

최 종  
연구보고서

## 자연순환형 유기농업 표준모델 개발

Standard Model Development of  
Nature-Circulating Organic Agriculture

동국대학교

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “자연순환형 유기농업 표준모델 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006 년 7월 일

주관연구기관명 : 동국대학교  
총괄연구책임자 : 유 덕 기  
세부연구책임자 : 윤 성 이  
협동연구기관명 : 대구대학교  
협동연구책임자 : 조 익 환  
협동연구기관명 : 연세대학교  
협동연구책임자 : 이 주 삼  
협동연구기관명 : 환경대학교  
협동연구책임자 : 안 종 호

# 요 약 문

## 1. 제 목

자연순환형 유기농업 표준모델 개발

## 2. 연구개발의 목적 및 필요성

### 가. 추진목적

이제까지 우리는 편리하고 효율적인 경제성장만을 추구해 온 결과, 환경이 파괴되어 인류의 생존까지 위협을 느끼게 하고 있다. 한편 지구의 순환구조에 농업이 지니고 있는 힘과 인간의 생존을 보증함과 동시에 환경을 영속적으로 보전할 수 있는 힘이 요구되고 있다.

앞으로 21세기의 농업은 기본적인 영양연쇄 과정에서 요구되는 양분을 생태계 내에서의 안정된 물질수지를 통하여 농산물의 생산성을 일정수준까지 높이고, 안전성을 유지할 수 있는 순환농업이 되어야 한다.

이들 순환농업이란 좁은 의미에서 임업-축산-경종농업이 물질순환으로 연계된 식량생산체계라고 할 수 있으며, 넓은 의미에서는 마을, 또는 지역 내 유기물의 완전순환을 통한 균형있는 물질수지를 유지시켜 생태계를 보전하고 안전한 농산물을 생산하는 일이며, 최종적으로는 이를 기본으로 한 자연순환형 사회가 구축되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 현재 우리나라 전체농산물 중 4.5% 수준인 친환경농산물 비중을 2010년까지 10%로 높이고, 축산과 경종을 연계한 친환경 순환형 농업의 확대와 활성화를 위하여 자연순환형 유기농업 모델개발을 하며 자연순환농업의 농가 기술도입을 위하여 자연순환형 농업의 기술적 방법과 경제성, 그리고 환경적 평가 및 활성화를 위한 정책방안 등을 개발하여 이를 토대로 향후 유기농업의 확대를 담당할 각 수요자에게 제공하고자 한다.

## 나. 필요성

### 1) 기술적 측면

증산 위주의 관행농업으로 인해 야기된 수질과 토양오염을 경감하고, 국민의 안전한 먹거리 제공을 위해서는 유기농업의 확산과 정착이 필요하며, 이를 위해서는 표준화된 유기농업 기술이 필요하다.

유기농업은 경종농업과 축산업의 유기물순환을 기본원리로 한 농업기술 체계임에도 불구하고 우리의 유기농업은 축산부문이 발전하지 못하여 경종부문의 지속적 발전에도 한계가 있음. 따라서 유기축산과 유기경종이 연계되는 표준화된 모델을 개발하여 균형있고 지속가능한 발전을 도모하여야 한다.

한편 한국토착유기농업은 과학적 기술이나 효과 검증 없이 몇몇 선진 유기독농가들의 경험에서 비롯된 모자이크식 기술의 도입이 한국토착유기농업 기술의 골격을 이루어 왔었기 때문에 많은 시행착오가 있을 뿐만 아니라 전체적으로 효율적이고 한국 지역적 특성에 맞는 적절한 기술의 필요성이 커지게 되었다.

### 2) 경제·산업적 측면

FAO/WHO Codex 등에서 통일된 국제유기농업규격이 제정됨에 따라 적극적으로 대처·국제적인 유기농업 기술을 도입하고 발전시켜 나가야 하며 '97.7.1일 이후 WTO에 의한 수입농산물 개방으로 수입농산물과의 경쟁에서 우리농산물의 차별화 및 생존을 위해 효율적이고 표준화된 유기농업 기술이 필요하다.

아울러 농업의 발달과 이농현상 저지의 해결책은 우수농산물 생산에 의한 소득증대가 밑바탕이 되며, 경종과 축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 표준모델 개발이 절실히 요구된다.

### 3) 사회·문화적 측면

농업에 의한 환경파괴의 역기능을 해소하고 건강하고 안정된 식품을 공급하기 위하여 친환경농업이란 새로운 패러다임을 뒷받침해줄 표준화된 모델의 개발이 요구된다. 또한 도시화, 산업화에 의한 자연생태계의 파괴에 대한 반성과 대안농업의 필요성이 대두되며 이런 대안적인 농업의 형태로서 세계유기농업운동(IFOAM)이 시작(1970년대 초)되어 유기농업의 정착과 지속적인 성장은 세계적 추세에 있으며 정부 차원에서 친환경농업 정착을 위해 다양한 정책을 추진해오고 있으나 지역순환형 농업시스템 구축을 위한 체계적인 정책추진이 미흡하다. 따라서 자연순환형 유기농업표준모델을 개발하는 기술적 뒷받침이 필요하다.

### 3. 연구개발 내용 및 범위

#### 가. 연구개발 목표

- ◆ 지역·작물·영농규모에 적합한 유기농업 표준모델 개발 보급으로 고품질 안전농산물 생산, 농가소득 증대 도모.
- ◆ 유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 모델 개발로 농업환경오염원 경감.
- ◆ 국제기준에 적합한 유기농업을 위한 친환경축산을 위한 유기축산시스템 개발
- ◆ 환경친화성 농업의 환경성 및 경제성 평가Tool 개발을 통한 유기농업의 평가 및 확대

#### 나. 연구개발의 내용 및 범위

##### ◆ 자연순환형 농업을 위한 유기경종

토양의 이용형태(논토양과 밭 토양)에 따른 작물 종의 선택, 작물 종의 조합 및 파종방법 등을 고려한 지역 별 작부체계를 확립한다. 작물 생육을 위한 유기자원의 선택과 시용량을 추정하고, 실험전후의 토양분석을 통한 토양비옥도 개선효과를 평가한다. 다양한 작부조합의 단위면적당 건물생산성과 혼과효과를 평가하여 적절한 작부조합을 선정하고, 경지 내에서의 자원순환을 위한 유기자원의 안전 시용량을 추정한다. 조사료의 성분 분석에 의한 사료가치를 평가하여 양분수량을 기준으로 한 단위면적 당 가축사육능력을 추정한다.

##### ◆ 자연순환형 농업을 위한 유기축산

본 연구의 목표는 지역·작물·영농규모에 적합한 유기축산 표준모델 개발 보급으로 고품질 안전 농산물 생산 및 농가소득 증대를 도모하며 유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 모델 개발로 친환경축산을 위한 유기축산시스템 개발하는데 그 목적이 있다.

본 연구는 첫째, 문헌조사 및 관련인터넷사이트 자료검색을 이용한 유기축산을 위한 순환형농업의 국내·외 기본조사를 하였으며, 둘째, 자연순환형 유기축산을 위한 기본조건으로 유기부산물사료를 이용한 유기사료원 공급방안, 유기축산에서의 조사료 이용방안, 축산분뇨처리 및 관리, 가축분뇨의 자원화, 한국형 유기낙농 및 유기한우사육을 위한 사육환경, 유기낙농에서의 질병대책 및 위생관리 등을 조사하였다. 또한 본 연구의 궁극적 목표인 농지이용별 사육모델을 제시하였다. 즉, 논토양과 밭토양을 분류하여 유기낙농 및 유기한우 사육을 위한 조사료 생산 작부 체계에 따른 에너지 공급에 기준한 적정사육두수의 규모 및 단백질사료 추가 공급

방안 등을 모델로 제시하였다.

◆ 경종과 축산의 연계를 통한 자연순환형 유기농업 모델개발

유기경종과 유기축산의 연계모형은 토양 → 사료작물(식물) → 가축(동물)을 연계하는 동적 시스템으로, 다음과 같은 장점을 가지고 있다. 첫째로 국토의 효율적인 개발과 경지이용을 통하여 부존 식물자원을 최대한으로 활용할 수 있고, 둘째로 생산되는 낙농제품과 육류의 안전성이 높아 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있으며, 셋째로 소비자의 입장에서 사육방식과 생산된 제품의 추적이 가능하며, 넷째로 가축분뇨를 식량과 사료자원의 생산에 필요한 유기자원으로 활용할 수 있고, 다섯째로 지역 내에서 경종농업과 축산업의 연계모형 개발이 가능하며, 국제적인 유기축산 동향에 능동적으로 대응할 수 있다. 이러한 유기 경종과 축산을 연계한 순환농업은 가축의 유무에 따라 가축분뇨가 환원이 되거나 아니면 녹비작물 재배나 혹은 인위적인 유기질 비료자원의 첨가 등에 따라 그 모형이 달라져야 한다.

이를 위해서는 우선 크게 무축과 유축농업으로 구분되어야 하고, 이들은 다시 농지 이용별 즉, 수도작, 전작 및 중산간(혼합) 지역별 작부체계와 가축분뇨 등에 의한 유기물 환원량과 양분수지를 토대로 한 유기경종과 유기축산의 연계모형 즉, 지역별 순환농업의 기술체계가 확립되어야 한다.

◆ 유기농업 표준모델의 물질밸런스 및 경제성 평가 Tool 개발

#### 4. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 가. 연구개발의 결과

###### ◆ 자연순환형 농업을 위한 유기경종

###### 1) 답작 지역에서의 작부체계

###### 가) 유기 벼와 헤어리베치의 작부조합

###### (1) 유기 벼 재배

- ◆ 오리제초 유기 벼 재배에 알맞은 재식밀도를 추정하기 위하여 저밀도(33cm × 22cm), 중밀도(33cm × 20cm), 저밀도(33cm × 18cm)의 조건에서 실험하였다.
- ◆ 재식밀도 간에는 생초수량, 건물수량, 전질소량, 조단백질 수량 및 TDN 수량에서 유의한 차이가 인정되지 않았다. 재식밀도 평균 생초수량(벚짚)은 12.8톤/ha, 건물수량은 9.6톤/ha, 전질소량은 111.9kg/ha, 조단백질 수량은 699.8kg/ha, TDN 수량은 5.94톤/ha이었다.
- ◆ 유기 벼 생육 기에서의 통풍성 개선효과, 수확 시까지의 양호한 수광 태세의 유지, 개체의 분얼력 촉진을 통한 개체중 증가효과를 높이고, 오리의 활동 공간 확대 등을 고려할 때, 개체의 평균면적이 넓은 저밀도 조건이 오리제초 유기 벼 재배에 유리하다고 판단된다.
- ◆ 유기질 비료의 시용에 따라서 유기물함량, 전탄소함량, C/N율, CEC 함량이 높아졌다. 특히 CEC 함량이 높아져 유기재배에 의한 토양비옥도 증진효과가 인정되었다.

###### (2) 헤어리베치의 파종

- ◆ 만생 중 벼(추청) 수확직전의 헤어리베치 입모 중 파종에서 헤어리베치의 봄철 생초수량은 6.1톤/ha, 건물수량은 1.20톤/ha, 전질소량은 48.0kg/ha, 조단백질 수량은 300kg/ha, TDN 수량은 0.77톤/ha이었다.
- ◆ 헤어리베치를 녹비로 토양으로 환원할 경우의 질소공급효과(잔효효과)는 38.4kg N/ha로 추정되어(전질소량의 80%), 유기 벼의 생육을 위한 질소요구량(90-100kg/ha)의 약 38%-43% 정도를 공급할 수 있다고 판단된다.
- ◆ 조생중 벼(흑미) 수확 후 헤어리베치 파종은 봄철 생초수량이 19.5톤/ha, 건물수량은 3.18톤/ha, 전질소량은 116.5kg/ha, 조단백질 수량은 729.2kg/ha, TDN 수량은 1.95톤/ha이었다.
- ◆ 헤어리베치를 녹비로 환원할 경우, 질소공급효과(잔효효과)는 93.2kg/ha으로 벼의 생육에 필요한 질소요구량의 거의 전부를 공급할 수 있다고 판단된다.
- ◆ 헤어리베치의 벼 수확직전의 입모 중 파종이나 수확 후 파종을 통하여 봄철 건

물생산성을 높이기 위해서는 효율적인 배수관리와 초기생육을 위한 양분공급이 필요하다. 또한 충분한 헤어리베치의 녹비효과를 얻기 위해서는 5월 중순의 수확시기에서 건물수량은 최소한 3톤/ha 이상이어야 한다. 이를 위해서는 헤어리베치의 가을철 적정 파종시기의 추정과 생산성이 높은 품종의 선발이 요구된다.

(3) 헤어리베치의 가을철 적정 파종시기의 추정과 품종 선발

- ◆ 가을철 파종시기는 9월 10일, 9월 20일, 9월 30일, 10월 10일의 10일 간격으로 4회 파종하였고, 헤어리베치 품종은 6 품종을 공시하여 봄철 생산성과 사료가치를 평가하였다.
- ◆ 가을철 파종시기에 따른 헤어리베치의 봄철 생산성은 9월 10일과 9월 20일의 파종시기에서 건물수량은 각각 3.1톤/ha과 3.0톤/ha, 조단백질 수량은 732.3kg/ha과 616.2kg/ha, TDN 수량은 2.48톤/ha과 2.25톤/ha을 나타내어, 다른 파종시기보다 유의하게 많았다. 따라서 헤어리베치의 가을철 적정 파종 시기는 9월 10-20일 경이라고 추정된다.
- ◆ 품종에서는 독일에서 육종된 Ostsaat와 Welta가 건물수량, 조단백질 수량 및 TDN 수량이 다른 품종보다 유의하게 많아서 월동성이 높은 품종으로 판단되었다. 따라서 답리작을 이용한 헤어리베치 재배의 경우, 중북부 지방에서는 우리나라보다 위도가 높은 지역에서 육종된 월동성이 높은 품종을 도입하는 것이 봄철 생산성과 양분수량의 증가 및 녹비효과를 높이는데 유리하다고 생각된다.

(4) 작부조합에서의 질소사용량

- ◆ 유기 벼+헤어리베치의 작부조합에서 질소요구량은 130-140kg/ha[유기 벼(90 - 100kg N/ha+헤어리베치(40 kg/ha)]으로 추정된다. 그러나 입모종 파종에서 헤어리베치의 녹비효과는 약 50kg N/ha, 흑미 수확 후 헤어리베치 녹비효과는 약 120kg N/ha로 추정된다.
- ◆ 파종형태에 따른 질소수지는 입모종 파종에서  $\nabla$ 80kg- $\nabla$ 90kg N/ha, 흑미 수확 후 파종에서  $\nabla$ 10kg- $\nabla$ 20kg N/ha의 질소가 부족하다. 따라서 헤어리베치의 녹비효과를 높이기 위해서는 가을철 파종시기를 최소한 9월 20일 이전으로 하고, Welta와 Ostsaat와 같은 생산성이 높은 품종을 도입하여 건물수량을 최소한 3톤/ha 이상으로 높이거나, 부족한 질소를 안전성이 높은 유기성 자원의 사용으로 공급할 필요가 있다고 판단된다.

