐기소화저해효과 등</li> <li>- 바이오매스 목록구축</li> </ul> </li> <li>● 혐기소화공정개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- CSTR, TPAD, SCBM 등</li> </ul> </li> <li>● 혐기소화효율 및 평가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공정효율개선 (바이오매스이용, 메탄균 활성화, 전처리)</li> </ul> </li> <li>● 혐기소화액 액비이용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물영양, 유해물질 등</li> </ul> </li> <li>● 농업환경 물질수지                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업환경내 물질수지</li> <li>- LCA평가(GHG저감효과)</li> </ul> </li> <li>● 기타 농가형 기계장치 등                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소규모 엔진발전기, 화목 보일러</li> </ul> </li> </ul>	2002	가축분뇨 Biogas에너지화 이용기술 실용화 연구
	2005	20kwh급 Biogas와 디젤 혼소형 발전기의 연료공급 시스템 개발 및 축산 상용화시스템 기술개발
	2005	형질전환 작물 및 축산자원을 이용한 바이오에너지 생산기술 개발
	2006	유기성 농산 폐자원 처리 및 에너지 생산
	2006	돈분뇨 및 음식물류 폐기물 혼용처리에 따른 대체 바이오에너지 및 바이오 비료 개발
	2006	Bioenergy 생산을 위한 유기성 폐기물 활용 연구
	2006	음식물쓰레기의 효율적인 이용방안연구
	2007	바이오가스 생산 공정 연계 농가형 가축분뇨 통합자원화 공정 시스템 개발 및 실증화
	2007	바이오에너지 이용체계연구
	2008	음식물 쓰레기의 효율적인 이용방안 연구
	2009	축산분뇨로부터 고열량 고체연료 생산 및 바이오가스 생산 효율 증대기술 개발
	2009	가축분뇨 이용 Biogas생산시스템 개발 연구
	2009	바이오에너지 마을 현장적용 연구
	2010	농산부산물 사일리지와 돈분을 이용한 고효율바이오가스 생산
	2010	가축분뇨 혐기발효 효율 증진을 위한 주요 바이오매스 (biomass)의 이용기술 개발
	2010	전업규모형 바이오가스화시설의 메탄생산 고도화기술 개발
	2010	가축분뇨 바이오가스 생산비절감 기술 개발
	2010	농촌지역 바이오매스 자원의 순환활용기술 개발
	2011	살처분 위해가축 안전처리 및 환경위해 저감 기술 개발
	2012	농업부문 바이오매스 부존량에 대한 인벤토리 작성 및 온실가스 잠재 발생량 산정
2013	자원순환형 가축분뇨 퇴·액비 이용 작부체계 실증 연구	
2013	건식혐기소화 방법을 이용한 가축분뇨 바이오가스 생산 극대화 기술 개발	

※ 자료 : 국가 R&D 사업관리시스템(www.ntis.go.kr)에서 농림수산 분야 최근 10년간 연구현황 정리

## 2. 정책적 측면

2008년 제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2009~2030)(지경부, 2008) 달성을 위한 바이오에너지 분야 전략적 기술 개발·보급·이용 방안 도출이 요구되고 있는 가운데, 정부는 2008년 636만TOE에서 2030년 3,303만TOE로 신·재생에너지 보급목표 수립하였다. 이중 바이오 분야는 2008년 8.1%에서 2030년 31.4%로 신·재생에너지 비중을 확대하고 있어, 2030년까지 신·재생에너지 이용·보급 목표 달성을 위해서는 바이오에너지 분야의 전략적인 기술 개발·보급·이용 방안 수립이 요구되고 있다.

“저탄소 녹색성장” 국가비전 제시('08. 8. 15)로 정부 부처별 바이오매스 에너지 보급 촉진을 위한 실행계획을 수립·추진 중에 있으나 지역단위 바이오매스 이용을 위해 바이오매스 발생부터 이용까지 효율적인 프로세스 구축 및 다양한 바이오매스의 종합적인 이용 시스템을 위해서는 지자체의 참여의지 강화와 정책사업의 실효성을 높이는 종합적이고 체계적인 바이오매스 에너지화 사업 추진체계 수립이 필요한 상황이다.

(표 1.2) 바이오매스 에너지화 관련 정부 정책 현황

구분	사업/대책	주요내용
농식품부	가축분뇨 에너지 자원화 사업(2009. 9)	- 가축분뇨 공동자원화 시설 설치사업의 일환으로 2020년까지 100개소 설치를 위한 실행계획 수립 (2010년 3개소 시범사업 추진, 2011년 3개소 추진 중)
환경부	폐자원 에너지화 종합대책 수립(2008. 5)	- 가연성/유기성 폐기물 에너지화 시설 확충 등 재생에너지 시설을 집약한 환경·에너지타운 조성
부처통합사업	폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획 (2009. 7)	- 농촌형·도시형·도농복합형·산촌형 바이오매스 에너지 자립형 마을 조성 (농식품부, 환경부, 지경부, 행안부, 산림청 등 7개 부처 합동)

농림축산식품부는 농업·농촌 유래 바이오매스의 물질자원화(퇴·액비화) 및 에너지 자원화(바이오가스, 목질 에너지화)와 관련하여 바이오매스 발생, 에너지전환, 부산물의 처리에 관한 전반적인 지원 사업 요소를 구축하고 있으나 기존의 농림축산사업은 세부적인 사업자체 목표 아래 단위 사업별로 추진되고 있어 바이오매스 이용 측면에서 효율적으로 통합되지 못하고 있다.

농업·농촌 부문은 바이오매스의 발생의 근원이라는 점에서 농업기술과 농촌개발을 연계하는 바이오매스 이용체계 구축을 통해 농림수산사업의 新패러다임을 구축하고 농림수산사업의 효율화 및 농촌 활력화 유도가 가능하다. 2009년에는 목재펠릿 보급을 추진하여 '12년 농가주택 4만호, 시설원예 20% 난방을 목재펠릿 대체하며 '20년 농가주택 14만호, 시설원예 50% 난방을 목재펠릿으로 대체하는 정책을 추진한 바 있다. 목재펠릿 이용 여건을 살펴보면 유류 사용이 많은 농·산촌 지역과 공공부문의 난방용 등에서 이용 잠재력이 크고 국제 유가 상승에 따른 목재펠릿 가격 경쟁력이 증가하는 추세에 있어 국내 벌채 및 숲가꾸기를 통해 발생하는 원목 및 부산물은 총 640만m<sup>3</sup>으로 이중 45%인 340만m<sup>3</sup>이 미이용(수집 불가능 제외 40%인 약 200만m<sup>3</sup> 에너지자원 이용 가능)되고 있어 상당한 개발가능성이 있다.

(표 1.3) 농림수산물분야 분야 부문별 바이오매스 관련 농림수산사업

<p>농림수산물분야 유래 바이오매스 종류 부문</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 직접 해당분야                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축산 : 사양단계 가축분뇨</li> <li>- 경종 : 재배단계 작물잔사</li> <li>- 임산 : 숲가꾸기 사업</li> </ul> </li> <li>● 간접 해당분야                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축산 : 도축단계 부산물</li> <li>- 경종 : 농식품 가공단계 부산물</li> <li>- 수산 : 양식 및 가공단계 부산물</li> </ul> </li> <li>● 기타 : 농촌 생활 폐기물(남은음식물)</li> </ul>	<p>바이오매스 생산 부문 농림수산 지원사업 부문</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 경종 : 식량, 원예, 과수 유통활성화 사업</li> <li>● 식품가공 : 전통발효식품 육성 자원사업, 생산자 융복합형 식품제조기업 육성지원사업</li> <li>● 에너지작물 : 바이오디젤용 유체생산 시범사업</li> <li>● 조사료 : 조사료 생산기반 확충사업</li> <li>● 축산 : 축산물 도축가공업체 지원사업</li> <li>● 수산 : 소규모 바다목장사업, 수산물 가공산업 육성사업, 수산식품 거점단지조성사업, 유통시설 건립사업</li> </ul>
<p>바이오매스 에너지 생산시설 보급사업 부문</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 가축분뇨 농가개별처리시설</li> <li>● 가축분뇨 공동자원화시설 : 가축분뇨 에너지 자원화 시범사업 추진</li> <li>● 시설원예 에너지이용 효율화사업</li> <li>● 친환경농업단지조성사업</li> </ul>	<p>바이오매스 에너지화 부산물 처리 부문</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 액비저장조시설지원</li> <li>● 액비유통센터지원</li> <li>● 액비살포비지원</li> <li>● 액비성분분석기지원</li> <li>● 친환경농업기반 구축사업</li> <li>● 친환경비료 지원사업</li> </ul>
<p>농축산 바이오매스 이용 활성화 부문</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 비료공정규격(농진청고시 제2010-8호) 개정 (2010. 3) : “가축 분뇨발효액”은 혐기소화시설의 경우 농림부산물류 또는 음식물쓰레기 30%이내 사용가능</li> </ul>	<p>바이오매스 에너지 산업화 관리 및 지원 부문</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 농림수산물기술기획평가원(IPET) 연구개발 지원</li> <li>● 가축분뇨 에너지 자원화 시범사업 전문관리기관 운영</li> <li>● 국립축산과학원 : 가축분뇨 시설 및 관련기술 평가 전문위원회(진흥청고시 2009-16, 근거법을 가축분뇨관리이용에관한법률 제43조, 47조)</li> </ul>

※ 자료 : 2011년 농림수산물부 농림수산사업지침



### 3. 경제적 측면

자원·환경 위기 시대의 도래에 따라 환경과 에너지가 국가 경쟁력을 결정하는 핵심가치로 대두되는 상황에서 농업·농촌 분야 “저탄소 녹색성장” 발전 모델의 구축이 요구되고 있다. 농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia)는 녹색성장의 관점에서 바이오매스를 이용하는 에너지 자립 마을(단지)의 한 유형으로서 “친환경 청정에너지 농업기술 확보와 활력 있는 농촌개발을 위해 농·산촌에서 유래하는 바이오매스의 발생단계부터 이용단계까지의 관리체계를 확보하고, 바이오매스의 물질 및 에너지 자원화를 통해 지역단위 유기자원 및 에너지 순환체계를 구축하여 청정 에너지생산, 온실가스 감축, 친환경 농·축산 영위, 관광자원 연계 등을 통해 경제적 수익을 창출하는 마을(단지)” 로 정의할 수 있다. 따라서 농·임·축·수산업 분야의 기존 연구 현황을 심층 분석 및 검토하여 문제점을 도출함으로써 ‘자원 및 에너지 순환’을 키워드로 하여 ‘지역단위 바이오매스 자원화·이용을 통한 친환경 자원순환 지역 실증단지 구축을 위한 정책기반 통합기술 개발이 요구되고 농·산촌의 유기자원 발굴 및 활용기술 체계를 확립, 자원순환 및 최적화를 시스템 구축을 통한 저탄소 녹색성장을 주도하는 자원·환경·생태 통합 단위의 농·산촌 실증단지 체계를 구축하고 농·임·축·수산물의 고품질·고부가가치화를 통한 농가 소득증대 및 농·산촌을 활력화 하는 실증 모델 개발이 요구된다.



<그림 1.2> 정부의 정책 패러다임 변화

농촌마을은 농업인구의 감소, 마을의 공동화, 낮은 소득수준, 젊은 인구의 탈 농촌화로 인해 농촌 전통 마을의 해체 위기에 직면해 있어, 농촌 삶의 질 향상, 녹색일자리 창출, 지역공동체 강화 등 농촌 지역의 경쟁력을 강화하고 농촌에 활력을 증진시킬 수 있는 미래형 농촌마을의 새로운 모델 제시가 요구되며 바이오매스 에너지 및 자원화와 관련한 모든 정책은 물질과 양분의 순환구조를 기초로 순환형 농어촌 조성의 이에 따른 부가가치의 극대화가 필요하다.

향후 정책계획은 거시적인 측면에서 물질과 양분균형에 기초하여 에너지 및 자원화를 통한

농산어촌의 녹색성장 극대화에 맞추어 추진되어야 하고 지역별(도단위와 시군단위) 양분과 물질균형을 지속가능한 농업/농촌을 위해 설정하고 이 균형 값에 의한 바이오매스 에너지화 목표설정 도입이 요구된다. 따라서 현재의 농림수산부문과 관련한 바이오에너지 목표는 재설정이 필요하다고 판단되며 특히 에너지화는 위에서 설명한 물질의 양분 순환구조의 개량적 평가위에 지역별 목표가 설정되고 이를 바탕으로 한 최종목표가 설정되어야 한다.

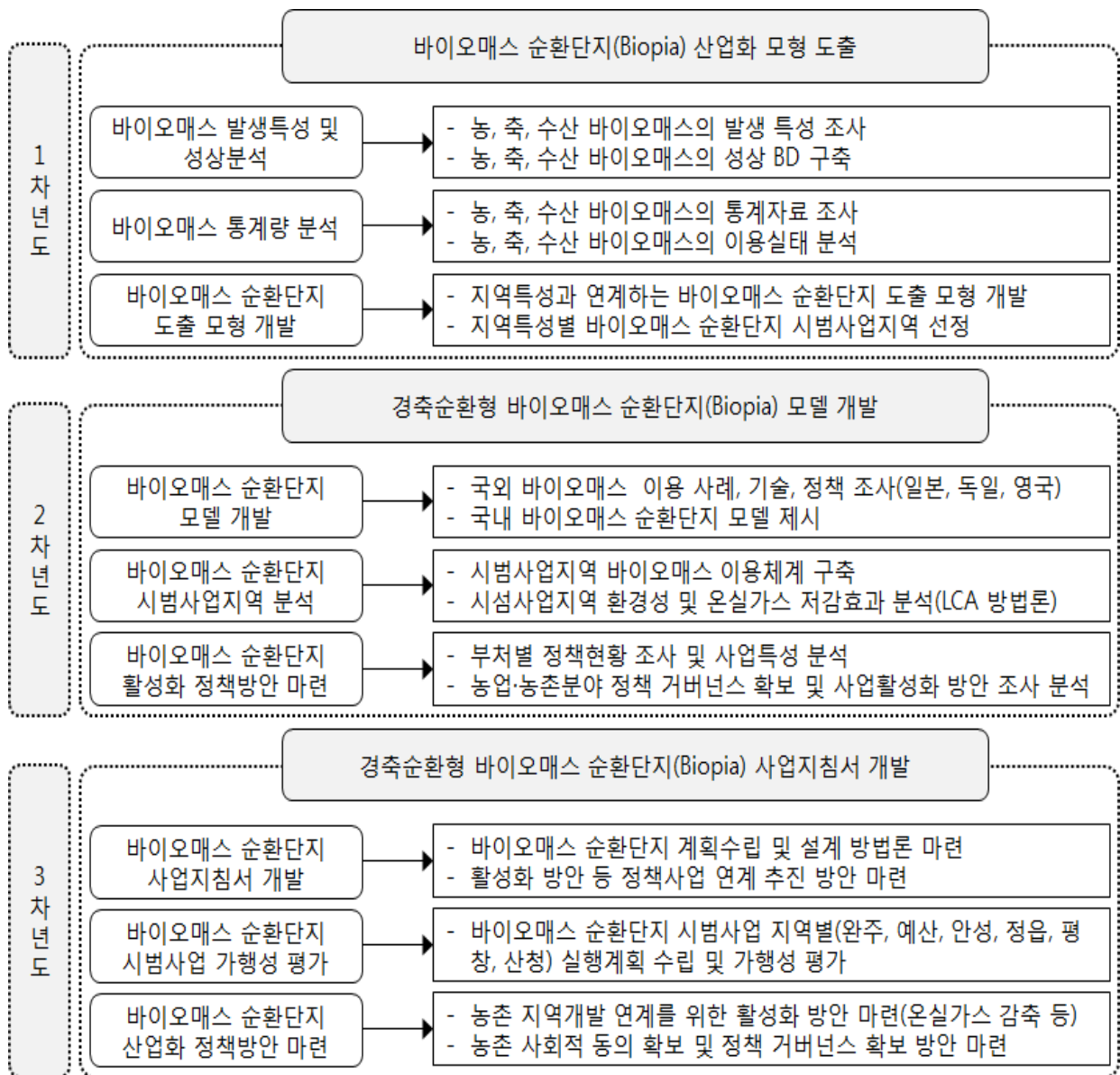
또한 현재 추진되고 있는 바이오매스 자원화 및 에너지화의 정책은 사업자 및 운영자에게 사업성확보 혹은 경제성 확보가 필요하다. 현재의 의무할당(RPS)제도로는 농림수산분야 신재생에너지의 사업참여를 실질적으로는 불가능하게 하기 때문에 기존의 발전차액지원(FIT)제도의 부활이나 RPS제도와 FIT제도의 융합 등 정책개발이 필요하다. 어떠한 정책개발이건 농림부분에서 경제성 확보가 가능하도록 제도를 설정하여야 한다. 따라서 바이오매스 에너지 사업을 총괄하고 있는 농식품부의 추진조직과 관련한 검토 연구와 지역의 바이오피아 건설과 사업추진의 활성화를 위한 거버넌스 구축에 대한 연구가 반드시 필요하다.

산림 바이오매스를 이용한 지역 에너지 자급과 에너지 판매를 통한 에너지 자립 모델 구축이 함께 도모되어야 하고 지역 공급 에너지 잠재량 분석 및 경제성에 따른 공급 가능량 분석을 통해 사용 가능한 지역 에너지 분석이 필요하다. 에너지 공급 가능량에 따른 에너지 사용 방향 제시 및 이를 통한 적용 분야에 따른 모델 제시도 필요하며 수입 화석 에너지 사용 시설에 대한 지역 에너지 공급 계약을 통한 안정적인 판매망 확대와 이를 통한 농·산촌 지역 수익 확대에 대한 연구도 함께 추진되어야 한다.

### 제3절 연구목표 및 내용

#### 1. 연구목표

본 연구의 목표는 기존 정부의 에너지 자립마을 조성사업의 문제점을 개선·보완하고, 농업·농촌 분야를 중심으로 지역개발과 연계를 통한 농촌 활력화를 목표로 농업·농촌에서 발생하는 바이오매스의 물질 및 에너지 활용을 통해 바이오매스 순환단지를 조성하는 사업 지침서를 개발하는 것을 목표로 하고 있으며, 본 연구의 연차별 연구목표는 <그림 1.3>과 같다.



<그림 1.3> 연차별 연구목표

## 2. 연구내용

본 연구에서는 농업·농촌 분야 바이오매스 순환단지(Biopia) 사업지침서를 개발하기 위하여 (표 1.4)와 같이 연차별 연구를 수행하였다.

(표 1.4) 연차별 연구내용

연차	주요내용	세부내용
1년차 (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 지역별 농·산촌 바이오매스 발생 특성 및 현황 조사</li> <li>● 농·림·축산 바이오매스 물질 및 에너지 자원화 기술 현황 분석</li> <li>● 바이오매스 물질 및 에너지 자원화 시설 사례 조사 및 경영성과 평가</li> <li>● 지역별 바이오매스 에너지화 사업 및 산업화를 위한 제도의 검토와 개선 방안 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 바이오매스 물질 및 에너지 자원화 시설 사례조사</li> <li>● 에너지 자립형 선진마을 조사 및 경영성과 분석</li> <li>● 농·림·축산 바이오매스 순환단지(Biopia)추진 모형 도출</li> <li>● 에너지 자원화를 위한 농·축·수산 바이오매스 발생특성 조사·분석</li> <li>● 에너지 자원화 농·축·수산 바이오매스 DB 구축</li> <li>● 농·축·수산 바이오매스 에너지 자원화 기술 분석</li> <li>● 물질 자원화를 위한 바이오매스 발생특성 및 현황조사</li> <li>● 농·축·산 바이오매스 물질 자원화 기술 분석</li> <li>● 물질자원화 농·축·수산 바이오매스 DB 구축</li> <li>● 지역별 바이오매스 에너지화 사업을 위한 제도검토 연구</li> <li>● 농업기술, 농·산·업 육성정책 조사 분석</li> <li>● 농업단체, 사업화 가능 지역단체 조사 분석</li> <li>● 기타 농·림·수산식품사업의 추진 형태분석</li> </ul>
2년차 (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 지역특성별 농·림·축산 바이오매스 이용 체계 유형 구축</li> <li>● 농·림·축산 바이오매스 순환 단지 모델 구축(모델별 임의지역 선정)</li> <li>● 바이오매스 순환단지 가행성(Feasibility) 평가체계 확립</li> <li>● 바이오매스 순환 단지 모형별 경영성 평가 및 사업성부여를 위한 제도방안 개발</li> <li>● LCA(Life cycle assessment) 기법을 이용한 바이오매스 순환단지단위 탄소저감 효과 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 바이오피아 모델별 사례지역 선정</li> <li>● 바이오피아 가행성 평가 및 S/W개발</li> <li>● LCA(Life cycle assessment) 기법을 이용한 바이오매스 순환단지단위 탄소저감 효과 평가</li> <li>● 에너지 자원화를 위한 농·축·수산 바이오매스 발생특성 조사·분석 및 에너지 자원화 농·축·수산 바이오매스 DB 구축(1차년도 연계)</li> <li>● 경·축·순환형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델 구축</li> <li>● 경·축·순환형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델 지역 단위 에너지 및 물질자원화 수지 분석</li> <li>● 경·축·순환형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델별 사업지침서 개발</li> <li>● 경·축·순환형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델지역 사업추진(안) 확립</li> <li>● 경·축·순환형 바이오매스 순환단지(Biopia) 가행성(feasibility) 분석</li> <li>● 주요 선진국 현장 사례 조사(유럽)</li> <li>● 바이오피아 산업 활성화방안 도출</li> <li>● 관계법령 및 제도적 개선방안 연구</li> <li>● 바이오피아 조성 정책개발</li> </ul>

연차	주요내용	세부내용
3년차 (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 농·산촌 바이오매스 순환단지 조성사업 정책개발</li> <li>● 인문·사회적 측면에서 농·산촌 지역 주민 참여 및 동기부여를 위한 거버넌스(Governance) 구축 방안 확립</li> <li>● 바이오매스 순환 단지 단위 “프로그램 CDM” 사업 프로그램 개발</li> <li>● 농·산촌 바이오매스 순환단지(Biopia) 조성사업 지침서 개발</li> <li>● 지역의 사업신청과 사업관리 및 운영을 위한 바이오매스 순환 실증단지 사업 가이드북 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 농·임·축 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 사업지침서 개발</li> <li>● 바이오피아(Biopia) 단지 “프로그램 CDM” 개발</li> <li>● 바이오피아(Biopia) 조성 가이드북(guide book) 개발</li> <li>● 농축수산 연계형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델 구축</li> <li>● 농축수산 연계형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델 지역 단위 에너지 및 물질 자원화 수지 분석</li> <li>● 농축수산 연계형 모델지역 가행성(feasibility) 분석</li> <li>● 농축수산 연계형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델별 사업지침서 개발(에너지 자원화 분야)</li> <li>● 농축수산 연계형 모델지역 사업추진(안) 확립(에너지 자원화 분야)</li> <li>● 농축수산 연계형 바이오매스 순환단지(Biopia) 정책개발 완료</li> <li>● 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델별 농촌개발 연계방안 구축</li> <li>● 인문사회적 측면에서 바이오피아 사업지침 개발</li> <li>● 자연과학, 공학의 기술적 측면의 바이오피아 조성 가이드북 개발</li> </ul>

## 제4절 연구 목표 실적

구 분	지식재산권		논문		학술발표		교육 지도	정책 활용	홍보 전시	기타
	출원	등록	SCI	비 SCI	국내	국제				
최종목표										
1차년도	목표			4	4		6	4	1	
	실적			4	3		7	3	-	
2차년도	목표	1		4	4		6	4	1	3
	실적	1		4	5		3	2	2	4
3차년도	목표		1	4	4		6	4	1	2
	실적		-	6	7		5	7	-	1
소 계	목표	1	1	12	12		18	12	3	5
	실적	1	-	14	15		15	12	2	4
종료 1차년도										
종료 2차년도										
종료 3차년도										
종료 4차년도										
종료 5차년도										
소 계										
합 계										

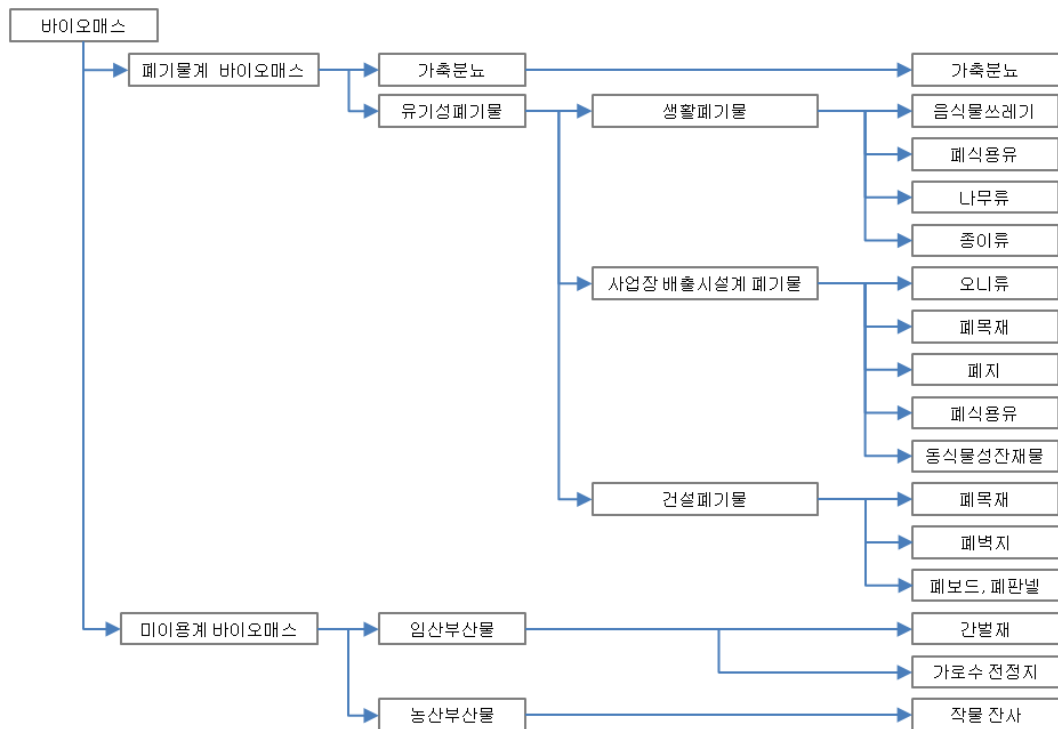
## 제2장 국내외 기술개발 현황

### 제1절 국내기술개발 현황

#### 1. 바이오매스 및 바이오에너지의 분류

##### 가. 바이오매스 분류

국내에서 발생하는 바이오매스는 크게 발생특성별로 분류하면 폐기물계 바이오매스와 미이용계 바이오매스로 구분할 수 있으며, 산업특성과 관리부처를 고려하면 <그림 2.1><sup>4)</sup>과 같이 가축분뇨 및 유기성폐기물은 폐기물계 바이오매스로, 임산부산물 및 농산부산물은 미이용계 바이오매스로 분류한다.



<그림 2.1> 관리체계에 따른 바이오매스 발생량

폐기물계 바이오매스 중 유기성 폐기물의 관리주체인 환경부는 발생하는 생활폐기물을 매립, 소각 및 재활용처리하고 있으며, 사업장폐기물의 경우 86.5%가 재활용처리를 통해 관리하고 있다. 환경부는 발생하는 폐기물계 바이오매스의 매립 및 소각처리비율은 매년 점진적으로 감소하고 있으며<sup>5)</sup>, 원유가격 상승에 따른 신·재생에너지 확보가 시급하다는 정책적 판단 하에

4) 윤영만, 국내바이오매스 이용실태와 활성화방안, 세계농업 162호

5) 환경부 - 폐기물 에너지 자원화 정책(www.me.go.kr/web/189/me/c3/page3\_12\_11\_1.jsp)

폐자원 및 바이오매스의 에너지화 정책을 추진하고 있다.

폐기물계 바이오매스의 대부분은 폐기물관리법에 의해 관리되고 있으며, 발생원별로 생활 폐기물, 사업장배출시설계폐기물, 건설폐기물, 지정폐기물로 나뉘는데, 시군구 단위로 통계구축이 되어있을 만큼 비교적 관리가 잘 이루어지고 있다. 또한 가축분뇨의 경우 발생량의 83.4%가 농식품부가 추진하는 퇴·액비 자원화 사업을 통해 이용되고 있으며, 농산부산물의 경우 아직까지 통계자료 관리체계가 없는 상황이다. 그러나 일부 농산부산물은 가축사료, 축사 깔개 등으로 활용되고, 대부분은 적절한 처리기술 없이 방치되거나, 농지로 환원되는 것으로 알려져 있다. 산림청<sup>6)</sup>에서 관리하고 있는 임산부산물의 경우도 에너지화를 정책의 기본방향으로 설정하고 관리되고 있다.

### 나. 바이오에너지의 분류

국내 바이오에너지는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령」에서 정의하고 있으며 바이오에너지는 (표 2.1)에 나타낸 바와 같이 “생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료”로 규정하고 있다. 이와는 별도로 폐기물에너지를 “각종 사업장 및 생활시설의 폐기물을 변환시켜 얻어지는 기체·액체 또는 고체의 연료”로 정의하고 있는데, 폐기물에너지의 경우 각종사업장 및 생활시설의 폐기물중 발생하는 폐기물 중에는 음식물쓰레기, 폐목재와 같이 생물유기체에서 기인하는 바이오매스가 존재한다는 점에서 실질적으로는 바이오에너지와 폐기물에너지의 기준이 모호한 상황이다.

---

6) 산림청 - 2012년도 주요 업무 세부 추진계획 (2012.1)



(표 2.1) 바이오에너지의 기준 및 범위

에너지원별	기준 및 범위	
바이오에너지	기준	1. 생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 ※ 제1호 또는 제2호의 에너지가 신재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합된 경우에는 생물유기체로부터 생산된 부분만을 바이오에너지로 본다.
	범위	1. 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스 2. 쓰레기매립장의 유기성폐기물을 변환시킨 매립지가스 3. 동물·식물의 유지(油脂)를 변환시킨 바이오디젤 4. 생물유기체를 변환시킨 땀감, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료
폐기물에너지	기준	1. 각종 사업장 및 생활시설의 폐기물을 변환시켜 얻어지는 기체·액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 3. 폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지 ※ 제1호 내지 제3호의 에너지가 신재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합되는 경우에는 각종 사업장 및 생활시설의 폐기물로부터 생산된 부분만을 폐기물에너지로 본다.

(표 2.2)는 산업통산부 산하 에너지관리공단에서 집계하는 바이오에너지의 통계 작성기준을 나타내고 있다. 통계작성 기준을 따르면 바이오가스, 매립지가스, 바이오디젤, 우드칩, 성형탄, 임산연료, 목재펠릿, 폐목재가 바이오에너지로 분류되어 통계적으로 작성되고 있는 상황이다. 특히 바이오에너지와 폐기물에너지의 구분이 모호한 음식물쓰레기와 폐목재 등의 경우 폐기물인 음식물쓰레기에서 발생하는 바이오가스는 바이오에너지로 분류하고, 폐기물인 폐목재 이용 고형연료의 경우는 2012년부터 폐기물에너지에서 바이오에너지로 분류기준을 변경·수정하여 신재생에너지 보급 통계를 운영하고 있는 상황이다.

(표 2.2) 바이오에너지의 통계 작성

에너지원	세부분류	통계작성대상
바이오에너지	바이오가스 (전기, 열)	바이오가스를 이용하여 전기를 생산하는 설비 또는 검사 대상 보일러 중 바이오가스를 연료로 사용하는 설비
	매립지가스 (전기, 열)	매립지가스를 이용하여 전기 또는 열을 생산하는 설비
	바이오디젤	바이오디젤을 생산/판매하는 업체
	우드칩	우드칩을 연료로 사용하는 설비
	성형탄	숯, 왕겨탄 등을 생산/판매하는 업체
	임산연료	산림청의 임산물 통계
	목재펠릿	목재펠릿을 연료로 사용하는 설비
	폐목재	검사대상 보일러 중 폐목재를 연료로 사용하는 설비
폐기물에너지	폐가스	검사대상 보일러 중 폐가스를 연료로 사용하는 설비
	산업폐기물	검사대상 보일러 중 산업폐기물을 연료로 사용하는 설비
	생활폐기물	검사대상 보일러 중 생활폐기물을 연료로 사용하는 설비
	대형도시쓰레기	쓰레기 소각열을 이용하여 전기 또는 열을 생산하는 설비
	시멘트킬른보조연료	시멘트 공장 등에서 폐기물(폐타이어, 폐합성수지 등)을 이용하는 업체
	RDF/RPF	시멘트 공장 등에서 RDF/RPF를 이용하는 업체
	정제연료유	폐유 업체에서 생산/판매하는 정제연료유

## 2. 바이오에너지 이용 및 전환기술 현황

바이오매스를 바이오에너지로 전환시키는 기술은 (표 2.3)7)과 같이 크게 물리학적 변환기술, 열화학적 변환기술, 생물화학적 변환기술로 분류할 수 있으며, 이러한 기술을 활용하여 바이오매스를 고체, 액체, 기체 바이오에너지로 전환시킨다.

(표 2.3) 바이오에너지 전환기술

기술		원료바이오매스	제조물	
물리학적 변환	고체연료화	목질계, 초본계 등	칩, 펠릿 등	
열화학적 변환	직접연소	목질계, 초본계, 왕겨, 하수슬러지, 음식물쓰레기 등	열, 전기	
	고체 연료화	탄화	목질계, 초본계, 하수슬러지 등	고체연료, 바이오코코스
		반탄화		
		수열탄화		
	가스화	목질계, 초본계, 하수슬러지 등	합성가스, 열, 전기	
	수열가스화	목질계, 초본계 등	합성가스, 열, 전기	
	액체연료화(BTL)	목질계, 초본계 등	액체연료(메탄올 등)	
	액체연료제조 (에스테르화)	폐식용유, 유지작물 등	바이오디젤(BDF)	
	급속열분해액화	목질계, 초본계 등	액체연료(BDF 등)	
	수열액화	목질계, 초본계 등	액체연료(BDF 등)	
수소화 분해	유지작물 등	경질탄화수소연료		
생물화학적 변환	메탄발효(건식, 습식)	하수오니, 축산분뇨, 음식물쓰레기 등	바이오가스, 열, 전기	
	수소발효	음식물 쓰레기 등	바이오가스, 열, 전기	
	당질, 전분질계 발효	당질, 전분질계 자원식물 등	바이오에탄올	
	셀룰로오스계 발효	셀룰로오스계 자원식물 등	바이오에탄올	
	부탄올 발효	당질, 전분질계, 초본계 등	바이오에탄올	

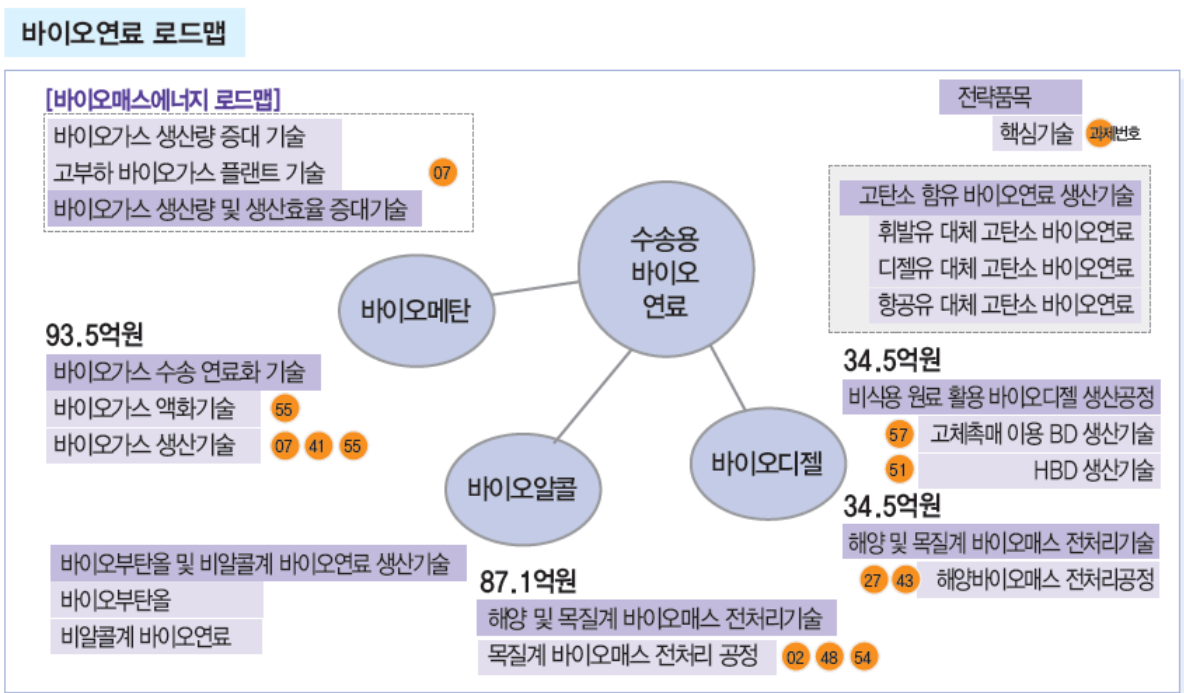
바이오매스의 에너지 전환기술 개발 현황은 한국에너지기술평가원(에기평)의 “에너지기술 R&D Warehouse”<sup>8)</sup>를 통해 유추가 가능한데, 에기평은 이 자료를 통해 에너지기술 R&D 핵심 자료를 수집·분석하여 전략 로드맵의 연구목표 대비 현재기술 수준을 정량적으로 파악하여 제

7) 김진호, 박호영, 이종호, 유영필, 신수록, 신중은, 조영, 오정심(201) 바이오에너지 기준 및 범위설정에 관한 연구, 산업통상자원부

8) 에너지기술 R&D Warehouse, 바이오 한국에너지기술평가원, 2013

시하고 있다. 예기평에 따르면 우리나라의 바이오에너지 연구 분야는 <그림 2.2>와 <그림 2.3>과 같이 바이오매스에너지와 바이오연료로 구분하여 기술개발이 되고 있다.

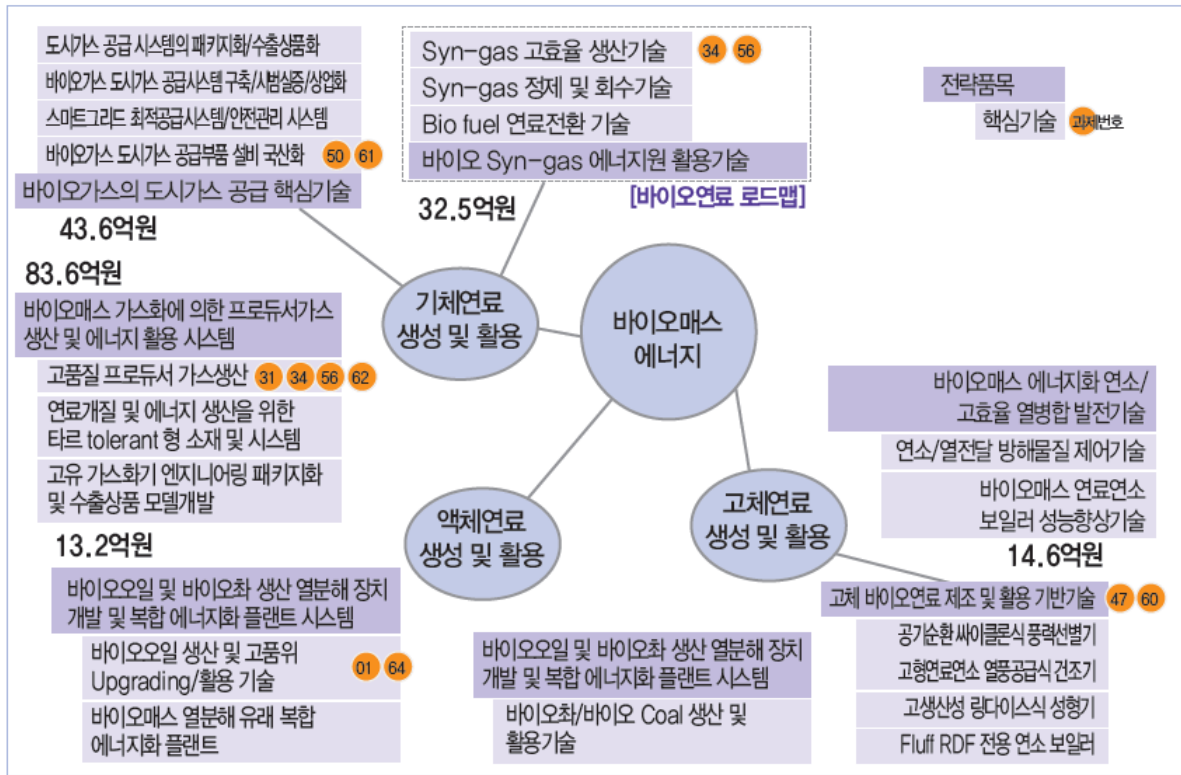
(수송용)바이오연료는 휘발유 대체 바이오연료(바이오알코올) 및 경유 대체 바이오연료(바이오디젤, Btl 등), 바이오메탄으로 분류하여 연구현황을 분석하였는데, 바이오알코올은 현재 사용 중인 곡물 원료의 문제를 해결하기 위해 비식용 원료인 목질계 및 해조류로부터 바이오에탄올을 생산하는 기술개발에 집중되고 있으며, 경유 대체 바이오연료 R&D는 유지원료의 화학 전환 또는 목질계 원료의 열분해에 의해 만들어진 바이오오일/합성가스의 전환 등으로 진행되고 있다. 혐기소화에 의해 생산한 바이오가스를 CNG/LNG 차량연료 품질기준에서 요구하는 고순도로 정제하는 기술개발에 집중 지원되고 있다.



<그림 2.2> 바이오연료 로드맵

바이오매스에너지는 고체연료생성 및 활용, 액체연료 생성 및 활용, 기체연료 생성 및 활용으로 구분하여 분석되었다. 고체연료 생성 및 활용은 펠릿생산을 위한 반탄화 및 연소/열병합발전기술에 집중하여 R&D가 지원되고 있다. 액체연료 생성 및 활용은 바이오오일 생산을 위한 열분해 장치 및 복합에너지화 플랜트 시스템 기술에 집중하여 R&D를 지원하고 있다. 기체연료 생성 및 활용은 기체연료의 생산을 위한 바이오매스의 혐기소화 또는 열분해 가스화기술 및 생성가스의 연료로 활용을 위한 정제기술등에 지원을 하고 있으며, 3개의 분류 중 지원과제 수가 가장 많다.

## 바이오매스에너지 로드맵



<그림 2.3> 바이오매스에너지 로드맵

(표 2.4)와 (표 2.5)는 로드맵에 따라 한국에너지평가원에서 평가한 바이오매스에너지 및 바이오가스 전략품목별 핵심기술개발 추진현황을 정리하여 나타내었다. 표 안의 굵은 글씨체는 조기 확보가 필요한 기술로 판단되고 있는 기술이다.

현재까지 우리나라 바이오매스에너지 및 바이오연료화 기술 중 목질계 바이오매스의 고체 연료화 기술은 이미 상용화 단계에 있는 기술로서 목재칩, 목재펠릿 등의 제품이 상용화되어 있다. 가축분뇨를 이용한 바이오가스 플랜트 기술과 같이 바이오가스 생산량 및 생산효율 증대 기술은 일부분야에서는 실증연구를 거쳐 보급단계까지 이르렀지만, 그 외 대부분의 기술이 기초 및 실용화 단계 연구수준에 머물러 있으며 향후 지속적인 연구개발이 요구되는 기술이다. 따라서 목질계 바이오매스의 목재칩, 목재펠릿 연료화 및 가축분뇨 바이오가스화를 제외한 이들 기술의 실용화 및 실증실험용 적용 사례를 제외하고는 실제 현장적용 사례를 찾기는 현실적으로 어려운 측면이 있다.

(표 2.4) 바이오가스 전략품목별 핵심기술 개발 추진

전략품목	핵심기술	현재까지 연구개발내용( '13)
고체바이오연료 제조 및 활용기반기술	공기순환 싸이클론식 풍력선별기	향후 추진계획(공백기술)
	고형연료 연소 열풍 공급식 건조기	
	고생산성 링다이식 성형기	
	<u>Fluff RDF 전용연소보일러</u>	반탄화제조공정 완료, 연료농후무산소 반응형 공정시스템 개발 추진중
바이오매스 에너지화 연소·고효율 열병합 발전기술	<u>연소/열전달 방해물질 제어기술</u>	향후 추진계획(공백기술)
	<u>바이오매스 연료연소 보일러 성능 향상 요소기술</u>	
바이오매스 가수화에 의한 프로듀서 가스생산 및 에너지 활용시스템	<u>고품질 프로듀서 가스생산</u>	열병합시스템 회수율 향상 가스화 기술개발중
	<u>연료개질 및 에너지 생산을 위한 타르 tolerant형 소재 및 시스템</u>	향후 추진계획(공백기술)
	<u>고유 가수화기 엔지니어링 패키지 및 수출상품 모델개발</u>	향후 추진계획(공백기술)
바이오오일 및 바이오촉 생산 열분해장치 개발 및 복합 에너지화 플랜트 시스템	<u>바이오오일 생산 및 고품위 upgrading/활용기술</u>	진공식 열분해 시스템 연구추진중(수율향상연구)
	<u>바이오촉/바이오 coal생산 및 활용기술</u>	향후 추진계획(공백기술)
	<u>바이오매스 열분해 유래 복합 에너지화 플랜트</u>	추진계획 없음
바이오가스 생산량 및 생산효율 증대기술	<u>고부하 바이오가스 플랜트 기술</u>	4,000두 규모 양돈농가 바이오가스플랜트 설치, 실증완료
	<u>바이오가스 생산율 증대기술</u>	향후 추진계획(공백기술)
바이오가스의 도시가스 공급핵심 기술	<u>바이오가스 도시 가스 공급설비 부품 국산화</u>	정제기술개발( '12.5), 공급기술 연구 진행중
	<u>스마트그리드 최적공급 시스템/안전관리 시스템</u>	향후 추진계획(공백기술)
	<u>바이오가스 도시가스 공급시스템 구축/시범실증 상업화</u>	향후 추진계획(공백기술)
	<u>도시가스 공급 시스템의 패키지화/수출상품화</u>	향후 추진계획(공백기술)

(표 2.5) 바이오연료 전략품목별 핵심기술 개발 추진

전략품목	핵심기술	현재까지 연구개발내용( '13)
해양 및 목질계바이오매스 전처리공정	<u>목질계 바이오매스 전처리공정</u>	목질계 바이오매스 부산물 에탄올 전환 전처리기술개발 완료( '12.6)
	해양바이오매스 전처리 공정	미세조류지방질 전체공정( '10.6), 모듈형 광생물반응기 개발 완료
	수송용 바이오연료 보급정책	향후 추진계획(공백기술)
비식용원료활용 바이오디젤 생산공정	<u>고체축매이용 BD 생산기술</u>	다기능 고효율축매이용BD생산기술( '13.6), 동물성유지이용 BD 생산기술( '09.11)
	HBD 생산기술	차세대 바이오디젤 제조용 특화축매기술개발( '12.6)
바이오가스 수송연료화 기술	바이오가스 액화기술	바이오가스의 연료용 바이오메탄화( '14.6 예정)
	<u>바이오가스 생산기술</u>	4,000두 규모 양돈농가 바이오가스플랜트 설치, 실증완료( '08)
바이오부탄올 및 비알콜계 바이오연료 생산기술	<u>바이오부탄올</u>	향후 추진계획(공백기술) (현재까지 지원내용 없음)
	비알콜계 바이오연료	타당성 검토 필요
바이오Syn-gas에너지원 활용기술	<u>Syn-gas고효율 생산기술</u>	열분해가스화 생성 합성가스 이용시스템( '12.5), 바이오매스 및 염색슬러지 혼합가스화를 통한 열병합시스템개발(12.5)
	<u>Syn-gas 정제 및 회수기술</u>	일부기술 타기관 지원수행중
	Bio-fuel 연료전환 기술	향후 추진계획(공백기술)
고탄소함유 바이오연료 생산기술	휘발유대체 고탄소 바이오 연료	개발조정 및 타당성검토 필요기술
	디젤유 대체 고탄소 바이오 연료	
	항공유 대체 고탄소 바이오연료	

### 3. 바이오에너지 생산

최근까지의 신재생에너지 보급 통계를 살펴보면 바이오에너지는 생산·보급은 지속적으로 증가하고 있으며, 바이오에너지 중 우드칩과 목재펠릿과 같은 고체 바이오에너지의 보급 증가가 바이오에너지 보급 증가를 견인하고 있는 양상을 보이고 있다. 바이오가스과 매립지가스와 같은 기체 바이오에너지의 경우 고체 바이오에너지와 비교하여 상대적으로 증가속도가 미미한 상황이다.

(표 2.6) 바이오에너지 생산 및 공급비율

(단위 teo)

구분	'07	'08	'09	'10	'11	'12
총1차에너지(천toe)	236,454	240,752	243,311	263,805	276,636	278,698
신재생에너지공급비중(%)	2.37	2.43	2.50	2.60	2.74	3.18
신재생에너지합계(toe)	5,608,776	5,858,481	6,086,249	6,856,284	7,582,846	8,850,739
태양열	29,375	28,036	30,669	29,257	27,435	26,259
태양광	15,325	61,128	121,731	166,152	197,198	237,543
사업용	5,530	46,507	101,049	137,032	158,095	179,899
자가용	9,795	74,620	20,682	29,120	39,102	57,644
<b>바이오</b>	<b>370,159</b>	<b>426,760</b>	<b>580,419</b>	<b>754,623</b>	<b>963,363</b>	<b>1,334,724</b>
바이오가스	81,537	45,386	50,865	80,343	91,184	107,430
매립지가스	108,538	119,990	128,302	114,990	124,220	116,073
바이오디젤	95,663	177,642	254,189	356,822	336,054	359,916
우드칩	5,742	13,320	20,075	132,230	163,022	164,542
성형탄	35,267	29,186	24,102	23,053	24,591	23,857
임산연료	43,411	41,236	49,309	23,419	23,665	56,481
목재펠릿	-	-	53,577	23,766	50,995	120,055
폐목재	-	-	-	-	149,632	140,874
흑액	-	-	-	-	-	228,337
하수슬러지 고형연료	-	-	-	-	-	17,159
풍력	80,763	93,747	147,351	175,644	185,520	192,674
사업용	79,679	92,654	146,249	174,531	184,394	191,682
자가용	1,084	1,093	1,102	1,113	1,126	992
수력	780,899	660,148	606,629	792,294	965,373	814,933
사업용	780,805	660,083	606,549	792,075	965,120	814,537
자가용	94	65	80	218	253	396
연료전지	1,832	4,367	19,193	42,346	63,344	82,510
사업용	421	2,888	17,578	40,436	60,730	78,987
자가용	1,411	1,479	1,615	1,911	5,614	3,523
폐기물	4,319,309	4,568,568	4,558,131	4,862,296	5,121,534	5,998,509
폐가스	1,890,017	1,969,304	2,015,279	2,114,825	2,175,167	2,999,138
산업폐기물	796,016	772,544	802,560	851,834	873,206	860,472
생활폐기물	35,127	44,108	58,455	94,406	184,506	147,247
대형도시쓰레기	607,833	638,447	660,511	717,671	753,252	748,372
시멘트킬른보조연료	375,622	568,110	543,179	618,082	681,415	752,890
RDF/RPF/TDF	42,984	60,584	45,393	93,275	220,171	261,022
정제연료유	346,792	306,861	260,354	227,497	233,816	229,368
폐목재	224,920	208,610	172,400	144,706	-	-
지열	11,114	15,726	22,126	33,449	47,833	65,277
해양	-	-	-	223	11,246	98,310



#### 4. 에너지 자립형 마을

정부는 2009년 7월 「폐자원 및 바이오매스 에너지 대책」을 수립하여 농촌과 소도시를 중심으로 유형별 저탄소 녹색마을을 조성해 에너지 자립률을 높이고 지역경제를 활성화하는 방안을 추진, 2020년까지 600개의 마을 조성을 목표로 2010~2012년간 환경부, 행안부(현 안행부), 농식품부, 산림청 등 각 부처별로 10개 마을 대상으로 시범사업을 추진하기로 하고, 도시형(환경부), 농촌형(농식품부), 도·농 복합형(행안부), 산촌형(산림청) 등으로 마을 유형을 구분하여 유형별로 각 부처가 담당하여 추진하였다. 경북 봉화군 서벽리 마을은 2011년 8월부터 공사를 시작해 2012년 11월 조성을 끝마쳤으며, 화석연료를 사용하는 난방방식을 청정에너지인 펠릿 보일러 난방 방식으로 대체하였다. 국립산림과학원이 2012년 11월부터 2013년 1월까지 2개월 동안 서벽리 마을 시범운영에 대해 평가한 결과는 비교적 성공적인 것으로 보고 하였으며, 동 기간 동안 마을 110가구에서 사용한 펠릿양은 130t으로 등유를 사용했을 때보다 난방비가 5,316만 원 절감되는 효과가 있었고, 이에 따른 이산화탄소 배출 감축량은 166tCO<sub>2</sub> 로 이를 탄소배출권 거래가격으로 환산하면 약 133만 원의 가치가 있었다. 결과적으로 펠릿을 사용한 가구는 약 50만 원 정도 이익이 창출되는 것으로 분석되었다.

(표 2.7) 국내 저탄소 녹색마을 시범사업 추진 사례

모델	주관부처	협력부처	사업추진현황			비고
			지역	재생에너지원	생산(활용방식)	
도시형	환경부	행정안전부 지식경제부	광주광역시 승촌마을	음식물류폐기물 농업부산물	전기 열(비닐하우스) 부산물(액비)	바이오가스
			경남 거창군 양기음기마을	음식물쓰레기 가축분뇨, 농업부산물	전기 열(비닐하우스) 부산물(액비)	바이오가스
농촌형	농식품부	지식경제부 환경부 산림청	전북 완주 덕암마을	자연력, 산림부산물	전기 열(지역난방)	자연력 펠릿보일러
도농복합 형	행정안전 부	농림부 지식경제부 환경부 산림청	충남 공주 금대리	가축분뇨, 음폐수, 식품폐기물	전기 열(지역난방)	바이오가스 우드칩 보일러
			경기 포천시 영송	혐기소화고형물 축산분뇨	고형연료 (열난방)	축분연료화 (50톤/일) 축분연료 보일러
산촌형	산림청	행정안전부 지식경제부	경북 봉화 솔빛마을	목질계 바이오매스	전기 열(지역난방)	화목 보일러 산림바이오매 스센터
			강원 화천 느릅마을	목질계 바이오매스	전기 열(지역난방)	화목 보일러 산림바이오매 스센터

그러나 당초 정부는 2010~2012년간 10개 마을을 선정해 시범사업을 추진하겠다는 계획이었으나, 동 기간 6개 마을 선정에 그쳤고, 그마저도 경북 봉화군 서벽리 마을을 제외하고는 대부분 사업 추진이 부진한 실정이다. 당초 시범사업 마을로 충남 공주시 월암마을과 광주 남구 승촌마을이 선정되었으나, 주민들의 반대에 부딪혀 충남 공주시 금대리와 광주 광산구 망월마을로 대상지가 각각 변경되었으며, 전체 주민들의 의견을 취합할 시간적 여유가 부족해 마을 개발위원 등 일부의 찬성만으로 사업을 무리하게 추진했던 것이 해당 마을이 사업을 포기하게 된 주요원인으로 지목되고 있다.

또한 신재생에너지시설 중의 하나인 바이오가스플랜트가 운송과정에서의 악취 등으로 주민들에게 혐오시설로 인식되는 것도 주민들의 반발을 불러오는 주요 원인으로 나타났으며, 농식품부 주관의 전북 완주군 덕암마을의 경우에는 바이오가스플랜트 도입계획이 아예 무산되어, 핵심 사업인 바이오가스플랜트를 포기하면서 기존의 농촌개발사업과 차별성이 없게 되었고, 녹색마을센터와 게스트하우스를 중심으로 한 관광 상품화로 사업내용이 변질되는 결과를 초래하였다. 2011년 환경부 시범사업 대상지로 선정된 경남 거창군 양기·음기 마을도 도비 부족에 따라 사업을 자체 포기하고, 결국 2013년에는 환경부만이 강원 홍천군 소매곡리 1개 마을을 조성한다는 계획이고, 2020년까지의 목표 마을 개수도 600개에서 40개로 대폭 축소하였다.

이러한 원인은 운영주체인 주민역량 강화를 위한 투자가 미흡하였고, 하드웨어 중심의 투자로 에너지 생산시설의 효율 및 유지·관리와 같은 소프트웨어가 부재하다는 점 등이 문제점으로 지적되고 있다.

(표 2.8) 정부 에너지자립마을 조성사업 추진현황(2013)

주관부처	대상마을	선정연도	사업내용	사업비(억원)	추진현황
환경부	광주 광산구 망월마을	2011	축분바이오매스 에너지화시설 설치등	50	12.10월공사착공 '13.9월준공예정
	강원 홍천군 소매곡리	2013	축분바이오매스 에너지화시설 설치등	52	13.3월 계약체결
안행부	충남 공주시 금대리	2011	지열 등을 활용한 시설원예 작물재배	46	12.6월공사착공 '13.6월준공예정
	경기 포천시 영평영송마을	2011	가축분뇨를 활용한 축분연료 및 비료생산	66	12.5월공사착공 '13.5월준공예정
농식품부	전북 완주군 덕암마을	2010	주택에너지효율화 등 마을정비, 녹색마을센터 설치 등	55	12.6월 공사 착공
산림청	경북 봉화군 서벽리	2010	목재펠릿 보일러 보급 등	56	12.11월 공사 착공
	강원 화천군 느릅마을	2011	목재펠릿 보일러 보급, 산림 바이오매스센터 건축 등	56	12.9월 공사 착공

## 제2절 국외 기술개발 현황

### 1. 재생에너지 개발 현황

전 지구적인 노력에도 불구하고 지구의 이산화탄소 농도는 지속적으로 증가하고 있는데, IPCC(기후변화에 관한 정부 간 협의체) 제5차 평가보고서에 따르면 이산화탄소의 추가 감축노력이 없으면 2100년에는 지구 기온이 현재보다 3~5도 상승할 것으로 전망하고 있다.

에너지기술전망 분석을 통해 에너지 시스템의 동향과 저렴하고 안전한 저탄소에너지 목표 달성을 위해 필수적인 기술에 대한 포괄적이고 장기적인 전망을 제공하고 있는 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)는 2014년에 발간된 보고서를 통해 온실가스 배출에 따른 지구 온도상승 및 영향 시나리오<sup>9)</sup>를 기초하여 지구온도 상승에 따른 영향을 분석하여 전망하였다. 이에 따르면 지구온도가 6도 올라가면 전 세계가 재앙으로 치닫게 될 것이지만, 세계 각국이 온실가스 배출 저감과 에너지 효율 증대를 위해 노력한다면 온도 상승은 4도에 머물 것이고 지속가능한 에너지 시스템을 구축하면 온도가 2도 남짓 올라가는데 그칠 것이라는 전망을 하였다. 2도 시나리오(2°C scenarios, 2DS)를 달성하기 위해서는 2050년까지 세계온실가스 배출량을 2010년 대비 40~70%를 줄여야 한다는 전망을 하였는데, 이를 위해서는 기존 화석연료 기반의 에너지뿐만 아니라 신재생에너지의 기술개발과 시장 확대가 필요하며, 현재까지 다양한 에너지원에 대한 현 기술수준, 시장에서의 상용가능기술 및 향후 필요한 기술내용 및 R&D투자현황에 대한 분석과 향후 전망을 제시하고 있다.

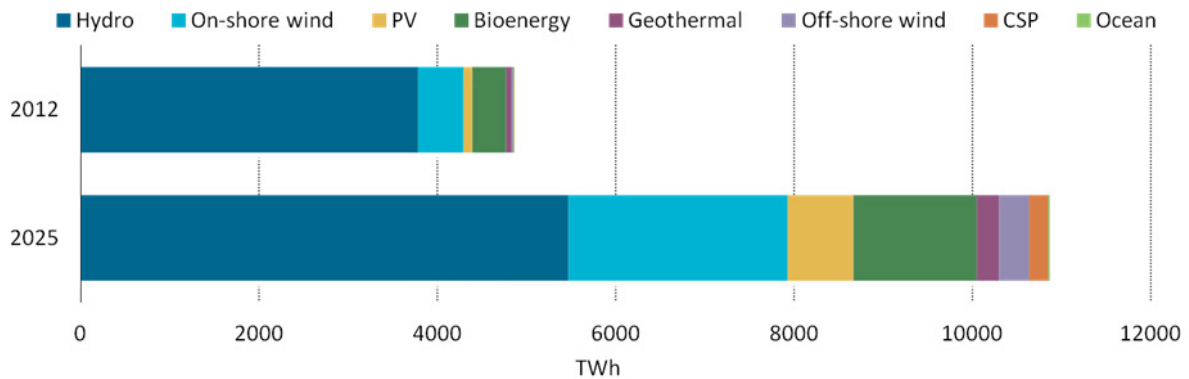
본 보고서에 따르면 에너지 시장에서 신재생에너지는 유럽중심에서 다수의 비-OECD 국가로 이전하고 있다. 2013년 수력을 제외한 육상 및 해상 풍력, 바이오에너지 및 태양광 등의 재생에너지 누적용량이 10 0MW이상인 국가가 2006년과 비교해볼 때 크게 증가하였다. 중국, 인도, 브라질의 주도로, 비-OECD국가들은 2012년 52%에서 최대 54%의 신재생에너지를 생산하였는데(IEA, 2013a), 2018년에는 58%까지도 증가할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 추세는 2025년 재생전기발전의 가장 큰 비율이 중국(26%)이고 이어 유럽(17.3%), 미국(11%), 브라질(6.3%), 인도(6.1%)로 이어질 것이다. 2013년에는 재생에너지가 누적 용량으로 지속적인 성장을 계속했다.

설치 누적 용량으로 볼 때 2012년에는 OECD 및 비 OECD 국가 모두에서 큰 성장을 계속했다. 특정기술들은 다른 기술들에 비해 2DS목표를 달성할 수 있을 정도로 발전했는데, 2012년 수력은 여전히 안정적인 성정을 지속하고 있다.

육상풍력에 비해 바이오에너지 CSP, 해양 및 지열기술은 정체단계에 있는데, 2DS목표치를 달성하기 위해 이들 기술들은 기술발전을 저해하는 문제와 재정적 문제를 해결할 수 있는 정책 도입 등을 통해 지속적인 기술발전이 필요하다<sup>10)</sup>.

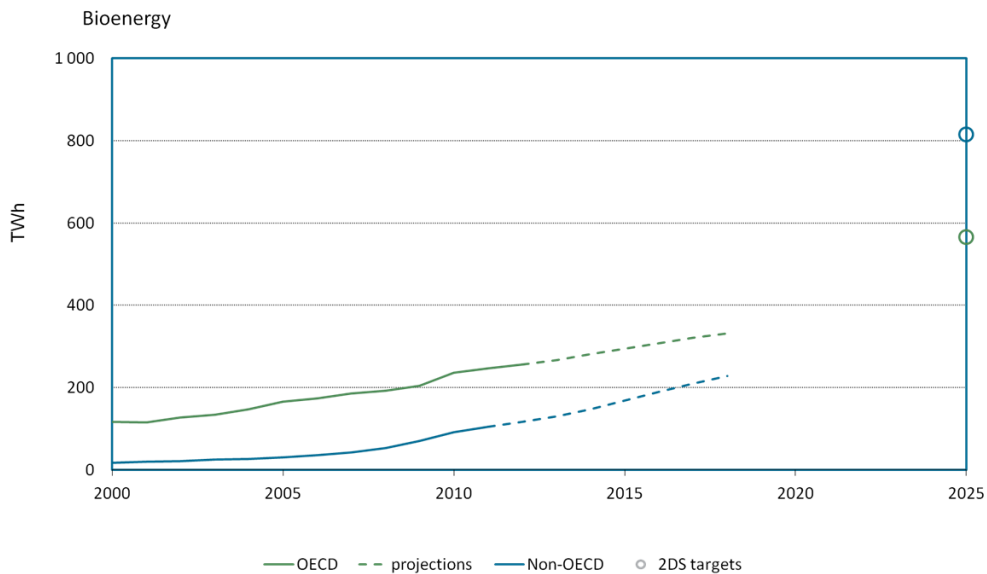
9) Emissions Scenarios, IPCC, 2000

10) International Energy Agency (2014), Tracking Clean Energy Progress 2014, OECD/IEA, Paris



<그림 2.4> 재생에너지 개발현황과 전망

<그림 2.5>는 2000년부터 현재까지 바이오에너지 생산현황을 보여주고 있는데, 현재까지는 OECD국가에서 비-OECD보다 바이오에너지의 생산능력이 크지만 향후 비-OECD국가들에서의 생산량이 더 증가할 것으로 예측되었다. 그러나 두 분류의 국가들 모두에서 바이오에너지의 2DS목표치를 달성하기 위해서는 많은 투자와 기술개발이 필요함을 예측할 수 있다.

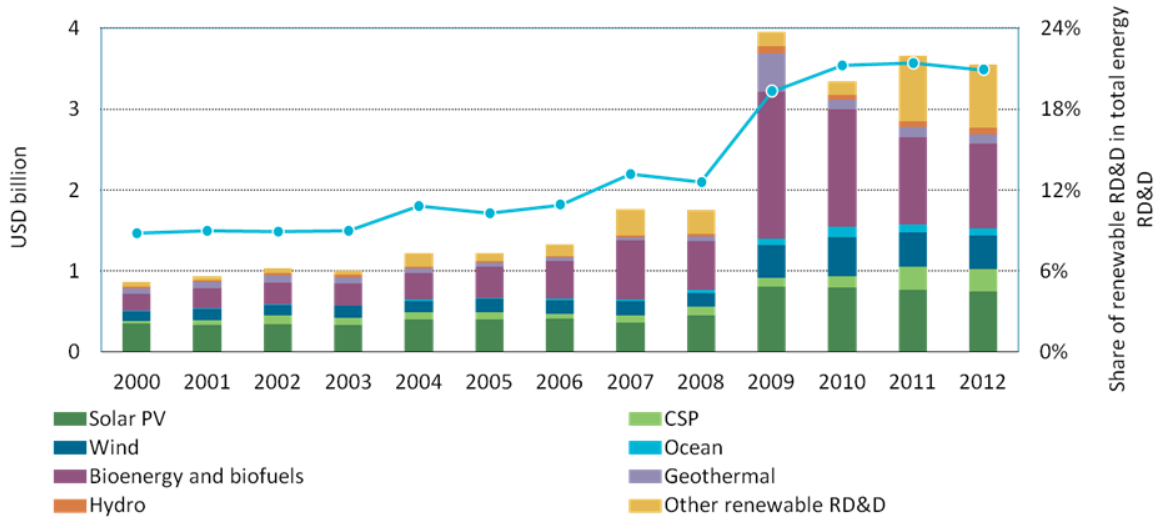


<그림 2.5> 바이오에너지생산수준과 전망

IEA의 신재생에너지별 R&D투자 추이<그림 2.6>11)을 보면 해양에너지는 여전히 연구단계에 머물러 있으며 타 재생에너지에 비해 적은 연구투자비가 지원되고 있다. 바이오에너지와 바이오연료는 타 기술에 비해 많은 연구투자가 지원되고 있지만, 2012년 기준 전 세계에서 투자된 전체 에너지관련 연구개발비에서 재생에너지가 차지하는 비율은 20%정도이고, 80%에 달하

11) International Energy Agency (2014), Tracking Clean Energy Progress 2014, OECD/IEA, Paris

는 대부분의 연구개발비가 화석연료 및 핵연료 관련 연구에 집중되어 있어, 향후 지속적인 재생에너지 기술개발을 위한 지속적인 투자와 지원이 필요함을 알 수 있다.



<그림 2.6> IEA 신재생에너지별 RD&D 투자 추이

## 2. 바이오연료

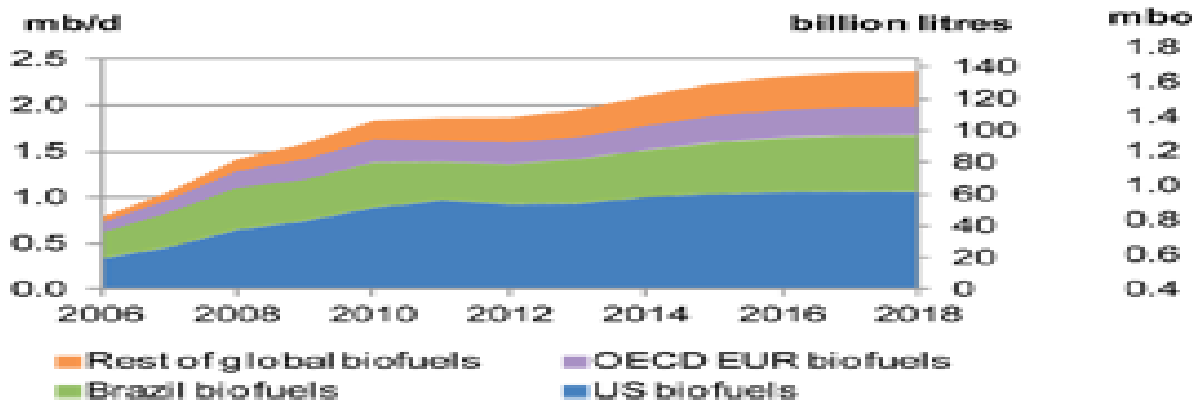
기존의 바이오연료(일반적으로 1세대 바이오연료로 알려져 있음)는 당분과 녹말을 기반으로 하는 에탄올, 오일 작물 기반 바이오디젤과 식물성오일 및 혐기성소화를 통해 생산된 바이오가스를 지칭하며, 이 공정에서 사용되는 일반적인 원료는 사탕수수, 사탕무, 옥수수, 밀 등의 전분이 포함된 곡물과 유채와 같은 유지작물, 콩, 오일팜 그리고 일부 동물지방과 식용유등이다. (2세대 바이오연료인) 고급바이오연료생산기술은 아직 R&D 또는 실증실험단계에 있다. 고급 바이오연료생산기술에는 동물성지방과 식물성 오일 뿐만 아니라 셀룰로오스-에탄올, 바이오매스-액체-디젤 그리고 합성 가스등의 목질계 바이오매스에 기초한 바이오연료를 포함하고 있다. 더 나아가 조류기반바이오연료와 생물학적 또는 화학적 촉매를 사용한 당분의 디젤형 바이오연료 전환기술 등도 포함하고 있다.

목질계 바이오매스, 조류, 기타 혁신적인 원료의 고급 바이오연료생산은 최근 몇 년 동안 예상보다 느리게 진행되어 왔다. 2013년 생산능력은 2012년 대비 1/3 정도 증가했지만 2025년 2DS목표를 달성하기 위해서는 현재보다 22배의 성장을 해야 하고 이를 위해서는 바이오연료 생산을 위한 정부의 연구비 지원과 시장창출 그리고 고급바이오연료를 위한 정책 지원이 필요한 상황이다. 전 세계적으로 2013년에 고급바이오연료는 2012년에 비해 10억리터가 증가한 54억리터가 생산·활용되었는데, 2018년에는 2025 2D의 90%에 육박하는 87억리터를 목표로 하고 있다.<sup>12)</sup>

바이오 연료의 전 세계적인 생산량은 2000년 1백60억리터에서 10여년이 지난 2013년 현재

12) IEA, (2013), Medium-Term Renewable Energy Market Report 2013, OECD/IEA, Paris

1천1백억리터로 꾸준히 성장하고 있다, 바이오 연료는 에너지 기준으로 현재 세계 총 수송 연료의 약 3.5 %를 제공하고 있으며, 특히 브라질과 같은 일부 국가에서는 수송연료 수요의 약 25 %를 제공하고 있다.

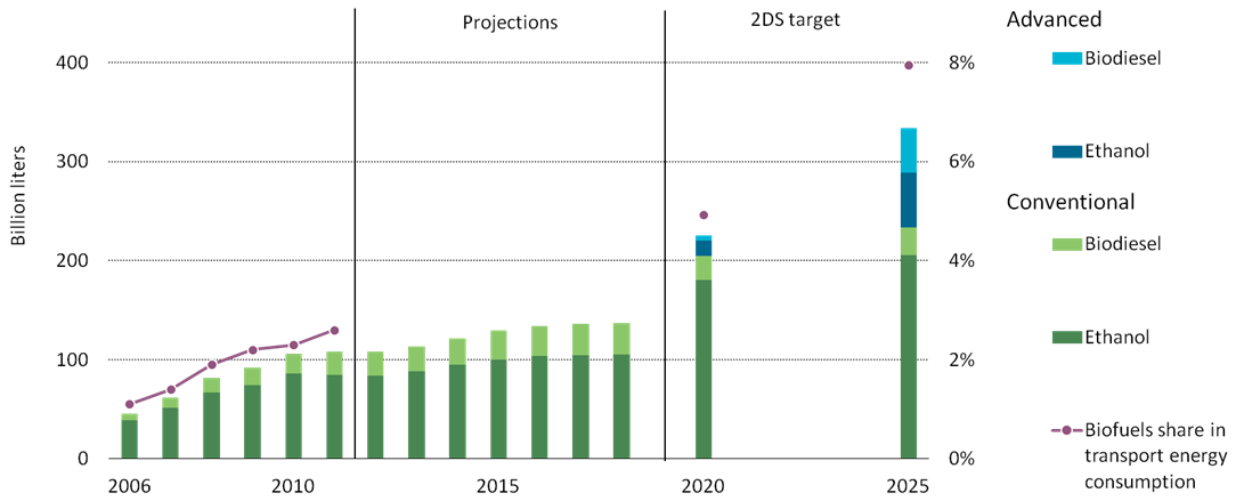


<그림 2.7> 글로벌 바이오연료 공급 2012-2018

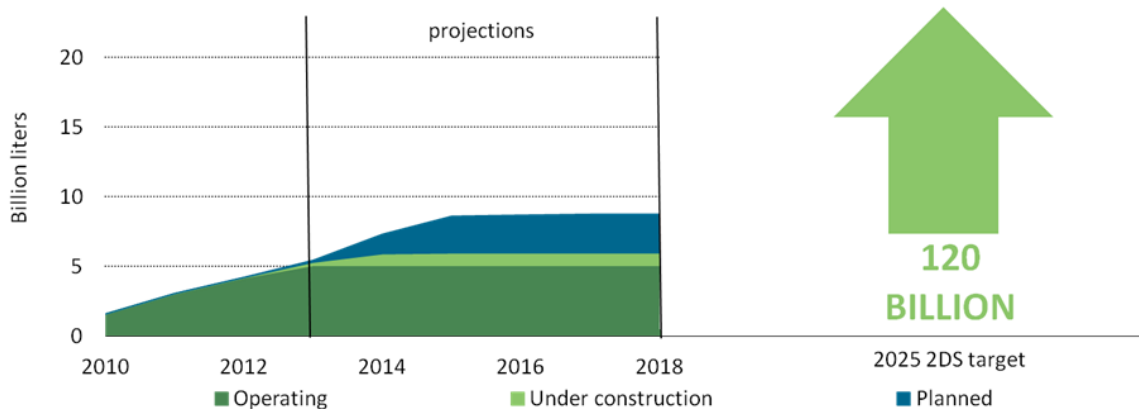
전 세계적으로 바이오연료 혼합의무기준목표 달성을 위해 50개국이상에서 세제혜택과 같은 금융지원을 하고 있다. 그러나 건전한 지속가능성기준 및 인증제도를 확립하기 위한 국제적인 노력에도 불구하고 단지 EU와 미국에서만 바이오연료 목표설정을 통한 연료에서의 지속가능성 기준을 설정하였다. 물론 이들 두 지역에서의 기준이 동일하지는 않으며, EU 표준이 좀 더 광범위하고 상세한 기준을 가지고 있다. 바이오 연료에 대한 현재 대부분의 혼합의무는 고급 바이오연료에 대해서는 혼합기준을 가지고 있지 않으며, 단지 미국은 셀룰로오스 바이오연료 전용 혼합할당량을 EU는 폐기물과 셀룰로오스계 바이오매스를 기반으로 하는 바이오연료로 2020년까지 전체 수송연료의 10%를 충당할 것을 정책적으로 시행하고 있다. 그러나 EU의 2020년 및 미국의 2022년까지 목표를 달성하기 위해서는 바이오연료 프로젝트와 관련된 위험을 줄이고 안정적인 정책의 추진이 필수적이다.

일부 오늘날 사용되는 바이오연료는 온실가스배출 저감목표와 비용측면에서 효율적이지 못 한데, 특히 특정 바이오연료의 경우 산림벌채를 일으키고 원료생산에 농지를 활용해 식량자원 및 사료생산과의 경쟁으로 인해 많은 비판을 받고 있다. 따라서 바이오연료는 원료측면에서 식량자원과의 차별성이 있어야하며, 생물다양성을 보존하며, 토지이용의 효율성을 보장할 수 있어야 한다.

100개 이상의 고급 바이오연료 파일럿 및 실증규모시설이 지난 10년 동안 건설되었다. 최초의 상용생산규모의 시설(이탈리아에서 60백만 리터/년의 셀룰로오스에탄올 생산 시설)과 다수의 설치 계획된 플랜트가 미국에서 조만간 설치될 예정이다. 유럽과 브라질은 2014년 바이오연료기술개발에 실질적인 진전이 있을 것이다. 그러나 이들 기술들은 실증규모고 경제성을 가진 상업적 규모의 공장이 건설되어 운영되기 위해서는 비용저감 방안 등이 더욱 고려되어야 한다.



<그림 2.8> 바이오연료 생산규모 및 목표



<그림 2.9> 바이오연료생산능력

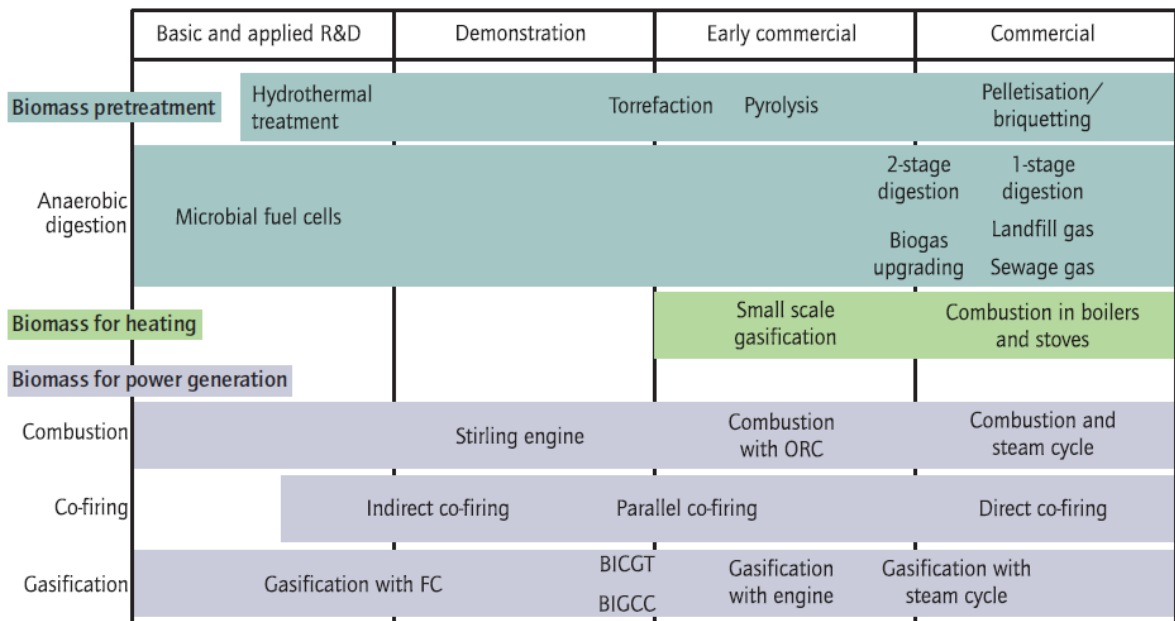
### 3. 바이오에너지

바이오에너지는 세계에서 가장 큰 단일 재생에너지원으로, 전 세계 1차 에너지공급의 10%(50 EJ)를 충당하고 있다. 이들 바이오에너지의 대부분은 개발도상국에서 주방, 난방 등의 필수에너지원으로서의 역할을 하고 있지만, 단순하며 비효율적인 연소방법으로 인해 사용자와 환경에 위해를 가하기도 한다. 전통적인 바이오매스의 에너지 전환을 통한 이용은 목재, 농산 부산물 그리고 가축분뇨를 직접연소 등의 방법으로 사용하는 것이었는데, 매우 낮은 전환효율(10%~20%)와 공급이 불안정한 경향을 가지고 있었다.

가정에서 사용되는 소규모 저효율 바이오에너지 생산시스템에 비해 대규모 바이오매스 에너지화 시스템은 화석연료를 이용한 발전/열원 시스템과도 견줄 수 있을 정도의 규모와 효율을 가지고 있다. 특히 이들 바이오에너지 시스템은 폐목재자원, 도시고형폐기물의 소화시스템

및 유기성폐자원의 혐기소화를 통한 바이오가스화시스템을 포함하고 있으며, 70~90% 정도의 효율을 보이고 있다.

<그림 2.10>에서와 같이 혐기소화기술을 기초로 하는 변환기술중에는 미생물연료전지가 현재 R&D수준에 머물러 있지만 나머지 대부분의 기술은 상용화되어 있다. 바이오매스의 열생산 시스템 또한 상용화 단계에 있지만 전기 생산기술은 기술에 따라 다양한 수준에 머물러 있으며, 각 국가들은 세제지원, R&D투자 등을 통해 이들 개별 기술의 발전을 위해 노력하고 있다<sup>13)</sup>.



Note: ORC = Organic Rankine Cycle; FC = fuel cell; BICGT = biomass internal combustion gas turbine; BIGCC = biomass internal gasification combined cycle

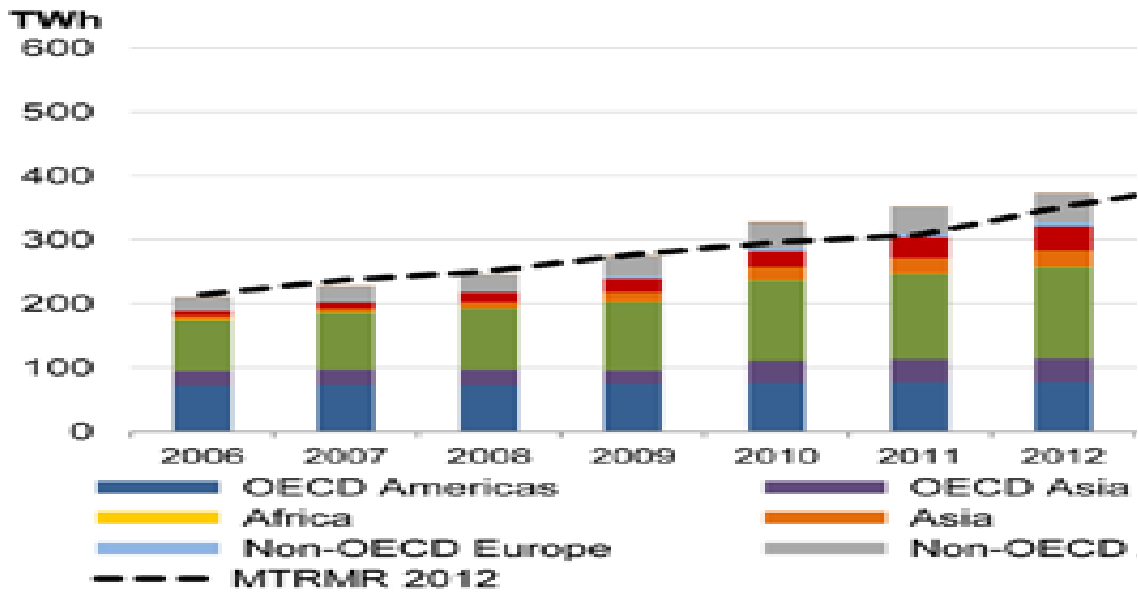
Source: Modified from Bauen et al., 2009

<그림 2.10> 바이오매스의 에너지전환기술과 현재 기술수준

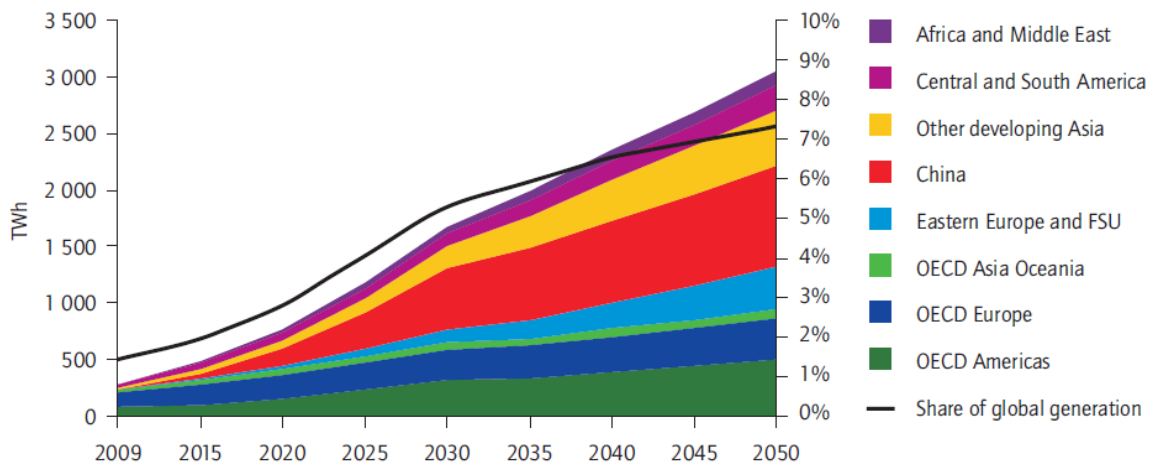
이러한 기술개발에 따라 세계 각국에서의 바이오에너지 생산은 크게 증가할 것으로 보이며, 2012년(평균 연간 증가율 +7%) 370 TWh 수준의 바이오에너지생산량은 OECD국가뿐만 아니라 개발도상국에서도 국가별 신재생에너지 목표 달성을 위한 노력에 따라 2018년에는 560 TWh까지 증가하고 2050년에는 중국에서만 920TWh, 북미 520TWh, EU(OECD 가입)370 TWh, 아시아의 개발도상국 570TWh 등으로 증가해 전기측면에서 볼 때 2050년 필요전기의 7.5%(현재 1.5%)를 바이오매스로부터 제공받을 것으로 예측되고 있다.

13) Technology Roadmap Bioenergy for Heat and Power, IEA





<그림 2.11> 지역별 바이오에너지 생산현황



<그림 2.12> 지역별 바이오에너지 생산 로드맵

### 가. 정책 현황

‘14년 Global trends in renewable energy investment에 따르면 2013년 전 세계 재생에너지 (대규모 수력프로젝트 포함)에 대한 투자규모는 2012년 대비 14%가 감소한 2,140억 달러 수준인데, 이는 태양열(광)시스템 가격의 급격한 하락과 많은 나라에서 신재생에너지정책에 대한 불확실성 때문으로 파악되고 있다. 이에 따라 바이오연료도 2013년에는 전년대비 26%가 감소한 50억 달러의 투자를 유치하는 그쳐 2004년 이래 가장 낮은 수치를 기록하였다. 바이오매스와 폐자원에너지 또한 28%가 감소한 80억 달러의 투자유치를 기록했는데 이는 2005년 이래 가장 낮은 투자실적이다.<sup>14)</sup>

14) Global Trends in Renewable energy Investment 2014, Bloomberg new energy finance

그러나 각국은 (표 2.9)과 같이 의무할당, 보조금제도 등 정책적인 유인을 통해 바이오에너지 수요 증가를 견인하고 있다.

(표 2.9) 해외 각국 신재생에너지 관련제도

제도명	설명
재생에너지의무할당제 (Renewable Portfolio Standard; RPS)	에너지 사업자에게 생산하는 에너지의 일정 비율을 재생에너지로 공급, 판매하도록 강제하는 제도로 일본, 미국, 호주, 영국, 스웨덴 등 포함
발전차액지원제도 (Feed in Tariff; FIT)	신재생 에너지 시설을 통해 발전한 전기를 일정한 고정가격 (원가+이윤)으로 매입해주는 방식, 기술적 한계로 인해 효율적이지 못한 신재생 에너지를 빠르게 발전시킬 수 있는 제도로 주로 독일, 덴마크, 스페인 등 유럽국가 시행
재생에너지 의무할당제도 (Renewable Obligation; RO)	전력공급업체는 매년 일정량의 전력을 재생에너지로 사용하여 공급토록 의무화
수송연료 재생에너지 의무할당제도 (Renewable Transport Fuel Obligation; RTFO)	수송연료의 일정비율을 바이오연료로 공급하는 제도
친환경 난방보조금 지급제도 (Renewable Heat Premium Payment; RHPP)	주택소유주, 지역사회 등이 신재생열에너지 기술을 구입하는데 도움을 주는 제도
신재생에너지 자발적 공급협약 (Renewable Portfolio Agreement; RPA)	6개 발전회사, 한국지역난방공사, 수자원공사 등이 정부와 협약을 하여 신재생에너지 부분에 투자를 하면 발전차액지원을 수혜
재생가능연료표준 (Renewable Fuels Standards; RFS)	가솔린 및 디젤에 에탄올 및 선도 바이오연료를 매년 특정량 혼합하도록 하는 재생가능 연료혼합 표준
신재생열에너지보조금 (Renewable Heat Incentive; RHI)	신재생열에너지 생산자에 보조금을 지급하는 것으로, 주택의 경우 보일러 설치비용의 일부를 지원

자료 : Green Tech Review, 바이오에너지 이슈분석 및 정책제언, 녹색기술센터, 2014.8

세계적인 기술개발 현황을 보면 바이오에탄올 및 바이오디젤 효율성 연구가 활발히 진행되고 있는데, 상용화 단계에 이른 바이오에탄올은 생산 효율성 향상을 위한 미생물 개발 연구가 활발히 진행 중이며, 대두유, 폐식용유 등 동·식물성 유지확보의 한계로 해조류를 활용한 바이오디젤 생산연구가 활성화 되고 있다<sup>15)</sup>.

유럽에서는 2009 재생가능에너지지령(Renewable Energy Directive)에 따르면 지속가능한 미래를 위한 재생에너지의 중요성에 따라 2007년 재생에너지로드맵을 작성하고 2020년까지 전체 소비에너지의 20%를 재생에너지로 충당하고 수송연료의 10%는 재생에너지를 사용할 것으로 명시하였다. 또한 각국은 모든 종류의 재생에너지원으로부터 재생에너지를 생산할 수 있는

15) Green Tech Review, 바이오에너지 이슈분석 및 정책제언, 녹색기술센터, 2014.8

기술을 발전시키는 것을 국가 목표로 하여야 함을 명시하고 있다. 그러나 바이오에너지의 경우 식량자원과의 경쟁, 환경파괴 등의 문제를 야기할 수 있기 때문에 지속가능성 측면에서 이용 가능한 바이오에너지의 범주를 정해두었다. 가축분뇨, 슬러리, 기타 축산부산물과 유기성폐기물 등의 농산부산물을 이용한 바이오가스 생산은 잠재적인 온실가스배출량 감소로 인해 환경적이점이 매우 크므로 장려하는 에너지원이다. 그러나 일부 바이오연료와 바이오액체의 경우 이들을 얻기 위해 토지의 생물다양성을 파괴할 우려가 있으므로 이러한 지역에서 생산된 원료를 이용하여 생산된 바이오연료의 경우 재생에너지로 인정하지 않으며, 각 국은 이들 토지에 대한 어떠한 인센티브도 제공하지 않기를 권고하고 있다.

이에 따라 유럽각국에서는 바이오가스 시설의 보급·확대가 활발히 진행되고 있으며, 하수 슬러지나 유기성 폐기물 이외에 바이오에너지 작물을 재배하여 바이오가스 생산에 직접 이용하고 있다.

#### 나. 적용사례

미국은 2001년 “국가 에너지 정책”을 수립하고, 바이오에너지 확대 보급 및 신재생에너지 중 바이오 에너지는 47%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 바이오매스를 이용하여 2010년까지 전체 전력의 3%를 공급하고, 수송용 연료의 4%를 바이오 연료로 공급하고 있다. 또한 미국은 AgStar 프로젝트를 통해 1980년대 중반부터 바이오가스 시설은 연구·보급하고 있으며, 주로 가축분뇨를 바이오가스 시설의 원료로 활용하고 있다. 미국의 바이오가스 시설은 2011년 총 172개소로서 가축종류에 따라 젓소 140 개소, 육우 2개소, 돼지 23 개소, 닭 5개소, 기타 2개소로 분포하고 있으며, 172개소의 시설에서 연간 445,000 MWh의 전기를 생산하는 것으로 보고되고 있다.

EU는 에너지 안보를 위한 전략으로 “그린페이퍼” 발표(2000)하고, 신.재생에너지 보급률을 2005년 6.5%에서 2010년까지 12%(바이오매스 비중 80%)로 향상시키는 것을 목표로 재생에너지 로드맵 제정하여 추진한 바 있다. EU에서 가장 선도적으로 바이오매스 정책을 추진하고 있는 독일의 경우 농산 바이오매스의 이용이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 바이오매스를 이용하는 농업부분 바이오가스 플랜트의 보급이 활성화 되어 있다. 특히 2009년, 2012년 바이오가스 발전을 지원·촉진하는 EEG 2009(Renewable Energy Source Act), EEG 2012(Renewable Energy Source Act)의 개정·발효로 2009년 전국 4,984 개소(발전용량 1,893 MW)에서 2012년 약7,300 개소(발전용량 2,559 MW)로 급격한 증가추세에 있으며, 다른 유럽 국가들과 달리 바이오가스 생산에 바이오에너지 작물을 직접 이용하고 총 바이오가스 생산량의 약 73%를 바이오에너지 작물로부터 생산하고 있다.

(표 2.10) 국외 바이오가스 시설 현황(2010년)

국가	계	투입 원료 종류 (개소 수)				
		농산 부산물 등	음식물 쓰레기 등	하수슬러지	병합	기타 (산업폐수 등)
독일	7,048	6,800	74	-	-	174
덴마크	142	76	-	61	-	5
스위스	135	89	24	-	-	22
스웨덴	173	12	-	136	21	4
아일랜드	19	4	-	-	-	15
오스트리아	489	300	30	134	-	25
영국	212	40	3	151	-	18
핀란드	33	10	-	16	4	3
프랑스	206	35	3	74	-	94
터키	24	-	1	-	-	23
미국	172	172	-	1,600	-	92
일본	88	40	21	-	-	27(분뇨)

(표 2.11) 미국 농업분야 바이오가스 시설 설치 현황(2011)

가축종류 (개소 수)					계
젖소	육우	돼지	닭	혼합	
140	2	23	5	2	172

(표 2.12) 독일 바이오가스화 원료별 이용 및 에너지 생산 비중(2010)

원료	원료 이용 비중(%)	에너지 생산 비중(%)
바이오에너지 작물	41	73
도시고형폐기물	10	9
농산업 부산물	6	7
가축 부산물	43	11

일본은 “바이오매스 일본 종합전략 발표” (2002), 2010년까지 에너지 소비량의 5%를 바이오매스 에너지로 대체, 바이오매스 종류별 활용 및 기술 개발 방향, 2010년까지 300개 바이오매스 타운 구상 계획을 추진하였으며, 2012년에는 기존 “바이오매스 일본 종합전략” 을 계승 발전시켜 바이오매스 산업도시 600개소를 추진하는 정책을 추진 중에 있다.

브라질은 2010년 기준 세계 7위 경제대국이며 또한 세계적인 에너지 소비국으로 세계 10위의 온실가스 배출국이다. 그러나 다른 선진국들과는 달리 브라질 에너지 시장은 신재생에너지 비중이 전체 소비의 45.3%를 차지하고 있다. 2010년 기준 석유, 천연가스, 석탄과 같은 화

석연료 기반에너지가 절반이 넘는 53.2%를 차지하고 있지만 수력 14.1%, 바이오매스가 31.2%를 차지하며 신재생에너지와 화석연료기반에너지가 균형을 이루고 있다. 브라질은 2007년 ‘국가에너지 기본계획(PNE)을 바탕으로 신재생에너지 정책을 추진하고 있는데, 일본 후쿠시마 원전사고 이후 2012년 이를 수정하여 추가 원자력 건설은 전면적으로 재검토하고 바이오, 풍력 등 신재생에너지 분야를 확대하고 있다. 브라질 전력생산의 가장 주된 공급원은 수력발전으로 전체 공급전력의 70% 이상을 차지하고 있다. 그러나 수력발전을 위한 댐 건설은 댐 건설과정에서 우림이 사라지고 생물다양성을 파괴하며 건설예정지 원주민의 삶의 터전을 파괴하는 등 환경에 미치는 영향이 커 특히 환경운동가들에게 격렬한 반대에 직면해 있다. 바이오에너지의 경우 브라질은 미국에 이어 세계2위의 바이오에탄올 생산국인데 전통적으로 대규모 사탕수수 재배를 통한 에탄올 생산은 독보적인 지위를 차지하고 있으며, 에탄올 또한 브라질에서는 보편적인 연료로 광범위하게 사용되고 있다<sup>16)</sup>.

### 제3절 문제점

국내에서 발생하는 바이오매스는 크게 폐기물계 바이오매스와 미이용계 바이오매스로 구분할 수 있으며, 발생원별 특성, 관리주체, 이용형태에 따라 다양한 변환기술과 활용기술이 적용된다. 국내에서 발생하는 폐기물계 바이오매스(생활폐기물 및 사업장 폐기물)은 매립, 소각, 및 재활용을 통해 처리하고 있으며, 사업장 폐기물의 경우 86.5%가 재활용처리를 통해 관리되고 있다.

그러나 폐기물계 바이오매스를 제외한 미이용계 바이오매스(임산부산물 및 농산부산물)의 경우 가축분뇨(현재 발생량의 83.4%가 퇴액비 자원화 되고 있음)의 경우 통계자료 관리체계가 없어 정확한 처리 및 활용현황을 알 수 없고, 일부 농산부산물의 경우 가축사료, 축사 깔개 등으로 활용되고, 대부분은 적절한 처리기술 없이 방치되거나, 농지로 환원되는 것으로 알려져 있다.

국내외적으로 농산부산물 중 가축분뇨는 퇴·액비화를 통한 물질자원으로서의 이용가치가 높으며, 우리나라는 정부에서 가축분뇨 자원화시설 표준설계도를 발간하여 농민들이 활용 가능하도록 제공하는 등 퇴·액비 자원화 기술수준은 국내외적으로 큰 차이가 없는 안정단계에 있는 것으로 분석된다. 그러나 가축분뇨 액비화 및 퇴비화의 경우 액비 살포시 악취문제로 인한 민원이 발생하기 때문에 퇴액비의 악취저감 관련기술개발이 필요하고, 퇴액비의 활용측면에서 경종 및 축산 농가간 협력 모델을 통한 농촌소득 개발과 연계가 필요하다.

바이오매스의 에너지화는 바이오연료(수송용 바이오연료)와 바이오에너지로 구분하여 변환기술 및 활용기술이 개발되고 있는데 한국에너지평가원에 따르면 우리나라의 경우 바이오연료 변환기술(바이오메탄, 바이오알코올, 바이오디젤)은 바이오가스의 도시가스 공급핵심기술, 바이오오일생산등은 수율향상 등의 단계에 있지만 나머지 대부분의 기술이 기술개발 단계에 있는 것으로 분석되어 해외기술수준과 격차가 있는 것으로 파악되고 있다.

바이오에너지 변환기술의 경우 목질계 바이오매스의 고체연료화기술은 이미 상용화 단계에

16) 최영철, 브라질 신재생에너지 산업 동향과 전망, 수은해외경제, 2011.12

있는 기술로서 목재칩, 목재펠릿 등의 제품이 상용화되어 있다. 목질계 바이오매스의 고체연료화를 제외한 가축분뇨를 이용한 바이오가스 플랜트기술과 같이 바이오가스 생산량 및 생산효율을 증대기술은 일부분야에서는 실증연구를 거쳐 보급단계까지 이르렀지만, 그 외 대부분의 기술이 기초 및 실용화 단계 연구수준에 머물러 있으며 향후 지속적인 연구개발이 요구되는 기술이다<sup>17)</sup>. 따라서 목질계 바이오매스의 목재칩, 목재펠릿 연료화 및 가축분뇨 바이오가스화를 제외한 이들 기술의 실용화 및 실증실험용 적용 사례를 제외하고는 실제 현장적용 사례를 찾기에는 현실적으로 어려운 측면이 있다.

해외의 경우 각국은 의무할당, 보조금제도 등 정책적인 유인을 통해 바이오에너지 수요 증가를 견인하고 있으며, 바이오연료 및 바이오에너지의 안정적인 생산과 공급을 위한 기술개발에도 많은 투자를 하고 있다. 그러나 2013년 전 세계 재생에너지(대규모 수력프로젝트 포함)에 대한 투자규모는 2012년 대비 14%가 감소한 2,140억 달러 수준인데, 이는 태양열(광)시스템 가격의 급격한 하락과 많은 나라에서 신재생에너지정책에 대한 불확실성 때문으로 파악되고 있다. 이에 따라 바이오연료도 2013년에는 전년대비 26%가 감소한 50억 달러의 투자를 유치하는 그쳐 2004년 이래 가장 낮은 수치를 기록하였다. 바이오매스와 폐자원에너지 또한 28%가 감소한 80억 달러의 투자유치를 기록했다는데 이는 2005년 이래 가장 낮은 투자실적이다<sup>18)</sup>. 그러나 선진국을 중심으로 한 기후변화대응 재생에너지의 지속적인 개발과 활용. 개발도상국을 중심으로 한 바이오에너지 생산을 통한 안정적인 에너지 공급 목표 달성 등을 위해 각국은 세계 지원, R&D 투자 등을 통해 지속적인 기술개발을 추진할 것이다.

세계적인 기술개발의 추세에 따라 우리나라도 바이오에탄올 및 바이오디젤과 같은 바이오연료(수송용 연료) 개발연구 및 수율향상연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다. 그러나 우리나라의 바이오에너지 원료 공급측면에서 볼 때 식용작물과의 경쟁, 바이오작물 재배를 위한 농경지 확보방안 등의 동·식물성 유지확보 등의 한계를 극복할 방안도 동시에 마련할 필요가 있을 것이다.

유럽에서는 2009 재생가능에너지지령(Renewable Energy Directive)에 따르면 지속가능한 미래를 위한 재생에너지의 중요성에 따라 2007년 재생에너지로드맵을 작성하고 2020년까지 전체 소비에너지의 20%를 재생에너지로 충당하고 수송연료의 10%는 재생에너지를 사용할 것으로 명시하였다. 또한 각국은 모든 종류의 재생에너지원으로부터 재생에너지를 생산할 수 있는 기술을 발전시키는 것을 국가 목표로 하여야 함을 명시하고 있다. 우리나라도 바이오에너지의 확대보급을 위해서는 기술개발도 중요하지만, 바이오에너지(연료)원을 개발하고 활용확대를 위한 정책개발 및 실행을 통해 정책적인 지원이 우선되어야 할 것이다.

17) 에너지기술 R&D Warehouse, 바이오 한국에너지기술평가원, 2013

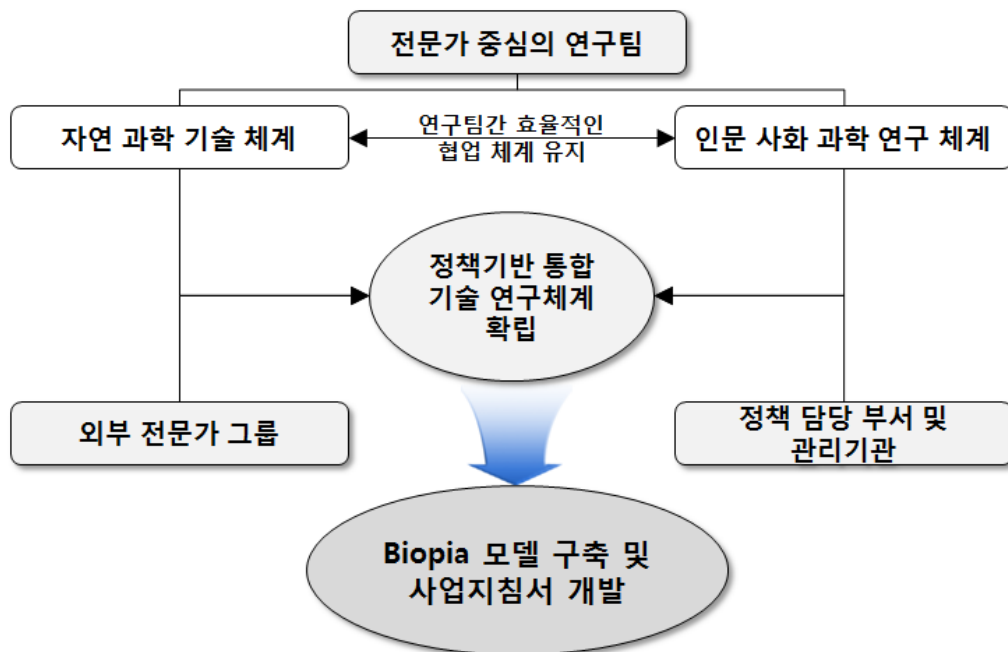
18) Global Trends in Renewable energy Investment 2014, Bloomberg new energy finance

# 제3장 연구추진 체계 및 방법

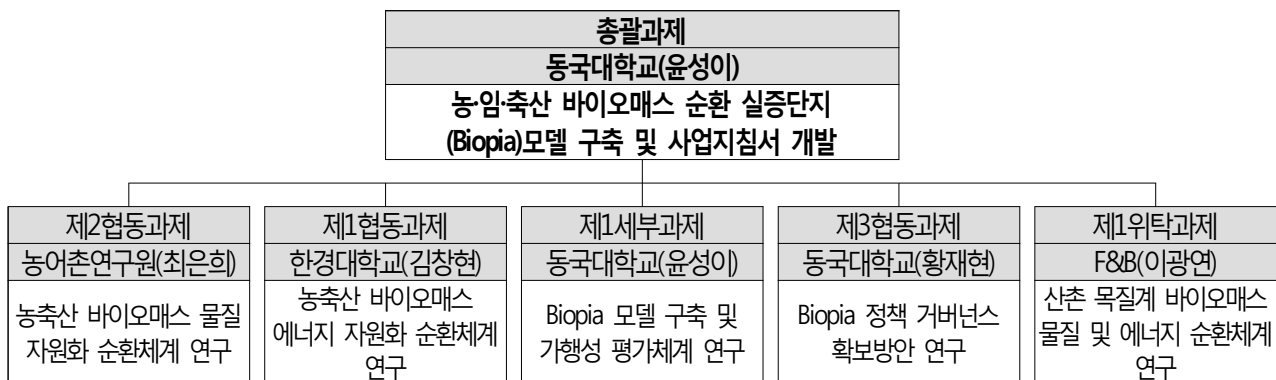
## 제1절 연구추진 체계

### 1. 추진전략

본 연구에서는 지역의 경쟁력을 강화하고 농촌에 활력을 증진시킬 수 있는 미래형 농촌마을의 새로운 모델 제시하기 위해 <그림 3.1>과 같이 자연과학적 기술체계와 인문과학적 연구체계를 융합하는 정책기반 통합기술 개발 체계 구축하여 연구를 추진하였으며, 이를 위해 <그림 3.2>와 같이 産·學·研 협동연구체계로 세부·협동 연구팀을 구성하였다.



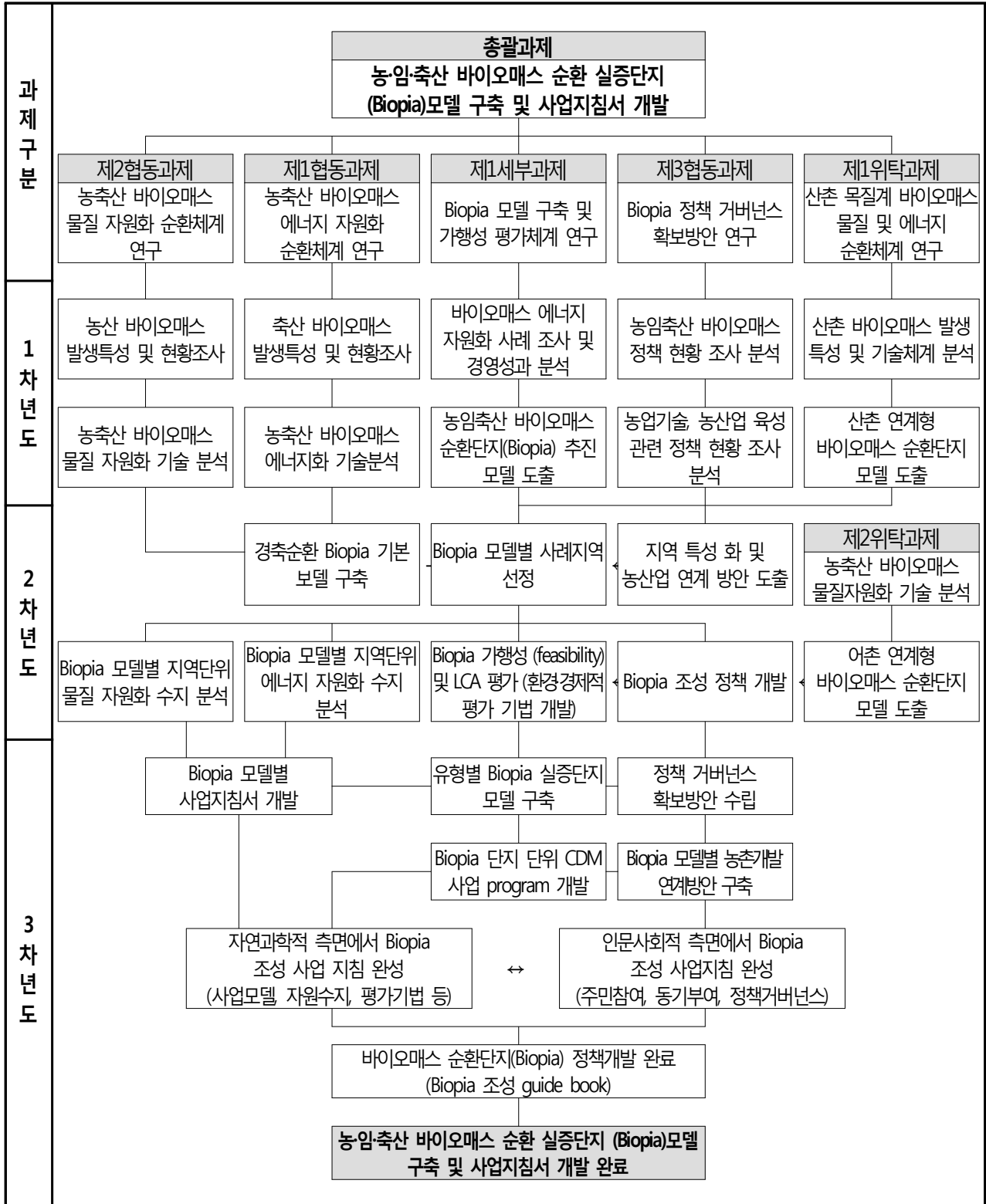
<그림 3.1> 추진전략



<그림 3.2> 연구팀의 구성

## 2. 추진체계

(표 3.1) 추진체계

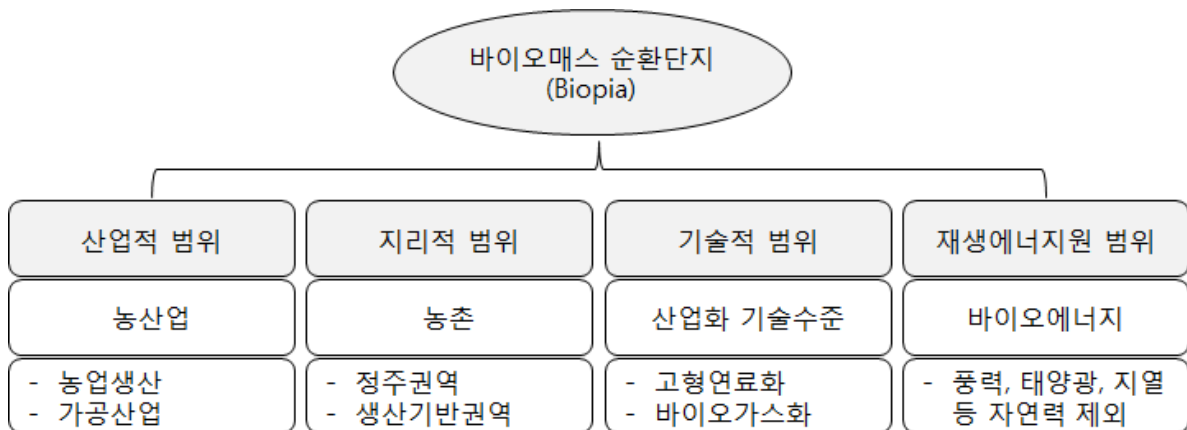




## 제2절 연구 범위 및 방법

### 1. 연구범위

본 연구에서는 농업·농촌 바이오매스 순환단지(Biopia) 조성 사업지침서 작성을 위하여 연구의 범위를 산업적으로는 농산업으로 한정하고 지리적으로는 농촌지역에 한정하였다. 따라서 바이오매스 순환단지에서 활용하는 바이오매스는 농업·농촌 부문에서 발생하는 폐기물계 또는 미이용계 바이오매스를 대상으로 하였으며, 바이오매스 이용기술은 현재의 기술수준을 고려하여 목재칩, 목재펠릿 등의 고형연료 생산기술과 가축분뇨, 음식물쓰레기를 활용하는 바이오가스 생산기술을 대상으로 하였다. 특히 태양광, 풍력, 지열 등 자연력을 이용하는 재생에너지원은 본 연구의 대상에서 제외하였다.



<그림 3.3> 연구의 범위

### 2. 연구방법

#### 가. 바이오매스 순환단지(Biopia)의 정의

바이오매스 순환단지란 지역에서 발생하는 다양한 바이오매스를 물질 자원화 또는 에너지 자원화의 방식으로 활용하는 체계를 구축하고 있는 지역을 말하며, 세부적으로 바이오매스 활용 단지는 효율적이고 적절한 방식을 통해 바이오매스의 발생부터 물질 및 에너지 제품의 생산, 생산 제품의 이용까지 관리할 수 있는 바이오매스 활용 체계를 구축하고, 관련 이해 관계자들이 결합한 바이오매스 활용 조직체계를 구축하고 있는 지역이다.

#### 나. 바이오매스 순환단지(Biopia) 조성사업의 법적 근거

바이오매스 순환단지는 농업·농촌 부문에서 발생하는 바이오매스를 이용 촉진함으로써 농업·농촌 부문의 활력화를 도모한다는 점에서 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」, 「산림기본법」 및 「해양수산발전 기본법」에 따라 농어업인 등의 복지증진, 농어촌의 교육여건 개선

및 농어촌의 종합적·체계적인 개발촉진에 필요한 사항을 규정함으로써 농어업인등의 삶의 질을 향상시키고 지역 간 균형발전을 도모함을 목적으로 하고 있는 「농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법」 제5조(농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립)에 근거하여 연구사업을 추진하였다. 또한 바이오매스 순환단지에 적용하는 바이오매스 이용기술은 (표 3.2)와 같이 바이오매스를 퇴비, 액비, 사료 등으로 활용하는 물질자원화와 고체, 액체, 기체 연료로 활용하는 에너지자원화 기술을 적용하였다.

(표 3.2) 바이오매스 전환 기술의 법적 근거

물질 자원화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업·농촌 부문의 가정 또는 사업장에서 발생하는 바이오매스를 「폐기물관리법」 시행규칙 제14조의 3 제2항 관련 “별표5의2 폐기물의 재활용 기준 및 구체적인 재활용 방법”에 따라 “재활용 제품”을 생산·이용하는 체계</li> <li>- 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제1항에서 규정하는 가축분뇨를 동법 제2조 제4항에서 규정하는 자원화 시설에서 생산한 퇴비 또는 액비 제품을 생산·이용하는 체계</li> </ul>
에너지 자원화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 시행규칙 제2조 관련 “별표 1. 바이오에너지 등의 기준 및 범위”에서 정하는 “바이오에너지”를 생산·이용하는 체계</li> <li>- 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제1항에서 규정하는 가축분뇨를 동법 제2조 제4항에서 규정하는 자원화 시설에서 생산한 바이오에너지 등으로 생산·이용하는 체계</li> </ul>

#### 다. 연구방법

본 연구의 목표를 달성하기 위하여 기존 농업·농촌 바이오매스 이용체계에 관한 선행연구 결과를 조사하고 이를 바탕으로 연구를 착수하였다. 지역단위 바이오매스 통계체계 구축은 「농업통계」, 「가축분뇨처리통계」, 「전국 폐기물 발생 및 처리현황 통계」, 「하수도통계」 등을 이용해 전국 및 지역단위 바이오매스 발생량과 처리현황 등을 조사·분석하였으며, 기존 통계를 구축하고 있지 않은 농산부산물 바이오매스 관련 통계는 「농업통계」, 「지역별 농산물 소득자료」와 선행연구결과를 바탕으로 작물별 농산부산물 발생량을 산정하였다. 또한 바이오매스 에너지자원화 현황은 농식품부와 환경부의 가축분뇨 및 폐기물 에너지화 관련 집계자료와 「신재생에너지 보급통계」 등을 활용하여 조사·분석하였다. 또한 국내 농축수산 바이오매스의 물질 성상 database를 구축하기 위하여 농협중앙회 축산 경제사업장(목장, 종돈장, 유가공 공장, 도축·도계 가공장, 배합사료공장 등)과 수산물가공장을 대상으로 현장 조사 및 시료를 채취·분석하였으며, 경기지역을 중심으로 수확기 작물재배 농장을 현장 방문하여 각종 농산부산물의 발생특성을 조사하여 시료를 채취하여 분석하였다.

선진지 기술, 정책, 제도 사례 조사는 독일, 일본, 영국의 관련 부처 및 현장에 대한 현지 방문조사를 통해 조사·분석하였으며, 독일의 경우 바이오에너지마을 사업을 적극적으로 추진하고 있는 바덴뷔르템베르크 주정부와 호엔하임 대학 등을 방문하여 최근 독일의 바이오에너지마을 지원정책 및 기술 현황을 조사하였으며, 일본의 경우 바이오매스타운 정책을 주관하고 있는 농림수산업 바이오매스 순환자원과와 바이오매스 타운 컨설팅 지원을 하고 있는 일본 유기자원협회를 방문하여 최근 일본의 바이오매스 타운 추진 정책 및 제도를 조사하였다. 영국의

경우 스코틀랜드 환경식품농촌부를 방문하여 영국의 신재생에너지 정책 및 제도, 바이오매스 에너지화 현황 등을 조사하였고, 뉴캐슬대학 생태농업시스템연구소를 방문하여 영국 및 유럽에서의 생태환경농업 시스템 추진정책 및 지원제도 등에 대한 조사하였다. 아일랜드 더블린에서 개최된 온실가스 및 축산업(Greenhouse Gases and animal Agriculture, GGAA2013) 국제학회에 참석하여 가축분뇨, 바이오에너지 및 가축사육이 환경에 미치는 영향과 가축분뇨 바이오에너지를 포함한 renewable energy center를 중심으로 한 지역단위 에너지 자립모델 관련 정보를 수집하였다.

(표 3.3) 선진지 조사

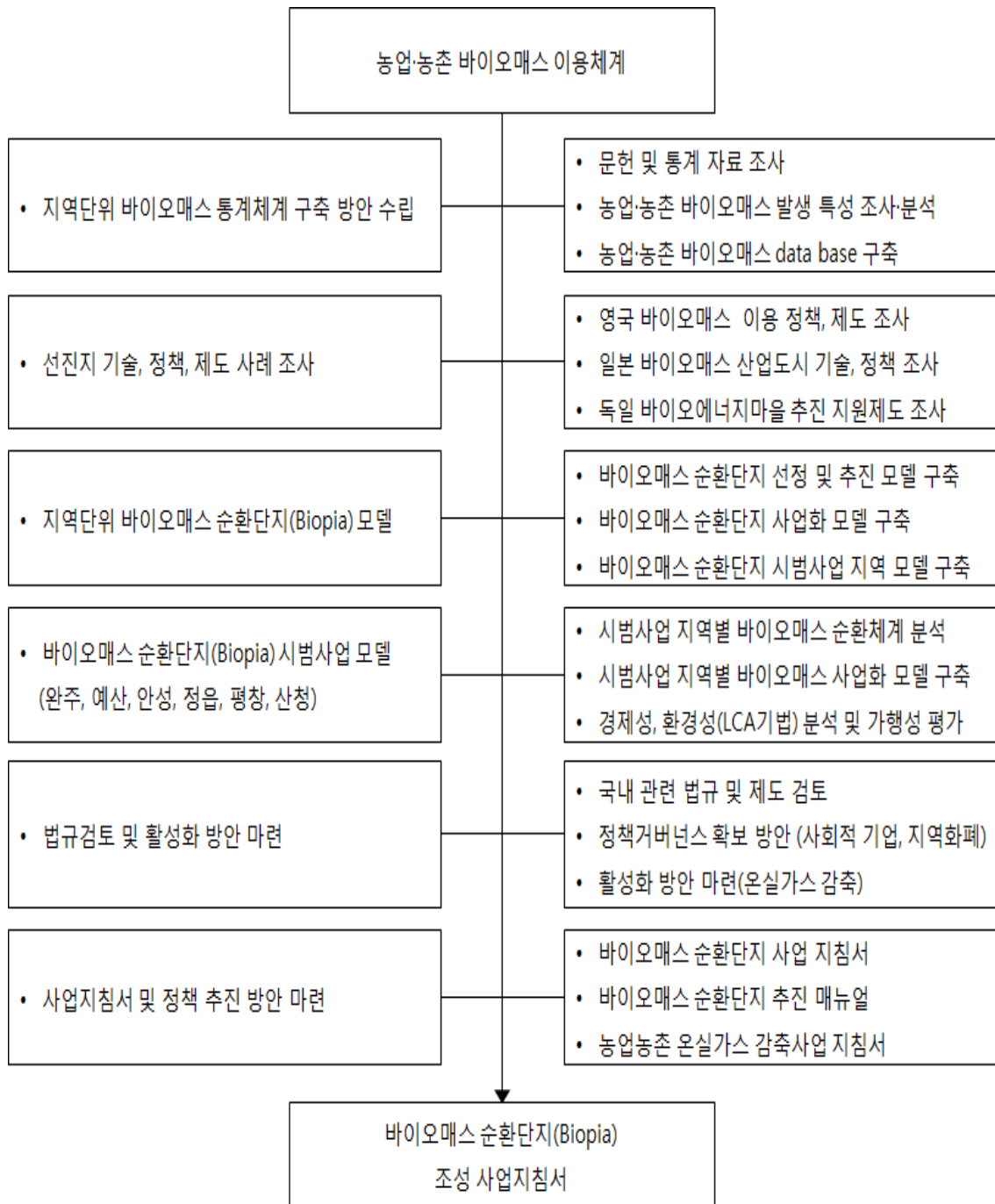
국가	방문지	조사내용
독일	호엔하임대학교 농공 및 바이오에너지 주정부 연구소	독일 바이오매스 에너지화 현황 및 바이오에너지 마을 현황 조사
	바덴뷔르템베르크 주정부 환경, 기후, 에너지부	독일 바이오에너지 마을 지원 정책 및 제도 현황 조사
	장크트 페터(St. Peter), 브라이트나우(Breitnau) 바이오에너지마을	독일 바이오에너지 마을 추진 사례 조사
일본	농림수산성 바이오매스 순환자원과	일본 바이오매스 타운 추진 정책 및 제도
	사단법인 일본유기 자원협회	일본 바이오매스타운 추진 컨설팅 및 지원체계
	바이오매스타운(일본 치바현 山武市)	일본 바이오매스 타운 추진 사례 및 현황, 지역화폐제도 연계 현황
영국	스코틀랜드 환경식품농촌부	영국(스코틀랜드) 신재생에너지 및 바이오매스 에너지화 현황, 정책 및 제도 조사
	뉴캐슬대학, 생태농업시스템연구소	영국 및 유럽에서의 생태환경농업시스템 추진정책 및 지원제도 등
아일랜드	온실가스와 축산업(GGAA2013), 더블린	축산업과 기후변화에 관한 국제 학회 가축분뇨 바이오에너지 기술 및 renewable energy center를 중심으로 한 지역단위 에너지 자립모델 사례 조사

지역단위 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델은 지역 특성을 고려한 바이오매스 순환단지 선정에 위하여 바이오매스 순환단지 사업 추진 모델로 비교우위 모델을 제시하고, 사업화 모델로서 지역형, 광역형, 부가가치형을 제시하였다. 이를 바탕으로 전국 바이오매스 발생 특성을 분석하여 시범사업 지역을 선정하였으며, 시범사업지역에 대한 세부 지역 현황 조사와 국외 사례 분석을 접목하여 바이오매스 순환단지 사업화 모델과 모델 내용을 도출하였다. 또한 바이오매스 순환단지 시범사업은 앞에서 도출한 비교우위 모델을 바탕으로 완주, 예산, 안성, 정읍, 평창, 산청을 시범사업지역으로 선정하고 시범사업지역의 바이오매스 순환체계, 사업화 모델, 경제성 평가, 환경성(LCA 기법) 평가를 통해 시범사업지역별 가행성평가 보고서를 작성하였다.

바이오매스 순환단지 관련 법규 및 활성화 방안은 국내 관련 법규 및 제도를 조사 검토하

였으며, 정책 거버넌스 확보를 위한 방안으로 사회적기업, 지역화폐제도의 도입방안을 검토하였고, 활성화 방안으로 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업과의 연계 방안을 검토하였다.

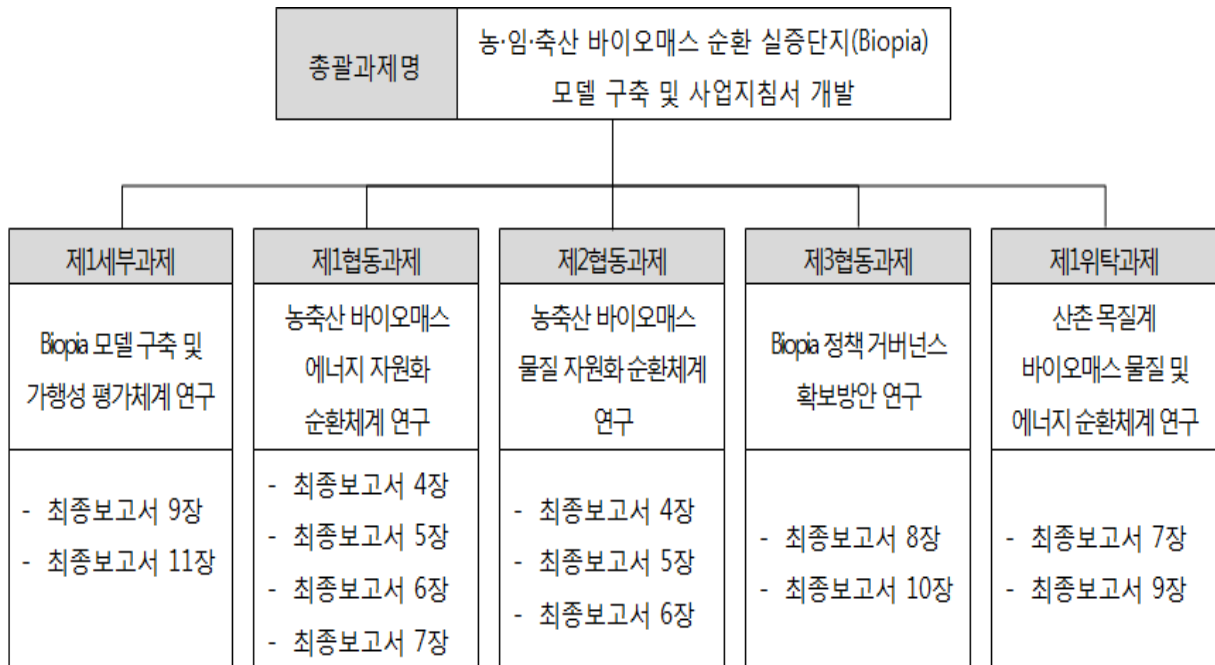
마지막으로 바이오매스 순환단지 사업지침서 및 정책 추진 방안 마련을 위해 전체 연구결과를 종합하여 바이오매스 순환단지 사업 지침서, 바이오매스 순환단지 추진 매뉴얼, 농업농촌 온실가스 감축사업 지침서를 작성하여 보고서에 제시하였다.



<그림 3.4> 연구 방법

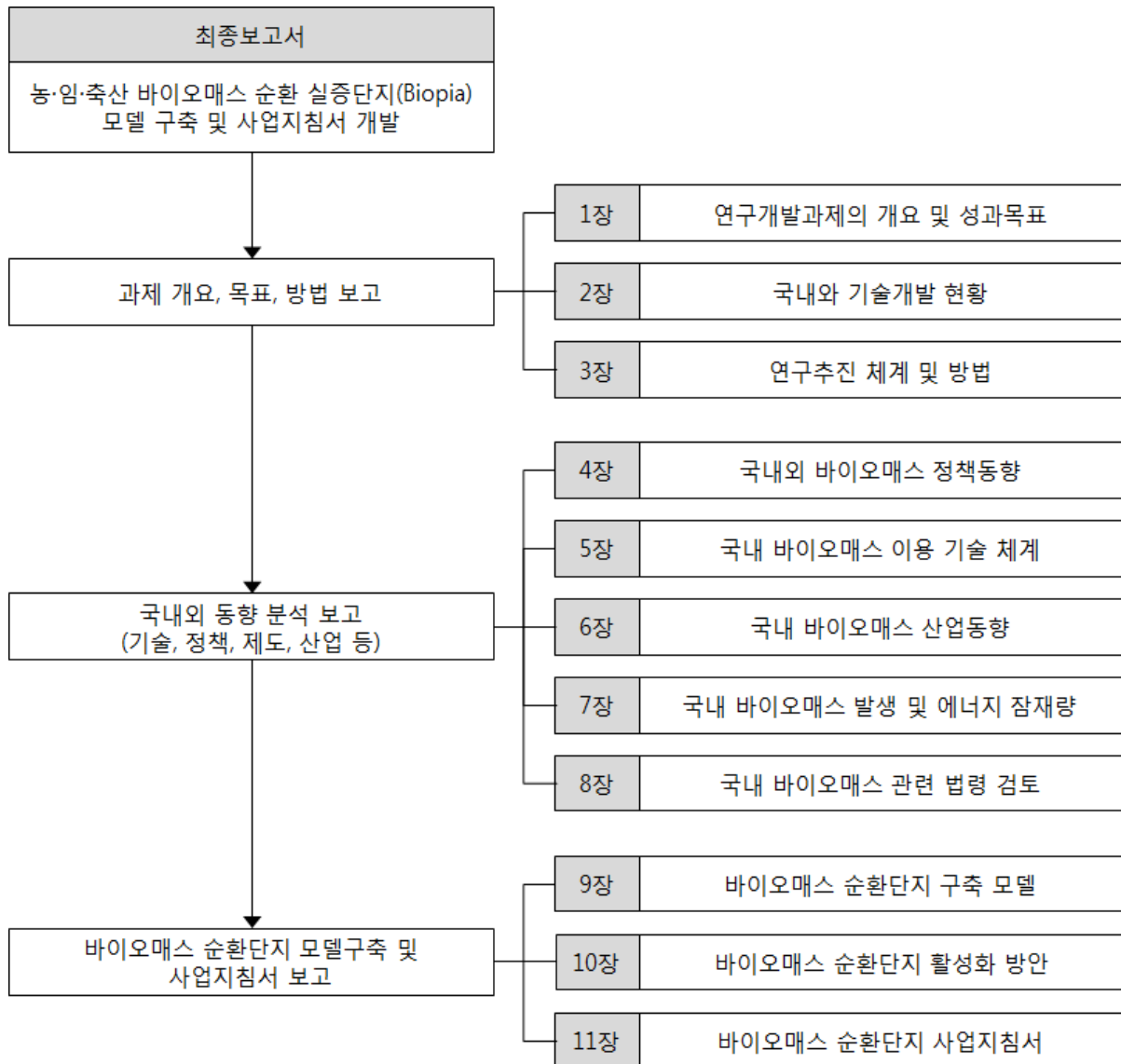
### 제3절 보고서의 구성 및 체계

본 연구의 최종보고서는 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」을 제목으로 전체 14장의 체계로 구성하였다. 제1세부과제 「Biopia 모델 구축 및 가행성 평가체계 연구」의 연구내용은 본 연구의 주요 내용인 9장과 11장에 정리하였으며, 제1협동과제와 제2협동과제는 농축산 바이오매스의 에너지자원화와 물질자원화 순환체계를 연구하여 연구결과를 보고서 4, 5, 6, 7장에 정리하였으며, 인문사회적 측면의 활성화 정책방안을 연구한 제3협동과제의 연구결과는 보고서 8, 10장에 연구결과를 정리하였다. 제1위탁과제의 연구결과는 목질계 바이오매스의 이용 및 순환체계를 연구하여 보고서 7장과 9장에 연구결과를 정리하였다.



<그림 3.5> 보고서 구성

전체 보고서의 체계는 1~3장에 연구과제의 개요, 목표, 내용 방법 등을 정리하여 나타냈으며, 4~8장에서는 국외 선진지 조사와 문헌조사를 통해 정리한 바이오매스 관련 국내외 기술, 정책, 제도, 사업 현황을 나타내었다. 4~8장의 연구결과를 바탕으로 9장에서는 바이오매스 순환단지 구축 모델을 제시하고 시범사업지역으로 선정한 6개 지역(완주, 예산, 안성, 정읍, 평창, 산청)의 바이오매스 순환단지 추진 모델을 정리하였으며, 10장 바이오매스 순환단지 활성화 방안에서는 지역화폐 및 사회적기업을 통한 인문사회적 연계 방안을 검토하였으며, 11장에서는 정책사업 추진시 요구되는 사업지침서, 추진매뉴얼 등을 정리하였다. 마지막으로 12~13장은 연구 성과 및 활용계획 등을 수록하고 있다.



<그림 3.6> 보고서 체계

## 제4장 국내외 바이오매스 정책 동향

### 제1절 국내

#### 1. 국가 에너지 소비 및 온실가스 배출 현황

##### 가. 에너지

지구온난화방지를 위해 세계 각국은 신기후체제(post-202) 마련을 위한 협상을 본격화 하고 있으며, 세계경제에서 한국의 경제적 위상과 다자 경제협력에서의 입지증대에 따라 우리나라에 대한 기후변화협상에서의 책임 있는 역할을 요구하고 온실가스 감축요구 또한 강화될 전망이다.

우리나라는 기후온난화방지에 주도적인 역할을 하기 위해 저탄소 녹색성장을 국가 비전으로 삼고 실행을 위해 2010년 저탄소녹색성장기본법을 제정하고 녹색성장 국가전략(2009)<sup>19)</sup> 수립을 통해 선제적인 온실가스 감축목표 설정 및 감축체계가 마련되었다. 이에 따라 우리나라는 개도국 최고수준인 2020년까지 BAU대비 30%를 국가 온실가스 감축목표로 설정하고 국가 온실가스 감축을 위한 제도를 도입·시행하였다.

그러나 소비에너지의 대부분을 온실가스 주배출원인 화석연료에서 생산하고 있으며, 에너지원에 대한 매우 높은 수입의존도를 보이고 있다.

국내 에너지 소비현황을 세부적으로 살펴보면<sup>20)</sup> 1990년부터 2012년까지 1차에너지 소비량은 연평균 4.97% 증가하고 있으며, 2012년에는 278.7백만 TOE의 소비량을 기록하고 있다. 국가 에너지소비량 및 1인당에너지 소비량 모두 1990년대에는 급격한 증가율을 보이고 있지만, 1997년 동아시아 금융위기로 인해 1998년에는 소비증가율이 전년대비 8.86%~9.47% 감소했지만 이후 꾸준한 증가율을 보이고 있다.

에너지원단위(TOE/천달러)는 1990년대 초 석유화학, 철강 등 에너지 다소비 업종의 설비확장과 가동률 증가 때문에 악화되었지만, 1998년 외환위기 이후 산업구조 변화와 에너지 효율향상 등의 이유로 개선되어<sup>21)</sup> 1997~1998년 0.30에서 2012년에는 0.26까지 감소했다.

전체소비에너지 가운데 1990년 87.9%를 수입에 의존하였으며, 이후 수입의존도는 지속적으로 증가하여 2012년 96.0%의 에너지를 수입에 의존하고 있다(표 4.1).

19) 녹색성장국가전략, 녹색성장위원회, 2009.7

20) 국가동계포탈, 주요에너지 지표, 2014.12.

21) 기후변화에 따른 제3차 대한민국의국가보고서, 대한민국정부, 2011.12

(표 4.1) 에너지 관련지수변화

에너지 관련 지수변화	1990	1995	2000	2005	2010	2012	연평균증가율 (1990~2012)
1차에너지 소비량 (백만 TOE)	93.2	150.4	192.9	228.6	243.3	278.7	4.97%
최종에너지 소비량 (백만 TOE)	75.1	122.0	149.9	170.9	182.1	208.1	4.56%
1인당 에너지 소비량 (TOE)	2.17	3.34	4.10	4.75	4.99	5.57	4.31%
에너지/GDP (TOE/천달러)	0.26	0.29	0.28	0.27	0.25	0.26	-0.04%
수입의존도(%)	87.90	96.80	97.20	96.60	96.40	96.00	0.46%

에너지원별 소비형태를 보면, 2012년 현재 에너지원가운데 석유가 차지하는 비중은 38%로 가장 높은 것으로 나타났으며, 그 다음으로 석탄(29%), LNG(18%), 원자력(11%) 등의 순으로 나타났다(표 4.2). 에너지원별 소비 특징은 LNG소비가 1990년 3.2%에서 2012년 18%로 증가했다는 것과 석유소비가 1990년 53.8%에서 2012년 38.1%로 감소한 것이다. 이는 고유가와 환경규제 등으로 총에너지에 대한 석유의존도가 하락하는 동시에 LNG등 청정에너지 사용 확대 정책이 추진되었기 때문인 것으로 보인다. 또한 1990년 0.9%였던 신재생에너지 비율이 1999년까지는 거의 변화가 없었지만 2000년 이후부터 지속적으로 증가하여 2012년 2.9%까지 증가하였다.

(표 4.2) 1차에너지원별 소비량

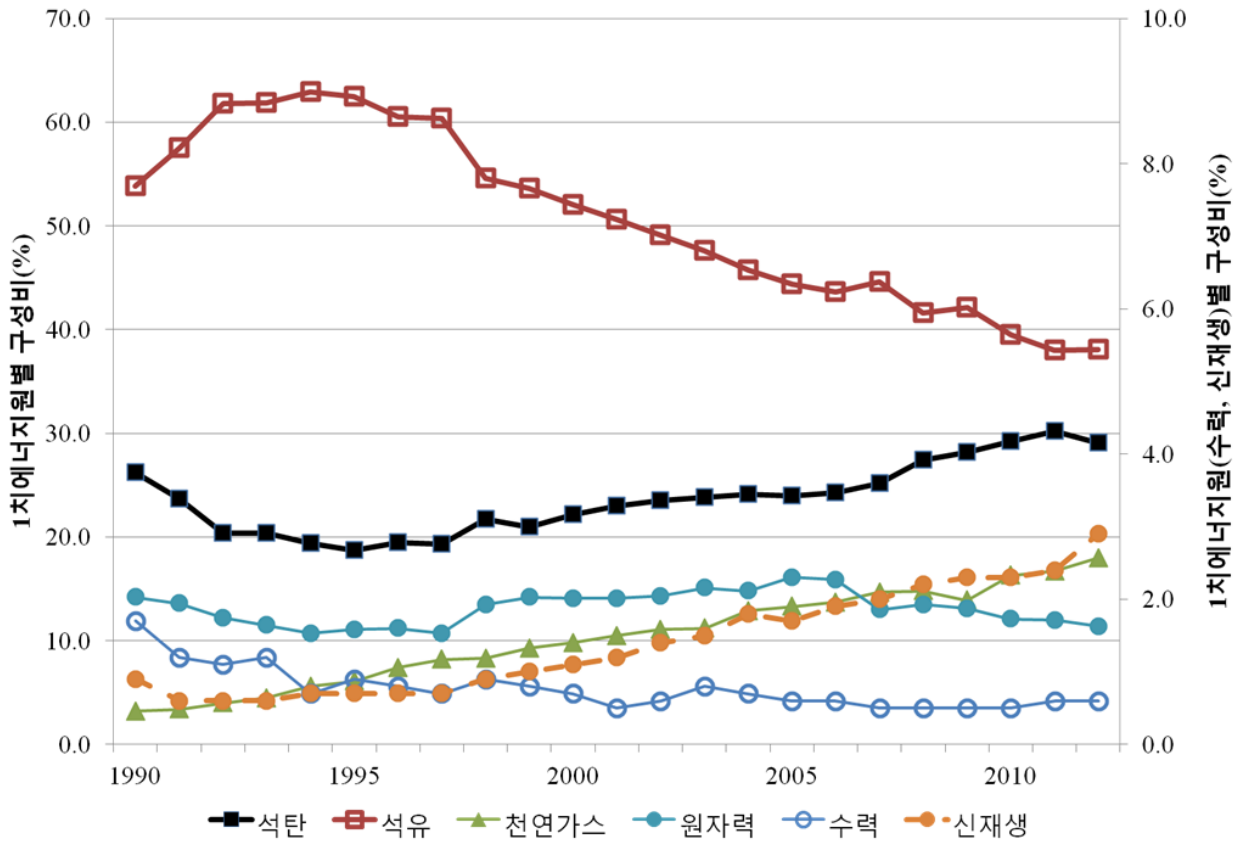
(단위: 천TOE, 괄호안: %)

	석탄	석유	LNG	수력	원자력	기타*	합계
1990	24,385 (26%)	50,175 (54%)	3,023 (3%)	1,590 (2%)	13,222 (14%)	797 (1%)	93,192 (100%)
1995	28,091 (19%)	93,955 (62%)	9,213 (6%)	1,369 (1%)	16,757 (11%)	1,051 (1%)	150,436 (100%)
2000	42,911 (22%)	100,279 (52%)	18,924 (10%)	1,402 (1%)	27,241 (14%)	2,130 (1%)	192,887 (100%)
2005	54,788 (24%)	101,526 (44%)	30,355 (13%)	1,297 (1%)	36,695 (16%)	3,961 (2%)	228,622 (100%)
2010	77,092 (29%)	104,301 (40%)	43,008 (16%)	1,391 (1%)	31,948 (12%)	6,064 (2%)	263,804 (100%)
2012	80,978 (29%)	106,165 (38%)	50,185 (18%)	1,615 (1%)	31,719 (11%)	8,036 (3%)	278,698 (100%)

주) 1997년 이후 자료는 석유류의 새로운 분류체계에 의거 작성된 자료이며, 원료용 납사 포함

\* 1992년 이후 신·재생에너지 포함





<그림 4.1> 1차 에너지원별 소비량 구성비

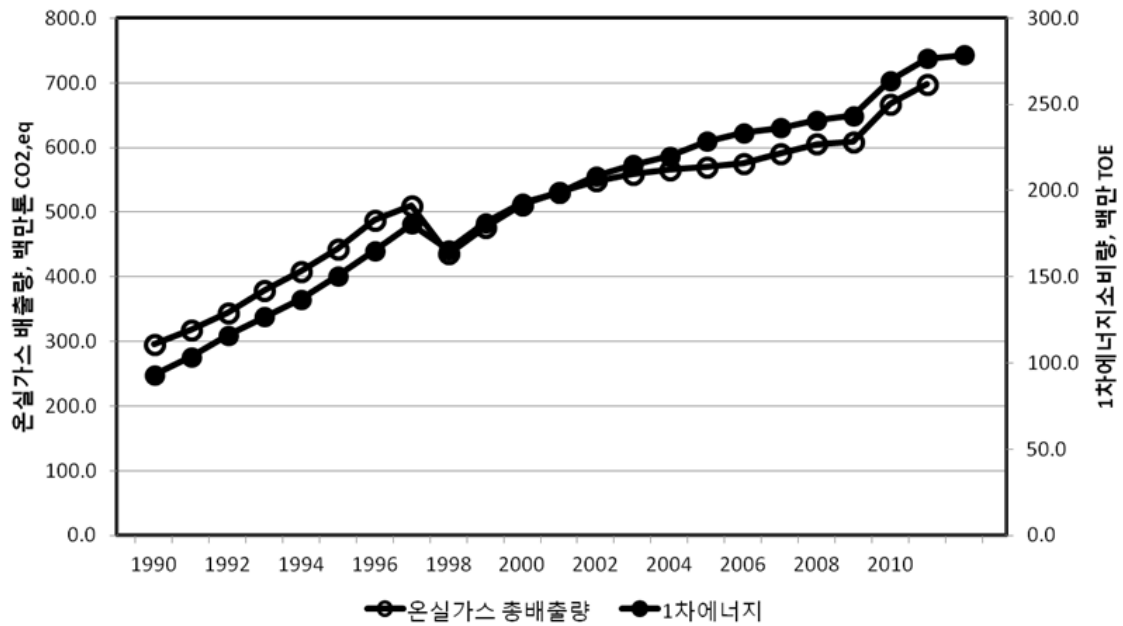
### 나. 온실가스배출

‘09년 수립된 1차 녹색성장 5개년 계획<sup>22)</sup>에 따라 우리나라는 국가온실가스 배출량을 저감하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있으며, 온실가스 감축의 유력한 수단이 되는 신재생에너지 중 특히 바이오 및 폐자원 바이오매스의 보급 확대를 위해 ‘폐자원 및 바이오매스 에너지대책’을 수립하여 시행하고 있다. 그러나 2011년 온실가스 총배출량은 697.7 백만톤CO<sub>2,eq</sub><sup>23)</sup>로 CO<sub>2</sub> 기준으로 세계 7위 온실가스 배출국(’05년 세계 6위)이며, 과거 20년간 (1990~2011) 배출량 증가율은 여전히 OECD 국가 중 1위를 차지하고 있다. 또한 ‘90년 295.7 백만톤CO<sub>2,eq</sub> 대비 136%, ‘00년 511.3 백만톤CO<sub>2,eq</sub> 대비 36.5%가 증가한 양이다(그림 4.2).

1차에너지 소비량과 온실가스 배출량 추이는 1990년대 및 2000년대 초반에는 거의 유사한 패턴을 보이고 있지만 2000년대 중반에는 1차에너지 소비량 증가대비 온실가스 배출량 증가율이 둔화되고 있음을 알 수 있는데 이는 정부의 신재생에너지 확대보급 정책 등을 통한 에너지원의 다원화, 에너지 효율향상, 온실가스 저감기술 보급 등에 따른 효과라고 판단된다.

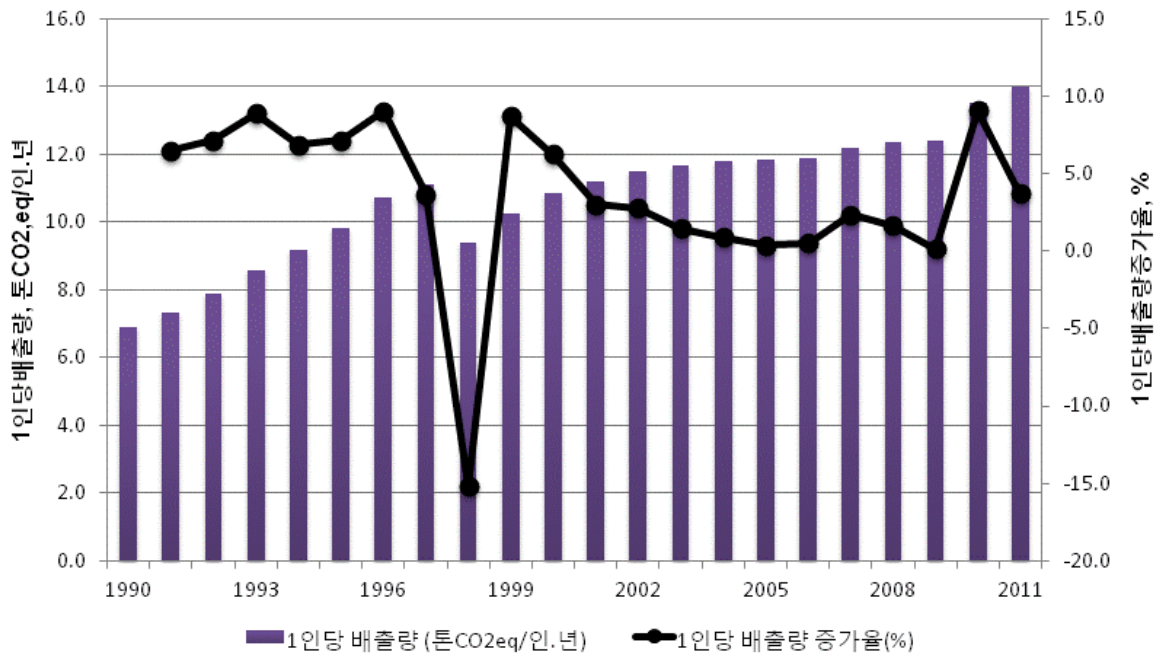
22) 녹색성장 5개년계획(2009~2013), 녹색성장위원회, 2009.7

23) 국가온실가스 배출통계 추이, 국가통계포털, 2014.12.



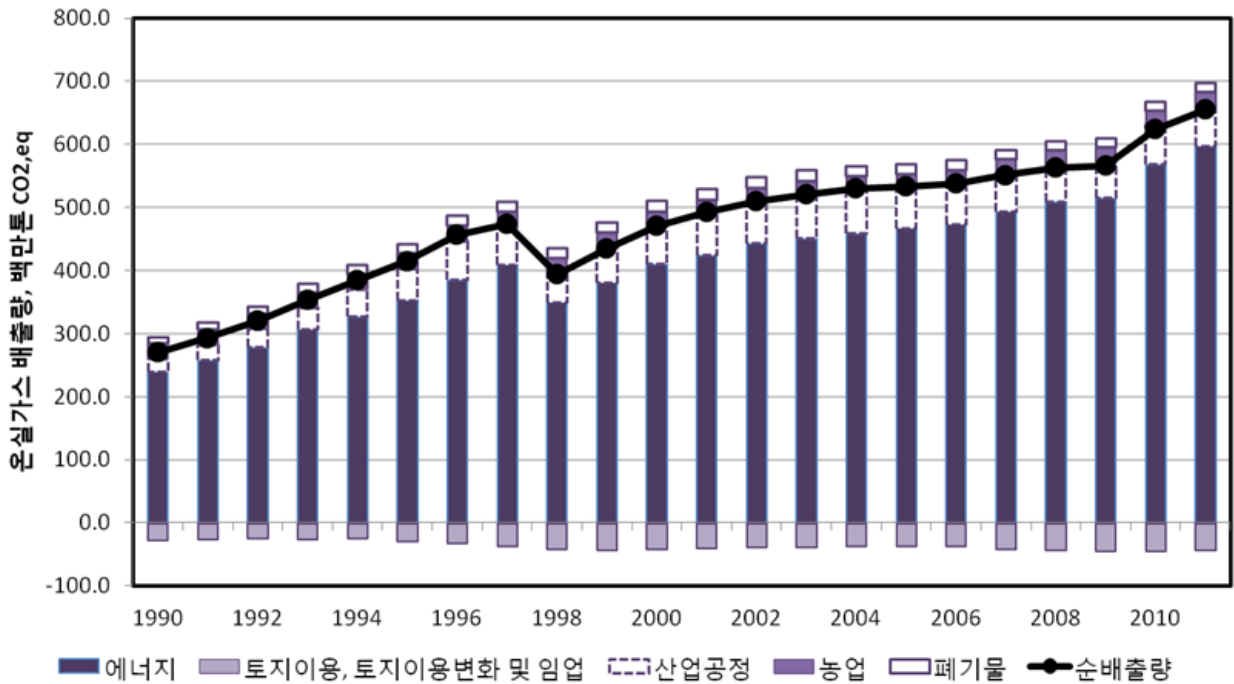
<그림 4.2> 국가 1차 에너지 소비량과 온실가스 배출량 추이

2011년 1인당 온실가스 배출량은 14.0톤CO<sub>2,eq</sub>로 1990년에 비해 103.2%, 2010년 대비 3.71%가 증가하였다. 1990년대의 급격한 증가율은 2000년대에 접어들어 증가폭이 둔화되고 있지만 2010년 및 2011년에는 다시 증가폭이 커지고 있음을 알 수 있다.

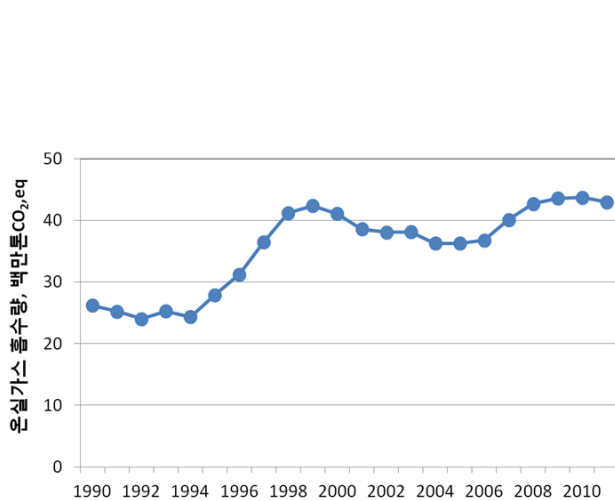


<그림 4.3> 1인당 온실가스 배출 추이 및 배출량 증가율

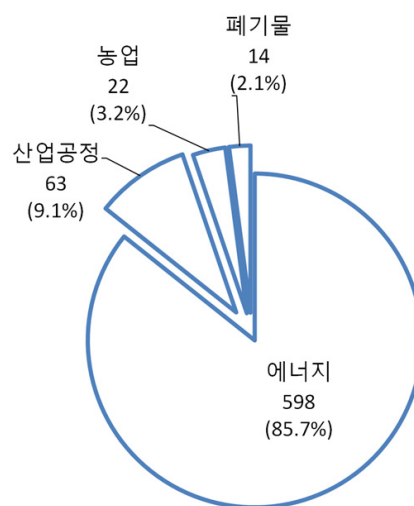
2011년도 온실가스 총배출량을 부문별로 살펴보면 2011년 기준으로 에너지부문 온실가스 배출량은 국가전체 배출량의 85.7%를 차지하고 있고, 산업공정 9.1%, 농업 3.2%, 폐기물 2.1% 순으로 배출되고 있다. 토지이용, 토지이용변화 및 임업을 통한 온실가스 흡수량(LULUCF)은 1995년 이후 꾸준히 증가하다가 2000년부터 2006년까지 완만한 감소 다시 완만한 감소 증가를 지속하고 있다.



<그림 4.4> 산업분야별 국가온실가스 배출 추이(환경부, 온실가스배출통계, 국가통계포털)



<그림 4.5> 토지이용, 토지변화 및 임업에 의한 온실가스 흡수추이



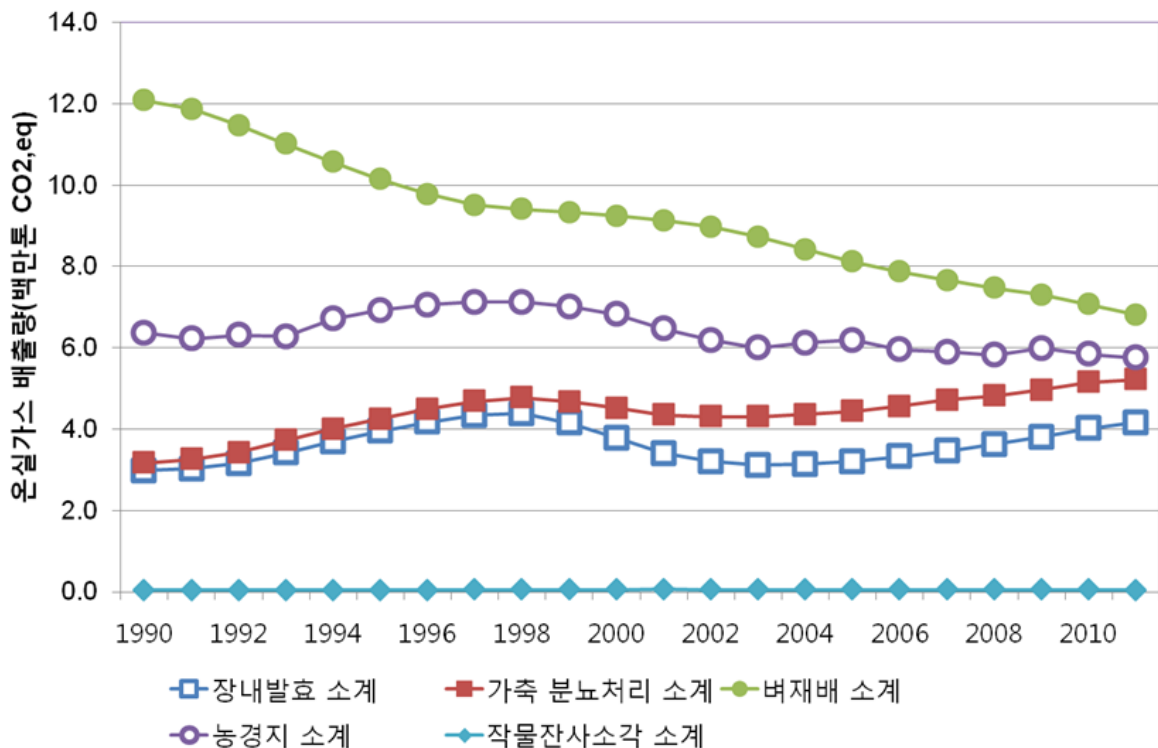
<그림 4.6> 2011년 부문별 온실가스 배출량(LULUCF제외)

2011년 농업부문의 배출량은 22.0 백만톤CO<sub>2,eq</sub>으로 국가 전체 배출량의 3.2%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 1990년 대비 10.8% 감소, 전년 대비 0.68% 감소한 수치이다. 부문별 배출비중을 살펴보면 벼 재배 31.0%, 농경지 26.2%, 분뇨 처리 과정 23.7%, 장내 발효 18.9%, 등인 것으로 나타났다(표 4.3). 경종 부문은 논 면적과 비료 사용량의 감소로 해마다 배출량이 감소하고 있다. 축산 부문 배출량은 2000년대 초반 감소하다가 최근 육류 소비 증가에 따라 다시 증가하고 있는 것으로 나타났다.

(표 4.3) 농업부문 온실가스 배출량

(단위: 백만톤 CO<sub>2,eq</sub>)

분류	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	1990년대비 2011년증가율
소계	24.6	25.3	24.4	22.0	21.8	21.8	21.8	22.1	22.1	22.0	-10.8%
장내발효	3.0	3.9	3.8	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	4.0	4.2	39.4%
가축 분뇨처리	3.2	4.3	4.5	4.4	4.6	4.7	4.8	5.0	5.2	5.2	64.7%
벼재배	12.1	10.1	9.2	8.1	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.8	-43.6%
농경지	6.4	6.9	6.8	6.2	6.0	5.9	5.8	6.0	5.8	5.8	-9.6%
작물잔사소각	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	2.0%



<그림 4.7> 농업부문 온실가스 배출량 추이(1990년-2011년)

## 2. 농림산업

### 가. 농업

농경지 면적은 지난 10년간 연평균 22천 ha씩 꾸준히 줄어들었다. 이는 도시화에 따라 건물 건축이나 공공시설 등 다른 용도로 전환된 농경지면적이 크게 증가하고 유휴지 발생이 늘었기 때문이라고 할 수 있다. 2013년을 기준으로 우리나라 경지 면적은 1,711천 ha 인 것으로 조사되었다. 이 가운데 논은 56.3%인 964천 ha이며 나머지 43.7%인 748천 ha가 밭인 것으로 나타났다(표 4.4). 또 경지 이용률은 최근 5년 동안 큰 변화 없이 약 110%를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

정부는 1980년대부터 농어촌 생활환경과 농업관련 제도를 개선하고 있는데, 특히 농산물 유통구조를 효율화하기 위해 노력을 기울이고 있다. 농어촌 생활환경 개선의 일환으로 농어촌 학교 교육 및 복지시설을 확충하고 있으며 농어촌 마을 정비 및 주택 현대화도 함께 추진하고 있다.

(표 4.4) 농경지 이용현황

(단위: 천 ha, 괄호안: %)

	계	논	밭
1990	2109 (100)	1345 (63.8)	764 (36.2)
1995	1985 (100)	1206 (60.7)	779 (39.3)
2000	1889 (100)	1149 (60.8)	740 (39.2)
2005	1824 (100)	1105 (60.6)	719 (39.4)
2010	1715 (100)	984 (57.4)	731 (42.6)
2013	1711 (100)	964 (56.3)	748 (43.7)

자료: 통계청

한국의 비료 사용량은 친환경 농업육성법 제정과 각종 정책 추진, 농경지 면적 축소 등의 이유로 점차 줄어들고 있다. 특히 친환경농업의 적극적인 육성에 따라 2001년부터 5년마다 ‘친환경농업육성 5개년 계획’을 수립해 추진하고 있다(표 4.5).

이에 힘입어 비료사용량이 1990년 이후 큰 폭의 감소를 보이고 있는데, 특히 인산질소비료의 경우 1990년 대비 65.2%, 칼리의 경우 61.5%의 사용량이 감소하였다.

(표 4.5) 비료사용량

(단위: 천 톤, 괄호안: %)

	계	질소	인산	칼리
1990	1104 (100)	562 (50.9)	256 (23.2)	286 (25.9)
1995	954 (100)	472 (49.5)	223 (23.4)	259 (27.1)
2000	801 (100)	423 (52.8)	171 (21.3)	207 (25.8)
2005	722 (100)	354 (49.0)	162 (22.4)	206 (28.5)
2010	423 (100)	235 (55.6)	86 (20.3)	102 (24.1)
2013	459 (100)	259 (56.4)	89 (19.4)	110 (24.0)

자료: 농림축산식품주요통계 (2014)

가축 사육 수는 1990년 81,117천 두에서, 2014년 164,850천 두로 증가했다(표 4.6). 반추동물 가축수는 1998년에 최고점에 달한 이후 2004년까지 지속적으로 감소하였지만 이후 가축수가 증가추세로 돌아섰다. 이와 같은 증가 추세는 육류 소비 증가에 따른 것이라고 할 수 있으며 이는 상당 기간 지속되어 왔는데, 반추동물 사육증가에 따라 장내발효에 의한 온실가스 발생량 또한 지속적으로 증가추세를 보이고 있다.

(표 4.6) 가축 사육수

(단위: 천 두)

구분		1990	1995	2000	2005	2010	2014
반추동물	한육우	1,622	2,594	1,590	1,819	2,922	2,820
	젖소	504	553	544	479	430	429
기타	닭	74,463	85,800	102,547	109,628	149,200	151,635
	돼지	4,528	6,461	8,214	8,962	9,881	9,966
합계		81,117	95,408	112,895	120,888	162,433	164,850

자료: 통계청

### 나. 임업

한국의 산림대는 온대림 및 난대림 지대에 속한다. 한국 산림대의 대부분을 차지하는 온대림 지대는 북위 35~45° 에 걸쳐 있으며 연평균 기온은 6~14°C이다. 이 지대의 낙엽활엽수는 참나무류, 물푸레나무류가 주종을 이루고 있으며 상록침엽수는 소나무, 잣나무, 곰솔 등이 주종을 이루고 있다. 연평균 기온이 14°C 이상인 북위 35° 이남의 지역을 난대림 지대라 하는데 한국의 경우 남해안 일부 지역과 도서 지방, 제주도 등이 포함된다. 이 지역에는 잎이 넓은 상록 활엽수가 많이 자라며 가시나무류, 구실잣밤나무, 모새나무, 동백나무, 아왜나무, 녹나무 등이 대표적인 수종이라고 할 수 있다.

한국의 산림 면적은 2010년 기준 6,369천 ha이다. 이는 전체 국토 면적의 약 64.5%에 해당되는 수치이다. 이 가운데 사유림은 4,338천 ha로 전체산림 면적의 68.1%를 차지한다(표 4.7).

임상별 산림 면적 비율은 2010년 기준 침엽수림 42.0%, 활엽수림 27.9%, 혼합림 30.0% 등으로 나타났다. 침엽수림 면적은 점차 축소되고 있으며 이와 반대로 활엽수림 비율은 꾸준히 증가하고 있다. 주요 수종별 산림 면적은 소나무 1,468천 ha, 낙엽송 461천 ha, 리기다소나무 406천 ha, 잣나무 229천 ha, 밤나무 77천 ha, 활엽수 인공림 36천 ha 등으로 구성되어 있다. 한국의 산림 면적은 신규조성 등으로 연평균 약 2천 ha 정도 늘어나고 있다. 하지만 대지, 도로, 공장부지 등의 용도로 연평균 약 7천 ha가 전용되어 매년 약 5천 ha의 산림 면적이 순감소하고 있는 것으로 나타났다.

산림의 임목 축적량은 2010년 기준 800백만m<sup>3</sup>로 ha당 평균 117.7m<sup>3</sup>이며 매년 3~4%의 증가가 이루어지고 있다. 한국의 산림은 30년생 이하 임목이 59%이기 때문에 한창 성장이 이루어지고 있는 청년기라 할 수 있다.

(표 4.7) 임상별 임목지 면적

(단위: 천 ha, 괄호안: %)

	합계	침엽수림	활엽수림	혼합림	죽림
1970	5,700 (100)	3,268 (57.3)	1,207 (21.2)	1,219 (21.4)	6 (0.1)
1980	6,301 (100)	3,249 (51.6)	1,148 (18.2)	1,899 (30.1)	5 (0.1)
1990	6,286 (100)	3,079 (49.0)	1,389 (22.1)	1,810 (28.8)	8 (0.1)
2000	6,268 (100)	2,711 (43.2)	1,666 (26.6)	1,885 (30.1)	6 (0.1)
2005	6,240 (100)	2,699 (43.3)	1,659 (26.6)	1,875 (30.0)	7 (0.1)
2010	6,172 (100)	2,581 (42.0)	1,719 (27.9)	1,865 (30.0)	7 (0.1)

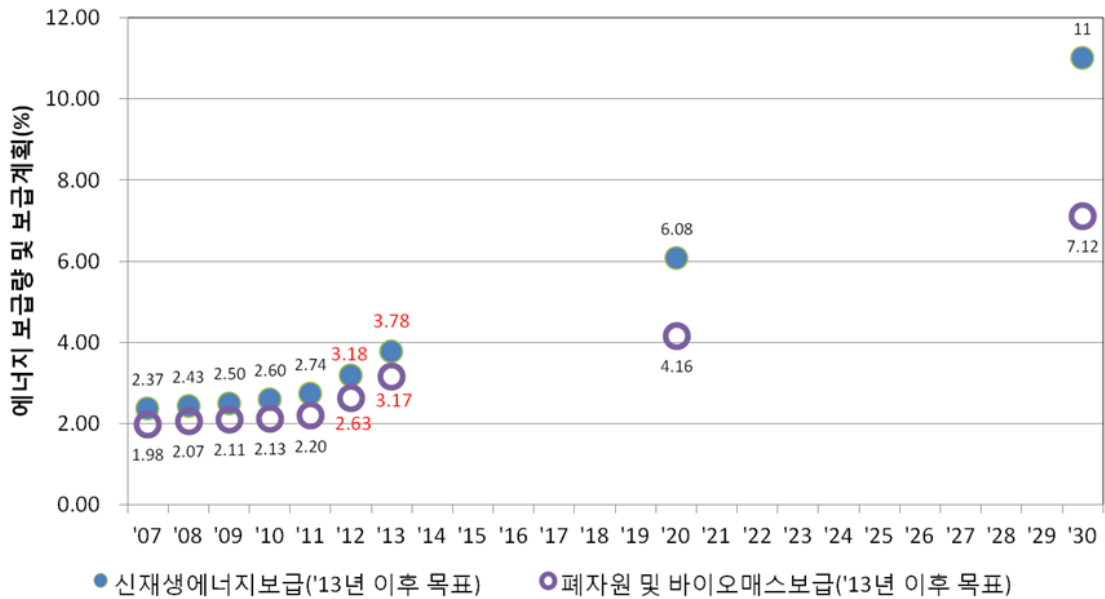
자료: 산림청

### 3. 바이오매스 에너지화 관련 정책

정부는 기후변화협약 당사국으로서 전 지구적 문제인 기후변화 문제 해결을 위해 국제적 공동 노력에 적극 참여하고 있으며, 다양한 정책을 발표 및 추진하고 있다. 2009년 발표된 녹색성장국가전략(2009.7)에 따르면 국내 온실가스 배출량은 지속적으로 감소하여, '20년에는 BAU 대비 각각 7.5%, 14.9%가 감소할 전망이다. 또한 신재생에너지 보급 확대를 통해 2012년 현재 3.18%인 국가에너지 보급량 내 신재생에너지비율을 '20년에는 6.08%, '30년에는 11%로 목표로 하고 있다. 그러나 신재생에너지 보급률은 완만한 증가율을 보이고 있으며, '12년 3.18% 대비 '13년 3.78%를 달성하기 위해서는 보급률 증가를 위한 많은 노력이 필요할 것으로 판단된다.

2008년에 발표된 폐자원 및 바이오매스 에너지대책(2008.10.15.)에 따라 비용으로 신재생에너지 공급의 조기 성과창출이 가능하고 온실가스 감축의무 이행의 유력한 수단이 되는 폐자원 및 바이오매스를 최대한 활용하여 신재생에너지보급목표율을 달성할 계획을 수립하였다. 폐자

원 및 바이오매스는 일상생활 및 농수산, 산림, 해양 등의 산업활동에서 불가피하게 발생되며, 처리과정 또는 미이용 방치과정에서 CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 등과 같은 온실가스를 배출시킨다. 그러나 폐자원 및 바이오매스는 신재생에너지원으로서의 높은 잠재적 가능성을 가지고 있으며, 정부는 ‘폐자원 및 바이오매스 에너지화’ 를 통해 ‘20년 목표율 6.08%중 4.16%, ‘30년 목표율 11%중 7.12%를 담당할 계획을 수립하였다.



<그림 4.8> 국가 신재생에너지 보급현황(~' 12년) 및 목표(' 13년~' 30년)

온실가스 감축목표 달성을 위해 정부에서 추진하고 있는 ‘폐자원 및 바이오매스에너지’ 관련 정책은 폐자원 및 바이오매스 발생 및 이활용 특성에 맞춰 다양한 정부부처에서 수행하고 있다.

### 가. 국내정책 개요

기후변화문제에 대응하고 신재생에너지의 확대보급을 위해 정부는 다양한 정책을 수립하고 시행중에 있다.

- 국가 신재생에너지 기본계획수립(지식경제부, ' 08)
  - 녹색성장과 기후변화대응을 위한 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책수립(' 08.10.15)
  - 녹색성장국가전략(녹색성장위원회, ' 09.7.13)
  - 녹색성장 5개년 계획(녹색성장위원회, ' 09.7.13)
  - 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획수립(정부합동, ' 09.7.)
  - 가축분뇨 바이오에너지화 실행계획(농식품부, ' 09.9.17)
  - 기획재정부 기후변화·에너지 정책방향수립(' 12.10.18), 중장기 전략보고서(' 12.12.27)
  - 제2차 에너지 기본계획수립(산업통상자원부, ' 14.01)
- 온실가스 가스 감축을 위한 부분별 정책을 (표 4.8)24)에 정리하였다.



(표 4.8) 온실가스 감축을 위한 부문별 정책 및 조치

부문		추진전략	세부 정책 및 조치
전 부문		화석연료 기인 온실가스 배출 감축	온실가스 에너지 목표관리제
발전 및 산업 부문	수요	산업 부문 에너지 수요 관리 강화	자발적 협약
			에너지진단 의무화제도
			에너지사용계획 협의제도
			산업 부문 에너지 수요 관리 강화
			에너지 절약 전문기업 사업 확대
			공공기관 에너지소비 총량제
	공급	신재생에너지 및 청정에너지공급 비중 확대	신재생에너지 보급 확대 및 산업 육성
			집단에너지 공급 확대
			천연가스의 안정적 공급
			원자력 적정 비중 유지
	효율	고효율 기자재 보급 확대	바이오디젤 보급 확대
			에너지소비효율등급 표시제도의 강화
	감축기반	온실가스 조기감축 촉진	대기전력경고표시제 세계 최초 시행
고효율에너지기자재 인증대상 품목 확대			
농축산 부문	영농축산방식 개선	자발적 온실가스 배출 감축 실적 등록사업	
		산업계 기후변화 대책 기구 구성 및 운영	
		논의 CH <sub>4</sub> 배출량 감축	
		논과 밭의 N <sub>2</sub> O 배출량 감축	
임업 부문	온실가스 흡수원의 보전 및 확대	반추가축의 장내발효 개선	
		가축분뇨 자원화 촉진	
		탄소 흡수 저장 능력의 유지 및 증진	
	산림 탄소상쇄 사업 추진	온실가스 흡수원의 보전 및 확대	
		산림 탄소 흡수원의 확대	
목질바이오에너지 이용 확대 목질	산림 탄소 상쇄 제도 도입		
		목질바이오에너지 이용 확대 목질	

## 나. 폐자원 및 바이오매스 이·활용을 위한 행정추진체계 정립

### (1) 관계부처별 기능

바이오매스는 발생 및 이용특성에 따라 관련부처가 다양하고, 에너지원별 관리기능은 부처별로 분산되어 있으나, 지자체의 에너지화 시설 설치·운영은 단지화하여 종합적으로 추진되기 때문에 부처별 통합·조정 불가피 함에 따라 정부는 「관계부처 협의체」 구성·운영을 통해 폐자원 및 바이오매스 에너지화 정책, 단위사업에 대한 계획 수립 및 조정 추진하였다. (표 4.9)에 는 관계부처별 기능에 대해 정리하였다.

24) 기후변화에 따른 제3차 대한민국국가보고서(대한민국정부, 2011.12) <표3-1> 재정리

(표 4.9) 관계부처별 기능

부처별	분야	관련 기능
환경부	폐자원분야	- 가연성폐기물 고품연료화 - 음식물, 가축분뇨 에너지화 - 하수슬러지 고품연료화/- 수변구역 바이오매스 경작
농림수산 식품부	농업부산물·해조류 분야	- 유휴 농경지 바이오매스 경작 - 가축분뇨 에너지화 /- 농업부산물 에너지화 - 해중립 조성을 통한 해조류 에너지화
산림청	산림분야	- 산림부산물 에너지화 및 시설지원 - 바이오순환림 조성 /- 산림탄소마을 조성
국토해양부	해양생물(미세조류 등) 분야	- 해양생물 에너지화 - 생산적지개발 및 조성
행정안전부	지자체 지원 및 협의	- 지자체별 사업지원·지도·감독
지식경제부	에너지 정책 총괄	- 태양광, 풍력, 바이오연료 지원/- 발전차액 지원

\* 관계부처 협의체 협의과정에서의 이견사항에 대하여는 청와대에서 총괄 조정

(2) 법적·정책적 관련사항 개선

폐자원 및 바이오매스는 발생원이 다양하고 이용방법 또는 관련부처에 따라 상이함에 따라 발생원 주관부처를 소관부처로 지정하고, 관련법령을 정비하였다. 폐자원 및 바이오매스 에너지 관련법령 및 소관부처별 법령 정비내용은 (표 4.10) 및 (표 4.11)에 정리하였다.

(표 4.10) 관련법령

구 분	관련 법령	소관부처
에너지 정의 및 이용	- 에너지기본법, 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법, 집단에너지사업법, 석유 및 석유대체연료법, 전원개발촉진법, 전기사업법, 발전소주변지역 지원에 관한 법률	지식경제부 국토해양부
폐자원 에너지화	- 폐기물관리법, 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률, 폐기물처리시설 건설 촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률, 환경영향평가법, 대기환경보전법, 수도권 대기환경개선에 관한 특별법, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 하수도법, 가축분뇨의 자원화 및 이용촉진에 관한 법률	농림수산식품부 환경부
농업계 바이오매스 에너지화	- 농지법, 친환경농업육성법, 비료관리법, 축산법, 가축분뇨의 자원화 및 이용촉진에 관한 법률	농림축산식품부
산림계 바이오매스 에너지화	- 산림기본법, 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률, 산지관리법, 임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률	산림청

(표 4.11) 소관부처별 법령 정비내용

관련 법령	개선과제	소관부처
석유 및 석유연료대체법	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동차의 석유대체연료에 바이오가스를 포함</li> <li>- 바이오가스의 품질기준 및 품질검사방법 설정</li> </ul>	지식경제부
도시가스사업법	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유기성폐자원을 이용한 바이오가스를 도시가스 로 공급할 수 있도록 허용</li> <li>- 현재는 도시가스 공급권이 사실상 독점체제 로서, 바이오가스의 도시가스 공급이 차단</li> </ul>	지식경제부
가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 병합 바이오가스화 시설은 시설설치 및 영업허가에 관한 행정절차를 폐기물관리법에 따르도록 일원화</li> <li>- 현재는 가축분뇨, 폐기물과 같은 처리대상물 질별로 관계법령이 정하는 행정절차를 각각 이행</li> </ul>	농림축산식품부 환경부
수도권 대기환경개선에 관한 특별법	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ CNG 및 LPG만 저공해자동차로 분류하고 있으므로 저공해 자동차 연료에 바이오가스 추가 필요</li> </ul>	환경부
임업 및 산촌 진흥 촉진에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 임산물 가공에 있어 폐목재를 연료(에너지화)로 이용시 용자 필요</li> <li>- 현재는 폐목재는 용자 대상이 아님</li> </ul>	산림청
(가칭) 바이오매스 개발·이용·보급에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오매스에 대한 종합법령이 없어 바이오매스의 체계적인 개발·이용·보급이 잘 되지 않으므로, 품종개발, 생산 및 수집확대, 에너지화 및 농업자원화 등에 걸친 종합적으로 규율하는 단일법령 제정 필요</li> </ul>	농림축산식품부 환경부

### (3) 폐자원 및 바이오매스 에너지화 활성화를 위한 제도 정비

폐자원 및 바이오매스 에너지화 활성화를 위한 예산은 관련 시설 확충과 관련되는 관계부처에서 예산을 확보하고 인센티브(발전차액) 제공하도록 하였으며, 이들과 관련되는 R&D는 여러 부처가 관계되는 사업에 대한 R&D는 공동으로 수행하고, 관계부처간 R&D 정보 공유하도록 하였다. 관계부처별 추진과제는 (표 4.12)에 정리하였다.

(표 4.12) 부처별 추진과제

추진 과제명	주관부처 (협조부처)
<b>1. 폐자원 에너지화</b>	
가축분뇨 에너지화	환경부, 농림수산식품부
유기성 폐자원 병합처리 에너지화	환경부, 농림수산식품부
<b>2. 목질계·초본계·해양계 바이오매스 에너지화</b>	
산림부산물 에너지화 및 활용시설 지원	산림청
농업부산물 에너지화	농림수산식품부
산림 바이오순환림 조성·활용	산림청
수변구역 바이오 에너지원 발굴	환경부
유휴농경지 바이오 에너지원 발굴	농림수산식품부
해양생물 바이오에너지 자원 이용	국토해양부, 농림수산식품부
<b>3. 시범단지 조성을 통한 거점 확보 및 확산</b>	
저탄소 녹색마을 조성	환경부, 농림수산식품부, 산림청
<b>4. 기술개발 및 전문인력 양성</b>	
기술개발(R&D) 및 전문인력 양성	환경부, 지식경제부, 농림수산식품부, 산림청
환경산업 육성	환경부, 지식경제부, 농림수산식품부, 산림청
<b>5. 정책추진에 따른 지원 및 협력</b>	
지자체별 사업지원·지도·감독	행정안전부(관계부처)
지역단위 협력체계 구축·운영	환경부(관계부처)
발전차액 지원	지식경제부(관계부처)
신재생에너지 관련법령 정비	지식경제부(관계부처)
폐자원 및 바이오매스에너지화 포럼 구성·운영	관계부처

#### (4) 국내 바이오매스 관련 사업

국내에서 추진되고 있는 폐자원 및 바이오매스관련 에너지자원화 사업은 관계부처로 (표 4.13)에 정리하였다.

(표 4.13) 에너지 자원화 관련부처별 추진사업

관계부처	사업명	목적	세부내용
산업통상 자원부	일반보조 금사업	신·재생에너지 설비에 대하여 설치비의 일정부분을 정부에서 무상 보조·지원함으로써, 새로이 개발된 신·재생에너지 기술의 상용화를 유도하고 상용화된 기술에 대하여는 보급 활성화를 통하여 신재생에너지 시장창출과 확대를 유도	상용화된 신·재생에너지 설비에 대하여 자가용으로 사용하는 경우 설치비의 일정부분을 지원
	지방보급 사업	지역특성에 맞는 환경친화적 신·재생에너지 보급을 통하여 에너지 수급여건 개선 및 지역경제 발전을 도모하고자 지방자치단체에서 추진하는 제반 사업을 지원함	지역내의 에너지수급안정 또는 에너지이용합리화를 목적으로 설치하는 신재생에너지관련 시설 및 설비 지원 사업
	신재생에 너지 설 치의무화 사업	국가 및 공공기관에 신재생에너지 설비 설치에 대한 투자를 의무화함으로써 신재생에너지 이용을 확대	공공기관이 신·증·개축하는 연면적 1,000㎡이상의 건축물에 대하여 예상에너지사용량의10%이상을 신·재생에너지 설비 설치에 투자
	신재생에 너지 금 융지원	신·재생에너지를 설치하여 이용하고자 하는 소비자와 신·재생에너지 설비를 생산하는 제조업자를 대상으로 장기저리의 금융지원을 통해 초기 투자비를 줄이고 경제성을 확보하여 신·재생에너지 설비 보급과 관련 산업을 육성	-발전 설비에 대한 지원 -발전시설을 제외한 설비 및 신재생에너지 제품 생산에 대한 지원 -세제지원 : 신·재생에너지 시설 투자시 법인세(소득세) 공제
	신재생에 너지 공 급의무화 (RPS)사 업	일정규모 이상의 발전사업자에게 총 발전량 중 일정량 이상을 신재생에너지 전력으로 공급토록 의무화하는 제도	-설비규모(신재생에너지설비 제외) 500MW 이상의 발전사업자 및 수자원공사, 지역난방공사(한국수력원자력 등 13개 발전회사) - 3년마다 의무비율 재검토
	설치확인 사업	신재생에너지설비가 원별 시공기준에 의해 설치되었는지를 확인	설치확인대상 : 신에너지 및 재생에너지 개발이용보급촉진법률에 의해 지원을 받는 사업
	신재생에 너지 설 비 인증 제도	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법 제 13조에 따라 신·재생에너지설비의 보급촉진을 위하여 일정기준 이상의 신·재생에너지설비에 대하여 인증하는 제도	신·재생에너지 인증 설비에 대하여 성능 및 품질유지를 위해 년 1회이상 사후관리 실시
환경부	유기성폐 자원병합 처리 에 너지화	유기성폐자원의 바이오가스화 효율성을 높이기 위해서 해양투기 유기성폐자원을 바이오가스화 또는 고품연료화 하여 발전 및 자동차 연료로 보급	‘12년까지 음폐수 바이오가스화시설 11개소, 하수슬러지 고품연료화시설 4개소, 유기성폐자원 병합 바이오가스화시설 12개소확충

	목질계·초본계 및 해양계 바이오매스 에너지화	산지이용 바이오순환림 조성·활용	여건이 양호한 벌채지 및 리기다소 나무 등 수종갱신 대상지를 대상으로 바이오순환림 조성
		해양바이오에너지원 활용한 바이오연료 생산	곡물, 목재와 같은 육상식물과는 달리 비식량자원으로 환경과피 등의 부작용이 없는 해양식물자원을 이용해서 바이오에너지 생산·활용
	친환경에너지타운	소각장, 매립장 등을 이용하여 에너지를 생산하여 에너지 기피시설에 대한 님비현상을 극복하고 에너지문제를 해결	-가축분뇨 바이오가스화시설 -신재생에너지(태양광, 소수력발전 등) -주민편의 및 기타
	전문인력양성사업	신재생에너지 기술을 바탕으로 환경산업 육성을 위한 전문 기술인력양성 맞춤형 전문인력 양성, 산업전문인력 양성을 위한 전문대학원 설립, 특성화 연구소 지정, 인력양성 커뮤니티 구성	-산업전문인력양성 -연구개발인력양성 -핵심고급인력양성
	환경산업육성	신재생에너지의 76.1%가 폐자원에너지로서 산업화가 가장 활발히 추진되고 있으나, R&D와 수요 창출간의 연계 미흡으로 기술개발이 시장창출로 연결되지 못하는 현상 발생 ‘30년까지 세계 에너지화 산업시장 중국내 산업 비중을 10%로 확대하여 수출전략 환경산업으로 육성하여 신성장동력으로 활용	고부가가치 녹색산업 발굴·육성 환경벤처사업 복합단지 조성 환경·에너지산업 수출전략 산업화
농식축산식품부	농어업에너지이용효율화사업	신재생에너지 이용기술의 농어업시설 적용 및 확대보급 기반 구축으로 친환경 녹색성장을 선도하고, 온실가스 절감	‘17년까지 농어업 분야에 에너지절감시설 10,050ha, 신재생에너지 2,375ha 설치 지원
	축산분뇨처리시설 및 유통비용지원	가축분뇨처리 시설·장비 등의 지원으로 가축분뇨를 퇴비·액비·에너지로 자원화하여 자연순환 농업을 활성화하고, 적정처리를 통한 수질 등 환경오염 방지	가축분뇨를 자원화 또는 정화처리할 수 있는 시설 및 유통비용 지원
산림청	산림바이오매스확충사업	고유가 시대를 맞아 상대적으로 소득이 낮은 농·산촌 주민들의 난방비 절감하고, 화석연료를 대체함으로써 이산화탄소 저감 및 기후변화 협약에 대비하며 숲가꾸기 산물을 수집·이용함으로써 산림자원의 효율적 이용 도모	2015년까지 펠릿보일러 총 2만대 보급으로 농·산촌 보일러등유 사용자의 2.2% 펠릿난방으로 교체
	수변구역순환림조성	주요 강·새만금 등 수변지역 유휴토지에 목재 에너지림을 조성하여 바이오 에너지 공급원으로 활용	총 사업 규모 : 5,000ha(새만금 1천ha, 수변지역 유휴지 4천ha)

#### 4. 바이오매스 물질자원이용관련 정책

국내에서 발생하는 폐자원 및 바이오매스는 (표 4.14)와 같이 발생원 및 관리주체에 따라 농·축·임산업 활동과정에서 발생하는 부산물과 환경부 폐기물관리법에 따라 관리되는 폐기물로 구분가능하다.

(표 4.14) 국내 발생폐기물의 종류 및 관리 현황

구분		종류	관리부처	관리법령			
임산부산물		임지잔재, 간벌재, 가로수전정지 등	산림청	임산자원 보전 및 관리에 관한 법률			
농산부산물		볏짚, 왕겨, 맥류짚, 대두(줄기), 고구마(줄기), 과수전정지 등	농식품부	관리법령 없음			
가축분뇨		소, 돼지, 닭, 오리 분뇨 등	농식품부, 환경부	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률			
폐기물	생활 폐기물	종량제에 의한 혼합배출	음식물채소류, 종이류, 나무류 등 플라스틱류, 고무, 피혁류 등	환경부	폐기물관리법		
		재활용 가능자원 분리배출	종이류, 가구류, 폐식용유 등 합성수지류, 플라스틱류, 타이어, 의류, 영농폐기물 등				
	사업장 배출 시설계 폐기물	일반 사업장 배출시설계 폐기물	폐지류, 폐목재류, 동식물성잔재물, 폐식용유 등				
		폐합성 고분자화합물	폐섬유류, 폐합성수지, 폐합성고무, 폐피혁 등				
		유기성오니류	폐수처리오니, 공정오니, 정수처리오니, 하수처리오니 등				
	건설폐기물		폐목재, 폐보드류 등				
	지정폐기물		병원 적출물, 폐수처리 슬러지, 공정 슬러지 등				
			폐유, 폐합성수지, 폐합성고무 등				

이중 폐기물관리법에 의해 관리되는 폐기물은 발생원별로 생활폐기물, 사업장배출시설계 폐기물, 건설폐기물, 지정폐기물로 나뉘는데, 시군구단위로 통계구축이 되어있을 만큼 비교적 관리가 잘 이루어지고 있다(표 4.15)<sup>25)</sup>. 또한 발생하는 생활계 및 사업장 폐기물은 매립, 소각, 재활용 등의 방법으로 처리되고 있는데, 재활용률은 생활계 59.1%, 사업장계 86.5%로 높은 재활용률을 보이고 있다<sup>26)</sup>.

25) 국가통계포털, 2011, 환경부 전국폐기물통계조사

26) 한국환경공단, 2012

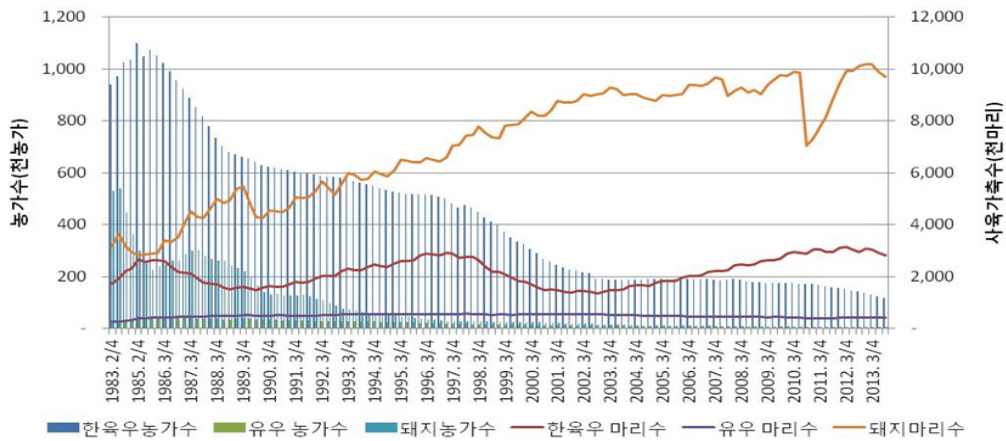
(표 4.15) 국내발생폐기물 종류별 처리현황

구 분		종류	발생/처리량	비고	
폐기물	생활폐기물 (톤/일)	발생현황	총량제	21,272	
			음식물	13,037	
			재활용	14,681	
			소계	48,990	
		처리현황	매립	7,778	15.9%
			소각	12,261	25.0%
			재활용(음식물포함)	28,951	59.1%
			해역배출	-	
			기타	-	
			소계	48,990	
	사업장폐기물 (톤/일)	발생현황	건설폐기물	68,070	
			지정폐기물	3,513	
			의료폐기물	125	
			배출시설계 폐기물	50,356	
			합계	122,064	
		처리현황	매립	10,032	8.2%
			소각	4,044	3.3%
			재활용	105,529	86.5%
			해역배출	2,141	1.8%
기타			173	0.1%	
보관량	144	0.1%			
합계	122,063				

가축분뇨를 발생시키는 축산업의 경우 사육가축수는 지속적인 증가추세를 보이지만 가축사육 농가수는 감소하는, 축산농장의 대형화 추세를 보이고 있다. 축산업에서 발생하는 가축분뇨는 가축분뇨관리 및 이용에 관한 법률에 따라 축산농가, 가축사육량 및 가축분뇨처리가 관리되고 있는데, 환경부에서 발행된 가축분뇨처리통계에 따르면 가축분뇨 발생량은 2007년 최대 발생량을 기록한 이후 가축사육여건 변화(가축질병 등)에 따라 분뇨발생량이 변하고 있고, 2012년 허가 및 신고 농가의 가축분뇨 퇴·액비 자원화율(농가수 기준)은 90.7%에 달하며 정화처리 비율은 지속적인 감소를 보이고 있다. 위탁처리는 2011년을 제외하고 매년 유사한 구성비를 보이고 있다.

그러나 가축분뇨의 경우 사육가축수에 가축별 발생원단위를 적용하여 발생량을 추산하게 되는데, (표 4.16)과 (표 4.17)과 같이 정부 부처별 적용원단위가 달라 2012년 기준 환경부에서 발표한 가축분뇨 발생량은 64,643 톤/년이지만 농식품부에서 제공한 자료에 따르면 47,532톤/년으로 발생량이 상이한 결과를 보이고 있다. 발생량은 가축분뇨를 바이오매스로 활용하는데 기준이 되는 정보이며, 따라서 정확한 발생량 산정이 필요하고, 발생량에 대한 처리현황 검토가 되어야 한다.





<그림 4.9> 가축사육 농가수 및 사육 가축수 (1983.~2014. 1/4분기)

(표 4.16) 가축사육 및 가축분뇨처리현황(환경부)

구 분		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
축산농가수(호)		125,198	135,100	174,197	181,001	189,666	212,143	222,937	233,355
가축사육두수(천두)		148,532	147,072	158,213	171,965	179,219	208,274	209,445	224,208
가축분뇨발생량(m <sup>3</sup> /일)		137,956	137,442	152,161	128,143	135,761	135,653	127,985	177,105
가축 분뇨 처리 가구 현황	합계(가구)	49,905	59,584	64,542	66,418	71,050	72,998	80,368	81,080
	자원화	43,584	47,709	58,297	60,328	63,236	65,688	69,260	73,530
	자원화 구성비 (%)	87.3	80.1	90.3	90.9	89.0	90.0	86.0	90.7
	정화처리	2,743	1,971	1,441	1,359	1,658	1,366	763	808
	정화처리 구성비 (%)	5.5	3.3	2.2	2.0	2.3	1.9	1.0	1.0
	기타(위탁처리 등)	3,578	9,904	4,804	4,731	6,156	5,944	10,345	6,510
	(기타 구성비,%)	7.2	16.6	7.5	7.1	8.7	8.1	13	8.0

자료 : 환경부 「가축분뇨 처리통계」

- 주) 1. 축산농가수는 소규모 축산농가 포함  
 2. 가축분뇨처리현황은 신고, 허가 대상 규모의 처리현황임(소규모 처리 제외)  
 3. 환경부고시 제1999-109호(99.7.8) "사육두수 및 가축별 배출원단위" 개정에 따른 배출원단위감소로 99년도부터 발생량 감소  
 4. 환경부고시 제2006-69호(2006.5.) "사육두수 및 가축별 배출원단위" 개정에 따른 배출원단위감소로 06년도부터 발생량 감소  
 5. 2012년 수질오염총량관리기술지침 개정(4대강 통합, 2012.08.08)으로 인한 변경된 발생유량 원단위 적용함

(표 4.17) 가축분뇨 발생 및 처리현황(농식품부)

발생량 (천톤)	가축분뇨 처리실태						
	개별처리		공동·공공처리				기타
	자원화	정화	자원화	에너지화	민간퇴비	공공처리	
47,532	38,038	1,999	1,620	21	2,600	2,211	1,043

이와 같이 우리나라에서는 아직까지 폐기물계 바이오매스에 비해 농축임산업에서 발생하는 바이오매스에 대해서는 정확한 발생 통계가 없고, 일부 농산부산물(볏짚, 왕겨)이 깔집, 가축분뇨는 퇴·액비화 및 에너지화, 임산부산물은 우드칩 활용 등으로 재이용되지만, 이 또한 발생원 대비 재이용방법별 재이용률은 통계조사 자료가 이루어지고 있지 않다. 임산부산물의 경우 산림청의 벌채 및 수집현황을 통해서 임지잔재, 간벌재 등을 추정할 수는 있지만 통계가 시도단위로 관리되기 때문에 보다 정확하고 세분화된 자료를 구할 수 없는 실정이다.

농축임산에서 발생하는 바이오매스는 (표 4.18)<sup>27)</sup>에서와 같이 에너지뿐만 아니라 물질자원으로서의 이용가치가 있지만 현재 우리나라에서는 가축분뇨의 양분순환과 농산부산물의 사료이용과 같은 제한된 범위 내에서의 재이용이 이루어지고 있으며, 정부정책 또한 양분순환에 중점을 둔 정책이 수립되고 추진되고 있다.

(표 4.18) 바이오매스의 종류와 이용형태

분 류	변환 후 형태	주 된 용 도	이용가능 바이오매스	
에너지 이용	직접연소 (합성 가스, 열분해)	장작, chip, pellet, briquet	발전, 열원용 연료	
	가스화	메탄	발전, 열원용 연료	
	액체화	바이오디젤	디젤차연료	폐식용유, 유채기름, 유지식물과 나무, 식물류, 동물성 지방 등
		에탄올	자동차연료	옥수수, 사탕수수, 사탕무, 건설발생목재, 감자, 고구마 등
	메탄올	발전, 열원용 연료, 연료 전지연료	왕겨, 톱밥, 제재공장 잔재 등	
제품 이용	비료	퇴비	퇴비로 이용	
	사료	사료	가축·양어용 사료이용	
	공업용 원료	플라스틱	식품접시, 농림수산물용자재	식품폐기물, 옥수수 감자녹말, 쌀
		재생목질보드	가수, 합판	간벌재, 제재공장 등 잔재
가능성식품 원재료	DHA, EPA	영양제	수산폐기물	

27) 강창용, 박현태, “바이오매스 이용의 사회경제적 유용성”, 농촌경제 제29권 제5호 79-95

바이오매스 물질자원화 사업을 주도적으로 추진하고 있는 정부부처는 농림축산식품부이며, 관련 사업은 (표 4.19)에 정리하였고 세부 사업내역은 별첨에 정리하였다.

(표 4.19) 물질자원화 관련부처별 추진사업

자원화 방법	관계 부처	사업명	목적	세부내용
물질 자원화	농림축산 식품부	친환경농업	농업과 환경의 조화로 지속 가능한 농업생산을 유도하며, 환경을 보전하고 안전한 농산물 생산을 추구	-토양지력 증진 및 친환경농자재 지원 -친환경농업 생산기반 확대 -친환경농업 실천농가 경영안정 지원
		친환경농업지구조성사업	상수원 보호구역 또는 친환경농업 실천이 필요한 지역을 중심으로 농약·화학비료 사용량 감축과 축산분뇨 자원화 등 다양한 형태의 친환경농업 실천기반조성	-친환경농자재 생산시설·장비 -친환경농산물 생산시설·장비 -친환경농산물 유통시설·장비 -친환경농업 교육시설·장비
		광역친환경농업단지조성사업	농업환경개선과 친환경농업육성을 위해 시·군 수계단위로 경종과 축산을 연계한 광역단위 자원순환형 친환경농업단지 조성	-사업면적 600ha이상 확보가 가능한 조직 -대상품목 : 벼, 채소, 과주, 축산 특작 등 친환경농산물인 증이 가능한 전 작물
		친환경비료지원사업 (유기질비료)	농림축산부산물의 재활용·자원화를 촉진하고 토양환경을 보전하여 지속 가능한 친환경농업육성하고 환경친화적인 자연순환 농업의 정착 및 고품질 안전농산물 생산 유도	농업인·영농조합법인 또는 농업회사법인으로서 부산물비료 (유기질비료 포함)를 직접 농산물 생산에 사용하는 자를 대상으로 지원

## 5. 국내 바이오매스 관련 정책의 시사점

### 가. 정부의 정책적·재정적 지원 부족

- 그간 물질 재활용 위주의 폐기물 관리 정책 추진으로 재활용 정책은 소기의 성과를 달성하였으나, 에너지화에는 소극적.
- 신재생에너지 발전차액지원의 경우, 타 전원에 비해 바이오매스에 낮은 보전가격 (SMP+5원)을 책정함

(표 4.20) 발전차액지원제도

전원	적용설비용량 기준	구분		기준가격(원/kWh)		비고
				고정요금	변동요금	
풍력	10kW 이상			107.29	-	감소율 2%
태양에너지	5MW 이하	일반	1MW이상	86.29	SMP+15	
			1MW미만	96.64	SMP+20	
		기타	1MW이상	66.18	SMP+5	
			1MW미만	72.80	SMP+10	
폐기물 소각 (RDF포함)	20MW 이하	-		-	SMP+5	
바이오 에너지	LPG	50MW 이하	20MW이상	68.07	SMP+5	화석연료 투입비율 30%미만
			20MW미만	74.99	SMP+10	
	바이오 가스	50MW 이하	150kW이상	72.73	SMP+10	
			150kW미만	85.71	SMP+15	
바이오 매스	50MW 이하	목질계 바이오		86.99	SMP+5	
수력 에너지	조력	50MW 이상	최대 조차 8.5m이상	방조제 유	62.81	
				방조제 무	76.63	
			최대 조차 8.5m미만	방조제 유	75.59	
				방조제 무	90.50	
연료전지	200kW 이상	바이오가스 이용		234.53		감소율 3%
		기타연료이용		282.54		

주) SMP(System Marginal Price) : 전력거래소에서 수요와 공급량에 따라 변동하는 거래가격

- 신·재생에너지 시설 설치·생산자를 대상으로 하는 융자지원 중 폐기물 분야의 대출기간 및 지원한도액 차별

(표 4.21) 신재생에너지시설 설치지원

자금용도	동일사업자당 지원한도액	대출기간	이자율	지원비율
생산자금 및 시설자금	100억원 이내	5년거치 10년 분할상환	분기별 변동금리	90% 이내 (대기업 50% 이내)
바이오 및 폐기물분야	50억원 이내	3년거치 5년 분할상환		
운전자금	10억원 이내	1년거치 2년 분할상환		

## 나. 민간시장 여건 열악

- 유기성 폐기물 바이오가스화의 경우, 초기 투자비용 과다 및 성공의 불확실성으로 투자 기피 경향

## 다. 통합된 부처 및 법률, 제도의 부재

- 바이오매스 에너지화에 관련한 일원화된 법률이 없으며, 담당부처의 중복으로 업무상 비효율적
- 바이오매스 자원의 관할 부서가 축산과 경종으로 구분되어 있음. 바이오매스를 통한 녹색성장 자원/에너지화 정책의 총괄 집행 기능을 가진 전담팀의 부재.

## 라. FIT제도의 RPS로의 전환

- FIT제도의 폐지 및 축소는 분산형 전원의 도입과 재활용을 통한 발전 가능한 혹은 재생 가능한 자원의 효율적인 사용 시스템 구축 및 사업화를 약화시켜 시장 참여를 약화시킴
- FIT제도는 일자리 창출과 자원의 효율성 제고 및 농촌의 분산형 에너지 시스템 구축에 반드시 필요한 제도임

## 마. 개선방향

### (1) 통합된 법령 마련

- 유기성 폐기물 및 바이오매스 에너지화에 대한 관심이 급증하였기 때문에 기존의 법령이 에너지화의 제약요인이 되는 경우가 있어 이에 대한 정비가 필요
- 예를 들어, 가축분뇨와 음식물류 폐기물 혹은 하수슬러지를 병합하여 혐기성 소화를 할 경우 동일한 공정을 거침에도 불구하고 가축분뇨의 경우에는 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률의 적용을 받고 음식물류 폐기물과 하수슬러지는 폐기물 관리법의 적용을 받기 때문에 별도의 인허가과정을 거쳐야 함.
- 또한 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률의 경우 바이오가스를 가축분뇨 자원화의 하나로 인정하고 있지만, 가축분뇨 자원화 시설에 대해서는 구체적인 기준이 마련되어 있지 않음
- 에너지화에 관련된 다양한 법령을 통합할 필요가 있음

### (2) 바이오매스 전담 팀 마련

- 바이오매스 자원/에너지화에 관한 총괄 집행 기능을 가진 농식품부 내의 전담 팀을 마련해 사업의 활성화를 촉진함.

### (3) 예산지원 확대

- 관련 시설 확충과 관련되는 관계부처 예산 증액, 인센티브(발전차액) 제공
- 에너지 회계 신설을 통해 관계부처 공동 이용방안 검토

(표 4.22) 폐자원 및 바이오매스 에너지 관련 법령 정비 과제

관련 법령	개선과제	소관부처
석유 및 석유연료 대체법	- 바이오가스의 품질기준 및 품질검사방법을 설정하여 석유대체 연료와 바이오가스를 포함	지식경제부
도시가스 사업법	- 도시가스 공급권이 사실상 독점체제로서, 바이오 가스의 도시가스 공급이 차단되어 있으므로 유기성 폐자원을 이용한 바이오가스를 도시가스로 공급할 수 있도록 허용	
가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률	- 가축분뇨, 폐기물과 같은 처리대상 물질별로 관계법령이 정하는 행정절차를 각각 이행해야 하므로 통합된 바이오가스화시설은 시설설치 및 영업허가에 관한 행정절차를 폐기물관리법에 따르도록 일원화	농림수산식품부 환경부
(가칭) 바이오매스 개발·이용·보급에 관한 법률	- 바이오매스에 대한 종합법령이 없어 바이오매스의 체계적인 개발·이용·보급이 어려우므로 품종개발, 생산 및 수집확대, 에너지화 및 농업 자원화 등에 걸친 종합적으로 규율하는 단일 법령 제정 필요	
폐기물관리법	- 유기성 폐자원을 활용한 에너지화에 대한 재활용용도 및 방법이 포함되어 있지 않으므로 폐기물의 재활용용도 및 방법의 개정 필요	환경부
임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률	- 현재 폐목재는 용자대상이 아니기 때문에 임산물 가공에 있어서 폐목재를 연료(에너지화)로 이용시 용자 필요	산림청

출처 : 환경부 등, 「폐자원 및 바이오매스 에너지 대책」, 2008.10

#### (4) RPS와 FIT의 융합

- 에너지 자립마을 조성과 같은 복합적인 에너지원 구성이 형성될 수 있는 정책이 추진 되도록 하여야 함. 이러한 정책은 자본주의 체제하에서 시장중심형 논리와는 어긋나는 점이 있겠지만, 아직 완성되지 않은 기술과 시장의 환경을 고려해서 정부의 역할이 아직은 많이 필요하고 추진 동력을 제공할 필요가 있음.
- RPS제도는 지방의 조건 불리지역 기름작물 생산을 위해서 적극적으로 확대하는 것이 좋음. 농어촌지역에서 자발적인 바이오매스 작물 생산이 이루어질 수 있도록 지원정책이 필요하며, 도시 식용유와 같은 폐유의 재활용을 위해서도 필요할 것으로 판단됨

#### (5) 공동 R&D수행

- 여러 부처가 관계되는 사업에 대한 R&D는 공동으로 수행하고, 관계 부처간 R&D정보 공유

## 제2절 EU 정책 현황

### 1. 바이오매스 및 재생에너지 이용촉진 법제

#### 가. 바이오매스 이용촉진 법제

바이오매스 이·활용의 촉진을 위한 EU차원의 전략과 각 나라의 전략은 매우 다양하다. 동일한 제도라 할지라도 각 나라에서 다양하게 적용되고 있는 EU의 바이오매스 이용전략은 다른 많은 국가들의 바이오매스와 관련된 정책수립의 기초가 되고 있다.

EU는 자국의 신재생에너지 관련법을 신설·강화하는 동시에 향후계획을 세우는 노력을 하고 있을 뿐만 아니라, 선진국 간 협력을 통해 신재생에너지 분야의 발전을 꾀하고 개발도상국을 지원함으로써 소외된 지역에 대한 에너지 접근성을 높이고 있다.

이러한 EU의 바이오매스 이용촉진을 위한 대표적 전략은 Commission communications to Council and other institution (COM)에 잘 나타나 있으며, 그 방안으로는 보조금제도, 세제혜택, 규제완화, 연구개발지원 등을 사용하고 있다.

### 2. 신재생에너지 보급지원제도

신재생에너지의 보급이 선행적으로 이루어진 EU의 여러 국가들은 경제성을 확보하기 위하여 다양한 지원책을 실시하고 있다. 주 지원책으로는 고정가격우선매입제도, 입찰제도, 신재생에너지 발전의무비율할당제 등이 있고, 보조 지원책으로는 신재생에너지 초기설비에 대한보조금지급이 대표적이다.

#### 가. 고정가격우선매입제도

고정가격우선매입제도는 EU가맹국에서 보편적으로 실시되고 있는 제도이다. 정부에서 신재생에너지 원별로 고정가격을 설정한 후 전기사업자에 대해 지역 내 신재생에너지 발전전력을 전량 구입하게 하고, 부족분을 신재생에너지 이외의 일반전력에서 구입 후 소비자에게 판매하게 하고 있다. 또한 지역 내 신재생에너지 발전전력을 전량 구입해야 하는 의무가 있기 때문에, 신재생에너지발전이 용이한 지역과 용이하지 않은 지역의 전기사업자 사이에는 구입부담에 있어 차이가 발생한다. 이를 해소하기 위해 전력소매업자와 전기사업자 사이에 구입부담을 조정할 수 있도록 하고 있다. 한편 화석원료 및 원자력에서 생산하는 전력보다 상대적으로 비싼 신재생에너지를 전량 구매하는 것으로 인한 전기사업자의 부담에 의해 성립되는 제도라 할 수 있다.

#### 나. 입찰제도

입찰제도는 정부에서 경쟁입찰을 실시하여 사업을 선정하고, 지역 내 전기 사업자에게 신재생에너지 발전전력을 구입하도록 의무화하는 것이다. 사업선정 과정에서 전력구입가격이 결정되고, 전력구입가격과 시장가격의 차액은 정부가 보전한다.

(표 4.23) EU의 주요 바이오매스 이용촉진 법제

구분	법제	내용
세계 혜택	Common Position (EC) No 18/2001 of 23 March 2001 adopted by the Council, acting in accordance with the procedure referred to in Article 251 of the Treaty establishing the European Parliament produced from renewable energy sources in the internal electricity market	회원국은 국가차원에서의 신재생에너지 사용 지원을 위해 녹색 인증제, 투자보조, 면세·감세, 환세 등과 같은 여러 가지 제도를 운용하여야 함이 법안의 목적을 달성하는 주요한 수단은 투자자의 확신을 유지하기 위해 위원회의 체제가 본 궤도에 오를 때 까지 적절한 기능을 보장
	Council Directive 2003/96/EC of 27 October 2003 restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity	에너지 관련 생산제품에 관한 면세 혹은 감세기간은 6년이상 적용 예정, 향후 기간의 수정 가능 면세 혹은 감세는 multi-annual programme이 종료되는 시점까지, 그리고 2012년 12월 31일 이후에도 적용 가능
	Directive 2004/8/EC of the European parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC	열병합 발전 증진을 위한 세율의 완화, 고효율 열병합 발전을 가능하게 하기위한 보조시스템의 구축도모
연구 개발	Option of the Economic and Social Committee on “The revision of Council Directive 86/278/EEC on the use of sewage sludge in agriculture”	농업에서의 하수슬러지 사용에 관한 법률 (1) 투자촉진을 통해 하수슬러지의 품질향상 도모 (2) 농업용으로 사용되는 슬러지의 중금속 함유량 최소화 (3) 토양보호에 관한 의회의 최소요구 충족
이용 의무 부가	Directive 2001/77/EC of the European parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market	바이오에너지를 포함한 재생에너지로부터 생산한 전기 사용량을 향상시키기 위한 법제, 각 나라별로 2010년까지 재생에너지로부터 전기사용량의 구체적 목표치 제시
	Directive 2002/91/EC of the European parliament an of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings	바이오에너지를 포함한 재생에너지 이용향상을 위한 건물의 에너지 이용효율에 관한 법제
바이오 제품의 규격화	Directive 2005/32/EC of the European parliament and of the Council of 6/July 2005 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-using products and amending Council Directive 92/42/EEC and Directive 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament and the council	에너지 관련 생산 제품의 ecodesign의 요건을 설정하기 위한 체제구축 (1) 관련제품이 지속가능한 환경 조성에 기여하는 역할 명기 (2) 제품을 디자인 할 때 에너지 효율을 포함한 환경적 요소 표기



## 다. 신재생에너지 발전의무비율 할당제

RPS제도는 정부의 재정 부담을 완화하고, 시장경쟁원리를 도입한 신재생에너지전력거래를 통한 신재생에너지발전비용의 삭감을 위해 도입된 제도로 경쟁원리를 도입하여 시장 효율성을 달성하고자 설계되었다. 따라서 다수의 참가자가 시장에 존재해야 하며, 대부분의 국가에서는 발전사업자 뿐만 아니라 전력공급사업자 및 전력거래 중개업자도 시장에 참가한다. 또한 재생 가능 에너지의 보급을 촉진시키기 위해 의무이행자와 신재생에너지 발전사업자에 대해 각종 인센티브가 주어지고 있다.

RPS제도를 도입하고 있는 EU 가맹국의 경우 신재생에너지 발전사업자에 대해 신재생에너지 전력시장에 전력을 판매할 경우 최저 가격을 보장하고 있기 때문에 발전사업자는 안심하고 시설투자를 할 수 있다.

## 제3절 일본 정책 현황

### 1. 추진현황

#### 가. 바이오매스타운 추진현황

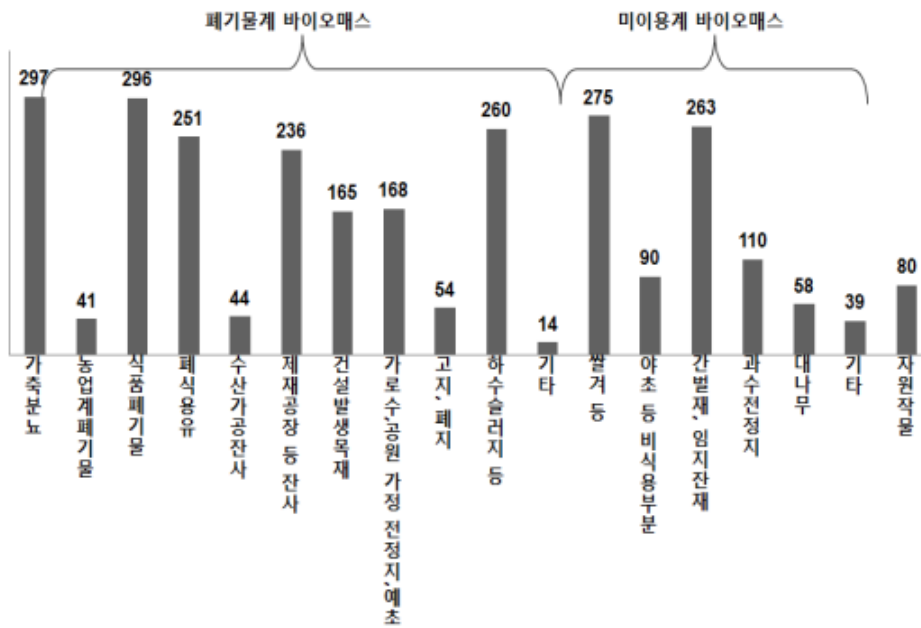
일본은 2002년 “바이오매스 일본 종합전략”을 수립하여 2010년 300개의 바이오매스타운을 구성하였다. 이후 2012년 323개소를 운영하고 있으며(그림 4.10), 2020년 까지 “바이오매스 추진 기본계획”에 맞추어 600개 시정촌에서의 바이오매스활용 계획 및 목표를 수립하고 있다. 종합전략에서는 지역내의 잔존하는 폐기물계 바이오매스의 90%이상, 미이용계 바이오매스의 40%이상을 이용목표로 산정하고 있다. 또한, 바이오매스타운의 설립과 안정적인 운영을 하기 위하여 지역주민, 관계단체, 지역산업단지 등의 의견의 수렴과 타운의 추체자의 의지와 주민들의 협력을 중요시 하고 있다. 바이오매스 타운의 구상이 끝나면 이를 전국에 공개하고 이를 실현시키기 위하여 정부, 지역 등의 교부금의 지원을 우선시하여 추진계획을 현실화 하고 있다.



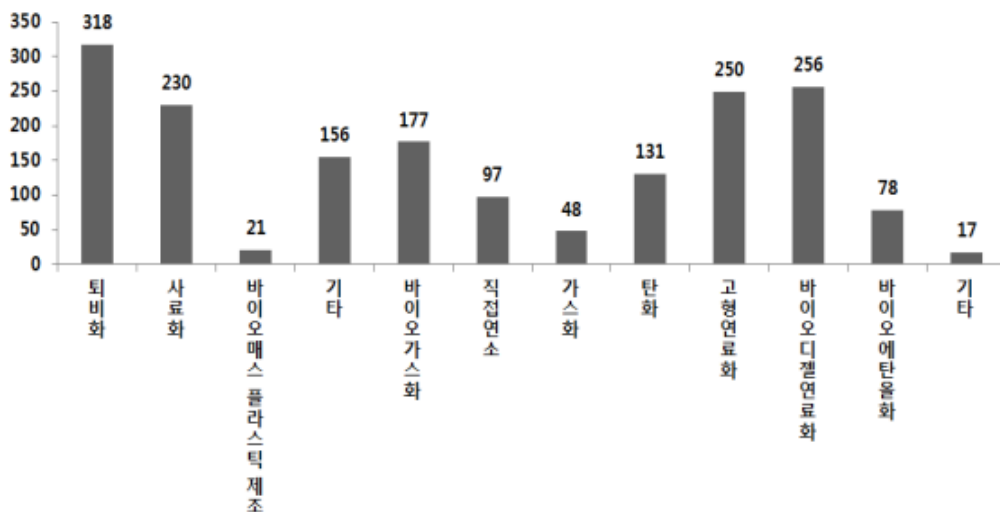
<그림 4.10> 일본의 바이오매스타운 공표 현황

## 나. 바이오매스 이용현황 및 에너지 전환 기술 현황

바이오에너지화에 사용 되는 바이오매스의 종류는 폐기물계 바이오매스(11개), 미이용계 바이오매스(7개)로 분류되며, 폐기물계 바이오매스의 경우 식품폐기물 296건, 가축분뇨 297건, 하수슬러지 260건, 폐식용유 251건, 제재공장 등 잔사가 236건으로 이용되고 있다. 미이용계 바이오매스의 경우는 쌀겨 275건 간벌재 및 임지잔재물이 263건 과수정전지가 110건으로 이용되고 있다. 바이오매스의 이용기술은 퇴비화, 사료화, 바이오플라스틱제조, 바이오가스화, 고품연료화 등 퇴비화 및 사료화, 바이오플라스틱제조 등의 제품생산 부분과 에너지 생산부분으로 분류되며 퇴비화가 318건, 바이오디젤 256건, 고품연료화 250건, 사료화 230건, 바이오가스화 177건 등으로 사용 되고 있다.



<그림 4.11> 바이오매스타운의 바이오매스이용 현황



<그림 4.12> 바이오매스의 에너지 전환 기술현황

(표 4.24) 바이오매스 활용 시설 현황(89시정촌 150지구, 178개 시설, 2011)

퇴비화 시설	메탄발효 시설	사료화 시설	바이오디젤연료화시설	목질펠릿 제조시설	탄화시설	목질보일러 시설
53	30	22	23	15	6	12
에탄올 제조 등 시설		고형연료화 시설		목질가스화 시설		기타
2		2		1		12

## 2. 정책개요

일본의 경우 2002년 “바이오매스일본종합전략”을 수립하고 이를 토대로 여러 가지 바이오매스의 종합적인 활용과 지속가능한 바이오매스타운의 건설을 추진하고 있다. 2005년 교토의정서의 발효 이후 2006년 기존 전략의 바이오매스 활용목표를 폐기물계는 80%에서 90%로, 미이용계 바이오매스는 25%에서 40%이상으로 상향 조정하였으며, 따로 도교의정서의 목표에 부합하기 위하여 “교토의정서 목표달성 계획”을 수립·개정하였다. 2008년 들어 바이오매스를 이용한 바이오에탄올의 생산 기술의 개발과 보급을 목표로 한 “바이오연료기술혁신계획”을 농림수산성과 경제산업성이 공동으로 추진하였다. 바이오에탄올의 생산기술은 미이용계 바이오매스(셀룰로오스계)를 처리하기 위하여 도입·확대한 기술로 기존의 종합전략 목표를 달성하기 위한 계획으로 수립하였다. 2009년 들어 바이오매스 활용 추진회의를 설치하여 “바이오매스활용추진 기본법”을 제정하였다. 추진회의를 통하여 국가적 사업으로 확대되면서 기존의 목표를 삭제하고 지자체의 자발적 목표를 설정 이를 기준으로 자발적인 사업의 확대를 추진하였다. 2010년에 “에너지기본계획”을 수립하여 바이오매스의 활용효율에 중점을 두고 있던 계획들을 실질적으로 에너지생산 시스템으로써의 기술 개발로 전향하였다. 이는 바이오매스의 활용률이 아닌 에너지의 전환율을 목표로 하고 있다. 2010년 이후 에너지의 활용과 에너지 생산기술의 개발과 확대를 목표로 여러 가지 정책을 통하여 바이오매스 타운을 설립 운영 하고 있다.

### 가. 교토의정서 발효 이전

일본은 2002년 바이오매스를 종합적으로 활용하여 지속가능한 사회인 “바이오매스 일본”의 실현을 위하여 “바이오매스 일본 종합전략”을 수립한다. 본 종합전략에서는 2010년까지 폐기물계 바이오매스 80% 이상, 미이용계 바이오매스 25% 이상을 활용하는 바이오매스 활용 목표를 설정하였다. 또한 2003년 10월에 수립한 “에너지기본계획”에서는 국가 에너지 수급에 있어 재생에너지 도입을 확대하기 위하여 2020년까지 1차 에너지 공급 대비 재생가능한 에너지의 비중을 10%까지 확대하는 목표를 수립하였고, 바이오연료에 대해서는 2020년까지 전국 가솔린 소비의 3% 상당을 대체하고, 셀룰로오스계 바이오매스와 조류 등을 이용하는 차세대 바이오연료에 대해서는 신기술의 확립으로 2030년까지 최대한도로 도입을 확대하는 방향을 설정하였다.

### 나. 교토의정서 발효 이후

2005년 2월 온실가스 감축에 관한 국가간 기후변화 회의를 통해 교토의정서가 발효되면서 일본에서는 2005년 4월 바이오매스 타운의 구상과 바이오매스의 에너지 변환·이용 기술 개발을 주요 내용으로 하는 “교토의정서 목표달성 계획”을 수립하고 2010년까지 바이오연료 50만

kL를 보급하는 목표를 설정한다. 또한 2006년 3월 기존 “바이오매스 일본 종합전략”을 개정하여 2010년까지의 바이오매스 이용목표를 폐기물계 바이오매스 90% 이상, 미이용계 바이오매스 40% 이상으로 격상시키고 2010년까지 바이오매스 타운 300개 구상 계획을 세운다.

2008년 3월에는 일본의 경제산업성과 농림수산성이 공동으로 “바이오연료기술혁신계획”을 수립하고 2015년까지 셀룰로오스계 바이오매스를 이용하는 바이오에탄올 생산기술에 대하여 미이용계 바이오매스 100 엔/L의 제조비용 달성 및 혁신적 기술 개발을 통한 40 엔/L의 제조비용 달성 목표를 설정한다. 이후 일본에서는 바이오매스 활용 시책의 종합적이고 계획적인 추진을 위하여 7개 부성(府省; 농림수산성, 내각부, 총무성, 환경성, 경제산업성, 국토교통성, 문부과학성)이 참여하는 바이오매스활용 추진회의를 설치하는 것을 주요 골자로 하는 “바이오매스 활용추진기본법” (2009. 6제정, 동년 9월 시행)을 제정한다. “바이오매스활용추진기본법”은 기존 “바이오매스 일본 종합전략”의 폐기물계 바이오매스 90% 이상, 미이용계 바이오매스 40% 이상이라는 국가 차원의 정량 추진목표를 삭제하고 지자체가 자발적인 참여하도록 유도하고 있으며, 이를 위해 지자체는 10개년 바이오매스활용 추진 목표를 수립하고 5년마다 평가를 실시하여 정량목표를 수정·보완하도록 하고 있다.

2010년도에 들어서서는 “에너지 공급구조 고도화에 따른 비화석 에너지원의 이용에 관한 석유정제업자의 판단기준”을 고시하여 석유정제업자에게 일정량의 바이오연료 도입의무를 부과(2011년 21만 kL에서 2017년 50만 kL의 바이오연료 도입 의무)하여 생산 바이오연료의 수요를 증진시켰으며, 동년 12월에는 2009년 “바이오매스활용추진기본법” 제정의 후속으로 “바이오매스활용 추진계획”을 수립하고 2020년까지 약 2,600만 탄소톤(ton-C)에 해당하는 바이오매스를 이용하고 약 5,000억엔 규모의 바이오매스 관련 신산업을 창출하는 바이오매스활용 추진의 정량목표 설정과 동시에 정량목표 달성을 위한 바이오매스 활용 기술의 연구개발을 위한 기본 방침을 설정한다. 또한 이와 관련하여 기존 추진한 바이오매스 타운을 발전시켜 신산업창출, 농촌 활성화와 연계하는 바이오매스 산업도시의 모델을 제시하고, 2020년까지 600개의 바이오매스 산업도시의 책정 목표를 추가로 수립한다.

#### 다. 후쿠시마 원전사고 이후

2011년 3월 일본 대지진의 여파로 빚어진 후쿠시마 원전사고 이후 일본의 에너지 정책과 바이오매스 활용 정책에 있어 원자력의 의존도를 낮추면서 바이오매스 활용을 통한 분산형 발전체제로 전환을 모색하게 된다.

(표 4.25) 일본 바이오매스 타운 추진 정책 개요

년도	정책	추진내용
2002	바이오매스일본종합전략 (2002. 12. 수립, 2006. 3. 개정)	- 바이오매스를 종합적으로 최대한 활용하여 지속가능한 사회 “바이오매스 일본” 의 실현(7府省이 참여) - 2010년까지 폐기물계 바이오매스 80%이상, 미이용계 바이오매스 25%이상 활용(2006년 폐기물계 바이오매스 90%, 미이용계 바이오매스 40% 이상으로 상향조정)
2005	교토의정서 발효(2002. 2)	
2005	교토의정서 목표달성 계획 (2005. 4. 수립, 2008. 3. 개정)	- 운송용 연료를 포함하는 바이오연료의 보급 촉진(2010년도 까지 50 만kL) - 바이오매스타운의 구상, 바이오매스 에너지의 변환이용기술의 개발
2008	바이오연료기술혁신계획 (2008. 3. 바이오연료기술혁신협의회, 경제산업성과 농림수산업성 공동)	- 셀룰로오스계 에탄올의 기술개발에 대해서 2015년까지 제조 비용 목표설정과 보급 확대(국내 미이용 바이오매스 100엔/L, 혁신적 기술 이용 40엔/L)
2009	바이오매스활용추진기본법 (2009. 6. 제정, 동년 9. 시행)	- 바이오매스 활용시책의 종합적이고 계획적인 추진 - 바이오매스 활용추진계획의 책정(국가, 都道府県, 市町村 단위 추진) - 바이오매스 활용추진회의의 설치(7府省) - 국가단위 정량적 추진목표(폐기물계 바이오매스 90%, 미이용계 바이오매스 40% 이상 활용) 삭제, 지자체가 자발적인 정량 목표를 10개년 목표 수립(5년마다 평가 목표 수정·보완)
2010	에너지기본계획 (2003. 10. 수립, 2010. 6. 개정)	- 2020년까지 1차 에너지 공급에서 재생가능에너지 비중 10% 까지 확대 - 전국 가솔린 소비량의 3%를 바이오연료로 대체
2010	에너지 공급구조고도화에 따른 비화석에너지원의 이용에 관한 석유정제업자의 판단기준	- 석유정제업자에게 일정량의 바이오연료 도입을 부과(2011년 21 만kL→2017년 50 만kL, 원유환산기준)
2010	바이오매스활용추진기본계획 (2010. 12. 수립)	- 목표 : 2020년까지 약 2,600만톤에 해당하는 바이오매스 이용, 약 5,000억엔 규모의 신산업 창출) - 바이오매스 활용기술의 연구개발 기본방침 설정
2011	후쿠시마 원전사고(2011. 3)	
2011	우리나라 식품·농림어업의 재생을 위한 기본방침 및 행동계획 (2011. 10. 식품농림어업의 재생추진본부 결정)	- 에너지 생산을 위한 농산어촌 자원의 활용 추진 - 농산어촌 자원을 활용한 분산형 에너지 공급체계 형성
2012	전기사업자에 대한 재생가능에너지 전기조달에 관한 특별조치법 (2011. 8. 제정, 2012. 7. 시행, 경제산업성)	- 재생가능에너지(태양광, 풍력, 수력, 지역, 바이오매스)의 고정 가격매수제도(FIT) 시행

이러한 노력의 일환으로 에너지 생산을 위한 농산어촌의 자원활용을 추진하고, 농산어촌의 자원을 활용하는 분산형 에너지 공급체계 형성 주요 내용으로 하는 “우리나라 식품·농림어업의 재생을 위한 기본 방침 및 행동계획” (2011. 10)이 수립하였으며, 2012년 7월부터 “전기사업자에 대한 재생가능에너지 전기조달에 관한 특별조치법” (2011. 8 제정)에 따라 재생가능에너지(태양광, 풍력, 수력, 지열, 바이오매스)의 보급 촉진을 위한 고정가격 매수제도(FIT)를 시행하였다. 이러한 정책은 단순한 바이오매스 활용 촉진을 위한 것이기 보다는 후쿠시마 원전사고 이후 국가적 위기를 극복하기 위한 “일본재생 기본전략” (2011. 12)에 기초를 두고 있다. “일본재생 기본전략”은 일본 재생의 근간으로서 혁신적 에너지·환경 전략의 수립을 통해 에너지와 환경정책을 재설계하고, 원자력의존도 저감과 분산형 에너지 시스템 전환하는 “청정(Clean) 성장전략”으로 신산업·신시장을 창출하며, 식품공급·국토보전을 이루면서 농산어촌 자원 활용을 통해 재생에너지의 공급을 촉진시키는 농림어업의 재생을 주요 골자로 하고 있다.

### 3. 바이오매스 일본 종합전략

#### 가. 바이오매스종합전략

일본의 “바이오매스 일본 종합전략”은 2002년 12월에 수립되고, 2006년 3월에 바이오매스 이용을 가속화시키기 위해 개정 과정을 거친 2000년대 일본 바이오매스 이용에 관한 핵심 정책이다(JMAFF, 2006). “바이오매스 일본 종합전략”은 탄소중립의 특성을 가지는 바이오매스 이활용을 통해서 화석연료의 사용을 억제하는 지구온난화 방지의 필요성, 유한한 자원으로 부터 상품을 대량으로 생산하고 대량으로 소비·폐기하는 기존 사회시스템을 개선하는 순환형사회 이행의 필요성, 바이오매스의 순환을 통해 신에너지, 신소재, 공업원료, 비료, 사료로 활용하는 새로운 환경조화형 산업의 창출 가능성, 마지막으로 아시아 몬순기후지대에 위치한 일본의 지리적 여건상 풍부한 바이오매스의 활용을 통해 농업, 농촌사회의 활성화를 위한 새로운 가능성을 탐색하기 위하여 ①지구온난화방지, ②순환형사회의 형성, ③전략적 산업의 육성, ④농산어촌의 활성화라는 네 가지 목적으로 추진되었다.

(표 4.26) 바이오매스 일본종합전략

목 적	내용
지구온난화방지	- 탄소중립의 특성을 가지는 바이오매스 이활용을 통해서 화석연료의 사용을 억제하고 지구온난화를 방지
순환형사회의형성	- 유한한 자원으로 부터 상품을 대량으로 생산하고 이것을 대량으로 소비, 폐기하는 일방통행의 사회시스템을 개선하고, 폐기물의 발생을 억제하고, 유한한 자원을 유효하게 활용하는데, 순환형사회로 이행하는 것이 필요
전략적 산업의 육성	- 바이오매스의 순환이 신에너지, 신소재, 공업원료, 비료, 사료로 활용, 신기술, 노하우를 활용하는 새로운 환경조화형 산업의 창출
농산어촌의 활성화	- 아시아 몬순기후지대에 위치, 온난다우의 기후여건 하에서 바이오매스자원이 풍부하고, 다양한 농산어촌이 존재함, 바이오매스이활용을 위한 조직을 추진하는 것으로 농업, 농촌사회의 활성화를 위한 새로운 가능성을 탐색

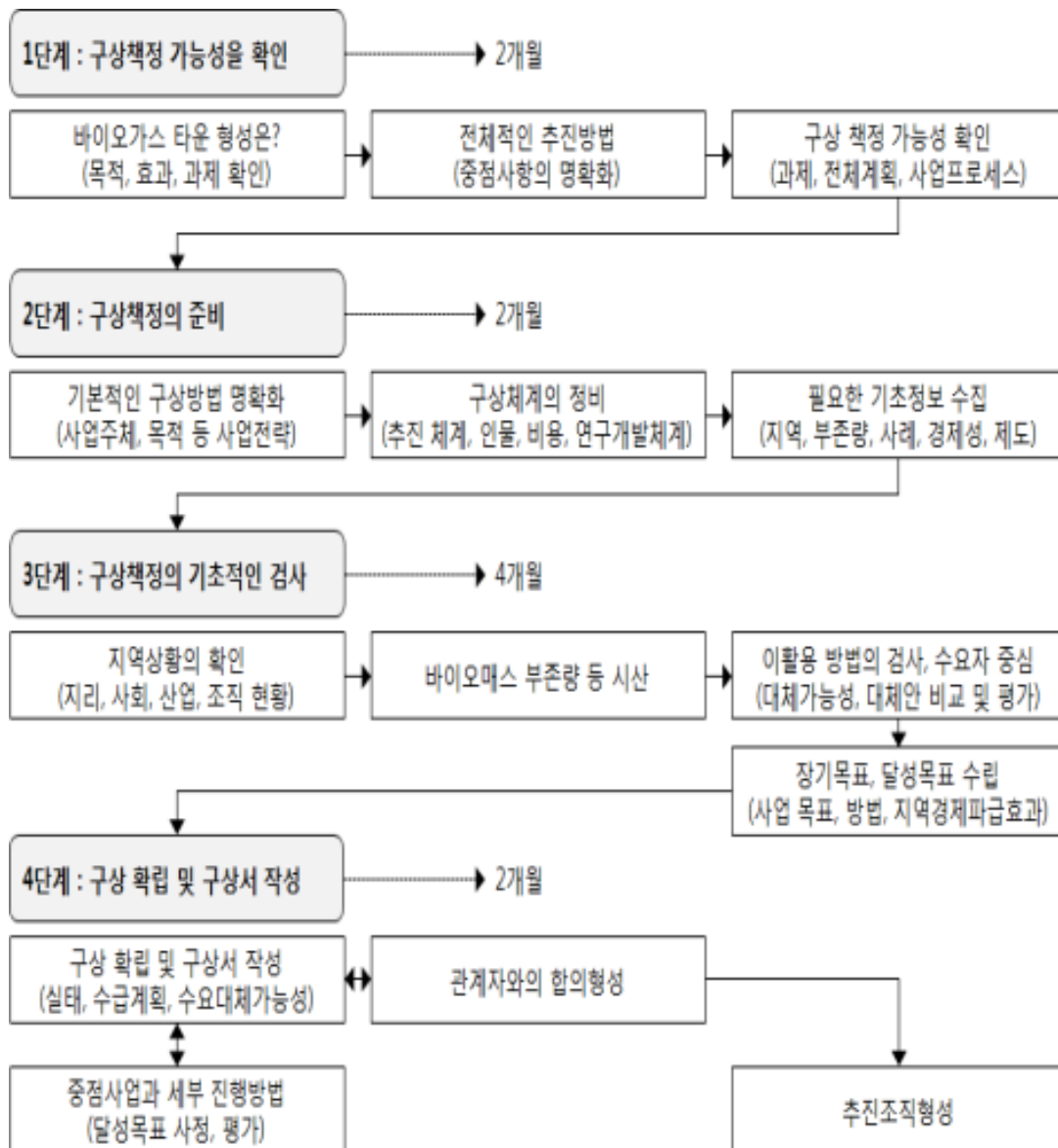
“바이오매스 일본 종합전략”은 2010년까지 시정촌(市町村) 단위의 300개 바이오매스 타운을 공표하는 목표를 설정하고 있으며, 바이오매스 타운의 구상은 지역 내 잔존하는 폐기물계 바이오매스 90% 이상, 또는 미이용계 바이오매스 40% 이상을 활용하는 종합적인 바이오매스 이용을 추진 계획을 포함하도록 하고 있다. 바이오매스 타운의 선정은 전술한 바이오매스 이용 목표를 충족시키면서, 지역주민, 관계단체, 지역산업 등의 의견을 수렴하여 계획 추진 의지가 높고, 관계자간의 협력이 안정적인 지역을 대상으로 이루어진다. 바이오매스 타운 구상이 공표되면 바이오매스 타운의 구상 내용과 추진조직이 도도부현(都道府縣)과 관련기관에 등록되며, 바이오매스 타운 구상을 실현하기 위한 적극적인 지원(농림수산성 지역바이오매스 이활용 정비 교부금)이 이루어진다(JMAFF, 2008).

(표 4.27) 일본 바이오매스 타운 구상 내용

구 분	내 용
바이오매스일본 종합전략의 목표	- 2010년까지 300개 지구(市町村) 공표
구상목표	- 지역내 잔존하는 폐기물계 바이오매스 90%이상, 또는 미이용계 바이오매스 40% 이상을 활용하는 종합적인 바이오매스 이활용을 추진 - 지역주민, 관계단체, 지역산업 등의 의견을 배려하고, 계획의지가 높고, 관계자가 협력하는 안전적이고 적정한 바이오매스 이활용을 추진
추진방법	- 市町村을 중심으로 하는 지역바이오매스이용의 전체 계획 “바이오매스 타운 구상”을 작성하고, 구상 실현을 위한 조직을 정비
바이오매스타운 공표 효과	- 타운 구상과 추진조직이 都道府縣과 관련기관에 등록 - 타운 구상이 공표되면 전국적으로 조직을 공개 - 타운구상을 실현하기 위한 적극적인 지원(예, 농림수산성·지역바이오매스 이활용 정비 교부금의 우선적 지원)

## 나. 바이오매스 타운의 구상

바이오매스타운의 구성은 목적과 사업적인 프로세스 등의 가능성을 확인하고 구상체계의 정비와 필요 기초정보의 수집, 지역상황 확인과 바이오매스 부존량과 이용방법 그리고 바이오에너지의 수요처 등의 조사단계를 거친 후 구상서를 작성하고 평가를 통하여 확정하는 4개의 단계를 통하여 구성되고 있다. 1단계에서는 바이오매스타운의 구상책정의 가능성을 확인하는 단계로 목적과 효과, 과제 확인하는 과정에서 전체적으로 추진방법 등을 확인하고 사업의 프로세스 등을 확인하는 과정이다. 2단계에서는 1단계에서 가능성을 확인한 뒤 구상의 신빙성과 현실성을 위한 기초자료의 수집 및 사업주체의 확정 산업전략 등을 구성하는 절차를 거친다. 3단계에서는 구상된 바이오매스타운의 기초적인 조사 단계로 실질적으로 활용할 수 있는 바이오매스양의 산정과 이·활용 방법 등의 모색, 기술의 등의 검사, 지역현황 등의 조사 등을 통하여 구상을 구체화 하는 과정이다. 4단계에서는 구상 한 바이오매스 타운의 구상서 즉 사업계획서를 작성하는 단계로 수급계획, 수요 대체가능성 등을 구체화하여 합의를 통하여 계획서를 작성하고 이를 수행 하고자하는 추진체계를 확립하는 단계이다. 각 단계별 추진 기간은 1단계와 2단계를 각각 2개월 씩 4개월의 기간을 통하여 수행하며 3단계를 4개월 4단계를 2개월의 추진 기간으로 총 10개월의 추진 기간을 통하여 바이오매스 타운을 구성하게 된다.



<그림 4.13> 바이오매스타운 구상순서

#### 다. 바이오매스 타운 지원(금)정책

바이오매스 이활용 교부금은 바이오매스 타운의 구상, 실현을 위한 지원금으로 소프트(Soft) 사업과 하드(Hard) 사업으로 구분하여 지원되었다. 소프트(Soft) 사업은 바이오매스 타운의 구상과 책정 등, 바이오매스 타운의 실현을 위한 지역의 창의적이고 주체적인 조직화를 지원하는 것으로 총사업비의 50%를 지원한다. 그리고 하드(Hard) 사업은 바이오매스 발생시설, 이용시설 등, 바이오매스 활용에 관여하는 시설 정비에 총사업비의 50%를 지원(민간사업자 1/3지원)하며, 업무는 시정촌(市町村)의 축산기획과, 농촌진흥과(중산간지역진흥과)에서 담당한다. 특히 바이오매스 타운 구상 실현에서 하드(Hard) 사업의 지원 대상을 사업종류별로 보면



지역모델 실증형과 신기술 실증형으로 구분하며, 지역모델 실증형 사업의 경우 바이오매스의 발생, 이용, 에너지 변환 시설 설치를 대상으로 하고, 신기술 실증형 사업은 바이오매스의 발생, 이용 시설을 제외한 바이오매스의 에너지 변환시설 설치를 대상으로 한다. 또한 하드(Hard) 사업의 지원 대상 공정별로 보면 바이오가스 생산시설, 탄화시설과 같은 에너지 변환시설, 농산물 집하·저장시설, 공동육묘시설 등(지역모델 실증형 사업에 한정) 바이오매스 발생·이용 시설, 퇴비화 시설 등 가축분뇨 활용 시설을 대상으로 하고 있다. “바이오매스 일본 종합전략”에 근거한 바이오매스 타운 구상 사업은 2011년에 종료되었으며, 2012년 8월 기준 일본 바이오매스 타운 구상은 총 310개소의 시정촌(市町村)에서 공표되었다. 최근의 바이오매스 집계자료(JMAFF, 2012)에 따르면 일본 내 바이오매스타운은 323 개소로 보고되고 있으며, 이중 5개 시정촌(市町村)에서 책정한 바이오매스 타운과 8개 현(縣)에서 책정한 바이오매스타운은 2010년 12월 수립된 “바이오매스 활용 추진 기본계획”에 따라 추진된 바이오매스 타운이며, 기존 “바이오매스 일본 종합전략”의 바이오매스타운 구상을 공표한 4개 시정촌(市町村)이 “바이오매스 활용 추진 기본계획”에 따른 바이오매스 타운을 동시에 책정하고 있는 상황이다. 바이오매스 타운 구상의 하드(Hard) 사업으로 지원·설치한 바이오매스 이용 시설은 2011년 기준 89개 시정촌(市町村)의 150지구에 178개 시설이 설치·운영되고 있다.

(표 4.28) 지역바이오매스 지원 교부금

지원 구분		내 용
Soft 지원	지원방향	- 바이오매스 타운의 구상과 정책 등, 바이오매스 타운의 실현을 향한 지역의 창의적이고 주체적인 조직화를 지원
	사업내용	<바이오매스 타운 구상 책정> - 구상책정 및 책정에 필요한 조직 정비 <이활용 시스템 구상> - 바이오매스 구상 실현을 위한 종합적인 이활용 시스템의 구상 - 구상을 실현하기 위한 조직 정비(바이오매스 연료 제조 조직 등)
	지원율	- 사업비의 1/2(50%)
	담당부서	- 축산기획과, 농촌진흥과(중산간지역진흥과)
Hard 지원	지원방향	- 바이오매스 이활용 시설의 정비, 바이오매스 발생시설, 이용시설 등, 바이오매스 이활용에 관여하는 시설을 일체적으로 정비
	사업내용	<사업종별> - 지역모델 실증형 : 바이오매스 발생, 이용, 변화시설 정비 - 신기술 실증형 : 바이오매스 변화시설의 모형 정비 <대상공정> - 변환시설 : 메탄발효 및 탄화 시설 등 - 발생·이용 시설 : 농산물 집출하저장시설, 공동육묘시설 등(※지역모델 실증형에 한정) - 축산분뇨 이활용 시설 : 퇴비화 시설 등 공동이용시설
	지원율	- 사업비의 1/2(50%), 민간사업자는 원칙적으로 사업비의 1/3
	담당부서	- 축산기획과, 지역정비과(중산간지역진흥과)

(표 4.29) 바이오매스 타운 시설정비 관련 예산 지원 현황

년도	지구수	시설수	지원예산(억엔)		
			지구당	시설당	계
2003	5	9	4.0	2.2	6.2
2004	7	11	3.2	2.0	5.2
2005	15	22	6.3	4.3	10.6
2006	25	31	3.9	3.2	7.1
2007	25	27	4.2	3.9	8.1
계	77	100	21.6	15.6	37.2

### 라. 바이오매스 일본 종합전략 평가와 과제

2011년 “바이오매스 일본 종합전략”에 따른 바이오매스 구상 사업의 종료와 사업추진 실적에 대하여 자체 평가가 진행되었다. 일본 농림수산성은 당초 목표인 폐기물계 바이오매스 80% 이상, 미이용계 바이오매스 25% 이상의 활용 목표에 있어, 폐기물계 바이오매스의 활용 목표는 충족되었으나 미이용계 바이오매스의 활용이 저조한 것으로 나타났다. 폐기물계 바이오매스의 경우 탄소량 환산 기준으로 약 86%의 이용률을 보였으며, 이는 “건설공사에 관한 자재 재활용에 관한 법률”, “식품순환 자원재생이용 등의 촉진에 관한 법률” 등 폐기물계 바이오매스 활용에 관한 법률의 제정과 하수오니의 시멘트화 등 건설자재 이용의 촉진으로 인한 것으로 나타났다. 미이용계 바이오매스의 경우 탄소량 환산 기준으로 약 17%의 이용률을 보여 당초 목표인 25%와 비교하여 매우 저조하였으며, 이는 미이용계 바이오매스의 효율적인 수집 시스템이 확립되지 못하고 비용면에서 바이오매스 사업자의 수요를 충분히 이끌어내지 못하는 점에서 기인한 것으로 평가하고 있다. 또한 바이오매스 타운 300개 구상 공표는 달성 측면에서는 공표 지구가 310 개소로 공표 지구수는 목표치를 상회하고 있으나 바이오매스 구상을 공표한 지역의 조직이 발전적으로 성장하지 못하고 있고, 바이오매스 구상에 명시한 바이오매스 이용률과 경제성 측면에서 목표를 충분히 달성하지 못하는 지역이 상당수 존재하는 것으로 나타났다. 특히 “바이오매스 일본 종합전략”은 기술 개발에 관한 구체적인 계획을 담고 있지 못한 관계로 바이오매스 전환기술의 조사·정리 수준에 그치고 있으며, 바이오매스 전환기술간의 효율적인 연계체계가 확립되지 못하고, 온실가스 감축 측면에서 실용화·보급 단계까지 적용할 수 있는 기술이 매우 미흡한 것을 바이오매스 타운의 바이오매스 이용률 저하와 낮은 경제성의 원인으로 지적하고 있다. 특히 “바이오매스 일본 종합전략”에서는 지구온난화 방지, 순환형사회의 형성, 경쟁력 있는 새로운 전략산업 육성, 농림어업·농산어촌 활성화라는 4가지 목적을 설정하고 있으나, 이러한 목표의 효과와 수치지표로의 관계가 명확하지 않아 전체성과를 평가하는데 어려움이 있으며, 바이오매스 구상에 기초한 각 지역별 추진조직을 통일적인 기준으로 평가하고, 지역별 사업 개선을 위한 구체적인 조직화를 이루는데 정책의 한계점이 있었다고 평가한다(JMAFF, 2009). 따라서 향후 바이오매스 활용 추진 시책들의 종합적이고 계획적인 추진이 요구되며, “바이오매스 일본 종합전략”에서 도출된 과제의 발전적인 해소를 위해 2009년 6월 “바이오매스 활용 추진 기본법”을 제정한다.

(표 4.30) 바이오매스 일본 종합전략 평가와 과제

구 분	내 용
총 합	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미이용계 바이오매스의 활용과 지역별 바이오매스 타운 구상에 기초하는 실재 조직이 충분히 추진되지 않음</li> <li>- 바이오매스의 이용에 관한 각각의 기술은 조사, 종합되었으나 바이오매스를 효율적으로 이용하기 위한 기술체계를 확립까지는 미치지 못함</li> <li>- 바이오매스 구상에 기초한 각 지역조직을 통일적인 기준으로 평가하고, 지역별 사업의 개선을 꾀하는 구체적인 조직화가 이루어지지 않음</li> <li>- 종합전략에서는 지구온난화 방지, 순환형사회의 형성, 경쟁력 있는 새로운 전략산업 육성, 농림어업·농산어촌 활성화라는 4가지 효과의 발현을 목표로 하고 있으나, 이러한 목표의 효과와 수치지표로의 관계가 명확하지 않아 전체성과를 평가하는데 어려움이 있음</li> </ul>
평 가	<p>&lt;기술적 측면&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 복수의 기술이 적용되는 효율적인 기술체계가 확립되지 않음</li> <li>- 경제성과 LCA를 고려한 온실가스 감축면에서 실용화·보급까지 도달하는 기술이 적음</li> </ul> <p>&lt;지역적 측면&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 구상을 공표한 지역의 조직이 진보되지 않고, 바이오매스 구상에 명시한 바이오매스 이용률과 경제성 면에서 목표를 충분히 달성하지 못하는 지역이 상당수 존재</li> </ul> <p>&lt;전국적 측면&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐기물계 바이오매스는 탄소량 환산으로 86% 이용률(목표치 80%)을 보임, 이는 “건설공사에관한자재자원화에관한법률”, “식품순환자원재생이용등의촉진에관한법률” 등 폐기물계 바이오매스 활용에 관한 법률의 제정과 하수오니의 시멘트화 등 건설자재 이용의 진전으로 인한 것으로 판단됨</li> <li>- 미이용계 바이오매스는 목표치 25%에 미치지 못함(이용률 17%), 이는 미이용계 바이오매스의 효율적인 수집시스템이 확립되지 못하고 비용면에서 이용자의 수요를 충분히 이끌어내지 못하는 점에서 문제가 기인</li> </ul>
과 제	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 활용 추진에 관한 시책을 종합적이고 계획적으로 추진하고자하는 목적으로 2009년 6월 바이오매스활용추진기본법이 이 제정되었고, 바이오매스 활용 추진 기본계획은 기본법에 기초하여 바이오매스 활용 추진에 관한 시책의 기본적인 사항을 정하고 있다. 본 기본계획의 책정은 종합전략의 과제를 발전적으로 해소하고 금후 시책의 기본적인 방향성을 명확히 하는데 있다.</li> </ul>

## 4. 바이오매스 활용 추진 기본계획

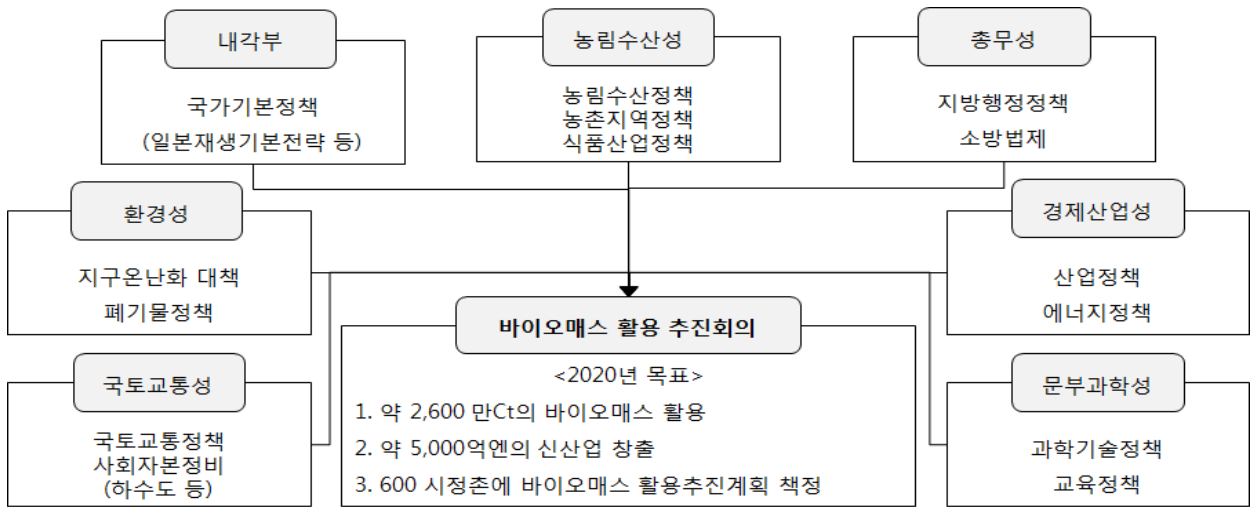
### 가. 목표 및 내용

2010년 12월 수립된 “바이오매스 활용 추진 계획”은 “바이오매스 활용 추진 기본법”에 기초하여 바이오매스 활용·촉진에 관한 시책으로서 바이오매스 활용 추진을 위한 기본적인 방침, 국가의 달성목표, 기술의 연구개발에 관한 사항 등을 정하고 있으며, 종래 “바이오매스 일본 종합전략”에서 추진한 각 지역의 바이오매스 타운 구상과 조직 등의 관하여 남은 과제는 “바이오매스 활용 추진 계획”에 따라서 해결하고자 하였다(JMAFF, 2010). “바이오매스 활용 추진 계획”의 목적은 “바이오매스 일본 종합전략”의 계승하는 측면에서 ①농산어촌의 활성화, ②산업발전과 국제 경쟁력 강화, ③지구온난화 방지와 순환형 사회형성으로 설정하고 있으며, 2020

년까지 농촌 활성화 측면에서는 600 개소의 바이오매스 활용 추진계획을 책정하고, 산업창출 측면에서는 바이오매스를 활용하는 약 5,000억엔 규모의 신산업 창출하며, 지구온난화 방지 측면에서는 약 2,600만톤소톤의 바이오매스 활용하는 목표를 설정하였다. 특히, “바이오매스 활용 추진 계획”에서는 바이오매스 전환 기술 및 연구개발에 관한 사항을 강조하고 있으며, 바이오매스의 새로운 유효기술의 개발로 바이오매스 수집·운반부터 가공·이용까지 종합적인 기술체계의 확립을 추진하고, 장기적인 관점에서 바이오매스 생산효율이 우수한 조류 등, 미래 이용이 기대되는 새로운 바이오매스 자원의 창출을 추진하는 내용을 명시하고 있다. “바이오매스 활용 추진 계획”은 시정촌(市町村) 중심의 기존 “바이오매스 타운 구상” 정책과 달리 도도부현(都道府縣)이 사업신청이 가능하도록 추진하고 있다. 이는 기존 “바이오매스 타운 구상” 정책이 가지는 사업화의 지역적 한계를 극복하기 위한 수단으로서 농산어촌의 활성화와 함께 신산업 창출을 통한 지역 또는 광역단위 산업발전을 연계하고자하는 “바이오매스 활용 추진 계획”의 핵심적 가치에 기초하는 정책 추진 수단이다. 따라서 “바이오매스 활용 추진 계획”에서는 바이오매스 사업화 전략안을 제시하고 있으며, 바이오매스 사업화 전략안은 기본 전략을 포함하여 7개의 전략으로 구분된다.

(표 4.31) 바이오매스 활용 추진 기본계획

구 분	내 용
취지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 활용 추진 기본법에 기초하여 바이오매스 활용·촉진에 관한 시책으로서 기본적인 방침, 국가의 달성 목표, 기술의 연구개발에 관한 사항 등을 정하는 계획</li> <li>- 종래 바이오매스 일본 종합전략에서 추진한 각 지역에서 바이오매스 타운 구상과 조직 등의 관해 남은 과제는 본 기본계획에 따라서 해결</li> </ul>
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농산어촌의 활성화</li> <li>- 산업발전과 국제 경쟁력 강화</li> <li>- 지구온난화 방지와 순환형 사회 형성</li> </ul>
시책의 기본 방침	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 공급자인 농림어업자, 바이오매스 제품의 제조사업자, 지방공공단체, 관계府省이 일체적으로 바이오매스의 활용 극대화 추진</li> </ul>
국가 달성 목표 (목표년도 2020년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농촌 활성화 : 600 시정촌에 대해서 바이오매스 활용 추진계획을 책정</li> <li>- 산업창출 : 바이오매스를 활용하는 약 5,000억엔 규모의 신산업 창출</li> <li>- 지구온난화 방지 : 약 2,600만톤소톤의 바이오매스 활용</li> </ul>
목표 달성 방침	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 활용 추진 계획의 책정 시정촌(市町村)에 대해서는 조직효과의 검증, 과제 해결을 위한 기술정보의 공급 등 확실한 효과의 발현을 꾀함</li> <li>- 현재 대부분 활용되지 있지 않는 임지 잔재의 유효 활용 등 바이오매스의 활용을 추진</li> </ul>
정부가 종합적이고 효과적으로 해결하고자하는 시책	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상충되는 목표달성을 위해서 바이오매스의 활용에 필요한 기반의 정비, 농산어촌의 6차 산업화 등에 의한 바이오매스 제품 등을 공급하는 사업의 창출, 연구개발, 인재육성 등을 추진</li> </ul>
기술 및 연구개발에 관한 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스의 새로운 유효기술의 개발로 바이오매스 수집·운반부터 가공·이용까지 종합적인 기술체계의 확립을 추진</li> <li>- 장기적인 관점으로부터 바이오매스 생산효율이 우수한 조류 등, 미래 이용이 기대되는 새로운 바이오매스 자원의 창출을 추진</li> </ul>



<그림 4.14> 바이오매스 활용 추진 계획 추진 체계

(표 4.32) 바이오매스 종류별 목표와 전개방향(2010.12.17.)

종류	목표 이용률 (현재 → 2020년)	전개방향
가축분뇨 (약 8,800 만톤)	약 90% → 약 90%	- 퇴비이용 및 메탄발효 등에 의한 에너지 이용을 추진
하수슬러지 (약 7,800 만톤)	약 77% → 약 85%	- 건설부자재의 이용 및 바이오가스화 등에 의한 에너지 이용 추진
흑액 (약 1,400 만톤)	약 100% → 약 100%	- 제재공장에서 에너지화 이용 추진
종이 (약 2,700 만톤)	약 80% → 약 85%	- 재생지 등 및 에탄올화, 바이오가스화 등을 포함한 에너지회수 고도화를 추진
식품폐기물 (약 1,900 만톤)	약 27% → 약 40%	- 비료, 사료이용 및 메탄발효 등에 의한 에너지 이용 추진
제재공장 등 잔사 (약 340 만톤)	약 95% → 약 95%	- 제지원료·보드 등 및 에너지 이용을 추진
건설발생목재 (약 410 만톤)	약 90% → 약 95%	- 목재펠프 등의 재자원화, 보드 등 및 에너지 이용을 추진
농작물비식용부분 (약 1,400 만톤)	약 30% → 약 45% (토양환원 제외) 약 85% → 약 90% (토양환원 포함)	- 비료, 사료 이용 및 에너지 이용을 추진
임지잔재 (약 800 만톤)	대부분 미이용 → 약 30% 이상	- 제지원료·보드 이용부터 에너지 이용까지 단계적 이용을 추진
자원작물 (약 40 만톤)	약 0% → 40만톤소톤	- 자원작물과 미세조류 등으로부터 바이오연료 생산기술 개발을 추진

(표 4.33) 바이오매스 에너지 잠재량 및 목표 이용률

종류	부존량(A)		바이오매스 목표 이용률 (부존량 대비)				에너지화 목표 이용률 (부존량 대비)			
	물량 (만톤)	탄소량 (만Ct)	현재		2020년		2020년		최대 이용률	
			탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)
가축분뇨	8,800	525	473	90	473	90	131	25	184	35
하수슬러지	7,800	90	69	77	77	85	19	21	32	36
흑액	1,400	466	466	100	466	100	466	100	466	100
종이	2,700	1,034	827	80	879	85	52	5	207	20
식품폐기물	1,900	80	22	27	32	40	21	26	69	86
제재공장 등 잔사	340	170	161	95	162	95	102	60	111	65
건설발생목재	410	181	163	90	172	95	85	47	94	52
농작물비식용부분	1,400	498	149	30	224	45	75	15	125	25
임지잔재	800	400	0	0	120	30	120	30	400	100
자원작물	-	40	0	0	40	100	40	100	40	100
계	25,550	3,484	2,329	67	2,643	76	1,111	32	1,728	50

## 나. 추진 전략

### (1) 기본 전략

기본전략은 제조비용 저감과 바이오매스 안정공급을 통해 지속가능성 기준에 순응하면서 에너지 전환 기술과 바이오매스의 선택과 집중에 따른 사업화를 중점 추진하는 것으로 원료생산부터 수집·운반·제조·이용까지의 총괄적인 시스템을 구상(기술(제조), 원료(입구), 판로(출구)의 최적화)하고 지역 바이오매스를 활용한 사업화 추진에 따른 지역산업 창출과 자립 분산형 에너지 공급체계를 강화하는 데 있다. 이를 위하여 바이오매스 산업 투자자와 사업자가 안정적으로 참여할 수 있는 정책을 제공한다.

### (2) 기술 개발 전략(기술개발과 제조)

기술개발 전략은 바이오매스 사업화에 중점적으로 활용하는 실용화 기술의 평가를 통해 현 기술의 수준을 체계적으로 정리하고 주요 바이오매스 이용기술의 기술개발 로드맵을 구체적으로 제시하고 있으며, 산·학·관 연구기관을 연계하는 셀룰로오스계, 조류 등 차세대 기술, 자원식물, bio-refinery 등에 대한 실용화 중심의 기술개발을 가속화하는 전략이다.

### (3) 출구 전략(수요의 창출과 확대)

출구전략은 2012년 7월부터 실시(JMETI, 2012)되는 재생에너지 고정가격매수제도(FIT)를 적극적 활용하고, 투자자, 사업자가 참여를 유도할 수 있는 바이오매스 관련 세제의 추진, 각종

credit 제도의 적극적 활용에 의한 온실가스 감소 추진을 바이오매스 활용 재생에너지 산업 수요 창출을 위한 전략의 핵심내용으로 하고 있다. 이와 함께 재생에너지 수요를 고려한 바이오매스 활용시설에 적절한 입지와 판로의 확보, 고부가가치 제품의 창출에 의한 사업화를 추진한다.

#### (4) 입구 전략(원료 조달)

입구전략은 바이오매스 원료의 조달을 활성화시키기 위한 전략으로 “바이오매스 일본 종합전략”의 성과 평가에서 미흡한 부분으로 평가된 미이용계 바이오매스의 이용효율을 향상시키는데 중점을 두고 있다. 따라서 입구전략은 간벌재 등 효율적인 수집·운반 시스템 구축 등을 포함해서 바이오매스 활용을 고려하는 농림업 체제를 정비하고, 바이오매스 발전연료에 해당 폐기물의 운송비, 취급방법 등을 명확화 하여 널리 분포하는 바이오매스의 효율적인 수집·운반 시스템을 구축하는 전략이다. 이와 함께 바이오매스 증대를 위해 이분해성 등 자원용 작물 식물의 개발하는 내용을 포함한다.

#### (5) 개별 중점 전략

개별 중점전략은 바이오매스별(목질 바이오매스, 식품폐기물, 하수 슬러지, 가축분뇨, 바이오 연료) 이용 및 에너지 전환을 활성화시키는 전략이다. 공통적으로는 재생에너지 고정가격매수제도(FIT)를 적극적 활용하면서, 목질 바이오매스의 경우 효율적인 수집·운반 시스템 구축과 목질발전소 등에서의 에너지 이용을 중점적으로 추진하고 제재공장 등 잔재, 건설발생 목재의 제지 가공 원료 및 에너지 등으로 재생·이용을 추진한다. 식품폐기물의 경우 분리수거 체계를 강화하고, 기타 바이오매스의 혼합이용을 통해 바이오가스화 및 고체 연료화를 통한 재생·이용을 추진한다. 또, 하수 슬러지와 가축분뇨는 경우 바이오가스화 음식물폐기물과의 혼합이용, 고형연료화를 통한 재생이용을 추진한다. 마지막으로 또 바이오연료에 대해서는 안전하고 안심할 수 있는 품질 수준을 달성하고, 석유업계의 이해를 전제로 농업과 연계하는 지역순환형 바이오연료 이용방안을 구체화 하는데 주력하며, 바이오디젤 연료의 세제 혜택을 통한 보급 촉진과 함께 산·학·관 연구개발 협력을 통한 차세대 바이오연료 제조기술 개발을 가속화하는 내용을 포함하고 있다.

#### (6) 종합 지원 전략

바이오매스 활용의 종합적인 지원을 위한 전략은 바이오매스 타운의 발전과 고도화를 중심으로 전략을 수립하고 있다. 이러한 종합전략은 일본의 “바이오매스 활용 추진 계획”의 실행 성과를 “바이오매스 활용 추진 계획”의 목적 달성(농산어촌의 활성화, 산업발전과 국제 경쟁력 강화, 지구온난화 방지와 순환형 사회 형성)과 연계시켜 종합화, 체계화 시키는 효과도 기대할 수 있는 장점을 가진다. 종합 지원 전략의 핵심내용은 지역 바이오매스를 활용한 청정(Clean) 산업 창출과 지역 순환형 에너지 시스템 구상으로 바이오매스 타운의 발전·고도화한 형태인 “바이오매스 산업도시 구상”이다. 이를 위해 원료 발생 산업부터 수집, 운반, 제조, 이용까지의 사업 연계를 통한 사업화 조직을 추진하는 제도(농림어업바이오연료법 등)를 수립하고, 플랜트-엔지니어링 중심 사업운영 및 사업화를 추진하는 내용을 포함하고 있다. 특히 바이오매스 산업도시의 활성화를 위한 사업 모델은 지산지소(地産地消)형, 광역형, 고부가가치형, 개발수입형

의 네 가지 모델을 제시한다. 지산지소형 바이오매스 산업도시 모델은 지역 수준의 바이오매스 활용 모델로 추진되며, 광역형은 광역지역에서의 바이오매스 활용 모델로 추진된다. 또 고부가가치형 바이오매스 산업도시 모델은 바이오 정제(Refinery)와 같은 첨단 기술을 활용하는 고부가가치 제품의 생산·이용·산업화 모델이며, 개발 수입형은 외국으로부터 원료 수입을 통해 바이오매스 제품을 개발·이용하는 모델이다.

### (7) 해외 전략

해외전략은 바이오매스 산업육성을 통해 일본의 국가 경쟁력과 국제적인 주도권의 유지·확보를 위한 전략으로 국내 기술로 바이오매스를 활용하는 지속가능한 사업모델을 구상하고 이러한 기술과 사업 모델을 기반으로 아시아를 중심으로 하는 해외사업의 전개를 전략 내용으로 한다. 이를 위해 일본 내 관계 연구기관, 업계가 연계하여 지속가능한 바이오매스 이용을 향한 국제적인 기준 마련과 보급을 적극적으로 추진하는 것이다.



(표 4.34) 바이오매스 사업화 전략(안) 개요

<b>기본전략</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비용저감과 안정공급, 지속가능성 기준에 순응하면서 기술과 바이오매스의 선택과 집중에 따른 사업화 중점 추진</li> <li>- 원료생산부터 수집, 운반, 제조, 이용까지의 총괄적인 시스템 구상(기술(제조), 원료(입구), 판로(출구)의 최적화)</li> <li>- 지역바이오매스를 활용한 사업화 추진에 따른 지역산업 창출과 자립 분산형 에너지공급체계 강화</li> <li>- 투자자, 사업자 참여할 수 있는 안정적인 정책을 제공</li> </ul>	
<b>전략2 기술개발(기술개발과 제조)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업화에 중점적으로 활용하는 실용화 기술의 평가</li> <li>- 산학과 연구기관을 연계하는 실용화 중심의 기술개발 가속화(셀룰로오스계, 조류 등 차세대 기술, 자원식물, bio-refinery 등)</li> </ul>	
<b>전략3 출구전략(수요의 창출과 확대)</b>	<b>전략4 입구전략(원료조달)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고정가격매수제도의 적극적 활용</li> <li>- 투자자, 사업자가 참여를 유도할 수 있는 바이오매스 관련 세제의 추진</li> <li>- 각종 credit 제도의 적극적 활용에 의한 온실가스 감소 추진</li> <li>- 바이오매스 활용시설에 적절한 입지와 판로의 확보</li> <li>- 고부가가치 제품의 창출에 의한 사업화 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 활용을 고려하는 농림업 체제 정비(미이용 간벌재 등 효율적인 수집·운반 시스템 구축 등)</li> <li>- 널리 분포하는 바이오매스의 효율적인 수집·운반 시스템 구축(바이오매스 발전연료 해당 폐기물 운송비, 취급방법 등 명확화)</li> <li>- 바이오매스증대, 이분해성 등 자원용 작물 식물의 개발</li> <li>- 다양한 바이오매스 자원의 혼합이용과 폐기물계 바이오매스 이용 극대화</li> </ul>
<b>전략5 개별중점전략</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 목질바이오매스 : FIT 제도를 활용하고 미이용 간벌재 등의 효율적인 수집·운반 시스템 구축과 목질발전소 등에서의 에너지 이용을 중점적으로 추진             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 체재공장 등 잔재, 건설발생 목재의 제지원료, 보드원료 및 에너지 등으로 재생이용을 추진</li> </ul> </li> <li>2. 식품폐기물 : FIT 제도를 활용하고 분리수거 철저·강화와 바이오가스화, 기타 바이오매스의 혼합이용, 고체연료화를 통한 재생이용을 추진</li> <li>3. 하수 슬러지 : 지역 바이오매스 활용의 거점으로서 FIT 제도를 활용하고, 바이오가스화 음식물폐기물과의 혼합이용, 고형연료화를 통한 재생이용을 추진</li> <li>4. 가축분뇨 : FIT 제도를 활용하고, 메탄발효, 직접연소, 식품폐기물 등의 혼합이용을 통한 재생이용을 추진</li> <li>5. 바이오연료 : 품질 면에서 안전·안심을 확보하고 석유업계의 이해를 전제로 농업과 연계하는 지역 순환형 바이오연료 이용 가능성에 대해서 구체화 방안을 도출             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오디젤 연료의 세제 등에 의한 저농도 이용의 보급과 고효율·저비용 생산시스템 개발</li> <li>- 산학과 연구기관을 연계한 차세대 바이오연료 제조기술 개발 가속화</li> </ul> </li> </ol>	
<b>전략6 종합지원전략</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역 바이오매스를 활용한 Clean 산업 창출과 지역 순환형 에너지 시스템구상을 향한 바이오매스 산업도시 구상(바이오매스 타운의 발전·고도화)</li> <li>- 원료산업부터 수집, 운반, 제조, 이용까지의 사업 연계를 통한 사업화 조지를 추진하는 제도 수립(농림어업바이오연료법 등)</li> <li>- 플랜트-엔지니어링 중심 사업운영 및 사업화 추진</li> </ul>	
<b>전략7 해외전략</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 기술로 바이오매스를 활용하는 지속가능한 사업모델을 구상하고, 국내외에서 식품 공급 등과 양립하는 차세대 기술개발을 추진, 그러한 기술과 비즈니스 모델을 기반으로 아시아를 중심으로 하는 해외사업 전개</li> <li>- 국내 관계 연구기관, 업계의 연계 하에 지속가능한 바이오매스 이용을 향한 국제적인 기준 마련과 보급을 적극적으로 추진</li> </ul>	

(표 4.35) 재생에너지 고정가격매수제도(2012. 07)

신재생에너지원		구분	조달가격 (₩)	조달기간 (년)	비고
태양광	10 kW 이상		42.00	20	주택 등의 태양광 발전에 대해서는 여유전력을 매수
	10 kW 미만		42.00	10	
풍력	20 kW 이상		23.10	20	소형풍력발전을 포함
	20 kW 미만		57.75	20	
수력	1,000 kW 이상 30,000 kW 미만		25.20	20	30,000 kW 미만의 중소수력을 대상으로 함
	200 kW 이상 1,000 kW 미만		30.45	20	
	200 kW 미만		35.70	20	
지열	15,000 kW 이상		27.3	15	
	15,000 kW 미만		42	15	
바이오매스	메탄발효 가스화 발전	-	40.95	20	
	미이용목재 연소발전	-	33.60	20	미이용계 임이 확인 가능한 것으로부터 유래하는 바이오매스를 연소하는 발전
	일반목재 등 연소발전	-	25.20	20	미이용목재와 recycle목재 이외의 목재를 연소하는 발전
	폐기물 (목질제외) 연소발전	-	17.85	20	일반폐기물, 하수슬러지, 식품폐기물, RDF, RPF, 흑액 등 폐기물 유래 바이오매스를 연소하는 발전
	Recycle목재 연소발전	-	23.65	20	건설폐재에서 유래하는 바이오매스를 연소하는 발전

## 5. 신구정책 비교

신구정책을 비교해보자면, 새로운 정책인 “바이오매스 활용추진 계획”에서는 바이오매스 이활용 타운을 기존 “바이오매스 타운 구상”의 추진목표보다 2배정도 늘어난 600개를 목표하고 있다. 또한 “바이오매스활용 추진기본법”을 재정하였고, 바이오매스 목표 이용률을 보다 세분화하였으며, 구체적인 사업기간을 명시하고 있다.

(표 4.36) 바이오매스타운 구상과 바이오매스 활용 추진 계획 비교

구 분	바이오매스 타운 구상	바이오매스 활용추진 계획
배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지구온난화 방지 및 지속가능한 사회 실현의 필요성</li> <li>- 교토의정서 발효로 인한 온실가스 감축 대책의 일환으로 2006년 가속화 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 일본 종합전략의 문제점을 해결하고 실효성 있는 바이오매스 이활용 계획의 추진 필요성</li> <li>- 후쿠시마 원전사고 이후 분산형 전력공급망 구축과 바이오매스 에너지 이용을 연계</li> </ul>
개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 발생부터 이용까지 효율적인 프로세스를 결합한 종합적인 이활용 시스템을 가지는 市町村 300개 구상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스일본 종합전략의 남은 과제를 해결하고 바이오매스 공급자인 농림어업자, 바이오매스 제품의 제조사업자, 지방공공단체, 관계府省이 일체적으로 바이오매스의 활용 극대화 추진, 바이오매스 발생부터 이용까지 효율적인 프로세스를 결합한 종합적인 이활용 시스템을 가지는 市町村 600개 책정</li> </ul>
주관부서	- 농림수산성	- 농림수산성
근거법령	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 근거법령 없음</li> <li>- 바이오매스일본 종합전략(2002. 12)에 근거</li> </ul>	- 바이오매스활용추진기본법(2010. 12)
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지구온난화 방지</li> <li>- 순환형 사회 형성</li> <li>- 전략적 산업의 육성</li> <li>- 농산어촌의 활성화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경부하가 작은 지속가능한 사회 실현</li> <li>- 농림어업·농산어촌의 활성화</li> <li>- 신산업창출과 국제경쟁력 강화</li> </ul>
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 300개 바이오매스 타운 구상 공표(목표년도 : 2010년)</li> <li>- 폐기물계 바이오매스 90% 이상, 또는 미이용계 바이오매스 40% 이상 활용 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 600개 바이오매스 활용계획 책정(목표년도 : 2020년)</li> <li>- 바이오매스 종류별 목표 이용률, 각각의 바이오매스별 에너지 이용률을 세분화하여 구체적으로 설정</li> </ul>
구상내용	- 바이오매스 타운	- 신산업을 창출하는 바이오매스 산업도시
사업대상	- 市町村 중심	- 市町村외에 都道府縣을 포함하여 확대
사업기간	- 없음	- 10년
평가검증	- 없음	- 5년 단위 추진상황 평가, 1년 단위 운영 보고서 제출
지원사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soft 사업 : 바이오매스타운 구상 및 조직 정비</li> <li>- Hard 사업 : 바이오매스 이활용 시스템 (지역모델 실증형, 신기술 실증형)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구체적인 사항 미정</li> <li>- 바이오매스 활용 비즈니스 모델과 연계하는 전략을 수립(地產地消형, 광역형, 고부가가치형, 개발수입형)</li> </ul>
기술개발 및 사업화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술개발 및 기술평가 체계 미흡</li> <li>- 전환시설의 경제성, LCA에 의한 온실가스 감축 효과 평가 체계 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 사업화 전략 강화(각계 전문가로 구성된 “바이오매스 사업화전략 검사팀” 설치)</li> <li>- 바이오매스 전환기술의 수평적 평가 체계 및 기술로드맵 작성</li> </ul>
전력판매 여건	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 의무공급할당제도(RPS) 하에서 운영</li> <li>- 실시 예 : 2007년기준 바이오매스 7.8 ¥/kWh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고정가격매수제도(FIT) 도입(2012. 7.)</li> <li>- 실시 예 : 태양광 42.00 ¥/kWh, 바이오가스 40.95 ¥/kWh</li> </ul>
추진현황 (2012. 6. 기준)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 318개 市町村 바이오매스타운 구상 공표</li> <li>- 150개 지구 178개소에 바이오매스 이활용 시설 정비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10개 市町村 바이오매스 활용 추진계획 책정(5개 市町村은 바이오매스타운 구상 공표)</li> <li>- 8개 縣 바이오매스 활용추진계획 책정</li> <li>- 8개 市町村과 5개 府縣이 활용추진계획 작성 중</li> </ul>

## 6. 일본 유기자원협회

일본의 바이오매스 타운 구상을 위해서는 바이오매스 발생 단계부터 바이오매스 전환, 바이오매스 제품 및 에너지 이용 단계까지 다양하고 광범위한 이해도가 요구된다. 따라서 일본 유기자원협회에서는 바이오매스 타운 구상을 위한 고문(adviser)제도를 운영하고, 바이오매스

타운 구상을 준비하는 지역에 다양한 기술적, 정책적 조언과 바이오매스 타운 구상을 대행하고 있다. 이외에도 여러 바이오매스 타운 컨설팅 또는 관련 기술회사에서 전문가들을 중심으로 바이오매스 타운 구상을 위한 고문(adviser)을 운영하고 있어 일본 바이오매스 타운 공표 활성화에 기여하고 있는 상황이다.

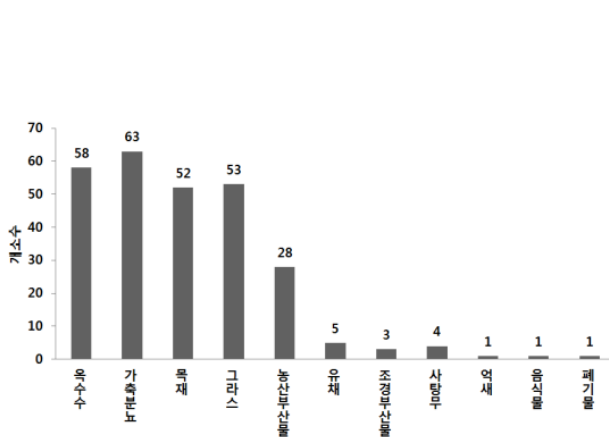
(표 4.37) 바이오매스 타운 관련 일본유기자원협회의 역할

사업구분	사업내용	세부내용
바이오매스 활용추진사업	바이오매스 이활용 추진위원회	- 기본구상 책정 등(15건) - 사업화계획 책정 등(7건) - 기타 조사업무 등(25건)
	바이오매스 이용 상담실 운영	
	바이오매스활용 adviser	- 전국 175명 활동 - 바이오매스타운 구상 책정(28건)
인재육성사업	바이오매스 활용 종합강좌	
	퇴비생산관리자	- 양성 연수 및 follow up 과정
	바이오매스활용 adviser	- 양성 연수 및 follow up 과정
	메탄발효기술 adviser	- 양성 연수
	바이오디젤 연료 인재양성 국내규제연수	- 기초강좌와 양성연수
바이오매스 마크 사업	인증건수 : 255건	- 일용잡화품 : 36건 - 사무용품 : 19건 - 물류포장용품 : 78건 - 섬유 : 14건 - 토목건축용품 : 10건 - 농림어업용품 : 13건 - 정보통신용품 : 15건 - 기타 : 70건
기술조사사업	기술위원회	- 바이오매스 활용 매뉴얼 조사 전문위원회 - 바이오매스 사업화 모델 검사 전문위원회
	기술포럼 개최	
국제교류사업	국내외 관련 네트워크의 확충 ANOR(유기성 자원순환 이용 아시아네트워크) 운영	
보급개발사업	Home page 운영 바이오매스 통신 발행 개발용 교재 보급 세미나 개최	
분야별 추진위원회	전국 바이오디젤 연료이용 추진위원회(115위원)	- 제조, 이용에 관한 가이드라인 작성 - 원료확대에 관한 검사 - 실태조사 실시 및 세제여건 조사 - 심포지엄, 세미나 개최를 통한 보급개발
	일본 바이오매스 제품 추진위원회(55위원)	- 시장조사, 이용촉진에 관한 검사 - 국제동향 조사 및 교류추진 - 정책제언 - 심포지엄, 세미나 개최를 통한 보급개발
	인(P)자원 리사이클 추진협의회(141위원)	- 미이용 인자원의 리사이클 촉진을 위한 사업 자간 연휴, 시책제언 등 검사 - 심포지엄, 세미나 개최를 통한 보급개발

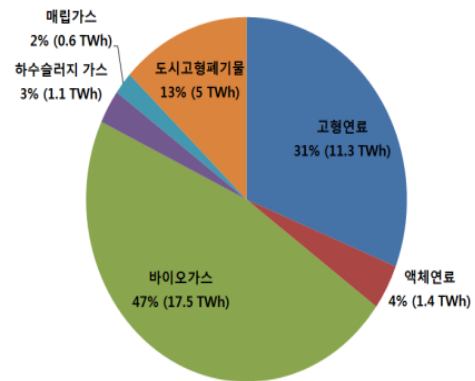
## 제4절 독일 정책 현황

### 1. 독일의 바이오에너지마을 추진현황

독일의 바이오에너지마을의 추진은 기후변화 대응하기 위한 노력으로 시작하여 현재 에너지 전환에 관한 목표 설정까지 진행되고 있다. 독일의 기후 변화 대응 노력은 환경세의 도입, 이산화탄소의 감축 건물 개축 프로그램, 재생가능에너지의 이용 촉진을 위한 법·규정운영, 기타 에너지의 절감·효율향상 등의 다각적으로 국가 차원에서 노력을 전개하였다. 또한 2007년 G8의 의장국으로써 기후변화문제를 주요 의제로 하여 정상회의를 주도하여 “EU기후변화 패키지” 수립주도 하였으며, 교토의정서상의 감축목표를 2007년 이미 조기 달성하였다. EU기후변화 패키지는 2020년 까지 1990년에 비하여 온실가스 배출량을 40% 감축하고 에너지 효율성을 20%까지 증진하고 전력생산에 있어 재생에너지의 비율을 30%로 확대하며, 재생에너지를 이용한 지역난방비율을 14%로 확대하는 것으로 목표를 정하고 시행 하고 있다. 이러한 목표를 달성하기 위하여 “재생에너지법”을 통하여 재생에너지의 종류별지원액을 합리적으로 조정 운영하여 전력생산의 재생에너지 비율증진에 힘쓰고 있다. 또한 “재생에너지난방법”과 “열·전기병합발전법” 등을 개정하여 EU기후변화 패키지의 목표를 달성하는 기준과 방법으로 사용하고 있다. 열·전기병합발전법을 통하여 전력생산 비율을 25%로 확대하는 목표를 설정하고 있다. 이 밖에 건물에너지의 효율향상, 전력검침자율화, 화물차 통행료 인상 등의 정책을 통하여 에너지 절감 및 효율향상을 추진하고 있다.



<그림 4.15> 바이오매스 이용현황



<그림 4.16> 독일 바이오가스별 발전 현황(2011)

(표 4.38) 독일 바이오에너지마을별 비교(92개 운영 중인 마을)

번호	바이오에너지 마을 (Erdbach)	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
1	에어트마흐 (Erdbach)	40	14	14가구 중 12가구는 지역난방망으로 연결됨.	난방과 전력을 100% 재생에너지로 공급	바이오가스플랜트(250 kw), 태양광 시설 (480 kw)	옥수수, 가축분뇨	2010년 8월 28일부터	난방, 전력 지역난방망은 계획 중	
2	에어라키 헤에 (Erlacher Heide)	150	75	100% 마을에 공급: 관리소(2), 주택(15), 작업장(4), 요양원(1), 기숙사(1), 축사(2), 워터, 레크리에이션 센터	경제적 관점에서 최적 생태적 접근!	1.) 재생자원 바이오가스 플랜트: 250KW 전기 및 230KW 열 2.) 우드칩 보일러: 320KW 열 3.) 태양광: 207KW 4.) 비상용 기름 보일러/최대 부하: 650KW 열.	바이오가스 플랜트: 그라스, 클로버, 농업에서 사용되는 가축분뇨 목재 펠릿 보일러: 목재 펠릿 및 목재 가공에서 발생하는 잡목	바이오 가스 플랜트 2011년, 우드칩 보일러 1995년, 태양광 2011년, 기름보일러 1995년	자체 지역난방망, 자체 낮은 전압 분배, 자체 소비 시설로 태양광	
3	프라이암트 (Freiamt)	4200	1780		난방 50%, 공공 건물 60%	풍력, 바이오가스, 수력, 태양광, 태양열, 목재 펠릿 난방 시스템, 지열/태양/수력 히트 펌프 난방 시스템, CHP.	농업 부산물, 풀/옥수수/곡물-사일리지, 가축분뇨, 목재	2001/2002년부터	EEG에 따른 전력저장, 전력생산량 연간 약 14GWh, 생산된 전력 중 약 2GWh를 사용, CO2 저감량 약 9,800톤/yr	
4	퀴스마흐 (Fißbach)	100	40	약 50% (수요량에 따라)	난방과 전력을 100% 재생에너지로 공급	바이오가스 플랜트(600 kw) / 마이크로 가스 터빈, 바이오가스 플랜트의 열로 혐기소 화액 건조, 소규모 지역난방망 운영	가축분뇨, 지역 식물 생산 부산물	2001년 플랜트	지역난방망으로 20가구와 1개의 상업 시설에 공급, 확장 계획 중, 혐기소 화액 건조 및 전력 생산	
5	헤겔베르크 (Hegelberg)	738	218	전체의 82%(시청, 유치원)	바이오매스로 난방 공급 100%	360 kWth CHP가 있는 바이오가스 플랜트, 500 kW 목재 펠릿 보일러	옥수수, 가축분뇨, 목재	2011년	난방, 전력	4월-9월까지 난방 및 4개월은 수공급을 위한 기본부하는 바이오 가스 플랜트로 충당. 중간 부하 및 피크 부하는 우드칩 시설로 충당. 시설 추가 시 또 다른 우드칩 보일러에 의해 보충됨. 전체 시설은 전체 마을의 전력을 기본으로 함.
6	힌터탈 (Hintertal)	2000		Hintertal 지역의 Echtle 체제소에서부터 가구의 80%가 연결. 여기에는 31 가구, Klausbach 재활 클리너 및 직원 집이 포함됨.	100% 바이오매스를 통해 온수(80°C)와 난방 공급	ORC 기술로 바이오매스 발전 (열, 전력)	우분 및 목재 폐기물	2006년	100%로 공공망에 공급되는 전력 약 7MW이며, 목재 건조, 생산설비의 가열 및 난방 네트워크의 운영에 사용되는 열	
7	람페르츠파일러 (Lampertsweiler)	300	109	109가구 중 70가구, 시청 공급망이 준비됨	에너지 자립(현재 100가구 이상 전력, 2/3 이상 난방 -> 연결 라인 수를 증가), 합리적 인 에너지, 기후 친화적인 에너지, 유해 CO2 발생 무, 해폐기물 없음, 부존 자원에 대한 정치적 갈등 없음, 지역 경제 순환 강화	바이오가스: 전력 및 열 생산용 CHP(420kW 전기, 300kW 열), 목재 펠릿 보일러(300kW 열), 유채유 CHP, 기타 대체 에너지: 태양광 및 지열	가축분뇨, 옥수수, 그라스, 경관 관리 물질, 목재, 유채	2003년부터 바이오 가스에서 전력 생산, 2008년부터 난방망	전력: EnBW 그리드에 직접 공급, 열: 약 2km 지역난방망	
8	라우스하임 (Lausheim)	280	90		전력 500%, 난방 80%	3개의 바이오 가스 플랜트, 소규모 우드칩 및 펠릿 보일러, 태양광 시설	라이밀, 옥수수, 가축분뇨, 그라스	2000-2003년	전력 공급, 목재 펠릿을 통한 난방 사용 지역난방망	
9	라우텐마흐 (Lautenbach)	300	24	약 95% 연결	신재생 에너지로 최대한의 전력 및 열 공급	바이오 가스 플랜트(약 250kW 전기), 우드칩 보일러(900kW), 태양광 400kWp	에너지 작물(옥수수, 그라스 사일리지), 우드칩	2010년	난방 및 전력	

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
10	라이버팅엔 (Leibertingen)	679	180	112가구(=67%): 모든 공공건물(시청, 초등학교, 유치원, 교회, 목사관)	근거리난방공급을 100% 바이오매스로	290kW 열 바이오가스-CHP, 700kW 우드칩 보일러, 6km 지역난방망, 2.1MW 태양광시설	풀, 우분, 우드칩	2011년 12월	지역난방망	풍력발전시설 계획 중. B umlehof에 있는 바이오가스를 란트는 "Bioland" 인증을 받아, 풀과 우분으로 작동하고 있음.
11	립페어츠로이테 (Lippertsreute)	650	120	건물의 약 50%, 난방 수요의 약 70%	신재생에너지에 근거리 지역 전력과 난방을 최대한 공급	430 kW 전기 바이오가스 플랜트, 2개의 300 kW 우드칩 보일러, 500 kW 유체유 보일러(비상용), 지역난방망은 4 km 길이	지역에서 생산된 에너지작물(옥수수, 그라스 사일리지), 우드칩, 유체유	2006년 바이오가스, 2008년 우드칩	전력과 난방	
12	마우엔하임 (Mauenheim)	430	100		바이오가스, 우드칩 보일러, 태양광 등 신재생에너지로 마을 전 지역에 전력과 난방을 100% 공급	CHP 바이오가스 플랜트(4GW/h/yr, 폐열 재활용), 우드칩 보일러(1 MW), 태양광(6 MWh/yr), 지역난방망 4km	옥수수, 전체작물 사일리지, 클로버, 알팔파, 가축분	2006년	전력	바텐뷔르템페르크주 최초 바이오에너지마을
13	메스키르헤 (Meßkirch)	175	59	연결영역 15-400KW로, 그중에서 주거 및 상업 건물은 모두 도시에 위치한 공동체 건물 및 대형 상용고객들임. 이전에 화석연료로 생산되던 열 약4백만kW를 바이오에너지로 대체, 바이오가스 시설은 향후 5백만kW의 전기를 생산하는데, 이는 Meßkirch의 민간 소비자 전력의 3분의 2 정도에 해당된다.	신재생에너지로 전력과 난방을 최대한 공급	바이오가스 플랜트(360kW 전기 X 2개), 우드칩 보일러(약1200kW), 유체유 보일러(730kW), 지역난방망 약 4.5km	마을에서 생산된 에너지작물(옥수수, 그라스 사일리지), 우드칩, 유체유	바이오가스 플랜트 2009년부터, 우드칩 보일러 2011년부터	난방 및 전력	
14	뢰깅엔 (M ggingen)	860	186	75% 연결(모두 공공 건물)	의미있는 난방공급	미세먼지필터가 있는 우드칩 보일러 1,200 kW, 320 kW 열 CHP기가 있는 바이오가스 2기, 태양광 시설 62 kW 열	바이오가스, 우드칩	2010년	난방	
15	오버오펅엔 (Oberopfingen)	700	228	마지막에 70% 이상 계획	Oberopfingen의 자율적인 난방 및 전력 공급	바이오가스 플랜트 200kW/h 5기	가축분뇨 및 채생자원		지역난방망, 그리드로 전력 연결	EnBW
16	라이바흐 (Raibach)	207	90	난방: 약66%(24개 건물) Raibach 마을의 총 열 수요량: 1,040MWh/yr, 2011년 690MWh/yr로 감소, 전력: 수요량 약 310,500kWh/yr, 생산량 ( 2 0 1 0 년 ) 4,198,569kWh/yr	2030년까지 신재생에너지로 100%로 공급, 기후 친화적인 슈베비쉬 할(슈베비쉬 할시+8개 지역 중 로젠가르텐)	바이오가스 및 근거리난방으로 250kW 전기 2기가 있는 바이오가스 플랜트 뿐만 아니라 3기의 위성 CHP(250kW 전기 1기, 220kW 전기 2기), 200kW 열의 우드칩 보일러	돈분노, 옥수수, 그라스, 마분, 우분, 전체작물, 사탕무, 사일리지, 우드칩	2006년 바이오가스 플랜트+우드칩 보일러, 2010년 10월 바이오가스와 지역난방연계+위성CHP	지역난방망, 지역난방망 (1,220m)을 통한 난방 이용: 라이바흐의 주거 및 경제적 건물	
17	란데크 (Randegg)	1300	300	건물의 약 50%, 난방 수요의 약 70%	난방 공급	우드펠릿 700kW, 우드칩 보일러 2000kW, 태양열은 계획 중, 지역난방망은 7km	펠릿, 우드칩	2006년 펠릿, 2009년 우드칩	난방	
18	렌퀴스하우젠 (Renquishausen)	750		최종 단계에서 75%, 공공 건물 공급	바이오매스를 통한 난방 공급 90%, 바이오매스, 태양광, 풍력을 통한 전력 공급 180%	바이오매스 CHP 약 700kW 열, 태양광 시설 4기(약 160만 kWh/yr), 태양 전지 패널 640m <sup>2</sup> , 태양열로 하수슬러지 건조, 지역난방망 최종 7.5km	농업 부산물	2008/2009년 난방시설	상업 및 주거용 지역 난방망	

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
19	로트바일-하우젠 (Rottweil-Hausen)	1005	586	약 50% 및 공공건물	난방공급, 온실가스 감축, 화석연료에서 독립, 기후 보호 기여	CHP 바이오가스플랜트(526 kW전기, 560 kW열)	농업부산물, 옥수수, 밀, 귀리, 전채작물 사일리지, 그라스, 클로버 사일리지, 가축분	2007년	전력은 그리드로 공급하고 약1,000가구 수요를 충당함. 난방은 학교 및 125가구에 지역난방으로 가열함. 생산데이터: 전력공급: 약 4,000MWh/yr, 난방생산: 약 4,500MWh/yr, 열공급: 약 3,000MWh/yr, CO2 감축 3,000톤/yr	
20	슐라트 암 랜덴 (Schlatt am Randen)	450	100	건물의 약 90%	신재생에너지에 근거하여 전력과 난방을 최대한 공급	바이오가스(265kW전기), 우드칩 보일러 2기(450kW), 지역난방망 5km	마을에서 생산된 에너지작물(옥수수, 그라스 사일리지), 우드칩, 유채유	2005년 바이오가스, 2009년 우드칩	난방 및 전력	
21	지벤아이히 (Siebeneich)	208	81	지역난방망의 약 20%, 가구의 약 40%가 지역난방망에 연결되어 있음. 27가구는 목재보일러 개인사용	100% 신재생에너지로 전력과 난방 공급	지역난방망은 380 kW전기 바이오가스플랜트와 130 kW 우드칩 시스템으로 최대 부하 공급, 그 외에 70 kW 및 120 kW 역세보일러시설, 태양 광 시설	역채와 우드칩, 향후 분뇨 및 옥수수	2010년 12월 바이오가스 플랜트, 2011년 바이오가스 플랜트를 지역난방망에 연결	난방, 전력, 지역난방	
22	장크트 페터 (St. Peter)	2530	1100	마을 중심지 60%와 공공건물(마을회관, 수영장, 학교, 시청, 관광안내소, 교회, 유치원, 수도원, 성당)	난방 공급의 90% 이상을 바이오매스로 충족	바이오매스보일러1.7MW, 기름 및 비상보일러 2.7MW, 목재가스-CHP(180kW전기, 260kW열), 풍력 및 태양광시설로 자가소비량 이상을 생산하고 있음.	마을 숲에서 채취한 우드칩, 목재 가스-CHP용 우드 펠릿	2010년 11월부터 지역난방 공급 중, 2011년 건설된 CHP를 통한 전력 생산	매우 효율적인 난방	
23	운터마스홀더바흐 (Untermaßholderbach)	100	40	가구의 87%	100% 신재생에너지로 전력과 난방 공급	바이오가스시설 380kW전기, 난방생산 250kW열, 200kW급 우드칩 보일러, 태양광 시설	식물, 가축분뇨	2005년 바이오가스, 2013년 지역난방망	전력, 지역난방망(총길이 2,300m)이 전체 마을에 공급	
24	운터슈펠트아흐 (Unterspeltach)	97	30	가구의 87%	가구에 난방 공급하기 위해 바이오 가스시설의 사용 가능한 열 사용	CHP(250 kW전기) 2기의 500 kW전기급 바이오가스 플랜트, 2 개의 지역난방망, 지붕에 약 300 kW 급 태양광 발전 시설	폐기물법에 따른 바이오가스 플랜트: 사용 바이오매스: 음식물류 폐기물, 그라스 사일리지, 풀, 옥수수사일리지, 수단그라스, 밀짚, 옥수수대, 마분, 분뇨	2006년 바이오가스 플랜트, 2007/2008년 지역난방망, 2008년 우드칩 건조시설	전력 공급 장치, 지역난방망을 통한 난방사용, 바이오가스 플랜트 사용을 위한 음식물류 폐기물의 건조, 우드칩 건조	
25	바이터딩엔 (Weiterdingen)	854	213	약 60% 연결, 난방 수요량의 약 70%	신재생에너지로 최대한의 전력과 열 공급	바이오가스 플랜트 X 2개(360kW열/300kW전기), 우드칩 보일러(약1200kW), 유채유 보일러(800kW), 난방망 약 6km	마을에서 생산된 에너지작물(옥수수, 그라스 사일리지), 우드칩, 유채유	2007년 및 2011년 바이오가스 플랜트, 2011년 우드칩	난방 및 전력	



번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
26	알버스리트 (Albersrieth)	210	41	마을회관과 소방서를 포함한 공동시설 및 가구의 51.2%가 지역난방으로 연결; 대부분의 가정에서 재생 자원 (우드칩, 펠릿, 통나무)이 난방 및 온수에 이미 사용 모든 건물의 총 난방수요량 2,308,691kWh중77.4%가 바이오매스로 충당됨. 태양열: 62,340 kWh(2.7%), 난방유: 436,650 kWh(18.9%), 난방전기 22,500 kWh (1%)	경제적으로 가능한 지역난방의 확장. 우드칩 또는 펠릿 보일러를 통해 기존 석유 보일러를 대체. 태양전지 패널의 설치. 목표: 석유로부터 독립하여 신재생에너지 100%로 난방 공급. 동서 지방에 초점을 둔 넓은 시간적 확산으로 태양광 발전에서 더 많은 전력 생산. 하루에 걸쳐 개별 사용 증가. 목표: 100% 태양광으로 충당	350kW 열 급 바이오가스 플랜트, 150kW 급 및 55kW 급 우드칩 보일러, 지역난방망	우드칩, 옥수수, 진채 작물 사일리지, 녹색호밀, 그라스, 곡물	2006년 바이오가스 플랜트, 2008년 55kW급 우드칩 보일러, 2009년 150kW급 우드칩 보일러	지역난방, 지역난방	공동시설(마을회관 및 소방서)은 난방에너지를 무료로 사용. 3개의 지역난방망은 지난 10년간 차례차례 설치됨. 알버스리트 마을 농부는 지역의 관심 단체에 에너지작물 "역새"의 재배와 활용에 대한 책임을 맡김. 다양한 "바이오에너지 프로젝트"의 구현을 위한 원동력은 알버스리트 마을 자체에서 나옴.
27	아슈아 (Ascha)	1532	570	지역난방망 연결 비율 (개인/공공): 12.28%, 전체 전력생산: 127.37% (바이오가스 67.92%, 태양광 시설 59.45%)	자발적인 에너지 공급 (100%), 석유난방 제조 마을, 바이오매스 난방로에 100% 직접 연결, 장기적으로 에너지 공급업체로부터 독립, 지역 기후보호에 기여, 우리 주민을 위한 저렴한 에너지 등을 향한 지속 가능한 개발의 추진	500kW 우드칩 보일러 및 250kW 목재 가스화 CHP가 있는 바이오매스 난방 시설, 지역난방망 약 3km, 바이오가스 플랜트 320kW, 태양광 시설 517kWp (주민 태양광 시설, 개인/공공 시설), 태양광 공원 876 kWp, 태양열 (지붕 77곳)	우드칩, 폐목재(바이오매스, 난방), 옥수수 작물 사일리지(바이오가스 플랜트), 목재 펠릿	1995년 바이오매스 난방, 2000년 태양열 단채 시설(태양열 시설), 2001년 바이오가스 플랜트, 2001년 첫 번째 태양광 시설, 2004년 주민 태양광 시설, 2008년 최종 지역난방망 확장, 2008년 태양광공원, 2011년 목재가스화 시설	지역난방망, 난방/전력	
28	에펠터 (Effelter)	271	75	약 60% 및 공공건물	난방 공급시 연결비율을 100% 증가. 현재: 바이오가스 플랜트를 통해 에펠터 지역에 전력 공급 100%, 우드칩, 바이오가스 펠릿 또는 통나무 시설에서 지역난방의 형태로 바이오매스 목재를 통해 90% 난방공급	65kW급 CHP2기가 있는 바이오가스 플랜트, 우드칩 보일러 시설(500kW), 태양광 시설: 320 kWp, 지역난방망 2.5km, 수력발전: 3kW	보일러용 우드칩, 바이오가스용 풀 및 축분뇨	2002년 바이오가스 플랜트, 2009년 지역난방망, 2010/2011년 태양광 시설	전력 생산: 1,100,000kWh, 난방생산: 1,200,000kWh	바이오가스 플랜트에서 그라스 사일리지의 높은 비율, 잔류물에서 우드칩 제조
29	엔겔스베르크 (Engelsberg)	114	27	신재생에너지 300%에서 247가구에 연결된 전력	엔겔스베르크의 모든 거주민에 대한 우드칩 보일러를 통한 자발적인 난방공급(에너지자발공급 및 CO2발생부)	320kW 우드칩 보일러; 70kW 열 (30kW 전기), 목재보일러 시설 (목재가스화), 지역난방망 1.5km, 태양광 시설 190kWp	목재	2006년 지역난방망, 2011년 목재 보일러 시설	전력과 난방	투자 자금의 85%~90% 정도가 (마을 갱신, 환경가격에서의 에너지)가 도입됨
30	괴서스도르프 (G sersdorf)	130	30	가구의 33%, 하지만 요한 난방에너지는 바이오매스를 통해 70% 공급	농업부산물, 태양에너지, 풍력 등의 혼합 에너지 100% 통한 지역 에너지 공급	265kW 전기 CHP2기, 태양전지 초집을 둔 펠릿 2x70kW, 지역난방망 1.4km, 태양광 260kW, 풍력 1200jW	바이오가스 플랜트, 옥수수, 그라스 사일리지, 가축분뇨, 진채작물 사일리지	2011년 바이오가스 플랜트, 2012년 바이오매스 보일러 및 지역난방망	난방, 전력	

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
31	그로스바도르프 (Großbardorf)	946	234	공급가구 121개: 초등학교, 폐교, 시청, 유치원, 교회, 목사관	-지역신재생에너지 포텐셜에서 지역에 대한 에너지 및 지속가능한 에너지 공급 -생산된 신재생에너지에 대한 마케팅으로 지역가치 창출 -지역의 매력증진, 장애요인경감-지역난방 연결을 통해 마을의 가치를 증가	680kW 열금 CHP가 있는 바이오가스 플랜트, 2개의 우드칩 보일러시설(320kW), 최대부하와 증부를 대비한 2,500kW 오일 저온보일러	가축분뇨, 그라스, 진체작물사일리지, 옥수수, 바이오가스허브혼합, 목재	2011년 바이오가스 플랜트, 기름보일러, 2012년 우드칩 보일러	지역난방망, 전력	
32	구텐트하우 (Guttenhau)	85	32	약 78%(소규모 바이오 가스 플랜트 포함), 소방서 공급	바이오가스 플랜트를 통해 구텐트하우와 로젠호프 지역에 난방 공급	진식발효 바이오가스 플랜트, 2개의 CHP(580 kW 전기, 675 kW 열)에서 전력 및 난방공급	농업부산물(옥수수, 그라스사일리지, 진체작물사일리지, 곡물), 경제성 있는 분뇨	2006년 바이오가스 플랜트, 2007년 지역난방망	진력공급장치, 난방 사용	
33	홉퍼슈타트 (Hopferstadt)	670	162	140가구(86%): 유치원, 체육관, 소방서, 목사관, 기타 주민집	모든 연결 건물들은 바이오가스 플랜트의 폐열을 기술적으로 100% 공급	500kW 전기 CHP 2개가 있는 바이오가스 플랜트, 250kW 전기 CHP 2개와 400kW 전기 CHP가 있는 바이오가스 플랜트, 12만 L의 저장용량	사일리지옥수수, 녹색호밀, 사일리지그라스, 가축분	2006년 250kW CHP 2개가 있는 바이오가스 플랜트, 2007년 500kW CHP가 있는 바이오가스 플랜트, 2011년 500kW CHP, 400kW CHP	지역난방, 전력	10명의 홉퍼슈타트 농부들이 바이오가스플랜트 운영자로 지역난방망의 설계 및 변경에 적극적으로 참여.
34	휘싱엔 (Hörsingen)	259	75	95%	약 650kWp로 설치된 태양광시설, 380kW 전기 CHP 2개의 바이오가스 플랜트, 약 30kW 전기의 다른 바이오가스 플랜트 등 신재생에너지원에서 전기 초과 공급, 난방 100% 공급 계획: 태양광시설의 확장, 주민공력발전	2001년부터 운영자 건물위에 소형 태양광시설, 2004년부터 Klein 바이오가스 시설, 1998년부터 Weigel 바이오가스 시설	경제성 있는 분뇨(가축분뇨), 옥수수, 그라스, 곡물, 진체작물사일리지	2001년부터 소형 태양광시설, 2004년부터 Klein 바이오가스 시설, 1998년부터 Weigel 바이오가스 시설	지역난방망, 목재건조, 바이오가스 플랜트를 공공망 및 개별 수요처에 전력 공급	
35	라리덴 (Larrieden)	218	56	48개 가구, 마을회관	현재 86%인 난방공급을 98%로 증가, 전력공급은 이미 100%를 초과함	총 1,500kW 열 CHP인 바이오가스 플랜트 3기, 2,000kW 전력에너지 시설, 37기의 태양광시설(총 672 kWp)	우분뇨, 그라스사일리지, 옥수수사일리지, 에너지작물사일리지	2003년부터 계속 태양광시설, 2004년, 2005년, 2010년 바이오가스 플랜트, 2011년 풍력시설	지역난방, 전력	
36	마우스도르프 (Mausdorf)	200	50	26가구, 마을회관, 소방서, Weiler 기계공장, 진송식 세차장, 농기계작업장	Mausdorf는 적극적으로 모범적으로 에너지 전환을 촉진함. 가능한 많은 마을 주민에게 난방공급. 바이오 가스 플랜트, 태양광과 풍력 터빈을 통한 전력생산은 마을의 경제력 기반이 된다.	600kW CHP가 있는 바이오가스 플랜트, 2MW 2기의 풍력발전시설, 35m3의 저장용량	가축분뇨, 우드칩	2006년 바이오가스 플랜트, 2010년 우드칩 보일러와 난방망, 풍력발전시설	난방 및 전력	지역난방망중 70%는 바이오가스 플랜트의 폐열에서 저장됨. 30%는 우드칩 보일러를 통해 생산됨. 바이오가스 플랜트, 지역난방망, 공장간의 복잡한 연결이 최신키 기술을 도입하여 자체 개발됨

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
37	메르켈도르프 (Merkendorf)	2900	1100	가구의 62%가 지역난방망(주택42곳, 작업장2곳), 생산된 전력(약 3GWh/yr)은 공공그리드로 도입됨. 지역의 연간 전력소요량은 약 600MWh	지역의 자체 공급 비율을 가능한 높이기 위한 지속 가능한 생태적 발전	바이오가스플랜트9기: 2009년 전력생산량 21,429,965kWh, 병합발전과 연계한 난방 생산량 6,770,000kWh 태양광시설150기: 2009년 설치된 용량 3,169,402kWh 수력발전: 연간50,000kWh 펠릿 및 우드칩 보일러	바이오가스 생산: 그라스 및 옥수수사일리지, 마분, 분뇨, 곡물 난방생산: 목재, 펠릿, 우드칩 수력발전을 통한 전력 생산	신재생에너지원에서 생산된 전력량(2009년): 24,599,367kWh (189%의자급도), 전력-열-병합을 통한 난방생산량: 6,770,000kWh, 개인사용을 위한 태양열 및 지열, 목재펠릿 및 우드칩		
38	오르틀핑 (Ortlfing)	217	67	가구의 62%가 지역난방망(주택42곳, 작업장2곳), 생산된 전력(약 3GWh/yr)은 공공그리드로 도입됨. 지역의 연간 전력소요량은 약 600MWh	신재생에너지를 전력 및 난방공급에 사용	2기의 190kW전기 바이오가스CHP, 지역난방망은2.5km, 300kW급 비상용 기름보일러	경제성 있는 분뇨(가축분뇨), 전체작물사일리지, 옥수수, 피복작물	2011년 바이오가스 플랜트와 지역난방망	난방: 지역난방망과 목재연료 전력: 개별가구 및 공공그리드로 도입	잉어열은 목재연료에 사용됨. 53개 파트너는 난방망을 운영하며 바이오가스플랜트에서 나온 폐열은 합리적으로 주민에게 분배됨.
39	오스트하임 (Ostheim)	385	148	약 90% (사용가능한 가정 중 125가구가 연결)	주민들에 합리적인 가격의 지역난방을 100% 신재생에너지원에서 생산하여 공급, 지붕에 77.22 kWp의 대형 태양광시설을 설치하여 전력 생산, 우드칩 보일러를 위한 지역목재판매소를 운영	바이오가스플랜트2기(290kW, 360kW)는 2명의 농부가 운영하며 폐열은 공동체에서 사용. 우드칩 시설(990kW)는 공동체 자체 운영	가축분뇨와 농업부산물(옥수수, 전체작물사일리지 등) 마을숲에서 생산된 우드칩	2006년 바이오가스 플랜트, 2010년 9월 바이오가스 플랜트 및 우드칩 시설	지역난방망으로 공공 그리드로 전력도 도입, 자체 수요 가능한 바이오가스 플랜트	
40	레하우 (Rehau)	250	75	가구의 73%, 소방서 1곳, 숙박업소 1곳	난방공급의 80%를 바이오매스에서(가능하면100%), 전력: 레하우에 지역난방망 구축, 가능한 많은 가정에 지역난방으로 공급. 환경 및 자연보호에 기여, 신재생에너지이용 및 발전 폐열의 유익한 사용	원격운영중인 바이오가스 플랜트(380kW 가스모터)	농업부산물 (옥수수 등)	2011년 12월 전력 공급, 2012년 10월 지역난방망	지역난방망으로 공공, 바이오가스 플랜트	바이오가스 플랜트는 4명이 운영. 지역난방망의 재배치를 통해 모든 가구가 고속 인터넷 광섬유 네트워크에 연결할 수 있음. 덕트가 함께 설치됨.
41	로어 (Rohr)	272	151	가구의 76%, 필요한 연간 전력소비량의 65%	CO2 저감, 마을의 자급, 자원 절약, 에너지 운송비용 없음, 비용 절감	CHP(250KW열)이 있는 바이오가스플랜트, CHP(265kW열) 및 부속CHP(400KW열)이 있는 바이오가스플랜트, 1250kWp 태양광 시설	농업부산물, 분뇨	2004년부터 계속 태양광시설, 2005년 바이오가스 플랜트(250kW), 2010년 바이오가스 플랜트(265 kW), 2011년 CHP(400kW)	지역난방, 전력, 목재연료	로어마을에 2기의 바이오가스 플랜트는 이미 운영 중. 지역난방에 관심이 있는 사람들이 지역난방망의 건설 및 운영을 위해 GbR설립. 지역농민들은 바이오가스플랜트에 가축분뇨를 판매할 수 있고 액체비료로 농경지 표면에 다시 사용할 수 있다.
42	셰페라이-발트민헨 (Sch feret-Waldm nchen)	127	43	거주민의 92%, 부동산의 80%	현재 상태: 신재생에너지에서 약60% 전력공급, 14가구에 난방공급(추가11가구에 대해 계획 중) 목표: 석유난방 사용하지 않음, 에너지절약, 에너지 독립, 자원의 합리적사용	바이오가스 플랜트 (500 kW전기, 450 kW열) 및 지역난방망(2,150m)	초원 그라스, 옥수수, 라이 밀, 전체작물사일리지, 녹색 호밀, 피복작물, 가축분뇨	2005년	전력은 E.ON의 그리드에 공급. 지역난방망을 통해 향후 34가구에 공급.	여름에 목재연료용 여열이 바이오매스농장에 사용되는데, 일차리 및 지역 부가가치 창출. 바이오에너지마을은 발트민헨에서 신재생에너지에 대한 최초의 기술 학교실습교육실시. 이 학교는 2011년 9월에 26명으로 시작.

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
43	슬라흐트 (Schlacht)	194	75	마을에 현재 2기의 석유 보일러(석유소비량 약 4,000리터/yr)보유. 다른 모든 주택소유자 및 사업가들은 지역난방망에 연결하거나 개별 우드칩 보일러/펠릿보일러를 가지고 있음.	바이오 매스에서 100% 난방공급에 거의 도달함. 바이오 메탄을 변환하는 전력-열-냉방-병합 시설이 곧 가능. 전력공급은 2기의 CHP와 태양광 시설을 통해 이미 142% 신재생으로 가능함.	목재가스화시설(105kW열), 우드칩 보일러(300kW)및110kW), 전력-열-냉방-병합 CHP(29kW)	우드칩	2005년 110kW 보일러, 2010년 105kW 목재 가스화 시설, 2011년 전력-열-냉방-병합 CHP	난방 및 전력	슬라흐트마을은 조용하고 에너지 전환에 관심이 없었으며, 지역 상품 및 부분적으로 자체 생산품을 제공하는 가계가 있었고, 개인 주택소유자들은 장작으로 난방을 난방하였다. 지역목공소 소유자는 생태농업과 함께 난방망이 있는 목재가스화 시설을 설계함. 여기서 마을에 신재생에너지공급에 대한 실질적인 기여를 함. 석유보일러를 가진 2개인가정까지 이제 슬라흐트의 모든 집은 재생에너지원에서 공급됨.
44	젤비츠-윌덴베르크 (Selbitz-Wildenberg)	80	25	개인가정 6가구: 양로원 및 요양원(CCB;기동형제 단체), 자매의 집, 숙박업소, 병원, 레크리에이션 센터	100% 바이오매스 난방공급, 태양광 및 풍력에너지 시설에서 100% 전력 공급	우드칩 보일러(1,100kW), 저장용량(2x18m³ ),지역난방망1.25km,태양광시설(56kW),풍력시설(500kW)	우드칩	2011년	난방 및 전력	기동형제단체와 젤비츠의 한지역인 "윌덴베르크"의 우드칩에 기존 특정한 난방공급.
45	질렌바흐 (Sielenbach)	1648	600	160+130 가구, 유치원, 초등학교, 단체사무실, 소방서, 4개 마을회관	마을이 완전히 석유사용하지 않도록 설계	바이오가스 플랜트(280kW 열 CHP), 바이오가스플랜트(450kW 열 CHP), 3 지역에 바이오가스 플랜트(800kW 열), 우드칩 보일러	우드칩, 전체작물사일리지, 풀, 옥수수사일리지	2005년 바이오가스 플랜트(450kW 열), 2009년 바이오가스 플랜트(280kW 열), 우드칩 보일러, 2009-2011년 추가적으로 바이오가스플랜트,태양광시설	난방 및 전력	여름에 바이오가스플랜트의 폐열은 겨울용 우드칩을 건조하기에 충분함. 약 10도 정도의 온도부터 CHP 난방은 충분하지 않으며 추가적으로 가열되어야 한다. 기타바이오가스플랜트 질렌바흐:380kW-양계장 및 2개의 돈사에 난방공급, 석유 70,000L저감 슈아프하우젠:250KW-207가구, 3개 돈사에 난방공급, 석유 50,000L저감 라더슈테텐:170kW-3가구, 곡물 및 목재건조에 난방공급, 석유 30,000L저감
46	장크트 오티리엔 (St. Ottilien)			난방 100%, 전력 100%	우드칩,옥수수,가축분뇨,그라스에서난방에너지90%및 전력150%	2기의 우드칩 보일러(350kW, 700kW), 바이오가스 플랜트(250kW 전기) 및 폐열의 이용	우드칩, 옥수수, 가축분뇨, 그라스	2008-2010년	지역난방망 1.2km	
47	퇴텐리트 (T dtenried)	360	85	2009년 96%, 2010년 100%		바이오가스 CHP(190kW), 우드칩 보일러(500kW)	경계성 있는 분뇨(가축분뇨), 옥수수, 전체작물사일리지, 우드칩, 경관관리물질		전력은 공공그리드로, 난방은 지역난방망으로 공급	

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
48	울젠하임 (Ulsenheim)	380	85	울젠하임의 가구 80%가 지역난방망에 연결	가치창출증대 a)농업 및 민간건물지붕에 태양광시설을 통한 우선 전원공급장치 b)농업기업의 발전, CO2저감이라는 일반적인 목표와 지역적으로 우리고향마을을 위한 지역발전, 농업 및 농산업을 위한 난방공급 목표로 바이오에너지 시설 2기 건설 및 확장 c)유휴지에 태양광시설 설치 d)농업과 개인가정용 작작 보일러뿐만 아니라 상업적인 기업을 위한 우드칩 보일러 e)유채유사용	a)전기생산용 태양광 지붕시설: 2003-현재, 개별시설이 5-80 kW로 총 1,200 kW b)바이오가스플랜트:500kW전기(2005년), 290kW전기(2006년), 추가적으로250kW전기 확장(2010년) c)유휴지에 태양광시설620kW d)우드칩100kW(2010년), 500kW(1995년)	바이오가스플랜트1:가축분뇨 약50%, 피복작물 약8%,짚 약4%, 곡물사일리지 약8%, 옥수수사일리지 약30%, 바이오가스플랜트2:가축분뇨 약15%, 옥수수 약60%,그라스사일리지 20%, 곡물사일리지5% 우드칩 보일러: 지역목공소에서 발생하는 폐목재 100%(추가적으로 지역경관관리용 나무목재 사용) 유채유:지역 및 근방에서 생산된 저온추출유 채유	GBR 난방을 통해 3단계중 하나에 공급하여 바이오가스 플랜트의 열사용. 바이오가스 플랜트와 태양광 시설의 마을전력망을 설립하여 약210만 kW		
49	빌렌바흐 (Villenbach)	1250	490	지역난방망 100가구(=약 20.4%), 개별 벽난로(목재, 펠릿), 장크트 야코부스 교회, VR은행, 7개 회사, 유치원 등도 38% 이상 연결됨	빌렌바흐 마을의 목표는 에너지 절감	바이오가스 플랜트(380kW 열 CHP)	농업부산물 및 가축분뇨	2009년	난방 및 전력	바이오가스플랜트는 빌렌바흐마을에 지역난방을 공급. 또한3개의 공공건물에서 CHP가 보일러로 추자말트하임방향으로 2km 마이크로가스라인에 난방공급. 향후뵘엔 지역에서도 지역난방망이 운영될 것임. 2012년 말 또는 2013년 초까지 완성될 예정.
50	윌트폴츠리트 (Wildpoldsried)	2570	900	42개 건물(모두 11개 공공 및 단체 건물, 2개 상업지역, 29개 개인주택 (약 100가정))	현재350%재생에너지(풍력, 태양광, 바이오가스,수력)로 전력공급. 향후바이오매스의 난방공급확장.2020년까지 필요한 모든 에너지를 (전력, 난방, 운송 등)을 신 재생에너지로 생산	윌트폴츠리트 마을 난방 : 바이오매스 보일러 (400 kW)와 석유보일러 (단지 최대 부하 작업을 위해 385 kW)로 지역난방, 2009년과 2010년 이후 두 바이오가스 CHP(각 250 kW), (우드칩, 펠릿 난로, 장작시설, 바이오가스 플랜트 등의 추가 개인 투자)	펠릿, 2009년부터 CHP 바이오가스 폐열을 추가적으로 사용	2,005년: 펠릿 보일러 약 800m 전력망, 2007년, 2009년, 2010년 확장, 총 길이 : 2.5 km(2011년)	마을보일러: 난방만사용 바이오가스플랜트: 전에 의해 일년 내내 엄청난 열 손실	
51	분덴바흐 (Wundenbach)	49	18	가구의 78%, 소방서	발전시 폐열을100%활용; 사용원료의 최적 활용, 에너지회사에서 독립, 100% 녹색전력 생산	바이오가스플랜트(190kW 전기, 212kW 열) CHP, 태양광시설(95.56kWp)	우드, 그라스사일리지, 전작물사일리지, 옥수수사일리지	2006-2011년 계속 해서 태양광 시설, 2010년 바이오가스 플랜트	지역난방, 전력	마을공동체의 구상은 바이오가스 플랜트 운영자가 시작함. 바이오가스 플랜트는 지역난방을 통해 난방을 공급. 지역난방망 사업자는 지역난방망 분덴바흐 GbR.

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
52	펠트하임 (Feldheim)	145	37가구/37가구	신재생에너지에서 100% 난방과 전력	바이오가스플랜트:500kW=>연간4백만kW 전기생산(160,000L 난방유절약) * 원료: 2,000m3 돈분, 1,500m3 우분, 6,125ton 옥수수, 650ton 목분류/년 => 11,500m3의 혐기소화후 비료 생산 => 농업적 활용 · 화목발전시설 : 최대 난방사용기간에만 사용 · 태양열발전시설: 2.25MWh => 연간 2,748MWh 생산 · 풍력발전 : 43개의 풍력발전기, 74.1 MW	가축분뇨/농업부산물	2008-2009년	난방: 2009년 12월 바이오가스 플랜트에서 마을 원거리 난방망을 통해, 전기: 2010년 8월부터 풍력발전에서		
53	브로이베르크 (Breutberg)	900	150	100% 및 공공건물	생태개념의 연속성 계층, 기후보호를 위한 혁신적인 해결책 목표는 에너지 자급 오버로스페 마을임. 재생 자원을 사용하여 마을 가구들이 화석 연료에 더 이상 의존하지 않고 동시에 본질적으로 기후 보호에 기여함. 이는 안정적인 에너지 가격과 지속 가능한 지역 에너지 공급을 보장하는 것을 목표로 함. 계획은 전력-열-병합과 연계된 CHP(바이오 가스, 목재 칩의 연소)로 240 가구에 최대 중앙 열 공급.	우드칩 보일러 시설이 있는 바이오매스 보일러 (2.5 MW)	우드칩	2008년	전력 공급, 지역난방망(7.5km)을 통한 난방 사용	
54	오버로스페 (Oberrospe)	850	240	50%	에너지변화 및 CO2 감축으로 환경 부하 경감에 기여. 생태학적 균형의 개선. 화석연료로부터 독립 달성. 지역을 위한 지역가치 창출. 노력 및 협력을 통해 지역 사회 강화.	850kW 우드 칩보일러 및 70 kW 급 열 회수, 2개의 CHP(1개는 혐기소화과정에서 열 공급, 1개는 오버로스페 마을의 지역난방망으로 기본 및 최대부하대비 저장), 307kWp 태양광 시설	우드칩, 옥수수사일리지, 곡물	2008년 바이오매스 보일러, 태양광시설(77kWp), 2009년 태양광시설(180kWp), 2011년 바이오가스를 플랜트(2CHP), 2012년 태양광 시설(50kWp)	태양광 시설은 개별적으로 설치됨. 두 에너지 생산 시설의 협력을 통해 최적화 및 에너지 효율을 상당히 개선한 열과 전기의 변환 사용이 가능함.	
55	포펜하우젠-지플로스 (Poppenhausen-Sieblös)	114	57	가구의 94.4 %, "나무꾼 주택"(지플로스 지역의 펠릿보일러를 갖춘).	에너지변화 및 CO2 감축으로 환경 부하 경감에 기여. 생태학적 균형의 개선. 화석연료로부터 독립 달성. 지역을 위한 지역가치 창출. 노력 및 협력을 통해 지역 사회 강화.	우드칩 보일러시설 130kW급 3기	우드칩	2008년	난방	지플로스마을 산림소유자단체는 지플로스 지역의 주변숲 약70ha를 관리. 수확된 목재는 연료로 우드칩의 형태로 사용됨. "마을의 에너지는 마을을 위해" 비상공급은 석유나 가스보일러가 아니라 바이오매스보일러로 운영된다. 3개의 개별 우드칩 난로기들을 통해 1개의 난로가 고장나도 실행됨.
56	볼레빅 (Bollewick)	450(Bollewick) 260(Kambs) 403(amb)	약48가구(기술택력의 60%), 2차로 특수건물(소방서, 유치원, 헛간, 농작업장) 등 (기술. 가능성100%) 캄프스지역 : 대형주택 22가구, 유치원1개, 공동시설1개	볼레빅지역 : 바이오가스(500kW전기/500kW열2기),농업부산물 바이오가스, 지역난방망 1.2MW 연결, 건조기 300kW, 우드칩연소 최대200kW, 2기 석유보일러 680kW, 캄프스지역 : 바이오가스플랜트 350kW급에서 500kW급으로 확장 (농업부산물, 우분+에너지작물)	볼레빅지역 : 2011년 계획(2010년 바이오가스플랜트 건설, 2010년 지역난방망 설계, 목재건조계획) 캄프스지역 : 2011년 확장바이오가스플랜트, 2012년 연결	우드칩	볼레빅지역 : 2011년 계획(2010년 바이오가스플랜트 건설, 2010년 지역난방망 설계, 목재건조계획) 캄프스지역 : 2011년 확장바이오가스플랜트, 2012년 연결	EEG난방 활용 전력 공급, 지역난방망을 통해 전력-열-병합		

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
57	헤르만스호프 (Hermannshof)	70	25	약 85%	난방 공급	3개의 CHP로 구성된 바이오가스 플랜트 (526kW 전기와 540 kW 열)	옥수수, 호밀, 사탕무 (2/3는 직접 재배, 1/3는 이웃에서 구입)	CHP 1 (2006년), CHP 2 (2008년), 내 부 지역난방망(2008년 겨울), CHP 3(2009년)	전력: EEG에 따른 전력 저장, 난방: 지역난방 운영, 곡물 및 목재 건조	가정용 난방가격은 마을에 3.5센트/kWh+0.2센트의 허가세로 10년 보증, 이 가격은 현재 석유 가격의 42%로 설정.
58	이베나크 (Ivenack)	480	160	개별 건물	이베나크 지역에 난방과 전력을 100% 공급	바이오가스플랜트/태양광시설: 총 626kW 전기, 750kW 열 노이호프: 바이오가스플랜트(700kW 전기, 730kW 열) 바이오가스 또는 석유의 2중 연료버너로 교체발전(950kW 열) 노이엔키르헨: 바이오가스라인 3km 위생 CHP (1x400kW 전기, 1x480kW 열) 반틴: 바이오가스라인 3.5km 위생 CHP(1x400kW 전기, 1x480kW 열), 바이오가스 또는 석유의 2중 연료버너로 교체발전 (950kW 열)	옥수수, 곡물, 우분	2006년	전력저장, 원거리난방망(EFH에서 공급)	
59	슈알제 (노이호프/노이엔키르헨/반틴) (Schalsee (Neuhof/Neuenkirchen/Bantintin))	300(Neuhof) 200(Neuenkirchen) 300(Bantintin)		2011년 11월 현재 노이호프 65%, 노이엔키르헨 50%, 반틴 50%	생물권역 슈알제에 있는 3개 마을에 100% 신재생 에너지로 난방 및 전력공급	노이엔키르헨: 바이오가스라인 3km 위생 CHP (1x400kW 전기, 1x480kW 열) 반틴: 바이오가스라인 3.5km 위생 CHP(1x400kW 전기, 1x480kW 열), 바이오가스 또는 석유의 2중 연료버너로 교체발전 (950kW 열)	농업부산물(옥수수, 그라스, 전채작물사일리지, 사탕무), 가축분뇨	2009년 1월 노이엔키르헨, 2011년 12월 반틴	전력저장 및 3마일에 총 7km 길이의 원거리 난방망으로 지역 가격에 공급	
60	아슈에 (Asche)	350	100	60가구(거주민의 약70%) 현재 :에너지수요량의 80%까지 지역바이오매스로 충당(전력100%, 난방70%)	바이오매스에서 80% 난방공급, 신재생에너지에서 100% 전력공급	250kW 전기 바이오가스플랜트, 400kW 우드칩 보일러, 지역난방망 3.5km, 100m³ 저장용량, 400kW 비상보일러, 약 100kW의 개인 태양광시설	가축분뇨, 옥수수 사일리지, 우드칩	2009년 바이오가스 플랜트, 2012년 지역난방	전력, 지역난방망	지역난방망은 열손실 없이 직접 열을 전달
61	바알리센 (Barlissen)	330	68	70%	난방과 전기를 100% 재생에너지로 공급	바이오가스플랜트 : 250kW: 가축분뇨, 초분, 사일리지, 옥수수 .화학발전시설: 550kW Biomass . 난방연결길이: 2.2 km				
62	보이히테 (Beuchte)	380	160	지역난방 65가구(40%), 태양광발전 포함 60%	100%신재생에너지로 난방 및 전력생산.	우드칩 기반의 바이오매스 보일러(250kW 2기)태양광 시설(113kW 1기, 36kW 2기, 30kW 1기, 기타 총 50kW 6기), 지역난방망 2.5km	지역에서 생산된 우드칩 (2012년부터), 600ha 중 5% 면적이 재생자원 생산에 사용됨	2008년 지역난방망과 바이오매스 보일러, 2004-2008년 태양광발전은 공공 그리드로 전력저장	가정 및 공장프로세스 (건조)에 난방 공급, 태양광발전은 공공 그리드로 전력저장	지역난방망 확장 계획
63	브레제 마이쉬 (Breese in der Marsch)	220	90	지역난방망: 45가구(브레제), 34가구(럼제), 단 체사무실, 유치원, 숙박업소, 돈사 등	신재생에너지로 100% 난방공급, 지역자원 활용을 위한 우드칩 생산, 장기적으로 화석에너지원에서의 독립을 보장	지역난방망 6km, 간식 바이오가스 플랜트(500kW 전기, 560kW 열), 2개의 우드칩 보일러(400kW), 동결기 지역난방의 최대부하를 대비한 바이오가스 연소기(800kW)	가축분뇨 40%, 옥수수 사일리지 20-50%, 그라스 사일리지 20-40%, 부숙분은 짚, 무, 감자, 녹색호밀 등에서 부분적으로 충당	2006년 바이오가스 플랜트, 2007년 지역난방망 (브레제), 2011년 지역난방망 (럼제), 600kW 우드칩 보일러(35m³ 저장용량과 우드칩 건조 창고)	전력과 난방	브레제는 바이오에너지 시범마을, 여름에 우드칩과 곡물건조
64	뵙슈트롭 (Dingstrup)	203	70	가구의 50%와 소방서는 지역난방, 4 가구, 목공소, 회의장이 있는 호텔, 불링장은 장작보일러로 가열됨.	마을에 바이오매스에서 난방 공급 90%. 빌테스하우젠 시의 상업지에 부분적으로 공급	0.75MW 열 CHP 바이오가스플랜트(바이오 에너지 알리스), 0.85MW 열 CHP 바이오 가스플랜트(뵙슈트롭), 0.55 MW 열 CHP 바이오가스플랜트(BeNo GbR), 10.4 MW 전력에너지시설	옥수수, 가축분뇨, 전채작물사일리지, 폐목재	2001년 바이오에너지 알리스, 뵙슈트롭 바이오가스, 2009년 바이오에너지 알리스 확장, 2010년 뵙슈트롭 바이오가스 확장, BeNo GbR, 2011년 BeNo GbR 확장	난방, 전력	본산된 3개의 작은 바이오가스 플랜트는 중앙 난방공급을 가능하게 함. 2개 시설은 공동 시설. 3개 시설 모두 지역 농민이 100% 소유하여 원료 공급은 이들 농민이 보장. 새로운 아이디어나 프로세스가 추가적으로 구현될 수 있음(혐기소화액건조기, 열분해반응기)

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
65	윈데 (J hnde)	750	200	약 70% 및 공공건물	바이오매스기반으로 생산 및 난방공급	바이오가스 플랜트(CHP 716kW전기), 우드칩 보일러(550kW열), 최대부하보일러(1,700kW), 지역난방망	농업부산물, 가축분뇨, 우드칩	2005년	EEG에 따른 전력저장, 난방사용 현재 125가구, 목재건조시설	
66	크레벡, 볼브란츠하우젠 (Krebeck und Wollbrandshausen)	765(Krebeck 230, Bolbrunn 535)	230	크레벡: 50%, 114 가구, 볼브란츠하우젠: 47%, 98가구	100% 신재생에너지로 난방공급/에너지공급	4개의 분산된 CHP가 있는 바이오가스플랜트(크레벡에 있는 CHP:500kW, 볼브란츠하우젠에 있는 CHP 500kW, 바이오가스플랜트에 있는 CHP 2기: 380kW, 오토 가스엔진), 2009년과 2010년에 시운전, 연간생산량:1,450만kWh의 전력, 450만kWh의 열	옥수수, 전채작물 사일리지, 가축분뇨, 사탕무		지역난방망을 통해 2 마을에 난방공급, 공공그리드와 직접 시정에 전력 저장	
67	뤼슈에 (Lische)	912	230	160가구, 뤼슈에 초등학교, 소방서, 체육관 등	바이오매스로 난방공급의 80%, 신재생에너지로 전력 공급 100%, 환경 부하 경감과 화석연료 의존도 감소	총 2,700kW의 바이오가스 플랜트 3개, 최대부하보일러 1,000kW, 지역난방망 13km	옥수수, 그라스, 무, 가축분뇨(마을 및 주변)	2001년, 2007년, 2009년, 2010년, 2011년: 바이오가스 플랜트의 CHP, 2012년 최대부하보일러	전력, 난방	
68	말슈테트 (Malstedt)	240	68	가구의 91%, 마을공동회관, 소방서	전력 자체 공급은 충당되나, 주민들의 연결준비에 따라 말슈테트에 전체 공급	5개 CHP가 있는 바이오가스 플랜트(총 1,250kW)와 바이오메탄생산(전력 45%, 바이오메탄 55%), 77m3 저장용량, 비상용 바이오가스보일러 660kW, 지역난방망 4.3km	옥수수, 그라스, 무, 가축분뇨(마을 및 주변)	2010년 바이오가스 플랜트, 2011년 지역난방망	난방망, 전력	아이디어에서 시운전까지 20개월 걸림, 설계사무소 없이 난방망 설계, 말슈테트의 적극 장려, 마을 주민이 함께 계획을 세움, 모든 계획은 투명성 보장.
69	라이펜하우젠 (Reiffenhausen)	750	200	가구의 50%, 공공 건물	100% 재생자원에서 난방공급	CHP 이중연료엔진이 있는 바이오가스플랜트(265kW), 우드칩 보일러(400kW), 최대부하보일러(석유보일러, 1,100kW)	재생자원, 가축분뇨, 우드칩	2009년	지역난방망, 전력	
70	폴크피엔 (Volkfien)	72	24	난방 : 바이오가스플랜트에서 소방서와 22가구에 연결(90%), 부분적으로 개별목재보일러시설로 충당 전력 : 바이오가스플랜트로 100% 충당	신재생에너지 원으로 100% 전력 및 난방공급, 또한 주변 마을을 위한 가스 및 전력 생산	지역난방망1.4km, 바이오가스플랜트(습식발효, 각500kW), 17개 목재보일러, 태양광 시설 12기(총130kWp)	바이오가스플랜트: 그라스사일리지20%, 옥수수사일리지50%, 분 및 돈분뇨 기타: 지역에서 생산된 목재	2005년부터 바이오가스 플랜트	폐열 및 전력	바이오가스플랜트는 겨울에 돈사, 여름에 곡물 건조시 가열. 폴크피엔 마을의 에너지개념은 2010년 바이오에너지지역 플랜트-엘베탈로 수상함. 이후로 폴크피엔은 바이오에너지 마을의 모델이 됨.
71	프레스 (Vrees)	1700	480	95 가정, 6개 공공건물 (유치원, 체육관, 학교, 마을회관, 교회, 목사관), 2개 상업지, 농산업(물고기육종, 우드칩건조, 모돈농장, 은행, 호텔)	프레스마을을 신재생에너지 플러스 지역으로 적극적으로 발전시키고 신재생에너지에서 전력생산을 전력 수요량의 250%(2012년 212%), 또한 바이오에너지 지역난방공급을 통해 지역의 난방수요의 70%를 충당하는 것	650kW 열 우드칩 보일러, CHP 1MW 전기, 바이오가스 플랜트(CHP5개), 바이오가스 플랜트(CHP3개)	에너지작물(옥수수, 곡물, 사탕무, 전채작물사일리지, 그라스), 가축분뇨	1997년 우드칩 보일러, 650kW CHP, 2005년 바이오가스 플랜트(2011년 확장), 2009년 바이오가스 플랜트(2011년 확장)	신규건물과 지역에 난방공급	
72	알텐멜리히 (Altenmellrich)	335	119	가구 및 주택의 70%	바이오매스에서 100% 난방공급	바이오가스:250kW 전기2개+300kW 열2개	사탕무, 옥수수, 분뇨, 계분, 화분과식물	2011년 12월	지역난방망을 통해 개별 가정에 난방, 전력은 그리드로	지역의 작업장에 있는 위성CHP, 마을공동프로젝트로 2년 계획 및 건설



번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
73	에빙호프 (Ebberhof)	28	7	에빙호프에 직접 : 가구의 99% 80개침대가 있는 호텔, 학모든농장의 1200마리, 학교 슈탈렌베르크시내 : 아카데미와수영장, 건설회사켈트하우스의 작업장 및 사무실 건물	2009년 : 마을, 80개침대가 있는 호텔, 1200모든 바이오매스로 전력 및 난방자급 2011년 : 시내 및 상업 건물공급을 위한 2개의 위생 CHP 확장	바이오가스 플랜트 320kW 열 CHP (에빙호프), 250kW 열 CHP (농장), 450kW 열 CHP (바트 페테부르크), 250kW 열 CHP (에빙호프), 200kW 및 300kW 우드칩 보일러, 25m³ 1기, 15m³ 2기의 저장용량	가축분뇨, 옥수수사일리지, 곡물사일리지, 그라스사일리지, 우드칩	2005년 : 우드칩 보일러(200kW), 2008년 : 우드칩 보일러(300kW), 2009년 : 바이오가스 플랜트(CHP1, 에빙호프), 2011년 : CHP2(농장), CHP3(바트 페테부르크), CHP4(에빙호프)	지역난방, 전력	4개의 모든 CHP는 50%까지 변조 가능하며 열손실에 따라 구동됨. 바트페테베르크의 지역난방공급: 신재생에너지로 난방공급 80%, 학교에서는 전기히터로 교체, 농장: 바이오가스에서 95% 난방공급, 여름에 여분용량으로 곡물 및 우드칩
74	리버하우젠 (Lieberhausen)	335	103	84%(현재 103가구 중 85가구)	에너지자급자족! 100% 바이오매스와 태양에너지에서 난방 및 전력요구량 충족. 공공그리드도 바이오에너지 저장. 지역 바이오매스 농장의 건설. 경제적 인센티브와 지역의 가치 창출. 안내, 강의, 출판 및 여러 지역 행사를 통해 지식 전달, 사회통합 형태의 광범위한 네트워크 강화	970kW의 정격 출력을 가진 우드칩 보일러는 2001년 1월 26일 시운전, 총 50.4kWp의 태양광 시설은 2010년 4월 시운전, 우드칩 창고, 연간 생산량 1,350 만 kWh	주변 숲에서 생산되거나 지역의 조경 및 제조 폐목재로 만든 우드칩	2001년	전력: 개별사용과 공공그리드로 저장 중 선택 난방: 지역난방망	
75	로브링하우젠 (Robringhausen)	330	103	24주택(30가구) 및 마을 공동회관	난방 공급	바이오가스 : 380kW 전기 1개 + 488kW 열 1개	동업 부산물 (옥수수, GPS, 계분, 돈분, 우분)	바이오가스 플랜트 (2006년), 근거리 난방 (2008)	난방/전력	바이오가스 CHP에서 발생하는 폐열을 사용하여 지역 중앙난방. 최대로 사용을 억제하기 위한 바이오매스 보일러.
76	발렌 (Wallen)	509	117	105가구, 유치원, 소방서, 체육관, 다목적홀	바이오매스에서 100% 난방 공급, 신재생에너지에서 100% 전력공급	533kW 열 CHP가 있는 바이오가스 플랜트, 850kW 바이오매스 보일러, 최대 부하 및 비상보일러로 기름보일러 (1,500kW)	가축분뇨(우분), 옥수수, 그라스사일리지, 전작물사일리지, 우드칩	2005년 바이오가스 -CHP, 2011년 바이오매스 보일러	전력, 난방	바이오가스 CHP에서 발생하는 폐열을 사용하여 지역 중앙난방. 최대로 사용을 억제하기 위한 바이오매스 보일러.
77	알트슈아이트 (Altscheid)	91	35	58%(마을공동회관 및 교회 포함)	바이오매스와 태양광에서 100% 난방 공급, 신재생에너지(100% 바이오매스)에서 전력 생산	재생자원-중온소화영역 소위 습식발효 바이오가스 플랜트, 발효조 1,200m³, 난방시설, 교반기 및 원료 투입, 후발효조 1,200m³ (교반기), 저장소 3,200m³, 모든 시스템 구성요소에 대한 PLC 제어 370kW 전기/h와 426kW 열/h의 전력-열-병합 CHP 가스 모터, 연간 8,600시간 가동	농업 부산물 (옥수수, 그라스, 곡물, 축사에서 나온 가축분뇨)		18가구 및 마을공동회관과 교회에 연결된 지역 난방. 나머지 집은 기름과 나무로 가열, 한 집은 가스로 가열	
78	모어바흐 (Morbach)	11000	4400	공공 건물	신재생에너지 100% 에너지 자급자족(전력, 난방), 2020년까지 CO2 50% 저감(기준년도 2000년)	바이오가스(500kW 전기, 700kW 열), 바이오가스(300kW 전기), 목재 펠릿 생산(11,000톤/yr, 20,000t/yr까지 확장), 개인 바이오매스 보일러 (2,033kW), 14개 풍력 터빈(각 2MW), 태양광(5.8 MW), (2,400m² 설치) (2011년 11월 현재)	가축분뇨, 옥수수, 그라스, 라이밀, 우드칩, 펠릿	2002년부터	전기에너지 : 전력그리드로 저장, 바이오가스 플랜트의 열에너지: 목재 펠릿 작업장을 통해 100% 감소	

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
79	니더와일러 (Niederweiler)	100	35	니더와일러마을의 5가구, 성당(계획), 이웃마을 비어스도르프암제에 지역 난방망(도린트 호텔)	난방공급 80%	1.1MW 열 위생CHP	옥수수, 그라스, 전체 작물사일리지, 가축분뇨, 곡물	2006년	전력, 난방	지역의 난방개념의 혁신적인 부분은 특히 지역의 마이크로가스 네트워크와 지역난방망의 통합. 또한, 시설은 여름철 열사용에 최적설계됨. 또한, 잉여열은 건조목적으로 사용하도록 노력함.
80	프라이스트 (Preist)	744	315	지역난방 21%	지역난방 40%, 지역공급 100%	바이오가스플랜트500kW 전기, 700kW 열, 태양광시설3,100kWp, 난방 및 온수용 태양광시설150kW, 지열펌프120kW, 장작중앙난방 150kW, 우드칩 및 펠릿 150kW	농업부산물, 태양		현재 41가구가 지역난방망에 연결됨. 24가구는 건설중이므로 9월까지 65가구가 연결될 예정이다.	
81	비스바움 (Wiesbaum)	631	250	8개 기업에 연결, 확장 제공	마을의 에너지 요구량을 제공하고 지속 가능하게 사용할 수 있는 지역에서 잉여 에너지의 공급할 수 있도록 에너지 + 커뮤니티에 대한 개발.	나투어에네르키비스바움의 바이오가스플랜트: 2003년 시운전, 536kW + 110kW, 여러개의 개인 목재보일러, 다수의 개인 태양광 시설, 2003년 이후 태양광 총량 = 257.74kWp, 1997년부터 여러 개인 태양열 시설	가축분뇨, 농업통합발효, 통풍장작 및 펠릿		생산된 신재생전력을 RWE-네츠AG로 저장, 바이오가스 플랜트의 폐열을 지역난방망을 통해 산업 및 비즈니스파크 뷔스바움에 활용, 개별 난프로 에너지 목적 사용	
82	토이마 (Theuma)	1078	440	현재 80가구 및 2개 소규모 사업장	전력공급: 현재 2,400가구, 목표 2,600가구 난방공급: 현재 80가구, 목표 230가구, 난방사용 2009년 3,064MWh, 목표 2009년 약 150가정에 20,000kW에서 바이오매스에서 최소 5000MWh, 태양광 58kWp	바이오가스플랜트 I (2006년 건설, 500kW 전기, 4,300MWh/yr), 바이오가스플랜트 II (2008년 건설, 280kW 전기, 2010년부터 330kW 전기, 마을회관 2,250 MWh/yr, 목표 2,800 MWh/yr), 바이오가스플랜트 III (2009년 건설) 학교 2,250 MWh/yr, 목표 2,800MWh/yr, 태양광 농업 협동조합 : 2008년 27,600 kW/yr, 태양광 주민 태양 2009년 53,360 kW/yr, 태양광농장 그린너 2009년 18,000 kW/yr	가축분뇨, 옥수수사일리지, 전체작물사일리지, 그라스사일리지, 곡물		전력은 농업협동조합에 작은 개인적인 용도 이외의 판매 농업협동조합과 이웃의 바이오가스플랜트에서 난방사용 및 CHP에서 지역난방망, 마을회관과 학교	
83	이덴 (Iden)	1000	300	75% 및 공공건물	바이오매스에서 100% 난방 공급	바이오가스 플랜트 (250kW 전기, 320kW 열), 목재보일러 (우드칩, 850kW)	가축분뇨, 곡물, 우드칩	2005년	전력 저장, 지역난방망을 통한 난방	
84	지벤 린덴 (Sieben Linden)	142	22	바이오매스를 통해 필요한 70%를 충족	난방 : 장작 60%, 태양 30%, 바이오가스 10% 전력 : 100% 공급 (태양광 시설, 풍력시설)	목재가스화보일러 (40kW 2기, 49kW 1기, 100kW 1기), 태양광시설, 태양열시설	장작	1997년, 2000년, 2009년, 2012년	전력, 난방, 전력	특이점은 모든 세대에 적합(주거, 직장, 여가, 아이들, 간호 등)하도록, 지속 가능성의 차원(생태, 경제, 사회 및 문화적)을 포함. 생태마을 지벤 린덴에서 라이프 스타일의 지속가능성은 카셀대학에서 수행한 생태학적 발자국에 대한 여러 프로젝트에 나타나 있음. 실제로는 논문 및 성인 교육을 통해 전달됨.
85	탕겔른 (Tangeln)	480	110	75가구(전체가구의 68%): 공간적으로 시설에서 떨어져 있음, 공공건물 : 유치원, 마을회관, 마을주점	가구에 합리적인 가격으로 난방 공급, 공공그린너로 전기에너지 저장, 지역에서 생산된 바이오매스로 에너지 생산	바이오가스플랜트 (2 CHP, 526kWh 전기, 550kWh 열), 추가로 탕겔른 eG에 개별 전력공급용 소형 CHP (50kW), 난방망 약 5.5km, 태양광시설 3기 (107kWp)	옥수수사일리지, 그라스사일리지, 전체작물사일리지, 가축분뇨	2007년 12월 바이오가스 플랜트, 2009년 9월 난방망, 태양광 시설, 2010-2011년 소형 CHP	공급 그리드로 전력 저장, 지역난방망을 통한 난방 사용, 옥수수 및 곡물 건조시설	유치원은 무료로 난방 공급. 주민풍력터빈 계획 중, 신재생 에너지 생산 시범시설 준비 중

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
86	퇴르품 (Dirpum)		104	53%(2010년 67%가 됨) 가을에	전력공급을 100% 바이오매스로(이 목표는 이미 달성), 난방공급을 바이오매스로 100%	625kW전기와 670kW 열출력 바이오가스 플랜트(습식발효)는 2008년 작동을 시작함. 플랜트확장허가(고형분발효를 위한 2차 발효조와 2차 혐기소화액 저장조 및 250kW전기 CHP)가 가을에 실행됨. 가축 분뇨슬러리는 파이프라인을 통해 주변의 축사에서 바이오가스플랜트로 펌핑됨. 대부분의 열은 지역난방망(주길이3km,가장 1km)을 통해 가정과 기업에 전달(바이오가스플랜트100%공급). 기존 벨트 건조기로 주변 농장에서 수확한 우드칩 및 혐기소화액 같은 다양한 바이오매스를 건조.	옥수수, 곡물, 가축분		바이오가스로 운영되는 바이오가스플랜트 퇴르품(습식 소화)의 CHP를 통해 생산된 전력을 566,000kWh(2009년)은 공공그리드로 저장됨. 약 260 만 kWh의 열은 작년에 퇴르품 마을에서 사용됨.	
87	호닉제 (Honigsee)	475	245	지역중심에 있는 가구: 약 85%, 마을중심에는 지역난방망을 사용하지 않는 가구가 1곳임(원하지 않거나 기술적인 이유로 연결되지 않음)	바이오에너지를 지역난방을 통해 지역 중심에 있는 가구(약 100 가구)에 공급 및 바이오매스에서 2개의 500kW급 CHP를 사용하여 8백만kWh의 전력 생산 및 다른 지역의 전력그리드로 저장 .	2007년부터 바이오가스플랜트에서 건조발효기술을 기반으로 바이오가스가 생산됨. 500kW전기와 560kW의 2개의 엔바하모터가 사용.	옥수수(약 65%), 그라스(25-30%), 곡물 (5-10%)	2007년	CHP는 곡물, 우드칩, 혐기소화액의 건조 등 필요한 공정열을 제공하고 나머지는 지역난방망으로 공급됨. 생성된 전력은 그리드에 공급됨.	
88	린나우 (Linnau)	288	96	93%, 개인 가구, 소방서 화재연수실	바이오가스 폐열로 가정 에 100% 난방 공급	바이오가스플랜트(100%바이오매스발효, 건조발효,55℃ 고온발효,370Kw전기 CHP3기)	옥수수, 곡물	2006년	진력 저장, 지역난방망을 통한 난방	지역난방망의 계획은 은수파이프 공급업체의 참여로 자체 완성됨.
89	장크트 미카엘리 스톤 ( S a n k t Michaelisdonn)	3650	1660	없음	난방, 전력, 운송 등을 100% 신재생에너지(풍력, 태양, 바이오매스 등)로 공급	풍력에너지시설(12.6MW),바이오가스플랜트(560kW전기),태양광시설(200kW)	바이오폐기물	1993년 풍력, 1995년 바이오가스, 2006년 태양광	EEG에 따른 전력	
90	일름탈 (Ilmtal)	4000	1770	바이오가스 전력과 난방망으로 학교, 유치원, 복지시설, 작업장, 축사, 농업센터, 학교부엌에 공급	바이오가스 전 100% 신재생에너지로 전력 공급 및 최소 75% 난방 공급	1. 250kW급 CHP 2기가 있는 바이오가스 플랜트(500kW전기, 550kW열, 2007년/2009년 시운전) 2. 태양광 : 12기(총75kW, 2005-2009년 시운전) 3. 수력 : 3기(총70kW,1985년/1993년/2003년 시운전) 4. 우드칩 : 5개 보일러(총460kW,2004년/2006년 시운전) 5.태양열시스템:5기(2006년부터 시운전) 6.바이오가스플랜트(220kW, 2010년)	우분, 돈분뇨, 그라스 사일리지, 옥수수사일리지, 곡물, 우드칩	2007-2009년	전력: EEG에 따른 전력 저장 및 보상, 난방: 바이오가스 전력과 난방망으로 지역 작업장 공급	
91	슈윌렌 (Schk len)	1200	500	가구 60%, 공공건물 100%, 회사	지역난방망 연결 확대, 신재생에너지의 확산, 다른 포로체트 및 지역에 대한 청사진 역할		숲에서 생산된 우드칩, 돈분뇨, 농업부산물		전력: EEG에 따른 전력 저장 및 보상, 난방: 9ha 온실에 공급, 지역난방망을 통한 가구 및 공공건물 공급	

번호	바이오에너지 마을	주민 (명)	가구수	공급	목표	시설	사용 바이오매스	시설 운영 시기	에너지사용	특기사항
92	솔뢰벤 (Schl ben)	1000	184	솔뢰벤과 쾰트이츠 지역의 약 80% 연결, 공공 건물(학교, 유치원, 마을 회관)	바이오매스에서 100% 난방 공급, 지역순환 강화, 기후중립성, 에너지 생산에서 화석연료 탈피	바이오가스 플랜트(795kW), 우드칩 보일러(500kW), CHP+위성 CHP(795kW), 바이오가斯拉인 1.6km, 난방망 5.8km	가축분뇨, 농업부산물, 우드칩	2011년	난방망, 건조(곡물 목재), 전력 저장	지역, 마을, 군, 근로자복지 및 농산기업조합. 조합은 모든 바이오에너지플랜트의 소유자. 관리 및 원료운송은 농산기업이 수행. 도목사업(물/하수도, 전기)에서 시너지로 광대역확장경쟁에 성공적으로 참여=>광섬유광대역네트워크 설치.

## 2. 정책개요

2012년에 발표한 “독일 에너지전환(Energiewende) 추진”에서는 온실가스 감축량을 1990년 대비 2020년까지는 40%감축을 목표로 하고 있고, 2050년까지는 최대 95%까지 감축을 목표로 하고 있다. 이를 위해 북해 독일 해안에 대규모 해상풍력단지를 건설하고, 태양광 및 풍력에 의한 전력 공급을 통해 안정적인 신재생에너지보급을 추진전략으로 내세우고 있다. 이러한 내용들을 (표 4.39)와 (표 4.40)에 정리하였다.

(표 4.39) 독일 에너지전환(Energiewende) 추진(2012)

구분	내용
배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2011년 일본 후쿠시마 원전사고 이후, ‘에너지전환(Energiewende)’ 정책을 강화하여 2022년까지 17개 원전을 폐지하고 신재생에너지 확대를 추진</li> <li>※ 독일에서 ‘Energiewende’ 라는 용어가 생긴지 약 30년이 되었으며, 정부 지도자나 환경단체가 간헐적으로 사용함, 2000년대 연립정부시대에 사회당과 녹색당이 그들의 주요 정책 목표 중 하나인 핵연료의 단계적 퇴출에 ‘Energiewende’ 라는 용어를 공식적으로 사용</li> </ul>
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 1990년 온실가스 배출량을 기준으로 2020년까지 40% 감축, 2050년까지 80~95% 감축</li> <li>② 1차 에너지 60%를 신재생에너지로 공급</li> <li>③ 에너지 효율 향상을 매년 2%씩 향상</li> </ul>
전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 북해 독일 해안에 대규모 해상풍력단지 건설(10,000MW 규모)</li> <li>- 독일 산업단지에 전력을 공급할 수 있도록 송배전 기반 구축</li> <li>- 태양광, 풍력에 의한 전력 공급의 안정화               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대규모 형태의 경제적인 전력 저장장치 개발</li> <li>· 분산 전원을 지능적으로 컨트롤·조정할 수 있는 장치 개발</li> </ul> </li> </ul>

(표 4.40) 독일 에너지전환(Energiewende)에 따른 중장기 에너지 목표

구분	2008	2020	2030	2040	2050
온실가스 감축(기준연도 : 1990)	-27%	-40%	-55%	-70%	-80%
최종 에너지 소비 대비 신재생에너지 비중	10%	18%	30%	45%	60%
전력소비량 대비 신재생에너지 비중	16%	35%	50%	65%	80%
1차 에너지 수요 감소(기준연도 : 2008)	-5%	-20%			-50%
전력수요 감소(기준연도 : 2008)	-1%	-10%			-25%
수송부분 최종에너지 감소(기준연도 : 2008)		-10%			-40%

자료 :독일 Ministry of Economics and Technology, 2012

### 가. 독일 재생에너지법(EEG)

독일의 재생에너지법(EEG)은 1991년에 시작되어 2000년 재생에너지법(EEG)란 이름으로 바뀌어 2004년, 2009년, 2012년에 개정을 하여 지금의 재생에너지법이 되었다. 아래의 표는 독일 재생에너지법의 경과와 FIT기준을 나타낸 표이다.

(표 4.41) 독일 재생에너지법(EEG) 경과

구분	내용
1991년	- 전기공급법(Stromeinspeisungsgesetz) : 신재생에너지 전기구입에 대한 전기공공사업자에게 의무할당제 부과
2000년	- 재생에너지법 제정 : EEG 2000 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 20년간 FIT(발전차액지원) 보장, 연도별 감소율 매년 1%씩 적용</li> <li>· 설치비용이 높은 소규모 시설에 대한 지원: 500 kW이하, 5 MW이하, 5MW이상 발전규모별 차등지원제도</li> <li>· 일반전기와 신재생에너지 전기요금을 정부가 아닌 소비자가 부담</li> </ul>
2004년	- 1차 개정(EEG 2004) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 다양한 보너스제도의 도입: 에너지 작물에 대한 보너스 등 시설규모에 대한 기본율과 추가 보너스제도 도입으로 총지급액의 증가</li> <li>· 중앙집중화를 벗어나기 위한 150 kW 이하 소규모 발전 시설에 대한 지원제도 도입</li> <li>· 연도별 감소율을 1%에서 1.5%로 증가</li> </ul>
2009년	- 2차 개정(EEG 2009) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 150 kW 이하 시설에 대한 매전가격 및 에너지작물, CHP/열 이용에 대한 보너스 증가</li> <li>· 150 kW 초과 시설에 대한 기본율 감소</li> <li>· 에너지작물 이용, 가축분뇨 이용, 온실가스 저감 보너스 적용</li> <li>· 20년간 보장, 매년 1%씩 지원을 감소</li> </ul>
2012년	- 3차 개정(EEG 2012) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 농산부산물 이용 이외 다양한 원료 이용에 따른 보너스 제도 도입</li> <li>· 보너스 제도를 효율적이고 단순하게 수정, 시장지향적 바이오가스 발전에 대한 유동적 보너스 제도 도입</li> <li>· 옥수수 및 기타 곡물 등 에너지 작물 최대 60%까지 사용 제한</li> <li>· 최소조건제도 도입: 60% 이상 폐열 회수 및 이용, 60% 이상 가축분뇨 이용</li> <li>· 발전전기에 대한 직접 판매에 대한 지원(market bonus); 2014부터 750 kW 이상 규모의 시설은 생산된 전기를 직접 시장에 판매</li> <li>· 20년간 보장, 매년 2%씩 지원을 감소</li> </ul>

(표 4.42) 독일 재생에너지법(EEG) 2009의 FIT 기준 (유로센트/kW)

발전용량	기본율	에너지작물 보너스	가축분뇨 보너스	경관보전 부산물 보너스	가스발생 저감 보너스	기술 보너스	열병합발전 보너스
≤ 150 kW	11.44	+ 6.86	+ 3.92	+ 1.96	+ 0.98	+ 1.96	+ 2.94
≤ 500 kW	9.00	+ 6.86	+ 0.98	+ 1.96	+ 0.98	+ 1.96	+ 2.94
≤ 5 MW	8.09	+ 3.92				+ 1.96	+ 2.94
≤ 20 MW	7.63						+ 2.94

(표 4.43) 독일 재생에너지법(EEG) 2012의 FIT 기준 (유로센트/kW)

발전용량	바이오가스 플랜트(도시고형폐기물 제외)				도시고형폐기물 이용 바이오가스 플랜트	소규모 가축분뇨 이용 바이오가스 플랜트
	기본율	원료 1	원료 2	바이오가스 고질화/ 바이오메탄 보너스		
≤ 75 kW	14.3	6	8		16	25
≤ 150 kW	14.3	6	8		16	
≤ 500 kW	12.3	6	8	≤ 700 Nm <sup>3</sup> /h: 3	16	
≤ 750 kW	11	5	8/63	≤ 1,000 Nm <sup>3</sup> /h: 2	14	
≤ 5,000 kW	11	4		≤ 1,400 Nm <sup>3</sup> /h: 1	14	
≤ 20,000 kW	6				14	

주1 : 바이오에너지 작물(곡류 및 짚, 옥수수, 사탕무, 해바라기 등) 이용, 주2 : 가축분뇨, 기타 식물잔사 이용, 주3 : 가축분뇨 이용시 6 유로센트/kW 적용.

## 나. 신재생에너지 관련 지원 프로그램

### (1) EU 지원 프로그램

#### (가) FP7 (연구 및 기술 개발을 위한 7차 프레임워크 프로그램)

(7th Framework Program for Research and Technological Development)

FP7는 연구와 기술 개발을 위한 7차 프레임 워크 프로그램의 약자로 2007년에서 2013년까지 7년 동안 지속된다. 이 프로그램은 총 예산이 500억 유로 이상으로, 유럽 연구의 높은 우선 순위를 반영하여 이전 프레임 워크 프로그램(FP6)에 비해 상당히 증가하였다.

FP7은 일자리와 경쟁력 측면에서 유럽의 요구에 대응하고, 글로벌 지식 경제에서 리더십을 유지하기 위해 중요한 도구이다. 이 금액의 대부분은 공동 연구, 기술 개발 및 시범 사업을 위해 전 유럽에 걸친 연구 주체에 보조금으로 지원된다. 보조금 지원 기준은 제안 과제에 경쟁력 및 동료 검토(peer review)를 통해 결정된다.

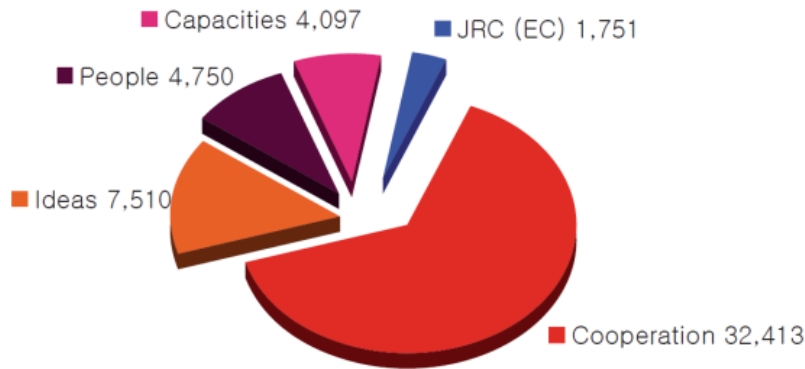
국가 연구 프로그램을 보완하기 위해, FP7의 투자를 받는 활동은 "유럽의 부가가치"가 있어야 한다. 연구 프로젝트는 다른 유럽 (및 기타) 국가의 참가자를 포함하는 컨소시엄에 의해 수행되며(transnationality), FP7의 장학금은 국경을 통한 이동성을 필요로 한다.

그러나 FP7에서는 트랜스 국가 협력 의무가 없는 "개별 팀"에 대한 새로운 액션도 있는데, 이 경우, "유럽의 부가가치"는 기초 "프론티어" 분야에서 과학자간의 경쟁을 국가에서 유럽 수준으로 높이는 것이다.

연구 프레임 워크 프로그램은 두 가지 주요 전략적 목표를 가지고 있다:

- 유럽 산업의 과학 기술 기반을 강화하고,
- 유럽 연합 (EU) 정책을 지원하는 연구를 추진하면서 국제 경쟁력을 촉진시킨다.

FP7에의 참여 자격은 EU "참여 규칙" 규정에 의거하여 대학이나 연구 기관의 연구 그룹, 혁신하려는 기업, 중소기업, 공공 또는 정부 기관, 초기 연구자 (대학원생) 및 경험이 풍부한 연구원, 국가적 관심의 연구 인프라 실행 기관, 제 3 국의 조직 및 연구원, 국제기구, 시민 사회 단체 등에 다양하게 열려 있다.



<그림 4.17> FP7의 예산 (현재 총 50,521 million €)  
[단위 : 백만 €]

FP7의 핵심은 전체 예산의 3분의 2를 지원하는 협력 프로그램이다. IT 산업과 학계의 다국적 컨소시엄을 통한 프로젝트로 유럽 전역 및 기타 파트너 국가에 걸쳐 공동 연구를 육성한다. 연구는 ①건강, ② 식품, 농업, 수산업 및 생명 공학, ③ 정보 통신 기술, ④ 나노 기술, 재료 및 새로운 생산 기술, ⑤ 에너지, ⑥ 환경 (기후 변화 포함), ⑦ 운송 (항공 포함), ⑧ 사회경제 과학 및 인문학, ⑨ 우주, ⑩ 보안 등의 10개 주제 영역에서 수행된다. 이 중 바이오에너지 마을 프로젝트는 에너지, 농업 및 생명공학 기술 분야와 관련이 있다.

- ① 목적 : 현재의 에너지 시스템을 보다 지속적이고 경쟁력 있고 안전한 시스템으로 적용하는데 필요한 기술을 개발 및 설립에 지원. 또한 수입 연료에 대한 의존성을 낮추고 신재생에너지와 바이오연료 등의 다양한 에너지원을 혼합하여 사용할 수 있다.
- ② 대상 분야
  - 에너지 : 재생에너지로부터 전기생산 및 연소물질 제조, 신재생에너지를 냉난방에 사용, 스마트그리드, 에너지 효율 및 저장, CO<sub>2</sub> 저감 및 저장
  - 농업 및 생명공학기술
    - 토양, 삼림, 수생 환경에서 발생하는 자원의 지속적 생산 및 관리
    - 바이오매스 생산, 에너지생산 및 산업용 목적을 위한 현대적 기술 발전
- ③ 자격 : EU "참여 규칙" 규정에 참여에 필요한 자격이 포함되어 있음

**(나) 경쟁력 및 혁신 프레임워크 프로그램(CIP) 중 “지능형 에너지 - 유럽 II (Intelligente Energie - Europa II)”**

경쟁력 및 혁신 프레임 워크 프로그램 (CIP)은 주 대상인 중소기업과 함께 지역의 혁신 활동(에코 혁신 포함)을 지원하고, 재정에 대한 더 좋은 접근성을 제공하고, 사업지원 서비스를 제공한다. 또한 정보 통신 기술 (ICT) 사용을 촉진하고 정보 사회를 개발하는데 도움이 되며, 신재생 에너지 사용 및 에너지 효율 증가를 촉진한다.

CIP는 2007년에서 2013년까지 총 예산 36억 2100만 유로를 실행하며, 세 가지 운영 프로그램으로 나누어져 있다. 각 프로그램은 ICT 또는 지속 가능한 에너지와 같이 기업의 경쟁력과 혁신 능력에 기여하기 위한 구체적인 목표를 가지고 있다.



- 기업가 정신 및 혁신 프로그램 (EIP)
- 정보 통신 기술 정책 지원 프로그램 (ICT-PSP)
- 인텔리전트 에너지 유럽 프로그램 (IEE)

지능형 에너지 유럽 프로그램 (IEE)은 2007년과 2013년 사이에 사용 가능한 자금 7억 3천만 유로로 유럽 연합이 자체 설정한 야심찬 기후변화와 에너지 목표를 달성하도록 기여할 것이다. 이 프로그램은 매년 제안된 프로젝트를 통해 구체적인 프로젝트, 이니셔티브 및 모범 사례를 지원한다. 이 프로그램에 따른 투자 프로젝트의 예는 다음과 같다.

- 기존 건물에 비해 50% 이상 에너지 절감할 수 있는 새로운 건설 기술에 대한 교육.
- 유럽의 신재생에너지원에서 전기 생성을 위한 지원 제도의 효과 향상.
- 유럽의 도시가 보다 에너지 효율적이고 깨끗한 교통수단을 개발하도록 지원.

#### ① 지원분야

- 에너지 효율 및 에너지의 합리적인 사용 (SAVE) : 이 영역의 자금은 주로 에너지 효율의 향상과 산업, 제품 및 건축 분야에서 자원의 합리적인 사용을 목표로 하고 있다.  
예) 에너지를 절감하도록 하는 건설 기술 교육 제공; 야외 조명의 에너지 효율 증가 및 EU내에 기술 이전.
- 신재생 자원 (ALTENER) : 이 영역에서 자금은 전기, 열 및 냉각의 생산에서 신재생 에너지의 비중을 증가하고, 지역 에너지 시스템에 그들을 통합하기 위해 제공된다.  
예) EU의 에너지 시장에 풍력 에너지 도입을 가속화하기 위해 비 기술적 장벽을 태클; 소규모 신재생 에너지 시스템의 설치에 대한 교육 계획 개발.
- 운송에서의 에너지 (STEER) : 이 영역은 대체 연료 및 청정.에너지 효율적인 차량에 대한 수요의 촉진 등 운송 부문에서의 에너지 절약과 에너지 효율을 대상으로 한 이니셔티브이다.  
예) 일상 운송 수단으로 모든 사람에게 자전거를 장려; 도시 물류에서 에너지 효율 촉진.
- 통합 사업 (Integrated initiatives) : 이 이니셔티브는 여러 경제 분야 또는 수송에서의 에너지 효율, 신재생 자원과 에너지의 주요 분야를 다룬다. 청소년, 미래 에너지 절약 및 소비자 교육 프로젝트가 이 프로그램의 일부에 적용된다.  
예) 여러 분야에 걸친 에너지 효율 정책 사례 모니터링, 교육 사업을 통해 신재생에너지 지원, 에너지의 합리적 사용 및 이동성에 대한 인식을 고취

#### ② 자격 : 사업자, 연구기관, 고등학교, 지역사회, 단체

### (다) 유럽 지역 에너지 지원 (European Local Energy Assistance; ELENA)

유럽의 많은 도시와 지역에는 대규모 에너지 효율 및 신재생에너지 프로젝트를 수행할 수 있는 기술 전문가가 부족하다. 에너지 이용과 오염을 방지하는 효과는 분명하지만, 문제는 돈과 적시성에 대한 가치뿐만 아니라 추가 자금 확보를 보장해야 하는 것이다. ELENA는 EIB에 의해 실행되며 유럽위원회의 지능형 에너지 유럽 프로그램을 통해 지원된다.

ELENA는 투자 프로그램을 준비, 실행, 재정지원 하는데 필요한 기술 지원 비용의 최대 90 % 까지 충당한다. 여기에는 가행성과 시장 조사, 프로그램 구조, 에너지 감사 및 입찰 절차

준비를 포함할 수 있다. 현장에서의 확실한 비즈니스 및 기술 계획으로 민간 은행과 EIB 등의 기타 소스에서 자금을 유치하는데 도움이 된다. 그래서 공공 및 민간 건물, 지속 가능한 건물, 에너지 효율적인 지역난방 및 냉각 네트워크, 환경 친화적인 교통수단 등의 개조 여부에 따라 ELENA는 지역 당국이 올바른 궤도에서 프로젝트를 하도록 도와준다.

기금은 현재 시설에서 프로젝트를 지원하고 있으며, 자금이 소진되면 웹페이지에 게시된다.

(표 4.44) Elena 프로젝트 현황 (2013년 1월 현재)

프로젝트명	국가	서명일
REDIBA: Renewable and Energy Efficiency in Diputaci de Barcelona	Spain	04/05/2010
CHP/District Heating - Stadsverwarming of Purmerend B.V.	The Netherlands	30/09/2010
Energy efficiency - Covenant of Mayors - Province of Milan	Italy	26/10/2010
MADEV - Madrid Electric Vehicles - Empresa Municipal de Transportes de Madrid S.A.	Spain	30/11/2010
Efficacit nerg tique coles Paris - Ville de Paris	France	15/12/2010
Vila Nova de Gaia Sustainable Energy Programme - Municipality of Vila Nova de Gaia	Portugal	26/01/2011
Electrobus - Transportes de Barcelona S.A.	Spain	08/04/2011
SPIS - Sp rvagnar i Sk ne (Tramway in Sk ne) - Region of Sk ne and The cities of Malm , Lund and Helsingborg	Sweden	06/05/2011
DAFNI - Development of smart grids infrastructure in autonomous islands of the Aegean Sea	Greece	22/07/2011
RE: FIT - Greater London Authority	United Kingdom	14/07/2011
Decentralized Energy - Greater London Authority	United Kingdom	03/08/2011
Province of Modena - Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile di Modena	Italy	16/08/2011
EE for the Province of Chieti - Province of Chieti	Italy	03/11/2011
District Heating - Green Net - Municipalities of Sittard-Geleen, Beek and Stein in the Province of Limburg	The Netherlands	29/12/2011
REEEZ - Renewable Energy and Energy Efficiency in Zealand - Region Zealand	Denmark	29/02/2012
BRITE - Bristol Retrofitting - Innovative Technologies for Everyone - City of Bristol	United Kingdom	15/05/2012
BES - Birmingham Energy Savers Pathfinder - City of Birmingham	United Kingdom	29/06/2012
The Zero Emission Buses in the Netherlands	The Netherlands	07/12/2012
EOL - Energetska obnova Ljubljane - Energy retrofit programme of public buildings in Ljubljana	Slovenia	09/01/2013
ARGEM Plan 2000: FUENSANTA project	Spain	09/01/2013

ELENA 지원은 EIB 또는 다른 은행에서의 재정 지원에 대한 접근을 용이하게 할 수 있다. 투자 계획에 대한 간단한 설명 (투자 종류, 실행 접근 방법 등), 예상 투자비용, 프로그램에 대한 일정과 여기에 요청한 기술 지원의 금액, 규모, 주요 요구 사항이 명시되어야 한다.

### (라) 유럽 에너지 효율 기금 (Europ ischer Energieeffizienzfonds; EEEF)

2011년 7월 1일, 유럽 위원회는 유럽 에너지 회복 프로그램(European Energy Programme for Recovery; EEPR)의 일부로서 새로운 유럽 에너지 효율 기금(EEEF)을 발족시켰다. 유럽 에너지 효율 기금은 EEPR로부터 약 1억 4,600만 유로(전체 EEPR의 3.7%에 해당)를 에너지 효율 및 신재생에너지 프로젝트를 추진하는 새로운 재정 지원 시설에 할당한다. EEEF는 특히 최소 20%의 에너지 절감 또는 온실가스(CO<sub>2</sub>) 배출 경감을 달성하는 지역의 에너지 절감, 에너지 효율 및 신재생에너지 프로젝트에 투자하고 있다.

발족시에 초기 기금은 EU 기여금(1억 2,500만 유로), 유럽 투자 은행 (7,500만 유로), 이탈리아 Cassa Depositi e Prestiti SpA (6,000만 유로), 그리고 투자 매니저인 도이취뱅크(500만 유로)로 총 2억 6,500만 유로를 조성하였다. 기타 회원국 수준에서의 재정 기관이 향후 기금에 참여하였다. 또한 EU 기금에서 약 2,000만 유로가 프로젝트의 기술 및 재정 준비와 관련된 프로젝트 개발 지원금으로 책정되었다.

- ① 목적과 목표 : 유럽 연합은 경제 회복, 에너지 공급 안보 및 온실 가스 배출 감소에 기여하는 에너지 프로젝트를 지원하고 있으며, 다음과 같은 분야에 대한 투자를 포함한다.
  - 가스 및 전력 인프라
  - 해상 풍력 에너지
  - 탄소 포집 및 저장.
- ② 신청자격: 자격 신청자는 유럽연합 회원국 및 회원국의 승인을 얻은 기업, 공공 기관 및 국제기구이다.
- ③ 자금의 종류와 양: 에너지 절약, 에너지 효율과 신재생 에너지 분야의 프로젝트에 대한 금융 시설에서 자금 대출, 보증, 지분 투자 및 기타 금융 상품의 형태로 부여할 수 있다. 최대 자금의 15 %는 프로젝트의 준비 기술 지원 기관에 제공된다. 지리적 안배가 프로젝트의 선택에 중요한 기준이 된다.

## (2) 독일 연방 지원 프로그램

### (가) 재생자원 지원 프로그램(F rderprogramm Nachwachsende Rohstoffe)

- ① 지원 : 연구, 개발, 시험 및 시범 사업 또는 물질 및 재생 원료의 에너지 사용 분야에서 상업적으로 사용가능한 프로토타입 등에 지원. 소비자 정보와 홍보 분야에서 추가적인 정책이 지원됨.
- ② 지원 대상 : 연구 기관, 상업 기업 (중소기업, 대기업), 단체 등
- ③ 프로그램 운영 기간 : 2015년 12월 31일 까지
- ④ 2013년 지원금액 : 6천만 유로
- ⑤ 담당기관: 독일연방 식품, 농업, 소비자보호부(BMELV) / FNR(재생자원전문기관)

**(나) 농업투자 지원 프로그램 (Agrarinvestitionsförderprogramm; AFP)**

- ① 지원 : 기업의 가치창출 증가, 건설적 및 기술적 요구 사항 창조, 생산비용의 절감, 생산조건 및 근로조건을 개선을 통한 내구재 투자, 농업분야에서의 환경조건 개선(에너지절약과 대체에너지원의 변환)
- ② 지원금액 : 법정기금은 투자금액의 25%, 보증을 위한 보조금 부여, 지원가능한 투자금액은 최소 2만 유로에서 최대 2백만 유로.
- ③ 지원 대상 : 농업 기업
- ④ 프로그램 운영 기간 : 2013년 12월 31일 까지
- ⑤ 담당기관 : 독일연방 식품, 농업, 소비자보호부(BMELV)/주정부농업기관 및 농업회의소

**(다) 다양화 프로그램(Diversifizierung)**

- ① 지원 : 바이오가스 플랜트
- ② 조건: 소화액저장조의 기밀(gas-tight) 커버와 최소투자금액 1만 유로, 바이오가스 플랜트에 대해 최대 10만 유로 보조금
- ③ 지원자격 : 농업 기업
- ④ 프로그램 운영 기간 : 2013년 12월 31일 까지
- ⑤ 담당기관 : 독일연방 식품, 농업, 소비자보호부(BMELV)/주정부농업기관 및 농업회의소

**(라) 관리 시스템 연계 개별 운영 컨설팅(Einzelbetriebliche Beratung in Verbindung mit Managementsystemen)**

- ① 지원 : 개별 운영 컨설팅 사용 또는 작업권장사항 개발 지원
- ② 조건 : 주정부 공인 컨설턴트, 연간 컨설팅패키지에 대한 지원 가능한 컨설팅 비용의 최대 80%, 최대 1,500 유로
- ③ 지원 대상 : 농업 기업
- ④ 프로그램 운영 기간 : 2013년 12월 31일 까지
- ⑤ 담당기관 : 독일연방 식품, 농업, 소비자보호부(BMELV)/주정부농업기관 및 농업회의소

**(마) 기후 변화, 신재생에너지, 물 관리, 생물 다양성 및 낙농 부문 구조 조정 동반 대책 관련 개별 운영 컨설팅 조치**

(Einzelbetriebliche Beratungsmaßnahmen in Bezug auf den Klimawandel, erneuerbare Energie, zur Wasserwirtschaft, zur biologischen Vielfalt sowie zu Maßnahmen zur Begleitung der Umstrukturierung des Milchsektors)

- ① 지원 : 농업의 소득 다변화 대책, 신재생에너지 분산 공급 대책(지역난방관 또는 바이오가스관) 등과 같이 농촌 구조를 개선하기 위한 개별 컨설팅
- ② 지원금 : 지원 가능한 컨설팅 비용의 최대 80%, 연간 최대 1,650 유로, 자연, 환경, 기후보호에 대한 특별 컨설팅 서비스뿐만 아니라 초기 컨설팅은 100%까지 지원가능, 최대 금액 연간 2,000 유로
- ③ 지원 대상 : 농업 기업
- ④ 프로그램 운영 기간 : 2013년 12월 31일 까지
- ⑤ 담당기관 : 독일연방 식품, 농업, 소비자보호부(BMELV)/주정부농업기관 및 농업회의소

## (바) 통합 농촌 개발(Integrierte l ndliche Entwicklung (ILE), Teil A)

- ① 지원 : 신재생에너지 분산 공급(지역난방관 또는 바이오가스관)과 같은 기반구축대책 등의 여러 영역에서의 투자 대책, 소득 다변화 또는 추가 고용 기회 창출을 위한 농촌 지역의 농민 및 임업인과 다른 파트너와의 협력, 지역 관리, 인구통계학적 발전 및 토지 감소를 특히 고려한 통합 농촌 개발 계획(integrierter l ndlicher Entwicklungskonzepte; ILEK) 개발, 지원금 지원
- ② 지원 대상 : 지역 및 지역단체, 개입 협력 및 민간 법률 법인, 참여 단체, 물 및 토양 협회, 개별 사업자, 농업 기업
- ③ 프로그램 운영 기간 : 2013년 12월 31일 까지
- ④ 담당기관 : 주정부 농업기관 및 농업회의소

## (사) 시장 인센티브 프로그램 (Marktanreizprogramm)

- ① 지원 :
  - 기본지원(기존 건물만 해당)
    - 물탱크가 있는 5-100 kW 펠릿 난로: 36유로/kW 정격 열출력, 최소 1,400유로
    - 5-100 kW 펠릿 보일러/펠릿 및 로그 조합보일러: 36유로/kW 정격 열출력, 최소 2,400유로
    - 최소 30L/kW의 버퍼저장소가 있는 5-100 kW 펠릿 보일러/펠릿 및 로그 조합보일러: 36유로/kW 정격 열출력, 최소 2,900유로
    - 최소 30L/kW의 버퍼저장소가 있는 5-100 W 우드칩 연소시설: 1,400유로/시설 정액
    - 목재가스화보일러, 먼지 배출수준  $\leq 15\text{mg/m}^3$  , 버퍼저장소  $\geq 55\text{L/kW}$ : 1,400유로 정액
  - 보너스지원
    - EnEV의 에너지 인증서를 통해 높은 절연 표준이 증명된 주거 건물의 바이오매스 시설에 효율성 보너스가 부여된다.
    - 프로모션은 :  $0.5 \times$  기본 지원
  - 기타 보너스:
    - 보너스 조합 (바이오매스 시설과 태양열 시설의 조합): 500유로
    - 혁신지원 (건축 공사에 적용): 다음을 통해 열 생산량 증가
      - 배기가스 응축 (효율성 증대)
      - 배기가스에 포함 된 입자의 분리 (배기가스 배출 감소)
- ② 지원금: 기존 건물에 750유로 및 신규 건물에 850유로
- ③ 지원조건: 난방 시스템의 효율적인 순환 펌프 및 유압 균형 조정 사용, 프로젝트 개시 전에 신청, 시설의 시운전 후 참고자료를 제출하여야 함.
- ④ 지원 대상 :
  - 개인, 프리랜서, 중소기업, 지자체/지방 기업과 목적단체, 기타 공공 기관, 비영리 단체 (협회): 시설 시운전 6개월 내 기본지원 신청

- 지역에 상당부분 참여하고 있는 중소기업, 자영업자, 농업 및 임업, 원예: 프로젝트 시작전에 기본 지원 신청
- ⑤ 프로그램 운영 기간 : 2013년 12월 31일 까지
- ⑥ 담당기관 : 연방 경제 및 수출통제사무소(Bundesamt f r Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; BAFA)

**(아) 신재생에너지 표준 프로그램**

(Erneuerbare Energien, Programmteil Standard)

- ① 지원
  - 신재생 에너지를 사용하여 전력생산시설 또는 열생산을 위한 시설/열-전력-병합시설의 건설, 확장, 인수
  - "프리미엄"지원을 받기에 충분히 크지 않거나 품질 기준에 부합하지 않는 열 생산 시설
- ② 지원금: 고정 금리와 상환 무료 시작년도 장기 저금리 대출을 지원, 최대 대출금액: 1천만 유로, 자금조달비율: 지원 가능한 순 투자 금액의 100%까지
- ③ 지원조건: 공공 그리드에 전력 공급 공유
- ④ 지원 대상: 생산된 전력/열을 공급하는 개인과 비영리 신청자, 프리랜서, 대부분 개인 소유의 해외 및 국내 기업, 지역단체, 교회가 참여하는 기업이나 자선 단체
- ⑤ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ⑥ 담당기관 : 재건은행 (Kreditanstalt f r Wiederaufbau; KfW)

**(자) 신재생에너지 프리미엄 프로그램**

(Erneuerbare Energien, Programmteil Premium)

- ① 지원: 독일에서 최소 7년 적절하게 운영된 대형이며 자격 있는 시설에 투자
- 열사용을 위한 고체 바이오매스 연소를 위한 대형 자동공급형 바이오매스 시설(출력>100 kW 정격 전력)
  - 기본 지원: 설치된 정격 열 출력 kW당 20유로, 최대 5만유로/시설
  - 보너스: 낮은 먼지 배출(최대 15 mg/m<sup>3</sup>): 정격 열출력 kW당 20유로,
  - 최소 저장용량 30L/kW의 버퍼 저장소 건설: 정격 열출력 kW당 10유로
  - 시설 당 총 최대 지원금 : 10만 유로
- 최대 2 MW 정격 열출력의 엄격한 열 제어 전력-열-병합(KWK) 바이오매스 시설
  - 보조금의 상환: 전기효율이 >10%, 전체 효율이 >70%일 때, 정격열전력 kW당 40유로
- 지역난방 네트워크의 설립 또는 확장
  - 전제 조건 : 주로 오래된 건물에 대해 연간 500 kWh의 최소 열 단락과 미터 라인 및 열 공급
  - 보조금의 상환: 라인 길이 미터당 60유로, 최대 백만 유로
- 신재생에너지에서 공급되는 >10 m<sup>3</sup> 대형 열저장
  - 보조금의 상환: 저장용량 m<sup>3</sup> 당 250유로, 순 투자비용의 최대 30%, 최대 백만유로

- 전력-열-병합(KWK) 또는 연료로 사용되는 정제바이오가스용 바이오가스라인
  - 보조금의 상환: 순 투자비용의 30 %
- 순 수집면적 >40m<sup>3</sup>의 태양열 수집기: 3가구 이상의 주거건물에 온수 공급 및 공간 난방 또는 최소 500 m<sup>3</sup> 사용면적의 비주거용 건물에 주로 공정열 공급 또는 태양 냉각
- ② 지원 대상: 생산된 전력/열을 개인수요에 사용하는 개인 및 비영리 신청자, 자영업자, 지원시설을 운영하여 얻은 수입이 소득세법(EStG) 제15조에 따라 과세되는 농업 및 임업 종사자, 중소 민간 기업, 지역에 상당부분 참여하고 있는 기업, 특별 자격이 있는 대기업
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 재건은행 (Kreditanstalt f r Wiederaufbau; KfW)

#### (차) 에너지효율 보수 - 투자보조금

(Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss)

- ① 지원
  - 보수된 단독/2세대 또는 다세대 주택의 최초 지원
  - KfW-효율하우스의 속성 복구
  - 최소 기술 요구 사항을 충족하는 특정 보수 조치의 이행은 에너지 컨설턴트가 계획하고 확인하여야 한다:
    - 절연된 벽, 지붕 및 바닥
    - 창문 및 외부 문의 교체
    - 환기시설 설치 및 개선
    - 난방의 개선 및 최적화, 예를 들어 순환펌프의 설치, 에너지 효율등급 A 및 고효율 순환펌프 또는 유압 밸런스 구현
    - 계획 및 공사 서비스
  - 투자 보조금 지원:
    - 개별 조치 : 지원가능 비용의 10.0 %, 가구단위당 최대 5,000유로
    - KfW-효율하우스 115: 지원가능 비용의 10.0 %, 가구단위당 최대 7,500유로
    - KfW-효율하우스 100: 지원가능 비용의 12.5 %, 가구단위당 최대 9,375유로
    - KfW-효율하우스 85: 지원가능 비용의 15.0 %, 가구단위당 최대 11,250유로
    - KfW-효율하우스 70: 지원가능 비용의 20.0 %, 가구단위당 최대 15,000유로
    - KfW-효율하우스 55: 지원가능 비용의 25.0 %, 가구단위당 최대 18,750유로
- ② 지원 대상: 소유자 점유 또는 임대주택 및 주택소유자 협회로, 프로젝트 시작전에 신청
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 재건은행 (Kreditanstalt f r Wiederaufbau; KfW) 은행그룹

### (카) 에너지 효율 보수 - 신용

(Energieeffizient Sanieren - Kredit)

- ① 지원
  - KfW의 효율 하우스-표준으로 이어질 주거건물의 보수(1995년 1월 1일 이전에 만들어진 건축신청/건축계획): 가구단위당 7만5천유로
  - 조건: 에너지 컨설턴트가 보수조치를 계획하고 기술적인 최소한의 기준 준수를 확인
  - 에너지 개별조치: 5만 유로
  - 지원 가능한 에너지 조치들:
    - 벽, 지붕, 바닥슬레브의 단열
    - 난방 개선 또는 최적화
    - 창문 및 외부 문의 교체
    - 환기시설 설치 및 개선
    - 발생하는 건축부대비용(건축 및 엔지니어 서비스, 공사장 보안)
    - 계획 및 건설회사 서비스
- ② 지원 대상: 점유 주택 또는 임대주택에 투자 조치 지원자, 새로 보수된 주택의 최초 신청자, 거래 은행에서 프로젝트 시작전 신청
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 재건은행 (Kreditanstalt für Wiederaufbau; KfW) 은행그룹

### (타) 에너지효율 보수-부가신용

(Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit)

- ① 지원
  - 시장 인센티브 프로그램에서 투자 보조금에 대한 BAFA 지원조건에 따라 신재생 에너지 기반으로 작은 난방 시설의 구축 및 확장을 통해 주거 건물의 에너지 효율 보수
  - 조건: 2009년 1월 1일 이전에 설치된 난방 시설
    - 정격 열출력 5kW-100kW의 바이오매스 시설
    - 순 수집면적 40 m<sup>2</sup> 미만의 태양열수집시설
    - 정격 열출력 100kW 미만의 열펌프
- ② 지원 대상: 점유 주택 또는 임대주택에 투자 조치 지원자, 새로 보수된 주택의 최초 신청자
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 재건은행 (Kreditanstalt für Wiederaufbau; KfW) 은행그룹/연방 경제 및 수출통제사무소(BAFA)

### (파) 중소기업 에너지 컨설팅

(Energieberatung Mittelstand)

- ① 지원
  - 회사 전반에 걸친 에너지 효율 지원



- 각각 신청자에 초기 및 세부컨설팅 지원
- 초기 컨설팅:
  - 모든 기업영역에 대한 가능한 잠재적 비용 절감에 대한 정보를 제공하기 위해 현장 방문 및 기존 에너지기술 데이터 분석
  - 보조금 프로모션: 지원 가능한 컨설팅 비용의 80%, 최대 1,280유로
- 세부 컨설팅:
  - 최대 에너지 취약점 또는 최고의 효율 잠재력을 가진 영역을 분석하기 위해 심층 에너지 분석 및 구체적 행동계획 수립
  - 보조금 프로모션 : 지원 가능한 컨설팅 비용의 60 %, 최대 4,800유로
- ② 지원 대상: 중소기업, 자영업자
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 지역 파트너, KfW 안내센터

#### (하) 환경혁신 프로그램(Umweltinnovationsprogramm)

- ① 지원
  - 시범사업 성격을 가진 혁신적인 대규모 프로젝트
  - 다음 분야에서의 활동에 대해 지원 된다:
    - 에너지 절감, 에너지 효율 및 신재생에너지 활용
    - 환경 친화적인 에너지 공급 및 분배
    - 자원 효율 / 물질 절감
    - 진동 및 소음 감소 등
  - 지원 가능한 비용의 70%를 KfW 신용 대출로 지원
  - 지원 가능한 비용의 30%까지 투자 보조금 가능
- ② 지원 대상: 국내외 사업자, 중소기업, 민간법인, 지역사회단체와 연계된 기업 등
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 거래은행 또는 직접 KfW에 신청

#### (거) “바이오매스의 에너지활용” 지원프로그램

(Förderprogramm "Energetische Biomassenutzung")

- ① 지원
  - 바이오매스 에너지화 사업에 크게 기여할 수 있는 가행성(Machbarkeit) 연구, 측정프로그램, 파일럿 또는 시범사업, 기술개발 또는 공정최적화 방안: 부산물 부가가치화, 시스템 연구, 바이오매스 가스화, 바이오메탄 전략, 바이오에너지 전략, 시스템 통합, 바이오매스 전략
- ② 지원 대상 : 연구기관, 중소기업
- ③ 프로그램 운영 기간
  - Phase 1: 2009년 - 2011년
  - Phase 2: 2011년 - 2014년
  - 업데이트: 2012년 - 2015년
- ④ 담당기관 : 독일연방환경부(BMU)/ 울리히 프로젝트담당자(PtJ)

## (너) 에너지절감컨설팅 “현장컨설팅”

(Energiesparberatung "Vor-Ort-Beratung")

- ① 지원
  - 그 결과가 권장사항으로 주어지는 현장 컨설팅은 건물상태를 안내해 경제적 측면에서 영구적이고 에너지면의 보수가 이루어질 수 있다
  - 컨설팅 비용 (VAT 포함)의 50 %를 초과하지 않는 보조금 지원:
    - 단독 또는 2세대 가구: 400유로
    - 3가구 이상의 주택: 500유로
  - 추가적인 통합을 위한 보너스:
    - 전력저장 방법에 대한 추가 지침: 50유로
    - 통합 열 감지 조사: 열상(Thermogramm)당 25유로, 최대 100유로
- ② 지원 대상: 에너지 컨설턴트에 전문 지식을 가진 엔지니어와 건축가 같은 독립 컨설턴트, 건물에너지 컨설턴트(HWK), 적합한 교육과정 졸업생(현장 컨설팅 지침 참조)
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 연방 경제 및 수출통제사무소(BAFA)

## (더) Energie vom Land

- ① 지원
  - 재생 가능한 자원 및 기타 유기 화합물의 에너지 평가를 위한 투자: 바이오가스플랜트, 바이오매스 난방보일러, 바이오유래 연료 생산 시설
  - 태양광, 풍력, 수력 발전 시설 분야에서의 투자
- ② 지원 대상: EU위원회가 정의한 에너지 생산 중소기업
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 연금은행(Rentenbank)

## (러) 지속가능성 (Nachhaltigkeit)

- ① 지원:
  - 다음 목적을 위한 방안에 투자:
    - 에너지 효율 증개, 예를 들어 에너지절감 난방시스템, 건물 단열 등
    - 농업에서의 배출 저감 등
- ② 지원 대상: EU위원회가 정의한 농업, 원예, 와인 중소기업
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 연금은행(Rentenbank)

## (머) 연방 정부 목적 기금의 혁신 지원

(Innovationsförderung aus dem Zweckvermögen des Bundes)

- ① 지원:
  - 프로그램 1부 : 혁신의 시장 및 실습 도입, 예를 들어 농산품 생산, 마케팅 및 가공 분야의 시범 사업

- 프로그램 2부 : 혁신의 경쟁 전 개발
- 저금리 대출 지원
- ② 지원 대상: 중소기업
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 연금은행(Rentenbank)/독일연방 농업 및 식품 정부 기관(Bundesanstalt f r Landwirtschaft u. Ern hrung; BLE) /독일연방 식품, 농업, 소비자보호부 (BMELV)

**(버) 환경 및 소비자보호(Umwelt und Verbraucherschutz)**

- ① 지원:
  - 농식품 산업에서의 배출 저감에 투자
    - 다년간 이용 가능한 에너지작물(짧은 회전관목(KUP), 실피(Silphium perfoliatum)) 재 배농장의 초기 설치
    - 부산물 활용 잠재력을 열기 위한 투자
  - 소비자보호 개선에 투자
  - 식품 산업의 에너지 소비를 줄이기 위해 투자
  - 지원 가능한 투자비용의 100%를 조달할 수 있는 저금리 대출로 지원
- ② 지원 대상: 농업 및 식품 관련 기업
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 연금은행(Rentenbank)

**(서) 미니 전력-열-병합 플랜트 지원(F rderung Mini-KWK-Anlagen)**

- ① 지원
  - 기존 건물에서 20 kW전기 미만의 전력-열-병합 플랜트의 신설
  - 지원조건:
    - 플랜트는 원거리난방 연결 및 사용지역에 위치해서는 안된다
    - 유지 보수 계약에 대한 관리
    - 연간 총 활용도 최소 85%
    - 대기오염 요구사항을 준수
  - 투자보조금 1회 지원
  - 출력 범위에 대해 설치된 kW전기당 유로로 지원:
    - 출력 1 kW전기이하: 1,500유로
    - 출력 10 kW전기 초과 20 kW전기 이하: 50유로
- ② 지원 대상: 개인, 자영업자, 중소기업 및 에너지 관련기업, 지역사회, 지역 단체
- ③ 프로그램 운영 기간 : 미정
- ④ 담당기관 : 연방 경제 및 수출통제사무소(BAFA)

## 다. 바이오에너지마을 설치 지원정책

현재 독일에서 바이오에너지마을 자체의 설치에 대한 지원정책으로는 바이오에너지마을 경연대회(Bundeswettbewerb Bioenergie d rfern)가 있다. 하지만 이는 상설적인 지원이 아니라 바이오에너지마을을 확산하기 위해 독일 연방 정부가 2010년과 2012년 2번 시행한 대회로, 향후 계속 진행될지는 미지수다.

독일연방 식품, 농업, 소비자보호부가 주관하고 재생자원 전문기관(FNR)이 시행하는 이 대회는 독일 농촌 개발을 목표로 지역에서 생산되는 바이오매스로 지역의 전력과 난방 수요의 최소 50%를 충당하는 마을을 대상으로 하며, 지역 발전과 우수한 방식으로 바이오에너지의 효율적인 사용을 결합하고, 중요 프로세스에 지역 주민을 통합하고 바이오에너지의 적극적인 활용으로 지역 마케팅이 통합되는 마을에 프리미엄을 부여한다. 2010년의 경우 35개 마을이 이 대회에 신청하여 Effelter 마을, Feldheim마을, J hnde-Barlissen마을 등 3개 마을이 수상을 하였다. 2012년에는 41개 마을이 신청하였고, Schl ben마을, Oberrosphe마을, Gro ßbardorf마을 등 3개 마을이 수상하였다. 수상마을에는 각 1만유로가 지급되었다.

그 외에 바덴뷔르템베르크주의 경우 주정부 환경, 기후, 에너지경제부에서 자체적인 기준에 따라 마을을 선정하여 기존 지원프로그램과는 별도로 추가적인 지원을 하고 있다.

### (1) 바덴뷔르템베르크(Baden-Wuerttemberg)주의 바이오에너지마을 지원 프로그램

지역사회, 도시 및 마을의 열공급이 주로 신재생에너지 사용을 통해 충당되는 곳에 투자가 지원된다.

열은 다음에서 최소 50% 이상이어야 한다.

- 신재생에너지에서 생산된 열에서,
- 효율적인 열펌프에서,
- 폐열을 사용하는 시설에서,
- 위에서 언급한 것의 조합으로 최소 50% 이상일 때.
  - 열이 바이오매스보일러에서만 생산된 경우는 제외됨.

#### (가) 지원 대상

- 상업 기업뿐만 아니라 민간 법인, 중소기업에 우선적으로 지원됨.
- 도시(Stadt), 지방자치단체(Gemeinde), 군(Kreis), 지역 단체, 목적 단체, 기타 공공 기관뿐만 아니라 지역에 중점을 둔 민간 기업.

#### (나) 지원 사항

- 지원 가능한 투자비용의 최대 20%까지 보조. 개별 방안에 대한 보조금액은 최대 20만 유로로 제한됨
- 총 자금이 확보되고 경제적 운전이 지원에 보장되어야 한다.
- 연방 정부의 지원가능성은 이러한 우선순위를 사용한다. 다른 지원 프로그램과의 연계는 최대 지원가능금액뿐만 아니라 EU의 가능한 최대 지원 한도까지 허용됩니다.

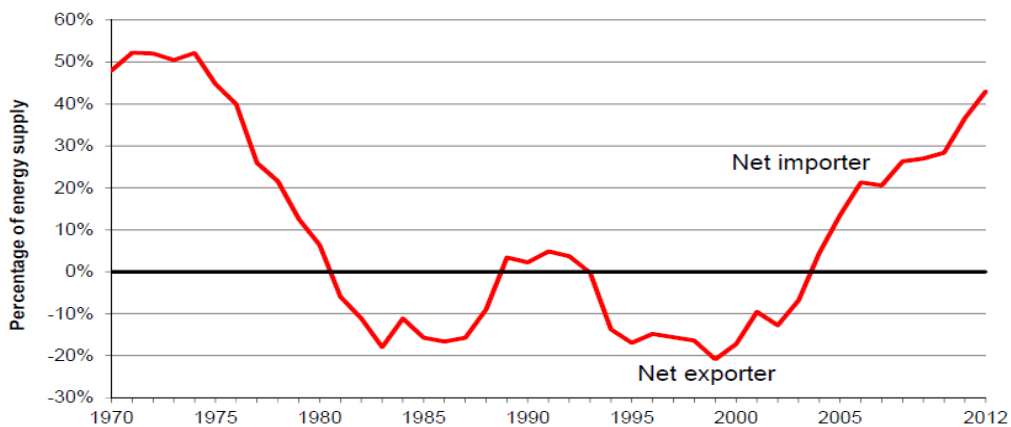
### (다) 신청

프로젝트 신청자가 프로젝트를 지원할 수 있도록 사용할 수 있는 자금을 작성한다. 매 3개월 해당 마감일까지 접수받은 신청서를 평가하고 1개월 이내에 자금지원처 선택 및 의사 결정을 한다. 신청서에 대한 평가와 선택은 협회, 정부 및 학계의 대표들과 협의하여 자문위원회에서 하게 된다. 성공적인 참여를 위한 주요 기준은 다음과 같다: 화석 연료의 대체, 에너지 및 자원 효율성, 비용효율적, 계획의 질, 청사진.

## 제5절 영국 정책 현황

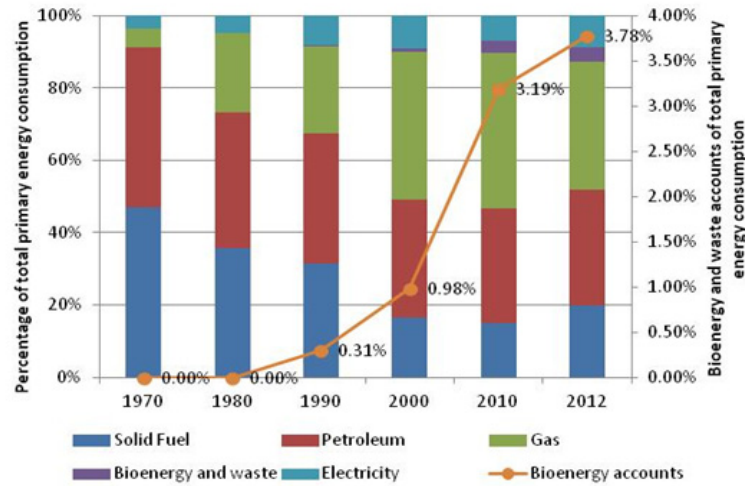
### 1. 영국의 에너지 현황

영국은 석탄을 비롯한 풍부한 지하자원을 바탕으로 산업혁명의 시발점이 되었으며, 이후 값싼 화석연료의 수급을 통한 산업발전은 영국의 경제를 지탱하는 원동력이 되어왔다. 또한 1970년 북해유전의 발견은 1차 세계 오일쇼크를 거치는 동안에도 영국에 안정적인 에너지 공급이 가능하게 하였으며, 1980년대 북해유전의 본격적 개발에 따라 1981년부터는 에너지 수출국으로서의 지위를 유지하였다(Figure 1)(UKDECC 2013). 이러한 에너지 수출국의 지위는 2004년까지 지속되었지만 (80년대 제2차 석유파동 및 북해유전사고로 일시적으로 수출 감소) 이후 북해 유전 생산량의 감소로 에너지 수입국으로 전환되었다.