(5) 양분수량에 의한 가축사육능력의 평가

- ◆ 유기 벼와 헤어리베치의 작부조합에서 건물수량은 12.8톤/ha, 전질소량은 228.4kg /ha, 조단백질 수량은 1.43톤/ha, TDN 수량은 7.89톤/ha이었다.
- ◆ 조단백질 수량에 의한 가축사육능력(한우 암소 450kg, 0.4kg/일 증체)은 유기



벼가 4.50두/연/ha, 헤어리베치가 4.68두/연/ha 였고, TDN 수량에 의한 가축사육능력은 유기 벼가 4.68두/연/ha, 헤어리베치가 1.54두/연/ha로서, 유기 벼는 TDN 수량, 헤어리베치는 단백질 수량에 의한 가축사육능력이 높았다. 이상의 결과는 유기 벼 재배 후 두과녹비작물의 도입은 조사료의 단백질 수량 증가를 통한 가축사육능력의 증가에 기여한다는 것을 입증한다.

- ◆ 작부조합의 가축사육능력은 조단백질 수량을 기준으로 9.18두/연/ha, TDN 수량을 기준으로 6.22두/연/ha, 평균 7.70두/연/ha 이었다.

나) 답리작에서 조사료 생산을 위한 월동작물의 재배

(1) 초종 별 파종방법에 따른 생산성과 사료가치 평가

- ◆ 논 토양에서 화분과 작물 3초종(보리, 호밀, 이탈리아 라이그라스), 두과작물 2초종(자운영, 헤어리베치)을 공시하였고, 파종방법은 초종 별로 단파와 혼파조건하에서 생산성과 사료가치를 평가하였다.
- ◆ 생초수량은 보리+헤어리베치 26.9톤/ha, 보리 22.5톤/ha, 이탈리아 라이그라스 21.5톤/ha의 순으로 많았고, 건물수량은 보리 8.1톤/ha, 보리+헤어리베치 7.1톤/ha, 호밀 7.0톤/ha으로 많았다.
- ◆ 조단백질 수량은 보리+헤어리베치 856.4kg/ha, 호밀+헤어리베치 759.4kg/ha으로 많았고, 보리와 호밀은 각각 496.3kg/ha과 201.3kg/ha을 나타내었다. TDN 수량은 보리가 7.05톤/ha, 보리+헤어리베치 5.35톤/ha, 호밀 5.30톤/ha의 순으로 많았고, 자운영과 헤어리베치 단파는 각각 1.78톤/ha과 1/16톤/ha으로 유의하게 적었다.

(2) 혼파효과

- ◆ 전작인 유기 벼 수량과 초종 별 단파수량의 합계 치 $[(A+B)m]$ 에 대한 혼파수량의 합계치 $[(A+B)p]$ 의 상대비율로서 혼파효과를 평가하였다 $[RY = (A+B)m/(A+B)p]$ .
- ◆ 건물수량과 TDN 수량에서는 혼파조합 평균 0.91과 0.84를 나타내어 혼파효과가 인정되지 않았지만, 조단백질 수량에서는 평균 1.19로 혼파효과가 높아서 조단백질 수량의 증가를 통한 양질의 조사료 생산을 위해서는 화분과 작물과 두과작물의 혼파가 유리하다는 것을 입증한다.
- ◆ 건물수량, 조단백질 수량 및 TDN 수량의 평균에서는 호밀+자운영, 보리+헤어리베치가 1.04, 호밀+헤어리베치가 1.15를 나타내어 혼파효과가 인정되었다.

(3) 적정 작부조합

- ◆ 단파에서는 건물수량과 TDN 수량이 가장 많았던 보리가, 혼파조건에서는 혼파

효과가 인정된 3개 혼파조합 중에서 건물수량과 조단백질 수량이 많았던 보리+헤어리베치, 호밀+헤어리베치가 적정한 작부조합이라고 판단된다.

- ◆ 두과작물 중에서 헤어리베치가 자운영보다 건물수량, 조단백질 수량이 많아서 화본과 작물과의 작부조합에서 필요한 두과작물이라고 생각된다.

#### (4) 토양비옥도 증진효과

- ◆ 유기물 함량, 전탄소 함량, CEC Ca 함량이 증가되어 토양비옥도 증진효과가 인정되었다.

#### (5) 작부조합에서의 질소사용량

- ◆ 월동작물 재배를 위한 질소사용량은 60kg N/ha수준의 소비조건이었다. 따라서 유기 벼 + 월동작물의 작부조합에서 생산성을 높이기 위한 사용량은 화본과 작물 단파에서 연간 200kg N/ha(유기 벼: 90-100kg N/ha + 화본과 단파: 100kg N/ha) 이내의 범위에서, 혼파에서는 연간 150-180kg N/ha[유기 벼: 90-100kg N/ha + (화본과+두과): 60-80kg N/ha]의 범위 내에서 사용량을 결정하는 것이 좋을 것으로 판단된다.
- ◆ 특히 혼파효과가 인정되는 혼파조합을 통한 조사료의 생산은, 두과작물의 생물학적 질소고정 능력을 통한 화본과 작물의 생산성과 조단백질 수량의 증가와 함께 연간 질소사용량을 절감할 수 있는 효과를 얻을 수 있다고 판단된다.

#### (6) 양분수량에 의한 가축사육능력의 평가

- ◆ 건물수량과 TDN 수량은 유기 벼 + 보리가 17.7톤/ha과 12.99톤/ha으로 가장 많았고, 조단백질 수량은 유기 벼 + (보리+헤어리베치)가 1.56톤/ha으로 가장 많았다.
- ◆ 조단백질 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 유기 벼 + (보리+헤어리베치)가 10.03두/연/ha로 가장 높았고, 유기 벼 + 보리가 8.35두/연/ha로 가장 낮았다. TDN 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 유기 벼 + 보리가 10.23두/연/ha로 가장 높았고, 유기벼 + (호밀+헤어리베치)가 7.90두/연/ha로 가장 낮았다.
- ◆ 조단백질 수량과 TDN 수량의 평균 가축사육능력은 유기 벼 + (보리+헤어리베치)가 9.46두/연/ha, 유기 벼 + 보리가 9.29두/연/ha, 유기 벼 +(호밀+헤어리베치)가 8.64두/연/ha로, 유기 벼 + (보리+헤어리베치) 조합이 단위면적 당 가축사육능력이 가장 높았다.

## 2) 전작지역의 작부체계

가) 봄 작물 + 옥수수 + 월동작물의 작부조합

(1) 봄 작물

- ① 봄 작물 재배를 통한 잡초제어와 토양 비옥도 증진을 목적으로 십자화과 3 초종, 두과 4 초종, 화분과 2 초종을 공시하여 생산성과 사료가치를 평가하였다.
- ② 생초수량은 헤어리베치가 13.7톤/ha, 이탈리아인 라이그라스가 13.4톤/ha, 귀리가 11.1톤/ha으로 다른 초종보다 유의하게 많아서 봄철 잡초제어에 유리한 초종이라고 판단된다.
- ③ 전질소량은 헤어리베치가 36.5kg/ha으로 다른 초종보다 유의하게 많아서, 봄철의 토양 비옥도 증진을 위해서 적합한 두과작물이라고 판단된다.
- ④ 조사료 자원으로 이용할 경우에는 조단백질 수량이 많았던 헤어리베치가, TDN 수량이 많았던 이탈리아인 라이그라스와 귀리가 유리하다고 판단된다.
- ⑤ 봄철 작물의 도입은 작물의 생육기간이 긴 남부 지역을 중심으로 한 지역에서 옥수수 재배 후 월동작물을 도입하지 않은 휴경지나, 월동작물이 아닌 귀리 재배지에서 봄철의 잡초제어를 위해서는 유리하다고 판단되지만, 후작인 옥수수의 파종시기를 지연시켜야 한다는 문제점이 있다.
- ⑥ 토양 pH, 유기물 함량, 유효인산함량, C/N율, CEC가 증가되어 토양비옥도 증진효과가 인정되었다.

(2) 옥수수 재배

- ① 생초수량은 27.9톤/ha, 건물수량은 10.9톤/ha, 조단백질 수량과 TDN 수량은 각각 0.82톤/ha과 8.4톤/ha으로, 관행재배의 60-80% 수준의 생산성을 나타내었다.
- ② 옥수수의 생산성이 낮았던 원인은 질소사용 량이 80kg N/ha 수준에 불과하였기 때문이며, 질소사용 량을 연간 100-150kg N/ha 수준으로 증가시킬 경우, 생산성을 높일 수 있다고 생각된다.

(3) 월동작물 재배

- ① 파종방법을 호밀, 헤어리베치의 조파(단작)와 호밀+헤어리베치의 교호조파(복작)의 3가지 조건에서 생산성, 사료가치 및 혼파효과를 평가하였다.
- ② 생초수량은 호밀 43.7톤/ha, 헤어리베치 22.2톤/ha, 호밀+헤어리베치 91.2톤/ha으로, 호밀+헤어리베치의 생초수량은 호밀보다 2배, 헤어리베치 단파보다 4배 이상이었다. 건물수량은 호밀 9.6톤/ha, 헤어리베치 4.2톤/ha, 호밀+헤어리베치 17.3톤/ha으로, 호밀+헤어리베치가 호밀보다 1.8배, 헤어리베치보다 4배 이상이었다.
- ③ 조단백질 수량은 호밀 0.37톤/ha, 헤어리베치 0.82톤/ha, 호밀+헤어리베치 2.33톤/ha으로, 호밀+헤어리베치가 호밀보다 6.3배, 헤어리베치보다 2.8배 많았다.

TDN 수량은 호밀 4.12톤/ha, 헤어리베치 2.63톤/ha, 호밀+헤어리베치 8.93톤/ha으로, 호밀+헤어리베치가 호밀보다 2배 이상, 헤어리베치보다 3.4배 많았다.

- ④ 호밀+헤어리베치의 교호조파가 호밀, 헤어리베치 단파보다 생산성이 높았고, 양분수량이 많았던 것은 헤어리베치의 생물학적 질소고정능력에 의한 호밀로의 양분전이가 이루어졌고, 조단백질 함량을 높여 조단백질 수량을 증가시켰기 때문이라고 생각된다. 따라서 월동작물을 도입한 조사료 생산체계에서 화본과 작물 단파보다는 두과작물과의 혼파 또는 교호조파를 통하여 생산성과 양분수량을 증가시킬 수 있다는 것을 시사한다.

#### (4) 혼파효과의 평가

- ① 옥수수+호밀 작부조합의 건물수량, 조단백질 수량 및 TDN 수량에 대한 옥수수+헤어리베치, 옥수수+(호밀+헤어리베치)의 상대수량 비율로서 혼파효과를 평가하였다.
- ② 옥수수+헤어리베치 조합에서 건물수량은 0.74, 조단백질 수량은 1.38, TDN 수량은 0.88, 평균은 1.0이었다. 즉, 옥수수 재배 후 헤어리베치를 도입할 경우에는 건물수량과 TDN 수량에서는 호밀을 도입하는 것보다 효과가 낮지만, 조단백질 수량의 증가측면에서는 유리하고, 평균 값으로는 호밀을 도입하는 것과 같은 효과가 있다는 것을 의미한다.
- ③ 옥수수+(호밀+헤어리베치) 조합에서는 건물수량 1.38, 조단백질 수량 2.65, TDN 수량 1.38, 평균은 1.80이었다. 즉, 옥수수 재배 후 호밀과 헤어리베치를 교호조파 할 경우에는 호밀 단파보다 평균 1.8배의 혼파효과가 인정되었는데, 특히 조단백질 수량 증가에 대한 혼파효과는 매우 높았다.

#### (5) 작부조합에서의 질소시용량

- ① 봄 작물+옥수수+월동작물의 3모작 작부조합에서 질소시용량은 200kg N/ha (봄 40kg+옥수수 80kg+월동작물 80kg N/ha)이었는데, 생산성 향상을 위해서는 250kg N/ha 범위 내에서 질소시용량의 추정이 필요하다고 생각된다.
- ② 또한 옥수수+월동작물의 2모작 작부조합에서 질소시용량은 160kg N/ha이었는데, 생산성을 높이기 위해서는 200kg N kg/ha까지 질소시용량을 증가시킬 필요가 있다.
- ③ 전작지역의 안정된 조사료 생산을 위한 작부체계에서는 토지이용율에 따라 200-250kg N/ha 범위 내에서 질소시용량을 설정할 필요가 있다고 판단된다.

#### (6) 토양비옥도 증진효과

- ① 모든 작물 재배지에서 토양 pH, 유기물함량, 유효인산함량, C/N율, CEC와 치

환성 양이온 함량이 증가되었다.

② 특히 호밀+헤어리베치 교호 조파구에서 양이온 함량이 증가되었다.

(7) 양분수량을 기준으로 한 가축사육능력의 평가

① 봄 작물+옥수수+월동작물의 3모작 작부체계에서는 월동작물이 호밀 단파일 경우에는 조단백질과 TDN 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 각각 8.8두와 10.8두/연/ha/, 평균 9.8두/연/ha이었다. 헤어리베치 단파의 경우, 가축사육능력은 각각 11.7두와 9.6두/연/ha, 평균 10.8두/연/ha로서 호밀 단파보다 높았다. 호밀+헤어리베치의 혼작일 경우의 가축사육능력은 각각 25.7두와 14.5두/연/ha, 평균 20.1두/연/ha로서, 특히 조단백질 수량에 의한 가축사육능력은 호밀 단파보다 평균 2배 이상 높았다.

② 옥수수+월동작물의 2모작 작부체계에서는 월동작물이 호밀 단파일 경우에는 조단백질과 TDN 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 각각 7.6두와 9.9두/연/ha, 평균 8.8두/연/ha이었다. 헤어리베치 단파에서는 각각 10.5두와 8.7두/연/ha, 평균 9.6두/연/ha이었다. 호밀+헤어리베치 혼작에서는 각각 20.2두와 13.6두/연/ha, 평균 16.9두/연/ha로서, 단백질 수량이 TDN 수량에 의한 가축사육능력보다 훨씬 높았다.

3) 유기 조사료 생산을 위한 작부체계의 확립

가) 답작 지역의 조사료 생산을 위한 지역 별 작부체계

(1) 남부지역

(가) 유기 벼 + 보리: 건조, 사일리지용

(나) 유기 벼 + (보리+헤어리베치): 건조, 사일리지, 청예용

(다) 유기 벼 + (호밀+자운영): 건조, 사일리지, 청예용

(라) 유기 벼 + (호밀+헤어리베치): 건조, 사일리지, 청예용

(2) 중북부지역

(가) 유기 벼(만생) + 헤어리베치(입모종 파종): 건조, 녹비, 사일리지용

(나) 유기 벼(조, 중생) + 헤어리베치: 건조, 녹비, 사일리지용

(다) 유기 벼(조생) + (호밀+헤어리베치): 건조, 녹비, 사일리지용

나) 전작지역에서의 작부체계

(1) 남부지역

(가) 십자화과 + 옥수수 + 헤어리베치: 사일리지용

(나) 옥수수 + 헤어리베치: 사일리지용

(다) 옥수수 + (호밀+헤어리베치): 건조, 사일리지용

(라) 수단그라스계 잡종 + (호밀+헤어리베치): 청예, 건조, 사일리지용

(2) 중북부지역

(가) 십자화과+옥수수+연맥: 잡초제어, 사일리지, 청예용

(나) 옥수수+헤어리베치: 사일리지, 청예용

(다) 옥수수+(호밀+헤어리베치): 사일리지, 건조, 청예용

(라) 수단그라스계 잡종 + (호밀+헤어리베치): 사일리지, 청예용

◆ 자연순환형 농업을 위한 유기축산

가. 유기낙농 사육모델

1) 유기낙농에서의 조사료 및 농산부산물 이용

유기낙농에서는 조사료의 비중이 관행낙농보다 상대적으로 높다기 때문에 유기축산은 자연순환의 기본원리상 농장 자체내에서 생산한 사료에 기초를 두어야 한다. 농장 자체 내에서의 사료 생산은 조사료 생산에 근간을 이루며 목초를 이용한 청초, 건초, 목초사일리지 또는 옥수수사일리지 등이 주로 이용될 수 있다. 유기낙농에서 양질의 조사료를 급여하였을 때 연간 유량 7,000kg의 생산이 가능하다. 젖소에게 유기 영양소원으로 미강, 결미, 청치 및 벧짚의 이용 함량은 전체 사료 중 각각 8.8, 6.1, 4.9 및 28.5% 이용 가능한 것으로 평가되어 유기농산부산물을 약 50% 정도 사용 가능하다.

2) 논토양 활용방안

사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계, 중밀도벼, 호밀+헤어리베치 순서의 작부체계, 중밀도벼, 보리+헤어리베치 순서의 작부체계를 NRC 사양표준으로 비교한 결과 평균 체중 650kg인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20, 15kg/일인 유생산의 경우 단백질 공급량이 모두 부족하였으나 유기쌀겨의 추가 공급으로 부족단백질을 충족할 수 있다고 판단된다. 연간 각각의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 1.13, 1.29 및 1.44두/ha로 나타났다.

3) 밭토양 활용방안

봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치를 NRC 사양표준으로 비교하였다. 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 단백질 공급이 대체적으로 부족하였으나 15kg/일 생산 시에는 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서 단백질 충족도를 상회하는 수준으로 단백질사료를 추가 공급할 필요 없이 사육이 가능하였다. 연간 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 조사료 생산 작부체계별로 평균 2.67, 3.01, 8.34두/ha, 2.82, 3.27, 4.78두/ha 및 2.86, 3.35, 4.01두/ha로 나타났다.

## 나. 유기한우 사육모델

### 1) 유기농산부산물을 이용한 사육모델

한우 비거세우의 경우 농산부산물로 볏짚, 볏짚사일리지, 청치, 쌀겨 등의 쌀부산물을 이용할 때 증체율을 위한 에너지 및 단백질요구량을 충족시킬 수 없기 때문에 유기비지와 같은 단백질 공급원 및 유기옥수수 또는 유기옥수수수일리지와 같은 곡류의 추가 급여가 필요하다고 판단된다. 유기청치 및 유기쌀겨의 이용 수준은 각각 0.5-1kg 과 1.6-1.3kg 이용이 가능하다. 유기한우 사육에 볏짚과 볏짚사일리지의 이용량을 증가시킬 경우 한우의 체중과 증체율에 따른 볏짚과 볏짚사일리지의 섭취 가능량에 대한 설정 기준 확립이 필요하며 볏짚과 같은 저질조사료의 가공방법 급여 효과 등에 대한 권장 방안이 제시되어야 할 것이다.

### 2) 논토양 활용방안

유기한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 각각 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계, 중밀도벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 중밀도벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능두수를 추정하였다. 대체적으로 에너지는 충족되나 단백질 공급이 부족하여 유기쌀겨 등의 단백질 공급원의 사용을 권장한다. 각각의 작부체계별로 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육가능한 면적을 계산할 경우 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계에서 암소(350kg)의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 3.25두와 3.29두/ha가 사육 가능하며, 숫소(350kg)의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 4.03 및 4.89두/ha로 나타났다. 중밀도벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서는 사육 가능한 면적을 계산할 경우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 5.46두와 5.62두/ha가 사육 가능하며, 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.48 및 7.64두/ha로 나타났다. 중밀도벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계에서는 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.47두와 6.68두/ha가 사육 가능하며, 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 7.24 및 8.07두/ha로 나타났다.

### 3) 밭토양 활용방안

유기한우사육을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 비교, 분석하였다. 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암,



수 각각 900g/일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서 각각 5.82두, 5.83두, 6.88 및 8.09두/ha로 나타났다. 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서는 각각 6.11두, 6.18두, 7.01 및 8.63두/ha이었으며, 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계는 각각 6.12두, 6.24두, 7.14 및 8.79두/ha로 나타났다.

◆ 경종과 축산의 연계를 통한 자연순환형 유기농업 모델개발

유기경종과 축산을 연계한 자연 순환농업을 위해서는 우선 크게 무축과 유축농업으로 구분되어야 하고, 이들은 다시 농지 이용별 즉, 수도작, 전작 및 중산간(혼합) 지역별 작부체계와 가축분뇨 등에 의한 유기물 환원량과 양분수지를 토대로 한 유기경종과 유기축산의 연계모형 즉, 지역별 순환농업의 기술체계가 확립이 되어야 한다. 즉, 우리나라의 자연환경조건에서 순환농업은 수도작(평야)지역에서 경종농업과 한우 혹은 낙농산업(유기 볏짚과 답리작으로 보리 혹은 보리+헤어리베치를 재배하여 이들로 조사료 자원을 70% 이상 충족한다면 650kg의 젖소 1일 3.5% 유지율 20kg 젖 생산을 목표로 할 경우에는 ha 당 2~3 두 사육이 가능하며 경종에 필요한 양분도 우분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 전작 지역에서는 옥수수 등 전작농업과 연계한 한우(유기 옥수수와 호밀 혹은 호밀+헤어리베치를 재배하여 조사료 자원을 70% 이상 충족한다면 350kg의 비육우 1일 800g 증체를 목표로 할 경우에는 ha 당 11~13 두 사육이 가능하며 경종에 필요한 양분도 우분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 낙농(유기 옥수수 혹은 수수×수단그라스와 호밀 혹은 호밀+헤어리베치를 재배하여 조사료 자원을 70% 이상 충족한다면 650kg의 비육우 3.5% 유지율 20kg 젖 생산을 목표로 할 경우에는 ha 당 5~6 두 사육이 가능하며 경종에 필요한 양분도 우분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 및 염소사육(유기 고구마줄기와 호밀을 재배하여 조사료 자원을 90% 이상 충족한다면 20kg의 염소는 ha 당 84 두 이상 사육이 가능하며 경종에 필요한 양분도 염소분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 그리고 중산간(혼합)지역에서는 산지 농업과 한우(영년 목초지에서 생산된 목초를 조사료원으로 전체 사료 중 90%를 충당하게 되면 350kg의 한우 1일 400g 증체를 목표로 할 경우에는 ha 당 3~4두 사육이 가능하며 목초생육에 필요한 양분은 우분뇨, 목초의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨) 혹은 유기염소사육(영년 목초지에서 생산된 목초를 조사료원으로 전체 사료 중 90%를 충당하게 되면 20kg의 염소는 ha 당 45 두 이상 사육이 가능하며 목초생육에 필요한 양분은 염소분뇨, 목초의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨)의 연계모형 설

정이 가장 이상적이라고 할 수 있다.

무엇보다도 이들 순환농업을 위해서는 지역별 토양검정결과를 토대로 한 합리적인 표준 시비량 및 퇴비와 액비의 시용량 기준이 마련되고 작물생산과정에서 발생한 부산물을 최대한 재활용할 수 있도록 물질순환을 기초로 한 지역별 자연순환형 작물생산 및 가축생산 시스템이 더욱 개발되어야 할 것으로 생각된다.

#### ◆ 경제성평가 Tool개발과 경영분석

경제성평가 Tool개발을 위하여 기존의 일반적인 평가시스템과는 달리 전과정을 평가하여 환경적 내용을 비용요소로 분석할 수 있도록 하였고 이를 토대로 경제성평가를 축산농가를 사례로 평가하였다. 여기에 본 연구의 궁극적인 목표라고 할 수 있는 농장단위의 순환형농업모델을 사례로 경영비분석을 하였고 그리고 전국의 수도작과 특작을 중심으로 경영비 분석을 수행하였다.

#### 환경성평가 Tool개발과 환경분석

환경성평가 Tool로서 전과정 평가 방법을 도입하였으며 이를 토대로 사례분석을 하였다. 아직 개선되어야 할 여지는 있지만 농업분야에 이러한 전과정평가법을 활용하여 환경분석을 시도한 것은 국내에서는 처음이다. 이를 토대로 향후 보다 정확하고 많은 영역에 전과정평가법을 이용한 환경영향평가가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

#### ◆ 자연순환형농업의 활성화를 위한 정책방안

크게 광역친환경농업단지조성사업과 클러스터사업, 농촌진흥을 위한 조직리더육성방안 등을 중심으로 사업을 소개하고 실제 지역에서 수행하고 있는 사례를 소개하면서 이들 정책의 확대와 충실성을 강조하였으며 이 이외에도 자연순환형농업의 활성화를 위해서 생산, 유통 및 마케팅, 교육, 관광 등의 지역전반에 걸쳐 농업만이 아니고 지역의 활성화를 위한 방안들을 제시하였다.

#### 2. 기대효과 및 활용에 대한 건의

두과녹비작물을 도입한 토양으로의 유기물 환원량 증대와 이를 통한 토양비옥도 개선효과를 높일 수 있음.

유기재배 수도작에서 두과녹비작물을 도입한 작부체계의 확립이 가능하며, 안정된 유기 조사료 생산체계의 구축 가능.

작부체계에 두과작물을 도입하여 생산성을 증가시키고, 양질의 조사료 생산이 가능하며, 수입 조사료의 대체효과를 높이는데 기여.

토양-작물-가축을 연계한 물질순환의 기초적인 자료의 제공을 통한 순환농업 체계의 구축 가능.

토지 이용 별 지역의 환경조건에 알맞은 작부체계의 확립이 가능하여 안정된 조사료 생산과 단위면적 당 가축사육능력의 추정을 통한 경축연계 체계 가능.

작물 생산을 위한 양분요구량을 최소화할 수 있어 양분투입량 절감에 의한 지속 가능한 작부체계의 확립이 가능하며, 이를 통한 농업생태계의 보전에 기여.

토양비옥도를 증진시켜 건강한 토양생태계 보전에 기여.

혼과효과의 평가를 통하여 최적 작부조합의 설정이 가능.

유기 조사료 생산량에 따른 가축사육두수의 추정이 가능.

고부가가치의 유기 농축산물 생산

유휴 논경지의 유기조사료 생산지역으로 활용 및 축산농가의 사료자원 확보

지역 및 농가의 경제적 가치평가를 위한 중요한 분석자료로 활용.

국제적 환경규제방안에 적절히 대응할 수 있는 정책전략으로 활용.

가축분뇨로 인한 환경오염의 위험성을 최소화하고 환경친화적 Recycling 체계구축에 활용하여 지구환경보전에 기여.

과잉분뇨발생지역, 특히 상수원 보호지역의 가축분뇨의 수질 및 대기오염 방지에 활용.

유기축산의 가축분뇨의 지역적 교역을 통한 분뇨과부족 및 지역적 분뇨발생 불균형을 완화.

유기농업표준모델의 환경친화적 설비 및 조정, 그리고 분뇨의 자원화기술을 통하여 민원문제를 완화할 수 있을 것임.

생태마을 조성 및 농촌주거 및 관광농업정책에 크게 기여할 수 있을 것임.

환경 및 유기농업의 생산기반 인프라시설구축에 필수적인 모델로 활용할 수 있을 것임.

연구결과를 농업관련 행정자치단체 및 지역에서 적극 활용될 수 있도록 해당 연구기관이 참여연구원을 전문가로 육성하고 또한 연구회의 및 세미나를 통하여 활성화 할 예정이다.

연구결과를 국내 공청회 및 강연 등을 통하여 유기농산물 및 순환형 유기농업의 개념과 필요성 전파.

다른 형태의 유기농업 표준개발에 자료로서 활용.

유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 모델은 축산농가와 경종농가에 기술이전으로 실용화를 추진.

## Summary

Up to now, we have pursued only convenient and efficient growth of economy, as a result, environment surrounding us has been destroyed and it makes us feel the threat of our survival. Thus, in the global circulating structure, concurrent times require the power that the agriculture possesses, and can permanently preserve environment, and at the same time, ensures our survival.

Thus, in the preparation of coming future, the agriculture of 21st century is important to increase the productivity of agricultural products to a certain level through the steady material exchange in our ecosystem and it requires the circulating agriculture that can maintain the safety.

What is a circulating agriculture? In the narrow sense, it means provisions-producing system linked to material exchange among forestry, livestock husbandry and cropping agriculture. In the broad sense, it is to sustain the ecosystem and to producing the safe agro-products by sustaining the balanced material exchange through the complete circulation of organic matters from the village and province. Ultimately, the nature-circulating (recycling) society, based on above concepts, should be constructed.

Therefore, in order to enlarge and activate environment-friendly circulating agriculture linked to livestock industry and cropping agriculture, in our study, we intend to develop new model of nature-circulating organic agriculture, and also, for the establishment of nature-circulating organic agriculture within practical farms, we intend to develop and supply guidelines, profitability, political strategy and environmental assessment for the nature-circulating organic agriculture to the organic farmer.

The results are summarized as follows.

#### **◆ Organic Cropping System for the Nature-Circulating Organic Agriculture**

This study was carried out to determine the favourable organic cropping systems for forage production in dry and paddy fields of Southern and Middle-Northern regions in Korea, from 2003 to 2006.

○ Organic cropping systems for forage production in paddy field

1. Cropping system of organic rice with hairy vetch

#### 1) Cultivation for organic rice

The purpose of this study was to estimate the optimum planting density for organic rice production under the grazing to ducks for weed control up to boot stage of rice. Planting densities of rice plants were low (33cm x 22cm), medium (33cm x 20cm) and high (33cm x 18cm), respectively.

Between the planting densities, there was no significantly difference in fresh yield, dry matter yield, crude protein yield and total digestible nutrients (TDN) yield. Mean values of fresh yield, dry matter yield, crude protein yield and TDN yield of rice was 12.8ton/ha, 9.6ton/ha, 669.8kg/ha and 5.94ton/ha, respectively.

#### 2) Cultivation for hairy vetch

Under the sowing before the rice harvest(late maturity), was obtained 6.1 ton/ha, 1.2 ton/ha, 300 kg/ha and 0.77 ton/ha in fresh yield, dry matter yield, crude protein yield and TDN yield in hairy vetch.

Under the sowing after the rice harvest(early maturity), was obtained 19.5 ton/ha and 3.18 ton/ha in fresh yield and dry matter yield, and 729.2 kg/ha and 1.95 ton/ha in crude protein yield and TDN yield in hairy vetch.