<그림 4.18> 영국의 에너지 공급현황 (Source: Digest of UK Energy Statistics 2013, 2013, DECC, UK)

영국에너지 소비현황을 보면 1970년대에는 석탄 및 석유 등 화석연료 의존율이 높았지만 (석탄 47%, 석유 44%), 1980년대에 접어들면서 석탄 및 석유 의존율은 각각 36% 및 37%로 감소하고 이 자리는 천연가스가 대체하여 의존율이 22%까지 증가하였다(UKDECC 2013). 그러나 2000년대에 접어들면서 전기 및 천연가스가 주 에너지소비형태가 되고 있다. 1990년대에 접어들면서 바이오에너지 및 폐기물을 원료로 한 에너지가 에너지로 등장하고 2012년에는 그 비중이 3.78%로 증가하고, 석탄의 경우도 직접 사용보다는 전기생산용으로의 사용형태가 변하고 있다. 2012년에 생산된 전기의 약 11%는 태양광, 수력 등 신재생에너지로부터 생산되었다.



<그림 4.19> 에너지 소비현황(source: energy consumption in UK, 2013, DECC, 2013)

## 2. 영국의 신·재생에너지 정책 및 현황

영국을 비롯한 EU는 재생에너지를 통한 에너지 공급비율 증가가 단지 온실가스로 인한 기후변화에 대처하고 안정적인 에너지 수급을 통한 에너지 안보 측면에서뿐만 아니라 새로운 산업 및 기술의 투자 기회를 또한 제공할 수 있기 때문이며, 신재생에너지 개발을 위한 다양한 전략을 개발·추진하고 있고, 새로운 사업 개발에 적극적으로 지원을 하고 있다.

신재생에너지법(Renewable Energy Directive, Directive 2009/28/EC)에 따르면 2020년까지 EU국가들은 총에너지의 20%를 재생 가능한 원료에서 생산된 에너지를 사용하고 수송부분의 경우 10%를 재생에너지를 사용해야한다. 또한 Fuel Quality Directive로 불리는 Directive 98/70/EC에 따라 2020년까지 수송용 및 비 수송용 운송 장치로 인한 온실가스 기여도를 6%까지 감축하도록 하고 있다(EuropeanCommission 2012).

이에 대한 실천방안으로 영국은 2009 Renewable Energy Directive(UK 2009)를 통해 2010년 3.3%에 머물고 있는 재생에너지 비율을 2020년에는 전기, 열, 수송부문에서의 재생에너지 사용 증가를 통해 분담비율을 15%로 끌어올리고 2050년에는 2008년에 수립된 기후변화법(Climate Change Act 2008<sup>28)</sup>)에 따라 저감목표(1990년 대비 2020년 국내 온실가스 배출저감 35%, 2050년 80%)를 달성할 것을 제시하고 있다. 2020년 저감목표 15% 달성을 위해서는 234TWh를 신재생에너지기술을 통해 공급하여야 하며, 해상 및 육지 풍력, 바이오매스 전기, 조력, 바이오매스 열(비가정용), 히트펌프, 신재생 운송, 기타(수력, 지열, 태양광 등) 등 총 8개의 신재생에너지 기술이 기술개발 수준과 가능성 평가결과 필요에너지의 90% 이상을 충당할 수 있을 것이라는 판단에 따라(UKDECC 2011) 이들에 대한 기술개발과 보급 확대를 추진하고 있다.

28) Climate Change Act 2008은 배출저감 목표와 연계해서 영국을 저탄소사회로 전환시키기 위한 목적으로 수립되었으며, 기후변화에 제동을 걸기 위한 장기 추진계획을 포함하고 있다. 이 영은 또한 국제항공 및 해운도 포함하고 있다.

이 계획에서 특히 주목할 점은 타 신재생에너지 기술에 비해 바이오에너지에 대한 의존도가 상대적으로 높다는 것이다(표 4.45). 영국 정부에서 발행한 보고서에 따르면(UKDECC 2012) 만약 신재생에너지에 바이오매스를 포함하지 않을 경우 미래의 에너지 시스템에서 탈탄소 사회를 위한 비용은 심각하게 증가할 것이며 최근 분석에 따르면 그 비용은 440억 파운드(GSP, 영국화폐단위)로 증가 할 것으로 예측되고 있다. 영국의 바이오에너지 전략(2007년 환경식품농촌부(Defra)는 바이오매스전략(Biomass strategy)를 수립하였으며, 이후 바이오에너지전략(Bioenergy Strategy)로 변경하여 추진 중에 있음)은 바이오매스를 단순히 재생에너지원으로서의 가치뿐만 아니라 경제 전반에 걸친 새로운 사업적 기회 창출 가능성까지 고려하고 있으며, 바이오에너지 생산 과정에서 발생할 수 있는 환경적, 사회경제적 문제점을 도출하고 이를 방지할 수 있는 방안 마련을 기본적으로 요구하고 있다. 이는 바이오매스가 저탄소 신재생에너지 중에서 가장 다재다능하며, 에너지 스펙트럼이 넓은 에너지원으로 바이오매스를 원료로 생산된 에너지는 전기, 열, 수송에너지 등으로 사용가능하며, 타 재생에너지에 비해 지속적으로 변동 폭이 적어 일정한 에너지의 공급이 가능한 특징을 가지고 있고 또한 에너지 목적으로 사용될 수 있는 바이오매스 종류가 다양성 때문에 에너지 안보차원에서 높은 선호도를 가질 수 있기 때문이다. 그러나 바이오에너지는 또한 식량안보, 생물다양성 같은 분야와도 밀접한 관련을 가지고 있기 때문에 정부는 적절한 환경에서만 바이오에너지 사용이 가능하도록 정책을 수립하여야 하며, 이러한 정책을 수립할 때 반드시 준수해야 할 기본원칙<sup>29)</sup>을 제시하고 이에 따라 정책을 추진하고 있다.

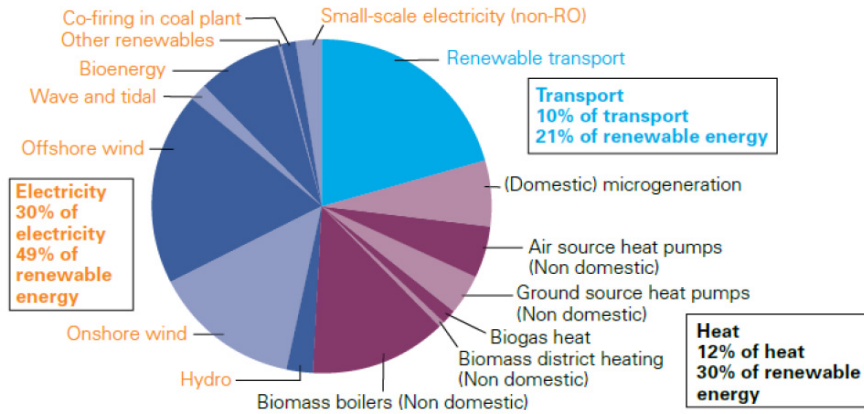
(표 4.45) 신·재생에너지 별 에너지 생산목표

신재생에너지기술	2020 생산목표(TWh)
육상풍력	24-32
해상풍력	33-58
바이오매스 활용전력	32-50
해양에너지	1
바이오매스 활용 열	36-50
공기 및 지열 히트펌프	16-22
재생가능수송연료(바이오연료)	최대 48 TWh
기타(수력, 지열, 태양광, 태양열)	14
총생산량(목표 : 전체 에너지 생산의 15% 추정)	234

신재생에너지별 활용분야를 보면(그림 4.20), 2020 신재생에너지개발을 통해 공급 가능한 에너지량은 전기의 경우 전체 필요량의 30%, 열은 12%, 수송은 10%에 해당하는 규모이다. 현재까지의 신재생에너지 기술개발 및 추진현황을 보면, 신재생전기 생산 및 보급은 배전시설 등 대규모 시설의 단계적 추진 등을 통해 목표달성을 위해 잘 진행되고 있지만, 열에너지의 경우 파이프라인 건설프로젝트 등의 추진에 다소의 어려움을 겪고 있지만, 신재생열에너지 보급급

29) 기본원칙 1. 탄소감축이행, 2 에너지 목표를 달성하기 위해 비용효율적으로 기여해야함, 3. 바이오에너지에 대한 지원은 경제 전반에서 최대 이익과 최소비용 실현, 4. 식량안보와 생물다양성과 같은 분야에서 이들의 개발이 미치는 영향을 평가해야함

등과 같은 지원에 따라 목표달성에는 큰 어려움이 없을 것으로 전망하고 있다. 수송의 경우 현재 전체 수송용 연료의 3% 이상을 바이오연료가 공급하고 있으며, 2014년에는 그 비중이 5%로 높아질 것으로 전망되며 향후에도 목표달성에는 무리가 없을 것으로 예측하고 있다



<그림 4.20> 신재생에너지별 활용분야 2020 UK, 2009

### 3. 바이오매스 이용현황 및 관련정책 동향

영국은 주요에너지 소비를 2008년 기준 9,805PJ로 파악했다. 이중 207PJ는 바이오매스로부터 생산되었으며, 자국 내에서 생산된 바이오매스 에너지 소비량은 약 170PJ, 수입 바이오매스로부터 생산된 에너지소비량은 약 37PJ로 추정되었다<sup>30)</sup>.

(표 4.46) 2008년 영국 자국내 바이오매스 에너지 소비량

자원	소비량(PJ)
매립지 가스(메탄)	65.9
목재	15.0
하수가스	10.2
양계 부산물	5.9
기타 고기, 뼈, 농업부산물	6.5
폐목재	4.5
짚	3.0
다년생 에너지 작물	2.2
우채, 수지 및 폐식용유(바이오디젤 생산)	2.2
사탕무(바이오에탄올 생산)	0.8
도시 폐기물, 타이어, 시설기반의 바이오매스	54.6
합계	170.

30) UK Energy Research Centre, 'The UK bioenergy resource base to 2050', 2010



2013년 영국정부의 통계자료에 의하면, 바이오에너지의 공급량은 7,791천 TOE로 2010년의 6,916천TOE 대비 약 12.7%가 증가했다. 또한 전체 에너지공급량 대비 바이오에너지가 차지하는 비중은 2012년 3.64%로 2010년의 3.06% 대비 0.58%가 증가했다<sup>31)</sup>.

(표 4.47) 영국 총에너지 및 바이오에너지 공급량(2010-2012)

	2010	2011	2012
A. 총에너지 공급량(천 TOE)	225,906	210,502	213,939
B. 바이오에너지 공급량(천 TOE)	6,916	7,255	7,791
바이오에너지 비중(B/A, %)	3.06	3.45	3.64

주) 수입에너지 공급량이 포함된 수치임

생산된 바이오에너지는 주로 전기와 열생산에 사용된다. (표 4.48)<sup>34)</sup>과 (표 4.49)<sup>34)</sup>는 영국 내에서 발생한 바이오매스 에너지원별 이용현황에 관한 것이다<sup>32)</sup>.

(표 4.48) 전력생산에 이용된 바이오매스에너지(2008-2012)

단위(천 TOE)

	2008	2009	2010	2011	2012
매립지 가스	1550.9	1616.7	1662.0	1670.1	1690.3
하수슬러지 소화	180.0	198.0	228.6	250.5	236.0
생분해성 폐기물 에너지	506.8	324.5	659.0	717.3	959.3
화석연료 첨가	516.7	533.0	765.0	764.6	400.5
동물성 잔재물	260.4	232.0	238.9	224.0	225.0
혐기성 소화	5.1	14.3	49.6	91.1	171.4
식물성 잔재물	189.5	367.3	412.3	536.9	1045.3
합계	3209.4	3285.8	4005.4	4254.5	4727.8

(표 4.49) 열 생산에 이용된 바이오매스에너지(2008-2012)

단위(천 TOE)

	2008	2009	2010	2011	2012
매립지 가스	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
하수슬러지 소화	49.8	51.0	57.8	66.1	72.1
목재연소(가정용)	316.3	344.8	379.6	425.4	456.3
목재연소(산업용)	220.3	223.4	255.7	281.9	303.3
동물성 잔재물	40.4	38.3	40.3	35.8	31.5
혐기성 소화	2.0	2.0	4.8	9.8	15.1
식물성 잔재물(10)	193.9	227.4	270.0	288.5	275.1
생분해성 폐기물 에너지	31.8	31.6	25.9	33.0	32.2
합계	2876.1	2941.1	3057.7	3165.1	3211.2

31) Department of Energy & Climate Change, 'Digest of United Kingdom Energy Statistics 2013', 2013

32) 수입된 바이오매스에너지원은 미포함된 수치임

영국의 경우 2050년까지 목표한 CO<sub>2</sub> 배출량을 달성하기 위해 바이오에너지가 중요한 역할을 하고 있다. 에너지 믹스에서 바이오매스를 제외한 에너지 시스템의 탈탄소비용은 크게 증가할 것으로 전망되고 있으며, 최근 행해진 분석에 의한 예측증가액은 440억 파운드다. 2011년 영국의 재생가능에너지로드맵에 명시된 바와 같이, 바이오에너지는 2020년까지 재생가능 에너지에 관한 EU지침의 목표치를 달성하는 정부계획의 중요한 부분이기도 하다. 2012년 영국정부가 발표한 UK Bioenergy Strategy(영국바이오에너지 전략)에서는 바이오에너지에 대한 미래의 정부 정책 프레임 워크 역할을 하는 4개의 정책정보 취급방침을 세웠다. 요약하면 4가지 정책은 다음과 같다.

첫째, 바이오에너지 지원정책은 2050년까지 영국의 CO<sub>2</sub> 배출목표를 달성하거나 초과하도록 촉진하고 진정한 CO<sub>2</sub> 감축을 실현하는 것이어야 한다.

둘째, 바이오에너지 지원내용은 전체적인 에너지 목표와의 관계에서 영국의 CO<sub>2</sub> 배출 목표치에 대해 비용 효과적으로 기여하는 것이어야 한다.

셋째, 바이오에너지 지원내용은 전체 경제에서 이익극대화 및 비용최소화(양적 및 비 정량적으로)를 목표로 삼아야 한다.

넷째, 일정기간마다 바이오에너지의 상당한 추가 수요가 있어 현재 사용량 전망을 웃돌았을 때 정책 입안자는 추가 수요의 확충이 식품안전과 생물다양성 같은 여타 분야에 미치는 영향을 평가하고 대응해야 한다.

이 전략은 신재생에너지에 대한 인센티브가 적용되는 지속가능성을 추구하는 현행 기준이 방침에 따르도록 더 엄격해질 필요가 있다고 지적한다. 글로벌 탄소회계도입은 투명성을 증가시키는 것으로 영국은 지속적으로 추진할 것이다. 이 전략은 국내산 바이오매스 공급기회개선, 지속가능한 공급시장의 개발촉진, 위험이 낮은 기술의 실용화 촉진 등 세 가지 정책 기반 프레임 워크를 기반으로 설정된 장기 목표 달성을 위해 정부가 향후 지속가능한 활동 내용을 설정한다.

#### 4. 주요 신재생에너지 정책

신재생에너지 분담목표 달성을 위해서는 신재생에너지의 개발과 이용 확대가 필요하며, 이를 위해 영국은 다양한 부처에서 재생에너지 개발과 이용을 촉진하기 위한 다양한 정책을 폭넓게 전개하고 있는데, 특히 에너지기후변화부(DECC)와 환경식품농촌부(Defra)에서 주도적인 정책수립 및 추진을 하고 있다.

현재 영국에서 저탄소 사회로의 전환을 위해서 주력하고 있는 에너지개발은 신재생에너지, 원자력, 탄소포집 및 저장 등의 저탄소기술이며, 이중 재생에너지원 개발 및 활용과 관련된 정책 중 주요한 것을 정리해 보면 다음과 같다.

##### 가. 재생에너지 의무할당제(Renewable obligation(RO))(UKGOV 2013)

전기공급자가 발전량의 일부를 재생에너지원으로부터 공급받도록 의무를 부여하는 제도로써 대규모 재생전기 생산에 인센티브를 제공하는 제도이다. 재생전기 공급 할당량은 고정되어 있지 않고 국내 여건을 고려하여 전년도 10월 1일에 공표한다. 재생전기 발전사업자는 생산한 총 재생전기량을 매월 가스전기 에너지 시장규제당국(Office of the Gas and Electricity

Markets (Ofgem).에 신고하여야 하여야 하고 Ofgem은 발전사업자가 생산한 재생전기의 양에 대해 재생에너지의무인증서(Renewables Obligation Certificates (ROCs))를 발급한다.

(표 4.50) 온실가스 저감을 위한 주요 정책, 활동 및 관련부서

Department	Policy area
DECC (Dept. of Energy and Climate Change)	Reform the electricity market (with HMT)
	Facilitate new nuclear development without public subsidy by 2018
	Demonstrate the use of clean fossil fuels through commercial scale CCS technology in the UK
	Use energy better through rolling out smart electricity and gas meters across Britain
	Reform the electricity grid to ensure sufficient capacity and access to connect new forms of energy generation
	Drive greater energy efficiency in households and business through the Green Deal (with DCLG/Defra)
	Drive greater energy efficiency in central Government Departments and the public sector(with CO and all Departments)
	Develop leadership within the European Union (with FCO/HMT)
	Build the case for global ambition with key countries and international institutions(with FCO/DFID)
	Support the development of low carbon climate resilient economies(with DECC/DFID/HMT)
	Ensure progress within international negotiations (with FCO/DFID)
Defra (Dept. for Environment Food and Rural Affairs)	Support new low emission vehicle technologies
	Progress high speed rail and rail electrification
	Develop a framework for sustainable aviation and shipping
	Promote the use of sustainable biofuels (with DECC)
	Encourage travel behaviour change to reduce emissions
	Support technical standards for electric vehicle charging systems
	Tackle emissions from farming
	Increase woodland cover and sustainable forest management
	Improve scientific understanding of agricultural emissions
	Improve sustainability in public procurement
	Protect the natural environment
	Develop a roadmap to a green economy (with DECC/BIS)
	Set the path towards a zero waste economy
	Support efforts to harness energy from waste
	Reduce emissions from fluorinated/HFC gases
	Support International action on energy efficiency and environmental protection
Support the development of low carbon climate resilient economies(with DECC/DFID/HMT)	
Promote sustainable production of biomass and biofuels	

(표 4.50) 계속

BIS (Dept. for Business, Innovation & Skills)	Work through the Research Councils, Technology Strategy Board and Energy Technologies Institute to ensure that low carbon innovation is underpinned by the UK' s world class science, research and innovation
	Establish the Green Investment Bank (with DECC)
	Increase business and investor confidence in the low carbon transition (with DECC/Defra)
DCLG (Dept. for Communities and Local Government)	Encourage local communities to host renewable energy projects (with DECC)
	Improve the energy efficiency of residential and commercial buildings (with DECC)
	Deliver zero carbon new homes from 2016 and zero carbon new non domestic buildings from 2019
	Improve the content, format and quality of Energy Performance Certificates to support the Green Deal and extend Display Energy Certificates to commercial buildings (with DECC)
	Publish and present to Parliament a simple and concise National Planning Policy Framework covering all forms of development
	Implement planning reform, including for major infrastructure
HM Treasury	Reform the electricity market (with DECC)
	Increase the proportion of tax revenue accounted for by environmental taxes
	Develop leadership within the European Union (with DECC/FCO)
	Support the development of low carbon climate resilient economies(with DECC/DFID/Defra)
CO (Cabinet Office)	Drive greater energy efficiency in central Government Departments and the public sector(with all Departments) and improve sustainability of procurement
FCO (Foreign & Commonw ealth Office)	Develop leadership within the European Union (with DECC/HMT)
	Build the case for global ambition with key countries and international institutions (with DECC/FCO)
	Ensure progress within international climate negotiations(with DECC/DFID)
DFID (Dept. for International Development)	Build the case for global ambition with key countries and International Institutions (with DECC/FCO)
	Support the development of low carbon climate resilient economies (with DECC/HMT/Defra)
	Ensure progress within international climate negotiations (with DECC/FCO)

발전사업자는 ROCs를 전기 공급자(판매사업자)에게 시장가격보다 더 높은 가격에 판매하고 전기공급자는 ROCs를 Ofgem에 제출하여 판매하게 된다. ROCs의 가격은 시장가격에 10% 높은 가격으로 정해지며, 2013/14년 ROCs는 46 파운드로 책정되어 있다. 2027년부터는 DECC에 의해 향후 10년 동안은 가격을 고정하고 발전사업자로부터 ROCs를 직접 구매함으로써 본 제도의 최종년에도 발생 가능한 변동성을 줄일 예정이다.

### 나. 발전차액지원제(Feed in Tariffs (FITs))(UKGOV 2013)

소규모, 저탄소전기 발전시스템을 설치하고 생산된 전기를 사용하며, 미사용 전기는 전기공급망으로 보내는 에너지 생산자에게 비용을 지불하는 제도로, 2010년 4월1일부터 시작되었다. 소규모(5메가와트 이하 총 설치 용량) 시스템을 사용하는 소규모 저탄소 전기를 생산하는 조직, 사업 단체 및 개인을 지원하는 제도로 적용해당 재생에너지 기술은 태양광 발전, 풍력, 수력, 혐기소화(바이오에너지), 소규모 열병합발전(micro-CHP) 등 5개 사업이다(5MW이하).

지원 금액은 고정되어 있지 않고 시장상황 및 정부예산에 따라 변동성이 있으며 정부는 지원기간별 금액을 사전 공표함으로써 혼란을 예방하고 있는데, (표 4.51)은 혐기소화를 통한 바이오에너지의 경우를 대상으로 발전차액 지원 금액의 변동사례를 보여주고 있다.

(표 4.51) 발전 차액 지원금의 변동

Description		Period in which Tariff Date falls	Tariff (p/kWh)
2012.10.1	Anaerobic digestion with total installed capacity of 250kW or less	1 April 2010 to 29 September 2011	12.70
		30 September 2011 to 31 March 2013	14.70
	Anaerobic digestion with total installed capacity greater than 250kW but not exceeding 500kW	1 April 2010 to 29 September 2011	12.70
		30 September 2011 to 31 March 2013	13.60
	Anaerobic digestion with total installed capacity greater than 500kW	1 April 2010 to 30 November 2012	9.90
		1 December 2012 to 31 March 2013	8.96
2013. 4.1	Anaerobic digestion with total installed capacity of 250kW or less	1 April 2010 to 29 September 2011	13.09
		30 September 2011 to 31 March 2014	15.16
	Anaerobic digestion with total installed capacity greater than 250kW but not exceeding 500kW	1 April 2010 to 29 September 2011	13.09
		30 September 2011 to 31 March 2014	14.02
	Anaerobic digestion with total installed capacity greater than 500kW	1 April 2010 to 30 November 2012	10.21
		1 December 2012 to 31 March 2014	9.24

### 다. 신재생열에너지보조금(Renewable Heat Incentive (RHI))(UKGOV 2013)

20년간 신재생열에너지 생산자에 보조금 지급하며 가정용과 비가정용으로 구분하여 지원하는 제도이다. 주택지원의 경우 히트펌프를 위한 미터링(metering) 및 (monitoring)에, 바이오매스 보일러를 위해서는 보일러 설치비용의 일부가 지원된다.

(표 4.52) 신재생에너지원별 가정용 및 비가정용 열에너지에 대한 보조금

Technology		Current tariffs	Tariffs applicable from 1 July 2013	
Domestic	ASHP(Air-source heat pumps)	7.3p/kWh		
	GSHP(ground-source or water-source heat pumps)	18.8p/kWh		
	Biomass boilers	12.2p/kWh		
	Solar thermal panels	At least 19.2 p/kWh		
Non-Domestic	GSHP	Small(up to 100kW)	4.8	4.8
		Large(199kW and above)	3.5	3.5
	Biomass boilers	Small(up to 200kW)	Tier 1: 8.6, Tier 2: 2.2	Tier 1: 8.6, Tier 2: 2.2
		Medium(200 to 1MW)	Tier 1: 5.3, Tier 2: 2.2	Tier 1: 5.0, Tier 2: 2.1
		Large(1MW and above)	1.0	1.0
	All solar collector (Less than 200 kWth)		9.2	9.2
	Biomethane and biogas combustion (Biomethane all scales, biogas combustion less than 200 kWth)		7.3	7.3

**라. 친환경 난방보조금 지급제도(Renewable Heat Incentive (RHI))**

주택소유주, 지역사회 등이 태양열 판넬, 히트펌프 바이오매스보일러 등 신재생열에너지 기술을 구입하는데 도움을 주기 위한 제도로 지원금의 규모는 아래와 같다. 지원금을 지원받은 가정은 측정기 등을 설치하며 설치 후 사용내역을 확인해야 한다.

(표 4.53) 지원금의 규모

Heating system	Grant
Solar thermal hot water	600
Air-to-water heat pump	1,300
Ground-source or water-source heat pump	2,300
Biomass boiler	2,000

**마. 영국 신재생에너지 로드맵(UKRenewable Energy Roadmap)**

2020년까지 신재생에너지 15% 달성에 중점을 두고 작성되었으며 매년 업데이트되고 있다. 풍력, 해양에너지, 태양광, 바이오매스 전기 및 열, 히트펌프(GPHP and ASHP) 및 신재생 수송의 사용을 진작시키기 위한 계획을 수립하고 있다. 신재생 수송연료 의무제도(Renewable

Transport Fuel Obligation) (UKGOV 2013) 일정비율의 수송연료를 신재생에너지 소스에서 얻도록 규정하고, 기업들이 매년 450,000L이상의 연료를 신재생에너지 소스에서 얻도록 의무를 부과하는 제도다. 수송연료 공급자는 준수여부를 나타내는 보고서를 매년 재생연료청에 제출해야한다.

## 제6절 미국 정책 현황

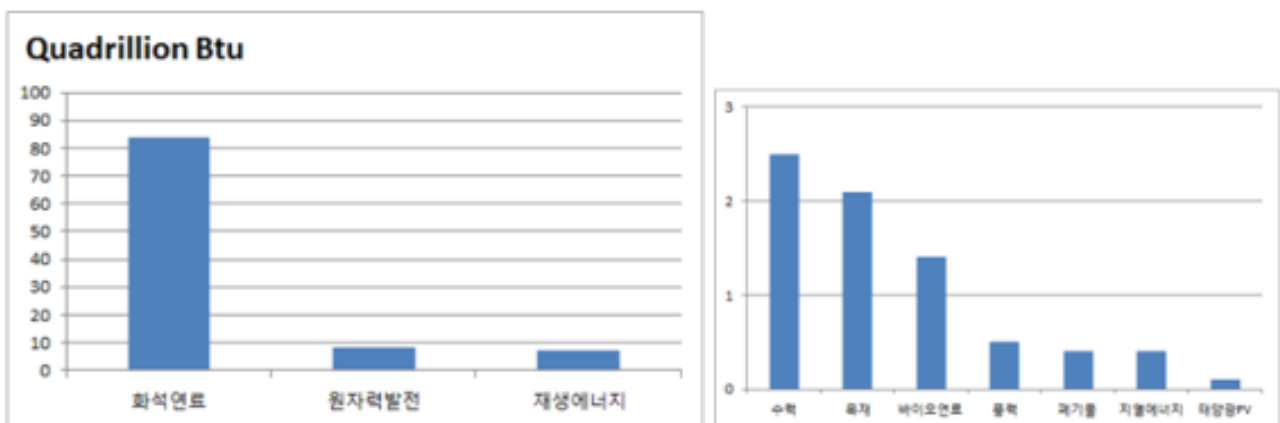
### 1. 바이오매스 이용 현황

미국의 환경보전대책은 최근의 유럽처럼 관심을 모으고 있지는 않지만, 실제로 선진국 중에서 바이오매스의 최대 이용국인 미국이라고 할 수 있다. 또한 바이오매스의 이용에 있어서 가장 이른 시기부터 정책적인 대안을 구상·실행하고 있는 국가이기도 하다.

미국은 USDA와 USDOE의 주도하에 에너지원으로서의 바이오매스 활용도 증진을 위한 노력을 지속적으로 추진하고 있으며, 그 결과 2000년 이후부터는 재생에너지원 가운데 바이오매스가 가장 큰 비중을 차지하고 있다.<sup>33)</sup>

현재 유기성폐기물을 제외하고도 농경지와 산림에서 획득 가능한 잠재 바이오매스양이 건조중량 기준으로 연간 13억 톤에 이를 것으로 추정되고 있다. 가장 일반적으로 사용되는 바이오매스는 목질계 자원으로, 전체 바이오매스 에너지 소비량의 50%이상을 차지한다.

미국의 통계에 따르면, 2008년 미국의 재생에너지 총 소비량인 7,318 trillion Btu에서 53.1%에 해당하는 3,885 trillion Btu가 바이오매스 에너지였다. 이는 미국 에너지 총 소비량의 3.9%에 해당하는 양이다. 생산된 바이오에너지에서 53.06%가 산업용으로 이용되고 있으며, 이어서 수송용, 주거용, 발전용, 상업용 순의 용도로 이용되고 있다. 수송용의 경우 재생 에너지 중에서 바이오매스로부터 유래된 에너지가 전량을 차지하고 있으며, 이는 전체 수송용 에너지 소비량의 3%에 해당된다.



<그림 4.21> 에너지원별 소비량 (2008)

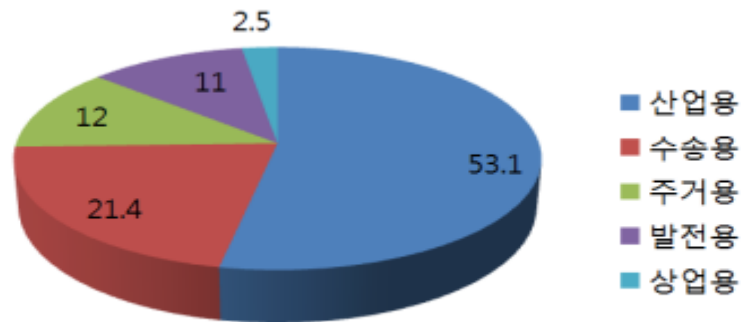
33) 국립환경과학원 2006, 유기성 폐기물 종합관리기술 구축III

(표 4.54) 재생에너지의 생산 및 소비량 (2007-2008)

구분	생산			소비				총 재생 에너지
	바이오매스		총 재생 에너지	바이오매스				
	바이오 연료	Total		목재	폐기물	바이오 연료	Total	
2007	1,011	3,578	6,803	2,146	420	1,025	3,591	6,817
2008	1,429	3,901	7,333	2,054	418	1,413	3,885	7,318

단위 : Trillion Btu

자료) USDOE-EIA(2009) “Monthly Energy Review, March 2009”



<그림 4.22> 용도별 바이오에너지의 소비량 (2008)

미국은 바이오에너지의 이용을 촉진하기 위하여 1999년 공포된 “바이오제품과 바이오에너지 개발 및 촉진에 관한 대통령령” 과 2000년 제정된 “바이오매스연구개발법” 을 기반으로 바이오매스 이용분야를 세분화하여 각각에 대한 중장기 목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 사업을 추진하고 있다.

(표 4.55) 미국의 바이오매스 이용 목표

구분	2010	2020	2030
BioPower 산업부문 에너지 소비량 기여도	4% (83 Mtoe)	5% (100 Mtoe)	5% (216 Mtoe)
Biofuels 운송연료 소비량 기여도	4% (33 Mtoe)	10% (100 Mtoe)	20% (238 Mtoe)
BioProducts 바이오 화학물질 소비량 기여도	12%	18%	25%

자료) 국립환경과학원 2006 “유기성폐기물 종합관리기술 구축Ⅲ”



## 2. 바이오매스 및 재생에너지 이용촉진 법제

### 가. 바이오매스 이용촉진 법제

미국 바이오매스 정책의 기반이 되는 법령은 “Biomass R&D Act of 2000”, Executive Order 13134 “Developing and Promoting Biobased Products and Bioenergy”, Farm Security and Rural Investment Act of 2002(Farm bill 2002), “Healthy Forest Restoration Act of 2003”, “Energy Policy Act of 2005(EPAct 2005)” 등이 있다.

#### (1) Biomass Research and Development Act of 2000

미국 내의 바이오매스와 관련된 모든 기술개발, 상용화 및 보급전반을 다루는 법령으로 DOE와 USDA에 국가 바이오매스 전략의 실행의무를 규정하고 바이오매스 연구의 필요성 명시 및 바이오매스 의안제출의 범위를 설정하였다.

해당 Act에 대하여 2002년 5백만 달러, 2003년부터 2007년까지 매년 1천 4백만달러를 지원하였고 2006년부터 2015년까지 추가적으로 매년 2억달러가 지원가능하다.

#### (2) Executive Order 13134 “Developing and Promoting Biobased Products and Bioenergy”

바이오매스 제품 및 바이오에너지의 개발과 활용의 촉진을 목적으로 Executive Memorandum을 수반하여 공포되었으며 목표는 다음과 같다

- 2010년까지 바이오에너지 소비량을 2000년 기준의 3배(1차에너지의 10%)로 증가
- 농림업 활성화로 산업 및 고용활성화, 200억 달러의 소득창출
- 에너지 수입의존도 축소
- 에너지 전환기술 신개발로 국제적 공헌
- 이산화탄소 배출량 1억 톤 감량을 통한 지구온난화 방지

#### (3) Farm Security and Rural Investment Act of 2002

농업계 바이오매스의 생산과 활용촉진을 목적으로 제정된 법령으로 USDA에서 관련 업무를 전담하고 있다. 바이오제품 및 바이오에너지 기술개발지원, 바이오제품 이용의무 규정, 바이오디젤 교육지원, 바이오에너지 공동연구 및 활용 증대사업 등 다양한 정책을 추진하고 있으며, 효율적인 수행을 위하여 바이오생산품 및 바이오에너지 공동협의회(Biobased Product and Bioenergy Coordination Council, BBCC)를 설립하여 운영하고 있다.

#### (4) Healthy Forest Restoration Act of 2003

산림유지에 관한 법령으로 바이오매스 부문에서 목질계 바이오매스의 이·활용 촉진을 위한 연구지원 및 금융지원책을 규정하고 있다. Biomass Research and Development Act에 목질계 바이오매스 관련 연구개발 내용을 개정하여 매년 5백만 달러의 지원예산을 증액하였다.

#### (5) Energy Policy Act of 2005(EPAct 2005)

- Renewable Energy Production Incentive : 공공 혹은 비영리 단체 소유의 신재생 에너지 전력생산 시설에 대하여 10년간 전력량 기준의 보조금 지원

- Federal Purchase Requirement : 연방정부 전체 사용전력 대비 신재생에너지 비중의 확대, 2013년 이후 7.5%이상으로 점진적 증가 목표
- Biomass Commercial Use Grant Program : 바이오매스 에너지 생산시설 운영자에게 원료 공급자금 지원
- Improved Biomass Use Grant Program : 바이오매스 이용기술 연구개발 사업에 보조금 지원

#### 나. 신재생에너지 보급지원제도

##### (1) 신재생에너지 발전의무비율할당제(RPS)

미국에서도 전력공급자에게 전력공급량의 일정비율 이상을 신재생에너지에서 생산된 전력으로 공급하도록 의무화하는 RPS제도를 채택하고 있다. 할당된 의무비율의 충당을 위하여 지역 정부 및 민간전력판매회사는 자체적인 규정에 따라 신재생에너지 자가발전자에게 인센티브를 지급하여 전력을 구매하고 있으며, 이에 따라 안정적인 신재생에너지 수요창출과 함께 수요자의 경쟁을 통한 가격보장 효과까지 기대할 수 있다. 이러한 장점 때문에 각 주는 정책으로 RPS제도의 의무비율 목표치를 상향조정하거나 목표달성 시기를 점차 단축시키고 있다.

##### (2) Net Metering 제도

전력 소비자가 전력을 생산할 경우 전력계량기가 역방향으로 돌아가는 양방향 전력계량시스템을 도입하여 소비전력에서 생산전력을 제하고 난 순 소비전력만을 계량하여 요금을 부과하는 제도이다. 또한 전력소비량보다 많은 전력을 생산했을 경우에는 잉여전력을 소매가격으로 환산하여 저축하였다가 필요시 상응하는 양의 전력으로 환산하여 사용이 가능하다.

##### (3) Green Pricing 제도

소비자가 신재생에너지 기술에 많은 투자를 하는 전력회사를 선택하여 전력을 구매하도록 유도하는 제도로, 소비자의 선택을 돕기 위해서 Energy Efficiency and Renewable Energy(EERE)가 각 전력회사의 신재생에너지 투자기여도 정보를 공개하고, 그에 따라 각 회사가 생산한 신재생에너지 전력의 할증요금을 책정한다. 소비자는 이러한 정보를 바탕으로 전력회사를 선택하여 신재생에너지를 구매할 수 있으며, 선택한 회사의 신재생에너지에 책정된 할증요금을 자발적으로 부담하게 된다.

이러한 법령 외에도 미국의 바이오매스 및 신재생에너지 이용촉진을 위한 주요 제도를 다음 (표 4.56)에 정리하였다.

(표 4.56) 미국의 바이오매스 및 신재생에너지 이용촉진 제도

구분	제목	내용	관련부처
이용 의무 부과	Federal Procurement of biobased products	<ul style="list-style-type: none"> <li>1만 달러 이상의 정부조달품을 구입하거나 전년도에 구입/확보한 모든 정부기관은 바이오제품을 우선 구매</li> <li>장관의 권한으로 적합한 바이오상품에 “U.S.D.A Certified Biobased Product” 라벨 부착</li> </ul>	USDA
	price guarantees	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오매스 에너지설비에서 생산되는 에너지의 구매 보장</li> <li>생산되는 에너지를 시장가격 수준으로 정부기관에서 구입하도록 하는 구매 계약</li> </ul>	U S D A , USDOE
보조금 제도	Loan guarantees and commitments for alternative fuel demonstration facilities	<ul style="list-style-type: none"> <li>대체연료 생산 실증설비의 초기 건설자금 대출보증</li> </ul>	USDOE
	Loan guarantees	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오매스 에너지 설비 건설비에 대출보증 지원</li> </ul>	U S D A , USDOE
	Price support loans and price guarantees	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기물 에너지 설비에서 생산되는 바이오매스 에너지에 대한 가격보조 용자 및 가격보장</li> <li>바이오매스 에너지 판매량 기준의 금융지원</li> </ul>	USDOE
	Insured loans	<ul style="list-style-type: none"> <li>소규모 바이오매스 에너지 사업에 보증용자</li> </ul>	U S D A , USDOE
	Construction loans	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시폐기물 에너지 설비의 건설비 용자 지원</li> </ul>	USDOE
세계 혜택	Deduction for clean-fuel vehicle and certain refueling property	<ul style="list-style-type: none"> <li>청정연료 자동차와 청정연료 공급시설에 대한 공제 혜택</li> <li>- 차량의 중량과 차량에 따라 차등지원</li> </ul>	재무부
바이오 제품 규격화	National goals and multi-years funding for Federal wind, photovoltaics, and solar thermal	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오매스로부터 생산되는 메탄올과 에탄올의 경제성 확보 기준 구체화</li> </ul>	USDOE
	Manufacturing incentives for alternative fuel automobiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>대체연료 자동차 제도 장려금 지원 기준</li> <li>- 연료의 종류와 자동차의 연료사용에 따른 연료 경제성 산정 기준 제시</li> </ul>	교통부
기타	Demonstration of solar and other renewable energy technologies in foreign countries	<ul style="list-style-type: none"> <li>국무부와 에너지부 장관의 협의 하에 외국 내 미국 건물의 신재생에너지 이용 지원</li> <li>- 미국 신재생에너지기술 홍보 및 시장개척 효과</li> </ul>	국무부
	model demonstration biomass energy facilities; establishment, public inspection, etc; authorization of appropriations	<ul style="list-style-type: none"> <li>농림 산 바이오매스 에너지 시범 실증시설 지원</li> <li>- 농림부 장관의 결정에 따라 최신기술을 적용한 10 개소 이하의 시설에 대하여 지원</li> </ul>	USDA
	Utilization of National forest system in wood energy development projects	<ul style="list-style-type: none"> <li>국유림내 목재 이용 허가 : 적절한 감정 및 판매 절차를 거쳐 국유림 내의 목재를 바이오매스 에너지 사업에 이용 가능</li> </ul>	USDA
	Renewable energy export technology training	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발도상국 인력의 신재생에너지 및 에너지 효율 향상 기술 지원 : 미국 내 신재생에너지 및 에너지 효율개선 설비의 운전 및 유지보수 교육</li> </ul>	USDOE
	Biofuels user facility	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오연료 이용자 편의성 확보 및 바이오디젤 생산 프로그램 수립 : 동식물성 바이오연료의 경제성 평가</li> </ul>	USDOE

자료) 국립환경연구원, “유기성폐기물 종합관리기술 구축Ⅲ, 2006

## 제7절 국외 바이오매스 이용 사례

### 1. 일본

#### 가. 바이오매스타운의 개요

바이오매스타운이란, 지역 관계자의 제휴아래 바이오매스의 발생으로부터 이용까지가 효율적인 프로세스로 연결된 종합적인 이·활용 시스템이 구축되어 안정적이고 한편으로 적절한 바이오매스 이·활용을 하고 있거나 혹은 향후 이·활용이 전망되는 지역을 말한다.

바이오매스 일본 종합전략에서는 바이오매스의 발생부터 이용까지를 효율적으로 이·활용하기 위해 시정촌을 중심으로 각 지역적 특성과 이용방법을 고려한 시스템 구상을 통하여 바이오매스 자원을 종합적으로 활용한다는 지역적 목표로 바이오매스 타운 구상의 책정과 실현을 추진하고 있다. 바이오매스타운 구상은 지역의 종합적인 바이오매스 이·활용을 위하여 대상 지역, 실시 주체, 지역의 현황, 바이오매스의 이용방법, 추진체계, 추진공정, 목표와 효과, 검토 상황, 부존량과 이용현황, 지금까지의 추진 등을 시·정·촌이 정리하여 지방농정국에 제출하고, 그것을 바이오매스 일본 종합전략 추진 회의에서 검토하여 기준에 적합하면 바이오매스정보 헤드쿼터에서 공표한다.

바이오매스 타운이 되면 지역의 바이오매스 이·활용 추진이 관계기관과 연계되어 전국적으로 소개되고, 바이오매스타운 구상의 실현을 위한 적극적인 지원(지역 바이오매스 이·활용 교부금 등의 우선지원 등)을 받게 된다.

현재에는 각 타운의 목적에 적합한 형태로 설치를 진행 중이며, 기본적으로 지자체가 사업주체이고, 정부에서는 종합전략추진회에서 부처를 대신하여 기술개발, 지역선정, 시설정비 등을 지원하고 있다.

(표 4.57) 바이오매스타운 구상 공표의 기준

공표기준
<ul style="list-style-type: none"><li>● 폐기물계 바이오매스의 90%이상, 또는 미이용 바이오매스의 40%이상 이용</li><li>● 관계자의 협력 하에 안정적이고 적절한 이용</li><li>● 관계 법령의 준수</li><li>● 안전의 확보</li></ul>

#### 나. 바이오매스타운 구상 매뉴얼

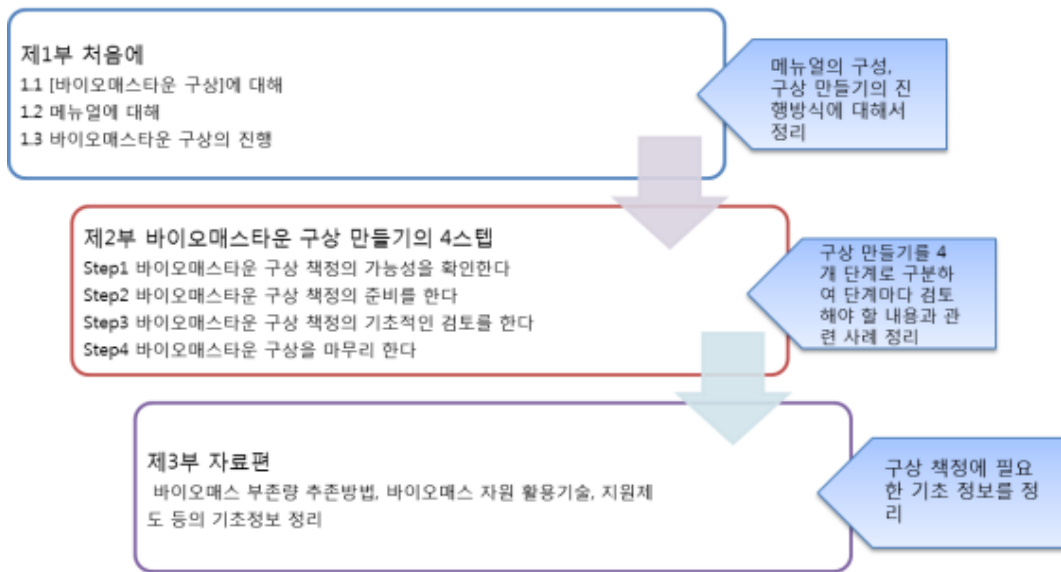
바이오매스타운 구상은 행정기관뿐만 아니라 지역의 여러 관계자들을 대상으로 하기 때문에, 바이오매스타운 구상 매뉴얼은 여러 관계자의 이해와 합의를 얻기 위한 진행방식을 중심으로 구상 책정 과정에서 검토해야 할 중요한 사항들을 정리하고 있다.

### (1) 매뉴얼의 대상

매뉴얼의 이용자는 우선 바이오매스 타운 구상의 책정 주체인 행정담당자와 바이오매스 이·활용과 관계된 농림수산업자, 시민, NPO나 각종 단체 등이 있다.

### (2) 매뉴얼의 구성

매뉴얼은 바이오매스 타운 구상의 책정에 관련되는 관계자들의 입장에서 이해하기 쉽도록 하는 것을 목표로 다음 3개의 부로 구성되어 있다.



<그림 4.23> 바이오매스타운 매뉴얼의 구성

1부에서는 바이오매스 타운 구상, 매뉴얼의 구성, 구상 책정의 진행방식 등에 대하여 기술하고 있고, 2부는 매뉴얼의 중심으로 바이오매스 타운 구상 책정의 프로세스를 4개 단계로 나누어 각 단계마다 검토해야 할 사항과 관련된 사례 및 바이오매스의 이·활용을 선진적으로 실시하고 있는 지역의 대표들과의 인터뷰 내용을 포함하고 있다. 마지막으로 3부에서는 바이오매스 부존량 추정방법, 활용기술, 지원제도 등 구상 책정에 필요한 기초 정보를 정리하고 있다.

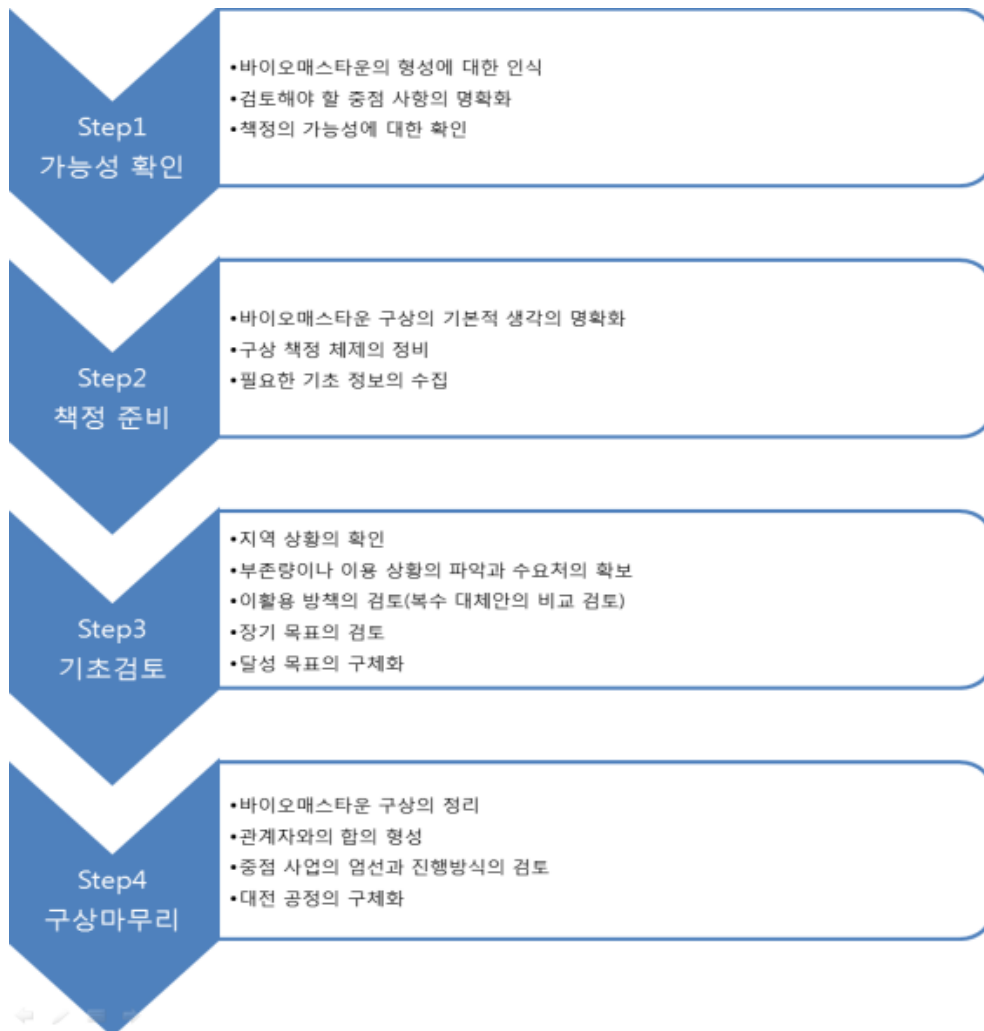
### (3) 매뉴얼의 개요

바이오매스 타운 형성은 일반적으로 과제, 사업방침, 조직체제를 검토하는 [구상], 바이오매스 타운 구상을 구체화하여 주요 내용과 순서 등을 나타내는 [계획], 사업을 디자인하고 경비 등을 산출하는 [설계], 경영면으로 검토하는 [사업계획]의 과정을 거쳐 진행된다.

[바이오매스 타운 구상]은 다음의 4단계로 구분할 수 있다.

초기 단계인 1단계에서는 바이오매스 타운으로서 가능성을 타진하는 단계로서 지역현황 등, 여건, 주민의 의향 등으로 조사하여 가능성을 검토한다. 2단계에서는 바이오매스타운을 어떠한 형태로 진행할 지에 대하여 구체적으로 검토하며, 누가, 어떤 기술로, 무엇을 이용하여, 어떻게 공급할 지에 대한 검토가 필요하다. 3단계에서 실제 추진을 전제로 지역현황을 구체적

으로 검토하여 부지를 정하고, 바이오매스의 부존량과 이용량, 기술 등을 제시한다. 4단계에서는 이해관계자(민원)에 대한 의견수렴과 더불어 관계자와 합의를 형성하고 진행방식과 추진절차를 정하고, 바이오매스를 에너지화하기 위한 공정을 선정한다.



<그림 4.24> 바이오매스타운 구상의 단계

#### 다. 바이오매스타운 현황

2009년(헤세이 21년) 일본에서는 212개의 바이오매스타운 구상(제 35회)이 공표되었다. 2006년 3월, 바이오매스 일본 종합 전략의 재검토를 통하여 2010년까지 전국에 300개의 바이오매스타운 구상을 공표하기로 하였다.



<그림 4.25> 바이오매스 타운 현황


(표 4.58) 지역별 바이오매스타운 공표 현황

시·정·촌		
규슈(39개 지역)		
가고시마현	미나미오스미정, 이치키쿠키노시, 시부시시, 소오시, 니시노모테시, 미나미타네정	
구마모토현	미나미아소촌, 미나마타시, 아사기리정, 아마쿠사시, 미후네정, 교쿠토정, 다라기정	
나가사키현	사이카이시, 쓰시마시	
미야자키현	고바야시, 기도가와정, 쓰노정, 에비노시	
사가현	이마리시	
오이타현	히타시, 우사시, 사이키시	
후쿠오카현	오키정, 다치바나정, 지쿠조정	
시코쿠(10개 지역)		
고치현	도하라정, 하루노정, 수사키시	
도쿠시마현	나카정	
에히메현	시코쿠추오시, 우치코정, 도온시	
카가와현		
혼슈(132개 지역)		
도호쿠 지방(39)	미야기현	가와사키정
	아오모리현	고쇼가와라시, 아오모리시, 후지사키정, 쓰루타정, 도와다시, 나카도마리정, 하치노헤시, 룩카쇼촌
	아키타현	고사카정, 요코테시, 노시로시, 히가시나루세촌, 우고정, 기타아키타시
	야마가타현	신조시, 쓰루오카시, 사케가와촌, 무라야마시, 니시카와정, 이데정, 쇼나이정
	이와테현	시와정, 도노시, 하나마키시, 구노헤촌, 가루마이정, 구즈마크정
	후쿠시마현	도미오카정, 아이즈미사토정, 오타마촌, 미나미소마시, 사메가와촌
간토·카츠노부 지방(33)	가나가와현	미우라시
	군마현	가와바촌, 오타시, 히가시아가쓰마정, 도미오카시
	교토도	아키루노시
	사이타마현	지치부시
	이바라기현	우시쿠시
	치바현	산무시, 시로이시, 아사히시, 오오타키쵸, 무츠자와쵸, 이치하라시
	토치기현	모테기정, 나스정
야마나시현	하야카와정, 후에후키시, 니라시키시, 야마나시시	



시·정·촌		
호쿠리쿠 지방 (22)	나가노현	아즈미노시, 이나시, 사쿠시, 지쿠마시
	시즈오카현	고사이시, 하마마츠시
	니가타현	다이나이시, 조에쓰시, 가시와자키시, 사도시, 신조시, 니가타시, 유자와정, 도카마치시
	도야마현	다테야마정, 도야마시, 구로베시, 이미즈시, 아사히쵸
	이시카와현	나나오시, 가가시
	후쿠이현	후쿠이시, 오노시, 와카사정
도카이 지방(8)	미에현	이가시
	아이치현	도요하시시, 다하라시, 기타나고야시
	기후현	시라카와정, 이비가와정
킨키 (간사이) 지방 (14)	교토부	후쿠치야마시, 난탄시, 교탄고시
	나라현	
	와카야마현	
	시가현	마이바라시, 야스시
	오사카부	기시와다시
	효고현	스모토시, 가사이시, 시소시, 도요오카시, 미나미아와지시, 이나미정, 다카정
주오쿠 지방 (16)	돗토리현	다이센정, 요나고시
	시마네현	미사토정, 야스기시, 요시카정, 오키노시마정, 이난정
	야마구치현	우베시, 아부정
	오카야마현	마니와시, 니미시, 가사오카시, 쓰야마시
히로시마현	쇼바리시, 기타히로시마정	
홋카이도(26개 지역)		
홋카이도현	다테시, 루모이시, 세타나정, 미카사시, 나카사쓰나이촌, 오조라정, 벳카이정, 시카오이정, 다키카와시, 앓사부정, 오비히로시, 시라오이정, 쓰베쓰정, 도요코로정, 히가시카와정, 시모카와정, 도야코정, 삿포로시 조잔케지역, 야쿠모정, 사루후쓰촌, 소베쓰정, 도요우라정, 고시미즈정, 다키노우에정	
오키나와(5개 지역)		
오키나와현	이에촌, 우루마시, 미야코지마시, 긴정	

(1) 홋카이도현 오타키(현 다테)

구분	내용					
인구	1,565명 (775세대)					
지형적 특징 (면적)	밭	7.45km <sup>2</sup>	산림	207.87km <sup>2</sup>		
	택지	0.7km <sup>2</sup>	목장	6.69km <sup>2</sup>		
	그 외	51.32km <sup>2</sup>				
기상	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 주위가 산에 둘러싸여 대륙성 기후</li> <li>● 연평균은 5.3℃, 연간 강수량 1,492mm</li> </ul>					
바이오매스 부존량 및 이용현황 (연간)	바이오매스		부존량	변환처리방법	이용	이용률
	폐기물계 바이오매스					
	가축분뇨	12,960t	퇴비화	농지비료	15%	
			목초지 퇴비 살포	자가이용	85%	
	하수오니	10,188m <sup>3</sup>	하수처리	0%		
	가축분뇨	168	0%			
	폐식용유	2.1t	소각	0%		
	음식물쓰레기	381t	퇴비화	농지비료	100%	
	미이용 바이오매스					
임지잔재, 간벌재	2,094t	미처리	0%			
목초잔재	5,200t		부료	38%		
기존시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 오타키무라 유기물 재자원화 센터</li> <li>- 생활쓰레기 1t/day, 가축 분뇨 5.5t/day</li> <li>- 미생물에 의한 발효 퇴비 생산</li> </ul>					
개요	 <p>심림 자원의 유효 이용에 의한 임업과 농업의 진흥 * 다테시(인구 37,000명)와 통합</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 간벌재나 임지잔재의 유효이용을 위한 Pellet화 설비 도입</li> <li>● 시내농가에서 사용가능한 소형 농업용 Pellet 보일러 도입</li> <li>● Pellet의 지속적인 공급을 위한 시에서의 최저가격 보증</li> </ul>					
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 미이용 자원인 임지잔재 등의 목질계 바이오매스 2.904t/yr 이활용 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소환산 약 647t/yr의 이활용 (50%이상)</li> </ul> </li> <li>● 미이용 바이오매스의 40% 이상의 이활용</li> </ul>					



<그림 4.26> 오타키 바이오매스 타운 구상

(2) 이와테현 쿠즈마키<sup>34)</sup>

- 매년 50만 명의 관광객 방문
  - 일본 최고의 와인과 우유, 재생가능에너지 생산 시설
  - 특히 일본의 지방자치단체, 학교, 해외에서 재생가능에너지 활용사례를 배우기 위해 방문
    - 에너지 생산능력 22,489kW
    - 대부분 (22,200kW) 풍력발전기 (15기) 생산
  - 고도가 높은 산림에 위치, 낙농마을로 산림도로가 있음→풍력발전소 건설에 좋은 조건 형성
    - 구즈마키 중학교는 50kW 태양광발전기 이용 (학교 전력의 25% 충당)
    - 공공목장에서는 축분을 이용, 37kW의 바이오가스 플랜트 운영
  - 소 800두, 13ton/day의 분뇨 발생
  - 2ton 고형물→뒀짚과 섞어 퇴비화시설에 판매
  - 11ton 액체→1ton 음식물쓰레기와 혼합, 메탄발효 후 열병합 발전으로 플랜트 자체의 열과 전기로 사용, 남은 찌꺼기는 액비로 목초지에 뿌리기
    - 조립사업으로 발생한 간벌목은 120kW 목질계 바이오가스 발전시설에서 이용, 이 활용을 위한 보조금 지원

34) 전단지속가능발전협의회, '에너지자립마을 만들기 가이드북', 2008.1

구분	내용					
인구	8,000명 (2,733세대)					
지형적 특징 (면적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산지중심에 위치, 마을면적(434.99km<sup>2</sup>)의 97%가 고도 400m이상</li> <li>• 86%가 신록이 풍부한 산림</li> <li>• 낙농업이 주산업(1만 500여 두의 소)</li> </ul>					
바이오매스 부존량 및 이용현황 (연간)	바이오매스	부존량 (t/yr)	변환처리방법	이용	이용률	
	폐기물계바이오매스	183,198			98.7%	
	가축분뇨	유용소	180,571	퇴비화	농지환원	97.2%
		육우		7,837	농지환원	2.8%
		돼지	5,415	퇴비화	농지환원	100.0%
		닭	633	퇴비화	농지환원	100.0%
		식품폐기물	496	처리위탁		0.0%
		일반가정계	291			20.6%
	사업계	사업계	205			0.0%
		목재폐기물	1,390	퇴비화	농지환원	49.8%
	단재	단재	430			57.6%
		바크	960	연료	연소이용	30.0%
	종이	671	Pellet화	연소이용	70.0%	
	하수오니	70	재자원화		47.7%	
			6,627	탈수소각	매각	0.0%
	미이용 바이오매스	560				24.5%
	볏짚	볏짚	6,067	사료, 퇴비화	축산농가	95.0%
간벌재				판매	18.0%	
기존시설		축분 바이오매스 시설	목질계 바이오매스 시설 (발전용)	목질계 바이오매스 시설 (열이용)		
	시설명	바이오가스 시스템 설비	목질바이오매스 가스화 설비	목질계 Pellet 제조기		
	원료	젖소분뇨 13t/day 음식물쓰레기 1t/day	간벌재 칩 3t/day	바크, 톱밥 제조능력 1t/hr		
	설비개요	메탄발효	발전기출력 120kW, 15hr	연간판매 1,200t		
사업주체	쿠즈마키정, 쿠즈마키정 산업진흥협의회, 민간사업자 등					
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 축산분뇨를 이용한 바이오가스 발전</li> <li>• 가축분뇨와 목질계 바이오매스를 혼합한 메탄발효</li> <li>• 목장에서 이용하는 모든 에너지는 풍력발전, 태양광발전, 축산바이오매스발전, 목질계 바이오매스 발전으로 지급</li> </ul>					
목표		2006년 현황		2011년까지 목표		
	폐기물계 바이오매스	발생량 183,198톤 이용률 98.7%(탄소환산)		발생량 183,553톤 이용률 99.0%(탄소환산)		
	미이용 바이오매스	발생량 6,627톤, 이용률 24.5%		발생량 6,296톤, 이용률 50.0%		



<그림 4.27> 쿠즈마키 바이오매스 타운 구상

### (3) 니가타현 조에츠

구분	내용				
인구	208,083명 (69,108세대)				
지형적특징 (면적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>토지구획정리 사업 등에 의해 택지화, 상업지화 진행</li> <li>경지 면적 18,482ha</li> </ul>				
기상	<ul style="list-style-type: none"> <li>사계변화 뚜렷함</li> <li>전형적인 일본해형</li> </ul>				
기존시설	목질계 바이오매스 자원의 혼련수지 제조·성형 가공 설비				
사업주체	조에츠시, 조에츠 바이오매스 순환 사업 협동조합, 멩에들삼림 조합				
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>생활폐기물, 폐식용유, 미이용 간벌재 등 이용</li> <li>바이오가스화 시설, 슬러지건조 시설, BDF화 시설, 목질변환 시설 등의 유기적 연결</li> <li>목재가공잔재물을 칩화 시설에서 분쇄하여 바이오매스 플라스틱 제조 → 초등학교, 공공시설 등 공급</li> </ul>				
바이오매스 부존량 및 이용 현황 (연간)	바이오매스 부존량	변환처리방법	이용	이용률	
	폐기물계 바이오매스				
	음식물쓰레기 (일반, 산업)	22,353t	메탄화(3,010t) 퇴비화(1,095t) 음식물처리기(471t)	전력이용 퇴비	20%
	공공하수오니	18,945t	시멘트원료화(1,701t) 퇴비화(1,675t)	시멘트사업자 퇴비	18%
	분뇨·정화조오니	76,795t	메탄화, 퇴비화(76,795t)	전력이용, 잔재는 퇴비화	100%
	폐식용유	24kL	-	사료화(지역 외 위탁)	53%
	바크, 목재폐기물	4,400t		우드칩, 축사부료	95%
	가축분뇨	47,603t	퇴비화	퇴비	100%
	수산폐기물	130t	퇴비화	퇴비	18%
	비지 (나오에쓰지구)	2.2t	-	매우 일부 식용, 그 외 대부분 소각	0%
미이용 바이오매스					
미이용 간벌재	2,780t	퇴비센터	소재이용	12%	
벚짚	53,580t	자가이용	퇴비 멀티재, 사료, 부료	8%	
인각	13,600t	자가이용	왕겨퇴비 훈탄, 배수개선자재	100%	
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기물계 바이오매스 90%(생활쓰레기의 80%이상, 하수 진흙의 92%이상, 폐식용유의 90%이상, 바크·목재폐기물의 95%이상)</li> <li>미이용 바이오매스(간벌재) 40%이상의 이활용</li> </ul>				

(4) 카나가와현 미우라

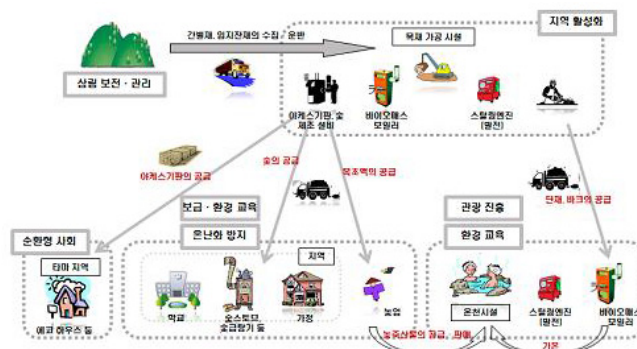
구 분	내 용					
인구	48,839명					
지형적특징 (면적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>시역 면적(31.44km<sup>2</sup>)의 약 75%가 시가화 조정 구역</li> <li>코사쿠 면적은 시역 면적의 37%(농지)</li> </ul>					
기상	<ul style="list-style-type: none"> <li>삼면이 바다로 둘러싸여 해양성 기후임</li> </ul>					
바이오매스 부존량 및 이용현황 (연간)	바이오매스		부존량	변환처리방법	이용	이용률
	폐기물계 바이오매스					
	수산가공잔재	4,900t	사료화(역외 반출)		사료, 어분, 어유	100%
	오니(공공하수도)	921t	공업원료화(시외 반출)		시멘트원료	100%
	생분뇨	7,270t	처리수방류, 오니매립처분			0%
	정화조오니	15,202t	매립처분			0%
	수산가공폐수	28,835t	처리수방류			0%
	음식물쓰레기	9,710t	매립처분, 일부퇴비화		퇴비	1%
	지목·풀잎류	1,983t	퇴비화		퇴비	100%
미이용 바이오매스						
	농작물잔재	81,177	농지환원		농지환원	34%
기존시설	미우라시 환경 센터(헤세이 3년도 가동, 고속 퇴비화+용적 축소 교체화 기능은 헤세이 15년도에 기능 정지)					
사업주체	미우라시, 미우라 지역 재생 연구회					
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요산업은 수산업과 농업</li> <li>미사키 수산물 유통 가공업 단지를 중심으로 미사키항의 제로에미션 어항 추진</li> <li>수산가공잔재, 오니 등을 농작물 잔재와 함께 메탄발효</li> <li>농작물 잔재는 동시에 퇴비화 추진</li> </ul>					
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기물계 바이오매스의 이용률 83% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수산가공잔재 100% 이용</li> <li>- 수산가공세정배수 100% 이용</li> <li>- 오니(공공하수도) 100% 이용</li> <li>- 생분뇨 100% 이용</li> <li>- 생활쓰레기(일반쓰레기) 0%</li> <li>- 지목, 풀잎류 0%</li> <li>- 향후 수산가공단지 성비 후에는 부존량, 이용량 모두 증가가 전망되므로 바이오매스 이용률 90%를 목표</li> </ul> </li> <li>미이용 바이오매스의 이용률 96% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농작물 잔재 96%</li> </ul> </li> </ul>					

(5) 오키나와현 이에지마

구분	내용					
인구	5,325명					
지형적특징 (면적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1섬 1마을의 낙도</li> <li>• 북해기슭은 절벽, 남해안은 거의 모래사장</li> <li>• 섬의 중앙이 시로산(해발 172m)이며, 완만한 경사의 대지에 1,245ha의 경지개척</li> </ul>					
바이오매스 부존량 이용현황 (연간)	바이오매스		부존량	변환처리방법	이용	이용률
	폐기물계 바이오매스					
	가축분뇨	32,000t	셀룰로이드의 원료, 가축용			100%
	사탕수수잎, 줄기	1,450t	고액분리후 비료화		판매, 자가이용	100%
	식품폐기물	760t	퇴비화		자가이용	0%
	정화조오니 (바람)피해목	575t 200t	칩화, 퇴비화 소각, 매립		자가이용 -	100% 0%
기존시설	JA오키나와 이에지점 퇴비 센터 (JA직영의 축산 센터가 사육하는 비육우의 배설물 처리)					
사업주체	이에지마, JA오키나와 이에지점 아사히 맥주 주식회사 독립 행정법인 농업·생물계 특정 산업기술 연구 기구, 큐슈 오키나와 농업 연구 센터 작물 기능 개발부 사탕수 수 육종 연구실					
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농축산업이 발달</li> <li>• 축산분뇨 32,000t로 가장 많이 발생, 사탕수수 1,450t 발생</li> <li>• 축산분뇨, 사탕수수 등을 활용한 퇴비의 공급체제 구축, 바이오에탄올의 생산 등 사탕수수 잔재의 다용도 이용 기술 개발</li> </ul>					
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가축분뇨, 사탕수수 잎·줄기, 식품폐기물, 정화조오니 등의 바이오매스 자원을 퇴비 원료, 부자재로서 활용, 마을내 폐기물 바이오매스의 90% 이상의 이활용을 목표</li> <li>• 사탕수수나 각종 바이오매스의 종합적·다단계적인 이용의 실현에 의한 이활용의 고도화를 목표</li> </ul>					

(6) 교토도 아키루노

구분	내용				
인구	81,598명				
지형적특징 (면적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약 60% 이상이 삼림</li> <li>• 경영 경지 면적은 32,431a</li> </ul>				
바이오매스 부 존량 및 이용 현황 (연간)	바이오매스	부존량	변환처리방법	이용	이용률
	폐기물계 바이오매스				
	제재공장잔재	1,554t	셀룰로이드의 원료, 가축용		17%
	가축분뇨	8,766t	고액분리 후 비료화	판매, 자가이용	80%
	음식물쓰레기	4,992t	퇴비화	자가이용	3%
	진정가지	627t	칩화, 퇴비화	자가이용	1%
	미이용 바이오매스				
임지잔재	4,827t			0%	
땃짚	89t	퇴비화, 사료화	자가이용	80%	
앙겨	21t	퇴비화	자가이용	80%	
기존시설	기존시설은 없음				
사업주체	아키루노시, 교토 농공대학, 신사계 창조 주식회사(해세이 18년 4월 설립 예정)의 제 3섹터) 및 아키카와 목재 협동조합				
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 목재 가공업으로부터 발생하는 제재잔재 등을 온천시설에서의 열원으로 이용</li> <li>• 칩·Pellet화 등의 가공을 하지 않고 원형 그대로 사용 가능한 보일러의 도입</li> </ul>				
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 간벌에 의한 임지잔재 4,827톤 가운데, 2,900톤 이·활용 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 약 2,480톤을 야케스기관으로 가공하여 에코하우스용의 내외장재로서 이용</li> <li>- 아키루노 브랜드의 확립 및 에코하우스에의 도입 촉진</li> <li>- 가공 과정에서 발생하는 단재나 바크 420톤도 화목보일러 및 발전용 스틸링 엔진에 이용</li> <li>- 미이용 바이오매스 이용률 60%달성</li> </ul> </li> <li>• 제재소 잔재 1554톤 중 약 1,100톤을 효과적으로 온욕 시설의 열원, 발전에 충당</li> </ul>				

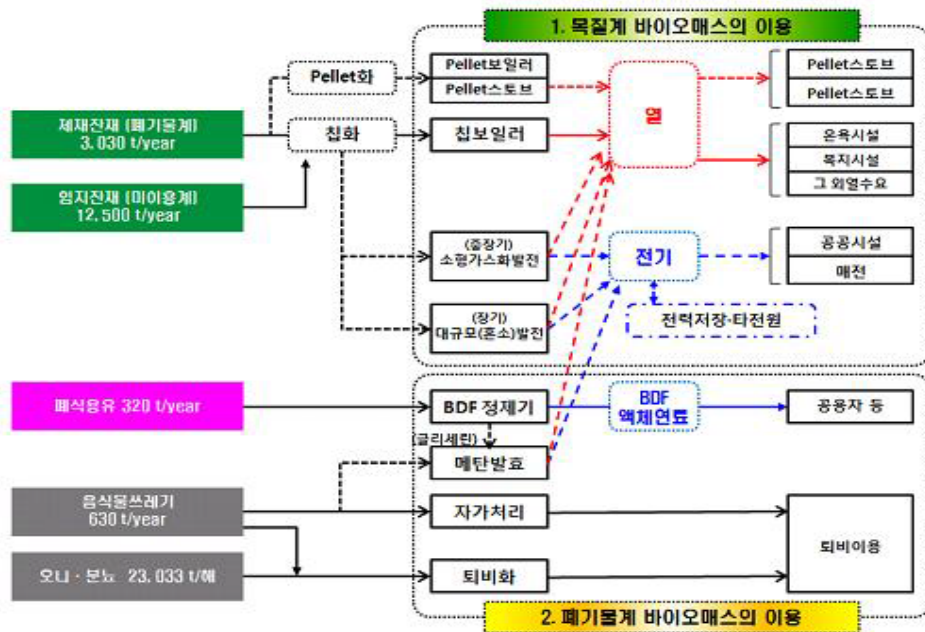


<그림 4.28> 아키루노 바이오매스타운 구상



### (7) 나가사키현 대마도

구분	내용																																																																										
인구	39,790명 (15,925세대)																																																																										
지형적특징 (면적)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 총면적 271.4km<sup>2</sup> 중 78.4%가 임야</li> <li>● 경지는 주로 강가 산록의 경사지(표고 350~1,000m 사이)에 계단식으로 산재</li> </ul>																																																																										
바이오매스 부존량 이용현황 (연간)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>바이오매스</th> <th>부존량</th> <th>변환처리방법</th> <th>이용</th> <th>이용률</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">폐기물계 바이오매스</td> </tr> <tr> <td>제재잔재</td> <td>3,030t</td> <td>칩 연소, 퇴비화</td> <td>열이용, 퇴비</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>폐</td> <td>1,680t</td> <td></td> <td>농지환원</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>가축분뇨</td> <td>2,920t</td> <td>퇴비화</td> <td>일부 축산공사가 판매</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>수산가공잔재</td> <td>40t</td> <td>사료</td> <td>양식용 먹이</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>음식물쓰레기</td> <td>1,260t</td> <td>자가처리</td> <td></td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>폐식용유</td> <td>320t</td> <td>BDF화</td> <td>사업자 자가이용</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>분뇨</td> <td>28,960t</td> <td></td> <td></td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>오니</td> <td>9,420t</td> <td>퇴비화</td> <td></td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td colspan="5">미이용 바이오매스</td> </tr> <tr> <td>임지잔재</td> <td>31,520t</td> <td></td> <td></td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>벗짚</td> <td>1,500t</td> <td>가축부료, 퇴비화</td> <td></td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>인각</td> <td>300t</td> <td>가축부료, 퇴비화</td> <td></td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>					바이오매스	부존량	변환처리방법	이용	이용률	폐기물계 바이오매스					제재잔재	3,030t	칩 연소, 퇴비화	열이용, 퇴비	21%	폐	1,680t		농지환원	100%	가축분뇨	2,920t	퇴비화	일부 축산공사가 판매	100%	수산가공잔재	40t	사료	양식용 먹이	100%	음식물쓰레기	1,260t	자가처리		10%	폐식용유	320t	BDF화	사업자 자가이용	3%	분뇨	28,960t			0%	오니	9,420t	퇴비화		100%	미이용 바이오매스					임지잔재	31,520t			14%	벗짚	1,500t	가축부료, 퇴비화		50%	인각	300t	가축부료, 퇴비화		50%
	바이오매스	부존량	변환처리방법	이용	이용률																																																																						
	폐기물계 바이오매스																																																																										
	제재잔재	3,030t	칩 연소, 퇴비화	열이용, 퇴비	21%																																																																						
	폐	1,680t		농지환원	100%																																																																						
	가축분뇨	2,920t	퇴비화	일부 축산공사가 판매	100%																																																																						
	수산가공잔재	40t	사료	양식용 먹이	100%																																																																						
	음식물쓰레기	1,260t	자가처리		10%																																																																						
	폐식용유	320t	BDF화	사업자 자가이용	3%																																																																						
	분뇨	28,960t			0%																																																																						
	오니	9,420t	퇴비화		100%																																																																						
미이용 바이오매스																																																																											
임지잔재	31,520t			14%																																																																							
벗짚	1,500t	가축부료, 퇴비화		50%																																																																							
인각	300t	가축부료, 퇴비화		50%																																																																							
기존시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 목질계칩 보일러(민간) ● 퇴비화사(진흥공사) ● BDF화 시설(민간)</li> <li>● 오니 재생처리 센터</li> </ul>																																																																										
사업주체	대마도시																																																																										
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 제재잔재, 임지잔재는 칩화·Pellet화하여 열에너지 및 발전으로 이용 실시</li> <li>● 폐식용유의 BDF화나 음식물쓰레기, 오니 등의 퇴비로의 이용</li> </ul>																																																																										
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 폐기물계 바이오매스의 이용률 : 93% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 목질계 바이오매스(제재잔재 등)는 에너지 이용을 중심으로 100%이용을 목표</li> <li>- 음식물쓰레기는 시민·사업자에 의한 개별 처리와 분별 수집·퇴비화의 2단계 대처로 50%의 이용률을 목표</li> <li>- 오니는 기존 시설의 활용·퇴비 유통의 촉진으로부터 합병 정화조의 정비로 이·활용을 진행, 장래적으로 에너지 이용과 함께 60%의 이용을 목표</li> <li>- 폐식용유는 BDF 연료화를 바탕으로 보급 계발이나 분별 수집을 추진하여 100% 이용을 목표</li> </ul> </li> <li>● 미이용 바이오매스의 이용률 : 40% <ul style="list-style-type: none"> <li>- 목질계 바이오매스(임지잔재 등)는 수집하기 쉬운 곳으로부터 이용, 40% 이상의 이용을 위한 시스템구축을 목표</li> <li>- 농산계 바이오매스(벗짚 등)는 광역적인 경축제휴나 지역 내에서 퇴비화부자재로 이용하는 유효이용의 방식을 검토</li> </ul> </li> </ul>																																																																										



<그림 4.29> 대마도 바이오매스타운 구상

일본의 바이오매스 타운은 바이오매스 일본 종합전략의 일환으로 국가의 지원 아래 사업이 수행되고 있다. 지역 바이오매스 이·활용 교부금, 바이오매스 이용 프런티어 추진사업, 목질 바이오매스에너지 이용촉진사업 등의 보조금 지원과 지자체의 예산확보를 통하여 바이오매스 이용 설비를 도입하거나 정비한다. 재생가능에너지의 보급을 지원하는 국가에서는 발전차액지원제도를 구축하고 있는데, 일본에서도 ‘전기사업자에 의한 신에너지 등의 이용에 관한 특별조치법’을 바탕으로 전기사업자의 재생가능에너지 할당량을 의무화하고 있다. 이에 따라 바이오매스타운에서는 발생한 잉여 에너지를 인근 지역에 제공함으로써 생기는 수익금으로 설치비용을 충당할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 지역을 친환경적으로 브랜드화 시키면서 관광적 효과도 기대하고 있다.

실제로 앞서 소개된 일본의 바이오매스타운 가운데 이와테현 쿠즈마키정은 바이오매스타운 구상서를 공표하기 전부터 지역의 발전을 위해 재생가능에너지의 보급을 통한 에너지 자립을 전개하였다. 시민들이 주축이 되어 설립한 제3섹터에서 풍력발전소를 운영하기 시작하였고, 전력생산으로 생긴 수익은 당연히 회사에 참여한 쿠즈마키 시민에게 되돌아갔다. 중학교 운동장에 건설한 이와테현 최대 규모의 태양광 발전소에는 학기 중 학교 소비전력의 20%를 생산해내고, 방학 중에는 발전회사를 통해 kWh당 13엔씩 판매되고 있다.

NEDO(일본 신에너지·산업기술 종합개발기구)의 비용으로 건설된 총 12기 21,000kW 용량의 풍력발전단지와 목재펠릿의 이용도 쿠즈마키의 에너지자립에 큰 영향을 하고 있다. 목재펠릿을 이용하는 스토브의 경우 일반 스토브에 비해 50%가량 비싸지만, 연료비용이 저렴하기 때문에 8년 정도면 설치비를 회수할 수 있을 것으로 예상된다. 이에 따라 쿠즈마키는 마을전체에 스토브 2,000대 설치를 목표로 리스사업 등의 지원 사업을 진행하고 있다. 또한 축사를 이용한

바이오가스 플랜트도 설치해 운영 중으로, 젓소 200마리를 키우는 축사에서 나오는 축분을 이용해 27kW 규모의 열병합발전시설을 운영한다. 이러한 노력을 통하여 쿠즈마키는 현재 전기 에너지 185%를 충당하고 잉여에너지는 재생에너지를 생산할 공간이 없는 인근 도시지역에 판매하고 있다.

투자금액의 대부분은 정부의 보조금 및 기업의 지원금이다. 아직은 생산량에 비해 투자비가 많이 들어 경제성이 뒤떨어지지만 재생에너지는 포기할 수 없는 분야로 더 많은 효과를 기대하고 있다.

## 2. 미국

### 가. Bio-Town Reynolds<sup>35)</sup>

미국 인디애나 주의 한 작은 농촌마을인 레이놀즈에서는 일반폐기물, 농장잔재, 퇴비, 오·하수 등을 이용해 전기와 가스를 생산하려는 계획이 실행되고 있다.

이 계획은 ‘바이오타운 프로젝트’로, 500여 명의 주민이 거주하는 소규모 농촌마을을 바이오매스 에너지와 바이오연료만을 이용하는 에너지자립 마을로 변화시키기 위해 2005년부터 시작되었다.<sup>36)</sup> 바이오타운 프로젝트를 통해 사람들은 에너지 비용절감과 환경보호의 목적을 달성할 수 있을 것으로 보고 있으며, 성공하면 미국의 외국 원유 의존도를 낮추는 중요한 모델이 될 것이다.

미국 최초의 바이오타운 지역으로 Reynolds가 선정된 것은 농업잔재등 유기성자원이 풍부하고, 고속도로 및 철도수송의 접근이 용이할 뿐만 아니라 약 500여명의 인구는 바이오타운의 규모로써 매우 효율적이기 때문이다. 주요 연구대학과 근접한 것 또한 선정된 이유 중 하나였다.

2006년, 행해진 연구에 따르면 Reynolds 주민과 기업이 2005년에 8백만kWh 이상의 전기와 약 1억 5천만 m<sup>3</sup>의 천연가스 및 384,000갤런의 가솔린을 소비하였으며, Reynolds의 에너지 사용 총합계는 약 2280억 BTU를 나타내었다. 또한 Reynolds와 주변지역은 양곡, 콩, 곡초(줄기, 잎, 열매), 폐기물, 기름, 고형폐기물의 형태로 약 17조 BTU의 잠재적인 바이오매스 에너지를 생산해 낼 것으로 추산되었다.

이 계획을 위해 주 정부는 1천만 달러의 예산으로 바이오매스를 에너지로 바꾸는 데 필요한 핵심장치를 갖춘 기술센터를 세우고, 추가로 1천만 달러의 민간투자를 유치해 천연가스를 생산할 장치를 갖추 예정이다.

35) BioTown, USA, <http://www.in.gov/biotownusa>

36) EERE Network News, Indiana Town Takes Major Step to Becoming “BioTown, USA” 2007.3.28

(표 4.59) 미국 Reynolds의 바이오타운 계획(3단계)

1 단계 (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 화석연료를 대체한 바이오연료 사용의 증대                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 거주자를 대상으로 바이오에탄올 및 바이오디젤의 사용 장려 및 교육 실시</li> <li>- E85(에탄올 85%와 가솔린 15%의 혼합)와 B20(바이오디젤 20%와 디젤연료 80%의 혼합)을 공급하기 위하여 마을에 바이오연료 펌프설치</li> <li>- 모든 차량을 대체연료를 사용할 수 있는 차량으로 교체</li> </ul> </li> </ul>
2 단계 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 농업잔재, 도시고형폐기물 등의 에너지로의 변환을 위한 조사·연구 및 개발</li> <li>● 조사·연구 : Reynolds의 에너지 사용, 바이오매스 생산 잠재량, 에너지변환을 위한 부산물 사용 및 기술</li> <li>● 미생물을 이용하여 분뇨를 메탄으로 전환하는 혐기성소화, 고온처리를 통해 바이오매스를 합성가스, 일명 “syngas” 로 전환시키는 가스화, 바이오매스를 열분해에 의한 액상연료화(pyrolysis oil)라고 불리는 석유대체물질로 전환시키는 쓰레기 용융 시스템을 포함하여 바이오매스를 전력으로 전환할 수 있는 일련의 기술을 갖춘 시설을 건설</li> </ul>
3 단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 재생가능한 자원으로부터의 바이오디젤 생산</li> <li>● 2단계의 연구내용을 바탕으로 에너지생산에서 가장 경제적이고 효율적인 기술선정</li> </ul>
	

(표 4.60) 바이오타운 기술 요약

기술	원료	온도	생산물	이용
혐기성소화	가축분뇨	90 - 130 ℃	바이오가스	에너지
			고형물	비료
바이오디젤 생산	농장잔재 및 그 외 유기성폐기물	750 - 1100 ℃	바이오오일	에너지
			차르	에너지
가스화	농장잔재 및 그 외 유기성폐기물	1500 - 2000 ℃	합성가스	에너지
			재	비료

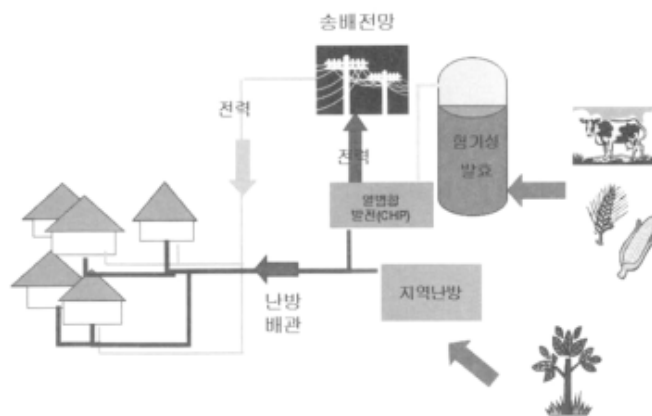
### 3. 독일

#### 가. 독일의 바이오에너지 마을

독일의 바이오에너지 마을은 지역 단위의 구체적인 온난화 방지 대책으로서, 지역자원이 풍부한 교외지역에서 농업과 임업활동에서 발생하는 바이오매스를 이용하여 에너지를 발생시키고, 취락 내의 에너지 수요를 모두 바이오매스 에너지로 조달하려는 구상이다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 바이오매스로 에너지의 자급
- 농촌에서의 고용 촉진
- 농업자의 부수입원 확보(농림업 잔재나 에너지 작물의 판매)
- 친환경적인 자원의 생산
- 지역이미지 향상
- 범용성 있는 기술의 확립

구상의 핵심은 바이오가스시설에 의한 전력 및 열공급과 목질계 바이오매스에 의한 지역난방 공급시설이라고 할 수 있다. 특히 큰 역할을 하는 것은 바이오가스 코제네레이션(Cogeneration)시설로, 폐열을 효율적으로 사용함으로써 에너지 효율을 높인다. 통상적으로 바이오가스 시설만으로도 대부분의 에너지 수요를 채울 수가 있으나, 동절기에는 난방으로 인해 많은 열을 필요로 하기 때문에 우드칩을 연료로 한 대형 지역난방 시설을 가동시켜야 한다. 연료로는 마을 내의 휴경지에서 채배되는 에너지 작물과 가축분뇨, 농작물잔재, 벌재목, 전정가지 등이 이용된다.



<그림 4.30> 바이오에너지 마을의 개념도

자료) 진상현, 사회생태자본에 기반한 대안적 지역발전모델, 한국정책학회보 제 16권 4호, 2007

## (1) 운데 마을

운데마을은 독일 니더작센주 괴팅엔시에서 자동차로 약 15분 정도의 거리에 위치한 농촌 마을로 9개의 큰 농장을 중심으로 마을을 형성하고 있다. 운데마을의 바이오에너지마을 프로젝트는 독일의 괴팅겐 대학교수들에 의해 시작하게 되었으며, 추진경위는 다음과 같다.

- 1998년 괴팅엔대학교의 ‘지속가능한 발전을 위한 학제간 연구센터’에서 바이오에너지 마을 프로젝트를 구상
- 40여개의 후보지를 선정한 뒤 프로젝트 설명서를 마을에 보내고, 관심을 보인 마을을 방문하여 설명회를 개최하는 과정을 통해 최종적으로 운데마을을 대상지역으로 선정
- 운데마을 선정 배경
  - 괴팅엔시에 인접하여 도시와 농촌의 교류 가능
  - 농경지와 산지에서 충분한 양의 바이오매스 연료 확보 가능
  - 다양한 주민조직이 운영되어 협동적 프로젝트 추진 가능
- 2001년, 바이오에너지마을 추진위원회를 결성
  - 주민의 70%가 협동조합에 가입



<그림 4.31> 운데마을의 에너지 시설

운데마을 사업을 진행함으로써 다음과 같은 효과를 가져왔다.

- 지역자본으로 발전소를 건설·운영하여 화석연료에 종속되지 않는 에너지 자립
- 전체 시설공사비의 58%인 3.3백만 유로를 해당지역에 지출하여 지역경제 활성화 및 시설공사 시 일자리 창출 (장기적으로도 일자리 창출)
- 마을에서 연간 소비하는 약 2,000MWh의 전력을 제외한 남은 전력은 외부에 매각하여 수익창출(매년 전력매입법에서 20만 유로의 전기 판매 수입)
- 전력 생산과정에서 발생하는 열과 온수(연간 생산량 5,500MWh, 연간 소비량 3,500MWh)는 배관망을 통해서 각 가정으로 공급
- 전기 및 열의 판매 등으로 인한 총 수익은 89만 유로
- 사업의 운영으로 생기는 기술의 축적으로 무형의 수입이 가능해짐
- 경제적 수입뿐만 아니라 연간 3,300tCO<sup>2</sup> 정도의 온실가스를 저감(EU의 2050년 CO<sup>2</sup> 저감 목표 달성)

- 메탄가스 발효 이후에 남은 부산물은 유기질 비료로 활용하여 유기농업의 기반 마련
- 에너지 마을의 설비와 운영은 모든 마을에 적용할 수 있다는 가능성을 보여줌

윤데마을은 도시민의 이주가 늘어 농촌과 도시가 공존하는 형태로 발전하고 있으며, 에너지 자립형태를 벤치마킹하기 위한 방문객이 연간 500여명에 달하여 6개월~1년 과정의 생태마을 조성 프로그램까지 개발 중이다. 도시에서 이주하는 사람들을 위해 마을외각에 20여가구 규모의 신규 주택단지를 조성하기도 하였다.

(표 4.61) 윤데마을 사업 개요

환경		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 인구 780명</li> <li>● 농지 1,300ha, 산림지 800ha</li> <li>● 전형적인 농촌</li> </ul>
바이오에너지 설비		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 열병합 발전기 : 700kw 전력량</li> <li>● 우드칩 사용 난방시스템 : 550kw</li> <li>● 열저장설비 2기, 난방용 배관 길이 : 5,5km</li> <li>● 동절기 대비 보일러 : 1,600kW</li> </ul>
연료	바이오매스	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 축산분뇨의 양 9000m<sup>3</sup> /year</li> <li>● 300~330 ha 정도의 경작지에 2개의 작물을 동시에 키우며 년2번의 농작이 가능하게 함</li> <li>● 농작물 : 11,000 ton/year</li> </ul>
	우드칩	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 300 ton/year</li> </ul>
사업비	투자	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 바이오가스 설비, CHP설비 : 2.9Million</li> <li>● 열 설비 : 0.9Million</li> <li>● 온수용 배관 : 1.6Million</li> </ul>
	자금 조달	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 주민투자(협동조합) : 0.5Million</li> <li>● 외부자본(은행) : 3.4Million</li> <li>● 보조금 : 1.5Million(관련연방정부와 환경단체 1.3Million, 주정부/지자체 0.2Million)</li> </ul>
수입구조		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전기가격 : 150kW까지 11,30 Cent/kWh, 500kW까지 9,75 Cent/kWh, 500kW부터 3,40 Cent/kWh로 판매(전력매입법, 2005년 기준)</li> <li>● 바이오매스에 관한 보너스 : 500kW까지 6,00 Cent/kWh, 500kW부터 4,00 Cent/kWh</li> <li>● 병합열, 전력 2,00 Cent/kWh</li> <li>● 높은 시설의 단점이 있으나 한번의 설비로 장기적 사업이 가능하며 앞으로 계속 상승하는 에너지 가격에 대비하여 상대적으로 안정된 에너지의 비용으로 수입성 보장</li> </ul>

자료) Volker Ruwisch, Benedikt, Benedikt Sauer, "Bioenergy Village Juhnde: Experience in rural self-sufficiency", 2007.9

## (2) 마우엔하임(Mauenheim)

마우엔하임은 독일 Baden-Wuerttemberg의 첫 번째 바이오에너지마을로 지역 내 필요한 모든 전기와 열을 바이오가스, 우드칩, 태양광설비를 통해 공급받는다.

인근 가축목장에서 수거한 축산분뇨를 이용, 생산한 바이오가스를 발전하여 나오는 열을

공급망을 통해 마을 곳곳으로 보내고 있다. 열공급망의 총 길이는 약 4km이며 약 100가구에 전기 및 열을 공급한다. 부족한 열은 우드칩을 사용하고 있다. 바이오가스 시설 및 우드칩 시설은 연간 약 2백만kWh에 이르는 전기를 생산하고 있으며, 재활용이 가능한 폐열 약 180만 kWh가 생산되고 있다.

(표 4.62) 마우엔하임 사업 개요

환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구 : 430명</li> <li>전형적인 농촌</li> </ul>	
바이오 에너지	바이오 가스	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 작물 약 6,500ton/year(지역내 경작지 재배), 150마리의 소분뇨 사용</li> <li>바이오가스 설비 : 4,000,000kWh/year 잉여열 생산(마을 전기수요량의 90%)</li> <li>가스열병합발전설비 : 3,500,000kWh/year 잉여열 생산(원유환산 350,000L 해당) <ul style="list-style-type: none"> <li>생산된 열은 마을 내 가정과 사업장에 공급</li> <li>마우엔하임 뿐만 아니라 계약 하에 인근 지역에도 공급</li> <li>난방열 2cent/kWh의 보너스</li> </ul> </li> </ul>
	우드칩	<ul style="list-style-type: none"> <li>용량 : 1MV</li> <li>추가적인 지역 내 열 공급(동절기)</li> </ul>
	태양광	<ul style="list-style-type: none"> <li>용량 : 260kW</li> <li>마우엔하임의 전기사용량의 1/4 제공</li> <li>66kW용량의 태양광설비 추가설치(60,000kWh/year 제공)</li> </ul>
사업비	<ul style="list-style-type: none"> <li>주민자본 : €605,000</li> <li>바이오가스 설비 : 지역 소유인 KCH에 의해 독립적 재정지원 €1,400,000</li> <li>우드칩 설비, 지역내 온수공급 설비, 열교환 시스템 : 지역내 투자그룹인 Solarcomplex에 의해 €1,600,000</li> <li>Baden-Wuerttemberg주에서 목질계 에너지 촉진 프로그램을 통하여 보조금 €136,000지급</li> <li>연방녹색에너지 용자 시스템 이용</li> </ul>	
효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오가스 시스템 : 2,600t CO<sup>2</sup> e/year의 온실가스 방출 감소</li> <li>가스열병합발전 시스템, 우드칩 설비 : 약 1,000t CO<sup>2</sup> e/year 감소</li> <li>연간 300,000L 연료 절약 (€200,000/year에 해당)</li> <li>잉여전기의 판매수익은 주민 공익에 사용</li> </ul>	





<그림 4.32> 마우엔하임의 에너지 시설



<그림 4.33> 우드칩 열 공급설비

독일 바이오에너지 마을 사업의 경제성을 높이는데 중요한 역할을 한 것 중 하나는 독일의 ‘재생에너지법’이다. 재생에너지법은 재생에너지를 활용해 생산된 전력을 전력회사에서 구입하도록 규정하고, 그 차액은 정부에서 지원해주는 것으로 20년간 최저가격을 보장한다. 이에 따라 독일의 바이오에너지 마을은 열병합 발전기에서 생산된 전력을 마을에서 사용하여 에너지 자급을 할 수 있을 뿐만 아니라, 잉여분의 전력을 전력회사에 판 수익금으로 투자금을 회수할 수 있다.

윤데의 경우, 2005년 9월에 시설을 완공하고 1년 동안은 70~80%의 가동률로 적자를 나타내었지만, 2006년 겨울부터는 100만 유로의 매출에 20만 유로의 흑자를 거둘 수 있었다. 에너지생산을 위한 원료는 지역 내에서 주기적으로 공급받고 있기 때문에, 수송비용이 절감되었고, 원료인 축산분뇨와 에너지작물을 공급하는 농가는 연간 22만 유로의 고정소득을 얻고 있다. 연간 (가구당) 2,500유로가 소요되던 난방비는 가구당 1,750유로로 줄일 수 있었으며, 윤데마을은 본래 1kW당 6cent의 전기료를 납부했지만, 전력의 자급으로 인해 전기료가 사실상 소요되지 않을 뿐만 아니라, 잉여전력은 1kW당 17cent에 판매하고 있다. 또한 이 수익금으로 은행대출금을 10-20년 이내에 상환할 수 있을 것으로 추정하고 있다.<sup>37)</sup>

마우엔하임의 경우에도 주민들이 출선수범하여 참가를 하고, 법인을 만들어 자금을 조달하였다. 주의 자체적인 지원제도인 목질계에너지 촉진 프로그램을 통하여 보조금을 지원받았고, 마찬가지로 재생에너지법에 따라 잉여전기를 판매하여 수익금을 얻고 있다.

현재 독일에는 윤데, 마우엔하임을 포함하여 10개의 바이오에너지 마을이 운영되고 있다. 사업지역은 모두 산림을 보유하고 있으며, 농업의 기반이 잘 이루어져 있는 곳으로, 이러한 조건을 가지고 있는 지역이 에너지 자급화가 쉽고 비용면에서도 저렴한 운영을 할 수 있는 것을 알 수 있다.<sup>38)</sup> 또한 일반적으로 바이오에너지 마을은 사업초기에 설비비와 파이프 설치 등의 인프라 비용이 많이 소요되는 단점이 있는데, 독일에서는 이러한 단점을 보완할 수 있는 여러 가지 지원제도를 많이 구축하고 있다.

37) 진상현, 사회생태자본에 기반한 대안적 지역발전모델-독일바이오에너지마을에대한사례연구-, 한국정책학회보 제16권 4호, 2007

38) <http://blog.daum.net/dspark4/8582332>

#### 4. 영국

##### 가. 베드제드 제로 에너지 주택단지(BedZED: the Beddington Zero Energy Development)<sup>39)</sup>

이산화탄소 발생원 중 특히 주택이나 건물에서 발생하는 양이 전체 발생량의 25%나 차지하여 이 부문에서의 에너지 효율성 제고 및 절약이 각국의 당면과제로 등장하였고, 이러한 현실을 인식한 영국은 2000년대 초부터 에너지 절약형 생태도시와 주거단지 개발을 시도하였다.

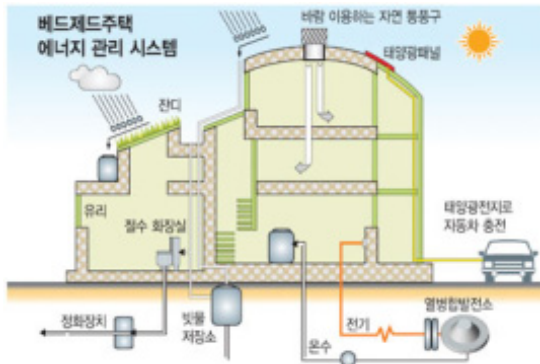
친환경/효율적인 에너지 소비의 주거단지 조성을 목적으로 저소득층을 위한 주택협회인 Peabody Trust가 런던 남부 Wallington의 오수처리시설 부지를 시세보다 싸게 매입하여 설계를 의뢰하고, 환경 컨설턴트 회사 BioRegional Development Group과 건축가 Bill Dunster Architects가 함께 설계하였다. 이렇게 조성된 베드제드는 생태주거단지의 표본이자 친환경 건축의 가장 성공적인 사례로 손꼽히고 있다.

(표 4.63) BedZED 사업개요

사업개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000년 ~ 2002년 9월 조성</li> <li>• 가동이 중단된 오수처리 부지사용</li> <li>• 전체 면적 약 1만6,500m<sup>2</sup></li> <li>• 2002년 3월에 입주 시작 후 현재 100여 가구 조성</li> </ul>
사업주체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저소득층 자선단체, 지역환경단체, 건축사무소, 견적회사, 엔지니어설계회사 등 다양한 주체들의 협력</li> <li>• Peabody Trust, BioRegional Development Group, Bill Dunster Architects, Gardiner &amp; Theobald, Arup, Ellis and Moore 등</li> </ul>
설계원칙 및 특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제로에너지 도전               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소비되는 난방과 전력은 단지 내에서 생산되는 신재생에너지를 활용</li> <li>- 모든 주택의 지붕 위에 태양광패널(777m<sup>2</sup>)을 설치하고, 단지 내 열병합 자가발전소에서는 산업폐기물(목재)을 소각하여 에너지 생산</li> </ul> </li> <li>• 에너지 효율성 제고               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미세한 바람을 이용할 수 있도록 특수 굴뚝을 설치하여 실내 환기와 건물내부의 온도조절</li> <li>- 모든 주거용 공간은 남쪽에 배치, 3중 유리 설치</li> </ul> </li> <li>• 절수 및 재활용성 증진               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빗물과 오수의 정화수는 절수화장실과 옥상정원 관리에 활용</li> <li>- 건축물 자재는 재활용이 가능한 자원을 활용, 건축부지에서 35마일(약 56km) 이내에 있는 지역자재를 공급받음(단지 내 건축자재의 52%)</li> <li>- 실제로 단지 건설에 사용된 강철 중의 90%는 브라이튼 역에서 재활용 됨</li> <li>- 단지 내 건축자재의 15%가 재활용 또는 재생자원 사용</li> <li>- 모든 가정에 재활용 쓰레기통이 마련, 주민들의 재활용을 적극 장려</li> </ul> </li> </ul>

단지를 조성한 다음해부터 생태적 영향을 최소화하도록 설계된 베드제드의 성과에 대한 모니터링 결과, 이미 일부항목에서는 목표치를 달성했거나 근접하고 있었다.

39) 국토연구원, 국토정책 Brief “탄소제로도시 건설을 향한 영국 베드제드의 혁신사례와 시사점”, 2008



<그림 4.34> 베드제드 내 주택의 에너지 관리 시스템



<그림 4.35> 베드제드 제로 에너지 주택단지

(표 4.64) BedZED의 costs and savings

대상	내용			
개발자	건설비용	열	352,750	
		교통수단	12,385	
		전기	12,878	
		재생가능 자원	열병합 발전(목재)	77,022
			태양광	25,007
		물	물 저장설비	3,720
	빗물, 오수 정화설비		87,446	
			571,208	
	잠재적 이익	생활의 질	480,000	
		계획집행이익(Planning Gain)	208,800	
		688,800		
거주자	비용감소	열	1,016/yr	
		전기	959/yr	
		물 저장설비	1,872/yr	
			3,847/yr	
	부가가치	생활의 질	qualitative	
환경	CO2 저감량	열	18.3 tonnes/yr	
		교통수단	46.8 tonnes/yr	
		전기	6 tonnes/yr	
		재생가능자원	열병합(목재)	70 tonnes/yr
			태양광	1.5 tonnes/yr
			142.6 tonnes/yr	
절수량	물 저장설비	825 m3/yr		
	빗물/오수 정화설비	400 m3/yr		
	합계	1,025 m3/yr		

자료) BioRegional solutions for sustainability, <http://www.bioregional.com/>

2006년 12월 영국은 베드제드 생태주거단지를 모델로 2016년까지 전국의 모든 신규주택을 탄소제로로 건축할 것을 제안하였고, 2007년 5월에는 친환경주택 10만호 건설 계획을 발표하였다.

영국의 BedZED는 기존의 지역을 개발하는 것과는 달리, 처음부터 제로에너지화를 목표로 건설한 주택단지이다. 주택 중 1/3은 저소득층에게 임대되고, 30%는 Peabody Trust와 입주자 공동 소유, 40%는 일반인에게 분양하였다. 신재생에너지를 사용하려면 일반 주택이나 도시건설보다 상대적으로 많은 비용이 소요되기 때문에 보조금, 인센티브 등 다양한 형태의 실질적인 보장방안이 필요하다. 실제로 BedZED의 경우 공급가격 상승이라는 부담이 있었지만, 지역계획 위원회에서 용적률에 인센티브를 주었고, 준 공공기관인 Peabody Trust에서 전폭적으로 지원하여 가능하였다.

(표 4.65) BedZED의 자원절감 효과

항 목	감축목표	2007년 기준 감축효과
실내난방	90%	88%(73%)
온수	33%	57%(44%)
전력	33%	25%
수도	33%	50%
개인차량운행 (화석연료사용)	50%	65%
건축자재	친환경적 건축자재의 사용으로 전체 환경영향의 약 25% 감소	

자료) BioRegional solutions for sustainability, <http://www.bioregional.com/>

## 제8절 국내외 바이오매스 정책의 시사점

세계 각국은 신기후체제(post-2020)마련을 위한 협상을 본격화하고 있으며, 기후변화협약 등의 이행을 위해 다양한 정책을 개발하고 시행하고 있다.

EU는 2009 재생가능에너지지령(Renewable Energy Directive)을 제정하고 유럽 각국은 본 지령에 따라 국가별 실행계획을 수립하여 추진하고 있는데, 2020년까지 전체 소비에너지의 20%를 재생에너지로 충당하고 수송연료의 10%는 재생에너지를 사용할 것으로 명시하는 등 바이오연료 및 바이오에너지 사용비율의 목표치를 설정하고 다양한 바이오에너지 및 연료의 기술개발과 활용에 매진하고 있다. 이에 따라 바이오에너지의 생산량은 꾸준한 증가추세에 있으며 2세대 바이오연료의 경우 생산량이 2012년 대비 2013년에는 10억리터가 증가 하였다.

또한 EU는 모든 종류의 재생에너지원으로부터 재생에너지를 생산할 수 있는 기술의 발전을 국가 목표로 하여야 함을 명시함에 따라 에너지작물, 유기성폐자원, 목질계 바이오매스 등 다양한 바이오원료를 활용한 기술이 개발되고 있다.

미국과 브라질을 중심으로 한 북남미의 경우 넓은 토지와 자연환경을 가진 자국의 환경상황을 고려한 바이오에탄올 생산 및 정제기술개발에 집중적인 투자가 이루어지고 있다. 미국의 바이오매스 정책의 기반이 되는 법령은 “Biomass R&D Act of 2000” 인데, 미국내 바이오매스

와 관련된 모든 기술개발, 상용화 및 보급전반을 다루고 있다. 브라질은 ‘국가에너지 기본계획’ (2007)을 바탕으로 신재생에너지 정책을 추진하고 있는데, 2012년 이후 수정된 계획에 따르면 추가적인 원자력 건설은 전면 재검토하고 신재생에너지 분야를 확대하고 있고, 대규모 사탕수수 재배를 통한 에탄올 생산을 통해 독보적인 지위를 차지하고 있다.

일본의 경우 역시 농업자원의 활용을 통한 에너지 안보 측면보다는 환경적 이득을 추구하는 데 중점을 두고 있는 만큼 에탄올에서 에테르 기반의 바이오연료로 향하고 있다.

그러나 OECD국가들에서의 바이오연료 및 바이오에너지의 경우 특정 바이오연료의 경우 산림벌채를 일으키고 원료생산에 농지를 활용해 식량자원 및 사료생산과의 경쟁 등으로 인해 많은 비판을 받고 있으며, 따라서 정책적으로 바이오연료는 원료측면에서 식량자원과의 차별성이 있어야하며, 생물다양성을 보존하며, 토지이용의 효율성을 보장할 수 있어야한다는 대전제를 가지고 있다.

중국, 인도를 중심으로 한 비-OECD국가들에서의 신재생에너지생산 또한 급격한 증가추세를 보여주고 있는데, 기술개발을 바탕으로 한 고급바이오연료 생산보다는 현재까지는 1차 바이오연료의 생산 의존성이 높다. 기후변화를 대비하기 위해 바이오연료의 기술개발, 생산 및 소비 정책을 추진하는 EU와 미국 등 OECD국가들에 비해 이들 국가들에서의 1차 바이오연료의 생산 및 활용 활성화는 타 연료에 비해 쉽게 접근이 가능하고, 에너지화에 고도의 기술이 필요하지 않다는 장점 때문인 것으로 판단된다.

국의 바이오매스 정책의 특징을 정리하면 다음과 같다.

첫째 기후변화법과 관련 규정을 제정하고 지속적인 추진을 하고 있는데, 특히 중앙 및 지방정부에 대한 강제의무를 부여함으로써 온실가스 저감을 위한 강력한 정부의 실천의지를 보여준다.

둘째로 타 신재생에너지 기술에 비해 바이오에너지에 대한 의존도가 상대적으로 높다는 것이다. 이는 바이오매스가 가지고 수급 및 공급 잠재성뿐만 아니라, 현재의 기술개발 수준에서 볼 때 가장 현실적인 대안이 될 수 있다는 판단 때문이다.

셋째는 바이오매스가 가지고 있는 태생적인 한계점을 인식하고 이를 해결하고자 노력하는 점이다. 바이오에너지 개발을 위해 현재 전 세계적으로 부각되는 다양한 문제들(식량자원, 환경파괴, 생물다양성 등)을 인식하고 바이오에너지 관련 정책을 수립과정에서부터 반드시 준수해야 할 기본원칙을 강제함으로써 이러한 문제들을 해결하고자 하고 있다.

이와 같이 바이오에너지의 육성을 위한 각국의 정책은 자원의 활용과 에너지 안보, 산업계의 적응성, 환경적 효과 등 다양한 측면에 따라 다르게 선택하고 집중하는 것을 볼 수 있다. 이러한 사례들에 따르면 자국에 적합한 바이오에너지를 찾아내는 과정이 정책의 시행에 선행되었다고 볼 수 있겠다<sup>40)</sup>.

국내에서 바이오디젤은 산업자원부 고시인 바이오디젤 시범보급사업 추진에 관한 고시에 따라 에너지이용효율의 향상을 위해 바이오디젤의 이용보급을 확대할 필요가 있다고 인정하고, 이의 시범 보급사업을 효율적으로 추진하는 정책을 마련하고 있다. 여기서 ‘바이오디젤’이라 함은 식물성 유지(油脂; 쌀겨, 폐식용유, 대두유, 유채유 등)와 알코올을 반응시켜 만든 지방산(脂肪酸) 메틸에스테르로서 순도가 95% 이상인 것을 말한다.

40) 참고) 환경정책평가연구원 <환경포럼> 바이오에너지 해외현황과 시사점

하지만 바이오연료 정책의 전략적 목표는 명확해 보이지 않는다. 농업자원의 활용을 통한 농업과 연료산업의 시너지 효과가 주목적인지, 아니면 환경적 이득과 산업계의 특성을 반영하는 것이 주가 될 것인지에 대해서 구체적 방안이 마련되어 있지 않다. 물론 어떤 전략을 갖든 지간에 수송부문의 연료를 바이오연료로 전환하여 기존의 화석연료가 갖는 부작용을 해소하기 위한 대안에너지로서 큰 역할을 할 수 있을 것임은 확실하다. 다만 전략적 목표를 확실하게 함으로써 정책의 효과성을 높일 수 있다는 점에서 이러한 부분은 고민할 필요가 있다. 또한 바이오연료 정책을 포함하는 신재생에너지 정책이라는 것이 지역의 특성과 유기적으로 통합되어 마련될 때 막대한 시너지 효과를 얻을 수 있다는 것을 인식해야 한다. 더구나 바이오연료는 그 특성상 다른 신재생에너지에 비해 지역적 적합성에 따른 성취도가 더욱 크다. 특히 미국의 사례에서 보듯 각 주(state)의 특성에 맞게 지역별로 다양한 정책이 개발되었다는 점이 주목할 만하다. 따라서 본 보고서의 내용을 실용화하여 국내지역에 적합한 바이오피아 구축을 국가 정책으로 추진하기 위해서는 농촌지역사회와 그에 적합한 바이오에너지에 관한 선행연구가 절실하다. 또한 농업개방의 압력으로 쌀시장 개방에 대비하여, 쌀 산업의 대안으로서의 바이오연료 산업을 농촌사회에서 육성하는 방안도 고민할 필요가 있다. 현재 진행되고 있는 바이오디젤 정책과 더불어, 이와 같은 활발한 바이오에너지 연구를 통해 지역 적합성을 찾아내어 국내 지역에 맞춘 바이오피아를 구축한다면 기존의 정책보다 훨씬 더 큰 효과성을 발휘할 수 있을 것이다.

## 제5장 국내 바이오매스 이용 기술 체계

### 제1절 바이오매스 이용 기술 체계

#### 1. 물질 자원화

##### 가. 물질자원화 기술체계

물질자원화는 바이오매스 물질 자체를 자원으로 이용하는 방식으로 퇴비, 액비, 사료화 가 가장 일반적인 물질자원화 기술이다. 최근에는 소재로서의 가치가 없는 찌투리의 목재를 서로 붙여 집성목을 생산하거나 톱밥으로 분쇄한 뒤 판넬로 가공하는 기술사례가 있으며, 바이오매스를 플라스틱으로 가공하는 기술이 개발 되고 있다. 이러한 물질자원화 기술로 생산되는 제품은 농업분야에 토양개량제나 화학비료 대체재, 가축사료, 건축자재, 포장자재로 이용되고 있으며, 저가의 바이오매스를 활용하여 부가가치의 제품을 개발할 수 있다는 점에서 장점이 있다.

(표 5.1) 물질자원화 기술의 종류

기술	원료	제조물	효과
퇴비화	가축분뇨, 음식물쓰레기	퇴비	토양개량제
액비화	가축분뇨	액비	화학비료대체
사료화	음식물쓰레기, 초본계	사료	배합사료 대체
목질소재화	목질계	제품원료(집성목, 보드 등)	목재이용 효율화
바이오매스플라스틱화	목질계, 초본계	바이오매스플라스틱	부가가치 상품화

##### 나. 물질자원화 주요 기술내용

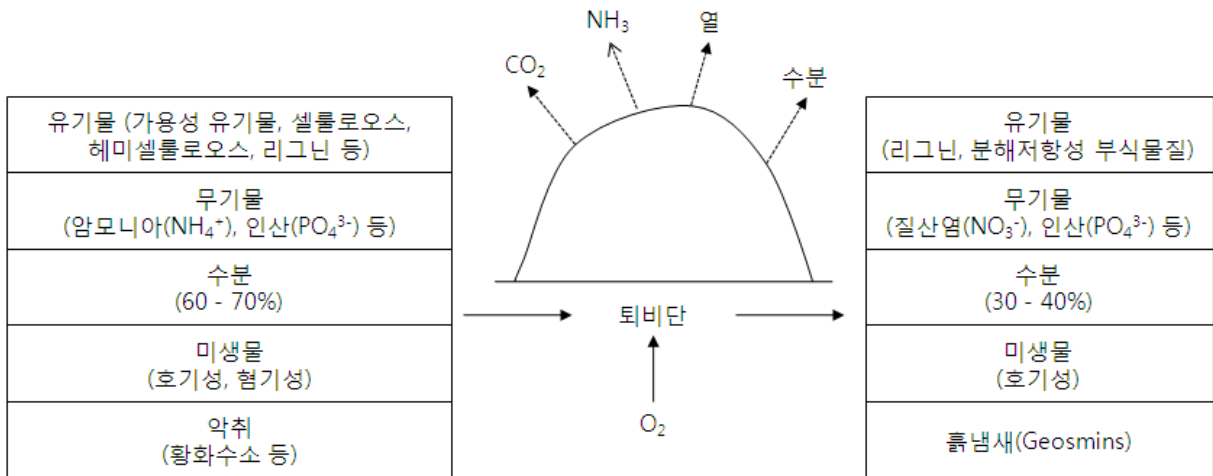
###### (1) 퇴비화

###### (가) 퇴비화의 원리

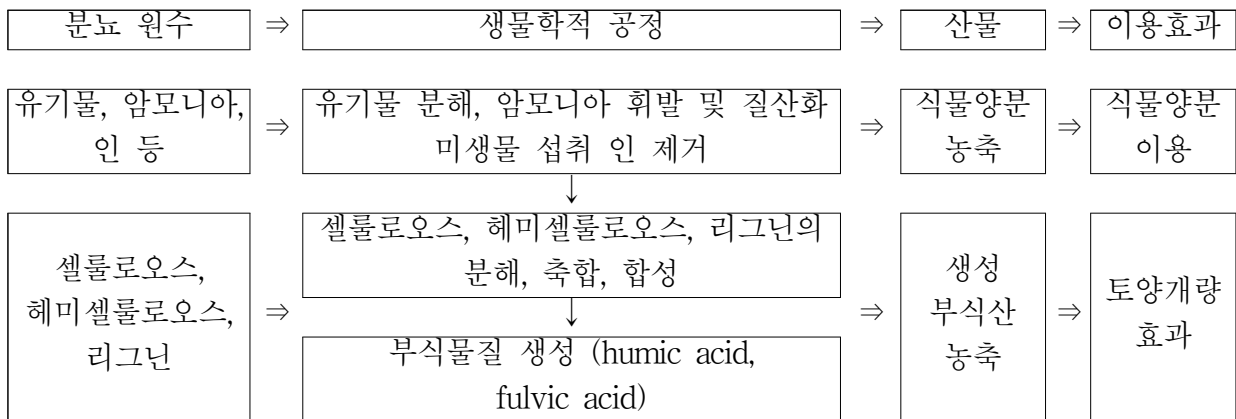
퇴비화 과정에는 호기성 또는 혐기성 미생물이 모두 관여하지만 일반적으로 퇴비화 과정은 호기성 미생물에 의한 호기성 발효를 목표로 한다. 퇴비화 과정은 가축분뇨와 혼합원료 중의 유기물이 충분히 부숙되어 생물학적, 화학적, 물리적으로 안정화되는 과정으로 퇴비화가 진행 중에 가축분뇨 중의 유기물은 호기성 미생물의 먹이로 이용·분해되어 열과 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)로 방출된다. 따라서 퇴비화 과정에서 퇴비단의 온도는 호기성 미생물에 의해 60~70℃까지 상승하고 증발과 휘산에 의해 수분함수율과 악취가 감소하여 취급이 용이해지고, 가축분뇨 중의 잡초종자와 병원균이 사멸하여 안정화 된다.

퇴비원료 중의 유기물은 호기성 미생물이 이용하기 쉬운 탄수화물, 지방, 단백질과 같은 가용성 유기물부터 분해되고 다음에는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌으로 순차적으로 분해

되고, 이 과정에서 최종적으로는 미분해된 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌의 성분이 남게 되고 호기성 미생물에 의해 분해·축합·합성의 과정을 거쳐 생물학적, 화학적, 물리적으로 안정한 분해저항성을 가지는 부식 물질(humic material)이 형성된다. 또 황화수소 등 황화합물을 주성분으로 하는 악취성분은 휘산되고 토양방선균의 활성이 증대되어 충분히 부숙된 퇴비는 특유의 냄새인 흠냄새(geosmine)를 발산한다.



<그림 5.1> 퇴비화의 원리(장기운, 1995)



<그림 5.2> 호기성퇴비화이 원리

### (나) 퇴비화 공정의 종류

퇴비화 과정은 호기적 과정으로 호기성 미생물의 우점화를 위해서 많은 양의 산소 공급이 요구, 퇴비화 초기단계에서는 산소 요구도가 크고 호기성 발효에 따른 발열량이 크며, 퇴비화가 진행될수록 가용성 유기물의 양이 줄어들고 산소요구도가 감소한다. 퇴비화 초기 산소공급을 제한하면 퇴비화 과정이 느리게 일어나며, 퇴비단 내부에 혐기성 미생물의 번식으로 악취물질의 발생이 증가한다. 퇴비단 내부의 공극에는 최소한 5% 이상의 산소농도가 요구되며, 공기



중에는 약 21% 산소가 포함되어 있으나 퇴비단 내에 활발한 호기성 미생물의 활동으로 산소 농도가 대기보다 낮게 나타남, 만약 퇴비단 내부로 공기를 공급하지 않으면 곧 산소는 고갈되고 퇴비단은 혐기적 상태로 변화한다. 퇴비단에 산소를 공급하기 위해서는 퇴적 퇴비단에 송풍기를 사용하여 공기를 불어 넣거나 정기적으로 교반을 실시, 이때 퇴비단 내의 산소농도는 송풍기의 가동시간과 교반 횟수에 영향을 받는다.



퇴적 송풍식

퇴적 기계 교반식

밀폐형 기계 교반식

<그림 5.3> 송풍·교반방식에 따른 퇴비화공정의 분류

## (2) 액비화

### (가) 액비화의 원리

가축분뇨 액비는 가축의 사육과정에서 배출되는 분, 뇨, 세척수의 혼합물을 수집, 저장하고 병원성 미생물 및 잡초종자를 사멸시켜 위생적, 농업적으로 안정화된 액상의 비료를 말한다. 액비화의 방법은 호기성 액비화와 혐기성 액비화로 분류할 수 있으며, 호기성 액비화는 폭기 및 공기 교반을 통해 산소를 접촉시키고 호기성 미생물을 우점화 시키는 방법으로 원리상 퇴비화와 동일하다.



호기성(간헐폭기)

호기성(연속폭기)

혐기성(혐기소화조)

<그림 5.4> 액비화공정의 분류

혐기성 액비화는 외부 공기와의 접촉을 차단하여 혐기성 미생물을 우점화 시켜 이용하는 방법으로 두 방법은 유기물을 분해.이용하는 미생물의 종류에서 큰 차이를 보이지만 최종 산물인 액비의 생산과 이용 측면에서는 동일한 목적을 가진다. 가축분뇨 액비는 이용목적에서 토양개량보다는 비료성분공급을 위해 사용되며, 따라서 액비화는 가축분뇨 중의 비료성분을 작물

에 공급하기 좋은 상태로 만드는 과정으로 “가축분뇨 중의 유기물이 호기성 또는 혐기성 미생물에 의하여 분해되고 비료성분이 무기화되는 생화학적 반응 과정”이다.

액비화의 목적은 퇴비화와 마찬가지로 ① 가축분을 위생적으로 안전하게 처리하고, ② 생산한 액비는 화학비료 대체제로 이용하며, ③ 그 최종 물질은 환경에 악영향을 주지 않도록 하는데 있다.

### (나) 호기성 액비화

가축분뇨를 교반하면서 공기를 공급 액비저장조의 바닥 또는 측면에 공기 송풍기와 산기관을 설치하여 주기적으로 폭기 또는 산기시킨다. 농가에서는 전력비를 절감하기 위하여 액비를 충분히 저장시켜 혐기적으로 처리한 후 살포 직전 폭기시켜 악취물질을 휘산시킨 후 사용하는 경우도 있다. 호기성 액비화 과정은 퇴비화 과정과 동일하게 호기성 미생물에 의해 유기물이 분해되고 안정화가 진행된다. 액상의 가축분뇨는 호기성 미생물이 액중의 용존산소를 쉽게 이용하여서 액중에 용존산소가 거의 없기 때문에 공기를 액중에 강제적으로 공급하는 폭기처리가 반드시 필요하다. 호기성 액비화의 폭기방법에는 간헐폭기 방식과 연속폭기 방식이 이용되고 있으며, 호기성 액비화는 분뇨중의 가용성 유기물의 분해를 촉진시켜 단기간에 완숙된 액비를 제조할 수 있다는 장점이 있으나, 폭기 중에 질소성분의 손실이 크기 때문에 액비의 비료 가치가 측면에서는 불리한 면이 있다. 호기성 액비화를 위한 미생물의 영양원은 분뇨에 포함되어 있는 유기물로서 액비화 과정에서 미생물이 최초로 활동하기 위해서는 적당한 온도가 유지되어야 하며, 일단 미생물이 유기물을 분해하면 분해될 때 발생하는 열로 온도가 상승되므로 그 이후로는 외부에서 특별히 가온할 필요는 없다.

### (다) 혐기성 액비화

혐기성 액비화는 혐기성 미생물의 작용에 의하여 유기물이 소화 혐기성 미생물에 의한 유기물의 분해과정을 소화(digestion)라고 하며, 이는 호기성 미생물이 유기물을 에너지원으로 사용하고 열과 이산화탄소를 생산하는 것과 달리, 혐기성미생물은 동물 장기 내에서도 비슷하게 유기물을 단계적으로 분해하면서 발효(fermentation) 과정을 통해 산물을 생산하기 때문이다. 혐기성 소화 과정과 대비하여 일반적으로 호기성 분해과정은 유기물의 안정화(Stabilization) 과정이라고 한다. 유기물과 영양원이 있는 액상에서는 용액 중에 용존되어 있는 산소를 호기성균이 소모하고 대기 중의 산소가 액상으로 용해되는 속도보다 호기성균의 산소 소비량이 클 때 액상은 혐기상태가 되며, 혐기성소화는 단계적으로 서로 다른 종류의 미생물에 의해 진행된다. 첫 번째는 유기물 중의 탄수화물, 지방, 단백질을 단당류, 지방산, 아미노산 등 가용성 물질로 전환되며 이를 가수분해(hydrolysis) 단계라 한다. 두 번째는 가수분해 단계에서 생산된 가용성유기물을 이용하여 휘발성 지방산류(volatile fatty acids)와 알콜류를 생성하는 산 생성(acid production)단계이며, 다음으로는 전단계에서 생산된 다양산 휘발성 지방산과 알콜을 이용하여 초산(acetic acid), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수소(H<sub>2</sub>) 가스를 생산하는 초산생성(acetogenesis) 단계가 있으며, 최종적으로 전 단계에서 생산된 산물을 이용하여 CH<sub>4</sub>를 생산하는 메탄 생성단계가 있다. 혐기성 액비화 과정은 기능을 달리하는 서로 다른 미생물들이 균형을 이루어 공존하며, 이 과정에서 가용성의 유기물은 분해되고 난분해성의 유기물이 남게 된다. 이와 같이 고

분자 유기물이 공기가 없는 상태에서 분해되는 과정을 혐기성 소화(anaerobic digestion)라고 하며, 따라서 혐기성 액비화 공정은 메탄가스 발생을 수반하기 때문에 메탄발효(methane fermentation)라고도 하며, 혐기성 소화가 완료되면 호기성 액비화와 동일하게 악취가 저감된 안정한 액비를 제조할 수 있다.

(표 5.2) 혐기성 액비화의 단계별 미생물반응

1단계	가수분해(hydrolysis) 반응 탄수화물 → 단당류, 지방 → 지방산, 단백질 → 아미노산
2단계	산 생성(acid production) 반응 단당류 + 지방산+ 아미노산 → 휘발성 지방산(Volatile fatty acid)류, 알콜류
3단계	초산 생성(acetogenesis) 반응 휘발성지방산 류+ 알콜류 → 초산(acetate)
4단계	메탄 생성(methane production) 반응 - 초산 이용 메탄생성반응(acetoclastic methanogenesis) Acetate → CH <sub>4</sub> + CO <sub>2</sub> - 수소이용 메탄생성반응(hydrogenotrophic methanogenesis) H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> → CH <sub>4</sub> - 메틸기 이용 메탄생성반응(methyltrophic methanogenesis) Methanol → CH <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O

(라) 가축분뇨 액비의 이용

가축분뇨 액비의 품질관리는 농촌진흥청 고시 「비료공정규격 설정 및 지정」에서 부산물 비료 중 가축분뇨발효액으로 지정 관리하고 있으며, 유효성분으로서 질소, 인산, 칼리 함량 및 유해성분으로서 중급속류와 미생물류의 항목을 설정하고 있다. 또한 농식품부에서는 「가축분뇨자원화 및 이용 촉진에 관한 규칙」을 제정하여 가축분뇨 퇴비, 액비의 유통·살포와 관련한 생산자의 구성, 생산조직의 운영, 살포기술 지도 등에 관한 사항들을 규정하고 관리하고 있다. 액비살포는 토양 표면살포와 지중 주입식 살포기가 활용되고 있으며, 현재 국내에서는 분무식과 토양표면 살포기가 이용되고 있으나, 표면살포의 경우 악취에 의한 민원이 제기되기 때문에 주거지역 인근에서는 활용이 제약된다.

액비살포시에는 ① 액비가 흘러내려 환경오염을 유발하지 않도록 조치 후에 살포하며, ② 악취가 많이 나지 않는 충분히 부숙된 액비를 사용 ③ 시용 대상은 초지나 사료작물 등 비식용작물 포장과 과수 등 영년생 작물재배 포장의 시용을 원칙 ④ 시용기준은 작물별 질소 시비량 수준을 최대 살포 허용량으로 하며 추비는 화학비료 사용을 원칙으로 함 ⑤ 동절기 및 장마기에는 환경오염 우려가 있으므로 액비사용을 금지 ⑥ 살포 후 경운 및 로타리 작업을 하여 악취 발생과 확산을 방지 ⑦ 액비시용시에는 3년마다 토양검정을 실시하여 염류집적 등 토양오염 문제를 사전에 방지하여야 한다.

(표 5.3) 가축분뇨 액비의 비료공정 규격

구분	내용
비료의 종류	가축분뇨발효액
규격의 함량 (%)	질소전량, 인산전량, 칼리전량 각각의 성분 합계량 0.3 %이상, 각 성분별 함량 보증할 것
함유할 수 있는 유해성분의 최대량	비소 5mg/kg, 카드뮴 0.5mg/kg, 수은 0.2mg/kg, 납 15mg/kg, 크롬 30mg/kg, 구리 50mg, 아연 130mg/kg, 니켈 5mg/kg 다음 병원성미생물은 불검출 : 대장균 O157:H7 (Escherichia coli O157:H7), 살모넬라(Salmonella spp.)
그 밖의 규격	염분(NaCl): 0.3 %이하, 수분함량: 95 %이상
비 고	충분한 발효시 까지 저장 살포할 경우에는 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙」 제13조 별표 4액비의 살포기준에 따라 살포하여야 한다. 농경지밖으로 유출금지

자료 : 비료공정규격 설정 및 지정 별표 3



액비살포

이동식 액비이송관

액비 지면살포기

<그림 5.5> 가축분뇨 액비의 살포 및 이용

## 2. 에너지 자원화

### 가. 에너지자원화 기술체계

바이오에너지의 종류에는 크게 고체바이오에너지, 액체바이오에너지, 기체바이오에너지로 구분 할 수 있다. 고체바이오에너지에는 펠릿, 장작, 농산부산물, 목탄 등이 있고, 액체바이오에너지에는 바이오에탄올, 바이오디젤, 바이오항공유 등이 있다. 기체바이오에너지에는 바이오가스, 바이오메탄, 바이오수소 등이 있다. 이러한 고체, 액체, 기체 바이오에너지를 생산하는 기술이 에너지 자원화 기술이다. 에너지 자원화 기술은 크게 물리학적 변환, 열화학적 변환, 생물화학적 변환 기술로 구분할 수 있으며 기술별로 연구단계에 있는 기술부터 상용화가 진행되고 있는 기술까지 다양한 기술 수준을 지닌다. 이들 바이오에너지 전환기술 중 물리학적 전환기술

인 고체연료화는 이미 상용화 단계에 있는 기술로서, 목재칩, 목재펠릿 등의 제품이 상용화되어 있다. 열화학적 전환기술인 고체연료화 기술은 탄화, 반탄화, 수열탄화의 방법으로 고체연료를 생산하는 기술로 탄화과정에서 발생하는 가스를 에너지로 전환시켜 고체연료의 생산에너지로 활용하는 특징이 있고, 가스화는 목질 등의 바이오매스로부터 합성가스를 발생시켜 발전과 열 생산에 이용하는 기술이다. 열화학적 변환기술 중 직접연소와 탄화에 의한 고체연료화 기술은 상용화 단계이나 이외의 열화학적 변환기술은 연구 및 실증 단계의 기술로 향후 지속적인 연구개발이 요구되는 기술들이다.

(표 5.4) 바이오에너지의 종류 및 범위

구분		범위		비고
고체 바이오 에너지	성형 고체 바이오연료	펠릿, 브리켓, 성형탄		
	비성형 고체 바이오연료	목질계	장작, 목재칩, 호그 등	
		임산부산물	톱밥, 잣껍질, 잔디예초물 등	
		농산부산물	벼짚, 보릿짚, 밀짚, 왕겨, 유채대, 콩대, 땅콩껍질 등	
		유기성 폐기물	폐목재, 펄프·제지슬러지, 흑액, 하수슬러지 등	
열분해 고체 바이오연료	목탄(숯), 바이오차 등			
액체 바이오 에너지	휘발유대체 바이오연료	바이오에탄올, 바이오부탄올, 바이오 F-T가솔린, 에스터계 바이오연료, 바이오 ETBE 등		
	경유대체 바이오연료	바이오디젤(FAME), 수첨바이오디젤(HBD), 바이오 DME, 바이오 F-T디젤, 목질계 디젤 등		
	기타 액체 바이오연료	천연식물성유지(PVO), 액화 바이오메탄, 바이오 항공유 등		
기체 바이오 에너지	매립지 가스	바이오가스, 바이오메탄		쓰레기 매립장의 유기성 폐기물을 변환
	하수슬러지 가스	바이오가스, 바이오메탄		하수슬러지를 변환
	기타 혐기소화가스	바이오가스, 바이오메탄, 바이오수소		기타 농산부산물 및 유기성 폐기물을 변환
	합성가스	합성가스		바이오매스를 열화학적 으로 변환

자료 : 바이오에너지 기준 및 범위 설정에 관한 연구, 2013, 산업통상자원부

생물화학적 전환기술인 메탄발효와 수소발효는 하수오니, 음식물쓰레기, 가축분뇨 등을 이용하여 기체상의 바이오가스(메탄), 바이오수소를 생산하는 기술이다. 메탄발효 기술은 실용화 보급단계의 기술이며, 수소발효는 연구단계의 기술이다. 메탄발효에 의해 생산되는 바이오

가스는 일반적으로 매립지에서 발생하는 매립지 가스, 하수슬러지를 혐기소화시켜 생산하는 하수슬러지 가스, 음식물쓰레기 및 각종 농산 부산물을 혐기소화시켜 생산하는 농산부산물 혐기소화 가스로 구분할 수 있다., 이들 바이오가스는 저장성의 연료로서 활용이 가능하고 발전기를 통해 전력과 열로 전환시키거나, 또는 보일러를 통해 온수로 활용하거나 바이오가스 중의 이산화탄소와 기타가스를 제거하는 고질화 과정을 통해 가스연료 또는 수송용 연료로 활용이 가능하다. 생물학적 변환기술 중 메탄발효와 당질 및 전분질계 발효 기술은 상용화 수준의 기술이며, 수소발효, 셀룰로오스계 발효, 부탄올 발효는 연구 및 실증 단계의 기술로 평가되고 있다.

(표 5.5) 에너지 자원화 기술 개요

기술		원료	제조물
물리학적 변환	고체연료화	목질계, 초본계 등	칩, 펠릿 등
	직접연소(전소,혼소)	목질계, 초본계, 왕겨, 하수오니, 음식물쓰레기 등	열, 전기
열화학적 변환	고체연료화 ①탄화, ②반탄화, ③수열탄화	목질계, 초본계, 하수오니 등	고체연료, 바이오코코스
	가스화(전력,열이용)	목질계, 초본계, 하수오니 등	합성가스, 열, 전기
	수열가스화	목질계, 초본계 등	합성가스, 열, 전기
	가스화, 액체연료제조(BTL)	목질계, 초본계 등	액체연료 (메탄올 등)
	액체연료제조(에스테르화)	폐식용유, 유지작물	바이오디젤(BDF)
	급속열분해액화	목질계, 초본계 등	액체연료(BDF 등)
	수열액화	목질계, 초본계 등	액체연료(BDF 등)
	수소화분해	유지종자(자트로파 등)	경질탄화수소연료(경유 등)
생물 화학적 변환	메탄발효(습식,건식)	하수오니, 축산분뇨, 음식물쓰레기 등	바이오가스, 열, 전기
	수소발효	식품폐기물 등	바이오가스, 열, 전기
	당질, 전분질계 발효(제1세대)	규격 외 농산물, 음식물쓰레기	바이오에탄올
	셀룰로오스계 발효(제2세대)	셀룰로오스	바이오에탄올
	부탄올발효	당질, 전분질계, 초본계 등	바이오부탄올

(표 5.6) 에너지 자원화 기술(1/3)

기술		기술의 현황	기술적과제
물리 학적 변환	고체연료화	- 목재를 절단·파쇄한 칩, 분쇄 후 압축 성형한 펠릿, 목분류를 원료로 한 RDF(Refuse Derived Fuel), 하수슬러지를 건조 성형한 연료	- 칩, 펠릿 등의 제조비용 저감 - 규격, 표준화 추진 - 연소회의 유효 이용기술의 개발
열화 학적 변환	직접연소 (전소, 혼소)	- 목질, 하수슬러지 등의 바이오매스를 직접 연소해서 열로서 이용하는 기술, 또는 보일러, 발전을 하는 기술	- 에너지 이용효율 개선 - 바이오매스 혼소율의 향상을 위한 분쇄, 탈수, 혼합기술의 개발 - 연소기기의 저가격화 - 연소기기의 고성능화(열효율의 향상, 이용 가능한 연료의 함수율 향상) - 연소회의 유효 이용기술의 개발
	고체연료화 ①탄화 ②반탄화 ③수열탄화	① 탄화 : 목질 등의 바이오매스를 산소공급을 차단 또는 제한해서 400~900℃ 정도에서 가열하고 열분해에 의한 탄소 함유율이 높은 고체 생성물을 얻는 기술 ② 반탄화 : 목질 등의 바이오매스를 산소공급을 차단해서 200~300℃ 정도에서 탄화하기 전에 중저온으로 가열, 탈수하고 에너지 밀도와 내수성이 높은 고체 생성물을 얻는 기술, 하수오니 반탄화 기술은 상용화 단계 ③ 수열탄화 : 목질 등의 바이오매스를 300℃ 정도의 가압수로 탈수, 탈산소, 압밀작용으로 탄화하고 다시 슬러리화(액체화)하여 고밀도에서 고칼로리의 액체연료를 얻는 기술	- 탄소 함유율이 높은 고체 연료화 기술의 개발 - 제조비용의 저감 - 바이오매스 원료 발생지에서의 간이 이동식 제조기의 개발 - 부산물인 개질여액(목초액과 유사한 조성을 가지는 물질)의 이용기술 개발(수열탄화)
	가스화 (전력, 열이용)	- 목질 등의 바이오매스로부터 고온 (650~1,100℃) 하에서 수증기·산소 등의 가스화제를 이용해서 가스를 발생시켜 발전과 열생산에 이용하는 기술(하수슬러지는 상용화 단계) - 가스화로는 고정상, 유동상, 분류상이 있지만 고온화에 따라 가스(CO, H <sub>2</sub> )의 발생량이 증가하고, 타르(Tar)와 차(Char)의 발생량이 감소, 수증기, 산소 등의 가스화제의 사용에 따라서 타르(Tar)와 차(Char)의 발생량 제어가 가능	- 에너지 이용효율의 개선 - 타르(Tar) 등의 억제, 제거, 이용기술의 개발 - 소형 고성능 가스화로의 개발 - 가스화 원료 조정을 위해 효율적인 바이오매스 분쇄기술의 개발 - 내구성 있는 고효율 가스 이용설비(가스엔진 등)의 개발

(표 5.7) 에너지 자원화 기술(2/3)

기술		기술의 현황	기술적과제
열화학적 변환	수열가스화	- 초임계수(374℃, 220기압) 중에서 가수분해반응을 가속화되고 유기물이 효율적으로 분해되는 것을 이용하여 식품폐기물 등의 바이오매스를 가스화 하는 기술로 함유율이 높은 바이오매스를 유효하게 이용하는 것이 가능	- 에너지 이용효율의 개선 - 제조 안전성의 확립 - 가압장치와 가수분해 반응기 등 저가격화로 제조비용을 저감
	가스화, 액체연료제조 (BTL)	- 목질 등의 바이오매스를 수증기, 산소 등의 가스화제로 가스화하고, 생성된 가스로부터 촉매를 사용하여 액체 연료(메탄올, 디메틸에테르, 가솔린 대체연료, 제트연료 등)를 얻는 기술	- 제조비용의 저감(고효율 고선택성 촉매 개발, 저압 합성기술 개발, 고효율 가스 정제 기술 개발 등)
	액체연료 제조 (에스테르화)	- 폐식용유, 식물유에 메탄올과 알칼리 촉매를 가해서 에스테르 교환 등의 방법으로 바이오디젤 연료인 지방산 메틸에스테르(FAME)를 얻는 기술	- 제조비용의 저감 - 글리세린의 이용, 제거기술의 개발 - 저장안전성의 확보 - 신형 디젤차량(DPF와 NOX 제거차량)과의 적합성 확보
	급속열 분해액화	- 목질 등의 바이오매스를 500~600℃ 정도에서 가열해서 급속히 열분해시켜 유상 생성물을 얻는 기술, 생성물은 에너지 밀도가 낮은 산성이지만 액화연료로서 열전기 생산에 이용할 수 있고, 수소화 등으로 수송용 연료, 화학물질 원료의 제조가 가능, 순간가열에는 열사, 적외선, 마이크로파 등이 이용	- 열분해로의 저가격화 - 유상 생성물의 전환, 이용 기술의 개발 - 고부가가치 제품 제조기술의 개발
	수열액화	- 목질 등의 바이오매스를 고온고압의 열수에서 개질, 액상 생성물을 얻는 기술로서 생성물은 높은 점성과 산성을 띠,	- 제조비용의 저감 - 부산물 폐액 발생 억제, 이용기술의 개발 - 유상 생성물의 개질, 이용기술의 개발
	수소화분해	- 카놀라, 자트로파 등의 유지분을 원료로 해서 고온고압의 수소가스 환경 하에서 촉매를 이용한 분해, 수소화, 이성질화, 탈류 등 화학반응을 시키고 제트연료, 등유 등의 경질 탄화수소를 제조하는 기술	- 저비용화, 저에너지 투입기술의 개발 - 수소제조 설비의 저 비용화
생물화학 적 변환	메탄발효 (습식,건식)	- 하수슬러지, 가축분뇨, 식품폐기물 등의 바이오매스를 미생물로 혐기성 발효시켜 메탄가스를 발생시키는 기술로서 액상원료를 이용하는 습식과 수분함량 80%정도의 고형원료를 이용하는 건식이 있음, 메탄은 열과 발전에 이용하거나 도시가스와 자동차의 연료로 이용이 가능	- 폐기물 회수 시스템의 효율과 및 개선 (이물질 제거 등) - 고효율에서 안정한 발효, 메탄정제농축 장치의 개발 - 암모니아 억제, 제거기술의 개발(건식등) - 소화액, 건식잔사의 이용기술개발(비료, 사료 등) - 메탄이용방법의 확대(미정제가스의 이용기술 개발, 도시가스화를 위해 안정한 정제장치의 개발)
	수소발효	- 식품폐기물 등의 바이오매스를 가용화해서 수소 발효시킨 후에 메탄발효를 통해 에너지와 수소를 회수하는 기술	- 이단발효공정의 에너지회수율의 향상 - 원료변화에 대응하는 미생물 관리기술의 개발



(표 5.8) 에너지 자원화 기술(3/3)

기술		기술의 현황	기술적 과제
생물 화학 적 변환	당질, 전분질계 발효 (제1세대)	- 당질, 전분질의 원료를 효소로 당화하고 효모, 세균 등을 통해 에탄올 발효시켜 에탄올을 생산하는 기술	- 안정적으로 효율적인 영양원의 공급(질소원 등) - 전체 공정의 효율화, 저비용화, 환경부하의 저감(당화, 발효, 부산물 이용 등) - 원료의 저비용화, 다당화에 대응
	셀룰로오스 계 발효 (제2세대)	- 목질계, 초본계 셀룰로오스 원료를 가압 열수와 산, 알칼리, 당화효소 등을 이용해서 전처리, 당화시켜 에탄올 발효하는 기술	- 제조비용의 저감 - 셀룰로오스 구조 변환 등 전처리 기술의 개발 - 고효율, 저 비용화를 위한 효소 개발 - 다당 당질의 동시발효, 사육 미생물의 고온발효성 향상, 고체발효기술 등의 개발 - 최종 제품에 적합한 양질의 당을 얻기 위한 당화, 정제기술의 개발 - 전체 공정의 효율화, 저 비용화, 환경부하 저감(전처리, 당화, 발효, 증류 부산물 이용 등) - 리그닌을 이용한 고부가가치 제품의 제조기술 개발 - 초산발효와 수소화 분해를 통한 차세대 셀룰로오스 발효기술의 개발
	부탄올발효	- 당질, 전분질계 원료로부터 클로스트리디움(Chlostridium) 등의 편성혐기성균을 이용해서 아세톤과 부탄올을 생성시키는 발효기술(ABE발효)을 기본으로 하지만 현재는 유럽과 미국에서는 유전자조합 효모, 일본에서는 유전자조합 코리네균(Corynebacterium)을 통해 이소부탄올(Isobutanol)의 제조기술 개발이 추진 중에 있음, 일본에서는 기술적으로 연구·실증단계에 있으며 미국에서는 실증에서 상용화 단계로 이행 중)	- 제조비용의 저감 - 발효효율의 개선 - 당질, 전분계 이외의 원료를 사용한 발효기술의 개발

## 나. 에너지자원화 주요 기술내용

### (1) 바이오가스화

#### (가) 바이오가스의 정의

바이오가스(Biogas)란 유기물이 산소가 없는 극도의 환원(혐기성) 상태에서 혐기성 미생물(Anaerobic Micro-organism)에 의해 분해되어 발생하는 메탄(CH<sub>4</sub>)을 주성분으로 하는 혼합기체를 말한다. 바이오가스의 조성은 유기물의 종류, 혐기성 미생물의 활성, 생물화학적 혐기반응 조건에 따라 차이가 있으나 일반적으로 55~70%의 메탄, 30~40%의 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 그리고,

수소(H<sub>2</sub>), 황화수소(H<sub>2</sub>S), 암모니아(NH<sub>3</sub>), 수분(H<sub>2</sub>O), 각종 휘발성 지방산(Volatile Fatty Acid)으로 구성되어 있다. 바이오가스의 주성분인 메탄은 도시가스(천연가스)의 주성분이기도 하며, 메탄가스는 1 Nm<sup>3</sup><sup>41)</sup> 당 8,560 kcal의 저위발열량(LHV; Lower Heating Value)<sup>42)</sup>을 가지며, 약 65%의 메탄을 포함하는 바이오가스는 1 Nm<sup>3</sup>당 약 5,550 kcal의 저위발열량을 지닌다. 따라서 바이오가스 중의 이산화탄소와 기타 가스를 제거하고 메탄을 분리·정제하여 얻어지는 바이오메탄은 발열량이 높은 부탄(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)가스<sup>43)</sup>를 보조열원으로 추가함으로써 도시가스<sup>44)</sup> 수준의 열량을 가지는 수송용·저장성 연료로 전환이 가능하다.

(표 5.9) 바이오가스와 바이오메탄의 비교

구분	바이오가스	바이오메탄
조성	CH <sub>4</sub> (55~65%), CO <sub>2</sub> (30~40%), 기타가스(5%)	CH <sub>4</sub> (>95%), CO <sub>2</sub> 등(<5%)
열량	<5,550 (kcal/Nm <sup>3</sup> ) <sup>1)</sup>	최대 8,500 (kcal/Nm <sup>3</sup> ) <sup>1)</sup>
적용처	발전, 보일러	발전, 보일러, 산업체연료, 자동차, 철도차량, 석박연료, 가스배관망 연계
원거리 공급여부	불가능	가능(기체, 액체)
투자비규모	낮음	높음
수익성	낮음	높음
부가가치	낮음	높음

주1) 저위발열량 기준.

자료 : 김기동(2007)에서 자료수정

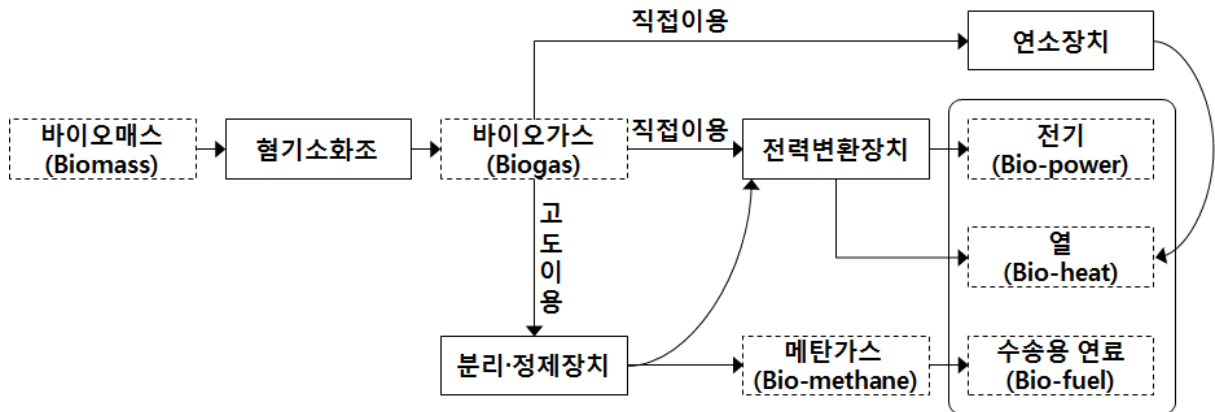
바이오가스는 바이오가스의 분리·정제과정 없이 기존 가스보일러를 이용해 직접연소가 가능하며, 가스엔진, 가스터빈, 증기터빈 발전기를 이용하여 전기에너지로 변환시킬 수 있다. 근래 독일의 경우 전력생산과 폐열회수를 동시에 진행하는 열병합 발전 우리나라는 가스엔진 발전기가 주로 보급되고 있으며 발전효율은 약 32%, 폐열 회수효율은 약 60%정도로 플랜트 내에 사용하고 남은 잉여전력을 판매하고 회수열은 소화조 가온과 인근지역의 난방열로 공급하는 사례가 많다. 우리나라의 경우는 바이오가스 플랜트의 보급이 활성화 되지 않아 회수열을 소화조 가온에만 제한적으로 사용하고 있으며, 바이오가스 중 메탄을 분리·정제하여 바이오메탄을 이용하는 경우에는 전력변환장치의 가동효율을 향상시킬 수 있다. 또한 압축과정을 거쳐 수송용·저장성 수송용·저장성 연료는 화석연료를 직접 대체할 수 있다는 측면에서 부가가치가 높은 연료로 활용가치를 높일 수 있으며, 또한 최근에는 연료전지기술과 접목하여 발전효율을 향상시키는 방법도 연구되고 있다

41) Nm<sup>3</sup>는 표준상태(0℃, 1기압)에서의 기체의 부피(m<sup>3</sup>)를 의미한다.

42) 열량계로 측정되는 총발열량을 고위발열량(Higher heating value)이라 하며, 고위발열량은 연소과정에서 연료중의 수소분이나 수분이 가스로 배출되는데 이러한 수분의 증발잠열을 포함한다. 이러한 수분의 증발잠열은 실제 연소열로 이용되지 않고 배기되므로 수분의 증발잠열을 감한 것을 저위발열량(Lower heating value)이라 한다.

43) 부탄의 저위발열량은 28,340 kcal/Nm<sup>3</sup>이다.

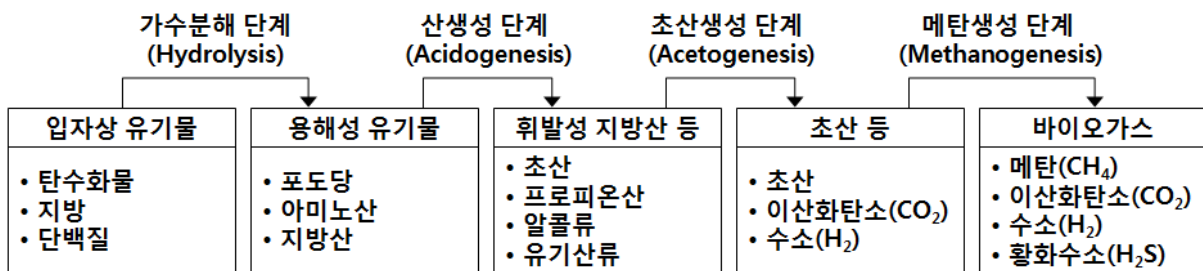
44) 도시가스(LNG)의 저위발열량은 10,550 kcal/Nm<sup>3</sup>이다.



<그림 5.6> 바이오가스의 에너지 이용 형태

### (나) 바이오가스 생산 원리

혐기소화조 내에서의 메탄 생산은 혐기성 미생물에 의해 진행되며 바이오가스 생산 단계는 기능적으로 네 단계로 구분할 수 있으며, 첫 번째 단계는 입자상의 유기물에 포함되어 있는 탄수화물, 지방 단백질과 같은 고분자 유기물이 가수분해 미생물에 의해 포도당, 아미노산, 지방산과 같은 단위 화합물로 분해되는 가수분해(Hydrolysis) 단계이고, 두 번째 단계는 단위 화합물이 미생물이 이용하기에 용이한 각종 휘발성 지방산, 알콜류, 유기산류로 분해되는 산생성(Acidogenesis) 단계, 세 번째 단계는 산생성 단계의 생성물을 메탄생성균이 이용하기에 용이한 초산(Acetic acid)과 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>로 전환시키는 초산생성(Acetogenesis) 단계, 마지막으로 초산생성 단계의 산물을 이용하여 CH<sub>4</sub>를 생산하는 메탄생성(Methanogenesis) 단계로 구분 할 수 있다.



<그림 5.7> 바이오가스 생산기작

메탄을 생성하는 메탄생성균은 산소에 매우 민감하고, pH 6.8~7.8, 산화환원전위 -300mV 인근의 극도의 환원상태에서 우수한 활성을 보이며, 혐기소화조에 산소가 유입되거나 갑작스런 유기물의 투입량 증가로 산생성단계가 활성화 되어 소화조의 pH가 낮아지는 경우 메탄생산은 직접적인 피해를 받을 수 있다. 따라서 안정적인 바이오가스 생산을 위해서는 지속적인 혐기소화공정의 모니터링과 유기물 투입계획의 수립이 중요하며, 특히 혐기성 소화 공정은 미생물이 환경조건(온도, pH, 독성물질 등)에 매우 민감하게 반응하고, 메탄생성 속도가 매우 느려 초기 혐기소화조의 안정화에 오랜 시간이 걸리는 등 공정운전에 세심한 주의를 요한다.

### (다) 바이오가스화 기술

바이오가스가 생산 기술은 혐기미생물의 미생물화학 반응 조건(온도, pH, 알칼리도 등)을 제어가 가능하도록 공정화 한 것으로 이러한 공정을 혐기성 소화(Anaerobic digestion) 공정이라 한다. 혐기소화 공정은 크게 혐기 미생물의 최적 온도, 유기물 원료의 수분특성에 따라 분류할 수 있으며, 환경공학적 측면에서는 혐기 반응기에서의 미생물 성장특성에 따라 혐기소화조 기술을 분류가 가능하다. 혐기성 소화 공정은 혐기 소화조 내 혐기미생물의 최적 활성 온도에 따라 저온(Psychrophilic, 20℃ 부근), 중온(Mesophilic, 35~40℃), 고온(Thermophilic, 55~60℃) 소화 공정으로 구분한다. 바이오가스 생산량과 원료의 가온 및 소화조 보온에 필요한 열량 등을 고려하는 경우 동절기 낮은 외기온을 가지는 우리나라의 경우 중온소화가 유리하나, 소화액의 유해 미생물 안전성, 유기물 분해효율 측면에서는 고온소화<sup>45)</sup>가 유리한 것으로 알려져 있다.

특히, 혐기 소화조의 현장적용에서는 유입원료의 수분특성에 따라 혐기소화조가 결정되며, 일반적으로 소화조로 유입되는 원료의 유기물 농도에 따라 습식(Wet, TS<sup>46)</sup> 0~10%) 건식(Dry, TS 10~20%), 고상(Solid, TS 25% 이상) 혐기소화 공정으로 구분한다. 습식 혐기소화조는 총고형물(TS) 함량 10% 이하로 설계·운전하며, 가정 하수, 식품산업 폐수, 양돈슬러리와 같이 상대적으로 낮은 유기물함량을 가지는 액상 또는 슬러리상의 원료를 혐기소화 하는데 이용된다. 건식 혐기소화조는 총고형물 함량 20% 이하로 설계·운전하며, 음식물 쓰레기, 음식물 폐수와 같이 슬러리(Slurry) 또는 고상(Solid)으로 발생하는 원료의 혐기소화에 이용된다.

최근 독일에서는 작물잔사, 가로수 낙엽, 정원 예초물 등 총고형물 함량 20% 이상의 고상 원료를 대상으로 고상 혐기소화 공정을 채택하여 보급하고 있으며, 고상으로 발생하고 유기성 폐기물의 경우 직접 혐기소화 하는 경우 건식 또는 고상 혐기소화 공정이 적합하나, 양돈슬러리 등 수분함량이 높은 원료와 병합하여 습식 혐기소화 공정을 채택하는 경우도 있다. 또한 유기성 폐기물의 처리 및 바이오가스 생산을 위하여 환경공학적 측면에서 고안된 혐기성 소화조는 매우 다양하며, 이러한 혐기소화조는 원료의 특성에 부합하면서 혐기미생물의 유실을 최소화시키고, 유기물의 분해율을 극대화시키는 방향으로 고안되었다. 혐기 미생물은 성장특성에 따라 혐기소화조 내에서 떠다니며 성장하는 부유성장 미생물, 혐기소화조 내의 매질에 부착하여 성장하는 부착성장 미생물로 나누어지며, 혐기소화조는 부유성장 미생물을 적용하는 경부 부유성장 반응기, 부착성장 미생물을 적용하는 부착성장 반응기로 분류한다. 이외에 혐기미생물 그라놀(granule)을 성장시켜 이용하는 상향류식 혐기 소화조(UASB; upflow anaerobic sludge blanket)와 부유성장과 부착성장의 미생물을 동시에 활용하는 혼성형(hybrid) 반응기가 있다.

45) 우리나라에서 가동 운영 중인 고온 혐기소화 플랜트는 (주)이지바이오 시스템에서 경남 창녕에 설치(2008년 10월 준공)한 시설이 유일하며, 그 외 시설은 중온 혐기소화를 채택하고 있다.

46) TS는 총고형물(Total solid)로 원료를 105℃ 건조하여 수분을 휘발시키고 남은 건조물의 양을 의미한다. TS는 휘발성 고형물(Volatile solid)와 고정성 고형물(Fixed solid)로 이루어져 있으며, 550℃에서 회화 후 남은 재(Ash)의 양을 FS로 하고 TS에서 FS를 제외한 부분을 VS로 한다. 일반적으로 VS는 원료 내 포함되어 있는 유기물의 양을 나타내며, FS의 양이 미미한 경우 TS를 유기물의 양으로 나타내기도 한다



<그림 5.8> 원료특성에 따른 혐기소화공정의 분류

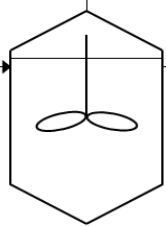
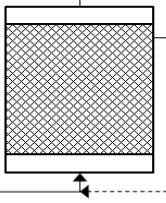
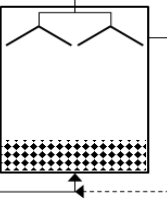
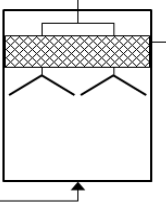


<고상혐기소화조>

<습식혐기소화조>

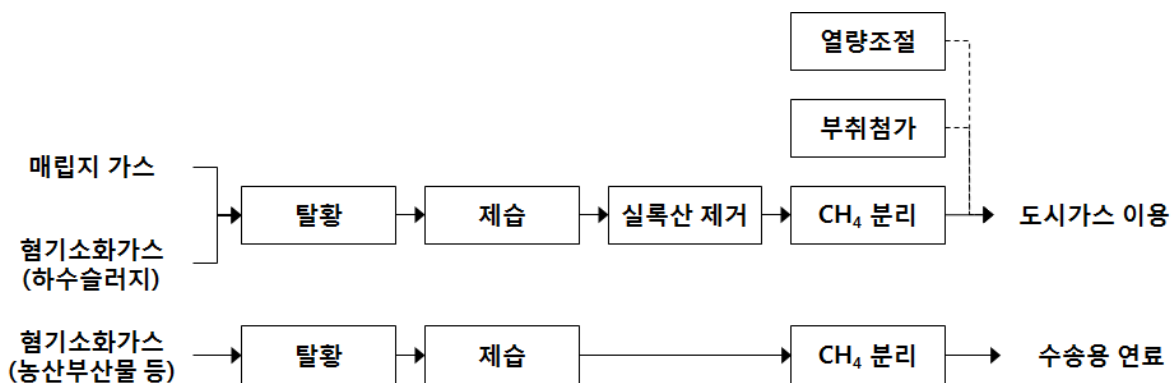
<그림 5.9> 고상혐기소화 사례

(표 5.10) 미생물 성장특성에 따른 혐기소화조의 분류

구분	부유 성장 완전혼합형	부착 성장 여재형	Granule 성장 UASB	부유/부착 성장 Hybrid형
공정개요	<p>바이오가스</p> 	<p>바이오가스</p> 	<p>바이오가스</p> 	<p>바이오가스</p> 
원료 특성	입자상, Colloid상 유기물	용해성 유기물	용해성, Colloid상 유기물	용해성, Colloid상, 미세 입자상 유기물
특징	기계식 교반, 혐기 미생물 floc 형성 및 부유 성장 유도	여재 활용, 혐기 미생물 부착 성장 유도	혐기미생물의 입상화, 비중증가로 미생물 유실 방지	부유성장과 부착성장을 동시 유도

(라) 바이오가스 고질화(바이오메탄화) 기술

황화수소(H<sub>2</sub>S) 가스는 배관부식과 흡착제의 성능 저하를 유발시킴으로 탈황공정을 통해 바이오가스에 포함되어 있는 H<sub>2</sub>S 가스를 제거하며, 바이오가스에 적용되는 탈황기술은 크게 건식탈황과 습식탈황으로 구분할 수 있다. 수분은 응축수 생성 및 황화수소의 반응성을 촉진시켜 제습 공정을 통해 제거하며, 일반적으로 냉각기를 통해 이슬점이하의 온도에서 수분을 응축시켜 제거한다. 매립지 가스나 하수슬러지 혐기소화 가스는 농산부산물이나 음식물에서 발생하는 바이오가스와 달리 실록산을 포함하고 있으며, 이를 포함하는 가스를 연료로 사용했을 경우에는 엔진의 연소계통에 문제를 유발시킴으로 반드시 제거해야 한다.



<그림 5.10> 바이오가스 고질화 기술

바이오가스를 도시가스 관망에 연계하는 경우 부취제(THT; Tetrahydrothiophene, TBM; Tertiary butyl mercaptan)가 첨가되며, 이는 위험물질, 가연성 가스에 첨가하여 이의 누출시 수반될 가능성이 있는 발화 또는 안전사고를 방지하는 목적으로 일반적으로 천연가스에 일정량을 첨가시키고 있으나 도시가스 품질기준을 충족시키기 위해서 바이오가스에도 일정량을 첨가해야 할 필요가 있다. 정제된 바이오가스(바이오메탄)를 도시가스 품질기준에 적합한 발열량으로 유지할 수 있도록 고열량 천연가스 혹은 프로판 가스를 주입하는 시설이 요구되기도 한다. 상용화된 바이오가스 CH<sub>4</sub> 분리 기술로는 흡수법, 흡착법, 막분리법이 있으며, 법적기준, 처리용량, 주변 환경 등을 고려하여 선정한다.

(표 5.11) 바이오가스 고질화 기술 사례

항목	흡수법		흡착법 (Pressure swing adsorption)	막분리법 (Membrane separation)
	물흡수법 (Water scrubbing)	화학흡수법 (Chemical scrubbing)		
기술 원리	CO <sub>2</sub> 를 압력 조건에서 물에 흡수시키는 방식	Amine 등 CO <sub>2</sub> 흡수제를 이용하여 흡수	CMS(탄소분자체)의 CH <sub>4</sub> /CO <sub>2</sub> 흡착 속도 차이를 이용	분리막을 통해 기체 분리
장단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 메탄 Loss: 2~5%</li> <li>· 순도 : 98%</li> <li>· 폐수 발생</li> <li>· 고온지역 불리</li> <li>· 안정성 높음</li> <li>· 실적 다수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 메탄 Loss: &lt; 0.1%</li> <li>· 순도 : 99%</li> <li>· 흡수제 사용으로 비용 증가</li> <li>· 최근 적용 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 메탄 Loss: 2~4%</li> <li>· 순도 : 98%</li> <li>· O&amp;M이 용이함</li> <li>· H<sub>2</sub>S흡착 폐기물 발생</li> <li>· 적용실적 다수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 순도 : 90%</li> <li>· 설비비 저렴</li> <li>· 적용실적 미미</li> </ul>
기술 보유사	Marmberg, YIT, Greenlane	Purac Puregas, MT-Energie	Xebec, Cirmac, Carbotech, Hyundai E&C	Air liquide
사례				

흡수법(Water Scrubbing)은 CH<sub>4</sub>에 비해 CO<sub>2</sub>의 용해도가 높은 원리를 이용하여 분리하는 공정으로 CO<sub>2</sub>를 일정 압력조건 하에서 흡수하는 흡수탑과 물에 용해된 CO<sub>2</sub>를 감압하여 탈기하는 탈기공정으로 이루어지며, H<sub>2</sub>S도 동시에 흡수·제거됨, 흡수액으로 사용되는 물의 온도가 높을수록 CO<sub>2</sub>의 흡수효율이 낮아지므로 흡수압력을 높이거나, 흡수액의 온도를 낮추기 위한 냉각시스템이 필요하며, 해외 Malmberg, Flotech Inc., Rosroca, DMT 등이 기술을 보유하고 있고, 비교적 연평균 기온이 낮은 스웨덴, 스위스, 독일, 오스트리아에 주로 보급되어 있다.



흡수법 중 흡수제로 화학종을 이용하는 화학흡수법(Chemical Scrubbing)은 Water 흡수법과 동일한 공정이며 CO<sub>2</sub> 흡수제로서 Amines 계열의 용매가 가장 많이 활용되고 있지만, 흡수제 재생에 사용되는 열에너지를 줄이기 위해 Methanol, Glycol 등과 같은 흡수제를 이용하기도 함, 주로 대규모 용량의 천연가스산업에 활용되었지만, 최근에는 Biogas 분야에도 적용되고 있다. PSA(Pressure Swing Adsorption)는 CMS(Carbon Molecular Sieves), Zeolite와 같은 흡착제를 이용하여 CO<sub>2</sub>를 가압 흡착과 감압 탈착을 통해 분리하는 공정이며, 비교적 넓은 범위의 온도와 압력 조건에 사용되기 때문에 광범위한 지역에서 적용성이 뛰어나며, PSA방식의 바이오가스 정제 공정은 흡수 공정과 더불어 가장 많이 보급되었으며, 해외 Carbotech, Acrona, Cirmac, Gasrec, Xebec 등이 기술을 보유하고 있다. 막분리법(Membrane)은 멤브레인에 대한 기체의 투과 속도 차이를 이용하여 CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub>를 분리하는 공정으로 순도가 낮고 적용실적이 적은 단점이 있지만 기계 설비가 단순하여 설비비가 저렴하고 유지보수가 편리한 장점이 있다.

## (2) 가축분뇨 고형연료화

### (가) 고형연료화 기술

기존 고형연료화 기술은 주로 폐합성수지류, 폐종이류, 폐목재류 등과 같은 가연성 고형 폐기물을 원료로 하여 수분과 불연성 성분들을 제거하고 분쇄, 분리, 선별, 건조, 성형 등의 가공 공정을 거쳐서 고형연료를 제조하는 기술이다. 최근에는 단순 건조·성형을 거쳐 고형연료를 생산하는 기술 이외에 탄화 또는 수열탄화와 같은 열화학적 반응을 이용하여 발열량이 향상된 고형연료의 제조기술이 상용화 단계에 있다.

### (나) 고형연료화 기술의 종류

고형연료화 기술에는 건조·고화 기술, 탄화기술, 수열탄화 기술 등이 있으며, 건조·고화 기술은 가축분뇨에 첨가제를 혼합한 후 건조·성형장치에서 1차로 수분을 제거하여 펠릿을 형성시키고 성형된 가축분뇨를 양생하여 고형화시키는 기술이다. 또 탄화기술은 무산소 혹은 저산소 상태 즉, 환원상태에서 원료를 고온으로 열처리함으로써 산소원자나 수소원자가 휘발되어 유기분은 소멸하며, 탄소분과 회분을 남기는 것으로 유기성폐기물을 탄화처리하는 경우, 슬러지의 안정화와 감량화를 할 수 있다. 탄화공정은 온도에 따라 건조, 건류가스형성, 탄화의 순서로 진행된다. 수열탄화기술은 열화학적 반응기 안에서 수분과 함께 150~250 °C의 온도조건에서 반응시켜, 탄소 함량이 높은 탄화물과 액상의 가용화물을 생산하고, 탄화물을 탈수·건조시켜 고형연료로 활용하는 기술이다.

### (다) 가축분뇨 고형연료화 사례

국내 가축분뇨 고형연료화 사례 중 단순 건조·성형에 의한 가축분뇨 고형연료화는 우분을 이용하여 가축분뇨 고형연료를 생산하는 시설로서 톱밥우사에서 배출되는 가축분뇨를 직접 성형·가공하거나, 퇴비화 공정의 퇴비 발효 중간 또는 최종 배출물을 성형·가공하여 고형연료를 생산한다. 이는 성형과 건조기술 중심의 고형연료 생산 시설로서 톱밥우사에서 배출되는 가축분뇨를 퇴비사에서 수분함량 60% 수준까지 증발·건조시킨 후, 성형·가공하여 건조설비를 통해 수분함량 45~50% 수준까지 건조시킨 후, 자연건조를 통해 최종 제품을 생산한다. 건조설비에 이용되는 열원은 생산 제품을 가축분뇨 고형연료 전용 연소기를 이용하여 연소시키고 발생하



는 열풍을 이용하여 건조시키고, 최종 제품의 수분함량은 시기적인 기후조건 (온도, 습도 등)에 의해 영향을 받는다. 본 시설에서는 현재 안전부에서 추진한 포천 에너지 자립형 마을 시범사업으로 본 시설을 설치 (50톤/일 규모)하였으며, 파주, 포천 등지의 한우, 젓소 사육농가 2~3개소에 시범적으로 고품연료 제조 장치를 보급하고 있다.

국내 가축분뇨 고품연료화 사례 중 탄화에 의한 가축분뇨 고품연료화는 10%의 수분조절제 (코코피트)와 1%의 조형제 (소화액을 겔(Gel)화 시킴)을 혼합하여 탄화·건조 후 성형·가공하여 고품연료를 생산사례가 있다. 본 시설은 1톤/일 규모 양돈슬러리 혐기소화 및 소화액 처리를 위한 복합 공정의 일부분으로 설치되어 있으며, 고온 혐기소화조를 통해 배출되는 혐기소화액은 고액분리 없이 혼합조로 투입되며, 부형제화 혼합 후 탄화시킨다. 본 시설에서 탄화에 필요한 연료는 기본적으로 바이오가스로 충당하며, 탄화 장치의 운전은 초기 바이오가스를 연료로 점화시키며, 운전 중에는 바이오가스 연소 에너지와 탄화물의 부분 연소 에너지를 이용하여 탄화가 진행된다. 혐기소화액을 별도의 고액분리를 거치지 않고 수분조절제와 조형제를 이용하여 겔화 시킨 후 전량 탄화·건조 시키는 것을 특징으로 하고 있으며, 생산 가축분뇨 고품연료는 시범적으로 인근 사업장에 kg당 약 700원으로 판매한 경험이 있다.

공정	공정 모습	
사무실 및 공장 전경		
퇴비화 공정 및 원료		
원료 혼합 이송		
성형 가공		
건조 (열풍건조 및 자연건조)		

<그림 5.11> 단순건조 성형에 의한 가축분뇨 고형연료 생산 사례



공정	공정 모습	
사무실 및 공장 전경		
고온 혐기소화조 및 소화액 저장조		
수분조절제 (코코피트) 및 혼합조		
탄화 및 이송 장치		
탄화물 및 성형 고형연료		

<그림 5.12> 탄화에 의한 가축분뇨 고형연료 생산 사례

### 3. 바이오매스별 적용기술 내용

바이오매스는 그 발생특성과 기원에 따라 다양한 성상 특성을 가진다. 바이오매스의 성상 특성으로는 원물의 수분함량, 유기물함량, 탄소함량, 발열량, 비료성분(질소, 인, 칼륨 등) 함량 등이 있다. 이중 바이오매스의 물질 및 에너지 자원화에 영향을 미치는 주요한 물질 특성은 바이오매스 원물의 수분함량이다. 원물의 수분함량이 증가함에 따라 바이오매스는 고상, 슬러리상, 액상으로 발생하고 수분함량이 낮은 고상으로 발생하는 바이오매스는 퇴비, 고품연료 등 고상의 제품으로 변환이 용이한 반면, 수분함량이 많아 액상으로 발생하는 경우 퇴비, 고품연료와 같은 고상의 제품으로 변화하는 경우 수분조절제 및 건조 비용이 크게 증가하여 바이오매스 변환시설의 경제성이 크게 낮아진다. 따라서 바이오매스의 변환기술은 바이오매스 원물의 성상 특성을 고려하여 적용하여야 한다. 바이오매스의 성상 특성 중 유기물 또는 탄소함유량은 바이오매스 변환 제품 또는 에너지의 생산효율을 증가시키는 효과가 있어 바이오매스 변환기술에 적용할 원료를 선택하는데 있어 중요한 고려인자가 된다.

바이오매스 변환기술의 적용에 주요한 고려인자로는 바이오매스의 기원이 있다. 바이오매스의 기원에 따라 목질계, 초본계, 자원식물계, 폐기물계 등으로 구분할 수 있으며, 목질계 바이오매스의 경우 다량의 리그닌을 포함하고 있어 생물학적 변환 기술의 적용이 어려운 특성이 있다. 또한 초본계 바이오매스의 경우는 목질계 바이오매스와 비교하여 상대적으로 낮은 리그닌을 함유하고 있어 생물학적 변환기술의 적용이 용이하다. 따라서 현재까지는 목질계 및 초본계 바이오매스는 주로 열화학적 변환을 통한 에너지 전환기술이 적용되고 있으며, 미래기술로서 초본계, 목질계를 이용하는 생물학적 변환기술의 개발이 진행되고 있는 상황이다. 폐기물계 바이오매스의 경우 발생하는 가정 및 사업장의 특성과 분리배출 또는 종량제봉투 배출 등 여부에 따라 바이오매스 이외의 불순물이 다량 함유하는 경우가 있어 바이오매스 전환 공정에서는 특별한 선별·분리를 통한 전처리 공정이 요구된다.

일반적으로 현재까지 연구·개발·상용화 단계에 있는 기술들을 검토하고, 국내 발생중인 바이오매스별 적용기술을 살펴 본 결과, 음식물쓰레기는 메탄발효를 통한 기체 바이오에너지 생산기술이 적용성이 크며, 가축분뇨의 경우 양돈슬러리와 같이 수분함량이 많은 바이오매스는 메탄발효를 통한 기체 바이오에너지 생산이 유리하고, 우분뇨와 같이 고상을 발생하는 가축분뇨는 고체연료화나 탄화를 통한 고체 바이오에너지 생산이 유리한 측면이 있다. 하수처리장에서 발생하는 최종슬러지(오니류)는 다양한 기술체계가 적용·연구되어 고체, 액체, 기체 바이오에너지의 생산이 기술적으로 가능한 상황이다. 미이용계 바이오매스는 에너지 이용 사례는 매우 미미한 상황이나 기술적 측면에서는 고체연료화, 탄화를 통한 고체 바이오에너지 생산 및 액체연료화, 급속열분해를 통한 액체 바이오에너지, 수열가스화를 통한 기체 바이오에너지의 생산이 가능하다. 그러나 성형·건조를 통한 고체연료 활용 이외의 에너지 전화 기술들은 아직까지 경제성 측면에서 상용화가 이루어지지 못하고 있는 상황이다. 자원식물계 바이오매스의 경우는 전통적으로 전분질계, 유지계 바이오매스를 이용한 바이오에탄올, 바이오디젤 생산은 상용화가 이루어졌으나, 역새 등 초본류과 목질계를 이용한 바이오에탄올 생산기술은 현재 개발·실증 단계에 있다.

(표 5.12) 바이오매스별 바이오에너지 생산 적용기술

구분		고체바이오에너지	액체바이오에너지	기체바이오에너지	
폐기물계 바이오매스	음식물쓰레기 - 가정생활계 - 사업장생활계			메탄발효 수소발효	
	가축분뇨 - 젓소, 한우(소, 말), 돼지, 산란계, 육계, 기타 가축	고체연료화, 탄화(탄화, 수열탄화, 반탄화)		메탄발효 수소발효	
	오니 - 하수처리오니, 정수처리오니, 공정오니, 폐수처리오니	고체연료화, 탄화(탄화, 수열탄화, 반탄화)	액체연료제조(BTL), 급속열분해액화, 수열액화,	메탄발효 수소발효	
	폐목재 - 사업장배출시설계 - 건설폐기물(건설폐제)	고체연료화, 탄화(탄화, 수열탄화, 반탄화)	액체연료제조(BTL), 급속열분해액화, 수열액화,	수열가스화	
	폐지 - 사업장배출시설계 - 건설폐기물	고체연료화, 탄화(탄화, 수열탄화, 반탄화)	액체연료제조(BTL), 급속열분해액화, 수열액화,	수열가스화	
	동식물성 잔재물 (사업장배출시설계)			메탄발효 수소발효	
미이용계 바이오매스	저함수 부산물	벗짚 왕겨 맥류(쌀보리)짚 대두(줄기) 고구마(줄기) 과수전정지 등	고체연료화, 탄화(탄화, 수열탄화, 반탄화)	액체연료제조(BTL), 급속열분해액화, 수열액화,	수열가스화
		간벌재, 임지잔재, 가로수 전정지	고체연료화, 탄화(탄화, 수열탄화, 반탄화)	액체연료제조(BTL), 급속열분해액화, 수열액화,	수열가스화
	고함수 부산물	채소류 등 작물 잔사(건조되지 않은 부산물)	고체연료화, 탄화(탄화, 수열탄화, 반탄화)	액체연료제조(BTL), 급속열분해액화, 수열액화, 셀룰로오스계 발효(제2세대), 부탄올발효	메탄발효 수소발효
자원식물계	전분질계	옥수수, 감자 등		당질전분질계 발효(제1세대), 부탄올발효	
	셀룰로오스계	억새 등 초본류		셀룰로오스계 발효(제2세대), 부탄올발효	
	유지계	자트로파, 대두, 유채 등		액체연료제조(에스테르화), 수소화분해	

## 제2절 바이오매스 에너지 자원화 기술 수준

### 1. 상용화 수준 기술개발 road-map

바이오매스 전환기술의 기술수준은 크게 연구단계, 실증단계, 상용화단계로 구분하였으며, 연구단계는 바이오매스 전환기술의 원천기술을 확보하고 기술실증을 위한 다양한 설계인자를 확보하는 연구수준의 기술이며, 실증단계는 바이오매스의 발생특성과 현장 특성을 고려하여 기술의 성능과 경제성을 평가하는 실증수준에 있는 기술이다. 상용화 단계는 기술의 실증연구를 통해 기술 타당성 및 실행가능성이 확보되고, 현장에 상용화 보급되고 있거나, 상용화가 예정인 기술수준을 의미한다. 바이오매스 순환단지를 구축하는데 있어 바이오매스 전환기술의 선정은 바이오매스 순환단지의 추진 및 사업화 측면에서 매우 중요하다. 특히, 실효성 있는 바이오매스 순환단지를 구축하기 위해서는 대상 바이오매스에 대한 실효성 있는 바이오매스 전환기술을 채택하여야 한다. 또한 바이오매스를 활용한 제품과 에너지의 생산·유통에 있어 바이오매스 제품과 에너지의 품질기준이 제도화 되어있어야만 사업화가 가능하다는 점을 고려하면 기술개발 단계는 단순한 기술적 성숙도만을 의미하는 것은 아니며, 실증연구단계에서 해당기술의 사업화가 가능하도록 관련 법·제도의 정비를 위한 제품 및 에너지 생산시설의 요건, 제품 및 에너지의 품질기준이 제시되어야 한다.

바이오에너지의 종류별 에너지변환 기술의 기술수준을 분석하면 현시점(2013년 기준)에 활용이 가능한 상용화 단계의 기술은 (표 5.13)에 나타내었다. 현시점에 활용 가능한 바이오매스 전환기술은 상대적으로 그리 많지 않은 것이 현실이며, 향후 바이오매스 순환단지의 활성화를 위해서는 바이오매스 종류별 지속적인 기술체계의 구축이 요구된다.

(표 5.13) 현시점 상용화 기술

기술		원료	제조물	
			구분	제품
물리학적변환	고체연료화	목질계, 초본계 등	성형 고체 바이오연료	펠릿, 브리켓, 성형탄 등
		목질계, 초본계, 왕겨, 하수오니, 식품폐기물 등	비 성형 고체바이오연료	장작, 칩, 호그 등
열화학적변환	고체연료화 탄화	목질계, 초본계, 하수오니 등	열분해 고체바이오연료	목탄, 바이오차 등
	액체연료제조 (에스테르화)	폐식용유, 유지작물	경유 대체 바이오연료	바이오디젤
생물화학적변환	메탄발효 (습식, 건식)	하수오니, 축산분뇨, 식품폐기물 등	매립지 가스	바이오가스
			하수슬러지 가스	바이오가스
			기타 혐기소화가스	바이오가스
	당질, 전분질계 발효(제1세대)	규격 외 농산물, 식품폐기물	휘발유대체 바이오연료	바이오에탄올
바이오 material		당질, 전분질계	바이오 material	바이오플라스틱, 소재

국내 바이오매스 전환기술 분야별 연구개발 로드맵 등을 검토하여 향후 5년, 10년, 20년 후 상용화 예상 기술은 (표 5.14), (표 5.15), (표 5.16)과 같다.

(표 5.14) 5년 후 상용화 기술

기술		원료	제조물	
			구분	제품
열화학적 변환	고체연료화 반탄화 수열탄화	목질계, 초본계, 하수오니 등	열분해 고체 바이오연료	목탄, 바이오차
	가스화	목질계, 초본계, 하수오니 등	합성가스	합성가스
			휘발유 대체 바이오연료	바이오 F-T가솔린, 바이오 ETBE
			경유 대체 바이오연료	바이오 F-T디젤, 바이오 DME
	수소화분해	유지종자 (자트로파 등)	경유 대체 바이오연료	수첨바이오디젤 (HBO)
생물 화학적 변환	셀룰로오스계 발효(제2세대)	soft 셀룰로오스	휘발유 대체 바이오연료	바이오에탄올

(표 5.15) 10년 후 상용화 기술

기술		원료	제조물	
			구분	제품
열화학적변 환	급속열분해액화	목질계, 초본계 등	경유 대체 바이오연료	목질계디젤
	수열액화	목질계, 초본계 등	경유 대체 바이오연료	목질계디젤
생물 화학적 변환	셀룰로오스계 발효(제2세대)	hard 셀룰로오스	휘발유 대체 바이오연료	바이오에탄올
	부탄올발효	당질, 전분질계, 초본계 등	휘발유 대체 바이오연료	바이오부탄올
바이오 material		리그노셀룰로오스계 셀룰로오스 나노fiber	바이오 material	바이오플라스틱, 소재
바이오 refinery		당질, 전분질계, 목질계, 초본계 등	바이오 material	각종 소재

(표 5.16) 20년 후 상용화 기술

기술		원료	제조물	
			구분	제품
열화학적변환	수열가스화	목질계, 초본계 등	경유 대체 바이오연료	목질계 디젤
생물 화학적 변환	수소발효	식품폐기물 등	기타 혐기소화가스	바이오수소
조류유래 액체연료제조 (제3세대)		미세조류, 대형조류	경유 대체 바이오연료	'바이오디젤

(표 5.17) 바이오매스별 상용화 수준 기술개발 road-map

구분	현시점 상용화 기술		5년 후 상용화 기술		10년 후 상용화 기술		20년 후 상용화 기술	
	기술구분	제품	기술구분	제품	기술구분	제품	기술구분	제품
음식물쓰레기	생물화학적변환	메탄발효	메탄발효	바이오가스			생물화학적변환	수소 발효
	가축분뇨	메탄발효	메탄발효	바이오가스	고체연료화	성형탄		
슬러지	생물화학적변환	메탄발효	메탄발효	바이오가스	고체연료화	바이오차		
		고체연료화	고체연료화	성형탄	가스화	합성가스, F-T디젤, F-T가솔린		
폐식용유	열화학적변환	액체연료화	액체연료화	바이오디젤	수소화분해	수첨바이오디젤(HBO)		
	물리화학적변환	고체연료화	고체연료화	펠릿, 성형탄	반탄화, 수열탄화	목탄, 바이오차		
폐목재	열화학적변환	탄화	탄화	목탄, 바이오차	가스화	합성가스, F-T디젤, F-T가솔린	열화학적변환	수열 가스화
	물리화학적변환	고체연료화	고체연료화	성형탄	반탄화, 수열탄화	목탄, 바이오차	열화학적변환	수열 가스화
폐지	물리화학적변환	고체연료화	고체연료화	성형탄	열화학적변환	합성가스, F-T디젤, F-T가솔린	열화학적변환	수열 가스화
	생물화학적변환	메탄발효	메탄발효	바이오가스			생물화학적변환	수소 발효
동식물성 잔재물	생물화학적변환	메탄발효	메탄발효	바이오가스			생물화학적변환	수소 발효

폐기물계 바이오매스

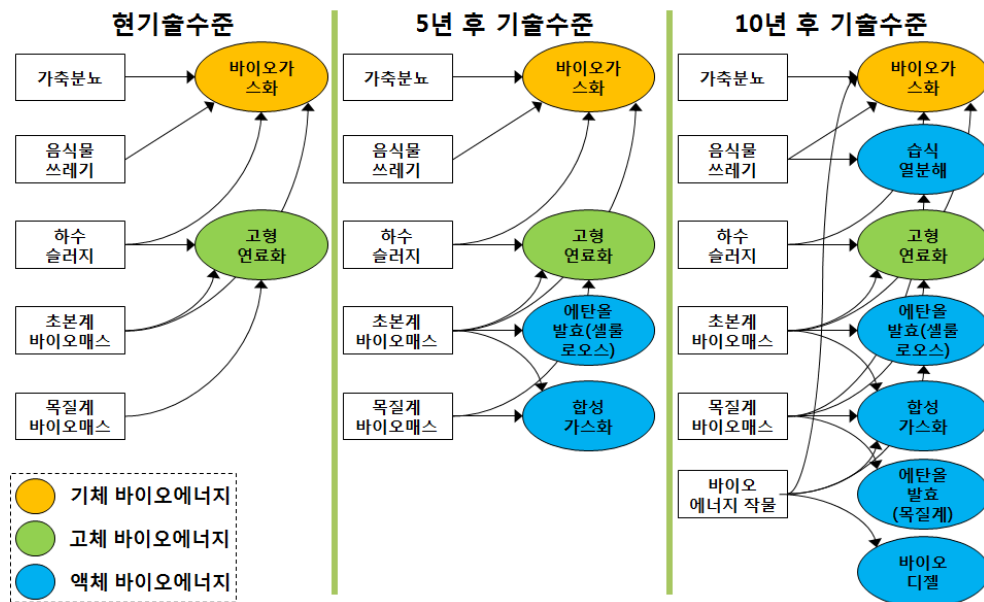


구분	현시점 상용화 기술		5년 후 상용화 기술		10년 후 상용화 기술		20년 후 상용화 기술		
	기술구분	제품	기술구분	제품	기술구분	제품	기술구분	제품	
농산부산물	물리학적 변환	고체 연료화	펠릿, 성형탄	생물화학적 변환	셀룰로오스 계발효 (제2세대)	생물화학적 변환	부탄올발 효	바이오 부탄올	
		메탄발효	바이오가스		반탄화 수열탄화		목탄, 바이오차	바이오 에탄올	
		진분질계 발효(제1 세대)	바이오에탄 올		가스화		합성가스, F-T디젤, F-T기솔린	목질계 디젤	
	열화학적 변환	탄화	목탄, 바이오차	열화학적 변환	수열액화	수열액화	목질계 디젤	목질계 디젤	
		고체 연료화	펠릿, 성형탄		반탄화, 수열탄화	셀룰로오스 계발효 (제3세대)	바이오 에탄올	목질계 디젤	목질계 디젤
		탄화	목탄, 바이오차		가스화	금속염분 해액화	수열액화	수열액화	수열액화
미이용계 바이오메스	물리학적 변환	고체 연료화	펠릿, 성형탄	열화학적 변환	반탄화, 수열탄화	열화학적 변환	셀룰로오스 계발효 (제3세대)	바이오 에탄올	
		탄화	목탄, 바이오차		가스화		합성가스, F-T디젤, F-T기솔린	목질계 디젤	목질계 디젤
		고체 연료화	펠릿, 성형탄		수열액화		수열액화	수열액화	수열액화
	열화학적 변환	탄화	목탄, 바이오차	열화학적 변환	반탄화, 수열탄화	반탄화, 수열탄화	목탄, 바이오차	셀룰로오스 계발효 (제3세대)	바이오 에탄올
		탄화	목탄, 바이오차		가스화	합성가스, F-T디젤, F-T기솔린	목질계 디젤	목질계 디젤	목질계 디젤
		고체 연료화	펠릿, 성형탄		수열액화	수열액화	수열액화	수열액화	수열액화
가르수 전정지	물리학적 변환	고체 연료화	펠릿, 성형탄	열화학적 변환	반탄화, 수열탄화	열화학적 변환	셀룰로오스 계발효 (제3세대)	바이오 에탄올	
		탄화	목탄, 바이오차		가스화		합성가스, F-T디젤, F-T기솔린	목질계 디젤	목질계 디젤
		고체 연료화	펠릿, 성형탄		수열액화		수열액화	수열액화	수열액화
	열화학적 변환	탄화	목탄, 바이오차	열화학적 변환	반탄화, 수열탄화	반탄화, 수열탄화	목탄, 바이오차	셀룰로오스 계발효 (제3세대)	바이오 에탄올
		탄화	목탄, 바이오차		가스화	합성가스, F-T디젤, F-T기솔린	목질계 디젤	목질계 디젤	목질계 디젤
		고체 연료화	펠릿, 성형탄		수열액화	수열액화	수열액화	수열액화	수열액화
에너지자물	생물화학적 변환	메탄발효	바이오가스	열화학적 변환	수소화 분해	열화학적 변환	수열액화	수열액화	
		진분질계 발효(제1 세대)	바이오에탄 올		가스화		합성가스, F-T디젤, F-T기솔린	바이오 부탄올	
		액체 연료화	바이오디젤		가스화		수첨바이오 디젤(HBO)	바이오 부탄올	
	열화학적 변환	메탄발효	바이오가스	열화학적 변환	수소화 분해	수열액화	열화학적 변환	수열액화	수열액화
		진분질계 발효(제1 세대)	바이오에탄 올		가스화	합성가스, F-T디젤, F-T기솔린		목질계 디젤	
		액체 연료화	바이오디젤		가스화	수첨바이오 디젤(HBO)		바이오 부탄올	
해양조류	생물화학적 변환	메탄발효	바이오가스	열화학적 변환	수소화 분해	열화학적 변환	수열액화	수열액화	
		메탄발효	바이오가스		가스화		합성가스, F-T디젤, F-T기솔린	목질계 디젤	

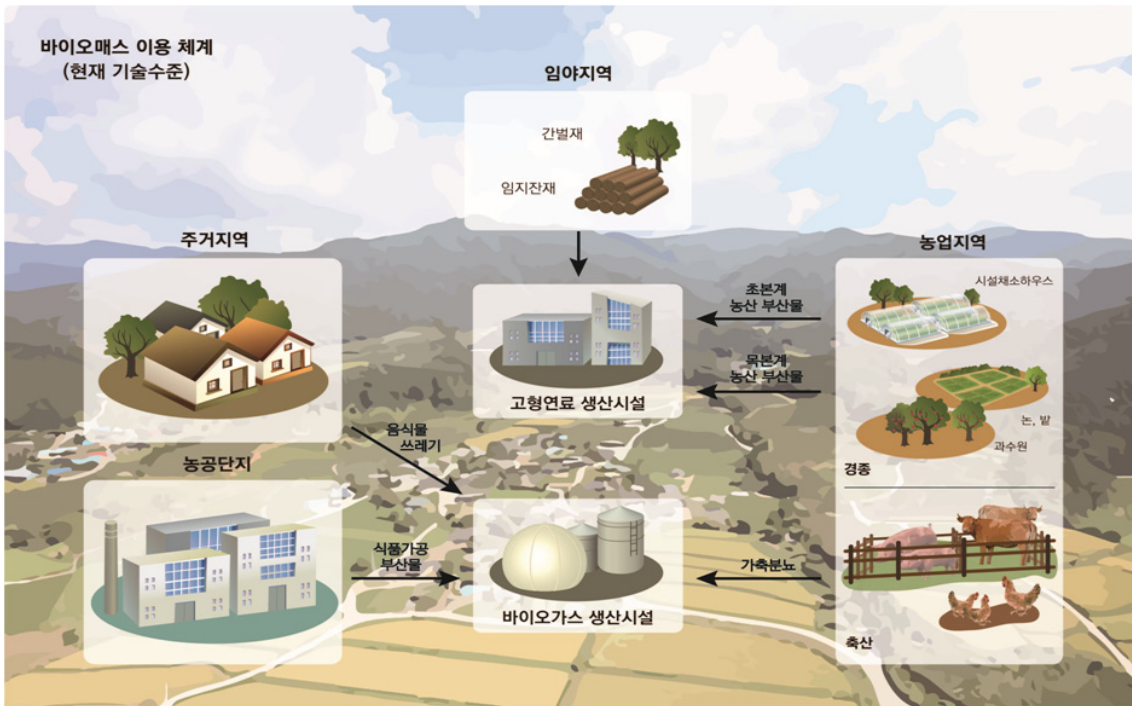
## 2. 바이오매스 순환단지 적용기술 발전방향

바이오매스 전환기술의 기술수준을 고려하였을 때, 바이오매스 순환단지에서 활용 가능한 바이오매스는 현 기술 수준에서는 가축분뇨, 음식물쓰레기 하수슬러지, 초본계 및 목질계 바이오매스이며, 현장 적용이 가능한 기술로는 혐기소화에 의한 바이오가스화 기술과 고형연료화 기술이 상용화 보급되고 있는 기술이다. 향후 기술개발을 통해 5년 이내에 상용화가 가능한 기술은 초본계 바이오매스를 이용하는 에탄올발효 기술과 합성가스화 기술이다. 향후 10년 이내에 상용화가 가능한 기술로는 목질계 바이오매스를 활용한 에탄올발효 기술과 수첨바이오디젤 생산기술, 습식열분해를 통한 액체 바이오에너지 생산기술 등이 있다. 이들 기술의 상용화는 바이오매스 순환단지에 적용될 경우 초본계 및 목질계 바이오매스의 활용 수준을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

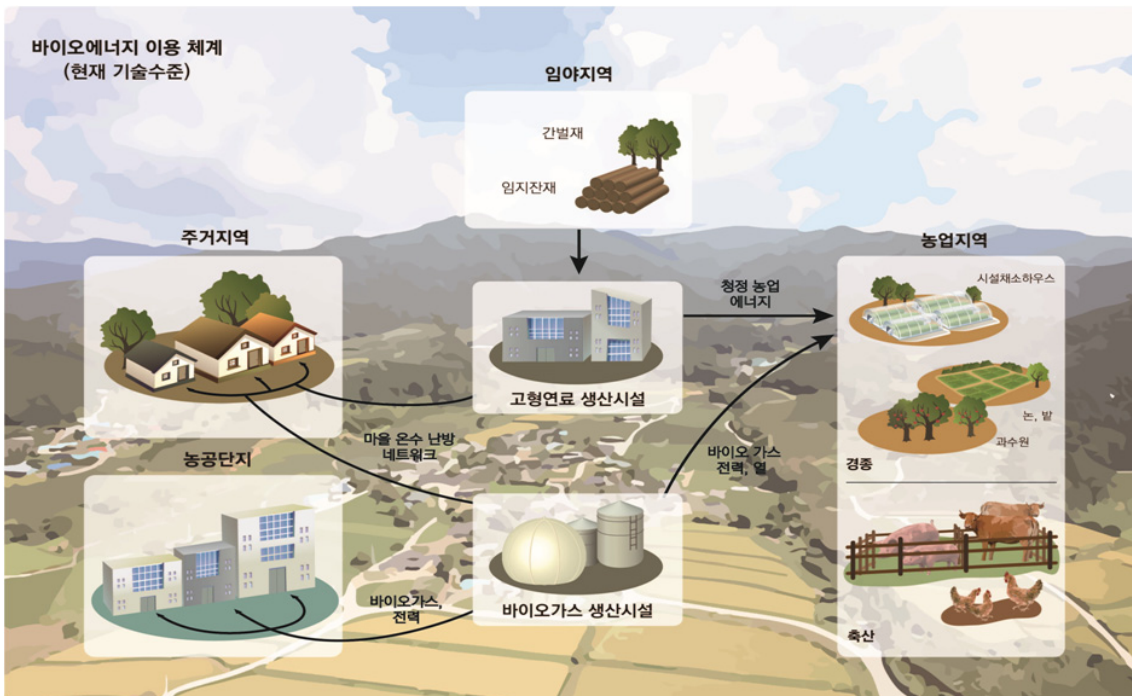
<그림 5.13>과 <그림 5.14>은 현재의 기술수준에서 이루어질 수 있는 바이오매스 및 바이오에너지 이용체계를 보이고 있으며, <그림 5.15>와 <그림 5.16>은 10년 후 이루어질 수 있는 바이오매스 및 바이오에너지 이용체계를 나타내고 있다. 본 이용체계에서 보이듯이 현재의 기술수준에서는 단위 바이오매스 전환시설을 중심으로 하는 바이오매스 및 에너지 이용체계를 특징으로 하고 있으며, 10년 후 다양한 기술 개발과 상용화가 진행될 경우 단위 바이오매스 전환시설에서 복합 에너지 생산 단지화가 가능하며, 이러한 복합 바이오에너지 생산 단지가 바이오매스 순환단지에 도입되는 경우 지역의 산업화와 부가가치화를 통해 지역개발을 더욱 가속화 시키는 효과를 기대할 수 있다.



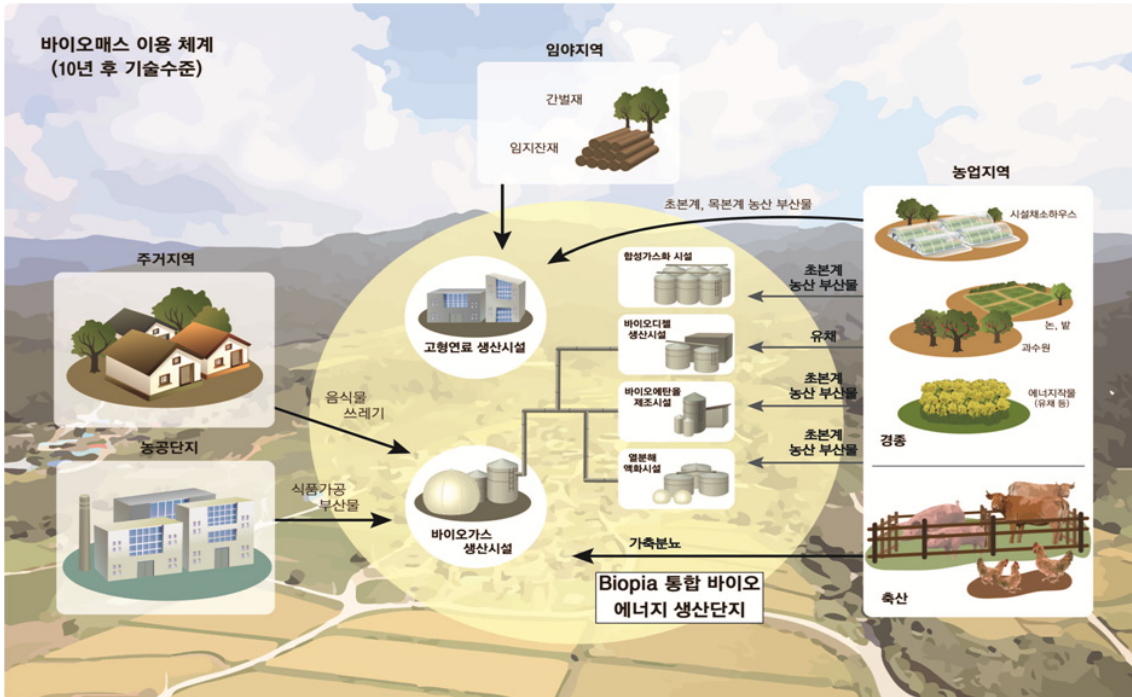
<그림 5.13> 바이오매스 에너지전환기술 발전방향



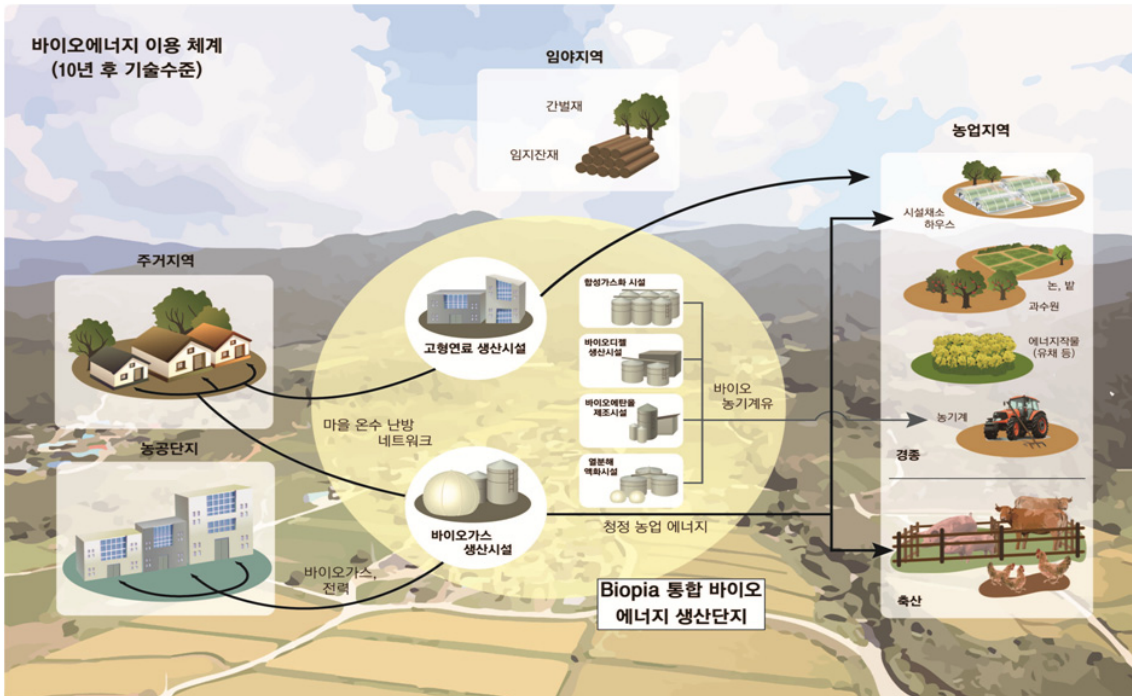
<그림 5.14> 현재 기술수준 바이오매스 이용체계



<그림 5.15> 현재 기술수준 바이오에너지 이용체계



<그림 5.16> 10년 후 기술수준 바이오매스 이용체계



<그림 5.17> 10년 후 기술수준 바이오에너지 이용체계



### 제3절 국내 바이오매스 이용기술의 시사점

농업·농촌 부문에서 다양한 임산, 농산 바이오매스가 발생하고 있고, 도시·산업 부문에서 발생하는 유기성 폐기물과 비교하여 바이오에너지 잠재량이 높다. 따라서 농촌·농업 부문에서 발생하는 바이오매스의 활용도를 높이고 농촌지역의 바이오매스 산업화를 유도하는 경우 농업·농촌 개발 및 활력화의 모델을 찾을 수 있을 것이다. 그러나 아직까지 농업·농촌 부문의 바이오에너지 개발과 이용 및 보급 수준은 미흡한 상황으로 미래 농촌 활력화 및 국가 신·재생에너지 보급 목표 달성을 위해 농업·농촌 부문 바이오매스 에너지 이용 활성화를 위한 적극적인 노력이 필요한 상황이다. 농업·농촌 부문 바이오매스 에너지 이용 상의 문제점은 첫 번째, 바이오매스 전환기술이 일부 바이오매스에 한정되어 있다는 것이다. 농림축산식품부에서는 정책 사업으로 가축분뇨 에너지자원화 사업을 추진하여 가축분뇨로부터 바이오가스를 생산하는 에너지화 시설을 설치·지원하고 있으며, 환경부는 폐자원 에너지화 사업을 추진하여 음식물쓰레기, 하수슬러지 등으로부터 바이오가스 및 고형연료를 생산하는 시설을 설치·지원하고 있다. 이러한 바이오매스 에너지화 기술은 특정한 바이오매스에만 적용되고 있으며, 일부 기술 중심의 국가 정책사업은 오히려 다양한 바이오매스의 이용을 저해하는 요인으로 작용할 수 있다. 따라서 농산 바이오매스 등 다양한 바이오매스의 이용을 촉진시키기 위해서는 장기적인 측면에서 다양한 바이오매스 전환기술의 개발 전략이 요구되고 있다.

두 번째, 농업·농촌 부문 바이오매스 에너지 이용 상의 문제점은 에너지 생산 중심의 기술 개발에 있다. 2009년 산업통상자원부의 3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(산업통상자원부, 2009)에서는 2차 기본계획기간(2003~2012)의 평가에서 기술개발과 보급 확대간의 연계부족의 문제와 특정 신·재생에너지원에 편중된 보급, 기술의 해외의존도 문제를 지적한 바 있다. 따라서 3차 기본계획기간(2009~2030)에는 신·재생에너지 보급 및 기술개발 목표 달성을 위해 2030년까지 총 111.5조의 투자비를 전망하고 있으며, 이 중 정부 투자금이 39.2조로 보급 투자비 32조원, 기술개발 투자비 7.2조원으로 바이오에너지 생산 기술 자립화를 위한 지속적인 개발을 추진하고 있다. 그러나 기술자립화라는 측면에서 바이오에너지 생산 기술 중심의 연구는 현장에서 에너지 수요 예측과 에너지 이용 기술 체계 미흡으로 인해 사업의 경제성과 실효성을 저해하는 양상이 나타나고 있는 것이 문제이다. 바이오에너지의 생산의 효과를 극대화하기 위해서는 생산된 에너지를 경제적이고 효율적으로 활용하는 것이 중요하기 때문이다. 국내 운전 중인 가축분뇨 및 음식물쓰레기를 이용하는 바이오가스 생산시설의 경우 생산 바이오가스를 열병합 발전하고, 생산된 전기는 한전에 판매하고, 회수된 열은 바이오가스 생산시설의 가온 에너지로 활용하는 것이 일반적인 형태이다. 그러나 이러한 바이오에너지 생산·이용 형태는 낮은 전력가격과 회수 열에너지의 수요처 부재로 인해 경제성과 효율성이 매우 낮다. 독일의 경우 정책적으로 신·재생에너지 발전단가가 높아 전력 판매로 인한 수익성이 우수하지만 이외에도 회수 열에너지의 대부분은 인근 주택의 난방열로 활용·판매하는 체계를 구축하여 바이오가스 생산·이용 시설의 경제성과 효율성을 극대화하고 있다. 이런 독일 사례와 비교하면, 국내 운전 중인 바이오가스 생산·이용시설은 에너지 생산 측면보다는 이용측면에서의 문제가 크다. 따라서 바이오에너지 생산시설의 설치 시에는 반드시 효율적인 에너지 이용 체계가 수립되어야 하며, 바이오에너지 이용 활성화를 위한 정책적, 기술적 노력이 필요하다.



## 제6장 국내 바이오매스 산업 동향

### 제1절 가축분뇨

#### 1. 가축분뇨 발생 및 처리현황

우리나라 가축 사육두수는 2000년대 축산업의 꾸준한 성장과 함께 지속적인 증가 추세에 있으며, 2011년 전국적인 구제역 만연으로 인해 많은 가축이 매립·처분되었으나 2014년 현재는 구제역 이전의 가축사육두수를 회복하고 있는 상황이다. 축종별 가축분뇨 발생량은 2012년 기준 46,489 천톤/년으로 이중 젓소 분뇨가 32.9%, 소 분뇨가 12.2%, 돼지 분뇨가 38.2%를 차지하고 있으며, 가축분뇨 발생현황을 살펴보면 2006년 40,255천톤/년에서 2010년 46,534 천톤까지 증가하였다가 구제역의 여파로 2011년 42,685천톤으로 감소하였으며, 2012년에는 46,489 천톤/년으로 2010년 수준까지 회복, 전반적으로 꾸준한 증가 추세에 있다.

2012년 기준 가축분뇨의 자원화 비중이 88.7% (퇴비화 81.0%, 액비화 7.7%)로 높게 나타나고 있으며, 이중 퇴비화가 81.0%로 대부분을 차지하고 있음, 이는 주요 가축종 중 젓소, 소의 경우 대부분의 농가가 톱밥, 왕겨를 깔짚으로 사용하는 사육시설을 채택하고 있어 젓소, 소 사육시설에서 발생하는 가축분뇨는 대부분 퇴비화 처리에 의존하고 있는데 원인이 있다. 가축분뇨 액비화 처리량은 2006년 3.2%에서 2012년 7.7%로 꾸준히 증가하였으며, 최근 환경부와 농식품부가 퇴·액비 자원화 처리시설 보급 정책을 수립·추진하고 있어 향후 퇴비화 처리와 함께 액비화 처리 물량도 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 가축분뇨 정화처리 비중은 2012년 기준 9.1% (농가개별처리시설 4.3%, 공공처리시설 4.8%)로 농가 개별처리 시설의 정화처리는 2006년 2.2%에서 2012년 4.3%로 다소 증가 추세에 있으며, 공공처리의 경우 2006년 6.9%에서 2012년 4.8%로 다소 감소 추세에 있다. 2012년 기준 전국 시군단위 가축분뇨 발생 밀집지역은 홍성, 안성, 이천 순이며, 젓소분뇨 발생량은 화성, 이천, 당진이 밀집지역이다. 또한 소 분뇨의 경우 안성, 무안, 정읍이 밀집지역으로 나타났고, 돼지 분뇨의 경우 홍성, 안성, 이천, 무안, 제주 지역이 밀집지역이다.

(표 6.1) 축종별 가축분뇨 발생 현황(단위 : 천톤/년)

구분	젓소	소	돼지	닭	계
발생량 (비중)	15,315 (32.9)	5,681 (12.2)	17,748 (38.2)	6,559 (14.1)	46,489 (100)

자료 : 중장기 가축분뇨 자원화 대책 (농식품부, 2013)

(표 6.2) 가축분뇨 발생 및 처리현황(단위 : 천톤/년)

연도	발생량	자원화			정화방류		해양투기	기타
		소계	퇴비	액비	개별처리	공공처리장		
2006	40,255 (100)	33,298 (82.7)	31,998 (79.5)	1,300 (3.2)	870 (2.2)	2,784 (6.9)	2,607 (6.5)	696 (1.7)
2008	41,743 (100)	35,208 (84.3)	32,912 (78.8)	2,295 (5.5)	1,184 (2.8)	2,907 (7.0)	1,460 (3.5)	985 (2.4)
2010	46,534 (100)	40,286 (86.6)	37,220 (80.0)	3,066 (6.6)	1,427 (3.1)	2,727 (5.9)	1,070 (2.3)	1,024 (2.2)
2011	42,685 (100)	37,396 (87.6)	34,393 (80.6)	3,003 (7.0)	1,527 (3.6)	2,057 (4.8)	767 (1.8)	938 (2.2)
2012	46,489 (100)	41,236 (88.7)	37,656 (81.0)	3,580 (7.7)	1,999 (4.3)	2,211 (4.8)	- ( 0 )	1,043 (2.2)

자료 : 중장기 가축분뇨 자원화 대책 (농식품부, 2013)

## 2. 가축분뇨 자원화 처리 현황(농식품부)

### 가. 가축분뇨 공동처리 현황

가축분뇨 공동자원화 시설은 주로 가축분뇨 퇴비화·액비화 시설로서 2007년부터 농식품부가 가축분뇨의 자원화 촉진을 위해 개소당 70 톤/일 규모 이상의 가축분뇨를 퇴비, 액비, 퇴·액비, 에너지화 시설을 설치·지원하고 있다. 농식품부는 가축분뇨 퇴비, 액비, 퇴·액비 자원화 시설은 개소당 30 억원 (국비 40, 지방비 30, 용자 30)의 지원한도에서 설치·지원하고, 에너지화 시설은 개소당 70억원 (국비 30, 지방비 30, 용자 20, 자부담 20)의 지원한도에서 설치·지원하고 있으나 지역주민의 가축분뇨 공동자원화 시설에 대한 기피와 이로 인한 민원발생으로 부지 확보와 사업추진에 어려움이 있는 실정이다.

국내 가동 중인 가축분뇨 공동자원화 시설의 총 시설용량은 7,013 톤/일로 2012년 기준 돼지 분뇨 발생량 17,748 천톤/년(약 48,624) 톤/일의 14.4%에 해당하며, 가축분뇨 공동자원화 시설의 처리방법별 시설용량은 퇴비화가 1,884 톤/일, 액비화가 4,949 톤/일, 정화처리가 180 톤/일로 주로 액비화를 중심으로 설치·운영 중에 있다. 2014년 기준 설치중인 가축분뇨 공동자원화 시설은 2014년 1월 기준 전국 21개소, 시설용량 1,929 톤/일의 시설이 설치 중에 있다. 현재 까지 가동 또는 설치 중인 가축분뇨 공동자원화 시설의 총 시설용량은 8,942 톤/일로 2012년 기준 돼지 분뇨 발생량 17,748 천톤/년(약 48,624) 톤/일의 18.4%에 해당하는 시설용량을 보인다.



(표 6.3) 가축분뇨 공동자원화 시설현황(운영 중, 2014.01기준)

시도	시군명	사업주체	처리용량 (톤/일)	시설용량(톤/일)			준공 (년)
				퇴비	액비	정화	
계		68개소	7,013	1,884	4,949	180	
경기	이천	이천양돈영농	100		100		2010
	안성	협성영농조합	100	100			2009
	포천	청미원영농	100	60	40		2010
	연천	연천양돈영농	100	5	95		2009
	안성	황토영농조합	100	100			2009
	포천	포천축협	100	10	90		2011
	포천	(주)자연지기	100	70	30		2013
	김포	김포축협	100	70	30		2013
	안성	장암마을영농조합	85	85			2013
	소계	9개소	885	500	385		
강원	횡성	동횡성농협	129	129			2009
	철원	두루미영농	150	100	50		2009
	소계	2개소	279	229	50		
충북	진천	다살립영농	100	80	20		2008
	청원	청원양돈영농	100		100		2010
	제천	청풍양돈영농조합	99	19	80		2011
	괴산	괴산친환경양돈영농	99	10	89		2012
	소계	4개소	398	109	289		
충남	세종	도원진생원포크영농	120	10	110		2009
	부여	부여육종영농조합	130	26	104		2009
	홍성	농가원영농조합	120	20		100	2009
	예산	예산양돈영농조합	100	13	87		2009
	공주	하늘채(주)	120	12	108		2010
	논산	논산계룡축협	120	60	60		2010
	예산	예산양돈영농조합	100	13	87		2012
	당진	당진자연세계영농법인	100	15	85		2012
	당진	당진자연세계영농법인	100	60	40		2012

시도	시군명	사업주체	처리용량 (톤/일)	시설용량(톤/일)			준공 (년)
				퇴비	액비	정화	
	홍성	홍성축협	95	10	85		2013
	보령	홍보그린텍	80	56	24		
	논산	연무양돈단지	90	10	80		2014
	청양	청양양돈액비	90	9	81		2013
	소계	13개소	1,365	314	951	100	
전북	김제	에버그린영농	100	10	90		2008
	순창	비옥토영농	100	10	80	10	2009
	남원	에코바이오영농조합	100		100		2009
	군산	익산군산축협	100		100		2011
	익산	우주원영농	130	30	100		2010
	정읍	유원영농조합	120	20	100		2010
	정읍	친환경양돈영농조합	120	20	100		2012
	김제	신흥영농조합	100	10	90		2011
	진안	고운촌영농	100	30	70		2011
	부안	남부안액비유통영농	95		95		2013
	소계	10개소	1,065	130	925	10	
전남	영광	축분액비유통	100		100		2008
	무안	대한양돈무안영농	100		100		2010
	담양	담양축협	140	60	80		2011
	나주	옥천영농조합	99	90	9		2013
	해남	해남자연순환농업센터	95	9	86		2012
	함평	토지영농조합	99		99		2011
	나주	청정환경영농	90	10	80		2012
	장성	장성자연순환농업센터	70		70		2013
	소계	8개소	793	169	624		
경북	고령	우곡양돈영농	99	10	89		2012
	군위	군위축협	99	29	70		2012
	안동	안동양돈영농	100	10	90		2012

시도	시군명	사업주체	처리용량 (톤/일)	시설용량(톤/일)			준공 (년)
				퇴비	액비	정화	
	구미	구미칠곡축협	99	69	30		
	성주	(주)이매진	95	13	82		2013
	소계	5개소	492	131	361		
경남	함양	함양친환경발효액비	100		100		2009
	거창	북부농협	110	40	70		2009
	창녕	대한양돈협회창녕지부	100	15	85		2010
	밀양	밀양양돈영농	100		100		2011
	하동	하동축협	100	20	80		2012
	합천	합천야로양돈단지	99	30	29	40	2009
	진주	청솔영농조합	70	18	52		2013
	김해	김해양돈영농	99	5	64	30	2013
	합천	합천축협	99	9	90		2013
	소계	9개소	877	137	670	70	
제주	제주	제주양돈농협	100	5	95		2008
	제주	이엠축산영농	125	5	120		2009
	제주	이호영농법인	164	10	154		2009
	서귀포	세미영농	100	30	70		2009
	서귀포	한라산영농	100	20	80		2010
	제주	제주양돈농협	100	5	95		2011
	서귀포	철성영농조합	100	20	80		2011
	제주	이호영농법인	70	70			2014
	소계	8개소	859	165	694		

자료 : 농림축산식품부 방역관리과(2014)

(표 6.4) 가축분뇨 공동자원화 시설현황(설치 중, 2014.01기준)

지역	사업주체(이름,개소)	처리용량	시설용량(톤/일)			준공 (년.월)
		(톤/일)	퇴비	액비	정화	
계	21개소	1,929	863	1,066		
경기 (5/489)	강화	강화용진축협	70	70		
	여주	여주양돈영농조합	99	9	90	
	평택	평택축협	100	70	30	
	과주	과주연천축협	120	39	81	
	용인	옥산영농법인	100	75	25	
	소계	5개소	489	263	226	
강원 (1/70)	홍천	(주)이수농산	70	70		
	소계	1개소	70	70		
충북 (1/70)	음성	(주)충북오리	70	70		
	소계	1개소	70	70		
충남 (3/268)	부여	부여양돈영농조합	98	48	50	
	공주	(주)석계	100	70	30	
	보령	사호축산(영)	70	49	21	
	소계	3개소	368	167	101	
전북 (4/395)	정읍	대죽영농조합	100	2	98	
	완주	전주김제완주축협	95	95		
	임실	임실축협	100	10	90	
	김제	신흥영농조합	100	10	90	
	소계	4개소	395	117	278	
전남 (3/267)	무안	청수영농조합	100		100	
	장성	무지개영농조합	70	70		
	보성	들찬영농조합	97	36	61	
	소계	3개소	267	106	161	
경남 (1/70)	양산	흙마음영농조합	70		70	
	소계	1개소	70		70	
제주 (3/300)	제주	이엠축산영농	100	10	90	
	서귀포	칠성영농조합	100	30	70	
	제주	이엠축산영농	100	30	70	
	소계	3개소	300	70	230	

자료 : 농림축산식품부 방역관리과(2014)

## 나. 가축분뇨 액비유통센터 현황

가축분뇨 액비유통센터는 지역단위로 가축분뇨 액비 유통 및 살포 장비를 갖추고 액비를 유통·살포하는 조직체로서 2014년 1월 기준 전국 156개소의 액비유통센터가 운영 중에 있다. 일반적으로 액비화 중심의 가축분뇨 공동자원화 시설은 대부분 액비유통센터를 지정·운영하고 있으며, 전국 액비유통센터에서 설치·확보하고 있는 액비 저장조 용량은 903,250 톤으로 2012년 기준 돼지 분뇨 발생량 17,748천톤의 약 5.1%에 해당하는 용량을 보인다. 2013년도 액비살포량 1,669,535 톤/년을 고려하였을 때, 액비유통센터의 평균 액비순환 횟수는 약 1.85회(1,669,535 톤/년(연간액비살포량)÷903,250 톤(액비화조용량))로 산출되며, 액비저장조가 연간 1.85회 순환하는 것으로 가정하면 약 9.4%에 해당하는 양돈분뇨 액비살포 능력을 확보하는 것으로 판단할 수 있다.

액비유통센터의 살포지 확보는 약 74,324 ha이며, 우리나라 경작지 중 논 면적이 966,076 ha(2012년 기준)와 비교하면 약 논 면적의 7.4%에 해당하는 것으로 나타났으며, 2013년도 액비살포 실적은 50,091 ha로서 액비살포 확보면적 대비 67.4%를 활용하고 있는 것으로 나타났다.

(표 6.5) 가축분뇨 액비유통센터 현황(2014. 01. 기준)

구분		사업주체	처리능력		2013년 추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조 용량 (톤)	살포지 확보면적 (ha)	살포량 (톤)	살포면적 (ha)	
총계		156개소	903,250	74,324	1,669,535	50,091	
울산	울주	덕원농장영농조합법인	10,510	788	16,000	607	2013
소계		1개소	10,510	788	16,000	607	
경기	용인	용인축산업협동조합	10,000	340	7,700	205	2013
	평택	동처시스템	3,000	277	660	21	-
	화성	화성양돈영농조합	4,000	721	33,000	499	
	여주	여주양돈협회영농조합법인	10,000	1,383	27,675	444	2003
	고양	고양축협	1,800	100		47	
	양주	양주축협	11,800	200	26,000	56	2008
	포천	영평영송영농조합	8,600				
	포천	한탄강순환농업영농조합	1,000				
	이천	이천양돈영농법인	3,000	196	1,800	18	2003
	이천	자연순환영농법인	800	300	4,664	104	2009
소계		10개소	54,000	3,517	101,499	1,394	

구분		사업주체	처리능력		2013년 추진실적		지원 연도
시 도	시군	법인명	저장조 용량 (톤)	살포지 확보면적 (ha)	살포량 (톤)	살포 면적 (ha)	
강 원	원주	원주시양돈협회영농조합법인	11,000	300	2,000	170	2010
	강릉	강동영농조합법인	400	400		259	2009
	강릉	교항양돈영농조합법인	9,800	400		74	2009
	홍천	홍천친환경양돈법인	4,800	200	5,000	65	2009
	횡성	횡성양돈회액비유통영농조합법인	8,750	599	13,000	178	2006
	철원	철원청정양돈영농조합법인	5,800	843	15,000	494	2011
	철원	(주)철원환경	1,800	603	16,000	546	
	철원	흙사랑영농조합법인	800	350	37,000	1,248	2013
	철원	(주)미래환경	600	492	12,000	410	
	철원	철원청정영농조합법인	1,200	317			
	고성	야촌위탁영농합명회사	800	225		175	2009
	고성	명파친환경유기농영농법인	900	230		90	2009
	양양	양양축산양돈영농조합법인	7,300	300	11,649	302	2008
소계		13개소	53,950	5,259	111,649	4,011	
충 북	충주	충주한돈영농조합법인	14,600	500	10,000	407	2009
	보은	속리산정이품한돈영농조합법인	4,200	180	4,200	85	2007
	진천	농업법인진천액비유통센터	3,000	400	1,080	105	2012
	음성	음성양돈협회영농조합법인	10,600	860	30,000	600	2006
소계		4개소	32,400	1,940	45,280	1,197	
충 남	천안	자연유기질비료영농조합법인	9,900	260	9,900	108	2009
	공주	농업회사법인석계(주)	2,800	800	45,000	1,137	2010
	공주	영농조합법인계룡산한우	10,600	1,400	30,000	1,000	2011
	보령	보령농축산영농조합법인	4,200	473	2,430	110	2007
	아산	미래자원영농조합법인	400	200			2008
	아산	합명회사태성	2,250	40			2009
	서산	서산축산액비유통영농조합법인	6,800	1,100	19,000	1,100	2008
	당진	당진축산업협동조합	2,000	274	6,324	250	2003
당진	자연순환영농조합법인	1,200	621	5,000	300	2012	

구분		사업주체	처리능력		2013년 추진실적		지원 연도
시 도	시군	법인명	저장조 용량 (톤)	살포지 확보면적 (ha)	살포량 (톤)	살포 면적 (ha)	
	금산	인삼골유기농영농조합법인	9,900	255	8,500	172	2009
	부여	푸른들영농조합법인(진청명영농)	2,000	500	1,200	157	2009
	부여	백제고을영농조합법인	2,000	240	300	37	2011
	부여	농업회사법인두일TMR	1,215	218			2012
	서천	맥우영농조합법인	11,400	2,643		723	2008
	홍성	영농조합법인옥도로	3,200	550	6,000	250	2008
	홍성	한돈협회액비유통센터영농조합법인	4,000	200		117	2004
	예산	예산친환경자연순환농업사업단영농법인	9,000	265	6,016	265	2005
	예산	지명영농조합법인	8,400	320	11,248	363	2009
	예산	천기운영농조합법인	5,200	224		357	2011
	태안	태안양돈작목반	1,400	160	1,500	20	2009
소계	20개소		97,865	8,100	152,418	6,466	
전 북	군산	익산군산축협서수공동자원화센터	15,000		3,000	160	2008
	군산	대한양돈협회군산지부	35,000			-	2003
	익산	익산군산축협	12,300	434	35,000	545	2008
	익산	익산양돈영농조합법인	10,000	193	10,000	270	2010
	익산	익산양돈퇴비유통영농조합법인	2,800	206	10,000	200	-
	익산	야베스영농조합법인	4,600	208	6,000	200	2013
	정읍	대명친환경영농조합법인	2,910	533	30,000	394	2009
	정읍	대한양돈정읍영농조합법인	20,000	490	36,600	486	2007
	정읍	배들축산영농조합법인	700	373	5,900	350	
	정읍	하이그린영농조합법인	1,200	208	4,500	156	
	정읍	대호그린영농조합법인	8,546	352	7,600	306	2011
	정읍	농업회사법인(유)황금들녘	1,000	410	7,500	194	2009
	김제	온정산업영농	5,800		20,000	600	2009
	김제	엠지축산영농	8,700	822	20,000	416	2012
	김제	용지자연순환농업쌀작목회영농	6,200	286	10,000	206	2014
	김제	벼고을영농조합	400	200	3000	76	
남원	에코바이오영농조합법인	21,000		8,000	282	2011	

구분		사업주체	처리능력		2013년 추진실적		지원 연도
시 도	시군	법인명	저장조 용량 (톤)	살포지 확보면적 (ha)	살포량 (톤)	살포 면적 (ha)	
	남원	남원양돈협회영농조합법인	2,200		7,000	235	2007
	남원	남원축협	-		3,000	91	2010
	완주	친환경술매포크영농조합법인	1,600	200	4,000	200	2012
	진안	고운촌영농조합	8,000		3,500	34	2012
	진안	상기한우영농	3,000	300			2009
	임실	임실한돈영농조합법인	-	1,276	2,700	76	-
	순창	거림영농조합	2,000	480	23,000	463	2003
	고창	미래영농조합법인	1,400	672	24,000	410	2010
	고창	농업회사법인고창군양돈퇴액비유통회사	1,000	1,007	15,000	379	2010
	부안	남부안액비유통영농법인	11,000		12,000	3,001	2012
소계		27개소	186,356	8,650	308,300	9,730	
전 남	순천	순천시친환경액비자원화영농조합법인	1,600	500	20,000	410	2009
	나주	늘푸른영농조합법인	10,000	800	28,000	800	2009
	나주	나주양돈친환경영농조합법인	13,000	1,200	3,000	81	
	광양	(영)광양친환경액비유통센터	600	317	3,000	183	2011
	담양	초계영농조합법인	2,600	1,844	12,000	609	2010
	곡성	그린농산영농조합법인	600	200	1000	30	2008
	곡성	곡성친환경액비자원영농조합법인	2,000	400	1000	80	2012
	구례	구례액비양돈영농조합법인	1,800	2,300	18,000	560	2009
	고흥	고흥군한돈액비유통영농조합법인	1,400	2,000	19,000	1,000	2010
	고흥	유자골양돈액비영농조합법인	2,100	200	5,000	200	-
	보성	보성축분유통영농조합법인	1,500	1,135	10000	275	2009
	보성	들찬영농조합법인	5,200	1,080	14000	385	2012
	보성	영등조사료영농법인	800	63	2000	45	2009
	화순	중방양돈영농조합법인	1,200	500	5,000	319	2009
	화순	영농조합법인화순액비유통센터	8,900	460	12,000	400	2012
장흥	진목영농조합	7,400	750	13,000	370	2007	
강진	강진양돈영농조합법인	1,600	2,000	19,000	625	2012	



구분		사업주체	처리능력		2013년 추진실적		지원 연도
시 도	시군	법인명	저장조 용량 (톤)	살포지 확보면적 (ha)	살포량 (톤)	살포 면적 (ha)	
	해남	좋은농부들영농조합법인	5,200	820	10,000	650	
	영암	흙살림영농조합법인	400	467	7,000	250	2012
	영암	사랑채영농조합법인	5,400	200	16,000	200	2014
	영암	농업회사법인(주)영암액비유통센터	3,400	520	8,000	400	2008
	함평	흙사랑영농조합법인	2,000	657	6,000	1,989	2011
	함평	푸르메한솔영농조합법인	600	162	5,000	300	2013
	함평	함평농협친환경사업단	4,000			-	0
	무안	청수영농조합법인	1,000	414	7,000	260	2011
	무안	무안축산액비영농조합법인	1,024	1,047	20,000	597	2011
	무안	해송유통영농조합법인	1,250	700	66,000	703	2014
	무안	현화다산영농조합법인	1,000	500	17,000	480	-
	장성	성산친환경영농	5,600	600	21,000	430	2010
	장성	대영영농	1,200	250	15,000	240	2012
소계		30개소	94,374	22,086	355,000	12,166	
경 북	포항	영농조합법인포항양돈회	1,400	742	20,000	660	2004
	경주	신라육부촌영농조합법인	28,000	1,674	21,962	1,117	2009
	김천	형제농산영농조합법인	200	320	4,370	115	2007
	구미	금오산바이오포크영농조합법인	-	632	9,620	1,322	2010
	영주	신소백산한돈영농조합법인	-	250	5,154	118	2003
	영천	양돈협회축분비료유통센터	1,200	400	9,228	193	2003
	영천	경북친환경액비유통센터영농조합법인	-	400	9,614	251	2011
	상주	삼백양돈영농조합법인	2,500	310	6,360	212	2009
	경산	농업회사법인유한회사설천농장	29,335	759	8,600	403	2008
	군위	군위양돈영농조합법인	-	310	621	55	2009
	의성	한우협회의성군지부영농조합법인	-	200	1,200	100	2011
	청도	청도양돈영농조합법인	16,000	164		-	2009
	청도	대자연영농조합법인	5,000	93		-	2011
고령	고령한돈영농조합법인	27,600	425	37,000	448	2012	

구분		사업주체	처리능력		2013년 추진실적		지원 연도
시 도	시군	법인명	저장조 용량 (톤)	살포지 확보면적 (ha)	살포량 (톤)	살포 면적 (ha)	
	고령	(주)목운	4,000	79	10,000	52	
소계		15개소	115,235	6,757	143,729	5,046	
경 남	창원	농업회사법인흙사랑주식회사	600	240		100	2014
	창원	대한양돈협회마산지부영농조합법인	400	250	3,000	82	2006
	진주	진주양돈영농조합법인	18,300	1,191	19,500	560	2003
	사천	사천양돈영농조합법인	6,300	374	1,300	53	2010
	사천	사천축산영농조합법인	2,400	300	1,000	40	2010
	김해	한서영농조합	1,000	632	40,000		2010
	밀양	뿌리영농조합법인	4,000	300	14,000	170	2013
	양산	흙마음영농조합	3,100	250			2009
	의령	의령한돈영농조합법인	29,200	800	16,000	560	2009
	함안	함안군가축분뇨재활용영농법인	26,000	737	19,000	367	2007
	함안	태극영농조합법인	2,400	190	8,400	195	2012
	고성	고성순환농업영농조합법인	6,200	620	8,900	178	2010
	고성	한알영농조합법인	12,000	300	6,500	129	2011
	고성	청보리액비영농조합법인	1,000	300	9,400	188	2011
	고성	일이삼액비영농조합법인	9,000	500	9,600	193	2011
	산청	함양산청축협	6,600	980	10,000	523	
	함양	함양친환경발효액비영농조합법인	8,310	1,177	7,800	276	2003
	거창	거창친환경액비유통센터	900	250	2,000	100	2011
	합천	합천한돈협회영농조합법인	14,800	500	19,000	311	2003
소계		19개소	152,510	9,891	195,400	4,025	
제 주	제주	별드르영농조합법인	11,714	780ha	27,000	600	2004
	제주	제주선진영농조합법인	3,400	200	10,100	200	2007
	제주	구좌조천영농조합법인	4,440	759	19,000	420	2006
	제주	제주동부축산영농조합법인	7,386	1,119	23,930	400	2004
	제주	오름축산영농조합법인	4,005	109		x	2009
	제주	서부양돈영농조합법인	4,000	233	22,000	260	2010

구분		사업주체	처리능력		2013년 추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조용량(톤)	살포지 확보면적(ha)	살포량(톤)	살포면적(ha)	
	제주	요한영농조합법인	2,188	200	9,730	200	2010
	제주	네추럴영농조합법인	12,800	218	5,500	150	2012
	제주	성호영농조합법인	8,800	350	21,000	350	2012
	제주	신화환경영농법인	4,600	635	15,000	640	2012
	제주	송죽영농법인	5,908	329	21,000	420	2008
	제주	새별오름합자회사	13,000	280	30,000	460	2011
	서귀포	농업회사법인금강에코너지(주)	8,613	468	6,000	226	2011
	서귀포	길갈영농조합법인	3,800	377	5,000	202	
	서귀포	윤창영농조합법인	2,600	706	9,000	369	
	서귀포	서홍축산영농조합법인	900	363	7,000	199	
	서귀포	남동영농조합법인	7,896	990	9,000	353	
소계		17개소	106,050	7,336	240,260	5,449	

### 3. 가축분뇨 공공처리 현황(환경부)

가축분뇨의 공공처리 시설은 당초 수자원 보전을 위한 가축분뇨 유래 비점오염원 관리 측면에서 환경부가 설치·지원하는 시설임, 가축분뇨 공공처리시설은 과거 정화처리 중심으로 시설이 설치되었으나 최근에는 가축분뇨 통합관리 사업 등을 통해 퇴·액비 및 바이오가스화를 통한 자원화 시설로 전환되고 있는 추세이다. 특히, 환경부는 가축분뇨의 적정관리 및 관리체계 선진화를 위하여 “가축분뇨 관리 선진화 종합대책”(2012. 5)을 수립하고, 2020년까지 가축분뇨의 50%를 가축분뇨 공공처리시설로 유입·처리하는 정책 목표를 수립하였으며, 이를 위하여 2020년까지 자원화 중심의 공공처리시설 100개소 추진 계획을 수립하고 있다.

2012년 기준 국내 설치·가동 중인 가축분뇨 공공처리시설 가동 시설은 총 78개소로서 인천 2개소, 경기 17개소, 강원 5개소, 충북 5개소, 충남 9개소, 전북 10개소, 전남 10개소, 경북 9개소, 경남 8개소, 제주 2개소, 세종 1개소가 가동 중이며, 29개 시설이 설치 중에 있다. 가축분뇨 공공처리시설의 시설용량은 2012년 기준 9,838 톤/일로 나타나고 있으며, 가축분뇨 이외에 하수 810 톤/일, 분뇨 3,347 톤/일, 음식물쓰레기 20 톤/일의 병합처리 용량을 확보하고 있다. 가축분뇨 공공처리시설의 처리방법별 시설용량을 검토하면 정화처리가 13,600 톤/일로 전체 공공처리시설 용량의 약 97.0%를 차지하고 있으며, 퇴·액비 자원화가 415 톤/일로 전체 시설용량의 약 3.0%를 차지하고 있다.

가축분뇨 공공처리시설에서의 액비화는 정화처리수를 중간 배출하여 액비로 이용하는 것으로 일반적으로 생물학적 주처리 공정의 처리수를 액비로 활용하며, 액비화가 어려움 경우 인근

하수처리장에 연계처리하거나, 고도처리 후 하천에 방류하는 방식으로 운영하고 있다. 특히 최근에 설치 추진 중에 있는 29개 시설 현황을 살펴보면 설치중인 총 시설용량 3,333 톤/일 중 정화처리가 2,413 톤/일으로 설치중인 시설용량의 약 72.4%를 차지하고 자원화 처리가 920 톤/일로 설치중인 시설용량의 약 27.6%를 차지하는 것으로 나타나, 최근 환경부의 가축분뇨 공공처리시설 설치 방향이 정화처리에서 자원화 중심으로 변화하고 있음을 파악할 수 있다.

(표 6.6) 운영·설치 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황 (2014. 1. 기준)

구 분	합 계		운영 중		공사 중	
	개소	규모(톤/일)	개소	규모(톤/일)	개소	규모(톤/일)
계	103	17,348	93	14,015	10	1,158
인 천	2	60	2	60	-	-
경 기	19	2,660	18	2,510	1	150
강 원	8	900	6	800	2	100
충 북	5	490	5	490	-	-
충 남	10	1,363	9	1,233	1	130
전 북	13	1,875	13	1,875	-	-
전 남	12	1,040	11	945	1	95
경 북	16	1,503	12	1,020	4	483
경 남	13	1,340	13	1,340	-	-
제 주	4	600	3	400	1	200
세 중	1	120	1	120	-	-

(표 6.7) 지역별 운영 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)					처리구분(톤/일)			연계 여부
			가축 분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화	자원세부	
계			9,838	810	3,347	20	14,015	13,600	415		
1	경기	인천시	30		1750		1,780	1,780			연계
2	경기	강화군	30				30		30	퇴비30	단독
3	경기	남양주시	100		85		185	185			연계
4	경기	시흥시	20		140		160	160			연계
5	경기	의왕시	30				30	30			연계
6	경기	용인시	700	400	120		1,220	1,220			연계
7	경기	파주시	60			20	80	80		Gas60(병행)	연계
8	경기	파주시	200				200	200			단독
9	경기	이천시	90		40		130	130			연계
10	경기	안성시	100				100	100			연계
11	경기	화성시	70				70		70	액비70	자원
12	경기	화성시	190				190	190			연계
13	경기	광주시	100				100	100			연계
14	경기	포천시	100		20		120	120			단독
15	경기	여주군	130		20		150	150			연계
16	경기	여주군	80				80		80	액비80	자원
17	경기	연천군	150				150	150			연계
18	경기	가평군	20		120		140	140			단독
19	경기	양평군	150				150	150			연계
소계			2,350	400	2,295	20	5,065	4,885	180		
20	강원	원주시	90	260			350	350			연계
21	강원	원주시	100				100	100			연계
22	강원	홍천군	50		70		120	120			연계

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)					처리구분(톤/일)			연계 여부
			가축 분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화	자원세부	
23	강원	횡성군	100				100	100			연계
24	강원	철원군	30				30		30	액비30	자원
	강원	철원군	170				170	170			단독
소계			540	260	70		870	840	30		
25	충북	충주시	50	150			200	200			연계
26	충북	청원군	200				200	200			단독
27	충북	보은군	80				80	80			단독
28	충북	진천군	100				100	100		액비30	연계
29	충북	괴산군	60				60	60			단독
소계			490	150			640	640			
30	충남	천안시	90				90	90			연계
	충남	천안시	0		30		30		30	액비30	자원
31	충남	공주시	250				250	250			단독
32	충남	보령시	80				80	80			단독
33	충남	아산시	150		200		350	350			연계
34	충남	논산시	250				250	250			단독
35	충남	금산군	38		22		60	60			연계
36	충남	홍성군	250				250	250			단독
37	충남	예산군	150				150	150			연계
38	충남	당진군	95				95	20	75	퇴비15,액비60	단독
소계			1,353		252		1,605	1,500	105		
39	전북	익산시	700				700	700			단독
40	전북	정읍시	150		100		250	250			연계
41	전북	김제시	300				300	300		액비50	단독
42	전북	완주군	120		50		170	170			연계

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)					처리구분(톤/일)			연계 여부
			가축 분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화	자원세부	
43	전북	진안군	100				100	100			단독
44	전북	무주군	50		20		70	70			연계
45	전북	장수군	50				50	50			단독
	전북	장수군	70		30		100	50	50	퇴비50	자원
46	전북	임실군	100		30		130	130			연계
47	전북	순창군	100		30		130	130			연계
48	전북	부안군	40		40		80	80			단독
소계			1,780		300		2,080	2,030	50		
49	전남	순천시	60				60	60			연계
50	전남	나주시	150				150	150			연계
51	전남	나주시	150				150	150			연계
52	전남	담양군	50		50		100	100			연계
53	전남	구례군	75		25		100	100			연계
54	전남	보성군	70				70	70			연계
55	전남	해남군	50				50		50	액비50	자원
	전남	해남군	30				30	30			연계
56	전남	영암군	70				70	70			단독
57	전남	무안군	110				110	110			연계
58	전남	함평군	130		40		170	170			연계
소계			945		115		1,060	1,010	50		
59	경북	경주시	150				150	150			연계
60	경북	김천시	70				70	70			연계
61	경북	안동시	100		140		240	240			연계
62	경북	영천시	100				100	100		액비10	연계
63	경북	상주시	200				200	200		액비50	단독

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)					처리구분(톤/일)			연계 여부
			가축 분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화	자원세부	
64	경북	문경시	70				70	70			연계
65	경북	경산시	95		85		180	180			연계
66	경북	성주군	50		30		80	80			연계
67	경북	칠곡군	45				45	45			연계
소계			880		255		1,135	1,135	-		
68	경남	사천시	40				40	40			단독
69	경남	김해시	130				130	130			단독
70	경남	밀양시	100				100	100			연계
71	경남	의령군	100		30		130	130			연계
72	경남	함안군	200				200	200			연계
73	경남	산청군	80				80	80			단독
74	경남	함양군	100		30		130	130			연계
75	경남	합천군	150				150	150			단독
소계			900		60		960	960	0		
76	제주	서귀포시	200				200	200			연계
77	제주	제주시	100				100	100			단독
	제주	제주시	100				100	100			단독
소계			400				400	400	0		
78	세종	세종시	200				200	200			단독
계소			200				200	200	-		



(표 6.8) 가축분뇨공공처리시설 국고보조사업현황(2014. 1. 기준)

번호	시도명	시군명	사업기간		규모 (톤/일)	사업 구분
					4,478	
1	강원	홍천군	2012	2014	120	신설
2	강원	횡성군	2013	2014	90	개선
3	경기	양주시	2010	2014	150	신설
4	경기	화성시	2013	2014	30	증설
5	충남	당진시	2011	2014	150	신설
6	충남	보령시	2012	2014	130	신설
7	전북	완주군	2013	2014	120	개선
8	전북	정읍시	2012	2014	70	증설
9	전북	정읍시	2013	2014	120	신설
10	전북	김제시	2013	2014	200	개선
11	경북	고령군	2009	2014	150	신설
12	경북	상주시	2013	2014	120	신설
13	충북	청원군	2013	2015	140	개선
14	전남	고흥군	2013	2015	95	신설
15	경북	울진군	2013	2015	63	신설
16	경북	봉화군	2013	2015	70	신설
17	강원	철원군	2014	2016	50	증설
18	강원	평창군	2014	2015	50	신설
19	경기	양평군	2014	2014	150	개선
20	경기	파주시	2014	2014	200	개선
21	경기	포천시	2014	2014	100	개선
22	충북	진천군	2014	2014	100	개선
23	충남	공주시	2014	2014	250	개선
24	전북	부안군	2014	2014	80	개선
25	전북	장수군	2014	2014	120	개선
26	경남	함안군	2014	2014	200	개선
27	경남	합천군	2014	2014	150	개선
28	충남	홍성군	2014	2015	250	개선
29	전북	함평군	2014	2015	130	개선
30	충남	서산시	2014	2016	130	신설
31	경기	연천군	2014	2016	150	신설
32	경북	경주시	2014	2016	200	신설
33	제주	제주시	2014	2016	200	신설
34	경북	구미시	2014	2017	150	신설

## 4. 가축분뇨 에너지화 현황

### 가. 가축분뇨 에너지화 현황

환경부에서 발표하는 “2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황”을 살펴보면 국내 바이오가스화 시설은 2012년 기준 총 57개소로 보고되고 있으며, 바이오가스를 생산하는 원료별로 살펴보면 음식물쓰레기가 2개소, 음폐수가 9개소, 가축분뇨 6개소, 하수슬러지 20개소, 2종이상의 원료를 병합처리 하는 시설이 20개소로 보고되고 있다. 병합처리시설 중 가축분뇨 병합 바이오가스화 시설은 9개소로서 가축분뇨 단독 바이오가스화 시설 6개소를 더하여 총 15개소의 가축분뇨 바이오가스화 시설이 가동 중에 있다. 가축분뇨 단독 및 병합 바이오가스화 시설의 설치 및 시설현황을 살펴보면 전국 15개소가 설치·가동 중에 있으며, 이 중 2012년에 준공한 전북 정읍의 (유)친환경대현그린의 시설은 농식품부의 가축분뇨 에너지화 시범사업으로 추진한 시설이다. 이외의 시설은 주로 산업부의 지방보급사업, 환경부의 가축분뇨 공공처리사업, 기타 실증연구 사업으로 추진한 것이다.

환경부의 “2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황” 자료를 분석하여 연간 바이오가스 생산시설로 유입·처리한 가축분뇨의 양을 조사한 결과, 2006년 4개 시설에서 102,808톤/년이 처리되었으며, 바이오가스 생산시설 증가와 함께 2012년 15개 시설에서 239,671 톤/년의 가축분뇨가 처리된 것으로 나타나고 있으며, 2012년 바이오가스화 처리한 가축분뇨 239,671 톤/년은 2012년 가축분뇨 총 발생량 46,489천톤/년의 약 0.5%에 해당한다.

2010년 시범사업으로 시작한 농식품부의 가축분뇨 에너지화 사업은 사업비 70억(국비 30%, 지방비 30%, 용자 20%, 자부담 20%)으로 추진하고 있으며, 2010년 시범사업을 실시하여 정읍, 순천, 서귀포 3개소를 선정 추진하였으며, 이중 정읍의 (유)친환경대현그린의 바이오가스화 시설이 준공·운전 중에 있다. 이후 가축분뇨 에너지화 사업은 2011년 용인, 부여, 완주 3개소, 2012년 아산 1개소, 2013년 연천 1개소, 2014년 아산 1개소가 선정·추진 중에 있다. 그러나 가축분뇨 에너지화 시설은 아직까지 혐오시설로 인식되고 있어 사업부지 인근 주민의 민원발생 등의 문제로 사업 지연 및 포기 등으로 인해 활성화에 어려움이 있는 상황이다.

이에 농식품부에서는 가축분뇨 에너지화 사업의 활성화를 위하여 2014년 기존에 설치·가동 중인 액비화 중심의 공동자원화 시설에 가축분뇨 에너지화 시설을 도입하는 공동자원화 시설과 에너지화 시설 연계지원을 추진하였다. 공동자원화 시설과 에너지화 시설연계 지원 사업은 기존 공동자원화 시설 운영자 중 70 톤/일 규모 이상의 가축분뇨 액비화 시설을 운영하는 자에게 바이오가스시설(혐기소화조, 가스포집, 발전기 등) 및 악취방지시설, 노후 시설.기계.장비 개보수 등에 사업비 40억원(국비 40%, 지방비 30%, 용자 30%) 하고 있다. 2014년 공동자원화 시설과 에너지화 시설연계 지원 사업은 5개소가 선정·추진되었으며(표 6.9), 이중 경남양산의 흙마음영농조합법인은 기존의 바이오가스 생산시설에 발전시설을 추가하는 것을 특징으로 하고 있으며, 그 외 4개소는 99톤 규모의 바이오가스 생산시설과 발전시설을 설치하는 것을 사업내용으로 하고 있다.

(표 6.9) 가축분뇨 에너지화 시설 설치 현황(2013년 기준)

구 분	운영주체	설치기관	원천기술	설치 년도	사업형태	
단독 (6개소)	경기 안성1	광일농장	DHM(주)	한국 (DHM(주))	2009	연구사업2 (농식품부)
	충남 공주	공주시청	(주)쌍용건설	한국 (쌍용건설)	2001	환경부 공공처리사업3
	전북 무주	무주군청	(주)대우건설	한국 (대우건설)	2009	산업부 지방보급사업4
	전북 고창	농협중앙회 종돈사업소	(주)유니슨 하이테크	독일 (바이오가스협회)	2010	산업부 지방보급사업
	전북 장수	장수군청	(주)대우건설	한국 (대우건설)	2011	산업부 지방보급사업
	제주 제주	(주)제주축산 바이오	(주)유니슨 하이테크	독일 (바이오가스협회)	2010	산업부 지방보급사업
병합1 (9개소)	경기 파주	파주시	(주)한라산업 개발	독일 (HAASE사)	2004	환경부 공공처리사업
	경기 안성2	한경대학교	(주)금호산업	한국 (금호산업, 한경대)	2008	연구사업 (한경대학교)
	충남 청양	여양농장	(주)유니슨 하이테크	독일 (바이오가스협회)	2007	연구사업 (산업부)
	전남 보성	보성군청			2010	환경부 공공처리사업
	전남 영암	엔비오에너지(유)	(주)엔비오 코리아	독일 (NBO)	2012	민간투자설치5
	경북 구미	구미시청	-	-	1987	환경부 하수처리사업
	경남 밀양	밀양시	(주)쌍용건설	한국 (쌍용건설)	2003	환경부 공공처리사업
	경남 창녕	(주)이지바이오	(주)이지바이오	덴마크 (NIRAS사)	2008	민간투자설치
	전북 정읍	(유)친환경 대현그린	(주)립코	독일 (Weltek)	2012	농식품부 가축분뇨 에너지화사업

주1 : 병합은 2종 이상의 다른 원료를 혼입하여 처리하는 시설이다.

주2 : 연구 사업은 국책연구사업의 일환으로 추진된 연구 및 실증사업에 의한 설치시설이다.

주3 : 환경부 공공처리사업은 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”에 근거하는 환경부 가축분뇨 공공처리시설 설치사업에 의한 설치시설이다.

주4 : 지방부 지방보급 사업은 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”에 근거하는 지방보급 사업에 의한 설치시설이다.

주5 : 민간투자설치는 개인 또는 민간기업이 자체 투자하여 설치한 시설이다.

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

(표 6.10) 가축분뇨 에너지화 시설 현황

구 분	유입용량 (톤/일)	원료	소화조 용량 (m3)	체류 기간 (일)	발전 용량 (KW)	비고	
단 독	경기 안성1	20	가축분뇨 20	400	20	50	단상1, 관행2 (중온혐기소화)3
	충남 공주	250	가축분뇨 250	1,800	15.7	30	단상, 고율4 (중온혐기소화)
	전북 무주	50	가축분뇨 50	350	7	75	이상, 고율 (중온혐기소화)
	전북 고창	50	가축분뇨 50	2,400	48	80	단상, 관행 (중온혐기소화)
	전북 장수	150	가축분뇨 150	1,152	7	60	이상, 고율 (중온혐기소화)
	제주 제주	100	가축분뇨 100	1,085	11	-	단상, 고율 (중온혐기소화)
병 합	경기 파주	110	가축분뇨 60, 음식쓰레기 50	1,500, 600	17, 20	500	단상, 관행 (중온혐기소화)
	경기 안성2	5	가축분뇨 3.5, 음식쓰레기 1.5	150	30	30	단상, 관행 (중온혐기소화)
	충남 청양	20	가축분뇨 20, 음식쓰레기(50톤/년)	1,200	60	60	단상, 관행 (중온혐기소화)
	전남 보성	60	가축분뇨 52, 음식쓰레기 8	638	10.6	100	단상, 관행 (중온혐기소화)
	전남 영암	5	가축분뇨 1.5, 음식쓰레기 3.5	110	14	50	단상, 고율 (중온혐기소화)
	경북 구미	1,150	가축분뇨 80, 하수슬러지 1,033, 음폐수 37	21,000	30	-	단상, 관행 (중온혐기소화)
	경남 밀양	200	가축분뇨 100, 음식쓰레기 20, 기타 80	4,000	25	-	단상, 고율 (중온혐기소화)
	경남 창녕	100	가축분뇨 70, 음폐수 30	2,600	20	541	단상, 관행 (고온혐기소화)5
	전북 정읍	100	가축분뇨 70, 음폐수 30	2,219	22	370	이상, 관행 (중온혐기소화)
계	2,370						

주1 : 혐기소화조에서 산발효과 메탄발효를 동시에 수행하는 혐기소화조

주2 : 완전혼합교반방식(CSTR, Continuous stirred tank reactor)의 혐기소화조

주3 : 혐기소화조의 온도조건을 35~40℃로 최적화하는 혐기소화조

주4 : 혐기소화조 유기물부하율을 약 5kg-COD/m<sup>3</sup>·day이상으로 하는 혐기소화조

주5 : 혐기소화조의 온도조건을 55~60℃로 최적화하는 혐기소화조

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

(표 6.11) 가축분뇨 에너지화 처리 현황(2012년 기준)

지역	시설명	연도별 가축분뇨 유입 처리량(톤/년)						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
경기 안성1	디에이치엠(주) 바이오에너지화시설	-	-	-	600	3,361	891	1,714
충남 공주	공주 가축분뇨 공공처리시설	55,972	58,195	57,340	53,317	56,782	37,978	57,075
충남 청양	여양농장 바이오가스 플랜트	-	3,400	5,800	6,500	7,500	9,125	9,300
전남 순천	(주)정림 바이오가스 플랜트	-	-	2,190	7,300	7,300	-	-
경남 무주	가축분뇨 공공처리장	-	-	-	3,000	4,525	8,786	6,770
전북 고창	농협중앙회 바이오가스 발전소	-	-	-	-	15,000	18,250	16,420
제주 제주	가축분뇨 공공처리장	28,928	28,913	28,878	29,205	29,278	29,054	37,733
경기 파주	음식물 및 축분혼합처리시설	10,238	10,334	10,631	11,885	11,453	3,521	3,956
경기 안성2	국제축산영농조합 바이오가스 시설	-	-	1,530	1,530	1,560	1,830	1,830
충남 아산	통합형 고효율 바이오가스 시설	-	-	500	14,600	11,556	-	-
전남 순천	순천하수처리장	-	-	-	-	12,775	-	-
경남 구미	구미 하수처리장	-	-	-	31,025	35,770	29,398	31,970
경남 밀양	밀양 음식물 하수병합처리시설	7,670	5,505	5,522	5,155	6,920	5,190	4,359
경남 창녕	(주)이지바이오시스템 바이오가스 시설	-	-	4,500	23,725	24,841	22,064	27,103
전북 장수	장수군 바이오가스 열병합시설	-	-	-	-	-	23,395	25,991
정북 정읍	정읍 가축분뇨 공동자원화시설	-	-	-	-	-	-	615
전남 보성	보성군 가축분뇨 공공처리시설	-	-	-	-	11,552	11,105	14,494
전남 영암	영암 바이오가스 플랜트	-	-	-	-	134	1,113	341
소계		102,808	106,347	116,891	187,842	240,307	201,700	239,671

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

(표 6.12) 가축분뇨 에너지화 사업 현황(농식품부)

년도	지역	사업주체	공법사	시설용량 (톤/일)	원천기술	바이오가스 이용	사업현황
2010	전북 정읍	(유)친환경 대현그린	(주)립코	100	독일 Weltek	발전	가동 (2013년 준공)
	전남 순천	(주)립코	(주)립코	100	한국 (주)립코	발전	설치중
	제주 서귀포	농업법인 한라산바이오	나스텍 이엔씨(주)	100	한국 (주)대우건설	발전	설치중
2011	충남 부여	농업법인 내뫼에 영농조합	(주)DSK 엔지니어링	100	한국 (주)DSK엔지 니어링	발전	설치중
	전북 완주	김제완주축협	(주)DHM	100	한국 (주)DHM	발전	설치중
2012	충남 아산	(주)립코	(주)립코	100	한국 (주)립코	발전	설치중
2013	경기 연천	(주)엔바이로 솔루션	(주)엔바이로 솔루션	100	미국 DVO	발전	설치중
2014	충남 아산	(주)립코	(주)립코	100	한국 (주)립코	발전	선정
	경남 양산	흙마음영농조 합법인	(주)대명건설	-	-	발전	선정
	전북 정읍	대죽영농법인	도드람환경연 구소	99	도드람환경연 구소	발전	선정
	정읍	유원영농법인	도드람환경연 구소	99	도드람환경연 구소	발전	선정
	제주 서귀포	칠성영농법인	도드람환경연 구소	99	도드람환경연 구소	발전	선정
	경남 함양	함양친환경발 효액비영농법 인	디에치엠	99	디에치엠	발전	선정

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

## 제2절 음식물류 폐기물

### 1. 음식물류 폐기물 발생 현황

음식물류 폐기물은 우리나라에서 발생하는 주요한 폐기물계 바이오매스의 하나이다. 음식물류 폐기물의 배출은 가정에서 배출되는 가정생활부문과 식당 등에서 배출되는 사업장생활부문, 식품가공장 등에서 배출되는 사업장 배출시설 부문으로 구분하며, 가정생활부문과 사업장생활부문의 경우 종량제봉투에 의한 혼합배출과 남은음식물류 분리배출로 구분할 수 있다. 종량제봉투에 의한 혼합배출은 다른 생활폐기물과 혼합되어 배출되므로 자원화시 선별처리에 어려움이 있어 분리 배출되는 남은 음식물이 주로 재활용되고 있는 상황이다. 2012년 기준 전국 음식물류 폐기물 발생량은 약 16,145톤/일로 이중 약 94.5%가 재활용, 3.5%가 소각, 2.0%가 매립 처리되고 있는 것으로 보고되고 있다.

(표 6.13) 음식물류폐기물 발생 현황(2012년 기준, 단위 : 톤/일, %)

구분	가정생활부문		사업장생활부문		사업장 배출시설 부문 (동식물성잔재물)	계	
	종량제에 의한 혼합배출	남은음식물류 배출	종량제에 의한 혼합배출	남은음식물류 배출			
발생량	158.3 (100.0)	11,498.0 (100.0)	13.4 (100.0)	1,538.9 (100.0)	2,936.4 (100.0)	16,145.0 (100.0)	
처리 방법	매립	62.3 (39.4)	85.8 (0.7)	1.5 (11.2)	2.7 (0.2)	170.6 (5.8)	322.9 (2.0)
	소각	92.9 (58.7)	265.5 (2.3)	1.8 (13.4)	20.9 (1.4)	182.3 (6.2)	563.4 (3.5)
	재활 용	3.1 (2.0)	11,146.7 (96.9)	10.1 (75.4)	1,515.3 (98.5)	2,574.9 (87.7)	12,520.1 (94.5)

### 2. 음식물류 폐기물 처리 현황

전국 음식물류 폐기물 재활용시설은 2013년 기준 전국 240개소가 운영 중에 있으며, 시설 용량은 18,275 톤/일, 음식물류 폐기물 처리량은 11,802 톤/일로 약 65%의 가동률을 보이고 있다. 유입 음식물류 폐기물 중 약 7.9%(933.5 톤/일)가 협잡물로 배출되고 있으며, 약 70%(8,327 톤/일)가 음폐수로 배출되고 있다. 배출되는 음폐수는 약 73%가 하수처리장에 연계 처리되고 있으며, 약 13.3%가 혐기소화에 의해 바이오가스화 되고 있는 것으로 보고되고 있다. 따라서 음식물류 폐기물은 주로 재활용에 의해 처리되고 있으나, 이 과정에서 다량의 음폐수가 발생하며, 발생한 음폐수는 대부분 하수연계 또는 폐수처리시설에서 처리·방류하고 있는 것으로 나타났다.

국내 음식물류 폐기물의 재활용 시설은 주로 사료화, 퇴비화, 바이오가스화를 중심으로 진행되고 있으며, 바이오매스 제품은 많은 양이 무상으로 유통하고 일부 제품에 대하여 유상으로 판매하고 있는 상황이다. 바이오매스 에너지는 시설 자체에서 이용하거나 일부는 전력으로 변환 판매하고 있다. 에너지화 처리 현황은 (표 6.14)에 나타내었다. 국내 음식물류 폐기물의 에너지화는 주로 바이오가스화를 통해 이루어지고 있으며, 대부분이 정부의 정책 사업을 통해 공공시설로 설치 가동 중에 있다. 유입원료 특성은 음식물이 4개소, 음폐수가 6개소이며, 음폐수와 하수슬러지 등을 병합 처리하는 시설이 10개소이다.

(표 6.14) 음식물류폐기물 처리 현황(2013년 기준)

개소수	시설 용량 (톤/일)	음식물 류폐기 물처리 량 (톤/일)	협잡물 발생량 (톤/일)	음폐 수발생 량 (톤/일)	폐수 처리현황 (톤/일, %)						
					계	자가 처리	하수 처리장	폐수 처리장	침출수 처리장	폐수처리업체	기타 (바이오 가스화 등)
240개소	18,275.3	11,802.3	933.5	8,208.5	8,327.0 (100.0)	513.2 (6.2)	6,034.0 (72.5)	314.6 (3.8)	58.3 (0.7)	243.0 (2.9)	1,110.7 (13.3)

(표 6.15) 음식물류폐기물 재활용 제품 생산·판매 등 유통현황(2013년 기준)

구분	유상		무상 (톤/월)	자가처리 (톤/월)	재 위탁처리	
	판매량 (톤/월)	판매금액 (천원/톤)			처리량 (톤/일)	비용 (천원/톤)
사료	6,576.6	913	22,177.8	724.3	980.0	168
퇴비	7,019.6	3,420	15,677.7	60.0	3,113.0	1,218
에너지 외		155			2,667.0	94



(표 6.16) 음식물류폐기물 에너지화 시설 설치 현황(2013년 기준)

구 분		운영주체	설치기관	원천기술	설치 년도	사업형태	
단독 (10개소)	음식 물	서울1	동대문구청	동대문구청	한국 (서희건설)	2010	환경부 공공처리사업
		부산	부산광역시	부산광역시	한국 (서희건설)	2005	민간투자설치
		대구	대구광역시	(주)대우건설	한국 (대우건설)	2013	산업부 지방보급사업
		경기 남양주	남양주시청			2013	환경부 공공처리사업
	음폐 수	인천1	수도권매립지 관리 공사		한국 (대우건설)	2011	환경부 공공처리사업
		경기 안산	안산시			2010	산업부 지방보급사업
		전남 여수	여수시			2010	산업부 지방보급사업
		경북 안동	안동시			2006	산업부 지방보급사업
		인천2	수도권매립지 관리공사			2013	산업부 지방보급사업
		울산	(주)비아이티			2012	민간투자설치
		경남 진주	진주시장			2013	산업부 지방보급사업
	병합 (10개소)	서울2	(주)리클린	(주)리클린	한국 (주)리클린)	2010	환경부 공공처리사업
		인천3	인천광역시			2008	환경부 공공처리사업
광주1		광주광역시			2007	산업부 지방보급사업	
	광주2	광주광역시청			2013	산업부 지방보급사업	
	경기 파주	파주시장			1999	환경부 공공처리사업	
	경기 의정부	의정부시			2011	산업부 지방보급사업	
	경기 안성	한경대학교	(주)금호산업	한국 (금호산업,한경대 )	2008	연구사업 (한경대학교)	
	경남 밀양	밀양시	(주)쌍용건설	한국 (쌍용건설)	2003	환경부 공공처리사업	
	경남 창녕	(주)이지바이오	(주)이지바이오	덴마크 (NIRAS사)	2008	민간투자설치	
	경남 마산	(주)MH에탄올	(주)MH에탄올		2005	산업부 지방보급사업	

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

(표 6.17) 음식물류폐기물 에너지화 시설 가동 현황

구 분		유입용량 (톤/일)	원료	소화조용량 (m3)	체류기간 (일)	발전용량 (KW)	
단독 (10개소)	음식물	서울1	98	음식쓰레기 98	2,950	30	1,000
		부산	200	음식쓰레기 200	6,000	30	2,000
		대구	300	음식쓰레기 300	건식4,800 습식1,700	건식30 습식11	-
		경기 남양주	31	음식쓰레기 31	490	15	-
	음폐수	인천1	700	음폐수 700	30,000	20	1,900
		경기 안산	160	음폐수 160	2,419	15	-
		전남 여수	55	음폐수 55	1,596	29	-
		경북 안동	45	음폐수 45	330	7.3	-
		인천2	500	음폐수 500	18,100	36	-
		울산	400	음폐수 400	2,640	6.6	-
		경남 진주	150	음폐수 150	건식 850 습식 1,300	건식30 습식9	300
	병합 (10개소)	서울2	950	음식쓰레기 450, 음폐수 500	8,000	15	-
		인천3	200	음식쓰레기 200, 음폐수 130	1,865	7.9	-
		광주1	160	음식쓰레기(150), 음폐수 160	2,450	20	-
광주2		299	음식쓰레기 300, 음폐수 299	4,830	16	-	
경기 의정부		150	음식쓰레기(120), 음폐수 150	3,640	23	-	
경기 파주		110	음식쓰레기 50, 가축분뇨 60	1-1,500 2-600	17 20	500	
경기 안성		5	음식쓰레기 1.5, 가축분뇨 3.5	150	30	30	
경남 밀양		180	음식쓰레기 20, 가축분뇨 100	4008	25	-	
경남 창녕		100	음폐수 30, 가축분뇨 70	2,600	20	541	
경남 마산		-	음폐수 168, 기타 552	10,000	13.8	-	
계		4,793					

자료 : 2012 유기성 폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

### 제3절 하수슬러지

#### 1. 하수 및 분뇨 슬러지 발생현황

하수슬러지는 가축분뇨, 음식물류 폐기물과 함께 우리나라에서 발생하는 주요한 폐기물계 바이오매스이다. 하수슬러지는 지역별로 설치·운영 중에 있는 전국 569개 하수처리시설에서 발생하며, 발생량은 2013년 기준 연간 3,531천톤이다. 대규모의 하수처리시설에서는 발생하는 하수슬러지를 하수처리시설 내에 위치하는 혐기소화조에서 처리하여 상당한 부분의 유기물을 감량화 시키고 있으나, 이 경우 혐기소화액의 고액분리를 통해 최종 슬러지가 발생한다. 중소규모 하수처리장에서는 별도의 혐기소화조를 운영하지 않고 있어 별도의 유기물 감량화 없이 모든 슬러지가 최종 슬러지로 배출되게 된다. 이와 함께 하수슬러지와 유사한 특성을 가지는 분뇨처리 슬러지가 있으며, 국내 192개 분뇨처리시설에서 연간 131,518 톤의 분뇨슬러지가 발생하고 있다.

(표 6.18) 하수슬러지 발생 및 처리 현황

지역	개소수 (개소)	발생량 (톤/년, %)	처분량 (톤/년, %)						미처분량 (톤/년, %)
			계	재활용	육상 매립	소각	연료화	기타	
전국	569	3,531,250 (100.0)	3,529,965 (99.96)	1,469,343 (41.6)	406,574 (11.5)	846,241 (24.0)	349,679 (9.9)	458,129 (13.0)	1,284 (0.04)
서울 특별시	4	584,658	583,749	220,376	148,294	56,904		158,175	909
부산 광역시	12	193,274	193,274	110,123	61,547	9,767	11,837		
대구 광역시	7	165,468	165,468	159,803	5,664				
인천 광역시	10	98,449	98,449	88,681	970	1,222		7,575	
광주 광역시	3	105,936	105,936	-	-			105,936	
대전 광역시	2	96,219	96,219	84,622	11,597				
울산 광역시	7	105,101	105,101	-	167	104,934			
세종특별자치시	2	5,500	5,500	5,500	-				
경기도	136	1,021,571	1,021,504	354,322	89,347	444,416	70,642	62,777	68
강원도	54	104,379	104,379	34,426	4,843	10,816	54,294		
충청북도	33	162,389	162,389	24,791	1,071	56,666	21,448	58,413	
충청남도	56	137,769	137,731	40,244	18,964	18,357	12,645	47,521	38
전라북도	44	161,175	161,172	116,009		4,170	30,313	10,681	3
전라남도	69	99,815	99,589	23,026	10,789	13,931	48,965	2,877	227
경상북도	57	224,796	224,786	64,025	39,950	59,390	59,695	1,726	10
경상남도	65	236,259	236,229	117,923	11,875	65,668	39,839	924	30
제주도	8	28,490	28,490	25,471	1,495			1,524	

자료 : 2013하수도통계

(표 6.19) 분뇨슬러지 발생 및 처리 현황

지역	개소수 (개소)	발생량 (톤/년, %)	처분량 (톤/년, %)						미처분량 (톤/년, %)
			계	재활용	육상 매립	소각	연료화	기타	
전국	192개소	131,518 (100.0)	131,248 (99.8)	68,213 (51.9)	21,273 (16.2)	22,412 (17.0)	3,992 (3.0)	2,967 (2.3)	270 (0.2)
서울 특별시	3개소								하수연계 처리
부산 광역시	1개소	22,947	22,947	10,600					12,346(해양투기)
대구 광역시	2개소	1,855	1,855	892	928	35			
인천 광역시	6개소	12,304	12,304	151		12,153			
광주 광역시	1개소	2,349	2,349		2,349				
대전 광역시	1개소								하수연계 처리
울산 광역시	1개소	2,298	2,298			2,298			
세종특별자치시	2개소								하수연계 처리
경기도	37개소	28,979	28,979	16,734	4,757	3,693	3,160	636	
강원도	17개소	5,350	5,350	3,789		1,279	282		
충청북도	13개소	5,714	5,714	5,361	94	258			
충청남도	16개소	4,706	4,660	3,156	1,495	9			46
전라북도	14개소	17,285	17,120	14,536	2,426	158			165
전라남도	23개소	7,561	7,520	4,504	895	510		1,611	41
경상북도	26개소	11,085	11,085	2,672	7,829	314		270	
경상남도	21개소	7,954	7,937	5,179	53	1,705	550	450	18
제주도	8개소	1,131	1,131	639	447				45(해양투기)

자료 : 2013하수도통계

## 2. 하수 및 분뇨 슬러지 처리현황

발생하는 하수슬러지의 대부분은 재활용, 매립, 소각, 연료화 등의 방법으로 처리되고 있다. 2013년 기준 하수슬러지 처리현황을 보면 약 41.6%가 부숙토로 재활용되었으며, 11.5%가 매립 처분 되었고, 24.0%가 소각처분 되었다. 이외에 9.9%는 건조, 성형, 탄화의 방식으로 고품연료로 제조 이용되었다. 분뇨슬러지도 하수슬러지와 유사한 방법으로 처리되고 있으며, 51.9%가 재활용처리 되고, 16.2%가 매립, 17.0%가 소각, 3.0%가 고품연료로 이용되었다. 하수슬러지 에너지화 시설은 전국에 약 30개소가 가동 중에 있으며, 이중 16개소는 하수슬러리를 단독으로 이용하는 혐기소화시설이며, 약 14개소는 음식물쓰레기, 가축분뇨 등과 병합 소화되고 있다. 일반적으로 하수슬러지 단독 혐기소화조는 하수처리장 내에 설치 운영하는 혐기소화시설이다. 이외에 전국 114개 하수처리시설에서는 발생하는 하수슬러지 케이크를 최종으로 처리하는 시설들이 설치 운영 중에 있으며, 건조·탄화를 통한 고품연료 생산 및 소각을 통한 열 회수시설이 대부분을 차지하고 있다. 이중 안성시에서 운영하고 있는 하수슬러지 최종처리시설에서의 탄화 고품연료화 사례를 (표 6.20)에 나타내었으며, 생산된 탄화 고품연료는 당진에 위치한 발전소에 전량 판매하는 사례도 있다.

(표 6.20) 하수슬러지 에너지화 시설 현황

구 분	유입 용량 (톤/일)	원료	소화조용량 (m3)	체류기간 (일)	발전 용량 (KW)	
단 독 (16 개 소)	서울1	2,379	하수슬러지 2,379	85,880	34	2000
	부산1	932	하수슬러지 932	21,000	25	-
	부산2	1,734	하수슬러지 1,734	39,886	23	-
	대구1	878	하수슬러지 878	1-10,768, 2-10,768	1-23.6, 2-25.6	-
	대구2	693	하수슬러지 693	21,715	31	260
	대구3	1,376	하수슬러지 1,376	41,202	39	-
	인천1	668	하수슬러지 668	25,120	28.5	-
	인천2	628	하수슬러지 628	18,850	46.3	-
	부천	4,205	하수슬러지 4,205	82,776	20	-
	경기성남	1,215	하수슬러지 1,215	39,865	40	-
	경기안산	717	하수슬러지 717	17,500	40	-
	충북충주	60	하수슬러지 60	3,632	19	-
	경북김천	162	하수슬러지 162	2,880	31	-
	경북안동	132	하수슬러지 132	3,500	26.5	-
	문경	107	하수슬러지 107	2,540	31.6	-
	전북군산	150	하수슬러지 150	11,975	15~25	-
제주	515	하수슬러지 515	12,568	31	0.375	
병 합 (14 개 소)	서울2	7,949	음폐수 259, 하수슬러지 7,690	179,988	1-25.8, 2-20.7	1600
	서울3	5,112	하수슬러지 4,748, 기타 364	153,162	30	4000
	서울4	3,143	음폐수 409, 하수슬러지 2,734	74,557	25	100
	대전	2,372	음폐수 260, 하수슬러지 2,112	52,500	22	80
	강원원주	271	음폐수 35, 하수슬러지 186, 기타 50톤	5,542	20	-
	충북제천	338	하수슬러지 240, 가축분뇨 98	7,200	30	280
	창원	200	하수슬러지 200, 가축분뇨 0.24	14,000	25	-
	부산3	1,680	음식쓰레기 120, 하수슬러지 1,560	28,000	25	-
	대구	1,175	음식쓰레기 (200), 하수슬러지 1,175	39,412	30	1,350
	울산	600	음식쓰레기 180, 하수슬러지 210	14,000	20	-
	경기의정 부	1,322	하수슬러지 1,022, 기타(분뇨) 300	1-8,467, 2-8,302	1-23, 2-30	-
	강원속초	255	음식쓰레기 40, 하수슬러지 115, 기타 100	1-3,856, 2-1,600	18	-
	전남순천	500	음폐수 63, 하수슬러지 500, 가축분뇨 36	10,774	30	750
	경북구미	1,150	음폐수 37, 하수슬러지 1,033, 가축분뇨 80	21,000	30	-
계	42,618					

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

(표 6.21) 전국 하수슬러지 최종처리시설 현황(2013. 3 기준)


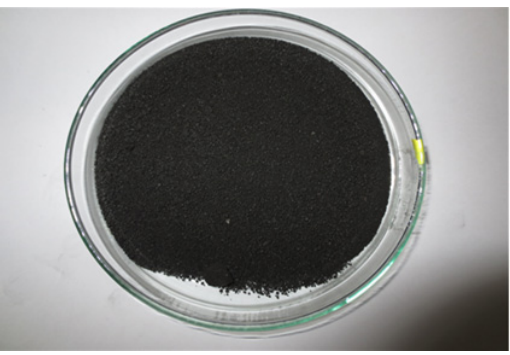
연번	시도	시군	처리장명	구분	사업기간		용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리공법	사업비 (백만원)
					착수	준공			
	98개		114개 처리시설				12,613		1,480,396
1	수도권매립지		기존고화	운영 중	1998	1998	1,050	고화	3,700
			1단계	운영 중	2007	2008	1,000	고화	39,800
			2단계	운영 중	2008	2011	1,000	건조연료화	80,698
			3단계	설계 중	2008	2015	1,000	건조연료화	170,000
2	서울		중랑	운영 중	2000	2002	200	건조연료화	8,635
			난지	운영 중	2000	2002	150	소각	11,294
			서남	운영 중	2000	2002	150	소각	12,375
			탄천	운영 중	2000	2002	200	건조연료화	9,008
3	부산		강변	운영 중	2008	2008	200	고화	1,489
			해운대	운영 중	2005	2005	48	건조혼소	421
			부산	건설 중	2007	2013	550	건조연료화	75,000
4	대구		대구	운영 중	2007	2011	270	고화	63,599
5	광주		광주	운영 중	2007	2011	330	건조연료화	39,496
6	대전		대전	설계 중	2009	2014	100	건조연료화	49,600
7	울산		울산	운영 중	2006	2011	300	소각	33,652
8	강원	태백	태백	운영 중	2009	2011	15	건조혼소	2,440
9		홍천	홍천	운영 중	2009	2010	10	건조혼소	2,200
10		원주	원주	운영 중	2010	2013	100	건조연료화	22,050
11		속초	속초	운영 중	2007	2010	20	건조혼소	3,000
12		춘천	춘천1	운영 중	2008	2011	90	건조혼소	11,542
			춘천2	설계 중	2013	2014	600	건조혼소	2,993
13		인제	인제	설계 중	2012	2013	10	건조화	3,897
14	경기	양평	양평	운영 중	2001	2003	40	소각	3,970
15		구리	구리	운영 중	1998	1999	70	소각	3,456
16		성남	성남	운영 중	1999	2001	180	소각	7,615
17		용인	용인	운영 중	2006	2011	180	소각	45,009
18		의왕	의왕	운영 중	2008	2010	10	건조	1,047
19		수원	수원	운영 중	2003	2010	450	건조연료화	29,338
20		연천	연천	운영 중	2011	2011	14	건조혼소	1,602
21		부천	부천	운영 중	2005	2007	300	소각	33,623
22		포천	포천	운영 중	2005	2006	40	소각	8,300
23		안성	안성	운영 중	2007	2008	30	탄화	3,739
24		시흥	시흥	운영 중	2007	2009	200	건조혼소	14,600
25		안산	안산1	운영 중	1998	1999	150	소각	7,720
			안산2	운영 중	2003	2007	100	소각	10,000
26	충북	청주	청주	운영 중	1997	2000	90	소각	12,772
27		제천	제천	운영 중	2000	2000	20	건분화	386

연번	시도	시군	처리장명	구분	사업기간		용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리공법	사업비 (백만원)	
					착수	준공				
28		청주	청주	운영 중	2008	2012	90	소각	19,925	
29		충주	충주	운영 중	2010	2012	60	건조연료화	11,970	
30		음성	음성	건설 중	2010	2013	20	건조연료화	5,859	
31		진천	진천	설계 중	2012	2014	20	건조자원화	4,000	
32	충남	공주	공주	운영 중	2008	2011	40	부숙화	9,622	
33		논산	논산	운영 중	2008	2011	30	탄화	7,500	
34		당진	당진	운영 중	2007	2009	30	고화	4,109	
35		보령	보령	운영 중	2007	2009	20	탄화	5,798	
36		서산	서산	운영 중	2009	2012	30	건조연료화	11,000	
37		서천	서천	운영 중	2008	2010	8	부숙화	4,239	
38		아산	아산	운영 중	2007	2011	60	건조혼소	7,782	
39		천안	천안	운영 중	2007	2011	150	탄화	27,902	
40		태안	태안	운영 중	2009	2011	10	탄화	4,000	
41		계룡	계룡	건설 중	2010	2013	20	건조연료화	5,000	
42		전북	군산	군산	건설 중	2009	2014	150	건조연료화	35,300
43			김제	김제	운영 중	2009	2012.2	30	탄화	5,609
44	남원		남원	운영 중	2008	2011	30	탄화	5,937	
45	부안		부안	운영 중	2009	2011	20	탄화	6,600	
46	완주		완주	운영 중	2008	2012	35	탄화	8,114	
47	익산		익산	건설 중	2006	2014	120	건조연료화	19,800	
48	전주		전주	건설 중	2007	2015	150	소각	40,000	
49	정읍		정읍	운영 중	2009	2012.6	40	고화	9,600	
50	고창		고창	운영 중	2007	2009	10	부숙화	4,351	
51	전남		강진	강진	운영 중	2008	2011	10	부숙화	2,695
52		광양	광양	운영 중	2007	2010	25	건조매립	2,373	
53		목포	목포	운영 중	2006	2011	80	건조연료화	10,919	
54		무안	무안	운영 중	2008	2010	10	탄화	4,666	
55		순천	순천	운영 중	2006	2011	60	탄화	10,495	
56		완도	완도	운영 중	2008	2011	5	건조혼소	1,500	
57		진도	진도	운영 중	2009	2011	4	건조혼소	1,953	
58		해남	해남	운영 중	2008	2013	10	고화	3,561	
59		화순	화순	운영 중	2008	2010	10	고화	3,561	
60		장성	장성	운영 중	2006	2007	5	건조혼소	708	
			삼계	설계 중	2011	2014	5	건조혼소	1,250	
61		구례	구례	운영 중	2007	2009	5	고화	2,000	
62		나주	나주	운영 중	2007	2009	8	고화	3,539	
63		담양	담양	운영 중	2007	2009	7	소각	2,341	
64		보성	보성	운영 중	2006	2009	8	부숙화	3,208	
65	영암	영암	운영 중	2004	2005	30	소각	4,500		

연번	시도	시군	처리장명	구분	사업기간		용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리공법	사업비 (백만원)
					착수	준공			
66		여수	여수	운영 중	2004	2006	110	건조연료화	15,020
67		고흥	고흥	운영 중	2007	2008	15	건조혼소	2,184
68	경북	구미	구미1	운영 중	2001	2005	160	소각	7,572
			구미2	설계 중	2012	2014	250	소각	43,750
69		김천	김천	운영 중	2005	2007	20	건조혼소	4,280
70		상주	상주1	운영 중	1999	2002	24	건조혼소	2,917
			상주2	운영 중	2008	2011	25	탄화	7,952
71		경주	경주	운영 중	2006	2011	90	건조연료화	16,500
72		안동	안동	운영 중	2008	2011	50	부숙화	11,332
73		울진	울진	운영 중	2006	2010	5	고화	1,639
74		의성	의성	건설 중	2009	2013	15	건조연료화	5,878
75		포항	포항	운영 중	2008	2012	130	건조연료화	22,162
76		김천	김천	운영 중	2010	2011	50	건조연료화	10,900
77		경산	경산	건설 중	2011	2014	14	건조혼소	2,775
78		고령	고령	운영 중	2007	2009	10	부숙화	3,999
79		칠곡	칠곡	운영 중	2007	2009	50	부숙화	10,120
80		문경	문경	운영 중	2005	2006	30	부숙화	4,500
81		영덕	영덕	운영 중	2007	2008	7	건조혼소	700
82	고성	고성1	운영 중	2007	2010	10	부숙화	3,123	
		고성2	운영 중	2003	2003	5	부숙화	1,140	
83	사천	사천	운영 중	2006	2011	24	건조혼소	4,324	
84	의령	의령	운영 중	2006	2010	15	탄화	5,547	
85	진주	진주	운영 중	2006	2010	100	탄화	19,172	
86	창원	진해	건설 중	2008	2013	50	건조	13,600	
		마산	운영 중	2006	2008	200	소각	23,813	
		창원	운영 중	2006	2007	20	건조혼소	1,590	
87	창녕	창녕	운영 중	2007	2010	10	부숙화	4,411	
88	하동	하동	운영 중	2009	2011	10	고화	2,964	
89	합안	합안	운영 중	2007	2010	15	건조혼소	4,858	
90	함양	함양	건설 중	2011	2013	10	건조혼소	2,500	
91	거제	거제	운영 중	2007	2009	30	부숙화	9,545	
92	김해	김해	운영 중	2006	2008	100	탄화	17,348	
93	남해	남해	운영 중	2007	2009	10	탄화	3,362	
94	밀양	밀양	운영 중	2007	2009	10	부숙화	2,994	
95	양산	양산	운영 중	2006	2009	120	건조혼소	16,973	
96	통영	통영	운영 중	2006	2007	15	건조혼소	300	
97	거창	거창	설계 중	2012	2014	12	건조연료화	3,600	
98	제주	제주	제주	운영 중	2006	2011	70	고화	11,700



(표 6.22) 하수슬러지 탄화 고형연료 이용 사례

시설명	안성시 하수슬러지 최종 처리시설				
가동연도	2007년				
시설용량	45 톤/일				
원료	하수슬러지+가축분뇨 공공처리슬러지25~30톤/일 (수분함량 80~87%)				
반입수수료	130,000 원/톤 (퇴비화 87,000 원/톤, 건조 120,000 원/톤, 소각 150,000 원/톤)				
고형연료	생산량	열량	납품처	가격	생산비
	2.25 톤/일 (투입량의 약 5%, 우기 7~8%)	탄화물 : 1,800 kcal/kg 제품 : 3,300 kcal/kg (건조기 분진 혼합)	중부발전(당진) RPS 도입이전(현대 시멘트)	13,000 원/톤	120,000~130,000 원/톤 (인건비, 전력비, LPG, 유지관리비 등)
운영인력	계 11인, 소장 1인, 차량운전수 1인, 현장운전자 9인 (1일3교대)				
현장모습	슬러지(원료)		고형연료(제품)		
					

## 제4절 목질계 바이오매스

### 1. 임산바이오매스 발생 특성 및 현황

우리나라는 전 국토에서 임산이 차지하는 비율은 65%정도로 임산이 차지하는 비율이 매우 높다. 이처럼 임산 면적이 넓기 이유로 임산에서 생산 가능한 바이오매스는 임산 자원 뿐만 아니라 에너지로의 잠재가능성이 매우 크다. 임산 바이오매스의 발생 특성과 현황을 통해 국내에서 지속적으로 생산 가능한 임산 바이오매스의 잠재성을 살펴본다.

#### 가. 주요 임산 바이오매스 발생 특성

일반적으로 임산바이오매스의 발생량은 임산에서 발생하는 나무의 줄기, 뿌리, 잎 등을 모두 포함하는 생물량 또는 생체량으로 표현하고 있다. 임산바이오매스를 좀 더 세분화하면 지면과 땅 밑에 존재하는 죽거나 살아있는 관목과 나무의 목질부, 수피 및 잎 등에 축적되는 매스로 분류할 수 있다. 이 중 나무로부터 축적되는 임산바이오매스는 주로 나무의 광합성을 통해 증가하거나 축적이 이루어지고 있다.

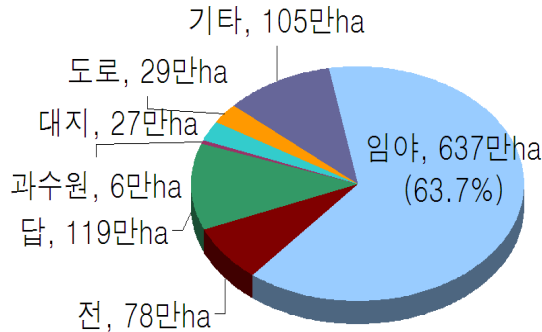
임산바이오매스의 생산량은 크게 기본 총 생산량과 기본 순 생산량으로 구분한다. 임산바이오매스의 기본 총 생산량은 나무가  $CO_2$ 와  $H_2O$ 를 광합성으로 통해 탄수화물과 리그닌을 생산하는 모든 양을 의미한다. 하지만 나무는 성장을 위해 광합성으로 생산된 생산물을 소비하게 된다. 나무가 성장을 위해 소비한 생산물을 제외한 양을 기본 순 생산이라고 한다. 임산바이오매스의 증가란 기본 순 생산량을 기준으로 증가하거나 축적이 이루어지게 된다.

임산바이오매스는 전체가 에너지 대상으로 될 수 있지만 경제적 가치에 따라 다양한 형태로 사용되고 있다. 임산바이오매스 경제성에 있어 에너지로 사용되는 경우보다 목재와 같이 다른 용도로 활용될 때 높은 경제성을 나타내고 있다. 임산바이오매스가 에너지로 활용되는 경우 상대적으로 경제성이 낮아지는 경향이 나타난다. 하지만 임산바이오매스는 재생산이 가능한 에너지 자원으로 에너지로서의 중요성이 지속적으로 증가하고 있다. 특히 일정 지역에서 지속적으로 공급 가능한 에너지 특성을 가지고 있기 때문에 국가 차원의 에너지 자립도에 기여할 수 있는 큰 잠재력을 가진 에너지 자원이다.

임산바이오매스는 목질계와 초본계 그리고 견과 껍질의 세 가지 분류를 사용하고 있다. 목질계 바이오매스란 나무에 의해 축적된 바이오매스로 다양한 방면에서 사용되고 있다. 초본계 바이오매스는 임산에 있는 풀에 의해 축적된 바이오매스로 수집 비용에 따른 경제성 문제로 건초 등의 몇몇 특이한 경우를 제외하고 사용이 제한적이다. 견과 껍질은 견과류의 처리 과정에서 발생하는 껍질과 씨로 몇몇 시설에서 에너지로 사용하고 있다. 임산에서는 다양한 형태의 임산바이오매스가 발생하지만 이 연구에서 임산바이오매스를 목질계 바이오매스로 한정한다.

2010년 국내 면적은 1,000만ha를 기록하고 있다. 국내 국토이용현황을 살펴보면 임산, 농경지, 대지, 도로 및 기타로 구성되고 있다. 이 중 임산 면적은 63.7%를 차지하여 637만ha를 기록하고 있다. 국내 임산 면적 및 임산 축적량을 살펴보면 6,369천ha에 800백만 $m^3$ 가 축적되어 있다. ha당 축적량은 125.6 $m^3$ 이다. 임산 면적에서 국공유림이 차지하는 비율은 32%로 ha당 축적

량이 국유림은 148.5m<sup>3</sup>이고 공유림은 123.4m<sup>3</sup>을 기록하고 있다. 사유림의 경우 전체 임산 면적의 68%를 차지하고 있으며 ha당 축적량은 117.7로 국공유림에 비해 약간 낮은 수준이다.



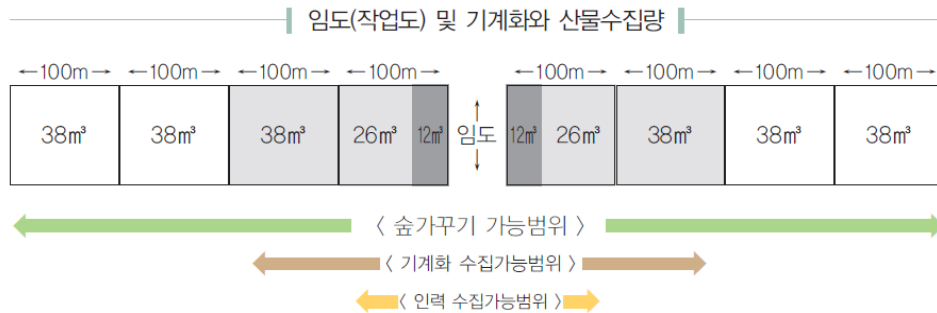
<그림 6.1> 2010년 국토 이용 현황

국내 임산율은 세계 평균(31%)의 2배가 넘는 수준이다. 또한 ha당 임목축적량 125.6m<sup>3</sup>는 OECD 국가 평균 임목축적량인 121.4m<sup>3</sup>/ha을 약간 상회하고 있다. 임상별로 살펴보면 침엽수림이 41% 면적을 차지하고 활엽수림이 27%를 차지하고 있다. 혼효림의 경우 29%를 차지하고 있다.

국내 임산의 수령별 연적 및 축적량을 살펴보면 31년생 이상이 전체 면적의 65%를 차지하고 있다. 30년생 이하의 경우 면적대비 32%를 차지하고 있다. 그리고 죽림이 3% 면적을 차지하고 있다. 축적량 기준에서는 31년 이상의 경우 국내 전체 축적량의 77%인 616백만m<sup>3</sup>을 기록하며 30년 이하의 경우 23%인 184백만m<sup>3</sup>을 기록하고 있다.

30년 이상의 삼림면적이 65%를 차지하고 있고, 그 면적이 계속 증가하고 있기 때문에 향후 10년 이내에 활발한 목재생산이 이루어 질 것으로 예상되고 있다.

국내 임산 축적에 비하여 임목 수확을 위한 기반 시설과 인적자원은 상대적으로 부족한 상태이다. 임목수확의 생산성을 높이기 위해 기계화의 도입은 필수적이다, 하지만 기계화의 도입을 위해서는 임도를 필요로 하고 있다. 임도 시설의 부족은 기계화에 비해 생산성이 매우 낮은 인력에 의존해야 한다. 결국 인도 부족은 기계화 도입을 어렵게 하여 생산성을 떨어뜨리기 때문에 임목수확에 따른 비용이 과다하게 소모되는 문제점을 가지고 있다. 임도를 기준으로 인력 수집이 가능한 범위는 100m 이내이다. 기계화 수집이 가능한 범위는 2배인 200m 이내이다. 산물 수집량을 살펴봤을때 임도 기준 100m 이내에서 38m<sup>3</sup>이 가능하기 때문에 임도 양방향을 기준으로 76m<sup>3</sup>의 수집이 가능하다. 기계화 수집이 가능한 200m의 경우 2배 양의 수집이 가능하다. 하지만 대부분의 경우 수집하기 용이한 30m 이내에서 수집 작업이 이루어지고 있다. 30m 이내 수집의 경우 24m<sup>3</sup>의 양을 수집하고 있다.



**<그림 6.2> 임도대비 임산물 수집가능 범위**

2010년 국내 임도밀도를 살펴보면 2.6m/ha이다. 목재생산을 위한 적정 임도비율은 26m/h로 국내 임도밀도는 적정 임도밀도의 1/10 수준에 머무르고 있다. 목재산업이 발달한 유럽 국가의 경우 적정 임도밀도를 상회하는 국가들도 종종 나타나고 있으며, 대부분 적정 임도밀도의 50% 선을 넘어서고 있다. 가까운 일본의 경우 국내 임도밀도의 2배가량인 5.4m/h를 기록하고 있다. 독일의 경우 44.9m/h로 우리나라에 비해 17배 정도이다. 미국과 캐나다의 경우 10.6~11.8로 적정 임도밀도의 50%선을 기록하고 있다.

2010년 연간 국내 임목 축적량은 37,012,474m<sup>3</sup>이다. 2010년에 축적된 임목량을 에너지로 환산하는 경우 8,812,493 toe<sup>47)</sup>로 계산된다. 이 에너지량은 2009년 국가 총 에너지 대비 4.8%에 이르는 양으로 에너지를 수입에 의존하고 있는 우리나라 실정으로 볼 때 결코 작은 양은 아니다.

2010년 한 해 동안 국내에서 생산되어 사용된 용재는 3,725,604m<sup>3</sup>이다. 국내 연간 임목 성장율에 따른 삼림 이용률을 계산해보면 10% 정도이다. 국내 벌채 현황을 살펴보면 벌채량 대비 수립량은 41%를 차지하고 있다. 주벌의 경우 벌채량 대비 86.6%로 벌채된 목재의 대부분을 수집하고 있다. 또한 숲가꾸기는 91.4%를 차지하고 있다. 하지만 숲가꾸기의 경우 수집량은 31.3%로 낮다. 숲가꾸기 가능 범위는 임도를 기준으로 400m까지 가능하지 벌채한 목재를 수집하는 경우 거리에 따른 계정성 문제가 대두되게 된다. 수집량이 31.3%를 기록하는 것은 기계화와 인력 수집에 의해 임도기준 평균 120m 반경내의 목재만 수집한다고 보면 된다. 2010년 한해 미 수집량은 5,361,235m<sup>3</sup>으로 이를 에너지로 환산하면 1,276,484 toe이다. 2008년 국내 생산된 무연탄의 에너지는 소비량은 1,011,000 toe와 비교해 보면 1.26배 정도이다.

## 2. 국내 임산 바이오매스 산업정책

국내 임산바이오매스는 목재펠릿이 도입되기 이전에는 주로 우드칩 형태와 폐기물을 이용한 에너지 공급으로 산업이 지정되었다. 하지만 목재펠릿 기술이 국내에 알려지면서 현재 목재펠릿 기준으로 산업 정책이 개편되었으며 현재 목재펠릿 중심으로 산업 정책이 이루어지고 있다.

2006년 산림청의 임산바이오매스 공급은 우드칩에 의한 에너지 공급에 정책 방향을 맞추고

47) 국산재의 기건비 중 평균은 0.6이고 기건 기준 함수율은 15%이다. 목재의 평균 고위발열량 4,665 kCal을 기준으로 목재 1m<sup>3</sup> 당 고위발열량 2,379,150 kCal(1,000\*0.6\*0.85\*4,665)가 발생한다. 이를 기준으로 1 toe당 필요 목재량은 4.2m<sup>3</sup>이 된다.

있었다. 특히 기 운영 중이던 서대구 열병합 발전소의 109,000MT의 공급과 함께 동두천 염색 단지 열공급과 강원랜드 열병합 발전소 등의 우드칩 공급을 정책방향으로 설정하였다. 이러한 우드칩 공급을 연간 184만MT 공급목표를 설정하였다.

하지만 2008년 국내에 목재펠릿 기술이 소개되면서 우드칩 중심의 정책 방향을 목재펠릿 중심으로 전화하였다. 한국의 신재생에너지 비율은 2009년 기준 2.5%로 매우 낮은 수준이다. 특히 신재생에너지 구성면으로 볼 때 75%가 소각을 통한 에너지 공급이고 10%가 수력에 의한 에너지 공급이다. 2008년부터 소개된 목재펠릿은 2008년 신재생에너지 0.3%를 차지하였으나 2009년 0.9%를 차지하고 있다. 2010년 사용 규모인 37,000톤을 기준으로 2009년 사용 신재생에너지의 2.9%를 차지하고 있다. 이 양은 2%를 공급하는 태양광과 2.4%를 공급하는 풍력보다는 높은 수치이다. 다른 신재생에너지원에 비하여 보급 기간은 상대적으로 짧지만 에너지 공급 규모는 매우 큰 편이다. 목재펠릿의 에너지 공급은 지속적으로 증가하는 새로운 국가 에너지 원으로서의 중요성이 계속 증가하고 있다.

한국의 목재펠릿 연료 규격이 2009년 5월에 고시되었으며 50kW 이하의 가정용 펠릿 보일러에 대한 인증도 고시되었다. 또한 다수의 펠릿 생산 시설들이 설치되고 있으며 펠릿 수입량도 지속적으로 증가하고 있다. 하지만 펠릿 보일러의 잦은 고장과 저가의 불량 연료 유통으로 시장 신뢰성을 떨어뜨리는 문제로 발생하고 있어 목재 펠릿에 의한 에너지 시장이 불투명해지고 있는 실정이다.

한국의 펠릿 산업은 2007년 펠릿 보일러가 판매되면서 시작되었다. 2007년에 가정용 25KW 용량의 펠릿 보일러가 150대 정도 판매되었다. 한국의 펠릿 시장이 활성화 된 시기는 산림청에서 가정용 펠릿 보일러에 보조금을 지급하기 시작한 2009년부터 이다. 산림청은 2008년의 24대 시험 보급 사업을 시작하여 2009년에 3,000대를 보급하였다. 2010년과 2011년에 각각 4,000대를 보급 지원하고 했다. 산림청 보급 보일러는 25kW 보일러 설치비 포함 370만원의 70%를 보조해주고 있다.

농림수산 식품부에서는 채소 재배에 사용되는 시설하우스에 펠릿 보일러 지원 사업을 2010년부터 시작하였다 매년 120Ha에 대한 펠릿 보일러 지원 사업을 진행하고 있으며 Ha당 1.5MW 용량의 보일러에 대해 60%의 보조금을 지급하고 있다.

한국의 목재 펠릿 연료 규격은 2009년 5월에 4등급으로 규정하였다. 또한 가정용 펠릿 보일러에 대한 규정도 고시되었다. 산림청에서 보급하고 있는 가정용 펠릿보일러의 경우 고시된 규정을 통고한 제품에 대하여 지원하고 있다.

목재펠릿 산업 기간이 짧은 관계로 목재펠릿 사용량에 대한 정확한 통계는 없다. 하지만 보일러 보급대수와 국내 생산 펠릿양 및 수입 펠릿양을 근거로 국내 펠릿 소비량을 추정하면 다음과 같다. 2011년부터는 펠릿 소비 예상량이다.

(표 6.23) 2007-2015년 국내 펠릿 소비 추정량

연도	예상 소비량
2007년	800
2008년	4,420
2009년	12,300
2010년	37,600
2011년	66,560
2012년	98,240

현재 목재펠릿 연료는 국내산과 수입산이 시장을 양분하고 있다. 2010년 국내산 펠릿의 마켓쉐어는 56%로 수입산에 비하여 아직은 많은 상황이지만 수입산 펠릿의 비중이 차츰 확대되고 있다. 펠릿 연료는 한국내 5~6개의 공장에서 펠릿을 생산하여 공급하고 있으며 현재 건설 중인 펠릿 공장을 합치면 20개 내외이다. 수입산 펠릿은 주로 한국과 가까운 중국, 베트남, 말레이시아에서 2등급 펠릿이 공급되고 있으며, 가정용 보일러에 사용 가능한 1등급의 경우 중국, 칠레, 일본에서 공급되고 있다.

한국의 목재펠릿 규격은 원재료를 순수 목재에 한정하고 있다. 초본계나 넛셸의 바이오매스를 원재료로 사용하는 펠릿에 대한 규격은 아직 정의되지 않았다. 한국은 4등급의 목재펠릿을 규격하고 있다. 등급을 정하는 가장 중요한 요인은 재발생률과 내구성, 발열량에 있다. 재발생률이 0.7% 이하인 경우 1등급으로 규정하고 있다. 각 등급별 재발생 허용량은 2, 3, 4 등급이 각각 1.5%, 3.0%, 6.0%이다. 내구성 항목은 1,2 등급이 97.5%로 규정하고 3, 4 등급이 95%로 규정하고 있다. 화학적 성분의 허용량은 유황, 염소 질소가 각각 0.05%, 0.05%와 0.3%이다. 바인더 등의 첨가물은 2%까지 허용하고 있다.

50kW 이하의 가정용 펠릿 보일러의 경우 인증시스템을 재정 중에 있다. 보일러 열효율은 85% 이상을 규정하고 있으며 배기가스 허용량은  $O_2$ 가 10% 이하이다. 그리고  $CO_2$ 와 NOX가 각각 300ppm, 150ppm 이하를 규정하고 있다. 역화 방지 설비의 경우 이중으로 설치하도록 규정하고 있다. 가정용 펠릿 보일러 인증 시스템과 별개로 현재 펠릿 보일러에 대한 규격에 대한 내용도 진행 중에 있다.

국내 가동 중인 펠릿 제조 시설은 7개소로 생산 용량은 전체 시간당 14 ton규모이다. 또한 설치 중인 시설은 8개소 시간당 7톤 규모이며, 3개소의 생산시설이 계획에 있다. 정상적으로 운용 중인 시설의 경우 4~5개소 정도 되며 주로 1등급의 목재 펠릿을 생산하고 있다.

펠릿 보일러 생산 업체는 40~50개 업체에 이르며 대부분 가정용과 중형을 동시에 생산하고 있다. 가정용 보일러의 규격은 25kW와 50kW 용량이고 중형 보일러의 경우 150kW에서 500kW 규모로 다양하게 생산하고 있다. 가정용 25kW의 보일러를 공급하는 업체는 32개사로 설치비 포함하여 370만원에 판매하고 있다. 중형 펠릿 보일러의 경우 제품별로 약간의 가격 차이는 있지만 kW당 8-10만원선이다.

한국의 가옥은 바닥 난방을 사용하기 때문에 보일러를 필요로 하고 있다. 한국의 가정용 보일러 시장 규모는 연간 1,200,000대 수준이다. 이중 기름보일러가 300,000대 수준을 차지하고 가스보일러가 800,000대 수준을 차지하고 있다. 전기나 기타 보일러가 100,000대 시장을 형성하고 있다. 낮은 가격에 공급되는 도시가스 보일러의 경우 펠릿 보일러의 경제성이 없기 때문에 교체 가능성이 희박하다. 반면에 기름보일러의 경우 장기적으로 사용하는 경우 경제성이 나올 수 있기 때문에 이 부분의 대체 가능성은 높은 편이다. 2009년 6월 기준 펠릿 보일러로 교체 가능한 산업용 보일러 시장의 경우 경유와 LPG를 사용하는 보일러로 3,500대 8,600t/h 용량이다. 이중 경유 보일러가 2,300대 6,228t/h를 차지하고 있다.

2009년 국가 최종 에너지 소비량은 182,066천 TOE를 기록하고 있다. 이중 산업부문이 58%를 차지하고 106,119천 TOE를 기록했다. 수송부문의 에너지 사용은 19.7%인 35,930천TOE이다. 가정상업부문의 에너지 소비는 35,722천TOE로 19.6%를 기록하고 있다. 가정상업 부문의 에너지 소비 35,722천TOE의 구성을 살펴보면 석탄 940천TOE, 석유 6,187천 TOE, 도시가스 12,332천 TOE, 전력 14,594천 TOE 이다. 이중 석유를 사용하고 있는 6,187천 TOE가 펠릿 대체 가능성이 높은 시장이다.

발전 시장의 경우 한국은 2011년까지 전력 부문의 신재생에너지 사용에 FIT 제도를 시행하였지만, 2012년부터 RPS 제도를 운영한다. 바이오매스 발전에 대한 REC 가중치는 전소의 경우 1.5이고 혼소의 경우 0.5로 정해졌다. 2022년까지의 RPS 전체 할당량은 50,000MW 예상하고 있다. 이중 10%를 목재펠릿에 의해 공급된다면 15,565,000MT의 매우 큰 시장이 만들어질 수 있다. 하지만 한국은 동남아와 해상을 통한 목재펠릿 이외의 바이오매스 공급이 원활한 관계로 가격이 낮은 다른 바이오매스를 사용할 가능성이 높다. 펠릿보다 낮은 단가에 공급 가능한 PKS나 열대활엽수 우드칩은 바이오매스 발전에 이용 가능성이 매우 높다. 특히 대나무칩의 경우 빠른 성장과 낮은 건조비용 등의 이유로 바이오매스 연료 경제성 검토가 진행 중에 있다. 이처럼 다른 바이오매스원에 대한 공급이 되더라도 전체 바이오매스 발전의 1%인 1,550,000MT은 목재펠릿으로 공급될 것으로 예상된다.

### 3. 국내 펠릿 제조 시설

국내 목재 펠릿 생산시설은 2012년 기준 20개소에서 운영되고 있으며 연간 생산 능력은 200,000톤이지만 실제 생산량은 51,343톤이 생산되어 생산 능력 대비 25.7%로 매우 낮은 가동률을 나타내고 있다.

(표 6.24) 국내 목재펠릿 제조시설 현황

구분	지역	사업자	국고 (억원)	생산 규모	연간 생산능력	실생산 능력	생산개시	'12년생 산가능량	'12 생산량	가동률 (%)
계		20개소			200,000	124,800		111,476	51,343	46
국고 지원		16개소	169.5		143,750	89,700		76,376	42,481	56
'08	경기 여주	산림조합	17.0	2톤/hr	12,500	7,800	2008.12.	7,800	8,450	108
'09	충북 청원	신영 E&P	12.5	2톤/hr	12,500	7,800	2009.11.	7,800	12,132	156
	경남 김해	아주녹화개발	12.5	2톤/hr	12,500	7,800	2010.05.	7,800	4,020	52
	충북 단양	산림조합	17.5	2톤/hr	12,500	7,800	2010.01.	7,800	5,173	66
	경기 양평	산림조합	17.5	2톤/hr	12,500	7,800	2010.05.	7,800	1,389	18
'10	전북 무주	무주군	12.5	2톤/hr	12,500	7,800	2012.10	1,950	284	15
	경북 포항	산림조합	12.5	2톤/hr	12,500	7,800	2011.03.	7,800	1,613	21
	강원 태백	청림	8.75	1톤/hr	6,250	3,900	2011.02.	3,900	426	11
	충북 괴산	풍림	8.75	2톤/hr	12,500	7,800	2010.11.	7,800	3,959	51
	세종시	산림조합	8.75	1톤/hr	6,250	3,900	2011.06.	3,900	2,784	71
	경남 산청	산림조합	8.75	1톤/hr	6,250	3,900	2011.02.	3,900	865	22
	경남 거창	개명목재	5.0	0.5톤/hr	3,125	1,950	2011.02.	1,950	370	19
	경기 포천	경기아스콘	5.0	0.5톤/hr	3,125	1,950	2012.03.	1,625	870	54
'11	전남 광양	대현우드	12.5	2톤/hr	12,500	7,800	2012.09.	2,600	30	1
	강원 화천	화천군수	5.0	0.5톤/hr	3,125	1,950	2012.10.	488	50	10
	제주 서귀포	산림조합	5.0	0.5톤/hr	3,125	1,950	2012.03	1,463	66	5
민간 투자		4개소	-		56,250	35,100		35,100	8,862	24
'09	동해	일도바이오	-	1톤/h	6,250	3,900	2009.01.	3,900	922	24
	화순	SK임업	-	2톤/h	12,500	7,800	2009.04.	7,800	3,214	41
'10	평택	그린에코	-	2톤/h	12,500	7,800	2010.02.	7,800	1,950	19
	정선	우주그린	-	4톤/h	25,000	15,600	2010.03.	15,600	2,776	18

#### 4. 목재펠릿 난방기 보급 현황

2008년부터 국가 지원 사업으로 목재펠릿 보일러 및 난로와 산업용 스팀 보일러의 보급 사업을 지속하여 2012년까지 가정 및 시설원예용으로 15,469대가 보급되었다. 2011년부터 시작된 산업용 목재펠릿 보일러 지원 사업은 2011년에 스팀기준 32톤 용량이 보급되었으며 2012년에 94톤이 보급되었다. 스팀 1톤 생산을 위해 소용되는 에너지량은 644,000 Kcal이다.



(표 6.25) 용도별 목재펠릿 보일러 보급현황

연도	용도	보조율 <sup>48)</sup>	보급단가 (천원)	보급 대수		소요 예산(백만원)	
				계획	실적	계획	실적
2008	휴양림용	50:40:10	4,333	24	24	52	48
	소계			24	24	52	48
2009	주택용	30:40:30	4,333	3,000	2,999	3,900	3,899
	국가.공공용	-	-	-	8	-	204
	국가.공공용 난로	-	-	-	5	-	10
	소계			3,000	3,012	3,900	4,113
2010	주택용	30:40:30	3,800	4,000	3,883	4,560	4,427
	시설원예용	40:20:20:20	150,000	-	138ha	-	-
	국가.공공용	-	-	-	16	-	120
	국가.공공용 난로	-	-	-	5	-	11
	소계			4,000	3,904	4,560	4,558
2011	주택용	30:40:30	3,700	4,000	3,951	4,440	4,386
	주민편의시설용	50:50:-	3,700	247	236	457	437
	사회복지시설용	50:50:-	55,000	13	19	358	523
	일반시설용	30:20:50	10,600	500	4	1,590	13
	시설원예용	40:20:20:20	150,000	-	140ha	-	-
	산업용	30:20:50	-	-	9	-	1,190
	국가기관용	100:-:-	100,000	12	6	1,200	1,156
	소속기관용	100:-:-	3,700	50	22	185	483
	공공기관용	70:30:-	100,000	10	3	700	777
	국가.공공용 난로	70:30:-	2,000	500	394	700	668
소계			5,332	4,644	9,630	9,633	
2012	주택용	30:40:30	4,700	2,800		3,948	
	주민편의시설	50:50	4,700	200		470	
	시설원예용	40:20:20:20	150,000	150ha			
	산업용	50:-:50	300,000	40	28	5,800	5,668
	지역단위집중난방용	50:20:30	300,000	3	3	450	450
	국가.공공용 난로	100:-:-	2,000	70	80	140	140
	소계			3,113		10,808	
2013	주택용	30:40:30	4,700	2,000		2,820	
	주민편의시설(사회복지시설)	50:50	4,700	300		705	
	시설원예용	40:20:20:20	150,000				
	산업용	50:-:50	300,000	40		6,000	
	지역단위집중난방용	50:20:30	300,000	1		150	
	국가.공공용	100:-:-	106,000	5		530	
	국가.공공용 난로	100:-:-	2,000	100		200	
소계			2,446		10,405		

(표 6.26) 지자체별 목재펠릿 보일러 보급 현황

용도	시.도	시.군별 보급 현황					
휴양림용	충남(8)	금산 5	부여 3				
	전남(14)	화순 14					
	경북(2)	문경 2					
주택용 (2,999)	경기(210)	수원 1	안양 1	용인 10	평택 17	화성 8	
		이천 8	김포 9	광주 8	안성 8	하남 2	
		여주 10	양평 40	고양 8	남양주 8	파주 8	
		포천 20	동두천 2	양주 10	가평 20	연천 12	
	강원(190)	춘천 15	원주 10	강릉 10	태백 5	삼척 5	
		홍천 20	횡성 5	영월 5	평창 76	정선 7	
		철원 5	양구 5	인제 10	고성 5	양양 7	
	충북(750)	청주 30	충주 45	제천 90	청원 110	보은 40	
		옥천 50	영동 70	증평 30	진천 70	괴산 80	
		음성 55	단양 80				
	충남(420)	공주 65	보령 80	부여 15	홍성 25	예산 85	
		태안 15	계룡 10	아산 10	청양 20	서산 10	
		천안 10	논산 10	서천 20	연기 20	당진 10	
		금산 15					
	전북(249)	전주 10	군산 11	익산 50	정읍 21	남원 19	
		김제 18	완주 40	진안 16	무주 10	장수 12	
		임실 10	순창 10	고창 12	부안 10		
	전남(850)	여수 32	순천 9	나주 37	광양 14	담양 12	
		곡성 23	구례 12	고흥 14	보성 83	화순 182	
		장흥 14	강진 141	해남 93	영암 33	무안 31	
		함평 52	영광 27	장성 27	완도 14		
	경북(170)	포항 5	경주 3	김천 3	안동 5	구미 3	
		영주 3	영천 3	상주 53	문경 3	경산 3	
		군위 3	의성 3	청송 5	영양 5	영덕 20	
		청도 20	고령 7	성주 3	칠곡 3	예천 5	
		봉화 9	울진 3				
	경남(160)	마산 4	진주 26	사천 1	양산 1	의령 3	
		함안 5	고성 3	남해 1	산청 17	함양 15	
		거창 33	하동 32	합천 12	밀양 6	김해 1	
	주택용 (3,883)	인천(271)	강화 80	옹진 191			
		경기(278)	가평 20	고양 5	남양주 10	안성 20	양주 10
			양평 50	여주 50	연천 20	용인 8	이천 5
			파주 20	평택 10	포천 30	화성 20	
		강원(260)	강릉 29	동해 7	삼척 10	속초 1	양구 2
	양양 7		영월 26	원주 29	인제 19	정선 14	

48) 국비 : 지방비 : 자부담 : 용자

		철원 16	춘천 14	태백 10	평창 29	홍천 37	
		횡성 10					
충북(850)		괴산 80	단양 100	보은 50	영동 70	옥천 40	
		음성 70	제천 100	증평 20	진천 70	청원 100	
		청주 50	충주 100				
충남(420)		부여 18	계룡 12	공주 69	금산 8	논산 16	
		당진 16	보령 66	서산 17	서천 8	아산 14	
		연기 32	예산 60	천안 35	청양 22	태안 8	
		홍성 19					
전북(349)		고창 7	군산 7	김제 7	남원 16	무주 82	
		부안 7	순창 7	완주 95	익산 7	임실 17	
		장수 33	전주 4	정읍 7	진안 53		
전남(812)		강진 150	고흥 25	광양 20	구례 10	나주 35	
		담양 15	무안 37	보성 63	순천 20	신안 3	
		여수 39	영광 25	영암 40	완도 20	장성 20	
		장흥 17	진도 25	함평 20	해남 56	화순 172	
경북(367)		경주 5	고령 10	구미 5	김천 4	문경 35	
		봉화 30	상주 60	성주 6	안동 30	영덕 25	
		영양 5	영주 27	영천 10	예천 1	울릉 10	
		의성 7	청도 57	청송 10	칠곡 10	포항 20	
경남(264)		거창 45	고성 18	김해 10	남해 1	밀양 1	
		사천 10	산청 70	양산 7	의령 5	진주 16	
		창녕 1	창원 3	하동 50	함양 17	함천 10	
	제주(12)	제주 10	서귀포 2				
주택용 (3,951)	부산(5)	기장 5					
	대구(10)	달성구 4	동구 6				
	대전(4)	중구 1	서구 3				
	울산(30)	울주 30					
	경기(332)		평택 10	화성 20	김포 11	이천 10	안성 24
			여주 44	양평 93	고양 5	남양주 10	파주 20
			양주 10	포천 30	가평 20	동두천 5	연천 20
	강원(355)		춘천 10	원주 45	강릉 26	동해 7	태백 13
			속초 1	삼척 51	홍천 31	횡성 10	영월 27
			평창 51	정선 16	철원 10	양구 32	인제 20
			양양 5				
	충북(651)		충주 40	제천 70	청원 100	보은 30	옥천 26
			영동 30	증평 20	진천 60	괴산 105	음성 50
			단양 100	청주 20			
	충남(420)		천안 25	공주 30	보령 10	아산 28	서산 40
			논산 18	금산 4	연기 22	부여 12	서천 12
			청양 50	홍성 29	예산 26	태안 18	당진 96

	전북(400)	전주 4	군산 4	익산 4	정읍 4	남원 4	
		김제 4	완주 70	진안 60	무주 60	장수 135	
		임실 10	순창 12	고창 25	부안 4		
	전남(701)	여수 30	순천 97	나주 25	광양 34	담양 37	
		곡성 25	구례 25	고흥 15	보성 32	화순 30	
		장흥 41	강진 91	해남 50	영암 30	무안 14	
		함평 20	영광 20	장성 15	완도 25	진도 30	
		신안 15					
	경북(714)	포항 185	경주 20	김천 40	안동 40	구미 10	
		영주 35	상주 55	문경 40	의성 10	청송 60	
		영양 9	영덕 5	청도 45	고령 10	성주 7	
		예천 4	칠곡 15	봉화 49	울진 75		
	경남(301)	창원 3	진주 13	통영 8	사천 10	김해 2	
		밀양 5	거제 10	양산 14	의령 5	함안 14	
		창녕 3	고성 7	남해 14	하동 45	산청 60	
		함양 30	거창 38	합천 20			
	제주(28)	제주 14	서귀포 14				
	주민편의 시설용 (236)	대구(10)	달성구 10				
		대전(1)	유성구 1				
		경기(9)	김포 1	화성 6	양평 2		
충북(3)		영동 2	청원 1				
		보령 2	아산 4	논산 2	연기 3	청양 8	
전북(51)		남원 5	무주 41	순창 5			
		전남(10)	광양 2	영암 5	무안 2	장성 1	
경북(42)		포항 1	김천 9	예천 30	봉화 2		
경남(86)		밀양 24	거제 27	산청 30	거창 5		
사회복지시설용 (19)	경기(7)	용인 2	과주 2	오산 1	포천 1	안성 1	
	충북(1)	청원 1					
	전북(1)	완주 1					
	전남(1)	영암 1					
	경북(1)	상주 1					
	경남(8)	진주 1	밀양 2	거제 1	양산 1	창녕 1	
산청 1		거창 1					
일반시설용(4)	충북(4)	진천 1	괴산 3				

(표 6.27) 산업용 보일러 보급 현황

설치 년도	설치 대상지	보일러 규 격	펠릿예상 소비량	예산(백만원)				설치 업체
				합계	국고	지방비	자부담	
2011	9개소	32ton	14,500	3,976	1,191	793	1,992	
	무봉산수련원(평택)	온수2ton	1,000	259	78	52	129	인터바이오
	덕부(포천)	스팀7ton	3,000	794	238	159	397	인터바이오
	세방섬유(포천)	스팀7ton	3,000	789	237	158	394	인터바이오
	경기아스콘(포천)	스팀2ton	1,000	286	86	57	143	한국비엔텍
	성신섬유(포천)	스팀5ton	2,000	532	160	106	266	한국비엔텍
	중앙특수제지(포천)	스팀2ton	1,000	387	116	77	194	쌍마기계
	창생농산(청원)	온수2톤	1,000	339	99	66	174	인터바이오
	경보제지(임실)	스팀3톤	1,500	300	90	60	150	인터바이오
	화순버섯개발(화순)	스팀2톤	1,000	290	87	58	145	인터바이오
2012	28개소	94톤, 480만kcal	57,020	11,385	5,667		5,719	
	양평군산림조합(양평)	열풍120만kcal	1,000	150	75	-	75	한국비엔텍
	동성EPS(남양주)	스팀7톤	3,120	754	377	-	377	인터바이오
	인천화학(김포)	스팀7톤	3,200	750	375	-	375	인터바이오
	현대특수사료(강릉)	스팀7톤	3,200	780	391	-	390	한국비엔텍
	일도바이오테크(동해)	열풍120만kcal	1,008	137	69	-	68	일도바이오
	남화통상(김해)	스팀3톤	1,800	374	187	-	187	인터바이오
	성도(김천)	스팀2톤	1,000	272	136	-	136	쌍마기계
	포항조합(포항)	열풍120만kcal	1,000	146	73	-	73	에코프론트
	씨엔비물산크린(경산)	스팀2톤	900	272	136	-	136	쌍마기계
	구미원예농산(구미)	스팀2톤	750	240	120	-	120	한국비엔텍
	세흥(경산)	스팀4톤	1,895	554	250	-	304	한국비엔텍
	남선(군위)	스팀2톤연소기	528	86	43	-	43	규원테크
	백산미생물(김천)	스팀2톤	960	280	140	-	140	규원테크
	세움(경주)	스팀3톤	960	370	185	-	185	규원테크
	대광염직(칠곡)	스팀7톤	7,128	750	375	-	375	인터바이오
	신혁(김해)	스팀3톤	1,798	370	185	-	185	규원테크
	한산케미칼(서천)	스팀7톤	3,696	750	375	-	375	인터바이오
	엔바이오니아(용인)	스팀3톤	3,600	374	187	-	187	인터바이오
	단양조합(단양)	열풍120만kcal	1,000	146	73	-	73	한국비엔텍
	세종조합(세종)	열풍120만kcal	1,000	130	65	-	65	한국비엔텍
	농업법인 조인(음성)	스팀5톤	1,320	576	288	-	288	인터바이오
	제일제당(진천)	스팀5톤	3,708	576	288	-	288	인터바이오
	대경오앤티(음성)	스팀7톤	4,000	754	377	-	377	인터바이오
	조이스포츠(여수)	스팀3톤	1,500	370	185	-	185	규원테크
	지리산버섯(함양)	스팀2톤	2,640	290	145	-	145	규원테크
한라산업(제주)	스팀4톤	1,428	488	244	-	244	인터바이오	
대동(제주)	스팀4톤	1,279	496	248	-	248	인터바이오	
세기사(제주)	스팀1톤	1,602	150	75	-	75	한국비엔텍	

## 5. 국내 화목 이용 현황

국내 화목 이용량은 원목생산업자와 지자체 숲 가꾸기 산물을 통해 확인된 양은 294,475톤으로 나타나고 있다. 생산된 화목의 대부분은 가정용 화목보일러로 유통되고 있으며, 그 양도 전체 화목 양의 52%인 57,589톤으로 나타난다. 가정용 화목 보일러 사용 외에 공장용 일러와 찹질방용 화목으로 36%인 39,545톤으로 나타난다. 국내 화목의 유통 금액은 톤당 65,000원에서 200,000원으로 큰 차이를 나타내는데 이는 주로 공급지와 수요지의 거리에 따라 발생하고 있다. 화목생산은 주로 숲가꾸기에서 발생하는 임지잔재물이 주로 활용되고 있다.

(표 6.28) 용도별 화목 유통 현황

구분	유통빈도	장작(화목) 양(톤)	유통단위별 판매금액(원)	금액 범위(원)
합계	290	109,294	-	-
찹질방용	46	19,015	82,464	65,000 ~ 105,000
캠핑용	11	2,650	79,818	65,000 ~ 105,000
구이용(음식점)	19	6,550	89,737	65,000 ~ 200,000
사랑의 땀감	29	1,900	35,431	0 ~ 120,000
중간판매자(목상)에게 판매	3	750	88,333	80,000 ~ 95,000
산주 및 지역주민 수거	4	310	38,750	0 ~ 85,000
가정용 화목보일러	251	57,589	81,892	60,000 ~ 125,000
공장용 보일러	24	20,530	82,250	63,000 ~ 125,000

(표 6.29) 숲 가꾸기 지역별 화목생산량(2013년 기준)

Base : 전체, N=134, 단위 : %, 톤

	Base	없음	20톤 미만	20~50톤 미만	50~100톤 미만	100~500톤 미만	500톤 이상	지역별		
								합계(톤)	평균(톤)	
전체	(134)	19.4	1.5	5.2	6.7	31.3	35.8	185,181	1,381.9	
지역별	경기	(22)	18.2	-	9.1	4.5	27.3	40.9	19,970	907.7
	강원	(19)	15.8	-	5.3	5.3	47.4	26.3	6,186	325.6
	충북	(9)	-	-	-	-	55.6	44.4	15,053	1,672.6
	충남	(13)	7.7	-	-	7.7	38.5	46.2	17,275	1,328.8
	전북	(15)	6.7	6.7	6.7	26.7	20.0	33.3	50,034	3,335.6
	전남	(20)	5.0	5.0	5.0	5.0	40.0	40.0	15,132	756.6
	경북	(19)	31.6	-	-	5.3	21.1	42.1	30,758	1,618.8
	경남	(15)	53.3	-	13.3	-	13.3	20.0	30,773	2,051.5
제주	(2)	100.0	-	-	-	-	-	-	-	

(표 6.30) 시군단위 지자체별 숲 가꾸기 사업

구분		숲가꾸기 사업	숲가꾸기사업 규모 (ha)	'13년 숲가꾸기사업 시행 규모 (ha)	'13년 숲가꾸기 양(m <sup>3</sup> )	'13년 장작 (화목)양(톤)
합계		-	1,227,244	83,064	537,227	103,680
경기도	가평군	있음	37,870	614	948	220
경기도	고양시	있음	7,947	280	90	30
경기도	과천시	있음	896	34	240	240
경기도	광명시	있음	1,494	115	3,100	0
경기도	광주시	있음	274	53	1,480	360
경기도	군포시	있음	1,600	4	50	30
경기도	김포시	없음	-	-	-	-
경기도	남양주시	있음	320	80	2,158	180
경기도	동두천시	있음	220	56	1,568	1,000
경기도	부천시	있음	1,000	51	0	0
경기도	수원시	있음	2,639	46	690	198
경기도	시흥시	있음	4,010	60	900	900
경기도	안산시	있음	128	161	0	0
경기도	안성시	있음	26,842	550	920	100
경기도	안양시	있음	1,055	20	207	50
경기도	양주시	있음	10	580	1,374	1,374
경기도	양평군	있음	6,000	700	6,000	500
경기도	여주시	있음	30,000	295	5,786	5,786
경기도	연천군	없음	-	-	-	-
경기도	용인시	있음	1,000	1,091	555	555
경기도	의정부시	있음	23	23	0	0
경기도	이천시	있음	16,430	381	540	540
경기도	파주시	있음	23,721	35	7,639	7,054
경기도	평택시	없음	-	-	-	-
경기도	포천시	있음	41,194	701	4,053	853
강원도	강릉시	있음	38,091	1,246	12460	78
강원도	고성군	있음	45,900	760	1,260	300
강원도	동해시	있음	9,174	99	3,600	350
강원도	삼척시	있음	10,000	2,354	122	117
강원도	속초시	있음	168	53	1,334	0
강원도	양양군	있음	1,510	1,260	25,000	1,200

구분		숲가꾸기 사업	숲가꾸기사업 규모 (ha)	'13년 숲가꾸사업 시행 규모 (ha)	'13년 숲가꾸기 양(m <sup>3</sup> )	'13년 장작 (화목)양(톤)
강원도	양주군	있음	15,946	784	7,810	700
강원도	영동군	있음	1,332	84	1,780	280
강원도	영월군	있음	35,075	985	24,174	300
강원도	원주시	있음	5,300	1,115	1,080	750
강원도	인제군	있음	44,967	1,823	3,600	100
강원도	정성군	있음	2,700	387	550	181
강원도	철원군	있음	63,000	1,754	50	30
강원도	춘천시	있음	636	636	0	0
강원도	태백시	있음	8,790	550	1,000	1,000
강원도	평창군	있음	50,713	1,257	887	100
강원도	홍천군	있음	5,400	2,824	28240	0
강원도	화천군	있음	2,300	1,157	23,700	200
강원도	횡성군	있음	1,724	10	500	500
충북	괴산군	있음	54,392	16,302	107	107
충북	단양군	있음	25,493	1,143	381	381
충북	보은군	있음	39,208	264	5,781	350
충북	음성군	있음	18,922	1,054	10540	200
충북	제천시	있음	64,410	1,526	1,534	1,534
충북	증평군	있음	240	20	1,500	500
충북	진천군	있음	840	588	9,020	1,831
충북	청주시	있음	47,584	1,400	55,715	10,003
충북	충주시	있음	1,720.50	40	2,527	147
전남	강진군	있음	1,682	72	868	335
충남	계룡시	있음	3,980	120	1200	100
충남	공주시	있음	770	190	23,100	5,700
충남	금산군	있음	2,100	50	500	200
충남	논산시	있음	23,600	674	630	375
충남	당진시	있음	1,728	30	600	300
충남	보령시	있음	1,280	1,005	12,727	1,200
충남	부여군	있음	1,579	1,579	2,133	500
충남	서산시	있음	28,000	600	480	480
충남	서천군	있음	13,657	800	21,000	3,800
충남	아산시	있음	1,241.42	23	610	610



구분		숲가꾸기 사업	숲가꾸기사업 규모 (ha)	'13년 숲가꾸사업 시행 규모 (ha)	'13년 숲가꾸기 양(m <sup>3</sup> )	'13년 장작 (화목)양(톤)
충남	예산군	있음	23,800	1,230	0	0
충남	태안군	있음	923	198	31,324	3,960
충남	홍성군	있음	18,645	1,000	484	50
전북	고창군	있음	998	18	800	800
전북	군산시	있음	8,263	7,249	377	1,100
전북	김제시	있음	750	750	38	17
전북	남원시	있음	1,075	99.82	14,973	45,372
전북	무주군	있음	48,700	1,300	1,500	0
전북	부안군	있음	1,300	437	10,000	1000
전북	순창군	있음	794	110.06	70.44	70.44
전북	완주군	있음	41,278	1,950	70	70
전북	익산시	있음	12,198	198	224	96
전북	임실군	있음	987	11	250	100
전북	장수군	있음	1,624	561	495	40
전북	전주시	있음	6,200	60	270	270
전북	정읍시	있음	2,147	842	107	98
전북	진안군	있음	48,578	2,103	473	400
전북	청양군	있음	7,000	179	4,832	600
전남	고흥군	있음	42,779	69	1,246	3,775
전남	곡성군	있음	38,762	2,600	2,146	454
전남	광양시	있음	1,150	67	25,127	1,005
전남	구례군	있음	1,100	73	476	476
전남	나주시	있음	6,000	1,200	55	11
전남	담양군	있음	25,729	2,367	4,786	285
전남	목포시	있음	1,027	100	338	80
전남	무안군	있음	13,631	1,006	71,172	977
전남	보성군	있음	1,986	245	4,650	500
전남	순천시	있음	800	135	3,582	2,630
전남	신안군	있음	30,000	1,260	0	0
전남	여수시	있음	30,772	1,254	682	652
전남	영광군	있음	1,690	75	579	470
전남	영암군	있음	23,208	870	419	165
전남	완도군	있음	20,492	2,000	20000	2000

구분		숲가꾸기 사업	숲가꾸기사업 규모 (ha)	'13년 숲가꾸사업 시 행 규모 (ha)	'13년 숲가꾸기 양(m <sup>3</sup> )	'13년 장작 (화목)양(톤)
전남	장성군	있음	25,532	1,900	1,875.14	200
전남	진도군	있음	20,217	1,250	239	39
전남	함평군	있음	1,535	79.4	3,867	396
전남	해남군	있음	40,421	1,600	41,600	682
경북	경산시	있음	22,000	1,650	378	0
경북	경주시	있음	1,700	1,700	0	0
경북	고령군	있음	24,355	1,300	900	400
경북	구미시	있음	32,669	1,112	3,621	2,896
경북	군위군	없음	-	-	-	-
경북	김천시	있음	69,000	1,889	1,770	1,770
경북	문경시	있음	1,586	185	1,820	1,820
경북	봉화군	있음	14,366	1,158	20,844	1,254
경북	상주시	없음	-	-	-	-
경북	성주군	있음	39,053	1,200	12000	4
경북	안동시	있음	95,000	1,900	38,000	50
경북	영양군	있음	54,936	2,213	0	0
경북	영주시	있음	42,600	1,436	47,000	13,000
경북	영천시	있음	58,000	1,520	33,333	5,012
경북	예천군	있음	2,411	171	3,085	300
경북	의성군	있음	79,274	2,216	24,970	0
경북	청도군	있음	46,170	1,672	2,096	100
경북	청송군	있음	1,379	1,379	33,265	0
경북	칠곡군	있음	29,354	2,193	3,460	3,460
경북	포항시	있음	2,200	105	2,098	692
경북	함양군	있음	54,000	1,800	527	0
경남	거제시	있음	1,030	910	387,700	0
경남	거창군	있음	61,180	3,085	1,276	0
경남	고성군	있음	34,200	1,141	350	0
경남	김해시	있음	24,145	1,200	0	0
경남	남해군	있음	730	30	36,500	1,500
경남	밀양시	있음	2,499	6	45	45
경남	사천시	없음				
경남	산청군	있음	48,897	1,620	0	0

구분		숲가꾸기 사업	숲가꾸기사업 규모 (ha)	'13년 숲가꾸기사업 시행 규모 (ha)	'13년 숲가꾸기 양(m <sup>3</sup> )	'13년 장작 (화목)양(톤)
경남	양산시	있음	31,105	1,000	35	35
경남	의령군	있음	32,147	2,345	820	279
경남	진주시	있음	1,375	800	14,120	0
경남	창녕군	있음	29,130	20	105	0
경남	창원시	있음	42,969	1,500	52,171.51	0
경남	하동군	있음	8,625	1,400	35,000	100
경남	함안군	있음	31,630	1,592	23,920	23,814
경남	합천군	있음	70,000	2,900	90,000	5,000
제주시	서귀포시	있음	43,656	1,059	26	0
제주시	제주시	있음	3,300	880	20	0

(표 6.31) 시군단위 지자체별 화목사용량

구분		합계	사랑의 빨감	중간판매자에게 판매	산주 및 지역주민 수거	가정용 화목보일러	공장용 보일러	기타
합계		103,679	17,226	10,428	69,562	3,002	130	3,331
경기도	가평군	220	220	-	-	-	-	-
경기도	고양시	30	-	-	30	-	-	-
경기도	과천시	240	-	-	240	-	-	-
경기도	광명시	-	-	-	-	-	-	-
경기도	광주시	360	-	-	360	-	-	-
경기도	군포시	30	-	-	30	-	-	-
경기도	김포시	-	-	-	-	-	-	-
경기도	남양주시	180	180	-	-	-	-	-
경기도	동두천시	1,000	-	-	1,000	-	-	-
경기도	부천시	-	-	-	-	-	-	-
경기도	수원시	198	198	-	-	-	-	-
경기도	시흥시	900	900	-	-	-	-	-
경기도	안산시	-	-	-	-	-	-	-
경기도	안성시	100	50	-	50	-	-	-
경기도	안양시	50	-	-	-	-	-	50
경기도	양주시	1,374	-	-	-	-	-	1,374
경기도	양평군	500	500	-	-	-	-	-
경기도	연천군	-	-	-	-	-	-	-
경기도	여주시	5,786	150	-	5,636	-	-	-

구분		합계	사랑의 멜감	중간판매자 에게 판매	산주 및 지역주민 수거	가정용 화목보일러	공장용 보일러	기타
경기도	용인시	555	75	-	-	-	-	480
경기도	의정부시	-	-	-	-	-	-	-
경기도	이천시	540	540	-	-	-	-	-
경기도	파주시	7,054	-	585	-	6,469	-	-
경기도	평택시	-	-	-	-	-	-	-
경기도	포천시	853	853	-	-	-	-	-
강원도	강릉시	78	-	-	-	78	-	-
강원도	고성군	300	300	-	-	-	-	-
강원도	동해시	350	-	-	350	-	-	-
강원도	삼척시	117	117	-	-	-	-	-
강원도	속초시	-	-	-	-	-	-	-
강원도	양양군	1,200	200	-	700	300	-	-
강원도	양주군	700	-	-	700	-	-	-
강원도	영동군	280	-	-	-	280	-	-
강원도	영월군	300	300	-	-	-	-	-
강원도	원주시	750	-	-	750	-	-	-
강원도	인제군	100	100	-	-	-	-	-
강원도	정성군	181	91	-	90	-	-	-
강원도	철원군	30	-	-	30	-	-	-
강원도	춘천시	-	-	-	-	-	-	-
강원도	태백시	1,000	1,000	-	-	-	-	-
강원도	평창군	100	-	-	100	-	-	-
강원도	홍천군	-	-	-	-	-	-	-
강원도	화천군	200	200	-	-	-	-	-
강원도	횡성군	500	-	-	500	-	-	-
충북	괴산군	107	107	-	-	-	-	-
충북	단양군	381	-	-	-	40	-	341
충북	보은군	350	72	-	-	-	-	278
충북	음성군	200	200	-	-	-	-	-
충북	제천시	1,534	1000	534	-	-	-	-
충북	증평군	500	-	-	500	-	-	-
충북	진천군	1,831	1,831	-	-	-	-	-
충북	청주시	10,003	204	9,799	-	-	-	-
충북	충주시	147	-	-	147	-	-	-
전남	강진군	335	335	-	-	-	-	-

구분		합계	사랑의 멜감	중간판매자 에게 판매	산주 및 지역주민 수거	가정용 화목보일러	공장용 보일러	기타
충남	계룡시	100	-	-	100	-	-	-
충남	공주시	5,700	700	-	5,000	-	-	-
충남	금산군	200	-	-	200	-	-	-
충남	논산시	375	375	-	-	-	-	-
충남	당진시	300	-	-	300	-	-	-
충남	보령시	1,200	-	-	1,200	-	-	-
충남	부여군	500	250	-	250	-	-	-
충남	서산시	480	280	-	200	-	-	-
충남	서천군	3,800	1800	-	2,000	-	-	-
충남	아산시	610	-	-	-	610	-	-
충남	예산군	-	-	-	-	-	-	-
충남	태안군	3,960	400	-	3,560	-	-	-
충남	홍성군	50	-	-	50	-	-	-
전북	고창군	800	-	-	800	-	-	-
전북	군산시	1,100	-	-	1,100	-	-	-
전북	김제시	17	-	15	-	2	-	-
전북	남원시	45,372	5000	-	40,372	-	-	-
전북	무주군	-	-	-	-	-	-	-
전북	부안군	1000	100	-	900	-	-	-
전북	순창군	70.44	-	70.44	-	-	-	-
전북	완주군	70	-	-	-	70	-	-
전북	익산시	96	96	-	-	-	-	-
전북	임실군	100	-	-	-	100	-	-
전북	장수군	40	20	10	10	-	-	-
전북	전주시	270	-	-	270	-	-	-
전북	정읍시	98	-	-	98	-	-	-
전북	진안군	400	100	-	300	-	-	-
전북	청양군	600	-	-	600	-	-	-
전남	고흥군	3,775	-	-	3,775	-	-	-
전남	곡성군	454	-	-	454	-	-	-
전남	광양시	1,005	-	-	-	-	-	1,005
전남	구례군	476	476	-	-	-	-	-
전남	나주시	11	11	-	-	-	-	-
전남	담양군	285	285	-	-	-	-	-
전남	목포시	80	80	-	-	-	-	-

구분		합계	사랑의 멜감	중간판매자 에게 판매	산주 및 지역주민 수거	가정용 화목보일러	공장용 보일러	기타
전남	무안군	977	-	-	-	-	-	977
전남	보성군	500	150	-	-	350	-	-
전남	순천시	2,630	130	-	2,240	-	130	130
전남	신안군	-	-	-	-	-	-	-
전남	여수시	652	-	-	-	652	-	-
전남	영광군	470	-	-	-	470	-	-
전남	영암군	165	165	-	-	-	-	-
전남	완도군	2000	480	-	1520	-	-	-
전남	장성군	200	200	-	-	-	-	-
전남	진도군	39	39	-	-	-	-	-
전남	함평군	396	-	-	396	-	-	-
전남	해남군	682	32	-	-	50	-	600
경북	경산시	-	-	-	-	-	-	-
경북	경주시	-	-	-	-	-	-	-
경북	고령군	400	100	-	300	-	-	-
경북	구미시	2,896	2,896	-	-	-	-	-
경북	군위군	-	-	-	-	-	-	-
경북	김천시	1,770	1,300	-	-	470	-	-
경북	문경시	1,820	-	-	920	900	-	-
경북	봉화군	1,254	560	-	694	-	-	-
경북	상주시	-	-	-	-	-	-	-
경북	성주군	4	-	-	-	4	-	-
경북	안동시	50	50	-	-	-	-	-
경북	영양군	-	-	-	-	-	-	-
경북	영주시	13,000	1000	-	12,000	-	-	-
경북	영천시	5,012	1000	-	4,012	-	-	-
경북	예천군	300	-	-	300	-	-	-
경북	의성군	-	-	-	-	-	-	-
경북	청도군	100	100	-	-	-	-	-
경북	청송군	-	-	-	-	-	-	-
경북	칠곡군	3,460	-	-	3,460	-	-	-
경북	포항시	692	-	-	692	-	-	-
경북	함양군	-	-	-	-	-	-	-
경남	거제시	-	-	-	-	-	-	-
경남	거창군	-	-	-	-	-	-	-

구분		합계	사랑의 멜감	중간판매자 에게 판매	산주 및 지역주민 수거	가정용 화목보일러	공장용 보일러	기타
경남	고성군	-	-	-	-	-	-	-
경남	김해시	-	-	-	-	-	-	-
경남	남해군	1,500	1,500	-	-	-	-	-
경남	밀양시	45	-	-	45	-	-	-
경남	사천시	-	-	-	-	-	-	-
경남	산청군	-	-	-	-	-	-	-
경남	양산시	35	-	35	-	-	-	-
경남	의령군	279	100	-	100	-	-	79
경남	진주시	-	-	-	-	-	-	-
경남	창녕군	-	-	-	-	-	-	-
경남	창원시	-	-	-	-	-	-	-
경남	하동군	100	-	-	-	100	-	-
경남	함안군	23,814	23,814	-	-	-	-	-
경남	합천군	5,000	1000	-	4,000	-	-	-
제주시	서귀포시	-	-	-	-	-	-	-
제주시	제주시	-	-	-	-	-	-	-

## 제5절 바이오매스 이용 사례 경제성 분석

### 1. 퇴·액비화시설 사례

- 축산분뇨양분화시설에는 처리규모별로 농가규모와 공동규모로 대별되며 구분기준은 농가규모의 경우 양돈 1,000두 공동규모의 경우는 양돈 20,000두임
- 처리목적별로는 퇴비화시설, 액비화시설, 퇴·액비화 공동시설로 구분됨

#### 가. 농가용 퇴비화시설

##### (1) 시설개요

(표 6.32) 농가용 퇴비화시설 시설개요

시설명	퇴비화시설(농가용)		
		처리대상	돈분
분뇨처리량(톤/일)	5.1	가동 일수(일/년)	365
분뇨반입량(톤/년)	1,861	퇴비생산량(톤/년)	1,152
수분조절제 필요량(톤/년)	700		

(2) 시설투자비

(표 6.33) 농가용 퇴비화시설 시설투자비

구분	시설·장비명	사업량	금액(천원)
건축공사	발효조건물	700m <sup>3</sup>	220,000
	퇴비사건물	405m <sup>3</sup>	127,000
시스템	교반기, 송풍기	1기	95,000
	포장설비	1식	70,000
	악취저감시설	1식	100,000
장비	스키드로더	1기	35,000
부대시설	차량소독시설	1식	15,000
합계			662,000

(3) 연간수입

(표 6.34) 농가용 퇴비화시설 연간수입

구분	내용	수입액(천원)
퇴비판매비	150,000원/톤	172,800
합계		172,800

(4) 연간운영비

(표 6.35) 농가용 퇴비화시설 연간운영비

비목	내용	단위	단가	금액(천원)
수분조절제 구입비	1.9톤/일	700톤/년		70,000
인건비	1인	12개월/년		24,000
전력비	36.1원/kW	12개월/년		9,000
수선비				1,860
감가상각비	건축 20년	1년		17,350
	설비 15년	1년		21,000
운영비 계				143,210



(5) 경영성분석

(표 6.36) 농가용 퇴비화시설 경영성분석

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3
	민간전액	정부보조 50%	정부보조 70%
톤당 처리비용(천원)	77		
연간손익(천원)	29,590		
PBY(Pay Back Year)	22.37	11.19	6.71

나. 공동형 퇴비화시설

(1) 시설개요

(표 6.37) 공동형 퇴비화시설 시설개요

시설명	퇴비화시설(공동형)		
분뇨처리량(톤/일)	100	처리대상	돈분
분뇨반입량(톤/년)	36,500	가동일수(일/년)	365
수분조절제 필요량(톤/년)	12,462	퇴비생산량(톤/년)	14,600

(2) 시설투자비

(표 6.38) 공동형 퇴비화시설 시설투자비

구분	시설·장비명	사업량	단가 (원)	금액 (천원)
건축공사	건물, 토목	4,000m <sup>3</sup>		1,450,000
시스템	교반기	3식	160,000	480,000
	송풍기	3식	60,000	180,000
	포장설비	1식	250,000	250,000
	악취저감시설	1식	200,000	200,000
장비	스키드로더	1기	38,000	38,000
	지게차	1기	22,000	22,000
부대시설	차량소독시설	1식	15,000	15,000
	차량계근대	1식	25,000	25,000
전기소방공사			90,000	90,000
차량	분뇨운반용	1기	70,000	70,000
	퇴비운반용	1기	80,000	80,000
합계				2,900,000

(3) 연간 수입

(표 6.39) 공동형 퇴비화시설 연간수입

구분	내용	수입액(천원)
퇴비판매비	150,000원/톤	2,190,000
합계		2,190,000

(4) 연간운영비

(표 6.40) 공동형 퇴비화시설 연간운영비

비목	내용	단위	단가(원)	금액(천원)
수분조절제 구입비	30톤/일	12,462톤/년	100,000	1,246,200
인건비	3인	12개월/년	2,000,000	72,000
전력비	36.1원/kW	12개월/년	5,000,000	60,000
퇴비포장비		730,000포/년	200	146,000
장비운영비	수거운반비	36,500톤/년	5,000	182,500
수선비				36,500
간접경비		12개월/년	1,000,000	12,000
감가상각비	건축 20년	1년		72,500
	설비 15년	1년		96,667
운영비 계				1,924,367

(5) 경영성분석

(표 6.41) 공동형 퇴비화시설 경영성분석

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3
	민간전액	정부보조 50%	정부보조 70%
톤당 처리비용(천원)	53		
연간손익(천원)	265,633		
PBY(Pay Back Year)	10.92	5.46	3.28

다. 농가용 액비화 시설

(1) 시설개요

(표 6.42) 농가형 액비화 시설 시설개요

시설명	액비화시설(농가용)		
분뇨처리량(톤/일)	10	처리대상	돈분
분뇨반입량(톤/년)	3,650	가동일수(일/년)	365

(2) 시설투자비

(표 6.43) 농가형 액비화 시설 시설투자비

구분	시설.장비명	사업량	금액(천원)
건축공사	토목비	12m x 7m x 2.5m	17,000
기계설비			45,000
합계			62,000

(3) 연간운영비

(표 6.44) 농가형 액비화 시설 연간운영비

비목	내용	단위	단가(원)	금액(천원)
전력비	36.1원/kW	12개월/년	536,085	6,433
감가상각비	건축 20년	1년		850
	설비 15년	1년		4,500
운영비 계				11,783

(4) 경영성 분석

(표 6.45) 농가형 액비화 시설 경영성분석

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3
	민간전액	정부보조 50%	정부보조 70%
톤당 처리비용(천원)	3.23		
연간손익(천원)	38,567		
PBY(Pay Back Year)	1.61	0.80	0.48

라. 공동용 액비화시설

(1) 시설개요

(표 6.46) 공동형 액비화 시설 시설개요

시설명	액비화시설(공동용)		
분뇨처리량(톤/일)	100	처리대상	돈분
분뇨반입량(톤/년)	36,500	가동일수(일/년)	365

(2) 시설투자비

(표 6.47) 공동형 액비화 시설 시설투자비

구분	시설.장비명	사업량	금액(천원)
건축공사	토목비		1,638,983
기계설비		3기	491,559
합계			2,130,542

(3) 연간운영비

(표 6.48) 공동형 액비화 시설 연간운영비

비목	내용	단위	단가(원)	금액(천원)
전력비	36.1원/kW	12개월/년	6,821,000	81,852
감가상각비	건축 20년	1년		81,949
	설비 15년	1년		49,156
운영비 계				212,957

(4) 경영성분석

(표 6.49) 공동형 액비화 시설 경영성분석

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3
	민간전액	정부보조 50%	정부보조 70%
톤당 처리비용(천원)	5.83		
연간손익(천원)	250,543		
PBY(Pay Back Year)	8.50	4.25	2.55

마. 축산분뇨 퇴·액비화 공동처리시설

(1) 시설개요

(표 6.50) 퇴·액비화 공동시설 시설개요

시설명	퇴액비화 공동시설		
분뇨처리량(톤/일)	100	처리대상	돈분
분뇨반입량(톤/년)	36,500	가동일수(일/년)	365
퇴비생산량(톤/년)	7,300	액비생산량(톤/년)	23,725

(2) 시설투자비

(표 6.51) 퇴·액비화 공동시설 시설투자비

구분	시설·장비명	사업량	단가(원)	금액(천원)
토목공사	철근콘크리트	1식		690,000
건축공사	사무실	25평		72,000
	퇴비사	159.72평		128,385
	기계실	498.52평		400,715
기계공사	교반기(퇴비화)			40,000
	액비화기계설비			1,280,000
악취설비	5HP(퇴비화)	6대	6,000,000	36,000
	1HP(액비화)	40대	2,150,000	86,000
	3HP(액비화)	6대	5,000,000	30,000
부대시설	차량소독시설	1식		29,000
	차량계근대	50톤		20,400
전기소방공사				120,000
기타	설계 및 감리	1식		60,928
	소방감리	1식		3,648
합계				3,000,076

(3) 연간운영비

(표 6.52) 퇴·액비화 공동시설 연간운영비

비목	내용	단위	단가(원)	금액(천원)
수분조절제 구입비				31,957
인건비	4인	12개월/년	2,000,000	96,000
전력비	40.3원/kW	12개월/년	6,992,856	83,914
돈분뇨수거비	36,500톤/년	12개월/년	3,000	109,500
액비살포비	23,725톤/년	12개월/년	5,000	118,625
약품비	탈취제	12개월/년	450,000	5,400
간접경비	유지비, 관리비	12개월/년	4,000,000	48,000
감가상각비	건축 20년	1년		64,705
	설비 15년	1년		170,598
운영비 계				728,699

#### (4) 경영성분석

(표 6.53) 퇴·액비화 공동시설 경영성분석

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3
	민간전액	정부보조 50%	정부보조 70%
톤당 처리비용(천원)	20.00		
연간손익(천원)	548,801		
PBY(Pay Back Year)	5.46	2.73	1.64

## 2. 에너지화시설 사례

바이오매스 에너지화시설은 바이오가스화시설, 축분연료화시설, 목재연료화시설로 구분됨.

### 가. 가축분뇨 바이오가스화시설 경영성분석

#### (1) 시설개요

(표 6.54) 가축분뇨 바이오가스화시설 시설개요

시설명	바이오가스화시설		
분뇨처리량(톤/일)	20	처리대상	돈분
분뇨반입량(톤/년)	7,300	가동 일수(일/년)	365
바이오가스발생량(m <sup>3</sup> /일)	400	전력발생량(kW/일)	800
퇴비생산량(톤/년)	876	액비생산량(톤/년)	5037

#### (2) 시설투자비

(표 6.55) 가축분뇨 바이오가스화시설 시설투자비

구분	시설.장비명	사업량	단가(원)	금액(천원)
토목공사		1식		59,000
건축공사	시설물공사			45,000
기계공사	반입저장시설	50m <sup>3</sup>		20,000
	혐기소화조	500m <sup>3</sup>		136,000
	가스저장조	200m <sup>3</sup>		82,000
	CHP발전기	54kW		128,000
전기공사	전기설치(한전연계)	1식		22,000
	자동제어장치	1식		75,000
액비시설	액비저장조	2,300m <sup>3</sup>		143,000
	블로워	30kW		10,000
합계				900,000

(3) 연간수입

(표 6.56) 가축분뇨 바이오가스화시설 연간수입

구분	내용	수입액(천원)
분뇨수거비	17,000원/톤	124,100
전기판매비	234원/kW	68,328
퇴비판매비	150,000원/톤	131,400
합계		323,828

(4) 연간운영비

(표 6.57) 연간운영비

비목	내용	단위	단가(원)	금액(천원)
수분조절제 구입비	292톤/년	12개월/년	100,000	29,200
인건비	1인	12개월/년	2,000,000	24,000
전력비	발전량의 5%	12개월/년		3,416
개보수비	시설비의 0.5%	12개월/년		3,495
감가상각비	건축 20년	1년		5,200
	설비 15년	1년		46,600
운영비 계				111,911

(5) 경영성분석

(표 6.58) 가축분뇨 바이오가스화시설 경영성분석

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3
	민간전액	정부보조 50%	정부보조 70%
톤당 처리비용(천원)	15.3		
연간손익(천원)	211,917		
PBY(Pay Back Year)	2.78	2.12	1.27

나. 축분연료화 시설 경영성분석

(1) 시설개요

(표 6.59) 축분연료화시설 시설개요

시설명	축분 고체연료화시설		
분뇨처리량(톤/일)	42.5	처리대상	돈분
분뇨반입량(톤/년)	15,512.5	가동일수(일/년)	365
연료생산량(m <sup>3</sup> /일)	7.7	연료생산량(톤/일)	4.6

(2) 시설투자비

(표 6.60) 축분연료화시설 시설투자비

구분	시설.장비명	사업량	단가(원)	금액(천원)
토목공사		20*50m		295,000
기계공사	에어라인(1kW)	2기		800,000
	송풍기(2kW)	2기		
	교반기(7.5kW)	1기		
	건조기(1kW)	2기		
	기타(11.8kW)	1조		
합계			1,095,000	

(3) 연간운영비

(표 6.61) 축분연료화시설 연간운영비

비목	내용	단위	단가(원)	금액(천원)
인건비	1인	12개월/년	2,500,000	30,000
전력비		12개월/년	5,753,000	69,036
감가상각비		1년	10,500	126,000
운영비 계				225,036

(4) 경영성분석

(표 6.62) 축분연료화시설 경영성분석

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3
	민간전액	정부보조 50%	정부보조 70%
톤당 처리비용(천원)	14.5		
연간손익(천원)	343,452		
PBY(Pay Back Year)	3.19	1.59	0.96



### 3. 광역친환경농업단지

광역 친환경 농업단지의 개념은 개별 농가나 마을 단위가 아닌 지역단위의 새로운 경제 모델과 자원순환 모델을 제시하기 위해 처음 제시되었다. 이는 농촌의 환경문제가 개별 농가단위에서 해결하는데 한계를 갖고 있다는 문제인식에서 출발하였다. 축산지역에서의 과도한 오염원과 경종지역에서의 화학비료 사용이 농촌 환경을 악화시키고 있을 때, 그 대안으로 경종과 축산의 상호 연계를 통한 문제 해결을 위해 제시되었다.

우리나라에서는 경종과 축산의 상호 연계하여 균형 있게 발전시키기 위해 가축분뇨를 농축산 순환자원화센터에서 퇴비화하여 화학비료를 대체하는 유기농축산순환농업을 핵심으로 하는 광역친환경농업단지의 조성을 추진해 나가고 있다.

#### 가. 광역친환경농업단지 추진 현황

광역친환경농업단지는 2005년 국내외 친환경농업실태조사와 기초설계를 통하여 기본모형을 설정하고 2006년부터 2013년까지 약 50여개의 지자체에 광역친환경농업단지사업을 계획하고 있다.

이 사업은 2010년 기준 총27개소의 사업지를 선정하여 추진 중이며, 8개 지역(완주, 순천, 울진, 양구, 옥천, 장흥, 성주, 산청)에 조성된 광역친환경농업단지가 완공되어 가동 중이다

(표 6.63) 광역친환경농업단지 추진 현황(2012년 기준)

지자체별	'06-' 07 (3개소)	'07-' 08 (6개소)	'09-' 11 (11개소)	'10-' 12 (7개소)	'11-' 13 (7개소)	'12-' 14 (8개소)
경기(1개소)	-	-	-	양평	-	-
강원(2개소)		양구	정선	-	-	-
충북(6개소)		옥천	진천	증평, 괴산	-	충주, 제천
충남(2개소)	-	-	-	-	예산	아산
전북(7개소)	완주	익산	무주, 고창	군산	장수	순창
전남(8개소)	순천	장흥	영암, 신안, 화순	함평	곡성	나주
경북(8개소)	울진	성주	영천	김천	포항	안동, 영주, 봉화
경남(7개소)	-	산청	사천, 거창, 고성	남해	창녕, 함양	-
제주(1개소)	-	-	-	-	제주	-

또한, 이 사업은 2013년까지 600ha이상 규모의 광역친환경농업단지 50개소를 조성하여 2015년까지 친환경농산물(무농약 이상) 재배면적 비율을 12%까지 확대하는 것을 목표로 하고 있다.

(표 6.64) 광역친환경농업단지 성과목표 및 지표

성과지표	2011 목표치	최근 3개년 실적			지표 산출시기	측정방식
		2008	2009	2010		
■ 친환경농산물 생산면적 비중 (%, 주지표)	7.1	3.6	5.1	6.2	2012.1	친환경농산물인증면적/전체경 지면적 × 100
■ 광역단지 내 인증면적 비중 (%, 부지표)	26.0	21.9	23.2	24.5	2012.3	광역단지 내 인증면적/광역단지 전체 사업면적 × 100

출처 : 농촌정보문화센터(2010)

(표 6.65) 광역친환경농업단지 성과목표 및 지표

구분	2008년까지	2009년	2010년	2011년	2012년 이후
합계	90,385	11,000	60,000	76,734	251,000
보 조	45,385	5,500	29,500	34,100	78,100
지방비	36,000	4,400	24,000	31,749	122,700
자부담	9,000	1,100	6,500	10,885	50,200

#### 나. 광역친환경농업단지 별 경영실태 현황<sup>49)</sup>

본 보고서의 단지 별 경영실태 현황 분석 범위는 광역친환경농업단지의 핵심시설인 단지 내 경축순환자원화센터의 시설현황, 생산품의 유통현황의 조사를 통한 경영수지분석이다. 광역친환경농업단지의 주요시설 및 장비내역으로 이 중 농축산자원화시설만을 분석 대상으로 하였다.

49) 농축산순환자원화센터 실태조사(2010), 한국축산경제연구원

(표 6.66) 광역친환경농업단지 주요시설 및 장비내역(예시)-1

구 분	시설·장비 명	비 고
친환경 농자재 생산시설 장비	미생물 배양시설·장비	- 혐기성균, 호기성균, 광합성균 등 미생물 배양을 위한 배양기, 저장 탱크 등의 일체 시설, 살포장비 등
	생물제재 등 제조시설·장비	- 목초액, 키토산, 아미노산, 천혜녹즙, 한방영양제, 버섯추출액, 클로 렐라 추출액, 석회보르도액, 유황합제, 담배 추출물, 자연암석 분말용 액, 청초액비, 천연식초, 과일효소 등, 왕겨자원화시설 등
	유기질 비료 제조시설·장비	- 농축임수산 부산물을 이용한 퇴비 등의 제조시설 장비 - 퇴비제조장, 지렁이 분변토 제조장 / 배합기, 분쇄기, 톱밥제조기 등 - 로더, 살포기 등
친환경 농축산물 생산시설 장비	수도작용 공동육묘장	- 육묘장, 관수시설, 발아실, 대차 등 시설 장비 일체
	친환경축사 시설	- 우사, 돈사, 양계사 등
	농기자재 보관창고	- 농기계, 농자재 등의 보관시설
	친환경 조사료 생산시설·장비	- 볏짚, 총채보리 등 친환경 조사료 배합 및 보관 시설, 수확기, 랩 핑기 등 시설·장비 일체
	친환경농업 관련 시설·장비	- 오리·우렁이·쌀겨 농법 등에 필요한 시설·장비 등 - 오리사육장, 우렁이양식장, 오리막사, 목책시설 등

(표 6.67) 광역친환경농업단지 주요시설 및 장비내역(예시)-2

구 분	시설·장비 명	비 고
경축순환 자원화 센터	경축순환 자원화 센터 (개방형/밀폐형)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 밀폐형 가축분뇨 운반차량</li> <li>· 가축분뇨 저장시설</li> <li>· 톱밥 저장시설</li> <li>· 혼합시설(skid loader or bucket tractor)</li> <li>· 밀폐형 퇴비장</li> <li>· 탈취시설</li> <li>· 기계 교반시설(screw, 에스컬레이트)</li> <li>· 블로어(공기주입기)</li> <li>· 침출수 배수시설</li> <li>· 후숙 및 반출용 저장시설</li> <li>· 운반장비(skid loader, bucket tractor)</li> <li>· 포장시설(bulk, pellet, 플라스틱 포대)</li> <li>· 퇴비 비료성분 분석장비</li> <li>· 퇴비 살포 장비</li> </ul>
친환경 산지유통 시설	친환경 벼 보관시설	· 저온·건조·저장 시설 등
	친환경농산물 가공시설	· 친환경농산물을 원료로 한 소규모 가공시설
	친환경 농산물 유통시설	· 집하·예냉·저온·선별·포장·저장을 위한 시설 장비
교육 관광 기반 시설	웰컴 센터(Welcome Center)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 친환경농업교육장</li> <li>· 홍보·전시장, 사무실</li> <li>· 태양광 발전설비 및 부대시설 등</li> </ul>
	생태 공원(Eco Park) 조성	· 산책로, 자연 정화형 수로 및 연못, 수생식물 식재, 조망용 데크(Deck), 태양광 가로등 등
	에듀 팜(Edu Farm) 조성	· 체험학습장, 농로, 급·배수 시설, 교육용농기 자재 보관창고, 원두막 등

\* 개방형 : 평면식 발효조, 저속발효, 약취발생, 민가와 떨어진 곳에 설치 필요

\* 밀폐형 : 원통형 발효조, 고속발효, 전공정 자동화, 무방류·무약취

### (1) 전북완주 경축순환자원화센터

2008년에 가동을 시작하여 초기년도에는 총 비용액이 매출액보다 높아 적자로 운영되었으나 2009년부터는 손익분기점을 넘어 수익을 창출하고 있다.

(표 6.68) 전북 완주 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
전북완주	720	715	5	1,521	1,300	221

(표 6.69) 전북 완주 운영실태(09~10)

구 분	운영실태
조사항목	
운영주체	고산농업협동조합
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(통풍식 에스컬레이터 교반식)
원자재종류 및 일일반입물량	우분 : 70톤/일 - 유상구입 : 4,000원/톤 계분(발효계분) : 10톤/일 - 유상구입 : 10,000원/톤 수분조절제 - 톱밥구입 : 200,000원/톤 - 왕겨구입 : 103,000원/톤
인력현황	총 6명(일반직 4, 계약직 2 : 대형.특수면허 자격증보유자)
분뇨수급, 퇴액비 운반.살포차량 보유유무	암롤차량 5톤, 15톤을 각각 1대씩 보유하고 있음. 필요 시 화물운송회사에 용역함.
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 100% 처리가능용량 : 80톤/일, 현재 처리용량 : 80톤/일
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	311ha(단지 내 70농가와 살포 협약)
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	우분 70%, 계분 10%, 톱밥 10%, 왕겨 10%(수분함량 70%이하) 총 150일(교반 30일, 통풍발효 40일, 후숙발효 80일)
퇴액비 품질 현황	퇴비품질검사는 별도의퇴(퇴비등급기준으로 2등급 이상)
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 52,396Kwh 전력가격 : 76원/Kwh 전력종류 : 산업용
퇴액비 판매가격 결정방법	고산농협이 가격결정, 판매가격은 3,500원/포(20kg) 보조금액 내역 : 국비, 지자체 1,750원, 농협 750원, 농가구매가격 1,000원
퇴액비 유통경로 현황	고산농협에서 유통.판매함. 경종농가에 직접 배달함
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 단지 내.외로 각각 50% 공급함
퇴액비 운반.살포 대장 보유유무	운반살포대장은 보유하고 있음. 운반살포 차량 대장은 보유하고 있지 않음(용역 화물)
비료 환원사업	퇴비판매가격 농협에서 일부 보조하고 있음
비료브랜드화	특성화(기능성퇴비)는 없으나 브랜드화하고 있음(명 : 땅기운 퇴비)

(2) 전남순천 경축순환자원화센터

2010년도에 센터의 매출액이 17억 9,800만원으로 총비용을 제외하고 1억 7,300만원의 수익을 창출하고 있다.

(표 6.70) 전남 순천 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
전남 순천	293	517	-224	1,798	1,625	173

(표 6.71) 전남 순천 운영실태('09~'10)

구분	운영실태
조사항목	
운영주체	순천광역친환경농업 영농조합(순천 광양축협)
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(통풍식 기계 교반식), 액비화방법(활성오니법)
원자재종류 및 일일반입물량	우분 : 25톤/일 - 우분구입 : 12,000원/톤 돈분 : 55톤/일 - 돈분 : 18,000원/톤(처리비 받음) 수분조절제 - 톱밥구입 : 105,000원/톤
인력현황	총 8명(농협직원 1, 계약직 7)
분뇨수급, 퇴액비 운반·살포차량 보유유무	원자재 수거 차량 3대, 액비 수거 및 살포 차량 2대
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 100% 처리가능용량 : 80톤/일, 현재 처리용량 : 80톤/일 (퇴비생산량 : 55톤/일, 액비생산량 : 25톤/일)
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	2,190ha(협약은 없으나 살포를 위한 면적은 확보하고 있음)
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	우분 70%, 돈분 20%, 톱밥 10%(수분함량 65% 정도) 총 125일(1차 20일, 2차 45일, 3차 60일)
퇴액비 품질 현황	품질검사는 별도의퇴(퇴비등급기준으로 2등급 이상) (액비는 액비공정규격 기준에 만족함)
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 48,071Kwh 전력종류 : 농업용
퇴액비 판매가격 결정방법	법인이 결정함
퇴액비 유통경로 현황	농협중앙회와 유통·판매 계약
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 판매, 기능성퇴비 없음
퇴액비 운반·살포 대장 보유유무	기록 작성
비료 환원사업	인근지역 시범포 지원(3,000포/년)
비료브랜드화	없음

### (3) 경북 울진 경축순환자원화센터

2009년도에 수지가 적자운영 되었으나 2010에는 1억 2,600만원의 수익을 창출하고 있다. 그러나 현재 지자체 보조금 및 퇴비판매 보조금을 지원받고 있어 향후 지자체 보조금과 퇴비판매 보조금을 받지 않고 자립할 수 있도록 경영 개선할 필요가 있다.

(표 6.72) 경북 울진 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
경북 울진	413	581	-168	780	654	126

(표 6.73) 경북 울진 운영실태('09~'10)

구 분	운영실태
조사항목	
운영주체	영농조합법인(축산 1, 경종 8명)
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(에스컬레이터형 호기성발효)
원자재종류 및 일일반입물량	우분 : 50톤/일 - 우분구입 : 4,000원/톤 돈분 : 소량(질소첨가용) - 돈분 : 20,000원/톤(처리비 받음) 수분조절제 - 톱밥구입 : 137,500원/톤
인력현황	총 8명(사업단장 1, 사무국장 1, 계약 및 일용직 6)
분뇨수급, 퇴액비 운반·살포차량 보유유무	차량 3대(10톤 1대, 5톤 2대), 돈분용 탱크로리(5톤 1대)
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 60% 처리가능용량 : 50톤/일, 현재 처리용량 : 30톤/일
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	2개면에 1,000ha
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	우분뇨 77%, 톱밥 23% 총 90일(기계교반 40일, 통풍발효 40일, 후숙발효 10일)
퇴액비 품질 현황	퇴비등급기준으로 2등급 이상(수분함량이 높음)
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 32,894Kwh 전력종류 : 산업용
퇴액비 판매가격 결정방법	법인이 결정하되 농협과 협의함 판매가격 4,000원(국,군비 보조금 2,800원, 농가지불금 1,200원)
퇴액비 유통경로 현황	농협중앙회와 유통·판매 계약
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 판매, 기능성퇴비 없음
퇴액비 운반·살포 대장 보유유무	차량일지는 보유하고 있으나 운반살포대장은 없음
비료 환원사업	없음
비료브랜드화	로하스 퇴비

(4) 강원 양구 경축순환자원화센터

2010년 기준 퇴비를 판매하고 있지 않아 수입이 없으므로 적자운영 중이다.

(표 6.74) 강원 양구 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
강원 양구	-	-	-	-	353	-353

(표 6.75) 강원 양구 운영실태('09~'10)

구분	운영실태
조사항목	
운영주체	양구농협
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(스크류 기계방식), 액비화방법(톱밥여과를 통한 액상발효식)
원자재종류 및 일일반입물량	돈분뇨 : 50톤/일
인력현황	총 3명(농협직원 1, 중장비인력 2)
분뇨수급, 퇴액비 운반·살포차량 보유유무	암물카 16톤 1대, 액비유통센터로 이송, 운반
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 100% 처리가능용량 : 50톤/일, 현재 처리용량 : 50톤/일
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	6농가 약 36ha 액비살포는 유통센터와 연계 추진 중
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	SCB형태로서 퇴비단 위에 돈분뇨 살포
퇴액비 품질 현황	퇴비등급은 외관상 양호(2등급 이상)
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 24,000Kwh 전력종류 : 산업용
퇴액비 판매가격 결정방법	퇴비판매 책정가격 3,100원/포(20kg) (국비·지자체 보조금 1,700원, 농가지불금 1,400원) 퇴비는 판매계획 중이고, 액비는 무료 공급 중임
퇴액비 유통경로 현황	농협 유통·판매
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 판매, 기능성퇴비 없음
퇴액비 운반·살포 대장 보유유무	차량일지는 보유하고 있으나 운반살포대장은 없음
비료 환원사업	양구농협이 검토 중(수익성 고려하여 검토 중)
비료브랜드화	향후 계획 중



(5) 충북 옥천 경축순환자원화센터

2010년 기준 퇴비를 판매하고 있지 않아 수입이 없으므로 적자운영 중이다.

(표 6.76) 충북 옥천 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
충북 옥천	-	-	-	-	95	-95

(표 6.77) 충북 옥천 운영실태('09~'10)

구 분	운영실태	
조사항목		
운영주체	친환경우리소영농조합법인	
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(통풍식 에스컬레이터 기계교반식)	
원자재종류 및 일일반입물량	우분 : 20톤/일 계분 : 3톤/일 수분조절제	- 우분구입 : 10,000원/톤 - 계분구입 : 80,000원/톤(발효계분은 80원/kg, 미발효계분은 무상반입) - 톱밥구입 : 180,000원/톤 - 왕겨구입 : 80,000원/톤
인력현황	총 6명(전기자격증 2, 대형운전 1, 농장인원 3)	
분뇨수급, 퇴액비 운반,살포차량 보유유무	완제품 퇴비 운반 차량은 없음	
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 77% 처리가능용량 : 30톤/일, 현재 처리용량 : 23톤/일	
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	단지 내 1,000ha	
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	우분 77%, 계분 11%, 톱밥 6%, 왕겨 6% 1차 발효(5일), 2차 발효(40일), 3차 발효(후숙)10-15일	
퇴액비 품질 현황	퇴비등급은 양호(2등급 이상)	
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 42,000Kwh, 76원/Kwh 전력종류 : 산업용	
퇴액비 판매가격 결정방법	법인이 결정[4,000원 가격결정 계획 중, 국.군비 보조금, 마을 공동구매 시 80% 보조금] 판매계획 중	
퇴액비 유통경로 현황	농협 유통.판매 계획 중	
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 판매, 기능성퇴비 없음	
퇴액비 운반,살포 대장 보유유무	없음	
비료 환원사업	매년 1,500포 시범포 및 발전기금	
비료브랜드화	금강지킴이 퇴비	

(6) 전남 장흥 경축순환자원화센터

2009년 하반기에 수지가 2억 3,000만원 적자운영이었고, 2010년도에는 1억 6,600만원 흑자운영 되었다.

(표 6.78) 전남 장흥 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
충북 옥천	-	230	-230	1,253	1,087	166

(표 6.79) 전남 장흥 운영실태('09~'10)

구분	운영실태
조사항목	장흥축협
운영주체	장흥축협
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(통풍식 에스컬레이터 기계교반식)
원자재종류 및 일일반입물량	우분 : 30톤/일 - 우분구입 : 6,000원/톤 계분 : 10톤/일 - 계분구입 : 10,000원/톤 수분조절제 - 톱밥구입 : 200,000원/톤 - 왕겨구입 : 60,000원/톤
인력현황	총 6명(정규직 2, 중장비기사 2, 운전기사 2)
분뇨수급, 퇴액비 운반,살포차량 보유유무	암물 5톤 2대, 카고 5톤 1대
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 72% 처리가능용량 : 70톤/일, 현재 처리용량 : 50톤/일
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	농협계통 판매 중, 협약 없음
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	우분 60%, 계분 10%, 톱밥 10%, 왕겨 20% 1차 발효(10일), 2차 발효(70일), 3차 발효(후숙) 20일
퇴액비 품질 현황	퇴비등급 1등급
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 53,216Kwh/월
퇴액비 판매가격 결정방법	축협자체 : 3,000원/포(20kg)
퇴액비 유통경로 현황	농협중앙회 지역본부 직접판매
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 판매
퇴액비 운반,살포 대장 보유유무	기록 작성 중
비료 환원사업	없음
비료브랜드화	표고골 한우 퇴비

(7) 경북 성주 경축순환자원화센터

2010년도에 총 10만 포의 퇴비를 판매하고 5백만원의 수익을 창출하였다.

(표 6.80) 경북 성주 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
경북 성주	-	27	-27	380	375	5

(표 6.81) 경북 성주 운영실태('09~'10)

구분	운영실태
조사항목	
운영주체	수륜농협
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(송풍식 에스컬레이터 기계교반식)
원자재종류 및 일일반입물량	우분 : 30톤/일 수분조절제 - 우분구입 : 30,000원/톤 - 톱밥구입 : 250,000원/톤 - 팽연왕겨구입 : 200,000원/톤
인력현황	총 4명(정규직 3, 일용직 1)
분뇨수급, 퇴액비 운반,살포차량 보유유무	운송 - 화물용역 중
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 33% 처리가능용량 : 30톤/일, 현재 처리용량 : 10톤/일
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	농협계통 판매 중
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	우분 65%, 톱밥 35% 1차 발효(10일), 2차 발효(40일), 3차 발효(후숙) 10일
퇴액비 품질 현황	퇴비등급 2등급
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 26,000Kwh/월(산업용)
퇴액비 판매가격 결정방법	농협자체(3,800원, 농협중앙회에서 4,000원에 판매 보조금 : 국비 1,100원, 지방비 600원, 농가지불금액 2,300원)
퇴액비 유통경로 현황	농협중앙회 지역본부 직접판매
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 판매
퇴액비 운반,살포 대장 보유유무	기록 작성 중
비료 환원사업	농협에서 자재 무상지원 7,500만원 계획 중
비료브랜드화	가야산수륜 퇴비

(8) 경남 산청 경축순환자원화센터

2010년도 기준 원자재 수급이 원활하지 않아 적자 운영 중이다.

(표 6.82) 경남 산청 경영수지('09~'10) (단위 : 백만원)

지역명	2009년			2010년		
	수입	지출	수지	수입	지출	수지
경남 산청	69	79	-10	53	65	-12

(표 6.83) 경남 산청 운영실태('09~'10)

구 분	운영실태
조사항목	
운영주체	산청축협
가축분뇨처리방법	퇴비화방법(통풍식 에스컬레이터 기계교반식)
원자재종류 및 일일반입물량	유기한우분뇨 : 20톤/일      - 우분구입 : 30,000원/톤 수분조절제                      - 톱밥구입 : 100,000원/톤 (군에서 50% 보조금 지급 중)
인력현황	총 4명(공장인력 1, 포장용역 3)
분뇨수급, 퇴액비 운반·살포차량 보유유무	분뇨수급차, 살포차, 운반차 : 축협 화물용역 차량 사용 중
가동률(2010) (처리가능용량/실제처리량)	가동률 : 50% 처리가능용량 : 20톤/일, 현재 처리용량 : 10톤/일
퇴액비 살포를 위한 농경지 확보면적	120ha
퇴비화 혼합비율 및 발효기간	우분 80%, 톱밥 20% 1차 발효(5일), 2차 발효(60일), 3차 발효(후숙) 20일
퇴액비 품질 현황	퇴비등급 2등급(검사는 외부 의뢰)
시설의 전력사용량	월 평균 전력량 : 26,315Kwh/월(산업용)
퇴액비 판매가격 결정방법	축협이 결정(책정가 2,740원/포(20kg), 국비보조 1,100원, 지방비 100원, 농가지불금액 1,540원)
퇴액비 유통경로 현황	농협중앙회와 계약판매
퇴액비 판매형태 및 방법	포장판매(20kg)형태로 판매
퇴액비 운반·살포 대장 보유유무	축협화물용역차량 사용함
비료 환원사업	없음
비료브랜드화	없음

## 제6절 국내 바이오매스 산업의 시사점

국내 신·재생에너지 공급 비중은 2012년 기준 총 1차 에너지 생산 278,698천 TOE/년의 3.18%(8,850천 TOE/년)로서 나타나고 있다. 국내 신·재생에너지 공급량 중 바이오에너지의 비중은 15.08%로 폐기물에너지 67.77% 다음으로 큰 비중을 차지하고 있고, 수력 9.21%, 기타(태양광, 풍력, 해양, 연료전지, 지열 등)가 7.94%를 차지하는 것으로 보고되고 있다(에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2013). 국내에서 집계하고 있는 바이오에너지의 종류는 바이오가스, 매립지가스, 바이오디젤, 우드칩 등 10개 항목이다. 바이오가스의 경우 가축분뇨 이외에 도시고형 폐기물인 음식물쓰레기 및 하수슬러지의 혐기소화 가스를 모두 포함하는 형태로 집계하고 있어 가축분뇨 등 농산부산물을 이용하여 생산하는 바이오가스의 생산량을 별도로 파악하는 데는 어려움이 있다. 또한 우드칩과 목재펠릿의 경우 목재 가공장에서 발생하는 부산물을 원료로 활용한다는 점에서 수입 목재와 국내산 목재의 부산물을 포함하고 있어 국내산 목재의 활용 부분을 파악하는데 어려움이 있다. 그러나 임산연료는 산림청의 통계자료를 활용하고 있고, 성형탄의 경우 국내 간벌목재를 주로 활용하고 있어 국내 임산 바이오매스의 이용 부분으로 간주할 수 있다. 바이오에너지 통계 작성 대상 중 폐목재, 흑액, 하수슬러지 고형연료의 경우 사업장에서 발생하는 폐기물을 활용하는 바이오에너지 제품이다.

임산 바이오매스는 우드칩, 성형탄, 임산연료, 목재펠릿으로 이용되고 있다. 우드칩 이용 국내 총 설비용량은 2012년 기준 열이용 설비 770 톤/시간, 발전설비 19,450kw로 집계되고 있으며, 성형탄과 임산연료는 각각 2012년 기준 56,802ton과 187,291ton이 생산·이용된 것으로 나타나고 있다. 산림청에서는 임산 바이오매스의 보급 확대를 위하여 2009년부터 숲가꾸기 사업을 통해 목재펠릿 보급 사업을 추진해오고 있으며, 이와 함께 목재펠릿 제조시설 설치 지원 및 펠릿 보일러 보급 사업을 추진하고 있다. 목재펠릿 제조시설은 2011년까지 16개소 22톤/시간 생산용량이 설치 가동 중에 있으며 생산된 목재펠릿은 가정용 17.7%, 산업시설 30.7%, 농업시설 50.4%로 소비·이용되고 있는 것으로 나타나고 있다. 목재펠릿은 산림청에서 고시를 통해 목재펠릿의 품질관리 기준은 산림청에서 고시를 통해 설정·운영하고 있으나, 우드칩의 경우 별도의 품질관리 기준이 마련되어 있지 않다. 특히 우드칩의 경우 목재 제재공장에서 부산물로 발생하고 있어 사업장 폐기물로 분류되어 환경부의 폐기물관리법에 따라 관리되고 있는 상황으로 임산 바이오매스의 관리 주체가 산림청과 환경부로 이분화 되어 있는 상황이다.

국내 바이오매스 전환시설들의 경영성과분석은 농가형 퇴비화 시설의 경우 시설비 전액을 민간이 부담할 경우 손익분기점이 22.37년으로 분석되었고, 공동형 퇴비화 시설의 경우 시설비 전액을 민간이 부담할 경우 손익분기점이 10.92년으로 분석되어 퇴비화 시설은 정부의 지원 없이는 실질적인 경제성 확보에 어려움이 있는 것으로 나타났다. 가축분뇨 에너지화 시설은 시설비 전액을 민간이 부담할 경우 손익분기점이 2.78년으로 나타나 바이오매스의 물질자원화 시설과 비교하여 상대적으로 경제성 확보에 유리한 측면이 있는 것으로 분석되었다.

따라서 국내 바이오매스 전환시설 관련 산업 동향을 검토한 결과 바이오매스 종류별로 발생특성과 이용 특성이 상이하고, 바이오매스 전환기술별 경제성에서도 큰 차이를 보이는 것으로 나타나 실효성 있는 바이오매스 순환단지 조성을 위해서는 이러한 바이오매스별 사업화 특

성을 파악하고 바이오매스 전환기술의 선정, 사업화 모델의 도출과 관련하여 세심한 주의가 요구된다. 이에 실효성 있는 바이오매스 순환단지 조성 몇 가지 시사점을 도출하면 다음과 같다. 첫 번째, 신재생에너지 보급 통계 체계의 개선이 시급하다. 신재생에너지 보급 통계는 우리나라 신재생에너지의 생산부문을 파악하는 중요한 통계자료이다. 태양광, 풍력 등 자연력을 이용하여 전력을 생산하는 시설의 경우 통계집계가 용이하나, 바이오에너지는 다양한 바이오매스를 활용하고 있고 기체, 액체, 고체의 다양한 바이오연료를 생산함과 동시에 발전시설의 연료로 바이오연료를 활용하는 경우 전기, 열 등 다양한 형태로 에너지가 전환·이용 되고 있어 통계집계에 어려움이 있다. 이에 현재의 신재생에너지 보급통계에서는 신재생에너지 보급 확대 측면을 강조하여 신재생에너지 생산 부문에 중점을 두고 통계를 집계하고 있어, 어떠한 바이오매스가 어느 정도 활용되고 있는지에 관한 바이오매스 활용 촉진에 관한 내용은 파악할 수 없다. 또한 국제에너지기구(IEA)나 유럽연합(EU)에서는 바이오에너지를 바이오연료, 수송용연료, 전력전환부문으로 구분하여 통계를 집계하고 있는 반면 우리나라의 신재생에너지 보급 통계에서는 바이오에너지의 용도를 확인하는데도 한계가 있는 상황이다. 따라서 바이오매스 순환단지와 같이 신재생에너지 생산·보급과 함께 바이오매스의 활용을 촉진하고자 하는 경우 바이오매스의 에너지 전환이용률, 바이오에너지 용도별 보급량 등 세부적인 통계체계를 확보하는 것이 필요하다.

두 번째, 변환기술별 경제성 확보를 위한 정부지원이 필수적이다. 바이오매스 제품 및 에너지 생산 시설은 석유화학제품 및 석유에너지와 비교하여 경제성이 낮다. 따라서 지속적인 유가 상승과 온실가스감축정책은 바이오매스 자원화에 가장 중요한 견인력으로 작용하고 있다. 이러한 견인력이 실질적인 효과로 전환되기 위해서는 바이오매스 제품 및 에너지 생산 활용에 관한 다양한 인센티브, 세제혜택, 활성화 정책 등이 연계되어야 하며, 특히 경제성측면에서 초기 사업비에 대한 상당한 지원이 요구된다.

세 번째, 지역특성에 부합하는 차별화된 바이오매스 순환단지 사업화 전략의 수립이 요구된다. 바이오매스 순환단지 조성사업은 경제성이 낮은 사업 내용을 지역에 반영하는 만큼, 지역의 강점과 약점을 파악하고 바이오매스 전환 제품 및 에너지의 생산 및 이용 효율을 극대화할 수 있는 방안을 모색하여 시설의 경제성을 극대화 하는 방향으로 추진할 필요성이 있다. 또한 바이오매스 순환단지 조성사업은 단순히 바이오매스 전환을 통한 신재생에너지 보급에 목표를 두기보다는 농업·농촌 부문에서 바이오매스 순환이용을 통한 지역산업 활성화 및 농촌 활력화 등 지역의 산업적 기반과 사회적 분위기를 지속가능한 방향으로 유도하는 것이 중요하다. 따라서 정부는 바이오매스 전환 시설 자체의 경제성에 중점을 두기보다는 지역의 산업적, 사회적 연관성에 초점을 두고 사업의 경제성을 평가하는 것이 중요하다.

# 제7장 국내 바이오매스 물질·에너지 잠재량

## 제1절 바이오매스 에너지의 기준 및 범위

### 1. 국내외 바이오매스 기준 및 범위

국내에서 발생하는 바이오매스의 이용가능성별로 생물기원, 재생가능성, 가연성으로 구분하여 (표. 7.1)과 같이 판정지표를 설정하였다.

(표 7.1) 바이오매스의 판정 지표

구분	지표
생물기원	생물유기체에서 기인하는 유기탄소로 이루어진 물질
재생가능	순환이용이 가능한 물질
가연성	연료로서 이용가능한 물질

(표 7.2)에서는 설정된 지표를 통해 바이오매스 종류별로 이용가능성을 판정하였다.

(표 7.2) 국내 발생 바이오매스 종류 및 바이오에너지 지표 평가

구분		종류	판정지표			
			생물기원	재생가능	가연성	
임산부산물 <sup>1</sup>		임지잔재, 간벌재, 가로수전정지 등	○	○	○	
농산부산물 <sup>2</sup>		벼짚, 왕겨, 맥류(짚보리)짚, 대두(줄기), 고구마(줄기), 과수전정지 등	○	○	○	
가축분뇨 <sup>3</sup>		소, 돼지, 닭, 오리 분뇨 등	○	○	○	
폐기물 <sup>4</sup>	생활 폐기물	종량제에 의한 혼합배출	음식물채소류, 종이류, 나무류 등	○	○	○
			플라스틱류, 고무, 피혁류 등	×	×	○
	재활용 가능자원 분리배출		종이류, 가구류, 폐식용유 등	○	○	○
			합성수지류, 플라스틱류, 타이어, 의류, 영농폐기물 등	×	×	○
	사업장 배출 시설계 폐기물	일반 사업장 배출시설계 폐기물	폐지류, 폐목재류, 동식물성잔재물, 폐식용유 등	○	○	○
		폐합성고분자화합물	폐섬유류, 폐합성수지, 폐합성고무, 폐피혁 등	×	×	○
		유기성오니류	폐수처리오니, 공정오니, 정수처리오니, 하수처리오니 등	○	○	○
	건설 폐기물	폐목재, 폐보드류 등	○	×	○	
	지정 폐기물		병원 적출물, 폐수처리 슬러지, 공정 슬러지 등	○	×	○
			폐유, 폐합성수지, 폐합성고무 등	×	×	○

주1 : “임산자원 보전 및 관리에 관한 법률” 관리대상

주2 : 관리법령 없음

주3 : “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률” 관리대상

주4 : “폐기물관리법” 관리대상

(표 7.3) 국내 바이오에너지 기준 및 범위

구분	기준 및 범위		비고
바이오에너지	기준	1. 생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 ※ 제1호 또는 제2호의 에너지가 신·재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합된 경우에는 생물유기체로부터 생산된 부분만을 바이오에너지로 본다.	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 제2조 관련 별표1 바이오에너지 등의 기준 및 범위
	범위	1. 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스 2. 쓰레기매립장의 유기성폐기물을 변환시킨 매립지가스 3. 동물·식물의 유지(油脂)를 변환시킨 바이오디젤 4. 생물유기체를 변환시킨 펄프, 목재칩, 펄릿 및 목탄 등의 고체연료	
폐기물에너지	기준	1. 각종 사업장 및 생활시설의 폐기물을 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 3. 폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지 ※ 제1호부터 제3호까지의 에너지가 신·재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합되는 경우에는 각종 사업장 및 생활시설의 폐기물로부터 생산된 부분만을 폐기물에너지로 본다.	
	범위	“해당사항없음”	

EU에서는 바이오매스를 크게 임산바이오매스, 농수산바이오매스, 폐기물 바이오매스로 분류하고 있다. 임지에서 생산되는 목재 잔재물과 고원등지의 가로수 전정지, 재제·제지산업의 부산물 가정 등에서 발생하는 폐목재를 포함하는 목질계 바이오매스를 “임산바이오매스”로 지정하고 있다. 농수산물의 부산물인 과수 전정지, 식량작물의 부산물, 사료작물의 부산물, 가축분뇨, 동식물의 잔사, 미세조류 등의 농수산 생산 활동에서 발생하는 부산물을 “농수산 바이오매스”로 지정하였다. “폐기물계 바이오매스”는 생분해성을 지니는 도시폐기물로 음식물 폐기물과 폐지, 보드, 하수슬러지 등을 포함하고 있다.

(표 7.4) EU의 바이오매스의 분류

구분	내용	세부내용
임산바이오매스 (biomass from forestry)	에너지생산을 위해 임지로부터 직접 공급되는 목질계 바이오매스	벌목, 공원 가료수의 전정지 등
	간접적인 경로를 통해 에너지생산에 이용되는 목질계 바이오매스	재제산업(톱밥, 수피), 제지산업(흑액)의 부산물, 가정 등에서 발생하는 폐목재
농수산 바이오매스 (biomass from agriculture and fisheries)	에너지생산을 위해 직접 공급되는 농수산물 및 부산물	식량작물(곡류, 옥수수, 사탕무 등), 과수 전정지, 사료작물, 미세조류 등
	간접적인 경로를 통해 에너지생산에 이용되는 농수산 부산물	짚, 가축분뇨, 동물성잔재물, 채종박 등 각종 박류등
폐기물 바이오매스 (biomass from waste)	생분해성(biodegradability)을 지니는 도시고형 폐기물	가정, 식당, 상점 등에서 발생하는 남은 음식물 등
	생분해성(biodegradability)을 지니는 산업폐기물 및 매립지 가스	폐지, 폐보드지 등
	하수 슬러지	하수 슬러지



## 2. 국내외 신재생에너지 분류체계

EU에서는 재생에너지를 사용목적에(전력원, 냉난방원, 수송원) 따라 분류하고 있다. 전력용 재생에너지원으로 수력, 지열, 태양, 해양, 풍력, 바이오매스로 세분화하였고, 냉난방용에는 지열, 태양열, 바이오매스, 열펌프가 있다. 수송용 재생에너지원으로는 바이오가스, 바이오에탄올 등을 포함한다.

(표 7.5) EU 재생에너지 분류 체계

구분	재생에너지원	
재생에너지원-전력 (Renewable energy source-electricity; RES-E)1	수력(Hydro)	- <1MW
		- 1MW~10MW
		- >10MW
		- 양수(Pumped storage hydropower)
	지열(Geothermal)	
	태양(Solar)	- 태양광 발전(Photovoltaic)
		- 태양열 발전(Concentrated solar power)
	해양(Tidal, wave and ocean energy)	
	풍력(Wind)	- 해풍(Onshore wind)
		- 해상풍(Offshore wind)
바이오매스(Biomass)	- 고체(Solid biomass)	
	- 기체(Biogas)	
	- 액체(Bioliquid)	
재생에너지원-냉난방 (Renewable energy source-heating and cooling; RES-H/C)1	지열(Geothermal)	
	태양열(Solar thermal)	
	바이오매스(Biomass)	- 고체(Solid biomass)
		- 기체(Biogas)
		- 액체(Bioliquid)
	열펌프(Heat pump)	- 공기열(Aerothermal)
		- 지열(Geothermal)
- 수열(Hydrothermal)		
재생에너지원-수송 (Renewable energy source-transport; RES-T)2	바이오에탄올(Bioethanol), 바이오 ETBE(Bio-ETBE), 바이오메탄올(Biomethanol), 바이오 MTBE(Bio-MTBE), 바이오 DME(Bio-DME), 바이오 TAEE(Bio-TAEE), 바이오 부탄올(Biobutanol), 바이오디젤(Biodiesel), 피셔-트로프쉬 디젤(Fischer-Tropsch diesel), 수소화 식물유((Hydrotreated vegetable oil), 식물유(Pure vegetable oil), 바이오가스(Biogas)	

우리나라의 경우 재생에너지를 에너지원에 따라 신에너지와 재생에너지로 대별한 후 세부구분을 하고 있다. 신에너지는 연료전지가 해당하고, 재생에너지에는 태양열, 태양광, 풍력, 수력, 지열, 해양에너지, 바이오에너지, 폐기물에너지를 포함하고 있다.

(표 7.6) 국내 재생에너지 분류 체계

구분		통계작성대상		
에너지원		세부분류		
신에너지	연료전지		수소와 산소의 전기화학반응을 통하여 전기를 생산하는 설비	
재생에너지	자연력	태양에너지	태양열	태양의 에너지를 변환시켜 에너지원으로 이용하는 설비
			태양광	태양의 빛에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비
		풍력	바람의 에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비	
		수력	물의 유동에너지를 변화시켜 전기를 생산하는 설비(양수발전 제외)	
		지열에너지	물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 변환시켜 에너지를 생산하는 설비	
		해양에너지	해양의 조수, 파도, 해류, 온도차 등을 변환시켜 전기 또는 열을 생산하는 설비	
	바이오에너지	바이오가스	바이오가스를 이용하여 전기를 생산하는 설비 또는 검사대상 보일러 중 바이오가스를 연료로 사용하는 설비	
		매립지가스	매립지가스를 이용하여 전기 또는 열을 생산하는 설비	
		바이오디젤	바이오디젤을 생산/판매하는 업체	
		우드칩	우드칩을 연료로 사용하는 설비	
성형탄		숯, 왕겨탄 등을 생산/판매하는 업체		
임산연료		산림청의 임산물 통계		
목재펠릿		목재펠릿을 연료로 사용하는 설비		
폐목재1		검사대상 보일러 중 폐목재를 연료로 사용하는 설비		
폐기물에너지	폐가스	검사대상 보일러 중 폐가스를 연료로 사용하는 설비		
	산업폐기물	검사대상 보일러 중 산업폐기물을 연료로 사용하는 설비		
	생활폐기물	검사대상 보일러 중 생활폐기물을 연료로 사용하는 설비		
	대형도시쓰레기	쓰레기 소각열을 이용하여 전기 또는 열을 생산하는 설비		
	시멘트 킬른 보조연료	시멘트 공장 등에서 폐기물(페타이어, 폐합성수지 등)을 이용하는 업체		
	RDF/RPF/TDF	RDF/RPF/TDF를 생산/판매하는 업체		
	정제연료유	폐유 업체에서 생산/판매하는 정제연료유		

## 제2절 바이오매스 발생 및 이용 현황

### 1. 바이오매스 관리 현황

폐기물관리법에 의해 관리되는 폐기물은 발생원별로 생활폐기물, 사업장배출시설계폐기물, 건설폐기물, 지정폐기물로 구분되어 지며, 시군구단위로 통계구축이 되어있을 만큼 비교적 관리가 잘 이루어지고 있다.

가축분뇨의 경우 가축분뇨관리 및 이용에 관한 법률에 따라 가축종류별로 배출량이 관리되고 있는데, 발표되고 있는 통계자료와 가축별 배출원단위에 따라 산출되는 배출량이 달라 좀더 정확한 관리시스템이 필요해 보인다.

임산부산물은 별도의 통계자료가 있지는 않으나, 산림청의 별채 및 수집현황을 통해서 임지잔재, 간벌재 등을 추정할 수는 있다. 하지만, 통계가 시도단위로 관리되기 때문에 보다 정확하고 세분화된 자료를 구할 수 없다.

농산부산물의 경우 별도의 관리체계가 존재하지 않아 관련대책이 필요하다.

(표 7.7) 국내 발생폐기물의 종류 및 관리 현황

구분		종류	관리부처	관리법령			
임산부산물		임지잔재, 간벌재, 가로수전정지 등	산림청	임산자원 보전 및 관리에 관한 법률			
농산부산물		벗짚, 왕겨, 맥류짚, 대두(줄기), 고구마(줄기), 과수전정지 등	농식품부	관리법령 없음			
가축분뇨		소, 돼지, 닭, 오리 분뇨 등	농식품부, 환경부	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률			
폐기물	생활폐기물	종량제에 의한 혼합배출	음식물채소류, 종이류, 나무류 등 플라스틱류, 고무, 폐혁류 등	환경부	폐기물관리법		
		재활용 가능자원 분리배출	종이류, 가구류, 폐식용유 등 합성수지류, 플라스틱류, 타이어, 의류, 영농폐기물 등				
	사업장배출시설계폐기물	일반 사업장배출시설계폐기물	폐지류, 폐목재류, 동식물성잔재물, 폐식용유 등				
		폐합성고분자화합물	폐섬유류, 폐합성수지, 폐합성고무, 폐피혁 등				
		유기성오니류	폐수처리오니, 공정오니, 정수처리오니, 하수처리오니 등				
	건설폐기물		폐목재, 폐보드류 등				
	지정폐기물		병원 적출물, 폐수처리 슬러지, 공정 슬러지 등				
폐유, 폐합성수지, 폐합성고무 등							

## 2. 바이오매스 발생 특성

### 가. 농산바이오매스


바이오매스 순환단지(Biopia) 모델지역의 물질자원화 및 에너지화를 위하여 지역별 특산물을 중심으로 미곡, 서류, 과수부산물 등 30종의 작물을 선정하여 작물별 수확기간이 끝난 후 농업부산물을 채취하였다.

농산부산물은 작물 수확 후 발생하여 발생시기가 연중 일정하지 않으며, 수확기에 집중되는 특성이 있어 지역단위 바이오매스의 시기별 발생량을 추정하는 것이 바이오매스의 이용계획을 수립하는데 매우 중요하다.

농산바이오매스성상 특성은 (표 7.8)에 정리하였다.

(표 7.8) 모델지역별 미이용 바이오매스 선정 작물

종류별		채취부산물	작부체계	수확시기	비고	
바이오 가스화 우위	안성	땅콩	땅콩줄기	1년 1기작	9월~10월	
		고구마	고구마 줄기	1년 1기작	9월~10월	
		참깨	참깨줄기	1년 1기작	9월~10월	
		들깨	들깨 잎·줄기	1년 1기작	9월	
		콩	콩 줄기	1년 1기작	10월~11월	
		파프리카	파프리카 줄기	1년 1기작	11월~익6월	
	정읍	벼	벼짚	1년 1기작	10월	
			왕겨			
		호박	호박 잎·줄기	1년 1기작	9월~10월	
	파	파	1년 1기작	10월~익4월		
퇴비화 우위	완주	딸기	딸기줄기	1년 1기작	1월~5월	
		생강	생강줄기	1년 1기작	10월~11월	
		배	배 전정가지	1년 1기작	8월~11월	
		포도	포도 전정가지	1년 1기작	8월~10월	
		감	감 전정가지	1년 1기작	10월~11월	
	예산	사과	사과 전정가지	1년 1기작	7월~11월	
		오이	오이줄기	1년 1기작	2월~5월	
		고추	고추줄기	1년 1기작	6월~10월	
		수박	수박줄기	1년 1기작	7월~8월	
		참외	참외줄기	1년 1기작	4월~8월	
목재펠릿 또는 목재칩 우위	평창	토마토	토마토줄기	1년 1기작	3월~6월	
		옥수수	옥수수줄기	1년 1기작	8월~10월	
		감자	감자줄기	1년 2기작	6월~8월	
		배추	배추	1년 1기작	6월~9월	
		양배추	양배추	1년 2기작	5~6,10~11월	
	산청	무	무청	1년 2기작	5~7,11~12월	
		도라지	도라지줄기	1년 1기작	9월~10월	
		홍화	홍화줄기	1년 1기작	8월	
		당귀	당귀줄기	1년 1기작	10월~11월	
		율무	율무줄기	1년 1기작	9월~10월	

			
1.땅콩줄기	2.고구마줄기	3.참깨줄기	4.들깨
			
5.콩줄기	6.딸기줄기	7.오이줄기	8.고추줄기
			
9.수박줄기	10.참외줄기	11.토마토줄기	12.옥수수줄기
			
13.감자줄기	14.배추	15.양배추	

<그림 7.1> 건조·마쇄된 미이용 바이오매스 시료

#### 나. 축산계 바이오매스

축산계 바이오매스는 농업부문의 대표적인 폐기물계 바이오매스로서 가장 주요하게 활용되고 있는 축산계 바이오매스는 양돈분뇨이다. 향후 바이오매스 타운의 활용 가능한 바이오매스를 확보하는 측면에서 양돈분뇨 이외의 다양한 바이오매스에 대한 조사가 필요하다.

축산 부문에서 발생하는 바이오매스는 대부분 축산관련 사업장에서 발생하고 있으며, 축산

관련 사업장은 목장, 종돈장, 유가공공장, 도축·도계 가공장 및 공판장, 배합사료 공장, TMR사료 공장이 있으며, 기존 가축분뇨를 자원화 처리하는 퇴액비생산시설이 있다.