3) Optimum sowing time of autumn and select a high yielding varieties of hairy vetch.

Sowing times of autumn were 10th Sept., 20th Sept., 30th Sept., and 10th October, and 6 varieties of hairy vetch used to experiment.

The optimum sowing time of autumn was estimated between the 10th Sept. and 20th Sept., due to an high productivity and nutritional yields of spring harvest time.

Welta and Otsaat varieties showed a high productivity and nutritional yield of spring seasons than those of other varieties.

#### 4) Stock-carrying capacity(based on nutritional yield of forages)

Stock-carrying capacity was 7.7 herd/ha/yr. in cropping combination of organic rice and hairy vetch system.

#### 2. Cropping system of rice with winter crops

1) Productivity and feed values of winter crops in monoculture and mixtures

Evaluated for productivity and feed values of 5 winter crops(3 grasses and 2 legumes) under monoculture and mixtures.

In order of fresh yield was barley with hairy vetch > barley > Italian ryegrass, and dry matter yield was barley > barley with hairy vetch > rye, respectively

In order of crude protein yield was barley with hairy vetch > rye with hairy vetch > barley > rye, and TDN yield was barley > barley with hairy vetch > rye, respectively

## 2) Mixture effect

Relative yield of mixtures to monoculture showed a higher values in rye with hairy vetch than rye with milk vetch and barley with hairy vetch mixtures

## 3) Optimum combination for forage production

In mono culture, barley is a favourable crop for forage production after rice harvest. In mixtures, barley with hairy vetch and rye with hairy vetch were favourable combination of forage crops after rice harvest.

## 4) Stock-carrying capacity

Stock-carrying capacity were 9.46, 9.29 and 8.64 herd/ha/yr. in rice and barley with hairy vetch, rice and barley, and rice and rye with hairy vetch combinations, respectively.

## ○ Cropping systems for dry field

### 1. Combination of spring, summer and winter crops

#### 1) Spring crops

To evaluated the productivity and feed values of spring crops(9 species) for improve the soil fertility and weed control of spring season.

Hairy vetch, Italian ryegrass and Oat species may be suitable forage crops for an improve the soil fertility and weed control of spring season.

#### 2) Summer crop (corn)

Corn was obtained 27.9, 10.9, 0.82 and 8.4 ton/ha in fresh yield, dry matter

yield, crude protein yield and TDN yield, respectively.

### 3) Winter crops

To evaluate the productivity and feed values of rye and hairy vetch mono culture, and rye with hairy vetch inter-cropping systems.

Fresh yield, dry matter yield, crude protein yield and TDN yield were 43.7, 9.6, 0.37 and 4.12 ton/ha in rye, and 22.2, 4.2, 0.82 and 2.63 ton/ha in hairy vetch mono culture system. And it were 91.2, 17.3, 2.33 and 8.93 ton/ha in rye with hairy vetch inter-cropping system.

### 4) Mixture effect

Corn and rye with hairy vetch combination showed a high value of mixture effect to monoculture of corn and rye, and corn and hairy vetch.

### 5) Stock-carrying capacity

In spring, summer and winter crops combination system were obtained 9.8 in rye and 10.8 herd/ha/yr. in hairy vetch monoculture, and 20.1 herd/ha/yr. in rye with hairy vetch inter-cropping system.

In summer and winter crops combination system were 8.8 in rye and 9.6 herd/ha/yr. in hairy vetch monoculture, and 16.9 herd/ha/yr. in rye with hairy vetch inter-cropping system.

○ Establishment of cropping system for organic forage production in dry and paddy fields.

## 1. Paddy field

### 1) Southern region

Rice + Barley

Rice + Barley with hairy vetch

Rice + Rye with milk vetch

Rice + Rye with hairy vetch

### 2) Middle and Northern region

Rice(late maturity) + Hairy vetch(before harvest)

Rice(early and medium maturity) + Hairy vetch(after harvest)

Rice(early maturity) + Rye with hairy vetch

2. Dry field

1) Southern region

Annual plants + Corn + Hairy vetch

Corn + Hairy vetch

Corn + rye with hairy vetch

Sudangrass x sorghum hybrids + rye with hairy vetch

2) Middle and Northern region

Annual plants +Corn + Oat

Corn + hairy vetch

Corn + rye with hairy vetch

Sudangrass x sorghum hybrids + rye with hairy vetch

**◆ Organic Livestock Husbandry for the Nature-Circulating Organic Agriculture**

1. Feeding Models of Organic Dairy Farming according to agricultural land types

(1) The Use of Forage and Agricultural By-Products in Organic Dairy Farming

Forage is more used in organic farming than in conventional farming, therefore the organic farming should be based on the feedstuffs produced in its own farms. The major production of feedstuffs in the farms is forage and those are fresh grass, dried grass, grass silage, corn silage and so forth. In organic dairy farming, 7,000kg of milk yield is possible when good quality forage is given to the cows. For the use of agricultural by-products, rice bran, defected rice and rice straw are recommended to be fed at levels of 8.8, 6.1 and 28.5% of the total feeds respectively.

(2) Practical use of rice paddy

Cropping systems of medium density rice and hairy vetch, medium density rice and rye+hairy vetch, and medium density rice and barley+hairy vetch



were compared in aspects of the possible cow numbers to be able to raise per hectare. In overall, energy supply was sufficient instead of short protein supply so that the amounts of additional protein sources such as rice bran to be supplemented were suggested in the text. The possible cow numbers in those cropping systems are in average 1.13, 1.29 and 1.44 per hectare at 25, 20 and 15kg/d milk yields respectively.

### (3) Practical use of dry forage field

Cropping systems of Phacelia, corn, (rye+hairy vetch) and hairy vetch, corn, (rye+hairy vetch) and Italian ryegrass, corn, (rye+hairy vetch) were compared in aspects of the possible cow numbers to be able to raise per hectare. In overall, energy supply was sufficient but protein supply was in short. However, in the Cropping system of Phacelia, corn and (rye+hairy vetch), protein supply was enough to meet the protein requirement of cows producing 15kg/d milk. The possible cow numbers in those respective cropping systems are in average 2.67, 3.01, 8.34/ha, 2.82, 3.27, 4.78/ha and 2.86, 3.35, 4.01/ha respectively.

## 2. Feeding Models of Organic Beef Cattle Farming (Hanwoo) according to agricultural land types

### (1) The Use of Agricultural By-Products in Korean beef cattle (Hanwoo) Organic Farming

For uncastrated Hanwoo in organic, the major use of rice by-products of rice straw, rice straw silage, rice bran etc. is in the limit of energy and protein supply. Therefore, bean curd refuse as a protein source and corn etc. as a energy source should be considered to be more supplied. For the use of defected rice and rice bran are recommended to be fed at levels of 0.5-1kg and 1.6-1.3kg respectively.

### (2) Practical use of rice paddy

Cropping systems of medium density rice and hairy vetch, medium density rice and rye+hairy vetch, and medium density rice and barley+hairy vetch were compared in aspects of the possible cattle numbers to be able to raise per hectare. In overall, energy supply was sufficient instead of short protein supply so that the amounts of additional protein sources such as rice bran to

be supplemented were suggested in the text. The possible cattle numbers in medium density rice and hairy vetch cropping system for the weight gains of 900g/d and 500g/d were in average 3.25 and 3.29/ha for female and 4.03 and 4.89/ha for male respectively. In medium density rice and rye+hairy vetch cropping system, those were 5.46 and 5.62/ha for female and 6.48 and 7.64/ha for male. In medium density rice and barley+hairy vetch cropping system, those were 6.47 and 6.68/ha for female and 7.24 and 8.07/ha for male.

### (3) Practical use of dry forage field

Cropping systems of Phacelia, corn, (rye+hairy vetch) and hairy vetch, corn, (rye+hairy vetch) and Italian ryegrass, corn, (rye+hairy vetch) were compared in aspects of the possible cattle numbers to be able to raise per hectare. The possible cattle number in the cropping system of Phacelia, corn, (rye+hairy vetch) for the weight gains of 900g/d and 500g/d were in average 5.82 and 5.83/ha for female and 6.88 and 8.09/ha for male respectively. In the systems of hairy vetch, corn, (rye+hairy vetch) and Italian ryegrass, corn, (rye+hairy vetch), The possible cattle numbers were 6.11, 6.18, 7.01, 8.83/ha and 6.12, 6.24, 7.14 and 8.79/ha respectively.

## ◆ Model Development of Nature-Circulating Organic Farming linked to Crop and Livestock Industries.

In order to accomplish nature-circulating agriculture linked to organic cropping and livestock industries, first of all, it should be classified into agriculture with and/or without livestock and, based on farmland type, cropping system by region, organic matter and nutrients supply in the soil from livestock manure, both agricultures are combined to establish the harmonized organic cropping and livestock farming models.

In the condition of Korean natural environment, circulating agriculture among the crops production, Hanwoo and dairy industries are suitable for the rice paddy region. In rice paddy region, if the cultivation of organic rice straw, and barley or barley + hairy vetch as post-harvest cropping supplies more than 70% of forage resources, one ha of farmland is possible to raise 7 to 8 Hanwoo cows (individual body weight: 350 kg) with 400 g of average

daily gain and also cow manure, nitrogen fixation of crops and mineralized nutrients from organic matter satisfy nutrients required for the crop production. In the case of dairy cows for rice paddy region, one ha of farmland is possible to raise 2 to 3 dairy cows (individual body weight: 650 kg) with 3.5% milk fat and 20 kg of milk yield per day, and also cow manure, nitrogen fixation of crops and mineralized nutrients from organic matter satisfy nutrients required for the crop production.

Meanwhile, dry-field farming region is the most ideal for Hanwoo, dairy and goat feeding linked with dry-field crops such as maize. In dry-field farming region, if the cultivation of organic maize and rye or rye + hairy vetch supplies more than 70% of forage resources, one ha of farmland is possible to raise 11 to 13 Hanwoo beef cattle (individual body weight: 350 kg) with 800 g of average daily gain and also cow manure, nitrogen fixation of crops and mineralized nutrients from organic matter satisfy nutrients required for the crop production. In the case of dairy cows for dry-field farming region, if the cultivation of organic maize or sorghum × sudan grass and rye or rye + hairy vetch supplies more than 70% of forage resources, one ha of farmland is possible to raise 5 to 6 cows (individual body weight: 650 kg) with 3.5% milk fat and 20 kg of milk yield per day, and also cow manure, nitrogen fixation of crops and mineralized nutrients from organic matter satisfy nutrients required for the crop production. In the case of goats for dry-field farming region, if the cultivation of organic sweet potato vines and rye produces more than 90% of forage resources, one ha of farmland is possible to raise over 84 goats with 20 kg of individual body weight, and goat manure, nitrogen fixation of crops and mineralized nutrients from organic matter satisfy nutrients required for the crop production.

Lastly, mountainous region is the most ideal for the combination model of mountain agriculture and Hanwoo beef cattle or goats feeding. In the case of Hanwoo for mountainous region, if pasture grass produced from the permanent grassland satisfies more than 90% of total feed sources, one ha of farmland is possible to raise 3 to 4 Hanwoo beef cattle (individual body weight: 350 kg) with 400 g of average daily gain and cattle manure, nitrogen fixation of grass and clovers, and mineralized nutrients from organic matter satisfy nutrients required for the permanent grassland. In the case of goats for mountainous region, if pasture grass produced from the perennial

grassland satisfies more than 90% of total feed sources, one ha of farmland is possible to raise over 45 goats with 20 kg of individual body weight, and goat manure, nitrogen fixation of grass and clovers, and mineralized nutrients from organic matter satisfy nutrients required for the permanent grassland.

Most of all, in order to construct circulating agriculture described above, it is conceived that it should be established reasonable standard amounts for organic, manure and liquid fertilizer based on results of soil test by each region and more improved nature-circulating form of crops production and livestock production systems by maximizing utilization of different circulating byproducts occurring in the crop producing process by each region should be developed.

## 목 차

제 1 장 연구개발 과제의 개요 .....	31
제 1 절 연구의 배경 및 필요성 .....	31
제 2 절 연구의 목적 및 내용 .....	33
제 2 장 국내외 기술개발현황 .....	34
제 1 절 자연순환형 농업을 위한 유기경종 .....	34
제 2 절 자연순환형 농업을 위한 유기축산 .....	43
제 3 절 경종과 축산의 연계를 통한 자연순환형 유기농업 모델개발 .....	50
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	55
제 1 절 자원순환형 농업을 위한 유기경종 .....	55
제 2 절 자연순환형 농업을 위한 유기축산 .....	114
제 3 절 경종과 축산의 연계를 통한 자연순환형 유기농업 모델개발 .....	171
제 4 절 자원순환농업의 경제성 분석 .....	212
제 5 절. 환경성평가Tool개발 .....	276
제 4 장. 순환농업활성화를 위한 정책방안 .....	298
제 1 절. 자연순환 유기농업의 목표와 전환추진 .....	298
제 2 절. 친환경농업정책 강화방안과 성공조건 .....	323
제 3 절. 자연순환농업을 위한 유기축산의 조건 .....	336
제 4 절. 지속가능한 농업을 위한 농업자원의 유효이용 방안 .....	355
제 5 절. 기타 .....	376
제 5 장. 목표달성도 및 기여도, 활용계획 .....	399
제 1 절. 목표달성도 .....	399
제 2 절. 기대효과 및 활용도 .....	402
제 3 절. 활용방안 및 추가연구 필요성 .....	407
제 6 장 참고문헌 .....	410

# 제 1 장 연구개발 과제의 개요

## 제 1 절 연구의 배경 및 필요성

### I. 기술적 측면

- 증산 위주의 관행농업으로 인해 야기된 수질과 토양오염을 경감하고, 국민의 안전한 먹거리 제공을 위해서는 유기농업의 확산과 정착이 필요하며, 이를 위해서는 표준화된 유기농업 기술이 필요.
  - ◆ 지금까지 추진한 친환경·유기농업은 농업환경오염원 경감보다는 소득증대에 더 많은 관심을 기울인 결과, 농업환경오염원 경감과 같은 친환경·유기농업의 핵심기술 개발과 연구는 거의 이루어지지 않았음.
  - ◆ 유기농업기술은 지역여건과 작물, 경영규모 등을 종합 고려하여 적용되어야 하지만 유기농업 종합모델이 개발되지 않아 획일적인 유기농업 기술 적용으로 투자의 효율성이 낮았음.
- 유기농업은 경종농업과 축산업의 유기물순환을 기본원리로 한 농업기술 체계임에도 불구하고 우리의 유기농업은 축산부문이 발전하지 못하여 경종부문의 지속적 발전에도 한계가 있음. 따라서 유기축산과 유기경종이 연계되는 표준화된 모델을 개발하여 균형있고 지속가능한 발전을 도모하여야 함
  - ◆ 자연순환원리를 이용한 경종과 축산의 상호 연계와 가축분뇨를 친환경적으로 활용하는 기술 개발이 미흡하여 지속가능한 축산업 발전을 저해하고 있음.
- 한국토착유기농업은 과학적 기술이나 효과 검증 없이 몇몇 선진 유기독농가들의 경험에서 비롯된 모자이크식 기술의 도입이 한국토착유기농업 기술의 골격을 이루어 왔었기 때문에 많은 시행착오가 있을 뿐만 아니라 전체적으로 효율적이고 한국지역적 특성에 맞는 적절한 기술의 필요성이 커지게 되었음..
  - ◆ 그 결과로서 유기질비료 즉 퇴비를 다량 시용함으로써 토착유기농업 기술은 채소재배의 경우 채소 내 고질산염, 토양의 염류집적, 지하수로의 질산염 용탈 가능성 등을 야기하는 시행착오를 범하기도 하였음.