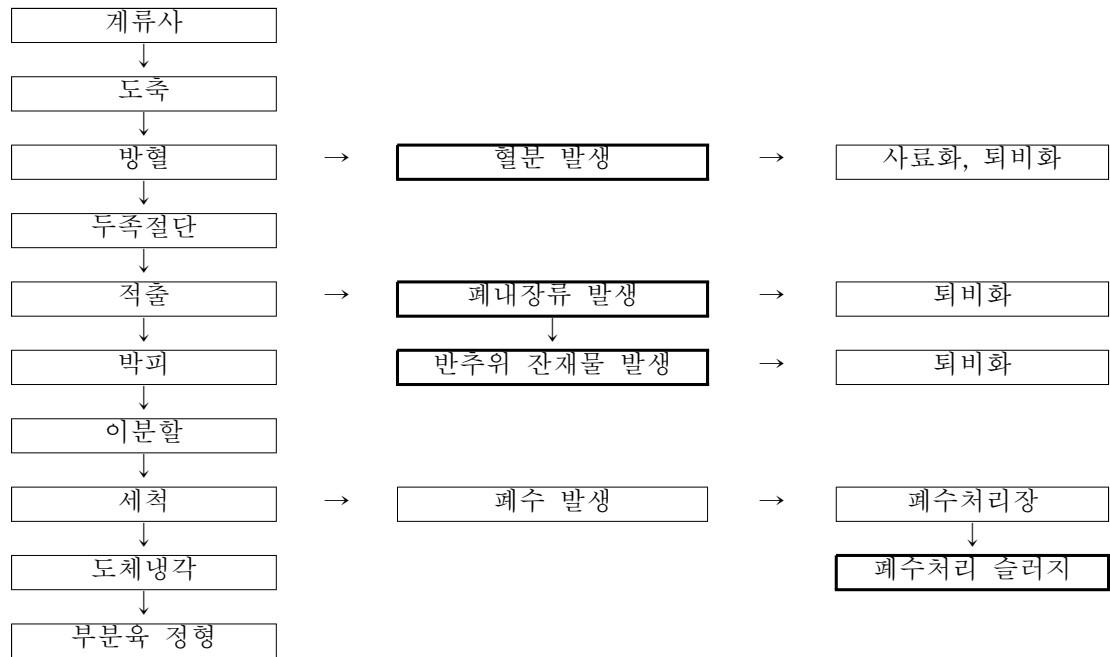
(표 7.9) 축산부문 사업장별 바이오매스 발생 및 관리특성

부문	바이오매스		
	구분	종류	발생 및 관리 특성
목장	가축분뇨	분, 뇨, 슬러리	- 젖소, 육우의 사육과정에서 발생 - 운동장, 사육사, 착유시설 등의 머무름 시간에 따라 수거 가능한 가축분뇨량이 변화 - 젖소분뇨는 슬러리상으로 발생 - 육우는 고상과 액상으로 분리발생
종돈장	가축분뇨	분, 뇨, 슬러리	- 돼지의 사육과정에서 발생 - 대부분 슬러리상으로 발생
유가공 공장	유기성 폐수	유기성 폐수, 폐수 슬러지	- 지속적인 공정개선으로 치즈, 시유 등 공정부산물 거의 없음 - CIP 등 공정 세척수 발생 - 물 사용량이 많아 BOD 2,000 mg/L 미만의 저농도 폐수 발생
도축·도계 가공장	도축 부산물	혈분, 폐내장류, 장내 잔재물, 폐수 슬러지	- 혈분은 가열 진처리하여 배출 - 내장류는 돼지 신장을 제외한 모든 부위가 가식부위로 이용 - 공정상 부패한 폐내장류만 배출 - 장내 잔재물은 가축의 미소화물로 식물성 물질임 - 사업장 폐수처리장에서 유기성의 폐수 슬러지 발생
	도계 부산물	혈분, 폐내장류, 계류장 분뇨, 폐수 슬러지	- 혈분은 가열 진처리하여 배출 - 머리, 깃털, 폐내장류는 사료화 또는 퇴비화 처리 - 사업장 폐수처리장에서 유기성의 폐수 슬러지 발생
배합사료 공장	공정 부산물	폐당밀, 폐곡물	- 퇴비 등 원료로 활용 가능
TMR사료 공장	공정 부산물	폐섬유질 사료	- 퇴비 등 원료로 활용 가능
퇴·액비 생산시설	가축분뇨		- 가축분뇨 처리장으로 퇴·액비화 시설을 확보하고 있음 - 기존시설을 혐기성 소화시설과 연계하는 방안이 가능

가축분뇨의 경우 발생 특성과 발생원단위에 대한 많은 연구가 이루어 졌으나, 도축·도계장 등 기타 사업장에 대한 발생특성은 조사 사례가 극히 미흡하다.

소 도축장의 경우 혈분, 폐내장류, 반추위잔재물, 폐수처리장 슬러지가 도축과정에서 발생하고 있으며, 폐내장류, 혈분의 경우 동물성이며, 반추위 잔재물은 아직 소화되지 않은 식물성의 조사료물을 주로 포함하고 있다.

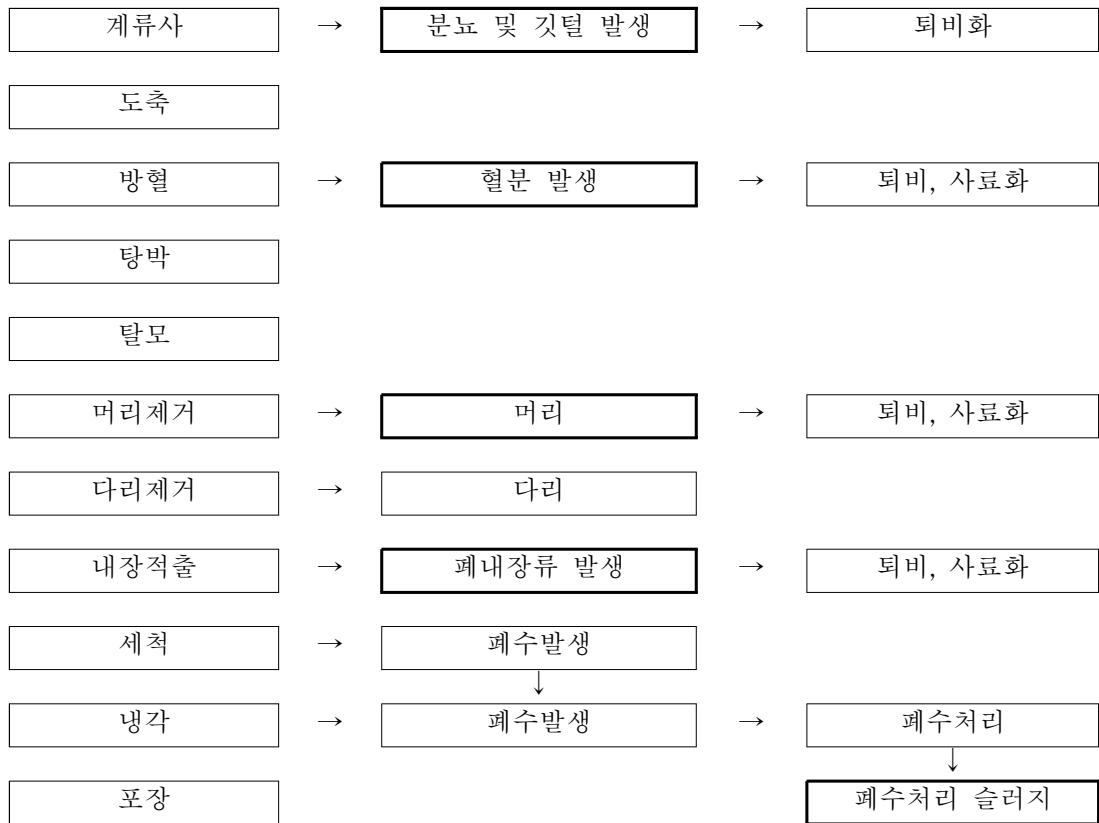
돼지의 경우도 소의 도축사례와 유사한 특성을 가지며, 닭 도계 가공장의 경우는 물사용량이 많아 폐수처리 슬러지의 발생량이주를 차지하는 특성이 있다.



<그림 7.2> 소 도축가공장에서 바이오매스 발생 특성



<그림 7.3> 닭 도계가공장에서 바이오매스 발생 특성



<그림 7.4> 돼지 도축가공장에서의 바이오매스 발생 특성

#### 다. 수산계 바이오매스

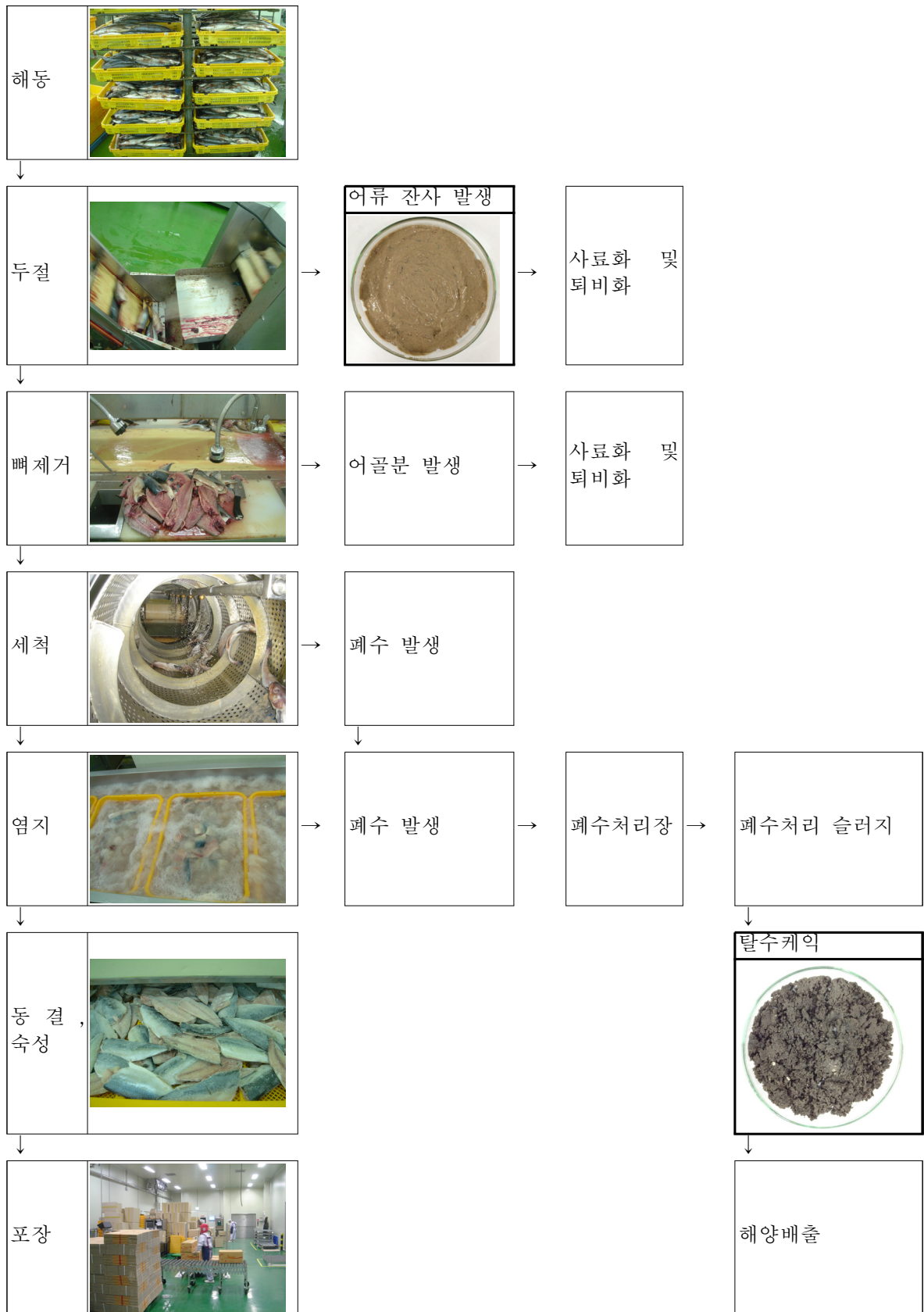
수산부문 폐기물계 바이오매스는 수협중앙회 회원조합(21개소)을 대상으로 조사하였으며, 부산과 인천 가공물류센터외의 가공장은 수산가공품 생산량이 미미하여 부산물의 발생량 또한 미미하였음, 특히 경매가 이루어지는 각 지역의 수산 공판장의 경우 부산물의 발생이 없는 상황으로 수산 바이오매스는 그 활용이 극히 제한적일 것으로 판단된다.

또한 수산 가공장의 민간 기업의 가공장이 있으나 이들 사업장의 경우 부산물을 사료나 퇴비의 원료로 판매하고 있는 상황이다. 전국 수협 수산가공장 가동현황(수협중앙회, 2010 기준)은 (표 7.10)과 같다.



(표 7.10) 전국 수협 수산가공장 가동현황(수협중앙회, 2010 기준)

지역	조합별	품목	생산물량 (톤/년)
부산	감천항물류센터	조기, 명태, 고등어, 갈치 등	3,282
인천	인천가공물류센터	오징어, 코다리 등	6,348
김포	경인북부수협	냉동수산물, 건어물, 새우젓	1,258
인천	용진수협	까나리액젓	341
강릉	강릉시수협	명태, 고등어, 오징어, 갈치, 민대구, 아귀, 낙지, 갑오징어, 꽁치 등	492
군산	군산수협	갑오징어, 주꾸미, 아귀 등	607
부안	부안수협	고등어, 맛김, 액젓	306
목포	목포수협	당일굴비, 새우젓, 마늘고추장굴비	91
완도	완도금일수협	냉풍마른미역, 마른다시마, 염장다시마	566
영광	영광수협	굴비	631
해남	해남수협	마른김	175
고흥	고흥수협	조미김, 마른김, 미역, 마른실미역, 커트미역, 다시마, 건다시마 등	1,162
거제	거제수협	단체급식용, 싱싱회	1,942
창원	진해수협	반가공	360
통영	통영수협	양념명게, 냉동명게, 명게살, 명게비빔밥, 명게소포장	107
기장	부산동부수협	단체급식용	1,809
남제주	모슬포수협	활어류, 선어류, 냉동선어류, 건어류, 젓갈류, 가공품, 패류 등	219
서귀포	서귀포수협	갈치, 옥돔, 고등어 등	108
서귀포	성산포수협	갈치, 옥돔, 고등어	118
제주시	제주시수협	갈치, 고등어, 건옥돔 등	345
제주시	추자도수협	멸치액젓, 굴비 등	84
총계			20,351



<그림 7.5> 수산가공장 바이오매스 발생 특성

### 3. 분석항목 및 방법

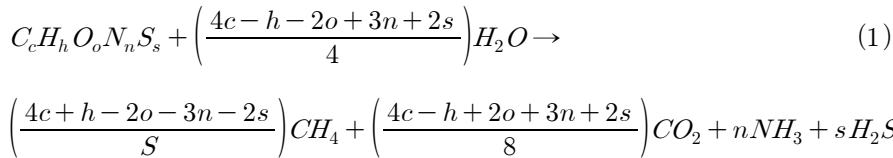
물질자원화를 위해 고려해야 할 부산물의 화학적 성상인 비료성분량과 유기물 함량, 품질 관리를 위한 중금속 농도 등을 포함하여, 에너지 자원화에 기준에 될 메탄발생량, 총고형물함량, 전원소 항목, 발열량 등 35개 항목에 대한 화학적 성상 분석을 실시하였다.

분석항목 및 분석방법은 (표 7.11)과 같다.

(표 7.11) 농업부산물 분석항목 및 분석방법

구 분	분석항목	단 위	분석방법	비 고
수분	수분	%	건조법(105℃)	
유기물조성	총고형물함량(TS)	%	건조법(600℃)	
	휘발성고형물함량(VS)			
	총질소(TN)		Micro-kjeldahl법	
무기물	칼슘(Ca)	mg/kg	ICP분석법 (HCl-HNO <sub>3</sub> 분해)	
	인(P)			
	칼륨(K)			
	나트륨(Na)			
	마그네슘(Mg)			
	철(Fe)			
	망간(Mn)			
	코발트(Co)			
	아연(Zn)			
	구리(Cu)			
중금속	비소(As)	mg/kg	ICP분석법 (HCl-HNO <sub>3</sub> 분해)	
	카드뮴(Cd)			
	수은(Hg)			
	납(Pb)			
	크롬(Cr)			
	니켈(Ni)			
조성분	조단백(CP)	%(DM)	표준사료성분분석법 (축산기술연구소)	
	조지방(EE)			
	가용무 질소물(NFE)			
	조섬유(CF)			
	조회분(Ash)			
	유기물(O.M)			
원소분석	탄소(C)	%(DM)	원소분석기	
	수소(H)			
	질소(N)			
	산소(O)			
	황(S)			
	회분(ash)			건조법(600℃)
에너지	고위발열량	kcal/kg	KS E 3707 : 2001	
	저위발열량		KS E 3707 : 2001, 원소 분석기	
메탄발생량(B0)	실험적메탄발생량(Bu)	Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg- VSadded	BMP 시험	
	이론적메탄발생량(Bth)		계산식	

이론적 메탄퍼텐셜(theoretical methane potential, Bth)의 산출은 공시시료의 전 원소분석결과(C, H, O, N, S함량)를 기초로 Boyle(1976)의 유기물의 혐기적 분해반응식 식 1을 이용하여 화학양론적으로 계산하며, 식 2에 의해 산출되는 Bth는 표준상태(0°C, 1atm)에서의 VS함량을 기준으로 단위 유기물 당 메탄가스의 양(Nm<sup>3</sup>/kg-VSadded)으로 표시한다.



식(1)에서의 C, H, O, N, S는 전 원소분석을 통하여 산출된 원소의 함량 값을 의미한다.

$$B_{th} = 22.4 \times \frac{\left( \frac{4c + h - 2o - 3n - 2s}{8} \right)}{12c + h + 16o + 14n + 32s} \quad (2)$$

농산부산물의 바이오가스화를 통한 에너지화 이용을 위해서는 총고형물(TS)함량이 높아야 하며, 참깨줄기, 땅콩줄기 및 오이줄기에서 총고형물함량과 유기물함량이 높았으며, 상대적으로 고구마줄기, 감자줄기, 배추 등에서는 함량이 낮았다.

물질자원화를 위해 고려해야 할 부산물의 비료성분 중 질소, 인 및 칼륨 분석결과, 총 질소 0.74 % ~ 4.05 %, 총인 0.12 % ~ 0.53 %, 칼륨 0.38 % ~ 3.65 %로 분석되었다.

## 가. 농산부산물 바이오매스

### (1) 바이오매스 발생량

바이오매스 순환단지(Biopia)의 물질 자원화 및 에너지 자원화를 위하여 비교 우위모델로 선정한 6개의 지역의 미이용 바이오매스의 종류 및 발생량을 조사하였다.

벼, 옥수수 등 초본계 바이오매스가 발생되는 작물 13종과 사과 전정지 등 목질계 바이오매스를 발생하는 작물 3종 등 16개 작물을 선정하였다.

각 시·군 통계자료를 이용하여 작물별 재배면적 및 생산량을 조사하고, 작물별 바이오매스 환산계수(국립농업과학원(Kim et al. 2009), 한경대학교 바이오가스센터 실측자료)를 적용하여 부산물 발생량을 계산하였다.

Biopia 모델지역별 미이용 바이오매스 발생량 현황은 (표 7.12) ~ (표 7.17)과 같다.

(표 7.12) 완주군 미이용 바이오매스 발생량 산정(완주통계연보, 2012)

종 류 별			면적(ha)	생산량(ton/년)	부산물발생량(ton/년)
미곡	벼	벼짚	4,675.0	22,669.0	25,086
		왕겨			5,424
맥류	보리		98.0	259.4	406
잡곡	옥수수		75.0	180.0	279
두류	콩		521.0	833.6	830
서류	고구마		350.0	4,991.0	4,242
	감자		54.0	883.0	361
과채류	수박		183.0	7,667.0	3,524
	오이		19.2	1,633.9	750
	호박		3.1	175.1	78
	토마토		12.0	872.6	400
조미채소	고추		128.5	250.0	485
특용작물	참깨		24.2	25.6	110
	들깨		128.5	245.1	145
과실류	사과		2.1	38.0	10
	포도		49.7	648.4	129
	배		83.8	1,976.7	394

(표 7.13) 예산군 미이용 바이오매스 발생량 산정(예산통계연보, 2012)

종 류 별			면적(ha)	생산량(ton/년)	부산물발생량(ton/년)
미곡	벼	벼짚	11,505.0	59,250.0	65,768
		왕겨			14,220
맥류	보리		23.0	54.0	106
잡곡	옥수수		29.7	37.5	58
두류	콩		455.0	637.0	637
서류	고구마		94.6	1,060.0	901
	감자		65.4	1,596.0	654
과채류	수박		594.0	25,019.0	11,509
	오이		14.0	1,120.0	515
	호박		90.0	2,851.0	1,311
	토마토		80.0	3,500.0	1,610
조미채소	고추		156.0	107.0	5,397
특용작물	참깨		357.0	257.0	621
	들깨		420.0	2,726.0	1,491
과실류	사과		1,217.0	29,074.0	6,004
	포도		0.0	0.0	0.0
	배		467.0	12,594.0	2,195

(표 7.14) 안성시 미이용 바이오매스 발생량 산정(안성통계연보, 2012)

종 류 별			면적(ha)	생산량(ton/년)	부산물발생량(ton/년)
미곡	벼	벼짚	9,082.0	41,820.0	39,352
		왕겨			8,508
맥류	보리		32.0	78.0	49
잡곡	옥수수		65.0	225.0	118
두류	콩		485.0	600.0	627
서류	고구마		78.0	1,175.0	705
	감자		95.0	1,710.0	929
과채류	수박		0.0	0.0	0.0
	오이		105.0	5,260.0	1,185
	호박		12.0	3,300.0	40
	토마토		22.0	920.0	17
조미채소	고추		35.0	25.0	1,049
특용작물	참깨		45.0	38.0	122
	들깨		185.0	450.0	261
과실류	사과		22.0	325.0	30
	포도		505.0	6,900.0	1,523
	배		1,390.0	33,120.0	5,659

(표 7.15) 정읍시 미이용바이오매스 발생량 산정(정읍통계연보,2012)

종 류 별			면적(ha)	생산량(ton/년)	부산물발생량(ton/년)
미곡	벼	벼짚	15,160.0	75,883.0	84,229
		왕겨			18,212
맥류	보리		1,581.0	396.0	2,916
잡곡	옥수수		80.5	24.7	124
두류	콩		636.0	328.0	636
서류	고구마		3,708.0	151.3	3,152
	감자		364.9	25.5	150
과채류	수박		4,414.0	169.0	3,438
	오이		8.1	9.5	368
	호박		11,100.0	20.0	5,106
	토마토		2,148.0	38.2	988
조미채소	고추		52.0	153.0	4,922
특용작물	참깨		75.0	69.0	302
	들깨		0.0	0.0	435
과실류	사과		2,931.0	182.0	897
	포도		505.0	6,900.0	152
	배		1,098.0	73.0	344

(표 7.16) 평창군 미이용 바이오매스 발생량 산정(평창통계연보, 2012)

종 류 별			면적(ha)	생산량(ton/년)	부산물발생량(ton/년)
미곡	벼	벼짚	574.0	2,617.0	2,441
		왕겨			528
맥류	보리	0.0	0.0	0.0	
잡곡	옥수수	650.0	3,500.0	5,089	
두류	콩	250.0	450.0	495	
서류	고구마	14.0	224.0	163	
	감자	1,755.0	56,086.0	23,011	
과채류	수박	10.0	308.0	64	
	오이	2.0	79.0	55	
	호박	92.0	1,935.0	304	
	토마토	19.0	1,106.0	425	
조미채소	고추	13.0	8.0	1,208	
특용작물	참깨	123.0	124.0	24	
	들깨	390.0	1,731.0	319	
과실류	사과	13.0	130.0	245	
	포도	1.0	22.0	3	
	배	3.0	31.0	0.0	

(표 7.17) 산청군 미이용 바이오매스 발생량 산정(산청통계연보, 2012)

종 류 별			면적(ha)	생산량(ton/년)	부산물발생량(ton/년)
미곡	벼	벼짚	4,209.0	19,812.0	21,991
		왕겨			4,755
맥류	보리	9.0	27.0	36	
잡곡	옥수수	25.0	69.0	107	
두류	콩	550.0	570.0	570	
서류	고구마	189.0	2,669.0	2,269	
	감자	11.0	193.0	79	
과채류	수박	60.0	2,476.0	1,139	
	오이	3.0	125.0	29	
	호박	21.0	948.0	436	
	토마토	0.4	24.6	11	
조미채소	고추	13.0	9.0	67	
특용작물	참깨	26.0	32.0	46	
	들깨	14.0	34.0	180	
과실류	사과	82.0	1,023.0	405	
	배	0.2	2.4	0.6	
	포도	62.0	1,198.0	291	

## (2) 농산바이오매스 이·활용현황

바이오매스 자원은 넓은 지역에 저밀도로 산재되어 수집비용이 많이 소요되고, 발생량과 처리현황에 대한 정확한 통계가 부족하다.

수도작, 전작, 과수, 특작 등 농산물의 생산과정에서 발생하는 농산부산물은 원형 또는 가공의 형태로 식용, 사료, 퇴비로 이용되거나 에너지원으로 이용되고 있으며, 볏짚·왕겨를 제외한 대부분의 부산물은 수확 후 농경지에 방치하여 자연 분해시키거나 소각 처리되고 있다.

(표 7.18) 농산바이오매스의 이용용도(Krei, 2007)

작물	종류	이용용도	이용형태
수도작	볏짚	조사료, 축사, 깔짚	원형, 절단
	왕겨	축사 깔개, 사료, 퇴비, 공산품(헬멧)	원형, 왕겨숯, 왕초액 등
	미강	사료, 퇴비, 현미유 등	원형, 펠릿
	쇄미	사료, 떡용	가공
	청미	사료	가공
과실	전지	퇴비, 딸감, 타용도(올타리) 등	파쇄, 원형
유채	줄기	사료, 퇴비, 연료용	원형
	씨	식용유, 바이오디젤	가공

### 나. 축산계 바이오매스

#### (1) 발생원단위

돼지 도축 가공장의 바이오매스의 양은 슬러지발생량이 6.71kg/두, 폐내장류가 2.78kg/두, 생혈이 5.07kg/두로 나타난다.

소, 돼지를 함께 도축하는 공판장의 경우 슬러지발생량이 12.1kg/두, 폐내장 및 생혈이 10.1kg/두로 나타났으며, 특히 소에서 배출되는 반추위 잔재물은 두당 40kg으로 조사된다.

#### (2) 돼지 도축장의 바이오매스 발생량

축산 관련 바이오매스 중 목장, 종돈장, 도축·도계 가공장 이외의 유가공장, 배합사료공장, TMR사료공장 등은 바이오매스의 발생량이 적거나 품목이 극히 한정되어 있어 바이오매스 이용여건이 불리하였다.



(표 7.19) 돼지도축장 바이오매스 발생량

09년	도축 두수		슬러지발생량		처리 비용 (A)	폐내장류		생혈		처리비용 (B)	발생량 계	처리비용 (A+B)
	두/월	kg/두	톤/월	kg/두		발생량						
					원/톤	톤/월	kg/두	톤/월	kg/두	원/톤	kg/두	원/톤
1월	20,594	127	6.19	36,000	69	3.37	97	4.73	21,601	14.3	57,601	
2월	20,938	152	7.25	36,000	66	3.14	108	5.16	20,702	15.6	56,701	
3월	25,811	182	7.05	36,000	68	2.63	119	4.60	19,293	14.3	55,292	
4월	23,584	177	7.50	36,000	62	2.61	122	5.17	19,619	15.3	55,618	
5월	19,481	128	6.55	35,997	62	3.16	122	6.26	19,619	16.0	55,615	
6월	22,187	179	8.05	36,000	66	2.99	114	5.13	19,967	16.2	55,966	
7월	20,997	127	6.04	36,000	53	2.53	107	5.10	22,455	13.7	58,455	
8월	21,408	138	6.46	36,000	57	2.67	112	5.25	21,228	14.4	57,227	
9월	25,231	147	5.84	36,000	58	2.29	116	4.58	20,779	12.7	56,779	
10월	20,003	124	6.20	36,000	48	2.39	93	4.66	25,508	13.3	61,508	
평균	22,023	148	6.71	35,999	61	2.78	111	5.07	21,077	14.6	57,076	

(3) 소, 돼지 가공장의 바이오매스 발생량

(표 7.20) 소, 돼지 가공장의 바이오매스 발생량

09년	도축두수		폐수오니 발생량		잔재물 발생량		협잡물 발생량		축분 발생량		털발생량		발생량계		톤당 처리비
	소 두/월	돼지 두/월	톤/월	kg/두	톤/월	kg/두	톤/월	kg/두	톤/월	kg/두	톤/월	kg/두	톤/월	kg/두	
															원/톤
1월	8,713	18,858	414	15.0	245	8.9	7	0.3	128	4.6	8.6	0.31	831	30.1	48,788
2월	7,138	17,952	420	16.7	207	8.3	21	0.8	35	1.4	10.3	0.41	720	28.7	48,627
3월	8,816	17,418	305	11.6	274	10.4	14	0.5	86	3.3	10.4	0.40	715	27.3	48,754
4월	8,967	16,864	358	13.9	294	11.4	28	1.1	50	1.9	9.1	0.35	768	29.7	48,703
5월	7,355	15,550	293	12.8	220	9.6	20	0.9	32	1.4	8.0	0.35	599	26.1	48,436
6월	8,179	15,686	258	10.8	256	10.7	30	1.2	41	1.7	-	-	610	25.6	48,520
7월	7,634	14,830	229	10.2	273	12.1	42	1.9	16	0.7	8.4	0.37	592	26.4	51,968
8월	8,150	13,025	213	10.1	252	11.9	33	1.6	36	1.7	-	-	560	26.5	48,300
9월	10,511	17,632	392	13.9	290	10.3	28	1.0	38	1.3	10.4	0.37	785	27.9	48,854
10월	6,352	15,579	186	8.5	218	10.0	42	1.9	36	1.7	7.6	0.35	513	23.4	48,355
11월	8,518	16,314	249	10.0	211	8.5	26	1.0	15	0.6	8.3	0.33	529	21.3	48,644
12월	9,738	18,438	325	11.5	257	9.1	35	1.2	87	3.1	19.0	0.67	748	26.5	48,905
평균	8,339	16,512	304	12.1	250	10.1	27	1.1	50	2.0	10.0	0.39	664	26.6	48,905

#### (4) 축산관련 바이오매스 종류별 이용 특성

(표 7.21) 축산관련 바이오매스 종류별 이용 특성

부문	바이오매스별 바이오매스 이용 특성		
	사업장	구분	여건
목장	한우 생축장	가축분뇨 (육우)	- 한우 생축장은 분뇨의 분리수거가 용이하고, 기존 퇴비화 방식의 분뇨처리가 합리적임
	낙농 생축장	가축분뇨 (젖소)	- 분뇨가 슬러리상으로 발생, 수분함량이 높아 퇴비화가 불리, 혐기성 액비화방식이 합리적임
종돈장	종돈장	가축분뇨 (돼지)	- 분뇨가 슬러리상으로 발생, 수분함량이 높아 퇴비화가 불리, 혐기성 액비화방식이 합리적임
	AI센터	가축분뇨 (돼지)	- 종돈수 등이 불명확하여, 평가에서 제외
유가공 공장	우유가공장	유기성 폐수	- BOD 2,000 mg/L 미만의 저농도 유기성 폐수로서 바이오가스화가 불리
도축, 도계 가공장	공판장 (소, 돼지)	도축 부산물	- 바이오매스가 다양하고 고상 바이오매스가 발생 - 폐기물관리법에 따른 사업장 폐기물로 분류·처리, 처리비용이 과다 소요 - 국내 동물성 부산물에 대한 바이오가스화 사례는 전무 함 - 메탄생산 퍼텐셜이 높을 것으로 예상
	도축 (돼지)	도축 부산물	
	도계 (닭)	도계 부산물	
배합사료 공장	배합사료 공장	공정 부산물	- 배합사료 공정 중 부산물의 발생량이 극히 적음
TMR사료 공장	TMR 공장	공정 부산물	- TMR 사료 공정 중 부산물의 발생량이 극히 적음
퇴·액비 생산시설	퇴비화 시설	가축분뇨	- 기존 퇴비화 시설과 바이오가스 시설의 연계성이 낮음
	액비화 시설	가축분뇨	- 혐기소화 후 혐기성 액비이용이 가능하여 바이오가스화 시설과의 연계성이 우수

#### 다. 수산계 바이오매스

##### (1) 바이오매스 발생 단위

수산부산물의 경우 취급하는 수산물의 종류에 따라 부산물의 발생량이 큰 차이를 보이고 있으며, 가공과정에서의 물 사용량의 차이에 따라 폐수 슬러지의 발생량도 큰 차이를 보이는 것으로 나타난다.

(2) 수산물 유통·가공장 수산부산물 발생 현황(2012년 상반기 기준)

구분	바이오매스 종류	생산품목	생산규모 (톤/일)	유입물량 (톤, %)	제품생산량 (톤, %)	부산물량 (톤, %)
사례1	수산부산물 (어류잔사 및 어골분)	고등어, 갈치, 명태, 꽁치, 민대구, 조기, 삼치	20	2,700 (100)	1,500 (55.6)	1,200 (44.4)
사례2	수산부산물 (어류잔사 및 어골분)	오징어, 명태, 참조기, 코다리살	30	4,076 (100)	3,251 (79.8)	825 (20.2)

(3) 수산물 유통·가공장 폐수처리 탈수케익 발생 현황(2012년 상반기 기준)

구분	바이오매스 종류	폐수발생량 (톤/일, %)	슬러지 발생량 (톤/일, %)	비고
사례1	폐수처리슬러지	1,000 (100)	11 (1.1)	수협가공장 외 12개 민간 수산가공장 발생 폐수 공동처리
사례2	폐수처리슬러지	350-400 (100)	2 (0.6)	

4. 성장분석 결과

(표 7.22) 주요 동산 바이오매스의 화학적 성분 특성

구분	수분	유기물조성			무기물									
		총고형물 함량 (TS)	휘발성 고형물 함량 (VS)	총질소 (TN)	칼슘 (Ca)	인 (P)	칼륨 (K)	나트륨 (Na)	마그네슘 (Mg)	철 (Fe)	망간 (Mn)	코발트 (Co)	아연 (Zn)	구리 (Cu)
단위	%	%			mg/kg									
멍콩 줄기	30.68	69.32	46.24	1.087	4,949.8	2,170.0	14,596.3	480.0	4,026.6	738.01	94.97	0.13	84.67	3.80
고구마 줄기	90.01	9.99	6.78	2.858	13,004.8	3,570.0	33,756.3	216.5	3,695.1	312.16	58.62	0.03	17.88	4.65
참깨 줄기	15.38	84.62	64.10	0.744	444.8	3,296.5	20,046.3	ND	816.1	18.28	2.65	0.04	10.64	7.06
들깨	81.29	18.71	13.09	3.698	10,089.8	3,799.5	22,841.3	166.2	3,426.6	149.31	250.02	0.18	91.92	9.97
콩 줄기	65.71	34.29	21.21	3.275	9454.8	1,957.5	14,351.3	131.1	2,616.6	66.16	93.62	0.11	48.87	9.20
팥기 줄기	86.37	13.63	9.55	1.496	14,409.8	2,942.5	18,326.3	246.7	3,127.1	559.01	18.98	0.11	19.82	4.42
오이 줄기	43.11	56.89	34.43	2.221	27,019.8	5,333.0	36,576.3	619.5	7,896.6	909.01	134.07	0.29	53.92	11.56
고추 줄기	79.72	20.28	14.08	1.927	9,694.8	2,727.5	25,356.3	200.2	2,723.1	1,060.51	72.47	0.18	34.78	11.03
수박 줄기	84.37	15.63	10.32	3.001	35,004.8	3,582.5	31,616.3	468.0	2,322.1	487.61	55.62	0.06	37.18	5.73
참외 줄기	57.24	42.76	26.80	2.891	28,854.8	4,941.5	29,686.3	448.1	4,345.1	241.81	86.87	0.14	23.61	5.40
토마토 줄기	85.23	14.77	7.19	3.602	13,729.8	4,911.0	29,656.3	257.4	2,550.1	140.21	71.17	0.18	27.70	10.83
옥수수 줄기	72.65	27.35	17.12	3.130	36,919.8	3,058.5	16,266.3	576.5	3,576.1	575.51	180.97	0.04	31.91	1.69
감자 줄기	90.08	9.92	4.70	3.950	25,854.8	3,413.0	28,301.3	399.3	6,656.6	3,391.01	626.42	ND	71.42	7.40
배추	91.08	8.92	3.09	4.050	4,425.3	1,245.0	3,816.8	103.5	2,787.6	18,301.01	286.77	ND	66.42	8.77
양배추	87.52	12.48	7.56	3.090	17,524.8	3,274.0	32,121.3	730.0	2,456.6	4,546.51	124.82	ND	45.08	3.55

(표 7.22) 주요 농산 바이오매스의 화학적 성분 특성(계속)

구분	중금속						조성분					
	비소(As)	카드뮴(Cd)	수은(Hg)	납(Pb)	크롬(Cr)	니켈(Ni)	조단백(CP)	조지방(EE)	가용무질소물(NFE)	조섬유(CF)	조회분(Ash)	유기물(O.M)
단위	mg/kg						% (DM)					
땅콩 줄기	ND	0.18	ND	0.65	12.63	5.63	13.73	1.41	35.51	26.27	23.08	46.24
고구마 줄기	ND	0.04	0.01	0.55	0.82	0.37	19.21	3.54	59.19	14.85	3.21	6.78
참깨 줄기	ND	ND	ND	ND	0.17	0.14	6.13	2.45	39.42	31.47	20.53	64.10
들깨	ND	0.04	ND	0.47	1.37	1.48	8.32	3.03	61.38	21.65	5.62	13.09
콩 줄기	0.62	0.06	ND	0.24	0.39	0.50	17.03	4.06	47.15	18.68	13.08	21.21
말기 줄기	0.34	0.02	0.01	0.84	2.74	1.36	8.45	2.52	66.08	18.87	4.08	9.55
오이 줄기	0.86	0.18	0.01	2.48	2.92	1.93	16.48	2.08	38.38	20.60	22.46	34.43
고추 줄기	0.96	0.19	0.01	2.25	3.06	1.45	14.70	3.86	54.72	20.52	6.20	14.08
수박 줄기	0.43	0.06	0.01	13.46	0.65	0.74	16.06	3.10	55.55	19.98	5.31	10.32
참외 줄기	ND	0.05	0.01	0.63	0.97	0.71	20.25	5.19	46.37	12.23	15.96	26.80
토마토 줄기	ND	0.16	0.01	0.26	0.44	0.49	20.69	2.40	49.29	20.04	7.58	7.19
옥수수 줄기	0.25	0.04	0.01	0.51	0.53	0.17	10.89	2.38	52.31	24.19	10.23	17.12
감자 줄기	0.37	0.22	0.01	1.99	1.72	1.32	21.34	2.95	52.85	17.64	5.22	4.70
배추	0.76	0.13	ND	8.56	6.14	2.84	16.56	1.84	62.07	13.70	5.83	3.09
양배추	0.58	0.09	ND	3.68	2.98	1.04	20.41	3.11	62.07	9.49	4.92	7.56

(표 7.22) 주요 농산 바이오매스의 화학적 성분 특성(계속)

구분	원소분석					에너지		메탄발생량(B0)	
	탄소(C)	수소(H)	질소(N)	산소(O)	황(S)	고위발열량	저위발열량	실험적 메탄발생량(Bu)	이론적 메탄발생량 (Bth)
단위	% (DM)					kcal/kg		Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded	
땅콩 줄기	46.3	4.83	1.8	36.1	0.03	3,980	3,530	0.2111	0.382
고구마 줄기	42.7	5.63	3.5	35.8	0.00	3,890	3,330	0.377	0.377
참깨 줄기	46.9	5.95	0.0	38.5	0.01	4,110	3,630	0.1274	0.399
들깨	47.8	6.13	0.0	39.6	0.02	4,210	3,640	0.2643	0.495
콩 줄기	48.7	6.25	0.6	39.2	0.04	4,490	3,670	0.2749	0.489
말기 줄기	46.3	6.12	0.4	37.5	0.02	4,200	3,550	0.2034	0.507
오이 줄기	45.0	5.45	2.9	34.6	0.05	3,920	3,060	0.3704	0.495
고추 줄기	48.3	6.29	0.4	36.5	0.01	4,480	3,940	0.4012	0.517
수박 줄기	44.1	5.83	1.2	35.5	0.00	4,060	3,550	0.1747	0.493
참외 줄기	38.1	5.33	2.9	36.4	0.08	3,340	2,460	0.215	0.429
토마토 줄기	46.1	5.37	3.9	36.3	0.05	3,980	3,480	0.1833	0.474
옥수수 줄기	47.3	5.81	0.7	39.6	0.00	3,990	3,340	0.2533	0.480
감자 줄기	42.7	5.28	0.6	38.6	0.14	3,510	2,850	0.1925	0.432
배추	31.0	4.42	1.8	36.1	0.03	2,500	2,190	0.2059	0.363
양배추	42.7	5.06	3.9	34.1	0.17	3,590	2,850	0.1131	0.469

(표 7.22) 주요 농산 바이오매스의 화학적 성분 특성(계속)

구분	수분	유기물			무기물									
		총고형물함량(TS)	휘발성고형물함량(VS)	총질소(TN)	칼슘(Ca)	인(P)	칼륨(K)	나트륨(Na)	마그네슘(Mg)	철(Fe)	망간(Mn)	코발트(Co)	아연(Zn)	구리(Cu)
단위	%	%		mg/kg										
당근 줄기	78.19	13.13	8.68	2.510	12,474.39	3,641.90	37,275.71	780.23	1,971.46	818.06	220.73	1.13	87.31	6.61
벼짚	59.86	31.87	8.27	0.874	1,358.32	738.57	11,803.09	317.11	1,075.31	236.01	439.70	9.01	38.72	7.72
왕겨	12.97	67.19	19.84	0.559	731.69	577.08	3,972.98	79.42	324.59	111.22	208.44	16.20	19.15	5.45
호박 줄기	52.22	41.89	5.89	1.740	16,859.61	5,628.97	15,592.25	532.83	5,291.41	162.45	73.27	3.25	33.71	5.39
파	62.12	33.26	4.62	2.690	19,136.07	1,770.16	12,467.65	621.37	3,910.11	450.66	68.15	0.83	44.76	8.67
생강 줄기	68.55	19.71	11.74	2.850	5,107.24	3,282.21	38,813.68	8.98	2,856.70	330.44	88.29	8.00	36.93	7.51
배 전정지	25.94	65.32	8.74	1.000	8,566.14	1,369.06	5,932.31	217.98	2,130.94	35.57	52.39	11.86	20.76	12.47
포도 전정지	47.20	45.50	7.30	1.940	22,359.13	3,533.03	7,199.04	606.99	3,360.87	168.72	92.67	6.67	29.09	3.20
감 전정지	21.84	66.23	11.93	0.889	14,792.44	852.69	5,019.39	423.69	1,171.71	69.02	66.77	1.02	36.23	2.87
사과 전정지	36.52	51.92	11.55	1.780	11,002.69	1,866.38	4,421.36	351.20	1,814.79	97.31	52.98	0.90	47.13	4.87
무청	82.82	10.84	6.34	5.090	28,849.80	6,142.95	31,426.30	2,617.02	2,529.63	905.01	183.02	0.08	47.11	4.03
도라지 줄기	9.05	84.30	6.65	0.399	4,753.36	1,618.37	8,316.73	192.67	646.57	59.95	22.44	0.76	31.74	2.74
당귀 줄기	27.62	59.88	12.50	1.260	25,982.27	627.82	27,076.61	505.65	1,251.04	118.10	108.35	3.61	50.89	2.52
마 줄기	11.32	75.72	12.96	1.490	16,078.48	3,262.70	19,652.62	363.53	2,237.60	133.18	77.92	3.88	10.30	3.43
솔무 줄기	20.42	70.33	9.25	0.415	1,291.36	3,124.98	11,941.97	18.54	1,009.71	95.57	29.92	5.39	33.05	6.76

(표 7.22) 주요 농산 바이오매스의 화학적 성분 특성(계속)

구 분	중금속						조성분					
	비소(As)	카드뮴(Cd)	수은(Hg)	납(Pb)	크롬(Cr)	니켈(Ni)	조단백(CP)	조지방(EE)	가용무질소물(NFE)	조섬유(CF)	조회분(Ash)	유기물(O.M)
단 위	mg/kg						% (DM)					
당근 줄기	0.15	0.23	ND	1.74	2.74	0.84	15.6875	1.16	44.99	15.4	22.77	
벼짚	0.26	0.06	ND	3.67	6.13	0.75	5.46	1.21	42.99	29.53	20.80	
왕겨	0.26	0.03	ND	3.27	3.94	0.57	3.49	0.25	36.88	44.34	15.04	
호박 줄기	0.10	0.04	ND	2.20	5.14	1.40	10.88	1.05	48.04	25.26	14.77	
과	0.19	0.09	ND	1.87	4.56	7.59	16.81	1.55	49.13	12.46	20.05	
생강 줄기	0.12	0.01	ND	3.46	1.57	1.10	17.81	2.83	40.67	23.21	15.48	
배 전정지	0.06	0.09	ND	2.94	1.67	0.50	6.25	0.59	51.79	39.16	2.21	
포도 전정지	0.28	0.03	ND	2.07	1.78	1.21	12.13	3.59	53.93	20.72	9.64	
감 전정지	0.10	0.05	ND	2.23	1.14	1.24	5.56	1.17	55.34	33.71	4.22	
사과 전정지	0.12	0.05	ND	2.65	1.62	2.71	11.13	1.09	52.39	31.45	3.95	
무청	0.43	0.13	0.01	0.82	0.78	0.48	31.81	3.26	22.85	12.81	29.27	
도라지 줄기	0.03	0.17	ND	1.25	0.83	0.36	2.49	1.48	44.25	45.52	6.26	
당귀 줄기	0.12	0.40	ND	1.01	4.36	1.35	7.88	8.67	54.81	15.12	13.52	
마 줄기	0.14	0.16	ND	2.38	3.78	0.80	9.31	1.94	44.78	31.46	12.51	
울무 줄기	0.05	0.06	ND	1.70	2.80	2.06	2.59	0.93	49.92	32.76	13.80	



(표 7.22) 주요 농산 바이오매스의 화학적 성분 특성(계속)

구분	원소분석					에너지		메탄발생량(B0)	
	탄소(C)	수소(H)	질소(N)	산소(O)	황(S)	고위발열량	저위발열량	실험적 메탄발생량(Bu)	이론적 메탄발생량 (Bth)
단위	% (DM)					kcal/kg		$Nm^3-CH_4/kg-V_{Sadded}$	
당근 줄기	43.5	5.37	2.1	33.8	0.04	3,970	3,590	0.4002	0.495
벼짚	41.1	5.57	0.6	33.5	0.09	3,710	3,340	0.3949	0.512
황겨	44.5	5.21	0.0	34.2	0.00	3,990	3,630	0.2644	0.517
호박 줄기	45.0	5.55	2.2	36.2	0.06	4,060	3,490	0.4000	0.493
파	42.7	5.52	1.8	37.1	0.30	3,800	3,480	0.3938	0.460
생강 줄기	45.9	5.65	1.8	33.8	0.06	4,170	3,620	0.391	0.509
배 전정지	49.9	6.17	0.9	37.5	0.00	4,590	3,880	0.3119	0.528
포도 전정지	51.2	6.07	1.8	33.9	0.03	4,790	4,440	0.36	0.554
감 전정지	50.0	5.85	0.4	36.6	0.07	4,550	4,040	0.3129	0.530
사과 전정지	50.5	6.41	1.2	36.1	0.05	4,820	4,400	0.4272	0.540
무청	44.9	5.44	4.4	31.1	0.56	4,230	3,530	0.1668	0.495
도라지 줄기	49.2	6.09	0.0	38.6	0.00	4,510	4,120	0.3009	0.520
당귀 줄기	51.0	6.19	1.3	31.8	0.00	4,940	4,520	0.3802	0.586
마 줄기	50.8	6.28	1.2	34.9	0.01	4,850	4,450	0.4319	0.553
울무 줄기	46.9	5.64	0.5	36.6	0.19	4,220	3,880	0.3697	0.517

(표 7.23) 주요 축산 바이오매스의 화학적 성분 특성

구분	메탄생산잠		C	H	O	N	S	조지 방	조심 유	조단 백	TKN	NH <sub>4</sub> -N	TS	VS	T-P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Co	Ni	Mo	Cu	Zn
	이론	실험																							
소혈분	0.539	0.363	51.6	7.0	20.5	15.4	0.5	0.4	0.7	96.4	154,200	3,357	267,182	232,969	532	0.0	32.5	11.7	192.9	222.8	0.1	6.5	0.7	1.5	6.7
소반추위 내용물	0.508	0.210	46.7	6.1	36.4	2.1	0.0	3.3	44.2	13.0	20,800	883	267,182	232,969	3,548	905.6	3,412.5	427.8	1,668.8	324.2	0.3	3.7	1.4	8.4	40.3
소폐수슬 러지	0.607	0.383	45.3	6.4	23.7	4.6	0.6	6.7	8.2	29.0	46,400	2,935	211,173	169,324	7,111	689.4	11,509.1	979.4	1,306.8	2,731.4	1.8	45.1	5.5	71.9	156.0
돼지혈액	0.539	0.386	48.3	9.0	24.8	14.9	0.4	1.1	0.4	92.9	148,700	2,497	180,001	170,217	247	117.9	1,221.3	224.8	94.0	368.1	0.1	1.6	0.0	14.6	13.0
돼지폐내 장류	0.664	0.275	53.2	7.1	20.8	6.4	0.3	15.3	2.8	40.1	64,200	4,127	297,508	256,421	363	368.0	1,481.9	138.3	238.3	335.9	0.1	3.0	0.0	5.1	14.9
돼지장내 잔재물	0.517	0.266	36.7	5.3	29.2	1.7	0.0	4.0	6.6	10.8	17,300	497	297,390	253,595	249	194.8	2,017.8	371.4	155.2	608.2	0.0	2.7	0.0	24.0	21.4
계분, 탈	0.413	0.341	38.7	5.7	31.0	9.6	0.7	8.6	10.2	59.8	95,600	4,736	308,869	255,008	411	2,540.8	223.5	615.0	511.5	2,549.4	0.3	4.0	0.0	24.4	46.9
답혈분	0.515	0.250	49.1	7.2	23.8	14.4	0.6	3.1	0.1	89.7	143,500	3,080	141,115	133,640	118	92.7	44.9	5.4	148.3	48.0	0.0	1.0	0.0	0.1	1.7
답폐내장 류	0.722	0.512	59.5	8.0	17.7	7.4	0.5	29.0	0.2	45.9	73,500	6,744	276,154	263,159	342	784.6	133.1	69.0	305.7	36.5	0.0	2.8	0.0	14.1	11.3
답폐수슬 러지	0.568	0.498	48.2	7.6	27.0	8.0	0.4	5.2	0.6	49.7	79,500	3,979	178,230	141,801	195	48.5	656.1	19.4	29.9	56.5	0.0	1.8	0.0	3.4	9.4
햄	0.766	0.671	63.8	9.4	19.6	5.7	0.0	15.9	1.2	35.4	56,700	ND	397,710	374,326	1,502	2,302.9	43.8	162.7	667.7	19.4	0.2	14.8	1.6	5.3	31.6
베이컨	0.909	0.742	71.1	11.0	17.0	0.5	0.0	34.2	1.0	2.8	4,500	ND	532,364	525,288	1,411	22,989.5	438.5	1,586.1	7,969.6	1,010.5	1.9	149.6	14.8	45.0	120.7
우유	0.679	0.487	57.0	7.7	24.2	4.4	0.0	ND	ND	27.6	44,200	ND	124,729	118,033	1,749	1,296.5	1,114.0	126.7	426.1	122.3	0.3	12.2	2.0	5.7	9.4

(표 7.24) 주요 수산 바이오매스의 성분 특성

구분	메탄생산 잠재량		C	H	O	N	S	조지방	조섬유	조단백	TKN	NH <sub>4</sub> -N	TS	VS	T-P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Co	Ni	Mo	Cu	Zn
	이론	실험																							
오징어 부산물	0.639	0.376	53.1	7.4	19.2	10.2	0.0			17.35	27,796	1,208	219,369	205,205		2004.3	1067.3	521.2	35479.7	2.8		ND	0.7	39.6	32.2
계수 슬러지1	0.585	0.267	50.6	7.3	21.7	7.7	0.0			8.56	13,707	1,471	175,663	147,891		234.7	818.2	326.7	4449.7	23		ND	0.1	103.5	65.8
고등어 부산물	0.748	0.373	54.6	7.6	12.7	7.7	0.0			19.33	30,929	2,905	337,118	300,418		2005.2	1561.1	570.8	15566	2		ND	0.2	4.4	32.7
계수 슬러지2	0.622	0.433	47.9	7.1	20.3	5.6	0.0			8.06	12,909	1,198	150,660	141,646		806.3	5079.5	825.8	19918	46.7		37.3	0.2	13	66

## 5. 바이오매스 DB 구축결과

□ 작물명 : 땅콩

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량												
		톤/년		kg/10a												
땅콩줄기	안성시	'13.9월	4	8	186											
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과	30.68	13.73	1.41	35.51	26.27	23.08	46.24									
구분	유기물조성						원소구성									
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	%						% (DM)									
결과	69.32	46.24	1.087	46.3	4.83	1.8	36.1	0.03								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트 륨	마그 네슘	철	망 간	코 발 트	아 연	구 리	비 소	카드 뮴	수은	납	크 롬	니 켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	4,949.8	2,170.0	14,596.3	480.0	4,026.6	738.01	94.97	0.13	84.67	3.80	N D	0.18	N D	0.65	12.63	5.63
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량						메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>									
결과	3,980			3,530			0.382					0.2111				
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율									
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton						%									
결과																

□ 작물명 : 고구마

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
					톤/년	kg/10a											
고구마 줄기	안성시	'13.9월	56	829	-												
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	90.01	19.21	3.54	59.19	14.85	3.21	6.78										
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	9.99	6.78	2.858	42.7	5.63	3.5	35.8	0.00									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망 간	코 발트	아 연	구 리	비 소	카드 뮴	수은	납	크 롬	니 켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	13,00 4.8	3,57 0.0	33,75 6.3	216 .5	3,695 .1	312. 16	58. 62	0.0 3	17. 88	4.6 5	N D	0.0 4	0.0 1	0.5 5	0.8 2	0.3 7	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	3,890			3,330			0.377					0.377					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 참깨

1. 일반항목							
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)				
			재배면적 (ha)	생산량			
		톤/년		kg/10a			
참깨줄기	안성시	'13.9월	45	21	45		

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	15.38	6.13	2.45	39.42	31.47	20.53	64.10

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	84.62	64.10	0.744	46.9	5.95	0.0	38.5	0.01

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	444.8	3,29 6.5	20,04 6.3	ND	816.1	18.2 8	2.6 5	0.0 4	10. 64	7.0 6	N D	ND	N D	N D	0.1 7	0.1 4

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)							
구분	발열량				메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량		이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg				Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded		
결과	4,110		3,630		0.399		0.1274

구분	총에너지 잠재량				에너지 가용화율		
항목	고위 발열량		저위 발열량		에너지 가용화율		메탄 가용화율
	Mcal/ton				%		
결과							

□ 작물명 : 들깨

1. 일반항목						
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)			
			재배면적 (ha)	생산량		
		톤/년		kg/10a		
들깨	안성시	'13.9월	59	45	77	

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	81.29	8.32	3.03	61.38	21.65	5.62	13.09

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	18.71	13.09	3.698	47.8	6.13	0.0	39.6	0.02

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	10.08 9.8	3.79 9.5	22.84 1.3	166 .2	3,426 .6	149. 31	250. 02	0.1 8	91. 92	9.9 7	N D	0.0 4	N D	0.4 7	1.3 7	1.4 8

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)						
구분	발열량			메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량	이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg			Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded		
결과	4,210		3,640	0.495		0.2643

구분	총에너지 잠재량			에너지 가용화율		
항목	고위 발열량		저위 발열량	에너지 가용화율		메탄 가용화율
	Mcal/ton			%		
결과						

□ 작물명 : 콩

1. 일반항목							
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)				
			재배면적 (ha)	생산량			
				톤/년	kg/10a		
콩줄기	안성시	'13.9월	502	627	125		

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	65.71	17.03	4.06	47.15	18.68	13.08	21.21

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	34.29	21.21	3.275	48.7	6.25	0.6	39.2	0.04

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	9454.8	1,957.5	14,351.3	131.1	2,616.6	66.16	93.62	0.11	48.87	9.20	0.62	0.06	N/D	0.24	0.39	0.50

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)							
구분	발열량				메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량		이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg				Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>		
결과	4,490		3,670		0.489		0.2749

구분	총에너지 잠재량				에너지 가용화율		
항목	고위 발열량		저위 발열량		에너지 가용화율		메탄 가용화율
	Mcal/ton				%		
결과							



□ 작물명 : 딸기

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량		kg/10a										
딸기줄기	완주군	'13.6월		187.6	5,604.2		2,987.3									
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과	86.37	8.45	2.52	66.08	18.87	4.08	9.55									
구분	유기물조성			원소구성												
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	%			% (DM)												
결과	13.63	9.55	1.496	46.3	6.12	0.4	37.5	0.02								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	14.40 9.8	2.94 2.5	18.32 6.3	246 .7	3,127 .1	559. 01	18.9 8	0.1 1	19. 82	4.4 2	0.3 4	0.0 2	0.0 1	0.8 4	2.7 4	1.3 6
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량				메탄발생량(B0)											
항목	고위 발열량		저위 발열량		이론적(Bth)		실험적(Bu)									
	kcal/kg				Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>											
결과	4,200		3,550		0.507		0.2034									
구분	총에너지 잠재량				에너지 가용화율											
항목	고위 발열량		저위 발열량		에너지 가용화율		메탄 가용화율									
	Mcal/ton				%											
결과																

□ 작물명 : 오이

1. 일반항목						
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)			
			재배면적 (ha)	생산량		
				톤/년	kg/10a	
오이줄기	예산군	'13.9월	14	1,120	8,000	

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	43.11	16.48	2.08	38.38	20.60	22.46	34.43

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	56.89	34.43	2.221	45.0	5.45	2.9	34.6	0.05

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	27.01 9.8	5.33 3.0	36.57 6.3	619 .5	7,896 .6	909. 01	134. 07	0.2 9	53. 92	11. 56	0.8 6	0.1 8	0.0 1	2.4 8	2.9 2	1.9 3

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)						
구분	발열량			메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량	이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg			Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>		
결과	3,920		3,060	0.495		0.3704

구분	총에너지 잠재량			에너지 가용화율		
항목	고위 발열량		저위 발열량	에너지 가용화율		메탄 가용화율
	Mcal/ton			%		
결과						

□ 작물명 : 고추

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량												
				톤/년	kg/10a											
고추줄기	예산군	'13.9월	420	2,726	649											
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과	79.72	14.70	3.86	54.72	20.52	6.20	14.08									
구분	유기물조성			원소구성												
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	%			% (DM)												
결과	20.28	14.08	1.927	48.3	6.29	0.4	36.5	0.01								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	9,694.8	2,727.5	25,356.3	200.2	2,723.1	1,060.51	72.47	0.18	34.78	11.03	0.96	0.19	0.01	2.25	3.06	1.45
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량						메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded									
결과	4,480			3,940			0.517					0.4012				
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율									
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton						%									
결과																

□ 작물명 : 수박

1. 일반항목						
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)			
			재배면적 (ha)	생산량		
		톤/년		kg/10a		
수박줄기	예산군	'13.9월	594	25,019	4,222	

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	84.37	16.06	3.10	55.55	19.98	5.31	10.32

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	15.63	10.32	3.001	44.1	5.83	1.2	35.5	0.00

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	35.00 4.8	3.58 2.5	31.61 6.3	468 .0	2,322 .1	487. 61	55.6 2	0.0 6	37. 18	5.7 3	0.4 3	0.0 6	0.0 1	13. 46	0.6 5	0.7 4

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)						
구분	발열량			메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량	이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg			Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded		
결과	4,060		3,550	0.493		0.1747

구분	총에너지 잠재량		에너지 가용화율	
항목	고위 발열량		에너지 가용화율	메탄 가용화율
	Mcal/ton		%	
결과				

□ 작물명 : 참외

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량		kg/10a										
참외줄기	예산군	'13.9월		-	-	-	-									
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과	57.24	20.25	5.19	46.37	12.23	15.96	26.80									
구분	유기물조성			원소구성												
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	%			% (DM)												
결과	42.76	26.80	2.891	38.1	5.33	2.9	36.4	0.08								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	28.85 4.8	4.94 1.5	29.68 6.3	448 .1	4,345 .1	241. 81	86.8 7	0.1 4	23. 61	5.4 0	N D	0.0 5	0.0 1	0.6 3	0.9 7	0.7 1
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량						메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded									
결과	3,340			2,460			0.429					0.215				
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율									
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton						%									
결과																

□ 작물명 : 토마토

1. 일반항목						
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)			
			재배면적 (ha)	생산량		
		톤/년		kg/10a		
토마토 줄기	예산군	'13.9월	80	3,500	4,375	

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	85.23	20.69	2.40	49.29	20.04	7.58	7.19

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	14.77	7.19	3.602	46.1	5.37	3.9	36.3	0.05

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	13.72 9.8	4.91 1.0	29.65 6.3	257 .4	2,550 .1	140. 21	71.1 7	0.1 8	27. 70	10. 83	N D	0.1 6	0.0 1	0.2 6	0.4 4	0.4 9

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)						
구분	발열량			메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량	이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg			Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded		
결과	3,980		3,480	0.474		0.1833

구분	총에너지 잠재량			에너지 가용화율		
항목	고위 발열량		저위 발열량	에너지 가용화율		메탄 가용화율
	Mcal/ton			%		
결과						

□ 작물명 : 옥수수

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2010년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량												
				톤/년	kg/10a											
옥수수 줄기	평창군	'13.9월	650.0	3,500.3	538.5											
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과	72.65	10.89	2.38	52.31	24.19	10.23	17.12									
구분	유기물조성			원소구성												
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	%			% (DM)												
결과	27.35	17.12	3.130	47.3	5.81	0.7	39.6	0.00								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	36.91 9.8	3.05 8.5	16.26 6.3	576 .5	3,576 .1	575. 51	180. 97	0.0 4	31. 91	1.6 9	0.2 5	0.0 4	0.0 1	0.5 1	0.5 3	0.1 7
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량					메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량		이론적(Bth)			실험적(Bu)							
	kcal/kg					Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	3,990			3,340		0.480			0.2533							
구분	총에너지 잠재량					에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량		에너지 가용화율			메탄 가용화율							
	Mcal/ton					%										
결과																

□ 작물명 : 감자

1. 일반항목						
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2010년 기준)			
			재배면적 (ha)	생산량		
				톤/년	kg/10a	
감자 줄기	평창군	'13.9월	1,755.0	56,086.0	2,900.0	

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	90.08	21.34	2.95	52.85	17.64	5.22	4.70

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	9.92	4.70	3.950	42.7	5.28	0.6	38.6	0.14

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트 륨	마그 네슘	철	망 간	코 발 트	아 연	구 리	비 소	카드 뮴	수 은	납	크 롬	니 켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	25.85 4.8	3.41 3.0	28.30 1.3	399 .3	6,656 .6	3,39 1.01	626. 42	N D	71. 42	7.4 0	0.3 7	0.2 2	0.0 1	1.9 9	1.7 2	1.3 2

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)						
구분	발열량			메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량	이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg			Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>		
결과	3,510		2,850	0.432		0.1925

구분	총에너지 잠재량			에너지 가용화율		
항목	고위 발열량		저위 발열량	에너지 가용화율		메탄 가용화율
	Mcal/ton			%		
결과						



□ 작물명 : 배추

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2010년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량												
		톤/년		kg/10a												
배추	평창군	'13.9월	1,816.3	58,587.5	3,225.7											
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과	91.08	16.56	1.84	62.07	13.70	5.83	3.09									
구분	유기물조성			원소구성												
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	%			% (DM)												
결과	8.92	3.09	4.050	31.0	4.42	1.8	36.1	0.03								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	4,425.3	1,245.0	3,816.8	103.5	2,787.6	18,301.01	286.77	N D	66.42	8.77	0.76	0.13	N D	8.56	6.14	2.84
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량				메탄발생량(B0)											
항목	고위 발열량		저위 발열량		이론적(Bth)		실험적(Bu)									
	kcal/kg				Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded											
결과	2,500		2,190		0.363		0.2059									
구분	총에너지 잠재량				에너지 가용화율											
항목	고위 발열량		저위 발열량		에너지 가용화율		메탄 가용화율									
	Mcal/ton				%											
결과																

□ 작물명 : 양배추

1. 일반항목						
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2010년 기준)			
			재배면적 (ha)	생산량		
				톤/년	kg/10a	
양배추	평창군	'13.9월	557.7	25,157.0	4,510.8	

2. 물리화학적 특성							
구분	조성분						
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)
	%						
결과	87.52	20.41	3.11	62.07	9.49	4.92	7.56

구분	유기물조성			원소구성				
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)
	%			% (DM)				
결과	12.48	7.56	3.090	42.7	5.06	3.9	34.1	0.17

구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나 트륨	마그 네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	17,524.8	3,274.0	32,121.3	730.0	2,456.6	4,546.51	124.82	N	45.08	3.55	0.58	0.09	N	3.68	2.98	1.04

3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)						
구분	발열량			메탄발생량(B0)		
항목	고위 발열량		저위 발열량	이론적(Bth)		실험적(Bu)
	kcal/kg			Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded		
결과	3,590		2,850	0.469		0.1131

구분	총에너지 잠재량			에너지 가용화율		
항목	고위 발열량		저위 발열량	에너지 가용화율		메탄 가용화율
	Mcal/ton			%		
결과						

□ 작물명 : 당근줄기

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
당근줄기					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	78.19	15.6875	1.16	44.99	15.4	22.77											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	13.13	8.68	2.510	43.5	5.37	2.1	33.8	0.04									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	12,474.39	3,641.90	37,275.71	780.23	1,971.46	818.06	220.73	1.13	87.31	6.61	0.15	0.23	N/D	1.74	2.74	0.84	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	3,970			3,590			0.495					0.4002					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 벼짚

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
벼짚					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	59.86	5.46	1.21	42.99	29.53	20.80											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	31.87	8.27	0.874	41.1	5.57	0.6	33.5	0.09									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	1,358.32	738.57	11,803.09	317.11	1,075.31	236.01	439.70	9.01	38.72	7.72	0.26	0.06	N/D	3.67	6.13	0.75	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	3,710			3,340			0.512					0.3949					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 왕겨

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
왕겨					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	12.97	3.49	0.25	36.88	44.34	15.04											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	67.19	19.84	0.559	44.5	5.21	0.0	34.2	0.00									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	731.69	577.08	3,972.98	79.42	324.59	111.22	208.44	16.20	19.15	5.45	0.26	0.03	N	3.27	3.94	0.57	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과	3,990			3,630			0.517					0.2644					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 호박줄기

1. 일반항목																		
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)															
			재배면적 (ha)	생산량														
호박줄기					톤/년	kg/10a												
2. 물리화학적 특성																		
구분	조성분																	
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물											
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)											
	%																	
결과	52.22	10.88	1.05	48.04	25.26	14.77												
구분	유기물조성						원소구성											
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황										
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)										
	%						% (DM)											
결과	41.89	5.89	1.740	45.0	5.55	2.2	36.2	0.06										
구분	무기물										중금속							
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈		
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni		
	mg/kg																	
결과	16,859.61	5,628.97	15,592.25	532.83	5,291.41	162.45	73.27	3.25	33.71	5.39	0.10	0.04	N/D	2.20	5.14	1.40		
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																		
구분	발열량						메탄발생량(B0)											
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)						
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded											
결과	4,060			3,490			0.493					0.4000						
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율											
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율						
	Mcal/ton						%											
결과																		

□ 작물명 : 파

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
파					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	62.12	16.81	1.55	49.13	12.46	20.05											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	33.26	4.62	2.690	42.7	5.52	1.8	37.1	0.30									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	19,136.07	1,770.16	12,467.5	621.37	3,910.11	450.66	68.15	0.83	44.76	8.67	0.19	0.09	N/D	1.87	4.56	7.59	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	3,800			3,480			0.460					0.3938					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 생강줄기

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
생강줄기					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	68.55	17.81	2.83	40.67	23.21	15.48											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	19.71	11.74	2.850	45.9	5.65	1.8	33.8	0.06									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	5,10 7.24	3,28 2.21	38,8 13.6 8	8.98	2,856. 70	330. 44	88.2 9	8.00	36. 93	7.5 1	0.1 2	0.0 1	N D	3.4 6	1.5 7	1.1 0	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	4,170			3,620			0.509					0.391					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	



□ 작물명 : 배 전정지

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
배 전정지																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	25.94	6.25	0.59	51.79	39.16	2.21											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	65.32	8.74	1.000	49.9	6.17	0.9	37.5	0.00									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	8,56	1,36	5,93	217.9	2,130.	35.5	52.3	11.8	20.	12.	0.0	0.0	N	2.9	1.6	0.5	
	6.14	9.06	2.31	8	94	7	9	6	76	47	6	9	D	4	7	0	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)				실험적(Bu)						
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과	4,590			3,880			0.528				0.3119						
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율				메탄 가용화율						
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 포도 전정기

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
포도 전정지					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	47.20	12.13	3.59	53.93	20.72	9.64											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	45.50	7.30	1.940	51.2	6.07	1.8	33.9	0.03									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	22,359.13	3,533.03	7,199.04	606.99	3,360.87	168.72	92.67	6.67	29.09	3.20	0.28	0.03	N/D	2.07	1.78	1.21	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	4,790			4,440			0.554					0.36					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 감 전정지

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
감 전정지					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	21.84	5.56	1.17	55.34	33.71	4.22											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	66.23	11.93	0.889	50.0	5.85	0.4	36.6	0.07									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	14,792.44	852.69	5,019.39	423.69	1,171.71	69.02	66.77	1.02	36.23	2.87	0.10	0.05	N/D	2.23	1.14	1.24	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	4,550			4,040			0.530					0.3129					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 사과 전정지

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
사과 전정지					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	36.52	11.13	1.09	52.39	31.45	3.95											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	51.92	11.55	1.780	50.5	6.41	1.2	36.1	0.05									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	11,026.9	1,866.38	4,421.36	351.20	1,814.79	97.31	52.98	0.90	47.13	4.87	0.12	0.05	N/D	2.65	1.62	2.71	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	4,820			4,400			0.540					0.4272					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 무청

1. 일반항목																		
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)															
			재배면적 (ha)	생산량														
무청					톤/년	kg/10a												
2. 물리화학적 특성																		
구분	조성분																	
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물											
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)											
	%																	
결과	82.82	31.81	3.26	22.85	12.81	29.27												
구분	유기물조성						원소구성											
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황										
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)										
	%						% (DM)											
결과	10.84	6.34	5.090	44.9	5.44	4.4	31.1	0.56										
구분	무기물										중금속							
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈		
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni		
	mg/kg																	
결과	28,849.80	6,142.95	31,426.30	2,617.02	2,529.63	905.01	183.02	0.08	47.11	4.03	0.43	0.13	0.01	0.82	0.78	0.48		
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																		
구분	발열량						메탄발생량(B0)											
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)						
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded											
결과	4,230			3,530			0.495					0.1668						
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율											
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율						
	Mcal/ton						%											
결과																		

□ 작물명 : 도라지 줄기

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
도라지 줄기																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	9.05	2.49	1.48	44.25	45.52	6.26											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	84.30	6.65	0.399	49.2	6.09	0.0	38.6	0.00									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	4,75	1,61	8,31	192.6	646.5	59.9	22.4	0.76	31.74	2.74	0.03	0.17	N	1.25	0.83	0.36	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과	4,510			4,120			0.520					0.3009					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 당귀줄기

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
당귀 줄기					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	27.62	7.88	8.67	54.81	15.12	13.52											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	59.88	12.50	1.260	51.0	6.19	1.3	31.8	0.00									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	25.9	627.82	27.0	505.65	1,251.04	118.10	108.35	3.61	50.89	2.52	0.12	0.40	N	1.01	4.36	1.35	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	4,940			4,520			0.586					0.3802					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 작물명 : 마 줄기

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
마 줄기					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	11.32	9.31	1.94	44.78	31.46	12.51											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	75.72	12.96	1.490	50.8	6.28	1.2	34.9	0.01									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	16,078.4	3,262.70	19,652.62	363.53	2,237.60	133.18	77.92	3.88	10.30	3.43	0.14	0.16	N/D	2.38	3.78	0.80	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	4,850			4,450			0.553					0.4319					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	



□ 작물명 : 울무 줄기

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
울무줄기					톤/년	kg/10a											
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과	20.42	2.59	0.93	49.92	32.76	13.80											
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	70.33	9.25	0.415	46.9	5.64	0.5	36.6	0.19									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	129 1.36	312 4.98	119 41.9 7	18.54	1009.71	95.5 7	77.9 2	3.88	10.3 30	3.4 3	0.1 4	0.1 6	N D	2.3 8	2.8 0	2.0 6	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과	4220			3880			0.517					0.3697					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 소혈분

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
소혈분						톤/년			kg/10a								
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
		%															
결과		96.4	0.4		0.7												
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
				%(DM)													
결과	26.7182	23.2969	15.4200	51.6	7.0	15.4	20.5	0.5									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
mg/kg																	
결과	32.5	532	0.0	192.9	11.7	222.8		0.1	6.7	1.5						6.5	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과							0.539					0.363					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 소반추위내용물

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량												
				톤/년	kg/10a											
소반추위내용물																
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과		13.0	3.3		44.2											
구분	유기물조성			원소구성												
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	% (DM)			% (DM)												
결과	26.7182	23.2969	2.800	46.7	6.1	2.1	36.4	0.0								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	3,412.5	3,548	905.6	1,668.8	427.8	324.2		0.3	40.3	8.4						3.7
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량						메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg						Nm3-CH4/kg-VSadded									
결과							0.508					0.210				
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율									
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton						%									
결과																

□ 바이오매스명 : 소똥수슬러지

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
톤/년		kg/10a															
소똥수슬러지																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과		29.0	6.7		8.2												
구분	유기물조성							원소구성									
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%							% (DM)									
결과	21.1173	16.9324	4.6400	45.3	6.4	4.6	23.7	0.6									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	11,509.1	7,111	689.4	1,306.8	979.4	2,731.4		1.8	156.0	71.9						45.1	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량							메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량				저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg							Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded									
결과								0.607					0.383				
구분	총에너지 잠재량							에너지 가용화율									
항목	고위 발열량				저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton							%									
결과																	

□ 바이오매스명 : 돼지혈액

1. 일반항목																		
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)															
			재배면적 (ha)	생산량														
		톤/년		kg/10a														
돼지혈액																		
2. 물리화학적 특성																		
구분	조성분																	
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물											
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)											
	%																	
결과		92.9	1.1		0.4													
구분	유기물조성							원소구성										
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황										
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)										
	%							% (DM)										
결과	18.0001	17.0217	14.8700	48.3	9.0	14.9	24.8	0.4										
구분	무기물										중금속							
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈		
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni		
	mg/kg.																	
결과	1,221.3	247	117.9	94.0	224.8	368.1		0.1	13.0	14.6							1.6	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																		
구분	발열량							메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량				이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg							Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과																	0.539	0.386
구분	총에너지 잠재량							에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량				에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton							%										
결과																		

□ 바이오매스명 : 돼지폐내장류

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
		톤/년		kg/10a													
돼지 폐내장류																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과		40.1	15.3		2.8												
구분	유기물조성							원소구성									
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%							% (DM)									
결과	29.7508	25.6421	6.4200	53.2	7.1	6.4	20.8	0.3									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	1,481.9	363	368.0	238.3	138.3	335.9		0.1	14.9	5.1						3.0	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량							메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량				저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg							Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded									
결과								0.664					0.275				
구분	총에너지 잠재량							에너지 가용화율									
항목	고위 발열량				저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton							%									
결과																	

□ 바이오매스명 : 돼지장내잔재물

1. 일반항목																
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)													
			재배면적 (ha)	생산량												
				톤/년	kg/10a											
돼지장내잔재물																
2. 물리화학적 특성																
구분	조성분															
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물									
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)									
	%															
결과		10.8	4.0		6.6											
구분	유기물조성			원소구성												
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황								
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)								
	% (DM)			% (DM)												
결과	29.7390	25.3595	1.7300	36.7	5.3	1.7	29.2	0.0								
구분	무기물										중금속					
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni
	mg/kg															
결과	2,017.8	249	194.8	155.2	371.4	608.2		0.0	21.4	24.0						2.7
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																
구분	발열량						메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded									
결과							0.517					0.266				
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율									
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton						%									
결과																

□ 바이오매스명 : 계분털

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
계분,털																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
결과		59.8	8.6		10.2												
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
결과	30.8869	25.5008	9.5600	38.7	5.7	9.6	31.0	0.7									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
결과	223.5	411	2,540.8	511.5	615.0	2,549.4		0.3	46.9	24.4						4.0	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)				실험적(Bu)						
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과							0.413				0.341						
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율				메탄 가용화율						
	Mcal/ton						%										
결과																	



□ 바이오매스명 : 닭혈분

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
		톤/년		kg/10a													
닭혈분																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과		89.7	3.1		0.1												
구분	유기물조성							원소구성									
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%							% (DM)									
결과	14.1115	13.3640	14.3500	49.1	7.2	14.4	23.8	0.6									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	44.9	118	92.7	148.3	5.4	48.0		0.0	1.7	0.1							1.0
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량							메탄발생량(B0)									
항목	고위 발열량				저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)				
	kcal/kg							Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded									
결과								0.515					0.250				
구분	총에너지 잠재량							에너지 가용화율									
항목	고위 발열량				저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율				
	Mcal/ton							%									
결과																	

□ 바이오매스명 : 닭폐내장류

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)	생산량													
톤/년		kg/10a															
닭폐내장류																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과		45.9	29.0		0.2												
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	27.6154	26.3159	7.3500	59.5	8.0	7.4	17.7	0.5									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	133.1	342	784.6	305.7	69.0	36.5		0.0	11.3	14.1						2.8	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과							0.722					0.512					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 닭폐수슬러지

1. 일반항목																		
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)															
			재배면적 (ha)			생산량												
닭폐수슬러지																		
2. 물리화학적 특성																		
구분	조성분																	
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물											
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)											
	%																	
결과		49.7	5.2		0.6													
구분	유기물조성						원소구성											
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황										
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)										
	%						% (DM)											
결과	17.8230	14.1801	7.9500	48.2	7.6	8.0	27.0	0.4										
구분	무기물										중금속							
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈		
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni		
	mg/kg																	
결과	656.1	195	48.5	29.9	19.4	56.5		0.0	9.4	3.4						1.8		
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																		
구분	발열량						메탄발생량(B0)											
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)						
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>											
결과																	0.568	
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율											
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율						
	Mcal/ton						%											
결과																		

□ 바이오매스명 : 험

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
험																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과		35.4	15.9		1.2												
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	39.7710	37.4326	5.6700	63.8	9.4	5.7	19.6	0.0									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	43.8	1,502	2,302.9	667.7	162.7	19.4		0.2	31.6	5.3						14.8	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과							0.766					0.671					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 베이컨

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
베이컨						톤/년			kg/10a								
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
결과	%	2.8	34.2		1.0												
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
결과	%			% (DM)													
결과	53.2364	52.5288	0.4500	71.1	11.0	0.5	17.0	0.0									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
결과	mg/kg																
결과	438.5	1,411	22,989.5	7,969.6	1,586.1	1,010.5		1.9	120.7	45.0						149.6	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)			실험적(Bu)							
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과							0.909			0.742							
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율			메탄 가용화율							
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 우유

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
우유						톤/년			kg/10a								
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
		%															
결과		27.6	ND		ND												
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
				%(DM)													
결과	12.4729	11.8033	4.4200	57.0	7.7	4.4	24.2	0.0									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
mg/kg																	
결과	1,114.0	1,749	1,296.5	426.1	126.7	122.3		0.3	9.4	5.7						12.2	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VSadded										
결과							0.679					0.487					
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 오징어부산물

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
오징어부산물																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
	%																
결과		17.35															
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
	%						% (DM)										
결과	21.9369	20.5205	2.7796	53.1	7.4	10.2	19.2	0.0									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
	mg/kg																
결과	106.73		200.43	3547.97	521.2	2.8			32.2	39.6						N D	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과																	0.639
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 폐수슬러지 1

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
폐수슬러지1																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
결과		8.56															
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
결과	17.5663	14.7891	1.3707	50.6	7.9	7.7	21.7	0.0									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
결과	818.2		234.7	4449.7	326.7	23			65.8	103.5						N D	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)				실험적(Bu)						
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과																	0.267
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율				메탄 가용화율						
	Mcal/ton						%										
결과																	



□ 바이오매스명 : 폐수슬러지 2

1. 일반항목																	
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)														
			재배면적 (ha)			생산량											
폐수슬러지2																	
2. 물리화학적 특성																	
구분	조성분																
항목	수분	조단백	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	유기물										
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)										
결과		8.06															
구분	유기물조성						원소구성										
항목	총고형물	휘발성고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황									
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)									
결과	15.0660	14.1646	1.2909	47.9	7.1	5.6	20.3	0.0									
구분	무기물										중금속						
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈	
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni	
결과	507.9.5		806.3	1991.8	825.8	46.7			66	13						37.3	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																	
구분	발열량						메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량			이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg						Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과																	0.433
구분	총에너지 잠재량						에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량			에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton						%										
결과																	

□ 바이오매스명 : 고등어부산물

1. 일반항목																		
바이오매스명	조사지역	조사시기	생산현황(2011년 기준)															
			재배면적 (ha)	생산량														
톤/년		kg/10a																
고등어부산물																		
2. 물리화학적 특성																		
구분	조성분																	
항목	수분	조단백	조지방	가용무 질소물	조섬유	조회분	유기물											
		(CP)	(EE)	(NFE)	(C.Fib)	(Ash)	(O.M)											
	%																	
결과		19.33																
구분	유기물조성							원소구성										
항목	총고형물	휘발성 고형물	총질소	탄소	수소	질소	산소	황										
	(TS)	(VS)	(TN)	(C)	(H)	(N)	(O)	(S)										
	%							% (DM)										
결과	33.7118	30.0418	3.0929	54.6	7.6	7.7	12.7	0.0										
구분	무기물										중금속							
항목	칼슘	인	칼륨	나트륨	마그네슘	철	망간	코발트	아연	구리	비소	카드뮴	수은	납	크롬	니켈		
	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Co	Zn	Cu	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Ni		
	mg/kg																	
결과	15611		2005.2	15566	570.8	2			32.7	4.4							N D	
3. 가용화율(에너지 잠재량 및 가용화율)																		
구분	발열량							메탄발생량(B0)										
항목	고위 발열량			저위 발열량				이론적(Bth)					실험적(Bu)					
	kcal/kg							Nm <sup>3</sup> -CH <sub>4</sub> /kg-VS <sub>added</sub>										
결과								0.748					0.373					
구분	총에너지 잠재량							에너지 가용화율										
항목	고위 발열량			저위 발열량				에너지 가용화율					메탄 가용화율					
	Mcal/ton							%										
결과																		

## 6. 바이오매스 발생 및 이용 현황

### 가. 농산바이오매스 양분순환 현황

농산바이오매스는 넓은 의미에서 농작물의 생산과정에서 발생하는 주산물과 부산물을 의미한다. 이 장에서는 농산바이오매스가 사료나 비료 등의 형태로 이용되는 현황을 살펴보고자 한다.

우리나라에서는 작물원별로 미곡, 과수, 유채로터 발생하는 부산물이 양분순환의 형태로 이용되고 있다. 미곡으로부터는 벃짚, 왕겨, 미강, 쉰미, 청미의 형태로 부산물이 발생하며 주로 사료나 퇴비 또는 깔짚의 형태로 이용되고 있다. 과수부문에서는 대부분 진정된 가지가 부산물로 발생되며 파쇄 후 퇴비 또는 펄감으로 이용되고 있으며, 유채는 바이오디젤 원료로 많이 쓰이나, 줄기의 경우 사료 또는 비료로 이용되고 있다.

(표 7.25) 농산바이오매스 종류별 이용용도

작물	부산물	이용용도	이용형태
미곡	벃짚	조사료, 축사 깔짚	원형, 절단
	왕겨	축사 깔재, 사료, 퇴비, 공산품(헬멧)	원형, 왕겨숯, 왕초액
	미강	사료, 퇴비, 현미유 등	원형, 펠릿화, 가공
	쉰미	사료, 떡	원형, 가공
	청미	사료	원형, 가공
과수	전지	퇴비, 펄감, 타 용도(올타리)	파쇄, 원형
유채	줄기	사료, 퇴비용	원형
	씨	식용유, 바이오디젤	가공

#### (1) 미곡바이오매스의 이용현황

##### (가) 벃짚 발생 및 이용 현황

벃짚은 미곡 바이오매스 중 가장 많은 양을 차지하고 있다. 한국농촌경제연구원(2006)과 홍성구(2005), 전라북도(2005)에서 10a당 발생량을 조사하여 전체 벃짚발생량을 추정해 바 있다. 기존 연구결과에 따르면 10a당 건조 상태의 벃짚발생량은 500~650kg으로 조사되었으며, 이를 바탕으로 2012년 벃 재배면적을 기준으로 우리나라 연간 벃짚발생량을 추정하였다. 한국농촌경제연구원(2006)의 연구결과를 적용하면 약 5,495톤, 홍성구(2005)의 경우 약 5,798톤, 전라북도(2005)의 경우는 약 4,460~4,906톤의 벃짚이 발생하는 것으로 추정된다. 이를 종합해보면 우리나라의 2012년 기준 연간 벃짚발생량은 약 4,917톤으로 추정된다.

(표 7.26) 우리나라 벗짚발생량 추정(2010년 기준)

구 분	단위면적당 발생량		2012년 <sup>50)</sup>	
	10a, kg	ha, 톤	미곡재배면적 (ha)	벗짚발생량 (천톤)
한국농촌경제연구원(2006)	616	6.16	849,172	5,231
홍성구(2005)	650	6.50		5,520
전라북도(2005)	500 ~ 550	5 ~ 5.5		4,246 ~ 4,670

벗짚에는 규산, 칼리, 질소 등이 함유되어 있어 농가들은 퇴비로 이용하는 비율이 약60%로 가장 높고, 가축사료로 활용하는 비율도 약25%에 이른다. 외부에 판매하는 비율도 약 85를 차지하고 있는데, 이는 축산농가에 사료용으로 판매하는 경우가 대부분이다.

지대별로 보면 도시근교나 평야지의 경우는 벗짚을 자가 논이나 밭에 퇴비로 이용하는 비율이 63~66%로 가장 높고, 외부에 판매하는 비율도 19~28%로 타 지역에 비해 상대적으로 높다. 이에 비해 축산부문의 점유율이 더 높을 것으로 예상되는 산간이나 준산간 지역은 역시 가축사료로 이용하는 비율이 27~39%로 도시근교나 평야지에 비해 상대적으로 높다.

(표 7.27) 대별 농가의 벗짚 활용용도(단위 : %)

구분	(단위 : %)					
	자가 퇴비이용	자가 사료이용	외부 무상공급	외부 판매	과수원이용	계
도시근교	66.0	-	4.0	28.0	2.0	100
평야지	62.8	18.6	-	18.6	-	100
산간지	46.0	39.0	5.0	-	10.0	100
준산간지	62.6	26.5	2.3	4.3	4.3	100
평균	59.3	25.1	2.7	8.2	4.7	100

출처 : 한국농촌경제연구원 통신훈(수도작) 조사 결과, 2006

### (나) 벗짚 외 부산물 발생 및 이용 현황

벗짚 외 미곡부산물은 왕겨, 미강, 쉐미, 청미의 형태로 발생한다. 이들 부산물의 발생량은 미곡종합처리장(RPC)의 자료를 이용해 추정이 가능하다.

한국농촌경제연구원(2007)에 따르면, 2003년 농협 RPC는 원료곡 1,096천 톤을 가공하였고, 이 과정에서 원료곡의 33%인 361천 톤의 부산물이 발생하였다. 부산물의 발생비율은 왕겨가 약72%로 가장 많고, 미강(24.4%), 쉐미(2.0%), 청미(1.6%)순으로 조사된 바 있다. 이 결과를 적용하여 2010년 미곡생산량을 토대로 우리나라 2010년 미곡부산물 발생량은 1,415톤으로 추정 된다<sup>51)</sup>.

50) 농림축산식품부, 통계연보, 2013

(표 7.28) RPC 부산물 발생 현황 및 미곡 부산물 발생 추정량

구 분		연간 가공 및 부산물 발생량		2013년 미곡생산량 <sup>52)</sup> (천톤)	미곡부산물 추정량(천톤)	
		수량(천톤)	구성비(%)			구성비(%)
원료곡		1,096	100	4,230	-	구성비(%)
부산물	왕겨	260	23.72		1,019	72
	미강	88	8.03		345	24
	쇄미	7	0.64		28	2
	청미	6	0.55		23	2
	계	361	32.94		1,415	100

일반 농가의 미곡 부산물 처리는 왕겨의 경우 퇴비로 사용하는 비율이 가장 높고, 미강은 퇴비와 가축사료로 이용하는 비율이 높게 나타나고 있다. 쇄미와 청미는 80% 정도를 가축사료로 이용하고 있으며 일부 식용으로 이용하기도 한다. 큰 비중은 차지하지 않으나 도정과정에서 발생하는 부산물을 정미소에 두고 오는 경우도 있다. 한편, RPC는 왕겨와 미강을 자체 가공하여 친환경농업자재로 활용하는 경우가 있으나 이는 극히 일부에 한정되어 있고 대부분은 미곡 부산물을 전문 수거업체나 농가에 판매하고 있다. 이들 부산물은 왕겨를 제외하면 대부분 가축사료용으로 이용되고 있다.

(표 7.29) 농가의 미곡 부산물 활용 형태 (단위 : %)

구분	퇴비로 활용	사료/갈래	식용	정미소 방치	계
왕겨	82.9	9.8	-	7.3	100
미강	41.0	48.7	-	10.3	100
쇄미	-	80.0	10.0	10.0	100
청미	-	76.9	19.2	3.9	100

출처 : 한국농촌경제연구원 통신훈(수도작) 조사 결과, 2006

## (2) 과수 바이오매스 발생 및 이용 현황

과수 바이오매스는 과수원에서 발생하는 전정된 가지를 의미한다. 과수원에서 발생하는 전정가지의 양은 과수종류나 성목연수에 따라 다양하기 때문에 표준화된 물량파악이 곤란하다. 현지 조사에 의하면 과수농가는 대체로 과수 전체가지수의 10% 내외를 전정하고 있다.

홍성구(2005)는 안성지역의 50호 과수 농가를 조사하여 과수원에서 발생하는 단위면적당 바이오매스양을 산정하였다. 단위면적당 발생량은 과수 1주당 발생량과 과수 주당 거리를 측정하여 산정하였다. 이 연구의 산정결과에 의하면 과수원 단위면적당(m<sup>2</sup>) 바이오매스 최대발생량은 포도가 5.104kg으로 가장 많고, 복숭아가 0.957kg으로 가장 낮았다. 과수품목별로 최대와 최소발생량 간의 평균치를 적용할 경우 과수 바이오매스의 발생량은 포도, 사과, 배, 복숭아 순이다.

51) 한국농촌경제연구원, 우리나라의 바이오매스 관련 정책과 과제(2007) 참조하여 작성

52) 농림수산식품부, 농림축산식품 주요통계, 2014

이 산정결과를 적용하여 단위면적당 과수 바이오매스의 평균발생량과 과수 재배면적을 기준으로 2012년 부산물 발생량을 추정하면 사과 부산물이 583천톤으로 가장 높고, 포도(392천톤), 배(205천톤), 복숭아(75천톤) 순이다.

(표 7.30) 과수 부산물 바이오매스 발생량 추정

구 분	단위면적당 발생량 <sup>53</sup> (kg/m <sup>2</sup> )		2012년 발생량 추정 <sup>54</sup>	
	발생량	평균발생량	재배면적(천ha)	발생량(천톤)
포도	0.267 ~ 5.104	2.686	14.6	392
사과	0.051 ~ 3.747	1.899	30.7	583
배	0.128 ~ 2.738	1.433	14.3	205
복숭아	0.085 ~ 0.957	0.521	14.3	75

과수부산물 바이오매스의 이용형태는 잔가지의 경우 파쇄 후 퇴비로 이용하는 경우가 가장 많고(61.2%), 굵은가지는 땀감으로 사용하기도 한다. 경우에 따라서는 울타리로 사용하기도 하나 소각하는 비율이 높고 과수원내에 방치하는 경우도 있다.

(표 7.31) 수 바이오매스 이용 형태(단위 : %)

구분	퇴비이용	소각	땀감	방치	계
굵은가지	42.5	25.0	28.7	3.8	100
잔가지	61.2	25.0	5.0	8.8	100

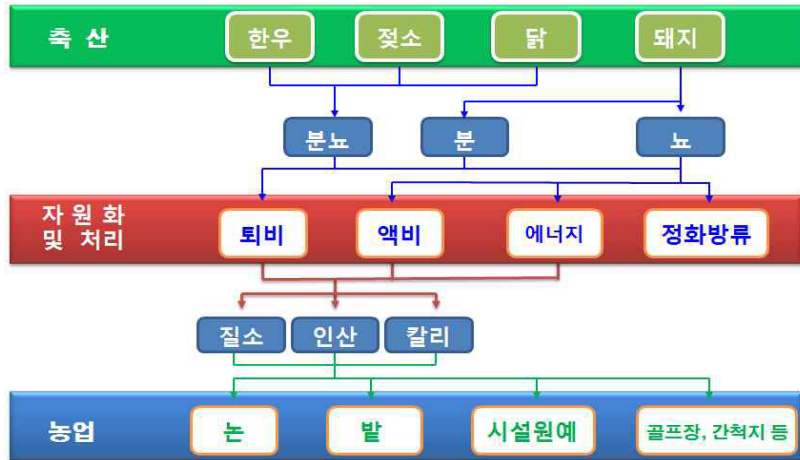
출처 : 한국농촌경제연구원 현지 조사(17농가), 2006

### (3) 축산바이오매스 양분순환 현황

축산부문의 바이오매스는 주로 소·돼지·닭 등의 가축으로부터 발생하는 분뇨를 지칭하며, 이러한 가축분뇨는 대부분이 기계적이용, 물질이용, 열화학적 처리단계를 거쳐 양분순환화(퇴비화, 액비화)로 이용되거나 정화처리 되어 방류되고 있다. 최근에는 생물학적 처리단계를 거쳐 바이오에너지의 원료로 이용되기도 한다.

53) 홍성구 등, 농촌지역 바이오매스자원의 최적 이용 기술개발, 농림부·환경대학교, 2005

54) 농림수산식품부 통계연보(2011) 참조하여 전국의 과수재배면적을 적용하여 추정함.



<그림 7.6> 축종별 가축분뇨 자원화 및 이용 체계

(가) 가축분뇨 발생량 및 자원화

우리나라 가축분뇨 발생량은 2010년도 기준으로 약 46,534천톤 정도가 배출되는 것으로 조사되고 있으며, 가축분뇨의 자원화율은 2004년도에 80.5% 수준이었으나, 년도가 진행됨에 따라 점차적으로 증가하여 2010년도에는 86.6%로 높아졌다. 2010년도 가축분뇨 처리현황은 자원화(액비 및 퇴비화)가 약 86.6%, 정화처리 약 9.0%, 해양배출 2.3%, 기타 2.2%로 조사되고 있다.

(표 7.32) 연도별 가축분뇨 발생량 및 자원화 현황 (단위 : 천톤)

연도	발생량	자원화물량			정화방류		해양배출	기타
		소계	퇴비	액비	농가	환경부		
2004	41,171	33,159	32,661	498	1,398	2,331	2,346	1,937
	100%	80.5%	79.3%	1.2%	3.4%	5.7%	5.7%	4.7%
2005	41,846	34,345	33,196	1,149	1,407	2,784	2,745	565
	100%	82.1%	79.3%	2.7%	6.4%	6.7%	6.6%	1.4%
2006	43,915	36,204	34,904	1,300	1,473	3,039	2,607	592
	100%	82.4%	79.5%	3.0%	3.4%	6.9%	5.9%	1.3%
2007	45,145	37,574	35,780	1,794	1,508	2,871	2,019	1,173
	100%	83.2%	79.3%	4.0%	3.3%	6.4%	4.5%	2.6%
2008	41,743	35,207	32,912	2,295	1,184	2,907	1,460	985
	100%	84.3%	78.8%	5.5%	2.8%	7.0%	3.5%	2.4%
2009	43,703	37,396	34,742	2,654	1,199	2,973	1,180	955
	100%	85.6%	79.5%	6.1%	2.7%	6.8%	2.7%	2.2%
2010	46,534	40,286	37,220	3,066	1,427	2,727	1,070	1,024
	100%	86.6%	80.0%	6.6%	3.1%	5.9%	2.3%	2.2%

자료 : 농림수산식품부(2011)

**(나) 축종별 분뇨 발생량**

가축분뇨의 총 발생량은 축종별 사육두수에 축종별 발생원단위를 곱하여 계산할 수 있다.

**(표 7.33) 축종별 배출원단위**

축종별(단위)	환경부고시('99)				'08 배출원단위 조사결과			
	분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소·말(L/두.일)	10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젓소(L/두.일)	24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지(L/두.일)	1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계 (L/1,000수.일)	미고시			124.7			124.7
	육계 (L/1,000수.일)	미고시			85.5			85.5

출처 : 환경부 수생태보전과(2008)

우리나라의 2010년도 가축분뇨 배출량은 축종별로 젓소 및 한우가 43.9%로 가장 높았으며, 돼지분뇨가 38.3%로 단일축종으로는 가장 많이 배출되는 것으로 조사되었다.

**(표 7.34) 2010년도 축종별 가축분뇨 처리현황**

축종별	발생량(천톤)	자원화물량		정화방류		해양배출	기타
		퇴비	액비	농가	환경부		
소말	20,466	20,466	-	-	-	-	-
돼지	17,843	8,529	3,066	1,427	2,727	1,070	1,024
닭등	8,225	8,225	-	-	-	-	-
합계	46,534	37,220	3,066	1,427	2,727	1,070	1,024
	100%	80%	6.6%	3.1%	5.9%	2.3%	2.2%

출처 : 농림수산식품부(2011)

**(다) 지역.축종별 가축분뇨 발생량**

지역.축종별 가축분뇨 발생량은 2010년도 지역별 가축사육두수를 분석한 후 축종별 배출원단위 비율에 따라 추정하였다.

먼저 2010년도 지역별 가축사육두수를 살펴보면 (표 7.35)와 같다. 전체 가축 사육두수는 162,460천마리로 조사되고 있으며, 지역별로는 경기지역에서 33,903천마리(약 21%)로 가장 많



이 사육되고 있고, 충남지역 30,681천마리(약 19%), 전북지역 25,348천마리(약 16%), 경북 21,844천마리(약 13%), 전남 18,822천마리(12%), 충북 11,461천마리(약 7%), 경남 10,453(약 6%) 순으로 조사되고 있으며, 이 이외 지역의 경우 미미하게 사육되는 것으로 나타났다.

(표 7.35) 2010년도 지역별, 축종별 가축사육현황(단위 : 마리)

구분	한우	육우	젓소	돼지	닭	소계	비율
서울	86	123	110	40	0	359	0.00%
부산	1,925	91	734	6,184	41,000	49,934	0.03%
대구	19,182	1,311	1,618	12,281	400,000	434,392	0.26%
인천	19,448	1,467	2,924	31,728	803,400	858,967	0.52%
광주	7,156	20	554	4,021	173,000	184,751	0.11%
대전	5,565	0	0	1,116	24,000	30,681	0.02%
울산	27,702	91	1,000	32,299	502,682	563,774	0.34%
경기	227,310	35,714	166,732	1,818,342	32,595,714	34,843,812	21.14%
강원	195,137	1,730	17,516	444,028	5,075,787	5,734,198	3.48%
충북	195,567	10,046	23,504	606,373	11,335,421	12,170,911	7.38%
충남	364,665	14,831	82,534	2,006,478	30,967,262	33,435,770	20.28%
전북	332,544	3,498	30,796	1,121,251	24,462,833	25,950,922	15.74%
전남	454,474	4,690	28,488	996,891	16,027,645	17,512,188	10.62%
경북	582,506	11,361	38,661	1,262,307	18,657,075	20,551,910	12.47%
경남	268,646	1,725	29,118	1,077,372	9,142,839	10,519,700	6.38%
제주	29,733	1,712	4,409	544,982	1,426,503	2,007,339	1.22%
합계	2,731,646	88,410	428,698	9,965,693	151,635,161	164,849,608	100%

출처 : 농림수산식품부(2014)

가축사육현황과 축종별 배출원단위 비율을 적용하여 추정된 결과 한육우의 분뇨배출비율은 경북지역이 약 20%로 가장 많이 배출하였고, 전남(약 17%), 충남(약 13%), 전북(약 11%), 경남(약 10%), 경기(약 9.7%), 강원(약 8%), 충북(약 7%) 순이며, 기타지역은 매우 미미하게 나타났다.

젓소의 경우 경기지역이 약40%로 가장 많이 배출하였고, 충남지역(약 18%), 경북(약 9%), 전북(약 7%), 전남과 경남(약 6%), 충북(약 5%), 강원(약 4%) 순이다. 돼지의 경우 충남(약

19%), 경기(약18%), 전북과 경남, 경북이 약12%정도로 비슷하였고, 전남(약 9%), 충북(약 6%), 강원(약 5%) 순이다. 닭의 경우 경기지역이 약21%로 가장 많이 배출하였고, 충남(약19%), 전북(약16%), 경북(약13%), 전남(약12%) 순으로 나타났다.

**(라) 축종별 가축분뇨 비료성분**

축종별 가축분뇨 중 비료성분량은 1980년대를 기점으로 하여 한우, 돼지, 닭 등의 사육두수에 비례하여 급격한 증가가 이루어졌다. 2014년도 연말을 기준으로 하여 축종별 가축분뇨 발생량 및 비료성분량을 계산하여 보면 질소, 인산, 칼리 성분이 각각 258.85천톤/년, 130.08천톤/년, 152.47천톤/년이 배출되는 것으로 계산되며, 이 중에서 질소성분은 퇴비 및 액비화 과정을 거치면서 질소 회산율(40%) 및 가축분뇨 자원화율 85.6%를 도입하여 계산하면 실제로 가축분뇨에 의해서 발생하는 비료성분량은 질소 132.95천톤/년, 인산 111.35천톤/년, 칼리 130.52천톤 생산되는 것으로 계산되어 진다.

**(표 7.36) 2010년도 가축분뇨의 비료성분 발생량**

축종	두수** (천두, 수)	발생원단위*** (kg/일/두수)		발생량 (천톤)	비료 성분별 함량* (%)			비료발생총량 (천톤/년)		
					질소	인	칼리	질소	인	칼리
한우	2,820	분	8	8,235	0.5	0.6	0.18	41.17	49.41	14.82
		뇨	5.7	5,867	0.68	0.07	0.6	39.90	4.11	35.20
젓소	429	분	19.2	3,004	0.33	0.49	0.2	9.91	14.72	6.01
		뇨	10.9	1,706	1.02	0.27	1.03	17.40	4.61	17.57
돼지	9,966	분	0.87	3,165	0.96	0.83	0.42	30.38	26.27	13.29
		뇨	1.74	6,329	0.8	0.09	0.53	50.63	5.70	33.54
육계	75,846	분	0.0855	2,367	1.19	0.29	0.5	28.17	6.86	11.83
산란계	65,263		0.1247	2,970	1.39	0.62	0.68	41.29	18.42	20.20
총계				33,643				258.85	130.08	152.47
		질소회산 40%						155.31	130.08	152.47
		자원화율 85.6%						132.95	111.35	130.52

참고 :

\* 비료성분별 함량 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정, 농촌진흥청 국립축산과학원, 2008

\*\*축종별 사육량 : 국가통계포털 <http://kosis.kr/>

\*\*\* 가축분뇨발생량에는 세정수 미포함

**나. 바이오매스 에너지화 이용**

**(1) 축산바이오매스 에너지화 현황**

우리나라는 1970년대 메탄균 활성 증대, 혐기소화에 의한 가축분뇨처리, 메탄가스 생산시설 구조개선 등에 관한 다양한 연구가 진행되었다. 하지만, 동절기 소화조 관리 및 소화폐액처리 곤란의 기술적 체계의 미비와 정책적 지원 미흡, 경제성 문제 등으로 국내정착에 실패하였다. 이후 한동안 연구가 지지부진하였으나, 2004년 농림부와 환경부가 합동으로 「가축분뇨 관리

이용 종합대책」을 수립한 이래 국제원유가격상승에 따른 대체에너지개발과 지구온난화가스 배출저감이라는 국제적 기류 편승의 일환으로 가축분뇨를 이용한 대체에너지 생산 연구가 활발히 재개되었다.

이에 가축분뇨의 바이오가스화 시범사업 등을 통하여 관련시설이 점차적으로 증가하여, 2010년 기준 가축분뇨를 이용하여 에너지를 생산하는 바이오가스플랜트시설은 단독처리시설 6개소, 병합처리시설 4개소가 운영 중이다.

(표 7.37) 가축분뇨 바이오가스 활용시설(2010년 기준)

처리 대상	시설명	위치	시설구분	처리용량(m <sup>3</sup> )	최초가동일	발전 여부
단독	안성 디에이치엠(주) 바이오에너지화시설	경기안성	민간시설	20	2009.11.01	해당
	공주시 가축분뇨 공공처리시설	충남공주	공공시설	250	2001.03.01	해당
	청양 바이오가스 플랜트	충남청양	민간시설	20	2007.03.01	해당
	순천(주)정립 바이오가스 플랜트	전남순천	민간시설	20	2008.10.30	해당
	무주 가축분뇨 공공처리장	전북무주	공공시설	50	2009.02.01	해당
	농협중앙회 고창 바이오가스 발전소	전북고창	민간시설	50	2010.05.01	해당
병합	창녕 바이오가스플랜트	경남창녕	민간시설	100	2008.10.23	해당
	파주시 축분혼합처리시설	경기파주	공공시설	110	2001.12.24	해당
	국제축산영농조합 바이오가스연구시설	경기안성	민간시설	5	2008.01.01	해당
	아산 통합형 고효율바이오가스발전시설	충남아산	민간시설	100	2008.11.13	해당

주) 하수슬러지처리 용도가 우선인 시설은 제외함  
출처 : 환경부(2010 폐자원 에너지 통계자료집, 2011)

2010년을 기준으로 바이오가스플랜트를 통해 처리되는 가축분뇨량은 단독 94,528톤, 병합 49,486톤으로 조사되었고, 생산된 바이오가스량은 단독 453,550m<sup>3</sup>, 병합 1,713,239m<sup>3</sup> 생산되고 있다. 생산된 바이오가스의 약80%는 발전용으로 쓰였고, 약16%는 자체보일러 가동용으로 이용되고 있는 것으로 조사되었다. 바이오가스를 통해 생산된 전력량은 단독 699MW, 병합 2,388MW을 생산하였고, 전체적으로 생산한 전력의 약66%는 외부판매, 34%는 자체적으로 설비가동 등으로 이용하고 있었다.

## (2) 유체재배를 통한 에너지화 현황

### (가) 바이오연료의 정의 및 종류

바이오연료는 살아있는 생물체 또는 신진대사에서 발생하는 폐기물 등의 바이오매스로부터 추출된 액체, 고체, 기체형의 연료이다. 바이오연료의 경우 바이오연료로 사용되는 식물의 성장과정에서 대기 중의 이산화탄소를 흡수하게 되므로 바이오연료를 연소하여도 대기 중의 CO<sub>2</sub>는 증가하지 않는 것으로 간주되어(Carbon Natural) 기후변화협약의 교토의정서에서 규정한 온실가스로 계산되지 않는 것이 특징이다. 따라서 바이오연료를 석유 등의 화석연료의 대체 연

료로 이용할 경우 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출량 산정에 고려되지 않으므로 대체된 만큼의 온실가스 배출량이 삭감되는 효과로 볼 수 있다.

또한 일본에서 발표한 자료에 의하면 바이오연료를 공급하는 과정에서 사용되는 에너지로 인한 온실가스 배출량을 고려할 지라도 전생애주기(Life Cycle) 전체를 통하여 볼 때 기존의 화석연료 사용 때 보다 온실가스 배출량이 삭감되며, 기타 환경오염물질도 상당량 저감되는 것으로 조사되었다<sup>55)</sup>.

바이오디젤(BD), 바이오에탄올(BE) 등과 같은 바이오연료는 수송수단 연료로 사용이 가능하며, 경유와 휘발유를 대체 및 혼합하여 사용가능하도록 상업화 되어 있다.

(표 7.38) 대표적인 수송용 바이오연료

명칭	개요	주요 특징
바이오에탄올 (BE)	- 사탕수수나 옥수수, 목재, 폐지 등 식물에서 추출한 다당에서 생산되는 액체알코올(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	- 휘발유 대체.혼합사용 가능, 에탄올 함유량에 따라 E3(3%혼합), E10(10%혼합)으로 표기 - iso-부틸렌과 합성에 의해 생산되는 ETBE(Ethyl Tert-Butyl Ester)는 옥탄가향상제로서 휘발유 첨가이용이 가능
바이오디젤 (BD)	- 식물성유지를 메틸에스테르화해 얻을 수 있는 액체연료로서 주성분은 지방산 메틸에스테르임	- 경유 대체.혼합사용 가능, BDF의 혼합율에 따라 BD5, BD20 등으로 표기
바이오매스액화연료(BTL)	- 바이오매스의 열분해 가스를 FT기법(Fischer Tropsch)에 의해 합성해 얻을 수 있는 액체연료	- 경유 대체.혼합사용 가능 - 일반경유에 비해 고세탄가, 저황유
에코 경유	- 식물성 유지 등을 수소화 정제해 얻을 수 있는 탄화수소유	- 경유 대체.혼합사용 가능 - 일반경유에 비해 고세탄가, 저황유

#### (나) 유채를 이용한 바이오디젤 생산체계

유채는 다른 작물에 비해 기름 함유비가 높아 유럽, 일본, 미국 등에서 바이오디젤 원료로 급성장하고 있다. 유지작물별 ha당 바이오디젤오일 생산량을 보면, 유채가 1,000kg으로 올리브와 비슷한 수준이다.

바이오디젤 1톤을 생산하기 위해서는 유채씨가 2.839톤 필요하다. 이를 확보하기 위한 재배면적은 0.924ha이고, 이때 파종을 위한 필요 종자량은 약 5kg이다.

유채씨 2.839톤에서 채유되는 유채유는 1.079톤 정도인데 정제과정을 거치면 약1.052톤의 유채유가 추출된다. 정제된 유채유를 이용해 바이오디젤을 생산하기 위해서는 에스테르화 과정을 거치게 되고 1.052톤의 유채유에서 1톤의 바이오디젤과 0.1톤의 글로세린을 생산할 수 있다.

한편, 유채를 이용한 바이오디젤연료(BDF)의 생산비용(일본 NEDO자료)은 BDF시설의 건설과 운영비용을 합하여 리터당 65엔에서 78엔 소요된다. 그러나 이 금액은 원료의 구입비용과 수송 및 회수비용 등이 제외된 금액으로 전체생산비용은 더 높게 나타날 것으로 보인다.

55) 환경부, 친환경연료의 보급타당성 및 활성화 방안 마련을 위한 연구, 2008

(표 7.39) 작물별 ha당 바이오디젤 오일 생산량

구분	kg oil/ha	liters oil/ha
옥수수	145	172
귀리	183	217
목화	273	325
콩	375	446
참기름	585	696
쌀	696	828
해바라기	800	952
유채	1,000	1,190
올리브	1,019	1,212
자트로파	1,590	1,892

출처 : 한국농촌경제연구원, 농업부문 바이오매스의 이용활성화를 위한 정책방향과 전략, 2007

(다) 국내 유채 재배현황

유채는 보통종과 서양종으로 구분되는데, 보통종은 지중해연안과 중앙아시아 고원지대가 원산지이고 서양종은 스칸디나비아 반도와 시베리아.카프카스 지역이 원산지이다. 우리나라에서 재배하는 것은 서양종이며 1960년대 초부터 유지작물로 본격적으로 재배되었다.

유채 종자에는 35~45%의 기름이 함유되어 있어 식용유나 공업원료, 바이오디젤의 원료로 사용된다. 또한 유채 종자에서 기름을 추출하고 남은 유채박은 동물사료 또는 유기질비료로 사용되기도 한다. 유채 종자의 기름함유량은 품종에 따라 차이가 있고 종자 수량 역시 차이가 있는데 ha당 종자 생산량은 1~4톤 정도로 알려져 있다.

우리나라의 유채 재배면적은 1970년에 약 23,000ha였으나 2006년에는 약 669ha로 크게 감소하였다. 이에 따라 생산량도 같은 기간 약 25,000톤에서 739톤으로 크게 감소하였다. 유채생산이 감소한 것은 타 작목에 비해 유채소득이 낮기 때문인 것으로 분석되고 있다.

이후 농림부가 2007년부터 3년간 추진한 ‘바이오디젤용 유채 생산 시범사업’으로 인하여 2009까지 증가추세를 보였으나, 사업이 끝난 2010년에는 유채생산이 더 이상 없는 것으로 조사되었다.

(표 7.40) 유채 재배면적 및 생산량 추이

구분	재배면적(ha)	생산량(톤)	10a당 생산량(kg)
1970	23,200	25,100	108
2005	979	1,616	165
2006	669	739	110
2007	662	719	116
2008	1,048	1,225	117
2009	1,490	1,604	108
2010	-	-	-

출처 : 농식품부, 농림수산물통계연보, 2011

현재 유채는 재배에 따른 소득이 낮아 판매보다는 경관 조성 등의 목적으로 일부 재배되고 있다. 에너지작물로서 활용되기 위한 국내 유채 생산성은 일본이나 유럽에 비해 매우 낮은 실정이다. 그 이유는 유채의 경우 대부분 수도작과 이모작으로 재배되고 있기 때문에 수확시기가 한정되어 있고, 수확을 위한 기계구입비용(콤파인, 건조기) 등 초기투자비가 매우 커 농가에서 현실적으로 재배하기 어려운 실정이 지적되어 왔다. 이러한 문제점 해결을 위해 생산성 향상을 위한 지속적인 품종개발과 대규모 경작기술이 확보되어야 하고, 재배농가의 소득이 창출될 수 있도록 지원이 뒷받침되어야 하겠다.

### (3) 임산바이오매스 및 에너지자원화 기술현황

임산 바이오매스는 대부분의 경우 직접연소를 통한 에너지 이용을 하고 있다. 석탄과 석유 에너지를 사용하기 이전 인류는 임산 바이오매스를 이용한 에너지에 많은 의지를 하여왔다. 50년 전만해도 국내도 대부분 에너지를 임산 바이오매스에 의존하였지만 현재 석유나 천연가스 와 같은 화석에너지 대부분 의존하고 있다. 임산 바이오매스 이용 현황을 통한 에너지 활용 가능성을 살펴본다.

#### (가) 국내 임산 바이오매스 이용 현황

30~40년 전만해도 국내 가옥 난방의 에너지원은 주로 임산 바이오매스에 의존을 했다. 임산 바이오매스 난방이 임산 훼손 문제와 사용 불편으로 인해 석탄에 의한 난방으로 전환되었고 이후 석유 난방으로 전환이 되었다. 도시 비율의 증가와 함께 가스관을 이용한 도시가스가 공급되면서 도시 가구의 난방은 대부분 도시가스에 의존하게 되었으며, 지방의 경우 석유나 LPG에 대부분 의존하였다. 하지만 IMF 이후 난방비 절감을 목적으로 임산 바이오매스를 사용하는 화목 보일러가 국내에 보급되기 시작하였다. 국내 목재펠릿 기술이 보급된 이후 가정 난방에 목재펠릿 보일러를 이용한 난방이 보급되기 시작하였다. 국내 펠릿 보일러는 가정 난방용, 건물 난방용, 시설하우스 난방용과 산업용 스팀보일러용으로 현재 보급되고 있다.

가정용에서 사용하는 임산바이오매스 에너지는 화목과 목재펠릿으로 구분할 수 있다. 가정용 펠릿 보일러는 산림청에서 많은 보조금을 주고 보급하고 있지만 기존 석유 연료에 비하여 어느 정도의 경제성을 보장하고 있다. 하지만 사용에 있어 많은 불편함을 발생하고 있으며, 초기 보일러 보조금을 제외한다면 장기 사용에 따른 경제성이 발생하지 못하거나 더 많은 비용이 발생하는 문제점을 가지고 있다.

기존 석유 보일러를 펠릿 보일러로 대체하였을 때 발생하는 수 있는 경제성은 초기 투자비용에 대한 보일러 운영비용이다. 펠릿 보일러는 초기 설치비용이 석유 보일러에 비하여 매우 높은 반면, 연료비용이 상대적으로 적게 발생하기 때문에 운영비용이 적게 발생된다. 석유 가격의 변동으로 인하여 펠릿 보일러의 경제성에 대한 정확한 기간을 산정하기는 어렵지만 일반적으로 6~7년 이상 사용하는 경우 펠릿 보일러의 경제성이 보장된다고 한다. 하지만 기존 보급된 펠릿 보일러의 고장 발생률이나 사용에 따른 열효율 감소 등 실제 운영 사례를 조사한다면 이보다 더 많은 기간을 사용해야 보일러의 경제성이 나타날 것으로 예상된다. 국내 펠릿 보일러의 수명이 8~10년인 것을 감안한다고 하면 경우에 따라서는 펠릿 보일러의 경제성이 전혀 발생하지 않을 수도 있다.

가정용 보일러는 산림청에서 많은 보조금을 주어 보급하고 있다. 하지만 보조금이 없는 상태에서 펠릿 보일러의 경제성이 없는 관계로 향후 지속적인 성장을 기대하기가 어려운 상황이다.

농업용 시설 하우스 보일러 보급은 2010년부터 시작하였지만 보일러 작동 문제와 보조금 횡령 문제가 발생하면서 보급 정책에 큰 문제점이 발생하고 있다. 이러한 문제점 들은 국내 시설하우스용 펠릿 보일러의 기술 수준이 매우 낮은 근본적인 이유를 가지고 있다. 또한 시설하우스용 보일러의 기준이 상대적으로 낮은 관계로 많은 업체가 보급하면서 가격 경쟁으로 시장 상황을 더욱 혼탁하게 하는 상황이 발생하고 있다. 가격 경쟁을 통해 원가 이하로 보급하는 업체들이 나타나고, 원가 절감을 위해 불량 자재의 사용과 같은 악순환이 발생하고 있다.

건물 난방용 보일러의 경우 에너지관리공단과 산림청에서 보조금을 지원하고 있다. 에너지관리공단의 경우 초기에 건물용 펠릿 보일러에 지원금을 주어 보급하였으나 2010년 이후 더 이상의 지원은 없는 상태이다. 산림청에서는 2011년부터 건물 난방용 펠릿 보일러에 지원을 하고 있다.

2011년부터 산림청은 산업용 스팀 보일러에 보조금을 주어 지원하고 있다. 산업용 스팀 보일러의 경우 대부분 24시간 연속 가동을 하는 경우가 많기 때문에 연료비용의 경제성이 많이 발생하는 편이다. 하지만 경제성 분석을 위한 보급기간이 너무 짧기 때문에 평가를 위한 기본 자료가 부족한 상태이다.

기존 석유 연료에 대한 펠릿 연료의 경제성은 사용하고 있는 사용자들에 의해 긍정적으로 나타났다. 하지만 국내 펠릿 보일러의 기술 수준이 사용화를 위한 수준까지는 도달하지 못했다는 것이 대부분의 의견이다. 보일러의 기술 수준이 낮은 관계로 장기간의 사용에 문제가 발생하면서 펠릿 보일러 사용에 대한 성공 사례를 거의 찾아보기 어려운 실정이다. 몇몇 성공 사례의 경우 보급된 후 단기간에 대한 사례들로 조사를 시작하면서 연락해보면 현재 가동이 중지된 사례가 더 많이 발생하고 있다. 펠릿 보일러의 경제성에 대한 연구는 더 많은 기간 필요한 연구로 향후 추가적인 연구가 필요로 한 분야이다.

### 제3절 국내 바이오매스 에너지 잠재량

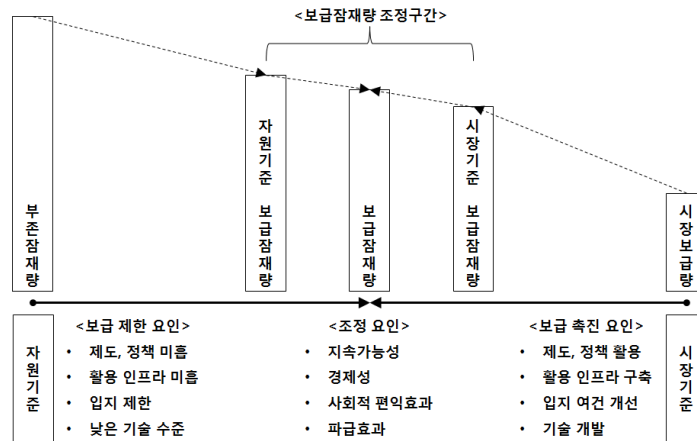
#### 1. 바이오매스 잠재량 기준 및 범위

##### 가. 잠재량의 종류

(표 7.41) 바이오매스 잠재량 종류

용어	정의
부존 잠재량	- 한반도 전체에 부존하는 에너지 총량
가용 잠재량	- 에너지 활용을 위한 설비가 입지할 수 있는 지리적인 여건을 고려한 값으로 활용 가능한 에너지양을 측정
기술적 잠재량	- 현재의 기술수준으로 산출될 수 있는 최종에너지의 양을 나타낸 값으로 기기의 시스템 효율, 가동률 등을 적용
보급(공급가능) 잠재량	- 현재의 에너지 환경 및 기술 여건을 고려하여 산출될 수 있는 에너지 총량을 산정

##### 나. 보급(공급가능) 잠재량의 평가 방법



<그림 7.7> 보급 잠재량 평가방법

#### 2. 바이오매스 에너지 잠재량

##### 가. 재생에너지 자원 잠재량

앞장에서 언급하였듯이 현재 우리나라의 신재생에너지 공급비중은 2.6% 매우 미미한 수준이기 때문에, 신재생에너지 공급비중을 높이는 방안이 강구되어야 한다. 이를 위해서 우리나라에서 가용할 수 있는 잠재량을 우선적으로 파악해야 하는데, 지역마다 신재생에너지 종류에 따



라 가용할 수 있는 잠재량이 다르다. 따라서, 잠재량과약에 있어서 지역별·신재생에너지원별로 가용잠재량 분석이 이루어져야 하겠다. 또한, 역별·신재생에너지원별 잠재량분석이 중요한 이유는 바이오피아 모델을 실증할 수 있는 지역을 선정하는데 필수적으로 고려해야하기 때문이다.

신재생에너지는 총 11개 분야로 신에너지 3개 분야와 재생에너지 8개 분야로 분류할 수 있는데, 자원 잠재량분석은 본 연구의 취지에 맞게 바이오매스 에너지를 포함한 재생에너지 분야만 다루었다.



<그림 7.8> 신재생에너지의 분류

### 나. 재생에너지 전체 잠재량

2007년 에너지기술연구원은 「신·재생에너지 자원지도 및 활용시스템 구축사업」을 통하여 주요 신재생에너지의 잠재량 데이터를 구축·관리하고 있다.

각 재생에너지원의 잠재량 산정 데이터는 실측조사를 통한 데이터로 관리되고 있으며, 실측이 어려운 분야는 해당 관리기관의 통계에 근거를 두고 있다.

(표 7.42) 주요 재생에너지 전체 잠재량

구분	부존 잠재량 <sup>56)</sup>		가용 잠재량 <sup>57)</sup>		기술적 잠재량 <sup>58)</sup>	
	2007	2010 <sup>59)</sup>	2007	2010	2007	2010 <sup>60)</sup>
태양열	11,159,495		3,483,910		870,977	
태양광					585,315	
풍력	육상	측정 중	24,675	측정 중	12,338	측정 중
	해상	220,206	측정 중	44,041	측정 중	22,021
수력	126,273		65,210		20,867	
바이오	141,855	197,492	11,656	14,025	2,325	2,530
지열	2,352,800,000		160,131,880		233,793	
총계	2,364,694,579		163,761,372		1,747,636	

### 다. 바이오매스 에너지 잠재량 분석

바이오매스 자원은 곡물, 감자류를 포함하는 전분질계의 자원과 초본, 임목과 볏짚, 왕겨와 같은 농부산물을 포함하는 셀룰로오스계의 자원, 사탕수수, 사탕무우와 같은 당질계의 자원은 물론이고 가축의 분뇨, 사체와 미생물의 균체를 포함하는 동물 단백질계의 자원까지를 포함한다.

이들 자원에서 파생하는 종이, 음식찌꺼기 등의 유기성폐기물도 바이오에너지 자원에 포함한다. 바이오매스 에너지자원의 부존 잠재량, 가용 잠재량 및 기술적 잠재량은 각각 다음과 같다.

(표 7.43) 바이오매스 에너지 잠재 자원량(2010년) 단위: 천TOE/년

구분	부존 잠재량	가용 잠재량	기술적 잠재량
바이오에너지 자원량	197,492	14,025	2,530
백분율(%)	100	7.1%	1.3%

#### (1) 부존 잠재량

바이오매스 자원은 연간 산지의 임목축적에 의한 임산 바이오매스, 경작지의 작물 부산물을 포함하는 농부산 바이오매스, 축산분뇨를 지칭하는 축산폐기물 바이오매스 및 도시 폐기물 중 가연성분(유기물)의 도시폐기물 바이오매스 자원을 포함한다.

바이오매스 자원의 부존 잠재량은 임산 바이오매스의 총 임목축적량, 농부산 바이오매스, 축산폐기물 및 도시폐기물 바이오매스의 연간 배출량에 근거한 에너지 산출량이다.

「한국에너지기술연구원 신재생에너지자원 데이터센터」에서는 2010년도 가용잠재량만 데이터화 되어있었기 때문에, 가용잠재량의 산출근거인 부산물 이용률 계수를 역산하여 부존 잠재량을 산출하였다.

가용잠재량 산출 시 활용되는 부산물 이용률 계수 및 이를 역산하여 산출한 2010년도 부존 잠재량은 아래와 같다

(표 7.44) 부산물 이용률 계수

구분	이용률 계수
농산부산물	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 논벼(볍짚) : 14.6%</li> <li>· 맥류(쌀보리) : 25.2%</li> <li>· 사과(전정지) : 100%</li> <li>· 논벼(왕겨) : 30.2%</li> <li>· 대두(줄기) : 59.8%</li> </ul>
축산부산물	· 가축분뇨 바이오가스 활용 가능률 : 100%
도시폐기물	· 전량 소각 시 열회수율 : 100%
임산부산물	· 연간 신규 임목축적량 = 총 임목축적량의 5%

출처: 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원 데이터센터(<http://kredc.kier.re.kr>)

56) 부존 잠재량: 한반도 전체에 부존하는 에너지 총량을 나타냄

57) 가용 잠재량: 에너지 활용을 위한 설비가 입지할 수 있는 지리적 여건을 고려한 값으로 활용 가능한 에너지의 양을 산정함

58) 기술적 잠재량: 현재의 기술 수준으로 산출될 수 있는 최종 에너지의 양을 나타낸 값으로 기기의 시스템 효율 등을 적용함

59) 가용잠재량의 산출 시 적용된 부존자원량 이용비율을 역산하여 산출함

60) 가용잠재량 대비 기술적 잠재량 비율을 곱하여 산출함

(표 7.45) 바이오매스 확인 부존잠재량(2010)

부문별	세부자원별	부존 잠재량 (천TOE/년)	백분율 (%)	비 고
농산부산물 총량	벼짚	2,221	1.4	작물통계조사 : 작물별 재배면적 (농산물품질관리원)
	보리짚	74		
	왕겨	425		
	콩줄기	66		
	사과전정지	60		
	소 계	2,846		
축산폐기물 총량	우분	510	0.8	가축통계조사 : 축종별 사육두수(농 산물품질관리원)
	계분	326		
	돈분	760		
	소 계	1,596		
도시폐기물 총량	종이	578	1.2	전국폐기물 통계조사 : 폐기물 성상 별 발생 및 처리현황 (환경부 국립환경과학원)
	나무	149		
	고무피혁	243		
	플라스틱	559		
	음식폐기물	29		
	기타	763		
	소 계	2,322		
임산부산물 총량	침엽수(1년)	67,853	96.6	산림기본통계 : 활엽, 침엽, 혼효림 임목축적 총량 분석 (산림청 임업정책국)
	활엽수(1년)	63,966		
	혼효림(1년)	58,909		
	소 계	190,727		
부존잠재량 합계		197,492	100	

출처: 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원 데이터센터(<http://kredc.kier.re.kr>)

## (2) 가용 잠재량

바이오매스 자원의 가용 잠재량은 임산 바이오매스의 연간 임목축적량, 농부산물 바이오매스, 축산폐기물 및 도시폐기물 바이오매스의 연간 배출량 중에서 채취, 수집이 가능한 양에서 기타 용도로 사용되는 양을 제외한 값으로 정의한다.

바이오매스 가용잠재량은 「한국에너지기술연구원 신재생에너지자원 데이터센터 (<http://kredc.kier.re.kr>)」에서 데이터화되어 관리되고 있다. 아래의 표는 2010년도 전국 시, 군, 구 행정구역별로 실시한 가용잠재량 조사 결과이다.

(표 7.46) 바이오매스 가용잠재량(2010)

부문별	세부자원별	가용 잠재량 (천TOE/년)	백분율 (%)	비 고
농산부산물 총량	벼짚	324	4.1	부존 잠재량 대비 평균 이용 률 24.5%
	보리짚	19		
	왕겨	128		
	콩줄기	40		
	사과전정지	60		
	소 계	571		
축산폐기물 총량	우분	510	11.4	축산분뇨 모두 바이오가스화 할 수 있음
	계분	326		
	돈분	760		
	소 계	1,596		
도시 폐기물 총량	종이	578	16.6	전량 소각 열회수 가능
	나무	149		
	고무피혁	243		
	플라스틱	559		
	음식폐기물	29		
	기타	763		
	소 계	2,322		
임산부산물 총량	침엽수(1년)	3,393	68.0	연간 임목축적량의 의 5%만 큼 벌채 사용 가능
	활엽수(1년)	3,198		
	혼효림(1년)	2,945		
	소 계	9,536		
가용 잠재량 합계		14,025	100	

출처: 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원 데이터센터(<http://kredc.kier.re.kr>)

### (3) 기술적 잠재량

바이오매스 자원의 기술적 잠재량은 임산 바이오매스의 연간 임목축적량, 농부산 바이오매스, 축산폐기물 및 도시폐기물 바이오매스의 연간 배출량 중에서 현재의 재배, 수집 및 변환 기술로써 합리적으로 활용될 수 있는 양을 추정한 것으로 정의한다.

2010년도 기술적 잠재량은 2007년도 한국에너지기술연구원에서 실시한 「신·재생에너지 자원지도 및 활용시스템 구축사업」 연구를 참고하여 산출하였다.

(표 7.47) 바이오매스 기술적 잠재량(2010)

부문별	세부자원별	기술적 잠재량 (천TOE/년)	백분율 (%)	비 고
농산부산물 총량	벼짚	108	7.5	가용잠재량의 33.3% 사용 추정
	보리짚	6		
	왕겨	43		
	콩줄기	13		
	사과전정지	20		
	소 계	190		
축산폐기물 총량	우분	-	15.0	돈분의 50% 바이오가스화
	계분	-		
	돈분	380		
	소 계	380		
도시폐기물 총량	종이	193	30.4	음식물쓰레기 15.3% 매립 기준(가스화) 가연성 : 가용잠재량의 33.3% 사용 추정
	나무	50		
	고무피혁	81		
	플라스틱	186		
	음식폐기물	4		
	기타	254		
	소 계	768		
임산부산물 총량	침엽수(1년)	424	47.1	가용잠재량의 약 12.5% 사용 가능
	활엽수(1년)	400		
	혼효림(1년)	368		
	소 계	1,192		
가용 잠재량 합계		2,530	100	

출처 : 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원 데이터센터(<http://kredc.kier.re.kr>)

현재 기술을 통해 임산부산물로부터 산출 가능한 에너지잠재량은 약 119만TOE이나, 2007년 지식경제부는 도시 개발, 골프장 건설 등 개발부산물, 병해충, 산불 및 수해 등의 피해 목, 바이오순환림 조성, 폐목재 재활용을 포함하여 연간 최대 660만m3의 바이오매스를 에너지로 전환할 경우 총 245만TOE 가능하다고 발표했다.

축산 폐기물 바이오매스는 우분이나 계분은 거의 이용되지 않고 있으며, 돈분만이 약 50%가 Biogas화에 이용될 수 있을 것으로 본다.

## 제4절 국내 바이오매스 발생 및 에너지 잠재량의 시사점

바이오매스 부존자원잠재량은 연간 약 197,492천toe이며, 이중 이용 가능한 가용 자원 잠재량은 14,025천toe로 부존잠재량의 8.2%에 달하고, 현재의 기술로 에너지 이용이 가능한 바이오에너지 자원은 부존자원의 약1.3%에 해당하는 2,530천toe로 나타났다.

에너지 공급측면에서 부존 및 가용 잠재량을 볼 때 미래의 이용가능성이 가장 높은 것은 임산자원이며, 그 다음이 도시폐기물으로써 도시폐기물 중 가연성 물질로 폐지, 폐목재 성분이고, 축산분뇨 그리고 음식쓰레기 및 하수슬러지 등은 혐기소화 처리의 부산물로 바이오가스를 이용하는 형태, 농산물 및 농업부산물 순으로 나타났다.

특히, 임산자원과 도시폐기물의 경우 기술적 잠재량 부문에서 부존잠재량 및 가용잠재력에 비해 상대적으로 비중이 떨어지는 것으로 나타났는데, 이는 관련 기술투자 및 연구 지원 등이 상대적으로 미흡하다는 것으로 풀이할 수 있다. 따라서, 향후 관련 연구개발에 대한 투자 및 정책적 지원을 확대해야 할 것이다.

## 제8장 바이오매스 관련 법령 검토

### 제1절 관련 법령 체계 및 현황

#### 1. 관련 법령 체계

바이오매스 순환단지 구축을 위해서는 바이오매스 자원의 이용계획 수립, 바이오매스 자원을 이용하는 에너지화 시설의 설치, 바이오매스를 활용하여 생산한 바이오에너지의 판매 및 활용 방안이 수립되어야 하며, 나아가 농업·농촌 부문에서 바이오매스 순환단지 조성을 위한 정책적 추진방안의 마련이 요구된다. 따라서 바이오매스 순환단지의 조성과 관련한 분야별 관련 법규를 검토하고 분야별 관련법의 취약점을 분석하고 법체계의 개선 방안을 도출하고자하였다.

먼저 검토한 관련법의 체계를 살펴보면 바이오매스의 이용관리와 관련하여 농산바이오매스 중 가축분뇨의 경우 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률로 관리하고 있으며, 임산바이오매스는 산림자원조성 및 관리에 관한 법률로 관리하고 있다. 농산 바이오매스 중 작물의 재배과정에서 발생하는 작물 재배 부산물의 경우 실질적인 관리 법령이 없는 상황으로 작물 재배 부산물 바이오매스의 활용을 촉진시키기 위해서는 이에 관한 관리법령의 마련이 시급한 것으로 나타났다. 가정생활과 산업 활동 과정에서 발생하는 폐기물계 바이오매스의 경우는 환경부가 폐기물 관리법으로 관리하고 있으며, 환경부에서는 유기성 폐자원 에너지화를 본 법령에 기초하여 추진하고 있다. 바이오매스를 활용하여 생산한 신재생에너지의 기준 및 관리는 산업부에서 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법으로 관리하고 있으며, 본 법령에 따라 신재생에너지의 보급 통계를 작성하고 있다. 생산 바이오에너지의 품질기준은 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률, 도시가스 사업법, 대기환경보전법 시행령, 목재펠릿·브리켓·칩 규격·품질기준에서 정하고 있다. 이들 품질기준은 현재 합법적으로 판매·유통·이용이 가능한 바이오에너지들로서 바이오고형연료, 폐기물고형연료, 하수슬러지 고형연료, 바이오가스, 목재펠릿·브리켓·칩 등이 있다. 최근에는 가축분뇨 관리 및 이용에 관한법률의 개정을 통해 가축분뇨를 고형연료로 활용하는 방안이 추진되고 있다. 또한 바이오매스 순환단지에서의 온실가스 감축은 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률에 근거하여 농업·농촌 온실가스 감축 사업이 진행되고 있어 바이오매스 순환단지의 활성화를 위한 방안으로 활용이 가능한 상황이다.

바이오매스 순환단지는 단순히 농산바이오매스 등을 활용하여 신재생에너지를 생산하는 단지가 아니라 농업 농촌의 활력화를 통해 농업농촌 개발 및 지속가능한 농업 발전과 함께 추진될 필요성이 있다. 미국, 캐나다, 중국 등과의 FTA 체결로 농업부문의 많은 피해가 예상되는 상황에서 바이오매스 순환단지는 미래지향적 농업·농촌의 새로운 모습을 제시하는 농촌 개발 모델이 되어야 한다. 따라서 본 법규 검토에서는 농어업·농어촌 및 식품산업기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률, 농어촌 정비법, 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 등의 농촌 개발 및 지속가능농업 관련 법규를 검토하여 바이오매스 순환단지의 추진 방안을 검토하였다.

(표 8.1) 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항

구분		관리법령	내용	비고
바이오매스 이용 관리	농산 바이오매스	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률	가축분뇨 관리 및 물질·에너지 자원화 등	농식품부, 환경부
		산림자원조성 및 관리에 관한 법률	목질계 바이오매스 에너지 자원화 등	산림청
	폐기물 바이오매스	폐기물관리법	유기성 도시고형폐기물의 에너지 자원화 등	환경부
신·재생에너지 이용·보급		신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	바이오에너지의 기준 및 범위, 신·재생에너지 보급통계 관리 등	산업부
바이오에너지의 품질기준		폐기물관리법	바이오, 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부
		자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률	하수슬러지 등 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부
		도시가스사업법	바이오가스의 도시가스 사업화 등	산업부
		대기환경보전법 시행규칙	바이오가스의 자동차연료화 품질기준 등	환경부
		목재펠릿, 브리켓, 칩 규격·품질기준	목재 고형 연료의 규격·품질기준	국립산림과학원
농업농촌 온실가스 감축	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업·농촌 부문 온실가스 감축 노력 등	농식품부	
농촌개발 및 지속가능농업		농어업·농어촌 및 식품산업기본법	농업, 농촌의 지속가능한 발전에 관한 사항	농식품부
		농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률	농어업인의 삶의 질 향상 및 지역간 균형발전에 관한 사항	농식품부
		농어촌 정비법	농업 생산기반, 농어촌 생활환경 정비 및 국가 균형발전에 관한 사항	농식품부
		친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업의 환경보전 기능 증대 및 친환경농업 육성에 관한 사항	농식품부



## 2. 관련 법령 현황

### 가. 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률

#### (1) 목적

- 가축분뇨 자원화와 적정처리를 위해 농림수산식품부는 개별농가 지원(76,092 농가·시설에 9,645억원 지원)에, 환경부는 공공처리 지원(공공처리시설 75개소에 4,833억원 지원)에 중점을 두고 정책을 추진하였다.
- 그러나 부처간 연계부족으로 예산의 중복투자, 행정의 비효율성 등이 일어나고, 가축분뇨도 제대로 관리되지 않아 환경 문제가 끊이지 않았다. 이에 농림수산식품부와 환경부는 가축분뇨 관리정책의 실효성을 제고하며, 가축분뇨를 퇴비·액비 등으로 자원화하기 위해 양 부처 업무가 연계된 가축분뇨 관리·이용에 관한 종합대책을 수립하는 것을 목적으로 제정되었다.

#### (2) 제정경위

- 1986년 ‘폐기물 관리법’을 제정하여 가축분뇨 처리기준을 마련하였으나 가축분뇨를 단순히 폐기물로 분류하여 통합 관리하는 것으로는 실효성을 거둘 수 없다고 판단되었다.
- 1991년 ‘오수, 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률’을 제정하여 분뇨 및 축산폐수에 관한 사항을 독립시킴으로서 가축분뇨 처리기준을 강화하였다.
- 1999년 개정안에서는 자원화를 명기하여 처리위주에서 자원화로 정책기조를 변화시켜 2006년 9월 27일 「가축분뇨의 관리 및 이용관리에 관한 법률」이 제정되었다.

#### (3) 가축분뇨 관리

- 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제2조 제4호에서는 "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」(제2조제2호바목)에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설로 정의하고 있어 가축분뇨를 이용하는 바이오에너지화 시설이 가능하도록 하고 있다.
- 또한 동법 제5호와 제6호에서는 "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것으로 정의하고, "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것으로 각각 전의하고 있어 가축분뇨 에너지화 이후 발생하는 부산물은 퇴비, 액비의 형태로 농경지로의 환원이 가능하도록 규정하고 있다.

(표 8.2) 가축분뇨의 범위

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)
1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다. 2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다. 3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다. 4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다. 5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다. 6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다. 7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다. 8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.

## 나. 산림자원조성 및 관리에 관한 법률

### (1) 목적

- 이 법은 산림자원의 조성과 관리를 통하여 산림의 다양한 기능을 발휘하게 하고 산림의 지속가능한 보전(保全)과 이용을 도모함으로써 국토의 보전, 국가경제의 발전 및 국민의 삶의 질 향상에 이바지함을 목적으로 제정하였다.

### (2) 제정경위

- 1961년에 제정된 산림법은 그간 8차에 걸쳐 개정과정을 거쳤으나 기본취지가 황폐된 국토를 녹화하기에 적합하였던 법으로서 지난 1996년부터 산림의 다양한 기능이 최대한 발휘될 수 있도록 분법화 작업을 추진하였다.
- 이에 따라 1997년 ‘임업진흥 촉진법’ (2001년 제명을 ‘임업 및 산촌 진흥 촉진에 관한 법률’로 변경), 2001년 ‘산림기본법’ 과 ‘수목원조성 및 진흥에 관한 법률’, 2002년 ‘산지관리법’을 제정하였다.
- 이후 산림법은 산림자원의 조성·이용 및 국유림경영·관리 등에 관한 내용만 남아 있어 산림자원의 조성·관리 제도를 국민들이 알기 쉽게 정비하고, 아울러 산림자원 관리의 국제적 패러다임인 지속가능성을 실현하기 위해 산림자원의 기능별 관리 및 산림사업 설계·감리제도 등을 도입하여 산림자원 조성·관리를 개선·보완하기 위하여 2005년 8월 4일에 이 법을 제정·공포하였다.

### (3) 산림바이오매스의 관리

- 산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제2조 제2호에서는 "산림자원"이란 자원으로써 국가경제와 국민생활에 유용한 것으로서 산림에 있거나 산림에서 서식하고 있는 수목,

초본류(草本類), 이끼류, 버섯류 및 곤충류 등의 생물자원, 산림에 있는 토석(土石)·물 등의 무생물자원, 산림 휴양 및 경관 자원을 포괄하여 정의하고 있으며, 동법 제2조 제9호에서는 "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지로 정의하고 있어 산림바이오매스의 에너지화를 법규에서 정하고 있다.

- 또한 산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조에서는 산림청장은 산림바이오매스에 너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있도록 하고 있다.

**(표 8.3) 산림바이오매스 에너지의 정의**

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제2조(정의)
<p>1. "산림"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 다만, 농지, 초지(草地), 주택지, 도로, 그 밖의 대통령령으로 정하는 토지에 있는 입목(立木)·죽(竹)과 그 토지는 제외한다.</p> <p>가. 집단적으로 자라고 있는 입목·죽과 그 토지</p> <p>나. 집단적으로 자라고 있던 입목·죽이 일시적으로 없어지게 된 토지</p> <p>다. 입목·죽을 집단적으로 키우는 데에 사용하게 된 토지</p> <p>라. 산림의 경영 및 관리를 위하여 설치한 도로[이하 "임도(林道)"라 한다]</p> <p>마. 가목부터 다목까지의 토지에 있는 암석지(巖石地)와 소택지(소택지: 늪과 연못으로 둘러싸인 습한 땅)</p>
<p>2. "산림자원"이란 다음 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.</p> <p>가. 산림에 있거나 산림에서 서식하고 있는 수목, 초본류(草本類), 이끼류, 버섯류 및 곤충류 등의 생물자원</p> <p>나. 산림에 있는 토석(土石)·물 등의 무생물자원</p> <p>다. 산림 휴양 및 경관 자원</p>
<p>3. "산림사업"이란 산림의 조성·육성·이용·재해예방·복구 등 산림의 기능을 유지·발전 또는 회복시키기 위하여 산림에서 이루어지는 사업과 도시림·생활림·가로수·수목원의 조성·관리 등 산림의 조성·육성 또는 관리를 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 말한다.</p>
<p>4. "도시림"이란 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목을 말하며, 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외한다.</p>
<p>5. "생활림"이란 마을숲 등 생활권 주변지역 및 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.</p>
<p>6. "가로수"란 「도로법」 제10조에 따른 도로(고속국도를 제외한다)와 보행자전용도로 및 자전거전용도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 심는 수목을 말한다.</p>
<p>7. "임산물(林産物)"이란 목재, 수목, 낙엽, 토석 등 산림에서 생산되는 산물(産物), 그 밖의 조경수(造景樹), 분재수(盆栽樹) 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.</p>
<p>8. "산림용 종자"란 산림 또는 제2호가목에 따른 산림자원으로부터 유래된 자원의 씨앗, 증식용 영양체, 종균, 포자 등을 말한다.</p>
<p>9. "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지를 말한다</p>

(표 8.4) 산림바이오매스에너지의 이용·보급 촉진

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조(목재의 이용 증진 등)
① 산림청장은 임산물의 이용 증진과 목재산업의 발전을 위한 시책을 수립하여 추진할 수 있다. ② 산림청장은 목재의 안정적인 수요·공급과 우량 목재의 증식(增殖)을 위하여 지속적인 관리가 필요하다고 인정되는 산림을 경제림육성단지로 지정하여 관리할 수 있다. ③ 산림청장은 산림경영을 선도하기 위하여 필요한 경우에는 제2항에 따른 경제림육성단지 중 경영 여건이 우수한 단지를 선도 산림경영단지로 선정하여 육성할 수 있다. <신설 2014.3.11.> ④ 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다

## 다. 폐기물관리법

### (1) 목적

- 폐기물관리법은 폐기물을 적정하게 처리하여 자연환경 및 생활환경을 청결히 함으로써 환경보전과 국민생활의 질적 향상에 이바지함을 목적으로 제정하였다.

### (2) 제정경위

- 도시지역에서 발생하는 쓰레기 및 분뇨처리를 위생적으로 처리하여 생활환경을 청결하게 유지하고자 1961년 12월 30일 오물청소법이 제정되었다.
- 1970년대 말에 들어 환경문제가 점차 사회적 관심사로 확산되면서 환경법의 제정과 중앙부처 단위의 환경조직이 거론되어 1978년 「환경보전법」이 제정되었고, 농촌 폐비닐이 사회적 문제로 대두되면서 「합성수지폐기물관리사업법」이 제정되었지만, 폐기물관리는 "처리"에 중점을 두어 생활폐기물은 여전히 오물청소법에 의하여 관리되고, 산업폐기물만 새로 제정된 환경보전법에 의하여 관리되었다.
- 1986년 폐기물관리체계의 일원화를 위하여 오물청소법과 환경보전법의 폐기물(분뇨·쓰레기·산업폐기물) 관련 규정을 통합하여 「폐기물관리법」을 제정하였고, 제정된 폐기물관리법은 '재활용' 개념을 도입하였다.
- 1991년에는 폐기물관리법을 개정하여 「일반폐기물」과 「산업폐기물」로 구분하던 폐기물의 분류체계를 국민건강에 대한 위해성의 정도를 기준으로 「일반폐기물」과 「특정폐기물」로 구분하고, 특정폐기물은 국가, 일반폐기물은 지방자치단체에 처리책임을 부과하였다.
- 종래 폐기물관리법의 적용대상인 분뇨 등은 1991년 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률」이 제정되면서 수질관리 측면에서 다루어지게 되었다.

### (3) 폐기물 바이오매스의 관리

- 폐기물관리법에서는 폐기물을 크게 생활폐기물, 사업장폐기물, 지정폐기물로 구분하고

있으며, 사업장 폐기물은 생활계 사업장 폐기물과 배출시설계 사업장 폐기물로 구분하고 있다. 유기성의 폐기물계 바이오매스는 주로 생활폐기물과 생활계 사업장폐기물에서 발생하며, 음식물류 폐기물과 동식물성 잔재물이 여기에 속한다.

- 폐기물 관리법에서는 폐기물의 물질 및 에너지 이용을 "재활용"으로 정의하고 있으며, 재활용이란 폐기물을 재사용·재생이용하거나 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동, 폐기물로부터 「에너지법」 제2조제1호에 따른 에너지를 회수하거나 회수할 수 있는 상태로 만들거나 폐기물을 연료로 사용하는 활동으로서 환경부령으로 정하는 활동으로 규정하고 있다.

(표 8.5) 폐기물 바이오매스의 에너지화

폐기물관리법 제2조(정의)
1. "폐기물"이란 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.
2. "생활폐기물"이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다.
3. "사업장폐기물"이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동관리법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
4. "지정폐기물"이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해(危害)를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5. "의료폐기물"이란 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 폐기물과 인체 조직 등 적출물(摘出物), 실험 동물의 사체 등 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 폐기물로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5의2. "처리"란 폐기물의 수집, 운반, 보관, 재활용, 처분을 말한다.
6. "처분"이란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처분과 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처분을 말한다.
7. "재활용"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다. 가. 폐기물을 재사용·재생이용하거나 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동 나. 폐기물로부터 「에너지법」 제2조제1호에 따른 에너지를 회수하거나 회수할 수 있는 상태로 만들거나 폐기물을 연료로 사용하는 활동으로서 환경부령으로 정하는 활동
8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
9. "폐기물감량화시설"이란 생산 공정에서 발생하는 폐기물의 양을 줄이고, 사업장 내 재활용을 통하여 폐기물 배출을 최소화하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.

## 라. 신재생에너지 이용 보급

### (1) 목적

- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법은 신에너지 및 재생에너지의 기술개

발 및 이용·보급 촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지를 다양화하는 것이다.

- 또한, 에너지를 안정적으로 공급하고 에너지 구조를 환경친화적으로 전환하는 한편, 온실가스 배출의 감소를 추진함으로써 환경을 보전하고, 건전하고 지속적인 국가경제의 발전 및 국민복지의 증진에 이바지하고자 하는 목적으로 제정되었다.

## (2) 제정 경위

- 이 법은 70년대 석유파동 이후 태양열, 태양광 등 1개 분야의 대체에너지의 기술개발의 종합적 추진을 위해 1987년 12월 04일 『대체에너지 개발 촉진법』이 제정되었다. 1997년 12월 13일 대체에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 『대체에너지 개발 및 이용·보급 촉진법』의 전문개정으로 기후변화협약 발효 및 기술개발 성과에 따른 산업화 육성을 지원하도록 명문화하였다.
- 2004년 12월 31일에 신에너지 및 재생에너지의 보급목표를 원활하게 달성하고 기술개발을 제도적으로 뒷받침하기 위해 『신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법』 전문개정을 통해 신·재생 에너지 기술의 사업지원(설치 전문업체 등록제 등)을 제도화하였고, 2008년 03월 14일 법령 일부개정으로 신재생에너지의 설치의무화 대상을 강화하였다.
- 이후에도 신·재생에너지 공급의무화(RPS)제도, 신재생에너지 연료 혼합의무(RFS)제도 도입 등 신·재생에너지 보급 활성화를 위해 법률 및 시행령, 시행규칙을 제·개정 작업을 계속해서 추진하는 중이다.

(표 8.6) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·촉진법

	내 용
제1조	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법의 제정목적
제2조	신에너지, 재생에너지, 신에너지 및 재생에너지 설비, 신재생에너지 발전, 신재생에너지 발전사업자에 대한 정의
제4조	재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진에 관한 시책 마련과 장려
제5조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획수립
제6조	신·재생에너지의 종류별로 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급과 신·재생에너지 발전에 의한 전기의 공급에 관한 연차별 실행계획 수립
제7조	신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획을 수립·시행하기 위한 사전 협의
제8조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급에 관한 중요 사항을 심의하기 위한 정책심의회 설치
제9조	신·재생에너지기술개발 및 미용, 보급 사업비 조성
제10조	조성된 사업비 사용
제11조	사업의 실시
제12조	신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화, 신·재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 건축물인증표시, 건축물인증 취소, 신·재생에너지 공급의무화, 신·재생에너지 공급불이행에 대한 과징금, 신·재생에너지 공급인증서, 공급인증기관의 지정, 공급인증기관의 업무, 공급인증기관 지정 취소, 신·재생에너지 연료품질기준, 신·재생에너지 연료품질검사 등,
제13조	신·재생에너지 설비인증, 보험공제가입
제14조	신·재생에너지 설비인증의 표시
제15조	설비인증의 취소 및 성능 검사기관 지정의 취소,
제16조	수수료
제17조	신·재생에너지 발전기준가격의 고시 및 차액지원
제18조	지원중단
제19조	재정신청
제20조	신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원
제21조	신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화
제22조	신·재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 신·재생에너지전문기업의 정보관리
제24조	청운
제25조	관련통계의 작성
제26조	국유재산·공유재산의 임대
제27조	보급사업
제28조	신·재생에너지 기술의 사업화
제29조	재정상 조치
제30조	신·재생에너지 교육, 홍보 및 전문인력양성, 신·재생에너지사업자의 공제조합 가입 등
제31조	신·재생에너지 센터
제32조	권한의 위임, 위탁
제33조	별칙적용시 공무원 의제
제34조	별칙
제35조	과태료

## 마. 석유 및 석유대체연료 사업법

### (1) 목적

- 석유 수급과 가격 안정을 도모하고 석유제품과 석유대체연료의 적절한 품질을 확보함으로써 국민경제의 발전과 국민생활의 향상에 이바지함을 목적으로 제정되었다.

### (2) 제정경위

- 1962년 7월 24일 울산정유공장 건설에 따른 법적 뒷받침을 위해 「대한석유공사법」을 제정하여 공장의 운영에 관한 사항을 정하고 「석유운영규정」을 마련하여 석유제품의 유통관련제도를 정비하였다.
- 그러나 국내 석유시장이 확대되고 공급체계가 다원화되고 유통구조가 복잡해짐에 따라 정부는 1970년 1월 1일 기존의 「대한석유공사법」과 「석유운영규정」 등 각종 석유관련 제도를 종합적으로 정비하여 「석유사업법」을 제정·공포하였다.
- 정부는 제반 환경 변화에 따라 국내 석유시장의 경쟁을 촉진하고 석유산업의 대외경쟁력을 강화하기 위해, 1995년 9월 확정된 「석유산업 자유화 계획」과 1995년 12월 29일 개정·공포된 「석유사업법」에 따라 1997년 1월부터 본격적으로 석유산업에 대한 자유화를 시행하게 되었다.
- 정부의 석유정책의 근간이 되는 「석유사업법」은 2004년 석유는 물론 석유대체연료에 대한 적절한 품질을 확보하여 국민경제의 발전과 국민생활의 향상을 도모하기 위해 「석유 및 석유대체연료 사업법」으로 명칭을 변경하였다.



(표 8.7) 석유 및 석유대체연료 사업법 체계

제1장 총칙	목적(제1조) 정의(제2조) : 석유, 석유제품, 부산물인 석유제품, 석유정제업, 석유수출입업, 석유판매업, 석유정제업자, 석유수출입업자, 석유판매업자, 가짜석유제품, 석유대체연료, 석유대체연료, 제조, 수출입업, 석유대체연료 판매업, 석유대체연료 제조, 수출입업자, 석유대체연료 판매업자. 석유수급상황에 관한 예측(제3조), 다른 법률과의 관계(제4조)
제2장 석유사업	석유정제업 등록(제5조), 결격사유(제6조), 석유정제업자의 지위승계(제7조), 처분효과의 승계(제8조), 석유수출입업의 등록(제9조), 석유판매업의 등록(제10조), 조건부 등록(제11조), 사업의 개시, 휴업 및 폐업의 신고(제12조), 등록의 취소(제13조), 과징금(제14조),
제3장 석유비축	석유비축계획(제15조), 석유비축시책의 수립 및 시행(제16조), 석유비축의무(제17조)
제4장 석유수입, 판매부과금	석유의 수입, 판매부과금(제18조), 부과금과 과오납금의 환급(제19조), 부과금 징수사무 등의 위탁(제20조),
제5장 비승시의 석유수급조정	석유수급의 안정을 위한 명령(제21조), 석유배급등의 조치(제22조), 석유판매가격의 최고액(제23조)
제6장 석유의 품질관리	석유제품의 품질기준(제24조), 품질검사(제25조), 석유제품의 품질보정행위(제26조), 품질기준에 맞지 아니한 석유제품의 판매금지(제27조), 품질검사기관의 지정취소(제28조), 가짜석유제품 제조 등의 금지(제29조), 가짜석유제품의 제조 등에 대한 중지명령(제30조)
제7장 석유대체연료사업	석유대체연료의 품질기준(제31조), 석유대체연료 제조, 수출입업의 등록(제32조), 석유대체연료 판매업의 등록(제33조), 등록의 취소(제34조), 과징금(제35조), 석유대체연료 비축의무(제36조), 석유대체연료의 수입, 판매부과금(제37조)
제8장 보칙	보고 및 검사(제38조), 행위의 금지(제39조), 청문(제40조), 수수료(제41조), 지도·감독(제42조), 권한의 위임·위탁(제43조)

바. 대기환경보전법

(1) 목적

- 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률은 폐기물발생량의 급증과 매립지확보곤란으로 기존의 처리방법으로는 폐기물의 관리가 한계에 도달함에 따라 폐기물의 발생을 원천적으로 감량화시키고, 발생된 폐기물의 재활용으로 쾌적한 환경을 조성하고, 주요 자원의 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정에서 막대한 재활용 가능자원이 버려져 낭비되고 있으므로 자원절약과 자원의 효율적 이용으로 외화낭비의 최소화 및 지속적 경제발전의 기반을 조성하려는 목적으로 제정되었다.

## (2) 제정경위

- 폐기물 문제를 해결하기 위한 가장 좋은 방법은 폐기물의 발생량을 줄이는 것이지만 불가피하게 발생하는 폐기물에 대하여는 최대한 재활용 하는 것이 중요하다.
- 이와 같은 견지에서 제정된 대기환경보전법은 1963년 11월 5일 공해방지법으로 시작으로 70년대 들어 환경문제가 복잡화됨에 따라 공해방지법으로 대처하기에는 너무 어렵기 때문에 새로운 입법이 불가피하여 1977년 12월 31일 환경보전법으로 제정되었다.
- 이후 10여년 이상 환경오염을 규제해 온 환경보전법이 6개법으로 분법화되었고, 그 중 하나인 대기환경보전법이 1990년 8월 1일 제정되었다.
- 이후 36번의 개정을 거쳐 현행법으로 완성되었다.

(표 8.8) 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 체계

구 분	내 용
제1장 총칙	<p>목적(제1조)                      정의(제2조) : 대기오염물질, 기후생태계변화유발물질, 온실가스, 가스, 입자상물질, 먼지, 매연, 검댕, 특정대기유해물질, 휘발성유기화합물, 대기오염물질 배출시설, 대기오염방지시설, 자동차, 선박, 첨가제, 저공해자동차, 배출가스 저감장치, 저공해엔진, 공회전제한장치, 온실가스 배출량, 온실가스 평균배출량                      상시측정(제3조), 측정망성치계획의 결정(제4조), 토지 등의 수용 및 사용(제5조), 다른 법률과의 관계(제6조), 대기오염물질에 대한 심사평가(제7조), 대기오염에 대한 경보(제8조), 기후, 생태계 변화유발물질 배출억제(제9조), 황사피해방지, 종합대책 수립(제13조), 황사대책위원회(제14조), 황사피해 방지등을 위한 국제협력(제15조)</p>
제2장 사업장 등의 대기오염 배출규제	<p>배출허용기준(제16조), 대기오염물질의 배출원 및 배출량 (제17조), 대기환경규제지역의 지정(제18조), 실천계획의 수립, 시행 평가(제19조), 실천계획의 목표기간 내 달성을 위한 재정적 지원(제20조), 대기환경규제지역 지정의 해제(제21조), 총량규제(제22조), 배출시설의 설치허가 및 신고(제23조), 다른 법령에 따른 허가 등의 의제(제24조), 사업장의 분류(제25조), 방지시설의 설치(제26조), 권리와 의무의 승계(제27조), 방지시설의 설계와 시공(제28조), 공동방지시설의 설치(제29조), 배출시설 등의 가동개시신고(제30조), 배출시설과 방지시설의 운영(제31조), 측정기기의 부착(제32조), 개선명령(제33조), 조업정지명령(제34조), 배출부과금의 부과 징수(제35조), 허가취소(제36조), 과징금 처분(제37조), 위법시설에 대한 폐쇄조치 (제38조), 자가측정(제39조), 환경기술인(제40조),</p>
제3장 생활환경상의 대기오염물질 배출규제	<p>연료용 유류 및 그 밖의 연료의 황함유기준(제41조), 연료의 제조와 사용 등의 규제(제42조), 비산먼지의 규제(제43조), 휘발성 유기화합물의 규제(제44조), 기존 휘발성 유기화합물 배출시설에 대한 규제(제45조)</p>
제4장 자동차, 선박 등의 배출 가스 규제	<p>제작차의 배출허용기준(제46조), 기술개발 등에 대한 지원(제47조), 제작차에 대한 인증(제48조), 인증의 양도, 양수(제49조), 제작차 배출허용기준 검사(제50조), 결함확인검사 및 결함의 시정(제51조), 부품의 결함시정(제52조), 부품의 결함보고 및 시정(제53조), 배출가스 정보관리 전산망설치 및 운영(제54조), 인증 취소(제55조), 과징금처분(제56조), 운행차배출허용기준(제57조), 저공해자동차의 운행(제58조), 공회전의 제한(제59조), 배출가스 저감장치 및 공회전제한장치 인증(제60조), 운행차의 수시점검(제61조), 운행차의 배출가스 정기검사(제62조), 운행차의 배출가스 정밀검사(제63조), 배출가스 전문정비사업의 등록(제68조), 등록의 취소(제69조), 운행차의 개선명령(제70조), 자동차연료, 첨가제 또는 촉매제의 검사(제74조), 자동차 연료, 첨가제 또는 촉매제의 제조, 공급 판매중지 및 회수(제75조), 선박의 배출허용기준(제76조)</p>
제5장 자동차 온실 가스 관리	<p>자동차 온실가스 배출허용기준 등(제76조 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)</p>
제6장 보칙	<p>환경기술인 등의 교육 (제77조), 한국자동차환경협회 설립(제78조) 회원(제79조), 업무(제80조), 재정적, 기술적 지원(제81조), 보고와 검사(제82조), 관계기관 협조(제83조), 행정처분의 기준(제84조), 청문(제85조), 수수료(제86조), 권한의 위임과 위탁(제87조), 벌칙 적용시 공무원 의제(제88조)</p>

## 사. 도시가스사업법

### (1) 목적

- 도시가스사업을 합리적으로 조정·육성하여 사용자의 이익을 보호하고 도시가스사업의 건전한 발전을 도모하며, 가스공급시설 및 가스 사용시설의 설치·유지 및 안전관리에 관한 사항을 규정함으로써 공공의 안전을 확보하는 것을 목적으로 제정되었다.

### (2) 제정경위

- 도시가스사업이 시작된 것은 1971년 서울시영도시가스가 설립되고, 1972년 11월 나프타분해방식으로 제조된 도시가스를 영등포지역의 6,622가구에 취사용으로 공급하면서 부터이다. 이 당시는 도시가스사업이 「서울특별시도시가스사업소설치조례」와 관련규칙에 따라 운영되었고, 안전관리에 대해서는 「고압가스안전관리법」의 적용을 받았다. 도시가스사업에 관한 법률은 제정되어 있지 않은 상태였다.
- 1973년에 시작된 제1차 석유파동을 계기로 1978년에 동력자원부가 설립되면서 에너지 분야에 대한 체계적인 제도정비 및 일관된 에너지정책의 수행이 가능하게 되었다.
- 동력자원부가 설립되고 1978년 12월 5일 「가스사업법」, 「해외자원개발촉진법」, 「한국석유개발공사법」이 제정 공포되면서부터 도시가스 공급사업, 가스자원 개발사업 및 천연가스 도입사업 등 우리의 가스정책은 체계적으로 추진되기 시작했다.
- 「가스사업법」의 제정으로 서울시가 독점적으로 운영하던 도시가스사업에 민영도시가스회사의 설립기반이 마련되게 되었고, 「해외자원개발촉진법」과 「한국석유개발공사법」의 공포로 국내외 석유자원(천연가스 포함)의 개발과 함께 천연가스의 도입을 추진할 수 있는 기반도 마련되었다.
- 1980년부터 정부가 가정연료의 고급화를 촉진하기 위한 가스보급 확대계획을 수립하고 LNG도입계획을 구체화하면서 수도권과 대도시를 중심으로 다수의 민간 도시가스사업자들이 출현하였다.
- 이에 따라 정부는 1983년 12월 31일에 기존의 가스사업법을 도시가스사업법과 액화석유가스의 안전 및 사업관리법으로 구분하여 별도로 한 것으로서, 도시가스사업법은 천연가스(LNG)를 위주로 한 도시가스사업을 액화석유가스의 안전 및 사업관리법은 LPG를 관리하기 위해 제정되었다.

(표 8.9) 도시가스 사업법 체계

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 정의(제2조) : 도시가스, 도시가스 사업자, 가스도매사업, 일반도시가스사업, 도시가스충전사업, 나프타부생가스, 바이오가스제조사업, 합성천연가스 제조사업, 가스공급시설, 가스사용시설, 천연가스수출입업, 천연가스수출입업자, 자가소비용직수입자, 천연가스반출입업, 천연가스반출입업자, 정밀안전진단
제2장 도시가스사업	석사업의 허가(제3조), 결격사유(제4조), 사업의 승계(제7조), 사업의 개시 등의 신고(제8조), 허가의 취소(제9조), 과징금(제10조),
제2장 2 천연가스 수출입업	천연가스수출입업의 등록 등(제10조 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)
제3장 가스공급시설 및 사용 시설	시설공사계획의 승인(제11조), 가스시설의 시공, 관리(제12조), 시공기록 등의 보존 제출(제14조), 시공감리(제15조), 공급시설의 임시사용(제16조), 정기검사 및 수시검사(제17조),
제4장 가스공급	가스의 공급계획(제18조), 도시가스 사업자의 공급의무(제19조), 공급규정(제20조)가스공급량 측정의 적정성 확보(제21조), 가스사용의 제한등(제24조), 도시가스의 품질유지(제25조)
제5장 안전관리	안전관리 규정(제26조), 가스시설의 개선명령(제27조), 가스사용시설의 안전관리 업무대행(제28조), 안전관리자(제29조), 안전교육(제30조)
제5장 2 도시가스배관의 보호	굴착공사정보지원센터의 설치(제30조 2), 도시가스배관매설상황확인 등(제30조의 3, 4, 5, 6, 7)
제6장 2 도시가스 사업 자외의 가스공급시설설 치자	시설공사계획의 승인(제39조 2), 가스의 수급계획(제39조4), 준용규정(제39조 5)
제6장 3 가스공급시설 의 공동이용	가스공급시설의 공동이용(제39조의 6), 금지행위(제39조의 7), 배관시설 이용규정(제39조 8)
제7장 감독	조정명령(제40조), 보고 등(제41조)
제8장 보칙	다른 자의 토지사용(제42조 2), 보험가입(제43조), 가스안전 장치의 보급(제43조 2), 안전관리를 위한 투자(제43조 3), 청문(제43조의 4), 수수료 등(제44조), 권한의 위임, 위탁(제45조), 다른 법률과의 관계(제46조), 도시가스 충전 사업자 등에 대한 적용 배제(제47조)

## 아. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

### (1) 목적

- 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률은 폐기물발생량의 급증과 매립지확보곤란으로 기존의 처리방법으로는 폐기물의 관리가 한계에 도달함에 따라 폐기물의 발생을 원천적으로 감량화시키고, 발생한 폐기물의 재활용으로 쾌적한 환경을 조성하고, 주요 자원의 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정에서 막대한 재활용 가능자원이 버려져 낭비되고 있으므로 자원절약과 자원의 효율적 이용으로 외화낭비의 최소화 및 지속적 경제발전의 기반을 조성하려는 목적으로 제정되었다.

### (2) 제정경위

- 폐기물 문제를 해결하기 위한 가장 좋은 방법은 폐기물의 발생량을 줄이는 것이지만 불가피하게 발생하는 폐기물에 대하여는 최대한 재활용 하는 것이 중요하다. 이와 같은 견지에서 제정된 법이 「자원의절약과 재활용촉진에 관한 법률」로 자원재활용을 촉진하여 폐기물을 적정하게 처리하고 자원을 효율적으로 이용하도록 함으로써 환경의 보전과 국민경제를 건전하게 발전시키고자 1992년 12월 8일에 제정되었다
- 1992년 12월 8일 제정된 「자원의절약과 재활용촉진에 관한 법률」은 제정된 이래 한 차례의 전문개정을 포함하여 모두 30여차례에 걸쳐 개정되었다. 이 법에서 규정하던 백화점 등의 경영사업자들에게 재활용제품의 교환 및 판매장소를 설치 운영하도록 하는 규정이 「친환경상품 구매촉진에 관한 법률」로 이관됨에 따라 그와 관련된 내용을 삭제 정비할 목적으로 2006년 9월 27일에 개정 되었다.

(표 8.10) 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 체계

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 정의(제2조) : 자원순환, 재활용가능자원, 부산물, 지정부산물, 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수, 재활용제품, 재활용시설, 재활용산업, 폐기물, 대형폐기물, 포장재, 생분해성 수지제품, 1회용품 다른 법률과의 관계(제3조), 국가와 지방자치단체의 책무(제4조), 사업자의 책무(제5조), 국민의 책무(제6조), 자원순환기본계획의 수립(제7조)
제2장 자원순환 촉진	제1절 자원의 절약과 폐기물의 발생억제
	자원의 절약(제8조), 포장폐기물의 발생억제(제9조), 1회용품의 사용억제(제10조), 개발사업의 자원순환성 고려(제11조), 폐기물부담금(제12조),
	제2절 폐기물 분리, 수거 및 재사용촉진
	재활용가능자원의 분리수거(제13조), 분리배출표시(제14조), 부품 등의 재사용 촉진(제15조),
	제3절 폐기물의 재활용 촉진
제조업자 등 재활용의무(제16조), 재활용의무율(제17조), 회수 및 재활용 의무이행계획서 제출(제18조), 재활용부과금의 징수(제19조), 폐기물 부담금과 재활용부담금의 용도(제20조), 재활용지정 사업자의 준수사항(제23조), 지정 부산물 배출사업자의 준수사항 및 고품연료 품질 등 (제25조),	
제3장 재활용사업 공제조합 및 재활용가능 자원 유통 지원센터	재활용 사업공제조합의 설립(제27조), 조합설립의 인가절차 및 유통지원센터 설립 등(제28조), 분담금(제29조)
제4장 자원순환 촉진을 위한 기반 조성	재활용 산업 육성을 위한 자금 등의 지원(제31조), 재활용 제품의 규격, 품질기준(제33조), 재활용단지의 조성 등(제34조),
제5장 보칙	자원재활용협회 등(제35조), 보고 및 검사 등(제36조), 관계기관의 협조(제37조), 권한의 위임, 위탁(제38조)
제6장 벌칙	벌칙(제39조), 양벌규정(제40조), 과태료(제41조)

## 자. 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률

### (1) 목적

- 농업의 환경보전 기능을 증대시키고 농업으로 인한 환경오염을 줄이며, 친환경농업을 실천하는 농업인을 육성하여 지속가능한 친환경농업을 추구하며, 합성농약, 화학비료 등 화학자재를 사용하지 아니하거나 이의 사용을 최소화하고 농·축·임업 부산물의 재활용 등을 통하여 친환경농산물과 유기 식품 등을 관리하여 생산자와 소비자를 함께 보호하는 것을 목적으로 제정되었다.

## (2) 제정경위

- 한국에서 생명농업을 실천해오던 민간단체들이 우리 한국의 농업현실을 타개하기 위한 정책대안으로 환경(보전형)농업을 채택하고 환경농업의 확산 및 정착을 위해서는 법률제정이 시급하다고 판단하여 스스로 청원·의원입법을 추진하여 정부도 법률제정을 시작하여 전 세계 최초로 1997년 12월 13일 친환경농업육성법이 제정되어 1년 뒤 1998년 12월 시행되었다.
- 그로부터 인증제 도입 등 법률명칭 개정, 정의내용 변경, 친환경농산물 종류 축소 등 몇 차례 부분적인 개정이 이루어졌고, 2012년 6월 1일 「친환경농업육성법」, 「식품산업진흥법」, 「농수산물품질관리법」의 인증업무를 통합한 친환경농업육성법이 ‘친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률’로 개정되었다.



(표 8.11) 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 체계

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 정의(제2조) : 친환경농어업, 친환경농수산물, 유기, 유기식품, 유기농업자재, 비식용유기가공품, 허용물질, 취급, 사업자 국가와 지방자치단체의 책무(제3조), 사업자의 책무(제4조), 민간단체의 역할(제5조), 다른 법률과의 관계(제6조)
제2장 친환경농어업 및 유기식품 등의 육 성 · 지원	친환경농어업 육성계획(제7조), 친환경농어업 실천계획(제8조), 농어업으로 인한 환경오염방지(제9조), 농업자원 보전 및 환경개선(제10조), 농업자원과 농어업 환경의 실태조사 및 평가(제11조), 사업장에 대한 조사(제12조), 친환경농어업 기술 등의 개발 및 보급(제13조), 친환경농어업 관련 교육·훈련(제14조), 친환경농어업의 기술교류 및 홍보(제15조), 친환경농수산물 등의 생산·유통·수출 지원(제16조), 국제협력(제17조), 국내 친환경농업의 기준 및 목표수립(제18조)
제3장 유기식품 등의 인 증관리	제1절 유기식품 등의 인증 및 인증절차 유기식품 등의 인증(제19조), 유기식품 등의 인증 신청 및 심사(제20조), 인증의 유효기간(제21조), 인증사업자의 준수사항(제22조), 유기식품 등의 표시(제23조), 인증의 취소(제24조), 동등성 인정(제25조) 제2절 유기식품 등의 인증기관 인증기관의 지정(제26조), 인증기관 등의 준수사항(제27조), 인증업무의 휴업·폐업(제28조), 인증기관의 지정취소(제29조), 제3절 유기식품 등, 인증사업자 및 인증기관의 사후관리 인증 등에 관한 부정행위의 관리(제30조), 인증품 및 인증사업자의 사후관리(제31조), 인증기관에 대한 사후관리(제32조), 인증기관의 승계(제33조)
제4장 무농약 농수산물 의 인증	무농약농수산물 등의 인증(제34조), 무농약농수산물 등의 인증기관 지정(제35조), 무농약농수산물 등의 표시기준(제36조)
제5장 유기농어업자재의 공시 및 품질인증	유기농어업자재의 공시 및 품질인증(제37조), 유기농어업자재 공시 등의 신청 및 심사(제38조), 공시 등의 유효기간(제39조), 공시등 사업자의 준수사항(제40조), 유기농어업자재 시험연구기관의 지정(제41조), 공시등의 표시(제42조), 공시 등의 취소(제43조), 공시등 기관의 지정(제44조), 공시등기관의 준수사항(제45조), 공시등 업무의 휴업·폐업(제46조), 공시등 기관의 지정취소(제47조), 공시 등에 관한 부정행위 금지(제48조), 유기농어업자재 및 공시등 사업자의 사후관리(제49조), 공시등 기관의 사후관리(제50조), 공시등 기관 등의 승계(제51조), 농약관리법 등의 적용배제(제52조),
제6장 보칙	인증관리 정보시스템의 구축·운영(제53조), 인증제도 활성화 지원(제54조), 우선구매(제55조), 수수료(제56조), 청문(제57조), 권한의 위임 또는 위탁(제58조), 벌칙 적용시 공무원 의제(제59조)

## 차. 농어업·농어촌 및 식품산업기본법

### (1) 목적

- 국민의 경제·사회·문화의 기반인 농업과 농촌의 지속가능한 발전을 도모하고, 국민에게 안전한 농산물과 품질 좋은 식품을 안정적으로 공급하며, 농업인의 소득과 삶의 질을 높이기 위하여 농업·농촌 및 식품산업이 나아갈 방향과 국가의 정책방향에 관한 기본적인 사항을 규정함을 목적으로 제정되었다.

### (2) 제정경위

- 1999년 2월 5일 농업·농촌기본법으로 제정되었다가 2007년 12월 21일 내용이 전부 개정되며 법률명도 농업·농촌 및 식품산업 기본법으로 바뀌었다.
- 이후 2009년 5월 27일 법률 제9717호로 또다시 내용이 전부 개정되며 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법으로 법률명이 개정되었고, 이후 내용이 일부 또는 전부 개정되었다.

(표 8.12) 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법 체계

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어업, 농어업인, 농어업경영체, 생산자단체, 농어촌, 농수산물, 식품, 식품산업, 농어업·농어촌의 공익기능, 수산자원, 어장 국가·지방자치단체 및 농어업인·소비자등의 책임(제4조), 다른 법률과의 관계(제5조)
제2장 농어업·농어촌 및 식품산업 정책의 기본방향	정책수립·시행의 기본원칙(제6조), 농수산물과 식품의 안정적 공급(제7조), 농어업의 구조개선과 지속가능한 발전(제8조), 농어업·농어촌의 공익기능 증진(제9조), 지역농어업의 발전과 농어촌 주민의 복지증진(제10조), 농어업 및 식품산업관련 단체의 육성(제11조), 농어업 및 식품산업 관련 단체의 육성(제11조), 통일대비 농어업·농어촌 및 식품산업정책(제12조), 통상 및 국제협력(제13조)
제3장 농어업·농어촌 및 식품산업 정책의 수립·시행	제1절 농어업·농어촌 및 식품 산업 발전계획의 수립·시행
	농어촌 및 식품산업 발전계획의 수립(제14조), 정책심의회(제15조), 기본 계획의 추진(제16조), 농어업·농어촌 및 식품산업에 관한 연차보고서(제17조), 관련 행정조직의 정비(제18조)
	제2절 안전한 농수산물과 품질 좋은 식품의 안정적 공급
	생산단계의 농수산물 안전성 관리, 농수산물과 식품의 품질관리(제20조), 식품산업의 육성(제21조), 전통 식생활문화의 계승·발전(제22조), 식량과 주요 식품의 안정적 공급(제23조)
	제3절 농어업인력의 육성
	가족농어가의 경영안정과 농어업 종사자의 육성(제24조), 후계농어업 경영인의 육성(제25조), 여성 농어업인의 육성(제27조), 노어업관련 조합법인 및 회사법인의 육성(제28조), 벤처농어업 등의 육성(제29조)
	제4절 농지와 수산자원·어장의 이용 및 보전
	농지 및 수산자원·어장에 관한 기본 이념(제30조), 농지의 소유와 이용 및 수산자원·어장의 이용(제31조), 농지 및 수산자원·어장의 보전(제32조)
	제5절 농어업 생산구조의 고도화
	농어업 생산기반의 정비(제33조), 농어업투입재 산업의 육성 및 기계화·시설현대화 촉진(제34조), 농어업 및 식품 관련 기술·연구 등의 진흥(제35조), 농어업 및 식품관련 산업의 기술 개발 추진(제36조), 지식재산권 등의 보호(제37조), 친환경농어업 등의 촉진(제38조), 농어업 경영체의 경영안정 및 구조개선 등의 지원(제39조), 농어업경영체의 경영정보 등록(제40조), 농업 재해 등에 대한 시책(제41조), 농수산물과 식품의 수급 및 가격의 안정(제42조), 농수산물과 식품의 유통개선(제43조)
	제6절 농어업·농어촌의 공익기능 증진
	농어촌의 자연환경·수산자원·어장환경 및 경과보전(제44조), 전통농경·어로문화의 계승(제45조), 농어업·농어촌의 공익기능 연구·홍보(제46조), 지구온난화 방지(제47조)
	제7절 농어촌 지역의 발전 및 삶의 질 향상
농어촌지역 발전시책의 수립(제48조), 지역간의 소득균형(제49조), 농어촌지역산업의 진흥 및 개발(제50조), 도시와 농어촌 간의 교류 활성화(제51조), 농어업 및 농어촌 지역의 정보화 촉진(제52조), 농어촌 지역 교육여건의 개선(제53조), 농어촌주민의 복지증진(제54조)	
제4장 보칙	준농어촌에 대한 지원(제61조), 조세의 감면(제62조), 농어업 정책자금의 지원·관리(제63조)

## 카. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발 촉진에 관한 법률

### (1) 목적

- 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」, 「산림기본법」 및 「해양수산발전 기본법」에 따라 농어업인등의 복지증진, 농어촌의 교육여건 개선 및 농어촌의 종합적·체계적인 개발촉진에 필요한 사항을 규정함으로써 농어업인등의 삶의 질을 향상시키고 지역간 균형발전을 도모함을 목적으로 제정되었다.

### (2) 제정경위

- 대외적으로 WTO/DDA 협상 진행, FTA 확대 등 농산물시장 개방 가속화, 그리고 대내적으로 국가 전체 경제와 농림어업 부문간 성장격차 확대 등으로 농가경제의 어려움이 가중되고 있는 가운데 의료기관의 도시집중·보육시설의 부족·소규모 학교증가에 따른 교육의 질 저하 등 복지·교육 여건도 크게 열악하고, 도로·상하수도 등 기초생활여건도 도시에 비해 취약하여 도농간의 생활격차는 계속 확대되어 왔다.
- UR 이후 다양한 농업·농촌 정책이 실시되었고 그 결과 어느 정도의 효과도 있으나 복지·교육·지역개발 등 농어촌의 생활 인프라에 대한 정책적 관심이 부족하고, 추진체계가 부처별로 분산되어 범정부차원의 통합조정이 결여되어 있을 뿐만 아니라 농산어촌지역의 특성에 대한 고려가 미흡하여 평균적인 지원에 머무르고 있다.
- 정부 내에서 이런 현실을 인식하고 도농간의 더불어 사는 균형발전사회 건설을 위하여 농산어촌지역 주민의 삶의 질을 중소도시 수준으로 끌어올리는 농촌사회 발전의 새로운 틀을 마련하여야 한다는 범정부적 공감대가 형성되어 2004년 3월 「농림어업인 삶의 질 향상 및 농산어촌지역 개발촉진에 관한 특별법」이 제정되었다.

(표 8.13) 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법 체계

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어촌, 농어업, 농어업인, 농어촌학교, 공공서비스, 농어촌서비스기준 국가와 지방자치단체의 책무(제4조)
제2장 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계 획	농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립(제5조), 시행계획 수립(제6조), 시·도계획 및 시·군·구계획의 수립(제7조), 농어업인 등에 대한 복지실태 등 조사(제8조), 기본계획의 평가(제9조), 농어업인 삶의 질 향상 및 농 어촌 지역개발 위원회(제10조), 재정지원(제11조),
제3장 농어업등의 복지 증진	농어업인 등의 복지증진(제12조), 농어업인에 대한 국민건강보험료 지원(제13조), 농어업인 질환의 예방·치료 등 지원(제14조), 업무상 재해를 입은 농어업인에 대 한 지원(제15조), 농어업인에 대한 국민연금보험료지원(제16조), 농어업인의 영유 아 보육비 지원(제17조), 농어촌 여성의 복지증진(제18조), 고령 농어업인의 생활 안정 지원(제19조)
제4장 농어촌 교육여건 의 개선	농어촌 교육여건 개선의 책무(제20조), 농어촌 학교 학생의 학습권보장(제21조), 농어촌 유치원 유아의 교육·보호(제22조), 농어촌 학교 학생의 교육지원(제23조), 농업·수산업 기초인력의 양성(제24조), 농어촌학교 교직원의 확보·배치(제25조), 농어촌학교 교직원의 우대(제26조), 농어촌 교육발전 지역협의회(제27조), 농어촌 학교시설·설비 등 지원(제28조)
제5장 농어촌 지역개발	농어촌의 기초생활여건 개선(제29조), 농어촌 경관의 보전(제30조), 농어촌산업(제 31조), 농어촌의 정보화 촉진(제32조), 농어촌의 문화예술진흥(제33조), 농어촌 문 화복지시설의 설치 및 운영지원(제34조), 도시와 농어촌 간의 교류 확대(제35조), 농어촌 투자유치 활성화(제36조), 도·농교류센터의 설치·운영(제37조), 농어촌 지역종합개발계획의 수립·시행(제38조), 농어촌 거점지역의 육성(제39조), 조건불 리지역에 대한 특별지원(제40조)
제6장 보칙	농어촌 특별세 재원의 우선 지원(제41조), 기본 계획 및 시행계획의 국회보고(제 42조), 준농어촌에 대한 지원(제43조), 농어촌 서비스기준의 재정·운영(제44조), 농어촌에 대한 영향평가(제45조), 전문지원기관의 지정 및 지원(제46조), 자료제공 의 요청 및 전산망 이용(제47조)

## 타. 농어촌 정비법

### (1) 목적

- 농수산업생산기반, 농어촌생활환경과 농어촌휴양자원 및 한계농지 등을 종합적·체계적으로 정비·개발하여 농수산업의 경쟁력 향상과 농어촌생활환경개선을 촉진함으로써 현대적인 농어촌 건설과 국가의 균형발전에 이바지함을 목적으로 제정되었다.

### (2) 제정경위

- 1980년대 후반의 한국농업은 국내·외적으로 큰 도전을 받게 되었다.
- 국내적으로는 도·농간 발전 격차에 의한 농촌 인구의 과도한 도시 이동과 농촌 지역

의 과소화, 노령화가 심화되어 노동 생산성이 낮아지고 농촌 지역경제가 쇠퇴되는 현상이 두드러지게 나타나게 되었다.

- 국제적으로 UR협상이 진전되면서 농산물 시장에 대해서도 개방이 불가피해졌고 세계화의 물결 속에서 농업의 경쟁력을 제고하지 못하면 한국농업의 존립자체가 어려워지는 위기에 봉착하게 되었다.
- 이러한 국내·외의 농업여건의 변화에 대응하기 위해 한국농업을 생산성 높은 산업으로 조속히 구조를 개편하고 농어촌지역의 활성화와 인구 정착을 위해 농어촌지역의 정주생활환경을 개선하는 일이 중요한 과제로 부상하게 되었다.
- 1990년도의 「농어촌발전특별조치법」(농발법)을 제정하여 정주권 개발사업을 추진할 법적 근거를 마련하였다.
- 1994년 12월 22일에 「농어촌정비법」이 제정되어 농어촌지역의 생산기반, 생활환경 정비, 농촌관광 등을 추진할 근거를 마련하였다.

(표 8.14) 농어촌 정비법 체계

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 정의(제2조): 농어촌, 농어촌 정비사업, 농업생산기반정비사업, 농업생산기반시설, 수산업생산기반 정비사업, 수산업생산기반시설, 농어촌 생활환경정비사업, 환지, 한계농지 등의 정비사업
제2장 농어촌 정비를 위한 자원조사 활용	자원조사(제3조), 농어촌정비종합계획(제4조)
제3장 농업생산기반정비	농업생산기반 정비사업의 원칙(제5조), 농업생산기반정비계획 및 예정지조사(제6조), 농업기반 정비사업기본계획(제7조), 농업기반 정비사업시행계획의 수립(제8조), 농업기반 정비사업 시행자(제9조), 농업기반정비 사업시행계획의 고시등(제10조), 농업기반정비사업에 참가할 수 있는 자격(제11조), 사업시행인가 및 시행계획 변경(제12조), 농지 규모확대 및 집단화 추진(제13조), 매립, 간척 또는 개간의 효율적 시행(제14조), 농업기반 정비사업 시행으로 조성된 재산의 관리·처분(제15조), 국가 등이 시행한 농업기반 시설의 관리기관(제16조), 농업시설의 등록(제17조), 농업기반시설의 관리(제18조) 농어촌용수 오염방지(제19조), 농업기반시설의 목적외 사용(제20조), 농업기반시설의 폐지(제21조)
제5장 농어촌 교육여건의 개선	농어촌생활환경 정비사업의 원칙(제29조), 농어촌생활환경정비 기본방침(제30조), 생활환경정비사업의 대상범위(제31조), 생활환경정비구역의 지정(제32조), 생활환경정비사업 시행자(제33조), 생활환경 정비사업 시행계획의 수립(제34조), 생활환경정비시행계획의 내용(제35조), 생활환경정비시행계획의 변경(제36조), 국토이용계획 변경에 관한 사항(제37조), 환경영향평가의 특례(제38조), 사업시행자 지정특례(제39조), 기존 건축물의 철거(제40조), 농어촌 주택등의 분양(제41조), 기술지원(제42조)
제6장 농어촌 토지등의 효율적정비를 위한 환지, 교환, 분합 등	환지계획(제43조), 환지계획의 인가(제44조), 환지업무의 대행(제45조), 권리변동의 신고(제46조), 특정용도의 창설환지(제47조), 환지 불지정등에 대한 특례(제48조), 국공유지외의 공공시설부지 기능교환(제49조), 환지처분의 효과와 청산금(제50조), 일시이용지의 지정(제51조), 토지가격의 평정(제52조), 수혜자총회(제53조), 환지심의 위원회(제54조), 환지처분에 의한 등기(제55조), 교환분합의 시행(제56조), 교환분합의 결정방법(제57조), 소유권외의 권리에 관한 교환·분합(제59조), 교환·분합의 청산금 등(제60조), 지료등의 감액·반환 또는 증액청구(제61조), 권리의 포기 또는 계약해지(제62조), 지역권의 효력(제63조), 지료등의 청구기한(제64조), 준용등(제65조),
제7장 농어촌휴양자원 개발 및 한계농지 등의 정비	제1절 농어촌 휴양자원 개발
	농어촌휴양사업의 육성(제66조), 농어촌 휴양지의 개발(제67조), 토지 및 시설의 분양(제68조), 선수금(제69조), 농어촌 휴양지 사업자의 지정(제70조), 민박농어가의 지정(제71조), 입장료 및 이용료의 징수(제72조), 농어촌 휴양지 사업의 양도·양수(제73조), 금지행위 및 개선명령(제74조), 지정취소(제75조)
	제2절 한계농지등의 정비 한계농지등의 정비 기본방침(제76조), 한계농지등 정비의 종류(제77조), 예정지조사(제78조), 한계농지정비지구의 지정 및고시(제79조), 신청에 의한 한계농지 정비지구 지정(제80조), 한계농지등의 정비사업시행자(제81조), 관련규정의 준용(제82조), 토지 및 시설의 분양특례(제83조), 투자 및 선수금(제84조), 한계농지의 매매등(제85조)

## 제2절 바이오에너지 관련 법률

### 1. 신재생에너지

- 바이오에너지와 폐기물에너지의 정의는 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법에서 규정하고 있다.
- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제 2조 1항에서 규정한 바에 의하면 신에너지는 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지로서 수소에너지, 연료전지, 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지와 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지를 말한다.
  - 재생에너지는 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제 2조 2항에 햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 태양에너지, 풍력, 수력, 해양에너지, 지열에너지, 생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 폐기물에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지로 규정하고 있다.
  - 또한, 신에너지 및 재생에너지 설비는 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제 2조 3항에서 신에너지 및 재생에너지를 생산 또는 이용하거나 신·재생에너지의 전력계통 연계조건을 개선하기 위한 설비로서 산업통상자원부령으로 정하고 있다.
  - 신·재생에너지 발전은 동법 제 2조 4항에서 신·재생에너지를 이용하여 전기를 생산하는 것을 말한다.
  - 신·재생에너지 발전사업자란 같은 법 제2조 5항에서 「전기사업법」 제2조제4호에 따른 발전사업자 또는 같은 조 제19호에 따른 자가용전기설비를 설치한 자로서 신·재생에너지 발전을 하는 사업자를 말한다.
  - 바이오에너지 등의 기준 및 범위는 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·촉진법 시행령 제 2조 1항 나목, 바목 및 아목에 대통령령이 정하는 기준 및 범위로 정하고 있다.
- 신·재생에너지 연료의 기준 및 범위는 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 제 18조의 12에 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스, 생물유기체를 변환시킨 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료를 말하고 있다.
  - 신·재생에너지 품질검사기관은 제 18조의 13에 「석유 및 석유대체연료 사업법」 제25조의2에 따라 설립된 한국석유관리원, 「고압가스 안전관리법」 제28조에 따라 설립된 한국가스안전공사 「임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률」 제29조의2에 따라 설립된 한국임업진흥원으로 정하고 있다.



- 바이오에너지 설비는 신·재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행규칙 제 2조 9호에 바이오에너지를 생산하거나 이를 에너지원으로 이용하는 설비로 규정하고 있다.

(표 8.15) 바이오에너지의 기준 및 범위

신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 제2조 관련 별표 1. 바이오에너지 등의 기준 및 범위		
에너지원의 종류별	기준 및 범위	
바이오에너지	기준	1. 생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 ※ 제1호 또는 제2호의 에너지가 신·재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합된 경우에는 생물유기체로부터 생산된 부분만을 바이오에너지로 본다.
	범위	1. 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스 2. 쓰레기매립장의 유기성폐기물을 변환시킨 매립지가스 3. 동물·식물의 유지(油脂)를 변환시킨 바이오디젤 4. 생물유기체를 변환시킨 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료

(표 8.16) 바이오에너지 조성 사업비의 사용 분야

신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제10조(조성된 사업비의 사용)
<p>산업통상자원부장관은 제9조에 따라 조성된 사업비를 다음 각 호의 사업에 사용한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 신·재생에너지의 자원조사, 기술수요조사 및 통계작성</li> <li>2. 신·재생에너지의 연구·개발 및 기술평가</li> <li>3. 신·재생에너지 이용 건축물의 인증 및 사후관리</li> <li>4. 신·재생에너지 공급의무화 지원</li> <li>5. 신·재생에너지 설비의 성능평가·인증 및 사후관리</li> <li>6. 신·재생에너지 기술정보의 수집·분석 및 제공</li> <li>7. 신·재생에너지 분야 기술지도 및 교육·홍보</li> <li>8. 신·재생에너지 분야 특성화대학 및 핵심기술연구센터 육성</li> <li>9. 신·재생에너지 분야 전문인력 양성</li> <li>10. 신·재생에너지 설비 설치전문기업의 지원</li> <li>11. 신·재생에너지 시범사업 및 보급사업</li> <li>12. 신·재생에너지 이용의무화 지원</li> <li>13. 신·재생에너지 관련 국제협력</li> <li>14. 신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원</li> <li>15. 신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화 지원</li> <li>16. 그 밖에 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업</li> </ol>

## 2. 폐기물에너지

- 폐기물에너지는 폐기물관리법 및 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률에 규정하고 있다.
- 폐기물관리법에서 폐기물 재활용이란 폐기물을 재사용, 재생이용하거나 재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동 또는 폐기물로부터 에너지법 제 2조 1항에 따른 에너지를 회수하거나 회수할 수 있는 상태로 만들거나 폐기물을 연료로 사용하는 활동으로서 환경부령으로 정하는 활동을 의미한다.
- 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률에서 자원순환이란 제2조 1항에서 환경정책상의 목적을 달성하기 위하여 필요한 범위 안에서 폐기물의 발생을 억제하고 발생한 폐기물을 적절하게 재활용 또는 처리(「폐기물관리법」 제2조 제6항에 따른 최종처분을 말한다)하는 등 자원의 순환과정을 환경친화적으로 이용·관리하는 것을 말한다.
  - 또한, 재활용가능자원이란 제2조 2항에 사용되었거나 사용되지 아니하고 버려진 후 수거(收去)된 물건과 부산물(副産物) 중 재사용·재생이용할 수 있는 것[회수할 수 있는 에너지와 폐열(廢熱)을 포함하되, 방사성물질과 방사성물질로 오염된 물질은 제외한다]으로 규정하고 있다.
  - 바이오 고형연료제품은 폐기물관리법 제2조 제4항의 지정폐기물이 아닌 다음의 가연성 고형폐기물을 사용(다음의 폐기물을 서로 혼합하는 경우를 포함한다)하여 제조한 것을 말한다. 폐지류, 농업폐기물(왕겨, 쌀겨, 옥수수대 등 농작물의 부산물을 말한다, 폐목재류(원목으로 된 폐가구류 및 제재부산물을 포함하며, 철도용으로 사용된 침목과 전신주로 사용된 것은 제외한다), 식물성잔재물(땅콩껍질, 호두껍질, 팜껍질, 코코넛껍질, 굴껍질 등을 말하며, 음식물류폐기물은 제외한다), 초분류 폐기물, 그 밖에 에너지로 사용이 가능하다고 환경부장관이 인정하여 고시하는 바이오매스(Biomass) 폐기물, 그 밖에 재활용가능자원을 사용하여 제조한 것 중 환경부장관이 필요하다고 인정하여 고시하는 제품을 의미한다.
  - 재활용이란 제 2조 5항에 「폐기물관리법」 제2조 제7항에 따른 재활용을 말하는 것으로 규정하고 있다. 에너지회수란 제2조 8항에서 재활용가능자원에서부터 「폐기물관리법」 제2조 제7항 나목에 따른 기준(이하 "에너지회수기준"이라 한다)에 따라 에너지를 회수(回收)하거나 에너지를 회수할 수 있는 물질로 전환시키는 것으로 규정하고 있다.
  - 폐자원에너지란 제 2조 8항 2에서 고형연료제품, 폐기물합성가스 등 폐기물로부터 회수된 에너지 또는 에너지를 회수할 수 있도록 전환된 물질로서 환경부령으로 정하는 것을 말하고 있다.
  - 또한, 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙에 따르면 폐자원에너지란 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제2조 제8항의 2에서 환경부령으로 정하는 것으로 폐기물을 이용하여 만든 고형(固形)연료제품, 폐기물을 이용하여 만든 매립가스, 바이오가스 및 합성가스 등 기체연료, 폐기물을 이용하여 만든 정제연료유 및 재생연료유 등 액체연료 폐기물로부터 회수된 소각열(燒却熱)에너지를 의미한다.
- 폐기물에너지설비는 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행규칙 제 2조 10호에 폐기물을 변환시켜 연료 및 에너지를 생산하는 설비로 규정하고 있다.

### 3. 목질계 바이오매스자원 관련

- 목질계 바이오매스자원을 에너지화하는 경우는 산림자원 조성 및 관리에 관한 법률, 대기환경 보전법 시행령, 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행령에 규정하고 있다.
- 산림자원 조성 및 관리에 관한 법률에서 산림바이오매스 에너지는 제 2조 1항에 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지라고 정의하고 있다.
  - 제 37조 목재의 이용 증진 등을 위해 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다.
  - 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙 제 48조 2항(산림바이오매스 에너지의 이용·보급·촉진)에서 법 제37조 제4항에 따라 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요한 경우 생산시설 설치사업(임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 목재펠릿·목재칩·목재브리켓·장작·성형탄(成型炭)·목탄 등 산림바이오매스에너지를 생산하는 시설로서 「폐기물관리법」 제2조 제1호에 따른 폐기물을 재활용하는 시설을 제외한 설치사업), 연소기 보급사업(산림바이오매스에너지를 이용하는 보일러·열풍기·난로 등 연소기의 보급사업), 관련 기술 개발사업(제1호 및 제2호의 사업 관련 기술의 개발사업)의 사업을 할 수 있다. 또한 산림청장은 사업을 촉진하기 위하여 필요한 경우 그 사업에 드는 비용을 예산 범위에서 국공립 연구기관, 국가기관, 공공기관 또는 지방자치단체, 「고등교육법」 제2조제1호 또는 제4호에 따른 대학 또는 전문대학, 「임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률 시행령」 제25조의2에 따른 한국임업진흥원, 그 밖에 산림청장이 필요하다고 인정하는 기관단체의 기관에 지원할 수 있다.
  - 또한, 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행령 제 43조에서 임의로 하는 임목벌채등은 법 제 36조 제5항에 따라 지목이 임야가 아닌 토지에 목재펠릿, 목재칩 등 산림바이오매스에너지를 생산하기 위하여 새로 조림을 하고 5년 이내의 기간마다 수시로 벌채를 하는 경우 허가 또는 신고 없이 임목벌채를 할 수 있다.
- 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법 제 47조 지구온난화 방지를 위해 바이오에너지에 이용되는 농작물, 산림자원 및 수산자원을 생산·공급하기 위하여 필요한 정책을 세우고 시행하여야 한다라고 규정하고 있다.
- 대기환경 보전법 시행령 제 42조 고체연료의 사용금지에 관한 규정에 연료의 사용으로 인한 대기오염을 방지하기 위하여 별표 11의 2의 해당지역에 대하여 고체연료의 사용을 제한할 수 있지만, 제 42조 1항에서 땃나무와 숲을 고체연료로 사용하여도 해당 시설에서 배출되는 오염물질이 배출허용기준이하로 배출되는 시설로서 환경부장관 또는 시, 도지사에게 고체연료의 사용을 승인받는 시설은 사용할 수 있도록 규정하고 있다.

- 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행령 제 2조에서 폐목재(나무의 뿌리, 가지 등 임목폐기물이 5톤 이상인 경우는 제외한다.)는 건설폐기물의 종류로 분류하고 있다.
- 이 법에서 규정한 폐목재는 재활용 가능성, 소각가능성 또는 매립필요성 여부 등에 따라 구분하여 배출, 수집, 운반, 보관하는 것으로 규정하고 있는데 가연성 폐기물에 해당한다.

#### 4. 유기성 폐기물자원 관련

- 유기성 폐기물 자원에 관련한 법률은 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률, 폐기물 관리법, 도시가스 사업법 시행령, 석유 및 석유대체연료 사업법 시행령에 규정하고 있다.
- 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제 3조에 국가, 지방자치단체, 축산업자의 책무로 정하는 바에 따라 관할구역 안의 가축분뇨의 발생현황을 파악하고 공공처리시설을 설치하는 등 가축분뇨로 인한 수질오염의 방지 및 가축분뇨의 자원화에 노력하여야 하며, 특별시장·광역시장·도지사(이하 "시·도지사"라 한다)는 시장·군수·구청장에 대하여 제1항 및 2항의 규정에 따른 책무가 충실하게 이루어지도록 기술적·재정적 지원을 하여야 하고, 국가는 가축분뇨의 처리에 관한 기술을 연구·개발·지원하고, 축산업자는 친환경적인 가축사육 환경을 조성하고 가축분뇨를 적정하게 처리하여 생활환경의 보전 및 수질오염의 방지에 노력하도록 하고 있다 .
- 제 4조에 2 이상의 특별시·광역시·도(이하 "시·도"라 한다) 또는 시·군·구(자치구인구를 말한다. 이하 같다)에서 발생하는 가축분뇨를 광역적으로 처리할 필요가 있다고 인정되는 경우에는 그 구역을 관할하는 지방자치단체가 공동으로 공공처리시설을 설치·운영하도록 하고 있다.
- 석유 및 석유대체 연료 사업법 시행령 제 5조 8항에 석유대체연료의 종류에서 바이오가스연료유는 유기성 폐기물이나 바이오매스를 태우거나 발효시켜 만든 연료 및 이를 석유제품 또는 천연가스와 혼합하여 제조한 연료로 규정하고 있다.
- 도시가스 사업법 제 2조에 도시가스"란 천연가스(액화한 것을 포함한다. 이하 같다), 배관(配管)을 통하여 공급되는 석유가스, 나프타부생(副生)가스, 바이오가스 또는 합성천연가스로서 대통령령으로 정하고 있다.
- 도시가스 사업법 시행령 제 1조 2의 도시가스의 종류에서 다목에 바이오가스는 유기성 폐기물 등 바이오매스로부터 생성된 기체를 정제한 가스로서 메탄이 주성분인 가스 및 이를 다른 도시가스와 혼합하여 제조한 가스라고 규정하고 있다.

#### 가. 가연성 폐기물의 활용에 관한 법률

- 가연성 폐기물은 폐기물관리법에 규정하고 있으며, 대부분 폐기물은 매립에 의한 방법으로 처리되고 있고, 에너지화가 가능한 가연성 폐기물도 처분되고 있다.
- 폐기물 관리법 제 2조 7항에 재활용이란 폐기물을 재사용, 재생이용하거나 재사용, 재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동으로 폐기물로부터 에너지법 제 2조 제 1호에 따른 에너지를 회수하거나 회수할 수 있는 상태로 만들거나 폐기물을 연료로 사용하는 활동으로서 환경부령으로 정하는 활동으로 규정하고 있다.

- 또한, 동법 제 3조 2항의 폐기물 관리의 기본원칙에서 폐기물은 소각, 매립 등의 처분을 하기보다는 우선적으로 재활용함으로써 자원생산성의 향상에 이바지하도록 하고 있으며, 매립에 의해 버려지는 폐자원을 에너지자원으로 활용할 수 있도록 하고 있다.
- 폐기물 관리법 시행규칙 제 3조 에너지회수 기준에는 폐기물관리법 제2조 제7항 나목의 환경부령으로 정하는 활동에서 가연성 고품폐기물로부터 다음 각 목에 따른 기준에 맞게 에너지를 회수하는 활동을 의미한다. 즉, 다른 물질과 혼합하지 아니하고 해당 폐기물의 저위발열량이 킬로그램당 3천 킬로칼로리 이상인 것, 에너지의 회수 효율(회수에너지 총량을 투입에너지 총량으로 나눈 비율을 말한다)이 75퍼센트 이상인 것, 회수열을 모두 열원(熱源)으로 스스로 이용하거나 다른 사람에게 공급할 것, 환경부장관이 정하여 고시하는 경우에 폐기물의 30퍼센트 이상을 원료나 재료로 재활용하고 그 나머지 중에서 에너지의 회수에 이용하는 것으로 규정하고 있다.
- 그리고 폐기물을 에너지를 회수할 수 있는 상태로 만드는 활동으로서 가연성 고품폐기물을 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」 별표 7에서 정한 기준에 적합한 고품연료제품의 품질기준을 모양 및 크기, 수분, 발열량, 회분, 염소, 황, 바이오매스 함유량 등으로 규정하고 있다.
- 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙 별표 1의 2에 건설폐기물의 배출, 수집, 운반, 보관, 중간처리에 관한 구체적인 기준 및 방법에서 재활용하지 아니하는 소각 가능한 폐기물은 이를 소각하여야 하지만, 건설현장에서 분리, 선별이 곤란하여 매립 및 재활용 대상 폐기물과 혼합되어 배출되는 가연성 폐기물은 그렇게 하지 않아도 되는 것으로 규정하고 있다.

#### 나. 기체(청정연료)연료 사용기준에 관한 법률

- 대기환경보전법 시행령 제 43조 청정연료의 사용기준을 보면 법 제42조에 따라 환경부장관 또는 시·도지사는 제40조 및 제42조에 따른 연료사용에 관한 제한조치에도 불구하고 별표 11의3에 따른 지역 또는 시설에 대하여는 오염물질이 거의 배출되지 아니하는 액화천연가스 및 액화석유가스 등 기체연료(이하 "청정연료"라 한다) 외의 연료에 대한 사용 금지를 명할 수 있다.
- 제 43조 3항에는 환경부장관은 연료사용량이 지나치게 많아 청정연료의 수요 및 공급에 미치는 영향이 크거나 에너지 절감으로 인한 대기오염 저감효과가 크다고 인정되는 발전소, 집단에너지 공급시설 및 일정 규모 이하의 열 공급시설 등에 대하여는 별표 11의3에 따라 청정연료 외의 연료를 사용하게 할 수 있다.
- 청정연료를 사용하여야 하는 대상시설의 범위는 다음과 같다.
  - 「건축법 시행령」 제3조의4에 따른 공동주택으로서 동일한 보일러를 이용하여 하나의 단지 또는 여러 개의 단지가 공동으로 열을 이용하는 중앙집중난방방식(지역난방방식을 포함한다)으로 열을 공급받고, 단지 내의 모든 세대의 평균 전용면적이 40.0㎡를 초과하는 공동주택,
  - 「집단에너지사업법 시행령」 제2조제1호에 따른 지역난방사업을 위한 시설,
  - 전체 보일러의 시간당 총 증발량이 0.2톤 이상인 업무용보일러(영업용 및 공공용보일러

러를 포함하되, 산업용보일러는 제외한다),

- 발전시설. 다만, 산업용 열병합 발전시설은 제외하는 것으로 규정하고 있다.

- 이 법에서 가목부터 라목까지의 시설 중 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조에 따른 신에너지 및 재생에너지를 사용하는 시설은 제외하는 것으로 규정하고 있다.

## 다. 퇴비, 액비 처리 및 바이오에너지 시설에 관한 법률

### (1) 퇴비, 액비 처리 시설에 관한 법률

- 가축분뇨에 대한 퇴비 액비 처리시설은 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률에 정하고 있다.
- 제10조에 가축분뇨 및 퇴비·액비의 처리의무에 대해서 정하고 있다.
  - 가축분뇨 또는 퇴비·액비를 배출·수집·운반·처리·살포하는 자는 이를 유출·방치하거나 제17조제1항제5호에 따른 액비의 살포기준을 지키지 아니하고 살포함으로써 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제9호에 따른 공공수역(이하 "공공수역"이라 한다)에 유입시키거나 유입시킬 우려가 있는 행위를 하여서는 아니 된다.
  - 시장·군수·구청장은 유출·방치된 가축분뇨 또는 퇴비·액비로 인하여 생활환경이나 공공수역이 오염되거나 오염될 우려가 있는 경우에는 가축분뇨 또는 퇴비·액비를 배출·수집·운반·처리·살포하는 자, 그 밖에 가축분뇨 또는 퇴비·액비의 소유자·관리자에게 가축분뇨 또는 퇴비·액비의 보관방법 변경이나 수거 등 환경오염 방지에 필요한 조치를 명할 수 있다.
- 배출시설에 대한 설치허가는 제 11조에 정하고 있으며, 대통령령이 정하는 규모 이상의 배출시설을 설치하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 배출시설의 설치계획을 갖추어 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 하고, 제1항의 규정에 따라 허가를 받은 자가 환경부령이 정하는 중요사항을 변경하고자 하는 때에는 변경허가를 받아야 하고, 그 밖의 사항을 변경하고자 하는 때에는 변경신고를 하여야 한다. 또한, 제1항의 규정에 따른 허가대상에 해당하지 아니하는 배출시설 중 대통령령이 정하는 규모 이상의 배출시설을 설치하고자 하는 자는 환경부령이 정하는 바에 따라 시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다. 신고한 사항을 변경하고자 하는 때에도 또한 같다.
- 제12조에는 처리시설의 설치의무에 대해서 정하고 있다.
  - 제11조제1항 또는 제2항의 규정에 따라 허가 또는 변경허가를 받거나 변경신고를 한 자와 동조제3항의 규정에 따라 신고 또는 변경신고를 한 자(이하 "시설설치자"라 한다)는 처리시설을 설치 또는 변경하여야 하되, 당해 처리시설을 공동으로 설치 또는 변경할 수 있다. 다만, 대통령령이 정하는 바에 따라 가축분뇨를 전량 위탁하여 처리하는 경우에는 처리시설을 설치 또는 변경하지 아니할 수 있다.
  - 시설설치자 중 액비를 만드는 자원화시설을 설치하는 자는 환경부장관이 농림축산식품부장관과 협의하여 정하는 환경부령에 따른 기준에 따라 액비의 살포에 필요한 초지, 농경지, 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제47조에 따른 시험림의 지정

지역(이하 "시험립 지정지역"이라 한다) 또는 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률」 제3조에 따른 체육시설 중 골프장(이하 "골프장"이라 한다)을 확보하여야 한다.

- 시설설치자 중 정화시설을 설치하는 자는 환경부령이 정하는 바에 따라 가축분뇨를 분과 요로 분리·저장할 수 있는 시설을 설치하여야 한다. 다만, 분뇨를 분리·저장하지 아니하여도 제13조의 규정에 따른 방류수수질기준(이하 "방류수수질기준"이라 한다)을 준수할 수 있는 경우 등 대통령령이 정하는 일정한 요건에 해당되는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 시장·군수·구청장은 제3항의 규정에 따라 가축분뇨를 분과 요로 분리·저장할 수 있는 시설을 설치하여야 하는 자가 이를 설치하지 아니한 경우에는 대통령령이 정하는 바에 따라 기간을 정하여 그 설치를 명할 수 있다.
- 국가 및 지방자치단체는 제1항의 규정에 따른 처리시설의 설치 및 변경에 필요한 기술적·재정적 지원을 할 수 있다.
- 처리시설의 설치기준 그 밖에 설치에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.
- 제13조에는 방류수수질기준을 정하고 있다.
  - 정화시설의 방류수수질기준은 환경부령으로 정한다.
  - 환경부장관은 「환경정책기본법」 제38조에 따른 특별대책지역이나 상수원의 수질보전 또는 생활환경보전을 위하여 필요한 지역으로서 대통령령이 정하는 일정한 지역에 대하여는 환경부령이 정하는 바에 따라 방류수수질기준보다 엄격한 기준을 적용할 수 있다.
  - 시·도지사는 「환경정책기본법」 제12조제3항에 따른 환경기준의 유지가 곤란하다고 인정하는 때에는 당해 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 방류수수질기준보다 엄격한 기준을 적용할 수 있다.
- 퇴비액비화의 기준은 제13조의 2에 자원화시설의 퇴비화 또는 액비화의 기준(이하 "퇴비액비화기준"이라 한다)을 대통령령으로 정하고 있다. 다만, 「비료관리법」에 따른 퇴비 또는 액비는 같은 법 제2조제4호에 따라 고시한 비료공정규격 중 퇴비 또는 액비의 공정규격(이하 "공정규격"이라 한다)에 적합하여야 한다.

## (2) 바이오에너지 시설에 관한 법률

- 가축분뇨를 자원하기 위한 자원화 시설은 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제 2조에서 배출시설에서 배출되는 가축분뇨를 퇴비, 액비 또는 신에너지 및 재생에너지 개발 이용, 보급 촉진법 제 2조 2호 바목의 규정에 따른 바이오에너지 등으로 만드는 시설을 말하며, 바이오에너지 시설은 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제 28조 1항 제 2호의 개정규정에 따라 가축분뇨처리영업(가축분뇨의 수집, 운반, 처리 또는 처리시설의 관리를 대행하는 업)의 허가를 받은 것으로 보고 있다.
- 도시가스사업법 시행규칙 제 17조에 바이오가스 시설기준과 기준기준을 법 제 12조 2항에 따른 가스공급시설과 가스사용시설의 시설기준 및 기술기준을 표 6의 3에 정하고 있다.
- 바이오가스 제조시설은 도시가스사업법 제 2조 5항에 도시가스를 제조하거나 공급하

기 위한 시설로 산업통상자원부령으로 정하는 바이오가스제조시설을 말하며, 시행규칙 제 2조 4항의 5에 바이오가스제조사업소 안에서 바이오가스를 제조하기 위하여 설치하는 전처리설비, 가스품질향상설비, 저장설비, 기화설비, 송출설비 및 그 부속설비로 규정하고 있다.

## 5. 바이오에너지의 품질기준

### 가. 폐기물관리법

(표 8.17) 하수슬러지의 에너지화 관련 규정

폐기물관리법 시행규칙 제14조의 3 제2항 관련 별표 5의2. 폐기물의 재활용 기준 및 구체적인 재활용 방법
<p>3) 「하수도법」 제2조제9호에 따른 공공하수처리시설이나 같은 법 제2조제10호에 따른 분뇨처리시설 또는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제12호에 따른 수질오염방지시설에서 발생하는 유기성 오니(지정폐기물이나 분뇨의 생물학적 처리과정 전 단계에서 발생하는 오니류는 제외한다)를 가공하여 연료를 제조하는 경우로서 다음의 기준에 모두 적합한 경우</p> <p>가) 제조된 연료는 다음의 구분에 따라 사용할 것</p> <p>(1) 공공하수처리시설이나 분뇨처리시설에서 발생한 유기성 오니를 가공하여 제조한 연료: 화력발전소 또는 열병합발전소에서 사용하되, 총 연료사용량의 5퍼센트 이내로 사용하여야 한다.</p> <p>(2) 수질오염방지시설에서 발생한 유기성 오니를 가공하여 제조한 연료: 화력발전소에서 사용하되, 총 연료사용량의 0.5퍼센트 이내로 사용하여야 한다.</p> <p>나) 다른 물질과 혼합하지 아니하고, 유기성 오니 연료의 저위발열량이 킬로그램당 3천킬로칼로리 이상일 것. 다만, 해당 유기성 오니에서 일부 에너지를 회수한 후 가공하는 경우에는 저위발열량이 킬로그램당 2천킬로칼로리 이상이어야 한다.</p> <p>다) 가공된 연료는 수분 함유량 10퍼센트 이하, 회분 함유량(건조된 상태 기준) 35퍼센트 이하, 황분 함유량(건조된 상태 기준) 2퍼센트 이하, 길이(원형인 경우에는 지름) 40밀리미터 이하여야 한다. 다만, 회분 함유량이 35퍼센트를 초과하더라도 이를 화력발전소에서 연료로 사용할 수 있는 경우에는 35퍼센트를 초과할 수 있다.</p> <p>라) 연료로 재활용하는 유기성 오니는 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」 제20조의5 제3항에 따라 환경부장관이 고시한 고품연료제품의 품질 시험·분석방법에 따른 시험결과(건조된 상태를 기준으로 한다)가 다음의 기준에 적합하여야 한다.</p> <p>(1) 수은: 킬로그램 당 1.20밀리그램 이하</p> <p>(2) 카드뮴: 킬로그램 당 9.0밀리그램 이하</p> <p>(3) 납: 킬로그램 당 200.0밀리그램 이하</p> <p>(4) 비소: 킬로그램 당 13.0밀리그램 이하</p> <p>7) 음식물류 폐기물(음식물류 폐기물을 처리하는 과정에서 발생하는 액상의 물질을 포함한다), 유기성 오니, 동·식물성 잔재물 및 동물의 사체를 혐기성 소화 등의 방법으로 「신에너지 및 재생에너지 개발·보급·이용 촉진법」 제2조제2호에 따른 재생에너지를 생산하는 경우</p>



나. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

(표 8.18) 고품연료제품의 품질기준

자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 시행규칙 제20조의2 관련 별표 7. 고품연료제품의 품질기준						
2. 바이오 고품연료제품 [BIO-SRF(Biomass-Solid Refuse Fuel)]						
구분		단위	성형		비성형	
모양 및 크기		mm	직경	50 이하	가로	120 이하
			길이	100 이하	세로	120 이하
수분		wt.%	10 이하		25 이하	
저위발열량		kcal/kg	수입 고품연료제품: 3,150 이상 제조 고품연료제품: 3,000 이상			
회분		wt.%	15 이하			
염소		wt.%	0.5 이하			
황분		wt.%	0.6 이하			
바이오매스		wt.%	95 이상			
금속 성분	수은(Hg)	mg/kg	0.6 이하			
	카드뮴(Cd)		5.0 이하			
	납(Pb)		100 이하			
	비소(As)		5.0 이하			
	크롬(Cr)		70.0 이하			

※ 비고

- 회분, 염소, 황분 및 금속성분은 건조된 상태를 기준으로 한다.
- 성형제품은 펠릿으로 제조한 것으로 한정한다.
- 바이오매스 함유량은 고품연료제품의 함유 성분 중에서 수분과 회분을 제외한 나머지 성분 중 바이오매스의 비율을 말한다.

다. 도시가스사업법

- 바이오가스는 도시가스사업법 제25조제1항·제44조제2항제4호의2, 같은 법 시행령 제1조의2제2호 및 같은 법 시행규칙 별표 10제4호에 따라 규정에 따른 도시가스의 품질기준에 관한 법률에 적용한다.

(표 8.19) 바이오가스의 도시가스 관망 연계 관련 규정I

도시가스사업법 제2조(정의)
<p>이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <p>1. "도시가스"란 천연가스(액화한 것을 포함한다. 이하 같다), 배관(配管)을 통하여 공급되는 석유가스, 나프타부생(副生)가스, 바이오가스 또는 합성천연가스로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.</p> <p>1의2. "도시가스사업"이란 수요자에게 도시가스를 공급하거나 도시가스를 제조하는 사업(「석유 및 석유대체연료 사업법」에 따른 석유정제업은 제외한다)으로서 가스도매사업, 일반도시가스사업, 도시가스 충전사업, 나프타부생가스·바이오가스제조사업 및 합성천연가스제조사업을 말한다.</p> <p>2. "도시가스사업자"란 제3조에 따라 도시가스사업의 허가를 받은 가스도매사업자, 일반도시가스사업자, 도시가스충전사업자, 나프타부생가스·바이오가스제조사업자 및 합성천연가스제조사업자를 말한다.</p> <p>3. "가스도매사업"이란 일반도시가스사업자 및 나프타부생가스·바이오가스제조사업자 외의 자가 일반도시가스사업자, 도시가스충전사업자 또는 산업통상자원부령으로 정하는 대량수요자에게 도시가스를 공급하는 사업을 말한다.</p> <p>4. "일반도시가스사업"이란 가스도매사업자 등으로부터 공급받은 도시가스 또는 스스로 제조한 석유가스, 나프타부생가스, 바이오가스를 일반의 수요에 따라 배관을 통하여 수요자에게 공급하는 사업을 말한다.</p> <p>4의2. "도시가스충전사업"이란 가스도매사업자 등으로부터 공급받은 도시가스 또는 스스로 제조한 나프타부생가스, 바이오가스를 용기, 저장탱크 또는 자동차에 고정된 탱크에 충전하여 공급하는 사업으로서 산업통상자원부령으로 정하는 사업을 말한다.</p> <p>4의3. "나프타부생가스·바이오가스제조사업"이란 나프타부생가스·바이오가스를 스스로 제조하여 자기가 소비하거나 제8조의3제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게 공급하는 사업을 말한다.</p> <p>4의4. "합성천연가스제조사업"이란 합성천연가스를 스스로 제조하여 자기가 소비하거나, 가스도매사업자에게 공급하거나, 해당 합성천연가스제조사업자의 주식 또는 지분의 과반수를 소유한 자로서 해당 합성천연가스를 공급받아 자기가 소비하려는 자에게 공급하는 사업을 말한다.</p> <p>5. "가스공급시설"이란 도시가스를 제조하거나 공급하기 위한 시설로서 산업통상자원부령으로 정하는 가스제조시설, 가스배관시설, 가스충전시설, 나프타부생가스·바이오가스제조시설 및 합성천연가스제조시설을 말한다.</p>

(표 8.20) 바이오가스의 도시가스 관망 연계 관련 규정II

도시가스사업법 시행령 제1조2(도시가스의 종류)
<p>「도시가스사업법」(이하 "법"이라 한다) 제2조제1호에 따른 도시가스는 다음 각 호와 같다.</p> <p>1. 천연가스(액화한 것을 포함한다. 이하 같다): 지하에서 자연적으로 생성되는 가연성 가스로서 메탄을 주성분으로 하는 가스</p> <p>2. 천연가스와 일정량을 혼합하거나 이를 대체하여도 가스공급시설 및 가스사용시설의 성능과 안전에 영향을 미치지 않는 것으로서 산업통상자원부장관이 정하여 고시하는 품질기준에 적합한 다음 각 목의 가스 중 배관(配管)을 통하여 공급되는 가스</p> <p>가. 석유가스: 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」 제2조제1호에 따른 액화석유가스 및 「석유 및 석유대체연료 사업법」 제2조제2호나목에 따른 석유가스를 공기와 혼합하여 제조한 가스</p> <p>나. 나프타부생(副生)가스: 나프타 분해공정을 통해 에틸렌, 프로필렌 등을 제조하는 과정에서 부산물로 생성되는 가스로서 메탄이 주성분인 가스 및 이를 다른 도시가스와 혼합하여 제조한 가스</p> <p>다. 바이오가스: 유기성(有機性) 폐기물 등 바이오매스로부터 생성된 기체를 정제한 가스로서 메탄이 주성분인 가스 및 이를 다른 도시가스와 혼합하여 제조한 가스</p> <p>라. 합성천연가스: 석탄을 주원료로 하여 고온·고압의 가스화 공정을 거쳐 생산한 가스로서 메탄이 주성분인 가스 및 이를 다른 도시가스와 혼합하여 제조한 가스</p> <p>마. 그 밖에 메탄이 주성분인 가스로서 도시가스 수급 안정과 에너지 이용 효율 향상을 위해 보급할 필요가 있다고 인정하여 산업통상자원부령으로 정하는 가스</p>

(표 8.21) 도시가스의 품질기준

도시가스의 품질기준 등에 관한 고시		
별표1. 도시가스 품질검사기준		
검사항목	단 위	허용 기준
열량	MJ/m <sup>3</sup> (0 °C, 101.3 kPa)	법 제20조제1항에 따라 산업통상자원부장관 또는 시·도지사의 승인을 받은 공급규정에서 정하는 열량
웨버지수	MJ/m <sup>3</sup> (0 °C, 101.3 kPa)	51.50~56.52 (12,300~13,500 kcal/m <sup>3</sup> ) (자동차 연료용은 제외)
전유황	mg/m <sup>3</sup> (0 °C, 101.3 kPa)	30 이하
부취농도	mg/m <sup>3</sup> (0 °C, 101.3 kPa)	4 ~ 30 (TBM+THT) 3 ~ 13 (MES+DMS+TBM+THT) (단, 액화천연가스 출하장소는 제외한다)
이산화탄소	mol-%	2.5 이하
산소	mol-%	0.03 이하(LPG+Air : 10 이하)
질소	mol-%	1.0 이하(LPG+Air : 35 이하)
탄화수소 이슬점	-	-5. °C 이하, up to 7 MPa (LPG+Air : -5 °C 이하, up to 0.7 MPa)
수분이슬점	-	-12 °C 이하, up to 7 MPa (LPG+Air : -12 °C 이하, up to 0.7 MPa)
암모니아	mg/m <sup>3</sup> (0 °C, 101.3 kPa)	검출되지 않음
할로젠 총량	mg/m <sup>3</sup> (0 °C, 101.3 kPa)	10 이하
실록산	mg/m <sup>3</sup> (0 °C, 101.3 kPa)	10 이하
기타(주소, 아르곤, 일산화탄소 등)	mol-%	1.0 이하 (다만, 수소의 경우 고압의 가스공급시설에서는 “검출되지 않음” 을 원칙으로 한다.)

1MPa미만의 도시가스배관에서는 각 검사항목을 합하여 3.53 이하  
(다만, 산소는 0.5 이하로 한다)

**비고**  
1. 나프타부생가스.바이오가스제조사업자가 기존 도시가스 배관에 섞이지 않고 전용배관으로 나프타부생가스.바이오가스를 공급하는 경우에는 한국가스안전공사의 사전 검토를 거쳐 품질기준을 일반도시가스사업자를 포함한 해당 도시가스 수요자와 협의하여 정하고 그 품질기준에 적합하게 공급 하여야 한다.

라. 대기환경보전법

(표 8.22) 바이오에너지의 수송용 연료 이용 관련 규정

대기환경보전법 시행규칙 제115조 관련	
별표 33. 자동차연료·첨가제 또는 촉매제의 제조기준	
라. 바이오디젤(BD100)	
항 목	제조기준
지방산메틸에스테르함량 (무게 %)	96.5 이상
잔류탄소분 (무게 %)	0.1 이하
동점도(40℃, mm <sup>2</sup> /s)	1.9 이상 5.0 이하
황분 (mg/kg)	10 이하
회분 (무게 %)	0.01 이하
밀도@ 15℃ (kg/m <sup>3</sup> )	860 이상 900 이하
전산가 (mg KOH/g)	0.50 이하
모노글리세리드 (무게 %)	0.80 이하
디글리세리드 (무게 %)	0.20 이하
트리글리세리드 (무게 %)	0.20 이하
유리 글리세린 (무게 %)	0.02 이하
총 글리세린 (무게 %)	0.24 이하
산화안정도(110℃, h)	6 이상
메탄올 (무게 %)	0.2 이하
알칼리금속 (mg/kg)	(Na + K) 5 이하
	(Ca + Mg) 5 이하
인 (mg/kg)	10 이하
비고: “바이오디젤(BD100)”이란 자동차용 경유 또는 바이오디젤연료유(BD20)를 제조하는데 사용하는 원료를 말한다.	
마. 바이오가스	
항목	제조기준
메탄(부피 %)	95.0 이상
수분(mg/Nm <sup>3</sup> )	32 이하
황분(ppm)	10 이하
불활성가스(CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> 등)(부피 %)	5.0 이하

마. 목재 브리켓, 펠릿, 칩의 품질기준

- 목재 브리켓 규격·품질기준은 「목재의 지속 가능한 이용에 관한 법률(제11429호)」 제20조 제1항에 따라 목질계 고체바이오연료 중 목재 브리켓의 품질 향상 및 유통질서 확립을 위해 국내에서 생산되거나 외국에서 수입되는 목재 브리켓의 규격 및 품질 기준을 정하는 것을 목적으로 하고 있다.

(표 8.23) 목재 브리켓의 규격 및 품질기준

목재 브리켓의 규격·품질기준				
구분	단위	A1등급	A2등급	B 급
원료		1.원목 2.화학적 처리가 되지 않은 목재 부산물	1.뿌리를 제외한 전목 2.원목 3.벌채부산물 4.수피 5.화학적 처리가 되지 않은 목재 부산물	1.산림, 식재 또는 다른 미이용 목재 2.목재 가공산업 부산물
직경, 길이, 폭, 높이	mm	직경, 길이, 폭, 높이 기재		
	형태	그림으로 표현<그림 1>*		
함수율 (수령 시)	w-%	≤12	≤15	≤15
회분	w-%, dry	≤0.7	≤1.5	≤3.0
밀도	g/cm <sup>3</sup>	≥1.0	≥1.0	≥0.9
첨가제	w-%, dry	≤2 종류와 첨가량 제품에 표기		
저위발열량 (수령 시)	MJ/kg kcal/kg	≥15.5 ≥3,704	≥15.3 ≥3,656	≥14.9 ≥3,560
질소(N)	w-%, dry	≤0.3	≤0.5	≤1.0
황(S)	w-%, dry	≤0.03	≤0.03	≤0.04
염소(Cl)	w-%, dry	≤0.02	≤0.02	≤0.03
비소(As)	mg/kg, dry	≤1.0	≤1.0	≤1.0
카드뮴(Cd)	mg/kg, dry	≤0.5	≤0.5	≤0.5
크롬(Cr)	mg/kg, dry	≤10	≤10	≤10
구리(Cu)	mg/kg, dry	≤10	≤10	≤10
납(Pb)	mg/kg, dry	≤10	≤10	≤10
수은(Hg)	mg/kg, dry	≤0.1	≤0.1	≤0.1
니켈(Ni)	mg/kg, dry	≤10	≤10	≤10
아연(Zn)	mg/kg, dry	≤100	≤100	≤100

- 목재칩 규격·품질기준은 「목재의 지속 가능한 이용에 관한 법률(제11429호)」 제20조 제1항에 따라 목질계 고체바이오연료 중 목재칩의 품질 향상 및 유통질서 확립을 위해 국내에서 생산되거나 외국에서 수입되는 목재칩의 규격 및 품질기준을 정하는 것을 목적으로 한다.

(표 8.24) 목재칩의 규격 및 품질기준

목재칩 분류 및 규격·품질기준				
구분		목재연료칩		호그
크기	균일성 습량무게의 80%	10mm~45mm이하 10mm~63mm이하 10mm~100mm이하	10mm~63mm이하 10mm~100mm이하 10mm~200mm이하	
미세분	5mm이하 입자	습량 무게 기준 5% 미만		
회분	건량무게 기준	0.7%이하 1.5%이하 3.0%이하 6.0%이하	1.5%이하 3.0%이하 6.0%이하 10.0%이하	
함수율	습량무게 기준	20%이하 30%이하 40%이하		
발열량	저위발열량	1,900kcal/kg 이상 2,700kcal/kg 이상 3,500kcal/kg 이상 4,300kcal/kg 이상		
질소	건량무게 기준	1.0%이하	3.0%이하 6.0%이하	
염소	건량무게 기준	0.05%미만	0.30%미만	
황	건량무게 기준	0.05%미만	1.20%미만	
무기 금속	비소	건량무게 기준	-	2.0mg/kg이하
	카드뮴	건량무게 기준	-	2.0mg/kg이하
	크롬	건량무게 기준	-	30.0mg/kg이하
	납	건량무게 기준	-	30.0mg/kg이하
	수은	건량무게 기준	-	1.0mg/kg이하

- 목재펠릿 규격·품질기준은 「목재의 지속 가능한 이용에 관한 법률(제11429호)」 제20조 제1항에 따라 고체바이오연료 중 목재펠릿의 품질 향상 및 유통질서 확립을 위해 국내에서 생산되거나 외국에서 수입되는 목재브리켓의 규격 및 품질기준을 정하는 것을 목적하고 있다.

(표 8.25) 목재펠릿의 규격 및 품질기준

목재펠릿의 규격·품질기준					
특성	단위	1급펠릿	2급펠릿	3급펠릿	4급펠릿
크기(지름)	mm	6-8	6-8	6-8	6-25
크기(길이)	mm	≤32	≤32	≤32	≤32
겉보기밀도	kg/m <sup>3</sup>	≥640	≥600	≥550	≥500
함수율	%	≤10	≤10	≤15	≤15
회분	%	≤0.7	≤1.5	≤3.0	≤6.0
미세분	%	<1.0	<1.0	<2.0	<2.0
내구성	%	≥97.5	≥97.5	≥95	≥95
발열량	kcal/kg (MJ/kg)	≥4,300 (≥18.0)	≥4,300 (≥18.0)	≥4,040 (≥16.9)	≥4,040 (≥16.9)
황	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
염소	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
질소	%	<0.3	<0.5	<0.7	<1.0
비소	mg/kg	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
카드뮴	mg/kg	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.5
크롬	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
구리	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
납	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
수은	mg/kg	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05
니켈	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤10
아연	mg/kg	≤100	≤100	≤100	≤100
회분용융 거동온도	℃	권장 표시항목			
기타첨가물	%	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0

## 6. 농업·농촌 온실가스 감축사업

(표 8.26) 농업농촌 온실가스 감축사업 근거 법률

친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률
제10조(농어업 자원 보전 및 환경 개선) ① 국가와 지방자치단체는 농지, 농어업 용수, 대기 등 농어업 자원을 보전하고 토양 개량, 수질 개선 등 농어업 환경을 개선하기 위하여 농경지 개량, 농어업 용수 오염 방지, 온실가스 발생 최소화 등의 시책을 적극적으로 추진하여야 한다.
② 제1항에 따른 시책을 추진할 때 「토양환경보전법」 제4조의2와 제16조 및 「환경정책기본법」 제12조에 따른 기준을 적용한다.

## 7. 농촌개발 및 지속가능 농업

### 가. 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법

농어업·농어촌 및 식품산업 기본법(약칭: 농어업식품기본법)은 국민의 경제, 사회, 문화의 기반인 농어업과 농어촌의 지속가능한 발전을 도모하고, 국민에게 안전한 농수산물과 품질 좋은 식품을 안정적으로 공급하며, 농어업인의 소득과 삶의 질을 높이기 위하여 농어업, 농어촌 및 식품산업이 나아갈 방향과 국가의 정책 방향에 관한 기본적인 사항을 규정함을 목적으로 하고 있다. 농어업식품기본법 제 38조에 친환경농어업 등의 촉진을 위해 국가와 지방단체는 농업국가와 지방자치단체는 농어업과 농어촌의 환경보전 기능을 증대시키고 안전한 농수산물과 품질 좋은 식품의 생산 및 소비를 촉진하기 위하여 친환경농어업 등의 생산기반 구축, 생산기술·생산방법 및 어법·어구·양식기술의 개발, 친환경 농수산물 등의 인증 및 가축분뇨, 어패류 부산물의 자원화 등에 필요한 정책을 세우고 시행하여야 한다고 규정하고 있다. 또한, 지구온난화 방지 등을 위해 제 47조에 국가와 지방자치단체는 농어업·농어촌이 지구온난화 방지 및 기후변화 완화 등의 공익기능을 수행할 수 있도록 지구온실가스 감축 등에 필요한 정책을 세우고 시행하여야 하며, 바이오에너지에 이용되는 농작물, 산림자원 및 수산자원을 생산·공급하기 위하여 필요한 정책을 세우고 시행하여야 한다.

농어촌지역 산업의 진흥 및 개발을 위해서 제 50조에 ‘국가와 지방자치단체는 농어촌주민의 소득 증대와 농어촌 경제의 활성화를 위하여 농어촌 산업단지의 조성 및 지역특산물 생산단지의 육성과 농수산물 가공업, 전통식품산업, 전통놀이산업, 수산레저산업을 비롯한 농어업 관련 산업의 육성 등에 필요한 정책을 세우며, 농어촌의 지속가능한 발전과 농어촌주민의 소득을 높이기 위하여 지역개발에 참여하는 주민, 지방자치단체 공무원, 지역개발 전문가 등에 대한 교육, 훈련, 컨설팅 등에 필요한 정책을 세우고 시행하여야 한다’ 라고 명시하고 있다.



(표 8.27) 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법

농어업·농어촌 및 식품산업 기본법	
제1조(목적) 이 법은 국민의 경제, 사회, 문화의 기반인 농어업과 농어촌의 지속가능한 발전을 도모하고, 국민에게 안전한 농수산물과 품질 좋은 식품을 안정적으로 공급하며, 농어업인의 소득과 삶의 질을 높이기 위하여 농어업, 농어촌 및 식품산업이 나아갈 방향과 국가의 정책 방향에 관한 기본적인 사항을 규정함을 목적으로 한다.	
제2조(기본이념) 이 법의 기본이념은 다음 각 호와 같다. 1. 농어업은 국민에게 안전한 농수산물과 품질 좋은 식품을 안정적으로 공급하고 국토환경의 보전에 이바지하는 등 경제적·공익적 기능을 수행하는 기간산업으로서 국민의 경제·사회·문화발전의 기반이 되도록 한다. 2. 농어업인은 자율과 창의를 바탕으로 다른 산업종사자와 균형된 소득을 실현하는 경제주체로 성장하여 나가도록 한다. 3. 농어촌은 고유한 전통과 문화를 보존하고 국민에게 쾌적한 환경을 제공하는 산업 및 생활공간으로 발전시켜 이를 미래세대에 물려주도록 한다.	
제8조(농어업의 구조개선과 지속가능한 발전) ① 국가와 지방자치단체는 농어업 종사 인력, 농어업 경영, 농지의 소유 및 이용, 어장의 이용 및 보전, 수산자원의 이용과 농수산물의 유통 등을 포함한 농어업구조를 개선하고, 식품산업과 농어업 자재산업 등을 활성화시킴으로써 농어업인의 소득이 안정적으로 증대될 수 있도록 노력하여야 한다. ② 국가와 지방자치단체는 농어업의 환경보전기능을 증진하고 안전한 농수산물과 품질 좋은 식품의 생산 및 소비를 촉진하기 위하여 지속가능한 친환경 농어업 등을 육성하여야 한다.	

### 나. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법

농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법(약칭: 농어업인 삶의 질법)은 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」, 「산림기본법」 및 「해양수산발전 기본법」에 따라 농어업인등의 복지증진, 농어촌의 교육여건 개선 및 농어촌의 종합적·체계적인 개발촉진에 필요한 사항을 규정함으로써 농어업인등의 삶의 질을 향상시키고 지역 간 균형발전을 도모함을 목적으로 한다. 농어업인 등의 일자리 창출 기여 등 단체에 대한 지원을 위해 제 19조의 3항에 농림축산식품부장관 또는 해양수산부장관이 농어촌의 지역공동체 활성화 사업을 추진하면서 농어업인등의 일자리 창출에 기여하거나 농어촌에 공공서비스를 제공하는 「민법」상 법인·조합, 「상법」상 회사, 「농어업경영체 육성 및 지원에 관한 법률」 제2조제2호 및 제5호에 따른 농어업법인, 그 밖에 다른 법률에 따른 비영리단체에 재정 지원 등 필요한 지원을 할 수 있고 지역공동체 활성화 사업의 기준, 지원 방법, 그 밖에 필요한 사항은 농림축산식품부령 또는 해양수산부령으로 정하도록 하고 있다.

제 29조에 농어촌의 기초생활여건 개선에 관한 내용 중 국가와 지방자치단체는 농어촌 주민의 생활편의를 증진하고, 경제활동 기반을 구축하기 위해 폐기물관리법 제 2조 2호에 따른 생활폐기물의 처리, 농어촌 주민의 생활편의 증진을 위한 사업 등 농어촌의 공익적 기능과 지역의 특성을 반영하여 추진되도록 하고 있다. 농어촌 주민의 소득을 높이고, 지역경제를 활성화와 농어촌 산업육성을 위해 제 31조에 산업입지 및 개발에 관한 법률 제 2조 5호 라목에 따른 농공단지 등 기업집적화 및 농어촌 산업 인프라 조성 지원, 농어촌 산업 창업 및 역량강화 지원 등 농어촌 산업을 육성하기 위하여 필요한 지원을 하도록 하고 있다.

(표 8.28) 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법

농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법
<p>제1조(목적) 이 법은 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」, 「산림기본법」 및 「해양수산물발전 기본법」에 따라 농어업인등의 복지증진, 농어촌의 교육여건 개선 및 농어촌의 종합적·체계적인 개발촉진에 필요한 사항을 규정함으로써 농어업인등의 삶의 질을 향상시키고 지역 간 균형발전을 도모함을 목적으로 한다.</p> <p>제2조(기본이념) 이 법은 농어촌과 도시지역 간에 생활 격차를 해소하고, 교류를 활성화함으로써 농어촌 주민이 도시지역 주민과 균등한 생활을 할 수 있도록 하고, 농어촌이 지속적인 발전을 이루기 위한 기틀을 마련하는 것을 기본이념으로 한다.</p> <p>제5조(농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립) ① 정부는 농어업인등의 복지증진, 농어촌의 교육여건 개선 및 지역개발을 촉진하기 위하여 5년마다 다음 각 호의 사항을 포함하는 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)을 세워야 한다. &lt;개정 2013.6.12.&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 농어업인등의 복지증진, 농어촌의 교육여건 개선 및 지역개발에 관한 정책의 기본 방향</li> <li>2. 농어업인등의 복지증진 및 사회안전망 확충에 관한 사항</li> <li>2의2. 고령 농어업인에 대한 소득안정화 및 작업환경 개선에 관한 사항</li> <li>3. 농어촌의 교육여건 개선에 관한 사항</li> <li>4. 농어촌의 기초생활여건 개선에 관한 사항</li> <li>5. 농어촌의 자연환경 및 경관 보전에 관한 사항</li> <li>6. 제31조제1항에 따른 농어촌산업 육성에 관한 사항</li> <li>7. 도시와 농어촌 간의 교류확대에 관한 사항</li> <li>8. 농어촌 거점지역의 육성에 관한 사항</li> <li>9. 필요한 재원의 투자계획 및 조달에 관한 사항</li> <li>10. 농어촌서비스기준에 관한 사항</li> <li>11. 그 밖에 농어업인등의 삶의 질 향상 및 농어촌의 지역개발 등에 관한 사항</li> </ol> <p>② 정부는 기본계획을 세울 때에는 제10조에 따른 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발위원회(이하 "위원회"라 한다)의 심의를 거쳐야 한다. 기본계획을 변경할 때에도 또한 같다.</p>

#### 다. 농어촌정비법

- 농어촌정비법은 농업생산기반, 농어촌 생활환경, 농어촌 관광휴양자원 및 한계농지 등을 종합적·체계적으로 정비·개발하여 농수산업의 경쟁력을 높이고 농어촌 생활환경 개선을 촉진함으로써 현대적인 농어촌 건설과 국가의 균형발전에 이바지하는 것을 목적으로 하고 있다.
- 농어촌 정비법 제 55조 생활환경정비 계획 중에는 농어촌 관광휴양자원 개발, 농공단지 등 농어촌산업 육성 및 다른 지역개발사업과 연계한 생활환경의 정비·확충에 관한 사항, 그밖에 대통령령으로 정하는 사업을 하도록 하고 있다.
- 제 72조에 농어촌 산업을 육성하기 위해 필요한 종합적인 지원시책을 마련하고 시행하도록 하고 있다.
- 제 73조에 농림축산식품부장관 또는 해양수산부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 농어촌산업 육성계획을 세우는 데에 필요한 지침을 정할 수 있고, 제72조에 따라 농어촌산업 육성을 위한 시책을 시행하려는 시장·군수·구청장은 3년을 단위로 하는 농어촌산업 육성 기본계획을 세우고, 시·도지사를 거쳐 농림축산식품부장관 또는 해양수산부장관에게 제출하도록 하고 있다.
- 농어촌 산업육성 기본 계획에는 농어촌산업 발전 목표 및 기본방향, 농어촌산업 발

전에 필요한 인력 육성 및 산업계·학계·연구기관 간 협력 체계 등에 관한 사항, 농어촌산업 발전을 위한 기업 육성 및 투자 환경조성과 관련한 사항, 제78조에 따른 농공단지의 조성 및 운영 활성화와 관련한 사항, 연차별 투자 계획 및 조달에 관한 사항, 그 밖에 농어촌산업 육성을 위하여 필요한 사항을 시장·군수·구청장이 미리 관할 지역의 민간단체·주민 등의 의견을 수렴하여야 한다.

- 제 80조에 농공단지에 입주한 업체가 「환경정책기본법」 제29조에 따른 환경보전시설을 설치·관리하는 경우 필요한 자금을 지원할 수 있도록 하고 있다.
- 제 81조에 농어촌 관광휴양을 지원·육성하여 농어촌지역과 준농어촌지역의 자연경관을 보존하고 농어촌의 소득을 늘리기 위하여 농어촌의 자연환경, 영농활동, 전통문화 등을 활용한 관광휴양자원 개발, 농어촌 관광휴양사업의 육성, 농어촌 관광휴양을 활성화하기 위한 조사·연구 및 홍보에 관한 시책을 추진할 수 있도록 하고 있으며, 농어촌 관광휴양사업의 규모 및 시설 기준은 농림축산식품부령 또는 해양수산부령으로 정하고 있다.

(표 8.29) 농어촌정비법

농어촌정비법
제1조(목적) 이 법은 농업생산기반, 농어촌 생활환경, 농어촌 관광휴양자원 및 한계농지 등을 종합적·체계적으로 정비·개발하여 농수산업의 경쟁력을 높이고 농어촌 생활환경 개선을 촉진함으로써 현대적인 농어촌 건설과 국가의 균형발전에 이바지하는 것을 목적으로 한다.
제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2011.7.14., 2012.2.17.>
1. "농어촌"이란 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」 제3조제5호에 따른 농어촌을 말한다.
2. "준농어촌"이란 광역시 관할 구역의 지방자치단체인 구(이하 "광역시 자치구"라 한다)의 구역 중 농어촌 외의 지역으로서 「농지법」에 따른 농업진흥지역과 「개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법」에 따른 개발제한구역을 말한다.
4. "농어촌정비사업"이란 다음 각 목의 사업을 말한다. 가. 농업생산기반을 조성·확충하기 위한 농업생산기반 정비사업 나. 생활환경을 개선하기 위한 농어촌 생활환경 정비사업 다. 농어촌산업 육성사업 라. 농어촌 관광휴양자원 개발사업 마. 한계농지등의 정비사업
6. "농업생산기반시설"이란 농업생산기반 정비사업으로 설치되거나 그 밖에 농지 보전이나 농업 생산에 이용되는 저수지, 양수장(揚水場), 관정(관정: 우물) 등 지하수 이용시설, 배수장, 취입보(取入洑), 용수로, 배수로, 유지(유지: 웅덩이), 도로(「농어촌도로 정비법」 제4조에 따른 농도(農道) 등 농로를 포함한다. 이하 같다), 방조제, 제방(제방: 둑) 등의 시설물 및 그 부대시설과 농수산물의 생산·가공·저장·유통시설 등 영농시설을 말한다.
10. "생활환경정비사업"이란 농어촌지역과 준농어촌지역의 생활환경, 생활기반 및 편익시설·복지시설 등을 종합적으로 정비하고 확충하며 농어업인 등의 복지를 향상하기 위한 다음 각 목의 사업을 말한다. 가. 집단화된 농어촌 주택, 공동이용시설 등을 갖춘 새로운 농어촌마을 건설사업 나. 기존 마을의 토지와 주택 등을 합리적으로 재배치하기 위한 농어촌마을 재개발사업 다. 분산된 마을의 정비사업 라. 간이 상수도, 마을하수도(「하수도법」 제2조제4호에 따른 공공하수도 중 농어촌지역에 마을 단위로 설치하는 공공하수도를 말한다) 및 오수·폐수 정화시설의 설치 등 농어촌 수질오염 방지를 위한 사업 마. 주민생활의 거점이 되는 지역을 중점적으로 개발하는 정주생활권(定住生活圈) 개발사업 바. 빈집의 정비 사. 농어촌 임대주택의 공급 및 관리를 위한 사업 아. 치산녹화(治山綠化) 등 국토보전시설의 정비·확충 자. 농어촌 주택의 개량(신축·증축·개축 및 대수선을 말한다. 이하 같다)사업 차. 슬레이트(석면이 함유된 슬레이트를 말한다. 이하 같다)가 사용된 농어촌 주택·공동이용시설 등 시설물에 대한 슬레이트의 해체·제거 및 처리 사업 카. 그 밖에 농어촌지역과 준농어촌지역의 생활환경을 개선하기 위하여 필요한 사업

라. 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률

(표 8.30) 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률

친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률
<p>제1조(목적) 이 법은 농어업의 환경보전기능을 증대시키고 농어업으로 인한 환경오염을 줄이며, 친환경농어업을 실천하는 농어업인을 육성하여 지속가능한 친환경농어업을 추구하고 이와 관련된 친환경농수산물과 유기식품 등을 관리하여 생산자와 소비자를 함께 보호하는 것을 목적으로 한다.</p> <p>제7조(친환경농어업 육성계획) ① 농림축산식품부장관 또는 해양수산부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 5년마다 친환경농어업 발전을 위한 친환경농업 육성계획 또는 친환경어업 육성계획(이하 "육성계획"이라 한다)을 세워야 한다.</p> <p>② 육성계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. &lt;개정 2013.3.23.&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 농어업 분야의 환경보전을 위한 정책목표 및 기본방향</li> <li>2. 농어업의 환경오염 실태 및 개선대책</li> <li>3. 합성농약, 화학비료 및 항생제·항균제 등 화학자재 사용량 감축 방안</li> <li>4. 친환경농어업 발전을 위한 각종 기술 등의 개발·보급·교육 및 지도 방안</li> <li>5. 친환경농어업의 시범단지 육성 방안</li> <li>6. 친환경농수산물과 그 가공품 및 유기식품등의 생산·유통·수출 활성화와 연계강화 및 소비 촉진 방안</li> <li>7. 친환경농어업의 공익적 기능 증대 방안</li> <li>8. 친환경농어업 발전을 위한 국제협력 강화 방안</li> <li>9. 육성계획 추진 재원의 조달 방안</li> <li>10. 제26조 및 제35조에 따른 인증기관의 육성 방안</li> <li>11. 그 밖에 친환경농어업의 발전을 위하여 농림축산식품부령 또는 해양수산부령으로 정하는 사항</li> </ol> <p>제9조(농어업으로 인한 환경오염 방지) 국가와 지방자치단체는 농약, 비료, 가축분뇨, 폐농어업자재 및 폐수 등 농어업으로 인하여 발생하는 환경오염을 방지하기 위하여 농약의 안전사용기준 및 잔류허용기준 준수, 비료의 작물별 살포기준량 준수, 가축분뇨의 방류수 수질기준 준수, 폐농어업자재의 투기(投棄) 방지 및 폐수의 무단 방류 방지 등의 시책을 적극적으로 추진하여야 한다.</p> <p>제10조(농어업 자원 보전 및 환경 개선) ① 국가와 지방자치단체는 농지, 농어업 용수, 대기 등 농어업 자원을 보전하고 토양 개량, 수질 개선 등 농어업 환경을 개선하기 위하여 농경지 개량, 농어업 용수 오염 방지, 온실가스 발생 최소화 등의 시책을 적극적으로 추진하여야 한다.</p>

### 제3절 관련 법령의 시사점

바이오매스 순환단지 조성과 관련하여 바이오매스 관리, 바이오매스 전환 제품 및 에너지 생산·유통·판매, 바이오매스 순환단지의 조성 등과 관련한 관련 법규를 검토하였다. 바이오매스 순환단지 사업화와 관련하여 법적, 제도적 관련내용을 분석한 결과 사업추진 및 활성화를 위하여 몇 가지 개선사항을 도출할 수 있었다.

첫 번째, 바이오매스의 관리 체계를 기존에 환경오염 방지 중심에서 바이오매스 활용 촉진 중심으로 전환 할 필요가 있다. 바이오매스의 관리 분야에서 특히 폐기물계 바이오매스의 이용 부분에서 법적 제한이 많았으며, 이는 폐기물계 바이오매스는 적정하게 관리되지 않는 경우 환경오염의 우려가 크기 때문이다. 폐기물계 바이오매스는 이러한 환경적 악영향의 우려로 강한 관리와 발생량 통계 관리 체계를 구축하고 있는 반면, 환경적 문제와는 거리가 있는 농산부산물물의 경우는 전혀 관리되고 있지 않으며, 발생량 통계체계도 마련되어 있지 않은 상황이다. 따라서 향후 바이오매스의 이용을 촉진시키고 농업농촌부문에 발생하는 농산부산물의 이용을 활성화하기 위해서는 농산 바이오매스의 관리법령 제정 및 통계체계 구축이 시급히 요구되고 있다. 바이오매스별 관련 통계 및 관리현황은 (표 8.31)에 나타내었다.

두 번째로 바이오매스 제품 및 에너지의 활성화를 유도하는 방향으로 품질기준을 설정할 필요가 있다. 바이오매스 제품 및 에너지의 생산·유통을 위해서는 일정 수준 이상의 품질조건을 만족시켜야 한다. 현재까지 바이오매스 제품 및 에너지의 활용에 있어 품질기준이 설정되어 있는 품목은 퇴비, 액비, 사료 제품과 목재칩, 펠릿 등 고품연료제품, 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오디젤 등이다. 이들 제품은 관련 생산기술이 충분히 성숙되어 산업화가 어느 정도 진행된 제품이다. 그러나 아직까지 기술의 성숙도가 낮아 사업화가 추진 중이거나 계획 중인 제품에 대해서는 법·제도의 요구 및 필요성이 낮아 관련 품질기준이 설정되어 있지 않는 경우가 대부분이다. 근래에는 바이오에너지의 활성화를 위하여 기존에 품질기준을 완화시키는 노력이 각 분야에서 진행 중에 있으며, 최근에는 가축분뇨관리 및 이용에 관한 법률의 개정을 통해 가축분뇨 고품연료의 제도화도 추진되고 있다. 반면에 바이오가스화 분야는 혐기소화액을 농경지의 비료로 활용하고자 하는 경우 혐기소화 원료의 사용에 있어 다양한 유기성 폐기물의 활용을 제약하고 있어 아직까지 가축분뇨 및 음식물쓰레기 이외의 원료는 활용이 불가능한 상황으로 이에 대한 제도개선 요구가 증가하고 있는 상황이다. 따라서 향후 바이오매스 제품 및 에너지 이용을 활성화하기 위해서는 시장에서의 요구도와 기술수준 모니터링을 통해 선도적으로 관련 바이오매스 제품 및 에너지의 품질기준을 설정해 나가는 노력이 선행될 필요성이 있다. 특히 외국에서는 이미 상용화에 진입해 있는 초분계·목분계 바이오매스를 이용하는 합성가스, 액체연료 등은 우리나라에서 우선적으로 검토하여야 할 제도화 분야이다. 바이오매스 제품 및 에너지의 품질기준 관리 현황은 (표 8.32)에 나타내었다.

마지막으로 바이오매스 순환단지 조성사업을 정부의 정책 사업으로 추진하기 위한 근거법을 마련이 필요하다. 본 연구에서 구축하고자 하는 바이오매스 순환단지는 단순히 바이오매스를 활용하는 시설을 설치·운영하는데 그치는 것이 아니라 바이오매스 순환단지의 추진 및 구축을 통해 지역개발 및 농업인의 삶의 질을 향상시켜 농업·농촌을 활력화 하고자하는 목표를

수립하고 있다. 따라서 이러한 목표의 달성을 위해서는 적정한 법률에 근거하는 정부 정책 사업으로의 추진이 필요하다. 바이오매스 순환단지 관련 근거법률은 새롭게 법적 체계를 마련하는 방법과 기존의 연관 법률의 개정을 통하는 방법이 있다. 본 연구에서는 바이오매스 순환단지가 새로운 사업이라기보다는 기존의 농업 농촌 개발 등 지속가능한 발전 관련 법률과 맥을 같이 한다는 점에서 새로운 법률을 마련하기보다는 기존의 연관법률을 이용하는 방향으로 근거법률 마련 방향을 설정하였으며, 이에 농림축산식품부에서 운영하는 관련 법률로서 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법, 농어촌정비법, 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률을 검토하였다. 검토결과 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법이 바이오매스 순환단지 조성사업의 기본적인 취지가 농어촌의 개발과 농어업인의 삶의 질 향상에 매우 부합하였으며, 관련 사업내용이 농어업인의 복지 및 생활여건 개선에 편중되어 있어 바이오매스 순환단지 조성 사업과는 다소 거리가 있는 단점이 있으나, 본 법의 사업내용에 농어촌산업 육성에 관한 사항 및 그 밖에 농어업인등의 삶의 질 향상 및 농어촌의 지역개발 등에 관한 사항을 규정하고 있어 바이오매스 순환단지 조성사업의 편성이 가능할 것으로 판단되었다. 관련 법령의 검토의견은 (표 8.33)과 (표 8.34)에 나타내었다.

(표 8.31) 바이오매스별 관련 통계 및 관리 현황 검토

구분		관련통계(관리부처)	검토의견
폐기물계 바이오매스	음식물쓰레기 - 가정생활계 - 사업장생활계	전국폐기물 발생 및 처리 현황(환경공단) 전국음식물류 폐기물 처리시설 현황(환경부)	- 전국폐기물 발생 및 처리현황은 발생량 및 소각, 매립, 재활용량만을 파악 가능 - 음폐수의 발생량은 전국음식물류 폐기물 처리 시설 현황에서 파악이 가능
	가축분뇨 - 젖소, 한우(소, 말), 돼지, 산란계, 육계, 기타 가축	가축통계(농식품부) 가축분뇨처리통계(환경부)	- 가축통계와 가축분뇨처리통계 간 수치의 차이가 있음 - 가축사육두수를 기초로 가축분뇨 발생량 재산정 필요
	오니 - 하수처리오니, 정수처리오니, 공정오니, 폐수처리오니	하수도통계(환경공단) 전국폐기물 발생 및 처리 현황(환경공단)	- 전국폐기물 발생 및 처리현황과 하수도통계 간의 수치차이 있음 - 하수오니 및 분뇨오니의 세부적인 처리현황은 하수도 통계에서 파악이 가능
	폐목재 - 가정생활계 - 사업장배출시설계 - 건설폐기물(건설폐계)	전국폐기물 발생 및 처리 현황(환경공단)	- 가정생활계에서 배출되는 목재와 사업장 폐목재는 발생특성이 상이함 - 전국폐기물 발생 및 처리현황은 발생량 및 소각, 매립, 재활용량만을 파악 가능
	폐지 - 가정생활계 - 사업장배출시설계 - 건설폐기물	전국폐기물 발생 및 처리 현황(환경공단)	- 가정생활계에서 배출되는 종이와 사업장 폐지는 발생특성이 상이함 - 전국폐기물 발생 및 처리현황은 발생량 및 소각, 매립, 재활용량만을 파악 가능
	동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	전국폐기물 발생 및 처리 현황(환경공단)	- 전국폐기물 발생 및 처리현황은 발생량 및 소각, 매립, 재활용량만을 파악 가능
미이용계 바이오매스	저함수 부산물 - 볏짚 - 왕겨 - 맥류(쌀보리)짚 - 대두(줄기) - 고구마(줄기) - 과수전정지 등		- 통계원이 부재한 상황임 - 농업통계의 작물재배면적을 기초로 재산정 필요
		간벌재, 임지잔재, 가로수 전정지	임업통계(산림청)
	고함수 부산물 - 채소류 등 작물잔사(건조되지 않은 부산물)		- 통계원이 부재한 상황임 - 주로 비 상품으로 발생하는 특성이 있어 산출근거가 미미
자원 식물계	전분질 계 - 옥수수, 감자 등	농업통계(농식품부)	- 농업통계에 에너지화 이용 부분은 통계구분 부재
	셀룰로오스 계 - 억새 등 초분류		- 통계원이 부재한 상황임
	유지계 - 자트로파, 대두, 유채 등	농업통계(농식품부)	- 농업통계에 에너지화 이용 부분은 통계구분 부재



(표 8.32) 바이오에너지 제품의 법제화 및 품질기준 검토

기술		제조물	품질기준		
			여부	검토의견	
물질 자원화	퇴비화	퇴비	○		
	액비화	액비	○	혐기소화시 도축부산물 등 일부 원료의 사용 불가	
	사료화	사료	○		
	목질소재화	제품원료(집성목, 보드 등)	×	소재산업으로 품질기준 설정 불필요	
	바이오매스플라스틱화	바이오매스플라스틱	×	소재산업으로 품질기준 설정 불필요	
에너지 자원화	물리학적 변환	고체연료화	칩, 펠릿 등	○	가축분뇨 고형연료의 농가 및 시설채소 사용 불가
		직접연소(전소, 혼소)	열, 전기	○	농가 및 시설채소 사용 불가
	열화학적 변환	고체연료화 ①탄화, ②반탄화, ③수열탄화	고체연료, 바이오코코스	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		가스화(전력, 열이용)	합성가스, 열, 전기	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		수열가스화	합성가스, 열, 전기	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		가스화, 액체연료제조(BTL)	액체연료(메탄올 등)	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		액체연료제조(에스테르화)	바이오디젤(BDF)	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		급속열분해액화	액체연료(BDF 등)	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		수열액화	액체연료(BDF 등)	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		수소화분해	경질탄화수소연료(경유 등)	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
	생물 화학적 변환	메탄발효(습식, 건식)	바이오가스, 열, 전기	○	도시가스관망 연계 등 바이오가스 이용활성화를 위해 품질기준 재설정 필요
		수소발효	바이오가스, 열, 전기	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구
		당질, 전분질계 발효(제1세대)	바이오에탄올	○	
		셀룰로오스계 발효(제2세대)	바이오에탄올	○	
		부탄올발효	바이오부탄올	×	기술 수준 미흡, 향후 품질기준 설정 요구

(표 8.33) 농촌개발 및 지속가능농업 관련 법령의 검토

구분	농어업·농어촌 및 식품산업 기본법	농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법	농어촌정비법	친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농어업과 농어촌의 지속가능성 확보</li> <li>- 국민에게 안전한 농수산물과 품질 좋은 식품을 안정적으로 공급</li> <li>- 농어업인의 소득과 삶의 질 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농어업인등의 삶의 질을 향상</li> <li>- 지역 간 균형발진을 도모</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농수산업의 경쟁력 제고와 농어촌 생활환경 개선 촉진</li> <li>- 현대적인 농어촌 건설과 국가의 균형발전에 이바지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지속가능한 친환경농어업을 추구</li> <li>- 친환경농수산물과 유기식품 등을 관리하여 생산자와 소비자를 함께 보호</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농어촌 및 식품산업이 나아갈 방향과 국가의 정책 방향에 관한 기본적인 사항을 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」, 「산림기본법」 및 「해양수산발전 기본법」에 따라 농어업인등의 복지증진, 농어촌의 교육여건 개선 및 농어촌의 종합적·체계적인 개발촉진에 필요한 사항을 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업생산기반, 농어촌 생활환경, 농어촌 관광휴양자원 및 한계농지 등을 종합적·체계적으로 정비·개발촉진에 필요한 사항을 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농어업의 환경보전기능을 증대시키고 농어업으로 인한 환경오염을 줄이며, 친환경농어업을 실천하는 농어업인을 육성하는데 필요한 사항을 규정</li> </ul>
관련 사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세부적인 사업 내용 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농어촌의 자연환경 및 경관 보전에 관한 사항</li> <li>- 농어촌산업 육성에 관한 사항</li> <li>- 도시와 농어촌 간의 교류확대에 관한 사항</li> <li>- 그 밖에 농어업인등의 삶의 질 향상 및 농어촌의 지역개발 등에 관한 사항</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업생산기반 조성·확충을 위한 농업생산기반 정비사업</li> <li>- 생활환경개선을 위한 농어촌 생활환경 정비사업</li> <li>- 집단화된 농어촌 주택, 공동이용 시설 등을 갖춘 새로운 농어촌마을 건설사업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 친환경농어업의 시범단지 육성 방안</li> <li>- 친환경농어업의 공익적 기능 증대 방안</li> <li>- 농어업·농촌 온실가스 감축사업</li> </ul>

(표 8.34) 바이오매스 순환단지 조성사업 추진을 위한 관련 법령 검토 의견

구분	농어업·농어촌 및 식품산업 기본법	농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법	농어촌정비법	친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률
연계성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 법은 농어업·농어촌 및 식품산업의 지속가능한 발전과 농업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진을 위한 기본적인 사항을 정하는 법임</li> <li>- 바이오매스 순환단지 조성사업의 기본적인 취지가 농어촌의 개발과 농업인 삶의 질 향상이라는 점에서 연계성이 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 순환단지 조성사업의 기본적인 취지가 농어촌의 개발과 농업인 삶의 질 향상이라는 점에서 본 법령의 목적에 매우 부합하고 있음</li> <li>- 관련 사업내용이 농업인의 복지 및 생활여건 개선에 편중되어 있어 바이오매스 순환단지 조성사업과는 다소 거리가 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 법령은 현대적인 농어촌 건설과 국가의 균형발전에 이바지한다는 목적은 바이오매스 산업을 통해 농어촌의 산업을 유도한다는 점에서 연계성이 있음</li> <li>- 관련 사업내용이 농어촌 정비, 생산기반 구축, 생활환경 정비에 초점을 두고 있어 바이오매스 순환단지 조성 사업과는 다소 거리가 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지속가능한 친환경농업 육성이라는 본 법령의 목적은 바이오매스 순환단지 조성과 부합하는 특성이 있음</li> <li>- 본 법령의 관련사업은 농업환경 개선에 초점을 두고 있어 바이오매스 순환단지 조성과는 다소 거리가 있음</li> </ul>
적용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 순환단지 조성사업의 기본적인 취지를 본 법령에 포함하여 바이오매스 산업을 통한 농어업·농어촌의 지속가능발전 방향을 명시할 필요가 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업내용에 농어촌산업 육성에 관한 사항 및 그 밖에 농어업인등의 삶의 질 향상 및 농어촌의 지역개발 등에 관한 사항을 규정하고 있어 본 사업내용에 바이오매스 순환단지 조성사업의 편성이 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생활환경개선, 집단화된 농어촌 주택, 공동이용시설 등의 순환단지를 연계하는 경우 바이오매스 순환단지의 추진이 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 순환단지의 특성이 농업부문 온실가스 감축과 연계된다는 점에서 바이오매스 순환단지의 활성화를 위한 각종 지원체계를 본 법령에 담을 수 있을 것으로 판단됨</li> </ul>
추진방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 순환단지의 기본적인 취지와 방향성을 본 법령에서 규정</li> <li>- 농어촌 및 식품산업이 나아갈 방향과 국가의 정책 방향에 바이오매스 순환단지를 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 순환단지 조성사업을 본 법령에서 추진</li> <li>- 삶의 질 향상과 지역개발의 방향을 바이오매스 순환단지 민원해소와 바이오매스 산업화와 연계 추진하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성사업 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 순환단지의 생산에너지의 활용을 농촌 공동이용시설과 연계할 수 있도록 관련 사업을 규정</li> <li>- 에너지자립형 마을과 같은 미래지향적 농어촌 정비사업 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 순환단지에서 생산되는 퇴액비, 에너지를 이용하여 친환경농업, 청정에너지 농업의 육성이 가능하도록 관련 지원사업을 규정</li> <li>- 바이오매스 순환단지 조성사업의 활성화를 위한 각종 수단을 발굴</li> </ul>



## 제9장 바이오매스 순환단지 구축 모델

### 제1절 바이오매스 순환단지의 기준 및 범위

#### 1. 바이오매스 순환단지(Biopia)의 정의

바이오매스 순환단지란 지역에서 발생하는 다양한 바이오매스를 물질 자원화 또는 에너지 자원화의 방식으로 활용하는 체계를 구축하고 있는 지역을 말하며, 세부적으로 바이오매스 활용 단지는 효율적이고 적절한 방식을 통해 바이오매스의 발생부터 물질 및 에너지 제품의 생산, 생산 제품의 이용까지 관리할 수 있는 바이오매스 활용 체계를 구축하고, 관련 이해 관계자들이 결합한 바이오매스 활용 조직체계를 구축하고 있는 지역으로 정의한다.

#### 2. 바이오매스 순환단지(Biopia)의 기준 및 범위

바이오매스는 사용 용도에 따라 폐기물계 바이오매스, 미이용계 바이오매스, 자원식물계 바이오매스로 구분할 수 있으며, 이들 바이오매스는 종류는 다양한 반면, 발생밀도가 낮아 수집비용이 높고, 바이오매스 산업화시 경제성이 낮은 문제가 지적되고 있다. 그러므로 바이오매스 순환단지를 조성하는데 있어서 바이오매스 이용을 통해 지역산업(임업, 농업 등) 활성화를 촉진 할 수 있는 방향으로 추진하고, 지역특성별 지역특화산업과의 연관성을 극대화 할 수 있는 방향으로 추진할 필요성이 있다.

따라서 본 과제에서 정하는 바이오매스 순환단지(Biopia)의 기준 및 범위는 (표 9.1)과 같다. 지역단위 바이오매스 순환단지는 농업·농촌 부문에서 발생하는 바이오매스를 이용 촉진함으로써 농업·농촌 부문의 활력화하는 것을 목적으로 하고 있으며, 이에 따라 바이오매스 순환단지의 기준은 “농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발을 위하여 농업·농촌 부문에서 발생하는 바이오매스를 물질 또는 에너지 자원화방식으로 순환 이용하는 지역”으로 정하였으며, 바이오매스 순환단지에서 활용하는 기술의 범위는 바이오매스 이용기술을 물질자원화와 에너지자원화로 구분하여 물질자원화의 경우 “농업·농촌 부문의 가정 또는 사업장에서 발생하는 바이오매스를 「폐기물관리법」 시행규칙 제14조의 3 제2항 관련 “별표5의2 폐기물의 재활용 기준 및 구체적인 재활용 방법”에 따라 “재활용 제품”을 생산·이용하는 체계 “와 ” 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제1항에서 규정하는 가축분뇨를 동법 제2조 제4항에서 규정하는 자원화 시설에서 생산한 퇴비 또는 액비 제품을 생산·이용하는 체계 “로 정하였으며, 에너지 자원화 기술의 범위는 “ 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 시행규칙 제2조 관련 “별표 1. 바이오에너지 등의 기준 및 범위”에서 정하는 “바이오에너지”를 생산·이용하는 체계 “와 ” 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제1항에서 규정하는 가축분뇨를 동법 제2조 제4항에서 규정하는 자원화 시설에서 생산한 바이오에너지 등으로 생산·이용하는 체계 “로 규정하였다.

(표 9.1) 바이오매스 순환단지의 기준 및 범위

항목		내용
기준		농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발을 위하여 농업·농촌 부문에서 발생하는 바이오매스를 물질 또는 에너지 자원화방식으로 순환 이용하는 지역
범위	물질 자원화	농업·농촌 부문의 가정 또는 사업장에서 발생하는 바이오매스를 「폐기물관리법」 시행규칙 제14조의 3 제2항 관련 “별표5의2 폐기물의 재활용 기준 및 구체적인 재활용 방법”에 따라 “재활용 제품”을 생산·이용하는 체계 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제1항에서 규정하는 가축분뇨를 동법 제2조 제4항에서 규정하는 자원화 시설에서 생산한 퇴비 또는 액비 제품을 생산·이용하는 체계
	에너지 자원화	「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 시행규칙 제2조 관련 “별표 1. 바이오에너지 등의 기준 및 범위”에서 정하는 “바이오에너지”를 생산·이용하는 체계 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제1항에서 규정하는 가축분뇨를 동법 제2조 제4항에서 규정하는 자원화 시설에서 생산한 바이오에너지 등으로 생산·이용하는 체계

## 제2절 바이오매스 이용 목표

### 1. 바이오매스 발생 현황

#### 가. 폐기물계 바이오매스

국내 폐기물계 미이용계 바이오매스의 발생 및 이용현황을 파악하고 바이오매스 순환단지 조성을 통한 국내 바이오매스 이용목표를 설정하고자 하였다. 국내 폐기물계 바이오매스 발생 현황은 (표 9.2)와 같으며, 총 발생량은 6,958만톤/년, 바이오매스별 탄소함량을 고려하여 산출한 탄소환산 부존량은 675만톤/년, 바이오매스별 고위발열량을 기준으로 산출한 에너지 잠재량은 43,408,120 Gcal/년으로 나타났다.

(표 9.2) 전국 폐기물계 바이오매스 발생량

구분	발생량 (톤/년)	탄소환산부존량 (톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)
음식물쓰레기(계)	4,821,139.00	846,229.06	2,847,661.42
- 종량제 봉투배출	62,670.50	8,635.69	19,690.27
- 재활용 분리배출	4,758,468.50	837,461.91	2,827,971.15
가축분뇨(계)	51,116,985.43	2,486,690.65	22,309,336.33
- 젓소분뇨	6,535,260.50	252,237.53	2,363,267.83
- 한우분뇨	15,818,346.68	836,557.69	7,837,889.54
- 양돈분뇨	19,740,952.47	460,453.77	5,277,688.37
- 닭오리	9,022,425.77	1,037,082.73	6,830,490.59
오니	7,305,561.50	1,070,085.16	2,370,290.58
- 하수처리오니	3,624,541.00	375,649.72	521,088.18
- 분뇨슬러지	144,937.00	15,022.46	20,837.00
- 정수처리오니	74,533.00	5,167.09	4,676.95
- 공정오니	239,732.00	32,541.49	53,695.12
- 폐수처리오니	3,221,818.50	648,115.83	1,769,993.34
폐식용유	13,724.00	9,882.14	124,180.52
- 가정생활계	6,022.50	4,336.58	54,494.11
- 사업장생활계	3,942.00	2,838.49	35,668.87
- 사업장배출시설계	3,759.50	2,707.07	34,017.53
목재	841,836.00	319,047.21	2,312,253.65
- 종량제 봉투배출	723,503.00	275,500.83	2,000,271.06
- 재활용 분리배출	118,333.00	43,553.64	311,982.59
종이	3,552,691.00	1,323,963.21	9,508,621.77
- 종량제 봉투배출	1,915,191.50	697,091.59	4,786,062.41
- 재활용 분리배출	1,637,499.50	626,786.34	4,722,559.37
폐목재	816,541.50	438,241.64	2,760,736.72
- 사업장배출시설계	676,856.00	363,271.78	2,288,458.35
- 건설폐기물	139,685.50	74,969.86	472,278.37
폐지	37,996.50	9,143.64	60,525.11
- 사업장배출시설계	37,996.50	9,143.64	60,525.11
동식물성 잔재물	1,071,786.00	243,650.25	1,114,514.06
- 사업장배출시설계	1,071,786.00	243,650.25	1,114,514.06
폐기물계 합계	69,578,260.93	6,746,932.96	43,408,120.16

## 나. 미이용계 바이오매스

국내 미이용계 바이오매스 발생현황은 (표 9.3)과 같으며, 총 발생량은 7,406만톤/년, 바이오매스별 탄소함량을 고려하여 산출한 탄소환산부존량은 1,950만톤/년, 바이오매스별 고위발열량을 기준으로 산출한 에너지 잠재량은 188,144,473 Gcal/년으로 나타났다.

(표 9.3) 전국 미이용계 바이오매스 발생량

구분	발생량 (톤/년)	탄소환산부존량 (톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)
미곡	5,702,400.00	1,166,122.78	10,502,573.11
- 벳짚	4,688,640.00	773,510.26	6,982,294.56
- 왕겨	1,013,760.00	392,612.52	3,520,278.56
잡곡	114,700.00	14,973.12	125,168.10
- 옥수수줄기	114,700.00	14,973.12	125,168.10
맥류	146,370.00	24,147.45	217,973.33
- 보릿짚	146,370.00	24,147.45	217,973.33
두류	129,000.00	21,542.01	198,611.11
- 콩줄기	129,000.00	21,542.01	198,611.11
서류	576,730.00	24,494.15	209,573.59
- 고구마줄기	216,750.00	9,245.97	84,231.43
- 감자줄기	359,980.00	15,248.18	125,342.16
과채류	727,260.00	96,306.92	856,838.54
- 수박잔사	280,140.00	19,309.57	177,770.68
- 오이잔사	139,840.00	35,799.74	311,855.51
- 호박잔사	138,000.00	29,671.38	267,701.78
- 토마토줄기	169,280.00	11,526.22	99,510.57
조미채소	518,760.00	50,813.79	471,316.29
- 고추줄기	518,760.00	50,813.79	471,316.29
특용작물	272,600.00	109,688.00	964,757.70
- 참깨줄기	75,400.00	29,923.83	262,232.30
- 들깨줄기	197,200.00	79,764.17	702,525.39
과실류	266,576.30	89,748.98	830,810.46
- 사과전정지	153,757.20	52,017.60	483,794.63
- 포도전정지	41,938.40	11,536.75	106,067.25
- 배전정지	70,880.70	26,194.63	240,948.59
임지잔재	65,602,074.52	17,905,226.95	173,766,851.23
- 침엽수	27,579,659.75	5,033,839.50	49,643,387.55
- 활엽수	17,656,142.09	6,488,632.22	62,317,353.51
- 혼효림	20,366,272.68	6,382,755.23	61,806,110.17
미이용계 합계	74,056,470.82	19,503,064.13	188,144,473.46



## 2. 바이오매스 이용 현황

### 가. 폐기물계 바이오매스

국내 폐기물계 바이오매스 이용현황은 (표 9.4)와 같으며, 총 이용량은 5,671 만톤/년, 바이오매스별 탄소함량을 고려하여 산출한 탄소환산이용량은 484 만톤/년, 탄소환산부존량과 탄소환산이용량으로부터 산출한 바이오매스 이용률은 폐기물계 바이오매스 평균 71.7%로 나타났다.

(표 9.4) 전국 폐기물계 바이오매스 이용 현황

구분	이용량 (톤/년)	탄소환산이용량 (톤-C/년)	이용률 (%)
음식물쓰레기(계)	4,626,448.00	812,055.97	95.96
- 종량제 봉투배출	4,818.00	663.90	7.69
- 재활용 분리배출	4,621,630.00	813,379.15	97.12
가축분뇨(계)	45,340,766.07	2,205,694.61	88.70
- 젓소분뇨	5,796,776.07	223,734.69	88.70
- 한우분뇨	14,030,873.50	742,026.67	88.70
- 양돈분뇨	17,510,224.84	408,422.49	88.70
- 닭오리	8,002,891.66	919,892.38	88.70
오니	3,017,397.50	441,974.55	41.30
- 하수처리오니	1,555,975.00	161,262.23	42.93
- 분뇨슬러지	91,030.00	9,435.10	62.81
- 정수처리오니	38,434.50	2,664.52	51.57
- 공정오니	123,990.50	16,830.61	51.72
- 폐수처리오니	1,207,967.50	243,000.30	37.49
폐식용유	13,541.50	9,750.72	98.67
- 가정생활계	6,022.50	4,336.58	100.00
- 사업장생활계	3,942.00	2,838.49	100.00
- 사업장배출시설계	3,577.00	2,575.66	95.15
목재	304,629.00	115,451.27	36.19
- 종량제 봉투배출	186,296.00	70,939.17	25.75
- 재활용 분리배출	118,333.00	43,553.64	100.00
종이	1,661,626.00	619,229.67	46.77
- 종량제 봉투배출	24,126.50	8,781.57	1.26
- 재활용 분리배출	1,637,499.50	626,786.34	100.00
폐목재	766,062.00	411,149.06	93.82
- 사업장배출시설계	551,259.50	295,863.55	81.44
- 건설폐기물	214,802.50	115,285.51	153.78
폐지	34,310.00	8,256.51	90.30
- 사업장배출시설계	34,310.00	8,256.51	90.30
동식물성 잔재물	939,838.50	213,654.49	87.69
- 사업장배출시설계	939,838.50	213,654.49	87.69
<b>폐기물계 합계</b>	<b>56,704,618.57</b>	<b>4,837,216.85</b>	<b>71.70</b>

## 나. 미이용계 바이오매스

국내 미이용계 바이오매스 이용현황은 (표 9.5)와 같으며, 총 이용량은 335만톤/년, 바이오매스별 탄소함량을 고려하여 산출한 탄소환산이용량은 72만톤/년, 탄소환산부존량과 탄소환산이용량으로부터 산출한 바이오매스 이용률은 폐기물계 바이오매스 평균 3.7%로 나타났다. 미이용계 바이오매스는 폐기물계 바이오매스와 달리 아직까지 관리 체계가 마련되어 있지 않아 농산부산물계의 경의 이용량을 파악하는 것이 불가능한 상황이며, 임지잔재의 이용량 정도가 파악이 가능하다. 본 연구에서는 임지잔재의 경우 장작, 칩, 펠릿 등 에너지 이용량을 중심으로 하였다.

(표 9.5) 전국 미이용계 바이오매스 이용 현황

구분	이용량 (톤/년)	탄소환산이용량 (톤-C/년)	이용률 (%)
미곡	2,141,568.00	391,618.44	33.58
- 벧짚	1,969,228.80	324,874.31	42.00
- 왕겨	172,339.20	66,744.13	17.00
잡곡	-	-	-
- 옥수수줄기	-	-	-
맥류	-	-	-
- 보릿짚	-	-	-
두류	-	-	-
- 콩줄기	-	-	-
서류	-	-	-
- 고구마줄기	-	-	-
- 감자줄기	-	-	-
과채류	-	-	-
- 수박잔사	-	-	-
- 오이잔사	-	-	-
- 호박잔사	-	-	-
- 토마토줄기	-	-	-
조미채소	-	-	-
- 고추줄기	-	-	-
특용작물	-	-	-
- 참깨줄기	-	-	-
- 들깨줄기	-	-	-
과실류	-	-	-
- 사과전정지	-	-	-
- 포도전정지	-	-	-
- 배전정지	-	-	-
임지잔재	1,207,616.64	331,081.32	1.85
- 침엽수	-	-	-
- 활엽수	-	-	-
- 혼효림	-	-	-
미이용계 합계	3,349,184.64	722,699.75	3.71

### 3. 바이오매스 에너지 이용 현황

#### 가. 폐기물계 바이오매스

국내 폐기물계 바이오매스 에너지 이용현황은 (표 9.6)과 같으며, 총에너지 이용량은 210만톤/년, 바이오매스별 탄소함량을 고려하여 산출한 탄소환산이용량은 57만톤/년, 탄소환산부존량과 탄소환산이용량으로부터 산출한 바이오매스 에너지화 이용률은 폐기물계 바이오매스 평균 8.4%로 나타났다. 폐기물계 바이오매스의 에너지화는 다양한 방법으로 이루어지고 있어 정확한 수치를 파악하는 것에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 고형연료 생산 및 에너지화 시설현황 자료를 검토하여 확인 가능한 에너지화 물량을 산출하였다.

(표 9.6) 전국 폐기물계 바이오매스 에너지화 현황

구분	에너지이용량 (톤/년)	탄소환산이용량 (톤-C/년)	에너지 이용률 (%)	에너지양 (Gcal/년)
음식물쓰레기(계)	707,625.50	124,205.77	14.68	417,967.17
- 종량제 봉투배출	9,198.50	1,267.51	14.68	2,890.05
- 재활용 분리배출	698,427.00	122,918.96	14.68	415,077.12
가축분뇨(계)	239,671.00	11,659.29	0.47	104,601.26
- 젖소분뇨	-	-	-	-
- 한우분뇨	-	-	-	-
- 양돈분뇨	239,671.00	5,590.28	1.21	64,075.37
- 닭오리	-	-	-	-
오니	326,060.00	47,759.77	4.46	105,790.22
- 하수처리오니	322,414.00	33,415.19	8.90	46,352.39
- 분뇨슬러지	3,646.00	377.90	2.52	524.17
- 정수처리오니	-	-	-	-
- 공정오니	-	-	-	-
- 폐수처리오니	-	-	-	-
폐식용유	-	-	-	-
- 가정생활계	-	-	-	-
- 사업장생활계	-	-	-	-
- 사업장배출시설계	-	-	-	-
목재	407,121.00	155,026.55	48.59	1,123,534.98
- 종량제 봉투배출	407,121.00	155,026.55	56.27	1,125,568.73
- 재활용 분리배출	-	-	-	-
종이	-	-	-	-
- 종량제 봉투배출	-	-	-	-
- 재활용 분리배출	-	-	-	-
폐목재	422,375.00	226,690.64	51.73	1,428,055.00
- 사업장배출시설계	-	-	-	-
- 건설폐기물	-	-	-	-
폐지	-	-	-	-
- 사업장배출시설계	-	-	-	-
동식물성 잔재물	-	-	-	-
- 사업장배출시설계	-	-	-	-
폐기물계 합계	2,102,852.50	565,342.01	8.38	3,179,948.63

## 나. 미이용계 바이오매스

국내 미이용계 바이오매스 에너지 이용현황은 (표 9.7)과 같으며, 총 에너지 이용량은 121만 톤/년, 바이오매스별 탄소함량을 고려하여 산출한 탄소환산이용량은 33만톤/년, 탄소환산부존량과 탄소환산이용량으로부터 산출한 바이오매스 에너지화 이용률은 폐기물계 바이오매스 평균 8.4%로 나타났다. 농산바이오매스의 에너지 이용은 매우 미미한 상황이며, 통계적인 관리가 미흡한 상황이다. 임지잔재의 경우 목재로 활용하기에는 가치가 매우 낮아 주로 땔감이나 화목연료로 활용하는 경우가 많으며, 임업통계에서 확인 가능하다.

(표 9.7) 전국 미이용계 바이오매스 에너지화 현황

구 분	에너지이용량 (톤/년)	탄소환산이용량 (톤-C/년)	에너지 이용률 (%)	에너지양 (Gcal/년)
미곡	-	-	-	-
- 벧짚	-	-	-	-
- 왕겨	-	-	-	-
잡곡	-	-	-	-
- 옥수수줄기	-	-	-	-
맥류	-	-	-	-
- 보릿짚	-	-	-	-
두류	-	-	-	-
- 콩줄기	-	-	-	-
서류	-	-	-	-
- 고구마줄기	-	-	-	-
- 감자줄기	-	-	-	-
과채류	-	-	-	-
- 수박잔사	-	-	-	-
- 오이잔사	-	-	-	-
- 호박잔사	-	-	-	-
- 토마토줄기	-	-	-	-
조미채소	-	-	-	-
- 고추줄기	-	-	-	-
특용작물	-	-	-	-
- 참깨줄기	-	-	-	-
- 들깨줄기	-	-	-	-
과실류	-	-	-	-
- 사과전정지	-	-	-	-
- 포도전정지	-	-	-	-
- 배전정지	-	-	-	-
임지잔재	1,207,616.64	331,081.32	1.85	3,213,081.74
- 침엽수	-	-	-	-
- 활엽수	-	-	-	-
- 혼효림	-	-	-	-
미이용계 합계	1,207,616.64	331,081.32	1.70	3,213,081.74

#### 4. 바이오매스 이용 및 에너지화 목표

##### 가. 국가 바이오에너지 보급 목표 검토

2012년 기준으로 우리나라 신재생에너지 보급 현황을 살펴보면 1차에너지 소비량이 278,698 천toe로 나타나고 있으며, 신재생에너지 공급량은 8,850 천toe로 1차 에너지 대비 3.18%의 공급비중을 차지하고 있다(표 9.8). 바이오에너지 공급량은 1,334,724 toe로 1차 에너지 대비 0.48%의 공급비중을 보이고 있으며, 신재생에너지 대비 15.08%의 공급비중을 보이고 있다. 최근 2014년 산업통상자원부는 “제4차 신·재생에너지 기본계획(산업통상자원부, 2014. 9)”을 통해 2035년까지 1차 에너지의 11.0%를 신재생에너지로 대체하는 정책을 수립(표 9.9)하였으며, 이중 바이오에너지원의 공급비중을 신재생에너지 공급량 대비 2035년 18%로 설정하고 있다.

본 연구에서는 향후 10년 후(2025년) 바이오매스 순환단지 조성을 통한 바이오매스 에너지화 이용목표를 수립하기 위하여 “제4차 신·재생에너지 기본계획”에서의 바이오에너지 공급 목표를 기준으로 설정하였으며, 2025년을 중간 기준년도로 하여 국가 신재생에너지공급 목표 달성과 연계하여 바이오매스 순환·이용 목표를 수립하고자 하였다. 2025년 국가 신재생에너지 공급 목표는 1차 에너지의 7.8%이며, 신재생에너지 중 바이오에너지의 보급 비중은 19.0%이다. 이러한 보급 목표는 2012년 1차 에너지 소비량을 기준으로 분석하면 2025년 신재생에너지 보급량은 21,738 천toe(1차 에너지소비량의 7.8%)에 해당하며, 2025년 바이오에너지 공급량은 4,130 천toe(21,738 천toe의 19%)에 달한다. 따라서 바이오매스 순환단지 조상에 따른 바이오매스 에너지화 목표는 2025년 4,130 천toe를 상회하는 수준으로 설정하고자 하였다.

(표 9.8) 신재생에너지 공급량 및 공급비중 현황

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1차 에너지 (천toe)	233,372	236,454	240,752	243,311	263,805	276,636	278,698
신재생에너지공급량 (천toe)	5,225	5,608	5,858	6,086	6,856	7,582	8,850
신재생에너지 공급비중 (% , 1차 에너지 대비)	2.24	2.37	2.43	2.50	2.60	2.74	3.18
바이오에너지 공급량 (toe)	274,482	370,159	426,760	580,419	754,623	963,363	1,334,724
바이오에너지 공급비중 (% , 1차 에너지 대비)	0.12	0.16	0.18	0.24	0.29	0.35	0.48
바이오에너지 공급비중 (% , 신재생에너지 대비)	5.25	6.60	7.28	9.54	11.01	12.70	15.08

자료 : 산업통상자원부. 2013. 2012년 신재생에너지 보급통계.

(표 9.9) 제4차 신재생에너지원 공급목표 및 공급비중



자료 : 산업통상자원부, 2014. 제4차 신재생에너지 기본 계획.

#### 나. 바이오매스 이용 및 에너지화 목표 설정

앞에서 검토한 국가 신재생에너지 보급계획 검토결과와 전문가들의 의견을 수렴하여 설정한 바이오매스 순환단지 조성사업의 바이오매스 이용 및 에너지화 이용목표는 (표 9.10)과 (표 9.11)과 같다. 본 연구에서 설정한 바이오매스 순환단지 조성에 따른 바이오매스 이용 목표는 바이오매스의 탄소환산량 기준으로 2012년 21%에서 2025년 38%로 설정하였으며, 바이오매스 에너지화 이용목표는 한소환산량 기준으로 2012년 3%에서 2025년 26%로 설정하였다. 여기서 설정한 2025년 바이오매스 에너지 이용률을 이용하여 2025년 바이오에너지 공급량을 산출하면 우리나라 바이오매스 총 에너지잠재량을 231,552,594Gcal/년<sup>61)</sup>의 26%인 52,116,526Gcal/년<sup>62)</sup> (5,211,653 toe/년)에 해당하는 에너지양이다. 이는 앞에서 검토한 국가 신재생에너지 보급계획상의 2025년 바이오에너지 공급 목표 4,130 천toe를 약 22% 상회하는 양으로서 연간 1차 에너지 소비량 증가율을 고려하였을 때, 2025년 충분히 달성 가능 한 양으로 평가되었다.

61) 폐기물계 바이오매스 에너지 잠재량 43,408,120 Gcal/년과 미이용계 바이오매스 에너지잠재량 188,144,743 Gcal/년의 합이다.

62) 우리나라 바이오매스 총 에너지잠재량을 231,552,594 Gcal/년의 26%로 산출하였다.

(표 9.10) 바이오매스 종류별 이용 목표 설정

종류	목표 이용률 (2012년 → 2025년)	비고
음식물쓰레기	96% → 100%	- 퇴비화, 사료화 → 에너지화 확대
가축분뇨	89% → 95%	- 퇴비화, 액비화 → 에너지화 확대
오니류	41% → 70%	- 부숙토, 연료화 → 연료화 확대
폐식용유	99% → 100%	- 재이용 및 비누생산 → 바이오디젤화 확대
목재류	36% → 70%	- 매립, 소각 → 고품연료화 확대 총량제봉투배출 → 분리배출 약 50% 확대
폐목재류	94% → 100%	- 소각, 고품연료 → 고품연료화 확대
종이류	47% → 70%	- 매립, 소각 → 고품연료화 확대 총량제봉투배출 → 분리배출 약 50% 확대
폐지류	90% → 100%	- 대부분 소각 → 고품연료화 확대
동식물성잔재물	88% → 100%	- 퇴비화, 사료화 → 에너지화 확대
농산부산물	26% → 40%	- 주로 볏짚, 왕겨 이용 → 가타 작물부산물 이용 확대
과수전정지	대부분 미이용 → 50%	- 미이용, 수요처 파악 불가 → 연료화 확대
임지잔재	2% → 20%	- 펠릿, 칩 → 연료화 확대

(표 9.11) 바이오매스 에너지 잠재량 및 목표 이용률 설정

종류	부존량(A)		바이오매스 목표 이용률 (부존량 대비)				에너지화 목표 이용률 (부존량 대비)			
	물량 (만톤)	탄소량 (만Ct)	2012년		2025년		2012년		2025년	
			탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)	탄소량 (만Ct)	이용률 (%)
음식물쓰레기	482.1	84.6	81.2	96	84.6	100	12.4	15	42.3	50
가축분뇨	5,111.7	248.7	220.6	89	236.2	95	1.2	0	74.6	30
오니류	730.6	107.0	44.2	41	74.9	70	4.8	4	53.5	50
폐식용유	1.4	1.0	1.0	99	1.0	100	0.0	0	0.3	30
목재류	84.2	31.9	11.5	36	22.3	70	15.5	49	9.6	30
폐목재류	81.7	43.8	41.1	94	43.8	100	22.7	52	43.8	100
종이류	355.3	132.4	61.9	47	92.7	70	0.0	0	39.7	30
폐지류	3.8	0.9	0.8	90	0.9	100	0.0	0	0.9	100
동식물성 잔재물	107.2	24.4	21.4	88	24.4	100	0.0	0	24.4	100
농산부산물	818.8	150.8	39.2	26	60.3	40	0.0	0	30.2	20
과수전정지	26.7	9.0	0.0	0	4.5	50	0.0	0	7.2	80
임지잔재	6,560.2	1,790.5	33.1	2	358.1	20	33.1	2	358.1	20
계	14,363.5	2,625.0	556.0	21	1,003.8	38	89.6	3	684.6	26

### 제3절 바이오매스 순환단지 구축 모델

#### 1. 추진 모델

본 연구에서 구축하고자 하는 바이오매스 순환단지는 지역에서 발생하는 다양한 바이오매스를 물질 자원화 또는 에너지 자원화의 방식으로 활용하는 체계를 구축하고 있는 지역을 말하며, 세부적으로 바이오매스 활용 단지는 효율적이고 적절한 방식을 통해 바이오매스의 발생부터 물질 및 에너지 제품의 생산, 생산 제품의 이용까지 관리할 수 있는 바이오매스 활용 체계를 구축하고, 관련 이해 관계자들이 결합한 바이오매스 활용 조직체계를 구축하고 있는 지역으로 정의하고 있다. 또한 지역단위 바이오매스 순환단지의 조성목적은 단순히 바이오매스의 활용을 통한 지역에너지 공급시스템을 확보하는 것이 아니라 지역에서 발생하는 바이오매스 활용을 통해 지역에 특화한 산업을 육성하고, 나아가 농업인의 삶의 질 향상을 유도하여 지속 가능한 농업·농촌 부문의 산업 및 사회 기반을 구축하는 것이다.

그러나 바이오매스의 물질자원화 및 에너지자원화 시설은 정책적인 지원 없이는 자체적으로 경제성을 확보하는데 어려움이 있다. 따라서 기존의 퇴비·액비화 시설과 같은 물질자원화 시설들과 바이오가스화를 통한 에너지자원화 시설들은 수익성이 낮아 경영상 많은 어려움이 있는 사례가 많다. 따라서 경제성이 낮은 바이오매스 물질 및 에너지자원화 사업의 경제성을 향상시키기 위해서는 지역에 특성을 고려하여 원료조달, 생산 바이오매스 제품 및 에너지의 이용·판매 측면에서 지역에 가장 부합하는 바이오매스 전환기술체계를 도입하는 것이 중요하다. 이와 함께 바이오매스 물질 및 에너지 자원화 사업의 추진 및 운영과정에서 폐기물처리, 지역 환경 개선, 지역사회 의 공동체 의식 회복 등과 같은 지역의 당면과제 해결과 연계하여 바이오매스 사업화의 파급효과를 극대화 시키는 것이 중요하다.

이러한 점을 고려할 때, 바이오매스 순환단지의 조성은 단순히 바이오매스 전환시설을 설치하는데 초점을 맞추는 것이 아니라 지역 전체의 사회, 경제, 산업, 문화적 내용을 포괄하는 방식으로 추진되어야 한다. 바이오매스 순환단지가 단순한 시설설치가 아닌 지역 포괄적인 사업이라는 점을 고려할 때, 바이오매스 순환단지의 설계, 핵심사업의 기획, 관련 산업의 연계 방안 등이 사업의 기획단계에서 함께 고려되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 실효성 있는 바이오매스 순환단지의 구축을 위한 추진모델을 비교우위방식으로 도출하였으며, 이를 통해 지역의 특성을 활용하여 바이오매스 순환단지의 사업화 차별성을 부각시킴으로써 바이오매스 순환단지의 효과를 극대화 하는 추진모델을 도출하고자 하였다.

본 과제에서 도출한 비교우위 추진모델은 원료비교우위, 기술비교우위, 수요처비교우위로 특화하였다. 여기서 원료는 지역에서 발생하는 바이오매스를 의미하며, 기술은 바이오매스를 전환하여 제품 또는 에너지를 생산하는 기술이다. 또 수요처는 바이오매스 제품 및 에너지를 필요로 하는 시설 또는 조직, 소비자를 의미 한다. 바이오매스 순환단지 설계에서 원료, 기술, 수요처는 모두 세심히 고려되어야 할 부분이지만, 지역별 실효성 있는 사업으로 차별화하는데 있어 중요한 구성 인자들이다. 각각의 추진모델의 목적과 특성, 장단점, 주안점, 사례는 (표 9.12) 나타내었다.



(표 9.12) 바이오매스 순환단지 추진 모델의 특성

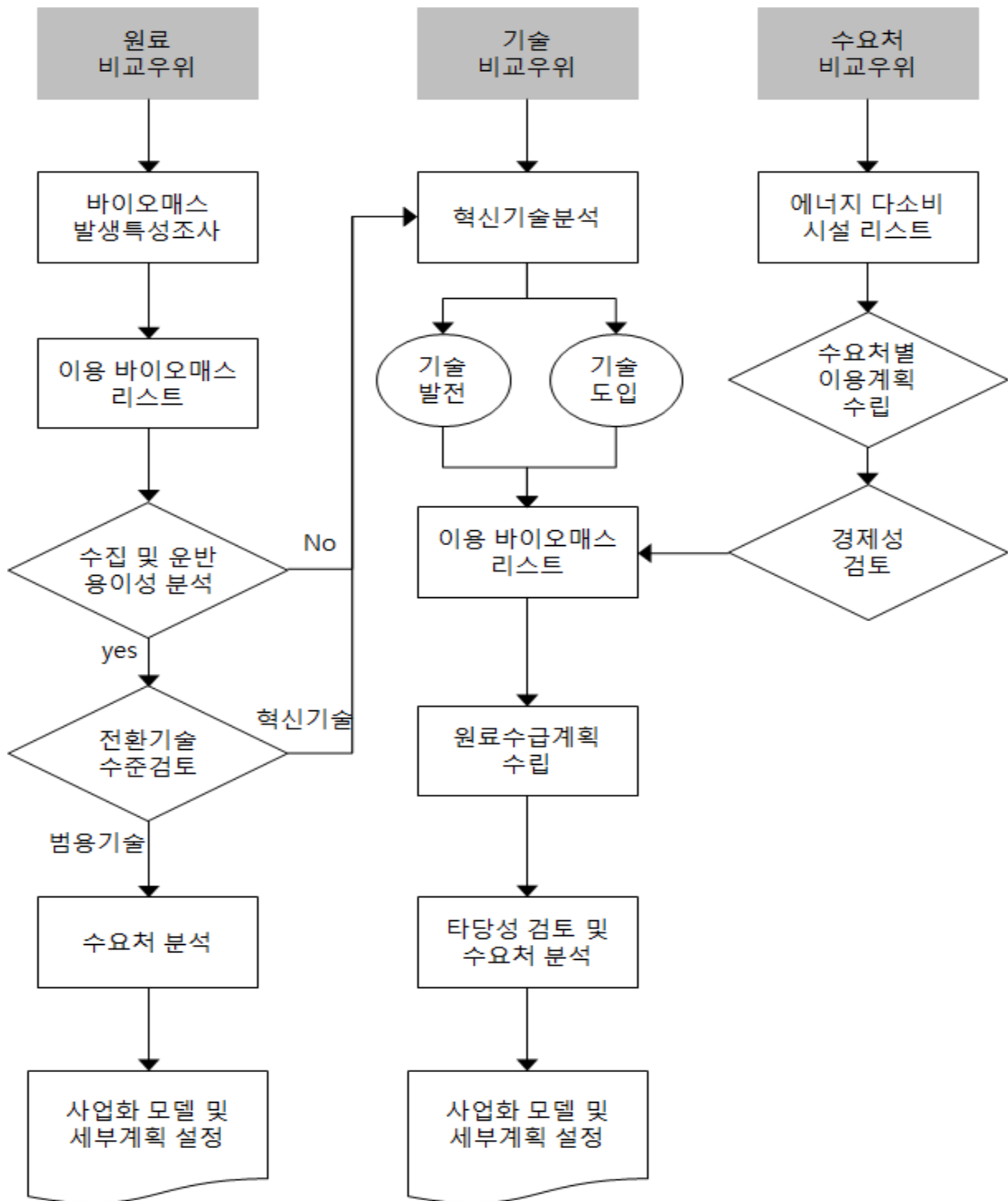
구분	비교우위 추진모델		
	원료비교우위	기술비교우위	수요처비교우위
목적	바이오매스 이용 촉진 측면에서 실효성 있는 바이오매스 순환단지 조성 유도	바이오매스 이용 확대 및 에너지 전환효율 증대 측면에서 혁신적인 바이오매스 전환기술 도입 유도	에너지 이용의 효율성 측면에서 경제성 있는 바이오매스 순환단지 조성 유도
특성	지역특성상 발생 밀도가 높고 수집·운반이 용이한 바이오매스를 대상으로 바이오매스의 이용을 촉진하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립	혁신적인 기술 도입으로 바이오매스 이용을 확대하거나 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 바이오매스 전환기술을 대상으로 하여 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립	바이오매스 전환 제품 또는 에너지의 수요처를 대상으로 하여 생산 제품 또는 에너지의 활용도를 극대화 하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립
장점	지역 특성에 부합하는 바이오매스 활용으로 지역의 차별성을 부각 할 수 있음 고밀도로 발생하는 지역 바이오매스를 활용한다는 점에서 바이오매스 순환단지의 실효성 확보가 용이함	기술적 한계로 인하여 기존에 이용이 제한적인 바이오매스의 활용 범위를 확대 에너지 효율 향상으로 기술적 차별성을 부각할 수 있음 바이오매스 순환단지의 지속적인 기술혁신이 가능	바이오매스 제품 및 에너지의 수요처를 확보하고 있다는 점에서 경제성 예측 및 확보가 용이 바이오매스 제품 및 에너지의 수요량이 명확하여 전환시설의 규모설정에 유리
단점	범용적인 바이오매스 전환기술의 채택으로 기술적, 경제적 차별화에 한계 원료 확보는 용이한 반면 바이오매스 전환 제품 및 에너지의 수요처 확보에 어려움	도입기술의 타당성 검증에 어려움 연구, 실증 수준의 기술을 도입하는 경우 대규모화에 한계 대학, 민간기업 등 기술전문가들에 대한 의존도가 큼	수요처의 입지에 따라 바이오매스의 확보 및 수집·운송에 비용 증가 우려 바이오매스 순환단지의 지역 사회 발전 기여도, 사회적 역할이 미흡할 수 있음
주안점	바이오매스 제품 및 에너지의 수요처 확보	기술적 안전성 검증	지역사회의 발전에 기여할 수 있는 적정한 장기목표의 수립
모델사례	축산농가가 밀집한 지역 : 풍부한 가축분뇨를 이용, 가축분뇨 에너지화를 통한 에너지·퇴·액비 생산·공급 산촌지역 : 풍부한 목질계 바이오매스를 활용하는 에너지, 연료 생산	고상협기소화기술 : 톱밥우사 및 톱밥돈사에서 발생하는 가축분뇨를 이용하여 에너지·퇴비 생산·공급 수열탄화기술 : 다양한 저함수 슬러지를 아용하여 고품연료 생산 활용	도계가공장 : 에너지 수요가 큰 도계가공장을 수요처로 하여 전기·열 생산 공급 농산물 건조시설 : 열에너지 수요가 큰 건조시설에 바이오연료 생산 공급

원료비교우위 추진모델은 지역 바이오매스의 발생, 수집, 운송, 저장 측면에서 경제적 우위를 가짐으로써 지역에서 우위를 지니는 바이오매스 이용을 촉진시키는 방향으로 실효성 있는 바이오매스 순환단지를 추진하는 모델이다. 원료비교우위 추진모델은 지역에서 풍부한 바이오매스를 저렴하게 조달하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·이용함으로써 바이오매스 순환단지의 경제적, 사회적 실효성을 향상시키는 것을 특징으로 한다. 기술비교우위 추진모델은 바

이오매스 전환기술의 발전을 유도하기 위하여 기존 기술보다 효율적인 기술체계를 도입한다든지, 기존에 미이용 바이오매스의 이용을 촉진시키거나, 지역에서 특징적으로 발생하는 바이오매스의 이용을 촉진하는 방향으로 차별화 전략을 수립하는 추진모델이다. 기술비교우위 추진모델은 기술혁신을 통한 지역차별화로 바이오매스 순환단지의 경제적, 사회적 실효성을 향상시키는 것을 특징으로 한다.

수요처우위 추진모델은 농산물 건조시설, 농산물 가공시설, 휴양 및 여가 시설 등의 에너지 수요처의 명확한 자립 목표를 설정하거나 지역 특산 바이오매스 제품의 수요처를 확보하여 바이오매스 산업화를 유도하는 추진모델이다. 이 경우 바이오매스 전환 제품 또는 에너지의 수요처를 대상으로 하여 생산 제품 또는 에너지의 활용도를 극대화 하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립하게 된다.

본 연구에서는 추진모델을 원료, 기술, 수요처를 중심으로 비교우위를 검토하여 지역별 차별화 전략을 수립하도록 하고 있으나 원료비교우위 추진모델에서는 기술부문과 수요처 부문에 대한 실효성 있는 보완이 필요하며, 기술비교우위 추진모델에서는 원료부문과 수요처 부문에 대한 실효성 있는 보완계획의 수립이 요구된다. 마찬가지로 수요처비교우위 추진모델에서는 원료부문과 기술부문의 체계적인 보완계획의 수립이 필요하다. <그림 9.1>은 원료비교우위, 기술비교우위, 수요처비교우위 추진모델의 검토 과정을 나타낸다.



<그림 9.1> 비교우위모델 추진 방법

## 2. 사업화모델

사업화모델이란 본 연구에서 구축하고자 하는 바이오매스 순환단지의 바이오매스 전환기술의 사업화 방안과 함께 바이오매스 순환단지의 실효성을 높이는 지역적, 경제적, 문화적 역량과의 연계 방안을 의미한다. 앞에서 도출한 추진모델은 바이오매스 순환단지 조성 계획의 수립을 위한 접근 전략으로 생각할 수 있으며, 사업화모델은 추진모델을 통해 달성하고자 하는 바이오매스 순환단지 사업의 목적과 범위를 정하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 바이오매스 순환단지 조성을 위해 지역에 적합한 접근 방법으로 추진모델을 선정하고 사업화 목적과 범위로 사업화 모델을 선정하여 지역에 차별화된 바이오매스 순환단지를 조성할 수 있도록 유도하도록 하고 있다.

본 연구에서는 기존 우리나라 에너지 자립 마을 조성사업의 모델 사례와 일본, 독일 등 선진지의 바이오매스 타운 모델 사례를 검토하여 지역형, 광역형, 부가가치형의 사업화모델을 도출하였다. 지역형 사업화모델은 지역에서 발생하는 바이오매스를 지역에서 이용하여 지역개발 및 농업인의 삶의 질 향상 유도하는 것을 목적으로 하고 있으며, 지역(읍, 면, 동, 리 단위)에서 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산하고 지역에서 제품과 에너지를 소비하는 사업화 체계를 수립한다. 이 경우 지역의 바이오매스 이용을 통한 지역 개발 및 참여 농업인의 삶의 질 향상 추진이 용이하고, 지역의 사회적, 문화적 공감대를 강화할 수 있는 장점이 있는 반면, 바이오매스 전환시설 이외에 주민공동시설 등 지역개발 및 농업인의 삶의 질 향상과 관련한 시설 투자가 요구된다. 지역형 사업화모델의 추진을 위해서는 지역주민의 자발적인 참여를 유도하면서 기획 단계부터 이해관계자들이 함께 참여하는 추진 주체의 마련이 중요하다.

광역형 사업화모델은 광역지역(시, 군 단위) 내에서 바이오매스 전환시설의 규모를 확대하여 바이오매스 산업의 경제성 향상 유도하는 것을 목적으로 하고 있으며, 광역지역(시, 군 단위)에서 발생하는 바이오매스를 수집·운반하여 거점 바이오매스 전환시설에서 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·공급·판매하는 것을 특징으로 한다. 이 경우 폐기물 등 처리비용의 절감 및 바이오매스 전환시설의 경제성 향상에 유리하고, 신규고용인력 창출 등 지역경제에 대한 기여도 큰 반면, 체계적이고 전문적인 바이오매스 전환시설의 설치 및 운영계획 수립이 요구되고 상대적으로 지역형 사업화모델과 비교하여 인근 지역주민에 대한 혜택이 미흡할 수 있다. 따라서 광역형 사업화모델을 추진하는 경우 인근 지역주민에 대한 혜택이 가능하도록 배려하는 노력이 필요하고 사업의 특성상 시, 군 지자체의 행정이 주도하면서 이해관계자의 참여를 유도하는 것이 바람직하다.

부가가치형 사업화모델은 바이오매스를 이용하는 새로운 부가가치 산업의 창출을 목적으로 하고 있으며, 바이오매스를 이용하여 바이오플라스틱, 목질소재, 고밀도 연료 등 부가가치가 높은 제품 또는 에너지를 생산·공급하는 것을 특징으로 한다. 부가가치형 사업화 모델은 전통산업 등과 연계하여 지역 특화 산업으로의 발전이 유리하고, 농업·농촌 부문 신제품, 신산업 창출로 농업인의 소득증대에 효과적인 사업화 모델이다. 그러나 도입하는 기술적의 운전 안전성에 대한 검증이 요구되며, 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 발굴이 필수적이다.

부가가치형 사업화모델의 추진을 위해서는 전문가 컨설팅 등을 통한 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 조사·분석 및 마케팅 전략의 수립이 매우 중요하다.

기존 에너지자립형 녹색마을 사업과 본 연구의 바이오매스 순환단지 조성사업의 구축 모델 특성은 (표 9.13)과 같다. 기존 에너지자립형 녹색마을 사업에서는 지역의 유형에 따라서 농촌형, 산촌형 마을, 도시형 마을, 도농복합형 모델을 제시하고 있다. 이러한 모델 구분은 지역특성에 따라 바이오매스의 발생 특성과 입지의 특성을 반영하고 있기는 하나 농촌형, 도시형, 도농복합형 등의 모델이 단순한 지역 구분만을 의미하고 사업적인 차별화를 만들어내지 못하고 있어 실제 사업추진에서는 실효성 있는 사업화 모델을 제시하지 못하는 문제를 안고 있었다. 본 연구에서 제시하는 추진모델과 사업화모델은 과거 모델의 한계를 극복하고 실효성 있는 사업화 모델을 제시하는 방향을 바이오매스 순환단지 구축모델을 제시하였다.

(표 9.13) 바이오매스 순환단지 사업화 모델의 특성

구분	사업화모델		
	지역형	광역형	부가가치형
목적	지역에서 발생하는 바이오매스를 지역에서 이용하여 지역 개발 및 농업인의 삶의 질 향상 유도	바이오매스 전환시설의 규모를 확대하여 바이오매스 산업의 경제성 향상 유도	바이오매스를 이용하는 새로운 부가가치 산업의 창출
특성	지역(읍, 면, 동, 리 단위)에서 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산하고 지역에서 제품과 에너지를 소비	광역지역(시, 군 단위)에서 발생하는 바이오매스를 수집·운반하여 거점 바이오매스 전환시설에서 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·공급	바이오매스를 이용하여 바이오플라스틱, 목질소재, 고밀도연료 등 부가가치가 높은 제품 또는 에너지를 생산·공급
장점	바이오매스 이용을 통한 지역 개발 및 참여 농업인의 삶의 질 향상용이 지역의 사회적, 문화적 공감대를 강화	폐기물 등 처리비용의 절감 및 바이오매스 전환시설의 경제성 향상 신규고용인력 창출 등 지역경제에 대한 기여도 큼	전통산업 등과 연계하여 지역 특화 산업으로 발전 유리 농업·농촌 부문 신제품, 신산업 창출로 농업인의 소득증대
단점	주민공동시설 등 지역개발과 농업인의 삶의 질 향상과 관련한 시설 투자 필요	체계적이고 전문적인 운영계획 수립 필요 지역주민에 대한 혜택이 미흡할 수 있음	기술적 안전성 검증 필요 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 발굴에 어려움
주안점	지역주민의 자발적인 참여 유도, 기획 단계부터 계자들이 함께 추진	시, 군 지자체의 행정이 주도하면서 지역주민에 혜택을 줄 수 있는 사업 발굴로 주민참여 유도	바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 조사·분석 및 마케팅 전략 수립

(표 9.14) 바이오매스 순환단지관련 기존 유사 모델 사례 비교

구분	에너지자립형 녹색마을 조성연구	바이오매스 순환단지 조성사업
제시모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농촌형 모델</li> <li>○ 산촌형 모델</li> <li>○ 도시형 모델</li> <li>○ 도농복합형 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 추진모델(비교우위모델)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원료비교우위</li> <li>- 기술비교우위</li> <li>- 수요처비교우위</li> </ul> </li> <li>○ 사업화모델                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역형</li> <li>- 광역형</li> <li>- 부가가치형</li> </ul> </li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농촌마을의 유형화에 따라 모형을 제시</li> <li>○ 에너지자립의 관점에서 재생 에너지를 포괄적으로 활용하는 방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 추진방법과 사업화특성을 유형화하여 모델을 제시</li> <li>○ 지역특성을 고려하여 지역 차별성을 특화한 사업화모델 제시</li> <li>○ 지역개발과 농업인의 삶의 질 향상을 통한 농업·농촌 활력화를 위한 포괄적 방안</li> </ul>

### 3. 추진모델과 사업화모델의 결합 유형

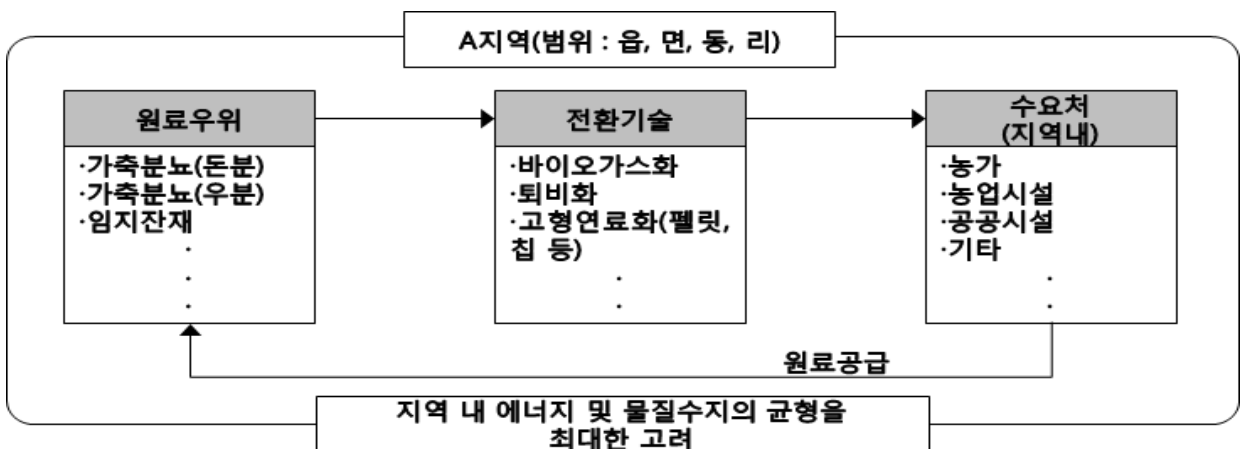
(표 9.15)는 바이오매스 순환단지 조성을 위한 추진모델과 사업화모델의 연관성을 설명하고 있다. 본 연구에서 도출한 바이오매스 순환단지 추진모델과 사업화모델은 서로 밀접한 연관성을 가지고 있다. 또한 어떠한 추진모델에 어떠한 사업화 모델을 적용하는가에 따라 구축하고자 하는 바이오매스 순환단지의 특성이 달라지며, 사업의 실효성 측면에서 차별화 방향이 달라진다. 또한 추진모델이 원료, 기술, 수요처 비교우위로 구분되어 있지만 추진모델의 수립시 모든 요소가 서로 보완되어야 하고, 사업화 모델이 지역형, 광역형, 부가가치형으로 구분되더라도 지역형과 부가가치형이 결합될 수도 있으며, 광역형과 부가가치형의 사업화 모델의 결합이 가능하다. 이러한 다양한 추진모델과 사업화 모델의 결합은 지역의 창의력을 살리고 바이오매스 순환단지의 차별화를 통해 실효성을 증가시키는 방향으로 접근할 수 있다.

추진모델과 사업화 모델의 결합에 따른 바이오매스 순환단지 사업의 차별화 사례를 들면, 원료비교우위 추진모델과 지역형 사업화모델의 결합은 지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품과 에너지를 지역에서 소비·이용함으로써 효율적인 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립이 용이한 결합 형태이며, 원료비교우위 추진모델과 광역형 사업화모델의 결합은 광역지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품과 에너지를 광역지역에서 소비·이용·판매하는 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립이 용이한 결합 형태이다. 원료비교우위 추진모델과 부가가치형 사업화모델의 결합은 광역 또는 지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용하여 지역의 부가가치 신산업을 창출하는 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립이 용이한 결합 형태이다.

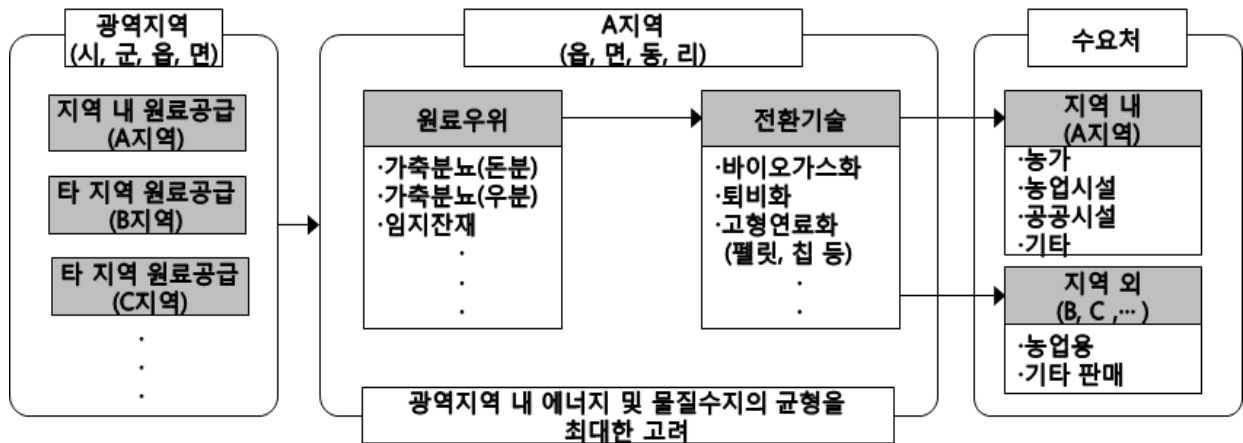
<그림 9.2>에서 <그림 9.7>까지는 추진모델과 사업화 모델의 결합사례를 보이고 있으며, 이러한 추진모델과 사업화 모델의 결합을 통하여 조성하고자 하는 바이오매스 순환단지의 추진방법과 목적, 사업의 범위를 구체화하고, 좀 더 실효성 있는 바이오매스 순환단지를 조성하는데 기본적인 가이드라인을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

(표 9.15) 추진 모델과 사업화 모델의 관계

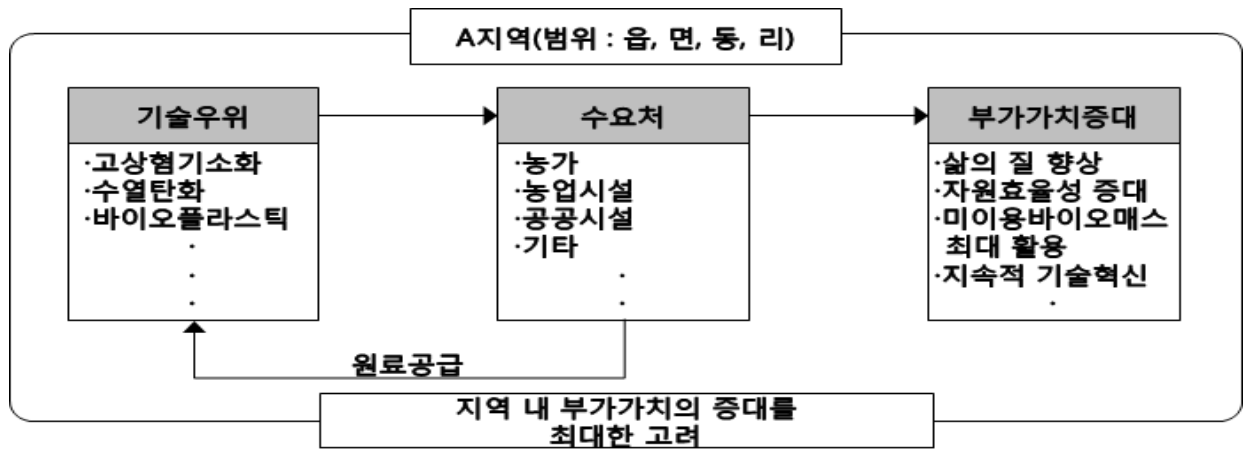
효과 분야		실효성 분야	추진모델		
			원료 비교 우위	기술 비교 우위	수요처 비교 우위
사업화 모델	지역형	지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용 바이오매스 제품과 에너지를 지역에서 소비·이용	혁신적인 기술을 도입 지역의 미이용 바이오매스를 제품화, 에너지화 하여 지역에서 소비·이용	지역에서 바이오매스 제품, 에너지의 수요처를 확보 지역에서 발생하는 바이오매스를 최대한 활용	
	광역형	광역지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용 바이오매스 제품과 에너지를 광역지역에서 소비·이용·판매	혁신적인 기술을 도입 바이오매스 전환시설의 에너지 효율을 향상시키고, 생산된 바이오매스 제품과 에너지를 광역지역에서 소비·이용	광역지역에서 바이오매스 제품, 에너지의 수요처를 확보 광역지역에서 발생하는 바이오매스를 최대한 활용	
	부가 가치형	지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용 지역의 부가가치 신산업 창출	혁신적인 기술을 도입 지역의 미이용 바이오매스를 이용 지역의 부가가치 신산업 창출	지역의 특화 및 부가가치를 더하는 바이오매스 제품 및 에너지 시장을 확보 목표 바이오매스 제품 및 에너지 생산 체계를 확립	



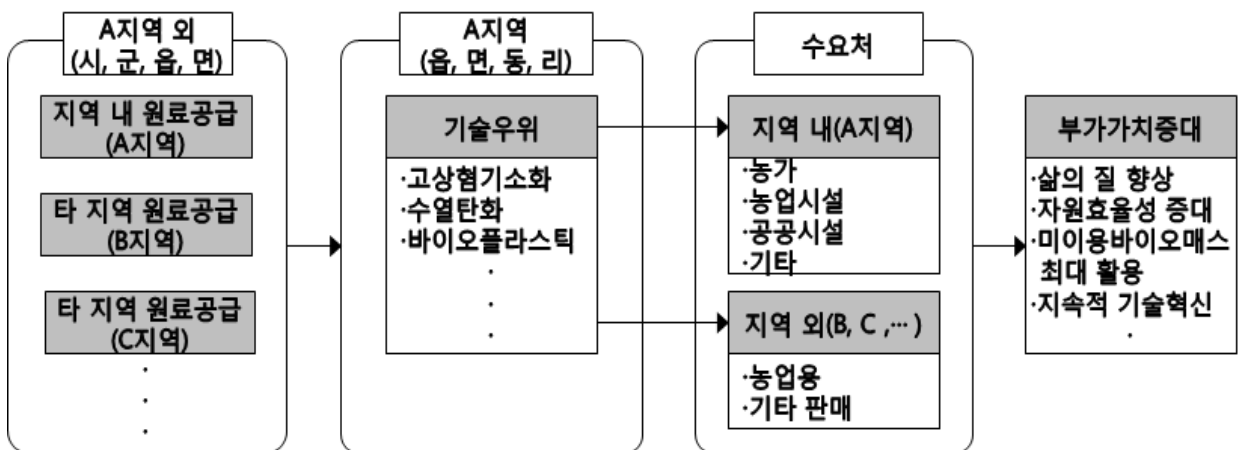
<그림 9.2> 원료우위 지역형 사업화 모델



<그림 9.3> 원료우위 광역형 사업화 모델

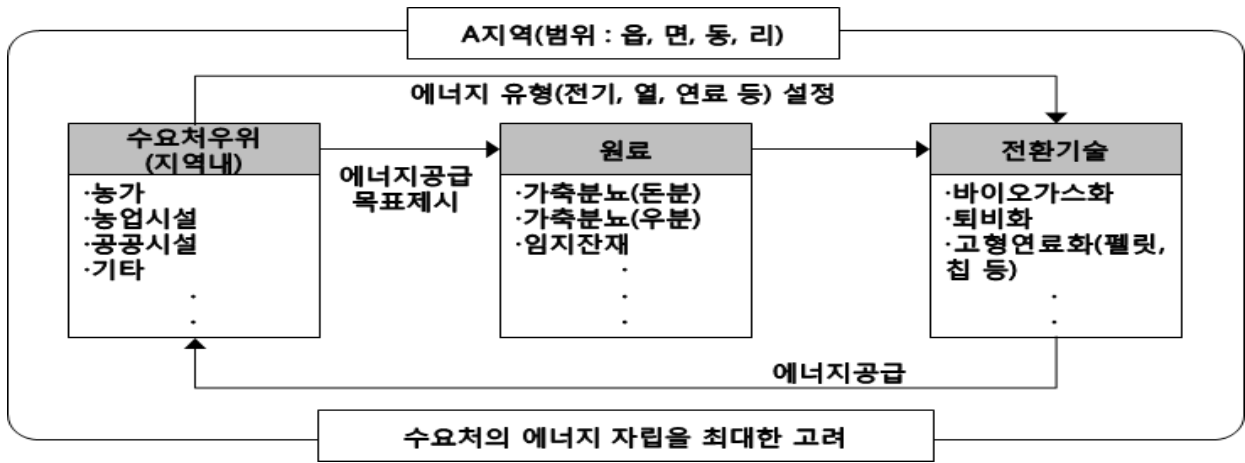


<그림 9.4> 기술우위 지역형 사업화 모델

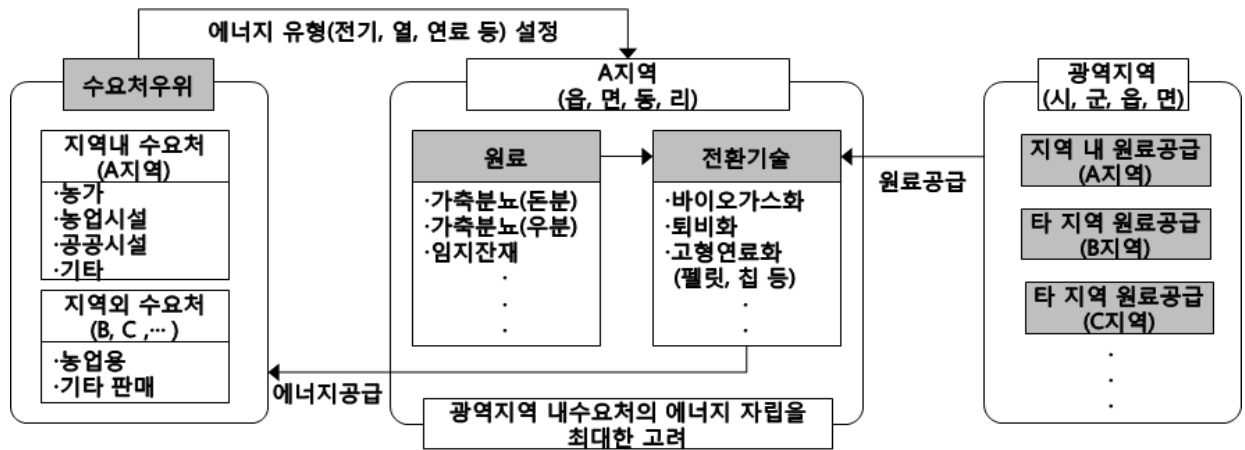


<그림 9.5> 기술우위 광역형 사업화 모델





<그림 9.6> 수요처우위 지역형 사업화 모델



<그림 9.7> 수요처우위 광역형 사업화 모델

#### 4. 바이오매스 순환단지 효과 평가

실효성 있는 바이오매스 순환단지의 추진을 위해서는 사업계획에 대한 정량적인 평가지표가 요구되며 이를 위한 평가지표 및 평가 안을 다음과 같이 제시하였다.

(표 9.16) 바이오매스 순환단지의 효과평가 항목(안)

평가 지표		바이오매스 변환기술								
		퇴비화	사료화	목질펠릿	목질바이오매스발전	바이오가스	BDF	바이오에탄올	탄화	바이오매스플라스틱
1. 물량에 특화 한 평가 지표										
(1) 폐기물처리량감소	유입 폐기물량	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	폐기물 삭감비율	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(2) 제품(화학비료·플라스틱 등), 연료(가솔린·경유 등)의 대체량	화학비료 대체량	○								
	퇴비 대체량	○								
	사료 대체량		○							
	연료 대체량(휘발유·경유 등)			○		○	○	○	○	
(3) CO2 배출삭감량	전력 대체량				○					
	플라스틱 대체량(석유원료 유래 플라스틱)									○
	폐기물 처분으로 회피하는 CO2 배출삭감량	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(4) 지역자원이용률	바이오연료 사용에 따른 CO2 배출삭감량			○	○	○	○	○	○	○
	절전으로 인한 CO2 배출삭감량				○					
	바이오매스 자급에 따른 지역자원이용률	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 경제적 효과에 대한 평가지표										
(1) 신규일자리창출량	신규 일자리 종사자수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	신규 일자리 창출비용	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(2) 비용절감효과	폐기물 처리 행정비용 감소	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	자원화에 따른 손익증감	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	비료·사료대체비용	○	○							
	연료대체비용(가솔린, 경유 등)			○	○	○	○	○	○	
(3) 농림어업의 진흥 및 활성화	전력대체비용				○					
	플라스틱 대체비용(석유원료 유래 플라스틱)									○
	바이오매스 관련 상품·서비스 판매	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	바이오매스 관련 상품·서비스 접수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	자원작물 등의 생산량	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	휴경지 삭감면적	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	원료생산·운반 등에 관한 종사자수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3. 기타										
(1) 환경학습	교육실험회수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	바이오매스 시찰 참가자수·기획수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	바이오매스 투어 등 참가자수·기획수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	바이오매스 시찰, 투어 외 방문객 수 및 기획수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(2) 정보발신	책자배포수	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	미디어 노출회수 및 효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○

(표 9.17) 바이오매스 순환단지의 물량지표 평가방법

구분		내용
(1) 폐기물처리량감소	정의	바이오매스 변환시설에서 이루어지는 폐기물 감소효과를 평가하는 항목
유입 폐기물량	지표	바이오매스 변환시설에서 이루어지는 폐기물 감소량을 평가
폐기물 삭감비율	지표	지역(마을)에서 원료의 부존량(무게)을 바이오매스 변환시설의 유입량으로 나눈 비율로 평가
(2) 제품, 연료의 대체량	정의	바이오매스 유래의 물질·에너지 이용 등을 통해 자재(화학 비료·플라스틱 등), 연료(가솔린·경유 등)를 대체하는 효과를 평가하는 항목
화학비료 대체량	지표	바이오매스 변환시설을 이용하여 제조한 퇴비의 중량을 기준으로 질소·인·칼륨의 환산비율을 곱하여 산출되는 질소·인산·칼륨의 무게로 평가 퇴비 종류마다 질소·인산·칼륨의 함유량이 다르기 때문에 퇴비의 종류에 따라 적정한 환산비율을 사용
퇴비 대체량	지표	바이오매스 변환시설을 이용하여 제조한 퇴비의 무게로 평가
사료 대체량	지표	바이오매스 변환시설을 이용하여 제조한 사료의 무게로 평가
연료 대체량	지표	바이오매스를 연료화하여 줄일 수 있는 연료의 탄소환산량 또는 열량 환산량으로 평가
전력 대체량	지표	바이오매스 변환시설을 이용함으로써 줄일 수 있는 총발전량으로 평가
플라스틱 대체량	지표	바이오매스 플라스틱의 제조에 의해 줄일 수 있는 석유성분의 무게로 평가, 이 지표는 최근 일년분(연도)을 대상으로 평가
(3) CO2 배출삭감량	정의	이산화탄소의 배출 삭감 효과를 평가하는 항목
폐기물 처분으로 회피하는 CO2 배출삭감량	지표	기존 폐기물 처리에서 투입되는 에너지(연료, 전기) 투입량에서 바이오매스 변환에 의한 부산물 처리에 필요한 연료 투입량을 제외한 값에 대해 CO2 원단위를 곱하여 얻은 CO2 배출량 감축량(무게)으로 평가
바이오연료 사용에 따른 CO2 배출삭감량	지표	바이오연료의 사용으로 줄일 수 있는 연료의 중량을 기준으로 CO2 원단위를 곱하여 얻은 CO2 배출량 감축량(중량)으로 평가
절전으로 인한 CO2 배출 삭감량	지표	바이오매스 변환시설에서 생산된 에너지(전기, 연료, 열)로 인해 감축되는 CO2 배출 감축량(중량)으로 평가(폐열이용 등)
(4) 지역자원이용률	정의	지역의 바이오매스에 의해 공급되는 비율을 나타내는 자급률
지역에너지 자급률	지표	지역(마을)의 에너지수요량을 파악할 수 있는 경우에는 당해 지역(마을)에서 조달된 바이오매스에 의한 바이오에너지를 통해 얻은 에너지 자급 비율로 평가.
지역자원 이용률	지표	지역(마을)이 조달한 원료의 무게를 바이오매스 변환시설이 유입·처리한 원료 전체의 무게로 나눈 비율로 평가

(표 9.18) 바이오매스 순환단지의 경제성 지표 평가방법(안)

구분		내용
(1) 신규일자리 창출량	정의	바이오매스 변환시설의 고용 창출 효과를 평가하는 항목
신규 일자리 종사자수	지표	바이오매스 변환시설에서의 고용자 수로 평가
신규 일자리 창출비용	지표	바이오매스 변환시설의 고용주가 지불하는 임금 비용 이 지표는 바이오매스 변환시설 가동 전부터 가동 후 증가 된 비용을 대상으로 평가하며, 사업이 계획 단계에 있어 시설을 가동하지 않는 경우에는 현재 계획 비용을 대상으로 평가
(2) 비용절감효과	정의	바이오매스 유래의 물질·에너지 이용 등을 통해 자재(화학 비료·플라스틱 등), 연료(가솔린·경유 등)를 대체한 효과를 평가하는 항목
폐기물 처리 행정비용 감소	지표	바이오매스 변환시설에서 쓰레기 등을 받아들이면서 줄일 수 있는 폐기물(쓰레기 등) 처리비용 등으로 구성된 행정비용 절감액으로 평가
자원화에 따른 손익증감	지표	변환된 자재·연료 등의 판매에서 변환에 따른 비용(간접비 포함)을 제외한 금액으로 평가
비료·사료대체비용	지표	바이오매스 비료·사료 등의 제조에 의해 대체 할 화학비료·퇴비·배합사료의 총액에서 바이오매스 비료·사료의 제조비용을 제외한 금액으로 평가
연료대체비용	지표	바이오에너지 등으로 대체 할 수 있는 연료의 총액에서 바이오에너지 등의 제조비용을 제외한 금액으로 평가
전력대체비용	지표	바이오매스 발전에서 매진하여 얻은 액으로 평가
석유연료 플라스틱 대체 비용	지표	바이오매스로 대체 할 석유 유래 플라스틱의 총액에서 바이오매스 플라스틱의 제조비용을 제외한 금액으로 평가
(3) 농림어업의 진흥 및 활성화	정의	바이오매스를 활용한 작물 생산·재배 방법 등에 따라 경비 절감과 안정화를 달성한 효과와 바이오매스를 활용한 신산업 창출 및 상품 개발 등의 효과를 평가하는 항목
바이오매스 관련 상품·서비스 판매	지표	바이오매스 브랜드 등을 부착한 상품·서비스 매출 총액에서 평가
바이오매스 관련 상품·서비스 점수	지표	바이오매스 브랜드 등을 부착한 상품·서비스의 점수로 평가
자원작물 등의 생산량	지표	바이오매스 변환시설의 설치에 따라 원료(자원식물·작물 등)를 재배·채취 등을 한 경우에는 그 생산량(무게)으로 평가
휴경지 삭감면적	지표	바이오매스 변환시설의 설치에 따라 원료(자원식물·작물 등)의 재재배 등하여 휴경지를 줄일 수 있는 면적으로 평가
원료생산·운반 등에 관한 종사자수	지표	바이오매스 변환시설이 유입·처리하는 원료(자원작물 등)의 운반·재배·채취 등에 종사하는 사람 수로 평가

## 제4절 바이오매스 순환단지 시범사업

### 1. 시범사업 지역 선정

본 연구는 2차년도에 비교우위모델별 바이오매스 순환단지시범사업 대상지역을 선정하기 위하여 전국 시군구 191개소에 대한 D/B구축을 시도하였다. 항목은 크게 정량적부문과 정성적 부문으로 나누어 조사 후 모델별 지역선정기준을 세웠다. 이 기준을 토대로 모델별로 적합한 지역 2개소씩 선정하였다.

#### 가. 바이오가스 우위 모델

우리나라의 가축분뇨를 이용한 바이오가스 제조시설의 대부분은 돈분을 원료로 활용하여 가스를 생산하고 있다. 우분의 경우 농가에서 퇴비의 형태로 자원화 이용이 용이한 반면, 돈분은 대부분 분과 뇨가 섞이는 슬러리식 축사로 액상물이 많아 직접적 자원화 이용이 어렵기 때문이다. 바이오가스 우위모델은 가축분뇨 중 돈분 발생이 상대적으로 다량 발생하는 지역에 적합한 모델로, 돈분 및 단지내 발생하는 음식물쓰레기를 활용하여 바이오가스 제조시설을 통한 에너지 및 양분자원의 형태로 농가나 시설에 활용하는 것을 중심으로 구축하는 모델이다. 구체적인 활용방법은 바이오가스로부터 생산된 전기·열은 농업시설, 축사보온 및 주택난방용으로 이용하고, 소화액은 마을 내 경종농가에 공급하여 농지환원함을 기본으로 하나, 농지환원이 어려운 경우 자체 정화처리 또는 이에 준하는 방법을 도입해서 처리하는 것을 고려한다.

바이오가스 우위 모델을 구축 시 해당 지역의 물질 수지 및 에너지 수지분석이 전제되어야 하며, 가급적 수지균형을 이룰 수 있도록 모델구축계획을 수립해야 한다. 가령, 바이오가스 제조시설을 통해 생산되는 에너지나 물질자원이 해당지역의 수요에 미치지 못할 경우 목재펠릿, 태양광, 농산부산물 등을 활용하여 에너지 및 양분을 공급받거나, 인접지역으로부터 잉여자원을 공급받는 것이다. 반대로 초과공급 되는 부분은 한전에 매전하거나 인접지역에 판매하는 모델이다.

#### 나. 퇴비화 우위 모델

2011년 기준 우리나라의 가축분뇨 공동자원화 시설은 70여개가 가동 또는 공사 중에 있으며, 돈분 및 우분을 원자재로 활용하여 퇴비 또는 액비를 생산하고 있다. 본 연구에서 퇴비화 우위 모델에 대한 입지를 선정할 시 가축분뇨 중 우분발생량이 비교우위인 지역에 적합한 것으로 정했다. 그 이유는 돈분을 주로 처리하는 바이오가스 제조시설의 경우 바이오가스 이외에 퇴비 및 액비생산이 가능한 시설이다. 발생하는 돈분의 자원화를 물질양분화로 한정하기보다 바이오가스 생산을 통한 에너지자원화도 병행하여 활용하는 것이 더 효율적이라 판단했기 때문이다. 우분의 경우 직접 퇴비화율이 높아 기존의 방법으로 물질이용도 가능하나, 공동자원화 시설을 설치하여 좀 더 효율적인 관리 및 배분이 될 것이다.

또한, 기존 가축분뇨공동자원화시설이 설치되어 있는 곳에 퇴비화우위 중심의 모델을 구축하는 것이 경제성측면에서 유리하기 때문에 입지선정 시 이에 대한 고려가 필요하다.

바이오가스 우위 모델과 마찬가지로, 선정지역의 물질 및 에너지수지 분석이 전제되어야 하

며, 생산된 물질양분이 과잉일 경우 인접지역 중 부족한 지역으로 판매 또는 공급을 하고, 양분요구량 대비 생산량이 적을 경우 양분 과잉인 인접지역으로부터 공급받는다.

#### 다. 목재 펠릿 또는 목재칩 우위 산촌형 모델

경종, 축산자원이 부족한 대신 산림 바이오매스 자원을 활용할 수 있는 단지으로써 목재펠릿 또는 목재칩 보일러를 활용한 난방에너지 자립에 많은 기여를 할 수 있는 모델이다. 바이오피아 조성 시 비교우위 자원이 임지잔재, 간벌목, 과수정전지 등과 같은 목질계 바이오매스이므로 목재펠릿 중심으로 자원순환을 설계해야한다. 구체적으로, 산림부산물을 단지 내 공동으로 사용하는 펠릿화설비 또는 칩퍼를 이용하여 펠릿 또는 칩으로 전환하여 가정용 화목보일러를 이용하여 농가난방용으로 사용하거나, 대형 화목보일러를 설치하여 리조트, 대형병원과 같은 에너지다소비시설로 난방열을 공급하는 것을 활용이 가능하다.

이 모델 역시 입지선정 시 물질 및 에너지수지 분석이 전제되어야 하며, 목재펠릿 또는 목재칩의 공급이 용이한 지역을 우선적으로 고려해야 한다. 또한, 생산된 에너지 및 물질양분이 과잉일 경우 상대적으로 부족한 인접지역으로 판매 또는 공급을 하고, 반대로 부족할 경우 과잉인 인접지역으로부터 공급받는다.

(표 9.19) 실증단지 적용 연구지역 선정기준

모델 구분	선정기준				모델별 적용지역
	정량적 기준			정성적 기준	
	1차 기준	2차 기준	3차 기준		
바이오가스 우위 모델	돈분뇨 발생량	농산바이오매스 잠재량	돈분뇨/우분뇨 질소부하비율	-가축분뇨 자원화시설 설치 및 가동실적	- 안성시 - 정읍시
퇴비화 우위 모델	우분뇨 발생량	농산바이오매스 잠재량	우분뇨/양돈분뇨 질소부하비율	-가축분뇨 자원화시설 설치 및 운영실적 -경축순환광역친환경농업단지 설치 및 운영실적	- 예산군 - 완주군
목재펠릿 또는 목재칩 우위 모델	임산부산물 발생량	벌채량과 수집량의 차이	벌채량	-대용량 에너지소비시설 밀집지역 -도시가스 미보급지역 -경축순환광역 친환경농업단지 설치 및 운영실적	- 평창군 - 산청군

#### 라. 지역별 특징

##### (1) 완주군

완주군은 전라북도의 중앙에 위치하여 전주시를 둘러싸고 있으며, 운장산을 경계로 진안군과 대둔산을 중심으로 충청남도과 경계를 접하고 있다. 동서 양단 거리 36 km, 남북 양단거리는 71 km로, 동은 진안군, 서는 김제시, 남은 임실군과 정읍시, 북은 익산시와 충남의 논산시, 금산군에 각각 인접하고 있다. 완주군의 서부는 소양천, 고산천, 전주천 등이 유입하여 만경강

이 흐르고 있으며 낮은 구릉과 평야가 발달하고 있다. 고산천 상류에 대아저수지와 경천저수지가 있어 호남평야에 농업용수를 공급해주고 있다. 도로는 전주를 중심으로 4통 5달, 군산, 서울, 부산, 대구, 목포, 광주, 여수에 통하는 국도와 지방도가 있고, 철도는 전라선이 남북으로 관통하고 있어 교통이 편리하다.

완주군의 기후는 남부내륙형 기후구에 속하며, 북동부의 산악지대와 서부의 평야지대 사이에 기온차가 크다. 완주군 관내 기상관서가 없어 전주기상대 기상측정 자료를 이용하였으며, 연도별 기상현황은 (표 9.20)와 같다.

(표 9.20) 완주군 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
10개년 평균	13.7	32.4	-8.5	1,374.6	66.2	1942.4	1.9	8.9	
2002	13.6	8.9	9.7	1,130.1	66.0	1,888.3	2.0	13.6	
2003	13.4	33.7	-15.1	1,860.3	69.0	1,731.3	1.8	10.5	
2004	14.2	31.8	-1.8	1,458.1	63.4	2,110.5	2.0	5.7	
2005	13.3	35.8	-15.0	1,390.0	64.0	2,021.8	2.1	4.8	
2006	14.1	36.4	-9.2	1,187.5	68.8	1,920.3	2.0	4.8	
2007	14.0	34.8	-7.2	1,471.7	69.8	1,895.0	1.9	10.5	
2008	13.9	35.3	-10.8	1,000.0	65.1	1,993.2	1.8	9.3	
2009	13.6	35.3	-10.8	1,163.9	63.8	2,037.3	1.9	9.3	
2010	13.5	35.7	-10.9	1,462.3	66.0	1,872.1	2.0	10.4	
2011	13.1	36.2	-13.4	1,621.8	66.4	1,954.6	1.9	9.6	
2011	1월	-4.9	5.1	-13.4	4.5	63	182.7	1.8	7.5
	2월	2.1	17.3	-9.7	58.4	67	161.0	1.5	8.5
	3월	4.5	19.6	-5.7	23.5	54	243.4	2.3	8.2
	4월	11.7	26.1	0.3	80.8	57	213.8	2.4	8.3
	5월	18.8	30.8	6.4	122.8	59	181.1	2.1	9.6
	6월	23.4	33.6	13.2	151.8	67	171.3	2.2	9.2
	7월	26.4	34.8	18.4	467.0	78	103.4	2.1	7.9
	8월	26.0	36.2	16.5	477.8	80	80.9	1.7	8.5
	9월	21.9	33.3	10.8	71.2	72	174.2	1.7	6.9
	10월	14.2	26.3	0.6	34.6	68	196.4	1.5	6.7
	11월	12.2	28.0	-1.1	118.9	69	123.5	1.7	7.6
	12월	1.1	11.4	-9.3	10.5	63	122.9	1.6	6.4

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

## (2) 예산군

예산군은 충청남도의 북서부지역 남북간 중간지역에 위치하여 북쪽에서 서남쪽으로 흐르는 차령산맥의 험준한 준령과 그 아래에 펼쳐지는 들에 위치하고 있으며, 예산읍으로부터 육로 거리로 동쪽과 북동쪽에는 천안시 38.8 km, 아산시 22.2 km가 소재하며 남동쪽에는 공주시 53.3 km, 대전광역시 88.5 km가 서쪽과 남서쪽에는 홍성군 20.8 km, 보령시 53.2 km가 위치한다.

예산읍이 중심지가 되어 온양방면, 당진방면, 홍성방면, 공주방면 등 네 갈래의 교통로가 이곳으로부터 펼쳐져 있어 충청남도 북서부지역 도로교통의 중심이자 분기점 역할을 한다.

예산군의 주요 하천으로는 삼교천이 효교천·대천천 등의 소하천을 합류해 고덕면·삼교읍·신암면 일대를 동북쪽으로 흐르며, 무한천이 군의 동부를 북류해 신암면 하평리 일대에서 삼교천과 합류한다. 이들 하천유역에는 기름진 예당평야가 펼쳐져 쌀의 주산지를 이루고 있고, 구릉지대는 사과를 중심으로 한 과수지대가 많으며, 군내에는 규모가 큰 예당저수지를 비롯하여 옥계저수지·용봉저수지·봉림저수지 등 저수지가 많다.

예산군의 기후는 서해안의 영향으로 충청남도 내륙의 다른 지방에 비해 온난한 기후를 보이고 있다. 한반도의 기후형인 여름철의 남동풍과 겨울철의 북서풍이 탁월한 온대 계절풍이 불며 여름에 몹시 덥고 겨울에 추운 대륙성 기후가 나타나고 강수량의 반 이상이 여름에 내리는 하계 다우형(夏係多雨型)기후를 나타낸다. 다음 (표 9.21)은 예산군 관내 기상관서가 없어 천안 기상대 기상측정 자료이다.

## (3) 안성시

안성시는 경기도의 최남단에 있는 시로 동쪽은 이천시, 서쪽은 평택시, 남쪽은 충청남도 천안시 서북구와 충청북도 음성군과 진천군이, 북쪽은 용인시와 마주보고 있다. 평택에서 강원도까지 이어지는 38번 국도와 경부고속도로, 중부고속도로가 남북으로 관통하고 있다. 전체적으로 동북이 높고 서남의 경사가 완만하며, 하천의 발달로 평야가 넓게 자리하고 있다.

안성시는 중부 지방에 있어 북부와 남부 사이의 점이성 기후 형태이다. 안성시의 10년간('90~'99) 연평균 강수량은 1,315mm로 벼농사 및 기타 작물재배에 적당하며 특히 벼농사의 경우는 연중 1,000mm 이상의 강우량이 필요한데 안성시의 경우 이 조건이 충족되어 있는 편이다. 더욱이 강수량의 대부분이 벼의 본격적인 생육기간인 6, 7, 8월에 집중되어 있기 때문에 양질의 경기미가 생산되고 있다.



(표 9.21) 예산군 연도별 기상현황

년도	구분	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)	
		평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속
	평균	13.0	33.9	-14.1	1,343.5	66.2	2,033.3	1.9	16.6
	2002	13.3	34.2	-12.0	-	67.0	2,058.0	2.2	24.6
	2003	13.2	32.2	-14.5	-	69.0	1,839.0	2.1	26.8
	2004	13.9	34.8	-14.3	-	64.0	2,198.0	1.7	25.1
	2005	12.4	34.3	-15.7	-	63.0	2,144.0	2.0	26.6
	2006	14.1	34.2	-13.5	974.0	66.6	1,838.0	1.8	14.0
	2007	12.5	34.9	-13.6	1562.4	69.0	1,934.1	1.7	11.8
	2008	12.3	34.2	-13.4	870.1	70.0	2,107.4	2.0	8.8
	2009	12.8	32.7	-13.3	1090.4	63.3	2,180.4	1.8	8.2
	2010	12.7	33.9	-14.4	1620.7	66.3	1,985.3	1.8	10.0
	2011	12.6	33.3	-16.1	1943.4	64.3	2,048.7	1.8	10.5
2 0 1 1	1월	-5.7	3.3	-16.1	4.0	60.0	194.0	1.6	7.9
	2월	1.8	15.5	-9.3	44.8	60.0	169.2	1.4	6.9
	3월	4.5	20.3	-5.5	19.0	49.0	245.9	2.3	8.0
	4월	11.6	23.6	1.7	71.0	53.0	214.8	2.2	7.1
	5월	18.1	28.5	7.9	162.0	60.0	182.0	2.1	7.1
	6월	22.7	31.7	13.0	391.6	66.0	189.8	2.0	7.6
	7월	25.7	32.9	19.4	587.3	80.0	99.9	1.7	6.4
	8월	25.8	33.3	17.9	420.3	78.0	99.5	1.9	10.5
	9월	21.2	31.9	11.2	91.7	70.0	187.3	1.5	6.0
	10월	13.5	23.6	0.8	37.0	68.0	194.8	1.3	7.1
	11월	11.2	25.5	-2.4	103.2	67.0	120.3	1.7	8.3
	12월	0.4	10.7	-10.2	11.5	60.0	151.2	1.5	7.0

자료 : 예산군, 예산통계연보, 2012

(표 9.22) 안성시 연도별 기상현황

년도	구분	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)	
		평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속
	10개년 평균	12.5	35.5	-13.7	1563.3	71.5	2044.1	1.9	11.0
	2006	12	37	-6	1,364	72	1,744	-	-
	2007	13	-	0	1,687	74	1,674	-	-
	2008	13	35.7	-12	1,343	69	2,209	2	9
	2009	13	34.8	-15	1,541	71	2,283	2	9
	2010	12.2	34.2	-18.6	1,470	73	2,0207.9	1.8	15.9
	2011	11.8	35.8	-16.9	1,975	70	2,146.5	1.7	9.9
2011	1월	-7.2	3.2	-16.9	11.3	65	220.8	1.5	8.5
	2월	0.6	13.4	-11.2	49.8	70	175.1	1.4	6.9
	3월	3.5	16.9	-6.7	23.4	63	258.1	2.2	8.1
	4월	10.1	21.0	0.2	186.4	66	210.6	2.0	7.2
	5월	16.2	29.0	6.4	74.2	58	196.0	1.8	7.5
	6월	21.1	32.6	11.7	391.5	73	180.6	1.9	9.9
	7월	25.3	35.8	18.6	794.3	87	95.6	1.7	7.9
	8월	26.1	35.6	18.6	315.1	82	113.3	1.8	9.1
	9월	21.7	33.3	9.9	32.8	71	200.9	1.7	7.5
	10월	13.9	23.8	1.2	38.4	70	193.1	1.1	7.0
	11월	11.2	25.8	-3.8	46.3	71	121.0	1.6	6.5
	12월	-0.4	9.9	-12.1	12.4	63	181.4	1.6	6.0

자료 :안성시 통계연보, 2012

#### (4) 정읍시

정읍시는 전라북도 서남부에 위치해 있으며 전주와 광주의 중간지점에 있으며, 호남 서해안 지방을 연결하는 교통의 요지이다. 남동쪽으로는 노령산맥 줄기로 산세가 수려한 내장산 국립공원과 입암산이 연결되어 있고, 북서쪽으로는 광활한 동진평야가 펼쳐져 있어 북서쪽이 터진 일종의 분지형태를 이루고 있고 하천은 남동쪽 내장산줄기에서 시작하여 시내를 관통하여 북서쪽으로 흐르고 있다. 목포와 서울간을 잇는 KTX고속철도와 고속도로 및 국도3개 노선이

연결되어 있어 서해안지방의 교통요지이고 운암저수지를 수원지로 한 동진강과 내장산으로부터 흐르고 있는 정읍천이 합류하여 부안군과 경계를 이어 서해에 유입하고 그 유역에는 관개지로서 토지가 비옥하여 농업에 적합하다.

기후는 서해안형과 내륙형의 중간형으로 구분될 수 있으나 서해안형에 가까운 특성을 보이고 있으며 겨울철에는 분지형태의 지형적인 영향을 받아 대설이 잦고 겨울철주풍향은 서~북서풍이다. 그 외 바람은 주로 남동풍이 많고 풍속은 1.4m/sec이다. 2011년 기준 연평균 기온은 13℃이고, 연평균 강수량은 약1,654mm이다.

(표 9.23) 정읍시 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
2006	13.3	25.1	3.1	1,283.8	65.9	1,784.1	1.1	3.3	
2007	13.7	25.1	4.4	1,637.2	67.6	1,773.0	1.1	3.2	
2008	13.8	26.4	3.0	881.2	67.5	1,969.8	1.3	3.3	
2009	13.7	26.3	3.6	1,400.7	66.1	2,046.1	1.5	3.7	
2010	13.7	26.1	2.6	1,748.3	67.6	1,863.1	1.5	3.7	
2011	13.0	24.9	2.3	1,654.0	67.5	1,939.8	1.4	3.6	
2011	1월	-4.9	4.0	-14.4	10.5	67.1	152.7	1.2	3.2
	2월	1.8	17.7	-8.7	57.4	68.0	151.9	1.2	3.2
	3월	4.4	18.8	-5.2	22.5	53.7	145.1	1.9	4.4
	4월	11.5	26.2	0.2	92.2	57.1	226.8	1.9	4.5
	5월	18.6	30.0	7.0	108.2	60.1	183.8	1.6	3.9
	6월	23.1	33.1	12.9	115.0	68.3	164.4	1.7	4.0
	7월	26.6	35.3	17.8	384.5	76.4	117.6	1.4	3.6
	8월	26.0	35.9	16.8	660.5	79.5	81.7	1.3	3.3
	9월	21.7	32.7	11.2	52.1	72.9	192.2	1.4	3.3
	10월	14.1	25.6	1.2	25.2	68.6	197.6	1.2	3.4
	11월	12.1	27.6	-1.4	100.3	70.3	110.3	1.2	3.2
	12월	1.1	11.4	-9.8	25.6	67.5	115.7	1.1	3.0

자료 :정읍시, 정읍통계연보, 2012

### (5) 평창군

2018년 동계올림픽 개최 예정지인 강원도 평창군은 강원도의 남부에 속하는 산악군으로서 동방은 정선군, 강릉시, 서방은 횡성군, 남방은 영월군, 북방은 홍천군과 접해 있어 5개 시군과 경계를 이루고 있다. 태백산맥 중에 위치하기 때문에 평균 해발고도가 600m 이상에 이르고, 특히 북·서·동 3면은 높은 산지로 둘러싸여 있으며, 남쪽으로 경사진 지형을 나타낸다. 한편, 평창읍 중리, 대화면 대화리와 안미리, 방림면 방림리 및 미탄면의 고마루마을 일대에는 석회암 용식지형인 카르스트 지형이 발달되어 있다. 또한 도암면 횡계리 주변의 이른바 대관령면이라고 일컫는 평탄면과 하진부 부근의 진부면 및 봉평면 북부 일대에 분포하는 평탄면들은 옛 침식면이 융기한 것으로 우리나라 중부지방의 지형 발달을 설명하는 데 학술적으로 중요시되고 있다.

평창군은 내륙고원지대에 위치하기 때문에 기온의 교차가 심한 대륙성기후를 나타내어 같은 위도의 어느 지역보다도 기온이 낮고 여름이 짧다. 대관령은 평창읍보다 기온이 낮으나 강수량은 훨씬 많고 일조지수가 적어 식물의 생육기간이 짧은 고랭지 기후의 특성을 나타내고 있다.

(표 9.24) 평창군 연도별 기상현황

구분 년도	기온(°C)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
2005	6.6	32.3	-21.0	1,881.1	73	2,267.5	4.5	18.5	
2006	6.9	30.6	-23.5	2,112.9	76	1,861.3	3.6	17.8	
2007	7.6	30.2	-20.0	1,401.1	75	1,903.7	3.4	20.7	
2008	7.2	30.1	-26.2	1,128.6	74	2,084.4	3.3	15.5	
2009	7.4	29.9	-18.6	1,331.7	72	2,071.6	3.4	16.9	
2010	7.2	30.1	-24.0	1,217.3	73	1,999.6	3.6	18.1	
2010	1월	-8.2	8.0	-24.0	38.9	68	196.1	4.5	8.3
	2월	-3.8	14.2	-20.5	68.6	70	138.8	3.3	6.9
	3월	-1.0	13.8	-14.0	141.6	76	125.5	4.1	7.8
	4월	4.4	18.5	-6.6	43.0	63	174.4	4.1	7.8
	5월	12.6	27.3	-0.6	122.6	66	201.3	3.9	7.6
	6월	17.5	26.9	-1.7	26.5	72	238.4	2.1	5.1
	7월	21.0	29.2	12.9	115.4	82	123.8	3.5	6.4
	8월	22.2	30.1	14.6	243.7	85	98.6	2.9	5.9
	9월	15.9	29.0	-0.1	332.8	84	137.6	2.4	5.5
	10월	8.7	22.0	-6.2	32.9	81	155.8	2.4	5.5
	11월	1.9	13.5	-10.1	31.2	63	230.1	4.7	9.2
	12월	-4.3	11.2	-19.4	20.1	63	179.2	5.6	9.8

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

## (6) 산청군

동쪽은 합천군과 의령군, 서쪽은 함양군, 남쪽은 진주시와 하동군, 북쪽은 거창군과 접하고 있다. 교통은 국도가 단성면에서 사방으로 갈라져 함양~진주, 지리산~합천과 그 외의 도로가 연결되어 있어 편리하다. 산청군의 지형은 대부분이 준엄한 산령으로 둘러싸여 있으며, 지세는 지리산 천왕봉을 기점으로 한 산맥이 남북으로 뻗어 하동군·함양군과의 경계를 이루고 합천군과는 백운산의 지맥인 황매산이 양군의 분수령을 이룬 분지이다. 지세가 비교적 평탄하고 관개가 편리하며 토양이 비옥하여 농경에 적합하나, 산곡의 침식으로 형성된 개석평야인 까닭에 규모가 대단히 작다. 산청군은 총 면적의 약 78.3%가 임야이고, 주요 농산물은 쌀이며 이밖에 보리, 콩, 조 등의 잡곡류와 채소류의 생산이 많다.

산청군의 기후는 온대기후구에 속하나 내륙 고산지역의 특성을 반영하여 대륙성기후를 나타내며, 고원 산악지역에서는 특히 기온의 변화가 심하다. 다음 (표 9.25)은 산청군 관내 기상 관서가 없어 진주기상대 기상측정 자료이다.

(표 9.25) 산청군 연도별 기상현황

년도	구분	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)	
		평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속
	평균	13.2	35.4	-11.1	1,586.8	64.4	2,008.0	2.0	11.2
	2007	14.0	36.0	-8.0	1,776.0	66.0	1,946.0	2.0	13.0
	2008	13.0	37.0	-11.0	786.0	64.0	2,079.0	2.0	10.0
	2009	13.0	34.0	-13.0	1,169.0	63.0	2,054.0	2.0	11.0
	2010	13.0	35.0	-12.0	2,190.0	66.0	1,911.0	2.0	12.0
	2011	13.1	34.8	-11.7	2,013.1	63.0	2,049.9	2.0	10.2
2011	1월	-2.6	5.1	-11.7	0.0	43.0	193.9	3.5	10.2
	2월	2.8	19.1	-11.0	74.0	55.0	170.8	1.5	8.7
	3월	5.7	23.1	-5.5	25.0	42.0	257.1	3.1	10.0
	4월	12.5	28.0	-0.6	115.2	42.0	231.8	2.5	8.3
	5월	17.8	27.1	6.3	128.9	64.0	194.4	2.0	9.6
	6월	22.7	32.2	14.2	379.7	71.0	185.1	1.7	6.7
	7월	25.4	34.8	17.5	618.7	80.0	113.9	1.6	6.6
	8월	25.9	33.8	17.8	407.8	83.0	89.4	1.2	6.8
	9월	21.3	34.2	8.4	29.2	73.0	158.9	1.2	6.5
	10월	13.7	26.8	-0.6	65.5	68.0	187.6	1.3	7.4
	11월	11.1	25.9	-3.4	164.1	71.0	116.0	1.5	9.9
	12월	1.9	12.7	-9.8	5.0	50.0	151.0	2.6	8.4

자료 : 산청군, 산청통계연보, 2012

## 마. 시범사업 지역 분석

### (1) 완주군

완주군의 행정구역은 삼례읍 · 봉동읍 등 2개 읍과 고산면 · 이서면 · 소양면 등 11개 면 등 13개 읍·면으로 이루어져 있으며, 면적은 (표 9.26)과 같이 820.66 km<sup>2</sup>로 전라북도 면적(8,067.12 km<sup>2</sup>)의 10.17 %에 해당한다.

2011년 기준 완주군 인구는 약 35,003세대 86,766명으로 그중 남자가 44,511명, 여자 42,255명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 105.7 명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다. 행정구역별 인구수는 봉동읍이 8,619세대 23,916명으로 가장 많고, 삼례읍, 용진면, 이서면, 소양면 등이 6,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다. 완주군 읍·면별 인구현황은 (표 9.27)과 같다.

(표 9.26) 예산군 읍면별 면적 및 인구 현황

구 분	면 적		동·면별 인구		
	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
계	820.66	100.0%	6,650	16,868	589.4
삼례읍	28.62	3.5%	8,619	23,916	519.1
봉동읍	46.07	5.6%	3,304	8,026	208.5
용진면	38.50	4.7%	2,044	5,036	73.4
상관면	68.61	8.4%	2,611	6,406	191.5
이서면	33.46	4.1%	2,852	6,460	68.6
소양면	94.11	11.5%	2,342	5,470	61.4
구이면	89.08	10.9%	2,069	4,901	70.5
고산면	69.48	8.5%	1,003	2,198	49.3
비봉면	44.59	5.4%	1,031	2,091	22.8
운주면	91.90	11.2%	1,428	3,119	44.0
화산면	70.85	8.6%	559	1,204	11.3
동상면	106.50	13.0%	491	1,071	27.5
경천면	38.89	4.7%	35,003	86,766	105.7

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

2011년 기준 최근 5개년 완주군의 농가수 및 농가인구는 감소하는 것으로 조사되었다. 가구당 논의 경지면적은 감소하는 추세이나, 밭의 경지면적은 증가하는 경향을 보이고 있다.

(표 9.27) 농가인구 및 경지면적 현황

구 분	농가 및 농가인구		경지면적(ha)					
	농가수 (호)	농가인구 (명)	계	논	밭	가구당 경지면적(a)		
						계	논	밭
2007	10,146	29,679	12,520	8,194	4,326	124.0	81.0	43.0
2008	9,465	27,702	12,445	7,990	4,455	131.5	84.4	47.1
2009	9,213	26,165	12,059	6,297	5,762	130.9	68.3	62.5
2010	9,232	25,571	11,860	5,393	6,467	128.5	58.4	70.0
2011	8,829	24,556	11,826	5,573	6,253	133.9	63.1	70.8

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

2011년 기준 완주군 식량작물 생산량 현황을 보면 미곡생산량이 전체 식량작물 생산량의 75.6 %인 22,996 톤이, 고구마·감자 등 서류가 19.6 %인 5,874 톤 생산되는 것으로 조사되었다.

또한, 최근 5년간( '07년~' 11년) 식량작물 생산량 현황을 살펴보면 두류를 제외한 모든 작물에서 생산량이 감소하고 있는 것으로 조사되었다.

(표 9.28) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구 분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	6,718	37,506	5,540	26,525	167	783	60	207	401	617	550	9,374
2008년	6,444	38,685	5,407	28,128	146	507	56	177	323	528	513	9,345
2009년	6,213	37,112	5,261	28,820	122	393	66	226	360	641	404	7,032
2010년	5,674	31,522	4,894	24,379	124	424	74	235	229	343	353	6,140
2011년	5,870	29,996	4,675	22,669	98	334	75	180	618	939	404	5,874

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

2011년 기준 완주군의 가축사육현황을 살펴보면 한우 1,201농가, 27,784마리, 젓소 30농가, 2,658마리, 돼지 54농가에서 73,165마리, 닭 65농가 1,830,590마리를 사육하는 것으로 조사되었다. 완주군에서 사육되는 한우의 경우 전라북도 한우 사육두수 352,811마리 대비 7.9%를 차지하고 있다. 읍·면별 가축사육현황을 비교해 보면, 한우의 경우 완주군 전체 사육두수의 47.9 %가 화산면에서 사육되고 있으며, 돼지는 소양면과 고산면에 집중되어 있어 사육두수의 79.7 %를 차지하는 것으로 조사되었다<sup>63)</sup>.

63) 젓소 수컷은 한육우에 포함

(표 9.29) 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭		마필	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2011년	1,201	27,784	30	2,658	54	73,165	65	1,830,590	8	28
삼례읍	48	715	1	70	1	500	3	1,900	1	1
봉동읍	49	695	4	544	4	1,372	6	340,000	0	0
용진면	79	1,257	2	81	2	55	1	60,000	1	1
상관면	35	621	0	0	1	1,400	4	2,100	0	0
이서면	42	540	1	109	2	2,000	3	91,000	0	0
소양면	57	368	7	699	23	34,417	12	182,840	1	2
구이면	68	665	1	71	8	4,373	15	266,050	1	17
고산면	198	4,301	1	65	9	23,918	1	27,000	0	0
비봉면	193	4,873	13	1,019	1	1,800	4	221,900	3	6
운주면	9	169	0	0	1	2,000	3	1,600	0	0
화산면	397	13,304	0	0	1	1,320	9	594,000	0	0
동상면	16	82	0	0	1	10	2	35,100	1	1
경천면	10	194	0	0	0	0	2	7,100	0	0

자료 : 완주군 농업기술센터 친환경농업축산과

## (2) 예산군

예산군의 면적은 (표 9.31)와 같이 542.29km<sup>2</sup>로, 충청남도 면적(8,630.12 km<sup>2</sup>)의 6.28 %에 해당하며, 예산읍·삽교읍 등 2개 읍과 대술면·신양면·덕산면 등 10개 면으로 이루어져 있다.

예산군 인구는 2011년 기준으로 약 36,548세대, 87,861명으로, 그중 남자 44,258명, 여자 43,603명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 162.0 명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다. 예산군 인구추이를 살펴보면 2002년 이후 세대수는 증가하지만 인구수는 지속적인 감소 형태를 보이고 있다. 읍·면별 인구현황을 보면, 예산읍이 15,255세대 38,066명으로 가장 많고, 삽교읍, 덕산면, 고덕면, 오가면 등이 5,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다.



(표 9.30) 예산군 읍면별 면적 및 인구 현황

구 분	면 적		동·면별 인구		
	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
계	542.29	100.0	15,255	38,066	889.4
예 산 읍	42.80	7.9	3,411	8,235	166.0
삼 교 읍	49.60	9.1	1,365	3,072	50.7
대 술 면	60.65	11.2	1,549	3,591	58.2
신 양 면	61.75	11.4	1,709	3,735	64.4
광 시 면	58.04	10.7	927	2,045	57.2
대 흥 면	35.76	6.6	1,278	2,991	113.7
응 봉 면	26.31	4.9	3,260	7,504	125.8
덕 산 면	59.66	11.0	1,302	2,998	85.3
봉 산 면	35.15	6.5	2,292	5,627	125.5
고 덕 면	44.82	8.3	1,897	4,374	123.4
신 암 면	35.46	6.5	2,303	5,623	174.1
오 가 면	32.29	6.0	36,548	87,861	162.0

자료 : 예산군, 2012 예산군통계연보

2011년 기준 최근 5개년 완주군의 농가수 및 농가인구는 감소하는 것으로 조사되었다. 가구당 논·밭의 경지면적은 감소하는 추세이나, 밭의 경지면적은 증가하는 경향을 보이고 있다.

(표 9.31) 농가인구 및 경지면적 현황

구 분	농가 및 농가인구		경지면적(ha)					
	농가 수 (호)	농가인구 (명)	계	논	밭	가구당 경지면적(a)		
						계	논	밭
2007	10,146	29,679	12,520	8,194	4,326	124.0	81.0	43.0
2008	9,465	27,702	12,445	7,990	4,455	131.5	84.4	47.1
2009	9,213	26,165	12,059	6,297	5,762	130.9	68.3	62.5
2010	9,232	25,571	11,860	5,393	6,467	128.5	58.4	70.0
2011	8,829	24,556	11,826	5,573	6,253	133.9	63.1	70.8

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

2011년 기준 완주군 식량작물 생산량 현황을 보면 미곡생산량이 전체 식량작물 생산량의 75.6 %인 22,996 톤이, 고구마·감자 등 서류가 19.6 %인 5,874 톤 생산되는 것으로 조사되었다.

또한, 최근 5년간( '07년~' 11년) 식량작물 생산량 현황을 살펴보면 두류를 제외한 모든 작물에서 생산량이 감소하고 있는 것으로 조사되었다.

(표 9.32) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구 분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	6,718	37,506	5,540	26,525	167	783	60	207	401	617	550	9,374
2008년	6,444	38,685	5,407	28,128	146	507	56	177	323	528	513	9,345
2009년	6,213	37,112	5,261	28,820	122	393	66	226	360	641	404	7,032
2010년	5,674	31,522	4,894	24,379	124	424	74	235	229	343	353	6,140
2011년	5,870	29,996	4,675	22,669	98	334	75	180	618	939	404	5,874

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

2011년 기준 완주군의 가축사육현황을 살펴보면 한우 1,201농가, 27,784마리, 젓소 30농가, 2,658마리, 돼지 54농가에서 73,165마리, 닭 65농가 1,830,590마리를 사육하는 것으로 조사되었다. 완주군에서 사육되는 한우의 경우 전라북도 한우 사육두수 352,811마리 대비 7.9%를 차지하고 있다. 읍·면별 가축사육현황을 비교해 보면, 한우의 경우 완주군 전체 사육두수의 47.9%가 화산면에서 사육되고 있으며, 돼지는 소양면과 고산면에 집중되어 있어 사육두수의 79.7%를 차지하는 것으로 조사되었다<sup>64)</sup>.

(표 9.33) 2011년 읍면별 가축사육(가구 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭		마필	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2011년	1,201	27,784	30	2,658	54	73,165	65	1,830,590	8	28
삼례읍	48	715	1	70	1	500	3	1,900	1	1
봉동읍	49	695	4	544	4	1,372	6	340,000	0	0
용진면	79	1,257	2	81	2	55	1	60,000	1	1
상관면	35	621	0	0	1	1,400	4	2,100	0	0
이서면	42	540	1	109	2	2,000	3	91,000	0	0
소양면	57	368	7	699	23	34,417	12	182,840	1	2
구이면	68	665	1	71	8	4,373	15	266,050	1	17
고산면	198	4,301	1	65	9	23,918	1	27,000	0	0
비봉면	193	4,873	13	1,019	1	1,800	4	221,900	3	6
운주면	9	169	0	0	1	2,000	3	1,600	0	0
화산면	397	13,304	0	0	1	1,320	9	594,000	0	0
동상면	16	82	0	0	1	10	2	35,100	1	1
경천면	10	194	0	0	0	0	2	7,100	0	0

자료 : 완주군 농업기술센터 친환경농업축산과

64) 젓소 수컷은 한육우에 포함

### (3) 안성시

안성시의 행정구역은 1개 읍과 11개의 면으로 이루어져있으며, 3개의 동과 58개의 리로 이루어져있다. 안성시의 총면적은 553.5 km<sup>2</sup> 으로, 금광면이 전체의 13%의 넓이로 가장 넓으며 고배면, 일죽면, 죽산면 순으로 나타났다.

(표 9.34) 안성시 면적 및 인구 현황

구 분	면 적		동·면별 인구		
	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
계	553.5	100	72,728	188,274	340
공도읍	32	6	20,596	55,828	1745
보개면	53	10	2,574	6,607	125
금광면	72	13	3,519	8,884	123
서운면	36	7	1,713	4,491	125
미양면	34	6	3,056	8,195	241
대덕면	31	6	6,355	12,575	406
양성면	53	10	2,395	5,987	113
원곡면	38	7	2,195	5,690	150
일죽면	56	10	3,621	8,893	159
죽산면	57	10	3,321	7,811	137
삼죽면	39	7	1,616	3,888	100
고삼면	28	5	915	2,168	77
안성 1동	7	1	5,319	13,646	1949
안성 2동	10	2	7,332	19,603	1960
안성 3동	8	1	8,201	24,008	3001

자료 : 안성시, 2012 안성시통계연보

안성시 총인구는 2011년 약 72,728세대 188,274명으로 그중 남자가 97,093명(51.6%), 여자 91,181(48.4%)명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 340명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다. 안성시 인구추이를 살펴보면 2006년 이후 세대수 및 인구수가 지속적인 증가 형태를 보이고 있으며, 2011년 말 안성시 읍·면 의 인구수는 공도읍이 20,596세대 55,828명으로 가장 많고, 고삼면이 915세대 2,168명으로 가장 낮은 것으로 나타났다.

안성시 농가수는 2006년부터 2011년까지 다소 증가하였고, 가구당 경지면적은 감소추세에 있다. 경지면적 중 논 면적이 2011년 8,883ha로 조사되었으며, 밭의 경우 6,834ha로 나타났다. 노은 전체면적에 57% 밭은 43%로 논이 밭의 면적에 비하여 약 13% 많은 것으로 조사되었다.

(표 9.35) 농가인구 및 경지면적 현황

구 분	농가 및 농가인구	경지면적(ha)					
	농가수 (호)	계	논	밭	가구당 경지면적(a)		
					계	논	밭
2006	9,634	16,476	9,725	6,751	1.71	1.01	0.70
2007	9,693	16,304	9,616	6,688	1.68	0.99	0.69
2008	10,001	16,224	9,407	6,817	1.62	0.94	0.68
2009	9,516	16,061	9,333	6,728	1.69	0.98	0.71
2010	10,022	15,819	9,013	6,506	1.58	0.93	0.65
2011	10,084	15,717	8,883	6,834	1.56	0.88	0.68

자료 : 안성시, 2012 안성시통계연보

2식량작물의 생산량은 2010년 기준 9,874 ha에서 45,647 M/T으로 나타났으며, 미곡생산량이 식량작물 전체 생산량의 91.6%로 자장 높게 나타났다. 맥류와 잡곡류 두류 서류의 생산량은 식량작물생산량에 각각 0.2, 0.5, 1.4, 6.3%에 해당하는 것으로 조사 되었다. 모든 미곡은 밭벼의 생산량이 없이 논벼로 생산되는 것으로 조사되었으며, 2005년에 비하여 생산량이 8.6% 감소하여 41,820M/T을 생산하는 것으로 조사되었다. 2005년 맥류는 겉보리와 쌀보리를 재배 생산 하였으나, 2009년 이 지나면서 쌀보리만을 생산하는 것으로 조사 되었다.

(표 9.36) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구 분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2005	10,596	50,105	9,714	45,753	36	89	83	263	565	730	198	3,270
2006	9,486	49,602	9,113	44,290	50	99	79	244	71	684	173	4,285
2007	9,987	48,694	9,150	44,935	50	99	76	234	533	702	178	2,724
2008	10,125	49,061	9,150	45,201	216	113	60	192	526	677	173	2,878
2009	9,337	47,284	9,100	45,591	45	113	68	228	40	43	84	1,309
2010	9,874	45,647	9,082	41,820	32	78	69	229	518	635	173	2,885

자료 : 안성시, 2012 안성시통계연보

안성시의 가축사육현황을 살펴보면 한우 85,839마리, 젓소 17,713마리, 돼지 277,661마리, 닭 4,197,140마리를 사육하는 것으로 조사되었다. 읍·면별 가축사육현황을 비교해 보면, 한우의 경우 양성면에서 가장 많은 15,541마리가 사육되고 있으며, 돼지는 일죽면에서 117,151마리가 사육이 집중되고 있다.

(표 9.37) 2011년 읍면별 가축사육(가구 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭		마필	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2011년	1,518	85,839	229	17,713	145	277,661	211	3,901,908	7	68
공도읍	92	5,640	21	2,271	4	7,325	4	293,400	1	43
보개면	127	9,138	27	4,349	14	28,720	825	1,188,500	-	-
금광면	116	4,592	24	1,261	1	53	1	95,000	-	-
서운면	53	2,804	6	295	4	6,448	9	623,000	-	-
미양면	140	13,412	23	1,455	12	14,836	13	415,290	-	-
대덕면	91	6,360	13	1,008	5	8,950	2	130,000	1	3
양성면	261	15,541	11	625	7	5,750	8	75,750	2	17
원곡면	73	3,313	9	359	10	19,600	7	295,000	-	-
일죽면	222	9,626	36	3,650	51	117,151	48	646,725	-	-
죽산면	92	3,620	25	1,036	11	13,653	11	13,653	-	-
삼죽면	88	5,100	14	1,384	16	47,100	2	60,000	2	4
고삼면	119	5,274	14	832	6	3,892	20	65,305	-	-
안성1동	2	4	-	-	-	-	3	22	-	-
안성2동	20	802	-	-	1	2	33	263	1	1
안성3동	22	613	6	188	3	4,181	-	-	-	-

자료 : 안성시, 2012 안성시통계연보

#### (4) 정읍시

정읍시의 총면적은 692.81km<sup>2</sup>으로 1개의 읍과 14면 그리고 8개의 동으로 분리되어있으며 산내면과 산외면이 전체 넓이의 18%로 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. 각 읍면동 단위 면적은 (표 9.38)에 나타내었다.

(표 9.38) 정읍시 읍면별 면적 현황

읍면동	면적 (km2)	구성비(%)
신태인읍	29.69	4.3
북 면	35.55	5.1
입 암 면	35.70	5.2
소 성 면	29.06	4.2
고 부 면	40.02	5.8
영 원 면	24.96	3.6
덕 천 면	20.67	3.0
이 평 면	25.73	3.7
정 우 면	30.33	4.4
태 인 면	34.19	4.9
감 곡 면	41.58	6.0
용 동 면	39.88	5.8
칠 보 면	49.60	7.2
산 내 면	65.14	9.4
산 외 면	62.70	9.1
수 성 동	5.90	0.9
장 명 동	6.59	1.0
내장상동	45.51	6.6
시 기 동	3.34	0.5
초 산 동		
연 지 동	1.71	0.2
농 소 동	18.81	2.7
상 교 동	46.15	6.7
총 면 적	692.81	100

자료 : 정읍시, 2012 정읍시통계연보

정읍시의 총인구는 122,370명으로 나타났으며, 이 중 남자의 비중이 49.7, 여자의 비중이 50.3으로 비슷하게 나타났다. 외국인의 경우 1,904명으로 전체 인구의 1.6%에 해당하는 것으로 나타났다. 인구증가율은 -0.92%로 조사되었으며, 세대당인구수는 평균적으로 2.4명으로 나타났다. 고령화인구(65세 이상)의 경우 25,448명으로 총인구의 20.8%로 평가되었다. 인구변화는 2003년부터 감소하다가 2006년 이후 인구수 감소가 작아지는 것으로 나타났다.

(표 9.39) 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
신태인읍	3,308	6,917	233
북 면	2,306	5,572	157
입 암 면	1,683	3,720	104
소 성 면	1,269	2,615	90
고 부 면	1,673	3,563	89
영 원 면	1,099	2,233	89
덕 천 면	1,016	2,275	110
이 평 면	1,402	2,806	109
정 우 면	1,520	3,215	106
태 인 면	2,078	4,442	130
감 곡 면	1,728	3,547	85
웅 동 면	1,046	2,078	52
칠 보 면	1,308	2,888	58
산 내 면	767	1,532	24
산 외 면	1,322	2,608	42
수 성 동	7,018	18,302	3102
장 명 동	1,606	4,046	614
내장상동	7,630	21,129	464
시 기 동	2,036	4,689	4050
초 산 동	3,295	8,839	4050
연 지 동	2,608	5,744	3359
농 소 동	2,126	5,151	274
상 교 동	2,015	4,459	97
총 인 구	49,844	122,370	177

자료 : 정읍시, 2012 정읍시통계연보

정읍시 논·밭 경지 면적은 2011년 기준으로 2006년에 비하여 1200ha 감소한 것으로 나타났다. 논·밭의 경지면적과 밭의 경지면적을 비교한 결과 논은 감소추세에 있으며, 밭은 증가하는 추세로 나타났다. 가구당 경지면적은 논·밭 모두 증가하는 것으로 나타났다. 논·밭의 경우 전체 면적은 2006년 18,366ha에서 2011년 15,886ha으로 감소하였으나 가구당 경지면적은 1.49ha에서 1.66ha로 증가하는 것으로 나타났다(표 9.40). 이는 논농사의 규모가 가구당 증가한 것으로 논농사 농업인이 감소함에 따라 나타나는 현상으로 판단된다.

(표 9.40) 정읍시 논·밭 면적 및 가구당 경지면적(단위 : ha)

연도별	합계	논	밭	가구당 경지면적		
				계	논	밭
2006	24,098	18,366	5,732	1.96	1.49	0.47
2007	23,657	17,995	5,662	1.98	1.51	0.47
2008	23,493	17,925	5,568	1.99	1.52	0.47
2009	23,205	16,508	6,697	1.99	1.42	0.57
2010	22,883	16,129	6,754	2.09	1.47	0.62
2011	22,815	15,886	6,929	2.39	1.66	0.73

자료 : 정읍시, 2012 정읍시통계연보

식량작물의 생산량은 2011년 기준 17,073 ha에서 85,298 M/T으로 나타났으며, 미곡생산량이 식량작물 전체 생산량의 89.0%로 가장 높게 나타났다. 맥류와 잡곡류 두류 서류의 생산량은 식량작물생산량에 각각 5.1, 0.2, 1.0, 4.8%에 해당하는 것으로 조사 되었다. 모든 미곡은 밭벼의 생산량이 없이 논벼로 생산되는 것으로 조사되었으며, 2006년에 비하여 생산량이 10.6% 감소하여 75,882M/T을 생산하는 것으로 조사되었다.

(표 9.41) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2006	18,721	94,908	16,503	84,886	841	3,791	127	195	1,031	2,041	220	3,743
2007	18,880	90,808	16,578	79,615	888	3,997	136	214	1,004	1,891	275	5,228
2008	18,694	95,098	16,141	84,566	1,073	4,737	165	295	1,058	1,692	257	3,808
2009	17,078	89,179	15,698	91,339	664	2,894	70	146	407	721	238	3,806
2010	17,235	87,434	15,396	79,637	1,183	4,907	68	135	393	749	195	2,045
2011	17,073	85,298	15,164	75,882	1,155	4,318	80	139	496	885	177	4,073

자료 : 정읍시, 2012 정읍시통계연보

정읍시의 가축사육현황을 살펴보면 한우 72,693마리, 젓소 6,407마리, 돼지 317,470마리, 닭 6,392,108마리를 사육하는 것으로 조사되었다. 읍·면별 가축사육현황을 비교해 보면, 한우의 경우 정우면에서 가장 많은 11,189마리가 사육되고 있으며, 돼지는 감곡면에서 가장 많은 66,243마리가 사육되고 있다.



(표 9.42) 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭		마필	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
신태인읍	102	1,992	3	225	4	5,200	49	243,378	2	47
북면	155	4,555	4	276	7	12,796	17	850,400	-	-
입암면	201	3,466	2	167	2	8,000	8	465,260	1	15
소성면	85	1,849	12	643	7	20,289	7	350,200	1	20
고부면	118	3,781	4	321	4	9,671	7	257,500	-	-
영원면	124	2,694	-	-	1	1,961	4	179,000	-	-
덕천면	159	5,081	41	3,090	17	49,149	7	395,000	-	-
이평면	155	5,643	5	413	12	20,568	10	503,000	-	-
정우면	263	11,189	1	84	7	7,469	8	470,000	-	-
태인면	204	4,299	8	619	20	43,350	17	680,000	-	-
감곡면	182	6,163	6	186	24	66,243	19	987,500	3	65
용동면	174	4,033	3	138	13	29,310	9	361,700	-	-
칠보면	166	4,214	-	-	3	17,630	6	128,500	-	-
산내면	130	2,370	-	-	1	95	1	20	-	-
산외면	332	7,450	-	-	5	6,168	3	165,000	1	8
수성동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
장명동	28	574	1	178	1	349	4	200,000	-	-
내장상동	27	278	-	-	1	555	13	6,765	1	40
시기동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
초산동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연지동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
농소동	35	849	1	67	2	3,100	7	126,000	-	-
상교동	144	2,213	-	-	2	15,567	29	22,885	1	2
합계	2,784	72,693	91	6,407	133	317,470	225	6,392,108	10	197

자료 : 정읍시, 2012 정읍시통계연보

### (5) 평창군

평창군의 행정구역의 현황을 살펴보면 1개읍, 7개면, 188행정리, 737반의 행정구역으로 구성되어 있으며, 군의 총 면적은 1,464.16km<sup>2</sup>로 강원도 총면적 16,874.60km<sup>2</sup>의 8.7%에 해당한다.

(표 9.43) 평창군 읍면별 면적 및 행정구역 현황

구 분	면적(km <sup>2</sup> )	구성비 (%)	읍	면	리(개소)		반
					행정	법정	
평창군	1,463.54	100	1	7	188	89	731
평창읍	161.20	11.0	1	-	41	31	143
미탄면	109.71	7.5	-	1	13	9	55
방림면	120.84	8.3	-	1	14	3	54
대화면	166.64	11.4	-	1	28	5	94
봉평면	217.29	14.8	-	1	19	9	79
용평면	135.19	9.2	-	1	15	8	52
진부면	330.97	22.6	-	1	36	18	163
대관령면	221.70	15.1	-	1	22	6	91

자료 : 평창군, 2011 평창 통계연보

평창군 인구는 약 19,392세대 43,939명으로 그중 남자가 22,487명, 여자 21,452명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 30명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다. 평창군 인구 추이를 살펴보면 지속적인 인구감소 형태를 보이고 있으며, 2010년 말 평창군 읍·면중 인구수는 진부면이 9,892명, 평창읍이 9,224명으로 가장 많고, 대관령면, 대화면, 봉평면이 5,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다.

(표 9.44) 평창군 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구 수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
평창읍	3,792	9,224	57.2
미탄면	908	1,914	17.4
방림면	1,194	2,450	20.3
대화면	2,516	5,736	34.4
봉평면	2,480	5,613	25.8
용평면	1,386	3,080	22.8
진부면	4,253	9,892	29.9
대관령면	2,863	6,030	27.2
계	19,392	43,939	29.38

자료 : 평창군, 2011 평창 통계연보

2010년 말 총 농가 및 농가인구는 4,995가구, 12,176명으로, 경지면적 9,621ha중 논이 764ha, 밭이 8,857ha이다. 가구당 경지면적은 논, 밭 각각 15.3ha, 179.2ha로, 2006년 대비 농가수 및 농가인구 뿐만 아니라 가구당 논·밭의 경지면적은 감소하는 추세이다.

(표 9.45) 평창군 농가인구 및 경지면적 현황

구 분	농가 및 농가인구		경지면적(ha)					
	농가수 (호)	농가인구 (명)	계	논	밭	가구당 경지면적		
						계	논	밭
2006	5,165	13,342	10,589	914	9,675	205.0	17.7	187.3
2007	5,252	13,693	10,237	823	9,414	194.9	15.7	179.2
2008	5,177	13,355	9,940	787	9,153	192.0	15.2	176.8
2009	4,971	12,926	9,667	761	8,906	194.5	15.3	179.2
2010	4,995	12,176	9,621	764	8,857	194.5	15.3	179.2

자료 : 평창군, 2011 평창 통계연보

평창군의 식량작물재배현황을 살펴보면, 식량작물(정곡)의 경우 2010년 말 총 경지면적은 3,647ha, 총생산량은 63,117톤으로 2005년 대비 경지면적 및 생산량은 감소하는 추세이다. 작물 별로는 서류가 경지면적 및 생산량이 가장 크게 나타났고, 잡곡, 미곡, 두류 순이었다.

(표 9.46) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구 분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2005	4,787	83,723	934	4,568	-	-	650	2,842	409	647	2,794	75,666
2006	4,317	75,972	817	3,669	-	-	700	3,058	435	660	2,365	68,585
2007	3,758	63,337	707	3,085	-	-	638	2,727	441	666	1,972	56,858
2008	3,820	60,761	610	2,891	-	-	969	3,913	459	579	1,783	53,379
2009	3,730	68,615	584	2,926	-	-	878	3,419	494	663	1,773	61,607
2010	3,647	63,117	574	2,617	-	-	792	3,645	333	545	1,948	56,310

자료 : 평창군, 2011 평창 통계연보

평창군의 가축사육현황을 살펴보면 한우 및 젓소가 850호에서 총 17,897마리, 돼지가 25호에서 8,019마리, 닭, 오리, 거위 등의 가금(家禽)류가 607호 18,471마리를 사육하는 것으로 조사되었다.

(표 9.47) 평창군 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2004년	1,068	11,299	28	2,643	22	12,134	553	9,278
2005년	1,010	12,032	26	2,589	25	10,986	508	11,862
2006년	999	12,913	21	2,280	22	9,876	12	9,403
2007년	883	14,331	20	2,364	33	12,561	1	6,500
2008년	845	15,008	20	2,269	26	6,643	2	11,000
2009년	859	15,570	22	2,337	23	9,101	543	15,885
2010년	833	16,085	17	1,812	25	8,019	557	17,857

자료 : 평창군, 2011 평창 통계연보

### (6) 산청군

산청군의 면적은 794.84 km<sup>2</sup>로, 충청남도 면적(8,630.12 km<sup>2</sup>)의 6.28 %에 해당하며, 산청읍 1개 읍과 차황면 · 오부면 · 생초면 등 10개면으로 이루어져 있다.

(표 9.48) 산청군 읍면별 면적 현황

구분	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계	794.84	100
산청읍	68.92	8.70
차황면	48.79	6.10
오부면	35.07	4.40
생초면	53.04	6.70
금서면	76.29	9.60
삼장면	103.31	13.00
시천면	127.71	16.10
단성면	108.66	13.70
신안면	72.17	9.10
생비량면	44.00	5.50
신등면	56.88	7.20

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

산청군 인구는 2011년 기준으로 약 35,651명으로, 그중 남자 17,385명, 여자 18,266명으로 여자가 남자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 44.9 명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다. 읍·면별 인구현황을 보면, 산청읍이 15,255세대 38,066명으로 가장 많고, 삼교읍, 덕산면, 고덕면, 오가면 등이 5,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다.

(표 9.49) 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
산청읍	3,034	6,636	96.30
차황면	808	1,563	32.00
오부면	591	1,151	32.80
생초면	1,228	2,421	45.60
금서면	1,326	2,753	36.10
삼장면	897	1,817	17.60
시천면	2,002	4,257	33.30
단성면	2,935	5,666	52.10
신안면	2,558	5,882	81.50
생비량면	714	1,328	30.20
신등면	1,130	2,177	38.30
계	17,223	35,651	44.90

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

2011년 기준 산청군의 농업현황을 살펴보면 총 농가 수 및 농가인구는 6,523가구, 14,890명으로 조사되었으며, 2007년 이후 농가 수 및 농가인구는 점점 감소하는 것으로 조사되었다.

(표 9.50) 농가인구 및 경지면적 현황

구 분	농가 및 농가인구		경지면적(ha)					
	농가수(호)	농가인구(명)	계	논	밭	가구당 경지면적(a)		
						계	논	밭
2007	7,756	18,299	9,996	7,306	2,690	1	0.94	0.35
2008	6,786	14,918	9,939	7,258	2,681	1	1.07	0.40
2009	7,036	16,247	9,807	7,157	2,650	1	1.02	0.38
2010	6,463	14,703	9,807	7,157	2,650	2	1.11	0.41
2011	6,523	14,890	9,779	7,111.50	2,667	1	1.09	0.41

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

산청군 식량작물 생산량 현황을 보면 2011년 기준으로 미곡이 전체 재배면적의 75.3 %인 4,209 ha, 생산량의 81 %인 19,812 톤/년이 생산되고 있다. 그 외 고구마·감자 등 서류가 2,861.2 톤/년(11.6%) 생산되는 것으로 조사되었다.

(표 9.51) 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구 분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007	6,033	28,464	4,781	20,486	304	1,158	39	81	618	757	291	5,982
2008	5,725	27,536	4,607	24,878	323	871	46	28	571	596	178	1,163
2009	5,738	25,582	4,498	21,456	492	1,701	38	94	533	460	177	1,871
2010	5,863	24,154	4,521	20,272	550	1,550	45	89	566	593	181	1,650
2011	5,593	24,574	4,209	19,812	390	964	53.4	137.4	740.4	798.5	200	2,861.6

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

2011년 기준 산청군의 가축사육현황을 살펴보면 한우는 1,655농가에서 16,236두, 젖소는 12농가에서 1,181두, 돼지가 83농가에서 76,389마리를 사육하는 것으로 나타났다. 연도별 가축사육현황을 비교해 보면 최근 5년간 한우, 돼지, 닭 등의 가축사육 두수가 지속적으로 증가하는 것으로 조사되었다. 읍면별 가축사육 현황을 살펴보면, 단성면에서 한우 및 젖소뿐만 아니라 돼지 사육이 가장 많은 것으로 조사되었으며, 한우의 경우 산청읍과 차황면의 사육두수가 많은 편이다. 돼지는 단성면 다음으로 오부면에서 가장 많이 사육되고 있는 것으로 조사되었다.