### II. 경제·산업적 측면

- FAO/WHO Codex 등에서 통일된 국제유기농업규격이 제정됨에 따라 적극적으로 대처·국제적인 유기농업 기술을 도입하고 발전시켜 나가야 함.
  - ◆ 축산물 생산에 필요한 작물, 생물, 기계적인 체계와 농업의 자재 및 처리 가공과 축산식품소비 분야까지 연결된 총체적 체계를 포함.
  - ◆ 이러한 유기농축산물 생산을 위해서는 경종농업과 연계한 축산업이 이루어져야 함

- '97.7.1일 이후 WTO에 의한 수입농산물 개방으로 수입농산물과의 경쟁에서 우리농산물의 차별화 및 생존을 위해 효율적이고 표준화된 유기농업 기술이 필요함.
- 농협중앙회에서 수립 실행중인 "우수농산물생산지도·지원계획"에 의해 유기농산물의 판로등이 점차 확대되고 있어 유기농산물 생산의 증대를 위한 표준화된 유기농업 기술의 확산이 요구되고 있음

농업산업의 발달과 이농현상 저지의 해결책은 우수농산물 생산에 의한 소득증대가 밑바탕이 되며, 경종과 축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 표준모델 개발이 절실히 요구됨

### III. 사회·문화적 측면

- 농업에 의한 환경파괴의 역기능을 해소하고 건강하고 안정된 식품을 공급하기 위하여 친환경농업이란 새로운 패러다임을 뒷받침해줄 표준화된 모델의 개발이 요구됨
  - ◆ 자연의 생명력을 보호하고 관리하며 효율적 이용을 추구할 수 있는 자연적 산업적 생태시스템과 순환적시스템 모델개발은 인류생존을 위해 필수 불가결함
  - ◆ 잔류농약, 환경호르몬의 피해에 대한 사회적 인식이 확산되며 농·축산물의 품질결정에서 안전성이 가장 중시되고 있는 추세에서 유기경종과 유기축산은 불가피하며 빠른 정착과 보급을 위해 표준화된 모델이 필요
- 도시화, 산업화에 의한 자연생태계의 파괴에 대한 반성과 대안농업의 필요성이 대두되며 이런 대안적인 농업의 형태로서 세계유기농업운동(IFOAM)이 시작(1970년대 초)되어 유기농업의 정착과 지속적인 성장은 세계적 추세에 있음.
  - ◆ 우리나라의 유기농업도 1990년대 중반 이후 급속한 발전추세에 있으나 곡물(쌀)과 채소부문의 발전에도 불구하고 축산과 과수부문은 매우 취약하여 형태별로 적절한 유기농업표준기술이 개발되어야 함.
- 정부적 차원에서 친환경농업 정착을 위해 다양한 정책을 추진해오고 있으나 지역순환형 농업시스템 구축을 위한 체계적인 정책추진 미흡. 따라서 자연순환형 유기농업표준모델을 개발하는 기술적 뒷받침이 필요함
  - ◆ 1996년 「21세기를 향한 농림수산환경정책」을 수립하면서 다양한 친환경농업정책을 추진해왔으며, 2001년 "친환경농업육성 5개년(2001~2005)계획" 수립하면서 지역단위의 경종·축산·임업을 연계한 자연순환농업 육성을 위한 본격적인 정책 추진

## 제 2 절 연구의 목적 및 내용

### 1. 연구개발 목표

- ◆ 지역·작물·영농규모에 적합한 유기농업 표준모델 개발 보급으로 고품질 안전 농산물 생산, 농가소득 증대 도모.
- ◆ 유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 모델 개발로 농업환경오염원 경감.
- ◆ 국제기준에 적합한 유기농업을 위한 친환경축산을 위한 유기축산시스템 개발
- ◆ 환경친화성 농업의 환경성 및 경제성 평가Tool 개발을 통한 유기농업의 평가 및 확대

### 2. 연구개발의 내용

- ◆ 생태평가 및 작물 영양학적 평가를 통한 적정 유기농업표준모델 개발.
- ◆ 지역적합형 유기경종의 작부체계 확립
- ◆ 한국형 유기가축 사양모델 개발
- ◆ 상수원 보호구역 등 환경규제지역, 평야지, 중산간지 등 지역여건에 적합한 유기농업 표준모델 개발.
- ◆ 유기경종과 연계한 유기가축 사양관리와 모델 개발
- ◆ 유기경종과 유기축산이 상호 연계하여 유기자원의 활용을 최대화 할 수 있는 자연순환형 유기농업 모델 개발.
- ◆ 자연순환형 유기농업 표준모델의 물질밸런스 및 경제성 평가 Tool 개발



## 제 2 장 국내외 기술개발현황

### 제 1 절 자연순환형 농업을 위한 유기경종

#### 1. 이론적 고찰

##### 가. 경종농업의 생태학적 위치

###### 1) 농업생태계의 특징

농업생태계가 자연생태계와 다른 점은 같은 물리적 환경에서도 종 다양성이 부족하고 단순한 구조로 되어 있다는 점이다. 또한 작물 종수나 조합된 생활형이 적을 뿐만 아니라 작물의 종 또는 품종의 유전적 다양성이 적은 경향을 가지고 있다. 경작은 잡초와의 경쟁 감소에 따라 이용 가능한 광 에너지는 작물에 이용되고, 생산물은 직, 간접적으로 인간에게 공급되어, 먹이연쇄의 복잡성이 감소되고 영양연쇄는 2-3단계로 축소된다는 특징을 가지고 있다(Tivy, 1994). 특히 농업생태계에서 초식가축의 생체량(biomass)은 자연생태계보다 훨씬 많다. 그 결과 작물 생체량의 많은 부분이 가축에게 소비되던가, 혹은 작물로서 생태계 밖으로 반출된다. 따라서 토양 중의 양분 pool은 같은 환경에서 관리되지 않는 자연생태계보다 훨씬 작다는 특징을 나타낸다. 농업생태계의 고도로 집중된 에너지 흐름은 자연환경에서의 영양소 순환을 붕괴시킨다. 자연생태계에서는 식물이 환경으로부터 흡수한 영양소의 대부분은 식물잔사와 동물의 유체 또는 배설물의 형태로 재순환되지만, 농업생태계에서는 필연적으로 시스템으로부터 지속적으로 영양소가 유출되므로, 유기성 자원 또는 무기양분의 형태로 보급되지 않는 한 생체량은 감소하여 생산성이 저하한다. 따라서 현대농업은 일정수준의 생산성의 유지를 위하여 작물이 요구하는 무기양분을 화학비료의 형태로 외부로부터 공급하지 않으면 시스템의 유지가 어렵다는 문제점을 안고 있다. 그러나 유기농업은 토양으로의 유기질 자원 환원-미생물에 의한 분해-무기양분의 작물 흡수라는 순환과정을 통하여 일정한 양분을 공급하므로, 자원의 재순환을 통한 안전한 식량생산체계의 확립이 가능하다.

일반적으로 자연생태계는 종 다양성이 풍부하고, 영양적으로 복잡하기 때문에 항상성(homeostasis)을 유지하므로, 농업생태계보다 안정성이 높다고 알려져 있다. 즉, 자연생태계는 환경변화에 대하여 안정상태(steady-state)을 달성할 수 있기 때문이라고 생각된다(Odum, 1971). 그러나 농업생태계는 극단적인 환경조건에 따라 교란되거나 쉽게 파괴되지만, 농업생태계에서의 안정성은 환경적 변이를 막는 수단을 취하거나, 가능성을 예고하므로 인간의 시스템 관리 여부에 의존한

다(Tivy, 1994; Loomis와 Connor, 2003).

#### 2) 농업생태계의 기본적인 영양연쇄

농업생태계는 토양 비옥도를 기본으로 한 작물재배를 통하여 식량을 안정적, 지속적으로 생산하기 위한 기본적인 영양연쇄(nutritional chain) 과정으로 식량자원을 생산하는 시스템이라고 할 수 있다(이, 2003).

농업생태계에서 영양연쇄는 ① 작물(곡물)-인간(식량), ② 작물(곡물)-가축-인간(식량), ③ 작물(목초)-가축(방목)-인간(식량), ④ 작물(곡물)+작물(목초)-가축(사사)-인간(식량)의 4가지 과정이 있다(Loomis와 Connor, 2003). 농업생태계에서의 영양연쇄는 자연생태계의 먹이연쇄보다 짧아서 2-3 단계에서 종료된다는 특징을 나타낸다(Tivy, 1994). ①의 과정은 인간에 의한 식량의 직접소비, ②-④의 과정은 간접소비라고 하며, ②와 ④의 과정이 현대축산에서 가축의 다두사육을 가능케 하는 곡물위주의 사양방식을 출현케 하였다.

#### 3) 영양연쇄에 있어서 작물의 중요성

영양연쇄에서 작물은 기본적인 생산단위(production unit)로서(Tivy, 1992), 작물의 최대 특징은 뿌리로부터 양분과 수분을 흡수하고, 잎에 의한 광합성 작용으로 단순한 무기물로 복잡한 유기물을 생산하여 독립영양을 영위할 수 있다는 점이다. 작물이 생산한 유기물이 없이는 동물이 존재할 수 없고 인류의 생존도 예외는 아니다. 이러한 의미에서 동물의 생존은 작물에 의한 물질생산(탄수화물, 단백질, 지방, 무기물 등)에 종속되어 있다(이, 2003). 따라서 인구부양능력과 가축사육능력은 전적으로 작물의 생산성에 의존한다.

#### 4) 작물과 경종농업

경종농업은 작물의 물질생산을 통하여 동물의 생존을 보장하는 기본적인 농업의 형태이다. 즉, 경종농업은 기본적인 생산단위인 작물을 재배하여 식량을 생산, 공급하고, 이를 통하여 경제적인 이익을 얻는 농업의 형태이다. 경종농업은 신석기 시대(BC 6,000년-5,000년) 이후 인류에 의한 정착농업의 시작과 함께 출발하였다고 추정하고 있다(大久保, 1990).

#### 나. 식량생산체계

농업사적인 측면에서 보면 인류의 역사는 일정한 식량을 얻기 위한 끊임없는 투쟁의 과정이었다고 볼 수 있다. 고대인들은 어려운 자연환경을 극복하면서 일정한 식량을 확보하기 위하여 투쟁해 왔고, 현대인들도 식량생산 기반의 확대와 식량증산을 위하여 끊임없이 자연을 개발하고, 과학기술을 발전시켜 왔다. 또

한 급증하는 인구와 사회의 발전단계에 따라서 안정적 식량 확보를 위한 다양한 식량생산체계를 확립한 결과, 현재의 인류 문명이 존재한다고 말할 수 있다. 유기경종의 이론적 배경을 이해하기 위해서는 지금까지 인류가 발전시켜 온 식량생산체계에 대한 이해가 필요하다고 생각된다(이, 2003).

#### 1) 식량생산체계의 종류와 특징

##### 가) 식량생산체계의 종류

- (1) 화전이동 경작 법(화전농업)
- (2) 무기양분재순환농법(유기농업)
- (3) 화학농업(현대농업)

식량생산체계는 인구증가와 소득수준의 향상에 따라서 생산성이 증가하는 방향으로 발전되어 왔다.

##### 나) 식량생산체계의 특징

###### (1) 화전이동 경작 법

- 저 투입-저 산출(low input-low output) 농법으로 자연의 생태계를 이용
- 작물의 생장에 필요한 무기양분공급은 전적으로 자연식생의 회분에 함유된 양분량과 천연공급량에 의존
- 경작지의 토양비옥도가 점차적으로 저하하면 경작지를 포기하고 새로운 경작지 개척
- 재배 포기지는 휴한기간 중에 서서히 자연식생이 회복되는데 재생기간은 기상, 토양조건에 따라 다르지만 약 10-20년 소요
- 작물의 생산성은 약 1톤/ha 수준으로, 인간의 연간 곡물소비량을 250kg/1인(680g/1일)이라고 하면 인구부양능력은 최대한 0.4인/ha에 불과.
- 인구가 적고 충분한 토지가 있다면 장기간에 걸쳐 일정한 생산성을 얻을 수 있어 지속성이 있는 농업의 형태

###### (2) 무기양분 재순환농법(유기농업)

- 작물잔사, 인간과 동물의 배설물(분뇨), 잡초, 삼림의 낙엽과 하초 그리고 용수로의 퇴적 침니를 최대한으로 회수, 토양비옥도를 유지하여 생태계 내에서 작물생산-인간을 연결하는 순환계
- 식량생산체계 내에서 유기자원을 완전히 순환시키는 이 농법은 중 투입-중

산출(medium input- medium output) 농법

- 곡물생산성은 2-3톤/ha 정도로서 인구부양능력은 1인당 곡물소비량(250kg/1인)을 기준으로 8-12명/ha
- 식량생산체계를 유지하기 위하여 많은 인력의 투입과 노력 필요
- 인구가 적고 산업화가 되기 이전의 농업 중심 사회에서 식량의 대부분이 직접 소비되는 사회에서 적용 가능

(3) 화학농법(현대농업)

- 1960년 이후 화학공업과 농약공업, 기계공업의 발전에 따라 고 투입- 고 산출(high input-high output)의 식량생산체계로 발전
- 유기성 자원의 회수 없이 보다 많은 수량을 얻기 위해서는 작물이 요구하는 무기양분을 인위적으로 외부에서 공급
- 곡물생산성은 향상되어 주요곡물(벼, 밀, 옥수수)의 단수는 10톤/ha, 선진국 평균 5-7톤/ha
- 인구부양능력의 증대

다) 화학농법이 출현한 배경

- (1) 천연양분공급량 만으로는 생산성 증대를 기대할 수 없기 때문에 무기양분을 외부로부터 인위적으로 투입
- (2) 분뇨 등과 같은 유기성 자원의 재활용 단절
- (3) 세계의 모든 국가들에서 소득수준의 향상과 함께 동물성 식품의 섭취량 증가

다. 현대농업의 문제점

- 1) 1960년 이후 세계인구의 급증과 생활수준의 향상에 따른 축산물 소비량의 증가와 그에 따른 곡물소요량의 지속적 증가
- 2) 경종농업에서는 단위면적 당 작물 생산성 증가를 위한 방안으로 집약농업 실천
- 3) 축산업에서는 곡물위주의 사양방식을 통한 다두사육
- 4) 생태계의 파괴, 농축산물의 안전성 결여, 건강에 대한 위해성 증가
- 5) 화학농법은 지속 불가능한 농업의 형태로서 다음과 같은 문제점을 가지고 있다(이. 2004).