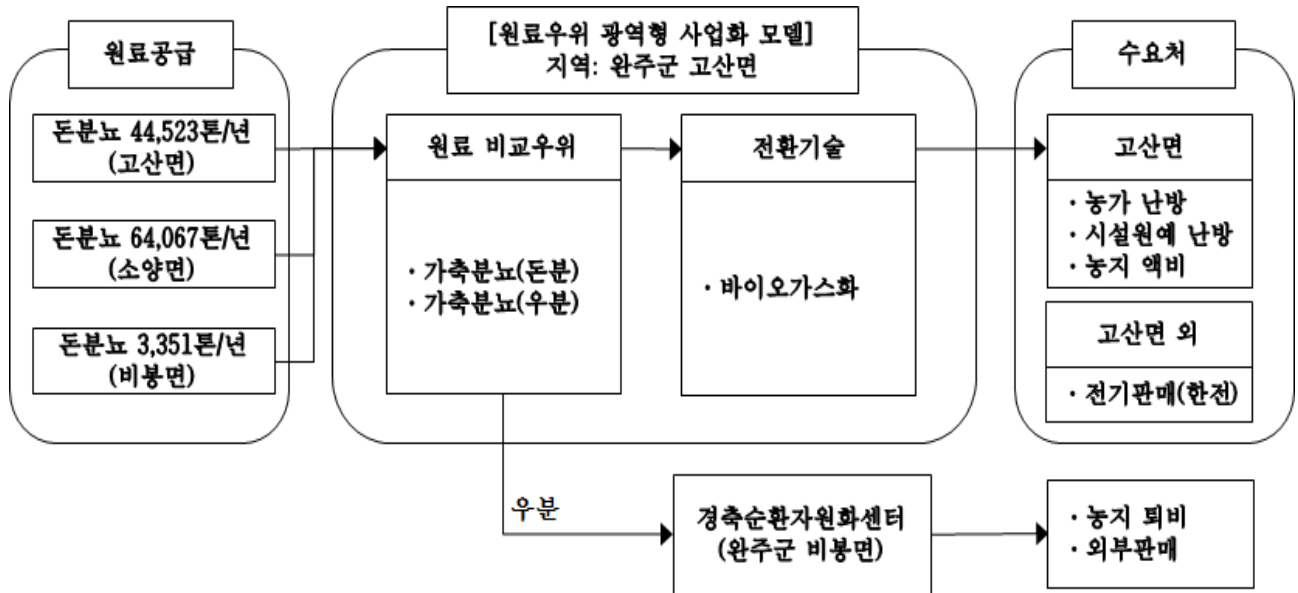
(표 9.52) 2011년 읍면별 가축사육(가구 및 마리) 현황

구분	한우		젖소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2011년	1,655	16,236	12	1,181	83	76,389	574	1,014,262
산청읍	210	2,283	-	-	5	7,302	18	167,224
차황면	247	2,015	-	-	6	1,641	55	185,558
오부면	170	1,553	-	-	12	20,554	36	13,252
생초면	147	942	-	-	25	1,261	36	50,448
금서면	157	1,624	1	123	10	844	60	1,042
삼장면	43	384	-	-	3	277	56	1,142
시천면	16	98	-	-	-	-	89	1,578
단성면	308	2,778	7	656	3	30,670	21	180,637
신안면	172	3,248	2	257	4	4,244	110	409,743
생비량면	50	361	-	-	6	38	35	3,401
신등면	135	950	2	145	9	9,558	58	237

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

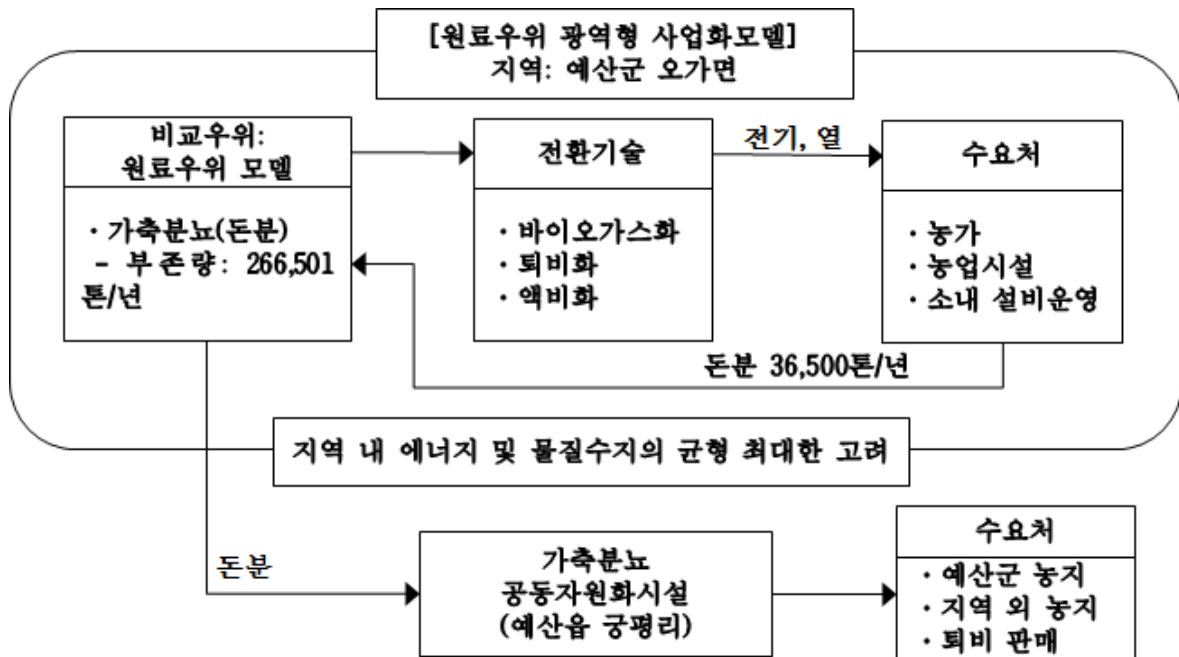
바. 시범사업 지역별 사업 유형 특성

(1) 완주군



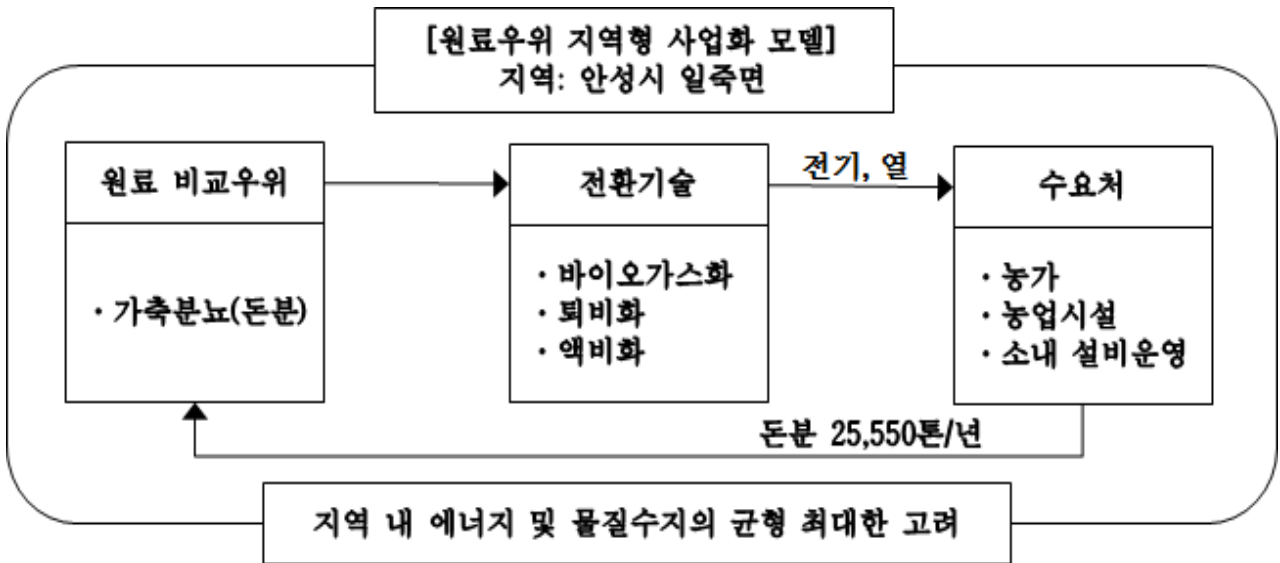
<그림 9.8> 완주군 사업유형

(2) 예산군



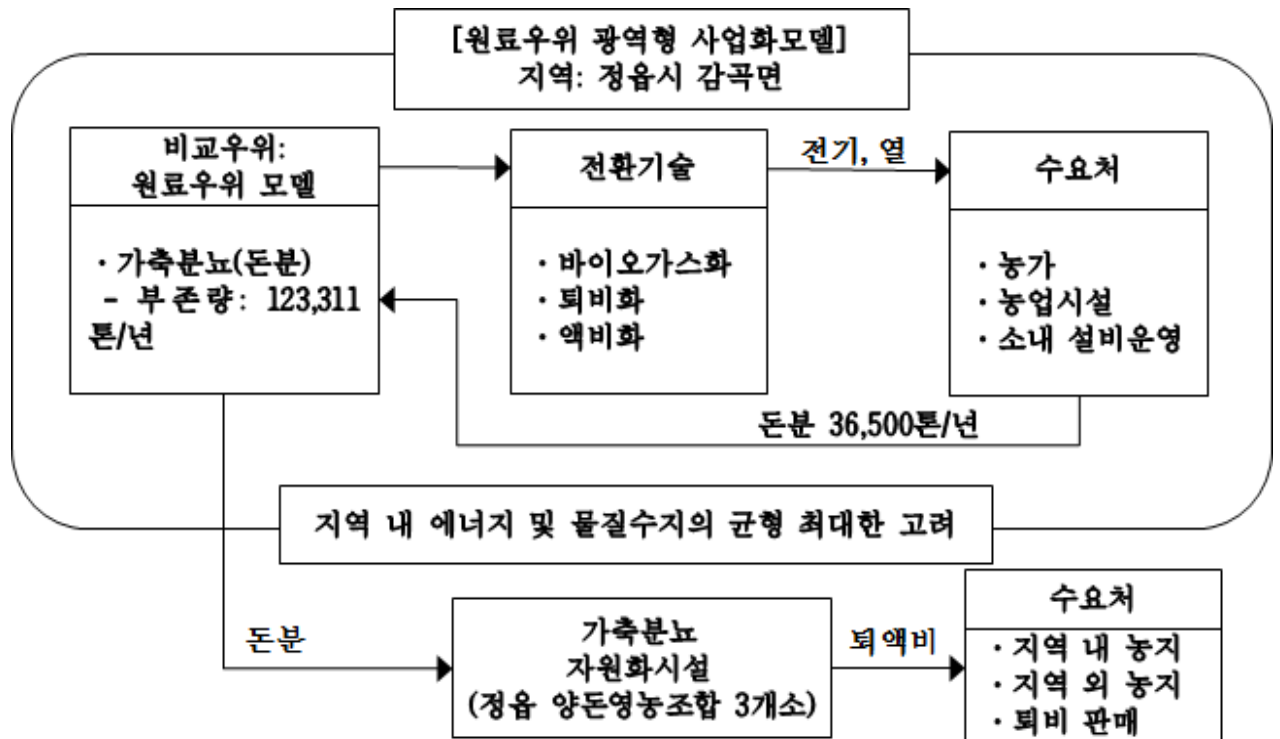
<그림 9.9> 예산군 사업유형

(3) 안성시



<그림 9.10> 안성시 사업유형

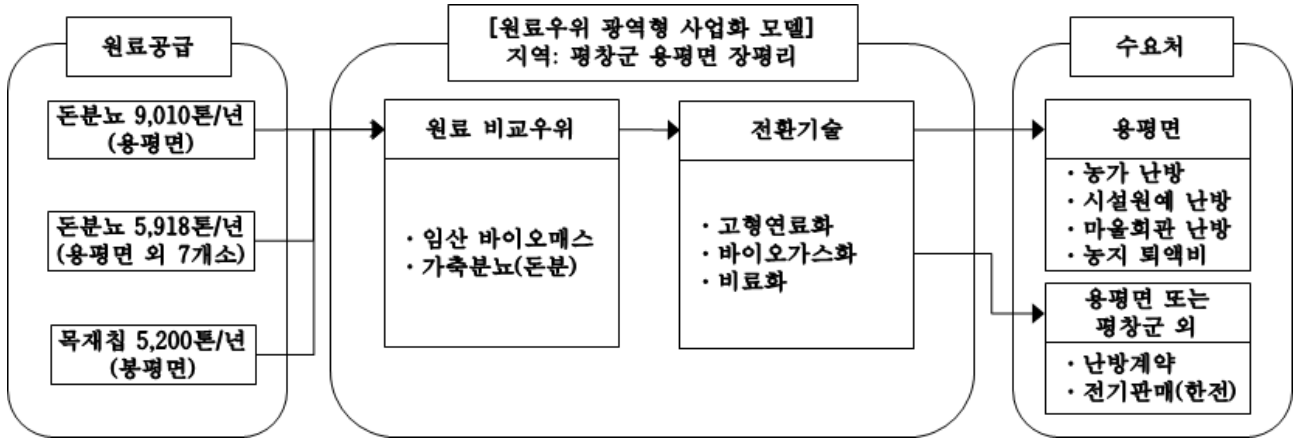
(4) 정읍시



<그림 9.11> 정읍시 사업유형

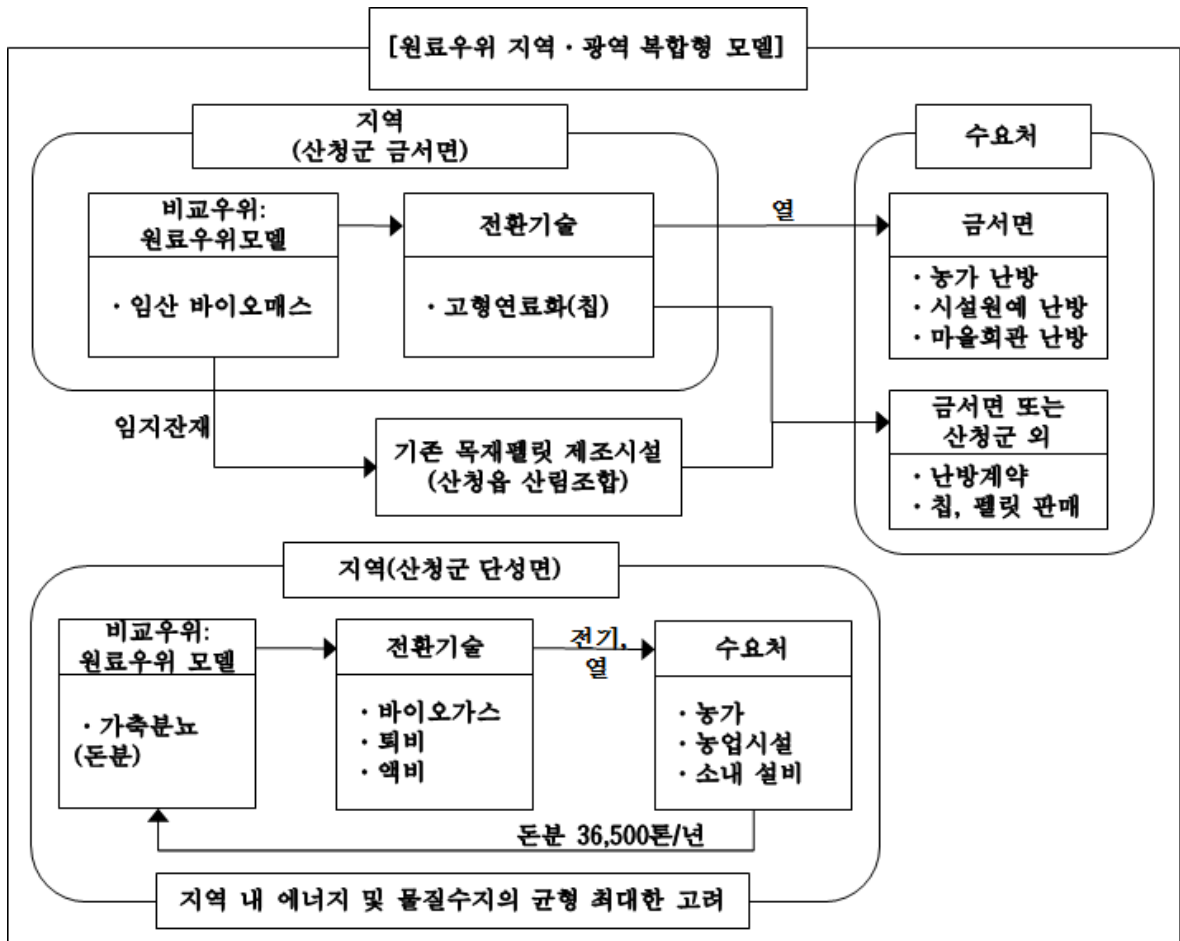


(5) 평창군



<그림 9.12> 평창군 사업유형

(6) 산청군



<그림 9.13> 산청군 사업유형

## 2. 시범사업 지역별 바이오매스 부존 현황

### 가. 완주군

#### (1) 폐기물계 바이오매스 부존 현황

(표 9.53) 완주군 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	6,205.00	64.14	1,604.61	48.49	1,078.83	3,570.31
		종량제 봉투배출	365.00	72.80	1,155.10	50.66	50.30	114.68
		재활용 분리배출	5,840.00	63.60	1,632.70	48.35	1,027.80	3,470.73
	가축 분뇨 (계)	소계	381,930.10	87.95	3,965.56	41.84	19,260.78	182,569.53
		젖소 분뇨	36,575.40	90.60	3,847.00	41.06	1,411.68	13,226.32
		한우 분뇨	138,933.90	87.12	3,847.00	41.06	7,347.56	68,840.86
		양돈 분뇨	136,196.60	94.08	4,516.00	39.40	3,176.76	36,411.78
		닭 오리	70,224.20	76.30	3,194.33	48.50	8,071.92	53,163.72
	오니	소계	-	-	-	-	-	-
		하수처리 오니	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	-	57.53	1,293.67	47.37	-	-
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
	목재	소계	803.00	21.09	3,488.73	48.11	304.84	2,210.60

		종량제 봉투배출	730.00	20.90	3,495.20	48.14	277.97	2,018.23
		재활용 분리배출	73.00	23.00	3,424.00	47.80	26.87	192.46
	종이	소계	1,496.50	18.59	3,080.72	44.76	545.39	3,753.34
		종량제 봉투배출	1,460.00	18.70	3,073.80	44.77	531.41	3,648.54
		재활용 분리배출	36.50	14.10	3,357.40	44.56	13.97	105.27
	폐목재	소계	792.00	11.43	3,817.33	60.60	425.07	2,677.76
		사업장 배출시설계	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-
		건설 폐기물	792.00	11.43	3,817.33	60.60	425.07	2,677.76
	폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
	동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	-	56.47	2,388.67	52.22	-	-
	<b>폐기물계 합계</b>		<b>391,226.60</b>				<b>21,614.90</b>	<b>194,781.54</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

## (2) 미이용계 바이오매스 부존 현황

(표 9.54) 완주군 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	30,510.00	51.52	3,759.78	41.70	6,239.20	56,192.74
		벼짚	25,086.00	59.86	3,710.00	41.10	4,138.57	37,357.92
		왕겨	5,424.00	12.97	3,990.00	44.50	2,100.63	18,834.82
	잡곡	소계	279.00	72.65	3,990.00	47.73	36.42	304.46
		옥수수줄기	279.00	72.65	3,990.00	47.73	36.42	304.46
	맥류	소계	405.90	59.86	3,710.00	41.10	66.96	604.46
		보릿짚	405.90	59.86	3,710.00	41.10	66.96	604.46
	두류	소계	830.00	65.71	4,490.00	48.70	138.60	1,277.89
		콩줄기	830.00	65.71	4,490.00	48.70	138.60	1,277.89

서류	소계	4,602.30	90.02	3,860.21	42.70	196.21	1,773.92
	고구마줄기	4,241.50	90.01	3,890.00	42.70	180.93	1,648.29
	감자줄기	360.80	90.08	3,510.00	42.70	15.28	125.63
과채류	소계	4,751.80	77.40	4,031.17	44.43	478.89	4,295.07
	수박잔사	3,523.60	84.37	4,060.00	44.10	242.88	2,236.00
	오이잔사	749.80	43.11	3,920.00	45.00	191.95	1,672.12
	호박잔사	78.20	52.22	4,060.00	45.00	16.81	151.70
	토마토줄기	400.20	85.23	3,980.00	46.10	27.25	235.26
조미채소	소계	485.10	79.72	4,480.00	48.30	47.52	440.73
	고추줄기	485.10	79.72	4,480.00	48.30	47.52	440.73
특용작물	소계	255.20	15.38	4,166.82	47.41	102.38	899.83
	참깨줄기	110.20	15.38	4,110.00	46.90	43.73	383.26
	들깨줄기	145.00	15.38	4,210.00	47.80	58.65	516.56
과실류	소계	533.58	31.23	4,640.38	50.44	184.64	1,698.63
	사과전정지	10.36	32.88	4,687.50	50.40	3.50	32.60
	포도전정지	129.36	47.20	4,790.00	52.10	35.59	327.17
	배전정지	393.86	25.94	4,590.00	49.90	145.55	1,338.87
임지잔재	소계	543,650.00	40.56	4,823.29	49.68	159,788.25	1,545,720.62
	침엽수	191,835.56	64.00	5,000.00	50.70	35,013.83	345,304.00
	활엽수	268,316.38	25.00	4,706.00	49.00	98,606.27	947,022.67
	혼효림	83,498.06	36.70	4,794.20	49.51	26,168.15	253,393.94
미이용계 합계		586,302.88				167,279.08	1,613,208.36
폐기물계/미이용계 합계		977,529.48				188,893.98	1,807,989.90

나. 예산군

(1) 폐기물계 바이오매스 부존 현황

(표 9.55) 예산군 미이용계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	5,949.50	65.91	1,512.57	48.93	992.29	3,067.40
		종량제 봉투배출	1,496.50	72.80	1,155.10	50.66	206.21	470.18
		재활용 분리배출	4,453.00	63.60	1,632.70	48.35	783.70	2,646.43
	가축 분뇨 (계)	소계	843,211.30	89.31	4,052.33	41.26	37,173.70	365,134.76
		젖소 분뇨	132,389.80	90.60	3,847.00	41.06	5,109.77	47,874.53
		한우 분뇨	250,105.00	87.12	3,847.00	41.06	13,226.87	123,925.43
		양돈 분뇨	358,510.00	94.08	4,516.00	39.40	8,362.17	95,846.64
		닭 오리	102,206.50	76.30	3,194.33	48.50	11,748.13	77,376.15
	오니	소계	1,825.00	57.53	1,293.67	47.37	367.13	1,002.61
		하수처리 오니	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	1,825.00	57.53	1,293.67	47.37	367.13	1,002.61
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
	목재	소계	1,168.00	20.90	3,495.20	48.14	444.76	3,229.17
		종량제 봉투배출	1,168.00	20.90	3,495.20	48.14	444.76	3,229.17
		재활용	-	23.00	3,424.00	47.80	-	-

	분리배출							
종이	소계	1,423.50	18.35	3,095.62	44.75	520.19	3,598.17	
	총량제 봉투배출	1,314.00	18.70	3,073.80	44.77	478.27	3,283.69	
	재활용 분리배출	109.50	14.10	3,357.40	44.56	41.91	315.80	
폐목재	소계	15.90	11.43	3,817.33	60.60	8.53	53.76	
	사업장 배출시설계	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-	
	건설 폐기물	15.90	11.43	3,817.33	60.60	8.53	53.76	
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-	
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	1,204.50	56.47	2,388.67	52.22	273.82	1,252.52	
<b>폐기물계 합계</b>		<b>854,797.70</b>				<b>39,780.42</b>	<b>377,338.39</b>	

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

## (2) 미이용계 바이오매스 부존 현황

(표 9.56) 예산군 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)	
미 이용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	79,987.50	51.52	3,759.78	41.70	16,357.19	147,319.47
		벼짚	65,767.50	59.86	3,710.00	41.10	10,850.02	97,940.57
		왕겨	14,220.00	12.97	3,990.00	44.50	5,507.17	49,378.91
	잡곡	소계	58.13	72.65	3,990.00	47.73	7.59	63.43
		옥수수줄기	58.13	72.65	3,990.00	47.73	7.59	63.43
	맥류	소계	105.78	59.86	3,710.00	41.10	17.45	157.53
		보릿짚	105.78	59.86	3,710.00	41.10	17.45	157.53
	두류	소계	637.00	65.71	4,490.00	48.70	106.37	980.74
		콩줄기	637.00	65.71	4,490.00	48.70	106.37	980.74
	서류	소계	1,555.36	90.04	3,730.13	42.70	66.15	577.98

	고구마줄기	901.00	90.01	3,890.00	42.70	38.43	350.14
	감자줄기	654.36	90.08	3,510.00	42.70	27.72	227.84
	<b>소계</b>	<b>14,945.40</b>	<b>80.22</b>	<b>4,046.56</b>	<b>44.43</b>	<b>1,316.77</b>	<b>11,942.63</b>
과채류	수박잔사	11,508.74	84.37	4,060.00	44.10	793.28	7,303.19
	오이잔사	515.20	43.11	3,920.00	45.00	131.89	1,148.94
	호박잔사	1,311.46	52.22	4,060.00	45.00	281.98	2,544.06
	토마토줄기	1,610.00	85.23	3,980.00	46.10	109.62	946.43
	<b>소계</b>	<b>5,397.48</b>	<b>79.72</b>	<b>4,480.00</b>	<b>48.30</b>	<b>528.70</b>	<b>4,903.85</b>
조미 채소	고추줄기	5,397.48	79.72	4,480.00	48.30	528.70	4,903.85
	<b>소계</b>	<b>2,111.20</b>	<b>15.38</b>	<b>4,180.60</b>	<b>47.54</b>	<b>849.22</b>	<b>7,468.64</b>
특용작물	참깨줄기	620.60	15.38	4,110.00	46.90	246.30	2,158.37
	들깨줄기	1,490.60	15.38	4,210.00	47.80	602.92	5,310.27
	<b>소계</b>	<b>8,198.77</b>	<b>31.02</b>	<b>4,661.40</b>	<b>50.27</b>	<b>2,842.31</b>	<b>26,352.31</b>
과실류	사과전정지	6,003.87	32.88	4,687.50	50.40	2,031.17	18,891.07
	포도전정지	0.00	47.20	4,790.00	52.10	0.00	0.00
	배전정지	2,194.90	25.94	4,590.00	49.90	811.15	7,461.24
	<b>소계</b>	<b>212,567.78</b>	<b>46.57</b>	<b>4,868.60</b>	<b>49.94</b>	<b>56,462.87</b>	<b>548,508.66</b>
임지 잔재	침엽수	97,903.49	64.00	5,000.00	50.70	17,869.34	176,226.28
	활엽수	49,128.50	25.00	4,706.00	49.00	18,054.72	173,399.03
	혼효림	65,535.79	36.70	4,794.20	49.51	20,538.81	198,883.35
	<b>소계</b>	<b>325,564.39</b>				<b>78,554.63</b>	<b>748,275.24</b>
<b>미이용계 합계</b>		<b>325,564.39</b>				<b>78,554.63</b>	<b>748,275.24</b>
<b>폐기물계/미이용계 합계</b>		<b>1,180,362.09</b>				<b>118,335.05</b>	<b>1,125,613.62</b>

다. 안성시

(1) 폐기물계 바이오매스 부존 현황

(표 9.57) 안성시 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	합수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	11,571.00	64.47	1,587.50	48.57	1,996.71	6,526.39
		총량제 봉투배출	1,095.00	72.80	1,155.10	50.66	150.89	344.03
		재활용 분리배출	10,476.00	63.60	1,632.70	48.35	1,843.71	6,225.92
	가축 분뇨 (계)	소계	2,299,953.00	91.10	4,229.29	40.56	83,053.84	866,003.66
		젖소 분뇨	205,590.00	90.60	3,847.00	41.06	7,935.03	74,345.04
		한우 분뇨	429,238.00	87.12	3,847.00	41.06	22,700.37	212,684.68
		양돈 분뇨	1,487,528.00	94.08	4,516.00	39.40	34,696.29	397,686.45
		닭 오리	177,597.00	76.30	3,194.33	48.50	20,413.89	134,451.05
	오니	소계	26,609.00	64.74	971.27	45.40	4,259.62	9,113.48
		하수처리 오니	4,928.00	77.30	633.33	45.66	510.74	708.48
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	8,979.00	68.03	700.67	42.46	1,218.82	2,011.11
		폐수처리 오니	12,702.00	57.53	1,293.67	47.37	2,555.19	6,978.19
	폐 식용유	소계	37.00	1.43	9,180.00	73.05	26.64	334.79
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	37.00	1.43	9,180.00	73.05	26.64	334.79
	목재	소계	26,573.00	22.95	3,425.86	47.81	9,789.24	70,147.16
		총량제 봉투배출	694.00	20.90	3,495.20	48.14	264.27	1,918.70
		재활용 분리배출	25,879.00	23.00	3,424.00	47.80	9,525.02	68,229.47



종이	소계	13,198.00	17.51	3,147.20	44.72	4,868.24	34,263.95
	종량제 봉투배출	9,782.00	18.70	3,073.80	44.77	3,560.45	24,445.21
	재활용 분리배출	3,416.00	14.10	3,357.40	44.56	1,307.54	9,851.77
폐목재	소계	798.00	11.43	3,817.33	60.60	428.29	2,698.05
	사업장 배출시설계	694.00	11.43	3,817.33	60.60	372.47	2,346.42
	건설 폐기물	104.00	11.43	3,817.33	60.60	55.82	351.63
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	12,118.00	56.47	2,388.67	52.22	2,754.80	12,601.10
<b>폐기물계 합계</b>		<b>391,226.60</b>				<b>21,614.90</b>	<b>194,781.54</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

## (2) 미이용계 바이오매스 부존 현황

(표 9.58) 안성시 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	47,860.20	51.52	3,759.78	41.70	9,787.26	88,148.02
		벼짚	39,351.72	59.86	3,710.00	41.10	6,492.07	58,602.35
		왕겨	8,508.48	12.97	3,990.00	44.50	3,295.19	29,545.67
	잡곡	소계	117.80	72.65	3,990.00	47.73	15.38	128.55
		옥수수줄기	117.80	72.65	3,990.00	47.73	15.38	128.55
	맥류	소계	49.20	59.86	3,710.00	41.10	8.12	73.27
		보릿짚	49.20	59.86	3,710.00	41.10	8.12	73.27
	두류	소계	627.00	65.71	4,490.00	48.70	104.70	965.34
		콩줄기	627.00	65.71	4,490.00	48.70	104.70	965.34
	서류	소계	1,633.71	90.05	3,673.90	42.70	69.41	597.33
		고구마줄기	704.65	90.01	3,890.00	42.70	30.06	273.83

	감자줄기	929.06	90.08	3,510.00	42.70	39.35	323.49
	<b>소계</b>	<b>1,242.46</b>	<b>44.00</b>	<b>3,925.41</b>	<b>45.02</b>	<b>313.13</b>	<b>2,730.34</b>
과채류	수박잔사	0.00	84.37	4,060.00	44.10	0.00	0.00
	오이잔사	1,184.50	43.11	3,920.00	45.00	303.24	2,641.54
	호박잔사	40.48	52.22	4,060.00	45.00	8.70	78.53
	토마토줄기	17.48	85.23	3,980.00	46.10	1.19	10.28
	<b>소계</b>	<b>1,049.40</b>	<b>79.72</b>	<b>4,480.00</b>	<b>48.30</b>	<b>102.79</b>	<b>953.43</b>
조미채소	고추줄기	1,049.40	79.72	4,480.00	48.30	102.79	953.43
	<b>소계</b>	<b>382.80</b>	<b>15.38</b>	<b>4,178.18</b>	<b>47.51</b>	<b>153.91</b>	<b>1,353.42</b>
특용작물	참깨줄기	121.80	15.38	4,110.00	46.90	48.34	423.61
	들깨줄기	261.00	15.38	4,210.00	47.80	105.57	929.81
	<b>소계</b>	<b>7,211.60</b>	<b>30.46</b>	<b>4,632.64</b>	<b>50.37</b>	<b>2,520.29</b>	<b>23,181.76</b>
과실류	사과전정지	29.60	32.88	4,687.50	50.40	10.01	93.14
	포도전정지	1,523.20	47.20	4,790.00	52.10	419.01	3,852.36
	배전정지	5,658.80	25.94	4,590.00	49.90	2,091.26	19,236.26
	<b>소계</b>	<b>235,272.68</b>	<b>46.61</b>	<b>4,868.88</b>	<b>49.94</b>	<b>62,479.03</b>	<b>607,162.17</b>
임지잔재	침엽수	103,041.61	64.00	5,000.00	50.70	18,807.15	185,474.90
	활엽수	41,234.93	25.00	4,706.00	49.00	15,153.84	145,538.69
	혼효림	90,996.14	36.70	4,794.20	49.51	28,518.03	276,148.58
	<b>소계</b>	<b>295,446.85</b>				<b>75,554.02</b>	<b>725,293.61</b>
<b>미이용계 합계</b>		<b>295,446.85</b>				<b>75,554.02</b>	<b>725,293.61</b>
<b>폐기물계/미이용계 합계</b>		<b>2,686,303.85</b>				<b>182,731.41</b>	<b>1,726,982.19</b>

라. 정읍시

(1) 폐기물계 바이오매스 부존 현황

(표 9.59) 정읍시 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	10,475.50	63.60	1,632.70	48.35	1,843.63	6,225.62
		종량제 봉투배출	-	72.80	1,155.10	50.66	-	-
		재활용 분리배출	10,475.50	63.60	1,632.70	48.35	1,843.63	6,225.62
	가축 분뇨 (계)	소계	1,218,189.0	83.13	3,626.75	44.43	91,333.44	745,535.10
		젓소 분뇨	88,148.00	90.60	3,847.00	41.06	3,402.20	31,875.90
		한우 분뇨	363,504.00	87.12	3,847.00	41.06	19,224.01	180,113.91
		양돈 분뇨	175,529.00	94.08	4,516.00	39.40	4,094.18	46,927.19
		닭 오리	591,008.00	76.30	3,194.33	48.50	67,933.41	447,426.74
	오니	소계	14,308.00	77.30	633.33	45.66	1,482.89	2,057.01
		하수처리 오니	14,308.00	77.30	633.33	45.66	1,482.89	2,057.01
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	-	57.53	1,293.67	47.37	-	-
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
	목재	소계	-	-	-	-	-	-
		종량제 봉투배출	-	20.90	3,495.20	48.14	-	-
		재활용 분리배출	-	23.00	3,424.00	47.80	-	-

종이	소계	1,204.50	17.58	3,142.55	44.72	443.92	3,119.58
	종량제 봉투배출	912.50	18.70	3,073.80	44.77	332.13	2,280.34
	재활용 분리배출	292.00	14.10	3,357.40	44.56	111.77	842.13
폐목재	소계	219.00	11.43	3,817.33	60.60	117.54	740.44
	사업장 배출시설계	219.00	11.43	3,817.33	60.60	117.54	740.44
	건설 폐기물	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	730.00	56.47	2,388.67	52.22	165.95	759.10
<b>폐기물계 합계</b>		<b>391,226.60</b>				<b>21,614.90</b>	<b>194,781.54</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

## (2) 미이용계 바이오매스 부존 현황

(표 9.60) 정읍시 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	102,440.70	51.52	3,759.78	41.70	20,948.80	188,673.36
		벼짚	84,229.02	59.86	3,710.00	41.10	13,895.72	125,433.35
		왕겨	18,211.68	12.97	3,990.00	44.50	7,053.08	63,240.00
	잡곡	소계	124.00	72.65	3,990.00	47.73	16.19	135.32
		옥수수줄기	124.00	72.65	3,990.00	47.73	16.19	135.32
	맥류	소계	2,916.33	59.86	3,710.00	41.10	481.12	4,342.98
		보릿짚	2,916.33	59.86	3,710.00	41.10	481.12	4,342.98
	두류	소계	636.00	65.71	4,490.00	48.70	106.21	979.20
		콩줄기	636.00	65.71	4,490.00	48.70	106.21	979.20
	서류	소계	3,301.45	90.01	3,872.78	42.70	140.79	1,276.93
		고구마줄기	3,151.80	90.01	3,890.00	42.70	134.45	1,224.82

	감자줄기	149.65	90.08	3,510.00	42.70	6.34	52.11
	<b>소계</b>	<b>9,900.58</b>	<b>66.34</b>	<b>4,046.81</b>	<b>44.80</b>	<b>1,496.42</b>	<b>13,489.21</b>
과채류	수박잔사	3,438.04	84.37	4,060.00	44.10	236.98	2,181.70
	오이잔사	368.46	43.11	3,920.00	45.00	94.33	821.70
	호박잔사	5,106.00	52.22	4,060.00	45.00	1,097.84	9,904.97
	토마토줄기	988.08	85.23	3,980.00	46.10	67.28	580.84
	<b>소계</b>	<b>4,922.28</b>	<b>79.72</b>	<b>4,480.00</b>	<b>48.30</b>	<b>482.15</b>	<b>4,472.11</b>
조미채소	고추줄기	4,922.28	79.72	4,480.00	48.30	482.15	4,472.11
	<b>소계</b>	<b>736.60</b>	<b>15.38</b>	<b>4,169.06</b>	<b>47.43</b>	<b>295.65</b>	<b>2,598.62</b>
특용작물	참깨줄기	301.60	15.38	4,110.00	46.90	119.70	1,048.93
	들깨줄기	435.00	15.38	4,210.00	47.80	175.95	1,549.69
	<b>소계</b>	<b>1,393.45</b>	<b>32.73</b>	<b>4,674.61</b>	<b>50.46</b>	<b>472.56</b>	<b>4,377.61</b>
과실류	사과전정지	897.37	32.88	4,687.50	50.40	303.59	2,823.57
	포도전정지	152.04	47.20	4,790.00	52.10	41.82	384.53
	배전정지	344.04	25.94	4,590.00	49.90	127.14	1,169.51
	<b>소계</b>	<b>353,719.55</b>	<b>52.36</b>	<b>4,912.27</b>	<b>50.19</b>	<b>84,150.20</b>	<b>820,368.18</b>
임지잔재	침엽수	234,080.07	64.00	5,000.00	50.70	42,724.29	421,344.13
	활엽수	72,661.27	25.00	4,706.00	49.00	26,703.02	256,457.94
	혼효림	46,978.21	36.70	4,794.20	49.51	14,722.89	142,566.12
	<b>소계</b>	<b>480,090.94</b>				<b>108,590.08</b>	<b>1,040,713.51</b>
<b>미이용계 합계</b>		<b>480,090.94</b>				<b>108,590.08</b>	<b>1,040,713.51</b>
<b>폐기물계/미이용계 합계</b>		<b>1,725,216.94</b>				<b>203,977.45</b>	<b>1,799,150.37</b>

마. 평창군

(1) 폐기물계 바이오매스 부존 현황

(표 9.61) 평창군 폐기물계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)	
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	3,504.00	65.80	1,518.28	48.90	585.97	1.82
		종량제 봉투배출	839.50	72.80	1,155.10	50.66	115.68	0.26
		재활용 분리배출	2,664.50	63.60	1,632.70	48.35	468.94	1.58
	가축 분뇨 (계)	소계	121,081.00	88.25	3,894.10	40.94	5,220.12	49.65
		젓소 분뇨	24,934.00	90.60	3,847.00	41.06	768.38	7.20
		한우 분뇨	80,438.00	87.12	3,847.00	41.06	4,280.96	40.11
		양돈 분뇨	14,927.00	94.08	4,516.00	39.40	178.18	2.04
		닭 오리	782.00	76.30	3,194.33	48.50	-	-
	오니	소계	3,796.00	76.92	646.03	45.69	400.30	0.57
		하수처리 오니	3,723.00	77.30	633.33	45.66	385.85	0.54
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	73.00	57.53	1,293.67	47.37	14.69	0.04
	폐 식용유	소계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
	목재	소계	401.50	23.00	3,424.00	47.80	147.78	1.06
		종량제 봉투배출	-	20.90	3,495.20	48.14	-	-

	재활용 분리배출	401.50	23.00	3,424.00	47.80	147.78	1.06
종이	소계	<b>2,044.00</b>	<b>17.30</b>	<b>3,159.89</b>	<b>44.71</b>	<b>755.68</b>	<b>5.34</b>
	종량제 봉투배출	1,423.50	18.70	3,073.80	44.77	518.13	3.56
	재활용 분리배출	620.50	14.10	3,357.40	44.56	237.51	1.79
폐목재	소계	<b>2,737.50</b>	<b>11.43</b>	<b>3,817.33</b>	<b>60.60</b>	<b>1,469.23</b>	<b>9.26</b>
	사업장 배출시설계	2,336.00	11.43	3,817.33	60.60	1,253.74	7.90
	건설 폐기물	401.50	11.43	3,817.33	60.60	215.49	1.36
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	839.50	56.47	2,388.67	52.22	190.84	0.87
<b>폐기물계 합계</b>		<b>134,403.50</b>	-	-	-	<b>8,769.91</b>	<b>68.56</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

## (2) 미이용계 바이오매스 부존 현황

(표 9.62) 평창군 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	2,968.65	51.52	3,759.78	41.70	607.08	5.47
		벼짚	2,440.89	59.86	3,710.00	41.10	402.69	3.63
		왕겨	527.76	12.97	3,990.00	44.50	204.39	1.83
	잡곡	소계	5,088.65	72.65	3,990.00	47.73	664.28	5.55
		옥수수줄기	5,088.65	72.65	3,990.00	47.73	664.28	5.55
	맥류	소계	0.25	59.86	3,710.00	41.10	0.04	0.0004
		보릿짚	0.25	59.86	3,710.00	41.10	0.04	0.0004
	두류	소계	495.00	65.71	4,490.00	48.70	82.66	0.76
		콩줄기	495.00	65.71	4,490.00	48.70	82.66	0.76
	서류	소계	23,174.04	90.08	3,512.68	42.70	981.66	8.08
		고구마줄기	163.20	90.01	3,890.00	42.70	6.96	0.06

	감자줄기	23,010.84	90.08	3,510.00	42.70	974.70	8.01
과채류	<b>소계</b>	<b>848.24</b>	<b>70.61</b>	<b>4,010.80</b>	<b>45.48</b>	<b>112.79</b>	<b>1.00</b>
	수박잔사	64.40	84.37	4,060.00	44.10	4.44	0.04
	오이잔사	55.20	43.11	3,920.00	45.00	14.13	0.12
	호박잔사	303.60	52.22	4,060.00	45.00	65.28	0.59
	토마토줄기	425.04	85.23	3,980.00	46.10	28.94	0.25
조미채소	<b>소계</b>	<b>1,207.80</b>	<b>79.72</b>	<b>4,480.00</b>	<b>48.30</b>	<b>118.31</b>	<b>1.10</b>
	고추줄기	1,207.80	79.72	4,480.00	48.30	118.31	1.10
특용작물	<b>소계</b>	<b>343.36</b>	<b>15.38</b>	<b>4,202.91</b>	<b>47.74</b>	<b>138.70</b>	<b>1.22</b>
	참깨줄기	24.36	15.38	4,110.00	46.90	9.67	0.08
	들깨줄기	319.00	15.38	4,210.00	47.80	129.03	1.14
과실류	<b>소계</b>	<b>247.49</b>	<b>33.04</b>	<b>4,688.66</b>	<b>50.42</b>	<b>83.55</b>	<b>0.78</b>
	사과전정지	244.69	32.88	4,687.50	50.40	82.78	0.77
	포도전정지	2.80	47.20	4,790.00	52.10	0.77	0.01
	배전정지	0.00	25.94	4,590.00	49.90	0.00	0.00
임지잔재	<b>소계</b>	<b>1,299,826.53</b>	<b>41.14</b>	<b>4,827.69</b>	<b>49.70</b>	<b>378,622.50</b>	<b>3,665.19</b>
	침엽수	438,626.94	64.00	5,000.00	50.70	80,058.19	789.53
	활엽수	529,850.71	25.00	4,706.00	49.00	194,720.14	1,870.11
	훈호림	331,348.88	36.70	4,794.20	49.51	103,844.18	1,005.55
<b>미이용계 합계</b>		<b>1,334,200.01</b>				<b>381,411.57</b>	<b>3,689.15</b>
<b>폐기물계/미이용계 합계</b>		<b>1,468,603.51</b>				<b>390,548.65</b>	<b>3,762.09</b>



바. 산청군

(1) 폐기물계 바이오매스 부존 현황

(표 9.63) 산청군 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	109.50	63.60	1,632.70	48.35	19.27	65.08
		종량제 봉투배출	-	72.80	1,155.10	50.66	-	-
		재활용 분리배출	109.50	63.60	1,632.70	48.35	19.27	65.08
	가축 분뇨 (계)	소계	271,290.00	88.89	4,081.27	41.71	7,829.48	76,608.84
		젓소 분뇨	16,251.00	90.60	3,847.00	41.06	357.43	3,348.87
		한우 분뇨	81,188.00	87.12	3,847.00	41.06	1,580.64	14,809.31
		양돈 분뇨	142,198.00	94.08	4,516.00	39.40	2,194.79	25,156.57
		닭 오리	31,653.00	76.30	3,194.33	48.50	4,112.90	27,088.64
	오니	소계	328.50	77.30	633.33	45.66	34.05	47.23
		하수처리 오니	328.50	77.30	633.33	45.66	34.05	47.23
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	-	57.53	1,293.67	47.37	-	-
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
	목재	소계	109.50	20.90	3,495.20	48.14	41.70	302.74
		종량제 봉투배출	109.50	20.90	3,495.20	48.14	41.70	302.74
		재활용 분리배출	-	23.00	3,424.00	47.80	-	-

종이	소계	2,482.00	18.23	3,102.99	44.75	908.22	6,297.90
	종량제 봉투배출	2,226.50	18.70	3,073.80	44.77	810.40	5,564.02
	재활용 분리배출	255.50	14.10	3,357.40	44.56	97.80	736.86
폐목재	소계	693.50	11.43	3,817.33	60.60	372.20	2,344.73
	사업장 배출시설계	693.50	11.43	3,817.33	60.60	372.20	2,344.73
	건설 폐기물	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	182.50	56.47	2,388.67	52.22	41.49	189.78
<b>폐기물계 합계</b>		<b>172,932.80</b>				<b>9,246.41</b>	<b>85,856.28</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

## (2) 미이용계 바이오매스 부존 현황

(표 9.64) 산청군 미이용계 바이오매스 부존량

구분	부존량							
	발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지 부존량 (Gcal/년)		
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	26,746.20	51.52	3,759.78	41.70	5,469.51	49,260.65
		벼짚	21,991.32	59.86	3,710.00	41.10	3,628.03	32,749.34
		왕겨	4,754.88	12.97	3,990.00	44.50	1,841.49	16,511.31
	잡곡	소계	106.95	72.65	3,990.00	47.73	13.96	116.71
		옥수수줄기	106.95	72.65	3,990.00	47.73	13.96	116.71
	맥류	소계	35.67	59.86	3,710.00	41.10	5.88	53.12
		보릿짚	35.67	59.86	3,710.00	41.10	5.88	53.12
	두류	소계	570.00	65.71	4,490.00	48.70	95.19	877.58
		콩줄기	570.00	65.71	4,490.00	48.70	95.19	877.58
	서류	소계	2,347.37	90.01	3,877.26	42.70	100.11	909.03
		고구마줄기	2,268.65	90.01	3,890.00	42.70	96.77	881.62
		감자줄기	78.72	90.08	3,510.00	42.70	3.33	27.41

	과채류	소계	1,614.42	74.96	4,056.99	44.37	180.31	1,638.68
		수박잔사	1,138.96	84.37	4,060.00	44.10	78.51	722.76
		오이잔사	28.52	43.11	3,920.00	45.00	7.30	63.60
		호박잔사	436.08	52.22	4,060.00	45.00	93.76	845.94
		토마토줄기	10.86	85.23	3,980.00	46.10	0.74	6.38
	조미채소	소계	66.53	79.72	4,480.00	48.30	6.52	60.44
		고추줄기	66.53	79.72	4,480.00	48.30	6.52	60.44
	특용작물	소계	226.20	15.38	4,189.49	47.62	91.14	801.91
		참깨줄기	46.40	15.38	4,110.00	46.90	18.41	161.37
		들깨줄기	179.80	15.38	4,210.00	47.80	72.73	640.54
	과실류	소계	696.49	29.99	4,646.79	50.19	244.70	2,264.85
		사과전정지	404.53	32.88	4,687.50	50.40	136.86	1,272.86
		포도전정지	0.56	47.20	4,790.00	52.10	0.15	1.42
		배전정지	291.40	25.94	4,590.00	49.90	107.69	990.57
	임지잔재	소계	704,160.90	46.85	4,870.75	49.95	185,947.49	1,805,654.78
		침엽수	360,149.49	64.00	5,000.00	50.70	65,734.49	648,269.09
		활엽수	229,205.74	25.00	4,706.00	49.00	84,233.11	808,981.67
		혼효림	114,805.66	36.70	4,794.20	49.51	35,979.90	348,404.01
미이용계 합계			736,570.72				192,154.82	1,861,637.75
폐기물계/미이용계 합계			909,503.52				201,401.23	1,947,494.03

### 3. 시범사업 지역별 바이오매스 활용 목표

#### 가. 완주군

(표 9.65) 완주군 바이오매스 이용목표

종류	부존량		바이오매스 목표 이용률				에너지화 목표 이용률			
			2012년		2025년		2012년		2025년	
	물량 (톤)	탄소 환산	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)
음식물쓰레기	11,571	1,997	1,997	100	1,997	100	0	0	998	50
가축분뇨	2,299,953	83,054	60,332	73	78,901	95	330	0	24,916	30
오니류	26,609	4,260	4,260	100	0	0	1,753	41	0	0
폐식용유	37	27	27	100	0	0	0	0	0	0
목재류	26,573	9,789	9,789	100	4,895	50	0	0	2,937	30
폐목재류	798	428	428	100	428	100	222	52	428	100
종이류	13,198	4,868	4,868	100	2,434	50	0	0	1,460	30
폐지류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
동식물성잔재물	12,118	2,755	2,755	100	0	0	0	0	0	0
농산부산물	52,963	10,555	3,287	31	4,222	40	0	0	2,111	20
과수전정지	7,212	2,520	0	0	1,260	50	0	0	2,016	80
임지잔재	235,273	62,479	524	1	12,496	20	524	0.84	12,496	20
계	2,686,304	182,731	88,266	48	106,633	58	2,828	1.55	47,363	26

#### 나. 예산군

(표 9.66) 예산군 바이오매스 이용목표

종류	부존량		바이오매스 목표 이용률				에너지화 목표 이용률			
			2012년		2025년		2012년		2025년	
	물량 (톤)	탄소 환산	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)
음식물쓰레기	5,950	992	682	69	992	100	0	0	496	50
가축분뇨	843,211	37,174	32,764	88	35,315	95	0	0	11,152	30
오니류	1,825	367	367	100	0	0	0	0	0	0
폐식용유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
목재류	1,168	445	0	0	222	50	0	0	133	30
폐목재류	16	9	9	100	9	100	4	52	9	100
종이류	1,424	520	40	8	260	50	0	0	156	30
폐지류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
동식물성잔재물	1,205	274	249	91	0	0	0	0	0	0
농산부산물	104,798	19,249	5,493	29	7,700	40	0	0	3,850	20
과수전정지	8,199	2,842	0	0	1,421	50	0	0	2,274	80
임지잔재	212,568	56,463	0	0	11,293	20	0	0	11,293	20
계	1,180,362	118,335	39,604	33	57,212	48	4	0.004	29,363	25

다. 안성시

(표 9.67) 안성시 바이오매스 이용목표

종류	부존량		바이오매스 목표 이용률				에너지화 목표 이용률			
			2012년		2025년		2012년		2025년	
	물량 (톤)	탄소 환산	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)
음식물쓰레기	6,205	1,079	1,079	100	1,079	100	0	0	539	50
가축분뇨	381,930	19,261	17,051	89	18,298	95	0	0	5,778	30
오니류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
폐식용유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
목재류	803	305	28	9	152	50	0	0	91	30
폐목재류	792	425	404	95	425	100	209	49	425	100
종이류	1,497	545	13	2	273	50	0	0	164	30
폐지류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
동식물성잔재물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
농산부산물	42,119	7,306	2,095	29	2,922	40	0	0	1,461	20
과수전정지	534	185	0	0	92	50	0	0	148	80
임지잔재	543,650	159,788	0	0	31,958	20	0	0.0	31,958	20
계	977,529	188,894	20,670	11	55,199	29	209	0.11	40,564	21

라. 정읍시

(표 9.68) 정읍시 바이오매스 이용목표

종류	부존량		바이오매스 목표 이용률				에너지화 목표 이용률			
			2012년		2025년		2012년		2025년	
	물량 (톤)	탄소 환산	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)
음식물쓰레기	10,476	1,844	1,754	95	1,844	100	1,754	95	922	50
가축분뇨	1,218,189	91,333	48,806	53	86,767	95	1,916	2	27,400	30
오니류	14,308	1,483	1,483	100	0	0	0	0	0	0
폐식용유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
목재류	0	0	0	0	0	50	0	0	0	30
폐목재류	219	118	118	100	118	100	61	52	118	100
종이류	1,205	444	444	100	222	50	0	0	133	30
폐지류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
동식물성잔재물	730	166	166	100	0	0	0	0	0	0
농산부산물	124,978	23,967	7,035	29	9,587	40	0	0	4,793	20
과수전정지	1,393	473	0	0	236	50	0	0	378	80
임지잔재	353,720	84,150	0	0	16,830	20	0	0	16,830	20
계	1,725,217	203,977	59,805	29	115,603	57	3,730	1.83	50,574	25

마. 평창군

(표 9.69) 평창군 바이오매스 이용목표

종류	부존량		바이오매스 목표 이용률				에너지화 목표 이용률			
			2012년		2025년		2012년		2025년	
	물량 (톤)	탄소 환산	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)
음식물쓰레기	3,504	586	586	100	586	100	0	0	293	50
가축분뇨	121,081	5,587	5,335	95	5,308	95	0	0	1,676	30
오니류	3,796	400	400	100	0	0	0	0	0	0
폐식용유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
목재류	402	148	148	100	148	100	0	0	44	30
폐목재류	2,738	1,469	1,450	99	1,469	100	750	51	1,469	100
종이류	2,044	756	256	34	378	50	0	0	227	30
폐지류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
동식물성잔재물	840	191	191	100	0	0	0	0	0	0
농산부산물	34,126	2,706	204	8	1,082	40	0	0	541	20
과수전정지	247	84	0	0	42	50	0	0	67	80
임지잔재	1,299,827	378,622	57	0.02	75,724	20	57	0.02	75,724	20
계	1,468,604	390,549	8,627	2.2	84,737	21.7	807	0.21	80,042	20.5

바. 산청군

(표 9.70) 산청군 바이오매스 이용목표

종류	부존량		바이오매스 목표 이용률				에너지화 목표 이용률			
			2012년		2025년		2012년		2025년	
	물량 (톤)	탄소 환산	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)	이용량 (TC)	이용률 (%)
음식물쓰레기	110	19	19	100	19	100	0	0	10	50
가축분뇨	271,290	11,457	7,506	66	10,884	95	1,541	13	3,437	30
오니류	329	34	34	100	0	0	0	0	0	0
폐식용유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
목재류	110	42	0	0	21	50	0	0	13	30
폐목재류	694	372	372	100	372	100	193	52	372	100
종이류	2,482	908	93	10	454	50	0	0	272	30
폐지류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
동식물성잔재물	183	41	41	100	0	0	0	0	0	0
농산부산물	31,713	5,963	1,837	31	2,385	40	0	0	1,193	20
과수전정지	696	245	0	0	122	50	0	0	196	80
임지잔재	704,161	185,947	1,433	1	37,189	20	1,433	0.77	37,189	20
계	1,011,766	205,029	11,336	5.5	51,447	25	3,166	1.54	42,682	21

#### 4. 바이오매스 활용 단지 구축 시범사업 내용

##### 가. 완주군

(표 9.71) 완주군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요

대상지역	전라북도 완주군							
면적	820.66 km <sup>2</sup>		인구	86,766명				
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•한우 사육두수가 매년 증가하고 있으며, 한·육우, 젖소에서 발생하는 분뇨가 우세인 지역</li> <li>•광역친환경단지 운영 등 경종과 축산 상호 연계 및 가축분뇨 자원화가 활발한 지역</li> <li>•지역 내 생산 농산물의 합리적인 소비체계인 로컬푸드시스템이 정착되어 있는 지역</li> </ul>							
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률		
	폐기물계 바이오매스		391,226	345,185		86%		
		음식물쓰레기		6,205	6,205	사료, 퇴비	100%	
		가축분뇨		381,930	338,117	퇴·액비	89%	
			젖소		36,575	36,575	퇴비	100%
			한우		138,934	138,934	퇴비	100%
			양돈		136,197	92,385	퇴·액비	68%
		닭·오리		70,224	70,224	퇴비	100%	
		오니		-	-	-	-	
		폐식용유		-	-	-	-	
		목재		803	73	소재	9%	
		종이		1,497	37	소재	2%	
		종량제봉투		1,460	-	-	0%	
		재활용분리		37	37	소재	100%	
	폐목재		792	753	연료(소각)	95%		
	폐지		-	-	-	-		
	동식물성 잔재물		-	-	-	-		
미이용계 바이오매스				연료(소각)	0.07%			
농산부산물				사료, 퇴비, 부숙토	33.58			
임산부산물				연료(소각)	0.02%			
바이오매스 활용시설 (기존)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설				
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비			
	시설명	없음	고산자원화센터	없음	없음			
원료	없음	우분, 계분	없음	없음				
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•돈분뇨 및 음식물쓰레기의 바이오가스화(돈분 70%, 음식물쓰레기 30%)</li> <li>•경종 농가 및 축산농가의 보일러링, 전기사용</li> <li>•액비화 시설을 보강을 통한 물질 변·순환 체계 구축</li> </ul>							
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요							
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 188,894 TC</li> <li>•이용량: 20,670 TC</li> <li>•이용률: 11%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치-돈분뇨 25,500톤 신규 이용</li> <li>•음식물쓰레기 30톤 에너지이용 전환</li> <li>•이용목표(탄소환산): 12%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•종량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>•임지잔재 등 임산부산물 발생량의 20% 이용</li> <li>•농산부산물 40% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 29%</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 209 TC</li> <li>•에너지이용률: 0.1%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,521 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 0.8%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 80,042 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 21%</li> </ul>			

나. 예산군

(표 9.72) 예산군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요

대상지역	충청남도 예산군						
면적	820.66 km <sup>2</sup>		인구		86,766명		
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>예산군의 주요 특산물인 “쌀” 과 “사과” 의 부산물인 볏짚 등 초본계 농산부산물과 목본계 농산부산물인 사과전정지의 발생량이 다른 지역에 비해 많은 편임.</li> <li>가축분뇨 돈분뇨가 전체 발생량의 42.5%에 해당함.</li> </ul>						
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률	
	폐기물계 바이오매스		854,798	750,320		86%	
	음식물쓰레기	음식물쓰레기		5,950	4,088	사료, 퇴비	69%
		가축분뇨		843,211	743,187	퇴·액비	88%
		가축분뇨	젓소	132,390	132,390	퇴비	100%
			한우	250,105	250,105	퇴비	100%
		양돈	양돈	358,510	258,486	퇴·액비	72%
			닭·오리	102,207	102,207	퇴비	100%
		오니		1,825	1,825	퇴비, 부숙토	100%
		폐식용유		-	-	-	-
		목재		1,168	-	-	0%
		종이		1,424	110	소재	8%
	종량제봉투	종량제봉투	1,314	-	-	0%	
		재활용분리	110	110	소재	100%	
	폐목재		792	753	연료(소각)	95%	
	폐지		-	-	-	-	
	동식물성 잔재물		1,205	1,095	퇴비, 사료	91%	
미이용계 바이오매스		325,564	30,040	연료(소각)	7%		
농산부산물		104,798	30,040	사료, 퇴비, 부숙토	34%		
임산부산물		220,767		연료(소각)	0%		
바이오매스 활용시설 (기준)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설			
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비		
	시설명	없음	공공자원화센터	없음	없음		
	원료	없음	돈분	없음	없음		
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>돈분뇨 및 음식물쓰레기의 바이오가스화(돈분 70%, 음식물쓰레기 30%)</li> <li>경종 농가 및 축산농가의 보일러, 전기사용</li> <li>액비화시설 보강을 통한 물질 변·순환 체계 구축</li> </ul>						
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요						
바이오매스 이용목표	현황(2012년)	단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>발생량: 118,335 TC</li> <li>이용량: 39,604 TC</li> <li>이용률: 33%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오가스센터(100톤/일) 설치-돈분뇨 36,500톤 신규 이용</li> <li>이용목표(탄소환산): 35%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>종량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>음식물쓰레기 이용률 100%</li> <li>농산부산물 40% 이용</li> <li>이용목표(탄소환산): 29%</li> <li>바이오매스 에너지화 향상</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지이용량: 4 TC</li> <li>에너지이용률: 0.004%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지이용량: 1,614 TC</li> <li>에너지이용목표(탄소환산): 1.4%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지이용량: 29,363 TC</li> <li>에너지이용목표(탄소환산): 25%</li> </ul>			



다. 안성시

(표 9.73) 안성시 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요

대상지역	경기도 안성시							
면적	820.66 km <sup>2</sup>		인구		86,766명			
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•안성시 내 돈분뇨 발생량이 높으며 가축분뇨의 발생량이 타 지역에 비하여 많음</li> <li>•평야 지역으로 미곡류 및 시설재배에서 발생하는 미이용계 농산바이오매스양이 많음</li> <li>•에너지 수요처는 축산농가 및 시설재배지에 공급이 용의함</li> </ul>							
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률		
	폐기물계 바이오매스		2,390,857	1,761,632		79%		
	음식물쓰레기	음식물쓰레기		11,571	11,571	사료, 퇴비	100%	
		가축분뇨		2,299,953	1,670,728	퇴·액비	73%	
		가축분뇨	젓소		205,590	205,590	퇴비	100%
			한우		429,238	429,238	퇴비	100%
			양돈		1,487,528	858,303	퇴·액비	58%
		가축분뇨	닭·오리		177,597	177,597	퇴비	100%
			오니		26,609	26,609	연료, 부숙토	100%
		폐식용유		37	37	연료	100%	
		목재		26,573	26,573	소재	100%	
		종이		13,198	13,198	소재	100%	
		종량제봉투	종량제봉투		694	694	소재	100%
			재활용분리		25,879	25,879	소재	100%
	폐목재		798	798	연료(소각)	100%		
	폐지		-	-	-	-		
	동식물성 잔재물		12,118	12,118	퇴비, 사료	100%		
	미이용계 바이오매스		52,963	17,974	연료(소각)	5%		
농산부산물		52,963	17,974	사료, 퇴비, 부숙토	33.58			
임산부산물		242,484	1,965	연료(소각)	0.8%			
바이오매스 활용시설 (기준)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설				
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비			
	시설명	1개소	자원화시설 8개소	없음	없음			
원료	돈분	우분, 계분	없음	없음				
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대형 바이오가스 플랜트 추가건설을 통한 바이오가스 에너지화</li> <li>•축산농가 및 시설재배지의 에너지 공급</li> <li>•혐기소화액의 액비화를 통한 액비공급</li> </ul>							
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요							
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 182,731 TC</li> <li>•이용량: 88,266 TC</li> <li>•이용률: 48%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치 - 돈분뇨 25,500톤 신규 이용</li> <li>•음식물쓰레기 30톤 에너지이용 전환</li> <li>•이용목표(탄소환산): 49%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•농산부산물의 효율적 이용수립계획 마련을 통한 농산부산물 20% 에너지화</li> <li>•과수전정지 등 임지잔재 발생량의 20% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 58%</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 2,828 TC</li> <li>•에너지이용률: 1.6%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 5,638 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 3.1%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 47,363 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 26%</li> </ul>				

라. 정읍시

(표 9.74) 정읍시 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요

대상지역	전라북도 정읍시						
면적	692.8 km <sup>2</sup>		인구	122,370 명			
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•정읍시 발생하는 가축 분뇨 및 농산 바이오매스의 발생량이 다량으로 발생함</li> <li>•가축분뇨 중 돈분뇨의 발생이 우세인 지역</li> <li>•벼농사 중심으로 경종 분야 바이오매스의 생산량이 높음</li> </ul>						
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률	
	폐기물계 바이오매스		1,245,126		677,394	55%	
	음식물쓰레기	음식물쓰레기		10,476	9,965	사료, 퇴비	95%
		가축분뇨		1,218,189	650,968	퇴·액비	53%
		한우	젓소	88,148	88,148	퇴비	100%
			한우	363,504	363,504	퇴비	100%
		양돈	양돈	175,529	120,641	퇴·액비	69%
			닭·오리	591,008	78,675	퇴비	13%
		오니		14,308	14,308	연료, 부숙토	100%
		폐식용유		-	-	-	-
		목재		-	-	-	-
		종이		1,205	1,205	소재	100%
	중량제봉투	중량제봉투	913	913	소재	100%	
		재활용분리	292	292	소재	100%	
	폐목재		219	219	연료(소각)	100%	
	폐지		-	-	-	-	
	동식물성 잔재물		730	730	퇴비, 사료	100%	
	미이용계 바이오매스		480,091	38,472	연료(소각)	6%	
농산부산물		124,978	38,472	사료, 퇴비, 부숙토	34%		
임산부산물		-	-	-	-		
바이오매스 활용시설 (기준)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설			
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비		
	시설명	1개소	자원화시설 3개소	없음	없음		
	원료	돈분	돈분	없음	없음		
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대형 바이오가스 플랜트 추가건설을 통한 바이오가스 에너지화</li> <li>•축산농가 및 시설재배지의 에너지 공급</li> <li>•혐기소화액의 액비화를 통한 액비공급</li> </ul>						
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요						
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 203,977 TC</li> <li>•이용량: 59,805 TC</li> <li>•이용률: 29%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치</li> <li>- 돈분뇨 36,500톤 신규 이용</li> <li>•음식물쓰레기 100% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 31%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•농산부산물의 효율적 이용수립계획 마련을 통한 농산부산물 40% 이용</li> <li>•바이오가스센터 추가 건설을 통한 에너지이용률 향상</li> <li>•이용목표(탄소환산): 57%</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,730 TC</li> <li>•에너지이용률: 1.8%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 6,467 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 3.2%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 50,574 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 25%</li> </ul>		

마. 평창군

(표 9.75) 평창군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요

대상지역	강원도 평창군																																																																																			
면적	1,464.16 km <sup>2</sup>		인구		43,939 명																																																																															
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•다량의 임목부산물 발생</li> <li>•산간지 중심이라 도시가스의 도입이 어려움</li> <li>•리조트, 펜션 등 대형에너지소비시설이 다수 존재함</li> </ul>																																																																																			
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률																																																																														
	폐기물계 바이오매스		134,404	127,547		92%																																																																														
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">음식물쓰레기</td> <td>가축분뇨</td> <td>3,504</td> <td>3,504</td> <td>사료, 퇴비</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>가축분뇨</td> <td>121,081</td> <td>115,611</td> <td>퇴·액비</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">젓소</td> <td>한우</td> <td>24,934</td> <td>24,934</td> <td>퇴비</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>양돈</td> <td>80,438</td> <td>80,438</td> <td>퇴비</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>닭·오리</td> <td>14,927</td> <td>10,239</td> <td>퇴·액비</td> <td>69%</td> </tr> <tr> <td>오니</td> <td>782</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>폐식용유</td> <td>3,796</td> <td>3,796</td> <td>연료, 부숙토</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>목재</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>종이</td> <td>402</td> <td>402</td> <td>소재</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">종량제봉투</td> <td>재활용분리</td> <td>2,044</td> <td>694</td> <td>소재</td> <td>34%</td> </tr> <tr> <td>폐목재</td> <td>1,423</td> <td>73</td> <td>소재</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>폐지</td> <td>621</td> <td>621</td> <td>소재</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>동식물성 잔재물</td> <td>2,738</td> <td>2,701</td> <td>연료(소각)</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>폐지</td> <td>43</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>동식물성 잔재물</td> <td>840</td> <td>840</td> <td>퇴비, 사료</td> <td>100%</td> </tr> </table>	음식물쓰레기	가축분뇨	3,504	3,504	사료, 퇴비	100%	가축분뇨	121,081	115,611	퇴·액비	95%	젓소	한우	24,934	24,934	퇴비	100%	양돈	80,438	80,438	퇴비	100%	닭·오리	14,927	10,239	퇴·액비	69%	오니	782	-	-	0%	폐식용유	3,796	3,796	연료, 부숙토	100%	목재	-	-	-	0%	종이	402	402	소재	100%	종량제봉투	재활용분리	2,044	694	소재	34%	폐목재	1,423	73	소재	5%	폐지	621	621	소재	100%	동식물성 잔재물	2,738	2,701	연료(소각)	99%	폐지	43	-	-	0%	동식물성 잔재물	840	840	퇴비, 사료	100%	미이용계 바이오매스	1,334,200	195	연료(소각)	0.07%
			음식물쓰레기	가축분뇨	3,504	3,504	사료, 퇴비	100%																																																																												
		가축분뇨		121,081	115,611	퇴·액비	95%																																																																													
		젓소	한우	24,934	24,934	퇴비	100%																																																																													
			양돈	80,438	80,438	퇴비	100%																																																																													
			닭·오리	14,927	10,239	퇴·액비	69%																																																																													
		오니	782	-	-	0%																																																																														
		폐식용유	3,796	3,796	연료, 부숙토	100%																																																																														
		목재	-	-	-	0%																																																																														
		종이	402	402	소재	100%																																																																														
		종량제봉투	재활용분리	2,044	694	소재	34%																																																																													
			폐목재	1,423	73	소재	5%																																																																													
		폐지	621	621	소재	100%																																																																														
		동식물성 잔재물	2,738	2,701	연료(소각)	99%																																																																														
		폐지	43	-	-	0%																																																																														
동식물성 잔재물	840	840	퇴비, 사료	100%																																																																																
농산부산물	34,126	1,115	사료, 퇴비, 부숙토	33.58																																																																																
임산부산물	1,300,074	195	연료(소각)	0.02%																																																																																
바이오매스 활용시설 (기존)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설																																																																																
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비																																																																															
	시설명	없음	없음	없음	없음																																																																															
	원료	없음	없음	없음	없음																																																																															
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대량 목재칩 제조시설 건립을 통한 임산부산물 활용(고형연료화, 열이용)</li> <li>•소규모 바이오가스플랜트 설치를 통한 돈분의 자원화</li> </ul>																																																																																			
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요																																																																																			
바이오매스 이용목표	현황(2012년)	단기목표(2017년)		장기목표(2025년)																																																																																
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 1,468,604 TC</li> <li>•이용량: 8,627 TC</li> <li>•이용률: 2.2%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(20톤/일) 설치-돈분뇨 4,600톤 신규 이용</li> <li>•목재칩 제조설비 설치(5,200톤/년 생산) - 임산부산물 8,125톤 신규 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 2.9%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•종량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>•임지잔재 등 임산부산물 발생량의 20% 이용</li> <li>•농산부산물 40% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 21.7%</li> </ul>																																																																																
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 807 TC</li> <li>•에너지이용률: 0.2%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,521 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 0.9%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 80,042 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 20.5%</li> </ul>																																																																																

바. 산청군

(표 9.76) 산청군 바이오매스활용단지 시범사업구축 개요

대상지역	경상남도 산청군							
면적	542.3 km <sup>2</sup>		인구		87,861 명			
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•산청군내 별채량의 대부분이 급서면에서 이루어지고, 임산바이오매스 다량 발생지역임</li> <li>•산간지 중심이라 도시가스의 도입이 어려움</li> <li>•가축분뇨 중 양돈 및 한우 분뇨가 단성면에서 다량 발생함.</li> </ul>							
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률		
	폐기물계 바이오매스		172,933	142,809		77%		
	음식물쓰레기	음식물쓰레기		110	110	사료, 퇴비	100%	
		가축분뇨		271,290	141,239	퇴·액비	84%	
		가축분뇨	젓소		16,251	16,251	퇴비	100%
			한우		81,188	81,188	퇴비	100%
			양돈		142,198	43,800	퇴·액비	69%
		닭·오리		31,653	-	-	0%	
		오니		329	329	연료, 부숙토	100%	
		폐식용유		-	-	-	-	
		목재		110	-	-	100%	
		종이		2,482	256	소재	10%	
	종량제봉투	종량제봉투		2,227	-	소재	0%	
		재활용분리		256	256	소재	100%	
	폐목재		694	694	연료(소각)	99%		
	폐지		-	-	-	-		
	동식물성 잔재물		183	183	퇴비, 사료	100%		
미이용계 바이오매스		736,571	10,241	연료(소각)	1%			
농산부산물		31,713	10,045	사료, 퇴비, 부숙토	34%			
임산부산물		704,161	196	연료(소각)	0.03%			
바이오매스 활용시설 (기준)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설				
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비			
	시설명	없음	가축분뇨공공처리	펠릿제조시설	없음			
	원료	없음	우분, 돈분	임지잔재	없음			
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기존 목재펠릿 제조시설의 활성화를 통한 임산바이오매스 이용</li> <li>•목재칩 제조시설 추가설치를 통한 임산바이오매스 이용</li> <li>•바이오가스플랜트 설치를 통한 축산바이오매스 이용</li> </ul>							
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요							
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 205,029 TC</li> <li>•이용량: 8,414 TC</li> <li>•이용률: 4%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치-돈분뇨 36,500톤 신규 이용</li> <li>•목재칩 제조설비 설치(5,200톤/년 생산) - 임산부산물 8,125톤 신규 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 5.5%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•종량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>•임지잔재 등 임산부산물 발생량의 20% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 25%</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 245 TC</li> <li>•에너지이용률: 0.12%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,166 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 1.5%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 42,682 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 21%</li> </ul>				

## 5. 가축분뇨 물질흐름 전과정 평가

### 가. 지역단위 biowaste 원(源) 정량화

#### (1) 사례지역별 biowaste 양분 (N, P, K)수지

가축분뇨가 작물에게 사용되기까지는 일련의 과정이 필요하다. 충분한 부숙을 통한 병원성 미생물로부터의 안전성이 확보되어야 하며, 적당한 수분과 유기물질함량으로 냄새가 나지 않는 안정적인 상태의 퇴비가 만들어져야 한다. 액비 또한 병원성미생물의 사멸이 확보되어야 하며, 농경지 환원 시 냄새로 인한 민원이 발생하지 않도록 충분한 처리과정이 필요하다.

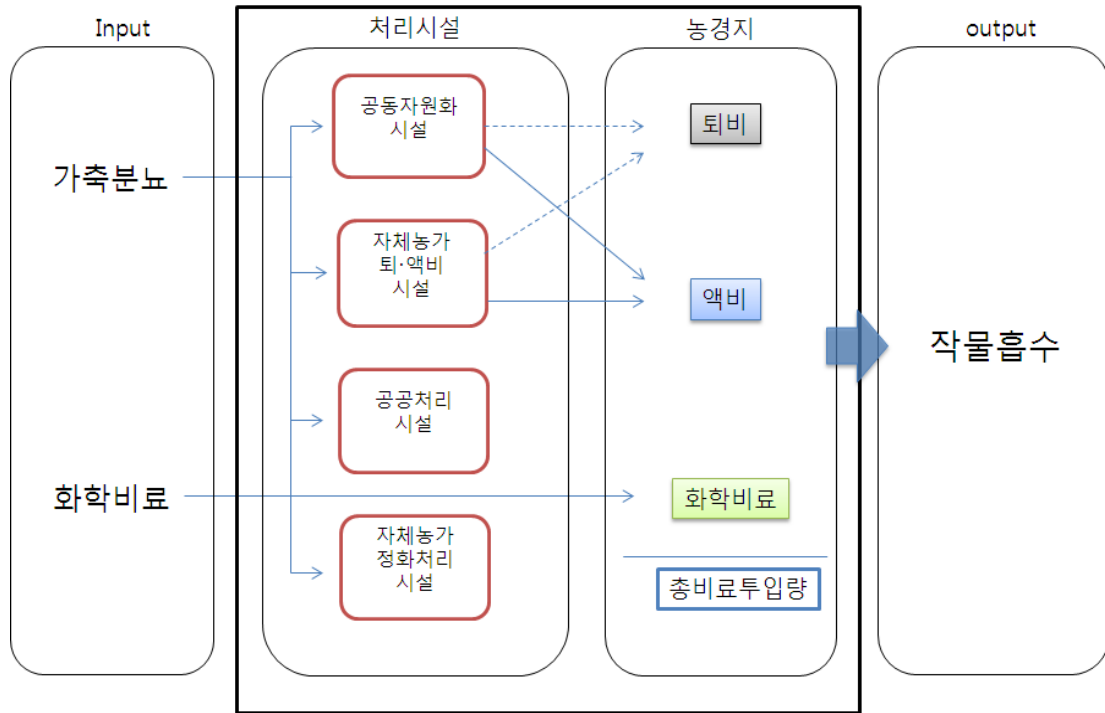
이러한 가축분뇨의 자원화는 크게 네 종류의 시설로 나뉘어 처리되고 있다. 지역별로 차이가 있으나 <그림 9.14>와 같이 일반적으로 공동자원화시설, 자체농가 퇴·액비시설, 공공처리시설, 자체농가 정화처리시설이 지역별로 운영되고 있다.

공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입된 가축분뇨는 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어 진다. 이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포되고 있다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 본 연구에서는 1차적으로 지역단위 양축농가에서 발생하는 가축분뇨 유래 퇴·액비의 정량화와 함유한 비료성분의 흐름, 더불어 화학비료와 퇴·액비의 관행 비료시비법을 통한 비료성분이 농경지 환원에 이르기까지의 양분 유입, 유출, 작물흡수 과정을 통해 질소, 인, 칼륨의 사례지역별 물류분석을 수행하였다.

현장조사를 통한 데이터와 조사한 현장의 처리시설현황을 바탕으로 액비와 퇴비 그리고 화학비료의 비료성분(N, P, K) 흐름을 추적하는 것은 화학비료의 환경적, 경제적 효율성과 액·퇴비의 농지 환원을 통한 비료 성분의 재활용이라는 측면에서 볼 때 중요한 사안이다.

작물의 양분이용 시 속효성을 띠는 화학비료의 지속적인 과다사용으로 인한 지력약화와 과잉된 양분의 용출과 용탈로 인한 환경오염 문제가 대두되고 있다. 이를 보완하고자 유기물이 충분히 포함되어 있고 식물에게 필요한 다량, 미량원소가 들어있는 가축분뇨는 좋은 해결책으로 제시되고 있다. 하지만 가축분뇨는 적절한 처리를 하지 않고 사용할 경우 병원성 균의 이차감염, 악취발생, 기생충 증식 등 많은 문제를 일으킬 수 있다. 자원화과정을 거쳐 퇴·액비로써 농경지에 환원되는 경우에도 문제점이 나타날 수 있다. 일반적으로 화학적 비료와 함께 토양과 작물에 환원 시 과잉공급으로 인한 양분용탈, 침출, 휘산 등이 발생할 수 있어 이차적인 환경문제를 일으킬 가능성이 높다.

자원순환농업에서 양분의 투입에서 산출까지의 각 단계별 양분수지는 <그림 9.14>를 바탕으로 추정하였다. 위에서 언급했듯이 축종별로 발생하는 가축분뇨는 자원화처리를 거쳐 농경지에 환원되거나 정화시설을 통해 하천에 방류된다. 하지만 해양투기가 금지된 현재에도 여전히 부적절한 방법으로 처리된 가축분뇨가 환경에 그대로 노출되거나 불법으로 유기되고 있어 토양과 지하수 오염을 일으키는 주원인으로 작용하고 있다.

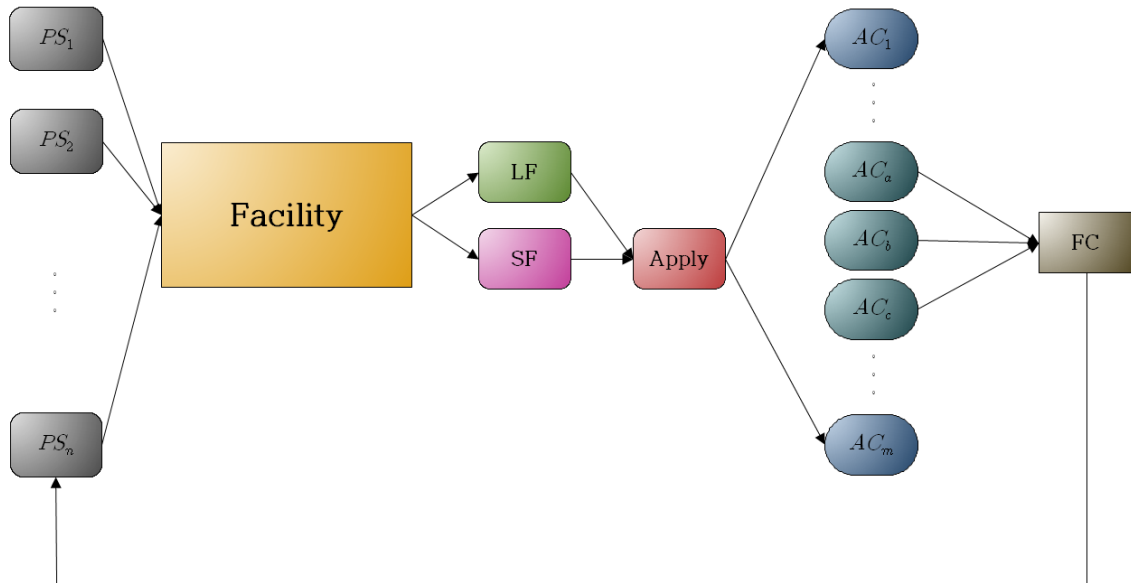


<그림 9.14> 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도

## (2) 가축분뇨 발생량

가축분뇨 자원화시설을 통한 가축분뇨 내 양분수지를 파악하기 위하여 <그림 9.15>와 같이 간단한 모식도로 표현하였다. 가축분뇨자원화시설에서의 공급량과 수요량을 분석하여 농경지 환원 시 비료 공급량과 농경지 비료수요량, 비료 과·부족량 등에 대한 분석과 현재 가축분뇨 처리시설의 현황파악, 이를 바탕으로 해당 지역의 양분공급량에 대한 관리를 보다 수월하게 만들어 줄 수 있는 제도적 장치를 위한 기반 조성이 필요하다.

가축분뇨자원화시설을 기반으로 한 비료성분의 수지에 영향을 미칠 수 있는 추정 가능한 변인들을 사용한 표현식은 다음과 같다.



<그림 9.15> 가축분뇨자원화 시스템 모델의 모식도

$PS_i$  : Production site ; 가축 분뇨가 생성되는 지점  
 Facility : 자원화 시설  
 LF : 액비  
 SF : 퇴비  
 $AC_i$  : Applied Crop ; 비료 살포 작물  
 FC : Feed Crop ; 사료 작물

시군별로 수거되는 가축분뇨의 양은 각 농가의 사육두수와 연평균 분뇨 발생량으로부터 구할 수 있다. 축종별 분뇨발생량은 분뇨발생 원단위(환경부 고시 제1999-109호, 1999.7.8.)를 바탕으로 '08년도에 재 산정된 결과를 적용하였다.<sup>65)</sup> 이를 식으로 나타내면 [식-1]과 같다. 총 분뇨발생량(T)은 i 지역의 가축사육두수( $f_i$ )와 발생원 단위( $mp$ )를 곱하여 산정된다. 각 사례지역별 총 분뇨 발생량은 (표 9.77)과 같다.

$$\begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a \\ mp_b + mp_c + sd_b + sd_c \\ mp_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots [1]$$

65) '99년도부터 가축분뇨 발생량 산정 등을 위해 축종별 가축분뇨 배출원단위를 고시(제1999-109호, 1999.7.8.)을 적용해 왔으나, 사육여건과 가축관리기술의 변화와 향상에 따라 이를 '08년도에 재산정 하였다. 소와 말의 경우 기존의 14.6L/두·일에서 13.7L/두·일, 젖소는 기존 45.6L/두·일에서 37.7L/두·일, 돼지는 기존 8.6L/두·일에서 5.1L/두·일, 닭은 1,000수 기준으로 산란계 124.7L/두·일, 육계 85.5L/두·일로 산정되었다.

$f_{a_i}$  ; a number of pig in site  $i$

$f_{b_i}$  ; a number of beef cattle in site  $i$

$f_{c_i}$  ; a number of dairy cattle in site  $i$

$f_{d_i}$  ; a number of poultry in site  $i$

$mp_a$  ; amount of produced manure of pig ton/year/head

$mp_b$  ; amount of produced manure of beef cattle ton/year/head

$mp_c$  ; amount of produced manure of dairy cattle ton/year/head

$sd_b$  ; amount of saw dust added to beef cattle manure ton/year/head

$sd_c$  ; amount of saw dust added to dairy cattle manure ton/year/head

$mp_d$  ; amount of produced manure of poultry ton/year/bird

위의 행렬에서 모든  $T_i$  들을 더하면  $T_{man} = \sum_i^n T_i$  ; 자원화 facility로 반입되는 또는 농가에서 처리되는 manure 총량이 된다. 또한,  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$  는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$  and  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$  ;  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우+젖소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$  ;  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량이다.

수분조절을 위한 톱밥의 양은 본 연구의 사례지역에서는 정확한 양을 측정할 데이터가 집계되지 않았고 톱밥가격의 상승에 따른 각 농가에서의 사용량이 감소함에 따라 제외하고 다른 값을 산정하였다.

(표 9.77) 사례지역별 사육두수 및 축종별 가축분뇨 발생량

구 분	남원		논산		영천		진주	
	사육두수 66)	발생량 (톤/년)	사육두수	발생량 (톤/년)	사육두수	발생량 (톤/년)	사육두수	발생량 (톤/년)
한우	37,309	186,564	22,029	110,156	43,350	216,772	11,372	56,866
젖소	2,711	37,305	4,283	58,936	2,839	39,066	2,251	30,975
돼지	110,304	205,331	188,357	350,627	199,269	370,939	61,107	113,751
닭·오리	6,599,495	289,058	4,610,270	201,930	1,698,411	74,390	1,340,014	58,693
총계	6,749,819	718,257	4,824,939	721,649	1,943,869	701,167	1,414,744	260,284

66) 사육두수는 각 시별 2011년 통계연보를 참조하였다.



## 나. Biowaste 자원화 실태조사

### (1) 사례지역별 가축분뇨처리 현황

#### (가) 논산시

논산의 가축분뇨 처리현황은 (표 9.78)과 같다. 농가자체 퇴비화는 전체의 46%, 농가자체 액비화는 5%, 농가자체 정화처리는 4%, 공공처리장은 10%, 위탁처리 공동자원화시설은 35%의 비율로 나누어져 처리·운영되고 있다. 대부분의 논산시 가축분뇨 자원화는 위탁처리의 공동자원화시설과 농가자체 퇴비화 시설을 통해(전체의 약 81%) 처리되고 있다. 농가자체 액비화 시설을 통한 가축분뇨 처리가 상대적으로 적다는 것은 함수율이 높은 돈분뇨는 대부분 공동처리시설을 통해 자원화 처리되고 있는 것으로 풀이된다.

(표 9.78) 논산시 가축분뇨 처리현황

구분	농가			처리현황 (톤/년)				
	축종별 가축사육 두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총발생량 (톤/년)	농가자체 퇴비화	농가자체 액비화	농가 자체 정화방류 처리	공공 처리장	위탁처리
한우	22,029	110,156	721,649 (100%)	331,958 (46%)	36,082 (5%)	28,866 (4%)	72,165 (10%)	252,577 (35%)
젓소	3,999	58,936						
돼지	188,357	350,627						
닭.오리	4,610,270	201,930						

#### (나) 남원시

남원시의 가축분뇨 처리현황은 (표 9.79)와 같다. 농가자체 퇴비화(43%), 위탁처리(41%), 농가자체 액비화(14%), 농가자체 정화처리(2%)로 구성되어 있으며 논산시와 마찬가지로 농가자체 퇴비화시설과 위탁으로 운영되어지는 공동자원화시설이 총 84%로 주를 이룬다. 공공처리장이 없어 가축분뇨의 정화·방류처리는 소수의 농가자체 정화방류시설을 통해 하천에 방류된다.

(표 9.79) 남원시 가축분뇨 처리현황

구분	농가			처리현황 (톤/년)				
	축종별 가축사육 두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총발생량 (톤/년)	농가자체 퇴비화	농가자체 액비화	농가 자체 정화방류 처리	공공 처리장	위탁처리
한우	37,309	186,564	718,257 (100%)	308,851 (43%)	100,556 (14%)	14,365 (2%)	0	294,485 (41%)
젓소	2,711	37,305						
돼지	110,304	205,331						
닭.오리	6,599,495	289,058						

(다) 영천시

영천시의 가축분뇨 처리현황은 (표 9.80)에 나타나 있다. 공동자원화시설이 없어 대부분의 가축분뇨는 농가자체 자원화시설에서 퇴·액비로 자원화 처리되고 있고 (퇴비와 액비 각각 18%와 66%; 총 84%), 나머지는 농가자체 정화처리(7%)를 통한 방류 또는 공공처리장(9%)을 통해 하천으로 정화·방류되고 있다. 영천시에서 발생하는 가축분뇨 중 돈분뇨의 발생량이 가장 많으며 농가자체 액비화 시설을 통해 주로 처리되고 있음을 확인할 수 있다.

(표 9.80) 영천시 가축분뇨 처리현황

구 분	농가			처리현황 (톤/년)				
	축종별 가축사육 두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총발생량 (톤/년)	농가자체 퇴비화	농가자체 액비화	농가자체 정화방류 처리	공공 처리장	위탁처리
한우	43,350	216,772	701,167 (100%)	126,210 (18%)	462,770 (66%)	49,082 (7%)	63,105 (9%)	-
젖소	2,839	39,066						
돼지	199,269	370,939						
닭.오리	1,698,411	74,390						

(라) 진주시

진주시의 가축분뇨 처리현황은 (표 9.81)과 같다. 진주시도 영천시와 마찬가지로 공동자원화시설이 없어 농가자체 자원화시설에서 가축분뇨의 대부분이 퇴·액비로 처리되고 있으며 특히 액비의 비율이 높다. 이는 가축사육두수에서도 나타난다. 약 6만두에서 발생하는 돈분뇨는 연간 총 113,751 톤으로 다른 축종에 비해 많은 양을 차지한다. 구성 비율을 보면, 농가자체 퇴비화(15%), 농가자체 액비화(83%), 농가자체 정화처리(2%)이며 공공처리장은 설치·운영 되고 있지 않다.

(표 9.81) 진주시의 가축분뇨 처리현황

구 분	농가			처리현황 (톤/일)				
	축종별 가축사 육두수 (마리)	발생량 (톤/일)	총발생량 (톤/일)	농가자체 퇴비화	농가자체 액비화	농가자체 정화방류 처리	공공 처리장	위탁처리
한우	11,372	56,866	260,284 (100%)	39,043 (15%)	216,036 (83%)	5,206 (2%)	-	-
젖소	2,251	30,975						
돼지	61,107	113,751						
닭.오리	58,693	58,693						

**(2) 생성되는 가축분뇨 유래 퇴·액비의 양**

일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 함수율이 낮은 형태로 처리된다. 한육우분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 고상물의 형태로 처리되어 퇴비의 제조에 주로 이용된다.

반면에 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높기 때문에 돈분뇨로부터 생성되는 비료는 고액분리를 통해 액비와 퇴비로 나뉜다. 즉, 액비는 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 것이고, 퇴비는 수거되는 가축분뇨의 고형분을 가공한 것이다.

수거된 돈슬러리는 고액분리를 통해 액상과 고형분으로 나뉜다. 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 다음(식 2)과 같다. TLF 는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생된 돈슬러리량과 고액분리비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [2]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9 에 해당한다.

돈분의 고형분, 우분과 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화공정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 톱밥 또는 왕겨가 추가되나 현장조사에 따르면 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 수분조절을 위한 톱밥을 거의 사용하지 않는 것으로 나타났다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots [3]$$

where SD ; amount of saw dust added to manure in a year

위의 정의들에 의해  $T_{LF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

**(3) 주요 원소 총량**

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + mp_c X_c + sd_b X_{sd} + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots [4]$$

where  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust

$X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소 X 의 비율

각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_b N_b \\ mp_c N_c \\ mp_d N_d \end{pmatrix} ; N \dots \dots \dots [5]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_b P_b \\ mp_c P_c \\ mp_d P_d \end{pmatrix} ; P \dots \dots \dots [6]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_b K_b \\ mp_c K_c \\ mp_d K_d \end{pmatrix} ; K \dots \dots \dots [7]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,p} X_{a,l} mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,p} X_{a,l} \sum_i^n a_i \dots \dots \dots [8]$$

퇴비 내의 원소 X의 총량은

$$T_{SX} = r_{a,s} [(1-p)X_{a,s} mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_b mp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_c mp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_d mp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots \dots \dots [9]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 또한 돈분뇨의 액상분 보정계수( $r_{a,l}$ )와 고형분 보정계수( $r_{a,s}$ )는 동일하다는 전제 하에 값을 계산하였다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다.

가축분뇨 자원화과정에서 자원화 활용률은 질소 55~75%, 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해 질소는 45%가 미 활용된 55%를, 인산과 칼리는 10%가 미 활용된 90%를 각각 보정계수로 적용하였다 (USDA, 1992; MWPS 1993).

남원시의 사례를 예를 들면, 액비 내 주요 원소 총량을 구해보면 다음 식과 같다.

$$T_{LN} = rp N_{a,l} mp_a \sum_i^n f_{a_i} = rp N_{a,l} \sum_i^n a_i \dots \dots \dots [10]$$

여기서  $\sum_i^n a_i = 186,564$ (톤)이고,  $N_{a,l} = 0.008$ ,  $p = 0.9$ ,  $r = 0.55$  이므로,

$$T_{LN} = 0.55 \times 0.9 \times 0.008 \times 205,331 = 813.1 \text{ (톤)}$$

마찬가지로,  $P_{a,l} = 0.0009$  이므로,

$$T_{LP} = 0.55 \times 0.9 \times 0.0009 \times 205,331 = 91.5 \text{ (톤)}$$

마찬가지로,  $K_{a,l} = 0.0053$  이므로,

$$T_{LK} = 0.55 \times 0.9 \times 0.0053 \times 205,331 = 538.7 \text{ (톤)}$$

퇴비 내 주요 원소 총량을 구해보면 다음 식과 같다.

$$T_{SN} = r(1-p)N_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + rN_bmp_b \sum_i^n f_{b_i} + rN_cmp_c \sum_i^n f_{c_i} + rN_dmp_d \sum_i^n f_{d_i} \dots\dots[11]$$

$N_{a,s} = 0.0096$ ,  $N_b = 0.005$ ,  $N_c = 0.0033$ ,  $N_d = 0.0129$  이므로,

$$\begin{aligned} T_{SN} &= (0.55 \times 0.1 \times 0.0096 \times 205,331) \\ &+ (0.55 \times 0.005 \times 186,564) + (0.55 \times 0.0033 \times 37,305) + \\ &(0.55 \times 0.0129 \times 289,058) = 2,740.1 \text{ (톤)} \end{aligned}$$

$P_{a,s} = 0.0083$ ,  $P_b = 0.006$ ,  $P_c = 0.0049$ ,  $P_d = 0.0046$  이므로, 같은 방법으로 계산하면  $T_{SP} = 1,143.1$  (톤)의 인산이 발생한다.

$K_{a,s} = 0.0042$ ,  $K_b = 0.0018$ ,  $K_c = 0.0049$ ,  $K_d = 0.0059$  이므로, 위와 같은 방법으로 계산하면  $T_{SK} = 944$  (톤)의 칼리가 발생한다.

앞서 (표 9.79)의 남원시 가축분뇨처리현황을 참고해보면, 공동자원화시설은 전체의 41%를, 자체농가자원화시설은 전체의 57%를 차지한다. 따라서 1년간 생산되는 가축분뇨가 자원화시설을 거쳐 남원시 농경지에 환원되는 퇴비와 액비 내 질소, 인산, 칼리의 양은 (표 9.82)와 같다.

가축분뇨 퇴·액비로부터 공급되는 질소량은 연간 3,478톤으로 화학비료 질소량의 약 1.8배에 해당한다. 인산의 경우 화학비료 대비 5.6배, 칼리는 5.7배에 해당하는 양분이 가축분뇨로부터 공급되는 것으로 나타났다. 남원시 농경지에 연간 환원된 각 양분별 총 비료사용량(퇴·액비+화학비료)은 질소가 5,401 톤, 인산이 3,071톤, 칼리가 3,407톤으로 작물의 양분요구량<sup>67)</sup>을 초과하고 있다.

67) 성분별 표준시비량에 관한 자료는 작물별 시비처방 기준 (국립농업과학원, 2010)에서 제시된 자료를 참고하였다. 감자와 고구마의 표준시비량은 노지재배의 경우를 기준으로 산정하였다. 벼의 표준시비량은 보통답 기준 목표수량 480kg/10a에 해당하는 경우를 기준으로 산정하였다. 보리의 표준시비량은 도복강한 품종을 사질~사양질 토양에서 생장한 경우를 기준으로 산정하였다. 잡곡류 표준시비량은 보통옥수수를 사질~사양질 토양에서 생장한 경우를 기준으로 산정하였다. 두류의 표준시비량은 콩이 기경지에서 생장한 경우를 기준으로 산정하였다. 딸기, 참외의 표준시비량은 노지재배의 경우를 기준으로 산정하였다. 배추, 무, 당근, 양파의 표준시비량은 노지재배 시 평단지에서의 생장을 기준으로 산정하였다. 참깨의 표준시비량은 노지재배 시 기경지에서 생장을 기준으로 산정하였다. 인삼의 표준시비량은 농촌진흥청이 제시한 6년간 인삼 양분요구도인 질소 18.7kg/10a, 인산 5.6kg/10a, 칼리 19.4kg/10a를 1년간 단위로 환산하여 산정하였다. 사과, 배의 표준시비량은 비옥지에서의 20년 이상 성목기준으로 산정하였다. 포도, 복숭아, 감의 표준시비량은 비옥지에서의 11년 이상 성목기준으로 산정하였다.

(표 9.82) 남원시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소, 인산, 칼리 양

(단위: 톤/년)

	질소(N)	인산(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	칼리(K <sub>2</sub> O)
퇴비	2,681	2,459	2,031
액비	797	147	864
가축분뇨 퇴액비 총계	3,478	2,606	2,895
화학비료	1,923	465	512
총계	5,401	3,071	3,407

(표 9.83)을 보면 논산시의 가축분뇨 유래 퇴·액비가 함유하고 있는 질소, 인산, 칼리의 농경지 환원되는 양을 나타내고 있다. (표 9.78)의 논산시에서의 자원화 처리현황을 살펴보면 공동자원화는 35%를 차지하고, 자체농가 퇴·액비시설은 51%를 차지한다. 나머지 가축분뇨는 정화·방류처리되어 하천으로 빠져나가는 것을 고려하여 가축분뇨 퇴·액비의 농경지 환원 비료성분을 [식-10]과 [식-11]을 사용하여 계산하였다.

논산시에서 가축분뇨 퇴·액비로부터 공급되는 질소량은 연간 2,935톤으로 화학비료 질소량(2,419톤)의 약 1.2배에 해당한다. 인산의 경우 화학비료 대비 2.1배, 칼리는 2.8배에 해당하는 양분이 가축분뇨로부터 공급되는 것으로 나타났다. 논산시 농경지에 연간 환원된 각 양분별 총비료사용량(퇴·액비+화학비료)은 질소가 5,355톤, 인산이 2,794톤, 칼리가 3,665톤으로 작물의 양분요구량을 초과하고 있다. 논산시 작물 양분요구량은 질소가 1,843톤, 인산이 887톤, 칼리가 1,288톤으로 작물재배면적<sup>68)</sup>과 작물별 시비처방기준(농촌진흥청, 2010)을 사용하여 구할 수 있다.

(표 9.83) 논산시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소·인산·칼리 양

(단위: 톤/년)

	질소(N)	인산(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	칼리(K <sub>2</sub> O)
퇴비	1,741	1,671	1,409
액비	1,194	220	1,295
가축분뇨 퇴액비 총계	2,935	1,891	2,704
화학비료	2,419	903	961
총계	5,355	2,794	3,665

진주시의 농경지에 환원되는 가축분뇨 내 양분의 양은 (표 9.84)에 나타나 있다. (표 9.81)의 진주시에서의 자원화 처리현황을 살펴보면 공동자원화는 설립이 되어 있지 않고, 오로지 자체농가 퇴·액비시설을 통해 자원화가 이루어지고 있다. 자원화율은 전체 대비 98%이며 나머지 2%는 정화·방류처리 되어 하천으로 빠져나간다. 이를 고려하여, 가축분뇨 퇴·액비의 농경지 환원 비료성분을 [식-10]과 [식-11]을 사용하여 계산하였다.

68) 논산시 작물별 토지면적은 농정과의 통계자료(2010)자료를 이용하였다.

(표 9.84) 진주시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소·인산·칼리 양

(단위: 톤/년)

	질소(N)	인산( $P_2O_5$ )	칼리( $K_2O$ )
퇴비	675	754	570
액비	441	81	479
가축분뇨 퇴액비 총계	1,116	835	1,049
화학비료	921	421	526
총계	2,037	1,256	1,575

진주시에서 가축분뇨 퇴·액비로부터 공급되는 질소량은 연간 1,116톤으로 화학비료 질소량(921톤)의 약 1.2배에 해당한다. 인산과 칼리의 경우 화학비료 대비 2배에 해당하는 양분이 가축분뇨로부터 공급되는 것으로 나타났다. 진주시 농경지에 연간 환원된 각 양분별 총 비료사용량(퇴·액비+화학비료)은 질소가 2,037톤, 인산이 1,256톤, 칼리가 1,575톤으로 작물의 양분요구량(질소:1656톤;인산:811톤;칼리:1213톤)을 초과하고 있다.

앞서 (표 9.80)의 영천시 가축분뇨처리현황을 참고해보면, 공동자원화시설이 운영되지 않는 자체농가 자원화시설만을 통한 가축분뇨 자원화 처리를 하고 있었으며, 전체 대비 84%를 차지한다. 이를 고려하여 1년간 생산되는 가축분뇨가 자원화시설을 거쳐 영천시 농경지에 환원되는 퇴비와 액비 내 질소, 인산, 칼리의 양은 (표 9.85)와 같다.

(표 9.85) 영천시 농경지에 환원되는 가축분뇨 퇴·액비 내 질소·인산·칼리 양

(단위: 톤/년)

	질소(N)	인산( $P_2O_5$ )	칼리( $K_2O$ )
퇴비	1,167	1,617	888
액비	1,234	227	1,338
가축분뇨 퇴액비 총계	2,401	1,844	2,226
화학비료	1,918	830	1,202
총계	4,319	2,674	3,428

영천시에서 가축분뇨 퇴·액비로부터 공급되는 질소량은 연간 2,401톤으로 화학비료 질소량(1,928톤)의 약 1.3배에 해당한다. 인산의 경우 화학비료 대비 2.2배, 칼리는 1.9배에 해당하는 양분이 가축분뇨로부터 공급되는 것으로 나타났다. 영천시 농경지에 연간 환원된 각 양분별 총 비료사용량(퇴·액비+화학비료)은 질소가 4,319톤, 인산이 2,674톤, 칼리가 3,428톤으로 작물의 양분요구량을 초과하고 있다.

## 다. 가축분뇨 유래 퇴·액비의 효율분석

### (1) 원소의 과부족

원소 X의 과부족은 다음과 같다.

$$OU_{i,X}(\%) = \frac{A_{i,X} - A_{i,X}^{\circ}}{A_{i,X}^{\circ}} \times 100 \dots \dots \dots [12]$$

만일 원소 X가 토양에 과잉공급 되었다면, 식물이나 미생물이 사용하고 남은 양이 토양에 축적된다. 질소나 인산의 경우 이온화형태로 강수와 함께 쉽게 용탈될 수 있어 지하수 오염원이 될 수 있다.

(표 9.86)을 보면 사례지역별 질소, 인산, 칼륨의 과잉 시비된 양분을 보여주고 있다. 남원의 경우, 농경지에 환원된 총 양분의 양은 농작물이 필요로 하는 양분요구량보다 질소는 76%, 인산은 100%, 칼리는 53%로 과잉공급 된 것으로 나타났다. 논산과 영천의 경우 더 많은 양분 과잉공급이 발생한 것을 알 수 있다. 논산에서는 질소 189%, 인산 156%, 칼리 183%의 작물 양분요구량 초과분이 농경지에 살포되었다. 영천의 경우 질소 197%, 인산 280%, 칼리 237%에 해당하는 과잉양분이 영천시 농경지에 살포되었다. 진주의 경우 가장 적은 과잉양분이 농경지에 환원되었으며 이는 환경에 미치는 오염부하량이 상대적으로 작다는 것을 의미한다. 질소의 경우 23%, 인산은 55%, 칼리는 30%의 작물양분요구량을 초과하는 양분이 토지로 공급되었다.

(표 9.86) 사례지역별 질소, 인산, 칼륨의 과잉시비량

(단위: 톤/년, %)

	남원			논산			영천			진주		
	A	A°	OU (%)	A	A°	OU (%)	A	A°	OU (%)	A	A°	OU (%)
질소	5401	3061	76	5320	1843	189	4319	1453	197	2037	1656	23
인산	3071	1533	100	2768	887	156	2674	704	280	1256	811	55
칼리	3407	2213	53	3651	1288	183	3428	1016	237	1575	1213	30

1년에 토양에 축적되는 양은  $A_{i,X} - A_{i,X}^{\circ}$  (톤)이며, 자연적으로 1년 동안 무기화되는 비율을  $mi_X$  (mineralization rate)라 할 때, n년 후 토양에 남아있는 양은 식(13)과 같다.

$$R_{i,x} = (A_{i,X} - A_{i,X}^{\circ})(1 - mi_x)^n \dots \dots \dots [13]$$

화학비료와 액비에 포함되어 있는 질소는 속효성을 띠므로 작물에 빠르게 흡수(uptake)될 수 있다. 반면 퇴비의 경우 대부분의 질소는 유기질소형태로 존재하기 때문에 완효성을 띤다. 즉, 토양에 퇴비가 뿌려져도 느리게 무기화가 일어나면서 천천히 분해된다는 것을 의미한다.

<표 9.90>은 사례지역별 유기질소의 토양 내 시간에 따른 잔존량을 나타낸 것이다. 액비와 화학비료를 제외한 퇴비가 포함된 질소량을 토대로 산정하였으며 과잉시비로 인한 1년에 토양에 축적되는 양분은  $A_{i,N} - A_{i,N}^{\circ}$  (톤)이고, 액비와 화학비료내 질소는 제외시킨다. USDA(1999)



의 자료에 의하면 토양에 뿌려진 유기질소는 1년 뒤 약 12%가 무기화될 수 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는  $i$ 지역에서의  $mi_N$  값을 0.12로 가정하고 값을 산정하였다.

따라서 남원의 경우 퇴비가 차지하는 비율은 전체의 50%, 논산은 33%, 영천은 29%, 진주는 33%를 차지하고 있어, 이 값을 적용하여 시간에 따른 토양에 축적되는 유기질소의 값을 추정해 보았다.

(표 9.87) 사례지역별 organic 질소의 토양 내 시간에 따른 잔존하는 양

(단위: 톤)

구 분	남원			논산			영천			진주		
	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
R	1030	906	797	1010	889	782	731	644	566	111	97	86

## (2) 경축 순환 지수

앞서 <그림 9.15>에서  $PS_i$  에서 생성된 가축분뇨가 비료로 만들어졌을 때, 이 비료가 사료작물에 적용되고, 이 사료작물이 다시  $PS_j$  로 돌아가면 순환의 고리가 완성된다. 이때 경축순환지수를  $I$  라 할 수 있다.

$AC_a$ ,  $AC_b$ ,  $AC_c$ , ...를 사료작물에 적용되는 비료의 양이라고 가정하면, 사료작물에 적용되는 비료의 총량을  $T_{F,FC}$  라 설정한다. 비료가 적용되는 사료작물의 총 수확량을  $FC_{tot}$ , 사료작물 중에서  $PS_j$ 로 돌아가는 양을  $FC_{rt}$  라 설정한다.

그러면, 경축순환지수  $I$  는 다음과 같다.

$$I = \frac{T_{F,FC}}{T_F} \times \frac{FC_{rt}}{FC_{tot}} \quad (\text{단, } 0 \leq I \leq 1) \dots\dots\dots [21]$$

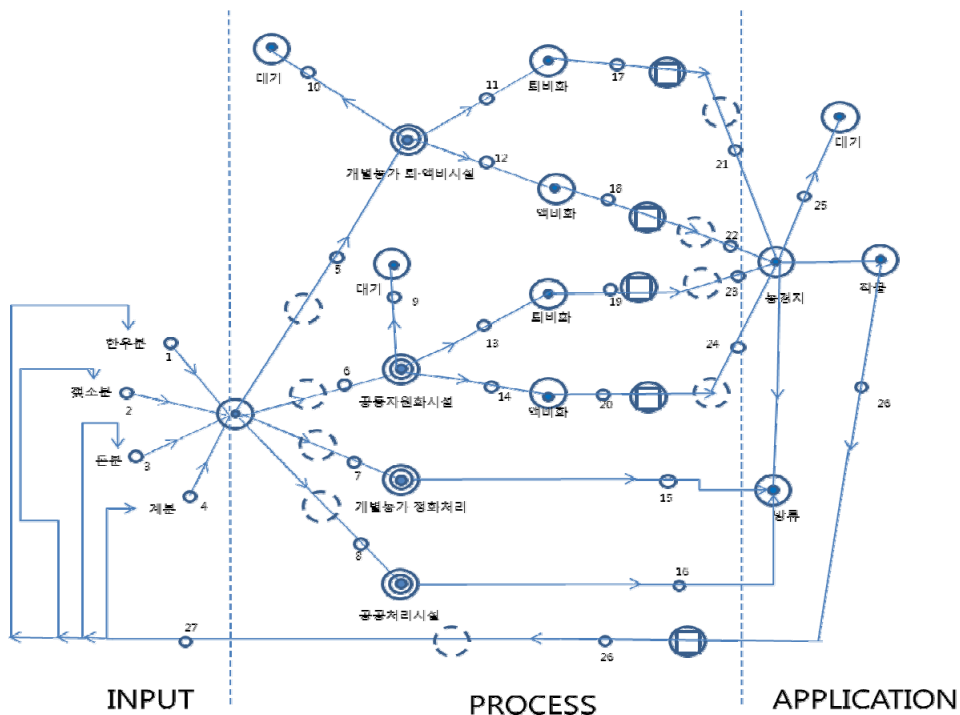
이 지수가 1에 가까울수록 경축 순환이 원활히 이루어짐을 나타낸다.

### Notation

- $a_i$  ; pig slurry produced by site  $i$  in a year
- $b_i$  ; beef cattle manure produced by site  $i$  in a year
- $c_i$  ; dairy cattle manure produced by site  $i$  in a year
- $d_i$  ; poultry manure produced by site  $i$  in a year
- $T_i = a_i + b_i + c_i + d_i$  ; total manure produced by site  $i$  in a year
- $T_{man}$  ; collected amount in Facility in a year
- $p$  ; portion of liquid phase in pig slurry
- $T_F = T_{LF} + T_{SF}$  ; total amount of fertilizer
- $T_{LF}$  ; total amount of liquid fertilizer
- $T_{SF}$  ; total amount of solid fertilizer
- $h_i$  ; rate of liquid fertilizer applied to crop  $i$

- $g_i$  ; rate of solid fertilizer applied to crop  $i$
- $A_i$  ; amount of fertilizer applied to crop  $i$
- $N_{a,l}$  ; portion of N in pig slurry liquid phase
- $N_{a,s}$  ; portion of N in pig slurry solid phase
- $N_b$  ; portion of N in beef cattle manure
- $N_{b'}$  ; portion of N in dairy cattle manure
- $N_d$  ; portion of N in poultry manure
- $P_{a,l}, \dots, K_d, X_d$ ; defined as above

지역단위 축산농가에서 발생하는 가축분뇨 유래 퇴·액비의 정량화와 함유한 비료성분의 흐름을 파악하고 더불어 화학비료와 퇴·액비의 관행 비료시비법을 통한 비료성분이 농경지 환원에 이르기까지의 양분 유입, 유출, 작물흡수 과정을 통해 질소(N), 인(P), 칼륨(K)의 사례지역별 물류분석을 수행한 결과를 바탕으로 biowates의 수학적모형화 및 이의 시스템화를 추진하였다. 기본적으로 전(全)과정평가(life cycling assessment; LCA)는 원료의 채취 및 생산단계에서부터 수송, 사용, 폐기 단계 등 투입량과 배출량을 정량화(定量化)하는데 주 목적을 두고 있으며 주로 환경에 미치는 잠재적 영향을 평가하는 방법으로서 사용되고 있다. Gunamantha(2012)의 연구를 살펴보면 LCA기법을 인도네시아의 고상폐기물 처리 및 관리방법을 평가하는데 적용하였으며 여러 가지 시나리오를 설정하여 연구를 수행하였다. 우리나라도 이와 같은 가축분뇨 퇴·액비 공정의 전(全)과정평가를 통하여 환경적 측면을 고려해야 할 필요가 있으며 이를 위한 기초연구로 물질흐름의 모니터링을 통한 수학적 모델적용을 하고자 하였다.



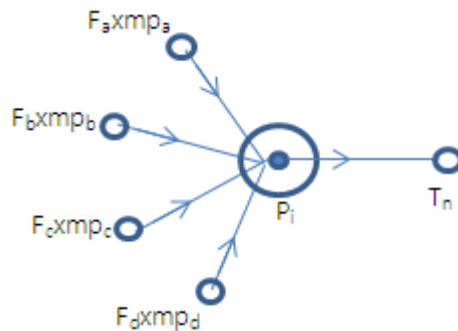
<그림 9.16> 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델

수학모형은 지역별로 가능한 모든 경로와 요인들을 고려하였고, Koenig and Tummala(1972)와 Walker(1984)에서 사용한 수학모형을 수정 및 보완·적용하여 물질흐름을 표현하고자 하였다. 우리나라의 가축분뇨 유래 퇴·액비 흐름을 살펴보면 일반적으로 공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입되어 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어 진다.

이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 <그림 9.16>에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다.

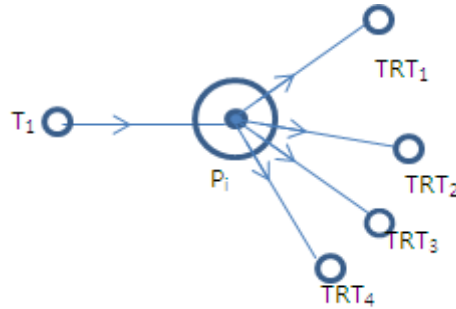
아래는 물질흐름의 일반적인 과정으로서 변형(혼합, 배분), 수송, 저장의 총 세 가지 공정을 그림으로 표현하고 각각의 공정에서의 물질흐름 간 관계를 수학적식으로 나타내고 있다.

- 물질 혼합과정(material mixing processes): <그림 9.16>의 가축분뇨의 퇴·액비화 과정을 바탕으로 수학적모델의 그래프화 및 수학적식전환을 위하여 먼저 물질 혼합과정이 필요하다. 예를 들면 다른 지역에서 각각 발생하는 축종별 가축분뇨는 자원화시설에서 혼합되어 퇴·액비화 과정을 거치게 된다. 이를 그래프화 시켜보면 <그림 9.17>과 같다.  $P_i$ 는 자원화과정을 나타내고, 이곳으로 모이는  $F_a \times mpa$ ,  $F_b \times mpb$ ,  $F_c \times mpc$ ,  $F_d \times mpd$ 는 input으로서 각 지역별, 축종별 가축분뇨로 볼 수 있다. 또 다른 예로 작물이 사용가능한 질소는 축종별 가축분뇨에 다르게 분포되어 있으므로 우분, 돈분, 계분의 질소함량을 고려하여 각각의 질소량이 혼합되어 output에 해당하는  $T_n$ 를 생산하게 된다.



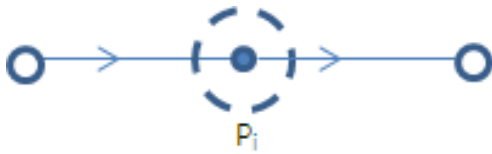
<그림 9.17> 물질의 혼합과정

- 물질 배분과정(material allocation processes): 하나의 물질이 여러 가지로 배분되는 경우도 물질흐름의 전 공정을 파악하기 위하여 고려되어야 한다. 물질배분과정을 그래프로 모식화하면 다음과 같다<그림 9.18>. 예를 들어 각 지역에서 발생하는 축종별 가축분뇨( $T_n$ )은 각 처리시설( $TRT_n$ )로 배분된다. 물질배분은 자원화과정을 거친 뒤에도 적용되어 퇴·액비는 액비와 퇴비로 각각 나뉘어 농경지로 환원된다. 이 후 각각의 농경지에도 작물에 따라 배분되는 것을 시각화할 수 있다.

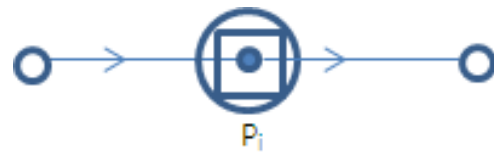


<그림 9.18> 물질의 배분과정

- 물질 수송과정(material transport processes) 및 저장과정(material storage processes): 축산농가에서 발생한 가축분뇨는 수거되어 처리시설로 수송되고 수송된 가축분뇨는 처리시설에서 가공되어 퇴·액비로 생산된다. 가축분뇨의 수거 및 운반과정은<그림 9.19>와 같이 나타낸다. 처리시설까지 운송을 마친 가축분뇨는 처리시설에서 일정시간동안 체류하게 되는데 이를 저장과정으로 볼 수 있다. 이러한 저장과정은 <그림 9.20>과 같이 나타낸다. 처리가 완료된 퇴액비는 농경지에 살포를 위하여 액비살포차량, 트랙터 등을 통하여 운반되어 농경지에 환원된다.



<그림 9.19> 물질의수송과정



<그림 9.20> 물질의 저장과정

(표 9.88)은 <그림 9.16>네트워크모델의 각 과정별 설명을 보여주고 있다. 과정 1,2,3,4는 각 사례지역의 농가에서 발생하는 가축분뇨를 나타낸다. 이는 가축분뇨 처리과정의 가장 첫 단계로서 원료의 input에 해당한다. 과정 5,6,7,8은 각 농가에서 수거된 가축분뇨가 처리시설로 수송되는 과정을 보여준다. 축종별, 지역별 특성에 따라 각 처리시설로 운반된다.

과정 9, 10은 자원화시설에서 발생하는 양분소실을 나타낸다. 과정 11, 13은 가축분뇨의 퇴비화를, 과정 12, 14는 액비화를 각각 나타내 물질의 변형에 해당한다. 과정 15, 16은 가축분뇨의 정화방류처리를 나타내고 오염물질이 저감된 형태로 변형되어 수계로 빠져나가게 된다. 과정 17, 18, 19, 20은 처리시설에서 일정시간 머무는 저장과정에 해당한다.

과정 21, 22, 23, 24는 가축분뇨의 자원화 처리 후 농경지로 환원되는 이동과정을 나타낸다. 과정 25는 농경지 살포과정에서 손실되는 양분을 나타낸다. 과정 26은 양분이 작물에 흡수되어 사료의 목적으로 저장되는 과정을 의미한다. 이 후 양분을 흡수한 사료작물이 가축의 먹이로 사용되었을 경우는 과정 27로 정의된다. 발생하는 총 양분량을  $T_F$ 라 하고, 사료작물에 적용되는 퇴·액비의 총량을  $T_c$ 라 가정한다. 또한 사료작물의 총 수확량을  $C_{tot}$ , 사료작물 중에서

가축에게 사료로 재순환되는 양을  $C_{rc}$  라 설정하면 1차년도에서 언급한 경축순환지수<sup>69)</sup>  $I$  로 나타낼 수 있는데 지수가 1에 가까울수록 경축 순환이 원활히 이루어짐을 나타낸다.

(표 9.88) 양분수지분석을 위한 네트워크 모델의 구성요소

과정종류	과정번호	과정별 설명
수송	5,6,7,8	가축분뇨 운반
	21,22,23,24	농경지 이동
	27	사료공급
저장	17,18,19,20	처리시설 저장
	26	사일리지 및 저장
변형(처리)	1,2,3,4	가축분뇨 발생
	9,10	양분소실
	11,13	퇴비화
	12,14	액비화
	15,16	방류처리
	25	양분소실

기본적인 물질흐름의 input과 output을 수학적식으로 표현하면 다음과 같다(식[1]). Input과 output을 하나의 식으로 나타내면,

$$\sum_{j=0}^{n-1} (-1)^\alpha Y_{j,i} = 0 \dots\dots\dots [1]$$

이고, 여기서  $\alpha = 1$ , if  $Y_{j,i} = Output$   
 $\alpha = 0$ , if  $Y_{j,i} = Input$

각 공정의 구성요소 간 물질흐름의 관계식을 표현하면 다음과 같다(식[2]).  $Y_{n-1}$ 은 노드와 노드를 구성하는 물질, 즉 물질흐름의 전공정중 하나의 요소이며 한 요소와 다른 요소( $T_{0,i}$ )간의 관계는 상수  $K$ 에 의하여 정의된다.

$$\begin{pmatrix} Y_{1,i} \\ Y_{2,i} \\ \vdots \\ Y_{n-1,i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_{1,i} \\ K_{2,i} \\ \vdots \\ K_{n-1,i} \end{pmatrix} Y_{0,i} \dots\dots\dots [2]$$

본 2차년도 연구에서는 총 6개 지역(전북완주, 전북정읍, 충북예산, 경남산청, 경기안성, 강원평창)의 물질흐름 수학적모형화 수립을 통하여 다른 지역에서도 적용할 수 있는 tool을 제공하고 더 나아가 유기물질을 바탕으로 한 바이오에너지가 분석을 위한 기초자료 확보를 목적으로 한다.

69)  $I = \frac{T_C}{T_F} \times \frac{C_{rc}}{C_{tot}}$  (단,  $0 \leq I \leq 1$ ) (서울대학교 동물환경생체공학실 자료 참조)

### (3) 사례지역별 biowaste 양분 (N, P, K)수지

가축분뇨의 자원화는 크게 네 종류의 시설로 나뉘어 처리되고 있다. 지역별로 차이가 있으나 일반적으로 공동자원화시설, 자체농가 퇴·액비시설, 공공처리시설, 자체농가 정화처리시설이 지역별로 운영되고 있다.

공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입된 가축분뇨는 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어 진다. 이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포되고 있다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다.

본 연구에서는 지역단위 양축농가에서 발생하는 가축분뇨 유래 퇴·액비의 정량화와 함유한 비료성분의 흐름, 더불어 화학비료와 퇴·액비의 관행 비료시비법을 통한 비료성분이 농경지 환원에 이르기까지의 양분 유입, 유출, 작물흡수 과정을 통해 질소, 인, 칼륨의 사례지역별 물류 분석에 주목적을 둔다.

가축사육두수( $f_i$ )와 발생원 단위( $mp$ )<sup>70</sup>를 곱하여 산정된다. 각 사례지역별 총 분뇨 발생량은 (표 9.89)과 같다. 이는 네트워크 모델에서 과정 1, 2, 3, 4에 해당한다.

$$\begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a \\ mp_b + sd_b \\ mp_c + sd_c \\ mp_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots [3]$$

- $f_{a_i}$  : 돼지사육두수
- $f_{b_i}$  : 한육우사육두수
- $f_{c_i}$  : 젓소사육두수
- $f_{d_i}$  : 닭사육두수
- $mp_a$  : 돈분발생량 (톤/년/마리)
- $mp_b$  : 우분발생량 (톤/년/마리)
- $mp_c$  : 젓소분뇨발생량(톤/년/마리)
- $sd_b$  : 한육우분에 포함된 톱밥양 (톤/년)
- $sd_c$  : 젓소분에 포함된 톱밥양 (톤/년)
- $mp_d$  : 계분발생량 (톤/년/수)

위의 행렬에서 모든  $T_i$  들을 더하면  $T_{man} = \sum_i^n T_i$  ; 자원화 처리시설로 반입되는 또는 농

70) 환경부의 가축별 '08배출원단위 조사결과를 사용; 소·말(13.7L/두·일), 젓소(37.7L/두·일), 돼지(5.1L/두·일), 닭(124.7L/1000수·일)을 적용함

가에서 처리되는 가축분뇨 총량이 된다. 수분조절을 위한 톱밥양은 본 연구의 사례지역에서는 통계자료가 없었으며, 톱밥가격의 상승에 따른 각 농가에서의 사용량이 감소함에 따라 제외하고 산정하였다.

(표 9.89)는 사례지역별 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황을 보여주고 있다. 식[3]을 사용하여 가축분뇨 발생량을 살펴보면 완주의 가축(한우, 젓소, 돼지, 닭)에서 발생하는 연간 총 발생량은 391,886톤으로 주로 우분과 돈분이 대부분(70.2%)을 차지한다. 발생한 가축분뇨는 배분과정(과정 5,6,7,8)을 거쳐 각각의 처리시설로 수송된다. 완주지역의 농가자체 퇴비화는 전체의 76%, 농가자체 액비화는 13%, 공공처리장은 9%, 위탁처리 공동자원화시설은 2%<sup>71)</sup>의 비율로 나누어져 처리·운영되는 것으로 나타났다.

대부분의 완주군 가축분뇨 자원화는 개별농가 퇴·액비화시설을 통해(전체의 약 89%) 처리되고 있다. 농가자체 액비화 시설을 통한 가축분뇨 처리가 상대적으로 적다는 것은 함수율이 높은 돈분뇨가 제대로 처리되지 않을 가능성이 있다. 지역특성을 고려하여 기존 농가자체 액비처리시설을 보강하거나 공공처리시설 또는 공동자원화시설 증대가 필요할 것으로 사료된다.

(표 9.89) 사례지역별 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

지역	축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/년)				
		사육두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총발생량 (톤/년)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리 시설	공공처리 시설	위탁 (공동자원화시설)
완주	한우	27,784	138,934	391,886 (100%)	297,833 (76%)	50,945 (13%)	-	35,270 (9%)	7,838 (2%)
	젓소	2,658	36,575						
	돼지	73,165	136,197						
	닭	1,830,590	80,180						
예산	한우	50,016	250,105	857,812 (100%)	711,984 (83%)	17,156 (2%)	102,937 (12%)	-	25,734 (3%)
	젓소	9,621	132,390						
	돼지	192,592	358,510						
	닭	2,666,836	116,807						
안성	한우	79,470	397,390	1,415,742 (100%)	1,057,559 (74.7%)	26,758 (1.89%)	197,779 (13.97%)	66,964.6 (4.73%)	41,057 (2.9%)
	젓소	16,579	228,135						
	돼지	308,201	573,716						
	닭	4,942,945	216,501						
정읍	한우	72,693	363,501	1,322,610 (100%)	1,104,379 (83.5%)	74,727 (5.65%)	46,291 (3.5%)	35,049 (2.65%)	62,163 (4.7%)
	젓소	6,407	88,164						
	돼지	317,470	590,970						
	닭	6,392,108	279,974						
평창	한우	16,086	80,438	121,082 (100%)	107,763 (89%)	8,476 (7%)	4,843 (4%)	-	-
	젓소	1,812	24,934						
	돼지	8,019	14,927						
	닭	17,857	782						
산청	한우	16,236	81,188	284,062 (100%)	102,262 (36%)	48,291 (17%)	85,219 (30%)	48,291 (17%)	-
	젓소	1,181	16,251						
	돼지	76,389	142,198						
	닭	1,014,262	44,425						

71) 사용된 '10년도 통계자료는 해양배출을 2%로 집계하여 해양배출이 금지된 현재를 반영하여 2%를 공동자원화시설을 통한 처리로 가정함

예산의 경우도 완주와 마찬가지로 발생한 가축분뇨의 대부분이 개별농가 퇴·액비화시설을 통해(전체의 약 85%) 처리되고 있고, 특히 퇴비처리가 많은 것이 특징이다. 가장 많은 분뇨발생축종은 돼지이므로 액비처리를 위한 시설보장이 필요해 보이며 이를 보완하기 위하여 농가 자체 공공처리시설(12%)와 공동자원화시설(3%)이 운영되고 있다.

안성은 돈분과 우분발생량이 다른축종에 비해 상대적으로 많은 지역이다. 해당 6개의 사례 지역 중 가장 많은 가축분뇨 발생량을 보이고 있다. 이를 처리하기 위하여 안성시는 개별농가 퇴·액비화시설(전체의 약 77%)을 운영하고 있으며 농가자체 공공처리시설(14%), 공공처리시설(5%)을 통해 방류처리하고 있는 실정이다. 나머지는 공동자원화시설을 통해 자원화 처리를 하고 있다.

정읍은 해당지역 중 두 번째로 많은 가축분뇨 발생량을 보이고 있으며 돈분이 상대적으로 많이 발생하고 있다. 다른 지역과 마찬가지로 발생한 가축분뇨의 대부분이 개별농가 퇴·액비화 시설(전체의 약 89%)을 통해 처리되고 있고, 퇴비처리가 압도적으로 많았다. 농가자체 정화처리시설은 3.5%, 공공처리시설 2.65%, 공동자원화시설은 4.7%의 규모로 운영되고 있다.

평창에서 발생하는 가축분뇨는 주로 우분(전체의 약 66%)이 차지하고 있다. 개별농가 퇴·액비화시설(전체의 약 96%)이 주요 자원화시설이며 공공처리시설 및 공동자원화시설은 운영되고 있지 않다.

마지막으로 산청은 돈분발생량이 상대적으로 많고 우분이 뒤따른다. 처리현황으로 개별농가 퇴비화시설(36%), 액비화시설(16%), 정화처리시설(30%), 공공처리시설(17%)로 자원화와 방류시설이 다른 지역에 비해 고르게 분포되어 있음을 확인할 수 있다.

과정 11, 12, 13, 14는 자원화처리과정을 나타내며 물질의 변형과정에 해당한다. 일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 돈분과는 처리형태가 다르다. 함수율 차이 때문인데, 한육우분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 주로 퇴비의 제조에 활용된다. 반면 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높아 고액분리를 통한 퇴비생산 즉, 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 액비와 고형분을 가공한 퇴비로 나누어 처리한다. 그럼 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 식[4]와 같이 표현할 수 있다.  $T_{LF}$  는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생된 돈슬러리량과 고액분리비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots[4]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9 에 해당한다. 고액분리 후의 돈분 고형분, 수거된 우분, 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화과정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 수분조절제인 톱밥 또는 왕겨가 추가되나 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 그 필요성이 저감된다는 점과 비용소모적인 이유로 사용이 까다롭다는 점을 적용하여 톱밥은 본 계산에서 제외하였다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots[5]$$



여기서 SD는 연간 공급되는 톱밥의 양을 나타낸다. 또한 식[3]을 참고하면  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$  으로  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$  와  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$ 는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우 또는 젓소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$ 을 나타내고  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량을 의미한다. 위의 정의들에 의해  $T_{LF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + sd_b X_{sd} \\ mp_c X_c + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots [6]$$

여기서  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust  
 $X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소 X의 비율<sup>72)</sup>

따라서 각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_b N_b \\ mp_c N_c \\ mp_d N_d \end{pmatrix} ; N \dots\dots\dots [7]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_b P_b \\ mp_c P_c \\ mp_d P_d \end{pmatrix} ; P \dots\dots\dots [8]$$

72) 농촌진흥청. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구를 참조; 한우의 경우 질소(0.5%), 인(0.6%), 칼리(0.18%); 젓소의 경우 질소(0.33%), 인(0.49%), 칼리(0.49%); 돼지의 경우 고상물은 질소(0.96%), 인(0.83%), 칼리(0.42%), 액상물은 질소(0.8%), 인(0.09%), 칼리(0.53%); 닭은 질소(1.29%), 인(0.46%), 칼리(0.59%)를 각각 적용함

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_bK_b \\ mp_cK_c \\ mp_dK_d \end{pmatrix}; K \dots\dots\dots[9]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,i}pX_{a,i}mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,i}pX_{a,l} \sum_i^n a_i \dots\dots\dots[10]$$

퇴비 내의 원소 X의 총량은

$$T_{SX} = r_{a,s}[(1-p)X_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_bmp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_cmp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_dmp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots\dots\dots[11]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다. 액비의 호기성 처리과정중 질소손실은 약 32%로 가정한다. 돈사체계에 따라 질소 손실률이 달라지는데 깔개를 넣어 키우는 돈사가 각각 25%, 50% 의 질소손실을 보였다(Rotz, 2004).

다음 단계인 저장단계에서 약 10% 추가적인 질소 손실을 보이는데 이는 돈사에서 처리되는 과정까지 평균 30% 의 질소손실이 발생하는 것으로 가정할 수 있다. 1차년도 현장조사에서 나온 데이터 (처리과정 전의 질소량과 처리후의 질소량) 역시 비슷한 수치를 나타냈는데 이를 적용해 질소손실을 산출해보면 약 34%의 질소 손실을 나타냈다. 따라서 평균 32%의 질소성분이 액비화공정중에 공기 중으로 휘산 된다고 가정하고 나머지 값을 계산하였다.

고상물 퇴비화과정의 경우 질소소실은 약 29%로 가정한다. 20~40% 질소가 퇴비화 과정중에 소실되고, Sommer(2001)의 실험에 의하면 가축분뇨의 퇴비화과정에서 약 28%의 질소소실이 발생했다고 보고하였다. 따라서 대략 평균 29%의 질소가 퇴비화과정 중에 소실된다고 가정하고 계산 하였다. 가축분뇨 자원화과정에서 인산과 칼리의 자원화 활용률은 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해, 인산과 칼리 약 10%가 미활용된 90%를 각각의 보정계수로 적용하였다(MWPS 1993). 이렇게 손실되는 양분은 네트워크 모델에서 과정 9, 10에 해당한다. 가축분뇨 총 발생량 중 질소, 인, 칼리를 중심으로 살펴보면, 질소는 2,959톤/년, 인은 1,601톤/년, 칼리는 1,550톤/년의 양분을 각각 포함하고 있다(표 9.90). 한우, 젓소, 닭에서 발생하는 분뇨는 바로 퇴비화 처리로 가정을 하여 분리하였고, 돈분의 경우는 고액분리를 통해 분리 후 저장되는 경우로 적용하여 계산을 하였다.

각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는(과정 17,18) 처리시설로 옮겨져 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 과정 중 손실량을 적용한 결과는 (표 9.91)에 나타나 있다. 완주군의 공동자원화시설을 통한 가축분뇨 처리량이 적어 개별농가 퇴액비시설을 거쳐 발생하는 질소, 인, 칼리

양이 상대적으로 많았다. 두 시설을 통해 배출되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 1,885톤, 인은 1,311톤, 칼리는 1,316톤에 해당한다.

(표 9.90) 사례지역에 따른 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))

지역	가축분뇨 형태	축종	질소(N)	인(P)	칼리(K)
완주	퇴비	----- 톤/년 -----			
		한우	695	834	250
		젓소	121	179	179
		닭	1,032	365	471
		돼지	131	113	57
	액비	돼지	981	110	650
	총계		2,959	1,601	1,550
예산	퇴비	한우	1,251	1,501	450
		젓소	437	649	649
		닭	1,504	531	686
		돼지	344	298	151
	액비	돼지	2,581	290	1,710
		총계		6,117	3,269
안성	퇴비	한우	1,987	2,384	715
		젓소	753	1,118	1,118
		닭	2,787	985	1,272
		돼지	551	476	241
	액비	돼지	4,131	465	2,737
		총계		10,209	5,428
정읍	퇴비	한우	1,818	2,181	654
		젓소	291	432	432
		닭	3,605	1,274	1,645
		돼지	567	491	248
	액비	돼지	4,255	479	2,819
		총계		10,535	4,856
평창	퇴비	한우	402	483	145
		젓소	82	122	122
		닭	10	4	5
		돼지	14	12	6
	액비	돼지	107	12	71
		총계		616	633
산청	퇴비	한우	406	487	146
		젓소	54	80	80
		닭	572	202	261
		돼지	137	118	60
	액비	돼지	1,024	115	678
		총계		2,192	1,002

(표 9.91) 지역별 가축분뇨 처리시설을 통한 가축분뇨 유래 양분의 흐름(처리 후(後))

지역	퇴비종류	질소(N)	인(P)	칼리(K)
완주	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	28	27	17
	액비	13	2	12
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	1,250	1,194	767
	액비	593	88	520
	총량	1,885	1,311	1,316
예산	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	75	80	52
	액비	53	8	46
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	2,134	2,278	1,481
	액비	1,492	222	1,308
	총량	3,754	2,588	2,887
안성	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	129	134	90
	액비	84	13	74
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	3,323	3,440	2,319
	액비	2,163	322	1,896
	총량	5,699	3,909	4,379
정읍	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	223	197	134
	액비	145	22	127
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	3,969	3,506	2,386
	액비	2,575	383	2,258
	총량	6,912	4,108	4,906
평창	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	14	22	10
	액비	3	0	3
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	347	536	240
	액비	70	10	62
	총량	434	570	314
산청	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	0	0	0
	액비	0	0	0
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	440	423	261
	액비	369	55	324
	총량	809	478	585

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33%로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지표면 살포 시 소실될 것으로 가정한다(Rotz, 2004; University of Minnesota Fact Sheet). 따라

서 완주지역의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 1,429톤이 될 것으로 사료된다(과정 25).

예산은 질소 6,117톤/년, 인 3,269톤/년, 칼리 3,495톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 생성되는 것으로 나타났다. 각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 각 처리시설로 수송되어 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 과정 중 손실량을 적용한 양분의 흐름은 (표 9.91)에 나타나 있다.

예산의 가축분뇨 처리현황을 보면 대부분 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화 처리되는 것을 확인할 수 있다, 공동자원화시설 및 개별농가 처리시설을 통해 자원화 되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 3,754톤, 인은 2,588톤, 칼리는 2,887톤에 해당한다. 여기서 가공된 퇴·액비의 농경지 환원방법이 농지표면에 직접살포(broadcast application)하는 방식이 쓰인다고 가정하여 산정하면 예산지역의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 2,802톤/년이 될 것으로 예측된다.

안성지역의 자원화처리과정 전(前) 단계에 해당하는 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량을 살펴보면, 질소 10,209톤/년, 인 5,428톤/년, 칼리 5,842톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 1차적으로 생성되는 것으로 나타났다. 각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 각 처리시설로 수송되어 퇴·액비화 과정을 거치게 된다. 안성지역의 가축분뇨 대부분이 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화처리를 거치고 나머지는 공동자원화시설을 통하게 되므로 과정 중 손실량을 적용하여 산정하면 가축분뇨 유래 질소는 연간 5,699톤, 인은 3,909톤, 칼리는 4,379톤에 해당하는 것으로 나타났다.

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접살포(broadcast application)하는 방식(액비는 약 33%, 퇴비는 약 20%의 소실률)을 적용하면 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소량은 4,267톤/년이 될 것으로 예측된다.

정읍에서는 질소 10,535톤/년, 인 4,856톤/년, 칼리 5,550톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 생성된다. 각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 각 처리시설로 수송되어 퇴·액비화 과정을 거치게 되는데 정읍의 가축분뇨 처리현황을 보면 대부분 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화 처리되는 것을 확인할 수 있다, 따라서 공동자원화시설 및 개별농가 처리시설을 통해 자원화 되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 6,912톤, 인은 4,108톤, 칼리는 4,906톤에 해당하는 것으로 나타났다.

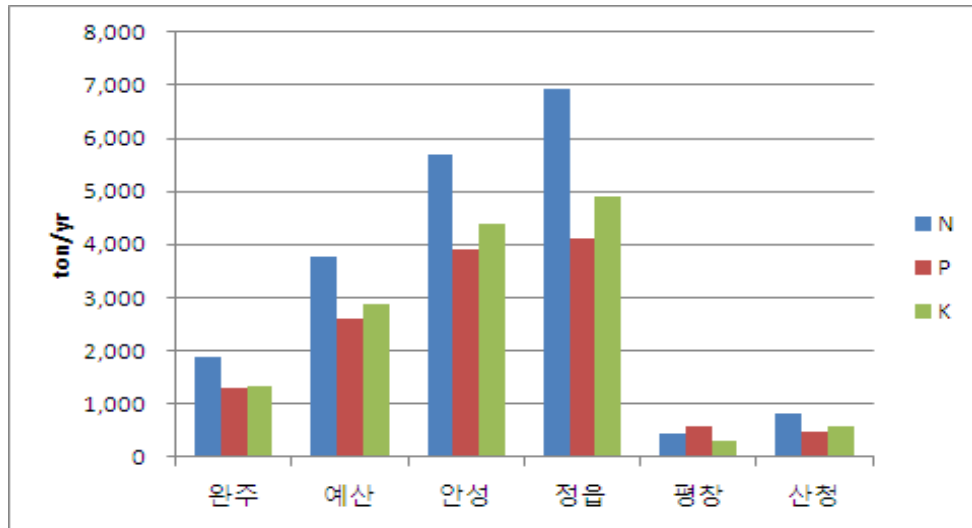
여기서 질소의 경우 농경지 직접살포(broadcast application)시 공기 중으로 휘산되는 소실률을 적용하여 산정하면, 정읍의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 5,176톤/년이 될 것으로 예측된다.

평창에서는 질소 616톤/년, 인 633톤/년, 칼리 343톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 생성된다. 평창의 가축분뇨 처리현황을 보면 대부분 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화 처리되는 것을 확인할 수 있다. 따라서 공동자원화시설 및 개별농가 처리시설을 통해 자원화 되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 434톤, 인은 570톤, 칼리는 314톤에 해당한다. 하지만 농경지 살포방식 중 하나인 직접살포를 실시 할 경우, 생성되는 질소 434톤/년 중 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 338톤/년이 될 것으로 예측된다.

마지막으로 산청에서는 질소 2,192톤/년, 인 1,002톤/년, 칼리 1,165톤/년의 양분을 포함한

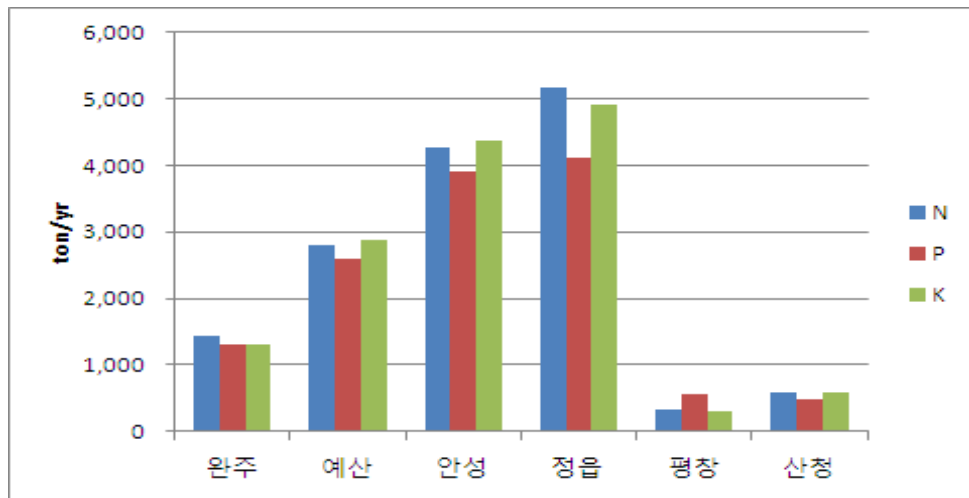
가축분뇨가 생성되는 것으로 나타났다. 각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 각 처리시설로 수송되어 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 과정 중 손실량을 적용한 양분의 흐름을 살펴보면 가축분뇨 유래 질소는 연간 809톤, 인은 478톤, 칼리는 585톤에 해당한다.

다른 지역과 마찬가지로 가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면으로의 직접살포방식이 쓰인다고 가정하면 산청지역의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 599톤/년이 될 것으로 예측된다.



<그림 9.21> 사례지역에 따른 가축분뇨 내 질소, 인, 칼리의 정량분석 (처리 후(後))

<그림 9.21>은 사례지역에서 발생하는 가축분뇨가 포함하고 있는 질소, 인, 칼리의 양을 비교한 그래프이다. 처리시설 후(後) 단계에 해당하는 양분량을 나타낸 것으로 지역의 축종별 가축사육두수 및 가축분뇨 처리현황과 직접적인 관련이 있다. 가장 많은 질소가 발생하는 지역은 정읍지역으로 안성, 예산, 완주지역이 뒤를 이었다. 평창과 산청지역은 다른 지역에 비하여 상대적으로 낮은 질소발생을 보였다. 질소는 일반적으로 다른 양분인 인과 칼리에 비하여 가축분뇨에 많이 포함되는 것으로 보이며 비료성분의 중요한 양분역할을 함과 동시에 환경오염의 주요성분이 될 수도 있음을 고려할 때 특히 정읍지역과 안성지역의 정교한 가축분뇨 관리가 필요할 것으로 사료된다. 인과 칼리 역시 질소와 마찬가지로 정읍, 안성, 예산, 완주 순으로 많이 발생하는 경향을 띄었다. 가축사육두수가 적은 평창과 산청지역의 가축분뇨 유래 퇴·액비는 연간 1,000톤 미만의 인과 칼리를 포함하는 것으로 나타났다.



<그림 9.22> 사례지역에 따른 질소, 인, 칼리의 농경지 환원

자원화시설을 거친 가공된 가축분뇨, 즉 퇴·액비의 농경지 환원 비료성분량은 농경지 살포 방법에 따라 달라진다. 특히 액비의 경우 직접살포(broadcast application)을 취할 경우 상당량의 질소가 공기 중으로 휘산되어 소실되므로 양분수지 시 반드시 소실률을 고려하여야 한다. 반면 상대적으로 인과 칼리는 살포방식에 영향을 받지 않는다. 질소 휘산은 악취를 수반하여 퇴액비의 농경지 환원 시 민원문제를 야기시킨다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 살포와 동시에 경운하여 흙으로 복토하는 방법, 또는 장비 개발을 통한 양분소실과 악취발생이 적은 기계적인 방법이 필수적이다. 디스크해로우를 장착한 액비살포기로 지표살포, 또는 액비 주입기를 통한 지중살포가 기계적 장비개선의 예로 볼 수 있다. 하지만 일반적으로 직접살포방식이 현재 관행적으로 사용된다는 전제를 본 연구결과에 적용하였다. <그림 9.22>는 직접살포를 실시하였을 때 소실되는 질소량을 적용하여 나타낸 결과이다.

정읍의 경우 칼리양과 비슷한 수준의 질소 발생량을 보였고, 안성, 예산, 완주지역의 질소량은 인과 칼리와 비교하여 조금 더 많이 발생하거나 비슷한 수준인 것으로 나타났다. 평창의 경우 오히려 질소보다 인의 발생량이 더 많이 나타난 것으로 분석되었다. 이는 평창지역은 한우의 사육두수가 돼지의 사육두수보다 많아 질소가 더 많이 포함되어 있는 돈분 발생이 적었던 점이 그 원인으로 사료된다. 산청의 경우 질소, 인 칼리양이 비슷한 수준으로 발생하는 것으로 나타났다.

#### 라. 지역단위 통합수학모델[case study A지역]

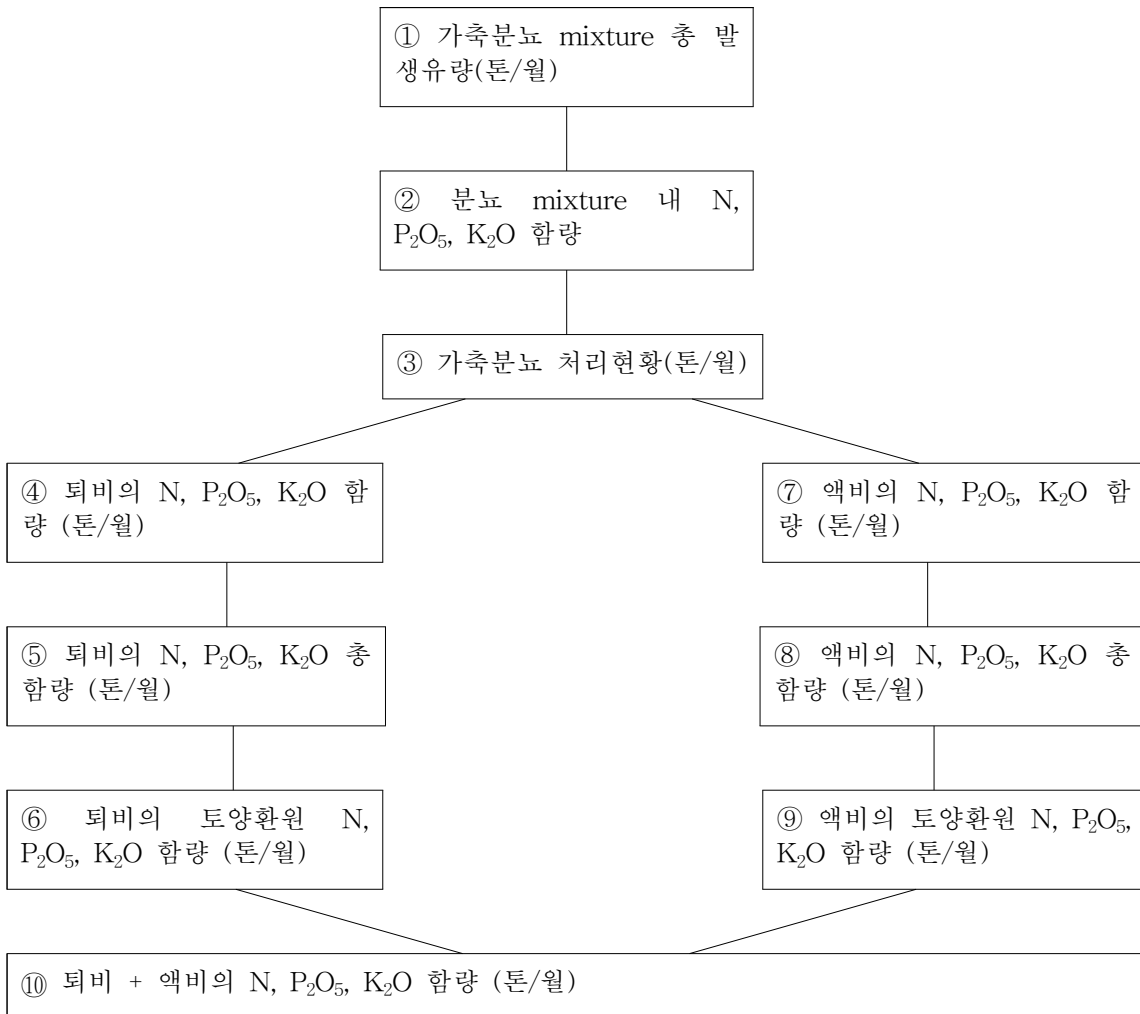
1, 2차년 연구에서는 지역단위 축산농가에서 발생하는 가축분뇨 유래 퇴·액비의 정량화와 함유한 비료성분의 흐름을 파악하고 더불어 화학비료와 퇴·액비의 관행 비료시비법을 통한 비료성분이 농경지 환원에 이르기까지의 양분 유입, 유출, 작물흡수 과정을 통해 질소(N), 인(P), 칼륨(K)의 사례지역별 물류분석을 하였다. 이를 바탕으로 biowates의 수학모형화 및 이의 시스템화를 기본목표로 두어 우리나라 가축분뇨 퇴·액비 공정의 전(全)공정평가를 통하여 환경적

측면을 고려하고자 하였으며 이를 위한 기초연구로 물질흐름의 모니터링을 통한 수학적 모델 적용을 하고자 하였다.

양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 앞서 언급되었던 <그림 9.16>에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다. 가축분뇨 유래 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다.

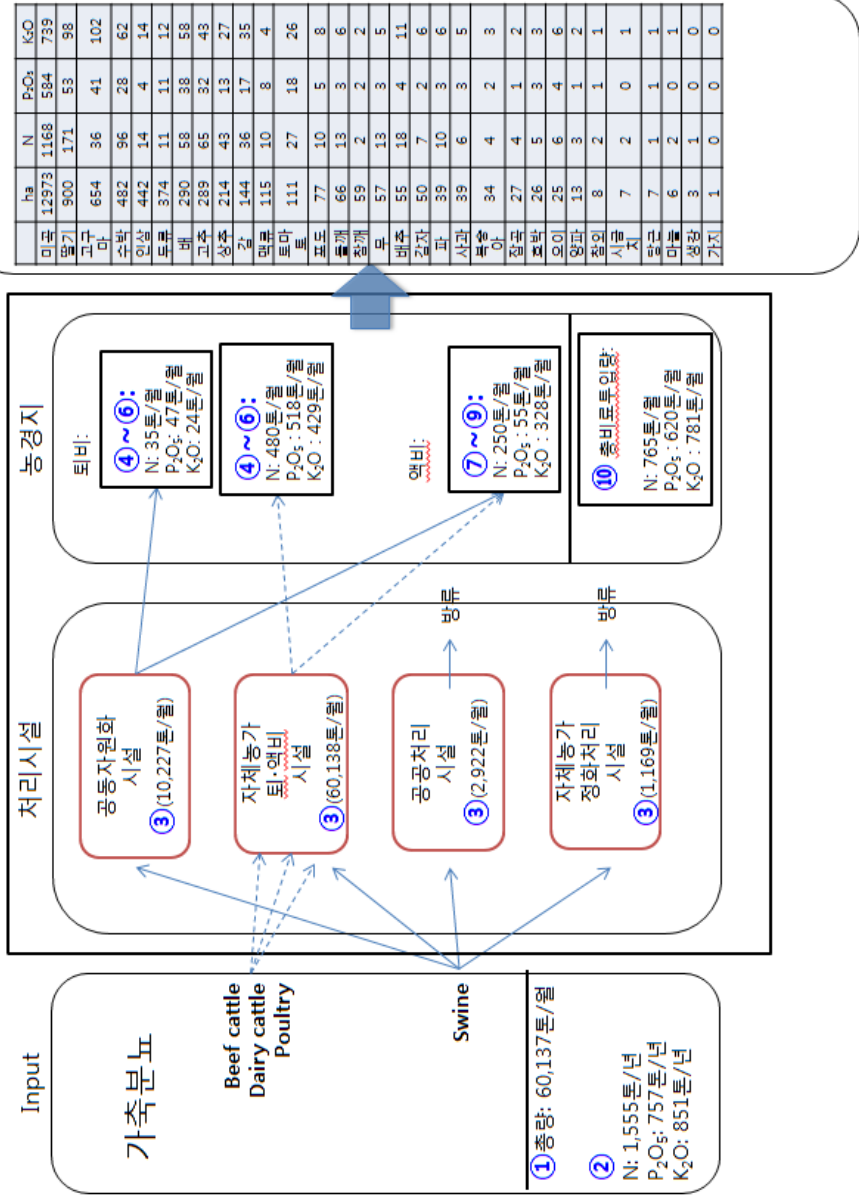
(표 9.92)는 지역별 가축분뇨 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 수지유량 logic flow를 보여주고 있다. 각각의 번호는 특정지역에서 발생한 가축분뇨가 지역현황에 맞게 처리되어 토양환원에 이르기까지의 순서를 나타낸다. 이를 바탕으로 마이크로소프트사의 엑셀프로그램을 이용한 양분수지 tool을 제공한다.

(표 9.92) 지역별 가축분뇨 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 수지유량 logic flow (A지역)





A지역



<그림 9.23> A지역의 축종별 가축분뇨 양분 흐름도 (발생-->처리-->토양환원)

① 가축분뇨 총 발생유량(톤/월):

$$\Sigma[(\text{축종별 사육두수}^{73}) \times \text{축종별 가축분뇨발생원단위}^{74}) / 1000 \times 365\text{일}] / 12\text{월}$$

② 분뇨 내 N, P2O5, K2O 함량:

$$N: (\text{한우분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(N, \%)}^{75}) / 100 + (\text{젓소분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(N, \%)} / 100) + (\text{돼지분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(N, \%)} / 100) + (\text{가금분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(N, \%)} / 100)$$

$$P2O5: (\text{한우분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P2O5, \%)} / 100) + (\text{젓소분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P2O5, \%)} / 100) + (\text{돼지분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P2O5, \%)} / 100) + (\text{가금분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P2O5, \%)} / 100)$$

$$K2O: (\text{한우분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K2O, \%)} / 100) + (\text{젓소분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K2O, \%)} / 100) + (\text{돼지분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K2O, \%)} / 100) + (\text{가금분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K2O, \%)} / 100)$$

③ 가축분뇨 처리현황(톤/월):

가축분뇨 총 발생유량 x 처리시설(%; 공동자원화시설, 자체농가 퇴액비시설(개별사업자 포함), 공공처리시설, 자체농가 정화처리시설)

73) 축종별 사육두수

	축종별 가축사육두수 (마리, 수)
한우	22,029
젓소	4,283
돼지	188,357
닭·오리	4,610,270

74) 축종별 가축분뇨 발생원단위

한우: 13.7 kg/d

젓소: 37.7 kg/d

돼지: 5.1 kg/d

가금: 0.12 kg/d

75) 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구(농촌진흥청, 2008)를 바탕으로 가축분뇨 혼합물의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O의 재산정한 값을 적용함

구분	주요성분	분(%)	뇨(%)	평균
한우	N	2.01	2.01	2.01
	P2O5	2.41	0.21	1.31
	K2O	0.72	1.77	1.25
젓소	N	2.14	2.14	2.14
	P2O5	3.18	0.57	1.88
	K2O	3.18	0.57	1.88
돼지	N	2.43	2.43	2.43
	P2O5	2.1	0.27	1.19
	K2O	1.06	1.61	1.34
산란계	N	1.39		1.39
	P2O5	0.62		0.62
	K2O	0.68		0.68
육계	N	1.19		1.19
	P2O5	0.29		0.29
	K2O	0.50		0.50
닭·오리	N	3.30		3.30
	P2O5	1.18		1.18
	K2O	1.51		1.51

④ 퇴비의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 함량 (톤/월):

- 한우분뇨(톤/월) x 주요성분(N, 분%)
- 한우분뇨(톤/월) x 주요성분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 분%)
- 한우분뇨(톤/월) x 주요성분(K<sub>2</sub>O, 분%)
- 젓소분뇨(톤/월) x 주요성분(N, 분%)
- 젓소분뇨(톤/월) x 주요성분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 분%)
- 젓소분뇨(톤/월) x 주요성분(K<sub>2</sub>O, 분%)
- 가금분뇨(톤/월) x 주요성분(N, 분%)
- 가금분뇨(톤/월) x 주요성분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 분%)
- 가금분뇨(톤/월) x 주요성분(K<sub>2</sub>O, 분%)

⑤ 퇴비의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 총 함량 (톤/월):

- N:  $\sum\{[(\text{한우분뇨(톤/월)}) \times \text{주요성분(N, 분\%)}] + [\text{젓소분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(N, 분\%)}] + [\text{가금분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(N, 분\%)}]\}$
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:  $\sum\{[\text{한우분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P}_2\text{O}_5, \text{ 분\%)}] + [\text{젓소분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P}_2\text{O}_5, \text{ 분\%)}] + [\text{가금분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P}_2\text{O}_5, \text{ 분\%)}]\}$
- K<sub>2</sub>O:  $\sum\{[\text{한우분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K}_2\text{O, 분\%)}] + [\text{젓소분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K}_2\text{O, 분\%)}] + [\text{가금분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K}_2\text{O, 분\%)}]\}$

⑥ 퇴비의 토양환원 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 함량 (톤/월):

- N:  $0.8 \times \sum[(\text{⑤N} \times \text{공동자원화시설(\%)} \times (1-0.29)^{76})] + [(\text{⑤N} \times \text{자체농가 퇴액비시설(\%)} \times (1-0.29))]$
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:  $\sum[(\text{⑤P}_2\text{O}_5 \times \text{공동자원화시설(\%)} \times 0.9)^{77}] + [(\text{⑤P}_2\text{O}_5 \times \text{자체농가 퇴액비시설(\%)} \times 0.9)]$
- K<sub>2</sub>O:  $\sum[(\text{⑤K}_2\text{O} \times \text{공동자원화시설(\%)} \times 0.9)^{78}] + [(\text{⑤K}_2\text{O} \times \text{자체농가 퇴액비시설(\%)} \times 0.9)]$

⑦ 액비의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 함량 (톤/월):

- 돼지분뇨(톤/월) x 주요성분(N, 뇨%)
- 돼지분뇨(톤/월) x 주요성분(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 뇨%)
- 돼지분뇨(톤/월) x 주요성분(K<sub>2</sub>O, 뇨%)

⑧ 액비의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 총 함량 (톤/월):

- N:  $\sum[(\text{돼지분뇨(톤/월)}) \times \text{주요성분(N, 뇨\%)}]$
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:  $\sum[\text{돼지분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(P}_2\text{O}_5, \text{ 뇨\%)}]$
- K<sub>2</sub>O:  $\sum[\text{돼지분뇨(톤/월)} \times \text{주요성분(K}_2\text{O, 뇨\%)}]$

76) 퇴비화 과정에서의 질소 소실량: input의 29%  
77) 퇴비화 과정에서의 인산 소실량: input의 10%  
78) 퇴비화 과정에서의 칼리 소실량: input의 10%

⑨ 액비의 토양환원 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 함량 (톤/월):

$$N: 0.67 \times \sum[(\textcircled{8}N \times \text{공동자원화시설}(\%) \times (1-0.32)^{79}) + (\textcircled{8}N \times \text{자체농가 퇴액비시설}(\%) \times (1-0.32))]$$

$$P_2O_5: \sum[(\textcircled{8}P_2O_5 \times \text{공동자원화시설}(\%) \times 0.9)] + [\textcircled{8}P_2O_5 \times \text{자체농가 퇴액비시설}(\%) \times 0.9]$$

$$K_2O: \sum[(\textcircled{8}K_2O \times \text{공동자원화시설}(\%) \times 0.9)] + [\textcircled{8}K_2O \times \text{자체농가 퇴액비시설}(\%) \times 0.9]$$

⑩ 퇴비 + 액비의 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 함량 (톤/월):

$$N: \sum(\textcircled{6} + \textcircled{9})$$

$$P_2O_5: \sum(\textcircled{6} + \textcircled{9})$$

$$K_2O: \sum(\textcircled{6} + \textcircled{9})$$

### 마. 지역단위(case study)통합수학모델의 유의성 검증

전연한 바와 같이, 퇴비와 액비에서 토양으로 환원되는 양분을 계산하기 위해서는 퇴비와 액비 살포시 손실되는 양을 고려해야 한다. 가공된 퇴·액비의 농경지 환원시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33%로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지표면 살포시 소실될 것으로 가정한다(Rotz, 2004; University of Minnesota Fact Sheet).

따라서 퇴비와 액비로부터 토양으로 환원되는 N, P, K의 총량(톤/월)을 각  $T_{TN}$ ,  $T_{TP}$ ,  $T_{TK}$ 라고 하면

$$T_{TN} = (1-0.33)T_{LN} + (1-0.2)T_{SN}; N \dots \dots \dots (1)$$

$$T_{TP} = T_{LP} + T_{SP}; P \dots \dots \dots (2)$$

$$T_{TK} = T_{LK} + T_{SK}; K \dots \dots \dots (3)$$

A지역의 퇴비와 액비에서 토양으로 환원되는 N, P, K의 총량

(표 9.93) A지역의 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/월)				
	사육두수 (마리)	발생량 (톤/월)	총 발생량 (톤/월)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리 시설	공공처리 시설	위탁 (공동자원화 시설)
한우	22,029	9,180	60,137 (100%)	38,175	7,645	1,169	2,922	10,227
젖소	4,283	4,911						
닭·오리	4,610,270	16,827						
돼지	188,357	29,219						

79) 액비화 과정에서의 질소 소실량: input의 32%

(표 9.94) A지역의 축종별 가축 분뇨 처리 비율

축종	처리비율					
	퇴비화	액비화	정화방류처리	공공처리장	위탁처리	미분류
돼지	46%	5%	4%	1%	35%	0%
기타 가축	80%	20%	0%	0%	0%	0%

(표 9.92)와 (표 9.93)의 값을 이용하여 A지역의 퇴비와 액비토양으로 환원되는 N, P, K의 총량을 구하면 다음과 같다.

(표 9.95) A지역의 가축분뇨 형태별, 질소, 인, 칼리 토양 환원량

시설	구분	N (톤/월)	P2O5(톤/월)	K2O(톤/월)
공동자원화	퇴비	14.1	19.3	9.8
	액비	101.9	22.4	133.4
자체농가	퇴비	500.5	546.5	442.9
	액비	148.5	32.6	194.3
총계		765.0	620.8	780.4

사례 지역의 작물별 재배 면적과, 작물별 면적당 질소, 인, 칼리 요구량 값을 이용하면 사례 지역에 필요한 양분의 연간 필요량을 계산할 수 있다. 양분 X의 월간 필요량을  $T_{RX}$ (톤/월), 작물 y의 재배면적을  $a_y$ (ha), 작물 y의 단위 면적당 양분 X의 필요량을  $m_{X,y}$ (kg/10a)라고 하면

$$T_{RX} = \sum_y^n (a_y m_{X,y} \div 10 \times 1000 \div 12) \dots \dots \dots (4)$$

(표 9.96) 작물별 단위 면적당 양분 요구량(kg/10a)

작물 종류	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	작물 종류	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
미곡	9	4.5	5.7	당근	20	9.6	12.2
맥류	8.8	7.2	3.6	양파	24	7.7	15.4
잡곡	15.8	3	6.3	생강	17.3	3.5	10.3
두류	3	3	3.2	마늘	25	7.7	12.8
고구마	5.5	6.3	15.6	고추	22.5	11.2	14.9
감자	13.7	3.3	11.4	파	25	6.6	14
딸기	19	5.9	10.9	가지	30	12.6	21.4
수박	20	5.9	12.8	참깨	2.9	3.1	3.2
참외	25	7.7	16	들깨	20	4.3	9.2
토마토	24	16.4	23.8	인삼	3.1	0.9	3.2
배추	32	7.8	19.8	사과	15	8	12
오이	24	16.4	23.8	포도	13	7	10
호박	20	13.3	12.6	배	20	13	20
시금치	25	5.9	11.9	복숭아	13	7	10
상추	20	5.9	12.8	감	25	12	24

A지역의 작물 양분 월간 필요량 계산: A지역의 재배 작물 현황은 다음과 같다. (재배 면적이 전체의 3% 미만인 작물은 제외)

(표 9.97) A지역의 작물 현황

종류	재배면적(ha)	비율
미곡	12,973	74%
딸기	900	5%
고구마	654	4%

(표 9.95)와 (표 9.96)의 값을 이용하여 A지역의 작물 양분 월간 필요량을 계산하면 다음과 같다.

(표 9.98) A지역의 작물별 양분 월간 필요량

작물 종류	재배비율	N(톤/월)	P2O5(톤/월)	K2O(톤/월)
미곡	74%	1,427	584	739
딸기	5%	171	53	98
고구마	4%	36	41	102
총계	83%	1,634	678	940

추가 비료 필요량과 환경 부하의 계산: 양분 X의 월간 필요량  $T_{RX}$ 와 퇴비와 액비를 통해 작물에 공급되는 양분 X의 총량  $T_{TX}$ 의 차이를 비교하면 비료의 추가투입여부를, 또는 가축분뇨 퇴·액비에 포함된 양분의 과다투입으로 인한 환경부하 여부를 결정할 수 있다.

양분 X의 화학비료 추가투입 필요량을  $A_X$ 라고 하면

$$A_X = \begin{cases} T_{RX} - T_{TX} & (T_{RX} \geq T_{TX}) \\ 0 & \end{cases} \dots\dots\dots(5)$$

(질소의 화학비료 추가투입량에 관한 실제 엑셀식은 “=IF(AB6-(V6+V15)\*12>=0, AB6-(V6+V15)\*12, 0)” 으로 표현되며 <그림 9.24>에 적용되었음)

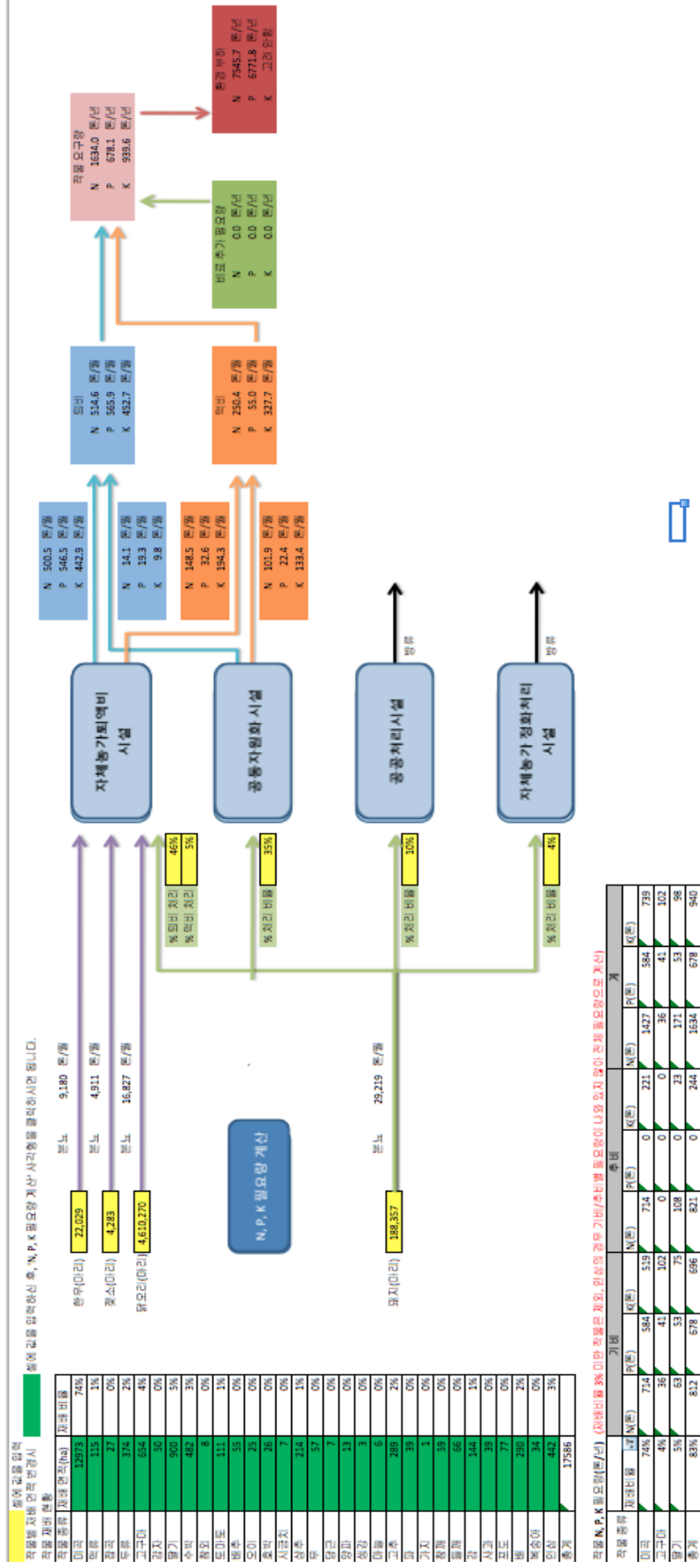
양분 X가 과다 투입되는 경우 환경부하를  $B_X$ 라고 하면

$$B_X = \begin{cases} T_{TX} - T_{RX} & (T_{TX} > T_{RX}) \\ 0 & \end{cases} \dots\dots\dots(6)$$

(질소의 환경부하량에 관한 실제 엑셀식은 “=IF(AB6-(V6+V15)\*12<0, -AB6+(V6+V15)\*12, 0)” 으로 표현되며 <그림 9.24>에 적용됨; 환경부하의 경우 N, P만 고려하고, K는 고려하지 않음)

A지역의 작물 양분 월간 필요량과 양분 토양 환원량 비교: (표 9.98)과 (표 9.95)의 값을 비교해 보면 A지역의 경우 달마다, 질소가 653톤, 인이 578톤 초과 공급되고 있음을 알 수 있다.

<그림 9.24>는 마이크로소프트 엑셀 spread sheet의 매크로를 활용하여 지금까지 사용된 수학적식을 코드화하여 손쉽게 가축분뇨 양분수지를 구할 수 있는 tool 모델 [ver. 1]을 보여주고 있다. 녹색으로 표시된 부분은 특정지역의 작물재배현황을 입력하는 셀이며 노란색으로 표시된 부분은 축종별 가축두수 및 가축분뇨 처리현황을 입력하도록 되어있다. 이 값들은 지역의 통계자료로 쉽게 구할 수 있다. 입력값을 제외한 나머지 값들은 ‘N, P, K 필요량 계산’ 을 클릭하면 자동으로 산출된다.



<그림 9.24> 엑셀 spread sheet을 사용한 가축분뇨 양분수지 tool 모델 ver. 1.

작물에 사용되는 비료는 (모든 작물이 해당하지는 않지만) 일반적으로 기비와 추비로 나누어 시비하는 방법이 쓰이고 있다. 기비와 추비는 작물상태, 토양조건, 날씨 등 여러 가지 변수에 의해 시비시기가 달라질 수 있다. 이 모든 변수를 고려하기에는 어려움이 있어 본 연구에서 사용한 기비/추비 일정표는 양분수지 tool을 제작하는데 사용하기 위한 월별 기비·추비 평균값을 사용하였음을 밝히는 바이다<그림 9.25>.

기비 투입 (투입하려는 달의 셀마다 1을 입력)      기비 투입 시기(참고용)  
 추비 투입 (투입하려는 달의 셀마다 2을 입력)      추비 투입 시기(참고용)  
 색으로 표시된 기비, 투입 시기는 참고값이며, 색과 상관없이 기비 투입은 1, 추비 투입은 2를 각 달에 입력하시면 됩니다.

작물 종류	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
미곡	1	1	1			2		2				
맥류		2							1			
잡곡		1			2							
두류		1	1									
고구마				1								
감자		1										
딸기		2						1				
수박		1			2	2						
참외	1			2								
토마토			2			1						
배추						1			2			
오이	2				1							
호박		1			2							
시금치			2			1						
상추					1		2					
무			2					1				
당근			1		2							
양파		2						1				
생강			1			2						
마늘			2			1						
고추			1		2					1		
파					1			2				
가지	1					2						
참깨		1										
들깨						1				2		
감	1					2						
사과	1				2					1		
포도						2				1	1	
배					2							1
복숭아						2			1			
인삼						1			1			

<그림 9.25> 작목별 기비/추비 월별시비일정

<그림 9.26>은 A지역의 작목별 N 환경부하량/월80) 및 추가비료 요구량/월81)을 보여주고 있다. 지역에서 발생하는 가축분뇨가 처리되어 토양에 환원될 때, 즉 기비와 추비로 사용될 때 환경부하량이 많은 시기는 화학비료의 시비를 최소화하고 가축분뇨 유래 퇴액은 적당히 분산할 필요가 있다.

80) 엑셀 식: =IF(B71 - ('flow chart'!\$V\$6 + 'flow chart'!\$V\$15) < 0, -B71 + ('flow chart'!\$V\$6 + 'flow chart'!\$V\$15), 0)

81) 엑셀 식: =IF(B71 - ('flow chart'!\$V\$6 + 'flow chart'!\$V\$15) >= 0, B71 - ('flow chart'!\$V\$6 + 'flow chart'!\$V\$15), 0)



N 월별 요구량(톤)

작물 종류	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
미국	237.8	237.8	237.8	0.0	0.0	356.8	0.0	356.8	0.0	0.0	0.0	0.0
맥류	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0
잡곡	0.0	2.3	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
두류	0.0	5.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고구마	0.0	0.0	0.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
감자	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
딸기	0.0	108.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.0	0.0	0.0	0.0	0.0
수박	0.0	38.6	0.0	0.0	28.9	28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
참외	1.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
도마토	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
배추	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0
오이	3.2	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
호박	0.0	2.6	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
시금치	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
상추	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	0.0	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
무	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0
당근	0.0	0.0	0.4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
양파	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
생강	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
마늘	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고추	0.0	0.0	14.9	0.0	25.1	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	0.0	0.0
파	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
가지	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
참깨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
들깨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	0.0
감	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
사과	1.7	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
포도	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	0.0
배	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.6
복숭아	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0
인삼	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0
총계	262.6	409.8	283.4	36.9	105.8	441.6	21.4	429.8	26.7	28.8	3.0	40.6
환경부하 (톤)	502.4	355.2	481.6	728.1	659.2	323.3	743.6	335.2	738.3	736.2	762.0	724.4
추가 비료 요구량(톤)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<그림 9.26> A지역의 월별 N 환경부하량 및 추가비료 요구량

<그림 9.27>은 A지역의 작목별  $P_2O_5$  환경부하량/월<sup>82)</sup> 및 추가비료 요구량/월<sup>83)</sup>을 보여주고 있다. 질소와 마찬가지로 지역에서 발생하는 가축분뇨가 처리되어 토양에 환원되어 작물의 기비와 추비로 사용될 때 월별 수치를 확인하여 환경부하량이 많은 시기는 화학비료의 시비를 최소화하고 가축분뇨 유래 퇴액은 적당히 분산할 필요가 있다.

82) 엑셀 식: =IF(B108 - ('flow chart'!\$V\$7 + 'flow chart'!\$V\$16) < 0, -B108 + ('flow chart'!\$V\$7 + 'flow chart'!\$V\$16), 0)

83) 엑셀 식: =IF(B108 - ('flow chart'!\$V\$7 + 'flow chart'!\$V\$16) >= 0, B108 - ('flow chart'!\$V\$7 + 'flow chart'!\$V\$16), 0)

P 월별 요구량(톤)

작물 종류	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
미곡	194.6	194.6	194.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
맥류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0
잡곡	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
두류	0.0	3.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고구마	0.0	0.0	0.0	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
감자	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
말기	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0
수박	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
참외	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
토마토	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
배추	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
오이	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
호박	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
시금치	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
상추	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
당근	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
양파	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
생강	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
마늘	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고추	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0
파	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
가지	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
참깨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
들깨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
감	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
사과	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
포도	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8	0.0
배	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6
복숭아	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
인삼	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
총계	201.6	211.9	209.4	13.7	6.9	8.7	0.0	22.1	3.6	13.6	1.8	12.6
환경부하 (톤)	419.2	409.0	411.4	607.1	613.9	612.1	620.8	598.7	617.2	607.2	619.0	608.3
추가 비료 요구량(톤)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<그림 9.27> A지역의 월별 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 환경부하량 및 추가비료 요구량

<그림 9.28>은 A지역의 작목별 K<sub>2</sub>O 환경부하량/월<sup>84)</sup> 및 추가비료 요구량/월<sup>85)</sup>을 보여주고 있다. 질소와 인산의 경우와는 달리 칼리는 환경오염에 직접적으로 영향을 미치는 요소가 아니지만 비료양분의 효율성 측면에서 고려해야 할 요소로 판단된다. 따라서 환경부하량이 많은 시기는 화학비료의 시비를 최소화하고 가축분뇨 유래 퇴·액비는 적당히 분산하여 칼리사용에 있어 효율성을 극대화 할 필요가 있다.

84) 엑셀 식: =IF(B145 - ('flow chart'!\$V\$8 + 'flow chart'!\$V\$17) < 0, -B145 + ('flow chart'!\$V\$8 + 'flow chart'!\$V\$17), 0)

85) 엑셀 식: =IF(B145 - ('flow chart'!\$V\$8 + 'flow chart'!\$V\$17) >= 0, B145 - ('flow chart'!\$V\$8 + 'flow chart'!\$V\$17), 0)

K 월별 요구량(톤)

작물 종류	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
미곡	173.0	173.0	173.0	0.0	0.0	110.3	0.0	110.3	0.0	0.0	0.0	0.0
맥류	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
잡곡	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
두류	0.0	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고구마	0.0	0.0	0.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
감자	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
딸기	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0
수박	0.0	10.3	0.0	0.0	15.4	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
참외	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
토마토	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
배추	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0
오이	1.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
호박	0.0	0.5	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
시금치	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
상추	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
무	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
당근	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
양파	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
생강	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
마늘	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
고추	0.0	0.0	8.8	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0
파	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
가지	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
참깨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
들깨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0
감	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
사과	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
포도	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	1.3	1.3	0.0	0.0
배	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7
복숭아	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
인삼	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0
총계	180.9	203.1	197.6	34.3	47.0	150.1	6.8	136.9	11.7	12.8	1.3	9.7
환경부하(톤)	599.5	577.3	582.8	746.1	733.4	630.3	773.6	643.5	768.7	767.6	779.1	770.7
추가 비료 요구량(톤)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<그림 9.28> A지역의 월별 K<sub>2</sub>O 환경부하량 및 추가비료 요구량

## 6. 온실가스 감축효과

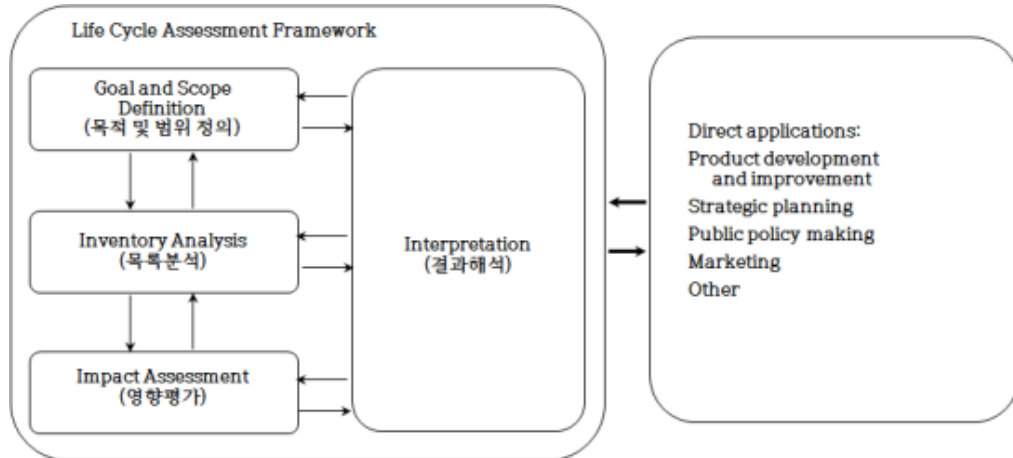
### 가. 전과정평가(LCA) 개요

#### (1) LCA 정의

LCA(Life Cycle Assessment)란 대상 제품이나, 공정, 서비스의 정의된 시스템의 전과정에 대한 투입물 및 산출물 목록을 취합하고, 이러한 투입물, 산출물에 관련된 잠재적인 환경영향을 평가하는 방법론이다. 본 연구에서는 LCA 기법을 통해 바이오피아 실증 가능 지역을 대상으로 바이오피아 조성 시 발생할 온실가스배출량의 변화를 파악하고자 하였다. 또한, 바이오매스 순환단지(Biopia) 조성 시 입지할 필요시설 중 바이오가스플랜트, 목재펠릿 생산시설, 가축분뇨 공동자원화시설에서의 생산과정에서 발생하는 환경영향과 자원 및 에너지소비량을 파악하고자 하였다.

## (2) LCA의 구성

ISO 14040에 의하면 LCA는 목적 및 범위정의(Goal and Scope Definition), 목록분석(Inventory Analysis), 영향평가(Impact Assessment), 결과해석(Life Cycle Interpretation)으로 구성된다.



<그림 9.29> LCA의 구성요소

## (3) 목적 및 범위 설정(Goal and Scope Definition)

목적 및 범위정의는 LCA의 첫 번째 단계로 연구목적이 무엇이며, 결과를 어디에 적용할 것인가를 설정하는 과정이다. LCA는 사용목적에 따라 수집하는 자료, 분석방법, 결과 등이 달라지기 때문에 먼저 LCA를 어떤 목적으로 사용할 것인지를 명확히 해야 한다.

연구의 범위에는 시스템 경계, 기능단위(functional unit), 영향평가 방법, 데이터의 요구조건, 연구의 가정 및 제한요인 등이 포함된다. 연구범위의 폭과 깊이는 목적정의에서 설정한 바를 충분히 다룰 수 있도록 설정해야 하며, 모든 설정과 가정은 근거를 제시하여 투명성이 보장될 수 있도록 해야 한다.

기능단위란 제품시스템에 의해 발생하는 주요한 기능을 나타내는 단위를 말한다. 이 기능단위는 목록계산 시 기준이 된다. 기능단위는 제품의 효율, 내구성과 수명 등을 고려하여 설정해야 한다. 기능단위의 예를 들면 페인트 시스템의 코팅 면적 (m<sup>2</sup> coated area/kg of paint), 1L의 음료를 담을 수 있는 포장용기 부피, 냉장고 1대 등이 있다.

시스템 경계 설정은 전과정평가의 결과에 영향을 미친다. 경계를 설정하는 표준화된 방법은 없지만 제품시스템에 관여하는 필요한 모든 input/output 항목들이 포함되도록 시스템의 경계가 설정되어야 한다.

결과적으로 목적정의 및 범위 설정 과정을 수행하는 동안 다음과 같은 질문에 관한 답을 얻을 수 있다. 즉, LCA를 왜 수행하는가, LCA를 통해 얻고자하는 것은 무엇인가, 연구하려는 대상제품은 무엇인가, Life cycle의 정의는, 시스템 경계는 어디까지인가, 데이터의 수집과 수집방법은, 데이터 질의 목표는, 어떤 지표(parameter)를 사용할 것인가, 어떤 영향평가 방법을 사용할 것인가 등이다.

#### (4) 목록분석(Inventory Analysis)

목록분석은 연구범위에서 설정한 시스템을 대상으로, 시스템으로 들어오고 나가는 모든 에너지, 원료, 제품, 부산물 및 환경오염물 등의 종류와 양을 기록하여 목록화하는 과정으로 환경부하를 계산하는 과정이다. 즉, 전과정 목록분석은 시스템으로 투입되는 input 항목과 배출되는 output 항목을 정량화하는 과정이다.

목록분석 과정은 반복적이라는 속성을 지니고 있다. 즉, 목표정의 및 범위에 규정된 연구목적, 시스템 경계, 데이터 질 관련 제반 요건 등을 염두에 두고 목록분석이 이들 규정사항과 일치하는지의 여부를 지속적으로 검토하여야 한다. 예를 들어 수집된 데이터가 연구목표에 어긋날 경우 데이터 수집을 중단하거나 데이터 수정이 불가능하다고 판단될 경우에는 목표 및 범위 정의를 수정해야 한다.

목록분석 단계는 일반적으로 process tree 작성, 데이터 수집, 각 공정별 환경부하 계산 및 합산 과정으로 이루어진다. Process tree 작성은 일반적으로 LCA 연구의 대상이 되는 제품의 제조공정을 시점으로 upstream과 downstream 공정들을 연계시키는 작업이다. 즉, 대상제품의 다른 구성 요소(원자재, supplier, 사용 및 폐기)와 대상제품간의 연계관계를 diagram으로 작성하는 것이다.

Process tree에 나타난 각 공정별로 input과 output data를 수집해야 한다. 데이터의 수집에는 방대한 시간과 노력이 요구되기 때문에 현장데이터의 수집과는 별도로 대상제품의 제조공정과 유사한 제품의 문헌데이터와 데이터베이스를 활용한다. 만약 하나의 process에 여러 개의 데이터source가 존재한다면, 최악의 경우로 간주한 데이터를 사용하는 것이 실용적이다. LCA에서 이용 가능한 데이터의 출처에는 실제 측정치, 인터뷰, 문헌자료, 이론적인 모델, LCA 소프트웨어의 자료(데이터베이스) 및 법적 기준치 등이 있다.

각 공정별로 수집된 데이터는 해당공정의 제품기준으로 환경부하를 나타내야 한다. 이때 대부분의 경우 환경부하의 할당이 필요하게 된다. 할당은 multi-input, multi-output공정과 open loop recycling 경우에 발생된다.

각 공정별로 환경부하 계산이 종료된 후에는 software를 이용하여 process tree상의 모든 공정에 환경부하 자료를 입력한다. 이들 환경부하 자료들에 각 공정이 최종 제품에 기여하는 정도를 곱한 후 합산한 것이 목록분석 결과이다. 목록분석 결과는 기능단위 기준으로 나타내며, 환경부하 즉 제품의 전과정 동안 소모된 자원사용량과 환경오염물 배출량 등을 지표별로 나타낸다.

경우에 따라서는 전과정 목록분석 결과를 의사결정의 보조 수단으로 활용하기도 한다. 그러나 비교할 수 있는 대안이 필요하다. 이 경우 “적을수록 좋다”라는 기준에 의거하여 비교한다. 시스템 전체로 볼 때 목록결과만을 가지고 어떤 제품이 환경적으로 친화적인가에 대한 판단을 할 수는 없다. 따라서 이들 결과만으로는 환경에 미치는 영향을 파악할 수는 없다. 이것이 전과정 목록분석의 한계이다. 시스템 전체로 환경친화성을 평가하기 위해서는 목록분석 결과를 토대로 영향평가를 수행하여야 한다.

### (5) 영향평가(Impact Assessment)

영향평가는 목록분석 단계에서 작성된 지표(input/output 항목)들이 환경에 미치는 잠재적인 영향을 평가하는 과정이다. 영향평가는 분류화, 특성화 및 가치평가의 3단계로 구성된다.

분류화란 영향평가의 첫 번째 단계로서, 예상되는 환경영향의 형태를 토대로 목록분석에서 도출된 항목 중 유사한 환경영향을 나타내는 항목들을 하나의 환경영향범주로 모으는 과정이다. 이렇게 하는 것은 목록항목에 의해 야기되는 환경영향을 단순화하기 위해서이다. 여기서 가장 중요한 점은 영향평가에서 고려할 영향범주를 결정하는 일인데 크게 3가지의 영향범주로 나눌 수 있다. (표 9.99)에 나타낸 것처럼 영향범주는 천연자원, 생태계 및 인간보건으로 나누어진다. 각각의 영향범주에는 종속되는 세부영향범주들이 포함된다.

(표 9.99) 환경영향범주

천연자원	생태계	인간보건
에너지, 자원	지구온난화	인간 독성
	오존층파괴	
	산성화	
	부영양화	
	광화학 산화물 생성	
	생태계독성	

분류단계에서 목록항목을 각각의 영향범주에 연결시켰으나, 아직 영향의 정도를 알 수 있는 것은 아니므로 영향의 정도를 파악하는 특성화 과정이 필요하다. 특성화란 세부영향범주내로 분류된 항목들이 세부영향범주에 미치는 영향을 정량화하는 과정이다. 정량화 과정에는 특성화모델이 사용되며, 이 모델은 목록항목이 세부영향범주에 미치는 영향을 정량화(또는 정성화)하는 도구이다. 상응인자 모델은 여러 종류의 특성화 모델중 하나에 불과하지만 정량적인 결과를 도출할 수 있고 사용상의 편리함 때문에 널리 사용되고 있다. 상관관계로부터 도출된 영향정도는 분석된 목록항목이 환경에 잠재적으로 미치는 영향의 크기를 나타낼 수 있어야 한다.

가치평가를 ISO 14040에서는 weighting이라 칭한다. 가치평가는 각각의 영향범주들이 환경전반에 미치는 영향을 고려하여 영향범주간에 상대적인 중요도(weight)를 부여하는 과정이다. 가치평가는 서로 다른 영향에 대한 주관적인 평가를 하는 것으로 과학적인 사실에 근거하는 것이 아니라 환경영향에 주어지는 사회성, 정치성, 윤리성 등에 따라 가중치를 부여한다. 따라서 가치평가는 국가에 따라, 문화에 따라 다르며 또한 시간에 따라서도 다르다. 일반적으로 가치평가를 할 때에는 가역성(Reversibility), 시간(Time), 지역 (Area), 예방(Precautionary) 등의 기준에 따라 가중치를 부여한다.

영향범주간의 가중치를 결정할 때 사용되는 접근방법으로는 Expert panels, Monetization, Environmental standards 등이 있다. 대표적인 실제방법에는 Delphi-like method, ET method, Eco-Indicator method 및 Eco-scarcity method 등이 있다.

## (6) 결과해석(Interpretation)

결과해석은 도출된 inventory 결과 또는 영향평가 결과를 토대로 주요한 환경상의 이슈를 찾는 과정이다. 이를 주요이슈 규명(key issue identification)이라 한다. 주요이슈규명은 dominance analysis를 통하여 수행된다. 민감도 분석(sensitivity analysis) 역시 결과해석 시 수행된다. 민감도 분석은 사용된 데이터, 가정, 특성화인자값 등이 LCA 결과에 미치는 영향을 파악하는 과정이다.

확정된 주요 이슈들은 해당제품의 전과정중 환경에 미치는 영향이 큰 공정들이다. 이들 공정들의 환경에 미치는 영향을 저감시키기 위하여 설계 엔지니어, 생산요원, 마케팅 요원 등 제품관련 요원들이 해당공정의 대안을 제시한다. 이들 대안들을 토대로 해당공정의 환경성을 LCA를 통하여 평가, 환경에 미치는 영향이 가장 적은 대안을 선택하게 됨으로서 환경개선을 도모할 수 있게 한다.

### 나. 전과정평가(LCA) 소프트웨어 소개

LCA 소프트웨어는 LCA 수행을 보조하는 도구로 특히 전과정 목록분석(LCI) 결과와 전과정 영향평가(LCIA)의 수행을 돕는데 유용하게 이용된다. 현재 상용화된 LCA 소프트웨어는 여러 국가별로 개발되어 GaBi, TEAM, CMLA 등 다양한 종류가 있으며 각 국가별 산업 및 물질 데이터베이스를 내부에 구축하고 있어서 데이터 수집 단계에서 대체 데이터로 이용이 가능하며 데이터 검증에 필요한 계산을 지원한다.

국내에도 LCA 수행을 위한 소프트웨어가 개발되어 있으며 이 중에서도 환경부와 한국환경산업기술원에서 제공·지원하는 TOTAL 소프트웨어와 한국생산기술연구원(KNCPC)에서 지원하는 PASS 소프트웨어가 대표적이다.

본 절에서는 해당연구에서 사용한 소프트웨어인 PASS 소프트웨어에 대한 설명과 특징을 간략히 소개하고자 한다.

#### (1) PASS 소프트웨어의 특징 및 기능 소개

PASS (Product Assessment for Sustainable Solutions) 소프트웨어는 산업통상자원부 산하의 한국생산기술연구원에서 무료로 제공하고 있는 국내 최초의 LCA 소프트웨어이다. 현재 3.13 버전과 재 최근에 업데이트된 PASS 4.0 버전을 한국생산기술연구원 산하 청정생산연구센터의 국가 LCI 정보망 웹사이트(<http://www.kncpc.re.kr/lci/index.asp>)에서 구할 수 있다. 또한 환경부와 산업통상자원부에서 제공하는 국가 LCI DB와 더불어 PASS 4.0의 매뉴얼 파일을 제공하여 소프트웨어의 이용을 돕고 있다. 이 소프트웨어의 주요 기능과 특징은 사용자가 화면에 직접 공정 구조를 구성하고 공정 간의 연결 관계를 설정, 물질명 관리 시스템으로 동일한 물질을 여러 가지 다른 이름으로 지칭하여 영향평가 수행 시 누락되는 문제점을 방지함, 평가 결과에 영향을 줄 수 있는 특정 데이터 항목을 지정하여 변화를 주어서 변동된 결과를 산출, closed loop recycle (단순고리 재활용) 공정 연산 가능, 국가 LCI 데이터베이스를 통해 인터넷 다운로드로 최신의 데이터베이스 이용 가능, ISO14048에서 다루는 항목을 내부 데이터화하여 입력 관리 할 수 있으며, 데이터베이스 제작을 위해 데이터를 산출하는 기업에서 내장된 ISO 양식을 이용하여 데이터를 제출할 수 있다. 또한 이와 같이 DB 제작 및 이용에 쓰이는 표준액

셀형식의 파일 외에 TEAM, SimaPro 및 GaBi프로그램에서 엑셀형식으로 내보낸 파일을 가져올 수 있으며 부분적으로 호환이 가능하다. 또한 버전 업데이트되면서 추가된 부가 기능으로는 1) BOM 파일 가져오기로 기본적으로 프로젝트 내 각 공정들을 수작업으로 입력해야 하나, 개별공정의 개수가 많고 입력해야 할 공정 간 관계가 구조화 되어 있다면 BOM 파일에 각 공정별 데이터를 모두 입력한 뒤 공정을 일괄적으로 추가할 수 있는 기능이 있다. BOM 파일의 템플릿은 PASS에서 내려 받을 수 있으며, 입력해야 할 공정과 데이터 수가 많은 경우에는 BOM 파일 불러오기 기능을 이용하여 신속하게 데이터를 입력할 수 있다. 2) PASS 프로그램을 버전업하거나 재설치하는 경우 이전 프로그램을 삭제해야하기 때문에 사용자가 추가한 물질명이 전부 삭제되는 문제가 있다. 따라서 PASS에 내장된 물질명 전체를 내보내거나 다시 불러오는 기능이 있다. 3) 또한 PASS는 대부분의 물질 단위를 포함하고 있으나 가끔 필요한 단위가 없는 경우가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 물질단위 편집화면에서 사용자 정의 단위를 추가/삭제할 수 있다. 4) 공정별 에너지에 대한 정보를 요약하여 제공하는 기능을 제공하며, 요약 결과는 엑셀 파일로 바로 저장하여 이용할 수 있다. 5) PASS 구 버전 1.5~3.13 사이의 파일을 불러와서 현 버전 4.0으로 자동 변환하는 기능이다. 데이터파일 구조가 변경되어 직접 호환이 되지 않으므로 구 버전에서 신 버전으로 파일변환이 필요하다. 6) 온실가스(GHG) 공정별 배출량 조회 기능으로 각 개별 단위공정에 포함된 CO<sub>2</sub>의 값을 직접배출량과 간접배출량으로 구분하여 표시하는 기능이다. 직접배출량은 사용자가 직접 입력한 값을 기준으로 계산된 값이고 간접배출량은 상위흐름과 하위흐름에 사용된 DB (수송, 에너지 이용 등)에 포함된 값을 계산한 것이다.

공정명	레벨	GHG	직접배출량(kg)	간접배출량(kg)
OA	1	Carbon dioxide(CO2)	0	19522208270922.7
소각	2	Carbon dioxide(CO2)	0	540959055949.865
Syn gas	2	Carbon dioxide(CO2)	0	18376324246667.2
OXO	2	Carbon dioxide(CO2)	0	1164328341.2224
2-EH	2	Carbon dioxide(CO2)	0	426577805932.752
폐수 처리	2	Carbon dioxide(CO2)	0	177182834031.719
Nitrogen(환경부)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	334992137065.228
Steam(여천)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	3250705575.939
LPG	3	Carbon dioxide(CO2)	0	3938105052418.31
Electricity	3	Carbon dioxide(CO2)	0	2031821203.58593
Industrial water...	3	Carbon dioxide(CO2)	0	155442354.50104
Industrial water...	3	Carbon dioxide(CO2)	0	4.619002118725...
Electricity	3	Carbon dioxide(CO2)	0	6.037599259455...
DW(여천)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	8.691625599852...
Steam(여천)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	9.659539699338...
DW(여천)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	29249753798.672
Syn gas	3	Carbon dioxide(CO2)	0	14012648407122.9
Diesel	3	Carbon dioxide(CO2)	0	24880920059.1801
CW(여천)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	22024663637.254
가성소다(Caust...	3	Carbon dioxide(CO2)	0	136843895200
Propylene	3	Carbon dioxide(CO2)	0	1164328341.21047
CW(여천)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	9.214688545636...
Nitrogen(환경부)	3	Carbon dioxide(CO2)	0	9.975406672990...

<그림 9.30> PASS프로그램내의 공정별 온실가스배출량



연소배출물 계산 기능으로 또한 연료 종류에 따른  $CO_2$  배출량을 간단히 확인할 수 있으며, 연료의 사용량과 종류만 선택하면 발열량, 탄소배출계수와 연료 산화율,  $CO_2$  변환계수를 이용하여  $CO_2$  배출량(kg)을 계산해준다. 그리고 전과정 목록(LCI) 분석 결과 조회 화면에서는 최종 연산된 목록 분석 결과만 조회할 수 있으나 공정별로 입력된 raw데이터는 공정별로만 확인이 가능하다. 따라서 한 화면에서 각 개별공정별로 입력된 데이터를 프로젝트 전체 데이터로 모아서 보여줄 수 있는 기능이 있으며, 프로젝트 내 운송 정보를 요약하여 표시한다. 9) 그리고 일부 물질의 양 등 변수가 변화함에 따라 연산 결과가 달라짐을 확인하는 민감도 분석 방법인 Variable Change 기능을 수행하여 변경된 목록분석의 비교가 가능하다.

## (2) PASS 소프트웨어를 이용한 타 연구 사례

PASS 소프트웨어는 앞서 소개한바와 같이 국내 최초로 상용화된 소프트웨어로서 농업 뿐 아니라 건설업, 제조업, 철도업, 자동차업 등 다양한 산업분야의 연구에 이용되고 있어 객관적인 신뢰성이 매우 높은 소프트웨어이다. PASS 소프트웨어를 이용한 연구결과에 대한 리스트는 다음과 같다.

NO.	연구명	연구기관	년도
1	간략화된 전과정 평가를 이용한 자동차 대차의 환경영향 진단	한국철도학회	2005
2	Comparative LCA(life cycle assessment) between two different model of Electric Motor Unit(EMU)	한국철도학회	2007
3	전과정평가를 통한 마늘의 탄소배출량 산정연구	한국유기농업학회	2012
4	시설재배 상추에 대한 전과정평가 (LCA) 방법론 적용	한국토양비료학회	2010
5	유기농자재의 탄소배출량 산정을 위한 전과정평가(LCA)	한국유기농업학회	2012
6	시설상추 농가를 대상으로 하는 bottom-up 방식 LCA 방법론의 농업적 적용	한국토양비료학회	2011
7	LCA S/W를 활용한 건축프로젝트의 환경부하량 시산	중앙대학교	2006
8	LCA 기법을 이용한 도로공사의 환경성평가 사례연구	경남과학기술대학교	2011
9	도로건설공사의 환경요인 전과정평가(LCA) 분석 및 사례 연구	경상대학교	2009
10	LCA를 이용한 산업폐기물 소각공정의 환경영향 개선	울산대학교	2010
11	제품의 친환경적 디자인 개발을 위한 환경영향평가 적용 방안 : 자동차 FOG LAMP HOUSING 사례분석을 중심으로	한국디자인학회	2011
12	전기압력밥솥의 전과정평가	아주대학교	2007
13	시설방울토마토의 생산과정에 있어 탄소배출량 산정과 농산물의 탄소라벨링	한국유기농업학회	2011
14	전과정평가의 농업적 적용 : 시설 상추 생산체계에 대한 전과정평가 및 사례분석	서울시립대학교	2011
15	콘크리트 전과정 $CO_2$ 배출량 및 경제성 최적설계 평가 시스템 개발	한국콘크리트학회	2011
16	건축물의 LCA를 위한 원단위 작성 및 프로그램 개발 연구	한국건설기술연구원	2004

## 7. 바이오가스 제조설비 전과정평가

### 가. 바이오가스 개요

바이오가스(Biogas)란 유기물이 산소가 없는 극도의 환원(혐기성)상태에서 혐기성 미생물(Anaerobic Micro-organism)에 의해 분해되어 발생하는 메탄( $CH_4$ )을 주성분으로 하는 혼합기체를 말한다. 바이오가스의 조성은 유기물의 종류, 혐기성 미생물의 활성, 생물화학적 혐기반응 조건에 따라 차이가 있으나 일반적으로 55~70%의 메탄, 30~40%의 이산화탄소( $CO_2$ ), 수소( $H_2$ ), 황화수소( $H_2S$ ), 암모니아( $NH_3$ ), 수분( $H_2O$ ), 각종 휘발성 지방산(Volatile Fatty Acid)으로 구성된다.

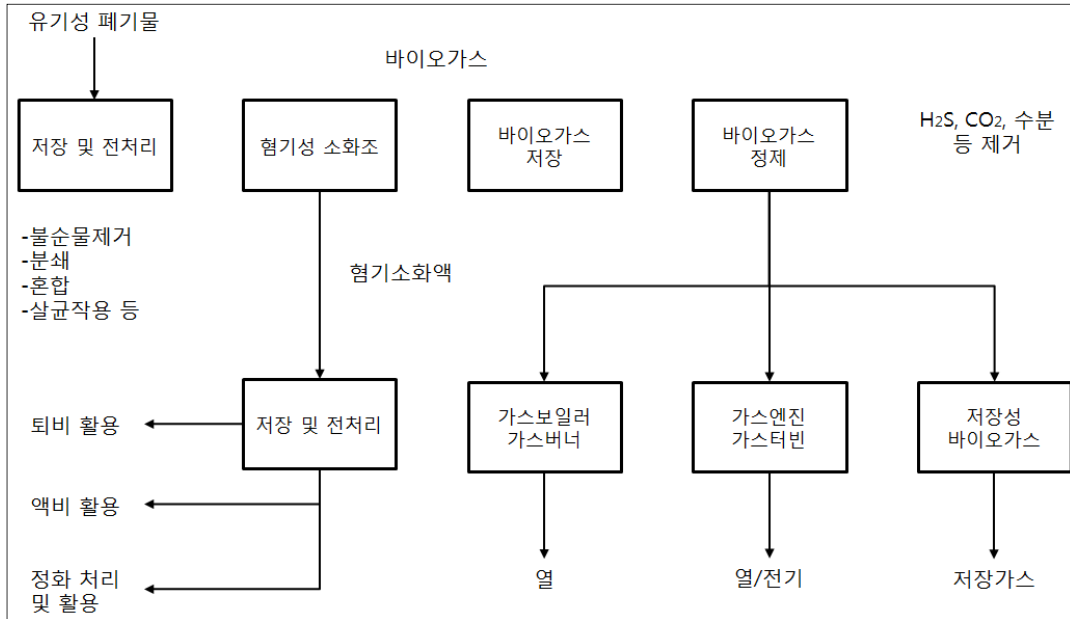
바이오가스의 주성분인 메탄은 도시가스(천연가스)의 주성분이기도 하며, 메탄가스는 1  $Nm_3$  당 8,560kcal의 저위발열량(LHV: Lower Heating Value)를 가진다. 따라서 약65%의 메탄을 포함하는 바이오가스는 1  $Nm_3$  당 약 5,550kcal의 저위발열량을 가진다. 바이오가스 중의 이산화탄소와 기타 가스를 제거하고 메탄을 분리·정제하여 얻어지는 바이오메탄은 발열량이 높은 부탄( $C_4H_{10}$ )가스를 보조열원으로 추가함으로써 도시가스 수준의 열량을 가지는 저장성이 높은 수송용연료로 전환이 가능하다.

바이오가스는 바이오가스의 분리·정제과정 없이 기존 가스보일러를 이용해 직접연소가 가능하며 가스엔진, 가스터빈, 증기터빈 발전기를 이용하여 전기에너지로 변환시킬 수 있다. 근래 독일에서는 전력생산과 폐열회수를 동시에 진행하는 열병합 발전으로 플랜트 내에 사용하고 남은 잉여전력을 판매하고, 회수열은 소화조 가온과 인근지역의 난방열로 공급하는 사례가 많다. 우리나라의 경우 바이오가스 플랜트의 보급이 활성화되지 않아 회수열을 소화조 가온에만 제한적으로 사용하고 있다. 바이오가스 중 메탄을 분리·정제하여 바이오메탄올로 이용하는 경우에는 발전설비의 가동효율을 향상시킬 수 있으며, 압축과정을 거쳐 저장성이 높은 수송용 연료로 활용가치를 높일 수 있다. 또한 최근에는 연료전지기술과 접목하여 발전효율을 향상시키는 방법도 연구되고 있다.

### 나. 바이오가스플랜트 공정개요 및 LCA 수행모형 설정

본 절에서는 바이오가스 제조설비 중 일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트에 대한 전과정 환경영향을 평가하기 위해 앞의 1절에서 설명한 LCA의 각 단계별로 고려해야하는 세부적인 사항들에 대해 정의·규정함으로써, 모형을 설정하고자 한다.

본 연구에서 조사한 바이오가스플랜트(처리용량 100톤/일 규모)의 바이오가스 제조를 위한 기본 공정은 <그림 9.31>과 같다.



<그림 9.31> 바이오가스 제조공정흐름

## (1) 목적 및 범위 정의

### (가) 목적 정의

본 바이오가스플랜트 전과정평가의 목적은 바이오가스의 온실가스 배출량 산정을 통해 우리나라 설비들의 환경성을 분석하고, 나아가 바이오피아 구축 시 바이오가스 제조시설이 도입될 경우 본 시설이 미치는 환경영향이 어느 정도인지 예측이 가능하도록 하나의 데이터베이스화하는 것이 주목적이다.

### (나) 대상청중

이 연구의 결과는 바이오에너지 분야에 관심이 있는 불특정 다수에게 공개될 것이며, 우리나라 바이오에너지 산업발전을 위한 정부정책 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

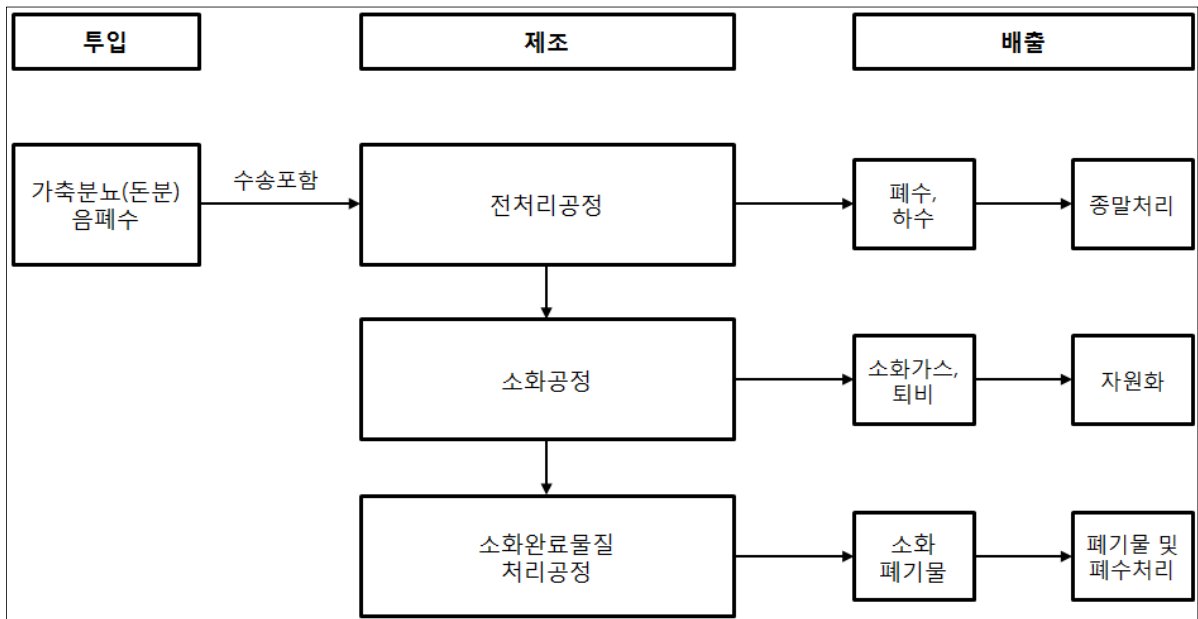
### (다) 기능, 기능단위 및 기준흐름

본 연구의 대상공정 및 제품은 바이오가스 생산까지의 전과정에 걸친 공정이며, 지구온난화에의 영향을 정량적으로 분석하고자 하는데 수행 목적을 두고 있다. 따라서 공정 또는 제품이 지니고 있는 모든 기능을 대상으로 정의할 수 있으며, 기능단위로는 기능을 구현하여 판매되는 용도에 따라  $1Nm_3$ ,  $1kWh$  등으로 설정이 가능하다. 바이오가스의 기능은 에너지원으로서의 기능을 하며, 기능단위는 바이오가스  $1Nm_3$  생산이다. 기준흐름은 전력  $1kWh$  생산에 투입되는 바이오가스의 양으로 정의한다.

### (라) 시스템경계

본 연구에서의 LCA의 시스템경계는 <그림 9.32>에 주어진 바와 같이, 바이오가스 원료물

질의 투입, 바이오가스 생산, 생산된 바이오가스의 운송 및 이용, 그리고 부산물 및 폐기물의 처리를 포함한다. 원료물질의 투입에서 운송은 원료물질의 집하장에서 바이오가스 생산시설까지의 운송으로 한정한다. 바이오가스의 생산은 원료물질의 전처리공정과 전처리된 원료물질의 소화공정을 포함한다. 마지막으로 부산물 및 폐기물의 처리는 소화완료물질 처리공정을 통해 시스템경계에 포함된다.



<그림 9.32> 바이오가스의 시스템경계

**(마) 데이터 범주**

바이오가스 설비에 투입되는 물질은 원료물질, 보조물질, 에너지가 포함된다. 원료물질은 돈분과 음폐수이며, 보조물질은 악취제거를 위한 탈취제와 폐수정화용 약품이고, 에너지로는 바이오가스 제조설비 및 폐수정화시설에 사용되는 전기와 음폐수 수송용 연료인 경유가 된다. 산출물로는 주요 제품인 바이오가스 및 부산물(퇴비), 대기 및 수계로의 배출물이 고려되었다

**(바) 데이터 품질 요건**

데이터 품질에 대한 기술은 연구결과의 신뢰성을 판단하는 것과 적절한 결과해석을 위해서 매우 중요하기 때문에 데이터품질의 요구사항이 연구목표와 범위에 부합되도록 규정되어야 한다. 데이터 품질은 데이터를 수집하는 방법 또는 통합하여 가공하는 방법뿐만 아니라 데이터의 정량적, 정성적 특성에 의해서 정해진다. 본 연구에서 사용된 데이터의 품질 요건 및 데이터 출처는 아래의 (표 9.100)과 같다.

(표 9.100) 데이터 품질 요건 및 데이터 출처

구 분	전과정 단계	
	원료채취, 원료제조, 운송, 폐기	바이오가스 생산
시간적 범위	최신 국가 공인 데이터베이스의 정의에 따름	2011년 1월 2011년 12월 1년간 데이터
지역적 범위	원료 생산지 데이터 동일 물질에 대한 국내 데이터	국내
기술적 범위	업계 평균 데이터	누적 평균 데이터
데이터 출처	국가 공인 데이터베이스 문헌 데이터	현장데이터(측정, 계산 또는 추정)

본 연구에서 사용한 데이터 출처의 각 항목에 대한 정의는 다음과 같다. 측정치는 제품 생산량, 투입된 전기 소비량 등과 같이 현장에서 숫자로 관리하는 데이터들을 일컫는다. 전기소비량, 소각용 연료 등과 같이 공장 전체 사용량밖에 없고 공정별로 관리가 되지 않는 데이터들인 경우에는 제품생산량 등을 기준으로 각 단위공정별로 할당을 통해 계산을 하는데, 이렇게 얻어진 데이터를 계산치라 한다. 데이터 품질 요건에 따라 1년간의 누적평균 데이터가 필요하나 수개월간의 데이터 밖에 없을 경우, 수개월간의 데이터를 1년으로 환산한 데이터 등을 추정치라 한다.

#### (사) 할당

전력은 데이터 수집기간 내에 사용한 총 전력량과 해당 제품을 생산하는데 소모한 전력량을 구한 다음 각 공정별로 사용한 전력량을 구해야 타당하나, 현실적으로 공정별 전력 사용량을 기록하는 경우는 거의 없고 시설 전체 또는 건물 전체에서 사용한 전력량 데이터정도만 존재한다. 따라서 구할 수 있는 데이터를 기반으로 하여 해당 바이오가스 생산에 사용한 전력량과 각 공정별 사용 전력량을 계산으로 구하여 할당하였다

기본적으로 할당 기준은 연간 전체 바이오가스 생산량의 생산량 비율을 기본으로 하고, 각 공정별 할당은 설비용량과 월간 평균 사용시간을 기준으로 하여 산출하였다.

#### (아) 가정 및 제한사항

본 연구에서 적용된 가정 및 제한사항은 다음과 같다.

첫째, 원료물질의 수송은 외부로부터 공급될 경우 개별 수거수송은 고려하지 않았으며 집하지역으로부터의 수송만 고려하였다.

둘째, 운송방법에는 차량 또는 관로이동이 고려되었으며, 차량운송의 경우 차종 및 운송거리가 고려되었다. 반면, 관로이동의 경우 관로 이송을 위한 펌프 등의 에너지(전기) 사용량이 고려되었으나 이송거리는 고려되지 않았다.

셋째, 배출되는 부산물 및 폐기물의 처리에 따른 온실가스 배출량은 고려하지 않았다. 이는 가축분뇨의 폐기물이 바이오가스 생산에 따른 것이 아니라, 기존의 흐름에서 원래 발생하는 폐기물로 볼 수 있기 때문이다.

## 다. 투입 및 배출 데이터

투입과 배출 데이터는 크게 3개의 단계로 구분하여 취합하였으며, 2011년 1년간 월별 데이터를 수집하여 누적데이터로 계산하였다. 본 절에 주어진 투입 및 배출량의 단위는 모두 기 능단위(원단위)로서, 바이오가스 생산량  $1Nm_3$  당 투입 또는 배출량을 의미한다.

첫 단계는 제조 전단계로, 투입되는 원료물질과 보조물질의 생산 또는 수거와 이를 집하 장 또는 발생지로부터 바이오가스 생산 설비까지 수송하는 단계이다. 폐기물의 경우, 생산 또 는 수거 단계가 시스템경계에 포함되어 있지 않은 점을 고려하여 데이터를 포함하지 않았다

두 번째 단계는 제조단계로, 원료의 전처리공정과 혐기소화공정, 그리고 소화완료물질처리 공정을 포함한다. 본 연구에서 조사된 설비의 소화완료물질 처리공정은 발생하는 소화폐수를 정화처리 하는 공정이다.

세 번째 단계는 배출단계로, 소화 후 발생하는 폐기물과 부산물을 배출하는 단계이다. 앞 의 ‘가정 및 제한사항’ 에서 설명한 바와 같이 부산물 및 폐기물 처리에 따른 온실가스 배출량 은 고려하지 않고, 이를 처리하기 위한 수송부분을 고려하였다.

### (1) 제조 전단계

조사된 바이오가스플랜트(일처리용량 100톤 규모)는 돈분과 음폐수를 소화원료로 투입한 다. 돈분의 경우 플랜트와 매우 인접한 시설에서 발생하기 때문에 수송에 별도의 에너지가 투 입되지 않는다. 음폐수의 경우 원거리에 위치한 발생지로부터 각각 트럭으로 수송하여 투입하 고 있다. 제조 전단계에서 바이오가스  $1Nm_3$  생산을 위한 투입물질 및 투입량은 (표 9.101)과 같다.

(표 9.101) 바이오가스 제조 전단계 투입물질 및 투입량

물질명	단위	투입량	수송거리(km)	수송수단
돈분	kg	13.7	-	-
음폐수 1	kg	5.7	10.8	트럭
음폐수 2	kg	0.63	60.8	트럭

### (2) 제조단계

제조단계에서의 원료물질 전처리와 소화공정, 발생한 폐수를 정화하는 시설에 에너지로서 전력이 투입되고, 소화조 가온용 보일러의 연료로 Biogas가 투입된다. 또한, 부자재로서 탈취제 와 폐수정화용 약품이 투입된다. 바이오가스  $1Nm_3$  생산에 투입되는 전력량은 약  $0.067 kWh$  이 다. 바이오가스  $1Nm_3$  생산을 위한 제조단계에서의 투입물질 및 투입량은 (표 9.102)와 같다.

(표 9.102) 바이오가스 제조단계 투입물질 및 투입량

물질명	구분	단위	투입량	비고
소화물질	원자재	kg	20.03	
전기	에너지	kWh	0.067	전·후처리 공정, 소화공정
바이오가스	에너지	Nm <sup>3</sup>	0.14	소화조 가온용
탈취제	부자재	kg	0.003	
가성소다(98%)	부자재	kg	0.01	
polymer	부자재	kg	0.009	
alum	부자재	kg	0.02	

### (3) 배출단계

배출단계에서 고품부산물과 폐수를 정화하여 방류하는 방류수가 발생한다. 고품부산물은 퇴비화로 자원화되고 있으며, 정화방류수의 처리는 관로를 통해 이루어지고 이를 위한 에너지 소비는 없는 것으로 조사되었다.

(표 9.103) 바이오가스 배출단계 배출물질 및 배출량

물질명	단위	배출량	수송거리(km)	수송수단
고형부산물(퇴비)	kg	0.5	-	-
정화방류수	kg	19.5	-	-

### (4) 전과정 목록분석 결과

본 연구에서 조사한 시설에서 바이오가스 1Nm<sub>3</sub> 생산을 위해 전과정에서 투입된 원자재, 부자재, 에너지의 생산을 고려한 투입·배출 데이터는 LCA 전문평가프로그램인 PASS(ver. 4.1.1.)을 사용하여 산출하였으며, 결과는 다음 (표 9.104와 같다

(표 9.104) 바이오가스 전과정 목록분석 결과

물질명	구분			단위	수량
	구분	구분	구분		
1-Amino-2-propanol	INPUT	Raw material	technosphere	kg	9.90E-18
Activated carbon (recycled)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.98E-03
Air	INPUT	Resource	air	kg	8.64E-03
Aluminum potassium sulfate	INPUT	Ancillary material	technosphere	kg	1.54E-02
Aluminum sulfate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.59E-07
Ammonia	INPUT	Raw material	technosphere	kg	7.28E-09
Ammonium hydroxide	INPUT	Raw material	technosphere	kg	4.76E-08
Barite	INPUT	Resource	soil	kg	3.50E-05
Barium chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.99E-06

Bauxite	INPUT	Resource	soil	kg	2.34E-07
Bentonite	INPUT	Resource	soil	kg	2.26E-06
biogas	INPUT	Energy ware	technosphere	m3	1.37E-01
Biomass	INPUT	Resource	soil	kg	8.83E-11
Calcium hypochlorite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.48E-16
Caliche	INPUT	Resource	soil	kg	5.58E-07
Carbon (C)	INPUT	Resource	soil	kg	3.00E-09
Chemicals (unspecified)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	4.97E-07
Clay	INPUT	Resource	soil	kg	1.20E-08
Coal	INPUT	Resource	soil	kg	1.40E-02
Coconut	INPUT	Resource	soil	kg	3.37E-03
Copper ore	INPUT	Resource	soil	kg	4.27E-09
Crude oil	INPUT	Resource	soil	kg	6.07E-03
Dolomite	INPUT	Resource	soil	kg	6.86E-06
Energy (unspecified)	INPUT	Resource	soil	kg	1.57E-07
Ethylene glycol	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.98E-14
Ferric chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.25E-09
Ferro manganese	INPUT	Resource	soil	kg	1.30E-09
Ferrous sulfate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.57E-11
Fluorspar	INPUT	Resource	soil	kg	3.52E-10
Gravel	INPUT	Resource	soil	kg	4.88E-09
Hard coal	INPUT	Resource	soil	kg	3.51E-05
Hydrazine	INPUT	Raw material	technosphere	kg	7.29E-10
Hydrogen chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	7.59E-06
Hydrogen chloride (12.5%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	7.01E-07
Hydrogen chloride (35%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.67E-05
Hydrogen peroxide (50%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	5.31E-07
Iron (Fe)	INPUT	Resource	soil	kg	8.68E-10
Iron ore	INPUT	Resource	soil	kg	2.09E-06
Kaolinite	INPUT	Resource	soil	kg	3.14E-09
Lead - zinc ore (4.6%-0.6%)	INPUT	Resource	soil	kg	5.03E-09
Lead (Pb)	INPUT	Resource	soil	kg	9.97E-09
Lead ore	INPUT	Resource	soil	kg	5.69E-13
Limestone	INPUT	Resource	soil	kg	1.29E-06
LNG	INPUT	Resource	soil	kg	3.55E-03
Magnesium hydroxide	INPUT	Raw material	technosphere	kg	4.88E-08
Materials (unspecified)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	8.26E-04
Nickel ore	INPUT	Resource	soil	kg	4.04E-10
Nitrogen	INPUT	Resource	air	kg	1.61E-05
Olivine	INPUT	Resource	soil	kg	1.23E-08
Oxygen	INPUT	Resource	air	kg	2.31E-08
Poly aluminium chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.36E-19
Polyethylene	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.46E-05
Polymer	INPUT	Ancillary material	technosphere	kg	8.56E-03
Polymer	INPUT	Raw material	technosphere	kg	9.72E-14
Potassium chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.64E-07
Raffinate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.23E-05
Sand	INPUT	Resource	soil	kg	8.64E-05



Sodium (Na)	INPUT	Resource	soil	kg	4.68E-07
Sodium bisulfite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.22E-08
Sodium carbonate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.29E-05
Sodium chloride	INPUT	Resource	soil	kg	7.27E-03
Sodium hydroxide	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.06E-08
Sodium hydroxide (50%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	8.71E-07
Sodium Metabisulfite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.70E-09
Sodium metaphosphate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	4.56E-09
Sodium sulfate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.03E-06
Sodium sulfite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.87E-06
Soft coal	INPUT	Resource	soil	kg	1.79E-05
Sulfur (S)	INPUT	Resource	soil	kg	2.21E-07
Sulfuric acid	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.32E-06
Sulfuric acid (6%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.24E-08
Sulfuric acid (98%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	9.64E-08
Uranium (U)	INPUT	Resource	soil	kg	9.79E-07
Uranium ore	INPUT	Resource	soil	kg	3.00E-07
Water	INPUT	Resource	soil	kg	6.65E-02
Water	INPUT	Resource	water	kg	2.07E-02
Wood	INPUT	Resource	soil	kg	1.99E-10
Zinc-copper ore (4.07%-2.59%)	INPUT	Resource	soil	kg	2.44E-09
Zinc-lead-copper ore(12%-3%-2%)	INPUT	Resource	soil	kg	5.32E-10
Zinc (Zn)	INPUT	Resource	soil	kg	8.09E-09
돈분	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.37E+01
음폐수1	INPUT	Raw material	technosphere	kg	5.67E+00
음폐수2	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.29E-01
Acetaldehyde	OUTPUT	Emission	air	kg	1.23E-08
Acetic acid	OUTPUT	Emission	air	kg	6.64E-10
Acetone	OUTPUT	Emission	air	kg	1.49E-10
Acid (H+)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.42E-08
Air	OUTPUT	Emission	air	kg	1.15E-02
Aldehydes	OUTPUT	Emission	air	kg	3.86E-12
Alkanes	OUTPUT	Emission	air	kg	2.87E-11
Alkenes	OUTPUT	Emission	air	kg	2.10E-11
Aluminum (Al)	OUTPUT	Emission	water	kg	8.75E-08
Ammonia	OUTPUT	Emission	air	kg	8.93E-08
Ammonia	OUTPUT	Emission	water	kg	9.47E-09
Ammonium (NH4+)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.64E-08
Ammonium nitrate	OUTPUT	Emission	air	kg	7.35E-15
Antimony (Sb)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.02E-13
AOX	OUTPUT	Emission	water	kg	8.75E-12
Aromatic matter	OUTPUT	Emission	air	kg	5.12E-11
Aromatic matter	OUTPUT	Emission	water	kg	8.22E-11
Arsenic (As)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.37E-11
Arsenic (As)	OUTPUT	Emission	water	kg	6.95E-11
Barium (Ba)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.15E-08
Barium (Ba)	OUTPUT	Emission	water	kg	7.50E-10
Benzene	OUTPUT	Emission	air	kg	5.66E-10

Benzene	OUTPUT	Emission	water	kg	5.35E-08
Benzo(a)pyrene	OUTPUT	Emission	air	kg	4.84E-12
Beryllium (Be)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.68E-14
Beryllium (Be)	OUTPUT	Emission	water	kg	4.21E-15
biogas	OUTPUT	Product	technosphere	m3	1.00E+00
BOD	OUTPUT	Emission	water	kg	4.78E-07
Boron (B)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.57E-10
Boron (B)	OUTPUT	Emission	water	kg	6.58E-12
Bromine (Br)	OUTPUT	Emission	air	kg	7.37E-12
Butane	OUTPUT	Emission	air	kg	1.06E-07
Cadmium (Cd)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.30E-11
Cadmium (Cd)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.79E-10
Calcium (Ca)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.49E-07
Carbon dioxide	OUTPUT	Emission	air	kg	5.03E-02
Carbon monoxide	OUTPUT	Emission	air	kg	1.12E-04
Carbonate (CO32-)	OUTPUT	Emission	water	kg	5.90E-12
CFC-11	OUTPUT	Emission	air	kg	1.20E-12
CFC-114	OUTPUT	Emission	air	kg	1.23E-12
CFC-12	OUTPUT	Emission	air	kg	2.58E-13
CFC-13	OUTPUT	Emission	air	kg	1.62E-13
Chloride (Cl-)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.68E-10
Chloride (Cl-)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.28E-04
Chlorine	OUTPUT	Emission	air	kg	4.90E-10
Chlorine	OUTPUT	Emission	water	kg	1.57E-10
Chloromethane	OUTPUT	Emission	water	kg	4.17E-09
Chromium (Cr)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.76E-11
Chromium (Cr)	OUTPUT	Emission	water	kg	6.85E-09
Chromium (Cr3+)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.89E-13
Cobalt (Co)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.27E-11
COD	OUTPUT	Emission	water	kg	2.06E-06
compost	OUTPUT	Product	technosphere	kg	5.19E-01
Copper (Cu)	OUTPUT	Emission	air	kg	4.93E-11
Copper (Cu)	OUTPUT	Emission	water	kg	4.35E-10
Crude oil	OUTPUT	Emission	water	kg	2.23E-06
Cyanide	OUTPUT	Emission	water	kg	2.85E-11
Detergents	OUTPUT	Emission	water	kg	5.06E-11
Dioxins	OUTPUT	Emission	air	kg	2.86E-15
Dissolved inorganic matter	OUTPUT	Emission	water	kg	1.03E-09
Dissolved organic matter	OUTPUT	Emission	water	kg	8.81E-11
Dissolved solids	OUTPUT	Emission	water	kg	2.51E-04
Dust	OUTPUT	Emission	air	kg	6.17E-05
Ethane	OUTPUT	Emission	air	kg	2.07E-07
Ethanol	OUTPUT	Emission	air	kg	2.98E-10
Ethyl benzene	OUTPUT	Emission	air	kg	2.07E-11
Ethyl benzene	OUTPUT	Emission	water	kg	4.95E-09
Exhaust	OUTPUT	Emission	air	kg	2.58E-03
Flare gas	OUTPUT	Emission	air	kg	7.51E-07
Fluoride (F-)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.70E-11

Fluoride (F <sup>-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	2.69E-07
Fluorine	OUTPUT	Emission	air	kg	9.41E-14
Fluorine	OUTPUT	Emission	water	kg	1.59E-10
Formaldehyde	OUTPUT	Emission	air	kg	5.05E-10
Halon 1301	OUTPUT	Emission	air	kg	4.13E-10
Hazardous wastes (domestic)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	1.50E-03
Hazardous wastes (foreign)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	1.40E-07
HCFC-22	OUTPUT	Emission	air	kg	2.82E-13
Heavy metals	OUTPUT	Emission	water	kg	1.62E-10
Helium (He)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.35E-07
Hydrocarbon (chlorinated)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.64E-13
Hydrocarbon (chlorinated)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.47E-13
Hydrocarbons (halogenated)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.13E-15
Hydrocarbons (unspecified)	OUTPUT	Emission	air	kg	8.95E-05
Hydrocarbons (unspecified)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.05E-07
Hydrogen	OUTPUT	Emission	air	kg	4.55E-06
Hydrogen chloride	OUTPUT	Emission	air	kg	1.46E-08
Hydrogen cyanide	OUTPUT	Emission	air	kg	6.35E-15
Hydrogen fluoride	OUTPUT	Emission	air	kg	5.82E-08
Hydrogen sulfide	OUTPUT	Emission	air	kg	2.79E-08
Iron (Fe)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.20E-10
Iron (Fe)	OUTPUT	Emission	water	kg	6.93E-08
Lanthanide (Ln)	OUTPUT	Emission	air	kg	5.07E-14
Lead (Pb)	OUTPUT	Emission	air	kg	6.06E-11
Lead (Pb)	OUTPUT	Emission	water	kg	8.78E-11
Limestone	OUTPUT	Emission	water	kg	1.04E-09
Magnesium (Mg)	OUTPUT	Emission	water	kg	8.56E-09
Manganese (Mn)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.12E-12
Manganese (Mn)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.51E-08
Mercury (Hg)	OUTPUT	Emission	air	kg	5.00E-12
Mercury (Hg)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.85E-12
Metal ions	OUTPUT	Emission	water	kg	1.97E-09
Metals	OUTPUT	Emission	air	kg	1.43E-10
Metals	OUTPUT	Emission	water	kg	4.08E-09
Methane	OUTPUT	Emission	air	kg	3.98E-05
Methanol	OUTPUT	Emission	air	kg	5.04E-10
Methanol	OUTPUT	Emission	water	kg	5.32E-11
Molybdenum (Mo)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.58E-11
Molybdenum (Mo)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.17E-12
Neutral salt	OUTPUT	Emission	water	kg	6.88E-09
n-Hexane	OUTPUT	Emission	air	kg	3.14E-13
n-Hexane	OUTPUT	Emission	water	kg	9.02E-09
Nickel (Ni)	OUTPUT	Emission	air	kg	6.53E-10
Nickel (Ni)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.30E-09
Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	1.49E-08
Nitrogen	OUTPUT	Emission	air	kg	1.04E-11
Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> )	OUTPUT	Emission	air	kg	2.23E-04
Nitrogenous matter	OUTPUT	Emission	water	kg	4.70E-09

Nitrous oxide	OUTPUT	Emission	air	kg	1.60E-07
NM VOC	OUTPUT	Emission	air	kg	2.90E-05
Non-hazardous wastes (domestic)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	1.79E-02
Non-hazardous wastes (foreign)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	3.26E-03
PAHs	OUTPUT	Emission	air	kg	2.00E-11
PAHs	OUTPUT	Emission	water	kg	2.03E-08
Pentane	OUTPUT	Emission	air	kg	5.68E-10
Phenol	OUTPUT	Emission	air	kg	1.38E-10
Phenol	OUTPUT	Emission	water	kg	2.38E-08
Phosphate (PO43-)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.93E-08
Potassium (K)	OUTPUT	Emission	water	kg	6.64E-08
Propane	OUTPUT	Emission	air	kg	1.39E-07
Propene	OUTPUT	Emission	air	kg	1.88E-12
Propionic acid	OUTPUT	Emission	air	kg	9.18E-12
Scandium (Sc)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.90E-14
Selenium (Se)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.54E-11
Selenium (Se)	OUTPUT	Emission	water	kg	5.42E-13
Silver (Ag)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.24E-10
Sodium (Na)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.37E-05
Sodium (Na+)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.57E-08
SS	OUTPUT	Emission	water	kg	3.86E-05
Steam	OUTPUT	Emission	air	kg	6.84E-03
Strontium (Sr)	OUTPUT	Emission	air	kg	8.27E-13
Strontium (Sr)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.08E-06
Sulfate (SO42-)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.35E-05
Sulfide (S2-)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.99E-10
Sulfur dioxide	OUTPUT	Emission	air	kg	5.78E-05
Sulfuric acid	OUTPUT	Emission	air	kg	3.48E-14
Sulphite(SO32-)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.04E-12
Sulphur oxides (SOx)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.30E-04
Thalium (Tl)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.00E-14
Thiols	OUTPUT	Emission	air	kg	3.68E-15
Tin (Sn)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.58E-13
Tin (Sn)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.14E-16
Titanium (Ti)	OUTPUT	Emission	air	kg	5.03E-12
Titanium (Ti)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.61E-13
TOC	OUTPUT	Emission	water	kg	1.75E-06
Toluene	OUTPUT	Emission	air	kg	1.31E-10
Toluene	OUTPUT	Emission	water	kg	2.23E-08
Vanadium (V)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.55E-09
Vanadium (V)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.05E-12
VOC	OUTPUT	Emission	air	kg	1.94E-06
Waste water	OUTPUT	Emission	water	kg	1.95E+01
Wastes (unspecified)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	3.64E-03
Xylene	OUTPUT	Emission	air	kg	8.66E-11
Xylene	OUTPUT	Emission	water	kg	1.94E-07
Zinc (Zn)	OUTPUT	Emission	air	kg	8.48E-09
Zinc (Zn)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.58E-09

## 라. 온실가스 배출량 산정

해당시설로부터 수집한 바이오가스 생산을 위한 투입 및 산출 데이터를 기반으로 온실가스 배출량을 산정한 결과를 (표 9.105)에 정리하였다. 이 시설에서 바이오가스  $1Nm_3$ 를 생산하기 위하여 전과정에서 배출되는 온실가스는 총  $0.051kgCO_2$ 인 것으로 나타났다.

바이오가스 제조과정에서 전기사용에 의해 발생한 온실가스가  $0.033kgCO_2$ 이며 기여도가 65%로 가장 높았고, 정화용 약품 사용 및 원자재 수송에 따른 온실가스 발생량이 그 뒤를 이었다.

(표 9.105) 바이오가스플랜트 단계별 온실가스 배출량 및 기여도

단계	투입 배출물	배출량	기여도
제조전단계	트럭수송	6.39E-03	12.50%
	소계	6.39E-03	12.50%
제조단계	전기	3.33E-02	65.04%
	정화용 약품	7.54E-03	14.74%
	탈취제	3.95E-03	7.72%
	소계	4.48E-02	87.50%
배출단계	수송	0	0.00%
	소계	0	0.00%
합계		5.12E-02	100.00%

## 8. 목질바이오매스 펠릿화 설비 LCA 결과

### 가. 목재펠릿의 개요

펠릿의 탄생은 1970년 1차 오일쇼크 후 스칸디나비아반도에서 시작하여, 1980년대 초에 북미와 유럽으로 확산되었으며, 2012년 1월 현재 전 세계 목재펠릿공장이 652개소, 생산능력이 32,852,050톤일 정도로 공장 수와 생산능력이 빠르게 증가되어 가고 있다(The Bioenergy International, 2012).

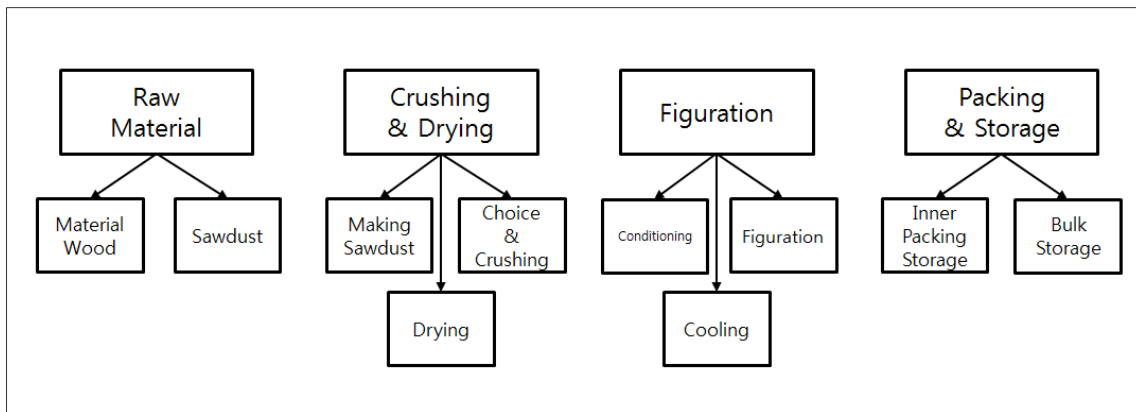
우리나라에서는 2008년 정부가 ‘저탄소 녹색성장’을 기치로 내걸며 기후변화 대응을 위한 신재생에너지 개발과 보급 사업 확대에 나서게 되었다. 이에 따라 정부 지원사업에 의해 2008년 산림조합중앙회 목재유통센터(경기 여주)에 우리나라 최초의 목재 펠릿의 상업적 생산 시설이 가동을 시작하였고, 이어서 SK임업(전남 화순)이 순수 민간투자자로 펠릿을 생산하기 시작하였다. 이어서 2009년 김해, 청원, 양평, 단양 등에 4개소, 2010년 8개소(포항, 거창, 괴산, 연기, 산청, 태백, 화천, 무주), 2011년 3개소(광양, 포천, 서귀포) 등 정부지원으로 16개소가 펠릿 제조설비를 갖추었다. 한편 민간자본에 의한 투자도 이루어져 동해(일도), 정선(우주그린), 평택(그린에코) 등 3개소가 조업 중에 있다. 따라서 우리나라에는 2012년 6월 현재 총 20개소의 제조시설이 설치·운영 중에 있다.

본 절에서는 LCA 방법론을 활용하여 목재펠릿 제조시설에 대한 환경영향을 평가하는 것을 목적으로 한다. 앞서 언급했듯이 우리나라에는 20개의 목재펠릿 제조설비들이 원목 및 톱밥을 원료로 목재펠릿을 생산하고 있다. 본 연구에서는 이들 설비들의 다양한 규모와 특성들이 고르게 분석되어야 타당하나, 한정된 시간과 목재펠릿 제조공정이 대부분 비슷하기 때문에, 가장 규모가 크고 대표성을 가질 수 있는 중부목재유통센터 1개 시설을 대상으로 하였다.

### 나. 공정개요 및 LCA 수행모형 설정

목재펠릿은 원료인 원목 또는 톱밥을 펠릿생산에 적합한 크기로 잘게 파쇄한 후 수분을 건조시켜 이를 적당한 크기 및 모양으로 성형하여 포장하는 것이 기본적인 제조과정이다<그림 9.33>.

목재펠릿 제조설비의 전과정 환경영향평가를 위해 각 단계별로 고려해야 하는 세부적인 사항들에 대해 정의·규정함으로써 모형을 설정하는데, 본 연구의 목적이 목재펠릿제조시설에 대한 LCI 구축이 주목적이기 때문에, 공정별로 세분화하여 분석하기보다는 단순화시켜 모형을 설정하였다.



<그림 9.33> 목재펠릿 기본제조공정

#### (1) 목적 및 범위 정의

##### (가) 목적 정의

본 목재펠릿 전과정평가의 목적은 목재펠릿 설비의 환경성을 분석하고, 나아가 바이오피아 구축 시 목재펠릿 제조시설이 도입될 경우 본 시설이 미치는 환경영향이 어느 정도인지 예측이 가능하도록 하나의 데이터베이스화하는 것이 주목적이다.

##### (나) 대상 청중

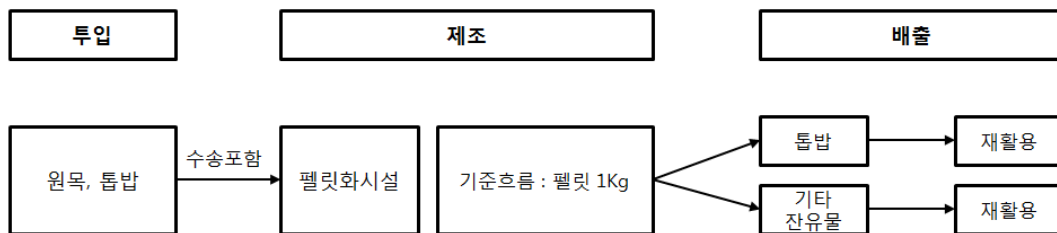
본 연구의 결과는 바이오에너지 및 목질계 바이오매스 이용분야에 관심이 있는 불특정 다수에게 공개될 것이며, 관련 산업발전을 위한 정부정책 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다. 또한 분석에 필요한 자료와 정보를 제공해 준 해당업체에 구체적인 결과가 전달될 것이다.

### (다) 기능, 기능단위 및 기준흐름

본 연구의 대상 공정 및 제품은 목재펠릿 생산까지의 전 과정에 걸친 공정이며, 6가지 범주의 환경영향(자원고갈, 산성화, 부영양화, 지구온난화, 오존층파괴, 광화학적산화물 생성)을 정량적으로 분석하고자하는데 수행 목적을 두고 있다. 따라서, 공정 또는 제품이 지니고 있는 모든 기능을 대상으로 정의할 수 있으며, 기능단위로는 기능을 구현하여 판매되는 용도에 따라 1kg, 1kWh 등으로 설정이 가능하다. 목재펠릿의 기능은 에너지원으로서의 기능을 하며, 기능단위는 목재펠릿 1kg 생산이다.

### (라) 시스템경계

본 연구에서 LCA의 시스템경계는 <그림 9.34>에 주어진 바와 같이, 목재펠릿 원료물질의 투입, 목재펠릿 제조, 포장 및 저장공정을 포함하며, 공정상 발생하는 스크랩은 전량 재활용되고 폐기물은 발생하지 않기 때문에 폐기물 처리는 포함시키지 않는다. 원료물질의 투입에서 운송은 전국 각지에서 벌채되어 수집되는 것으로 목재펠릿 제조시설까지의 운송으로 한정하며, 조사업체에서 운송거리가 기록되어 있지 않아 산림청통계에 따라 우리나라 원목 벌채 및 수집량에 따라 각 지역별로 가중 평균하여 운송거리에 적용하였다.



<그림 9.34> 목재펠릿 제품시스템

### (마) 데이터 범주

목재펠릿 제조시설에 투입되는 물질은 원료물질, 에너지 및 유틸리티가 포함된다. 원료물질은 숲가꾸기 부산물인 원목, 목재가공소에서 원목가공 후 발생하는 톱밥이 된다. 산출물로는 제품인 목재펠릿이며, 대기 및 수계로의 배출물, 그리고 고형폐기물은 발생되지 않는 것으로 파악되어 고려하지 않았다.

### (바) 데이터 품질 요건

데이터 품질에 대한 기술은 연구결과의 신뢰성을 판단하는 것과 적절한 결과해석을 위해서 매우 중요하기 때문에 데이터 품질의 요구사항이 연구목표와 범위에 부합하도록 규정되어야 한다. 데이터 품질은 데이터를 수집하는 방법 또는 통합하여 가공하는 방법뿐만 아니라 데이터의 정량적, 정성적 특성에 의해서 정해진다. 본 연구에서 사용된 데이터의 품질 요건 및 데이터 출처는 아래의 (표 9.106)과 같다.

(표 9.106) 데이터 품질 요건 및 데이터 출처

구 분	전과정 단계	
	원료채취, 원료제조, 운송, 폐기	목재펠릿 생산
시간적 범위	최신 국가 공인 데이터베이스의 정의에 따름	2011년 1월 2011년 12월 1년간 데이터
지역적 범위	원료 생산지 데이터 동일 물질에 대한 국내 데이터	국내
기술적 범위	업계 평균 데이터	누적 평균 데이터
데이터 출처	국가 공인 데이터베이스 문헌 데이터	현장데이터(측정, 계산 또는 추정)

본 연구에서 사용한 데이터 출처의 각 항목에 대한 정의는 다음과 같다. 측정치는 제품 생산량, 투입된 전기 소비량 등과 같이 현장에서 숫자로 관리하는 데이터들을 일컫는다. 전기 소비량, 건조용 연료 등과 같이 공장 전체 사용량밖에 없고 공정별로 관리가 되지 않는 데이터들인 경우에는 제품 생산량 등을 기준으로 각 단위공정별로 할당을 통해 계산을 해야 하는데, 이렇게 얻어진 데이터를 계산치라 한다. 데이터 품질 요건에 따라 1년간의 누적평균 데이터가 필요하나 수개월간의 데이터 밖에 없을 경우, 수개월간의 데이터를 1년으로 환산한 데이터 등을 추정치라 한다.

**(사) 할당**

전력은 데이터 수집기간 내에 사용한 총 전력량과 해당 제품을 생산하는데 소모한 전력량을 구한 다음 각 공정별로 사용한 전력량을 구해야 타당하나, 현실적으로 공정별 전력 사용량을 기록하는 경우는 거의 없고 시설 전체 또는 건물 전체에서 사용한 전력량 데이터정도만 존재한다. 따라서 구할 수 있는 데이터를 기반으로 하여 해당 목재 펠릿 생산에 사용한 전력량과 각 공정별 사용 전력량을 계산으로 구하여 할당하였다. 기본적으로 할당 기준은 연간 전체 목재펠릿 생산량의 생산량 비율을 기본으로 하고, 각 공정별 할당은 설비용량과 월간 평균 사용시간을 기준으로 하여 산출하였다. LNG 역시 전력과 같은 기준으로 할당을 수행하였다.

**(아) 가정 및 제한사항**

본 연구에서 개별 시설별로 공통적으로 적용된 가정 및 제한사항은 다음과 같다. 첫째, 원료물질의 수송은 전국 각지로부터 들어오나, 개별데이터가 존재하지 않기 때문에 산림청 통계의 제주지역을 제외한 전국 별채수집량을 근거로 가중평균거리를 적용하였다. 둘째, 원료물질 중 톱밥의 경우 수송거리가 발생하지 않으나, 톱밥의 원료가 원목이고, 그 원료가 공장 내 목재가공소로 수송되므로 동일하게 수송거리를 적용시켰다. 셋째, 목재펠릿 생산 공정에서 배출되는 부산물 및 스크랩은 전량 파쇄공정을 통해 톱밥으로 재활용되어, 폐기물이 발생하지 않기 때문에 폐기물 처리공정은 고려하지 않았다.



## 다. 목재펠릿 투입 및 배출데이터

투입과 배출 데이터는 크게 3개의 단계로 구분하여 취합하였으며, 2011년 1년간 월별 데이터를 수집하여 누적데이터로 계산하였다. 본 절에 주어진 투입 및 배출량의 단위는 모두 기능단위(원단위)로서, 목재펠릿 생산량 1kg당 투입 또는 배출량을 의미하며, 분석에는 LCA 전용 소프트웨어인 PASS(ver. 4.1.1.)를 사용하였다.

첫 단계는 원료운송단계로, 투입되는 원료물질과 보조물질의 생산 또는 수거와 이를 집하장 또는 발생지로부터 목재펠릿 생산 설비까지 수송하는 단계이다. 폐기물의 경우, 생산 또는 수거 단계가 시스템경계에 포함되어 있지 않은 점을 고려하여 데이터를 포함하지 않았다.

두 번째 단계는 제조단계로, 원료의 파쇄공정과 건조공정, 그리고 성형공정을 포함한다. 본 연구에서 조사된 설비의 경우 제조단계에서 발생하는 부산물인 톱밥의 경우 전량 수거 후 다시 원료로 투입되고, 폐기물은 발생하지 않은 것으로 조사되어 별도의 배출단계는 없는 것으로 하였다.

세 번째 단계는 포장단계로, 제조단계에서 생산된 펠릿을 포장하는 공정이다. 사용되는 포장재에 대한 생산부분은 별도로 조사하지 않고, 국가DB를 사용하였으며 펠릿제조시설까지의 수송부분을 고려하였다

### (1) 원자재 및 에너지 투입량

조사된 목재펠릿 제조시설은 수거된 원목과 목재 가공 시 발생하는 톱밥을 원료로 투입한다. 투입된 원자재의 비율을 보면 톱밥 70%, 침엽수 21%, 활엽수 9%였다.

원목 수거의 경우 원거리에 위치한 벌채현장과 수집소로부터 각각 트럭으로 수송하여 투입하고 있으며, 수송거리는 정확한 데이터를 가지고 있지 않아 전국의 벌채 수집량을 고려한 평균값을 원자재 별로 동일하게 적용시켰다. 목재펠릿 생산에 투입된 물질 및 투입량, 그리고 에너지 사용량은 (표 9.107)과 같다.

(표 9.107) 목재펠릿 제조 시 투입물질 및 에너지 투입량

물질명	단위	투입량	비고
톱밥	ton	5,040	수송거리 적용
원목(침엽수)	ton	1,512	수송거리 적용
원목(활엽수)	ton	648	수송거리 적용
전기	kWh	1,389,280	-
LNG	Nm <sup>3</sup>	262,643	-
포장재	ton	180	재질 : LDPE , 단위무게 : 약0.5kg

### (2) 배출물질 및 배출량

이 시설에서는 앞서 설명하였듯이 공정 중 발생하는 부산물은 원료로 재사용되고, 폐기물은 발생하지 않는 것으로 조사되었다.

(표 9.108) 목재펠릿 제조 시 산출물

물질명	단위	배출량	비고
목재펠릿(제품)	ton	7,380	포장재 포함
폐기물	-	-	-
대기배출물	-	-	-
수계배출물	-	-	-

## (3) 전과정 목록분석 결과

본 연구에서 조사한 시설에서 목재펠릿 1kg 생산을 위해 전과정에서 투입된 원자재, 부자재, 에너지의 생산을 고려한 투입·배출 데이터 결과는 다음 (표 9.109)와 같다.

(표 9.109) 전과정이 고려된 투입-배출 리스트

물질명	구분			단위	수량
1-Amino-2-propanol	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.027E-12
Air	INPUT	Resource	air	kg	7.676E-03
Aluminum (Al)	INPUT	Resource	soil	kg	7.537E-15
Aluminum sulfate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.234E-10
Ammonia	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.077E-08
Ammonium hydroxide	INPUT	Raw material	technosphere	kg	8.276E-11
Barite	INPUT	Resource	soil	kg	3.632E-05
Barium (Ba)	INPUT	Resource	soil	kg	3.943E-09
Barium chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.985E-09
Bauxite	INPUT	Resource	soil	kg	1.528E-05
Bentonite	INPUT	Resource	soil	kg	2.331E-06
Biomass	INPUT	Resource	soil	kg	3.611E-10
Calcium fluoride	INPUT	Resource	soil	kg	1.884E-09
Calcium hypochlorite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.541E-11
Calcium sulfate	INPUT	Resource	soil	kg	6.913E-10
Caliche	INPUT	Resource	soil	kg	1.499E-06
Carbon (C)	INPUT	Resource	soil	kg	3.471E-09
Cellulose	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.404E-14
Chalk	INPUT	Resource	soil	kg	3.456E-38
Chemicals (unspecified)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.350E-04
Chromium (Cr)	INPUT	Resource	soil	kg	1.748E-21
Chromium ore	INPUT	Resource	soil	kg	7.584E-13
Clay	INPUT	Resource	soil	kg	4.421E-08
Coal	INPUT	Resource	soil	kg	3.749E-02

Copper (Cu)	INPUT	Resource	soil	kg	3.862E-12
Copper ore	INPUT	Resource	soil	kg	1.427E-11
Crude oil	INPUT	Resource	soil	kg	4.676E-02
Cyclohexyl amine	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.027E-12
Dolomite	INPUT	Resource	soil	kg	1.194E-08
Energy (unspecified)	INPUT	Energy ware	technosphere	kg	1.872E-04
Energy (unspecified)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.209E-07
Energy (unspecified)	INPUT	Resource	soil	kg	4.314E-08
Ethanol Amine	INPUT	Resource	soil	kg	1.854E-17
Ethylene glycol	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.096E-09
Feldspar	INPUT	Resource	soil	kg	4.138E-44
Ferric chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.444E-10
Ferric chloride	INPUT	Resource	soil	kg	1.100E-09
Ferro manganese	INPUT	Resource	soil	kg	2.752E-12
Ferrous sulfate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.736E-14
Ferrous sulfate	INPUT	Resource	soil	kg	4.292E-14
Fluorspar	INPUT	Resource	soil	kg	1.135E-12
Granite	INPUT	Resource	soil	kg	6.268E-16
Gravel	INPUT	Resource	soil	kg	9.435E-08
Hard coal	INPUT	Resource	soil	kg	3.654E-04
Hydrazine	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.267E-12
Hydrogen chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	4.160E-07
Hydrogen chloride (12.5%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.217E-09
Hydrogen chloride (35%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.125E-08
Hydrogen peroxide (35%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.480E-17
Hydrogen peroxide (50%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	9.230E-10
Iron (Fe)	INPUT	Resource	soil	kg	1.065E-07
Iron ore	INPUT	Resource	soil	kg	1.357E-07
Kaolinite	INPUT	Resource	soil	kg	1.174E-09
Lead - zinc ore (4.6%-0.6%)	INPUT	Resource	soil	kg	1.681E-11
Lead (Pb)	INPUT	Resource	soil	kg	1.806E-11
Lead ore	INPUT	Resource	soil	kg	3.887E-12
Limestone	INPUT	Resource	soil	kg	7.435E-07
LNG	INPUT	Resource	soil	kg	4.576E-02
Magnesium hydroxide	INPUT	Raw material	technosphere	kg	8.483E-11
Manganese ore	INPUT	Resource	soil	kg	4.420E-13
Materials (unspecified)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.385E-02
Nickel (Ni)	INPUT	Resource	soil	kg	3.057E-20
Nickel ore	INPUT	Resource	soil	kg	1.607E-12
Nitrogen	INPUT	Resource	air	kg	3.100E-08
Olivine	INPUT	Resource	air	kg	3.363E-12

Olivine	INPUT	Resource	soil	kg	2.270E-11
Oxygen	INPUT	Resource	air	kg	5.046E-11
Peat	INPUT	Resource	soil	kg	1.143E-11
Phosphate (PO43-)	INPUT	Resource	soil	kg	3.388E-07
Phosphorus pentoxide	INPUT	Resource	soil	kg	1.738E-14
Poly aluminium chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.446E-14
Polymer	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.800E-12
Potassium chloride	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.328E-10
Potassium chloride	INPUT	Resource	soil	kg	3.690E-15
Potassium hydroxide (27%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.745E-15
Pyrite	INPUT	Resource	soil	kg	6.328E-09
Raffinate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.880E-08
Raffinate	INPUT	Resource	soil	kg	2.373E-14
Sand	INPUT	Resource	air	kg	3.842E-09
Sand	INPUT	Resource	soil	kg	1.614E-07
Shale	INPUT	Resource	soil	kg	4.340E-12
Silver (Ag)	INPUT	Resource	soil	kg	1.919E-14
Sodium (Na)	INPUT	Resource	soil	kg	8.135E-10
Sodium bisulfite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	6.845E-11
Sodium carbonate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.993E-08
Sodium chloride	INPUT	Resource	soil	kg	2.363E-05
Sodium hydroxide	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.053E-10
Sodium hydroxide (32%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.232E-12
Sodium hydroxide (50%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.381E-06
Sodium Metabisulfite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.164E-11
Sodium metaphosphate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	7.922E-12
Sodium sulfate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.783E-09
Sodium sulfite	INPUT	Raw material	technosphere	kg	4.992E-09
Soft coal	INPUT	Resource	soil	kg	1.407E-05
Sulfur (S)	INPUT	Resource	soil	kg	9.243E-07
Sulfuric acid	INPUT	Raw material	technosphere	kg	8.747E-10
Sulfuric acid (55%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.133E-16
Sulfuric acid (6%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.280E-08
Sulfuric acid (96%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	3.068E-09
Sulfuric acid (98%)	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.257E-08
T-butyl methacrylate	INPUT	Raw material	technosphere	kg	1.956E-07
Tetrachloroethylene	INPUT	Raw material	technosphere	kg	2.811E-09
Tetrahydrothiophene	INPUT	Raw material	technosphere	kg	4.565E-07
Titanium dioxide	INPUT	Resource	soil	kg	4.961E-38
Uranium (U)	INPUT	Resource	soil	kg	2.627E-06
Uranium ore	INPUT	Resource	soil	kg	3.496E-07
Water	INPUT	Resource	water	kg	4.945E-01

Wood	INPUT	Resource	soil	kg	7.677E-06
Zinc-copper ore (4.07%-2.59%)	INPUT	Resource	soil	kg	8.147E-12
Zinc - lead - copper ore (12%-3%-2%)	INPUT	Resource	soil	kg	1.781E-12
Zinc (Zn)	INPUT	Resource	soil	kg	1.683E-11
Zinc ore	INPUT	Resource	soil	kg	2.803E-14
원목 및 톱밥	INPUT	Raw material	technosphere	kg	9.756E-01
1,2-Dichloroethene	OUTPUT	Emission	air	kg	6.133E-21
1,2-Dichloroethene	OUTPUT	Emission	water	kg	1.231E-23
1-Butene	OUTPUT	Emission	air	kg	2.431E-11
Acetaldehyde	OUTPUT	Emission	air	kg	3.272E-08
Acetic acid	OUTPUT	Emission	air	kg	6.094E-10
Acetone	OUTPUT	Emission	air	kg	1.531E-10
Acetylene	OUTPUT	Emission	air	kg	1.186E-14
Acid (H+)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.223E-08
Air	OUTPUT	Emission	air	kg	1.991E-05
Aldehydes	OUTPUT	Emission	air	kg	6.909E-12
Aldehydes	OUTPUT	Emission	water	kg	2.152E-14
Alkanes	OUTPUT	Emission	air	kg	3.839E-08
Alkanes	OUTPUT	Emission	water	kg	1.663E-09
Alkenes	OUTPUT	Emission	air	kg	1.053E-09
Alkenes	OUTPUT	Emission	water	kg	1.535E-10
Alkyne	OUTPUT	Emission	air	kg	6.444E-15
Aluminum (Al)	OUTPUT	Emission	air	kg	4.978E-13
Aluminum (Al)	OUTPUT	Emission	soil	kg	5.037E-11
Aluminum (Al)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.278E-07
Aluminum (Al <sup>3+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	9.277E-16
Ammonia	OUTPUT	Emission	air	kg	2.393E-07
Ammonia	OUTPUT	Emission	water	kg	1.331E-08
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	6.668E-08
Ammonium nitrate	OUTPUT	Emission	air	kg	1.806E-15
Antimony (Sb)	OUTPUT	Emission	air	kg	5.859E-14
AOX	OUTPUT	Emission	air	kg	1.908E-25
AOX	OUTPUT	Emission	water	kg	3.083E-11
Aromatic matter	OUTPUT	Emission	air	kg	5.316E-09
Aromatic matter	OUTPUT	Emission	water	kg	6.781E-09
Arsenic (As)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.782E-11
Arsenic (As)	OUTPUT	Emission	soil	kg	2.012E-14
Arsenic (As)	OUTPUT	Emission	water	kg	8.175E-11
Barite	OUTPUT	Emission	water	kg	7.142E-10
Barium (Ba)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.229E-08

Barium (Ba)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.304E-08
Benzaldehyde	OUTPUT	Emission	air	kg	1.162E-18
Benzene	OUTPUT	Emission	air	kg	1.551E-09
Benzene	OUTPUT	Emission	water	kg	2.958E-08
Benzo(a)pyrene	OUTPUT	Emission	air	kg	5.018E-12
Beryllium (Be)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.156E-14
Beryllium (Be)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.036E-15
BOD	OUTPUT	Emission	water	kg	8.451E-07
Boron (B)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.373E-10
Boron (B)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.098E-10
Bromine (Br)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.776E-12
Butadiene rubber	OUTPUT	Emission	air	kg	1.687E-14
Butane	OUTPUT	Emission	air	kg	1.112E-07
Cadmium (Cd)	OUTPUT	Emission	air	kg	4.478E-11
Cadmium (Cd)	OUTPUT	Emission	soil	kg	9.108E-18
Cadmium (Cd)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.711E-10
Calcium (Ca)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.594E-11
Calcium (Ca)	OUTPUT	Emission	soil	kg	2.012E-10
Calcium (Ca)	OUTPUT	Emission	water	kg	5.625E-07
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	4.702E-13
Carbon (C)	OUTPUT	Emission	soil	kg	1.512E-10
Carbon dioxide	OUTPUT	Emission	air	kg	1.624E-01
Carbon disulfide	OUTPUT	Emission	air	kg	1.205E-20
Carbon monoxide	OUTPUT	Emission	air	kg	2.380E-03
Carbonate (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	5.900E-11
Cesium (Cs)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.280E-11
CFC-11	OUTPUT	Emission	air	kg	2.957E-13
CFC-114	OUTPUT	Emission	air	kg	3.028E-13
CFC-12	OUTPUT	Emission	air	kg	6.358E-14
CFC-13	OUTPUT	Emission	air	kg	3.992E-14
CFC-14	OUTPUT	Emission	air	kg	9.340E-16
CFCs	OUTPUT	Emission	air	kg	5.997E-14
Chlorate (ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	1.135E-10
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	OUTPUT	Emission	air	kg	5.604E-13
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	4.075E-04
Chlorine	OUTPUT	Emission	air	kg	4.598E-11
Chlorine	OUTPUT	Emission	water	kg	3.702E-11
Chlorine dioxide	OUTPUT	Emission	water	kg	4.298E-17
Chloroform	OUTPUT	Emission	water	kg	1.233E-16
Chloromethane	OUTPUT	Emission	water	kg	4.333E-09
Chromium (Cr)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.297E-11
Chromium (Cr)	OUTPUT	Emission	soil	kg	2.524E-13

Chromium (Cr)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.563E-08
Chromium (Cr3+)	OUTPUT	Emission	water	kg	7.127E-14
Chromium (Cr6+)	OUTPUT	Emission	water	kg	9.945E-18
Chromium oxide	OUTPUT	Emission	water	kg	2.103E-21
Coal tar	OUTPUT	Emission	air	kg	7.258E-14
Coal tar	OUTPUT	Emission	water	kg	1.036E-15
Cobalt (Co)	OUTPUT	Emission	air	kg	4.392E-11
Cobalt (Co)	OUTPUT	Emission	soil	kg	9.236E-18
Cobalt (Co)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.269E-14
COD	OUTPUT	Emission	water	kg	4.548E-06
Copper (Cu)	OUTPUT	Emission	air	kg	6.591E-11
Copper (Cu)	OUTPUT	Emission	soil	kg	4.618E-17
Copper (Cu)	OUTPUT	Emission	water	kg	4.967E-10
Crude oil	OUTPUT	Emission	air	kg	1.035E-13
Crude oil	OUTPUT	Emission	soil	kg	2.989E-13
Crude oil	OUTPUT	Emission	water	kg	7.194E-06
Cyanide	OUTPUT	Emission	air	kg	3.141E-15
Cyanide	OUTPUT	Emission	water	kg	7.950E-11
Detergent oil	OUTPUT	Emission	water	kg	3.400E-11
Detergents	OUTPUT	Emission	water	kg	1.062E-13
Dichloromethane	OUTPUT	Emission	water	kg	3.490E-13
Dioxins	OUTPUT	Emission	air	kg	5.860E-16
Dissolved inorganic matter	OUTPUT	Emission	water	kg	1.352E-09
Dissolved organic matter	OUTPUT	Emission	air	kg	1.431E-08
Dissolved organic matter	OUTPUT	Emission	water	kg	2.387E-10
Dissolved solids	OUTPUT	Emission	water	kg	6.791E-04
Dust	OUTPUT	Emission	air	kg	3.161E-05
Dust	OUTPUT	Emission	soil	kg	1.345E-07
Emissions(unspecified)	OUTPUT	Emission	air	kg	8.491E-11
Ethane	OUTPUT	Emission	air	kg	2.482E-07
Ethanethiol	OUTPUT	Emission	air	kg	2.175E-17
Ethanol	OUTPUT	Emission	air	kg	3.063E-10
Ethyl benzene	OUTPUT	Emission	air	kg	2.389E-10
Ethyl benzene	OUTPUT	Emission	water	kg	5.453E-09
Ethylene	OUTPUT	Emission	air	kg	2.151E-05
Exhaust	OUTPUT	Emission	air	kg	2.873E-03
Flare gas	OUTPUT	Emission	air	kg	1.111E-06
Fluoride (F-)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.348E-11
Fluoride (F-)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.713E-07
Fluorine	OUTPUT	Emission	air	kg	3.766E-16
Fluorine	OUTPUT	Emission	water	kg	1.660E-10
Formaldehyde	OUTPUT	Emission	air	kg	5.185E-10

Formaldehyde	OUTPUT	Emission	water	kg	1.547E-18
Halon 1301	OUTPUT	Emission	air	kg	4.558E-10
Hazardous wastes (domestic)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	3.040E-03
Hazardous wastes (foreign)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	1.288E-06
HCFC-22	OUTPUT	Emission	air	kg	6.950E-14
Heavy metals	OUTPUT	Emission	air	kg	8.491E-11
Heavy metals	OUTPUT	Emission	water	kg	1.369E-10
Heavy Oil	OUTPUT	Emission	air	kg	3.829E-05
Helium (He)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.402E-07
Heptane	OUTPUT	Emission	air	kg	2.431E-10
Hexachloroethane	OUTPUT	Emission	water	kg	2.152E-22
Hydrocarbon (chlorinated)	OUTPUT	Emission	air	kg	5.775E-15
Hydrocarbon (chlorinated)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.899E-13
Hydrocarbons (halogenated)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.033E-15
Hydrocarbons (unspecified)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.326E-04
Hydrocarbons (unspecified)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.908E-07
Hydrogen	OUTPUT	Emission	air	kg	1.977E-08
Hydrogen	OUTPUT	Emission	water	kg	7.166E-15
Hydrogen chloride	OUTPUT	Emission	air	kg	1.873E-08
Hydrogen chloride	OUTPUT	Emission	water	kg	2.776E-13
Hydrogen cyanide	OUTPUT	Emission	air	kg	5.517E-16
Hydrogen fluoride	OUTPUT	Emission	air	kg	4.028E-09
Hydrogen fluoride	OUTPUT	Emission	water	kg	1.197E-20
Hydrogen sulfide	OUTPUT	Emission	air	kg	2.877E-08
Hypochloric acid (12.5%)	OUTPUT	Emission	water	kg	3.664E-14
Hypochlorite (ClO <sup>-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	3.664E-14
Iodine (I)	OUTPUT	Emission	air	kg	7.200E-15
Iodine (I)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.280E-09
Iron (Fe)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.814E-10
Iron (Fe)	OUTPUT	Emission	soil	kg	1.006E-10
Iron (Fe)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.005E-07
Iron ion(Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	1.028E-14
Lanthanide (Ln)	OUTPUT	Emission	air	kg	5.065E-14
Lanthanum (La)	OUTPUT	Emission	air	kg	7.212E-17
Lead (Pb)	OUTPUT	Emission	air	kg	8.022E-11
Lead (Pb)	OUTPUT	Emission	soil	kg	2.117E-16
Lead (Pb)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.060E-10
Limestone	OUTPUT	Emission	water	kg	1.212E-09
Magnesium (Mg)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.001E-13
Magnesium (Mg)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.939E-08
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	2.502E-15



Manganese (Mn)		OUTPUT	Emission	air	kg	2.265E-12
Manganese (Mn)		OUTPUT	Emission	soil	kg	2.012E-12
Manganese (Mn)		OUTPUT	Emission	water	kg	2.726E-08
Mercury (Hg)		OUTPUT	Emission	air	kg	5.547E-12
Mercury (Hg)		OUTPUT	Emission	soil	kg	1.675E-18
Mercury (Hg)		OUTPUT	Emission	water	kg	4.328E-12
Metal ions		OUTPUT	Emission	water	kg	2.548E-08
Metals		OUTPUT	Emission	air	kg	4.513E-10
Metals		OUTPUT	Emission	water	kg	1.880E-07
Methane		OUTPUT	Emission	air	kg	1.403E-04
Methanol		OUTPUT	Emission	air	kg	5.203E-10
Methanol		OUTPUT	Emission	water	kg	6.408E-12
Molybdenum (Mo)		OUTPUT	Emission	air	kg	2.148E-11
Molybdenum (Mo)		OUTPUT	Emission	water	kg	6.097E-12
Neutral salt		OUTPUT	Emission	water	kg	9.345E-09
n-Hexane		OUTPUT	Emission	air	kg	4.851E-10
n-Hexane		OUTPUT	Emission	water	kg	1.747E-08
Nickel (2+)		OUTPUT	Emission	water	kg	3.468E-15
Nickel (Ni)		OUTPUT	Emission	air	kg	8.890E-10
Nickel (Ni)		OUTPUT	Emission	soil	kg	6.944E-17
Nickel (Ni)		OUTPUT	Emission	water	kg	2.784E-09
Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		OUTPUT	Emission	water	kg	5.716E-08
Nitric acid		OUTPUT	Emission	air	kg	8.817E-14
Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )		OUTPUT	Emission	water	kg	9.073E-15
Nitrogen		OUTPUT	Emission	air	kg	1.076E-06
Nitrogen		OUTPUT	Emission	soil	kg	7.886E-16
Nitrogen		OUTPUT	Emission	water	kg	8.356E-13
Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> )		OUTPUT	Emission	air	kg	4.536E-04
Nitrogenous matter		OUTPUT	Emission	water	kg	1.681E-06
Nitrous oxide		OUTPUT	Emission	air	kg	1.333E-05
NMVOC		OUTPUT	Emission	air	kg	6.962E-04
Non-hazardous (domestic) wastes		OUTPUT	Waste	technosphere	kg	5.560E-02
Non-hazardous (foreign) wastes		OUTPUT	Waste	technosphere	kg	1.059E-04
Off gas		OUTPUT	Emission	air	kg	7.271E-05
Other Nitrogen		OUTPUT	Emission	water	kg	1.605E-08
PAHs		OUTPUT	Emission	air	kg	2.165E-11
PAHs		OUTPUT	Emission	water	kg	2.124E-08
Pentane		OUTPUT	Emission	air	kg	1.902E-09
Phenol		OUTPUT	Emission	air	kg	3.672E-10
Phenol		OUTPUT	Emission	water	kg	6.326E-08

Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	2.067E-08
Phosphorus (P)	OUTPUT	Emission	air	kg	6.270E-15
Phosphorus (P)	OUTPUT	Emission	soil	kg	2.524E-12
Phosphorus (P)	OUTPUT	Emission	water	kg	5.537E-12
Phosphorus pentoxide	OUTPUT	Emission	air	kg	1.373E-18
Phosphorus pentoxide	OUTPUT	Emission	water	kg	7.810E-14
Phosphrous matter	OUTPUT	Emission	water	kg	5.096E-08
PM	OUTPUT	Emission	air	kg	1.705E-05
Potassium (K)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.047E-12
Potassium (K)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.255E-07
Potassium (K <sup>+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	1.080E-16
Propane	OUTPUT	Emission	air	kg	1.464E-07
Propene	OUTPUT	Emission	air	kg	4.896E-11
Propionaldehyde	OUTPUT	Emission	air	kg	3.199E-18
Propionic acid	OUTPUT	Emission	air	kg	9.541E-12
Rubidium (Rb)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.280E-10
Scandium (Sc)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.911E-14
Selenium (Se)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.881E-11
Selenium (Se)	OUTPUT	Emission	water	kg	5.449E-12
Silica	OUTPUT	Emission	water	kg	1.256E-13
Silicate	OUTPUT	Emission	air	kg	1.082E-12
Silver (Ag)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.363E-10
Sodium (Na)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.315E-10
Sodium (Na)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.823E-05
Sodium (Na <sup>+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	4.955E-08
Sodium chloride	OUTPUT	Emission	water	kg	1.373E-11
Solvent	OUTPUT	Emission	water	kg	2.176E-10
SS	OUTPUT	Emission	water	kg	2.519E-05
Steam	OUTPUT	Emission	air	kg	1.820E-02
Steam	OUTPUT	Emission	water	kg	1.583E-03
Strontium (Sr)	OUTPUT	Emission	air	kg	8.251E-13
Strontium (Sr)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.323E-06
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	6.292E-05
Sulfide (S <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	4.361E-10
Sulfur (S)	OUTPUT	Emission	soil	kg	3.024E-11
Sulfur (S)	OUTPUT	Emission	water	kg	5.270E-13
Sulfur dioxide	OUTPUT	Emission	air	kg	8.836E-05
Sulfuric acid	OUTPUT	Emission	air	kg	2.661E-14
Sulphite(SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	4.793E-13
Sulphur oxides (SO <sub>x</sub> )	OUTPUT	Emission	air	kg	3.599E-04
tert-Butyl acetate	OUTPUT	Emission	air	kg	8.880E-11
Tetrachloroethylene	OUTPUT	Emission	water	kg	5.246E-19

Thalium (Tl)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.333E-14
Thalium (Tl)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.946E-19
Thiols	OUTPUT	Emission	air	kg	9.029E-16
Thorium (Th)	OUTPUT	Emission	air	kg	4.618E-17
Tin (Sn)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.130E-13
Tin (Sn)	OUTPUT	Emission	water	kg	2.808E-17
Titanium (Ti)	OUTPUT	Emission	air	kg	5.114E-12
Titanium (Ti)	OUTPUT	Emission	water	kg	1.403E-12
TOC	OUTPUT	Emission	water	kg	1.906E-06
Toluene	OUTPUT	Emission	air	kg	1.571E-09
Toluene	OUTPUT	Emission	water	kg	2.456E-08
Trichloroethylene	OUTPUT	Emission	water	kg	3.257E-17
Triethylene glycol	OUTPUT	Emission	water	kg	4.013E-11
Uranium (U)	OUTPUT	Emission	air	kg	4.478E-17
Vanadium (V)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.460E-09
Vanadium (V)	OUTPUT	Emission	water	kg	5.573E-12
Vinyl chloride	OUTPUT	Emission	air	kg	4.100E-21
Vinyl chloride	OUTPUT	Emission	water	kg	6.467E-41
VOC	OUTPUT	Emission	air	kg	4.143E-06
VOC	OUTPUT	Emission	water	kg	4.478E-09
Waste (metals)	OUTPUT	Emission	air	kg	1.083E-12
Waste (oil)	OUTPUT	Emission	water	kg	6.468E-09
Waste water	OUTPUT	Emission	water	kg	6.007E-02
Wastes (unspecified)	OUTPUT	Waste	technosphere	kg	9.769E-03
Water	OUTPUT	Emission	water	kg	1.335E-01
Xylene	OUTPUT	Emission	air	kg	9.564E-10
Xylene	OUTPUT	Emission	water	kg	2.135E-07
Zinc (Zn)	OUTPUT	Emission	air	kg	2.269E-08
Zinc (Zn)	OUTPUT	Emission	soil	kg	7.561E-13
Zinc (Zn)	OUTPUT	Emission	water	kg	8.961E-09
Zinc (Zn <sup>2+</sup> )	OUTPUT	Emission	water	kg	1.169E-17
Zirconium (Zr)	OUTPUT	Emission	air	kg	3.431E-17
목재펠릿	OUTPUT	Product	technosphere	kg	1.000E+00

#### (4) 온실가스 배출량 산정

목재펠릿 1kg 생산 시 발생하는 원료운송 단계, 제조단계, 포장 단계 중 공정별 온실가스배출량은 각각 다음과 같다.

(표 9.110) 목재펠릿 제조 시 원료운송단계의 온실가스 배출량

구분	온실가스	운송			
		원목 및 톱밥 (kg CO <sub>2</sub> )	LDPE (kg CO <sub>2</sub> )	합계 (kg CO <sub>2</sub> )	비율
목재펠릿 생산	CFC-13	2.68E-10	4.55E-11	3.14E-10	0.00%
	CF4	-	-	-	0.00%
	Carbon dioxide(CO <sub>2</sub> )	1.03E-02	1.69E-03	1.19E-02	98.09%
	HCFC-22	6.78E-11	1.15E-11	7.93E-11	0.00%
	CF3Br	1.77E-06	3.01E-07	2.07E-06	0.02%
	Methane(CH <sub>4</sub> )	1.89E-04	3.20E-05	2.20E-04	1.81%
	Nitrous oxide(N <sub>2</sub> O)	8.97E-06	1.52E-06	1.05E-05	0.09%
생산 공정별 배출량		1.04E-02	1.72E-03	1.22E-02	

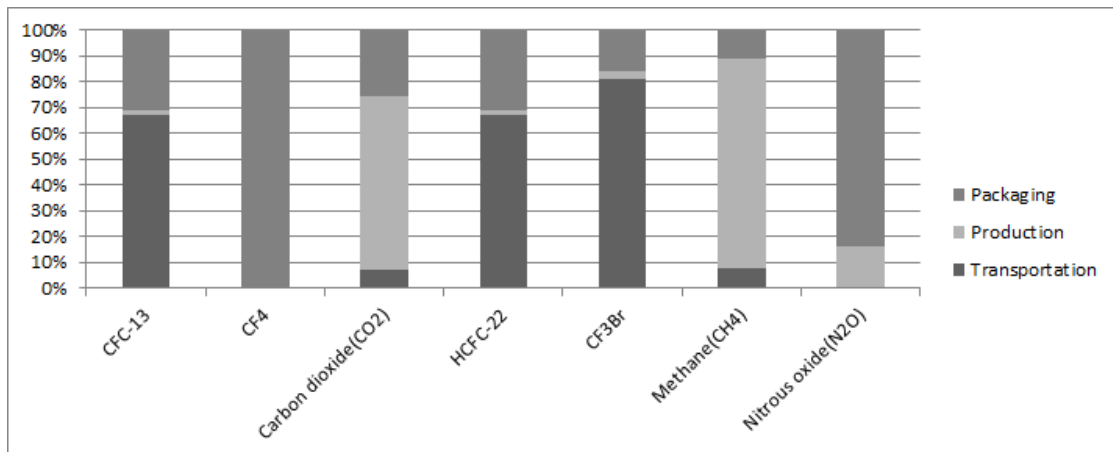
(표 9.111) 목재펠릿 제조 시 제조단계의 온실가스 배출량

구분	온실가스	생산			
		전기 (kg CO <sub>2</sub> )	LNG (kg CO <sub>2</sub> )	합계 (kg CO <sub>2</sub> )	비율
목재펠릿 생산	CFC-13	-	9.29E-12	9.29E-12	0.00%
	CF4	-	-	-	0.00%
	Carbon dioxide(CO <sub>2</sub> )	9.17E-02	1.71E-02	1.09E-01	97.25%
	HCFC-22	-	2.35E-12	2.35E-12	0.00%
	CF3Br	1.20E-09	6.93E-08	7.05E-08	0.00%
	Methane(CH <sub>4</sub> )	1.40E-03	1.01E-03	2.41E-03	2.15%
	Nitrous oxide(N <sub>2</sub> O)	8.93E-05	5.80E-04	6.69E-04	0.60%
생산 공정별 배출량		9.32E-02	1.87E-02	1.12E-01	

(표 9.112) 목재펠릿 제조 시 포장단계의 온실가스 배출량

구분	온실가스	포장	
		LDPE ( $kgCO_2$ )	Ratio
목재펠릿 생산	CFC-13	1.44E-10	0.00%
	CF4	6.07E-12	0.00%
	Carbon dioxide(CO2)	4.16E-02	91.69%
	HCFC-22	3.65E-11	0.00%
	CF3Br	4.10E-07	0.00%
	Methane(CH4)	3.21E-04	0.71%
	Nitrous oxide(N2O)	3.45E-03	7.60%
생산 공정별 배출량		4.54E-02	

각 공정별로 투입물질과 형태별로 온실가스배출량을 나누었는데, 운송과정에서는 원목 및 톱밥, 포장재 운송으로 나누어지고 제조공정에서는 전기, LNG사용에서 각각 온실가스가 배출된다. 운송공정은 원목과 톱밥을 운송할 때  $0.01kgCO_2$ 가, 포장재를 운송할 때에는  $0.002kgCO_2$ 가 배출되었다. 제조단계에서 발생하는 온실가스는 전기사용에서  $0.093kgCO_2$ , LNG사용에서  $0.019kgCO_2$ 가 배출되었다. LNG의 사용에서 발생하는 온실가스의 양보다 전기사용에서 발생하는 온실가스의 양이 4.98배 차이가 나기 때문에 목재펠릿 생산 단계에서는 주로 전기부분에서 온실가스가 배출되는 것으로 나타났다. 포장단계에서 포장재를 사용함으로써 배출되는 온실가스량은  $0.045kgCO_2$ 인 것으로 나타났다. 목재펠릿 1kg 생산 시 발생하는 온실가스의 종류별로 살펴보자면, CFC-13은 운송과정에서 60%이상 배출되고, 포장단계에서 30% 그리고 생산단계에서는 5%이하로 배출되었다. CF4의 경우 생산과 운송과정에서는 발생하지 않았고 전량 포장과정에서 배출되었다. HCFC-22와 CF3Br은 각각 비율은 다르지만 운송과정에서 가장 많은 배출이 이루어 졌고 다음으로 포장과정과 생산과정 순으로 배출비율이 나타났다. CO2의 경우 운송과정에서 8% 생산과정에서 64%, 포장과정 26%로 배출비율이 나타났다. 생산과정에서 CO2의 절반이상이 배출되는 것을 알 수 있고 생산과정에서는 전기사용에서 배출되는 온실가스배출량이 LNG보다 4.98배가 많기 때문에 목재펠릿 1kg을 생산하는데 전기사용을 통한 온실가스배출이 가장 많은 것으로 나타났다. CH4의 경우는 운송과 포장과정에서는 8%, 11%로 생산과정보다 상대적으로 낮은 비율로 배출되었고 생산과정에서 80%이상 배출되는 것으로 나타났다. N2O의 경우 포장과정에서 83%, 생산과정에서 17% 발생했으며 운송단계에서는 배출되지 않았다<그림 9.35>.



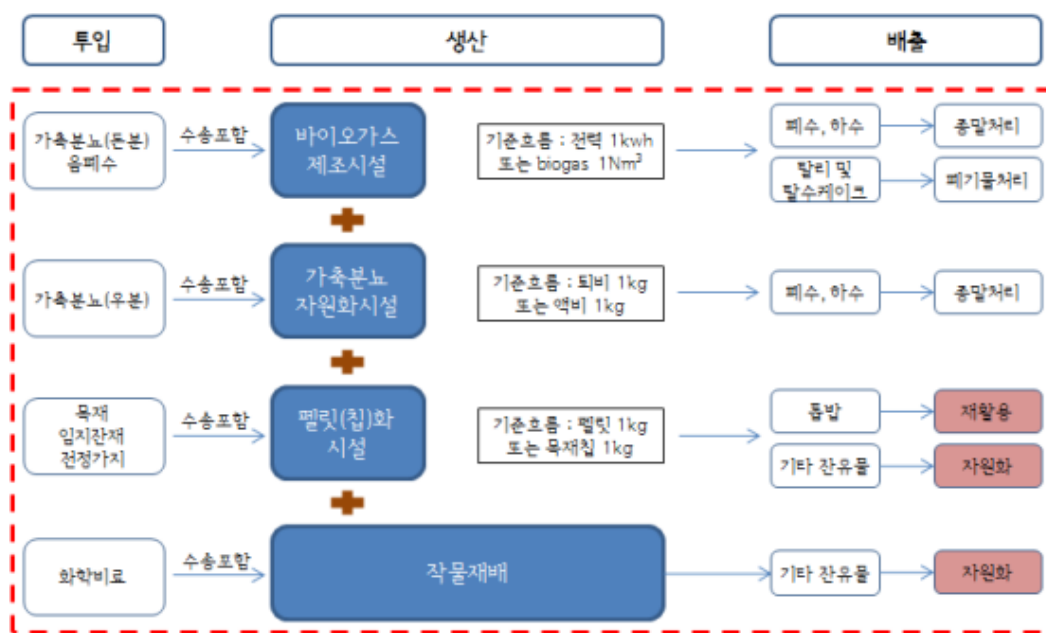
<그림 9.35> 목재펠릿 제조 시 온실가스 종류별 각 공정 기여도

## 9. 바이오매스 순환단지(Biopia) 전과정평가

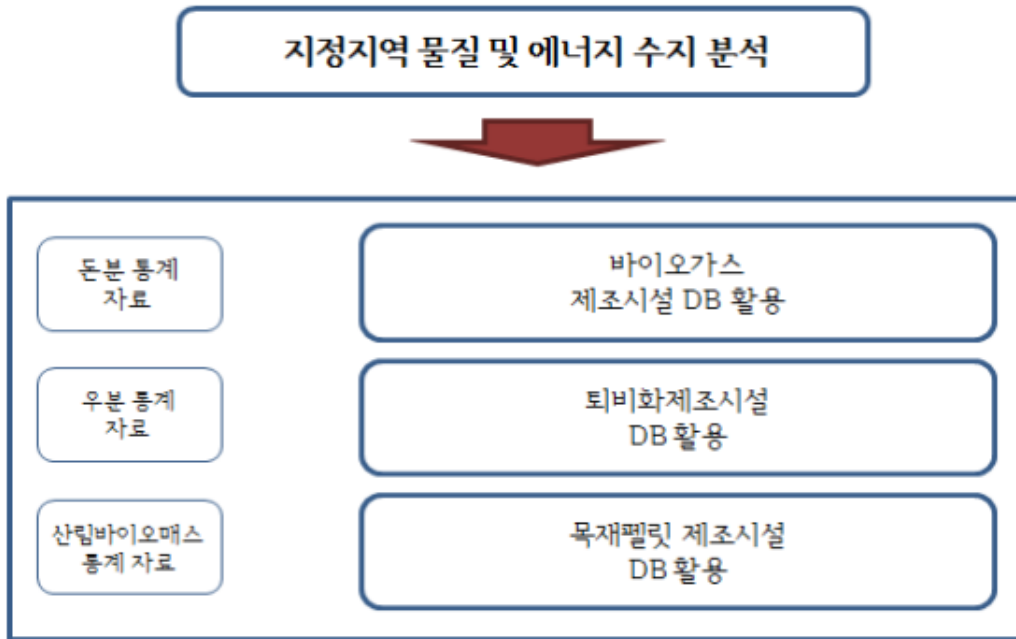
### 가. 바이오매스 순환단지(Biopia) LCA 수행모형 설정

바이오피아는 특정한 제품이나 서비스를 생산하는 것이 아니기 때문에 앞 절에서 설명한 LCA 구성요소 중 기능단위 및 기준흐름을 명확하게 정의·규정하기 어렵다. 또한, 바이오피아 조성사례가 없기 때문에 구체적인 데이터의 확보에도 한계가 따른다.

이러한 이유로 본 연구에서는 바이오피아 선정 지역에서 확보가 가능한 농가 및 농업용 전기사용량, 유류사용량, 경작에 투입된 화학비료 사용량에 대한 전과정 목록분석을 통해 온실가스 배출량을 산정하고, 바이오피아 조성 후 에너지 및 자원사용량 변화에 따른 온실가스 배출량을 비교하고자 하였다.



<그림 9.36> 바이오피아 시스템경계



<그림 9.37> 바이오피아 LCA 수행 모형

분석에 사용한 데이터의 시간적 범위는 2010년 1월부터 12월 연간자료이고, 지역적 범위는 강원도 평창군 내 선정지역인 용평면, 대화면, 봉평면 3개면이며, 사용한 데이터출처는 문헌 데이터(평창군 통계연보)이다.

**나. 주요 배출원의 온실가스 배출량 계산식**

작물을 위한 주요 투입물의 온실가스배출량 계산 및 재배활동에 따른 토양의 온실 가스 배출은 다음의 수식에 의해서 계산된다.

**(1) 비료의 온실가스배출량**

작물 재배시 사용된 비료의 온실가스 배출량은 비료사용량 및 비료사용에 따른 탄소배출 계수에 의해서 계산된다(수식 1). 비료의 탄소배출량 산출은 해당 비료의 제조 및 원료채취에 따르는 온실가스 배출이 포함되며, 해당계수는 비료의 종류에 따라 각각 다르다.

$$F_{i-Production} = \sum_i (M_i \times E_i) \text{ ----- [수식 1]}$$

$F_{i-Production}$  : 비료 i의 생산 시 발생하는 온실가스 배출량(kg CO<sub>2</sub>)

$M_i$  : 비료 i의 사용량(kg)

$E_i$  : 비료 i의 탄소배출계수(kg CO<sub>2</sub>/kg)

**(2) 에너지 생산 및 사용단계에 따른 온실가스 배출량**

화석연료의 경우 온실가스배출은 에너지 생산단계뿐만 아니라 사용단계에서도 온실가스 배출이 이루어진다. 때문에 전기를 제외한 화석연료 에너지는 생산단계의 배출계수와 사용단계의 배출계수를 구분하여 적용한다(수식 2). 전기에너지는 사용단계의 온실가스배출이 없으므로 생산단계의 온실가스배출만을 평가한다.

$$En_i = \sum_i [(M_i \times C_i \times E_{i-Production}) + (M_i \times C_i \times E_{i-Use})] \text{ ----- [수식 2]}$$

$En_i$  : 에너지 i의 생산 및 사용 시 발생하는 온실가스 배출량( $kgCO_2$ )

$M_i$  : 에너지 i의 사용량( $\ell$  or  $M_3$  or  $kWh$ )

$C_i$  : 에너지 i의 단위환산계수(부속서 D 참조)

$E_{i-Production}$  : 에너지 I의 생산 탄소배출계수( $kgCO_2/kg$  or  $kWh$ )

$E_{i-Use}$  : 에너지 i의 사용 탄소배출계수( $kgCO_2/kg$ )

(표 9.113) 변환계수와 에너지의 탄소 배출계수

구분	변환계수	단위	에너지 생산에 따른 배출계수 ( $kgCO_2/kg$ )	에너지 사용에 따른 배출계수 ( $kgCO_2/\ell$ or $Nm_3$ or $kg$ )	
에너지	Diesel oil	0.860	$kg/\ell$	0.068	2.67
	Kerosene	0.840	$kg/\ell$	0.253	2.52
	Heavy oil	0.950	$kg/\ell$	0.325	3.04
	Volatile oil	0.750	$kg/\ell$	0.083	2.2
	LPG	0.579	$kg/\ell$	0.596	3.65
	LNG	0.805	$kg/m_3$	0.595	2.58
	Briquette	3.750	$kg/장$	0.480	1.91
	Electricity	-	$kg/kWh$	0.495	-

자료 : IPCC (2006)

### (3) 질소비료 시비에 따른 토양 아산화질소( $N_2O$ ) 배출량

비료 시비로 인하여 인위적인 질소성분이 토양으로 투입되게 되면 토양미생물의 작용에 의하여 아산화질소( $N_2O$ )가 배출되며, 인위적 요인에 의한 토양에서의 아산화질소 발생은 온실가스 배출로 평가된다. 토양의 아산화질소 배출은 비료사용량, 질소성분 함유율, 건조량, 토양 배출계수, 지구온난화지수를 고려하여 산출된다. 질소시비로 인한 토양의 아산화질소 배출계수는 유기비료의 경우  $0.018(kgN_2O/kg)$ , 무기비료의 경우  $0.019(kgN_2O/kg)$ 를 차등 적용하여 산출한다(수식 3).

$$S_{N_2O} = \sum_i (1.5714 \times M_{i-Fert} \times AI_{i-N} \times WI_{i-Dry} \times E_{N_2O-Soil} \times GWP_{N_2O}) \text{ ----- [수식 3]}$$

$S_{N_2O}$  : 질소 시비로 인한 아산화질소 토양 온실가스 배출량( $kgCO_2$ )

1.5714 :  $N_2O$  분자량/ $N_2$  분자량

$M_{i-Fert}$  : 비료 i의 사용량

$AI_{i-N}$  : 비료 i의 질소 유효성분 함유율

$WI_{i-Dry}$  : 비료 i의 건조 중량율

$E_{N_2O-Soil}$  : 비료 1kg당  $N_2O$ 의 토양배출 계수( $kgN_2O/kg$ )

$GWP_{N_2O}$  :  $N_2O$ 의 지구온난화지수 310( $kgCO_2/kgN_2O$ )



(표 9.114) 질소 비료의 활성 성분과 건조 중량의 비율

구분		목록	질소의 활성성분(%)	건조중량 (%)
유기물질	유기질 비료	Compost	1.49	56.93
무기물질	단일 비료	Urea	0.46	무기비료의 경우 건조중량은 100%로 간주함.
		Ammonium sulfate	0.2	
		Potassium nitrate	0.132	
		Calcium nitrate	0.155	
		Phosphate of ammonium	0.12	
	복합 비료	21-17-17	0.21	
		17-21-17	0.17	
기타		0.177		

자료 : RDA reserch results(PJ0072622012)

#### 다. 창군 선정지역 투입 데이터 및 온실가스 배출량

##### (1) 투입 데이터

평창군 내의 주요 3면(봉평면, 용평면, 대화면)의 에너지 및 화학비료 사용량에 대한 전과정목록분석(LCI)을 진행하였다. 평창군 선정지역 내에서 발생하는 주요 가축분뇨 중 우분의 경우 전량 퇴비로 쓰이고, 돈분의 경우 개별농가 액비저장조를 통해 일정부분이 액비로 재활용되고 있다. 계분의 경우 농가 개별적으로 정화처리하는 것으로 조사되었다. 목록분석 시 작물 생육에 필요한 자원의 경우 농지에서의 비료요구량에서 가축분뇨를 퇴·액비화하여 재활용되는 양에 해당하는 비료성분발생량을 제외 것을 LCI의 투입데이터로 사용하였다. 또한 주요 3면에서 사용하는 농가에서의 전기, 경유 등의 에너지 사용량을 조사한 데이터를 투입데이터로 사용하였다.

(표 9.115) 평창군 선정지역 LCI Input/Output 데이터

투입/배출	단위	투입/배출량	데이터출처
투입			
전기	KWh	1.00E+00	Direct research
경유	kg	1,92E-01	Incomes data (RDA, 2008)
복합비료(21-17-17)	kg	2.50-E02	Ecoinvent
배출			
직접배출 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	kg	4.57E+05	IPCC 1996
간접배출 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	kg	7.40E+05	Incomes data (RDA, 2008)

## (2) 온실가스 배출량 산정

LCA(Life Cycle Assessment)는 투입재의 제조부터 생산물의 폐기까지의 모든 과정을 포함하지만 본 연구에서는 평창군 주요 3면에서 사용하는 에너지와 비료에 따른 온실가스 배출량을 산정하고 있다. 따라서 비료와 화석연료, 전기의 생산단계에서 발생하는 온실가스의 양과 비료와 화석연료의 사용단계에서 발생하는 온실가스의 양을 합한 값이 평창군 주요 3면의 총 온실가스가 되는 것이다. 그렇기 때문에 Input데이터의 생산과정에서 발생하는 온실가스의 배출량 또한 중요하다고 볼 수 있다. Input데이터에서 투입재는 경유, 전기, 복합비료(21-17-17)로 구성되어 있다. 생산단계에서 발생하는  $CO_2$ 의 양을 살펴보면 경유와 전기는 각각  $1.13E+03$ ,  $2.36E+03$ 의 이산화탄소를 배출하지만 복합비료의 생산에서 발생하는  $CO_2$ 의 양이  $4.18E+05$ 로 전체 투입재의 생산에서 발생하는  $CO_2$  양의 99%의 해당하는 수치를 나타내고 있다. 또한  $CH_4$ 와  $N_2O$ 에서도 거의 100%에 가까운 비중을 차지하면서 비료의 생산단계에서 많은 양의 온실가스가 배출되는 것을 알 수 있다(표 9.116).

(표 9.116) Input 데이터의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량  
(단위 :  $kg-CO_2$ )

구분	목록	이산화탄소 ( $CO_2$ )	비율	메탄 ( $CH_4$ )	비율	아산화질소 ( $N_2O$ )	비율
생산	Diesel	1.13E+03	0%	2.21E+00	0%	1.42E-01	0%
	Electricity	2.36E+03	1%	3.59E+01	0%	2.30E+00	0%
	21-17-17	4.18E+05	99%	2.84E+04	100%	6.28E+03	100%
합계		4.22E+05		2.84E+04		6.28E+03	

생산과정에 있어서는 복합비료가 가장 많은 배출량과 비중을 나타내지만 경유의 소비와 비료의 사용으로 인한  $N_2O$ 의 배출량을 더한 총 온실가스 배출량에서는 그 비중이 줄어든 것을 알 수 있다. 평창군 선정지역 3개 면에서의 온실가스 배출량에서 가장 많은 비중을 나타내는 것은 비료의 사용으로 인한  $N_2O$ 의 배출인 것으로 나타났다. 그 이유는 이산화탄소( $CO_2$ )를 1로 볼 때 메탄( $CH_4$ )은 21, 아산화질소( $N_2O$ )는 310의 지구온난화지수를 가지고 있기 때문에 같은 양을 배출한다고 하더라도  $N_2O$ 를 배출하는 비료가 많은 배출량을 나타낼 수밖에 없으며, 또한 (표 9.116)의 Input데이터의 양에서도 알 수 있듯이 복합비료의 사용량이 가장 많았기 때문이다. 그렇기 때문에 복합비료의 생산단계에서 발생하는 온실가스의 양이 38%의 비중으로 두 번째로 많은 비중을 차지하고 있으며 3%의 비중으로 경유의 사용으로 인한 온실가스배출량이 나타났다. 전기와 경유의 생산에 따른 온실가스 배출량은 상대적으로 가장 미미한 수치를 나타냈다.

(표 9.117) 평창군 주요 3면의 온실가스 배출량

구분	Items	온실가스 배출량 ( $kgCO_2/kg$ or kWh)	비율
생산	Diesel	1.1350E+03	0%
	Electricity	2.3980E+03	0%
	21-17-17	4.5340E+05	38%
에너지사용	Diesel	3.6372E+04	3%
토양의 아산화질소 배출		7.0361E+05	59%
Total		1.1969E+06	

이렇듯 평창군 선정지역 3개면의 자원 및 에너지 사용으로 배출되는 온실가스는 직접배출가스와 간접배출가스 총 2가지의 형태로 배출이 되었다. 직접 배출되는 온실가스는 input데이터의 생산단계와 소비단계에서 발생하는 온실가스를 의미하며 종류는 크게  $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $CH_4$  3가지로 구성되어 있다. 간접 배출되는 온실가스는 질소비료의 시비로 인하여 인위적인 질소성분이 토양으로 투입되게 되면 토양미생물의 작용에 의하여 아산화질소( $N_2O$ )가 배출되며, 인위적 요인에 의한 토양에서의 아산화질소 발생은 온실가스 배출로 평가된다.

직접 배출되는 온실가스의 양은  $457,000kgCO_2$ 이고, 비료 시비로 인한 아산화질소 토양 온실가스 배출량은  $703,606.6kgCO_2$ 이며, 이 둘을 합한 온실가스 총 배출량은  $1,196,900kgCO_2$ 인 것으로 나타났다.



# 제10장 바이오매스 활용 단지 활성화 방안

## 제1절 활성화 방안

### 1. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 시범사업

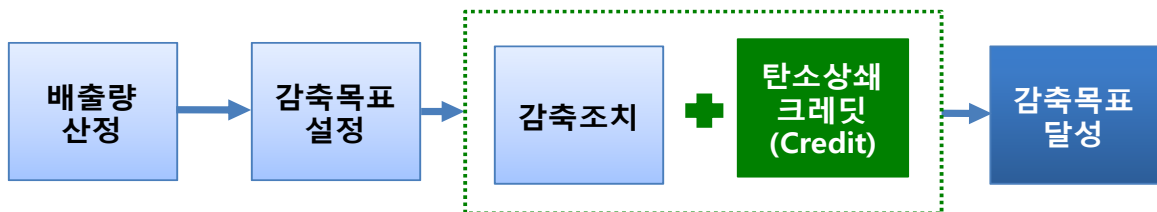
#### 가. 제도개요

##### (1) 탄소상쇄의 등장배경 및 정의

교토의정서 이후, 교토메커니즘을 중심으로 감축의무국들의 온실가스감축사업과 배출권거래가 추진되어 왔다. 배출권거래제에 기반을 둔 탄소시장은 지구온난화 방지의 핵심인 온실가스 저감에 시장 메커니즘을 도입하여, 저감을 최대화하면서 사회 전체적으로 소요되는 비용을 최소화하기 위해 탄생하였다.

탄소거래는 총량거래(cap and trade)와 탄소상쇄(carbon offset)로 구분할 수 있는데, 총량거래는 전 세계적, 국가적, 지역적 차원에서 온실가스 배출의 총량을 설정하고 그것을 각 주체에 할당한 후 잉여분 및 부족분을 거래하는 제도이다.

탄소상쇄는 자신의 배출을 감축하는 대신에 국가, 기업, 개인은 저렴한 “탄소 감축” 프로젝트에 비용을 투자하여 그것을 자신의 감축량으로 인정 받을 수 있는 제도이다. 교토메커니즘에 따르면 공동이행(Joint Implementation)이나 청정개발체제(Clean Development Mechanism)가 이에 해당한다.



<그림 10.1> 탄소상쇄 프로세스

86)

##### (2) 온실가스 감축과 탄소상쇄의 구분

온실가스 감축은 크게 온실가스 저감, 온실가스 흡수/격리로 정의할 수 있다. 여기서 온실가스 저감은 온실가스 감축기술 및 저감장치 등을 도입하여 감축하는 활동을 의미하고, 온실가스 격리는 조림사업과 같은 탄소 흡수 및 저장 프로젝트를 이용하여 온실가스 배출량을 감축하는 방법이라 할 수 있다.

탄소상쇄는 경제활동에서 발생하는 온실가스를 상쇄할 목적으로 직접 감축사업에 투자하거나 배출권을 구입하는 등의 온실가스 감축 투자에 관련된 모든 활동이라 정의할 수 있다.

온실가스 감축사업과 탄소상쇄사업은 각각의 목적으로부터 구분할 수 있다. 온실가스 감축

86) 농업기술실용화재단, 농림수산식품분야 탄소상쇄사업 검·인증체계 및 사업화 방법론 구축방안 연구(2011)

사업은 에너지 절감 및 대체 등을 활용하여 원가절감 등의 효과와 온실가스 감축효과를 획득함을 목적으로 하며, 탄소상쇄사업의 경우 더 나아가 발생하는 감축효과를 모니터링을 통하여 정량화하고 이를 크레딧으로 환산하여 소득화 함을 목적으로 한다.

국내 시행중인 배출감축제도관련 제도들에서는 다음 (표 10.1)과 같이 탄소상쇄에 대하여 정의하고 있다.

(표 10.1) 국내 배출감축제도의 탄소상쇄 정의

제도	정의	시행부처
온실가스·에너지 목표관리제	외부감축실적 : 관리업체가 당해 업체의 조직경계 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거한 실적을 말한다.	환경부
배출권 거래제도	상쇄 : 지정된 할당 대상업체가 이 법에 따른 배출권 거래제가 적용되지 않는 국내외 사업부문에서 자발적으로 온실가스를 감축한 실적에 대하여 정부의 인증을 받아 제16조의 배출권 제출로 간주되는 것을 말한다.	지식경제부
산림탄소상쇄 제도	탄소상쇄 : 배출감축조치 후에도 불가피하게 발생하는 배출량의 전부 또는 일부를 외부크레딧(Credit)으로 감축하는 것	산림청

자료 : 농업기술실용화재단, 농림수산물분야 탄소상쇄사업 검·인증체계 및 사업화 방법론 구축방안 연구(2011)

### (3) 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업

농업부문의 온실가스 배출원의 범위는 크게 비에너지원에 의한 배출과 에너지원(화석연료)에 의한 배출로 대별할 수 있다. 비에너지원에 의한 배출은 경종, 축산, 토지이용 변경 등과 같은 것이고, 에너지원에 의한 배출은 농기계 운용, 시설재배지 가온활동, 어업활동 등 화석연료의 직접사용으로부터 기인하는 것이다. 이러한 농업분야 온실가스 배출 특성을 고려하여 농업 부문 탄소상쇄는 “농가 및 농기업의 새로운 설비투자 또는 녹색기술 도입을 통해 온실가스 배출량을 감축하고, 이를 상쇄 크레딧(Credit)으로 인정받아 온실가스 감축의무 기업들에게 판매할 수 있는 제도”로 표현할 수 있다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업은 “국내 농업현실에 적합한 온실가스 감축사업의 방법론을 개발해 친환경적 기술도입을 통한 농업부문의 탄소상쇄사업을 활성화하기 위한 제도”로 정의할 수 있다. 구체적으로 저탄소 농업기술을 활용하여 온실가스를 감축한 농가 또는 농업법인의 감축실적을 모니터링 및 평가하여 정부 구매 등 인센티브를 제공하는 사업이다.

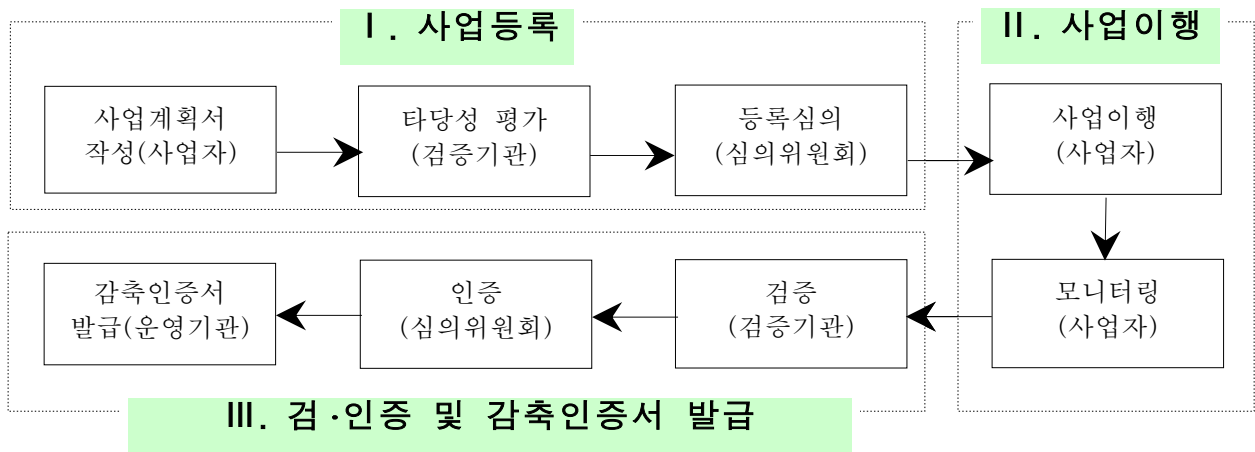
### (4) 운영체계 및 추진절차

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업은 농림축산식품부가 총괄기관이고, 운영기관은 농업

기술실용화재단이다. 농업기술실용화재단의 주요업무는 감축사업신청서 접수, 사업등록, 심의위원회 구성 및 운영 등으로 사업의 실무적 역할을 수행하고 있다.

심의위원회는 기후·농업분야의 전문가로 구성되고, 민간 검증전문 업체에서 검증기관 역할을 수행하고 있다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업을 통한 인증서 발급까지는 <그림 10.2>와 같이 사업 참여 신청, 사업계획서 작성, 타당성 평가, 사업이행, 모니터링, 검증, 인증의 단계를 거치게 된다.



<그림 10.2> 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 추진절차

### (5) 사업의 종류 및 대상

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업은 규모와 사업 형태를 기준으로 분류된다. 일반 감축사업은 연간 온실가스 예상 감축량이 20,000tCO<sub>2</sub> e를 초과하는 사업이며 그보다 적은 예상 감축량에 해당하는 감축사업은 소규모 감축사업으로 분류되고, 이 경우에는 사업계획서 작성 시 장애요인 분석 및 경제적 추가성 등 소량의 항목을 생략할 수 있게 된다. 사업 형태에 따라 단일 감축사업, 지역단위 감축사업, 묶음형 감축사업, 프로그램 감축사업 4가지로 분류된다.

(표 10.2) 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 종류

기준	사업종류	주요내용
사업규모	일반 감축사업	연간 온실가스 예상감축량 20,000tCO <sub>2</sub> 초과
	소규모 감축사업	연간 온실가스 예상감축량 20,000tCO <sub>2</sub> 이하
사업형태	단일 감축사업	단일사업장 내 한가지 감축사업
	지역단위 감축사업	지자체 관할구역 내 소규모 감축사업들을 하나로 묶어 추진
	묶음형 감축사업	동일 기술을 적용한 여러 개의 소규모 감축사업을 하나로 묶어 추진
	프로그램 감축사업	중장기적으로 시행되는 사업에 대해 동일한 방법론을 활용하여 하나의 사업으로 등록

또한, 농업·농촌 자발적 온실가스감축사업은 지열 냉난방, 가축분뇨에너지화, 발전폐열회수, 목재펠릿 이용, 녹비재배 등 농업분야 온실가스 감축 기술을 대상으로 한다. 국내에 도입된 녹색농업기술은 (표 10.3)과 같다.

(표 10.3) 국내 녹색농업기술 도입현황

녹색농업기술	지원부처	도입현황
지열히트펌프	농림축산식품부	수산, 원예, 축산 분야 285 가구
	에너지관리공단	약 1,000여 가구(그린홈 100만호 보급사업)
목재펠릿보일러	농림축산식품부	시설원예용 520여 대, 약 200ha 보급
	산림청	가정용 총 10,800여 대, 공공 및 산업용 275대 보급
녹색마을	환경부	광주 망월마을 운영
	행정안전부	공주 금대리 및 포천 영송마을 운영
	농림축산식품부	완주 덕암마을 운영
	산림청	경북 솔빛마을 및 화천 느릅마을 운영
	농촌진흥청	전북 김제 중촌마을 운영
폐열	지식경제부	에너지이용합리화자금 2,118억원 지원
녹비작물	농림축산식품부	녹비작물 종자대 지원사업 약 190ha에 지원
보존경운	농림축산식품부	무경운 직파농법 보급

자료: 농업기술실용화재단, 농림수산식품분야 탄소상쇄사업 검·인증체계 및 사업화 방법론 구축방안 연구(2011)

## 나. 국내외 온실가스 감축사업 운영현황

### (1) 자발적 온실가스 배출 감축사업(KCER 사업)

#### (가) 정의

온실가스 배출 감축 사업등록 및 관리제도에 의하여 기업이 감축한 실적은 정부에서 인증한 후 이것을 에너지관리공단에서 배출권(KCER, Korea-Carbon Emission Reduction)형태로 발급해주는 제도이다.



(나) 대상사업 및 사업참여 요건

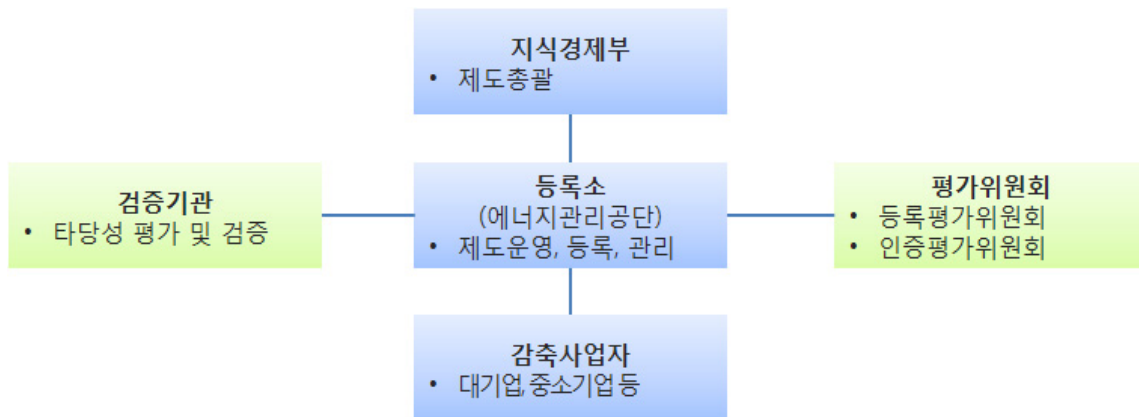
(표 10.4) KCER 사업 대상사업 현황

대상사업	제외사업
에너지이용합리화를 통한 사업	국가 정책 및 법규에 따라 의무적으로 이루어진 사업
신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법 제2조에서 규정한 사업	일상적인 설비의 보수 및 청소 등에 의하여 일시적으로 온실가스 배출량이 감축되는 사업
기타 정부가 인정하는 감축사업	단순한 생산량 증감에 의하여 온실가스 배출량이 감축되는 사업
	사업경계 내에 유사한 목적으로 수행한 다른 사업이 포함되어 있어 기술적 연관성 및 감축효과의 독립성을 규명하는 것이 불가능한 사업
	사업을 통한 배출 감축실적에 대한 소유권이 불명확한 사업
	해당사업이 다른 온실가스 감축프로그램에 감축실적으로 등록된 사업

자료 : 농업기술실용화재단, 농림수산식품분야 탄소상쇄사업 검·인증체계 및 사업화 방법론 구축방안 연구(2011)

(다) 운영체계

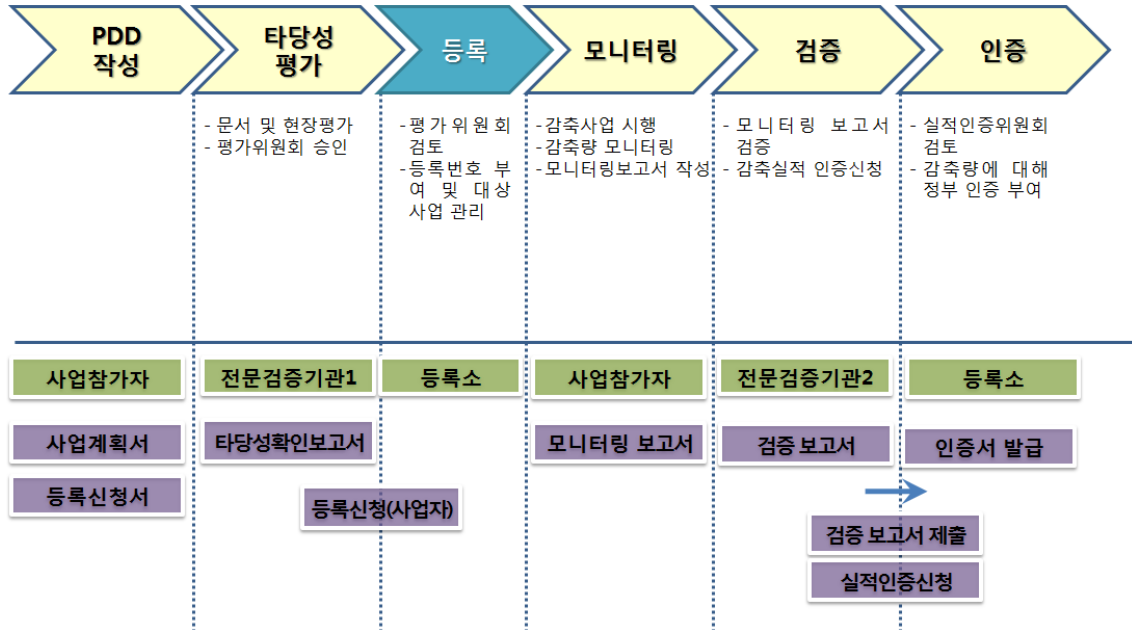
총괄기관은 지식경제부, 실무책임기관은 에너지관리공단, 그 산하에 등록평가위원회와 인증평가위원회를 두어 관리 운영하고 있다.



<그림 10.3> KCER 운영체계

(라) 사업절차

에너지관리공단에서 운영 중인 온실가스 감축사업등록 관리제도는 CDM의 사업절차를 준용하였으며, 국내 기업의 감축실적의 국내 승인 및 크레딧 발급을 목적으로 하였기 때문에 정부승인 과정은 생략되었다.



<그림 10.4> 에너지관리공단 온실가스 감축사업등록 관리제도 사업절차

(마) 운영 현황

2005년부터 시행된 온실가스 배출 감축 사업등록 및 관리제도는 2010년 기준 누적등록건수가 2,417건, 인증 승인 건수가 204건(등록건수 대비 인증건수 8.4%)에 달한다.

(표 10.5) 온실가스 감축사업 등록·인증 현황

구분	분 야	'05	'06	'07	'08	'09	'10	계
등록	등록승인(건)	-	41	62	86	66	44	299
	연간감축량(천tCO2/y)	-	1,022	1,037	1,263	1,269	483	5,073
	총 감축량(천tCO2)	-	5,105	4,826	6,313	6,343	2,417	25,003
인증	인증승인(건)	-	-	38	88	161	204	491
	인증량(천tCO2/y)	-	-	941	1,927	2,720	3,194	8,782

\* 등록된 사업은 인증기간(5년)동안 매년 인증실적이 발생하므로 인증건수가 많아짐.

자료 : 농업기술실용화재단, 농림수산식품분야 탄소상쇄사업 검·인증체계 및 사업화 방법론 구축방안 연구(2011)

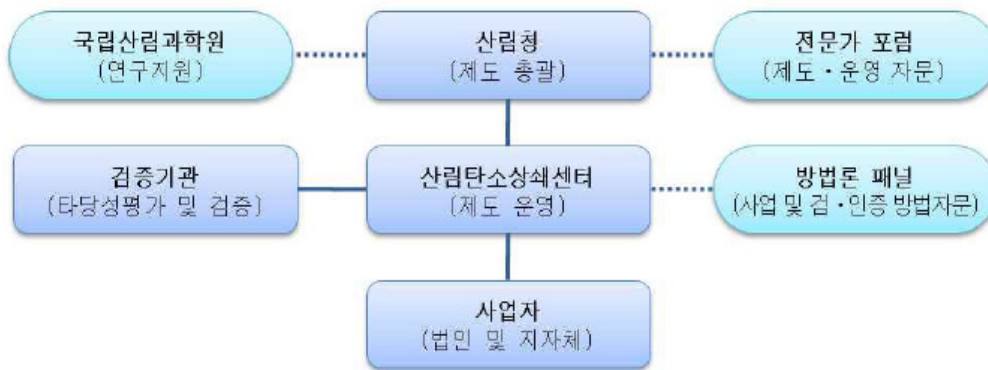
## (2) 산림탄소상쇄제도 시범운영사업

### (가) 대상사업 및 사업참여 요건

산림탄소상쇄제도 시범운영규정(산림청 훈령 제1047호)에 따라 산림조성 사업 대상지는 2005년 12월 31일 당시부터 사업 전까지 잠재적 최소수고가 5m 이하이고, 수관울폐도가 10% 이하인 토지에 나무를 식재하여 온실가스를 흡수 저장하는 사업으로 국고를 지원 받지 않는 사업이어야 한다.

### (나) 운영체계

산림탄소상쇄제도는 산림청 제도총괄기관을 중심으로 산림탄소상쇄센터가 실제 제도 운영하고 검증기관, 사업자가 실질적으로 사업에 참여하고 국립산림과학원, 방법론 패널 등이 관련 연구 및 방법론 등에 대한 자문을 지원한다.



<그림 10.5> 산림탄소상쇄제도 시범사업 운영체계

### (다) 사업절차

산림탄소상쇄센터에서 운영 중인 '산림탄소상쇄제도'는 사업계획 타당성평가 및 등록, 사업실행 및 모니터링, 검증 및 인증서 발행의 단계로 이루어진다.



<그림 10.6> 산림탄소상쇄제도 시범사업 추진절차

### (라) 운영현황

2011년 기준 산림탄소상쇄 제도의 운영·관리 및 절차에 대한 법적 기반 마련을 위하여 ‘산림탄소상쇄 시범운영 규정(산림청 훈령 제 1047호)’을 제정하였으며 이를 기반으로 시범사업이 2건 진행 중에 있다.

(표 10.6) 산림탄소상쇄 시범사업 추진 현황

사업자	사업면적	인증기간	크레딧 예상량
한국공항공사	6.8ha	2011.3.1~2041.2.28(30년간)	1,650.26tCO <sub>2</sub> (55.01tCO <sub>2</sub> /년)
(주)신세계	10ha	2011.4.1~2041.3.30(30년간)	1,988.36tCO <sub>2</sub> (66.28tCO <sub>2</sub> /년)

자료 : 농업기술실용화재단, 농림수산물식품분야 탄소상쇄사업 검·인증체계 및 사업화 방법론 구축방안 연구(2011)

### (3) CDM

#### (가) 대상사업 및 사업참여 요건

CDM 사업은 규모에 따라 소규모 CDM 사업<sup>87)</sup>과 일반 CDM 사업으로 나누어지며, 사업 내용에 따라 흡수원 CDM사업과 비흡수원 CDM 사업으로 나누어진다.

대상사업의 범위는 에너지, 제조, 화학, 건설부터 조림 및 재조림 농업 등까지 포괄한다.

87) 제7차 당사국 총회에서 지정한 사업으로 최대 발전용량이 15 MW(또는 상당분)까지의 신재생에너지사업, 에너지 공급 및 수요 관점에서의 에너지 소비량을 최대 연간 60 GWh(또는 상당분)을 감축하는 에너지절약사업, 인위적 배출감축사업으로서 직접배출량이 연간 60,000 tCO<sub>2</sub> 미만의 사업으로 나누어짐.

(표 10.7) CDM 사업 분야

No	분야	CDM 사업예시
1	에너지 산업	풍력, 소수력, 지열, 태양광 발전
2	에너지 공급	-
3	에너지 수요	정유공장에서의 에너지 효율 향상
4	제조업	시멘트 제조시 화석 연료 대체
5	화학산업	아디픽산, 질산 공장의 N2O 저감
6	건설	-
7	수송	온실가스 저배출 차량 도입
8	광업/광물	석탄광 메탄가스를 이용한 발전
9	금속공업	망간 합금 제조시 전기사용량 감소
10	연료로부터의 탈루성 배출	축산분뇨 바이오가스를 이용한 발전
11	할로겐화 탄소, 6불화 황 생산/소비	HFC22공장의 HFC23분해
12	용제사용	-
13	폐기물 취급 및 처리	매립지 가스를 이용한 발전
14	조림 및 재조림	강 유역에 숲 조성
15	농업	바이오매스를 이용한 열병합 발전

CDM 사업에 참여하고자 하는 부속서 I (선진국)와 비부속서 I 국가(개발도상국)는 다음의 3가지 기본 요건들을 만족시켜야 한다.

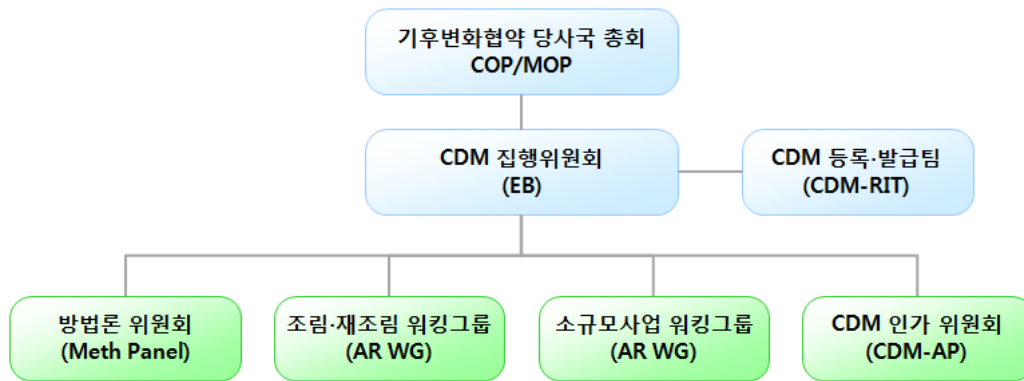
- 교토의정서 비준
- CDM 사업에 자발적 참여
- 국가 CDM 승인기구(DNA : Designated National Authority) 설립

부속서 I (투자국)의 경우 위의 세가지 요건 외 아래의 요건들도 충족시켜야 CDM 사업에 참여할 수 있다.

- 초기감축목표가 확정되어 있을 것
- 국가 배출량, 흡수량 산정시스템을 갖고 있을 것
- 국가 온실가스 등기부(Registry)를 가지고 있을 것
- 연간 온실가스 인벤토리 제출

#### (나) 운영체계

CDM 사업 운영체계는 CDM 집행위원회가 실질적으로 주관하며, 그 아래에 방법론 위원회, Working Groups, 인가 위원회로 구성되어 있다.



<그림 10.7> CDM 운영 체계

CDM 집행위원회(CDM EB)는 COP/MOP의 지침에 따라 아래와 같이 CDM 사업을 관리 감독하는 역할을 한다.

- CDM 사업의 추가적인 방식 및 절차를 COP/MOP에 권고
- 신규방법론 승인 : 베이스라인 및 모니터링 방법론
- 소규모 CDM 사업의 간소화 방식 및 절차 등을 검토하여, COP/MOP에 권고
- DOE 지정 업무 관련 기준과 검토 사항을 COP/MOP에 제시
- CDM 사업의 지리적 배분에 관해 COP/MOP에 보고
- 각종 절차와 방법, 가이드라인 결정전에 적어도 8주간의 의견수렴(Public Comment) 이행
- CDM 사업 투자가에 CDM 사업에 관한 다양한 정보 제공
- COP/MOP의 각 회기에 활동상황 보고

방법론 위원회는 신규 베이스라인과 모니터링 방법론, 기존 방법론의 수정사항을 검토하고, EB에 방법론의 승인 혹은 수정과 관련한 권고를 해준다.

조림과 재조림(A&R) 워킹그룹은 방법론 위원회와 협조하여 CDM A&R 감축사업의 신규 베이스라인과 모니터링 방법론에 대해 EB에 기술적 자문과 조언을 수행한다.

소규모(Small-Scale, SSC) 워킹그룹은 CDM 소규모 감축사업에 대한 신규 베이스라인과 모니터링 방법론에 대해 EB에 기술적 자문과 조언을 해준다.

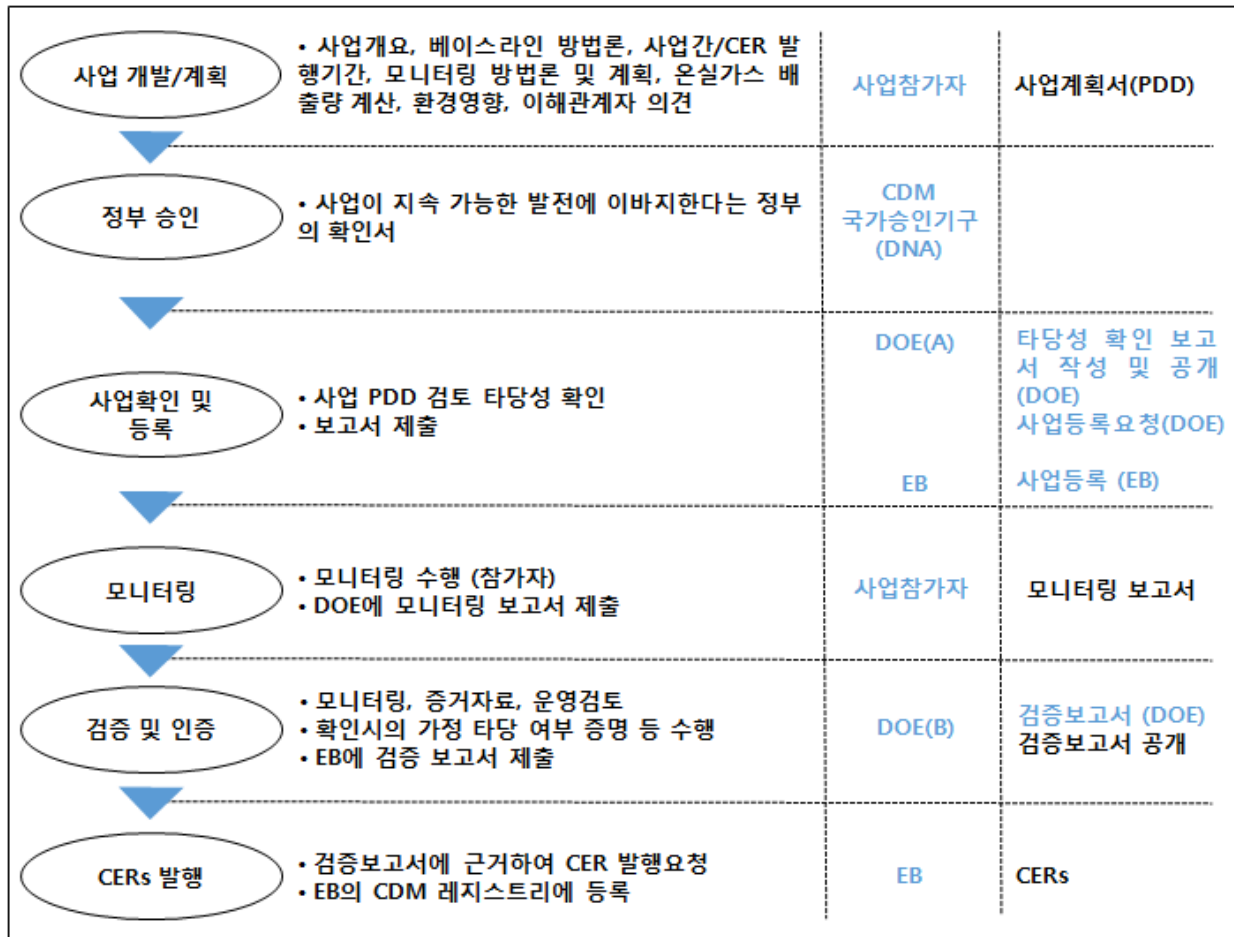
CDM 등록과 발급팀(RIT)은 감축사업 활동의 등록요청과 CER 발급요청이 있을 때, 이를 평가하는 역할을 한다.

국가승인기구는 교토의정서의 각 당사국이 해당지역 내에서 CDM과 관련된 주체들을 관리하기 위한 역할을 수행하도록 지정한 기관이다.

DOE는 CDM 감축사업의 타당성을 평가하고 검증하는 UNFCCC로부터 인가받은 검증기관이다. 국내기관으로는 에너지관리공단, 한국품질재단, 한국환경공단, 한국표준협회 등이 DOE로 지정받았다. DOE는 같은 감축사업에 대해 타당성평가와 검증을 함께 수행할 수 없으며, DOE들이 담당할 수 있는 전문분야가 자격에 따라 주어진다.

### (다) 사업절차

CDM 사업의 절차는 PDD(Project Design Document; 사업계획서) 작성부터 CER 발행까지 크게 6단계로 구분되어진다. 타당성평가를 통과하게 되면 일단 CDM 사업으로 등록이 이루어지고, 등록된 사업에 대해 CER을 확정하기 위한 검증단계를 거쳐 최종적으로 CER을 발행하게 된다.



<그림 10.8> CDM 사업 절차

### (라) 운영현황

현재까지 승인된 CDM 방법론은 웹사이트에서 확인 가능하며, 현재 승인된 방법론의 현황은 다음 (표 10.8)과 같다.

(표 10.8) CDM 승인 방법론 현황

구분		승인방법론 수	비율(%)
일반방법론	대규모	90	43
	통합	23	11
	소규모	93	44
조립/재조립 방법론	대규모	1	0.5
	통합	1	0.5
	소규모	2	1
계		210	100

자료 : <http://cdm.unfccc.int>

(표 10.9) CDM 사업 등록현황

분야	등록사업		감축규모		단위사업 당 감축량 tCO2/년	
	건수	비율(%)	감축량 tCO2/년	비율(%)		
1	에너지 산업	2,621	66.96	287,066,950	50.67	109,525.73
2	에너지 공급	0	0.00	-	0.00	-
3	에너지 수요	41	1.05	1,949,541	0.34	47,549.78
4	제조업	191	4.88	23,316,238	4.12	122,074.54
5	화학산업	71	1.81	48,457,753	8.55	682,503.56
6	건설	0	0.00	-	0.00	-
7	수송	6	0.15	563,269	0.10	93,878.17
8	광업/광물	47	1.20	21,765,008	3.84	463,085.28
9	금속공업	9	0.23	1,265,919	0.22	140,657.67
10	연료로부터의 탈루성 배출	164	4.19	35,682,388	6.30	217,575.54
11	할로겐화 탄소, 육불화황 생산/소비	29	0.74	85,562,768	15.10	2,950,440.28
12	용제사용	0	0.00	-	0.00	-
13	폐기물 취급 및 처리	564	14.41	50,804,862	8.97	90,079.54
14	조립 및 재조립	28	0.72	1,117,482	0.20	39,910.07
15	농업	143	3.65	9,014,517	1.59	63,038.58

자료 : <http://cdm.unfccc.int>

#### (4) J-VER

J-VER 제도는 일본의 정부 주도로 진행 중인 탄소상쇄제도로 산림부문과 에너지, 연료대체 사업에 대한 감축량 및 흡수량에 대해 크레딧을 발급하고 있다.



### (가) 대상사업 및 운영체계

‘J-VER 제도 실시 규칙’을 따르는 모든 온실가스 감축 사업을 대상으로 한다. 대상 사업 종류는 방법론을 통하여 웹사이트<sup>88)</sup>에서 제공하고 있다.

J-VER 제도는 일본 환경성에 의하여 실시되며 제도의 조직은 J-VER 인증 운영위원회, 기후변화대책 인증센터, 방법론 패널, 제3자 독립위원회로 구성된다.

(표 10.10) J-VER 제도의 조직

조직	업무내용
상쇄크레딧(J-VER) 인증운영위원회 (이하 인증운영위원회)	Positive list, 적격성 기준, 방법론의 책정 프로젝트 등록에 관한 결정 J-VER의 인증·발행에 관한 결정 등록부의 구축·운영·관리에 관한 결정 기타(제3자 독립 위원회에 의한 의견에 대한 심의)
기후변화대책 인증센터 (이하 인증센터)	신청서의 확인·수리 유효성심사(Validation)실시 J-VER 인증위원회 등 운영지원 J-VER 인증운영위원회의 결정을 받은 실무 등
방법론 패널	J-VER 인증운영위원회가 설치한다. Positive List 및 적격성 기준, Positive List에 게재된 프로젝트 종류에 대한 방법론의 검토
제3자 독립위원회	J-VER 인증 운영 위원회의 활동에 관해서 의견 제출

### (나) 사업절차

J-VER의 사업절차는 <그림 10.9>와 같이 Positive List의 설계, 프로젝트의 계획, 신청, 등록, 모니터링, 검증, 인증, J-VER 발행, 관리 순으로 이루어진다.

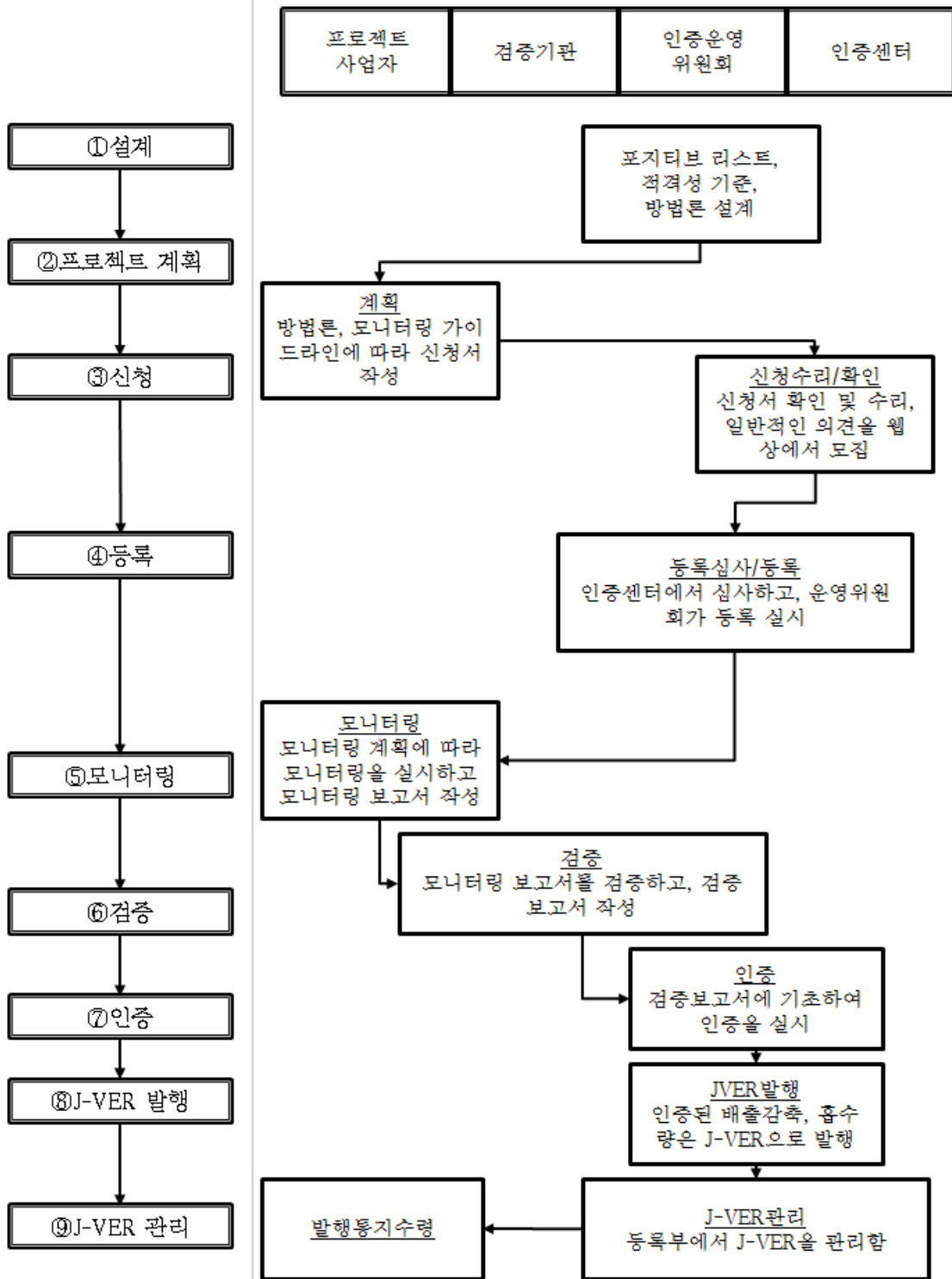
### (다) 운영현황

J-VER 방법론은 에너지관련 26개(E001~E026), 산림관련 3개의 방법론(R001~R003), 사료전환 및 가축분뇨에 관한 1개의 방법론(L001)이 등록되어있다. 등록건수는 에너지부문 63건, 산림이 71건이며, 에너지부문에서 목질바이오 매스를 활용한 등록 건수는 19건으로 에너지부문 총 등록 건수 중 약 30%를 차지하고 있다.

(표 10.11) J-VER 사업등록 현황 (2011년 기준)

방법론 번호	방법론 분류	등록수	예상 배출삭감·수량 (tCO <sub>2</sub> /yr)
E001~E026	에너지	63	11,434
	목재 및 펄릿	19	4,138
R001~R003	산림	71	109,415
L001~L002	가축(양돈) 사료전환 및 가축분뇨 관리	0	0
계		153	124,987

<sup>88)</sup> [http://www.4cj.org/J-VER/system\\_doc/methodology.html](http://www.4cj.org/J-VER/system_doc/methodology.html)



<그림 10.9> J-VER 절차

## 다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업 등록 사례

### (1) 인증 현황


2012년부터 실시된 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업은 2013년 기준 9건의 사업이 온실가스 감축인증서를 수여받았고, 172개의 농업경영체가 사업에 참여하였다. 이로 인한 온실가스 감축량은 총 9,779  $tCO_2$ 이며, 사업에 참여한 농업경영체는 감축량  $tCO_2$ 당 1만원의 인센티브를 제공받았다.

번호	적용기술	사업수행자	농업 경영체수	감축량 ( $tCO_2$ )	사업 등록
1	녹색마을	상상영농조합법인	1	132	'12년 등록
2	지열냉난방	멋쟁이 토마토작목회	5	675	
3	폐열회수	행복나눔영농조합법인	5	1,315	
4	목재펠릿	문상진 농가 외 2	3	200	
5	녹비재배	금강옹포친환경영농법인	46	18	
6	가축분뇨 바이오가스 플랜트	흙마음영농조합법인	1	4,134	'13년 등록
7	목재펠릿	이동익 농가 외 5	6	262	
8	태양열, 녹비재배, 물관리 등	주산사랑영농법인	90	1,368	
9	수막재배를 통한 화석연료 절감	(주)조이팜	15	1,675	
	계	9건	172	9,779	

자료 : 농림축산식품부 기후변화대응과

(2) 감축기술별 주요 사례


(가) 바이오가스 열병합 발전

	사업관리자	카길에그리퓨리나
	사업수행자	흙마음영농조합법인
	지역	경남 양산
	비고	축산(돼지) 농가
	감축기술	[바이오가스열병합발전] 가축분뇨를 활용하여 전기와 열을 생산하고, 생산된 열을 돈사의 난방열원으로 활용함으로써 화석연료 소비량 감소 및 메탄 발생 저감 효과
온실가스 감축량	4,134 tCO <sub>2</sub>	

(나) 목재펠릿보일러

	사업관리자	산림조합중앙회
	사업수행자	문상진 농가 외 2 / 이상익 농가 외 5
	지역	경북 상주·영주·경주·안동, 충남 논산·대진
	비고	오이, 국화, 딸기 등
	감축기술	[목재펠릿보일러] 목재 제재시에 발생하는 부산물인 톱밥을 연료원으로 사용하는 펠릿보일러를 설치함으로써 기존에 작물의 생육온도를 유지하기 위해 사용하고 있었던 화석연료 소비량 감소
온실가스 감축량	462 tCO <sub>2</sub>	

(다) 녹색마을

	사업관리자	우석대학교
	사업수행자	상상영농조합법인
	지역	전북 김제
	비고	벼 등
	감축기술	[녹색마을] 가축분뇨바이오가스, 지열히트펌프, 태양광 등 여러 기술을 적용하여 마을단위의 감축사업을 수행함으로써 화석연료 대체 및 질소질 비료 대체를 통한 온실가스 감축
온실가스 감축량	132 tCO <sub>2</sub>	

2. 지역화폐

가. 지역화폐의 개념 및 정의

지역화폐란 특정 지역 간에만 통용되는 화폐를 발행하거나 계좌를 개설함으로써 돈 없이도 회원 간에 재화와 서비스를 주고받는 제도를 말한다. 지역 내의 화폐를 순환시켜 지역경제의 안정화와 활성화를 꾀하고, 동시에 글로벌 경제로 인해 붕괴되고 있는 지역공동체를 구축하는 것을 목적으로 하고 있다. 세계화된 자본주의 체제 속에서 지역사회가 경제적, 사회적으로 독립성과 주체성을 상실하고 있어 이윤창출의 고려대상이 될 수 있지만, 지역화폐를 통해 자립적인 지역사회의 건설이 가능하다. 현금 없이 경제활동 참여하지 못하는 사람들에게 실제적인 도움과 기회 제공하고, 제3자에게 어떤 서비스를 제공한 대가로 얻은 지역화폐로 자신이 원하는 것을 구입할 수 있으므로 지역화폐는 지역사회의 자립적인 삶을 추구한다고 할 수 있다. 지역화폐의 특징을 살펴보면 탈 이윤, 연대성과 평등성, 생태주의가 있다. 먼저 지역화폐 체제에서는 재화와 서비스를 만드는 사람과 공급하는 사람이 동일인이고 이윤추구 자체 원천적 배제, 이윤 아닌 필요를 위한 거래이기 때문에 탈 이윤적 특징을 보인다. 또 연대에 기초한 생활방식과 모든 거래와 거래 당사자 평등하다는 점과 소득층이나 취약계층 사람들도 능력과 자질이 실현될 수 있는 기회 제공함으로써 경제적 시민권을 되찾아 줄 수 있는 점을 보면 연대성과 평등성을 내포하고 있다. 마지막으로 지역화폐를 통해 지역 내 거래가 장려되며 자원과 에너지의 낭비를 줄일 수 있고, 지속이 가능하고 순환이 가능한 경제체제 만드는데 주력할 수 있기 때문에 생태 주의적이라 할 수 있다.

지역화폐에서는 빌려주고 빌리는 것이 개인 간의 채무관계와 유사하나 갚을 때 반드시 빌린 사람에게 갚을 필요 없다. 또 자원봉사 활동과 유사하나 그 대가가 있다는 점이 다르다. 이웃 간의 상부상조와 비슷하나 도와주고, 나눠주고 빌려준 일 등을 모두 기록할 수 있다. 은행 계좌와도 유사하나 그 잔액이나 거래내역을 회원에게 공개할 수 있으며 지역화폐는 명목상 화폐, 실제로는 주민 스스로가 필요할 때마다 발행할 수 있고, 소유와 축적 중심의 생활방식을 관계와 나눔의 생활방식으로 전환하고자 하는 운동이다.

## **나. 지역화폐의 운영방법 및 유형**

### **(1) 운영원칙 및 방법**

지역화폐의 운영원칙을 살펴보면 조직을 만들고 지역화폐를 만들어 재화와 서비스를 교환하며 기술, 재화, 서비스, 자원 등 목록화하여 회원에게 배포한다. 그리고 필요시 지역화폐를 제공함으로써 다른 회원과 거래하고 거래가 성립되면 서비스를 제공받은 사람은 지체 없이 사무국에 통보, 거래내역 정기적으로 회원에게 발송한다. 또 영리 목적, 채권.채무관계가 아니므로 이자가 없으며 모든 회원이 다른 회원의 잔액과 거래내역 알 권리를 가진다.

지역화폐의 운영은 지역공동체 속에서 가입회원들 전체 사이에 교류를 이루어지는 체계로 한다. 개인별 계정을 만들어 컴퓨터상에서 관리하고 회원 중 누구에게 서비스 제공하면 자신의 계좌가 +가 되고 반대로 서비스 받으면 자신의 계좌가 -된다. 모든 거래는 회원 전체 간 거래, 개별적 채무관계 불성립되며 사무국과 운영요원 있어야 한다. 서비스를 받은 자는 거래내역을 신고할 의무가 있고 거래내역은 공개해야하며 지역화폐와 현금의 혼합사용이 가능하다.

### **(2) 유형**

#### **(가) 레츠 유형(LETS: Local Exchange Trading System)**

레츠 유형은 전 세계적으로 가장 많이 퍼져 있는 지역화폐 제도이다. 유형의 화폐가 쓰이지 않고 무형의 화폐로 매개 거래를 한다. 레츠 유형에는 다양한 이름이 있는데 녹색 달러, 도토리, 참나무, 송과 머니, 미래 화폐 등이다. 회원은 자신이 제공할 수 있는 물품과 기술(서비스)을 회보에 올리고 다자 간 거래에 참여하며, 거래의 조건은 당사자 사이의 협상에 의해 결정된다. 레츠의 회계는 거래를 기록하고 모든 회원에 공개하는 역할을 한다.

#### **(나) 아워즈 유형(Hour System)**

아워즈 유형은 원리와 철학은 레츠와 퀘를 같이 하나 유형 화폐 사용한다. 아워즈 자체가 화폐로 통용되고 참여자들이 이를 법정 화폐처럼 사용함에 따라 거래 관리 불필요하다. 발행은 유통위원회에서 관리하며, 노동의 가치 시간으로 계산되며 한 시간의 기초 노동이 1 아워이다. 회원 아니라도 누구나 아워즈 화폐 사용, 참여가 가능하다.

#### **(다) 타임 뱅크 유형(Time Bank System)**

타임 뱅크 유형의 참여자는 지역사회에 토대 둔 전문적인 서비스를 교환 한다.거래의 단위는 한 시간 동안의 지역사회 봉사, 한 시간 동안 지역사회 봉사를 한 사람은 1타임 달러를 받는 것이다. 저축한 타임 달러를 자기 자신 또는 타인에게 기증이 가능하고 계좌의 잔액을 기록하는 중앙등록소가 필요하다.

(표 10.12) 지역화폐 운동의 유형비교

구분	레츠와 타임뱅크시스템	아워즈 시스템	지역화폐와 이행통화
지향점	수평적 호혜관계 구축	자립적 지역경제 구축	
화폐 형태	가시적인 화폐 없음	지폐	지폐/전자적 지불
발행 방식	개별구성원에 의한 無로부터 창조	유통위원회에 의한 발행	국민화폐와의 교환을 통해 발생
유동 범위	커뮤니티	커뮤니티 보다 넓은 의미의 지역	
비교	적자한도/가치평가방식의 차이	화폐의 신뢰성/국민화폐와의 연계	

자료: 지역화폐운동과 지역경제 (2013, 한성일)

#### 다. 해외의 지역화폐

전 세계적으로 3,000여개 정도의 지역화폐가 운영되고 있는 것으로 파악하고 있다. 영국은 500여개의 지역 화폐제도가 있고, 회원수가 2,000명 정도 되는 세계 최대의 지역화폐제도인 ‘블루마운틴 레츠’를 거느리고 있다. 호주와 뉴질랜드는 약 300여개 이상의 지역화폐제도가 운영되고 있으며 캐나다, 미국, 프랑스, 이탈리아, 독일, 네덜란드 등 유럽의 여러 도시와 농촌에서도 지역화폐제도가 활발하게 시행되고 있다. 이러한 지역화폐제도도 각 국가에 따라 서로 다른 특성을 보이고 있다.

##### (1) 영국

영국의 지역화폐는 1985년 놀위치(Norwich)지방에 처음 도입되었다. 대표적인 영국의 지역화폐로는 영국 킨세일 지방은 시간 은행제도가 있다. 킨세일 지방은 시간 은행제도를 도입해 지역주민이 원하는 다양한 프로그램을 구비했다. 시간 은행제도에는 몇 가지 원칙이 있다. 첫 번째로 자원봉사 노동은 동일한 가치로 측정하는 것이다. 한 시간의 자원봉사는 숙련도를 고려하지 않은 한 시간의 신용과 같다고 본다. 두 번째로 각자의 기여도는 특별하게 취급받으며, 세 번째로 기부자의 시간 기부는 공식적으로 체크되고, 개인 시간은행은 정기적으로 ‘내역서’를 발급하는 것이다. 네 번째로 필요가 발생한다면 기부자는 후에 도움을 요청하고 우선권을 갖는다는 것이다. 신용은 ‘소비된’ 것이며, 이런 방식으로 시간은행은 사회적 보험형태로 제공된다. 다섯 번째로 신용은 기부되거나 다른 계좌로 이전된다. 예를 들면 노인 가족 구성원들에게 중앙 신용 풀(pool)제도 혹은 다른 지역의 시간은행으로 이전될 수 있다. 마지막으로 시간 신용은 이자 혹은 현금으로 저장할 수 없고 단지 상수로 남는다는 것이다.

또 다른 영국의 예로 토트네스가 1986년 광우병이 지나간 지역 경제를 극복하기 위해 도입한 지역 화폐제도인 토트네스 Pound가 있다. 토트네스 Pound의 장점은 다음과 같다. 첫 번째로 지역사회에서 화폐 순환이 유지되고 새로운 관계가 형성됨으로써 지역 경제의 회복이 생겨난다는 것이다. 두 번째는 지역사람들이 그들의 화폐를 어떻게 사용할지에 대해 생각해보고 이

야기할 수 있다는 점이다. 마지막으로 더 많은 지역 교류를 활성화시켜 먹거리와 수송의 거리를 단축시킨다. 토트네스 Pound는 이자 없이 지역의 화폐 유통을 활성화시켜 지역 경제 망을 더욱 풍부하게 한다. 이렇듯 영국에서 지역화폐제도는 영국사회 경제의 일부분을 차지하고 있으며, 중소도시 및 농촌지역에 사는 중산층을 중심으로 발달하였다.

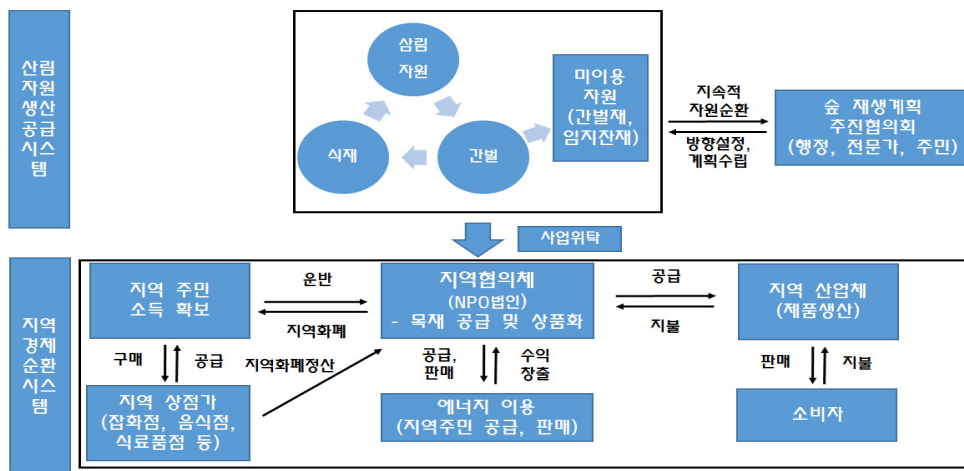
### (2) 호주

호주는 세계적으로 지역화폐가 가장 활발하게 운영되고 있는 대표적인 나라 중 하나로 꼽힌다. 최초의 호주 레츠는 1987년 퀸즈랜드(Queensland) 멜러니(Maleny)에서 시작되어 200여 개 이상의 지역품앗이가 있다. 특이한 점은 결성과정에서 정부기관으로 부터 재정적 지원을 받고 있으며, 시민 운동적 차원이 아니라 생활의 한가운데 들어가 있다는 것이다.

### (3) 일본

일본은 90년대 후반 지역화폐가 본격적으로 도입되어 170여개가 활발하게 운영되고 있다. 돈과 경제에만 머물지 않고, 공동체를 살리려는 노력이 일본 지역화폐 운동의 핵심이다. 일본의 지역화폐는 통장형, 지폐형, 통장·지폐형, 시간 예약형, 전자카드 보완형 등 다양한 화폐의 유형이 시도되고 있다.

일본은 인접 지역에서도 서로 다른 형태의 지역화폐가 운영되는 특징이 있다. 산무시(山武市)의 예를 보면<그림10.10> 바이오매스 타운 조성을 위해 지역 내 NPO법인, 민간기업, 대학과 연결하여 지역맞춤형 바이오매스 활용 시스템을 구축하고 있으며, 자원순환시스템의 지속성을 확보하기 위해 山武市 숲 재생계획 추진협의회를 설립해 다양한 활동을 추진하고 있다. 산업진흥을 위해 대학이 지역산업체를 서포트하고, 지역산업체는 business matching을 실시하고 있다. 사업의 운영주체는 지역 내 NPO법인이 담당하여 지역민 참여형 바이오매스 추진체계를 구축하고 있다. NPO법인은 지역주민이 수집한 간벌재를 일괄 구매하여 지역 내 기업으로 공급하는 역할을 담당하고 있다. 간벌재 구매 시 지역주민에게 지역화폐를 발행하여 지역 내 등록상점에서만 사용하도록 함으로서 지역경제 활성화에 이바지하고 있다.



<그림 10.10> 산무시 지역화폐 활용 모델



#### (4) 뉴질랜드

뉴질랜드는 1986년 James의 Whangarei 레츠가 처음 등장한 이후 발전하여 75개 정도의 레츠가 운영되고 있다. 뉴질랜드의 레츠의 성장도 호주와 같이 정부의 역할이 커서 다양한 제도를 통해 직접적 또는 간접적으로 레츠의 성장 발전을 위해 지원하고 있다.

#### (5) 아일랜드

아일랜드는 30여개 정도의 지역품앗이가 운영되고 있다. 웨스트포트에서는 회원에게 수표책을 배포해 주고 있으며, 인근 산 이름을 따서 'Reek' 로 명명하고, 1분의 노동시간의 평균임을 1리크로 정하고 있다.

#### (6) 미국

뉴욕주 이타카 시에는 새로운 지역화폐인 '이타카 아워' 가 있는데 1아워는 10달러의 가치를 지닌다. '이타카 아워' 의 약 10%정도는 자선단체나 시민단체에 보조금으로 무산 지급되어 주민 복지에 도움을 주고 있다.

#### (7) 캐나다

캐나다는 레츠 지역화폐의 시초인 1983년 Courtenary 레츠 설립 이후 1987년 12개의 레츠가 생겼으며, 30 개 정도의 레츠 시스템이 운영되고 있다.

#### (8) 남미, 아프리카, 아시아 등

이들 나라는 선진국에 비하면 지역화폐제도의 숫자가 적은 편이다. 아프리카 세너갈의 다카르에서 운영되는 'Bon De Travail', 남미 아르헨티나의 'Salta Provincial Bonds', 브라질 'Curitiba Scrip', 아시아 인도 'Bouns Scrip' 등이 있는데 지역사회에서 자체 발행한 아워즈와 유사한 형태를 띤다.

### 라. 국내의 지역화폐

국내에서 지역화폐는 1997년 경제 위기 이후 지역경제 활성화와 실업구제 등의 목적으로 여러 지역에서 활발하게 도입되었다.

1999년 지방자치단체나 비영리단체의 지원 없이 지역주민 스스로 운영하는 '한밭 레츠' 는 우리나라에서 운영되고 있는 공동체화폐제도 중 활동 회원 수가 가장 많은 곳이다. '한밭 레츠' 는 다양한 활동을 왕성하게 시도하고 있으며, 거래 회수가 매년 두 배 이상 증가하고 있고 거래 품목도 재활용품과 농산물, 의료, 교육 거래 등으로 해마다 폭을 넓혀가고 있다.

2001년 시작한 '과천 품앗이' 는 과천지역의 주부들이 모여 만든 일종의 교육품앗이로 150여명 회원이 활동 중이며 한 해 약 7,000만 아리 정도가 거래된다. 1시간 노동에 대해 1만 아리를 제공하며 거래방식은 통장형이다. 운영 초기에는 주로 교육 및 학습거래를 중심으로 가족단위로 거래되었으나 현재는 다양한 노동 품앗이가 거래된다.

2002년 고잔 1동 주민자치센터 내에서 자원봉사자와 지역주민들이 만든 '고잔 품앗이' 는 물품 교환과 가사품앗이 등이 거래된다. 가사 품앗이는 전액 '고잔머니' 로 지불하고 여타의 상품이나 서비스는 10~50%를 고잔머니로 계산하고 나머지는 국가 화폐로 지불한다.

2004년 광명시 평생학습원에서 아젠다 21과의 협조 하에 결성된 '광명그루' 는 통장형으로

거래가 되고 1그룹이 1원인 등가원칙이 적용되며, 매달 토요일 장터학교가 열린다.

2005년 결성된 대구지역화폐 ‘늘품’은 본동종합복지관내에서 운영되었는데 개인 거래 시 거래금액의 50% 이상이 지역화폐인 ‘품’으로 거래된다. 회원은 현재 1,200명 정도로 품을 이용한 거래건수는 하루 100건에 이르고 지난 7년간 쌓인 늘품은 1억 7천만 원에 달할 정도이다. 늘품은 도시락배달과 물품 판매 등에서 화폐를 받을 수 있다.

2008년 부천여성노동자회가 운영하는 ‘부천희망품앗이’는 시장 봐주기, 청소 해주기, 반찬 만들기, 빌려주기 등 삶의 모든 영역에서 품앗이가 가능하다. 품앗이 장터에는 쓰던 물건이나 필요 없는 물건 또는 새 물건을 품 장터에 내놓으면 거래자가 가져온 물건들로 바꾸는 방식과 원플러스씨앗 시스템으로 저렴한 산지 가격은 현금화하고 나머지는 씨앗으로 기록되는 방식으로 운영하고 있다.

2016년 강원도는 연간 4조원으로 추정되는 역외 유출자금을 줄여 지역의 자립성장기반을 확립하고, 사라져가는 지역공동체를 회복하고 사회안전망을 구축하기 위한 목적으로 강원도에서만 사용할 수 있는 지역화폐를 시범 유통할 계획을 세웠다. 이는 실물화폐와 전자화폐로 운영되며, 공공부분의 지역화폐 유통 참여를 위해 도가 지급하는 일자리 관련 사업비, 무상급식 관련비용, 각종 인센티브 중 일부를 지역화폐로 지급하는 방안으로 검토하고 있다.



<그림 10.11> 한발 레츠 만 두루



<그림 10.12> 성남 누리

국내 지역화폐 운동의 특징은 (표 10.13)과 같다. 주된 특징은 설립 및 운영 주체와 운동의 성패 요인, 거래 품목 등으로 지역화폐 운동을 구분할 수 있고, 지역화폐 운동 조직을 설립 및 운영하는 주체에 따라 지역주민 주도형과 지방자치단체 주도형으로 구분해 볼 수 있다. 대표적으로 한발 레츠와 과천 품앗이는 지역주민 주도형 단체이지만, 송파 품앗이와 고잔 품앗이, 광명 품앗이 등은 지방자치 단체 주도형이 강한 곳이다.

무엇보다 ‘한발 레츠’와 대구의 지역화폐 ‘늘품’이 다른 지역화폐와 달리 강한 생명력을 가질 수 있었던 것은 각종 소모임과 행사를 통해 유기체적인 연결망을 구축하고 있기 때문이다. ‘한발 레츠’는 품앗이 만찬과 야외운동회, 소식지 「좋은 이웃」발간, 두루부엌, 주말농장, 다양한 지역모임, 노래공연모임, 엄마랑 아기랑 모임, 공동육아모임, 짬짬이 노래공연모임, 등산모임, 노인들 친교모임, 민들레간병도우미, 이동영화관사업, 나눔두루장터, 품앗이 학교 등을 운영하

고 있다. ‘늘품’의 경우도 탁구와 서예, 토피어리 만들기, 기타배우기 등 소모임을 운영하고 있다. ‘과천 품앗이’의 운영위원회는 총무, 회계, 기록을 비롯해 홍보분과, 행사분과, 교육분과, 품앗이사업부 등으로 구분되어 각 분과별로 소식지 작성과 월례회 준비, 신입교육과 같은 품앗이 행사를 통해 회원들 간의 관계형성 및 참여를 도모한다.

이처럼 월례회나 만찬 등의 모임을 정기적으로 마련하여 언제든지 참여할 수 있는 통로를 만드는 일이 지역화폐 운동의 성패를 가름한다. 따라서 지역적 대면관계가 증폭이 되면 될수록 지역화폐의 거래 역시 활발해진다.

(표 10.13) 국내 지역화폐 운동의 구분

설립 및 운영 주체	
지역주민 주도형	지방자치단체 주도형
한밭 레츠, 과천 품앗이	송파 품앗이, 고잔 품앗이, 광명 품앗이
안착화 성패 요인	
유기적인 연결망 구축—자체 프로그램 개발	열악한 재정 및 운영자 부족
한밭 레츠, 송파 품앗이, 과천 품앗이, 대구 지역화폐 늘품 등 품앗이만찬, 품앗이학교, 물품공유소, 소모임, 동네품앗이, 월례회, 소식지 발간, 정기 간담회 개최, 월례회, 불우이웃돕기, 장터, 소식지 발간, 방학특강, 공동육아소모임, 환경캠페인, 전래놀이보급운동, 소식지 발간, 기증물품 베품시장 판매, 복지관 등에 물품 제공, 바자회, 그루학교, 그루장터, 조사홍보사업, 가맹점 유치, 늘품회원 및 지역주민 참여를 통한 환경 조성 사업, 먹거리 나눔전, 여행 이벤트(권희선 2006)	민들레, 전주 품앗이, 태백지역화폐, 대구 중구지역활성화센터 지역화폐, 안양시 자원봉사센터의 품앗이 등
거래품목	
물물 교환 및 다양한 거래 품목	노동 품앗이
한밭 레츠: 의료, 가맹점거래, 농산물, 재활용품, 회원물품, 교육, 배달, 자원 활동, 후원금 등(권희선 2006)	송파 품앗이, 과천 품앗이, 고잔 품앗이 등: 생활 강좌, 집수리, 자녀교육, 가정도우미, 외국어, 예능지도, 컴퓨터, 자동차관련 상담, 재활용 및 생활용품, 식품, 이미용, 웨딩, 자영업, 학습, 예체능, 육아, 가사, 차량 품앗이, 의료, 다도, 편집, 세무 회계기장업무, 회원물품, 음식, 수리 및 제작, 차량서비스, 옷 수선, 도배, 학습지도, 아이돌보기, 생활용품, 도서, 천연염색, 자원활동, 교과지도, 지역가맹점, 교육, 상담, 가사활동지원, 노동력, 옷, 컴퓨터 및 관련 기술, 운전, 수선기술, 식품(권희선 2006)
운영상 어려운 점	
모임장소 부족, 홈페이지 및 계정프로그램 관리 비용문제, 후원금 및 사업비 지원의 어려움, 회원간의 송파머니의 빈익빈 부익부 문제(플러스 계정과 마이너스 계정), 자체사무국과 상근인력 없음, 독자적인 사무 공간 없음, 회원관리프로그램 미비, 재정 빈약, 품목의 다양화와 활동내용의 제약, 예산 부족, 사업을 진행할 인력과 자원 부족, 사무국 운영에 필요한 경비 부족, 인건비 및 진행비 부족, 지역통화에 대한 인식의 확대 어려움, 회원업체 창출의 어려움(권희선 2006)	

## 마. 바이오피아에서의 지역화폐 활용 방안

성공적인 바이오피아 운영을 하기 위해서는 음식물쓰레기, 임지잔재 등의 바이오매스 자원이 바이오피아로 원활하게 공급되어야 한다. 이를 위해 지역화폐 제도를 도입하여, 바이오매스 자원을 수거해 오는 개인이나 단체에게 지역화폐를 발급해주고 지역 내에서 자유롭게 사용할 수 있도록 시스템을 구축한다면, 바이오매스자원 수거에 큰 도움이 될 것이다. 또 바이오피아의 주요한 개념인 지역자립에 있어서도 지역화폐제도는 많은 도움이 될 것이다. 지역화폐를 통해 지역민들이 바이오피아에 참여할 수 있어 바이오피아에 더 많은 관심과 지원을 이끌어 낼 수가 있기 때문이다. 일본의 산무시의 경우에도 지역주민이 수집한 간벌재를 일괄 구매하여 지역 내 기업으로 공급할 때, 지역주민에게 지역화폐를 발행하여 지역 내 등록상점에서만 사용하도록 함으로서 지역경제 활성화에 이바지한다. 바이오피아에서도 이러한 선진 시스템을 참고하여 바이오피아 여건에 맞는 지역화폐시스템을 구축한다면 지역바이오피아의 성공적 정착 및 지역경제 활성화, 지역자립에 큰 도움이 될 것이다. 또, 바이오매스 자원의 안정적인 수급에도 큰 기여를 할 것으로 보인다.

## 3. 사회적 기업

### 가. 추진 배경 및 정의

사회적 기업은 1990년대 말 외환위기로 인해 발생한 대량실업을 극복하기 위한 정책으로 공공근로를 통한 일자리창출사업을 중심으로 전개되었다. 지역사회에 필요한 고용창출과 사회서비스제공에 기여한다는 측면에서 2003년부터 고용노동부 주관으로 사회적 일자리사업이 시작되었다. 이후 노동부는 사회적 일자리사업의 지속성을 제공하고자 기업형태로서 사회적 기업 육성 정책을 추진하여 사회적 기업육성법(2007)을 제정하였고, 이를 통해 사회적 기업이 급속도로 생겨나고 성장하였다. 한편, 행정안전부는 지역공동체의 각종 특화자원(향토, 문화, 자연자원)을 활용하여 주민주도의 비즈니스 및 일자리 창출을 목적으로 하는 마을기업정책을 추진하였다. 사회적 기업과 마을기업은 지역사회 발전과 취약 계층 일자리 창출이라는 점에서 유사점을 가지고 있으며, 이러한 기업들은 광의적으로 사회적 경제조직에 포함된다. 이러한 사회적 기업과 마을기업은 중앙정부의 강력한 정책적 지원에 힘입어 꾸준히 성장하여 협동조합, 사회적 경제로 그 관심이 확대되고 있다.

#### (1) 사회적 기업의 정의

「사회적 기업 육성법」 제 2조에서 ‘사회적 기업’은 취약계층에게 사회서비스 또는 일자리를 제공하여 지역주민의 삶의 질을 높이는 등의 사회적 목적을 추구하면서, 재화 및 서비스의 생산 판매 등 영업활동을 수행하며 고용노동부 장관의 인증을 받는 기업으로 정의하고 있다.

유럽의 사회적 경제 분야의 연구기관인 EMES(EUROPEAN RESEARCH NETWORK)에서는 사회적 기업을 설명하기 위해 경제적 기준과 사회적 기준에 근거하여 정의하고 있다. 경제적 기준은 사회적 기업은 전통적인 비영리조직과 달리 지속적으로 재화나 서비스 생산, 판매하기 때문에 시민에 의한 자발적인 설립과 운영이 되어야 하고 공공기관과 달리 상당수준의 경제적 위험을 감수하며, 지속여부는 구성원의 노력여하에 달렸다는 것이다. 그리고 자원봉사

자도 활용할 수 있으나, 최소한의 유급근로자가 있어야 한다는 것이다. 사회적 기준은 지역사회와 특정집단을 위한 목표를 추구하므로, 지역사회에 대한 사회적 책임감을 가지고 공동체의식을 확산시키는데 있다. 사회적 기업이 지역사회나 시민활동의 산물이므로 시민 주도의 참여적 특성을 형식을 갖추어야 하며 이를 위해 의사결정에 있어서 1인 1투표권 원칙에 의하거나, 최소한 자본소유를 기반으로 이루어지지 않는다. 사회적 기업의 서비스를 이용하는 자들은 기업의 이해관계자로 보며 이용자들은 기업 활동에 참여하여 기업 활동에 영향을 미치며 이익분배를 전적으로 금지하거나 제한된 범위내의 이익 배분을 하여 이익극대화를 추구하지 않는다는 것이다.

#### 나. 사회적 기업의 다양한 유형 및 비교

사회적 기업 및 마을기업을 이해하기 위해서는 먼저 ‘사회적 경제 (social economy)’ 라는 개념을 이해해야 한다. 사회적 경제는 사회적 목적을 실현하기 위한 경제활동으로, 사회적으로 취약한 계층의 사회통합과 새로운 복지서비스 제공 등의 사회적 목적을 실현하기 위해 시민 사회가 주도적으로 진행하는 경제활동을 의미한다. 사회적 경제가 제공하는 서비스를 사회서비스라 하고 이를 담당하는 일자리를 사회적 일자리라 부른다. 사회적 경제의 확대와 함께 사회적 경제를 다루는 기업을 기존의 사기업과 구별하여 사회적 기업(social enterprise)이라 부르고 있다.

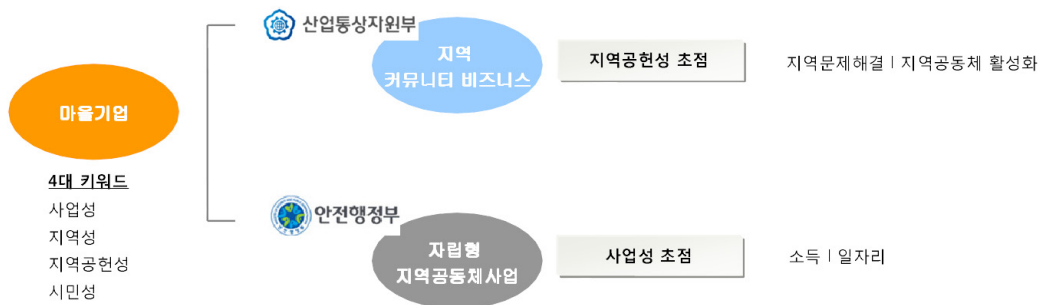
사회적 기업은 국가마다 상이한 용어를 사용하기도 하는데, 용어 사용은 다르지만, 실질적으로는 유사개념으로 모두 정부부문과는 제도적으로 구분되는 민간영역으로 존재한다. 사회적 기업은 이윤 지향적인 민간영역과 국가에 의한 계획공급의 공공서비스 영역 사이에 존재하며 경제체계 중 제3체계에 속하고 그 중에서도 자원봉사활동 조직보다는 경제활동에 의해 사회적 목적을 추구하는 기업으로 조직화된 영역에 속한다.

우리나라가 본격적으로 사회적 기업 및 마을기업에 관심을 두게 된 계기는 1997년 외환위기였는데, 생산 공동체 운동에 대한 사회적 관심이 커졌고 이는 정부의 자활지원 정책의 적극적인 수립으로 이어졌다. 외환위기 이후 급격한 실업률증가로 인해, 정부는 정부재정을 투입한 공공근로, 자활 등을 통해 일자리확대를 꾀하였지만, 일시적인 일자리 창출에 그치고 안정적인 일자리로 연결되지 못하였다. 외환위기 이후 다시 경제는 살아났으나, 고용 없는 성장으로 인해 일자리는 늘어나지 않았다. 반대로 복지 등에 대한 사회적 서비스에 대한 수요가 급격히 증가하였고, 이러한 사회적 여건의 변화로 인해 사회적 서비스를 제공하는 사회적 일자리사업의 소기의 성과를 얻게 되었다. 이러한 성과를 바탕으로 비영리단체 등 제 3섹터에 의한 일자리창출과 사회적 서비스 제공 모델로서 사회적 기업 논의가 구체화되면서, 마침내 2007년 사회적 기업 육성법이 제정 시행되어 사회적 기업이 본격적으로 도입되어 전국적으로 확산되었다.

영국정부는 사회적 기업의 목표는 주주나 소유주의 이윤극대화가 아닌, 사업을 통해 발생한 이익을 조직이나 공동체에 원칙적으로 재투자하는 사회적 목적을 가진 기업체로 정의하고 있다. 이태리는 공동의 이익을 위해 공익적 재화와 서비스를 생산, 교환하는 민간 조직으로 소유주나 회원에게 이윤배분을 하지 않는다고 정의한다. 외환위기 이후 저출산, 고령화, 양극화, 사회적 취약계층 등에 대한 관심이 증가하는 가운데 사회적 육성법을 계기로 부각된 마을기업의 일반적 명칭은 커뮤니티 비즈니스를 말하며 국내에서는 자립형 지역공동체 사업으로 불리기도 한다.

커뮤니티 비즈니스(Community Business)라는 용어는 '70년대 중반 영국 스코틀랜드 지방의 'Community Business Scotland(CBS)' 라는 중간지원조직(Intermediary)의 형태인 유한회사에서 기원을 찾을 수 있다. 영국에서 커뮤니티 비즈니스는 지역커뮤니티가 주체(설립·운영·소유)가 되어 지역주민의 고용과 지역의 발전에 초점을 두고 운영하는 사업조직을 의미하는 것으로 한국에서의 정책형성에 영향을 미친 일본의 경우 버블경제 붕괴 후, 구도심 쇠퇴현상이 발생하자, 지역 재활성화를 위한 방안으로 1990년대 중반부터 커뮤니티 비즈니스라는 용어로 사업이 확산되었다. 산업통상자원부는 커뮤니티 비즈니스란 '지역이 직면한 문제를 주민이 주체가 되어 지역잠재자원의 활용을 통해 비즈니스 형태로 해결하는 것이라고 정의하고 있다. 안전행정부는 서민을 위한 일자리사업이란 취지에 커뮤니티 비즈니스라는 영문 명칭이 부적절하다는 의견을 감안하여 자립형 지역공동체 사업으로 명칭을 변경하였고, 최종적으로 2011년 시행지침 발표 시, 서민에 친숙한 마을기업이라는 명칭으로 최종 확정하였다.

<그림 10.13>는 우리나라 부처별 마을기업 명칭의 특징을 나타낸 것으로, 마을기업의 4대 키워드는 사업성, 지역성, 지역 공헌성, 시민성이다. 산업통상자원부는 마을기업을 지역커뮤니티 비즈니스라 명칭하고 있으며 이를 통해 지역공헌성에 초점을 두어 지역문제를 해결하고, 지역공동체를 활성화한다. 안전행정부는 마을기업을 자립형 지역공동체사업이라 명칭하고 있으며 사업성에 초점을 맞춰 마을의 소득과 일자리를 창출하려고 한다.



<그림 10.13> 부처별 마을기업의 명칭 특징

### (1) 마을기업의 정의

호소우치 노부타차는 커뮤니티 비즈니스를 커뮤니티와 비즈니스의 결합을 의미하는 것으로, “지역 커뮤니티를 기점으로 주민이 친밀한 유대관계 속에서 주체적으로 사업을 운영하며 지역의 잠재된 노동력, 원자재, 노하우, 기술 등의 자원을 활용하여 자발적으로 지역문제의 해결하는 것, 그리고 커뮤니티의 활성화가 목적인 비즈니스를 말한다.” 라고 하였다. 커뮤니티 비즈니스는 커뮤니티(지역사회)가 기업이자 창의적 사업가로서 지역주민 공통의 이익을 추구하는 존재가 될 수 있다.

안전행정부는 마을기업이란 총사업비의 10%이상 출자한 마을주민이 참여하여 의사결정을 주도적으로 수행하고 각종자원(지역의 특성화된 자연자원, 인적자원, 가공제품 등)을 활용해 안정적인 소득 및 일자리를 창출하는 마을단위의 기업으로 정의하고 있다. 마을기업은 2011년부

터 시작된 안전행정부의 커뮤니티 비즈니스사업이지만 <그림 10.14>에 나타난 것처럼 산업통상자원부(이전 지식경제부)의 커뮤니티 비즈니스, 안전행정부(이전 행정안전부)의 희망근로, 지역 공동체 일자리, 자립형지역공동체, 희망마을 만들기, 고용노동부(이전 노동부)의 지역형 예비사회적기업 농림축산식품부(이전 농림부)의 농어촌 공동체 회사 등 이전부터 다양한 명칭변경의 비슷한 사업이 존재하였다.



<그림 10.14> 사회적 기업 및 마을기업 연관 정부부처별 사업

안전행정부(이전 행정안전부)는 2009년부터 시작한 희망근로사업을 지역 맞춤형 일자리 사업과 지역공동체 활성화를 위한 지역공동체사업으로 발전시켰고 이는 2011년부터는 마을기업으로 발전하게 된다.

## (2) 마을기업의 특징

마을기업은 공동의 목적을 가진 5인 이상의 구성원이 모여 조직한 법인으로 출자자의 70% 이상이 해당지역주민이어야 하며, 지역 내 자원을 활용하여 수익을 창출하여야 하는 사업체이다. 마을주민 출자가 총사업비의 10% 이상이며 최소 5인 이상이 출자해야한다. 읍·면의 경우, 출자자의 70% 이상은 해당지역주민이어야 하며, 시·군·구의 경우 출자자의 70% 이상이 해당 지역에 주소 또는 사업장이 있어야 한다. 지역 자원을 활용하여 수익을 창출하되, 신규 사업이 기존지역 상권과 충돌해하면 안되고, 고용 인력의 70% 이상을 해당 지역주민으로 채용하여 운용해야 한다.

자격조건을 갖춘 후 법인 신청 시 지자체(시, 군, 구, 도) 심사 후 마을기업으로 선정된다. 안전행정부의 마을기업으로 지정되면, 2년간 최대 8천만 원까지 보조금 지급이 가능하고 공동체 단결 정도와 사업모델의 수익성, 기업의 공공성, 지속가능성 등이 심사 대상이다. 만약 지역 문제를 해결하거나 지역사회의 공헌도가 인정되면 가산점이 부여된다.

마을기업이 ‘협동조합’ 및 ‘사회적 기업’ 과 구분되는 점은 지역성으로, 지역주민의 자발적



활동을 통해 지역공동체 활성화 및 지역 발전을 도모한다는 점이 특징이다. 마을기업은 법인으로 최소 5인 이상이 출자하면 된다는 점에서는 ‘협동조합’ 과 유사하지만, 출자자 및 고용 인력의 70% 이상이 해당지역주민이어야 된다는 점과 지역자원을 활용해 수익을 창출해야 된다는 점에서 차별된다. 사회적 기업이 취약 계층에 대한 일자리 제공, 사회 서비스 지원, 사회 문제 해결에 초점을 맞추고 있다면, 마을기업은 지역공동체 활성화, 지역사회 발전을 강조하고 있다. (표 10.14)는 협동조합, 사회적 기업, 마을기업을 사업주체, 사업대상, 사업목적, 주무관청으로 구분해 비교한 것이다.

(표 10.14) 마을기업과 사회적 기업, 협동조합 비교

구분	마을기업	사회적 기업	협동조합
사업주체	공동출자자 (최소 5인 이상, 주민 70% 이상)	대부분 대표자 1인	공동출자자 (최소 5인 이상)
사업대상	지역주민	취약계층	일반시민 및 이익집단
사업목적	지역문제 해결, 지역사회 공헌, 지역경제 발전, 지역커뮤니티 활성화	취약계층 고용창출(자활 및 고용중심), 사회복지·서비스 증진	조합원의 경제적 이익 (공동수익 배분 중심)
주무관청	안정행정부 및 지자체	고용노동부	기획재정부

자료 : kb금융지주 경영연구소, 2013. 마을기업에 대한 이해 및 현황

(표 10.14)에 나타난 것처럼 커뮤니티 비즈니스는 마을단위 재정사업(지역개발사업)과도 사업내용이 유사하여 정책형성단계에서부터 중복 논란을 야기하고 있는데, 살기 좋은 지역 만들기(행안부), 농촌마을종합개발사업, 농촌활력증진사업(농식품부), 지역연고사업(지경부) 등 다양한 지역개발사업과 사업내용이 유사하다. 마을단위 지역개발사업은 공공재정 사업으로 자치단체가 주체가 되어 재정투자를 통해 운영되기 때문에 사업기간이 종료되어 재정지원이 중단되면 사업 자체도 단절되는 데 비해 커뮤니티 비즈니스는 수익성과 자립성을 본질로 하는 기업이기 때문에 사업이 지속가능하다. 이밖에도 커뮤니티 비즈니스는 사업규모, 주민참여, 의사결정 등에서 마을 단위 지역개발사업과 성격상 차별화된다.

(표 10.15) 커뮤니티 비즈니스와 마을단위 재정사업과의 비교

구분	커뮤니티 비즈니스	마을단위 재정사업
사업주체	주민, 주민공동체	자치단체
사업영역	공익성 + 적정규모 수익성	공익성 추구
성격	소규모, 지역순환성, 높은 질 추구	중대규모, 캠페인성, 속도
지속가능성	일자리, 수익창출, 지속성	의존도 심화, 예산 미지원시 사업단절
주민역량	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 주민참여+ 직접 운영</li> <li>● 주민, 지역, 기업 거버넌스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 주민동원, 단순참여</li> <li>● 관 주도 상명하달</li> </ul>

자료 : 이소영, 김전기(2010), 지역공동체 사업의 추진실태 및 활성화방안

### (3) 중앙정부의 지원 사업

중앙정부의 지원 사업은 안전행정부를 중심으로 마을기업 지원 사업이 활발해지고 있다. 사업명은 처음 도입논의가 있을 때는 커뮤니티 비즈니스로 사용하다가 2011년부터는 마을기업으로 변경하였다. 마을기업의 유형은 지역자원 활용형, 친환경·녹색에너지 사업형, 생활지원·복지형의 3가지로 구분된다.

지역자원 활용형은 지역특산품, 문화, 자연 자원 활용사업, 재래시장, 상가 활성화 사업, 공공부문 위탁사업 중심이다. 지역특산품, 문화, 자연 자원 활용 사업은 지역관광, 농촌체험, 전통공예 등 지역특화 아이템 발굴, 추진하고 지역자원 및 특화브랜드 개발, 홍보 등을 통해 커뮤니티 마케팅을 활성화시킨다. 재래시장, 상가 활성화 사업을 통해 구도심 및 전통시장 상가의 수익사업 모형 개발을 통해 해체 위기의 지역상권 복원 및 안정적 일자리 창출하며, 공공부문 위탁사업은 지역축제, 공원관리, 주민자치센터 프로그램, 학교급식 등을 지역주민 주도의 비즈니스로 확대 활용한다.

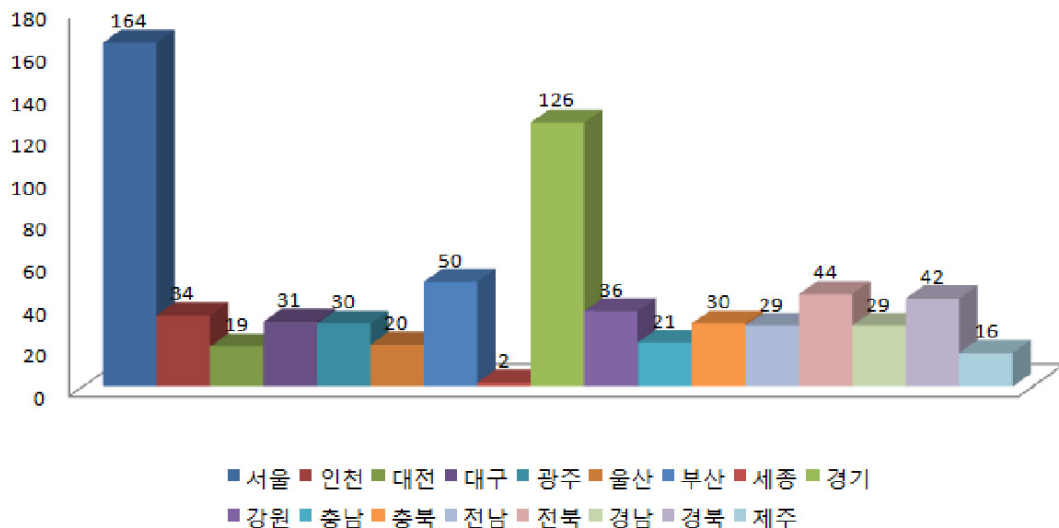
친환경·녹색에너지 사업형은 쓰레기, 폐기물 및 자원재활용사업, 녹색에너지 실천사업이 있다. 쓰레기, 폐기물 처리 및 자원재활용 사업은 음식쓰레기, 폐자원(현옷, 폐금속, 폐식용유, 장난감 등)을 재활용 하는 등의 친환경 녹색 사업이다. 녹색에너지 실천사업은 자연 생태관광, 자전거 등을 활용하는 사업으로, 관련사업 등을 통해 저탄소 녹색성장을 생활 속에서 실천할 수 있는 사업이다.

생활지원·복지형에는 저소득 취약계층 지원 사업, 다문화가족 지원 사업이 있다. 저소득 취약계층 지원 사업에는 기초생활수급자, 독거노인 등에 대한 복지, 간병 등이 있고 저출산 고령화시대에 따라 사업이 확대되고 있다. 다문화가족 지원 사업은 주로 다문화가족이 직접 주체로서 참여할 수 있는 사업으로 구성되어 있다.

안전행정부는 기본적인 지침과 사업예산만 지원하고, 구체적인 사업지정과 관리 등은 지방자치단체에 위임하고 있다. 사업을 통해 2013년까지 1,000개의 마을기업을 육성하여 지역공동체 일자리 1만개를 만드는 것을 목표로 하고 있다.

## 다. 국내 사회적 기업과 마을기업의 현황

현재 우리나라의 사회적 기업은 「사회적 기업 육성법」의 인증조건을 충족하여 고용노동부장관의 인증을 받은 기업을 말한다. 사회적 기업으로 인증 받지 않았으나 사회 서비스 제공, 취약계층에게 일자리 제공 등 사회적 기업으로서의 실체를 가지고 있어, 향후 사회적 기업으로 인증 가능한 기업을 예비 사회적 기업이라 하여 지정한다. 예비 사회적 기업은 취약계층에 대한 일자리 및 일반 국민들의 사회서비스 요구 등을 반영하기 위해서는 더 많은 사회적 기업 육성이 필요하다는 인식하에 중앙부처와 지자체가 지정한다. <그림 10.15>와 같이 2012년 12월, 전국 인증 사회적 기업은 총 723곳이며 서울, 경기지역이 압도적으로 많고 부산이 그 뒤를 따른다.



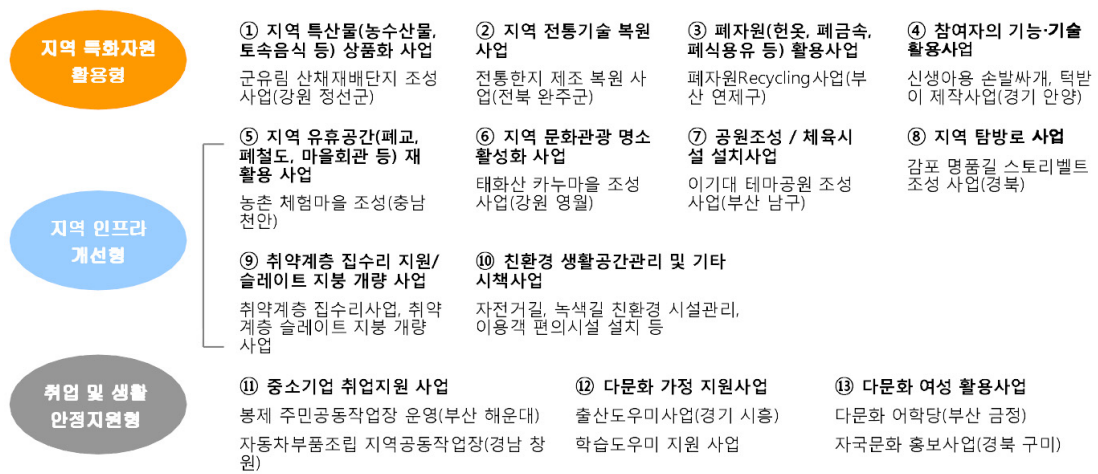
<그림 10.15> 2012년 인증 사회적 기업 지정현황

(자료: 송두범외. 2012. 충청남도 사회적 기업 및 마을기업실태조사 연구)

안전행정부가 산업화, 도시화로 해체된 지역공동체를 복원하고 낙후된 지역경제를 발전시킨다는 취지에서 2010년 9월 ‘자립형 지역공동체 사업’을 시작하였고, 2011년 말 이는 550개로 증가하였으며, 2012년 말 운영 중인 마을기업은 총 787개이다. 2012년 말 기준, 총 연매출액 492억 원으로 마을기업 당 6,252만원의 연매출액을 기록했다. 787개 마을기업의 고용 인력은 6,533명으로 업체당 약 8.3명이 근무 중이며, 지역별 인증 기업의 수는 경기(124개), 서울(71개), 전남(63개), 강원(62개), 부산(53개) 순이다. 안전행정부는 2013년 1~5월 기준, 352개(신규 196개, 재지정 156개)의 마을기업을 지정하였으며, 1,200여개의 마을기업이 전국에서 운영될 전망이다.

<그림 10.16>을 살펴보면 마을기업 선정은 ‘지역공동체 일자리사업’과 연계하여 3개 유형(지역특화자원 활용형, 지역인프라 개선형, 취업 및 생활안정 지원형 등 13대 사업)을 중심으로 추진되고 있다. 지역특화 자원 활용형에는 지역특산물 상품화사업, 지역 전통기술 복원사업, 폐

자원 활용사업, 참여자의 기능 및 기술 활용사업이 있으며 강원 정선군의 균유림 산채 재배단지 조성사업, 전북 완주군의 전통한지 제조 복원사업 등이 그 예이다. 지역 인프라 개선형에는 지역 유희공간 재활용사업, 지역문화 관광명소 활성화 사업, 공원조성/체육시설 설치사업, 지역 탐방로사업, 취약계층 집수리 지원/슬레이트 지붕 개량사업, 친환경 생활공간관리 및 기타 시책사업이 있으며 충남 천안의 농촌 체험마을 조성, 부산 남구의 이기대 테마공원 조성사업 등이 그 예이다. 마지막으로 취업 및 생활안정 지원형에는 중소기업 취업지원 사업, 다문화가정 지원 사업, 다문화 여성 활용 사업이 있으며 경남 창원의 자동차 부품조립 지역공동작업장, 경기 시흥의 출산도우미사업이 그 예이다.



<그림 10.16> 지역공동체 일자리 사업

## 라. 사회적 기업 관련 육성정책 현황

### (1) 중앙부처의 정책 현황

현재 커뮤니티 비즈니스에 관련된 중앙부처 사업은 행정안전부의 “마을기업 육성사업”, 고용노동부의 “사회적기업 육성사업”, 농림수산물식품부의 “농어촌 공동체회사 육성사업” 등 세 부처의 사업이 주종을 이룬 채, 제각기 분산 추진하고 있다.

행정안전부의 마을기업 육성사업은 2010년부터 “자립형 지역공동체 육성사업” 이란 명칭으로 커뮤니티 비즈니스를 육성하다 2011년부터 “마을기업 육성사업” 으로 명칭을 변경하여 확대 추진하고 있다. 2010년 총 184개 마을기업을 선정 후 사업을 시작하였다. 사업은 지역자원 활용형 118개(64%), 친환경 42개(23%), 생활지원·복지형 24개(13%) 등으로 구성되어 있으며, 2차년도 사업으로 재선정 83개, 연장운영( ’ 11.6월까지) 43개, 자립운영 19개 등 145개 사업은 계속사업으로 추진 중이다. 2010년에 선정된 단체 중 39개는 타 사업으로 전환하거나 운영을 중단하였다. 2011년에 신규로 선정된 단체 371개, 2010년에 선정된 단체 중 현재 운영 중인 145개 등 총 516개 마을기업이 현재 운영 중에 있으며, 선정된 마을기업에 대해서는 1+1의 개념으로 첫째에 5,000만원(100%), 2년째 3,000만원(60%)를 지원하고 있다.

고용노동부는 2007년부터 사회적 기업 육성법 제정과 인증제 도입을 통하여 취약계층의 일

자리 창출에 초점을 맞추어 사업을 진행 중이다. 사회적 기업은 “취약계층에게 사회서비스 또는 일자리를 제공하여 지역주민의 삶의 질을 높이는 등의 사회적 목적을 추구하면서, 재화 및 서비스의 생산·판매 등 영업활동을 수행하는 기업” (사회적 기업육성법 제2조)을 말한다. 2011년 5월말, 인증 사회적 기업은 532개, 예비 사회적 기업은 1,005개이며 2012년까지 1,000개 인증 사회적 기업 육성을 계획하고 있다. 한편, 2010년 6월, ‘비상경제대책회의 겸 국가고용전략회의’에서 기존의 고용노동부 주도로 추진되어 온 사회적 기업 육성사업에 지자체의 참여를 적극적으로 권장한 후, 지자체에서도 「지역형 예비 사회적 기업」 육성을 적극 추진하고 있다.

농식품부(현 농림축산식품부)는 농촌지역 자립기반 구축을 위해 지역공동체 조직 지원에 중점을 두고 커뮤니티 비즈니스로 농어촌공동체회사 육성사업을 추진하고 있다. 농어촌공동체회사는 농어촌지역의 공동체가 주체가 되어 지역의 인적·물적 자원을 활용하는 지역기업 혹은 주민주도의 지역 활성화사업을 지칭한다. 농어촌공동체회사는 농식품산업형, 도농교류형, 지역개발형, 사회복지서비스 제공형 등 네 가지 유형으로 구분되며 농어촌공동체회사 육성사업은 '11년 총 54개 사업을 지원하기 시작하여 '15년까지 3,000개의 육성을 목표로 하고 있다.

그 밖에 지경부(현 산업통상자원부), 문광부(현 문화체육관광부), 복지부(현 보건복지부), 여성가족부 등 일부 타 부처에서도 유사 성격의 정책을 부분적으로 시행 중이며, 이 중에서 지경부의 커뮤니티 비즈니스 사업은 당초 2012년까지 30개소 육성을 목표로 시범사업을 추진했으나 2011년 사업을 중단하였다.

## (2) 광역자치단체의 정책 현황

광역자치단체는 주로 사회적기업의 육성을 위해 직접지원, 간접지원, 제도정비 등 다양한 지원시책을 추진하고 있다. 현재 광역지자체 사업은 서울시의 “서울형 사회적 기업 육성사업”, 경기도의 “예비 사회적 기업 지정지원 사업”, 충남도의 “충남형 사회적 기업 지정제”, 경북도의 “경북형 예비 사회적 기업 육성사업” 등이 있다.

서울시는 2010년 5월 2차에 걸쳐 195개소를 지정, 사회적 기업분야는 사회·복지, 문화·교육, 환경·건설·교통 등으로 구분하여 재정지원, 전문가에 의한 컨설팅지원, 기타 시설비투자 및 기업과의 연계지원 등 지원하는 규모가 비교적 크다. 경기도는 노동부와는 별개로 예비 사회적 기업을 지정하고 지원한다. 2010년 5월, 상반기 56개 기업이 지정되었고 주로 전문 인력 지원에 중점을 둔다. 각 기업 당 1-2인의 전문 인력이 지원되고 예산규모는 적은 편이다. 충남도의 경우는 도지사가 지정하는 예비 사회적 기업을 말하며, 행·재정지원 인큐베이팅 후 노동부 인증을 유도하고, 5년간 200개를 육성하는 것이 목표('10-14)이다. 경북도는 사회적 기업으로 진출하기 위한 기업을 발굴하는 데 중점을 두고 사업을 진행하고 있으며, 2010년 5월 31개 기업을 지정하였다.

### 마. 사회적 기업 육성을 위한 시사점

2000년대 들어 고용노동부의 사회적 기업, 행정안전부의 마을기업, 지식경제부의 커뮤니티 비즈니스시범사업, 농림수산식품부의 농어촌공동체회사 등 중앙부처 중심의 사회적 기업 및 커뮤니티 비즈니스사업을 추진하면서 행정과 민간간의 중재자, 민간과 민간간의 협력 및 조정자, 부족한 민간역량의 보완 및 지원을 위한 전문조직으로서 중간지원조직에 대한 필요성이 증대

되고 있다. 중간지원조직의 개념은 기획력과 전문성, 마케팅 능력 등을 갖춘 에이전시로서 다양한 이해관계자들과의 네트워크 및 연구 등을 통해 활동기반 및 전문지식을 구축하고 공동의 ‘핵심목표’를 추진하는데 필요한 협력과 정보제공, 인재육성 등을 실행하는 기관이다. 일반적으로 주민주도로 지역사회가 발전할 수 있도록 상담과 조언, 인재육성 및 확보, 재정 및 경영지원, 홍보마케팅, 조사 및 연구 등 다양한 지원활동을 전개하는 역할을 수행한다.

(표 10.16) 중간지원조직의 역할과 기능

기 능	역 할
정보의 수.발신	행정, 기업 등 각 주체에 대한 정보수집, 인터넷 등의 매체를 통해 정기적으로 정보를 전달
자원과 기술의 중개	정보제공, 인재 등을 지원하거나 이를 제공해 줄 수 있는 제공자와 연결시켜주는 역할
인재육성	인재양성(예: 다양한 주체의 주민교육, 참여역량강화 교육, 지역리더양성교육 등)
상담 및 컨설팅	체계적인 활동을 위한 매니지먼트의 노하우를 제공하고 관련된 문제나 어려운 점을 컨설팅
네트워크 및 교류촉진	<ul style="list-style-type: none"> <li>●누구나가 쉽게 참가할 수 있는 이벤트 개최(행사, 포럼, 심포지엄 등)</li> <li>●지역자원(사람, 물건, 돈 등)의 마케팅, 협력관계(행정, NPO, 기업 등)의 네트워크 형성 및 교류촉진</li> </ul>
평 가	활동실태나 정보에 대한 수준을 정부, 기업, 개인 등 지원기관에게 제공
정책제안	지역사회문제 해결을 위한 새로운 사회시스템이나 방법을 구축, 정책제안기능을 강화
조사.연구	정책제안 기능을 수행하기 위한 기초 작업 활동으로 중간지원조직만이 수행할 수 있는 조사 및 연구 활동을 통해 해결방안을 제시

현재 지역사회의 공동체 사업을 지원하기 위해 중간지원기관을 확장하는 계기가 되었다. 마을 만들기와 마을공동체 사업을 지원하는 중간지원기관은 서울을 중심으로 필요성을 인정받으면서 점차 확대되고 있으며 그 역할도 커뮤니티 비즈니스와 사회적 기업 지원과 더불어 협동조합까지 포괄하는 시스템으로 더욱 진화하고 있다.

바이오피아 조성 시 성공적인 사업추진을 위해서는 지역주민의 참여가 중요하며, 지역주민의 참여를 이끌어내기 위해서는 사회적 기업 또는 마을기업 형태의 운영시스템 구축이 필요하다. 그러나 지역주민이 중심이 된 사회적 기업의 경우, 설립까지 많은 어려움이 있기 때문에 사회적 기업 설립을 돕기 위한 중간지원기관이 필요하며, 효율적인 중간지원조직으로는 외부 전문가를 중심으로 한 전문가협의체를 활용하며, 전문가 협의체를 통한 운영시스템에 대한 컨설팅 지원이 필요할 것으로 예상된다. 운데 마을의 경우 사업비를 충당하기 위해 주민의 70%가 협동조합에 가입해 1인당 1500유로씩 총 120만 유로를 출자했고, 이를 통해 투자자본금을 마련함과 동시에 관련 정보를 주민과 공유하며 운영하고 있다.

(표 10.17) 중간지원기관의 유형

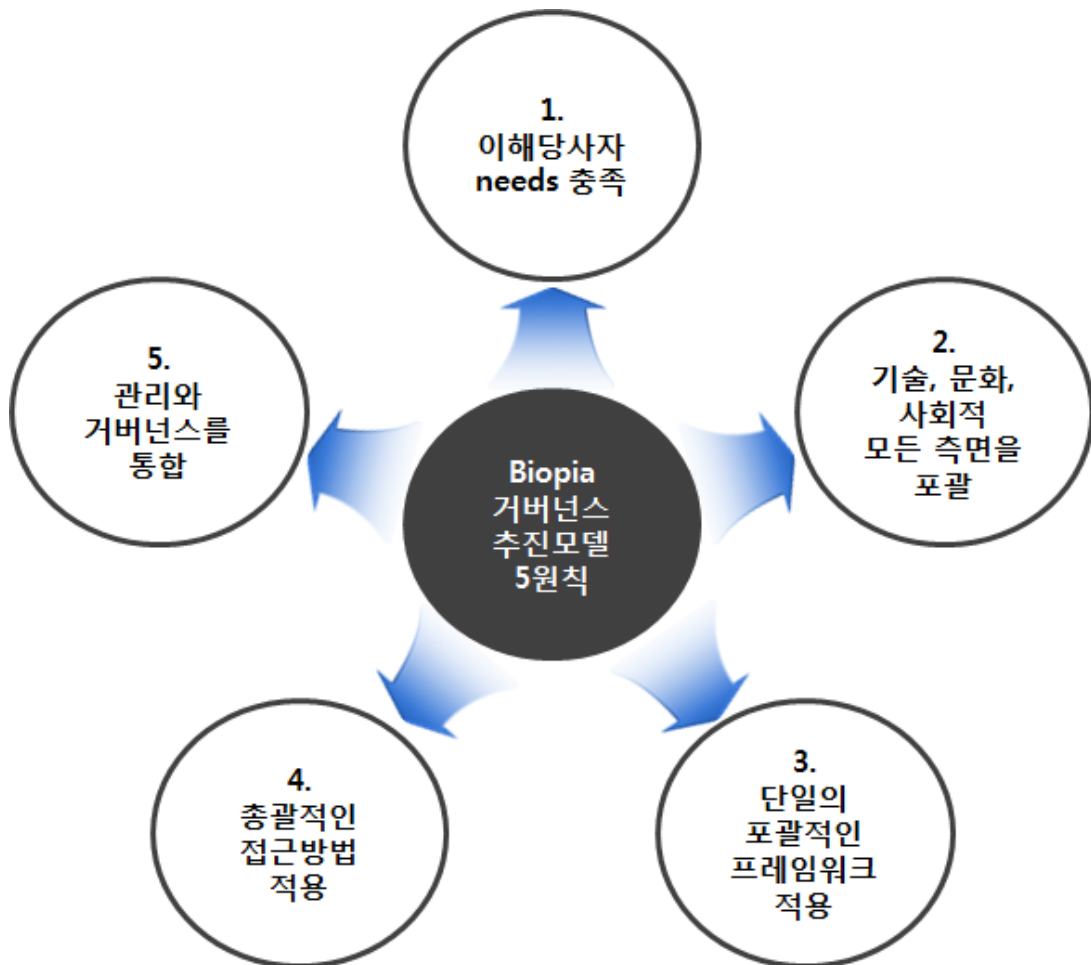
구분	민간주도 모델	관주도 모델	혼합모델
지위	민설민영	관설관영/관설민영	민관협동
설립 시 재원	민간기금	정부기금	민관 공동출자
거버넌스	민간주도	직영 또는 위탁	공동운영
운영재원	자체사업충당	정부기금	자체사업+정부기금
운영 장점	독립적, 자주적, 창의적, 탄력적 운영가능	재정적으로 안정운영, 지역사회에서 대표성, 권위 확보 용이함	민간주도와 관주도 모델 장점만을 취합하여 운영 가능함
운영단점	재정자립도 미비, 지역사회 대표성 및 위상확보에 제약, 지속가능성 약함	관주도 운영에 따른 경직성, 정치 환경 변수에 민감, 위탁 운영 시 설립주체와 운영, 주체 분리로 갈등요인, 서열구조 발생	선도모델로서 시행착오 발생 우려 있음. 수평적이고 평등한 파트너십 구조를 마련하는 것이 관건

## 제2절 정책 거버넌스 확보 방안

### 1. 바이오매스 순환단지(Biopia) 거버넌스 구축 모델

#### 가. 바이오매스순환단지 거버넌스 모델의 원칙

본 연구에서는 바이오매스 순환단지 활성화 및 거버넌스 확보를 위한 방안으로 바이오매스 순환단지 거버넌스 구축 모델을 제시하였으며, 바이오매스 순환단지 거버넌스 확보를 위한 원칙은 1. 바이오매스 순환단지 조성사업과 관련한 이해당사자의 요구를 충족시키고, 2. 사업지역의 기술, 문화, 사회적 모든 측면을 포괄하여 추진하고, 3. 모든 바이오매스 순환단지 조성사업에 단일의 포괄적인 거버넌스 체계를 적용하며, 4. 바이오매스 순환단지 관련 사항에 총괄적인 접근방법을 적용하고, 5. 바이오매스 순환단지 조성사업 관리와 거버넌스를 통합하는 다섯 가지 원칙을 정하였다.

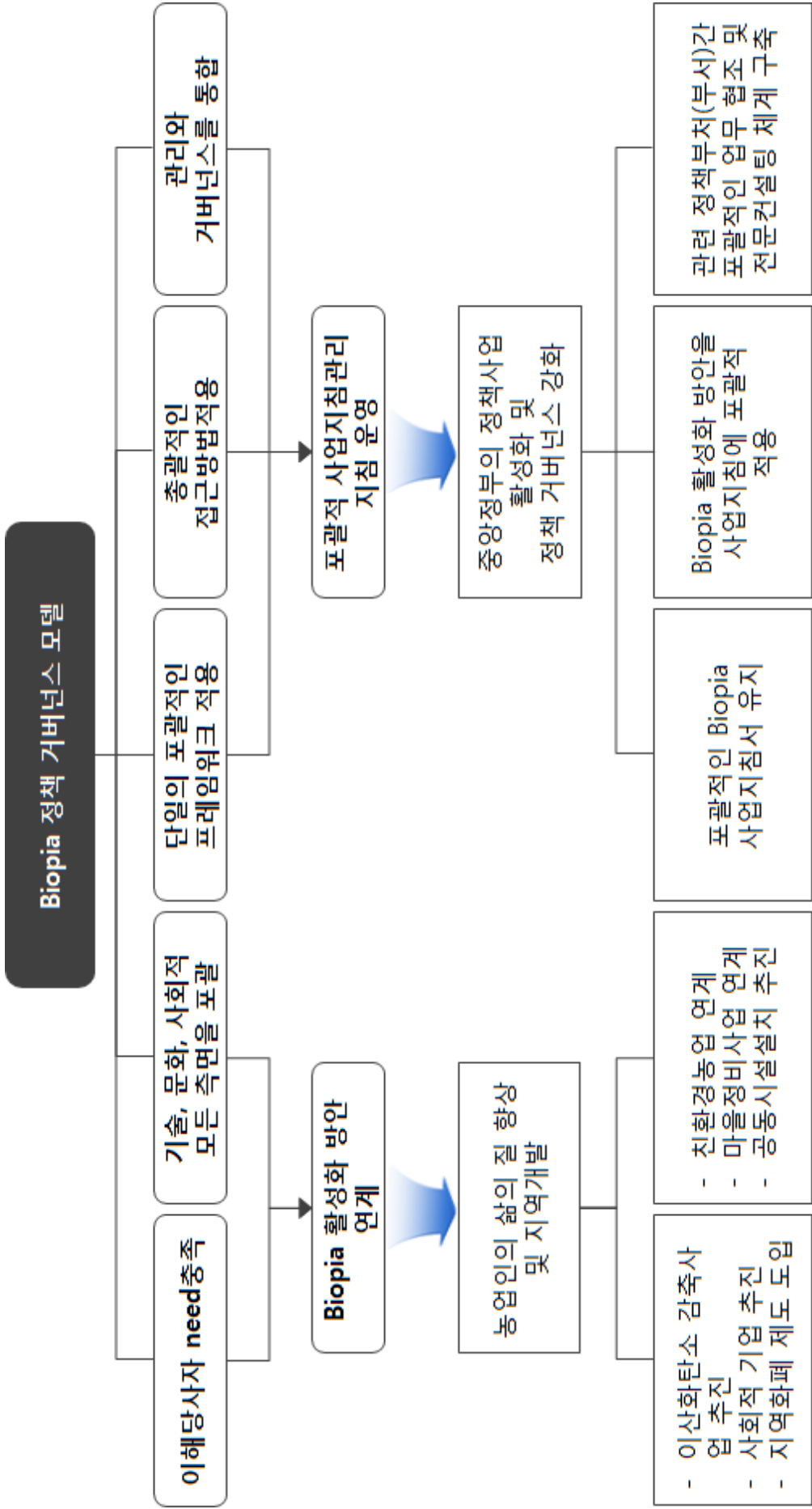


<그림 10.17> Biopia 거버넌스 추진 5원칙



(표 10.18) Biopia 거버넌스 추진 5원칙의 내용

원칙	내용
① 이해당사자의 Needs 충족	바이오매스 순환단지(Biopia) 조성시 중앙정부, 지자체, 사업주체, 공법사, 지역주민 등 관련 이해당사자들의 모든 의사 내용을 고려하여 추진하여야 한다.
② 기술, 문화, 사회적 모든 측면을 포괄	Biopia governance는 바이오에너지화 기술측면만을 강조하는 것이 아니라 바이오매스 수집, 바이오에너지 생산, 바이오에너지 이용과 관련하여 지역 개발 및 농업인의 삶의 질 향상 측면을 고려하여 지역산업, 지역사회, 지역문화적 다다양한 측면을 고려하여 연계·통합적으로 추진하여야 한다.
③ 단일의 통합적인 프레임워크 적용	Biopia 조성사업은 지역내 기술, 문화, 사회적 모든 측면을 포괄하여 연계·통합적으로 추진함에 있어 관련된 모든 분야(정책, 현장, 기술 분야)를 포괄하여 통합하는 모델을 적용하여야 한다.
④ 총괄적인 접근방법 적용	지역내 Biopia를 조성하는 데 있어 지역내 발생하는 바이오매스를 효율적으로 관리하기 위하여 인적, 물적, 기술적, 사회적 모든 구성요소를 총괄적으로 고려하여 추진하여야 한다.
⑤ 관리와 거버넌스의 통합	Biopia 조성사업은 농식품부의 정책사업으로 추진함에 있어 단순 사업의 관리를 지양하고 컨설팅, 의사결정, 평가 및 모니터링 활동을 포함하는 거버넌스 확보 체계와 통합적으로 추진되어야 한다.



<그림 10.18> Biopia 거버넌스 구축 모델

## 2. 바이오피아 관련 정책 현황 및 문제점

### 가. 바이오피아 추진 방향

농촌지역에서의 자원순환 및 바이오매스 에너지화를 위한 바이오피아의 전략수립은 지역 특성별 친환경 바이오매스와 신재생에너지 자립형 순환단지 조성을 위해 지역특성에 따른 우위모델을 적용하여 실현가능성을 높여 지속적으로 추진, 관리할 수 있는 추진전략을 수립한다. 바이오피아는 녹색성장의 관점에서 바이오매스를 이용하는 에너지 자립마을의 한 유형으로서 “친환경 청정에너지 농업기술 확보와 활력 있는 농촌개발을 위해 농, 산촌에서 유래하는 바이오매스의 발생단계로부터 이용단계까지의 관리체계를 확보하고 바이오매스의 물질 및 에너지 자원화를 통해 지역단위 유기자원 및 에너지 순환체계를 구축하여 청정에너지 생산, 온실가스 감축, 친환경 농, 축산 정착, 관광자원 연계 등을 통해 경제적 수익을 창출하고자 한다. 지역별 특성에 따라 비교우위에 위치한 가용 바이오매스 자원을 중심으로 에너지를 생산하여 해당 지역의 농가, 농경지, 각종 농업시설에 활용하는 것으로 이 과정에서 생산된 자원과 에너지는 해당 지역의 요구량을 충족시키며, 잉여 생산은 부족할 수 인근 지역으로 제공할 수 있는 구조로 이루어져 있다. 바이오피아 실현을 위한 실효성 있는 추진전략 수립을 위해서는 농·축·임산부 산물의 바이오 에너지화와 자원순환을 통한 농업 및 농촌부분의 에너지 자율적 생산과 소비의 체계구축이 필요하고 패러다임 변화에 적응할 수 있는 새로운 인식의 전환이 이루어져야 하며, 정부의 지원, 환경규제 등에 대한 적절한 정책결합이 이루어져야 한다.

이를 위해 바이오피아 전환을 위한 전략수립의 기본방향은 자원소비형 성장사회에서 폐기물 제로형 자원순환사회로의 전환을 위하여 기존 3R정책 『감량화(Reduce) ↔ 재사용(Reuse) ↔ 재활용(Recycle)』에서 폐자원 에너지화(Recovery)를 포함한 4R정책을 통해 재생에너지 확보 및 자원 순환형 시스템을 정착시키는데 있다. 또한, 현시점에서 적용이 가능한 바이오매스 이용기술에 대한 조사, 분석을 통하여 바이오피아에 적용할 기술을 선정하고, 지역적 특성을 고려하여 적용된 기술에 대한 폐자원과 바이오매스 용량을 산정하여 최적의 바이오피아 시스템을 구축하여야 한다.

### 나. 주요 정책 분석

우리나라는 폐기물로 인한 오염방지 단계를 넘어서 순환자원 확대를 통한 자원생산성 제고를 위하여 환경성이 보장된 순환자원공급, 폐자원·바이오매스로 국가 신재생에너지 보급목표 달성 등 녹색성장을 위하여 다양한 정책을 추진하고 있다. 바이오피아는 온실가스를 많이 발생시키는 경종과 축산분야에 친환경 저탄소농업기술과 지역특성에 맞는 바이오매스 자원을 활용한 지역단위 유기자원 에너지 순환체계 구축을 위한 사업으로서, 녹색성장의 관점에서 보면 저탄소녹색마을과 광역친환경 농업단지 등과 같은 정책이다.

#### (1) 저탄소 녹색마을 조성사업 개요 및 문제점

정부는 2008년 10월에 발표된 「녹색성장과 기후변화 대응을 위한 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책」을 수립해 농촌과 소도시를 중심으로 유형별 저탄소 녹색마을을 조성해 에너지 자립률을 높이고 지역경제를 활성화하는 방안으로 2020년까지 600개의 마을 조성을 목표로 설

정하였다. 2010~2012년간 정부 각 부처별(환경부, 행안부(현 안전행정부), 농식품부(현 농림축산식품부), 산림청)등이 공동으로 추진하며, 마을은 도시형(환경부), 농촌형(농식품부), 도·농 복합형(행안부), 산촌형(산림청) 등으로 유형별로 구분하고, 각 부처는 시범사업 마을유형별 재원을 지원하여 10개 마을 조성을 목표로 추진하였다. 그러나 현재 시범마을로 2010년 2곳, 2011년 4곳과 2013년 신규로 지정된 홍천 소매곡리까지 총 7개 지역에 조성되고 있다(표 10.19).

(표 10.19) 저탄소녹색마을 조성사업 현황

주관부처	대상마을	선정연도	사업내용	사업비
환경부	광주 광산구 망원마을	2011년	폐기물바이오가스(축분 바이오매스, 음식물쓰레기 등) 에너지화 시설 설치 등	50억원
	강원 홍천군 소매곡리	2013년	축분 바이오매스.에너지화 시설설치 등	52억원
행안부	충남 공주시 금대리	2011년	태양열, 지열 등을 활용한 시설원예 작물 재배	46억원
	경기 포천시 영평.영송마을	2011년	가축분뇨를 활용한 축분 펠릿 연료 보일러 및 비료생산	66억원
농식품부	전북 완주군 덕암마을	2010년	태양열, 풍력, 지열 등 신재생에너지 이용, 주택 에너지효율화 등 마을 정비, 녹색마을 센터 설치 등	55억원
산림청	경북 봉화군 서벽리	2010년	산림바이오매스(목재펠릿) 이용 및 목재펠릿 보일러 보급 등	56억원
	강원 화천군 느릅마을	2011년	산림바이오매스(목재펠릿) 이용 및 목재펠릿 보일러 보급, 산림바이오매스 센터 건축 등	56억원

현재 저탄소녹색마을 조성사업은 경북 봉화군 서벽리 마을을 제외하고는 대부분 사업 추진이 부진한 실정이다. 당초 정부는 2010~2012년간 10개 마을을 선정해 시범사업을 추진하겠다는 계획이었으나, 동 기간 6개 마을 선정에 그쳤고, 2013년 신규사업을 1곳에서만 시행하였으며, 사업규모를 600개 마을에서 40개로 축소하였다. 또한 4개 부처로 나뉘어 있던 주관기관 역시 환경부로 일원화되었고, 타 부처는 지원 및 협력으로 그 역할이 축소되었다.

이렇게 저탄소녹색마을 조성사업이 계획대로 추진되지 못한 것은 사업 준비 기간의 부족과 조성사업에 필요한 지역특성, 주민수요, 신재생에너지 등 다양한 요소를 고려하지 못했기 때문이다. 2020년까지 600개 마을을 조성하기 위한 시범사업을 충분한 준비와 고려 없이 2년 동안 정부주도의 하향식(top-down)으로 추진하여 왔으며, 일부 마을은 사업을 서둘러 추진하는 과정에서 주민 의견을 취합하는 기간이 1개월에 불과한 경우도 있어, 시범사업 단계부터 수정 또는 무산되는 사례가 발생하였다. 그 예로 시범사업 마을로 선정된 충남 공주시 월암마을과 광

주 남구 승촌마을의 경우 전체 주민들의 의견을 취합할 시간적 여유가 부족해 일부 주민들의 찬성만으로 무리하게 사업을 추진하는 과정에서 주민들의 반대에 부딪혀 해당 마을이 사업을 포기하고, 그 대신에 충남 공주시 금대리와 광주 광산구 망월마을로 대상지가 각각 변경되기도 하였다. 또한, 2011년에 환경부 시범사업 대상지로 선정된 경남 거창군 양기·음기 마을은 도비 부족에 따라 사업을 자체 포기하였다.

신재생에너지기술은 녹색산업 육성에 중점을 두고, 지속가능한 자원을 이용하기 위한 최첨단 기술로 시스템에 대한 이해를 시키고 지역사회 조건에 맞도록 적응시키는 데에는 상당한 노하우와 시간이 요구된다. 그러나 현재 진행되고 있는 시범사업은 신재생에너지 기술의 보급에 치중하는 형태로 진행되는 경우가 많기 때문에 운영주체인 주민들의 기존 인식을 변화시키지 못하고 있는 실정이다. 신재생에너지시설 중 하나인 바이오가스플랜트가 운반과정의 악취 등으로 주민들에게 혐오시설로 인식되어 주민의 반발을 불러일으키는 것이 그 예이다. 농림축산식품부 주관의 전북 완주군 덕암마을의 경우에는 이러한 이유로 바이오가스플랜트 도입계획이 아예 무산되기도 하였다.

## (2) 광역 친환경 농업단지 조성사업 개요 및 문제점

광역친환경 농업단지는 농업환경개선과 친환경농업육성을 위해 시, 군 수계단위로 경종과 축산을 연계한 광역단위 자원 순환형 친환경 농업단지로서 단지 내에 축산농가로부터 나오는 가축분뇨를 퇴, 액비 등 유기질 자원화해 경종농업에 이용하고 경종농업에서 생산되는 농산물을 다시 가축에 이용하는 사업으로서 이 단지 조성을 위해 2015년 600ha 이상 규모의 광역단지 60개소를 조성하는 것을 목표로, (표 10.20)처럼 2006년 이후 2013년까지 총 45개 단지를 선정하였다.

(표 10.20) 2013년까지 광역친환경 농업단지 조성현황

지자체별	' 06~' 07	' 07~' 08	' 09~' 13
경기	-	-	양평
강원	-	양구	정선
충북	-	옥천	진천, 증평, 괴산, 충주, 제천
충남	-	-	예산, 아산
전북	완주	익산	무주, 고창, 군산, 장수, 순창, 임실
전남	순천	장흥	영암, 신안, 화순, 함평, 곡성, 나주, 담양
경북	울진	성주	영천, 김천, 포항, 안동, 영주, 봉화
경남	-	산청	산청, 사천, 거창, 고성, 남해, 창녕, 함양
제주	-	-	제주

표준사업모형은 논 중심 사업모형, 밭 중심 사업모형, 논밭 복합 사업모형 등 3가지 사업모형을 활용하고 있다. 2006년부터 실시된 광역친환경농업단지 조성사업은 산, 관 협력체계 중심으로 사업의 추진체계가 구축되어 있고, 학계 및 연구계 등과는 네트워크는 구축되어 있지 않

다. 사업주체가 별도법인의 사업단으로 되어 있어, 다각적으로 연관된 사업을 추진할 때 애로 사항이 있는 것으로 평가되고 있다. 사업별로 개별운영체계를 가지고 있기 때문에 사업간 연계를 통한 시너지 효과가 나지 않고, 사업성과를 활용한 시설교체 및 시설수선비용 등을 확보하기 어렵다는 등의 문제점과 행정구역이 넓은 관계로 축분의 수송거리가 멀어 시간과 비용이 많이 소요되는 점 등이 지적되고 있다.

### (3) 친환경 에너지 타운 시범사업 개요 및 문제점

2014년 5월 님비(NIMBY)현상 극복과 에너지 문제 해결을 위한 지역거점 중심의 신재생 에너지 정책으로 친환경 에너지 타운 시범사업이 추진되었다. 이 사업은 한계에 봉착한 에너지와 환경 문제들을 보완할 수 있는 새로운 해법으로 매립지 등 기피·혐오시설에 에너지 자립, 문화관광 등 수익모델을 가미, 주민수익 향상을 통해 궁극적으로 환경시설의 자발적 설치를 유도하는 모델이다. 이 사업의 실행가능성을 높이기 위해 기존 정부, 지자체 등 관주도에서 주민 주도형 사업체제로 수용성을 확보하고, 관련 부처 정책, 지원방안을 통합 패키지로 화하여 추진되고 있다. 이를 위해 특수목적법인, 협동조합 등 지역주민들이 주도적으로 참여하는 수익모델을 보급, 확산시키고, 각종 법령에 의한 지원금, 발전기금 등 신재생에너지 발전 사업을 통해 실질적이고, 안정적이면서 지속적인 수익창출을 위한 방안을 제시하였다. (표 10.21)에 나타난 바와 같이, 친환경 에너지타운 시범사업은 2014년도에 최종 3개 지역을 선정하였다.

(표 10.21) 친환경 에너지 타운 시범사업 대상지별 현황

주관부처	대상지	선정연도	사업내용
산업통상자원부	광주광역시 운정동 (매립지형)	2014년	<ul style="list-style-type: none"> <li>매립이 끝난 매립지 상부를 태양광 발전소로 변모시키는 모델로 인근 관광자원을 연계하여 주민 수익 창출</li> <li>태양광 발전소 건립 시, 20MW 규모, 국내 3위 규모</li> <li>단계별 추진하여 연간 전기 판매수익은 참여비율에 따라 분배</li> </ul>
환경부	강원도 홍천군 소곡매리 (가축분뇨처리시설+하수처리장형)	2014년	<ul style="list-style-type: none"> <li>가축분뇨처리시설을 활용하여 바이오가스를 생산 후, 도시가스화 하여 주민에게 공급하는 모델</li> <li>유기성 폐기물 활용하여 퇴비와 액비 생산, 하수처리장 부지 활용하여 태양광 발전소 조성</li> <li>퇴비·액비 판매수익금은 국민기금으로 조성하여 주민공동사업, 주민복지사업에 재투자, 태양광은 전기 판매 수익을 참여비율에 따라 분배</li> </ul>
미래창조부	충북 진천, 음성 혁신도시 일원 (하수처리장 연계 신재생융복합형)	2014년	<ul style="list-style-type: none"> <li>현재 조성중인 혁신도시 내의 하수처리장 활용하여 신재생 에너지 기술(전기 + 열)을 적용시키는 모델</li> <li>태양광과 연료전지 등 신재생 발전설비 설치, 태양열·지열·하수열 등을 계간축열조에 저장하여 단지 내 난방용으로 활용 계획</li> <li>동 모델은 신재생에너지 융복합 모델로, 통합제어 모니터링 시스템 통해 에너지 이용을 최적화 하고, 향후 유사 신도시 조성 시 보급 확산 기대</li> </ul>

친환경 에너지 타운 시범사업은 사업내용과 특성을 고려해 광주 사업은 산업통상자원부가, 홍천은 환경부가, 진천은 미래창조과학부가 각각 주관부처를 맡아 추진하고, 국무조정실이 진행 경과를 점검하고 부처 간의 협조·이견 사항들을 협의·조정하는 컨트롤타워 역할을 수행한다. 아울러, 시범사업에 소요되는 재원은 정부 보조금과 마을 자체 기금, 용자 사업, 민간기업 참여 등을 통해 조달한다는 방침이다. 정부는 부처 간 협업을 통해 시범사업을 차질 없이 추진하고, 그 경험을 바탕으로 내년부터는 본 사업을 추진하여 친환경 에너지 타운의 전국적 확산에 나설 계획이다.

친환경 에너지 타운 시범사업은 올해부터 진행되는 신규 사업이기 때문에 이 사업에 대한 성과는 아직 파악되고 있지 않다.

## 다. 바이오피아 관련 외국의 유사정책 추진사례

해외 각국은 에너지·기후 위기에 대응해 온실가스를 감축할 수 있는 주거단지뿐만 아니라 에너지자립마을, 탄소제로도시 등의 프로젝트를 개발해 추진하고 있다.

### (1) 독일 윤데 마을

독일 윤데 마을은 200가구 750여 명의 전형적인 농촌마을로서, 독일의 첫 번째 바이오에너지 마을이다. 이 작은 농촌마을이 세계적으로 유명해진 것은 바이오에너지를 이용해 화석연료의 사용을 획기적으로 줄였을 뿐 아니라 부가적인 전력 판매를 통해서 마을의 수익을 높였기 때문이다.

윤데 마을은 마을 농사에서 발생한 밀·옥수수·해바라기 등의 건초, 가축 분뇨 등을 발효하여 만든 메탄가스(CH<sub>4</sub>)를 연료를 이용해 2005년에 건설된 바이오매스 열병합발전소를 통해 얻는 연간 전력생산량은 5000MWh이다. 마을에서 연간 소비하는 약 2000MWh의 전력을 제외한 남은 전력 외부에 매각해 수익을 창출하며, 전력 생산과정에서 발생하는 열과 온수(연간 생산량 5500MWh, 연간 소비량 3500MWh)은 6km에 달하는 배관망을 통해 각 가정과 목재건조 시설 등에 열을 공급하여 난방에너지를 절감하고 있다. 이처럼 윤데 마을에서는 필요한 전기와 난방연료를 석유나 석탄처럼 온실가스를 발생시키는 화석연료가 아닌 바이오매스를 이용해 100% 자급자족하고 있다.

윤데 마을의 사업비는 총 550만 유로(약 75억 원)가 소요되었는데, 주민의 70%가 협동조합에 가입해 1인당 1500유로씩 총 120만 유로를 출자했으며, 정부보조로 150만 유로, 은행융자로 280만 유로 등을 충당하였다. 투자자본금 마련을 위해 주민참여방안을 적극 고려해 관련 정보를 주민과 공유하며 운영하고 있다.

### (2) 오스트리아 무레크 마을

무레크 마을은 오스트리아 동남단 국경에 위치한 주민 수 1600여명 규모의 교육 및 레저도시로 1987년 트랙터에 사용되는 중동산 오일을 대체하기 위해 바이오디젤 사업을 시작했다. 1989년 농부들을 주축으로 바이오디젤회사를 설립했으며, 바이오디젤회사는 인근 그라츠시에서 수거한 폐식용유를 정제해 바이오디젤을 생산해 마을에 공급하고 남은 것은 재판매하고 있다. 또한 1998년 목재와 폐열을 이용한 지역난방회사를 설립해 현재 마을 주민의 난방열 수요의 95%를 충족하고 있으며, 2004년에는 돼지농장에서 수집한 분뇨와 인근 농장의 옥수수대, 밀

짚, 유채대 등을 이용한 열병합발전으로 연간 8400MWh의 전력을 생산하고 있다. 이후 2010년에는 연간 총 출력량 2100MWh의 태양광 발전소까지 설립했다. 무레크의 에너지 단지에는 현재까지 총 3200만 유로(약 470억 원)가 투자됐으며, 인근 마을을 포함해 에너지 자립률 190%의 성과를 보이고 있다.

### (3) 일본 미나미사쓰마시, 모테기마치

일본의 퇴, 액비센터에서는 기본적으로 농가에서 처리하고 남은 물량을 수거하여 자원화하고 있으며, 지역특성에 맞는 유기물자원화시설을 설치, 운영하고 있다. 가고시마현 미나미사쓰마시 농협관내에는 카세다, 카와베, 미쿠라자키 3곳의 퇴비센터가 있으며, 연간 약 1만 7,500톤의 가축분뇨를 수집하여 8,850톤 내외의 퇴비를 생산하고 있다. 도치키현 모테기마치의 유기물자원화센터에서는 지역에서 발생하는 우분, 낙엽, 왕겨 등을 이용하여 퇴비를 생산하고 액상분뇨는 장기간 폭기 후에 목초지, 옥수수, 채배지에 무료로 살포하고 있다.

### (4) 벨기에 플라망

벨기에 플라망 지역에서는 가축분뇨 과다문제를 해결하기 위해 VLM이란 단체를 만들고 그 안에 가축분뇨 수급 및 컨설팅을 담당하는 분뇨은행(ManureBank)을 두어 가축분뇨 액비로 인한 오염부하를 최소화하고 있다. 분뇨은행은 EU의 지표수 질소 농도 기준인 50mg/L 이상 지역에서 생산되는 분뇨를 기준 이하 지역에서 액비로 이용할 수 있도록 가축분뇨 수급과 농민들의 환경교육 업무를 담당하고 있다. 미생물로 처리된 액비는 플라망 지역의 조사료와 옥수수 밭에 환원한다. 공휴일에는 액비 살포가 금지되며, 지중 살포를 통해 악취 발생을 최소화하고 있다.

### (5) 시사점

해외사례의 성공요인은 지역에서 생산되는 바이오매스 자원 활용 및 태양광, 풍력, 지열을 사용한 에너지자립마을을 형성하고, 지역 여건을 고려한 시설규모, 원료수급, 에너지 공급, 퇴, 액비 활용 계획 등을 수립하여 가장 쉽고 안정적인 시설을 운영한다는 것이다. 사업주도 주체가 지역주민 중심으로 사업을 추진하였지만, 지역 내 기업이 협력하여 사업 추진하거나, 신재생에너지 관련 시설을 관광자원으로 활용하여 지역 경제 활성화에 기여하고 있다. 비록 초기에는 정부의 지원을 받아 운영되었지만, 전반적으로 사업을 총괄하고 리드 할 마을 지도자나 마을 운영체가 중심이 되어 효율적인 운영 및 관리를 하고 이에 따라 주민들도 자발적으로 높은 참여를 하고 있다. 또한 성공사례의 공통점은 정부의 정책적 지원, 학계 및 연구기관의 기술적 지원, 타 지역주민간의 원활한 소통 등 지역 협력형 체계를 구축하고 있으며, 인근지역에서 얻을 수 있는 자원, 전력 및 부산물 판매 등을 위해 지역 간 협력 체계를 구축하고 있다는 것이다.

국내를 결과적으로 성과를 내는 것에만 몰두해 단기간에 예산을 투입해 마을에 신재생에너지시설을 설치하는 것에만 관심을 두었지, 실제 가장 중요한 주민들이 어떤 역할을 해야 하는지에 대한 고려가 부족했고, 마을리더 및 주민참여가 많이 결여되어 있다. 또한, 운영주체인 주민역량 강화를 위한 투자가 미흡한 실정이고, 하드웨어 중심의 투자로 에너지 생산시설의 효율 및 유지·관리와 같은 소프트웨어가 부재하다는 점 등이 문제점으로 지적되고 있다.



### 3. 바이오피아 사업 조성방안

#### 가. 사업 개요

바이오피아의 시설 조성을 위해서는 조성 시설을 위한 기술적인 도입에 대해서 신중히 검토 되어야하며, 선정지역주민들의 여론 또한 우선적으로 고려해야 한다. 전문가 협의체를 통해 기술적 사항을 검토하고 시스템의 적용 규모, 설계 및 시공 방법, 설계나 시공 방법에 관한 기초자료를 조사하고, 각종 수치.수리적 산정 및 산출근거를 마련해야 한다. 부지 선정은 선정 지역에 대한 바이오에너지 현황을 고려하여야하는데 바이오매스 발생 및 폐자원에 대한 현황 및 운송과 수집에 관련한 내용이 충분히 검토되어야 한다. 이러한 기술적인 측면뿐만 아니라 지역 공동체의 역할도 중요하므로 지역 공동체를 구성하고 바이오피아 사업과 관련한 사항을 심도 있게 검토해야 한다.

지역 대표자 선정 및 주민의 참여 방안도 마련되어야 한다. 바이오피아 사업은 제시된 비교우위 모델을 지역 바이오매스 자원 현황에 따라 선택적으로 적용이 가능하기 때문에 전문가 협의체가 중심이 되어서 선정 지역 바이오매스 자원을 분석하고 얻어진 결과를 바탕으로 적용 기술과 방법에 대한 기존 시설과의 연계성을 검토해야 한다. 이를 통해 지역 환경문제를 해결 할 수 있는 폐자원 및 바이오매스 자원별에 대한 운송과 수집방안을 마련하고 각 바이오매스 자원에 대한 순환시스템을 개발해야 한다.

사업 시행 시 가설, 설계, 구매, 시공, 자금조달, 유지보수 등에 관한 사업계획서 작성과 사업승인, 사업선정을 위한 평가, 계약체결, 사업시행, 사업완료 등의 절차 등을 거쳐 전문가 협의체와 지역 공동체와의 에너지 자립운영방안 및 수익분배에 관한 내용이 검토되어야 한다.

(표 10.22) 바이오피아 조성단계별 검토사항

단계		검토사항	세부사항
(1) 1단계 바이오피아 사업계획 단 계	기술적 조성준비	(가)대상후보지 선정 시 고려 사항 ①지역의 사업장 현황 및 입지조건 ②유지관리 ③지형·지반 ④기상·기후 ⑤주변 환경 ⑥부지선정	-지역의 환경적 조사 -바이오매스 부존량 조사 -폐자원 발생량 산정 -바이오매스 성상분석 -비교우위모델에 의한 적합기술 선정 -다양한 바이오매스 자원 운송과 수집방 안 검토 -바이오피아 사업선정 지역에 적합한 기 술에 대한 기존 시설과의 연계성 검토
	자립형 지역공동체 구성	(나)자립형 지역 공동체 조성 ①운영개념 및 목표 ②기본방향 ③사업추진 조직의 구성 ④지역주민 자치규약의 제정 ⑤운영실적의 평가 및 보완 ⑥성공적 운영을 위한 방안 마련	-자립형 지역 공동체 조직 추진(각 해당 사업지 선정지역 대표자, 지역 산업체, 시민연합대표 등) -바이오피아사업 운영방향 제시 -주민 참여 방안 강구 -지역주민의 의견수렴
(2) 2단계 바이오피아 사업실행 단계	조성사업 계획	(가)사업조성실행 ①바이오매스별 에너지 잠 재량 산출 ②에너지 잠재량 산출 (나)사업비 검토 (다)관련 정부 지원 제도	-바이오매스 자원의 운송과 수집 방안 마련 -사업 조성에 필요한 개략적 사업비 검 토 -사업비와 관련된 지원제도 검토
	지역주민 참여 활성화	(라)주민참여 및 동기부여 방 안 마련	-지역주민 참여 활성화를 위한 교육 프 로그램을 개발 -바이오피아 사업 추진위원회 (중앙 및 지방정부 관계부처, 전문가협의체, 지역 공동체 대표, 광역 및 기초지자체 등으 로 구성) 설립
(3) 3단계 바이오피아 사업운영 단계	사업운영 및 자립화 방안	(가)사업운영을 위한 준비단 계 (나)시설운영관리방안 (다)사업 자립화 방안	-바이오피아 사업 계획서 작성(시행 시 가설, 설계, 구매, 시공, 자금조달, 유지 보수, 사업 평가 등)에서부터 사업 완료 의 단계 -바이오피아 시설 운영을 위한 고려사항 -바이오피아 사업 자립화를 위한 방안 마련

## 나. 바이오피아 조성단계별 검토사항

### (1) 바이오피아 사업계획 단계

#### (가) 대상후보지 선정 시 고려사항

바이오피아 대상 후보지는 바이오매스 자원이 풍부하면서 자원이동이 용이하며, 주민참여도가 높고, 기관장의 추진의지가 강한 지역으로 한다. 사전조사를 통해 바이오피아 사업에 대한 입지조건을 파악하고 비교우위모델에 대한 적용을 검토함과 동시에 시스템 규모와 설비에 대한 시공방법 등 운영 유지관리를 위한 기초적 자료를 얻는다. 따라서 모든 공정을 포함할 수 있는 계획성이 있는 조사를 실시해야 하며, 선정지역에 대한 특이사항에 대해서 검토준비가 되어 있어야 한다.

사전조사는 신재생에너지 시스템에 대한 계획, 시설 건설 및 운영·유지 관리에 있어서 필요하다고 생각되는 조사 항목을 설정하고 자료 및 현지조사를 실시해야 한다. 이를 위해 지역 사회, 경제, 바이오매스 관련 현황 및 사업체, 선정지 주변 현황 등을 조사하고 유기성 자원에 있어서는 유지관리 및 수집문제를 검토해 지역에 대한 개요를 파악해야 한다.

#### ① 지역의 사업장 현황 및 입지조건

선정지역의 가용 바이오매스 및 폐자원 처리에 대한 수집·운반·처리 사업장 현황에 대해서 조사한다. 유기성폐기물을 자원화 하는 지역은 바이오가스, 퇴비 이용에 있어서 자원순환 이용의 형태가 다르기 때문에 지역 내에서 유기성 폐기물의 운송·수집을 고려한 자원화시설에 대해서 검토해야 한다.

선정 사업지 주변의 배수·하천 상황, 도로 정비 상황, 취락 위치 및 전기·수도 등의 정비 상황을 정리하여야 한다. 여러 가구가 밀집해 있어 생산된 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 조건이 갖춰져야 하며, 유기성 폐기물 자원에 대해서는 자원의 수집·운반·저장을 고려한 시설에 대한 위치 및 규모 등에 대한 계획이 필요하다. 입지조건이 불리한 지역은 대상 사업지 주변 정리에 막대한 비용이 필요하기 때문에 관련 시설조성 위치를 결정하는 단계에서 충분한 사전 조사가 이루어져야 한다. 사회적 입지 조건에는 (표 10.23)의 사항 등이 포함되며 이를 도면에 정리해야 한다.

(표 10.23) 사회적 입지 조건 조사 대상

도로망	관리자별, 구조별, 제설·비 제설 등의 통행 규제별 도로망 상황
배수·하천	하천 종류, 수질 유형 보호 수면 등의 법규제, 유역으로의 이수 상황
전기, 통신, 수도	전기, 전화, 수도 등의 배치, 규격 용량
주변 시설	주택 밀집지나 평온 환경을 필요로 하는 시설(학교, 병원 등)부근 등의 건설 부적지 여부

또한 입지 사전 조사를 통해 선행 중에 있는 다른 사업이나 본 사업에 관련한 기본 계획 등을 조사하여 사업계획에 일관성이 있게 진행되어야 하며 사업선정 지역주민에게 이해를 얻을 수 있는 계획을 세우는 것도 중요하다.

## ② 유지관리

사업과 관련하여 원료의 반입, 처리시설 운전 등 하드웨어적인 것과 노무, 자금, 안전을 위한 관리 등에 대한 소프트웨어적인 면, 모두 중요하기 때문에 이를 위한 조직적인 관리가 필요하다. 이러한 관리는 위탁 관리로 하며 관리를 위한 인원은 지역주민위주로 조직을 결성한다. 또 관리에 필요한 인적자원의 육성에 관한 계획을 세워야 한다. 위탁 가능한 기존의 조직은 지자체에서 설립한 조합, 폐기물처리시설 설치 업체 등을 대상으로 할 수 있으며, 평상 및 비상시에 일어날 수 있는 사항에 대해 대응할 수 있는 내용을 검토하고 관리 시설의 계획에 적절하게 반영하게 하는 것이 필요하다.

## ③ 지형·지반

지형·지반조사는 바이오매스 에너지화에 관련된 시설(유기물 저장 및 발효 시설, 목재펠릿 제조시설, 바이오매스 자원 저장시설 등)의 건설 예정지 및 그 주변에 관하여 자료수집 및 현지 조사에 의하여 파악하고, 합리적인 시설 계획 입안에 반영되도록 해야 한다.

지형 조사는 바이오매스 자원별 에너지화 시설의 설치에 대한 적절한 위치를 결정하고, 시설의 시스템 설계, 각 설비의 구조 설계, 시공 계획 및 관리 계획수립을 위한 제약 요인을 명확하게 하는 기능을 한다. 이를 위해 자료 수집과 현지답사를 하며, 평면, 종단 횡단 측량을 실시한다.

지반 조사는 각 시설설비에 대한 구조 설계와 시공계획을 위해 필요한 지반의 공학적 성질을 파악하는 것으로, 각 시설별 특성을 고려하여 구조물의 지지력에 대한 검토를 중심으로 해야 한다. 또한 필요에 따라 내진 설계를 해야 하며, 토양의 침식에 대한 여부도 판단할 수 있도록 검토해야 한다.

## ④ 기상·기후조건

기상·기후 조건은 시스템 적용성 검토, 시설계획·설계 및 관리 계획 등과 크게 관계가 있기 때문에 기존의 자료의 수집·정리와 동시에, 현지 조사·설문 조사에 의해서 현지의 실정을 충분히 파악할 수 있도록 해야 한다.

기상 조건은 시설의 계획, 설계, 시공, 관리와 관계가 있다. 동절기에 대응하기 위하여 시설의 각 설비에 대한 방한 대책이나 적설 대책, 동계 원료의 반입로 확보, 반입된 원료의 동결 등, 동절기의 기상 관계 자료가 중요한 판단 자료가 된다. 또한, 수분이 많은 바이오매스 자원을 취급하는 시설은 빗물에 의한 외부로의 유출에 유의해야 하며, 특히 국부적인 강우 이력이나 호우시의 배수 경로 등에 관한 사항도 조사가 필요하다. 기상 관계의 자료는 측후소 및 관측소의 자료를 이용하지만 현지 조사에 의한 실정을 파악하여 시스템의 적용성 검토, 시설 계획, 설계 및 관리 계획에 반영해야 하며, 조사는 기온, 풍향·풍력, 강수량, 강설량·적설심, 적산한도, 동결심에 대해 실시한다.

## ⑤ 주변 환경

주변 환경 조사에서는 시설 설치 시, 주변 주민의 생활환경이나 자연환경에 악영향을 미치지 않도록 자료 수집과 현지 조사에 의해서 지역의 장래 계획이나 시설 건설 예정지 주변의 환경조건을 고려하여 충분히 조사해야 한다. 또 처리 방식별 환경에 대한 영향을 평가하여 적절한 대책을 검토하는 것이 필요하다. 만약 주변 주민의 생활환경이나 자연환경에 영향을 미친다

고 판단되는 경우(소음, 악취, 폐수, 분진 등)에는 적절한 대책을 취해야 한다. 주변 환경에 대한 조사 시에는 (표 10.24)와 같은 사항이 고려되어야 한다.

(표 10.24) 주변 환경 조사 시 고려 사항

생활환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학교, 병원, 주택, 휴양시설 등의 조용한 환경을 요구하게 되는 시설의 유무에 관하여 조사하고, 미연에 방지할 수 있도록 검토해야 한다.</li> <li>• 시설 가동 시 발생하는 생활환경에 대해서 조사를 하고 가급적 영향이 적은 처리방식으로 선택, 취락으로부터 거리 확보 등 적절한 대책을 검토해야 할 필요가 있다.</li> </ul>		
자연 환경 보전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시공 중의 오수나, 유지 관리시의 폐수가 동식물에 악영향을 주지 않도록 사전조사를 철저히 하고 대책을 검토해야 할 필요가 있다.</li> <li>• 또한, 지역에 따라 상수도 보호구역이나 보존 녹지 지역이 많이 있기 때문에 관계 부서와 협의에 의하여 적절한 대책을 검토해야 한다.</li> </ul>		
경관과의 조화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농촌지역은 양호한 자연 경관을 갖고 있는 지역이므로 주위 경관과 조화를 이룰 수 있는 시설 계획으로 할 필요가 있다.</li> </ul>		
	조사사항	처리 시설과 민가·취락 등과 거리	악취, 소음, 진동
		처리 시설 주변의 배수 상황, 보호 하천, 지정 하천, 호수와 늪 등	수질 오염
		처리 시설 주변의 식재 상황	악취, 소음, 경관
처리 시설 위치와 풍향		악취	

이러한 각종 환경규제기준은 지역별로 차이가 있기 때문에 사전에 조사해야 한다.

### ⑥ 부지선정

부지선정은 지역의 개요, 지형·지반, 기상과 기후 조건, 선정 사업장 및 주변 상황, 가용 바이오매스 및 폐자원재의 부존량에 관련한 사항을 충분한 검토를 거쳐서 선정되어야 한다.

먼저, 시설의 필요 면적뿐만 아니라 악취대책이나 반 출입 차량에 대한 원활한 통행측면에서 어느 정도의 크기를 가진 대지가 필요하며, 에너지원이 되는 바이오매스자원 및 유기성 자원의 수급이 잘 이루어져야하기 때문에 입지조건이 가능하면 자원의 공급이 원활한 곳으로 선택한다. 그리고 시설의 오작동 및 고장에 대비해 시설 점검 및 수리 시 마을의 접근성이 용이한 지역을 선택한다. 바이오매스 자원의 에너지화 과정에 발생하는 부산물을 처리할 수 있는 공간 또한 확보해야 하는데, 부산물의 양이 적으면 소각 혹은 매립하는 것을 고려하여 폐기물 처리 시설과 인접한 곳이 유리하다. 또 하수 및 정화조·분뇨 등 처리과정에서 발생하는 슬러지를 함께 병합 처리하여 에너지화 하는 경우는 슬러지 발생장소와 이송방법에 대하여 검토하는 것이 필요하다. 마지막으로 부지활용 측면이나 동선계획, 장래부지확장성, 기존시설과의 연계성 등 여러 가지 측면에서 부지선정 조건과 부합되며, 사업추진에 관한 부지 확보 및 시설입지 인허가사항을 검토하여 선정한다.

(표 10.25) 부지선정의 조건

조건	사업부지 선정 시 고려사항
부지활용성	기존 및 계획시설의 조화로운 배치 공간 검토
동선계획	각 시설의 건축면적을 고려하여 차량의 진·출입 및 내부 동선의 간섭여부 검토
장래부지 확정성	향후 증설을 고려한 배치계획 수립 여부 검토
기존 시설과 연계성	각 모델과 관련이 있는 시설과의 연계성을 검토
유틸리티 연결성	에너지 및 전기, 오폐수, 상수를 고려한 부지 검토
부산물처리의 용이성	각 시설별 부산물의 공동처리 가능 여부 검토
환경성	악취, 소음 등의 환경오염 확산방지 및 차폐식재 등의 회부 공간 조성의 용이성 검토

자료: 도농복합형 에너지자립 녹색마을 조성방안 및 운영매뉴얼(2010, 행정안전부)

(표 10.26) 부지면적 산정 시 고려사항

항목	부지면적 산정 시 고려사항
바이오매스 자원의 반입장내 동선계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오매스 자원의 반입차량이 반입장 내부에서 원활한 진·출입이 가능한 면적 확보</li> <li>• 일방통행으로 상호간섭 방지</li> </ul>
에너지화 시설 공간의 적정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공정 흐름에 순응하는 배치계획 수립</li> <li>• 자원별 연관시설 근접 배치계획 수립</li> <li>• 유기성 자원, 목질계 바이오매스 자원, 퇴비화 자원별로 특성에 맞는 시설 구획화로 쾌적한 환경조성</li> </ul>
시설 보수 시 유지보수 공간의 적정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배치 동선의 연계, 유지보수 공간 확보로 편의성 향상</li> <li>• 장비의 반입, 보수를 고려한 작업차량의 이동동선 계획수립</li> </ul>
각 바이오매스 자원에 대한 저장공간 적정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유기성폐기물에 대한 저류조, 가스 저장조 설치 공간 확보</li> <li>• 목질계 바이오매스 자원의 저장 공간을 충분히 확보</li> <li>• 퇴비화 원료 저장 시설 공간 확보</li> </ul>

자료: 도농복합형 에너지자립 녹색마을 조성방안 및 운영매뉴얼(2010, 행정안전부)

### (나) 자립형 지역공동체 조성

#### ① 운영 개념 및 목표

자립형 지역 공동체는 지역주민들이 추구하는 비전과 목표를 달성하기 위해 만든 조직으로서 바이오피아 지역 마을공동사업 중심으로 운영한다. 에너지도 자립하며, 경제적 이득을 창출

하면서, 지속가능한 마을을 주민공동체도 유지하며, 지역공동체 활성화의 정착을 유도하여 자원순환 지속가능한 마을을 만들어 가는 것이다.

자립형 지역 공동체의 운영 목표는 지역주민들의 농가소득을 안정적으로 유지 또는 증진시키기 위한 마을소득/경제구조의 선순환체계를 구축하는 것이며, 지역의 바이오매스 자원을 유지·보전하고 에너지자립성을 발전시켜 자원순환 지속가능한 마을을 확보하는 것이다.

## ② 자립형 지역공동체의 기본 방향

자립형 지역공동체는 지역이 처한 현실과 문제점을 극복하기 위해 주민들이 함께 추구해 나갈 방향과 방법을 제시한다. 내용은 이상적이거나 추상적이기보다는 구체적이고 실현 가능해야 하며, 주민들과 함께 공유하고 합의를 이끌어내는 것이 중요하다. 정부는 사업에 우선하여 지역공동체 조직의 운영과 활성화를 위해 지원할 수 있는 재정적 기반을 조성해야 한다. 지역공동체는 이러한 정부의 재정적 지원을 바탕으로 공동체의 발전방향을 모색하고, 자립할 수 있는 지역 내 이익창출 여건과 환경을 조성하여 자립화를 추진해야 한다.

## ③ 사업추진 조직의 구성

사업과 관련된 지역 산업체 대표, 지역 지도자, 시민단체 대표, 담당공무원, 시·군 의원으로 사업추진위원회를 구성하고, 추진위원회에서 사업 진행 후에 지속적으로 기술, 운영 등 자체 유지관리가 가능한 운영법인을 조직한다.

## ④ 지역주민 자치규약의 제정

사업의 효율적 추진과 사업운영 시 예상되는 여러 갈등을 미연에 방지하기 위해 지역주민들의 토론과 의견수렴의 과정을 거쳐 최종 합의된 내용을 자치규약으로 공표해야 한다. 주민공동체자치규약에는 자치규약 총칙, 사업 참여 주민의 권리와 의무, 마을총회에 관한 사항, 임원의 선출과 구성 및 직무, 마을단위 추진사업의 세부내용 및 중장기 추진계획, 수익금의 분배와 공동기금의 적립 및 운영에 관한 사항, 자원 및 마을경관 보전 등에 관한 규정, 마을공동시설물의 운영 및 관리 등에 관한 규정에 관한 내용이 포함되어야 한다.

## ⑤ 사업계획의 수립·추진 및 운영

사업추진 조직이 구성되고, 자치규약이 제정된 후에 구체적인 사업계획을 수립해야 한다. 사업추진조직과 자치 규약은 초안만 수립하고 사업계획 수립 후에 보완해야 하는 경우도 많기 때문에 이점을 염두 해두고 작성해야 한다. 확정된 사업계획에 따라 본격적으로 사업이 추진되고 시설 운영계획이 정상적으로 운영되면 지역 마을의 수익창출을 위해 소득기반 조성에 사업운영관리에 대한 전반적인 운영계획을 수립해야 한다.

## ⑥ 운영 실적의 평가 및 보완

사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 추진해야 한다. 바이오피아 사업에 대한 운영실적 평가는 전문가협의체의 자문을 통해 개선안을 마련하는 것이 바람직하다.

## ⑦ 성공적인 자립형 지역공동체 운영을 위한 방안 마련

투명한 수입과 지출 및 결산을 합리적이고 공평한 수익분배를 통한 주민들 사이에 일어날 수 있는 갈등을 방지하고 마을 여건과 상황에 적합한 사업을 개발하여 홍보, 관리를 통한 차별화된 운영방식을 선택 한다. 또 기존 시설물의 활용을 극대화하고 유지관리를 원활하게 할 수 있는 기반시설을 조성해야 하며, 재해와 안전을 고려한 사업을 추진해야 한다.

## (2) 바이오피아 사업실행 단계

바이오피아 사업은 중앙정부부처와 지방정부부처가 전문가 협의체와 협력적이고 주도적으로 추진하는 것이 1차적으로 요구되며, 2차적으로 지역공동체, 지역주민의 참여에 의한 활성화로 자립화하는 방향으로 유도할 수 있도록 조성해야 한다. 단기적으로 자립화가 될 때까지 중앙정부 부처와 지방정부부처가 재정적 지원을 우선적으로 고려하고, 중·장기적으로 자립화하기 위한 단계별 추진방향이 필요하며 효율적인 시설관리운영을 위한 예산 및 인력확보 등이 필요하다. 또한 사업추진 시 지역에서 진행되거나 시작단계에 있는 다른 사업과의 연계성을 최대한 고려하여 사업추진계획을 수립한다.

바이오피아 사업은 지역주민의 삶의 공간 및 인접지역에 대상지가 위치하고 있어 지역주민의 적극적인 협력과 참여가 필요하며 대상지 지역주민에 대한 사업 전반적인 발전방안 및 문제점을 모색하여 자발적 적극적 참여를 유도할 수 있는 협력 방안을 모색하여야 한다. 사업의 예산정도를 고려하여 우선순위를 설정하여 추진함으로써 사업의 완성도를 높이고 사업예산 등의 다양한 사항을 종합적으로 검토하고 추진하여 단계별 사업계획의 완성도를 높인다.

### (가) 사업조성실행

바이오피아 기본 계획은 상위계획 및 관련 법규, 선정지역의 특성, 지역주민의 선호도 등을 고려하여 최적의 시나리오를 도출한다. 전략적으로 사업의 순위를 정해 단계별 사업 추진을 계획한다. 먼저, 1단계로 에너지 잠재량 및 환경적 효과를 분석하여 바이오피아사업을 단시간으로 성과를 도출할 수 있는 사업을 선정하여 진행한다. 2단계로 바이오피아 사업과 점차적으로 시너지 효과를 극대화할 수 있는 사업과 연계를 가지고 추진하며 마지막 3단계로 장기적으로 자립화할 수 있는 방안을 도출한다.

#### ① 바이오매스별 에너지 잠재량 산출

지역에서 발생하는 목질계 바이오매스 자원과 바이오가스의 발생량은 온실가스 감축효과와 전력생산의 시설과 관련된 계산식의 기초로 이용된다. 가축분뇨 활용 시 바이오가스발생량과 메탄함량 및 산정법은 아래 표와 같다.

(표 10.27) 바이오가스 발생 산정법

바이오가스 활용	TOE 환산 = (바이오가스 발생량 × 메탄함량 × 메탄 발열량)/107kcal 메탄발열량 : 10,550kcal/m <sup>3</sup> 바이오매스 종류별 바이오가스 발생량(m <sup>3</sup> /톤)		
	바이오매스 종류	바이오가스 발생량(m <sup>3</sup> /톤)	메탄함량
	가축분뇨	30	65%
바이오매스 종류별 바이오가스 발생 산정법 바이오매스 양 × 고형물 함량(TS) 비율 × 고형물 내 유기물질 함량 (VS) 비율 × VS 당 바이오가스 발생량 대상지역 바이오매스의 TS 함량 및 VS 함량 실측 자료를 토대로 바이오가스 발생량 계산한다.			

자료: 도농복합형 에너지자립 녹색마을 조성방안 및 운영매뉴얼(2010, 행정안전부)



목질계 바이오매스 고품원료 활용 시 발열량은 아래 표와 같다.

(표 10.28) 표 목질계 바이오매스 고품원료 발열량 산정법

목질계 바이오매스 고형원료 활용	■ TOE 환산 = (목질계 바이오매스 이용 가능량 × 4,500kcal/kg)/107kcal ■ 목질계 바이오매스 발열량 = 4,500kcal/m <sup>3</sup> - 연료용으로 사용하기 적합한 함수율은 30%이내(국내생산 우드칩의 함수율은 20~33%) - 벌채직후 발열량(함수율 50% 이상)은 1,700kcal/kg - 목재 상태별 발열량		
	<b>목재 상태</b>		<b>발열량</b>
	벌채 직후 생목재		1,700kcal/kg
	우드칩		3,500kcal/kg
	우드펠릿		4,500kcal/kg
	폐목재		4,500kcal/kg
	목질계 바이오매스 자원은 수종 및 함수율 정도에 따라 발열량의 차이가 있으며, 함수율에 따른 목재의 일반적인 발열량은 아래 표에 제시하였다. - 함수율에 따른 발열량		
	<b>목재 상태</b>		<b>함수율</b>
	벌채직후		50~60%
	한여름 동안 건조		25~30%
다년간 건조		15~20%	
완전 건조		4,500kcal/kg	
벌채부산물의 우드칩 제조공정별 함수율은 아래 표에 제시하였다. - 우드칩 제조공정별 함수율			
<b>작업</b>	<b>내용 및 기간</b>	<b>함수율</b>	
벌채	가지치기, 개별 혹은 간벌	> 60%	
조재	재장 2m 혹은 2m 이상	< 60%	
노천저목	약 1~2년	< 40%	
칩제조	칩 제조 시 자동박피	< 35%	
칩저장	칩 저장 창고	< 20%(최종)	

자료: 숲가꾸기 산물의 경제적 활용방안에 관한 연구 (2003, 한국임정연구회)

### ② 에너지 잠재량 산출 및 온실가스 감축량 산출

목질계 연료 공정과 바이오가스화 시설에 대한 에너지 잠재량 및 환경적 효과인 온실가스 감축효과를 산정 할 수 있다. 세부적인 산출 식 및 계산방법은 아래 내용과 같다.

(표 10.29) 에너지 잠재량 및 온실가스 감축량 산정법

석유환산톤(TOE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TOE(Ton of Oil Equivalent)는 국제에너지기구(IEA)에서 원유 1톤에 대한 순발열량과 매우 가까운 열량으로 편리하게 이용할 수 있게 정한 석유환산톤 단위로 107kcal(10,000,000kcal)로 정의한다.</li> <li>• <math>TOE = \text{연료발열량 (kcal)} / 107\text{kcal}</math></li> </ul>	
원유대체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단위를 환산하여 계산한다,</li> <li>• 1 TOE = 6.79배럴 (1배럴= 58.9 ℓ = 0.147TOE = 9,267kcal/ℓ)</li> </ul>	
온실가스 감축	온실가스 감축량 (CO2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원유 1TOE에 의해 0.829 C톤/TOE(IPCC 가이드라인)</li> <li>• 원유 1TOE에 의해 발생하는 CO2 양 : 3.04 CO2톤/TOE(0.829C톤/TOE×(44/12))</li> <li>• 감축량 계산식 : <math>TOE/\text{년} \times 0.829\text{톤} \times CO2/TOE \times (44/12)</math></li> </ul>
	온실가스 감축량(CH4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오가스 메탄함량 : 60%</li> <li>• CH4의 지구온난화지수 : 21톤 CO2/톤 CH4</li> <li>• 메탄 1kmol = 22.4m<sup>3</sup> = 16kg</li> <li>• 감축량 계산식: (연간 바이오매스별 바이오가스발생량m<sup>3</sup>/년)× 0.6 × 21 CO2/CH4×16kg/kmol ÷ 22.4m<sup>3</sup>/kmol ÷ 1,000</li> </ul>

## (나) 사업비 검토

### ① 개략 사업비 선정 기준

가축분뇨 에너지화 시설 설치사업을 위한 개략적인 사업비를 검증을 위하여 최근 시공된 바이오가스화시설을 비교 조사한 결과, 제주도를 제외하고 최소 0.37억 원/톤에서 0.76억 원/톤의 공사비가 소요되는 것으로 나타났다(표 10.30). 또한 대부분 시설비에 많은 비용이 투자되는 것으로 나타나 가축분뇨 에너지화 시설 설치에 따른 공사비 산정 시 사업여건 및 시설비 증가 요인 등을 면밀히 검토하여 기존 유사시설과의 병합 등 다양한 방안을 강구하여 합리적인 비용으로 산정하여야 한다.

(표 10.30) 기존 가축분뇨 처리시설에 대한 공사비 검토

(단위: 백만원)

구분	시설규모	총사업비	국비	지방비	민간자본	사업비 내역
공주	가축분뇨 (250톤/일)	15,616	11,453 (환경부: 9,953 타부처: 1,500)	4,163 (시·도비:2,081 시·군비:2,081)	-	부지매입: 235 시설비: 14,047 기타: 1,334
무주	가축분뇨 (50톤/일)	2,000	1,400 (타부처: 1,400)	600 (시·군비:600)	-	시설비: 2,000
고창	가축분뇨 (50톤/일)	2,500	1,200 (타부처: 1,200)	600 (시·도비:300 시·군비:300)	700	시설비: 2,500
장수	가축분뇨 (150톤/일)	5,605	2,750 (지경부: 2,750)	600 (시·도비:685 시·군비:2,170)	-	시설비: 5,354 설계비: 251
정읍	가축분뇨 (70톤/일) 음폐수 (30톤/일)	7,696	2,100 (타부처: 2,100)	2,100 (시·도비:630 시·군비:1,470)	2,096 융자금 (1,400)	부지매입: 151 시설비:6,797 기타: 748
제주	가축분뇨 (100톤/일)	26,275	22,275 (환경부:22,275)	4,424 (시·도비:3,159 시·군비:1,265)	-	부지매입: 260 시설비: 24,229 기타: 2,210

자료: 유기성 폐자원에너지 활용시설 현황(2012, 환경부)

(표 10.31) 탄소순환마을 조성비 검토

(단위: 백만원)

구분	시설규모	총사업비	국비	지방비	민간자본	사업비 내역
봉화	목재집하장 (최대 5,000m <sup>3</sup> ) 칩생산 시설 (140톤/일)	5,331	2,806	1,525	1,000	
화천	목재칩, 펠릿 생산 시설 (360톤/년)	5,331	2,806	1,525	1,000	시설비: 4,300

(다) 관련 정부지원제도

① 신재생에너지금융지원

신재생에너지 금융지원사업은 신재생에너지를 설치하여 이용하고자 하는 소비자와 신재생에너지 설비를 생산하는 제조업자를 대상으로 장기저리의 금융지원을 통해 초기 투자비를 줄

이고 경제성을 확보하여 신재생에너지 설비 보급과 관련 산업을 육성하는 제도로 자금지원 세부내역은 (표 10.32), 세부조건은 (표 10.33)에 제시되었다.

(표 10.32) 금융지원사업 자금지원 세부내역  
(재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 제41조 제1항 관련)

구 분	지 원 내 용
바이오가스 생산·이용 설비	생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체 연료를 이용한 순에너지 대체액 기준 투자회수기간이 8년 이내인 설비 또는 동 설비를 생산하기 위한 시설 및 발전설비 (다만, 복합시설인 경우 연료공급라인만 인정)
바이오에너지 생산·이용 설비	생물유기체를 변환시켜 얻어지는 액체 또는 고체연료인 바이오디젤, 왕겨탄, 바이오에탄올, 바이오 액화유, 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료 등 바이오에너지를 생산 또는 이용하기 위한 설비(다만, 복합시설인 경우 연료공급 라인만 인정)
폐기물소각열 이용설비	폐기물 소각설비 중 정격용량 25만kcal/hr 이상인 설비로서 순에너지 대체액 기준 투자회수기간이 8년 이내인 설비 또는 동 설비를 생산하기 위한 시설 및 발전설비 (다만, 복합시설인 경우 연료공급라인만 인정)
폐기물에너지 생산·이용 설비	각종 사업장 및 생활시설의 폐기물을 변환시켜 얻어지는 연료를 생산 또는 이용하기 위한 정격용량 25만kcal/hr 이상인 설비(다만, 복합시설인 경우 연료공급 라인만 인정)

이 제도에서는 자금의 용도에 따라 시설자금, 생산자금, 운전자금으로 구분하며, 해외투자 시설이나 법 제 12조 2항에 규정된 공공기관으로부터 설치자금의 일부를 무상지원 받은 시설은 자금 지원 대상에서 제외한다. 시설자금은 해당시설(중고시설 제외) 및 부대설비의 구입비, 설치, 개수공사비, 보수비, 설계·감리비(기술 도입비 포함) 및 시운전비 등에 제한하고, 생산자금은 신재생에너지 전용 제품을 생산할 수 있는 시설에 한하며, 공용화 품목을 제외한 소모성 부품 및 부속(원재료, 베어링 등) 생산시설, 타 제품 생산설비로 전용하여 사용할 수 있는 시설은 제외한다. 운전자금은 신.재생에너지 관련 제품을 생산하는 중소기업을 대상으로 전년도에 관련 제품의 매출실적이 있는 경우에 한하여 지원하며, 관련 제품의 전년도 연간매출액을 기준하여 연간매출액의 50%이내의 금액 범위 내에서 소요자금을 지원할 수 있다. 또한, 동일 사업자에 대한 운전자금 지원은 연 1회에 한하며, 운전자금 미상환액이 있는 사업자는 지원 대상에서 제외한다.

(표 10.33) 금융지원조건  
(신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 제41조제1항 관련)

구분	자금용도	동일 사업자당 지원한도액	대출기간	이자율	지원 비율
전력기 금	생산·시설 자금	100억 원 이내	5년거치 10년 분할상환	분기별 변동금리	중소기업: 90% 이내
	바이오 및 폐기물분야	100억 원 이내	3년 거치 5년 분할상환		중견기업 : 70% 이내
	주택용 설비	1억 원 이내			대기업 : 40% 이내
	운전자금	10억 원 이내	1년 거치 2년 분할상환		

주)

1. 이자율은 ‘에너지 및 자원사업 특별회계 운용요령’에 따름
2. 자금용도별 지원규모는 센터가 자금추천 상황 등을 고려하여 지원규모를 조정
3. 주택용 설비중 대여설비의 경우 설비소유자인 대여사업자에게 지원하며, 이 경우 동일사업자(대여사업자)당 지원한도액은 50억 원 이내이며, 동일설치사업장(주택)당 지원한도액은 1억원 이내로 함

## ② 농어업에너지이용 효율화사업

농어업 에너지 이용 효율화 사업은 한국농어촌공사 지원 사업으로, 신재생에너지 이용기술의 농업시설 적용 및 확대보급 기반을 구축해 친환경녹색성장을 선도하는데 그 목적이 있다. 또한, 온실가스 절감을 위해 추진하고 있으며 국제 유가 및 농자재 가격 상승으로 인한 농가의 경영비 부담경감과 에너지 이용 효율화 등을 위해 신재생에너지 시설 및 에너지 절감시설 설치를 지원한다. 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용 촉진법」을 근거 법령으로 하며, 2017년까지 농업분야에 에너지절감시설 10,050ha, 신재생에너지 2,375ha 설치지원계획에 있으며 최근 3년 실적은 표 10.25에 나타내었고, (표 10.34)에 연도별 재정투입계획이 나타나있다.

(표 10.34) 최근 3년간 실적

성과지표	2014 목표치	최근 3년 실적			지표산출시 기	측정방식
		2011	2012	2013		
연간에너지 절감량 (천TOE)	82	61.5	74.0	-	익년 3월	지열면적(ha)*65.6TOE + 목재펠릿 면적(ha) * 108.66TOE + 절감시설 면적(ha) * 43.44TOE * 지열면적 ha당 기준 - 737kw(난방용량)

(표 10.35) 연도별 재정투입 계획

(단위 : 백만원)

구분	2011년까지	2012	2013	2014	2015이후
합계	786,060	786,060	198,857	163,618	946,000
국고	381,000	381,000	72,937	61,786	390,500
지방비	180,655	180,655	53,565	48,514	235,800
융자	73,425	73,425	29,228	16,962	130,500
자부담	150,980	150,980	43,147	36,356	189,200

자료: 농어업에너지이용효율화 지침서(2014,농림축산식품부)

담당기관은 농림축산식품부 원예경영과, 축산경영과와 한국농어촌공사 녹색사업처이고 지원형태는 에너지 및 지원 사업 특별회계 국고(보조금 30%, 융자20%)와 지방비 30%, 자부담 20%이다. 세부 지원내용은 (표 10.36)와 같다. 시장과 군수가 사업을 주관하고 목재펠릿난방기 및 에너지절감시설 설치 지원 사업과 시설 내에서 채소·화훼·과수류를 재배하는 농업인(법인 포함)이 대상이다.

(표 10.36) 난방기 지원내용

세부사업	단가	지원내용
목재펠릿 난방기 (온수형, 온풍형)	온수형·온풍형난방기가격(한국농기계공업협동조합가격 기준) 적용 * 설치비는 300만원까지/661㎡	설치비 지원 목록 온실외부 : (공통) 연료저장탱크, 기계장치 연결밸브, 전기 배선, 인건비, (온수) 축열 탱크(필요시) 온실내부(온수) : 급수분배기(해다), 배관, 펌프, 송풍기, 온도센서, 순환모터 열효율 : 온수 80%, 온풍 70% 이상 * 단가는 난방기가격과 설치비를 합산하여 적용하되, 온실내 미설치된 목록에 대해서는 지원

### ③ 농어촌 테마공원 조성 사업

농어촌 테마공원 조성 사업은 도시와 구별되는 농어촌 특유의 독특한 자연·문화·사회자원을 토대로 다양한 형태의 테마공원을 조성하여 농촌주민과 도시민에게 자연친화적인 휴식·레저·체험공간을 제공함으로써 도농교류 및 지역경제 활성화를 도모하는 것을 목적으로 한다. 「농림어업인 삶의 질 향상 및 농산어촌 지역개발 촉진에 관한 특별법」 제35조, 「농어촌 정비법」 제24조(농어촌 생활환경 정비사업의 원칙)와 제32조(생활환경정비시행계획의 내용), 「도시와 농어촌간의 교류촉진에 관한 법률」 제12조와 동법 시행령 제9조를 근거 법령으로 한다.

농촌관광 및 도농교류를 활성화하기 위하여 농어촌특유의 테마공원을 2018년까지 85개 조성(준공기준)할 계획이다. 시장과 군수가 사업을 주관하고, 사업의 시행자는 기본(시행)계획수립, 사업시행 등을 사업의 일부 또는 전부를 「농어촌정비법」 제30조, 101조에 의해 한국농촌

공사 등 전문기관에 위탁·시행할 수 있다. 담당기관은 농림축산식품부 도농교류과와 시·도의 농업정책과이고 광역·지역발전특별회계로 국고 50%, 지방비 50%(자부담 포함)의 기준으로 지원한다. 지원한도는 50억 원이지만 여건 및 지자체의지를 고려하여 100억 원까지 지원할 수 있다. 세부 내역사업별로 사업의 공공성·형평성, 사업자의 책임확보, 특혜시비 배제 등 여건을 고려하여 자부담률이 결정 된다.

(표 10.37) 도입예상시설 및 지원 비율

지원 대상	세 부 내 용	지원기준
계획수립	세부설계비, 문화재 지표조사·시굴조사비, 사전환경성검토비, 환경영향평가비, 사전재해영향성검토비 등 ※ 기본조사비는 시·군 자체자금으로 부담	100%
기반시설	도로(진입도로, 공원 내 도로), 상·하수도, 오폐수 처리시설, 전기·통신시설, 공동이용시설(주차장, 화장실, 광장 등), 택지조성 등	100%
관리시설	관리사무소, 대피시설 등 공원 관리지원시설	100%
편의시설	파고라, 벤치, 안내판, 음수대, 전망대, 다목적 체육시설 등 ※ 유료시설은 지원 대상에서 제외	100%
테마·체험 시설 등 공공시설	경관(녹지)·공원조성, 식물원, 동물원, 전시관, 박물관, 산책로, (생태)탐방로, 온실, 어류 육성장, 학습관, 체험관, 농산물 가공체험, 곤충·야생관찰체험, 전통문화체험, 공예품 체험, 천체 관측소 등 ※ 유료시설은 지원 대상에서 제외	100%
부 지 매 입 비	도로, 상하수도 등 기초기반시설 설치에 필요한 부분에만 제한적으로 허용	총보조금의 50%이내
위락시설	사격장, 수영장, 승마장, 궁도장, 썰매장, 낚시터, 놀이시설, 극기 훈련장, 관광·유람시설, 찜질방, 피크닉장 등	민자유치 (지자체 자체자금)
판매시설	판매장, 기념품점, 매점 등	
음식·숙박시설 등 기타 사업	음식점, 카페, 펜션, 방갈로, 야영장, 가족호텔 등 기타 사업	

④ 농촌마을종합개발사업

농촌마을종합개발사업은 농촌마을의 경관개선, 생활환경정비 및 주민 소득기반확충 등을 통해 살고 싶고, 찾고 싶은 농촌정주공간을 조성하여 농촌에 희망과 활력을 고취함으로써 농촌 사회의 유지를 도모하는 것을 그 목적으로 한다. 생활권·영농권 등이 같은 발전할 잠재력이 있는 마을들을 상호 연계하여 소권역(1개 법정리 이상) 단위로 개발하며, 지역주민과 지자체, 관련전문가 등이 주도적으로 참여하는 상향식으로 추진하는 것이 사업의 기본 방향이다. 사업의 시행자는 시장 및 군수이고 재원은 광역지역발전특별회계이다. 지역실정에 따라 농촌마을의 경관개선, 기초생활환경정비, 소득기반확충, 지역사회유지를 위한 지역역량강화사업 등을 종합해 시행하며 소 권역별 잠재자원을 발굴·활용하여 지역특성에 맞도록 다양한 유형의 농촌 공간의 정비를 추진해 지원한다.

지원 대상지역은 근거법령에 의한 농산어촌지역 중 읍·면 지역과 동일한 생활권·영농권 등으로 지역주민 간 동질성과 유대감을 가지며, 인근 마을간 연 계로 소규모의 권역을 이룰 수 있는 지역이다. 사업비는 권역 당 3~5년간 40~70억 원 범위 내에서 여건별 차등적으로 지원하며, 국고보조 70%, 지방비 30%(공동소득시설 : 보조 80%, 자부담 20%)의 비율로 지원된다.

### ⑤ 농어촌공동체 활성화 지원 사업

농어촌공동체 활성화 지원 사업은 ‘농촌활력찾기 운동’의 범국민적 확산 및 농어촌에 대한 도시민의 다양한 재능기부 사례 전파를 통한 재능 나눔에 대한 관심과 참여 제고와 농어촌공동체회사 육성, 농식품형 사회적 기업 육성 등 농어촌지역의 커뮤니티 비즈니스가 신규로 창업하고, 이의 활성화를 위한 전문 지원기관으로 도약하는데 목적이 있다. 사업의 시행자는 한국농어촌공사 사장이고 국고(농특회계) 100%를 재원으로 한다. 유력 일간지와 농어촌 재능기부 범국민 캠페인과 공모사업, 기업체 재능기부를 통해 농촌활력찾기 운동의 범국민적인 캠페인을 전개하고 재능기부 활동을 지원한다. 또 농어촌기업 경영능력을 활성화시키는 것을 지원하고 농식품형 사회적 기업 육성을 위한 농식품형 예비 사회적 기업 제도를 운영한다.

#### (라) 주민참여 및 동기부여 방안

정부의 한정된 재원을 고려할 때 주민의 자발적 참여의지가 부족한 곳에 관련 시설을 유치하는 것은 기대하는 효과를 거둘 수 없다. 또한, 국내외적 우수한 사례들에서도 특색 있고 자생력 있는 마을을 만드는 가장 핵심적인 요소는 주민의 참여 의지가 중요하다.

지역주민 설명회를 통해 바이오피아 사업의 방향과 사업 내용, 또한 사업으로 인한 주민들의 경제적 효과와 그 파급효과를 주민들에게 인지시키고 조성의지를 고양할 수 있도록 한다. 전문가 협의체, 관련 공무원 지역 지도자의 도움을 받아 지역주민들이 바이오피아 사업에 대한 이해를 하도록 하고, 사업의 목표달성으로 주어지는 혜택에 대해 설명한다. 사업의 목표달성으로 주어지는 혜택에 대한 설명회의 주제는 바이오피아의 취지, 바이오피아 사업이 지역 마을에 미치는 영향, 바이오피아 사업 조성절차, 향후 운영계획으로 한다.

참석대상은 지역주민 및 관계자(전문가 협의체, 관련공무원, 민간단체대표 등)로 하며 주민 설명회 이후 주민들을 대상으로 바이오피아 사업에 대한 의견을 묻는 여론조사를 조사기관에 의뢰하여 실시하여야 한다. 여론조사를 통해 바이오피아 사업의 육성과 활성화 방안을 모색하고, 그 결과의 타당성 확보를 위한 간담회를 추가로 개최하여 바이오피아 사업에 대한 지역주민 공동 책임의 필요성을 인식시켜 사명감을 부여해 자발적인 동기를 촉진시키도록 한다.

### (3) 바이오피아 사업운영단계

#### (가) 사업운영을 위한 준비단계

##### ① 운영계획의 작성

사업 수행을 위한 운영계획을 작성할 때는 가설계획, 설계계획, 구매계획, 시공계획, 자금조달·유지보수 계획을 고려해야 한다. 운영계획의 수립을 위해 필요한 각각의 고려사항을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.



(표 10.38) 운영계획 작성 시 고려사항

가설계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업장 및 야적장 등의 가 시설 계획</li> <li>• 교통계획(필요시)</li> <li>• 소음, 분진 등 건설 공해방지계획</li> <li>• 건설현장 및 주변지역 안전계획</li> <li>• 기타</li> </ul>
설계계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인.허가계획</li> <li>• 설계관리계획</li> <li>• 타 설계(해당 지자체)와의 연관관계 관리계획</li> <li>• 기타</li> </ul>
구매계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자재 구매계획</li> <li>• 장비 구매계획</li> </ul>
시공계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시공관리계획</li> <li>• 주요자재 및 공법 적용계획</li> <li>• 기타</li> </ul>
자금조달계획/유지보수 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영을 위한 자금조달</li> <li>• 시설물에 대한 유지보수 계획</li> </ul>

**② 사업공고 및 신청.접수 / 사업선정 평가**

사업안내서, 제안 요구서 등 세부추진계획을 확정 공고하고 선정을 위해 검토한다. 심의위원회에서 사업을 검토하고 심사하며 심의위원은 지자체 담당자와 마을 대표, 학계 및 전문가로 한다. 사업공고 및 선정, 평가 시 운영주체인 마을의 지역공동체의 대표자들이 참여한다.

**③ 계약체결 / 사업시행**

해당 지자체와 지역공동체의 운영대표가 주가 되어 계약이 체결되면, 사업 수행계획서를 토대로 사업을 시행한다. 사업시행 시 시설운영의 주체가 될 지역공동체의 의사를 적극 반영하여 그 지역의 바이오매스 자원 상황에 맞는 맞춤형 바이오피아가 건립되도록 추진한다. 이 때 외부 전문가 그룹을 활용하여 다양한 컨설팅 서비스를 제공하도록 한다.

**④ 사업시행의 완료**

사업시행 완료 후 점검 및 시운전의 과정을 거치고 간단한 유지관리 교육 후 사업의 운영이 시작된다. 이 때 충분한 운영교육 및 유지관리를 위한 교육이 선행되어야 하며, 시공업체와는 유기적인 관계 구축을 통해 유지, 보수 및 설비 교체의 안정성을 유지하도록 한다.

**(나) 시설운영관리 방안**

**① 시설운영계획 시 고려사항**

바이오피아 시설은 국내 운영 중인 유사 시설의 운영관리현황 등을 고려하여 운영하여야 한다. 바이오피아 시설의 효율적인 운영관리를 위해서 각 분야별로 운영할 수 있는 기술요원으로 구성된 조직이 필요하다. 시설의 운전 및 정비가 필요한 시설에 대해서는 주간 근무를 기준으로 하고, 야간 운영을 통해 시설에 대한 감시 및 제어할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 바이오피아 시설의 전문적 시설에 대한 운영 및 정비는 전문 인력이 담당하고 비교적 운영이 쉬

운 시설에 대해서는 지역주민을 우선 채용하여 일자리를 창출해 지역주민의 소득증대를 향상 시키도록 해야 한다. 바이오피아 시설의 연간 운전시간은 보수기간을 고려하여 적절한 시간을 산정해 운영해야 한다.

**② 바이오피아 운영관리자 고려사항**

바이오피아 시설의 기술 관리자는 각 시설의 내용에 대한 충분한 기술지식을 가지고 있어야 하며 각 설비기기의 운전상황, 조작방법에 대해 현장 조작원에게 적절한 지시가 가능하여야 하며, 현장 조작원의 보고나 각종 운전기록 등에 따라 시설에 대한 전반적인 문제 등에 대해 책임을 져야 한다. 운영관리자는 항상 시설에 대한 처리 상황을 파악해야 하며, 운전방법의 검토나 개선을 위하여 주요 설비별로 점검, 정비, 수리사항 등에 대한 시설운영일지를 작성해 보관하는 것이 필요하다.

또 연간 정비 및 보수 계획을 수립해 정기점검표 만들고, 이를 바탕으로 정기 점검을 실시해 적정 보수와 비품의 확보 및 관리, 바이오매스 에너지 시설의 에너지 발생량을 적절히 조절하여 안정적으로 생산할 수 있도록 해야 한다. 바이오매스 에너지화 시설에 대한 설비 보호시스템 작동에 인한 처리시설의 정전 시에는 처리시설의 운전을 정지하고 비상용 발전기에 의한 보완운전을 실시하도록 해야 한다. 화재 시에는 바이오매스 에너지화 시설에서의 건축물 및 구조에 대한 화재비상계획을 (표 10.39)와 같이 수립해야 한다.

(표 10.39) 화재 시 비상대책

구분	화재비상계획
기계적 설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기화재에 대비하여 소내 CO2소화설비를 계획하며 열을 감지하여 자동 소화될 수 있도록 구성함</li> <li>인화물질에 의한 화재에 대비한 포말 소화기 및 고압 소화수 배관을 화재가 발생한 위험이 있는 위치에 설치 계획</li> </ul>
건축물 및 구조물	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재의 발생으로 인한 비상탈출이 가능하도록 건물 사방으로 출구를 갖춤</li> <li>화재는 중앙 감시실에서 감시하고 자시 및 방송을 할 수 있도록 구성함</li> </ul>

자료 : 행정안전부 (2010) 도농복합형 에너지자립 녹색마을 조성방안 및 운영매뉴얼

**③ 바이오피아 각 조직구성별 역할**

바이오피아 시설의 체계적인 운영관리를 위해서는 중앙정부, 지방정부, 전문가협의체, 지역 지도자, 지역주민, 자립형 지역공동체 등 사업에 필요한 각 조직의 구성이 알맞게 이루어져야 하며, 역할에 따라 조직 간 협조적이고 유기적이게끔 운영을 하여야 한다. 각 조직의 구성별 역할은 (표 10.40)과 같다.

(표 10.40) 바이오피아 각 조직의 구성별 역할

구분	구성 및 역할
중앙정부	(역할) <ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원</li> <li>지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립할 수 있도록 유도</li> <li>바이오피아 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련</li> </ul>
지방정부	(역할) <ul style="list-style-type: none"> <li>전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피아 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 제도적 장치를 확립</li> <li>바이오피아 시스템에 대한 간섭을 배제</li> <li>전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 이해와 협조</li> </ul>
전문가협의체	(구성) <ul style="list-style-type: none"> <li>학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오피아 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가</li> </ul> (역할) <ul style="list-style-type: none"> <li>협력적 네트워크 구축을 통해 바이오피아 추진 계획 수립, 관련 기술에 대한 전문적 컨설팅 지원</li> <li>중앙정부, 지방정부와 주도적으로 사업을 추진하며 선정지역 지역 공동체와 협력관계를 유지하면서 사업을 진행하도록 도움</li> <li>바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여</li> <li>사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지방정부에 제공하고 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시</li> </ul>
지역지도자	(구성) <ul style="list-style-type: none"> <li>지역주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 자</li> <li>지역주민 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌 수 있는 비전과 목표가 있어야 하며, 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 함</li> </ul> (역할) <ul style="list-style-type: none"> <li>지역주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 구성원에게 바이오피아조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시킴</li> <li>주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지, 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 추진해야 하며, 주민조직의 구성 및 주민 자치규약의 제정하고 전문가 협의체와 협의 하에 일을 추진</li> </ul>
지역주민	(역할) <ul style="list-style-type: none"> <li>지역주민은 바이오피아 조성사업의 주체로 계획 수립의 초기과정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여해야함</li> <li>교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적인 참여를 통해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화</li> </ul>
자립형 지역공동체	(역할) <ul style="list-style-type: none"> <li>전반적인 사업운영 계획을 수립</li> <li>사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진</li> <li>사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진</li> </ul>

**(다) 사업 자립화 방안**

바이오피아 사업을 자립화하기 위해서는 아래 내용에 대한 검토와 역할 분담 및 협조체계의 구축이 요구된다. 사업 자립을 위한 운영근거의 주요내용은 다음과 같다. 첫째, 공동시설에 대한 효율적 관리, 운영 및 위탁과 관련된 매뉴얼을 확립해야한다. 사업 사전조사 내용을 바탕

으로 사업 시설로 원료의 반입, 처리시설 운전 등 하드웨어적인 것과 노무, 자금, 안전을 위한 관리 등에 대한 소프트웨어적인 면 등을 조직적으로 관리해야 한다. 둘째, 사업운영기간, 자격요건, 사용료와 권리·의무 등을 파악해야 한다. 사업운영기간동안 충분한 자립화 준비를 할 수 있도록 자격요건, 사용료와 권리·의무 등을 파악할 필요가 있다. 셋째, 시설 운영 장비에 대한 운영 주체에 관한 사항 또한 파악해야 한다. 장비운영에 대한 지도, 감독을 할 운영주체의 자격요건이나 구성을 파악해 사업종료 후에도 장비 운영이 잘 될 수 있도록 한다. 또 공동시설이나 장비의 배치 기준을 마련을 검토하는 것도 중요하다. 사업 종료 후에도 이용자의 접근이 편해야 하며, 시설을 유지하거나 서비스 수준을 확보하기 위한 시장규모가 있는 곳에 시설이나 장비를 배치해야 할 것이다.

그리고 기술·금융 지원센터의 역할을 담당할 곳이 필요하다. 기술·금융 지원센터를 통해 바이오피아 사업단이 기술적 지원과 금융적 지원을 받아 기술교육, 시설물 설치 체험 및 봉사활동 등을 주관해야 한다. 이런 기술·금융 지원센터는 전문가 협의체의 컨설팅을 통해 선정해야 하며 지역의 농업기술센터, 품질관리원, 교육청 등과 연계해 운영하는 방안이 있다. 사업의 책임과 역할을 유기적으로 배분하기 위해서는 마케팅 운영체계 또한 검토되어야 한다. 소비자의 니즈를 조사하고 이에 맞는 방안이나 경로의 구성을 도출하고 다양한 바이오매스 수집 경로를 발굴하거나 선 계약 체결하는 역할을 해야 한다. 마지막으로 바이오매스 공급·운반자 협의회의 설립을 검토해야 한다. 바이오피아에서는 바이오매스의 안정적인 수급이 중요하므로 생산량, 공급량 예측 등 전반적인 사항을 공급·운반자 협의회가 담당하도록 해야 한다, 마케팅 운영체계의 수집경로를 바탕으로 안정적인 수급이 이루어 질 수 있도록 한다.

#### 4. 바이오피아 거버넌스 구축 방안

##### 가. 바이오피아를 위한 정책통합

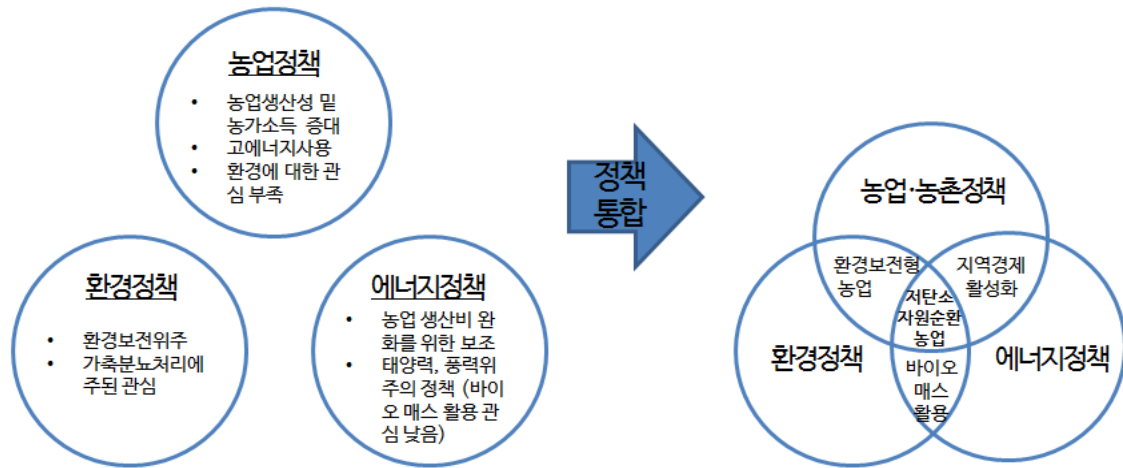
바이오피아 조성을 위해 거버넌스를 구축하는데 있어서는 필요한 관련 정책들, 즉 농업정책, 환경정책, 에너지 정책을 우선적으로 검토를 해야 할 것이다. 지금까지 농업정책은 농업생산성 향상을 통해 농가의 소득을 증대하는 것으로 에너지 초점을 맞춰 왔다. 또한, 화학비료와 유기합성농약을 사용하여 생산성을 높이는 농업을 목적으로 하였기 때문에 이로 인해 발생하는 환경문제에 대해서는 상대적으로 관대하였다.

환경정책은 자원 환경의 보전 자체에 초점을 두어 농업생산을 제약하는 정책 영역으로 인식되어온 경향이 있다. 예를 들면 가축분뇨를 활용한 퇴·액비 및 바이오가스를 생산하는 것보다는 가축분뇨의 정화처리에 주된 관심을 두었다.

에너지정책은 농가소득 증대를 위해 농가의 에너지비용 부담을 줄이거나 다량의 에너지를 투입해서라도 농업생산을 확대하는 쪽으로 발전해 왔다. 또한 농촌지역 자원인 바이오매스의 활용보다는 태양열이나 풍력이용에 주된 관심을 두어 왔다. 그리하여 환경과 에너지정책은 농업정책에 있어 주된 목표인 농업생산성과 농가소득 향상을 지원하기 위해 추진되어 왔다. 이처럼 개별적으로 추진되어 온 정책은 녹색성장이라는 목표달성을 위해 상호 유기적으로 연계시키고 통합적으로 추진할 필요성이 있다.

따라서 농업정책과 환경정책의 통합을 통해 환경보전형 농업을, 농업정책과 에너지정책의

통합을 통해 저에너지 활용농업을, 에너지정책과 환경정책의 통합을 통해 바이오매스 이용 확대를 추구하는 정책 통합을 추진하여, 저탄소 자원순환농업을 실현해야 한다. 또한 농촌정책의 통합으로 농촌지역주민의 자발적 참여를 유도하여 자원순환 및 바이오매스활용과 관련된 산업의 활성화 및 농업·농촌지역 경제의 활성화를 추구해야 한다.



<그림 10.19> 농업정책, 환경정책, 에너지정책의 통합

자료: 녹색성장을 위한 농업·농촌관련 정책통합 추진방향 (2010, 이명기·장정경)

### 나. 바이오피아 거버넌스 추진유형

거버넌스 체계는 국가의 분권화 수준, 정치·행정체계, 사회·경제적 여건과 밀접한 관계를 지니고 있으므로 지역단위에서 중앙정부, 지방정부, 민간 등 다양한 이해당사자들이 참여하는 거버넌스 체계의 유형과 도입방안을 제시하고 이를 기반으로 거버넌스 체계를 구축해야 한다.

다양한 지역발전 시책과 연계한 원활한 바이오피아를 조성하기 위해서는 중앙정부, 지방정부, 민간부분의 다양한 기관이 공동으로 참여하여 협력적인 추진체계의 구축이 필요하다. (표 10.41)에서 제시한 유형을 검토한 결과, 바이오피아의 거버넌스는 장기적으로 지방정부, 지역기업, 주민 등 이해관계 당사자들로 구성된 자율주도형 거버넌스 체계의 도입이 바람직할 것으로 판단되나, 단기적으로는 사업이 원활하게 진행되기 위하여 중앙정부와 지방정부의 관련 조직이 통합적으로 연계되어 사업을 지원해야 할 것으로 생각된다. 이를 위해 기존 추진조직을 정비하여 중앙과 지방정부간 정책적 파트너십 관계를 설정하여 효율적 관리능력 배양하고, 공공·민간부문간 수평적 협력이 원활하게 이루어지도록 사회적 관행과 관련 법 개선이 이루어져야 한다. 또한, 바이오피아 운영을 위한 농업, 환경, 에너지 전문가 협의체를 구성하여 바이오매스를 기반으로 하는 지역 경제 활성화전략을 구성하여 체계적으로 사업을 진행해야 할 것이다.

따라서 바이오피아의 거버넌스 구축을 위해 중앙정부, 지방정부와 전문가 그룹(바이오매스 에너지화 및 친환경 농업 관련 전문가)의 협력체계로 이루어진 새로운 모델을 제시하고자 한다. 이들 전문가 그룹은 풍부한 이론과 현장경험이 많고, 바이오피아 구성에 전문성을 발휘할 수 있는 사람으로 조직되어야 한다. 지금까지 바이오매스 타운 조성 사업은 중앙정부와 지자체 주

도하에 진행되면서 주민 참여 저조로 인해 지속가능성에 많은 문제가 제기되었다. 이를 해결하기 위해 전문가 그룹을 정부기관들과 협력체제로 구축하여 사업에 수행 시 발생할 수 있는 문제 해결 및 수익 창출 방안을 마련하고, 자발적 지역주민의 참여유도로 지역발전에 기여해야 한다.

(표 10.41) 바이오피아 거버넌스체계 모델별 장단점 비교

구분	행정기관 주도형 거버넌스 체계		자율조직 주도형 거버넌스 체계	새로운 체계
	중앙정부 지역실행조직 우위형	중앙정부 지방조직-광역정부 통합형	민관파트너십형 (준 자율조직)	전문가협의체 주도형
조직 주체	중앙정부 지역실행조직	중앙정부 지역실행조직, 광역정부 통합기구	비정부조직, 중앙정부 지역실행조직, 지역협의체 (지역 내 기관간 파트너십)	중앙정부, 지방정부, 바이오매스 에너지화 및 친환경 관련 전문가 협의체
장단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙정부기능의 지역단위로 효율적 수행체계 기능</li> <li>• 중앙정부 기능 재조정 과 정부 조직 내 분권화</li> <li>• 책임소재 분명</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역단위의 중앙, 지방정부 조직통합, 일체화</li> <li>• 행정계층과 정책 결정 신속(간소화)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 이해관계자의 주도적 참여와 협력 하에 내생적 지역발전 도모 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙정부, 지방정부, 전문가그룹이 협력적 추진으로 효율적 사업수행</li> <li>• 지역주민의 주도적 참여 유도 자생적 지역발전 도모</li> </ul>
국내 도입시 문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙 정부 기능 이양 선결</li> <li>• 지역실행조직의 종합능력 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙정부 지역실행조직 과 광역단체의 정부조직 대폭 개편</li> <li>• 관할구역의 조정 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비정부기구 활동의 사회여건 성숙</li> <li>• 지방토호세력에 의한 주도로 지역발전 왜곡 우려</li> <li>• 지역발전추진 효율 저해 우려</li> <li>• 책임소재 모호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공통이해 기반 성숙 및 신뢰 토대</li> <li>• 중앙정부, 지방정부, 전문가그룹 역할 조정 필요</li> </ul>
파트너십 수준	좁음 ← 파트너십 범위(이해관계자) → 매우 넓음			
분권화 수준	집권 ← 분권화 수준 → 분권			

자료: 지역발전을 위한 거버넌스체계 구축 및 운용방안 연구(2003, 차미숙, 박형서, 정윤희 외)

바이오피아사업은 통합적인 지원체계로 이루어져야 하고, 이를 실현하기 위해 제시된 모델을 근거로 기준에 적합한 지역을 선정할 다음, 중앙정부가 지방정부에 예산을 배분하면 선정된 지역에 통합적으로 지원하는 방식으로 진행되어야 한다. 지방정부가 자율성과 재량권을 가지고 운영하도록 하면 지역 특성에 적합한 모델을 적용할 수 있고, 모니터링과 사후관리가 용이하다는 장점이 있으며, 주민참여가 활성화될 수 있다. 특히 지역의 자체적인 마을 만들기, 자립형 지역 공동체 사업이 활성화되고 있는 시점에서 중앙정부 주도보다는 주민의 수요를 더 잘 알고 다양한 파트너십 조직을 활용할 수 있는 지역이 주체가 되는 것이 바람직하다. 또 정부는 바이오피아 조성사업이 시설의 시공에서뿐만 아니라, 운영에서도 경제성을 확보하게 하여, 지역의 소규모 기업으로 성장할 수 있는 다양한 지원정책을 제시하여야 한다.

지역 내에서 자체적으로 발생하는 폐자원 및 바이오매스 자원을 이용한 에너지설비를 혐오 시설로 인식하고 맹목적으로 반대하는 님비현상을 깨기 위해서는 바이오피아 사업의 전문가와 지역 지도자를 활용해 바이오피아 에너지설비에 대한 인식의 전환이 이루어지게 해야 한다. 이를 위해 조직된 전문가 협의체와 정부는 상호협력적인 관계로 사업을 추진하며, 사업지역주민들과 함께 주도적으로 사업을 진행해야 한다. 지역주민들이 바이오피아에 대한 올바른 이해를 할 수 있게 기후변화, 환경, 재생에너지, 지역에너지 등에 대해 지속적인 교육과 홍보를 하여, 쓰레기를 자원으로 혐오시설을 수익시설로 재탄생시킬 수 있다는 신뢰를 주어 지역주민들의 인식을 변화시키고 능동적으로 참여할 수 있게 이끌어 내야 한다. 주민교육과 더불어 바이오피아 관련 연구기관과 민간 기업들은 바이오에너지 설비에 대한 기술개발을 착실히 진행하여 님비현상에 대한 주요한 원인을 해결하고 신뢰를 구축하기 위해 꾸준한 기술적 실증을 통해 실현해야 한다.

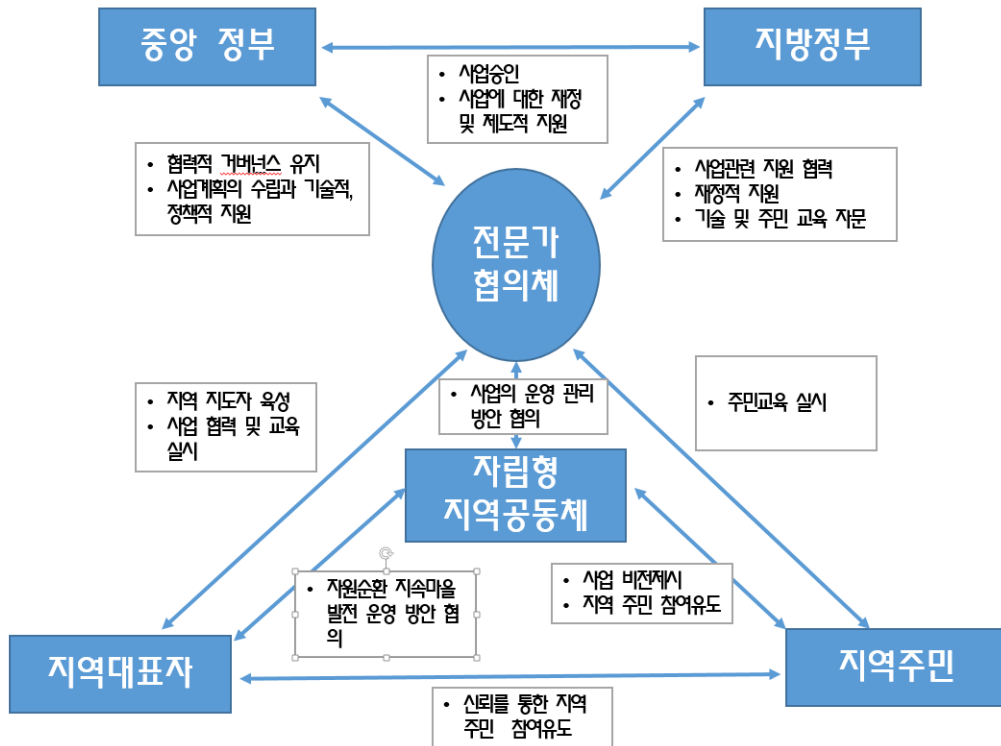
바이오피아 사업 추진에 있어서 정부가 정책을 결정하고, 국회를 통해 예산확보를 하지만 실질적인 사업시행, 행정의 중심은 지방정부가 되어야 한다. 지자체 공무원이 사업을 추진할 때, 사업에 대한 핵심을 명확히 인식하고 진행해야 한다. 따라서 중앙정부는 효과적으로 사업이 집행될 수 있도록 의견을 조정하는 정도의 역할만 하고 통합체제로 구축하기 위해 지자체 및 농업, 환경, 에너지 전문가 협의체와의 협력체계 구축이 필요하다.

#### **다. 바이오피아 조성을 위한 거버넌스 구축모델**

바이오피아사업은 통합적인 지원체제로 이루어져야 한다. 이를 효과적으로 실현하기 위해서는 사업계획을 수립하는 단계에서부터 지역주민의 의사를 반영하여 최적화된 모델을 근거로 기준에 적합한 지역을 선정 후, 중앙정부가 지방정부에 예산을 배분하여 통합적으로 지원하는 방식으로 진행되어야 한다. 지방정부가 자율성과 재량권을 가지고 운영하도록 하면 지역 특성에 적합한 모델을 적용할 수 있고, 모니터링과 사후관리가 용이하다는 장점이 있으며, 주민참여가 활성화될 수 있다. 특히 지역의 자체적인 마을 만들기, 커뮤니티 비즈니스 등이 활성화되고 있는 시점에서 중앙정부 주도형 보다는 주민의 수요를 더 잘 알고 다양한 파트너십 조직을 활용할 수 있는 지역이 주체가 되는 것이 바람직하다. 중앙정부는 바이오피아 사업이 시설의 시공에서뿐만 아니라, 운영에서도 경제성을 확보하여, 지역자립형 기업으로 성장할 수 있는 지원정책을 제시해야 한다.

정부와 지자체에서는 농업부문 바이오매스 정책을 총괄하는 전담부서 또는 전담인력을 확충할 필요가 있다. 이에 관련한 전문부서를 두어 폐자원 및 바이오매스자원에 대한 자원화와 에너지화 뿐만 아니라 농업·농촌·환경·에너지 정책의 통합 관점에서 정책과 기술을 개발하고, 관련 법·제도에 대한 검토 등의 역할을 수행하도록 하여 자원관리에 대한 네트워크 및 전략적 지식관리의 허브 기능을 수행한다. 또한, 전문가 협의체를 구성하여 민·관이 협력하고 네트워킹 할 수 있는 컨트롤타워 기능을 수행하게 하고 관련주체들이 참여하는 소통의 장을 활성화해야 한다. 이를 위해 바이오매스와 폐자원에 대한 관련 지식기반을 구축하고 공유할 수 있는 공간을 제공하여 관련주체들이 세부 정책 사항이나 연구, 정보 및 추진사항 등에 관해 상호 협력적으로 진행해야 한다. 그리고 폐자원 및 바이오매스 자원과 관련해서는 정부기관, 민간기업,

다수의 블로그 등에서 정보시스템을 개발하여 운영 하거나 자체 홈페이지를 구축하여 운영할 필요가 있다. 이러한 정책의 원활한 추진을 위해서는 정확한 바이오매스 통계, 전문 인력 육성 대책 등도 필요하다.



<그림 10.20> 바이오피아 조성 사업 참여주체와 역할

<그림 10.20>은 바이오피아를 조성하기 위한 거버넌스의 구축모델을 나타낸 것으로, 중앙 정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역리더, 지역주민으로 사업주체를 구분하여 각각의 역할분담과 협력적 파트너십 구축에 대해 설명한 것이다. 주체들의 역할을 <그림 10.20>에 나타낸 것과 같이 중앙정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역지도자, 지역주민으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

### (1) 중앙정부

바이오피아 초기 도입단계에서 중앙정부 차원의 법과 제도적, 재정적 지원으로 인해 추진 과정에서 다소 어려움이 초래될 소지가 많은데, 해결을 위해 중앙정부가 다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원해야 한다. 또 지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립하여 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련한다. 조기에 가시적 성과 중심의 정책보다 중장기적으로 올바른 시스템 구축 및 원활한 운영을 위해 협조한다.



## (2) 지방정부

지방정부는 독단적인 의사결정이 아닌 전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피아 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 지역맞춤형 지원시스템을 확립해야 한다. 바이오피아 시스템 도입의 필요성에 대한 이해와 함께 충분한 토론 및 검토과정이 필요하며, 전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 관련 주체들과의 파트너십을 구축해야 한다. 또한 지역 지도자의 발굴 육성과 사업계획수립에 대한 지원을 아끼지 말아야 한다.

## (3) 전문가 협의체

전문가 협의체는 학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오매스 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가들로 구성되며, 중앙정부, 지방정부, 지역지도자, 지역주민의 사이에서 협력 시스템의 구축을 통해 본 사업을 성공적으로 이끌어갈 조직이다. 주요 역할은 바이오피아 사업의 추진 계획 수립, 기술컨설팅, 교육 및 홍보, 경영컨설팅, 타 지역 주체와의 네트워크 구축 등을 통해 지역맞춤형 시스템 구축에 기여한다. 또한, 지역 지도자, 지역 협의체와 지역주민을 대상으로 바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여하며, 자원을 발굴하고 이들 자원의 사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지방정부에 제공한다. 사업추진에 있어 요구되는 계획수단 및 전략수립 등에 대한 기술·정보·지식은 중앙정부와 지방정부에 제공하며 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시하고 사업의 효율적이고 성공적인 추진에 각종 대안을 제시한다. 중앙·지방정부는 본 협의체와 바이오피아 조성과 관련한 사항을 파트너십을 통해 역할 분담체계를 정립하고, 정책추진의 효율성을 제고해야 한다.

## (4) 지역 지도자

지역주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 바이오피아 조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시키며, 지역주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 지도자를 육성한다. 지역 지도자는 지역주민에 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌 수 있는 비전과 목표가 있어야 하고 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 한다. 또한 평소 자기계발에 충실해야 하고 창의력과 융통성을 지녔으며 자신의 생각이나 의견이 다른 주민들을 포용할 수 있어야 한다.

지역 지도자는 주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지 및 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 해야 한다. 또 주민 조직을 구성하고 주민 자치규약 제정해야하며 전문가 협의체와 협의 하에 일을 추진하는 역할을 수행한다. 그러기 위해서 지역 마을 운영에 필요한 재정적 문제를 투명하게 관리하고 수익분배를 합리적으로 해야 하며, 생산과 체험소득 관련 자원 및 공동시설 자원이 효율적으로 운영될 수 있도록 관리해야 한다.

바이오피아조성을 위해 지역 사회에 적합한 비전을 제시할 수 있는 지역 민간단체와 지역 산업에 종사하면서 지역발전에 기여할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 지역 산업대표들과의 협력을 통해 인적 네트워크 또한 강화해야 한다.

## (5) 지역주민

지역주민은 바이오피아 사업의 주체로서 사업의 계획단계부터 이들의 참여를 유도해 농가 소득을 증진시킬 수 있는 지역맞춤형 시스템 구축이 필요하다. 지역주민은 계획 수립의 초기과 정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여해야한다. 또 교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적으로 참여해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화하고, 바이오피아 사업에 대한 미래상을 제시하고, 중장기적으로 재정적 자립을 위한 다양한 방안을 적극적으로 협력한다.

## (6) 자립형 지역공동체

자립형 지역공동체는 신재생에너지를 중심으로 웰빙 문화, 친환경생태 교육, 친환경녹색산업 등의 생활여건이 종합적으로 갖춰진 살기 좋은 자원순환 바이오피아 마을 구현 및 지역 마을의 수익창출을 위한 종합적 차원에서 접근하여 전반적인 사업운영 계획을 수립한다. 사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진한다. 또 사업추진 역량이 축적된 기존 지역개발사업과의 연계를 추진하며, 사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진한다.

# 5. 바이오피아 활성화방안

## 가. 기본 방향

바이오피아 발전을 도모하기 위해 바이오피아의 조성 활성화 방안을 제시하고자 한다.

### (1) 바이오피아에 대한 인지도향상, 지역주민 참여 참가

바이오피아 조성을 실현화함으로써 얻을 수 있는 효과(지역 활성화, 환경 공헌, 고용 창출 등)나 의의를 정리하고, 지역주민들에게 적극적으로 홍보하는 것이 필요하다. 특히, 「지역주민의 한사람, 한사람이 참가하는 바이오피아」 = 「지역 경제 활성화 만들기」라고 하는 인식을 지역주민에서 상기시키는 것이 중요하다. 이것은 정부의 보조금에 의존하는 지역주민공동체를 탈피하여 바이오피아 조성 마을의 중심이 지역주민이 되게 만들어 지역경제를 활성화시켜야 한다.

### (2) 협력의 원칙

관련 부처는 전문가 협의체와 지역 공동체의 협력을 유도하여 재정적, 제도적, 행정적 지원을 하여 바이오피아가 조기에 정착되도록 지원해야 한다.

### (3) 바이오매스 이용 기술의 가속화

바이오매스의 이익을 활용하기 위해서는 바이오 연료를 추진하는 것과 동시에, 원료비용의 저감이나 식료 생산과의 양립을 도모하여 넓게 존재하는 폐자원과 볏짚, 간벌재 등의 미 이용 바이오매스자원에 대한 지역 분산형의 이용 시스템의 구축이 중요하다. 이를 위해서 효율적인 수집·운반을 가능하게 하는 기술의 개발이나 컴팩트한 시스템에 의한 처리를 가능하게 하는 방안을 강구해야 한다.

#### (4) 광역화 바이오피아의 구축

바이오매스를 지속적으로 활용해 나가기 위해서는 그 생산·수집·변환·이용의 각 단계가 유기적으로 연결되어 전체적으로 순환시스템이 경제성이 있게끔 구축해 나가는 것이 필요하다. 이러한 시스템으로부터 생기는 지역의 독자적인 에너지·원료를 적극적으로 활용함으로써 바이오매스를 핵으로 한 다양하고 자립한 마을 만들기가 실현된다. 이러한 시스템을 구축하기 위해서 바이오매스 자원의 부존량이나 지역의 사정에 따라 시·군의 테두리를 넘어 광역적인 바이오피아의 구축을 진행하는 것도 필요하다. 예를 들면 도시지역에서 발생한 바이오매스 자원을 근린 농촌지역에서 활용할 수 있도록 지역 제휴 바이오피아 구축방안도 검토되어야 한다.

#### (5) 바이오매스자원 활용에 관한 상세 정보, 방법의 공유화

바이오매스의 원료는 종류도 다양하고 넓게 분포하고 있어 그 종류, 수량과 함께 지역성이 있기 때문에 처리 방법도 다양하다. 또한, 시·읍·면의 입지 조건이나 주변 환경이 다르기 때문에 바이오매스 변환 방법도 여러 가지이다. 따라서 홈페이지, 텔레비전, 신문, 관련 잡지 등 모든 매체를 통해서 시읍면 담당자나 관계자에게 정보를 제공할 필요가 있다. 이와 같이 구체적이고 상세한 정보를 제공하는 것이 바이오피아 조성의 확대 보급으로 연결되는 것이라고 할 수 있다.

### 나. 활성화 방안

#### (1) 지역주민 참여 유도

지역공동체에서 추진하고 있는 시설물 및 운영프로그램을 활성화하여 수요를 창출하는 방향으로 추진하여 지역주민의 참여를 적극 유도하여야 한다.

##### ① 주변지역 연계 강화

시설체험프로그램은 바이오피아 조성지 주변 관광지 및 상업시설, 민박시설을 연계하여 이용한다. 더불어 지역 특산물을 판매 및 홍보를 통해 주변 관광지 및 상권을 적극 활용하는 방안을 추진하고, 인근 지역에 산재한 자원을 연계활용한 상품의 다각화를 통한 지역주민의 소득증대 방안을 마련해야 한다.

##### ② 시설 체험 프로그램 이용에 따른 지역화폐 제공 도입

체험프로그램 이용 시 지역화폐를 제공하거나 지역화폐 이용 시 할인 혜택을 제공하여 지역 상품 연계 판매를 통한 지역주민 소득증대 및 경제적 파급효과를 극대화하는 방안이 필요하다.

##### ③ 차별화된 프로그램 개발

예상 수요자의 기호와 수준을 고려한 차별적이고 경쟁력 있는 지역 맞춤형 프로그램을 개발하여야 한다.

##### ④ 환경교육을 위한 체험학습 활성화

초·중·고등학교에 환경교육관련 커리큘럼으로서 바이오매스 관련 교재의 제공이나 견학 및 체험학습 등을 실시해 적극적인 참여 유도한다. 주변 학교와 결연을 체결하여 환경교육을 실시하고, 지역 홍보를 통해 지역주민의 참여를 유도한다. 사업에 관한 지역 바이오매스 자원 활용에 대한 소개는 관련 시설의 담당자나 지역 협의체 전문가가 교육을 실시하도록 한다.

#### (2) 행정적 지원체계 수립

사업의 효율적인 추진을 위해서 부서별 협조가 요구되며, 지역 공동체를 위한 행정 팀을 구성하여 협조체계를 이룬다. 행정 팀은 주기적 협조회의를 통해 중앙정부에서 부처별로 실시되는 각종 사업에 대한 시행에 대해서 설명하며 민·관간의 신뢰관계 구축 등의 역할을 할 수 있도록 한다. 바이오피아 관련 다양한 사업들에 대한 전문성이 축적될 수 있도록 자체 학습과 공동 견학 등도 실시하며 업무협조도 수시로 이루도록 한다.

### (3) 기술 및 수집·운반의 효율화

신재생에너지로 활용하기 위한 바이오매스의 변환 기술의 보급에는 저비용화와 효율화가 필요하다. 이를 위해서는 산·학·관이 제휴해 식료와 경합 하지 않는 바이오매스 자원을 활용하기 위한 혁신적인 기술개발이 필요하다.

바이오매스 자원을 좀 더 활용하기 위해서는 원료가 되는 바이오매스의 수집·운반의 프로세스의 효율화가 필요하다. 수집·운반에 관련되는 기술적 개량 및 효율적인 수집할 수 있는 정책이 필요하다. 예를 들면, 목질계 바이오매스 자원을 지역주민이 수집한 양만큼 관할 사무소에서 지역에서 활용할 수 있는 화폐를 제공하여 지역경제 활성화시킬 수 있는 방안도 생각할 수 있다. 지역화폐 펀드 조성은 탄소크레디트와 산림기금, 농특회계 기금 등을 활용한 방안을 강구해야 한다.

### (4) 이동과 운반이 가능한 소규모 처리 플랜트 개발

바이오매스자원은 지역에 넓게 분포되어 있어 그것을 이용하기 위해서는 수집과 운반이 과제이다. 또한, 발생시기가 한정적인 점도 있기 때문에 원료를 안정적으로 공급하는 것이 요구된다. 이를 위해 바이오매스 종류에 따른 효율적인 이용을 위해서라도 콤팩트한 시스템에 의한 처리를 실현하기 위한 기술개발이 필요하다.

이의 장점으로서는 지역에 넓게 분포되고 있는 바이오매스 자원에 대한 소규모 처리 전용으로 이용할 수 있고, 광역단위 시·군에서의 이동과 처리가 가능하고, 지역관계 없이 유지 관리가 가능하며, 각지의 이벤트나 환경 학습에도 사용할 수 있고, 초기 비용은 집중형 플랜트보다 낮아질 수 있다는 것이다. 단점으로는 스케일 메리트가 효과가 없기 때문에 비교적 처리 비용이 비싸지고, 부생물이나 배수의 일시적인 저장, 처리가 필요하며, 사용자측에서는 에너지로서 이용되는 운송비용이 발생할 수 있다.

### (5) 민간 전문 기술자 등 적극적 활용

민간 기업이나 행정 기관에서 활약하는 기술자나 박사학위를 소유하고 있는 전문가의 전문적인 기술과 지식을 바이오매스자원의 분야에 활용해 나가는 것이다. 예를 들어 이러한 사람들을 활용해 바이오피아구축에 필요한 다양한 바이오매스 생산, 수집, 변환, 이용방법에 대한 전문적 기술적으로 자문할 수 있는 자격을 주고 전문가 협의체를 구성하여 바이오피아 운영에 기여하도록 하는 것이다. 농업 분야, 환경 분야를 고집하지 않고 폭넓은 분야의 인재를 활용해야 한다.

### (6) PR확대 및 정보교류 네트워크 구축

바이오피아 조성 정책에 원활하게 실현시키기 위한 것을 목적으로 조성사업 대상 시·군을 대상으로 환경우위성이나 경제성 등을 지표로서 평가하여 우수한 조직에 대해서는 표창하는

것이다.

모든 사람들에게 쉽게 알리기 위해 「시·군명」, 「시설명」, 「바이오매스 변환 기술별」, 「바이오매스 원료별」, 「인구 규모별」 등의 항목 의해 검색·표시할 수 있는 구조를 준비하는 것이다. 추가적으로 시설 견학자, 일반 방문자의 의견 등을 적을 수 있는 공간의 설치도 생각할 수 있다.

시·군 담당자나 연구자, 관계자, 사업자 전용의 홈페이지를 개설하고 「시스템 구성도」, 「플랜트의 개요도」, 「시설 사진」, 「바이오매스의 처리량」, 「제조량」 등에 관한 기본 정보 등의 사항을 추가적으로 제시하는 것도 생각할 수 있다.

#### 다. 추가 검토사항

바이오피아 조성 시 시·군별 차이에 따른 허용수준을 감안해야 한다. 만약 지역 간 농업 환경의 차이를 감안하지 않고 바이오피아 모델을 모든 시·군에 동일하게 적용할 경우에 비효율이 발생할 수 있다. 이렇듯 시·군 특성에 맞는 시스템을 구축하게 되면 지역 실정에 맞는 바이오피아 실현이 가능하다는 장점이 있다.

민간단체의 재정 자립화는 의사결정의 독립성을 위해 매우 중요한 과제이기 때문에 시·군 별로 특성에 맞는 다양한 장기적인 자립화를 위한 재원마련 방안을 구체적으로 마련할 필요가 있다. 또한, 중앙이나 지방정부 예산 지원 시 지원조건으로 실질적인 협의가 이루어질 수 있는 장치를 마련하여 실질적인 협의가 이루어진 지역에 사업예산을 차등 지원하는 방안을 강구해야 한다. 바이오피아 조성을 위해 시·군 의회의 역할 또한 중요하기 때문에 현재 이들이 가지고 있는 미약하고 형식적인 심의 및 의결기능을 보완하여, 시·군 의회가 바이오피아 시스템과 협력적인 관계를 형성할 수 있는 다양한 방안을 강구해야 한다.



# 제11장 바이오매스 활용 단지 사업 지침서 및 추진매뉴얼

## 제1절 사업 지침서

### 1. 바이오피아 조성 실행계획

#### 가. 추진배경

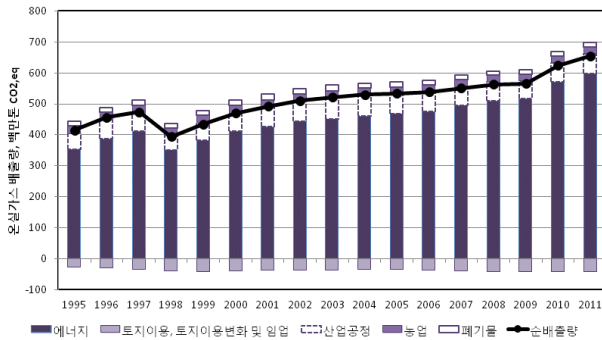
- 환경과 에너지가 국가 경쟁력을 결정하는 핵심가치로 대두되는 상황에서 자원의 효율적·안정적 이용성은 매우 낮음
  - 높은 수입에너지의존도 95.90%(’12 기준), 석유의존도 23.83%<sup>89)</sup>로 에너지 자립률을 향상위해 국가 부존자원을 최대한 활용하는 정책필요
- 탈농촌화로 인한 농촌전통마을 해체위기
  - 농촌 삶의 질 향상, 녹색일자리 창출, 지역공동체 강화 등 농촌 지역의 경쟁력을 강화하고 농촌에 활력을 증진시킬 수 있는 미래형 농촌마을의 새로운 모델 제시가 요구
- 물질과 양분의 순환구조를 기초로 순환형 농어촌 조성의 이에 따른 부가가치의 극대화가 필요
  - 인광석 등 수입자원 고갈에 따른 가격 폭등에 따른 안정적인 비료자원 확보
  - 가축분뇨 등 미이용바이오매스 자원을 이용한 비료공급과 친환경농업 확대를 통한 안전한 먹거리 생산
- 바이오매스의 효율적 이용을 위한 지역단위 통합 사업체계구축이 필요하며, 이에 따라 바이오매스를 이용한 순환단지(Biopia)구축 시범사업 추진

#### 나. 현황 및 문제점

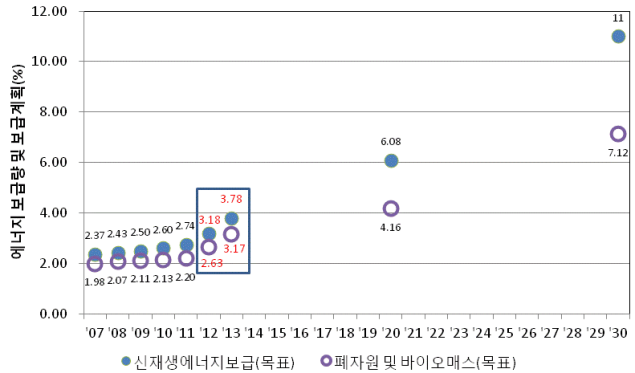
- 저탄소 에너지 공급확대 및 자원 개발필요
- 온실가스 감축, 에너지 자립, 에너지원 다변화 등을 종합적으로 고려하여 저탄소 에너지 확대 등 중장기 적정 에너지 믹스 검토, 2차 국가 에너지 기본계획에 반영( ’13)
  - 국가 온실가스 배출은 지속적인 증가 추세<sup>90)</sup>
- 국가 총에너지생산 에너지 총 공급량 278,698천TOE, 1차에너지 소비 278,698천TOE, 농림어업에너지소비량 3,172천TOE, 에너지수입의존도 95.90%(’12 기준), 석유의존도 23.83%<sup>2)</sup>
  - 에너지 자급률을 높이기 위해 국가 부존자원을 최대한 활용하는 정책필요

89) 국가통계포털, <http://kosis.kr/>

90) 환경부, 온실가스배출통계, 국가통계포털



<그림 11.1> 산업분야별 국가온실가스 배출 추이



<그림 11.2> 국가 신재생에너지보급현황 및 목표

- 화학비료 사용량의 지속적인 감소와 물질 및 양분순환구조를 고려한 농업활동 필요
  - 화학비료 연간 472천톤/년 사용( '12년), '98년 842천톤에서 '10년 423천톤으로 지속감소 추세였으나, '11년 447천톤, '12년 472천톤으로 증가
  - '12년 가축분뇨 비료성분 N 148천톤, P 119천톤 발생, 화학비료 소비량의 55.5%(N), 131.1%(P) 대체가능

(표 11.1) 2012년 화학비료 생산량/소비량과 가축분뇨 비료성분 발생량

구 분	질소	인	칼리
화학비료 생산량	476.53	245.51	174.77
화학비료 소비량	267.14	91.03	113.91
가축분뇨 비료성분발생량	148.34	119.38	142.05
화학비료 소비량 대비 가축분뇨 비료성분발생량 (%)	55.5	131.1	124.7

- 경제적 가치를 지닌 자원의 방치 또는 부적정처리를 통한 귀중한 자원의 낭비<sup>91)</sup>
- 임산부산물, 가축분뇨 등 바이오매스의 에너지화는 화석연료 대체를 통해 농업의 저탄소 시스템 구축 가능
- 가축분뇨 물질자원 순환을 통한 화학비료 대체는 농업의 녹색산업, 녹색기술개발에 기여
  - 숲가꾸기의 경우 수집량 31.3%, 미수집량 5,361천m<sup>3</sup>의 에너지양은 '08년무연탄 에너지 소비량 1,011천toe의 1.26배

91) 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원 데이터센터(<http://kredc.kier.re.kr>)



(표 11.2) 바이오매스 기술적 잠재량(2010)

부문별	기술적 잠재량 (천TOE/년)	백분율 (%)	비 고
농산부산물 총량	190	7.5	가용잠재량의 33.3% 사용 추정
축산폐기물 총량	380	15.0	퇴액비 88.9%, 정화처리 8.86% 에너지화 0.04%
임산부산물 총량	1,192	47.1	가용잠재량의 약 12.5% 사용 가능

다. 바이오매스 순환실증단지(Biopia) 조성 시범사업

《 바이오피아 정의 》

“친환경 청정에너지 농업기술 확보와 활력 있는 농촌개발을 위해 농·산촌에서 유래하는 바이오매스의 발생단계부터 이용단계까지의 관리체계를 확보하고, 바이오매스의 물질 및 에너지 자원화를 통해 지역단위 유기자원 및 에너지 순환체계를 구축하여 청정 에너지생산, 온실가스 감축, 친환경 농·축산 정착, 관광자원 연계 등을 통해 경제적 수익을 창출하는 마을(단지)”

《 기본 방향 》

- 정부투자의 효율성, 실현가능성 및 성과창출을 고려한 단계적 접근
- 비교우위모델 적용에 따른 실현가능한 바이오매스 순환단지 조성
- 모델별 표준모델 개발·보급
- 모델별 표준모델 개발·보급
- 농·어·산촌의 지역주민 참여 및 동기부여를 위한 거버넌스 구축
- 지역공동체 활성화 차원에서 종합적 접근

## (1) 사업추진방법

### ○ 사업개요

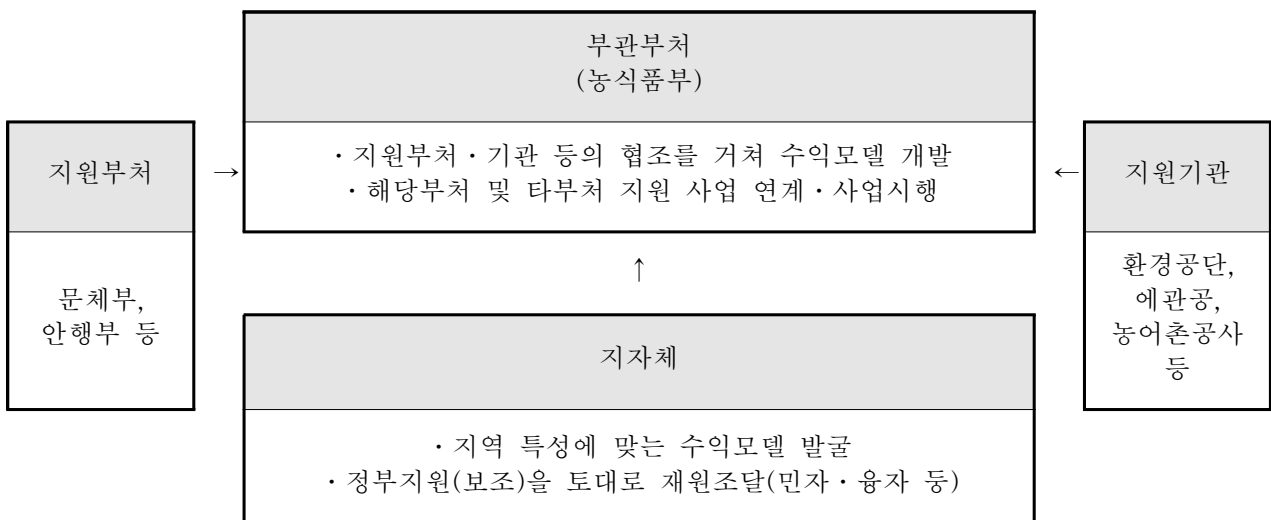
- 목표 : 지역공동체 활성화를 통한 자립형 녹색농어촌마을(biopia)조성
- 추진기간 : '15~18년
- 선전개소 : 3개소(비교우위모델 당 1개소)
- 사업재원 : 농특회계 원(국비, 지방비, 자부담 )
- 추진모델 : 바이오매스 비교우위모델
- 사업추진방식 : 시군구 직접수행 또는 위탁

### ○ 근거법령

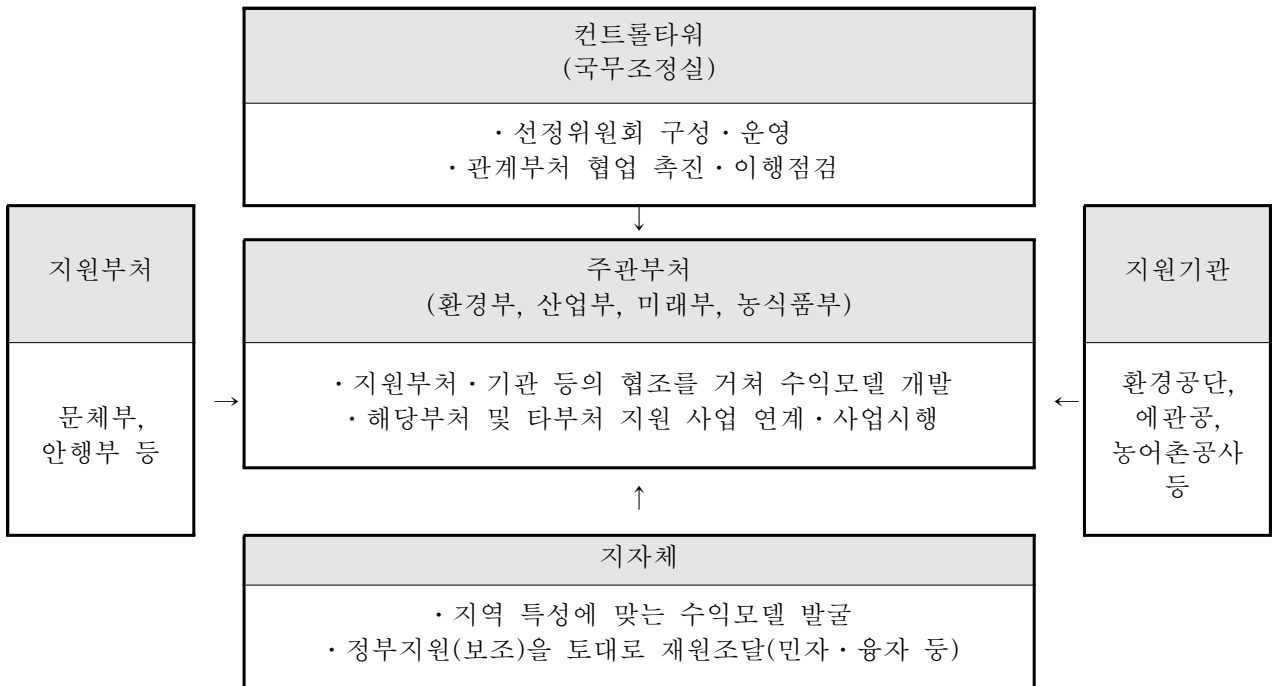
- 농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 촉진에 관한 특별법
  - 제5조(농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립)
  - 제19조의3제1항(농어업인등의 일자리 창출 기여 등 단체에 대한 지원)
- 농어촌구조개선특별회계법
  - 법 제5조(농어촌특별세사업계정의 세입 및 세출)
- 친환경농업육성법
  - 법제19조(친환경농산물 생산·유통지원)
- 일반농산어촌개발사업
- 축산분뇨 처리시설사업

### ○ 추진체계

- (사업추진형태) 농림수산식품부 단독사업
  - 범부처 협력사업(친환경에너지타운)으로 참여가능 여부 확인, 장단점 분석하여 단독 또는 협력사업 추진 결정
- 단독진행



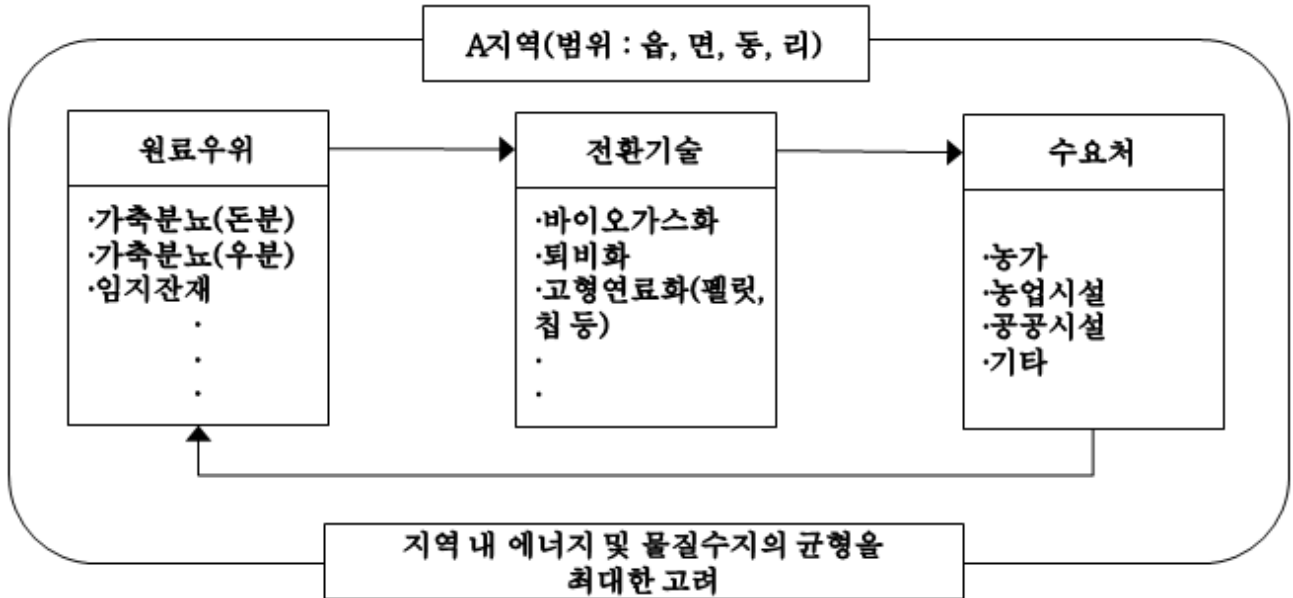
- 기존사업 참여(친환경에너지 타운)



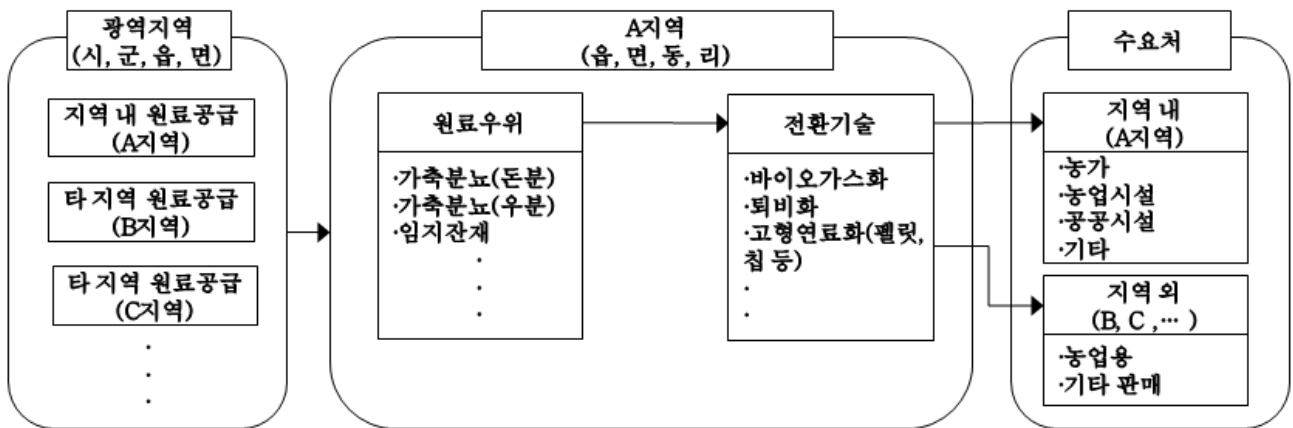
(2) 시범사업 기본구상

- (시설 계획) 기존 마을과 신규 마을로 구분하여 각 특성에 맞는 시설 계획 수립
  - 마을 규모 및 바이오매스 자원의 부존량 및 종류에 따른 바이오피아 모델선정에 따라 시설계획 수립
    - 지역 여건에 따라 가축분뇨에너지화, 목재펠릿 등을 통한 집단 난방, 전력 공급시설 도입 고려
- (재원 조달) 농특세 신규사업으로 추진
- (사업추진형태) 농림수산식품부 단독사업
  - 범부처 협력사업(친환경에너지타운)으로 참여가능 여부 확인, 장단점 분석하여 단독 또는 협력사업 추진 결정
- (운영) 마을단위별 지역공동체 구성 및 운영
  - 사업운영주체 : 해당마을에서 운영협의체 구성 및 농업회사 법인 등 지역주민과지자체에서 합리적 운영방안 계획을 수립 추진
  - 유관기관 협의체 구성·운영을 통한 지원체계 마련
    - 사업추진에 대한 지원, 지속적 모니터링 및 자문을 통해 사업추진과정 애로점 해소 등
    - 농식품부, 산자부, 산림청, 농진청, 한국농어촌공사, 에너지 관리공단 등 실무자 협의체 구성

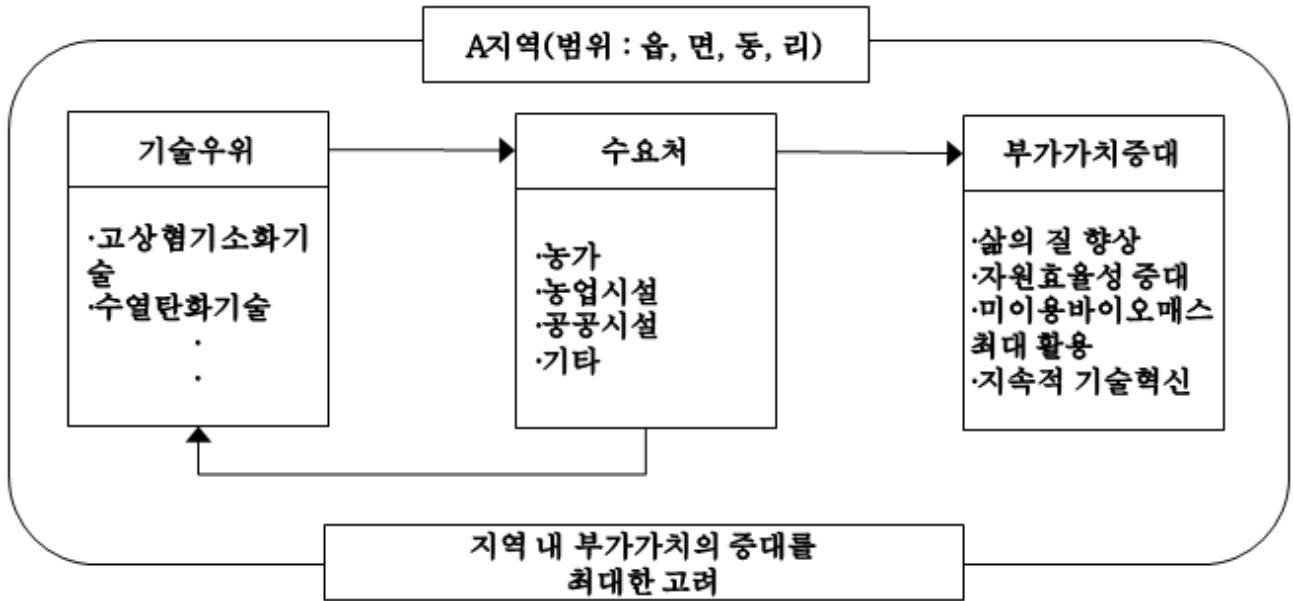
- 비교우위모델을 대상으로 한 시범사업 계획 수립
  - 원료우위 사업화모델(지역형, 광역형), 기술우위사업화모델(지역형, 광역형)



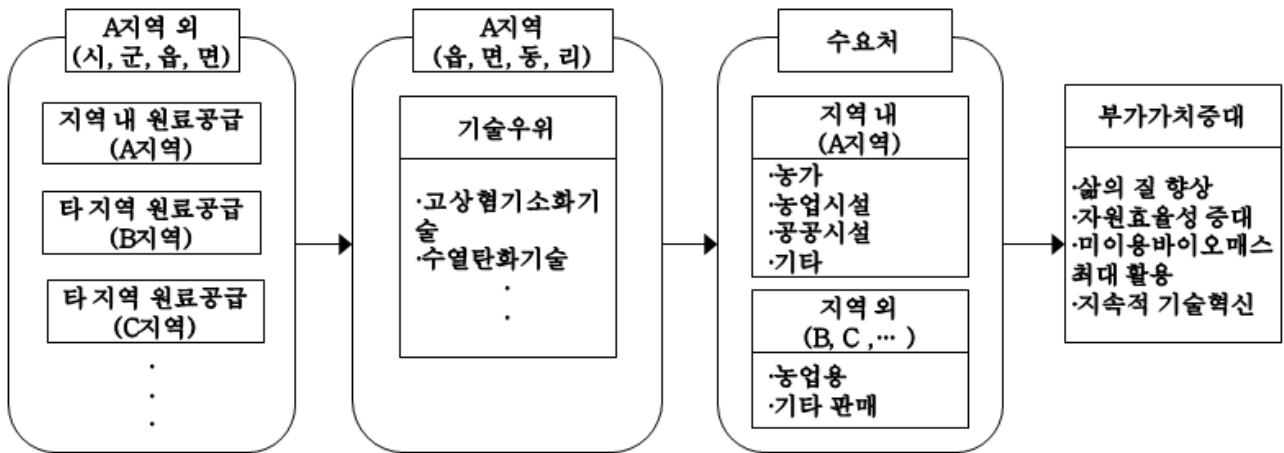
<그림 11.3> 지역형 기술우위 사업화 모델



<그림 11.4> 광역형 원료우위 사업화 모델



<그림 11.5> 지역형 기술우위 사업화 모델



<그림 11.6> 광역형 기술우위 사업화 모델

(3) 소요예산

- 연차별 투자소요 예상액

구 분	계 (억원)	중기계획					'21 이후	
		소계	'16	'17	'18	'19		'20
비교우위모델								

○ 추진규모

구 분	계(개소)	퇴비화	바이오매스	산촌형	비고
비교우위모델					

○ 증장기 투융자 계획

- ‘16~’ 18 기간중 시범사업을 추진하고 ‘19 이후 본 사업 추진
- 시범사업 소요사업비 및 지원기준(참고 1, 2)

라. 시범사업 대상 지자체 선정방안

(1) 선정방법(참고 3)

○ 지자체 사업신청

- 시도는 저탄소 바이오피아조성을 희망하는 시군구의 입지조건, 에너지 자립도, 바이오매스 이용률, 주민참여 및 기관장 추진 의지 등을 고려하여 시도당 1~2개소 추천
  - 시·군수가 적은 제주 및 광역시(부산, 대구, 인천, 울산)는 각각 1개소 이내 시군 추천하고,
  - 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남 8개도는 각각 2개 이내 희망시군을 추천
- 시군구는 지자체장이 사업특성을 잘 이해하고 주민참여를 위한 시범사업 선도적 추진
- 마을단위는 시범사업추진 지원을 위한 주민공동체 참여

○ 사업대상자 선정위원회 운영

- 농식품부는 시범사업 선정을 위한 민·관·학계 등 전문가로 구성된 평가단 구성·운영, 대상지 3개소(‘16~’ 18까지 3년 동안)선정
  - 추천 후 최종 선정된 지자체 대상 국비보조 지원

○ 사업대상지 선정

- 농어촌 마을 지역 특성, 수요 등을 감안하여 ‘15년 사업대상지를 선정하여 ’ 16~18년까지 모델별 1개마을(총 3개소) 시범사업 추진
- 시범사업 추진결과를 점검, 문제점 등을 보완하여 ‘19년부터 확대 추진

○ 사업신청

- 공모계획시달(농식품부)→신청마을 사업제안서 제출(시·군)→시·군은 검토의견서를 첨부하여 시·도에 제출→시·도는 사업제안서를 검토하여 농식품부에 시·도당 2소 추천

○ 심사평가

- 외부전문가로 위촉된 심사평가위원회 구성·운영
  - 분야별 민간전문가 위촉(위원장 포함 10명 이내)
  - 심사위원 들에 대한 사업 목적, 기본방향 등에 대한 설명을 통해 심사평가의 합리성 제고

- 심사방법
  - 서면심사 : 시·도에서 제출한 사업공모 제안서 평가 후 5배수 확정
  - 현장평가 : 사업현장 점검(지자체의 설명포함) 및 해당 지자체 세부사업 계획 발표
- 사업대상지 선정
  - 심사평가위원들의 서면심사 및 현장심사 평가를 종합산정(서면40%, 현장 및 발표 평가 60%) 사업적지 1개소 선정·발표(해당지자체에 문서 통보)
- 바이오피아 지원프로그램
  - 바이오피아 사업 관련 관계부처 관련사업, 지자체 자체사업으로 지원가능한 사업을 통합·연계 지원

## (2) 시범사업대상지 입지 및 운영공동체

- 입지여건
  - 바이오피아 비교우위모델별 적용 및 실현가능한 지역
    - 비닐하우스, 수영장, 학교, 공장, 행정기관 등 여름에도 규칙적으로 열을 소비하는 대규모 열소비 기관 상존
    - 바이오에너지 설비에 제공 되어질 수 있는 다량의 기질 존재와 에너지작물을 경작할 수 있는 농지, 산림지역
    - 난방 열배관망을 설치시 용이하도록 집중형 집단취락 지역, 마을인근에 소수력 및 풍력발전을 할 수 있는 지역 등
    - 상수원보호구역 등 각종 제한으로 설치에 제한이 없는 지역
- 마을공동체 특성
  - 공동체 프로젝트를 성공시키기 위한 주민들의 높은 참여도
  - 농민회, 양돈협회, 각종동호회 등 동 사업에 긍정적인 주민화합 및 자발적 모임
  - 주민들의 외부 유기성(폐)자원의 반입에 대한 수용가능성
- 협력 가능한 전문가집단 구성
  - 저탄소 녹색마을 프로젝트를 기술적으로 이끌러주고 자문해줄 연구기관, 전문업체, 대학 등과 연계하여 책임과 신뢰성 확보
- 향후 운영법인 설립
  - 저탄소 녹색마을 프로젝트를 성공적으로 수행하기 위해서는 시공이후에도 지속적으로 기술, 비용 등 자체 유지관리가 가능한 운영법인 설립 가능 지역

## (3) 향후 추진일정

## (4) 시·군 협조사항

## 제2절 바이오매스 활용단지 추진 매뉴얼

### 1. 바이오매스 순환단지

#### 가. 바이오매스 순환단지란?

바이오매스 순환단지란 지역에서 발생하는 다양한 바이오매스를 물질 자원화 또는 에너지 자원화의 방식으로 활용하는 체계를 구축하고 있는 지역을 말하며, 세부적으로 바이오매스 활용 단지는 효율적이고 적절한 방식을 통해 바이오매스의 발생부터 물질 및 에너지 제품의 생산, 생산 제품의 이용까지 관리할 수 있는 바이오매스 활용 체계를 구축하고, 관련 이해 관계자들이 결합한 바이오매스 활용 조직체계를 구축하는 지역이다.

#### 나. 바이오매스 순환단지의 목적

바이오매스 순환단지는 농업·농촌부문에서 발생하는 바이오매스의 활용 및 산업화를 촉진하여 농산업 발전 및 지역 개발을 유도하고, 이와 함께 농업인의 삶의 질 향상을 통해 지역간 균형발전을 유도하는 것을 목적으로 한다.

#### 다. 실효성 있는 바이오매스 순환단지 추진 조건

##### (1) 바이오매스 이용을 통한 지역산업 발전과 마을공동체 구축 비전을 공유

바이오매스는 사용용도에 따라 폐기물계 바이오매스 미이용계 바이오매스, 자원식물계 바이오매스로 분류할 수 있으나, 지역 특성에 따라 그 종류가 다양하고 발생 밀도가 낮기 때문에 이용시 수집 비용과 사업의 경제성이 낮은 문제가 있다. 따라서 지역단위 바이오매스 활용을 통한 지역개발 연계를 위해서는 바이오매스가 발생하는 지역 내에서의 지역산업(임업, 농업 등)의 활성화를 촉진시키고, 지역산업의 가치를 제고하는 방안을 함께 검토하고 지역 바이오매스 전체를 효율적으로 사용할 수 있는 계획이 필요하다. 이를 위해 바이오매스 순환단지를 추진하기 위해서는 바이오매스의 원료 조달에서 변환 기술의 도입, 제품화, 유통, 수요처 확보에 이르기까지 바이오매스 사업의 시스템 구성에만 한정하지 않고 지역산업의 본연의 자세, 그리고 지역 사회가 일체가 되어 대처해 나아가는 큰 비전을 구축하여야 한다.

##### (2) 이해관계자들이 사업 검토단계에서부터 함께 참여

바이오매스 순환단지는 사업의 의의, 목적 등의 중요성은 이해하더라도 구체적인 사업으로 확장해 나아가는 데는 다양한 과제가 있다. 특히 국내의 경우 바이오매스 순환단지의 성공사례가 극히 미미하여 지역단위에서 사업계획을 수립하고 추진하기 위한 대중적인 공감대 형성에 많은 어려움이 있는 것이 현실이다. 따라서 바이오매스 순환단지의 조성이 많은 사람에게 이해되고 보급되기 위해서는 바이오매스 순환단지가 지역산업과 참여주민들에게 진정 도움이 될 수 있는 방향으로 추진되어야 한다. 이를 위해서는 사업의 검토 단계에서부터 행정 담당자뿐만 아니라 바이오매스 관련 민간기업, 단체, 주민, 소비자 등 지역의 다양한 주체와의 협력이 필수적이다. 또한 사업지역의 행정담당자들은 바이오매스 순환단지 조성 과 관련된 관계자들에게 지



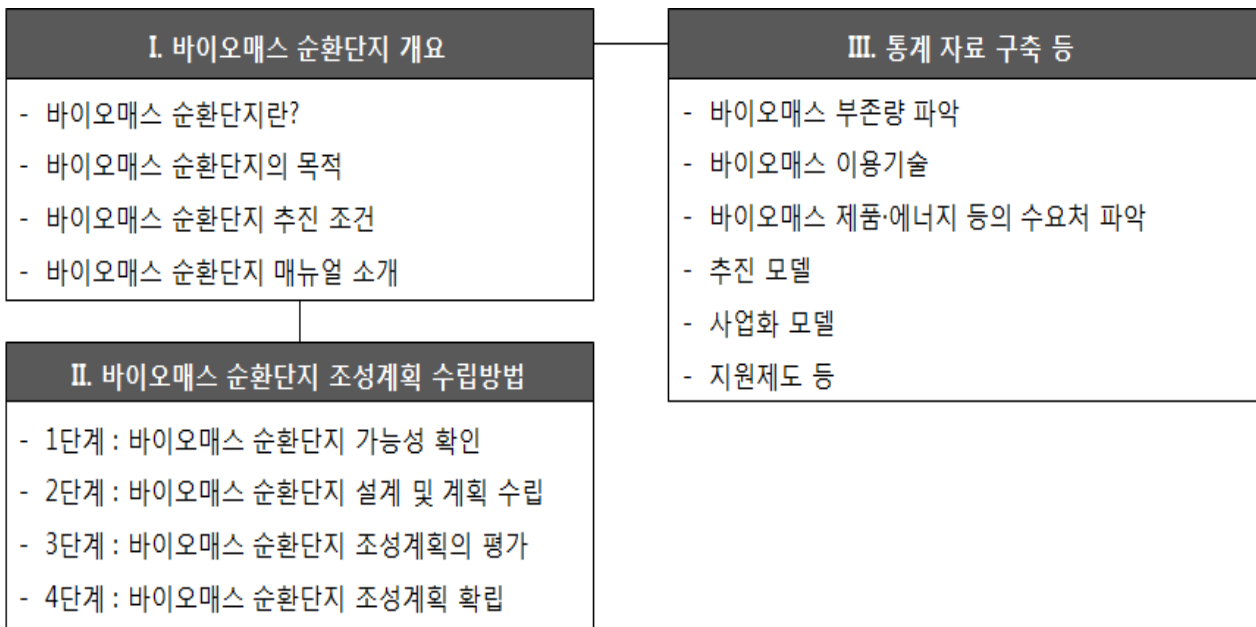
역 바이오매스 이용을 통한 지역산업과 사회의 발전 비전과 이를 위한 정책적 지원 노력을 명확히 하고 바이오매스 순환단지의 효과와 과제를 올바르게 인식할 수 있도록 노력하여야 한다.

## 2. 바이오매스 순환단지 조성사업 매뉴얼

### 가. 매뉴얼 개요

#### (1) 매뉴얼 소개

바이오매스 순환단지 조성계획을 수립하는 것은 행정적인 측면뿐만이 아니라 지역의 다양한 관계자들의 참여를 포함하여 추진하여야 한다. 따라서, 본 매뉴얼은 바이오매스 순환단지 조성계획 수립에서 검토해야 할 기술적 내용과 함께 관계자의 이해와 합의를 얻기 위한 진행 방식을 중심으로 바이오매스 순환단지 조성 계획 수립 과정에서 중요시 되는 점을 정리하였다.



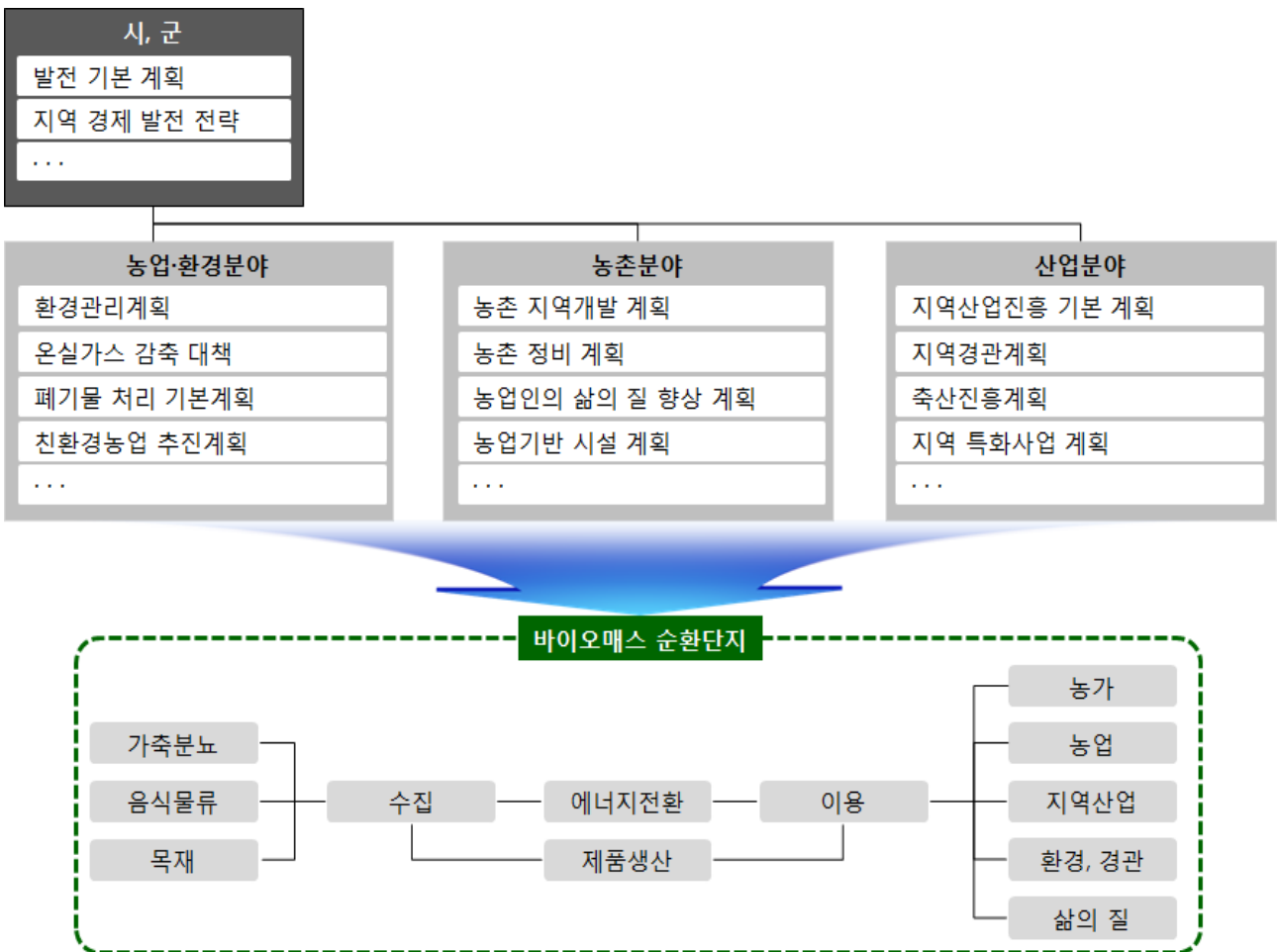
<그림 11.7> 바이오매스 순환단지 조성사업 매뉴얼

#### (2) 매뉴얼의 대상

본 매뉴얼의 이용자는 먼저 바이오매스 순환마을 조성의 추진 주체인 행정 담당자를 대상으로 하고 있다. 또한 행정 담당자 이외에 조성 사업 계획 수립과 관련하여 참여의사가 있는 농림 수산업 관계자 · 시민 · 각종 단체 등도 본 매뉴얼 이용의 대상으로 포함한다. 행정 담당자는 지역단위 바이오매스 순환단지 계획 수립의 담당자로서 중심적인 역할을 수행하고 참여 관계자 간의 합의 형성의 역할이 수행하여야 한다. 또한 참여 관계자는 바이오매스 순환이용 모델 및 시스템의 일부를 담당하는 입장에서 계획수립에 있어 현장특성을 반영하여 참여 관계자간의 공감대를 높여가는 역할이 필요하다.

### (3) 매뉴얼의 구성

바이오매스 순환단지 조성사업 매뉴얼은 바이오매스 순환단지 계획을 수립하는 사용자의 입장에서 이해하기 쉽도록 구성하고자 노력하였으며, 다음의 세부분으로 구성하였다. 첫 번째 부분은 바이오매스 순환단지에 대한 개요를 다루고 있으며, 기본적인 바이오매스 순환단지의 개념, 목적, 추진 조건을 설명하고 있다. 두 번째 부분은 바이오매스 순환단지 조성 계획 수립의 방법으로서 1단계에서는 지역단위 바이오매스 순환단지 추진의 가능성을 확인하고, 2단계로 순환단지의 기본적인 설계 및 추진 계획을 수립하고, 3단계에서는 조성계획의 자체평가를 통해, 4단계에서는 조성계획 수립을 완료하는 것이다. 세 번째 부분은 바이오매스 순환단지 조성 계획 수립을 위한 자료구축의 방법과 기준을 제시하고 있으며, 이와 관련한 바이오매스 이용기술, 바이오매스 제품·에너지의 수요처 파악의 방법, 바이오매스 순환단지 추진 모델 및 사업화 모델, 각종 연계 가능한 지원제도 등의 정보를 제공하고 있다.



<그림 11.8> 바이오매스 순환단지 상위 추진 계획의 구성

## 나. 바이오매스 순환단지 조성계획 수립

### (1) 1단계 : 바이오매스 순환단지 가능성 확인

#### (가) 상위 추진 계획의 구성

바이오매스 순환단지 조성계획의 추진을 위해서는 관련 행정 체계 및 사업계획의 검토가 필요하다. 이는 바이오매스 순환단지 추진 상의 의사결정과 상호 협의체계를 파악하는 기본적인 틀을 제공함과 동시에 지역단위 관련 산업을 바이오매스 순환단지 사업에 포괄함으로써 실효성 있는 바이오매스 순환단지 조성을 가능하게 한다.

#### (나) 바이오매스 순환단지의 목적, 효과, 과제를 명확화

바이오매스 순환단지 조성 계획의 수립을 위해서는 “바이오매스 순환단지는 무엇을 위해 추진하고 있는지?”, “바이오매스 순환단지를 통해 무엇이 어떻게 변화하고 누가 어떤 효과를 얻을 수 있는지?”, 그리고 그 실현까지는 “어떠한 과제를 극복 해 나갈 필요가 있는지?” 등 그 형성 과정을 명확히 해야 한다. 특히 바이오매스 순환단지 조성에 따른 지역 행정, 농림수산업 관계자, 시민, 기업 등 각 관계 주체에게 어떤 효과를 얻을 수 있는지, 정리해 둘 필요가 있다. 바이오매스 순환단지 조성 계획의 수립에서 참가자가 기대할 수 있는 내용을 얼마나 제공 할 수 있을지는 바이오매스 순환단지 추진의 실효성을 좌우하는 중요한 요인이다.

(표 11.3) 바이오매스 순환단지 조성의 목적

목 적	내용
지구온난화방지	- 탄소중립의 특성을 가지는 바이오매스 이활용을 통해서 화석연료의 사용을 억제하고 지구온난화를 방지
순환형사회의형성	- 폐기물의 발생을 억제하고, 유한한 자원을 유효하게 활용하는데, 순환형사회로 이행하는 것이 필요
전략적 산업의 육성	- 바이오매스의 순환이 신에너지, 신소재, 공업원료, 비료, 사료로 활용, 신기술, 노하우를 활용하는 새로운 환경조화형 산업의 창출
농산어촌의활성화	- 바이오매스이활용을 위한 조직을 추진하는 것으로 농업, 농촌사회의 활성화를 위한 새로운 가능성을 탐색

#### (다) 바이오매스 순환단지 추진 가능성 확인

실효성 있는 바이오매스 순환단지 조성을 위해서는 사전에 바이오매스 순환단지 추진의 가능성 여부를 판단해볼 필요가 있다. 바이오매스 순환단지의 추진은 지역단위(시/군)로 추진하므로 지자체장의 의지와 의사결정이 매우 중요하며, 이를 위해 지금까지의 논의단계에서 바이오매스 순환단지의 목적, 효과, 과제를 검토한 결과로 “바이오매스 순환단지 추진여부의 의사 결정이 가능한가?”, “지자체장의 의사결정을 위한 충분한 자료가 있는가?”를 검토하여야 한다. 이러한 검토가 완료되면 바이오매스 순환단지 조성 사업 계획 수립을 위한 다음 단계로 넘어간다.

(표 11.4) 바이오매스 순환단지 추진 여부 진단

항목	진단내용
목적, 의의 등의 명확성	바이오매스 순환단지는 무엇을 위해 추진하는지가 명확하게 되어 있는가?
행정, 지역, 시민의 효과	바이오매스 순환단지를 추진하면 얻을 수 있는 효과가 구체적으로 정리되어 있는가?
지역 전체 목표 및 비전	지역 전체를 포괄하는 차원에서 지향 할 목표를 설정하고 도시화 할 수 있는가?
합의형성 및 사업성	계획수립을 위해 넘어야 할 과제는 명확하게 정리가 되어 있는가?
추진조직체	상호 협의 및 검토의 장을 준비 할 수 있는가?
주안점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스 활용 사업은 경제성이 낮기 때문에 “ 바이오매스 순환단지의 추진은 예산낭비이고, 의미가 없는 사업이다” 라는 생각을 넘어서야 한다.</li> <li>- 바이오매스 순환단지 추진과정에서 지역의 과제를 명확히 하고, 장래 인구성장과 지역산업이 어떻게 발전 할 것인지 등 지역의 미래상을 그려, 이상과 현실의 차이를 검토하는 가운데 바이오매스 순환단지 실현을 위해 바이오매스를 어떻게 활용할 것인가를 생각해야 한다. 이러한 검토과정은 지역의 다양한 과제를 해결하는 “계기”가 되고, 결과적으로 당초의 목표를 달성하고 실현까지의 과정을 상호 협력적으로 이끄는 것이 중요하다.</li> <li>- 바이오매스 활용의 실현은 정부와 일부기업 또는 시민이 달성할 수는 없다. 따라서 지역사회 전체가 미래의 지속가능한 사회의 형성을 준비하고 비전을 창출하고, 각각 어떤 역할을 완수 할 것인가를 구체화 할 수 있어야 한다.</li> </ul>

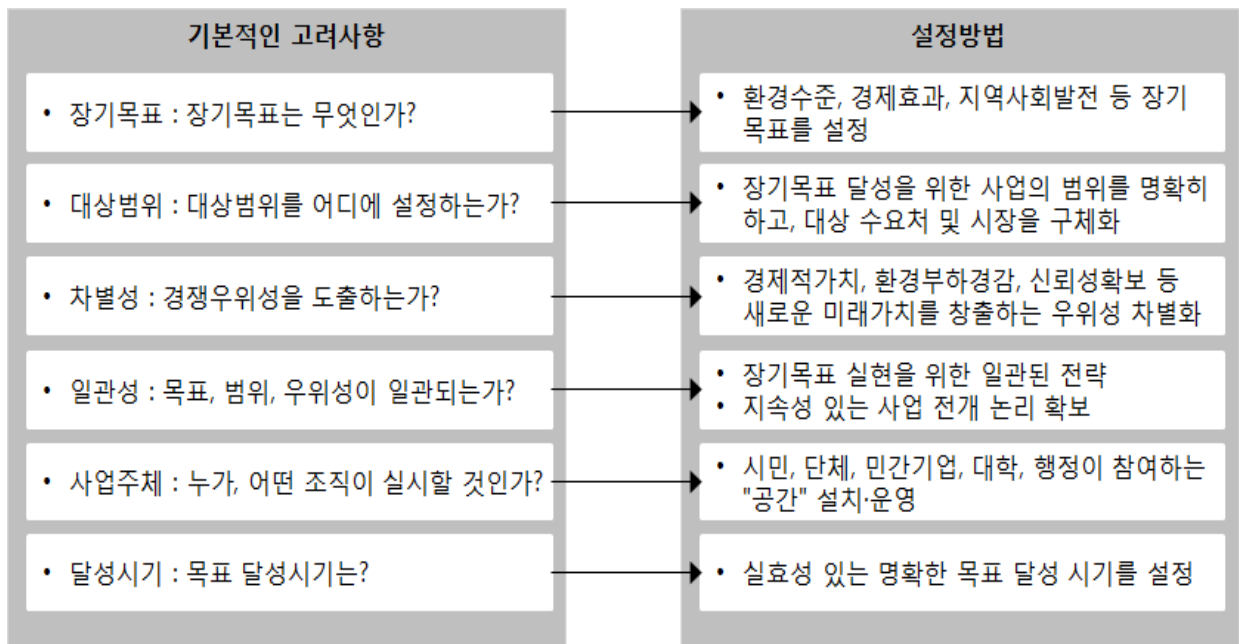
## (2) 2단계 : 바이오매스 순환단지 설계 및 계획 수립

### (가) 바이오매스 순환단지 조성의 기본 개념 확립

실효성 있는 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립을 위해서는 행정 담당자의 생각과 의지가 확고해야 하며, 농업·농촌 활력화의 개념과 철학이 일관되고, 그에 따라 사업 전개가 이루어지는 등 사업을 성공으로 이끄는 기본적인 생각·원칙이 있어야 한다. 여기에서는 1단계에서 검토한 내용을 고려하면서 조성 계획 수립에 임하는 생각을 미리 명확하게 해 두어야 할 기본 개념을 보여준다.

먼저 바이오매스 순환단지 조성의 기본적인 고려사항은 장기목표, 대상사업범위, 차별성, 일관성, 사업주체, 당성시기를 명확하고 구체화 하는 것이다. 장기목표는 지역의 환경수준향상, 경제적효과, 지역사회발전 등을 장기목표로 설정할 수 있으며, 대상사업범위는 장기목표 달성

에 부합할 수 있는 사업으로 명확히 하고 해당 사업의 수요처 및 시장을 구체화함으로써 대상 사업의 범위를 설정할 수 있다. 차별성이란 바이오매스 순환단지 조성을 통해 얻을 수 있는 지역이 가지는 경쟁우위성으로서 반드시 경제적 효과에만 국한하지 않으며 지역의 환경부하경감, 신뢰성확보 등 지역의 경쟁우위성을 확보할 수 있는 새로운 미래가치를 창출하는 방향으로 설정한다. 일관성은 바이오매스 순환단지 조성사업의 지속성을 이끌어내는 추진력으로서 장기목표 달성을 위한 일관된 전략 설정이 요구되며, 이와 함께 지속성 있는 사업전개를 위해 일관된 논리체계의 확보가 필요하다.



<그림 11.9> 바이오매스 순환단지 조성계획 수립의 기본적인 고려 사항 및 설정 방법

### (나) 바이오매스 순환단지 조성 계획 수립 체계 확립

바이오매스 순환단지 조성 사업은 다양한 분야와 관련자들이 참여해야하기 때문에 추진 체제의 마련이 먼저 선행되어야 한다. 행정중심의 추진 체제는 실효성 있는 사업추진에 어려움이 있으며 주민, 지역단체, 민간기업의 참여는 사업화 가능성을 높이고, 사업의 실효성을 향상시킬 수 있는 좋은 방안이다. 사업체제의 사례로는 협의회 추진형, 행정 주도형, 민간 제안형이 있으며, 이러한 사례들은 지역의 특성, 사업의 목표, 대상사업 범위에 따라 다양한 장단점을 지닌다. 따라서 지역의 특성, 사업의 목표, 대상사업 범위 등을 고려하여 효율적인 방안을 마련할 필요가 있다.

또한 바이오매스 순환단지 조성 계획의 수립에서 사업을 구체화하는 데는 다양한 기술적 과제들을 해결 해 나아가야하며, 이를 위해서는 바이오매스 관련 전문가를 육성하는 체계도 요구된다. 따라서, 바이오매스에 관한 기술과 사회 시스템 등에 대한 폭넓은 관심을 가지고 외부의 도움을 활용하면서 바이오매스 순환단지 조성 계획 수립을 위한 인적, 물적 네트워크를 구성할 수 있는 추진 인력의 구성이 매우 중요하다. 또한 연구 개발에 대학, 연구 기관, 기술 개

발자, 컨설턴트 등 외부와의 제휴도 필요한 경우가 있으며, 이러한 광범위한 영역의 인재를 포괄 할 수 있는 인재를 확보하는 것도 필요하다. 바이오매스 순환단지 조성을 위한 지속적인 노력을 위해 지역 내외의 다양한 인력이 참여할 수 있는 "공간"도 요구된다.

(표 11.5) 바이오매스 순환단지 조성계획 추진체계 사례

사례	추진 체계
협의회 추진형	협의회설치 → 지자체에 제안(의견과약) → 계획안 작성(행정) → 의견과약(협의회/전문가) → 계획수립
행정 주도형	계획안 작성(행정) → 의견과약(전문가) → 계획수립
민간 제안형	민간단체 등 제안 → 민간위원회 설치 → 계획안 작성(민간위원회) → 의견과약(전문가) → 계획수립

(다) 필요한 정보의 수집

바이오매스 순환단지 조성 계획 수립을 위해서는 필요한 기초 자료 및 정보를 수집하여야 한다. 이를 위해 바이오매스 순환단지 조성을 위해 요구되는 자료, 추가 조사의 필요성에 대한 세심한 검토가 이루어져야 한다. 주요 자료정보로는 다음과 같은 것이 있다.

(표 11.6) 바이오매스 순환단지 조성 계획 수립을 위한 주요 자료 내용

구분	정보의 내용	조사방법		비고
		기존자료	신규자료	
지역정보	경제적 특성	○		- 조사시기를 결정 - 기존자료에서 얻을 수 없는 자료는 설문 또는 청취 조사 등을 실시하여 조사
	사회적 특성	○		
	지리적 특성	○		
	행정구역 특성	○		
바이오매스 부존량	부존량	○	○	
	이용현황	○	○	
	발생원(시설, 지역)	○	○	
바이오매스 종류별 전환기술 및 방법	대상 변환기술	○		
	제품, 에너지 부산물의 이용방법	○		
바이오매스 종류별 전환기술 및 방법	대상 바이오매스의 이용사례	○		
	선진사례		○	
지원제도 등	국가 지원제도	○		
	기타 재원확보방법		○	

### (3) 3단계 : 바이오매스 순환단지 조성계획의 검토

#### (가) 조성계획의 확인

##### ① 지역현황

바이오매스 순환단지 조성 계획은 먼저 해당 지역을 알고 지역의 도전과 조성 계획에 필요한 지역 정보를 파악하는 것이 필요합니다. 바이오매스 활용 계획의 작성과 최종 계획 수립에서는 무엇이 필요한지를 충분히 이해하기 위해 지역 현황 및 정보의 파악이 중요하다. 따라서 지역현황 자료를 구축할 때에는 바이오매스 순환단지 조성을 통해 어떻게 해당 지역의 과제를 해결하고, 지역산업과 연계할 것인지를 파악할 수 있도록 작성하여야 한다.

(표 11.7) 지역현황 자료검토 내용

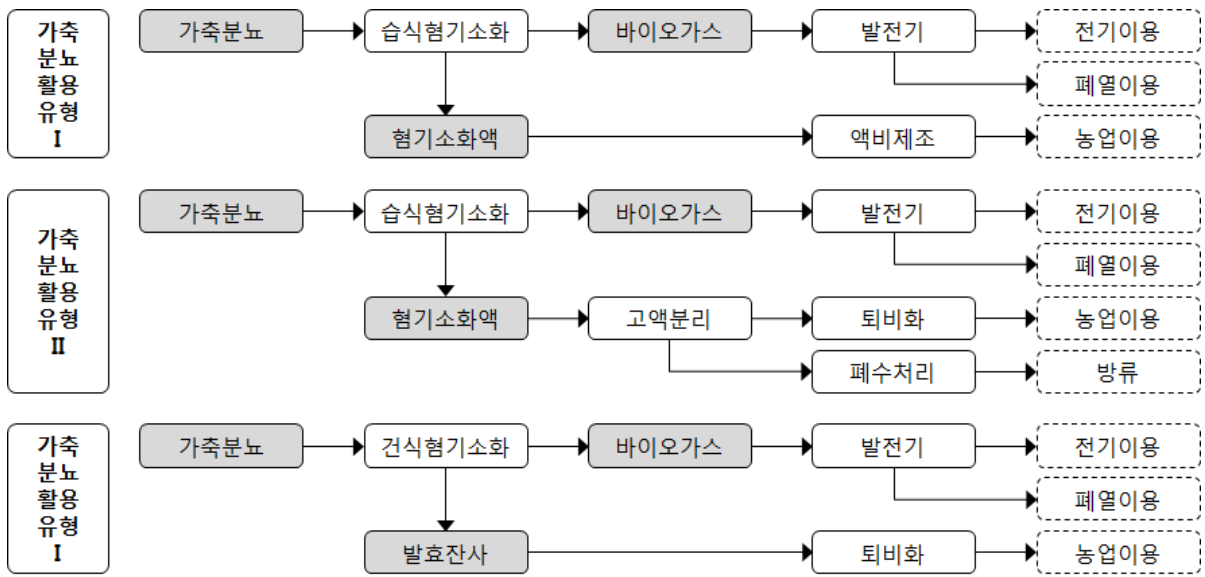
항목	내용
지리적 조건	위치, 행정구역 면적, 지형적 조건, 기후 조건 등
사회적 조건	인구, 산업별 인구, 교통 등에 관한 현황 및 미래 예측, 지역의 역사 문화 등
산업적 조건	연간 판매액(1차, 2차, 3차 산업별). 지역산업의 역사와 미래계획(농림수산업 등의 계획), 지역개발 방침 등,
지역개발 여건	종합계획, 지역진흥계획 등
지역과제 여건	시민생활의 향상 부문, 농업인의 삶의 질 향상 부문, 산업동향 부문(농림수산업의 발전 과제, 신산업 및 고용창출 과제 등), 환경에너지 부문(물환경, 토양환경, 재해예방 등 관련 과제)

##### ② 바이오매스 부존량

바이오매스 순환단지에서는 도입 가능한 바이오매스 활용 방안 검토를 실시한다. 따라서 실현성이 높은 도입모델을 구축하고 실행단계에서 사업화 가능성을 향상시키기 위해 먼저 바이오매스 자원의 부존량 및 이용 상황, 수요처 등을 파악해야한다. 이를 위해 바이오매스의 종류별 부존량을 추정하고, 이용현황을 조사·분석하여 자료를 제시한다.

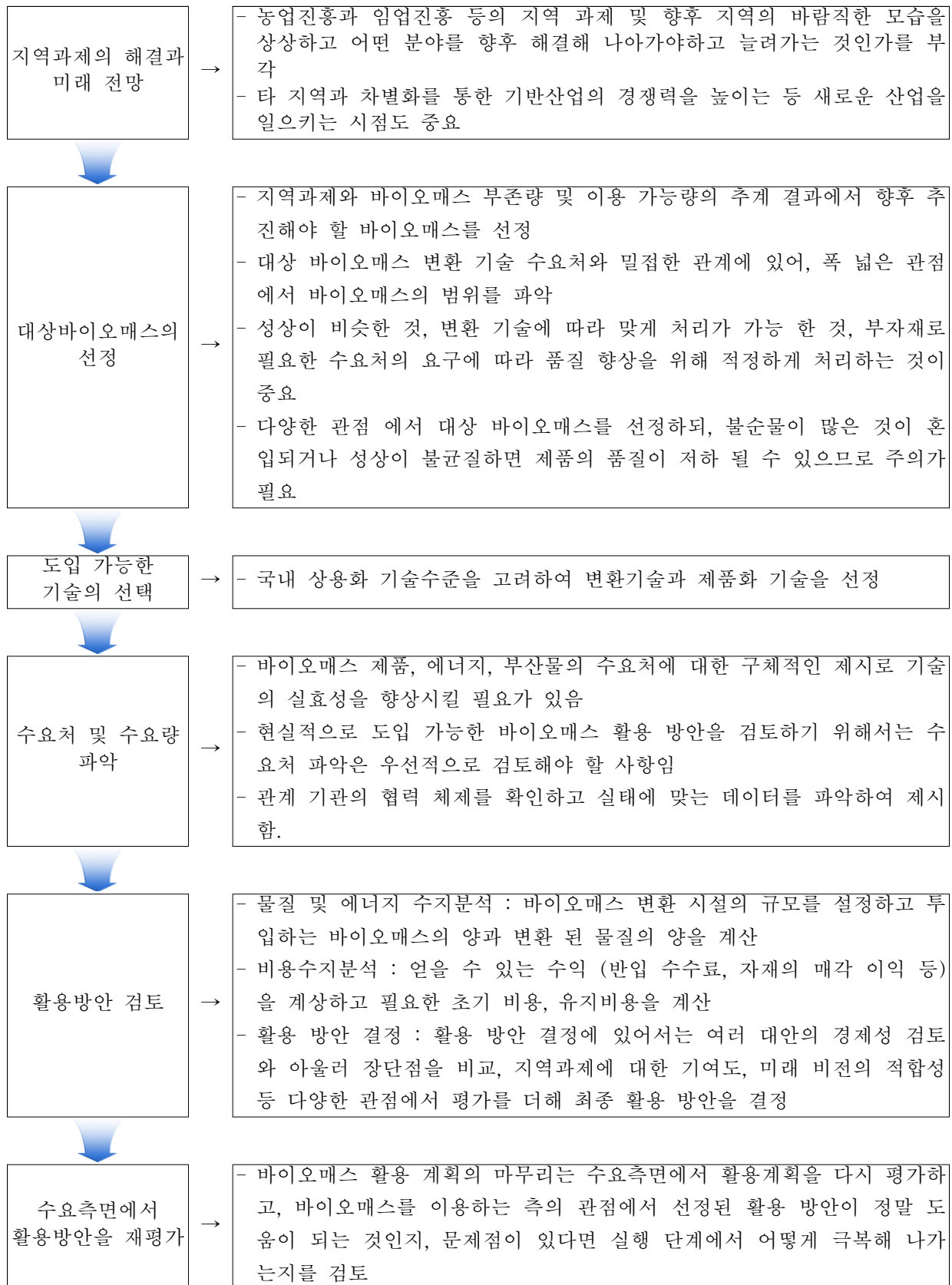
##### ③ 바이오매스 활용 방법

바이오매스 순환단지를 추진하려면 지역에서 어떠한 바이오매스를 활용하고 어떠한 기술을 도입할지를 명확히 하고 선정한 바이오매스에 대한 수집방법, 도입기술의 상용화 기술수준, 생산 제품 및 부산물의 수요처에 대한 검토가 이루어져야 한다.



<그림 11.10> 가축분뇨 활용 사례





<그림 11.11> 바이오매스 활용 방법의 검토 방법

#### ④ 장기목표

장기목표와 관련하여 바이오매스 사업은 수익성 있는 사업 계획 수립에는 어려움이 있으며, 실효성 있는 사업계획 수립을 위해서는 그 목표를 어디에 설정하고 자리 매김 하느냐가 중요하다. 지역이 지향하는 미래상(장기 목표)과의 바이오매스 순환단지 간의 연결지점이 명확하게 하고, 다소 시간이 걸리더라도 참여 관계자들이 목표를 공유하고 점차 구체화 할 수 있는 계획의 수립이 중요하다.

#### ⑤ 바이오매스 활용 달성 목표

여기서 말하는 달성 목표는 바이오매스의 새로운 이용 방안의 도입에 의한 양적 목표를 의미한다. 예를 들어, 바이오매스의 사용량 확대(탄소환산량 기준) 등이 있다.

### (4) 4단계 : 바이오매스 순환단지 조성계획 확립

#### (가) 바이오매스 순환단지 조성 계획 정리

바이오매스 순환단지 조성 계획은 3단계의 기초적인 검토를 통해 도출하며, 최종적으로 보고서의 정리와 함께 관계자와의 합의 형성을 거쳐 공식적인 계획 확정에 들어간다.

#### (나) 관계자간의 합의 형성

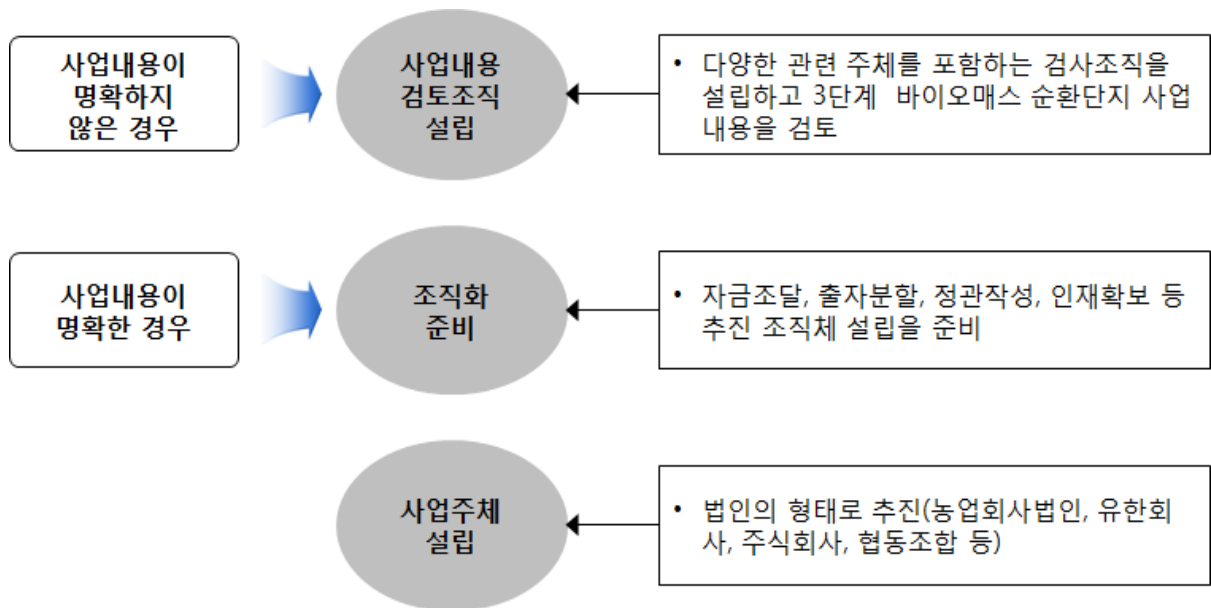
바이오매스 순환단지 조성 계획은 관계자와 합의 형성을 도모하면서 정리한다. 조성 계획의 수립은 각 단계마다 관계자와의 합의를 도모하고, 궁극적으로는 행정 및 시민 등 관계자의 의견을 수렴하여 결정한다.

#### (다) 중점사업과 진행 방식

바이오매스 순환단지 조성 계획은 향후 실현과정에서 필요한 중점사업의 진행을 위한 기초적인 방식을 포함하여야 한다. 바이오매스 활용 방안을 실현시키기 위해서는 도입 기술의 기술적 성숙도, 시장의 안정성, 원료의 저비용화 등 다양한 과제가 남아 있다. 따라서 기술의 성숙도 및 시스템 구축 수준에 대응하는 중점 바이오매스 활용 사업의 진행 방식에 대한 기초 검토가 필요하다. 또한 이러한 검토 과정에서 핵심사업 주체가 명확하게 되어 있지 않은 경우는 사업주체의 조직화도 필요한 과제이다.

#### (라) 추진 조직체 구성 및 공정계획의 수립

수립한 바이오매스 순환단지 사업내용이 명확해진 경우, 그 내용에 부응하는 조직의 형성이 필요하다. 사업내용이 아직 명확하게 정해지지 않은 경우에는 사업형성에 필요한 원료 조달, 도입 기술, 유통 판매 등에 관계하는 지역의 다양한 주체가 참여하는 검토조직을 출범하여 사업화 검토를 진행할 수 있다. 그러한 과정에서 사업의욕을 가진 주체가 중심이 되어 추진 조직을 준비할 수 있다. 추진 조직체가 설립되면 바이오매스 순환단지의 조성의 공정 계획 최종적으로 협의하여 확정한다.



<그림 11.12> 추진 조직체의 조직화 방법

#### 다. 통계자료의 구축 등

##### (1) 바이오매스 부존량의 파악

##### (가) 폐기물계 바이오매스

###### ① 통계 대상 폐기물계 바이오매스

폐기물계 바이오매스의 통계작성 체계는 (표 11.8)과 같다.

###### ② 폐기물계 바이오매스의 부존량 산출

폐기물계 바이오매스는 “폐기물관리법”의 관리대상인 가정이나 사업장에서 발생하는 유기성의 폐기물과 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”의 관리대상인 가축분뇨가 여기에 포함된다. 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립에서 대상으로 하는 폐기물계 바이오매스는 음식물류 폐기물,오니류, 폐식용유, 목재, 종이, 폐목재, 폐지, 동식물성 잔재물이다. 여기서 음식물류 폐기물은 종량제봉투에 다른 폐기물과 혼합되어 배출하는 경우와 재활용을 위해 분리 배출하는 경우가 있으며, 일반적으로 종량제 봉투로 배출하는 음식물류 폐기물은 매립지에서 매립처분하는 경우가 대부분이며, 재활용 분리 배출하는 음식물류 폐기물은 음식물쓰레기 처리시설에서 재활용되거나, 소각 처분된다. 오니류의 경우 하수처리장에서 하수처리 후 발생하는 농축슬러지는 하수처리장에 설치·운전 중인 혐기성 소화시설 등에 의해 처리되고, 최종으로 발생하는 슬러지는 매립, 소각, 재활용 처리되고 있다. 바이오매스 순환단지에서 대상으로 하는 오니류는 하수처리장 외로 배출되는 최종 슬러지를 대상으로 하고 있다. 폐식용유는 가정생활계, 사업장 생활계, 사업장 배출시설계에서 모두 발생하고 있으며, 대부분 재활용 처리되고 있으며, 목재와 종이는 생활폐기물(가정생활계와 사업장생활계)로 발생하는 나무와 가구류로서 종량제봉투에 다른 폐기물과 혼합되어 배출하는 경우와 재활용을 위해 분리 배출하는 경우가 있다.

(표 11.8) 통계대상 폐기물계 바이오매스

폐기물계바이오매스	특징
음식물쓰레기(계)	가정생활계 및 사업장생활계에서 배출되는 음식물류 폐기물
- 종량제 봉투배출	종량제에 따라 종량제 봉투로 혼합 배출되는 음식물류 폐기물
- 재활용 분리배출	음식물류 폐기물 분리배출지역에서 분리 배출되는 음식물류 폐기물
가축분뇨(계)	젓소, 한우, 양돈, 닭·오리의 분뇨로서 사육두수에 배출원단위를 곱하여 산출 (톱밥돈사, 톱밥우사 등 사육시설에 이용되는 톱밥, 왕겨 등의 사용량 제외)
- 젓소분뇨	젓소의 사육과정에서 발생하는 분, 뇨, 세척수의 혼합배출물
- 한우분뇨	한우·육우의 사육과정에서 발생하는 분, 뇨의 혼합 배출물
- 양돈분뇨	돼지의 사육과정에서 발생하는 분, 뇨, 세척수의 혼합배출물
- 닭오리	닭·오리의 사육과정에서 발생하는 분, 뇨 혼합 배출물
오니	하수, 분뇨, 정수, 공정, 폐수처리에서 발생하는 최종 슬러지
- 하수처리오니	하수처리장에서 발생하는 탈수케이크
- 분뇨슬러지	분뇨처리장에서 발생하는 탈수케이크
- 정수처리오니	정수처리과정에서 발생하는 탈수케이크
- 공정오니	사업장 제조공정 등에서 발생하는 탈수케이크
- 폐수처리오니	사업장 폐수처리시설에서 발생하는 탈수케이크
폐식용유	생활계, 사업장생활계, 사업장배출시설계에서 발생하는 폐식용유
- 가정생활계	가정에서 발생하는 폐식용유
- 사업장생활계	식당 등 사업장에서 발생하는 폐식용유
- 사업장배출시설계	식품공장 등 사업장에서 발생하는 폐식용유
목재	생활계, 사업장생활계에서 배출되는 나무류 및 가구류
- 종량제 봉투배출	종량제에 따라 종량제 봉투로 혼합 배출되는 음식물류 나무류
- 재활용 분리배출	재활용가능자원으로 분리 배출되는 가구류
종이	생활계, 사업장생활계에서 배출되는 종이류
- 종량제 봉투배출	종량제에 따라 종량제 봉투로 혼합 배출되는 종이류
- 재활용 분리배출	재활용가능자원으로 분리 배출되는 종이류
폐목재	사업장배출시설계, 건설폐기물로 배출되는 폐목재
- 사업장배출시설계	목재가공장 등 사업장배출시설계에서 배출되는 폐목재
- 건설폐기물	건설현장에서 발생하는 폐목재
폐지	사업장배출시설계에서 배출되는 폐지
- 사업장배출시설계	펄프공장 등 사업장배출시설계에서 배출되는 폐지
동식물성 잔재물	사업장배출시설계에서 발생하는 잔재물
- 사업장배출시설계	도축가공장, 식품공장 등 사업장배출시설계에서 발생하는 잔재물

폐목재와 폐지는 사업장 배출시설계에서 발생하는 폐기물이다. 바이오매스 순환단지에서 대상으로 하는 폐기물계 바이오매스는 통계 자료 조사·분석상 편의성을 도모하기 위하여 “전국 폐기물 발생 및 처리현황” 통계체계와 호환되도록 통계체계를 작성하였다

(표 11.9) 폐기물계 바이오매스의 통계량 조사 및 산출

폐기물계 바이오매스	통계원	발생량
음식물 쓰레기	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부) 전국음식물류폐기물처리현황(환경부)	음식물채소류, 음식물류 발생량
가축분뇨	가축분뇨처리통계(환경부) 유기성폐자원에너지활용시설현황(환경부)	사육두수×발생원단위(젓소 37.7kg/두/일, 한우 13.7kg/두/일, 돼지 5.1kg/두/일, 닭오리 0.12kg/두/일)
오니	하수도통계(환경부)	하수처리, 분뇨슬러지 발생량
	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부)	정수처리, 공정, 폐수처리 오니 발생량
폐식용유	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부)	가정생활계, 사업장생활계, 사업장배출시설계 발생량
목재	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부)	나무류, 가구류 발생량
종이	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부)	종량제 봉투배출, 재활용 분리배출 종이류 발생량
폐목재	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부) 고형연료생산량(한국환경공단)	사업장배출시설계, 건설폐기물폐목재류 발생량
폐지	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부)	사업장배출시설계 폐지 발생량
동식물성 잔재물	전국폐기물발생 및 처리현황(환경부)	사업장배출시설계 동물성잔재물 발생량

가축분뇨는 폐기물계 바이오매스이나 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”에서 관리하고 있으며, 다양한 가축종 중 주요한 4대 축종(젓소, 한우, 양돈, 닭·오리)를 대상으로 통계체계를 구축하였다. 가축분뇨는 아래 표와 같은 배출원단위(가축 1 마리당 일 분뇨 배출량)에 해당 시·군·읍·면의 사육두수를 곱하여 산출(연간 가축분뇨발생량 = 1 마리 당 일 분뇨 배출량 × 가축사육두수 × 365일)한다.

(표 11.10) 가축분뇨 배출원단위

축종별 (단위)	배출원단위			
	분	뇨	세정수	계
소.말 (L/두.일)	8.0	5.7	0	13.7
젓소 (L/두.일)	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지 (L/두.일)	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계 (L/1,000수.일)	124.7		124.7
	육계 (L/1,000수.일)	85.5		85.5

자료 : 가축분뇨 배출원단위 재산정 결과공지(환경부 수생태보전과, 2008)

(나) 이용계 바이오매스

① 통계 대상 미이용계 바이오매스

미이용계 바이오매스의 통계작성 체계는 다음과 같다.

(표 11.11) 통계 대상 미이용계 바이오매스

미이용계 바이오매스			특징
농산 바이오매스	미곡	벼짚	수확 후 논에서 발생하는 부산물
		왕겨	정미소 등에서 탈곡 후 발생하는 부산물
	잡곡	옥수수 줄기	알곡의 수확 후 발생하는 옥수수 줄기
	맥류	보릿짚	알곡의 수확 후 논에서 발생하는 부산물
	두류	콩 줄기	알곡의 수확 후 밭에서 발생하는 콩 줄기
		서류	고구마 줄기
	과채류	감자 줄기	감자 수확 후 밭에서 발생하는 감자 줄기
		수박 잔사	수박 작기가 끝난 후 발생하는 수박 잔사(잎, 줄기)
		오이 잔사	오이 작기가 끝난 후 발생하는 오이 잔사(잎, 줄기)
		호박 잔사	호박 작기가 끝난 후 발생하는 호박 잔사(잎, 줄기)
	토마토 줄기	토마토 잔사	토마토 작기가 끝난 후 발생하는 토마토 잔사(잎, 줄기)
		조미채소	고추 줄기
	특용작물	참깨 줄기	참깨 탈곡 후 발생하는 참깨 줄기
		들깨 줄기	들깨 탈곡 후 발생하는 들깨 줄기
	과실류	사과 전정지	사과 나무의 전정지
		포도 전정지	포도 나무의 전정지
		배 전정지	배 나무의 전정지
	임산바이오매스	임지잔재	숲(침엽수, 활엽수, 혼효림)에서 버려지는 자투리 나무, 원목(통나무), 잔가지, 잎사귀 등

② 미이용계 바이오매스의 부존량 산출

미이용계 바이오매스의 통계량 조사 및 산출은 다음과 같으며, 기존의 미이용계 바이오매스 통계관리체계가 부재한 만큼 현재로서는 기초통계자료를 기초로 하여 발생량을 산출하여야 한다. (표 11.12)는 미이용계 바이오매스의 발생계수를 나타낸다. 미이용계 바이오매스의 발생계수는 국내에서는 농촌진흥청에서 조사 보고된 자료가 있어, 이들 결과를 채용하였으며, 미국에서 발생하는 벚짚, 왕겨와 과수전정지에 관한 발생계수는 일본의 바이오매스아운 구상책정 매뉴얼에 보고된 자료를 채용하였다.

(표 11.12) 미이용계 바이오매스의 발생계수

미이용계 바이오매스			바이오매스발생계수		근거자료
			바이오매스비율 (%, 작물생산량 대비)	바이오매스 발생단위 (톤/ha)	
농산 바이오매스	미곡	벼짚	1.11	-	일본농림수산성. 2008. 바이오베스타운 구상책정매뉴얼
		왕겨	0.24	-	
	잡곡	옥수수 줄기	1.55	-	농촌진흥청. 2012. 농촌지역 바이오매스 자원의 순환활용기술 개발 보고서
	맥류	보릿짚	1.23	-	
	두류	콩 줄기	1.00	-	
		서류	고구마 줄기	0.85	
			감자 줄기	0.41	
	과채류	수박 잔사	0.46	-	
		오이 잔사	0.46	-	
		호박 잔사	0.46	-	
		토마토 줄기	0.46	-	
	조미채소	고추 줄기	1.98	-	
	특용작물	참깨 줄기	5.80	-	
		들깨 줄기	5.80	-	
	과실류	사과 전정지	-	4.933	농림수산성. 2008. 바이오베스타운 구상책정매뉴얼
포도 전정지		-	2.800		
배 전정지		-	4.700		

(표 11.13) 미이용계 바이오매스의 통계량 조사 및 산출

미이용계 바이오매스	통계원	발생량
농산 바이오매스	작물재배면적 : 농림축산식품통계연보 작물생산량 : 농림축산식품통계연보 벼짚이용량 : 단미보조사료편람(단미사료 협회)	바이오매스 발생비율을 이용한 산출기준 : 작물별 농산부산물 발생량 = 작물별 생산 량 × 바이오매스발생비율 부산물발생계수를 이용한 산출기준 : 작물 별 농산부산물 발생량 = 작물별 생산량 × 부산물발생계수
임산 바이오매스	임목축적량 : 임업통계연보	임지잔재량 = 임목축적량(m3) × 환산계수 (부피-중량, 톤/m3) × 5%(잠재량비율) 부피-중량 환산계수 : 1.64 톤/m3

(다) 바이오매스의 탄소환산량 및 에너지잠재량 산출

바이오매스의 탄소환산량 및 에너지잠재량 산출방법은 (표 11.14)와 같이 산출하였다. (표 11.15)의 폐기물계 바이오매스 특성 자료와 (표 11.16)의 미이용계 바이오매스 특성 자료를 이용하여 산출한다.

(표 11.14) 바이오매스의 탄소환산량 및 에너지잠재량 산출기준

구분	정의 및 산출방법	단위
발생량	정의 : 바이오매스의 원물 발생량	톤/년
함수율	정의 : 바이오매스의 원물 수분함량	%(w/w)
고위발열량	정의 : 바이오매스의 고위발열량(HHV)	kcal/kg
탄소함유율	정의 : 바이오매스의 건물 탄소함유량	%(w/w)
탄소환산 부존량	정의 : 바이오매스 원물의 탄소환산치 산출 : 발생량(톤/년) × [100-함수율(%)] ÷ 100 × 탄소함유율(%) ÷ 100	톤-C/년
에너지 부존량	정의 : 바이오매스 원물의 발열에너지양 산출 : 발생량(톤/년) × [100-함수율(%)] ÷ 100 × 고위발열량(kcal/kg) ÷ 1,000	Gcal/년



(표 11.15) 폐기물계 바이오매스의 특성

폐기물계 바이오매스	함수율 (%)	고위 발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율 (%)	근거자료
음식물쓰레기(계)	71.72	1,211.23	50.39	제4차(2011-2012)전국폐기물통계조사보고서 (환경부)
- 종량제 봉투배출	72.80	1,155.10	50.66	
- 재활용 분리배출	63.60	1,632.70	48.35	
가축분뇨(계)	88.34	3,990.16	41.73	가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정(농촌진흥청, 2009) 유기성 폐기물종합관리기술구축(국립환경과 학원, 2009)
- 젖소분뇨	90.60	3,847.00	41.06	
- 한우분뇨	87.12	3,847.00	41.06	
- 양돈분뇨	94.08	4,516.00	39.40	
- 닭오리	76.30	3,194.33	48.50	
오니	68.34	924.12	46.26	제4차(2011-2012)전국폐기물통계조사보고서 (환경부)
- 하수처리오니	77.30	633.33	45.66	
- 분뇨슬러지	77.30	633.33	45.66	
- 정수처리오니	83.27	375.00	41.43	
- 공정오니	68.03	700.67	42.46	
- 폐수처리오니	57.53	1,293.67	47.37	
폐식용유	1.43	9,180.00	73.05	
- 가정생활계	1.43	9,180.00	73.05	
- 사업장생활계	1.43	9,180.00	73.05	
- 사업장배출시설계	1.43	9,180.00	73.05	
목재	21.45	3,476.54	48.05	
- 종량제 봉투배출	20.90	3,495.20	48.14	
- 재활용 분리배출	23.00	3,424.00	47.80	
종이	16.62	3,202.33	44.67	
- 종량제 봉투배출	18.70	3,073.80	44.77	
- 재활용 분리배출	14.10	3,357.40	44.56	
폐목재	11.43	3,817.33	60.60	
- 사업장배출시설계	11.43	3,817.33	60.60	
- 건설폐기물	11.43	3,817.33	60.60	
폐지	43.40	2,814.33	42.52	
- 사업장배출시설계	43.40	2,814.33	42.52	
동식물성 잔재물	56.47	2,388.67	52.22	
- 사업장배출시설계	56.47	2,388.67	52.22	

(표 11.16) 미이용계 바이오매스의 특성

미이용계 바이오매스		함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율 (%)	근거자료
농산 바이오매스	미곡	51.52	3,759.78	41.70	자체분석자료
	벼짚	59.86	3,710.00	41.10	
	왕겨	12.97	3,990.00	44.50	
	잡곡	72.65	3,990.00	47.73	
	옥수수 줄기	72.65	3,990.00	47.73	
	맥류	59.86	3,710.00	41.10	
	보릿짚	59.86	3,710.00	41.10	
	두류	65.71	4,490.00	48.70	
	콩 줄기	65.71	4,490.00	48.70	
	서류	90.05	3,652.81	42.70	
	고구마 줄기	90.01	3,890.00	42.70	
	감자 줄기	90.08	3,510.00	42.70	
	과채류	70.54	4,014.46	44.91	
	수박 잔사	84.37	4,060.00	44.10	
	오이 잔사	43.11	3,920.00	45.00	
	호박 잔사	52.22	4,060.00	45.00	
	토마토 줄기	85.23	3,980.00	46.10	
	조미채소	79.72	4,480.00	48.30	
	고추 줄기	79.72	4,480.00	48.30	
	특용작물	15.38	4,182.34	47.55	
	참깨 줄기	15.38	4,110.00	46.90	
	들깨 줄기	15.38	4,210.00	47.80	
	과실류	33.28	4,677.70	50.53	
사과 전정지	32.88	4,687.50	50.40		
포도 전정지	47.20	4,790.00	52.10		
배 전정지	25.94	4,590.00	49.90		
임산 바이오매스	임지잔재	45.77	4,862.55	49.91	신재생에너지데이터센터 ( <a href="http://kredc.kier.re.kr/kier/">http://kredc.kier.re.kr/kier/</a> )
	침엽수	64.00	5,000.00	50.70	
	활엽수	25.00	4,706.00	49.00	
	혼효림	36.70	4,794.20	49.51	

## (2) 바이오매스 이용 기술

### (가) 적용기술범위

바이오매스 전환기술은 바이오매스의 발생 및 성장 특성에 따라 기술의 적용범위를 달리한다. 따라서 효율적인 바이오매스 전환기술의 도입을 위해서는 바이오매스 순환단지에서 이용하고자 하는 바이오매스의 특성에 따라 적절한 전환기술을 도입하여야 한다. (표 11.17)은 일반적인 바이오매스의 특성과 기술수준을 고려하여 바이오매스별 적용기술의 범위를 나타내고 있다. 따라서 바이오매스 전환기술의 적용 가능성은 기술 개발의 진척 상황과 지역의 상황, 부존 바이오매스의 성질과 상태 등을 고려하여 도입기술을 검토한다.

(표 11.17) 바이오매스별 적용기술 범위

구분		가축분뇨	슬러지류	음식물류 폐기물	폐식용유	목질계 (임지잔재, 과수 전정지, 폐목재 등)	초본계 (벼짚, 왕겨 등)	자원식물 (유채, 옥수수, 감자 등)
물질 이용	퇴비화	●	●	●	●	●	●	
	사료화			●		○	●	●
	목질소재화					●		
	바이오플라스틱화			○				
에너지 이용	열화학적 변환	직접연소				●	●	
		가스화				●	●	
		탄화	●	●	●		●	●
		고형 연료화			●		●	●
		액화 (매탄올화)					●	●
		바이오 디젤				●		
	생물 화학적 변환	바이오 가스화 (매탄발효)	●	●	●			●
에탄올화				○		○	○	●

● : 적용 가능한 기술, ○: 기술개발에 따라서 상용화가 가능한 기술

## (나) 물질자원화 기술

### ① 퇴비화

퇴비화 기술은 미생물의 호기성 호흡과정을 이용하여 분해가 쉬운 유기물을 분해가 어려운 안정한 상태의 물질로 전환하는 기술이다. 이렇게 안정화된 유기물은 농지의 토양개량제 등으로 사용하며, 가축분뇨가 주로 이용되고 있다. 가축분뇨 외에도 음식물류 폐기물과 전정가지 등의 바이오매스 자원에 대해서도 퇴비화 기술을 적용 할 수 있다. 가축분뇨는 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”에 따라 적정한 관리가 의무화되어 전국적으로 가축분뇨 퇴비화가 진행되고 있다.

### ② 사료화

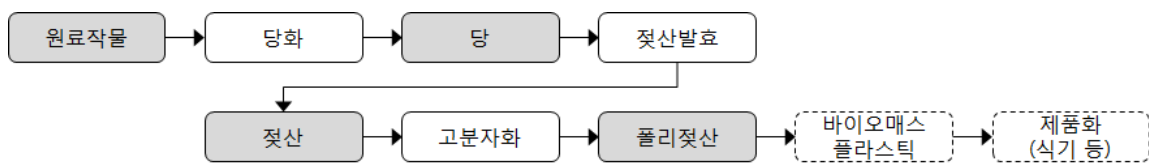
식품의 제조·가공, 조리·유통·소비 단계에서 발생하는 음식물류 폐기물을 발효, 건조, 액상화 등의 가공을 거쳐 가축의 사료로 이용하는 것이다. 가축 급여시 균일한 영양성분을 공급하기 위해서는 가능한 한 균질한 원료를 사용하는 것이 중요하다. 또한 사료로서의 안전성을 확보하기 위하여 이물질의 분리공정과 살균처리 공정이 포함되어 있으며, 축산 농가에서는 가공 처리 된 음식물 사료와 필요에 따라 시판 사료 등을 병용하여 영양가 등을 고려하여 사용하고 있다.

### ③ 목질소재화

목재산업에서는 간벌재 등을 이용하여 합판, 집성재, 섬유판, 파티클 보드 등 목질 재료를 제조하고 있다. 이러한 목재 가공 기업이 주변에 입지하고 있는 지역에서는 목질소재화를 통해 목질계 바이오매스를 이용할 수 있다.

### ④ 바이오플라스틱

작물에서 포도당 등의 다양한 단당류를 추출하여 젖산 발효시킨 후 폴리유산을 생산하는 등 바이오매스로부터 플라스틱을 제조하는 기술이다. 앞으로 휴경지 등에서 전분과 당분을 많이 포함한 자원식물을 재배하고 이러한 자원식물을 원료로 바이오플라스틱을 생산할 수 있다. 그러나 생산비용이 높아 아직까지 상용화 수준의 생산은 이루어지고 있지 않다.



<그림 11.13> 바이오플라스틱 생산과정

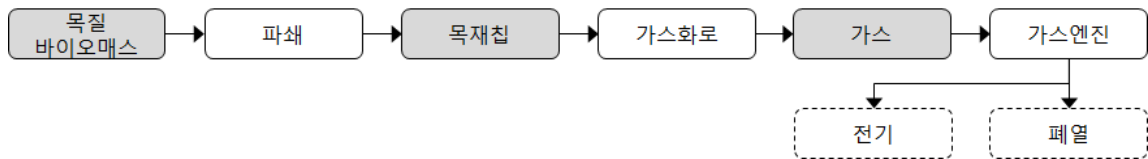
## (다) 에너지자원화 기술

### ① 직접연소

바이오매스를 직접연소하여 연료로 이용하는 방법이다. 특히 목질 바이오매스는 옛 부터 장작, 목탄 등의 연료로 이용되어 왔다. 또한 제재소 등에서는 공장에서 발생 하는 부산물을 연료로 목재 건조에 이용하는 사례도 많다. 최근에는 칩 과 펠릿 등으로 가공 한 후 보일러의 연료로서 이용하는 움직임이 활발하게 진행되고 있으며, 장작 난로 등을 직접 이용하는 것 외에 목재 펠릿이나 칩을 이용하는 펠릿 난로, 펠릿 보일러, 칩 보일러 등이 보급되고 있다. 또한 발전소 등에서는 기존 화석연료와 함께 목질계 연료를 함께 연소 이용하는 사례도 있다.

## ② 가스화

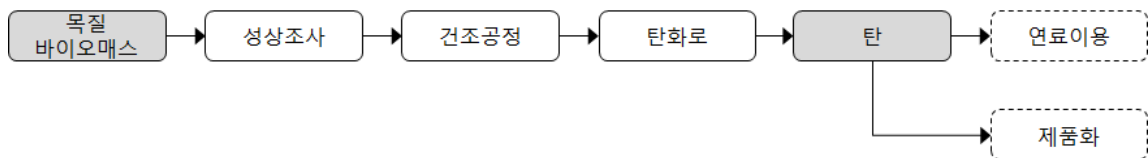
바이오매스를 가스화하여 기체연료를 가스 엔진이나 가스 터빈 발전기에 공급하여 발전 및 열공급에 이용하는 기술이다. 가스화는 직접연소에 비해 시스템적으로는 복잡하지만 발전효율 등은 직접연소에 비해 유리하다. 따라서 규모는 작으나 일정 이상의 효율을 얻을 수 있기 때문에 소규모 제재소나 바이오매스가 소량으로 발생하는 지역에서의 목재 활용의 수단으로 기대할 수 있다. 가스화의 한 기술로 바이오매스를 열분해하여 발생한 열분해 가스를 개질반응로에 투입하여 1,000 ℃의 수증기를 투입으로 CO와 H<sub>2</sub>를 주성분으로 하는 개질 가스를 생성할 수 있다. 이 개질 가스를 정제하면 수소 가스를 제조할 수 있다.



<그림 11.14> 가스화 공정

## ③ 탄화

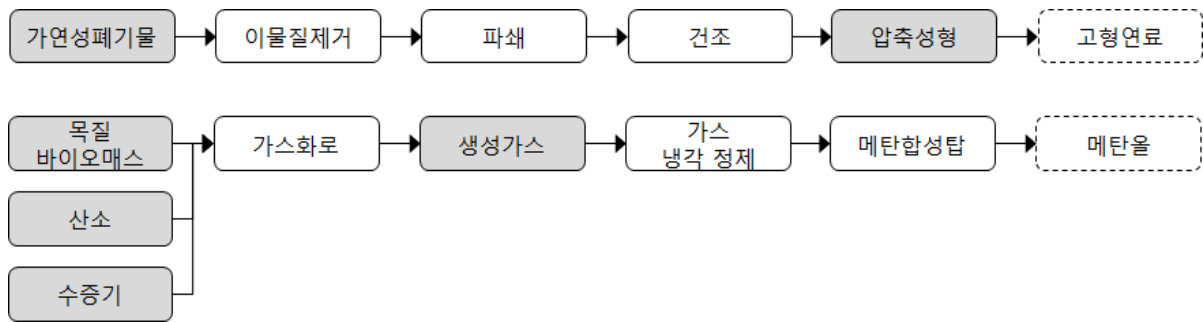
목재 등의 바이오매스를 환원상태에서 열분해 탄화시키는 기술이다. 기존의 숯가마의 대체 기술로서 외부열 스크류로 열식 로터리 킬른로, 내열식 로터리 킬른로 등이 있다. 탄화물은 석탄의 대체 연료로서의 이용이 가능하고, 이 외에도 숯 제품으로서 이용도 생각할 수 있다. 그러나 탄화물의 품질은 투입하는 바이오매스의 종류와 성상에 따라 크게 좌우되기 때문에 적절한 원료의 조달이 필요하다.



<그림 11.15> 탄화 공정

## ④ 고품연료화

가연성 유기성 폐기물을 분쇄·건조 후 압축·성형하여 고체연료를 제조하는 기술이다. 폐기물 중 폐플라스틱, 폐타이어 등을 이용하는 SRF(Solid refuse fuel)과 폐목재, 폐지 등을 이용하는 Bio-SRF(Bio-solid refuse fuel)이 있다. 폐기물을 원료로 조달 할 경우 처리비용을 수익으로 얻을 수 있어 사업화 사례가 많다.



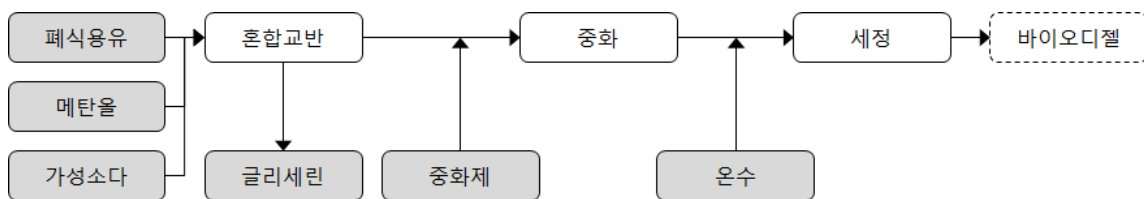
<그림 11.16> 고정연료화 공정

⑤ 액화

목질계 바이오매스를 상압에서 가스화하여 얻어진 가스를 메탄올 합성 반응기에서 메탄올을 합성하여 생산하는 기술이다.

⑥ 바이오디젤 연료화

식물성 기름과 폐식용유를 에너지화 하는 기법의 하나로, 불순물을 제거, 전처리한 폐식용유에 10-20 %의 메탄올과 가성소다(촉매)를 첨가하여 혼합·교반·가열 한 후 지방산 에스테르 교환 반응을 일으킨다. 생성물은 분리하여 점성이나 인화점이 낮은 메틸 에스테르를 얻고 경유 대체 연료로 사용할 수 있습니다. 반응조작이 용이하고 소규모 공장에서 가동 할 수 있기 때문에 지역단위에서 주민주도의 폐식용유 회수운동과 연계하여 실시하는 사례가 있다.



<그림 11.17> 바이오디젤 연료화 공정

⑦ 바이오가스화(메탄발효)

가축분뇨나 유기성 슬러지 등의 이용기술로서 메탄발효가 있으며, 습식 메탄발효기술과 건식 메탄발효기술이 있다. 습식 메탄발효기술은 액체 및 슬러리 상태의 유기성 폐기물을 혐기성 발효시키는 것이다. 우리나라에서 가축분뇨, 하수슬러지 등의 처리에 많이 이용되고 있는 기술로 메탄발효 후 발생하는 혐기소화액은 액비로 사용하거나 폐수처리하여 방류한다. 한편, 건식 메탄발효기술은 국내에서 실적은 적지만 함수율이 60~85% 수준의 바이오매스를 대상으로 하고 있으며, 혐기소화 후 소화물이 고형상태로 발생하기 때문에 폐수 처리가 불필요하거나 최소화 할 수 있는 장점이 있다. 음식물의 혐기소화에 이용되는 사례가 많으나 최근에는 종이 등 셀룰로오스계 폐기물에 대해서도 활용되고 있는 기술이다.

⑧ 에탄올화

바이오매스 유래 당류를 발효시켜 에탄올을 생산하는 기술로 휘발유 대체 연료 등으로 사용한다. 사탕수수 등의 당질 원료 외에도 옥수수 등의 전분질 원료는 발효에 의해 당화한 후 이를 발효하여 에탄올화 할 수 있다. 해외에서는 대규모로 상업생산이 진행되고 있으며, 국내

에서도 대규모 실증시험이 이루어지고 있다. 또한 볏짚이나 목재 등의 바이오매스로부터도 에탄올을 제조할 수 있지만, 이러한 셀룰로오스계 원료는 전분질 원료에 비해 발효에 의한 당화 기술 장벽이 높아 현재는 황산에 의한 당화가 이루어지고 있다. 그러나 황산법은 폐액 처리를 필요로 하는 등의 문제가 있다. 따라서 발효에 의한 셀룰로오스 당화기술의 저 비용화 등 셀룰로오스계 원료로부터의 에탄올 생산의 실용화를 위한 기술개발이 이루어지고 있다.

### (3) 바이오매스 제품·에너지 등의 수요처 파악

다음은 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처를 파악하는 방법을 보여준다. 바이오매스 제품 및 에너지의 경제적인 이용·유통·판매를 위해 사전에 유통 경로 및 사용처는 물론 제품으로 어떠한 품질기준이 요구되고 있는지 자세한 사항을 파악하는 것이 중요하다. 퇴비화나 사료화는 자재 단가에 비해 운송비용의 비중이 커지기 때문에 지역 내 또는 인근에 수요처를 확보하는 것이 일반적이다.

(표 11.18) 바이오매스 제품의 수요처 조사

바이오매스 제품	수요처 계획수립시 유의사항	필요자료
퇴비	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지역의 잠재적인 퇴비이용 가능량은 경지면적과 재배면적 통계 자료를 활용하고, 퇴비이용 가능량을 추정한다.</li> <li>○ 퇴비의 이용은 경종농가 등 이용자의 의향에 따라 가격과 요구하는 품질 수준이 상이하므로 농업생산단체나 경종농가와 협의하여 퇴비의 실제 이용가능량을 파악한다.</li> <li>○ 지역, 작물, 재배방법에 따라서 퇴비 시용량과 품질에 차이를 보이므로 지역의 실정에 대응하는 퇴비량 산출이 필요하다.</li> <li>○ 퇴비는 운반·살포에 전용 기기가 요구되는 경우가 있으며, 계절에 따라 수요량에 차이를 보이므로 살포시기까지의 퇴비 보관장소를 마련하거나 보관 방안을 파악하여야 한다.</li> </ul>	경지면적 재배면적 작물별 퇴비시용기준 경종농가 등에 청취조사
사료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지역의 잠재적인 사용 가능량은 가축통계 등을 활용하여 가축사육 두수를 파악하고 사료 급여량을 추정한다.</li> <li>○ 축산농가에서 요구하는 사료의 품질, 량, 가격에 대하여 청취조사하고 실제 이용 가능량을 파악한다.</li> </ul>	가축사육두수 축산농가 청취조사
목질소재	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오매스의 운반이 가능한 거리에 집성재나 보드공장이 있는 경우에 가능하다.</li> <li>○ 필요한 목재의 성상, 운반조건, 운임, 구매가격 등에 대하여 청취조사하고 이용가능량을 파악한다.</li> </ul>	목재가공장 청취조사
바이오 플라스틱	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오플라스틱의 이용용도가 다양하므로 대표적인 제품 리스트를 구축하여 공공시설, 소매점 등에서 바이오플라스틱 제품 판매에 관한 의향 등을 청취조사하여 수량을 파악한다.</li> </ul>	바이오플라스틱 수요 의향 조사

(표 11.19) 바이오에너지의 수요처 조사

바이오 에너지	수요처 계획수립시 유의사항	주요 수요처
CHP 발전 (전기, 열)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오연료를 이용하여 발전을 하는 경우 전기와 열의 동시 이용이 가능하다. 따라서 전기와 열을 동시에 활용할 수 있는 유망한 수요처를 파악하는 것이 중요하다.</li> <li>○ 수요처로서는 목재건조공장 등 연간 통상적으로 열을 이용하는 공장과 숙박시설 등 급탕, 난방을 하는 시설에서는 전기와 열을 동시에 이용할 수 있다.</li> <li>○ 혐기소화시 가축분뇨 등 유기성 폐기물을 이용하는 경우 악취 방지 대책이 필요하며, 입지에 세심한 주의가 필요하다.</li> </ul>	공장(목재건조공장 등) 숙박시설 요양시설 시설원예하우스 축산농가
보일러 (열)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연간 통상적으로 열을 이용하는 공장과 숙박시설 등을 대상으로 할 수 있다.</li> </ul>	공장 숙박시설 등
펠릿화 (고체연료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 목재펠릿 이용·보급은 지역에 따라 큰 차이가 있으며, 펠릿 연료의 보급은 국가 및 지자체의 정책에 따라서도 큰영향을 받는다.</li> <li>○ 펠릿 보일러 보급 등 지역의 추진정책을 확인하고 행정, 사업자, 일반가정 등으로부터 의견을 청취조사하고 수요처를 파악한다.</li> </ul>	공공시설(요양시설, 체육관 등) 일반가정 및 사무실 시설원예하우스 공장
탄화 (고체연료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 석탄대체연료로서 탄화연료의 이용이 가능하며, 석탄보일러를 설치하고 있는 석탄화력발전소, 제지공장 등을 수요처로 생각할 수 있다. 이러한 시설에서 이용되기 위해서는 대체연료로서의 품질기준을 확보하는 것이 중요하며, 사전에 연료공급설비 등의 적용가능성을 사용자측과 충분히 협의하여야 한다.</li> </ul>	석탄보일러를 설치한 공장 시설원예하우스
고형연료화 (고체연료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 석탄대체연료로서 고형연료의 이용이 가능하며, 석탄보일러를 설치하고 있는 석탄화력발전소, 제지공장 등을 수요처로 생각할 수 있다.</li> <li>○ 사전에 연료공급설비 등의 적용가능성을 사용자측과 충분히 협의하여야 한다.</li> </ul>	석탄보일러를 설치한 공장
액화 (액체연료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 액체연료를 중유 등의 대체연료로서 이용할 수 있으며, 중유 보일러를 설치하고 있는 공장을 수요처로 생각할 수 있다.</li> <li>○ 사전에 연료공급설비 등의 적용가능성을 사용자측과 충분히 협의하여야 한다.</li> </ul>	중유보일러를 설치한 공장
바이오디젤 연료화 (액체연료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경유 대체연료로서 사용이 가능하며, 바이오디젤은 관용차, 쓰레기수집차, 공용버스에 이용하는 방안을 고려하며, 지자체와 충분히 협의할 필요가 있다.</li> </ul>	경유차
바이오가스 화 (기체연료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오가스를 직접 배관으로 운송하여 사용이 가능하고, 정제한 메탄은 압축탱크에 충전하여 LPG 및 천연가스를 대체하여 사용이 가능하다.</li> </ul>	공공시설
에탄올 (액체연료)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오에탄올은 가솔린과 혼합해서 이용하고 있으며, 석유류유통업자등과 충분한 협의가 필요하다. 또한 소독용 알콜용으로서 이용을 생각할 수 있다.</li> </ul>	관용차 시설원예하우스 급식센터 등(소독용 알콜 이용)



#### (4) 바이오매스 순환단지 모델

##### (가) 추진 모델

바이오매스 순환단지는 지역에서 발생하는 다양한 바이오매스를 물질 자원화 또는 에너지 자원화의 방식으로 활용하는 체계를 구축하고 있는 지역을 말하며, 세부적으로 바이오매스 활용 단지는 효율적이고 적절한 방식을 통해 바이오매스의 발생부터 물질 및 에너지 제품의 생산, 생산 제품의 이용까지 관리할 수 있는 바이오매스 활용 체계를 구축하고, 관련 이해 관계자들이 결합한 바이오매스 활용 조직체계를 구축하고 있는 지역으로 정의하고 있다. 또한 지역 단위 바이오매스 순환단지의 조성목적은 단순히 바이오매스의 활용을 통한 지역에너지 공급시스템을 확보하는 것이 아니라 지역에서 발생하는 바이오매스 활용을 통해 지역에 특화한 산업을 육성하고, 나아가 농업인의 삶의 질 향상을 유도하여 지속가능한 농업·농촌 부문의 산업 및 사회 기반을 구축하는 것이다.

바이오매스 순환단지의 조성은 단순히 바이오매스 전환시설을 설치하는데 초점을 맞추는 것이 아니라 지역 전체의 사회, 경제, 산업, 문화적 내용을 포괄하는 방식으로 추진되어야 한다. 바이오매스 순환단지가 단순한 시설설치가 아닌 지역 포괄적인 사업이라는 점을 고려할 때, 바이오매스 순환단지의 설계, 핵심사업의 기획, 관련 산업의 연계 방안 등이 사업의 기획단계에서 함께 고려되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 실효성 있는 바이오매스 순환단지의 구축을 위한 추진모델을 비교우위방식으로 도출하였으며, 이를 통해 지역의 특성을 활용하여 바이오매스 순환단지의 사업화 차별성을 부각시킴으로써 바이오매스 순환단지의 효과를 극대화 하는 추진모델을 적용하여야 한다.

원료비교우위 추진모델은 지역 바이오매스의 발생, 수집, 운송, 저장 측면에서 경제적 우위를 가짐으로써 지역에서 우위를 지니는 바이오매스 이용을 촉진시키는 방향으로 실효성 있는 바이오매스 순환단지를 추진하는 모델이다. 원료비교우위 추진모델은 지역에서 풍부한 바이오매스를 저렴하게 조달하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·이용함으로써 바이오매스 순환단지의 경제적, 사회적 실효성을 향상시키는 것을 특징으로 한다. 기술비교우위 추진모델은 바이오매스 전환기술의 발전을 유도하기 위하여 기존 기술보다 효율적인 기술체계를 도입한다든지, 기존에 미이용 바이오매스의 이용을 촉진시키거나, 지역에서 특징적으로 발생하는 바이오매스의 이용을 촉진하는 방향으로 차별화 전략을 수립하는 추진모델이다. 기술비교우위 추진모델은 기술혁신을 통한 지역차별화로 바이오매스 순환단지의 경제적, 사회적 실효성을 향상시키는 것을 특징으로 한다.

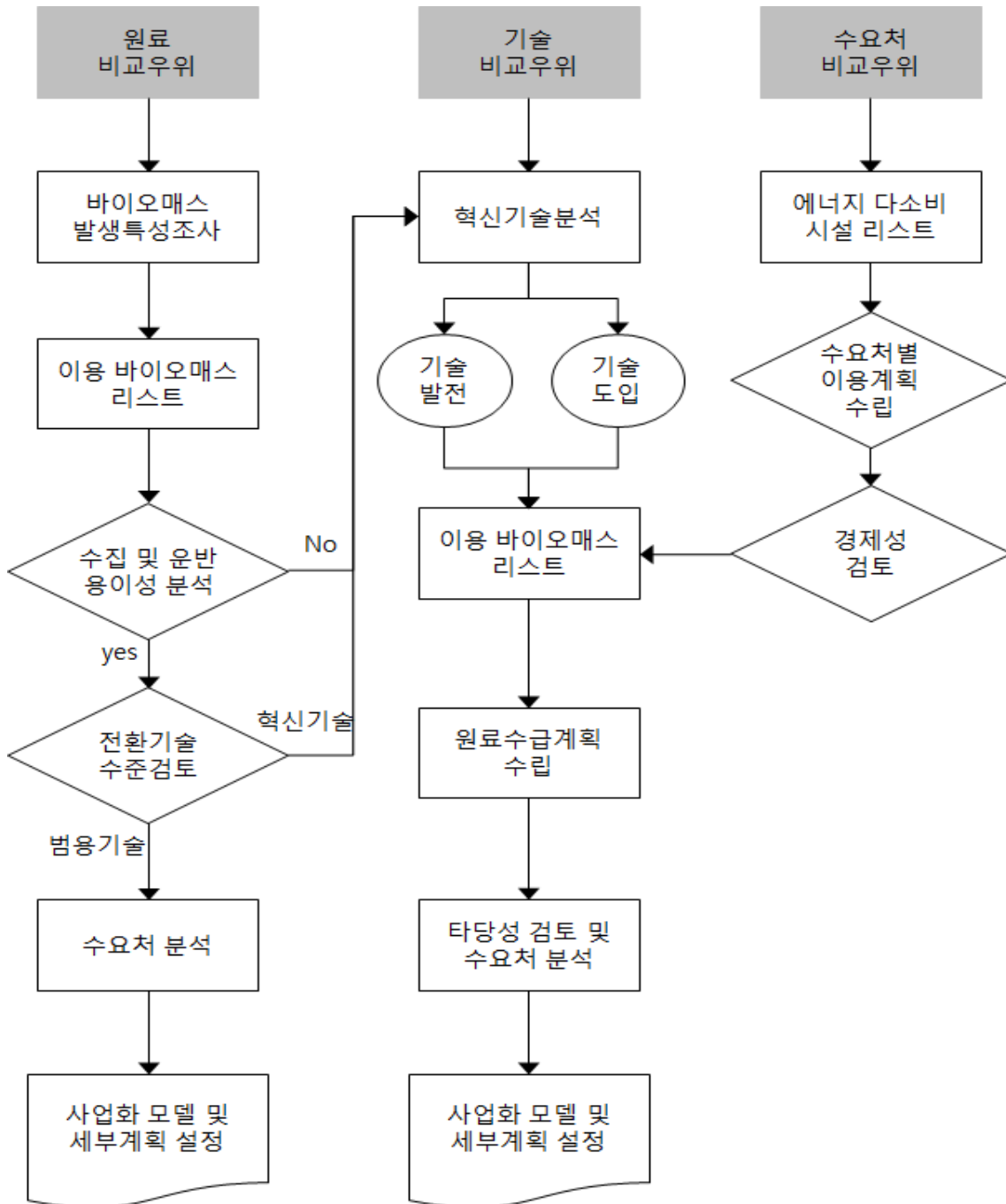
수요처우위 추진모델은 농산물 건조시설, 농산물 가공시설, 휴양 및 여가 시설 등의 에너지 수요처의 명확한 자립 목표를 설정하거나 지역 특산 바이오매스 제품의 수요처를 확보하여 바이오매스 산업화를 유도하는 추진모델이다. 이 경우 바이오매스 전환 제품 또는 에너지의 수요처를 대상으로 하여 생산 제품 또는 에너지의 활용도를 극대화 하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립하게 된다.

본 연구에서는 추진모델을 원료, 기술, 수요처를 중심으로 비교우위를 검토하여 지역별 차별화 전략을 수립하도록 하고 있으나 원료비교우위 추진모델에서는 기술부문과 수요처 부문에

대한 실효성 있는 보완이 필요하며, 기술비교우위 추진모델에서는 원료부문과 수요처 부문에 대한 실효성 있는 보완계획의 수립이 요구된다. 마찬가지로 수요처비교우위 추진모델에서는 원료부문과 기술부문의 체계적인 보완계획의 수립이 필요하다. <그림 11.18>은 원료비교우위, 기술비교우위, 수요처비교우위 추진모델의 검토 과정을 나타낸다. 이러한 검토과정을 통해 지역에 적합한 추진모델을 도출할 수 있다.

(표 11.20) 바이오매스 순환단지 추진 모델의 특성

구분	비교우위 추진모델		
	원료비교우위	기술비교우위	수요처비교우위
목적	- 바이오매스 이용 촉진 측면에서 실효성 있는 바이오매스 순환단지 조성 유도	- 바이오매스 이용 확대 및 에너지 전환효율 증대 측면에서 혁신적인 바이오매스 전환기술 도입 유도	- 에너지 이용의 효율성 측면에서 경제성 있는 바이오매스 순환단지 조성 유도
특성	- 지역특성상 발생 밀도가 높고 수집·운반이 용이한 바이오매스를 대상으로 바이오매스의 이용을 촉진하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립	- 혁신적인 기술 도입으로 바이오매스 이용을 확대하거나 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 바이오매스 전환기술을 대상으로 하여 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립	- 바이오매스 전환 제품 또는 에너지의 수요처를 대상으로 하여 생산 제품 또는 에너지의 활용도를 극대화 하는 방향으로 바이오매스 순환단지 조성계획을 수립
장점	- 지역 특성에 부합하는 바이오매스 활용으로 지역의 차별성을 부각 할 수 있음 - 고밀도로 발생하는 지역 바이오매스를 활용한다는 점에서 바이오매스 순환단지의 실효성 확보가 용이함	- 기술적 한계로 인하여 기존에 이용이 제한적인 바이오매스의 활용 범위를 확대 - 에너지 효율 향상으로 기술적 차별성을 부각할 수 있음 - 바이오매스 순환단지의 지속적인 기술혁신이 가능	- 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처를 확보하고 있다는 점에서 경제성 예측 및 확보가 용이 - 바이오매스 제품 및 에너지의 수요량이 명확하여 전환시설의 규모설정에 유리
단점	- 범용적인 바이오매스 전환기술의 채택으로 기술적, 경제적 차별화에 한계 - 원료 확보는 용이한 반면 바이오매스 전환 제품 및 에너지의 수요처 확보에 어려움	- 도입기술의 타당성 검증에 어려움 - 연구, 실증 수준의 기술을 도입하는 경우 대규모화에 한계 - 대학, 민간기업 등 기술전문가들에 대한 의존도가 큼	- 수요처의 입지에 따라 바이오매스의 확보 및 수집·운송에 비용 증가 우려 - 바이오매스 순환단지의 지역 사회 발전 기여도, 사회적 역할이 미흡할 수 있음
주안점	- 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처 확보	- 기술적 안전성 검증	- 지역사회의 발전에 기여할 수 있는 적절한 장기목표의 수립
모델사례	- 축산농가가 밀집한 지역 : 풍부한 가축분뇨를 이용, 가축분뇨 에너지화를 통한 에너지·퇴·액비 생산·공급 - 산촌지역 : 풍부한 목질계 바이오매스를 활용하는 에너지, 연료 생산	- 고상혐기소화기술 : 톱밥우사 및 톱밥돈사에서 발생하는 가축분뇨를 이용하여 에너지·퇴비 생산·공급 - 수열탄화기술 : 다양한 저합수슬러지를 아용하여 고품연료 생산 활용	- 도계가공장 : 에너지 수요가 큰 도계가공장을 수요처로 하여 전기·열 생산 공급 - 농산물 건조시설 : 열에너지 수요가 큰 건조시설에 바이오연료 생산 공급



<그림 11.18> 비교우위모델 추진 방법

### (나) 사업화 모델

본 매뉴얼에서는 바이오매스 순환단지 조성을 위해 지역에 적합한 접근 방법으로 추진모형을 선정하고 사업화 목적과 범위로 사업화 모형을 선정하여 지역에 차별화된 바이오매스 순환 단지를 조성할 수 있도록 유도하도록 하고 있다.

(표 11.21) 바이오매스 순환단지 사업화 모델의 특성

구분	사업화모델		
	지역형	광역형	부가가치형
목적	지역에서 발생하는 바이오매스를 지역에서 이용하여 지역개발 및 농업인의 삶의 질 향상 유도	바이오매스 전환시설의 규모를 확대하여 바이오매스 산업의 경제성 향상 유도	바이오매스를 이용하는 새로운 부가가치 산업의 창출
특성	지역(읍, 면, 동, 리 단위)에서 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산하고 지역에서 제품과 에너지를 소비	광역지역(시, 군 단위)에서 발생하는 바이오매스를 수집·운반하여 거점 바이오매스 전환시설에서 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·공급	바이오매스를 이용하여 바이오플라스틱, 목질소재, 고밀도 연료 등 부가가치가 높은 제품 또는 에너지를 생산·공급
장점	바이오매스 이용을 통한 지역 개발 및 참여 농업인의 삶의 질 향상 용이 지역의 사회적, 문화적 공감대를 강화	폐기물 등 처리비용의 절감 및 바이오매스 전환시설의 경제성 향상 신규고용인력 창출 등 지역 경제에 대한 기여도 큼	전통산업 등과 연계하여 지역 특화 산업으로 발전 유리 농업·농촌 부문 신제품, 신산업 창출로 농업인의 소득증대
단점	주민공동시설 등 지역개발과 농업인의 삶의 질 향상과 관련한 시설 투자 필요	체계적이고 전문적인 운영계획 수립 필요 지역주민에 대한 혜택이 미흡할 수 있음	기술적 안전성 검증 필요 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 발굴에 어려움
주안점	지역주민의 자발적인 참여를 유도, 기획 단계부터 이해관계자들이 함께 추진	시, 군 지자체의 행정이 주도하면서 지역주민에 혜택을 줄 수 있는 사업 발굴로 주민참여 유도	바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 조사·분석 및 마케팅 전략 수립

지역형 사업화모델은 지역에서 발생하는 바이오매스를 지역에서 이용하여 지역개발 및 농업인의 삶의 질 향상 유도하는 것을 목적으로 하고 있으며, 지역(읍, 면, 동, 리 단위)에서 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품 및 에너지를 생산하고 지역에서 제품과 에너지를 소비하는 사업화 체계를 수립한다. 이 경우 지역의 바이오매스 이용을 통한 지역 개발 및 참여 농업인의 삶의 질 향상 추진이 용이하고, 지역의 사회적, 문화적 공감대를 강화할 수 있는 장점이 있는 반면, 바이오매스 전환시설 이외에 주민공동시설 등 지역개발 및 농업인의 삶의 질 향상과 관련한 시설 투자가 요구된다. 지역형 사업화모델의 추진을 이해서는 지역주민의 자발적인 참여를 유도하면서 기획 단계부터 이해관계자들이 함께 참여하는 추진 주체의 마련이 중요하다.

광역형 사업화모델은 광역지역(시, 군 단위) 내에서 바이오매스 전환시설의 규모를 확대하여 바이오매스 산업의 경제성 향상 유도하는 것을 목적으로 하고 있으며, 광역지역(시, 군 단위)에서 발생하는 바이오매스를 수집·운반하여 거점 바이오매스 전환시설에서 바이오매스 제품 및 에너지를 생산·공급·판매하는 것을 특징으로 한다. 이 경우 폐기물 등 처리비용의 절감 및 바이오매스 전환시설의 경제성 향상에 유리하고, 신규고용인력 창출 등 지역경제에 대한 기여도 큰 반면, 체계적이고 전문적인 바이오매스 전환시설의 설치 및 운영계획 수립이 요구되고 상대적으로 지역형 사업화모델과 비교하여 인근 지역주민에 대한 혜택이 미흡할 수 있다. 따라서 광역형 사업화모델을 추진하는 경우 인근 지역주민에 대한 혜택이 가능하도록 배려하는 노력이 필요하고 사업의 특성상 시, 군 지자체의 행정이 주도하면서 이해관계자의 참여를 유도하는 것이 바람직하다.

부가가치형 사업화모델은 바이오매스를 이용하는 새로운 부가가치 산업의 창출을 목적으로 하고 있으며, 바이오매스를 이용하여 바이오플라스틱, 목질소재, 고밀도 연료 등 부가가치가 높은 제품 또는 에너지를 생산·공급하는 것을 특징으로 한다. 부가가치형 사업화 모델은 전통산업 등과 연계하여 지역 특화 산업으로의 발전이 유리하고, 농업·농촌 부문 신제품, 신산업 창출로 농업인의 소득증대에 효과적인 사업화 모델이다. 그러나 도입하는 기술적의 운전 안전성에 대한 검증이 요구되며, 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 발굴이 필수적이다. 부가가치형 사업화모델의 추진을 위해서는 전문가 컨설팅 등을 통한 바이오매스 제품 및 에너지의 수요처(판매처) 조사·분석 및 마케팅 전략의 수립이 매우 중요하다.

#### (다) 추진모델과 사업화 모델의 결합

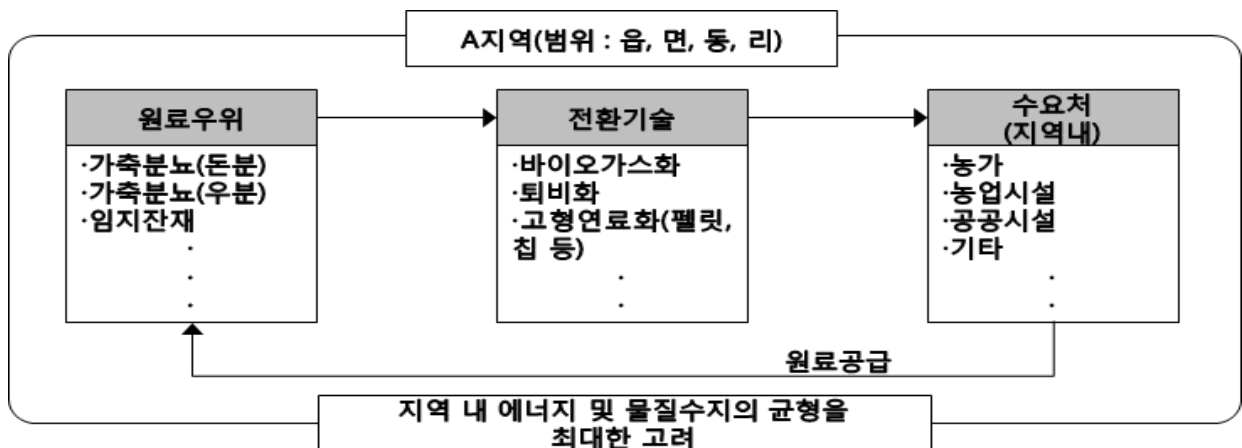
본 매뉴얼에서 제시하는 바이오매스 순환단지 추진모델과 사업화모델은 서로 밀접한 연관성을 가지고 있다. 또한 어떠한 추진모델에 어떠한 사업화 모델을 적용하는가에 따라 구축하고자 하는 바이오매스 순환단지의 특성이 달라지며, 사업의 실효성 측면에서 차별화 방향이 달라진다. 또한 추진모델이 원료, 기술, 수요처 비교우위로 구분되어 있지만 추진모델의 수립시 모든 요소가 서로 보완되어야 하고, 사업화 모델이 지역형, 광역형, 부가가치형으로 구분되더라도 지역형과 부가가치형이 결합될 수도 있으며, 광역형과 부가가치형의 사업화 모델의 결합이 가능하다. 이러한 다양한 추진모델과 사업화 모델의 결합은 지역의 창의력을 살리고 바이오매스 순환단지의 차별화를 통해 실효성을 증가시키는 방향으로 접근할 수 있다.

추진모델과 사업화 모델의 결합에 따른 바이오매스 순환단지 사업의 차별화 사례를 들면, 원료비교우위 추진모델과 지역형 사업화모델의 결합은 지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품과 에너지를 지역에서 소비·이용함으로써 효율적인 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립이 용이한 결합 형태이며, 원료비교우위 추진모델과 광역형 사업화모델의 결합은 광역지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용하여 바이오매스 제품과 에너지를 광역지역에서 소비·이용·판매하는 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립이 용이한 결합 형태이다. 원료비교우위 추진모델과 부가가치형 사업화모델의 결합은 광역 또는 지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용하여 지역의 부가가치 신산업을 창출하는 바이오매스 순환단지 조성계획의 수립이 용이한 결합 형태이다. <그림 11.19>에서 <그림 11.24>까지 추진모델과 사업화 모델의 결합사례를 보이고 있으며, 이러한 추진모델과 사업화 모델의 결합을 통하여 조

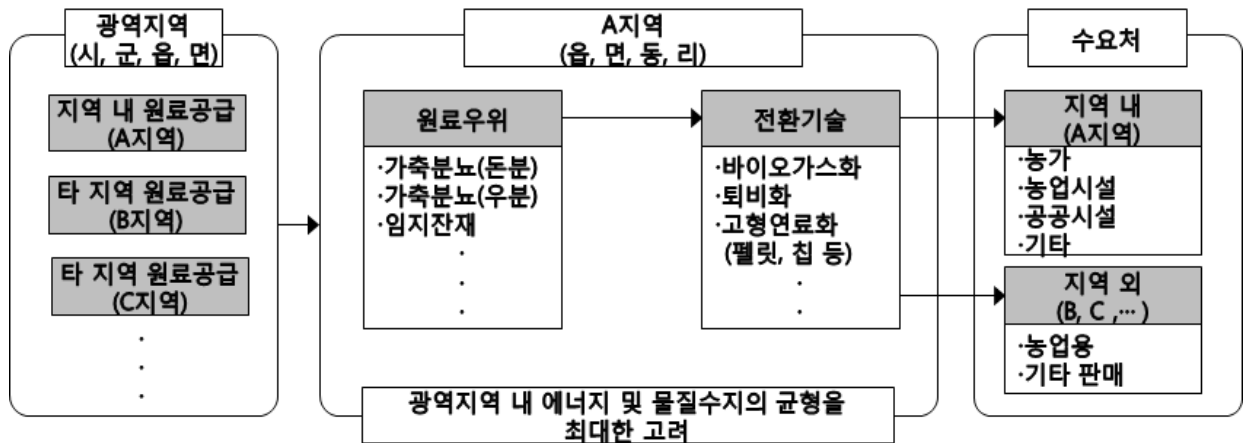
성하고자 하는 바이오매스 순환단지의 추진방법과 목적, 사업의 범위를 구체화하고, 좀 더 실효성 있는 바이오매스 순환단지를 조성하는데 기본적인 가이드라인을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

(표 11.22) 추진 모델과 사업화 모델의 관계

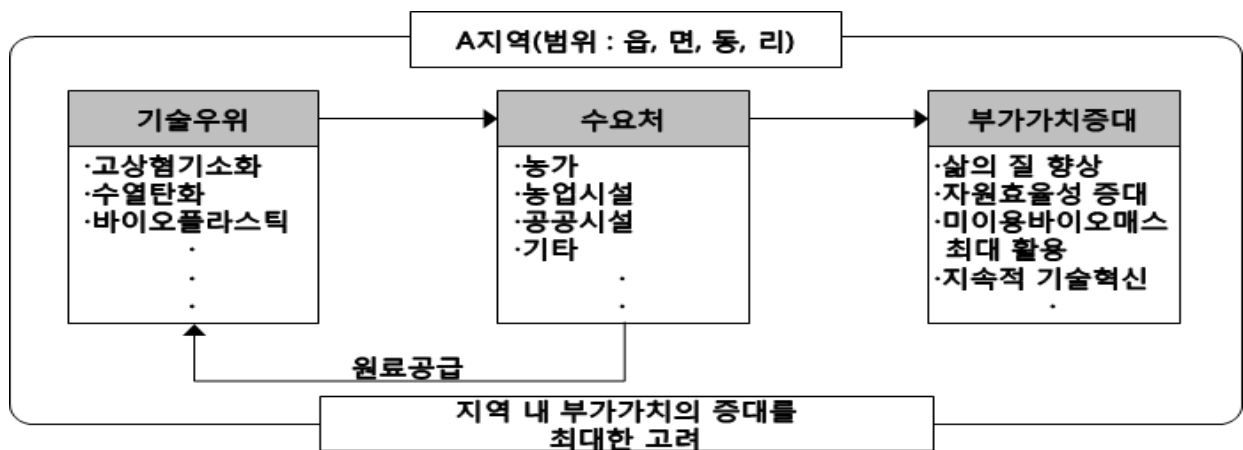
효과 분야		실효성 분야	추진모델		
			원료 비교 우위	기술 비교 우위	수요처 비교 우위
사업화 모델	지역형	지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용 바이오매스 제품과 에너지를 지역에서 소비·이용	혁신적인 기술을 도입 지역의 미이용 바이오매스를 제품화, 에너지화 하여 지역에서 소비·이용	지역에서 바이오매스 제품, 에너지의 수요처를 확보 지역에서 발생하는 바이오매스를 최대한 활용	
	광역형	광역지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용 바이오매스 제품과 에너지를 광역지역에서 소비·이용·판매	혁신적인 기술을 도입 바이오매스 전환시설의 에너지 효율을 향상시키고, 생산된 바이오매스 제품과 에너지를 광역지역에서 소비·이용	광역지역에서 바이오매스 제품, 에너지의 수요처를 확보 광역지역에서 발생하는 바이오매스를 최대한 활용	
	부가가치형	지역에서 다량으로 발생하는 바이오매스를 이용 지역의 부가가치 신산업 창출	혁신적인 기술을 도입 지역의 미이용 바이오매스를 이용 지역의 부가가치 신산업 창출	지역의 특화 및 부가가치를 더하는 바이오매스 제품 및 에너지 시장을 확보 목표 바이오매스 제품 및 에너지 생산 체계를 확립	



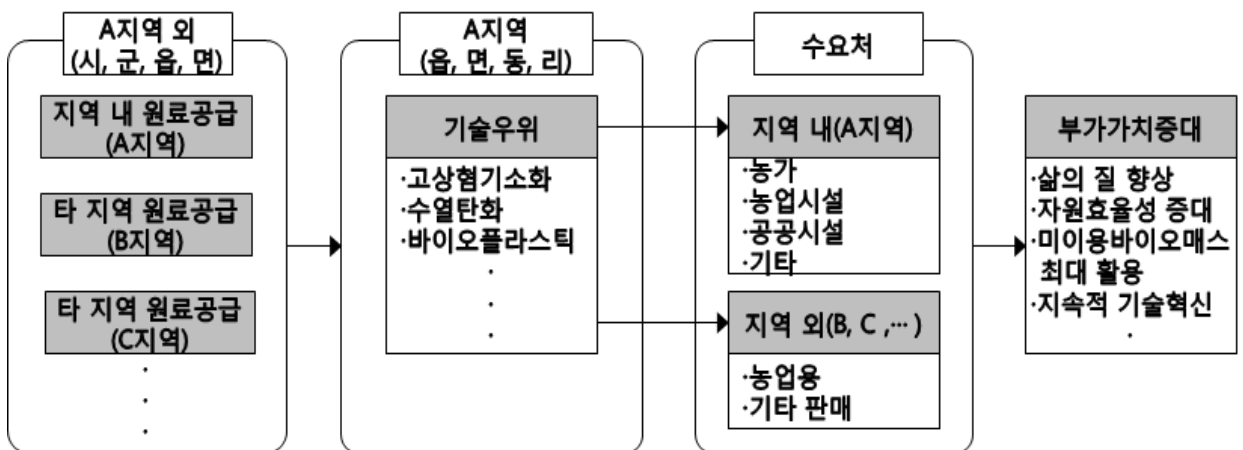
<그림 11.19> 원료우위 지역형 사업화 모델



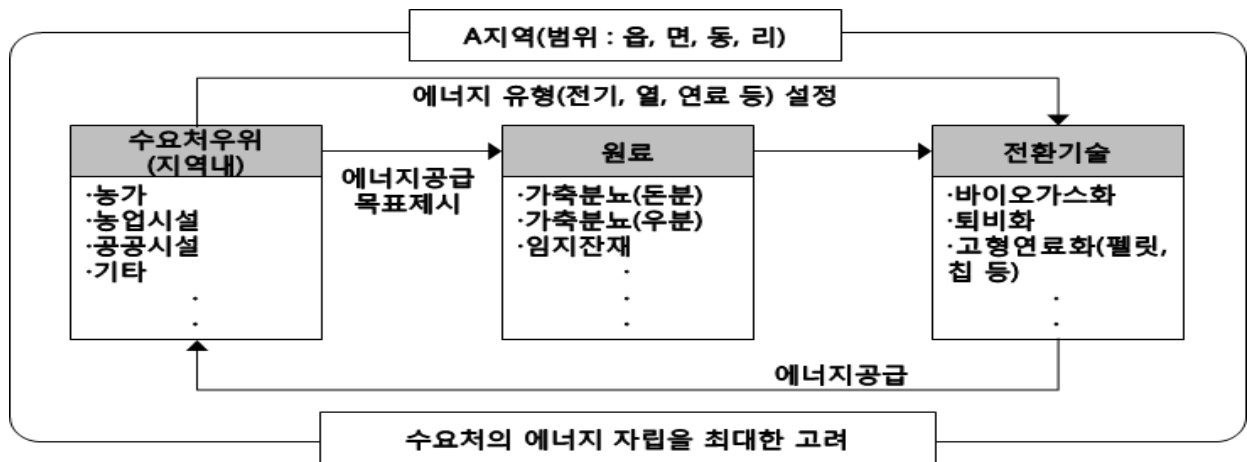
<그림 11.20> 원료우위 광역형 사업화 모델



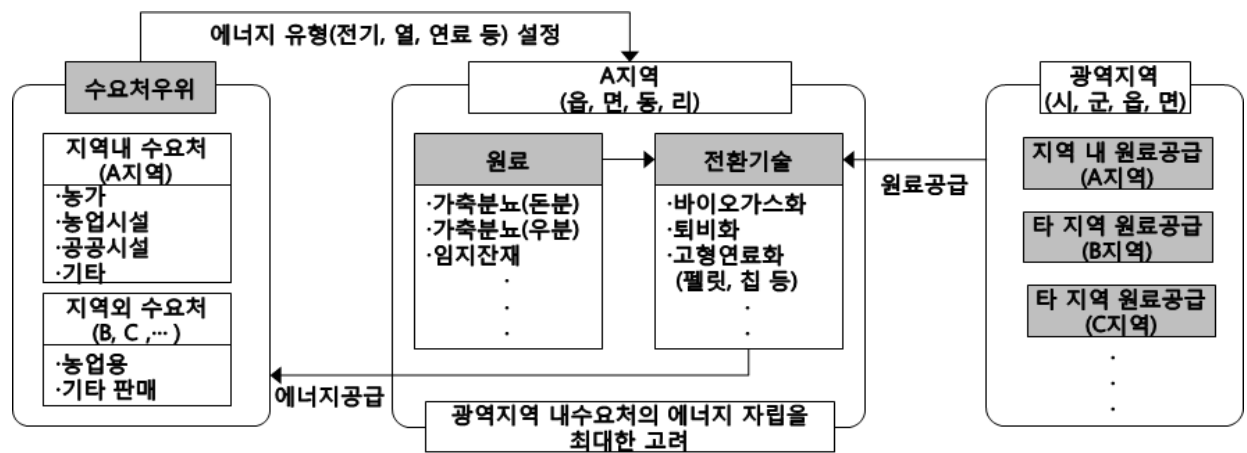
<그림 11.21> 기술우위 지역형 사업화 모델



<그림 11.22> 기술우위 광역형 사업화 모델



<그림 11.23> 수요처우위 지역형 사업화 모델



<그림 11.24> 수요처우위 광역형 사업화 모델

### 제3절 지역단위 탄소상쇄사업 매뉴얼

#### 1. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 참여 절차

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에 참여하고자 하는 농업인, 농업법인 등의 주체는 본격적인 사업계획서 작성 이전에 농업기술실용화재단에 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 참여 신청서를 제출해야 한다. 사업계획서 작성이 완료된 후에는 적절한 검증기관을 선정하여 선정한 검증기관으로부터 사업계획서에 대한 타당성 평가를 의뢰해야 하며, 타당성 평가 항목에는 방법론, 사업계획서, 근거 자료 등의 내용이 포함되어야 한다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업을 통한 배출권 발급까지는 사업 참여 신청, 사업계획서 작성, 타당성 평가, 사업 등록, 모니터링, 검증, 인증의 단계를 거치게 된다. 농업·농촌 자발

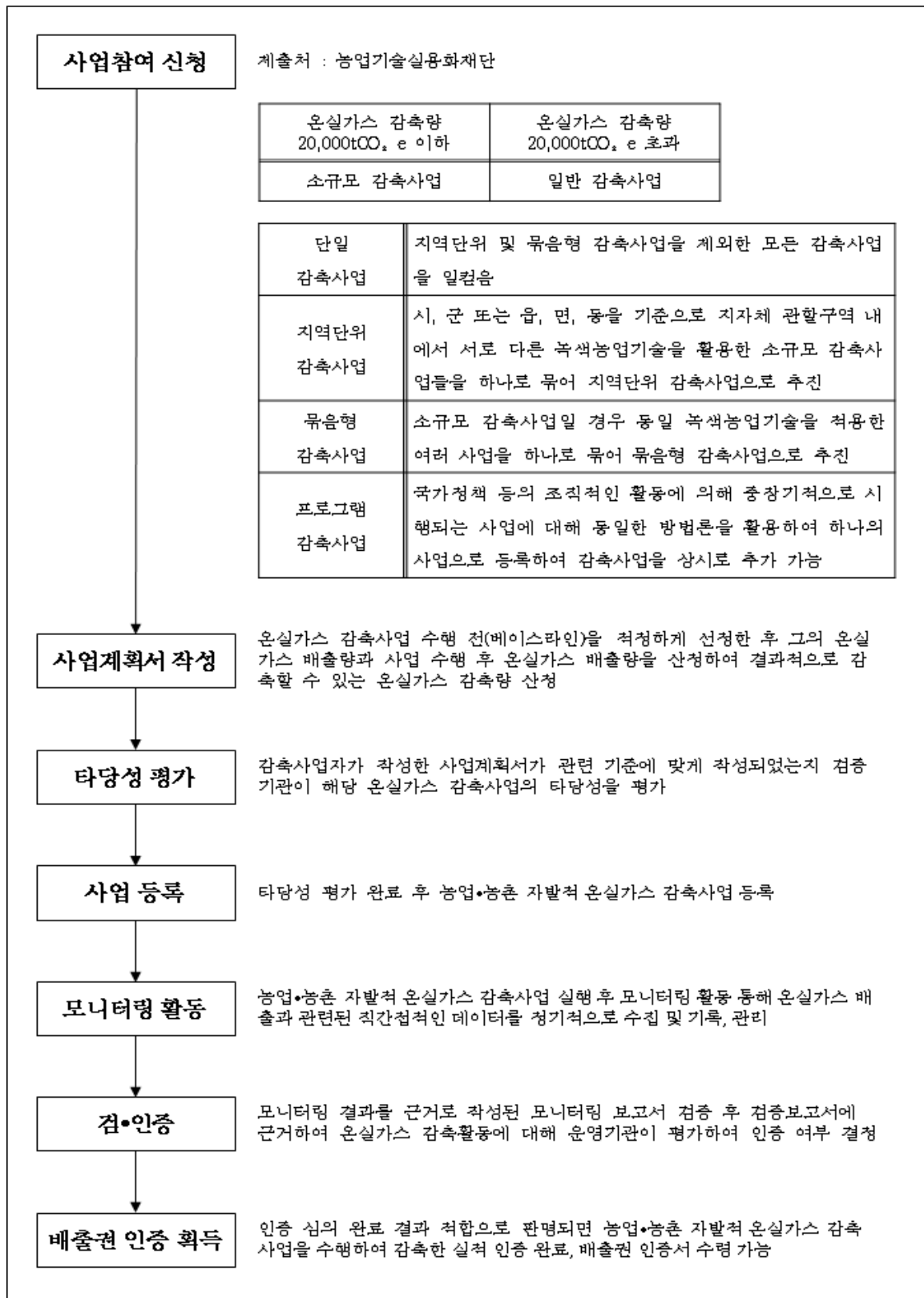


적 온실가스 감축사업에 참여하고자 하는 농업인, 농업 법인 등은 본격적인 사업계획서 작성을 하기 이전에 운영기관인 농업기술실용화재단에 감축사업 참여 신청서를 제출해야 한다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업은 규모와 사업 형태를 기준으로 분류된다. 일반 감축사업은 연간 온실가스 예상 감축량이 20,000tCO<sub>2</sub> e를 초과하는 사업이며 그보다 적은 예상 감축량에 해당하는 감축사업은 소규모 감축사업으로 분류되고, 이 경우에는 사업계획서 작성 시 장애요인 분석 및 경제적 추가성 등 소량의 항목을 생략할 수 있게 된다. 사업 형태에 따른 감축사업 분류는 4가지로 나뉘며 첫 번째로 지역단위 및 묶음형 감축사업을 제외한 모든 감축사업을 일컫는 단일 감축사업이 있다. 둘째, 시, 군, 또는 읍, 면, 동을 기준으로 지자체 관할구역 내에서 서로 다른 녹색농업기술을 활용한 소규모 감축사업들을 하나로 묶어 지역단위 감축사업으로 추진하는 지역단위 감축사업이 있고, 감축사업의 등록비용을 절감하고 복잡한 행정절차를 간소화하기 위하여 소규모 감축사업의 경우 동일 녹색농업기술을 적용한 여러 개의 사업을 하나로 묶어 묶음형 감축사업으로 추진할 수 있는 묶음형 감축사업이 있다. 마지막으로 국가정책 등의 조직적인 활동에 의해 중장기적으로 시행되는 사업에 대해 동일한 방법론을 활용하여 하나의 사업으로 등록할 수 있으며 감축사업을 상시로 추가할 수 있는 프로그램 감축사업으로 분류된다. 이렇게 규모와 사업형태에 따라 감축사업자가 진행하게 될 사업을 적절한 기준으로 선정된 사업의 종류를 선택하여 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 참여를 해야 한다.

그 후 사업계획서를 작성하게 되는데 사업 구도를 확정된 후 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 수행 전(베이스라인)을 적정하게 선정한 후 그의 온실가스 배출량, 사업 수행 후 온실가스 배출량(프로젝트)을 산정하여 결과적으로 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업을 통해 감축할 수 있는 예상 온실가스 절감량을 타당한 데이터와 수식을 이용하여 산정해야 한다.

타당성평가가 완료되어 최종적으로 사업이 등록된 후 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업이 실행되면 모니터링 활동을 통해 온실가스 배출과 관련된 직·간접적인 데이터를 정기적으로 수집 및 기록·관리되어야 한다. 방법론 또는 사업계획서상의 모니터링 변수를 모니터링한 후에는 모니터링 보고서를 작성하여 검증을 의뢰해야 한다. 검증은 모니터링 보고서의 내용에 근거하여 사업의 온실가스 감축 활동에 대해 검증기관 또는 심의위원회가 평가하는 과정이다, 검증은 문서 및 데이터 입증 자료를 평가하는 서류심사와 현장방문을 통한 배출량 산정과 모니터링 계획 등을 평가하는 현장심사로 구분하여 진행된다. 검증이 완료된 후에는 인증 단계로써, 검증보고서에 근거하여 사업의 온실가스 감축활동에 대해 운영기관이 평가하는 과정이다. 인증 심의가 완료되어 적합으로 결과가 집계되면 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업을 수행하여 감축한 실적의 인증이 완료되고 배출권 인증서를 수령할 수 있게 된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 수행을 위해서는 보다 정밀한 데이터와 요구되는 양식과 방법에 의해 사업계획서, 타당성 평가, 모니터링, 검증, 인증의 단계를 거쳐야 한다. 각 단계별로 전문 컨설팅사의 도움을 받을 수 있으며 각 단계가 마무리 된 후에는 필요한 데이터의 보완과 추가의 과정을 거치게 된다.



<그림 11.25> 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 참여 절차

## 2. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업 계획서 작성 방법

아래의 사업계획서 양식에 맞춰 해당 사업의 구체적인 정보와 데이터를 이용하여 사업계획서의 양식에 맞게 작성한다. 사업계획서의 구성은 사업 개요, 사업 추가성, 베이스라인과 모니터링 방법론, 그리고 마지막으로 소유권의 순서로 구성되어 있다.

### 가. 사업 개요

사업개요에는 사업명, 사업의 추진목적 및 기대효과, 사업 분야, 지역 등의 정보를 포함한다. 사업관리자가 실시하고자 하는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업과 관련된 개괄적인 정보를 작성하게 되는데 사업 개요에서는 아래의 표 1.과 같은 사업관리자 및 사업수행자의 정보를 구체적으로 설명해야 한다. 마지막으로 표 2.의 양식에 맞추어 본 사업을 통해 인증 유효기간동안 감축할 수 있는 온실가스 예상 감축량을 적절한 데이터와 수식을 기반으로 산정하여 명시해야 한다.

(표 11.23) 사업관리자 정보

법인명(업체명)		사업수행자 여부	o	x
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				

(표 11.24) 예상 온실가스 감축량

년차	예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)
1년차	
2년차	
3년차	
...	
총 예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	
인증 유효기간	
인증 유효기간 동안 연평균 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	

## 나. 사업 추가성

사업의 온실가스 감축사업으로써 추가성은 ‘농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 추가성 입증 방법’ 명시된 절차에 따라 입증한다. 추가성이란 제도적, 경제적, 사회적 측면에서 고려되어야 하는 감축사업의 특성으로서 사업이 이행되지 않는 상황에 비하여 추가적인 온실가스 감축이 일어나는지를 판단하는 기준이다. 기존 사업과 별도로 온실가스 감축만을 목표로 특별히 고안되었다는 점을 증명해야 한다.

### (1) 법 및 제도적 추가성

본 사업과 관련되어 있는 현행 법, 제도, 시행령, 시행규칙, 조례, 고시 등에 의해 의무적인 내용으로 규정 혹은 제한되어 있지 않다는 것을 명시해야 하며 국가 정책 및 법규에 따라 의무적으로 이루어진 사업이 아니어야 한다. 감축사업을 수행하지 않을 경우 발생 가능한 모든 대안들을 나열하고, 각 대안들이 적용 가능한 관련법과 규제를 준수하는지를 분석한다. 제안된 감축사업이 법과 규제를 준수하는 유일한 대안인 경우 추가성이 없다. 본 자발적 온실가스 감축사업이 포함하고 있는 개별 기술별 사업의 온실가스 감축량이 20,000톤 이하의 소규모 사업에 해당되면 소규모에 맞는 사업 추가성 입증 절차를 준수한다.

### (2) 장애요인 분석

장애요인에는 경제적 장애요인(자금 조달의 어려움), 기술적 장애요인(규모, 인력, 인프라 등의 불완전성), 일반적인 관습에 의한 장애요인(지역 구성원들의 기술도입 반대와 같은 사례)이 존재할 수 있으며, 장애요인이 도출되면, 규명된 장애요인에 의해 방해를 받는 대안 시나리오를 고려 대상에서 제외한다. 장애요인에 방해를 받지 않는 유일한 대안 시나리오가 제안된 사업을 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업으로 등록하지 않고 수행하는 경우에 해당 사업은 추가성이 입증되지 않는다. 장애요인에 방해를 받지 않는 대안 시나리오가 제안된 사업을 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업으로 등록하지 않고 수행하는 것이 아닌 경우에는 제안된 사업을 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업으로 등록하는 것이 장애요인을 어떻게 완화시키는지 입증해야 하며, 그렇지 못할 경우 추가성이 입증되지 않는다. 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축 사업은 장애요인 분석이 필요하지 않다.

### (3) 경제적 추가성

본 사업이 경제적으로 매력적이지 않다는 의미나 CERs 수익 없이는 경제적으로 타당하지 않다는 것을 입증하기 위한 접근이 필요하다. 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업은 장애요인 분석이 필요하지 않다.

(표 11.25) 경제적 추가성 입증 방법 분류

분석 방법	내용
단순 비용 분석	사업 수익 미발생, 투자비만 발생하는 경우
투자 비교 분석	사업에 의한 수익이 발생하는 경우 : 비용편익, NPV 등의 경제지표를 선택하여 모든 수입과 비용 포함하여 분석
벤치마크 분석	프로젝트에 대해 경제성을 분석하여 자본시장의 이자율, 국공채 금리 등을 벤치마크로 선정한 후 비교

### 3. 베이스라인과 모니터링 방법론

#### 가. 방법론 선정 및 사업 경계

##### (1) 방법론 선정

본 사업은 농업 및 축산업 중심의 사업 지역에 온실가스 감축기술을 도입함으로써 생계활동 및 일상생활에서 발생하는 온실가스를 감축시키는 사업으로 아래와 같이 ‘녹색마을 방법론’의 적용 조건을 충족한다.

바이오피아에는 녹색마을 방법론에서 기술된 6가지 녹색기술 중 가축분뇨를 이용한 바이오가스 열병합 발전 기술, 목재 칩을 이용하는 목질 바이오매스기술이 적용된다.

(표 11.26) 방법론 분류

녹색기술 도입 방법론 분류	녹비작물
	녹색마을
	목질 바이오매스
	보존경운
	지열 에너지
	폐열

6가지 녹색기술 도입 방법론 중 본 사업이 해당하는 방법론을 선정해야 하는데 이를 위해서는 방법론 적용가능 조건에 적절한 사업의 적용가능성을 설명해야 한다.

(표 11.27) 방법론 적용가능성 예시

방법론 적용가능 조건	사업의 적용가능성
본 방법론에 포함된 8가지 녹색기술 (바이오가스, 지열 냉난방, 목질 바이오매스, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, LED 조명설치) 중 2가지 이상의 기술을 적용하고, 적용된 기술 중 바이오가스 또는 목질바이오매스 등 바이오에너지 관련 녹색기술이 포함된 사업에만 본 방법론을 적용할 수 있다.	본 사업에는 바이오가스 열병합 발전시설, 목질 바이오매스 등 총 2가지 기술이 적용된다.
본 방법론은 녹색기술 설비 및 장치를 신규로 설치하거나 기존시설을 대체하는 경우 모두 적용 가능하다.	본 사업에 적용된 바이오가스 열병합 발전시설, 목질 바이오매스 시설은 모두 신규로 설치되는 경우이다.
본 방법론은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업경계 내에서 이용하는 사업에는 적용할 수 없다.	본 사업은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업 경계 내에서 이용하지 않는다.
바이오가스 열병합 발전의 원료로 가축분뇨와 음식물 쓰레기를 혼합하여 사용 가능하며, 이 경우에 가축분뇨의 혼합비율은 최소 70% 이상을 유지하여야 한다.	바이오가스 열병합 발전을 위해서 마을에서 발생한 가축분뇨만 바이오가스 열병합 발전시설에 투입되어 발전원료로 사용되며, 음식물 쓰레기는 혼합하지 않는다. 즉, 가축분뇨 혼합비율은 100%이므로 방법론 적용가능조건을 만족한다고 판단된다.
LED 조명설치의 경우, LED 조명의 조도가 베이스라인 상황에서 사용되었을 조명기구 조도의 -10~50% 내의 범위를 유지하여야 한다.	해당사항 없음

## (2) 사업 경계

본 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업이 포함하는 기술에 대해 어떠한 방식으로 활용되는지 서술한다. 또한 베이스라인과 사업 활동의 온실가스 배출원 분석 결과와 산정 포함여부를 설명한다. 배출원에서 고려하지 않는 온실가스는 배출량이 극히 낮아 배출량 산정에 영향을 주지 않으므로 온실가스 배출량 및 감축량 산정의 간소화를 위해 제외한다.

(표 11.28) 사업 활동의 온실가스 배출원 정리 표

배출원		온실 가스	산정 포함여부	설명
베이스 라인	배출원 1	CO2		
		CH4		
		N2O		
	배출원 2	CO2		
		CH4		
		N2O		
	배출원 3	CO2		
		CH4		
		N2O		
사업 활동	배출원 1	CO2		
		CH4		
		N2O		
	배출원 2	CO2		
		CH4		
		N2O		
	배출원 3	CO2		
		CH4		
		N2O		

## 나. 베이스라인 시나리오

### (1) 바이오가스 열병합 발전

바이오가스 열병합 발전을 위해 축사에서 생산된 가축분뇨를 이용하며, 해당 분뇨는 발전 설비가 신규로 건설되지 않았더라면 베이스라인 시나리오에서 국내의 보편적인 가축분뇨의 생물학적 처리방식을 이용하여 처리된다고 가정한다.

바이오가스 열병합 발전시설을 이용하여 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 계통망에 공급되므로 해당 시설이 없었더라면 판매 전력량만큼 화석연료 발전설비를 이용하여 생산해야 하며, 이를 베이스라인 시나리오로 가정한다.

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지는 자체 설비 운영을 위해 1차적으로 소비되며, 남은 열량이 사업 내 타시설인 유리온실에 공급된다. 자체 소비열량은 베이스라인 시나리오에서 고려하지 않으며, 베이스라인 시나리오에서는 유리온실에 공급된 열량만 포함한다. 만약 바이오가스 열병합 발전설비가 없었더라면 해당 열량만큼 화석연료 열생산 설비를 이용하여 공급하였을 상황을 베이스라인 시나리오로 가정한다.

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농경지 및 유리온실 내 작물 재배지에는 해당 시설이 없었더라면 합성 질소비료를 사용하고 있었을 것이라 가정한다.

**(2) 목질 바이오매스 난방**

국내 원예시설에서 널리 이용되는 경유온풍기를 사용하여 지열 난방설비로 제공하는 열량과 같은 열량을 제공하는 시나리오를 베이스라인 시나리오로 한다. 단, 동일 원예시설의 확장 및 이전 등 목질바이오매스 활용 난방 설비를 신규로 설치하는 경우일지라도 베이스라인 시나리오에서 사용하였을 난방설비를 타당한 근거를 통해 입증할 수 있는 경우에는 해당 난방설비를 베이스라인 시나리오에서 사용되었을 난방설비로 고려할 수 있다.

사업 활동을 통해 공급되는 난방 열량을 국내에서 원예시설 난방보급에 가장 보편적으로 사용되는 경유 온풍 난방기를 이용해 공급했었다면 배출되었을 온실가스 배출량을 적절한 산정방법을 이용하여 계산한다.

**다. 온실가스 감축량 산정**

**(1) 산정방법**

본 사업의 온실가스 감축량은 사업 내 적용된 온실가스 감축 기술별로 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 나누어 구하고, 기술별 온실가스 감축량을 계산한 뒤 합산하여 산정한다.

$$ER_{Total,y} = ER_{Bio,y} + ER_{Biomass,y}$$

(표 11.29) 온실가스 감축량 산정 방법

기호	정의	단위
$ER_{Total,y}$	y년도 연간 총 배출감축량	tCO2e/년
$ER_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전 연간 배출감축량	tCO2e/년
$ER_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 난방 연간 배출 감축량	tCO2e/년

**(2) 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들**

온실가스 감축량 산정 시, 바이오피아에는 바이오열병합 발전과 목질 바이오매스 기술이 도입되므로, 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들을 아래의 표와 같이 설명한다.

(표 11.30) 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수

자료/변수명	
단위	
설명	
자료 출처	
적용값	
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	
비고	



### (3) 예상 온실가스 감축량

위에서 산정한 연간 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 정리한 결과는 아래와 같다. (베이스라인 배출량은 소수점 이하 내림, 프로젝트 배출량은 소수점 이하 올림으로 정리)

(표 11.31) 예상 온실가스 감축량

년도	예상 베이스라인 배출량	예상 사업이행 후 배출량	예상 누출량	예상 온실가스 감축량
1년차				
2년차				
3년차				
...				
합계				

### 라. 모니터링 계획

모니터링 계획은 모니터링 변수와 모니터링 계획 설명으로 구성된다. 본 사업에서 모니터링이 필요한 대부분의 변수들은 사업관리자를 통해 관리되어야 하며 자발적 온실가스 감축사업에서 모니터링이 필요한 자료들의 수집이 가능하다.

(표 11.32) 모니터링 변수

자료/변수명	
단위	
설명	
자료 출처	
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	
적용된 측정방법 및 절차	
적용된 QA/QC 절차	
비고	

#### 4. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영 규정

##### 가. 총칙

##### (1) 목적 및 정의

본 규정은 친환경농업육성법 제10조의 규정에 따라 온실가스 발생의 최소화 시책 추진을 통해 농업환경의 개선을 추구하는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영에 관한 사항을 규정하는 것을 목적으로 한다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

##### (표 11.33) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 관련 규정

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영 규정 제2조(정의)
1. "온실가스"란 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질로서 교토의정서에서 정한 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ), 메탄(CH <sub>4</sub> ), 아산화질소(N <sub>2</sub> O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs) 및 육불화황(SF <sub>6</sub> )을 말한다.
2. "농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업"(이하 "감축사업"이라 한다)이란 감축사업자가 기존 영농활동으로 인해 발생하는 온실가스를 녹색농업기술 도입 등 추가적인 활동을 통해 감축하기 위한 목적으로 시행하는 사업을 말한다.
3. "감축사업자"란 감축사업에 대한 운영, 관리, 책임 및 소유권을 가진 사업주체로서 사업관리자와 사업수행자로 구분한다.
4. "사업관리자"란 감축사업 등록 및 인증을 위한 총괄 관리자로서 사업 추진을 위해 감축 활동 모니터링, 사업계획서 및 모니터링 보고서 작성 등 일련의 행정절차를 수행하는 농업인 또는 농업법인이나 지방자치단체 등을 말한다.
5. "사업수행자"란 등록된 감축사업을 실질적으로 수행(운영, 모니터링)하여 온실가스를 감축하는 농업인 또는 농업법인이나 지방자치단체 등을 말한다.
6. "검증기관"이란 감축사업의 타당성평가 및 검증 업무를 수행하는 본 규정의 제18조와 제19조에 따라 지정된 기관을 말한다.
7. "베이스라인 방법론"이란 감축사업의 베이스라인 배출량을 계산하기 위하여 적용되는 기준, 가정, 계산방법, 절차 등을 말한다.
8. "베이스라인 배출량"이란 감축사업자가 감축사업을 하지 않았을 경우 사업경계 내에서 발생 가능성이 가장 높은 조건을 고려한 온실가스 배출량을 말한다.
9. "모니터링"이란 감축사업자가 감축사업을 이행하는 동안, 온실가스 배출과 관련하여 직접 또는 간접 데이터를 지속적이고 정기적으로 수집 및 기록·관리하는 활동을 말한다.
10. "추가성"이란 제도적, 경제적, 사회적 측면에서 고려되어야 하는 감축사업의 특성으로서 사업이 이행되지 않는 상황에 비하여 추가적인 온실가스 감축이 일어나는지를 판단하는 기준을 말한다.
11. "감축실적"이란 감축사업을 이행함으로써 발생된 온실가스 감축량을 검·인증을 통하여 감축사업자에게 발급하는 온실가스 배출에 대한 권리를 말한다.
12. "타당성평가"란 감축사업자가 작성한 사업계획서가 관련 기준에 맞게 작성되었는지를 평가하기 위하여 검증기관이 수행하는 체계적이고 독립적이며 문서화된 프로세스를 말한다.
13. "검증"이란 감축사업자가 작성한 감축사업 모니터링 보고서를 평가하기 위하여 검증기관 또는 검증심사원이 수행하는 체계적이고 독립적이며 문서화된 과정을 말한다.
14. "농업인"이란 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」 제3조 제2호에 따른 농업인을 말한다.
15. "농업법인"이란 「농어업경영체 육성 및 지원에 관한 법률」 제16조에 따른 영농조합법인과 제19조에 따른 농업회사법인을 말한다.
16. "농업경영체"란 농업인과 농업법인을 말한다.
17. "묶음형 감축사업"이란 동일 유형의 기술을 적용한 여러 개의 소규모 감축사업을 하나의 사업으로 묶어 등록할 수 있도록 한 사업을 말한다.
18. "지역단위 감축사업"이란 시·군 또는 읍·면·동 등을 기준으로 동일 지자체 관할구역 내에서 두 가지 이상의 감축기술을 하나의 사업으로 등록할 수 있도록 한 사업을 말한다.
19. "프로그램 감축사업"이란 국가정책 등의 조직적인 활동에 의해 중장기적으로 시행되는 사업에 대해 동일한 방법론을 활용하여 하나의 사업으로 등록할 수 있으며, 감축사업을 상시로 추가 할 수 있도록 한 사업을 말한다.

## (2) 운영조직 및 역할

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 시범운영 조직은 농림축산식품부, 심의위원회, 농업기술실용화재단, 검증기관으로 구성된다.

농림축산식품부는 총괄기관으로서 감축제도 전반에 대한 관리감독을 담당하며 심의위원회는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 운영에 관련된 주요 결정사항들을 의결한다. 감축사업 신청서 접수, 사업등록, 심의위원회 구성·운영 및 인증서 관리 등 실제적인 제도 운영기관은 농업기술실용화재단이다. 검증기관은 서류검토와 현장방문을 통해 사업계획서의 타당성평가 및 모니터링 보고서에 대한 검증업무를 담당한다. 단, 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영기간동안 운영기관에서는 타당성평가를 위해 검증기관을 선정하거나 일정한 자격기준을 충족하는 검증심사원으로 타당성평가팀을 구성하여 활용할 수 있다.

### 나. 감축사업의 등록

#### (1) 등록 대상 및 규모

(표 11.34) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 등록

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 등록 제6조(등록 대상 및 규모)
① 감축사업의 등록 대상은 국내에서 자발적으로 시행되는 사업에 한하며, 농업·농촌 자발적온실가스 감축사업 대상 분야는 별표 1과 같다.
② 감축량 최소규모에 대한 제한은 없으나 연간 온실가스 예상 감축량이 20,000tCO <sub>2</sub> -eq를 초과하는 일반 감축사업과 20,000tCO <sub>2</sub> -eq 이하인 소규모 감축사업으로 등록할 수 있다.
③ 시·군 또는 읍·면·동 등을 기준으로 지자체 관할 구역 내에서 녹색농업기술을 활용한 감축사업들을 하나로 묶어 "지역단위 감축사업"을 할 수 있다.
④ 감축사업의 등록비용을 절감하고 행정절차를 간소화하기 위해 "묶음형 감축사업"이나 "프로그램 감축사업"을 추진할 수 있다.
⑤ 제2항에 의한 소규모 감축사업은 제8조에 따른 타당성평가를 실시할 때 경제적 추가성 평가와 장애요인 분석을 생략할 수 있다.
⑦ 기타 감축사업의 등록에 관련된 사항은 "농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 등록지침"에 따른다.

(표 11.35) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 내용

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 등록 제6조 관련 별표 1. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류		
사업 대상 분야	관련 기술	코드번호
① 에너지이용효율화사업	고효율설비전환, 연료 전환 등	A01
② 신재생에너지사업	태양광, 태양열, 풍력, 지열, 소수력 등	A02
③ 합성비료 절감사업	퇴비·액비활용기술, 녹비작물활용 기술 등	A03
④ 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업	가축분뇨자원화사업, 목재연료활용 사업(농업분야), 바이오에너지생산사업 등	A04
⑤ 기타 감축사업	가축사료 급여개선, 논 물관리 기술(간단관계) 등	A05

※ 감축사업은 온실가스 배출 요인을 근본적으로 제거 또는 개선하는 활동을 포함한 사업으로 한정하며, 생산량 감소, 유지 보수 등의 일상적인 활동, 에너지 절약 등 소비 행태 변화 등에 의한 온실가스 감축은 제외한다.

(2) 사업등록기준

(표 11.36) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 등록 방법

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 등록 제7조(사업등록기준)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 감축사업의 수혜자는 농업인이 포함되어야 한다.</li> <li>2. 국내에서 실시되는 감축사업만을 대상으로 한다.</li> <li>3. 타 법령에 의한 의무적 사항이 아니어야 한다.</li> <li>4. 농업·농촌에서 보편적으로 실시되고 있는 활동에 비하여 추가적인 활동 및 조치에 따른 온실가스 감축이 있어야 한다.</li> <li>5. 감축실적은 실제적이고 지속적이어야 하며, 정량화되어 검증이 가능하여야 한다.</li> <li>6. 운영기관에서 승인한 방법론을 사용하여 사업계획서를 작성해야 한다.</li> <li>7. 감축사업에 다양한 방법론을 적용할 수 있는 경우 감축실적이 과다 산정되지 않도록 적절한 방법론을 선택하여 적용하여야 한다.</li> </ol>

(표 11.37) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 신청서

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 등록 제8조 관련 별지 제3호 서식(등록신청서)						
농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 등록신청서						
신청 기 관	법인명 (사업자명)		사업자등록번호 (생년월일)			
	대표자		전화번호			
	소재지					
사업명						
사업 코드 번호			단 일 감축사업 <input type="checkbox"/> 뭍 음 형 감축사업 <input type="checkbox"/> 지 역 단 위 감축사업 <input type="checkbox"/> 프 로 그 램 감축사업 <input type="checkbox"/>			
담 당 자	성명		부서		직책	
	전화			E-mail		
제출서류		1. 사업계획서 1부. 2. 타당성평가 보고서 3. 기타 사업계획서 증빙문서				
농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영 규정(      부 고 시 제      호)에 따라 당사가 시행하고자 하는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 등록을 위와 같이 신청합니다. 제출된 정보에는 허위사실이 없으며, 관련 규정에 따라 작성하였습니다.						
년      월      일						
신청인 :		(서명 또는 인)				
운영기관장 귀하						

(3) 사업 등록 및 취소

심의위원회는 타당성 평가 및 등록신청 절차에 의하여 선정된 사업에 대해 등록 여부를 심의한다. 그 후 운영기관은 심의 결과를 농림축산식품부에 보고하고, 적합하다고 판정된 사업은 등록대장에 기록하여 관리한다. 또한 신청자는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 등록승인서를 발급하여 통보하여야 한다.

미등록 통보를 받은 신청자는 운영기관에 의견을 제출할 수 있고, 운영기관은 그에 필요한 조치를 취해야 하며 기타 감축사업의 등록에 관련된 사항은 세부관리지침에 따른다.

운영기관은 등록된 감축사업에 대해 사업계획서에 기술된 내용이 허위로 판명된 경우, 정당한 사유 없이 감축사업을 1년 동안 시행하지 않는 경우에는 등록을 취소할 수 있다.

## 다. 감축사업의 이행 및 모니터링

감축사업자는 사업등록규정을 준수하여 등록된 사업계획서에 따라 대상 감축사업을 시행하고 관련 법규를 준수하여 대상 시설을 적정하게 운영·관리해야 한다.

또한 사업계획서에 명시된 모니터링 계획에 따라 모니터링을 실시해야 한다.

### (표 11.38) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 규정

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 이행 및 모니터링 제13조 (사업 변경사항 등에 대한 통보)
① 감축사업자는 감축사업의 운영책임자 및 소유권자가 변경된 경우 변경된 시점으로부터 14일 이내에 운영기관에 통보하여야 한다.
② 감축사업자는 사업규모의 증설 및 축소, 방법론 변경 등에 의해 온실가스 배출량이 변경되는 경우와 온실가스 배출과 관련된 정보의 정확성을 개선하기 위해 사업계획서에 기재된 모니터링 계획을 변경할 경우 변경내용을 운영기관에 통보하고 심의위원회의 승인을 받아야 한다.
③ 검증기관이 감축실적을 검증할 때에는 감축사업의 변경내용을 확인하여 검증보고서에 명기하여야 한다.

## 라. 감축실적 검증 및 인증

감축사업자는 등록된 감축사업의 이행에 따라 발생한 감축실적에 대하여 모니터링 보고서를 작성하여 검증기관으로부터 검증을 받아야 한다.

검증기관은 검증을 수행한 감축실적에 대해 검증 보고서와 모니터링 보고서의 인증신청서를 구비하여 운영기관에게 인증신청을 해야 한다.

심의위원회는 운영기관으로부터 접수된 감축실적 인증심의를 위해 사업계획서, 모니터링 보고서 및 검증 보고서를 서면으로 검토하여 감축실적의 인증여부를 심의한다. 심의위원회에서 해당 감축사업의 시정 또는 보완이 필요하다고 인정하는 경우, 운영기관은 감축사업자에게 60일 이내의 기간을 정하여 모니터링 보고서 또는 검증보고서를 시정·보완하여 제출하도록 요구할 수 있다. 다만, 규정한 기간 내에 보완하지 않은 운영기관은 그 사유를 명시하여 인증신청을 반려할 수 있다.

운영기관은 인증심의 결과를 해당 감축사업자에게 통보해야 하며 감축사업자는 통보된 내용에 대해 이의를 신청할 수 있다.

## 마. 감축실적 발급 및 취소

(표 11.39) 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 감축실적 발급 및 취소 규정

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 감축실적 발급 및 취소 제17조 (감축실적 발급 및 취소)
<p>① 운영기관은 제16조에 따라 감축실적이 인증된 경우 별지 제9호서식의 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 감축실적 인증서를 발급하고, 등록대장에 감축실적을 기록하고 관리하여야 한다.</p> <p>② 운영기관의 장은 인증서가 발급된 감축실적이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 때에는 그 발급을 취소하고, 그 결과를 감축사업자 및 검증기관에 통보하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 발급 신청이 불법적으로 이루어진 경우</li> <li>2. 제출된 사업계획서, 타당성평가 보고서, 모니터링 보고서 및 검증 보고서 등에 기술된 내용이 허위로 판명된 경우</li> <li>3. 제18조에 따른 검증기관이 아니거나 자격정지 또는 지정 취소된 검증기관이 검증보고서를 작성하여 인증 신청한 경우</li> </ol> <p>③ 운영기관은 제2항에 따른 인증 취소 전에 당사자 또는 이해관계자에게 의견진술의 기회를 부여하여야 한다. 다만, 7일 이내에 특별한 사유가 없이 의견이 없을 경우 인증 취소를 인정한 것으로 본다.</p>

## 바. 검증기관 지정 및 관리

(표 11.40) 농업농촌 자발적 온실가스 검증기관 지정 및 관리

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 검증기관 지정 및 관리 제18조 (검증기관 지정기준 등)
<p>① 운영기관은 농업·농촌 온실가스 감축에 전문성이 있는 기관을 검증기관으로 지정하여 타당성 평가 및 감축실적 검증에 관한 업무를 수행하게 할 수 있다.</p> <p>② 검증기관으로 지정받고자 하는 기관은 다음 제1호의 기준을 충족하고 제2호 또는 제3호의 기준에 해당되는 기관으로서, 별지 제10호 서식의 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 검증기관 참여 신청서를 작성하여 운영기관에 제출하고 심의위원회의 승인을 받아야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침(환경부고시 제2012-211호)에 따라 지정된 검증기관</li> <li>2. 국제 기후변화협약으로부터 인정받은 청정개발체제(CDM; Clean Development Mechanism) 검인증기관(DOE; Designated Operational Entity)</li> <li>3. 온실가스 감축실적 검증 전문기관 지정 및 관리에 관한 규정(지식경제부 고시 제2011-72호)에 따라 지정된 검증기관</li> </ol> <p>③ 운영기관장은 심의위원회의 승인을 받은 검증기관에 대하여 별지 제11호서식의 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 검증기관 지정서를 발부한다.</p> <p>④ 운영기관장은 검증기관의 지정에 필요한 별도의 자격기준을 정할 수 있다.</p>

## 사. 기타

제 20조(세부관리지침 등)에 따라 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 시범운영 규정에 따른 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 농림축산식품부장관의 승인을 받아 세부관리지침을 제정하여 운영할 수 있다.





## 제12장 목표달성도 및 관련분야에 기여도

### 제1절 목표달성도

목표의 달성도는 다음과 같다.

(표 13.1) 목표 달성도

구분	세부연구개발 목표	목표달성도	달성도 (%)	비고
1차년도 (2012)	국내외 바이오매스 자원화 기술현황 분석	물질자원화 기술 5개 기술과 에너지자원화 기술 15개 기술의 기술수준을 조사 현재 기술수준에서 상용화 단계에 있는 4개 기술의 국내외 현황을 조사 분석	100	보고서 제5장
	바이오매스 에너지화 사업을 위한 제도 및 정책 검토	국내 및 국외 바이오매스 관련 제도 정책조사 실시 주요 선진지인 독일, 일본, 영국에 대하여 현지조사를 통한 바이오매스 관련 제도 정책조사 실시	100	보고서 제4장
	농축수산 바이오매스 DB 구축	농축수산 바이오매스 47종 시료채취 및 분석을 통해 바이오매스 DB구축	100	보고서 제7장
	농임축산 바이오매스 순환단지 (Biopia)추진 모델 도출	바이오매스 순환단지 3개 추진모델 도출	100	보고서 제9장
2차년도 (2013)	바이오피아 모델별 사례지역 선정	바이오매스 순환단지 시범사업 추진을 위한 6개 지역 선정	100	보고서 제9장
	바이오피아 가행성 평가 및 S/W개발	바이오매스 순환단지 시범사업 추진을 위한 6개 지역 가행성 평가 보고서 제시	100	보고서 제9장
	LCA기법을 이용한 바이오매스 순환 단지단위 환경성 및 탄소저감 효과 평가	농업농촌 온실가스 감축사업 정책 현황조사 바이오매스 순환단지의 농업농촌 온실가스 감축사업 연계 방안 제시 온실가스감축사업지침서 제시	100	보고서 제4장 제9장 제11장
	경축순환형 바이오매스 순환단지(Biopia) 모델 구축	바이오매스 순환단지 3개 추진모델, 3개 사업화 모델, 9개 추진 및 사업화 결합 모델을 도출 제시	100	보고서 제9장 제11장
	바이오피아 조성정책 및 산업화 방안 도출	3개 사업화 모델, 9개 추진 및 사업화 결합모델을 도출 제시	100	보고서 제9장 제11장

구분	세부연구개발 목표	목표달성도	달성도 (%)	비고
3차년도 (2014)	농·림·축·수산 연계형 바이오매스 순환단지모델 구축	바이오매스 순환단지 시범사업 추진을 위한 6개 지역 가행성 평가 보고서 제시	100	보고서 제9장 별첨
	바이오피아(Biopia) 단지 프로그램 CDM 개발	바이오매스순환단지 프로그램 CDM 개발 온실가스감축사업지침서 제시	100	보고서 제4장 제9장 제11장
	농·임·축 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 사업지침서 개발	바이오매스순환단지 구축 매뉴얼 개발	100	보고서 제11장
	바이오매스 순환단지(Biopia) 모델별 농촌개발 연계방안 구축	바이오매스 순환단지 활성화 방안 및 거버넌스 구축 모델 제시	100	보고서 제10장

## 제2절 관련분야 기여도

- 바이오매스 에너지 생산과 관련된 연구는 화학산업, 생물산업, 대사공학, 효소공학, 공정공학 및 바이오플랫폼 기술이 융합된 농림분야의 첨단 융복합 기술 분야를 활성화 할 것으로 예상
- 바이오매스에서 바이오에너지 생산공정 기술의 확보 및 적용
- 농·산촌 지역의 생산비 저감과 브랜드가치 증가에 의한 농·산촌의 경제적 활성화 및 발전 도모
- 농수축산업의 에너지 비용절감효과
- 유기성 물질의 자원화 및 활용 관련 전문 인력 및 일자리 창출
- 폐기물처리비 절감, 원유대체효과, 이산화탄소 감축효과 등의 경제적 가치 창출
- 농림수산식품분야 녹색성장 바이오매스 에너지자원화 목표달성
- 바이오매스 에너지화 기술 개발을 통한 신성장 동력확보 체계구축
- 생태계 모니터링 및 경관 보전을 통한 청정 농·산촌 사회 구현
- 사업추진을 위한 거버넌스 구축에 따른 지역화합과 활성화
- 지역자체적 바이오매스의 현황파악과 사업의 기획과 사업수익증대에 대한 능력배양
- 환경 친화적 바이오매스 타운의 건설을 통한 쾌적한 환경 조성
- 순환 사회 형성에 이바지하고 도·농간 균형 발전과 경제 성장의 원동력
- 농가소득 안정화 및 에너지 자급화에 일조
- 본 사업을 통한 지역의 사회적 통합과 소통의 기반 구축
- “녹색 뉴딜사업” 추진을 통한 일자리창출 효과

## 제13장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제1절 연구개발성과

#### 1. 지식재산권

구 분	지식재산권 등 명칭	국 명	출원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
발명 특허	암모니아 저해 저감형 농축산부산물 혐기소화	한국	한경대학교 산학협력단	2013-1 0-23	10-2013- 0126631				

#### 2. 논문게재 및 학술회의 발표

##### 가. 논문게재

번호	논문명	학술지명	주저 자명	호	국명	발행 기관	SCI여 부
1	진과정평가를 통한 마늘의 탄소배출량 산정 연구	한국유기농업 학회지	윤성이	20(2)	한국	한국유기농업학회	비SCI
2	지역단위 미이용 바이오매스 발생량 추정 및 활용	한국유기농업 학회지	최은희	20(4)	한국	한국유기농업학회	비SCI
3	일본 바이오매스 활용 정책 및 기술 현황	한국유기농업 학회지	윤영만	20(4)	한국	한국유기농업학회	비SCI
4	시설원예농가의 재생에너지 적용가능성 평가	한국유기농업 학회지	김태호	20(3)	한국	한국유기농업학회	비SCI
5	목재펠릿 생산에 따른 온실가스 배출량 분석	한국유기농업 학회	김태훈	21(3)	한국	한국유기농업학회	비SCI
6	목재펠릿 도입에 따른 시설재배의 경제적,환경적 타당성 분석(목재펠릿과 경유의 비교분석을 중심으로)	한국유기농업 학회	양정수	21(3)	한국	한국유기농업학회	비SCI
7	Assessment of beef systems with a multi-criteria tool	Rethinking Agricultural Systems in the UK	최은희	121	영국	Association of Applied Biologists	비SCI
8	스코틀랜드 중산간지농업과 스코티시 농업대학 미래농업시스템 연구그룹 소개	농어촌과환경	최은희	121	한국	한국농어촌공사 농어촌연구원	비SCI
9	영국 신재생에너지 정책과 농어촌커뮤니티에너지 기금	한국관계배수	최은희	21(1)	한국	한국관계배수위원 회	비SCI
10	스코틀랜드 축산농장의 지속가능성 평가	한국관계배수	최은희	21(2)	한국	한국관계배수위원 회	비SCI

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부
11	지역경제 활성화를 위한 귀농·귀촌 추진 방안 연구	농업경영·정책 연구	박문호	41(4)	한국	한국농업정책학회	비SCI
12	신·재생에너지 융합을 통한 첨단 유리온실의 경제성 분석-지열과 태양광 융합을 중심으로-	한국유기농업학회지	정종화	22(4)	한국	한국유기농업학회	비SCI
13	바이오매스 순환단지조성을 위한 거버넌스 구축방안 연구	한국유기농업학회지	권구중	22(4)	한국	한국유기농업학회	비SCI
14	신재생에너지 도입에 따른 시설재배의 경제성 분석-목재펠릿, 지열과 경유의 비교분석을 중심으로-	한국유기농업학회지	김형우	22(2)	한국	한국유기농업학회	비SCI

#### 나. 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	논문명	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	지역단위 미이용 바이오매스 발생량 추정 및 활용	한국유기농업학회 2012 국제 심포지엄 및 하반기 학술대회	최은희	2012-10-19	전라남도농업기술원	한국
2	수산부산물을 이용한 메탄생산퍼텐셜 분석	2012한국토양비료학회 추계학술발표회	윤영만	2012-10-26	전라남도농업기술원	한국
3	시설원예농가의 재생에너지 적용가능성 평가	한국유기농업협회 2012 국제심포지엄 및 하반기학술대회	윤성이	2012-10-19	전라남도 농업기술원	한국
4	영국농어촌 커뮤니티 에너지기금	(사)한국농공학회	최은희	2013-10-31	라마다 플라자 청주호텔	한국
5	스코틀랜드 축산농장의 지속가능성 평가	한국유기농업학회	이문용	2013-06-14	농촌진흥청 농경회의실(도서관 1층)	한국
6	바이오에너지 도입에 따른 시설재배의 경제성 분석-목재펠릿과 경유의 비교분석을 중심으로	한국유기농업학회	양정수	2013-06-14	농촌진흥청 농경회의실(도서관 1층)	한국
7	가축분뇨 바이오가스화 기술, 정책 현황 및 발전방향	(사)유기성자원학회	윤영만	2013-05-03	여의도 중소기업 중앙회관 그랜드홀	한국
8	바이오에너지마을 우위모델선정을 위한 기준산정	한국축산시설환경학회	윤영만	2013-09-26	대구 EXCO	한국
9	지역자원순환 활성화 연구	2014 유기성자원학회 심포지엄 및 춘계학술발표회	윤성이	2014-05-23	동국대학교	한국
10	Assessment of Scottish Beef Farming System with	대한환경공학회	최은희	2014-08-21	광주 김대중 컨벤션센터	한국

번호	논문명	회의명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
	Multi-Criteria Tool					
11	가축 사육시스템 변화에 따른 온실가스 배출 특성	한국폐기물자원순환학회	최은희	2014-05-16	동의대학교	한국
12	스코틀랜드 개별 축산농장의 운영특성 평가	한국유기농업학회	최은희	2014-10-21	제주대학교 국제교류회관	한국
13	스코틀랜드 중간산지 농업 특성	한국농공학회	최은희	2014-10-16	대명리조트 변산	한국
14	바이오매스 자원순환단지조성을 위한 거버넌스 구축방안 연구	한국유기농업학회	권구중	2014-10-22	제주대학교 국제교류회관	한국
15	바이오매스 자원순환단지 조성을 통한 지역경제 활성화 방안연구	한국유기농업학회	황재현	2014-10-22	제주대학교 국제교류회관	한국

### 3. 교육 및 지도활동 내역

번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
1	2012년 친환경 축산 육성 심포지엄	가축분뇨자원화 및 친환경축산 육성 방안	가축분뇨 자원화를 통한 지속가능한 친환경 축산 육성 방안을 모색	2012
2	가축분뇨자원화 중장기 대책마련을 위한 워크숍	액비유통센터 등 재활용업체 관리대책	가축분뇨 액비유통센터와 민간 재활용업체의 가축분뇨 적정관리를 위한 방안 모색	2012
3	가축분뇨자원화 중장기 대책마련을 위한 워크숍	가축분뇨 에너지화 사업 활성화 방안	국내 가축분뇨 에너지화 사업의 현황 및 향후 활성화를 위한 방안을 모색	2012
4	축산환경 컨설턴트 육성 집합교육(기초과정)	가축분뇨 바이오가스화 기술	가축분뇨 바이오가스화 기술 동향 및 국내 현황, 바이오가스화 기술 내용	2012
5	축산환경 컨설턴트 육성 집합교육(기초과정)	토양작물영양	가축분뇨 퇴비, 액비 시용에 따른 토양 및 작물영양관리	2012
6	자원화 조합 기술교육	액비제조기술	가축분뇨 액비 제조 기술 내용 소개 및 공동 자원화 시설 액비화 공정 관리요령	2012
7	가축분뇨 자원화조직체 컨설팅 집합교육	퇴비 제조 및 관리	가축분뇨 퇴비의 제조기술 및 관리요령	2012
8	축산자원에너지화	일본	향후 가축분뇨 처리 및 이용에 대한 현안과	2013

번호	교육명	교재명	주요내용	활용년도
	포럼	바이오매스타운 추진정책	활성화방안을 모색	
9	축산환경 컨설턴트육성 집합교육	가축분뇨 바이오가스화 기술	바이오가스 활성화에 대한 배경, 바이오가스의 이해, 국내외 기술동향, 바이오가스 이용방법 및 현황, 생산시설 등에 대한 기초교육	2013
10	축산환경 컨설턴트 육성집합교육	토지작물영양	토지작물의 영양에 대한 기초지식과 전문지식을 두루 설명해주고, 가축분뇨의 에너지화 이외에 비료의 기능으로서 자원을 순환하는 방법 및 사례 등을 교육	2013
11	축산환경 컨설턴트육성 집합교육(기초과정)	공동자원화 시설 연계 에너지화 시설 접목방안	기존 공동자원화 액비화 시설에 바이오가스화 설을 연계하여 가축분뇨 에너지화를 활성화 시키는 방안	2014
12	2014 가축분뇨 공동자원화 사업 활성화 워크숍	공동자원화(퇴액비) 시설과 에너지화 시설의 연계방안	기존 공동자원화 액비화 시설에 바이오가스화 설을 연계하여 가축분뇨 에너지화를 활성화 시키는 방안	2014
13	2014 자연화조합 기술교육	액비제조기술	가축분뇨 액비 제조 기술 내용 소개 및 공동자원화 시설 액비화 공정 관리요령	2014
14	통합형 가축분뇨 자원화 혁신모델연구	ICT융합 규격액비 및 액비제품 생산이용 확산모델 실증연구	가축분뇨 액비화 기술 선진화를 위한 가축분뇨 액비화 공정 관리 및 액비규격화 방안 모색	2014
15	바이오에너지원료 수급 증장기 방안 모색을 위한 워크숍	기체바이오에너지 원료수급방안	기체바이오에너지인 바이오가스화 활성화를 위한 원료수급 현황 및 활성화 방안 모색	2014

#### 4. 정책활용내역

번호	정책활용 상태	주관부처	시책추진실적 및 계획	활용년도
1	정책건의	농림수산식품부	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시책명: 바이오매스타운 사업 활성화를 위한 “바이오매스 자원협회” 설립</li> <li>- 바이오매스타운 선진사례 견학과 협회의 운영을 벤치마킹하기위해 일본 출장과 보고서 작성 ( ‘12.8)</li> <li>- 담당부서와 협의 추진</li> </ul>	2012
2	정책건의	농림수산식품부	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시책명: 로컬푸드 및 학교급식 활성화를 위한 연계 장독대설치 활용</li> <li>- 현재 로컬푸드 선도지역 현황 설명 ( ‘11.4)</li> <li>- 농업부문 로컬푸드 활성화를 위한 정책과 기술적 과제 워크숍 참가 ( ‘11.6.3)</li> <li>- 로컬푸드 활성화를 위한 장독대사업 도입 업무협의회 개최 ( ‘11.8.26, 9.30).</li> </ul>	2012
3	정책건의	농림수산식품부	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시책명: 가축분뇨 에너지화를 위한 보급잠재량 통계 구축 및 활용</li> <li>- 관련부서와 협의 추진</li> </ul>	2012
4	정책건의	규제개혁법무담당관	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시책명: 바이오매스의 발생부터 이용까지 효율적인 프로세스 구축을 위한 협회 설립</li> <li>- 국내 지역에 적합한 바이오피아 구축을 국가 정책으로 추진하기 위한 전략적 목표 수립</li> <li>- 대안에너지로서 역할을 함과 동시에 지역의 특성과 유기적으로 연계될 수 있도록 추진하기 위한 통합적 관리</li> <li>- 퇴비생산관리자, 바이오매스 활용 adviser, 메탄발효기술 adviser 등 인력양성</li> <li>- 바이오매스 에너지 관련 D/B 구축 및 잠재량 산정 프로그램 개발·운영</li> </ul>	2013
5	정책건의	농촌정책과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시책명: 바이오피아 건립 시 온실가스 배출량계산을 위한 LCA 활용</li> <li>- 바이오피아 건립 시 온실가스 감축효과를 정량적으로 파악하기 위해서는 해당 지역의 현재 발생량 진단이 선행되어야 함. 또한 해당지역의 에너지 및 화학비료 사용량 뿐 아니라, 사용 이전의 에너지 및 화학비료 생산을 위한 원료채취부터 폐기까지 고려하는 방법(LCA)을 통해 온실가스 배출량을 진단해야 함.</li> </ul>	2013
6	정책건의	농촌정책과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시책명 : 농산부산물 관리 통계</li> <li>- 산부산물의 바이오매스 활용 촉진을 위한 통계 관리체계 운영</li> </ul>	2014
7	정책건의	지역개발과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시책명 : 완주 바이오매스 순환단지 시범사업</li> <li>- 완주지역의 바이오매스를 순환 이용하는 바이오매스 순환단지 시범사업 제안</li> </ul>	2014

번호	정책활용 상태	주관부처	시책추진실적 및 계획	활용년도
8	정책건의	지역개발과	- 시책명 : 평창 바이오매스 순환단지 시범사업 - 평창지역의 바이오매스를 순환 이용하는 바이오매스 순환단지 시범사업 제안	2014
9	정책건의	지역개발과	- 시책명 : 안성 바이오매스 순환단지 시범사업 - 안성지역의 바이오매스를 순환 이용하는 바이오매스 순환단지 시범사업 제안	2014
10	정책건의	지역개발과	- 시책명 : 예산 바이오매스 순환단지 시범사업 - 예산지역의 바이오매스를 순환 이용하는 바이오매스 순환단지 시범사업 제안	2014
11	정책건의	지역개발과	- 시책명 : 정읍 바이오매스 순환단지 시범사업 - 정읍지역의 바이오매스를 순환 이용하는 바이오매스 순환단지 시범사업 제안	2014
12	정책건의	지역개발과	- 시책명 : 산청 바이오매스 순환단지 시범사업 - 산청지역의 바이오매스를 순환 이용하는 바이오매스 순환단지 시범사업 제안	2014



## 5. 홍보/전시

### 가. 홍보실적

번호	홍보유형	매체명	홍보내용	홍보일자
1	Internet/PC통신	농축수산신문	‘2013 한국동물자원과학회 춘계심포지엄’ 에서 ‘축산부문 청정에너지 농업 시스템 도입 방안’ 주제발표	2013-02-27
2	Internet/PC통신	아시아뉴스통신	축산자원에너지활성화 포럼에서 발표한 주요내용에 대해 홍보함.	2013-06-02

### 나. 기타 활용 및 홍보실적

번호	일자	활용명칭	활용내역
1	2013-10-25	LCA용 프로그램 DB활용(목재펠릿제조시설)	본 연구의 결과도출물인 목재펠릿제조시설 LCA DB는 LCA 분석소프트웨어에 연계하여 사용함
2	2013-10-25	가행성평가 SW 기본로직	바이오가스플랜트 운영 시 바이오가스 생산 및 비료생산에 대한 현황과악에 도움을 주고, 투자비 및 운영비 입력과 내용 년 수 입력을 통해 투자비 회수년도를 파악할 수 있어 바이오가스플랜트에 대한 경제적 가치를 판단할 수 있다.
3	2013-10-25	LCA분석 프로그램 DB활용(평창군 3개면)	본 연구의 결과도출물인 평창군 3개면(봉평, 용평, 대화면) LCA DB는 LCA 분석소프트웨어에 연계하여 사용함.
4	2013-10-25	LCA용 프로그램 DB활용(바이오가스플랜트)	본 연구의 결과도출물인 바이오가스 제조시설(100톤규모) LCA DB는 LCA 분석소프트웨어에 연계하여 사용함.
5	2015-02-09	바이오매스 순환단지 추진 매뉴얼	바이오매스 순환단지 조성계획 수립을 위한 추진 매뉴얼 보급

## 제2절 활용계획

### 1. 활용방안

- 농·산촌 유기물의 체계적인 순환 및 활용을 통한 온실가스 감축
- 농림수산식품부문의 녹색성장 에너지화 목표달성 자료로 활용
- 바이오에너지 작물 생산을 통한 농업부문 기후변화 대응 온실가스 감축효과 제시 및 탄소시장 거래기반 마련
- 농·산촌 폐기물의 체계적인 관리 시스템 구축
- 자원순환을 위한 폐기물의 최적 처리 및 공급 체계 확립
- 농림특산물 생산 증대를 위한 특성화된 집약 재배기술 개발
- 신재생에너지 확대보급을 통한 에너지 자립률 향상 및 기후변화에 적극대처 기반구축

- 저탄소배출과 물질 및 양분순환 그리고 생태관광개발 등으로 지역의 지속가능발전 기반구축 마련

## 2. 정책협의 추진내용

1. 정책 협의 부서
    - 농림축산식품부 지역개발과 김경두 서기관 (044-201-1552)
  2. 일시 및 장소 : 2014년 12월 19일, 농림축산식품부 회의실
  3. 정책 협의 내용
    - 농식품부 주도의 농업·농촌 분야 바이오매스 순환단지 정책사업화 방안 협의
    - 지역개발과 관련 사업 내용 및 최근 사업 동향 청취
  4. 세부협의내용
    - 지역개발과에서 바이오매스 순환단지 조성사업 추진 가능성
      - 신규 사업으로 추진할 경우 규모가 한 지역당 100~150억으로 크기 때문에 지역개발과 예산상 전체를 진행시키기에는 어려움이 있음, 따라서 기존 사업과 연계할 경우에는 소규모 사업으로 추진하는 것이 가능함
    - 소규모 사업의 추진 방법
      - 2015년 신규추진예정중인 취약지구개선사업에 에너지자립의 명분으로 소규모사업으로 진행하는 방안이 가능
      - 취약지구개선사업이란 현 정부의 관심 사업으로 농가보수, 빈집 정비, 마을단위 작은 목욕탕, 작은 도서관, 작은 극장 등 농촌마을 또는 도시빈민가에 복지를 증진시키는 사업으로 현재 지침은 확정되지 않았으나, 취약지구의 규모는 통상적으로 가구 200호정도의 규모로서 현재 예산은 1년 550억 규모이고, 농림부에 350억 국토부에 250억의 예산이 확보된 상황임
  5. 정책제안 반영 기대효과
    - 전략적인 가축분뇨 바이오가스 에너지화 시설 보급 정책 수립
    - 정책수립의 선택과 집중을 통한 정량적·합리적 정책추진 목표의 수립
  6. 참석자 (한경대학교 운영만, 농어촌연구원 최은희, 동국대학교 이성용)
- ※ 정책협의회 진행 사진



## 제14장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

\* 해당사항 없음



## 제15장 참고문헌

- 가축분뇨 바이오에너지화 실행계획(농식품부, '09.9.17)
- 가축분뇨 에너지 자원화 사업(2009. 9)
- 강창용, 박현대, “바이오매스 이용의 사회경제적 유용성”, 농촌경제 제29권 제5호 79-95
- 국가 신재생에너지 기본계획수립(지식경제부, '08)
- 국가동계포탈, 주요에너지 지표, 2014.12.
- 국가온실가스 배출통계 추이, 국가통계포탈, 2014.12.
- 국가통계포탈, 2011, 환경부 전국폐기물통계조사
- 국립환경과학원 2006, 유기성폐기물 종합관리기술 구축Ⅲ
- 국토연구원, 국토정책 Brief “탄소제로도시 건설을 향한 영국 베드제드의 혁신사례와 시사점”, 2008
- 기획재정부 기후변화·에너지 정책방향수립( '12.10.18), 중장기 전략보고서( '12.12.27)
- 기후변화에 따른 제3차 대한민국국가보고서(대한민국정부, 2011.12)
- 김진호, 곽호영, 이종호, 유영필, 신수록, 신종은, 조영, 오정심, 바이오에너지 기준 및 범위설정  
에 관한 연구, 산업통상자원부, 2011
- 녹색기술센터, Green Tech Review, 바이오에너지 이슈분석 및 정책제언, 2014.8
- 녹색성장 5개년계획(2009~2013), 녹색성장위원회, 2009.7
- 녹색성장과 기후변화대응을 위한 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 (2008.10)
- 녹색성장국가전략(녹색성장위원회, '09.7.13)
- 농림수산식품부 - 2012년도 농림수산 사업 시행 지침서 (2011.12)
- 농림수산식품부, 환경부, 농협중앙회, 가축분뇨 자원화시설 표준설계도, 2008
- 농림축산식품부 홈페이지. 정책홍보, [www.mafra.go.kr](http://www.mafra.go.kr)
- 농식축산식품부. 2013. 「중장기 가축분뇨 자원화 대책」.
- 농촌진흥청 - 농촌 에너지자립 녹색마을 조성계획 수립 매뉴얼 (2009.12.)
- 바이오 한국에너지기술평가원, 에너지기술 R&D Warehouse, 2013
- 박현대, 김연중, 이상민, 한혜성. 2007. 「농업부문 바이오매스 이용활성화를 위한 정책방향과  
전략(2/2차 연도)」. R545. 한국농촌경제연구원.
- 산림청. 2012년도 주요 업무 세부 추진계획 (2012.1)

산림청, 2012년도 주요 업무 세부 추진계획 2012.1

산업통상자원부. 2009. 「신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2009-2030)」.

에너지관리공단 신·재생에너지센터. 2013. 「2012년 신·재생에너지 보급통계」.

윤영만, 국내바이오매스 이용실태와 활성화방안, 세계농업 162호

윤영만, 진효언, 홍지환, 안영미, 함동수, 나필수, 김승환. 2013. 「가축분뇨 고형연료 제품의 품질 및 등급기준 마련 연구」, 2013. 환경부.

전국지속가능발전협의회, ‘에너지자립마을 만들기 가이드북’ , 2008.1

제3차 에너지 기본계획수립(산업통상자원부, ’ 14.01)

중장기 전략보고서, 기획재정부, 2012.12

지식경제부(신재생에너지 R&D전략2030( ‘07)),

진상현, 사회생태자본에 기반한 대안적 지역발전모델-독일바이오에너지마을에 대한 사례연구-, 한국정책학회보 제16권 4호, 2007

최영철, 브라질 신재생에너지 산업 동향과 전망, 수은해외경제, 2011.12

폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획(2009. 7)

한국농촌경제연구원, 농업부문 바이오매스 이용 활성화 전략( ‘07)

한국농촌경제연구원, 농업부문 바이오매스의 이용활성화를 위한 정책방향과 전략, 2006

해양투기종합관리시스템(www.oceandumping.re.kr)

행정안전부 - 도농복합형 에너지자립 녹색마을 조성방안 및 운영 매뉴얼 (2010.8)

행정안전부 - 지역 경제 리뷰 113호 (2011.5)

환경부 등, 「폐자원 및 바이오매스 에너지 대책」, 2008.10

환경부(에코스타 사전연구기획서( ‘07))

환경부, 전국폐기물통계조사, 국가통계포털, 2011,

환경부, 폐기물 에너지 자원화 정책, (www.me.go.kr/web/189/me/c3/page3\_12\_11\_1.jsp)

환경부. 2011. 「2010 폐기물자원화 에너지 통계·자료집(1권 유기성폐자원 에너지 활용시설)」.

2011년 농림수산식품부 농림수산사업지침

BioRegional solutions for sustainability, <http://www.bioregional.com/>

BioTown, USA, <http://www.in.gov/biotownusa>

Bloomberg new energy finance, Global Trends in Renewable energy Investment 2014

Department of Energy & Climate Change, 'Digest of United Kingdom Energy Statistics 2013' , 2013

EERE Network News, Indiana Town Takes Major Step to Becoming "BioTown, USA" 2007.3.28.

European Commission (2012). Commission Staff Working Document Impact Assessment - directive 98/70/EC, Directive 2009/28/EC. EU.

HM Government (2011). Carbon Plan. D. o. E. a. C. Change.

<http://blog.daum.net/dspark4/8582332>

<http://www.koetv.or.kr/main.do>, 2014.12(한국환경공단, 2012)

IEA, Medium-Term Renewable Energy Market Report 2013, OECD/IEA, Paris, 2013

IEA, Technology Roadmap Bioenergy for Heat and Power, 2013

International Energy Agency, Tracking Clean Energy Progress OECD/IEA, Paris, 2014

IPCC, Emissions Scenarios, 2000

ofgem (2013) Tariffs and technologies affected by the 2013 Non Domestic Early Tariff Review

ofgem (2013). FIT Tariff table.

UK (2009). National Renewable Energy Action Plan for the UK-Article 4 of the Renewable Energy Directive 2009/28/EC.

UK (2013). Climate Change Act 2008.

UK Energy Research Centre, 'The UK bioenergy resource base to 2050' , 2010

UKDECC (2011). UK Renewable Energy Roadmap. D. o. E. C. Change.

UKDECC (2012). Renewable Energy Investment and Jobs. D. o. E. C. Change.

UKDECC (2012). UK Bioenergy Strategy. D. o. E. C. Change.

UKDECC (2012). UK Renewable Energy Roadmap Update 2012. D. o. E. C. Change.

UKDECC (2013). Digest of United Kingdom Energy Statistics 2013. D. o. E. a. C. Change.

UKDECC (2013). Energy Consumption in the UK(2013).

UKGOV, Feed-in Tariffs scheme, <https://www.gov.uk>, Accessed 22 Aug.2013

UKGOV, Renewable Heat Incentive (RHI), <https://www.gov.uk>, Accessed 22 Aug.2013

UKGOV, Renewable Transport Fuels Obligation, <https://www.gov.uk>, Accessed 22 Aug.2013

UKGOV, The Renewables Obligation (RO), <https://www.gov.uk>, Accessed 22 Aug.2013

Volker Ruwisch, Benedikt, Benedikt Sauer, “Bioenergy Village Juhnde:Experience in rural self-sufficiency” , 2007.9

Yoon, Y.M., H.C. Kim, C.H. Kim, E.H. Choi, and S.Y. Yoon, 2012, Status of Technology and Policy for Utilization of Biomass in Japan, Korean J. Organic Agri. 2(4), 459-474 (in korean)



# 부 록 1

- 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업  
사업 계획서



## 목 차

1. 평창
2. 안성
3. 예산
4. 완주
5. 정읍
6. 산청



농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

# 사업 계획서(평창)



# 제1장 사업개요

## 제1절 사업명

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

## 제2절 사업의 추진목적 및 기대효과

추진목적	농촌에서 발생하는 농업부산물, 가축분뇨 등의 바이오매스를 활용하여 청정에너지를 생산하고 물질을 양분·자원화 함으로써 경종농업·축산업·에너지 기술을 융·복합하는 농어촌 바이오에너지 순환마을 조성을 목표로 한다.
기대효과	본 사업을 통해 농·산촌 폐기물의 자원순환을 위한 체계적인 관리시스템을 구축하여 경제적으로 폐기물처리비용을 절감함으로써 연간 1,040톤의 온실가스 감축효과를 창출할 것으로 예상된다.

## 제3절 사업 분야

바이오피아에는 바이오가스 열병합 발전, 목질바이오매스(목질 바이오매스 공동 난방, 목재 칩 보일러) 등의 기술이 포함됨

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분되고, 목질 바이오매스 기술은 목질 바이오매스를 활용한 사업에 해당되며 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 분류된다.

## 제4절 감축사업자

### 1. 사업관리자

본 사업은 시범사업으로 추후에 사업관리자를 선정하고자 한다.

법인명(업체명)		사업참여자 여부		
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				

### 2. 사업 수행자

법인명(업체명)				
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				



## 제5절 사업지역

주소	
강원도 평창군	
위도	경도
북위 37° 22' 15"	동경 128° 23' 25"

## 제6절 사업 수행 전 상황

### 제7절 사업의 온실가스 배출 감축 혹은 제거 방법

본 사업범위에는 두 가지의 온실가스 감축 관련 기술 및 설비가 포함되어 있으며, 각 시설마다 온실가스 배출량 감축방법이 상이하다.

#### 1. 바이오가스 열병합 발전

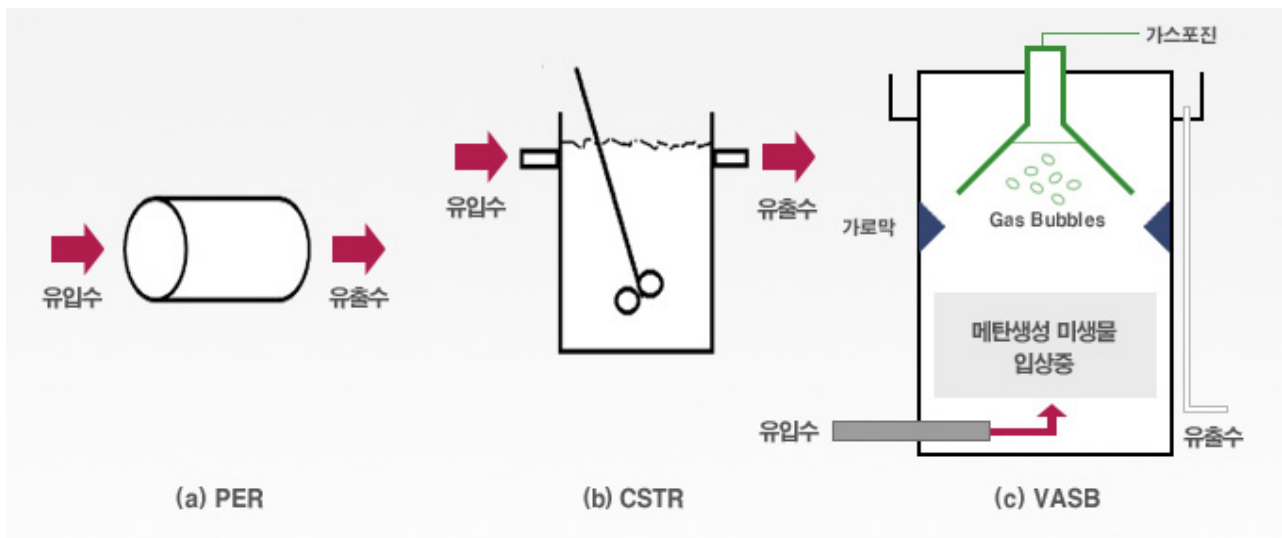


그림 1 바이오가스 열병합 발전 기술의 종류

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피어 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 바이오가스 열병합 발전, 목질바이오매스(목재 칩 보일러) 등의 기술이 포함된다. 현재 국내

에 도입되어 있는 녹색농업기술 현황을 참고하여 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축 사업에서 도입될 기술을 적용할 수 있다. 특히 현재 상용화되어 있는 6가지의 국내 녹색농업기술 중 목질 바이오매스 에너지화, 풍력, 태양광, 태양열 등 다양한 신재생에너지 기술을 활용하는 방법론인 녹색마을 방법론과 유사하다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분되고, 목질 바이오매스 기술은 목질 바이오매스를 활용한 사업에 해당되어 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 분류된다.

첫째, 바이오가스 열병합 발전은 바이오가스를 원료로 이용하여 전력과 액비를 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합 발전에 주로 이용되는 바이오가스는 유기물질의 분해로 얻어진 가스로써, 유기성 폐기물의 혐기성 소화를 통해 생성된 메탄가스를 일컫는다. 바이오가스를 활용하여 바이오가스 플랜트에서 발전을 통해 전력을 생산하고 열병합 발전에서 발생하는 부산물인 액비(소화액)은 포함하는 질소 성분 중 암모니아성 질소의 비율이 높고 이전의 악취가 개선된 액비로써, 유기질 비료로 이용이 가능하다. 가축분뇨를 주 연료로 이용하게 될 바이오가스 열병합 발전에 이용될 기초적인 기술은 혐기소화기술로써, 산소가 없는 조건에서 유기물에 포함된 탄수화물, 지방, 단백질 등이 미생물의 작용에 의해 분해되는 공정으로 저급 지방산을 거쳐 최종적으로 메탄, 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 수분 등이 포함된 바이오가스를 생산하게 된다. PER(관형흐름식 반응기)은 원수가 교반 방향으로 일정하게 흐르며 유입순서와 유출순서가 동일한 형태의 반응기, CSTR(연속혼합식 반응기)은 원수가 유입됨과 동시에 순간적으로 완전하게 혼합되어 소화조 전체가 균일하게 섞이는 반응기이다. 마지막으로 UASB(상향류 혐기성 슬러지상 반응기)는 원수가 하부에서 상부로 흐르며 메탄 생성 미생물 입상층을 거치면서 발효되는 반응기이다. 이처럼 다양한 소화조 형태에 따라 바이오가스 생산 기술이 분류되며 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 사업지역의 특성과 기술에 따라 적절한 기술을 선택하게 된다. 생산된 바이오가스를 활용하여 열병합 발전을 진행하게 되며 이처럼 바이오매스를 이용한 신재생에너지 기술인 바이오가스 열병합 발전은 전력과 액비를 생산함으로써 더 나은 결과를 불러올 수 있다. 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에 도입될 신재생에너지 기술들은 각 시설마다 온실가스 배출량과 감축방법이 상이하다. 온실가스 배출량은 사업 지역의 기후·지형적인 환경, 규모에 따라 달라 질 수 있으며 다른 기술 간에 온실가스 배출량 감축방법은 신재생에너지원, 프로세스, 활용 방안에 따라 각기 다른 내용을 따르게 된다. 바이오가스 열병합 발전 시설은 해당 시설이 없었더라면 대기 중으로 방출되어 온실가스를 일으켰을 바이오가스를 포집 및 소각함으로써 온실가스 배출을 감축한다.

또한, 아래 그림 2의 바이오가스 플랜트 공정도를 참고하여 보면 바이오가스를 포집 및 소각하여 생산한 전력 및 열에너지는 바이오가스 열병합 발전시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 마지막으로 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 농업활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료를 대체한다고 분석할 수 있다. 이에 따라 합성 질소비료의 생산과정과 합성 질소비료를 살포하는 과정에서 발생하게 되는 온실가스의 배출량을 절감하여 온실가스 감축효과를 얻을 수 있다.

## 바이오가스 플랜트 공정도

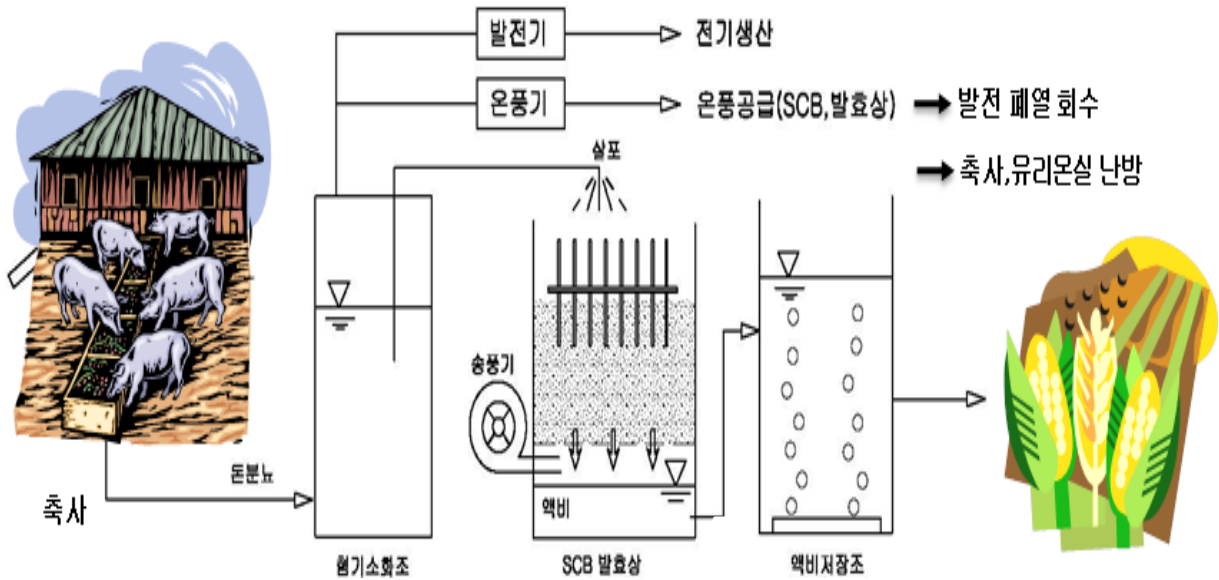


그림 2 바이오가스 열병합 발전 공정도

## 2. 목질 바이오매스

목질 바이오매스 기술은 앞서 설명한 바이오가스 열병합 발전의 과정과 같은 원리로 전력을 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합과는 다르게 목질 바이오매스를 주 연료로 이용하는 기술로써, 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서는 목재 칩을 이용한 난방 보일러로 활용될 수 있다. 목질 바이오매스는 농작물, 목재, 폐목재, 또는 부산물, 식물, 잔디, 도시 쓰레기, 축산 분뇨 등 재생에너지로 다시 쓰일 수 있는 모든 유기물 중 셀룰로오스 및 리그닌으로 구성된 목질계 자원을 의미한다. 목질 바이오매스는 주로 목본식물과 초본식물로 분류되어 이들로부터 파생된 제품이나 그것의 폐기물, 즉 목재, 폐목재, 종이 등을 포함한다.

그림 3의 목질 바이오매스 구분 체계와 같이 용도에 따라 세세히 구분되는 연료이다. 목질 바이오매스는 고체, 액체, 기체 3가지의 형태로 활용될 수 있으며 고체연료로는 목재 칩, 목재 펠릿, 목탄 등이 있고, 액체 연료로써 바이오오일과 바이오에탄올이 있으며, 기체연료로는 합성가스가 있다.



그림 3 목질 바이오매스의 구분 (출처 : 경기개발연구원, 2009)

목재에서 추출하는 바이오오일과 바이오에탄올, 합성가스의 경우는 아직까지 개발단계에 있으며, 고체 목질 바이오매스는 임산폐기물, 장작, 목재 칩, 목재 펠릿의 형태가 있는데 임산 폐기물은 중소규모 지역난방이나 대규모 지역난방이나 중대규모 열병합 발전소에 이용되며, 목재 칩은 주로 가정용 난방이나 소규모 시설난방에 사용된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서는 다양한 목적으로 목질 바이오매스를 활용하여 온실가스 감축을 이행할 수 있다.

첫째, 목질 바이오매스 공동 난방은 목재 칩을 연료로 한 지역 및 마을 단위의 공동 열 공급 시설을 의미한다. 목질 바이오매스 공동 난방 시설을 통해 공급되는 난방 열량은 목질 바이오매스 공동 난방 시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 본래 목재 칩과 펠릿을 이용한 개인 보일러가 상용화되어 널리 쓰이고 있으나, 목질 바이오매스 공동 난방은 지역단위로 감축 사업을 진행하게 될 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 전체적인 운영에 있어 필요한 난방열을 공동 차원에서 공급하고자 새롭게 추가한 기술이다.

마지막으로, 목재 칩 보일러는 경유대비 1/12배, 도시가스 대비 1/10배가량 온실가스 발생이 적고 재생산이 가능한 무공해 친환경 연료인 목재펠릿을 이용하여 소내 연료 이외에는 온실가스 배출원이 없는 친환경 난방시스템이다. 펠릿의 제조, 운송 등의 전 과정에서 온실가스 배출이 발생하지만, 목재 칩 보일러를 사용함으로써 경유, 전력 등의 사용이 절감되기 때문에 전체적인 온실가스 배출은 감소한다. 따라서 기존에 사용되는 화석 연료 설비를 목재 칩 보일러로 대체하여 난방을 공급함으로써 온실가스의 배출 감축 효과를 기대할 수 있다.



- ① 2차 분진 제거 및 연소 유도장치
- ② 급탕 동파이프
- ③ 수관식 연도, 1차 열교환 및 분진 제
- ④ 연료(펠릿) 공급 장치
- ⑤ 역화방지 장치
- ⑥ 버너
- ⑦ 점화 히터
- ⑧ 송풍 팬
- ⑨ 재받이
- ⑩ 분진함

그림 4 목재펠릿·칩 보일러의 구성 요소

목재 칩 보일러는 화석연료를 이용한 보일러와 동일한 방식으로 작동된다. 연료 저장부에 목재 칩을 투입하여 연료 공급장치를 통해 보일러에 공급하면 버너부에서 목재 칩을 연소시켜 열교환 과정을 거쳐 난방과 급탕이 가능하게 된다. 또한 목재 칩 보일러를 통해 공급되는 난방 열량은 목질 바이오매스 공동 난방 시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다.

## 제8절 사업기간 및 인증 유효기간

사업기간	
인증 유효기간	

제9절 예상 온실가스 감축량

년차	예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)
1년차	1,040
2년차	1,040
3년차	1,040
4년차	1,040
5년차	1,040
총 예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	5,200
인증 유효기간	5
인증 유효기간 동안 연평균 감축량((tonCO <sub>2</sub> -eq)	1,040

## 제2장 사업 추가성

본 사업의 온실가스 감축사업으로써 추가성은 ‘농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 추가성 입증 방법’에 명시된 절차에 따라 입증한다. 본 자발적 온실가스 감축사업의 개별사업들의 온실가스 감축량은 1,040톤으로 20,000톤 이하의 소규모 사업에 해당되므로 소규모에 맞는 사업 추가성 입증절차를 준수한다.

### 제1절 법 및 제도적 추가성

본 사업은 농촌에서 발생하는 폐자원을 통한 에너지 생산, 신재생 에너지의 효율적 활용 및 에너지 효율 개선을 통해 발생하는 온실가스를 감축하는 것이다. 추진하는 감축사업은 현행 법 및 제도에 의해 제한을 받고 있지 않으며, 관련된 법, 시행령, 시행규칙, 조례, 고시 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.

- 1992년 체결된 런던협약에 의거하여 오는 2012년부터 가축분뇨의 해양 투기가 전면 금지된다. 이에 따라 정부에서는 ‘가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제3조, 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률 제 16조에 근거한’ 가축분뇨처리지원사업 시행지침 ‘에 따라 사업 대상자를 선별하여 가축분뇨 자원화 및 에너지화에 투입되는 사업비를 지원해 주고 있다. 따라서 본 사업은 관련 법규 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.
- ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법’ 제 12조 5 및 동법 시행령 제 18조 3에서 정한 바에 따라 발전사업자, 발전사업의 허가를 받은 자, 공공기관 등의 경우 발전량의 일정량 이상을 의무적으로 신·재생에너지를 이용하여 공급해야 한다. 본 사업참여자는 의무대상자에 해당하지 않으므로 본 사업은 위 법규에 제한을 받고 있지 않다.

### 제2절 장애요인 분석

본 사업의 온실가스 감축량은 1,040톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 장애요인 분석은 필요하지 않다.

### 제3절 경제적 추가성

본 사업의 온실가스 감축량은 1,040톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 경제적 추가성 입증이 필요하지 않다.

## 제3장 베이스라인과 모니터링 방법론

### 제1절 적용 방법론명

농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 ‘녹색마을 방법론’

### 제2절 방법론 선정 타당성 및 선정 이유

본 사업은 농업 및 축산업 중심의 사업 지역에 온실가스 감축기술을 도입함으로써 생계활동 및 일상생활에서 발생하는 온실가스를 감축시키는 사업으로 아래와 같이 ‘녹색마을 방법론’의 적용 조건을 충족한다.

방법론 적용가능 조건	사업의 적용가능성
본 방법론에 포함된 8가지 녹색기술 (바이오가스, 지열 냉난방, 목질 바이오매스, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, LED 조명설치) 중 2가지 이상의 기술을 적용하고, 적용된 기술 중 바이오가스 또는 목질바이오매스 등 바이오에너지 관련 녹색기술이 포함된 사업에만 본 방법론을 적용할 수 있다.	본 사업에는 바이오가스 열병합 발전시설, 목질 바이오매스 등 총 2가지 기술이 적용된다.
본 방법론은 녹색기술 설비 및 장치를 신규로 설치하거나 기존시설을 대체하는 경우 모두 적용 가능하다.	본 사업에 적용된 바이오가스 열병합 발전시설, 목질 바이오매스 시설은 모두 신규로 설치되는 경우이다.
본 방법론은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업경계 내에서 이용하는 사업에는 적용할 수 없다.	본 사업은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업 경계 내에서 이용하지 않는다.
바이오가스 열병합 발전의 원료로 가축분뇨와 음식물 쓰레기를 혼합하여 사용 가능하며, 이 경우에 가축분뇨의 혼합비율은 최소 70% 이상을 유지하여야 한다.	바이오가스 열병합 발전을 위해서 마을에서 발생한 가축분뇨만 바이오가스 열병합 발전시설에 투입되어 발전원료로 사용되며, 음식물 쓰레기는 혼합하지 않는다. 즉, 가축분뇨 혼합비율은 100%이므로 방법론 적용가능조건을 만족한다고 판단된다.
LED 조명설치의 경우, LED 조명의 조도가 베이스라인 상황에서 사용되었을 조명기구 조도의 -10~50% 내의 범위를 유지하여야 한다.	해당사항 없음

- 바이오피아에는 녹색마을 방법론에서 기술된 8가지 녹색기술 중 가축분뇨를 이용한 바이오가스 열병합 발전 기술, 목재 칩을 이용하는 목질 바이오매스기술이 적용된다.



### 제3절 사업 경계

본 사업의 경계에는 평창군 내에서 발생하는 신재생에너지 및 폐자원 에너지화를 통해 온실가스를 감축하는 모든 사업이 포함된다. 우선, 마을 내 축사에서 발생하는 가축분뇨를 바이오가스 열병합 발전시설의 발전원료로 이용하여 전력 및 열에너지를 생산한다. 바이오가스 열병합 발전에서 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 국가 계통망에 공급된다. 반면에 바이오가스 열병합 발전설비 운영에 필요한 전력은 경제성을 고려하여 자가발전 전력을 사용하지 않고, 계통망에서 전력을 공급받는다. 해당 시설에서 생산된 열에너지는 바이오가스 발전시설의 소화조 가운을 위해서만 일정량이 사용되고, 나머지 열량은 유리온실에 공급된다. 또한, 바이오가스 생산이 완료된 슬러리는 액비 생산시설로 이동되어 액비 생산원료로 사용되며, 생산된 양질의 액비는 마을 내 농경지(논 45ha, 밭 7ha)에 살포되어 합성 질소비료를 대체한다. 열병합발전 설비에는 비상시 전력을 이용하여 소화조를 가열할 수 있도록 되어있으나, 일반 발전 상황에서는 화석연료 및 전력을 사용하지 않는다.

목질 바이오매스의 경우에는 목질 바이오매스 공동 난방과 목재 칩 보일러로 분류되며 목질 바이오매스를 활용하여 열에너지를 공급하는 기술로써 지역 및 마을 단위를 포함하는 공동 난방시설과 개인 농가 단위의 보일러로 분류된다.

사업 경계 내에 포함되는 온실가스 배출원을 베이스라인과 사업 활동으로 나누고, 각 배출원에서 발생하는 온실가스 종류를 정리한 표는 다음과 같다. 녹색마을 방법론상에서 정의된 배출원 중 본 사업에 포함되지 않는 지열 난방공급, 풍력, 소수력, LED 조명설치 관련 배출원은 고려하지 않는다.

배출원		온실 가스	포함여부	설명	
베이스 라인	가축분뇨의 생물학적 및 물리·화학적 처리	CO <sub>2</sub>	No	배출없음	
		CH <sub>4</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		N <sub>2</sub> O	Yes	주요 온실가스 배출원	
	전력 및 화석연료를 이용한 열에너지 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	Yes	온실가스 배출원	
		N <sub>2</sub> O	Yes	온실가스 배출원	
	동경지 액비 살포로 인해 대체된 합성 질소비료의 생산·살포과정에서의 배출량	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	No	배출없음	
		N <sub>2</sub> O	No	배출없음	
	화석연료를 이용하여 난방 열량 공급 (목재 칩 공동·개별보일러)	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	No	배출없음	
		N <sub>2</sub> O	No	배출없음	
사업 활동	계통망에서 소내 소비전력 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	Yes	온실가스 배출원	
		N <sub>2</sub> O	Yes	온실가스 배출원	
	계통망에서 소내 소비전력 공급 (목재 칩 공동·개별보일러)	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	Yes	온실가스 배출원	
		N <sub>2</sub> O	Yes	온실가스 배출원	
	전처리 과정	목질 바이오매스 수집을 위한 화석연료 사용	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원
			CH <sub>4</sub>	No	배출 없음
			N <sub>2</sub> O	No	배출 없음
		목질 바이오매스 수송을 위한 화석연료 사용	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원
			CH <sub>4</sub>	No	배출 없음
			N <sub>2</sub> O	No	배출 없음
		목질 바이오매스 가공을 위한 화석연료 사용	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원
			CH <sub>4</sub>	No	배출 없음
			N <sub>2</sub> O	No	배출 없음
	목질 바이오매스 가공을 위한 전력 사용	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	Yes	온실가스 배출원	
		N <sub>2</sub> O	Yes	온실가스 배출원	
	가공된 목질 바이오매스(목재 칩) 수송을 위한 화석연료 사용	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	No	배출 없음	
		N <sub>2</sub> O	No	배출 없음	
	목질 바이오매스 활용 난방설비의 소내 화석연료 사용	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH <sub>4</sub>	No	배출 없음	
		N <sub>2</sub> O	No	배출 없음	
목질 바이오매스 활용 난방설비의 소내 전력 사용	CO <sub>2</sub>	Yes	주요 온실가스 배출원		
	CH <sub>4</sub>	Yes	온실가스 배출원		
	N <sub>2</sub> O	Yes	온실가스 배출원		

- 배출원에서 고려하지 않는 온실가스는 배출량이 극히 낮아 배출량 산정에 영향을 주지 않으므로 온실가스 배출량 및 감축량 산정의 간소화를 위해 제외한다.

## 제4절 베이스라인 시나리오

### 1. 바이오가스 열병합 발전

- 바이오가스 열병합 발전을 위해 축사에서 생산된 가축분뇨를 이용하며, 해당 분뇨는 발전설비가 신규로 건설되지 않았더라면 베이스라인 시나리오에서 국내의 보편적인 가축분뇨의 생물학적 처리방식을 이용하여 처리된다고 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설을 이용하여 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 계통망에 공급되므로 해당 시설이 없었더라면 판매 전력량만큼 화석연료 발전설비를 이용하여 생산해야 하며, 이를 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지는 자체 설비 운영을 위해 1차적으로 소비되며, 남은 열량이 사업 내 타시설인 유리온실에 공급된다. 자체 소비열량은 베이스라인 시나리오에서 고려하지 않으며, 베이스라인 시나리오에서는 유리온실에 공급된 열량만 포함한다. 만약 바이오가스 열병합 발전설비가 없었더라면 해당 열량만큼 화석연료 열생산 설비를 이용하여 공급하였을 상황을 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농경지 및 유리온실 내 작물 재배지에는 해당 시설이 없었더라면 합성 질소비료를 사용하고 있었을 것이라 가정한다.

### 2. 목질 바이오매스 난방

- 국내 원예시설에서 널리 이용되는 경유온풍기를 사용하여 지열 난방설비로 제공하는 열량과 같은 열량을 제공하는 시나리오를 베이스라인 시나리오로 한다. 단, 동일 원예시설의 확장 및 이전 등 목질바이오매스 활용 난방 설비를 신규로 설치하는 경우일지라도 베이스라인 시나리오에서 사용하였을 난방설비를 타당한 근거를 통해 입증할 수 있는 경우에는 해당 난방설비를 베이스라인 시나리오에서 사용되었을 난방설비로 고려할 수 있다.
- 사업 활동을 통해 공급되는 난방 열량을 국내에서 원예시설 난방보급에 가장 보편적으로 사용되는 경유 온풍난방기를 이용해 공급했었다면 배출되었을 온실가스 배출량을 아래의 산정식을 이용하여 계산한다.

## 제5절 온실가스 감축량

### 1. 산정방법

본 사업의 온실가스 감축량은 사업 내 적용된 온실가스 감축 기술별로 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 나누어 구하고, 기술별 온실가스 감축량을 계산한 뒤 합산하여 산정한다.

$$ER_{Total,y} = ER_{Bio,y} + ER_{Biomass,y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Total,y}$	y년도 연간 총 배출감축량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ER_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전 연간 배출감축량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ER_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 연간 배출 감축량	tCO <sub>2</sub> e/년

### 가. 바이오가스 열병합 발전

바이오가스 열병합 발전시설 관련 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량은 아래와 같이 산정한다.

#### (1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 크게 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리, 전력 및 열에너지 공급, 합성 질소비료 대체와 관련된 3가지 부분으로 구분하여 산정하며, 각 부분의 베이스라인 배출량을 합산하여 바이오가스 열병합 발전의 총 베이스라인 배출량을 계산한다.

$$BE_{Bio,y} = BE_{MFW,y} + BE_{cogen,y} + BE_{fert,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{MFW,y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량 (Manure and Food Waste)	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{cogen,y}$	y년도 전력 및 열에너지 생산 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### (가) 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리

가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같이 가축분뇨 처리와 음식물 쓰레기 처리를 나누어 산정한다.

$$BE_{MFW,y} = BE_{manure,y} + BE_{food\ waste,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{food\ waste, y}$	y년도 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

우선, 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 배출량은 가축분뇨의 생물학적 처리 시 대기 중으로 배출되는 N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> 양을 계산하여, 해당 온실가스 배출량의 온실효과를 아래와 같이 계산한다.

기호	정의	단위
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$N_{LT, y}$	y년도 가축종류 LT의 사육두수	두
$EF_{LT, N_2O, m}$	가축종류 LT의 아산화질소 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-N <sub>2</sub> O/두/년
$EF_{LT, CH_4, m}$	가축종류 LT의 메탄 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-CH <sub>4</sub> /두/년
$GWP_{N_2O}$	아산화질소의 지구온난화지수 (310)	-
$GWP_{CH_4}$	메탄의 지구온난화지수 (21)	-
$LT$	축산농가에서 사육되는 가축종류 (Livestock)	-

$$BE_{manure, y} = \sum_{LT} (N_{LT, y} \cdot (EF_{LT, N_2O, m} \cdot GWP_{N_2O} + EF_{LT, CH_4, m} \cdot GWP_{CH_4})) \times 10^{-3}$$

$$\text{돼지} = 8,019 \cdot (0.107 \cdot 310 + 3.00 \cdot 21) \cdot 10^{-3} = 771.2 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$BE_{manure, y} = 771.2 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

가축종류	사육두수 (두)	N <sub>2</sub> O 배출		CH <sub>4</sub> 배출		배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
		배출계수 (kg-N <sub>2</sub> O/두/년)	GWP	배출계수 (kg-CH <sub>4</sub> /두/년)	GWP	
돼지	8,019	0.107	310	3	21	771.2

아산화질소 및 메탄 배출계수는 방법론에 제시된 다음 값을 적용하였다.

가축	$EF_{LT,N_2O,m}$ (kg-N <sub>2</sub> O/두/년)	$EF_{LT,CH_4,m}$ (kg-CH <sub>4</sub> /두/년)
한육우	1.377	1.000
젓소	0.529	35.994
돼지	0.107	3.000
닭	0.003	0.078
염소	0.779	0.108
말	0.802	1.202

본 사업에서 바이오가스 열병합 발전설비의 발전원료로 음식물 쓰레기는 사용되지 않으므로 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 고려하지 않는다.

$$BE_{food\ waste,y} = 0$$

위의 결과를 종합해 보면, 바이오가스 열병합 발전시설의 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같다.

$$BE_{MFW,y} = BE_{manure,y} + BE_{food\ waste,y} = 771.2\text{tCO}_2\text{e/년}$$

#### (나) 전력 및 열에너지 공급

전력 및 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량은 전력 공급과 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량으로 구분하여 계산한 뒤, 합산하여 산정한다.

$$BE_{cogen,y} = BE_{elec,y} + BE_{thermal,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{cogen,y}$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{elec,y}$	y년도 전력관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{thermal,y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### ① 전력 공급

바이오가스 열병합 발전설비를 이용하여 생산한 전력을 계통망에 공급함으로써 해당 시설이 없었더라면 추가적으로 계통망 전력을 생산하기 위해 화석연료 발전설비를 가동함에 있어서 발생하는 온실가스 배출량은 아래와 같이 전력 판매량(순 전력량)에 전력배출계수를 곱하여 계산한다.

$$BE_{elec,y} = EG_{Bio,elec,PJ,y} \cdot EF_{CO_2,grid,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{elec,y}$	y년도 전력 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio,elec,PJ,y}$	y년도 사업 내에서 생산된 순 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2,grid,y}$	전력배출계수	tCO <sub>2</sub> e/MWh

바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산되는 총 발전량은 123MWh/년이다.

발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
56.3	6	365	123,370

본 사업에서는 총 발전량을 전부 계통망에 판매하므로 전력 공급 관련 베이스라인 배출량은

$$BE_{elec,y} = EG_{Bio,elec,PJ,y} \cdot EF_{CO_2,grid,y} = 123.37 \cdot 0.460 = 56.58 \text{ tCO}_2\text{e/년이다.}$$

총 발전량 (MWh/년)	전력배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
123.37	0.460	56.58

## ② 열에너지 공급

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지가 유리온실에 공급됨으로써 열량이 공급되지 않았더라면 난방을 위해 사용되었을 경우 온풍기를 사용하지 않게 된다. 이에 따라 감축되는 온실가스 배출량은 다음과 같이 산정한다.

$$BE_{thermal,y} = (EG_{Bio,thermal,PJ,y} / BL_{thermal}) \cdot EF_{Bio,BL,FF}$$

기호	정의	단위
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$	y년도 바이오가스 열병합 시설 내에서 생산된 열 및 스팀의 순 열에너지량	GJ/년
$EF_{Bio, BL, FF}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 전력 또는 화석연료의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/년
$\eta_{Bio, BL, thermal}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 화석연료를 사용하는 설비의 효율	%

바이오가스 열병합 발전시설에서 연간 176,947Mcal의 열량이 생산되지만, 바이오가스 설비 내 소화조 가운을 위해 연간 109,953Mcal이 소모된다.

최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)
485	365	80	176,947	109,953	66,994

순 열량이 유리온실에 공급되고, 해당 열량을 베이스라인 난방설비인 경유 온풍기를 이용하여 공급하였다면 발생하였을 온실가스 배출량은 아래와 같다. (경유 온풍기 효율은 관련 통계자료를 이용하여 추정). Mcal을 GJ 단위로 환산할 때에는 에너지법 시행규칙 별표1의 에너지열량 환산기준에 따라 1Mcal당 4.8168<sup>-3</sup> GJ을 적용한다.

$$BE_{thermal, y} = (EG_{Bio, thermal, PJ, y} / \eta_{Bio, BL, thermal}) \cdot EF_{Bio, BL, FF}$$

$$= 599.45 / 0.8 \cdot 0.0741 = 55.53 \text{ tCO}_2\text{e/년}$$

소비용도	공급열량		설비효율 (%)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/GJ)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
	(Mcal/년)	(GJ/년)			
유리온실 공급	66,994	599.45	80	0.0741	55.53

#### (다) 합성 질소비료 대체

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 사업 활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 베이스라인 배출량으로 고려한다.

$$BE_{fert, y} = \sum_{f, i} (ha_{i, y} \cdot BAR_{f, i}) \times EF_{f, CO_2}$$



기호	정의	단위
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ha_{i,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농업인 $i$ 의 농지면적	ha
$BAR_{f,i}$	사업 활동이 없었더라면 농작물 재배를 위해 농업인 $i$ 의 농지 단위 면적당 살포하였을 합성 질소비료 $f$ 의 평균 사용량	ton-비료/ha
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료

① 농지 단위 면적당 비료사용량( $BAR_{f,i}$ ) 추정

우선, 농지 단위 면적당 합성 질소비료 사용량은, 사업지역에서의 기존 합성 질소비료 및 가축분뇨 이용 상황을 정확히 알기 어려우므로, 녹색마을 방법론의 ‘합성 질소비료를 사용하지 않는 경우’의 산정방법을 적용하여 구하도록 한다. 강원도 도청에서 가장 최근 발간한 ‘제 53회 강원통계연보(2013)’ 92)에서 발췌한 강원도 평창군의 2012년 경지면적 및 비료사용량 정보는 아래와 같다. 비료사용량의 경우, 액비 살포대상 농경지 및 유리온실 내 재배면적에서 사용되고 있었을 합성 질소비료의 정확한 종류를 파악하는 것은 무리가 있으므로 강원도 내에서 사용된 비료 종류별 사용량을 합산해 놓은 총 비료사용량 수치를 이용한다.

경지면적 (ha)	비료사용량 (ton)	단위 면적당 비료사용량 (ton-비료/ha)
논: 658 / 밭: 9,214	4,795	0.49

② 합성 질소비료 생산관련 배출계수( $EF_{f,CO_2}$ ) 추정

합성 질소비료 생산관련 배출계수는 합성 질소비료 단위질량 당 질소함량을 고려하여, 해당 비료를 생산하는 과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 비료생산량으로 나누어 구한다. 즉, 배출계수는 비료 단위질량 당 생산과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 의미하며 아래의 계산식을 이용한다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} \times 0.82 \times 2.014$$

92) 국회도서관 웹사이트에서 다운로드 가능  
<http://dlps.nanet.go.kr/DlibViewer.do>

기호	정의	단위
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
$N_{cont,f}$	질량비를 기준으로 한 합성 질소비료 $f$ 의 질소함량	%
0.82	질소와 암모니아간의 질량비	-
2.014	암모니아 생산에 대한 보수적인 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/tonnes NH <sub>3</sub>

배출계수를 구하기 위해서 가장 중요한 변수는 합성 질소비료의 질소함량이며, 방법론에 기술된 질소함량 산정기준 중 하나를 이용하여 구해야 한다. 각 산정기준별 간략한 설명과 함께 본 사업계획서에서 해당 기준을 적용할 수 없는 이유를 정리해 놓은 표는 다음과 같다.

기준	설명	적용불가 원인
1	기존 합성 질소비료의 질소함량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존에 합성 질소비료를 사용하지 않았던 경우에는 해당 자료 없음</li> <li>- 실제로 비료를 사용한 경우에도 자료 수집의 한계로 인해 질소함량 확보불가</li> </ul>
2	‘합성 질소비료 유형별 질소함량’ 표에 명시된 수치	<p>액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가</p> <p>→ 표에 있는 자료 이용불가</p>
3	유사 합성 질소비료 질소함량 중 최저치 (2군데 이상의 제조업자에게 문의)	<p>액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가</p> <p>→ 유사 비료에 대한 정의 불가</p>
4	지자체별 통계연보 이용	적용 가능
5	질소함량 중 가장 보수적 수치인 11% 이용	기준 4를 적용함으로써 배제함

강원통계연보 자료에 의하면 강원 평창군에서는 2011년 한 해 동안 총 4,795톤의 비료가 사용되었으며, 사용된 비료에 포함된 질소량은 2,506톤이다. 즉, 평창군 내에서 사용된 화학비료의 평균 질소함량은 52.3%(=2,506/4,795)이며, 배출계수는 아래와 같이 계산된다.

$$EF_{f, CO_2} = N_{cont, f} * 0.82 * 20.14 = 0.523 * 0.82 * 2.014 = 0.86 (\text{tCO}_2\text{e/ton})$$

농지구분	액비살포면적 (ha)	비료사용량 (ton/ha)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
논	45ha	0.49	0.86	19
밭	7ha			3
			합 계	22

## (2) 프로젝트 배출량

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 자가생산한 전력 및 열에너지를 소모하는 것 이외에 외부 설비에서 에너지를 공급받는 경우에 프로젝트 배출량을 고려한다. 프로젝트 배출량은 소내 전력 및 화석연료 사용을 외부에서 공급받는 경우를 나누어 산정한다.

$$PE_{Bio, y} = PE_{Bio, EC, y} + PE_{Bio, FF, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio, y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 프로젝트 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, EC, y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, FF, y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

### (가) 소내 전력사용

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 필요한 전력은 전량을 계통망에서 공급받아 사용하므로 아래와 같이 소내 전력사용에 따른 프로젝트 배출량을 구한다.

$$PE_{Bio, EC, y} = EC_{Bio, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EC_{Bio,PJ,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력 사용량	MWh/년
$EF_{CO_2,grid,y}$	y년도 전력배출계수	tCO <sub>2</sub> e/MWh

소화조 교반, 분뇨이송, 퇴비교반기 운영 등에 103kWh/일, 연간 37,572kWh가 소모된다. 이 소내 소비전력을 계통망에서 공급받아 사용함으로써 발생하는 프로젝트 배출량은 아래와 같다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} * EF_{CO_2,grid,y} = 37.57 * 0.46 = 17.28 \text{ tCO}_2\text{e/년}$$

소비 전력량 (MWh/년)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
37.57	0.460	17.28

#### (나) 소내 화석연료 사용

바이오가스 열병합 발전시설 운영을 위해 필요한 열량은 모두 자체 공급으로 충당하고, 추가적인 열 공급을 위해 화석연료 열 생산설비를 이용하지 않으므로 소내 화석연료 사용에 의한 프로젝트 배출량은 없다.

$$PE_{Bio,FF,y} = 0$$

#### (다) 누출량

바이오가스 열병합 발전시설에서 발생하는 누출량은 무시한다.

$$LE_{Bio,y} = 0$$

#### (라) 온실가스 감축량

위의 배출량 산정결과를 종합한 표를 아래에 제시하였으며, 본 결과를 이용하여 바이오가스 열병합 발전시설 관련 온실가스 감축량을 구할 수 있다.

베이스라인 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)		프로젝트 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	누출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
가축분뇨 처리	771.2	17.2	0	888.1
전력 및 열 생산	112.1			
합성 질소비료 대체	22			

## 나. 목질 바이오매스 (목재 칩 보일러)

### (1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 목재 칩 보일러를 신규 설치하기 이전에 기존 난방설비를 베이스라인 대상으로 선정하여 연간 총배출량을 계산한다.

$$BE_y = (EG_{heat, PJ, y} / BL, FF) \cdot EF_{BL, FF}$$

기호	정의	단위
$BE_y$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{heat, PJ, y}$	y년도 사업 내 공급된 난방관련 열 및 스팀의 열에너지양	GJ/년
$EF_{BL, FF}$	사업 활동이 없었더라면 사용되었을 기존시설에서 사용된 화석연료의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/GJ
$BL, FF$	사업 활동이 없었더라면 사용되었을 기존설비의 효율	%

$$EG_{heat, PJ, y} = FC_{BL, Diesel, y} \times N \times NCV_{Diesel} \times UC$$

기호	정의	단위
$EG_{heat, PJ, y}$	y년도 사업 내 공급된 난방관련 열 및 스팀의 열에너지양	GJ/년
$FC_{BL, Diesel, y}$	y년도 사업 활동이 없었더라면 경유 온풍난방기에서 사용되었을 연간 경유소모량	L/m <sup>2</sup> · 년
$N$	열에너지 공급면적	m <sup>2</sup>
$NCV_{Diesel}$	경유 순 발열량 값 (8,420)	kcal/L
$UC$	에너지 단위환산계수 (4.1868 X 10 <sup>-6</sup> )	GJ/kcal

강원도 평창군에 신규로 설치하게 될 시설하우스의 연간 경유사용량은 아래와 같다.

온실종류	사업지역	작물종류	야간재배온도 (C)	연료량 (L/m <sup>2</sup> ·년)	면적 (평 / m <sup>2</sup> )
비닐하우스	강원	딸기	6	10.02	300/992m <sup>2</sup>

또한 목재 칩 공동보일러를 이용해 지급하게 될 마을 내 50가구의 정보는 아래와 같다.

종류	사업지역	연료량 (L/m <sup>2</sup> ·년)	면적 (평 / m <sup>2</sup> )
개인가구	강원	10.02	30*50/4959m <sup>2</sup>

위 추정된 단위 면적당 연간 경유사용량을 토대로 목재 칩 보일러를 이용하여 공급될 난방 열량은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 EG_{heat, PJ, y} &= FC_{BL, Diesel, y} \times N \times NCV_{Diesel} \times UC \\
 &= 10.02 \times 5,957 \times 8,420 \times 4.168 \times 0.0000001 \\
 &= 2,095(\text{GJ/년})
 \end{aligned}$$

난방열량(GJ/년)	설비효율(%)	배출계수(tCO <sub>2e</sub> /GJ)	배출량(tCO <sub>2e</sub> /년)
2,095.76	90.3	0.0741	171.98

위의 표와 같이 경동나비엔 735RPS를 이용한다고 가정하고 해당 경유보일러의 설비효율을 이용하여 베이스라인 배출량을 산정한다.

$$\begin{aligned}
 BE_y &= (EG_{heat, PJ, y} / \eta_{BL, FF}) \cdot EF_{BL, FF} \\
 &= (2,095.76 / 0.903) \times 0.0741 \\
 &= 171.98
 \end{aligned}$$

## (2) 프로젝트 배출량

프로젝트 배출량은 목질바이오매스 원료의 전처리과정(수집/수송/가공)으로 인해 발생하는 CO<sub>2</sub> 양과 목질바이오매스 유통과정(수송)으로 인해 발생하는 CO<sub>2</sub> 양, 사업범위 내 소내 화석 연료 및 전력을 사용함으로써 발생하는 CO<sub>2</sub> 양으로 계산식은 다음과 같다.

$$PE_{Biomass, y} = PE_{Biomass, Raw Material, y} + PE_{Biomass, TB, y} + PE_{Biomass, FF, y} + PE_{Biomass, EC, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass,y}$	y년도 바이오매스 난방공급 프로젝트 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Biomass,RawMaterial,y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 전처리과정으로 인한 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Biomass,TB,y}$	y년도 목질바이오매스 유통과정으로 인한 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Biomass,FF,y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Biomass,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

(가) 목질바이오매스 원료의 전처리과정으로 인한 연간 배출량

$$PE_{Biomass,RawMaterial,y} = (EF_{Biomass,CR,y} + EF_{Biomass,TR,y} + EF_{Biomass,PB,y}) \cdot BF_{PJ,Biomass,y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass,RawMaterial,y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 전처리과정으로 인한 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EF_{Biomass,CR,y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수집과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton
$EF_{Biomass,TR,y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수송과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton
$EF_{Biomass,PB,y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 가공과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton
$BF_{PJ,Biomass,y}$	y년도 프로젝트 활동에서 사용한 연간 목질바이오매스양	ton/년

목질바이오매스 원료의 전처리과정(수집/수송/가공)에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수( $EF_{Biomass,CR,y}$ ,  $EF_{Biomass,TR,y}$ ,  $EF_{Biomass,PB,y}$ )는 다음과 같이 산정한다.

① 목질바이오매스 원료 수집 배출계수

$$EF_{Biomass,CR,y} = \frac{FC_{Biomass,CB,y} \cdot NCV_{Biomass,CB,FF} \cdot EF_{Biomass,CB,FF}}{BF_{Total,Biomass,y}}$$

기호	정의	단위
$EF_{Biomass, CR, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수집과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton
$FC_{Biomass, CB, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료량	kg, l, Nm <sup>3</sup> /년
$NCV_{Biomass, CB, FF}$	y년도 목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료의 순 발열량 값	GJ/단위연료량
$EF_{Biomass, CB, FF}$	y년도 목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료의 탄소배출계수	tCO <sub>2</sub> e/GJ
$BF_{Total, Biomass, y}$	y년도 전처리과정으로 생산되는 총 목질바이오매스 량	ton/년

목질바이오매스 수집활동이 본 사업을 수행하지 않을 경우의 기존 수집활동과 동일함을 입증할 수 있는 경우, 온실가스 배출량은 사업 전, 후가 동일하므로 목질바이오매스 수집으로 인한 배출계수를 무시할 수 있다.

$$EF_{Biomass, CR, y} = 0$$

목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료량 측정이 불가능한 경우, 수집에 사용된 설비의 연비를 이용하여 계산한다.

② 목질바이오매스 원료 수송 배출계수

$$EF_{Biomass, TR, y} = \frac{\frac{BF_{Raw\ Material, y}}{TL_{Raw\ Material, y}} \cdot AVD_{Raw\ Material, y} \cdot \frac{NCV_{Biomass, TR, FF} \cdot EF_{Biomass, TR, FF}}{FE_{Raw\ Material, Truck}}}{BF_{Total, Biomass, y}}$$



기호	정의	단위
$EF_{Biomass, TR, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수송과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$BF_{RawMaterial, y}$	y년도 전처리과정에서 사용한 연간 목질바이오매스 원료량	ton/년
$TL_{RawMaterial, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 수송 트럭 용량	ton
$AVD_{RawMaterial, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 수급지에서 가공처까지의 왕복 거리	km
$NCV_{Biomass, TR, FF}$	목질바이오매스 원료 수송 트럭에서 사용하는 연료의 순 발열량 값	GJ/단위연료량
$EF_{Biomass, TR, FF}$	목질바이오매스 원료 수송 트럭에서 사용하는 연료의 탄소 배출계수	tCO2e/GJ
$FE_{RawMaterial, Truck}$	목질바이오매스 원료 수송 트럭의 연비	km/단위연료량
$BF_{Total, Biomass, y}$	y년도 전처리과정으로 생산되는 총 목질바이오매스 량	ton/년

$$BF_{RawMaterial, y} : 5200 \times 1.43 = 7436 \text{ ton/년}$$

1.43 ton/목재 칩 1ton (전과정평가를 이용한 목질연료의 배출가스량 비교, 최영섭, 강원대학교)

$$TL_{RawMaterial, y} : 5 \text{ ton}$$

$$AVD_{RawMaterial, y} : 96.62 \times 2 = 193.24 \text{ km}$$

$$NCV_{Biomass, TR, FF} : 0.03525 \text{ GJ/단위연료량}$$

$$EF_{Biomass, TR, FF} : 0.0741 \text{ tCO2e/GJ}$$

$$FE_{RawMaterial, Truck} : 7.7 \text{ km/L}$$

$$BF_{Total, Biomass, y} : 5200 \text{ ton/년}$$

$$EF_{Biomass, TR, y} = (7436/5) \times 193.24 \times (0.03525 \times 0.0741/7.7)/5200 = 0.0187$$

농가	목재 칩 사용량 (ton/년)	원료 수송에 의한 배출량 (tCO2e/년)
강원평창	303.27	5.67

### ③ 목질바이오매스 원료 가공 배출계수

$$EF_{Biomass, PB, y} = \frac{(FC_{Biomass, PB, y} \cdot NCV_{Biomass, PB, FF} \cdot EF_{Biomass, PB, FF}) + (EC_{Biomass, PB, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y})}{BF_{Total, Biomass, y}}$$

기호	정의	단위
$EF_{Biomass, PB, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 가공과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$FC_{Biomass, PB, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 가공에 사용된 연료량	kg, l, Nm3
$NCV_{Biomass, PB, FF}$	목질바이오매스 원료 가공시 사용된 연료의 순 발열량 값	GJ/단위 연료량
$EF_{Biomass, PB, FF}$	목질바이오매스 원료 가공시 사용된 연료의 배출계수	tCO2e/GJ
$EC_{Biomass, PB, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 가공에 사용된 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh
$BF_{Total, Biomass, y}$	y년도 전처리과정으로 생산되는 총 목질바이오매스 량	ton/년

$FC_{Biomass, PB, y}$

연료	단위	연간 사용량
LPG	kg	66,044
경유	l	5,267
전력	kWh	79,874

위의 연간 연료 사용량은 목재 칩 공장의 연료 종류별 연간 사용량에 따라 알맞은 비율로 산정하였다.

$NCV_{Biomass, PB, FF}$  : 0.481 GJ/단위연료량

$EF_{Biomass, PB, FF}$

	순 발열량	배출계수
LPG	13780 (Kcal/Nm3), 0.05769 (GJ/L)	0.0631 (tCO2/GJ)
경유	8420 (Kcal/L), 0.03523 (GJ/L)	0.0741 (tCO2/GJ)
전력	-	0.460 (tCO2/MWh)

$EC_{Biomass, PB, y}$  : 66,044 kg

$EF_{CO_2, grid, y}$  : 0.460 tCO<sub>2</sub>e/MWh

$BF_{Total, Biomass, y}$  : 5200 ton/년

$EF_{Biomass, PB, y}$

$$= (66,044 \times 0.481 \times 0.05769 \times 0.0631) + (5,267 \times 0.03523 \times 0.0741) + (79,874 \times 0.00046) / 5,200$$

$$= 0.032 \text{ tCO}_2\text{e/ton}$$

$$EF_{PB, y} \cdot BF_{PJ, Biomass, y} = 0.032 \times 303.27 = 10 \text{ tCO}_2\text{e/년}$$

사업장	가공관련 배출계수	프로젝트 사용 목질 바이오매스 량	가공관련 배출량
강원 평창	0.032	303.27 ton/년	10 tCO <sub>2</sub> e/년

사업장	전처리 관련 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	수집과정 배출계수	원료 수송 배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	가공관련 배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	프로젝트 사용 목재 칩 양 (ton/년)
강원 평창	5.67+10=15.67	-	0.0187	0.032	303.27
계	15.67	-	-	-	303.27

(나) 목질바이오매스 유통과정(수송)으로 인한 연간 배출량

$$PE_{Biomass, TB, y} = \frac{BF_{PJ, biomass, y}}{TL_{PJ, Biomass, y}} \cdot AVD_{PJ, Biomass, y} \cdot \frac{NCV_{Biomass, TB, FF} \cdot EF_{Biomass, TB, FF}}{FE_{Biomass, Truck}}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass, TB, y}$	y년도 목질바이오매스 수송으로 인한 연간 배출량	tCO2e/년
$BF_{PJ, biomass, y}$	y년도 프로젝트 활동에서 사용한 연간 목질바이오매스양	ton/년
$TL_{PJ, biomass, y}$	y년도 목질바이오매스 수송 트럭 용량	ton
$AVD_{PJ, biomass, y}$	y년도 목질바이오매스 가공공장(유통센터)에서 농가까지의 왕복 거리	km
$NCV_{Biomass, TB, FF}$	목질바이오매스 수송 트럭에서 사용하는 연료의 순 발열량	GJ/단위연료량
$EF_{Biomass, TB, FF}$	목질바이오매스 수송 트럭에서 사용하는 연료의 탄소배출계수	tCO2e/GJ
$FE_{Biomass, Truck}$	목질바이오매스 수송 트럭의 연비	km/단위연료량

$BF_{PJ, biomass, y}$  : 303.27 ton/년 (이용률 89%)

$TL_{PJ, biomass, y}$  : 5 ton

$AVD_{PJ, biomass, y}$  : 26 km

$NCV_{Biomass, TB, FF}$  : 0.03525 GJ/단위연료량

$EF_{Biomass, TB, FF}$  : 0.0741 tCO2e/GJ

$FE_{Biomass, Truck}$  : 7.7km/l

$PE_{Biomass, TB, y} = 303.27/5 \times 26 \times 0.03525 \times 0.0741/7.7 = 0.5349 \text{tCO}_2\text{e/년}$

사업장	프로젝트 사용 목재 칩 양	운송 왕복거리	운송관련 배출량
강원 평창	303.27 ton/년	26 km	0.5349 tCO2e/년

#### (다) 보조(소내) 전력 사용에 따른 연간 배출량

사업 활동경계 내 열에너지 생산 시설의 보조(소내) 전기 사용으로 발생하는 온실가스 배출량( $PE_{Biomass, EC, y}$ )을 산정한다.

$$PE_{Biomass, EC, y} = EC_{Biomass, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass, EC, y}$	y년도 프로젝트 보조(소내) 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$EC_{Biomass, PJ, y}$	y년도 프로젝트 보조(소내) 전력사용량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh

$$EC_{Biomass, PJ, y} : 2 \text{ MWh/년}$$

$$EF_{CO_2, grid, y} : 0.460 \text{ tCO2e/MWh}$$

$$PE_{Biomass, EC, y} = 2 \times 260 \times 20 \times 0.00046 = 4.784 \text{ tCO2e/년}$$

지역	전처리 (tCO2e/년)	목재 칩운송 (tCO2e/년)	소내 전력 사용 (tCO2e/년)	배출량 (tCO2e/년)
강원 평창	15.67	0.53	4.78	20.45
합계	15.67	0.53	4.78	20.45

### (3) 누출량

$$LE_{Biomass, y} = 0,$$

목질바이오매스 활용 난방설비를 이용해 원예시설의 온도를 유지하는 사업에서는 누출량을 무시할 수 있다.

### (4) 온실가스 감축량

온실가스 배출 감축량은 베이스라인 배출량과 프로젝트 배출량의 차이에 누출량을 고려한 것으로 계산식은 다음과 같다.

$$ER_{Biomass, y} = BE_{Biomass, y} - PE_{Biomass, y} - LE_{Biomass, y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 연간 총 배출감축량	tCO2e/년
$BE_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$PE_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 프로젝트 연간 총 배출량	tCO2e/년
$LE_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 연간 총 누출량	tCO2e/년

$$BE_{Biomass,y} = 171.98 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$PE_{Biomass,y} = 20.45 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$LE_{Biomass,y} = 0 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$\begin{aligned} ER_{Biomass,y} &= BE_{Biomass,y} - PE_{Biomass,y} - LE_{Biomass,y} \\ &= 172 - 20 - 0 \\ &= 152 \text{tCO}_2\text{e/년} \end{aligned}$$

## 2. 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들

온실가스 감축량 산정 시, 바이오피아에는 바이오열병합 발전과 목질 바이오매스 기술이 도입되므로, 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들은 아래와 같다.

### 가. 배출계수

자료/변수명	$EF$ 기술명, <i>BL, Diesel</i> (경유 배출계수)
단위	tCO2e/GJ
설명	경유로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (2006)
적용값	0.0741
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (20.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-

자료/변수명	$EF_{CO_2, grid, y}$																	
단위	tCO <sub>2</sub> e/MWh																	
설명	y년도 전력배출계수																	
자료 출처	전력거래소 홈페이지																	
적용값	전력거래소에서 발표한 당해 연도 전력부문 온실가스 배출계수 사용(없을 경우에는 최근 연도 수치 이용)																	
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	<p>① 전력부문 온실가스 배출계수</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>년도</th> <th>구분</th> <th>tCO<sub>2</sub>/MWh</th> <th>kgCH<sub>4</sub>/MWh</th> <th>kgN<sub>2</sub>O/MWh</th> <th>tCO<sub>2e</sub>/MWh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">2011년</td> <td>발전단</td> <td>0.442 (0.4415)</td> <td>0.0050</td> <td>0.0038</td> <td>0.443 (0.4428)</td> </tr> <tr> <td>사용단</td> <td>0.459 (0.4585)</td> <td>0.0052</td> <td>0.0040</td> <td>0.460 (0.4598)</td> </tr> </tbody> </table> <p>출처 : 전력거래소</p> <p>전력거래소 홈페이지에 게시된 가장 최근값(0.460) 사용</p>	년도	구분	tCO <sub>2</sub> /MWh	kgCH <sub>4</sub> /MWh	kgN <sub>2</sub> O/MWh	tCO <sub>2e</sub> /MWh	2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)	사용단	0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)
년도	구분	tCO <sub>2</sub> /MWh	kgCH <sub>4</sub> /MWh	kgN <sub>2</sub> O/MWh	tCO <sub>2e</sub> /MWh													
2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)													
	사용단	0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)													
비고	-																	

자료/변수명	$EF_{BL, LPG}$ (LPG 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/GJ
설명	LPG로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (1996)
적용값	0.063
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (17.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-

나. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$BAR_{f,i}$
단위	ton-비료/ha
설명	단위 면적당 합성화학비료의 연간 사용량
자료 출처	강원통계연보
적용값	0.49
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	강원통계연보에 제시된 2012년 평창시 총 비료사용량을 경지면적으로 나누어 김제시 내 농경지의 단위 면적당 연간 비료사용량의 평균치를 추정
비고	-

자료/변수명	$EF_{f,CO_2}$ (합성화학비료 생산관련 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
설명	합성화학비료 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	강원통계연보
적용값	0.86
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	강원통계연보에 제시된 2012년 평창시 총 비료사용량과 비료에 포함된 질소량을 이용하여 배출계수 산정. 평창시에서 사용되고 있는 비료의 평균적 질소함량 수치를 나타냄
비고	-



다. 목질 바이오매스

자료/변수명	$BL_{Diesel}$ (경유 온풍기 효율)
단위	%
설명	베이스라인에서 사용을 가정한 경유 온풍기의 설비효율
자료 출처	기존 설비 및 농림수산식품부 ‘농업용 고효율 난방기 평가’ (2008)
적용값	90.3%
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 자료에 제시된 총 31개 경유 온풍기 제품의 열이용 효율 중 가장 높은 값 적용(90.3%)</li> </ul>
비고	-

자료/변수명	$EC_{PJ,y}$						
단위	kWh						
설명	y년도 프로젝트 보조(소내) 소비 전력량						
자료 출처	칩보일러의 설비 사양 및 추정값						
적용값	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>위치</th> <th>소비 전력량 (kWh/년)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>강원 평창</td> <td>2,000</td> </tr> </tbody> </table>	구분	위치	소비 전력량 (kWh/년)	1	강원 평창	2,000
구분	위치	소비 전력량 (kWh/년)					
1	강원 평창	2,000					
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>별도의 전력량계 설치가 불가하여, 설비 사양을 적용하여, 260일 20시간동안 설비를 가동한다고 가정하여 소비 전력량 추정</li> <li>사양을 알 수 없는 경우(강원 평창), 확보된 자료로부터 목재 칩 보일러 열공급 효율 비율에 맞추어 소내 전력량 추정</li> </ul>						
비고	-						

### 3. 예상 온실가스 감축량

위에서 산정한 연간 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 정리한 결과는 아래와 같다. (베이스라인 배출량은 소수점 이하 내림, 프로젝트 배출량은 소수점 이하 올림으로 정리)

구분	위치	베이스라인 배출량 (tCO2e/년)	프로젝트 배출량 (tCO2e/년)	누출량 (tCO2e/년)	온실가스 감축량 (tCO2e/년)
바이오 열병합발전	강원 평창	905	17	-	888
목질바이오매 스	강원 평창	172	20		152
<b>합 계</b>		<b>1,077</b>	<b>37</b>	-	<b>1,040</b>

년도	예상 베이스라인 배출량 (tCO2e)	예상 사업이행 후 배출량 (tCO2e)	예상 누출량 (tCO2e)	예상 온실가스 감축량 (tCO2e)
1년차	1,077	37	-	1,040
2년차	1,077	37	-	1,040
3년차	1,077	37	-	1,040
4년차	1,077	37	-	1,040
5년차	1,077	37	-	1,040
<b>합계</b>	<b>5,385</b>	<b>185</b>	-	<b>6,650</b>

## 제6절 모니터링 계획

### 1. 모니터링 변수

본 사업에서 모니터링이 필요한 대부분의 변수들은 사업관리자를 통해 관리되어야 하며 자발적 온실가스 감축사업에서 모니터링이 필요한 자료들의 수집이 가능하다.

가. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$N_{LT,y}$
단위	마리
설명	y년도 가축분뇨 수거대상 축사에서 사육되는 가축종류 LT 마리 수
자료 출처	강원통계연보
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 강원통계연보에서 제공하는 평창 돈가의 정보를 이용하였다. (돼지: 8,019두)
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$ha_{i,y}$
단위	ha
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산된 액비를 살포하는 농지면적
자료 출처	현장 측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 본 사업계획서에서는 사업자가 제공한 면사무소의 지역 농지면적자료 이용 (논: 45ha, 밭: 7ha)</li> <li>▪ 기존 액비 살포면적을 제외한 값으로 모니터링</li> </ul>
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	바이오가스 열병합 발전설비에서 생산되어 개별 농가로 배포된 액비량을 월 단위로 기록하여 Cross Check
비고	-

자료/변수명	$EG_{Bio, elec, PJ, y}$			
단위	kWh			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 발전하여 계통망에 판매된 전력량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자에게 받은 발전용량 및 운영계획을 이용하여 발전량 산정 (발전량 총량 판매)			
	발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
	56.3	6	365	123,370
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전자식 전력량계를 이용하여 컴퓨터에 기록된 전력생산량을 측정</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계는 농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 모니터링 지침에 따라 검교정 실시</li> </ul>			
비고	-			

자료/변수명	<i>EG</i> <i>Bio, thermal, PJ, y</i>			
단위	GJ			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설을 통해 유리온실로 공급된 순 열량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자에게 받은 바이오가스 플랜트 설비사양서 중 열 생산 관련 자료를 이용하여 열량 산정하며, 향후 열량계 설치 후에는 열량계 값을 기록			
	<b>최대열량 (Mcal/일)</b>	<b>가동시간 (일/년)</b>	<b>열 생산효율 (%)</b>	<b>총 열량 (Mcal/년)</b>
	485	365	80%	176,947
	<b>총 열량 (Mcal/년)</b>	<b>자가소비열량 (Mcal/년)</b>	<b>순 열량 (Mcal/년)</b>	<b>(GJ/년)</b>
176,947	109,953	66,994	599.45	
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 바이오가스 발전시설과 유리온실 사이에 열 공급을 위해 설치된 배관 내 유량 및 온도를 측정하여 공급된 열량이 표기되는 컴퓨터 상 프로그램을 통해 확인(지열히트펌프 공급 열량과 개별 측정)</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회) 후 단위 환산(1cal=4.1868J 93)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	유량계와 온도계는 농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 모니터링 지침에 따라 검교정 실시			
비고	-			

93) 에너지법 시행규칙 제 5조 1항 별표 1 에너지열량 환산기준

나. 목질 바이오매스

자료/변수명	$EG_{heat, PJ, y}$						
단위	GJ						
설명	y년도 목재 칩 보일러를 통해 사업 내 공급된 난방열량						
자료 출처	사업관리자 내부자료						
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<p>본 사업계획서에서는 사업에 특성(온실종류, 사업지역, 작물재배온도)을 바탕으로 난방관련 열에너지 공급량 산정 후 칩 발열량 및 칩 사용량을 활용하여 공급량 산정 예정</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>위치</th> <th>난방열량 (GJ/년)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>강원 평창</td> <td>2,096</td> </tr> </tbody> </table>	구분	위치	난방열량 (GJ/년)	1	강원 평창	2,096
구분	위치	난방열량 (GJ/년)					
1	강원 평창	2,096					
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 칩 발열량 및 칩 사용량을 활용하여 산정</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록 (월 1회)</li> </ul>						
적용된 QA/QC 절차	-						
비고	-						

자료/변수명	$NCV_{biomass, y}$
단위	GJ/ton
설명	y년도에 생산된 목질 바이오매스의 순 발열량
자료 출처	목재 칩 품질시험성적서(임업시험성적서) 또는 사업관리자 내부자료
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 국립산림과학원이 2011년 6월에 발급한 임업시험성적서의 4,540kcal/kg(19.01GJ/ton)의 단위를 환산하여 적용
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ y년도에 발간된 사업수행자가 사용하는 칩의 품질시험성적서의 평균값</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록 (최소 연 4회)</li> </ul>
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$BF_{RawMaterial, y}$		
단위	ton		
설명	연간 목질 바이오매스 원료량(입고량)		
자료 출처	현장 측정		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부자료(월간 입고량)를 바탕으로 목질바이오매스 연간 원료량(입고량) 산정		
	구분	위치	바이오매스 입고량 (ton/y)
	1	평창목재칩공장	771.2
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 계근대를 이용하여 측정 및 기록</li> <li>■ 원료 입고시마다 기록 후 월 단위 합계 산출</li> </ul>		
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 계근대는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검교정</li> </ul>		
비고	-		

자료/변수명	$BF_{Total, Biomass, y}$		
단위	ton		
설명	연간 목재 칩 총 생산량		
자료 출처	현장 측정		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부자료(월간 생산량)를 바탕으로 칩 공장의 목재 칩 연간 생산량 산정		
	구분	위치	목재 칩 생산량 (ton/년)
	1	평창목재칩공장	5,200
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 제조설비에서 포장 과정 중 측정된 무게를 컴퓨터 기록으로 확인하여 수기로 기록</li> <li>■ 월 단위 합계 산출</li> </ul>		
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 측정 저울은 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검교정</li> </ul>		
비고	-		

자료/변수명	$BF_{PJ, biomass, y}$		
단위	ton		
설명	y년도 프로젝트 활동에서 사용한 연간 목질 바이오매스양		
자료 출처	현장 측정		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부자료(고객관리대장)를 통해 2011년 가을~2012년 여름의 칩 사용량을 추산하였으며, 아직 칩을 수령하지 않은 강원 평창 농가는 칩 발열량과 예상 열 공급량을 이용해 예상 사용량을 추산(향후 실제 칩 공급량 산정 예정)		
	구분	위치	칩 사용량 (ton/년)
	1	강원 평창	92.15
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 목재 칩 고객 관리대장을 통해 확인</li> <li>■ 공급시마다 기록 후 월 단위 합계 산출</li> </ul>		
적용된 QA/QC 절차	-		
비고	-		

자료/변수명	$FC_{PB, y}$			
단위	kg, ℓ, Nm <sup>3</sup>			
설명	y년도 목질바이오매스 가공에 의한 소비 연료량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	구분	위치	LPG (kg/년)	경유 (L/년)
	1	평창목재칩공장	66,044	5,267
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 연료요금 청구서(영수증) 확인</li> <li>■ 사용 시마다 상시 기록 후 월 단위 합계 산출</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	-			
비고	-			



자료/변수명	$EC_{PB,y}$		
단위	kWh		
설명	y년도 목질바이오매스 가공에 의한 소비 전력량		
자료 출처	현장 측정		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	구분	위치	소비 전력 (MWh/년)
	1	평창목재칩공장	79,874
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계로 측정 (전기요금 청구서)</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>		
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검교정 실시</li> </ul>		
비고	-		

자료/변수명	$TL_{RawMaterial,y}$		
단위	ton		
설명	원료수송과정에서 목질바이오매스 수송 트럭 용량		
자료 출처	현장측정		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 본 사업계획서에는 정확한 값을 알 수 없어 5톤으로 가정</li> <li>■ 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용</li> </ul>		
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인		
측정빈도	상시 측정 및 기록		
적용된 QA/QC 절차	-		
비고	-		

자료/변수명	$TL_{PJ, biomass, y}$
단위	ton
설명	유통과정에서 목질바이오매스 수송 트럭 용량
자료 출처	현장측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 본 사업계획서에는 정확한 값을 알 수 없어 5톤으로 가정</li> <li>■ 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용</li> </ul>
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인
측정빈도	상시 측정 및 기록
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$AVD_{RawMaterial, y}$						
단위	km						
설명	목질바이오매스 수급지에서 가공공장까지의 왕복거리						
자료 출처	지도 활용						
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<p>본 사업계획서에서는 사업관리자 내부 자료를 바탕으로 왕복 거리 산정</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>위치</th> <th>최장왕복거 리 (km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>평창목재칩공장</td> <td>193</td> </tr> </tbody> </table>	구분	위치	최장왕복거 리 (km)	1	평창목재칩공장	193
구분	위치	최장왕복거 리 (km)					
1	평창목재칩공장	193					
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온라인 지도(다음)상 운송거리 확인</li> </ul>						
적용된 QA/QC 절차	-						
비고	-						

자료/변수명	$AVD_{PJ, biomass, y}$		
단위	km		
설명	목재 칩 가공공장에서 원예시설까지의 왕복거리		
자료 출처	지도 활용		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부 자료를 바탕으로 왕복 거리 산정		
	구분	위치	왕복거리 (km)
	1	강원 평창	26
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온라인 지도(다음)상 운송거리 확인</li> </ul>		
적용된 QA/QC 절차	-		
비고	-		

자료/변수명	$FE_{RawMaterial, Truck}$		
단위	km/단위연료량		
설명	원료수송 과정에서 목질바이오매스 수송 트럭의 연비		
자료 출처	현장측정		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 5 ton 트럭 7.7km/L를 적용</li> <li>■ 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용</li> </ul>		
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인		
측정빈도	원료 구매 시마다 측정 및 기록		
적용된 QA/QC 절차	-		
비고	-		

자료/변수명	<i>FE</i> Biomass, Truck
단위	km/단위연료량
설명	유통과정에서 목질바이오매스 수송 트럭의 연비
자료 출처	현장측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5 ton 트럭 7.7km/L를 적용</li> <li>▪ 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용</li> </ul>
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인
측정빈도	칩 수송시마다 측정 및 기록
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

## 2. 모니터링 계획 설명

본 사업은 사업관리자의 관리 하에 운영되고 있고, 녹색기술 설비 전문 시공업체와 원활한 의사소통이 가능하므로 해당 사업관리자가 자료 측정 및 수집에 관련하여 어려움은 없을 것으로 예상된다. 다만, 사업자는 사업 내 적용된 설비가 다양하기 때문에 측정 자료가 누락되지 않도록 유의하여 모니터링 계획을 수립하고, 모니터링 관련 조직을 구성해야 한다.

### 가. 모니터링 조직

사업관리자인 산림조합 중심으로 산하 모니터링 전담조직을 구성한다. 전담조직은 목재 칩 생산 관련 데이터를 관리하고, 직접 농가에 방문하여 모니터링 결과를 수집하며, 자료 보관 및 관리를 담당하고, 추후 모니터링 검증 시점에 해당 자료를 관련 기관에 제출한다.

### 나. 자료 수집 및 보관

온실가스 감축 사업과 관련된 각 모니터링 변수는 사업계획서의 데이터 수집 주기에 따라 수기로 기록하고, 모니터링 원본 자료 내 주요 내용을 따로 Excel 파일로 정리한다. 원본 자료는 Excel 파일과 별도로 자료 확보일시 순으로 정리하여 보관한다. 사업자가 1년 동안 측정하고, 직접 수기로 기록해야 하는 변수들은 아래와 같다. (상세내용은 위의 모니터링 변수 부분 참고) 원본자료 및 전자 파일은 인증 유효기간 이후 2년 까지 보관한다.

분류	측정자료 설명	주기	비고
바이오가스 열병합 발전	분뇨 수거대상 축사의 가축 종류 및 개체 수	월 1회	개체 수 변화에 관련된 증빙자료 확보
	액비 살포면적	월 1회	액비 시비량을 동시에 기록
	전력 판매량	월 1회	판매량 자료 확보 (한전 작성)
	열 공급량 (유리온실)	월 1회	-
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보

분류	측정자료 설명	주기	추가요건
베이스라 인	칩 발열량	연 4회	칩 품질 자료 확보
바이오매 스 운송	목질바이오매스 수급량	상시 측정	수급지 별 바이오매스양 자료 확보
	운송거리	상시 측정	자동차 등록증 등 확보
	연비	상시 측정	자동차 등록증 등 확보
목재 칩 가공	목재 칩 생산량	월 1회	칩 공장 내부자료 확보
	연료 소비량	월 1회	연료요금 청구서 확보
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보
목재 칩 운송	원예시설별 목재 칩 공급 량	상시 측정	원예시설별 칩 공급량 자료 확보
	운송거리	상시 측정	자동차 등록증 등 확보
	연료 소비량	상시 측정	자동차 등록증 등 확보

#### 다. 교육 계획

모니터링 업무 담당자의 감축사업에 대한 이해도를 향상시키기 위하여 인증 유효기간 시작  
일로부터 6개월 이내에 기후변화 및 온실가스 관련 세미나를 개최할 예정이며, 세미나 개최는  
운영기관에서 담당한다.

### 라. 계측기 검교정 계획

모니터링 변수 측정에 필요한 계측기(ex. 계근대, 전력량계)는 농업 탄소상쇄제도 모니터링 지침에 따라 검교정을 실시하며, 검교정 비용은 사업관리자가 부담한다.

### 3. 사업 추진 일정

온실가스 감축사업은 감축사업을 위한 설비의 완공 예상일인 20XX년 XX월 XX일부터 시작되며 배출권 인증기간이 5년이므로 20XX년 XX월 XX일에 종료된다. 모니터링 절차 및 계획 타당성 확인을 위해 사업 첫 해에는 모니터링 보고서 제출 및 검증절차를 진행하고, 그 이후에는 배출권 발행규모가 소규모인 점을 감안하여 2년 이내로 모니터링 보고서 제출 및 검증을 실시한다. (단, 모니터링 보고서 제출기간 사이에도 사업자는 최소 1년 단위로 모니터링 결과를 기록하고, 보관한다.)

## 제4장 소유권

현재 소유권은 동국대학교 산학협력단에 있으며, 입금된 금액은 농업인에게 분배됨. 20XX년 XX월 XX일 이후 농업인에게 이전될 예정임. 사업 등록 후 모니터링 보고서 제출 이전까지 소유권 분배와 관련된 증빙을 제출할 예정.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

# 사업계획서(안성)





# 제1장 사업개요

## 제1절 사업명

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

## 제2절 사업의 추진목적 및 기대효과

추진목적	농촌에서 발생하는 농업부산물, 가축분뇨 등의 바이오매스를 활용하여 청정에너지를 생산하고 물질을 양분·자원화 함으로써 경종농업·축산업·에너지 기술을 융·복합하는 농어촌 바이오에너지 순환마을 조성을 목표로 한다.
기대효과	본 사업을 통해 농·산촌 폐기물의 자원순환을 위한 체계적인 관리시스템을 구축하여 경제적으로 폐기물처리비용을 절감함으로써 연간 3,008톤의 온실가스 감축효과를 창출할 것으로 예상된다.

## 제3절 사업 분야

바이오피아에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

## 제4절 감축사업자

### 1. 사업관리자

본 사업은 시범사업으로 추후에 사업관리자를 선정하고자 한다.

법인명(업체명)		사업참여자 여부		
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				

## 2. 사업 수행자

법인명(업체명)	
사업자등록번호	
사업장명	
사업장 주소	
대표자	
실무담당자	
부서/직위	
Tel.	
Fax	
E-mail	
사업 담당 업무	

## 제5절 사업지역

주소	
경기도 안성시	
위도	경도
북위 36° 53'	동경 127° 31'

## 제6절 사업 수행 전 상황

바이오피아 사업이 진행될 경기도 안성시에서는 시설과 위탁을 통해 에너지화 및 액비화 등을 하고 있으며, 시설을 이용한 퇴비화가 경기 안성시 가축분뇨 처리현황 중 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 2010년 기준 축사에서는 돼지 총 277,661두가 사육되고 있다.

표 1 경기 안성시 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2005년	1,129	48,535	293	18,324	184	243,826	253	3,233,872
2006년	1,185	51,114	270	16,486	152	222,388	198	3,613,430
2007년	1,067	56,938	262	16,622	154	253,145	212	3,817,757
2008년	1,583	74,033	263	16,969	147	276,813	203	4,098,301
2009년	1,468	82,591	221	14,403	149	286,559	225	4,508,002
2010년	1,518	85,839	229	17,713	145	277,661	211	4,197,140

자료 : 안성시, 안성통계연보

표 2 경기 안성시 가축분뇨 처리현황

설치 농가수	시설설치				위탁처리				미설 치
	소계	정화처 리	퇴비화	액비화	공공처리 시설	재활용신 고자위탁	해양배출	분뇨처리업 위탁	
1,722	1,722	12	1,614	27	28	22	4	15	0

자료 : 안성시, 안성통계연보

## 제7절 사업의 온실가스 배출 감축 혹은 제거 방법

본 사업범위에는 한 가지의 온실가스 감축 관련 기술 및 설비가 포함되어 있다.

### 1. 바이오가스 열병합 발전

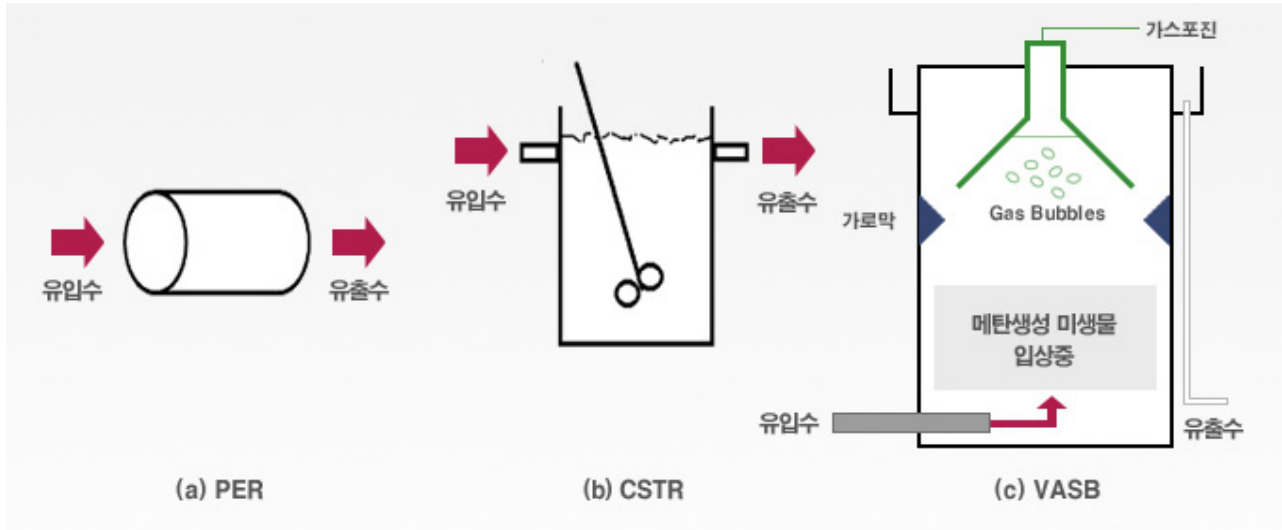


그림 1 바이오가스 열병합 발전 기술의 종류

농·임·축산 바이오매스 에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다. 현재 국내에 도입되어 있는 녹색농업기술 현황을 참고하여 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서 도입될 기술을 적용할 수 있다. 특히 현재 상용화되어 있는 6가지의 국내 녹색농업기술 중 목질 바이오매스 에너지화, 풍력, 태양광, 태양열 등 다양한 신재생에너지 기술을 활용하는 방법론인 녹색마을 방법론과 유사하다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

바이오가스 열병합 발전은 바이오가스를 원료로 이용하여 전력과 액비를 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합 발전에 주로 이용되는 바이오가스는 유기물질의 분해로 얻어진 가스로써, 유기성 폐기물의 혐기성 소화를 통해 생성된 메탄가스를 일컫는다. 바이오가스를 활용하여 바이오가스 플랜트에서 발전을 통해 전력을 생산하고 열병합 발전에서 발생하는 부산물인 액비(소화액)은 포함하는 질소 성분 중 암모니아성 질소의 비율이 높고 이전의 악취가 개선된 액비로써, 유기질 비료로 이용이 가능하다. 가축분뇨를 주 연료로 이용하게 될 바이오가스 열병합 발전에 이용될 기초적인 기술은 혐기소화기술로써, 산소가 없는 조건에서 유기물에 포함된 탄수화물, 지방, 단백질 등이 미생물의 작용에 의해 분해되는 공정으로 저급 지방산을 거쳐 최종적으로 메탄, 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 수분 등이 포함된 바이오가스를 생산하게 된다. PER(관형흐름식 반응기)은 원수가 교반 방향으로 일정하게 흐르며 유입순

서와 유출순서가 동일한 형태의 반응기, CSTR(연속혼합식 반응기)은 원수가 유입됨과 동시에 순간적으로 완전하게 혼합되어 소화조 전체가 균일하게 섞이는 반응기이다. 마지막으로 UASB(상향류 혐기성 슬러지상 반응기)는 원수가 하부에서 상부로 흐르며 메탄 생성 미생물 입상층을 거치면서 발효되는 반응기이다. 이처럼 다양한 소화조 형태에 따라 바이오가스 생산 기술이 분류되며 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 사업지역의 특성과 기술에 따라 적절한 기술을 선택하게 된다. 생산된 바이오가스를 활용하여 열병합 발전을 진행하게 되며 이처럼 바이오매스를 이용한 신재생에너지 기술인 바이오가스 열병합 발전은 전력과 액비를 생산함으로써 더 나은 결과를 불러올 수 있다. 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에 도입될 신재생에너지 기술들은 각 시설마다 온실가스 배출량과 감축방법이 상이하다. 온실가스 배출량은 사업 지역의 기후·지형적인 환경, 규모에 따라 달라 질 수 있으며 다른 기술 간에 온실가스 배출량 감축방법은 신재생에너지원, 프로세스, 활용 방안에 따라 각기 다른 내용을 따르게 된다. 바이오가스 열병합 발전 시설은 해당 시설이 없었더라면 대기 중으로 방출되어 온실가스를 일으켰을 바이오가스를 포집 및 소각함으로써 온실가스 배출을 감축한다.

또한, 아래 그림 2의 바이오가스 플랜트 공정도를 참고하여 보면 바이오가스를 포집 및 소각하여 생산한 전력 및 열에너지는 바이오가스 열병합 발전시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 마지막으로 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 농업활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료를 대체한다고 분석할 수 있다. 이에 따라 합성 질소비료의 생산과정과 합성 질소비료를 살포하는 과정에서 발생하게 되는 온실가스의 배출량을 절감하여 온실가스 감축효과를 얻을 수 있다.

# 바이오 가스 플랜트 공정도

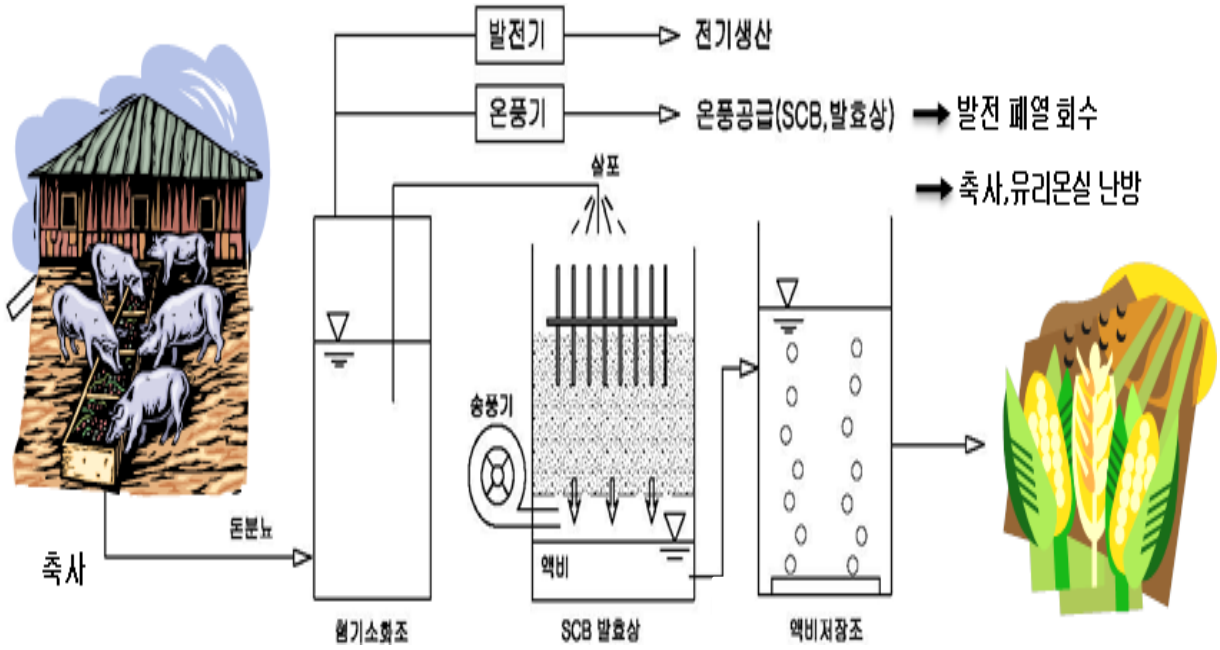


그림 2 바이오가스 열병합 발전 공정도

## 제8절 사업기간 및 인증 유효기간

사업기간	
인증 유효기간	

### 제9절 예상 온실가스 감축량

년차	예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)
1년차	3,008
2년차	3,008
3년차	3,008
4년차	3,008
5년차	3,008
총 예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	15,040
인증 유효기간	5
인증 유효기간 동안 연평균 감축량((tonCO <sub>2</sub> -eq)	3,008

## 제2장 사업 추가성

본 사업의 온실가스 감축사업으로써 추가성은 ‘농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 추가성 입증 방법’에 명시된 절차에 따라 입증한다. 본 자발적 온실가스 감축사업의 개별사업들의 온실가스 감축량은 3,008톤으로 20,000톤 이하의 소규모 사업에 해당되므로 소규모에 맞는 사업 추가성 입증절차를 준수한다.

### 제1절 법 및 제도적 추가성

본 사업은 농촌에서 발생하는 폐자원을 통한 에너지 생산, 신재생 에너지의 효율적 활용 및 에너지 효율 개선을 통해 발생하는 온실가스를 감축하는 것이다. 추진하는 감축사업은 현행 법 및 제도에 의해 제한을 받고 있지 않으며, 관련된 법, 시행령, 시행규칙, 조례, 고시 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.

- 1992년 체결된 런던협약에 의거하여 오는 2012년부터 가축분뇨의 해양 투기가 전면 금지된다. 이에 따라 정부에서는 ‘가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제3조, 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률 제 16조에 근거한’ 가축분뇨처리지원사업 시행지침 ‘에 따라 사업 대상자를 선별하여 가축분뇨 자원화 및 에너지화에 투입되는 사업비를 지원해 주고 있다. 따라서 본 사업은 관련 법규 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.
- ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법’ 제 12조 5 및 동법 시행령 제 18조 3에서 정한 바에 따라 발전사업자, 발전사업의 허가를 받은 자, 공공기관 등의 경우 발전량의 일정량 이상을 의무적으로 신·재생에너지를 이용하여 공급해야 한다. 본 사업참여자는 의무대상자에 해당하지 않으므로 본 사업은 위 법규에 제한을 받고 있지 않다.

### 제2절 장애요인 분석

본 사업의 온실가스 감축량은 3,008톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 장애요인 분석은 필요하지 않다.

### 제3절 경제적 추가성

본 사업의 온실가스 감축량은 3,008톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 경제적 추가성 입증이 필요하지 않다.



## 제3장 베이스라인과 모니터링 방법론

### 제1절 적용 방법론명

농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 ‘녹색마을 방법론’

### 제2절 방법론 선정 타당성 및 선정 이유

본 사업은 농업 및 축산업 중심의 사업 지역에 온실가스 감축기술을 도입함으로써 생계활동 및 일상생활에서 발생하는 온실가스를 감축시키는 사업으로 아래와 같이 ‘녹색마을 방법론’의 적용 조건을 충족한다.

방법론 적용가능 조건	사업의 적용가능성
본 방법론에 포함된 8가지 녹색기술 (바이오가스, 지열 냉난방, 목질 바이오매스, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, LED 조명설치) 중 2가지 이상의 기술을 적용하고, 적용된 기술 중 바이오가스 또는 목질바이오매스 등 바이오에너지 관련 녹색기술이 포함된 사업에만 본 방법론을 적용할 수 있다.	본 사업에는 바이오가스 열병합 발전시설 기술이 적용된다.
본 방법론은 녹색기술 설비 및 장치를 신규로 설치하거나 기존시설을 대체하는 경우 모두 적용 가능하다.	본 사업에 적용된 바이오가스 열병합 발전시설은 모두 신규로 설치되는 경우이다.
본 방법론은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업경계 내에서 이용하는 사업에는 적용할 수 없다.	본 사업은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업 경계 내에서 이용하지 않는다.
바이오가스 열병합 발전의 원료로 가축분뇨와 음식물 쓰레기를 혼합하여 사용 가능하며, 이 경우에 가축분뇨의 혼합비율은 최소 70% 이상을 유지하여야 한다.	바이오가스 열병합 발전을 위해서 마을에서 발생한 가축분뇨만 바이오가스 열병합 발전시설에 투입되어 발전원료로 사용되며, 음식물 쓰레기는 혼합하지 않는다. 즉, 가축분뇨 혼합비율은 100%이므로 방법론 적용가능조건을 만족한다고 판단된다.
LED 조명설치의 경우, LED 조명의 조도가 베이스라인 상황에서 사용되었을 조명기구 조도의 -10~50% 내의 범위를 유지하여야 한다.	해당사항 없음

- 바이오피아에는 녹색마을 방법론에서 기술된 8가지 녹색기술 중 가축분뇨를 이용한 바이오가스 열병합 발전 기술이 적용된다.