가) 경종농업

- (1) 농지확대
  - 자연자원의 파괴(습지, 야초지, 삼림, 간척지)
  - 생물학적 종 다양성 감소
  - 수자원의 과잉양수(특히 건조지역)

- (2) 집약적 농업
  - 화학비료와 농약의 다량사용
  - 지표수와 지하수 오염
  - 토양 유기물 함량의 지속적 감소
  - 단작과 연작
  - \* 토양생물상의 단순화
  - \* 미량요소의 결핍
  - \* 토양비옥도 저하
- (3) 토양열화(soil degradation)
- (4) 농산물 안전성 결여
- (5) 건강에 대한 위해성 증대

나) 축산업

- (1) 사료용 곡물 소비량 증가
  - 배합사료 의존적 사양형태
  - GMO 곡물 사용
- (2) 가축분뇨의 대량발생
- (3) 가축분뇨의 자원화율 저조
- (4) 환경오염(토양, 수질, 대기오염)
- (5) 사료 첨가제의 사용
  - 항생제
  - 동물약품
  - 성장 호르몬
- (6) 내병성 약화와 전염병 발생 증가
  - 광우병(BSE)
  - 브루셀라
  - 구제역 등
- (7) 축산물 안전성 결여

#### (8) 건강에 대한 위해성 증가

##### 라. 현대농업의 문제점에 대한 국내외적 대응

이상과 같은 현대농업의 문제점에 대한 인식 확산으로 1970년 이후 세계 각국에서는 저투입 지속농업(LISA, low input sustainable agriculture)에 대한 관심이 고조되기 시작하였다. 1972년에는 EU의 유기농단체가 중심이 되어 설립된 국제 유기농업연맹(IFOAM)은 국제유기농산물 기준을 설정하여, 국제적인 유기농업 기술보급, 유기농산물 연구 및 인증 제도를 확립하여, NGO 단체로서 국제 유기농업을 선도하고 있다.

국제적으로는 1991년 19차 Codex(Codex alimentarius commission)에 유기식품의 생산, 가공, 표시, 유통에 관한 guideline 초안이 제출되었고, 2000년 28차 Codex 회의에서 최종 확정되어(Codex, 2002), 유기농산물에 대한 국제기준이 설정되었다.

우리나라에서는 1997년 친환경농업육성법이 제정 공포되어, 친환경농업에 대한 정부차원에서의 여러 가지 시책이 시행되고 있고, 2006년도에는 농촌진흥청에 유기농업사업단이 발족되어 유기농업 기술개발과 보급에 관한 다양한 연구사업들이 시행 중이지만, 초보적인 단계에 머물고 있다.

##### 마. 유기농업

유기농업이란 "농업생태계의 건강, 생물다양성, 물질순환 및 토양 내의 생물학적 활동을 촉진시키거나 증진시키기 위한 하나의 총체적 생산관리 체계"라고 정의할 수 있다(Codex, 2002). 따라서 유기경종농업에서는 화학비료와 농약 그리고 생산성을 높이기 위하여 사용되는 식물생장촉진제 등을 사용하지 않고, 유기물과 무기물을 토양으로 투입하여 안전성이 높은 농산물을 생산하는 농업의 형태이다(Lampkin, 1990, Codex, 2002).

유기경종농업의 주요 핵심 기술의 내용은 ① 토양비옥도 유지/증진, ② 병충해 및 잡초제어, ③ 품종/종묘선택, ④ 유기질 비료와 토양개량제 사용으로 구분할 수 있다(손, 2000).

## 2. 순환형 농업을 위한 유기경종의 국내, 외 기술개발 현황

### 가. 토양비옥도 유지와 증진

유기경종에서는 화학비료의 사용이 허용되지 않기 때문에 토양비옥도의 유지는 유기성 자원(녹비작물이나 가축분뇨)의 토양환원으로 이루어져야 한다. 녹비작물의 토양환원은 토양 중의 유기물 함량을 증가시켜 토양유실 방지와 완충능력을 높이고, 후작물이 필요로 하는 양분을 공급할 수 있는 점에서 유기경종의 작부체계에서 두과녹비작물의 도입은 필수적이다. 또한 두과-화분과 작물의 작부체계는 양질의 조사료 생산을 통하여 가축사육능력 증가시키고 순환농업을 가능케 한다. 두과작물은 공중질소고정을 통하여 토양비옥도를 증진시키고, 화분과작물의 생산성을 증가시키는데 공헌한다.

두과작물의 질소고정능력에 대해서는 Amarger(2001), Cowling(1982), Crush(1987), Davies와 Hopkin(1996), Frame 등(1998), Frame(2004), Graham과 Vance(2000), Postgate(1998)의 연구결과가 있다.

### 나. 작부체계에 의한 지력증진, 수량증가와 사료가치 향상

순환농업을 위해서는 유기경종에서 지역에 알맞은 작부체계 확립하여 지력증진을 도모하고, 조사료 생산량 증대 및 사료가치 향상을 통하여 단위면적당 가축사육능력을 높이는 것이 중요하다. 화분과-두과작물과의 혼작 작부체계에서 Anslow 등(1983)은 화분과 작물과의 작부체계에서 완두의 중요성, Caballero 등(1995)은 Common vetch의 파종비율과 vetch와 귀리의 수량과 사료가치, Clark 등(1994)은 헤어리베치+호밀 혼작과 옥수수와의 작부체계, Clark 등(1995)은 헤어리베치+옥수수의 작부체계, Cooper(1979)는 두과작물 혼작에 의한 양질의 건초생산, Frame(1986), Frame과 Harkess(1987)는 두과작물 단작과 화분과 작물과의 혼작효과 비교, Haj Ayed 등(1995)은 귀리-두과사료작물의 작부체계, Heichel과 Henjum(1991)은 두과-화분과 작물의 혼작조건에서 질소고정, 질소전이와 건물생산성, Holderbaum 등(1990)은 가을철 파종 14 종의 두과녹비작물 중에서 hairy vetch, crimson clover, Austrian winter pea가 옥수수 수량증가에 기여, Mallarino 등(1990)은 혼작조건에서 질소고정에 영향을 미치는 두과작물 종과 파종비율, Nassiri(1998)는 화분과-두과작물의 교호작용 모형, Ranells와 Wagger(1996)는 호밀+헤어리베치, 호밀+crimson clover 혼작과 헤어리베치, crimson clover 단작의 건물수량 비교, Seo 등(2000)은 헤어리베치-옥수수, Stout 등(1997)은 보리, 1년생 호밀과 1년생 두과녹비작물의 수량과 사료가치, Ta와 Faris(1987)는 화분과 단작보다 화분과+두과 혼작의 건물수량과 단백질 수량 증가, Toth와 Fox(1998)는 옥수수-알팔파 윤작에 의한 질산태 질소 용탈저하,

Wagger(1989)는 녹비질소 방출과 후작물의 이용시기, Wilson과 Hargrove (1986)는 Crimson clover의 질소방출, Wen 등(2000)은 벼-자운영의 작부체계, Yadvinder-Singh 등(1992)은 녹비의 화학적 차이에 따른 녹비질소 방출특성, 서 등(1998)은 헤어리베치 녹비의 질소방출 패턴, 서 등(2000)은 추파시기에 따른 헤어리베치의 수량과 전질소량, 서 등(2001)은 옥수수-연맥+헤어리베치의 작부체계에 미치는 영향에 대하여 보고하였다,

사료가치 증진에 대해서 Adesogan 등(2002)은 완두-밀 혼작과 풀 사일리지의 면양에 대한 사료가치 비교, Bax와 Browne(1995)는 Clover의 질소에 대한 유량 증가, Haj Ayes 등(2000)은 vetch-귀리 혼작에서의 사료가치, Salawau 등(2001)은 밀-완두 혼작의 사료가치, Stout 등(1997)은 보리, 1년생 호밀과 두과녹비작물 간작에서의 수량과 사료가치에 관한 연구결과가 있다.

#### 다. 병충해와 잡초방제

유기경종에서 작물수량 수량감소를 위한 병충해와 잡초방제에 위해서는 다양한 방법들이 동원되고 있다. Abdin 등(2000)은 interrow(골간) 경운+두과녹비작물에 의한 잡초제어, Caamal-Maldonado 등(2001)은 타감작용을 나타내는 두과작물에 의한 잡초제어효과, Caballero 등(1995)은 vetch-oat 간작에 의한 잡초제어, Einhelleng과 Leather(1988)는 타감효과를 나타내는 식물화합물은 140만 종류가 존재하지만, 그 중에서 3%만 실험, Fisk 등(2001)은 무경운 옥수수 재배에서 두과녹비작물에 의한 잡초제어, Fujii(2001)는 53개 식물 종의 타감효과 평가한 결과, hairy vetch, velvet bean, 귀리, 호밀, 밀, 보리의 효과가 뛰어남, George 등(1994)는 벼 재배 논 토양에서 두과녹비작물을 nitrate catch crop으로 활용한 잡초제어, Hartmann과 Nezasdal(1990), Juroszek와 Gerhards(2004)는 식물체의 photochrome 특성을 이용한 잡초제어, Khanh 등(2005)은 논 토양 잡초 제어를 위한 약용식물과 두과녹비작물 재배, Kohli 등(1998)등은 잡초제어 효과가 뛰어난 4가지의 천연물질(cineole, leptospermonas, benzoxazinones, Quinolonic acid),

Tollenaar 등(1994)은 단위면적당 옥수수 개체밀도 증가를 통한 잡초제어, Xuan(2004)은 농업에서 타감작용의 실제적 적용조건, Kephart 등(1990)는 Cicer milk vetch의 곤충에 대한 내충성,

#### 라. 유기질 비료

유기경종에서 두과녹비 작물 도입과 함께 토양비옥도 증진을 통한 토양개량과 작물생산성 향상을 위한 유기질 비료의 사용이 필요하다. 유기질 비료는 가축분뇨, 자가 퇴비, 지렁이 분립(vermicompost) 등 다양하다. Jeyabal과 Kuppuswamy(2001)는 두과-화분과 작물의 윤작체계에서 vermicompost 사용이 토양의



미생물상, 건물수량 및 토양개량 효과에 미치는 영향, Palm 등(2001)은 질소(2.4%), lignin(15%), polyphenol 함량(4%)을 기준으로 유기질 자원을 4가지로 분류하여 시용방법 설명, Schmitt 등(1992)은 액비수준과 시용시기,

Shah 등(2003)은 작물잔사의 토양환원이 작물생산성에 미치는 영향에 관한 연구결과가 있다.

## 제 2 절 자연순환형 농업을 위한 유기축산

### 1. 유기축산의 개요

유기축산이란 Codex 기준으로 토양과 가축간의 조화로운 관계 발전 및 가축의 생리적 욕구를 존중하는 것으로 되어 있다. 이와 같은 조건을 충족하기 위하여는 가축에게 적절한 사육 공간을 확보하고 양질의 유기사료를 공급하는 것이 유기축산의 기본 과제이다. 또한 자원 순환의 측면에서 유기축산은 사료작물 생산을 유기적으로 영위하며 유기생산 체계내에서 순환적이고 재생 가능한 자원의 활용이 이루어짐을 의미한다. 결국 유기축산과 유기농업이 함께 공존하여야만 진정한 순환형 유기농업이 가능하다는 것을 의미한다.

유기축산의 주요한 기능 중 하나는 농업의 친환경 창출과 친환경 농업의 지속에 있다. 유기축산의 그러한 기능에 대한 평가로서 Sundrum(2001)은 유기축산의 대표적 기능으로 환경오염의 부하량을 유의적으로 감소시킨다고 평가하였다. 축산과 환경과의 관계는 축사의 구조, 분뇨 처리 방식, 사료의 급여 정도에 따라 다양하게 변할 수 있으므로 유기축산의 실현을 위하여 앞으로 체계적인 노력이 필요하다고 사료된다.

우리나라 유기축산의 필요성은, 유기 농·축산물의 연간 시장 성장률이 전세계적으로 급성장하고 있으며, 우리나라는 농·축산물 완전 개방에 따라 향후 국내 축산물의 급속한 시장 경쟁력 약화 초래하여 생산기반 붕괴 위기감에 따른 고부가가치 유기 축산물 생산을 통한 대안 제시 및 관련 기반 확충 시급한 실정에 있다. 또한 기존 관행 방식의 축산은 보다 안전한 축산물에 대한 소비자 요구를 충족할 수 없는 문제점을 가지고 있다. 양적 증산을 위해 과도한 항생제 및 호르몬제 사용과 구제역, 광우병 빈발에 따른 문제점들을 해결하기 위해서는 유기농업과 연계한 축산물 생산 시스템 구축으로 환경친화적인 산업 기반 확보 시급하다.

## 2. 유기축산 국내·외 기술 개발현황

### 가. 유기축산의 국외 기술개발 현황

#### 1) EU의 유기농업정책

○ EU의 농업환경정책의 주요 쟁점은 환경보전형농업과 그에 따른 토양관리 지침이다.

○ 첫째, 유기농법은 농산물을 과잉생산하지 않고 둘째, 기존의 환경에 대해 조화적이며 셋째, 다양화에 의해 농촌에서 고용기회의 확대에 기여하며 넷째, 기존의 검정체계를 확립함으로써 소비자로부터 신뢰를 얻을 수 있다.

○ 유기농법이 이상과 같은 역할을 하는 이상, EU의 공동농업정책을 통하여 유기농법을 보호해야 한다는 점을 유기농법단체들은 당연하게 받아들이고 있다.

○ 현재 EU의 농업환경정책은 관리지침을 준수하는 농민에게 보조금 혹은 지원금을 지급하도록 되어 있다.

○ 결국, 유럽연합 농업정책 방안을 한마디로 요약을 한다면 농산물 가격을 억제하며 환경보전형 농업으로 저투입, 저집약, 저노동 등의 유기농업 및 생물학적 농업을 장려하며 차액보상제도를 통하여 토지관리를 엄격하게 하는 반면 농업이 사회 공익에 기여한 공로에 대한 보상을 강화하는 것이라고 할 수 있다.

표 1. EU 주요국의 유기농업 시행을 위한 핵심 정책 사항

국 명	핵심 정책 사항
오스트리아	정부 보조금, 유기농산물 인증제도, 자문 정책(지자체별 유기농업 자문위원), 유기농업교육(전문대학 10개, 관련 잡지 5개)
독 일	엄격한 토양 비옥도 유지, 과잉 농산물 억제, 가축 사육 제한, 정부 보조금, 유기농 인증 로고 부착
영 국	생산 극대화에 의한 과잉 생산 억제, 지속 가능 농법으로서의 유기농업 (환경보전의 일환), 정부 보조금 상대적으로 미미, 유기농 인증, 야생 동물 보호 강조
스 위 스	엄격한 토양관리, 자연경관 유지, 정부 보조금, 유기농 인증(5년간 전환 후 인증)

#### 2) EU의 유기축산 사례별 연구

○ 유럽은 아직까지 중부나 남부권의 나라보다는 북구권 나라에서 천연의 자연을 이용하는 유기축산이 더 보편화되어 있다.