### 제3절 사업 경계

본 사업의 경계에는 안성시 내에서 발생하는 신재생에너지 및 폐자원 에너지화를 통해 온실가스를 감축하는 모든 사업이 포함된다. 우선, 마을 내 축사에서 발생하는 가축분뇨를 바이오가스 열병합 발전시설의 발전원료로 이용하여 전력 및 열에너지를 생산한다. 바이오가스 열병합 발전에서 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 국가 계통망에 공급된다. 반면에 바이오가스 열병합 발전설비 운영에 필요한 전력은 경제성을 고려하여 자가발전 전력을 사용하지 않고, 계통망에서 전력을 공급받는다. 해당 시설에서 생산된 열에너지는 바이오가스 발전시설의 소화조 가운을 위해서만 일정량이 사용되고, 나머지 열량은 유리온실에 공급된다. 또한, 바이오가스 생산이 완료된 슬러리는 액비 생산시설로 이동되어 액비 생산원료로 사용되며, 생산된 양질의 액비는 마을 내 농경지(논 45ha, 밭 7ha)에 살포되어 합성 질소비료를 대체한다. 열병합발전 설비에는 비상시 전력을 이용하여 소화조를 가열할 수 있도록 되어있으나, 일반 발전 상황에서는 화석연료 및 전력을 사용하지 않는다.

사업 경계 내에 포함되는 온실가스 배출원을 베이스라인과 사업 활동으로 나누고, 각 배출원에서 발생하는 온실가스 종류를 정리한 표는 다음과 같다. 녹색마을 방법론상에서 정의된 배출원 중 본 사업에 포함되지 않는 지열 난방공급, 풍력, 소수력, LED 조명설치 관련 배출원은 고려하지 않는다.

배출원		온실 가스	포함여부	설명
베이스라인	가축분뇨의 생물학적 및 물리·화학적 처리	CO2	No	배출없음
		CH4	Yes	주요 온실가스 배출원
		N2O	Yes	주요 온실가스 배출원
	전력 및 화석연료를 이용한 열에너지 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원
	농경지 액비 살포로 인해 대체된 합성 질소비료의 생산·살포과정에서의 배출량	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	No	배출없음
		N2O	No	배출없음
사업 활동	계통망에서 소내 소비전력 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원

- 배출원에서 고려하지 않는 온실가스는 배출량이 극히 낮아 배출량 산정에 영향을 주지 않으므로 온실가스 배출량 및 감축량 산정의 간소화를 위해 제외한다.

## 제4절 베이스라인 시나리오

### 1. 바이오가스 열병합 발전

- 바이오가스 열병합 발전을 위해 축사에서 생산된 가축분뇨를 이용하며, 해당 분뇨는 발전설비가 신규로 건설되지 않았더라면 베이스라인 시나리오에서 국내의 보편적인 가축분뇨의 생물학적 처리방식을 이용하여 처리된다고 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설을 이용하여 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 계통망에 공급되므로 해당 시설이 없었더라면 판매 전력량만큼 화석연료 발전설비를 이용하여 생산해야 하며, 이를 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지는 자체 설비 운영을 위해 1차적으로 소비되며, 남은 열량이 사업 내 타시설인 유리온실에 공급된다. 자체 소비열량은 베이스라인 시나리오에서 고려하지 않으며, 베이스라인 시나리오에서는 유리온실에 공급된 열량만 포함한다. 만약 바이오가스 열병합 발전설비가 없었더라면 해당 열량만큼 화석연료 열생산 설비를 이용하여 공급하였을 상황을 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농경지 및 유리온실 내 작물 재배지에는 해당 시설이 없었더라면 합성 질소비료를 사용하고 있었을 것이라 가정한다.

## 제5절 온실가스 감축량

### 1. 산정방법

본 사업의 온실가스 감축량은 사업 내 적용된 온실가스 감축 기술별로 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 나누어 구하고, 기술별 온실가스 감축량을 계산한 뒤 합산하여 산정한다.

$$ER_{Total,y} = ER_{Bio,y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Total,y}$	y년도 연간 총 배출감축량	tCO2e/년
$ER_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전 연간 배출감축량	tCO2e/년

#### 가. 바이오가스 열병합 발전

바이오가스 열병합 발전시설 관련 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량은 아래와 같이 산정한다.

### (1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 크게 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리, 전력 및 열에너지 공급, 합성 질소비료 대체와 관련된 3가지 부분으로 구분하여 산정하며, 각 부분의 베이스라인 배출량을 합산하여 바이오가스 열병합 발전의 총 베이스라인 배출량을 계산한다.

$$BE_{Bio, y} = BE_{MFW, y} + BE_{cogen, y} + BE_{fert, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{Bio, y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량 (Manure and Food Waste)	tCO2e/년
$BE_{cogen, y}$	y년도 전력 및 열에너지 생산 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{fert, y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

#### (가) 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리

가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같이 가축분뇨 처리와 음식물 쓰레기 처리를 나누어 산정한다.

$$BE_{MFW, y} = BE_{manure, y} + BE_{food\ waste, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{food\ waste, y}$	y년도 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

우선, 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 배출량은 가축분뇨의 생물학적 처리 시 대기 중으로 배출되는 N2O, CH4 양을 계산하여, 해당 온실가스 배출량의 온실효과를 아래와 같이 계산한다.

기호	정의	단위
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$N_{LT, y}$	y년도 가축종류 LT의 사육두수	두
$EF_{LT, N_2O, m}$	가축종류 LT의 아산화질소 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-N2O/두/년
$EF_{LT, CH_4, m}$	가축종류 LT의 메탄 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-CH4/두/년
$GWP_{N_2O}$	아산화질소의 지구온난화지수 (310)	-
$GWP_{CH_4}$	메탄의 지구온난화지수 (21)	-
$LT$	축산농가에서 사육되는 가축종류 (Livestock)	-

$$BE_{manure, y} = \sum_{LT} (N_{LT, y} \cdot (EF_{LT, N_2O, m} \cdot GWP_{N_2O} + EF_{LT, CH_4, m} \cdot GWP_{CH_4})) \times 10^{-3}$$

$$\text{돼지} = 30,231 \cdot (0.107 \cdot 310 + 3.00 \cdot 21) \cdot 10^{-3} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$BE_{manure, y} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

가축종류	사육두수 (두)	N2O 배출		CH4 배출		배출량 (tCO2e/년)
		배출계수 (kg-N2O/두/년)	GWP	배출계수 (kg-CH4/두/년)	GWP	
돼지	30,231	0.107	310	3	21	2907.32

아산화질소 및 메탄 배출계수는 방법론에 제시된 다음 값을 적용하였다.

가축	$EF_{LT, N_2O, m}$ (kg-N2O/두/년)	$EF_{LT, CH_4, m}$ (kg-CH4/두/년)
한육우	1.377	1.000
젖소	0.529	35.994
돼지	0.107	3.000
닭	0.003	0.078
염소	0.779	0.108
말	0.802	1.202

본 사업에서 바이오가스 열병합 발전설비의 발전원료로 음식물 쓰레기는 사용되지 않으므로 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 고려하지 않는다.

$$BE_{food\ waste, y} = 0$$

위의 결과를 종합해 보면, 바이오가스 열병합 발전시설의 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같다.

$$BE_{MFW, y} = BE_{manure, y} + BE_{food\ waste, y} = 2907.32tCO_2e/년$$

### (나) 전력 및 열에너지 공급

전력 및 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량은 전력 공급과 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량으로 구분하여 계산한 뒤, 합산하여 산정한다.

$$BE_{cogen, y} = BE_{elec, y} + BE_{thermal, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{cogen, y}$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{elec, y}$	y년도 전력관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### ① 전력 공급

바이오가스 열병합 발전설비를 이용하여 생산한 전력을 계통망에 공급함으로써 해당 시설이 없었더라면 추가적으로 계통망 전력을 생산하기 위해 화석연료 발전설비를 가동함에 있어서 발생하는 온실가스 배출량은 아래와 같이 전력 판매량(순 전력량)에 전력배출계수를 곱하여 계산한다.

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{elec, y}$	y년도 전력 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, elec, PJ, y}$	y년도 사업 내에서 생산된 순 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	전력배출계수	tCO <sub>2</sub> e/MWh

바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산되는 총 발전량은 123MWh/년이다.

발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
56.3	6	365	123,370

본 사업에서는 총 발전량을 전부 계통망에 판매하므로 전력 공급 관련 베이스라인 배출량은

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y} = 123.37 \cdot 0.460 = 56.58 \text{tCO}_2\text{e/년이다.}$$

총 발전량 (MWh/년)	전력배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
123.37	0.460	56.58

## ② 열에너지 공급

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지가 유리온실에 공급됨으로써 열량이 공급되지 않았더라면 난방을 위해 사용되었을 경우 온풍기를 사용하지 않게 된다. 이에 따라 감축되는 온실가스 배출량은 다음과 같이 산정한다.

$$BE_{thermal, y} = (EG_{Bio, thermal, PJ, y} / \eta_{Bio, BL, thermal}) \cdot EF_{Bio, BL, FF}$$

기호	정의	단위
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$	y년도 바이오가스 열병합 시설 내에서 생산된 열 및 스팀의 순 열에너지양	GJ/년
$EF_{Bio, BL, FF}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 전력 또는 화석연료의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/년
$\eta_{Bio, BL, thermal}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 화석연료를 사용하는 설비의 효율	%

바이오가스 열병합 발전시설에서 연간 176,947Mcal의 열량이 생산되지만, 바이오가스 설비 내 소화조 가운을 위해 연간 109,953Mcal이 소모된다.

최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)
485	365	80	176,947	109,953	66,994

순 열량이 유리온실에 공급되고, 해당 열량을 베이스라인 난방설비인 경유 온풍기를 이용하여 공급하였다면 발생하였을 온실가스 배출량은 아래와 같다. (경유 온풍기 효율은 관련 통계자료를 이용하여 추정). Mcal을 GJ 단위로 환산할 때에는 에너지법 시행규칙 별표1의 에너지열량 환산기준에 따라 1Mcal당  $4.8168 \times 10^{-3}$  GJ을 적용한다.

$$BE_{thermal,y} = (EG_{Bio,thermal,PJ,y} / BL_{thermal}) \cdot EF_{Bio,BL,FF}$$

$$= 599.45 / 0.8 \times 0.0741 = 55.53 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

소비용도	공급열량		설비효율 (%)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/GJ)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
	(Mcal/년)	(GJ/년)			
유리온실 공급	66,994	599.45	80	0.0741	55.53

#### (다) 합성 질소비료 대체

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 사업 활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 베이스라인 배출량으로 고려한다.

$$BE_{fert,y} = \sum_{f,i} (ha_{i,y} \cdot BAR_{f,i}) \times EF_{f,CO_2}$$

기호	정의	단위
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ha_{i,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농업인 $i$ 의 농지면적	ha
$BAR_{f,i}$	사업 활동이 없었더라면 농작물 재배를 위해 농업인 $i$ 의 농지 단위 면적당 살포하였을 합성 질소비료 $f$ 의 평균 사용량	ton-비료/ha
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료

##### ① 농지 단위 면적당 비료사용량( $BAR_{f,i}$ ) 추정

우선, 농지 단위 면적당 합성 질소비료 사용량은, 사업지역에서의 기존 합성 질소비료 및 가축분뇨 이용 상황을 정확히 알기 어려우므로, 녹색마을 방법론의 ‘합성 질소비료를 사용하지 않는 경우’의 산정방법을 적용하여 구하도록 한다. 경기도 도청에서 가장 최근 발간한 경기통계연보(2013)에서 발췌한 경기도 안성시의 2010년 경지면적 및 비료사용량 정보는 아래와 같다. 비료사용량의 경우, 액비 살포대상 농경지 및 유리온실 내 재배면적에서 사용되고 있었을 합성 질소비료의 정확한 종류를 파악하는 것은 무리가 있으므로 경기도 내에서 사용된 비료 종류별 사용량을 합산해 놓은 총 비료사용량 수치를 이용한다.



경지면적 (ha)	비료사용량 (ton)	단위 면적당 비료사용량 (ton-비료/ha)
논: 9,013 / 밭: 6,506	2,183	0.14

② 합성 질소비료 생산관련 배출계수( $EF_{f,CO_2}$ ) 추정

합성 질소비료 생산관련 배출계수는 합성 질소비료 단위질량 당 질소함량을 고려하여, 해당 비료를 생산하는 과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 비료생산량으로 나누어 구한다. 즉, 배출계수는 비료 단위질량 당 생산과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 의미하며 아래의 계산식을 이용한다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} \times 0.82 \times 2.014$$

기호	정의	단위
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
$N_{cont,f}$	질량비를 기준으로 한 합성 질소비료 $f$ 의 질소함량	%
0.82	질소와 암모니아간의 질량비	-
2.014	암모니아 생산에 대한 보수적인 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/tonnes NH <sub>3</sub>

배출계수를 구하기 위해서 가장 중요한 변수는 합성 질소비료의 질소함량이며, 방법론에 기술된 질소함량 산정기준 중 하나를 이용하여 구해야 한다. 각 산정기준별 간략한 설명과 함께 본 사업계획서에서 해당 기준을 적용할 수 없는 이유를 정리해 놓은 표는 다음과 같다.

기준	설명	적용불가 원인
1	기존 합성 질소비료의 질소함량	- 기존에 합성 질소비료를 사용하지 않았던 경우에는 해당 자료 없음 - 실제로 비료를 사용한 경우에도 자료 수집의 한계로 인해 질소함량 확보불가
2	‘합성 질소비료 유형별 질소함량’ 표에 명시된 수치	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 표에 있는 자료 이용불가
3	유사 합성 질소비료 질소함량 중 최저치 (2군데 이상의 제조업자에게 문의)	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 유사 비료에 대한 정의 불가
4	지자체별 통계연보 이용	적용 가능
5	질소함량 중 가장 보수적 수치인 11% 이용	기준 4를 적용함으로써 배제함

경기통계연보 자료에 의하면 경기 안성시에서는 2010년 한 해 동안 총 2,183톤의 비료가 사용되었으며, 사용된 비료에 포함된 질소량은 1,272톤이다. 즉, 안성시 내에서 사용된 화학비료의 평균 질소함량은 58%(=1,272/2,183)이며, 배출계수는 아래와 같이 계산된다.

$$EF_{f, CO_2} = N_{cont, f} * 0.82 * 20.14 = 0.58 * 0.82 * 20.14 = 0.958 (\text{tCO}_2\text{e/ton})$$

농지구분	액비살포면적 (ha)	비료사용량 (ton/ha)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
논	45ha	0.14	0.958	6
밭	7ha			1
			합 계	7

## (2) 프로젝트 배출량

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 자가생산한 전력 및 열에너지를 소모하는 것 이외에 외부 설비에서 에너지를 공급받는 경우에 프로젝트 배출량을 고려한다. 프로젝트 배출량은 소내 전력 및 화석연료 사용을 외부에서 공급받는 경우를 나누어 산정한다.

$$PE_{Bio, y} = PE_{Bio, EC, y} + PE_{Bio, FF, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio, y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 프로젝트 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, EC, y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, FF, y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

### (가) 소내 전력사용

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 필요한 전력은 전량을 계통망에서 공급받아 사용하므로 아래와 같이 소내 전력사용에 따른 프로젝트 배출량을 구한다.

$$PE_{Bio, EC, y} = EC_{Bio, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$EC_{Bio,PJ,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력 사용량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh

소화조 교반, 분뇨이송, 퇴비교반기 운영 등에 103kWh/일, 연간 37,572kWh가 소모된다. 이 소내 소비전력을 계통망에서 공급받아 사용함으로써 발생하는 프로젝트 배출량은 아래와 같다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} * EF_{CO_2, grid, y} = 37.57 * 0.46 = 17.28 \text{ tCO2e/년}$$

소비 전력량 (MWh/년)	배출계수 (tCO2e/MWh)	배출량 (tCO2e/년)
37.57	0.460	17.28

#### (나) 소내 화석연료 사용

바이오가스 열병합 발전시설 운영을 위해 필요한 열량은 모두 자체 공급으로 충당하고, 추가적인 열 공급을 위해 화석연료 열 생산설비를 이용하지 않으므로 소내 화석연료 사용에 의한 프로젝트 배출량은 없다.

$$PE_{Bio,FF,y} = 0$$

#### (다) 누출량

바이오가스 열병합 발전시설에서 발생하는 누출량은 무시한다.

$$LE_{Bio,y} = 0$$

#### (라) 온실가스 감축량

위의 배출량 산정결과를 종합한 표를 아래에 제시하였으며, 본 결과를 이용하여 바이오가스 열병합 발전시설 관련 온실가스 감축량을 구할 수 있다.

베이스라인 배출량 (tCO2e/년)		프로젝트 배출량 (tCO2e/년)	누출량 (tCO2e/년)	온실가스 감축량 (tCO2e/년)
가축분뇨 처리	2,907	18	0	3,008
전력 및 열 생산	112			
합성 질소비료 대체	7			

## 2. 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들

온실가스 감축량 산정 시, 바이오피아에는 바이오열병합 발전이 도입되므로, 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들은 아래와 같다.

### 가. 배출계수

자료/변수명	<i>EF</i> 기술명, <i>BL, Diesel</i> (경유 배출계수)
단위	tCO2e/GJ
설명	경유로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (2006)
적용값	0.0741
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (20.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-

자료/변수명	$EF_{CO_2, grid, y}$					
단위	tCO2e/MWh					
설명	y년도 전력배출계수					
자료 출처	전력거래소 홈페이지					
적용값	전력거래소에서 발표한 당해 연도 전력부문 온실가스 배출계수 사용 (없을 경우에는 최근 년도 수치 이용)					
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	<b>&lt;전력부문 온실가스 배출계수 &gt;</b>					
	년도	구분	tCO2/MWh	kgCH4/MWh	kgN2O/MWh	tCO2e/MWh
	2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)
사용단		0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)	
	자료 : 전력거래소 전력거래소 홈페이지에 게시된 가장 최근값(0.460) 사용					
비고	-					

자료/변수명	$EF_{BL, LPG}$ (LPG 배출계수)				
단위	tCO2e/GJ				
설명	LPG로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량				
자료 출처	IPCC 가이드라인 (1996)				
적용값	0.063				
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (17.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용				
비고	-				

## 나. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$BAR_{f,i}$
단위	ton-비료/ha
설명	단위 면적당 합성화학비료의 연간 사용량
자료 출처	경기통계연보
적용값	0.14
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	경기통계연보에 제시된 2010년 안성시의 총 비료사용량을 바탕으로 평균치를 추정
비고	-

자료/변수명	$EF_{f,CO_2}$ (합성화학비료 생산관련 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
설명	합성화학비료 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	경기통계연보
적용값	0.958
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	경기통계연보에 제시된 2010년 안성시 총 비료사용량과 비료에 포함된 질소량을 이용하여 배출계수 산정. 안성시에서 사용되고 있는 비료의 평균적 질소함량 수치를 나타냄
비고	-

### 3. 예상 온실가스 감축량

위에서 산정한 연간 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 정리한 결과는 아래와 같다. (베이스라인 배출량은 소수점 이하 내림, 프로젝트 배출량은 소수점 이하 올림으로 정리)

구분	위치	베이스라인 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	프로젝트 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	누출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
바이오 열병합발전	경기 안성	3,026	18	-	3,008
합 계		3,026	18	-	3,008

## 제6절 모니터링 계획

### 1. 모니터링 변수

본 사업에서 모니터링이 필요한 대부분의 변수들은 사업관리자를 통해 관리되어야 하며 자발적 온실가스 감축사업에서 모니터링이 필요한 자료들의 수집이 가능하다.

#### 가. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$N_{LT,y}$
단위	마리
설명	y년도 가축분뇨 수거대상 축사에서 사육되는 가축종류 LT 마리 수
자료 출처	경기통계연보
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 경기통계연보에서 제공하는 안성 돈가의 정보를 이용하였다. (돼지: 30,231두)
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$ha_{i,y}$
단위	ha
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산된 액비를 살포하는 농지면적
자료 출처	현장 측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자가 제공한 면사무소의 지역 농지면적자료 이용 (논: 45ha, 밭: 7ha) 기존 액비 살포면적을 제외한 값으로 모니터링
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	바이오가스 열병합 발전설비에서 생산되어 개별 농가로 배포된 액비량을 월 단위로 기록하여 Cross Check
비고	-

자료/변수명	$EG_{Bio, elec, PJ, y}$			
단위	kWh			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 발전하여 계통망에 판매된 전력량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
	56.3	6	365	123,370
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전자식 전력량계를 이용하여 컴퓨터에 기록된 전력생산량을 측정</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시</li> </ul>			
비고	-			

자료/변수명	$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$			
단위	GJ			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설을 통해 유리온실로 공급된 순 열량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)
	485	365	80%	176,947
	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)	(GJ/년)
	176,947	109,953	66,994	599.45
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 바이오가스 발전시설과 유리온실 사이에 열 공급을 위해 설치된 배관 내 유량 및 온도를 측정하여 공급된 열량이 표기되는 컴퓨터 상 프로그램을 통해 확인(지열히트펌프 공급 열량과 개별 측정)</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회) 후 단위 환산(1cal=4.1868J<sup>94)</sup>)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	유량계와 온도계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시			
비고	-			



## 2. 모니터링 계획 설명

본 사업은 사업관리자의 관리 하에 운영되고 있고, 녹색기술 설비 전문 시공업체와 원활한 의사소통이 가능하므로 해당 사업관리자가 자료 측정 및 수집에 관련하여 어려움은 없을 것으로 예상된다. 다만, 사업자는 사업 내 적용된 설비가 다양하기 때문에 측정 자료가 누락되지 않도록 유의하여 모니터링 계획을 수립하고, 모니터링 관련 조직을 구성해야 한다.

### 가. 모니터링 조직

사업관리자 중심으로 산하 모니터링 전담조직을 구성한다. 전담조직은 데이터를 관리하고, 직접 농가에 방문하여 모니터링 결과를 수집하며, 자료 보관 및 관리를 담당하고, 추후 모니터링 검증 시점에 해당 자료를 관련 기관에 제출한다.

### 나. 자료 수집 및 보관

온실가스 감축 사업과 관련된 각 모니터링 변수는 사업계획서의 데이터 수집 주기에 따라 수기로 기록하고, 모니터링 원본 자료 내 주요 내용을 따로 Excel 파일로 정리한다. 원본 자료는 Excel 파일과 별도로 자료 확보일시 순으로 정리하여 보관한다. 사업자가 1년 동안 측정하고, 직접 수기로 기록해야 하는 변수들은 아래와 같다. (상세내용은 위의 모니터링 변수 부분 참고) 원본자료 및 전자 파일은 인증 유효기간 이후 2년 까지 보관한다.

분류	측정자료 설명	주기	비고
바이오가스 열병합 발전	분뇨 수거대상 축사의 가축 종류 및 개체 수	월 1회	개체 수 변화에 관련된 증빙자료 확보
	액비 살포면적	월 1회	액비 시비량을 동시에 기록
	전력 판매량	월 1회	판매량 자료 확보 (한전 작성)
	열 공급량 (유리온실)	월 1회	-
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보

### 다. 교육 계획

모니터링 업무 담당자의 감축사업에 대한 이해도를 향상시키기 위하여 인증 유효기간 시작 일로부터 6개월 이내에 기후변화 및 온실가스 관련 세미나를 개최할 예정이며, 세미나 개최는 운영기관에서 담당한다.

94) 에너지법 시행규칙 제 5조 1항 별표 1 에너지열량 환산기준

#### 라. 계측기 검·교정 계획

모니터링 변수 측정에 필요한 계측기(ex. 계근대, 전력량계)는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정을 실시하며, 검·교정 비용은 사업관리자가 부담한다.

### 3. 사업 추진 일정

온실가스 감축사업은 감축사업을 위한 설비의 완공 예상일인 20XX년 XX월 XX일부터 시작되며 배출권 인증기간이 XX년이므로 20XX년 XX월 XX일에 종료된다. 모니터링 절차 및 계획 타당성 확인을 위해 사업 첫 해에는 모니터링 보고서 제출 및 검증절차를 진행하고, 그 이후에는 배출권 발행규모가 소규모인 점을 감안하여 2년 이내로 모니터링 보고서 제출 및 검증을 실시한다. (단, 모니터링 보고서 제출기간 사이에도 사업자는 최소 1년 단위로 모니터링 결과를 기록하고, 보관한다.)

## 제4장 소유권

현재 소유권은 동국대학교 산학협력단에 있으며, 입금된 금액은 농업인에게 분배됨. 20XX년 XX월 XX일 이후 농업인에게 이전될 예정임. 사업 등록 후 모니터링 보고서 제출 이전까지 소유권 분배와 관련된 증빙을 제출할 예정.



농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

# 사업계획서(예산)



# 제1장 사업개요

## 제1절 사업명

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

## 제2절 사업의 추진목적 및 기대효과

추진목적	농촌에서 발생하는 농업부산물, 가축분뇨 등의 바이오매스를 활용하여 청정에너지를 생산하고 물질을 양분·자원화 함으로써 경종농업·축산업·에너지 기술을 융·복합하는 농어촌 바이오에너지 순환마을 조성을 목표로 한다.
기대효과	본 사업을 통해 농·산촌 폐기물의 자원순환을 위한 체계적인 관리시스템을 구축하여 경제적으로 폐기물처리비용을 절감함으로써 연간 3,018톤의 온실가스 감축효과를 창출할 것으로 예상된다.

## 제3절 사업 분야

바이오피아에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

## 제4절 감축사업자

### 1. 사업관리자

본 사업은 시범사업으로 추후에 사업관리자를 선정하고자 한다.

법인명(업체명)		사업참여자 여부		
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				

## 2. 사업 수행자

법인명(업체명)	
사업자등록번호	
사업장명	
사업장 주소	
대표자	
실무담당자	
부서/직위	
Tel.	
Fax	
E-mail	
사업 담당 업무	

## 제5절 사업지역

주소	
충청남도 예산군	
위도	경도
북위 36° 68'	동경 126° 73'



## 제6절 사업 수행 전 상황

바이오피아 사업이 진행될 충청남도 예산군에 자원화시설은 존재하지 않으며, 2010년 기준 축사에서는 돼지 총 219,324두가 사육되고 있다. 돈사에서 배출되는 가축분뇨는 별도의 가축분뇨 공동처리장 없이 개별 농가별로 처리되고 있는 것으로 조사되었다.

표 1 충남 예산군 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2007년	1,880	37,480	161	9,563	124	137,281	19	941,900
2008년	2,043	46,701	202	12,219	137	186,114	349	2,906,220
2009년	2,038	47,882	176	11,692	139	227,952	360	2,681,690
2010년	2,089	52,525	152	10,885	123	219,324	398	2,601,988
2011년	2,138	50,016	146	9,621	107	192,592	299	2,666,836

자료 : 예산군 산림축산과

표 2 충남 예산군 가축분뇨 처리현황

축종	계	퇴비화 등 자체처리	정화방류 (폐수처리장, 농가)	액비이용			기타
				계	자원화센터	농가보유	
계	843,211.3 (100%)	703,392.4 (83%)	100,382.8 (12%)	39,436.1 (5%)	25,095.7 (3%)	14,340.4 (2%)	-
한우우	250,105.0 (100%)	250,105.0 (100%)	-	-	-	-	-
젓소	132,389.8 (100%)	132,389.8 (100%)	-	-	-	-	-
돼지	358,510.0 (100%)	218,691.1 (61%)	100,382.8 (28%)	39,436.1 (11%)	25,095.7 (7%)	14,340.4 (4%)	-
닭	102,206.5 (100%)	102,206.5 (100%)	-	-	-	-	-

자료 : 예산군 산림축산과

## 제7절 사업의 온실가스 배출 감축 혹은 제거 방법

본 사업범위에는 한 가지의 온실가스 감축 관련 기술 및 설비가 포함되어 있다.

### 1. 바이오가스 열병합 발전

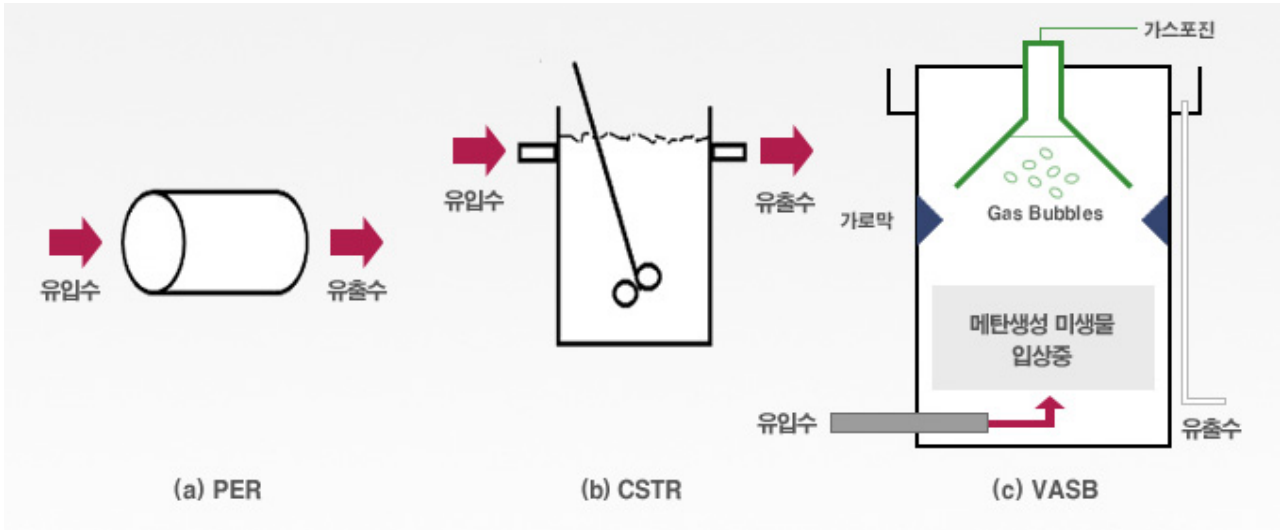


그림 1 바이오가스 열병합 발전 기술의 종류

농·임·축산 바이오매스 에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다. 현재 국내에 도입되어 있는 녹색농업기술 현황을 참고하여 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서 도입될 기술을 적용할 수 있다. 특히 현재 상용화되어 있는 6가지의 국내 녹색농업기술 중 목질 바이오매스 에너지화, 풍력, 태양광, 태양열 등 다양한 신재생에너지 기술을 활용하는 방법론인 녹색마을 방법론과 유사하다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

바이오가스 열병합 발전은 바이오가스를 원료로 이용하여 전력과 액비를 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합 발전에 주로 이용되는 바이오가스는 유기물질의 분해로 얻어진 가스로써, 유기성 폐기물의 혐기성 소화를 통해 생성된 메탄가스를 일컫는다. 바이오가스를 활용하여 바이오가스 플랜트에서 발전을 통해 전력을 생산하고 열병합 발전에서 발생하는 부산물인 액비(소화액)은 포함하는 질소 성분 중 암모니아성 질소의 비율이 높고 이전의 악취가 개선된 액비로써, 유기질 비료로 이용이 가능하다. 가축분뇨를 주 연료로 이용하게 될 바이오가스 열병합 발전에 이용될 기초적인 기술은 혐기소화기술로써, 산소가 없는 조건에서 유기물에 포함된 탄수화물, 지방, 단백질 등이 미생물의 작용에 의해 분해되는 공정으로 저급 지방산을 거쳐 최종적으로 메탄, 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 수분 등이 포함된 바이오가스를 생산하게 된다. PER(관형흐름식 반응기)은 원수가 교반 방향으로 일정하게 흐르며 유입순

서와 유출순서가 동일한 형태의 반응기, CSTR(연속혼합식 반응기)은 원수가 유입됨과 동시에 순간적으로 완전하게 혼합되어 소화조 전체가 균일하게 섞이는 반응기이다. 마지막으로 UASB(상향류 혐기성 슬러지상 반응기)는 원수가 하부에서 상부로 흐르며 메탄 생성 미생물 입상층을 거치면서 발효되는 반응기이다. 이처럼 다양한 소화조 형태에 따라 바이오가스 생산 기술이 분류되며 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 사업지역의 특성과 기술에 따라 적절한 기술을 선택하게 된다. 생산된 바이오가스를 활용하여 열병합 발전을 진행하게 되며 이처럼 바이오매스를 이용한 신재생에너지 기술인 바이오가스 열병합 발전은 전력과 액비를 생산함으로써 더 나은 결과를 불러올 수 있다. 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에 도입될 신재생에너지 기술들은 각 시설마다 온실가스 배출량과 감축방법이 상이하다. 온실가스 배출량은 사업 지역의 기후·지형적인 환경, 규모에 따라 달라 질 수 있으며 다른 기술 간에 온실가스 배출량 감축방법은 신재생에너지원, 프로세스, 활용 방안에 따라 각기 다른 내용을 따르게 된다. 바이오가스 열병합 발전 시설은 해당 시설이 없었더라면 대기 중으로 방출되어 온실가스를 일으켰을 바이오가스를 포집 및 소각함으로써 온실가스 배출을 감축한다.

또한, 아래 그림 2의 바이오가스 플랜트 공정도를 참고하여 보면 바이오가스를 포집 및 소각하여 생산한 전력 및 열에너지는 바이오가스 열병합 발전시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 마지막으로 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 농업활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료를 대체한다고 분석할 수 있다. 이에 따라 합성 질소비료의 생산과정과 합성 질소비료를 살포하는 과정에서 발생하게 되는 온실가스의 배출량을 절감하여 온실가스 감축효과를 얻을 수 있다.

# 바이오 가스 플랜트 공정도

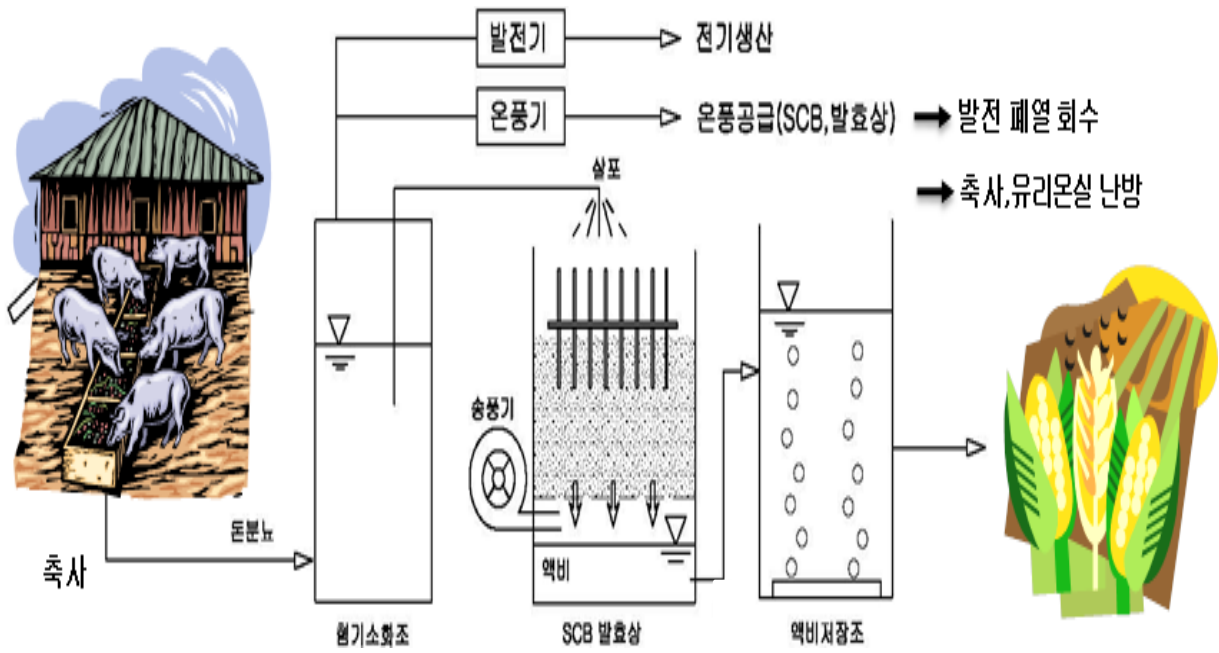


그림 2 바이오가스 열병합 발전 공정도

## 제8절 사업기간 및 인증 유효기간

사업기간	
인증 유효기간	

## 제9절 예상 온실가스 감축량

년차	예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)
1년차	3,018
2년차	3,018
3년차	3,018
4년차	3,018
5년차	3,018
총 예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	16,480
인증 유효기간	5
인증 유효기간 동안 연평균 감축량((tonCO <sub>2</sub> -eq)	3,018

## 제2장 사업 추가성

본 사업의 온실가스 감축사업으로써 추가성은 ‘농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 추가성 입증 방법’에 명시된 절차에 따라 입증한다. 본 자발적 온실가스 감축사업의 개별사업들의 온실가스 감축량은 3,018톤으로 20,000톤 이하의 소규모 사업에 해당되므로 소규모에 맞는 사업 추가성 입증절차를 준수한다.

### 제1절 법 및 제도적 추가성

본 사업은 농촌에서 발생하는 폐자원을 통한 에너지 생산, 신재생 에너지의 효율적 활용 및 에너지 효율 개선을 통해 발생하는 온실가스를 감축하는 것이다. 추진하는 감축사업은 현행 법 및 제도에 의해 제한을 받고 있지 않으며, 관련된 법, 시행령, 시행규칙, 조례, 고시 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.

- 1992년 체결된 런던협약에 의거하여 오는 2012년부터 가축분뇨의 해양 투기가 전면 금지된다. 이에 따라 정부에서는 ‘가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제3조, 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률 제 16조에 근거한’ 가축분뇨처리지원사업 시행지침 ‘에 따라 사업 대상자를 선별하여 가축분뇨 자원화 및 에너지화에 투입되는 사업비를 지원해 주고 있다. 따라서 본 사업은 관련 법규 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.
- ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법’ 제 12조 5 및 동법 시행령 제 18조 3에서 정한 바에 따라 발전사업자, 발전사업의 허가를 받은 자, 공공기관 등의 경우 발전량의 일정량 이상을 의무적으로 신·재생에너지를 이용하여 공급해야 한다. 본 사업참여자는 의무대상자에 해당하지 않으므로 본 사업은 위 법규에 제한을 받고 있지 않다.

### 제2절 장애요인 분석

본 사업의 온실가스 감축량은 3,018톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 장애요인 분석은 필요하지 않다.

### 제3절 경제적 추가성

본 사업의 온실가스 감축량은 3,018톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 경제적 추가성 입증이 필요하지 않다.

## 제3장 베이스라인과 모니터링 방법론

### 제1절 적용 방법론명

농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 ‘녹색마을 방법론’

### 제2절 방법론 선정 타당성 및 선정 이유

본 사업은 농업 및 축산업 중심의 사업 지역에 온실가스 감축기술을 도입함으로써 생계활동 및 일상생활에서 발생하는 온실가스를 감축시키는 사업으로 아래와 같이 ‘녹색마을 방법론’의 적용 조건을 충족한다.

방법론 적용가능 조건	사업의 적용가능성
본 방법론에 포함된 8가지 녹색기술 (바이오가스, 지열 냉난방, 목질 바이오매스, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, LED 조명설치) 중 2가지 이상의 기술을 적용하고, 적용된 기술 중 바이오가스 또는 목질바이오매스 등 바이오에너지 관련 녹색기술이 포함된 사업에만 본 방법론을 적용할 수 있다.	본 사업에는 바이오가스 열병합 발전시설 기술이 적용된다.
본 방법론은 녹색기술 설비 및 장치를 신규로 설치하거나 기존시설을 대체하는 경우 모두 적용 가능하다.	본 사업에 적용된 바이오가스 열병합 발전시설은 모두 신규로 설치되는 경우이다.
본 방법론은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업경계 내에서 이용하는 사업에는 적용할 수 없다.	본 사업은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업 경계 내에서 이용하지 않는다.
바이오가스 열병합 발전의 원료로 가축분뇨와 음식물 쓰레기를 혼합하여 사용 가능하며, 이 경우에 가축분뇨의 혼합비율은 최소 70% 이상을 유지하여야 한다.	바이오가스 열병합 발전을 위해서 마을에서 발생한 가축분뇨만 바이오가스 열병합 발전시설에 투입되어 발전원료로 사용되며, 음식물 쓰레기는 혼합하지 않는다. 즉, 가축분뇨 혼합비율은 100%이므로 방법론 적용가능조건을 만족한다고 판단된다.
LED 조명설치의 경우, LED 조명의 조도가 베이스라인 상황에서 사용되었을 조명기구 조도의 -10~50% 내의 범위를 유지하여야 한다.	해당사항 없음

- 바이오피아에는 녹색마을 방법론에서 기술된 8가지 녹색기술 중 가축분뇨를 이용한 바이오가스 열병합 발전 기술이 적용된다.

### 제3절 사업 경계

본 사업의 경계에는 예산군 내에서 발생하는 신재생에너지 및 폐자원 에너지화를 통해 온실가스를 감축하는 모든 사업이 포함된다. 우선, 마을 내 축사에서 발생하는 가축분뇨를 바이오가스 열병합 발전시설의 발전원료로 이용하여 전력 및 열에너지를 생산한다. 바이오가스 열병합 발전에서 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 국가 계통망에 공급된다. 반면에 바이오가스 열병합 발전설비 운영에 필요한 전력은 경제성을 고려하여 자가발전 전력을 사용하지 않고, 계통망에서 전력을 공급받는다. 해당 시설에서 생산된 열에너지는 바이오가스 발전시설의 소화조 가운을 위해서만 일정량이 사용되고, 나머지 열량은 유리온실에 공급된다. 또한, 바이오가스 생산이 완료된 슬러리는 액비 생산시설로 이동되어 액비 생산원료로 사용되며, 생산된 양질의 액비는 마을 내 농경지(논 45ha, 밭 7ha)에 살포되어 합성 질소비료를 대체한다. 열병합발전 설비에는 비상시 전력을 이용하여 소화조를 가열할 수 있도록 되어있으나, 일반 발전 상황에서는 화석연료 및 전력을 사용하지 않는다.

사업 경계 내에 포함되는 온실가스 배출원을 베이스라인과 사업 활동으로 나누고, 각 배출원에서 발생하는 온실가스 종류를 정리한 표는 다음과 같다. 녹색마을 방법론상에서 정의된 배출원 중 본 사업에 포함되지 않는 지열 난방공급, 풍력, 소수력, LED 조명설치 관련 배출원은 고려하지 않는다.

배출원		온실 가스	포함여부	설명
베이스라인	가축분뇨의 생물학적 및 물리·화학적 처리	CO2	No	배출없음
		CH4	Yes	주요 온실가스 배출원
		N2O	Yes	주요 온실가스 배출원
	전력 및 화석연료를 이용한 열에너지 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원
	농경지 액비 살포로 인해 대체된 합성 질소비료의 생산·살포과정에서의 배출량	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	No	배출없음
		N2O	No	배출없음
사업 활동	계통망에서 소내 소비전력 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원

- 배출원에서 고려하지 않는 온실가스는 배출량이 극히 낮아 배출량 산정에 영향을 주지 않으므로 온실가스 배출량 및 감축량 산정의 간소화를 위해 제외한다.



## 제4절 베이스라인 시나리오

### 1. 바이오가스 열병합 발전

- 바이오가스 열병합 발전을 위해 축사에서 생산된 가축분뇨를 이용하며, 해당 분뇨는 발전설비가 신규로 건설되지 않았더라면 베이스라인 시나리오에서 국내의 보편적인 가축분뇨의 생물학적 처리방식을 이용하여 처리된다고 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설을 이용하여 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 계통망에 공급되므로 해당 시설이 없었더라면 판매 전력량만큼 화석연료 발전설비를 이용하여 생산해야 하며, 이를 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지는 자체 설비 운영을 위해 1차적으로 소비되며, 남은 열량이 사업 내 타시설인 유리온실에 공급된다. 자체 소비열량은 베이스라인 시나리오에서 고려하지 않으며, 베이스라인 시나리오에서는 유리온실에 공급된 열량만 포함한다. 만약 바이오가스 열병합 발전설비가 없었더라면 해당 열량만큼 화석연료 열생산 설비를 이용하여 공급하였을 상황을 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농경지 및 유리온실 내 작물 재배지에는 해당 시설이 없었더라면 합성 질소비료를 사용하고 있었을 것이라 가정한다.

## 제5절 온실가스 감축량

### 1. 산정방법

본 사업의 온실가스 감축량은 사업 내 적용된 온실가스 감축 기술별로 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 나누어 구하고, 기술별 온실가스 감축량을 계산한 뒤 합산하여 산정한다.

$$ER_{Total,y} = ER_{Bio,y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Total,y}$	y년도 연간 총 배출감축량	tCO2e/년
$ER_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전 연간 배출감축량	tCO2e/년

#### 가. 바이오가스 열병합 발전

바이오가스 열병합 발전시설 관련 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량은 아래와 같이 산정한다.

### (1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 크게 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리, 전력 및 열에너지 공급, 합성 질소비료 대체와 관련된 3가지 부분으로 구분하여 산정하며, 각 부분의 베이스라인 배출량을 합산하여 바이오가스 열병합 발전의 총 베이스라인 배출량을 계산한다.

$$BE_{Bio, y} = BE_{MFW, y} + BE_{cogen, y} + BE_{fert, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{Bio, y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량 (Manure and Food Waste)	tCO2e/년
$BE_{cogen, y}$	y년도 전력 및 열에너지 생산 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{fert, y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

#### (가) 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리

가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같이 가축분뇨 처리와 음식물 쓰레기 처리를 나누어 산정한다.

$$BE_{MFW, y} = BE_{manure, y} + BE_{food\ waste, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{food\ waste, y}$	y년도 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

우선, 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 배출량은 가축분뇨의 생물학적 처리 시 대기 중으로 배출되는 N2O, CH4 양을 계산하여, 해당 온실가스 배출량의 온실효과를 아래와 같이 계산한다.

기호	정의	단위
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$N_{LT, y}$	y년도 가축종류 LT의 사육두수	두
$EF_{LT, N_2O, m}$	가축종류 LT의 아산화질소 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-N2O/두/년
$EF_{LT, CH_4, m}$	가축종류 LT의 메탄 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-CH4/두/년
$GWP_{N_2O}$	아산화질소의 지구온난화지수 (310)	-
$GWP_{CH_4}$	메탄의 지구온난화지수 (21)	-
$LT$	축산농가에서 사육되는 가축종류 (Livestock)	-

$$BE_{manure, y} = \sum_{LT} (N_{LT, y} \cdot (EF_{LT, N_2O, m} \cdot GWP_{N_2O} + EF_{LT, CH_4, m} \cdot GWP_{CH_4})) \times 10^{-3}$$

$$\text{돼지} = 30,231 \cdot (0.107 \cdot 310 + 3.00 \cdot 21) \cdot 10^{-3} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$BE_{manure, y} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

가축종류	사육두수 (두)	N2O 배출		CH4 배출		배출량 (tCO2e/년)
		배출계수 (kg-N2O/두/년)	GWP	배출계수 (kg-CH4/두/년)	GWP	
돼지	30,231	0.107	310	3	21	2907.32

아산화질소 및 메탄 배출계수는 방법론에 제시된 다음 값을 적용하였다.

가축	$EF_{LT, N_2O, m}$ (kg-N2O/두/년)	$EF_{LT, CH_4, m}$ (kg-CH4/두/년)
한육우	1.377	1.000
젖소	0.529	35.994
돼지	0.107	3.000
닭	0.003	0.078
염소	0.779	0.108
말	0.802	1.202

본 사업에서 바이오가스 열병합 발전설비의 발전원료로 음식물 쓰레기는 사용되지 않으므로 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 고려하지 않는다.

$$BE_{food\ waste, y} = 0$$

위의 결과를 종합해 보면, 바이오가스 열병합 발전시설의 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같다.

$$BE_{MFW, y} = BE_{manure, y} + BE_{food\ waste, y} = 2907.32tCO_2e/년$$

### (나) 전력 및 열에너지 공급

전력 및 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량은 전력 공급과 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량으로 구분하여 계산한 뒤, 합산하여 산정한다.

$$BE_{cogen, y} = BE_{elec, y} + BE_{thermal, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{cogen, y}$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{elec, y}$	y년도 전력관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### ① 전력 공급

바이오가스 열병합 발전설비를 이용하여 생산한 전력을 계통망에 공급함으로써 해당 시설이 없었더라면 추가적으로 계통망 전력을 생산하기 위해 화석연료 발전설비를 가동함에 있어서 발생하는 온실가스 배출량은 아래와 같이 전력 판매량(순 전력량)에 전력배출계수를 곱하여 계산한다.

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{elec, y}$	y년도 전력 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, elec, PJ, y}$	y년도 사업 내에서 생산된 순 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	전력배출계수	tCO <sub>2</sub> e/MWh

바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산되는 총 발전량은 123MWh/년이다.

발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
56.3	6	365	123,370

본 사업에서는 총 발전량을 전부 계통망에 판매하므로 전력 공급 관련 베이스라인 배출량은

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y} = 123.37 * 0.460 = 56.58 \text{tCO}_2\text{e/년이다.}$$

총 발전량 (MWh/년)	전력배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
123.37	0.460	56.58

## ② 열에너지 공급

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지가 유리온실에 공급됨으로써 열량이 공급되지 않았더라면 난방을 위해 사용되었을 경우 온풍기를 사용하지 않게 된다. 이에 따라 감축되는 온실가스 배출량은 다음과 같이 산정한다.

$$BE_{thermal, y} = (EG_{Bio, thermal, PJ, y} / \eta_{Bio, BL, thermal}) \cdot EF_{Bio, BL, FF}$$

기호	정의	단위
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$	y년도 바이오가스 열병합 시설 내에서 생산된 열 및 스팀의 순 열에너지양	GJ/년
$EF_{Bio, BL, FF}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 전력 또는 화석연료의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/년
$\eta_{Bio, BL, thermal}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 화석연료를 사용하는 설비의 효율	%

바이오가스 열병합 발전시설에서 연간 176,947Mcal의 열량이 생산되지만, 바이오가스 설비 내 소화조 가운을 위해 연간 109,953Mcal이 소모된다.

최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)
485	365	80	176,947	109,953	66,994

순 열량이 유리온실에 공급되고, 해당 열량을 베이스라인 난방설비인 경유 온풍기를 이용하여 공급하였다면 발생하였을 온실가스 배출량은 아래와 같다. (경유 온풍기 효율은 관련 통계자료를 이용하여 추정). Mcal을 GJ 단위로 환산할 때에는 에너지법 시행규칙 별표1의 에너지열량 환산기준에 따라 1Mcal당  $4.8168 \times 10^{-3}$  GJ을 적용한다.

$$BE_{thermal,y} = (EG_{Bio,thermal,PJ,y} / BL_{thermal}) \cdot EF_{Bio,BL,FF}$$

$$= 599.45 / 0.8 \times 0.0741 = 55.53 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

소비용도	공급열량		설비효율 (%)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/GJ)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
	(Mcal/년)	(GJ/년)			
유리온실 공급	66,994	599.45	80	0.0741	55.53

#### (다) 합성 질소비료 대체

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 사업 활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 베이스라인 배출량으로 고려한다.

$$BE_{fert,y} = \sum_{f,i} (ha_{i,y} \cdot BAR_{f,i}) \times EF_{f,CO_2}$$

기호	정의	단위
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ha_{i,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농업인 i의 농지면적	ha
$BAR_{f,i}$	사업 활동이 없었더라면 농작물 재배를 위해 농업인 i의 농지 단위 면적당 살포하였을 합성 질소비료 f의 평균 사용량	ton-비료/ha
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 f의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료

##### ① 농지 단위 면적당 비료사용량( $BAR_{f,i}$ ) 추정

우선, 농지 단위 면적당 합성 질소비료 사용량은, 사업지역에서의 기존 합성 질소비료 및 가축분뇨 이용 상황을 정확히 알기 어려우므로, 녹색마을 방법론의 ‘합성 질소비료를 사용하지

않는 경우'의 산정방법을 적용하여 구하도록 한다. 충청남도 도청에서 가장 최근 발간한 충남 통계연보(2013)에서 발췌한 충청남도 예산군의 2010년 경지면적 및 비료사용량 정보는 아래와 같다. 비료사용량의 경우, 액비 살포대상 농경지 및 유리온실 내 재배면적에서 사용되고 있었을 합성 질소비료의 정확한 종류를 파악하는 것은 무리가 있으므로 충청남도 내에서 사용된 비료 종류별 사용량을 합산해 놓은 총 비료사용량 수치를 이용한다.

경지면적 (ha)	비료사용량 (ton)	단위 면적당 비료사용량 (ton-비료/ha)
논: 13,065 / 밭: 5,605	7,295	0.56

② 합성 질소비료 생산관련 배출계수( $EF_{f,CO_2}$ ) 추정

합성 질소비료 생산관련 배출계수는 합성 질소비료 단위질량 당 질소함량을 고려하여, 해당 비료를 생산하는 과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 비료생산량으로 나누어 구한다. 즉, 배출계수는 비료 단위질량 당 생산과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 의미하며 아래의 계산식을 이용한다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} \times 0.82 \times 2.014$$

기호	정의	단위
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO2e/ton-비료
$N_{cont,f}$	질량비를 기준으로 한 합성 질소비료 $f$ 의 질소함량	%
0.82	질소와 암모니아간의 질량비	-
2.014	암모니아 생산에 대한 보수적인 배출계수	tCO2e/tonnes NH3

배출계수를 구하기 위해서 가장 중요한 변수는 합성 질소비료의 질소함량이며, 방법론에 기술된 질소함량 산정기준 중 하나를 이용하여 구해야 한다. 각 산정기준별 간략한 설명과 함께 본 사업계획서에서 해당 기준을 적용할 수 없는 이유를 정리해 놓은 표는 다음과 같다.

기준	설명	적용불가 원인
1	기존 합성 질소비료의 질소함량	- 기존에 합성 질소비료를 사용하지 않았던 경우에는 해당 자료 없음 - 실제로 비료를 사용한 경우에도 자료 수집의 한계로 인해 질소함량 확보불가
2	‘합성 질소비료 유형별 질소함량’ 표에 명시된 수치	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 표에 있는 자료 이용불가
3	유사 합성 질소비료 질소함량 중 최저치 (2군데 이상의 제조업자에게 문의)	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 유사 비료에 대한 정의 불가
4	지자체별 통계연보 이용	적용 가능
5	질소함량 중 가장 보수적 수치인 11% 이용	기준 4를 적용함으로써 배제함

충남통계연보 자료에 의하면 충남 예산군에서는 2010년 한 해 동안 총 7,295톤의 비료가 사용되었으며, 사용된 비료에 포함된 질소량은 2,571톤이다. 즉, 예산군 내에서 사용된 화학비료의 평균 질소함량은 35%(=2,571/7,295)이며, 배출계수는 아래와 같이 계산된다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} * 0.82 * 20.14 = 0.35 * 0.82 * 2.014 = 0.578 (\text{tCO}_2\text{e/ton})$$

농지구분	액비살포면적 (ha)	비료사용량 (ton/ha)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
논	45ha	0.56	0.578	15
밭	7ha			2
			합 계	17

## (2) 프로젝트 배출량

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 자가생산한 전력 및 열에너지를 소모하는 것 이외에 외부 설비에서 에너지를 공급받는 경우에 프로젝트 배출량을 고려한다. 프로젝트 배출량은 소내 전력 및 화석연료 사용을 외부에서 공급받는 경우를 나누어 산정한다.

$$PE_{Bio,y} = PE_{Bio,EC,y} + PE_{Bio,FF,y}$$



기호	정의	단위
$PE_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 프로젝트 연간 총 배출량	tCO2e/년
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$PE_{Bio,FF,y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년

### (가) 소내 전력사용

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 필요한 전력은 전량을 계통망에서 공급받아 사용하므로 아래와 같이 소내 전력사용에 따른 프로젝트 배출량을 구한다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} \cdot EF_{CO_2,grid,y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$EC_{Bio,PJ,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력 사용량	MWh/년
$EF_{CO_2,grid,y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh

소화조 교반, 분뇨이송, 퇴비교반기 운영 등에 103kWh/일, 연간 37,572kWh가 소모된다. 이 소내 소비전력을 계통망에서 공급받아 사용함으로써 발생하는 프로젝트 배출량은 아래와 같다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} * EF_{CO_2,grid,y} = 37.57 * 0.46 = 17.28 \text{ tCO2e/년}$$

소비 전력량 (MWh/년)	배출계수 (tCO2e/MWh)	배출량 (tCO2e/년)
37.57	0.460	17.28

### (나) 소내 화석연료 사용

바이오가스 열병합 발전시설 운영을 위해 필요한 열량은 모두 자체 공급으로 충당하고, 추가적인 열 공급을 위해 화석연료 열 생산설비를 이용하지 않으므로 소내 화석연료 사용에 의한 프로젝트 배출량은 없다.

$$PE_{Bio,FF,y} = 0$$

**(다) 누출량**

바이오가스 열병합 발전시설에서 발생하는 누출량은 무시한다.

$$LE_{Bio,y} = 0$$

**(라) 온실가스 감축량**

위의 배출량 산정결과를 종합한 표를 아래에 제시하였으며, 본 결과를 이용하여 바이오가스 열병합 발전시설 관련 온실가스 감축량을 구할 수 있다.

베이스라인 배출량 (tCO2e/년)		프로젝트 배출량 (tCO2e/년)	누출량 (tCO2e/년)	온실가스 감축량 (tCO2e/년)
가축분뇨 처리	2,907	18	0	3,018
전력 및 열 생산	112			
합성 질소비료 대체	17			

**2. 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들**

온실가스 감축량 산정 시, 바이오피아에는 바이오열병합 발전이 도입되므로, 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들은 아래와 같다.

**가. 배출계수**

자료/변수명	$EF_{기술명, BL, Diesel}$ (경유 배출계수)
단위	tCO2e/GJ
설명	경유로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (2006)
적용값	0.0741
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (20.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-

자료/변수명	$EF_{CO_2, grid, y}$					
단위	tCO2e/MWh					
설명	y년도 전력배출계수					
자료 출처	전력거래소 홈페이지					
적용값	전력거래소에서 발표한 당해 연도 전력부문 온실가스 배출계수 사용 (없을 경우에는 최근 년도 수치 이용)					
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	<b>&lt;전력부문 온실가스 배출계수 &gt;</b>					
	년도	구분	tCO2/MWh	kgCH4/MWh	kgN2O/MWh	tCO2e/MWh
	2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)
사용단		0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)	
	자료 : 전력거래소					
	전력거래소 홈페이지에 게시된 가장 최근값(0.460) 사용					
비고	-					

자료/변수명	$EF_{BL, LPG}$ (LPG 배출계수)				
단위	tCO2e/GJ				
설명	LPG로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량				
자료 출처	IPCC 가이드라인 (1996)				
적용값	0.063				
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (17.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용				
비고	-				

### 나. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$BAR_{f,i}$
단위	ton-비료/ha
설명	단위 면적당 합성화학비료의 연간 사용량
자료 출처	충남통계연보
적용값	0.39
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	충남통계연보에 제시된 2010년 예산군의 총 비료사용량을 바탕으로 평균치를 추정
비고	-

자료/변수명	$EF_{f,CO_2}$ (합성화학비료 생산관련 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
설명	합성화학비료 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	충남통계연보
적용값	0.578
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	충남통계연보에 제시된 2010년 예산군 총 비료사용량과 비료에 포함된 질소량을 이용하여 배출계수 산정. 예산군에서 사용되고 있는 비료의 평균적 질소함량 수치를 나타냄
비고	-

### 3. 예상 온실가스 감축량

위에서 산정한 연간 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 정리한 결과는 아래와 같다. (베이스라인 배출량은 소수점 이하 내림, 프로젝트 배출량은 소수점 이하 올림으로 정리)

구분	위치	베이스라인 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	프로젝트 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	누출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
바이오 열병합발전	충남 예산	3,036	18	-	3,018
합 계		3,036	18	-	3,018

## 제6절 모니터링 계획

### 1. 모니터링 변수

본 사업에서 모니터링이 필요한 대부분의 변수들은 사업관리자를 통해 관리되어야 하며 자발적 온실가스 감축사업에서 모니터링이 필요한 자료들의 수집이 가능하다.

#### 가. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$N_{LT,y}$
단위	마리
설명	y년도 가축분뇨 수거대상 축사에서 사육되는 가축종류 LT 마리 수
자료 출처	충남통계연보
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 충남통계연보에서 제공하는 예산 돈가의 정보를 이용하였다. (돼지: 30,231두)
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$ha_{i,y}$
단위	ha
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산된 액비를 살포하는 농지면적
자료 출처	현장 측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자가 제공한 면사무소의 지역 농지면적자료 이용 (논: 45ha, 밭: 7ha) 기존 액비 살포면적을 제외한 값으로 모니터링
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	바이오가스 열병합 발전설비에서 생산되어 개별 농가로 배포된 액비량을 월 단위로 기록하여 Cross Check
비고	-

자료/변수명	$EG_{Bio, elec, PJ, y}$			
단위	kWh			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 발전하여 계통망에 판매된 전력량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
	56.3	6	365	123,370
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전자식 전력량계를 이용하여 컴퓨터에 기록된 전력생산량을 측정</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시</li> </ul>			
비고	-			

자료/변수명	$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$			
단위	GJ			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설을 통해 유리온실로 공급된 순 열량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)
	485	365	80%	176,947
	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)	(GJ/년)
	176,947	109,953	66,994	599.45
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 바이오가스 발전시설과 유리온실 사이에 열 공급을 위해 설치된 배관 내 유량 및 온도를 측정하여 공급된 열량이 표기되는 컴퓨터 상 프로그램을 통해 확인(지열히트펌프 공급 열량과 개별 측정)</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회) 후 단위 환산(1cal=4.1868J<sup>95)</sup>)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	유량계와 온도계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시			
비고	-			

## 2. 모니터링 계획 설명

본 사업은 사업관리자의 관리 하에 운영되고 있고, 녹색기술 설비 전문 시공업체와 원활한 의사소통이 가능하므로 해당 사업관리자가 자료 측정 및 수집에 관련하여 어려움은 없을 것으로 예상된다. 다만, 사업자는 사업 내 적용된 설비가 다양하기 때문에 측정 자료가 누락되지 않도록 유의하여 모니터링 계획을 수립하고, 모니터링 관련 조직을 구성해야 한다.

### 가. 모니터링 조직

사업관리자 중심으로 산하 모니터링 전담조직을 구성한다. 전담조직은 데이터를 관리하고, 직접 농가에 방문하여 모니터링 결과를 수집하며, 자료 보관 및 관리를 담당하고, 추후 모니터링 검증 시점에 해당 자료를 관련 기관에 제출한다.

### 나. 자료 수집 및 보관

온실가스 감축 사업과 관련된 각 모니터링 변수는 사업계획서의 데이터 수집 주기에 따라 수기로 기록하고, 모니터링 원본 자료 내 주요 내용을 따로 Excel 파일로 정리한다. 원본 자료는 Excel 파일과 별도로 자료 확보일시 순으로 정리하여 보관한다. 사업자가 1년 동안 측정하고, 직접 수기로 기록해야 하는 변수들은 아래와 같다. (상세내용은 위의 모니터링 변수 부분 참고) 원본자료 및 전자 파일은 인증 유효기간 이후 2년 까지 보관한다.

분류	측정자료 설명	주기	비고
바이오가스 열병합 발전	분뇨 수거대상 축사의 가축 종류 및 개체 수	월 1회	개체 수 변화에 관련된 증빙자료 확보
	액비 살포면적	월 1회	액비 시비량을 동시에 기록
	전력 판매량	월 1회	판매량 자료 확보 (한전 작성)
	열 공급량 (유리온실)	월 1회	-
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보

### 다. 교육 계획

모니터링 업무 담당자의 감축사업에 대한 이해도를 향상시키기 위하여 인증 유효기간 시작 일로부터 6개월 이내에 기후변화 및 온실가스 관련 세미나를 개최할 예정이며, 세미나 개최는 운영기관에서 담당한다.

95) 에너지법 시행규칙 제 5조 1항 별표 1 에너지열량 환산기준

#### 라. 계측기 검·교정 계획

모니터링 변수 측정에 필요한 계측기(ex. 계근대, 전력량계)는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정을 실시하며, 검·교정 비용은 사업관리자가 부담한다.

### 3. 사업 추진 일정

온실가스 감축사업은 감축사업을 위한 설비의 완공 예상일인 20XX년 XX월 XX일부터 시작되며 배출권 인증기간이 XX년이므로 20XX년 XX월 XX일에 종료된다. 모니터링 절차 및 계획 타당성 확인을 위해 사업 첫 해에는 모니터링 보고서 제출 및 검증절차를 진행하고, 그 이후에는 배출권 발행규모가 소규모인 점을 감안하여 2년 이내로 모니터링 보고서 제출 및 검증을 실시한다. (단, 모니터링 보고서 제출기간 사이에도 사업자는 최소 1년 단위로 모니터링 결과를 기록하고, 보관한다.)



## 제4장 소유권

현재 소유권은 동국대학교 산학협력단에 있으며, 입금된 금액은 농업인에게 분배됨. 20XX년 XX월 XX일 이후 농업인에게 이전될 예정임. 사업 등록 후 모니터링 보고서 제출 이전까지 소유권 분배와 관련된 증빙을 제출할 예정.



농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업  
사업계획서(완주)



# 제1장 사업개요

## 제1절 사업명

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

## 제2절 사업의 추진목적 및 기대효과

추진목적	농촌에서 발생하는 농업부산물, 가축분뇨 등의 바이오매스를 활용하여 청정에너지를 생산하고 물질을 양분·자원화 함으로써 경종농업·축산업·에너지 기술을 융·복합하는 농어촌 바이오에너지 순환마을 조성을 목표로 한다.
기대효과	본 사업을 통해 농·산촌 폐기물의 자원순환을 위한 체계적인 관리시스템을 구축하여 경제적으로 폐기물처리비용을 절감함으로써 연간 3,032톤의 온실가스 감축효과를 창출할 것으로 예상된다.

## 제3절 사업 분야

바이오피아에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

## 제4절 감축사업자

### 1. 사업관리자

본 사업은 시범사업으로 추후에 사업관리자를 선정하고자 한다.

법인명(업체명)		사업참여자 여부		
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				

## 2. 사업 수행자

법인명(업체명)	
사업자등록번호	
사업장명	
사업장 주소	
대표자	
실무담당자	
부서/직위	
Tel.	
Fax	
E-mail	
사업 담당 업무	

## 제5절 사업지역

주소	
전라북도 완주군	
위도	경도
북위 36° 02'	동경 127° 22'

## 제6절 사업 수행 전 상황

바이오피아 사업이 진행될 전라북도 완주군에서는 자원화시설을 통해 퇴비화 및 액비화를 하고 있으며, 2010년 기준 축사에서서는 돼지 총 78,588두가 사육되고 있다. 돈사에서 배출되는 가축분뇨는 자원화, 정화방류 및 해양 배출 등을 통해 처리되고 있다.

표 1 전북 완주군 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2007년	1,296	22,413	34	2,956	80	85,925	62	1,705,830
2008년	1,210	24,167	29	2,866	65	82,220	56	1,764,905
2009년	1,203	25,833	33	2,645	60	83,838	72	1,892,907
2010년	1,232	27,938	29	2,777	57	78,588	66	1,935,410
2011년	1,201	27,784	30	2,658	54	73,165	65	1,830,590

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

표 2 전북 완주군 가축분뇨 처리현황

구분	계 (%)	자원화			정화방류		해양 배출	기타
		소계	퇴비	액비	개별농 가	환경부		
계	381,930.1 (100%)	338,347.2 (89%)	289,316.4 (76%)	49,030.8 (13%)	-	35,411.1 (9%)	8,171.8 (2%)	-
한육우	138,933.9 (100%)	138,933.9 (100%)	138,933.9 (100%)	-	-	-	-	-
젓소	36,575.4 (100%)	36,575.4 (100%)	36,575.4 (100%)	-	-	-	-	-
돼지	136,196.6 (100%)	92,613.7 (68%)	43,582.9 (32%)	49,030.8 (36%)	-	35,411.1 (26%)	8,171.8 (6%)	-
닭	70,224.2 (100%)	70,224.2 (100%)	70,224.2 (100%)	-	-	-	-	-

주) 해양 배출( '12년 이전엔 가능)

자료 : 완주군 농업기술센터 친환경농업축산과



## 제7절 사업의 온실가스 배출 감축 혹은 제거 방법

본 사업범위에는 한 가지의 온실가스 감축 관련 기술 및 설비가 포함되어 있다.

### 1. 바이오가스 열병합 발전

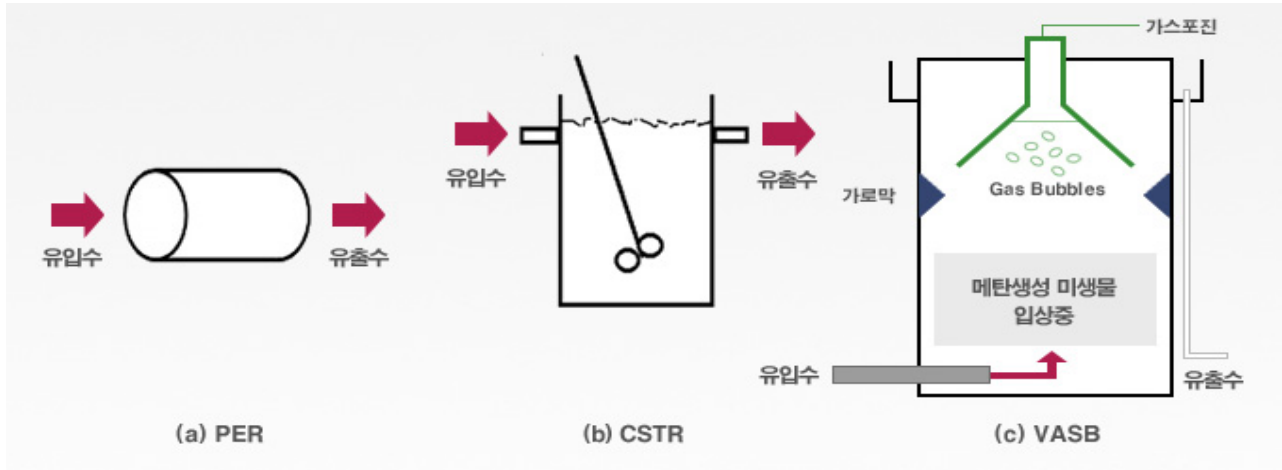


그림 1 바이오가스 열병합 발전 기술의 종류

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다. 현재 국내에 도입되어 있는 녹색농업기술 현황을 참고하여 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서 도입될 기술을 적용할 수 있다. 특히 현재 상용화되어 있는 6가지의 국내 녹색농업기술 중 목질 바이오매스 에너지화, 풍력, 태양광, 태양열 등 다양한 신재생에너지 기술을 활용하는 방법론인 녹색마을 방법론과 유사하다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

바이오가스 열병합 발전은 바이오가스를 원료로 이용하여 전력과 액비를 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합 발전에 주로 이용되는 바이오가스는 유기물질의 분해로 얻어진 가스로써, 유기성 폐기물의 혐기성 소화를 통해 생성된 메탄가스를 일컫는다. 바이오가스를 활용하여 바이오가스 플랜트에서 발전을 통해 전력을 생산하고 열병합 발전에서 발생하는 부산물인 액비(소화액)은 포함하는 질소 성분 중 암모니아성 질소의 비율이 높고 이전의 악취가 개선된 액비로써, 유기질 비료로 이용이 가능하다. 가축분뇨를 주 연료로 이용하게 될 바이오가스 열병합 발전에 이용될 기초적인 기술은 혐기소화기술로써, 산소가 없는 조건에서 유기물에 포함된 탄수화물, 지방, 단백질 등이 미생물의 작용에 의해 분해되는 공정으로 저급 지방산을 거쳐 최종적으로 메탄, 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 수분 등이 포함된 바이오가스를 생산하게 된다. PER(관형흐름식 반응기)은 원수가 교반 방향으로 일정하게 흐르며 유입순서와 유출순서가 동일한 형태의 반응기, CSTR(연속혼합식 반응기)은 원수가 유입됨과 동시에 순간적으로 완전하게 혼합되어 소화조 전체가 균일하게 섞이는 반응기이다. 마지막으로

UASB(상향류 혐기성 슬러지상 반응기)는 원수가 하부에서 상부로 흐르며 메탄 생성 미생물 입상층을 거치면서 발효되는 반응기이다. 이처럼 다양한 소화조 형태에 따라 바이오가스 생산 기술이 분류되며 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 사업지역의 특성과 기술에 따라 적절한 기술을 선택하게 된다. 생산된 바이오가스를 활용하여 열병합 발전을 진행하게 되며 이처럼 바이오매스를 이용한 신재생에너지 기술인 바이오가스 열병합 발전은 전력과 액비를 생산함으로써 더 나은 결과를 불러올 수 있다. 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에 도입될 신재생에너지 기술들은 각 시설마다 온실가스 배출량과 감축방법이 상이하다. 온실가스 배출량은 사업 지역의 기후·지형적인 환경, 규모에 따라 달라 질 수 있으며 다른 기술 간에 온실가스 배출량 감축방법은 신재생에너지원, 프로세스, 활용 방안에 따라 각기 다른 내용을 따르게 된다. 바이오가스 열병합 발전 시설은 해당 시설이 없었더라면 대기 중으로 방출되어 온실가스를 일으켰을 바이오가스를 포집 및 소각함으로써 온실가스 배출을 감축한다.

또한, 아래 그림 2의 바이오가스 플랜트 공정도를 참고하여 보면 바이오가스를 포집 및 소각하여 생산한 전력 및 열에너지는 바이오가스 열병합 발전시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 마지막으로 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 농업활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료를 대체한다고 분석할 수 있다. 이에 따라 합성 질소비료의 생산과정과 합성 질소비료를 살포하는 과정에서 발생하게 되는 온실가스의 배출량을 절감하여 온실가스 감축효과를 얻을 수 있다.

## 바이오 가스 플랜트 공정도

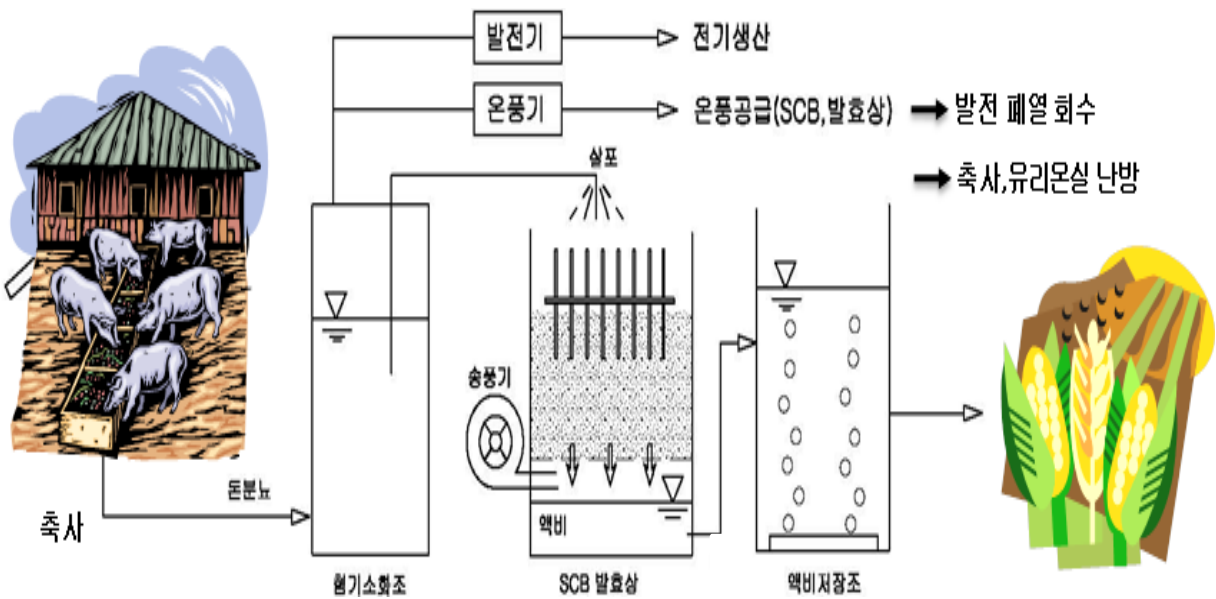


그림 2 바이오가스 열병합 발전 공정도

### 제8절 사업기간 및 인증 유효기간

사업기간	
인증 유효기간	

### 제9절 예상 온실가스 감축량

년차	예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)
1년차	3,032
2년차	3,032
3년차	3,032
4년차	3,032
5년차	3,032
총 예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	15,160
인증 유효기간	5
인증 유효기간 동안 연평균 감축량((tonCO <sub>2</sub> -eq)	3,032

## 제2장 사업 추가성

본 사업의 온실가스 감축사업으로써 추가성은 ‘농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 추가성 입증 방법’에 명시된 절차에 따라 입증한다. 본 자발적 온실가스 감축사업의 개별사업들의 온실가스 감축량은 3,032톤으로 20,000톤 이하의 소규모 사업에 해당되므로 소규모에 맞는 사업 추가성 입증절차를 준수한다.

### 제1절 법 및 제도적 추가성

본 사업은 농촌에서 발생하는 폐자원을 통한 에너지 생산, 신재생 에너지의 효율적 활용 및 에너지 효율 개선을 통해 발생하는 온실가스를 감축하는 것이다. 추진하는 감축사업은 현행 법 및 제도에 의해 제한을 받고 있지 않으며, 관련된 법, 시행령, 시행규칙, 조례, 고시 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.

- 1992년 체결된 런던협약에 의거하여 오는 2012년부터 가축분뇨의 해양 투기가 전면 금지된다. 이에 따라 정부에서는 ‘가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제3조, 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률 제 16조에 근거한’ 가축분뇨처리지원사업 시행지침 ‘에 따라 사업 대상자를 선별하여 가축분뇨 자원화 및 에너지화에 투입되는 사업비를 지원해 주고 있다. 따라서 본 사업은 관련 법규 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.
- ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법’ 제 12조 5 및 동법 시행령 제 18조 3에서 정한 바에 따라 발전사업자, 발전사업의 허가를 받은 자, 공공기관 등의 경우 발전량의 일정량 이상을 의무적으로 신·재생에너지를 이용하여 공급해야 한다. 본 사업참여자는 의무대상자에 해당하지 않으므로 본 사업은 위 법규에 제한을 받고 있지 않다.

### 제2절 장애요인 분석

본 사업의 온실가스 감축량은 3,032톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 장애요인 분석은 필요하지 않다.

### 제3절 경제적 추가성

본 사업의 온실가스 감축량은 3,032톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 경제적 추가성 입증이 필요하지 않다.

## 제3장 베이스라인과 모니터링 방법론

### 제1절 적용 방법론명

농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 ‘녹색마을 방법론’

### 제2절 방법론 선정 타당성 및 선정 이유

본 사업은 농업 및 축산업 중심의 사업 지역에 온실가스 감축기술을 도입함으로써 생계활동 및 일상생활에서 발생하는 온실가스를 감축시키는 사업으로 아래와 같이 ‘녹색마을 방법론’의 적용 조건을 충족한다.

방법론 적용가능 조건	사업의 적용가능성
본 방법론에 포함된 8가지 녹색기술 (바이오가스, 지열 냉난방, 목질 바이오매스, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, LED 조명설치) 중 2가지 이상의 기술을 적용하고, 적용된 기술 중 바이오가스 또는 목질바이오매스 등 바이오에너지 관련 녹색기술이 포함된 사업에만 본 방법론을 적용할 수 있다.	본 사업에는 바이오가스 열병합 발전시설 기술이 적용된다.
본 방법론은 녹색기술 설비 및 장치를 신규로 설치하거나 기존시설을 대체하는 경우 모두 적용 가능하다.	본 사업에 적용된 바이오가스 열병합 발전시설은 모두 신규로 설치되는 경우이다.
본 방법론은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업경계 내에서 이용하는 사업에는 적용할 수 없다.	본 사업은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업 경계 내에서 이용하지 않는다.
바이오가스 열병합 발전의 원료로 가축분뇨와 음식물 쓰레기를 혼합하여 사용 가능하며, 이 경우에 가축분뇨의 혼합비율은 최소 70% 이상을 유지하여야 한다.	바이오가스 열병합 발전을 위해서 마을에서 발생한 가축분뇨만 바이오가스 열병합 발전시설에 투입되어 발전원료로 사용되며, 음식물 쓰레기는 혼합하지 않는다. 즉, 가축분뇨 혼합비율은 100%이므로 방법론 적용가능조건을 만족한다고 판단된다.
LED 조명설치의 경우, LED 조명의 조도가 베이스라인 상황에서 사용되었을 조명기구 조도의 -10~50% 내의 범위를 유지하여야 한다.	해당사항 없음

- 바이오피아에는 녹색마을 방법론에서 기술된 8가지 녹색기술 중 가축분뇨를 이용한 바이오가스 열병합 발전 기술이 적용된다.

### 제3절 사업 경계

본 사업의 경계에는 완주군 내에서 발생하는 신재생에너지 및 폐자원 에너지화를 통해 온실가스를 감축하는 모든 사업이 포함된다. 우선, 마을 내 축사에서 발생하는 가축분뇨를 바이오가스 열병합 발전시설의 발전원료로 이용하여 전력 및 열에너지를 생산한다. 바이오가스 열병합 발전에서 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 국가 계통망에 공급된다. 반면에 바이오가스 열병합 발전설비 운영에 필요한 전력은 경제성을 고려하여 자가발전 전력을 사용하지 않고, 계통망에서 전력을 공급받는다. 해당 시설에서 생산된 열에너지는 바이오가스 발전시설의 소화조 가운을 위해서만 일정량이 사용되고, 나머지 열량은 유리온실에 공급된다. 또한, 바이오가스 생산이 완료된 슬러리는 액비 생산시설로 이동되어 액비 생산원료로 사용되며, 생산된 양질의 액비는 마을 내 농경지(논 45ha, 밭 7ha)에 살포되어 합성 질소비료를 대체한다. 열병합발전 설비에는 비상시 전력을 이용하여 소화조를 가열할 수 있도록 되어있으나, 일반 발전 상황에서는 화석연료 및 전력을 사용하지 않는다.

사업 경계 내에 포함되는 온실가스 배출원을 베이스라인과 사업 활동으로 나누고, 각 배출원에서 발생하는 온실가스 종류를 정리한 표는 다음과 같다. 녹색마을 방법론상에서 정의된 배출원 중 본 사업에 포함되지 않는 지열 난방공급, 풍력, 소수력, LED 조명설치 관련 배출원은 고려하지 않는다.

배출원		온실 가스	포함여부	설명
베이스라인	가축분뇨의 생물학적 및 물리·화학적 처리	CO2	No	배출없음
		CH4	Yes	주요 온실가스 배출원
		N2O	Yes	주요 온실가스 배출원
	전력 및 화석연료를 이용한 열에너지 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원
	농경지 액비 살포로 인해 대체된 합성 질소비료의 생산·살포과정에서의 배출량	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	No	배출없음
		N2O	No	배출없음
사업 활동	계통망에서 소내 소비전력 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원

- 배출원에서 고려하지 않는 온실가스는 배출량이 극히 낮아 배출량 산정에 영향을 주지 않으므로 온실가스 배출량 및 감축량 산정의 간소화를 위해 제외한다.

## 제4절 베이스라인 시나리오

### 1. 바이오가스 열병합 발전

- 바이오가스 열병합 발전을 위해 축사에서 생산된 가축분뇨를 이용하며, 해당 분뇨는 발전설비가 신규로 건설되지 않았더라면 베이스라인 시나리오에서 국내의 보편적인 가축분뇨의 생물학적 처리방식을 이용하여 처리된다고 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설을 이용하여 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 계통망에 공급되므로 해당 시설이 없었더라면 판매 전력량만큼 화석연료 발전설비를 이용하여 생산해야 하며, 이를 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지는 자체 설비 운영을 위해 1차적으로 소비되며, 남은 열량이 사업 내 타시설인 유리온실에 공급된다. 자체 소비열량은 베이스라인 시나리오에서 고려하지 않으며, 베이스라인 시나리오에서는 유리온실에 공급된 열량만 포함한다. 만약 바이오가스 열병합 발전설비가 없었더라면 해당 열량만큼 화석연료 열생산 설비를 이용하여 공급하였을 상황을 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농경지 및 유리온실 내 작물 재배지에는 해당 시설이 없었더라면 합성 질소비료를 사용하고 있었을 것이라 가정한다.

## 제5절 온실가스 감축량

### 1. 산정방법

본 사업의 온실가스 감축량은 사업 내 적용된 온실가스 감축 기술별로 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 나누어 구하고, 기술별 온실가스 감축량을 계산한 뒤 합산하여 산정한다.

$$ER_{Total,y} = ER_{Bio,y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Total,y}$	y년도 연간 총 배출감축량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ER_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전 연간 배출감축량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### 가. 바이오가스 열병합 발전

바이오가스 열병합 발전시설 관련 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량은 아래와 같이 산정한다.

### (1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 크게 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리, 전력 및 열에너지 공급, 합성 질소비료 대체와 관련된 3가지 부분으로 구분하여 산정하며, 각 부분의 베이스라인 배출량을 합산하여 바이오가스 열병합 발전의 총 베이스라인 배출량을 계산한다.

$$BE_{Bio,y} = BE_{MFW,y} + BE_{cogen,y} + BE_{fert,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$BE_{MFW,y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량 (Manure and Food Waste)	tCO2e/년
$BE_{cogen,y}$	y년도 전력 및 열에너지 생산 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

#### (가) 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리

가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같이 가축분뇨 처리와 음식물 쓰레기 처리를 나누어 산정한다.

$$BE_{MFW,y} = BE_{manure,y} + BE_{food\ waste,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{MFW,y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{manure,y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{food\ waste,y}$	y년도 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

우선, 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 배출량은 가축분뇨의 생물학적 처리 시 대기 중으로 배출되는 N2O, CH4 양을 계산하여, 해당 온실가스 배출량의 온실효과를 아래와 같이 계산한다.



기호	정의	단위
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$N_{LT, y}$	y년도 가축종류 LT의 사육두수	두
$EF_{LT, N_2O, m}$	가축종류 LT의 아산화질소 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-N2O/두/년
$EF_{LT, CH_4, m}$	가축종류 LT의 메탄 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-CH4/두/년
$GWP_{N_2O}$	아산화질소의 지구온난화지수 (310)	-
$GWP_{CH_4}$	메탄의 지구온난화지수 (21)	-
$LT$	축산농가에서 사육되는 가축종류 (Livestock)	-

$$BE_{manure, y} = \sum_{LT} (N_{LT, y} \cdot (EF_{LT, N_2O, m} \cdot GWP_{N_2O} + EF_{LT, CH_4, m} \cdot GWP_{CH_4})) \times 10^{-3}$$

$$\text{돼지} = 30,231 \cdot (0.107 \cdot 310 + 3.00 \cdot 21) \cdot 10^{-3} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$BE_{manure, y} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

가축종류	사육두수 (두)	N2O 배출		CH4 배출		배출량 (tCO2e/년)
		배출계수 (kg-N2O/두/년)	GWP	배출계수 (kg-CH4/두/년)	GWP	
돼지	30,231	0.107	310	3	21	2907.32

아산화질소 및 메탄 배출계수는 방법론에 제시된 다음 값을 적용하였다.

가축	$EF_{LT, N_2O, m}$ (kg-N2O/두/년)	$EF_{LT, CH_4, m}$ (kg-CH4/두/년)
한육우	1.377	1.000
젖소	0.529	35.994
돼지	0.107	3.000
닭	0.003	0.078
염소	0.779	0.108
말	0.802	1.202

본 사업에서 바이오가스 열병합 발전설비의 발전원료로 음식물 쓰레기는 사용되지 않으므로 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 고려하지 않는다.

$$BE_{food\ waste, y} = 0$$

위의 결과를 종합해 보면, 바이오가스 열병합 발전시설의 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같다.

$$BE_{MFW, y} = BE_{manure, y} + BE_{food\ waste, y} = 2907.32tCO_2e/년$$

### (나) 전력 및 열에너지 공급

전력 및 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량은 전력 공급과 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량으로 구분하여 계산한 뒤, 합산하여 산정한다.

$$BE_{cogen, y} = BE_{elec, y} + BE_{thermal, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{cogen, y}$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{elec, y}$	y년도 전력관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### ① 전력 공급

바이오가스 열병합 발전설비를 이용하여 생산한 전력을 계통망에 공급함으로써 해당 시설이 없었더라면 추가적으로 계통망 전력을 생산하기 위해 화석연료 발전설비를 가동함에 있어서 발생하는 온실가스 배출량은 아래와 같이 전력 판매량(순 전력량)에 전력배출계수를 곱하여 계산한다.

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{elec, y}$	y년도 전력 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, elec, PJ, y}$	y년도 사업 내에서 생산된 순 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	전력배출계수	tCO <sub>2</sub> e/MWh

바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산되는 총 발전량은 123MWh/년이다.

발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
56.3	6	365	123,370

본 사업에서는 총 발전량을 전부 계통망에 판매하므로 전력 공급 관련 베이스라인 배출량은

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y} = 123.37 \cdot 0.460 = 56.58 \text{ tCO}_2\text{e/년이다.}$$

총 발전량 (MWh/년)	전력배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
123.37	0.460	56.58

## ② 열에너지 공급

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지가 유리온실에 공급됨으로써 열량이 공급되지 않았더라면 난방을 위해 사용되었을 경우 온풍기를 사용하지 않게 된다. 이에 따라 감축되는 온실가스 배출량은 다음과 같이 산정한다.

$$BE_{thermal, y} = (EG_{Bio, thermal, PJ, y} / \eta_{Bio, BL, thermal}) \cdot EF_{Bio, BL, FF}$$

기호	정의	단위
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$	y년도 바이오가스 열병합 시설 내에서 생산된 열 및 스팀의 순 열에너지양	GJ/년
$EF_{Bio, BL, FF}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 전력 또는 화석연료의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/년
$\eta_{Bio, BL, thermal}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 화석연료를 사용하는 설비의 효율	%

바이오가스 열병합 발전시설에서 연간 176,947Mcal의 열량이 생산되지만, 바이오가스 설비 내 소화조 가운을 위해 연간 109,953Mcal이 소모된다.

최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)
485	365	80	176,947	109,953	66,994

순 열량이 유리온실에 공급되고, 해당 열량을 베이스라인 난방설비인 경유 온풍기를 이용하여 공급하였다면 발생하였을 온실가스 배출량은 아래와 같다. (경유 온풍기 효율은 관련 통계자료를 이용하여 추정). Mcal을 GJ 단위로 환산할 때에는 에너지법 시행규칙 별표1의 에너지열량 환산기준에 따라 1Mcal당  $4.8168 \times 10^{-3}$  GJ을 적용한다.

$$BE_{thermal,y} = (EG_{Bio,thermal,PJ,y} / BL_{thermal}) \cdot EF_{Bio,BL,FF}$$

$$= 599.45 / 0.8 \times 0.0741 = 55.53 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

소비용도	공급열량		설비효율 (%)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/GJ)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
	(Mcal/년)	(GJ/년)			
유리온실 공급	66,994	599.45	80	0.0741	55.53

#### (다) 합성 질소비료 대체

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 사업 활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 베이스라인 배출량으로 고려한다.

$$BE_{fert,y} = \sum_{f,i} (ha_{i,y} \cdot BAR_{f,i}) \times EF_{f,CO_2}$$

기호	정의	단위
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ha_{i,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농업인 i의 농지면적	ha
$BAR_{f,i}$	사업 활동이 없었더라면 농작물 재배를 위해 농업인 i의 농지 단위 면적당 살포하였을 합성 질소비료 f의 평균 사용량	ton-비료/ha
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 f의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료

##### ① 농지 단위 면적당 비료사용량( $BAR_{f,i}$ ) 추정

우선, 농지 단위 면적당 합성 질소비료 사용량은, 사업지역에서의 기존 합성 질소비료 및 가축분뇨 이용 상황을 정확히 알기 어려우므로, 녹색마을 방법론의 ‘합성 질소비료를 사용하지 않는 경우’의 산정방법을 적용하여 구하도록 한다. 전라북도 도청에서 가장 최근 발간한 전북 통계연보(2013)에서 발췌한 전라북도 완주군의 2010년 경지면적 및 비료사용량 정보는 아래와 같다. 비료사용량의 경우, 액비 살포대상 농경지 및 유리온실 내 재배면적에서 사용되고 있었을 합성 질소비료의 정확한 종류를 파악하는 것은 무리가 있으므로 전라북도 내에서 사용된 비료 종류별 사용량을 합산해 놓은 총 비료사용량 수치를 이용한다.

경지면적 (ha)	비료사용량 (ton)	단위 면적당 비료사용량 (ton-비료/ha)
논: 5,393 / 밭: 6,467	2,027	0.17

② 합성 질소비료 생산관련 배출계수( $EF_{f,CO_2}$ ) 추정

합성 질소비료 생산관련 배출계수는 합성 질소비료 단위질량 당 질소함량을 고려하여, 해당 비료를 생산하는 과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 비료생산량으로 나누어 구한다. 즉, 배출계수는 비료 단위질량 당 생산과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 의미하며 아래의 계산식을 이용한다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} \times 0.82 \times 2.014$$

기호	정의	단위
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
$N_{cont,f}$	질량비를 기준으로 한 합성 질소비료 $f$ 의 질소함량	%
0.82	질소와 암모니아간의 질량비	-
2.014	암모니아 생산에 대한 보수적인 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/tonnes NH <sub>3</sub>

배출계수를 구하기 위해서 가장 중요한 변수는 합성 질소비료의 질소함량이며, 방법론에 기술된 질소함량 산정기준 중 하나를 이용하여 구해야 한다. 각 산정기준별 간략한 설명과 함께 본 사업계획서에서 해당 기준을 적용할 수 없는 이유를 정리해 놓은 표는 다음과 같다.

기준	설명	적용불가 원인
1	기존 합성 질소비료의 질소함량	- 기존에 합성 질소비료를 사용하지 않았던 경우에는 해당 자료 없음 - 실제로 비료를 사용한 경우에도 자료 수집의 한계로 인해 질소함량 확보불가
2	‘합성 질소비료 유형별 질소함량’ 표에 명시된 수치	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 표에 있는 자료 이용불가
3	유사 합성 질소비료 질소함량 중 최저치 (2군데 이상의 제조업자에게 문의)	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 유사 비료에 대한 정의 불가
4	지자체별 통계연보 이용	적용 가능
5	질소함량 중 가장 보수적 수치인 11% 이용	기준 4를 적용함으로써 배제함

전북통계연보 자료에 의하면 전북 완주군에서는 2010년 한 해 동안 총 2,027톤의 비료가 사용되었으며, 사용된 비료에 포함된 질소량은 1,325톤이다. 즉, 완주군 내에서 사용된 화학비료의 평균 질소함량은 65%(=1,325/2,027)이며, 배출계수는 아래와 같이 계산된다.

$$EF_{f, CO_2} = N_{cont, f} * 0.82 * 20.14 = 0.65 * 0.82 * 2.014 = 1.073 (tCO_2e/ton)$$

농지구분	액비살포면적 (ha)	비료사용량 (ton/ha)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
논	45ha	0.56	1.073	27
밭	7ha			4
			합 계	31

## (2) 프로젝트 배출량

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 자가생산한 전력 및 열에너지를 소모하는 것 이외에 외부 설비에서 에너지를 공급받는 경우에 프로젝트 배출량을 고려한다. 프로젝트 배출량은 소내 전력 및 화석연료 사용을 외부에서 공급받는 경우를 나누어 산정한다.

$$PE_{Bio, y} = PE_{Bio, EC, y} + PE_{Bio, FF, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio, y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 프로젝트 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, EC, y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, FF, y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

### (가) 소내 전력사용

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 필요한 전력은 전량을 계통망에서 공급받아 사용하므로 아래와 같이 소내 전력사용에 따른 프로젝트 배출량을 구한다.

$$PE_{Bio, EC, y} = EC_{Bio, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$EC_{Bio,PJ,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력 사용량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid,y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh

소화조 교반, 분뇨이송, 퇴비교반기 운영 등에 103kWh/일, 연간 37,572kWh가 소모된다. 이 소내 소비전력을 계통망에서 공급받아 사용함으로써 발생하는 프로젝트 배출량은 아래와 같다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} * EF_{CO_2, grid,y} = 37.57 * 0.46 = 17.28 \text{ tCO2e/년}$$

소비 전력량 (MWh/년)	배출계수 (tCO2e/MWh)	배출량 (tCO2e/년)
37.57	0.460	17.28

#### (나) 소내 화석연료 사용

바이오가스 열병합 발전시설 운영을 위해 필요한 열량은 모두 자체 공급으로 충당하고, 추가적인 열 공급을 위해 화석연료 열 생산설비를 이용하지 않으므로 소내 화석연료 사용에 의한 프로젝트 배출량은 없다.

$$PE_{Bio,FF,y} = 0$$

#### (다) 누출량

바이오가스 열병합 발전시설에서 발생하는 누출량은 무시한다.

$$LE_{Bio,y} = 0$$

#### (라) 온실가스 감축량

위의 배출량 산정결과를 종합한 표를 아래에 제시하였으며, 본 결과를 이용하여 바이오가스 열병합 발전시설 관련 온실가스 감축량을 구할 수 있다.

베이스라인 배출량 (tCO2e/년)		프로젝트 배출량 (tCO2e/년)	누출량 (tCO2e/년)	온실가스 감축량 (tCO2e/년)
가축분뇨 처리	2,907	18	0	3,032
전력 및 열 생산	112			
합성 질소비료 대체	31			

## 2. 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들

온실가스 감축량 산정 시, 바이오피아에는 바이오열병합 발전이 도입되므로, 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들은 아래와 같다.

### 가. 배출계수

자료/변수명	<i>EF</i> 기술명, <i>BL, Diesel</i> (경유 배출계수)
단위	tCO2e/GJ
설명	경유로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (2006)
적용값	0.0741
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (20.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-



자료/변수명	$EF_{CO_2, grid, y}$					
단위	tCO2e/MWh					
설명	y년도 전력배출계수					
자료 출처	전력거래소 홈페이지					
적용값	전력거래소에서 발표한 당해 연도 전력부문 온실가스 배출계수 사용 (없을 경우에는 최근 년도 수치 이용)					
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	<b>&lt;전력부문 온실가스 배출계수 &gt;</b>					
	년도	구분	tCO2/MWh	kgCH4/MWh	kgN2O/MWh	tCO2e/MWh
	2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)
사용단		0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)	
	자료 : 전력거래소					
	전력거래소 홈페이지에 게시된 가장 최근값(0.460) 사용					
비고	-					

자료/변수명	$EF_{BL, LPG}$ (LPG 배출계수)				
단위	tCO2e/GJ				
설명	LPG로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량				
자료 출처	IPCC 가이드라인 (1996)				
적용값	0.063				
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (17.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용				
비고	-				

### 나. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$BAR_{f,i}$
단위	ton-비료/ha
설명	단위 면적당 합성화학비료의 연간 사용량
자료 출처	전북통계연보
적용값	0.17
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	전북통계연보에 제시된 2010년 완주군의 총 비료사용량을 바탕으로 평균치를 추정
비고	-

자료/변수명	$EF_{f,CO_2}$ (합성화학비료 생산관련 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
설명	합성화학비료 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	전북통계연보
적용값	1.073
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	전북통계연보에 제시된 2010년 완주군 총 비료사용량과 비료에 포함된 질소량을 이용하여 배출계수 산정. 완주군에서 사용되고 있는 비료의 평균적 질소함량 수치를 나타냄
비고	-

### 3. 예상 온실가스 감축량

위에서 산정한 연간 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 정리한 결과는 아래와 같다. (베이스라인 배출량은 소수점 이하 내림, 프로젝트 배출량은 소수점 이하 올림으로 정리)

구분	위치	베이스라인 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	프로젝트 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	누출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
바이오 열병합발전	전북 완주	3,050	18	-	3,032
합 계		3,050	18	-	3,032

## 제6절 모니터링 계획

### 1. 모니터링 변수

본 사업에서 모니터링이 필요한 대부분의 변수들은 사업관리자를 통해 관리되어야 하며 자발적 온실가스 감축사업에서 모니터링이 필요한 자료들의 수집이 가능하다.

#### 가. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$N_{LT,y}$
단위	마리
설명	y년도 가축분뇨 수거대상 축사에서 사육되는 가축종류 LT 마리 수
자료 출처	전북통계연보
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 전북통계연보에서 제공하는 완주 돈가의 정보를 이용하였다. (돼지: 30,231두)
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$ha_{i,y}$
단위	ha
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산된 액비를 살포하는 농지면적
자료 출처	현장 측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자가 제공한 면사무소의 지역 농지면적자료 이용 (논: 45ha, 밭: 7ha) 기존 액비 살포면적을 제외한 값으로 모니터링
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	바이오가스 열병합 발전설비에서 생산되어 개별 농가로 배포된 액비량을 월 단위로 기록하여 Cross Check
비고	-

자료/변수명	$EG_{Bio, elec, PJ, y}$			
단위	kWh			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 발전하여 계통망에 판매된 전력량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
	56.3	6	365	123,370
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전자식 전력량계를 이용하여 컴퓨터에 기록된 전력생산량을 측정</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시</li> </ul>			
비고	-			

자료/변수명	$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$			
단위	GJ			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설을 통해 유리온실로 공급된 순 열량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)
	485	365	80%	176,947
	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)	(GJ/년)
	176,947	109,953	66,994	599.45
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 바이오가스 발전시설과 유리온실 사이에 열 공급을 위해 설치된 배관 내 유량 및 온도를 측정하여 공급된 열량이 표기되는 컴퓨터 상 프로그램을 통해 확인(지열히트펌프 공급 열량과 개별 측정)</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회) 후 단위 환산(1cal=4.1868J<sup>96)</sup>)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	유량계와 온도계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시			
비고	-			

## 2. 모니터링 계획 설명

본 사업은 사업관리자의 관리 하에 운영되고 있고, 녹색기술 설비 전문 시공업체와 원활한 의사소통이 가능하므로 해당 사업관리자가 자료 측정 및 수집에 관련하여 어려움은 없을 것으로 예상된다. 다만, 사업자는 사업 내 적용된 설비가 다양하기 때문에 측정 자료가 누락되지 않도록 유의하여 모니터링 계획을 수립하고, 모니터링 관련 조직을 구성해야 한다.

### 가. 모니터링 조직

사업관리자 중심으로 산하 모니터링 전담조직을 구성한다. 전담조직은 데이터를 관리하고, 직접 농가에 방문하여 모니터링 결과를 수집하며, 자료 보관 및 관리를 담당하고, 추후 모니터링 검증 시점에 해당 자료를 관련 기관에 제출한다.

### 나. 자료 수집 및 보관

온실가스 감축 사업과 관련된 각 모니터링 변수는 사업계획서의 데이터 수집 주기에 따라 수기로 기록하고, 모니터링 원본 자료 내 주요 내용을 따로 Excel 파일로 정리한다. 원본 자료는 Excel 파일과 별도로 자료 확보일시 순으로 정리하여 보관한다. 사업자가 1년 동안 측정하고, 직접 수기로 기록해야 하는 변수들은 아래와 같다. (상세내용은 위의 모니터링 변수 부분 참고) 원본자료 및 전자 파일은 인증 유효기간 이후 2년 까지 보관한다.

분류	측정자료 설명	주기	비고
바이오가스 열병합 발전	분뇨 수거대상 축사의 가축 종류 및 개체 수	월 1회	개체 수 변화에 관련된 증빙자료 확보
	액비 살포면적	월 1회	액비 시비량을 동시에 기록
	전력 판매량	월 1회	판매량 자료 확보 (한전 작성)
	열 공급량 (유리온실)	월 1회	-
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보

### 다. 교육 계획

모니터링 업무 담당자의 감축사업에 대한 이해도를 향상시키기 위하여 인증 유효기간 시작 일로부터 6개월 이내에 기후변화 및 온실가스 관련 세미나를 개최할 예정이며, 세미나 개최는 운영기관에서 담당한다.

96) 에너지법 시행규칙 제 5조 1항 별표 1 에너지열량 환산기준

### 라. 계측기 검·교정 계획

모니터링 변수 측정에 필요한 계측기(ex. 계근대, 전력량계)는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정을 실시하며, 검·교정 비용은 사업관리자가 부담한다.

### 3. 사업 추진 일정

온실가스 감축사업은 감축사업을 위한 설비의 완공 예상일인 20XX년 XX월 XX일부터 시작되며 배출권 인증기간이 XX년이므로 20XX년 XX월 XX일에 종료된다. 모니터링 절차 및 계획 타당성 확인을 위해 사업 첫 해에는 모니터링 보고서 제출 및 검증절차를 진행하고, 그 이후에는 배출권 발행규모가 소규모인 점을 감안하여 2년 이내로 모니터링 보고서 제출 및 검증을 실시한다. (단, 모니터링 보고서 제출기간 사이에도 사업자는 최소 1년 단위로 모니터링 결과를 기록하고, 보관한다.)

## 제4장 소유권

현재 소유권은 동국대학교 산학협력단에 있으며, 입금된 금액은 농업인에게 분배됨. 20XX년 XX월 XX일 이후 농업인에게 이전될 예정임. 사업 등록 후 모니터링 보고서 제출 이전까지 소유권 분배와 관련된 증빙을 제출할 예정.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

# 사업계획서(정읍)





# 제1장 사업개요

## 제1절 사업명

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

## 제2절 사업의 추진목적 및 기대효과

추진목적	농촌에서 발생하는 농업부산물, 가축분뇨 등의 바이오매스를 활용하여 청정에너지를 생산하고 물질을 양분·자원화 함으로써 경종농업·축산업·에너지 기술을 융·복합하는 농어촌 바이오에너지 순환마을 조성을 목표로 한다.
기대효과	본 사업을 통해 농·산촌 폐기물의 자원순환을 위한 체계적인 관리시스템을 구축하여 경제적으로 폐기물처리비용을 절감함으로써 연간 3,011톤의 온실가스 감축효과를 창출할 것으로 예상된다.

## 제3절 사업 분야

바이오피아에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

## 제4절 감축사업자

### 1. 사업관리자

본 사업은 시범사업으로 추후에 사업관리자를 선정하고자 한다.

법인명(업체명)		사업참여자 여부		
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				

## 2. 사업 수행자

법인명(업체명)	
사업자등록번호	
사업장명	
사업장 주소	
대표자	
실무담당자	
부서/직위	
Tel.	
Fax	
E-mail	
사업 담당 업무	

## 제5절 사업지역

주소	
전라북도 정읍시	
위도	경도
북위 35° 45'	동경 127° 07'

## 제6절 사업 수행 전 상황

바이오피아 사업이 진행될 전라북도 정읍시에서는 공동자원화시설을 통해 에너지화 및 액비화를 하고 있으며, 가축분뇨열병합 발전 등을 통해 가축 분뇨를 처리하고 있다. 2010년 기준 축사에서서는 돼지 총 274,523두가 사육되고 있다.

표 1 전북 정읍시 연도별 가축사육 현황

연 도	한육우		젓소		돼지		닭	
	사육가구	마리 수	사육가구	마리 수	사육가구	마리 수	사육가구	마리 수
	호	두	호	두	호	두	호	두
2006	2,571	44,262	127	7,980	165	238,874	760	5,598,082
2007	2,663	51,207	120	8,596	169	277,475	132	6,504,481
2008	2,586	60,190	118	8,716	150	269,375	154	6,738,015
2009	2,683	65,460	110	8,012	144	273,212	208	6,138,763
2010	2,697	73,570	95	6,710	128	274,523	204	6,149,999
2011	2,784	72,693	91	6,407	133	317,470	25	6,392,108

자료 : 정읍시, 2012 전라북도 통계연보

표 2 전북 정읍시 가축분뇨 처리현황

발생량 (톤/년)	공동자원화 (에너지화) 액비화	가축분 노열병합	농가개별처리		액비 화	공공처 리장 (정화방 류)
			퇴·액비 화	정화처리		
2,066,490	72,816	24,272	1,724,852	73,000	116,800	54,750

자료 : 정읍시

## 제7절 사업의 온실가스 배출 감축 혹은 제거 방법

본 사업범위에는 한 가지의 온실가스 감축 관련 기술 및 설비가 포함되어 있다.

### 1. 바이오가스 열병합 발전

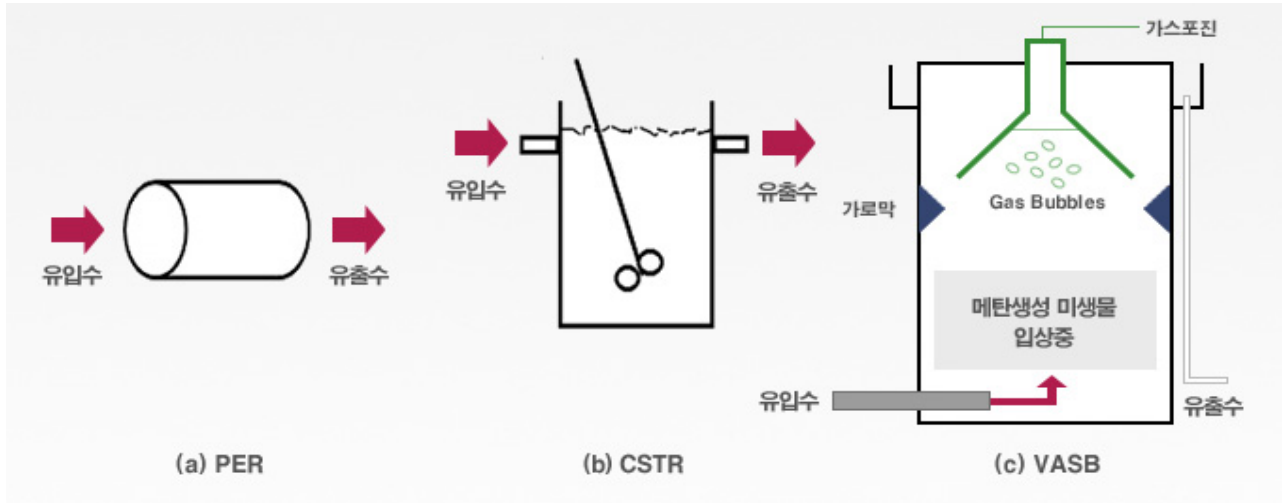


그림 1 바이오가스 열병합 발전 기술의 종류

농·임·축산 바이오매스 에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 바이오가스 열병합 발전 기술이 포함된다. 현재 국내에 도입되어 있는 녹색농업기술 현황을 참고하여 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서 도입될 기술을 적용할 수 있다. 특히 현재 상용화되어 있는 6가지의 국내 녹색농업기술 중 목질 바이오매스 에너지화, 풍력, 태양광, 태양열 등 다양한 신재생에너지 기술을 활용하는 방법론인 녹색마을 방법론과 유사하다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분된다.

바이오가스 열병합 발전은 바이오가스를 원료로 이용하여 전력과 액비를 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합 발전에 주로 이용되는 바이오가스는 유기물질의 분해로 얻어진 가스로써, 유기성 폐기물의 혐기성 소화를 통해 생성된 메탄가스를 일컫는다. 바이오가스를 활용하여 바이오가스 플랜트에서 발전을 통해 전력을 생산하고 열병합 발전에서 발생하는 부산물인 액비(소화액)은 포함하는 질소 성분 중 암모니아성 질소의 비율이 높고 이전의 악취가 개선된 액비로써, 유기질 비료로 이용이 가능하다. 가축분뇨를 주 연료로 이용하게 될 바이오가스 열병합 발전에 이용될 기초적인 기술은 혐기소화기술로써, 산소가 없는 조건에서 유기물에 포함된 탄수화물, 지방, 단백질 등이 미생물의 작용에 의해 분해되는 공정으로 저급 지방산을 거쳐 최종적으로 메탄, 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 수분 등이 포함된 바이오가스를 생산하게 된다. PER(관형흐름식 반응기)은 원수가 교반 방향으로 일정하게 흐르며 유입순서와 유출순서가 동일한 형태의 반응기, CSTR(연속혼합식 반응기)은 원수가 유입됨과 동시에

순간적으로 완전하게 혼합되어 소화조 전체가 균일하게 섞이는 반응기이다. 마지막으로 UASB(상향류 혐기성 슬러지상 반응기)는 원수가 하부에서 상부로 흐르며 메탄 생성 미생물 입상층을 거치면서 발효되는 반응기이다. 이처럼 다양한 소화조 형태에 따라 바이오가스 생산 기술이 분류되며 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 사업지역의 특성과 기술에 따라 적절한 기술을 선택하게 된다. 생산된 바이오가스를 활용하여 열병합 발전을 진행하게 되며 이처럼 바이오매스를 이용한 신재생에너지 기술인 바이오가스 열병합 발전은 전력과 액비를 생산함으로써 더 나은 결과를 불러올 수 있다. 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에 도입될 신재생에너지 기술들은 각 시설마다 온실가스 배출량과 감축방법이 상이하다. 온실가스 배출량은 사업 지역의 기후·지형적인 환경, 규모에 따라 달라 질 수 있으며 다른 기술 간에 온실가스 배출량 감축방법은 신재생에너지원, 프로세스, 활용 방안에 따라 각기 다른 내용을 따르게 된다. 바이오가스 열병합 발전 시설은 해당 시설이 없었더라면 대기 중으로 방출되어 온실가스를 일으켰을 바이오가스를 포집 및 소각함으로써 온실가스 배출을 감축한다.

또한, 아래 그림 2의 바이오가스 플랜트 공정을 참고하여 보면 바이오가스를 포집 및 소각하여 생산한 전력 및 열에너지는 바이오가스 열병합 발전시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 마지막으로 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 농업활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료를 대체한다고 분석할 수 있다. 이에 따라 합성 질소비료의 생산과정과 합성 질소비료를 살포하는 과정에서 발생하게 되는 온실가스의 배출량을 절감하여 온실가스 감축효과를 얻을 수 있다.

## 바이오가스 플랜트 공정도

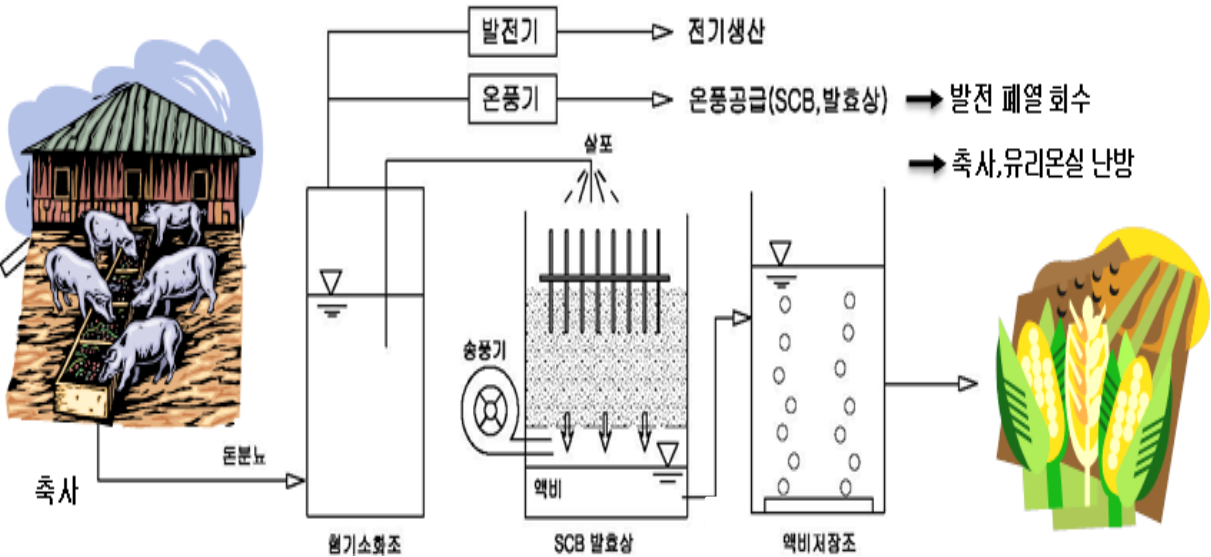


그림 2 바이오가스 열병합 발전 공정도

### 제8절 사업기간 및 인증 유효기간

사업기간	
인증 유효기간	

### 제9절 예상 온실가스 감축량

년차	예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)
1년차	3,011
2년차	3,011
3년차	3,011
4년차	3,011
5년차	3,011
총 예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	15,055
인증 유효기간	5
인증 유효기간 동안 연평균 감축량((tonCO <sub>2</sub> -eq)	3,011

## 제2장 사업 추가성

본 사업의 온실가스 감축사업으로써 추가성은 ‘농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 추가성 입증 방법’에 명시된 절차에 따라 입증한다. 본 자발적 온실가스 감축사업의 개별사업들의 온실가스 감축량은 3,011톤으로 20,000톤 이하의 소규모 사업에 해당되므로 소규모에 맞는 사업 추가성 입증절차를 준수한다.

### 제1절 법 및 제도적 추가성

본 사업은 농촌에서 발생하는 폐자원을 통한 에너지 생산, 신재생 에너지의 효율적 활용 및 에너지 효율 개선을 통해 발생하는 온실가스를 감축하는 것이다. 추진하는 감축사업은 현행 법 및 제도에 의해 제한을 받고 있지 않으며, 관련된 법, 시행령, 시행규칙, 조례, 고시 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.

- 1992년 체결된 런던협약에 의거하여 오는 2012년부터 가축분뇨의 해양 투기가 전면 금지된다. 이에 따라 정부에서는 ‘가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제3조, 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률 제 16조에 근거한’ 가축분뇨처리지원사업 시행지침 ‘에 따라 사업 대상자를 선별하여 가축분뇨 자원화 및 에너지화에 투입되는 사업비를 지원해 주고 있다. 따라서 본 사업은 관련 법규 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.
- ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법’ 제 12조 5 및 동법 시행령 제 18조 3에서 정한 바에 따라 발전사업자, 발전사업의 허가를 받은 자, 공공기관 등의 경우 발전량의 일정량 이상을 의무적으로 신·재생에너지를 이용하여 공급해야 한다. 본 사업참여자는 의무대상자에 해당하지 않으므로 본 사업은 위 법규에 제한을 받고 있지 않다.

### 제2절 장애요인 분석

본 사업의 온실가스 감축량은 3,011톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 장애요인 분석은 필요하지 않다.

### 제3절 경제적 추가성

본 사업의 온실가스 감축량은 3,011톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 경제적 추가성 입증이 필요하지 않다.

## 제3장 베이스라인과 모니터링 방법론

### 제1절 적용 방법론명

농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 ‘녹색마을 방법론’

### 제2절 방법론 선정 타당성 및 선정 이유

본 사업은 농업 및 축산업 중심의 사업 지역에 온실가스 감축기술을 도입함으로써 생계활동 및 일상생활에서 발생하는 온실가스를 감축시키는 사업으로 아래와 같이 ‘녹색마을 방법론’의 적용 조건을 충족한다.

방법론 적용가능 조건	사업의 적용가능성
본 방법론에 포함된 8가지 녹색기술 (바이오가스, 지열 냉난방, 목질 바이오매스, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, LED 조명설치) 중 2가지 이상의 기술을 적용하고, 적용된 기술 중 바이오가스 또는 목질바이오매스 등 바이오에너지 관련 녹색기술이 포함된 사업에만 본 방법론을 적용할 수 있다.	본 사업에는 바이오가스 열병합 발전시설 기술이 적용된다.
본 방법론은 녹색기술 설비 및 장치를 신규로 설치하거나 기존시설을 대체하는 경우 모두 적용 가능하다.	본 사업에 적용된 바이오가스 열병합 발전시설은 모두 신규로 설치되는 경우이다.
본 방법론은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업경계 내에서 이용하는 사업에는 적용할 수 없다.	본 사업은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업 경계 내에서 이용하지 않는다.
바이오가스 열병합 발전의 원료로 가축분뇨와 음식물 쓰레기를 혼합하여 사용 가능하며, 이 경우에 가축분뇨의 혼합비율은 최소 70% 이상을 유지하여야 한다.	바이오가스 열병합 발전을 위해서 마을에서 발생한 가축분뇨만 바이오가스 열병합 발전시설에 투입되어 발전원료로 사용되며, 음식물 쓰레기는 혼합하지 않는다. 즉, 가축분뇨 혼합비율은 100%이므로 방법론 적용가능조건을 만족한다고 판단된다.
LED 조명설치의 경우, LED 조명의 조도가 베이스라인 상황에서 사용되었을 조명기구 조도의 -10~50% 내의 범위를 유지하여야 한다.	해당사항 없음

- 바이오피아에는 녹색마을 방법론에서 기술된 8가지 녹색기술 중 가축분뇨를 이용한 바이오가스 열병합 발전 기술이 적용된다.



### 제3절 사업 경계

본 사업의 경계에는 정읍시 내에서 발생하는 신재생에너지 및 폐자원 에너지화를 통해 온실가스를 감축하는 모든 사업이 포함된다. 우선, 마을 내 축사에서 발생하는 가축분뇨를 바이오가스 열병합 발전시설의 발전원료로 이용하여 전력 및 열에너지를 생산한다. 바이오가스 열병합 발전에서 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 국가 계통망에 공급된다. 반면에 바이오가스 열병합 발전설비 운영에 필요한 전력은 경제성을 고려하여 자가발전 전력을 사용하지 않고, 계통망에서 전력을 공급받는다. 해당 시설에서 생산된 열에너지는 바이오가스 발전시설의 소화조 가운을 위해서만 일정량이 사용되고, 나머지 열량은 유리온실에 공급된다. 또한, 바이오가스 생산이 완료된 슬러리는 액비 생산시설로 이동되어 액비 생산원료로 사용되며, 생산된 양질의 액비는 마을 내 농경지(논 45ha, 밭 7ha)에 살포되어 합성 질소비료를 대체한다. 열병합발전 설비에는 비상시 전력을 이용하여 소화조를 가열할 수 있도록 되어있으나, 일반 발전 상황에서는 화석연료 및 전력을 사용하지 않는다.

사업 경계 내에 포함되는 온실가스 배출원을 베이스라인과 사업 활동으로 나누고, 각 배출원에서 발생하는 온실가스 종류를 정리한 표는 다음과 같다. 녹색마을 방법론상에서 정의된 배출원 중 본 사업에 포함되지 않는 지열 난방공급, 풍력, 소수력, LED 조명설치 관련 배출원은 고려하지 않는다.

배출원		온실 가스	포함여부	설명
베이스라인	가축분뇨의 생물학적 및 물리·화학적 처리	CO2	No	배출없음
		CH4	Yes	주요 온실가스 배출원
		N2O	Yes	주요 온실가스 배출원
	전력 및 화석연료를 이용한 열에너지 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원
	농경지 액비 살포로 인해 대체된 합성 질소비료의 생산·살포과정에서의 배출량	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	No	배출없음
		N2O	No	배출없음
사업활동	계통망에서 소내 소비전력 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
		CH4	Yes	온실가스 배출원
		N2O	Yes	온실가스 배출원

- 배출원에서 고려하지 않는 온실가스는 배출량이 극히 낮아 배출량 산정에 영향을 주지 않으므로 온실가스 배출량 및 감축량 산정의 간소화를 위해 제외한다.

## 제4절 베이스라인 시나리오

### 1. 바이오가스 열병합 발전

- 바이오가스 열병합 발전을 위해 축사에서 생산된 가축분뇨를 이용하며, 해당 분뇨는 발전설비가 신규로 건설되지 않았더라면 베이스라인 시나리오에서 국내의 보편적인 가축분뇨의 생물학적 처리방식을 이용하여 처리된다고 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설을 이용하여 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 계통망에 공급되므로 해당 시설이 없었더라면 판매 전력량만큼 화석연료 발전설비를 이용하여 생산해야 하며, 이를 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지는 자체 설비 운영을 위해 1차적으로 소비되며, 남은 열량이 사업 내 타시설인 유리온실에 공급된다. 자체 소비열량은 베이스라인 시나리오에서 고려하지 않으며, 베이스라인 시나리오에서는 유리온실에 공급된 열량만 포함한다. 만약 바이오가스 열병합 발전설비가 없었더라면 해당 열량만큼 화석연료 열생산 설비를 이용하여 공급하였을 상황을 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농경지 및 유리온실 내 작물 재배지에는 해당 시설이 없었더라면 합성 질소비료를 사용하고 있었을 것이라 가정한다.

## 제5절 온실가스 감축량

### 1. 산정방법

본 사업의 온실가스 감축량은 사업 내 적용된 온실가스 감축 기술별로 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 나누어 구하고, 기술별 온실가스 감축량을 계산한 뒤 합산하여 산정한다.

$$ER_{Total,y} = ER_{Bio,y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Total,y}$	y년도 연간 총 배출감축량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ER_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전 연간 배출감축량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### 가. 바이오가스 열병합 발전

바이오가스 열병합 발전시설 관련 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량은 아래와 같이 산정한다.

### (1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 크게 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리, 전력 및 열에너지 공급, 합성 질소비료 대체와 관련된 3가지 부분으로 구분하여 산정하며, 각 부분의 베이스라인 배출량을 합산하여 바이오가스 열병합 발전의 총 베이스라인 배출량을 계산한다.

$$BE_{Bio, y} = BE_{MFW, y} + BE_{cogen, y} + BE_{fert, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{Bio, y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량 (Manure and Food Waste)	tCO2e/년
$BE_{cogen, y}$	y년도 전력 및 열에너지 생산 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{fert, y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

#### (가) 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리

가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같이 가축분뇨 처리와 음식물 쓰레기 처리를 나누어 산정한다.

$$BE_{MFW, y} = BE_{manure, y} + BE_{food\ waste, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{food\ waste, y}$	y년도 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

우선, 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 배출량은 가축분뇨의 생물학적 처리 시 대기 중으로 배출되는 N2O, CH4 양을 계산하여, 해당 온실가스 배출량의 온실효과를 아래와 같이 계산한다.

기호	정의	단위
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$N_{LT, y}$	y년도 가축종류 LT의 사육두수	두
$EF_{LT, N_2O, m}$	가축종류 LT의 아산화질소 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-N2O/두/년
$EF_{LT, CH_4, m}$	가축종류 LT의 메탄 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-CH4/두/년
$GWP_{N_2O}$	아산화질소의 지구온난화지수 (310)	-
$GWP_{CH_4}$	메탄의 지구온난화지수 (21)	-
$LT$	축산농가에서 사육되는 가축종류 (Livestock)	-

$$BE_{manure, y} = \sum_{LT} (N_{LT, y} \cdot (EF_{LT, N_2O, m} \cdot GWP_{N_2O} + EF_{LT, CH_4, m} \cdot GWP_{CH_4})) \times 10^{-3}$$

$$\text{돼지} = 30,231 \cdot (0.107 \cdot 310 + 3.00 \cdot 21) \cdot 10^{-3} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$BE_{manure, y} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

가축종류	사육두수 (두)	N2O 배출		CH4 배출		배출량 (tCO2e/년)
		배출계수 (kg-N2O/두/년)	GWP	배출계수 (kg-CH4/두/년)	GWP	
돼지	30,231	0.107	310	3	21	2907.32

아산화질소 및 메탄 배출계수는 방법론에 제시된 다음 값을 적용하였다.

가축	$EF_{LT, N_2O, m}$ (kg-N2O/두/년)	$EF_{LT, CH_4, m}$ (kg-CH4/두/년)
한육우	1.377	1.000
젖소	0.529	35.994
돼지	0.107	3.000
닭	0.003	0.078
염소	0.779	0.108
말	0.802	1.202

본 사업에서 바이오가스 열병합 발전설비의 발전원료로 음식물 쓰레기는 사용되지 않으므로 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 고려하지 않는다.

$$BE_{food\ waste, y} = 0$$

위의 결과를 종합해 보면, 바이오가스 열병합 발전시설의 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같다.

$$BE_{MFW, y} = BE_{manure, y} + BE_{food\ waste, y} = 2907.32tCO_2e/년$$

### (나) 전력 및 열에너지 공급

전력 및 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량은 전력 공급과 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량으로 구분하여 계산한 뒤, 합산하여 산정한다.

$$BE_{cogen, y} = BE_{elec, y} + BE_{thermal, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{cogen, y}$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{elec, y}$	y년도 전력관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### ① 전력 공급

바이오가스 열병합 발전설비를 이용하여 생산한 전력을 계통망에 공급함으로써 해당 시설이 없었더라면 추가적으로 계통망 전력을 생산하기 위해 화석연료 발전설비를 가동함에 있어서 발생하는 온실가스 배출량은 아래와 같이 전력 판매량(순 전력량)에 전력배출계수를 곱하여 계산한다.

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$BE_{elec, y}$	y년도 전력 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, elec, PJ, y}$	y년도 사업 내에서 생산된 순 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	전력배출계수	tCO <sub>2</sub> e/MWh

바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산되는 총 발전량은 123MWh/년이다.

발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
56.3	6	365	123,370

본 사업에서는 총 발전량을 전부 계통망에 판매하므로 전력 공급 관련 베이스라인 배출량은

$$BE_{elec, y} = EG_{Bio, elec, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y} = 123.37 \cdot 0.460 = 56.58 \text{tCO}_2\text{e/년이다.}$$

총 발전량 (MWh/년)	전력배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/MWh)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
123.37	0.460	56.58

## ② 열에너지 공급

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지가 유리온실에 공급됨으로써 열량이 공급되지 않았더라면 난방을 위해 사용되었을 경우 온풍기를 사용하지 않게 된다. 이에 따라 감축되는 온실가스 배출량은 다음과 같이 산정한다.

$$BE_{thermal, y} = (EG_{Bio, thermal, PJ, y} / \eta_{Bio, BL, thermal}) \cdot EF_{Bio, BL, FF}$$

기호	정의	단위
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$	y년도 바이오가스 열병합 시설 내에서 생산된 열 및 스팀의 순 열에너지양	GJ/년
$EF_{Bio, BL, FF}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 전력 또는 화석연료의 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/년
$\eta_{Bio, BL, thermal}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 화석연료를 사용하는 설비의 효율	%

바이오가스 열병합 발전시설에서 연간 176,947Mcal의 열량이 생산되지만, 바이오가스 설비 내 소화조 가운을 위해 연간 109,953Mcal이 소모된다.

최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)
485	365	80	176,947	109,953	66,994

순 열량이 유리온실에 공급되고, 해당 열량을 베이스라인 난방설비인 경유 온풍기를 이용하여 공급하였다면 발생하였을 온실가스 배출량은 아래와 같다. (경유 온풍기 효율은 관련 통계자료를 이용하여 추정). Mcal을 GJ 단위로 환산할 때에는 에너지법 시행규칙 별표1의 에너지열량 환산기준에 따라 1Mcal당  $4.8168 \times 10^{-3}$  GJ을 적용한다.

$$BE_{thermal,y} = (EG_{Bio,thermal,PJ,y} / BL_{thermal}) \cdot EF_{Bio,BL,FF}$$

$$= 599.45 / 0.8 \times 0.0741 = 55.53 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

소비용도	공급열량		설비효율 (%)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/GJ)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
	(Mcal/년)	(GJ/년)			
유리온실 공급	66,994	599.45	80	0.0741	55.53

#### (다) 합성 질소비료 대체

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 사업 활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 베이스라인 배출량으로 고려한다.

$$BE_{fert,y} = \sum_{f,i} (ha_{i,y} \cdot BAR_{f,i}) \times EF_{f,CO_2}$$

기호	정의	단위
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ha_{i,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농업인 $i$ 의 농지면적	ha
$BAR_{f,i}$	사업 활동이 없었더라면 농작물 재배를 위해 농업인 $i$ 의 농지 단위 면적당 살포하였을 합성 질소비료 $f$ 의 평균 사용량	ton-비료/ha
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료

##### ① 농지 단위 면적당 비료사용량( $BAR_{f,i}$ ) 추정

우선, 농지 단위 면적당 합성 질소비료 사용량은, 사업지역에서의 기존 합성 질소비료 및 가축분뇨 이용 상황을 정확히 알기 어려우므로, 녹색마을 방법론의 ‘합성 질소비료를 사용하지 않는 경우’의 산정방법을 적용하여 구하도록 한다. 전라북도 도청에서 가장 최근 발간한 전북 통계연보(2013)에서 발췌한 전라북도 정읍시의 2010년 경지면적 및 비료사용량 정보는 아래와 같다. 비료사용량의 경우, 액비 살포대상 농경지 및 유리온실 내 재배면적에서 사용되고 있었을 합성 질소비료의 정확한 종류를 파악하는 것은 무리가 있으므로 전라북도 내에서 사용된 비료 종류별 사용량을 합산해 놓은 총 비료사용량 수치를 이용한다.

경지면적 (ha)	비료사용량 (ton)	단위 면적당 비료사용량 (ton-비료/ha)
논: 16,129 / 밭: 6,754	3,879	0.17

② 합성 질소비료 생산관련 배출계수( $EF_{f,CO_2}$ ) 추정

합성 질소비료 생산관련 배출계수는 합성 질소비료 단위질량 당 질소함량을 고려하여, 해당 비료를 생산하는 과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 비료생산량으로 나누어 구한다. 즉, 배출계수는 비료 단위질량 당 생산과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 의미하며 아래의 계산식을 이용한다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} \times 0.82 \times 2.014$$

기호	정의	단위
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
$N_{cont,f}$	질량비를 기준으로 한 합성 질소비료 $f$ 의 질소함량	%
0.82	질소와 암모니아간의 질량비	-
2.014	암모니아 생산에 대한 보수적인 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/tonnes NH <sub>3</sub>

배출계수를 구하기 위해서 가장 중요한 변수는 합성 질소비료의 질소함량이며, 방법론에 기술된 질소함량 산정기준 중 하나를 이용하여 구해야 한다. 각 산정기준별 간략한 설명과 함께 본 사업계획서에서 해당 기준을 적용할 수 없는 이유를 정리해 놓은 표는 다음과 같다.

기준	설명	적용불가 원인
1	기존 합성 질소비료의 질소함량	- 기존에 합성 질소비료를 사용하지 않았던 경우에는 해당 자료 없음 - 실제로 비료를 사용한 경우에도 자료 수집의 한계로 인해 질소함량 확보불가
2	‘합성 질소비료 유형별 질소함량’ 표에 명시된 수치	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 표에 있는 자료 이용불가
3	유사 합성 질소비료 질소함량 중 최저치 (2군데 이상의 제조업자에게 문의)	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 유사 비료에 대한 정의 불가
4	지자체별 통계연보 이용	적용 가능
5	질소함량 중 가장 보수적 수치인 11% 이용	기준 4를 적용함으로써 배제함



전북통계연보 자료에 의하면 전북 정읍시에서는 2010년 한 해 동안 총 3,879톤의 비료가 사용되었으며, 사용된 비료에 포함된 질소량은 2,647톤이다. 즉, 정읍시 내에서 사용된 화학비료의 평균 질소함량은 68%(=2,647/3,879)이며, 배출계수는 아래와 같이 계산된다.

$$EF_{f, CO_2} = N_{cont, f} * 0.82 * 20.14 = 0.68 * 0.82 * 2.014 = 1.123 (\text{tCO}_2\text{e/ton})$$

농지구분	액비살포면적 (ha)	비료사용량 (ton/ha)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
논	45ha	0.17	1.123	9
밭	7ha			1
			합 계	10

## (2) 프로젝트 배출량

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 자가생산한 전력 및 열에너지를 소모하는 것 이외에 외부 설비에서 에너지를 공급받는 경우에 프로젝트 배출량을 고려한다. 프로젝트 배출량은 소내 전력 및 화석연료 사용을 외부에서 공급받는 경우를 나누어 산정한다.

$$PE_{Bio, y} = PE_{Bio, EC, y} + PE_{Bio, FF, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio, y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 프로젝트 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, EC, y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$PE_{Bio, FF, y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

### (가) 소내 전력사용

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 필요한 전력은 전량을 계통망에서 공급받아 사용하므로 아래와 같이 소내 전력사용에 따른 프로젝트 배출량을 구한다.

$$PE_{Bio, EC, y} = EC_{Bio, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$EC_{Bio,PJ,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력 사용량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh

소화조 교반, 분뇨이송, 퇴비교반기 운영 등에 103kWh/일, 연간 37,572kWh가 소모된다. 이 소내 소비전력을 계통망에서 공급받아 사용함으로써 발생하는 프로젝트 배출량은 아래와 같다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} * EF_{CO_2, grid, y} = 37.57 * 0.46 = 17.28 \text{ tCO2e/년}$$

소비 전력량 (MWh/년)	배출계수 (tCO2e/MWh)	배출량 (tCO2e/년)
37.57	0.460	17.28

#### (나) 소내 화석연료 사용

바이오가스 열병합 발전시설 운영을 위해 필요한 열량은 모두 자체 공급으로 충당하고, 추가적인 열 공급을 위해 화석연료 열 생산설비를 이용하지 않으므로 소내 화석연료 사용에 의한 프로젝트 배출량은 없다.

$$PE_{Bio,FF,y} = 0$$

#### (다) 누출량

바이오가스 열병합 발전시설에서 발생하는 누출량은 무시한다.

$$LE_{Bio,y} = 0$$

#### (라) 온실가스 감축량

위의 배출량 산정결과를 종합한 표를 아래에 제시하였으며, 본 결과를 이용하여 바이오가스 열병합 발전시설 관련 온실가스 감축량을 구할 수 있다.

베이스라인 배출량 (tCO2e/년)		프로젝트 배출량 (tCO2e/년)	누출량 (tCO2e/년)	온실가스 감축량 (tCO2e/년)
가축분뇨 처리	2,907	18	0	3,011
전력 및 열 생산	112			
합성 질소비료 대체	10			

## 2. 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들

온실가스 감축량 산정 시, 바이오피아에는 바이오열병합 발전이 도입되므로, 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들은 아래와 같다.

### 가. 배출계수

자료/변수명	<i>EF</i> 기술명, <i>BL, Diesel</i> (경유 배출계수)
단위	tCO2e/GJ
설명	경유로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (2006)
적용값	0.0741
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (20.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-

자료/변수명	$EF_{CO_2, grid, y}$					
단위	tCO2e/MWh					
설명	y년도 전력배출계수					
자료 출처	전력거래소 홈페이지					
적용값	전력거래소에서 발표한 당해 연도 전력부문 온실가스 배출계수 사용 (없을 경우에는 최근 년도 수치 이용)					
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	<b>&lt;전력부문 온실가스 배출계수 &gt;</b>					
	년도	구분	tCO2/MWh	kgCH4/MWh	kgN2O/MWh	tCO2e/MWh
	2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)
사용단		0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)	
	자료 : 전력거래소					
	전력거래소 홈페이지에 게시된 가장 최근값(0.460) 사용					
비고	-					

자료/변수명	$EF_{BL, LPG}$ (LPG 배출계수)				
단위	tCO2e/GJ				
설명	LPG로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량				
자료 출처	IPCC 가이드라인 (1996)				
적용값	0.063				
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (17.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용				
비고	-				

## 나. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$BAR_{f,i}$
단위	ton-비료/ha
설명	단위 면적당 합성화학비료의 연간 사용량
자료 출처	전북통계연보
적용값	0.17
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	전북통계연보에 제시된 2010년 정읍시의 총 비료사용량을 바탕으로 평균치를 추정
비고	-

자료/변수명	$EF_{f,CO_2}$ (합성화학비료 생산관련 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
설명	합성화학비료 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	전북통계연보
적용값	1.123
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	전북통계연보에 제시된 2010년 정읍시 총 비료사용량과 비료에 포함된 질소량을 이용하여 배출계수 산정. 정읍시에서 사용되고 있는 비료의 평균적 질소함량 수치를 나타냄
비고	-

### 3. 예상 온실가스 감축량

위에서 산정한 연간 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 정리한 결과는 아래와 같다. (베이스라인 배출량은 소수점 이하 내림, 프로젝트 배출량은 소수점 이하 올림으로 정리)

구분	위치	베이스라인 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	프로젝트 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	누출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
바이오 열병합발전	전북 정읍	3,029	18	-	3,011
합 계		3,029	18	-	3,011

## 제6절 모니터링 계획

### 1. 모니터링 변수

본 사업에서 모니터링이 필요한 대부분의 변수들은 사업관리자를 통해 관리되어야 하며 자발적 온실가스 감축사업에서 모니터링이 필요한 자료들의 수집이 가능하다.

#### 가. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$N_{LT,y}$
단위	마리
설명	y년도 가축분뇨 수거대상 축사에서 사육되는 가축종류 LT 마리 수
자료 출처	전북통계연보
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 전북통계연보에서 제공하는 정읍 돈가의 정보를 이용하였다. (돼지: 30,231두)
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$ha_{i,y}$
단위	ha
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산된 액비를 살포하는 농지면적
자료 출처	현장 측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자가 제공한 면사무소의 지역 농지면적자료 이용 (논: 45ha, 밭: 7ha) 기존 액비 살포면적을 제외한 값으로 모니터링
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	바이오가스 열병합 발전설비에서 생산되어 개별 농가로 배포된 액비량을 월 단위로 기록하여 Cross Check
비고	-

자료/변수명	$EG_{Bio, elec, PJ, y}$			
단위	kWh			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 발전하여 계통망에 판매된 전력량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
	56.3	6	365	123,370
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>전자식 전력량계를 이용하여 컴퓨터에 기록된 전력생산량을 측정</li> <li>주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력량계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시</li> </ul>			
비고	-			

자료/변수명	$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$			
단위	GJ			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설을 통해 유리온실로 공급된 순 열량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)
	485	365	80%	176,947
	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)	(GJ/년)
	176,947	109,953	66,994	599.45
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오가스 발전시설과 유리온실 사이에 열 공급을 위해 설치된 배관 내 유량 및 온도를 측정하여 공급된 열량이 표기되는 컴퓨터 상 프로그램을 통해 확인(지열히트펌프 공급 열량과 개별 측정)</li> <li>주기적 측정 및 기록(월 1회) 후 단위 환산(1cal=4.1868J 97)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	유량계와 온도계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시			
비고	-			

## 2. 모니터링 계획 설명

본 사업은 사업관리자의 관리 하에 운영되고 있고, 녹색기술 설비 전문 시공업체와 원활한 의사소통이 가능하므로 해당 사업관리자가 자료 측정 및 수집에 관련하여 어려움은 없을 것으로 예상된다. 다만, 사업자는 사업 내 적용된 설비가 다양하기 때문에 측정 자료가 누락되지 않도록 유의하여 모니터링 계획을 수립하고, 모니터링 관련 조직을 구성해야 한다.

### 가. 모니터링 조직

사업관리자 중심으로 산하 모니터링 전담조직을 구성한다. 전담조직은 데이터를 관리하고, 직접 농가에 방문하여 모니터링 결과를 수집하며, 자료 보관 및 관리를 담당하고, 추후 모니터링 검증 시점에 해당 자료를 관련 기관에 제출한다.

### 나. 자료 수집 및 보관

온실가스 감축 사업과 관련된 각 모니터링 변수는 사업계획서의 데이터 수집 주기에 따라 수기로 기록하고, 모니터링 원본 자료 내 주요 내용을 따로 Excel 파일로 정리한다. 원본 자료는 Excel 파일과 별도로 자료 확보일시 순으로 정리하여 보관한다. 사업자가 1년 동안 측정하고, 직접 수기로 기록해야 하는 변수들은 아래와 같다. (상세내용은 위의 모니터링 변수 부분 참고) 원본자료 및 전자 파일은 인증 유효기간 이후 2년 까지 보관한다.

분류	측정자료 설명	주기	비고
바이오가스 열병합 발전	분뇨 수거대상 축사의 가축 종류 및 개체 수	월 1회	개체 수 변화에 관련된 증빙자료 확보
	액비 살포면적	월 1회	액비 시비량을 동시에 기록
	전력 판매량	월 1회	판매량 자료 확보 (한전 작성)
	열 공급량 (유리온실)	월 1회	-
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보

### 다. 교육 계획

모니터링 업무 담당자의 감축사업에 대한 이해도를 향상시키기 위하여 인증 유효기간 시작 일로부터 6개월 이내에 기후변화 및 온실가스 관련 세미나를 개최할 예정이며, 세미나 개최는 운영기관에서 담당한다.

97) 에너지법 시행규칙 제 5조 1항 별표 1 에너지열량 환산기준



#### 라. 계측기 검·교정 계획

모니터링 변수 측정에 필요한 계측기(ex. 계근대, 전력량계)는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정을 실시하며, 검·교정 비용은 사업관리자가 부담한다.

### 3. 사업 추진 일정

온실가스 감축사업은 감축사업을 위한 설비의 완공 예상일인 20XX년 XX월 XX일부터 시작되며 배출권 인증기간이 XX년이므로 20XX년 XX월 XX일에 종료된다. 모니터링 절차 및 계획 타당성 확인을 위해 사업 첫 해에는 모니터링 보고서 제출 및 검증절차를 진행하고, 그 이후에는 배출권 발행규모가 소규모인 점을 감안하여 2년 이내로 모니터링 보고서 제출 및 검증을 실시한다. (단, 모니터링 보고서 제출기간 사이에도 사업자는 최소 1년 단위로 모니터링 결과를 기록하고, 보관한다.)

## 제4장 소유권

현재 소유권은 동국대학교 산학협력단에 있으며, 입금된 금액은 농업인에게 분배됨. 20XX년 XX월 XX일 이후 농업인에게 이전될 예정임. 사업 등록 후 모니터링 보고서 제출 이전까지 소유권 분배와 관련된 증빙을 제출할 예정.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업  
사업계획서(산청)



# 제1장 사업개요

## 제1절 사업명

농·임·축산 바이오매스에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

## 제2절 사업의 추진목적 및 기대효과

추진목적	농촌에서 발생하는 농업부산물, 가축분뇨 등의 바이오매스를 활용하여 청정에너지를 생산하고 물질을 양분·자원화 함으로써 경종농업·축산업·에너지 기술을 융·복합하는 농어촌 바이오에너지 순환마을 조성을 목표로 한다.
기대효과	본 사업을 통해 농·산촌 폐기물의 자원순환을 위한 체계적인 관리시스템을 구축하여 경제적으로 폐기물처리비용을 절감함으로써 연간 3,131톤의 온실가스 감축효과를 창출할 것으로 예상된다.

## 제3절 사업 분야

바이오피아에는 바이오가스 열병합 발전, 목질 바이오매스(목질 바이오매스 공동 난방, 목재 칩 보일러) 등의 기술이 포함된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분되고, 목질 바이오매스 기술은 목질 바이오매스를 활용한 사업에 해당되며 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 분류된다.

## 제4절 감축사업자

### 1. 사업관리자

본 사업은 시범사업으로 추후에 사업관리자를 선정하고자 한다.

법인명(업체명)		사업참여자 여부		
사업자등록번호				
사업장명				
사업장 주소				
대표자				
실무담당자				
부서/직위				
Tel.				
Fax				
E-mail				
사업 담당 업무				

## 2. 사업 수행자

법인명(업체명)	
사업자등록번호	
사업장명	
사업장 주소	
대표자	
실무담당자	
부서/직위	
Tel.	
Fax	
E-mail	
사업 담당 업무	

## 제5절 사업지역

주소	
경상남도 산청군	
위도	경도
북위 35° 20'	동경 128° 07'

## 제6절 사업 수행 전 상황

바이오피아 사업이 진행될 경상남도 산청군에 자원화시설은 존재하지 않으며, 2010년 기준 축사에서 돼지 총 71,493두가 사육되고 있다. 돈사에서 배출되는 가축분뇨는 별도의 가축분뇨 공동처리장 없이 개별 농가별로 처리되고 있는 것으로 조사되었다.

표 1 경남 산청군 가축분뇨 처리현황 (단위 : 톤)

축종	계	퇴비화 등 자체처리	정화방류 (폐수처리장, 농가)	액비이용			기타
				계	자원화센터	농가보유	
계	213,100	97,439	75,137	43,800	43,800	-	-
	(100%)	(44.2%)	(35.2%)	(20.6%)	(20.6%)		
한우	81,188	81,188	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					
젓소	12,975	12,975	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					
돼지	72,772	43,800	28,972	43,800	43,800	-	-
	(100%)	(61%)	(39.8%)	(60.2%)	(60.2%)		
닭	46,165	46,165	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					

주) 분뇨처리 현황은 2011년 처리 기준임  
 자료 : 산청군 산림축산과

표 2 경남 산청군 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2007년	2,046	10,242	25	1,579	153	61,876	586	989,403
2008년	1,926	12,586	16	1,074	116	47,567	486	982,403
2009년	1,741	12,055	16	1,206	94	51,291	528	1,094,842
2010년	1,704	13,585	13	1,151	93	71,493	513	1,109,533
2011년	1,655	16,236	12	1,181	83	76,389	574	1,014,262

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

## 제7절 사업의 온실가스 배출 감축 혹은 제거 방법

본 사업범위에는 두 가지의 온실가스 감축 관련 기술 및 설비가 포함되어 있으며, 각 시설마다 온실가스 배출량 감축방법이 상이하다.

### 1. 바이오가스 열병합 발전

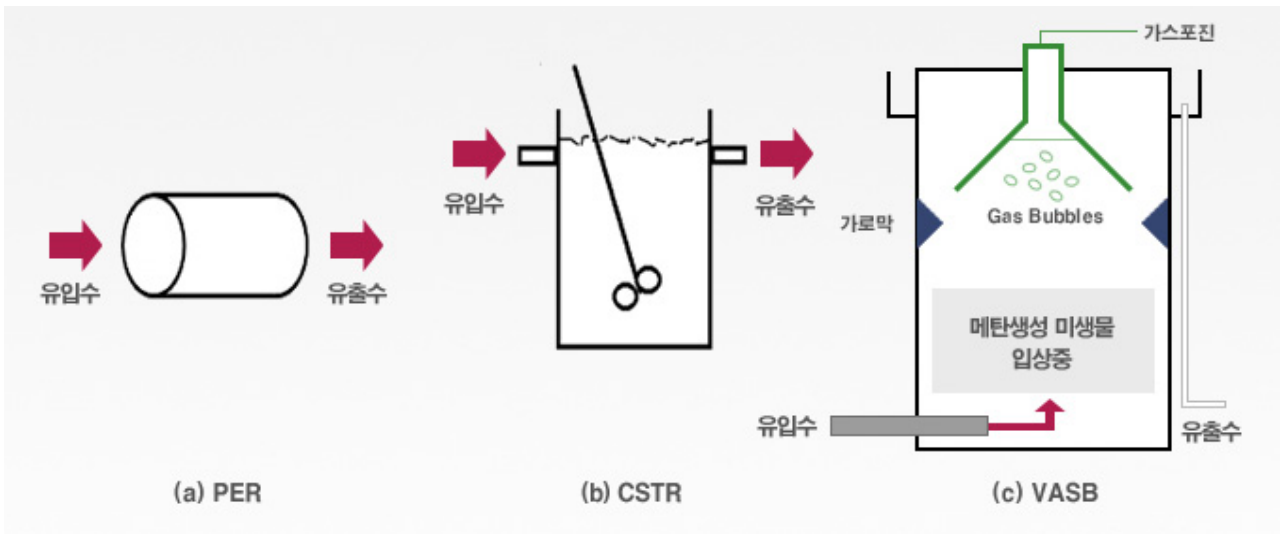


그림 1 바이오가스 열병합 발전 기술의 종류

농·임·축산 바이오매스 에너지를 활용한 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 바이오가스 열병합 발전, 목질바이오매스(목재 칩 보일러) 등의 기술이 포함된다. 현재 국내에 도입되어 있는 녹색농업기술 현황을 참고하여 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서 도입될 기술을 적용할 수 있다. 특히 현재 상용화되어 있는 6가지의 국내 녹색농업기술 중 목질 바이오매스 에너지화, 풍력, 태양광, 태양열 등 다양한 신재생에너지 기술을 활용하는 방법론인 녹색마을 방법론과 유사하다. 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 기술 분류에 의하면 바이오가스 열병합 발전은 합성비료 절감사업과 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 구분되고, 목질 바이오매스 기술은 목질 바이오매스를 활용한 사업에 해당되어 농축산 부산물 등 바이오매스 활용사업으로 분류된다.

첫째, 바이오가스 열병합 발전은 바이오가스를 원료로 이용하여 전력과 액비를 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합 발전에 주로 이용되는 바이오가스는 유기물질의 분해로 얻어진 가스로써, 유기성 폐기물의 혐기성 소화를 통해 생성된 메탄가스를 일컫는다. 바이오가스를 활용하여 바이오가스 플랜트에서 발전을 통해 전력을 생산하고 열병합 발전에서 발생하는 부산물인 액비(소화액)은 포함하는 질소 성분 중 암모니아성 질소의 비율이 높고 이전의 악취가 개선된 액비로써, 유기질 비료로 이용이 가능하다. 가축분뇨를 주 연료로 이용하게 될 바이오가스 열병합 발전에 이용될 기초적인 기술은 혐기소화기술로써, 산소가 없는 조건



에서 유기물에 포함된 탄수화물, 지방, 단백질 등이 미생물의 작용에 의해 분해되는 공정으로 저급 지방산을 거쳐 최종적으로 메탄, 이산화탄소, 암모니아, 황화수소, 수분 등이 포함된 바이오가스를 생산하게 된다. PER(관형흐름식 반응기)은 원수가 교반 방향으로 일정하게 흐르며 유입순서와 유출순서가 동일한 형태의 반응기, CSTR(연속혼합식 반응기)은 원수가 유입됨과 동시에 순간적으로 완전하게 혼합되어 소화조 전체가 균일하게 섞이는 반응기이다. 마지막으로 UASB(상향류 혐기성 슬러지상 반응기)는 원수가 하부에서 상부로 흐르며 메탄 생성 미생물 입상층을 거치면서 발효되는 반응기이다. 이처럼 다양한 소화조 형태에 따라 바이오가스 생산 기술이 분류되며 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에는 사업지역의 특성과 기술에 따라 적절한 기술을 선택하게 된다. 생산된 바이오가스를 활용하여 열병합 발전을 진행하게 되며 이처럼 바이오매스를 이용한 신재생에너지 기술인 바이오가스 열병합 발전은 전력과 액비를 생산함으로써 더 나은 결과를 불러올 수 있다. 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에 도입될 신재생에너지 기술들은 각 시설마다 온실가스 배출량과 감축방법이 상이하다. 온실가스 배출량은 사업 지역의 기후·지형적인 환경, 규모에 따라 달라 질 수 있으며 다른 기술 간에 온실가스 배출량 감축방법은 신재생에너지원, 프로세스, 활용 방안에 따라 각기 다른 내용을 따르게 된다. 바이오가스 열병합 발전 시설은 해당 시설이 없었더라면 대기 중으로 방출되어 온실가스를 일으켰을 바이오가스를 포집 및 소각함으로써 온실가스 배출을 감축한다.

또한, 아래 그림 2의 바이오가스 플랜트 공정도를 참고하여 보면 바이오가스를 포집 및 소각하여 생산한 전력 및 열에너지는 바이오가스 열병합 발전시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 마지막으로 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 농업활동이 없었더라면 사용하였을 합성 질소비료를 대체한다고 분석할 수 있다. 이에 따라 합성 질소비료의 생산과정과 합성 질소비료를 살포하는 과정에서 발생하게 되는 온실가스의 배출량을 절감하여 온실가스 감축효과를 얻을 수 있다.

## 바이오 가스 플랜트 공정도

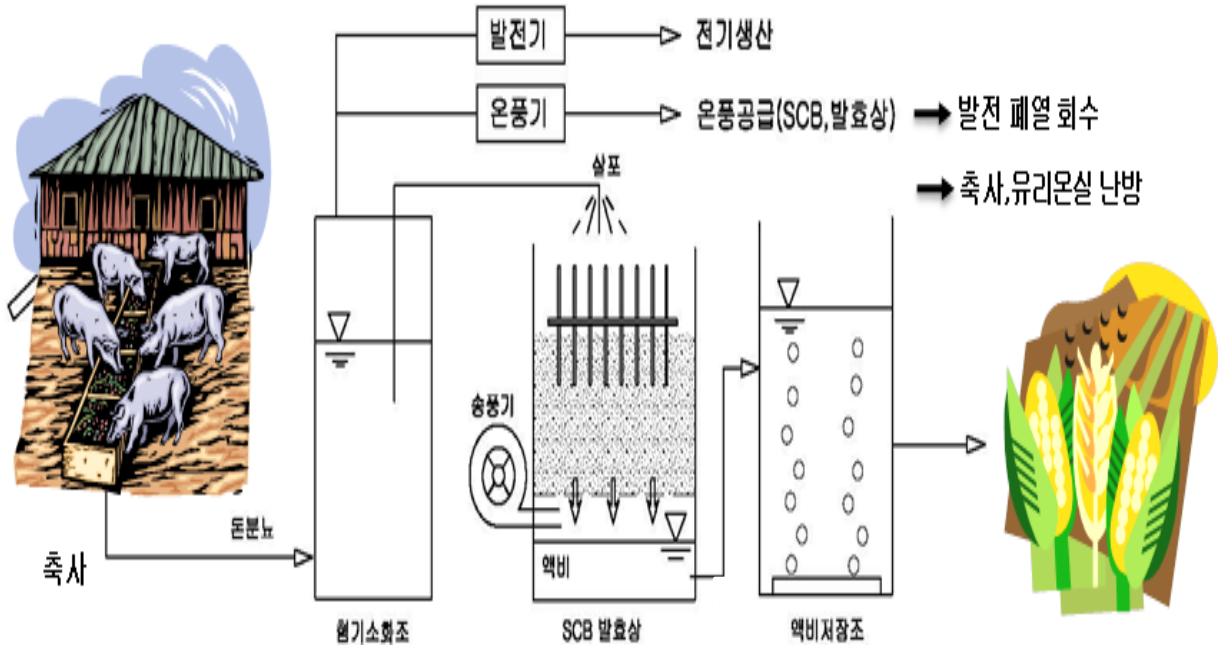


그림 2 바이오가스 열병합 발전 공정도

## 2. 목질 바이오매스

목질 바이오매스 기술은 앞서 설명한 바이오가스 열병합 발전의 과정과 같은 원리로 전력을 생산하는 신재생에너지 기술이다. 바이오가스 열병합과는 다르게 목질 바이오매스를 주 연료로 이용하는 기술로써, 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서는 목재 칩을 이용한 난방 보일러로 활용될 수 있다. 목질 바이오매스는 농작물, 목재, 폐목재, 또는 부산물, 식물, 잔디, 도시 쓰레기, 축산 분뇨 등 재생에너지로 다시 쓰일 수 있는 모든 유기물 중 셀룰로오스 및 리그닌으로 구성된 목질계 자원을 의미한다. 목질 바이오매스는 주로 목본식물과 초본식물로 분류되어 이들로부터 파생된 제품이나 그것의 폐기물, 즉 목재, 폐목재, 종이 등을 포함한다.

그림 3의 목질 바이오매스 구분 체계와 같이 용도에 따라 세세히 구분되는 연료이다. 목질 바이오매스는 고체, 액체, 기체 3가지의 형태로 활용될 수 있으며 고체연료로는 목재 칩, 목재 펠릿, 목탄 등이 있고, 액체 연료로써 바이오오일과 바이오에탄올이 있으며, 기체연료로는 합성 가스가 있다.



그림 3 목질 바이오매스의 구분 (출처 : 경기개발연구원, 2009)

목재에서 추출하는 바이오오일과 바이오에탄올, 합성가스의 경우는 아직까지 개발단계에 있으며, 고체 목질 바이오매스는 임산폐기물, 장작, 목재 칩, 목재 펠릿의 형태가 있는데 임산 폐기물은 중소규모 지역난방이나 대규모 지역난방이나 중대규모 열병합 발전소에 이용되며, 목재 칩은 주로 가정용 난방이나 소규모 시설난방에 사용된다.

농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업에서는 다양한 목적으로 목질 바이오매스를 활용하여 온실가스 감축을 이행할 수 있다.

첫째, 목질 바이오매스 공동 난방은 목재 칩을 연료로 한 지역 및 마을 단위의 공동 열 공급 시설을 의미한다. 목질 바이오매스 공동 난방 시설을 통해 공급되는 난방 열량은 목질 바이오매스 공동 난방 시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다. 본래 목재 칩과 펠릿을 이용한 개인 보일러가 상용화되어 널리 쓰이고 있으나, 목질 바이오매스 공동 난방은 지역단위로 감축 사업을 진행하게 될 바이오피아 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 전체적인 운영에 있어 필요한 난방열을 공동 차원에서 공급하고자 새롭게 추가한 기술이다.

마지막으로, 목재 칩 보일러는 경유대비 1/12배, 도시가스 대비 1/10배가량 온실가스 발생

이 적고 재생산이 가능한 무공해 친환경 연료인 목재 칩을 이용하여 소내 연료 이외에는 온실가스 배출원이 없는 친환경 난방시스템이다. 목재 칩의 제조, 운송 등의 전 과정에서 온실가스 배출이 발생하지만, 목재 칩 보일러를 사용함으로써 경유, 전력 등의 사용이 절감되기 때문에 전체적인 온실가스 배출은 감소한다. 따라서 기존에 사용되는 화석 연료 설비를 목재 칩 보일러로 대체하여 난방을 공급함으로써 온실가스의 배출 감축 효과를 기대할 수 있다.



그림 4 목재펠릿·칩 보일러의 구성 요소

목재 칩 보일러는 화석연료를 이용한 보일러와 동일한 방식으로 작동된다. 연료 저장부에 목재 칩을 투입하여 연료 공급장치를 통해 보일러에 공급하면 버너부에서 목재 칩을 연소시켜 열교환 과정을 거쳐 난방과 급탕이 가능하게 된다. 또한 목재 칩 보일러를 통해 공급되는 난방 열량은 목질 바이오매스 공동 난방 시설이 없었더라면 사용하였을 화석연료 소비량을 감소시켜 온실가스 감축 효과를 초래한다.

## 제8절 사업기간 및 인증 유효기간

사업기간	
인증 유효기간	

### 제9절 예상 온실가스 감축량

년차	예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)
1년차	3,131
2년차	3,131
3년차	3,131
4년차	3,131
5년차	3,131
총 예상 감축량(tonCO <sub>2</sub> -eq)	15,655
인증 유효기간	5
인증 유효기간 동안 연평균 감축량((tonCO <sub>2</sub> -eq)	3,131

## 제2장 사업 추가성

본 사업의 온실가스 감축사업으로써 추가성은 ‘농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 추가성 입증 방법’에 명시된 절차에 따라 입증한다. 본 자발적 온실가스 감축사업의 개별사업들의 온실가스 감축량은 3,131톤으로 20,000톤 이하의 소규모 사업에 해당되므로 소규모에 맞는 사업 추가성 입증절차를 준수한다.

### 제1절 법 및 제도적 추가성

본 사업은 농촌에서 발생하는 폐자원을 통한 에너지 생산, 신재생 에너지의 효율적 활용 및 에너지 효율 개선을 통해 발생하는 온실가스를 감축하는 것이다. 추진하는 감축사업은 현행 법 및 제도에 의해 제한을 받고 있지 않으며, 관련된 법, 시행령, 시행규칙, 조례, 고시 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.

- 1992년 체결된 런던협약에 의거하여 오는 2012년부터 가축분뇨의 해양 투기가 전면 금지된다. 이에 따라 정부에서는 ‘가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 제3조, 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률 제 16조에 근거한’ 가축분뇨처리지원사업 시행지침 ‘에 따라 사업 대상자를 선별하여 가축분뇨 자원화 및 에너지화에 투입되는 사업비를 지원해 주고 있다. 따라서 본 사업은 관련 법규 등에 본 사업의 추진이 의무적인 내용으로 규정되어 있지 않다.
- ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법’ 제 12조 5 및 동법 시행령 제 18조 3에서 정한 바에 따라 발전사업자, 발전사업의 허가를 받은 자, 공공기관 등의 경우 발전량의 일정량 이상을 의무적으로 신·재생에너지를 이용하여 공급해야 한다. 본 사업참여자는 의무대상자에 해당하지 않으므로 본 사업은 위 법규에 제한을 받고 있지 않다.

### 제2절 장애요인 분석

본 사업의 온실가스 감축량은 3,131톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 장애요인 분석은 필요하지 않다.

### 제3절 경제적 추가성

본 사업의 온실가스 감축량은 3,131톤으로 20,000톤 이하의 소규모 온실가스 감축사업에 해당되므로 경제적 추가성 입증이 필요하지 않다.

## 제3장 베이스라인과 모니터링 방법론

### 제1절 적용 방법론명

농업농촌 자발적 온실가스 감축제도 ‘녹색마을 방법론’

### 제2절 방법론 선정 타당성 및 선정 이유

본 사업은 농업 및 축산업 중심의 사업 지역에 온실가스 감축기술을 도입함으로써 생계활동 및 일상생활에서 발생하는 온실가스를 감축시키는 사업으로 아래와 같이 ‘녹색마을 방법론’의 적용 조건을 충족한다.

방법론 적용가능 조건	사업의 적용가능성
본 방법론에 포함된 8가지 녹색기술 (바이오가스, 지열 냉난방, 목질 바이오매스, 태양광, 태양열, 풍력, 소수력, LED 조명설치) 중 2가지 이상의 기술을 적용하고, 적용된 기술 중 바이오가스 또는 목질바이오매스 등 바이오에너지 관련 녹색기술이 포함된 사업에만 본 방법론을 적용할 수 있다.	본 사업에는 바이오가스 열병합 발전시설, 목질 바이오매스 등 총 2가지 기술이 적용된다.
본 방법론은 녹색기술 설비 및 장치를 신규로 설치하거나 기존시설을 대체하는 경우 모두 적용 가능하다.	본 사업에 적용된 바이오가스 열병합 발전시설, 목질 바이오매스 시설은 모두 신규로 설치되는 경우이다.
본 방법론은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업경계 내에서 이용하는 사업에는 적용할 수 없다.	본 사업은 사업경계 외부에서 사용되던 전력 및 열 생산 설비를 사업 경계 내에서 이용하지 않는다.
바이오가스 열병합 발전의 원료로 가축분뇨와 음식물 쓰레기를 혼합하여 사용 가능하며, 이 경우에 가축분뇨의 혼합비율은 최소 70% 이상을 유지하여야 한다.	바이오가스 열병합 발전을 위해서 마을에서 발생한 가축분뇨만 바이오가스 열병합 발전시설에 투입되어 발전원료로 사용되며, 음식물 쓰레기는 혼합하지 않는다. 즉, 가축분뇨 혼합비율은 100%이므로 방법론 적용가능조건을 만족한다고 판단된다.
LED 조명설치의 경우, LED 조명의 조도가 베이스라인 상황에서 사용되었을 조명기구 조도의 -10~50% 내의 범위를 유지하여야 한다.	해당사항 없음

- 바이오피아에는 녹색마을 방법론에서 기술된 8가지 녹색기술 중 가축분뇨를 이용한 바이오가스 열병합 발전 기술, 목재 칩을 이용하는 목질 바이오매스기술이 적용된다.

### 제3절 사업 경계

본 사업의 경계에는 산청군 내에서 발생하는 신재생에너지 및 폐자원 에너지화를 통해 온실가스를 감축하는 모든 사업이 포함된다. 우선, 마을 내 축사에서 발생하는 가축분뇨를 바이오가스 열병합 발전시설의 발전원료로 이용하여 전력 및 열에너지를 생산한다. 바이오가스 열병합 발전에서 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 국가 계통망에 공급된다. 반면에 바이오가스 열병합 발전설비 운영에 필요한 전력은 경제성을 고려하여 자가발전 전력을 사용하지 않고, 계통망에서 전력을 공급받는다. 해당 시설에서 생산된 열에너지는 바이오가스 발전시설의 소화조 가운을 위해서만 일정량이 사용되고, 나머지 열량은 유리온실에 공급된다. 또한, 바이오가스 생산이 완료된 슬러리는 액비 생산시설로 이동되어 액비 생산원료로 사용되며, 생산된 양질의 액비는 마을 내 농경지(논 45ha, 밭 7ha)에 살포되어 합성 질소비료를 대체한다. 열병합발전 설비에는 비상시 전력을 이용하여 소화조를 가열할 수 있도록 되어있으나, 일반 발전 상황에서는 화석연료 및 전력을 사용하지 않는다.

목질 바이오매스의 경우에는 목질 바이오매스 공동 난방과 목재 칩 보일러로 분류되며 목질 바이오매스를 활용하여 열에너지를 공급하는 기술로써 지역 및 마을 단위를 포함하는 공동 난방시설과 개인 농가 단위의 보일러로 분류된다.

사업 경계 내에 포함되는 온실가스 배출원을 베이스라인과 사업 활동으로 나누고, 각 배출원에서 발생하는 온실가스 종류를 정리한 표는 다음과 같다. 녹색마을 방법론상에서 정의된 배출원 중 본 사업에 포함되지 않는 지열 난방공급, 풍력, 소수력, LED 조명설치 관련 배출원은 고려하지 않는다.



배출원		온실 가스	포함여부	설명	
베이스 라인	가축분뇨의 생물학적 및 물리·화학적 처리	CO2	No	배출없음	
		CH4	Yes	주요 온실가스 배출원	
		N2O	Yes	주요 온실가스 배출원	
	전력 및 화석연료를 이용한 열에너지 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH4	Yes	온실가스 배출원	
		N2O	Yes	온실가스 배출원	
	동경지 액미 살포로 인해 대체된 합성 질소비료의 생산·살포과정에서의 배출량	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH4	No	배출없음	
		N2O	No	배출없음	
	화석연료를 이용하여 난방 열량 공급 (목재 칩 공동·개별보일러)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH4	No	배출없음	
		N2O	No	배출없음	
사업 활동	계통망에서 소내 소비전력 공급 (바이오가스 열병합 발전)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH4	Yes	온실가스 배출원	
		N2O	Yes	온실가스 배출원	
	계통망에서 소내 소비전력 공급 (목재 칩 공동·개별보일러)	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH4	Yes	온실가스 배출원	
		N2O	Yes	온실가스 배출원	
	전처리 과정	목질 바이오매스 수집을 위한 화석연료 사용	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
			CH4	No	배출 없음
			N2O	No	배출 없음
		목질 바이오매스 수송을 위한 화석연료 사용	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
			CH4	No	배출 없음
			N2O	No	배출 없음
		목질 바이오매스 가공을 위한 화석연료 사용	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
			CH4	No	배출 없음
			N2O	No	배출 없음
		목질 바이오매스 가공을 위한 전력 사용	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원
			CH4	Yes	온실가스 배출원
			N2O	Yes	온실가스 배출원
	가공된 목질 바이오매스(목재 칩) 수송을 위한 화석연료 사용	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH4	No	배출 없음	
		N2O	No	배출 없음	
	목질 바이오매스 활용 난방설비의 소내 화석연료 사용	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원	
		CH4	No	배출 없음	
		N2O	No	배출 없음	
목질 바이오매스 활용 난방설비의 소내 전력 사용	CO2	Yes	주요 온실가스 배출원		
	CH4	Yes	온실가스 배출원		
	N2O	Yes	온실가스 배출원		

○ 배출원에서 고려하지 않는 온실가스는 배출량이 극히 낮아 배출량 산정에 영향을 주지 않으므로 온실가스 배출량 및 감축량 산정의 간소화를 위해 제외한다.

## 제4절 베이스라인 시나리오

### 1. 바이오가스 열병합 발전

- 바이오가스 열병합 발전을 위해 축사에서 생산된 가축분뇨를 이용하며, 해당 분뇨는 발전설비가 신규로 건설되지 않았더라면 베이스라인 시나리오에서 국내의 보편적인 가축분뇨의 생물학적 처리방식을 이용하여 처리된다고 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설을 이용하여 생산된 전력은 전량 한국전력에 판매되어 계통망에 공급되므로 해당 시설이 없었더라면 판매 전력량만큼 화석연료 발전설비를 이용하여 생산해야 하며, 이를 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지는 자체 설비 운영을 위해 1차적으로 소비되며, 남은 열량이 사업 내 타시설인 유리온실에 공급된다. 자체 소비열량은 베이스라인 시나리오에서 고려하지 않으며, 베이스라인 시나리오에서는 유리온실에 공급된 열량만 포함한다. 만약 바이오가스 열병합 발전설비가 없었더라면 해당 열량만큼 화석연료 열생산 설비를 이용하여 공급하였을 상황을 베이스라인 시나리오로 가정한다.
- 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농경지 및 유리온실 내 작물 재배지에는 해당 시설이 없었더라면 합성 질소비료를 사용하고 있었을 것이라 가정한다.

### 2. 목질 바이오매스 난방

- 국내 원예시설에서 널리 이용되는 경유온풍기를 사용하여 지열 난방설비로 제공하는 열량과 같은 열량을 제공하는 시나리오를 베이스라인 시나리오로 한다. 단, 동일 원예시설의 확장 및 이전 등 목질바이오매스 활용 난방 설비를 신규로 설치하는 경우일지라도 베이스라인 시나리오에서 사용하였을 난방설비를 타당한 근거를 통해 입증할 수 있는 경우에는 해당 난방설비를 베이스라인 시나리오에서 사용되었을 난방설비로 고려할 수 있다.
- 사업 활동을 통해 공급되는 난방 열량을 국내에서 원예시설 난방보급에 가장 보편적으로 사용되는 경유 온풍난방기를 이용해 공급했었다면 배출되었을 온실가스 배출량을 아래의 산정식을 이용하여 계산한다.

## 제5절 온실가스 감축량

### 1. 산정방법

본 사업의 온실가스 감축량은 사업 내 적용된 온실가스 감축 기술별로 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 나누어 구하고, 기술별 온실가스 감축량을 계산한 뒤 합산하여 산정한다.

$$ER_{Total,y} = ER_{Bio,y} + ER_{Biomass,y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Total,y}$	y년도 연간 총 배출감축량	tCO2e/년
$ER_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전 연간 배출감축량	tCO2e/년
$ER_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 연간 배출 감축량	tCO2e/년

### 가. 바이오가스 열병합 발전

바이오가스 열병합 발전시설 관련 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량은 아래와 같이 산정한다.

#### (1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 크게 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리, 전력 및 열에너지 공급, 합성 질소비료 대체와 관련된 3가지 부분으로 구분하여 산정하며, 각 부분의 베이스라인 배출량을 합산하여 바이오가스 열병합 발전의 총 베이스라인 배출량을 계산한다.

$$BE_{Bio,y} = BE_{MFW,y} + BE_{cogen,y} + BE_{fert,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$BE_{MFW,y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량 (Manure and Food Waste)	tCO2e/년
$BE_{cogen,y}$	y년도 전력 및 열에너지 생산 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

#### (가) 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리

가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같이 가축분뇨 처리와 음식물 쓰레기 처리를 나누어 산정한다.

$$BE_{MFW,y} = BE_{manure,y} + BE_{food\ waste,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{MFW, y}$	y년도 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$BE_{food\ waste, y}$	y년도 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년

우선, 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 배출량은 가축분뇨의 생물학적 처리 시 대기 중으로 배출되는 N2O, CH4 양을 계산하여, 해당 온실가스 배출량의 온실효과를 아래와 같이 계산한다.

기호	정의	단위
$BE_{manure, y}$	y년도 가축분뇨 처리 관련 베이스라인 연간 배출량	tCO2e/년
$N_{LT, y}$	y년도 가축종류 LT의 사육두수	두
$EF_{LT, N_2O, m}$	가축종류 LT의 아산화질소 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-N2O/두/년
$EF_{LT, CH_4, m}$	가축종류 LT의 메탄 배출계수 (가축분뇨 처리)	kg-CH4/두/년
$GWP_{N_2O}$	아산화질소의 지구온난화지수 (310)	-
$GWP_{CH_4}$	메탄의 지구온난화지수 (21)	-
$LT$	축산농가에서 사육되는 가축종류 (Livestock)	-

$$BE_{manure, y} = \sum_{LT} (N_{LT, y} \cdot (EF_{LT, N_2O, m} \cdot GWP_{N_2O} + EF_{LT, CH_4, m} \cdot GWP_{CH_4})) \times 10^{-3}$$

$$\text{돼지} = 30,231 \cdot (0.107 \cdot 310 + 3.00 \cdot 21) \cdot 10^{-3} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$BE_{manure, y} = 2907.32 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

가축종류	사육두수 (두)	N2O 배출		CH4 배출		배출량 (tCO2e/년)
		배출계수 (kg-N2O/두/년)	GWP	배출계수 (kg-CH4/두/년)	GWP	
돼지	30,231	0.107	310	3	21	2907.32

아산화질소 및 메탄 배출계수는 방법론에 제시된 다음 값을 적용하였다.

가축	$EF_{LT,N_2O,m}$ (kg-N <sub>2</sub> O/두/년)	$EF_{LT,CH_4,m}$ (kg-CH <sub>4</sub> /두/년)
한육우	1.377	1.000
젖소	0.529	35.994
돼지	0.107	3.000
닭	0.003	0.078
염소	0.779	0.108
말	0.802	1.202

본 사업에서 바이오가스 열병합 발전설비의 발전원료로 음식물 쓰레기는 사용되지 않으므로 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 고려하지 않는다.

$$BE_{food\ waste,y} = 0$$

위의 결과를 종합해 보면, 바이오가스 열병합 발전시설의 가축분뇨 및 음식물 쓰레기 처리 관련 베이스라인 배출량은 아래와 같다.

$$BE_{MFW,y} = BE_{manure,y} + BE_{food\ waste,y} = 2907.32tCO_2e/년$$

#### (나) 전력 및 열에너지 공급

전력 및 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량은 전력 공급과 열에너지 공급 관련 베이스라인 배출량으로 구분하여 계산한 뒤, 합산하여 산정한다.

$$BE_{cogen,y} = BE_{elec,y} + BE_{thermal,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{cogen,y}$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{elec,y}$	y년도 전력관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BE_{thermal,y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년

#### ① 전력 공급

바이오가스 열병합 발전설비를 이용하여 생산한 전력을 계통망에 공급함으로써 해당 시설이 없었더라면 추가적으로 계통망 전력을 생산하기 위해 화석연료 발전설비를 가동함에 있어서 발생하는 온실가스 배출량은 아래와 같이 전력 판매량(순 전력량)에 전력배출계수를 곱하여 계산한다.

$$BE_{elec,y} = EG_{Bio,elec,PJ,y} \cdot EF_{CO_2,grid,y}$$

기호	정의	단위
$BE_{elec,y}$	y년도 전력 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$EG_{Bio,elec,PJ,y}$	y년도 사업 내에서 생산된 순 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2,grid,y}$	전력배출계수	tCO2e/MWh

바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산되는 총 발전량은 123MWh/년이다.

발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)
56.3	6	365	123,370

본 사업에서는 총 발전량을 전부 계통망에 판매하므로 전력 공급 관련 베이스라인 배출량은

$$BE_{elec,y} = EG_{Bio,elec,PJ,y} \cdot EF_{CO_2,grid,y} = 123.37 \cdot 0.460 = 56.58 \text{ tCO}_2\text{e/년이다.}$$

총 발전량 (MWh/년)	전력배출계수 (tCO2e/MWh)	배출량 (tCO2e/년)
123.37	0.460	56.58

## ② 열에너지 공급

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 열에너지가 유리온실에 공급됨으로써 열량이 공급되지 않았더라면 난방을 위해 사용되었을 경우 온풍기를 사용하지 않게 된다. 이에 따라 감축되는 온실가스 배출량은 다음과 같이 산정한다.

$$BE_{thermal,y} = (EG_{Bio,thermal,PJ,y} / BL_{thermal}) \cdot EF_{Bio,BL,FF}$$

기호	정의	단위
$BE_{thermal, y}$	y년도 열에너지 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$EG_{Bio, thermal, PJ, y}$	y년도 바이오가스 열병합 시설 내에서 생산된 열 및 스팀의 순 열 에너지양	GJ/년
$EF_{Bio, BL, FF}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 전력 또는 화석연료의 배출계수	tCO2e/년
$\eta_{Bio, BL, thermal}$	바이오가스 시설이 없을 경우 사용되었을 화석연료를 사용하는 설비의 효율	%

바이오가스 열병합 발전시설에서 연간 176,947Mcal의 열량이 생산되지만, 바이오가스 설비 내 소화조 가운을 위해 연간 109,953Mcal이 소모된다.

최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년)
485	365	80	176,947	109,953	66,994

순 열량이 유리온실에 공급되고, 해당 열량을 베이스라인 난방설비인 경유 온풍기를 이용하여 공급하였다면 발생하였을 온실가스 배출량은 아래와 같다. (경유 온풍기 효율은 관련 통계자료를 이용하여 추정). Mcal을 GJ 단위로 환산할 때에는 에너지법 시행규칙 별표1의 에너지열량 환산기준에 따라 1Mcal당  $4.8168 \times 10^{-3}$  GJ을 적용한다.

$$BE_{thermal, y} = (EG_{Bio, thermal, PJ, y} / \eta_{Bio, BL, thermal}) \cdot EF_{Bio, BL, FF}$$

$$= 599.45 / 0.8 \times 0.0741 = 55.53 \text{ tCO}_2\text{e/년}$$

소비용도	공급열량		설비효율 (%)	배출계수 (tCO2e/GJ)	배출량 (tCO2e/년)
	(Mcal/년)	(GJ/년)			
유리온실 공급	66,994	599.45	80	0.0741	55.53

#### (다) 합성 질소비료 대체

바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 농경지에 살포함으로써 사업 활동이 없었다면 사용하였을 합성 질소비료의 생산과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 베이스라인 배출량으로 고려한다.

$$BE_{fert, y} = \sum_{f, i} (ha_{i, y} \cdot BAR_{f, i}) \times EF_{f, CO_2}$$

기호	정의	단위
$BE_{fert,y}$	y년도 합성 질소비료 대체효과 관련 베이스라인 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$ha_{i,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 생산된 액비를 살포하는 농업인 $i$ 의 농지면적	ha
$BAR_{f,i}$	사업 활동이 없었더라면 농작물 재배를 위해 농업인 $i$ 의 농지 단위 면적당 살포하였을 합성 질소비료 $f$ 의 평균 사용량	ton-비료/ha
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료

① 농지 단위 면적당 비료사용량( $BAR_{f,i}$ ) 추정

우선, 농지 단위 면적당 합성 질소비료 사용량은, 사업지역에서의 기존 합성 질소비료 및 가축분뇨 이용 상황을 정확히 알기 어려우므로, 녹색마을 방법론의 ‘합성 질소비료를 사용하지 않는 경우’의 산정방법을 적용하여 구하도록 한다. 경상남도 도청에서 가장 최근 발간한 경남 통계연보(2013)에서 발췌한 경상남도 산청군의 2012년 경지면적 및 비료사용량 정보는 아래와 같다. 비료사용량의 경우, 액비 살포대상 농경지 및 유리온실 내 재배면적에서 사용되고 있었을 합성 질소비료의 정확한 종류를 파악하는 것은 무리가 있으므로 경상남도 내에서 사용된 비료 종류별 사용량을 합산해 놓은 총 비료사용량 수치를 이용한다.

경지면적 (ha)	비료사용량 (ton)	단위 면적당 비료사용량 (ton-비료/ha)
논: 7,157 / 밭: 2,650	2,585	0.26

② 합성 질소비료 생산관련 배출계수( $EF_{f,CO_2}$ ) 추정

합성 질소비료 생산관련 배출계수는 합성 질소비료 단위질량 당 질소함량을 고려하여, 해당 비료를 생산하는 과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 비료생산량으로 나누어 구한다. 즉, 배출계수는 비료 단위질량 당 생산과정에서 배출되는 온실가스 배출량을 의미하며 아래의 계산식을 이용한다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} \times 0.82 \times 2.014$$

기호	정의	단위
$EF_{f,CO_2}$	합성 질소비료 $f$ 의 생산을 위한 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
$N_{cont,f}$	질량비를 기준으로 한 합성 질소비료 $f$ 의 질소함량	%
0.82	질소와 암모니아간의 질량비	-
2.014	암모니아 생산에 대한 보수적인 배출계수	tCO <sub>2</sub> e/tonnes NH <sub>3</sub>



배출계수를 구하기 위해서 가장 중요한 변수는 합성 질소비료의 질소함량이며, 방법론에 기술된 질소함량 산정기준 중 하나를 이용하여 구해야 한다. 각 산정기준별 간략한 설명과 함께 본 사업계획서에서 해당 기준을 적용할 수 없는 이유를 정리해 놓은 표는 다음과 같다.

기준	설명	적용불가 원인
1	기존 합성 질소비료의 질소함량	- 기존에 합성 질소비료를 사용하지 않았던 경우에는 해당 자료 없음 - 실제로 비료를 사용한 경우에도 자료 수집의 한계로 인해 질소함량 확보불가
2	‘합성 질소비료 유형별 질소함량’ 표에 명시된 수치	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 표에 있는 자료 이용불가
3	유사 합성 질소비료 질소함량 중 최저치 (2군데 이상의 제조업자에게 문의)	액비가 살포되지 않았더라면 사용하였을 합성 질소비료의 종류 파악 불가 → 유사 비료에 대한 정의 불가
4	지자체별 통계연보 이용	적용 가능
5	질소함량 중 가장 보수적 수치인 11% 이용	기준 4를 적용함으로써 배제함

경남통계연보 자료에 의하면 경남 산청군에서는 2010년 한 해 동안 총 2,585톤의 비료가 사용되었으며, 사용된 비료에 포함된 질소량은 900톤이다. 즉, 산청군 내에서 사용된 화학비료의 평균 질소함량은 35%(=900/2,585)이며, 배출계수는 아래와 같이 계산된다.

$$EF_{f,CO_2} = N_{cont,f} * 0.82 * 2.014 = 0.35 * 0.82 * 2.014 = 0.58(\text{tCO}_2\text{e/ton})$$

농지구분	액비살포면적 (ha)	비료사용량 (ton/ha)	배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
논	45ha	0.26	0.58	7
밭	7ha			1
			합 계	8

## (2) 프로젝트 배출량

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 자가생산한 전력 및 열에너지를 소모하는 것 이외에 외부 설비에서 에너지를 공급받는 경우에 프로젝트 배출량을 고려한다. 프로젝트 배출량은 소내 전력 및 화석연료 사용을 외부에서 공급받는 경우를 나누어 산정한다.

$$PE_{Bio,y} = PE_{Bio,EC,y} + PE_{Bio,FF,y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio,y}$	y년도 바이오가스 열병합 발전의 프로젝트 연간 총 배출량	tCO2e/년
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$PE_{Bio,FF,y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년

### (가) 소내 전력사용

바이오가스 열병합 발전설비 운영을 위해 필요한 전력은 전량을 계통망에서 공급받아 사용하므로 아래와 같이 소내 전력사용에 따른 프로젝트 배출량을 구한다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} \cdot EF_{CO_2,grid,y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio,EC,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$EC_{Bio,PJ,y}$	y년도 프로젝트 소내 전력 사용량	MWh/년
$EF_{CO_2,grid,y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh

소화조 교반, 분뇨이송, 퇴비교반기 운영 등에 103kWh/일, 연간 37,572kWh가 소모된다. 이 소내 소비전력을 계통망에서 공급받아 사용함으로써 발생하는 프로젝트 배출량은 아래와 같다.

$$PE_{Bio,EC,y} = EC_{Bio,PJ,y} * EF_{CO_2,grid,y} = 37.57 * 0.46 = 17.28 \text{ tCO2e/년}$$

소비 전력량 (MWh/년)	배출계수 (tCO2e/MWh)	배출량 (tCO2e/년)
37.57	0.460	17.28

### (나) 소내 화석연료 사용

바이오가스 열병합 발전시설 운영을 위해 필요한 열량은 모두 자체 공급으로 충당하고, 추가적인 열 공급을 위해 화석연료 열 생산설비를 이용하지 않으므로 소내 화석연료 사용에 의한 프로젝트 배출량은 없다.

$$PE_{Bio,FF,y} = 0$$

(다) 누출량

바이오가스 열병합 발전시설에서 발생하는 누출량은 무시한다.

$$LE_{Bio,y} = 0$$

(라) 온실가스 감축량

위의 배출량 산정결과를 종합한 표를 아래에 제시하였으며, 본 결과를 이용하여 바이오가스 열병합 발전시설 관련 온실가스 감축량을 구할 수 있다.

베이스라인 배출량 (tCO2e/년)		프로젝트 배출량 (tCO2e/년)	누출량 (tCO2e/년)	온실가스 감축량 (tCO2e/년)
가축분뇨 처리	2907.32	17.28	0	3010.15
전력 및 열 생산	112.11			
합성 질소비료 대체	8			

나. 목질 바이오매스 (목재 칩 보일러)

(1) 베이스라인 배출량

베이스라인 배출량은 목재 칩 보일러를 신규 설치하기 이전에 기존 난방설비를 베이스라인 대상으로 선정하여 연간 총배출량을 계산한다.

$$BE_y = (EG_{heat, PJ, y} / BL, FF) \cdot EF_{BL, FF}$$

기호	정의	단위
$BE_y$	y년도 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$EG_{heat, PJ, y}$	y년도 사업 내 공급된 난방관련 열 및 스팀의 열에너지양	GJ/년
$EF_{BL, FF}$	사업 활동이 없었더라면 사용되었을 기존시설에서 사용된 화석 연료의 배출계수	tCO2e/GJ
$BL, FF$	사업 활동이 없었더라면 사용되었을 기존설비의 효율	%

$$EG_{heat, PJ, y} = FC_{BL, Diesel, y} \times N \times NCV_{Diesel} \times UC$$

기호	정의	단위
$EG_{heat, PJ, y}$	y년도 사업 내 공급된 난방관련 열 및 스팀의 열에너지양	GJ/년
$FC_{BL, Diesel, y}$	y년도 사업 활동이 없었더라면 경유 온풍난방기에서 사용되었을 연간 경유소모량	L/m <sup>2</sup> · 년
$N$	열에너지 공급면적	m <sup>2</sup>
$NCV_{Diesel}$	경유 순 발열량 값 (8,420)	kcal/L
$UC$	에너지 단위환산계수 (4.1868 X 10 <sup>-6</sup> )	GJ/kcal

경상남도 산청군에 신규로 설치하게 될 시설하우스의 연간 경유사용량은 아래와 같다.

온실종류	사업지역	작물종류	야간재배온도 (C )	연료량 (L/m <sup>2</sup> · 년)	면적 (평 / m <sup>2</sup> )
비닐하우스	경남 산청	딸기	6	10.02	300/992m <sup>2</sup>

또한 목재 칩 공동보일러를 이용해 지급하게 될 마을 내 50가구의 정보는 아래와 같다.

종류	사업지역	연료량 (L/m <sup>2</sup> · 년)	면적 (평 / m <sup>2</sup> )
개인가구	경남 산청	10.02	30*50/4959m <sup>2</sup>

위 추정된 단위 면적당 연간 경유사용량을 토대로 목재 칩 보일러를 이용하여 공급될 난방 열량은 아래와 같다.

$$EG_{heat, PJ, y} = FC_{BL, Diesel, y} \times N \times NCV_{Diesel} \times UC$$

$$= 10.02 \times 5,957 \times 8,420 \times 4.168 \times 0.0000001$$

$$= 2,095(\text{GJ}/\text{년})$$

난방열량(GJ/년)	설비효율(%)	배출계수(tCO <sub>2</sub> e/GJ)	배출량(tCO <sub>2</sub> e/년)
2,095.76	90.3	0.0741	171.98

위의 표와 같이 경동나비엔 735RPS를 이용한다고 가정하고 해당 경유보일러의 설비효율을 이용하여 베이스라인 배출량을 산정한다.

$$\begin{aligned}
 BE_y &= (EG_{heat, PJ, y} / BL, FF) \cdot EF_{BL, FF} \\
 &= (2,095.76 / 0.903) \times 0.0741 \\
 &= 171.98
 \end{aligned}$$

## (2) 프로젝트 배출량

프로젝트 배출량은 목질바이오매스 원료의 전 처리과정(수집/수송/가공)으로 인해 발생하는 CO2 양과 목질바이오매스 유통과정(수송)으로 인해 발생하는 CO2 양, 사업범위 내 소내 화석연료 및 전력을 사용함으로써 발생하는 CO2 양으로 계산식은 다음과 같다.

$$PE_{Biomass, y} = PE_{Biomass, RawMaterial, y} + PE_{Biomass, TB, y} + PE_{Biomass, FF, y} + PE_{Biomass, EC, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass, y}$	y년도 바이오매스 난방공급 프로젝트 연간 총 배출량	tCO2e/년
$PE_{Biomass, RawMaterial, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 전 처리과정으로 인한 연간 배출량	tCO2e/년
$PE_{Biomass, TB, y}$	y년도 목질바이오매스 유통과정으로 인한 연간 배출량	tCO2e/년
$PE_{Biomass, FF, y}$	y년도 프로젝트 소내 화석연료사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년
$PE_{Biomass, EC, y}$	y년도 프로젝트 소내 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO2e/년

### (가) 목질바이오매스 원료의 전 처리과정으로 인한 연간 배출량

$$PE_{Biomass, RawMaterial, y} = (EF_{Biomass, CR, y} + EF_{Biomass, TR, y} + EF_{Biomass, PB, y}) \cdot BF_{PJ, Biomass, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass, RawMaterial, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 전 처리과정으로 인한 연간 배출량	tCO2e/년
$EF_{Biomass, CR, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수집과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$EF_{Biomass, TR, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수송과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$EF_{Biomass, PB, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 가공과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$BF_{PJ, Biomass, y}$	y년도 프로젝트 활동에서 사용한 연간 목질바이오매스양	ton/년

목질바이오매스 원료의 전 처리과정(수집/수송/가공)에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수(  $EF_{Biomass, CR, y}$ ,  $EF_{Biomass, TR, y}$ ,  $EF_{Biomass, PB, y}$  )는 다음과 같이 산정한다.

① 목질바이오매스 원료 수집 배출계수

$$EF_{Biomass, CR, y} = \frac{FC_{Biomass, CB, y} \cdot NCV_{Biomass, CB, FF} \cdot EF_{Biomass, CB, FF}}{BF_{Total, Biomass, y}}$$

기호	정의	단위
$EF_{Biomass, CR, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수집과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$FC_{Biomass, CB, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료량	kg, l, Nm3/년
$NCV_{Biomass, CB, FF}$	y년도 목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료의 순 발열량 값	GJ/단위연료량
$EF_{Biomass, CB, FF}$	y년도 목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료의 탄소배출계수	tCO2e/GJ
$BF_{Total, Biomass, y}$	y년도 전 처리과정으로 생산되는 총 목질바이오매스 량	ton/년

목질바이오매스 수집활동이 본 사업을 수행하지 않을 경우의 기존 수집활동과 동일함을 입증할 수 있는 경우, 온실가스 배출량은 사업 전, 후가 동일하므로 목질바이오매스 수집으로 인한 배출계수를 무시할 수 있다.

$$EF_{Biomass, CR, y} = 0$$

목질바이오매스 원료 수집에 사용된 연료량 측정이 불가능한 경우, 수집에 사용된 설비의 연비를 이용하여 계산한다.

② 목질바이오매스 원료 수송 배출계수

$$EF_{Biomass, TR, y} = \frac{\frac{BF_{RawMaterial, y}}{TL_{RawMaterial, y}} \cdot AVD_{RawMaterial, y} \cdot \frac{NCV_{Biomass, TR, FF} \cdot EF_{Biomass, TR, FF}}{FE_{RawMaterial, Truck}}}{BF_{Total, Biomass, y}}$$

기호	정의	단위
$EF_{Biomass, TR, y}$	y년도 목질바이오매스 원료의 수송과정에서 발생하는 목질바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$BF_{RawMaterial, y}$	y년도 전 처리과정에서 사용한 연간 목질바이오매스 원료량	ton/년
$TL_{RawMaterial, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 수송 트럭 용량	ton
$AVD_{RawMaterial, y}$	y년도 목질바이오매스 원료 수급지에서 가공처까지의 왕복 거리	km
$NCV_{Biomass, TR, FF}$	목질바이오매스 원료 수송 트럭에서 사용하는 연료의 순 발열량 값	GJ/단위연료량
$EF_{Biomass, TR, FF}$	목질바이오매스 원료 수송 트럭에서 사용하는 연료의 탄소 배출계수	tCO2e/GJ
$FE_{RawMaterial, Truck}$	목질바이오매스 원료 수송 트럭의 연비	km/단위연료량
$BF_{Total, Biomass, y}$	y년도 전 처리과정으로 생산되는 총 목질바이오매스 량	ton/년

$$BF_{RawMaterial, y} : 5,200 \times 1.43 = 7436 \text{ ton/년}$$

1.43 ton/목재 칩 1ton (전 과정평가를 이용한 목질연료의 배출가스량 비교, 최영섭, 강원대학교)

$$TL_{RawMaterial, y} : 1 \text{ ton}$$

$$AVD_{RawMaterial, y} : 80 \times 2 = 160 \text{ km}$$

$$NCV_{Biomass, TR, FF} : 0.03525 \text{ GJ/단위연료량}$$

$$EF_{Biomass, TR, FF} : 0.0741 \text{ tCO2e/GJ}$$

$$FE_{RawMaterial, Truck} : 12.3 \text{ km/L}$$

$$BF_{Total, Biomass, y} : 5,200 \text{ ton/년}$$

$$EF_{Biomass, TR, y} = (7,436/1) \times 160 \times (0.03525 \times 0.0741/12.3)/5,200$$

$$= 0.0485$$

농가	목재 칩 사용량 (ton/년)	원료 수송에 의한 배출량 (tCO2e/년)
경남 산청	303.27	14.74

### ③ 목질 바이오매스 원료 가공 배출계수

$$EF_{Biomass, PB, y} = \frac{(FC_{Biomass, PB, y} \cdot NCV_{Biomass, PB, FF} \cdot EF_{Biomass, PB, FF}) + (EC_{Biomass, PB, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y})}{BF_{Total, Biomass, y}}$$

기호	정의	단위
$EF_{Biomass, PB, y}$	y년도 목질 바이오매스 원료의 가공과정에서 발생하는 목질 바이오매스 1톤의 배출계수	tCO2e/ton
$FC_{Biomass, PB, y}$	y년도 목질 바이오매스 원료 가공에 사용된 연료량	kg, l, Nm3
$NCV_{Biomass, PB, FF}$	목질 바이오매스 원료 가공시 사용된 연료의 순 발열량 값	GJ/단위 연료량
$EF_{Biomass, PB, FF}$	목질 바이오매스 원료 가공시 사용된 연료의 배출계수	tCO2e/GJ
$EC_{Biomass, PB, y}$	y년도 목질 바이오매스 원료 가공에 사용된 전력량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	y년도 전력배출계수	tCO2e/MWh
$BF_{Total, Biomass, y}$	y년도 전 처리과정으로 생산되는 총 목질 바이오매스 량	ton/년

$FC_{Biomass, PB, y}$

연료	단위	연간 사용량
LPG	kg	66,044
경유	l	5,267
전력	kWh	79,874

위의 연간 연료 사용량은 목재 칩 공장의 연료 종류별 연간 사용량에 따라 알맞은 비율로 산정하였다.

$NCV_{Biomass, PB, FF}$  : 0.481 GJ/단위연료량

$EF_{Biomass, PB, FF}$

연료	순 발열량	배출계수
LPG	13780 (Kcal/Nm3), 0.05769 (GJ/L)	0.0631 (tCO2/GJ)
경유	8420 (Kcal/L), 0.03523 (GJ/L)	0.0741 (tCO2/GJ)
전력	-	0.460 (tCO2/MWh)

$EC_{Biomass, PB, y}$  : 79,874kWh

$EF_{CO_2, grid, y}$  : 0.460 tCO2e/MWh

$BF_{Total, Biomass, y}$  : 5,200 ton/년



$$EF_{Biomass, PB, y} = (66,044 \times 0.481 \times 0.05769 \times 0.0631) + (5,267 \times 0.03523 \times 0.0741) + (79,874 \times 0.00046) / 5,200 = 0.032 \text{ tCO}_2\text{e/ton}$$

$$EF_{PB, y} \cdot BF_{PJ, Biomass, y} = 0.032 \times 303.27 = 10 \text{ tCO}_2\text{e/년}$$

사업장	가공관련 배출계수	프로젝트 사용 목질 바이오매스 량	가공관련 배출량
경남 산청	0.032	303.27 ton/년	10 tCO <sub>2</sub> e/년

사업장	전 처리 관련 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	수집과정 배출계수	원료 수송 배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	가공관련 배출계수 (tCO <sub>2</sub> e/ton)	프로젝트 사용 목재 칩 양 (ton/년)
경남 산청	14.74+10=24.74	-	0.0187	0.032	303.27
계	24.74	-	-	-	303.27

(나) 목질 바이오매스 유통과정(수송)으로 인한 연간 배출량

$$PE_{Biomass, TB, y} = \frac{BF_{PJ, biomass, y}}{TL_{PJ, biomass, y}} \cdot AVD_{PJ, biomass, y} \cdot \frac{NCV_{Biomass, TB, FF} \cdot EF_{Biomass, TB, FF}}{FE_{Biomass, Truck}}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass, TB, y}$	y년도 목질 바이오매스 수송으로 인한 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$BF_{PJ, biomass, y}$	y년도 프로젝트 활동에서 사용한 연간 목질 바이오매스양	ton/년
$TL_{PJ, biomass, y}$	y년도 목질 바이오매스 수송 트럭 용량	ton
$AVD_{PJ, biomass, y}$	y년도 목질 바이오매스 가공공장(유통센터)에서 농가까지의 왕복 거리	km
$NCV_{Biomass, TB, FF}$	목질 바이오매스 수송 트럭에서 사용하는 연료의 순 발열량 값	GJ/단위 연료량
$EF_{Biomass, TB, FF}$	목질 바이오매스 수송 트럭에서 사용하는 연료의 탄소배출 계수	tCO <sub>2</sub> e/GJ
$FE_{Biomass, Truck}$	목질 바이오매스 수송 트럭의 연비	km/단위 연료량

$$\begin{aligned}
BF_{PJ, biomass, y} &: 303.27 \text{ ton/년 (이용률 89\%)} \\
TL_{PJ, biomass, y} &: 1 \text{ ton} \\
AVD_{PJ, biomass, y} &: 26 \text{ km} \\
NCV_{Biomass, TB, FF} &: 0.03525 \text{ GJ/단위연료량} \\
EF_{Biomass, TB, FF} &: 0.0741 \text{ tCO}_2\text{e/GJ} \\
FE_{Biomass, Truck} &: 12.3\text{km/1} \\
PE_{Biomass, TB, y} &= 303.27/1 \times 26 \times 0.03525 \times 0.0741/12.3 = 1.6744\text{tCO}_2\text{e/년}
\end{aligned}$$

사업장	프로젝트 사용 목재 칩 양	운송 왕복거리	운송관련 배출량
경남 산청	303.27 ton/년	26 km	1.6744 tCO <sub>2</sub> e/년

**(다) 보조(소내) 전력 사용에 따른 연간 배출량**

사업 활동 경계 내 열에너지 생산 시설의 보조(소내) 전기 사용으로 발생하는 온실가스 배출량( $PE_{Biomass, EC, y}$ )을 산정한다.

$$PE_{Biomass, EC, y} = EC_{Biomass, PJ, y} \cdot EF_{CO_2, grid, y}$$

기호	정의	단위
$PE_{Biomass, EC, y}$	y년도 프로젝트 보조(소내) 전력사용에 따른 연간 배출량	tCO <sub>2</sub> e/년
$EC_{Biomass, PJ, y}$	y년도 프로젝트 보조(소내) 전력사용량	MWh/년
$EF_{CO_2, grid, y}$	y년도 전력배출계수	tCO <sub>2</sub> e/MWh

$$\begin{aligned}
EC_{Biomass, PJ, y} &: 2 \text{ MWh/년} \\
EF_{CO_2, grid, y} &: 0.460 \text{ tCO}_2\text{e/MWh}
\end{aligned}$$

$$PE_{Biomass, EC, y} = 2 \times 260 \times 20 \times 0.00046 = 4.784 \text{ tCO}_2\text{e/년}$$

지역	전 처리 (tCO <sub>2</sub> e/년)	목재 칩운송 (tCO <sub>2</sub> e/년)	소내 전력 사용 (tCO <sub>2</sub> e/년)	배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
경남 산청	24.74	1.67	4.78	31.19
합계	24.74	1.67	4.78	31.19

### (3) 누출량

$$LE_{Biomass,y} = 0,$$

목질바이오매스 활용 난방설비를 이용해 원예시설의 온도를 유지하는 사업에서는 누출량을 무시할 수 있다.

### (4) 온실가스 감축량

온실가스 배출 감축량은 베이스라인 배출량과 프로젝트 배출량의 차이에 누출량을 고려한 것으로 계산식은 다음과 같다.

$$ER_{Biomass,y} = BE_{Biomass,y} - PE_{Biomass,y} - LE_{Biomass,y}$$

기호	정의	단위
$ER_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 연간 총 배출감축량	tCO2e/년
$BE_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 베이스라인 연간 총 배출량	tCO2e/년
$PE_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 프로젝트 연간 총 배출량	tCO2e/년
$LE_{Biomass,y}$	y년도 목질 바이오매스 관련 연간 총 누출량	tCO2e/년

$$BE_{Biomass,y} = 171.98 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$PE_{Biomass,y} = 31.19 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$LE_{Biomass,y} = 0 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

$$ER_{Biomass,y} = BE_{Biomass,y} - PE_{Biomass,y} - LE_{Biomass,y}$$

$$= 171.98 - 31.19 - 0$$

$$= 140.79 \text{tCO}_2\text{e/년}$$

## 2. 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들

온실가스 감축량 산정 시, 바이오피아에는 바이오열병합 발전과 목질 바이오매스 기술이 도입되므로, 타당성 평가 시 필요한 자료와 변수들은 아래와 같다.

가. 배출계수

자료/변수명	<i>EF</i> 기술명, <i>BL, Diesel</i> (경유 배출계수)
단위	tCO2e/GJ
설명	경유로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (2006)
적용값	0.0741
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (20.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-

자료/변수명	<i>EF</i> <i>CO<sub>2</sub>, grid, y</i>																	
단위	tCO2e/MWh																	
설명	y년도 전력배출계수																	
자료 출처	전력거래소 홈페이지																	
적용값	전력거래소에서 발표한 당해 연도 전력부문 온실가스 배출계수 사용 (없을 경우에는 최근 년도 수치 이용)																	
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 추정방법과 절차 설명	<p style="text-align: center;"><b>&lt;전력부문 온실가스 배출계수 &gt;</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>년도</th> <th>구분</th> <th>tCO<sub>2</sub>/MWh</th> <th>kgCH<sub>4</sub>/MWh</th> <th>kgN<sub>2</sub>O/MWh</th> <th>tCO<sub>2</sub>e/MWh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">2011년</td> <td>발전단</td> <td>0.442 (0.4415)</td> <td>0.0050</td> <td>0.0038</td> <td>0.443 (0.4428)</td> </tr> <tr> <td>사용단</td> <td>0.459 (0.4585)</td> <td>0.0052</td> <td>0.0040</td> <td>0.460 (0.4598)</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료 : 전력거래소</p> <p>전력거래소 홈페이지에 게시된 가장 최근값(0.460) 사용</p>	년도	구분	tCO <sub>2</sub> /MWh	kgCH <sub>4</sub> /MWh	kgN <sub>2</sub> O/MWh	tCO <sub>2</sub> e/MWh	2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)	사용단	0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)
년도	구분	tCO <sub>2</sub> /MWh	kgCH <sub>4</sub> /MWh	kgN <sub>2</sub> O/MWh	tCO <sub>2</sub> e/MWh													
2011년	발전단	0.442 (0.4415)	0.0050	0.0038	0.443 (0.4428)													
	사용단	0.459 (0.4585)	0.0052	0.0040	0.460 (0.4598)													
비고	-																	

자료/변수명	$EF_{BL, LPG}$ (LPG 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/GJ
설명	LPG로 열에너지 1GJ 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	IPCC 가이드라인 (1996)
적용값	0.063
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	IPCC 가이드라인에서 주어진 탄소배출계수 (17.2 kg-C/GJ)에 이산화탄소 톤으로 환산을 위해 44/12를 곱하여 사용
비고	-

#### 나. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$BAR_{f,i}$
단위	ton-비료/ha
설명	단위 면적당 합성화학비료의 연간 사용량
자료 출처	경남통계연보
적용값	0.26
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	경남통계연보에 제시된 2010년 산청군의 총 비료사용량을 바탕으로 평균치를 추정
비고	-

자료/변수명	$EF_{f, CO_2}$ (합성화학비료 생산관련 배출계수)
단위	tCO <sub>2</sub> e/ton-비료
설명	합성화학비료 생산 시 발생하는 온실가스 배출량
자료 출처	경남통계연보
적용값	0.58
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	경남통계연보에 제시된 2010년 산청군 총 비료사용량과 비료에 포함된 질소량을 이용하여 배출계수 산정. 산청군에서 사용되고 있는 비료의 평균적 질소함량 수치를 나타냄
비고	-

다. 목질 바이오매스

자료/변수명	$BL, Diesel$ (경유 온풍기 효율)
단위	%
설명	베이스라인에서 사용을 가정한 경유 온풍기의 설비효율
자료 출처	기존 설비 및 농림수산식품부 ‘농업용 고효율 난방기 평가’ (2008)
적용값	90.3%
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	해당 자료에 제시된 총 31개 경유 온풍기 제품의 열 이용효율 중 가장 높은 값 적용(90.3%)
비고	-

자료/변수명	$EC_{PJ,y}$						
단위	kWh						
설명	y년도 프로젝트 보조(소내) 소비 전력량						
자료 출처	칩 보일러의 설비 사양 및 추정값						
적용값	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>위치</th> <th>소비 전력량 (kWh/년)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>경남 산청</td> <td>2,000</td> </tr> </tbody> </table>	구분	위치	소비 전력량 (kWh/년)	1	경남 산청	2,000
구분	위치	소비 전력량 (kWh/년)					
1	경남 산청	2,000					
자료선택의 타당성 및 실제 적용한 측정방법과 절차 설명	별도의 전력량계 설치가 불가하여, 설비 사양을 적용하여, 260일 20시간동안 설비를 가동한다고 가정하여 소비 전력량 추정 사양을 알 수 없는 경우(경남 산청), 확보된 자료로부터 목재 칩 보일러 열공급 효율 비율에 맞추어 소내 전력량 추정						
비고	-						

### 3. 예상 온실가스 감축량

위에서 산정한 연간 베이스라인 배출량, 프로젝트 배출량, 누출량을 정리한 결과는 아래와 같다. (베이스라인 배출량은 소수점 이하 내림, 프로젝트 배출량은 소수점 이하 올림으로 정리)

구분	위치	베이스라인 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	프로젝트 배출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	누출량 (tCO <sub>2</sub> e/년)	온실가스 감축량 (tCO <sub>2</sub> e/년)
바이오 열병합발전	경남 산청	3,010	18	-	2,992
목질바이오매스	경남 산청	171	32		139
합 계		3,181	50	-	3,131

## 제6절 모니터링 계획

### 1. 모니터링 변수

본 사업에서 모니터링이 필요한 대부분의 변수들은 사업관리자를 통해 관리되어야 하며 자발적 온실가스 감축사업에서 모니터링이 필요한 자료들의 수집이 가능하다.

#### 가. 바이오 열병합 발전

자료/변수명	$N_{LT,y}$
단위	마리
설명	y년도 가축분뇨 수거대상 축사에서 사육되는 가축종류 LT 마리 수
자료 출처	경남통계연보
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 경남통계연보에서 제공하는 산청 돈가의 정보를 이용하였다. (돼지: 30,231두)
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$ha_{i,y}$
단위	ha
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전설비를 통해 생산된 액비를 살포하는 농지면적
자료 출처	현장 측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자가 제공한 면사무소의 지역 농지면적자료 이용 (논: 45ha, 밭: 7ha) 기존 액비 살포면적을 제외한 값으로 모니터링
적용된 측정방법 및 절차	주기적 기록(월 1회) 및 연간 평균치 이용
적용된 QA/QC 절차	바이오가스 열병합 발전설비에서 생산되어 개별 농가로 배포된 액비량을 월 단위로 기록하여 Cross Check
비고	-

자료/변수명	$EG_{Bio, elec, PJ, y}$								
단위	kWh								
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설에서 발전하여 계통망에 판매된 전력량								
자료 출처	현장 측정								
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자에게 받은 발전용량 및 운영계획을 이용하여 발전량 산정 (발전량 총량 판매) <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>발전용량 (kW)</th> <th>가동시간 (시/일)</th> <th>가동기간 (일/년)</th> <th>총 발전량 (kWh/년)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>56.3</td> <td>6</td> <td>365</td> <td>123,370</td> </tr> </tbody> </table>	발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)	56.3	6	365	123,370
발전용량 (kW)	가동시간 (시/일)	가동기간 (일/년)	총 발전량 (kWh/년)						
56.3	6	365	123,370						
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전자식 전력량계를 이용하여 컴퓨터에 기록된 전력생산량을 측정</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>								
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계는 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시</li> </ul>								
비고	-								



자료/변수명	<i>EG<sub>Bio, thermal, PJ, y</sub></i>			
단위	GJ			
설명	y년도 바이오가스 열병합 발전시설을 통해 유리온실로 공급된 순 열량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업자에게 받은 바이오가스 플랜트 설비사양서 중 열 생산 관련 자료를 이용하여 열량 산정하며, 향후 열량계 설치 후에는 열량계 값을 기록			
	최대열량 (Mcal/일)	가동시간 (일/년)	열 생산효율 (%)	총 열량 (Mcal/년)
	485	365	80%	176,947
	총 열량 (Mcal/년)	자가소비열량 (Mcal/년)	순 열량 (Mcal/년) (GJ/년)	
176,947	109,953	66,994	599.45	
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 바이오가스 발전시설과 유리온실 사이에 열 공급을 위해 설치된 배관 내 유량 및 온도를 측정하여 공급된 열량이 표기되는 컴퓨터 상 프로그램을 통해 확인(지열히트펌프 공급 열량과 개별 측정)</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회) 후 단위 환산(1cal=4.1868J<sup>98)</sup>)</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	유량계와 온도계는 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시			
비고	-			

## 나. 목질 바이오매스

자료/변수명	<i>EG<sub>heat, PJ, y</sub></i>		
단위	GJ		
설명	y년도 목재 칩 보일러를 통해 사업 내 공급된 난방열량		
자료 출처	사업관리자 내부자료		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업에 특성(온실종류, 사업지역, 작물재배온도)을 바탕으로 난방관련 열에너지 공급량 산정 향후 칩 발열량 및 칩 사용량을 활용하여 공급량 산정 예정		
	구분	위치	난방열량 (GJ/년)
	1	경남 산청	2,096
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 칩 발열량 및 칩 사용량을 활용하여 산정</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록 (월 1회)</li> </ul>		
적용된 QA/QC 절차	-		
비고	-		

98) 에너지법 시행규칙 제 5조 1항 별표 1 에너지열량 환산기준

자료/변수명	$NCV_{biomass, y}$
단위	GJ/ton
설명	y년도에 생산된 목질 바이오매스의 순 발열량
자료 출처	목재 칩 품질시험성적서(임업시험성적서) 또는 사업관리자 내부자료
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 국립산림과학원이 2011년 6월에 발급한 임업시험성적서의 4,540kcal/kg(19.01GJ/ton)의 단위를 환산하여 적용
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ y년도에 발간된 사업수행자가 사용하는 칩의 품질시험성적서의 평균값</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록 (최소 연 4회)</li> </ul>
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$BF_{RawMaterial, y}$						
단위	ton						
설명	연간 목질 바이오매스 원료량(입고량)						
자료 출처	현장 측정						
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	<p>본 사업계획서에서는 사업관리자 내부자료(월간 입고량)를 바탕으로 목질 바이오매스 연간 원료량(입고량) 산정</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">구분</th> <th style="width: 40%;">위치</th> <th style="width: 40%;">바이오매스 입고량 (ton/y)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">산청목재칩공장</td> <td style="text-align: center;">771.2</td> </tr> </tbody> </table>	구분	위치	바이오매스 입고량 (ton/y)	1	산청목재칩공장	771.2
구분	위치	바이오매스 입고량 (ton/y)					
1	산청목재칩공장	771.2					
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 계근대를 이용하여 측정 및 기록</li> <li>■ 원료 입고시마다 기록 후 월 단위 합계 산출</li> </ul>						
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 계근대는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정</li> </ul>						
비고	-						

자료/변수명	$BF_{Total, Biomass, y}$	
단위	ton	
설명	연간 목재 칩 총 생산량	
자료 출처	현장 측정	
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부자료(월간 생산량)를 바탕으로 칩 공장의 목재 칩 연간 생산량 산정	
	구분	위치
	목재 칩 생산량 (ton/년)	
	1	산청목재칩공장
		5,200
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 제조설비에서 포장 과정 중 측정된 무게를 컴퓨터 기록으로 확인하여 수기로 기록</li> <li>■ 월 단위 합계 산출</li> </ul>	
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 측정 저울은 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정</li> </ul>	
비고	-	

자료/변수명	$BF_{PJ, biomass, y}$	
단위	ton	
설명	y년도 프로젝트 활동에서 사용한 연간 목질 바이오매스양	
자료 출처	현장 측정	
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부자료(고객관리대장)를 통해 2011년 가을~2012년 여름의 칩 사용량을 추산하였으며, 아직 칩을 수령하지 않은 경남 산청 농가는 칩 발열량과 예상 열 공급량을 이용해 예상 사용량을 추산(향후 실제 칩 공급량 산정 예정)	
	구분	위치
	칩 사용량 (ton/년)	
	1	경남 산청
		92.15
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 목재 칩 고객 관리대장을 통해 확인</li> <li>■ 공급시마다 기록 후 월 단위 합계 산출</li> </ul>	
적용된 QA/QC 절차	-	
비고	-	

자료/변수명	$FC_{PB,y}$			
단위	kg, ℓ, Nm <sup>3</sup>			
설명	y년도 목질바이오매스 가공에 의한 소비 연료량			
자료 출처	현장 측정			
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	구분	위치	LPG (kg/년)	경유 (L/년)
	1	산청목재칩공장	66,044	5,267
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 연료요금 청구서(영수증) 확인</li> <li>■ 사용 시마다 상시 기록 후 월 단위 합계 산출</li> </ul>			
적용된 QA/QC 절차	-			
비고	-			

자료/변수명	$EC_{PB,y}$		
단위	kWh		
설명	y년도 목질바이오매스 가공에 의한 소비 전력량		
자료 출처	현장 측정		
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	구분	위치	소비 전력 (MWh/년)
	1	산청목재칩공장	79,874
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계로 측정 (전기요금 청구서)</li> <li>■ 주기적 측정 및 기록(월 1회)</li> </ul>		
적용된 QA/QC 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력량계는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정 실시</li> </ul>		
비고	-		

자료/변수명	$TL_{RawMaterial, y}$
단위	ton
설명	원료수송과정에서 목질바이오매스 수송 트럭 용량
자료 출처	현장측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에는 정확한 값을 알 수 없어 1톤으로 가정 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인
측정빈도	상시 측정 및 기록
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$TL_{PJ, biomass, y}$
단위	ton
설명	유통과정에서 목질바이오매스 수송 트럭 용량
자료 출처	현장측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에는 정확한 값을 알 수 없어 1톤으로 가정 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인
측정빈도	상시 측정 및 기록
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	$AVD_{RawMaterial, y}$								
단위	km								
설명	목질바이오매스 수급지에서 가공공장까지의 왕복거리								
자료 출처	지도 활용								
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부 자료를 바탕으로 왕복거리 산정 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>위치</th> <th>최장왕복거리 (km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>산청목재칩공장</td> <td>160</td> </tr> </tbody> </table>			구분	위치	최장왕복거리 (km)	1	산청목재칩공장	160
구분	위치	최장왕복거리 (km)							
1	산청목재칩공장	160							
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온라인 지도(다음)상 운송거리 확인</li> </ul>								
적용된 QA/QC 절차	-								
비고	-								

자료/변수명	$AVD_{PJ, biomass, y}$								
단위	km								
설명	목재 칩 가공공장에서 원예시설까지의 왕복거리								
자료 출처	지도 활용								
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	본 사업계획서에서는 사업관리자 내부 자료를 바탕으로 왕복거리 산정 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>위치</th> <th>왕복거리 (km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>경남 산청</td> <td>26</td> </tr> </tbody> </table>			구분	위치	왕복거리 (km)	1	경남 산청	26
구분	위치	왕복거리 (km)							
1	경남 산청	26							
적용된 측정방법 및 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온라인 지도(다음)상 운송거리 확인</li> </ul>								
적용된 QA/QC 절차	-								
비고	-								

자료/변수명	<i>FE</i> RawMaterial, Truck
단위	km/단위연료량
설명	원료수송 과정에서 목질 바이오매스 수송 트럭의 연비
자료 출처	현장측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	1 ton 트럭 12.3km/L를 적용 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인
측정빈도	원료 구매 시마다 측정 및 기록
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

자료/변수명	<i>FE</i> Biomass, Truck
단위	km/단위연료량
설명	유통과정에서 목질 바이오매스 수송 트럭의 연비
자료 출처	현장측정
예상 온실가스 감축량 산정을 위해 적용된 값	1 ton 트럭 12.3km/L를 적용 향후 모니터링 시에는 실제 값을 적용
적용된 측정방법 및 절차	자동차 등록증으로 확인
측정빈도	칩 수송시마다 측정 및 기록
적용된 QA/QC 절차	-
비고	-

## 2. 모니터링 계획 설명

본 사업은 사업관리자의 관리 하에 운영되고 있고, 녹색기술 설비 전문 시공업체와 원활한 의사소통이 가능하므로 해당 사업관리자가 자료 측정 및 수집에 관련하여 어려움은 없을 것으로 예상된다. 다만, 사업자는 사업 내 적용된 설비가 다양하기 때문에 측정 자료가 누락되지 않도록 유의하여 모니터링 계획을 수립하고, 모니터링 관련 조직을 구성해야 한다.

### 가. 모니터링 조직

사업관리자 중심으로 산하 모니터링 전담조직을 구성한다. 전담조직은 목재 칩 생산 관련 데이터를 관리하고, 직접 농가에 방문하여 모니터링 결과를 수집하며, 자료 보관 및 관리를 담당하고, 추후 모니터링 검증 시점에 해당 자료를 관련 기관에 제출한다.

### 나. 자료 수집 및 보관

온실가스 감축 사업과 관련된 각 모니터링 변수는 사업계획서의 데이터 수집 주기에 따라 수기로 기록하고, 모니터링 원본 자료 내 주요 내용을 따로 Excel 파일로 정리한다. 원본 자료는 Excel 파일과 별도로 자료 확보일시 순으로 정리하여 보관한다. 사업자가 1년 동안 측정하고, 직접 수기로 기록해야 하는 변수들은 아래와 같다. (상세내용은 위의 모니터링 변수 부분 참고) 원본자료 및 전자 파일은 인증 유효기간 이후 2년 까지 보관한다.

분류	측정자료 설명	주기	비고
바이오가스 열병합 발전	분뇨 수거대상 축사의 가축 종류 및 개체 수	월 1회	개체 수 변화에 관련된 증빙자료 확보
	액비 살포면적	월 1회	액비 시비량을 동시에 기록
	전력 판매량	월 1회	판매량 자료 확보 (한전 작성)
	열 공급량 (유리온실)	월 1회	-
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보

분류	측정자료 설명	주기	추가요건
베이스라인	칩 발열량	연 4회	칩 품질 자료 확보
바이오매스 운송	목질바이오매스 수급량	상시 측정	수급지 별 바이오매스양 자료 확보
	운송거리	상시 측정	자동차 등록증 등 확보
	연비	상시 측정	자동차 등록증 등 확보
목재 칩 가공	목재 칩 생산량	월 1회	칩 공장 내부자료 확보
	연료 소비량	월 1회	연료요금 청구서 확보
	전력 소비량	월 1회	전기요금 청구서 확보
목재 칩 운송	원예시설별 목재 칩 공급량	상시 측정	원예시설별 칩 공급량 자료 확보
	운송거리	상시 측정	자동차 등록증 등 확보
	연료 소비량	상시 측정	자동차 등록증 등 확보



#### 다. 교육 계획

모니터링 업무 담당자의 감축사업에 대한 이해도를 향상시키기 위하여 인증 유효기간 시작 일로부터 6개월 이내에 기후변화 및 온실가스 관련 세미나를 개최할 예정이며, 세미나 개최는 운영기관에서 담당한다.

#### 라. 계측기 검·교정 계획

모니터링 변수 측정에 필요한 계측기(ex. 계근대, 전력량계)는 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 모니터링 지침에 따라 검·교정을 실시하며, 검·교정 비용은 사업관리자가 부담한다.

### 3. 사업 추진 일정

온실가스 감축사업은 감축사업을 위한 설비의 완공 예상일인 20XX년 XX월 1일부터 시작되며 배출권 인증기간이 5년이므로 20XX년 XX월 XX일에 종료된다. 모니터링 절차 및 계획 타당성 확인을 위해 사업 첫 해에는 모니터링 보고서 제출 및 검증절차를 진행하고, 그 이후에는 배출권 발행규모가 소규모인 점을 감안하여 2년 이내로 모니터링 보고서 제출 및 검증을 실시한다. (단, 모니터링 보고서 제출기간 사이에도 사업자는 최소 1년 단위로 모니터링 결과를 기록하고, 보관한다.)

## 제4장 소유권

현재 소유권은 동국대학교 산학협력단에 있으며, 입금된 금액은 농업인에게 분배됨. 20XX년 XX월 XX일 이후 농업인에게 이전될 예정임. 사업 등록 후 모니터링 보고서 제출 이전까지 소유권 분배와 관련된 증빙을 제출할 예정.



# 부 록 2

- 가행성평가보고서



## 목 차

1. 평창군
2. 안성시
3. 예산군
4. 완주군
5. 정읍시
6. 산청군



# 가행성평가보고서

【평 창 군】

2014. 12

동국대학교





## 1장 바이오피아 사업개요

## 2장 일반현황

- 1절 지역적 특성
- 2절 기상 개황
- 3절 행정구역 현황
- 4절 인구 현황
- 5절 지목별 토지이용 현황
- 6절 농업환경현황
- 7절 축산업 현황
- 8절 바이오매스 처리시설 현황
- 9절 바이오매스 발생 및 이용현황

## 3장 바이오매스 이용계획

- 1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정
- 2절 물질양분수지 분석

## 4장 바이오피아 추진안

- 1절 사업체계
- 2절 사업추진조직 및 방침
- 3절 사업모델
- 4절 경제성분석

## 5장 관련 시설별 입지평가

- 1절 시설특성
- 2절 입지평가기준

## 6장 소요재원 및 확보방안

## 7장 관련규정 검토



# 제1장 바이오피아 사업개요

## 제1절 사업 배경

지구온난화의 방지 및 기후변화협약 대응으로 UN 등 국제사회는 기후변화 문제를 최우선 아젠다로 추진하고 있으며, 기후변화 협약에 대응하는 주요 노력들은 기후변화 완화 정책을 중심으로 이산화탄소 저감에 집중하고 있다. 우리나라의 2005년 온실가스 총배출량은 5.9억톤으로 전 세계 배출량의 1.7%를 차지하고 있다(OECD 국가 중 6위, 세계10위). 이는 1990년 대비 98.7% 증가했으며, 획기적 감축노력이 없을 경우 2020년 배출량은 2005년 대비 37.7% 증가가 예상된다. 따라서 기후변화의 심각성에 대한 관심 증가에 따른 관련 규제 및 기준 강화 움직임에 대한 농업 분야의 대응 필요하고 2004년 교토의정서의 발효로 주요 선진국들이 온실가스 감축의무를 부여받았고, 우리나라도 2013년 이후 포스트-교토 체제에서 온실가스 감축의무 대상국으로 선정될 가능성이 높아짐에 따라 2020년까지 CO2 4% 감축을 목표로 하고 있다. 그리고 산업별 온실가스 배출저감 의무부담에 대한 논의가 진행되고 있는데, 농업분야의 온실가스 배출량과 감소 추세를 보아 큰 의무부담이 예상되지는 않으나, 장기적인 농업 분야 기후변화 대응을 위한 시스템 마련이 시급하다. 이러한 환경의 변화에 맞추어 탈 화석 에너지 저탄소 사회의 조성을 추진해야 한다. 선진 외국에서는 에너지, 기후 위기에 대응하여 온실가스 감축 기법들을 건축물이나 주거단지 조성뿐만 아니라 도시계획의 차원에서 도입하고 있으며, 탄소제로 도시, 에너지 자립마을 등의 프로젝트를 개발하여 추진하고 있다. 국내에서도 주거단지, 신도시, 관광단지 등지에 에너지 자립마을 조성 구상을 발표하고 있으나, 아직 개념적인 수준 또는 시범사업 초기단계에 머물러 있는 상태이다. 산업부분에서 사용하는 에너지 소비로 인해 발생하는 탄소배출은 즉각적으로 줄이기 힘들기 때문에, 비산업부분의 수요관리를 통한 온실가스 감축이 우선되어야 함. 탄소 저감을 위해서는 부문별 감축잠재력이 가장 큰 건물부문과 이를 둘러싼 ‘도시’, ‘마을’ 차원의 관리가 필요하다.

## 제2절 사업 목적

본 사업은 농림축산식품부의 연구과제 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」에 따라 평창군 내 발생하는 바이오매스의 효율적 이용을 위한 단지의 계획수립을 통하여,

환경적으로나 경제적으로 지속가능한 농림수산업을 확립하여 농산여가의 소득을 향상시키고, 농수축산업의 물질과 양분순환을 균형 있게 유지 발전시키는데 본 사업의 목적이 있으며,

지역의 바이오매스를 재사용하여 농수축산업의 생산비 저감과 안전한 식품을 생산하고, 지역의 노동력을 창출하고 녹색성장을 실현하여 정부의 정책기조에 맞춘 사회실현을 완수하는데 그 목적이 있다.

### 제3절 기대 효과

본 사업으로 인해 얻어지는 효과는 다음과 같다.

- 농·산촌 지역의 생산비 저감과 브랜드가치 증가에 의한 농·산촌의 경제적 활성화 및 발전 도모
- 농수축산업의 에너지 비용절감효과
- 유기성 물질의 자원화 및 활용 관련 전문 인력 및 일자리 창출
- 폐기물처리비 절감, 원유대체효과, 이산화탄소 감축효과 등의 경제적 가치 창출
- 농가소득 안정화 및 에너지 자급화에 일조
- 생태계 모니터링 및 경관 보전을 통한 청정 농·산촌 사회 구현
- 지역의 사회적 통합과 소통의 기반 구축
- 바이오매스 에너지화 기술 개발을 통한 신성장 동력확보 체계구축

## 제2장 일 반 현 황

### 제1절 지역적 특성

#### 1. 지리적 위치

2018년 동계올림픽 개최예정지인 강원도 평창군은 강원도의 남부에 속하는 산악군으로서 위도상으로는 북위 37도16분에서 37도49분에 걸치고 경도상으로는 동경 128도14분에서 128도46분에 걸쳐 있다.

본 군의 동서길이는 45km, 남북길이는 60km에 달하며, 면적은 1,464.16km<sup>2</sup>에 이르고 동방은 정선군, 강릉시, 서방은 횡성군, 남방은 영월군, 북방은 홍천군과 접해 있어 5개 시군과 경계를 이루고 있다. 평창군의 경·위도상의 위치 및 면적은 표 1과 같다.

표 1 경·위도상의 평창군 위치

군청 소재지	극 단 경 도		극 단 위 도	
	방 위	동 경	방 위	북 위
강원도 평창군 평창읍 하리 210-2	동 단	대관령면 황계3리 128° 46′	남 단	미탄면 마하리 37° 16′
	서 단	방림면 운교1리 128° 14′	북 단	진부면 동산리 37° 49′

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

#### 2. 지형 및 지세

태백산맥 중에 위치하기 때문에 평균 해발고도가 600m 이상에 이르고, 특히 북·서·동 3면은 높은 산지로 둘러싸여 있으며, 남쪽으로 경사진 지형을 나타낸다. 한편, 평창읍 중리, 대화면 대화리와 안미리, 방림면 방림리 및 미탄면의 고마루마을 일대에는 석회암 용식지형인 카르스트 지형이 발달되어 있다. 또한 도암면 황계리 주변의 이른바 대관령면이라고 일컫는 평탄면과 하진부 부근의 진부면 및 봉평면 북부 일대에 분포하는 평탄면들은 옛 침식면이 융기한 것으로 우리나라 중부지방의 지형 발달을 설명하는 데 학술적으로 중요시되고 있다.

북쪽과 서쪽에는 오대산(五臺山, 1,563m)에서 분기한 차령산맥(車嶺山脈)이 뻗어 있어 계방산(桂芳山, 1,577m)·흥정산(興亭山, 1,277m)·태기산(太岐山, 1,261m)·청태산(靑太山, 1,200m)·백덕산(白德山, 1,350m) 등이 솟아 있고, 동쪽에는 황병산(黃柄山, 1,407m)·매봉(1,173m)·고루포기산(1,238m)·발왕산(發旺山, 1,458m)·박지산(博芝山, 1,394m)·백석산(白石山, 1,365m)·청옥산(靑玉山, 1,256m)·가리왕산(加里旺山, 1,561m) 등 높고 험한 산들이 연봉을 이룬다.

계방산에서 발원한 평창강(平昌江)은 속사천(束沙川)·도사천(都事川)을 합하여 남서류하면

서 덕거천(德巨川)·흥정천(興亭川)과 합류하여 남류하다가 대화천(大和川)·안미천(安味川) 등을 만나 방림면 방림리에서 계촌천(桂村川)을 합쳐 평창읍에서 심하게 곡류하면서 영월군으로 흘러들며, 오대산에서 발원한 오대천은 진부를 지난 뒤 심하게 곡류하면서 정선군으로 흘러간다. 황병산에서 발원한 송천은 대기천(大基川)을 합류하여 역시 심하게 곡류하면서 정선군으로 흘러든다. 이들 남한강의 지류들은 그 유역에 약간의 평지와 하성단구를 발달시켰다.

## 제2절 기상 개황

내륙고원지대에 위치하기 때문에 기온의 교차가 심한 대륙성기후를 나타내어 같은 위도의 어느 지역보다도 기온이 낮고 여름이 짧다. 대관령은 평창읍보다 기온이 낮으나 강수량은 훨씬 많고 일조지수가 적어 식물의 생육기간이 짧은 고랭지 기후의 특성을 나타내고 있다.

표 2 평창군 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
2005	6.6	32.3	-21.0	1,881.1	73	2,267.5	4.5	18.5	
2006	6.9	30.6	-23.5	2,112.9	76	1,861.3	3.6	17.8	
2007	7.6	30.2	-20.0	1,401.1	75	1,903.7	3.4	20.7	
2008	7.2	30.1	-26.2	1,128.6	74	2,084.4	3.3	15.5	
2009	7.4	29.9	-18.6	1,331.7	72	2,071.6	3.4	16.9	
2010	7.2	30.1	-24.0	1,217.3	73	1,999.6	3.6	18.1	
2010	1월	-8.2	8.0	-24.0	38.9	68	196.1	4.5	8.3
	2월	-3.8	14.2	-20.5	68.6	70	138.8	3.3	6.9
	3월	-1.0	13.8	-14.0	141.6	76	125.5	4.1	7.8
	4월	4.4	18.5	-6.6	43.0	63	174.4	4.1	7.8
	5월	12.6	27.3	-0.6	122.6	66	201.3	3.9	7.6
	6월	17.5	26.9	-1.7	26.5	72	238.4	2.1	5.1
	7월	21.0	29.2	12.9	115.4	82	123.8	3.5	6.4
	8월	22.2	30.1	14.6	243.7	85	98.6	2.9	5.9
	9월	15.9	29.0	-0.1	332.8	84	137.6	2.4	5.5
	10월	8.7	22.0	-6.2	32.9	81	155.8	2.4	5.5
	11월	1.9	13.5	-10.1	31.2	63	230.1	4.7	9.2
	12월	-4.3	11.2	-19.4	20.1	63	179.2	5.6	9.8

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

## 1. 기온

평창군의 과거 6년간(2005년~2010년)의 연평균 기온은 7.2℃이고, 최고 기온은 30.6℃, 최저 기온은 -26.2℃로 56.8℃의 차이가 나는 것으로 조사되었다. 2011년 기준으로 볼 때, 가장 추운 달은 1월로 평균기온은 -8.2℃이고 가장 더운 달은 8월로 평균기온은 22.2℃이며, 년 중 월 최저기온은 -24.0℃, 월 최고기온은 30.1℃로 나타났다.

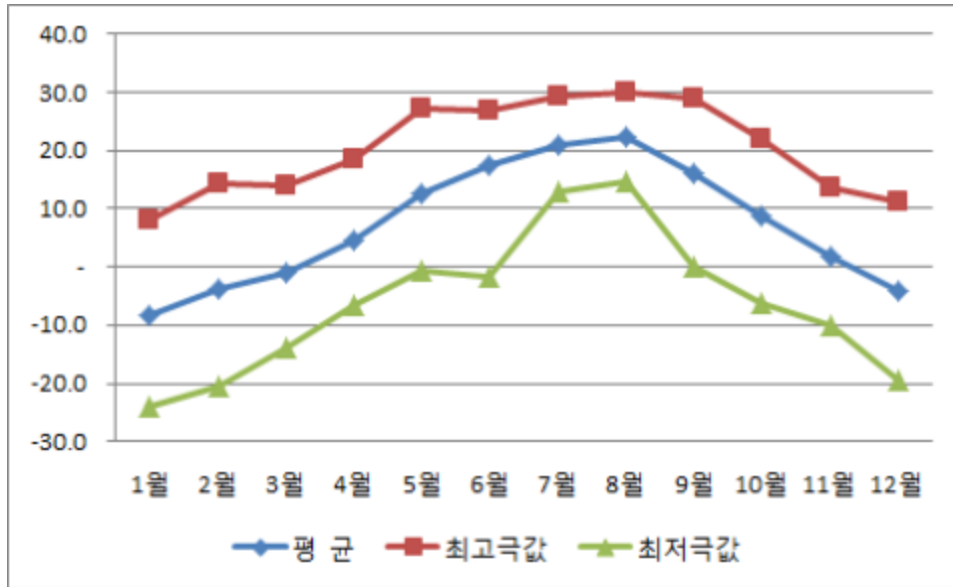


그림 1 평창군의 월별 기온현황(2010년)

## 2. 강수량

평창군의 과거 6년간(2005년~2010년)의 평균 연강수량은 1,512.2mm로 나타났고, 2010년도의 연 강수량은 1,217.3mm이며, 9월이 332.8mm로 가장 높고 12월이 20.1mm로 가장 낮게 나타났다.

표 3에서 강수량 현황을 살펴보면 연 강수량의 약 67.6%인 1,096.6mm가 여름철(6월~8월)에 집중되는 것으로 나타났다.

표 3 강수량 현황(단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	강수량
2010년	38.9	68.6	141.6	43	122.6	26.5	115.4	243.7	332.8	32.9	31.2	20.1	1,217.3

자료 : 평창군, 평창통계연보,2011

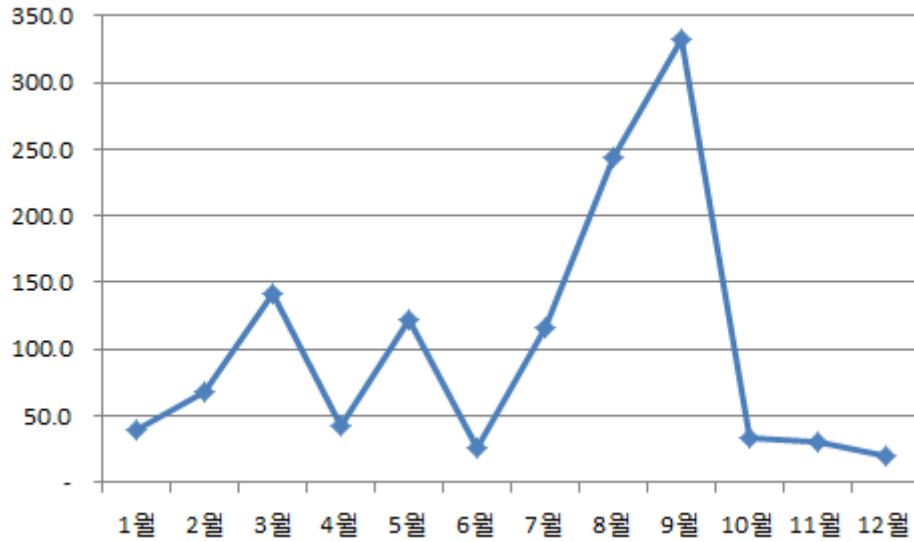


그림 2 평창군의 강수량 현황

### 3. 상대습도

평창군의 과거 6년간(2005년~2010년) 평균 상대습도는 74%이고, 2010년도의 평균 상대습도는 과거 6년간의 평균과 거의 비슷한 73%로 조사되었다. 년 중 8월의 상대습도가 85%로 가장 높고 11월이 35%로 가장 낮았다.

표 4 상대습도(단위 : %)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'10년 평균	6개년 평균
2010년	68	70	76	63	66	72	82	85	84	81	63	63	73	74

자료 : 평창군, 평창통계연보 2012



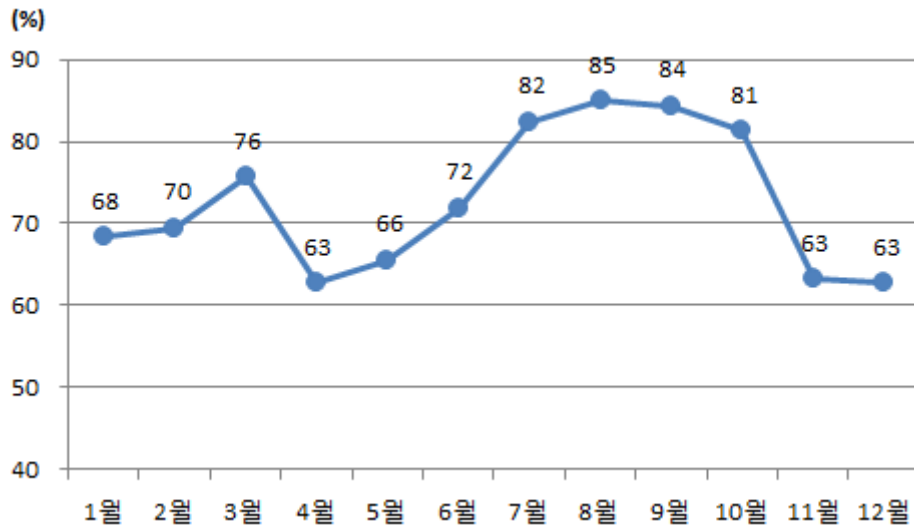


그림 3 상대습도 현황(2010년)

#### 4. 일조시간

평창군의 지난 6년간 평균 일조시간은 2,031.4시간으로 나타났으며, 최고일조시간은 2005년 2,267.5시간, 최저 일조시간은 2006년 1,861.3시간으로 조사되었다. 2010년 월별 최대 일조시간은 6월에 238.4시간이며, 최소 일조시간은 8월 98.6시간으로 조사되었다.

표 5 일조시간(단위 : hr)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'10년 계	6개년 평균
2011년	196.1	138.8	125.5	174.4	201.3	238.4	123.8	98.6	137.6	155.8	230.1	179.2	1,999.6	2,031.4

자료 : 평창군, 평창통계연보 2012

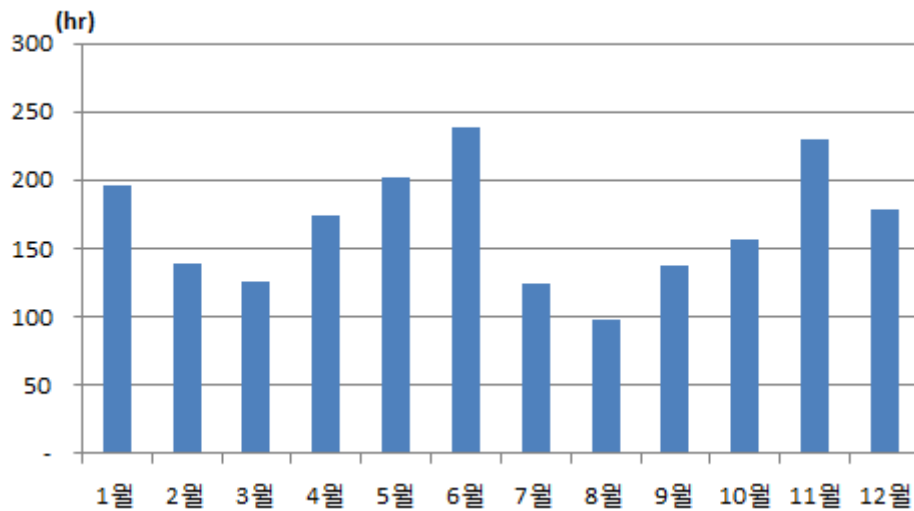


그림 4 일조시간 현황(2010년)

## 5. 일기일수

평창군의 최근 6개년(2005~2010년) 일기일수(Weather Days)를 분석해보면, 맑은 날이 83일, 흐린 날이 124일, 강우일 144일, 적설일 58일, 황사는 10일로 나타났다.

표 6 연도별 일기일수 현황(단위 : 일)

구분	맑음	흐림	강수	서리	안개	눈	뇌전	폭풍	황사
2005	116	97	138	53	127	47	13	15	8
2006	66	142	148	54	166	57	22	9	13
2007	64	138	157	100	118	64	17	12	13
2008	81	113	128	101	103	52	13	2	4
2009	82	116	139	97	122	56	14	12	10
2010	88	137	151	69	107	96	15	15	11
평균	83	124	144	79	124	58	16	11	10

자료 : 평창군, 평창통계연보 2012

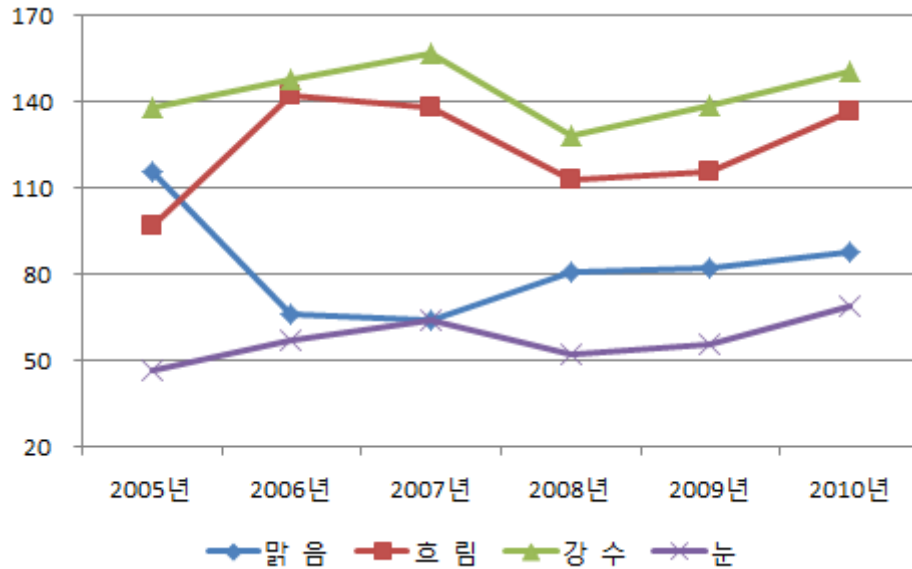


그림 5 연도별 현상일수 현황

### 제3절 행정구역 현황

평창군의 행정구역의 현황을 살펴보면 1개읍, 7개면, 188행정리, 737반의 행정구역으로 구성되어 있으며, 군의 총 면적은 1,464.16km<sup>2</sup>로 강원도 총면적 16,874.60km<sup>2</sup>의 8.7%에 해당한다.

표 7 평창군 및 사업대상지역의 일반현황

구 분	면적(km <sup>2</sup> )	구성비 (%)	읍	면	리(개소)		반
					행정	법정	
평창군	1,463.54	100	1	7	188	89	731
평창읍	161.20	11.0	1	-	41	31	143
미탄면	109.71	7.5	-	1	13	9	55
방림면	120.84	8.3	-	1	14	3	54
대화면	166.64	11.4	-	1	28	5	94
봉평면	217.29	14.8	-	1	19	9	79
용평면	135.19	9.2	-	1	15	8	52
진부면	330.97	22.6	-	1	36	18	163
대관령면	221.70	15.1	-	1	22	6	91

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011



그림 6 평창군 행정지도

## 제4절 인 구 현 황

평창군 인구는 약 19,392세대 43,939명으로 그중 남자가 22,487명, 여자 21,452명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 30명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다.

평창군 인구추이를 살펴보면 지속적인 인구감소 형태를 보이고 있으며, 연도별(2001년 ~ 2010년) 인구변화 추이는 표 8에 나타내었다.

표 8 평창군 연도별 인구변화 추이

구 분 년 도	세대수	인 구 수			인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )
		계	남	여	
2001	16,523	46,564	23,546	23,018	31.8
2002	16,971	46,347	23,464	22,883	31.7
2003	17,881	46,531	23,611	22,920	31.8
2004	17,707	45,482	23,100	22,382	31.1
2005	18,021	45,223	22,988	22,235	30.9
2006	18,226	44,595	22,731	21,864	30.5
2007	18,499	44,303	22,665	21,638	30.3
2008	18,712	44,063	22,577	21,486	30.1
2009	19,027	43,989	22,538	21,451	30.0
2010	19,392	43,939	22,375	21,247	30.0

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

한편, 2010년말 평창군 읍·면 중 인구수는 진부면이 9,892명, 평창읍이 9,224명으로 가장 많고, 대관령면, 대화면, 봉평면이 5,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다. 표 9에서 평창군 읍·면들의 인구현황을 나타내었다.

표 9 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
평창읍	3,792	9,224	57.2
미탄면	908	1,914	17.4
방림면	1,194	2,450	20.3
대화면	2,516	5,736	34.4
봉평면	2,480	5,613	25.8
용평면	1,386	3,080	22.8
진부면	4,253	9,892	29.9
대관령면	2,863	6,030	27.2
계	19,392	43,939	29.38

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

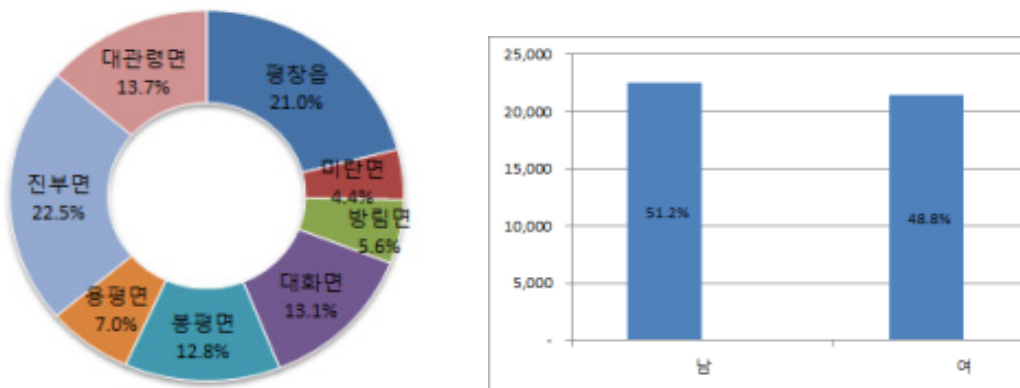


그림 7 평창군의 읍·면별 인구현황

## 제5절 지목별 토지이용현황

과거 6년간 평창군의 지목별 토지이용 변화 추이를 살펴보면 표 10에서 보는 바와 같이 임야, 전은 감소하고 대지와 도로는 증가하는 추세를 보이고 있다. 2010년 현재 평창군의 지목별 토지이용 현황은 총면적 1,463,544km<sup>2</sup> 중 임야가 1,226,327km<sup>2</sup>(83.7%), 전 120,781km<sup>2</sup>(8.3%) 순이며, 대지 및 하천은 약 2.6%인 37,620km<sup>2</sup>로 조사되었다.

표 10 지목별 토지이용현황

구 분	계	전	답	임야	대지	도로	하천	기타
2005	1,464,044	121,129	22,878	1,227,213	8,219	16,416	30,365	37,824
2006	1,464,232	120,894	22,685	1,227,689	8,639	16,668	30,365	37,292
2007	1,464,251	120,482	22,394	1,227,310	8,956	16,979	30,584	37,546
2008	1,464,161	120,183	22,082	1,227,354	9,203	17,166	31,231	36,942
2009	1,464,064	119,746	21,926	1,226,761	9,734	17,439	31,250	37,208
2010	1,463,544	120,781	19,351	1,226,327	9,994	17,780	27,626	41,685

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

## 제6절 농업환경현황

### 1. 농업 일반현황

평창군의 농업현황을 살펴보면 2010년 말 총 농가 및 농가인구는 4,995가구, 12,176명으로, 경지면적 9,621ha 중 논이 764ha, 밭이 8,857ha이다. 가구당 경지면적은 논, 밭 각각 15.3ha, 179.2ha로, 2006년 대비 농가 수 및 농가인구 뿐만 아니라 가구당 논, 밭의 경지면적은 감소하는 추세이다. 표 11에서 2005년, 2011년의 농업현황을 비교하여 나타내었다.

표 11 농가인구 및 경지면적 현황

구 분	농가 및 농가인구		경지면적(ha)					
	농가수 (호)	농가인구 (명)	계	논	밭	가구당 경지면적		
						계	논	밭
2006	5,165	13,342	10,589	914	9,675	205.0	17.7	187.3
2007	5,252	13,693	10,237	823	9,414	194.9	15.7	179.2
2008	5,177	13,355	9,940	787	9,153	192.0	15.2	176.8
2009	4,971	12,926	9,667	761	8,906	194.5	15.3	179.2
2010	4,995	12,176	9,621	764	8,857	194.5	15.3	179.2

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

## 2. 재배현황

평창군의 식량작물재배현황을 살펴보면, 식량작물(정곡)의 경우 2010년 말 총 경지면적은 3,647ha, 총생산량은 63,117톤으로 2005년 대비 경지면적 및 생산량은 감소하는 추세이다. 작물별로는 서류가 경지면적 및 생산량이 가장 크게 나타났고, 잡곡, 미곡, 두류 순이었다. 표 12에서 2005년부터 2010년의 식량작물 재배현황을 비교하여 나타내었다.

표 12 식량작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2005	4,787	83,723	934	4,568	-	-	650	2,842	409	647	2,794	75,666
2006	4,317	75,972	817	3,669	-	-	700	3,058	435	660	2,365	68,585
2007	3,758	63,337	707	3,085	-	-	638	2,727	441	666	1,972	56,858
2008	3,820	60,761	610	2,891	-	-	969	3,913	459	579	1,783	53,379
2009	3,730	68,615	584	2,926	-	-	878	3,419	494	663	1,773	61,607
2010	3,647	63,117	574	2,617	-	-	792	3,645	333	545	1,948	56,310

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

과채류작물의 경우 2010년 말 총 경지면적은 135.1ha, 총생산량은 3,766.6톤으로 2005년 대비 경지면적 및 생산량은 증가하였다. 작물별로는 호박이 경지면적 및 생산량이 가장 크게 나타났고, 토마토, 딸기, 수박, 오이 순이었다. 행정구역별로는 방림면이 경지면적 43.5ha로 가장 컸고, 대화면이 27.8ha로 뒤를 이었다. 생산량은 경지면적이 가장 큰 방림면에서 1,115.2톤으로 가장 많이 생산하였고, 진부면(702.8톤), 대화면(613.4톤) 순으로 나타났다. 표 13에서 2005년부터 2010년의 과채류 재배현황을 비교하여 나타내었다.

표 13 과채류 생산현황(단위 : ha, 톤)

구 분	계		수박		딸기		오이		호박		토마토	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2005년	86.4	3,155.3	11.2	459.4	7	126	4.4	155	55.5	1,861.5	8.1	548.4
2006년	144.9	5,125	9.9	403.4	16.1	291.8	2.4	96	103.1	3,328	13.4	1,005.8
2007년	167.8	5,959.4	2.2	88	13.4	241.2	1	100.1	138.3	4,505.5	12.8	1,024.6
2008년	163.4	5,904.2	2.2	88	14.7	264.6	1.7	170.2	131.4	4,336.2	13.4	1,045.2
2009년	167.6	6,063.6	4.8	187.2	12.6	225.3	0.8	3.2	132.1	4,340.9	17.3	1,307
2010년	135.1	3,766.6	9.6	308	13	332.7	2	78.7	91.5	1,935.1	18.7	1,106.4
평창읍	9.6	419.8	5.3	179	-	-	0.5	26.2	0.6	12.4	3.2	202.2
미탄면	12	248.1	-	-	-	-	-	-	12	248.1	-	-
방림면	43.5	1,115.2	4.3	129	1.2	30.7	-	-	33.8	699.4	4.2	256.1
대화면	27.8	613.4	-	-	-	-	1	50.4	26	537.7	0.5	19.6
봉평면	5.7	152.6	-	-	-	-	0.5	2.1	5.2	150.5	-	-
용평면	6.2	276.7	-	-	2.5	64	-	-	0.2	4.1	3.5	208.6
진부면	21	702.8	-	-	-	-	-	-	13.7	282.9	7.3	419.9
대관령면	9.3	238	-	-	9.3	238	-	-	-	-	-	-

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

엽채류 작물의 경우 2010년 말 총 경지면적은 2,429.3ha, 총생산량은 85,002.5톤으로 2005년 대비 경지면적 및 생산량은 감소하는 추세이다. 작물별로는 배추가 경지면적 및 생산량이 가장 크게 나타났고, 양배추, 상추, 시금치 순이었다. 행정구역별로는 방림면이 경지면적 693.1ha로 가장 컸고, 대화면이 27.8ha로 뒤를 이었다. 생산량은 경지면적이 가장 큰 방림면에서 27,057.8톤으로 가장 많이 생산하였고, 대화면(17,569.1톤), 봉평면(14,157.1톤) 순으로 나타났다. 표 14에서 2005년부터 2010년의 엽채류 작물재배현황을 비교하여 나타내었다.



표 14 엽채류 생산현황(단위 : ha, 톤)

구 분	계		배추		양배추		시금치		상추	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2005년	2,826.9	131,752.4	2,331.5	103,519	435.8	26,567	1	12.8	58.6	1,653.6
2006년	2,697	124,570	2,088.2	89,374	548.1	33,488.6	3.8	51.7	56.9	1,655.7
2007년	1,763.8	81,228.2	1,147.3	53,429.8	545.8	25,791.6	2.9	54.8	67.9	1,952.1
2008년	1,666.6	79,414	1,119.8	51,510.8	506.8	26,353.6	2.4	45.6	37.6	1,504
2009년	2,067.1	96,665	1,535.4	69,737	474	25,211	0.2	0.4	57.5	1,716.6
2010년	2,429.3	85,002.5	1,816.3	58,587.5	557.7	25,157	2.2	34.4	53.1	1,223.3
평창읍	30.7	1,008.3	25.9	791.5	4.3	215	-	-	0.5	1.5
미탄면	131.9	4,817	97.9	3117	34	1,700	-	-	-	-
방림면	693.1	27,057.8	666	25,372	21.4	1,566	2	34	3.7	85.8
대화면	446.6	17,569.1	265.9	8,078	175	9,360	-	-	5.7	131.1
봉평면	351.5	14,157.1	205.2	5,864	142.2	8,200	-	-	4.1	93.1
용평면	174.2	5294	106	3,149	68.2	2,145	-	-	-	-
진부면	271.2	6,735.4	215.1	6,022	45.4	459	0.2	0.4	10.5	254
대관령면	330.1	8,363.8	234.3	6,194	67.2	1,512	-	-	28.6	657.8

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

근채류작물의 경우 2010년 말 총 경지면적은 469.9ha, 총생산량은 12,788.6톤으로 2005년 대비 경지면적 및 생산량은 감소하는 추세이다. 작물별로는 무의 경지면적은 352.3ha, 생산량은 9,848.6톤을 생산하였고, 당근의 경지면적은 117.6ha, 생산량은 2,940톤으로 조사되었다. 행정구역별로는 무의 경우 봉평면, 진부면, 대관령면에서 주로 생산되었고, 당근은 대관령면에서의 생산량이 가장 많았다. 표 15에서 2005년부터 2010년의 근채류 작물재배현황을 비교하여 나타내었다.

표 15 근채류 생산현황(단위 : ha, 톤)

구 분	계		무		당근	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2005년	758.6	23,659	478.8	14,371.3	279.8	9,288.7
2006년	641.8	17,814.9	444.6	13,346.6	197.2	6,428.6
2007년	524.5	19,198.4	368.9	14,756	155.6	4,442.4
2008년	627.7	21,280.4	463.1	16,671.6	164.6	4,608.8
2009년	728.9	25,839.4	560.5	20,969	168.4	4,870.4
2010년	469.9	12,788.6	352.3	9,848.6	117.6	2,940
평창읍	3.3	94.1	3.3	94.1	-	-
미탄면	10.8	434.8	10.8	434.8	-	-
방림면	43.3	1,364.4	43.3	1,364.4	-	-
대화면	42.5	1,172.9	42.5	1,172.9	-	-
봉평면	66.4	1,712.5	65.9	1,700	0.5	12.5
용평면	50.6	1,712.8	49.6	1,687.8	1	25
진부면	96.4	2,398.1	69	1,713.1	27.4	685
대관령면	156.6	3,899	67.9	1,681.5	88.7	2,217.5

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

조미채소류작물의 경우 2010년 말 총 경지면적은 564.1ha, 총생산량은 5,921.7톤으로 2005년 대비 경지면적은 증가하였으나 생산량은 감소하였다. 작물별 경지면적의 경우 고추가 389.7ha로 가장 크게 나타났고, 파가 154.9ha로 뒤를 이었다. 생산량은 파가 3,485.2톤, 고추가 1,731톤 생산하였다. 행정구역별로는 고추의 경우 평창읍이 163.5ha에서 446.7톤으로 가장 많이 생산하였고, 파의 경우 대관령면(경지면적 74.4ha에서 1,674.5톤 생산)과 진부면(경지면적 66.1ha에서 1,486.3톤 생산)에서 많이 생산하였다. 표 16에서 2005년부터 2010년의 조미채소류 재배현황을 비교하여 나타내었다.

표 16 조미채소류 생산현황(단위 : ha, 톤)

구 분	계		고추		파		양파		생강		마늘	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2005년	537.6	9,924	396.4	3,816.7	47.9	1,477.2	86	4,572.4	0.3	3.6	7	54.1
2006년	777.1	5,550.8	625.7	1,314.2	146.4	4,567.6	0.7	36	0.7	8.4	3.6	27.7
2007년	835.2	8,277.7	658.4	1,922.6	147.9	5,043.3	22.9	1,259.9	1.2	15.5	4.7	36.4
2008년	793.6	7,515.9	629.6	1,825.7	143.1	4,866.8	14.5	770.1	0.9	11.6	5.4	41.6
2009년	1,120.5	8,188.5	962	2,771	139	4,712	12.4	649.1	0.1	1.2	7	55.2
2010년	564.1	5,921.7	389.7	1,731	154.9	3,485.2	12.4	649.1	0.1	1.2	7	55.2
평창읍	169.6	525.4	163.5	446.7	1.5	33.7	0.3	15	0	0	4.3	30
미탄면	50	164	48.4	152.8	0	0			0	0	1.6	11.2
방림면	52.5	460.1	51.2	396.9	0	0	1.1	55	0.1	1.2	0.1	7
대화면	41.1	213.9	39.1	156.9	0	0	1	50	0	0	1	7
봉평면	15.7	211.2	10.7	95.4	4.9	110.7	0.1	5.1	0	0	0	0
용평면	32.4	380	24.4	200	8	180			0	0	0	0
진부면	125.5	2,156.6	51.5	252.3	66.1	1,486.3	7.9	418	0	0	0	0
대관령면	77.3	1,810.5	0.9	30	74.4	1,674.5	2	106	0	0	0	0

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

특용작물의 경우 2010년 말 총 경지면적은 13ha, 총생산량은 8톤으로 2005년 대비 경지면적 및 생산량은 증가하였다. 표 17에서 2005년부터 2010년의 식량작물 재배현황을 비교하여 나타내었다.

표 17 특용작물 생산량(단위 : ha, 톤)

구 분	참깨			들깨			땅콩		
	면적	생산량	kg/10a	면적	생산량	kg/10a	면적	생산량	kg/10a
2005년	5	2.7	54	61.3	37.6	61	-	-	-
2006년	27.5	15.1	55	158.2	98	62	-	-	-
2007년	29	17.4	60	139.3	166.8	120	-	-	-
2008년	6.5	3.9	60	111.2	83.4	75	-	-	-
2009년	13.3	7.6	55	115	63	55	-	-	-
2010년	13	8	60	123	124	101	-	-	-
평창읍	4	2	50	35	37	105.7	-	-	-
미탄면	7	4	57.1	37	40	108.1	-	-	-
방림면	-	-	-	17	16	94.1	-	-	-
대화면	1	1	100	10	9	90	-	-	-
봉평면	1	1	100	6	5	83.3	-	-	-
용평면	-	-	-	11	11	100	-	-	-
진부면	-	-	-	6	5	83.3	-	-	-
대관령면	-	-	-	1	1	100	-	-	-

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

### 3. 친환경농업 현황

평창군의 친환경농업 인증면적은 표 18과 같이 2010년 기준 454ha로 나타났다. 이 중 특히 가축분뇨 퇴.액비의 활용도가 큰 무농약 및 저농약 농산물의 인증면적이 각각 220 ha, 172ha로 전체 인증면적의 86%를 차지한다.

표 18 친환경농업 현황

구분	인증건수(건)	인증농가(호)	인증면적(ha)	인증량(kg)
유기농산물	24	34	62	1,215
무농약농산물	90	123	220	6,811
저농약농산물	20	64	172	5,402
합계	134	221	454	13,428

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

### 4. 화학비료 사용현황

평창군의 2010년도 총 비료성분 공급량은 4,795 톤/년이고, 질소 2,506 톤/년, 인산 943 톤/년, 칼리 1,346 톤/년으로 나타났다.

표 19 화학비료 성분별 공급량

구분	비료성분 (톤/년)			합계 (톤/년)
	질소질(N)	인산질(P2O5)	칼리질(K2O)	
공급량	2,506	943	1,346	4,795

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

### 5. 가축분뇨 중 비료성분 발생현황

평창군 관내의 가축분뇨에서 기인하는 비료성분량을 표 20의 가축분뇨의 일반적인 조성비로 계산한바 표 21과 같다. 연간 가축분뇨로부터 발생하는 질소성분량은 2,540.1 톤, 인산이 1,317.6 톤, 칼리가 1,434.7 톤이다.

표 20 가축분뇨의 일반적 조성

축종별	구분	질소(N)	인산(P2O5)	칼리(K2O)
		%		
젖소	분	0.33	0.49	0.49
	뇨	1.02	0.27	0.27
한육우	분	0.50	0.60	0.18
	뇨	0.68	0.07	0.60
돼지	분	0.96	0.83	0.42
	뇨	0.80	0.09	0.53
닭	분	1.39	0.62	0.68

자료 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정 연구(농촌진흥청, 2008)

표 21 가축분뇨 중 비료성분 발생량

축종별	구분	발생량 (kg/일)	사육두수 (두, 수)	분뇨발생량 (톤/년)	비료성분별 발생량(톤/년)		
					N	P2O5	K2O
젖소	분	34,790.4	1,812	12,698.5	41.9	62.2	62.2
	뇨	19,750.8			73.5	19.5	19.5
한육우	분	128,680	16,085	46,968.2	234.8	281.8	84.5
	뇨	916,84.5			227.6	23.4	200.8
돼지	분	6,976.5	8,019	2,546.4	24.4	21.1	10.7
	뇨	13,953.1			40.7	4.6	26
닭	분	1,526.8	17,857	557.3	7.7	3.5	3.8
합계		297,362.1	43,773	108,537.2	650.8	416.1	408.5

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

## 제7절 축산업 현황

### 1. 가축사육 현황

평창군의 가축사육현황을 살펴보면 한우 및 젖소가 850호에서 총 17,897마리, 돼지가 25호에서 8,019마리, 닭, 오리, 거위 등의 가금(家禽)류가 607호 18,471마리를 사육하는 것으로 조사되었다. 평창군의 가축사육현황을 표 22에 나타내었다.

표 22 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2004년	1,068	11,299	28	2,643	22	12,134	553	9,278
2005년	1,010	12,032	26	2,589	25	10,986	508	11,862
2006년	999	12,913	21	2,280	22	9,876	12	9,403
2007년	883	14,331	20	2,364	33	12,561	1	6,500
2008년	845	15,008	20	2,269	26	6,643	2	11,000
2009년	859	15,570	22	2,337	23	9,101	543	15,885
2010년	833	16,085	17	1,812	25	8,019	557	17,857

주) 3천수 이상 사육농가 대상 전수조사자료임  
 자료 : 평창군, 평창통계연보

## 2. 가축분뇨 발생 현황

2010년 평창군의 가축분뇨 배출현황을 살펴보면 한우 및 젓소가 105,367톤, 돼지가 14,927톤, 닭이 557톤 배출하는 것으로 조사되었다. 평창군의 가축분뇨배출량 산정에 사용된 가축별 배출원단위 및 행정구역별 가축분뇨배출현황을 표 23에 나타내었다.

표 23 가축별 배출원단위

축종별 (단위)	환경부고시('99)				'08 배출원단위			
	분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소·말 (L/두·일)	10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젓소 (L/두·일)	24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지 (L/두·일)	1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계 (L/1,000수·일)	미고시			124.7			124.7
	육계 (L/1,000수·일)	미고시			85.5			85.5

표 24 2010년 평창군 읍면별 축종별 가축분뇨배출량

구분	계 (톤/년)	한육우 (톤/년)	젓소 (톤/년)	돼지 (톤/년)	닭 (톤/년)
계	120,852	80,433	24,934	14,927	557
평창읍	30,354.1	21,500.5	7,773	1,029.4	51.2
미탄면	9,375.2	8,830.3	-	526.8	18.1
방림면	7,902.6	6,158.2	1,675.3	39.1	30
대화면	22,234.2	9,930.6	10,957.7	1,303.1	42.9
봉평면	7,813.9	7,668.3	-	119.1	26.5
용평면	12,992.9	3,677	-	9,009.7	306.2
진부면	10,646.7	7,702	-	2,889	55.7
대관령면	19,531.9	14,966.1	4,528	11.2	26.7

### 3. 가축분뇨 처리 현황

평창군의 경우 별도의 가축분뇨 공동처리장 없이 개별농가별로 처리되고 있는 것으로 조사되었다. 평창군의 가축분뇨처리현황 을 표 25에 나타내었다.

표 25 평창군 가축분뇨 처리현황(단위 : 톤/년, %)

연도	발생량(%)	자원화			개별농가 정화처리	공공처리장 정화처리	기 타
		소계	퇴비	액비			
2010	120,852 (100.0%)	115,606 (96%)	107,606 (89%)	8,000 (7%)	5,246 (4%)	- (0%)	- (0%)

주) 기타 : 타 시·군 배출 및 해양 배출( '12년 이전엔 가능)

자료 : 평창군 농업기술센터 친환경농업축산과

## 제8절 바이오매스 처리시설 현황

### 1. 하수 및 분뇨처리시설

#### 가. 하수처리시설 현황

2011년 기준 평창군의 공공하수처리시설은 표 26과 같이 16개소의 하수처리시설이 운영중에 있다.

표 26 평창군 공공하수처리시설 현황

지역	시설명	소재지	시설용량(m <sup>3</sup> /일)				처리 효율(%)	처리 공법
			계	물리적	생물학적	고도		
평창군	16개소		36,193	-	16,435	19,758	91.5%	
	주진	주진리 590-2	150	0	150	0	89.5	접촉산화법
	하일	하일리 6	50	0	0	50	97.1	막분리공법
	창리	창리 730	200	0	0	200	98.0	활성슬러지+SB AF
	방림	방림리 1181-2	170	0	0	170	97.5	CNR
	계촌	계촌리 1361-4	170	0	0	170	96.3	B3
	대화	하안미리 2055-7	1,000	0	0	1,000	99.3	MBR
	창동	창동리 421-7	250	0	250	0	97.4	접촉산화법
	면은	면은리 1121-52	480	0	0	480	95.0	선회와류식 SBR
	장평	장평리 323-3	250	0	250	0	97.4	접촉산화법
	용진	용진리 169-1	100	0	0	100	97.7	B3
	노동	노동리 1002-1	200	0	0	200	88.1	B3
	진부	하진부리 353	4,100	0	0	4,100	99.4	MBR
	동산	동산리 27-3	200	0	200	0	97.6	접촉산화법
	간평	간평리 734-3	40	0	0	40	88.2	CNR
	대관령	수하리 156-15	5,000	0	0	5,000	99.3	SBR(ICEAS)
횡계3리	횡계3리 9-2	50	0	0	50	98.0	B3	

자료 : 환경부, 2010년 하수도 통계

### 나. 폐수처리시설 현황

평창에서는 별도의 폐수종말처리장은 존재하지 않고 있다.



### 다. 분뇨처리시설 현황

평창군 전역에 발생하는 분뇨발생량은 2010년 1일 평균 43.1 m<sup>3</sup>/일(분뇨 2.1 m<sup>3</sup>/일, 정화조 오니 41.0 m<sup>3</sup>/일)로서 인구 감소에 따라 분뇨배출량은 점차 줄어드는 추세이다. 이에 연도별 분뇨발생량과 수거 및 처리량을 표 27에 나타내었다.

표 27 분뇨배출 및 처리현황

구분 연도별	배출량(kl/일)			수거처리 (kl/일)				처리율 (%)
	계	분뇨	정화조 오니	계	위생 처리장	저장 탱크	기 타	
2007	45.5	2.7	42.8	45.5	45.5	-	-	100
2008	46.2	2.2	44.0	46.2	46.2	-	-	100
2009	42.6	2.1	40.5	42.6	42.6	-	-	100
2010	43.1	2.1	41.0	41	41	-	-	96.2

자료 : 평창군, 평창통계연보, 2011

## 2. 폐기물 매립지 및 소각시설

### 가. 쓰레기 처리 현황

평창군의 생활폐기물 관리구역은 전체 행정구역 1,463 km<sup>2</sup> 중 100 %가 관리구역으로 지정되어 있어 전국 생활폐기물 관리구역 지정률 97.3 %보다 높은 것으로 나타났다.

또 평창군의 생활폐기물 발생량은 표 28에 나타난 것처럼, 총 157.1 톤/일로서, 매립 14.6톤/일(9.3%), 소각 14.0 톤/일(8.9%), 재활용 128.5톤/일(81.8%)로 처리되고 있다.

표 28 평창군의 생활폐기물 관리구역 현황

전체 행정구역			생활폐기물 관리구역			생활폐기물 관리제외지역		
면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수
1,463	43,577	8	1,463	43,577	8	-	-	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

표 29 평창군 생활폐기물 발생량 및 처리 현황(단위 : 톤/일, %)

발생량(톤/일) 및 처리현황		총 계	종량제에 의한 혼합배출		재활용가능 자원 분리배출	남은 음식물류 배출
			가연성	불연성		
처리방법	총 계	45.2	16.5	2.4	16.7	9.6
	비 율	100.0%	36.5%	5.3%	36.9%	21.2%
	매 립	2.4	0.0	2.4	0.0	0.0
	비 율	5.3%	0.0%	5.3%	0.0%	0.0%
	소 각	14.8	14.8	0.0	0.0	0.0
	비 율	32.7%	32.7%	0.0%	0.0%	0.0%
	재활용	28.0	1.7	0.0	16.7	9.6
	비 율	61.9%	3.8%	0.0%	36.9%	21.2%

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 폐기물 매립지 시설현황

평창군 관내에 운영 중인 폐기물 매립시설은 평창군 미탄면 창 1010번지 일원에 위치하며 총 매립지 면적 13,541 m<sup>2</sup>, 총 매립용량 120,168 m<sup>3</sup>로, 2011년 현재 총 매립용량의 18.4 %인 22,096 m<sup>3</sup>이 매립되어 있다.

표 30 평창군 폐기물매립장 현황

구 분	내 용
위 치	강원 평창군 미탄면 창리 1010번지
총 매립지 면적(m <sup>2</sup> )	13,541 m <sup>2</sup>
총 매립용량(m <sup>3</sup> )	120,168 m <sup>3</sup>
기 매립량(m <sup>3</sup> ) - '11년까지	22,096 m <sup>3</sup>
잔여매립 가능량(m <sup>3</sup> )	98,072 m <sup>3</sup>
사용기간	2008년 ~ 2021년
설치비	9,186 백만원(국비+지방비)

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

## 제9절 바이오매스 발생 및 이용현황

### 1. 폐기물계 바이오매스 발생현황

#### 가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
음식물쓰레기(계)	3,504.0
-가정생활계	2,664.5
-사업장생활계	839.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
가축분뇨(계)	108,495.0
-젓소분뇨	19,908.0
-한우(소,말)분뇨	80,948.0
-양돈분뇨	7,639.0
-계분뇨	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 다. 오니계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
오니(계)	3,796.0
-하수처리오니	3,723.0
-정수처리오니	-
-공정오니	-
-폐수처리오니	73.0

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
폐식용유(계)	-
-생활계	-
-사업생활계	-
-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
일반폐기물목재(계)	401.5
-생활계	0.0
-사업생활계	401.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
종이(계)	2,044.0
-종량제봉투배출	1,423.5
-재활용분리배출	620.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
폐목재(계)	2,737.5
-사업장배출시설계	2,336.0
-건설폐기물(건설폐제)	401.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
폐지(계)	-
-사업장배출시설계	-
-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	839.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

2. 미이용계 바이오매스 발생현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)	24,476
-벼짚	2,620
-왕겨	18.3
-보릿짚	-
-옥수수대	4,162
-콩대	450
-고구마줄기	190
-감자줄기	10,095
-수박줄기	169
-오이줄기	43
-호박줄기	1,062
-토마토대	359
-참깨줄기	46
-들깨줄기	761
-고추대	4,501

나. 목본계 농산부산물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
목본계 농산부산물(계)	225
-사과전정지	171
-포도전정지	34
-배전정지	20

다. 임지잔재 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
임지잔재(계)	543,650.00
침엽수	191,835.56
활엽수	268,316.38
혼효림	83,498.06

3. 폐기물계 바이오매스 이용현황

가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
음식물쓰레기(계)	3,504.0
-가정생활계	2,664.5
-사업장생활계	839.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
가축분뇨(계)	115,611.05
-젓소분뇨	24,934.00
-한우(소,말)분뇨	80,438.00
-양돈분뇨	10,239.05
-계분뇨	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

다. 오니계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
오니(계)	3,796.0
-하수처리오니	3,723.0
-정수처리오니	-
-공정오니	-
-폐수처리오니	73.0

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
폐식용유(계)	-
-생활계	-
-사업생활계	-
-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
일반폐기물목재(계)	401.5
-생활계	-
-사업생활계	401.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
종이(계)	693.5
-종량제봉투배출	73.0
-재활용분리배출	620.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
폐목재(계)	2,701.0
-사업장배출시설계	2,299.5
-건설폐기물(건설폐제)	401.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
폐지(계)	-
-사업장배출시설계	-
-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	839.5

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

4. 미이용계 바이오매스 이용현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)	1,114.89
-볏짚	1,025.17
-왕겨	89.72



나. 임지잔재 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
임지잔재(계)	195.00
침엽수	65.80
활엽수	79.49
혼효림	49.71

## 제3장 바이오매스 이용계획

### 제1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정

#### 1. 바이오매스 부존량

##### 가. 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	3,504.00	65.80	1,518.28	48.90	585.97	1.82
		종량제 봉투배출	839.50	72.80	1,155.10	50.66	115.68	0.26
		재활용 분리배출	2,664.50	63.60	1,632.70	48.35	468.94	1.58
	가축 분뇨 (계)	소계	121,081.00	88.25	3,894.10	40.94	5,220.12	49.65
		젓소 분뇨	24,934.00	90.60	3,847.00	41.06	768.38	7.20
		한우 분뇨	80,438.00	87.12	3,847.00	41.06	4,280.96	40.11
		양돈 분뇨	14,927.00	94.08	4,516.00	39.40	178.18	2.04
		닭 오리	782.00	76.30	3,194.33	48.50	-	-
	오니	소계	3,796.00	76.92	646.03	45.69	400.30	0.57
		하수처리 오니	3,723.00	77.30	633.33	45.66	385.85	0.54
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	73.00	57.53	1,293.67	47.37	14.69	0.04
	폐 식용유	소계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
	목재	소계	401.50	23.00	3,424.00	47.80	147.78	1.06

		중량제 봉투배출	-	20.90	3,495.20	48.14	-	-
		재활용 분리배출	401.50	23.00	3,424.00	47.80	147.78	1.06
	종이	소계	<b>2,044.00</b>	<b>17.30</b>	<b>3,159.89</b>	<b>44.71</b>	<b>755.68</b>	<b>5.34</b>
		중량제 봉투배출	1,423.50	18.70	3,073.80	44.77	518.13	3.56
		재활용 분리배출	620.50	14.10	3,357.40	44.56	237.51	1.79
	폐목재	소계	<b>2,737.50</b>	<b>11.43</b>	<b>3,817.33</b>	<b>60.60</b>	<b>1,469.23</b>	<b>9.26</b>
		사업장 배출시설계	2,336.00	11.43	3,817.33	60.60	1,253.74	7.90
		건설 폐기물	401.50	11.43	3,817.33	60.60	215.49	1.36
	폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
		동식물성 잔재물	839.50	56.47	2,388.67	52.22	190.84	0.87
	<b>폐기물계 합계</b>		<b>134,403.50</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8,769.91</b>	<b>68.56</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

#### 나. 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	<b>2,968.65</b>	<b>51.52</b>	<b>3,759.78</b>	<b>41.70</b>	<b>607.08</b>	<b>5.47</b>
		벼짚	2,440.89	59.86	3,710.00	41.10	402.69	3.63
		왕겨	527.76	12.97	3,990.00	44.50	204.39	1.83
	잡곡	소계	<b>5,088.65</b>	<b>72.65</b>	<b>3,990.00</b>	<b>47.73</b>	<b>664.28</b>	<b>5.55</b>
		옥수수줄기	5,088.65	72.65	3,990.00	47.73	664.28	5.55
	맥류	소계	<b>0.25</b>	<b>59.86</b>	<b>3,710.00</b>	<b>41.10</b>	<b>0.04</b>	<b>0.0004</b>
		보릿짚	0.25	59.86	3,710.00	41.10	0.04	0.0004
	두류	소계	<b>495.00</b>	<b>65.71</b>	<b>4,490.00</b>	<b>48.70</b>	<b>82.66</b>	<b>0.76</b>
		콩줄기	495.00	65.71	4,490.00	48.70	82.66	0.76
	서류	소계	<b>23,174.04</b>	<b>90.08</b>	<b>3,512.68</b>	<b>42.70</b>	<b>981.66</b>	<b>8.08</b>

	고구마줄기	163.20	90.01	3,890.00	42.70	6.96	0.06
	감자줄기	23,010.84	90.08	3,510.00	42.70	974.70	8.01
과채류	<b>소계</b>	<b>848.24</b>	<b>70.61</b>	<b>4,010.80</b>	<b>45.48</b>	<b>112.79</b>	<b>1.00</b>
	수박잔사	64.40	84.37	4,060.00	44.10	4.44	0.04
	오이잔사	55.20	43.11	3,920.00	45.00	14.13	0.12
	호박잔사	303.60	52.22	4,060.00	45.00	65.28	0.59
	토마토줄기	425.04	85.23	3,980.00	46.10	28.94	0.25
조미 채소	<b>소계</b>	<b>1,207.80</b>	<b>79.72</b>	<b>4,480.00</b>	<b>48.30</b>	<b>118.31</b>	<b>1.10</b>
	고추줄기	1,207.80	79.72	4,480.00	48.30	118.31	1.10
특용 작물	<b>소계</b>	<b>343.36</b>	<b>15.38</b>	<b>4,202.91</b>	<b>47.74</b>	<b>138.70</b>	<b>1.22</b>
	참깨줄기	24.36	15.38	4,110.00	46.90	9.67	0.08
	들깨줄기	319.00	15.38	4,210.00	47.80	129.03	1.14
과실류	<b>소계</b>	<b>247.49</b>	<b>33.04</b>	<b>4,688.66</b>	<b>50.42</b>	<b>83.55</b>	<b>0.78</b>
	사과전정지	244.69	32.88	4,687.50	50.40	82.78	0.77
	포도전정지	2.80	47.20	4,790.00	52.10	0.77	0.01
	배전정지	0.00	25.94	4,590.00	49.90	0.00	0.00
임지 잔재	<b>소계</b>	<b>1,299,826.53</b>	<b>41.14</b>	<b>4,827.69</b>	<b>49.70</b>	<b>378,622.50</b>	<b>3,665.19</b>
	침엽수	438,626.94	64.00	5,000.00	50.70	80,058.19	789.53
	활엽수	529,850.71	25.00	4,706.00	49.00	194,720.14	1,870.11
	혼효림	331,348.88	36.70	4,794.20	49.51	103,844.18	1,005.55
<b>미이용계 합계</b>		<b>1,334,200.01</b>				<b>381,411.57</b>	<b>3,689.15</b>
<b>폐기물계/미이용계 합계</b>		<b>1,468,603.51</b>				<b>390,548.65</b>	<b>3,762.09</b>

## 2. 바이오매스 이용 목표

대상지역	강원도 평창군					
면적	1,464.16 km <sup>2</sup>	인구	43,939 명			
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•다량의 임목부산물 발생</li> <li>•산간지 중심이라 도시가스의 도입이 어려움</li> <li>•리조트, 펜션 등 대형에너지소비시설이 다수 존재함</li> </ul>					
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스	부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률	
	폐기물계 바이오매스	134,404	127,547		92%	
	음식물쓰레기	가축분뇨	3,504	3,504	사료, 퇴비	100%
		젓소	121,081	115,611	퇴·액비	95%
		한우	24,934	24,934	퇴비	100%
		양돈	80,438	80,438	퇴비	100%
		양돈	14,927	10,239	퇴·액비	69%
		닭·오리	782	-	-	0%
		오니	3,796	3,796	연료, 부숙토	100%
		폐식용유	-	-	-	0%
		목재	402	402	소재	100%
		종이	2,044	694	소재	34%
	종량제봉투	재활용분리	1,423	73	소재	5%
		재활용분리	621	621	소재	100%
	폐목재	2,738	2,701	연료(소각)	99%	
	폐지	43	-	-	0%	
	동식물성 잔재물	840	840	퇴비, 사료	100%	
미이용계 바이오매스	1,334,200	195	연료(소각)	0.07%		
농산부산물	농산부산물	34,126	1,115	사료, 퇴비, 부숙토	33.58	
	임산부산물	1,300,074	195	연료(소각)	0.02%	
바이오매스 활용시설 (기준)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설		
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비	
	시설명	없음	없음	없음	없음	
	원료	없음	없음	없음	없음	
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대량 목재칩 제조시설 건립을 통한 임산부산물 활용(고형연료화, 열이용)</li> <li>•소규모 바이오가스플랜트 설치를 통한 돈분의 자원화</li> </ul>					
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요					
바이오매스 이용목표	현황(2012년)	단기목표(2017년)	장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 1,468,604 TC</li> <li>•이용량: 8,627 TC</li> <li>•이용률: 2.2%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(20톤/일) 설치- 돈분뇨 4,600톤 신규 이용</li> <li>•목재칩 제조설비 설치(5,200톤/년 생산) - 임산부산물 8,125톤 신규 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 2.9%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•종량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>•임지잔재 등 임산부산물 발생량의 20% 이용</li> <li>•농산부산물 40% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 21.7%</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 807 TC</li> <li>•에너지이용률: 0.2%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,521 TC</li> <li>•에너지 이용목표(탄소환산): 0.9%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 80,042 TC</li> <li>•에너지 이용목표(탄소환산): 20.5%</li> </ul>			

## 제2절 평창군 양분 수지분석

양분의 투입에서 산출까지의 각 단계별 양분수지를 그림 8을 바탕으로 추정하면, 축종별로 발생하는 가축분뇨는 자원화처리를 거쳐 농경지에 환원되거나 정화시설을 통해 하천에 방류된다.

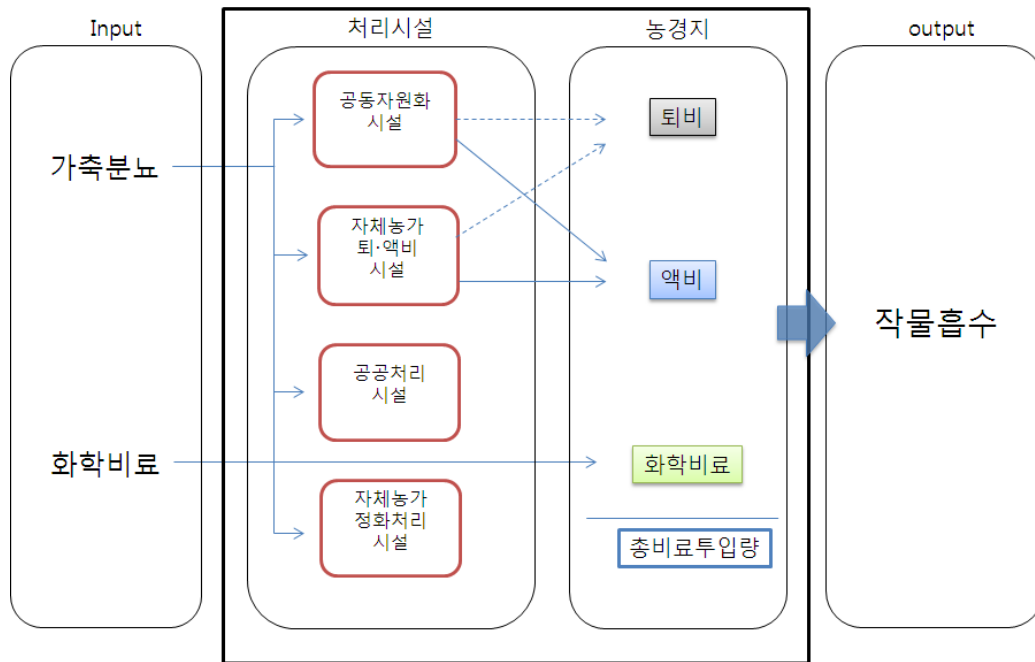


그림 8 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도

수확모형은 지역별로 가능한 모든 경로와 요인들을 고려하여 물질흐름을 표현하고자 하였다. 우리나라의 가축분뇨 유래 퇴·액비 흐름을 살펴보면 일반적으로 공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입되어 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어진다.

이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 그림 9에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다.

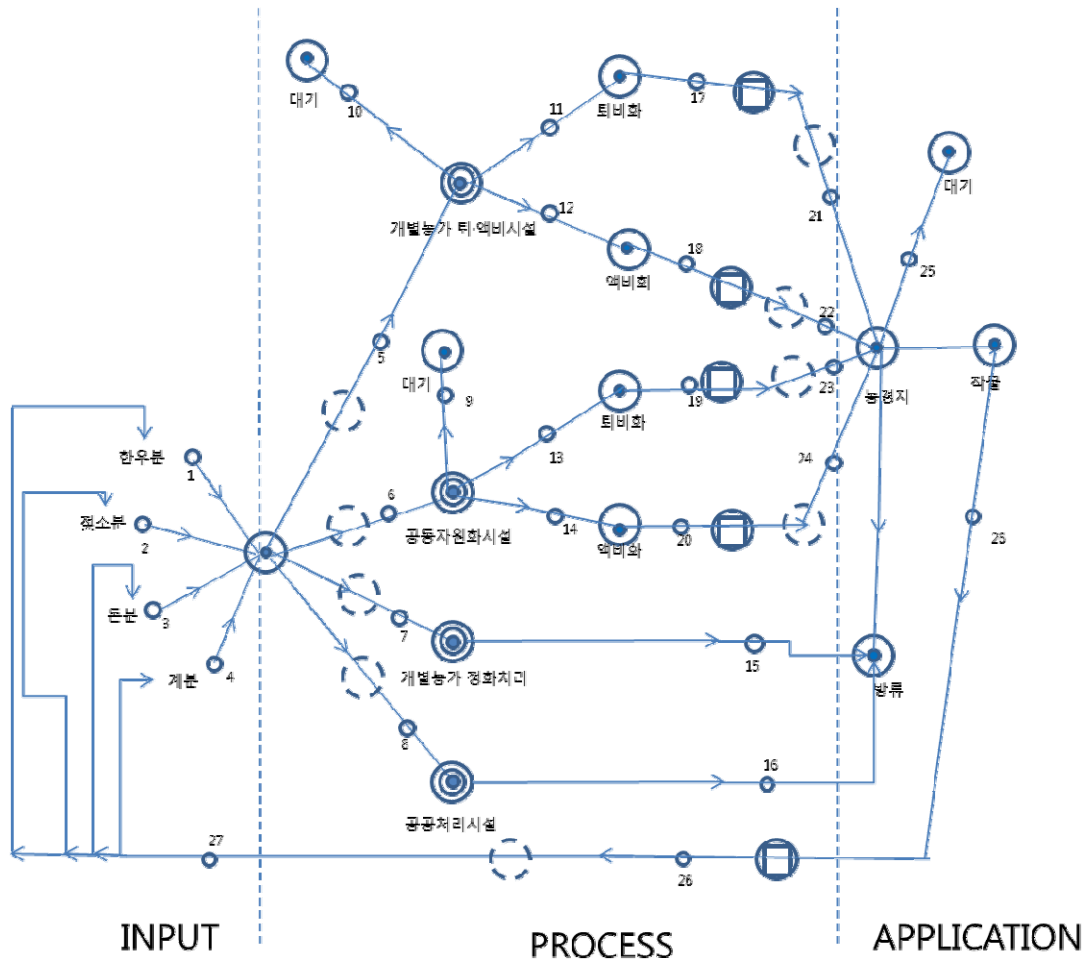


그림 9 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델

평창에서 발생하는 가축분뇨는 주로 우분(전체의 약 66%)이 차지하고 있다. 개별농가 퇴·액비화시설(전체의 약 96%)이 주요 자원화시설이며 공공처리시설 및 공동자원화시설은 운영되고 있지 않다.

표 31 평창지역 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

지역	축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/년)				
		사육두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총 발생량 (톤/년)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리시설	공공처리시설	위탁(공동자원화시설)
평창	한우	16,086	80,438	121,082 (100%)	107,763 (89%)	8,476 (7%)	4,843 (4%)	0	0
	젓소	1,812	24,934						
	돼지	8,019	14,927						
	닭	17,857	782						

일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 돈분과는 처리형태가 다르다. 함수율 차이 때문인데, 한육우 분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 주로 퇴비의 제조에 활용된다. 반면 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높아 고액분리를 통한 퇴비생산 즉, 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 액비와 고형분을 가공한 퇴비로 나누어 처리한다. 그럼 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 식[4]와 같이 표현할 수 있다.  $T_{LF}$  는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생된 돈슬러리량과 고액분리 비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots[4]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9 에 해당한다. 고액분리 후의 돈분 고형분, 수거된 우분, 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화과정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 수분조절제인 톱밥 또는 왕겨가 추가되나 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 그 필요성이 저감된다는 점과 비용소모적인 이유로 사용이 까다롭다는 점을 적용하여 톱밥은 본 계산에서 제외하였다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots[5]$$

여기서  $SD$ 는 연간 공급되는 톱밥의 양을 나타낸다. 또한 식[3]을 참고하면  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$  으로  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$  와  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$  는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우 또는 젃소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$  을 나타내고  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량을 의미한다. 위의 정의들에 의해  $T_{LF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a (X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + sd_b X_{sd} \\ mp_c X_c + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots[6]$$



여기서  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust

$X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소  $X$  의 비율<sup>99)</sup>

따라서 각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_bN_b \\ mp_cN_c \\ mp_dN_d \end{pmatrix} ; N \dots\dots\dots [7]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_bP_b \\ mp_cP_c \\ mp_dP_d \end{pmatrix} ; P \dots\dots\dots [8]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_bK_b \\ mp_cK_c \\ mp_dK_d \end{pmatrix} ; K \dots\dots\dots [9]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,i}pX_{a,l}mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,i}pX_{a,l} \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [10]$$

99) 농촌진흥청. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구를 참조; 한우의 경우 질소(0.5%), 인(0.6%), 칼리(0.18%); 젓소의 경우 질소(0.33%), 인(0.49%), 칼리(0.49%); 돼지의 경우 고상물은 질소(0.96%), 인(0.83%), 칼리(0.42%), 액상물은 질소(0.8%), 인(0.09%), 칼리(0.53%); 닭은 질소(1.29%), 인(0.46%), 칼리(0.59%)를 각각 적용함

퇴비 내의 원소 X의 총량은

$$T_{SX} = r_{a,s} [(1-p)X_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_bmp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_cmp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_dmp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots\dots\dots[11]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다. 액비의 호기성 처리과정중 질소손실은 약 32%로 가정한다. 돈사체계에 따라 질소 손실률이 달라지는데 깔개를 넣어 키우는 돈사가 각각 25%, 50% 의 질소손실을 보였다(Rotz, 2004).

다음 단계인 저장단계에서 약 10% 추가적인 질소 손실을 보이는데 이는 돈사에서 처리되는 과정까지 평균 30% 의 질소손실이 발생하는 것으로 가정할 수 있다. 1차년도 현장조사에서 나온 데이터 (처리과정 전의 질소량과 처리후의 질소량) 역시 비슷한 수치를 나타냈는데 이를 적용해 질소손실을 산출해보면 약 34%의 질소 손실을 나타냈다. 따라서 평균 32%의 질소성분이 액비화공정중에 공기 중으로 휘산된다고 가정하고 나머지 값을 계산하였다.

고상물 퇴비화과정의 경우 질소소실은 약 29%로 가정한다. 20~40% 질소가 퇴비화 과정중에 소실되고, Sommer(2001)의 실험에 의하면 가축분뇨의 퇴비화과정에서 약 28%의 질소소실이 발생했다고 보고하였다. 따라서 대략 평균 29%의 질소가 퇴비화과정 중에 소실된다고 가정하고 계산 하였다. 가축분뇨 자원화과정에서 인산과 칼리의 자원화 활용률은 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해, 인산과 칼리 약 10%가 미활용된 90%를 각각의 보정계수로 적용하였다(MWPS 1993). 이렇게 손실되는 양분은 네트워크 모델에서 과정 9, 10에 해당한다.

가축분뇨 총 발생량 중 질소, 인, 칼리를 중심으로 살펴보면, 질소는 616톤/년, 인은 633톤/년, 칼리는 343톤/년의 양분을 각각 포함하고 있다 표 32. 한우, 젓소, 닭에서 발생하는 분뇨는 바로 퇴비화 처리로 가정을 하여 분리하였고, 돈분의 경우는 고액분리를 통해 분리 후 저장되는 경우로 적용하여 계산을 하였다.

표 32 평창지역 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))

지역	가축분뇨 형태	축종	질소(N)	인(P)	칼리(K)
평창	퇴비	한우	402	483	145
		젓소	82	122	122
		닭	10	4	5
		돼지	14	12	6
	액비	돼지	107	12	71
	총계			616	633

각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 처리시설로 옮겨져 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 이 과정을 통해 배출되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 434톤, 인은 570톤, 칼리는 314톤에 해당한다.

표 33 평창지역 가축분뇨 처리시설을 통한 양분의 흐름(처리 후(後))

지역	퇴비종류	질소(N)	인(P)	칼리(K)
평창	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	14	22	10
	액비	3	0	3
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	347	536	240
	액비	70	10	62
	총량	434	570	314

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33%로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지표면 살포 시 소실될 것으로 가정한다. 따라서 평창에서는 질소 616톤/년, 인 633톤/년, 칼리 343톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 생성된다. 평창의 가축분뇨 처리현황을 보면 대부분 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화 처리되는 것을 확인할 수 있다. 따라서 공동자원화시설 및 개별농가 처리시설을 통해 자원화 되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 434톤, 인은 570톤, 칼리는 314톤에 해당한다. 하지만 농경지 살포방식중 하나인 직접살포를 실시 할 경우, 생성되는 질소 434톤/년 중 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 338톤/년이 될 것으로 예측된다.

## 제4장 바이오피아 추진안

### 제1절 사업 체계

Biopia의 사업 추진 체계는 총 3단계의 과정으로 1단계에서는 사업주체가 사업을 추진하기 위한 기초조사를 수행함으로써 이용 가능한 바이오매스 및 에너지사용량 등을 산정함으로써 사업의 가능성을 확인하는 단계이다. 1단계에서는 타당성조사, 사업성 및 가능성의 검토, 지원금 및 사업비의 책정 등의 작업을 수행하며, 주민들의 여론을 수렴하여 사업 계획에 반영한다. 2단계에서는 바이오매스를 이용하는 이용 기술 및 생산된 신·재생에너지의 활용기술 등을 선택하여 실질적으로 사업 추진에 있어 필요한 기술의 조사와 부지 선정 등을 수행한다. 또한 선정부지의 주민들에게 홍보와 교육을 통하여 의식전환을 시킴으로써 사업에 따른 민원발생을 사전에 해결하고 생산된 에너지의 소비를 조장한다. 기술들의 선택 후 경제성분석 및 사업성을 평가한다. 3단계에서는 Biopia 사업 추진단계로 생산 이용 시스템의 개발과 실증사업을 실행한다. 3단계에서 사업계획서를 작성 사업을 추진한다.

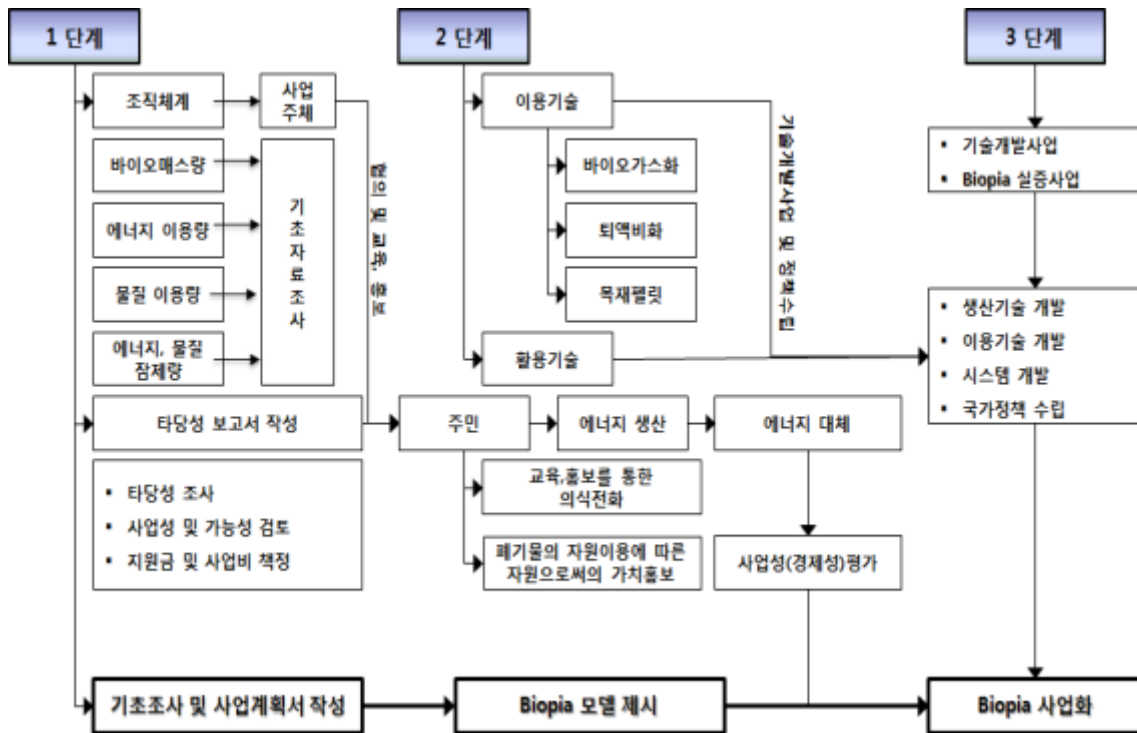


그림 10 사업 추진체계

## 제2절 사업추진 조직 및 방침

### 1. 사업추진 조직

바이오피아 조성을 위해서는 사업조직을 만들고 이에 대한 추진체계를 구성해야 한다. 정부와 지자체에서는 농업부문 바이오매스 정책을 총괄하는 전담부서 또는 전담인력을 확충할 필요가 있다.

이에 관련한 전문부서를 두어 폐자원 및 바이오매스자원에 대한 자원화와 에너지화 뿐만 아니라 농업·농촌·환경·에너지 정책의 통합 관점에서 정책과 기술을 개발하고, 관련 법·제도에 대한 검토 등의 역할을 수행하도록 하고 자원관리에 대한 네트워크 및 전략적 지식관리의 허브 기능을 수행한다.

또한, 전문가 협의체를 구성하여 민관이 협력하고 네트워킹 할 수 있는 컨트롤타워 기능을 수행하고 관련주체들이 참여하는 소통의 장을 활성화해야 한다.

이를 위해 바이오매스와 폐자원에 대한 관련 지식기반을 구축하고 공유할 수 있는 공간을 제공하여 관련주체들이 세부 정책 사항이나 연구, 정보 및 추진사항 등에 관해 상호 협력적으로 진행해야 한다. 그리고, 폐자원 및 바이오매스 자원과 관련해서는 정부기관, 민간기업, 다수의 블로그 등에서 정보시스템을 개발하여 운영 하거나 자체 홈페이지를 구축하여 운영하고 있다.

이러한 정책의 원활한 추진을 위한 정확한 바이오매스 통계, 전문인력 육성 대책 등도 필요하다. 주체들의 역할을 그림 10에 나타낸 것과 같이 중앙정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역지도자, 지역주민으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

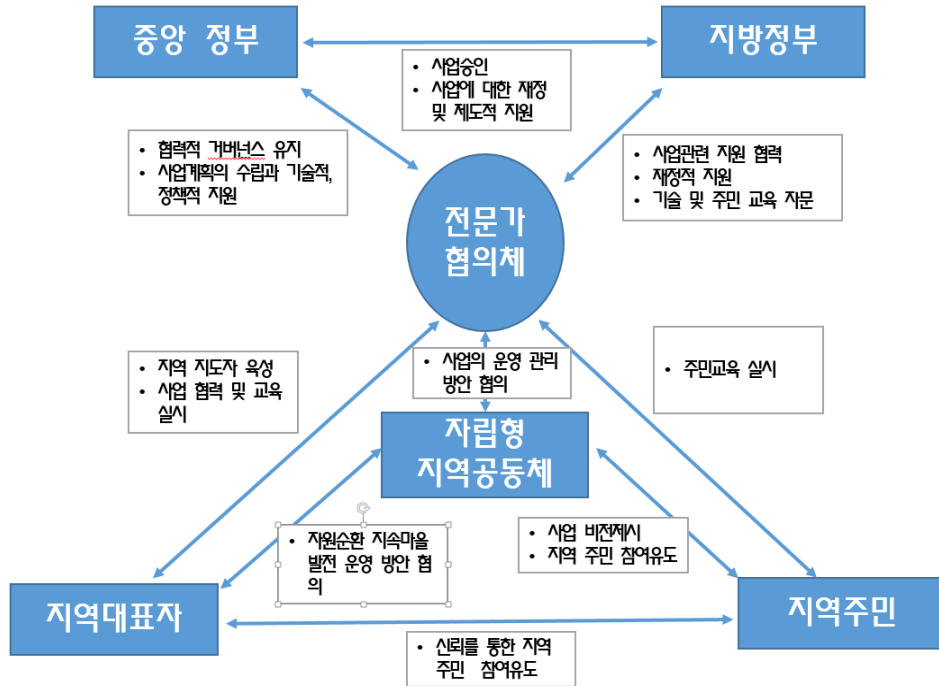


그림 11 바이오피어 조성 사업 참여주체와 역할

## 2. 추진주체별 역할 및 방침

### 가. 중앙정부

- 바이오피어 초기 도입단계에서 중앙정부 차원의 법과 제도적, 재정적 지원으로 인해 추진과정에서 다소 어려움이 초래될 소지가 많은데, 중앙정부는 다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원한다.
- 지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립할 수 있도록 유도한다.
- 바이오피어 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련한다.
- 조기에 가시적 성과 중심의 정책보다 중장기적으로 올바른 시스템 구축 및 원활한 운영을 위해 협조한다.

### 나. 지방정부

- 독단적인 의사결정이 아닌 전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피어 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 제도적 장치를 확립한다.
- 또한 바이오피어 시스템에 대한 간섭을 배제한다.

- 바이오피아 시스템 필요성에 대한 이해와 함께 충분한 토론 및 검토과정이 필요하며, 전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 이해와 협조한다.
- 바이오피아 조성을 위해 행정적·재정적 지원을 할 뿐만 아니라 지역 주민·시민단체 전문가들과의 협력에 필요한 지원을 한다.

#### 다. 전문가 협의체

- 전문가 협의체는 학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오피아 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가들로 구성한다.
- 정부, 지방정부, 지역지도자, 지역주민 간의 협력네트워크 구축을 통해 바이오피아 추진 계획 수립, 관련 기술에 대한 전문적 컨설팅을 지원하면서 중앙정부, 지방정부와 주도적으로 사업을 추진하며, 선정지역 지역 공동체와 협력관계를 유지하면서 사업을 진행한다.
- 또한, 지역 지도자, 지역 협의체와 지역주민을 대상으로 바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역 주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여한다.
- 자원의 발굴과 이들 자원의 사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지방정부에 제공한다.
- 사업추진에 있어 요구되는 계획수단 및 전략수립 등에 대한 기술·정보·지식을 중앙정부와 지방정부에 제공한다.
- 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시하고 사업의 효율적이고 성공적인 추진에 각종 대안을 제시한다.

#### 라. 지역 지도자

- 지역 주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 바이오피아조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시키며, 지역 주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 지도자를 육성한다.
- 지역 지도자는 지역주민에 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌수 있는 비전과 목표가 있어야 하며, 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 하며, 평소 자기계발에 충실해야 하며, 창의력과 융통성을 지녀야 하며, 자신의 생각이나 의견이 다른 주민들을 포용해야 한다.
- 지역 지도자는 주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지, 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 추진해야 하며, 주민조직의 구성 및 주민 자

- 치규약의 제정하고 전문가 협의체와 협의하에 일을 추진하는 역할을 수행한다.
- 지역 마을 운영에 필요한 재정적 문제를 투명하게 관리하고 수익분배를 합리적으로 운영해야 하며, 생산과 체험소득 관련 자원 및 공동시설 자원이 효율적으로 운영관리해야 한다.
  - 바이오피아 마을 조성을 위해 지역 사회에 적합한 비전을 제시할 수 있는 지역 민간 단체와 지역 산업에 종사하면서 지역발전에 기여할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 지역 산업대표들과의 협력을 통해 인적 네트워크를 강화해야 한다.

#### 마. 지역 주민

- 바이오피아 조성의 주체자이자 최종적이 수혜그룹인 지역주민들은 계획 수립의 초기 과정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여한다.
- 교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적인 참여를 통해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화하고, 바이오피아 사업에 대한 미래상을 제시하고, 중장기적으로 재정적 자립을 위한 다양한 방안을 적극적으로 협력한다.

#### 바. 자립형 지역공동체

- 신재생에너지를 중심으로 웰빙문화, 친환경생태 교육, 친환경녹색산업 등의 생활여건이 종합적으로 갖춰진 살기 좋은 자원순환 바이오피아 마을 구현 및 지역 마을의 수익창출을 위한 종합적 차원에서 접근하여 전반적인 사업운영 계획을 수립한다.
- 사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진한다.
- 사업추진 역량이 축적된 기존 지역개발사업과의 연계를 추진한다.
- 사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진한다.

#### 사. 추가 검토사항

- 시·군별 차이에 따른 허용수준을 감안해야 하며 지역 간 농업환경의 차이를 감안하지 않고 바이오피아 모델을 모든 시·군에 동일하게 적용할 경우에 비효율이 발생할 수 있다.
- 따라서 시·군 특성에 맞는 시스템을 구축하게 되면 지역 실정에 맞는 바이오피아 실현이 가능하다는 장점이 있다.
- 민간단체의 재정 자립화는 의사결정의 독립성을 위해 매우 중요한 과제이기 때문에



시·군별로 특성에 맞는 다양한 장기적인 자립화를 위한 재원마련 방안을 구체적으로 마련할 필요가 있다.

- 또한, 중앙이나 지방정부의 예산지원시 지원조건으로 실질적인 협의가 이루어질 수 있는 장치를 마련하여 실질적인 협의가 이루어진 지역에 사업예산을 차등 지원하는 방안을 강구해야 한다.
- 바이오피아 조성을 위해 시·군 의회의 역할이 필요하다. 현재 시·군 의회의 농업정책에 대한 심의 및 의결기능은 대체로 미약하며 형식적인 상태이기 때문에 시·군 의회가 바이오피아 시스템과 보완적인 관계를 형성할 수 있는 강력한 다양한 방안을 강구해야 한다.

## 제3절 사업모델

### 1. 추진모델

대상지역인 평창군 일대는 경종, 축산자원이 부족한 대신 산림 바이오매스 자원이 풍부한 지역으로써 목재펠릿 또는 목재칩의 형태로 임산바이오매스를 활용한 난방에너지 공급에 유리한 조건을 갖추고 있다. 바이오피아 조성 시 비교우위 자원이 임지잔재, 간벌목, 과수정전지 등과 같은 목질계 바이오매스이므로 이를 중심으로 자원순환을 설계해야한다. 그림 11은 바이오매스이용 시 세 가지 조건(원료, 전환기술, 수요처) 중 지역적 특성에 맞는 비교우위모델을 추진하는 방법을 나타낸 것인데, 평창지역은 원료비교우위에 따라 설계하는 것이 적합하다.

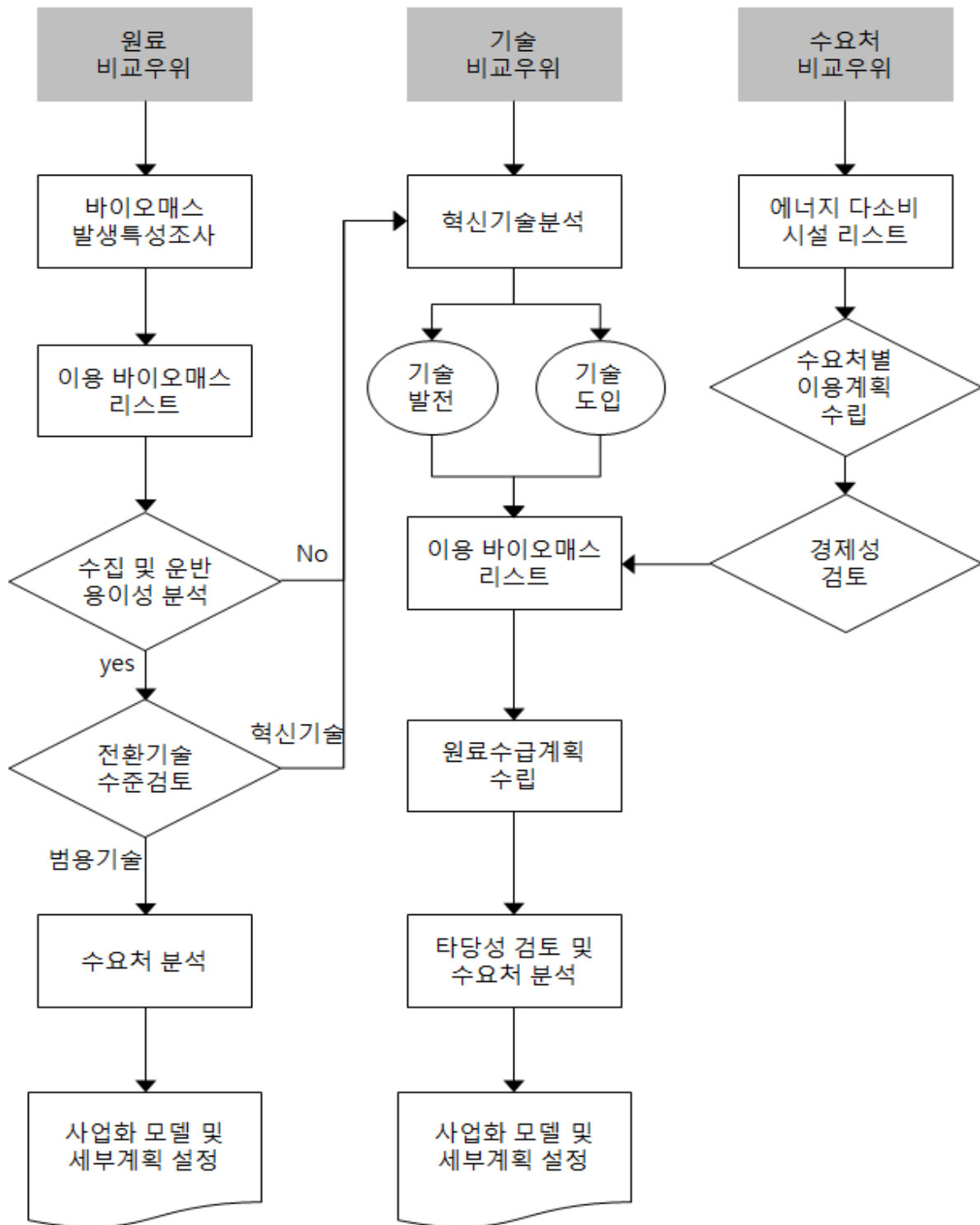


그림 12 비교우위모델 추진 방법

구체적으로, 산림부산물을 단지 내 공동으로 사용하는 펠릿화 설비 또는 칩퍼를 이용하여 펠릿 또는 칩으로 전환하여 마을단위 공동보일러를 이용하여 농가난방용으로 사용하거나, 시설 하우스와 같은 농업용 에너지로 난방열을 공급하는 형태로 활용하는 것이다.

한편, 축산분뇨는 소규모바이오가스플랜트를 통해 생산된 바이오가스는 시설하우스의 냉난방용 에너지로 활용하거나 전기를 생산하는 형태로 이용한다. 이 모델 역시 입지선정 시 물질 및 에너지수지 분석이 전제되어야 하며, 목재칩 또는 목재펠릿의 공급이 용이한 지역을 우선적으로 고려해야 한다. 또한, 생산된 에너지 및 물질양분이 과잉일 경우 상대적으로 부족한 인접지역으로 판매 또는 공급을 하고, 반대로 부족할 경우 과잉인 인접지역으로부터 공급받는다.

## 2. 사업화 모델

원료비교우위 추진모델에 입각하여 평창지역의 바이오매스 발생특성 조사결과 이용에 적합한 원료로 목질계바이오매스가 가장 우위에 있으며, 봉평면에 부존량이 가장 많다. 또한, 평창군 내 부존 돈분뇨의 약 50%가 용평면에서 발생하여 이를 적절히 이용할 수 있는 것으로 판단되었으며, 지리적 특성 상 봉평면과 용평면은 인접하기 때문에 이 지역을 중심으로 사업화모델을 아래의 그림 12와 같이 구상하였다.

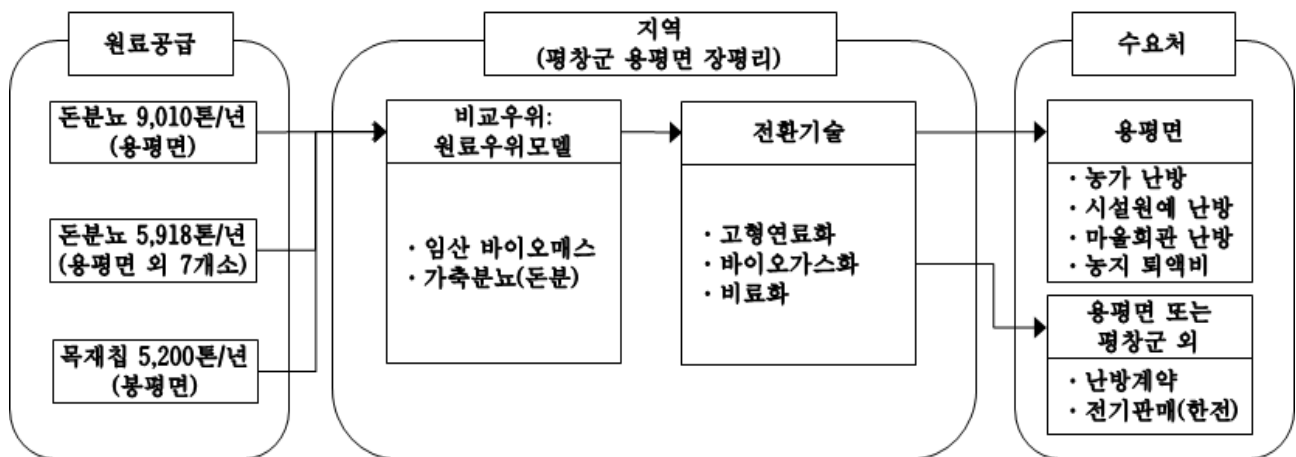


그림 13 평창군 사업화모델 예시

## 3. 사업화 모델 적합지역

평창군 내 여러 읍면 중 목질계 바이오매스 우위 추진모델에 가장 적합한 지역을 용평면으로 선정하였다. 용평면의 경우 평창군 내 임지잔재가 가장 많이 발생하는 봉평면에 인접하였고, 바이오가스플랜트의 주원료로 사용되는 돼지분뇨가 평창군전체의 약50%가 발생하여 이를 활용하기 가장 용이한 지역으로 판단된다.

앞에서 언급한 추진모델을 사업화하기 위해 필요한 시설은 목재칩 제조시설(에너지센터)과 바이오가스플랜트(처리용량 20톤/일)이다. 두 가지 시설 모두 원재료 이송비용이 크게 차지하므로, 원료 발생지와 최대한 가까운 곳에 시설이 입지하는 것이 유리하다.



그림 14 바이오매스 이용시설 입지 적정지역



그림 15 사업화 모델 적용 적합지(강원도 평창군 용평면 장평리)

#### 4. 용평면 농업환경여건 분석

평창군 용평면의 농업환경여건을 표 34와 같이 정리하였다. 농경지의 경우 전체 341.9ha 중 논이 50.2ha, 밭이 291.7ha 밭이 차지하는 비중이 훨씬 높게 나타났다. 작물별로는 서류가 154.8ha로 가장 비중이 높고 잡곡, 미곡, 채소류 순으로 나타났다.

표 34 용평면 농업환경 주요지표

농경지 (ha)	전체	341.9
	논	50.2
	밭	291.7
작물재배면적 (ha)	미곡	50.2
	맥류	0.0
	잡곡	56.9
	두류	21.9
	서류	154.8
	채소류	44.7
	특용작물	11.9
	과실류	1.5
	화학비료사용량 <sup>100)</sup> (톤)	질소
인산		82
칼리		118
가축사육농가수 (호)	한우	33
	젖소	0
	돼지	1
	닭	51

-자료 : 평창군 통계연보(2011)

100) 평창군 전체 경지면적대비 용평면 경지면적으로 할당하여 산정함.

## 5. 용평면 물질양분수지 구조

평창군 용평면의 작물별 양분요구량을 표 35와 같이 추정하였다. 그 결과 용평면에서 작물 재배에 요구되는 비료성분은 질소 57,747 kg/10a, 인산 23,575kg/10a, 칼리 33,997kg/10a으로 나타났다.

표 35 용평면 작물별 양분요구량 추정

구분	재배면적 (ha)	시비기준량(kg/10a) <sup>101)</sup>			양분요구량(kg/10a)		
		질소(N)	인산(P)	칼리(K)	질소(N)	인산(P)	칼리(K)
논벼	50.2	11.0	4.5	5.7	5,522	2,259	2,861
보리	-	9.1	7.4	3.9	-	-	-
옥수수	56.9	17.4	3.0	6.0	9,901	1,707	3,414
콩	21.9	3.0	3.0	3.4	657	657	745
고구마	1.2	5.5	6.3	15.6	66	76	187
감자	153.6	20.0	8.8	13.0	30,720	13,517	19,968
수박	0.8	20.0	5.9	12.8	160	47	102
오이	0.2	43.7	16.4	23.8	87	33	48
호박	8.0	40.0	13.3	12.6	3,200	1,064	1,008
토마토	1.6	44.8	16.4	23.8	717	262	381
참깨	1.1	-	-	-	-	-	-
들깨	10.8	-	-	-	-	-	-
고추	34.1	19.0	11.2	14.9	6,479	3,819	5,081
사과	1.1	15.0	8.0	12.0	165	88	132
포도	0.1	13.0	7.0	10.0	13	7	10
배	0.3	20.0	13.0	20.0	60	39	60
계	341.9				57,747	23,575	33,997

평창군 용평면의 가축분뇨발생량 및 이를 통한 비료성분발생량을 아래의 표 36과 같이 추정하였다.

표 36 용평면 가축분뇨 발생량 및 비료성분 환산량 추정

구분	사육 두수	연간분뇨발생량(톤)			가축분뇨비료성분량(톤)			비료성분 소실량고려 시 <sup>102)</sup> (톤)		
		분	뇨	총계	질소(N)	인산(P)	칼리(K)	질소(N)	인산(P)	칼리(K)
한우	735	2,147	1,530	3,677	14.64	6.32	9.28	10.39	5.69	8.35
젓소	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
돼지	4,840	1,537	7,473	9,010	73.86	12.92	18.79	50.22	11.63	16.91
닭	9,813	447	-	447	5.40	2.14	2.37	3.83	1.93	2.13
계		4,131	9,003	13,134	94.00	21.00	30.00	66.74	18.90	27.00

101) 농촌진흥청 국립축산과학원, 가축분뇨 연구 발전 활성화 방안 워크숍(2009)

102) 퇴비화과정 시 각 비료성분의 소실률은 질소 29%, 인산은 10%, 칼리는 10%의 소실률을 적용하였고, 액비화과정 시 소실률은 질소 32%, 인산은 10%, 칼리는 10%를 적용함.

용평면의 미곡, 잡곡, 두류, 서류 등 다양한 작물재배를 위해 소요되는 양분요구량은 질소 58톤, 인산 24톤, 칼리 34톤으로 총 116톤으로 추정되었다. 양분요구량을 충족하기 위해 공급되는 화학비료량은 질소 219톤, 인산 82톤, 칼리 118톤으로 총 419톤으로 양분요구량을 크게 초과하고 있다. 여기서 바이오매스 부문인 가축분뇨와 음식물쓰레기의 퇴액비화 등을 통해 투입되는 양까지 합하여 고려하는 경우, 양분요구량 대비 질소 393%, 인산 321%, 칼리 326% 정도로 양분과잉이 매우 큰 것으로 잠정 분석되었다. 한편, 바이오매스부문인 퇴액비화되는 가축분뇨 및 음식물쓰레기만을 고려할 경우의 양분 공급도는 질소 116%, 인산 79%, 칼리 79%로 분석되었으며, 이는 바이오매스 활용으로 화학비료사용량을 90%이상 대체가능성을 시사한다.

표 37 용평면 양분수지(단위 : 톤, %)

구분	질소(N)	인산(P)	칼리(K)	계
작물양분요구량(A)	58	24	34	116
화학비료공급량(B)	219	82	118	419
가축분뇨양분공급가능량(C)	67	19	27	113
총양분이용량(B+C)	286	101	145	532
양분초과량(B+C-A)	228	77	111	416
총양분공급도((B+C)/A)	393%	321%	326%	359%
Biomass부문 양분초과량(C-A)	9	-5	-7	-3
Biomass부문총양분공급도(C/A)	116%	79%	79%	97%

## 제4절 경제성 분석

### 1. 경제성 평가방법

경제성 평가방법은 자본회수 기간법(PBP, Payback Period), 현금흐름 할인법(Discounted Cash Flow Method)과 회계적 이익률법을 일반적으로 사용하고 있다. 지역 에너지 센터의 경우 기간 시설인 관계로 현금흐름 할인법을 주로 이용하고 있지만 에너지 판매 계약을 통해 모든 수익이 발생하는 관계로 투자사업 프로젝트에 주로 사용하는 자본회수 기간법이 투자 평가를 판단하기에 수월할 것으로 예상된다. 따라서 바이오피아 프로젝트는 투자 가치평가를 위해 자본회수 기간법을 이용하여 순이익 시점을 산출하여 경제성을 평가한다.

### 2. 분석기준

- 해당 사업의 감가상각 기간은 15년을 적용하여 정액법에 의해 잔존가치를 0으로 보고 할인율을 적용한다.
- 에너지센터(목재칩제조시설) 및 바이오가스플랜트 등 바이오피아 관련 시설에 대한

부지조성, 전기통신시설의 설치는 국비와 지방비로 충당하는 것으로 가정하였다. 따라서 초기투자비는 용자를 포함한 자부담되는 비용만 고려하였다.

- 목재칩의 제조원가는 함수율 30% 기준 kg당 160원으로 계산한다.
- 50가구 공용난방시설 1개소의 초기 투자비용은 5억 원이다. 50가구 기준 연간 총 난방에너지 사용량은 약 1,108,387MCal로 이 열량을 충족시키기 위해서는 연간 목재칩 약440톤이 소모된다. 공용난방 시설의 경우 지역주민들의 편익을 위해 에너지 판매 단가를 MCal당 120원으로 책정하는 경우 연간 판매액은 약133,000,000원이다. 목재칩 제조원가와 운영비용을 제외하면 연간 수익은 약49,000,000원이 된다. BEP 기간은 11년이고 15년 운영 시 236,000,000원의 투자 수익이 발생한다.
- 시설하우스의 경우 200kW 목재칩 보일러 공급을 기준으로 보일러 등유와 비교하여 분석하였다. 연간 시설하우스의 필요한 열량은 83,453MCal로 목재칩 환산 33톤이 소모된다. 에너지 판매가는 MCal당 130원으로 책정 시 열판매 수익은 연간 약5,400,000원이다. 시설하우스의 경우 낮은 수익으로 인하여 15년 운영시에도 투자비를 회수 할 수 없는 구조를 가지고 있다. 15년 운영시 투자 수익은 7.6천만원의 손실이 발생한다.

표 38 목재칩 경제성분석 기준

항목		금액	산출근거
수입	집단난방(50가구)	49,065,575	(열 판매량/년-운영비용)×1개소
	시설하우스(991㎡≒300평)	5,455,907	(열 판매량/년-운영비용)×1개소
	소계	54,521,482	

- 바이오가스플랜트의 경우 일처리용량 20톤 규모로서 수입은 기존의 분뇨처리에 소모되는 비용인 15,000원/톤, 생산된 전력 및 열의 판매금액으로 각각 160.67원/kWh와 102.9원/MCal, 퇴비판매액으로 100,000원/톤으로 적용하였다.

표 39 바이오가스플랜트 경제성분석 기준

항목		판매단가	단위	판매단가 적용근거
수입	분뇨수거	15,000	톤	여주 액비유통센터(2011년 기준)
	전기판매	160.67	kWh	2012 SMP평균단가
	열판매	102.9	Mcal	지역난방 열요금 "업무용"
	퇴비판매	100,000	톤	2,000원/20kg 적용
항목		산출근거		
비용	인건비	관리인 1인(농민) 노동시간 3시간적용		
	전기료	기본료(5,500원/kWh) + 설비가동		
	유류비	원료수거(1,700원×8리터/일×100일)		
	유지보수비	기계공사비의 1.3%		
	액비처리비	4톤/일×4,000원/톤×365일		
	금융이자	용자 5억원의 4%		



### 3. 경제성분석

평창군 지역 바이오피아 사업은 지역 에너지 센터 1개소, 50가구 집단 난방(300kW) 1개소와 300평 규모의 고온작물 시설하우스로 한다. 그리고 농가용 소규모 바이오가스플랜트(20톤) 운영에 대한 경제성분석을 하였다.

- 평창군 지역의 지역 에너지 센터는 연간 5,200MT의 산림바이오매스를 처리할 수 있는 시설로 설계한다. 지역 에너지 센터의 초기 투자 규모는 약 23억으로 부지조성비, 시설설계 감리비, 건물시설비와 기계장비로 구성된다.

표 40 에너지 센터(목재칩 제조시설 : 연간 5,200톤 생산규모) 초기투자내역

부지 조성비		1,016,000,000
	조경	80,000,000
	정지비	280,000,000
	보상비	450,000,000
	진입로공사비	30,000,000
	배수로공사비	60,000,000
	지하수 개발비	16,000,000
	구내 포장 공사비	100,000,000
시설설계감리비		128,000,000
	측량 토목 건축설계 감리비	128,000,000
건물 시설비		721,400,000
	관리동	193,200,000
	경비실	5,200,000
	제품창고	266,400,000
	칩공장	207,200,000
	건조장	49,400,000
기계 장비		464,800,000
	원목이송설비	58,600,000
	칩제조라인	149,000,000
	건조라인	138,400,000
	작업중장비	99,600,000
	에어 공급 설비	19,200,000
합계		2,330,200,000

- 300kW 규모의 50가구 집단난방 에너지 계약의 초기 투자비는 5억이다. 집단난방 에너지에 사용되는 목재칩 규모는 연간 440.26MT이 된다.

표 41 집단난방 보일러 구성(300kW 규모, 50가구 적용기준) 초기투자내역

건물 시설비		320,000,000
	보일러실(50실)	40,000,000
	열배관	280,000,000
기계 장비		180,000,000
	300kW 칩보일러	150,000,000
	보일러 초기 설치비	30,000,000
합계		500,000,000

- 시설원예의 경우 991m<sup>2</sup>(300평) 기준 200kW 규모의 보일러가 사용되며 초기 투자비용은 1.8억이다. 시설원예를 위한 연간 목재칩 사용량은 33톤 규모이다.

표 42 시설하우스 보일러 구성 시 초기투자 내역

시설하우스 보일러 구성(시설하우스 규모: 991m <sup>2</sup> ≒300평, 보일러용량: 200kW)		
건물 시설비		25,000,000
	보일러실(50실)	5,000,000
	칩보관시설	20,000,000
기계 장비		155,000,000
	200kW 칩보일러	125,000,000
	보일러 초기 설치비	30,000,000
합계		180,000,000

- 바이오가스플랜트의 경우 일처리용량 20톤 규모로 200kW급 발전기가 사용되며, 초기 투자비용은 16.6억이다. 189 m<sup>3</sup>/일의 바이오가스 생산으로 발전기 6시간/일 가동조건으로 338kWh/일의 전기와 485Mcal/일의 열을 생산할 수 있으며, 바이오가스플랜트 가동 후 남은 슬러리를 퇴비화하여 2.4T/일의 퇴비를 생산할 수 있다.

표 43 바이오가스플랜트 초기투자 내역

바이오가스플랜트(처리용량: 20톤/일)		비율	
건축 및 토목공사		467,000,000	28.1%
	건축물공사	89,000,000	5.4%
	터파기, 거푸집	98,000,000	5.9%
	철근, 콘크리트 공사	225,000,000	13.5%
	부대토목공사(방수 등)	55,000,000	3.3%
기계공사		723,000,000	43.5%
	전처리설비	15,000,000	0.9%
	혐기성소화설비	300,000,000	18.0%
	발전설비	168,000,000	10.1%
	고형물처리설비	100,000,000	6.0%
	액비저장조설비	12,000,000	0.7%
	탈취설비	75,000,000	4.5%
	기타 설비	15,000,000	0.9%
	배관공사	38,000,000	2.3%
전기공사		127,000,000	7.6%
	수배전설비	22,000,000	1.3%
	전기배관, 배선	5,000,000	0.3%
	전력간선 및 동력, 건축전기공사	35,000,000	2.1%
	제어 및 계측시스템	58,000,000	3.5%
	기타공사	7,000,000	0.4%
기타		345,700,000	20.8%
	시운전비	12,000,000	0.7%
	설계비	38,000,000	2.3%
	차량구입비	60,000,000	3.6%
	연구개발비	13,000,000	0.8%
	부가가치세	142,700,000	8.6%
	기타경비(일반관리비, 보험료 등)	80,000,000	4.8%
합계		1,662,700,000	100.0%

#### 4. 경제성 분석 결과

바이오가스플랜트의 연간수익은 약 1억 2천 6백만원, 집단난방과 시설하우스로부터 발생하는 수익은 약 5천 4백만원 규모이다. 따라서, 바이오피아 조성 시 각 시설로부터 발생하는 총 수익액은 약 1억 8천만원정도로 예측된다.

표 44 평창군 바이오피아 조성 시 예상 수익

구분	개소	단위당 칩사용량	연간 칩사용량	단위당 수익(원)	총수익(원)
집단난방(50가구)	1	440톤	440톤	49,065,576	49,065,576
시설하우스(300평)	1	33톤	33톤	5,455,908	5,455,908
소계			473	54,521,484	54,521,484
바이오가스플랜트(20T)		전기판매 수익			19,821,858
		열판매 수익			18,215,873
		퇴비판매 수익			87,600,000
		분뇨수거 수익			109,500,000
소계				125,637,730	
수익합계				180,159,214	

여기서 바이오가스 플랜트의 운영 시 연간 약 9천 7백만원의 운영비가 발생할 것으로 예상된다. 따라서, 바이오피아에서 발생하는 연간총수익에서 바이오가스플랜트의 연간운영비용을 차감한 바이오피아의 연간순수익은 약 8천 2백만원정도로 예상된다.

표 45 바이오플랜트의 운영비용

구분	금액	산출 기준
		인건비
전기료	13,500,000	기본료 + 설비가동
유류비	1,360,000	원료수거(1,700원*8리터/일*100일)
유지보수비	9,399,000	기계공사비 1.3%
액비처리비	23,360,000	16톤/일*4,000원/톤*365일
금융이자	19,952,400	융자 5억원의 4%
소계	97,571,400	

평창지역의 바이오피아의 초기 총 투자비용은 약 46.7억 규모이며, 발생하는 총 연간수익은 약 8.2천만 정도가 예상된다. 여기서, 국비 및 지방비로 충당되는 금액을 제외하고 실제 자부담 되는 비용만 고려된 초기투자비용은 약6.2억 원이다<sup>103)</sup>. 이에 대한 투자비용 회수기간을 살펴 보면 사업 추진 후 8년째에 0.38억의 누적수익이 발생하게 되며, 15년 사업기간을 기준으로 총 6.1억 가량 수익이 발생하는데 연간 6.25%의 투자 수익률로 계산될 수 있다.

표 46 평창군 바이오피아지역 회수기간 및 수익률분석

총 투자비(자부담)		621,820,000	
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	82,587,814	-539,232,186	-86.72%
2년	82,587,814	-456,644,372	-73.44%
3년	82,587,814	-374,056,558	-60.16%
4년	82,587,814	-291,468,744	-46.87%
5년	82,587,814	-208,880,930	-33.59%
6년	82,587,814	-126,293,116	-20.31%
7년	82,587,814	-43,705,302	-7.03%
8년	82,587,814	38,882,512	6.25%
9년	82,587,814	121,470,326	19.53%
10년	82,587,814	204,058,140	32.82%
11년	82,587,814	286,645,954	46.10%
12년	82,587,814	369,233,768	59.38%
13년	82,587,814	451,821,582	72.66%
14년	82,587,814	534,409,396	85.94%
15년	82,587,814	616,997,210	99.22%
연간수익률			6.25%

103) 각 시설의 국비, 지방비, 자부담 비율은 '제6장 소요재원 및 확보방안' 참조.

## 제5장 관련시설 입지평가

### 제1절 시설특성

입지분석은 토지여건과 같은 기초조건과 접근성, 주변 환경 등 제반사항을 조사하여 대상지의 특성을 도출하고 특정시설을 건립하는 데 적합한지의 여부를 평가·분석하는 것이다. 이에 바이오피아 조성 시 건립이 필요한 시설들에 대한 특성은 다음 표 47과 같다.

표 47 바이오피아 주요시설 특성

시설명	입지평가 기준
바이오가스플랜트	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨 발생량이 많은 지역.</li> <li>●새로운 축사 건설시 민원 및 허가가 어려우므로 기존의 축산농가분포지역중 축산분뇨의 수거 및 운송이 용이한 축산농가 밀집 지역.</li> <li>●액비 살포가 가능한 시설재배지역 및 노지재배지가 넓게 분포되어있는 평야지역.</li> <li>●퇴비 판매를 위해 운송에 유리한 지역.(고속도로 인접)</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> <li>●자체 에너지 순환 및 판매가 가능하도록 인구분포도 고려.</li> <li>●열에너지 및 전기 공급이 가능하도록 시설재배지역과의 거리 및 위치 고려.</li> </ul>
가축분뇨 자원화(퇴비화)시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨의 수거비용이 상대적으로 높은 지역.</li> <li>●경종 농가의 화학비료 사용량이 부담인 지역.</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●퇴액비 살포가 용이하도록 경종재배지가 인근에 있는 지역.</li> </ul>
목재칩(또는 목재 펠릿) 제조시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●벌채를 통한 임산 부산물의 발생량이 높은 지역.</li> <li>●임산부산물 수거 및 운송이 유리한 지역.</li> <li>●칩(펠릿)제조 시 판매 및 소비가 가능한 지역.(예: 산간지역 및 도시가스 공급이 어려운 지역.)</li> <li>●대형 보일러 설치로 열판매시 수요와 공급이 원활한 지역(예: 전기로 난방을 하는 숙박, 리조트, 편의시설의 밀집지역)</li> <li>●외부인의 숙박, 리조트, 편의시설 사용에 교통의 접근성이 유리한 지역(예: 고속도로 인근 및 국도 인근지역)</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> </ul>

### 제2절 입지평가 기준

Biopia 추진 모델 중 바이오매스 우위 모델을 선정하여 각 우위 바이오매스양을 중심으로 농·축·임 순환단지 후보지에 대한 입지 평가를 하였다. 대상지역으로는 평창군을 대상지역으로 하였으며, 지역 특성 및 입지현황 조사를 통해 특성에 맞는 관련 시설 설정을 하고, 이에 따르는 입지 결정 방안을 설정하였다.

대상지역	강원도 평창군 용평면
지역특성 및 입지현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>●평창군내 돈분뇨는 50%정도가 용평면에서 발생함.</li> <li>●또한 평창군내 별채를 통한 임지잔재가 대부분 발생하는 봉평면과 인접해있음.</li> <li>●농업용시설하우스 등 대형에너지 소비시설이 다수 존재.</li> <li>●위치상 국도로 봉평면, 대화면과 이어져 있으며, 영동고속도로와의 접근성이 용이.</li> </ul>
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>●대량 목재칩 제조시설 건립을 통한 임산부산물 활용.</li> <li>●리조트, 펜션, 등에 목재칩 보일러 설치를 통한 열판매.</li> </ul>
입지 결정방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>●봉평면, 용평면, 대화면 3개 지역은 31번 국도와 6번 국도로 연결되어지며 별채량 대부분이 봉평면에서 이루어짐.</li> <li>●용평면은 봉평면과 대화면 사이에 위치해 있고, 영동고속도로와 인접하여 교통입지조건이 좋음.</li> <li>●봉평면의 별채량이 대부분을 차지함으로 봉평면에 목재칩 제조시설이 설치되었을 시 다른 지역보다 원료 운송 부분에서 우위를 보임.</li> <li>●용평면 장평리에는 돈분뇨가 다량 발생하는 지역으로 바이오가스플랜트 설치가 가장 유리한 지역임.</li> <li>●마을단위(50가구 내외) 집단 목재칩보일러는 바이오가스플랜트 인근에 설치하여 바이오가스플랜트와 연계한 열공급이 되어야 함. 농업용 시설하우스에 대한 열공급도 바이오가스플랜트와 연계하여 공급되는 것이 유리함.</li> </ul>

표 48 입지평가 기준

평가기준	평가항목	비 고
현실성	부지활용 가능성	허가권 및 토지매입가능성
	부지이용 시기성	바이오피아관련 시설에 부합되는 이용가능 시기
	적정면적 확보	필요면적 기준 적정규모 매입가능성
접근성	교통 접근성	고속도, 국도, 지방도와의 거리 등 교통접근성
	시설에 대한 접근성	각 시설의 건축면적을 고려한 차량의 진출입 여부 검토
연계성	관련자원 분포	바이오피아 관련 바이오매스자원의 주변 분포
	관련시설 분포	바이오피아 관련 연계가능 기존시설의 인접여부
경제성	부지매입비용	부지매입비용 및 추가비용 발생 가능성
	기반시설 여부	도로, 전기, 수도 등 기반시설 제공 여부
	접근 효율성	각 시설에서의 이동비용의 절감효과
환경성	자연환경 쾌적성	경관, 전망 등의 자연환경 쾌적성 검토
	협오시설 유무	지역민의 관련시설에 대한 혐오성 인식정도
	환경영향	수목, 경관, 수질 등 관련시설 건립으로 인한 영향

표 49 평가항목별 측정요소

평가기준	평가항목	항목별 점수
현실성	부지활용 가능성	1: 부지활용가능성 적음 2: 부지활용가능성 보통 3: 부지활용가능성 많음
	부지이용 시기성	1: 계획일정과 불일치(2년 이상 경과 후 사용가능) 2: 계획일정 조정 가능(1~2년 내 사용가능) 3: 계획일정에 부합(1년 이내 사용가능)
	적정면적 확보	1: 필요부지 확장성 없음(당초계획 미달 면적) 2: 계획 미달이나 확장 가능성 있음 3: 당초 계획에 부합된 충분한 면적 확보
접근성	교통 접근성	1: 직선거리 30km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 2: 직선거리 20km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 3: 직선거리 10km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유
	시설 접근성	1: 6m(편도) 미만 진입로(계획 포함) 2: 왕복 1차선(폭 6~12M) 진입로(계획 포함) 3: 왕복 2차선(폭 12M이상) 진입로(계획 포함)
연계성	관련자원 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스자원 보통 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 많음, 읍·면단위 보통 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 많음
	관련시설 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 없음 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 분포 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 활용시설 분포
경제성	부지매입비용	1: 시가 기준 2: 공시지가 기준 3: 무상제공
	기반시설 여부	1: 도로 외 기반시설 제공 불가 2: 도로, 전기, 상하수도 등 가스 외 제공 가능 3: 도로, 전기, 상하수도, 가스 모두 제공 가능
	접근 효율성	1: 부지접근비용 효율성 낮음 2: 부지접근비용 효율성 보통 3: 부지접근비용 효율성 높음
환경성	자연환경 쾌적성	1: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 낮음 2: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 보통 3: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 높음
	협오시설 유무	1: 주민반대 민원 1건 이상 2: 주민반대 시위 1건 이상 3: 주민과의 원활한 협의 및 동의
	환경영향	1: 환경영향 평가 시 환경부하 높음 2: 환경영향 평가 시 환경부하 보통 3: 환경영향 평가 시 환경부하 낮음



## 제6장 소요자원 및 확보 방안

### 1. 사전영향평가, 기본조사, 세부설계 등

산출내역	① 환경영향평가 : 0천원 ② 기본조사 및 세부설계 : 150,000천원 총계 : 150,000천원 (농식품부 50%, 지방비 50%, 자담 10%)
------	---

### 2. 에너지 시설 설치 등에 따른 전기, 통신 시설 등

산출내역	530,000천원 (농식품부 50%, 지방비50%)
------	------------------------------

### 3. 바이오매스 공동에너지화 시설물 설치 등을 위한 부지 정비

산출내역	220천원(3.3㎡당)×5,500㎡기준=66,000천원(농식품부 50%, 지방비 50%) - 바이오가스플랜트: 300㎡ = 66,000천원
------	--

### 4. 바이오매스 에너지화 시설

산출내역	바이오매스 100톤 처리/1일(1식)=4,814,000천원 (농식품부50%, 지방40%, 자담10%)
------	---

### 5. 지열 및 목재펠릿을 이용한 농업시설(하우스 시설) 이용

산출내역	가.(목재펠릿)150,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부30%, 지방30%, 자담20%, 융자20%) 나.(지열)800,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부60%, 지방20%, 자담20%) * “가” 또는 “나” 중 택일
------	--

### 6. 생태하천 정비 : 국비50%, 지방비50%

※생태하천 복원사업 추진지침(환경부) 등에 의거 추진

## 제7장 관련규정 검토

검토한 관련법의 체계를 살펴보면 바이오매스의 이용관리와 관련해서 농산바이오매스 중 가축분뇨의 경우 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률로 관리하고 있으며, 임산바이오매스는 산림자원조성 및 관리에 관한 법률로 관리하고 있다. 가정생활과 산업 활동 과정에서 발생하는 폐기물계 바이오매스의 경우는 환경부가 폐기물관리법으로 관리하고 있으며, 환경부에서는 유기성 폐자원 에너지화를 본 법령에 기초하여 추진하고 있다. 바이오매스를 활용하여 생산한 신재생에너지의 기준 및 관리는 산업부에서 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법으로 관리하고 있으며, 본 법령에 따라 신재생에너지의 보급 통계를 작성하고 있다. 생산 바이오에너지의 품질기준은 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률, 도시가스 사업법, 대기환경보전법 시행령, 목재펠릿·브리켓·칩 규격·품질기준에서 정하고 있다. 이들 품질기준은 현재 합법적으로 판매·유통·이용이 가능한 바이오에너지들로서 바이오고형연료, 폐기물고형연료, 하수슬러지 고형연료, 바이오가스, 목재펠릿·브리켓·칩 등이 있다.

바이오매스 순환단지는 단순히 농산바이오매스 등을 활용하여 신재생에너지를 생산하는 단지가 아니라 농업 농촌의 활력화를 통해 농업농촌 개발 및 지속가능한 농업 발전과 함께 추진될 필요성이 있다. 미국, 캐나다, 중국 등과의 FTA 체결로 농업부문의 많은 피해가 예상되는 상황에서 바이오매스 순환단지는 미래지향적 농업·농촌의 새로운 모습을 제시하는 농촌 개발 모델이 되어야 한다. 따라서 본 법규 검토에서는 농어업·농어촌 및 식품산업기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률, 농어촌 정비법, 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 등의 농촌 개발 및 지속가능농업 관련 법규를 검토하여 바이오매스 순환단지의 추진 방안을 검토하였다.

표 50 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항

구분		관리법령	내용	비고
바이오매스 이용 관리	농산 바이오매스	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률	가축분뇨 관리 및 물질·에너지 자원화 등	농식품부, 환경부
		산림자원조성 및 관리에 관한 법률	목질계 바이오매스 에너지 자원화 등	산림청
	폐기물 바이오매스	폐기물관리법	유기성 도시고형폐기물의 에너지 자원화 등	환경부
신·재생에너지 이용·보급		신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	바이오에너지의 기준 및 범위, 신·재생에너지 보급통계 관리 등	산업부
바이오에너지의 품질기준		폐기물관리법	바이오, 폐기물 고형연료의 품질 기준 등	환경부
		자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률	하수슬러지 등 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부
		도시가스사업법	바이오가스의 도시가스 사업화 등	산업부
		대기환경보전법 시행규칙	바이오가스의 자동차연료화 품질기준 등	환경부
		목재펠릿, 브리켓, 칩 규격·품질 기준	목재 고형 연료의 규격·품질기준	국립산림과학원
농업농촌 온실가스 감축	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업·농촌 부문 온실가스 감축 노력 등	농식품부	
농촌개발 및 지속가능농업		농어업·농어촌 및 식품산업기본법	농업, 농촌의 지속가능한 발전에 관한 사항	농식품부
		농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률	농어업인의 삶의 질 향상 및 지역간 균형발전에 관한 사항	농식품부
		농어촌 정비법	농업 생산기반, 농어촌 생활환경 정비 및 국가 균형발전에 관한 사항	농식품부
		친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업의 환경보전 기능 증대 및 친환경농업 육성에 관한 사항	농식품부

## 1. 가축분뇨 관리

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)
<p>1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다.</p> <p>2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다.</p> <p>3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다.</p> <p>4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다.</p> <p>5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다.</p> <p>8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.</p>

## 2. 산림바이오매스 관리

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조(목재의이용 증진 등)
<p>① 산림청장은 임산물의 이용 증진과 목재산업의 발전을 위한 시책을 수립하여 추진할 수 있다.</p> <p>② 산림청장은 목재의 안정적인 수요·공급과 우량 목재의 증식(増殖)을 위하여 지속적인 관리가 필요하다고 인정되는 산림을 경제림육성단지로 지정하여 관리할 수 있다.</p> <p>③ 산림청장은 산림경영을 선도하기 위하여 필요한 경우에는 제2항에 따른 경제림육성단지 중 경영 여건이 우수한 단지를 선도 산림경영단지로 선정하여 육성할 수 있다. &lt;신설 2014.3.11.&gt;</p> <p>④ 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다</p>

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제2조(정의)

1. "산림"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 다만, 농지, 초지(草地), 주택지, 도로, 그 밖의 대통령령으로 정하는 토지에 있는 입목(立木)·죽(竹)과 그 토지는 제외한다.  
 마. 가목부터 다목까지의 토지에 있는 암석지(巖石地)와 소택지(소택지: 늪과 연못으로 둘러싸인 습한 땅)
2. "산림자원"이란 다음 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.
3. "산림사업"이란 산림의 조성·육성·이용·재해예방·복구 등 산림의 기능을 유지·발전 또는 회복시키기 위하여 산림에서 이루어지는 사업과 도시림·생활림·가로수·수목원의 조성·관리 등 산림의 조성·육성 또는 관리를 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 말한다.
4. "도시림"이란 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목을 말하며, 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외한다.
5. "생활림"이란 마을숲 등 생활권 주변지역 및 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
6. "가로수"란 「도로법」 제10조에 따른 도로(고속국도를 제외한다)와 보행자전용도로 및 자전거전용도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 심는 수목을 말한다.
7. "임산물(林産物)"이란 목재, 수목, 낙엽, 토석 등 산림에서 생산되는 산물(産物), 그 밖의 조경수(造景樹), 분재수(盆栽樹) 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
8. "산림용 종자"란 산림 또는 제2호가목에 따른 산림자원으로부터 유래된 자원의 씨앗, 증식용 영양체, 종균, 포자 등을 말한다.
9. "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지를 말한다.

### 3. 폐기물 바이오매스의 관리

폐기물관리법 제2조(정의)

1. "폐기물"이란 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.
2. "생활폐기물"이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다.
3. "사업장폐기물"이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동관리법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
4. "지정폐기물"이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해(危害)를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5. "의료폐기물"이란 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 폐기물과 인체 조직 등 적출물(摘出物), 실험 동물의 사체 등 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 폐기물로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
- 5의2. "처리"란 폐기물의 수집, 운반, 보관, 재활용, 처분을 말한다.
6. "처분"이란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처분과 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처분을 말한다.
7. "재활용"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다.
8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
9. "폐기물감량화시설"이란 생산 공정에서 발생하는 폐기물의 양을 줄이고, 사업장 내 재활용을 통하여 폐기물 배출을 최소화하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.

#### 4. 신재생에너지의 이용

	내 용
제1조	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법의 제정목적
제2조	신에너지, 재생에너지, 신에너지 및 재생에너지 설비, 신재생에너지 발전, 신재생에너지 발전사업자에 대한 정의
제4조	재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진에 관한 시책 마련과 장려
제5조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획수립
제6조	신·재생에너지의 종류별로 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급과 신·재생에너지 발전에 의한 전기의 공급에 관한 연차별 실행계획 수립
제7조	신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획을 수립·시행하기 위한 사전 협의
제8조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급에 관한 중요 사항을 심의하기 위한 정책심의회 설치
제9조	신·재생에너지기술개발 및 미용, 보급 사업비 조성
제10조	조성된 사업비 사용
제11조	사업의 실시
제12조	신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화, 신·재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 건축물인증표시, 건축물인증 취소, 신·재생에너지 공급의무화, 신·재생에너지 공급불이행에 대한 과징금, 신·재생에너지 공급인증서, 공급인증기관의 지정, 공급인증기관의 업무, 공급인증기관 지정 취소, 신·재생에너지 연료품질기준, 신·재생에너지 연료품질검사 등,
제13조	신·재생에너지 설비인증, 보험공제가입
제14조	신·재생에너지 설비인증의 표시
제15조	설비인증의 취소 및 성능 검사기관 지정의 취소,
제16조	수수료
제17조	신·재생에너지 발전기준가격의 고시 및 차액지원
제18조	지원중단
제19조	재정신청
제20조	신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원
제21조	신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화
제22조	신·재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 신·재생에너지전문기업의 정보관리
제24조	청운
제25조	관련통계의 작성
제26조	국유재산·공유재산의 임대
제27조	보급사업
제28조	신·재생에너지 기술의 사업화
제29조	재정상 조치
제30조	신·재생에너지 교육, 홍보 및 전문인력양성, 신·재생에너지사업자의 공제조합 가입 등
제31조	신·재생에너지 센터
제32조	권한의 위임, 위탁
제33조	별칙적용시 공무원 의제
제34조	별칙
제35조	과태료

## 5. 석유 및 석유 대체연료 사업법

제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 석유, 석유제품, 부산물인 석유제품, 석유정제업, 석유수출입업, 석유판매업, 석유정제업자, 석유수출입업자, 석유판매업자, 가짜석유제품, 석유대체연료, 석유대체연료, 제조, 수출입업, 석유대체연료 판매업, 석유대체연료 제조, 수출입업자, 석유대체연료 판매업자.</p> <p>석유수급상황에 관한 예측(제3조), 다른 법률과의 관계(제4조)</p>
제2장 석유사업	<p>석유정제업 등록(제5조), 결격사유(제6조), 석유정제업자의 지위승계(제7조), 처분효과의 승계(제8조), 석유수출입업의 등록(제9조), 석유판매업의 등록(제10조), 조건부 등록(제11조), 사업의 개시, 휴업 및 폐업의 신고(제12조), 등록의 취소(제13조), 과징금(제14조),</p>
제3장 석유비축	<p>석유비축계획(제15조), 석유비축시책의 수립 및 시행(제16조), 석유비축의무(제17조)</p>
제4장 석유수입, 판매부과금	<p>석유의 수입, 판매부과금(제18조), 부과금과 과오납금의 환급(제19조), 부과금 징수사무 등의 위탁(제20조),</p>
제5장 비승시의 석유수급조정	<p>석유수급의 안정을 위한 명령(제21조), 석유배급등의 조치(제22조), 석유판매가격의 최고액(제23조)</p>
제6장 석유의 품질관리	<p>석유제품의 품질기준(제24조), 품질검사(제25조), 석유제품의 품질보정행위(제26조), 품질기준에 맞지 아니한 석유제품의 판매금지(제27조), 품질검사기관의 지정취소(제28조), 가짜석유제품 제조 등의 금지(제29조), 가짜석유제품의 제조 등에 대한 중지명령(제30조)</p>
제7장 석유대체연료사업	<p>석유대체연료의 품질기준(제31조), 석유대체연료 제조, 수출입업의 등록(제32조), 석유대체연료 판매업의 등록(제33조), 등록의 취소(제34조), 과징금(제35조), 석유대체연료 비축의무(제36조), 석유대체연료의 수입, 판매부과금(제37조)</p>
제8장 보칙	<p>보고 및 검사(제38조), 행위의 금지(제39조), 청문(제40조), 수수료(제41조), 지도·감독(제42조), 권한의 위임·위탁(제43조)</p>

## 6. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 자원순환, 재활용가능자원, 부산물, 지정부산물, 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수, 재활용제품, 재활용시설, 재활용산업, 폐기물, 대형폐기물, 포장재, 생분해성 수지제품, 1회용품</p> <p>다른 법률과의 관계(제3조), 국가와 지방자치단체의 책무(제4조), 사업자의 책무(제5조), 국민의 책무(제6조), 자원순환기본계획의 수립(제7조)</p>
제2장 자원순환 촉진	제1절 자원의 절약과 폐기물의 발생억제
	자원의 절약(제8조), 포장폐기물의 발생억제(제9조), 1회용품의 사용억제(제10조), 개발사업의 자원순환성 고려(제11조), 폐기물부담금(제12조),
	제2절 폐기물 분리, 수거 및 재사용촉진
	재활용가능자원의 분리수거(제13조), 분리배출표시(제14조), 부품 등의 재사용 촉진(제15조),
	제3절 폐기물의 재활용 촉진
	제조업자 등 재활용의무(제16조), 재활용 의무율(제17조), 회수 및 재활용 의무이행계획서 제출(제18조), 재활용부과금의 징수(제19조), 폐기물 부담금과 재활용부담금의 용도(제20조), 재활용지정 사업자의 준수사항(제23조), 지정부산물 배출사업자의 준수사항 및 고품연료 품질 등 (제25조),
제3장 재활용사업 공제조합 및 재활용가능 자원 유통 지원센터	재활용 사업공제조합의 설립(제27조), 조합설립의 인가절차 및 유통지원센터 설립 등(제28조), 부담금(제29조)
제4장 자원순환 촉진을 위한 기반 조성	재활용 산업 육성을 위한 자금 등의 지원(제31조), 재활용 제품의 규격, 품질기준(제33조), 재활용단지의 조성 등(제34조),
제5장 보칙	자원재활용협회 등(제35조), 보고 및 검사 등(제36조), 관계기관의 협조(제37조), 권한의 위임, 위탁(제38조)
제6장 벌칙	벌칙(제39조), 양벌규정(제40조), 과태료(제41조)



## 7. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어촌, 농어업, 농어업인, 농어촌학교, 공공서비스, 농어촌서비스기준 국가와 지방자치단체의 책무(제4조)
제2장 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계 획	농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립(제5조), 시행계획 수립(제6조), 시·도계획 및 시·군·구계획의 수립(제7조), 농어업인 등에 대한 복지실태 등 조사(제8조), 기본계획의 평가(제9조), 농어업인 삶의 질 향상 및 농 어촌 지역개발 위원회(제10조), 재정지원(제11조),
제3장 농어업등의 복지 증진	농어업인 등의 복지증진(제12조), 농어업인에 대한 국민건강보험료 지원(제13조), 농어업인 질환의 예방·치료 등 지원(제14조), 업무상 재해를 입은 농어업인에 대 한 지원(제15조), 농어업인에 대한 국민연금보험료지원(제16조), 농어업인의 영유 아 보육비 지원(제17조), 농어촌 여성의 복지증진(제18조), 고령 농어업인의 생활 안정 지원(제19조)
제4장 농어촌 교육여건 의 개선	농어촌 교육여건 개선의 책무(제20조), 농어촌 학교 학생의 학습권보장(제21조), 농어촌 유치원 유아의 교육·보호(제22조), 농어촌 학교 학생의 교육지원(제23조), 농업·수산업 기초인력의 양성(제24조), 농어촌학교 교직원의 확보·배치(제25조), 농어촌학교 교직원의 우대(제26조), 농어촌 교육발전 지역협의회(제27조), 농어촌 학교시설·설비 등 지원(제28조)
제5장 농어촌 지역개발	농어촌의 기초생활여건 개선(제29조), 농어촌 경관의 보전(제30조), 농어촌산업(제 31조), 농어촌의 정보화 촉진(제32조), 농어촌의 문화예술진흥(제33조), 농어촌 문 화복지시설의 설치 및 운영지원(제34조), 도시와 농어촌 간의 교류 확대(제35조), 농어촌 투자유치 활성화(제36조), 도·농교류센터의 설치·운영(제37조), 농어촌 지역종합개발계획의 수립·시행(제38조), 농어촌 거점지역의 육성(제39조), 조건불 리지역에 대한 특별지원(제40조)
제6장 보칙	농어촌 특별세 재원의 우선 지원(제41조), 기본 계획 및 시행계획의 국회보고(제 42조), 준농어촌에 대한 지원(제43조), 농어촌 서비스기준의 재정·운영(제44조), 농어촌에 대한 영향평가(제45조), 전문지원기관의 지정 및 지원(제46조), 자료제공 의 요청 및 전산망 이용(제47조)



# 가행성평가보고서

【안 성 시】

2014. 12

동국대학교



## 1장 바이오피아 사업개요

### 2장 일반현황

- 1절 지역 특성
- 2절 기상 개황
- 3절 행정구역 현황
- 4절 인구 현황
- 5절 주거 현황
- 6절 토지이용 현황
- 7절 농업환경 현황
- 8절 축산업 현황
- 9절 바이오매스 발생 및 이용현황
- 10절 바이오매스 처리시설 현황

### 3장 바이오매스 이용계획

- 1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정
- 2절 안성시 양분수지 분석

### 4장 바이오피아 추진안

- 1절 사업체계
- 2절 사업추진조직 및 방침
- 3절 사업모델
- 4절 경제성분석

### 5장 관련 시설별 입지평가

- 1절 시설특성
- 2절 입지평가기준

### 6장 소요재원 및 확보방안

### 7장 관련규정 검토



# 제1장 바이오피아 사업개요

## 제1절 사업 배경

지구온난화의 방지 및 기후변화협약 대응으로 UN 등 국제사회는 기후변화 문제를 최우선 아젠다로 추진하고 있으며, 기후변화 협약에 대응하는 주요 노력들은 기후변화 완화 정책을 중심으로 이산화탄소 저감에 집중하고 있다. 우리나라의 2005년 온실가스 총배출량은 5.9억톤으로 전 세계 배출량의 1.7%를 차지하고 있다(OECD 국가 중6위, 세계10위). 이는 1990년 대비 98.7% 증가했으며, 획기적 감축노력이 없을 경우 2020년 배출량은 2005년 대비 37.7% 증가가 예상된다. 따라서 기후변화의 심각성에 대한 관심 증가에 따른 관련 규제 및 기준 강화 움직임에 대한 농업 분야의 대응 필요하고 2004년 교토의정서의 발효로 주요 선진국들이 온실가스 감축의무를 부여받았고, 우리나라도 2013년 이후 포스트-교토 체제에서 온실가스 감축의무 대상국으로 선정될 가능성이 높아짐에 따라 2020년까지 CO2 4% 감축을 목표로 하고 있다. 그리고 산업별 온실가스 배출저감 의무부담에 대한 논의가 진행되고 있는데, 농업분야의 온실가스 배출량과 감소 추세를 보아 큰 의무부담이 예상되지는 않으나, 장기적인 농업 분야 기후변화 대응을 위한 시스템 마련이 시급하다. 이러한 환경의 변화에 맞추어 탈 화석 에너지 저탄소 사회의 조성을 추진해야 한다. 선진 외국에서는 에너지, 기후 위기에 대응하여 온실가스 감축 기법들을 건축물이나 주거단지 조성뿐만 아니라 도시계획의 차원에서 도입하고 있으며, 탄소제로 도시, 에너지 자립마을 등의 프로젝트를 개발하여 추진하고 있다. 국내에서도 주거단지, 신도시, 관광단지 등지에 에너지 자립마을 조성 구상을 발표하고 있으나, 아직 개념적인 수준 또는 시범사업 초기단계에 머물러 있는 상태이다. 산업부분에서 사용하는 에너지 소비로 인해 발생하는 탄소배출은 즉각적으로 줄이기 힘들기 때문에, 비산업부분의 수요관리를 통한 온실가스 감축이 우선되어야 함. 탄소 저감을 위해서는 부문별 감축잠재력이 가장 큰 건물부분과 이를 둘러싼 ‘도시’, ‘마을’ 차원의 관리가 필요하다.

## 제2절 사업 목적

본 사업은 농림축산식품부의 연구과제 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」에 따라 안성시 내 발생하는 바이오매스의 효율적 이용을 위한 단지의 계획수립을 통하여,

- 환경적으로나 경제적으로 지속가능한 농림수산업을 확립하여 농산어가의 소득을 향상시키고, 농수축산업의 물질과 양분순환을 균형 있게 유지 발전시키는데 본 사업의 목적이 있으며,
- 지역의 바이오매스를 재사용하여 농수축산업의 생산비 저감과 안전한 식품을 생산하고,

지역의 노동력을 창출하고 녹색성장을 실현하여 정부의 정책기조에 맞춘 사회실현을 완수하는데 그 목적이 있다.

### 제3절 기대 효과

본 사업으로 인해 얻어지는 효과는 다음과 같다.

- 농·산촌 지역의 생산비 저감과 브랜드가치 증가에 의한 농·산촌의 경제적 활성화 및 발전 도모
- 농수축산업의 에너지 비용절감효과
- 유기성 물질의 자원화 및 활용 관련 전문 인력 및 일자리 창출
- 폐기물처리비 절감, 원유대체효과, 이산화탄소 감축효과 등의 경제적 가치 창출
- 농가소득 안정화 및 에너지 자급화에 일조
- 생태계 모니터링 및 경관 보전을 통한 청정 농·산촌 사회 구현
- 지역의 사회적 통합과 소통의 기반 구축
- 바이오매스 에너지화 기술 개발을 통한 신성장 동력확보 체계구축



## 제2장 일 반 현 황

### 제1절 지역 특성

#### 1. 지리적 위치

안성시(安城市)는 경기도의 최남단에 있는 시로 동쪽은 이천시, 서쪽은 평택시, 남쪽은 충청남도 천안시 서북구와 충청북도 음성군과 진천군이, 북쪽은 용인시와 마주보고 있다. 평택에서 강원도까지 이어지는 38번 국도와 경부고속도로, 중부고속도로가 남북으로 관통하고 있다. 동서간 총 36.8km, 남북간 29.1km의 크기이며, 동경 127, 북위 36~37' 에 위치하고 있다. 안성시의 경·위도상의 위치는 표 1과 같다.

표 1 경·위도상의 안성시의 위치

시청 소재지	경도와 위도의 극점			연장거리
	극점	지명	극점	
경기도 안성시 시청길 25	극동	일죽면 당촌리	동경 127 ° 31'	동서간 36.8 km
	극서	원곡면 산하리	동경 127 ° 06'	
	극남	서운면 청룡리	북위 36 ° 53'	남북간 29.1 km
	극북	양성면 미산리	북위 37 ° 09'	

자료 : 안성시 통계연보, 2012

#### 2. 지형 및 지세

안성시의 지형적 특성을 보면 전체적으로 동북이 높고 서남의 경사가 완만하여 남북으로 형성된 차령산맥은 지역을 동·서 양부로 나누는 분수령이 되어 동쪽으로는 청미천이 흐르고 서쪽으로는 안성천과 조령천이 합류하여 서해로 흘러나간다.

남쪽으로 서운산(547m)이 충남·북와 도계를 이루며 솟아있고 관내전역에 크고 낮은 산들이 병풍처럼 에워싸고 있으며 남·서쪽으로 장년기 및 노년기의 구릉지이며 하천의 발달로 평야가 넓게 자리하고 있다.

지세특징은 충북진천과 접경해 있는 차령산맥 줄기의 덕성산에서 세지맥으로 나누어 서쪽으로는 서운산, 동쪽으로는 백운산(345m), 마이산(471m)과 연결되고 있으며 나머지 하나는 북쪽으로 뻗어 시내 한복판에 우뚝서있는 비봉산(230m)을 이룬 다음 시궁산(514m), 천덕산(355m), 덕암산(163m), 고성산(298m), 백련봉(239m)을 형성하고 있다. 산지의 면적은 안성시 전체 면적의 52%에 해당되며, 쥐라기 이후 오랫동안의 침식으로 500m 전후의 구릉지를 이루고 있다.

## 제2절 기상개황

안성시는 중부 지방에 있어 북부와 남부 사이의 접이성 기후 형태이다. 안성시의 10년간 ('90~'99) 연평균 강수량은 1,315mm로 벼농사 및 기타 작물재배에 적당하며 특히 벼농사의 경우는 연중 1,000mm 이상의 강우량이 필요한데 안성시의 경우 이 조건이 충족되어 있는 편이다.

더욱이 강수량의 대부분이 벼의 본격적인 생육기간인 6, 7, 8월에 집중되어 있기 때문에 양질의 경기미가 생산되고 있다. 안성시에 바람은 우리나라 전역과 같이 계절풍의 영향을 받는 지역이다.

겨울철의 계절풍은 주로 대륙방면에서 불어오는 북서계절풍으로 매우 차갑고 건조하여 혹독한 추위를 동반하는 것이 특징이다. 북서계절풍은 매년 조금씩 다르지만 대체로 9월부터 시작하여 11월에서 다음해 1월까지 고비를 이룬 뒤 3월경에 끝나게 된다.

표 2 안성시 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
10개년 평균	12.5	35.5	-13.7	1563.3	71.5	2044.1	1.9	11.0	
2006	12	37	-6	1,364	72	1,744	-	-	
2007	13	-	0	1,687	74	1,674	-	-	
2008	13	35.7	-12	1,343	69	2,209	2	9	
2009	13	34.8	-15	1,541	71	2,283	2	9	
2010	12.2	34.2	-18.6	1,470	73	2,0207.9	1.8	15.9	
2011	11.8	35.8	-16.9	1,975	70	2,146.5	1.7	9.9	
2 0 1 1	1월	-7.2	3.2	-16.9	11.3	65	220.8	1.5	8.5
	2월	0.6	13.4	-11.2	49.8	70	175.1	1.4	6.9
	3월	3.5	16.9	-6.7	23.4	63	258.1	2.2	8.1
	4월	10.1	21.0	0.2	186.4	66	210.6	2.0	7.2
	5월	16.2	29.0	6.4	74.2	58	196.0	1.8	7.5
	6월	21.1	32.6	11.7	391.5	73	180.6	1.9	9.9
	7월	25.3	35.8	18.6	794.3	87	95.6	1.7	7.9
	8월	26.1	35.6	18.6	315.1	82	113.3	1.8	9.1
	9월	21.7	33.3	9.9	32.8	71	200.9	1.7	7.5
	10월	13.9	23.8	1.2	38.4	70	193.1	1.1	7.0
	11월	11.2	25.8	-3.8	46.3	71	121.0	1.6	6.5
	12월	-0.4	9.9	-12.1	12.4	63	181.4	1.6	6.0

## 1. 기온

안성시의 2011년 연평균 기온은 11.8℃이고, 최고 기온은 35.8℃, 최저 기온은 -16.9℃로 52.7℃의 차이가 나는 것으로 조사되었다. 가장 추운 달은 1월로 평균기온은 -7.2℃이고 가장 더운 달은 8월로 평균기온은 26.1℃이며, 년 중 월 최저기온은 -16.9℃, 월 최고기온은 35.8℃로 나타났다.

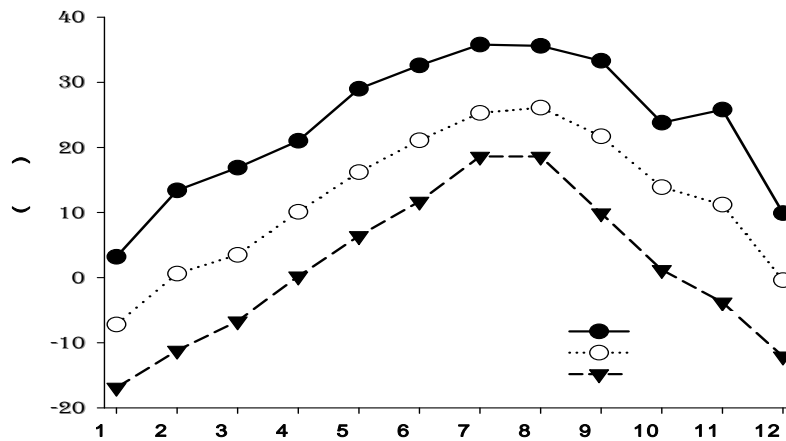


그림 1 안성시의 월별 기온현황(2011년)

## 2. 강수량

안성시의 과거 7년간(2004년~2010년)의 평균 연강수량은 1,285mm로 나타났고, 월별 평균 최고치는 장마철 기간인 7월 417mm이며, 월별 평균 최저치는 16mm(2월)로 조사되었다. 2011년도의 연 강수량은 1,975mm이며, 7월이 794.3mm로 가장 높고 1월이 11.3mm로 가장 낮게 나타났다. 211년의 경우 7월에 집중 호우로 인하여 타년에 비하여 794.3mm로 가장 많은 강수량을 보였다. 표 3에서 강수량 현황을 살펴보면 연 강수량의 약 75%인 1,500mm가 여름철(6월~9월)에 집중되는 것으로 나타났다.

표 3 수량 현황 (단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년평균 강수량
7개년 월평균	17	16	40	68	98	139	417	225	178	30	40	18	1,285
2011년	11.3	49.9	23.4	186.4	74.2	391.5	794.3	315.1	32.8	38.4	46.3	12.4	1,975

자료 : 안성시 통계연보(2003~2011)

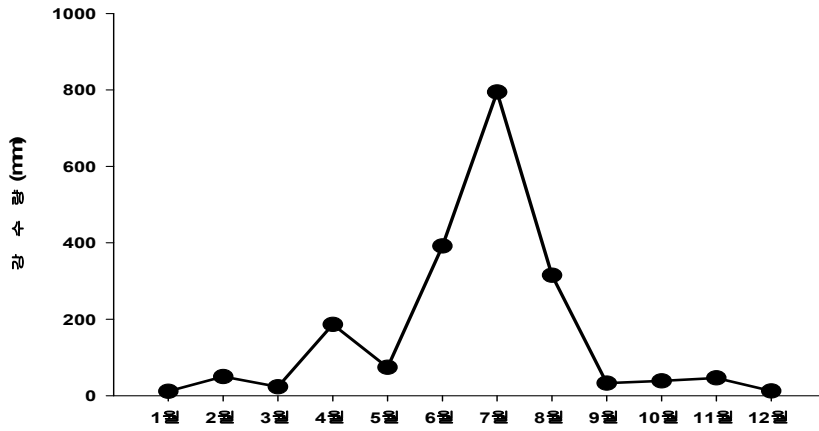


그림 2 안성시 강수량 현황(mm, 2010)

### 3. 상대습도

안성시의 과거 5년간 평균 상대습도는 71.5%이고, 2011년도의 평균 상대습도는 과거 5년간의 평균과 비슷한 70.0%로 조사되었다. 년 중 7월의 상대습도가 87%로 가장 높고 12월과 3월이 63.0%로 가장 낮은 것으로 조사되었다.

표 4 상대습도 (단위 : %)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 평균	5개년 평균
2011년	65	70	63	66	58	73	87	82	71	70	71	63	70	71.5

자료 : 안성시통계연보 2011

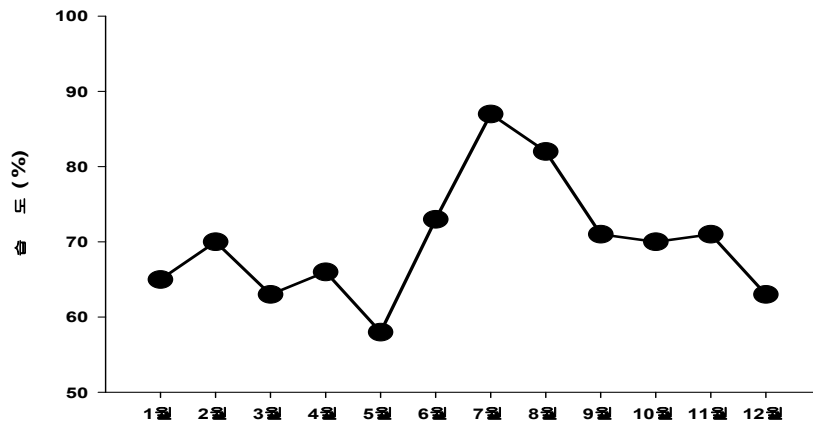


그림 3 안성시 상대습도 현황(2010)

#### 4. 일조시간

안성시의 최고일조시간은 2011년 2,147시간이며, 월별 최대 일조시간은 3월에 258시간이며, 최소 일조시간은 장마철 일조시간의 감소로 7월 95시간으로 조사되었다.

표 5 일조시간 (단위 : hr)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 계
2011년	220	175	258	210	196	180	95	113	200	193	121	181	2,147

자료 : 안성시통계연보 2012

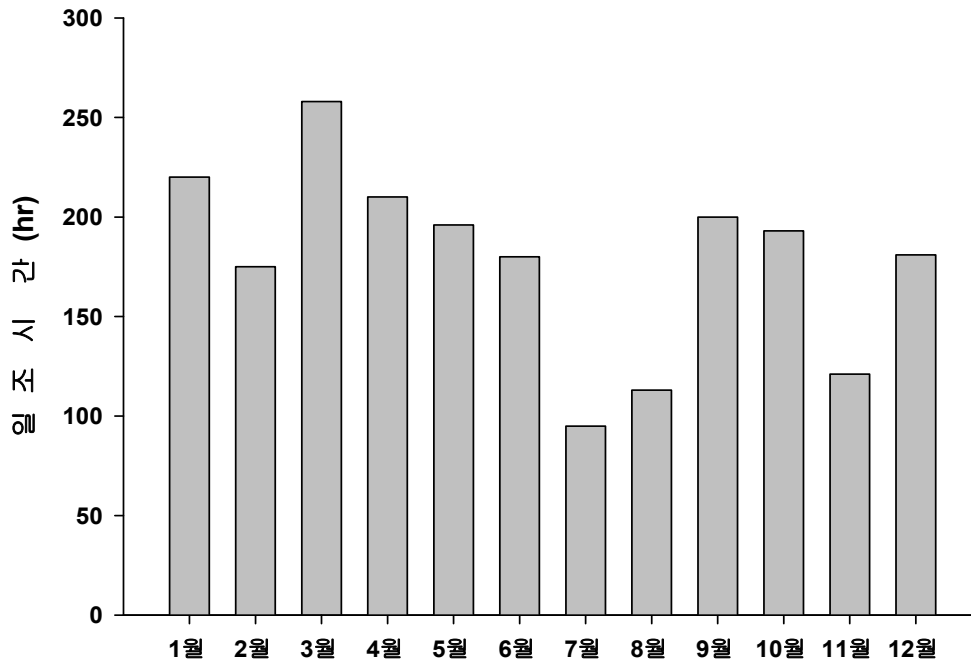


그림 4 일조시간 현황 및 비교

#### 5. 일기일수

안성시의 최근 6개년(2006~2011년) 일기일수(Weather Days)를 분석해보면, 맑은 날이 132일, 흐린 날이 108일, 강우일 104일, 적설일 21일, 황사는 10일로 나타났다.

표 6 일기일수 (단위 : 일)

구분	맑음	흐림	강수	서리	안개	눈	뇌전	폭풍	황사
2006	193	66	91	-	-	15	-	-	-
2007	189	176	97	-	-	23	-	-	-
2008	98	90	108	82	35	18	20	-	9
2009	107	86	87	67	13	18	16	-	9
2010	93	123	130	49	20	29	27	1	13
2011	110	108	108	70	16	23	16	-	9
평균	132	108	104	67	21	21	20	1	10

자료 : 안성시통계연보 2012

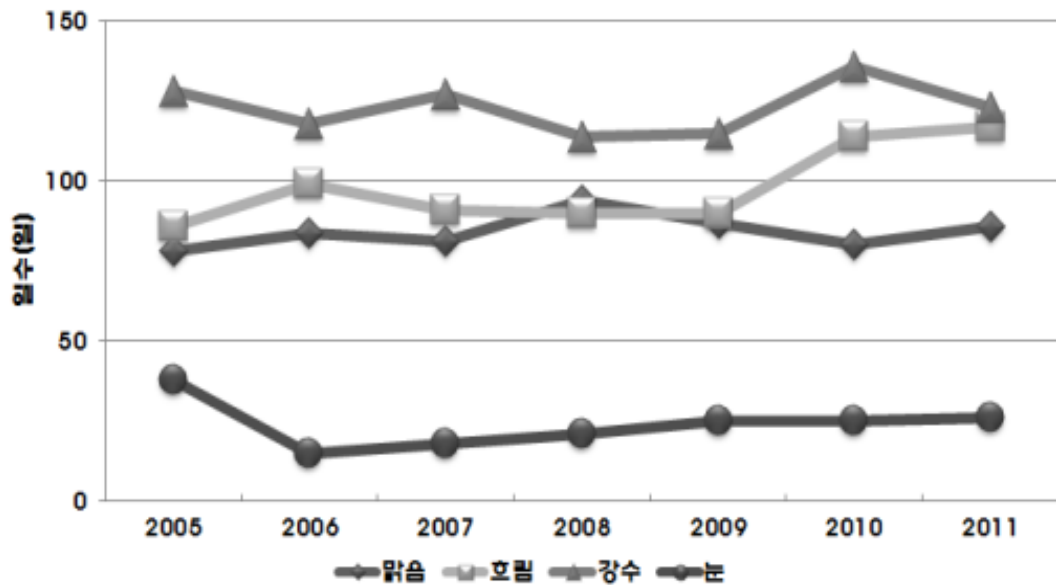


그림 5 연도별 기상일수 현황

### 제3절 행정구역 현황

안성시의 행정구역은 1개읍과 11개의 면으로 이루어져있으며, 3개의 동과 58개의 리로 이루어져있다(표 7). 안성시의 총면적은 553.5 km<sup>2</sup> 으로, 금광면이 전체의 13%의 넓이로 가장 넓으며 고배면, 일죽면, 죽산면 순으로 나타났다.

표 7 안성시 행정구역 현황

구 분	읍	면	동(개소)		통,리(개소)		반	
			행정	법정	행정	법정	동	읍면
안성시	1	11	3	33	58	415	409	1,065

자료 : 안성시 통계연보, 2012

표 8 안성시 읍면별 면적 현황

구 분	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계	553.5	100
공도읍	32	6
보개면	53	10
금광면	72	13
서운면	36	7
미양면	34	6
대덕면	31	6
양성면	53	10
원곡면	38	7
일죽면	56	10
죽산면	57	10
삼죽면	39	7
고삼면	28	5
안성 1동	7	1
안성 2동	10	2
안성 3동	8	1

자료 : 안성시 통계연보, 2012



그림 6 안성시 행정지도

#### 제4절 인구현황

안성시 총인구는 2011년 약 72,728세대 188,274명으로 그중 남자가 97,093명(51.6%), 여자 91,181(48.4%)명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 340명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다.

안성시 인구추이를 살펴보면 2006년 이후 세대수 및 인구수가 지속적인 증가 형태를 보이고 있으며, 연도별(2006년~2011년) 인구변화 추이는 표 9에 나타내었다.

표 9 안성시 연도별 인구변화 추이

구 분 년 도	세대수	인 구 수			인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )
		계	남	여	
2006	61,023	163,682	83,893	79,789	296
2007	64,073	168,446	86,420	82,026	304
2008	67,114	175,285	90,029	85,236	317
2009	68,079	177,007	91,034	85,973	320
2010	71,739	184,875	95,271	89,604	334
2011	72,728	188,274	97,093	91,181	340



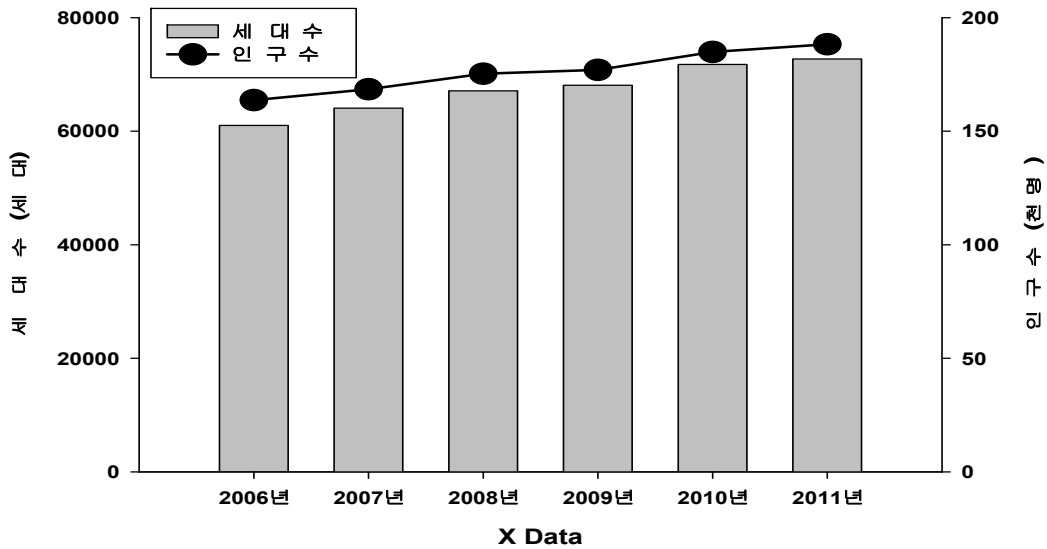


그림 7 안성시의 인구변화 추이

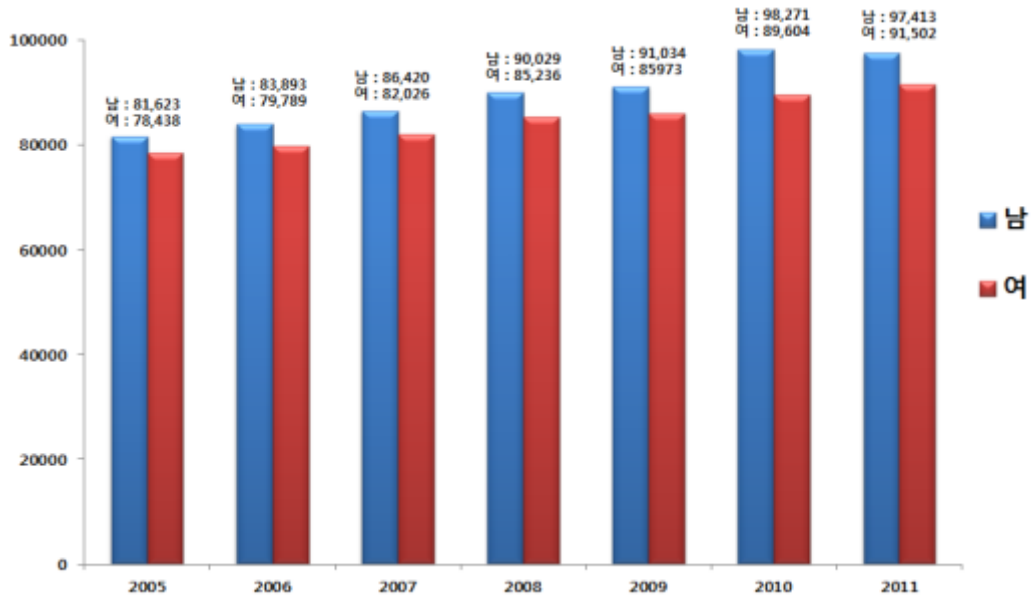


그림 8 안성시의 성별(남, 여) 인구추이

한편, 2011년말 안성시 읍·면 의 인구수는 공도읍이 20,596세대 55,828명으로 가장 많고, 고삼면이 915세대 2,168명으로 가장 낮은 것으로 조사되었다. 안성시 읍·면별 인구현황은 표 10과 같다.

표 10 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
계	72,728	188,274	340
공도읍	20,596	55,828	1745
보개면	2,574	6,607	125
금광면	3,519	8,884	123
서운면	1,713	4,491	125
미양면	3,056	8,195	241
대덕면	6,355	12,575	406
양성면	2,395	5,987	113
원곡면	2,195	5,690	150
일죽면	3,621	8,893	159
죽산면	3,321	7,811	137
삼죽면	1,616	3,888	100
고삼면	915	2,168	77
안성 1동	5,319	13,646	1949
안성 2동	7,332	19,603	1960
안성 3동	8,201	24,008	3001

자료 : 안성시 통계연보, 2012

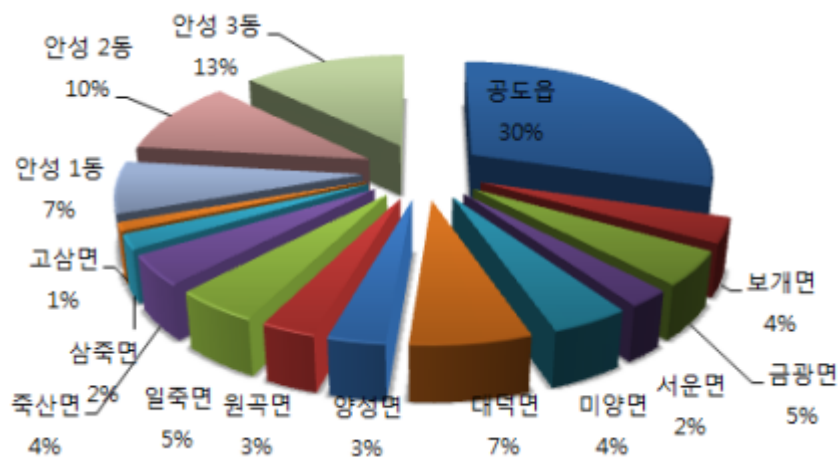


그림 9 안성시의 읍·면별 인구현황

## 제5절 주거 현황

안성시의 주택의 종류 및 수는 약 72,728세대, 총 63,605호로 주택 보급률이 87.45%로 조사되었다. 이 중 단독주택 형태의 주택수가 29,741호로 안성시 전체 주택의 46.8%를 차지하고 있으며, 공동주택의 형태인 아파트, 연립주택, 다세대주택은 각각 30,493호(47.9%), 2,205호(3.5%), 673(1.1%)로 나타났다.

표 11 안성시 주거현황

구 분	계	주 택 유 형				
		단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비주거용
안성시 72,728세대	63,605	29,741	30,493	2,205	673	493
	100.0%	46.8%	47.9%	3.5%	1.1%	0.8%

자료 : 안성시 통계연보, 2012

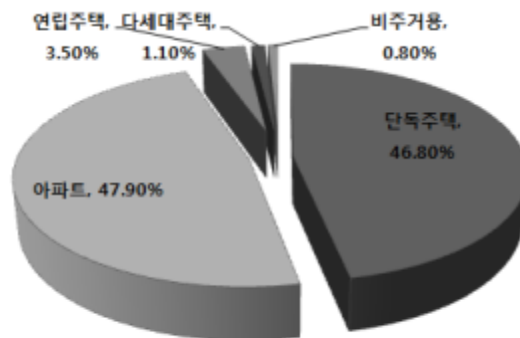


그림 10 안성시 주거현황 및 주택보급률

## 제6절 토지 이용 현황

### 1. 지목별 토지이용 현황

안성시의 지목별 토지이용현황을 조사한 결과 임야가 272.80 km<sup>2</sup>으로 가장 넓은 것으로 나타났으며, 답은 117.42 km<sup>2</sup>, 전은 52.12 km<sup>2</sup> 로 평가 되었다. 이는 안성시의 전체 지역에 높고 낮은 산이 많아 임야지대가 많은 것으로 평가 되었다.

표 12 지목별 토지이용현황 (단위 : km<sup>2</sup>)

구 분	계	전	답	과수원	목장	임야	대지	공장	기타
2011	553.51	52.12	117.42	2.24	12.18	272.80	16.97	7.76	72.01
공도읍	31.94	4.61	13.04	0.49	1.70	2.57	2.73	0.80	6.01
보개면	53.00	5.12	11.28	0.13	1.74	28.10	1.09	0.41	5.13
금광면	71.72	4.02	7.10	0.04	0.53	52.03	1.05	0.10	6.85
서운면	36.28	3.36	7.97	0.37	0.30	19.04	0.74	0.54	3.95
미양면	33.73	4.06	11.64	0.33	0.85	8.82	0.95	1.46	5.62
대덕면	31.16	3.61	8.95	0.22	0.62	11.07	1.26	0.69	4.75
양성면	53.17	4.08	10.22	0.09	0.72	29.39	1.29	0.49	6.90
원곡면	37.80	2.55	5.84	0.10	0.45	22.75	1.03	1.00	4.08
일죽면	55.54	8.16	14.45	0.19	1.43	20.61	1.56	0.55	8.59
죽산면	57.30	4.73	8.77	0.04	1.25	34.15	1.36	0.61	6.39
삼죽면	39.06	3.51	5.73	0.13	1.40	23.70	0.93	0.46	3.20
고삼면	27.83	1.74	4.59	0.00	0.88	14.14	0.53	0.07	5.89
안성1동	6.56	0.31	2.82	0.02	0.02	1.15	0.73	0.02	1.47
안성2동	10.14	1.27	3.47	0.07	0.13	2.24	0.85	0.04	2.07
안성3동	8.27	0.98	1.55	0.03	0.16	3.04	0.89	0.53	1.11

자료 : 안성시통계연보, 2012

## 제7절 농업 환경 현황

### 1. 농업 일반현황

안성시 농가수는 2006년부터 2011년까지 다소 증가 하고 있는 추세이며 가구당 경지면적은 감소추세에 있다. 경지면적 중 논·밭의 면적이 2011년 8,883ha로 조사되었으며, 밭의 경우 6,834ha로 나타났다. 노은 전체면적에 57% 밭은 43%로 논이 밭의 면적에 비하여 약 13% 많은 것으로 조사되었다.

표 13 농가수 및 경지면적 현황

구 분 (연도)	농가 및 농가인구 (호)	경지면적(ha)					
		계	논	밭	가구당 경지면적		
					계	논	밭
2006	9,634	16,476	9,725	6,751	1.71	1.01	0.70
2007	9,693	16,304	9,616	6,688	1.68	0.99	0.69
2008	10,001	16,224	9,407	6,817	1.62	0.94	0.68
2009	9,516	16,061	9,333	6,728	1.69	0.98	0.71
2010	10,022	15,819	9,013	6,506	1.58	0.93	0.65
2011	10,084	15,717	8,883	6,834	1.56	0.88	0.68

자료 : 안성시통계연보, 2012

경지규모별 농가현황은 2010년 0.1~0.5ha의 경지면적을 재배하는 농가가 32.1% 가장 많고 0.5ha~1ha를 재배하는 농가가 24.3%로 나타났다.

읍면동 별 경지규모별 재배농가는 공도읍이 가장 많은 것으로 조사되었으며 안성3동, 안성2동 순으로 조사되었다.

표 14 경지규모별 농가 현황

구 분	계	경지 없는 농가	0.1ha 미만	0.1ha~ 0.5ha	0.5ha~ 1ha	1ha~ 1.5ha	1.5ha~ 2ha	2ha~ 3ha	3ha~ 5ha	5ha~ 10ha	10ha 이상
1990	15,316	554	153	3,361	3,745	3,042	2,092	1,772	597	-	-
1995	12,657	411	124	2,821	3,006	2,414	1,503	1,485	724	169	-
2000	11,231	190	271	2,554	2,682	1,994	1,311	1,287	732	191	19
2005	10,594	257	263	2,795	2,658	1,608	1,063	983	663	262	42
2010	10,022	247	187	3,219	2,438	1,424	850	820	558	248	31
공도읍	1,112	15	31	392	246	146	86	88	66	39	3
보개면	831	27	14	245	211	139	75	58	41	19	2
금광면	683	10	13	226	189	93	61	45	33	10	3
서운면	596	13	16	169	131	88	67	62	33	13	4
미양면	854	46	6	258	201	119	91	73	44	14	2
대덕면	606	11	6	157	155	98	60	62	40	17	-
양성면	627	15	6	146	148	100	75	62	48	27	-
원곡면	384	13	13	121	87	51	23	33	23	17	3
일죽면	1,080	43	21	254	264	165	109	128	70	22	4
죽산면	596	15	3	157	154	99	58	54	35	18	3
삼죽면	517	17	13	142	131	83	47	34	36	13	1
고삼면	343	1	16	96	73	52	31	34	29	11	-
안성1동	505	2	7	263	122	52	17	15	15	11	1
안성2동	631	9	8	283	165	65	27	36	26	9	3
안성3동	657	10	14	310	161	74	23	36	19	8	2

자료 : 안성시 농업정책과, 2012

## 2. 재배현황

식량작물의 생산량은 2010년 기준 9,874 ha에서 45,647 M/T으로 나타났으며, 미곡생산량이 식량작물 전체 생산량의 91.6%로 가장 높게 나타났다. 맥류와 잡곡류 두류 서류의 생산량은 식량작물생산량에 각각 0.2, 0.5, 1.4, 6.3%에 해당하는 것으로 조사 되었다. 모든 미곡은 밭벼의 생산량이 없이 논벼로 생산되는 것으로 조사되었으며, 2005년에 비하여 생산량이 8.6% 감소하여 41,820M/T을 생산하는 것으로 조사되었다. 2005년 맥류는 겉보리와 쌀보리를 재배 생산 하였으나, 2009년 이 지나면서 쌀보리만을 생산하는 것으로 조사 되었다.

표 15 식량작물 생산량 (단위 : ha, 톤)

연도	합계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T
2005	10,596	50,105	9,714	45,753	36	89	83	263	565	730	198	3,270
2006	9,486	49,602	9,113	44,290	50	99	79	244	71	684	173	4,285
2007	9,987	48,694	9,150	44,935	50	99	76	234	533	702	178	2,724
2008	10,125	49,061	9,150	45,201	216	113	60	192	526	677	173	2,878
2009	9,337	47,284	9,100	45,591	45	113	68	228	40	43	84	1,309
2010	9,874	45,647	9,082	41,820	32	78	69	229	518	635	173	2,885

자료 : 안성시통계연보, 2012

표 16 미곡 생산량

연도별	면적 (ha)	생산량 (M/T)	논 벼			밭 벼		
			면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
				M/T	kg/10a		M/T	kg/10a
2005	9,714	45,753	9,714	45,753	-	-	-	-
2006	9,113	44,290	9,113	44,290	-	-	-	-
2007	9,150	44,835	9,150	44,835	-	-	-	-
2008	9,150	45,201	9,150	45,201	-	-	-	-
2009	9,100	45,591	9,100	45,591	-	-	-	-
2010	9,082	41,820	9,082	41,820	-	-	-	-

표 17 맥류 생산량

연도	합 계		겉보리			쌀보리			밀			호밀		
	면적 (ha)	생산 량	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
				M/T	kg/ 10a		M/T	kg/ 10a		M/T	kg/ 10a		M/T	kg/ 10a
2005	36	89	10	25	250	26	64	246	-	-	-	-	-	-
2006	41	99	11	26	236	30	73	243	-	-	-	-	-	-
2007	39	94	10	23	229	29	71	245	-	-	-	-	-	-
2008	41	98	12	28	235	29	70	240	-	-	-	-	-	-
2009	216	113	-	-	-	216	113	480	-	-	-	-	-	-
2010	32	78	-	-	-	32	78	245	-	-	-	-	-	-

표 18 잡곡 생산량

연도	합 계		조		수수		옥수수		메밀		기타	
	면적 (ha)	생산량 (M/T)	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T
2005	83	263	1	100	1	100	75	255	5	8	1	1
2006	79	244	1	100	1	100	72	237	4	4	1	1
2007	76	234	1	100	1	100	69	228	4	4	1	1
2008	60	192	1	100	1	100	55	187	2	2	1	1
2009	68	228	1	100	1	100	64	224	2	2	-	-
2010	69	229	1	90	1	90	65	225	2	2	-	-

표 19 누류 생산량

연도	합 계		콩		팥		녹두		기타	
	면적 (ha)	생산량 (M/T)	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T
2005	565	730	495	668	50	40	10	12	10	10
2006	547	684	485	630	45	36	8	9	9	9
2007	545	689	488	638	42	35	7	8	8	8
2008	533	702	493	661	31	31	3	3	6	7
2009	526	677	490	637	28	31	3	3	5	6
2010	518	635	485	600	26	28	2	2	5	5



표 20 서류 생산량

연도	합 계			고구마			감자		
	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a
2005	193	3,270	1,290	86	1,500	107	1,980	1,850	
2006	173	2,785	1,170	78	1,500	95	1,615	1,700	
2007	178	2,724	1,135	80	1,419	98	1,589	1,621	
2008	173	2,878	1,065	75	1,420	98	1,813	1,850	
2009	169	2,811	1,155	77	1,500	92	1,656	1,800	
2010	173	2,885	1,175	78	1,506	95	1,710	1,800	

표 21 과채류 생산량

연도	합 계			수박			참외			오이			호박			토마토		
	면적 (ha)	생산량 (M/T)	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		
				M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a				
2005	168	7,462	6	140	2,333	2	32	1,600	120	5,830	24	850	3,542	16	610	3,813		
2006	171	7,460	3	65	2,167	2	35	1,750	125	5,880	25	860	3,440	16	620	3,875		
2007	162	7,490	5	88	1,760	2	35	1,750	117	6,280	20	470	2,350	18	617	3,428		
2008	156	6,977	3	72	2,400	2	35	1,750	116	5,717	16	440	2,750	19	713	3,813		
2009	138	7,154	3	94	3,122	2	42	2,108	98	5,601	14	499	3,568	21	918	4,371		
2010	143	6,660	2	48	2,400	2	36	1,800	105	5,260	12	396	3,300	22	920	4,181		

표 22 연체류 생산량

연도	합 계		배추		시금치		상추		양배추			
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 kg/10a	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 kg/10a	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 kg/10a
2005	214	13,520	178	12,590	14	240	20	1,714	550	2,750	140	7,900
2006	208	13,070	170	12,100	15	260	21	1,733	560	2,667	150	7,500
2007	203	13,035	165	12,000	15	260	20	1,733	550	2,750	225	7,500
2008	203	12,694	162	11,552	16	277	22	1,733	649	2,950	216	7,200
2009	202	12,180	150	10,800	11	181	38	1,645	1030	2,711	169	5,630
2010	200	11,106	150	9,800	12	190	36	1,583	680	2,722	136	6,800

표 23 근채류 생산량

연도	합 계		무		당근	
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 kg/10a	면적 (ha)	생산량 kg/10a
2005	123	5,713	119	4,723	4	93
2006	114	2,395	110	4,818	4	95
2007	115	5,420	110	4,818	5	120
2008	107	5,072	102	4,856	5	119
2009	106	5,020	100	4,700	6	143
2010	100	4,396	95	4,505	6	116

표 24 조미채소류 생산량

연도	합 계		고 추				양 파				마 들				파				생 강	
	면적 (ha)	생산량 (M/T)	면적 (ha)	생산량 kg/10a		면적 (ha)	M/T	kg/10a	면적 (ha)	생산량 kg/10a		면적 (ha)	M/T	kg/10a	면적 (ha)	생산량 kg/10a		면적 (ha)	M/T	kg/10a
				M/T	kg/10a					M/T	kg/10a					M/T	kg/10a			
2005	288	1,994	206	533	259	-	-	28	235	839	54	1,226	2,270	0	-	-	-	0	-	-
2006	279	1,930	200	510	255	-	-	26	210	808	53	1,210	2,283	-	-	-	-	-	-	-
2007	293	2,299	196	498	254	-	-	25	200	800	70	1,600	2,286	2	1	50	2	1	50	50
2008	301	2,428	198	507	256	-	-	27	219	812	74	1,692	2,287	2	10	500	2	10	500	500
2009	289	2,314	190	475	250	-	-	28	224	800	70	1,610	2,300	1	5	500	1	5	500	500
2010	318	4,093	185	450	243	32	1,800	28	218	779	72	1,620	2,250	1	5	500	1	5	500	500

표 25 특용작물 생산량

연도	합 계		참깨				들깨				땅콩			
	면적 (ha)	생산량 (M/T)	면적 (ha)	생산량 kg/10a		면적 (ha)	M/T	kg/10a	면적 (ha)	생산량 kg/10a		면적 (ha)	M/T	kg/10a
				M/T	kg/10a					M/T	kg/10a			
2005	120	93	65	45	69	55	48	87	18	40	222	40	222	
2006	110	82	60	40	67	50	42	84	15	30	200	30	200	
2007	113	85	62	41	66	51	44	86	12	24	200	24	200	
2008	90	54	41	21	51	49	33	68	8	15	184	15	184	
2009	81	64	37	28	74	44	36	83	7	18	250	18	250	
2010	80	63	35	25	71	45	38	84	5	12	240	12	240	

표 26 과실류 생산량

연도	합 계		사과		배		복숭아		포도		감		기타	
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량 M/T
				kg/10a		kg/10a		kg/10a		kg/10a		kg/10a		kg/10a
2005	2116	40,770	23	340	1478	340	1478	90	1,200	1,333	591	8,150	1,379	667
2006	2105	37,950	25	325	1300	28,300	2,029	86	1,157	1,345	589	8,093	1,374	633
2007	2115	40,753	23	340	1478	30,980	2,213	90	1,200	1,333	591	8,150	1,379	657
2008	2068	41,453	22	325	1480	32,900	2,350	70	971	1,388	567	7,195	1,269	660
2009	1998	41,389	22	328	1490	33,130	2,380	68	959	1,410	509	6,922	1,360	691
2010	1993	41,359	22	325	1480	33,120	2,383	66	950	1,439	505	6,900	1,366	625

### 3. 친환경농업 현황

표 27 친환경농업 현황

구분	인증건수(건)	인증농가(호)	인증면적(ha)	출하량(kg)
유기농산물	10	234	292	2,780
무농약농산물	48	350	269	7,449
저농약농산물	97	389	572	2,034
합계	155	973	1,133	12,263

자료 : 안성시, 안성통계연보, 2012

### 4. 화학비료 사용현황

안성시의 2011년도 총 비료성분 공급량은 2,183 톤/년이고, 질소 1,272 톤/년, 인산 375 톤/년, 가리 536 톤/년으로 나타났다.

표 28 화학비료 성분별 공급량

구분	비료성분 (톤/년)			합계 (톤/년)
	질소질(N)	인산질(P2O5)	가리질(K2O)	
공급량	1,272	375	536	2,183

자료 : 안성시, 안성통계연보, 2012

### 5. 가축분뇨 중 비료성분 발생현황

안성시 관내의 가축분뇨에서 기인하는 비료성분량을 표 29의 가축분뇨의 일반적인 조성비로 계산한바 표 30과 같다. 연간 가축분뇨로부터 발생하는 질소성분량은 8,154 톤, 인산이 4362 톤, 칼리가 4,767톤이다.

표 29 가축분뇨의 일반적 조성

축종별	구분	질소(N)	인산(P2O5)	칼리(K2O)
		%		
젓소	분	0.33	0.49	0.49
	뇨	1.02	0.27	0.27
한육우	분	0.50	0.60	0.18
	뇨	0.68	0.07	0.60
돼지	분	0.96	0.83	0.42
	뇨	0.80	0.09	0.53
닭	분	1.39	0.62	0.68

자료 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정 연구(농촌진흥청, 2008)

표 30 가축분뇨 중 비료성분 발생량

축종별	구분	발생량 (kg/일/두)	사육두수 (두, 수)	분뇨발생량 (톤/년)	비료성분별 발생량(톤/년)		
					N	P2O5	K2O
젖소	분	19.20	18,713	124,133	433	643	643
	노	10.90		70,471	759	201	201
한육우	분	8.00	85,839	250,650	1,253	1,504	451
	노	5.70		178,588	1,214	125	1,072
돼지	분	0.87	277,661	88,171	846	732	370
	노	1.74		176,343	1,411	159	935
닭	분노	105.1 (1,000수)	4,197,140	161,009	2,238	998	1,095
합계			4,579,353	1,049,365	8,154	4,362	4,767

자료 : 안성시, 안성통계연보, 2012

## 제8절 축산업 현황

### 1. 가축사육 현황

표 31 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젖소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2005년	1,129	48,535	293	18,324	184	243,826	253	3,233,872
2006년	1,185	51,114	270	16,486	152	222,388	198	3,613,430
2007년	1,067	56,938	262	16,622	154	253,145	212	3,817,757
2008년	1,583	74,033	263	16,969	147	276,813	203	4,098,301
2009년	1,468	82,591	221	14,403	149	286,559	225	4,508,002
2010년	1,518	85,839	229	17,713	145	277,661	211	4,197,140

주) 3천수 이상 사육농가 대상 전수조사자료임

자료 : 안성시, 안성통계연보

표 32 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭		마필	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2010년	1,518	85,839	229	17,713	145	277,661	211	3,901,908	7	68
공도읍	92	5,640	21	2,271	4	7,325	4	293,400	1	43
보개면	127	9,138	27	4,349	14	28,720	825	1,188,500	-	-
금광면	116	4,592	24	1,261	1	53	1	95,000	-	-
서운면	53	2,804	6	295	4	6,448	9	623,000	-	-
미양면	140	13,412	23	1,455	12	14,836	13	415,290	-	-
대덕면	91	6,360	13	1,008	5	8,950	2	130,000	1	3
양성면	261	15,541	11	625	7	5,750	8	75,750	2	17
원곡면	73	3,313	9	359	10	19,600	7	295,000	-	-
일죽면	222	9,626	36	3,650	51	117,151	48	646,725	-	-
죽산면	92	3,620	25	1,036	11	13,653	11	13,653	-	-
삼죽면	88	5,100	14	1,384	16	47,100	2	60,000	2	4
고삼면	119	5,274	14	832	6	3,892	20	65,305	-	-
안성1동	2	4	-	-	-	-	3	22	-	-
안성2동	20	802	-	-	1	2	33	263	1	1
안성3동	22	613	6	188	3	4,181	-	-	-	-

주) 젓소 수컷은 한육우에 포함  
 자료 : 안성시 통계연보

## 2. 가축분뇨 발생 현황

표 33 가축별 배출원단위

축종별 (단위)	환경부고시('99)				'08 배출원단위			
	분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소·말 (L/두·일)	10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젓소 (L/두·일)	24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지 (L/두·일)	1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계 (L/1,000수·일)	미고시			124.7			124.7
	육계 (L/1,000수·일)	미고시			85.5			85.5

표 34 2011년 축종별 분뇨 발생량

구분	한육우 (톤/년)	젓소 (톤/년)	돼지 (톤/년)	닭 (톤/년)	계 (톤/년)
공도읍	28,203	31,250	13,635	11,255	84,343
보개면	45,695	59,844	53,462	45,593	204,594
금광면	22,962	17,352	99	3,644	44,057
서운면	14,021	4,059	12,003	23,899	53,982
미양면	67,067	20,022	27,617	15,931	130,637
대덕면	31,803	13,871	16,660	4,987	67,321
양성면	77,713	8,600	10,704	2,906	99,923
원곡면	16,567	4,940	36,485	11,317	69,309
일죽면	48,135	50,226	218,077	24,809	341,247
죽산면	18,102	14,256	25,415	524	58,297
삼죽면	25,503	19,045	87,677	2,302	134,527
고삼면	26,373	11,449	7,245	2,505	47,572
안성1동	20	0	0	1	21
안성2동	4,010	0	4	10	4,024
안성3동	3,065	2,587	7,783	0	13,435
계	429,239	257,501	516,866	149,683	1,353,289

### 3. 가축분뇨 처리 현황

표 35 안성시 가축분뇨 자원화시설

법인명	삼성영농	황토영농
처리용량	100톤/일	100톤/일
처리방법	퇴비화	퇴비화
참여농가	소 15호, 돼지 10호	소 24호, 돼지 13호, 닭 8호
시설 수	2	1

표 36 가축분뇨 처리현황 - 시설별 (단위 : 개소)

설치 농가수	시설설치				위탁처리				미설치
	소계	정화 처리	퇴비화	액비화	공공처리 시설	재활용신 고자위탁	해양배출	분뇨처리 업위탁	
1,722	1,722	12	1,614	27	28	22	4	15	0



표 37 안성시 가축분뇨 처리현황 (단위 : 톤/일)

발생량	자 가 처 리					위탁처리					
	소계	정화	퇴비	액비	기타	소계	공공	공동	재활용	처리업	기타
4228	3829.2	590.6	3158.5	80.1	0	398.2	76.0	0	320.4	0	2.4

1) 공공은 가축분뇨공공처리시설, 공동은 공동자원화시설  
 자료 : 안성시 축산과. 2012

## 제9절 바이오매스 발생 및 이용 현황

### 1. 폐기물계 바이오매스 발생현황

#### 가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
음식물쓰레기(계)	11,571.00
-가정생활계	1,095.00
-사업장생활계	10,476.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
가축분뇨(계)	2,299,953.00
-젖소분뇨	205,590.00
-한우(소,말)분뇨	429,238.00
-양돈분뇨	1,487,528.00
-계분뇨	177,597.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

다. 오니계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
오니(계)		26,609.00
	-하수처리오니	4,928.00
	-정수처리오니	-
	-공정오니	8,979.00
	-폐수처리오니	12,702.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐식용유(계)		37.00
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	37.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		26,573.00
	-생활계	694.00
	-사업생활계	25,879.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
종이(계)		13,198.00
	-종량제봉투배출	9,782.00
	-재활용분리배출	3,416.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐목재(계)		798.00
	-사업장배출시설계	694.00
	-건설폐기물(건설폐제)	104.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	12,118.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

## 2. 미이용계 바이오매스 발생현황

### 가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		47,860.20
-벼짚		39,351.72
-왕겨		8,508.48
-보릿짚		49.20
-옥수수대		117.80
-콩대		627.00
-고구마줄기		704.65
-감자줄기		929.06
-수박줄기		0.00
-오이줄기		1,184.50
-호박줄기		40.48
-토마토대		17.48
-참깨줄기		121.80
-들깨줄기		261.00
-고추대		1,049.40

### 나. 목본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
목본계 농산부산물(계)		7,211.60
-사과전정지		29.60
-포도전정지		1,523.20
-배전정지		5,658.80

### 다. 임지잔재 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
임지잔재(계)		235,272.68
침엽수		103,041.61
활엽수		41,234.93
혼효림		90,996.14

### 3. 폐기물계 바이오매스 이용현황

#### 가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
음식물쓰레기(계)		11,571.00
	-가정생활계	1,095.00
	-사업장생활계	10,476.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
가축분뇨(계)		1,670,728.00
	-젓소분뇨	205,590.00
	-한우(소,말)분뇨	429,238.00
	-양돈분뇨	858,303.00
	-계분뇨	177,597.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 다. 오니계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
오니(계)		26,609.00
	-하수처리오니	4,928.00
	-정수처리오니	-
	-공정오니	2,011.11
	-폐수처리오니	6,978.19

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐식용유(계)		37.00
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	37.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		26,573.00
	-생활계	694.00
	-사업생활계	25,879.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
종이(계)		13,198.00
	-종량제봉투배출	9,782.00
	-재활용분리배출	3,416.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐목재(계)		798.00
	-사업장배출시설계	694.00
	-건설폐기물(건설폐제)	104.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	12,118.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

4. 미이용계 바이오매스 이용현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		17,974.16
	-벼짚	16,527.72
	-왕겨	1,446.44

나. 임지잔재 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
임지잔재(계)	1,965.00
침엽수	860.60
활엽수	344.39
혼효림	760.00

제10절 바이오매스 처리시설 현황

1. 폐기물 매립지 및 소각시설

가. 쓰레기 처리 현황

안성시의 생활폐기물 관리구역은 전체 행정구역 553.10 km<sup>2</sup> 중 100 %가 관리구역으로 지정되어 있어 전국 생활폐기물 관리구역 지정률 97.3 %보다 높은 것으로 나타났다.

또 안성시의 생활폐기물 발생량은 표 38에 나타난 것처럼, 총 157.1 톤/일로서, 매립 14.6톤/일(9.3%), 소각 14.0 톤/일(8.9%), 재활용 128.5톤/일(81.8%)로 처리되고 있다.

표 38 안성시의 생활폐기물 관리구역 현황

전체 행정구역			생활폐기물 관리구역			생활폐기물 관리제외지역		
면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수
553.10	188,274	15	553.10	188,274	15	-	-	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

표 39 생활폐기물 발생량 및 처리 현황 (단위 : 톤/일, %)

발생량(톤/일) 및 처리현황		총 계	총량제에 의한 혼합배출		재활용가능 자원 분리배출	남은 음식물류 배출
			가연성	불연성		
처리방법	총 계	292.6	131.5	73.3	56.1	31.7
	비 율	100.0%	16.8%	63.2%	9.2%	10.8%
	매 립	18.8	12.0	6.8	0.0	0.0
	비 율	9.3%	0.2%	9.1%	0.0%	0.0%
	소 각	47.3	47.3	0.0	0.0	0.0
	비 율	8.9%	8.9%	0.0%	0.0%	0.0%
	재활용	226.5	72.2	66.5	56.1	31.7
	비 율	81.8%	7.7%	54.1%	9.2%	10.8%

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 폐기물 매립지 시설현황

안성시 관내에 운영 중인 폐기물 매립시설은 안성시 중리동 124-4번지 일원에 위치하며 총 매립지 면적 38,280 m<sup>2</sup>, 총 매립용량 566,225 m<sup>3</sup>로, 2011년 총 매립용량의 17.9 %인 101,480 m<sup>3</sup>이 매립되어 있다.

표 40 매립장 현황

구 분	내 용
위 치	경기 안성시 중리동 124-4
총 매립지 면적(m <sup>2</sup> )	38,280 m <sup>2</sup>
총 매립용량(m <sup>3</sup> )	566,225 m <sup>3</sup>
기 매립량(m <sup>3</sup> ) - '11년까지	101,480 m <sup>3</sup>
잔여매립 가능량(m <sup>3</sup> )	301,356 m <sup>3</sup>
사용기간	2002년 ~ 2028년
설치비	8,803백만원 (지방비)

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계



## 2. 가축분뇨 처리(자원화) 시설

### 가. 가축분뇨 처리실태

발생량 (톤/년)	공공 자원화 (톤/년)	농가개별처리 (톤/년)			바이오 가스화 (톤/년)	공동 처리 (톤/년)	위탁처리
		퇴비화	액비화	정화			
1,415,745	25,449	1,057,623	26,821	197,762	-	66,970	41,120
100 %	1.80%	74.70%	1.89%	13.97%	-	4.73%	2.90%

자료 : 2012년 안성시 축산과

### 나. 가축분뇨 처리시설

법인명		처리용량	처리방법	참여농가
공공처리시설		100 톤/일	BIOSUF	연계처리
공동 자원화	삼성영농	100 톤/일	퇴비화	소15호, 돼지10호
	장암마을영농조합	100 톤/일	퇴비화	소14, 돼지17호, 닭 4호
	황토영농조합법인	115 톤/일	교반식톱밥 발효화	안성시 관내
기업형 처리 시설	일죽농업협동조합	260 톤/일	건조비료화	관내41개 축산농가
	안성비료	32 톤/일	건조비료화	안성시 관내
	농후퇴비	26 톤/일	교반식톱밥 발효화	홍일농장
	죽주산성비료	53 톤/일	교반식톱밥 발효화	안성시 관내
	안성금광자연농축 영농조합법인	27 톤/일	교반식톱밥 발효화	안성시 관내
	협성영농조합법인	66 톤/일	교반식톱밥 발효화	안성시 관내

### 제3장 바이오매스 이용계획

#### 제1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정

##### 1. 바이오매스 부존량

##### 가. 폐기물계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	11,571.00	64.47	1,587.50	48.57	1,996.71	6,526.39
		종량제 봉투배출	1,095.00	72.80	1,155.10	50.66	150.89	344.03
		재활용 분리배출	10,476.00	63.60	1,632.70	48.35	1,843.71	6,225.92
	가축 분뇨 (계)	소계	2,299,953.00	91.10	4,229.29	40.56	83,053.84	866,003.66
		젓소 분뇨	205,590.00	90.60	3,847.00	41.06	7,935.03	74,345.04
		한우 분뇨	429,238.00	87.12	3,847.00	41.06	22,700.37	212,684.68
		양돈 분뇨	1,487,528.00	94.08	4,516.00	39.40	34,696.29	397,686.45
		닭 오리	177,597.00	76.30	3,194.33	48.50	20,413.89	134,451.05
	오니	소계	26,609.00	64.74	971.27	45.40	4,259.62	9,113.48
		하수처리 오니	4,928.00	77.30	633.33	45.66	510.74	708.48
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	8,979.00	68.03	700.67	42.46	1,218.82	2,011.11
		폐수처리 오니	12,702.00	57.53	1,293.67	47.37	2,555.19	6,978.19
	폐 식용유	소계	37.00	1.43	9,180.00	73.05	26.64	334.79
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	37.00	1.43	9,180.00	73.05	26.64	334.79

목재	소계	26,573.00	22.95	3,425.86	47.81	9,789.24	70,147.16
	종량제 봉투배출	694.00	20.90	3,495.20	48.14	264.27	1,918.70
	재활용 분리배출	25,879.00	23.00	3,424.00	47.80	9,525.02	68,229.47
종이	소계	13,198.00	17.51	3,147.20	44.72	4,868.24	34,263.95
	종량제 봉투배출	9,782.00	18.70	3,073.80	44.77	3,560.45	24,445.21
	재활용 분리배출	3,416.00	14.10	3,357.40	44.56	1,307.54	9,851.77
폐목재	소계	798.00	11.43	3,817.33	60.60	428.29	2,698.05
	사업장 배출시설계	694.00	11.43	3,817.33	60.60	372.47	2,346.42
	건설 폐기물	104.00	11.43	3,817.33	60.60	55.82	351.63
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	12,118.00	56.47	2,388.67	52.22	2,754.80	12,601.10
폐기물계 합계		391,226.60				21,614.90	194,781.54

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

#### 나. 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	47,860.20	51.52	3,759.78	41.70	9,787.26	88,148.02
		벼짚	39,351.72	59.86	3,710.00	41.10	6,492.07	58,602.35
		왕겨	8,508.48	12.97	3,990.00	44.50	3,295.19	29,545.67
	잡곡	소계	117.80	72.65	3,990.00	47.73	15.38	128.55
		옥수수줄기	117.80	72.65	3,990.00	47.73	15.38	128.55
	맥류	소계	49.20	59.86	3,710.00	41.10	8.12	73.27
		보릿짚	49.20	59.86	3,710.00	41.10	8.12	73.27
	두류	소계	627.00	65.71	4,490.00	48.70	104.70	965.34
		콩줄기	627.00	65.71	4,490.00	48.70	104.70	965.34

서류	소계	1,633.71	90.05	3,673.90	42.70	69.41	597.33
	고구마줄기	704.65	90.01	3,890.00	42.70	30.06	273.83
	감자줄기	929.06	90.08	3,510.00	42.70	39.35	323.49
과채류	소계	1,242.46	44.00	3,925.41	45.02	313.13	2,730.34
	수박잔사	0.00	84.37	4,060.00	44.10	0.00	0.00
	오이잔사	1,184.50	43.11	3,920.00	45.00	303.24	2,641.54
	호박잔사	40.48	52.22	4,060.00	45.00	8.70	78.53
	토마토줄기	17.48	85.23	3,980.00	46.10	1.19	10.28
조미채소	소계	1,049.40	79.72	4,480.00	48.30	102.79	953.43
	고추줄기	1,049.40	79.72	4,480.00	48.30	102.79	953.43
특용작물	소계	382.80	15.38	4,178.18	47.51	153.91	1,353.42
	참깨줄기	121.80	15.38	4,110.00	46.90	48.34	423.61
	들깨줄기	261.00	15.38	4,210.00	47.80	105.57	929.81
과실류	소계	7,211.60	30.46	4,632.64	50.37	2,520.29	23,181.76
	사과전정지	29.60	32.88	4,687.50	50.40	10.01	93.14
	포도전정지	1,523.20	47.20	4,790.00	52.10	419.01	3,852.36
	배전정지	5,658.80	25.94	4,590.00	49.90	2,091.26	19,236.26
임지잔재	소계	235,272.68	46.61	4,868.88	49.94	62,479.03	607,162.17
	침엽수	103,041.61	64.00	5,000.00	50.70	18,807.15	185,474.90
	활엽수	41,234.93	25.00	4,706.00	49.00	15,153.84	145,538.69
	혼효림	90,996.14	36.70	4,794.20	49.51	28,518.03	276,148.58
미이용계 합계		295,446.85				75,554.02	725,293.61
폐기물계/미이용계 합계		2,686,303.85				182,731.41	1,726,982.19

## 2. 바이오매스 이용 목표

대상지역	경기도 안성시							
면적	820.66 km <sup>2</sup>		인구		86,766명			
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•안성시 내 돈분뇨 발생량이 높으며 가축분뇨의 발생량이 타지역에 비하여 많음</li> <li>•평야 지역으로 미곡류 및 시설재배에서 발생하는 미이용계 농산바이오매스양이 많음</li> <li>•에너지 수요처는 축산농가 및 시설재배지에 공급이 용의함</li> </ul>							
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률		
	폐기물계 바이오매스		2,390,857	1,761,632		79%		
	음식물쓰레기	가축분뇨		11,571	11,571	사료, 퇴비	100%	
		가축분뇨	젓소		2,299,953	1,670,728	퇴·액비	73%
			한우		205,590	205,590	퇴비	100%
			한우		429,238	429,238	퇴비	100%
			양돈		1,487,528	858,303	퇴·액비	58%
			닭·오리		177,597	177,597	퇴비	100%
			오니		26,609	26,609	연료, 부숙토	100%
		폐식용유		37	37	연료	100%	
		목재		26,573	26,573	소재	100%	
		종이		13,198	13,198	소재	100%	
		종량제봉투	재활용분리		694	694	소재	100%
			재활용분리		25,879	25,879	소재	100%
	폐목재		798	798	연료(소각)	100%		
	폐지		-	-	-	-		
	동식물성 잔재물		12,118	12,118	퇴비, 사료	100%		
	미이용계 바이오매스		52,963	17,974	연료(소각)	5%		
농산부산물		52,963	17,974	사료, 퇴비, 부숙토	33.58			
임산부산물		242,484	1,965	연료(소각)	0.8%			
바이오매스 활용시설 (기준)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설				
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비			
	시설명	1개소	자원화시설 8개소	없음	없음			
	원료	돈분	우분, 계분	없음	없음			
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대형 바이오가스 플랜트 추가건설을 통한 바이오가스 에너지화</li> <li>•축산농가 및 시설재배지의 에너지 공급</li> <li>•혐기소화액의 액비화를 통한 액비공급</li> </ul>							
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요							
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 182,731 TC</li> <li>•이용량: 88,266 TC</li> <li>•이용률: 48%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치- 돈분뇨 25,500톤 신규 이용</li> <li>•음식물쓰레기 30톤 에너지이용 전환</li> <li>•이용목표(탄소환산): 49%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•농산부산물의 효율적 이용수립계획 마련을 통한 농산부산물 20% 에너지화</li> <li>•과수전정지 등 임지잔재 발생량의 20% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 58%</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 2,828 TC</li> <li>•에너지이용률: 1.6%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 5,638 TC</li> <li>•에너지 이용목표(탄소환산): 3.1%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 47,363 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 26%</li> </ul>			

## 제2절 안성시 양분 수지분석

양분의 투입에서 산출까지의 각 단계별 양분수지를 그림 11을 바탕으로 추정하면, 축종별로 발생하는 가축분뇨는 자원화처리를 거쳐 농경지에 환원되거나 정화시설을 통해 하천에 방류된다.

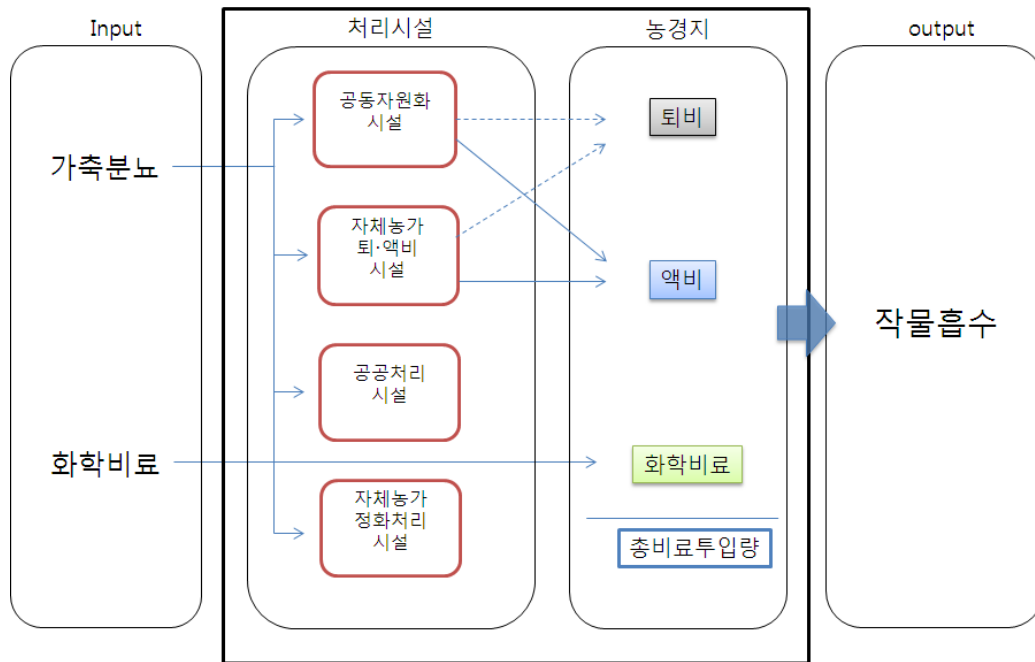


그림 11 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도

수학모형은 지역별로 가능한 모든 경로와 요인들을 고려하여 물질흐름을 표현하고자 하였다. 우리나라의 가축분뇨 유래 퇴·액비 흐름을 살펴보면 일반적으로 공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입되어 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어진다.

이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 그림 12에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다.

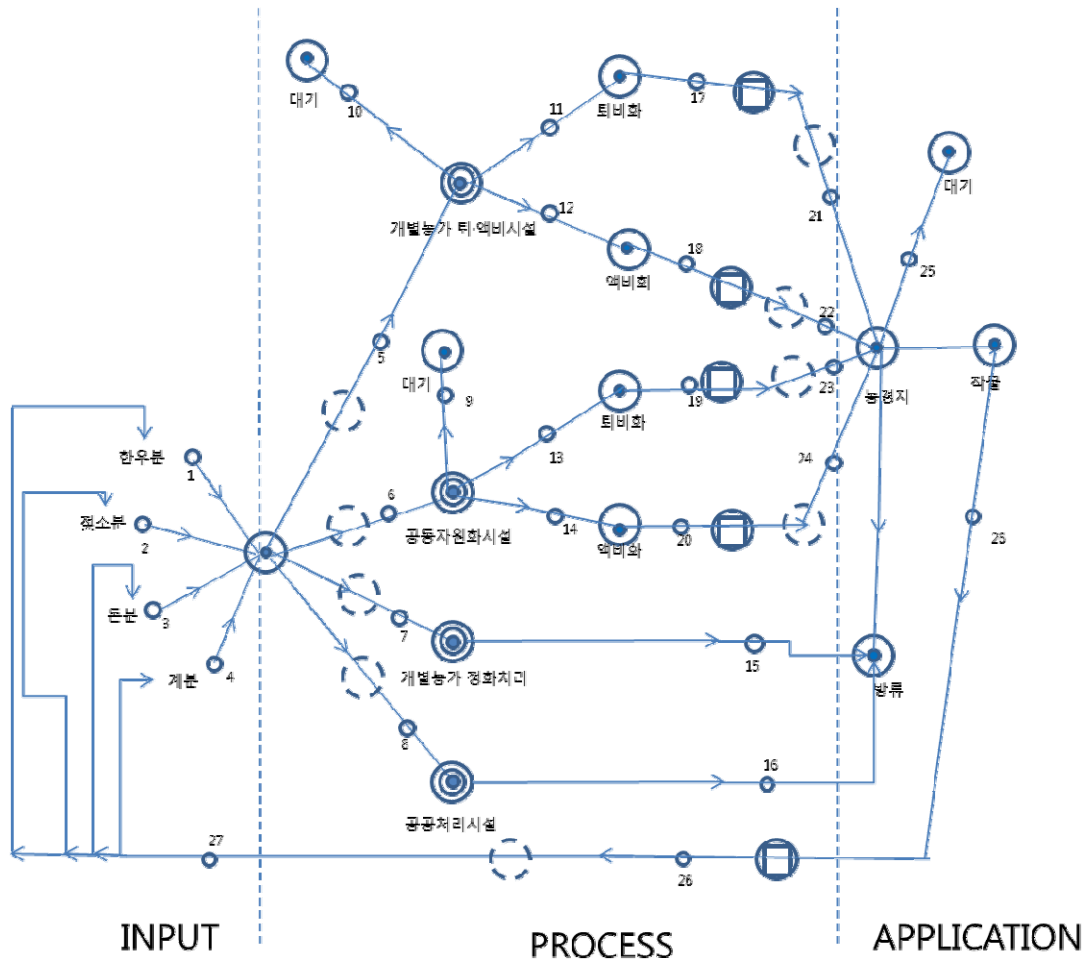


그림 12 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델

안성은 돈분과 우분발생량이 다른 축종에 비해 상대적으로 많은 지역이다. 이를 처리하기 위하여 안성시는 개별농가 퇴·액비화시설(전체의 약 77%)을 운영하고 있으며 농가자체 공공처리시설(14%), 공공처리시설(5%)을 통해 방류처리하고 있는 실정이다. 나머지는 공동자원화시설을 통해 자원화 처리를 하고 있다.

표 41 안성지역 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

지역	축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/년)				
		사육두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총 발생량 (톤/년)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리 시설	공공처리 시설	위탁(공동자원화 시설)
안성	한우	79,470	397,390	1,415,742 (100%)	1,057,559 (74.7%)	26,758 (1.89%)	197,779 (13.97%)	66,964.6 (4.73%)	41,057 (2.9%)
	젓소	16,579	228,135						
	돼지	308,201	573,716						
	닭	4,942,945	216,501						

일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 돈분과는 처리형태가 다르다. 함수율 차이 때문인데, 한육우분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 주로 퇴비의 제조에 활용된다. 반면 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높아 고액분리를 통한 퇴비생산 즉, 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 액비와 고형분을 가공한 퇴비로 나누어 처리한다. 그럼 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 식[4]와 같이 표현할 수 있다. TLF 는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생된 돈슬러리량과 고액분리비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots[4]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9 에 해당한다. 고액분리 후의 돈분 고형분, 수거된 우분, 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화과정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 수분조절제인 톱밥 또는 왕겨가 추가되나 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 그 필요성이 저감된다는 점과 비용소모적인 이유로 사용이 까다롭다는 점을 적용하여 톱밥은 본 계산에서 제외하였다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots[5]$$

여기서 SD는 연간 공급되는 톱밥의 양을 나타낸다. 또한 식[3]을 참고하면  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$  으로  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$  와  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$  는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우 또는 젃소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$  을 나타내고  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량을 의미한다. 위의 정의들에 의해  $T_{LF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + sd_b X_{sd} \\ mp_c X_c + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots[6]$$



여기서  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust

$X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소  $X$  의 비율<sup>104)</sup>

따라서 각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_bN_b \\ mp_cN_c \\ mp_dN_d \end{pmatrix} ; N \dots\dots\dots [7]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_bP_b \\ mp_cP_c \\ mp_dP_d \end{pmatrix} ; P \dots\dots\dots [8]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_bK_b \\ mp_cK_c \\ mp_dK_d \end{pmatrix} ; K \dots\dots\dots [9]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,i}pX_{a,l}mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,i}pX_{a,l} \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [10]$$

104) 농촌진흥청. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구를 참조; 한우의 경우 질소(0.5%), 인(0.6%), 칼리(0.18%); 젖소의 경우 질소(0.33%), 인(0.49%), 칼리(0.49%); 돼지의 경우 고상물은 질소(0.96%), 인(0.83%), 칼리(0.42%), 액상물은 질소(0.8%), 인(0.09%), 칼리(0.53%); 닭은 질소(1.29%), 인(0.46%), 칼리(0.59%)를 각각 적용함

퇴비 내의 원소 X의 총량은

$$T_{SX} = r_{a,s} [(1-p)X_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_bmp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_cmp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_dmp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots\dots\dots[11]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다. 액비의 호기성 처리과정중 질소손실은 약 32%로 가정한다. 돈사체계에 따라 질소 손실율이 달라지는데 깔개를 넣어 키우는 돈사가 각각 25%, 50% 의 질소손실을 보였다(Rotz, 2004).

다음 단계인 저장단계에서 약 10% 추가적인 질소 손실을 보이는데 이는 돈사에서 처리되는 과정까지 평균 30% 의 질소손실이 발생하는 것으로 가정할 수 있다. 1차년도 현장조사에서 나온 데이터 (처리과정 전의 질소량과 처리후의 질소량) 역시 비슷한 수치를 나타냈는데 이를 적용해 질소손실을 산출해보면 약 34%의 질소 손실을 나타냈다. 따라서 평균 32%의 질소성분이 액비화과정중에 공기 증으로 휘산 된다고 가정하고 나머지 값을 계산하였다.

고상물 퇴비화과정의 경우 질소소실은 약 29%로 가정한다. 20~40% 질소가 퇴비화 과정중에 소실되고, Sommer(2001)의 실험에 의하면 가축분뇨의 퇴비화과정에서 약 28%의 질소소실이 발생했다고 보고하였다. 따라서 대략 평균 29%의 질소가 퇴비화과정 중에 소실된다고 가정하고 계산 하였다. 가축분뇨 자원화과정에서 인산과 칼리의 자원화 활용률은 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해, 인산과 칼리 약 10%가 미활용된 90%를 각각의 보정계수로 적용하였다(MWPS 1993). 이렇게 손실되는 양분은 네트워크 모델에서 과정 9, 10에 해당한다.

가축분뇨 총 발생량 중 질소, 인, 칼리를 중심으로 살펴보면, 질소는 10,209톤/년, 인은 5,428톤/년, 칼리는 5,842톤/년의 양분을 각각 포함하고 있다 표 42. 한우, 젓소, 닭에서 발생하는 분뇨는 바로 퇴비화 처리로 가정을 하여 분리하였고, 돈분의 경우는 고액분리를 통해 분리 후 저장되는 경우로 적용하여 계산을 하였다.

표 42 안성지역 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))

지역	가축분뇨 형태	축종	질소(N)	인(P)	칼리(K)
안성	퇴비	한우	1,987	2,384	715
		젓소	753	1,118	1,118
		닭	2,787	985	1,272
		돼지	551	476	241
	액비	돼지	4,131	465	2,737
	총계			10,209	5,428

각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 처리시설로 옮겨져 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 이 과정을 통해 배출되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 5,699톤, 인은 3,909톤, 칼리는 4,379톤에 해당한다.

표 43 안성지역 가축분뇨 처리시설을 통한 양분의 흐름(처리 후(後))

지역	퇴비종류	질소(N)	인(P)	칼리(K)
안성	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	129	134	90
	액비	84	13	74
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	3,323	3,440	2,319
	액비	2,163	322	1,896
	총량	5,699	3,909	4,379

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33%로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지표면 살포 시 소실될 것으로 가정한다. 따라서 안성지역의 자원화처리과정 전(前) 단계에 해당하는 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량을 살펴보면, 질소 10,209톤/년, 인 5,428톤/년, 칼리 5,842톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 1차적으로 생성되는 것으로 나타났다. 각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 각 처리시설로 수송되어 퇴·액비화 과정을 거치게 된다. 안성지역의 가축분뇨 대부분이 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화처리를 거치고 나머지는 공동자원화시설을 통하게 되므로 과정 중 손실량을 적용하여 산정하면 가축분뇨 유래 질소는 연간 5,699톤, 인은 3,909톤, 칼리는 4,379톤에 해당하는 것으로 나타났다.

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접살포(broadcast application)하는 방식(액비는 약 33%, 퇴비는 약 20%의 소실률)을 적용하면 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소량은 4,267톤/년이 될 것으로 예측된다.

## 제4장 바이오피아 추진안

### 제1절 사업 체계

Biopia의 사업 추진 체계는 총 3단계의 과정으로 1단계에서는 사업주체가 사업을 추진하기 위한 기초조사를 수행함으로써 이용 가능한 바이오매스 및 에너지사용량 등을 산정함으로써 사업의 가능성을 확인하는 단계이다.

1단계에서는 타당성조사, 사업성 및 가능성의 검토, 지원금 및 사업비의 책정 등의 작업을 수행하며, 주민들의 여론을 수렴하여 사업 계획에 반영한다.

2단계에서는 바이오매스를 이용하는 이용 기술 및 생산된 신·재생에너지의 활용기술 등을 선택하여 실질적으로 사업 추진에 있어 필요한 기술의 조사와 부지 선정 등을 수행한다. 또한 선정부지의 주민들에게 홍보와 교육을 통하여 인식전환을 시킴으로써 사업에 따른 민원발생 사전에 해결하고 생산된 에너지의 소비를 조장한다. 기술들의 선택 후 경제성분석 및 사업성을 평가한다.

3단계에서는 Biopia 사업 추진단계로 생산 이용 시스템의 개발과 실증사업을 실행한다. 3단계에서 사업계획서를 작성 사업을 추진한다.

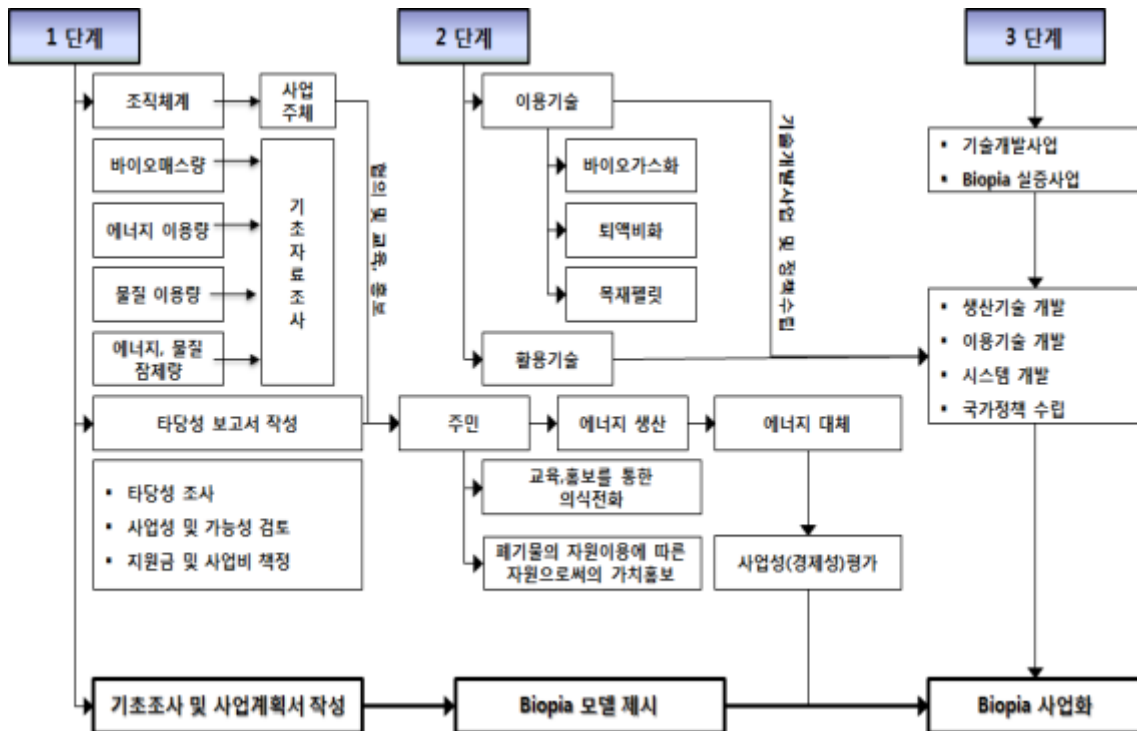


그림 13 사업 추진체계

## 제2절 사업추진 조직 및 방침

### 1. 사업추진 조직

바이오피아 조성을 위해서는 사업조직을 만들고 이에 대한 추진체계를 구성해야 한다. 정부와 지자체에서는 농업부문 바이오매스 정책을 총괄하는 전담부서 또는 전담인력을 확충할 필요가 있다.

이에 관련한 전문부서를 두어 폐자원 및 바이오매스자원에 대한 자원화와 에너지화 뿐만 아니라 농업·농촌·환경·에너지 정책의 통합 관점에서 정책과 기술을 개발하고, 관련 법·제도에 대한 검토 등의 역할을 수행하도록 하고 자원관리에 대한 네트워크 및 전략적 지식관리의 허브 기능을 수행한다.

또한, 전문가 협의체를 구성하여 민관이 협력하고 네트워킹 할 수 있는 컨트롤타워 기능을 수행하고 관련주체들이 참여하는 소통의 장을 활성화해야 한다.

이를 위해 바이오매스와 폐자원에 대한 관련 지식기반을 구축하고 공유할 수 있는 공간을 제공하여 관련주체들이 세부 정책 사항이나 연구, 정보 및 추진사항 등에 관해 상호협력적으로 진행해야 한다. 그리고 폐자원 및 바이오매스 자원과 관련해서는 정부기관, 민간기업, 다수의 블로거 등에서 정보시스템을 개발하여 운영 하거나 자체 홈페이지를 구축하여 운영하고 있다.

이러한 정책의 원활한 추진을 위한 정확한 바이오매스 통계, 전문인력 육성 대책 등도 필요하다. 주체들의 역할을 그림 14에 나타낸 것과 같이 중앙정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역지도자, 지역주민으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

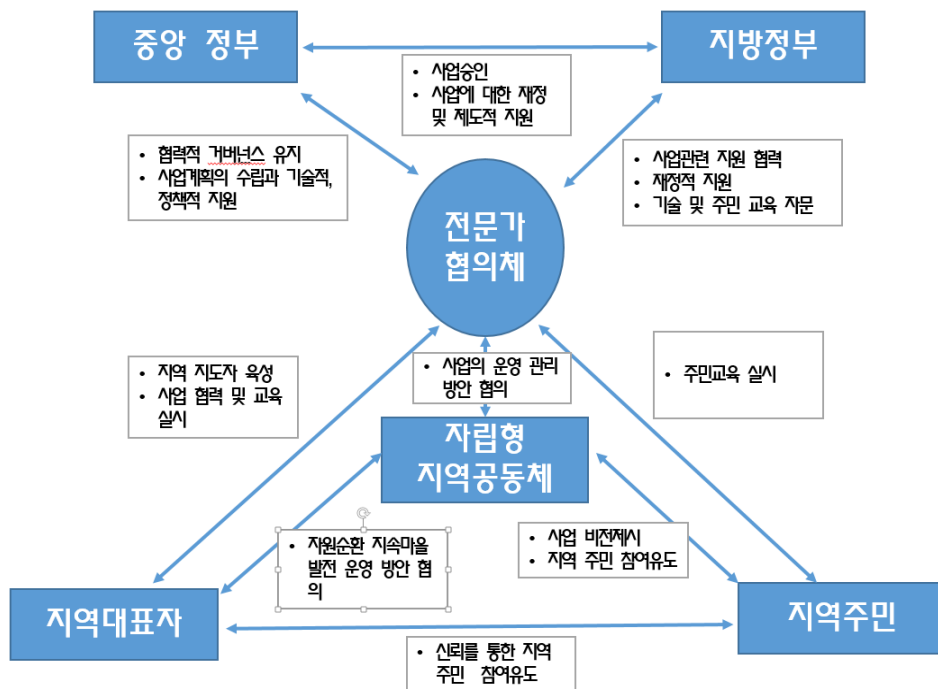


그림 14 바이오피아 조성 사업 참여주체와 역할

## 2. 추진주체별 역할 및 방침

### 가. 중앙정부

- 바이오피아 초기 도입단계에서 중앙정부 차원의 법과 제도적, 재정적 지원으로 인해 추진과정에서 다소 어려움이 초래될 소지가 많은데, 중앙정부는 다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원한다.
- 지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립할 수 있도록 유도한다.
- 바이오피아 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련한다.
- 조기에 가시적 성과 중심의 정책보다 중장기적으로 올바른 시스템 구축 및 원활한 운영을 위해 협조한다.

### 나. 지방정부

- 독단적인 의사결정이 아닌 전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피아 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 제도적 장치를 확립한다.
- 또한 바이오피아 시스템에 대한 간섭을 배제한다.
- 바이오피아 시스템 필요성에 대한 이해와 함께 충분한 토론 및 검토과정이 필요하며, 전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 이해와 협조한다.
- 바이오피아 조성을 위해 행정적·재정적 지원을 할 뿐만 아니라 지역 주민·시민단체 전문가들과의 협력에 필요한 지원을 한다.

### 다. 전문가 협의체

- 전문가 협의체는 학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오피아 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가들로 구성한다.
- 정부, 지방정부, 지역지도자, 지역주민 간의 협력네트워크 구축을 통해 바이오피아 추진 계획 수립, 관련 기술에 대한 전문적 컨설팅을 지원하면서 중앙정부, 지방정부와 주도적으로 사업을 추진하며, 선정지역 지역 공동체와 협력관계를 유지하면서 사업을 진행한다.
- 또한, 지역 지도자, 지역 협의체와 지역주민을 대상으로 바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역 주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여한다.
- 자원의 발굴과 이들 자원의 사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지방정부에 제공한다.

- 사업추진에 있어 요구되는 계획수단 및 전략수립 등에 대한 기술·정보·지식을 중앙정부와 지방정부에 제공한다.
- 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시하고 사업의 효율적이고 성공적인 추진에 각종 대안을 제시한다.

## 라. 지역 지도자

- 지역 주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오 피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 바이오피아조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시키며, 지역 주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 지도자를 육성한다.
- 지역 지도자는 지역주민에 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌 수 있는 비전과 목표가 있어야 하며, 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 하며, 평소 자기계발에 충실해야 하며, 창의력과 융통성을 지녀야 하며, 자신의 생각이나 의견이 다른 주민들을 포용해야 한다.
- 지역 지도자는 주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지, 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 추진해야 하며, 주민조직의 구성 및 주민 자치규약의 제정하고 전문가 협의체와 협의하에 일을 추진하는 역할을 수행한다.
- 지역 마을 운영에 필요한 재정적 문제를 투명하게 관리하고 수익분배를 합리적으로 운영해야 하며, 생산과 체험소득 관련 자원 및 공동시설 자원이 효율적으로 운영관리해야 한다.
- 바이오피아 마을 조성을 위해 지역 사회에 적합한 비전을 제시할 수 있는 지역 민간 단체와 지역 산업에 종사하면서 지역발전에 기여할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 지역 산업대표들과의 협력을 통해 인적 네트워크를 강화해야 한다.

## 마. 지역 주민

- 바이오피아 조성의 주체자이자 최종적이 수혜그룹인 지역주민들은 계획 수립의 초기 과정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여한다.
- 교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적인 참여를 통해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화하고, 바이오피아 사업에 대한 미래상을 제시하고, 중장기적으로 재정적 자립을 위한 다양한 방안을 적극적으로 협력한다.

## 바. 자립형 지역공동체

- 신재생에너지를 중심으로 웰빙문화, 친환경생태 교육, 친환경녹색산업 등의 생활여건이 종합적으로 갖춰진 살기 좋은 자원순환 바이오피아 마을 구현 및 지역 마을의 수익창출을 위한 종합적 차원에서 접근하여 전반적인 사업운영 계획을 수립 한다.
- 사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진한다.
- 사업추진 역량이 축적된 기존 지역개발사업과의 연계를 추진한다.
- 사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진한다.

## 사. 추가 검토사항

- 시·군별 차이에 따른 허용수준을 감안해야 하며 지역간 농업환경의 차이를 감안하지 않고 바이오피아 모델을 모든 시·군에 동일하게 적용할 경우에 비효율이 발생할 수 있다.
- 따라서 시·군 특성에 맞는 시스템을 구축하게 되면 지역 실정에 맞는 바이오피아 실현이 가능하다는 장점이 있다.
- 민간단체의 재정 자립화는 의사결정의 독립성을 위해 매우 중요한 과제이기 때문에 시·군별로 특성에 맞는 다양한 장기적인 자립화를 위한 재원마련 방안을 구체적으로 마련할 필요가 있다.
- 또한, 중앙이나 지방정부 예산 지원시 지원조건으로 실질적인 협의가 이루어질 수 있는 장치를 마련하여 실질적인 협의가 이루어진 지역에 사업예산을 차등 지원하는 방안을 강구해야 한다.
- 바이오피아 조성을 위해 시·군 의회의 역할이 필요하다. 현재 시·군 의회의 농업정책에 대한 심의 및 의결기능은 대체로 미약하며 형식적인 상태이기 때문에 시·군 의회가 바이오피아 시스템과 보완적인 관계를 형성할 수 있는 강력한 다양한 방안을 강구해야 한다.

## 제3절 사업모델

### 1. 추진모델

대상지역인 안성시 일대는 폐기물계바이오매스 부존량 중 가축분뇨가 차지하는 비중이 96%로 축산바이오매스가 매우 풍부한 지역이다. 바이오피아 조성 시 원료비교우위 측면에서 축산바이오매스자원을 중심으로 자원순환을 설계해야한다. 특히 돈분의 발생량이 다른 축종에 비해 월등히 많기 때문에, 이에 대한 처리 및 이용을 도모할 수 있는 시설이 필요하다고 판단된다. 그림 15는 바이오매스이용 시 세 가지 조건(원료, 전환기술, 수요처) 중 지역적 특성에



맞는 비교우위모델을 추진하는 방법을 나타낸 것인데, 안성지역은 원료비교우위에 따라 설계하는 것이 적합하다.

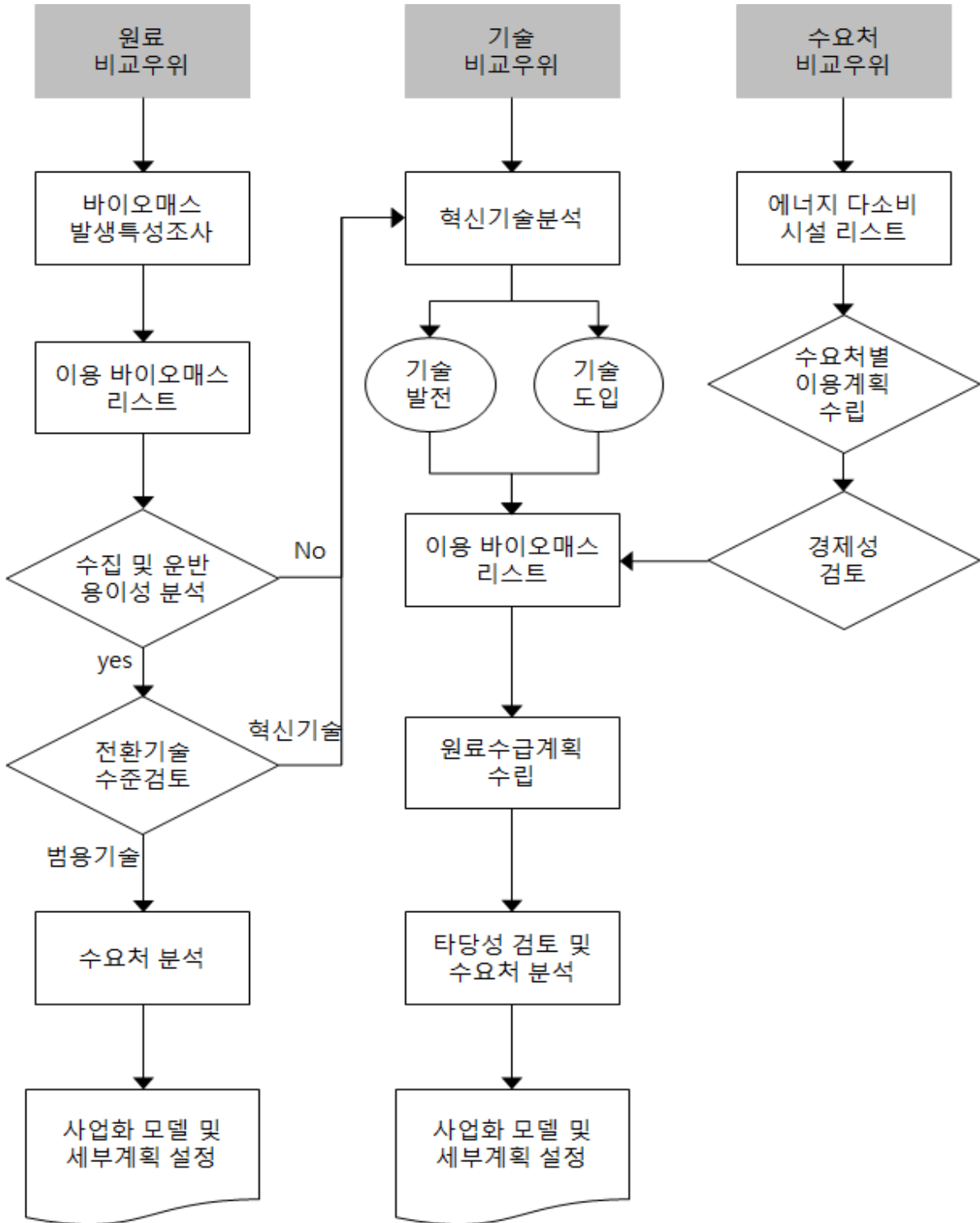


그림 15 비교우위모델 추진 방법

## 2. 사업화 모델

원료비교우위 추진모델에 입각하여 안성지역의 바이오매스 발생특성 조사결과 이용에 적합한 원료로 가축분뇨바이오매스가 가장 우위에 있다. 그 중 돈분뇨의 부존량이 월등하게 많다.

안성의 경우 공공 및 민간에서 운영하는 가축분뇨자원화센터가 10개소가 있고, 대부분 우분 및 계분을 처리하여 퇴비로 생산되고 있으며, 돈분은 퇴비화되는 양이 상대적으로 매우 적다. 한편, 안성시에는 바이오가스플랜트가 삼죽면 광일농장에서 운영 중에 있으나, 일처리용량 20톤의 소규모이므로 안성지역에서 발생하는 다량의 돈분을 이용하기에 한계가 많다. 따라서, 상대적으로 이용률이 낮은 돈분을 활용한 바이오가스플랜트를 건립하여, 생산된 바이오가스의 에너지화 및 액비처리시설의 보강을 도모할 수 있다.

안성시 내 부존 돈분뇨의 약47%가 일죽면에서 발생하며, 발생량 자체가 크기 때문에 일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트가 들어서더라도 지역 내 원료공급 및 이용이 가능하다. 한편, 향후에는 일죽면 돈분뇨 발생량의 처리율 및 이용률을 높이기 위해 바이오가스플랜트의 추가건립도 고려할 필요가 있다.

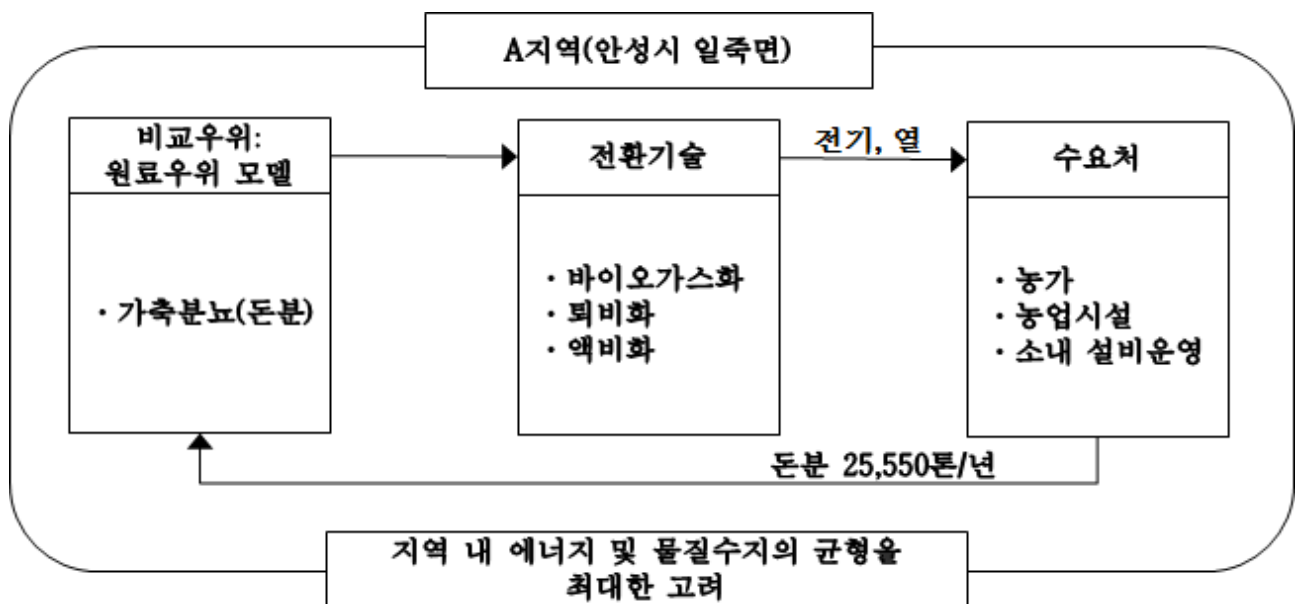


그림 16 안성시 사업화모델(원료우위 지역형) 예시

## 제4절 경제성 분석

### 1. 경제성 평가방법

경제성 평가방법은 자본회수 기간법(PBP, Payback Period), 현금흐름 할인법(Discounted Cash Flow Method)과 회계적 이익률법을 일반적으로 사용하고 있다. 지역 에너지 센터의 경

우 기간 시설인 관계로 현금흐름 할인법을 주로 이용하고 있지만 에너지 판매 계약을 통해 모든 수익이 발생하는 관계로 투자사업 프로젝트에 주로 사용하는 자본회수 기간법이 투자 평가를 판단하기에 수월할 것으로 예상된다. 따라서 바이오피아 프로젝트는 투자 가치평가를 위해 자본회수 기간법을 이용하여 순이익 시점을 산출하여 경제성을 평가한다.

## 2. 분석기준

해당 사업의 감가상각 기간은 15년을 적용하여 정액법에 의해 잔존가치를 0으로 보고 할인을 적용한다. 바이오가스플랜트의 규모는 100톤/day 로서 수입은 기존의 분뇨처리에 소모되는 비용인 16,000원/톤, 생산된 전력 및 열의 판매금액으로 각각 160.67원/kWh와 102.9원/MCal, 퇴비판매액으로 100,000/톤으로 적용하였다.

비용에 대한 기준을 살펴보면, 인건비의 경우 운영인력은 총 5인 기준으로 금액을 산정하였다<sup>105)</sup>. 유지보수비는 기계공사비의 1.3%를 적용하였고, 금융이자의 경우 시설 총투자비의 30%인 20억 원의 융자금에 대한 이율 4%를 적용하였다.

표 44 바이오가스플랜트 경제성분석 기준

항목	판매단가	단위	판매단가 적용근거	
수입	분뇨수거	16,000	톤	
	전기판매	160.67	kWh	2012 SMP평균단가
	열판매	102.9	Mcal	지역난방 열요금 "업무용"
	퇴비판매	100,000	톤	2,000원/20kg 적용

항목	산출근거	금액(천원)	
수입	돈분뇨수거	70톤/일*16,000원/톤*365일	408,800
	전기판매	338kWh/일*160.67원/kWh*365일	19,822
	열판매	485Mcal/일*102.9원/Mcal*365일	18,216
	퇴비판매	20톤/일*100,000원/톤*365일	730,000
	<b>수입 소계</b>		<b>1,176,838</b>
비용	인건비	소장 포함 5인	220,000
	전기료	기본료 + 설비가동	54,000
	유류비	원료수거(20톤x3회, 10톤x4회)	75,000
	유지보수비	기계공사비의 1.3%	38,025
	약품비	가성소다, polymer, 탈취제 등	166,000
	액비처리비	80톤/일*4,000원/톤*365일	116,800
	금융이자	융자 5억원의 4%	81,341
	복리후생비	인건비의 10%	22,000
<b>비용 소계</b>		<b>773,166</b>	

105) 인력별 임금책정(연봉기준) : 현장소장 8천만원/년, 원료수거 운송원 5천만원, 중급기술자 4천5백만원, 초급기술자 3천5백만원, 사무관리원 2천5백만원

### 3. 경제성분석

일처리용량 100톤 규모의 바이오가스 플랜트는 350kW급 발전기가 사용되며, 초기 투자비용은 약67.7억 소요되는 것으로 조사되었다. 건축 및 토목공사로 18.9억 원, 기계공사로 29.3억 원, 전기공사는 5.3억 원, 설계 및 차량구입 등 기타비용으로 14.3억 원 정도가 소요된다.

바이오가스플랜트(100톤/일) 투자비(단위 : 천원)		비율	
건축 및 토목공사		1,889,000	27.9%
	조경	24,000	0.4%
	건축물공사	355,000	5.2%
	터파기, 거푸집	390,000	5.8%
	철근, 콘크리트 공사	900,000	13.3%
	부대토목공사(방수등)	220,000	3.2%
기계공사		2,925,000	43.2%
	전처리설비	60,000	0.9%
	혐기성소화설비	1,200,000	17.7%
	발전설비	670,000	9.9%
	고형물처리설비	430,000	6.3%
	액비저장조설비	45,000	0.7%
	탈취설비	300,000	4.4%
	기타 설비	70,000	1.0%
	배관공사	150,000	2.2%
전기공사		530,000	7.8%
	수배전설비	90,000	1.3%
	전기배관,배선	20,000	0.3%
	전력간선 및 동력, 건축전기공사	140,000	2.1%
	제어 및 계측시스템	230,000	3.4%
	기타공사(CCTV 등)	50,000	0.7%
기타		1,434,400	21.2%
	시운전비	50,000	0.7%
	설계비	150,000	2.2%
	차량구입비	250,000	3.7%
	연구개발비	50,000	0.7%
	부가가치세	584,400	8.6%
	기타경비(일반관리비, 보험료 등)	350,000	5.2%
합 계		6,778,400	100%

#### 4. 경제성 분석 결과

안성지역의 바이오피아 조성 시 관련 시설입지로 인한 경제성을 국비 또는 지자체 지원정책의 변화에 따른 네 가지 시나리오로 분석하였다. 첫째 국비나 지방비의 지원이 없이 순수 자부담할 경우, 둘째 국비와 지방비 모두 지원받을 경우, 셋째 국비만 지원받을 경우, 마지막으로 지방비만 지원받았을 경우의 회수기간 및 수익률을 아래와 같이 분석하였다.

##### 가. 순수 자부담 시

순수 자부담 시 총 투자비는 6,778,400천원이며, 사업시행 후 9년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 나타났다. 이에 따른 연간수익률은 4.74%이다.

표 45 순수 자부담 시 바이오가스플랜트(100톤/일) 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			6,778,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-6,005,284	-88.59%
2년	773,116	-5,232,168	-77.19%
3년	773,116	-4,459,052	-65.78%
4년	773,116	-3,685,936	-54.38%
5년	773,116	-2,912,820	-42.97%
6년	773,116	-2,139,704	-31.57%
7년	773,116	-1,366,588	-20.16%
8년	773,116	-593,472	-8.76%
9년	773,116	179,644	2.65%
10년	773,116	952,760	14.06%
11년	773,116	1,725,876	25.46%
12년	773,116	2,498,992	36.87%
13년	773,116	3,272,108	48.27%
14년	773,116	4,045,224	59.68%
15년	773,116	4,818,340	71.08%
연간 수익률			4.74%

### 나. 국비와 지방비 모두 지원받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%와 지방비 40~50%로 지원받을 시 총 투자비는 1,75,800천원이며, 사업시행 후 3년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 37.29%로 매우 높은 결과를 나타냈다.

표 46 국비 및 지방비 모두 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			1,758,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-985,684	-56.04%
2년	773,116	-212,568	-12.09%
3년	773,116	560,548	31.87%
4년	773,116	1,333,664	75.83%
5년	773,116	2,106,780	119.79%
6년	773,116	2,879,896	163.74%
7년	773,116	3,653,012	207.70%
8년	773,116	4,426,128	251.66%
9년	773,116	5,199,244	295.61%
10년	773,116	5,972,360	339.57%
11년	773,116	6,745,476	383.53%
12년	773,116	7,518,592	427.48%
13년	773,116	8,291,708	471.44%
14년	773,116	9,064,824	515.40%
15년	773,116	9,837,940	559.36%
연간 수익률			37.29%

### 다. 국비만 지원 받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%만 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,031,400천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 12.51%이다.

표 47 국비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,031,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,258,284	-80.82%
2년	773,116	-2,485,168	-61.65%
3년	773,116	-1,712,052	-42.47%
4년	773,116	-938,936	-23.29%
5년	773,116	-165,820	-4.11%
6년	773,116	607,296	15.06%
7년	773,116	1,380,412	34.24%
8년	773,116	2,153,528	53.42%
9년	773,116	2,926,644	72.60%
10년	773,116	3,699,760	91.77%
11년	773,116	4,472,876	110.95%
12년	773,116	5,245,992	130.13%
13년	773,116	6,019,108	149.31%
14년	773,116	6,792,224	168.48%
15년	773,116	7,565,340	187.66%
연간 수익률			12.51%

**라. 지방비만 지원 받을 시**

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자 비용을 지방비를 항목에 따른 40~50%를 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,505,800천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 11.73%이다.

표 48 지방비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,505,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,732,684	-92.59%
2년	773,116	-2,959,568	-73.41%
3년	773,116	-2,186,452	-54.24%
4년	773,116	-1,413,336	-35.06%
5년	773,116	-640,220	-15.88%
6년	773,116	132,896	3.30%
7년	773,116	906,012	22.47%
8년	773,116	1,679,128	41.65%
9년	773,116	2,452,244	60.83%
10년	773,116	3,225,360	80.01%
11년	773,116	3,998,476	99.18%
12년	773,116	4,771,592	118.36%
13년	773,116	5,544,708	137.54%
14년	773,116	6,317,824	156.72%
15년	773,116	7,090,940	175.89%
연간 수익률			11.73%



## 제5장 관련 시설별 입지평가

### 제1절 시설특성

입지분석은 토지 여건과 같은 기초조건과 접근성, 주변환경 등 제반사항을 조사하여 대상지의 특성을 도출하고 특정시설을 건립하는 데 적합한지의 여부를 평가·분석하는 것이다. 이에 바이오피아 조성 시 건립이 필요한 시설들에 대한 특성은 다음 표 49와 같다.

표 49 바이오피아 주요시설 특성

시설명	입지평가 기준
바이오가스플랜트	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨 발생량이 많은 지역.</li> <li>●새로운 축사 건설시 민원 및 허가가 어려우므로 기존의 축산농가분포지역중 축산분뇨의 수거 및 운송이 용이한 축산농가 밀집 지역.</li> <li>●액비 살포가 가능한 시설재배지역 및 노지재배지가 넓게 분포되어있는 평야지역.</li> <li>●퇴비 판매를 위해 운송에 유리한 지역.(고속도로 인접)</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> <li>●자체 에너지 순환 및 판매가 가능하도록 인구분포도 고려.</li> <li>●열에너지 및 전기 공급이 가능하도록 시설재배지역과의 거리 및 위치 고려.</li> </ul>
가축분뇨 자원화(퇴비화)시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨의 수거비용이 상대적으로 높은 지역.</li> <li>●경종 농가의 화학비료 사용량이 부담인 지역.</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●퇴액비 살포가 용이하도록 경종재배지가 인근에 있는 지역.</li> </ul>
목재칩(또는 목재펠릿) 제조시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●벌채를 통한 임산 부산물의 발생량이 높은 지역.</li> <li>●임산부산물 수거 및 운송이 유리한 지역.</li> <li>●칩(펠릿)제조 시 판매 및 소비가 가능한 지역.(예: 산간지역 및 도시가스 공급이 어려운 지역.)</li> <li>●대형 보일러 설치로 열판매시 수요와 공급이 원활한 지역(예: 전기로 난방을 하는 숙박, 리조트, 편의시설의 밀집지역)</li> <li>●외부인의 숙박, 리조트, 편의시설 사용에 교통의 접근성이 유리한 지역(예: 고속도로 인근 및 국도 인근지역)</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> </ul>

### 제2절 입지평가 기준

Biopia 추진 모델 중 바이오매스 우위 모델을 선정하여 각 우위 바이오매스 양을 중심으로 농·축·임 순환단지 후보지에 대한 입지 평가를 하였다. 대상지역으로는 안성군을 대상지역으로 하였으며, 지역 특성 및 입지현황 조사를 통해 특성에 맞는 관련 시설 설정을 하고, 이에 따르는 입지 결정 방안을 설정하였다.

표 50 입지평가 기준

평가기준	평가항목	비 고
현실성	부지활용 가능성	허가권 및 토지매입가능성
	부지이용 시기성	바이오피아관련 시설에 부합되는 이용가능 시기
	적정면적 확보	필요면적 기준 적정규모 매입가능성
접근성	교통 접근성	고속도, 국도, 지방도와의 거리 등 교통접근성
	시설에 대한 접근성	각 시설의 건축면적을 고려한 차량의 진출입 여부 검토
연계성	관련자원 분포	바이오피아 관련 바이오매스자원의 주변 분포
	관련시설 분포	바이오피아 관련 연계가능 기존시설의 인접여부
경제성	부지매입비용	부지매입비용 및 추가비용 발생 가능성
	기반시설 여부	도로, 전기, 수도 등 기반시설 제공 여부
	접근 효율성	각 시설에서의 이동비용의 절감효과
환경성	자연환경 쾌적성	경관, 전망 등의 자연환경 쾌적성 검토
	협오시설 유무	지역민의 관련시설에 대한 혐오성 인식정도
	환경영향	수목, 경관, 수질 등 관련시설 건립으로 인한 영향

표 51 평가항목별 측정요소

평가기준	평가항목	항목별 점수
현실성	부지활용 가능성	1: 부지활용가능성 적음 2: 부지활용가능성 보통 3: 부지활용가능성 많음
	부지이용 시기성	1: 계획일정과 불일치(2년 이상 경과 후 사용가능) 2: 계획일정 조정 가능(1~2년 내 사용가능) 3: 계획일정에 부합(1년 이내 사용가능)
	적정면적 확보	1: 필요부지 확장성 없음(당초계획 미달 면적) 2: 계획 미달이나 확장 가능성 있음 3: 당초 계획에 부합된 충분한 면적 확보
접근성	교통 접근성	1: 직선거리 30km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 2: 직선거리 20km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 3: 직선거리 10km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유
	시설 접근성	1: 6m(편도) 미만 진입로(계획 포함) 2: 왕복 1차선(폭 6~12M) 진입로(계획 포함) 3: 왕복 2차선(폭 12M이상) 진입로(계획 포함)
연계성	관련자원 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스자원 보통 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 많음, 읍·면단위 보통 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 많음
	관련시설 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 없음 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 분포 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 활용시설 분포
경제성	부지매입비용	1: 시가 기준 2: 공시지가 기준 3: 무상제공
	기반시설 여부	1: 도로 외 기반시설 제공 불가 2: 도로, 전기, 상하수도 등 가스 외 제공 가능 3: 도로, 전기, 상하수도, 가스 모두 제공 가능
	접근 효율성	1: 부지접근비용 효율성 낮음 2: 부지접근비용 효율성 보통 3: 부지접근비용 효율성 높음
환경성	자연환경 쾌적성	1: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 낮음 2: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 보통 3: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 높음
	협오시설 유무	1: 주민반대 민원 1건 이상 2: 주민반대 시위 1건 이상 3: 주민과의 원활한 협의 및 동의
	환경영향	1: 환경영향 평가 시 환경부하 높음 2: 환경영향 평가 시 환경부하 보통 3: 환경영향 평가 시 환경부하 낮음

## 제6장 소요재원 및 확보방안

### 1. 사전영향평가, 기본조사, 세부설계 등

산출내역	① 환경영향평가 : 0천원 ② 기본조사 및 세부설계 : 150,000천원 총계 : 650,000천원 (농식품부50%,지방비40%,자담10%)
------	--

### 2. 에너지 시설 설치 등에 따른 전기, 통신 시설 등

산출내역	530,000천원 (농식품부50%,지방비50%)
------	----------------------------

### 3. 바이오매스 공동에너지화 시설물 설치 등을 위한 부지 정비

산출내역	220천원(3.3㎡당)×3,300㎡기준=220,000천원(농식품부50%,지방비50%) - 바이오가스플랜트: 300㎡ = 220,000천원
------	---

### 4. 바이오매스 에너지화 시설

산출내역	가. 바이오매스 100톤 처리/1일(1식)=4,594,000천원 (농식품부50%, 지방40%, 자담10%)
------	--

### 5. 지열 및 목재펠릿을 이용한 농업시설(하우스 시설) 이용

산출내역	가.(목재펠릿)150,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부30%, 지방30%, 자담20%, 융자20%) 나.(지열)800,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부60%, 지방20%, 자담20%) * “가” 또는 “나” 중 택일
------	--

### 6. 생태하천 정비 : 국비50%, 지방비50%

※생태하천 복원사업 추진지침(환경부) 등에 의거 추진관련 시설별 입지평가

## 제7장 관련규정 검토

검토한 관련법의 체계를 살펴보면 바이오매스의 이용관리와 관련해서 농산바이오매스 중 가축분뇨의 경우 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률로 관리하고 있으며, 임산바이오매스는 산림자원조성 및 관리에 관한 법률로 관리하고 있다. 가정생활과 산업 활동 과정에서 발생하는 폐기물계 바이오매스의 경우는 환경부가 폐기물관리법으로 관리하고 있으며, 환경부에서는 유기성 폐자원 에너지화를 본 법령에 기초하여 추진하고 있다. 바이오매스를 활용하여 생산한 신재생에너지의 기준 및 관리는 산업부에서 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법으로 관리하고 있으며, 본 법령에 따라 신재생에너지의 보급 통계를 작성하고 있다. 생산 바이오에너지의 품질기준은 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률, 도시가스 사업법, 대기환경보전법 시행령, 목재펠릿·브리켓·칩 규격·품질기준에서 정하고 있다. 이들 품질기준은 현재 합법적으로 판매·유통·이용이 가능한 바이오에너지들로서 바이오고형연료, 폐기물고형연료, 하수슬러지 고형연료, 바이오가스, 목재펠릿·브리켓·칩 등이 있다.

바이오매스 순환단지는 단순히 농산바이오매스 등을 활용하여 신재생에너지를 생산하는 단지가 아니라 농업 농촌의 활력화를 통해 농업농촌 개발 및 지속가능한 농업 발전과 함께 추진될 필요성이 있다. 미국, 캐나다, 중국 등과의 FTA 체결로 농업부문의 많은 피해가 예상되는 상황에서 바이오매스 순환단지는 미래지향적 농업·농촌의 새로운 모습을 제시하는 농촌 개발 모델이 되어야 한다. 따라서 본 법규 검토에서는 농어업·농어촌 및 식품산업기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률, 농어촌 정비법, 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 등의 농촌 개발 및 지속가능농업 관련 법규를 검토하여 바이오매스 순환단지의 추진 방안을 검토하였다.

표 52 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항

구분		관리법령	내용	비고
바이오매스 이용 관리	농산 바이오매스	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률	가축분뇨 관리 및 물질·에너지 자원화 등	농식품부, 환경부
		산림자원조성 및 관리에 관한 법률	목질계 바이오매스 에너지 자원화 등	산림청
	폐기물 바이오매스	폐기물관리법	유기성 도시고형폐기물의 에너지 자원화 등	환경부
신·재생에너지 이용·보급		신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	바이오에너지의 기준 및 범위, 신·재생에너지 보급통계 관리 등	산업부
바이오에너지의 품질기준		폐기물관리법	바이오, 폐기물 고형연료의 품질 기준 등	환경부
		자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률	하수슬러지 등 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부
		도시가스사업법	바이오가스의 도시가스 사업화 등	산업부
		대기환경보전법 시행규칙	바이오가스의 자동차연료화 품질기준 등	환경부
		목재펠릿, 브리켓, 칩 규격·품질 기준	목재 고형 연료의 규격·품질기준	국립산림과학원
농업농촌 온실가스 감축	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업·농촌 부문 온실가스 감축 노력 등	농식품부	
농촌개발 및 지속가능농업		농어업·농어촌 및 식품산업기본법	농업, 농촌의 지속가능한 발전에 관한 사항	농식품부
		농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률	농어업인의 삶의 질 향상 및 지역간 균형발전에 관한 사항	농식품부
		농어촌 정비법	농업 생산기반, 농어촌 생활환경 정비 및 국가 균형발전에 관한 사항	농식품부
		친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업의 환경보전 기능 증대 및 친환경농업 육성에 관한 사항	농식품부

## 1. 가축분뇨 관리

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)
<p>1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다.</p> <p>2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다.</p> <p>3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다.</p> <p>4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다.</p> <p>5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다.</p> <p>8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.</p>

## 2. 산림바이오매스 관리

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조(목재의이용 증진 등)
<p>① 산림청장은 임산물의 이용 증진과 목재산업의 발전을 위한 시책을 수립하여 추진할 수 있다.</p> <p>② 산림청장은 목재의 안정적인 수요·공급과 우량 목재의 증식(增殖)을 위하여 지속적인 관리가 필요하다고 인정되는 산림을 경제림육성단지로 지정하여 관리할 수 있다.</p> <p>③ 산림청장은 산림경영을 선도하기 위하여 필요한 경우에는 제2항에 따른 경제림육성단지 중 경영 여건이 우수한 단지를 선도 산림경영단지로 선정하여 육성할 수 있다. &lt;신설 2014.3.11.&gt;</p> <p>④ 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다</p>

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제2조(정의)

1. "산림"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 다만, 농지, 초지(草地), 주택지, 도로, 그 밖의 대통령령으로 정하는 토지에 있는 입목(立木)·죽(竹)과 그 토지는 제외한다.  
 마. 가목부터 다목까지의 토지에 있는 암석지(巖石地)와 소택지(소택지: 늪과 연못으로 둘러싸인 습한 땅)
2. "산림자원"이란 다음 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.
3. "산림사업"이란 산림의 조성·육성·이용·재해예방·복구 등 산림의 기능을 유지·발전 또는 회복시키기 위하여 산림에서 이루어지는 사업과 도시림·생활림·가로수·수목원의 조성·관리 등 산림의 조성·육성 또는 관리를 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 말한다.
4. "도시림"이란 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목을 말하며, 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외한다.
5. "생활림"이란 마을숲 등 생활권 주변지역 및 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
6. "가로수"란 「도로법」 제10조에 따른 도로(고속국도를 제외한다)와 보행자전용도로 및 자전거전용도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 심는 수목을 말한다.
7. "임산물(林産物)"이란 목재, 수목, 낙엽, 토석 등 산림에서 생산되는 산물(産物), 그 밖의 조경수(造景樹), 분재수(盆栽樹) 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
8. "산림용 종자"란 산림 또는 제2호가목에 따른 산림자원으로부터 유래된 자원의 씨앗, 증식용 영양체, 종균, 포자 등을 말한다.
9. "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지를 말한다.

### 3. 폐기물 바이오매스의 관리

폐기물관리법 제2조(정의)

1. "폐기물"이란 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.
2. "생활폐기물"이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다.
3. "사업장폐기물"이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동관리법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
4. "지정폐기물"이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해(危害)를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5. "의료폐기물"이란 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 폐기물과 인체 조직 등 적출물(摘出物), 실험 동물의 사체 등 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 폐기물로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
- 5의2. "처리"란 폐기물의 수집, 운반, 보관, 재활용, 처분을 말한다.
6. "처분"이란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처분과 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처분을 말한다.
7. "재활용"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다.
8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
9. "폐기물감량화시설"이란 생산 공정에서 발생하는 폐기물의 양을 줄이고, 사업장 내 재활용을 통하여 폐기물 배출을 최소화하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.



#### 4. 신재생에너지의 이용

	내 용
제1조	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법의 제정목적
제2조	신에너지, 재생에너지, 신에너지 및 재생에너지 설비, 신재생에너지 발전, 신재생에너지 발전사업자에 대한 정의
제4조	재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진에 관한 시책 마련과 장려
제5조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획수립
제6조	신·재생에너지의 종류별로 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급과 신·재생에너지 발전에 의한 전기의 공급에 관한 연차별 실행계획 수립
제7조	신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획을 수립·시행하기 위한 사전 협의
제8조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급에 관한 중요 사항을 심의하기 위한 정책심의회 설치
제9조	신·재생에너지기술개발 및 미용, 보급 사업비 조성
제10조	조성된 사업비 사용
제11조	사업의 실시
제12조	신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화, 신·재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 건축물인증표시, 건축물인증 취소, 신·재생에너지 공급의무화, 신·재생에너지 공급불이행에 대한 과징금, 신·재생에너지 공급인증서, 공급인증기관의 지정, 공급인증기관의 업무, 공급인증기관 지정 취소, 신·재생에너지 연료품질기준, 신·재생에너지 연료품질검사 등,
제13조	신·재생에너지 설비인증, 보험공제가입
제14조	신·재생에너지 설비인증의 표시
제15조	설비인증의 취소 및 성능 검사기관 지정의 취소,
제16조	수수료
제17조	신·재생에너지 발전기준가격의 고시 및 차액지원
제18조	지원중단
제19조	재정신청
제20조	신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원
제21조	신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화
제22조	신·재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 신·재생에너지전문기업의 정보관리
제24조	청운
제25조	관련통계의 작성
제26조	국유재산·공유재산의 임대
제27조	보급사업
제28조	신·재생에너지 기술의 사업화
제29조	재정상 조치
제30조	신·재생에너지 교육, 홍보 및 전문인력양성, 신·재생에너지사업자의 공제조합 가입 등
제31조	신·재생에너지 센터
제32조	권한의 위임, 위탁
제33조	별칙적용시 공무원 의제
제34조	별칙
제35조	과태료

## 5. 석유 및 석유 대체연료 사업법

제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 석유, 석유제품, 부산물인 석유제품, 석유정제업, 석유수출입업, 석유판매업, 석유정제업자, 석유수출입업자, 석유판매업자, 가짜석유제품, 석유대체연료, 석유대체연료, 제조, 수출입업, 석유대체연료 판매업, 석유대체연료 제조, 수출입업자, 석유대체연료 판매업자.</p> <p>석유수급상황에 관한 예측(제3조), 다른 법률과의 관계(제4조)</p>
제2장 석유사업	<p>석유정제업 등록(제5조), 결격사유(제6조), 석유정제업자의 지위승계(제7조), 처분효과의 승계(제8조), 석유수출입업의 등록(제9조), 석유판매업의 등록(제10조), 조건부 등록(제11조), 사업의 개시, 휴업 및 폐업의 신고(제12조), 등록의 취소(제13조), 과징금(제14조),</p>
제3장 석유비축	<p>석유비축계획(제15조), 석유비축시책의 수립 및 시행(제16조), 석유비축의무(제17조)</p>
제4장 석유수입, 판매부과금	<p>석유의 수입, 판매부과금(제18조), 부과금과 과오납금의 환급(제19조), 부과금 징수사무 등의 위탁(제20조),</p>
제5장 비승시의 석유수급조정	<p>석유수급의 안정을 위한 명령(제21조), 석유배급등의 조치(제22조), 석유판매가격의 최고액(제23조)</p>
제6장 석유의 품질관리	<p>석유제품의 품질기준(제24조), 품질검사(제25조), 석유제품의 품질보정행위(제26조), 품질기준에 맞지 아니한 석유제품의 판매금지(제27조), 품질검사기관의 지정취소(제28조), 가짜석유제품 제조 등의 금지(제29조), 가짜석유제품의 제조 등에 대한 중지명령(제30조)</p>
제7장 석유대체연료사업	<p>석유대체연료의 품질기준(제31조), 석유대체연료 제조, 수출입업의 등록(제32조), 석유대체연료 판매업의 등록(제33조), 등록의 취소(제34조), 과징금(제35조), 석유대체연료 비축의무(제36조), 석유대체연료의 수입, 판매부과금(제37조)</p>
제8장 보칙	<p>보고 및 검사(제38조), 행위의 금지(제39조), 청문(제40조), 수수료(제41조), 지도·감독(제42조), 권한의 위임·위탁(제43조)</p>

## 6. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 자원순환, 재활용가능자원, 부산물, 지정부산물, 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수, 재활용제품, 재활용시설, 재활용산업, 폐기물, 대형폐기물, 포장재, 생분해성 수지제품, 1회용품</p> <p>다른 법률과의 관계(제3조), 국가와 지방자치단체의 책무(제4조), 사업자의 책무(제5조), 국민의 책무(제6조), 자원순환기본계획의 수립(제7조)</p>
제2장 자원순환 촉진	제1절 자원의 절약과 폐기물의 발생억제
	자원의 절약(제8조), 포장폐기물의 발생억제(제9조), 1회용품의 사용억제(제10조), 개발사업의 자원순환성 고려(제11조), 폐기물부담금(제12조),
	제2절 폐기물 분리, 수거 및 재사용촉진
	재활용가능자원의 분리수거(제13조), 분리배출표시(제14조), 부품 등의 재사용 촉진(제15조),
	제3절 폐기물의 재활용 촉진
제3장 재활용사업 공제조합 및 재활용가능 자원 유통 지원센터	<p>제3절 폐기물의 재활용 촉진</p> <p>제조업자 등 재활용의무(제16조), 재활용의무율(제17조), 회수 및 재활용 의무 이행계획서 제출(제18조), 재활용부과금의 징수(제19조), 폐기물 부담금과 재활용부담금의 용도(제20조), 재활용지정 사업자의 준수사항(제23조), 지정 부산물 배출사업자의 준수사항 및 고품연료 품질 등 (제25조),</p> <p>재활용 사업공제조합의 설립(제27조), 조합설립의 인가절차 및 유통지원센터 설립 등(제28조), 부담금(제29조)</p>
제4장 자원순환 촉진을 위한 기반 조성	<p>재활용 산업 육성을 위한 자금 등의 지원(제31조), 재활용 제품의 규격, 품질기준(제33조), 재활용단지의 조성 등(제34조),</p>
제5장 보칙	<p>자원재활용협회 등(제35조), 보고 및 검사 등(제36조), 관계기관의 협조(제37조), 권한의 위임, 위탁(제38조)</p>
제6장 벌칙	<p>벌칙(제39조), 양벌규정(제40조), 과태료(제41조)</p>

## 7. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어촌, 농어업, 농어업인, 농어촌학교, 공공서비스, 농어촌서비스기준 국가와 지방자치단체의 책무(제4조)
제2장 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계 획	농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립(제5조), 시행계획 수립(제6조), 시·도계획 및 시·군·구계획의 수립(제7조), 농어업인 등에 대한 복지실태 등 조사(제8조), 기본계획의 평가(제9조), 농어업인 삶의 질 향상 및 농 어촌 지역개발 위원회(제10조), 재정지원(제11조),
제3장 농어업등의 복지 증진	농어업인 등의 복지증진(제12조), 농어업인에 대한 국민건강보험료 지원(제13조), 농어업인 질환의 예방·치료 등 지원(제14조), 업무상 재해를 입은 농어업인에 대 한 지원(제15조), 농어업인에 대한 국민연금보험료지원(제16조), 농어업인의 영유 아 보육비 지원(제17조), 농어촌 여성의 복지증진(제18조), 고령 농어업인의 생활 안정 지원(제19조)
제4장 농어촌 교육여건 의 개선	농어촌 교육여건 개선의 책무(제20조), 농어촌 학교 학생의 학습권보장(제21조), 농어촌 유치원 유아의 교육·보호(제22조), 농어촌 학교 학생의 교육지원(제23조), 농업·수산업 기초인력의 양성(제24조), 농어촌학교 교직원의 확보·배치(제25조), 농어촌학교 교직원의 우대(제26조), 농어촌 교육발전 지역협의회(제27조), 농어촌 학교시설·설비 등 지원(제28조)
제5장 농어촌 지역개발	농어촌의 기초생활여건 개선(제29조), 농어촌 경관의 보전(제30조), 농어촌산업(제 31조), 농어촌의 정보화 촉진(제32조), 농어촌의 문화예술진흥(제33조), 농어촌 문 화복지시설의 설치 및 운영지원(제34조), 도시와 농어촌 간의 교류 확대(제35조), 농어촌 투자유치 활성화(제36조), 도·농교류센터의 설치·운영(제37조), 농어촌 지역종합개발계획의 수립·시행(제38조), 농어촌 거점지역의 육성(제39조), 조건불 리지역에 대한 특별지원(제40조)
제6장 보칙	농어촌 특별세 재원의 우선 지원(제41조), 기본 계획 및 시행계획의 국회보고(제 42조), 준농어촌에 대한 지원(제43조), 농어촌 서비스기준의 재정·운영(제44조), 농어촌에 대한 영향평가(제45조), 전문지원기관의 지정 및 지원(제46조), 자료제공 의 요청 및 전산망 이용(제47조)

# 가행성평가보고서

【예 산 군】

2014. 12

동국대학교



## 1장 바이오피아 사업개요

### 2장 일반현황

- 1절 지역적 특성
- 2절 기상 개황
- 3절 행정구역 현황
- 4절 인구 현황
- 5절 주거 현황
- 6절 토지이용 현황
- 7절 농업환경 현황
- 8절 축산업 현황
- 9절 바이오매스 처리시설 현황
- 10절 바이오매스 발생 및 이용 현황
- 11절 바이오매스 생산·유통시설 현황

### 3장 바이오매스 이용계획

- 1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정
- 2절 예산군 물질수지 분석

### 4장 바이오피아 추진안

- 1절 사업체계
- 2절 사업추진조직 및 방침
- 3절 사업모델
- 4절 경제성분석

### 5장 관련 시설별 입지평가

- 1절 시설특성
- 2절 입지평가 기준

### 6장 소요재원 및 확보방안

### 7장 관련규정 검토





# 제1장 바이오피아사업개요

## 제1절 사업 배경

지구온난화의 방지 및 기후변화협약 대응으로 UN 등 국제사회는 기후변화 문제를 최우선 아젠다로 추진하고 있으며, 기후변화 협약에 대응하는 주요 노력들은 기후변화 완화 정책을 중심으로 이산화탄소 저감에 집중하고 있다. 우리나라의 2005년 온실가스 총배출량은 5.9억톤으로 전 세계 배출량의 1.7%를 차지하고 있다(OECD 국가 중6위, 세계10위). 이는 1990년 대비 98.7% 증가했으며, 획기적 감축노력이 없을 경우 2020년 배출량은 2005년 대비 37.7% 증가가 예상된다. 따라서 기후변화의 심각성에 대한 관심 증가에 따른 관련 규제 및 기준 강화 움직임에 대한 농업 분야의 대응 필요하고 2004년 교토의정서의 발효로 주요 선진국들이 온실가스 감축의무를 부여받았고, 우리나라도 2013년 이후 포스트-교토 체제에서 온실가스 감축의무 대상국으로 선정될 가능성이 높아짐에 따라 2020년까지 CO2 4% 감축을 목표로 하고 있다. 그리고 산업별 온실가스 배출저감 의무부담에 대한 논의가 진행되고 있는데, 농업분야의 온실가스 배출량과 감소 추세를 보아 큰 의무부담이 예상되지는 않으나, 장기적인 농업 분야 기후변화 대응을 위한 시스템 마련이 시급하다. 이러한 환경의 변화에 맞추어 탈 화석 에너지 저탄소 사회의 조성을 추진해야 한다. 선진 외국에서는 에너지, 기후 위기에 대응하여 온실가스 감축 기법들을 건축물이나 주거단지 조성뿐만 아니라 도시계획의 차원에서 도입하고 있으며, 탄소제로 도시, 에너지 자립마을 등의 프로젝트를 개발하여 추진하고 있다. 국내에서도 주거단지, 신도시, 관광단지 등지에 에너지 자립마을 조성 구상을 발표하고 있으나, 아직 개념적인 수준 또는 시범사업 초기단계에 머물러 있는 상태이다. 산업부분에서 사용하는 에너지 소비로 인해 발생하는 탄소배출은 즉각적으로 줄이기 힘들기 때문에, 비산업부분의 수요관리를 통한 온실가스 감축이 우선되어야 함. 탄소 저감을 위해서는 부문별 감축잠재력이 가장 큰 건물부분과 이를 둘러싼 ‘도시’, ‘마을’ 차원의 관리가 필요하다.

## 제2절 사업 목적

본 사업은 농림축산식품부의 연구과제 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」에 따라 예산군 내 발생하는 바이오매스의 효율적 이용을 위한 단지의 계획수립을 통하여,

환경적으로나 경제적으로 지속가능한 농림수산업을 확립하여 농산여가의 소득을 향상시키고, 농수축산업의 물질과 양분순환을 균형 있게 유지 발전시키는데 본 사업의 목적이 있으며,

지역의 바이오매스를 재사용하여 농수축산업의 생산비 저감과 안전한 식품을 생산하고, 지역의 노동력을 창출하고 녹색성장을 실현하여 정부의 정책기조에 맞춘 사회실현을 완수하는데 그 목적이 있다.

### 제3절 기대 효과

본 사업으로 인해 얻어지는 효과는 다음과 같다.

- 농·산촌 지역의 생산비 저감과 브랜드가치 증가에 의한 농·산촌의 경제적 활성화 및 발전 도모
- 농수축산업의 에너지 비용절감효과
- 유기성 물질의 자원화 및 활용 관련 전문 인력 및 일자리 창출
- 폐기물처리비 절감, 원유대체효과, 이산화탄소 감축효과 등의 경제적 가치 창출
- 농가소득 안정화 및 에너지 자급화에 일조
- 생태계 모니터링 및 경관 보전을 통한 청정 농·산촌 사회 구현
- 지역의 사회적 통합과 소통의 기반 구축
- 바이오매스 에너지화 기술 개발을 통한 신성장 동력확보 체계구축

## 제2장 일 반 현 황

### 제1절 지역적 특성

#### 1. 지리적 위치

예산군은 충청남도의 북서부지역 남북간 중간지역에 위치하여 북쪽에서 서남쪽으로 흐르는 차령산맥의 험준한 준령과 그 아래에 펼쳐지는 들에 위치하고 있으며, 예산읍으로부터 육로 거리로 동쪽과 북동쪽에는 천안시 38.8 km, 아산시 22.2 km가 소재하며 남동쪽에는 공주시 53.3 km, 대전광역시 88.5 km가 서쪽과 남서쪽에는 홍성군 20.8 km, 보령시 53.2 km가 위치한다.

예산읍이 중심지가 되어 온양방면, 당진방면, 홍성방면, 공주방면 등 네 갈래의 교통로가 이곳으로부터 펼쳐져 있어 충청남도 북서부지역 도로교통의 중심이자 분기점 역할을 한다.

예산군의 경.위도상의 위치는 표 1과 같이 동경 126° 25′ ~126° 58′ , 북위 36° 32′ ~36° 48′ 에 있다.

표 1 경.위도상의 예산군의 위치

군청 소재지	경도와 위도의 극점			연장거리
	단	지명	극점	
충청남도 예산군 예산읍 예산리600	동단	예산군 대술면 송석리	동경 126° 58′	동서간 35km
	서단	예산군 덕산면 내라리	동경 126° 25′	
	남단	예산군 광시면 가덕리	북위 36° 32′	남북간 31km
	북단	예산군 고덕면 상봉리	북위 36° 48′	

자료 : 예산군, 예산통계연보, 2012



그림 1 예산군 위치도

자료 : 예산군, 예산통계연보, 2012

## 2. 지형 및 지세

예산군의 지형은 일반적으로 구릉과 산맥이 연결되어 있으며, 군의 동쪽에는 차령산맥(車嶺山脈)이, 서쪽에는 가야산맥(伽倻山脈)이 남서쪽으로 달리고 있어 동부와 서부는 산지를 이루며, 중앙부에는 넓은 평야가 형성되어 있다.

동부에는 도고산(道高山, 482 m) · 덕봉산(德鳳山, 473 m) · 봉수산(鳳首山, 534 m), 서부에는 수덕산(修德山, 495 m) · 서원산(書院山, 473 m) · 가야산(伽倻山, 678 m) 등이 솟아 있다.

예산군의 주요 하천으로는 삽교천(插橋川)이 효교천 · 대천천 등의 소하천을 합류해 고덕면 · 삽교읍 · 신암면 일대를 동북쪽으로 흐르며, 무한천이 군의 동부를 북류해 신암면 하평리 일대에서 삽교천과 합류한다. 이들 하천유역에는 기름진 예당평야가 펼쳐져 쌀의 주산지를 이루고 있고, 구릉지대는 사과를 중심으로 한 과수지대가 많으며, 군내에는 규모가 큰 예당저수지를 비롯하여 옥계저수지 · 용봉저수지 · 봉림저수지 등 저수지가 많다.

예산지역의 지질은 천안 방면에서 남서쪽으로 뻗어 서천에 이르는 정편마암계에 속하여 대부분 지역이 회색화강편마암으로 이루어져 있으며, 토양은 주로 하성토(河成土)로 암갈색의 식양토(埴壤土)이다.

## 제2절 기상개황

예산군의 기후는 서해안의 영향으로 충청남도 내륙의 다른 지방에 비해 온난한 기후를 보이고 있다. 한반도의 기후형인 여름철의 남동풍과 겨울철의 북서풍이 탁월한 온대 계절풍이 불며 여름에 몹시 덥고 겨울에 추운 대륙성 기후가 나타나고 강수량의 반 이상이 여름에 내리는 하계 다우형(夏係多雨型)기후를 나타낸다.

다음 표 2는 예산군 관내 기상관서가 없어 천안기상대 기상측정 자료이다.

표 2 예산군 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
평균	13.0	33.9	-14.1	1,343.5	66.2	2,033.3	1.9	16.6	
2002	13.3	34.2	-12.0	-	67.0	2,058.0	2.2	24.6	
2003	13.2	32.2	-14.5	-	69.0	1,839.0	2.1	26.8	
2004	13.9	34.8	-14.3	-	64.0	2,198.0	1.7	25.1	
2005	12.4	34.3	-15.7	-	63.0	2,144.0	2.0	26.6	
2006	14.1	34.2	-13.5	974.0	66.6	1,838.0	1.8	14.0	
2007	12.5	34.9	-13.6	1562.4	69.0	1,934.1	1.7	11.8	
2008	12.3	34.2	-13.4	870.1	70.0	2,107.4	2.0	8.8	
2009	12.8	32.7	-13.3	1090.4	63.3	2,180.4	1.8	8.2	
2010	12.7	33.9	-14.4	1620.7	66.3	1,985.3	1.8	10.0	
2011	12.6	33.3	-16.1	1943.4	64.3	2,048.7	1.8	10.5	
2011	1월	-5.7	3.3	-16.1	4.0	60.0	194.0	1.6	7.9
	2월	1.8	15.5	-9.3	44.8	60.0	169.2	1.4	6.9
	3월	4.5	20.3	-5.5	19.0	49.0	245.9	2.3	8.0
	4월	11.6	23.6	1.7	71.0	53.0	214.8	2.2	7.1
	5월	18.1	28.5	7.9	162.0	60.0	182.0	2.1	7.1
	6월	22.7	31.7	13.0	391.6	66.0	189.8	2.0	7.6
	7월	25.7	32.9	19.4	587.3	80.0	99.9	1.7	6.4
	8월	25.8	33.3	17.9	420.3	78.0	99.5	1.9	10.5
	9월	21.2	31.9	11.2	91.7	70.0	187.3	1.5	6.0
	10월	13.5	23.6	0.8	37.0	68.0	194.8	1.3	7.1
	11월	11.2	25.5	-2.4	103.2	67.0	120.3	1.7	8.3
	12월	0.4	10.7	-10.2	11.5	60.0	151.2	1.5	7.0

자료 : 예산군, 예산통계연보, 2012

## 1. 기온

예산군의 과거 10년간 (2002~2011)의 연평균 기온은 13.0 ℃이고, 최고 기온은 34.9 ℃, 최저 기온은 -16.1 ℃로 51.0 ℃의 차이가 나는 것으로 조사되었다.

2011년 기준으로 볼 때, 가장 추운 달은 1월로 평균기온은 -5.7 ℃이고 가장 더운 달은 8월 25.8 ℃이며, 년 중 월 최저기온은 -16.1 ℃, 월 최고기온은 33.3 ℃로 나타났다.

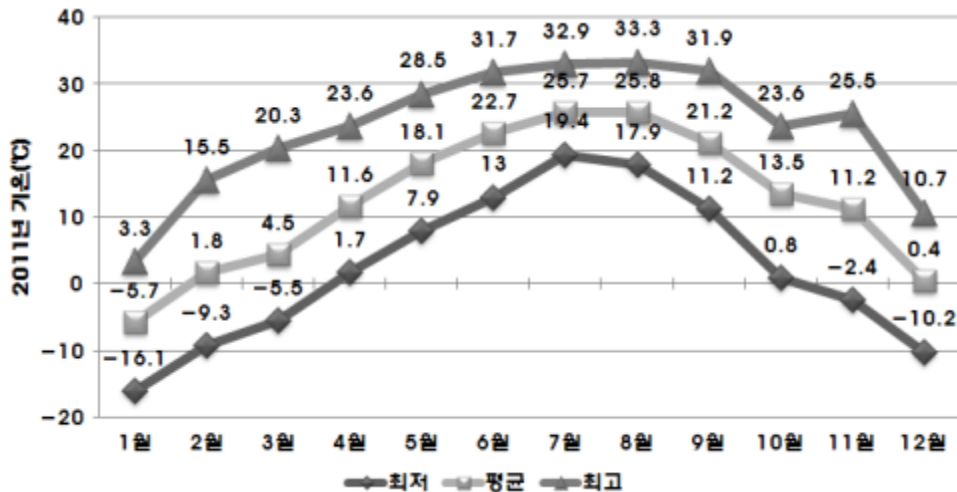


그림 2 예산군의 월별 기온현황(2011년)

## 2. 강수량

예산군의 과거 6개년(2006년~2011년) 평균 연 강수량은 1,343.5 mm로 나타났고, 월별 평균 최고치는 장마철 기간인 7월 374.6 mm이며, 월별 평균 최저치는 1월 21.5 mm로 조사되었다. 아울러 2011년도 연강수량은 1,943.4 mm이며, 7월이 587.3 mm로 가장 높고 1월이 4.0 mm로 가장 낮게 나타났다.

표 3에서 월별 강수량 현황을 살펴보면, 연평균 강수량의 72.0 %인 1,399.2 mm가 6월~8월 여름철에 집중되는 것으로 나타났다.

표 3 강수량 현황 (단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년평균 강수량
6개년 월평균	21.5	32.3	54.5	54.0	114.0	149.9	374.6	287.9	155.2	28.7	45.0	26.0	1,343.5
2011년	4.0	44.8	19.0	71.0	162.0	391.6	587.3	420.3	91.7	37.0	103.2	11.5	1,943.4

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

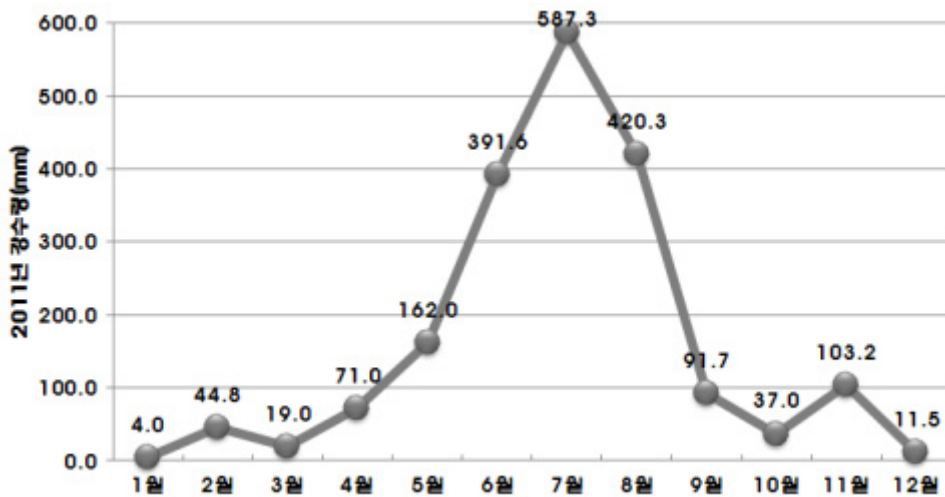


그림 3 예산군의 강수량 현황(2011년)

### 3. 상대습도

예산군의 과거 10년간 평균 상대습도는 66.2 %이고, 2011년도의 평균 상대습도는 과거 10년간의 평균보다 다소 낮은 64.3 %로 조사되었다. 년 중 7월의 상대습도가 80.0 %로 가장 높고, 3월이 49.0 %로 가장 낮았다.

표 4 상대습도 (단위 : %)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 평균	10개년 평균
2011년	60.0	60.0	49.0	53.0	60.0	66.0	80.0	78.0	70.0	68.0	67.0	60.0	64.3	66.2

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

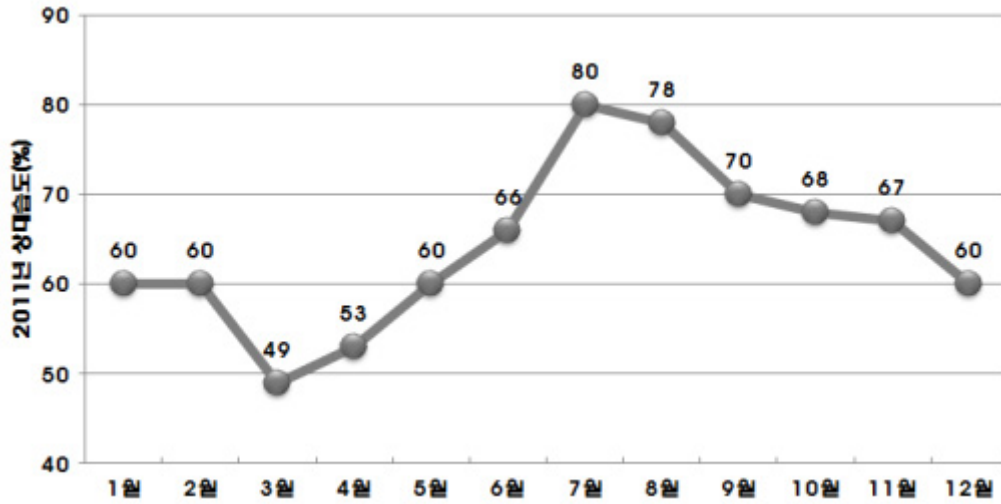


그림 4 상대습도 현황

#### 4. 일조시간

예산군의 지난 10년간(2002년~2011년) 평균 일조시간은 2,033.3시간으로 나타났으며, 최고 일조시간은 2004년 2,198.0시간, 최저 일조시간은 2006년 1,838.0시간으로 조사되었다. 2011년 월별 최대 일조시간은 3월 245.9시간이며, 최소 일조시간은 8월 99.5시간으로 조사되었다.

표 5 일조시간 (단위 : hr)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 계	10개 년 평균
2011년	194.0	169.2	245.9	214.8	182.0	189.8	99.9	99.5	187.3	194.8	120.3	151.2	2,048.7	2,033.3

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보



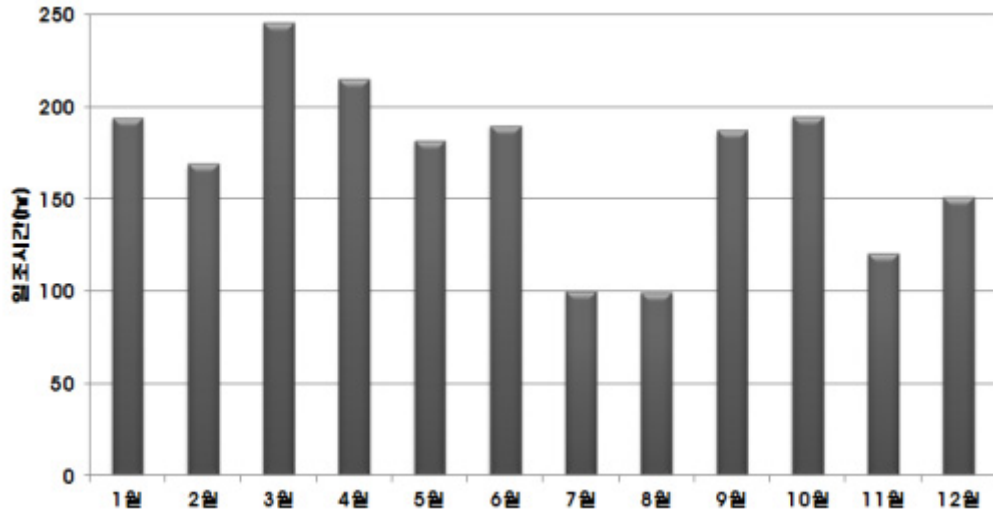


그림 5 일조시간 현황

## 5. 일기일수

예산군의 최근 6개년(2006~2011년) 일기일수(Weather Days)를 분석해 보면 맑은 날이 평균 84일, 흐린 날이 평균 95일, 강우일 평균 127일, 적설일 평균 26일, 황사 평균 8일로 나타났다.

표 6 연도별 일기일수 현황 (단위 : 일)

	맑음	구름 조금	구름 많음	흐림	강수	서리	안개	눈	뇌전	폭풍	황사
2006	78	0	0	91	115	65	21	17	23	0	0
2007	74	0	0	105	178	96	33	22	19	1	11
2008	95	0	0	81	107	66	14	21	19	0	8
2009	80	124	81	80	110	68	20	29	15	0	6
2010	90	102	72	101	137	86	22	35	16	0	15
2011	87	106	58	114	113	92	9	32	17	0	9
평균	84	55	35	95	127	79	20	26	18	0	8

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

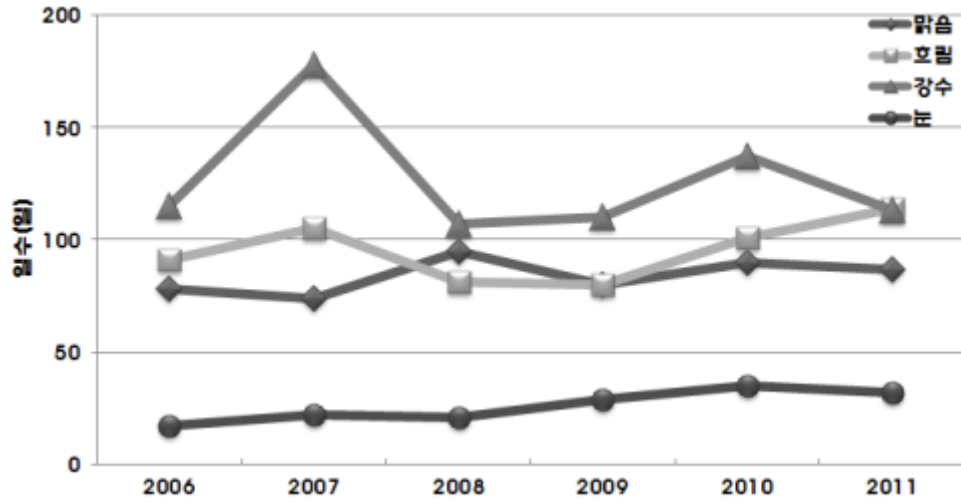


그림 6 연도별 현상일수 현황

### 제3절 행정구역 현황

예산군의 면적은 표 7과 같이 542.29 km<sup>2</sup>로, 충청남도 면적(8,630.12 km<sup>2</sup>)의 6.28 %에 해당하며, 예산읍 · 삽교읍 등 2개 읍과 대술면 · 신양면 · 덕산면 등 10개면으로 이루어져 있다.

표 7 예산군 행정구역 현황

구 분	읍	면	리(개소)		반
			행정	법정	
예산군	2	10	311	177	1,223

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

표 8 예산군 읍면별 면적 현황

구 분	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계	542.29	100.0
예 산 읍	42.80	7.9
삼 교 읍	49.60	9.1
대 술 면	60.65	11.2
신 양 면	61.75	11.4
광 시 면	58.04	10.7
대 흥 면	35.76	6.6
응 봉 면	26.31	4.9
덕 산 면	59.66	11.0
봉 산 면	35.15	6.5
고 덕 면	44.82	8.3
신 암 면	35.46	6.5
오 가 면	32.29	6.0

#### 제4절 인구 현황

예산군 인구는 2011년 기준으로 약 36,548세대, 87,861명으로, 그중 남자 44,258명, 여자 43,603명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 162.0 명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다.

예산군 인구추이를 살펴보면 2002년 이후 세대수는 증가하지만 인구수는 지속적인 감소 형태를 보이고 있다. 연도별(2002년 ~ 2011년) 인구변화 추이는 표 9에 나타내었다.

표 9 예산군 연도별 인구변화 추이

년 도	구 분	세대수	인 구 수			인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )
			계	남	여	
2002		33,687	98,045	49,100	48,945	180.5
2003		33,924	95,568	47,966	47,602	176.0
2004		34,044	92,487	46,498	45,989	170.3
2005		34,668	91,452	45,990	45,462	168.4
2006		35,185	90,507	45,610	44,897	166.7
2007		35,536	89,738	45,294	44,444	165.5
2008		35,854	89,242	44,964	44,278	164.6
2009		35,864	88,310	44,508	43,802	162.8
2010		36,454	88,228	44,453	43,775	162.7
2011		36,548	87,861	44,258	43,603	162.0

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

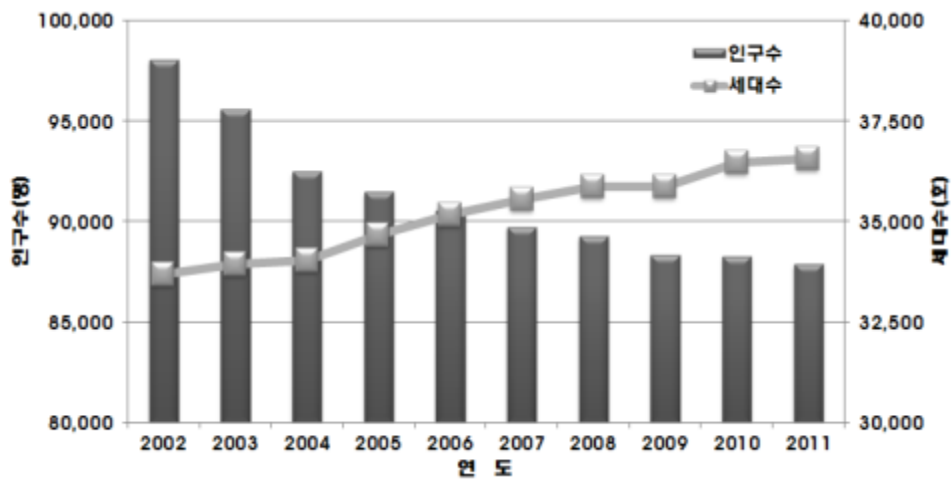


그림 7 예산군의 인구변화 추이

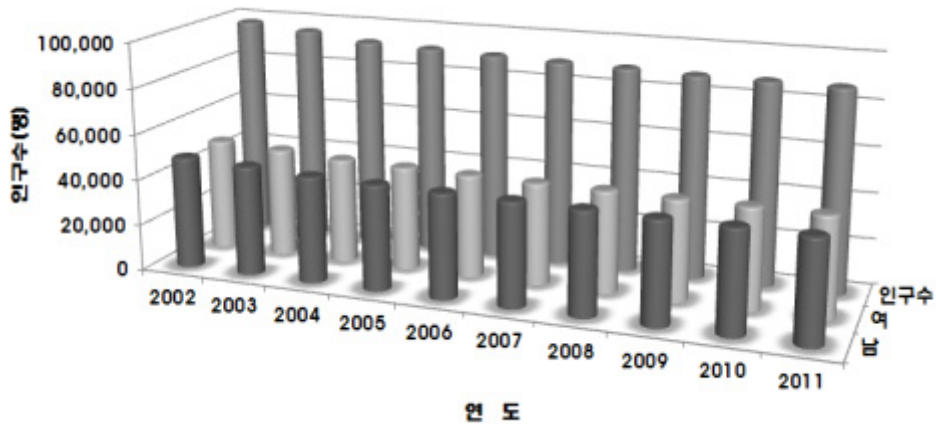


그림 8 예산군의 성별(남, 여) 인구추이

한편, 2011년 말 기준 예산군 읍·면별 인구현황을 보면, 예산읍이 15,255세대 38,066명으로 가장 많고, 삽교읍, 덕산면, 고덕면, 오가면 등이 5,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다. 예산군 읍·면별 인구현황을 표 10에서 나타내었다.

표 10 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
예 산 읍	15,255	38,066	889.4
삽 교 읍	3,411	8,235	166.0
대 술 면	1,365	3,072	50.7
신 양 면	1,549	3,591	58.2
광 시 면	1,709	3,735	64.4
대 흥 면	927	2,045	57.2
응 봉 면	1,278	2,991	113.7
덕 산 면	3,260	7,504	125.8
봉 산 면	1,302	2,998	85.3
고 덕 면	2,292	5,627	125.5
신 암 면	1,897	4,374	123.4
오 가 면	2,303	5,623	174.1
계	36,548	87,861	162.0

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

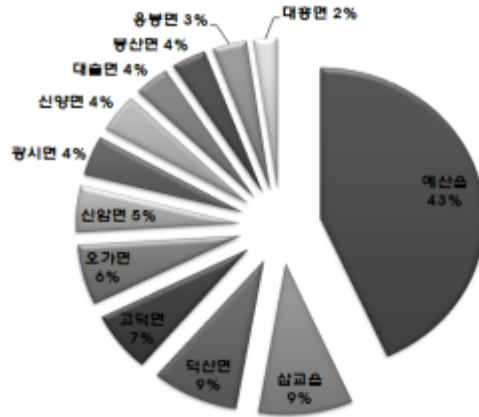


그림 9 예산군의 읍·면별 인구현황

## 제5절 주거 현황

예산군의 주거현황을 보면 약 30,317세대, 총32,367호로 주택 보급률은 107 %이다. 이중 단독주택 형태의 주택수가 21,074호로 예산군 전체 주택 종류의 65.1 %를 차지하고 있으며, 공동주택의 형태인 아파트, 연립주택은 각각 8,748호(27.0 %), 1,711호(5.3 %)로 나타났다.

예산군의 주거현황은 표 11과 같다.

표 11 예산군의 주거현황

구 분	계	주 택 유 형				
		단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비주거용
예 산 군 30,317세대	32,367호	21,074호	8,748호	1,711호	463호	371호
	100.0%	65.1%	27.0%	5.3%	1.4%	1.2%

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

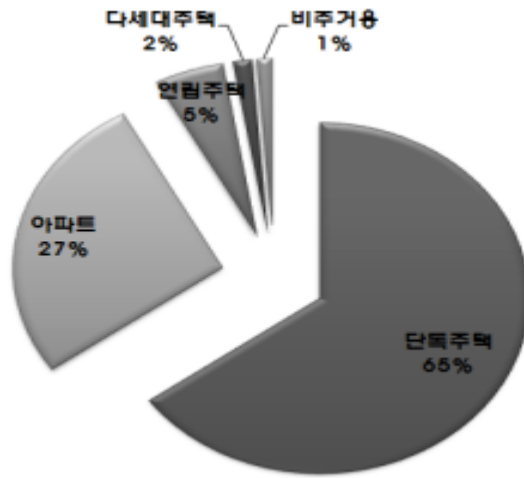


그림 10 예산군의 주거현황 및 주택보급률

## 제6절 토지 이용 현황

### 1. 지목별 토지이용 현황

최근 5년간(2007년~2011년) 예산군의 지목별 토지이용 변화 추이를 살펴보면 표 12에서 보는 바와 같이 임야, 답은 감소하고 대지와 도로는 증가하는 추세를 보이고 있다. 2011년 현재 예산군의 지목별 토지이용 현황은 총면적 542.29 km<sup>2</sup> 중 임야가 247.11 km<sup>2</sup>(45.6%), 답 125.02 km<sup>2</sup>(23.1%) 순이며, 대지는 약 3.0%인 16.08 km<sup>2</sup>로 조사되었다.

표 12 지목별 토지이용현황 (단위 : km<sup>2</sup>)

구 분	계	임야	답	대지	전	도로	하천	기타
2007	542.28	251.34	127.18	15.24	58.95	15.42	19.79	54.37
2008	542.25	251.02	126.80	15.41	58.81	15.52	19.81	54.90
2009	542.31	250.78	126.52	15.62	58.69	15.62	19.79	55.28
2010	542.23	249.55	125.44	15.87	58.34	17.92	19.76	55.34
2011	542.29	247.11	125.02	16.08	59.06	17.94	19.44	57.64
예산읍	42.80	21.18	6.06	3.15	4.45	1.37	1.86	4.73
삽교읍	49.60	5.98	23.52	1.90	7.16	2.12	3.03	5.89
대술면	60.65	41.95	7.74	0.83	4.14	0.96	1.57	3.46
신양면	61.76	38.16	10.06	1.11	5.34	2.27	1.73	3.08
광시면	58.04	33.06	9.31	1.18	5.32	1.75	1.22	6.21
대흥면	35.76	19.91	4.00	0.64	2.37	1.06	1.38	6.41
응봉면	26.31	11.78	4.65	0.79	3.62	0.96	0.49	4.02
덕산면	59.66	39.85	7.25	2.00	5.05	1.25	1.14	3.11
봉산면	35.15	19.66	7.55	0.79	3.46	1.03	0.46	2.20
고덕면	44.82	8.77	17.44	1.26	8.25	2.06	1.79	5.26
신암면	35.46	4.31	13.40	1.21	5.29	1.40	4.04	5.82
오가면	32.29	2.50	14.06	1.21	4.60	1.72	0.74	7.44

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

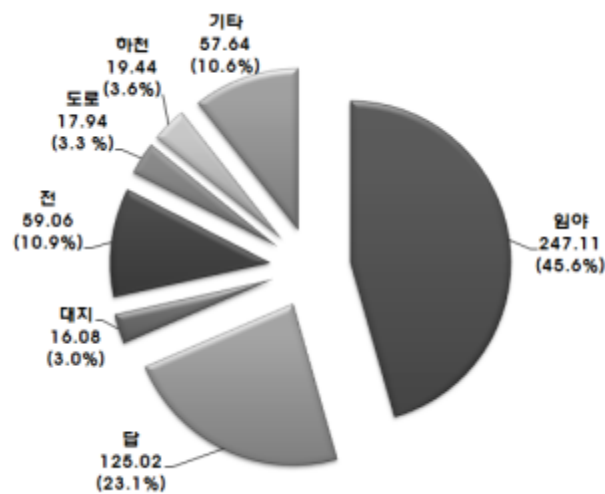


그림 11 예산군의 지목별 토지이용 현황



## 2. 용도별 토지이용 현황

표 13의 예산군의 용도별 토지이용 현황을 살펴보면 주거 및 공업지역 등 도시지역은 지속적으로 증가하고 있다. 예산군의 도시지역은 총 면적의 6.8 %인 36.71 km<sup>2</sup>이며, 도시지역의 용도별 현황을 살펴보면 녹지지역이 도시지역의 68.1 %인 25.01 km<sup>2</sup>로 비율이 가장 높으며, 그 다음으로 주거지역 6.77 km<sup>2</sup>(18.5 %), 공업지역 4.33 km<sup>2</sup>(11.8 %), 상업지역 0.60 km<sup>2</sup>(1.6 %) 순으로 조사되었다.

표 13 용도별 토지이용 현황 (단위 : km<sup>2</sup>)

구분	계	도시지역					비도시지역 및 미지정
		소계	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	
2007	542.28	30.06	4.62	0.42	0.81	24.22	512.22
2008	542.27	30.06	4.62	0.42	0.81	24.22	512.21
2009	542.27	35.24	6.77	0.60	2.85	25.01	507.04
2010	542.27	34.73	6.60	0.60	1.81	25.71	507.54
2011	542.27	36.71	6.77	0.60	4.33	25.01	505.56
예산읍	43.10	22.36	3.44	0.26	1.16	17.50	20.74
삼교읍	49.76	10.53	2.83	0.28	1.40	6.03	39.23
대술면	60.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.68
신양면	61.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.73
광시면	58.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.06
대흥면	35.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.80
응봉면	25.97	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	25.68
덕산면	59.59	1.28	0.51	0.06	0.00	0.72	58.30
봉산면	35.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.17
고덕면	44.74	1.48	0.00	0.00	1.48	0.00	43.26
신암면	35.49	0.47	0.00	0.00	0.00	0.47	35.01
오가면	32.20	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	31.90

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

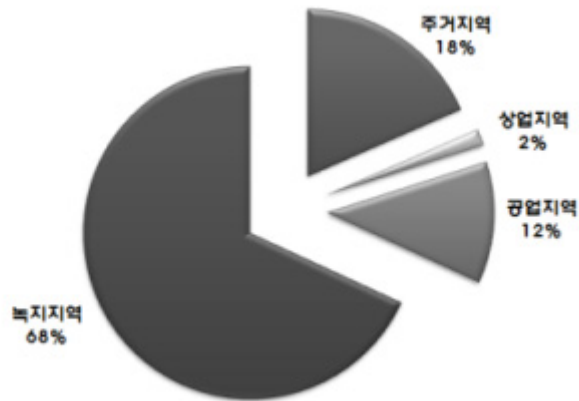


그림 12 도시지역의 토지이용 현황

## 제7절 농업 환경현황

### 1. 농업 일반현황

2010년 기준 예산군의 농업현황을 살펴보면 총 농가수 및 농가인구는 11,118가구, 28,280명으로 조사되었으며, 2000년 이후 농가 수 및 농가인구는 점점 감소하는 것으로 조사되었다.

12개 읍·면별 농가 수 및 농가인구를 비교해보면 농가 수는 삼교읍이 1,577호로 가장 많고, 농가인구는 예산읍이 4,335명으로 가장 많았다.

표 14 농가 및 농가인구 현황

구 분	농가 및 농가인구	
	농가수(호)	농가인구(명)
2,000년	13,667	42,524
2,005년	12,127	32,439
2,010년	11,118	28,280
예산읍	1,534	4,335
삼교읍	1,577	3,949
대술면	691	1,696
신양면	812	1,955
광시면	925	2,159
대흥면	351	856
응봉면	608	1,574
덕산면	804	2,108
봉산면	641	1,575
고덕면	1,175	2,946
신암면	980	2,430
오가면	1,020	2,697

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

예산군의 최근 5년간 경지면적 현황은 표 15와 같다. 경지면적 18,664 ha 중 논이 13,062 ha, 밭이 5,602 ha이며, 가구당 경지면적은 논, 밭 각각 12.2 a, 5.2 a이다.

최근 5년간 경지면적 현황을 보면, 밭농사 경지면적 및 가구당 경지면적은 감소하는 경향을 보이고 있다.

표 15 경지면적 현황

구 분	경지면적(ha)					
	계	논	밭	가구당 경지면적(a)		
				계	논	밭
2007년	19,146	12,738	6,408	166.8	111.0	55.8
2008년	19,043	12,435	6,608	165.9	108.4	57.6
2009년	18,661	13,105	5,556	124.7	87.6	37.1
2010년	18,670	13,065	5,605	17.4	12.2	5.2
2011년	18,664	13,062	5,602	17.4	12.2	5.2

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

표 16의 경지규모별 농가현황을 살펴보면 3.0 ha미만의 농가수가 9,986호로 전체 농가의 89.8 %를 차지하며, 특히 1.0 ha이상~3.0 ha미만의 농가수가 전체 경지면적의 36.2 %, 4,026호로 가장 많은 부분을 차지한다.

표 16 경지규모별 농가 현황 (단위 : 가구)

구 분	계	경지없는 농가수	0.5ha 미만	0.5ha이상~ 1.0ha미만	1.0ha이상~ 3.0ha미만	3.0ha이상~ 5.0ha미만	5.0ha이상~ 10.0ha미만	10.0ha 이상
2011년	11,118	110	3,123	2,837	4,026	718	237	67
예산읍	1,534	13	683	433	348	40	14	3
삽교읍	1,577	6	380	362	631	126	54	18
대술면	691	8	198	177	264	28	15	1
신양면	812	7	208	238	296	54	7	2
광시면	925	17	244	254	337	53	17	3
대흥면	351	2	110	109	112	14	4	0
응봉면	608	8	151	171	227	42	7	2
덕산면	804	5	297	222	227	31	12	10
봉산면	641	3	176	157	233	52	14	6
고덕면	1,175	10	211	249	537	114	42	12
신암면	980	14	218	212	409	95	27	5
오가면	1,020	17	247	253	405	69	24	5

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

2011년 말 예산군의 농업진흥지역 지정현황을 보면 총 면적 14,501.7 ha로 농업진흥지역 및 농업보호구역 면적은 각각 13,278.3 ha, 1,223.4 ha로 조사되었다.

표 17 농업진흥지역 지정현황

구분	합계 (면적, ha)	농업진흥지역 (면적, ha)	농업보호구역 (면적, ha)
예산군	14,501.7	13,278.3	1,223.4

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

## 2. 재배현황

예산군은 전통적으로 농업이 융성한 지역으로서 예로부터 예당평야에서 생산되는 “예산 쌀”은 밥맛이 좋기로 유명하다.

표 18의 예산군 식량작물 생산량 현황을 보면 2011년 기준으로 미곡이 전체 재배면적의 93.9 %인 11,505 ha, 생산량의 94.4 %인 59,250 톤/년이 생산되고 있으며, 고품질 쌀 브랜드로

‘미황쌀’, ‘의좋은 형제 쌀’, ‘골드라이스(Gold Rice)’ 등이 있다.

그 외 고구마·감자 등 서류가 2,656 톤/년(4.2%) 생산되는 것으로 조사되었다.

표 18 식량작물 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	12,031.0	63,117.0	11,352.0	59,485.0	26.0	59.0	0.0	0.0	518.0	841.0	135.0	2,732.0
2008년	11,967.0	90,624.0	11,735.0	86,865.0	40.4	93.5	1.5	1.5	49.1	802.0	141.0	2,862.0
2009년	10,944.2	90,669.3	10,658.0	88,232.0	45.0	95.5	32.5	37.1	93.1	103.7	115.6	2,201.0
2010년	12,443.8	63,937.3	11,650.0	59,415.0	28.0	70.7	31.5	35.7	561.4	761.9	172.9	3,654.0
2011년	12,250.3	62,753.4	11,505.0	59,250.0	30.9	86.7	32.7	41.9	521.7	718.8	160.0	2,656.0

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

예산군에서 생산되는 주요 채소류는 수박, 파리고추, 쪽파, 토마토, 애호박 등이 있다.

그 중 예산의 특산물인 예산수박은 과채류 생산량의 77 %인 25,019 톤/년이 생산되고 있으며, 예산군 대술면, 신양면, 신암면, 오가면 일원에서 주로 생산되고 있다.

토마토는 예산읍·삽교읍 일원, 애호박은 예산군 예산읍, 신암면 일원, 쪽파는 예산읍 창소리, 관작리, 신례원리 일원, 신암면 일원에서 재배되고 있는 것으로 조사되었다.

표 19 채소류 생산량(2011년)

항목	재배 면적 (ha)	생산량		항 목	재배 면적 (ha)	생산량			
		(톤/년)	(kg/10a)			(톤/년)	(kg/10a)		
과 채 류	소 계	778	32,490	4,176	근 채 류	소 계	292	11,213	3,840
	수 박	594	25,019	4,222		무	284	11,055	3,892
	토마토	80	3,500	4,375		당 근	8	158	1,975
	오 이	14	1,120	8,000	조 미 채 소	소 계	1,137	16,458	1,567
	호 박	90	2,851	3,168		고 추	420	2,726	649
엽 채 류	소 계	404	24,698	6,113		파	494	11,594	2,347
	배 추	340	23,660	6,960		양 파	7	465	6,643
	시금치	43	632	1,470		생 강	21	140	667
	상 추	12	246	2,050	마 늘	195	1,533	786	
	양배추	9	160	1,777					

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

예산군에서 재배되는 특용작물은 참깨, 들깨, 땅콩 등이 있으며, 들깨가 357 ha, 연간 257 톤으로 생산량이 많은 작물로 조사되었다.

표 20 특용작물 생산량

구 분	참깨			들깨			땅콩		
	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
		(톤/년)	(kg/10a)		(톤/년)	(kg/10a)		(톤/년)	(kg/10a)
2007년	275.2	135.0	49.0	421.4	295.0	70.0	47.8	131.0	274.0
2008년	271.5	151.0	55.0	418.6	302.0	72.0	47.0	134.0	285.0
2009년	231.0	142.0	61.0	398.0	285.0	71.0	48.0	137.0	284.0
2010년	143.0	96.0	67.0	338.0	258.0	76.0	49.0	124.0	253.0
2011년	156.0	107.0	69.0	357.0	257.0	72.0	51.0	128.0	251.0

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

예산군 특산물인 예산사과는 연간 29천톤정도 수확되고 있으며, 과수원은 주로 삽교읍·고덕면·오가면에 형성되어 있고, 이 지역을 중심으로 성장작목 종합시범단지가 조성되어 있다.

표 21 과실류 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		사과		배		복숭아	
	면적 (ha)	생산량 (톤/년)	면적 (ha)	생산량 (톤/년)	면적 (ha)	생산량 (톤/년)	면적 (ha)	생산량 (톤/년)
2007년	1,735	43,267	1,219	30,475	478	11,472	38	1,320
2008년	1,735	40,720	1,217	29,032	481	11,199	37	489
2009년	1,734	41,023	1,217	29,086	481	11,473	36	464
2010년	1,731	30,498	1,219	23,267	470	6,727	42	504
2011년	1,725	42,177	1,217	29,074	467	12,594	41	509

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

### 3. 친환경농업 현황

예산군의 친환경농업 인증면적은 표 22와 같이 751 ha로 충청남도 친환경인증면적인 16,344 ha의 4.6 %를 차지하여, 충남도내 16개 시·군 중 친환경농업 육성 실적이 다소 저조한 실정이다. 친환경농업 중 특히 가축분뇨 퇴·액비의 활용도가 큰 무농약 및 저농약 농산물의 인증면적이 각각 122 ha, 544 ha로 전체 인증면적의 88.7 %를 차지한다.

표 22 친환경농업 현황

구분	인증건수(건)	인증농가(호)	인증면적(ha)	출하량(kg)
유기농산물	7	67	85	562,000
전환기유기농산물	0	0	0	0
무농약 농산물	59	191	122	4,924,000
저농약 농산물	42	311	544	14,679,000
합계	108	569	751	20,165,000

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

#### 4. 화학비료 사용현황

2011년도 예산군의 총 비료성분 공급량은 7,295 톤/년이고, 성분별 공급량은 질소질 2,571 톤/년, 인산질 640 톤/년, 가리질 709 톤/년, 기타 3,375 톤/년으로 나타났다.

표 23 화학비료 성분별 공급량

구분	합계 (톤/년)	비료성분 (톤/년)			
		질소질(N)	인산질(P2O5)	가리질(K2O)	기 타
공급량	7,295	2,571	640	709	3,375

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

#### 5. 가축분뇨 중 비료성분 발생현황

예산군 관내의 가축분뇨에서 기인하는 비료성분량을 가축분뇨의 일반적인 조성비로 계산하면 표 24와 같다. 연간 가축분뇨로부터 발생하는 질소성분량은 5,038.4 톤, 인산이 2,634.8 톤, 칼리가 2,921.8 톤이다

표 24 가축분뇨의 일반적 조성

축종별	구분	질소(N)	인산(P2O5)	칼리(K2O)
		%		
젓소	분	0.33	0.49	0.49
	뇨	1.02	0.27	0.27
한육우	분	0.50	0.60	0.18
	뇨	0.68	0.07	0.60
돼지	분	0.96	0.83	0.42
	뇨	0.80	0.09	0.53
닭	분	1.39	0.62	0.68

자료 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정 연구(농촌진흥청, 2008)

표 25 가축분뇨 중 비료성분 발생량

축종별	구분	발생량 (kg/일)	사육두수 (두, 수)	분뇨발생량 (톤/년)	비료성분별 발생량(톤/년)		
					N	P2O5	K2O
젓소	분	19.2	9,621	67,424.0	222.5	330.4	330.4
	뇨	10.9			38,277.1	390.4	103.3
한육우	분	8.0	50,016	146,046.7	730.2	876.3	262.9
	뇨	5.7			104,058.3	707.6	72.8
돼지	분	0.87	192,592	61,157.6	587.1	507.6	256.9
	뇨	1.74			122,315.2	978.5	110.1
닭	분	0.105	2,666,836	102,303.8	1,422.0	634.3	695.7
합계			2,919,065	641,582.7	5,038.4	2,634.8	2,921.8

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

## 제8절 축산업 현황

### 1. 가축사육 현황

2011년 기준 예산군의 가축사육현황을 살펴보면 한우 2,138농가에서 50,016두, 젓소는 146농가에서 9,621두, 돼지가 107농가에서 192,592마리를 사육하는 것으로 나타났다.

연도별 가축사육현황을 비교해 보면 2010년 전국적으로 발생한 구제역 등으로 인해 2011년 일시적 감소경향은 있으나 최근 5년간 한우, 돼지, 닭 등 가축사육 두수가 지속적으로 증가하는 것으로 조사되었다.



표 26 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2007년	1,880	37,480	161	9,563	124	137,281	19	941,900
2008년	2,043	46,701	202	12,219	137	186,114	349	2,906,220
2009년	2,038	47,882	176	11,692	139	227,952	360	2,681,690
2010년	2,089	52,525	152	10,885	123	219,324	398	2,601,988
2011년	2,138	50,016	146	9,621	107	192,592	299	2,666,836

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

표 27의 읍면별 가축사육 현황을 살펴보면, 고덕면에서 한우 및 젓소뿐만 아니라 닭 사육이 가장 많은 것으로 조사되었으며, 젓소의 경우 고덕면의 사육두수가 예산군 전체 사육량의 42.3 %를 차지하고 있다. 돼지는 오가면에서 가장 많이 사육되고 있는 것으로 조사되었다.

표 27 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭		마필	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2011년	2,138	50,016	146	9,621	107	192,592	299	2,666,836	8	46
예산읍	40	313	3	109	3	1,947	22	35,877	1	4
삼교읍	234	5,013	14	1,117	15	6,919	14	54,221	2	2
대술면	178	6,165	9	523	11	14,151	17	234,292	2	10
신양면	266	4,892	7	522	7	13,890	23	40,742	0	0
광시면	333	5,670	15	998	8	20,122	44	242,870	0	0
대흥면	81	1,293	3	172	3	5,250	31	322	0	0
용봉면	137	2,577	12	553	4	4,903	43	61,473	0	0
덕산면	193	4,025	6	499	11	19,257	7	140,119	1	6
봉산면	123	2,156	8	496	10	8,533	44	144,813	0	0
고덕면	262	7,809	51	4,074	10	26,169	34	1,057,040	2	24
신암면	70	2,429	15	500	6	19,196	13	87,067	0	0
오가면	221	7,674	3	58	19	52,255	7	568,000	0	0

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

## 2. 가축분뇨 발생 현황

2011년 예산군에서 사육되는 가축 중 한·육우, 젓소, 돼지 및 닭에서 발생하는 분뇨는 연간 843,308.62 톤/년이다. 이 중 양돈농가에서 발생하는 분뇨가 358,510.01 톤/년으로 전체 발생량의 42.5 %에 해당하는 양이다.

발생되는 분뇨는 퇴·액비자원화, 정화방류, 공공처리 등의 방법으로 처리되고 있다.

표 28 축종별 가축분뇨 배출원단위

축종별 (단위)	환경부고시('99)				'08 배출원단위			
	분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소·말 (L/두.일)	10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젓소 (L/두.일)	24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지 (L/두.일)	1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계 (L/1,000수.일)	미고시			124.7			124.7
	육계 (L/1,000수.일)	미고시			85.5			85.5

자료 : 환경부 수생태보전과-867( '08.12.23), “가축분뇨 배출원단위 재산정”

표 29 2011년 축종별 분뇨 발생량

구분	계 (톤/년)	한·육우 (톤/년)	젓소 (톤/년)	돼지 (톤/년)	닭 (톤/년)
계	843,211.28	250,105.01	132,389.77	358,510.01	102,206.49
예산읍	8,064.38	1,565.16	1,499.89	3,624.34	1,374.99
삽교읍	55,395.72	25,067.51	15,370.48	12,879.72	2,078.02
대술면	73,346.15	30,828.08	7,196.74	26,342.09	8,979.24
신양면	59,063.10	24,462.45	7,182.98	25,856.24	1,561.44
광시면	88,850.91	28,352.84	13,732.98	37,457.10	9,307.99
대흥면	18,617.67	6,465.65	2,366.81	9,772.88	12.34
응봉면	31,978.73	12,886.29	7,609.56	9,126.93	2,355.95
덕산면	68,210.47	20,127.01	6,866.49	35,846.91	5,370.06
봉산면	39,040.42	10,781.08	6,825.21	15,884.18	5,549.96
고덕면	184,333.83	39,048.90	56,060.28	48,713.59	40,511.06
신암면	58,096.66	12,146.21	6,880.25	35,733.35	3,336.84
오가면	158,213.23	38,373.84	798.11	97,272.68	21,768.60

### 3. 가축분뇨 처리 현황

2011년 기준 예산군에서 발생하는 가축분뇨는 퇴비화, 정화방류, 액비이용 등의 방법으로 처리되고 있으며, 처리방법별 현황은 표 30과 같다.

한·육우 및 젓소의 경우 퇴비사 등에 야적 후 부숙된 퇴비를 농지에 살포하고 있으며, 돼지분뇨는 농가자체 액비 저장조와 퇴비사를 이용하여 퇴·액비화하거나, 가축분뇨공동자원화시설을 이용한 액비 생산, 축산폐수공공처리장 위탁 정화처리 등의 방법으로 처리하고 있는 것으로 조사되었다.

표 30 예산군 가축분뇨 처리현황 (단위 : 톤)

축종	계	퇴비화 등 자체처리	정화방류 (폐수처리장, 농가)	액비이용			기타
				계	자원화센터	농가보유	
계	843,211.3	703,392.4	100,382.8	39,436.1	25,095.7	14,340.4	-
	(100%)	(83%)	(12%)	(5%)	(3%)	(2%)	
한육우	250,105.0	250,105.0	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					
젖소	132,389.8	132,389.8	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					
돼지	358,510.0	218,691.1	100,382.8	39,436.1	25,095.7	14,340.4	-
	(100%)	(61%)	(28%)	(11%)	(7%)	(4%)	
닭	102,206.5	102,206.5	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					

주) 분뇨처리 현황은 2011년 처리기준임  
 자료 : 예산군 산림축산과

## 제9절 바이오매스 처리시설 현황

### 1. 하수 및 분뇨처리시설

#### 가. 하수처리시설 현황

2011년 기준 예산군의 공공하수처리시설은 표 31과 같이 15개소가 운영 중에 있으며, 그 중 생물학적 처리를 하는 곳이 10개소, 고도처리를 하는 곳이 5개소이다.

유입 BOD 대비 방출 BOD로 계산한 처리효율은 15개소 평균 92.4 %이며, 생물학적 처리를 하는 시설의 처리효율은 90.8 %, 고도처리시설은 95.7 %로 고도처리시설이 처리효율이 월등히 높다.

표 31 예산군 공공하수처리시설 현황

지역	시설명	소재지	시설용량(m <sup>3</sup> /일)				처리 효율	처리 공법
			계	물리적	생물학적	고도		
예산군	15개소		27,919	-	3,469	24,450	92.4%	
	예 산	예산읍 궁평리	22,000	-	-	22,000	97.8%	Sym-bio
	덕 산	덕산면 신평리	3,200	-	3,200	-	88.7%	회전원판법
	삼 교	삼교읍 성리	2,000	-	-	2,000	93.9%	SBR
	광시지구	광시면 시목리	320	-	-	320	96.6%	SBR
	계촌지구	신암면 계촌리	80	-	-	80	94.8%	SMMIAR PROCESS
	만사1지구	신양면 만사리	68	-	68	-	91.7%	효율 우수처리시설
	가지지구	신양면 가지2리	50	-	-	50	95.2%	SMMIAR PROCESS
	마사지구	광시면 마사리	50	-	50	-	93.6%	고효율 우수처리시설
	서계양	신양면 서계양리	39	-	39	-	98.4%	효율 우수처리시설
	불원지구	신양면 불원리	34	-	34	-	89.9%	효율 우수처리시설
	동산지구	광시면 동산리	23	-	23	-	94.9%	효율 우수처리시설
	주령지구	응봉면 주령리	16	-	16	-	84.4%	효율 우수처리시설
	역리1지구	삼교읍 역리	14	-	14	-	88.5%	효율 우수처리시설
	역리2지구	삼교읍 역리	13	-	13	-	87.5%	효율 우수처리시설
만사2지구	신양면 만사리	12	-	12	-	90.3%	효율 우수처리시설	

자료 : 환경부, 2011년 하수도 통계

### 나. 분뇨처리시설현황

2011년 기준 예산군 전역에서 발생하는 분뇨발생량은 66 m<sup>3</sup>/일로, 수세식 및 정화조 오니를 통해 발생하며, 발생량 대비 처리량이 부족하여 100 % 처리되지 못하고 있는 실정이다. 연도별 분뇨발생량 및 처리량을 표 32에 나타내었다.

표 32 분뇨발생량 및 처리현황

구분 년도별	분뇨발생량(m <sup>3</sup> /일)			처리량 (m <sup>3</sup> /일)				처리율 (%)
	계	수거 분뇨	정화조 오니	계	물리적	생물학적	고도	
2007	55	11	44	55	-	55	-	100.0
2008	55	10	45	55	-	55	-	100.0
2009	51	10	41	51	-	51	-	100.0
2010	87	20	67	62	-	62	-	71.3
2011	66	-	66	65	-	65	-	98.5

자료 : 예산군, 2012 예산통계연보

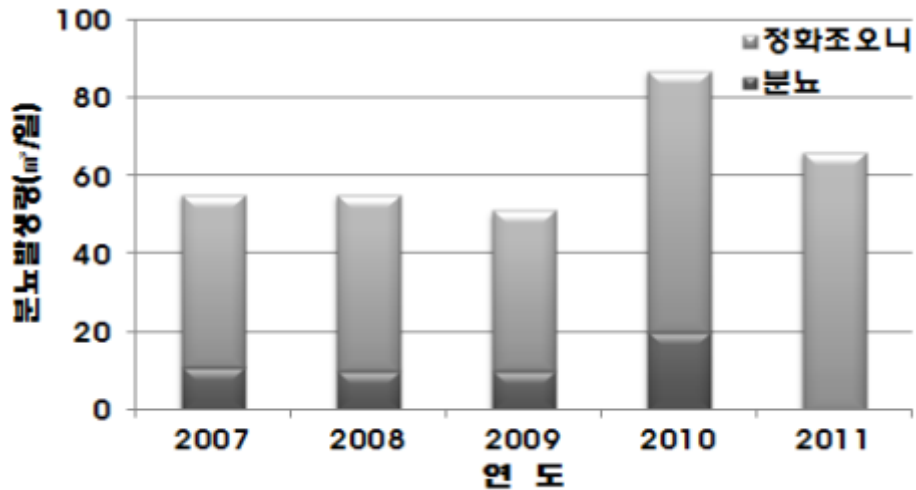


그림 13 연도별 분뇨 및 정화조오니 발생량

예산군에서 운영 중인 예산군 분뇨처리시설은 예산군 예산읍 산성리 567-3번지 일원에 위치하고 있으며, 일처리용량 65 m<sup>3</sup>/일로 호기성소화와 활성오니방법으로 처리된 후 예산하수종말처리장으로 연계처리 되고 있다.

표 33 예산군 분뇨처리시설 현황

소재지	충남 예산군 예산읍 충서로 777-13	
면적	4,688㎡(건축면적 : 1,531㎡)	
시설용량	65 m <sup>3</sup> /일	
처리량	66 m <sup>3</sup> /일	
처리공법	호기성소화 + 활성오니방법	
연계처리장명	예산하수종말처리장	
가동개시일	'82.09.25	
사업비	2,288백만원(국비:1,880, 도비:204, 군비:204)	
운영방법	민간 위탁운영	
방류수역	지류	무한천
	본류	삼교천
	수계	서해

자료 : 예산군 홈페이지, 2011년 하수도 통계(환경부)

## 2. 폐기물 매립지 및 소각시설

### 가. 쓰레기 처리 현황

예산군의 전체 행정구역 542.29 km<sup>2</sup> 중 생활폐기물 관리구역은 542.29 km<sup>2</sup>으로 관리구역 지정률 100.0 %이며, 전국 생활폐기물 관리구역 지정률 97.3 %보다 높은 것으로 나타났다.

또 예산군의 생활폐기물 발생량은 총 68.3 톤/일로서, 매립 6.4 톤/일(9.4 %), 소각 25.7 톤/일(37.6 %), 재활용 36.2 톤/일(53.0 %)로 처리되고 있다.

표 34 예산군의 생활폐기물 관리구역 현황

전체 행정구역			생활폐기물 관리구역			생활폐기물 관리제외지역		
면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수
542.29	87,861	12	542.29	87,861	12	-	-	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

표 35 생활폐기물 발생량 및 처리 현황 (단위 : 톤/일, %)

발생량(톤/일) 및 처리현황		총 계	종량제에 의한 혼합배출		재활용가능 자원 분리배출	남은 음식물류 배출
			가연성	불연성		
처리방법	총 계	68.3	39.3	8	9.8	11.2
	비 율	100.0%	57.5%	11.7%	14.3%	16.4%
	매 립	6.4	0	6.4	0	0
	비 율	9.4%	0.0%	9.4%	0.0%	0.0%
	소 각	25.7	25.7	0	0	0
	비 율	37.6%	37.6%	0.0%	0.0%	0.0%
	재활용	36.2	13.6	1.6	9.8	11.2
	비 율	53.0%	19.9%	2.3%	14.3%	16.4%

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 폐기물 매립지 시설현황

예산군 관내에 운영 중인 생활폐기물 위생매립장은 대흥면 대륜리 산51-1번지 일원에 위치하며 총 매립지 면적 26,443 m<sup>2</sup>, 총 매립용량 323,188 m<sup>3</sup>로, 2011년 현재 총 매립용량의 10.2%인 32,984 m<sup>3</sup>이 매립되어 있다.

예산군 생활폐기물 위생매립장 현황은 표 36과 같다.

표 36 생활폐기물 위생매립장 현황

구 분	내 용
위 치	충남 예산군 대흥면 대륜리 산51-1번지
총 매립지 면적(m <sup>2</sup> )	26,443 m <sup>2</sup> (8,000평)
총 매립용량(m <sup>3</sup> )	323,188 m <sup>3</sup>
'11년까지 매립량(m <sup>3</sup> )	32,984 m <sup>3</sup>
잔여매립 가능량(m <sup>3</sup> )	290,204 m <sup>3</sup>
사용기간	2004년 ~ 2028년
설치비	16,580백만원(국비 1,500백만원, 지방비 15,080)
침출수처리시설	106m <sup>3</sup> /일(하수종말처리장에 연계처리)

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계



### 3. 가축분뇨 처리(자원화) 시설

#### 가. 가축분뇨공동자원화센터

예산군 가축분뇨공동자원화센터는 예산군 예산읍 궁평리 9-1번지의 4필지에 위치하며, 대지면적 9,990 m<sup>2</sup>에 총 사업비 60억원을 투입하여 '09년 11월에 1차 준공, '12년 4월 2차 준공되어 현재 정상 가동 중이다.

30,000 톤의 저장탱크가 갖추어져 있으며, 호기성 미생물 에어폭기 시설로 1일 200 톤 이상 퇴·액비를 생산하고 있다.

표 37 가축분뇨공동자원화시설 현황

구 분	내 용
위 치	충남 예산군 예산읍 궁평리 9-1, 9-4, 9-5, 9-6
대지면적	9,990m <sup>2</sup>
사 업 비	60억원(국비 30, 지방비 18, 용자 12)
1일 처리용량	200 ton 이상(1차 : 100 ton/일, 2차 100 ton/일)
주요시설	건 축 물 : 사무실 등 208m <sup>2</sup> , 퇴비사 874m <sup>2</sup> , 창고 등 533m <sup>2</sup> 저장탱크 : 30,000톤(1차 15,000, 2차 15,000)
처리방식	호기성 미생물 에어폭기 시설
참여농가	1차 : 59호(돼지), 2차 : 27호(돼지)
반입기준	슬러리 돈분뇨 70,000ppm이하
분뇨가격	15,000원/ton
준공연월일	1차 : 2009. 11. 6, 2차 : 2012. 4. 16
운영주체	예산양돈영농조합법인

자료 : 예산군 산림축산과

#### 나. 가축분뇨공공처리시설

예산군 관내에 운영 중인 가축분뇨공공처리시설은 예산군 예산읍 궁평리 39-1번지 일원에 위치하며, 일 처리 용량 150 톤/일으로 자연정화법 및 고도처리 후 하수종말처리장으로 연계 처리되고 있다.

표 38 가축분뇨공공처리시설 현황

구 분	내 용
위 치	충남 예산군 예산읍 궁평리 39-1번지
면 적	13,560㎡(건축면적 : 1,767.32㎡, 연면적 : 3,384.65㎡)
사업기간	1997. 12. 2 ~ 2001. 10. 20
사업비	9,717백만원(국비:7,149, 도비:1,284, 군비:1,284)
처리용량	150톤/일
처리방법	자연정화법 + 고도처리(HCR) ⇒ 하수종말처리장 연계처리
운영방법	민간 위탁운영(하수종말처리시설과 운영)

자료 : 예산군 홈페이지

#### 4. 기타 관련 시설

##### 가. 액비유통센터

예산군 관내 액비유통센터는 예산양돈영농조합 등 4개소가 운영 중에 있으며, 총 저장조 용량 53,200 ton, 살포지 확보면적은 1,695 ha이다.

예산군 액비유통센터 현황은 표 39에 나타내었다.

표 39 액비유통센터 현황

법인명	소재지	액비유통센터	
		저장조 용 량	살 포 지 확보면적
예산양돈영농조합	예산군 예산읍 산성리 791	30,000 ton	600 ha
예산친환경 자연순환농업	예산군 덕산면 복당리 578	5,600 ton	520 ha
지명영농조합	예산군 예산읍 주교리 524-47	11,000 ton	272 ha
천기운영농조합	예산군 고덕면 용리 1036	6,600 ton	303 ha

자료 : 농촌진흥청 국립축산과학원 가축분뇨종합정보시스템

## 제10절 바이오매스 발생 및 이용 현황

### 1. 폐기물계 바이오매스 발생현황

#### 가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
음식물쓰레기(계)		5,949.50
	-가정생활계	1,496.50
	-사업장생활계	4,453.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
가축분뇨(계)		843,211.30
	-젖소분뇨	132,389.80
	-한우(소,말)분뇨	250,105.00
	-양돈분뇨	358,510.00
	-계분뇨	102,206.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 다. 오니계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
오니(계)		1,825.00
	-하수처리오니	-
	-정수처리오니	-
	-공정오니	-
	-폐수처리오니	1,825.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐식용유(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		1,168.00
	-생활계	1,168.00
	-사업생활계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
종이(계)		1,423.50
	-종량제봉투배출	1,314.00
	-재활용분리배출	109.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐목재(계)		15.90
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물(건설폐제)	15.90

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	1,204.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

2. 미이용계 바이오매스 발생현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		104,797.85
	-벼짚	65,767.50
	-왕겨	14,220.00
	-보릿짚	105.78
	-옥수수대	58.13
	-콩대	637.00
	-고구마줄기	901.00
	-감자줄기	654.36
	-수박줄기	11,508.74
	-오이줄기	515.20
	-호박줄기	1,311.46
	-토마토대	1,610.00
	-참깨줄기	620.60
	-들깨줄기	1,490.60
	-고추대	5,397.48

나. 목본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
목본계 농산부산물(계)		8,198.77
	-사과전정지	6,003.87
	-포도전정지	0.00
	-배전정지	2,194.90

다. 임지잔재 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
임지잔재(계)		212,567.78
침엽수		97,903.49
활엽수		49,128.50
혼효림		65,535.79

3. 폐기물계 바이오매스 이용현황

가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
음식물쓰레기(계)		4,088.00
	-가정생활계	1,022.00
	-사업장생활계	3,066.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
가축분뇨(계)		743,187.00
	-젓소분뇨	132,389.80
	-한우(소,말)분뇨	250,105.00
	-양돈분뇨	258,485.70
	-계분뇨	102,206.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

다. 오니계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
오니(계)		1,825.00
	-하수처리오니	-
	-정수처리오니	-
	-공정오니	-
	-폐수처리오니	1,825.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐식용유(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
종이(계)		109.50
	-종량제봉투배출	-
	-재활용분리배출	109.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐목재(계)		15.90
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물(건설폐제)	15.90

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	1,095.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

4. 미이용계 바이오매스 이용현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		30,039.75
	-벼짚	27,622.35
	-왕겨	2,417.40



나. 임지잔재 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
임지잔재(계)	-
침엽수	-
활엽수	-
혼효림	-

제11절 바이오매스 생산·유통시설 현황

1. 농산물 유통 센터 현황

가. 예산농산물유통센터(예산거점APC)

예산APC는 과수농가의 경쟁력을 높이고 농가소득 증대를 위해 예산군청이 공공유형으로 2008년 195억원의 사업비를 투입, 신암면 용궁리 25,100㎡의 부지에 2008년 10월에 준공하였다.

선별장과 집하장, 저온저장고, 제함실, 창고 등의 시설과 비파괴 사과선별기, 에어샤워기 등의 장비를 갖추고 있고, 예산능금농업협동조합에서 위탁 운영하고 있으며 생산된 사과는 “애플리나” 라는 브랜드로 E-마트 등에서 판매되고 있다.

표 40 예산과실거점APC 현황

구 분	내 용
유 형	공공유형(준공 : '08.10.2, 개장 : '08.11.1)
면 적	부지 25,100㎡, 건평 10,746㎡, 저온저장고 3,328㎡
소 재 지	충남 예산군 신암면 용궁리 138-4
총사업비	195억원(국비 90, 도비 39, 군비 59, 자담 7)
품목/처리능력	사과, 배 / 16,000톤(사과 15,000, 배 1,000)
운영주체	예산능금농업협동조합
농가조직(사과)	1,401농가, 1,623ha, 30,000톤
품목별 생산량	42,000톤(사과 30,000 배12,000)
브랜드명	애플리나
주 출하처	E-마트(70%), 농협유통(15%), 기타(15%)

자료 : 예산군 홈페이지

## 나. 예산농산물공판장

예산농산물공판장은 충남 예산군 예산읍 산성리 443-11번지에 위치해 있으며, 건축면적 605,5 평의 3층 규모로 예산농산물농업협동조합에서 운영하고 있다.

'99. 7. 12일 공판장 개장이후 연간 7,000 여톤의 농산물을 경매 처리하고 있으며, 경매품목은 사과, 배, 포도, 복숭아, 토마토, 수박, 방울토마토, 참외, 딸기 등의 과실류와 과채류 등이다.

표 41 예산농산물공판장 현황

구 분	내 용
위 치	충남 예산군 예산읍 산성리 443-11번지
건축면적	605,5평(3층)
사 업 비	1,919백만원
개 장 일	'99. 7. 12(착공 : '98.6.11, 준공 : '99.5.11)
운영주체	예산농산물농업협동조합

자료 : 예산군 홈페이지

## 2. 농산물 가공시설 현황

### 가. 예산미황라이스센터

2008년 12월에 준공된 '예산미황라이스센터'는 예산농협을 비롯한 예산군 고덕, 삼교, 신암, 광시, 덕산 등 6개 농협조합의 공동출자로 출범한 통합 RPC시설이다.

통합 RPC는 GAP기준에 맞춘 위생적인 가공시설로, 기계설비비 등 34억원의 사업비를 들여 3개의 RPC(미곡종합처리장)시설과 1개의 DSC(벼 건조·저장시설)시설에서 연간 3만 5400톤을 건조해 3만톤을 가공할 수 있는 최첨단 시설이다.

예산미황라이스센터의 현황 및 주요 시설현황은 표 42, 표 43과 같다.

표 42 예산미황라이스센터 현황

RPC 시설	DSC 시설	건조 능력	저장 능력	가공 능력	저온보관 시설	사업비		
						계	보조금	자부담
3개소	1개소	35,400톤	19,000톤	30,000톤	2,000톤	34억원	12억원	22억원

자료 : 예산군 농업기술센터 홈페이지

표 43 예산미황라이스센터 주요 시설현황

구 분	주요시설
현미가공공정	원료저장탱크, 연류계, 원료석발기, 현미기, 왕겨풍구, 현미분리기, 창치선별기, 현미석발기, 현미색채선별기, 현미저장탱크
백미가공공정	현미저장탱크, 연류계, 입형정미기, 로터리시후더, 색채선별기, 이물질선별기, 진동선별기, 등급선별기, 제품저장탱크
포장가공공정	제품저장탱크, 무인지대포장기, 자동계량기, 무인소포장기, 톤백계량기, 로봇팔렛타이저

자료 : 예산군 농업기술센터 홈페이지

## 제3장 바이오매스 이용계획

### 제1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정

#### 1. 바이오매스 부존량

##### 가. 폐기물계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	5,949.50	65.91	1,512.57	48.93	992.29	3,067.40
		종량제 봉투배출	1,496.50	72.80	1,155.10	50.66	206.21	470.18
		재활용 분리배출	4,453.00	63.60	1,632.70	48.35	783.70	2,646.43
	가축 분뇨 (계)	소계	843,211.30	89.31	4,052.33	41.26	37,173.70	365,134.76
		젖소 분뇨	132,389.80	90.60	3,847.00	41.06	5,109.77	47,874.53
		한우 분뇨	250,105.00	87.12	3,847.00	41.06	13,226.87	123,925.43
		양돈 분뇨	358,510.00	94.08	4,516.00	39.40	8,362.17	95,846.64
		닭 오리	102,206.50	76.30	3,194.33	48.50	11,748.13	77,376.15
	오니	소계	1,825.00	57.53	1,293.67	47.37	367.13	1,002.61
		하수처리 오니	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	1,825.00	57.53	1,293.67	47.37	367.13	1,002.61
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-

목재	소계	1,168.00	20.90	3,495.20	48.14	444.76	3,229.17
	종량제 봉투배출	1,168.00	20.90	3,495.20	48.14	444.76	3,229.17
	재활용 분리배출	-	23.00	3,424.00	47.80	-	-
종이	소계	1,423.50	18.35	3,095.62	44.75	520.19	3,598.17
	종량제 봉투배출	1,314.00	18.70	3,073.80	44.77	478.27	3,283.69
	재활용 분리배출	109.50	14.10	3,357.40	44.56	41.91	315.80
폐목재	소계	15.90	11.43	3,817.33	60.60	8.53	53.76
	사업장 배출시설계	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-
	건설 폐기물	15.90	11.43	3,817.33	60.60	8.53	53.76
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	1,204.50	56.47	2,388.67	52.22	273.82	1,252.52
폐기물계 합계		854,797.70				39,780.42	377,338.39

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

#### 나. 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	79,987.50	51.52	3,759.78	41.70	16,357.19	147,319.47
		벼짚	65,767.50	59.86	3,710.00	41.10	10,850.02	97,940.57
		왕겨	14,220.00	12.97	3,990.00	44.50	5,507.17	49,378.91
	잡곡	소계	58.13	72.65	3,990.00	47.73	7.59	63.43
		옥수수줄기	58.13	72.65	3,990.00	47.73	7.59	63.43
	맥류	소계	105.78	59.86	3,710.00	41.10	17.45	157.53
		보릿짚	105.78	59.86	3,710.00	41.10	17.45	157.53
	두류	소계	637.00	65.71	4,490.00	48.70	106.37	980.74
		콩줄기	637.00	65.71	4,490.00	48.70	106.37	980.74

서류	소계	1,555.36	90.04	3,730.13	42.70	66.15	577.98
	고구마줄기	901.00	90.01	3,890.00	42.70	38.43	350.14
	감자줄기	654.36	90.08	3,510.00	42.70	27.72	227.84
과채류	소계	14,945.40	80.22	4,046.56	44.43	1,316.77	11,942.63
	수박잔사	11,508.74	84.37	4,060.00	44.10	793.28	7,303.19
	오이잔사	515.20	43.11	3,920.00	45.00	131.89	1,148.94
	호박잔사	1,311.46	52.22	4,060.00	45.00	281.98	2,544.06
	토마토줄기	1,610.00	85.23	3,980.00	46.10	109.62	946.43
조미채소	소계	5,397.48	79.72	4,480.00	48.30	528.70	4,903.85
	고추줄기	5,397.48	79.72	4,480.00	48.30	528.70	4,903.85
특용작물	소계	2,111.20	15.38	4,180.60	47.54	849.22	7,468.64
	참깨줄기	620.60	15.38	4,110.00	46.90	246.30	2,158.37
	들깨줄기	1,490.60	15.38	4,210.00	47.80	602.92	5,310.27
과실류	소계	8,198.77	31.02	4,661.40	50.27	2,842.31	26,352.31
	사과전정지	6,003.87	32.88	4,687.50	50.40	2,031.17	18,891.07
	포도전정지	0.00	47.20	4,790.00	52.10	0.00	0.00
	배전정지	2,194.90	25.94	4,590.00	49.90	811.15	7,461.24
임지잔재	소계	212,567.78	46.57	4,868.60	49.94	56,462.87	548,508.66
	침엽수	97,903.49	64.00	5,000.00	50.70	17,869.34	176,226.28
	활엽수	49,128.50	25.00	4,706.00	49.00	18,054.72	173,399.03
	혼효림	65,535.79	36.70	4,794.20	49.51	20,538.81	198,883.35
미이용계 합계		325,564.39				78,554.63	748,275.24
폐기물계/미이용계 합계		1,180,362.09				118,335.05	1,125,613.62

## 2. 바이오매스 이용 목표

대상지역	충청남도 예산군							
면적	820.66 km <sup>2</sup>		인구	86,766명				
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>예산군의 주요 특산물인 “쌀” 과 “사과”의 부산물인 벼짚 등 초본계 농산부산물과 목본계 농산부산물인 사과전정지의 발생량이 다른 지역에 비해 많은 편임.</li> <li>가축분뇨 돈분뇨가 전체 발생량의 42.5%에 해당함.</li> </ul>							
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률		
	폐기물계 바이오매스		854,798	750,320		86%		
		음식물쓰레기		5,950	4,088	사료, 퇴비	69%	
		가축분뇨		843,211	743,187	퇴·액비	88%	
			젓소		132,390	132,390	퇴비	100%
			한우		250,105	250,105	퇴비	100%
			양돈		358,510	258,486	퇴·액비	72%
		닭·오리		102,207	102,207	퇴비	100%	
		오니		1,825	1,825	퇴비, 부숙토	100%	
		폐식용유		-	-	-	-	
		목재		1,168	-	-	0%	
		종이		1,424	110	소재	8%	
		종량제봉투		1,314	-	-	0%	
		재활용분리		110	110	소재	100%	
	폐목재		792	753	연료(소각)	95%		
	폐지		-	-	-	-		
	동식물성 잔재물		1,205	1,095	퇴비, 사료	91%		
	미이용계 바이오매스		325,564	30,040	연료(소각)	7%		
	농산부산물		104,798	30,040	사료, 퇴비, 부숙토	34%		
	임산부산물		220,767		연료(소각)	0%		
바이오매스 활용시설 (기존)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설				
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비			
	시설명	없음	공공자원화센터	없음	없음			
	원료	없음	돈분	없음	없음			
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>돈분뇨 및 음식물쓰레기의 바이오가스화(돈분 70%, 음식물쓰레기 30%)</li> <li>경종 농가 및 축산농가의 보일러, 전기사용</li> <li>액비화시설 보강을 통한 물질 변·순환 체계 구축</li> </ul>							
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요							
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>발생량: 118,335 TC</li> <li>이용량: 39,604 TC</li> <li>이용률: 33%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오가스센터(100톤/일) 설치- 돈분뇨 36,500톤 신규 이용</li> <li>이용목표(탄소환산): 35%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>종량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>음식물쓰레기 이용률 100%</li> <li>농산부산물 40% 이용</li> <li>이용목표(탄소환산): 29%</li> <li>바이오매스 에너지화 향상</li> </ul>			
바이오매스 이용목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지이용량: 4 TC</li> <li>에너지이용률: 0.004%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지이용량: 1,614 TC</li> <li>에너지 이용목표(탄소환산): 1.4%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지이용량: 29,363 TC</li> <li>에너지이용목표(탄소환산): 25%</li> </ul>			

## 제2절 예산군 물질수지 분석

양분의 투입에서 산출까지의 각 단계별 양분수지를 그림 14를 바탕으로 추정하면, 축종별로 발생하는 가축분뇨는 자원화처리를 거쳐 농경지에 환원되거나 정화시설을 통해 하천에 방류된다.

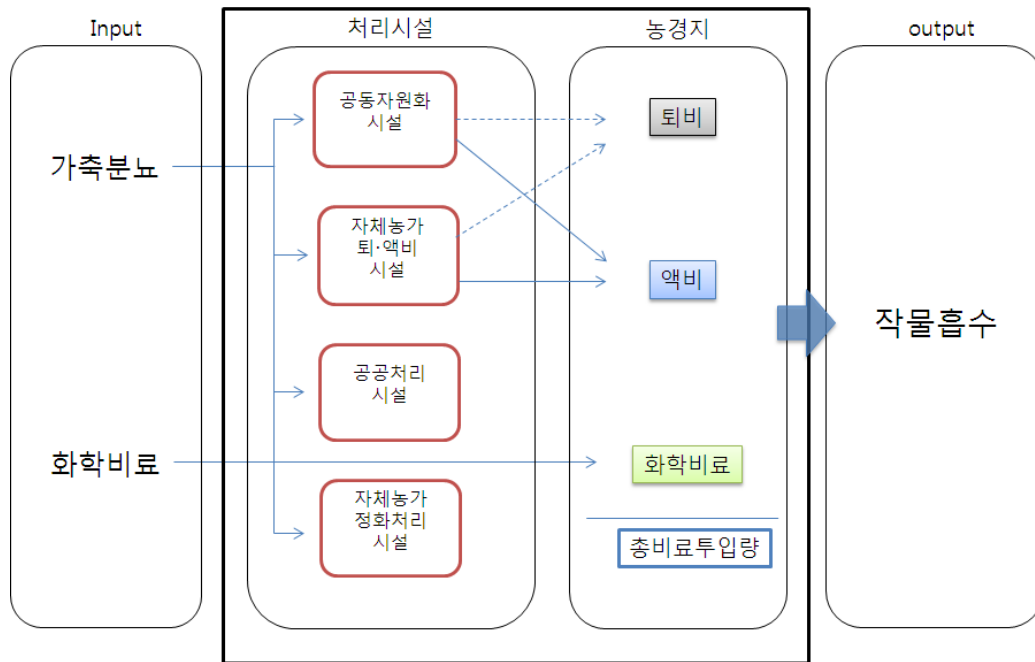


그림 14 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도

수확모형은 지역별로 가능한 모든 경로와 요인들을 고려하여 물질흐름을 표현하고자 하였다. 우리나라의 가축분뇨 유래 퇴·액비 흐름을 살펴보면 일반적으로 공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입되어 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어진다.

이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 그림 15에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다.



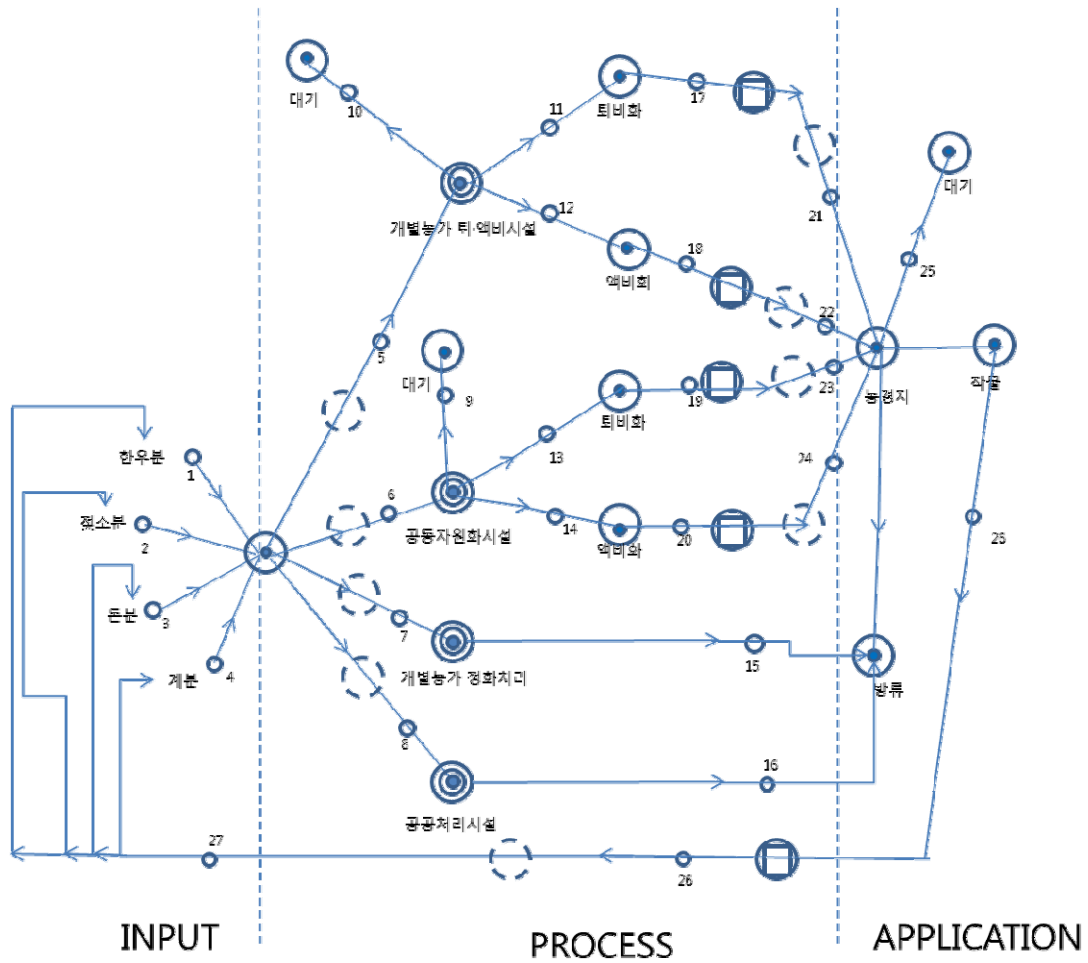


그림 15 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델

예산의 경우 발생한 가축분뇨의 대부분이 개별농가 퇴·액비화시설을 통해(전체의 약 85%) 처리되고 있고, 특히 퇴비처리가 많은 것이 특징이다. 가장 많은 분뇨발생축종은 돼지이므로 액비처리를 위한 시설보강이 필요해 보이며 이를 보완하기 위하여 농가자체 공공처리시설 (12%)와 공동자원화시설(3%)이 운영되고 있다.

표 44 예산지역 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

지역	축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/년)				
		사육두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총 발생량 (톤/년)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리시설	공공처리시설	위탁(공동자원화 시설)
예산	한우	50,016	250,105	857,812 (100%)	711,984 (83%)	17,156 (2%)	102,937 (12%)	0	25,734 (3%)
	젓소	9,621	132,390						
	돼지	192,592	358,510						
	닭	2,666,836	116,807						

일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 돈분과는 처리형태가 다르다. 함수율 차이 때문인데, 한육우분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 주로 퇴비의 제조에 활용된다. 반면 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높아 고액분리를 통한 퇴비생산 즉, 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 액비와 고형분을 가공한 퇴비로 나누어 처리한다. 그럼 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 식[4]와 같이 표현할 수 있다. TLF 는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생된 돈슬러리량과 고액분리비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots[4]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9 에 해당한다. 고액분리 후의 돈분 고형분, 수거된 우분, 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화과정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 수분조절제인 톱밥 또는 왕겨가 추가되나 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 그 필요성이 저감된다는 점과 비용소모적인 이유로 사용이 까다롭다는 점을 적용하여 톱밥은 본 계산에서 제외하였다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots[5]$$

여기서 SD는 연간 공급되는 톱밥의 양을 나타낸다. 또한 식[3]을 참고하면  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$  으로  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$  와  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$  는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우 또는 젃소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$  을 나타내고  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량을 의미한다. 위의 정의들에 의해  $T_{LF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + sd_b X_{sd} \\ mp_c X_c + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots[6]$$

여기서  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust

$X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소  $X$  의 비율<sup>106)</sup>

따라서 각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_bN_b \\ mp_cN_c \\ mp_dN_d \end{pmatrix} ; N \dots\dots\dots [7]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_bP_b \\ mp_cP_c \\ mp_dP_d \end{pmatrix} ; P \dots\dots\dots [8]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_bK_b \\ mp_cK_c \\ mp_dK_d \end{pmatrix} ; K \dots\dots\dots [9]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,i}pX_{a,l}mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,i}pX_{a,l} \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [10]$$

106) 농촌진흥청. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구를 참조; 한우의 경우 질소(0.5%), 인(0.6%), 칼리(0.18%); 젖소의 경우 질소(0.33%), 인(0.49%), 칼리(0.49%); 돼지의 경우 고상물은 질소(0.96%), 인(0.83%), 칼리(0.42%), 액상물은 질소(0.8%), 인(0.09%), 칼리(0.53%); 닭은 질소(1.29%), 인(0.46%), 칼리(0.59%)를 각각 적용함

퇴비 내의 원소 X의 총량은

$$T_{SX} = r_{a,s} [(1-p)X_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_bmp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_cmp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_dmp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots\dots\dots[11]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다. 액비의 호기성 처리과정중 질소손실은 약 32%로 가정한다. 돈사체계에 따라 질소 손실율이 달라지는데 깔개를 넣어 키우는 돈사가 각각 25%, 50% 의 질소손실을 보였다(Rotz, 2004).

다음 단계인 저장단계에서 약 10% 추가적인 질소 손실을 보이는데 이는 돈사에서 처리되는 과정까지 평균 30% 의 질소손실이 발생하는 것으로 가정할 수 있다. 1차년도 현장조사에서 나온 데이터 (처리과정 전의 질소량과 처리후의 질소량) 역시 비슷한 수치를 나타냈는데 이를 적용해 질소손실을 산출해보면 약 34%의 질소 손실을 나타냈다. 따라서 평균 32%의 질소성분이 액비화과정중에 공기 중으로 휘산 된다고 가정하고 나머지 값을 계산하였다.

고상물 퇴비화과정의 경우 질소소실은 약 29%로 가정한다. 20~40% 질소가 퇴비화 과정중에 소실되고, Sommer(2001)의 실험에 의하면 가축분뇨의 퇴비화과정에서 약 28%의 질소소실이 발생했다고 보고하였다. 따라서 대략 평균 29%의 질소가 퇴비화과정 중에 소실된다고 가정하고 계산 하였다. 가축분뇨 자원화과정에서 인산과 칼리의 자원화 활용률은 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해, 인산과 칼리 약 10%가 미활용된 90%를 각각의 보정계수로 적용하였다(MWPS 1993). 이렇게 손실되는 양분은 네트워크 모델에서 과정 9, 10에 해당한다.

가축분뇨 총 발생량 중 질소, 인, 칼리를 중심으로 살펴보면, 질소는 6,117톤/년, 인은 3,269톤/년, 칼리는 3,495톤/년의 양분을 각각 포함하고 있다 표 45. 한우, 젓소, 닭에서 발생하는 분뇨는 바로 퇴비화 처리로 가정을 하여 분리하였고, 돈분의 경우는 고액분리를 통해 분리 후 저장되는 경우로 적용하여 계산을 하였다.

표 45 예산지역 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))

지역	가축분뇨 형태	축종	질소(N)	인(P)	칼리(K)
예산	퇴비	한우	1,251	1,501	450
		젓소	437	649	649
		닭	1,504	531	686
		돼지	344	298	151
	액비	돼지	2,581	290	1,710
	총계			6,117	3,269

각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 처리시설로 옮겨져 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 이 과정을 통해 배출되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 3,754톤, 인은 2,588톤, 칼리는 2,887톤에 해당한다.

표 46 예산지역 가축분뇨 처리시설을 통한 양분의 흐름(처리 후(後))

지역	퇴비종류	질소(N)	인(P)	칼리(K)
예산	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	75	80	52
	액비	53	8	46
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	2,134	2,278	1,481
	액비	1,492	222	1,308
	총량	3,754	2,588	2,887

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33%로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지표면 살포 시 소실될 것으로 가정한다. 예산의 가축분뇨 처리현황을 보면 대부분 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화 처리되는 것을 확인할 수 있다, 공동자원화시설 및 개별농가 처리시설을 통해 자원화 되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 3,754톤, 인은 2,588톤, 칼리는 2,887톤에 해당한다. 여기서 가공된 퇴·액비의 농경지 환원방법이 농지표면에 직접살포(broadcast application)하는 방식이 쓰인다고 가정하여 산정하면 예산지역의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 2,802톤/년이 될 것으로 예측된다.

## 제4장 바이오피아 추진안

### 제1절 사업 체계

Biopia의 사업 추진 체계는 총 3단계의 과정으로 1단계에서는 사업주체가 사업을 추진하기 위한 기초조사를 수행함으로써 이용 가능한 바이오매스 및 에너지사용량 등을 산정함으로써 사업의 가능성을 확인하는 단계이다.

1단계에서는 타당성조사, 사업성 및 가능성의 검토, 지원금 및 사업비의 책정 등의 작업을 수행하며, 주민들의 여론을 수렴하여 사업 계획에 반영한다.

2단계에서는 바이오매스를 이용하는 이용 기술 및 생산된 신·재생에너지의 활용기술 등을 선택하여 실질적으로 사업 추진에 있어 필요한 기술의 조사와 부지 선정 등을 수행한다. 또한 선정부지의 주민들에게 홍보와 교육을 통하여 인식전환을 시킴으로써 사업에 따른 민원발생을 사전에 해결하고 생산된 에너지의 소비를 조장한다. 기술들의 선택 후 경제성분석 및 사업성을 평가한다.

3단계에서는 Biopia 사업 추진단계로 생산 이용 시스템의 개발과 실증사업을 실행한다. 3단계에서 사업계획서를 작성 사업을 추진한다.

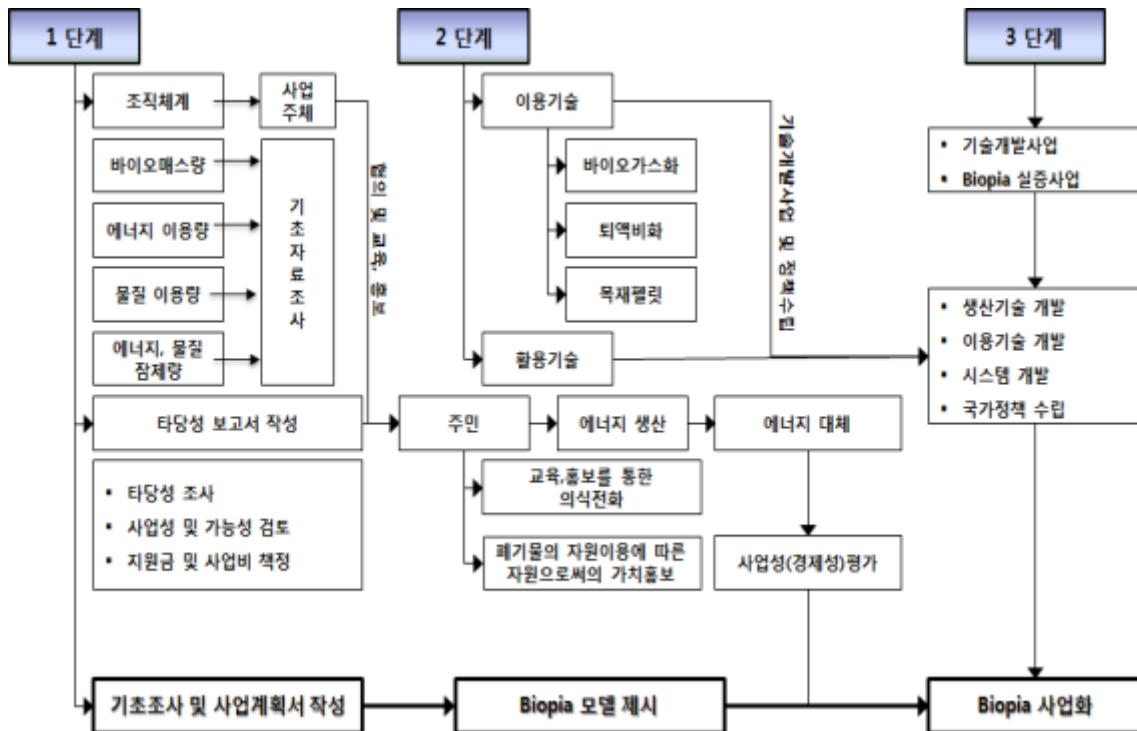


그림 16 사업 추진체계

## 제2절 사업추진 조직 및 방침

### 1. 사업추진 조직

바이오피아 조성을 위해서는 사업조직을 만들고 이에 대한 추진체계를 구성해야 한다. 정부와 지자체에서는 농업부문 바이오매스 정책을 총괄하는 전담부서 또는 전담인력을 확충할 필요가 있다.

이에 관련한 전문부서를 두어 폐자원 및 바이오매스자원에 대한 자원화와 에너지화 뿐만 아니라 농업·농촌·환경·에너지 정책의 통합 관점에서 정책과 기술을 개발하고, 관련 법·제도에 대한 검토 등의 역할을 수행하도록 하고 자원관리에 대한 네트워크 및 전략적 지식관리의 허브 기능을 수행한다.

또한, 전문가 협의체를 구성하여 민관이 협력하고 네트워킹 할 수 있는 컨트롤타워 기능을 수행하고 관련주체들이 참여하는 소통의 장을 활성화해야 한다.

이를 위해 바이오매스와 폐자원에 대한 관련 지식기반을 구축하고 공유할 수 있는 공간을 제공하여 관련주체들이 세부 정책 사항이나 연구, 정보 및 추진사항 등에 관해 상호협력적으로 진행해야 한다. 그리고 폐자원 및 바이오매스 자원과 관련해서는 정부기관, 민간기업, 다수의 블로그 등에서 정보시스템을 개발하여 운영 하거나 자체 홈페이지를 구축하여 운영하고 있다.

이러한 정책의 원활한 추진을 위한 정확한 바이오매스 통계, 전문인력 육성 대책 등도 필요하다. 주체들의 역할을 그림 17에 나타낸 것과 같이 중앙정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역지도자, 지역주민으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

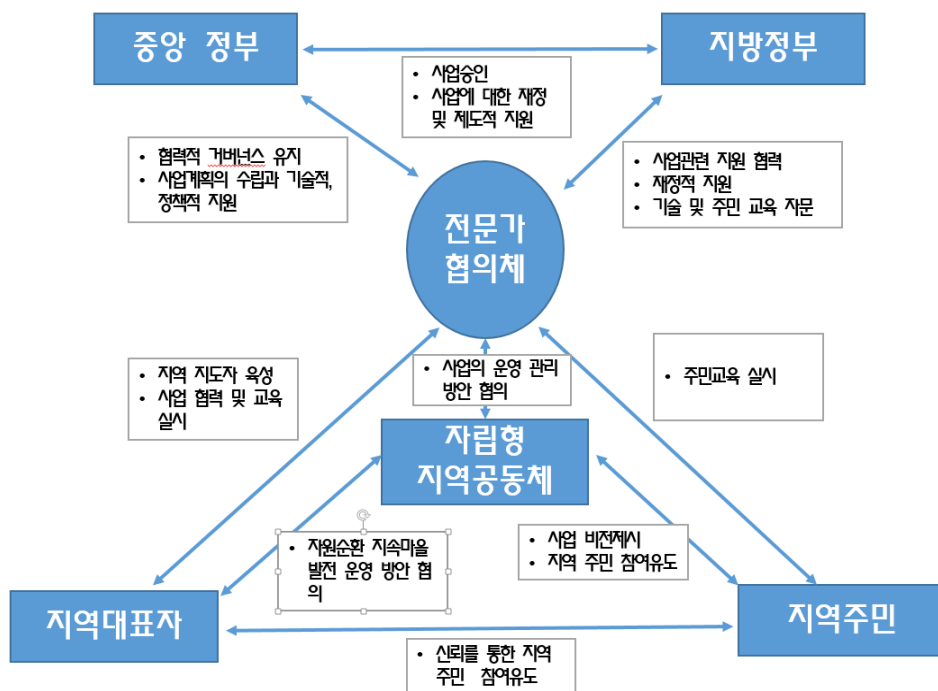


그림 17 바이오피아 조성 사업 참여주체와 역할

## 2. 추진주체별 역할 및 방침

### 가. 중앙정부

- 바이오피아 초기 도입단계에서 중앙정부 차원의 법과 제도적, 재정적 지원으로 인해 추진과정에서 다소 어려움이 초래될 소지가 많은데, 중앙정부는 다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원한다.
- 지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립할 수 있도록 유도한다.
- 바이오피아 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련한다.
- 조기에 가시적 성과 중심의 정책보다 중장기적으로 올바른 시스템 구축 및 원활한 운영을 위해 협조한다.

### 나. 지방정부

- 독단적인 의사결정이 아닌 전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피아 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 제도적 장치를 확립한다.
- 또한 바이오피아 시스템에 대한 간섭을 배제한다.
- 바이오피아 시스템 필요성에 대한 이해와 함께 충분한 토론 및 검토과정이 필요하며, 전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 이해와 협조한다.
- 바이오피아 조성을 위해 행정적·재정적 지원을 할 뿐만 아니라 지역 주민·시민단체 전문가들과의 협력에 필요한 지원을 한다.

### 다. 전문가 협의체

- 전문가 협의체는 학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오피아 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가들로 구성한다.
- 정부, 지방정부, 지역지도자, 지역주민 간의 협력네트워크 구축을 통해 바이오피아 추진 계획 수립, 관련 기술에 대한 전문적 컨설팅을 지원하면서 중앙정부, 지방정부와 주도적으로 사업을 추진하며, 선정지역 지역 공동체와 협력관계를 유지하면서 사업을 진행한다.
- 또한, 지역 지도자, 지역 협의체와 지역주민을 대상으로 바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역 주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여한다.
- 자원의 발굴과 이들 자원의 사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지방정부에 제공한다.



- 사업추진에 있어 요구되는 계획수단 및 전략수립 등에 대한 기술·정보·지식을 중앙정부와 지방정부에 제공한다.
- 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시하고 사업의 효율적이고 성공적인 추진에 각종 대안을 제시한다.

## 라. 지역 지도자

- 지역 주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오 피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 바이오피아조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시키며, 지역 주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 지도자를 육성한다.
- 지역 지도자는 지역주민에 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌 수 있는 비전과 목표가 있어야 하며, 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 하며, 평소 자기계발에 충실해야 하며, 창의력과 융통성을 지녀야 하며, 자신의 생각이나 의견이 다른 주민들을 포용해야 한다.
- 지역 지도자는 주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지, 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 추진해야 하며, 주민조직의 구성 및 주민 자치규약의 제정하고 전문가 협의체와 협의하에 일을 추진하는 역할을 수행한다.
- 지역 마을 운영에 필요한 재정적 문제를 투명하게 관리하고 수익분배를 합리적으로 운영해야 하며, 생산과 체험소득 관련 자원 및 공동시설 자원이 효율적으로 운영관리해야 한다.
- 바이오피아 마을 조성을 위해 지역 사회에 적합한 비전을 제시할 수 있는 지역 민간 단체와 지역 산업에 종사하면서 지역발전에 기여할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 지역 산업대표들과의 협력을 통해 인적 네트워크를 강화해야 한다.

## 마. 지역 주민

- 바이오피아 조성의 주체자이자 최종적이 수혜그룹인 지역주민들은 계획 수립의 초기 과정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여한다.
- 교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적인 참여를 통해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화하고, 바이오피아 사업에 대한 미래상을 제시하고, 중장기적으로 재정적 자립을 위한 다양한 방안을 적극적으로 협력한다.

## 바. 자립형 지역공동체

- 신재생에너지를 중심으로 웰빙문화, 친환경생태 교육, 친환경녹색산업 등의 생활여건이 종합적으로 갖춰진 살기 좋은 자원순환 바이오피아 마을 구현 및 지역 마을의 수익창출을 위한 종합적 차원에서 접근하여 전반적인 사업운영 계획을 수립 한다.
- 사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진한다.
- 사업추진 역량이 축적된 기존 지역개발사업과의 연계를 추진한다.
- 사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진한다.

## 사. 추가 검토사항

- 시·군별 차이에 따른 허용수준을 감안해야 하며 지역간 농업환경의 차이를 감안하지 않고 바이오피아 모델을 모든 시·군에 동일하게 적용할 경우에 비효율이 발생할 수 있다.
- 따라서 시·군 특성에 맞는 시스템을 구축하게 되면 지역 실정에 맞는 바이오피아 실현이 가능하다는 장점이 있다.
- 민간단체의 재정 자립화는 의사결정의 독립성을 위해 매우 중요한 과제이기 때문에 시·군별로 특성에 맞는 다양한 장기적인 자립화를 위한 재원마련 방안을 구체적으로 마련할 필요가 있다.
- 또한, 중앙이나 지방정부 예산 지원시 지원조건으로 실질적인 협의가 이루어질 수 있는 장치를 마련하여 실질적인 협의가 이루어진 지역에 사업예산을 차등 지원하는 방안을 강구해야 한다.
- 바이오피아 조성을 위해 시·군 의회의 역할이 필요하다. 현재 시·군 의회의 농업정책에 대한 심의 및 의결기능은 대체로 미약하며 형식적인 상태이기 때문에 시·군 의회가 바이오피아 시스템과 보완적인 관계를 형성할 수 있는 강력한 다양한 방안을 강구해야 한다.

## 제3절 사업모델

### 1. 추진모델

대상지역인 예산군 일대는 폐기물계바이오매스 부존량 중 가축분뇨가 차지하는 비중이 98.6%로 축산바이오매스가 매우 풍부한 지역이다. 바이오피아 조성 시 원료비교우위 측면에서 축산바이오매스자원을 중심으로 자원순환을 설계해야한다. 특히 돈분의 발생량이 다른 축종에 비해 많기 때문에, 이에 대한 처리 및 이용을 도모할 수 있는 시설이 필요하다고 판단된다. 그림 18은 바이오매스이용 시 세 가지 조건(원료, 전환기술, 수요처) 중 지역적 특성에 맞는 비교

우위모델을 추진하는 방법을 나타낸 것인데, 예산지역은 원료비교우위에 따라 설계하는 것이 적합하다.

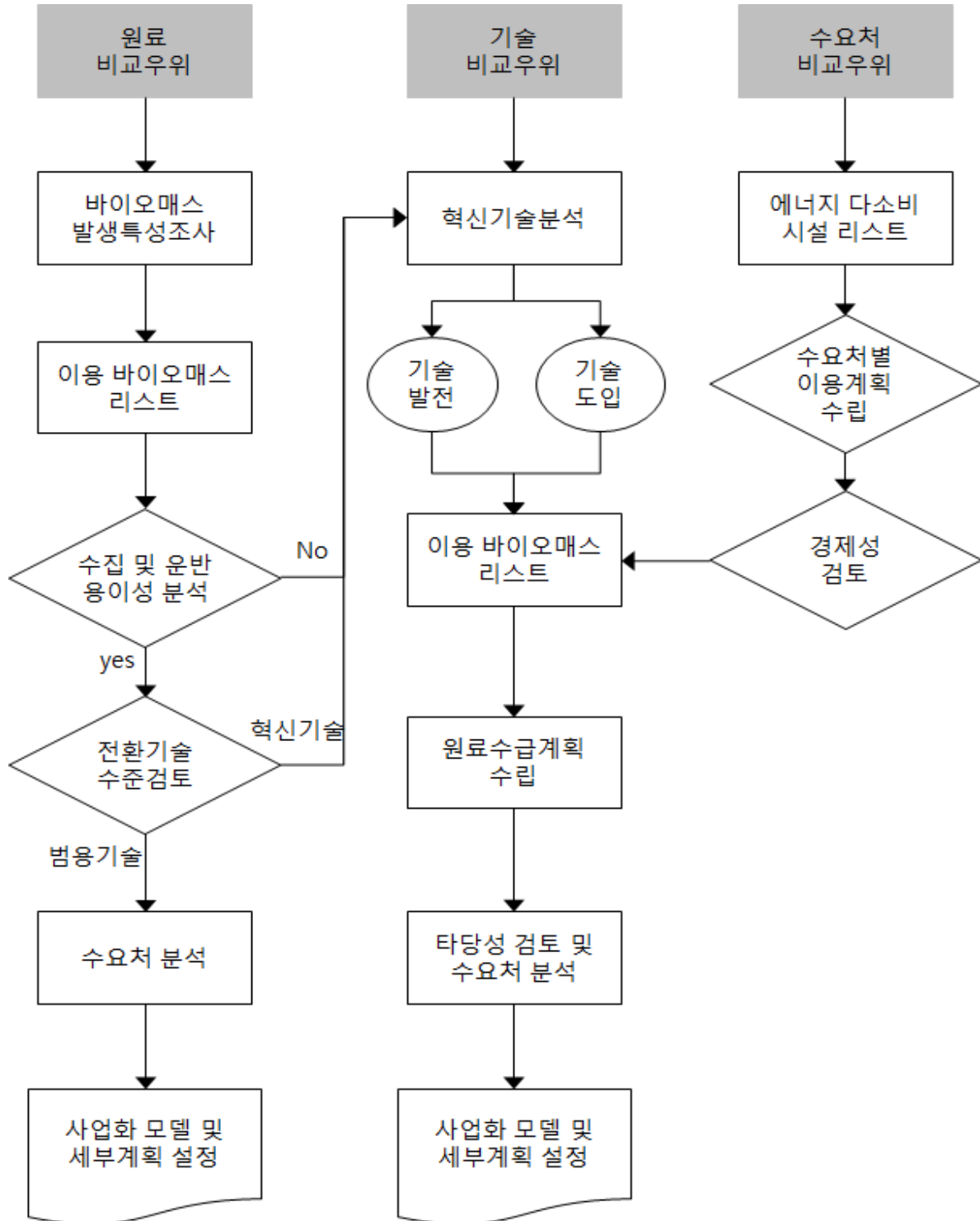


그림 18 비교우위모델 추진 방법

## 2. 사업화 모델

원료비교우위 추진모델에 입각하여 예산지역의 바이오매스 발생특성 조사결과 이용에 적합한 원료로 가축분뇨바이오매스가 가장 우위에 있다. 그 중 돈분뇨의 부존량이 월등하게 많다.

예산의 경우 대규모 공공가축분뇨자원화센터가(처리용량 150톤/일) 있고, 돈분을 처리하여 퇴·액비로 이용하고 있다. 한편, 예산군 내 돈분의 부존량은 오가면이 266,501톤/년으로 가장 많이 발생되고, 고덕면, 광시면, 덕산면 등 연간 100,00톤 이상 배출되는 곳이 5개소정도로 부존량이 광범위한 편이다. 따라서, 돈분뇨를 활용한 바이오가스플랜트를 건립하여, 생산된 바이오가스의 에너지화 및 기존 공공처리시설과 병행하여 액비처리의 보강을 도모할 필요가 있다.

예산군 내 부존 돈분뇨의 약27%가 오가면에서 발생하며, 발생량 자체가 크기 때문에 일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트가 들어서더라도 지역 내 원료공급 및 이용이 가능하다. 향후에는 바이오가스플랜트의 추가건립을 통한 돈분뇨 이용률 제고를 고려할 필요가 있다.

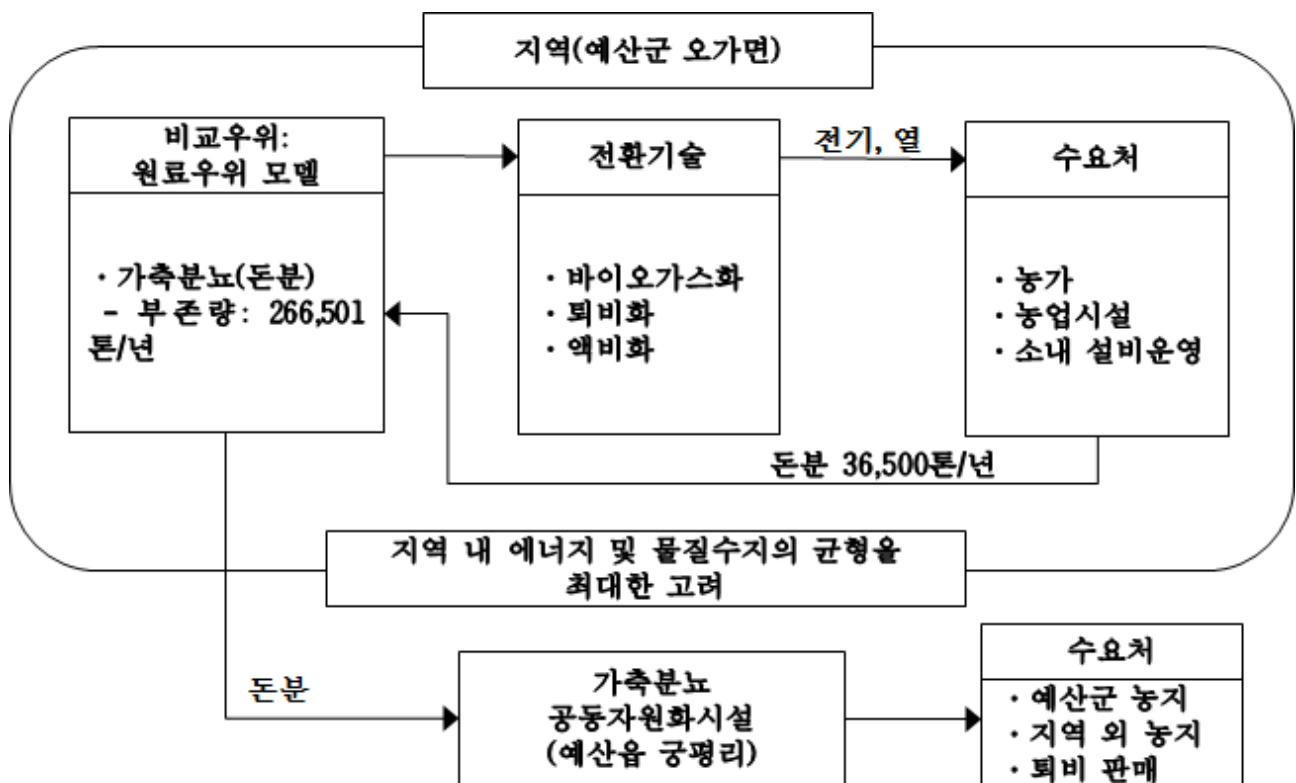


그림 19 예산군 사업화모델(원료우위 광역형) 예시

## 제4절 경제성 분석

### 1. 경제성 평가방법

경제성 평가방법은 자본회수 기간법(PBP, Payback Period), 현금흐름 할인법(Discounted

Cash Flow Method)과 회계적 이익률법을 일반적으로 사용하고 있다. 지역 에너지 센터의 경우 기간 시설인 관계로 현금흐름 할인법을 주로 이용하고 있지만 에너지 판매 계약을 통해 모든 수익이 발생하는 관계로 투자사업 프로젝트에 주로 사용하는 자본회수 기간법이 투자 평가를 판단하기에 수월할 것으로 예상된다. 따라서 바이오피아 프로젝트는 투자 가치평가를 위해 자본회수 기간법을 이용하여 순이익 시점을 산출하여 경제성을 평가한다.

## 2. 분석기준

해당 사업의 감가상각 기간은 15년을 적용하여 정액법에 의해 잔존가치를 0으로 보고 할인율을 적용한다. 바이오가스플랜트의 규모는 100톤/day 로서 수입은 기존의 분뇨처리에 소모되는 비용인 16,000원/톤, 생산된 전력 및 열의 판매금액으로 각각 160.67원/kWh와 102.9원/MCal, 퇴비판매액으로 100,000/톤으로 적용하였다.

비용에 대한 기준을 살펴보면, 인건비의 경우 운영인력은 총 5인 기준으로 금액을 산정하였다<sup>107)</sup>. 유지보수비는 기계공사비의 1.3%를 적용하였고, 금융이자의 경우 시설 총투자비의 30%인 20억원의 융자금에 대한 이율 4%를 적용하였다.

표 47 바이오가스플랜트 경제성분석 기준

항목	판매단가	단위	판매단가 적용근거	
수입	분뇨수거	16,000	톤	
	전기판매	160.67	kWh	2012 SMP평균단가
	열판매	102.9	Mcal	지역난방 열요금 "업무용"
	퇴비판매	100,000	톤	2,000원/20kg 적용

107) 인력별 임금책정(연봉기준) : 현장소장 8천만원/년, 원료수거 운송원 5천만원, 중급기술자 4천5백만원, 초급기술자 3천5백만원, 사무관리원 2천5백만원

항목		산출근거	금액(천원)
수입	돈분뇨수거	70톤/일*16,000원/톤*365일	408,800
	전기판매	338kWh/일*160.67원/kWh*365일	19,822
	열판매	485Mcal/일*102.9원/Mcal*365일	18,216
	퇴비판매	20톤/일*100,000원/톤*365일	730,000
	<b>수입 소계</b>		
비용	인건비	소장 포함 5인	220,000
	전기료	기본료 + 설비가동	54,000
	유류비	원료수거(20톤x3회, 10톤x4회)	75,000
	유지보수비	기계공사비의 1.3%	38,025
	약품비	가성소다, polymer, 탈취제 등	166,000
	액비처리비	80톤/일*4,000원/톤*365일	116,800
	금융이자	융자 5억원의 4%	81,341
	복리후생비	인건비의 10%	22,000
	<b>비용 소계</b>		

### 3. 경제성분석

일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트는 350kW급 발전기가 사용되며, 초기 투자비용은 약67.7억 소요되는 것으로 조사되었다. 건축 및 토목공사로 18.9억원, 기계공사로 29.3억원, 전기공사는 5.3억, 설계 및 차량구입 등 기타비용으로 14.3억 정도가 소요된다.

바이오가스플랜트(100톤/일) 투자비(단위 : 천원)		비율	
건축 및 토목공사		1,889,000	27.9%
	조경	24,000	0.4%
	건축물공사	355,000	5.2%
	터파기, 거푸집	390,000	5.8%
	철근,콘크리트 공사	900,000	13.3%
	부대토목공사(방수등)	220,000	3.2%
기계공사		2,925,000	43.2%
	전처리설비	60,000	0.9%
	혐기성소화설비	1,200,000	17.7%
	발전설비	670,000	9.9%
	고형물처리설비	430,000	6.3%
	액비저장조설비	45,000	0.7%
	탈취설비	300,000	4.4%
	기타 설비	70,000	1.0%
	배관공사	150,000	2.2%
전기공사		530,000	7.8%
	수배전설비	90,000	1.3%
	전기배관,배선	20,000	0.3%
	전력간선 및 동력, 건축전기공사	140,000	2.1%
	제어 및 계측시스템	230,000	3.4%
	기타공사(CCTV 등)	50,000	0.7%
기타		1,434,400	21.2%
	시운전비	50,000	0.7%
	설계비	150,000	2.2%
	차량구입비	250,000	3.7%
	연구개발비	50,000	0.7%
	부가가치세	584,400	8.6%
	기타경비(일반관리비, 보험료 등)	350,000	5.2%
합 계		6,778,400	100%

#### 4. 경제성 분석 결과

예산지역의 바이오피아 조성 시 관련 시설입지로 인한 경제성을 국비 또는 지자체 지원정책의 변화에 따른 네 가지 시나리오로 분석하였다. 첫째 국비나 지방비의 지원이 없이 순수 자부담할 경우, 둘째 국비와 지방비 모두 지원받을 경우, 셋째 국비만 지원받을 경우, 마지막으로 지방비만 지원받았을 경우의 회수기간 및 수익률을 아래와 같이 분석하였다.

### 가. 순수 자부담 시

순수 자부담 시 총 투자비는 6,778,400천원이며, 사업시행 후 9년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 나타났다. 이에 따른 연간수익률은 4.74%이다.

표 48 순수 자부담 시 바이오가스플랜트(100톤/일) 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			6,778,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-6,005,284	-88.59%
2년	773,116	-5,232,168	-77.19%
3년	773,116	-4,459,052	-65.78%
4년	773,116	-3,685,936	-54.38%
5년	773,116	-2,912,820	-42.97%
6년	773,116	-2,139,704	-31.57%
7년	773,116	-1,366,588	-20.16%
8년	773,116	-593,472	-8.76%
9년	773,116	179,644	2.65%
10년	773,116	952,760	14.06%
11년	773,116	1,725,876	25.46%
12년	773,116	2,498,992	36.87%
13년	773,116	3,272,108	48.27%
14년	773,116	4,045,224	59.68%
15년	773,116	4,818,340	71.08%
연간 수익률			4.74%

### 나. 국비와 지방비 모두 지원받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%와 지방비 40~50%로 지원받을 시 총 투자비는 1,75,800천원이며, 사업시행 후 3년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 37.29%로 매우 높은 결과를 나타냈다.



표 49 국비 및 지방비 모두 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			1,758,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-985,684	-56.04%
2년	773,116	-212,568	-12.09%
3년	773,116	560,548	31.87%
4년	773,116	1,333,664	75.83%
5년	773,116	2,106,780	119.79%
6년	773,116	2,879,896	163.74%
7년	773,116	3,653,012	207.70%
8년	773,116	4,426,128	251.66%
9년	773,116	5,199,244	295.61%
10년	773,116	5,972,360	339.57%
11년	773,116	6,745,476	383.53%
12년	773,116	7,518,592	427.48%
13년	773,116	8,291,708	471.44%
14년	773,116	9,064,824	515.40%
15년	773,116	9,837,940	559.36%
연간 수익률			37.29%

**다. 국비만 지원 받을 시**

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%만 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,031,400천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 12.51%이다.

표 50 국비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,031,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,258,284	-80.82%
2년	773,116	-2,485,168	-61.65%
3년	773,116	-1,712,052	-42.47%
4년	773,116	-938,936	-23.29%
5년	773,116	-165,820	-4.11%
6년	773,116	607,296	15.06%
7년	773,116	1,380,412	34.24%
8년	773,116	2,153,528	53.42%
9년	773,116	2,926,644	72.60%
10년	773,116	3,699,760	91.77%
11년	773,116	4,472,876	110.95%
12년	773,116	5,245,992	130.13%
13년	773,116	6,019,108	149.31%
14년	773,116	6,792,224	168.48%
15년	773,116	7,565,340	187.66%
연간 수익률			12.51%

**라. 지방비만 지원 받을 시**

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자 비용을 지방비를 항목에 따른 40~50%를 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,505,800천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 11.73%이다.

표 51 지방비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,505,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,732,684	-92.59%
2년	773,116	-2,959,568	-73.41%
3년	773,116	-2,186,452	-54.24%
4년	773,116	-1,413,336	-35.06%
5년	773,116	-640,220	-15.88%
6년	773,116	132,896	3.30%
7년	773,116	906,012	22.47%
8년	773,116	1,679,128	41.65%
9년	773,116	2,452,244	60.83%
10년	773,116	3,225,360	80.01%
11년	773,116	3,998,476	99.18%
12년	773,116	4,771,592	118.36%
13년	773,116	5,544,708	137.54%
14년	773,116	6,317,824	156.72%
15년	773,116	7,090,940	175.89%
연간 수익률			11.73%

## 제5장 관련 시설별 입지평가

### 제1절 시설특성

입지분석은 토지 여건과 같은 기초조건과 접근성, 주변환경 등 제반사항을 조사하여 대상지의 특성을 도출하고 특정시설을 건립하는 데 적합한지의 여부를 평가·분석하는 것이다. 이에 바이오피아 조성 시 건립이 필요한 시설들에 대한 특성은 다음 표 52와 같다.

표 52 바이오피아 주요시설 특성

시설명	입지평가 기준
바이오가스플랜트	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨 발생량이 많은 지역.</li> <li>●새로운 축사 건설시 민원 및 허가가 어려우므로 기존의 축산농가분포지역중 축산분뇨의 수거 및 운송이 용이한 축산농가 밀집 지역.</li> <li>●액비 살포가 가능한 시설재배지역 및 노지재배지가 넓게 분포되어있는 평야지역.</li> <li>●퇴비 판매를 위해 운송에 유리한 지역.(고속도로 인접)</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> <li>●자체 에너지 순환 및 판매가 가능하도록 인구분포도 고려.</li> <li>●열에너지 및 전기 공급이 가능하도록 시설재배지역과의 거리 및 위치 고려.</li> </ul>
가축분뇨 자원화(퇴비화)시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨의 수거비용이 상대적으로 높은 지역.</li> <li>●경종 농가의 화학비료 사용량이 부담인 지역.</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●퇴액비 살포가 용이하도록 경종재배지가 인근에 있는 지역.</li> </ul>
목재칩(또는 목재 펠릿) 제조시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●벌채를 통한 임산 부산물의 발생량이 높은 지역.</li> <li>●임산부산물 수거 및 운송이 유리한 지역.</li> <li>●칩(펠릿)제조 시 판매 및 소비가 가능한 지역.(예: 산간지역 및 도시가스 공급이 어려운 지역.)</li> <li>●대형 보일러 설치로 열판매시 수요와 공급이 원활한 지역(예: 전기로 난방을 하는 숙박, 리조트, 편의시설의 밀집지역)</li> <li>●외부인의 숙박, 리조트, 편의시설 사용에 교통의 접근성이 유리한 지역(예: 고속도로 인근 및 국도 인근지역)</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> </ul>

### 제2절 입지평가 기준

Biopia 추진 모델 중 바이오매스 우위 모델을 선정하여 각 우위 바이오매스 양을 중심으로 농·축·임 순환단지 후보지에 대한 입지 평가를 하였다. 대상지역으로는 예산군을 대상지역으로 하였으며, 지역 특성 및 입지현황 조사를 통해 특성에 맞는 관련 시설 설정을 하고, 이에 따르는 입지 결정 방안을 설정하였다.

표 53 입지평가 기준

평가기준	평가항목	비 고
현실성	부지활용 가능성	허가권 및 토지매입가능성
	부지이용 시기성	바이오피아관련 시설에 부합되는 이용가능 시기
	적정면적 확보	필요면적 기준 적정규모 매입가능성
접근성	교통 접근성	고속도, 국도, 지방도와의 거리 등 교통접근성
	시설에 대한 접근성	각 시설의 건축면적을 고려한 차량의 진출입 여부 검토
연계성	관련자원 분포	바이오피아 관련 바이오매스자원의 주변 분포
	관련시설 분포	바이오피아 관련 연계가능 기존시설의 인접여부
경제성	부지매입비용	부지매입비용 및 추가비용 발생 가능성
	기반시설 여부	도로, 전기, 수도 등 기반시설 제공 여부
	접근 효율성	각 시설에서의 이동비용의 절감효과
환경성	자연환경 쾌적성	경관, 전망 등의 자연환경 쾌적성 검토
	협오시설 유무	지역민의 관련시설에 대한 혐오성 인식정도
	환경영향	수목, 경관, 수질 등 관련시설 건립으로 인한 영향

표 54 평가항목별 측정요소

평가기준	평가항목	항목별 점수
현실성	부지활용 가능성	1: 부지활용가능성 적음 2: 부지활용가능성 보통 3: 부지활용가능성 많음
	부지이용 시기성	1: 계획일정과 불일치(2년 이상 경과 후 사용가능) 2: 계획일정 조정 가능(1~2년 내 사용가능) 3: 계획일정에 부합(1년 이내 사용가능)
	적정면적 확보	1: 필요부지 확장성 없음(당초계획 미달 면적) 2: 계획 미달이나 확장 가능성 있음 3: 당초 계획에 부합된 충분한 면적 확보
접근성	교통 접근성	1: 직선거리 30km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 2: 직선거리 20km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 3: 직선거리 10km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유
	시설 접근성	1: 6m(편도) 미만 진입로(계획 포함) 2: 왕복 1차선(폭 6~12M) 진입로(계획 포함) 3: 왕복 2차선(폭 12M이상) 진입로(계획 포함)
연계성	관련자원 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스자원 보통 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 많음, 읍·면단위 보통 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 많음
	관련시설 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 없음 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 분포 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 활용시설 분포
경제성	부지매입비용	1: 시가 기준 2: 공시지가 기준 3: 무상제공
	기반시설 여부	1: 도로 외 기반시설 제공 불가 2: 도로, 전기, 상하수도 등 가스 외 제공 가능 3: 도로, 전기, 상하수도, 가스 모두 제공 가능
	접근 효율성	1: 부지접근비용 효율성 낮음 2: 부지접근비용 효율성 보통 3: 부지접근비용 효율성 높음
환경성	자연환경 쾌적성	1: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 낮음 2: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 보통 3: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 높음
	협오시설 유무	1: 주민반대 민원 1건 이상 2: 주민반대 시위 1건 이상 3: 주민과의 원활한 협의 및 동의
	환경영향	1: 환경영향 평가 시 환경부하 높음 2: 환경영향 평가 시 환경부하 보통 3: 환경영향 평가 시 환경부하 낮음

## 제6장 소요재원 및 확보방안

### 1. 사전영향평가, 기본조사, 세부설계 등

산출내역	① 환경영향평가 : 0천원 ② 기본조사 및 세부설계 : 150,000천원 총계 : 650,000천원 (농식품부50%,지방비40%,자담10%)
------	--

### 2. 에너지 시설 설치 등에 따른 전기, 통신 시설 등

산출내역	530,000천원 (농식품부50%,지방비50%)
------	----------------------------

### 3. 바이오매스 공동에너지화 시설물 설치 등을 위한 부지 정비

산출내역	220천원(3.3㎡당)×3,300㎡기준=220,000천원(농식품부50%,지방비50%) - 바이오가스플랜트: 300㎡ = 220,000천원
------	---

### 4. 바이오매스 에너지화 시설

산출내역	가. 바이오매스 100톤 처리/1일(1식)=4,594,000천원 (농식품부50%, 지방40%, 자담10%)
------	--

### 5. 지열 및 목재펠릿을 이용한 농업시설(하우스 시설) 이용

산출내역	가.(목재펠릿)150,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부30%, 지방30%, 자담20%, 융자20%) 나.(지열)800,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부60%, 지방20%, 자담20%) * “가” 또는 “나” 중 택일
------	--

### 6. 생태하천 정비 : 국비50%, 지방비50%

※생태하천 복원사업 추진지침(환경부) 등에 의거 추진

## 제7장 관련규정 검토

검토한 관련법의 체계를 살펴보면 바이오매스의 이용관리와 관련해서 농산바이오매스 중 가축분뇨의 경우 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률로 관리하고 있으며, 임산바이오매스는 산림자원조성 및 관리에 관한 법률로 관리하고 있다. 가정생활과 산업 활동 과정에서 발생하는 폐기물계 바이오매스의 경우는 환경부가 폐기물관리법으로 관리하고 있으며, 환경부에서는 유기성 폐자원 에너지화를 본 법령에 기초하여 추진하고 있다. 바이오매스를 활용하여 생산한 신재생에너지의 기준 및 관리는 산업부에서 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법으로 관리하고 있으며, 본 법령에 따라 신재생에너지의 보급 통계를 작성하고 있다. 생산 바이오에너지의 품질기준은 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률, 도시가스 사업법, 대기환경보전법 시행령, 목재펠릿·브리켓·칩 규격·품질기준에서 정하고 있다. 이들 품질기준은 현재 합법적으로 판매·유통·이용이 가능한 바이오에너지들로서 바이오고형연료, 폐기물고형연료, 하수슬러지 고형연료, 바이오가스, 목재펠릿·브리켓·칩 등이 있다.

바이오매스 순환단지는 단순히 농산바이오매스 등을 활용하여 신재생에너지를 생산하는 단지가 아니라 농업 농촌의 활력화를 통해 농업농촌 개발 및 지속가능한 농업 발전과 함께 추진될 필요성이 있다. 미국, 캐나다, 중국 등과의 FTA 체결로 농업부문의 많은 피해가 예상되는 상황에서 바이오매스 순환단지는 미래지향적 농업·농촌의 새로운 모습을 제시하는 농촌 개발 모델이 되어야 한다. 따라서 본 법규 검토에서는 농어업·농어촌 및 식품산업기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률, 농어촌 정비법, 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 등의 농촌 개발 및 지속가능농업 관련 법규를 검토하여 바이오매스 순환단지의 추진 방안을 검토하였다.



표 55 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항

구분		관리법령	내용	비고
바이오매스 이용 관리	농산 바이오매스	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률	가축분뇨 관리 및 물질·에너지 자원화 등	농식품부, 환경부
		산림자원조성 및 관리에 관한 법률	목질계 바이오매스 에너지 자원화 등	산림청
	폐기물 바이오매스	폐기물관리법	유기성 도시고형폐기물의 에너지 자원화 등	환경부
신·재생에너지 이용·보급		신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	바이오에너지의 기준 및 범위, 신·재생에너지 보급통계 관리 등	산업부
바이오에너지의 품질기준		폐기물관리법	바이오, 폐기물 고형연료의 품질 기준 등	환경부
		자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률	하수슬러지 등 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부
		도시가스사업법	바이오가스의 도시가스 사업화 등	산업부
		대기환경보전법 시행규칙	바이오가스의 자동차연료화 품질기준 등	환경부
		목재펠릿, 브리켓, 칩 규격·품질 기준	목재 고형 연료의 규격·품질 기준	국립산림과학원
농업농촌 온실가스 감축	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업·농촌 부문 온실가스 감축 노력 등	농식품부	
농촌개발 및 지속가능농업		농어업·농어촌 및 식품산업기본법	농업, 농촌의 지속가능한 발전에 관한 사항	농식품부
		농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률	농어업인의 삶의 질 향상 및 지역간 균형발전에 관한 사항	농식품부
		농어촌 정비법	농업 생산기반, 농어촌 생활환경 정비 및 국가 균형발전에 관한 사항	농식품부
		친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업의 환경보전 기능 증대 및 친환경농업 육성에 관한 사항	농식품부

## 1. 가축분뇨 관리

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)
<p>1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다.</p> <p>2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다.</p> <p>3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다.</p> <p>4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다.</p> <p>5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다.</p> <p>8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.</p>

## 2. 산림바이오매스 관리

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조(목재의이용 증진 등)
<p>① 산림청장은 임산물의 이용 증진과 목재산업의 발전을 위한 시책을 수립하여 추진할 수 있다.</p> <p>② 산림청장은 목재의 안정적인 수요·공급과 우량 목재의 증식(增殖)을 위하여 지속적인 관리가 필요하다고 인정되는 산림을 경제림육성단지로 지정하여 관리할 수 있다.</p> <p>③ 산림청장은 산림경영을 선도하기 위하여 필요한 경우에는 제2항에 따른 경제림육성단지 중 경영 여건이 우수한 단지를 선도 산림경영단지로 선정하여 육성할 수 있다. &lt;신설 2014.3.11.&gt;</p> <p>④ 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다</p>

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제2조(정의)

1. "산림"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 다만, 농지, 초지(草地), 주택지, 도로, 그 밖의 대통령령으로 정하는 토지에 있는 입목(立木)·죽(竹)과 그 토지는 제외한다.  
 마. 가목부터 다목까지의 토지에 있는 암석지(巖石地)와 소택지(소택지: 늪과 연못으로 둘러싸인 습한 땅)
2. "산림자원"이란 다음 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.
3. "산림사업"이란 산림의 조성·육성·이용·재해예방·복구 등 산림의 기능을 유지·발전 또는 회복시키기 위하여 산림에서 이루어지는 사업과 도시림·생활림·가로수·수목원의 조성·관리 등 산림의 조성·육성 또는 관리를 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 말한다.
4. "도시림"이란 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목을 말하며, 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외한다.
5. "생활림"이란 마을숲 등 생활권 주변지역 및 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
6. "가로수"란 「도로법」 제10조에 따른 도로(고속국도를 제외한다)와 보행자전용도로 및 자전거전용도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 심는 수목을 말한다.
7. "임산물(林産物)"이란 목재, 수목, 낙엽, 토석 등 산림에서 생산되는 산물(産物), 그 밖의 조경수(造景樹), 분재수(盆栽樹) 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
8. "산림용 종자"란 산림 또는 제2호가목에 따른 산림자원으로부터 유래된 자원의 씨앗, 증식용 영양체, 종균, 포자 등을 말한다.
9. "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지를 말한다.

### 3. 폐기물 바이오매스의 관리

폐기물관리법 제2조(정의)

1. "폐기물"이란 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.
2. "생활폐기물"이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다.
3. "사업장폐기물"이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동관리법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
4. "지정폐기물"이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해(危害)를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5. "의료폐기물"이란 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 폐기물과 인체 조직 등 적출물(摘出物), 실험 동물의 사체 등 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 폐기물로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
- 5의2. "처리"란 폐기물의 수집, 운반, 보관, 재활용, 처분을 말한다.
6. "처분"이란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처분과 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처분을 말한다.
7. "재활용"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다.
8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
9. "폐기물감량화시설"이란 생산 공정에서 발생하는 폐기물의 양을 줄이고, 사업장 내 재활용을 통하여 폐기물 배출을 최소화하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.

#### 4. 신재생에너지의 이용

	내 용
제1조	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법의 제정목적
제2조	신에너지, 재생에너지, 신에너지 및 재생에너지 설비, 신재생에너지 발전, 신재생에너지 발전사업자에 대한 정의
제4조	재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진에 관한 시책 마련과 장려
제5조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획수립
제6조	신·재생에너지의 종류별로 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급과 신·재생에너지 발전에 의한 전기의 공급에 관한 연차별 실행계획 수립
제7조	신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획을 수립·시행하기 위한 사전 협의
제8조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급에 관한 중요 사항을 심의하기 위한 정책심의회 설치
제9조	신·재생에너지기술개발 및 미용, 보급 사업비 조성
제10조	조성된 사업비 사용
제11조	사업의 실시
제12조	신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화, 신·재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 건축물인증표시, 건축물인증 취소, 신·재생에너지 공급의무화, 신·재생에너지 공급불이행에 대한 과징금, 신·재생에너지 공급인증서, 공급인증기관의 지정, 공급인증기관의 업무, 공급인증기관 지정 취소, 신·재생에너지 연료품질기준, 신·재생에너지 연료품질검사 등,
제13조	신·재생에너지 설비인증, 보험공제가입
제14조	신·재생에너지 설비인증의 표시
제15조	설비인증의 취소 및 성능 검사기관 지정의 취소,
제16조	수수료
제17조	신·재생에너지 발전기준가격의 고시 및 차액지원
제18조	지원중단
제19조	재정신청
제20조	신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원
제21조	신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화
제22조	신·재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 신·재생에너지전문기업의 정보관리
제24조	청운
제25조	관련통계의 작성
제26조	국유재산·공유재산의 임대
제27조	보급사업
제28조	신·재생에너지 기술의 사업화
제29조	재정상 조치
제30조	신·재생에너지 교육, 홍보 및 전문인력양성, 신·재생에너지사업자의 공제조합 가입 등
제31조	신·재생에너지 센터
제32조	권한의 위임, 위탁
제33조	별칙적용시 공무원 의제
제34조	별칙
제35조	과태료

## 5. 석유 및 석유 대체연료 사업법

제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 석유, 석유제품, 부산물인 석유제품, 석유정제업, 석유수출입업, 석유판매업, 석유정제업자, 석유수출입업자, 석유판매업자, 가짜석유제품, 석유대체연료, 석유대체연료, 제조, 수출입업, 석유대체연료 판매업, 석유대체연료 제조, 수출입업자, 석유대체연료 판매업자.</p> <p>석유수급상황에 관한 예측(제3조), 다른 법률과의 관계(제4조)</p>
제2장 석유사업	<p>석유정제업 등록(제5조), 결격사유(제6조), 석유정제업자의 지위승계(제7조), 처분효과의 승계(제8조), 석유수출입업의 등록(제9조), 석유판매업의 등록(제10조), 조건부 등록(제11조), 사업의 개시, 휴업 및 폐업의 신고(제12조), 등록의 취소(제13조), 과징금(제14조),</p>
제3장 석유비축	<p>석유비축계획(제15조), 석유비축시책의 수립 및 시행(제16조), 석유비축의무(제17조)</p>
제4장 석유수입, 판매부과금	<p>석유의 수입, 판매부과금(제18조), 부과금과 과오납금의 환급(제19조), 부과금 징수사무 등의 위탁(제20조),</p>
제5장 비승시의 석유수급조정	<p>석유수급의 안정을 위한 명령(제21조), 석유배급등의 조치(제22조), 석유판매가격의 최고액(제23조)</p>
제6장 석유의 품질관리	<p>석유제품의 품질기준(제24조), 품질검사(제25조), 석유제품의 품질보정행위(제26조), 품질기준에 맞지 아니한 석유제품의 판매금지(제27조), 품질검사기관의 지정취소(제28조), 가짜석유제품 제조 등의 금지(제29조), 가짜석유제품의 제조 등에 대한 중지명령(제30조)</p>
제7장 석유대체연료사업	<p>석유대체연료의 품질기준(제31조), 석유대체연료 제조, 수출입업의 등록(제32조), 석유대체연료 판매업의 등록(제33조), 등록의 취소(제34조), 과징금(제35조), 석유대체연료 비축의무(제36조), 석유대체연료의 수입, 판매부과금(제37조)</p>
제8장 보칙	<p>보고 및 검사(제38조), 행위의 금지(제39조), 청문(제40조), 수수료(제41조), 지도·감독(제42조), 권한의 위임·위탁(제43조)</p>

## 6. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 자원순환, 재활용가능자원, 부산물, 지정부산물, 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수, 재활용제품, 재활용시설, 재활용산업, 폐기물, 대형폐기물, 포장재, 생분해성 수지제품, 1회용품</p> <p>다른 법률과의 관계(제3조), 국가와 지방자치단체의 책무(제4조), 사업자의 책무(제5조), 국민의 책무(제6조), 자원순환기본계획의 수립(제7조)</p>
제2장 자원순환 촉진	제1절 자원의 절약과 폐기물의 발생억제
	자원의 절약(제8조), 포장폐기물의 발생억제(제9조), 1회용품의 사용억제(제10조), 개발사업의 자원순환성 고려(제11조), 폐기물부담금(제12조),
	제2절 폐기물 분리, 수거 및 재사용촉진
	재활용가능자원의 분리수거(제13조), 분리배출표시(제14조), 부품 등의 재사용 촉진(제15조),
	제3절 폐기물의 재활용 촉진
제3장 재활용사업 공제조합 및 재활용가능 자원 유통 지원센터	<p>제3절 폐기물의 재활용 촉진</p> <p>제조업자 등 재활용의무(제16조), 재활용의무율(제17조), 회수 및 재활용 의무 이행계획서 제출(제18조), 재활용부과금의 징수(제19조), 폐기물 부담금과 재활용부담금의 용도(제20조), 재활용지정 사업자의 준수사항(제23조), 지정 부산물 배출사업자의 준수사항 및 고품연료 품질 등 (제25조),</p> <p>재활용 사업공제조합의 설립(제27조), 조합설립의 인가절차 및 유통지원센터 설립 등(제28조), 부담금(제29조)</p>
제4장 자원순환 촉진을 위한 기반 조성	<p>재활용 산업 육성을 위한 자금 등의 지원(제31조), 재활용 제품의 규격, 품질기준(제33조), 재활용단지의 조성 등(제34조),</p>
제5장 보칙	<p>자원재활용협회 등(제35조), 보고 및 검사 등(제36조), 관계기관의 협조(제37조), 권한의 위임, 위탁(제38조)</p>
제6장 벌칙	<p>벌칙(제39조), 양벌규정(제40조), 과태료(제41조)</p>

## 7. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어촌, 농어업, 농어업인, 농어촌학교, 공공서비스, 농어촌서비스기준 국가와 지방자치단체의 책무(제4조)
제2장 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계 획	농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립(제5조), 시행계획 수립(제6조), 시·도계획 및 시·군·구계획의 수립(제7조), 농어업인 등에 대한 복지실태 등 조사(제8조), 기본계획의 평가(제9조), 농어업인 삶의 질 향상 및 농 어촌 지역개발 위원회(제10조), 재정지원(제11조),
제3장 농어업등의 복지 증진	농어업인 등의 복지증진(제12조), 농어업인에 대한 국민건강보험료 지원(제13조), 농어업인 질환의 예방·치료 등 지원(제14조), 업무상 재해를 입은 농어업인에 대 한 지원(제15조), 농어업인에 대한 국민연금보험료지원(제16조), 농어업인의 영유 아 보육비 지원(제17조), 농어촌 여성의 복지증진(제18조), 고령 농어업인의 생활 안정 지원(제19조)
제4장 농어촌 교육여건 의 개선	농어촌 교육여건 개선의 책무(제20조), 농어촌 학교 학생의 학습권보장(제21조), 농어촌 유치원 유아의 교육·보호(제22조), 농어촌 학교 학생의 교육지원(제23조), 농업·수산업 기초인력의 양성(제24조), 농어촌학교 교직원의 확보·배치(제25조), 농어촌학교 교직원의 우대(제26조), 농어촌 교육발전 지역협의회(제27조), 농어촌 학교시설·설비 등 지원(제28조)
제5장 농어촌 지역개발	농어촌의 기초생활여건 개선(제29조), 농어촌 경관의 보전(제30조), 농어촌산업(제 31조), 농어촌의 정보화 촉진(제32조), 농어촌의 문화예술진흥(제33조), 농어촌 문 화복지시설의 설치 및 운영지원(제34조), 도시와 농어촌 간의 교류 확대(제35조), 농어촌 투자유치 활성화(제36조), 도·농교류센터의 설치·운영(제37조), 농어촌 지역종합개발계획의 수립·시행(제38조), 농어촌 거점지역의 육성(제39조), 조건불 리지역에 대한 특별지원(제40조)
제6장 보칙	농어촌 특별세 재원의 우선 지원(제41조), 기본 계획 및 시행계획의 국회보고(제 42조), 준농어촌에 대한 지원(제43조), 농어촌 서비스기준의 재정·운영(제44조), 농어촌에 대한 영향평가(제45조), 전문지원기관의 지정 및 지원(제46조), 자료제공 의 요청 및 전산망 이용(제47조)





# 가행성평가보고서

【정 읍 시】

2014. 12

동국대학교



## 1장 바이오피아 사업개요

## 2장 일반현황

- 1절 지역적 특성
- 2절 행정구역 현황
- 3절 인구 현황
- 4절 주거 현황
- 5절 토지이용 현황
- 6절 농업환경현황
- 7절 바이오매스 처리시설 현황
- 8절 바이오매스 발생 및 이용 현황

## 3장 바이오매스 이용계획

- 1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정
- 2절 정읍시 물질수지 분석

## 4장 바이오피아 추진안

- 1절 사업체계
- 2절 사업추진조직 및 방침
- 3절 사업모델
- 4절 경제성분석

## 5장 관련 시설별 입지평가

- 1절 시설특성
- 2절 입지평가 기준

## 6장 소요재원 및 확보방안

## 7장 관련규정 검토



# 제1장 바이오피아 사업개요

## 제1절 사업 배경

지구온난화의 방지 및 기후변화협약 대응으로 UN 등 국제사회는 기후변화 문제를 최우선 아젠다로 추진하고 있으며, 기후변화 협약에 대응하는 주요 노력들은 기후변화 완화 정책을 중심으로 이산화탄소 저감에 집중하고 있다. 우리나라의 2005년 온실가스 총배출량은 5.9억톤으로 전 세계 배출량의 1.7%를 차지하고 있다(OECD 국가 중6위, 세계10위). 이는 1990년 대비 98.7% 증가했으며, 획기적 감축노력이 없을 경우 2020년 배출량은 2005년 대비 37.7% 증가가 예상된다. 따라서 기후변화의 심각성에 대한 관심 증가에 따른 관련 규제 및 기준 강화 움직임에 대한 농업 분야의 대응 필요하고 2004년 교토의정서의 발효로 주요 선진국들이 온실가스 감축의무를 부여받았고, 우리나라도 2013년 이후 포스트-교토 체제에서 온실가스 감축의무 대상국으로 선정될 가능성이 높아짐에 따라 2020년까지 CO2 4% 감축을 목표로 하고 있다. 그리고 산업별 온실가스 배출저감 의무부담에 대한 논의가 진행되고 있는데, 농업분야의 온실가스 배출량과 감소 추세를 보아 큰 의무부담이 예상되지는 않으나, 장기적인 농업 분야 기후변화 대응을 위한 시스템 마련이 시급하다. 이러한 환경의 변화에 맞추어 탈 화석 에너지 저탄소 사회의 조성을 추진해야 한다. 선진 외국에서는 에너지, 기후 위기에 대응하여 온실가스 감축 기법들을 건축물이나 주거단지 조성뿐만 아니라 도시계획의 차원에서 도입하고 있으며, 탄소제로 도시, 에너지 자립마을 등의 프로젝트를 개발하여 추진하고 있다. 국내에서도 주거단지, 신도시, 관광단지 등지에 에너지 자립마을 조성 구상을 발표하고 있으나, 아직 개념적인 수준 또는 시범사업 초기단계에 머물러 있는 상태이다. 산업부분에서 사용하는 에너지 소비로 인해 발생하는 탄소배출은 즉각적으로 줄이기 힘들기 때문에, 비산업부분의 수요관리를 통한 온실가스 감축이 우선되어야 함. 탄소 저감을 위해서는 부문별 감축잠재력이 가장 큰 건물부분과 이를 둘러싼 ‘도시’, ‘마을’ 차원의 관리가 필요하다.

## 제2절 사업 목적

본 사업은 농림축산식품부의 연구과제 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」에 따라 정읍시 내 발생하는 바이오매스의 효율적 이용을 위한 단지의 계획수립을 통하여,

환경적으로나 경제적으로 지속가능한 농림수산업을 확립하여 농산여가의 소득을 향상시키고, 농수축산업의 물질과 양분순환을 균형 있게 유지 발전시키는데 본 사업의 목적이 있으며,

지역의 바이오매스를 재사용하여 농수축산업의 생산비 저감과 안전한 식품을 생산하고, 지역의 노동력을 창출하고 녹색성장을 실현하여 정부의 정책기조에 맞춘 사회실현을 완수하는데 그 목적이 있다.

### 제3절 기대 효과

본 사업으로 인해 얻어지는 효과는 다음과 같다.

- 농·산촌 지역의 생산비 저감과 브랜드가치 증가에 의한 농·산촌의 경제적 활성화 및 발전 도모
- 농수축산업의 에너지 비용절감효과
- 유기성 물질의 자원화 및 활용 관련 전문 인력 및 일자리 창출
- 폐기물처리비 절감, 원유대체효과, 이산화탄소 감축효과 등의 경제적 가치 창출
- 농가소득 안정화 및 에너지 자급화에 일조
- 생태계 모니터링 및 경관 보전을 통한 청정 농·산촌 사회 구현
- 지역의 사회적 통합과 소통의 기반 구축
- 바이오매스 에너지화 기술 개발을 통한 신성장 동력확보 체계구축

## 제2장 일반 현황

### 제1절 지역적 특성

지리적 위치정읍시는 전라북도 서남부에 위치해 있으며 전주와 광주의 중간지점에 있으며, 호남 서해안 지방을 연결하는 교통의 요지이다. 경·위도 상으로는 동경 127도 07분에서 126도 43분, 북위 35도 45분에서 35도 27분 사이에 걸쳐 있다.



그림 1 정읍시의 위치도

표 1 정읍시의 지리적 위치

시청소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지명	극점	
정읍시 충정로 234	동 단	산내면 종성리 5	동경 127 ° 07'	동서간 55.26 km
	서 단	고부면 백운리 1204	동경 126 ° 43'	
	남 단	입암면 등천리 산 186	북위 35 ° 27'	남북간 41.42 km
	북 단	감곡면 삼평리 470-1	북위 35 ° 45'	

자료: 2013년 정읍시청

## 1. 지형 및 지세

정읍시는 남동쪽으로는 노령산맥 줄기로 산세가 수려한 내장산 국립공원과 입암산이 연결되어 있고, 북서쪽으로는 광활한 동진평야가 펼쳐져 있어 북서쪽이 터진 일종의 분지형태를 이루고 있고 하천은 남동쪽 내장산줄기에서 시작하여 시내를 관통하여 북서쪽으로 흐르고 있다.

목포와 서울간을 잇는 KTX고속철도와 고속도로 및 국도3개 노선이 연결되어 있어 서해안 지방의 교통요지이고 운암저수지를 수원지로 한 동진강과 내장산으로부터 흐르고 있는 정읍천이 합류하여 부안군과 경계를 이어 서해에 유입하고 그 유역에는 관개지로서 토지가 비옥하여 농업에 적합하다.

## 2. 기상 개황

정읍의 기후는 서해안형과 내륙형의 중간형으로 구분될 수 있으나 서해안형에 가까운 특성을 보이고 있으며 겨울철에는 분지형태의 지형적인 영향을 받아 대설이 잦고 겨울철주풍향은 서~북서풍이다. 그 외 바람은 주로 남동풍이 많고 풍속은 1.4m/sec이다. 연평균 기온은 13℃ 최고기온 90년8월7일 37.5℃ 최저기온은 74년2월26일 -20℃로 기록되어 있고 일 최대강수량은 98년9월30일 224.5mm이고 2011년 연평균 강수량은 약1,654mm이다.



표 2 정읍시 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
2006	13.3	25.1	3.1	1,283.8	65.9	1,784.1	1.1	3.3	
2007	13.7	25.1	4.4	1,637.2	67.6	1,773.0	1.1	3.2	
2008	13.8	26.4	3.0	881.2	67.5	1,969.8	1.3	3.3	
2009	13.7	26.3	3.6	1,400.7	66.1	2,046.1	1.5	3.7	
2010	13.7	26.1	2.6	1,748.3	67.6	1,863.1	1.5	3.7	
2011	13.0	24.9	2.3	1,654.0	67.5	1,939.8	1.4	3.6	
2011	1월	-4.9	4.0	-14.4	10.5	67.1	152.7	1.2	3.2
	2월	1.8	17.7	-8.7	57.4	68.0	151.9	1.2	3.2
	3월	4.4	18.8	-5.2	22.5	53.7	145.1	1.9	4.4
	4월	11.5	26.2	0.2	92.2	57.1	226.8	1.9	4.5
	5월	18.6	30.0	7.0	108.2	60.1	183.8	1.6	3.9
	6월	23.1	33.1	12.9	115.0	68.3	164.4	1.7	4.0
	7월	26.6	35.3	17.8	384.5	76.4	117.6	1.4	3.6
	8월	26.0	35.9	16.8	660.5	79.5	81.7	1.3	3.3
	9월	21.7	32.7	11.2	52.1	72.9	192.2	1.4	3.3
	10월	14.1	25.6	1.2	25.2	68.6	197.6	1.2	3.4
	11월	12.1	27.6	-1.4	100.3	70.3	110.3	1.2	3.2
	12월	1.1	11.4	-9.8	25.6	67.5	115.7	1.1	3.0

자료 :정읍시, 정읍통계연보, 2012

표 3 정읍시 월별 기온변화

구 분	기 온 (℃)				
	평 균	평균최고	최고극값	평균최저	최저극값
1	-4.9	-0.1	4.0	-9.6	-14.4
2	1.8	7.5	17.7	-3.1	-8.7
3	4.4	10.3	18.8	-0.7	-5.2
4	11.5	18.1	26.2	5.2	0.2
5	18.6	24.4	30.0	13.1	7.0
6	23.1	28.9	33.1	18.6	12.9
7	26.6	30.9	35.3	23.5	17.8
8	26.0	30.3	35.9	22.8	16.8
9	21.7	27.4	32.7	17.4	11.2
10	14.1	20.4	25.6	8.9	1.2
11	12.1	17.1	27.6	7.7	-1.4
12	1.1	5.3	11.4	-2.9	-9.8
평균	13.0	18.4	24.9	8.4	2.3

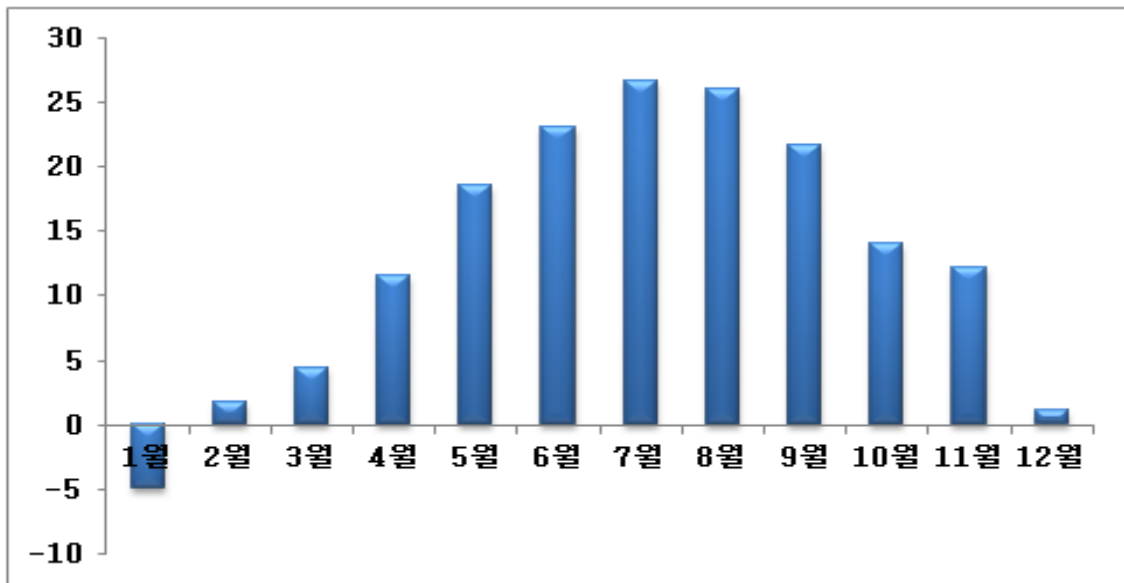


그림 2 정읍시의 월별 평균기온

표 4 강수량(mm)

월	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2006	1,284	17	44	12	91	152	120	452	201	42	24	64	67
2007	1,637	20	68	119	31	72	106	178	346	565	59	7	68
2008	881	50	12	41	47	156	197	155	94	32	11	45	41
2009	1,401	38	44	47	31	120	153	575	189	81	37	28	59
2010	1,748	46	114	77	102	89	56	404	624	109	42	27	57
2011	1,654	11	57	23	92	108	115	385	661	52	25	100	26

자료 : 정읍시 2012 통계연보

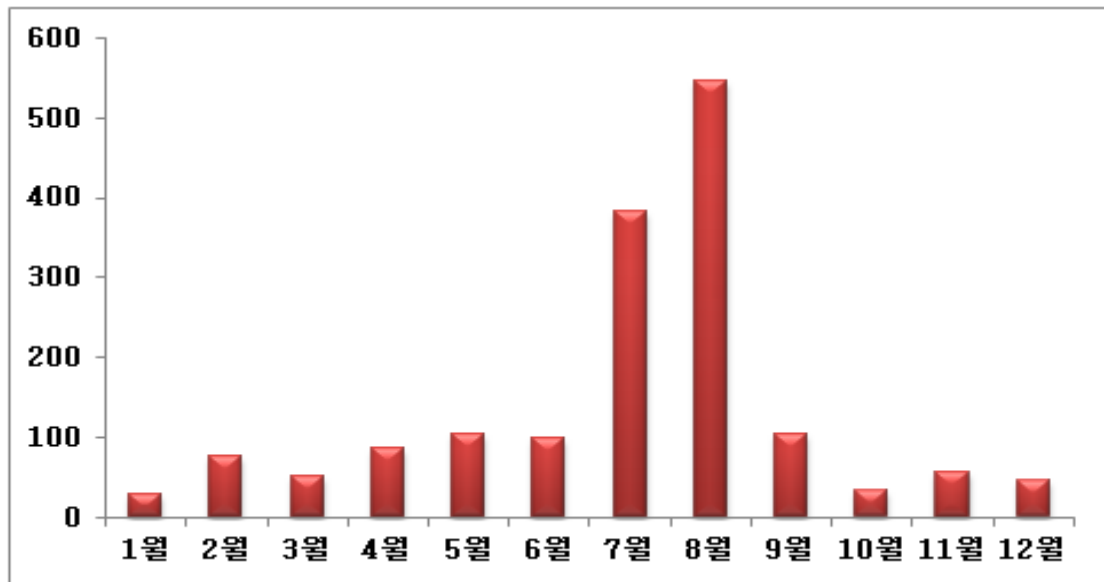


그림 3 정읍시의 연평균 강수량(2006~2011년)

### 3. 상대습도

정읍시의 과거 6년간(2006년~2011년) 평균 상대습도는 67.0%이고, 2011년도의 평균 상대습도는 과거 5년간의 평균과 거의 비슷한 67.5%로 조사되었다. 년 중 8월의 상대습도가 79.5%로 가장 높고 3월이 53.7%로 가장 낮았다.

표 5 2011년 월별 상대습도 (단위 : %)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 평균	6개년 평균
2011년	67.1	68.0	53.7	57.1	60.1	68.3	76.4	79.5	72.9	68.6	70.3	67.5	67.5	67.01

자료 : 정읍시, 정읍통계연보 2012

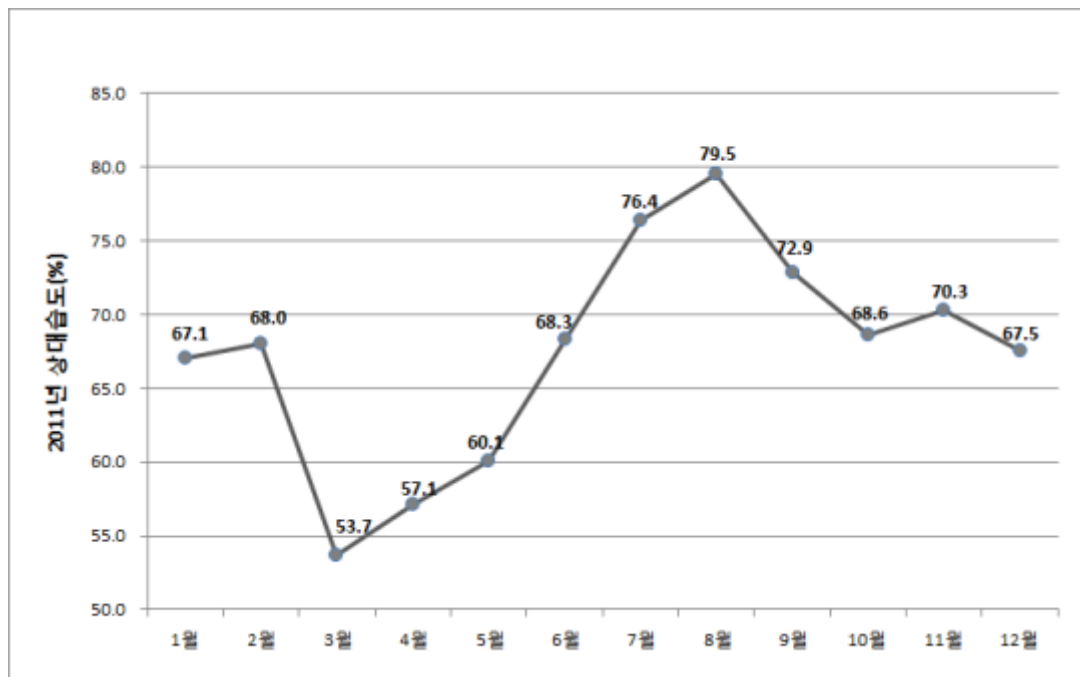


그림 4 상대습도 현황

#### 4. 일조시간

정읍시의 지난 6개년(2006~2011년) 평균 일조시간은 1,895.9833시간으로 나타났으며, 최고 일조시간은 2009년 2,046.1시간, 최저 일조시간은 2007년 1,773.0시간으로 조사되었다. 2011년 월별 최대 일조시간은 3월에 245.1시간이며, 최소 일조시간은 8월 81.7시간으로 조사되었다.

표 6 일조시간 (단위 : hr)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 계	6개년 평균
2011년	152.7	151.9	245.1	226.8	183.8	164.4	117.6	81.7	192.2	197.6	110.3	115.7	11939.8	1895.98

자료 : 정읍시, 정읍통계연보 2012

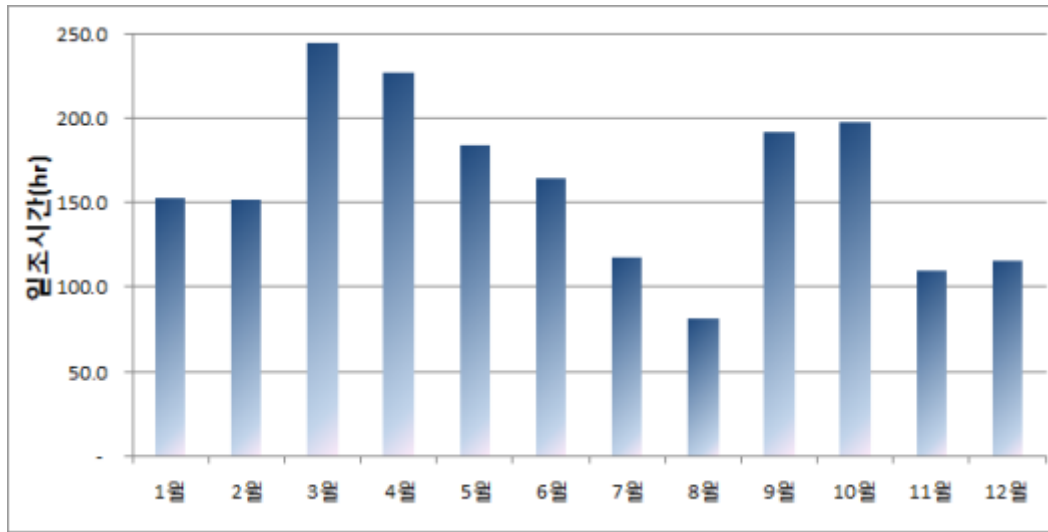


그림 5 일조시간 현황

## 5. 일기일수

정읍시의 최근 4개년(2008~2011년) 일기일수(Weather Days)를 분석해보면 평균 맑은 날이 63일, 흐린 날이 70일, 강우일 129.5일, 서리 47.33일 안개 10.67일, 적설일 26.75일, 뇌전일 23.5일, 황사는 6.33일로 나타났다.

표 7 연도별 일기일수 현황 (단위 : 일)

구분	맑음	흐림	강수	서리	안개	눈	뇌전	폭풍	황사
2008	19	12	122	13	2	10	-	-	1
2009	91	105	124	65	15	31	18	-	7
2010	79	93	146	64	15	37	29	-	11
2011	-	-	126	-	-	29	-	-	-
평균	63	70	129.5	47.33	10.67	26.75	23.5		6.33

자료 : 정읍시, 정읍통계연보 2012

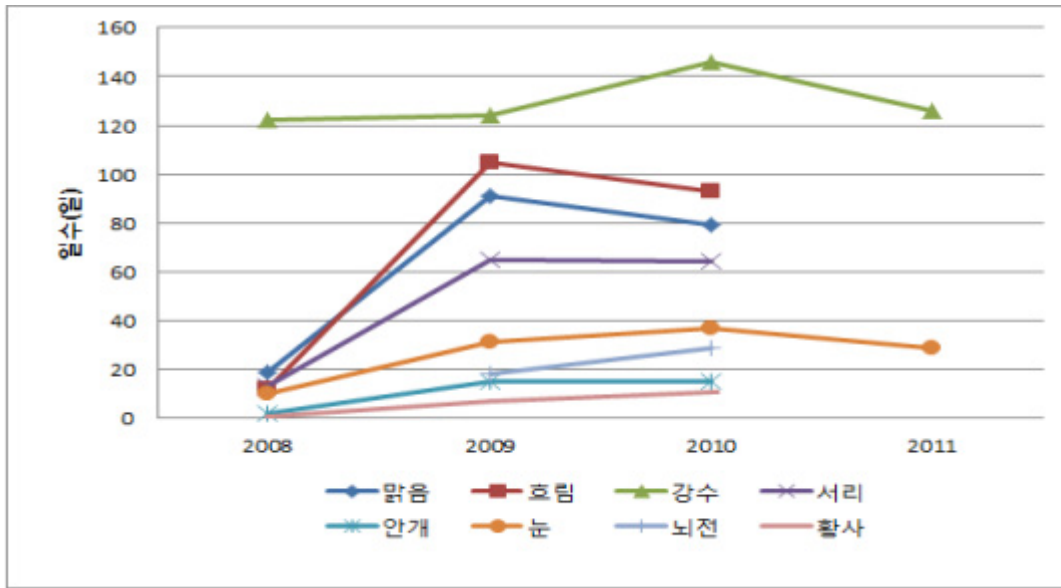


그림 6 연도별 기상일수 현황

## 제2절 행정 구역 현황

정읍시의 총면적은 692.81km<sup>2</sup>으로 1개의 읍과 14면 그리고 8개의 동으로 분리되어있으며 산내면과 산외면이 전체 넓이의 18%로 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. 각 읍면동 단위 면적은 표 8에 나타내었다.

표 8 정읍시 읍면동 단위 별 면적

읍면동	면적 (km2)	구성비(%)
신태인읍	29.69	4.3
북 면	35.55	5.1
입 압 면	35.70	5.2
소 성 면	29.06	4.2
고 부 면	40.02	5.8
영 월 면	24.96	3.6
덕 천 면	20.67	3.0
이 평 면	25.73	3.7
정 우 면	30.33	4.4
태 인 면	34.19	4.9
감 곡 면	41.58	6.0
용 동 면	39.88	5.8
칠 보 면	49.60	7.2
산 내 면	65.14	9.4
산 외 면	62.70	9.1
수 성 동	5.90	0.9
장 명 동	6.59	1.0
내장상동	45.51	6.6
시 기 동	3.34	0.5
초 산 동		
연 지 동	1.71	0.2
농 소 동	18.81	2.7
상 교 동	46.15	6.7
총 면 적	692.81	100

자료 : 정읍시, 정읍통계연보 2012

### 제3절 인구 현황

정읍시의 총인구는 122,370명으로 나타났으며, 이중 남자의 비중이 49.7, 여자의 비중이 50.3으로 비슷하게 나타났다. 외국인의 경우 1,904명으로 전체 인구의 1.6%에 해당하는 것으로 나타났다. 인구증가율은 -0.92%로 조사되었으며, 세대당인구수는 평균적으로 2.4명으로 나타났다. 고령화인구(65세 이상)의 경우 25,448명으로 총인구의 20.8%로 평가되었다. 인구변화는 2003년부터 감소하다가 2006년 이후 인구수 감소가 작아지는 것으로 나타났다.

표 9 읍면동별 인구분포

구 분	가구수	인구수	남	여
신태인읍	3,308	6,917	3,397	3,520
북 면	2,306	5,572	2,876	2,696
입 암 면	1,683	3,720	1,873	1,847
소 성 면	1,269	2,615	1,300	1,315
고 부 면	1,673	3,563	1,801	1,762
영 원 면	1,099	2,233	1,091	1,142
덕 천 면	1,016	2,275	1,153	1,122
이 평 면	1,402	2,806	1,403	1,403
정 우 면	1,520	3,215	1,596	1,619
태 인 면	2,078	4,442	2,211	2,231
감 곡 면	1,728	3,547	1,810	1,737
용 동 면	1,046	2,078	1,041	1,037
칠 보 면	1,308	2,888	1,449	1,439
산 내 면	767	1,532	756	776
산 외 면	1,322	2,608	1,295	1,313
수 성 동	7,018	18,302	9,133	9,169
장 명 동	1,606	4,046	1,953	2,093
내장상동	7,630	21,129	10,243	10,886
시 기 동	2,036	4,689	2,313	2,376
초 산 동	3,295	8,839	4,357	4,482
연 지 동	2,608	5,744	2,915	2,829
농 소 동	2,126	5,151	2,567	2,584
상 교 동	2,015	4,459	2,306	2,153
총 인 구	51,859	122,370	60,839	61,531



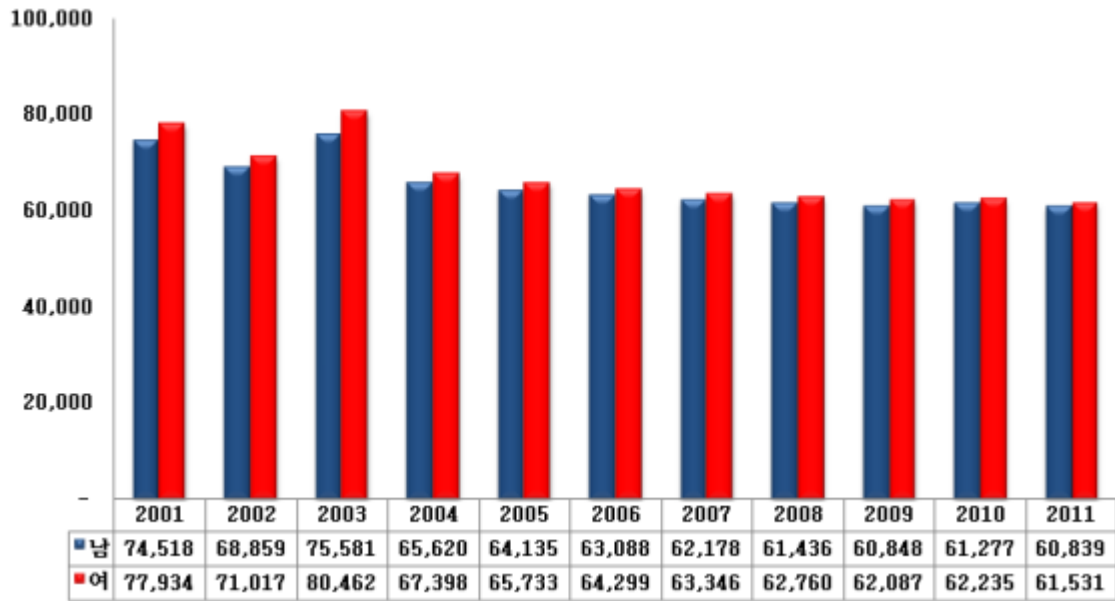


그림 7 연도별 인구추위

#### 제4절 주거 현황

정읍시의 주택의 종류 및 수는 약 43,783세대, 총 45,794호로 주택 보급률이 104.59%로 조사되었다. 이중 단독주택 형태의 주택수가 27,994호로 정읍시 전체 주택의 61.13%를 차지하고 있으며, 공동주택의 형태인 아파트, 연립주택은 각각 16,553호(36.1466%), 724호(1.58099%)로 나타났다.

한편, 표 10은 정읍시의 주택보급현황을 나타내었다.

표 10 정읍시의 주거현황

구 분	계	주 택 유 형				
		단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비주거용
정 읍 시 43,783세대	45,794호	27,994호	16,553호	724호	84호	439
	100.0%	61.13	36.1466	1.58099	0.18353	0.9584

자료 : 정읍시 통계연보, 2012

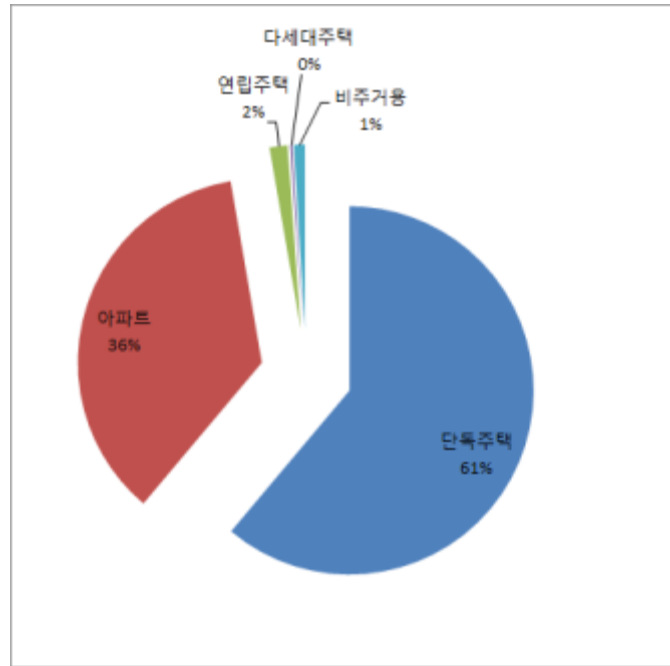


그림 8 정읍시의 주거현황 및 주택보급률

## 제5절 토지이용현황

### 1. 지목별 이용현황

정읍시 토지이용 현황은 전, 답 그리고 과수원 목장 등으로 약 50%는 임야지이며 나머지의 대부분은 전, 답으로 사용하는 것으로 나타났다.

표 11 용도별 토지이용 현황 (단위 : km<sup>2</sup>)

구 분	계	임야	답	대지	전	도로	하천	기타
2006	692.93	325.54	179.85	17.90	74.53	24.75	14.35	
2007	692.86	325.30	179.52	18.12	73.95	24.80	14.31	
2008	692.64	324.92	179.29	18.21	73.68	25.17	14.26	
2009	692.65	324.66	179.03	18.33	73.52	25.17	14.26	
2010	692.65	324.43	178.67	18.46	73.47	25.31	14.25	
2011	692.80	322.63	178.52	18.75	74.54	25.32	14.29	
신태인읍	29.69	3.82	12.92	1.29	5.39	1.43	1.38	
북면	35.54	13.48	9.73	0.92	5.69	1.66	0.45	
입암면	35.70	17.33	8.32	0.98	3.77	1.79	0.52	
소성면	29.06	8.26	9.58	0.77	6.24	1.23	0.28	
고부면	40.02	10.96	16.22	1.03	5.90	1.78	0.64	
영월면	24.96	4.17	13.18	6.78	2.98	1.24	0.53	
덕천면	20.67	6.55	7.32	0.65	2.41	0.84	0.20	
이평면	25.73	3.85	12.09	0.82	3.99	1.42	0.98	
정우면	30.32	5.28	13.51	0.93	4.65	1.78	0.84	
태인면	34.19	6.99	15.08	1.08	3.66	1.80	1.43	
감곡면	41.57	10.33	16.72	1.00	7.04	2.02	0.70	
용동면	39.88	23.30	8.03	0.62	3.16	1.25	1.20	
칠보면	49.60	34.78	7.15	0.78	2.37	0.91	1.13	
산내면	65.13	49.05	1.94	0.52	4.52	0.76	0.07	
산외면	62.70	47.92	5.97	0.88	4.01	0.86	1.15	
수성동	5.90	1.44	0.77	1.05	0.64	0.65	0.202	
장명동	6.55	3.69	1.14	0.26	0.86	0.16	0	
내장상동,	45.50	34.59	3.29	1.33	2.04	1.15	0.65	
시기동, 초산동	3.33	1.49	0.24	0.66	0.27	0.16	0.22	
연지동	1.70	0.16	0.45	0.54	0.08	0.18	0.06	
농소동	18.81	6.12	6.63	0.84	1.50	0.91	0.80	
상교동	46.15	28.98	8.19	1.00	3.23	1.23	0.93	

자료 : 정읍시, 정읍통계연보, 2012

## 2. 용도별 토지이용 현황

표 11의 용도지역별 토지이용 현황을 살펴보면 녹지지역은 점점 감소하는 추세이고, 주거지역 및 공업지역은 지속적으로 증가하고 있다. 정읍군의 도시지역은 용도별 총 면적의 18.3%인 150.00km<sup>2</sup>이며, 도시지역의 용도별 현황을 살펴보면 녹지지역이 도시지역의 90.6%인 135.86km<sup>2</sup>로 비율이 가장 높으며, 그 다음으로 공업지역 6.90km<sup>2</sup>(4.6%), 주거지역 6.52km<sup>2</sup>(4.3%), 상업지역 0.72km<sup>2</sup>(0.5%) 순으로 조사되었다.

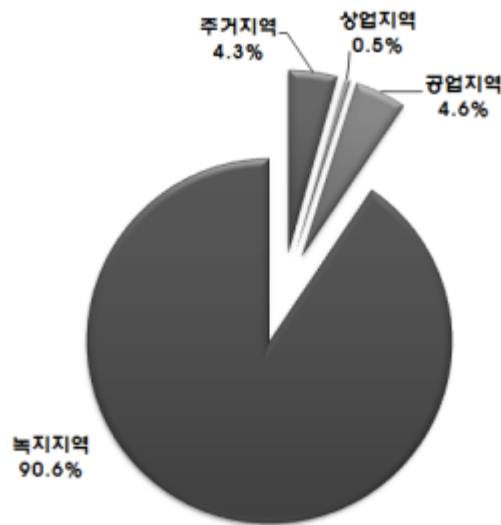


그림 9 도시지역의 토지이용 현황

## 제6절 농업환경현황

정읍시 논·밭 경지 면적은 2011년 기준으로 2006년에 비하여 1200ha 감소한 것으로 나타났다. 논·밭의 경지면적과 밭의 경지면적을 비교한 결과 논은 감소추세에 있으며, 밭은 증가하는 추세로 나타났다. 가구당 경지면적은 논·밭 모두 증가하는 것으로 나타났다. 논·밭의 경우 전체 면적은 2006년 18,366ha에서 2011년 15,886ha으로 감소하였으나 가구당 경지면적은 1.49ha에서 1.66ha로 증가하는 것으로 나타났다 표 12. 이는 논농사의 규모가 가구당 증가한 것으로 논농사 농업인이 감소함에 따라 나타나는 현상으로 판단된다.

표 12 논·밭 면적 및 가구당 경지면적 (단위 : ha)

연 도 별	합 계	논	밭	가구당 경지면적		
				계	논	밭
2006	24,098	18,366	5,732	1.96	1.49	0.47
2007	23,657	17,995	5,662	1.98	1.51	0.47
2008	23,493	17,925	5,568	1.99	1.52	0.47
2009	23,205	16,508	6,697	1.99	1.42	0.57
2010	22,883	16,129	6,754	2.09	1.47	0.62
2011	22,815	15,886	6,929	2.39	1.66	0.73

표 13 경지규모별 농가

읍면동 별	합계	경지없 는 농가수	0.1ha 미만	0.1ha ~0.5h a	0.5ha ~1ha	1ha~1 .5ha	1.5ha ~2ha	2ha~3 ha	3ha~5 ha	5ha~1 0ha	10ha 이상
신태인 읍	698	9	11	199	135	55	63	53	66	65	42
북면	660	7	8	187	165	82	67	54	50	35	5
입암면	698	7	7	295	161	71	51	56	28	20	2
소성면	530	12	3	143	112	77	52	58	36	31	6
고부면	636	5	4	170	114	72	54	64	73	60	20
영월면	525	1	22	136	73	53	39	58	74	46	23
덕천면	375	23	4	90	77	43	41	35	31	19	12
이평면	461	10	6	123	74	57	28	43	42	44	34
정우면	589	15	3	130	111	75	63	72	53	42	25
태인면	813	24	2	240	195	96	77	77	63	30	9
감곡면	649	24	4	108	124	81	61	73	85	64	25
용동면	481	14	-	118	116	62	61	45	42	20	3
칠보면	579	5	7	210	147	75	42	40	31	20	2
산내면	330	4	5	110	102	56	23	16	11	3	-
산외면	588	34	2	192	179	92	32	26	26	4	1
수성동	238	7	1	106	61	15	5	17	10	13	3
장명동	166	6	1	62	31	20	9	16	12	7	2
내장동	713	14	11	349	177	57	40	21	30	11	3
시기동	103	2	-	41	30	8	5	7	6	3	1
시기3동	212	8	2	94	50	17	14	4	10	9	4
연지동	110	-	1	47	37	9	5	5	2	2	2
농소동	375	7	-	135	92	44	43	20	15	10	9
상교동	443	9	1	145	136	66	29	26	19	7	5
합계	10,972	247	105	3,430	2,499	1,283	904	886	815	565	238

## 1. 재배현황

표 14 식량작물의 생산량

연 도	합 계		미 곡		맥류		잡곡		두 류		서 류	
	면 적	생산 량	면 적	생산 량	면 적	생산 량	면 적	생산 량	면 적	생산 량	면 적	생산 량
	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T	ha	M/T
2006	18,721	94,908	16,503	84,886	841	3,791	127	195	1,031	2,041	220	3,743
2007	18,880	90,808	16,578	79,615	888	3,997	136	214	1,004	1,891	275	5,228
2008	18,694	95,098	16,141	84,566	1,073	4,737	165	295	1,058	1,692	257	3,808
2009	17,078	89,179	15,698	91,339	664	2,894	70	146	407	721	238	3,806
2010	17,235	87,434	15,396	79,637	1,183	4,907	68	135	393	749	195	2,045
2011	17,073	85,298	15,164	75,882	1,155	4,318	80	139	496	885	177	4,073

표 15 미곡 생산량

연 도 별	면 적 (ha)	생산량 (M/T)	논 벼			밭 벼		
			면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
				M/T	kg/10a		M/T	kg/10a
2006	16,503	84,886	16,413	84,678	516	90	208	-
2007	16,640	79,615	16,578	79,478	479	62	137	-
2008	16,141	84,566	16,110	84,492	524	31	74	-
2009	15,698	91,339	15,692	91,325	582	6	14	-
2010	15,402	79,637	15,396	79,622	517	6	15	-
2011	15,164	75,883	15,160	75,873	501	4	10	-

표 16 맥류 생산량

연도	합 계		겉보리			쌀보리			밀			호밀		
	면적 (ha)	생산 량 M/T	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
				M/T	kg/1 0a		M/T	kg/1 0a		M/T	kg/1 0a		M/T	kg/1 0a
2006	841	3,791	255	1,128	-	514	2,360	-	79	303	-	-	-	-
2007	888	3,997	287	1,281	446	475	2,230	469	123	485	396	3.0	1.2	407
2008	1,073	4,737	199	877	440	471	2,190	465	287	1,195	416	116	476	410
2009	664	2,894	128	576	450	330	1,502	455	206	817	396	-	-	-
2010	1,183	4,907	217	996	460	407	1,671	411	560	2,240	400	-	-	-
2011	1,155	4,318	209	790	378	396	1,581	399	550	1,947	354	-	-	-



표 17 잠곡생산량

연도	합 계		조				수수				옥수수				메밀				기타	
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량 kg/10 a	면적 (ha)	생산량 M/T	kg/10 a	면적 (ha)	생산량 M/T	kg/10 a	면적 (ha)	생산량 M/T	kg/10 a	면적 (ha)	생산량		
				M/T	kg/10 a													M/T	kg/10 a	M/T
2006	127	195	22.9	27.1	-	19.8	27.7	-	23.5	70.5	-	42.6	47.7	-	18.4	21.7	-	-	-	
2007	136	214	24.3	30.6	-	18.4	29.5	-	34.1	78.4	-	42.8	56.6	-	16.2	18.4	-	-	-	
2008	165	295	56.9	98.1	129.0	8.7	12.1	156.0	21.4	68.3	360.0	44.5	17.6	105.0	33.7	99.3	462.0	-	-	
2009	70	146	0.8	1.2	146.0	3.9	6.6	169.0	22.1	87.7	399.0	37.6	44.7	119.0	5.9	5.5	93.0	-	-	
2010	68	135	1.0	1.3	130.0	4.0	6.0	155.0	23.0	84.0	365.0	40.0	44.0	110.0	-	-	-	-	-	
2011	80	139	1.0	1.2	128.0	3.3	4.6	142.0	24.7	80.5	326.0	51.4	52.4	102.0	-	-	-	-	-	

표 18 누류 생산량

연도	합 계		콩				팥				녹두				기타	
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량 kg/10a	면적 (ha)	생산량 M/T	kg/10a	면적 (ha)	생산량 M/T	kg/10a	면적 (ha)	생산량	
				M/T	kg/10a										M/T	kg/10a
2006	1,031	2,041	946	1,949	-	42.2	45.6	-	19.8	21.0	-	22.6	26.0	-	-	-
2007	1,004	1,891	915	1,783	-	47.1	52.1	-	22.3	24.7	-	20.1	31.0	-	-	-
2008	1,058	1,692	891	1,413	-	35.5	44.6	162.0	12.1	28.0	121.0	119.0	206.0	226.0	-	-
2009	407	721	227	416	183.0	38.5	56.4	146.0	10.3	11.3	110.0	131.2	237.8	181.0	-	-
2010	393	749	351	684	195.0	36.0	51.0	142.0	6.0	14.0	230.0	-	-	-	-	-
2011	496	885	328	636	194.0	32.2	41.5	129.0	6.7	9.1	135.6	129.3	198.2	153.3	-	-

표 19 서류 생산량

연도	합 계			고구마			감자		
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		
				M/T	kg/10a		M/T	kg/10a	
2006	220.1	3,742.8	175.4	-	44.7	810.8	-	-	
2007	274.7	5,228.0	182.3	-	92.4	2,217.6	-	-	
2008	256.6	3,808.0	193.0	1,846	636.6	1,035.0	1,505	1,505	
2009	238.2	3,806.4	194.0	1,575	44.2	751.4	1,700	1,700	
2010	195.0	2,045.0	165.0	2,536	30.0	508.0	1,692	1,692	
2011	176.8	4,073.2	151.3	2,451	25.5	364.9	1,431	1,431	

표 20 채소 생산량(과채류)

연도	합 계			수박			참외			딸기			오이			호박			토마토	
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
				M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a			
2006	137.7	10,962	91.3	7,989	3,600	10.0	277	2,600	9.5	311	2,600	4.0	402	4,750	3.8	699	4,200	19.1	1,284	6,000
2007	159.8	7,269	100.7	4,241	4,211	10.0	229	2,286	12.0	334	2,786	5.7	314	5,500	3.4	191	5,645	28.0	1,960	7,000
2008	172.6	7,685	118.0	5,109	4,334	11.0	276	2,511	12.3	391	3,180	5.1	272	5,325	4.2	190	4,532	22.0	1,447	6,580
2009	197.4	8,903	120.0	5,220	4,350	13.9	391	2,811	18.0	573	3,185	5.5	298	5,425	7.0	295	4,221	33.0	2,126	6,442
2010	198.1	56,168	122.0	52,460	4,300	11.2	302	2,700	18.2	580	3,190	5.6	300	5,430	7.1	299	4,225	34.0	2,227	6,550
2011	262.1	22,111	169.3	7,474	4,414	-	-	-	25.1	588	2,345	9.5	801	8,437	20.0	11,100	5,501	38.2	2,148	5,627

표 21 채소 생산량(염채류)

연도	합 계			배추			시금치			상추			양배추					
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	M/T	kg/10a	생산량		면적 (ha)	M/T	kg/10a	생산량		면적 (ha)	M/T	kg/10a
				M/T	kg/10a				M/T	kg/10a				M/T	kg/10a			
2006	21.3	1,010	2.6	185	7,000	0.5	9	1,420	18.2	816	3,200	-	-	-	-	-	-	-
2007	24.2	1,373	3.6	237	6,600	-	-	-	17.8	982	5,520	-	-	-	-	-	-	-
2008	24.5	1,162	4.2	279	6,650	1.0	15	1,500	19.3	868	4,500	-	-	-	-	-	-	-
2009	99.1	6,016	77.0	5,143	6,680	2.1	33	1,550	20.0	840	4,200	-	-	-	-	-	-	-
2010	38.0	1,784	15.0	831	5,545	-	-	-	22.9	947	4,139	0.1	6	6,400	0.1	6	6,400	6,400
2011	118.3	8,393	115.0	8,315	6,771	0.1	1	1,400	3.1	69	2,228	0.1	8	7,840	0.1	8	7,840	7,840

표 22 채소 생산량(엽채류)

연도	합 계			무			당근		
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량 M/T	생산량	
				M/T	kg/10a			M/T	kg/10a
2006	5.8	183	1.3	73	5,400	4.5	110	2,450	
2007	2.8	154	2.8	154	5,500	-	-	-	
2008	4.3	205	3.3	180	5,450	1.0	25	2,500	
2009	75.0	3,715	72.0	3,630	5,042	3.0	85	2,851	
2010	60.9	3,234	58.9	3,180	5,400	2.0	54	2,700	
2011	107.7	5,639	107.7	5,639	5,181	-	-	-	

표 23 채소 생산량(조미채소류)

연도	합 계			양 파			마 늘			파			생 강	
	면적 (ha)	생산량 M/T	면적 (ha)	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	면적 (ha)	M/T	kg/10a
					M/T	kg/10a			M/T	kg/10a				
2006	1,039	5,384	807	22	1,098	5,700	94	917	1,040	31.0	820	85	1,020	1,012
2007	1,065	6,058	866	25	1,473	5,800	85	973	1,150	4.4	134	85	1,020	1,200
2008	952	4,699	758	23	1,224	5,325	85	1,030	1,211	4.8	150	81	891	1,100
2009	917	5,079	704	15	892	5,950	82	902	1,100	21.0	632	95	1,154	1,215
2010	909	4,620	689	6	570	5,700	84	878	1,052	42.7	993	88	1,018	1,157
2011	500	4,689	426	6	342	5,700	20	210	1,052	48.0	1,651	-	-	-

표 24 특용작물 생산량

연도	합 계			참깨			들깨			땅콩		
	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a
2006	252	232.8	65	107	124	73	59	63	127	202		
2007	248	384	64	50	124	130	105	60	222	370		
2008	244	357	94	42	95	125	132	55	193	350		
2009	332	495	111	56	125	166	133	96	267	278		
2010	352	513	147	68	109	146	136	96	268	280		
2011	303	337	153	34	69	75	109	81	210	260		

표 25 과실류 생산량

연도	합 계			사과			배			복숭아			포도			감			기타			
	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		
		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a		M/T	kg/10a	M/T
2006	505	9,760	156	4,350	2,200	109	2,459	2,300	37	541	1,700	54	1,089	2,000	63	756	1,200	86	565	1,000		
2007	622	9,896	187	4,119	2,300	96	2,382	2,500	30	372	1,246	51	949	2,000	63	756	1,200	195	1,318	1,000		
2008	674	12,865	187	4,675	2,500	86	2,322	2,700	30	508	1,700	56	1,292	2,300	65	943	1,450	250	3,125	1,250		
2009	765	9,500	185	3,780	2,160	80	1,749	2,200	29	498	1,700	55	1,126	4,100	92	1,261	3,100	325	1,086	3,830		
2010	762	8,240	182	2,996	1,730	75	1,127	1,540	33	474	1,450	55	963	1,885	90	925	1,110	328	1,755	3,380		
2011	705	9,250	182	2,931	1,700	73	1,098	1,500	32	447	1,420	54	942	1,850	85	902	1,115	279	2,930	1,050		

## 2. 친환경농업 현황

표 26 친환경 인증 현황

연 도	인증현황			
	건수 (건)	농가수 (농가)	면적 (ha)	인증량 (Ton)
2006	112	373	486.6	10,722.5
2007	144	513	694.0	9,504.0
2008	128	491	757.3	10,108.0
2009	165	659	931.0	17,042.0
2010	162	492	722.0	13,810.0
2011	135	475	682.0	7,794.6

표 27 친환경 인증 종류별 현황

연 도	유기농산물				무농약 농산물				저농약 농산물			
	건 수 (건)	농 가 수 (농 가)	면 적 (ha)	인 증 량 (Ton)	건 수 (건)	농 가 수 (농 가)	면 적 (ha)	인 증 량 (Ton)	건 수 (건)	농 가 수 (농 가)	면 적 (ha)	인 증 량 (Ton)
2006	18	18	34.5	1,386.9	46	166	143.6	3,182.8	35	170	276.8	5,862.2
2007	36	54	112.9	1,945.0	68	229	254.0	3,226.0	40	230	327.1	4,333.0
2008	40	78	145.0	2,672.0	57	171	281.1	3,233.0	31	242	331.2	4,203.0
2009	70	92	188.9	2,356.2	64	249	410.0	9,713.0	31	318	330.7	4,975.0
2010	58	105	213.0	2,443.0	68	159	275.0	8,450.0	36	228	234.0	2,917.0
2011	44	117	230.0	2,416.2	64	195	324.0	3,437.3	27	163	128.0	1,941.1

### 3. 화학비료 사용현황

표 28 성분별 비료공급현황

연도별	성분별(M/T)				
	계	질소질	인산질	加里질	기타
2006	3,698	2,140	677	881	-
2007	10,147	6,042	1,832	2,273	-
2008	6,208	3,334	1,413	1,461	-
2009	5,290	3,055	975	1,260	-
2010	3,879	2,647	579	653	-
2011	4,644	3,112	719	813	-

표 29 종류별 비료공급현황

연도별	종류별(M/T)						
	계	유안	요소	용성인비	엽화가리	복합비료	용과린
2006	8,716	102	2,040	86	83	6,392	13
2007	23,457	137	5,686	137	71	17,398	28
2008	14,428	146	3,514	85	74	10,582	27
2009	12,334	84	2,683	38	66	9,451	12
2010	9,612	82	2,770	27	28	6,698	7
2011	11,116	68	3,281	20	32	7,713	2

### 4. 가축분뇨 중 비료성분 발생현황

표 30 가축분뇨의 일반적 조성

축종별	구분	질소(N)	인산(P2O5)	칼리(K2O)
		%		
젖소	분	0.33	0.49	0.49
	뇨	1.02	0.27	0.27
한우	분	0.50	0.60	0.18
	뇨	0.68	0.07	0.60
돼지	분	0.96	0.83	0.42
	뇨	0.80	0.09	0.53
닭	분	1.39	0.62	0.68

자료 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정 연구(농촌진흥청, 2008)

표 31 가축분뇨 중 비료성분 발생량

축종별	구분	발생량 (kg/일,두)	사육두수 (두, 수)	분뇨발생량 (톤/년)	비료성분별 발생량(톤/년)		
					N	P2O5	K2O
한육우	분	19.20	11,485	212,264	721.7	615.6	191.0
	뇨	10.90		151,237	725.9	9.1	725.9
젖소	분	8.00	4,009	44,900	116.7	44.9	62.9
	뇨	5.70		25,490	86.7	7.6	79.0
돼지	분	0.87	82,234	833,727	6,419.7	4,168.6	2,084.3
	뇨	1.74		201,625	1,673.5	141.1	403.3
닭	분	0.11	1,595,600	290,939	3,520.4	1,396.5	1,542.0
합계				1,760,182	13,264.6	6,383.4	5,088.4



표 32 축산업 현황

연 도	한옥우		젖소		돼지		닭		마필		산양		면양	
	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두
2006	2,571	44,262	127	7,980	165	238,874	760	5,598,082	14	235	176	2,669	11	45
2007	2,663	51,207	120	8,596	169	277,475	132	6,504,481	13	214	104	1,609	13	62
2008	2,586	60,190	118	8,716	150	269,375	154	6,738,015	11	212	55	743	14	142
2009	2,683	65,460	110	8,012	144	273,212	208	6,138,763	13	165	64	1,432	16	148
2010	2,697	73,570	95	6,710	128	274,523	204	6,149,999	10	200	54	2,059	1	2
2011	2,784	72,693	91	6,407	133	317,470	25	6,392,108	10	197	52	1,646	6	173

연 도	사슴		토끼		개		오리		칠면조		거위		꿀벌	
	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	마리수 두	사육가구 호	군수 두
2006	114	789	199	2,973	4,787	32,805	-	-	15	37	17	83	310	17,741
2007	76	616	174	1,950	4,246	29,765	76	435,821	6	18	10	72	269	16,969
2008	81	663	116	1,383	3,405	34,078	76	553,625	5	15	6	30	283	19,356
2009	59	338	146	1,720	3,077	34,776	96	638,682	6	336	16	67	295	20,663
2010	51	373	114	1,107	2,714	30,275	75	778,216	3	405	8	51	197	18,297
2011	54	351	49	561	2,186	34,276	87	963,685	3	354	5	10	174	18,497

표 33 읍면동 죽종별 사육 누수

읍면동	한옥우		젖소		돼지		닭		마필		산양		면양	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
신태인읍	102	1,992	3	225	4	5,200	49	243,378	2	47	0	0	0	0
북면	155	4,555	4	276	7	12,796	17	850,400	-	-	6	128	-	-
입암면	201	3,466	2	167	2	8,000	8	465,260	1	15	-	-	-	-
소성면	85	1,849	12	643	7	20,289	7	350,200	1	20	4	180	-	-
고부면	118	3,781	4	321	4	9,671	7	257,500	-	-	4	79	-	-
영원면	124	2,694	-	-	1	1,961	4	179,000	-	-	3	0	-	-
덕천면	159	5,081	41	3,090	17	49,149	7	395,000	-	-	2	133	-	-
이평면	155	5,643	5	413	12	20,568	10	503,000	-	-	-	-	-	-
정우면	263	11,189	1	84	7	7,469	8	470,000	-	-	-	-	-	-
태인면	204	4,299	8	619	20	43,350	17	680,000	-	-	10	81	-	-
감곡면	182	6,163	6	186	24	66,243	19	987,500	3	65	-	-	-	-
웅동면	174	4,033	3	138	13	29,310	9	361,700	-	-	-	-	-	-
칠보면	166	4,214	-	-	3	17,630	6	128,500	-	-	8	170	-	-
산내면	130	2,370	-	-	1	95	1	20	-	-	-	-	-	-
산외면	332	7,450	-	-	5	6,168	3	165,000	1	8	1	5	-	-
수성동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
장명동	28	574	1	178	1	349	4	200,000	-	-	1	15	-	-
내장상동	27	278	-	-	1	555	13	6,765	1	40	-	-	6	173
시기동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
초산동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연지동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
농소동	35	849	1	67	2	3,100	7	126,000	-	-	6	237	-	-
상교동	144	2,213	-	-	2	15,567	29	22,885	1	2	7	618	-	-
합계	2,784	72,693	91	6,407	133	317,470	225	6,392,108	10	197	52	1,646	6	173



읍면동	사슴		토끼		개		오리		칠면조		거위		꿀벌	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
신태인읍	2	9	0	0	354	805	1	5,000	0	0	0	0	6	195
북면	2	11	2	35	158	6,536	3	30,250	-	-	1	5	10	695
임암면	2	17	-	-	273	1,483	6	143,500	-	-	-	-	37	2,923
소성면	1	9	-	-	6	1,035	10	115,000	-	-	-	-	6	380
고부면	3	86	8	121	264	2,285	13	192,738	1	3	-	-	17	609
영원면	3	25	-	-	1	450	6	88,000	-	-	-	-	5	925
덕천면	1	3	-	-	10	3,043	2	18,393	-	-	-	-	2	508
이평면	-	-	-	-	309	1,626	5	49,000	-	-	-	-	-	-
정우면	4	19	17	118	134	1,237	3	40,000	1	350	-	-	4	49
태인면	4	29	-	-	9	1,350	4	60,000	-	-	-	-	7	570
감곡면	2	4	-	-	3	2,800	4	47,000	-	-	-	-	6	1,950
용동면	10	42	-	-	104	2,930	5	35,050	-	-	-	-	15	1,069
칠보면	7	31	5	119	31	738	9	62,012	-	-	-	-	11	498
산내면	2	5	-	-	20	842	1	2	-	-	-	-	-	-
산외면	1	10	4	19	75	3,821	6	35,534	-	-	-	-	7	1,127
수성동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
장평동	1	4	-	-	4	455	-	-	-	-	-	-	3	540
내장상동	-	-	-	-	179	823	1	6	1	1	1	-	21	1,930
시기동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
초산동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	450
연지동	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
농소동	-	-	1	40	33	1,032	-	-	-	-	-	-	6	1,299
상교동	9	47	12	109	219	985	8	42,200	-	-	3	5	8	2,780
총계	54	351	49	561	2,186	34,276	87	963,685	3	354	5	10	174	18,497

표 34 읍면동 별 한우 연령별 사육두수

읍면동	합			계			1세 미만			1세 이상 ~ 2세 미만			2세 이상		
	계	암	수	계	암	수	계	암	수	계	암	수	계	암	수
신태인읍	1,992	1,697	295	384	261	123	759	647	112	849	789	60			
북면	4,555	3,134	1,421	1,187	603	584	1,167	678	489	2,201	1,853	348			
입암면	3,466	2,700	766	849	577	272	1,282	1,028	254	1,335	1,095	240			
소성면	1,849	1,764	85	774	744	30	540	520	20	535	500	35			
고부면	3,781	2,657	1,124	860	501	359	1,313	873	440	1,608	1,283	325			
영원면	2,694	1,667	1,027	1,561	966	595	915	566	349	218	135	83			
덕천면	5,081	1,481	3,600	1,000	400	600	1,750	750	1,000	2,331	331	2,000			
이평면	5,643	3,774	1,869	1,641	914	727	1,541	925	616	2,461	1,935	526			
정우면	11,189	6,456	4,733	1,970	1,071	899	4,744	2,672	2,072	4,475	2,713	1,762			
태인면	4,299	3,411	888	1,488	971	517	1,295	1,050	245	1,516	1,390	126			
감곡면	6,163	4,563	1,600	1,800	1,300	500	2,000	1,500	500	2,363	1,763	600			
웅동면	4,033	2,970	1,063	1,147	612	535	918	599	319	1,968	1,759	209			
칠보면	4,214	2,845	1,369	1,182	570	612	1,765	1,228	537	1,267	1,047	220			
산내면	2,370	1,820	550	650	420	230	752	570	182	968	830	138			
산외면	7,450	5,060	2,390	1,922	1,005	917	2,136	1,357	779	3,392	2,698	694			
수성동	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
장명동	574	454	120	155	109	46	194	148	46	225	197	28			
내장상동	278	275	3	51	48	3	172	172	0	55	55	0			
시기동	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
연지동	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
농소동	849	386	463	166	99	67	255	99	156	428	188	240			
상교동	2,213	1,745	468	520	342	178	623	413	210	1,070	990	80			
합 계	72,693	48,859	23,834	19,307	11,513	7,794	24,121	15,795	8,326	29,265	21,551	7,714			

표 35 읍면동 별 적소 열령별 사육두수

읍면동	합			계			1세 미만			1세 이상 ~ 2세 미만			2세 이상		
	계	암	수	계	암	수	소계	암	수	소계	암	수	소계	암	수
신태인읍	225	204	21	20	20	20	58	37	21	147	147				
북면	276	276	0	23	23		30	30		223	223				253
입암면	167	160	7	27	27	5	26	26	2	107	107				107
소성면	643	643	30	114	114	12	103	103	18	426	426				416
고부면	321	321	0	47	47		113	113		161	161				156
영원면	0	0	0	0	0		0			0					
덕천면	3,090	3,020	70	80	80	20	300	300	50	2,640	2,640				2,600
이행면	413	413	13	96	96	12	105	105	1	212	212				212
정우면	84	84	0	0	0		40	40		44	44				
태인면	619	619	0	107	107		185	185		327	327				316
감곡면	186	166	20	0	0	10	10	10	10	156	156				156
웅동면	138	138	0	27	27		25	25		86	86				
칠보면	0	0	0	0	0		0			0					
산내면	0	0	0	0	0		0			0					
산외면	0	0	0	0	0		0			0					
수성동	0	0	0	0	0		0			0					
장명동	178	134	10	25	25	10	109	109		0					
내장상동	0	0	0	0	0		0			0					
시기동	0	0	0	0	0		0			0					
연지동	0	0	0	0	0		0			0					
동소동	67	67	0	12	12		33	33		22	22				23
상교동	0	0	0	0	0		0			0					
합계	6,407	6,245	161	578	578	69	1,116	1,116	102	4,551	4,551				4,239

표 36 읍면동 별 돼지 열령별 사육누수

읍면동	계	2개월 미만	3~4개월 미만	5개월이상~6개월미만		6개월 이상 ~ 8개월 미만		8개월 이상		
				소 계	암	소 계	암	소 계	암	
신태인읍	5,200		4,900		300	300		0		
북면	12,796	2,900	3,240	4,181	1,200	1,200		1,275		
임암면	8,000	3,133		4,000				867	9	
소성면	20,289	4,707	3,342	4,620	5,590	4,940	650	2,030	1,950	
고부면	9,671	2,400	1,864	2,050	1,873	1,280	593	1,484	1,280	
영원면	1,961	371	640	500	450	450		0		
덕천면	49,149	12,602	15,360	14,830	1,578	1,548	30	4,779	4,759	
이평면	20,568	3,812	7,163	3,700	5,492	5,012	480	401	382	
장우면	7,469	530	970	5,070	895	399	496	4	4	
태인면	43,350	14,500	22,000	500	6,350	6,350		0		
감곡면	66,243	20,000	20,000	21,310	1,020	1,000	20	3,913	3,830	
용동면	29,310	5,650	8,450	7,240	5,100	4,700	400	2,870	2,870	
칠보면	17,630	2,100	4,500	4,300	5,560	560	5,000	1,170	1,155	
산내면	95				0			95	75	
산외면	6,168	1,600	1,500	1,100	1,138	700	438	830	700	
수성동	0				0			0		
장명동	349	40	53	60	65	50	15	131	80	
내장상동	555	100	100	100	200	200		55	55	
시기동	0				0			0		
연지동	0				0			0		
농소동	3,100		3,100		0			0		
상교동	15,567	3,054	2,800	3,900	3,970	2,110	1,860	1,843	1,816	
합 계	317,470	77,499	99,982	77,461	40,781	29,599	11,182	21,747	20,236	
										1,511

표 37 읍면동별 닭 열령별, 용도별 사육누수

읍면동	연령 별 성 별 마 리 수						용도별 마 리 수					
	계	3개월 미만		3~6개월 미만		6개월 이상		계	종 계	산란계	육용계	검용계
		3개월 미만	3~6개월 미만	3~6개월 미만	6개월 이상							
신태인읍	243,378	238,200	4,951	227	243,378	487	242,891					
북면	850,400	620,000	230,000	400	850,400		850,400					
입암면	465,260	464,860	100	300	465,260		464,860				400	
소성면	350,200	10,000	322,700	17,500	350,200	25,000	325,200					
고부면	257,500	227,000	2,000	28,500	257,500	28,500	229,000					
영원면	179,000	14,000	165,000		179,000	14,000	165,000					
덕천면	395,000	305,000	40,000	50,000	395,000		395,000					
이평면	503,000	400,000	7,890	95,110	71,000	35,000	36,000					
정우면	470,000	470,000			470,000	13,000	457,000					
태인면	680,000	305,000	360,000	15,000	680,000	50,000	615,000					
감곡면	987,500	935,500		52,000	987,000	52,000	935,000					
웅동면	361,700	142,855	95,340	123,505	361,975	115,000	246,700				275	
칠보면	128,500	125,200	300	3,000	128,500		125,500		3,000			
산내면	20	20			0							
산외면	165,000	165,000			165,000	70,000	95,000					
수성동	0				0							
장명동	200,000	200,000			200,000		200,000					
내장상동	6,765		6,765		6,765		6,765					
시기동	0				0							
연지동	0				0							
농소동	126,000	36,000		90,000	126,000		90,000		36,000			
상교동	22,885	1,585	21,000	300	22,885	300	21,100		1,400		85	
합 계	6,392,108	4,660,220	1,256,046	475,842	5,439,213	374,300	5,500,416		84,387		760	



### 가. 가축분뇨발생량 산정

각 읍면동별 사육 가축 두수를 이용하여 가축분뇨발생량을 산정하였으며, 각 발생량을 바이오매스로써의 가치평가를 진행 하였다. 가축분뇨발생량 기준은 1999년 환경부에서 고시한 기준을 적용하여 산출 하였다.

표 38 가축별 분뇨 발생 원단위

축종별 (단위)	기존 환경부고시('99)				'08 배출원단위			
	분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소.말 (L/두.일)	10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젓소 (L/두.일)	24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지 (L/두.일)	1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계 (L/1,000수.일)	미고시			124.7			124.7
	육계 (L/1,000수.일)	미고시			85.5			85.5

표 39 축종별 분뇨발생량

읍면동	한육우	젓소	돼지	닭		
	ton/일	ton/일	ton/일	산란계	육용계	총 합
				ton/일	ton/일	ton/일
신태인읍	27.3	8.5	26.5	0.1	20.8	20.8
북 면	62.4	10.4	65.3	0.0	72.7	72.7
입암면	47.5	6.3	40.8	0.0	39.8	39.8
소성면	25.3	24.2	103.5	0.0	27.8	27.8
고 부 면	51.8	12.1	49.3	3.6	19.6	23.1
영 원 면	36.9	0.0	10.0	0.0	14.1	14.1
덕 천 면	69.6	116.5	250.7	0.0	33.8	33.8
이 평 면	77.3	15.6	104.9	0.0	3.1	3.1
정 우 면	153.3	3.2	38.1	0.0	39.1	39.1
태 인 면	58.9	23.3	221.1	1.9	52.6	54.5
감 곡 면	84.4	7.0	337.8	0.0	79.9	79.9
용 동 면	55.3	5.2	149.5	0.0	21.1	21.1
칠 보 면	57.7	0.0	89.9	0.4	10.7	11.1
산 내 면	32.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
산 외 면	102.1	0.0	31.5	0.0	8.1	8.1
수 성 동	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
장 명 동	7.9	6.7	1.8	0.0	17.1	17.1
내장상동	3.8	0.0	2.8	0.0	0.6	0.6
시 기 동	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
초 산 동	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
연 지 동	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
농 소 동	11.6	2.5	15.8	4.5	7.7	12.2
상 교 동	30.3	0.0	79.4	0.2	1.8	2.0
총 계	995.9	241.5	1619.1	10.5	470.4	480.9

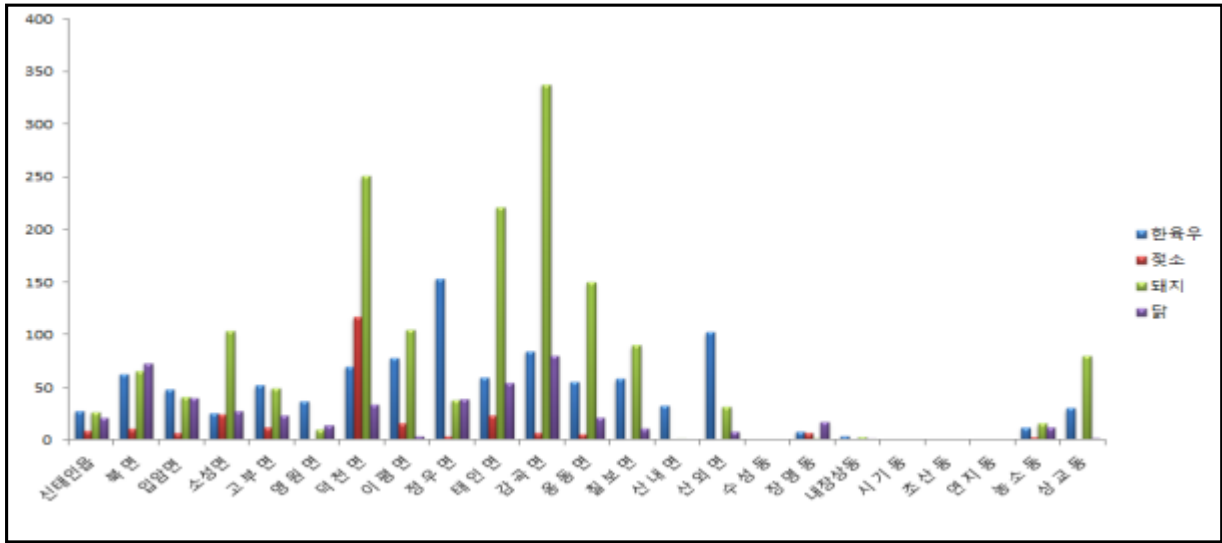


그림 11 읍면동 축종별 분뇨발생 현황

## 5. 가축분뇨 처리 현황

표 40 가축분뇨 처리현황 (단위 : 톤/년, %)

발생량 (톤/년)	공동자원화	가축분뇨열 병합	농가개별처리		액비화	공공처리장 (정화방류)
	(에너지화) 액비화		퇴·액비화	정화처리		
2,066,490	72,816	24,272	1,724,852	73,000	116,800	54,750

## 제7절 바이오매스 처리시설 현황

### 1. 폐기물 매립지 및 소각시설

#### 가. 쓰레기 처리 현황

표 41 쓰레기배출량 (톤/일)

년도	총량	매립	소각	재활용	해역배출	기타(보관)
2006	89	12	32	45	0	0
2007	1,183	61	471	591	40	19
2008	1,062	23	100	898	40	0
2009	1,027	107	37	850	34	0
2010	871	39	66	730	36	0
2011	1,211	341	122	458	29	261

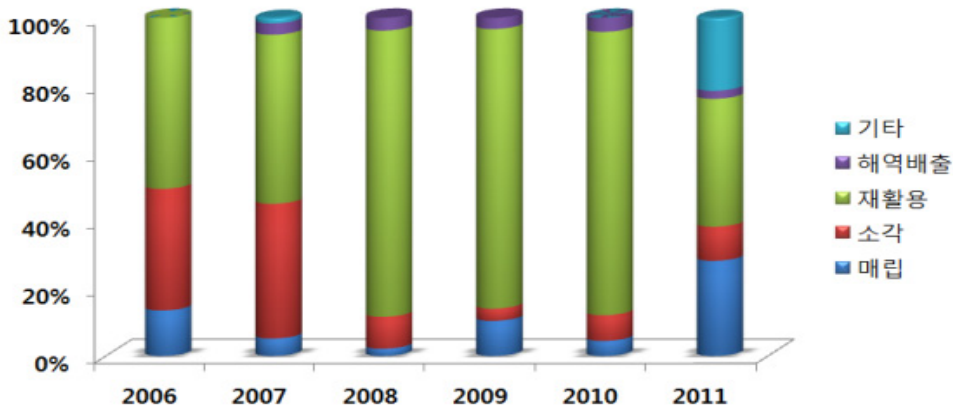


그림 12 쓰레기 배출량

### 2. 가축분뇨 처리(자원화) 시설

연번	상호명	1일 처리량	비고
1	(유)친환경대현그린	분뇨 70톤, 음폐수 30톤, 전기발생량 - 7,344KW	
2	친환경 양돈영농조합	분뇨 70톤	
3	대한양돈정읍영농조합	분뇨 100톤	
4	유원영농조합	분뇨 70톤	

## 제8절 바이오매스 발생 및 이용 현황

### 1. 폐기물계 바이오매스 발생현황

#### 가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
음식물쓰레기(계)		10,475.50
	-가정생활계	-
	-사업장생활계	10,475.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
가축분뇨(계)		1,218,189.00
	-젓소분뇨	88,148.00
	-한우(소,말)분뇨	363,504.00
	-양돈분뇨	175,529.00
	-계분뇨	591,008.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 다. 오니계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
오니(계)		14,308.00
	-하수처리오니	14,308.00
	-정수처리오니	-
	-공정오니	-
	-폐수처리오니	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐식용유(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
종이(계)		1,204.50
	-중량제봉투배출	912.50
	-재활용분리배출	292.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐목재(계)		219.00
	-사업장배출시설계	219.00
	-건설폐기물(건설폐제)	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
폐지(계)	-
-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	730.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

2. 미이용계 바이오매스 발생현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)	124,977.94
-벼짚	84,229.02
-왕겨	18,211.68
-보릿짚	2,916.33
-옥수수대	124.00
-콩대	636.00
-고구마줄기	3,151.80
-감자줄기	149.65
-수박줄기	3,438.04
-오이줄기	368.46
-호박줄기	5,106.00
-토마토대	988.08
-참깨줄기	301.60
-들깨줄기	435.00
-고추대	4,922.28

나. 목본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
목본계 농산부산물(계)		1,393.45
	-사과전정지	897.37
	-포도전정지	152.04
	-배전정지	344.04

다. 임지잔재 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
임지잔재(계)		353,719.55
	침엽수	234,080.07
	활엽수	72,661.27
	혼효림	46,978.21

3. 폐기물계 바이오매스 이용현황

가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
음식물쓰레기(계)		9,964.50
	-가정생활계	-
	-사업장생활계	9,964.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
가축분뇨(계)		650,968.00
	-젖소분뇨	88,148.00
	-한우(소,말)분뇨	363,504.00
	-양돈분뇨	120,641.00
	-계분뇨	78,675.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계



다. 오니계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
오니(계)		14,308.00
	-하수처리오니	14,308.00
	-정수처리오니	-
	-공정오니	-
	-폐수처리오니	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐식용유(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
종이(계)		1,204.50
	-중량제봉투배출	912.50
	-재활용분리배출	292.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐목재(계)		798.00
	-사업장배출시설계	694.00
	-건설폐기물(건설폐제)	104.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	730.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

4. 미이용계 바이오매스 이용현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		38,472.17
	-벼짚	35,376.19
	-왕겨	3,095.99

나. 임지잔재 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
임지잔재(계)	-
침엽수	-
활엽수	-
혼효림	-

## 제3장 바이오매스 이용계획

### 제1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정

#### 1. 바이오매스 부존량

##### 가. 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	10,475.50	63.60	1,632.70	48.35	1,843.63	6,225.62
		종량제 봉투배출	-	72.80	1,155.10	50.66	-	-
		재활용 분리배출	10,475.50	63.60	1,632.70	48.35	1,843.63	6,225.62
	가축 분뇨 (계)	소계	1,218,189.0	83.13	3,626.75	44.43	91,333.44	745,535.10
		젖소 분뇨	88,148.00	90.60	3,847.00	41.06	3,402.20	31,875.90
		한우 분뇨	363,504.00	87.12	3,847.00	41.06	19,224.01	180,113.91
		양돈 분뇨	175,529.00	94.08	4,516.00	39.40	4,094.18	46,927.19
		닭 오리	591,008.00	76.30	3,194.33	48.50	67,933.41	447,426.74
	오니	소계	14,308.00	77.30	633.33	45.66	1,482.89	2,057.01
		하수처리 오니	14,308.00	77.30	633.33	45.66	1,482.89	2,057.01
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	-	57.53	1,293.67	47.37	-	-
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-

목재	소계	-	-	-	-	-	-
	종량제 봉투배출	-	20.90	3,495.20	48.14	-	-
	재활용 분리배출	-	23.00	3,424.00	47.80	-	-
종이	소계	1,204.50	17.58	3,142.55	44.72	443.92	3,119.58
	종량제 봉투배출	912.50	18.70	3,073.80	44.77	332.13	2,280.34
	재활용 분리배출	292.00	14.10	3,357.40	44.56	111.77	842.13
폐목재	소계	219.00	11.43	3,817.33	60.60	117.54	740.44
	사업장 배출시설계	219.00	11.43	3,817.33	60.60	117.54	740.44
	건설 폐기물	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	730.00	56.47	2,388.67	52.22	165.95	759.10
<b>폐기물계 합계</b>		<b>391,226.60</b>				<b>21,614.90</b>	<b>194,781.54</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

#### 나. 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	102,440.70	51.52	3,759.78	41.70	20,948.80	188,673.36
		벼짚	84,229.02	59.86	3,710.00	41.10	13,895.72	125,433.35
		왕겨	18,211.68	12.97	3,990.00	44.50	7,053.08	63,240.00
	잡곡	소계	124.00	72.65	3,990.00	47.73	16.19	135.32
		옥수수줄기	124.00	72.65	3,990.00	47.73	16.19	135.32
	맥류	소계	2,916.33	59.86	3,710.00	41.10	481.12	4,342.98
		보릿짚	2,916.33	59.86	3,710.00	41.10	481.12	4,342.98
	두류	소계	636.00	65.71	4,490.00	48.70	106.21	979.20
		콩줄기	636.00	65.71	4,490.00	48.70	106.21	979.20

서류	소계	3,301.45	90.01	3,872.78	42.70	140.79	1,276.93
	고구마줄기	3,151.80	90.01	3,890.00	42.70	134.45	1,224.82
	감자줄기	149.65	90.08	3,510.00	42.70	6.34	52.11
과채류	소계	9,900.58	66.34	4,046.81	44.80	1,496.42	13,489.21
	수박잔사	3,438.04	84.37	4,060.00	44.10	236.98	2,181.70
	오이잔사	368.46	43.11	3,920.00	45.00	94.33	821.70
	호박잔사	5,106.00	52.22	4,060.00	45.00	1,097.84	9,904.97
	토마토줄기	988.08	85.23	3,980.00	46.10	67.28	580.84
조미채소	소계	4,922.28	79.72	4,480.00	48.30	482.15	4,472.11
	고추줄기	4,922.28	79.72	4,480.00	48.30	482.15	4,472.11
특용작물	소계	736.60	15.38	4,169.06	47.43	295.65	2,598.62
	참깨줄기	301.60	15.38	4,110.00	46.90	119.70	1,048.93
	들깨줄기	435.00	15.38	4,210.00	47.80	175.95	1,549.69
과실류	소계	1,393.45	32.73	4,674.61	50.46	472.56	4,377.61
	사과전정지	897.37	32.88	4,687.50	50.40	303.59	2,823.57
	포도전정지	152.04	47.20	4,790.00	52.10	41.82	384.53
	배전정지	344.04	25.94	4,590.00	49.90	127.14	1,169.51
임지잔재	소계	353,719.55	52.36	4,912.27	50.19	84,150.20	820,368.18
	침엽수	234,080.07	64.00	5,000.00	50.70	42,724.29	421,344.13
	활엽수	72,661.27	25.00	4,706.00	49.00	26,703.02	256,457.94
	혼효림	46,978.21	36.70	4,794.20	49.51	14,722.89	142,566.12
미이용계 합계		480,090.94				108,590.08	1,040,713.51
폐기물계/미이용계 합계		1,725,216.94				203,977.45	1,799,150.37

## 2. 바이오매스 이용 목표

대상지역	전라북도 정읍시						
면적	692.8 km2		인구		122,370 명		
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•정읍시 발생하는 가축 분뇨 및 농산 바이오매스의 발생량이 다량으로 발생함</li> <li>•가축분뇨 중 돈분뇨의 발생이 우세인 지역</li> <li>•벼농사 중심으로 경종 분야 바이오매스의 생산량이 높음</li> </ul>						
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률	
	폐기물계 바이오매스		1,245,126		677,394	55%	
	음식물쓰레기	가축분뇨		10,476	9,965	사료, 퇴비	95%
		가축분뇨	젓소	1,218,189	650,968	퇴·액비	53%
			한우	88,148	88,148	퇴비	100%
			양돈	363,504	363,504	퇴비	100%
			양돈	175,529	120,641	퇴·액비	69%
			닭·오리	591,008	78,675	퇴비	13%
			오니	14,308	14,308	연료, 부숙토	100%
		폐식용유	-	-	-	-	
		목재	-	-	-	-	
		종이	1,205	1,205	소재	100%	
	종량제봉투	재활용분리	913	913	소재	100%	
		재활용분리	292	292	소재	100%	
	폐목재	219	219	연료(소각)	100%		
	폐지	-	-	-	-		
	동식물성 잔재물	730	730	퇴비, 사료	100%		
미이용계 바이오매스		480,091	38,472	연료(소각)	6%		
농산부산물		124,978	38,472	사료, 퇴비, 부숙토	34%		
임산부산물		-	-	-	-		
바이오매스 활용시설 (기존)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설			
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비		
	시설명	1개소	자원화시설 3개소	없음	없음		
	원료	돈분	돈분	없음	없음		
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대형 바이오가스 플랜트 추가건설을 통한 바이오가스 에너지화</li> <li>•축산농가 및 시설재배지의 에너지 공급</li> <li>•혐기소화액의 액비화를 통한 액비공급</li> </ul>						
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요						
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 203,977 TC</li> <li>•이용량: 59,805 TC</li> <li>•이용률: 29%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치- 돈분뇨 36,500톤 신규 이용</li> <li>•음식물쓰레기 100% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 31%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•농산부산물의 효율적 이용수립계획 마련을 통한 농산부산물 40% 이용</li> <li>•바이오가스센터 추가 건설을 통한 에너지이용률 향상</li> <li>•이용목표(탄소환산): 57%</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,730 TC</li> <li>•에너지이용률: 1.8%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 6,467 TC</li> <li>•에너지 이용목표(탄소환산): 3.2%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 50,574 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 25%</li> </ul>			

## 제2절 정읍시 물질수지 분석

양분의 투입에서 산출까지의 각 단계별 양분수지를 그림 13을 바탕으로 추정하면, 축종별로 발생하는 가축분뇨는 자원화처리를 거쳐 농경지에 환원되거나 정화시설을 통해 하천에 방류된다.

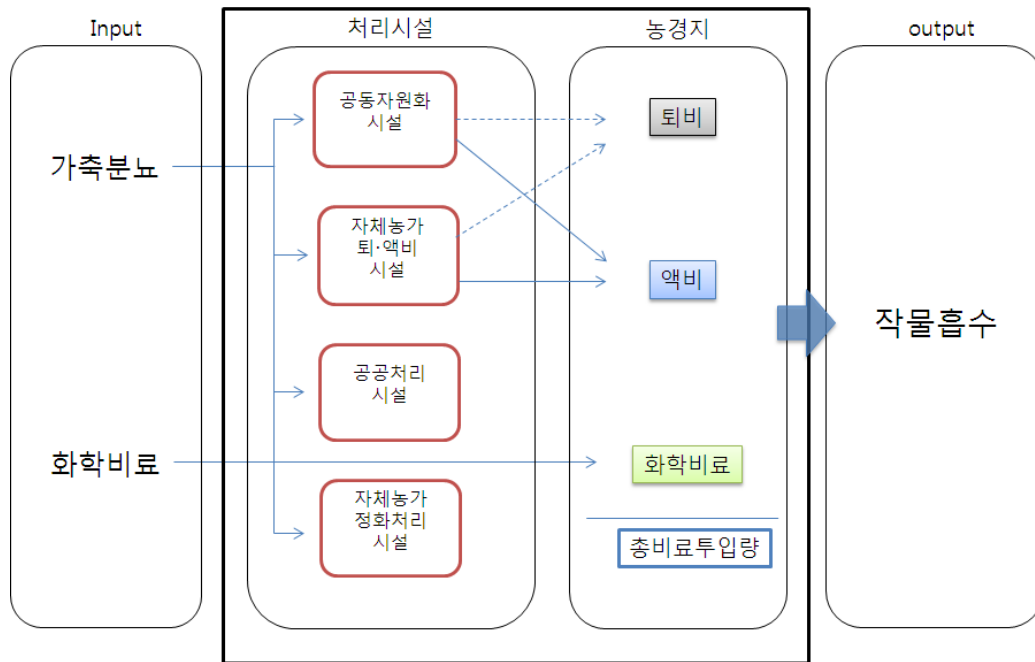


그림 13 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도

수확모형은 지역별로 가능한 모든 경로와 요인들을 고려하여 물질흐름을 표현하고자 하였다. 우리나라의 가축분뇨 유래 퇴·액비 흐름을 살펴보면 일반적으로 공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입되어 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어진다.

이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 그림 14에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다.



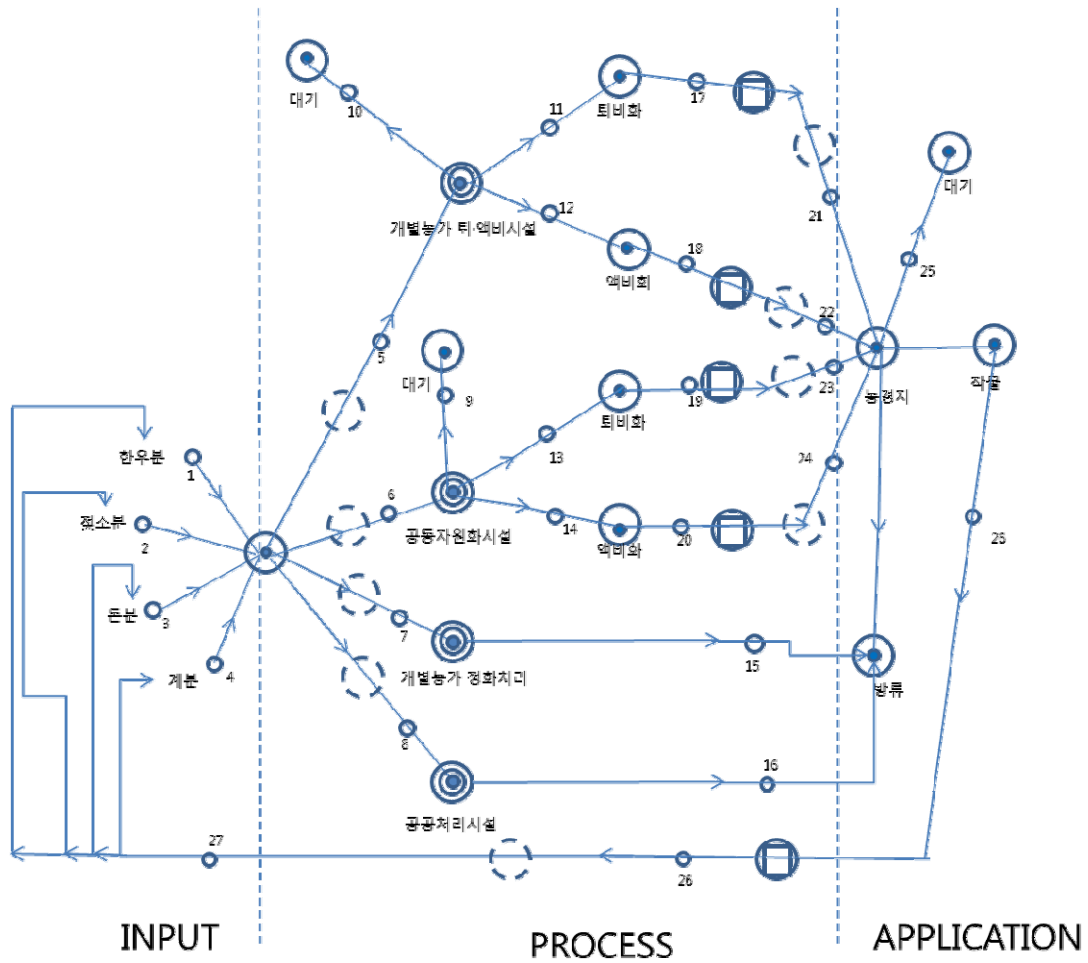


그림 14 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델

정읍은 많은 가축분뇨 발생량을 보이고 있으며 돈분이 상대적으로 많이 발생하고 있다. 발생한 가축분뇨의 대부분이 개별농가 퇴·액비화시설(전체의 약 89%)을 통해 처리되고 있고, 퇴비처리가 압도적으로 많았다. 농가차체 정화처리시설은 3.5%, 공공처리시설 2.65%, 공동자원화 시설은 4.7%의 규모로 운영되고 있다.

표 43 정읍지역 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

지역	축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/년)				
		사육두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총 발생량 (톤/년)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리 시설	공공 처리 시설	위탁(공동자원화 시설)
정읍	한우	72,693	363,501	1,322,610 (100%)	1,104,379 (83.5%)	74,727 (5.65%)	46,291 (3.5%)	35,049 (2.65%)	62,163 (4.7%)
	젓소	6,407	88,164						
	돼지	317,470	590,970						
	닭	6,392,108	279,974						

일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 돈분과는 처리형태가 다르다. 함수율 차이 때문인데, 한육우분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 주로 퇴비의 제조에 활용된다. 반면 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높아 고액분리를 통한 퇴비생산 즉, 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 액비와 고형분을 가공한 퇴비로 나누어 처리한다. 그럼 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 식[4]와 같이 표현할 수 있다. TLF 는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생된 돈슬러리량과 고액분리비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots[4]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9 에 해당한다. 고액분리 후의 돈분 고형분, 수거된 우분, 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화과정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 수분조절제인 톱밥 또는 왕겨가 추가되나 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 그 필요성이 저감된다는 점과 비용소모적인 이유로 사용이 까다롭다는 점을 적용하여 톱밥은 본 계산에서 제외하였다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots[5]$$

여기서 SD는 연간 공급되는 톱밥의 양을 나타낸다. 또한 식[3]을 참고하면  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$  으로  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$  와  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$  는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우 또는 젃소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$  을 나타내고  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량을 의미한다. 위의 정의들에 의해  $T_{LF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + sd_b X_{sd} \\ mp_c X_c + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots[6]$$

여기서  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust

$X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소  $X$  의 비율<sup>108)</sup>

따라서 각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_bN_b \\ mp_cN_c \\ mp_dN_d \end{pmatrix} ; N \dots\dots\dots [7]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_bP_b \\ mp_cP_c \\ mp_dP_d \end{pmatrix} ; P \dots\dots\dots [8]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_bK_b \\ mp_cK_c \\ mp_dK_d \end{pmatrix} ; K \dots\dots\dots [9]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,i}pX_{a,l}mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,i}pX_{a,l} \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [10]$$

108) 농촌진흥청. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구를 참조; 한우의 경우 질소(0.5%), 인(0.6%), 칼리(0.18%); 젖소의 경우 질소(0.33%), 인(0.49%), 칼리(0.49%); 돼지의 경우 고상물은 질소(0.96%), 인(0.83%), 칼리(0.42%), 액상물은 질소(0.8%), 인(0.09%), 칼리(0.53%); 닭은 질소(1.29%), 인(0.46%), 칼리(0.59%)를 각각 적용함

퇴비 내의 원소 X의 총량은

$$T_{SX} = r_{a,s} [(1-p)X_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_bmp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_cmp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_dmp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots\dots\dots[11]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다. 액비의 호기성 처리과정중 질소손실은 약 32%로 가정한다. 돈사체계에 따라 질소 손실률이 달라지는데 깔개를 넣어 키우는 돈사가 각각 25%, 50% 의 질소손실을 보였다(Rotz, 2004).

다음 단계인 저장단계에서 약 10% 추가적인 질소 손실을 보이는데 이는 돈사에서 처리되는 과정까지 평균 30% 의 질소손실이 발생하는 것으로 가정할 수 있다. 1차 년도 현장조사에서 나온 데이터 (처리과정 전의 질소량과 처리후의 질소량) 역시 비슷한 수치를 나타냈는데 이를 적용해 질소손실을 산출해보면 약 34%의 질소 손실을 나타냈다. 따라서 평균 32%의 질소 성분이 액비화과정중에 공기 중으로 휘산 된다고 가정하고 나머지 값을 계산하였다.

고상물 퇴비화과정의 경우 질소소실은 약 29%로 가정한다. 20~40% 질소가 퇴비화 과정중에 소실되고, Sommer(2001)의 실험에 의하면 가축분뇨의 퇴비화과정에서 약 28%의 질소소실이 발생했다고 보고하였다. 따라서 대략 평균 29%의 질소가 퇴비화과정 중에 소실된다고 가정하고 계산 하였다. 가축분뇨 자원화과정에서 인산과 칼리의 자원화 활용률은 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해, 인산과 칼리 약 10%가 미활용된 90%를 각각의 보정계수로 적용하였다(MWPS 1993). 이렇게 손실되는 양분은 네트워크 모델에서 과정 9, 10에 해당한다.

가축분뇨 총 발생량 중 질소, 인, 칼리를 중심으로 살펴보면, 질소는 10,535톤/년, 인은 4,856톤/년, 칼리는 5,550톤/년의 양분을 각각 포함하고 있다 표 44. 한우, 젓소, 닭에서 발생하는 분뇨는 바로 퇴비화 처리로 가정을 하여 분리하였고, 돈분의 경우는 고액분리를 통해 분리 후 저장되는 경우로 적용하여 계산을 하였다.

표 44 정읍지역 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))

지역	가축분뇨 형태	축종	질소(N)	인(P)	칼리(K)
정읍	퇴비	한우	1,818	2,181	654
		젓소	291	432	432
		닭	3,605	1,274	1,645
		돼지	567	491	248
	액비	돼지	4,255	479	2,819
	총계			10,535	4,856

각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 처리시설로 옮겨져 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 이 과정을 통해 배출되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 6,912톤, 인은 4,108톤, 칼리는 4,906톤에 해당한다.

표 45 정읍지역 가축분뇨 처리시설을 통한 양분의 흐름(처리 후(後))

지역	퇴비종류	질소(N)	인(P)	칼리(K)
정읍	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	223	197	134
	액비	145	22	127
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	3,969	3,506	2,386
	액비	2,575	383	2,258
	총량	6,912	4,108	4,906

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33% 로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지표면 살포 시 소실될 것으로 가정한다. 정읍에서는 질소 10,535톤/년, 인 4,856톤/년, 칼리 5,550톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 생성된다. 각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 각 처리시설로 수송되어 퇴·액비화 과정을 거치게 되는데 정읍의 가축분뇨 처리현황을 보면 대부분 개별농가 퇴·액비시설을 통해 자원화 처리되는 것을 확인할 수 있다, 따라서 공동자원화시설 및 개별농가 처리시설을 통해 자원화되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 6,912톤, 인은 4,108톤, 칼리는 4,906톤에 해당하는 것으로 나타났다.

여기서 질소의 경우 농경지 직접살포(broadcast application)시 공기 중으로 휘산되는 소실률을 적용하여 산정하면, 정읍의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 5,176톤/년이 될 것으로 예측된다.

## 제4장 바이오피아 추진안

### 제1절 사업 체계

Biopia의 사업 추진 체계는 총 3단계의 과정으로 1단계에서는 사업주체가 사업을 추진하기 위한 기초조사를 수행함으로써 이용 가능한 바이오매스 및 에너지사용량 등을 산정함으로써 사업의 가능성을 확인하는 단계이다.

1단계에서는 타당성조사, 사업성 및 가능성의 검토, 지원금 및 사업비의 책정 등의 작업을 수행하며, 주민들의 여론을 수렴하여 사업 계획에 반영한다.

2단계에서는 바이오매스를 이용하는 이용기술 및 생산된 신·재생에너지의 활용기술 등을 선택하여 실질적으로 사업 추진에 있어 필요한 기술의 조사와 부지 선정 등을 수행한다. 또한 선정부지의 주민들에게 홍보와 교육을 통하여 인식전환을 시킴으로써 사업에 따른 민원발생 사전에 해결하고 생산된 에너지의 소비를 조장한다. 기술들의 선택 후 경제성분석 및 사업성을 평가한다.

3단계에서는 Biopia 사업 추진단계로 생산 이용 시스템의 개발과 실증사업을 실행한다. 3단계에서 사업계획서를 작성 사업을 추진한다.

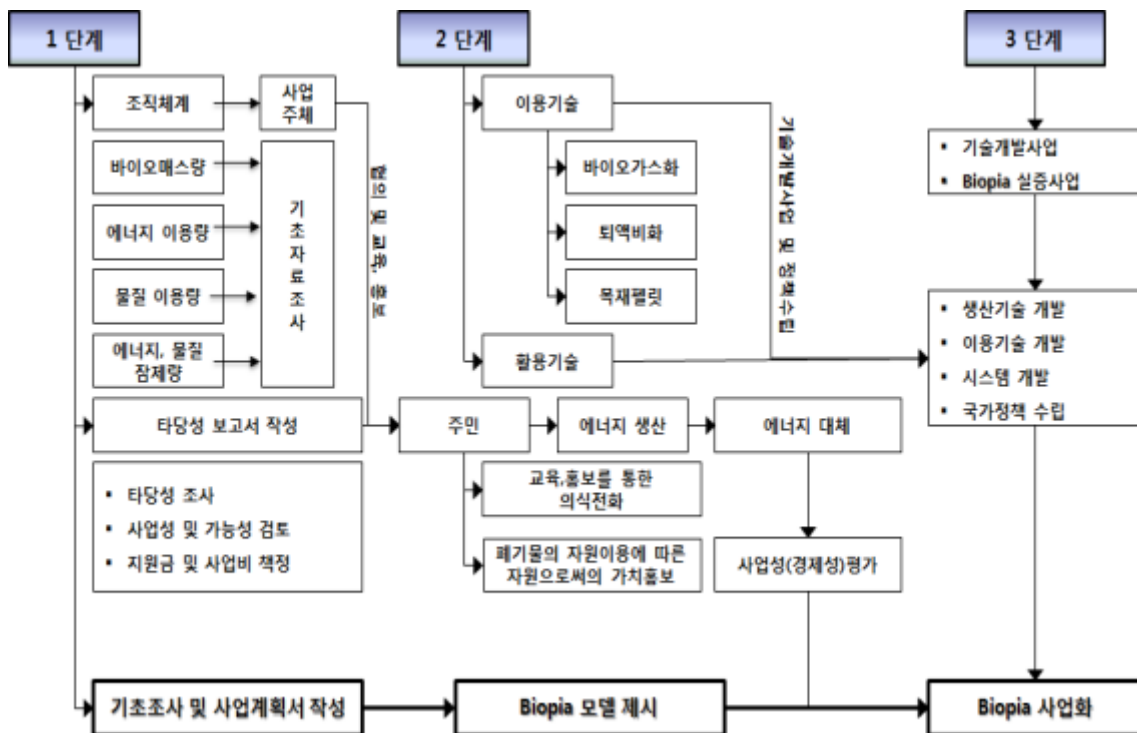


그림 15 사업 추진체계

## 제2절 사업추진 조직 및 방침

### 1. 사업추진 조직

바이오피아 조성을 위해서는 사업조직을 만들고 이에 대한 추진체계를 구성해야 한다. 정부와 지자체에서는 농업부문 바이오매스 정책을 총괄하는 전담부서 또는 전담인력을 확충할 필요가 있다.

이에 관련한 전문부서를 두어 폐자원 및 바이오매스자원에 대한 자원화와 에너지화 뿐만 아니라 농업·농촌·환경·에너지 정책의 통합 관점에서 정책과 기술을 개발하고, 관련 법·제도에 대한 검토 등의 역할을 수행하도록 하고 자원관리에 대한 네트워크 및 전략적 지식관리의 허브 기능을 수행한다.

또한, 전문가 협의체를 구성하여 민관이 협력하고 네트워킹 할 수 있는 컨트롤타워 기능을 수행하고 관련주체들이 참여하는 소통의 장을 활성화해야 한다.

이를 위해 바이오매스와 폐자원에 대한 관련 지식기반을 구축하고 공유할 수 있는 공간을 제공하여 관련주체들이 세부 정책 사항이나 연구, 정보 및 추진사항 등에 관해 상호협력적으로 진행해야 한다. 그리고 폐자원 및 바이오매스 자원과 관련해서는 정부기관, 민간기업, 다수의 블로거 등에서 정보시스템을 개발하여 운영 하거나 자체 홈페이지를 구축하여 운영하고 있다.

이러한 정책의 원활한 추진을 위한 정확한 바이오매스 통계, 전문인력 육성 대책 등도 필요하다. 주체들의 역할을 그림 16에 나타낸 것과 같이 중앙정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역지도자, 지역주민으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

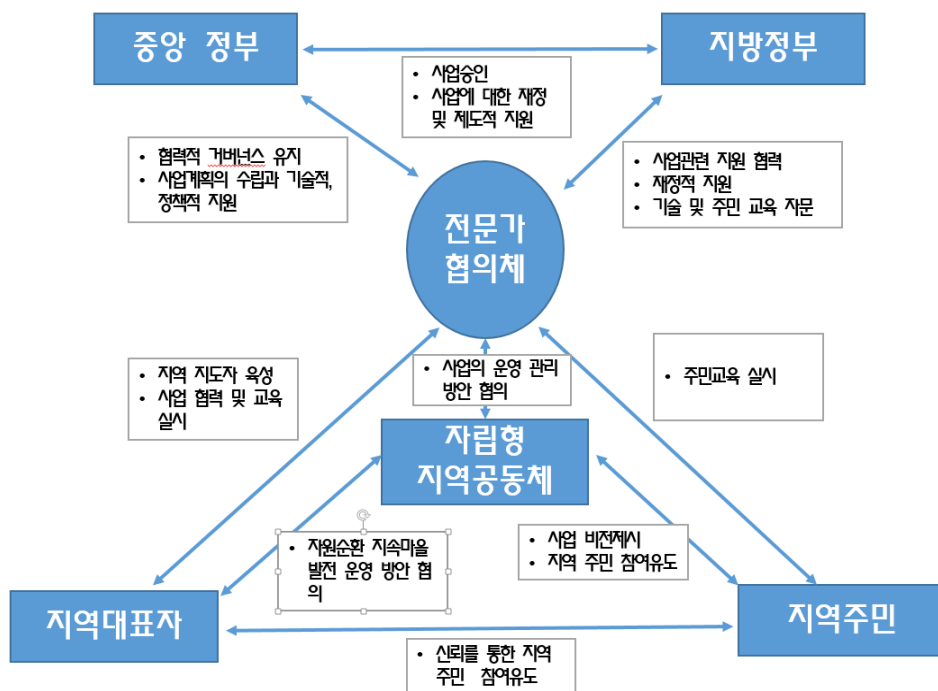


그림 16 바이오피아 조성 사업 참여주체와 역할

## 2. 추진주체별 역할 및 방침

### 가. 중앙정부

- 바이오피아 초기 도입단계에서 중앙정부 차원의 법과 제도적, 재정적 지원으로 인해 추진과정에서 다소 어려움이 초래될 소지가 많은데, 중앙정부는 다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원한다.
- 지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립할 수 있도록 유도한다.
- 바이오피아 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련한다.
- 조기에 가시적 성과 중심의 정책보다 중장기적으로 올바른 시스템 구축 및 원활한 운영을 위해 협조한다.

### 나. 지방정부

- 독단적인 의사결정이 아닌 전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피아 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 제도적 장치를 확립한다.
- 또한 바이오피아 시스템에 대한 간섭을 배제한다.
- 바이오피아 시스템 필요성에 대한 이해와 함께 충분한 토론 및 검토과정이 필요하며, 전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 이해와 협조한다.
- 바이오피아 조성을 위해 행정적·재정적 지원을 할 뿐만 아니라 지역 주민·시민단체 전문가들과의 협력에 필요한 지원을 한다.

### 다. 전문가 협의체

- 전문가 협의체는 학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오피아 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가들로 구성한다.
- 정부, 지방정부, 지역지도자, 지역주민 간의 협력네트워크 구축을 통해 바이오피아 추진 계획 수립, 관련 기술에 대한 전문적 컨설팅을 지원하면서 중앙정부, 지방정부와 주도적으로 사업을 추진하며, 선정지역 지역 공동체와 협력관계를 유지하면서 사업을 진행한다.
- 또한, 지역 지도자, 지역 협의체와 지역주민을 대상으로 바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역 주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여한다.
- 자원의 발굴과 이들 자원의 사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지방정부에 제공한다.



- 사업추진에 있어 요구되는 계획수단 및 전략수립 등에 대한 기술·정보·지식을 중앙정부와 지방정부에 제공한다.
- 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시하고 사업의 효율적이고 성공적인 추진에 각종 대안을 제시한다.

## 라. 지역 지도자

- 지역 주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오 피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 바이오피아조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시키며, 지역 주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 지도자를 육성한다.
- 지역 지도자는 지역주민에 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌 수 있는 비전과 목표가 있어야 하며, 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 하며, 평소 자기계발에 충실해야 하며, 창의력과 융통성을 지녀야 하며, 자신의 생각이나 의견이 다른 주민들을 포용해야 한다.
- 지역 지도자는 주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지, 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 추진해야 하며, 주민조직의 구성 및 주민 자치규약의 제정하고 전문가 협의체와 협의하에 일을 추진하는 역할을 수행한다.
- 지역 마을 운영에 필요한 재정적 문제를 투명하게 관리하고 수익분배를 합리적으로 운영해야 하며, 생산과 체험소득 관련 자원 및 공동시설 자원이 효율적으로 운영관리해야 한다.
- 바이오피아 마을 조성을 위해 지역 사회에 적합한 비전을 제시할 수 있는 지역 민간 단체와 지역 산업에 종사하면서 지역발전에 기여할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 지역 산업대표들과의 협력을 통해 인적 네트워크를 강화해야 한다.

## 마. 지역 주민

- 바이오피아 조성의 주체자이자 최종적이 수혜그룹인 지역주민들은 계획 수립의 초기 과정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여한다.
- 교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적인 참여를 통해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화하고, 바이오피아 사업에 대한 미래상을 제시하고, 중장기적으로 재정적 자립을 위한 다양한 방안을 적극적으로 협력한다.

## 바. 자립형 지역공동체

- 신재생에너지를 중심으로 웰빙문화, 친환경생태 교육, 친환경녹색산업 등의 생활여건이 종합적으로 갖춰진 살기 좋은 자원순환 바이오피아 마을 구현 및 지역 마을의 수익창출을 위한 종합적 차원에서 접근하여 전반적인 사업운영 계획을 수립 한다.
- 사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진한다.
- 사업추진 역량이 축적된 기존 지역개발사업과의 연계를 추진한다.
- 사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진한다.

## 사. 추가 검토사항

- 시·군별 차이에 따른 허용수준을 감안해야 하며 지역간 농업환경의 차이를 감안하지 않고 바이오피아 모델을 모든 시·군에 동일하게 적용할 경우에 비효율이 발생할 수 있다.
- 따라서 시·군 특성에 맞는 시스템을 구축하게 되면 지역 실정에 맞는 바이오피아 실현이 가능하다는 장점이 있다.
- 민간단체의 재정 자립화는 의사결정의 독립성을 위해 매우 중요한 과제이기 때문에 시·군별로 특성에 맞는 다양한 장기적인 자립화를 위한 재원마련 방안을 구체적으로 마련할 필요가 있다.
- 또한, 중앙이나 지방정부 정읍 지원시 지원조건으로 실질적인 협의가 이루어질 수 있는 장치를 마련하여 실질적인 협의가 이루어진 지역에 사업정읍을 차등 지원하는 방안을 강구해야 한다.
- 바이오피아 조성을 위해 시·군 의회의 역할이 필요하다. 현재 시·군 의회의 농업정책에 대한 심의 및 의결기능은 대체로 미약하며 형식적인 상태이기 때문에 시·군 의회가 바이오피아 시스템과 보완적인 관계를 형성할 수 있는 강력한 다양한 방안을 강구해야 한다.

## 제3절 사업모델

### 1. 추진모델

대상지역인 정읍시 일대는 폐기물계바이오매스 부존량 중 가축분뇨가 차지하는 비중이 98%로 축산바이오매스가 매우 풍부한 지역이다. 바이오피아 조성 시 원료비교우위 측면에서 축산바이오매스자원을 중심으로 자원순환을 설계해야한다. 특히 돈분의 발생량이 다른 축종에 비해 많기 때문에, 이에 대한 처리 및 이용을 도모할 수 있는 시설이 필요하다고 판단된다. 그림 17은 바이오매스이용 시 세 가지 조건(원료, 전환기술, 수요처) 중 지역적 특성에 맞는 비

교우위모델을 추진하는 방법을 나타낸 것인데, 정읍지역은 원료비교우위에 따라 설계하는 것이 적합하다.

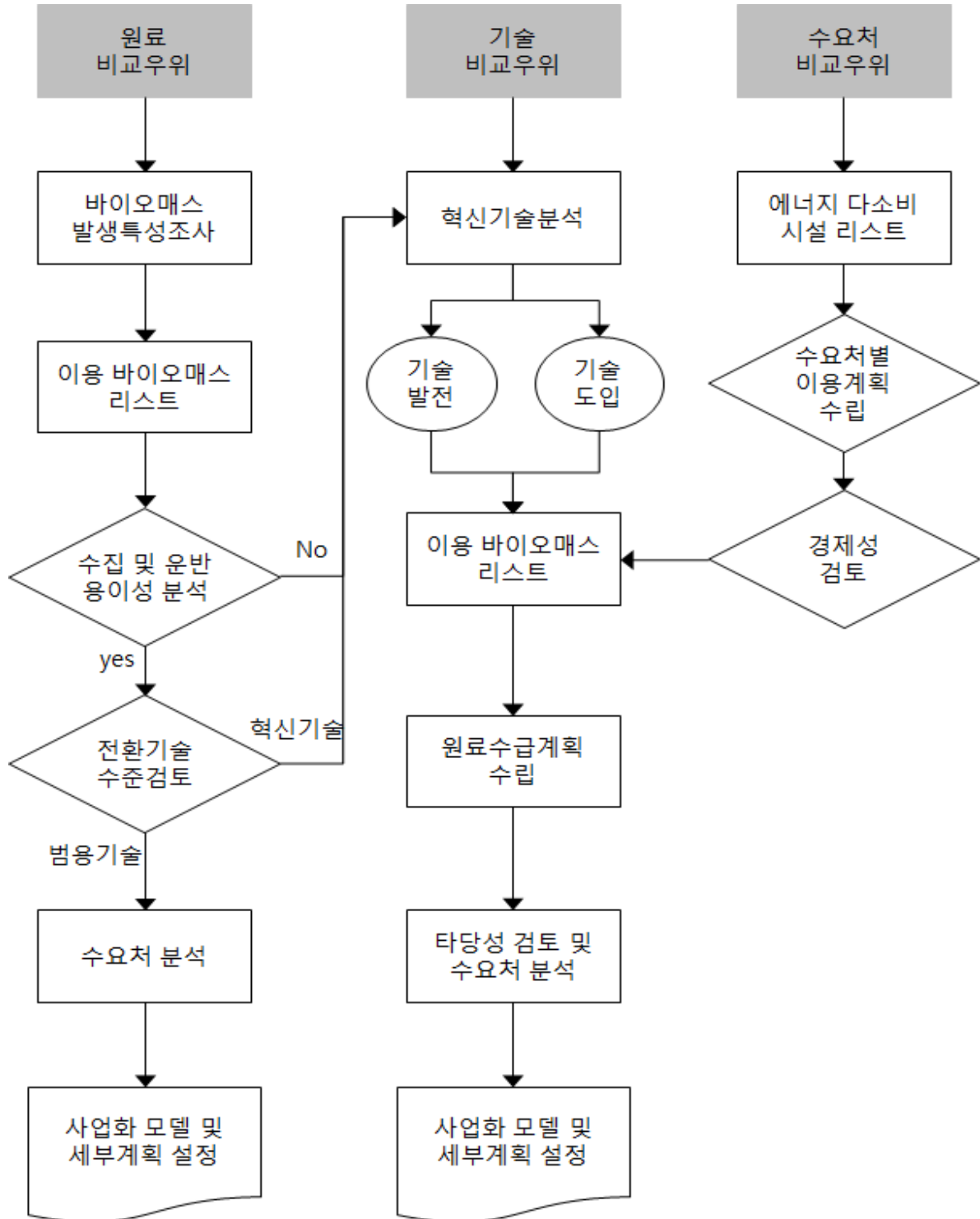


그림 17 비교우위모델 추진 방법

## 2. 사업화 모델

원료비교우위 추진모델에 입각하여 정읍지역의 바이오매스 발생특성 조사결과 이용에 적합한 원료로 가축분뇨바이오매스가 가장 우위에 있다. 그 중 돈분뇨의 부존량이 월등하게 많다.

정읍의 경우 영농조합 등에서 운영하는 가축분뇨자원화센터가 3개소가 있고, 돈분을 처리하여 퇴·액비로 이용하고 있다. 바이오가스플랜트는 정읍시 신태인읍에 일처리용량 100톤(돈분 70톤, 음폐수 30톤)규모가 활발히 운영 중이다.

한편, 정읍시 내 돈분의 부존량은 감곡면이 123,311톤/년으로 가장 많이 발생되고, 덕천면, 태인면에서 연간 80,000~100,000톤 정도로 다량 배출되는 데 거리상 넓게 분포하고 있는 편이다. 따라서, 돈분뇨를 활용한 바이오가스플랜트를 건립하여, 생산된 바이오가스의 에너지화 및 기존 공공처리시설과 병행하여 액비처리의 보강을 도모할 필요가 있다.

감곡면의 돈분뇨 발생량 자체가 크기 때문에 일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트가 신규 운영 시 지역 자체 내 원료공급 및 이용이 가능하다. 향후에는 넓게 분포되어 있는 돈분 다량발생 지역 별로 바이오가스플랜트의 추가건립을 통한 돈분뇨 이용 및 상대적으로 부족한 에너지부문 이용률을 향상할 필요가 있다.

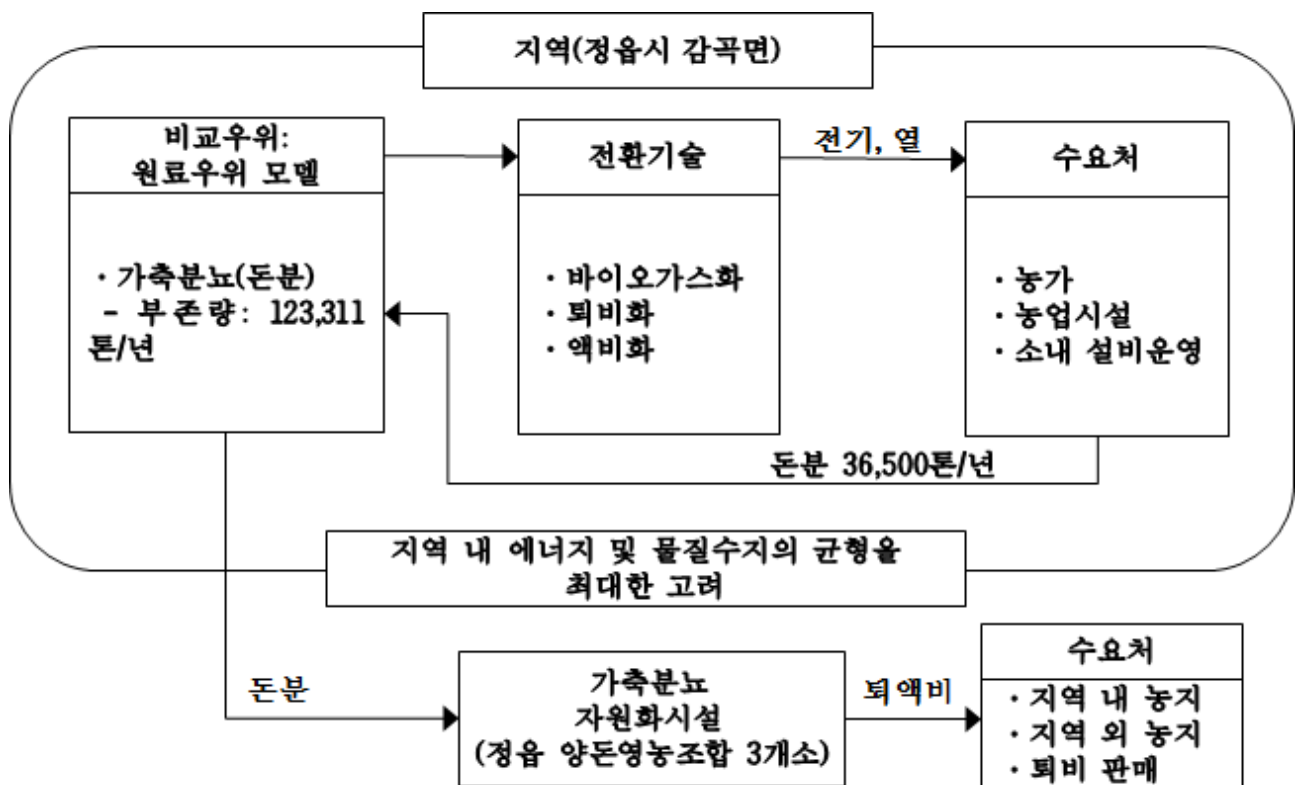


그림 18 정읍시 사업화모델(원료우위 광역형) 예시

## 제4절 경제성 분석

### 1. 경제성 평가방법

경제성 평가방법은 자본회수 기간법(PBP, Payback Period), 현금흐름 할인법(Discounted Cash Flow Method)과 회계적 이익률법을 일반적으로 사용하고 있다. 지역 에너지 센터의 경우 기간 시설인 관계로 현금흐름 할인법을 주로 이용하고 있지만 에너지 판매 계약을 통해 모든 수익이 발생하는 관계로 투자사업 프로젝트에 주로 사용하는 자본회수 기간법이 투자 평가를 판단하기에 수월할 것으로 예상된다. 따라서 바이오피아 프로젝트는 투자 가치평가를 위해 자본회수 기간법을 이용하여 순이익 시점을 산출하여 경제성을 평가한다.

### 2. 분석기준

해당 사업의 감가상각 기간은 15년을 적용하여 정액법에 의해 잔존가치를 0으로 보고 할인을 적용한다. 바이오가스플랜트의 규모는 100톤/day 로서 수입은 기존의 분뇨처리에 소모되는 비용인 16,000원/톤, 생산된 전력 및 열의 판매금액으로 각각 160.67원/kWh와 102.9원/MCal, 퇴비판매액으로 100,000/톤으로 적용하였다.

비용에 대한 기준을 살펴보면, 인건비의 경우 운영인력은 총 5인 기준으로 금액을 산정하였다<sup>109</sup>. 유지보수비는 기계공사비의 1.3%를 적용하였고, 금융이자의 경우 시설 총투자비의 30%인 20억원의 융자금에 대한 이율 4%를 적용하였다.

표 46 바이오가스플랜트 경제성분석 기준

항목	판매단가	단위	판매단가 적용근거	
수입	분뇨수거	16,000	톤	
	전기판매	160.67	kWh	2012 SMP평균단가
	열판매	102.9	Mcal	지역난방 열요금 "업무용"
	퇴비판매	100,000	톤	2,000원/20kg 적용

항목	산출근거	금액(천원)	
수입	분뇨수거	70톤/일*16,000원/톤*365일	408,800
	전기판매	338kWh/일*160.67원/kWh*365일	19,822
	열판매	485Mcal/일*102.9원/Mcal*365일	18,216
	퇴비판매	20톤/일*100,000원/톤*365일	730,000
	<b>수입 소계</b>		<b>1,176,838</b>
비용	인건비	소장 포함 5인	220,000
	전기료	기본료 + 설비가동	54,000
	유류비	원료수거(20톤x3회, 10톤x4회)	75,000
	유지보수비	기계공사비의 1.3%	38,025
	약품비	가성소다, polymer, 탈취제 등	166,000
	액비처리비	80톤/일*4,000원/톤*365일	116,800
	금융이자	융자 5억원의 4%	81,341
	복리후생비	인건비의 10%	22,000
<b>비용 소계</b>		<b>773,166</b>	

109) 인력별 임금책정(연봉기준) : 현장소장 8천만원/년, 원료수거 운송원 5천만원, 중급기술자 4천5백만원, 초급기술자 3천5백만원, 사무관리원 2천5백만원

### 3. 경제성분석

일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트는 350kW급 발전기가 사용되며, 초기 투자비용은 약67.7억 소요되는 것으로 조사되었다. 건축 및 토목공사로 18.9억원, 기계공사로 29.3억원, 전기공사는 5.3억, 설계 및 차량구입 등 기타비용으로 14.3억 정도가 소요된다.

바이오가스플랜트(100톤/일) 투자비(단위 : 천원)		비율
건축 및 토목공사		27.9%
	조경	0.4%
	건축물공사	5.2%
	터파기, 거푸집	5.8%
	철근, 콘크리트 공사	13.3%
	부대토목공사(방수등)	3.2%
기계공사		43.2%
	전처리설비	0.9%
	혐기성소화설비	17.7%
	발전설비	9.9%
	고형물처리설비	6.3%
	액비저장조설비	0.7%
	탈취설비	4.4%
	기타 설비	1.0%
	배관공사	2.2%
전기공사		7.8%
	수배전설비	1.3%
	전기배관, 배선	0.3%
	전력간선 및 동력, 건축전기공사	2.1%
	제어 및 계측시스템	3.4%
	기타공사(CCTV 등)	0.7%
기타		21.2%
	시운전비	0.7%
	설계비	2.2%
	차량구입비	3.7%
	연구개발비	0.7%
	부가가치세	8.6%
	기타경비(일반관리비, 보험료 등)	5.2%
합 계		100%

#### 4. 경제성 분석 결과

정읍지역의 바이오피아 조성 시 관련 시설입지로 인한 경제성을 국비 또는 지자체 지원정책의 변화에 따른 네 가지 시나리오로 분석하였다. 첫째 국비나 지방비의 지원이 없이 순수 자부담할 경우, 둘째 국비와 지방비 모두 지원받을 경우, 셋째 국비만 지원받을 경우, 마지막으로 지방비만 지원받았을 경우의 회수기간 및 수익률을 아래와 같이 분석하였다.

##### 가. 순수 자부담 시

순수 자부담 시 총 투자비는 6,778,400천원이며, 사업시행 후 9년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 나타났다. 이에 따른 연간수익률은 4.74%이다.

표 47 순수 자부담 시 바이오가스플랜트(100톤/일) 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			6,778,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-6,005,284	-88.59%
2년	773,116	-5,232,168	-77.19%
3년	773,116	-4,459,052	-65.78%
4년	773,116	-3,685,936	-54.38%
5년	773,116	-2,912,820	-42.97%
6년	773,116	-2,139,704	-31.57%
7년	773,116	-1,366,588	-20.16%
8년	773,116	-593,472	-8.76%
9년	773,116	179,644	2.65%
10년	773,116	952,760	14.06%
11년	773,116	1,725,876	25.46%
12년	773,116	2,498,992	36.87%
13년	773,116	3,272,108	48.27%
14년	773,116	4,045,224	59.68%
15년	773,116	4,818,340	71.08%
연간 수익률			4.74%

### 나. 국비와 지방비 모두 지원받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%와 지방비 40~50%로 지원받을 시 총 투자비는 1,75,800천원이며, 사업시행 후 3년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 37.29%로 매우 높은 결과를 나타냈다.

표 48 국비 및 지방비 모두 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			1,758,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-985,684	-56.04%
2년	773,116	-212,568	-12.09%
3년	773,116	560,548	31.87%
4년	773,116	1,333,664	75.83%
5년	773,116	2,106,780	119.79%
6년	773,116	2,879,896	163.74%
7년	773,116	3,653,012	207.70%
8년	773,116	4,426,128	251.66%
9년	773,116	5,199,244	295.61%
10년	773,116	5,972,360	339.57%
11년	773,116	6,745,476	383.53%
12년	773,116	7,518,592	427.48%
13년	773,116	8,291,708	471.44%
14년	773,116	9,064,824	515.40%
15년	773,116	9,837,940	559.36%
연간 수익률			37.29%

### 다. 국비만 지원 받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%만 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,031,400천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 12.51%이다.



표 49 국비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,031,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,258,284	-80.82%
2년	773,116	-2,485,168	-61.65%
3년	773,116	-1,712,052	-42.47%
4년	773,116	-938,936	-23.29%
5년	773,116	-165,820	-4.11%
6년	773,116	607,296	15.06%
7년	773,116	1,380,412	34.24%
8년	773,116	2,153,528	53.42%
9년	773,116	2,926,644	72.60%
10년	773,116	3,699,760	91.77%
11년	773,116	4,472,876	110.95%
12년	773,116	5,245,992	130.13%
13년	773,116	6,019,108	149.31%
14년	773,116	6,792,224	168.48%
15년	773,116	7,565,340	187.66%
연간 수익률			12.51%

**라. 지방비만 지원 받을 시**

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자 비용을 지방비를 항목에 따른 40~50%를 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,505,800천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 11.73%이다.

표 50 지방비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,505,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,732,684	-92.59%
2년	773,116	-2,959,568	-73.41%
3년	773,116	-2,186,452	-54.24%
4년	773,116	-1,413,336	-35.06%
5년	773,116	-640,220	-15.88%
6년	773,116	132,896	3.30%
7년	773,116	906,012	22.47%
8년	773,116	1,679,128	41.65%
9년	773,116	2,452,244	60.83%
10년	773,116	3,225,360	80.01%
11년	773,116	3,998,476	99.18%
12년	773,116	4,771,592	118.36%
13년	773,116	5,544,708	137.54%
14년	773,116	6,317,824	156.72%
15년	773,116	7,090,940	175.89%
연간 수익률			11.73%

## 제5장 관련 시설별 입지평가

### 제1절 시설특성

입지분석은 토지 여건과 같은 기초조건과 접근성, 주변환경 등 제반사항을 조사하여 대상지의 특성을 도출하고 특정시설을 건립하는 데 적합한지의 여부를 평가·분석하는 것이다. 이에 바이오피아 조성 시 건립이 필요한 시설들에 대한 특성은 다음 표 51과 같다.

표 51 바이오피아 주요시설 특성

시설명	입지평가 기준
바이오가스플랜트	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨 발생량이 많은 지역.</li> <li>●새로운 축사 건설시 민원 및 허가가 어려우므로 기존의 축산농가분포지역중 축산분뇨의 수거 및 운송이 용이한 축산농가 밀집 지역.</li> <li>●액비 살포가 가능한 시설재배지역 및 노지재배지가 넓게 분포되어있는 평야지역.</li> <li>●퇴비 판매를 위해 운송에 유리한 지역.(고속도로 인접)</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> <li>●자체 에너지 순환 및 판매가 가능하도록 인구분포도 고려.</li> <li>●열에너지 및 전기 공급이 가능하도록 시설재배지역과의 거리 및 위치 고려.</li> </ul>
가축분뇨 자원화(퇴비화)시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨의 수거비용이 상대적으로 높은 지역.</li> <li>●경종 농가의 화학비료 사용량이 부담인 지역.</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●퇴액비 살포가 용이하도록 경종재배지가 인근에 있는 지역.</li> </ul>
목재칩(또는 목재 펠릿) 제조시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●벌채를 통한 임산 부산물의 발생량이 높은 지역.</li> <li>●임산부산물 수거 및 운송이 유리한 지역.</li> <li>●칩(펠릿)제조 시 판매 및 소비가 가능한 지역.(예: 산간지역 및 도시가스 공급이 어려운 지역.)</li> <li>●대형 보일러 설치로 열판매시 수요와 공급이 원활한 지역(예: 전기로 난방을 하는 숙박, 리조트, 편의시설의 밀집지역)</li> <li>●외부인의 숙박, 리조트, 편의시설 사용에 교통의 접근성이 유리한 지역(예: 고속도로 인근 및 국도 인근지역)</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> </ul>

### 제2절 입지평가 기준

Biopia 추진 모델 중 바이오매스 우위 모델을 선정하여 각 우위 바이오매스양을 중심으로 농·축·임 순환단지 후보지에 대한 입지 평가를 하였다. 대상지역으로는 정읍군을 대상지역으로 하였으며, 지역 특성 및 입지현황 조사를 통해 특성에 맞는 관련 시설 설정을 하고, 이에 따르는 입지 결정 방안을 설정하였다.

표 52 입지평가 기준

평가기준	평가항목	비 고
현실성	부지활용 가능성	허가권 및 토지매입가능성
	부지이용 시기성	바이오피아관련 시설에 부합되는 이용가능 시기
	적정면적 확보	필요면적 기준 적정규모 매입가능성
접근성	교통 접근성	고속도, 국도, 지방도와의 거리 등 교통접근성
	시설에 대한 접근성	각 시설의 건축면적을 고려한 차량의 진출입 여부 검토
연계성	관련자원 분포	바이오피아 관련 바이오매스자원의 주변 분포
	관련시설 분포	바이오피아 관련 연계가능 기존시설의 인접여부
경제성	부지매입비용	부지매입비용 및 추가비용 발생 가능성
	기반시설 여부	도로, 전기, 수도 등 기반시설 제공 여부
	접근 효율성	각 시설에서의 이동비용의 절감효과
환경성	자연환경 쾌적성	경관, 전망 등의 자연환경 쾌적성 검토
	협오시설 유무	지역민의 관련시설에 대한 혐오성 인식정도
	환경영향	수목, 경관, 수질 등 관련시설 건립으로 인한 영향

표 53 평가항목별 측정요소

평가기준	평가항목	항목별 점수
현실성	부지활용 가능성	1: 부지활용가능성 적음 2: 부지활용가능성 보통 3: 부지활용가능성 많음
	부지이용 시기성	1: 계획일정과 불일치(2년 이상 경과 후 사용가능) 2: 계획일정 조정 가능(1~2년 내 사용가능) 3: 계획일정에 부합(1년 이내 사용가능)
	적정면적 확보	1: 필요부지 확장성 없음(당초계획 미달 면적) 2: 계획 미달이나 확장 가능성 있음 3: 당초 계획에 부합된 충분한 면적 확보
접근성	교통 접근성	1: 직선거리 30km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 2: 직선거리 20km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 3: 직선거리 10km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유
	시설 접근성	1: 6m(편도) 미만 진입로(계획 포함) 2: 왕복 1차선(폭 6~12M) 진입로(계획 포함) 3: 왕복 2차선(폭 12M이상) 진입로(계획 포함)
연계성	관련자원 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스자원 보통 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 많음, 읍·면단위 보통 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 많음
	관련시설 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 없음 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 분포 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 활용시설 분포
경제성	부지매입비용	1: 시가 기준 2: 공시지가 기준 3: 무상제공
	기반시설 여부	1: 도로 외 기반시설 제공 불가 2: 도로, 전기, 상하수도 등 가스 외 제공 가능 3: 도로, 전기, 상하수도, 가스 모두 제공 가능
	접근 효율성	1: 부지접근비용 효율성 낮음 2: 부지접근비용 효율성 보통 3: 부지접근비용 효율성 높음
환경성	자연환경 쾌적성	1: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 낮음 2: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 보통 3: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 높음
	협오시설 유무	1: 주민반대 민원 1건 이상 2: 주민반대 시위 1건 이상 3: 주민과의 원활한 협의 및 동의
	환경영향	1: 환경영향 평가 시 환경부하 높음 2: 환경영향 평가 시 환경부하 보통 3: 환경영향 평가 시 환경부하 낮음

## 제6장 소요자원 및 확보방안

### 1. 사전영향평가, 기본조사, 세부설계 등

산출내역	① 환경영향평가 : 0천원 ② 기본조사 및 세부설계 : 150,000천원 총계 : 650,000천원 (농식품부50%,지방비40%,자담10%)
------	--

### 2. 에너지 시설 설치 등에 따른 전기, 통신 시설 등

산출내역	530,000천원 (농식품부50%,지방비50%)
------	----------------------------

### 3. 바이오매스 공동에너지화 시설물 설치 등을 위한 부지 정비

산출내역	220천원(3.3㎡당)×3,300㎡기준=220,000천원(농식품부50%,지방비50%) - 바이오가스플랜트: 300㎡ = 220,000천원
------	---

### 4. 바이오매스 에너지화 시설

산출내역	가. 바이오매스 100톤 처리/1일(1식)=4,594,000천원 (농식품부50%, 지방40%, 자담10%)
------	--

### 5. 지열 및 목재펠릿을 이용한 농업시설(하우스 시설) 이용

산출내역	가.(목재펠릿)150,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부30%, 지방30%, 자담20%, 융자20%) 나.(지열)800,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부60%, 지방20%, 자담20%) * “가” 또는 “나” 중 택일
------	--

### 6. 생태하천 정비 : 국비50%, 지방비50%

※생태하천 복원사업 추진지침(환경부) 등에 의거 추진관련 시설별 입지평가

## 제7장 관련규정 검토

검토한 관련법의 체계를 살펴보면 바이오매스의 이용관리와 관련해서 농산바이오매스 중 가축분뇨의 경우 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률로 관리하고 있으며, 임산바이오매스는 산림자원조성 및 관리에 관한 법률로 관리하고 있다. 가정생활과 산업활동 과정에서 발생하는 폐기물계 바이오매스의 경우는 환경부가 폐기물관리법으로 관리하고 있으며, 환경부에서는 유기성 폐자원 에너지화를 본 법령에 기초하여 추진하고 있다. 바이오매스를 활용하여 생산한 신재생에너지의 기준 및 관리는 산업부에서 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법으로 관리하고 있으며, 본 법령에 따라 신재생에너지의 보급 통계를 작성하고 있다. 생산 바이오에너지의 품질기준은 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률, 도시가스 사업법, 대기환경보전법 시행령, 목재펠릿·브리켓·칩 규격·품질기준에서 정하고 있다. 이들 품질기준은 현재 합법적으로 판매·유통·이용이 가능한 바이오에너지들로서 바이오고형연료, 폐기물고형연료, 하수슬러지 고형연료, 바이오가스, 목재펠릿·브리켓·칩 등이 있다.

바이오매스 순환단지는 단순히 농산바이오매스 등을 활용하여 신재생에너지를 생산하는 단지가 아니라 농업 농촌의 활력화를 통해 농업농촌 개발 및 지속가능한 농업 발전과 함께 추진될 필요성이 있다. 미국, 캐나다, 중국 등과의 FTA 체결로 농업부문의 많은 피해가 예상되는 상황에서 바이오매스 순환단지는 미래지향적 농업·농촌의 새로운 모습을 제시하는 농촌 개발 모델이 되어야 한다. 따라서 본 법규 검토에서는 농어업·농어촌 및 식품산업기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률, 농어촌 정비법, 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 등의 농촌 개발 및 지속가능농업 관련 법규를 검토하여 바이오매스 순환단지의 추진 방안을 검토하였다.

표 54 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항

구분		관리법령	내용	비고
바이오매스 이용 관리	농산 바이오매스	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률	가축분뇨 관리 및 물질·에너지 자원화 등	농식품부, 환경부
		산림자원조성 및 관리에 관한 법률	목질계 바이오매스 에너지 자원화 등	산림청
	폐기물 바이오매스	폐기물관리법	유기성 도시고형폐기물의 에너지 자원화 등	환경부
신·재생에너지 이용·보급		신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	바이오에너지의 기준 및 범위, 신·재생에너지 보급통계 관리 등	산업부
바이오에너지의 품질기준		폐기물관리법	바이오, 폐기물 고형연료의 품질 기준 등	환경부
		자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률	하수슬러지 등 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부
		도시가스사업법	바이오가스의 도시가스 사업화 등	산업부
		대기환경보전법 시행규칙	바이오가스의 자동차연료화 품질기준 등	환경부
		목재펠릿, 브리켓, 칩 규격·품질 기준	목재 고형 연료의 규격·품질기준	국립산림과학원
농업농촌 온실가스 감축	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업·농촌 부문 온실가스 감축 노력 등	농식품부	
농촌개발 및 지속가능농업		농어업·농어촌 및 식품산업기본법	농업, 농촌의 지속가능한 발전에 관한 사항	농식품부
		농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률	농어업인의 삶의 질 향상 및 지역간 균형발전에 관한 사항	농식품부
		농어촌 정비법	농업 생산기반, 농어촌 생활환경 정비 및 국가 균형발전에 관한 사항	농식품부
		친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업의 환경보전 기능 증대 및 친환경농업 육성에 관한 사항	농식품부



## 1. 가축분뇨 관리

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)
<p>1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다.</p> <p>2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다.</p> <p>3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다.</p> <p>4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다.</p> <p>5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다.</p> <p>8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.</p>

## 2. 산림바이오매스 관리

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조(목재의이용 증진 등)
<p>① 산림청장은 임산물의 이용 증진과 목재산업의 발전을 위한 시책을 수립하여 추진할 수 있다.</p> <p>② 산림청장은 목재의 안정적인 수요·공급과 우량 목재의 증식(增殖)을 위하여 지속적인 관리가 필요하다고 인정되는 산림을 경제림육성단지로 지정하여 관리할 수 있다.</p> <p>③ 산림청장은 산림경영을 선도하기 위하여 필요한 경우에는 제2항에 따른 경제림육성단지 중 경영 여건이 우수한 단지를 선도 산림경영단지로 선정하여 육성할 수 있다. &lt;신설 2014.3.11.&gt;</p> <p>④ 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다</p>

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제2조(정의)

1. "산림"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 다만, 농지, 초지(草地), 주택지, 도로, 그 밖의 대통령령으로 정하는 토지에 있는 입목(立木)·죽(竹)과 그 토지는 제외한다.  
 마. 가목부터 다목까지의 토지에 있는 암석지(巖石地)와 소택지(소택지: 늪과 연못으로 둘러싸인 습한 땅)
2. "산림자원"이란 다음 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.
3. "산림사업"이란 산림의 조성·육성·이용·재해예방·복구 등 산림의 기능을 유지·발전 또는 회복시키기 위하여 산림에서 이루어지는 사업과 도시림·생활림·가로수·수목원의 조성·관리 등 산림의 조성·육성 또는 관리를 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 말한다.
4. "도시림"이란 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목을 말하며, 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외한다.
5. "생활림"이란 마을숲 등 생활권 주변지역 및 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
6. "가로수"란 「도로법」 제10조에 따른 도로(고속국도를 제외한다)와 보행자전용도로 및 자전거전용도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 심는 수목을 말한다.
7. "임산물(林産物)"이란 목재, 수목, 낙엽, 토석 등 산림에서 생산되는 산물(産物), 그 밖의 조경수(造景樹), 분재수(盆栽樹) 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
8. "산림용 종자"란 산림 또는 제2호가목에 따른 산림자원으로부터 유래된 자원의 씨앗, 증식용 영양체, 종균, 포자 등을 말한다.
9. "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지를 말한다.

### 3. 폐기물 바이오매스의 관리

폐기물관리법 제2조(정의)

1. "폐기물"이란 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.
2. "생활폐기물"이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다.
3. "사업장폐기물"이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동관리법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
4. "지정폐기물"이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해(危害)를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5. "의료폐기물"이란 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 폐기물과 인체 조직 등 적출물(摘出物), 실험 동물의 사체 등 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 폐기물로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
- 5의2. "처리"란 폐기물의 수집, 운반, 보관, 재활용, 처분을 말한다.
6. "처분"이란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처분과 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처분을 말한다.
7. "재활용"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다.
8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
9. "폐기물감량화시설"이란 생산 공정에서 발생하는 폐기물의 양을 줄이고, 사업장 내 재활용을 통하여 폐기물 배출을 최소화하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.

#### 4. 신재생에너지의 이용

	내 용
제1조	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법의 제정목적
제2조	신에너지, 재생에너지, 신에너지 및 재생에너지 설비, 신재생에너지 발전, 신재생에너지 발전사업자에 대한 정의
제4조	재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진에 관한 시책 마련과 장려
제5조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획수립
제6조	신·재생에너지의 종류별로 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급과 신·재생에너지 발전에 의한 전기의 공급에 관한 연차별 실행계획 수립
제7조	신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획을 수립·시행하기 위한 사전 협의
제8조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급에 관한 중요 사항을 심의하기 위한 정책심의회 설치
제9조	신·재생에너지기술개발 및 미용, 보급 사업비 조성
제10조	조성된 사업비 사용
제11조	사업의 실시
제12조	신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화, 신·재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 건축물인증표시, 건축물인증 취소, 신·재생에너지 공급의무화, 신·재생에너지 공급불이행에 대한 과징금, 신·재생에너지 공급인증서, 공급인증기관의 지정, 공급인증기관의 업무, 공급인증기관 지정 취소, 신·재생에너지 연료품질기준, 신·재생에너지 연료품질검사 등,
제13조	신·재생에너지 설비인증, 보험공제가입
제14조	신·재생에너지 설비인증의 표시
제15조	설비인증의 취소 및 성능 검사기관 지정의 취소,
제16조	수수료
제17조	신·재생에너지 발전기준가격의 고시 및 차액지원
제18조	지원중단
제19조	재정신청
제20조	신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원
제21조	신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화
제22조	신·재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 신·재생에너지전문기업의 정보관리
제24조	청운
제25조	관련통계의 작성
제26조	국유재산·공유재산의 임대
제27조	보급사업
제28조	신·재생에너지 기술의 사업화
제29조	재정상 조치
제30조	신·재생에너지 교육, 홍보 및 전문인력양성, 신·재생에너지사업자의 공제조합 가입 등
제31조	신·재생에너지 센터
제32조	권한의 위임, 위탁
제33조	별칙적용시 공무원 의제
제34조	별칙
제35조	과태료

## 5. 석유 및 석유 대체연료 사업법

제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 석유, 석유제품, 부산물인 석유제품, 석유정제업, 석유수출입업, 석유판매업, 석유정제업자, 석유수출입업자, 석유판매업자, 가짜석유제품, 석유대체연료, 석유대체연료, 제조, 수출입업, 석유대체연료 판매업, 석유대체연료 제조, 수출입업자, 석유대체연료 판매업자.</p> <p>석유수급상황에 관한 예측(제3조), 다른 법률과의 관계(제4조)</p>
제2장 석유사업	<p>석유정제업 등록(제5조), 결격사유(제6조), 석유정제업자의 지위승계(제7조), 처분효과의 승계(제8조), 석유수출입업의 등록(제9조), 석유판매업의 등록(제10조), 조건부 등록(제11조), 사업의 개시, 휴업 및 폐업의 신고(제12조), 등록의 취소(제13조), 과징금(제14조),</p>
제3장 석유비축	<p>석유비축계획(제15조), 석유비축시책의 수립 및 시행(제16조), 석유비축의무(제17조)</p>
제4장 석유수입, 판매부과금	<p>석유의 수입, 판매부과금(제18조), 부과금과 과오납금의 환급(제19조), 부과금 징수사무 등의 위탁(제20조),</p>
제5장 비승시의 석유수급조정	<p>석유수급의 안정을 위한 명령(제21조), 석유배급등의 조치(제22조), 석유판매가격의 최고액(제23조)</p>
제6장 석유의 품질관리	<p>석유제품의 품질기준(제24조), 품질검사(제25조), 석유제품의 품질보정행위(제26조), 품질기준에 맞지 아니한 석유제품의 판매금지(제27조), 품질검사기관의 지정취소(제28조), 가짜석유제품 제조 등의 금지(제29조), 가짜석유제품의 제조 등에 대한 중지명령(제30조)</p>
제7장 석유대체연료사업	<p>석유대체연료의 품질기준(제31조), 석유대체연료 제조, 수출입업의 등록(제32조), 석유대체연료 판매업의 등록(제33조), 등록의 취소(제34조), 과징금(제35조), 석유대체연료 비축의무(제36조), 석유대체연료의 수입, 판매 부과금(제37조)</p>
제8장 보칙	<p>보고 및 검사(제38조), 행위의 금지(제39조), 청문(제40조), 수수료(제41조), 지도·감독(제42조), 권한의 위임·위탁(제43조)</p>

## 6. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	<p>목적(제1조)</p> <p>정의(제2조) : 자원순환, 재활용가능자원, 부산물, 지정부산물, 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수, 재활용제품, 재활용시설, 재활용산업, 폐기물, 대형폐기물, 포장재, 생분해성 수지제품, 1회용품</p> <p>다른 법률과의 관계(제3조), 국가와 지방자치단체의 책무(제4조), 사업자의 책무(제5조), 국민의 책무(제6조), 자원순환기본계획의 수립(제7조)</p>
제2장 자원순환 촉진	<p>제1절 자원의 절약과 폐기물의 발생억제</p> <p>자원의 절약(제8조), 포장폐기물의 발생억제(제9조), 1회용품의 사용억제(제10조), 개발사업의 자원순환성 고려(제11조), 폐기물부담금(제12조),</p> <p>제2절 폐기물 분리, 수거 및 재사용촉진</p> <p>재활용가능자원의 분리수거(제13조), 분리배출표시(제14조), 부품 등의 재사용 촉진(제15조),</p> <p>제3절 폐기물의 재활용 촉진</p> <p>제조업자 등 재활용의무(제16조), 재활용의무율(제17조), 회수 및 재활용 의무 이행계획서 제출(제18조), 재활용부과금의 징수(제19조), 폐기물 부담금과 재활용부담금의 용도(제20조), 재활용지정 사업자의 준수사항(제23조), 지정 부산물 배출사업자의 준수사항 및 고품연료 품질 등 (제25조),</p>
제3장 재활용사업 공제조합 및 재활용가능 자원 유통 지원센터	<p>재활용 사업공제조합의 설립(제27조), 조합설립의 인가절차 및 유통지원센터 설립 등(제28조), 부담금(제29조)</p>
제4장 자원순환 촉진을 위한 기반 조성	<p>재활용 산업 육성을 위한 자금 등의 지원(제31조), 재활용 제품의 규격, 품질기준(제33조), 재활용단지의 조성 등(제34조),</p>
제5장 보칙	<p>자원재활용협회 등(제35조), 보고 및 검사 등(제36조), 관계기관의 협조(제37조), 권한의 위임, 위탁(제38조)</p>
제6장 벌칙	<p>벌칙(제39조), 양벌규정(제40조), 과태료(제41조)</p>

## 7. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어촌, 농어업, 농어업인, 농어촌학교, 공공서비스, 농어촌서비스기준 국가와 지방자치단체의 책무(제4조)
제2장 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계 획	농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립(제5조), 시행계획 수립(제6조), 시·도계획 및 시·군·구계획의 수립(제7조), 농어업인 등에 대한 복지실태 등 조사(제8조), 기본계획의 평가(제9조), 농어업인 삶의 질 향상 및 농 어촌 지역개발 위원회(제10조), 재정지원(제11조),
제3장 농어업등의 복지 증진	농어업인 등의 복지증진(제12조), 농어업인에 대한 국민건강보험료 지원(제13조), 농어업인 질환의 예방·치료 등 지원(제14조), 업무상 재해를 입은 농어업인에 대 한 지원(제15조), 농어업인에 대한 국민연금보험료지원(제16조), 농어업인의 영유 아 보육비 지원(제17조), 농어촌 여성의 복지증진(제18조), 고령 농어업인의 생활 안정 지원(제19조)
제4장 농어촌 교육여건 의 개선	농어촌 교육여건 개선의 책무(제20조), 농어촌 학교 학생의 학습권보장(제21조), 농어촌 유치원 유아의 교육·보호(제22조), 농어촌 학교 학생의 교육지원(제23조), 농업·수산업 기초인력의 양성(제24조), 농어촌학교 교직원의 확보·배치(제25조), 농어촌학교 교직원의 우대(제26조), 농어촌 교육발전 지역협의회(제27조), 농어촌 학교시설·설비 등 지원(제28조)
제5장 농어촌 지역개발	농어촌의 기초생활여건 개선(제29조), 농어촌 경관의 보전(제30조), 농어촌산업(제 31조), 농어촌의 정보화 촉진(제32조), 농어촌의 문화예술진흥(제33조), 농어촌 문 화복지시설의 설치 및 운영지원(제34조), 도시와 농어촌 간의 교류 확대(제35조), 농어촌 투자유치 활성화(제36조), 도·농교류센터의 설치·운영(제37조), 농어촌 지역종합개발계획의 수립·시행(제38조), 농어촌 거점지역의 육성(제39조), 조건불 리지역에 대한 특별지원(제40조)
제6장 보칙	농어촌 특별세 재원의 우선 지원(제41조), 기본 계획 및 시행계획의 국회보고(제 42조), 준농어촌에 대한 지원(제43조), 농어촌 서비스기준의 재정·운영(제44조), 농어촌에 대한 영향평가(제45조), 전문지원기관의 지정 및 지원(제46조), 자료제공 의 요청 및 전산망 이용(제47조)

# 가행성평가보고서

【완 주 군】

2014. 12

동국대학교





## 1장 바이오피아 사업개요

### 2장 일반현황

- 1절 지역적 특성
- 2절 기상 개황
- 3절 행정구역 현황
- 4절 인구 현황
- 5절 주거 현황
- 6절 토지이용 현황
- 7절 농업환경 현황
- 8절 축산업 현황
- 9절 바이오매스 처리시설 현황
- 10절 바이오매스 발생 및 이용 현황
- 11절 바이오매스 생산·유통시설 현황

### 3장 바이오매스 이용계획

- 1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정
- 2절 완주군 물질 수지분석

### 4장 바이오피아 추진안

- 1절 사업체계
- 2절 사업추진조직 및 방침
- 3절 사업모델
- 4절 경제성분석

### 5장 관련 시설별 입지평가

- 1절 시설특성
- 2절 입지평가 기준

### 6장 소요재원 및 확보방안

### 7장 관련규정 검토



# 제1장 바이오피아 사업개요

## 제1절 사업 배경

지구온난화의 방지 및 기후변화협약 대응으로 UN 등 국제사회는 기후변화 문제를 최우선 아젠다로 추진하고 있으며, 기후변화 협약에 대응하는 주요 노력들은 기후변화 완화 정책을 중심으로 이산화탄소 저감에 집중하고 있다. 우리나라의 2005년 온실가스 총배출량은 5.9억톤으로 전 세계 배출량의 1.7%를 차지하고 있다(OECD 국가 중6위, 세계10위). 이는 1990년 대비 98.7% 증가했으며, 획기적 감축노력이 없을 경우 2020년 배출량은 2005년 대비 37.7% 증가가 예상된다. 따라서 기후변화의 심각성에 대한 관심 증가에 따른 관련 규제 및 기준 강화 움직임에 대한 농업 분야의 대응 필요하고 2004년 교토의정서의 발효로 주요 선진국들이 온실가스 감축의무를 부여받았고, 우리나라도 2013년 이후 포스트-교토 체제에서 온실가스 감축의무 대상국으로 선정될 가능성이 높아짐에 따라 2020년까지 CO2 4% 감축을 목표로 하고 있다. 그리고 산업별 온실가스 배출저감 의무부담에 대한 논의가 진행되고 있는데, 농업분야의 온실가스 배출량과 감소 추세를 보아 큰 의무부담이 예상되지는 않으나, 장기적인 농업 분야 기후변화 대응을 위한 시스템 마련이 시급하다. 이러한 환경의 변화에 맞추어 탈 화석 에너지 저탄소 사회의 조성을 추진해야 한다. 선진 외국에서는 에너지, 기후 위기에 대응하여 온실가스 감축 기법들을 건축물이나 주거단지 조성뿐만 아니라 도시계획의 차원에서 도입하고 있으며, 탄소제로 도시, 에너지 자립마을 등의 프로젝트를 개발하여 추진하고 있다. 국내에서도 주거단지, 신도시, 관광단지 등지에 에너지 자립마을 조성 구상을 발표하고 있으나, 아직 개념적인 수준 또는 시범사업 초기단계에 머물러 있는 상태이다. 산업부분에서 사용하는 에너지 소비로 인해 발생하는 탄소배출은 즉각적으로 줄이기 힘들기 때문에, 비 산업부분의 수요관리를 통한 온실가스 감축이 우선되어야함. 탄소 저감을 위해서는 부문별 감축잠재력이 가장 큰 건물부문과 이를 둘러싼 ‘도시’, ‘마을’ 차원의 관리가 필요하다.

## 제2절 사업 목적

본 사업은 농림축산식품부의 연구과제 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」에 따라 완주군 내 발생하는 바이오매스의 효율적 이용을 위한 단지의 계획수립을 통하여,

환경적으로나 경제적으로 지속가능한 농림수산업을 확립하여 농산어가의 소득을 향상시키고, 농수축산업의 물질과 양분순환을 균형 있게 유지 발전시키는데 본 사업의 목적이 있으며,

지역의 바이오매스를 재사용하여 농수축산업의 생산비 저감과 안전한 식품을 생산하고, 지역의 노동력을 창출하고 녹색성장을 실현하여 정부의 정책기조에 맞춘 사회실현을 완수하는데 그 목적이 있다.

### 제3절 기대 효과

본 사업으로 인해 얻어지는 효과는 다음과 같다.

- 농·산촌 지역의 생산비 저감과 브랜드가치 증가에 의한 농·산촌의 경제적 활성화 및 발전 도모
- 농수축산업의 에너지 비용절감효과
- 유기성 물질의 자원화 및 활용 관련 전문 인력 및 일자리 창출
- 폐기물처리비 절감, 원유대체효과, 이산화탄소 감축효과 등의 경제적 가치 창출
- 농가소득 안정화 및 에너지 자급화에 일조
- 생태계 모니터링 및 경관 보전을 통한 청정 농·산촌 사회 구현
- 지역의 사회적 통합과 소통의 기반 구축
- 바이오매스 에너지화 기술 개발을 통한 신성장 동력확보 체계구축

## 제2장 일반 현황

### 제1절 지역적 특성

#### 1. 지리적 위치

완주군은 전라북도의 중앙에 위치하여 전주시를 둘러싸고 있으며, 운장산(雲長山, 1,126 m)을 경계로 진안군과 대둔산(大菴山, 879 m)을 중심으로 충청남도와 경계를 접하고 있다. 군의 동부 · 서부 · 북부는 운장산, 만덕산(萬德山, 762 m), 대둔산, 모악산(母岳山, 793 m) 등의 험준한 산악으로 이어져 산지를 형성하고 있다. 동서 양단 거리 36 Km, 남북 양단거리는 71 Km로, 동은 진안군, 서는 김제시, 남은 임실군과 정읍시, 북은 익산시와 충남의 논산시, 금산군에 각각 인접하고 있다.

완주군의 서부는 소양천, 고산천, 전주천 등이 유입하여 만경강이 흐르고 있으며 낮은 구릉과 평야가 발달하고 있다. 고산천 상류에 대아저수지와 경천저수지가 있어 호남평야에 농업용수를 공급해주고 있다. 도로는 전주를 중심으로 4통 5달, 군산, 서울, 부산, 대구, 목포, 광주, 여수에 통하는 국도와 지방도가 있고, 철도는 전라선이 남북으로 관통하고 있어 교통이 편리하다.

완주군의 경·위도상의 위치는 표 1과 같다.

표 1 경·위도상의 완주군의 위치

군청 소재지	경도와 위도의 극점			연장거리
	극점	지명	극점	
전라북도 완주군 용진면 지암로 61번지 (용진면 운곡리 975-78)	극동	완주군 운주면 고당리	동경 127° 22' 북위 36° 02'	동서간 36km
	극서	완주군 이서면 이문리	동경 126° 59' 북위 35° 49'	
	극남	완주군 구이면 백여리	동경 127° 06' 북위 35° 37'	남북간 71km
	극북	완주군 운주면 산북리	동경 127° 19' 북위 35° 07'	

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

#### 2. 지형 및 지세

완주군의 북·동·남부는 노령산맥으로, 대둔산(879 m)·운장산(1,126 m)·고덕산(603 m)·만덕산(762 m)·모악산(793 m) 등 험준한 산악으로 둘러싸여 있다.

완주지역은 선캄브리아기 및 시대 미상의 변성암류가 광범위한 분포를 나타내며 이들과 부정합적인 관계를 가지고 대호지층이 놓이며, 다음에 주라기에 해당하는 대동계의 석문층이 이

들을 부정합적으로 피복하고 있다. 그 밖에 상기 지층들을 쥬라기 및 백악기에 각각 관입한 화성암류가 분포하고 화성암류로는 쥬라기의 흑운모 화강암, 백악기의 석면반암 등이 이 지역의 남부지역을 주로 하여 곳곳에 분포한다.

북동쪽과 동의 높은 산들은 옥천층군의 변성암류이며, 군의 동쪽 노령산맥의 주봉(主峰)인 운장산은 중생대 백악기의 퇴적암·응회암으로 되어 있다. 주변은 백악기 말의 불국사화강암의 관입체로 이루어져 있다. 이들 산지를 제외한 군의 나머지 넓은 지역은 중생대의 편마상 화강암으로 되어 있다.

남동쪽은 중생대 백악기의 신라층군에 속하는 진안통의 퇴적암류가 분포하며, 노령산맥의 주능선을 이루므로 험준한 지형을 이룬다.

서쪽은 편마상화강암·대보화강암이 분포하며, 이들이 침식되어 이루어진 낮은 구릉은 적황색토로 뒤덮여 이 사이를 서쪽으로 고산천·소양천 등이 흐르다가 합류하여 만경강을 이루고, 그 주변에 넓은 충적평야를 형성하였다. 특히 고산천 상류의 대아·경천 저수지는 고산천의 수량을 조절하고 간선수로의 관개용수를 공급하여 호남평야의 쌀 생산에 큰 도움을 준다.

노령산맥이 통과하여 군의 서부 일부를 제외한 나머지는 산지에 속한다. 동부지역은 노령산맥의 주능선이 북북동~남남서방향으로 지나면서 높은 산지를 이루어 인접시·군과 경계를 이룬다.

## 제2절 기상 개황

완주군의 기후는 남부내륙형 기후구에 속하며, 북동부의 산악지대와 서부의 평야지대 사이에 기온차가 크다.

완주군 관내 기상관서가 없어 전주기상대 기상측정 자료를 이용하였으며, 연도별 기상현황은 표 2와 같다.

표 2 완주군 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
10개년 평균	13.7	32.4	-8.5	1,374.6	66.2	1942.4	1.9	8.9	
2002	13.6	8.9	9.7	1,130.1	66.0	1,888.3	2.0	13.6	
2003	13.4	33.7	-15.1	1,860.3	69.0	1,731.3	1.8	10.5	
2004	14.2	31.8	-1.8	1,458.1	63.4	2,110.5	2.0	5.7	
2005	13.3	35.8	-15.0	1,390.0	64.0	2,021.8	2.1	4.8	
2006	14.1	36.4	-9.2	1,187.5	68.8	1,920.3	2.0	4.8	
2007	14.0	34.8	-7.2	1,471.7	69.8	1,895.0	1.9	10.5	
2008	13.9	35.3	-10.8	1,000.0	65.1	1,993.2	1.8	9.3	
2009	13.6	35.3	-10.8	1,163.9	63.8	2,037.3	1.9	9.3	
2010	13.5	35.7	-10.9	1,462.3	66.0	1,872.1	2.0	10.4	
2011	13.1	36.2	-13.4	1,621.8	66.4	1,954.6	1.9	9.6	
2 0 1 1	1월	-4.9	5.1	-13.4	4.5	63	182.7	1.8	7.5
	2월	2.1	17.3	-9.7	58.4	67	161.0	1.5	8.5
	3월	4.5	19.6	-5.7	23.5	54	243.4	2.3	8.2
	4월	11.7	26.1	0.3	80.8	57	213.8	2.4	8.3
	5월	18.8	30.8	6.4	122.8	59	181.1	2.1	9.6
	6월	23.4	33.6	13.2	151.8	67	171.3	2.2	9.2
	7월	26.4	34.8	18.4	467.0	78	103.4	2.1	7.9
	8월	26.0	36.2	16.5	477.8	80	80.9	1.7	8.5
	9월	21.9	33.3	10.8	71.2	72	174.2	1.7	6.9
	10월	14.2	26.3	0.6	34.6	68	196.4	1.5	6.7
	11월	12.2	28.0	-1.1	118.9	69	123.5	1.7	7.6
	12월	1.1	11.4	-9.3	10.5	63	122.9	1.6	6.4

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

## 1. 기온

완주군의 과거 10년간(2002년~2011년)의 연평균 기온은 13.7 ℃이고, 최고 기온은 36.4 ℃, 최저 기온은 -15.1 ℃로 51.5 ℃의 차이가 나는 것으로 조사되었다. 2011년 기준으로 볼 때, 가장 추운 달은 1월로 평균기온은 -4.9 ℃, 가장 더운 달은 7월로 평균기온은 26.4 ℃이며, 년 중 월 최저기온은 -13.4 ℃, 월 최고기온은 36.2 ℃로 나타났다.

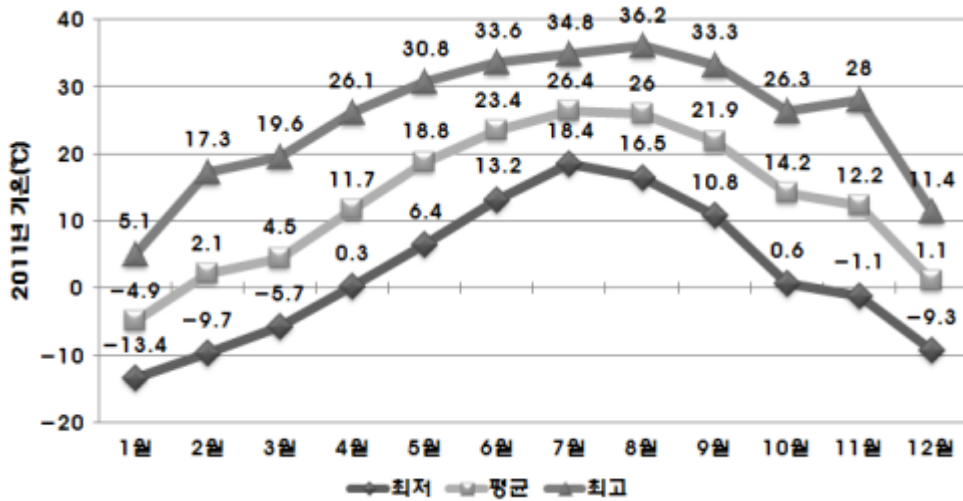


그림 1 완주군의 월별 기온현황(2011년)

## 2. 강수량

완주군의 과거 10년간(2002년~2011년)의 평균 연강수량은 1,374.6 mm로 나타났고, 월별 평균 최고치는 장마철 기간인 7월 364.9 mm이며, 월별 평균 최저치는 25.4 mm(1월)로 조사되었다. 2011년도의 연 강수량은 1,621.8 mm이며, 8월이 477.8 mm로 가장 높고 1월이 4.5 mm로 가장 낮게 나타났다.

표 3에서 강수량 현황을 살펴보면 연 강수량의 약 67.6 %인 1,096.6mm가 여름철(6월~8월)에 집중되는 것으로 나타났다.

표 3 강수량 현황 (단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년평균 강수량
10개년 월평균	25.4	39.4	48.4	85.5	101.4	136.0	364.9	349.6	122.3	29.9	39.1	32.7	1,374.6
2011년	4.5	58.4	23.5	80.8	122.8	151.8	467.0	477.8	71.2	34.6	118.9	10.5	1,621.8

자료 : 완주군, 완주통계연보(2003~2012)



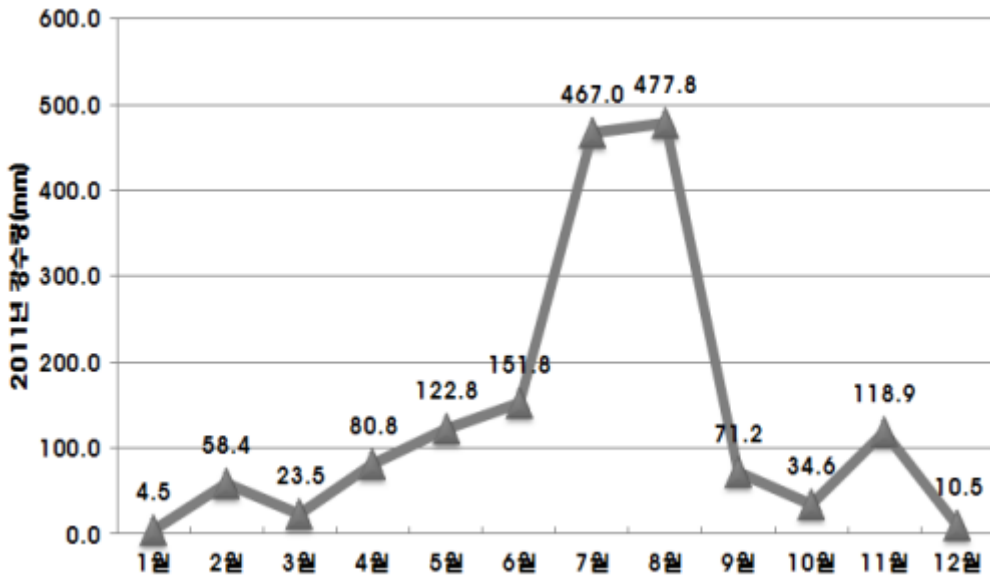


그림 2 완주군의 강수량 현황(2011년)

### 3. 상대습도

완주군의 과거 10년간 평균 상대습도는 66.2 %이고, 2011년도의 평균 상대습도는 과거 10년간의 평균과 거의 비슷한 66.4 %로 조사되었다. 연중 8월의 상대습도가 80.0 %로 가장 높고 3월이 54.0 %로 가장 낮았다.

표 4 상대습도 (단위 : %)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 평균	10개년 평균
2011년	63.0	67.0	54.0	57.0	59.0	67.0	78.0	80.0	72.0	68.0	69.0	63.0	66.4	66.2

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

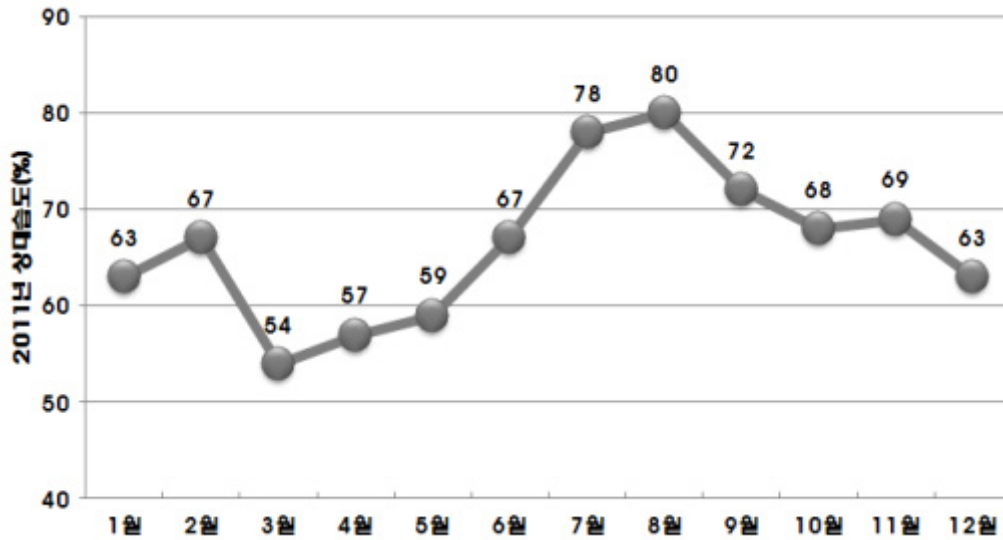


그림 3 완주군 상대습도 현황(2011년)

#### 4. 일조시간

완주군의 지난 10년간 평균 일조시간은 1,942.4시간으로 나타났으며, 최고일조시간은 2004년 2,110.5시간, 최저 일조시간은 2003년 1,731.3시간으로 조사되었다. 2011년 월별 최대 일조시간은 3월에 243.4시간이며, 최소 일조시간은 8월 80.9시간으로 조사되었다.

표 5 일조시간 (단위 : hr)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 계	10개년 평균
2011년	182.7	161.0	243.4	213.8	181.1	171.3	103.4	80.9	174.2	196.4	123.5	122.9	1,954.6	1,942.4

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

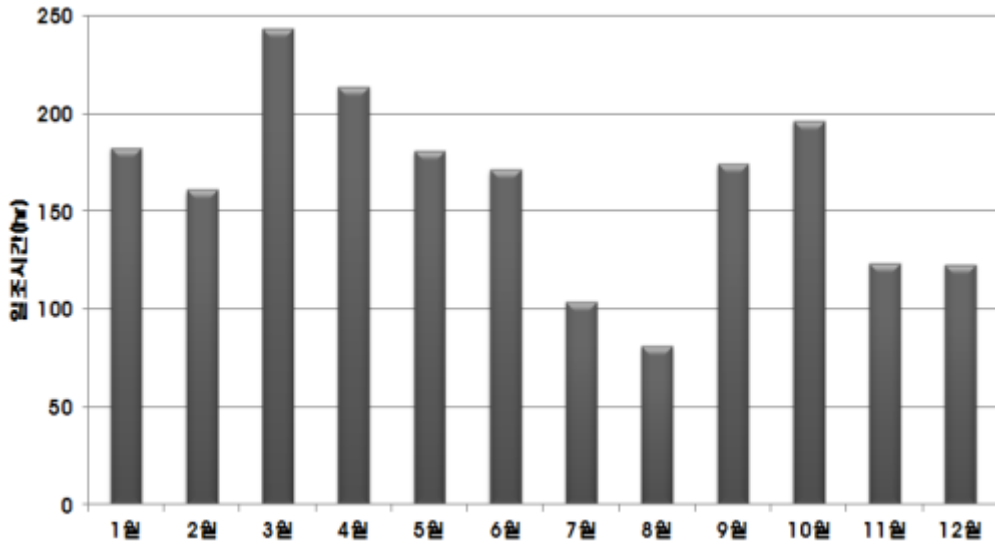


그림 4 일조시간 현황(2011년)

## 5. 일기일수

완주군의 최근 6개년(2006~2011년) 일기일수(Weather Days)를 분석해보면, 맑은 날이 84일, 흐린 날이 98일, 강우일 123일, 적설일 24일, 황사는 10일로 나타났다.