○ 이들의 유기축산은 소를 중심으로 하는 대가축을 사육하는 형태로서 여름에는 방목으로, 겨울철은 목초사일리지를 주로 이용하여 유기축산을 실시하고 있다.

○ 유기축산은 일반 관행축산의 경우보다 생산성이 다소 떨어지는 경향이 있지만 관리의 효율성을 높일 때 유기축산과 관행축산과의 차이가 크게 나타나지 않아 미래의 청정축산으로 그 가능성이 매우 높다.

○ 유기축산에 필요한 토지의 확보 등 쉽게 해결하기가 어려운 문제점들이 있다.

#### ○ 네델란드의 유기낙농

- Plomp (2001)에 의하면 네델란드의 유기낙농에서는 관행적 낙농처럼 목초와 옥수수사료가 중요하게 유지되나 때때로 사탕무, 알팔파 그리고 완전 곡류 silage를 급여한다.

- 관행적 농장에서는 연간 농후사료를 2,000kg/두를 급여하는 반면 유기낙농에서는 농후사료의 급여량을 연간 1,200kg으로 제한한다.

- 사료는 주로 grass silage를 공급하며(평균 62%) 대부분의 농장에서 추가로 옥수수 silage도 급여한다(9%). 농후사료는 24% 급여한다.

- 일부 농장에서는 완전곡류 silage, beet 또는 potatoes(5%)와 같은 사료를 급여하기도 한다.

- 관행적인 낙농과의 차이점이라면 농후사료( $\pm 40\%$ )와 옥수수 silage( $\pm 20\%$ )는 덜, grass silage는 더( $\pm 40\%$ )급여한다.

- 결론적으로 유기낙농에서의 사료는 주로 grass silage로 되어있으며 따라서 grass silage의 질과 양은 매우 중요하다고 할 수 있다.

#### ○ 덴마크의 유기낙농

- Kristensen과 Pedersen (2001)에 의하면 덴마크의 유기우유 생산은 대단위 낙농단위를 기준으로 전문적으로 우유를 생산하고 고유량을 이끌어낸다.

- 젖소의 사료 급여는 5~6월달 clover/grass를 기초로 하여 방목시키고, 겨울 동안에는 실내에서 silage를 자유 채식한다고 한다.

- 덴마크의 관행적 사육 방식에 의한 가축보다는 유량이 500kg/년 정도 적으며 유기축산과 관행축산간의 차이는 Jersey종에서 가장 높게 나타난다.

- 또한 Kristensen과 Kristensen (1998)에 의하면 관행적 낙농보다 유기낙농에서는 농후사료의 급여량을 일정하게 급여하고 조사료로부터의 에너지 섭취량이 높은 것이 특징이다.

- 특히, 유기낙농의 형태로 사육한 젖소의 첫 번째 비유기에는 비유곡선의 높은 지속성을 보이고, 유량은 단지 분만 후 6~36주에서 매달 0.33kg씩 감소하였다.

- 따라서 유기축산에서 조사료의 질은 매우 중요한 요인이 된다.

- 조사료의 공급원인 목초는 ryegrass와 white clover가 지배적이며 곡물생산을 위해서는 보리와 grass/clover를 혼합하여 재배하기도 하고, 목초지에 2~3년에 1년씩 곡류를 재배하는 단기윤작 방식을 사용한다.

#### ○ 노르웨이의 유기낙농

- 노르웨이의 Reksen 등(1999)에 의하면 번식 성적에서 유기낙농과 일반 관행낙농간의 차이는 발견되지 않았으며 유기낙농에서 겨울기간에 육종의 효율성이 관행낙농보다 떨어졌다고 보고하였으나 조사료가 우유로 전환되는 효율은 유기낙농에서 더 효율적이라고 보고하였다.

#### ○ 스웨덴의 유기낙농

- Jonsson (2001)에 의하면 유기농업의 전환 후 10년 동안의 유기목초 재배를 통한 산출량을 조사한 결과 건물 기준으로 일반 관행 재배보다 3% 낮아진다.

- 이것은 유기농작물은 에너지 함량이 다소 낮다는 의미가 된다.

- 관행낙농은 년도가 지날수록 우유생산량이 증가하는 경향을 보였으나 유기낙농에서는 최대 우유 생산량을 8000 kg/년으로 보고하였다.

- 우유의 성분은 지방의 농도가 0.01% 유기농 우유에서 더 높았고, 단백질과 락토오스의 농도는 0.12%와 0.01%로 관행적 우유와 비교하였을 때 유기낙농에서 더 낮았다.

### 나. 국내 유기축산 시범농장 예 (농협 안성목장)

#### ○ 유기사료(원료) 조달의 어려움

- 유기배합사료 원료는 고가이며 수입선이 한정(공급업체 1~2군데 업체가 공급 중)

(유기사료원료도 친환경육성법에 의한 유기농산물 인증이 필요)

- 국내에 유기사료 전용 생산공장이 전무

- 사업초기 경제적 곤란
  - 사료 가격이 높은 반면 생산성이 저조하므로 생산원가가 과다하게 소요
    - ※ 특히 대가축의 경우는 운동장, 초지(사료포) 면적 확보가 관건이라고 판단됨
  - 유기 축산물로 인증받기 전 상당기간 일반제품 가격으로 판매
    - ※ (특히 초지 전환은 반드시 2년의 기간이 소요됨)
- 철저한 방역이 필요
  - 외부로부터 질병이 유입되지 않도록 철저한 소독, 백신 및 차단 방역이 필요
- 축종별 주요 문제점
  - 한우 : 고급육생산을 위해 다량의 농후사료 필요, 생산원가 과도 상승 우려
  - 젓소 : 유기원유의 납품처 개척이 주요 현안
- 유기축산물 심사항목의 보완이 필요
  - 사료 내 GMO 비교의적 혼입 허용 여부( 식품의 경우는 3% 미만 허용)
  - 인증 관련 공무원의 축산용어 이해 부족

표 2. 유기사양관리상의 주요 문제점

구 분	문 제 점
한 우	0 미(약)발정우에 대한 적극적인 대책이 요구된다. - 호르몬제의 사용 금지로 인한 번식효율의 저하 0 방목으로 인한 일당증체량 저하 예상 됨 - 옥수수, 소맥 위주의 배합비로 일반사료보다 영양공급이 떨어질 것으로 예상 됨
낙 농	0 예상 미(약)발정우에 대한 적극적인 대책이 요구된다. - 호르몬제의 사용 금지로 인한 번식효율의 저하 0 생산성 저하 - 일평균 산유량은 18~20kg/두 정도 예상 - 유방염 예방 문제가 관건

- 사용 가능한 국내 유기사료 자원개발로 사료생산 원가절감 추진 - 유기농 쌀 부산물 및 볶짚

주요 문제점	대 안
유기사료공급	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유기축산 사업 시작 시에는 유기 작목반을 구성하여 사료 원료도입을 추진하고 (할당 관세 문제)</li> <li>○ 자가 배합사료 시설을 공동으로 활용하는 것이 바람직하다고 사료됨</li> </ul>

- 대가축의 경제적인 유기축산 접근방안
    - 초지(사료포)확보
    - 축종별 입식 전략
      - 한우 : - 번식보다는 중송아지를 입식하여 비육하는 것이 경제적
      - 낙농 : - 육성우를 선발하여 착유하기보다는 착유우를 전환하여 유기농조사료(볏짚)을 급여하여 사육하는 것이 경제적
        - 고 능력우 보다는 산유량이 20kg내외의 우군이 질병 저항성이 강한 듯 함
      - 원유 남유 문제는 소규모 원유처리장 활용
- 다. 요약

- 북구 유럽의 유기축산 실태는 방목 및 목초사일리지를 이용하여 사육하는 형태로서 유기축산이 최근 점차 확대되고 있는 추세다.
- 유기축산은 일반 관행축산의 경우보다 생산성이 다소 떨어지지만 관리의 효율성을 높일 때 유기축산과 관행축산과의 차이를 좁힐 수 있어 미래의 청정축산으로 성장할 수 있는 가능성이 매우 높다.
- 우리나라도 생산성만을 중요시하였던 기존의 축산의 형태를 지양하고 자연보전과 병행하는 미래축산의 형태로서 유기축산의 도입을 적극적으로 추진하여야 한다고 사료된다.
- 우리나라에서 유기축산을 현실화하기 위한 몇 가지 시급한 방안으로는 첫째, 유기사료의 안정적 공급 방안을 확립하여야 한다.
- 우선적으로 재배 및 공급이 가능한 조사료를 종류별로 유희농사 지대, 밭농사 지대, 산간 지역 등의 지역별 작부 체계를 설정하여야 한다.
- 아직까지도 활용이 제대로 되고 있지 않는 산지초지를 조성하고 효율적으로 이용하는 방안이 적극 검토되어야 한다.
- 궁극적으로는 유기농업과 연계하여 유기볏짚, 유기쌀겨 등의 유기농산부산

물을 충분히 활용하는 즉, 물질순환을 기초로 한 유기경종과 연계하는 자연순환형 유기축산이 고려되어야 될 것이다.

○ 한편 유기농후사료의 생산은 토지 확보가 어려운 우리나라의 여건을 감안하면 매우 어려운 일이나 유희지나 사료작물포장에서 유기옥수수, 유기보리, 유기호밀 등의 생산을 위한 기술을 체계화할 필요가 있다.

○ 유기축산에서는 항생물질, 호르몬제의 사용이 금지되므로 가축의 질병 관리를 위한 대체물질의 개발이 필요하다. 천연항균물질을 개발하는 많은 연구가 요구된다.

○ 유기축산을 실시하기 위한 제도적 장치를 보완하여야 한다.



## 제 3 절 경종과 축산의 연계를 통한 자연순환형 유기농업 모델개발

### 3. 이론적 배경

농업은 본래 토지를 이용하여 자연의 물질순환을 기본으로 탄산가스를 고정함으로써 유기물을 경제적으로 생산하는 환경과 가장 잘 조화된 산업이다. 아울러 국토의 조화로운 발전과 환경을 보전하는 사회적인 공익기능도 가지고 있다.

그러나 우리나라의 전통적인 농업은 천연 공급량 이외에는 무기물의 공급이 어려워 생산성이 낮기 때문에 인구 증가에 따른 식량 부족 문제를 해결하는데 큰 어려움이 있었다. 그래서 1960년대 이후에는 곡물 증산을 위한 충분한 무기요소의 보급을 위하여 가축분뇨와 같은 유기성 폐기물의 투입보다는 화학 비료와 같은 외부 에너지의 투입량을 증가시킴으로써 자연환경의 의존도가 매우 낮은 화학농법이 발전되어 왔다. 그러나 이 화학농법은 요구량 이상의 과다한 화학비료 투입으로 상당한 무기물이 토양에 축적, 유출됨으로써 토양의 유기물이 감소하고 물리성이 악화되며 농경지로부터 잉여양분의 유출은 지표수 오염 및 질산태 질소의 지하수 오염 등을 초래하고 있다. 또한 과거의 전통적 농업에 있어서는 가축분뇨를 토양에 투입하여 지력을 유지하고 증진하는데 유용하게 사용하였으나, 축산의 전업화 및 기업화 등으로 가축분뇨의 자가 경영권내의 순환이용이 어려워지고 있다.

한편 최근에는 국민 경제의 발전으로 소득수준이 향상되면서 소비자들은 고품질의 안전농산물을 원하고 있으며, 비록 가격이 일반농산물에 비해 높다고 하여도 건강과 환경보전을 생각하여 유기농·축산물 등 친환경농산물을 소비하려는 경향이 차츰 증가하고 있다.

이러한 현실에서 앞으로 사회에서 요구되는 식량생산체계는 자연생태계의 물질순환 기능을 활용하여 인간이 필요로 하는 식량을 안정되고 지속적으로 생산하기 위한 기본적인 영양연쇄를 만들어 가는 과정으로, 생태계 내에서 균형 잡힌 물질수지를 통하여 생산물의 안전성을 최우선으로 하는 순환농업이 되어야 한다. 즉, 그림 1과 같이 식물생육에 필요한 무기양분은 작물잔사와 가축분뇨 중의 성분으로 공급하고, 지역조건에 알맞은 작부체계를 확립하여 토양 비옥도를 높이며, 작물의 생산성과 안정성을 높여 가축에게 안전성이 높은 사료를 지속적으로 공급할 수 있도록 유기 경종농업과 축산업의 연계모형을 구축하는 것이 생태계를 보전하고 안전한 축산물을 요구하는 자연친화적 경향의 소비자들의 욕구증대에 부응하는 일이다.

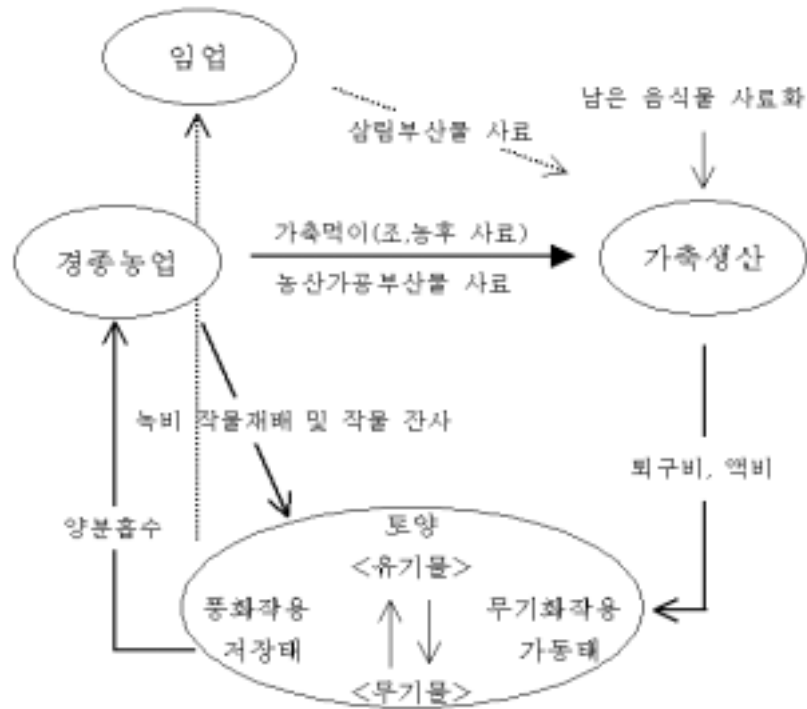


그림 1. 경종, 임업과 축산이 연계한 자연순환형 농업모델

#### 4. 자연순환형 농업의 국내·외 기술개발 현황

##### 가. 자연순환형 농업의 국외 기술개발 현황

20세기 초 유럽을 비롯하여 세계각지에 전개되어온 유기농업은 대부분 사회적 혹은 사상적인 관점에서 시작된 운동으로 2005년 현재, 유럽에서는 유기농산물이 전체농산물 중 5 - 10%에 달하고 있으며 또한 농업정책도 환경측면에서 재조명되고 2005년 2월 교토의정서 발효 이후에는 온실가스배출 감축노력이 본격화되면서 그 증가폭이 더욱 커지고 있다.