표 6 연도별 일기일수 현황 (단위 : 일)

구분	맑음	흐림	강수	서리	안개	눈	뇌전	폭풍	황사
2005	78	86	128	69	2	38	15	-	-
2006	84	99	118	71	15	15	20	-	-
2007	81	91	127	78	11	18	26	-	11
2008	94	90	114	81	3	21	20	-	8
2009	87	90	115	47	14	25	18	-	7
2010	80	114	136	54	15	25	28	-	14
2011	86	117	123	80	6	26	23	-	9
평균	84	98	123	69	9	24	21	-	10

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

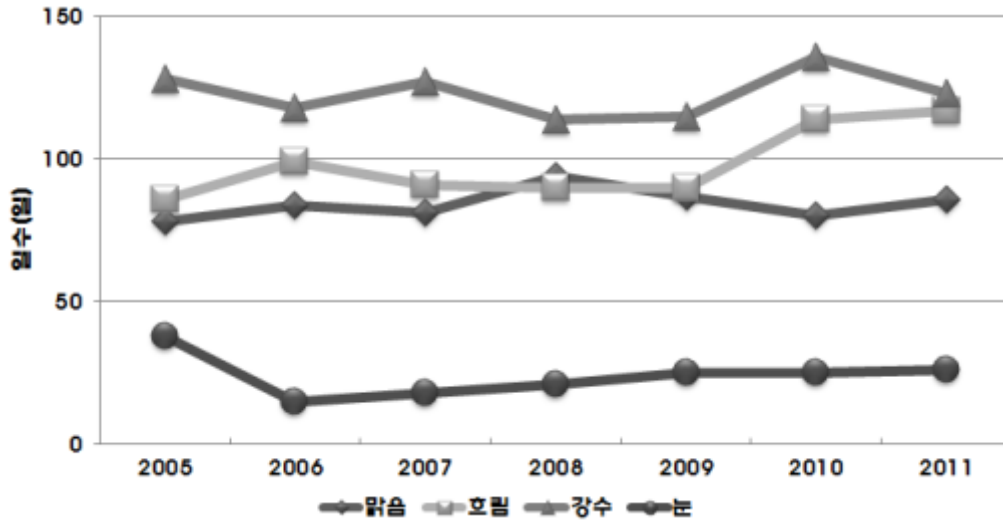


그림 5 연도별 현상일수 현황

### 제3절 행정구역 현황

완주군의 행정구역은 삼례읍 · 봉동읍 등 2개 읍과 고산면 · 이서면 · 소양면 등 11개 면 등 13개 읍·면으로 이루어져 있으며, 면적은 표 8과 같이 820.66 km<sup>2</sup>로 전라북도 면적(8,067.12 km<sup>2</sup>)의 10.17 %에 해당한다.

표 7 완주군 행정구역 현황

구 분	읍	면	리(개소)		반
			행정	법정	
완주군	2	11	488	106	970

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

표 8 완주군 읍면별 면적 현황

구 분	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계	820.66	100.0%
삼례읍	28.62	3.5%
봉동읍	46.07	5.6%
용진면	38.50	4.7%
상관면	68.61	8.4%
이서면	33.46	4.1%
소양면	94.11	11.5%
구이면	89.08	10.9%
고산면	69.48	8.5%
비봉면	44.59	5.4%
운주면	91.90	11.2%
화산면	70.85	8.6%
동상면	106.50	13.0%
경천면	38.89	4.7%



그림 6 완주군 행정지도

#### 제4절 인구현황

2011년 기준 완주군 인구는 약 35,003세대 86,766명으로 그중 남자가 44,511명, 여자 42,255명으로 남자가 여자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 105.7 명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다.

완주군 인구추이를 살펴보면 2002년 이후 감소하다가 2005년 이후 세대수 및 인구수가 지속적인 증가 형태를 보이고 있으며, 연도별(2002년 ~ 2011년) 인구변화 추이는 표 9에 나타내었다.

표 9 완주군 연도별 인구변화 추이

년 도	구 분	세대수	인 구 수			인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )
			계	남	여	
2002		29,932	84,937	43,454	41,483	103.5
2003		30,866	84,224	43,194	41,030	102.6
2004		30,927	83,217	42,753	40,464	101.4
2005		32,171	84,561	43,628	40,933	103.0
2006		32,593	84,484	43,701	40,783	102.9
2007		33,139	84,561	43,742	40,819	103.0
2008		33,963	85,773	44,360	41,413	104.6
2009		34,510	86,077	44,378	41,699	105.0
2010		35,099	87,329	44,961	42,368	106.4
2011		35,003	86,766	44,511	42,255	105.7

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

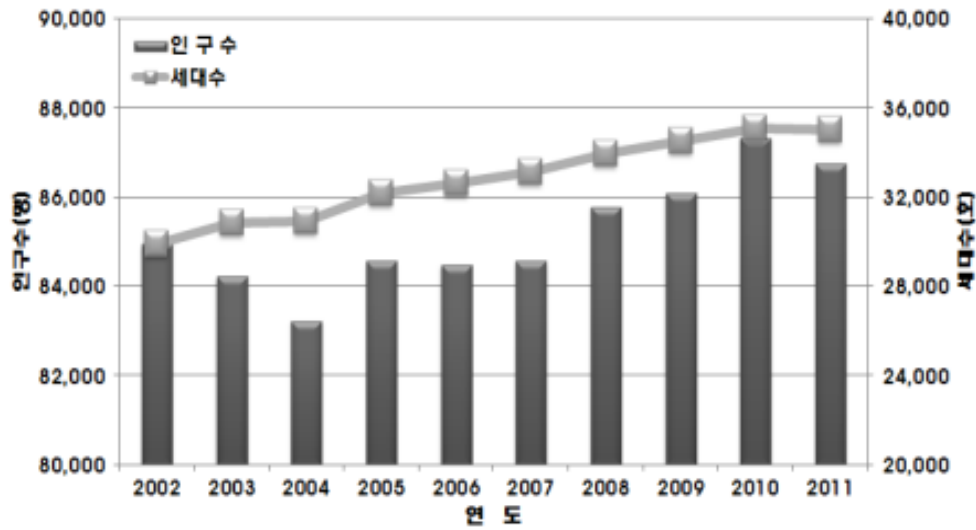


그림 7 완주군의 인구변화 추이

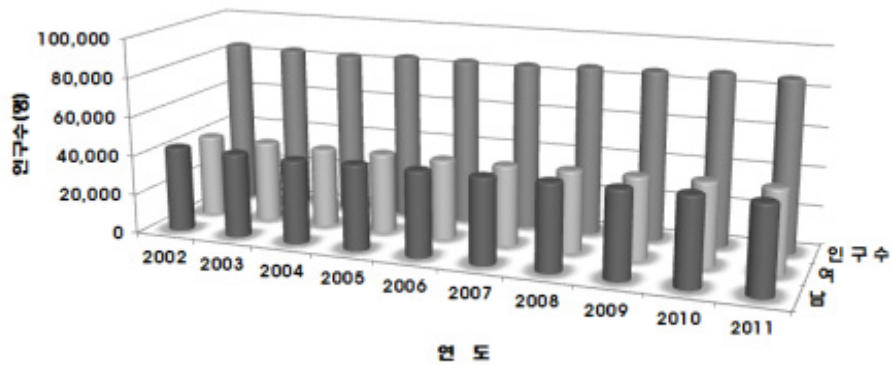


그림 8 완주군의 성별(남, 여) 인구추이

한편, 2011년도 기준 완주군 읍·면 중 인구수는 봉동읍이 8,619세대 23,916명으로 가장 많고, 삼례읍, 용진면, 이서면, 소양면 등이 6,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다. 완주군 읍·면별 인구현황은 표 10과 같다.

표 10 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
삼례읍	6,650	16,868	589.4
봉동읍	8,619	23,916	519.1
용진면	3,304	8,026	208.5
상관면	2,044	5,036	73.4
이서면	2,611	6,406	191.5
소양면	2,852	6,460	68.6
구이면	2,342	5,470	61.4
고산면	2,069	4,901	70.5
비봉면	1,003	2,198	49.3
운주면	1,031	2,091	22.8
화산면	1,428	3,119	44.0
동상면	559	1,204	11.3
경천면	491	1,071	27.5
계	35,003	86,766	105.7

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보



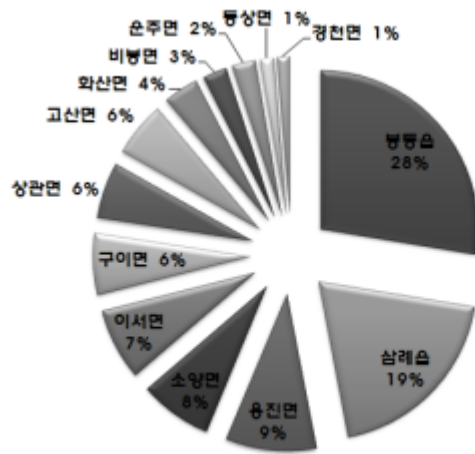


그림 9 완주군의 읍·면별 인구현황

## 제5절 주거 현황

완주군의 주택의 종류 및 수는 약 30,188세대, 총 32,437호로 주택 보급률이 107.4 %로 조사되었다. 이중 단독주택 형태의 주택수가 21,285호로 완주군 전체 주택의 65.6 %를 차지하고 있으며, 공동주택의 형태인 아파트, 연립주택은 각각 10,825호(33.4 %), 236호(0.7 %)로 나타났다.

완주군의 주거현황은 표 11과 같다.

표 11 완주군의 주거현황

구 분	계	주 택 유 형				
		단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비주거용
완 주 군 30,188세대	32,437호	21,285호	10,825호	236호	91호	-
	100.0%	65.6%	33.4%	0.7%	0.3%	0.0%

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

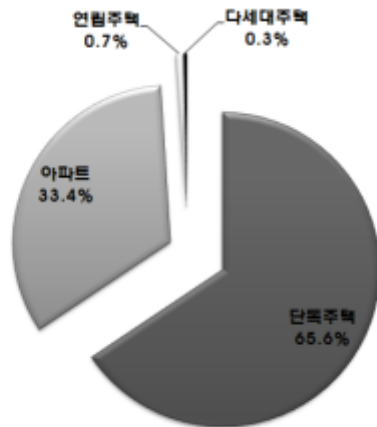


그림 10 완주군의 주거현황 및 주택보급률

## 제6절 토지 이용 현황

### 1. 지목별 토지이용 현황

과거 5년간 완주군의 지목별 토지이용 변화 추이를 살펴보면 표 12에서 보는 바와 같이 임야, 답은 감소하고 대지와 도로는 증가하는 추세를 보이고 있다. 2011년 현재 완주군의 지목별 토지이용 현황은 총면적 820.67 km<sup>2</sup> 중 임야가 592.45 km<sup>2</sup>(72.2%), 답 85.46 km<sup>2</sup>(10.4%) 순이며, 대지는 약 1.6 %인 13.37 km<sup>2</sup>로 조사되었다.

표 12 지목별 토지이용현황 (단위 : km<sup>2</sup>)

구 분	계	임야	답	대지	전	도로	하천	기타
2007	820.94	596.61	87.61	12.77	46.07	18.24	22.09	37.55
2008	820.15	593.75	86.50	12.93	45.58	21.02	22.08	38.29
2009	820.15	593.63	86.31	13.11	45.48	21.07	22.08	38.49
2010	820.56	593.84	86.14	13.20	45.43	21.30	21.93	38.72
2011	820.67	592.45	85.46	13.37	45.78	22.45	21.89	39.28
삼례읍	28.62	0.72	15.64	1.68	2.54	2.28	2.35	3.41
봉동읍	46.07	9.25	15.29	2.63	5.73	3.05	1.67	8.46
용진면	38.50	18.33	8.19	1.07	4.59	1.81	2.02	2.49
상관면	68.61	58.12	1.83	0.67	2.90	1.82	1.13	2.14
이서면	33.46	12.39	9.33	0.98	6.26	1.62	0.21	2.67
소양면	94.11	76.07	4.83	1.26	4.26	3.12	1.61	2.96
구이면	89.08	68.89	6.12	1.27	4.61	2.79	1.65	3.74
고산면	69.48	51.19	7.12	1.00	2.79	1.49	2.94	2.96
비봉면	44.59	34.17	5.11	0.56	1.91	0.84	0.79	1.21
운주면	91.90	80.50	3.01	0.75	3.25	1.09	1.95	1.34
화산면	70.85	52.25	6.60	0.82	3.20	1.37	2.32	4.29
동상면	106.50	97.52	1.25	0.39	1.49	0.84	1.96	3.06
경천면	38.89	33.06	1.13	0.30	2.23	0.33	1.29	0.56

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

## 2. 용도별 토지이용 현황

표 13의 용도지역별 토지이용 현황을 살펴보면 녹지지역은 점점 감소하는 추세이고, 주거 및 공업지역은 지속적으로 증가하고 있다. 완주군의 도시지역은 용도별 총 면적의 18.3 %인 150.00 km<sup>2</sup>이며, 도시지역의 용도별 현황을 보면 녹지지역이 도시지역의 90.6 %인 135.86 km<sup>2</sup>로 비율이 가장 높으며, 그 다음으로 공업지역 6.90 km<sup>2</sup>(4.6 %), 주거지역 6.52 km<sup>2</sup>(4.3 %), 상업지역 0.72 km<sup>2</sup>(0.5 %) 순으로 조사되었다.

표 13 용도별 토지이용 현황 (단위 : km<sup>2</sup>)

구분	계	도시지역					비도시지역 및 미지정
		소계	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	
2007	820.92	150.65	4.71	0.57	5.58	139.79	670.27
2008	820.94	150.61	6.32	0.71	5.58	138.00	670.33
2009	820.89	150.60	6.31	0.71	5.58	138.00	670.29
2010	820.91	150.66	6.52	0.72	6.90	136.52	670.25
2011	821.21	150.00	6.52	0.72	6.90	135.86	671.21
삼례읍	28.56	28.56	2.37	0.39	0.00	20.61	5.19
봉동읍	45.94	45.94	2.40	0.19	6.90	23.58	12.87
용진면	38.39	38.39	0.18	0.00	0.00	23.45	14.76
상관면	68.58	68.58	0.00	0.00	0.00	11.96	56.62
이서면	33.38	33.38	1.17	0.09	0.00	22.05	10.07
소양면	94.28	94.28	0.00	0.00	0.00	14.72	79.56
구이면	89.37	89.37	0.00	0.00	0.00	18.50	70.87
고산면	69.40	69.40	0.40	0.05	0.00	0.99	67.96
비봉면	44.63	44.63	0.00	0.00	0.00	0.00	44.63
운주면	91.60	91.60	0.00	0.00	0.00	0.00	91.60
화산면	70.85	70.85	0.00	0.00	0.00	0.00	70.85
동상면	107.30	107.30	0.00	0.00	0.00	0.00	107.30
경천면	38.93	38.93	0.00	0.00	0.00	0.00	38.93

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

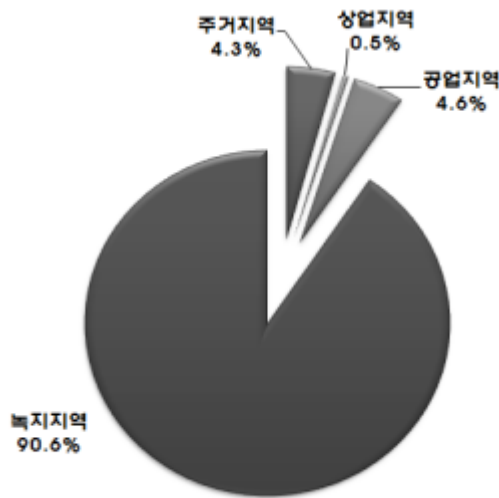


그림 11 도시지역의 토지이용 현황

## 제7절 농업 환경 현황

### 1. 농업 일반현황

표 14 농가인구 및 경지면적 현황을 보면, 최근 5개년 완주군의 농가수 및 농가인구는 감소하는 것으로 조사되었다.

2011년 기준 완주군의 총 농가 및 농가인구는 8,829가구, 24,556명으로, 경지면적 11,826 ha 중 논이 5,573 ha, 밭이 6,253 ha이다. 가구당 경지면적은 논, 밭 각각 63.1 a, 70.8 a로 2005년 대비 농가수 및 농가인구 뿐만 아니라 가구당 논, 밭의 경지면적은 감소하는 추세이나, 밭의 경지면적은 증가하는 경향을 보이고 있다.

표 14 농가인구 및 경지면적 현황

구 분	농가 및 농가인구		경지면적(ha)					
	농가수 (호)	농가인구 (명)	계	논	밭	가구당 경지면적(a)		
						계	논	밭
2007	10,146	29,679	12,520	8,194	4,326	124.0	81.0	43.0
2008	9,465	27,702	12,445	7,990	4,455	131.5	84.4	47.1
2009	9,213	26,165	12,059	6,297	5,762	130.9	68.3	62.5
2010	9,232	25,571	11,860	5,393	6,467	128.5	58.4	70.0
2011	8,829	24,556	11,826	5,573	6,253	133.9	63.1	70.8

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

표 15의 경지규모별 농가현황을 살펴보면 2011년을 기준으로 0.5 ha미만의 농가수가 4,257 가구로 전체 농가의 46.1 %를 차지하며, 3.0 ha미만의 농가(경지 없는 농가 포함)가 8,724가구로 전체농가의 94.5 %를 차지한다.

표 15 경지규모별 농가 현황 (단위 : 가구)

구 분	계	경지없는 농가수	0.5ha 미만	0.5ha이상~ 1.0ha미만	1.0ha이상~ 3.0ha미만	3.0ha이상~ 5.0ha미만	5.0ha이상~ 10.0ha미만	10.0ha 이상
2007년	10,146	172	3,845	2,656	2,951	353	139	30
2008년	9,465	132	3,412	2,554	2,847	352	138	30
2010년	9,232	113	4,257	2,353	2,001	310	147	51
2011년	9,232	113	4,257	2,353	2,001	310	147	51

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

2011년말 완주군의 농업진흥지역 지정현황을 보면 총 면적 7,215.4 ha로 농업진흥지역 및 농업보호구역 면적은 각각 5,792.5 ha, 1,422.9 ha로 조사되었다.

표 16 농업진흥지역 지정현황

구분	합계 (면적, ha)	농업진흥지역 (면적, ha)	농업보호구역 (면적,ha)
완주군	7,215.4	5,792.5	1,422.9

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

## 2. 재배현황

표 17의 완주군 식량작물 생산량 현황을 보면 2011년 기준으로 미곡생산량이 전체 식량작물 생산량의 75.6 %인 22,996 톤이 생산되고 있으며, 고구마·감자 등 서류가 19.6 %, 5,874 톤 생산되는 것으로 조사되었다.

또한, 최근 5년간( '07년~' 11년) 식량작물 생산량 현황을 살펴보면 두류를 제외한 모든 작물에서 생산량이 감소하고 있는 것으로 조사되었다.

표 17 식량작물 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	6,718	37,506	5,540	26,525	167	783	60	207	401	617	550	9,374
2008년	6,444	38,685	5,407	28,128	146	507	56	177	323	528	513	9,345
2009년	6,213	37,112	5,261	28,820	122	393	66	226	360	641	404	7,032
2010년	5,674	31,522	4,894	24,379	124	424	74	235	229	343	353	6,140
2011년	5,870	29,996	4,675	22,669	98	334	75	180	618	939	404	5,874

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

완주군에서 생산되는 과채류 생산량은 ‘11년 405 ha, 15,953 톤/년이며, 완주군의 주요 특산품 중 하나인 딸기는 삼례읍, 고산면, 운주면에서 주로 생산되나 삼례읍에서 생산량의 69.6 %가 생산되고 있고, 수박은 삼례읍, 비봉면에서 전체 생산량의 85.9 %인 6,588 톤/년이 생산되고 있다.

표 18 과채류 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		과 채 류									
			수박		딸기		오이		호박		토마토	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	396	13,753	204	7,791	168	5,009	2	111	8	166	14	675
2008년	422	16,728	212	10,700	186	4,833	3	109	8	196	13	891
2009년	455	17,304	224	9,658	203	6,228	2	95	10	239	15	1,032
2010년	406	15,848	206	8,607	165	5,121	7	549	12	443	16	1,128
2011년	405	15,953	183	7,667	188	5,604	19	1,634	3	175	12	873
삼례읍	250	9,749	100	4,235	130	3,900	18	1,530	2	84		
봉동읍	25	710			25	710						
용진면	6	249	6	249								
상관면	0	23							0	23		
이서면	2	172					1	104	1	69		
소양면	0	0										
구이면	2	61			2	61						
고산면	25	848	8	331	17	517						
비봉면	69	3,226	57	2,353							12	873
운주면	12	368			12	368						
화산면	14	549	12	499	2	49						
동상면	0	0										
경천면	0	0										

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

엽채류 생산량은 '11년 기준 365.9 ha, 21,003.1 톤/년이며, 배추가 전체 생산량의 73.7 % 인 15,480.2 톤/년이 생산되고 있다.



표 19 엽채류 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		엽 채 류									
			배추		시금치		상추		양배추		미나리	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	421.4	70,332.5	318.8	67,559.2	13.8	205.4	64.8	1,329.9	24.0	1,238.0	-	-
2008년	371.0	19,618.2	375.0	19,858.2	16.0	231.7	67.4	1,535.1	25.3	1,341.0	19.3	14.5
2009년	314.8	14,551.3	256.4	13,223.8	7.1	97.0	55.8	1,541.8	3.0	162.0	-	-
2010년	420.2	27,439.1	305.3	22,959.2	6.1	86.1	69.9	1,932.7	38.9	2,461.0	0.0	0.0
2011년	365.9	21,003.1	213.2	15,480.2	1.2	19.2	107.8	3,018.3	43.7	2,485.4	0.0	0.0
삼례읍	118.5	7,540.0	93.5	5,953.0					25.0	1,587.0		
봉동읍	33.3	2,284.7	20.6	1,666.0					12.7	618.7		
용진면	88.0	4,826.5	58.0	3,998.5			30.0	828.0				
상관면	0.5	27.1	0.5	27.1								
이서면	20.0	1,936.4	20.0	1,936.4								
소양면	12.7	675.8	5.0	480.1	1.2	19.2	6.5	176.5				
구이면	0.0	0.0										
고산면	0.0	0.0										
비봉면	74.0	2,144.3					68.0	1,864.6	6.0	279.7		
운주면	6.8	525.8	5.0	477.0			1.8	48.8				
화산면	5.3	489.5	5.0	481.4			0.3	8.1				
동상면	2.5	189.3	2.5	189.3								
경천면	4.3	363.7	3.1	271.4			1.2	92.3				

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

근채류는 「2012 완주통계연보」에 의하면 무가 전체 생산량의 96.5 %를 차지하고 있으며, '11년 재배면적 99.6 ha에 6,234.3 톤/년이 생산되었다.

표 20 근채류 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		근채류								
			무			당근			토란		
	면적	생산량	면적	생산량	kg/10a	면적	생산량	kg/10a	면적	생산량	kg/10a
2007년	122.5	5,894.3	108.0	5,494.0	5,087.0	14.0	391.0	2,792.9	0.5	9.3	1,860.0
2008년	287.4	11,455.8	271.7	11,033.8	4,061.0	15.7	422.0	2,687.9	-	-	-
2009년	189.7	9,457.3	180.2	9,880.1	5,483.2	9.5	242.4	2,559.1	-	-	-
2010년	229.7	12,085.3	220.3	11,812.3	5,361.9	9.4	273.0	2,903.8	0.0	0.0	0.0
2011년	99.6	6,234.3	92.3	6,017.4	6,519.4	7.3	216.9	2,971.2	0.0	0.0	0.0
삼례읍	2.7	118.8	2.7	118.8	4,400.0						
봉동읍	12.6	469.2	5.3	252.3	4,760.4	7.3	216.9	2,971.2			
용진면	9.0	414.2	9.0	414.2	4,602.2						
상관면	0.0	0.0									
이서면	65.0	4,672.8	65.0	4,672.8	7,188.9						
소양면	2.5	176.8	2.5	176.8	7,072.0						
구이면	0.8	77.4	0.8	77.4	9,675.0						
고산면	0.0	0.0									
비봉면	0.0	0.0									
운주면	3.0	77.5	3.0	77.5	2,583.3						
화산면	4.0	227.6	4.0	227.6	5,690.0						
동상면	0.0	0.0									
경천면	0.0	0.0									

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

완주군에서 생산되는 조미채소 중 양파와 생강이 주요 특산물이다. 양파는 고산양파와 화산양파가 특히 유명하며, 고산면과 화산면에서 157 ha, 10,343.7 톤/년으로 완주군 전체 생산면적 및 생산량의 90 %가 재배되고 있다.

또한 완주군 특산품 8품 중 하나인 봉동생강은 단일지역으로는 전국에서 가장 많은 양이 생산 및 출하되고 있으며, 특히 봉동읍 일대가 주산지화 되어 있는데 타 지역에 비해 역사가 길고 생산이 전문화 되어 있으며 토질이 황토색 점질토로 생강재배의 최적지로 알려져 있다.

표 21 조미채소 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		조미채소									
			고추		양파		마늘		파		생강	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	890.9	13,015.3	423.3	891.7	161.0	8,247.2	154.6	1,536.1	32.0	816.0	120.0	1,524.3
2008년	681.3	11,112.1	337.4	1,802.3	105.5	6,434.3	107.5	1,077.6	26.4	738.1	104.5	1,059.8
2009년	797.7	16,871.8	311.5	772.8	184.9	11,504.5	146.0	1,847.2	51.6	1,433.0	103.7	1,314.3
2010년	830.8	16,814.2	298.0	730.7	187.7	11,001.9	144.0	1,762.4	51.7	1,392.3	149.4	1,927.0
2011년	618.4	16,890.1	128.5	245.1	174.8	11,501.9	116.0	1,408.9	87.9	2,322.7	111.2	1,411.5
삼례읍	41.7	881.9	9.0	18.5	2.1	119.2	2.4	29.2	28.2	715.0		
봉동읍	145.4	2,620.3							53.2	1,445.2	92.2	1,175.1
용진면	13.0	206.0							3.0	77.9	10.0	128.1
상관면	0.0	0.0										
이서면	0.0	0.0										
소양면	0.0	0.0										
구이면	6.0	10.7	6.0	10.7								
고산면	180.0	6,403.1	41.0	84.8	87.0	5,688.0	50.0	605.5			2.0	24.8
비봉면	27.2	556.5	15.5	28.2	7.2	473.8	4.5	54.5				
운주면	5.5	108.6							3.5	84.6	2.0	24.0
화산면	183.0	5,480.5	53.0	95.4	70.0	4,655.7	55.0	669.9			5.0	59.5
동상면	0.0	0.0										
경천면	16.6	622.5	4.0	7.5	8.5	565.2	4.1	49.8				

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

완주군에서 생산되는 특용작물로는 참깨, 들깨, 땅콩 등이 있으며, 주로 삼례읍과 봉동면에서 재배되고 있다.

표 22 특용작물 생산량

구 분	참깨			들깨			땅콩		
	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
		(톤/년)	(kg/10a)		(톤/년)	(kg/10a)		(톤/년)	(kg/10a)
2007년	75.2	45.9	61.1	65.4	49.2	75.2	0.6	1.3	216.7
2008년	19.0	17.6	92.6	22.0	56.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2009년	22.6	15.2	67.2	24.9	17.2	69.3	1.8	2.3	127.8
2010년	21.6	19.1	88.5	31.8	48.7	153.5	2.2	3.5	159.1
2011년	20.4	19.4	95.1	24.2	25.6	105.8	1.0	0.5	50.0
삼례읍	0.8	0.4	0.0	1.5	0.9	60.0	0.0	0.0	0.0
봉동읍	0.5	3.7	822.2	0.2	0.7	291.7	0.0	0.0	0.0
용진면	4.0	4.8	120.8	5.5	8.3	151.1	0.0	0.0	0.0
상관면	0.3	0.4	0.0	0.7	1.1	160.0	0.0	0.0	0.0
이서면	5.0	3.8	76.4	3.1	2.7	0.0	1.0	0.5	50.0
소양면	0.3	0.1	23.1	0.2	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0
구이면	1.3	0.1	10.8	1.0	0.5	53.0	0.0	0.0	0.0
고산면	4.0	3.2	80.0	5.0	4.9	97.0	0.0	0.0	0.0
비봉면	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
운주면	1.0	0.2	20.0	1.0	1.0	100.0	0.0	0.0	0.0
화산면	0.0	0.0	0.0	1.8	0.9	50.0	0.0	0.0	0.0
동상면	3.3	2.6	80.7	2.2	3.0	135.3	0.0	0.0	0.0
경천면	0.0	0.0	0.0	2.0	1.7	83.0	0.0	0.0	0.0

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

완주군에서 생산되는 과실류 중 주요 특산물로는 이서배, 봉동포도, 동상곶감 등이 있다. 2011년 기준 완주군 전체 배 생산량의 88.5 %가 이서면에서 생산되고 있으며, 곶감을 가공하기 위한 감 재배는 운주면, 동상면, 경천면이 주 재배지이다.

표 23 과실류 생산량 (단위 : ha, 톤)

구 분	계		사과		배		복숭아		포도		감		자두		기타	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	595	9,878	3	51	147	3,282	64	936	43	666	314	4,796	0	2	23	145
2008년	775	11,601	2	43	131	3,475	71	984	46	757	457	5,462	0	2	68	878
2009년	740	10,752	3	58	105	2,767	60	850	49	755	457	5,441	0	2	65	879
2010년	908	4,650	1	22	86	302	61	753	46	756	465	3,748	8	60	109	917
2011년	841.7	9,596.2	2.1	38.0	83.8	1,976.7	71.0	814.0	49.7	648.4	511.2	5,415.0	11.4	94.0	112.5	610.1
삼례읍	6.6	28.8	0.0	0.0	4.1	14.0	0.7	7.0	0.2	3.0	0.0	0.0	0.6	4.8	1.0	0.0
봉동읍	34.3	563.7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	86.0	25.1	475.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.7
용진면	44.3	542.5	0.0	0.0	7.0	152.0	25.1	302.0	3.5	39.0	2.2	13.0	2.3	21.5	4.2	15.0
상관면	40.3	177.0	0.9	16.0	0.2	4.7	8.7	93.0	1.5	12.0	3.0	17.0	3.4	27.3	22.6	7.0
이서면	109.1	2,123.8	1.2	22.0	70.3	1,750.0	15.0	181.0	11.6	57.0	8.0	102.0	0.7	5.8	2.3	6.0
소양면	13.0	43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	9.0	0.7	3.0	9.7	31.0	0.0	0.0	1.0	0.0
구이면	50.7	234.1	0.0	0.0	1.3	32.0	7.9	92.5	1.2	2.0	2.2	3.0	1.1	9.6	37.0	95.0
고산면	44.2	786.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.5	0.0	0.0	41.0	770.0	0.0	0.0	3.0	13.8
비봉면	49.6	370.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	14.0	0.4	7.0	37.0	106.0	0.0	0.0	11.3	243.0
운주면	138.8	1,429.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	15.0	3.3	24.0	124.0	1,320.0	3.3	25.0	7.0	45.0
화산면	39.5	73.7	0.0	0.0	0.9	24.0	0.6	4.7	0.0	0.0	38.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0
동상면	148.7	1,788.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148.0	1,782.0	0.0	0.0	0.7	6.6
경천면	122.6	1,435.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	7.3	2.2	26.4	98.1	1,226.0	0.0	0.0	21.5	176.0

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

### 3. 친환경농업 현황

완주군의 친환경농업 인증면적은 표 24와 같이 574.7 ha로 전라북도 친환경인증면적인 10,650 ha의 5.4 %를 차지하며, 전북도내 14개 시·군 중 친환경농업 육성 실적이 다소 저조한 실정이다.

친환경농업 중 특히 가축분뇨 퇴·액비의 활용도가 큰 무농약 및 저농약 농산물의 인증면적이 각각 288.3 ha, 155.2 ha로 전체 인증면적의 77.2 %를 차지한다.

표 24 친환경농업 현황

구분	인증건수(건)	인증농가(호)	인증면적(ha)	출하량(kg)
유기농산물	22	78	115.7	700,200
전환기유기농산물	7	13	15.5	61,200
무농약농산물	60	331	288.3	1,735,600
저농약농산물	52	225	155.2	4,030,700
합계	141	647	574.7	6,527,700

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

### 4. 화학비료 사용현황

완주군의 2011년도 총 비료성분 공급량은 2,027 톤/년이고, 질소 1,325 톤/년, 인산 348 톤/년, 가리 354 톤/년으로 나타났다.

표 25 화학비료 성분별 공급량

구분	합계 (톤/년)	비료성분 (톤/년)			
		질소질(N)	인산질(P2O5)	가리질(K2O)	기 타
공급량	2,027	1,325	348	354	0

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

### 5. 가축분뇨 중 비료성분 발생현황

완주군 관내의 가축분뇨에서 기인하는 비료성분량을 가축분뇨의 일반적인 조성비로 계산하면 표 27과 같다. 연간 가축분뇨로부터 발생하는 질소성분량은 2,538.9 톤, 인산이 1,317.1 톤, 칼리가 1,434.1 톤이다

표 26 가축분뇨의 일반적 조성

축종별	구분	질소(N)	인산(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	칼리(K <sub>2</sub> O)
		%		
젖소	분	0.33	0.49	0.49
	뇨	1.02	0.27	0.27
한육우	분	0.50	0.60	0.18
	뇨	0.68	0.07	0.60
돼지	분	0.96	0.83	0.42
	뇨	0.80	0.09	0.53
닭	분	1.39	0.62	0.68

자료 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정 연구(농촌진흥청, 2008)

표 27 가축분뇨 중 비료성분 발생량

축종별	구분	발생량 (kg/일)	사육두수 (두, 수)	분뇨발생량 (톤/년)	비료성분별 발생량(톤/년)		
					N	P2O5	K2O
젖소	분	19.20	2,658	18,627.3	61.5	91.3	91.3
	뇨	10.90			107.9	28.6	28.6
한육우	분	8.00	27,784	81,129.3	405.6	486.8	146.0
	뇨	5.70			57,804.6	393.1	40.5
돼지	분	0.87	73,165	23,233.5	223.0	192.8	97.6
	뇨	1.74			46,467.1	371.7	41.8
닭	분	0.11	1,830,590	70,224.2	976.1	435.4	477.5
합계			1,934,197	308,060.8	2,538.9	1,317.1	1,434.1

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

## 제8절 축산업 현황

### 1. 가축사육 현황

2011년 기준 완주군의 가축사육현황을 살펴보면 한우 1,201농가, 27,784마리, 젖소 30농가, 2,658마리, 돼지 54농가에서 73,165마리, 닭 65농가 1,830,590마리를 사육하는 것으로 조사되었다. 완주군에서 사육되는 한우의 경우 전라북도 한우 사육두수 352,811마리 대비 7.9%를 차지하고 있다.

연도별 가축사육현황을 비교해 보면 한우사육은 '07년 대비 24 %정도 증가하고, 돼지사육은 지속적으로 줄어들고 있으며, 축산농가의 전업화, 기업화로 인하여 사육농가는 감소추세에 있다.

표 28 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2007년	1,296	22,413	34	2,956	80	85,925	62	1,705,830
2008년	1,210	24,167	29	2,866	65	82,220	56	1,764,905
2009년	1,203	25,833	33	2,645	60	83,838	72	1,892,907
2010년	1,232	27,938	29	2,777	57	78,588	66	1,935,410
2011년	1,201	27,784	30	2,658	54	73,165	65	1,830,590

주) 3천수 이상 사육농가 대상 전수조사자료임

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

완주군 13개 읍·면별 가축사육현황을 비교해 보면, 한우의 경우 완주군 전체 사육두수의 47.9 %가 화산면에서 사육되고 있으며, 돼지는 소양면과 고산면에 집중되어 있어 사육두수의 79.7 %를 차지하는 것으로 조사되었다.



표 29 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭		마필	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2011년	1,201	27,784	30	2,658	54	73,165	65	1,830,590	8	28
삼례읍	48	715	1	70	1	500	3	1,900	1	1
봉동읍	49	695	4	544	4	1,372	6	340,000	0	0
용진면	79	1,257	2	81	2	55	1	60,000	1	1
상관면	35	621	0	0	1	1,400	4	2,100	0	0
이서면	42	540	1	109	2	2,000	3	91,000	0	0
소양면	57	368	7	699	23	34,417	12	182,840	1	2
구이면	68	665	1	71	8	4,373	15	266,050	1	17
고산면	198	4,301	1	65	9	23,918	1	27,000	0	0
비봉면	193	4,873	13	1,019	1	1,800	4	221,900	3	6
운주면	9	169	0	0	1	2,000	3	1,600	0	0
화산면	397	13,304	0	0	1	1,320	9	594,000	0	0
동상면	16	82	0	0	1	10	2	35,100	1	1
경천면	10	194	0	0	0	0	2	7,100	0	0

주) 젓소 수컷은 한육우에 포함

자료 : 완주군 농업기술센터 친환경농업축산과

## 2. 가축분뇨 발생 현황

완주군에서 사육되는 가축분뇨 발생현황은 한·육우 및 젓소, 돼지, 닭 사육두수에 가축별 배출원단위로 환산하여 산출하였으며, 연간 381,930.1 톤/년으로 조사되었다.

이 중 한·육우 및 젓소에서 발생하는 분뇨가 연간 175,509.3 톤으로 전체 발생량의 46 %이며, 양돈농가에서 발생하는 분뇨는 연간 136,196.6 톤, 35.7 %에 해당하는 것으로 조사되었다.

완주군 13개 읍·면별 가축분뇨 발생량은 화산면 24.0 %, 소양면 21.6 %, 고산면 17.3 % 순이며, 읍면별·축종별 분뇨발생량은 표 31과 같다.

표 30 축종별 가축분뇨 배출원단위

축종별 (단위)	환경부고시('99)				'08 배출원단위			
	분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소·말 (L/두.일)	10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젖소 (L/두.일)	24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지 (L/두.일)	1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭 산란계 (L/1,000수.일)	미고시				124.7			
육계 (L/1,000수.일)	미고시				85.5			

자료 : 환경부 수생태보전과-867( '08.12.23), “가축분뇨 배출원단위 재산정”

표 31 2011년 완주군 축종별 분뇨 발생량

구분	계 (톤/년)	한육우 (톤/년)	젖소 (톤/년)	돼지 (톤/년)	닭 (톤/년)
계	381,930.1	138,933.9	36,575.4	136,196.6	70,224.2
삼례읍	5,542.2	3,575.4	963.2	930.8	72.9
봉동읍	26,557.9	3,475.3	7,485.7	2,554.0	13,042.9
용진면	9,804.3	6,285.6	1,114.6	102.4	2,301.7
상관면	5,792.0	3,105.3	0.0	2,606.1	80.6
이서면	11,414.1	2,700.3	1,499.9	3,723.0	3,490.9
소양면	82,540.0	1,840.2	9,618.6	64,067.2	7,014.0
구이면	22,648.7	3,325.3	977.0	8,140.3	10,206.1
고산면	67,960.7	21,507.2	894.4	44,523.4	1,035.8
비봉면	50,252.5	24,367.4	14,021.9	3,350.7	8,512.4
운주면	4,629.5	845.1	0.0	3,723.0	61.4
화산면	91,770.6	66,526.7	0.0	2,457.2	22,786.7
동상면	1,775.1	410.0	0.0	18.6	1,346.5
경천면	1,242.5	970.1	0.0	0.0	272.4

### 3. 가축분뇨 처리 현황

2011년 기준 완주군에서 발생하는 가축분뇨는 퇴·액비 등 자원화, 공공처리장 정화처리 등의 방법으로 처리되고 있으며, 처리방법별 현황은 표 32와 같다.

한·육우, 젓소 및 닭의 분뇨는 퇴비사 등에 야적 후 부숙된 퇴비를 농지에 살포하는 등 100 %로 퇴비화 되고 있으며, 돼지분뇨는 퇴·액비화 및 정화처리 등의 방법으로 처리하고 있는 것으로 조사되었다.

표 32 완주군 가축분뇨 처리현황 (단위 : 톤/년, %)

구분	계 (%)	자원화			정화방류		해양 배출	기타
		소계	퇴비	액비	개별농가	환경부		
계	381,930.1	338,347.2	289,316.4	49,030.8	-	35,411.1	8,171.8	-
	(100%)	(89%)	(76%)	(13%)		(9%)	(2%)	
한·육우	138,933.9	138,933.9	138,933.9	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)	(100%)					
젓소	36,575.4	36,575.4	36,575.4	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)	(100%)					
돼지	136,196.6	92,613.7	43,582.9	49,030.8	-	35,411.1	8,171.8	-
	(100%)	(68%)	(32%)	(36%)		(26%)	(6%)	
닭	70,224.2	70,224.2	70,224.2	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)	(100%)					

주) 해양 배출('12년 이전엔 가능)

자료 : 완주군 농업기술센터 친환경농업축산과

표 33 완주군 가축분뇨 퇴·액비 이용실적

구분	퇴·액비 살포면적(ha)					
	계	논	밭	과수원	초지	임야 등
2009년	2,097	507	1,570	20	-	-
2010년	2,676	646	2,010	20	-	-
2011년	2,827	657	2,150	20	-	-

주) 퇴비는 보조금 지급기준, 액비는 시비처방서 발급기준으로 작성됨.

자료 : 완주군 농업기술센터 친환경농업축산과

## 제9절 바이오매스 처리시설 현황

### 1. 하·폐수 및 분뇨처리시설

#### 가. 하수처리시설 현황

2011년 기준 완주군의 공공하수처리시설은 표 34와 같이 33개소의 하수처리시설이 운영 중에 있으며, 이 중 생물학적 처리를 하는 곳이 13개소, 고도처리를 하는 곳이 20개소이다.

유입BOD 대비 방출BOD로 계산한 처리효율은 33개소 평균 91.5 %이며, 생물학적 처리시설 87.3 %, 고도처리시설은 93.9 %로 고도처리시설의 처리효율이 월등히 높다.

표 34 완주군 공공하수처리시설 현황

지역	시설명	소재지	시설용량(m <sup>3</sup> /일)				처리 효율(%)	처리 공법
			계	물리적	생물학적	고도		
완주군	33개소		36,193	-	16,435	19,758	91.5%	
	삼 레	삼레읍 해진리	32,000	-	16,000	16,000	97.6	MLE(고도처리)+ 응집침전
	고 산	고산면 서봉리	700	-	-	700	96.7	KIDEA공법
	구 이	구이면 덕천리	700	-	-	700	95.6	KIDEA공법
	소 양	소양면 명덕리	800	-	-	800	97.6	KIDEA공법
	지 동	용진면 신지리	100	-	-	100	88.0	A2EBC
	송광1	소양면 대흥리	130	-	-	130	94.3	IC/F
	송광2	소양면 대흥리	50	-	50	-	95.5	GBM

표 35 완주군 공공하수처리시설 현황(계속)

지역	시설명	소재지	시설용량(m <sup>3</sup> /일)				처리 효율(%)	처리 공법
			계	물리적	생물학적	고도		
완주군	용 암	용진면 상삼리	60	-	-	60	91.2	FNR
	소양문화	소양면 대흥리	175	-	-	175	93.6	접촉산화
	신기서계	용진면 상운리	90	-	-	90	91.8	KNR
	추 동	봉동읍 은하리	75	-	-	75	95.8	바이오매트2
	고 성	화산면 화평리	160	-	-	160	95.9	DBS
	운 교	용진면 상운리	170	-	-	170	95.5	HUN-U 2
	중 촌	운주면 장선리	250	-	-	250	93.7	JASSFR
	원구만	봉동읍 구만리	75	-	-	75	94.1	FNR
	중 암	고산면 삼기리	40	-	40	-	86.9	바이오비드
	송 학	고산면 성재리	15	-	15	-	85.4	흡수성바이오필터
	용 신	상관면 마치리	40	-	40	-	90.1	분뇨 및 고농도 유기성오폐수처리
	원완창	운주면 완창리	36	-	36	-	93.4	고효율합병정화
	하용동	화산면 종리	12	-	12	-	92.4	고효율오수처리
	마 안	화산면 종리	22	-	22	-	91.8	고효율합병정화
	용 북	용진면 신지리	45	-	-	45	94.9	분뇨 및 고농도 유기성오폐수처리
	오 산	고산면 오산리	40	-	40	-	92.4	바이오비드
	신마산	이서면 상개리	30	-	30	-	93.0	분뇨 및 고농도 유기성오폐수처리
	원간중	용진면 간중리	45	-	45	-	89.1	바이오매트
	구 암	구이면 덕천리	50	-	50	-	67.6	회분식활성슬러지
	지 암	용진면 운곡리	35	-	35	-	81.3	고효율합병정화
	신 덕	고산면 어우리	20	-	20	-	83.5	고효율합병정화
	난 산	구이면 광곡리	45	-	-	45	90.7	HBR-2
	오 북	경천면 경천리	45	-	-	45	93.3	분뇨 및 고농도 유기성오폐수처리
	신 교	소양면 신교리	45	-	-	45	91.0	AOSB
잡 평	소양면 신교리	45	-	-	45	94.5	IC-SBR	
묘 원	상관면 의암리	48	-	-	48	92.3	ISTS-2	

자료 : 환경부, 2011년 하수도 통계

### 나. 폐수처리시설 현황

완주공단에서 배출되는 공장폐수와 생활하수를 처리하기 위하여 완주군 삼례읍 후정리 146-4 일원에 폐수종말 처리장을 운영 중이며, 시설용량 27,000 m<sup>3</sup>/일로 1차 중력 침전법, 2차 표준 활성오니법으로 처리되어 차집관로를 통하여 만경강으로 방류되고 있다.

표 36 폐수종말처리장 현황

구 분	내 용
위 치	전라북도 완주군 삼례읍 후정리 146-4 일원
부지면적	총 36,979m <sup>2</sup> (처리장 : 32,535m <sup>2</sup> 중계펌프장 : 4,444m <sup>2</sup> )
시설용량	27,000m <sup>3</sup> /일 (9,000m <sup>3</sup> ×3Line)
처리방법	1차 처리 - 중력 침전법, 2차 처리 - 표준활성오니법(PLUG -FLOW PROCESS)

자료 : 완주군 홈페이지

### 다. 분뇨처리시설현황

2011년 기준 완주군 전역에서 발생하는 분뇨발생량은 32 m<sup>3</sup>/일(수거분뇨 6.4 m<sup>3</sup>/일, 정화조 오니 25.6 m<sup>3</sup>/일)로서, 최근 5년간 분뇨발생량을 조사해 본 결과 인구 감소에 따라 점차 줄어드는 추세이다. 연도별 분뇨발생량 및 처리량은 표 37에 나타내었다.

표 37 분뇨발생량 및 처리현황

구분 연도별	분뇨발생량(m <sup>3</sup> /일)			처리량 (m <sup>3</sup> /일)				처리율 (%)
	계	수거 분뇨	정화조 오니	계	물리적	생물학적	고도	
2007	45.0	1.0	45.0	45.0	-	45.0	-	100.0
2008	50.0	6.0	44.0	50.0	-	50.0	-	100.0
2009	47.8	6.2	41.6	47.8	-	47.8	-	100.0
2010	36.0	6.2	29.8	36.0	-	36.0	-	100.0
2011	32.0	6.4	25.6	32.0	-	32.0	-	100.0

자료 : 완주군, 2012 완주통계연보

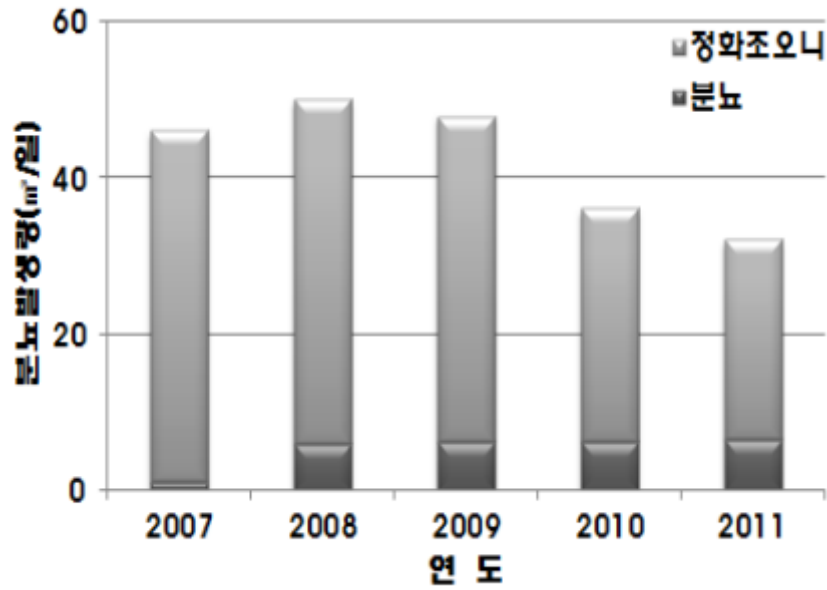


그림 12 연도별 분뇨 및 정화조오니 발생량

완주군에서 운영 중인 완주군 분뇨처리시설은 완주군 삼례읍 후정리 150-1번지 일원에 위치하고 있으며, 일처리용량 50 m³/일로 액상부식법으로 처리된 후 완주군 삼례하수종말처리장으로 연계 처리되고 있다.

표 38 완주군 분뇨처리시설 현황

소재지	전북 완주군 삼례읍 후정리 150-1번지	
시설용량	50 m³/일	
처리량	32 m³/일	
처리공법	액상부식법	
연계처리장명	삼례하수처리장	
가동개시일	'99년 06월	
사업비	1,156백만원	
운영방법	민간 위탁운영	
방류수역	분류	만경강
	수계	서해

자료 : 예산군 홈페이지, 2011년 하수도 통계(환경부)

## 2. 폐기물 매립지 및 소각시설

### 가. 쓰레기 처리 현황

완주군의 생활폐기물 관리구역은 전체 행정구역 820.66 km<sup>2</sup> 중 100 %가 관리구역으로 지정되어 있어 전국 생활폐기물 관리구역 지정률 97.3 %보다 높은 것으로 나타났다.

또 완주군의 생활폐기물 발생량은 표 40에 나타난 것처럼, 총 157.1 톤/일로서, 매립 14.6 톤/일(9.3 %), 소각 14.0 톤/일(8.9 %), 재활용 128.5 톤/일(81.8 %)로 처리되고 있다.

표 39 완주군의 생활폐기물 관리구역 현황

전체 행정구역			생활폐기물 관리구역			생활폐기물 관리제외지역		
면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수
820.66	86,766	13	820.66	86,766	13	-	-	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

표 40 생활폐기물 발생량 및 처리 현황 (단위 : 톤/일, %)

발생량(톤/일) 및 처리현황	총 계	종량제에 의한 혼합배출		재활용가능 자원 분리배출	남은 음식물류 배출
		가연성	불연성		
총 계	157.1	26.4	99.3	14.4	17.0
비 율	100.0%	16.8%	63.2%	9.2%	10.8%
매 립	14.6	0.3	14.3	0.0	0.0
비 율	9.3%	0.2%	9.1%	0.0%	0.0%
소 각	14.0	14.0	0.0	0.0	0.0
비 율	8.9%	8.9%	0.0%	0.0%	0.0%
재활용	128.5	12.1	85.0	14.4	17.0
비 율	81.8%	7.7%	54.1%	9.2%	10.8%

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

### 나. 폐기물 매립지 시설현황

완주군 관내에 운영 중인 폐기물 매립시설은 완주군 비봉면 백도리 419번지 일원에 위치하며 총 매립지 면적 7,600 m<sup>2</sup>, 총 매립용량 44,000 m<sup>3</sup>로, 2011년 현재 총 매립용량의 77.4 %인 34,077 m<sup>3</sup>이 매립되어 있다.



표 41 매립장 현황

구 분	내 용
위 치	전북 완주군 비봉면 백도리 419번지
총 매립지 면적(m <sup>2</sup> )	7,600 m <sup>2</sup>
총 매립용량(m <sup>3</sup> )	44,000 m <sup>3</sup>
기 매립량(m <sup>3</sup> ) - '11년까지	34,077 m <sup>3</sup>
잔여매립 가능량(m <sup>3</sup> )	9,923 m <sup>3</sup>
사용기간	1996년 ~ 2016년
설치비	918백만원(지방비)

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

### 3. 가축분뇨 처리(자원화) 시설

#### 가. 완주군 분뇨축산폐수공공처리장

지난 '99년부터 완주군 관내에 운영 중인 분뇨축산폐수공공처리장은 완주군 삼례읍 후정리 150-1번지 일원에 위치하며, 일 처리 용량 170 kl/일로 분뇨 (50 kl/일) 및 축산폐수(120 kl/일)가 액상부식법으로 혼합 처리된 후 하수처리장으로 연계 운영되고 있다.

표 42 분뇨축산폐수공공처리장 현황

구 분	내 용
위 치	전북 완주군 삼례읍 후정리 150-1번지
시설용량	170 kl/일 (분뇨 : 50 kl/일, 축산폐수 : 120 kl/일)
처리방법	액상부식법(분뇨, 축산폐수 혼합처리)
주요시설	협잡물 제거장치, 브로아, 탈수기, 질산화조, 저류조 등

자료 : 완주군 홈페이지

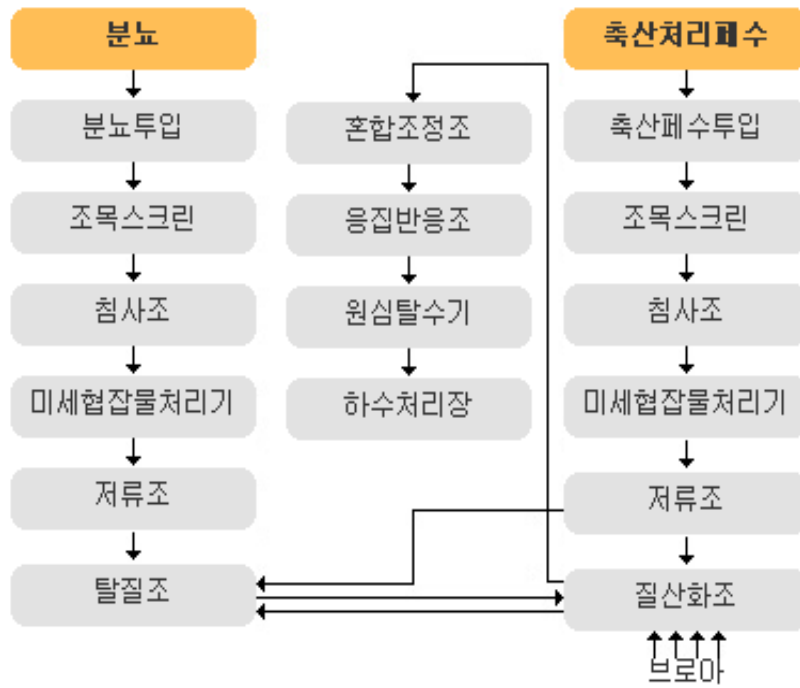


그림 13 분뇨축산폐수공공처리장 처리 공정도

자료 : 완주군 홈페이지

## 나. 액비유통센터

완주군 관내 액비유통센터는 소양면에 2개소가 설치되어 있으며, 양돈협회 완주지부 및 축분 비료유통센터에 운영 중이다.

표 43 액비유통센터 현황

법인명	소재지	액비유통센터	
		저장조 용량	살포지 확보면적
양돈협회 완주지부	완주군 소양면 명덕리 58-12	2,000 ton	200 ha
완주군 축분비료유통센터	완주군 소양면 신촌리 192-4	-	500 ha

자료 : 농촌진흥청 국립축산과학원 가축분뇨종합정보시스템

## 제10절 바이오매스 발생 및 이용 현황

### 1. 폐기물계 바이오매스 발생현황

#### 가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
음식물쓰레기(계)	6,205.00
-가정생활계	365.00
-사업장생활계	5,840.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
가축분뇨(계)	381,930.10
-젓소분뇨	36,575.40
-한우(소,말)분뇨	138,933.90
-양돈분뇨	136,196.60
-계분뇨	70,224.20

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 다. 오니계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
오니(계)	-
-하수처리오니	-
-정수처리오니	-
-공정오니	-
-폐수처리오니	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
폐식용유(계)	-
-생활계	-
-사업생활계	-
-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
일반폐기물목재(계)	803.00
-생활계	730.00
-사업생활계	73.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
종이(계)	1,496.50
-종량제봉투배출	1,460.00
-재활용분리배출	36.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
폐목재(계)	792.00
-사업장배출시설계	-
-건설폐기물(건설폐제)	792.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
폐지(계)	-
-사업장배출시설계	-
-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

2. 미이용계 바이오매스 발생현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)	42,119.30
-벼짚	25,086.00
-왕겨	5,424.00
-보릿짚	405.90
-옥수수대	279.00
-콩대	830.00
-고구마줄기	4,241.50
-감자줄기	360.80
-수박줄기	3,523.60
-오이줄기	749.80
-호박줄기	78.20
-토마토대	400.20
-참깨줄기	110.20
-들깨줄기	145.00
-고추대	485.10

나. 목본계 농산부산물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
목본계 농산부산물(계)	533.58
-사과전정지	10.36
-포도전정지	129.36
-배전정지	393.86

다. 임지잔재 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
임지잔재(계)	543,650.00
침엽수	191,835.56
활엽수	268,316.38
혼효림	83,498.06

3. 폐기물계 바이오매스 이용현황

가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
음식물쓰레기(계)	6,205.00
-가정생활계	365.00
-사업장생활계	5,840.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
가축분뇨(계)	338,118.60
-젓소분뇨	36,575.40
-한우(소,말)분뇨	138,933.90
-양돈분뇨	92,385.10
-계분뇨	70,224.20

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

다. 오니계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
오니(계)	-
-하수처리오니	-
-정수처리오니	-
-공정오니	-
-폐수처리오니	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
폐식용유(계)	-
-생활계	-
-사업생활계	-
-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
일반폐기물목재(계)	73.00
-생활계	-
-사업생활계	73.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
종이(계)	36.50
-중량제봉투배출	-
-재활용분리배출	36.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐목재(계)		752.70
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물(건설폐제)	752.70

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)		-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

4. 미이용계 바이오매스 이용현황

가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		11,458.20
	-벼짚	10,536.12
	-왕겨	922.08



## 나. 임지잔재 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
임지잔재(계)	-
침엽수	-
활엽수	-
혼효림	-

## 제11절 바이오매스 생산·유통시설 현황

### 1. 농산물 유통 센터 현황

#### 가. 삼례농협산지유통센터

완주군 삼례농협산지유통센터는 완주군의 농특산품인 딸기와 수박을 체계적으로 관리하고 집하, 저장, 출하 및 유통을 효율적으로 수행하기 위한 시설이다.

‘09. 11. 30일에 준공된 완주군 산지유통센터는 총 13억 원의 사업비를 들여 부지면적 7,476 m<sup>2</sup>(2,265평)에 집하·선별·포장시설, 저온 저장고, 딸기 선별기, 수박 비파괴 선별기 등 첨단 시설을 갖추고 있다.

### 2. 농산물 가공시설 현황

#### 가. 완주봉상생강영농조합법인

완주군 고산면 양아리 772-5번지에 위치한 완주봉상생강영농조합은 1993년 11월에 설립된 영농조합으로, 완주군의 주요 특산품인 봉동지역에서 생산된 생강을 생산·가공·유통하는 시설이다.

표 44 완주봉상생강조합법인 현황

구 분	내 용
위 치	전북 완주군 고산면 양아리 772-5번지
설 립 일	1993년 11월
생 산 량	720톤/년
주요 생산제품	완주봉동편강, 생강다짐, 생강엑기스, 봉동생강가루, 생강차 등

자료 : 완주봉상생강조합법인 홈페이지

### 3. 기타 관련 시설 현황

#### 가. 고산광역친환경농업단지 조성

고산광역친환경농업단지는 고산농업협동조합이 사업을 추진하고 있으며, 완주군내 5개면(고산면 비봉면, 화산면, 경천면, 동상면), 2,349호의 농가가 참여하고 있다. 이 지역은 새만금 상류지역에 위치한 환경 민감 지역으로 경종과 축산을 연계하는 순환농업 실천지역이며, 폐수 배출 허용기준 청정지역(환경부고시, 1999년11월)에 해당한다.

고산광역친환경단지 일반현황 및 주요 사업내용은 표 45, 표 46과 같다.

표 45 고산광역친환경농업단지 일반현황

구 분	내 용
대상지역	전북 완주군 동북부 5개면(고산, 비봉, 동상, 경천, 화산)
수 계	새만금 상류지역(만경강 발원지)
참여농가	2,349호
경지면적	3,248ha(답1,984, 전917, 과수원347)
조성면적	1,150ha (수도작 550ha, 과채류 300ha, 근채류 180ha,잡곡류 120ha)
조성기간	2006 ~ 2007년 (2년간)
주요인증농산물	쌀, 한우, 꽃감, 대두콩, 딸기, 밤호박, 상추
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 친환경농자재생산시설 : 미생물 배양시설, 왕겨팽연화시설</li> <li>• 친환경농축산물생산시설 : 공동육묘장, 농기자재보관 및 수리센터, 유기축사 시설, 시설하우스</li> <li>• 경·축순환자원화센터 : 부산물퇴비 비료 생산시설</li> <li>• 친환경유통시설 : 벼건조·저장시설, 산지유통센터, 꽃감유통시설, 감식초황 토보관시설</li> <li>• 교육·관광시설 : 웰컴센터, 주말농장</li> </ul>
사업추진주체	고산농업협동조합

자료 : 완주군 홈페이지, 고산농업협동조합 홈페이지

표 46 광역친환경농업단지 주요사업내용

시 설 명	주요내용
APC (고산광역친환경단지 산지유통센터)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위 치 : 완주군 고산면 울곡리139-3</li> <li>· 사업량/사업비 : 705㎡/ 840백만원</li> <li>· 주요내용 : 광역친환경농업단지에서 생산되는 농산물을 집하, 예냉, 저온, 선별, 포장, 저장을 위한 시설</li> </ul>
농자재생산시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위 치 : 완주군 고산면 읍내리 880</li> <li>· 사업량/사업비 : 495㎡/ 247백만원</li> <li>· 주요내용 : 광역친환경농업단지내의 농기계 보관, 수리 등을 목적으로 농기계 공동관리를 통한 효율성 높임</li> </ul>
농축산물생산시설	
- 벼 저온저장시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위 치 : 완주군 고산면 울곡리 139-3</li> <li>· 사업량/사업비 : 409㎡/ 954백만원</li> <li>· 주요내용 : 벼의 균일화된 건조, 저장방법으로 미질향상 및 균일화된 미질 유지관리를 통해 고품질 친환경쌀 생산기반조성</li> </ul>
- 공동 육묘장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위 치 : 완주군 고산면 울곡리 139-3</li> <li>· 사업량/사업비 : 2,274㎡/ 566백만원</li> <li>· 주요내용 : 단일품종, 고품종, 우량 육묘생산보급을 위한 육묘시설, 친환경원에 작물재배에 따른 우량묘를 공급하기 위한 시설</li> </ul>
웰컴센터 홍보교육관	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위 치 : 완주군 고산면 읍내리 881</li> <li>· 사업량/사업비 : 909㎡/ 1,050백만원</li> <li>· 주요내용 : 지역에서 생산되는 친환경농산물의 전시, 홍보 및 판매하고 도농교류의 장으로 활용하며 친환경 농업인의 교육장 및 회의장소로 이용</li> </ul>
경축순환 자원화센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위 치 : 완주군 비봉면 백도리 429</li> <li>· 사업량/사업비 : 4,556㎡/ 3,500백만원</li> <li>· 주요내용 : 한우분을 주원료로 톱밥, 팽연왕겨 등을 첨가하여 기계교반식, 호기성 발효 등을 통해 유기질 퇴비를 생산하기 위한 시설</li> </ul>
기타시설	천연곳감유통시설, 친환경유기축사, 친환경하우스

자료 : 고산농업협동조합 홈페이지

## 제3장 바이오매스 이용계획

### 제1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정

#### 1. 바이오매스 부존량

##### 가. 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	6,205.00	64.14	1,604.61	48.49	1,078.83	3,570.31
		종량제 봉투배출	365.00	72.80	1,155.10	50.66	50.30	114.68
		재활용 분리배출	5,840.00	63.60	1,632.70	48.35	1,027.80	3,470.73
	가축 분뇨 (계)	소계	381,930.10	87.95	3,965.56	41.84	19,260.78	182,569.53
		젖소 분뇨	36,575.40	90.60	3,847.00	41.06	1,411.68	13,226.32
		한우 분뇨	138,933.90	87.12	3,847.00	41.06	7,347.56	68,840.86
		양돈 분뇨	136,196.60	94.08	4,516.00	39.40	3,176.76	36,411.78
		닭 오리	70,224.20	76.30	3,194.33	48.50	8,071.92	53,163.72
	오니	소계	-	-	-	-	-	-
		하수처리 오니	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	-	57.53	1,293.67	47.37	-	-
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-

목재	소계	803.00	21.09	3,488.73	48.11	304.84	2,210.60
	종량제 봉투배출	730.00	20.90	3,495.20	48.14	277.97	2,018.23
	재활용 분리배출	73.00	23.00	3,424.00	47.80	26.87	192.46
종이	소계	1,496.50	18.59	3,080.72	44.76	545.39	3,753.34
	종량제 봉투배출	1,460.00	18.70	3,073.80	44.77	531.41	3,648.54
	재활용 분리배출	36.50	14.10	3,357.40	44.56	13.97	105.27
폐목재	소계	792.00	11.43	3,817.33	60.60	425.07	2,677.76
	사업장 배출시설계	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-
	건설 폐기물	792.00	11.43	3,817.33	60.60	425.07	2,677.76
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	-	56.47	2,388.67	52.22	-	-
<b>폐기물계 합계</b>		<b>391,226.60</b>				<b>21,614.90</b>	<b>194,781.54</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

#### 나. 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	30,510.00	51.52	3,759.78	41.70	6,239.20	56,192.74
		벼짚	25,086.00	59.86	3,710.00	41.10	4,138.57	37,357.92
		왕겨	5,424.00	12.97	3,990.00	44.50	2,100.63	18,834.82
	잡곡	소계	279.00	72.65	3,990.00	47.73	36.42	304.46
		옥수수줄기	279.00	72.65	3,990.00	47.73	36.42	304.46
	맥류	소계	405.90	59.86	3,710.00	41.10	66.96	604.46
		보릿짚	405.90	59.86	3,710.00	41.10	66.96	604.46
	두류	소계	830.00	65.71	4,490.00	48.70	138.60	1,277.89
		콩줄기	830.00	65.71	4,490.00	48.70	138.60	1,277.89
	서류	소계	4,602.30	90.02	3,860.21	42.70	196.21	1,773.92

	고구마줄기	4,241.50	90.01	3,890.00	42.70	180.93	1,648.29
	감자줄기	360.80	90.08	3,510.00	42.70	15.28	125.63
	<b>소계</b>	<b>4,751.80</b>	<b>77.40</b>	<b>4,031.17</b>	<b>44.43</b>	<b>478.89</b>	<b>4,295.07</b>
과채류	수박잔사	3,523.60	84.37	4,060.00	44.10	242.88	2,236.00
	오이잔사	749.80	43.11	3,920.00	45.00	191.95	1,672.12
	호박잔사	78.20	52.22	4,060.00	45.00	16.81	151.70
	토마토줄기	400.20	85.23	3,980.00	46.10	27.25	235.26
	<b>소계</b>	<b>485.10</b>	<b>79.72</b>	<b>4,480.00</b>	<b>48.30</b>	<b>47.52</b>	<b>440.73</b>
조미 채소	고추줄기	485.10	79.72	4,480.00	48.30	47.52	440.73
	<b>소계</b>	<b>255.20</b>	<b>15.38</b>	<b>4,166.82</b>	<b>47.41</b>	<b>102.38</b>	<b>899.83</b>
특용 작물	참깨줄기	110.20	15.38	4,110.00	46.90	43.73	383.26
	들깨줄기	145.00	15.38	4,210.00	47.80	58.65	516.56
	<b>소계</b>	<b>533.58</b>	<b>31.23</b>	<b>4,640.38</b>	<b>50.44</b>	<b>184.64</b>	<b>1,698.63</b>
과실류	사과전정지	10.36	32.88	4,687.50	50.40	3.50	32.60
	포도전정지	129.36	47.20	4,790.00	52.10	35.59	327.17
	배전정지	393.86	25.94	4,590.00	49.90	145.55	1,338.87
	<b>소계</b>	<b>543,650.00</b>	<b>40.56</b>	<b>4,823.29</b>	<b>49.68</b>	<b>159,788.25</b>	<b>1,545,720.62</b>
임지 잔재	침엽수	191,835.56	64.00	5,000.00	50.70	35,013.83	345,304.00
	활엽수	268,316.38	25.00	4,706.00	49.00	98,606.27	947,022.67
	혼효림	83,498.06	36.70	4,794.20	49.51	26,168.15	253,393.94
	<b>소계</b>	<b>586,302.88</b>				<b>167,279.08</b>	<b>1,613,208.36</b>
<b>미이용계 합계</b>		<b>586,302.88</b>				<b>167,279.08</b>	<b>1,613,208.36</b>
<b>폐기물계/미이용계 합계</b>		<b>977,529.48</b>				<b>188,893.98</b>	<b>1,807,989.90</b>

## 2. 바이오매스 이용 목표

대상지역	전라북도 완주군							
면적	820.66 km <sup>2</sup>		인구		86,766명			
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•한우 사육두수가 매년 증가하고 있으며, 한·육우, 젓소에서 발생하는 분뇨가 우세인 지역</li> <li>•광역친환경단지 운영 등 경종과 축산 상호 연계 및 가축분뇨 자원화가 활발한 지역</li> <li>•지역 내 생산 농산물의 합리적인 소비체계인 로컬푸드시스템이 정착되어 있는 지역</li> </ul>							
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률		
	폐기물계 바이오매스		391,226	345,185		86%		
		음식물쓰레기		6,205	6,205	사료, 퇴비	100%	
		가축분뇨		381,930	338,117	퇴·액비	89%	
			젓소		36,575	36,575	퇴비	100%
			한우		138,934	138,934	퇴비	100%
			양돈		136,197	92,385	퇴·액비	68%
		닭·오리		70,224	70,224	퇴비	100%	
		오니		-	-	-	-	
		폐식용유		-	-	-	-	
		목재		803	73	소재	9%	
		종이		1,497	37	소재	2%	
		중량제봉투		1,460	-	-	0%	
		재활용분리		37	37	소재	100%	
	폐목재		792	753	연료(소각)	95%		
	폐지		-	-	-	-		
동식물성 잔재물		-	-	-	-			
미이용계 바이오매스				연료(소각)	0.07%			
	농산부산물				사료, 퇴비, 부숙토	33.58		
	임산부산물				연료(소각)	0.02%		
바이오매스 활용시설 (기존)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설				
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비			
	시설명	없음	고산자원화센터	없음	없음			
원료	없음	우분, 계분	없음	없음				
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•돈분뇨 및 음식물쓰레기의 바이오가스화(돈분 70%, 음식물쓰레기 30%)</li> <li>•경종 농가 및 축산농가의 보일러링, 전기사용</li> <li>•액비화 시설을 보강을 통한 물질 변순환 체계 구축</li> </ul>							
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요							
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 188,894 TC</li> <li>•이용량: 20,670 TC</li> <li>•이용률: 11%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치- 돈분뇨 25,500톤 신규 이용</li> <li>•음식물쓰레기 30톤 에너지이용 전환</li> <li>•이용목표(탄소환산): 12%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•중량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>•임지잔재 등 임산부산물 발생량의 20% 이용</li> <li>•농산부산물 40% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 29%</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 209 TC</li> <li>•에너지이용률: 0.1%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,521 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 0.8%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 80,042 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 21%</li> </ul>			

## 제2절 물질 및 에너지자원화 수질분석

양분의 투입에서 산출까지의 각 단계별 양분수지를 그림 14을 바탕으로 추정하면, 축종별로 발생하는 가축분뇨는 자원화처리를 거쳐 농경지에 환원되거나 정화시설을 통해 하천에 방류된다.

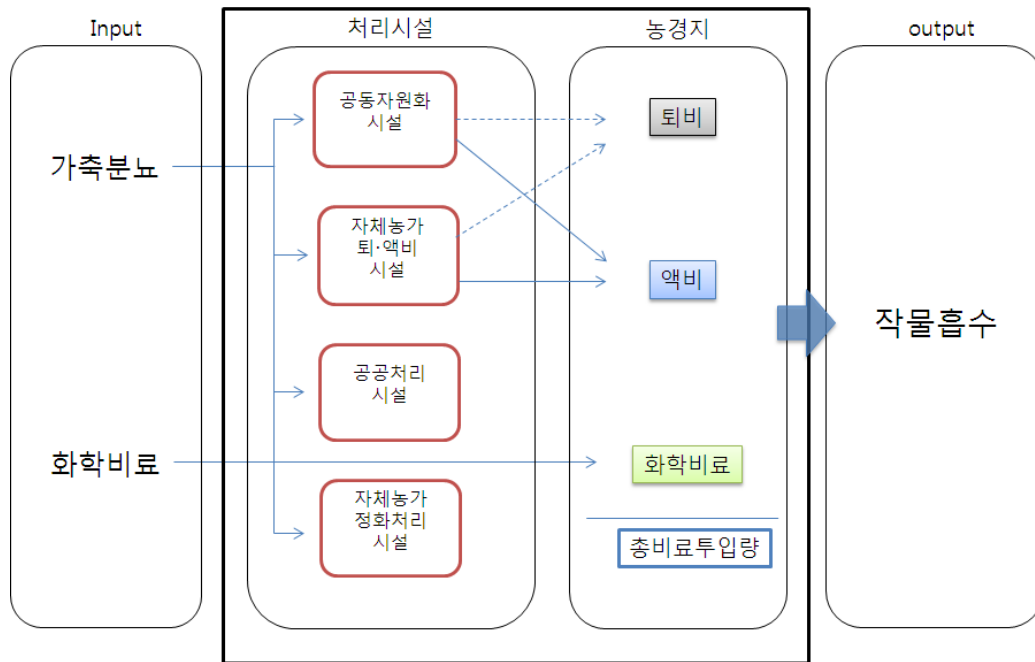


그림 14 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도

수학모형은 지역별로 가능한 모든 경로와 요인들을 고려하여 물질흐름을 표현하고자 하였다. 우리나라의 가축분뇨 유래 퇴·액비 흐름을 살펴보면 일반적으로 공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입되어 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어진 다.

이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 그림 15에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다.



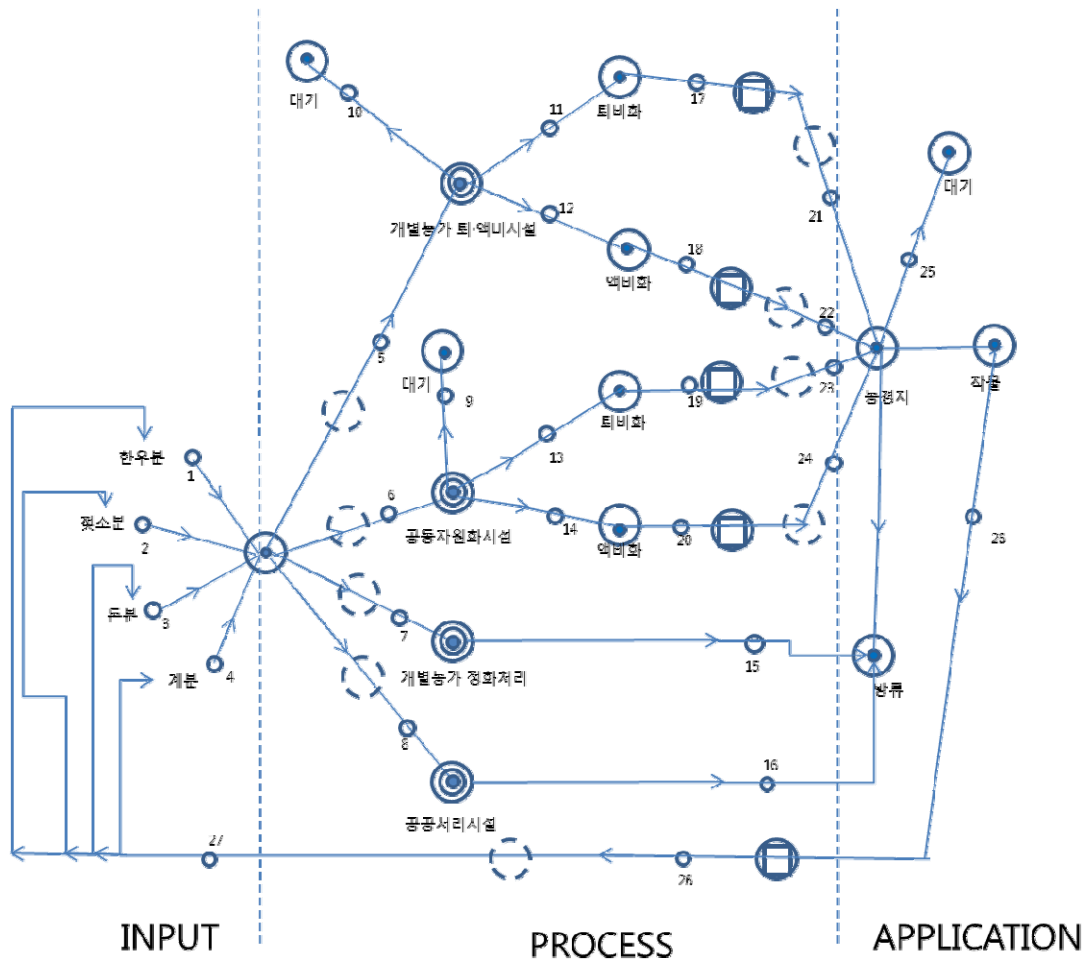


그림 15 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델

대부분의 완주군 가축분뇨 자원화는 개별농가 퇴·액비화시설을 통해(전체의 약 89%) 처리되고 있다. 농가자체 액비화 시설을 통한 가축분뇨 처리가 상대적으로 적다는 것은 함수율이 높은 돈분뇨가 제대로 처리되지 않을 가능성이 있다. 지역특성을 고려하여 기존 농가자체 액비처리시설을 보강하거나 공공처리시설 또는 공동자원화시설 증대가 필요할 것으로 사료된다.

표 47 완주지역 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

지역	축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/년)				
		사육두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총 발생량 (톤/년)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리 시설	공공처리 시설	위탁(공동자원화 시설)
완주	한우	27,784	138,934	391,886 (100%)	297,833 (76%)	50,945 (13%)	0	35,270 (9%)	7,838 (2%)
	젓소	2,658	36,575						
	돼지	73,165	136,197						
	닭	1,830,590	80,180						

일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 돈분과는 처리형태가 다르다. 함수율 차이 때문인데, 한육우 분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 주로 퇴비의 제조에 활용된다. 반면 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높아 고액분리를 통한 퇴비생산 즉, 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 액비와 고형분을 가공한 퇴비로 나누어 처리한다. 그럼 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 식[4]와 같이 표현할 수 있다. TLF는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생된 돈슬러리량과 고액분리 비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [4]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9에 해당한다. 고액분리 후의 돈분 고형분, 수거된 우분, 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화과정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 수분조절제인 톱밥 또는 왕겨가 추가되거나 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 그 필요성이 저감된다는 점과 비용소모적인 이유로 사용이 까다롭다는 점을 적용하여 톱밥은 본 계산에서 제외하였다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots [5]$$

여기서 SD는 연간 공급되는 톱밥의 양을 나타낸다. 또한 식[3]을 참고하면  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$ 으로  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$ 와  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$ 는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우 또는 젃소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$ 을 나타내고  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량을 의미한다. 위의 정의들에 의해  $T_{LF}$ 는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$ 는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + sd_b X_{sd} \\ mp_c X_c + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots [6]$$

여기서  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust

$X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소  $X$  의 비율<sup>110)</sup>

따라서 각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_bN_b \\ mp_cN_c \\ mp_dN_d \end{pmatrix} ; N \dots\dots\dots [7]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_bP_b \\ mp_cP_c \\ mp_dP_d \end{pmatrix} ; P \dots\dots\dots [8]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_bK_b \\ mp_cK_c \\ mp_dK_d \end{pmatrix} ; K \dots\dots\dots [9]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,i}pX_{a,l}mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,i}pX_{a,l} \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [10]$$

퇴비 내의 원소 X의 총량은

110) 농촌진흥청. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구를 참조; 한우의 경우 질소(0.5%), 인(0.6%), 칼리(0.18%); 젖소의 경우 질소(0.33%), 인(0.49%), 칼리(0.49%); 돼지의 경우 고상물은 질소(0.96%), 인(0.83%), 칼리(0.42%), 액상물은 질소(0.8%), 인(0.09%), 칼리(0.53%); 닭은 질소(1.29%), 인(0.46%), 칼리(0.59%)를 각각 적용함

$$T_{SX} = r_{a,s} [(1-p)X_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_bmp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_cmp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_dmp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots\dots\dots[11]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다. 액비의 호기성 처리과정중 질소손실은 약 32%로 가정한다. 돈사체계에 따라 질소 손실율이 달라지는데 깔개를 넣어 키우는 돈사가 각각 25%, 50% 의 질소손실을 보였다(Rotz, 2004).

다음 단계인 저장단계에서 약 10% 추가적인 질소 손실을 보이는데 이는 돈사에서 처리되는 과정까지 평균 30% 의 질소손실이 발생하는 것으로 가정할 수 있다. 1차 년도 현장조사에서 나온 데이터 (처리과정 전의 질소량과 처리후의 질소량) 역시 비슷한 수치를 나타냈는데 이를 적용해 질소손실을 산출해보면 약 34%의 질소 손실을 나타냈다. 따라서 평균 32%의 질소 성분이 액비화과정중에 공기 중으로 휘산 된다고 가정하고 나머지 값을 계산하였다.

고상물 퇴비화과정의 경우 질소소실은 약 29%로 가정한다. 20~40% 질소가 퇴비화 과정중에 소실되고, Sommer(2001)의 실험에 의하면 가축분뇨의 퇴비화과정에서 약 28%의 질소소실이 발생했다고 보고하였다. 따라서 대략 평균 29%의 질소가 퇴비화과정 중에 소실된다고 가정하고 계산 하였다. 가축분뇨 자원화과정에서 인산과 칼리의 자원화 활용률은 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해, 인산과 칼리 약 10%가 미활용된 90%를 각각의 보정계수로 적용하였다(MWPS 1993). 이렇게 손실되는 양분은 네트워크 모델에서 과정 9, 10에 해당한다.

가축분뇨 총 발생량 중 질소, 인, 칼리를 중심으로 살펴보면, 질소는 2,959톤/년, 인은 1,601톤/년, 칼리는 1,550톤/년의 양분을 각각 포함하고 있다 표 48. 한우, 젓소, 닭에서 발생하는 분뇨는 바로 퇴비화 처리로 가정을 하여 분리하였고, 돈분의 경우는 고액분리를 통해 분리 후 저장되는 경우로 적용하여 계산을 하였다.

표 48 완주지역 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))

지역	가축분뇨 형태	축종	질소(N)	인(P)	칼리(K)
완주	퇴비	한우	695	834	250
		젓소	121	179	179
		닭	1,032	365	471
		돼지	131	113	57
	액비	돼지	981	110	650
	총계			2,959	1,601

각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 처리시설로 옮겨져 퇴·액비화 과정을

거치게 되고, 이 과정을 통해 배출되는 가축분뇨 유래 질소는 연간1,885톤, 인은 1,311톤, 칼리는 1,316톤에 해당한다.

표 49 완주지역 가축분뇨 처리시설을 통한 양분의 흐름(처리 후(後))

지역	퇴비종류	질소(N)	인(P)	칼리(K)
완주	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	28	27	17
	액비	13	2	12
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	1,250	1,194	767
	액비	593	88	520
	총량	1,885	1,311	1,316

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33% 로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지 표면 살포 시 소실될 것으로 가정한다. 따라서 완주지역의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 1,429톤이 될 것으로 사료된다.

## 제4장 바이오피아 추진안

### 제1절 사업 체계

Biopia의 사업 추진 체계는 총 3단계의 과정으로 1단계에서는 사업주체가 사업을 추진하기 위한 기초조사를 수행함으로써 이용 가능한 바이오매스 및 에너지사용량 등을 산정함으로써 사업의 가능성을 확인하는 단계이다.

1단계에서는 타당성조사, 사업성 및 가능성의 검토, 지원금 및 사업비의 책정 등의 작업을 수행하며, 주민들의 여론을 수렴하여 사업 계획에 반영한다.

2단계에서는 바이오매스를 이용하는 이용 기술 및 생산된 신·재생에너지의 활용기술 등을 선택하여 실질적으로 사업 추진에 있어 필요한 기술의 조사와 부지 선정 등을 수행한다. 또한 선정부지의 주민들에게 홍보와 교육을 통하여 인식전환을 시킴으로써 사업에 따른 민원발생을 사전에 해결하고 생산된 에너지의 소비를 조장한다. 기술들의 선택 후 경제성분석 및 사업성을 평가한다.

3단계에서는 Biopia 사업 추진단계로 생산 이용 시스템의 개발과 실증사업을 실행한다. 3단계에서 사업계획서를 작성 사업을 추진한다.

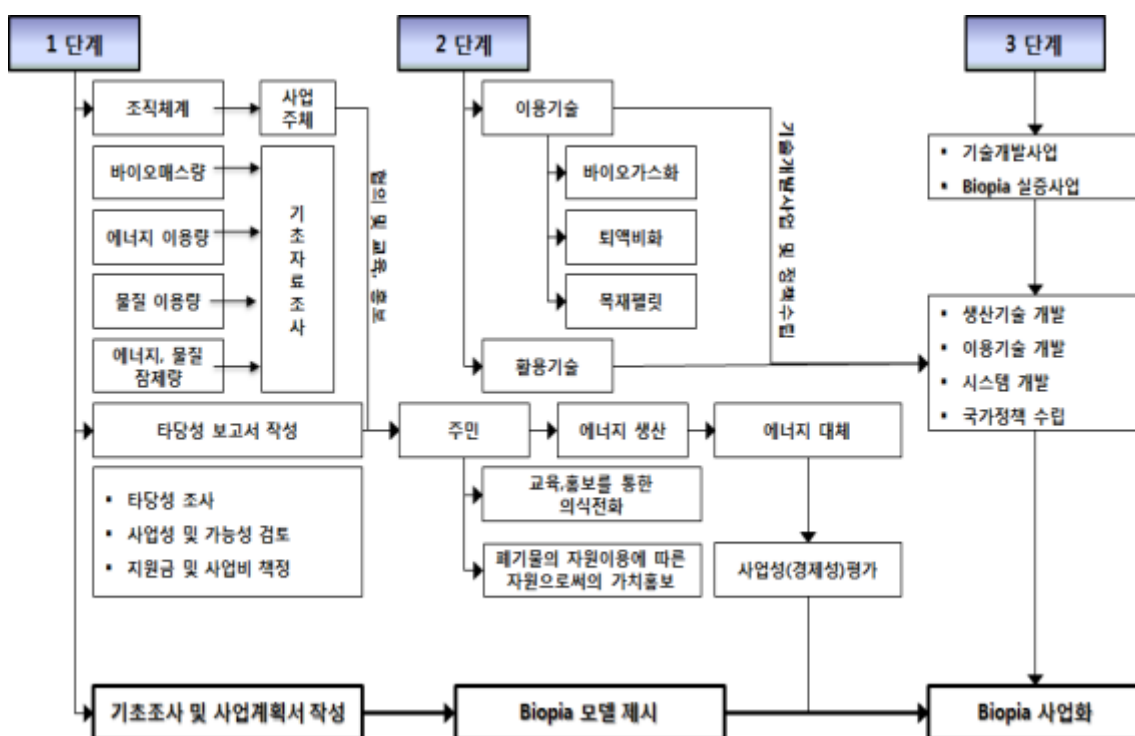


그림 16 사업 추진체계

## 제2절 사업추진 조직 및 방침

### 1. 사업추진 조직

바이오피아 조성을 위해서는 사업조직을 만들고 이에 대한 추진체계를 구성해야 한다. 정부와 지자체에서는 농업부문 바이오매스 정책을 총괄하는 전담부서 또는 전담인력을 확충할 필요가 있다.

이에 관련한 전문부서를 두어 폐자원 및 바이오매스자원에 대한 자원화와 에너지화 뿐만 아니라 농업·농촌·환경·에너지 정책의 통합 관점에서 정책과 기술을 개발하고, 관련 법·제도에 대한 검토 등의 역할을 수행하도록 하고 자원관리에 대한 네트워크 및 전략적 지식관리의 허브 기능을 수행한다.

또한, 전문가 협의체를 구성하여 민관이 협력하고 네트워킹 할 수 있는 컨트롤타워 기능을 수행하고 관련주체들이 참여하는 소통의 장을 활성화해야 한다.

이를 위해 바이오매스와 폐자원에 대한 관련 지식기반을 구축하고 공유할 수 있는 공간을 제공하여 관련주체들이 세부 정책 사항이나 연구, 정보 및 추진사항 등에 대해 상호협력적으로 진행해야 한다. 그리고 폐자원 및 바이오매스 자원과 관련해서는 정부기관, 민간기업, 다수의 블로그 등에서 정보시스템을 개발하여 운영 하거나 자체 홈페이지를 구축하여 운영하고 있다.

이러한 정책의 원활한 추진을 위한 정확한 바이오매스 통계, 전문인력 육성 대책 등도 필요하다. 주체들의 역할을 그림 17에 나타낸 것과 같이 중앙정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역지도자, 지역주민으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

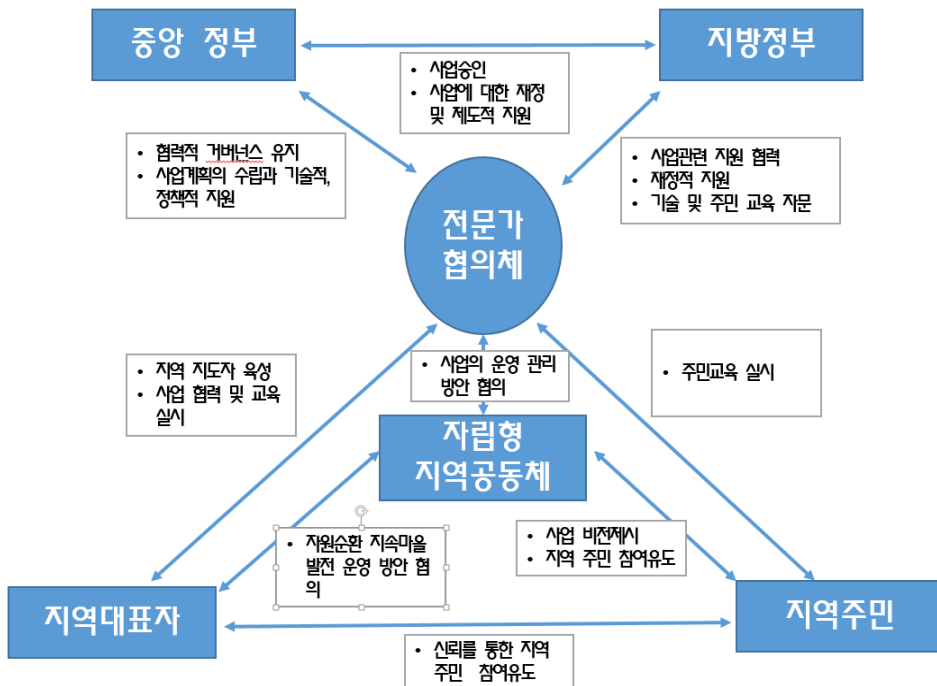


그림 17 바이오피아 조성 사업 참여주체와 역할

## 2. 추진주체별 역할 및 방침

### 가. 중앙정부

- 바이오피아 초기 도입단계에서 중앙정부 차원의 법과 제도적, 재정적 지원으로 인해 추진과정에서 다소 어려움이 초래될 소지가 많은데, 중앙정부는 다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원한다.
- 지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립할 수 있도록 유도한다.
- 바이오피아 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련한다.
- 조기에 가시적 성과 중심의 정책보다 중장기적으로 올바른 시스템 구축 및 원활한 운영을 위해 협조한다.

### 나. 지방정부

- 독단적인 의사결정이 아닌 전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피아 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 제도적 장치를 확립한다.
- 또한 바이오피아 시스템에 대한 간섭을 배제한다.
- 바이오피아 시스템 필요성에 대한 이해와 함께 충분한 토론 및 검토과정이 필요하며, 전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 이해와 협조한다.
- 바이오피아 조성을 위해 행정적·재정적 지원을 할 뿐만 아니라 지역 주민·시민단체 전문가들과의 협력에 필요한 지원을 한다.

### 다. 전문가 협의체

- 전문가 협의체는 학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오피아 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가들로 구성한다.
- 정부, 지방정부, 지역지도자, 지역주민 간의 협력네트워크 구축을 통해 바이오피아 추진 계획 수립, 관련 기술에 대한 전문적 컨설팅을 지원하면서 중앙정부, 지방정부와 주도적으로 사업을 추진하며, 선정지역 지역 공동체와 협력관계를 유지하면서 사업을 진행한다.
- 또한, 지역 지도자, 지역 협의체와 지역주민을 대상으로 바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역 주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여한다.
- 자원의 발굴과 이들 자원의 사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지



- 방정부에 제공한다.
- 사업추진에 있어 요구되는 계획수단 및 전략수립 등에 대한 기술·정보·지식을 중앙정부와 지방정부에 제공한다.
- 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시하고 사업의 효율적이고 성공적인 추진에 각종 대안을 제시한다.

#### 라. 지역 지도자

- 지역 주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오 피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 바이오피아조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시키며, 지역 주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 지도자를 육성한다.
- 지역 지도자는 지역주민에 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌수 있는 비전과 목표가 있어야 하며, 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 하며, 평소 자기계발에 충실해야 하며, 창의력과 융통성을 지녀야 하며, 자신의 생각이나 의견이 다른 주민들을 포용해야 한다.
- 지역 지도자는 주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지, 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 추진해야 하며, 주민조직의 구성 및 주민 자치규약의 제정하고 전문가 협의체와 협의 하에 일을 추진하는 역할을 수행한다.
- 지역 마을 운영에 필요한 재정적 문제를 투명하게 관리하고 수익분배를 합리적으로 운영해야 하며, 생산과 체험소득 관련 자원 및 공동시설 자원이 효율적으로 운영관리해야 한다.
- 바이오피아 마을 조성을 위해 지역 사회에 적합한 비전을 제시할 수 있는 지역 민간 단체와 지역 산업에 종사하면서 지역발전에 기여할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 지역 산업대표들과의 협력을 통해 인적 네트워크를 강화해야 한다.

#### 마. 지역 주민

- 바이오피아 조성의 주체자이자 최종적이 수혜그룹인 지역주민들은 계획 수립의 초기 과정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여한다.
- 교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적인 참여를 통해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화하고, 바이오피아 사업에 대한 미래상을 제시하고, 중장기적으로 재정적 자립을 위한 다양한 방안을 적극적으로 협력한다.

## 바. 자립형 지역공동체

- 신재생에너지를 중심으로 웰빙문화, 친환경생태 교육, 친환경녹색산업 등의 생활여건이 종합적으로 갖춰진 살기 좋은 자원순환 바이오피아 마을 구현 및 지역 마을의 수익창출을 위한 종합적 차원에서 접근하여 전반적인 사업운영 계획을 수립 한다.
- 사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진한다.
- 사업추진 역량이 축적된 기존 지역개발사업과의 연계를 추진한다.
- 사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진한다.

## 사. 추가 검토사항

- 시·군별 차이에 따른 허용수준을 감안해야 하며 지역간 농업환경의 차이를 감안하지 않고 바이오피아 모델을 모든 시·군에 동일하게 적용할 경우에 비효율이 발생할 수 있다.
- 따라서 시·군 특성에 맞는 시스템을 구축하게 되면 지역 실정에 맞는 바이오피아 실현이 가능하다는 장점이 있다.
- 민간단체의 재정 자립화는 의사결정의 독립성을 위해 매우 중요한 과제이기 때문에 시·군별로 특성에 맞는 다양한 장기적인 자립화를 위한 재원마련 방안을 구체적으로 마련할 필요가 있다.
- 또한, 중앙이나 지방정부 예산 지원시 지원조건으로 실질적인 협의가 이루어질 수 있는 장치를 마련하여 실질적인 협의가 이루어진 지역에 사업예산을 차등 지원하는 방안을 강구해야 한다.
- 바이오피아 조성을 위해 시·군 의회의 역할이 필요하다. 현재 시·군 의회의 농업정책에 대한 심의 및 의결기능은 대체로 미약하며 형식적인 상태이기 때문에 시·군 의회가 바이오피아 시스템과 보완적인 관계를 형성할 수 있는 강력한 다양한 방안을 강구해야 한다.

## 제3절 사업모델

### 1. 추진모델

대상지역인 완주군 일대는 폐기물계바이오매스 부존량 중 가축분뇨가 차지하는 비중이 89%로 축산바이오매스가 풍부한 지역이다. 바이오피아 조성 시 원료비교우위 측면에서 축산바이오매스자원을 중심으로 자원순환을 설계해야한다. 지역적 특성 상 농가자체 액비화 시설을 통한 가축분뇨 처리가 상대적으로 적다는 점을 고려하여 액비처리시설을 보강하고 공공처리를

도모할 수 있는 시설이 필요하다고 판단된다. 그림 18은 바이오매스이용 시 세 가지 조건(원료, 전환기술, 수요처) 중 지역적 특성에 맞는 비교우위모델을 추진하는 방법을 나타낸 것인데, 완주지역은 원료비교우위에 따라 설계하는 것이 적합하다.

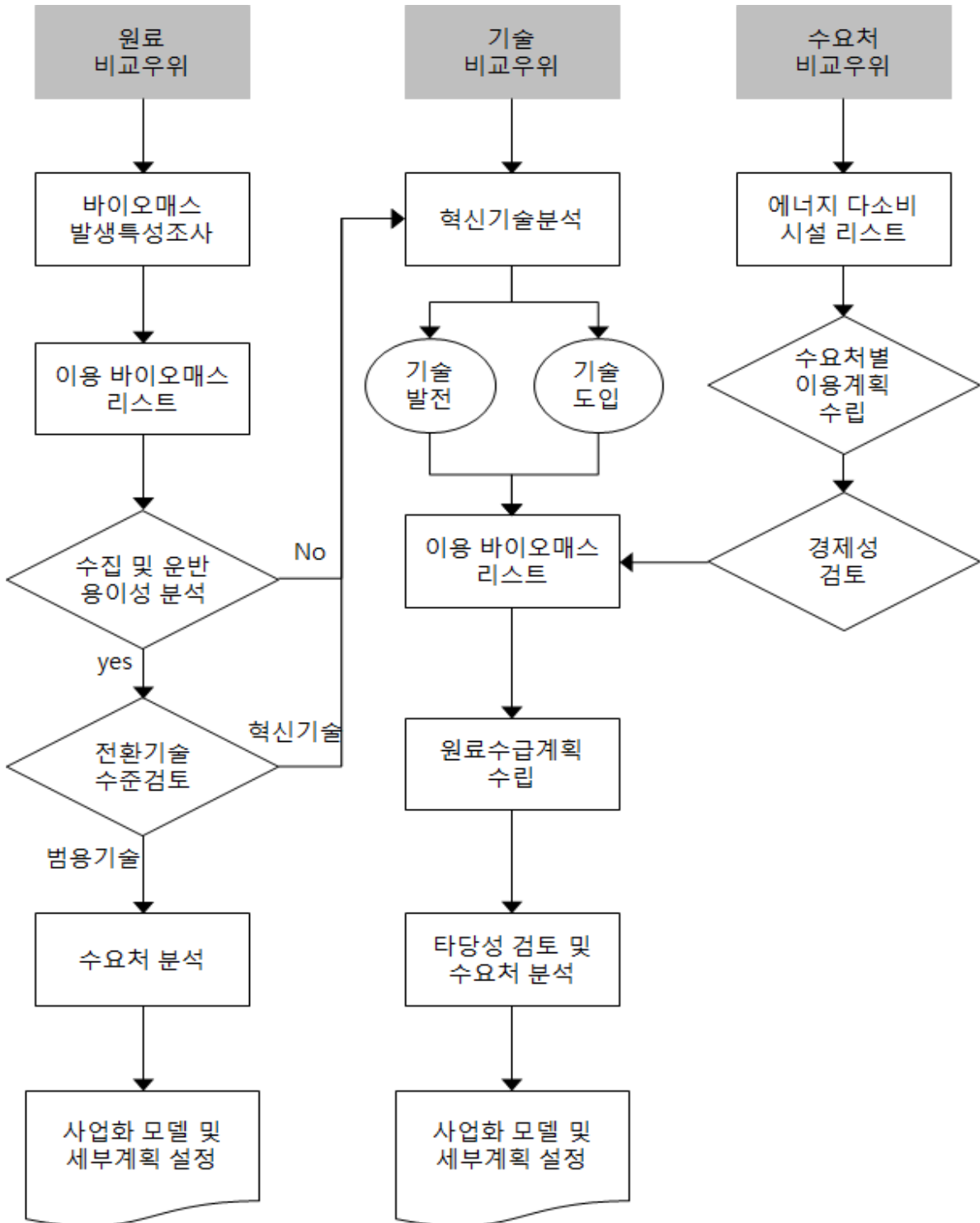


그림 18 비교우위모델 추진 방법

## 2. 사업화 모델

원료비교우위 추진모델에 입각하여 완주지역의 바이오매스 발생특성 조사결과 이용에 적합한 원료로 가축분뇨바이오매스가 가장 우위에 있다. 그 중 우분과 돈분뇨의 부존량이 가장 많다.

완주의 경우 광역친환경단지 운영의 일환으로 경축순환자원화센터가 비봉면에 소재하고 있어, 우분 및 계분의 이용이 활발히 진행되고 있다. 따라서, 상대적으로 이용률이 낮은 돈분을 활용한 바이오가스플랜트를 건립하여, 생산된 바이오가스의 에너지화 및 부족한 액비처리시설의 보강을 도모할 수 있다.

한편, 완주군 내 부존 돈분뇨의 약80%가 고산면과 소양면에서 발생하여 이를 적절히 이용할 수 있는 것으로 판단되었으며, 지리적 특성 상 고산면과 소양면은 인접하였고, 경축순환자원화센터가 소재한 비봉면과도 인접하기 때문에 이 지역을 중심으로 사업화모델을 아래의 그림 19와 같이 구상하였다.

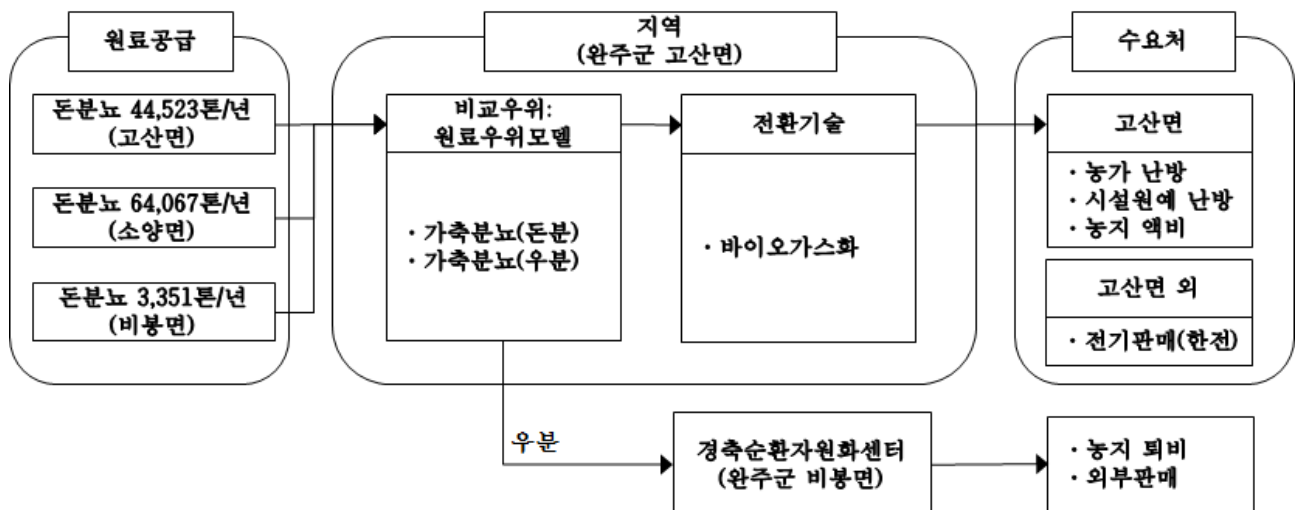


그림 19 완주군 사업화모델(원료우위 광역형) 예시

## 제4절 경제성 분석

### 1. 경제성 평가방법

경제성 평가방법은 자본회수 기간법(PBP, Payback Period), 현금흐름 할인법(Discounted Cash Flow Method)과 회계적 이익률법을 일반적으로 사용하고 있다. 지역 에너지 센터의 경우 기간 시설인 관계로 현금흐름 할인법을 주로 이용하고 있지만 에너지 판매 계약을 통해 모든 수익이 발생하는 관계로 투자사업 프로젝트에 주로 사용하는 자본회수 기간법이 투자 평가를 판단하기에 수월할 것으로 예상된다. 따라서 바이오피아 프로젝트는 투자 가치평가를 위해 자본회수 기간법을 이용하여 순이익 시점을 산출하여 경제성을 평가한다.

## 2. 분석기준

해당 사업의 감가상각 기간은 15년을 적용하여 정액법에 의해 잔존가치를 0으로 보고 할인율을 적용한다. 바이오가스플랜트의 규모는 100톤/day 로서 수입은 기존의 분뇨처리에 소모되는 비용인 16,000원/톤, 생산된 전력 및 열의 판매금액으로 각각 160.67원/kWh와 102.9원/MCal, 퇴비판매액으로 100,000/톤으로 적용하였다.

비용에 대한 기준을 살펴보면, 인건비의 경우 운영인력은 총 5인 기준으로 금액을 산정하였다<sup>111)</sup>. 유지보수비는 기계공사비의 1.3%를 적용하였고, 금융이자의 경우 시설 총투자비의 30%인 20억원의 용자금에 대한 이율 4%를 적용하였다.

표 50 바이오가스플랜트 경제성분석 기준

항목	판매단가	단위	판매단가 적용근거	
수입	분뇨수거	16,000	톤	
	전기판매	160.67	kWh	2012 SMP평균단가
	열판매	102.9	Mcal	지역난방 열요금 "업무용"
	퇴비판매	100,000	톤	2,000원/20kg 적용

항목	산출근거	금액(천원)	
수입	돈분뇨수거	70톤/일*16,000원/톤*365일	408,800
	전기판매	338kWh/일*160.67원/kWh*365일	19,822
	열판매	485Mcal/일*102.9원/Mcal*365일	18,216
	퇴비판매	20톤/일*100,000원/톤*365일	730,000
	<b>수입 소계</b>		<b>1,176,838</b>
비용	인건비	소장 포함 5인	220,000
	전기료	기본료 + 설비가동	54,000
	유류비	원료수거(20톤x3회, 10톤x4회)	75,000
	유지보수비	기계공사비의 1.3%	38,025
	약품비	가성소다, polymer, 탈취제 등	166,000
	액비처리비	80톤/일*4,000원/톤*365일	116,800
	금융이자	용자 5억원의 4%	81,341
	복리후생비	인건비의 10%	22,000
<b>비용 소계</b>		<b>773,166</b>	

111) 인력별 임금책정(연봉기준) : 현장소장 8천만원/년, 원료수거 운송원 5천만원, 중급기술자 4천5백만원, 초급기술자 3천5백만원, 사무관리원 2천5백만원

### 3. 경제성분석

일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트는 350kW급 발전기가 사용되며, 초기 투자비용은 약67.7억 소요되는 것으로 조사되었다. 건축 및 토목공사로 18.9억원, 기계공사로 29.3억원, 전기공사는 5.3억, 설계 및 차량구입 등 기타비용으로 14.3억 정도가 소요된다.

바이오가스플랜트(100톤/일) 투자비(단위 : 천원)		비율	
건축 및 토목공사		1,889,000	27.9%
	조경	24,000	0.4%
	건축물공사	355,000	5.2%
	터파기, 거푸집	390,000	5.8%
	철근,콘크리트 공사	900,000	13.3%
	부대토목공사(방수등)	220,000	3.2%
기계공사		2,925,000	43.2%
	전처리설비	60,000	0.9%
	혐기성소화설비	1,200,000	17.7%
	발전설비	670,000	9.9%
	고형물처리설비	430,000	6.3%
	액비저장조설비	45,000	0.7%
	탈취설비	300,000	4.4%
	기타 설비	70,000	1.0%
	배관공사	150,000	2.2%
전기공사		530,000	7.8%
	수배전설비	90,000	1.3%
	전기배관,배선	20,000	0.3%
	전력간선 및 동력, 건축전기공사	140,000	2.1%
	제어 및 계측시스템	230,000	3.4%
	기타공사(CCTV 등)	50,000	0.7%
기타		1,434,400	21.2%
	시운전비	50,000	0.7%
	설계비	150,000	2.2%
	차량구입비	250,000	3.7%
	연구개발비	50,000	0.7%
	부가가치세	584,400	8.6%
	기타경비(일반관리비, 보험료 등)	350,000	5.2%
합 계		6,778,400	100%

#### 4. 경제성 분석 결과

완주지역의 바이오피아 조성 시 관련 시설입지로 인한 경제성을 국비 또는 지자체 지원정책의 변화에 따른 네 가지 시나리오로 분석하였다. 첫째 국비나 지방비의 지원이 없이 순수 자부담할 경우, 둘째 국비와 지방비 모두 지원받을 경우, 셋째 국비만 지원받을 경우, 마지막으로 지방비만 지원받았을 경우의 회수기간 및 수익률을 아래와 같이 분석하였다.

##### 가. 순수 자부담 시

순수 자부담 시 총 투자비는 6,778,400천원이며, 사업시행 후 9년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 나타났다. 이에 따른 연간수익률은 4.74%이다.

표 51 순수 자부담 시 바이오가스플랜트(100톤/일) 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			6,778,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-6,005,284	-88.59%
2년	773,116	-5,232,168	-77.19%
3년	773,116	-4,459,052	-65.78%
4년	773,116	-3,685,936	-54.38%
5년	773,116	-2,912,820	-42.97%
6년	773,116	-2,139,704	-31.57%
7년	773,116	-1,366,588	-20.16%
8년	773,116	-593,472	-8.76%
9년	773,116	179,644	2.65%
10년	773,116	952,760	14.06%
11년	773,116	1,725,876	25.46%
12년	773,116	2,498,992	36.87%
13년	773,116	3,272,108	48.27%
14년	773,116	4,045,224	59.68%
15년	773,116	4,818,340	71.08%
연간 수익률			4.74%

### 나. 국비와 지방비 모두 지원받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%와 지방비 40~50%로 지원받을 시 총 투자비는 1,75,800천원이며, 사업시행 후 3년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 37.29%로 매우 높은 결과를 나타냈다.

표 52 국비 및 지방비 모두 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			1,758,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-985,684	-56.04%
2년	773,116	-212,568	-12.09%
3년	773,116	560,548	31.87%
4년	773,116	1,333,664	75.83%
5년	773,116	2,106,780	119.79%
6년	773,116	2,879,896	163.74%
7년	773,116	3,653,012	207.70%
8년	773,116	4,426,128	251.66%
9년	773,116	5,199,244	295.61%
10년	773,116	5,972,360	339.57%
11년	773,116	6,745,476	383.53%
12년	773,116	7,518,592	427.48%
13년	773,116	8,291,708	471.44%
14년	773,116	9,064,824	515.40%
15년	773,116	9,837,940	559.36%
연간 수익률			37.29%

### 다. 국비만 지원 받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%만 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,031,400천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 12.51%이다.



표 53 국비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,031,400
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,258,284	-80.82%
2년	773,116	-2,485,168	-61.65%
3년	773,116	-1,712,052	-42.47%
4년	773,116	-938,936	-23.29%
5년	773,116	-165,820	-4.11%
6년	773,116	607,296	15.06%
7년	773,116	1,380,412	34.24%
8년	773,116	2,153,528	53.42%
9년	773,116	2,926,644	72.60%
10년	773,116	3,699,760	91.77%
11년	773,116	4,472,876	110.95%
12년	773,116	5,245,992	130.13%
13년	773,116	6,019,108	149.31%
14년	773,116	6,792,224	168.48%
15년	773,116	7,565,340	187.66%
연간 수익률			12.51%

#### 라. 지방비만 지원 받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 지방비를 항목에 따른 40~50%를 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 4,505,800천원이며, 사업시행 후 6년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 11.73%이다.

표 54 지방비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,505,800
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	773,116	-3,732,684	-92.59%
2년	773,116	-2,959,568	-73.41%
3년	773,116	-2,186,452	-54.24%
4년	773,116	-1,413,336	-35.06%
5년	773,116	-640,220	-15.88%
6년	773,116	132,896	3.30%
7년	773,116	906,012	22.47%
8년	773,116	1,679,128	41.65%
9년	773,116	2,452,244	60.83%
10년	773,116	3,225,360	80.01%
11년	773,116	3,998,476	99.18%
12년	773,116	4,771,592	118.36%
13년	773,116	5,544,708	137.54%
14년	773,116	6,317,824	156.72%
15년	773,116	7,090,940	175.89%
연간 수익률			11.73%

## 제5장 관련 시설별 입지평가

### 제1절 시설특성

입지분석은 토지 여건과 같은 기초조건과 접근성, 주변 환경 등 제반사항을 조사하여 대상지의 특성을 도출하고 특정시설을 건립하는 데 적합한지의 여부를 평가·분석하는 것이다. 이에 바이오피아 조성 시 건립이 필요한 시설들에 대한 특성은 다음 표 55와 같다.

표 55 바이오피아 주요시설 특성

시설명	입지평가 기준
바이오가스플랜트	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨 발생량이 많은 지역.</li> <li>●새로운 축사 건설시 민원 및 허가가 어려우므로 기존의 축산농가분포지역중 축산분뇨의 수거 및 운송이 용이한 축산농가 밀집 지역.</li> <li>●액비 살포가 가능한 시설재배지역 및 노지재배지가 넓게 분포되어있는 평야지역.</li> <li>●퇴비 판매를 위해 운송에 유리한 지역.(고속도로 인접)</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> <li>●자체 에너지 순환 및 판매가 가능하도록 인구분포도 고려.</li> <li>●열에너지 및 전기 공급이 가능하도록 시설재배지역과의 거리 및 위치 고려.</li> </ul>
가축분뇨 자원화(퇴비화)시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨의 수거비용이 상대적으로 높은 지역.</li> <li>●경종 농가의 화학비료 사용량이 부담인 지역.</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●퇴액비 살포가 용이하도록 경종재배지가 인근에 있는 지역.</li> </ul>
목재칩(또는 목재펠릿) 제조시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●벌채를 통한 임산 부산물의 발생량이 높은 지역.</li> <li>●임산부산물 수거 및 운송이 유리한 지역.</li> <li>●칩(펠릿)제조 시 판매 및 소비가 가능한 지역.(예: 산간지역 및 도시가스 공급이 어려운 지역.)</li> <li>●대형 보일러 설치로 열판매시 수요와 공급이 원활한 지역(예: 전기로 난방을 하는 숙박, 리조트, 편의시설의 밀집지역)</li> <li>●외부인의 숙박, 리조트, 편의시설 사용에 교통의 접근성이 유리한 지역(예: 고속도로 인근 및 국도 인근지역)</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> </ul>

### 제2절 입지평가 기준

Biopia 추진 모델 중 바이오매스 우위 모델을 선정하여 각 우위 바이오매스양을 중심으로 농·축·임 순환단지 후보지에 대한 입지 평가를 하였다. 대상지역으로는 완주군을 대상지역으로 하였으며, 지역 특성 및 입지현황 조사를 통해 특성에 맞는 관련 시설 설정을 하고, 이에 따르는 입지 결정 방안을 설정하였다.

표 56 입지평가 기준

평가기준	평가항목	비 고
현실성	부지활용 가능성	허가권 및 토지매입가능성
	부지이용 시기성	바이오피아관련 시설에 부합되는 이용가능 시기
	적정면적 확보	필요면적 기준 적정규모 매입가능성
접근성	교통 접근성	고속도, 국도, 지방도와의 거리 등 교통접근성
	시설에 대한 접근성	각 시설의 건축면적을 고려한 차량의 진출입 여부 검토
연계성	관련자원 분포	바이오피아 관련 바이오매스자원의 주변 분포
	관련시설 분포	바이오피아 관련 연계가능 기존시설의 인접여부
경제성	부지매입비용	부지매입비용 및 추가비용 발생 가능성
	기반시설 여부	도로, 전기, 수도 등 기반시설 제공 여부
	접근 효율성	각 시설에서의 이동비용의 절감효과
환경성	자연환경 쾌적성	경관, 전망 등의 자연환경 쾌적성 검토
	협오시설 유무	지역민의 관련시설에 대한 혐오성 인식정도
	환경영향	수목, 경관, 수질 등 관련시설 건립으로 인한 영향

표 57 평가항목별 측정요소

평가기준	평가항목	항목별 점수
현실성	부지활용 가능성	1: 부지활용가능성 적음 2: 부지활용가능성 보통 3: 부지활용가능성 많음
	부지이용 시기성	1: 계획일정과 불일치(2년 이상 경과 후 사용가능) 2: 계획일정 조정 가능(1~2년 내 사용가능) 3: 계획일정에 부합(1년 이내 사용가능)
	적정면적 확보	1: 필요부지 확장성 없음(당초계획 미달 면적) 2: 계획 미달이나 확장 가능성 있음 3: 당초 계획에 부합된 충분한 면적 확보
접근성	교통 접근성	1: 직선거리 30km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 2: 직선거리 20km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 3: 직선거리 10km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유
	시설 접근성	1: 6m(편도) 미만 진입로(계획 포함) 2: 왕복 1차선(폭 6~12M) 진입로(계획 포함) 3: 왕복 2차선(폭 12M이상) 진입로(계획 포함)
연계성	관련자원 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스자원 보통 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 많음, 읍·면단위 보통 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 많음
	관련시설 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 없음 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 분포 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 활용시설 분포
경제성	부지매입비용	1: 시가 기준 2: 공시지가 기준 3: 무상제공
	기반시설 여부	1: 도로 외 기반시설 제공 불가 2: 도로, 전기, 상하수도 등 가스 외 제공 가능 3: 도로, 전기, 상하수도, 가스 모두 제공 가능
	접근 효율성	1: 부지접근비용 효율성 낮음 2: 부지접근비용 효율성 보통 3: 부지접근비용 효율성 높음
환경성	자연환경 쾌적성	1: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 낮음 2: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 보통 3: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 높음
	협오시설 유무	1: 주민반대 민원 1건 이상 2: 주민반대 시위 1건 이상 3: 주민과의 원활한 협의 및 동의
	환경영향	1: 환경영향 평가 시 환경부하 높음 2: 환경영향 평가 시 환경부하 보통 3: 환경영향 평가 시 환경부하 낮음

## 제6장 소요자원 및 확보방안

### 1. 사전영향평가, 기본조사, 세부설계 등

산출내역	① 환경영향평가 : 0천원 ② 기본조사 및 세부설계 : 150,000천원 총계 : 650,000천원 (농식품부50%,지방비40%,자담10%)
------	--

### 2. 에너지 시설 설치 등에 따른 전기, 통신 시설 등

산출내역	530,000천원 (농식품부50%,지방비50%)
------	----------------------------

### 3. 바이오매스 공동에너지화 시설물 설치 등을 위한 부지 정비

산출내역	220천원(3.3㎡당)×3,300㎡기준=220,000천원(농식품부50%,지방비50%) - 바이오가스플랜트: 300㎡ = 220,000천원
------	---

### 4. 바이오매스 에너지화 시설

산출내역	가. 바이오매스 100톤 처리/1일(1식)=4,594,000천원 (농식품부50%, 지방40%, 자담10%)
------	--

### 5. 지열 및 목재펠릿을 이용한 농업시설(하우스 시설) 이용

산출내역	가.(목재펠릿)150,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부30%, 지방30%, 자담20%, 융자20%) 나.(지열)800,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부60%, 지방20%, 자담20%) * “가” 또는 “나” 중 택일
------	--

### 6. 생태하천 정비 : 국비50%, 지방비50%

※ 생태하천 복원사업 추진지침(환경부) 등에 의거 추진

## 제7장 관련규정 검토

검토한 관련법의 체계를 살펴보면 바이오매스의 이용관리와 관련해서 농산바이오매스 중 가축분뇨의 경우 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률로 관리하고 있으며, 임산바이오매스는 산림자원조성 및 관리에 관한 법률로 관리하고 있다. 가정생활과 산업 활동 과정에서 발생하는 폐기물계 바이오매스의 경우는 환경부가 폐기물관리법으로 관리하고 있으며, 환경부에서는 유기성 폐자원 에너지화를 본 법령에 기초하여 추진하고 있다. 바이오매스를 활용하여 생산한 신재생에너지의 기준 및 관리는 산업부에서 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법으로 관리하고 있으며, 본 법령에 따라 신재생에너지의 보급 통계를 작성하고 있다. 생산 바이오에너지의 품질기준은 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률, 도시가스 사업법, 대기환경보전법 시행령, 목재펠릿·브리켓·칩 규격·품질기준에서 정하고 있다. 이들 품질기준은 현재 합법적으로 판매·유통·이용이 가능한 바이오에너지들로서 바이오고형연료, 폐기물고형연료, 하수슬러지 고형연료, 바이오가스, 목재펠릿·브리켓·칩 등이 있다.

바이오매스 순환단지는 단순히 농산바이오매스 등을 활용하여 신재생에너지를 생산하는 단지가 아니라 농업 농촌의 활력화를 통해 농업농촌 개발 및 지속가능한 농업 발전과 함께 추진될 필요성이 있다. 미국, 캐나다, 중국 등과의 FTA 체결로 농업부문의 많은 피해가 예상되는 상황에서 바이오매스 순환단지는 미래지향적 농업·농촌의 새로운 모습을 제시하는 농촌 개발 모델이 되어야 한다. 따라서 본 법규 검토에서는 농어업·농어촌 및 식품산업기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률, 농어촌 정비법, 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 등의 농촌 개발 및 지속가능농업 관련 법규를 검토하여 바이오매스 순환단지의 추진 방안을 검토하였다.

표 58 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항

구분		관리법령	내용	비고
바이오매스 이용 관리	농산 바이오매스	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률	가축분뇨 관리 및 물질·에너지 자원화 등	농식품부, 환경부
		산림자원조성 및 관리에 관한 법률	목질계 바이오매스 에너지 자원화 등	산림청
	폐기물 바이오매스	폐기물관리법	유기성 도시고형폐기물의 에너지 자원화 등	환경부
신·재생에너지 이용·보급	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	바이오에너지의 기준 및 범위, 신·재생에너지 보급통계 관리 등	산업부	
바이오에너지의 품질기준	폐기물관리법	바이오, 폐기물 고형연료의 품질 기준 등	환경부	
	자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률	하수슬러지 등 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부	
	도시가스사업법	바이오가스의 도시가스 사업화 등	산업부	
	대기환경보전법 시행규칙	바이오가스의 자동차연료화 품질기준 등	환경부	
	목재펠릿, 브리켓, 칩 규격·품질 기준	목재 고형 연료의 규격·품질 기준	국립산림과학원	
농업농촌 온실가스 감축	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업·농촌 부문 온실가스 감축 노력 등	농식품부	
농촌개발 및 지속가능농업	농어업·농어촌 및 식품산업기본법	농업, 농촌의 지속가능한 발전에 관한 사항	농식품부	
	농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률	농어업인의 삶의 질 향상 및 지역간 균형발전에 관한 사항	농식품부	
	농어촌 정비법	농업 생산기반, 농어촌 생활환경 정비 및 국가 균형발전에 관한 사항	농식품부	
	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업의 환경보전 기능 증대 및 친환경농업 육성에 관한 사항	농식품부	



## 1. 가축분뇨 관리

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)
<p>1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다.</p> <p>2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다.</p> <p>3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다.</p> <p>4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다.</p> <p>5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다.</p> <p>8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.</p>

## 2. 산림바이오매스 관리

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조(목재의이용 증진 등)
<p>① 산림청장은 임산물의 이용 증진과 목재산업의 발전을 위한 시책을 수립하여 추진할 수 있다.</p> <p>② 산림청장은 목재의 안정적인 수요·공급과 우량 목재의 증식(增殖)을 위하여 지속적인 관리가 필요하다고 인정되는 산림을 경제림육성단지로 지정하여 관리할 수 있다.</p> <p>③ 산림청장은 산림경영을 선도하기 위하여 필요한 경우에는 제2항에 따른 경제림육성단지 중 경영 여건이 우수한 단지를 선도 산림경영단지로 선정하여 육성할 수 있다. &lt;신설 2014.3.11.&gt;</p> <p>④ 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다</p>

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제2조(정의)

1. "산림"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 다만, 농지, 초지(草地), 주택지, 도로, 그 밖의 대통령령으로 정하는 토지에 있는 입목(立木)·죽(竹)과 그 토지는 제외한다.  
 마. 가목부터 다목까지의 토지에 있는 암석지(巖石地)와 소택지(소택지: 늪과 연못으로 둘러싸인 습한 땅)
2. "산림자원"이란 다음 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.
3. "산림사업"이란 산림의 조성·육성·이용·재해예방·복구 등 산림의 기능을 유지·발전 또는 회복시키기 위하여 산림에서 이루어지는 사업과 도시림·생활림·가로수·수목원의 조성·관리 등 산림의 조성·육성 또는 관리를 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 말한다.
4. "도시림"이란 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목을 말하며, 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외한다.
5. "생활림"이란 마을숲 등 생활권 주변지역 및 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
6. "가로수"란 「도로법」 제10조에 따른 도로(고속국도를 제외한다)와 보행자전용도로 및 자전거전용도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 심는 수목을 말한다.
7. "임산물(林産物)"이란 목재, 수목, 낙엽, 토석 등 산림에서 생산되는 산물(産物), 그 밖의 조경수(造景樹), 분재수(盆栽樹) 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
8. "산림용 종자"란 산림 또는 제2호가목에 따른 산림자원으로부터 유래된 자원의 씨앗, 증식용 영양제, 종균, 포자 등을 말한다.
9. "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지를 말한다.

### 3. 폐기물 바이오매스의 관리

폐기물관리법 제2조(정의)

1. "폐기물"이란 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.
2. "생활폐기물"이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다.
3. "사업장폐기물"이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동관리법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
4. "지정폐기물"이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해(危害)를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5. "의료폐기물"이란 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 폐기물과 인체 조직 등 적출물(摘出物), 실험 동물의 사체 등 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 폐기물로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
- 5의2. "처리"란 폐기물의 수집, 운반, 보관, 재활용, 처분을 말한다.
6. "처분"이란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처분과 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처분을 말한다.
7. "재활용"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다.
8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
9. "폐기물감량화시설"이란 생산 공정에서 발생하는 폐기물의 양을 줄이고, 사업장 내 재활용을 통하여 폐기물 배출을 최소화하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.

#### 4. 신재생에너지의 이용

	내 용
제1조	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법의 제정목적
제2조	신에너지, 재생에너지, 신에너지 및 재생에너지 설비, 신재생에너지 발전, 신재생에너지 발전사업자에 대한 정의
제4조	재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진에 관한 시책 마련과 장려
제5조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획수립
제6조	신·재생에너지의 종류별로 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급과 신·재생에너지 발전에 의한 전기의 공급에 관한 연차별 실행계획 수립
제7조	신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획을 수립·시행하기 위한 사전 협의
제8조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급에 관한 중요 사항을 심의하기 위한 정책심의회 설치
제9조	신·재생에너지기술개발 및 미용, 보급 사업비 조성
제10조	조성된 사업비 사용
제11조	사업의 실시
제12조	신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화, 신·재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 건축물인증표시, 건축물인증 취소, 신·재생에너지 공급의무화, 신·재생에너지 공급불이행에 대한 과징금, 신·재생에너지 공급인증서, 공급인증기관의 지정, 공급인증기관의 업무, 공급인증기관 지정 취소, 신·재생에너지 연료품질기준, 신·재생에너지 연료품질검사 등,
제13조	신·재생에너지 설비인증, 보험공제가입
제14조	신·재생에너지 설비인증의 표시
제15조	설비인증의 취소 및 성능 검사기관 지정의 취소,
제16조	수수료
제17조	신·재생에너지 발전기준가격의 고시 및 차액지원
제18조	지원중단
제19조	재정신청
제20조	신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원
제21조	신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화
제22조	신·재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 신·재생에너지전문기업의 정보관리
제24조	청운
제25조	관련통계의 작성
제26조	국유재산·공유재산의 임대
제27조	보급사업
제28조	신·재생에너지 기술의 사업화
제29조	재정상 조치
제30조	신·재생에너지 교육, 홍보 및 전문인력양성, 신·재생에너지사업자의 공제조합 가입 등
제31조	신·재생에너지 센터
제32조	권한의 위임, 위탁
제33조	벌칙적용시 공무원 의제
제34조	벌칙
제35조	과태료

## 5. 석유 및 석유 대체연료 사업법

제1장 총칙	목적(제1조) 정의(제2조) : 석유, 석유제품, 부산물인 석유제품, 석유정제업, 석유수출입업, 석유판매업, 석유정제업자, 석유수출입업자, 석유판매업자, 가짜석유제품, 석유대체연료, 석유대체연료, 제조, 수출입업, 석유대체연료 판매업, 석유대체연료 제조, 수출입업자, 석유대체연료 판매업자. 석유수급상황에 관한 예측(제3조), 다른 법률과의 관계(제4조)
제2장 석유사업	석유정제업 등록(제5조), 결격사유(제6조), 석유정제업자의 지위승계(제7조), 처분효과의 승계(제8조), 석유수출입업의 등록(제9조), 석유판매업의 등록(제10조), 조건부 등록(제11조), 사업의 개시, 휴업 및 폐업의 신고(제12조), 등록의 취소(제13조), 과징금(제14조),
제3장 석유비축	석유비축계획(제15조), 석유비축시책의 수립 및 시행(제16조), 석유비축의무(제17조)
제4장 석유수입, 판매부과금	석유의 수입, 판매부과금(제18조), 부과금과 과오납금의 환급(제19조), 부과금 징수사무 등의 위탁(제20조),
제5장 비승시의 석유수급조정	석유수급의 안정을 위한 명령(제21조), 석유배급등의 조치(제22조), 석유판매가격의 최고액(제23조)
제6장 석유의 품질관리	석유제품의 품질기준(제24조), 품질검사(제25조), 석유제품의 품질보정행위(제26조), 품질기준에 맞지 아니한 석유제품의 판매금지(제27조), 품질검사기관의 지정취소(제28조), 가짜석유제품 제조 등의 금지(제29조), 가짜석유제품의 제조 등에 대한 중지명령(제30조)
제7장 석유대체연료사업	석유대체연료의 품질기준(제31조), 석유대체연료 제조, 수출입업의 등록(제32조), 석유대체연료 판매업의 등록(제33조), 등록의 취소(제34조), 과징금(제35조), 석유대체연료 비축의무(제36조), 석유대체연료의 수입, 판매부과금(제37조)
제8장 보칙	보고 및 검사(제38조), 행위의 금지(제39조), 청문(제40조), 수수료(제41조), 지도·감독(제42조), 권한의 위임·위탁(제43조)

## 6. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	<p>목적(제1조)                      정의(제2조) : 자원순환, 재활용가능자원, 부산물, 지정부산물, 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수, 재활용제품, 재활용시설, 재활용산업, 폐기물, 대형폐기물, 포장재, 생분해성 수지제품, 1회용품                      다른 법률과의 관계(제3조), 국가와 지방자치단체의 책무(제4조), 사업자의 책무(제5조), 국민의 책무(제6조), 자원순환기본계획의 수립(제7조)</p>
제2장 자원순환 촉진	<p>제1절 자원의 절약과 폐기물의 발생억제                      자원의 절약(제8조), 포장폐기물의 발생억제(제9조), 1회용품의 사용억제(제10조), 개발사업의 자원순환성 고려(제11조), 폐기물부담금(제12조),</p> <p>제2절 폐기물 분리, 수거 및 재사용촉진                      재활용가능자원의 분리수거(제13조), 분리배출표시(제14조), 부품 등의 재사용 촉진(제15조),</p> <p>제3절 폐기물의 재활용 촉진                      제조업자 등 재활용의무(제16조), 재활용의무율(제17조), 회수 및 재활용의 무이행계획서 제출(제18조), 재활용부과금의 징수(제19조), 폐기물 부담금과 재활용부담금의 용도(제20조), 재활용지정 사업자의 준수사항(제23조), 지정 부산물 배출사업자의 준수사항 및 고형연료 품질 등 (제25조),</p>
제3장 재활용사업 공제조합 및 재활용가능 자원 유통 지원센터	<p>재활용 사업공제조합의 설립(제27조), 조합설립의 인가절차 및 유통지원센터 설립 등(제28조), 부담금(제29조)</p>
제4장 자원순환 촉진을 위한 기반 조성	<p>재활용 산업 육성을 위한 자금 등의 지원(제31조), 재활용 제품의 규격, 품질기준(제33조), 재활용단지의 조성 등(제34조),</p>
제5장 보칙	<p>자원재활용협회 등(제35조), 보고 및 검사 등(제36조), 관계기관의 협조(제37조), 권한의 위임, 위탁(제38조)</p>
제6장 벌칙	<p>벌칙(제39조), 양벌규정(제40조), 과태료(제41조)</p>

## 7. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어촌, 농어업, 농어업인, 농어촌학교, 공공서비스, 농어촌서비스기준 국가와 지방자치단체의 책무(제4조)
제2장 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계 획	농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립(제5조), 시행계획 수립(제6조), 시·도계획 및 시·군·구계획의 수립(제7조), 농어업인 등에 대한 복지실태 등 조사(제8조), 기본계획의 평가(제9조), 농어업인 삶의 질 향상 및 농 어촌 지역개발 위원회(제10조), 재정지원(제11조),
제3장 농어업등의 복지 증진	농어업인 등의 복지증진(제12조), 농어업인에 대한 국민건강보험료 지원(제13조), 농어업인 질환의 예방·치료 등 지원(제14조), 업무상 재해를 입은 농어업인에 대 한 지원(제15조), 농어업인에 대한 국민연금보험료지원(제16조), 농어업인의 영유 아 보육비 지원(제17조), 농어촌 여성의 복지증진(제18조), 고령 농어업인의 생활 안정 지원(제19조)
제4장 농어촌 교육여건 의 개선	농어촌 교육여건 개선의 책무(제20조), 농어촌 학교 학생의 학습권보장(제21조), 농어촌 유치원 유아의 교육·보호(제22조), 농어촌 학교 학생의 교육지원(제23조), 농업·수산업 기초인력의 양성(제24조), 농어촌학교 교직원의 확보·배치(제25조), 농어촌학교 교직원의 우대(제26조), 농어촌 교육발전 지역협의회(제27조), 농어촌 학교시설·설비 등 지원(제28조)
제5장 농어촌 지역개발	농어촌의 기초생활여건 개선(제29조), 농어촌 경관의 보전(제30조), 농어촌산업(제 31조), 농어촌의 정보화 촉진(제32조), 농어촌의 문화예술진흥(제33조), 농어촌 문 화복지시설의 설치 및 운영지원(제34조), 도시와 농어촌 간의 교류 확대(제35조), 농어촌 투자유치 활성화(제36조), 도·농교류센터의 설치·운영(제37조), 농어촌 지역종합개발계획의 수립·시행(제38조), 농어촌 거점지역의 육성(제39조), 조건불 리지역에 대한 특별지원(제40조)
제6장 보칙	농어촌 특별세 재원의 우선 지원(제41조), 기본 계획 및 시행계획의 국회보고(제 42조), 준농어촌에 대한 지원(제43조), 농어촌 서비스기준의 재정·운영(제44조), 농어촌에 대한 영향평가(제45조), 전문지원기관의 지정 및 지원(제46조), 자료제공 의 요청 및 전산망 이용(제47조)

# 가행성평가보고서

【산 청 군】

2014. 12

동국대학교





## 1장 바이오피아 사업개요

### 2장 일반현황

- 1절 지역 특성
- 2절 기상 개황
- 3절 행정구역 현황
- 4절 인구 현황
- 5절 주거 현황
- 6절 토지이용 현황
- 7절 농업환경 현황
- 8절 축산업 현황
- 9절 가축분뇨 발생 현황
- 10절 바이오매스 발생 및 이용 현황
- 11절 바이오매스 처리시설 현황

### 3장 바이오매스 이용계획

- 1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정
- 2절 산청군 물질수지 분석

### 4장 바이오피아 추진안

- 1절 사업체계
- 2절 사업추진조직 및 방침
- 3절 사업모델
- 4절 경제성분석

### 5장 관련 시설별 입지평가

- 1절 시설특성
- 2절 입지평가 기준

### 6장 소요재원 및 확보방안

### 7장 관련규정 검토



# 제1장 바이오피아 사업개요

## 제1절 사업 배경

지구온난화의 방지 및 기후변화협약 대응으로 UN 등 국제사회는 기후변화 문제를 최우선 아젠다로 추진하고 있으며, 기후변화 협약에 대응하는 주요 노력들은 기후변화 완화 정책을 중심으로 이산화탄소 저감에 집중하고 있다. 우리나라의 2005년 온실가스 총배출량은 5.9억톤으로 전 세계 배출량의 1.7%를 차지하고 있다(OECD 국가 중6위, 세계10위). 이는 1990년 대비 98.7% 증가했으며, 획기적 감축노력이 없을 경우 2020년 배출량은 2005년 대비 37.7% 증가가 예상된다. 따라서 기후변화의 심각성에 대한 관심 증가에 따른 관련 규제 및 기준 강화 움직임에 대한 농업 분야의 대응 필요하고 2004년 교토의정서의 발효로 주요 선진국들이 온실가스 감축의무를 부여받았고, 우리나라도 2013년 이후 포스트-교토 체제에서 온실가스 감축의무 대상국으로 선정될 가능성이 높아짐에 따라 2020년까지 CO2 4% 감축을 목표로 하고 있다. 그리고 산업별 온실가스 배출저감 의무부담에 대한 논의가 진행되고 있는데, 농업분야의 온실가스 배출량과 감소 추세를 보아 큰 의무부담이 예상되지는 않으나, 장기적인 농업 분야 기후변화 대응을 위한 시스템 마련이 시급하다. 이러한 환경의 변화에 맞추어 탈 화석 에너지 저탄소 사회의 조성을 추진해야 한다. 선진 외국에서는 에너지, 기후 위기에 대응하여 온실가스 감축 기법들을 건축물이나 주거단지 조성뿐만 아니라 도시계획의 차원에서 도입하고 있으며, 탄소제로 도시, 에너지 자립마을 등의 프로젝트를 개발하여 추진하고 있다. 국내에서도 주거단지, 신도시, 관광단지 등지에 에너지 자립마을 조성 구상을 발표하고 있으나, 아직 개념적인 수준 또는 시범사업 초기단계에 머물러 있는 상태이다. 산업부분에서 사용하는 에너지 소비로 인해 발생하는 탄소배출은 즉각적으로 줄이기 힘들기 때문에, 비산업부분의 수요관리를 통한 온실가스 감축이 우선되어야함. 탄소 저감을 위해서는 부문별 감축잠재력이 가장 큰 건물부문과 이를 둘러싼 ‘도시’, ‘마을’ 차원의 관리가 필요하다.

## 제2절 사업 목적

본 사업은 농림축산식품부의 연구과제 「농·임·축산 바이오매스 순환 실증단지(Biopia) 모델 구축 및 사업지침서 개발」에 따라 완주군 내 발생하는 바이오매스의 효율적 이용을 위한 단지의 계획수립을 통하여,

- 환경적으로나 경제적으로 지속가능한 농림수산업을 확립하여 농산어가의 소득을 향상시키고, 농수축산업의 물질과 양분순환을 균형 있게 유지 발전시키는데 본 사업의 목적이 있으며,
- 지역의 바이오매스를 재사용하여 농수축산업의 생산비 저감과 안전한 식품을 생산하고,

지역의 노동력을 창출하고 녹색성장을 실현하여 정부의 정책기조에 맞춘 사회실현을 완수하는데 그 목적이 있다.

## 제3절 기대 효과

본 사업으로 인해 얻어지는 효과는 다음과 같다.

- 농·산촌 지역의 생산비 저감과 브랜드가치 증가에 의한 농·산촌의 경제적 활성화 및 발전 도모
- 농수축산업의 에너지 비용절감효과
- 유기성 물질의 자원화 및 활용 관련 전문 인력 및 일자리 창출
- 폐기물처리비 절감, 원유대체효과, 이산화탄소 감축효과 등의 경제적 가치 창출
- 농가소득 안정화 및 에너지 자급화에 일조
- 생태계 모니터링 및 경관 보전을 통한 청정 농·산촌 사회 구현
- 지역의 사회적 통합과 소통의 기반 구축
- 바이오매스 에너지화 기술 개발을 통한 신성장 동력확보 체계구축

## 제2장 일 반 현 황

### 제1절 지역 특성

#### 1. 지리적 위치

동쪽은 함천군과 의령군, 서쪽은 함양군, 남쪽은 진주시와 하동군, 북쪽은 거창군과 접하고 있다. 면적은 794.69km<sup>2</sup>이고, 인구는 3만 5,043명(2008년 현재)이다. 행정구역으로는 1개 읍, 10개 면, 285개 리가 있다. 군청은 경상남도 산청군 산청읍 옥산리에 있다. 교통은 국도가 단성면에서 사방으로 갈라져 함양~진주, 지리산~함천과 그 외의 도로가 연결되어 있어 편리하다. 2005년 12월에 대전~통영간 고속도로가 개통되고, 국도 3호선 남해·초산선과 국도 20호선 시천·경주선, 그리고 국도 59호인 광양·양양선이 동서남북으로 관통하고 있다. 국도 3호선 진주·산청구간은 4차선으로 확·포장되었으며, 생초구간은 4차선으로 확·포장 되었다.

지방도로는 기존 3개 노선을 비롯하여 3개 노선이 추가되어 고성군하이·고제선(단성 관정~금서 주상)·서포·단성선(단성 당산~단성 창촌)·명석·차황선(신안 청현~차황 신기)·오부·대양선(오부 오전~차황 장박)·유림·성산선(생초 어서~생초 향양)·신등·부황선(신등 단계~신등 사정) 등이 서로 통한다. 군도는 각 면 소재지까지 연결되어 이 고장의 도로교통은 매우 편리하다.

산청군의 경.위도상의 위치는 표 1과 같이 동경 127° 41' ~128° 07' , 북위 35° 13' ~35° 34' 에 위치한다.

표 1 경.위도상의 산청군의 위치

군청 소재지	경도와 위도의 극점			연장거리
	단	지명	극점	
산청군 산청읍 옥산리 465의 3	동단	생비람면 화현리 산 28	동경 128° 07'	동서간 38.8km
	서단	시천면 내대리 산325	동경 127° 41'	
	남단	시천면 반천리 산126	북위 35° 13'	남북간 40.3km
	북단	생초면 향양리 산1 3 4	북위 35° 34'	

자료 : 산청군, 산청통계연보, 2012



그림 1 산청군 위치도

자료 : 산청군청 홈페이지(<http://www.sancheong.go.kr>)

## 2. 지형 및 지세

산청군의 지형은 대부분이 준엄한 산령으로 둘러싸여 있으며, 지세는 지리산 천왕봉을 기점으로 한 산맥이 남북으로 뻗어 하동군·함양군과의 경계를 이루고 합천군과는 백운산의 지맥인 황매산이 양군의 분수령을 이룬 분지이다. 북부에 갈전산(葛田山, 764m)·바랑산(797m)이 거창군과, 그리고 동부의 황매산(黃梅山, 1,108m)·전암산(傳岩山, 696)이 합천군과 경계를 이루며, 서남쪽의 천왕봉(天王峰, 1,915m)·제석봉(除石峰, 1,806m)·촛대봉(燭臺峰, 1,704m)이 함양군과, 남쪽의 삼신봉(三神峰, 1,284m)·주산(主山, 831m)·우방산(牛芳山, 570m)이 하동군과 경계를 이룬다. 그리고 내부에도 송의산(松義山, 538m)·왕산(王山, 923m)·정수산(淨水山, m)·웅석봉(熊石峰, 1,099m)·둔철산(屯鐵山, 812m)·감투봉(768m)·구곡산(九谷山, 961m) 등의 산들이 도처에 산재하고 있다. 하천은 경호강(鏡湖江)이 군의 중앙을, 양천(梁川)과 황매산에서 발원하는 단계천(丹溪川)이 군의 동부를, 덕천강이 서부를 각각 남류하면서 남강으로 흘러 들어간다. 이들 하천 유역인 단성·시천·생비량·차황·산청 등지는 지세가 비교적 평탄하고 관개가 편리하며 토양이 비옥하여 농경에 적합하나, 산곡의 침식으로 형성된 개석평야인 까닭에 규모가 대단히 작다.

산청군은 총 면적의 약 78.3%가 임야이고, 주요 농산물은 쌀이며 이밖에 보리, 콩, 조 등의 잡곡류와 채소류의 생산이 많다. 특용작물인 잎담배와 누에치기, 인삼재배 등이 성행하기도 하였으나 근년에는 수확고가 감소되는 추세이며 과실류인 사과와 배, 감 등이 특산물로 자리 잡아 가고 있다.

이 군의 총 경지면적은 9,995.3ha이고 이 중에서 논과 밭은 전체 경지의 약 73%와 27%에 해당하는 7,305.5ha와 2,689.8ha이다. 산간분지에 흘러내리는 물을 이용한 벼농사가 밭농사보다도 훨씬 탁월하게 발달할 수 있는 입지적 조건으로 인하여 논과 밭의 비중은 큰 차이를 나타낸다. 군의 농가호수는 7,342호, 농가인구는 1만 7,127명으로서 군 인구의 거의 절반에 해당하는 48.6%를 차지한다. 주요 농산물은 주곡인 쌀 외에도 보리·밀·콩·조·토란·면화·저마 등이 생산된다. 특용작물로는 누에고치가 전국의 군부 중 제1위를 점유하고 있으며, 그 밖에도 인삼·오미자·닥나무·당귀·백작약·목단·잎담배·채소류 등을 지역특산물로 들 수 있다. 그리고 축산업도 활발하여 한우와 젓소·비육우·산양·돼지·닭 등을 사육하며, 양봉도 일부지역에서 행해지고 있다. 산청군에서는 농업의 장려를 위하여 농업진흥지역(4,744.8ha)과 농업보호지역(409.2ha)을 지정하고 있다.

임야 및 기타부분이 군의 전면적의 79.1%를 점유하여 산간지역의 특성을 현저히 나타내고 있는 산청군의 임야에서는 용재·죽재·과실·버섯 등의 산출도 적지 않다. 산청군의 총 사업체수는 2,272개이고 종사자수는 9,010명이다. 이 중 농림업관계 사업에는 10개 업소에 130명이 고용되어 있다.

## 제2절 기상개황

산청군의 기후는 온대 기후구에 속하나 내륙 고산지역의 특성을 반영하여 대륙성기후를 나타내며, 고원 산악지역에서는 특히 기온의 변화가 심하다. 다음 표 2는 산청군 관내 기상관서가 없어 천안기상대 기상측정 자료이다.

표 2 산청군 연도별 기상현황

구분 년도	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	바람(m/s)		
	평균	최고	최저				평균 풍속	최대 풍속	
평균	13.2	35.4	-11.1	1,586.8	64.4	2,008.0	2.0	11.2	
2007	14.0	36.0	-8.0	1,776.0	66.0	1,946.0	2.0	13.0	
2008	13.0	37.0	-11.0	786.0	64.0	2,079.0	2.0	10.0	
2009	13.0	34.0	-13.0	1,169.0	63.0	2,054.0	2.0	11.0	
2010	13.0	35.0	-12.0	2,190.0	66.0	1,911.0	2.0	12.0	
2011	13.1	34.8	-11.7	2,013.1	63.0	2,049.9	2.0	10.2	
2 0 1 1	1월	-2.6	5.1	-11.7	0.0	43.0	193.9	3.5	10.2
	2월	2.8	19.1	-11.0	74.0	55.0	170.8	1.5	8.7
	3월	5.7	23.1	-5.5	25.0	42.0	257.1	3.1	10.0
	4월	12.5	28.0	-0.6	115.2	42.0	231.8	2.5	8.3
	5월	17.8	27.1	6.3	128.9	64.0	194.4	2.0	9.6
	6월	22.7	32.2	14.2	379.7	71.0	185.1	1.7	6.7
	7월	25.4	34.8	17.5	618.7	80.0	113.9	1.6	6.6
	8월	25.9	33.8	17.8	407.8	83.0	89.4	1.2	6.8
	9월	21.3	34.2	8.4	29.2	73.0	158.9	1.2	6.5
	10월	13.7	26.8	-0.6	65.5	68.0	187.6	1.3	7.4
	11월	11.1	25.9	-3.4	164.1	71.0	116.0	1.5	9.9
	12월	1.9	12.7	-9.8	5.0	50.0	151.0	2.6	8.4

자료 : 산청군, 산청통계연보, 2012

## 1. 기온

산청군의 과거 5년간 (2007~2011)의 연평균 기온은 13.2 ℃이고, 최고 기온은 37.0 ℃, 최저 기온은 -13.0 ℃로 50.0 ℃의 차이가 나는 것으로 조사되었다.

2011년 기준으로 볼 때, 가장 추운 달은 1월로 평균기온은 -2.6 ℃이고 가장 더운 달은 8월 25.9 ℃이며, 년 중 월 최저기온은 -11.7 ℃, 월 최고기온은 34.8 ℃로 나타났다.

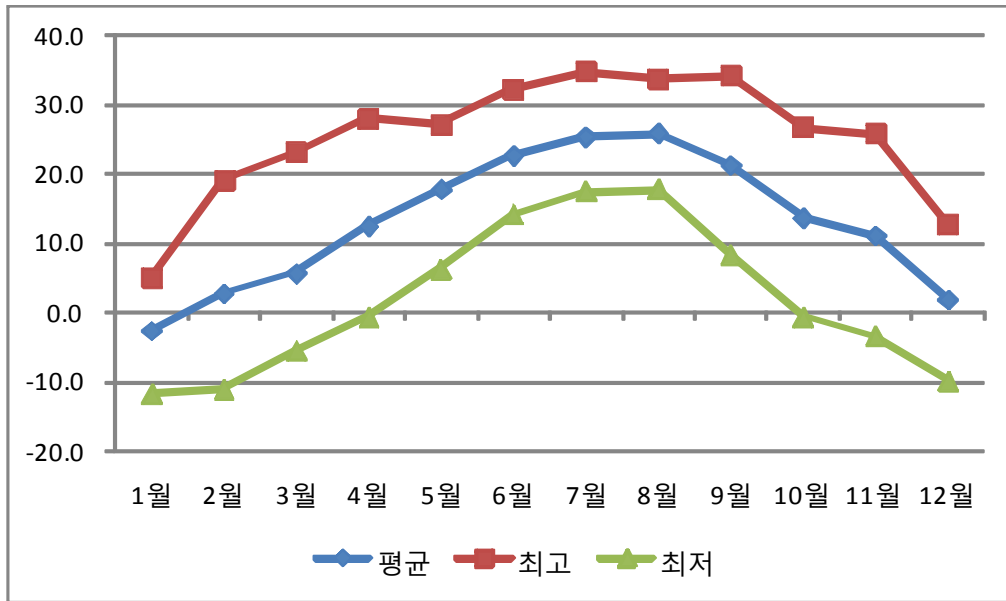


그림 2 산청군의 월별 기온현황(2011년)

## 2. 강수량

산청군의 과거 5개년(2007년~2011년) 평균 연 강수량은 1,383.9 mm로 나타났고, 월별 평균 최고치는 장마철 기간인 7월 336.5mm이며, 월별 평균 최저치는 1월 14.9 mm로 조사되었다. 아울러 2011년도의 연강수량은 1,832.6 mm이며, 7월이 549.8 mm로 가장 높고 1월이 0.5 mm로 가장 낮게 나타났다.

표 3에서 월별 강수량 현황을 살펴보면, 연평균 강수량의 67.5 %인 1,236.6 mm가 6월~8월 여름철에 집중되는 것으로 나타났다.

표 3 강수량 현황 (단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년평균 강수량
5개년 월평균	14.9	42.6	57.0	69.7	104.2	203.1	336.5	269.4	168.6	48.4	50.4	19.3	1,383.9
2011년	0.5	63.5	20	108.7	131.7	306.2	549.8	380.6	36.4	71.5	154.6	9.1	1,832.6

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보



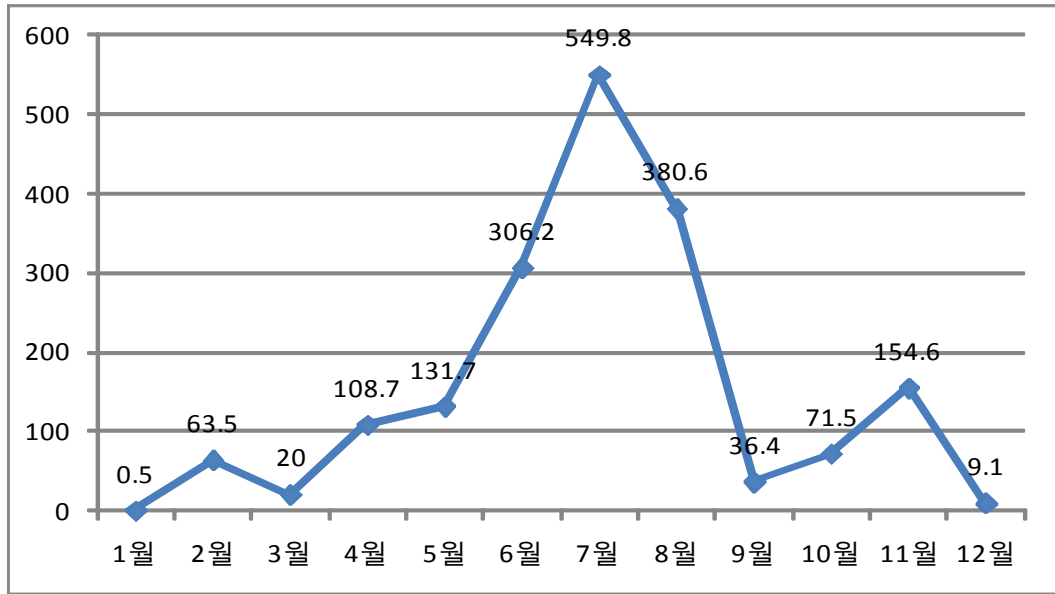


그림 3 산청군의 강수량 현황(2011년)

### 3. 상대습도

산청군의 과거 5년간 평균 상대습도는 64.4 %이고, 2011년도의 평균 상대습도는 과거 5년간의 평균보다 다소 낮은 63.0 %로 조사되었다. 년 중 8월의 상대습도가 83.0 %로 가장 높고, 3월이 42.0 %로 가장 낮았다.

표 4 상대습도 (단위 : %)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 평균	5개년 평균
2011년	43	55	42	52	64	71	80	83	73	68	71	50	63.0	64.4

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

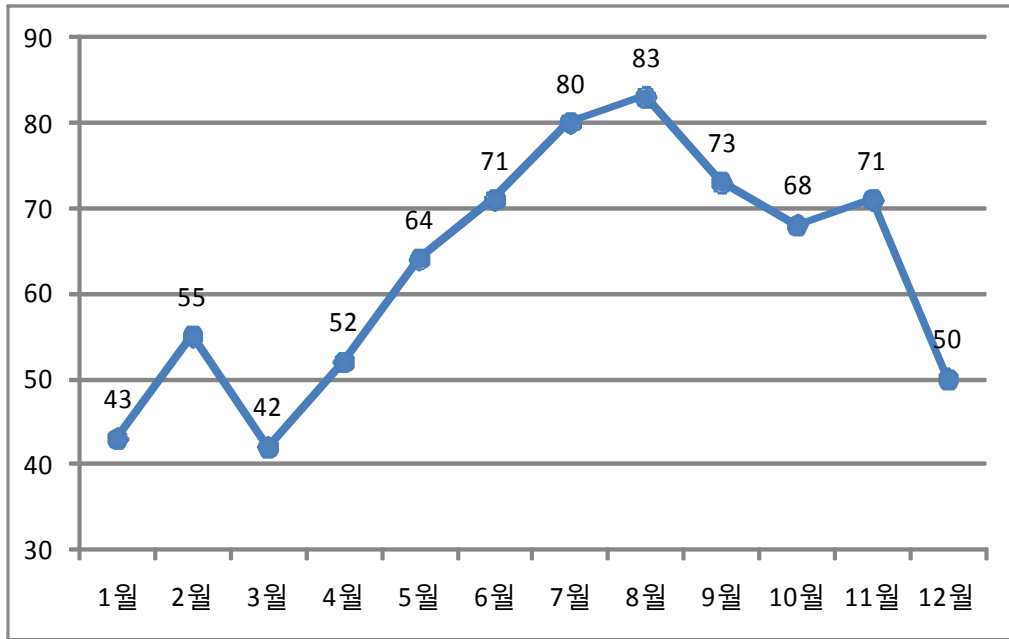


그림 4 상대습도 현황

#### 4. 일조시간

산청군의 지난 5년간(2007년~2011년) 평균 일조시간은 2,008.0시간으로 나타났으며, 최고 일조시간은 2008년 2,079.0시간, 최저 일조시간은 2010년 1911.0시간으로 조사되었다. 2011년 월별 최대 일조시간은 3월 257.1시간이며, 최소 일조시간은 8월 89.4시간으로 조사되었다.

표 5 일조시간 (단위 : hr)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	'11년 계	5개년 평균
2011년	193.9	170.8	257.1	231.8	194.4	185.1	113.9	89.4	158.9	187.6	116	151	2,049.9	2,008.0

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

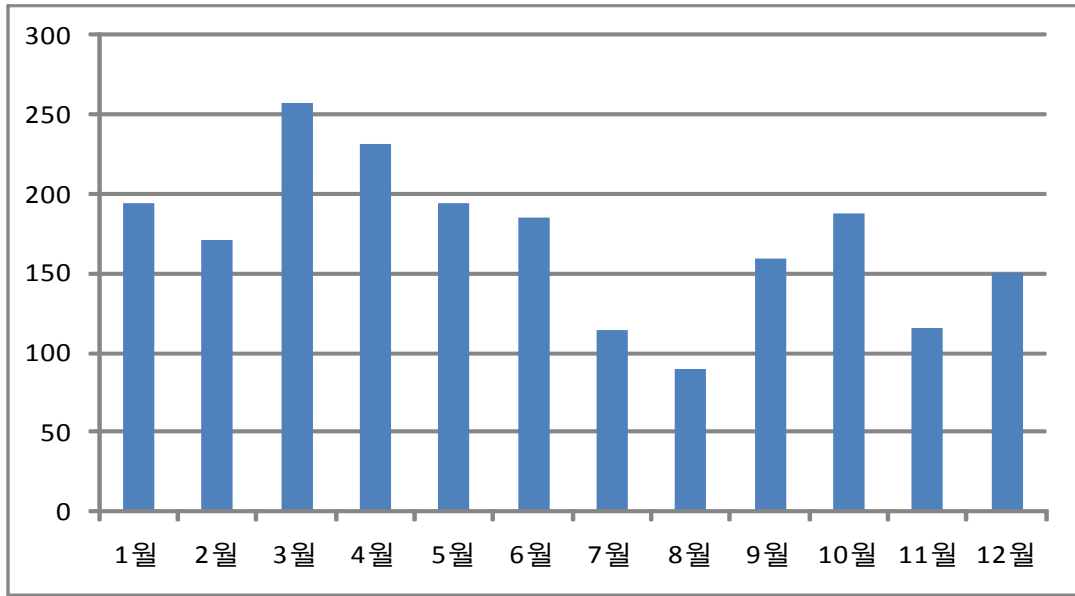


그림 5 일조시간 현황

### 제3절 행정구역 현황

산청군의 면적은 표 6과 같이 794.84 km<sup>2</sup>로, 충청남도 면적(8,630.12 km<sup>2</sup>)의 6.28 %에 해당하며, 산청읍 1개 읍과 차황면 · 오부면 · 생초면 등 10개면으로 이루어져 있다.

표 6 산청군 행정구역 현황

구 분	읍	면	리(개소)		반
			행정	법정	
산청군	1	10	285	119	495

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

표 7 산청군 읍면별 면적 현황

구 분	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계	794.84	100
산청읍	68.92	8.70
차황면	48.79	6.10
오부면	35.07	4.40
생초면	53.04	6.70
금서면	76.29	9.60
삼장면	103.31	13.00
시천면	127.71	16.10
단성면	108.66	13.70
신안면	72.17	9.10
생비량면	44.00	5.50
신등면	56.88	7.20

#### 제4절 인구 현황

산청군 인구는 2011년 기준으로 약 17,223세대, 35,651명으로, 그중 남자 17,385명, 여자 18,266명으로 여자가 남자보다 약간 많은 것으로 조사되었고, 인구밀도는 44.9 명/km<sup>2</sup>으로 조사되었다.

산청군 인구추이를 살펴보면 2007년 이후 세대수는 증가하지만 인구수는 미미한 감소와 증가를 반복하는 보합세 형태를 보이고 있다. 연도별(2007년 ~ 2011년) 인구변화 추이는 표 8에 나타내었다.

표 8 산청군 연도별 인구변화 추이

구 분 년 도	세대수	인 구 수			인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )
		계	남	여	
2007	16,116	35,274	17,134	18,140	44
2008	16,253	35,043	17	18,041	44
2009	16,508	34,921	17,016	17,905	44
2010	17,057	35,591	17,320	18,271	45
2011	17,223	35,651	17,385	18,266	44.90

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

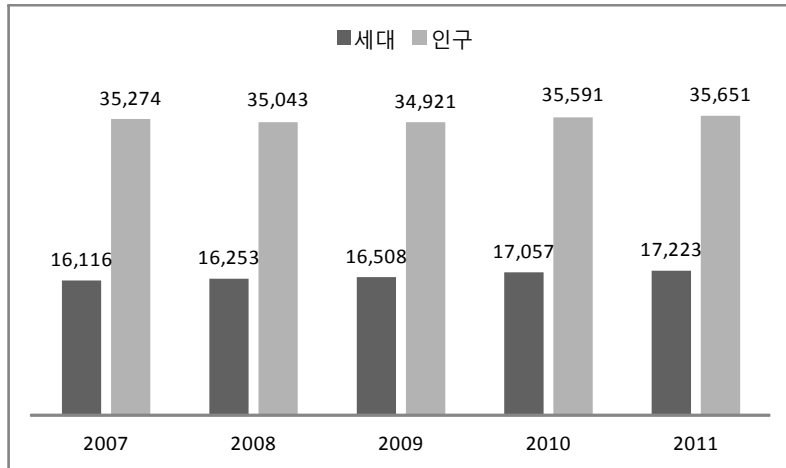


그림 6 산청군의 인구변화 추이

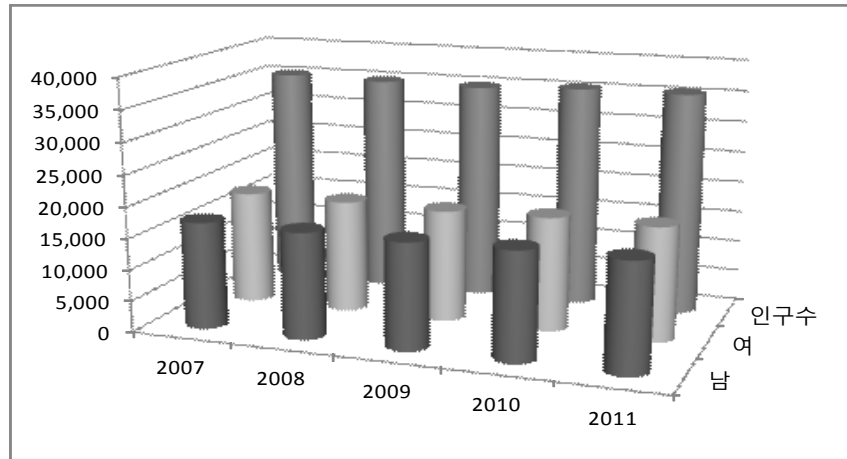


그림 7 산청군의 성별(남, 여) 인구추이

한편, 2011년말 기준 산청군 읍·면별 인구현황을 보면, 산청읍이 15,255세대 38,066명으로 가장 많고, 삽교읍, 덕산면, 고덕면, 오가면 등이 5,000명 이상의 인구를 보유한 것으로 조사되었다. 산청군 읍·면별 인구현황을 표 9에서 나타내었다.

표 9 읍·면별 인구현황

구 분	동·면별 인구		
	가구수(세대)	인구(명)	인구밀도(명/km <sup>2</sup> )
산청읍	3,034	6,636	96.30
차황면	808	1,563	32.00
오부면	591	1,151	32.80
생초면	1,228	2,421	45.60
금서면	1,326	2,753	36.10
삼장면	897	1,817	17.60
시천면	2,002	4,257	33.30
단성면	2,935	5,666	52.10
신안면	2,558	5,882	81.50
생비량면	714	1,328	30.20
신등면	1,130	2,177	38.30
계	17,223	35,651	44.90

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

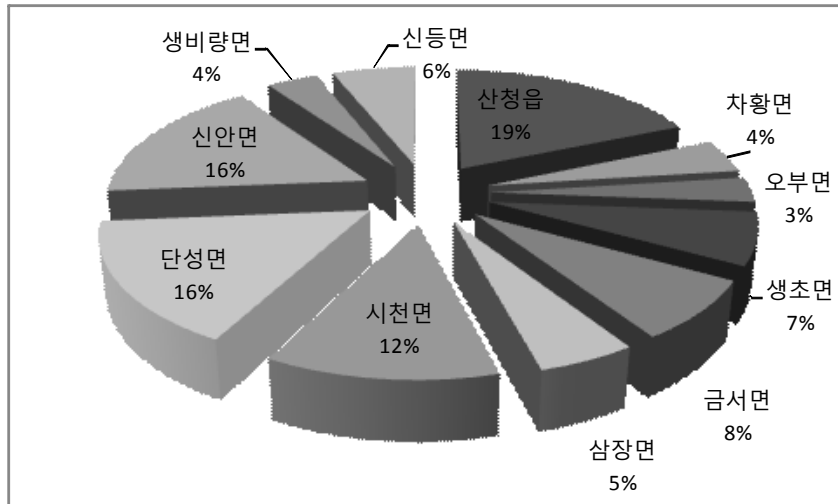


그림 8 산청군의 읍·면별 인구현황

## 제5절 주거 현황

산청군의 주거현황을 보면 약 13,474세대, 총15,676호로 주택 보급률은 116 %이다. 이중 단독주택 형태의 주택수가 13,978호로 산청군 전체 주택 종류의 89.2 %를 차지하고 있으며, 공동주택의 형태인 아파트, 연립주택은 각각 954호(6.1 %), 184호(1.2 %)로 나타났다.

산청군의 주거현황은 표 10과 같다.

표 10 산청군의 주거현황

구 분	계	주 택 유 형				
		단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비주거용
산 청 군 13,474세대	15,676호	13,978호	954호	184호	278호	282호
	100.0%	89.2%	6.1%	1.2%	1.8%	1.8%

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

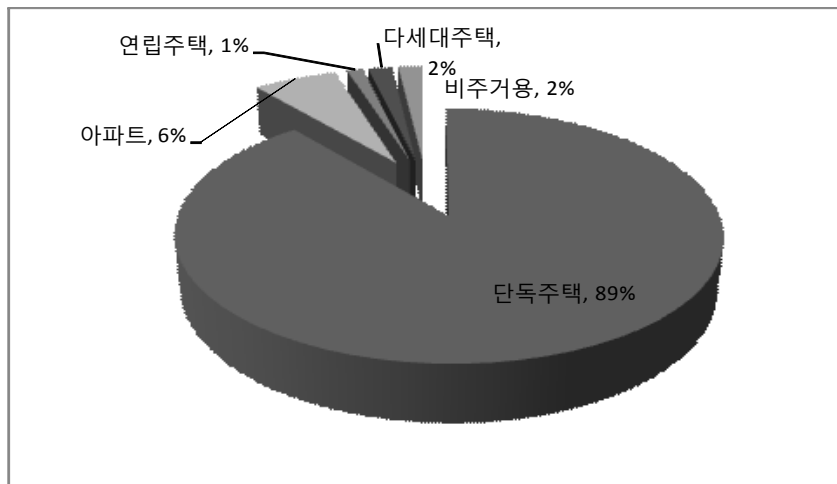


그림 9 산청군의 주거현황 및 주택보급률

## 제6절 토지 이용 현황

### 1. 지목별 토지이용 현황

최근 5년간(2007년~2011년) 산청군의 지목별 토지이용 변화 추이를 살펴보면 표 11에서 보는 바와 같이 임야, 답은 감소하고 대지와 도로는 증가하는 추세를 보이고 있다. 2011년 현재 산청군의 지목별 토지이용 현황은 총면적 542.29 km<sup>2</sup> 중 임야가 247.11 km<sup>2</sup>(45.6%), 답 125.02 km<sup>2</sup>(23.1%) 순이며, 대지는 약 3.0%인 16.08 km<sup>2</sup>로 조사되었다.

표 11 지목별 토지이용현황 (단위 : km<sup>2</sup>)

구 분	계	임야	답	대지	전	도로	하천	기타
2007	794.6	622.4	73.1	8.5	26.9	16.9	22.8	24.0
2008	794.7	621.9	72.6	8.6	26.8	17.7	22.8	24.2
2009	794.7	621.0	71.6	8.9	26.5	18.1	23.2	25.4
2010	794.7	621.0	71.6	8.9	26.5	18.1	23.2	25.4
2011	794.8	619.3	71.1	9.2	26.7	18.6	23.2	26.8
산청읍	68.9	51.8	6.6	1.1	2.6	2.2	2.2	2.3
차황면	48.8	36.4	6.0	0.5	2.3	1.1	1.2	1.3
오부면	35.1	26.8	4.0	0.4	1.4	0.9	0.9	0.7
생초면	53.0	38.8	5.9	0.7	2.1	1.5	2.6	1.5
금서면	76.3	59.3	6.4	0.9	3.0	2.1	2.2	2.3
삼장면	103.3	93.8	3.4	0.5	1.7	1.0	1.2	1.6
시천면	127.7	111.9	5.3	1.2	2.6	1.5	2.0	3.2
단성면	108.7	75.6	12.0	1.7	4.5	3.5	4.2	7.2
신안면	72.2	49.1	9.8	1.1	2.5	2.3	3.5	3.7
생비량면	44.0	34.0	3.9	0.4	2.0	1.1	1.2	1.4
신등면	56.9	41.8	7.7	0.7	1.9	1.3	1.8	1.7

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

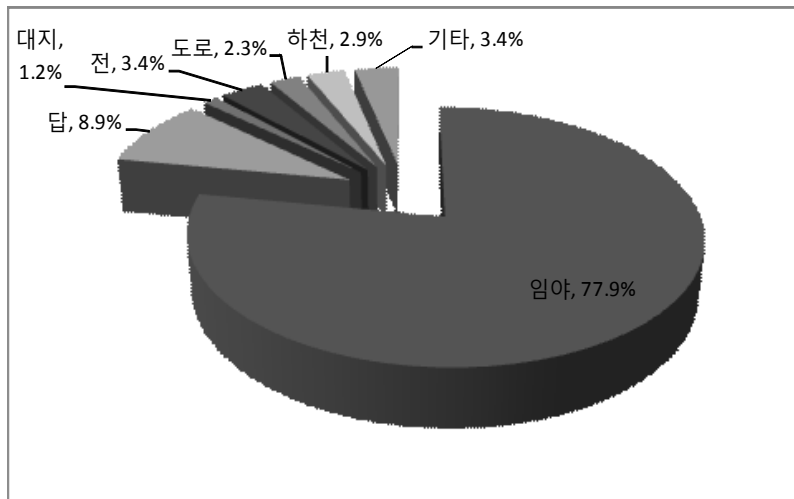


그림 10 산청군의 지목별 토지이용 현황



## 제7절 농업 환경현황

### 1. 농업 일반현황

2011년 기준 산청군의 농업현황을 살펴보면 총 농가수 및 농가인구는 6,523가구, 14,890명으로 조사되었으며, 2007년 이후 농가 수 및 농가인구는 점점 감소하는 것으로 조사되었다.

표 12 농가 및 농가인구 현황

구 분	농가 및 농가인구	
	농가수(호)	농가인구(명)
2,007년	7,756	18,299
2,008년	6,786	14,918
2,009년	7,036	16,247
2,010년	6,463	14,703
2,011년	6,523	14,890

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

산청군의 최근 5년간 경지면적 현황은 표 13과 같다. 경지면적 9,779 ha중 논이 7,111.5 ha, 밭이 2,667.4 ha이며, 가구당 경지면적은 논, 밭 각각 1.09 a, 0.41 a이다.

최근 2007년 대비 경지면적 현황을 보면, 밭농사 경지면적 및 가구당 경지면적은 소폭 증가하였다.

표 13 산청군 경지면적 현황

구 분	경지면적(ha)					
	계	논	밭	가구당 경지면적(a)		
				계	논	밭
2007년	9,996	7,306	2,690	1	0.94	0.35
2008년	9,939	7,258	2,681	1	1.07	0.40
2009년	9,807	7,157	2,650	1	1.02	0.38
2010년	9,807	7,157	2,650	2	1.11	0.41
2011년	9,779	7,111.50	2,667.40	1	1.09	0.41

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

표 14의 경지규모별 농가현황을 살펴보면 3.0 ha미만의 농가수가 5,868호로 전체 농가의 90.8 %를 차지하며, 특히 0.5 ha미만의 농가수가 전체 경지면적의 35.7 %, 2,307호로 가장 많은 부분을 차지한다.

표 14 경지규모별 농가 현황 (단위 : 가구)

구분	계	경지없는 농가수	0.5ha 미만	0.5ha이상~ 1.0ha미만	1.0ha이상~ 3.0ha미만	3.0ha이상~ 5.0ha미만	5.0ha이상~ 10.0ha미만	10.0ha 이상
2010년	6,463	40	2,307	1,752	1,769	381	177	37

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

2011년 말 산청군의 농업진흥지역 지정현황을 보면 총 면적 4,936.2 ha로 농업진흥지역 및 농업보호구역 면적은 각각 4,715.2 ha, 221 ha로 조사되었다.

표 15 농업진흥지역 지정현황

구분	합계 (면적, ha)	농업진흥지역 (면적, ha)	농업보호구역 (면적,ha)
산청군	4,936.2	4,715.2	221

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

## 2. 재배현황

표 16의 산청군 식량작물 생산량 현황을 보면 2011년 기준으로 미곡이 전체 재배면적의 75.3 %인 4,209 ha, 생산량의 81 %인 19,812 톤/년이 생산되고 있다.

그 외 고구마·감자 등 서류가 2,861.2 톤/년(11.6%) 생산되는 것으로 조사되었다.

표 16 식량작물 생산량 (단위 : ha, 톤)

구분	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2007년	6,033	28,464	4,781	20,486	304	1,158	39	81	618	757	291	5,982
2008년	5,725	27,536	4,607	24,878	323	871	46	28	571	596	178	1,163
2009년	5,738	25,582	4,498	21,456	492	1,701	38	94	533	460	177	1,871
2010년	5,863	24,154	4,521	20,272	550	1,550	45	89	566	593	181	1,650
2011년	5,593	24,574	4,209	19,812	390	964	53.4	137.4	740.4	798.5	200	2,861.6

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

산청군에서 생산되는 주요 채소류는 수박, 딸기, 배추, 무, 양파 등이 있다. 그 중 딸기는 과채류 생산량의 80.5 %인 14,759 톤/년이 생산되고 있다. 배추는 엽채류 생산량의 85%인 4,559 톤/년, 근채류 중 무는 1,305톤/년으로 가장 많이 생산되었다.

표 17 채소류 생산량(2011년)

항목	재배 면적 (ha)	생산량		항 목	재배 면적 (ha)	생산량			
		(톤/년)	(kg/10a)			(톤/년)	(kg/10a)		
과 채 류	소 계	403	18,332	4,545	근 채 류	소 계	29	1,326	4,572
	수 박	59.70	2,476.20	4,151		무	27.60	1,305.20	4,729
	딸기	319.70	14,759	4,617		당 근	0.10	3.90	3,870
	오 이	2.60	124.90	4,804.60	조 미 채 소	소 계	298	15,378	5,167
	호 박	21.00	948.00	4,514		고 추	14.20	33.60	236
업 채 류	소 계	125	5,399	4,326		파	5.80	171.80	2,961
	배 추	86.00	4,559.10	5,301		양 파	221.10	14,438.8	6,530
	시금치	5.90	64.70	1,096		생 강	1.00	10.00	1,000
	상 추	14.30	316.40	2,208	마 늘	75.50	928.90	1,230	
	양배추	1.60	72.00	4,499					

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

산청군에서 재배되는 특용작물은 참깨, 들깨, 땅콩 등이 있으며, 들깨가 22.5 ha, 연간 31.7 톤으로 생산량이 많은 작물로 조사되었다.

표 18 특용작물 생산량

구 분	참깨			들깨			땅콩		
	면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량		면적 (ha)	생산량	
		(톤/년)	(kg/10a)		(톤/년)	(kg/10a)		(톤/년)	(kg/10a)
2007년	41	27	66	34	24	71	-	-	-
2008년	41	37	90	45	50	142	-	-	-
2009년	40	37	91	44	53	120	1	2	202
2010년	14	7	53	37	52	141	1	2	202
2011년	13.00	8.80	67.50	22.50	31.70	140.90	2.00	4.10	205.00

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

과실류 중 단감 및 감은 연간 7,413톤 정도 수확되고 있으며, 사과와 배는 각각 1,023 톤/년, 1,197.5톤 생산되는 것으로 조사되었다.

표 19 과실류 생산량 (단위 : ha, 톤)

구분	계		사과		배		단감, 감	
	면적 (ha)	생산량 (톤/년)	면적 (ha)	생산량 (톤/년)	면적 (ha)	생산량 (톤/년)	면적 (ha)	생산량 (톤/년)
2007년	977	8,695	64	993	82	15,456	783	5,862
2008년	996	9,261	64	1,056	81	1,639	804	6,303
2009년	1,283	11,708	70	1,638	75	1,600	1,090	8,200
2010년	1,115	6,850	78	949	65	1,074	927	4,657
2011년	1,212.30	9,850.10	82.00	1,023.00	62.00	1,197.50	1,022.2	7,412.9

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

### 3. 친환경농업 현황

산청군의 친환경농업 인증면적은 표 20과 같이 1,351.2 ha로 경상남도 친환경인증면적인 11,882 ha의 11.4 %를 차지하여, 충남도내 18개 시·군 중 친환경농업 육성 실적이 다소 상위에 속한다. 친환경농업 중 특히 가축분뇨 퇴·액비의 활용도가 큰 무농약 및 저농약 농산물의 인증면적이 각각 432.7 ha, 365.5 ha로 전체 인증면적의 59.1 %를 차지한다.

표 20 친환경농업 현황

구분	인증건수(건)	인증농가(호)	인증면적(ha)	출하량(kg)
유기농산물	24	476	553	3,821.60
전환기유기농산물	0	0	0	0
무농약농산물	81	698	432.70	3,875
저농약농산물	56	412	365.50	8,304.90
합계	161	1,586	1,351.20	16,001.60

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

### 4. 화학비료 사용현황

2011년도 산청군의 총 비료성분 공급량은 2,585 톤/년이고, 성분별 공급량은 질소질 900 톤/년, 인산질 605 톤/년, 가리질 768 톤/년, 기타 312 톤/년으로 나타났다.

표 21 화학비료 성분별 공급량

구분	합계 (톤/년)	비료성분 (톤/년)			
		질소질(N)	인산질(P2O5)	가리질(K2O)	기 타
공급량	2,585	900	605	768	312

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

## 5. 가축분뇨 중 비료성분 발생현황

산청군 관내의 가축분뇨에서 기인하는 비료성분량을 가축분뇨의 일반적인 조성비로 계산하면 표 22와 같다. 연간 가축분뇨로부터 발생하는 질소성분량은 1,704 톤, 인산이 848 톤, 칼리가 965 톤이다

표 22 가축분뇨의 일반적 조성

축종별	구분	질소(N)	인산(P2O5)	칼리(K2O)
		%		
젖소	분	0.33	0.49	0.49
	뇨	1.02	0.27	0.27
한육우	분	0.50	0.60	0.18
	뇨	0.68	0.07	0.60
돼지	분	0.96	0.83	0.42
	뇨	0.80	0.09	0.53
닭	분	1.39	0.62	0.68

자료 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정 연구(농촌진흥청, 2008)

표 23 가축분뇨 중 비료성분 발생량

축종별	구분	발생량 (kg/일)	사육두수 (두, 수)	분뇨발생량 (톤/년)	비료성분별 발생량(톤/년)		
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
한육우	분	8.0	16,236	47,409	237	284	85
	뇨	5.7			33,779	230	24
젖소	분	19.2	1,181	8,276	27	41	41
	뇨	10.9			4,699	48	13
돼지	분	0.87	76,389	24,257	233	201	102
	뇨	1.74			48,515	388	44
닭	분	0.105	1,014,262	38,909	541	241	265
합계		46.515	2,919,065	205,844	1,704	848	965

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

## 제8절 축산업 현황

### 1. 가축사육 현황

2011년 기준 산청군의 가축사육현황을 살펴보면 한우는 1,655농가에서 16,236두, 젓소는 12농가에서 1,181두, 돼지가 83농가에서 76,389마리를 사육하는 것으로 나타났다.

연도별 가축사육현황을 비교해 보면 최근 5년간 한우, 돼지, 닭 등의 가축사육 두수가 지속적으로 증가하는 것으로 조사되었다.

표 24 연도별 가축사육 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
2007년	2,046	10,242	25	1,579	153	61,876	586	989,403
2008년	1,926	12,586	16	1,074	116	47,567	486	982,403
2009년	1,741	12,055	16	1,206	94	51,291	528	1,094,842
2010년	1,704	13,585	13	1,151	93	71,493	513	1,109,533
2011년	1,655	16,236	12	1,181	83	76,389	574	1,014,262

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

표 25의 읍면별 가축사육 현황을 살펴보면, 단성면에서 한우 및 젓소뿐만 아니라 돼지 사육이 가장 많은 것으로 조사되었으며, 한우의 경우 산청읍과 차황면의 사육두수가 많은 편이다. 돼지는 단성면 다음으로 오부면에서 가장 많이 사육되고 있는 것으로 조사되었다.

표 25 2011년 읍면별 가축사육(가우 및 마리) 현황

구분	한우		젓소		돼지		닭	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
<b>2011년</b>	1,655	16,236	12	1,181	83	76,389	574	1,014,262
산청읍	210	2,283	-	-	5	7,302	18	167,224
차황면	247	2,015	-	-	6	1,641	55	185,558
오부면	170	1,553	-	-	12	20,554	36	13,252
생초면	147	942	-	-	25	1,261	36	50,448
금서면	157	1,624	1	123	10	844	60	1,042
삼장면	43	384	-	-	3	277	56	1,142
시천면	16	98	-	-	-	-	89	1,578
단성면	308	2,778	7	656	3	30,670	21	180,637
신안면	172	3,248	2	257	4	4,244	110	409,743
생비량면	50	361	-	-	6	38	35	3,401
신등면	135	950	2	145	9	9,558	58	237

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

## 제9절 가축분뇨 발생 현황

2011년 산청군에서 사육되는 가축 중 한·육우, 젓소, 돼지 및 닭에서 발생하는 분뇨는 연간 213,100 톤/년이다. 이 중 한우농가와 양돈농가에서 발생하는 분뇨가 각각 81,188 톤/년, 72,772 톤/년으로 전체 발생량의 38 %와 34%에 해당하는 양이다.

발생되는 분뇨는 퇴·액비자원화, 정화방류, 공공처리 등의 방법으로 처리되고 있다.

표 26 축종별 가축분뇨 배출원단위

축종별 (단위)	환경부고시('99)				'08 배출원단위			
	분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소·말 (L/두.일)	10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젖소 (L/두.일)	24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼지 (L/두.일)	1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계 (L/1,000수.일)	미고시			124.7			124.7
	육계 (L/1,000수.일)	미고시			85.5			85.5

자료 : 환경부 수생태보전과-867('08.12.23), “가축분뇨 배출원단위 재산정”

표 27 2011년 축종별 분뇨 발생량

구분	계 (톤/년)	한·육우 (톤/년)	젖소 (톤/년)	돼지 (톤/년)	닭 (톤/년)
계	843,211.28	250,105.01	132,389.77	358,510.01	102,206.49
산청읍	8,064.38	1,565.16	1,499.89	3,624.34	1,374.99
삼교읍	55,395.72	25,067.51	15,370.48	12,879.72	2,078.02
대술면	73,346.15	30,828.08	7,196.74	26,342.09	8,979.24
신양면	59,063.10	24,462.45	7,182.98	25,856.24	1,561.44
광시면	88,850.91	28,352.84	13,732.98	37,457.10	9,307.99
대흥면	18,617.67	6,465.65	2,366.81	9,772.88	12.34
응봉면	31,978.73	12,886.29	7,609.56	9,126.93	2,355.95
덕산면	68,210.47	20,127.01	6,866.49	35,846.91	5,370.06
봉산면	39,040.42	10,781.08	6,825.21	15,884.18	5,549.96
고덕면	184,333.83	39,048.90	56,060.28	48,713.59	40,511.06
신암면	58,096.66	12,146.21	6,880.25	35,733.35	3,336.84
오가면	158,213.23	38,373.84	798.11	97,272.68	21,768.60



### 1. 가축분뇨 처리 현황

2011년 기준 산청군에서 발생하는 가축분뇨는 퇴비화, 정화방류, 액비이용 등의 방법으로 처리되고 있으며, 처리방법별 현황은 표 28과 같다.

한·육우 및 젓소의 경우 퇴비사 등에 야적 후 부숙된 퇴비를 농지에 살포하고 있으며, 돼지분뇨는 농가자체 액비 저장조와 퇴비사를 이용하여 퇴·액비화하거나, 가축분뇨공동자원화시설을 이용한 액비 생산, 축산폐수공공처리장 위탁 정화처리 등의 방법으로 처리하고 있는 것으로 조사되었다.

표 28 산청군 가축분뇨 처리현황 (단위 : 톤)

축종	계	퇴비화 등 자체처리	정화방류 (폐수처리장,농가)	액비이용			기타
				계	자원화센터	농가보유	
계	213,100	97,439	75,137	43,800	43,800	-	-
	(100%)	(44.2%)	(35.2%)	(20.6%)	(20.6%)		
한·육우	81,188	81,188	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					
젓소	12,975	12,975	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					
돼지	72,772	43,800	28,972	43,800	43,800	-	-
	(100%)	(61%)	(39.8%)	(60.2%)	(60.2%)		
닭	46,165	46,165	-	-	-	-	-
	(100%)	(100%)					

주) 분뇨처리 현황은 2011년 처리기준임  
 자료 : 산청군 산림축산과

### 제10절 바이오매스 발생 및 이용 현황

#### 1. 폐기물계 바이오매스 발생현황

##### 가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
음식물쓰레기(계)	109.50
-가정생활계	-
-사업장생활계	109.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
가축분뇨(계)		271,290.00
	-젓소분뇨	16,251.00
	-한우(소,말)분뇨	81,188.00
	-양돈분뇨	142,198.00
	-계분뇨	31,653.00

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

다. 오니계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
오니(계)		328.50
	-하수처리오니	328.50
	-정수처리오니	
	-공정오니	-
	-폐수처리오니	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐식용유(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		109.50
	-생활계	109.50
	-사업생활계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
종이(계)		2,482.00
	-종량제봉투배출	2,226.50
	-재활용분리배출	255.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐목재(계)		693.50
	-사업장배출시설계	693.50
	-건설폐기물(건설폐제)	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	182.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

## 2. 미이용계 바이오매스 발생현황

### 가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		31,713.33
-벼짚		21,991.32
-왕겨		4,754.88
-보릿짚		35.67
-옥수수대		106.95
-콩대		570.00
-고구마줄기		2,268.65
-감자줄기		78.72
-수박줄기		1,138.96
-오이줄기		28.52
-호박줄기		436.08
-토마토대		10.86
-참깨줄기		46.40
-들깨줄기		179.80
-고추대		66.53

### 나. 목본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
목본계 농산부산물(계)		696.49
-사과전정지		404.53
-포도전정지		0.56
-배전정지		291.40

다. 임지잔재 바이오매스

구 분	발생량(톤/년)
임지잔재(계)	704,160.90
침엽수	360,149.49
활엽수	229,205.74
혼효림	114,805.66

3. 폐기물계 바이오매스 이용현황

가. 음식물쓰레기계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
음식물쓰레기(계)	109.50
-가정생활계	-
-사업장생활계	109.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

나. 가축분뇨계 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
가축분뇨(계)	141,239.00
-젖소분뇨	16,251.00
-한우(소,말)분뇨	81,188.00
-양돈분뇨	43,800.00
-계분뇨	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

다. 오니계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
오니(계)		328.50
	-하수처리오니	328.50
	-정수처리오니	-
	-공정오니	-
	-폐수처리오니	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

라. 폐식용유계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐식용유(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-
	-사업장배출시설계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

마. 일반폐기물 목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
일반폐기물목재(계)		-
	-생활계	-
	-사업생활계	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

바. 종이계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
종이(계)		255.50
	-종량제봉투배출	-
	-재활용분리배출	255.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

사. 폐목재계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐목재(계)		693.50
	-사업장배출시설계	693.50
	-건설폐기물(건설폐제)	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

아. 폐지계 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
폐지(계)		-
	-사업장배출시설계	-
	-건설폐기물	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

자. 동식물성잔재물 바이오매스

구 분	이용량(톤/년)
동식물성 잔재물(사업장배출시설계)	182.50

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

#### 4. 미이용계 바이오매스 이용현황

##### 가. 초본계 농산부산물 바이오매스

구 분		발생량(톤/년)
초본계 농산부산물(계)		10,044.68
	-벼짚	9,236.35
	-왕겨	808.33

##### 나. 임지잔재 바이오매스

구 분		이용량(톤/년)
임지잔재(계)		196.00
침엽수		100
활엽수		64
혼효림		32

### 제11절 바이오매스 처리시설 현황

#### 1. 하수 및 분뇨처리시설

##### 가. 하수처리시설 현황

2011년 기준 산청군의 공공하수처리시설은 총 44개소가 운영 중에 있으며, 그 중 생물학적 처리를 하는 곳이 5개소, 고도처리를 하는 곳이 39개소이다.

유입 BOD 대비 방출 BOD로 계산한 처리효율은 44개소 평균 97.4 %이며, 생물학적 처리를 하는 시설의 처리효율은 96.9 %, 고도처리시설은 97.9 %로 고도처리시설이 처리효율이 다소 높다.



표 29 산청군 공공하수처리시설 현황

지역	시설명	소재지	시설용량(m <sup>3</sup> /일)				처리 효율	처리 공법
			계	물리적	생물학적	고도		
산청군	44개소		8,064	-	185	7,879	97.4%	
	산청	산청읍 옥산리 66	2,800	0	0	2,800	99	산화구법
	노은	생초면 노은리 391-19	30	0	30	0	97.1	YM접촉산화공법
	특리	금서면 특리 241-1	45	0	0	45	97.8	KSMBR
	상촌	삼장면 홍계리 518-1	45	0	45	0	96.6	섬모상생물막법
	유평	삼장면 유평리 11	80	0	0	80	96	AOSB공법
	예치	시천면 내대리 1162	40	0	0	40	96.7	침지식분리막활성슬리지법
	내대	시천면 내대리 284-9	40	0	40	0	97.2	HBR-2
	거림	시천면 내대리 1045-1	30	0	30	0	97.5	HBR-2
	동당	시천면 동당리 535-4	55	0	0	55	97.4	KSMBR
	칠정	단성면 창촌리 834-43	35	0	0	35	96.9	AOSB공법
	송계	생비량면 가계리 1325-2	40	0	40	0	95.9	현수미생물 접촉방법
	법평	생비량면 가계리 923-4	40	0	0	40	98.3	KSMBR

자료 : 환경부, 2011년 하수도 통계

나. 분뇨처리시설현황

2011년 기준 산청군 전역에서 발생하는 분뇨발생량은 23.2 m<sup>3</sup>/일로, 수세식 및 정화조 오니를 통해 발생하며, 100 % 처리되고 있는 실정이다. 연도별 분뇨발생량 및 처리량을 표 30에 나타내었다.

표 30 분뇨발생량 및 처리현황

구분 연도별	분뇨발생량(m <sup>3</sup> /일)			처리량 (m <sup>3</sup> /일)				처리율 (%)
	계	수거 분뇨	정화조 오니	계	물리적	생물학적	고도	
2008	33	9	24	26	-	-	26	78.8
2009	24	1	23	26	-	-	26	100.0
2010	22	1	21	26	-	-	26	100.0
2011	23.20	1.04	22.16	25.60	-	-	25.60	100.0

자료 : 산청군, 2012 산청통계연보

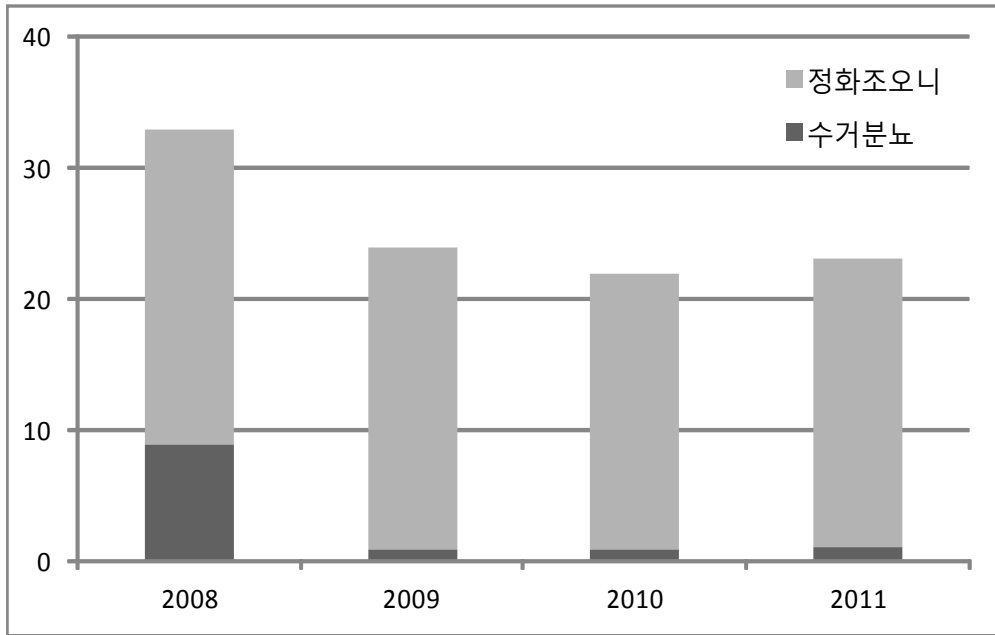


그림 11 연도별 분뇨 및 정화조오니 발생량

산청군에서 운영 중인 산청군 분뇨처리시설은 산청읍 산성리 567-3번지 일원에 위치하고 있으며, 일처리용량 65 m<sup>3</sup>/일로 호기성소화와 활성오니방법으로 처리된 후 산청하수종말처리장으로 연계처리 되고 있다

표 31 산청군 분뇨처리시설 현황

소재지	경상남도 산청군 산청읍 내리 149번지	
면적	3,115m <sup>2</sup> , 건축 및 토목구조물 면적 660m <sup>2</sup>	
시설용량	30 m <sup>3</sup> /일	
처리량	25.6 m <sup>3</sup> /일	
처리공법	액상부식법	
연계처리장명	단독처리	
가동개시일	'94.10.27	
사업비	2,352백만원(민간 100%)	
운영방법	민간 위탁운영	
방류수역	지류	남강
	분류	남강
	수계	낙동강

자료 : 산청군 홈페이지, 2011년 하수도 통계(환경부)

## 2. 폐기물 매립지 및 소각시설

### 가. 쓰레기 처리 현황

산청군의 전체 행정구역 794.59 km<sup>2</sup> 중 생활폐기물 관리구역은 794.59 km<sup>2</sup>으로 관리구역 지정률 100.0 %이며, 전국 생활폐기물 관리구역 지정률 97.3 %보다 높은 것으로 나타났다.

또 산청군의 생활폐기물 발생량은 총 33.7 톤/일로서, 매립 8.1 톤/일(24.0 %), 소각 6.9 톤/일(20.5 %), 재활용 18.7 톤/일(55.5 %)로 처리되고 있다.

표 32 산청군의 생활폐기물 관리구역 현황

전체 행정구역			생활폐기물 관리구역			생활폐기물 관리제외지역		
면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수	면적(km <sup>2</sup> )	인구(명)	읍·면수
794.59	35,651	11	794.59	35,651	11	-	-	-

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

표 33 생활폐기물 발생량 및 처리 현황 (단위 : 톤/일, %)

발생량(톤/일) 및 처리현황	총 계	중량제에 의한 혼합배출		재활용가능 자원 분리배출	남은 음식물류 배출
		가연성	불연성		
총 계	33.7	15.2	4.8	13.4	0.3
비 율	100.0%	45.1%	14.2%	39.8%	0.9%
매 립	8.1	7.0	1.1	0	0
비 율	24.0%	20.8%	3.3%	0.0%	0.0%
소 각	6.9	5.9	1.0	0	0
비 율	20.5%	17.5%	2.97%	0.00%	0.00%
재활용	18.7	2.3	2.7	13.4	0.3
비 율	55.5%	6.8%	8.0%	39.8%	0.9%

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

### 나. 폐기물 매립지 시설현황

산청군 관내에 운영 중인 생활폐기물 위생매립장은 산청군 생비량면 화현리 429-1번지 일원에 위치하며 총 매립지 면적 21,425 m<sup>2</sup>, 총 매립용량 407,200 m<sup>3</sup>로, 2011년 현재 총 매립용량의 14.6 %인 59,313 m<sup>3</sup>이 매립되어 있다. 산청군 생활폐기물 위생매립장 현황은 표 34와 같다.

표 34 생활폐기물 위생매립장 현황

구 분	내 용
위 치	산청군 생비량면 화현리 429-1
총 매립지 면적(m <sup>2</sup> )	21,425
총 매립용량(m <sup>3</sup> )	407,200
'11년까지 매립량(m <sup>3</sup> )	59,313
잔여매립 가능량(m <sup>3</sup> )	347,887
사용기간	2004 ~ 2043
설치비	10,600백만원(국비 1,500백만원, 지방비 8,600)

자료 : 환경부, 2011년 전국폐기물처리통계

### 3. 가축분뇨 처리(자원화) 시설

#### 가. 가축분뇨공공처리시설

산청군 관내에 운영 중인 가축분뇨공공처리시설은 산청읍 궁평리 39-1번지 일원에 위치하며, 일 처리 용량 150 톤/일으로 자연정화법 및 고도처리 후 하수종말처리장으로 연계 처리되고 있다.

표 35 가축분뇨공공처리시설 현황

구 분	내 용
위 치	경상남도 산청군 산청읍 옥산리 60번지 일원
대지면적	6,454㎡
사 업 비	8,756 백만원
1일 처리용량	80 ton 이상
처리방식	액상부식법
준공연월일	2006. 5.31.

자료 : 산청군 홈페이지

### 4. 기타 관련 시설

#### 가. 액비유통센터

산청군 관내 액비유통센터는 산청양돈영농조합 등 4개소가 운영 중에 있으며, 총 저장조 용량 53,200 ton, 살포지 확보면적은 1,695 ha이다.

산청군 액비유통센터 현황은 표 36에 나타내었다.

표 36 액비유통센터 현황

법인명	소재지	액비유통센터	
		저장조 용량	살포지 확보면적
산청축협	산청읍 옥산리 8-1	53,200 ton	1,695 ha

자료 : 농촌진흥청 국립축산과학원 가축분뇨종합정보시스템

## 제3장 바이오매스 이용계획

### 제1절 바이오매스 이용방안 및 목표이용률 설정

#### 1. 바이오매스 부존량

##### 가. 폐기물계 바이오매스 부존량

구분			부존량					
			발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)
폐기물계 바이오매스	음식물 쓰레기 (계)	소계	109.50	63.60	1,632.70	48.35	19.27	65.08
		종량제 봉투배출	-	72.80	1,155.10	50.66	-	-
		재활용 분리배출	109.50	63.60	1,632.70	48.35	19.27	65.08
	가축 분뇨 (계)	소계	271,290.00	88.89	4,081.27	41.71	7,829.48	76,608.84
		젓소 분뇨	16,251.00	90.60	3,847.00	41.06	357.43	3,348.87
		한우 분뇨	81,188.00	87.12	3,847.00	41.06	1,580.64	14,809.31
		양돈 분뇨	142,198.00	94.08	4,516.00	39.40	2,194.79	25,156.57
		닭 오리	31,653.00	76.30	3,194.33	48.50	4,112.90	27,088.64
	오니	소계	328.50	77.30	633.33	45.66	34.05	47.23
		하수처리 오니	328.50	77.30	633.33	45.66	34.05	47.23
		분뇨 슬러지	-	77.30	633.33	45.66	-	-
		정수처리 오니	-	83.27	375.00	41.43	-	-
		공정 오니	-	68.03	700.67	42.46	-	-
		폐수처리 오니	-	57.53	1,293.67	47.37	-	-
	폐 식용유	소계	-	-	9,180.00	73.05	-	-
		가정 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 생활계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-
		사업장 배출시설계	-	1.43	9,180.00	73.05	-	-

목재	소계	109.50	20.90	3,495.20	48.14	41.70	302.74
	총량제 봉투배출	109.50	20.90	3,495.20	48.14	41.70	302.74
	재활용 분리배출	-	23.00	3,424.00	47.80	-	-
종이	소계	2,482.00	18.23	3,102.99	44.75	908.22	6,297.90
	총량제 봉투배출	2,226.50	18.70	3,073.80	44.77	810.40	5,564.02
	재활용 분리배출	255.50	14.10	3,357.40	44.56	97.80	736.86
폐목재	소계	693.50	11.43	3,817.33	60.60	372.20	2,344.73
	사업장 배출시설계	693.50	11.43	3,817.33	60.60	372.20	2,344.73
	건설 폐기물	-	11.43	3,817.33	60.60	-	-
폐지	사업장 배출시설계	-	43.40	2,814.33	42.52	-	-
동식물성 잔재물	사업장 배출시설계	182.50	56.47	2,388.67	52.22	41.49	189.78
<b>폐기물계 합계</b>		<b>172,932.80</b>				<b>9,246.41</b>	<b>85,856.28</b>

자료: 2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2012), 가축분뇨 처리 통계(환경부, 2012)

#### 나. 미이용계 바이오매스 부존량

구분		부존량						
		발생량 (톤/년)	함수율 (%)	고위발열량 (kcal/kg)	탄소 함유율(%)	탄소환산 부존량(톤-C/년)	에너지부존량 (Gcal/년)	
미 이 용 계 바 이 오 매 스	미곡	소계	26,746.20	51.52	3,759.78	41.70	5,469.51	49,260.65
		벼짚	21,991.32	59.86	3,710.00	41.10	3,628.03	32,749.34
		왕겨	4,754.88	12.97	3,990.00	44.50	1,841.49	16,511.31
	잡곡	소계	106.95	72.65	3,990.00	47.73	13.96	116.71
		옥수수줄기	106.95	72.65	3,990.00	47.73	13.96	116.71
	맥류	소계	35.67	59.86	3,710.00	41.10	5.88	53.12
		보릿짚	35.67	59.86	3,710.00	41.10	5.88	53.12
	두류	소계	570.00	65.71	4,490.00	48.70	95.19	877.58
		콩줄기	570.00	65.71	4,490.00	48.70	95.19	877.58
	서류	소계	2,347.37	90.01	3,877.26	42.70	100.11	909.03

	고구마줄기	2,268.65	90.01	3,890.00	42.70	96.77	881.62
	감자줄기	78.72	90.08	3,510.00	42.70	3.33	27.41
	<b>소계</b>	<b>1,614.42</b>	<b>74.96</b>	<b>4,056.99</b>	<b>44.37</b>	<b>180.31</b>	<b>1,638.68</b>
과채류	수박잔사	1,138.96	84.37	4,060.00	44.10	78.51	722.76
	오이잔사	28.52	43.11	3,920.00	45.00	7.30	63.60
	호박잔사	436.08	52.22	4,060.00	45.00	93.76	845.94
	토마토줄기	10.86	85.23	3,980.00	46.10	0.74	6.38
	<b>소계</b>	<b>66.53</b>	<b>79.72</b>	<b>4,480.00</b>	<b>48.30</b>	<b>6.52</b>	<b>60.44</b>
조미 채소	고추줄기	66.53	79.72	4,480.00	48.30	6.52	60.44
	<b>소계</b>	<b>226.20</b>	<b>15.38</b>	<b>4,189.49</b>	<b>47.62</b>	<b>91.14</b>	<b>801.91</b>
특용 작물	참깨줄기	46.40	15.38	4,110.00	46.90	18.41	161.37
	들깨줄기	179.80	15.38	4,210.00	47.80	72.73	640.54
	<b>소계</b>	<b>696.49</b>	<b>29.99</b>	<b>4,646.79</b>	<b>50.19</b>	<b>244.70</b>	<b>2,264.85</b>
과실류	사과전정지	404.53	32.88	4,687.50	50.40	136.86	1,272.86
	포도전정지	0.56	47.20	4,790.00	52.10	0.15	1.42
	배전정지	291.40	25.94	4,590.00	49.90	107.69	990.57
	<b>소계</b>	<b>704,160.90</b>	<b>46.85</b>	<b>4,870.75</b>	<b>49.95</b>	<b>185,947.49</b>	<b>1,805,654.78</b>
임지 잔재	침엽수	360,149.49	64.00	5,000.00	50.70	65,734.49	648,269.09
	활엽수	229,205.74	25.00	4,706.00	49.00	84,233.11	808,981.67
	혼효림	114,805.66	36.70	4,794.20	49.51	35,979.90	348,404.01
	<b>소계</b>	<b>736,570.72</b>				<b>192,154.82</b>	<b>1,861,637.75</b>
<b>미이용계 합계</b>		<b>736,570.72</b>				<b>192,154.82</b>	<b>1,861,637.75</b>
<b>폐기물계/미이용계 합계</b>		<b>909,503.52</b>				<b>201,401.23</b>	<b>1,947,494.03</b>

## 2. 바이오매스 이용 목표

대상지역	경상남도 산청군							
면적	542.3 km <sup>2</sup>		인구		87,861 명			
지역특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>•산청군내 벌채량의 대부분이 급서면에서 이루어지고, 임산바이오매스 다량 발생지역임</li> <li>•산간지 중심이라 도시가스의 도입이 어려움</li> <li>•가축분뇨 중 양돈 및 한우 분뇨가 단성면에서 다량 발생함.</li> </ul>							
바이오매스 발생 및 이용 현황	바이오매스		부존량(톤/년)	이용량(톤/년)	변환기술	이용률		
	폐기물계 바이오매스		172,933	142,809		77%		
		음식물쓰레기		110	110	사료, 퇴비	100%	
		가축분뇨		271,290	141,239	퇴·액비	84%	
			젓소		16,251	16,251	퇴비	100%
			한우		81,188	81,188	퇴비	100%
			양돈		142,198	43,800	퇴·액비	69%
		닭·오리		31,653	-	-	0%	
		오니		329	329	연료, 부숙토	100%	
		폐식용유		-	-	-	-	
		목재		110	-	-	100%	
		종이		2,482	256	소재	10%	
		중량제봉투		2,227	-	소재	0%	
		재활용분리		256	256	소재	100%	
	폐목재		694	694	연료(소각)	99%		
	폐지		-	-	-	-		
	동식물성 잔재물		183	183	퇴비, 사료	100%		
미이용계 바이오매스		736,571	10,241	연료(소각)	1%			
	농산부산물		31,713	10,045	사료, 퇴비, 부숙토	34%		
	임산부산물		704,161	196	연료(소각)	0.03%		
바이오매스 활용시설 (기존)	구분	축분 바이오매스 시설		임산부산물 바이오매스 시설				
		바이오가스 설비	비료화 설비	펠릿·칩 설비	발전용 설비			
	시설명	없음	가축분뇨공공처리	펠릿제조시설	없음			
원료	없음	우분, 돈분	임지잔재	없음				
바이오매스 이용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기존 목재펠릿 제조시설의 활성화를 통한 임산바이오매스 이용</li> <li>•목재칩 제조시설 추가설치를 통한 임산바이오매스 이용</li> <li>•바이오가스플랜트 설치를 통한 축산바이오매스 이용</li> </ul>							
사업주체	지자체, 민간사업자, 조합 등 향후 선정이 필요							
바이오매스 이용목표	현황(2012년)		단기목표(2017년)		장기목표(2025년)			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•발생량: 205,029 TC</li> <li>•이용량: 8,414 TC</li> <li>•이용률: 4%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•바이오가스센터(100톤/일) 설치- 돈분뇨 36,500톤 신규 이용</li> <li>•목재칩 제조설비 설치(5,200톤/년 생산) - 임산부산물 8,125톤 신규 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 5.5%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•중량제봉투 배출되는 종이의 50% 이용</li> <li>•임지잔재 등 임산부산물 발생량의 20% 이용</li> <li>•이용목표(탄소환산): 25%</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 245 TC</li> <li>•에너지이용률: 0.12%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 3,166 TC</li> <li>•에너지 이용목표(탄소환산): 1.5%</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지이용량: 42,682 TC</li> <li>•에너지이용목표(탄소환산): 21%</li> </ul>			



## 제2절 산청군 물질수지 분석

양분의 투입에서 산출까지의 각 단계별 양분수지를 그림 12를 바탕으로 추정하면, 축종별로 발생하는 가축분뇨는 자원화처리를 거쳐 농경지에 환원되거나 정화시설을 통해 하천에 방류된다.

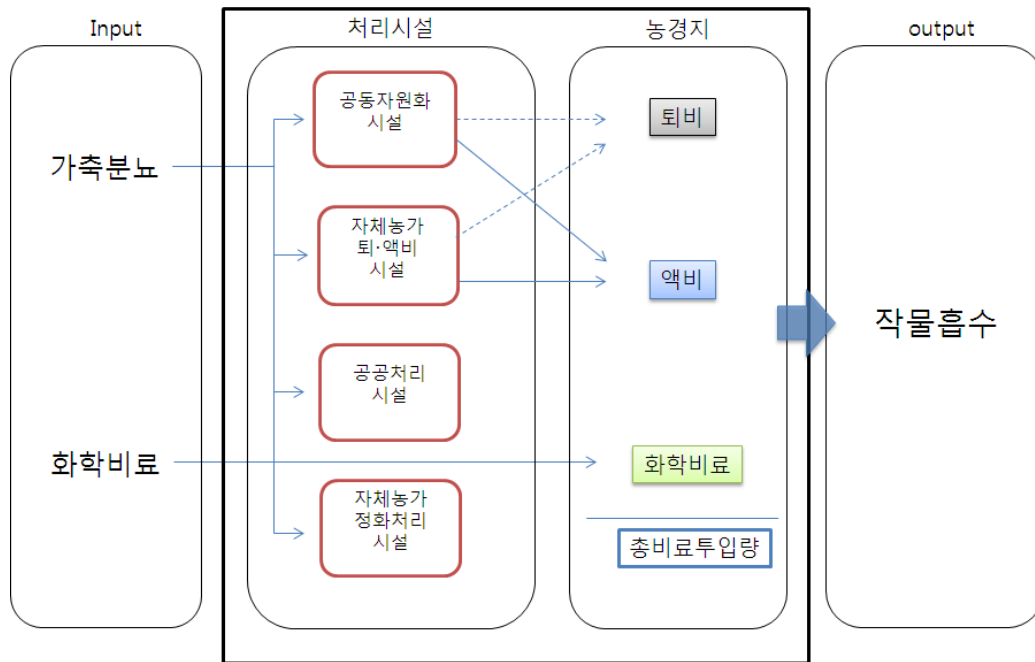


그림 12 자원순환형 농업의 양분 물질순환 투입-산출 모식도

수학모형은 지역별로 가능한 모든 경로와 요인들을 고려하여 물질흐름을 표현하고자 하였다. 우리나라의 가축분뇨 유래 퇴·액비 흐름을 살펴보면 일반적으로 공동자원화 시설과 자체농가 퇴·액비 시설로 수거, 반입되어 고액분리 후 자원화 공정을 통해 액비와 퇴비로 만들어진 다.

이렇게 만들어진 액비와 퇴비는 화학비료와 함께 각 지역의 농경지에 살포된다. 반면 공공처리시설과 자체농가 정화처리시설을 통한 가축분뇨는 정화공정을 거쳐 하천으로 방류된다. 양분수지 모니터링을 위한 네트워크 모형은 그림 13에 나타나 있다. 이를 통하여 농가로부터 발생한 축종별 가축분뇨 내 양분의 저장, 혼합, 수송 등의 과정에서의 정량적 관계를 분석하였다.

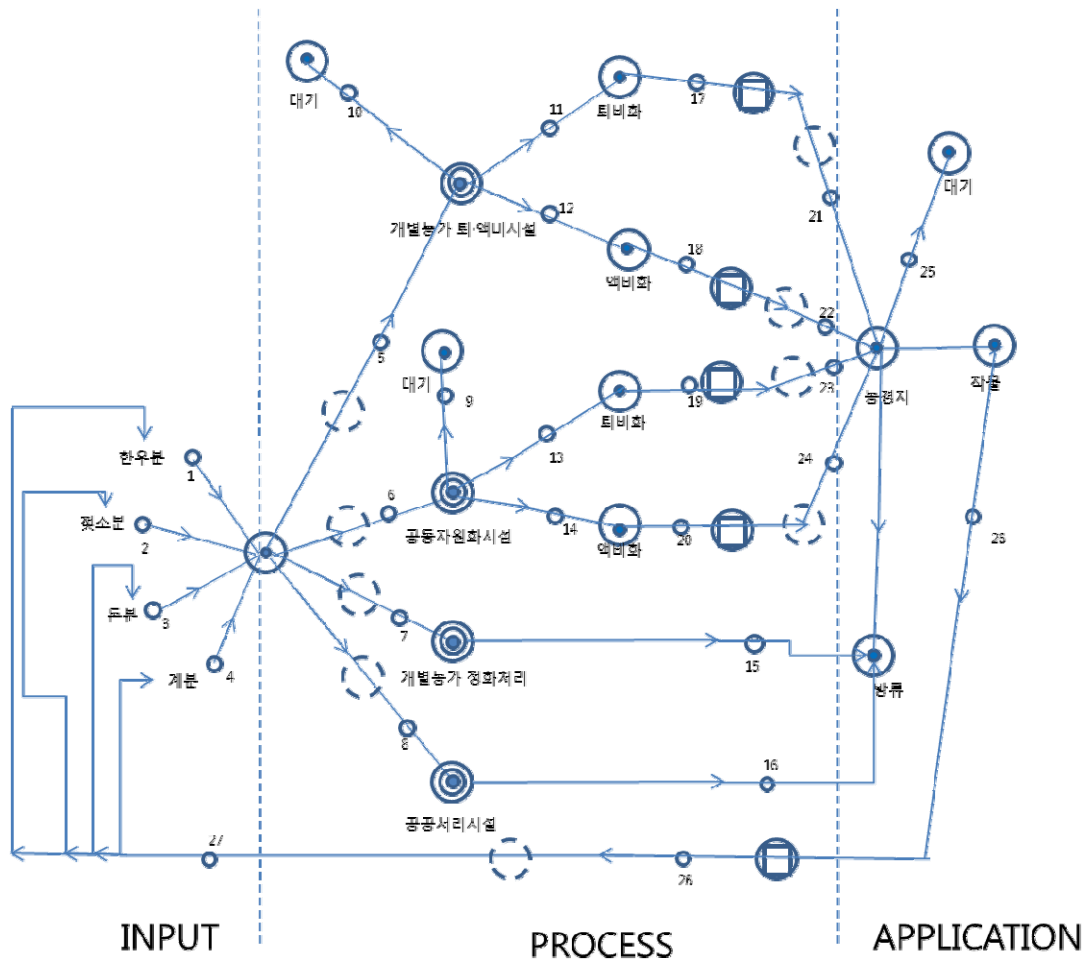


그림 13 가축분뇨 양분수지 모니터링을 위한 네트워크모델

산청은 돈분발생량이 상대적으로 많고 우분이 뒤따른다. 처리현황으로 개별농가 퇴비화시설(36%), 액비화시설(16%), 정화처리시설(30%), 공공처리시설(17%)로 자원화와 방류시설이 고르게 분포되어 있음을 확인할 수 있다.

표 37 평창지역 사육두수, 축종별 가축분뇨 발생량 및 자원화현황

지역	축종	가축분뇨 발생량			처리현황 (톤/년)				
		사육두수 (마리)	발생량 (톤/년)	총 발생량 (톤/년)	개별농가 퇴비화	개별농가 액비화	개별농가 정화처리시설	공공처리시설	위탁(공동자원화시설)
평창	한우	16,236	81,188	284,062 (100%)	102,262 (36%)	48,291 (17%)	85,219 (30%)	48,291 (17%)	0
	젖소	1,181	16,251						
	돼지	76,389	142,198						
	닭	1,014,262	44,425						

일반적으로 농가로부터 수거되는 또는 발생하는 한육우분과 계분은 돈분과는 처리형태가 다르다. 함수율 차이 때문인데, 한육우분뇨는 깔개를 투입시켜 줌으로써 함수율을 낮추고, 계분은 그 자체로 함수율(70~80%)이 낮아 주로 퇴비의 제조에 활용된다. 반면 돈분의 경우 함수율이 약 96%로 높아 고액분리를 통한 퇴비생산 즉, 수거되는 돈분뇨의 액상분을 가공한 액비와 고형분을 가공한 퇴비로 나누어 처리한다. 그럼 액상의 비율을  $p$ 라 가정하면 식[4]와 같이 표현할 수 있다. TLF 는 액비의 총량을 의미하며 총 액비량은 발생한 돈슬러리량과 고액분리비율 중 액상의 비율( $p$ )를 곱하여 산정한다.

$$T_{LF} = p \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [4]$$

고액분리비율은 고상물과 액상물 비율이 각각 1:9로 분리된다는 가정 하에 계산식에 적용하였다. 따라서  $p$  값은 0.9 에 해당한다. 고액분리 후의 돈분 고형분, 수거된 우분, 계분은 퇴비를 만드는데 함께 이용된다. 일반적으로 퇴비화공정 중 첫 번째 단계인 전처리과정에서 수분조절의 목적으로 수분조절제인 톱밥 또는 왕겨가 추가되나 고액분리가 잘 된 가축분은 함수율이 적당하여 그 필요성이 저감된다는 점과 비용소모적인 이유로 사용이 까다롭다는 점을 적용하여 톱밥은 본 계산에서 제외하였다.

$$T_{SF} = (1-p) \sum_i^n a_i + \sum_i^n b_i + \sum_i^n c_i + \sum_i^n d_i + SD \dots\dots\dots [5]$$

여기서 SD는 연간 공급되는 톱밥의 양을 나타낸다. 또한 식[3]을 참고하면  $a_i = f_{a_i} \times mp_a$  으로  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 돈분뇨의 총량이며,  $b_i = f_{b_i} \times (mp_b + sd_b)$  와  $c_i = f_{c_i} \times (mp_c + sd_c)$  는  $i$  농가에서 1년 동안 생성되는 우분(한우 또는 젃소)의 총량,  $d_i = f_{d_i} \times mp_d$  을 나타내고  $i$  농가에서 생성되는 계분의 총량을 의미한다. 위의 정의들에 의해  $T_{LF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 액비 총량이고,  $T_{SF}$  는 1년에 생산되는 해당지역의 퇴비 총량이다.

일반적으로 분뇨에 포함된 원소 X에 대해서, 각 분뇨의 종류마다 원소 X가 얼마만큼 포함되어 있는지 알 수 있다면, 생성되는 원소 X의 총량을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,X} \\ T_{2,X} \\ \vdots \\ T_{n,X} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1} f_{b_1} f_{c_1} f_{d_1} \\ f_{a_2} f_{b_2} f_{c_2} f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n} f_{b_n} f_{c_n} f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(X_{a,l} + X_{a,s}) \\ mp_b X_b + sd_b X_{sd} \\ mp_c X_c + sd_c X_{sd} \\ mp_d X_d \end{pmatrix} \dots\dots\dots [6]$$

여기서  $X_{sd}$  ; nutrients contained in saw dust

$X_{a,b,c,d}$  ; 각 분뇨에 포함된 원소  $X$  의 비율<sup>112)</sup>

따라서 각 농가에서 생성되는 가축분뇨에 포함된 주요 원소의 총량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{pmatrix} T_{1,N} \\ T_{2,N} \\ \vdots \\ T_{n,N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(N_{a,l} + N_{a,s}) \\ mp_bN_b \\ mp_cN_c \\ mp_dN_d \end{pmatrix} ; N \dots\dots\dots [7]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,P} \\ T_{2,P} \\ \vdots \\ T_{n,P} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(P_{a,l} + P_{a,s}) \\ mp_bP_b \\ mp_cP_c \\ mp_dP_d \end{pmatrix} ; P \dots\dots\dots [8]$$

$$\begin{pmatrix} T_{1,K} \\ T_{2,K} \\ \vdots \\ T_{n,K} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{a_1}f_{b_1}f_{c_1}f_{d_1} \\ f_{a_2}f_{b_2}f_{c_2}f_{d_2} \\ \vdots \\ f_{a_n}f_{b_n}f_{c_n}f_{d_n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} mp_a(K_{a,l} + K_{a,s}) \\ mp_bK_b \\ mp_cK_c \\ mp_dK_d \end{pmatrix} ; K \dots\dots\dots [9]$$

따라서 돈분뇨로부터 생성된 액비 내의 원소 X의 총량을 구해보면,

$$T_{LX} = r_{x,i}pX_{a,l}mp_a \sum_i^n f_{a_i} = r_{x,i}pX_{a,l} \sum_i^n a_i \dots\dots\dots [10]$$

112) 농촌진흥청. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정연구를 참조; 한우의 경우 질소(0.5%), 인(0.6%), 칼리(0.18%); 젖소의 경우 질소(0.33%), 인(0.49%), 칼리(0.49%); 돼지의 경우 고상물은 질소(0.96%), 인(0.83%), 칼리(0.42%), 액상물은 질소(0.8%), 인(0.09%), 칼리(0.53%); 닭은 질소(1.29%), 인(0.46%), 칼리(0.59%)를 각각 적용함

퇴비 내의 원소 X의 총량은

$$T_{SX} = r_{a,s} [(1-p)X_{a,s}mp_a \sum_i^n f_{a_i} + (X_bmp_b) \sum_i^n f_{b_i} + (X_cmp_c) \sum_i^n f_{c_i} + X_dmp_d \sum_i^n f_{d_i}] \dots\dots\dots[11]$$

여기서  $r_{a,l}$  은 돈분뇨의 액상분 가공과정에서의 손실을 보정해주는 계수(correction factor) 이고  $r_{a,s}$  은 돈분뇨의 고형분 가공과정에서의 손실보정계수이다. 액상분과 고형분에서의 손실은 분뇨의 종류에 관계없이 동일하다고 가정한다. 따라서 이하 보정계수는 r 로 통일하여 사용한다. 액비의 호기성 처리과정중 질소손실은 약 32%로 가정한다. 돈사체계에 따라 질소 손실율이 달라지는데 깔개를 넣어 키우는 돈사가 각각 25%, 50% 의 질소손실을 보였다(Rotz, 2004).

다음 단계인 저장단계에서 약 10% 추가적인 질소 손실을 보이는데 이는 돈사에서 처리되는 과정까지 평균 30% 의 질소손실이 발생하는 것으로 가정할 수 있다. 1차년도 현장조사에서 나온 데이터 (처리과정 전의 질소량과 처리후의 질소량) 역시 비슷한 수치를 나타냈는데 이를 적용해 질소손실을 산출해보면 약 34%의 질소 손실을 나타냈다. 따라서 평균 32%의 질소성분이 액비화공정중에 공기 중으로 휘산 된다고 가정하고 나머지 값을 계산하였다.

고상물 퇴비화과정의 경우 질소소실은 약 29%로 가정한다. 20~40% 질소가 퇴비화 과정중에 소실되고, Sommer(2001)의 실험에 의하면 가축분뇨의 퇴비화과정에서 약 28%의 질소소실이 발생했다고 보고하였다. 따라서 대략 평균 29%의 질소가 퇴비화과정 중에 소실된다고 가정하고 계산 하였다. 가축분뇨 자원화과정에서 인산과 칼리의 자원화 활용률은 인산 90~100%, 칼리 90~100%를 참고하였고, 이 중에서 최저 활용률을 적용해, 인산과 칼리 약 10%가 미활용된 90%를 각각의 보정계수로 적용하였다(MWPS 1993). 이렇게 손실되는 양분은 네트워크 모델에서 과정 9, 10에 해당한다.

가축분뇨 총 발생량 중 질소, 인, 칼리를 중심으로 살펴보면, 질소는 2,192톤/년, 인은 1,002톤/년, 칼리는 1,165톤/년의 양분을 각각 포함하고 있다 표 38. 한우, 젓소, 닭에서 발생하는 분뇨는 바로 퇴비화 처리로 가정을 하여 분리하였고, 돈분의 경우는 고액분리를 통해 분리 후 저장되는 경우로 적용하여 계산을 하였다.

표 38 평창지역 가축분뇨 형태별, 축종별 질소, 인, 칼리 발생량(처리 전(前))

지역	가축분뇨 형태	축종	질소(N)	인(P)	칼리(K)
평창	퇴비	한우	406	487	146
		젓소	54	80	80
		닭	572	202	261
		돼지	137	118	60
	액비	돼지	1,024	115	678
	총계			2,192	1,002

각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 처리시설로 옮겨져 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 이 과정을 통해 배출되는 가축분뇨 유래 질소는 연간 809톤, 인은 478톤, 칼리는 585톤에 해당한다.

표 39 평창지역 가축분뇨 처리시설을 통한 양분의 흐름(처리 후(後))

지역	퇴비종류	질소(N)	인(P)	칼리(K)
평창	공동자원화시설 (톤/년)			
	퇴비	0	0	0
	액비	0	0	0
	개별농가 퇴·액비시설 (톤/년)			
	퇴비	440	423	261
	액비	369	55	324
	총량	809	478	585

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면에 직접 살포하는 방식이 쓰인다고 가정하면 액비의 질소 소실 발생량은 약 33% 로 기준을 잡고 계산하고, 퇴비는 약 20%의 질소성분이 지표면 살포 시 소실될 것으로 가정한다. 산청에서는 질소 2,192톤/년, 인 1,002톤/년, 칼리 1,165톤/년의 양분을 포함한 가축분뇨가 생성되는 것으로 나타났다. 각 특성에 맞게 분류되어 저장되어 있던 가축분뇨는 각 처리시설로 수송되어 퇴·액비화 과정을 거치게 되고, 과정 중 손실량을 적용한 양분의 흐름을 살펴보면 가축분뇨 유래 질소는 연간 809톤, 인은 478톤, 칼리는 585톤에 해당한다.

가공된 퇴·액비의 농경지 환원 시 농지표면으로의 직접살포방식이 쓰인다고 가정하면 산청 지역의 실질적인 농경지환원에 사용되는 질소는 599톤/년이 될 것으로 예측된다.

## 제4장 바이오피아 추진안

### 제1절 사업 체계

Biopia의 사업 추진 체계는 총 3단계의 과정으로 1단계에서는 사업주체가 사업을 추진하기 위한 기초조사를 수행함으로써 이용 가능한 바이오매스 및 에너지사용량 등을 산정함으로써 사업의 가능성을 확인하는 단계이다.

1단계에서는 타당성조사, 사업성 및 가능성의 검토, 지원금 및 사업비의 책정 등의 작업을 수행하며, 주민들의 여론을 수렴하여 사업 계획에 반영한다.

2단계에서는 바이오매스를 이용하는 이용 기술 및 생산된 신·재생에너지의 활용기술 등을 선택하여 실질적으로 사업 추진에 있어 필요한 기술의 조사와 부지 선정 등을 수행한다. 또한 선정부지의 주민들에게 홍보와 교육을 통하여 인식전환을 시킴으로써 사업에 따른 민원발생을 사전에 해결하고 생산된 에너지의 소비를 조장한다. 기술들의 선택 후 경제성분석 및 사업성을 평가한다.

3단계에서는 Biopia 사업 추진단계로 생산 이용 시스템의 개발과 실증사업을 실행한다. 3단계에서 사업계획서를 작성 사업을 추진한다.

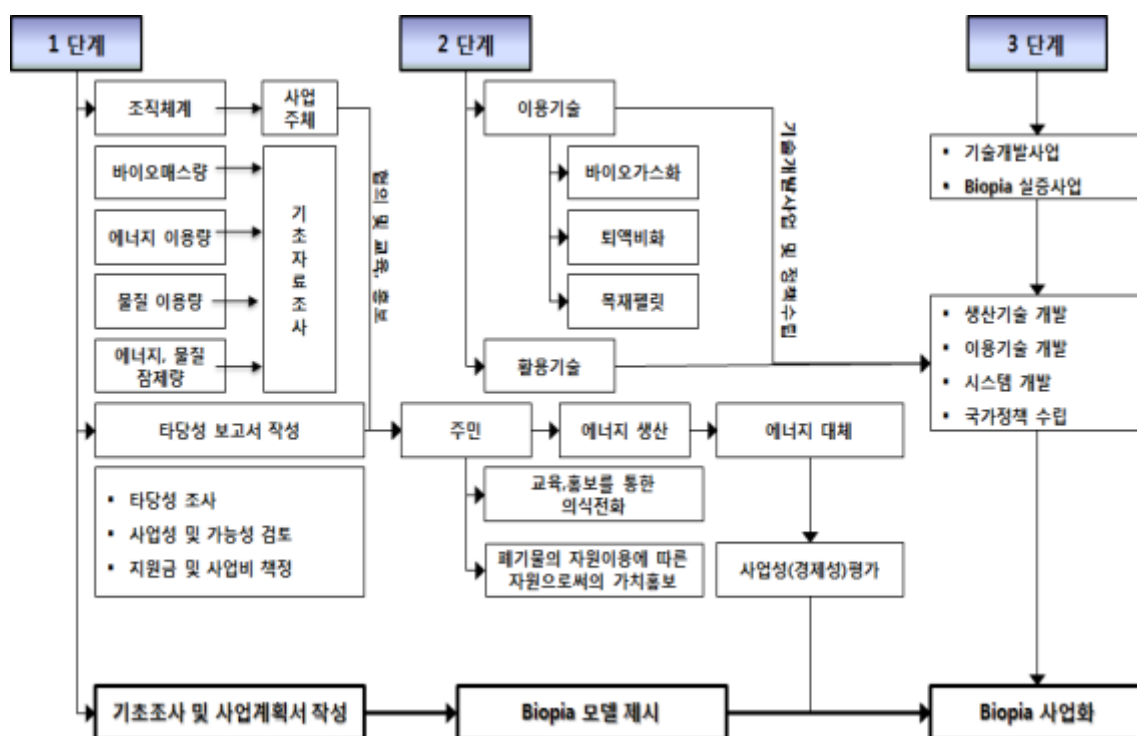


그림 14 사업 추진체계

## 제2절 사업추진 조직 및 방침

### 1. 사업추진 조직

바이오피아 조성을 위해서는 사업조직을 만들고 이에 대한 추진체계를 구성해야 한다. 정부와 지자체에서는 농업부문 바이오매스 정책을 총괄하는 전담부서 또는 전담인력을 확충할 필요가 있다.

이에 관련한 전문부서를 두어 폐자원 및 바이오매스자원에 대한 자원화와 에너지화 뿐만 아니라 농업·농촌·환경·에너지 정책의 통합 관점에서 정책과 기술을 개발하고, 관련 법·제도에 대한 검토 등의 역할을 수행하도록 하고 자원관리에 대한 네트워크 및 전략적 지식관리의 허브 기능을 수행한다.

또한, 전문가 협의체를 구성하여 민관이 협력하고 네트워킹 할 수 있는 컨트롤타워 기능을 수행하고 관련주체들이 참여하는 소통의 장을 활성화해야 한다.

이를 위해 바이오매스와 폐자원에 대한 관련 지식기반을 구축하고 공유할 수 있는 공간을 제공하여 관련주체들이 세부 정책 사항이나 연구, 정보 및 추진사항 등에 관해 상호협력적으로 진행해야 한다. 그리고 폐자원 및 바이오매스 자원과 관련해서는 정부기관, 민간기업, 다수의 블로그 등에서 정보시스템을 개발하여 운영 하거나 자체 홈페이지를 구축하여 운영하고 있다.

이러한 정책의 원활한 추진을 위한 정확한 바이오매스 통계, 전문인력 육성 대책 등도 필요하다. 주체들의 역할을 그림 15에 나타낸 것과 같이 중앙정부, 지방정부, 전문가 협의체, 지역지도자, 지역주민으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

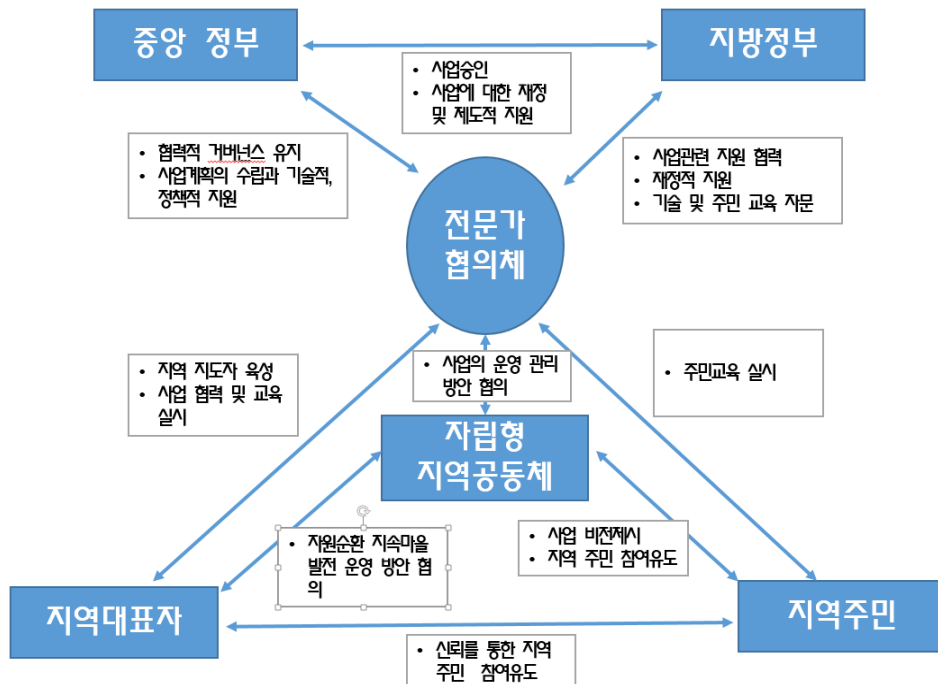


그림 15 바이오피아 조성 사업 참여주체와 역할



## 2. 추진주체별 역할 및 방침

### 가. 중앙정부

- 바이오피아 초기 도입단계에서 중앙정부 차원의 법과 제도적, 재정적 지원으로 인해 추진과정에서 다소 어려움이 초래될 소지가 많은데, 중앙정부는 다양한 지원을 제공해야 하며, 중장기적으로는 자체적으로 운영할 수 있는 자립화 방안을 제시하거나 지원한다.
- 지역 마을환경에 맞는 맞춤형 시스템을 설립할 수 있도록 유도한다.
- 바이오피아 시스템의 운영이 실질적이고 효과적으로 이루어질 수 있도록 행정적, 제도적 장치를 마련한다.
- 조기에 가시적 성과 중심의 정책보다 중장기적으로 올바른 시스템 구축 및 원활한 운영을 위해 협조한다.

### 나. 지방정부

- 독단적인 의사결정이 아닌 전문가 협의체와의 협의를 통한 의사결정을 수용하고, 바이오피아 시스템의 성공적인 정착을 위한 행정환경 및 제도적 장치를 확립한다.
- 또한 바이오피아 시스템에 대한 간섭을 배제한다.
- 바이오피아 시스템 필요성에 대한 이해와 함께 충분한 토론 및 검토과정이 필요하며, 전문가 협의체를 협력 파트너로 인정하여 시스템이 정착단계에 이를 때까지 이해와 협조한다.
- 바이오피아 조성을 위해 행정적·재정적 지원을 할 뿐만 아니라 지역 주민·시민단체 전문가들과의 협력에 필요한 지원을 한다.

### 다. 전문가 협의체

- 전문가 협의체는 학교, 산업체, 연구소 등에서 활동하면서 바이오피아 관련 전문지식을 보유하고 있는 전문가들로 구성한다.
- 정부, 지방정부, 지역지도자, 지역주민 간의 협력네트워크 구축을 통해 바이오피아 추진 계획 수립, 관련 기술에 대한 전문적 컨설팅을 지원하면서 중앙정부, 지방정부와 주도적으로 사업을 추진하며, 선정지역 지역 공동체와 협력관계를 유지하면서 사업을 진행한다.
- 또한, 지역 지도자, 지역 협의체와 지역주민을 대상으로 바이오피아와 관련된 전문기술 및 운영교육을 실시하여 지역 주민의 참여를 극대화하여 바이오피아의 실현에 기여한다.
- 자원의 발굴과 이들 자원의 사업화에 대한 필요한 지식과 기술정보를 지역주민과 지방정부에 제공한다.

- 사업추진에 있어 요구되는 계획수단 및 전략수립 등에 대한 기술·정보·지식을 중앙정부와 지방정부에 제공한다.
- 추진과정에서 발생하는 문제점에 대한 해결책을 제시하고 사업의 효율적이고 성공적인 추진에 각종 대안을 제시한다.

#### 라. 지역 지도자

- 지역 주민에 대한 대표성을 확보함과 동시에 보편적인 이익을 위해 노력하고 바이오 피아 사업 추진 및 애로 사항 해결, 바이오피아조성에 대한 취지 및 중요성을 이해시키며, 지역 주민 참여를 적극 유도하여 지역 경제의 활성화에 많이 기여할 수 있는 지도자를 육성한다.
- 지역 지도자는 지역주민에 의해서 선출되며, 지역주민을 이끌 수 있는 비전과 목표가 있어야 하며, 솔선수범한 태도를 지니고 있어 주민들과 상호신뢰관계를 형성하고 있어야 하며, 평소 자기계발에 충실해야 하며, 창의력과 융통성을 지녀야 하며, 자신의 생각이나 의견이 다른 주민들을 포용해야 한다.
- 지역 지도자는 주민총회의 개최 및 의사록 등의 유지, 관리, 주민들의 사업 참여유도 및 주민들의 경험과 지식을 공유하도록 추진해야 하며, 주민조직의 구성 및 주민 자치규약의 제정하고 전문가 협의체와 협의하에 일을 추진하는 역할을 수행한다.
- 지역 마을 운영에 필요한 재정적 문제를 투명하게 관리하고 수익분배를 합리적으로 운영해야 하며, 생산과 체험소득 관련 자원 및 공동시설 자원이 효율적으로 운영관리해야 한다.
- 바이오피아 마을 조성을 위해 지역 사회에 적합한 비전을 제시할 수 있는 지역 민간 단체와 지역 산업에 종사하면서 지역발전에 기여할 수 있는 대안을 제시할 수 있는 지역 산업대표들과의 협력을 통해 인적 네트워크를 강화해야 한다.

#### 마. 지역 주민

- 바이오피아 조성의 주체자이자 최종적이 수혜그룹인 지역주민들은 계획 수립의 초기 과정부터 적극적인 참여를 통해 정확한 지역 수요를 표출하여 추진과정에서 정확한 의사 결정에 기여한다.
- 교육 및 훈련 등에 적극적이고 주체적인 참여를 통해 바이오피아 시스템 목적에 부합할 수 있는 전문성 및 역량을 강화하고, 바이오피아 사업에 대한 미래상을 제시하고, 중장기적으로 재정적 자립을 위한 다양한 방안을 적극적으로 협력한다.

#### 바. 자립형 지역공동체

- 신재생에너지를 중심으로 웰빙문화, 친환경생태 교육, 친환경녹색산업 등의 생활여건

이 종합적으로 갖춰진 살기 좋은 자원순환 바이오피아 마을 구현 및 지역 마을의 수익창출을 위한 종합적 차원에서 접근하여 전반적인 사업운영 계획을 수립 한다.

- 사업이 진행되면 사업운영실적에 대해 전반적으로 분석하고 평가하여 문제점을 도출하고, 개선보완책을 마련하여 효율적인 운영을 추진한다.
- 사업추진 역량이 축적된 기존 지역개발사업과의 연계를 추진한다.
- 사업의 지속성을 위해 주민참여와 자율 운영시스템 구축을 위한 방안을 계획하고 추진한다.

#### 사. 추가 검토사항

- 시·군별 차이에 따른 허용수준을 감안해야 하며 지역간 농업환경의 차이를 감안하지 않고 바이오피아 모델을 모든 시·군에 동일하게 적용할 경우에 비효율이 발생할 수 있다.
- 따라서 시·군 특성에 맞는 시스템을 구축하게 되면 지역 실정에 맞는 바이오피아 실현이 가능하다는 장점이 있다.
- 민간단체의 재정 자립화는 의사결정의 독립성을 위해 매우 중요한 과제이기 때문에 시·군별로 특성에 맞는 다양한 장기적인 자립화를 위한 재원마련 방안을 구체적으로 마련할 필요가 있다.
- 또한, 중앙이나 지방정부 예산 지원시 지원조건으로 실질적인 협의가 이루어질 수 있는 장치를 마련하여 실질적인 협의가 이루어진 지역에 사업예산을 차등 지원하는 방안을 강구해야 한다.
- 바이오피아 조성을 위해 시·군 의회의 역할이 필요하다. 현재 시·군 의회의 농업정책에 대한 심의 및 의결기능은 대체로 미약하며 형식적인 상태이기 때문에 시·군 의회가 바이오피아 시스템과 보완적인 관계를 형성할 수 있는 강력한 다양한 방안을 강구해야 한다.

### 제3절 사업모델

#### 1. 추진모델

대상지역인 산청군 일대는 산림 바이오매스 자원이 풍부하고, 가축분뇨 중 돈분의 발생이 많은 지역으로써, 임산바이오매스를 활용한 난방에너지 공급과 가축분뇨바이오매스를 이용하기에 유리한 조건을 갖추고 있다. 바이오피아 조성 시 비교우위 자원이 목질계 바이오매스이므로 이를 중심으로 자원순환을 설계해야한다. 또한, 발생하는 가축분뇨의 활용도 고려해야 한다. 그림 16은 바이오매스이용 시 세 가지 조건(원료, 전환기술, 수요처) 중 지역적 특성에 맞는 비교우위모델을 추진하는 방법을 나타낸 것인데, 산청지역은 원료비교우위에 따라 설계하는 것이 적합하다.

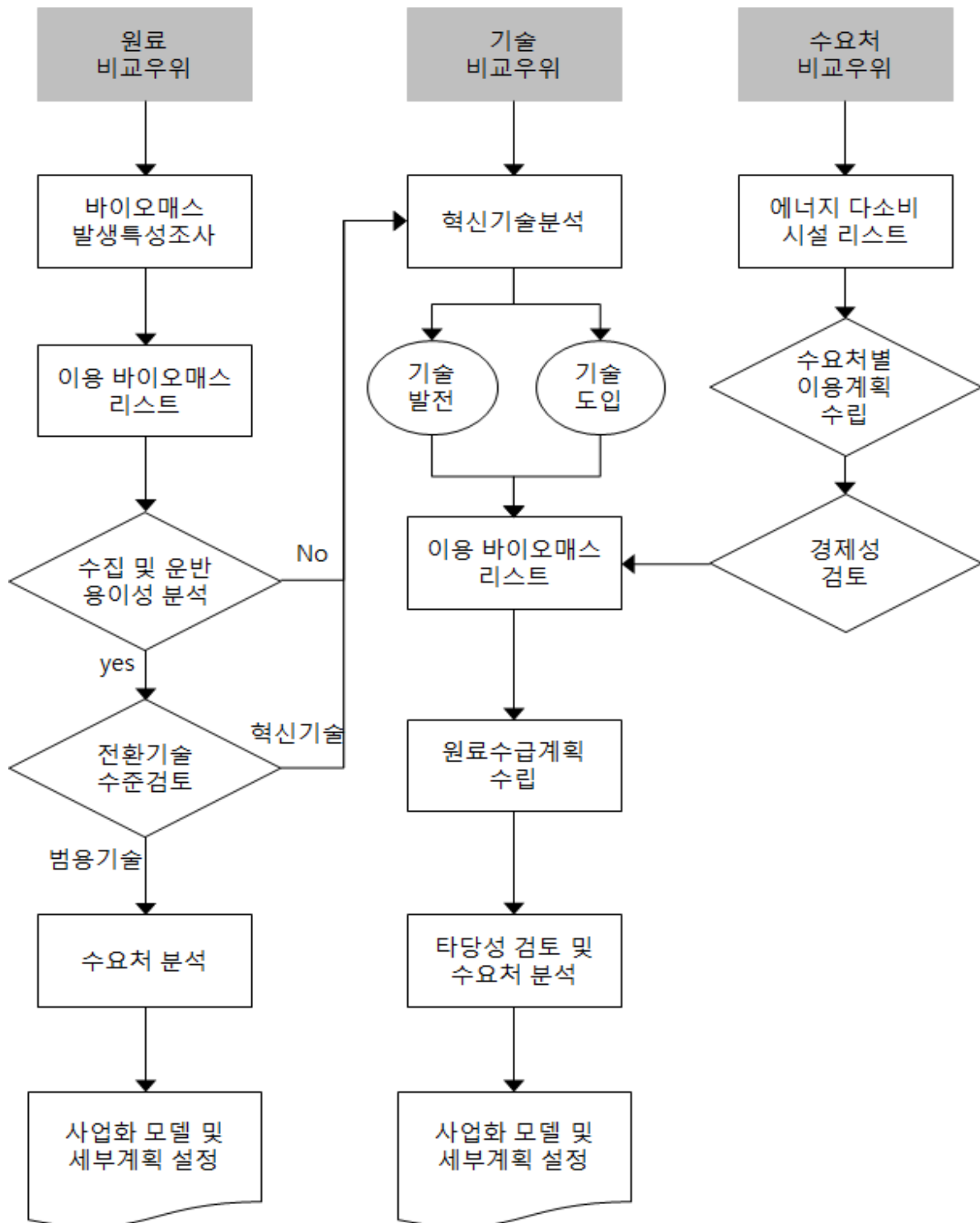


그림 16 비교우위모델 추진 방법

## 2. 사업화 모델

원료비교우위 추진모델에 입각하여 평창지역의 바이오매스 발생특성 조사결과 이용에 적합한 원료로 목질계바이오매스가 가장 우위에 있으며, 가축분뇨 중 돈분뇨가 그 뒤를 따른다. 입지잔재의 경우 산청군 내 벌채량의 대부분을 차지하는 금서면에 부존량이 가장 많고, 가축분뇨의 경우 단성면에서 연간 57,000톤 정도로 가장 많은 돈분이 발생한다. 이러한 지역적 특성을 반영하여 사업화모델을 아래의 그림 17과 같이 구상하였다.

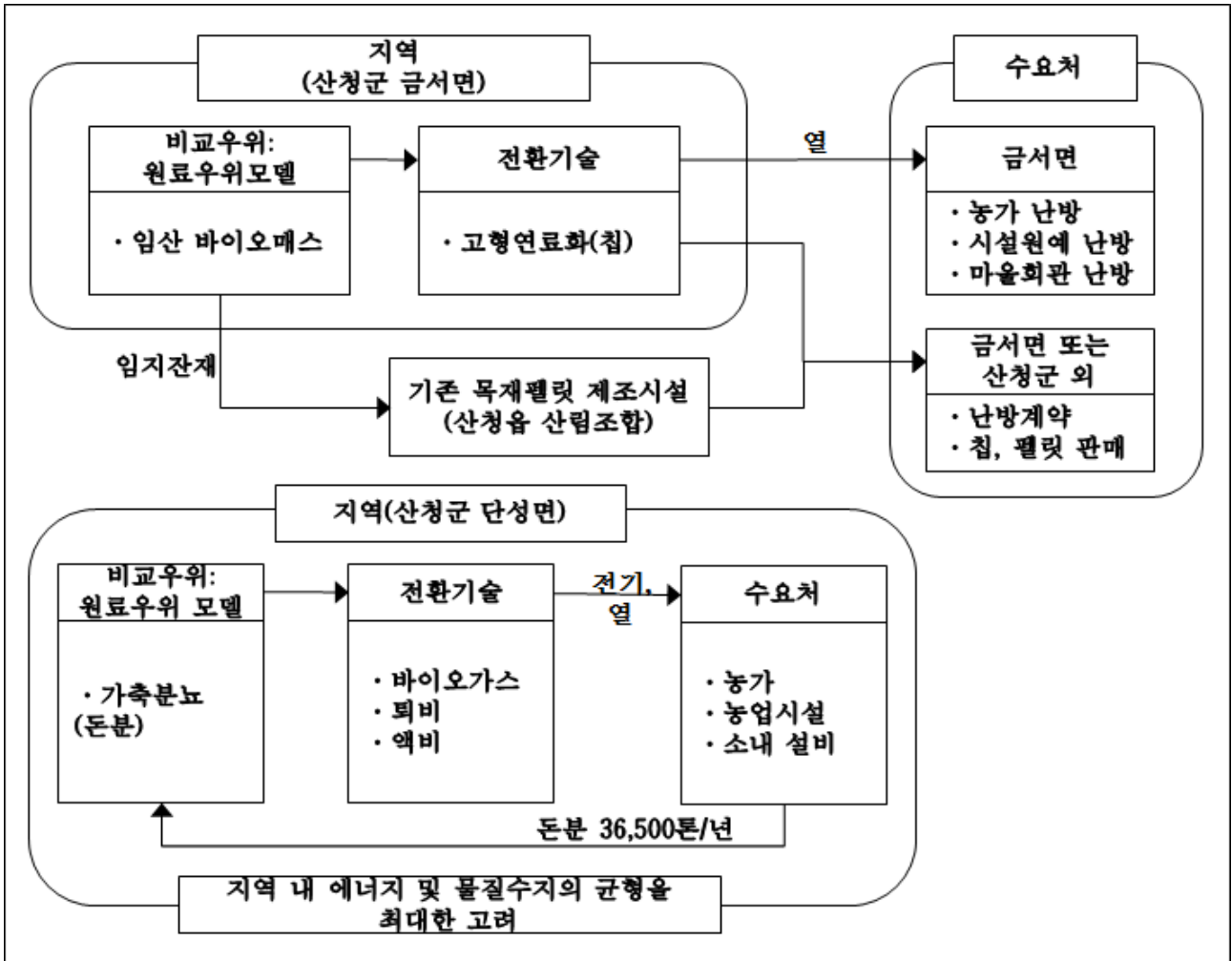


그림 17 산청군 사업화모델(원료우위 광역·지역 혼합형) 예시

## 제4절 경제성 분석

### 1. 경제성 평가방법

경제성 평가방법은 자본회수 기간법(PBP, Payback Period), 현금흐름 할인법(Discounted Cash Flow Method)과 회계적 이익률법을 일반적으로 사용하고 있다. 지역 에너지 센터의 경

우 기간 시설인 관계로 현금흐름 할인법을 주로 이용하고 있지만 에너지 판매 계약을 통해 모든 수익이 발생하는 관계로 투자사업 프로젝트에 주로 사용하는 자본회수 기간법이 투자 평가를 판단하기에 수월할 것으로 예상된다. 따라서 바이오피아 프로젝트는 투자 가치평가를 위해 자본회수 기간법을 이용하여 순이익 시점을 산출하여 경제성을 평가한다.

## 2. 분석기준

- 해당 사업의 감가상각 기간은 15년을 적용하여 정액법에 의해 잔존가치를 0으로 보고 할인율을 적용한다.
- 에너지센터(목재칩제조시설) 및 바이오가스플랜트 등 바이오피아 관련 시설에 대한 부지조성, 전기통신시설의 설치는 국비와 지방비로 충당하는 것으로 가정하였다. 따라서 초기투자비는 용자를 포함한 자부담되는 비용만 고려하였다.
- 목재칩의 제조원가는 함수율 30% 기준 kg당 160원으로 계산한다.
- 50가구 공용난방시설 1개소의 초기 투자비용은 5억원 이다. 50가구 기준 연간 총 난방에너지 사용량은 약 1,108,387MCal로 이 열량을 충족시키기 위해서는 연간 목재칩 약440톤이 소모된다. 공용난방 시설의 경우 지역주민들의 편익을 위해 에너지 판매 단가를 MCal당 120원으로 책정하는 경우 연간 판매액은 약133,000,000원이다. 목재칩 제조원가와 운영비용을 제외하면 연간 수익은 약49,000,000원이 된다. BEP 기간은 11년이고 15년 운영 시 236,000,000원의 투자 수익이 발생한다.
- 시설하우스의 경우 200kW 목재칩 보일러 공급을 기준으로 보일러 등유와 비교하여 분석하였다. 연간 시설하우스의 필요한 열량은 83,453MCal로 목재칩 환산 33톤이 소모된다. 에너지 판매가는 MCal당 130원으로 책정 시 열판매 수익은 연간 약5,400,000원이다. 시설하우스의 경우 낮은 수익으로 인하여 15년 운영시에도 투자비를 회수 할 수 없는 구조를 가지고 있다. 15년 운영시 투자 수익은 7.6천만원의 손실이 발생한다.

표 40 목재칩 경제성분석 기준

항목		금액(천원)	산출근거
수입	집단난방(50가구)	49,066	(열 판매량/년-운영비용)×1개소
	시설하우스(991㎡≒300평)	5,456	(열 판매량/년-운영비용)×1개소
	소계	54,522	

- 바이오가스플랜트의 경우 일처리용량 100톤 규모로서 수입은 기존의 분뇨처리에 소모되는 비용인 16,000원/톤, 생산된 전력 및 열의 판매금액으로 각각 160.67원/kWh와 102.9원/MCal, 퇴비판매액으로 100,000원/톤으로 적용하였다.

표 41 바이오가스플랜트 경제성분석 기준

항목		판매단가(원)	단위	판매단가 적용근거
수입	분뇨수거	16,000	톤	여주 액비유통센터(2011년 기준)
	전기판매	160.67	kWh	2012 SMP평균단가
	열판매	102.9	Mcal	지역난방 열요금 "업무용"
	퇴비판매	100,000	톤	2,000원/20kg 적용
항목		산출근거		
비용	인건비	관리소장 포함 5인 기준		
	전기료	기본료(5,500원/kWh) + 설비가동		
	유류비	원료수거(1,700원×8리터/일×100일)		
	유지보수비	기계공사비의 1.3%		
	액비처리비	80톤/일×4,000원/톤×365일		
	금융이자	융자 금액 의 4%		

### 3. 경제성분석

평창군 지역 바이오피아 사업은 지역 에너지 센터 1개소, 50가구 집단 난방(300kW) 1개소와 300평 규모의 고온작물 시설하우스로 한다. 그리고 100톤/일 처리용량의 바이오가스플랜트 운영에 대한 경제성분석을 하였다.

- 평창군 지역의 지역 에너지 센터는 연간 5,200MT의 산림바이오매스를 처리할 수 있는 시설로 설계한다. 지역 에너지 센터의 초기 투자 규모는 약 23억으로 부지조성비, 시설설계 감리비, 건물시설비와 기계장비로 구성된다.

표 42 에너지 센터(목재칩 제조시설 : 연간 5,200톤 생산규모) 초기투자내역

부지 조성비		1,016,000,000
	조경	80,000,000
	정지비	280,000,000
	보상비	450,000,000
	진입로공사비	30,000,000
	배수로공사비	60,000,000
	지하수 개발비	16,000,000
	구내 포장 공사비	100,000,000
시설설계감리비		128,000,000
	측량 토목 건축설계 감리비	128,000,000
건물 시설비		721,400,000
	관리동	193,200,000
	경비실	5,200,000
	제품창고	266,400,000
	칩공장	207,200,000
	건조장	49,400,000
기계 장비		464,800,000
	원목이송설비	58,600,000
	칩제조라인	149,000,000
	건조라인	138,400,000
	작업중장비	99,600,000
	에어 공급 설비	19,200,000
합계		2,330,200,000

○ 300kW 규모의 50가구 집단난방 에너지 계약의 초기 투자비는 5억이다. 집단난방 에너지에 사용되는 목재칩 규모는 연간 440.26MT이 된다.



표 43 집단난방 보일러 구성(300kW 규모, 50가구 적용기준) 초기투자내역

건물 시설비		320,000,000
	보일러실(50실)	40,000,000
	열배관	280,000,000
기계 장비		180,000,000
	300kW 칩보일러	150,000,000
	보일러 초기 설치비	30,000,000
합계		500,000,000

- 시설원예의 경우 991㎡(300평) 기준 200kW 규모의 보일러가 사용되며 초기 투자비용은 1.8억이다. 시설원예를 위한 연간 목재칩 사용량은 33톤 규모이다.

표 44 시설하우스 보일러 구성 시 초기투자 내역

시설하우스 보일러 구성(시설하우스 규모: 991㎡≒300평, 보일러용량: 200kW)		
건물 시설비		25,000,000
	보일러실(50실)	5,000,000
	칩보관시설	20,000,000
기계 장비		155,000,000
	200kW 칩보일러	125,000,000
	보일러 초기 설치비	30,000,000
합계		180,000,000

- 바이오가스플랜트의 경우 일처리용량 100톤 규모의 바이오가스플랜트는 350kW급 발전기가 사용되며, 초기 투자비용은 약67.7억 소요되는 것으로 조사되었다. 건축 및 토목공사로 18.9억원, 기계공사로 29.3억원, 전기공사는 5.3억, 설계 및 차량구입 등 기타 비용으로 14.3억 정도가 소요된다.

바이오가스플랜트(100톤/일) 투자비(단위 : 천원)		비율	
건축 및 토목공사		1,889,000	27.9%
	조경	24,000	0.4%
	건축물공사	355,000	5.2%
	터파기, 거푸집	390,000	5.8%
	철근, 콘크리트 공사	900,000	13.3%
	부대토목공사(방수등)	220,000	3.2%
기계공사		2,925,000	43.2%
	전처리설비	60,000	0.9%
	혐기성소화설비	1,200,000	17.7%
	발전설비	670,000	9.9%
	고형물처리설비	430,000	6.3%
	액비저장조설비	45,000	0.7%
	탈취설비	300,000	4.4%
	기타 설비	70,000	1.0%
	배관공사	150,000	2.2%
전기공사		530,000	7.8%
	수배전설비	90,000	1.3%
	전기배관,배선	20,000	0.3%
	전력간선 및 동력, 건축전기공사	140,000	2.1%
	제어 및 계측시스템	230,000	3.4%
	기타공사(CCTV 등)	50,000	0.7%
기타		1,434,400	21.2%
	시운전비	50,000	0.7%
	설계비	150,000	2.2%
	차량구입비	250,000	3.7%
	연구개발비	50,000	0.7%
	부가가치세	584,400	8.6%
	기타경비(일반관리비, 보험료 등)	350,000	5.2%
합 계		6,778,400	100%

#### 4. 경제성 분석 결과

완주지역의 바이오피아 조성 시 관련 시설입지로 인한 경제성을 국비 또는 지자체 지원정책의 변화에 따른 네 가지 시나리오로 분석하였다. 첫째 국비나 지방비의 지원이 없이 순수 자

부담할 경우, 둘째 국비와 지방비 모두 지원받을 경우, 셋째 국비만 지원받을 경우, 마지막으로 지방비만 지원받았을 경우의 회수기간 및 수익률을 아래와 같이 분석하였다.

### 가. 순수 자부담 시

순수 자부담 시 목재칩 제조설비 및 바이오가스플랜트 건립에 사용된 총 투자비는 9,108,600천원이며, 사업시행 후 15년이 지나도 투자금을 회수할 수 없는 것으로 나타났다. 이에 따른 연간수익률은 -1.64%이다.

표 45 순수 자부담 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			9,108,600
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	458,194	-8,650,406	-94.97%
2년	458,194	-8,192,212	-89.94%
3년	458,194	-7,734,018	-84.91%
4년	458,194	-7,275,824	-79.88%
5년	458,194	-6,817,630	-74.85%
6년	458,194	-6,359,436	-69.82%
7년	458,194	-5,901,242	-64.79%
8년	458,194	-5,443,048	-59.76%
9년	458,194	-4,984,854	-54.73%
10년	458,194	-4,526,660	-49.70%
11년	458,194	-4,068,466	-44.67%
12년	458,194	-3,610,272	-39.64%
13년	458,194	-3,152,078	-34.61%
14년	458,194	-2,693,884	-29.58%
15년	458,194	-2,235,690	-24.54%
연간수익률			-1.64%

### 나. 국비와 지방비 모두 지원받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%와 지방비 40~50%로 지원받을 시 총 투자비는 4,089,000천원이며, 사업시행 후 9년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 4.54%로 수익성은 있는 것으로 나타났다.

표 46 국비 및 지방비 모두 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			4,089,000
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	458,194	-3,630,806	-88.79%
2년	458,194	-3,172,612	-77.59%
3년	458,194	-2,714,418	-66.38%
4년	458,194	-2,256,224	-55.18%
5년	458,194	-1,798,030	-43.97%
6년	458,194	-1,339,836	-32.77%
7년	458,194	-881,642	-21.56%
8년	458,194	-423,448	-10.36%
9년	458,194	34,746	0.85%
10년	458,194	492,940	12.06%
11년	458,194	951,134	23.26%
12년	458,194	1,409,328	34.47%
13년	458,194	1,867,522	45.67%
14년	458,194	2,325,716	56.88%
15년	458,194	2,783,910	68.08%
연간수익률			4.54%

**다. 국비만 지원 받을 시**

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 국비 50%만 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 6,361,600천원이며, 사업시행 후 14년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 0.54%이다.

표 47 국비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			6,361,600
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	458,194	-5,903,406	-92.80%
2년	458,194	-5,445,212	-85.60%
3년	458,194	-4,987,018	-78.39%
4년	458,194	-4,528,824	-71.19%
5년	458,194	-4,070,630	-63.99%
6년	458,194	-3,612,436	-56.79%
7년	458,194	-3,154,242	-49.58%
8년	458,194	-2,696,048	-42.38%
9년	458,194	-2,237,854	-35.18%
10년	458,194	-1,779,660	-27.98%
11년	458,194	-1,321,466	-20.77%
12년	458,194	-863,272	-13.57%
13년	458,194	-405,078	-6.37%
14년	458,194	53,116	0.83%
15년	458,194	511,310	8.04%
연간수익률			0.54%

### 라. 지방비만 지원 받을 시

사전 조사, 세부설계, 전기·통신시설, 부지정비, 바이오가스 에너지화 설비 등에 대한 투자비용을 지방비를 항목에 따른 40~50%를 지원받고, 나머지는 자부담했을 경우의 총 투자비는 6,836,000천원이며, 사업시행 후 15년차에 투자금을 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 이에 따른 연간수익률은 0.04%이다.

표 48 지방비만 지원받을 시 회수기간 및 수익률분석

(단위 : 천원)

총 투자비			6,836,000
년도	연간수익	누적수익	수익률
1년	458,194	-6,377,806	-100.25%
2년	458,194	-5,919,612	-93.05%
3년	458,194	-5,461,418	-85.85%
4년	458,194	-5,003,224	-78.65%
5년	458,194	-4,545,030	-71.44%
6년	458,194	-4,086,836	-64.24%
7년	458,194	-3,628,642	-57.04%
8년	458,194	-3,170,448	-49.84%
9년	458,194	-2,712,254	-42.63%
10년	458,194	-2,254,060	-35.43%
11년	458,194	-1,795,866	-28.23%
12년	458,194	-1,337,672	-21.03%
13년	458,194	-879,478	-13.82%
14년	458,194	-421,284	-6.62%
15년	458,194	36,910	0.58%
연간수익률			0.04%

## 제5장 관련 시설별 입지평가

### 제1절 시설특성

입지분석은 토지 여건과 같은 기초조건과 접근성, 주변환경 등 제반사항을 조사하여 대상지의 특성을 도출하고 특정시설을 건립하는 데 적합한지의 여부를 평가·분석하는 것이다. 이에 바이오피아 조성 시 건립이 필요한 시설들에 대한 특성은 다음 표 49와 같다.

표 49 바이오피아 주요시설 특성

시설명	입지평가 기준
바이오가스플랜트	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨 발생량이 많은 지역.</li> <li>●새로운 축사 건설시 민원 및 허가가 어려우므로 기존의 축산농가분포지역중 축산분뇨의 수거 및 운송이 용이한 축산농가 밀집 지역.</li> <li>●액비 살포가 가능한 시설재배지역 및 노지재배지가 넓게 분포되어있는 평야지역.</li> <li>●퇴비 판매를 위해 운송에 유리한 지역.(고속도로 인접)</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> <li>●자체 에너지 순환 및 판매가 가능하도록 인구분포도 고려.</li> <li>●열에너지 및 전기 공급이 가능하도록 시설재배지역과의 거리 및 위치 고려.</li> </ul>
가축분뇨 자원화(퇴비화)시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●축산분뇨의 수거비용이 상대적으로 높은 지역.</li> <li>●경종 농가의 화학비료 사용량이 부담인 지역.</li> <li>●지역주민의 선호도 고려.</li> <li>●퇴액비 살포가 용이하도록 경종재배지가 인근에 있는 지역.</li> </ul>
목재칩(또는 목재펠릿) 제조시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>●벌채를 통한 임산 부산물의 발생량이 높은 지역.</li> <li>●임산부산물 수거 및 운송이 유리한 지역.</li> <li>●칩(펠릿)제조 시 판매 및 소비가 가능한 지역.(예: 산간지역 및 도시가스 공급이 어려운 지역.)</li> <li>●대형 보일러 설치로 열판매시 수요와 공급이 원활한 지역(예: 전기로 난방을 하는 숙박, 리조트, 편의시설의 밀집지역)</li> <li>●외부인의 숙박, 리조트, 편의시설 사용에 교통의 접근성이 유리한 지역(예: 고속도로 인근 및 국도 인근지역)</li> <li>●지자체의 보호지역 및 지원정책 고려.</li> </ul>

### 제2절 입지평가 기준

Biopia 추진 모델 중 바이오매스 우위 모델을 선정하여 각 우위 바이오매스양을 중심으로 농·축·임 순환단지 후보지에 대한 입지 평가를 하였다. 대상지역으로는 완주군을 대상지역으로 하였으며, 지역 특성 및 입지현황 조사를 통해 특성에 맞는 관련 시설 설정을 하고, 이에 따르는 입지 결정 방안을 설정하였다.

표 50 입지평가 기준

평가기준	평가항목	비 고
현실성	부지활용 가능성	허가권 및 토지매입가능성
	부지이용 시기성	바이오피아관련 시설에 부합되는 이용가능 시기
	적정면적 확보	필요면적 기준 적정규모 매입가능성
접근성	교통 접근성	고속도, 국도, 지방도와의 거리 등 교통접근성
	시설에 대한 접근성	각 시설의 건축면적을 고려한 차량의 진출입 여부 검토
연계성	관련자원 분포	바이오피아 관련 바이오매스자원의 주변 분포
	관련시설 분포	바이오피아 관련 연계가능 기존시설의 인접여부
경제성	부지매입비용	부지매입비용 및 추가비용 발생 가능성
	기반시설 여부	도로, 전기, 수도 등 기반시설 제공 여부
	접근 효율성	각 시설에서의 이동비용의 절감효과
환경성	자연환경 쾌적성	경관, 전망 등의 자연환경 쾌적성 검토
	혐오시설 유무	지역민의 관련시설에 대한 혐오성 인식정도
	환경영향	수목, 경관, 수질 등 관련시설 건립으로 인한 영향



표 51 평가항목별 측정요소

평가기준	평가항목	항목별 점수
현실성	부지활용 가능성	1: 부지활용가능성 적음 2: 부지활용가능성 보통 3: 부지활용가능성 많음
	부지이용 시기성	1: 계획일정과 불일치(2년 이상 경과 후 사용가능) 2: 계획일정 조정 가능(1~2년 내 사용가능) 3: 계획일정에 부합(1년 이내 사용가능)
	적정면적 확보	1: 필요부지 확장성 없음(당초계획 미달 면적) 2: 계획 미달이나 확장 가능성 있음 3: 당초 계획에 부합된 충분한 면적 확보
접근성	교통 접근성	1: 직선거리 30km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 2: 직선거리 20km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유 3: 직선거리 10km 반경 이내 고속도로, 국도 출입부 유
	시설 접근성	1: 6m(편도) 미만 진입로(계획 포함) 2: 왕복 1차선(폭 6~12M) 진입로(계획 포함) 3: 왕복 2차선(폭 12M이상) 진입로(계획 포함)
연계성	관련자원 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스자원 보통 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 많음, 읍·면단위 보통 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 많음
	관련시설 분포	1: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 없음 2: 시·군 단위 관련 바이오매스 활용 시설 분포 3: 읍·면단위 관련 바이오매스 활용시설 분포
경제성	부지매입비용	1: 시가 기준 2: 공시지가 기준 3: 무상제공
	기반시설 여부	1: 도로 외 기반시설 제공 불가 2: 도로, 전기, 상하수도 등 가스 외 제공 가능 3: 도로, 전기, 상하수도, 가스 모두 제공 가능
	접근 효율성	1: 부지접근비용 효율성 낮음 2: 부지접근비용 효율성 보통 3: 부지접근비용 효율성 높음
환경성	자연환경 쾌적성	1: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 낮음 2: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 보통 3: 녹지구성상태 등 환경쾌적성 높음
	협오시설 유무	1: 주민반대 민원 1건 이상 2: 주민반대 시위 1건 이상 3: 주민과의 원활한 협의 및 동의
	환경영향	1: 환경영향 평가 시 환경부하 높음 2: 환경영향 평가 시 환경부하 보통 3: 환경영향 평가 시 환경부하 낮음

## 제6장 소요자원 및 확보방안

### 1. 사전영향평가, 기본조사, 세부설계 등

산출내역	① 환경영향평가 : 250,000천원 ② 기본조사 및 세부설계 : 400,000천원 총계 : 650,000천원 (농식품부50%,지방비50%,자담10%)
------	--

### 2. 에너지 시설 설치 등에 따른 전기, 통신 시설 등

산출내역	630,000천원 (농식품부50%,지방비50%)
------	----------------------------

### 3. 바이오매스 공동에너지화 시설물 설치 등을 위한 부지 정비

산출내역	220천원(3.3㎡당)×5,500㎡기준=1,364,000천원(농식품부50%,지방비50%) - 목재칩 에너지센터: 5,200㎡ = 1,144,000천원 - 바이오가스플랜트: 3,300㎡ = 220,000천원
------	--

### 4. 바이오매스 에너지화 시설

산출내역	가. 목재칩제조시설 5,200톤/년처리 1(식)= 1,186,200천원 나. 바이오매스 100톤 처리/1일(1식)=4,594,000천원 (농식품부50%, 지방40%, 자담10%)
------	---

### 5. 지열 및 목재펠릿을 이용한 농업시설(하우스 시설) 이용

산출내역	가.(목재펠릿)150,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부30%, 지방30%, 자담20%, 융자20%) 나.(지열)800,000천원 × 5ha 기준= 0천원 (농식품부60%, 지방20%, 자담20%) * “가” 또는 “나” 중 택일
------	--

### 6. 생태하천 정비 : 국비50%, 지방비50%

※ 생태하천 복원사업 추진지침(환경부) 등에 의거 추진

## 제7장 관련규정 검토

검토한 관련법의 체계를 살펴보면 바이오매스의 이용관리와 관련해서 농산바이오매스 중 가축분뇨의 경우 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률로 관리하고 있으며, 임산바이오매스는 산림자원조성 및 관리에 관한 법률로 관리하고 있다. 가정생활과 산업 활동 과정에서 발생하는 폐기물계 바이오매스의 경우는 환경부가 폐기물관리법으로 관리하고 있으며, 환경부에서는 유기성 폐자원 에너지화를 본 법령에 기초하여 추진하고 있다. 바이오매스를 활용하여 생산한 신재생에너지의 기준 및 관리는 산업부에서 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법으로 관리하고 있으며, 본 법령에 따라 신재생에너지의 보급 통계를 작성하고 있다. 생산 바이오에너지의 품질기준은 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률, 도시가스 사업법, 대기환경보전법 시행령, 목재펠릿·브리켓·칩 규격·품질기준에서 정하고 있다. 이들 품질기준은 현재 합법적으로 판매·유통·이용이 가능한 바이오에너지들로서 바이오고형연료, 폐기물고형연료, 하수슬러지 고형연료, 바이오가스, 목재펠릿·브리켓·칩 등이 있다.

바이오매스 순환단지는 단순히 농산바이오매스 등을 활용하여 신재생에너지를 생산하는 단지가 아니라 농업 농촌의 활력화를 통해 농업농촌 개발 및 지속가능한 농업 발전과 함께 추진될 필요성이 있다. 미국, 캐나다, 중국 등과의 FTA 체결로 농업부문의 많은 피해가 예상되는 상황에서 바이오매스 순환단지는 미래지향적 농업·농촌의 새로운 모습을 제시하는 농촌 개발 모델이 되어야 한다. 따라서 본 법규 검토에서는 농어업·농어촌 및 식품산업기본법, 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률, 농어촌 정비법, 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 등의 농촌 개발 및 지속가능농업 관련 법규를 검토하여 바이오매스 순환단지의 추진 방안을 검토하였다.

표 52 지역단위 바이오매스 이용 단지(Biopia) 관련 법규 검토 사항

구분		관리법령	내용	비고
바이오매스 이용 관리	농산 바이오매스	가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률	가축분뇨 관리 및 물질·에너지 자원화 등	농식품부, 환경부
		산림자원조성 및 관리에 관한 법률	목질계 바이오매스 에너지 자원화 등	산림청
	폐기물 바이오매스	폐기물관리법	유기성 도시고형폐기물의 에너지 자원화 등	환경부
신·재생에너지 이용·보급		신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	바이오에너지의 기준 및 범위, 신·재생에너지 보급통계 관리 등	산업부
바이오에너지의 품질기준		폐기물관리법	바이오, 폐기물 고형연료의 품질 기준 등	환경부
		자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률	하수슬러지 등 폐기물 고형연료의 품질기준 등	환경부
		도시가스사업법	바이오가스의 도시가스 사업화 등	산업부
		대기환경보전법 시행규칙	바이오가스의 자동차연료화 품질기준 등	환경부
		목재펠릿, 브리켓, 칩 규격·품질 기준	목재 고형 연료의 규격·품질 기준	국립산림과학원
농업농촌 온실가스 감축	친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업·농촌 부문 온실가스 감축 노력 등	농식품부	
농촌개발 및 지속가능농업		농어업·농어촌 및 식품산업기본법	농업, 농촌의 지속가능한 발전에 관한 사항	농식품부
		농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 법률	농어업인의 삶의 질 향상 및 지역간 균형발전에 관한 사항	농식품부
		농어촌 정비법	농업 생산기반, 농어촌 생활환경 정비 및 국가 균형발전에 관한 사항	농식품부
		친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률	농업의 환경보전 기능 증대 및 친환경농업 육성에 관한 사항	농식품부

## 1. 가축분뇨 관리

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)
<p>1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다.</p> <p>2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다.</p> <p>3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다.</p> <p>4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는(이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다.</p> <p>5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.</p> <p>7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다.</p> <p>8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.</p>

## 2. 산림바이오매스 관리

산림자원조성 및 관리에 관한 법률 제37조(목재의이용 증진 등)
<p>① 산림청장은 임산물의 이용 증진과 목재산업의 발전을 위한 시책을 수립하여 추진할 수 있다.</p> <p>② 산림청장은 목재의 안정적인 수요·공급과 우량 목재의 증식(增殖)을 위하여 지속적인 관리가 필요하다고 인정되는 산림을 경제림육성단지로 지정하여 관리할 수 있다.</p> <p>③ 산림청장은 산림경영을 선도하기 위하여 필요한 경우에는 제2항에 따른 경제림육성단지 중 경영 여건이 우수한 단지를 선도 산림경영단지로 선정하여 육성할 수 있다. &lt;신설 2014.3.11.&gt;</p> <p>④ 산림청장은 산림바이오매스에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 산림바이오매스에너지 생산시설 설치, 연소기 보급 및 관련 기술 개발 등의 보급사업을 할 수 있다</p>

산림자원 조성 및 관리에 관한 법률 제2조(정의)

1. "산림"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 다만, 농지, 초지(草地), 주택지, 도로, 그 밖의 대통령령으로 정하는 토지에 있는 입목(立木)·죽(竹)과 그 토지는 제외한다.  
 마. 가목부터 다목까지의 토지에 있는 암석지(巖石地)와 소택지(소택지: 늪과 연못으로 둘러싸인 습한 땅)
2. "산림자원"이란 다음 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.
3. "산림사업"이란 산림의 조성·육성·이용·재해예방·복구 등 산림의 기능을 유지·발전 또는 회복시키기 위하여 산림에서 이루어지는 사업과 도시림·생활림·가로수·수목원의 조성·관리 등 산림의 조성·육성 또는 관리를 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업을 말한다.
4. "도시림"이란 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목을 말하며, 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외한다.
5. "생활림"이란 마을숲 등 생활권 주변지역 및 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
6. "가로수"란 「도로법」 제10조에 따른 도로(고속국도를 제외한다)와 보행자전용도로 및 자전거전용도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 심는 수목을 말한다.
7. "임산물(林産物)"이란 목재, 수목, 낙엽, 토석 등 산림에서 생산되는 산물(産物), 그 밖의 조경수(造景樹), 분재수(盆栽樹) 등 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
8. "산림용 종자"란 산림 또는 제2호가목에 따른 산림자원으로부터 유래된 자원의 씨앗, 증식용 영양제, 종균, 포자 등을 말한다.
9. "산림바이오매스에너지"란 임산물 또는 임산물이 혼합된 원료를 사용하여 생산된 에너지를 말한다.

### 3. 폐기물 바이오매스의 관리

폐기물관리법 제2조(정의)

1. "폐기물"이란 쓰레기, 연소재(燃燒滓), 오니(汚泥), 폐유(廢油), 폐산(廢酸), 폐알칼리 및 동물의 사체(死體) 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.
2. "생활폐기물"이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다.
3. "사업장폐기물"이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동관리법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
4. "지정폐기물"이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해(危害)를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
5. "의료폐기물"이란 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있는 폐기물과 인체 조직 등 적출물(摘出物), 실험 동물의 사체 등 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 폐기물로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다.
- 5의2. "처리"란 폐기물의 수집, 운반, 보관, 재활용, 처분을 말한다.
6. "처분"이란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처분과 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처분을 말한다.
7. "재활용"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다.
8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
9. "폐기물감량화시설"이란 생산 공정에서 발생하는 폐기물의 양을 줄이고, 사업장 내 재활용을 통하여 폐기물 배출을 최소화하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.

#### 4. 신재생에너지의 이용

	내 용
제1조	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법의 제정목적
제2조	신에너지, 재생에너지, 신에너지 및 재생에너지 설비, 신재생에너지 발전, 신재생에너지 발전사업자에 대한 정의
제4조	재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진에 관한 시책 마련과 장려
제5조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급을 촉진하기 위한 기본계획수립
제6조	신·재생에너지의 종류별로 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급과 신·재생에너지 발전에 의한 전기의 공급에 관한 연차별 실행계획 수립
제7조	신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획을 수립·시행하기 위한 사전 협의
제8조	신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급에 관한 중요 사항을 심의하기 위한 정책심의회 설치
제9조	신·재생에너지기술개발 및 미용, 보급 사업비 조성
제10조	조성된 사업비 사용
제11조	사업의 실시
제12조	신·재생에너지사업의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화, 신·재생에너지 이용 건축물에 대한 인증, 건축물인증표시, 건축물인증 취소, 신·재생에너지 공급의무화, 신·재생에너지 공급불이행에 대한 과징금, 신·재생에너지 공급인증서, 공급인증기관의 지정, 공급인증기관의 업무, 공급인증기관 지정 취소, 신·재생에너지 연료품질기준, 신·재생에너지 연료품질검사 등,
제13조	신·재생에너지 설비인증, 보험공제가입
제14조	신·재생에너지 설비인증의 표시
제15조	설비인증의 취소 및 성능 검사기관 지정의 취소,
제16조	수수료
제17조	신·재생에너지 발전기준가격의 고시 및 차액지원
제18조	지원중단
제19조	재정신청
제20조	신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원
제21조	신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화
제22조	신·재생에너지 설비 설치전문기업의 신고, 신·재생에너지전문기업의 정보관리
제24조	청운
제25조	관련통계의 작성
제26조	국유재산·공유재산의 임대
제27조	보급사업
제28조	신·재생에너지 기술의 사업화
제29조	재정상 조치
제30조	신·재생에너지 교육, 홍보 및 전문인력양성, 신·재생에너지사업자의 공제조합 가입 등
제31조	신·재생에너지 센터
제32조	권한의 위임, 위탁
제33조	벌칙적용시 공무원 의제
제34조	벌칙
제35조	과태료

## 5. 석유 및 석유 대체연료 사업법

제1장 총칙	목적(제1조) 정의(제2조) : 석유, 석유제품, 부산물인 석유제품, 석유정제업, 석유수출입업, 석유판매업, 석유정제업자, 석유수출입업자, 석유판매업자, 가짜석유제품, 석유대체연료, 석유대체연료, 제조, 수출입업, 석유대체연료 판매업, 석유대체연료 제조, 수출입업자, 석유대체연료 판매업자. 석유수급상황에 관한 예측(제3조), 다른 법률과의 관계(제4조)
제2장 석유사업	석유정제업 등록(제5조), 결격사유(제6조), 석유정제업자의 지위승계(제7조), 처분효과의 승계(제8조), 석유수출입업의 등록(제9조), 석유판매업의 등록(제10조), 조건부 등록(제11조), 사업의 개시, 휴업 및 폐업의 신고(제12조), 등록의 취소(제13조), 과징금(제14조),
제3장 석유비축	석유비축계획(제15조), 석유비축시책의 수립 및 시행(제16조), 석유비축의무(제17조)
제4장 석유수입, 판매부과금	석유의 수입, 판매부과금(제18조), 부과금과 과오납금의 환급(제19조), 부과금 징수사무 등의 위탁(제20조),
제5장 비승시의 석유수급조정	석유수급의 안정을 위한 명령(제21조), 석유배급등의 조치(제22조), 석유판매가격의 최고액(제23조)
제6장 석유의 품질관리	석유제품의 품질기준(제24조), 품질검사(제25조), 석유제품의 품질보정행위(제26조), 품질기준에 맞지 아니한 석유제품의 판매금지(제27조), 품질검사기관의 지정취소(제28조), 가짜석유제품 제조 등의 금지(제29조), 가짜석유제품의 제조 등에 대한 중지명령(제30조)
제7장 석유대체연료사업	석유대체연료의 품질기준(제31조), 석유대체연료 제조, 수출입업의 등록(제32조), 석유대체연료 판매업의 등록(제33조), 등록의 취소(제34조), 과징금(제35조), 석유대체연료 비축의무(제36조), 석유대체연료의 수입, 판매 부과금(제37조)
제8장 보칙	보고 및 검사(제38조), 행위의 금지(제39조), 청문(제40조), 수수료(제41조), 지도·감독(제42조), 권한의 위임·위탁(제43조)



## 6. 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	<p>목적(제1조)                      정의(제2조) : 자원순환, 재활용가능자원, 부산물, 지정부산물, 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수, 재활용제품, 재활용시설, 재활용산업, 폐기물, 대형폐기물, 포장재, 생분해성 수지제품, 1회용품                      다른 법률과의 관계(제3조), 국가와 지방자치단체의 책무(제4조), 사업자의 책무(제5조), 국민의 책무(제6조), 자원순환기본계획의 수립(제7조)</p>
제2장 자원순환 촉진	<p>제1절 자원의 절약과 폐기물의 발생억제                      자원의 절약(제8조), 포장폐기물의 발생억제(제9조), 1회용품의 사용억제(제10조), 개발사업의 자원순환성 고려(제11조), 폐기물부담금(제12조),</p> <p>제2절 폐기물 분리, 수거 및 재사용촉진                      재활용가능자원의 분리수거(제13조), 분리배출표시(제14조), 부품 등의 재사용 촉진(제15조),</p> <p>제3절 폐기물의 재활용 촉진                      제조업자 등 재활용의무(제16조), 재활용의무율(제17조), 회수 및 재활용의 무이행계획서 제출(제18조), 재활용부과금의 징수(제19조), 폐기물 부담금과 재활용부담금의 용도(제20조), 재활용지정 사업자의 준수사항(제23조), 지정 부산물 배출사업자의 준수사항 및 고형연료 품질 등 (제25조),</p>
제3장 재활용사업 공제조합 및 재활용가능 자원 유통 지원센터	<p>재활용 사업공제조합의 설립(제27조), 조합설립의 인가절차 및 유통지원센터 설립 등(제28조), 부담금(제29조)</p>
제4장 자원순환 촉진을 위한 기반 조성	<p>재활용 산업 육성을 위한 자금 등의 지원(제31조), 재활용 제품의 규격, 품질기준(제33조), 재활용단지의 조성 등(제34조),</p>
제5장 보칙	<p>자원재활용협회 등(제35조), 보고 및 검사 등(제36조), 관계기관의 협조(제37조), 권한의 위임, 위탁(제38조)</p>
제6장 벌칙	<p>벌칙(제39조), 양벌규정(제40조), 과태료(제41조)</p>

## 7. 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발 촉진에 관한 법률

	내 용
제1장 총칙	목적(제1조) 기본이념(제2조) 정의(제3조): 농어촌, 농어업, 농어업인, 농어촌학교, 공공서비스, 농어촌서비스기준 국가와 지방자치단체의 책무(제4조)
제2장 농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계 획	농어업인의 삶의 질 향상 및 농어촌 지역개발 기본계획의 수립(제5조), 시행계획 수립(제6조), 시·도계획 및 시·군·구계획의 수립(제7조), 농어업인 등에 대한 복지실태 등 조사(제8조), 기본계획의 평가(제9조), 농어업인 삶의 질 향상 및 농 어촌 지역개발 위원회(제10조), 재정지원(제11조),
제3장 농어업등의 복지 증진	농어업인 등의 복지증진(제12조), 농어업인에 대한 국민건강보험료 지원(제13조), 농어업인 질환의 예방·치료 등 지원(제14조), 업무상 재해를 입은 농어업인에 대 한 지원(제15조), 농어업인에 대한 국민연금보험료지원(제16조), 농어업인의 영유 아 보육비 지원(제17조), 농어촌 여성의 복지증진(제18조), 고령 농어업인의 생활 안정 지원(제19조)
제4장 농어촌 교육여건 의 개선	농어촌 교육여건 개선의 책무(제20조), 농어촌 학교 학생의 학습권보장(제21조), 농어촌 유치원 유아의 교육·보호(제22조), 농어촌 학교 학생의 교육지원(제23조), 농업·수산업 기초인력의 양성(제24조), 농어촌학교 교직원의 확보·배치(제25조), 농어촌학교 교직원의 우대(제26조), 농어촌 교육발전 지역협의회(제27조), 농어촌 학교시설·설비 등 지원(제28조)
제5장 농어촌 지역개발	농어촌의 기초생활여건 개선(제29조), 농어촌 경관의 보전(제30조), 농어촌산업(제 31조), 농어촌의 정보화 촉진(제32조), 농어촌의 문화예술진흥(제33조), 농어촌 문 화복지시설의 설치 및 운영지원(제34조), 도시와 농어촌 간의 교류 확대(제35조), 농어촌 투자유치 활성화(제36조), 도·농교류센터의 설치·운영(제37조), 농어촌 지역종합개발계획의 수립·시행(제38조), 농어촌 거점지역의 육성(제39조), 조건불 리지역에 대한 특별지원(제40조)
제6장 보칙	농어촌 특별세 재원의 우선 지원(제41조), 기본 계획 및 시행계획의 국회보고(제 42조), 준농어촌에 대한 지원(제43조), 농어촌 서비스기준의 재정·운영(제44조), 농어촌에 대한 영향평가(제45조), 전문지원기관의 지정 및 지원(제46조), 자료제공 의 요청 및 전산망 이용(제47조)

# 부 록 3

- 관계부처별 자원화사업



# 제1절 에너지자원화

## 가. 산업통상자원부

### (1) 일반보급보조사업

#### (가) 목적

- 신·재생에너지 설비에 대하여 설치비의 일정부분을 정부에서 무상 보조·지원함으로써, 새로이 개발된 신·재생에너지 기술의 상용화를 유도하고 상용화된 기술에 대하여는 보급 활성화를 통하여 신재생에너지 시장창출과 확대를 유도

#### (나) 지원 기준

- 일반보급사업 - 상용화된 신·재생에너지 설비에 대하여 자가용으로 사용하는 경우 설치비의 일정부분을 지원. 지원 기준은 표 1과 같음

표 1 일반보급사업 2012년 에너지원별 지원 기준

에너지원	지원 기준
태양광	기준단가의 40% 이내
태양열, 지열, 바이오, 소형풍력	기준단가의 50% 이내
연료전지	기준단가의 75%
기타분야	자문위원회를 통해서 별도 검토

- 시범보급사업 - 새롭게 개발된 신·재생에너지기술(정부지원 R&D 활용조건)의 상용화를 위해 설치비의 최대 80% 이내 지원

#### (다) 지원신청자 및 전문기업 참여 기준

- 일반보급보조사업 지원 대상
  - 일반건물·시설물 등에 자가사용을 목적으로 신·재생에너지 설비 설치를 희망하는 자
  - 신재생에너지 설비설치 예정지 건물 등기부등본 소유자(대표자) 또는 소유 예정자에 한함(단, 건축법 시행령 제15조 제5항 제9, 10, 11호<sup>113)</sup>에 해당하는 가설건축물의 소유자는 참여가능
- 지원불가 대상 : 국가 및 지방자치단체 소유 건물학교의 경우 건축법 시행령 제3조의 4관련 별표1 제10호 가목의 학교 중 설치의무화 적용을 받는 경우

### (2) 지방보급사업

113) 건축법 시행령 제15조 제5항 제9, 10, 11호

법 제15조제2항에서 "대통령령이 정하는 용도의 가설건축물"이라 함은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 9. 도·시·지역중 주거지역·상업지역 또는 공업지역에서 설치하는 농·어업용 비닐하우스로서 연면적이 100제곱미터이상인 것 10. 연면적이 100제곱미터이상인 간이축사용·가축운동용·가축의 비가림용 비닐하우스 또는 천막구조의 건축물 11. 농어업용 고정식온실 (링크 사용)

**(가) 목적**

지역특성에 맞는 환경친화적 신·재생에너지 보급을 통하여 에너지 수급여건 개선 및 지역 경제 발전을 도모하고자 지방자치단체에서 추진하는 제반 사업을 지원함

**(나) 지원 대상**

16개 광역지자체 및 기초지방자치단체

**(다) 지원 근거**

- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조 1항 3호('10. 4. 12)
- "신재생에너지설비의 지원 등에 관한 기준" (지식경제부 고시 제2011-3호)
- "신재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침" (신재생에너지센터 지침 '11.1.21)

**(라) 세부 사업 내용**

- ① 시설보조사업
  - 지역내의 에너지수급안정 또는 에너지이용합리화를 목적으로 설치 하는 신재생에너지 관련 시설 및 설비 지원 사업.
  - 예) 태양광발전시설 설치사업, 수력발전시설 설치사업 등
- ② 자금 지원 내용

표 2 지방보급지원사업 자금지원내용

대상전원	대상자	지원조건
적용설비용량기준	지방자치단체	시설보조사업 : 소요자금의 50%이내 (지방비 분담조건)

**(마) 업무 추진 절차**

- 사업신청(시·도) : 시·도 자치단체장이 매년 3월말~4월중 신청
- 사업평가(평가위원회) : 신재생에너지원별 평가 및 총괄 평가
- 사업심의(심의위원회) : 지방보급사업 심의위원회의 심의 조정
- 사업확정 시행 : 사업별 예산확정 통보(12월말)

**(바) 추진 절차**

광역지자체가 매년 익년도 사업계획을 수립(기초지자체의 사업계획서를 종합) 하여 센터에 제출하고, 사업계획 평가 등을 거쳐 지원사업 확정 후 시행



그림 1 업무 추진 절차

### (3) 신재생에너지 설치 의무화 사업

#### (가) 신재생에너지 설치 의무화 제도

공공기관이 신·증·개축하는 연면적 1,000㎡이상의 건축물에 대하여 예상에너지사용량의10% 이상을 신·재생에너지 설비 설치에 투자하도록 의무화하는 제도

#### (나) 설치 의무화 대상기관 범위 및 대상 건축물

표 3 설치 의무화 대상기관 범위 및 대상 건축물

대상기관 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국가기관 및 지방자치단체</li> <li>▶ 공공기관의 운영에 관한 법률 제5조에 따른 공기업</li> <li>▶ 정부가 대통령령으로 정하는 금액 이상을 출연한 정부출연기관</li> <li>▶ 국유재산법 제2조제6호에 따른 정부출자기업체</li> <li>▶ 지방자치단체 및 제2호부터 제4호까지의 규정에 따른 공기업, 정부출연기관 또는 정부출자기업체가 대통령령으로 정하는 비율 또는 금액 이상을 출자한 법인             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 납입자본금의 100분의 50 이상을 출자한 법인</li> <li>- 납입자본금으로 50억원 이상을 출자한 법인</li> </ul> </li> <li>▶ 특별법에 따라 설립된 법인</li> </ul>
대상 건축물	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 공공용 : 교정 및 군사시설(군사시설 제외), 방송통신시설, 업무시설</li> <li>▶ 문교·사회용 : 문화 및 집회시설, 종교시설, 의료시설, 교육연구시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 묘지관련시설, 관광휴게시설, 장례식장</li> <li>▶ 상업용 : 업무시설, 판매시설, 운수시설, 숙박시설, 위락시설</li> <li>※ 주거용 및 기타(창고시설, 위험물저장 및 처리시설) 등은 제외</li> <li>※ 학교시설 : 08.9.10부터 포함.</li> </ul>

#### (4) 신재생에너지 금융지원

##### (가) 목적

신·재생에너지를 설치하여 이용하고자 하는 소비자와 신·재생에너지 설비를 생산하는 제조업자를 대상으로 장기저리의 금융지원을 통해 초기 투자비를 줄이고 경제성을 확보하여 신·재생에너지 설비 보급과 관련 산업을 육성<sup>114)</sup>

##### (나) 발전 설비에 대한 지원

전기를 생산하는 풍력, 소수력, 연료전지 등의 에너지원 시설 설치시 전력기반기금 재원의 지원을 받음.

표 4 2012년 지원 규모

구분	전력기반기금
지원예산액 (시설자금)	180억원

표 5 2012년 지원 규모

자금용도	동일사업자당 지원 한도액	대출기간	이자율	지원비율
시설자금	100억원 이내	5년거치 10년 분할상환	분기별 변동금리	90%이내 (대기업 50%이내)

##### (다) 발전시설을 제외한 설비 및 신재생에너지 제품 생산에 대한 지원

발전시설 외의 설비설치 및 신·재생에너지 제품생산에 대한 지원은 에너지자원사업특별회계 재원의 지원을 받음

- ① 시설자금 : 신·재생에너지를 이용하기 위한 시설을 설치하고자 하는 사업주가 신청하는 자금
- ② 생산자금 : 신·재생에너지 전용설비를 생산하는 공정라인을 설치하고자 하는 제조업체 사업주가 신청하는 자금  
예) 태양광모듈 생산라인, 풍력발전 터빈 생산라인 등의 생산시설 설치자금
- ③ 운전자금 : 신·재생에너지 전용설비를 생산하는 제조업체(중소기업에 한함) 사업주가 운영자금 확보 또는 원활한 자금유동성 확보를 위해 신청하는 자금

114) 해외투자시설이나 공공기관으로부터 설치자금의 일부를 무상지원 받은 시설은 자금지원 대상에서 제외함



표 6 2012년 지원규모

구분	에특자금	
지원 대상	① 신재생에너지 발전시설을 제외한 시설설치 ② 운전자금	
지원예산액	생산, 시설자금	683.4억원
	운전자금	30억원
	합계	713.4억원

표 7 2012년 지원 규모

자금용도	동일사업자당 지원한도액	대출기간	이자율	지원 비율
생산자금 및 시설자금	100억원 이내	5년거치 10년 분할상환	분기별 변동금리	90% 이내 (대기업 50% 이내)
	바이오 및 폐기물분야 50억원 이내	3년거치 5년 분할상환		
운전자금	10억원 이내	1년거치 2년 분할상환		

**(라) 세제지원 : 신·재생에너지 시설 투자시 법인세(소득세) 공제**

- ① 신·재생에너지 시설 설치 투자시 당해 투자 금액의 100분의 10에 상당하는 금액을 과세연도의 소득세 또는 법인세에서 공제
- 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조에 따른 에너지절약시설 (조세특례제한법 시행규칙 제13조의2, 별표8의3 근거)
- 신에너지 및 재생에너지를 생산하기 위한 시설을 제조하는 시설 (조세특례제한법 시행규칙 제13조의2, 별표8의 4 근거)
- 조세감면 절차 및 방법 : 관할 세무서에 직접 신고

**(5) 신재생에너지 공급의무화(RPS)제도**

**(가) 목적**

- 일정규모 이상의 발전사업자에게 총 발전량 중 일정량 이상을 신재생에너지 전력으로 공급토록 의무화하는 제도로써 국내에서는 발전차액지원제도를 폐지하고 2012년 1월 1일부터 본격적으로 시행함.

**(나) 공급 의무자 범위**

- 설비규모(신재생에너지설비 제외) 500MW 이상의 발전사업자 및 수자원공사, 지역난

방공사(한국수력원자력, 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전, 지역난방공사, 수자원공사, 포스코파워, K-파워, GS EPS, GS파워, MPC 율촌전력 등 13개 발전회사)

**(다) 연도별 총 의무공급량 수준**

- 공급의무자의 총발전량(신재생에너지발전량 제외) × 의무비율

연도	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22
의무비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

**(라) 3년마다 의무비율 재검토**

- 개별 공급의무자별 의무량은, 개별공급의무자의 총발전량 및 발전원 등을 고려하여 고시

**(마) 유연성 메카니즘**

- 공급의무량의 20% 이내에서 차년도로 연기 허용(단, 시행 후 3년 이내는 30%까지 허용)

**(바) 의무공급량 미이행분에 대해서는 과징금 부과**

- 공급인증서 평균거래가격의 150% 이내에서 불이행사유, 불이행 횟수 등을 고려하여 과징금 부과

**(사) RPS 의무이행비용 전가 허용**

- RPS 의무이행비용이 「발전사업자(공급의무자)→판매사업자(한전)」, 「판매사업자(한전)→전기소비자」로 전가되도록 시행령에 명시

**(아) 신재생에너지원별 공급인증서의 가중치**

발전원가, 온실가스 감축효과, 산업육성효과, 환경훼손 최소화, 해당 신재생에너지의 부존량 재량 등을 고려하여, 고시로 규정

**(6) 설치확인사업**

**(가) 목적**

설치확인사업이란 신재생에너지설비가 원별 시공기준에 의해 설치되었는지를 확인하는 것으로, 신재생설비 소유주는 설치가 완료된 경우, 설치확인기관(센터)의 설치확인을 받아야 함

- 신재생설비 소유주는 설비설치완료일로부터 30일 이내 설치확인관(센터)의 장에게 신청 (단, 지열 설비의 경우, 천공확인 완료 후)
- 설치확인기관(센터)의 장은 신청받은 날로부터 15일 이내 확인 완료

**(나) 설치확인 대상**

- 신에너지 및 재생에너지 개발이용보급 촉진법률에 의해 지원을 받는 사업(예 : 그린홈 100만호 보급, 일반(시범)보급, 지방 보급, 설치의무화)

○ 단, 용자지원사업은 제외

사업분야/원별(설치현장확인)		본사(신재생센터)	지역센터(지사)
일반보급 지방보급 설치의무화사업	바이오(펠릿보일러)	58.14kW초과	58.14kW이하

### (7) 신재생에너지 설비 인증제도

○ 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법 제 13조에 따라 신·재생에너지설비의 보급촉진을 위하여 일정기준 이상의 신·재생에너지설비에 대하여 인증하는 제도.

#### (가) 인증설비 사후관리

○ 신·재생에너지 인증 설비에 대하여 성능 및 품질유지를 위해 년 1회 이상 사후관리 실시

### (8) 전문기업제도

#### (가) 목적

일정수준 이상의 신재생에너지 전문기업을 육성함으로써 보급의 효율성과 경제성 및 전문성 등을 높이고 보급필요성의 국가적 공감대를 형성하여 2030년 보급목표인 11%를 달성하기 위해 진행되고 있는 제도.

#### (나) 신고기준

에너지원의 종류별	자본금 및 기술인력 (동일분야 중복 가능)
1. 태양에너지	▶ 자본금 1억원 이상 ▶ [국가기술자격법]에 따른 기계, 전기, 건축 분야중 기사 2명 이상
2. 풍력	▶ 자본금 1억원 이상 ▶ [국가기술자격법]에 따른 기계·금속·화공 및 세라믹·전기·토목·건축·에너지·환경 분야의 기사 2명 이상
3. 지열에너지	▶ 자본금 1억원 이상 ▶ [국가기술자격법]에 따른 기계·전기·토목·건축·에너지·환경 분야의 기사 2명 이상
4. 기타에너지 (연료전지, 수소, 바이오, 폐기물, 수력, 해양, 석탄가스화·액화에너지)	▶ 자본금 1억원 이상 ▶ [국가기술자격법]에 따른 기계·금속·화공 및 세라믹·전기·토목·건축·에너지·환경 분야의 기사 3명 이상
5. 설비 설치 대상이 되는 에너지원이 두 종류 이상인 경우	▶ 자본금 1억원 이상 ▶ [국가기술자격법]에 따른 기계·금속·화공 및 세라믹·전기·토목·건축·에너지·환경 분야의 기사 3명 이상

#### (다) 전문기업 현황

신재생전문기업 : 총 8086개 기업 등록, 바이오에너지 관련 기업 579개소.

일반보급사업 참여 전문기업 : 총 320개 기업 등록, 바이오에너지 관련 기업 6개소.

## (9) 국제협력

### (가) 목적

국제 신재생에너지 협력을 강화하여 기후변화협약 등 에너지환경 변화에 능동적으로 대처하며, 선진 기술정보의 수집 및 확산을 통해 신재생에너지 확대 및 보급을 위한 기반을 구축하고, 중장기적인 해외시장 확보를 위한 역량 강화

### (나) 사업 개요

#### ① <다자간 협력사업>

- ▶ 국제에너지기구 재생에너지실무위원회(IEA/REWP) 협력사업
  - 프로그램별 실행합의서(Implementing Agreement)에 따라 사업 참여
  - 신재생에너지 분야 5개 기술협력 프로그램 가입, 활동 중 EA/REWP : International Energy Agency/Renewable Energy Working Group  
(기술협력 프로그램)  
태양광발전 및 화학에너지시스템(SolarPACES), 풍력에너지시스템(WIND), 바이오 에너지(Bioenergy), 태양광발전시스템(PVPS), 수소(Hydrogen)
- ▶ 아·태 기후변화 파트너십, 재생에너지 및 분산전원 TF 사업
  - 청정개발 및 기후변화협약을 위한 아·태지역 7개국 공동 대응 및 협력
  - '06. 1월부터 '09. 4월까지 재생에너지 T/F 의장국 및 사무국 역할 수행  
APP/REDGTF (Asia Pacific Partnership on Clean Development and Climate/Renewable Energy and Distributed Generation Task Force)
- ▶ 수소연료전지경제를 위한 국제파트너십(IPHE) 협력사업
  - 수소경제 조기이행을 위한 국제협력 활동 전개
  - 운영위원회, 실행·연락위원회 및 실증·규정·교육 등 실무그룹 활동 참여  
IPHE : International Partnership for H2 and FC in the Economy
- ▶ 국제재생에너지기구(IRENA) 협력사업
  - 국제사회 협력을 통한 재생에너지의 조기 적용과 지속적인 활용 촉진
  - 재생에너지 분야 정책자문 및 기술이전, 글로벌 시나리오 구축 등 재생에너지 전담 국제기구  
\* IRENA : International Renewable Energy Agency
- ▶ ASEAN+3 신재생에너지 및 에너지효율 포럼
  - 아세안 및 한·중·일 3개국의 신재생에너지 및 에너지효율 분야 기술·산업 협력 추진
- ▶ APEC 신재생에너지 기술협력사업(EGNRET)
  - 신재생에너지 관련 정보 교환, 기술협력 및 상업화 촉진 등 전문가 그룹의 협력사업 추진
  - 연2회 EGNRET 회의 참석 및 부문별 신재생에너지 산업동향 발표  
\* EGNRET : Expert Group on New & Renewable Energy Technology

#### ② <양자간 협력사업>

- 협력각서 교환 등 정부간 합의에 의한 협력활동 추진
- 기술정보교류 및 공동세미나, 기업상담회 등을 통한 상호 협력추진

- ▶ 한·독 양자협력(NRW주 협력사업)
  - 공단-NRW주 경제에너지부 간 MOU 체결( '06.2)
  - 기후변화대응, 에너지효율향상, 신재생에너지 분야
  - 한·독 신재생에너지 포럼 및 기업상담회 개최, 독일의 에너지대전 참가 등 양 기관 지속적인 교류 추진
  - \* NRW : Nordrhein-Westfalen(노르트라인베스트팔렌)
  
- ▶ 한·덴마크 양자협력
  - 공단과 덴마크에너지청(DEA) 간 MOU 체결( '09. 9)
  - 기후변화, 에너지효율, 재생에너지 분야의 양국 정책 및 기업활동 소개, 네트워킹 등 지속적 협력 기반 구축
  - \* DEA : Danish Energy Agency
  
- ▶ 한·스페인 양자협력
  - 공단과 스페인 에너지절약·다변화기구 간 MOU 체결( '09. 9)
  - 기후변화대응, 에너지효율향상, 신재생에너지 분야
  - 신재생에너지 분야를 중심으로 향후 민관 지속적 교류를 추진키로 합의
  - \* IDAE : Institute for Diversification and Saving of Energy

## 나. 환경부

### (1) 폐자원의 에너지화

#### (가) 유기성 폐자원

◇ 해양투기 유기성폐자원을 '12년까지 25%, '20년까지 100% 바이오가스화 또는 고품연료화 하여 발전 및 자동차 연료로 보급

☞ '12년까지 음폐수 바이오가스화시설 11개소(2,690톤/일), 하수슬러지 고품연료화시설 4개소(1,280톤/일), 유기성폐자원 병합 바이오가스화시설 12개소(1,580톤/일)확충

#### ① 현황 및 목표

- 2011년 가축분뇨(액상) 794,000m<sup>3</sup>, 가축분뇨처리오니 11,000m<sup>3</sup>을 해양투기 하였으나115), '12년부터 가축분뇨 해양투기 금지로 육상처리 불가피. 매립·소각시 고비용 소요 → 에너지화로 전환.
- '12년까지 해양투기 폐자원의 25%(178만톤), '20년까지는 100%를 에너지 자원으로 활용 ( '08~ '12년 투자비 : 9,626억원)



② 유기성 폐자원 병합처리 에너지화

- 유기성폐자원의 바이오가스화 효율성을 높이기 위해서는 음식물쓰레기, 가축분뇨, 하수슬러지의 병합처리 필요
  - 현재 음식물쓰레기와 하수슬러지 병합 바이오가스 처리시설은 부산동래, 경남 사천 등 6개소(300톤/일)에 설치·운영 중
  - 또한, 경기 파주에 가축분뇨와 음식물쓰레기 병합 처리시설 설치·운영 중(80톤/일)
  - 특히, 음식물쓰레기(20~30%) + 가축분뇨(70~80%)의 병합가스화는 바이오가스 생산의 최적 조건으로 과학적 검증단계
  - 그러나, 선진국에 비해 기술수준이 낮고 소화액(폐수)의 처리문제 및 부처(부서)별 기능분산으로 이의 병합 가스화 실적 저조
  - 음식물쓰레기 + 하수슬러지 병합 바이오가스화는 효율성은 떨어지나, 지자체 행정관 리주체가 일원화되어 설치·운영되는 사례가 다소 있음

구분	계	서울 강서구	부산 동래구	대구 북구	울산 남구	강원 속초시	경남 사천시	경남 밀양시
시설용량(톤/일)	440	20	120	200	40	20	20	20
가동연도	-	'01	'00	'00	'00	'04	'04	'03

- '12년까지 12개소(1,580톤/일)의 음식물쓰레기+가축분뇨 병합 바이오가스화 시설을 확충하여 효율성 제고 및 해양배출 폐자원의 육상처리 전환에 적극 대처

(2) 목질계·초본계·해양계 바이오매스 에너지화

(가) 부산물 바이오매스

① 목질계 바이오매스

◇ 숲가꾸기 부산물 및 폐목재와 같은 바이오매스 공급 가능량의 12%(1,560천m<sup>3</sup>, '12년) 및 24%(3,100천m<sup>3</sup>, '20년)를 목재칩 또는 펠릿형태로 가공하여 전용보일러 연료로 공급  
 ☞ '20년까지 목질계 부산물의 공급 확대, 수집률 제고(40%) 및 활용시설 지원  
 (화목 및 펠릿보일러 65,000대 보급, 펠릿제조시설 16개소 확충)  
 \* 농·어촌 및 영세가구를 대상으로 화목보일러를 '08년도에 750대 보급

○ 현황 및 목표

- 목질계 바이오매스의 공급가능 잠재량은 최대 13백만m<sup>3</sup>/년에 이르나 수집·운반비 과다로 안정적 공급이 어려운 실정

- 숲가꾸기 생산 산물 2,660천m<sup>3</sup>/년, 개발로 인한 잔재목 및 피해목 570천m<sup>3</sup>/년, 폐목재 4,359천m<sup>3</sup>/년, 보드 및 펄프용 원자재 4,150천m<sup>3</sup>/년 및 투자 확대 시 추가공급량(바이오순환림 조성) 1,300m<sup>3</sup>/년
- 현재, 약 6백만m<sup>3</sup>/년의 목질계 바이오매스 수요 발생
- 목재 산업원료(보드, 펄프류) 3,787천m<sup>3</sup>/년, 농림업 분야(목탄, 임산연료) 1,889천m<sup>3</sup>/년
- ‘10년까지 열병합발전시설 확대 및 유가 급등으로 에너지용 목재 수요는 지속적으로 증가 예상
- 목질계 부산물의 공급 확대 및 수집률 제고(’07년 14% → ’20년까지 40%)를 통해 ‘12년까지 1,560천m<sup>3</sup>/년, ‘20년까지 3,100천m<sup>3</sup>/년의 바이오매스 에너지원 확보
- 목질계 바이오매스 에너지 활성화
  - 목질계 바이오매스 공급 확대
    - 단기적으로는 벌목, 간벌재, 숲가꾸기 산물 수집량(’07년 328천m<sup>3</sup>/년 → ‘20년까지 1270천m<sup>3</sup>/년), 폐목재(’07년 60% → ’20년까지 90% 재활용)로 충당
    - 장기적으로는 속성수 조림을 통한 바이오순환림 조성
  - 숲가꾸기 산물 수집 확대 및 공급체계의 개선
    - 수집인력의 전문화 및 수집체계 정비로 수집률 제고(‘20년까지 40%)  
수집체계 정비  
부산물 운반로 및 임도시설, 기계, 전문인력 등 임업경영 인프라 구축(산물수집 ha 당 운반로 100m 등)
  - 바이오매스 활용시설 지원
    - 소규모 목질계 바이오에너지 활용시설(’20년까지 화목보일러, 펠릿보일러 등 65,000대 보급) 및 원료 제조시설(’20년까지 펠릿제조시설 16개소) 지원
    - 화목보일러의 경우 ‘08년에 농가 및 영세가구를 대상으로 750대 시범보급
    - 연료비용은 화석연료에 비해 약 1/2수준(등유 120만원/년, 목재칩 60만원/년)
    - 이산화탄소 배출량이 화석연료에 비해 약 1/10수준으로 지구온난화 방지에 기여

표 9 연료별 환경효과 비교

구분	난방유	천연가스	전기난방	목재칩
이산화탄소 방출량 (g/KWH)	350	295	875	30
일산화탄소 방출량 (g/KWH)	0.2	0.18	0.21	1.6
이산화황 방출량 (g/KWH)	0.55	0.02	0.58	0.23

② 초본계 바이오매스

◇ 볏짚, 과수 가지치기 잔재와 같은 초본계 바이오매스를 ' 12년까지 고체연료화하여 에너지원으로 활용  
 ☞ ' 10년부터 시범사업 추진 및 확대

○ 현황 및 목표

- 초본계 바이오매스는 미곡바이오매스(볏짚, 왕겨) 및 과수바이오매스 (전지된 가지)로서 대부분 유가로 판매되고 있거나, 농가에서 자원화되고 있음

표 10 볏짚 활용 현황(' 06)

생산량	사용용도 (단위 : %)				
	계	퇴비	가축사료	판매	과수원
6백만톤	100	59	25	11	5

○ 한국농촌경제연구원, 농업부문 바이오매스 이용 활성화 전략(' 07)

- 미곡바이오매스로 연간 7.9백만톤(볏짚 6백만톤, 기타 왕겨 1.9백만톤)이 발생하고 있으며, 가축사료와 같은 유기물로 자원화
- 과수바이오매스는 연간 150만톤 발생되나, 대부분 퇴비 또는 농가 연료로 자원화, 일부 소각 또는 방치
- 향후 수요가 많고 부가가치가 큰 방향으로 에너지화 방안 마련

○ 초본계 바이오매스의 에너지 전환 활성화

- 에너지 부존량은 충분하나, 취약한 경제여건으로 에너지화가 부진한 초본계 바이오매스의 에너지 전환 활성화

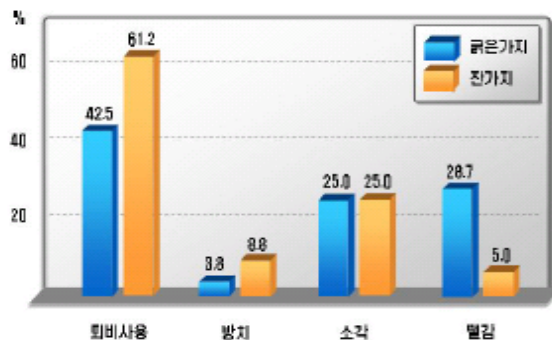




표 11 초본계 바이오매스 종류별 에너지 부존량

구분	단위중량당 열량 (kcal/kg)	바이오매스 발생량 (천톤/년)	바이오매스 에너지양 (TOE)
벼짚	3,312	6,236	2,065,363
왕겨	3,433	1,127	386,899
보리짚	3,653	173	63,197
유채대	3,970	3	1,191
콩대	4,044	272	109,997

출처 : 한국농촌경제연구원, 농업부문 바이오매스 이용 활성화 전략('07)

- 현재 대부분 논·밭에 퇴비화하고 있는 벼짚을 연료용 바이오에탄올화, 가스화, 직접연 연소 및 보일러 소각용으로 사용
    - 열원을 이용하는 시범사업 우선 추진 후, 기술개발을 통해 바이오매스의 고부가가치화(바이오에탄올화, 가스화)실시
    - 중국에서는 '10년까지 전국 400여 곳에 짚을 이용한 고정형 연료 응용 시범소 및 1,000개소 이상 대형 가스 공급소 건립으로 연간 3.65억m<sup>3</sup>의 가스 생산, 보급
  - 소각·방치하고 있는 과수 바이오매스를 직접 연소, 소각 및 펠릿화하여 사용
    - 단위 중량당 발열량이 높은 유채줄기는 펠릿화하여 에너지원(보일러연료)으로 활용
      - 유채밭 1ha당 펠릿230포대(20kg/포대) 생산 가능하고 펠릿 1포대당 판매가격은 1만원으로 추정하므로, '12년까지 유휴농지 가용면적의 35%인 4.5만ha에 유채 재배 시 20만톤/년의 펠릿 생산 가능
    - 수집·자원화 비용 최소화 및 정부지원책 마련
      - 바이오매스 발생주체, 자원화주체, 이용주체 간 연계성 구축
      - 바이오매스 이용촉진을 위한 시설·장비 지원
- (벼짚 곤포제조 시, 규모화를 통해 비용절감을 도모할 수 있도록 전문업자 또는 공동제조 시설을 활용하도록 하고 과수 전정가지와 유채줄기의 파쇄 및 펠릿제조를 위한 시설 지원)
- 지역단위의 이용시스템 구축
    - 지역의 특성을 고려한 이용시스템을 구축하기 위하여 '09년까지 타당성 조사 및 설문조사를 실시하고, '10년부터 「저탄소 녹색마을」에 시범도입 (초본계 바이오매스 에너지화 사업은 관계부처의 세부적인 추가 검토 과정을 거쳐서 추진)

(나) 바이오매스 이용

- ① 산지를 이용한 “바이오순환림” 조성·활용

◇ 리기다소나무 조림면적의 2%(1만ha, '12년) 및 9%(4만ha, '20년)에 바이오순환림을 조성하여 바이오매스 공급 물량 확보  
 ☞ 백합나무 조림 및 지자체별 산지 바이오순환림 조성 확대

○ 현황 및 목표

- 산림 총면적은 639만ha(가용면적 447만ha)로서, 60~70년대 총면적의 13%인 82만 ha에 아카시아나무, 리기다소나무 등 연료림을 조성하였으나, 농촌연료가 화석연료로 대체된 후 활용되지 못하고 다른 수종으로 전환됨
  - 여건이 양호한 벌채지 및 리기다소나무 등 수종갱신 대상지를 대상으로 바이오순환림 조성 가능
- '12년까지 1만ha의 바이오순환림을 조성하고, 모니터링 결과를 토대로 '20년까지 4만 ha 조성 (연간 0.4ha이상)

○ 산림 바이오순환림 조성

- 도로접근이 용이한 야산지역을 “바이오순환림”으로 개발하여, 속성수를 식재·활용(생태 우수지역, 대도시 인근지역은 보전)
  - 간벌목, 폐목재, 농업부산물과 같은 바이오매스만으로는 신재생에너지 보급·확대에 한계
- 관계부처와 협의 및 용역사업을 통하여 구체적인 “산지 바이오순환림” 조성 방향 설정
  - '08년도 국유림을 대상으로 바이오순환림 시범사업 추진 (50ha, 산림청)
  - 벌채에 따른 생태계 파괴 및 속성수 에너지화에 따른 2차 환경오염 발생과 같은 환경에 미치는 영향 분석
  - 조성대상 산림기준, 조성가능 산림면적, 기존 산림벌채시의 에너지화 가능량, 속성수 종류·묘목수량 및 식재방안, 임목 벌채 보상비와 같은 재원확보 방안
- 조성방향 정립결과를 토대로 연차적으로 추진
  - 자치단체와 협력하여 바이오순환림 대상지를 선정하고 발전 또는 열공급 사업자와의 MOU체결을 통한 임목의 수집·운반, 에너지생산 및 속성수 식재에 대한 전 과정실행 평가
- 리기다소나무 갱신벌채지에 산지에서 생장이 빠른 백합나무(여타 조림수종의 2배, 11.3m<sup>3</sup>/ha/yr)를 조림하여 '15년 단벌기 순환림 조성
  - \* 리기다소나무 조림면적은 48만ha이며, iii, iv영급이 대부분 차지

② 수변구역 순환림 조성 및 유휴 농경지 유채단지 조성

- '12년까지 기 매입한 수변구역 중 일부지역(430ha)과 '20년까지 매입예정 지역(100,000ha)에 순환림을 조성하여 공급물량 확보
- '12년까지 유휴농지 가용면적의 35%(4.5만ha)에 유채단지를 조성하여 바이오매스 공급
  - '10년부터 수변구역 순환림 조성사업 추진 및 유휴농지 유채재배 시범사업 ('07~'09년)결과를 토대로 사업 확대

○ 현황 및 목표

- 오염원 입지를 원천적으로 배재하여 상수원 수질개선을 도모하기 위하여 4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강) 강변으로부터 1km이내 지역을 수변구역으로 지정

표 12 전국 4대강별 수변구역 지정 및 매입 현황 ( '07)

구분	계 (단위:ha)	한강	낙동강	금강	영산강
지정면적	120,000	19,100	34,000	37,300	29,600
매입면적	3,046	740	545	1,160	601

출처 : 환경부 유역총량제도과 ( '08)

- 농업수익성의 하락을 이유로 농작물 경작 또는 다년생 식물재배에 이용되지 않는 유휴농지는 127,114ha(누적면적)에 달함
  - 향후 농산물 시장개방에 따라 유휴농지는 더욱 늘어날 것으로 전망
- ' 12년까지 기 매입한 수변구역 중 일부지역(430ha)에 순환림을 조성 (2,000TOE/년 확보)하고, 유휴농지 가용면적의 35%인 4.5만ha에 유채를 재배(42,000TOE/년 확보)
  - ' 20년까지 수변구역 매입·이용 확대 (100,000ha) 및 유휴농지 활용률 고
- 수변구역 바이오순환림 조성
  - 유채 종자에는 35~45%의 기름이 함유되어 있어, 식용유나 공업원료, 바이오디젤의 원료로 사용(ha당 유채종자 4톤, 유채줄기 4.6톤 및 바이오디젤 1톤 생산 가능)
    - 유채 재배는 경제성이 없어 외국에서는 바이오디젤유 생산을 위하여 유채재배 농가에 소득 보전 보조금 지급
      - \* 우리나라 유채 종자 생산량은 1.6톤 정도로 주로 제주도와 남부지방에서 시범적으로 유채재배단지를 조성하여 재배
  - 미복원 지역(430ha)에 ' 10년부터 순환림 조성 시범사업 실시
    - 향후 연구 용역을 통하여 순환림 조성 활성화 방안 마련, 단계적 시행
      - \* 추후 매입되는 수변구역에서도 순환림을 조성하여 에너지원의 지속적 확보
- 유휴 농경지 유채단지 조성
  - 현재 농식품부에서 유채재배 시범사업 추진 중 ( ' 07~' 09년, 1,500ha)
    - 시범사업 결과를 평가하여 ' 12년까지 유채 재배면적을 4.5만ha 수준으로 확대하고, ' 12년부터 바이오디젤 원료 국산화율을 10%까지 확대
    - 유채단지 조성 가능 면적 및 지역, 자연경관 및 농촌다움(rurality)유지방안, 지역주민 편익 확대방안, 관련제도 정비 및 재원 확보방안 마련
- ③ 해양 바이오에너지원 활용
  - 원천기술 및 대량생산공정 확립을 통하여 바이오연료(에탄올, 디젤) 상용화 추진
    - (미세조류) ' 11년부터 50ha규모로 시범사업을 추진하고 ' 20년까지는 1,000ha규모의 대규모 배양장 조성
    - (해조류) 대규모 바다숲 및 양식장을 조성하여 바이오매스용 해조류 대량생산 (3,000만톤/년) 및 해조류를 이용한 에너지 생산기술 개발
  - 폐기되는 어류 가공 부산물을 ' 12년까지 12%, ' 20년까지 100% 에너지화하여 바이오연료(디젤) 생산

- ' 11년부터 어류가공물을 이용한 바이오연료 생산 시범사업(어류가공물 4개소) 추진 및 확대

○ 현황 및 목표

- 전 세계적으로 육상농업이 한계에 도달함에 따라 해양식물 자원 활용이 시도되고 있으며, 3면이 바다인 우리나라는 어류 활용 및 해조류 양식에 있어 천혜의 조건 구비
  - 해양생물(해조류, 미세조류 등)은 원료의 생산주기가 단기간으로 원료확보가 용이하며, 에너지 전환수율이 높아 경제성 확보에 유리
  - 또한, 곡물, 목재와 같은 육상식물과는 달리 비식량자원으로 환경과피 등의 부작용이 없어 해양생물 유래 바이오에너지 개발로 전환되고 있는 추세
  - 어류 수산물 가공시 어유(fish oil)가 함유된 내장과 같은 부산물이 연간 약 80만톤 발생하며, 대부분 어류 양식사료로 이용되고 있으나, 이 중 30%이상 어유 회수 가능

표 13 해양생물의 바이오에너지 전환율

구분	당전분계(제1세대)	목질계(제2세대)	해양생물(제3세대)
원료생산주기	1~2회/년	최소 8년 이상	4~6회/년
단위면적당 원료생산량	180톤/ha	9톤/ha	565톤/ha
에너지 전환수율	30~35%	20~25%	45%이상

출처 : 한국생산기술연구원

- 대량배양 및 양식기술, 고효율에너지 추출과 같은 공정기술 확립 및 시험양식을 통하여 ' 20년까지 상용화 추진
  - 미세조류 : ' 11년부터 50ha규모의 고밀도 배양장을 시범조성 (1만TOE/년 확보)하고 ' 20년까지는 1,000ha규모의 대규모 배양장 설치 (20만TOE/년 확보) 및 상용화 추진
  - 해조류 : ' 09년부터 대규모 바다숲(35,000ha) 및 양식장을 조성하여 ' 12년까지 800만톤/년(240만TOE/년 확보), ' 20년까지 1,200만톤/년 (360만TOE/년 확보) 수준의 해양바이오매스 공급능력 확충
- ' 12년까지 어류가공부산물의 12%(10만톤/년)를 에너지화(바이오연료 3만톤/년 생산, 2.8만TOE/년 확보)
  - ' 20년까지 현재 폐기되는 어류가공부산물을 전량 에너지화

○ 해양생물을 이용한 바이오연료(에탄올, 디젤) 생산

- 에너지 안정성 제고 및 고부가가치 실현을 위하여 해양생물자원에서 고효율의 바이오 연료 생산
- 전 세계적으로 연구개발 초기단계로 '11년부터 시범사업을 실시하여 ' 20년까지 상용화를 위한 단계별 사업 추진
  - 국내외 기술동향, 논문, 특허를 분석하여 원천기술 우위의 유망중점 후보기술 개발 및 중장기 상용화마스터플랜 수립(' 09.2)

- 고효율 해양생물 탐색 및 육종개량, 배양(양식)기술과 같은 전처리기술 개발과 상용화를 위한 대량생산체계 구축
  - \* 육종기술 개발 : 성장을 하면서 오일, 당성분 등을 최대한 많이 함유하는 해양생물의 개발로 바이오에너지 생산성 제고
  - \* 배양기술 개발 : 조건별로 최고의 바이오에너지를 생산할 수 있도록 시뮬레이션을 거쳐 생산성을 제고할 수 있는 최적화 배양시스템 개발
- 공정기술 확립 및 시험 양식을 통하여 ' 20년까지 상용화 추진
- 해조류를 이용한 바이오매스 공급 및 에너지 생산
  - 해조류는 해수중의 부영양 물질, 수중 및 대기 중 이산화탄소의 흡수 등 환경수복 기능을 보유한 유용한 환경친화적 생물임
    - 우리나라는 해조류 양식기술 및 생산량 측면에서 세계 4위 수준의 인프라 보유
  - 최근, 해조류를 이용한 지구 온실가스 저감 및 바이오에너지 생산 가능성에 대한 국내외의 관심이 집중되고 있으나 실험실 연구수준에 불과하며, 아직 실용화단계에는 못 미침
    - 실용화가 미진한 이유는 육상의 바이오매스보다 해조류의 당 함량이 3~6%로 낮아 바이오에너지 생산만으로 경제성이 떨어지고 당의 조성도 크게 달라서 기존의 육상바이오에너지 생산기술을 활용할 수 없기 때문
  - ' 09년부터 갯녹음 심화해역을 대상으로 바다숲 시범조립사업 추진
    - 갯녹음 : 유용한 해조균락이 감소하고 대신 이용가치가 없는 무절석회조류가 대량 번식하여 연안의 바위표면이 백색 또는 홍색으로 변화하는 바다 사막화현상
  - ' 12년까지 해조류 대량생산 기술 및 바이오에너지 생산 핵심기술 개발을 완료하여 해조류 공급물량 확보
    - 800만톤/년(' 12년) → 1,200만톤/년(' 20년) → 3,000만톤/년(' 50년)
- ④ 어유(fish oil)를 이용한 바이오디젤 생산
  - 어류 가공 부산물의 발생량·특성 조사, 수집·운반, 전처리기술 및 어유 회수·활용기술 개발
  - 기술 확보를 통해 ' 11년부터 시범사업(4개소) 추진
    - 어류 생산량이 많은 부산, 경남, 경북, 전북을 대상으로 시범사업 추진
    - \* 시범사업 추진경과 및 결과를 토대로 전국으로 확대 실시

### (3) 시범단지 조성을 통한 거점 확보 및 확산

#### (가) 저탄소 녹색마을 조성

- ◇ 지역적 특성을 고려, 전국에 “저탄소 녹색마을” 을 조성하여 ' 20년까지 농촌지역의 에너지 자립도를 40~50%까지 제고
  - ☞ ' 09년까지 저탄소 녹색마을 조성방안 마련
  - ☞ ' 10년부터 시범사업(4개 마을) 추진 및 ' 20년까지 전국 (600개 마을)으로 확대

○ 현황 및 목표

- 대도시를 제외한 농촌지역에서의 바이오매스는 분산·간헐적으로 발생하며, 에너지자원으로 미활용 되고 있음
  - 농촌지역의 경제·사회·환경적 측면에서 바이오매스의 이용확대와 효율적인 에너지 활용을 위한 자립형 바이오에너지 마을 조성으로 환경 및 경제효과 극대화
- ' 20년까지 농촌지역 에너지 자립도를 40~50%까지 제고하여 연간 38만MWh를 공급 (78.5만TOE/년 확보)

① 저탄소 녹색마을 조성

- ' 08년 중 관계부처(행안부, 농식품부, 산림청)와 협의하여 범국가적 차원의 저탄소 녹색마을 조성방안 마련
  - ' 09년 중 관계부처 합동으로 “녹색마을 조성계획” 수립
  - ' 10년까지 세부 실행계획 수립 및 조성지침(매뉴얼)을 마련하여 지자체에 통보(각 지자체별 사업 준비 및 지방비 확보 방안 마련)
- ' 10년부터 저탄소 녹색마을 조성 시범사업 추진
  - 지자체로부터 신청받아 4개마을 (중규모 2개소, 소규모 2개소)선정, 민간 공모방법도 병행 실시
  - 중규모 : 읍 소재지를 중심으로 마을(동, 리)선정
  - 소규모 : 면 소재지를 중심으로 선정
- ' 12년부터 시범사업 및 지자체별 수요조사 결과를 토대로 ' 20년까지 600개 마을 조성 완료

구분	계	'10년	'12년	'20년
계	600	4	56	540
중규모	100	2	8	90
소규모	500	2	48	450

- 사업내용

- 유기성폐자원(음식물, 가축분뇨, 농업부산물)은 혐기성 소화에 의한 바이오가스화 추진
- 산림 및 임업부산물은 직접연소를 통한 열공급(화목보일러)
- 유휴농경지를 이용한 유채재배(환경·에너지 종합타운에서 에너지화)

- 시설 규모

- 중규모 : 바이오가스화 40톤/일 규모
  - 소규모 : 바이오가스화 20톤/일 규모
- \* 지역적 특성을 고려하고 지자체의 수요조사(희망)에 따른 시설규모 결정

#### (4) 기술개발(R&D) 및 관련산업 육성

##### (가) 기술개발(R&D)

- ◇ 국내 폐자원 및 바이오매스 에너지화 기술수준을 선진국의 90~95%까지( '30년) 제고하여 산업 기술경쟁력 확보
- ☞ ' 12년까지 폐자원 및 바이오매스 에너지화 기초기술 상용화
  - ☞ ' 20년까지 고효율 유기성폐자원 통합소화 공정개발과 같은 중급기술 개발
  - ☞ ' 30년까지 바이오수소 생성과 같은 고난이도 기술 개발

##### ○ 현황 및 목표

- 선진국의 경우 신재생에너지 분야에서 국가 주도 R&D프로그램으로 산업적·기술적 우위 선점 및 수출산업화가 추진되고 있으나, 국내의 경우 EU와 같은 선진국에 비해 낮은 기술수준
- ' 30년까지 폐자원 에너지화 및 목질·초본계 바이오매스 에너지화 분야에 총 1조 6.1천억원(정부+민간)의 연구비 투자

##### ○ 기술개발을 위한 R&D 수행

- 폐자원 및 바이오매스 에너지화의 기술개발을 위한 중장기 R&D실시
  - 기술개발 기간은 단기(' 12년까지), 중기(' 20년), 장기과제(' 30)로 나누어 추진, R&D투자비는 총 13,664억원 소요 예상

(단위 : 억원)

연구개발 분야		~ '12	~ '20	~ '30	계	관계부처	
폐자원 에너지화	가연성 폐기물 에너지화	RDF, RPF, TDF, WCF	399	635	830	1,864	환경부
	유기성 폐자원 에너지화	가축분뇨	862	1,139	1,398	3,399	환경부 농림수산 식품부
		음식물류 하수슬러지					
	매립지가스, 산업폐가스 에너지화	매립지가스	465	1,015	690	2,170	환경부
소각열, 산업폐가스							
목질계·초본계·해양계 바이오매스 에너지화	부산물 바이오매스 에너지화	농·축산업 부산물	294	900	1,687	2,881	농림수산 식품부 산림청
		임업·조경 부산물					
	새로운 바이오매스 생산을 통한 에너지화	바이오순환림조성	783	1,017	1,000	2,800	농림수산 식품부
		유채 등 바이오작물 품종개발					
	해조류를 이용한 바이오에너지 개발	360	190	0	550		
합계			3,163	4,896	5,605	13,664	

주) RDF : Refuse Derived Fuel, RPF : Refuse plastic Fuel, TDF : Tire Derived Fuel, WCF : Wood Chip Fuel, LFG : Landfill Gas

출처 : 지식경제부(신재생에너지 R&D전략2030( '07)), 환경부(에코스타 사전연구기획서( '07))

- 환경부에서는 폐자원분야 국내 기술수준을 선진국수준의 상용화단계로 끌어올리기 위한 ECO-STAR(폐자원에너지화)프로젝트 추진중 ( ' 07~ '14년간 796억원 투자)

- 차세대 핵심환경기술 개발사업이 종료되는 ' 11년 이후 폐자원 및 바이오매스 분야에 자원순환형 환경융합신기술 개발 추진 (약 2,450억 규모)
- EU와 같은 선진국의 과학기술개발사업과 연계하여 연구 성과를 극대화하기 위한 연구 협동체계 형성
- 기술개발 추진전략 및 세부기술
  - 중·장기적 기술개발 추진 전략
  - 바이오가스 정제·압축기술, 목재연료 칩 제조기술, 자동차용 바이오연료 제조기술 등을 전략적으로 개발

연구개발 분야		해당 개발기술 예시
폐자원 에너지화	유기성 폐자원 에너지화(가축분뇨, 음식물류, 하수슬러지)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오가스 정제기술(탈황 및 황 회수기술, 가스 분리막)</li> <li>- 원료의 전처리기술(고액분리, 효율적 건조기술)</li> <li>- 생물학적 에너지 전환기술(고효율 유기성폐자원 통합소화공정)</li> <li>- 전기화학적 에너지 전환기술(생물 전기화학적 수소생산기술)</li> <li>- 직접 에너지 활용 기술(고성능 엔진 및 보일러개발, 고성능 전자동 열병합 발전시스템) 외</li> </ul>
목질·초본계·해양계 바이오매스 에너지화	부산물 및 새로운 바이오매스 에너지화 (폐목재, 농·축산업 부산물, 임업·조경부산물, 바이오순환림)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원료생산 및 공급기술(저비용 목재칩 건조, 저장기술)</li> <li>- 연료화기술(목재펠릿연료 제조공정 개발, 바이오매스 열분해 공정개발, 가스화공정)</li> <li>- 에너지 이용기술(순환유동층 연소기술, 발전시스템 개발, 연소 및 보일러 제어) 외</li> </ul>
	새로운 바이오매스 생산을 통한 에너지화 (유채, 미세조류, 해조류)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오디젤 제조기술(신축매(고체, 생물축매)개발, 신공정(무축매)개발, 물성개선을 위한 첨가제 개발)</li> <li>- 전분질계 바이오에탄올 제조기술 개발(연속발효공정 개발, 막분리공정 개발, 연료 품질 표준화)</li> <li>- 바이오 수소 생성 및 정제기술 개발</li> <li>- 바이오작물 품종 개발</li> <li>- 해조류를 이용한 바이오에너지 생산기술 개발</li> </ul>

### (나) 전문인력 양성

◇ 신재생에너지 기술을 바탕으로 환경산업 육성을 위한 전문 기술인력을 '13년까지 1만명 양성  
 ▣ 맞춤형 전문인력 양성, 산업전문인력 양성을 위한 전문대학원 설립, 특성화 연구소 지정, 인력양성 커뮤니티 구성 추진 (170억원 투자)

- 시장수요, 국제규제 및 인력수급 전망에 따라 필요인력을 세가지 인재군으로 분류하여 “인재군별 맞춤형” 양성 방안 마련

<b>산업전문인력</b>	산업현장에서 시설 설계·시공 및 운전업무 수행능력이 뛰어난 전문생산인력
<b>연구개발인력</b>	산업 육성을 위한 핵심기술 개발인력
<b>핵심고급인력</b>	해당산업을 선도할 Top Talent



- 신재생에너지 확대정책( '06년 2.4% → '30년 11%)으로 전문인력 수요 증가가 예상됨에 따라, 산업전문인력 양성 계획을 단기 및 중·장기로 구분하여 추진



※ '09~'13년간 총 9,298명의 시설 설계·시공 및 운전 전문요원 필요

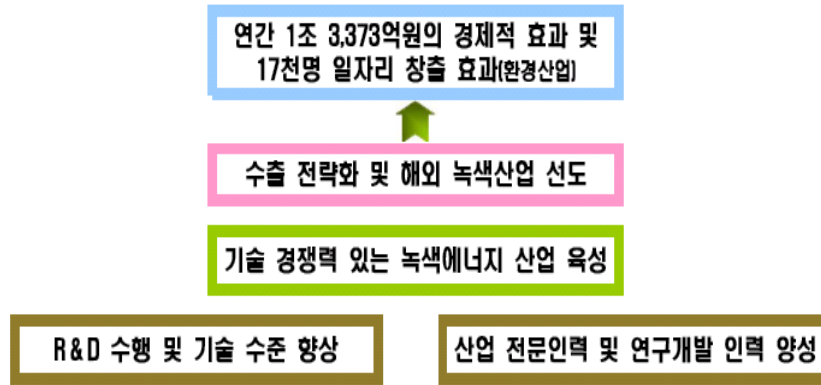
- <단기>

- 관련 전공희망 대학원생(자격증소지자) 또는 소재·생산공정 관련 학과 졸업자에게 일정기간(6개월~1년) 교육비를 지급(70%)하는 전문인력양성 프로그램 마련( '09~ '13년간 136억원 투자)

- <중·장기>

- 산업 전문인력 양성을 위해 수도권매립지 “환경·에너지 연구센터”에 전문대학원을 설립하여 산업현장에서 실무중심의 교육과정 운영( '12년~) ⇒ 녹색성장 추진동력으로 제공
  - \* 엔지니어링사, 시공사, 공무원, 공공기관의 실무자를 교수진으로 구성
- '09년부터 '13년까지 5개년동안 총 1,310명의 연구인력 및 고급인력 양성
  - 대학원내 바이오매스 에너지 특성화 연구소 3개소를 지정하여, 석·박사 과정 대학원 생에게 일정기간 장학금 지급(70%)
    - \* '07~ '15년 범용인력은 8% 초과공급이나, 석박사급인력은 19% 부족 예상
  - 일반기업 및 연구소에 대학원생(에너지화 관련 자격증 소지자)을 위탁하여 연수비 지원(총 연수비의 70%지급)
  - 환경기술진흥원을 중심으로 인력양성커뮤니티를 구성하여, 양성된 전문인력을 글로벌인재로 육성, 기술 선진화 및 해외 수출
    - \* 국제기구 근무 한국인은 248명( '08), 환경분야는 10명 수준에 불과하여 국제 환경협상과 경제·사회적 대응기반 구축에 효과적 대처 곤란

(다) 환경산업 육성



○ 현황 및 목표

- 신재생에너지의 76.1%가 폐자원에너지로서 산업화가 가장 활발히 추진되고 있으나, R&D와 수요 창출간의 연계 미흡으로 기술개발이 시장창출로 연결되지 못하는 현상 발생
- ‘30년까지 세계 에너지화 산업시장 중 국내 산업 비중을 10%로 확대하여 수출전략 환경산업으로 육성하여 신성장동력으로 활용



① 고부가가치 녹색산업 발굴·육성

- 폐자원 및 바이오매스 에너지화 산업은 제조업, 건설업, 서비스업과 같은 전후방 산업과의 연관성이 높아 경제적 파급효과가 크므로 고부가가치산업을 중심으로 발굴·육성

○ 환경전문업체 육성을 위한 내수 시장구조 개선

- 환경시설공사에 특화된 발주체계 개선( '08~ '09년 시범사업을 거쳐 '10년부터 시행)
  - \* 환경시설공사 분리발주 및 공급도급제도 도입
  - 환경전문공사업체를 신설하여 전문 환경기술이 적용되는 부문에 대해 현행발주방식별로 특화된 입찰방식을 도입하여 환경전문 업체 육성
  - \* 환경시설공사에만 특화된 새로운 입찰방식 도입 (가칭) 설계시공 일괄가격·기술 제안 방식

○ 환경산업 육성 인프라 구축

- 중소 환경산업체의 설비투자·경영안전·해외진출 지원을 위한 「환경산업육성자금(100억 원)」 조성·운영( '09~)
- 「환경기술 개발 및 지원에 관한 법률」을 전부 개정, 환경기술 개발 및 환경산업육성, 해외진출 지원의 법적·제도적 기반 마련( '09)
- 환경기술개발사업 및 환경신기술 인증과 연계하여 세제지원, 공사입찰 시 가산점 부여와 같은 '우수환경산업체 인증제도' 도입·운영

② 환경벤처사업 복합단지 조성

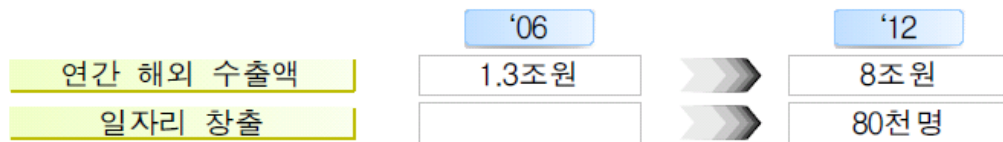
○ 현황 및 목표

- 우리나라는 IT 선진국이므로 환경기술분야와 접목시 기술수준 급속 발전 가능
  - 우리나라의 환경기술 경쟁력은 세계 10위 수준
- “환경 벤처산업 복합단지” 구축을 통해 획기적인 환경산업 육성에 기여하고 환경산업수출전략 기지화
  - 벤처기업센터, 환경산업센터, 공동연구실, 친환경상품 에코프라자 및 환경관리공단, 한국환경자원공사와 같은 관련 공공기관 이전 설치

③ 환경·에너지 산업의 수출 전략 산업화

○ 현황 및 목표

- 환경플랜트 해외진출 프로그램 구축을 통해 해외 수출액을 ‘12년 까지 수출액 8조원 이상, 8만개 일자리 창출 (전체 환경산업)



○ 환경플랜트 해외진출 집중지원

- 해외진출 전략국가의 정보수집, 국내 정책·제도 전수, 협력프로젝트 발굴을 위한 「개도국 환경개선 마스터플랜」 수립 추진( '08~)

- ( '08) 베트남, 인도네시아 → ( '09) 아제르바이잔, 캄보디아 (매년2~3개국)

○ 해외진출 One-stop서비스(진출컨설팅, 수출협상·계약, 금융지원)를 제공하는 「한국환경산업·기술원(수출지원단 포함)」 설립( '09)

- 국내업체의 해외프로젝트 진출 촉진 및 수주 가능성 제고를 위한 해외 환경프로젝트 타당성 조사 지원( '08~)
- 국내 영세 환경산업체의 해외홍보 및 수출지원을 위한 「사이버환경무역지원포털사이트」 구축·운영

○ 지역별 특성에 따라 「선택과 집중」을 통한 차별화된 해외진출전략 추진( '08~)

- 시장동향 분석 및 기업 수요조사를 통한 맞춤형 민·관 합동 현지시장 개척단 파견
- 개도국 수요에 기반을 둔 유망 환경분야 원조사업 발굴, 기획정부·외교통상부를 비롯한 관련기관 협조를 통해 정부개발원조(ODA, Official Development Assistance) 지원규모 확대

- 환경분야 ODA규모 : '06년 760억원(15%) → '12년 3,400억원(20%)

(5) 폐자원 에너지화 촉진을 위한 전용펀드 조성 추진 계획<sup>116)</sup>

(가) 바이오그린에너지펀드의 개요 및 특징

- 환경부는 2011년 5월 6일 한국환경공단, 기업은행 등 17개 기관과 함께 폐자원 및 바

116) 행정안전부 - 지역 경제 리뷰 113호 (2011.5)

이오매스 에너지화 사업에 투자하는 전용펀드인 「바이오그린에너지펀드(녹색뉴딜 제2호 펀드)」 조성을 위한 협약 체결

- 바이오그린에너지펀드는 폐자원 및 바이오매스 에너지화 중·소규모 사업과 CDM사업에 투자함으로써, 이 분야의 국내 정착과 해외진출 활성화를 도모하고 탄소배출권(CER)을 획득하는 것을 목적으로 조성되는 프로젝트 펀드
- 바이오그린에너지펀드는 환경부에서 2010년부터 기획·운영중인 녹색뉴딜펀드의 제2호로 추진
  - 녹색뉴딜펀드는 환경인프라 사업에 투자하는 프로젝트 펀드 자금부족으로 추진이 어려운 환경분야 숙원사업들의 조속한 추진을 위해 기획되었으며, 투자사업분야 발굴에 따라 제1호, 제2호 등의 Series로 조성하도록 체계화
  - 폐자원 및 바이오매스 에너지 분야의 경우 성장가능성이 크고, 자금투입에 따른 성과 창출의 가시성이 높다는 점에서 녹색뉴딜펀드의 두 번째 투자대상으로 선정

**(나) 바이오그린에너지펀드 참여기관 및 투자규모**

- 동 펀드에 참여하는 투자기관들은 전략적 투자자(SI), 재무적 투자자(FI), 건설적 투자자(CI) 그룹을 구성하여 10년간 총 7,500억을 조성

표 14 바이오 그린 에너지펀드 참여기관

구분	기관명
정부	환경부
전략적 투자자	한국환경공단, 에코아이, (주)한화, 한전KPS, GS칼텍스
재무적 투자자	기업은행, 우리은행
건설적 투자자	도화엔지니어링, 대한송유관공사, 코오롱베니트, 포스코건설, 태영건설, 한솔이엠이, 한라산업개발, 한화건설, 현대엔지니어링, 효성에바라엔지니어링

- 정부, 공공기관, 에너지 및 배출권 거래 관련 기업, 금융계, 건설사 등 폐자원 및 바이오매스 에너지화 프로젝트 추진에 역할을 담당하는 기관들이 펀드 조성에 모두 참여하여 안정적으로 사업을 운영
  - 환경부를 비롯한 18개 기관은 이 협약을 통해 제도적 지원(환경부), 사업전략 수립 및 사업성 검토(한국환경공단 및 SI), 투자기구 설립 및 금융자문(FI), 엔지니어링 및 시공(CI) 등 역할을 분담하여 긴밀한 협력체계를 구축하기로 결정
- 환경부와 한국환경공단은 물론, 이번 펀드 조성에 참여한 민간기업들 또한 성공적 사업추진에 대한 강한 의지를 표명
  - 펀드 제안·기획단계부터 주도적으로 논의에 참여한 기업은행은 폐자원에너지화 사업의 미래 성장잠재력과 투자매력을 높여 지분참여, 대출은 물론 확보되는 탄소배출권을 활용한 비즈니스 등 다양한 사업화 접근을 시도할 계획
  - 전략적 투자자 간사기관인 (주)한화는 목포 매립가스 발전사업 및 중국 흑룡강성 쌀겨

발전사업 등 2007년부터 CDM사업들을 진행해온 노하우를 살려 탄소배출권 확보에 힘쓸 예정

- 건설적 투자자 간사기관인 포스코건설은 MBT 및 RDF발전 기술, 바이오가스 생산 및 활용기술 등 보유하고 있는 기술을 적극 반영하여 해외 CDM사업에 선도적으로 참여할 계획

- 이 펀드의 투자자들은 매립가스, RDF, 바이오가스 발전 등 발전사업에 따른 매전수입, 폐기물 반입수수료 수입, 배출권(CER)확보 또는 판매수입 등을 통해 수익을 획득
- 또한 국가위험, 탄소배출권위험, 환위험 등에 대비하여 무역보험공사의 탄소 종합보험과 같은 관련 보험상품에 가입하는 등, 리스크 헷징을 위한 관리틀을 마련해 나갈 예정

**(다) 기대효과**

- 바이오그린에너지펀드는 녹색성장 및 온실가스 감축의 유력한 이행수단인 폐자원 및 바이오매스 에너지화 사업을 활성화하여 우리나라 환경 수준의 성장과 녹색경제 발전에 크게 기여할 것으로 기대
- 앞으로도 환경부는 녹색뉴딜 제3호, 제4호 펀드 투자대상을 적극 발굴하여 환경사업 분야에 대한 투자를 계속적으로 활성화해 나갈 예정

**다. 농림축산식품부**

**(1) 농어업 에너지 이용 효율화 사업<sup>117)</sup>**

**(가) 사업 목적**

- 신재생에너지 이용기술의 농어업시설 적용 및 확대보급 기반 구축으로 친환경 녹색성장을 선도하고, 온실가스 절감 추진
- 국제유가 및 농자재 가격 상승으로 인한 농어가의 경영비 부담 경감과 에너지이용 효율화 등을 위해 신재생에너지시설 및 에너지절감시설 설치 지원

**(나) 성과 목표**

- '17년까지 농어업 분야에 에너지절감시설 10,050ha, 신재생에너지 2,375ha 설치 지원

성과지표	2012 목표치	최근 3개년 실적			지표 산출 시기	측정방식
		'09	'10	'11		
○ 연간 에너지 절감량 (천TOE)	56	5	5	5	'13.2월	○ 지열면적(ha)*65.6TOE + 목재펠릿면적(ha)*108.66TOE + 절감시설면적(ha)*43.44TOE * 지열면적 ha당 기준-737kw(난방용량)

117) 농림수산식품부 - 2012년도 농림수산 사업 시행 지침서 (2011.12)

① 연도별 재정투입 계획

(단위 : 백만원)

구 분	2009년까지	2010년	2011년	2012년	2013년 이후
합 계	52,000	265,500	224,060	244,500	1,222,500
국 고	15,600	139,650	125,450	100,300	501,500
지 방 비	15,600	59,650	45,130	60,275	301,375
용 자	10,400	13,100	16,700	33,225	166,125
자 부 담	10,400	53,100	36,780	50,700	253,500

(다) 사업 대상자<sup>118)</sup>

○ 공통사항

- 「농어업경영체 육성 및 지원에 관한 법률」에 따라 농어업 경영정보를 등록한 농어업인(법인 포함)
- 난방이 필요한 시설을 운영하는 농어업인과 농어업법인, 생산자단체
  - 「농어업·농어촌 및 식품산업 기본법」 제3조 제2호의 규정에 의한 농어업인
  - 「농어업경영체 육성 및 지원에 관한 법률」 제2조 농어업법인

○ 목재펠릿난방기 및 에너지 절감시설 설치 지원사업

- 시설내에서 채소·화훼·과수류를 재배하는 농업인(법인 포함)
  - 버섯분야는 목재펠릿난방기 설치지원

(라) 지원 대상 요건 및 지원 시설

○ 목재펠릿난방기 설치 지원사업

- 시설원예용 목재펠릿난방기 (온풍기·보일러)
  - 공인기관의 성능시험을 통과하여 농기계공업협동조합이 홈페이지에 게시한 농업용 목재펠릿 난방기(열효율이 표시된 제품)에 한해 보급

(마) 지원방식 및 지원기준

○ 목재펠릿난방기 설치 지원사업

- 지원형태 : 예특회계 국고(보조 30%, 융자 20%), 지방비 30%, 자담 20%
  - 융자금리 : 3% (3년거치 7년 분할상환)
  - 대출취급기관 : 농협중앙회
  - 사업주관기관 : 시장·군수

① 지원한도 기준 및 범위

118) 농어업 에너지 이용 효율화 사업에는 1)지열냉난방시설 설치 지원사업, 2)공기열냉난방시설 설치 지원사업, 3)목재펠릿난방기 및 에너지 절감시설 설치 지원사업 등의 3가지 세부 시행 사업이 있으나, '④사업대상자' 부터는 "3)목재펠릿난방기 및 에너지 절감시설 설치 지원사업" 만 발체

② 목재펠릿난방기 설치 지원 및 에너지 저감시설 설치지원 사업

세부사업	단 가	지원 내용
○ 목재펠릿난방기	온수형 1.5억원/ha	○ 설치비 지원 목록 - 온실외부: (공통) 연료저장탱크, 기계장치 연결밸브, 전기배선, 인건비, (온수) 축열 탱크(필요시) - 온실내부(온수) : 급수분배기(해다), 배관, 쉘코일, 송풍기, 온도센서 ○ 열효율 : 온수 80%, 온풍 70% 이상 * 온수형 설치시 온실내 배관시설 등 내부시설 미 설치시 차감지원
	온풍형 0.8억원/ha	
○ 다겹보온커튼	수평권취식 15천원/m <sup>2</sup>	○ 수분흡수 방지를 위한 코팅 보온재를 포함한 5겹이상의 보온 재료를 사용한 보온커튼
	예인식, 외부권취식 13천원/m <sup>2</sup>	○ 보온자재는 보온율(항온법 기준) 65% 이상 ○ 알루미늄스크린을 포함한 5겹 이상의 보온 재료를 사용한 다층의 보온커튼은 보온율(항온법 기준) 52% 이상 * 보온효과 향상을 위해 보온율은 점진적으로 강화
	알루미늄스크린 13천원/m <sup>2</sup>	○ 알루미늄 스크린은 보온율(항온법 기준) 42% 이상
○ 순환식 수막재배시설 ○ 열회수형 환기장치	5천원/m <sup>2</sup>	○ 순환식의 경우만 지원하며, 일반 비순환식 수막시설을 지원 대상에서 제외 ○ 열회수형 환기장치 개별지원
○ 자동 보온덮개 ○ 배기열 회수장치	2.5천원/m <sup>2</sup>	○ 작물별·시설별 특성에 맞는 자동 보온덮개, 배기열 회수장치 지원

- 목재펠릿난방기, 다겹보온커튼, 열회수형환기 장치, 배기열회수 장치는 검증된 장비의 구매, 사후관리 보장 등을 위해서 한국농기계공업협동조합의 품질보증을 받은 제품 사용
- 보온자재의 열효율 측정은 공인시험기관의 자료 활용
- 모든 사업은 보급시설 선정을 위해 사업대상 농가, 농자재 보급업체 등이 참석하여 해당 농자재의 장단점, 유의사항 등에 대한 설명회를 실시 후 사업추진
- 지방자치단체는 지열냉난방시설, 다겹보온커튼 설치 완료농가명단을 11월말 까지 농·수협 및 농산물품질관리원에 통보

(2) 축산분뇨 처리시설 및 유통비용 지원(119)

(가) 사업 목적

- 가축분뇨처리 시설·장비 등의 지원으로 가축분뇨를 퇴비·액비·에너지로 자원화하여 자연순환 농업을 활성화하고, 적정처리를 통한 수질 등 환경오염 방지

119) 농림수산물부 - 2012년도 농림수산 사업 시행 지침서 (2011.12)

**(나) 성과목표 및 지표**

- 가축분뇨 자원화 촉진 및 '12년부터 가축분뇨 전량을 육상에서 처리
  - 가축분뇨를 자원화 또는 정화처리할 수 있는 시설 및 유통비용 지원으로 가축분뇨 자원화율을 '07년 83%에서 '12년 90%까지 확대
  - 가축분뇨 해양투기량을 연차적 감축하여 '12년부터 “0” 화 달성

성과지표	2012 목표치	최근 3개년 실적			지표산출 시기	측정방식
		'09	'10	'11		
■ 축분뇨 자원화율 (% , 주지표)	87.5	85.6	86.6	-	2011.3	○ 전체 가축분뇨 발생량 대비 자원화 물량(%)
■ 가축분뇨 해양배출량 (천톤, 부지표)	0	1,171	1,070	-	2011.1	○ 폐기물 해양배출 정보관리 시스템(해경)

**(다) 연도별 재정투입 계획**

구 분	2008	2009	2010	2011	2012
합 계	96,010	118,256	130,410	127,890	114,660
보 조	31,289	50,807	53,142	50,524	42,244
용 자	35,097	24,602	25,950	27,600	27,075
지방비	26,184	38,645	42,812	41,646	38,841
자부담	3,340	4,202	8,505	8,120	6,500

**(라) 사업 대상자<sup>120)</sup>**

- 개별시설 : 축산농가, 축산단지, 축산계열사업주체(소·돼지·닭), 농업법인, 지역 농·축협
- 공동 에너지화 시설: 농업법인, 지역농·축협, 민간기업(상법상 법인), 한국 농어촌공사

**(마) 지원 자격 및 요건**

- 개별시설 : 가축분뇨법 제11조에 따라 가축분뇨처리시설을 설치해야 하는 축산농가, 축산단지, 축산계열사업주체(소·돼지·닭), 농업법인, 지역 농·축협
- 공동 에너지화 시설 : 가축분뇨 자원화 계획이 명확하고 사업추진 의지가 높은 시·군 중 1일 70톤 이상 가축분뇨(70% 이상) 등을 활용하여 에너지 생산·이용 및 퇴·액비화 계획을 구체적으로 제시한 자
- 공통 적용사항
  - 영농조합법인과 농수산업회사법인을 사업대상자로 선정할 경우 '12년 농림수산사업

120) 축산분뇨 처리시설 및 유통비용 지원 사업의 대상으로는 개별시설, 공동자원화시설, 한센인 정착촌, 액비관련 시설 및 관련 기계 등이 포함되나, '④사업 대상자' 부터는 축산분뇨 에너지화에 관련한 내용만 발췌



실시규정 제48조에 따라 [별표4]의 농업법인 지원조건 및 사후관리기준을 준수(총출자금이 1억원 이상인 법인, 자본금이 사업비의 자부담금 이상으로 확보된 법인, 법인 설립 후 운영실적이 1년 이상인 법인 등)

- 「농업경영체 육성 및 지원에 관한 법률」 제4조 및 제8조 규정에 따라 농업경영체 정보를 등록하지 않은 농업경영체는 ' 12년부터 사업대상자 선정에서 제외

**(바) 지원 대상 및 자금의 용도**

- 개별시설 : 가축분뇨처리 시설·장비 구입비
  - 에너지화시설 : 가축분뇨를 활용하여 바이오가스, 고체연료 등 에너지 생산·이용 계획이 수립된 자
- 공동자원화시설
  - 에너지화 : 1일 70톤 이상 가축분뇨 등을 활용하여 에너지를 생산한 후 퇴·액비 등으로 자원화할 수 있는 시설·장비

**(사) 지원형태(조건) 및 사업의무량**

- 재원 : 농어촌구조개선특별회계 (농어촌구조개선사업계정)
- 재원비율 (%)

내역사업명	국비보조	지방비	국비용자	자부담	용자조건
○ 개별시설	30	20	50	-	10년(3년 거치 7년 균분상환), 연3%(민간기업 등 4%)
○ 공동자원화 시설					
- 퇴·액비화	40	30	30	-	
- 에너지화	30	30	20	20	

**(3) 산림 바이오매스 확충 사업<sup>121)</sup>**

**(가) 사업 목적**

- 고유가 시대를 맞아 상대적으로 소득이 낮은 농·산촌 주민들의 난방비 절감
- 화석연료를 대체함으로써 이산화탄소 저감 및 기후변화 협약에 대비
- 숲가꾸기 산물을 수집·이용함으로써 산림자원의 효율적 이용 도모

**(나) 성과목표 및 지표**

- 2015년까지 펠릿보일러 총 2만대 보급으로 농·산촌 보일러등유 사용자의 2.2% 펠릿난방으로 교체

121) 농림수산식품부 - 2012년도 농림수산 사업 시행 지침서 (2011.12)

성과지표	2012 목표치	최근 3개년 실적			지표산출 시기	측정방식
		' 09	' 10	' 11		
■ 가정용 펠릿보일러 보급(대)	2,800	3,000	4,000	4,000	2012.12	지자체 보급대수 집계

**(다) 연도별 재정투입 계획**

구 분	2009년까지	2010년	2011년	2012년	2013년 이후
합 계	13,000	15,200	14,800	13,160	28,200
○ 가정용 목재펠릿 보일러 보급					
- 국 고	3,900	4,560	4,440	3,948	8,460
- 지방비	5,200	6,080	5,920	5,264	11,280
- 용 자	-	-	-	-	-
- 차부담	3,900	4,560	4,440	3,948	8,460

**(라) 사업대상자**

- 농산어촌 지역 (읍·면 및 농촌형 등 지역 포함) 거주자

**(마) 지원자격 및 요건**

- 차부담 능력이 있는 자
- 국고보조를 받아 화목보일러 및 펠릿보일러 설치 후 7년이 경과한 자, 다만 보일러의 파손,고장에 따른 수리비 과다 소요 및 수리 불가능으로 부득이 관할 승인권자의 승인을 받아 사후관리기간에 폐기처분한 경우에는 예외로 함

**(바) 지원 대상**

- 기 설치된 보일러를 펠릿전용보일러로 교체하거나, 신규로 설치 시 지원
  - 보일러 제품(58.14kW이하)은 지식경제부 고시 「신재생에너지 설비 인증에 관한 규정」에 따른 인증제품 등 산림청 보급대상 보일러 등록제품에 한해 설치 가능
  - 화목겸용 목재펠릿보일러 지원 금지, 화목보일러를 설치한 경우(미사용 포함)는 지원 금지(단 화목보일러를 철거하고 펠릿보일러를 설치하는 경우는 가능)

**(사) 지원자금의 사용용도**

- 보일러(본체 및 연통, 연료통) 및 축열조와 이에 따른 설치비에 한함
  - 설치비는 보일러와 온수배관(분배기)을 연결하고 가동에 필요한 연통 등을 설치하는 비용으로 온수배관의 매설, 보일러실의 설치 등은 제외

**(아) 지원형태 및 사업 의무량**

- 본사업의 지원되는 자금은 농어촌구조개선특별회계 재원으로 지원

- 지원규모 : 1세대 또는 건축물 당 1대  
다만, 전세입자가 거주하는 경우, 건축물 구조상 여러 대의 보일러가 필요한 경우는 별도 검토를 통하여 지원여부를 결정
- 자금을 지원받는 가구는 사업 대상자로 선정 후 3개월 내 보일러 설치 완료
- 보조금의 기준단가는 다음과 같으며 보조금은 70%
  - 축열조 포함 470만원이내, 축열조 미포함 400만원이내
  - 보조금은 70%(국고 30%, 지방비 40%), 자부담은 30%

**(자) 지원한도액 기준 및 범위**

- 지원한도액
  - 1대당 최대사업비 축열조 포함 470만원이내, 축열조 미포함 400만원이내

**라. 산림청(122)**

**(1) 정책 여건**

- 국제적으로 기후변화 대응이 본격화되면서 온실가스 감축을 위한 산림 바이오매스 활용의 중요성 대두
- 정부에서 ‘30년까지 신재생에너지 11% 보급을 골자로 한 「국가에너지 기본계획」을 수립하여 추진 중에 있으며, 산림바이오매스는 조기 성과창출이 가능함
- 목질계 바이오매스 이용 확대에 따라 예상되는 원료경합에 대비하여 산림바이오매스의 신규 공급처 조성 필요

**(2) 기본방향**

- 산림바이오에너지 활용 효율성 제고를 위한 일관시스템 구축 확대
- 목재펠릿 생산시설 및 안정적 원료공급처 기반조성 등 수급 인프라 구축
- 목재펠릿 이용 다변화 및 품질관리 강화
- 목재펠릿 수요·공급확대를 위한 제도개선 및 유관기관 협조체제 구축

**(3) 세부추진계획**

**(가) 목재펠릿 보일러(난로) 보급사업의 다양화**

- [지자체 보급사업] 농·산촌주택용 및 사회복지시설용 이외 신규로 지역단위 집중난방 시설보급사업 추진

구 분	주택용	주민편의시설 및 사회복지시설용	지역단위집중난방 시설
대상	농·산촌 주택	경로당, 마을회관, 지자체가 운영하는 사회복지시설 등	집단화지역
보일러 용량	20kW 내외	20kW 내외	-
보급량 (예산)	2,800대 (3,948백만원)	200대 (470백만원)	3대 (450백만원)
기준단가	4,700천원	4,700천원	300,000천원
지원(%) 국고/지방비/자부담	30/40/30	50/50/-	50/20/30

- \* 58.14kW이하 보일러는 2012년 가정용 목재펠릿 보일러 보급 기준(별도 시달)에 적합한 보일러에 한하여 보급 계획
- \* 주민편의시설 및 사회복지시설용의 경우 보일러 기본 규격은 20kW이나 시설 규모가 크거나 작을 경우 펠릿보일러 설계서에 따른 사업비 조정 가능
- \* 지역단위 집중난방이란 40~50가구가 밀집한 곳에 펠릿보일러 1대와 예비용 기름보일러를 놓고, 배관을 하여 집집마다 열을 공급하는 방식

- [산업용보일러 보급사업] 펠릿 소비량도 많고 4계절 수요가 있는 산업용 목재펠릿 보일러 지원사업의 원활한 추진을 위하여 공모사업 추진
  - 2012년 1/4분기와 2/4분기로 구분하여 공모를 통해 보일러 설치를 지원받을 대상 업체(이하 지원 대상 업체) 선정 (붙임 1참조)
  - 지원형태(사업시행주체) : 민간보조(산림청)
  - 지원단가 및 지원조건 : 3억원/대, 국고 50% · 자부담 50%
- [펠릿난로 보급사업] 소속기관 및 군부대, 경찰서, 교도소 등 국가기관에 보급
  - 지원형태(사업시행주체) : 국가기관 직접사업(산림청, 지방청)
  - 지원단가 및 지원조건 : 200백만원/대, 국고 100%

**(나) 숲가꾸기 산물 등을 활용한 목재펠릿 제조시설 설치**

- 펠릿제조시설은 '11년 12월 사업공모로 선정된 시·군을 대상으로 설치 추진
  - '12년 1월말까지 해당 지자체와 원료수급 등에 관한 MOU체결
  - '12년 12월까지 준공이 될 수 있도록 사전절차 이행(5월까지 착공)
- \* 설치대상 : 미정

**(다) 목재펠릿 보일러 품질향상 및 유통질서 확립**

- 에너지관리공단에서 인증된 보일러 중 열효율, 생산설비 보유여부, 기술개발 노력, A/S계획 등 항목을 추가 심사하여 선정
  - 열효율 : 인증기준 85% → 자체심사기준 87%
- 소비자가 비교 후 우수제품을 선택할 수 있도록 인증에 따른 성능 심사표 및 주요부품의 규격, 제조사, 원산지 등 사전 정보 제공

- 불법영업, 비정상 설치 등으로 발생한 일체의 책임을 본사에서 지도록 설치업체 자격을 보일러 제조사 본사로 제한
- 개별 보일러마다 가격을 심사하여 개별 기업별로 기준가격 결정
  - 업체에서 제출한 원가계산서와 산림청 자체로 외부 전문기관에 용역한 결과를 비교하여 결정

**(라) 수변 에너지림 조성으로 안정적인 바이오에너지 공급 기반 마련**

- 주요 강·새만금 등 수변지역 유휴토지에 목재 에너지림을 조성하여 바이오 에너지 공급원으로 활용
  - '12년 새만금(30ha), 강변(20ha) 지역에 조성, 효율적인 조성·관리를 위한 기술개발 추진
  - 포플러 식재 시 2~3년마다 수확, 30톤/ha, 1회 식재 5회 수확 가능
  - 총 사업 규모 : 5,000ha(새만금 1천ha, 수변지역 유휴지 4천ha)
- 새로운 탄소 흡수원 확충 및 탄소배출 저감으로 기후변화 대응
  - RPS 시행 등에 따른 바이오매스 수요 확대에 대비

**(마) 추진 일정**

- 국고보조금 교부결정 : 2012. 1월
- 펠릿 제조시설 조성사업 세부추진 사업계획서 제출 : 2012년 1월말까지
- 목재펠릿 품질시험 : 상·하반기 2회
- 펠릿보일러 및 제조시설 조성사업 추진실적 보고 : 매분기 익월 10일까지
- 지자체 자체 및 중앙점검반 현지지도 점검 : 상·하반기 2회
- 국고보조사업 정산보고 : 2013년 2월말까지

**제2절 물질자원화**

**가. 친환경농업<sup>123)</sup>**

**(1) 정책추진 배경 및 목적**

- 농업과 환경의 조화로 지속 가능한 농업생산을 유도하며, 환경을 보전하고 안전한 농산물 생산을 추구함
- 친환경농업은 FTA 등 시장개방화에 대응하여 우리 농산물의 경쟁력을 향상시키는데 핵심적인 요소임

**(2) 추진목표(계획)**

- 2017년까지 무농약 이상 재배면적 비율을 10%까지 확대
  - ('09) 4.9% → ('12) 7.3 → ('15p) 9.0 → ('17p) 10.0

123) 농림축산식품부 홈페이지. 정책홍보, www.mafra.go.kr

구분	'01	'05	'11	'12
농가수(천호)	5	53	161	143
재배면적(천ha)	5	50	173	164
생산량(천톤)	87	798	1,852	1,498

- 친환경농산물 생산 확대와 더불어 유통활성화, 소비촉진 강화

### (3) 관련법령 및 사업

- 관련법령 : 친환경농업육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률
- 관련사업 : 친환경농업지구조성사업, 광역친환경농업단지조성사업, 친환경자재지원사업(유기질비료, 토양개량제), 친환경농업직불제, 녹비작물종자대지원사업, 친환경농산물직거래지원사업

### (4) 세부사업 내용

#### (가) 생산·연구분야

- 토양지력 증진 및 친환경농자재 지원
  - 산성토양 및 유효규산 함량이 낮은 농경지에 토양개량제(석회, 규산) 공급으로 토양지력 증진 도모('13년 800천톤, 756억원)
  - 토양의 유기물함량 증대와 화학비료 사용량 절감을 위해 녹비작물 종자공급 지원('13년 100천ha, 94억원)
  - 토양환경을 보전하며 가축분뇨의 자원화를 위한 유기질비료 지원('13년 2,900천톤, 1,450억원)
- 친환경농업 생산기반 확대
  - 친환경농산물 생산의 안정적 기반 구축을 위한 친환경농업지구, 광역친환경농업단지 조성 확대('13년까지 지구조성 1,112개소, 광역단지 44개소)
    - '15년까지 목표 : 지구조성 1,300개소, 광역단지 60개소
- 친환경농업 실천농가 경영안정 지원
  - 친환경농업 실천농가의 경영안정을 위한 친환경농업직불 지원('13년 56천ha, 376억원)
- 친환경농업 전문 연구시설 조성
  - 지역실정에 맞는 친환경농업 기술연구, 교육 등을 수행할 수 있는 전문 연구시설 지원('13년까지 6개소, 254억원)

#### (나) 유통·소비분야

- 친환경농산물 유통 활성화
  - 친환경농산물 물류비용 절감, 유통망 확충을 위한 종합물류센터 건립(2개소 : 경기 1, 전남 1)
    - 경기 : '09~'12(4년)/ 480억원, 전남 : 12~ '15(4년)/ 289억원
  - 친환경농산물 소비지판매장 개설지원('13년 8개소, 용자 19억원)

- 친환경농산물 직거래매취자금 지원('13년 50개소, 용자 500억원)
- 친환경농산물 출하 농업에게 대한 신속한 대금정산을 위해 종합물류센터 결제자금 지원('13년 1개소/경기, 용자 200억원)
- 친환경농산물 소비촉진 및 홍보 강화
  - 지상파·케이블 등 대중매체 홍보(CF), 급식관계자 친환경농업 교육교재 및 임산부 친환경육아 레시피 제작·배포, 친환경농업 현장체험 등 지원('13년 448백만원)
  - 소비자와 함께하는 '유기데이(6·2데이)' 등 친환경농업 행사 추진
  - 판로확대, 소비촉진 등을 위한 친환경농산물 자조금 조성지원('13년 15억원 - 국비 6, 단체자금 9)
  - 생산자, 유통업체, 학교급식, 지자체 등 친환경농업 유공자 등 정부포상 시상(매년 연말)

## 나. 친환경농업지구조성사업

### (1) 목적

- 상수원 보호구역 또는 친환경농업 실천이 필요한 지역을 중심으로 다양한 형태의 친환경농업 실천기반조성
  - 농약·화학비료 사용량 감축과 축산분뇨 자원화를 통한 농업환경 유지·보전과 고품질 안전농산물 생산체계 구축

### (2) 근거법령

- 친환경농업육성법 제19조 제1항 및 제2항

### (3) 연도별 재정투입 계획

(단위: 백만원)

구분	2010년까지	2011년	2012년	2013년	2014년이후
합계	336,300	8,000	8,500	15,500	75,000
보조	130,020	2,400	2,550	4,650	22,500
용자	29,500				
지방비	107,120	4,000	4,250	7,750	37,500
자부담	69,660	1,600	1,700	3,100	15,000

### (4) 지원자격 및 지원 대상지역

- 농경지가 10ha이상 집단화 되고, 참여농가가 10호 이상인 지역
- 상수원보호구역 또는 상수원 보호구역 외의 지역이라도 지역단위로 친환경농업실천이 가능한 지역

### (5) 지원형태 및 사업의무량

구 분	세부사업메뉴	비고
가. 친환경농자재 생산시설·장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>○미생물 배양시설 및 부대장비 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물 배양기, 배합기, 로다, 분쇄기 등</li> </ul> </li> <li>○목재파쇄기(툽밥제조기 포함), 왕겨 자원화 시설 및 장비 등</li> <li>○퇴비화 및 액비화 저장시설(살포기 등 부대장비 포함)</li> <li>○농산부산물을 이용한 퇴비 제조 시설·장비</li> <li>○토양개량제 및 퇴비 살포장비, 심토파쇄기 등 토양관리 시설·장비</li> <li>○INM·IPM 실천에 필요한 시설·장비</li> <li>○기타 농업환경 오염경감에 필요한 시설·장비</li> </ul> <p>*친환경농자재는 친환경농업육성법시행규칙 제7조 별표1의 토양개량제와 작물생육 및 병해충 관리를 위해서 사용이 가능한 자재임</p>	공동으로 이용할 수 있는 시설·장비
나. 친환경농산물 생산시설·장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>○친환경 쌀 생산에 필요한 시설·장비</li> <li>○친환경 유기 농축산에 필요한 생산시설·장비</li> <li>○조사료 생산시설·장비</li> <li>○기타 친환경농업 실천에 필요한 생산시설·장비</li> </ul>	
다. 친환경농산물 유통시설·장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>○예냉시설, 선별기, 포장기 등 유통에 필요한 시설·장비 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 집하장 또는 공동작업장 포함</li> </ul> </li> <li>*산지직판장 등 판매시설은 제외</li> <li>○가공시설은 친환경농업지구조성사업 선정당시 주작목으로 지원받은 품목과 관련이 있을 것(총사업비의 50% 범위 이내에서 만 투자)</li> </ul>	
라. 친환경농업 교육시설·장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>○교육장, 교육용 기자재(PC 등) 등 친환경농업기술 교육·소비자 홍보에 필요한 시설·장비 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이용자 수요가 다수임을 객관적으로 증명되는 지구에 한함</li> <li>- 마을회관 신축, 휴·폐교 임대료는 제외</li> </ul> </li> </ul>	
마. 기타	○설계·감리비 등 부대비용	

## 다. 광역친환경농업단지조성사업

### (1) 목적

- 농업환경개선과 친환경농업육성을 위해 시·군 수계단위로 경종과 축산을 연계한 광역 단위 자원순환형 친환경농업단지 조성
- 소규모·고비용의 친환경농업방식을 저비용·고효율의 대규모 친환경농업방식으로 전환하여 2015년까지 친환경농산물(무농약 이상) 재배면적 비율을 12%까지 확대
- 600ha이상의 친환경농업 실천이 가능하고 사업효과를 극대화 시킬 수 있는 단지 위주로 선정하여 향후 한국형 친환경농업의 모델단지로 육성
- 경종·축산 연계 자원순환형 농업을 토대로 지역별 특성과 영농구조를 반영한 맞춤형 광역친환경농업단지 조성

### (2) 근거법령

- 친환경농업육성법 제19조(친환경농산물 생산·유통지원)



### (3) 연도별 재정투입계획

(단위: 백만원)

구분	2010년까지	2011년	2012년	2013년	2014년이후
합계	161,385	76,734	70,000	69,302	188,666
보조	80,385	34,100	23,800	20,791	56,600
지방비	64,400	31,749	32,200	27,720	75,466
자부담	16,600	10,885	14,000	20,791	56,600

### (4) 지원자격 및 지원 대상

- 사업면적 600ha이상 확보가 가능한 조직
- 대상품목 : 벼, 채소, 과주, 축산 특작 등 친환경농산물인증이 가능한 전 작물

### (5) 지원형태 및 사업의무량

- 재원 : 광역지역발전특별회계(광역발전계정)
- 사업비 : 개소당 사업비 60~100억원 지원
  - 600ha이상~800ha미만:60억원, 80ha이상~1,000ha미만:80억원, 1,000ha이상 : 100억원
  - 지원기준 : 국고 30%, 지방비 40%, 자부담 30%

(6) 주요시설 및 장비내역(예시)

구 분	시설.장비명	비 고
친환경 농자재 생산 시설장비	미생물 배양시설 .장비	○ 혐기성균, 호기성균, 광합성균 등 미생물 배양을 위한 배양기, 저장탱크 등의 일체 시설 ○ 살포장비 등
	생물제재 등 제조시설.장비	○ 목초액, 키토산, 아미노산, 천혜녹즙, 한방영양제, 버섯추출액, 클로렐라 추출액, 석회보르도액, 유황합제, 담배 추출물, 자연암석 분말용액, 청초액비, 천연식초, 과일효소 등 ○ 왕겨자원화시설 등
	유기질 비료 제조시설.장비	○ 농축임수산 부산물을 이용한 퇴비 등의 제조시설 장비 - 퇴비제조장, 지렁이 분변토 제조장 - 배합기, 분쇄기, 톱밥제조기 등 - 로더, 살포기 등
친환경농 축산물 생산시설장비	수도작용 공동육묘장	○ 육묘장, 관수시설, 발아실, 대차 등 시설 장비 일체
	농기자재 보관창고	○ 농기계, 농자재 등의 보관시설
	친환경 조사료 생산시설.장비	○ 벗짚, 총채보리 등 친환경 조사료 배합 및 보관 시설, 수확기, 랩핑기 등 시설.장비 일체
	친환경농업 관련 시설.장비	○ 오리.우렁이.쌀겨 농법 등에 필요한 시설.장비 등 - 우렁이양식장 등 - 쌀겨펠릿 제조기 등
농축순환 자원화시설	농축산순환 자원화센터 (개방형/밀폐형)	○ 밀폐형 가축분뇨 운반차량 ○ 가축분뇨 저장시설 / ○ 톱밥 저장시설 ○ 혼합시설(Skid Loader or Bucket Tractor) ○ 밀폐형 퇴비장 / ○ 탈취시설 ○ 기계 교반시설(Screw, 에스컬레이트) ○ 블로어(공기주입기) / ○ 침출수 배수시설 ○ 후숙 및 반출용 저장시설 ○ 운반장비(Skid Loader, Bucket Tractor) ○ 포장시설(Bulk, Pellet, 플라스틱 포대) ○ 퇴비 비료성분 분석 장비 : - 유기물, 부숙도, 수분, 질소, 구리, 아연 분석 ○ 퇴비 살포 장비
농축순환 자원화시설	친환경 벼 보관시설	○ 저온.건조.저장 시설 등
	친환경농산물 가공시설	○ 브랜드상품이나 학교급식 등을 위한 친환경농산물 가공시설
	친환경 농산물 유통시설	○ 집하.예냉.저온.선별.포장.저장을 위한 시설 장비
교육 관광 기반시설	교육시설	○ 친환경농업교육장 ○ 홍보.전시장, 사무실 ○ 태양광 발전설비 및 부대시설 등
	생태 공원조성	○ 산책로, 자연 정화형 수로 및 연못, 수생식물 식재, 조망용 텍 크(Deck), 태양광 가로등 등
	에듀 팜	○ 체험학습장, 농로, 급.배수 시설, 교육용농기자재 보관창고, 원두막 등

**라. 친환경비료지원사업(유기질비료)**

**(1) 목적**

- 농림축산부산물물의 재활용·자원화를 촉진하고 토양환경을 보전하여 지속가능한 친환경 농업육성
- 환경친화적인 자연순환농업의 정착 및 고품질 안전농산물 생산 유도

**(2) 근거법령**

- 비료관리법 제7조(비료의 공급)

**(3) 연도별 재정투입계획**

(단위: 천톤, 백만원)

구분	2010년까지	2011년	2012년	2013년	2014년이후
물량	12,450	2,500	2,700	2,900	3,000
국고(보조)	587,550	125,000	135,000	145,000	150,000

**(4) 지원자격 및 지원 대상**

- 농업인·영농조합법인 또는 농업회사 법인으로서는 부산물비료(유기질비료 포함)를 직접 농산물 생산에 사용하는 자로서 친환경인증농장, 친환경단지농가에 대해서는 우선순위를 부여
- 유기질비료(3종, 혼합유박·혼합유기질·유기질복합비료), 부산물비료(2종, 가축분 퇴비·퇴비)

**(5) 지원형태 및 사업의무량**

- 재원 : 국고, 지방비, 농협지원금 등
- 지원조건: 보조(국고+지방비+농협지원금 등) 80%이내, 자부담 20%이상



# 부 록 4

- 사업시행지침서



# 제1장 사업개요

## 제1절 목적

- 농업부산물, 가축분뇨 등을 활용, 바이오가스과 전기 등 청정에너지를 생산함으로써 경종농업과 축산업, 에너지기술이 융·복합하는 농어촌 바이오에너지 순환 마을 조성

## 제2절 근거법령 및 추진배경

- 바이오피아 조성과 관련된 법령 제시
  - 농어촌구조개선특별회계법 제5조(농어촌특별세사업계정의 세입 및 세출)
  - 친환경농업육성법 제19조(친환경농산물 생산·유통지원)
- 폐자원 및 바이오매스에너지 대책 실행계획('09.7.6 관계부처 합동 BH 보고 등)

## 제3절 사업목표

- '16~( ) 시범사업 ( ) 지구 추진
- ( )년 이후 본 사업 추진계획

성과지표	2015 목표치	최근 3개년 실적			지표산출 시기	측정방식
		' 13	' 14	' 15		
■ 사업완료(개소)					익년도 2월	사업완료 여부

## 제4절 연도별 재정투입계획

- 지원형태 : 지자체보고
- 총사업비 및 지원조건 : (국고 , 융자 , 지방비 , 자부담)

(단위 : 백만원)

구 분	2013까지	2014년	2015년	2016년	2016년이후
합 계				0000	
국 고				0000	
지방비				0000	
융 자				0000	
자부담				0000	

## 제2장 2016년 사업시행 주요내용

### 제1절 사업대상자 및 지역

1. 사업주관기관 : 지자체(시장·군수)

2. 사업추진절차 : 사업지침 수립·시달(농식품부) → 지자체 계획수립→시범사업 신청(지자체) → 대상지역 선정(농식품부) → 바이오피아 조성(지자체)

3. 사업추진체계

가. 사업시행자 : 시·군(지자체), 한국농어촌공사

\* 지자체가 마련한 바이오매스 활용기본계획에 따라 사업추진

나. 사업운영주체 : 법인 또는 지자체

\* 농업회사법인, 영농조합법인, 지자체 부설기관, 또는 농어촌공사(소속기관) 등 지역 실정에 맞는 법인이 운영

다. 기술지원: 전문기술지원반

\* 한국농어촌공사, 농촌진흥청, 농경연, 학계 전문가로 전문기술지원반 구성

4. 사업대상지

- 예) 가축분뇨와 농축부산물 등을 이용하여 바이오 에너지 생산·이용 및 퇴·액비화 계획이 수립된 지역

### 제2절 지원자격 및 요건

- 예) 사업별 참여공법사는 신·재생에너지설비 전문기업이어야 함

- 예) 사업 준공 후 국내·외 온실가스 감축사업에 의무 참여

### 제3절 지원자금 사용용도

1. 바이오피아에 포함되는 사업내역

- 예) 바이오에너지시설, 조경, 교육장 등등



## 제4절 지원조건

1. 재원
2. 지원비율 : 국고, 용자, 지방비, 자부담
  - 용자조건 : 3년거치 7년 균분상환 등

## 제5절 지원한도액 기준 및 범위

1. 지원규모
2. 세부사업별 사업단가
  - 가축분뇨 퇴·액비화 시설
  - 바이오가스 시설
  - 목재펠릿시설 등

# 제3장 표준프로세스(SP)에 따른 담당기관 역할

## 제1절 사업신청단계

### 농식품부

- 사업추진 방향, 사업물량, 시범사업 대상자 선정기준 등을 수립하여 사업지침에 반영하여 시·도에 통보

### 시·도(시.군)

- 시·도에서는 사업시행지침이 통지되면 홈페이지 등에 사업신청 공고
  - 공고내용 : 목적, 신청자격, 신청기간, 신청방법, 선정절차 등
- 시·군은 가축분뇨 에너지화사업 희망자를 취합하여 시·도에 제출
- 시·도는 시·군의 사업계획 및 예산요구 등을 검토 후, 농식품부에 신청
  - 다수의 시·군에서 신청할 경우, 반드시 우선순위를 정하여 제출

## 제2절 사업자 선정 단계

농림축산식품부

### 대상자 우선 선정기준

#### < 사업자 >

- 사업비 투자 및 조달계획을 구체적으로 수립된 자
  - 반드시 투자 및 조달계획 관련 근거자료 제시
- 사업주체(민간기업 등)가 지방비 중 대체 비율이 많은 자
  - 지방비의 대체 비율에 따라 평가 차등 실시
- 민간기업(공법사 포함)이 사업주체로서 국내 사업발주 실적이 많은 자
  - 민간기업이 사업주체인 경우 인센티브 부여, 사업실적 증빙자료 제시
- 에너지 생산·이용 및 소화액 이용계획을 구체적으로 수립한 자
  - 청정에너지 농업(축사, 원예하우스, 농산물건조시설 등)에 에너지(폐열포함) 이용계획을 구체적으로 제시한 자
- “농림축산식품과학기술육성법”에 의해 개발된 기술을 활용하는 자
  - 동 법률에 의해 개발된 기술 또는 공법을 이용할 경우

#### < 지역 >

- 지역행복생활권 사업계획과 연계된 사업신청시 우선 선정
- 기존의 공동자원화 또는 액비유통센터 조직과 연계하는 지역
  - 원료 확보, 퇴·액비 이용 체계가 구축된 공동자원화 사업장과 연계되어 있고, 동 사업장과 인접한 경우
- 발생된 발효액을 액비화 하여 전량 농경지에 환원할 수 있는 지역
- 사전 사업설명 등으로 지역 주민의 민원을 원만하게 해소할 수 있는 지역
- 가축사육이 밀집된 지역으로서 원료 조달이 용이한 지역
- 생산된 에너지(가스, 전기, 폐열)를 농가·축사·원예시설 등에 사용할 계획이 구체적으로 수립된 지역
- 지역 환경개선을 위해 4대강 지류하천 유역, 새만금사업 등과 연계하여 추진하는 지역 등
  - ※ 기타 심사평가에 필요한 세부기준은 별도로 정함

### 평가방법 및 절차

- 평가위원 : 축산환경자원화협의체 위원 중 전문평가단을 구성·운영
  - 퇴·액비, 에너지, 환경분야 등 각 분야별 1명 이상 10명 내외로 구성
- 평가절차 : 서류 → 현장 → 발표(P/T) 평가 순으로 실시
  - ※ 평가위원 구성, 평가기준, 평가방법 및 절차 등 세부사항은 별도 정하여 운영

### 대상자 선정결과 통보 및 예산 배정

- 평가결과, 적정한 자를 사업 대상자로 확정·통보하고, 예산 배정

### 시·도(시·군)

- 시·도 : 사업 신청서에 대한 사전 타당성을 검토한 후, 전문가 등의 심의를 거쳐 우선순위를 정하여 농식품부에 제출
  - 다수의 시·군에서 사업 신청이 있을 경우, 반드시 우선순위를 정하여 제출(자체 우선순위 기준을 정하여 운영)
- 시·군 : 1개 시·군, 1개 사업자 신청을 원칙으로 함. 다만, 다수의 대상자가 사업을 신청한 경우, 전문가심의회 등의 심사과정을 거쳐 1개소만 선정하여 시·도에 제출
  - 사업 신청서 등을 종합적으로 검토, 농정심의회 등을 거쳐 시·도에 제출

## 제3절 세부계획 수립

### 농식품부

- 시·도를 통해 제출된 세부사업 계획서에 대한 평가 및 컨설팅 등을 위해 ‘축산환경자원화협의체’ 위원 중에서 심사평가단을 구성·운영
  - 미흡 사항에 대하여는 보완토록 조치하고, 이행여부 확인
  - ※ 사업의 효율적 추진과 사업관리·평가 등을 위하여 컨설팅, 추진상황 모니터링, 현장출장, 평가 등에 소요되는 비용은 자연순환농업활성화(축산환경자원화협의체 운영비) 사업비에서 집행

### 시·도(시·군)

- 시·군은 보조사업자로부터 농림축산식품분야 재정사업관리 기본규정에 의하여 보조금 교부신청서와 대출신청 자료를 함께 제출받아 세부사업계획의 타당성을 검토하여 시·도에 제출
- 시·도는 시·군에서 제출된 세부사업계획에 대하여 적정 여부를 면밀히 검토한 후, 검토의견을 첨부하여 세부사업계획서를 농식품부에 제출
- 사업계획 변경·승인 및 보고
  - 사업주체 및 공법의 변경 : 사업주체 변경 요청 → 시·군 검토 → 시·도 검토 → 농식품부 검토 후 승인
  - ※ 농식품부는 공법 변경의 경우, ‘축산환경자원화협의체’ 위원 중에서 심사평가팀을 구성하여 검토 후 승인
  - 기타 사업계획의 변경 : 사업주관기관인 시·도에서 검토 후 승인하고, 동 내용을 직상위기관에 보고

※ 시도 및 시·군은 사업 변경 사유의 적정성, 변경 이후 사업의 정상추진 여부 등에 대하여 면밀히 검토한 후 승인할 것

○ 사업주관기관은 가축분뇨 에너지화 사업 추진반 구성·운영

- 추진 반장 : 행정부지사

- 추진 반원 : 사업추진 담당과장 및 농지·건축·환경 등 인허가 부서 담당과장(필요시 시·군 담당과장 포함), 설계·감리업체, 시공업체 등

- 주요 임무 : 인허가 신속처리 협조, 민원해소 방안 강구, 사업추진상황 점검, 매월 사업추진 대책회의 등

- 보 고 : 사업 추진반 구성 현황을 세부사업계획에 포함하여 제출, 점검·대책회의 결과는 매월 말까지 농식품부에 보고

### 보조 사업자

○ 보조사업자(사업주체)는 사업대상자로 확정 통보를 받은 경우, 지역 실정에 적합한 세부 사업계획을 작성하여 사업주관기관(시도 또는 시·군)에 제출

○ 보조사업자는 세부사업계획을 수립한 후, 농식품부의 축산환경컨설팅 사업에 의한 4단계 컨설팅을 받아야 함.

- 4단계 컨설팅 : 기본설계 및 실시설계 → 시공단계 → 시운전 단계 → 시설운전 및 평가

○ 보조사업자는 기존 공법을 보완·발전시켜 산업화를 위한 기술개발계획 수립, 지자체·사업주체·연구기관 등 관계기관들로 구성된 자체 평가계획 수립

○ 사업계획 변경 및 사업 포기

- 보조사업자는 사업계획을 일부 또는 전부를 변경하거나 사업을 포기하는 경우에는 사업주관기관에 사업계획 변경 신청 및 사업 포기서 제출

\* 사업 변경 및 포기 등 사유가 발생한 날로부터 15일 이내

\* 최근 3년내 사업대상자 선정후 민원발생 등으로 사업포기 및 대상자 확정후 공정률 50%미만인 경우 해당 시·군, 공법사에 대하여 1년간 사업참여 제한.

- 보조사업자는 가축분뇨 에너지화 공정과 관련된 설계 등 변경은 반드시 ‘축산환경자원 화협의체’ 심사평가단과 사전 협의하여야 함

## 제4절 사업 시행

### 시도(시·군), 감리기관, 허가청

가. 시설·장비 등의 정보 제공 : 축산분뇨처리시설 사업지침에 준함

## 나. 공사계약 지도 및 확인 등

- 사업주관기관은 보조사업자가 기계·장비를 구입할 경우, 국립농업과학원 또는 공인기관 등에서 공인한 제품을 구입토록 하고,
  - 또한, 자가시공을 제한하고, 관련법령(가축분뇨법 제34조, 신재생에너지촉진법 제22조 등)에 따라 유자격 업체와 계약을 체결하여 사업을 추진하도록 하고, 이를 확인해야 함.
- 사업주관기관은 가축분뇨 에너지화시설 공사계약시 시운전기간을 공사계약기간에 포함하고 준공조건(바이오가스 생산량, 발전량, 퇴.액비 기준 등)을 명시하며, 준공과정에서 부적합 판정시 보완공사기간 및 비용부담 등 계약 당사자간에 부담해야 할 조치사항을 포함하도록 함.
- 사업주관기관은 제조·시공·판매업체로 하여금 보험사업자가 발행한 하자이행보증보험증권을 보조사업자에게 교부토록 하고, 보험증권 사본을 사업주관기관에 제출(소액계약 등 사업주관기관이 하자이행보증보험증권 제출이 불필요하다고 인정한 경우 보증보험 제출 생략 가능)
  - 보험가입금액은 계약금액의 2% 이상, 보험기간은 최소 1년 이상

## 다. 착공·시공 및 감리

- 사업주관기관은 보조사업자 또는 시공업체로 하여금 사업계획과 설계도 등에 따라 사업을 착공하게 하되, 보조사업자가 보조금교부결정 통지일로부터 6개월이 경과하여도 사업을 착공하지 못할 경우, 사업대상자 변경 또는 사업비 반납조치를 할 수 있음.
- 사업주관기관은 보조사업자로 하여금 설계전문업체(건축법 등 관련 법령에 의한 유자격업체)와 공사감리계약을 체결토록 지도(공동자원화시설은 의무적으로 공사감리계약 체결)
- 사업주관기관 및 공사감리기관은 부실시공 또는 불공정행위를 발견한 경우, 당해 시공업체에 공사중지, 하자보수, 재시공 명령 등 조치를 취하고, 향후 사업참여 제한
- 준공검사는 허가청이 i) 가축분뇨처리시설의 준공검사(환경담당)를 먼저 한 후, ii) 건축물의 준공검사(건축담당)를 하고, iii) 사업주관기관이 사업완료검사·정산 등 검정(축산담당)을 실시

## 라. 기타 사항

- 사업주관기관은 농가 또는 업체로부터 신선한 원료를 조달받을 수 있도록 연차별 지원 계획을 수립
- 사업주관기관은 생산된 에너지의 효율적 이용을 위하여 에너지화시설 주변 축산농가, 원예시설, 농어촌가구, 농산물건조장 등에 이용할 수 있는 방안을 강구하고 지원계획을 수립할 것

## 보조사업자

### 가. 시설의 허가·준공 검사

- 보조사업자는 가축분뇨법 제11조의 규정에 의거 가축분뇨처리시설 또는 신재생에너지화 시설을 설치하는 경우 사업시공 전에 허가청(건축·환경담당부서 등)의 허가를 받거나 신고를 해야 함.
- 보조사업자는 가축분뇨처리시설 또는 신재생에너지화시설을 완료한 경우, 가축분뇨법 제15조 또는 신재생에너지 촉진법 등에 의한 시설의 준공검사 후, 건축법에 의한 건축물의 준공검사를 실시

### 나. 시공업체 계약체결

- 보조사업자는 공법사에게 토목·건축 등 공사 전반에 대해 일괄발주를 원칙으로 하되, 공법사가 토목·건축 등 자격이 없는 경우에도 컨소시엄을 구성하여 일괄발주토록 하고, 부득이한 경우 분리발주 가능
  - 공법업체에게 일괄발주 하는 경우 공사중 또는 완공후 하자 등 문제발생시 공법업체가 일체의 책임을 지고 보완 등의 조치를 취해야 함.
- 보조사업자는 시공업체(공법사가 자격이 있거나 유자격자와 컨소시엄을 구성한 경우 포함)와의 계약을 체결하는 경우, “별지서식1”의 시설설치 공사도급 표준계약서 또는 사업주관기관이 지정한 서식에 의하여 계약서 작성
  - 공사 중 또는 완공 후 하자 등 문제발생에 대한 보조사업자와 공법업체, 시공업체간 명확한 책임·관리에 대한 계약사항 포함해야 함

### 다. 설계·시공 및 감리

- 공법사 책임하에 설계를 하고, 시공설계도서(도면 및 내역서)와 공정계획표를 작성하여 제출하고 공사감리자의 확인을 받도록 조치

### 라. 기타 사항

- 보조사업자는 참여농가 관리방안, 시설의 감가상각을 고려한 수거료 징수방안 등이 포함된 자체 운영규정을 마련하여 운영
- 보조사업자는 원료 공급처별(축산농가, 농축부산물, 음식잔재물 공급업체 등)의 관리계획을 수립

## 제5절 자금배정(집행) 및 정산

### 농림축산식품부

- 사업비 배정 : 시·도에서 매달 20일까지 보조금과 융자한도액을 신청한 예산요구액에 한하여 다음 달에 배정

### 시도(지자체) 및 대출취급기관

가. 사업자금 배정신청 : 축산분뇨처리시설 사업지침에 준함

나. 사업자금 집행 및 정산

- 사업주관기관
  - 사업자금의 집행은 「농림축산식품분야 재정사업관리 기본규정」에 따라 집행
  - 기성고에 따라 사업자금을 집행하되, 보조금의 10% 수준은 시설준공 후, 1개월 수준(정상운영 확인기간 포함) 시험가동, 1개월 이상 정상가동(시설용량의 90% 이상 유입)을 확인하고, 사업비 정산 실시
  - 기타 사항은 “축산분뇨처리시설 사업지침”에 준함

## 제6절 이행 점검 단계

### < 사후 관리 >

#### 농식품부

- ‘축산환경자원화협의체’ 위원 중 평가심사단 구성·운영, 추진상황 모니터링, 컨설팅, 평가 등 업무 위탁
- 점검방법 : 전문 점검반 구성, 연 2회(상·하반기) 점검 실시
- 점검내용 : 사업 진척도, 계획대로 추진여부, 사업자금의 적정 집행내역 등
- 점검결과, 지적사항은 사업주체 등에 통보하여 보완하도록 조치

#### 시도(시군), 대출취급기관

- 시도 및 시군은 합동으로 분기별 자체 점검 협의회를 개최하고, 그 결과를 익월 10일까지 농식품부에 보고
- 시도(시군)는 에너지화사업으로 취득한 시설·장비의 효율적 활용을 위하여 전담책임자를 지정, 자체 “관리카드”를 비치, 기록·유지 등 사후관리 감독 철저
- 사업주체는 에너지화시설 자체 운영규정을 마련하고, 운영비, 수익금, 경영성과 등 경영 장부를 기재

- 에너지화시설 준공 후, 매년 운영평가 보고서를 작성하여 시·도를 거쳐 농산식품부에 제출
- 사업자는 에너지화시설에서 생산된 퇴·액비가 「비료관리법」 제4조 규정에 의한 비료 공정규격 적합성 여부를 연 2회 이상 분석하고, 그 결과를 비치
- 보조금으로 취득한 중요 재산관리는 축산분뇨처리시설 사업지침에 준함

## < 제 재 >

### 시·도(시·군), 대출취급기관

- 사업주관기관 및 대출취급기관은 사업자가 지원자금의 상환완료기간까지 사업을 계획대로 추진하고 있는지 여부를 수시로 점검하고, 시설·장비 등을 가동하지 않거나 용도 이외로 사용할 때에는 자금 회수 등 조치
- 사업주관기관은 사업대상자가 허위 영수증을 발급받는 등 사업비를 부당으로 지원 받은 경우에는 지원 사업비를 회수 조치하고, 향후 5년간 동 사업대상자 선정에서 제외하고, 허위 영수증 발급업체는 3년간 사업 참여 제한
- 사업추진 과정에서 사업주관기관 또는 사업주체(보조사업자)가 사업지침 및 세부추진계획, 기타 지시사항 등을 이행하지 않거나, 장기간(확정 통보후 6개월 이상) 사업추진이 지연될 경우, 시정조치·사업중단·사업취소 등의 조치를 취할 수 있음.

## 제7절 사업평가 및 환류 단계

### 평 가

- 주관기관 : 농식품부는 사업 평가팀을 구성하여 평가 실시
  - ※ 평가팀은 축산환경자원화협의체 위원 중에서 구성(10명 내외)하여 종합평가 실시
- 평가대상 : 사업주관기관 및 사업대상자
- 평가시기 : 사업진도 평가(분기별), 사업완료 후 종합평가(시운전 직전, 시운전 이후 평가)
- 평가내용 : 사업 세부추진계획 등에 대한 종합적인 내용을 평가
- 평가 세부항목은 평가팀에서 별도의 기준을 마련하여 농식품부에 제출

### 환 류

- 사업주관기관 및 사업주체는 분기별 평가결과, 지적사항에 대하여 보완계획을 수립하고, 검토한 후 세부추진계획에 반영
  - 전분기 지적사항은 다음분기 평가시 추진실적 및 계획을 평가팀에 설명
- 사업의 에너지 대체, 경제성 등을 종합적으로 평가한 후, 그 결과에 따라 사업 확대 추진
- 개발된 상용화기술은 향후 정책지원사업 등에 적극 활용 방안 강구



## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 생명산업기술 개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 생명산업기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.