이들 유기농업은 크게 2부분의 흐름으로 나누어져 전해지고 있는데, 그 중 하나는 1924년 인류학자인 Rudolf Steiner(1861-1925)가 독일에서 H. Pfeiffer의 이론들을 농업에 적용하여 생명 역동적 농업(Bio-dynamic)을 창시하였고 1920년대 말에는 독일, 스위스, 영국, 덴마크, 네덜란드에까지 확대시켰다. 또한 1930년대

스위스의 정치인 한스 밀러(Hans Muller)는 이 농업을 더욱 발전시켰고 호주의 의사인 Hans Peter Rush는 이런 생각들을 받아들여서 자연을 최대한으로 다시 사용할 수 있는 방법을 모색하여 오늘날의 유기농업의 토대가 되었다. 또 다른 하나는 영국인 병리학자 Albert Howard(1873-1947)가 화학비료를 다년간 사용하게 되면 연작장해로 작물생산이 불가능하였지만 주로 인도 등 아시아 지역에서 사용하고 있는 방법으로 퇴구비 등을 사용하게 되면 농업 생산이 지속가능하게 됨을 착안하여 아시아형 순환식한 농업을 주창하며 영국 등에 보급하였다. 한편 국제유기농업운동연맹(IFOAM)은 베르사이유에서 유기농업 소단체를 대표하기 위한 기관으로서 1972년에 설립되었으나, 1980년대에 들어와서는 가장 활발하게 활동하고 있는 유기농업의 조직으로 거듭나게 되었다. 그리고 몇몇의 정부는 소비자 보호와 협력을 위해서 지원해 왔다. 또한 1991년에는 유럽연합(EU)에서 유기농 농법에 대한 규정이 논문으로 출간되었으며, 그 해는 유기농법에 대한 관심이 공공연하게 나타나게 되었고 유럽 사람들을 기준으로 하는 세계식량기구(FAO) 산하에 국제식품규격위원회(Global Codex Alimentarius)에서 유기농에 대한 규정이 제시되어 왔다.

이상과 같이 유기농업은 집약적인 관행 농법과는 대조적으로 자연친화에 근본을 두고 생태계를 유지하면서 자연 순환의 방법으로 농사를 짓는 것으로 규정하여 농장이라는 제한된 공간과 제한된 에너지의 흐름 안에서 최대의 생산성을 이루고자 하였다. 즉 제한된 농장 안에서 잘 분배된 유기물질의 흐름으로 외부에서 많은 인풋에 의존 없이 지속적인 생산성을 유지하는 것을 말하는 것이었다(Köpke, 1994).

기본적으로 무기태 질소 비료, 수용성 인산과 칼리질 비료의 사용을 배제한 채, 가축의 생산성에 기초를 둔 경우에는 매우 엄격하게 단위가축 당 최소한의 사육면적에서 가축 생산 할 것을 제한하였다. 따라서 가축사료나 유기질 비료 등의 허용된 최대 양분 투입량은 단위 면적당 최대 가축수용두수의 양분량과 밀접하게 관련을 짓고 있다고 하여 일찍부터 유기농업은 경종과 축산의 연계에 의한 자연순환농업에서 이루어짐을 나타내고 있다.

한편 Mayer와 Heß(1997)는 유기 농법에 있어서 가장 중요한 질소의 유입은 생물학적인 질소 고정에 의해 이루어지는데, 질소 고정은 윤작에 의한 콩과식물의  $N_2$  고정에 의해 일어난다고 하였고 이들 질소는 유기농 윤작을 하는데 있어서 가장 중요한 제한적 영양소이라고 하였다.

특히 콩과식물을 기초로 한 무축농장 체제에서는 가축분뇨 등이 작물의 양분 요구량을 충족시켜주는 도구로 쓰여 질 수 없기에 콩과작물의 질소를 내부적으로 이용하는 것이 가장 큰 차이점으로 축산에서는 질소원인 콩과식물이 내부적으로 가축사료 사용되고 나머지 50%만이 퇴비로서 농장에서 영양분 순환으로

남게 된다고 하여 경종과 축산을 연계한 자연 순환농업에 있어서 가축이 있는 상태와 없는 상태를 구분하여 가축이 없을 경우에는 반드시 콩과 녹비작물 등의 재배에 의한 질소공급의 필요성을 피력하였다. 또한 윤작에서 콩과작물은 비-콩과작물과의 윤작과 비교해 볼 때, 콩과작물은 토양구조를 향상시키고, 해충과 질병 순환의 고리를 끊거나 잔류농작물의 식물 독성(phytotoxic)과 타감(allelopathic)효과와 같은 유익한 작용까지도 행한다고 하였다(Chalk, 1998). 그러나 실제로 작부 체계에서 콩과 작물의 질소의 공급 효과는 가축분뇨의 질소보다 감소되기에(Chalk, 1998; Mayer and Heß, 1997), 윤작체계에서 필요한 질소를 충족시키기 위해서는 유기축산의 경우보다 훨씬 더 많은 양의 콩과 작물을 요구하게 되며 질소를 관리함에 있어서 더 많은 전략적 기술이 필요하기에 무엇보다도 무축에 의한 유기 경종을 위해서는 앞으로도 많은 연구가 필요함을 밝히고 있다(Mayer, 2005).

한편 우리나라와 실정이 비슷한 일본에서는 유기농업이 1980년대 이후에 시작하였고 이들에 대한 연구도 근래에 와서야 활발해 지고 있다. 특히 2000년 초반에 일본 축산초지연구소에서는 자원화시스템 연구부에서 자원순환을 기본으로 한 가축사양관리에 관한 연구를 수행하고 있는데(畜産草地研究所, 2003), 이들의 결과에 의하면 배설된 가축분뇨를 퇴비 등으로 자원화하여 유효하게 이용할 수 있는 수준은 착유우의 유량이 1일 1두당 30kg이면 ha당 3두 정도라고 밝혔고, 이탈리아 라이그라스와 옥수수 작부체계를 기본으로 하면 1ha 당 생초수량으로 이탈리아 라이그라스 45톤과 옥수수 55톤의 목표수량을 얻을 수 있어 TDN수량으로 환산하면 착유우 1일 1두당 22kg의 유량 생산이 가능하게 된다고 하였으며 착유우 1일 1두당 30kg의 유량을 얻기 위해서 일부의 구입사료가 필요하다고 하였다. 하지만, 이탈리아 라이그라스와 옥수수의 영양수량을 높이거나 영양가 높은 농산가공부산물 등이 공급된다면 구입사료에 의존하지 않고도 착유우 사양이 가능함을 제시하였다.

또한 杉山과 豊川(2005) 등은 일본의 東北지방에서 국가적인 차원이라 하기 보다는 지역적으로 발생하는 未利用 바이오매스(泉谷 등, 2005) 즉, 폐자재, 볏짚, 미강, 식품 잔사물, 과일 주스박(徐,와 豊川, 2005), 규격외 농산물 등을 사료화하는 연구를 수행하여 부존자원의 사료화 기술 개발 뿐만 아니라 지역의 순환형 농업기틀 형성의 가능성을 시사하였다.

이와 같이 자원순환을 이용한 자급사료이용 즉, 자원순환 구축(가축분뇨의 유효이용)과 사료자급율의 향상(젖소의 사양비 개선) 등에 대한 많은 연구가 현재 진행되고 있다.

아울러 일본 유기농업연구회(2002)에서는 실제로 자급사료 및 농산가공부산물에 의한 가축사양으로 순환농업에 의한 축산을 행하고자 노력하는 농가(일본 북해도 소재농가 - 채소밭 2.5ha, 목초지 100ha 임지 12.5 ha, 육우 1220두, 닭 200수, 돼지 10두 사육)와 산지초지를 활용한 낙농가(日本 告知 현 : 방목지 23ha, 채초지 5ha, 성우 25두, 육성우 15두)들이 나타나고 있는데, 이들 농가들이 더욱 확대되고 있어 경종 혹은 임지와 축산을 연계한 자연순환농업에 대한 연구가 절실하게 필요하다고 하였다.

#### 나. 자연순환형 농업의 국내 기술개발 현황

우리나라에서는 1980년 초부터 선도 농가와 농민 운동가들로 부터 친환경농업의 중요성이 인식되고 WTO체제의 출범 등 국내의 시대적 요구에 부응하여 친환경농업이 시행되어 오다가 정부에서 1990년 후반 친환경농업육성법을 제정하여 본격적인 친환경농업의 육성정책을 실시하면서 친환경농업 실천농가가 급격하게 증가되었다. 즉 1차 친환경농업 육성계획을 마친 2005년 12월 말 현재 전체 농산물 중에서 친환경농산물이 차지하는 비중이 이미 4%를 넘어섰고, 친환경농산물 출하량 현황으로 보면 곡류 12%, 채소류 42%, 과일류 36%, 특작 등 기타가 11%로 채소류의 비중이 높으며 인증단계별로는 저농약 61%, 무농약 30%, 유기(전환기 포함) 9%로 저농약 친환경농산물 인증의 비중이 높다. 한편 유기축산은 2005년 5월 최초 인증 후 연말까지 18건이 인증되었고 유기 축산물 생산량은 461톤에 이르며 축종별로는 한육우 3건, 돼지 2건, 육계 3건, 계란 7건, 우유 3건에 해당된다.

이상에서 본 바와 같이 유기경종의 발달에 비해 유기축산은 인증생산물이 매우 미미한 상태일 뿐만 아니라 2차 친환경 육성계획을 마무리 짓는 2010년에는 친환경 농산물을 전체 농산물 중 10%수준까지 증가시키는데 가장 큰 걸림돌이 되고 있는 현실에서, 유기축산을 유기경종과 같은 수준으로 향상시키기 위한 방안이 경종과 축산을 연계한 자연 순환농업의 정착이 필수적임은 자명한 사실이다(서, 2002). 그러나 이들에 대한 국내연구는 그간 거의 전무한 상태이었으나 2002년 김과 강은 지역단위농업환경모형의 체계화에 관한 연구에서 우리나라 농업생산 시에 화학비료와 수입 사료의 과다한 투입으로 지표수 및 지하수 오염 등 다량의 환경부하 위험을 노출을 물질수지로 나타냄으로써 지역별 물질순환의 중요성을 제시하였고 조(2003)는 경종과 축산을 연계한 순환농업은 지역별(평야, 중산간 및 혼합지역)로 서로 다른 유형이 나타날 수 있음을 보고하여 비로소 경종과 축산을 연계한 자연 순환농업에 대한 연구가 개시되고 있는 실정이다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 자원순환형 농업을 위한 유기경종

#### 5. 토양비옥도 증진방안

농업은 토양의 비옥도를 기본으로 하여 농축산물을 생산하는 산업이므로, 안정된 농업을 영위하기 위해서는 일정수준의 토양비옥도 유지가 전제조건이 된다. 이를 위해서는 토양의 중요성과 토양비옥도 구성요인에 대한 이해가 필요하며, 농업형태의 차이가 토양특성에 미치는 영향을 비교, 검토하여 유기농업에서 요구하는 토양비옥도 증진방안을 도출할 필요가 있다.

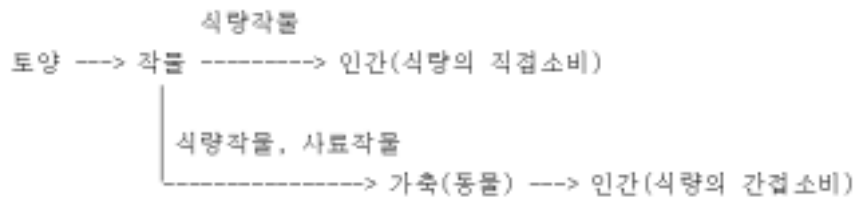
##### 가. 토양의 중요성

농업은 토양의 기능(식물생산, 유기물 분해, 환경보전)을 활용하여 농축산물을 생산하는 산업이므로, 건강한 토양 만들기를 통한 토양비옥도의 유지가 필요하다.

1) 토양은 생태계에 존재하는 2 가지 먹이연쇄의 출발점이다.

##### 가) 채식먹이연쇄(Grazing food chain or Nutritional chain)

토양의 식물생산기능을 이용하여 작물-인간, 작물-동물-인간으로 이어지는 먹이사슬로서 동물의 생존을 보장한다.



(1) 농업생태계에 있어서 채식먹이 사슬의 4가지 기본적인 영양연쇄는 다음과 같다(Loomis and Conner, 2003). 농업생태계에서 인간과 동물(가축)의 생존을 위한 식량과 사료의 기본적인 생산흐름이다.

(가) 작물 ----> 인간

(나) 작물 ---> 가축 ---> 인간

(다) 초지 ---> 가축 ---> 인간

(라) 작물과 초지 ---> 가축 ---> 인간

나) 유기물 잔사 먹이연쇄(Detritus food chain)

미생물에 의한 토양의 유기물 분해기능을 통하여 무기양분이 식물로 재순환되는 먹이사슬로서 유기농업에서 양분순환의 기본이 된다.



다) 농업생태계에서 채식 먹이사슬과 유기물 잔사 먹이사슬이 건강하게 유지되기 위해서는 경종농업과 축산업의 실천과정에서 발생하는 작물잔사, 가축분뇨 등과 같은 유기성 자원을 토양으로 환원하여, 토양생물의 유기물 분해 기능을 확대, 촉진시키므로 물질 재순환이 원활하게 이루어질 수 있는 토양환경을 만드는 것이다.

라) 따라서 유기농업에서의 물질생산은 생태계의 먹이 연쇄 내에서 영양물질의 재순환(재생산)에 의존한다고 할 수 있다. 생태계 내에서 일어나는 물질 재순환은 다음과 같은 4가지의 경로가 있다(Odum, 1971).

- (1) 초식동물과 육식동물의 배설물에 의한 생산자(작물)로의 제 1 재순환 경로(주로채식먹이연쇄)
- (2) 미생물이 유기물 잔사를 분해하여 생산자에게 순환되는 제 2 재순환 경로(유기물 잔사먹이연쇄)
- (3) 공생계(두과작물)의 생물학적 질소고정 작용에 의하여 식물로부터 식물로 직접 순환되는 제 3 재순환 경로
- (4) 미생물의 자기분해와 토양생물의 분해에 의한 토양으로의 양분이 공급되는 제 4 재순환 경로

2) 현재와 같은 관행농업은 토양의 결핍으로부터 시작되는 먹이사슬의

시작이라고 할 수 있다. 따라서 토양의 결합이 작물과 동물의 결합으로 이어져 생태계의 파괴와 인간 건강에 대한 위해성 증대로 이어진다.

가) 토양결합(양분의 과부족) ---> 작물결합 ---> 동물(가축)결합

농축산물의 안전성 결여 ---> 건강 위해성 증대

나) 토양결합(토양열화) ---> 토양생물상의 단순화, 기능저하 ---> 유기물 분해능력 저하 ---> 물질순환 단절 ---> 생태계 파괴

다) 토양결합(토양오염) ---> 농업생태계 파괴 ---> 생태계 파괴 ---> 건강 위해성 증대

3) 토양은 작물이 필요로 하는 양분저장소(nutrient pool)이다.

가) 교환처(exchange pool)

나) 저장소(reservoir pool)로 구분되는데, 토양으로의 유기물 환원과 운작은 저장소 기능의 확대를 통하여 작물생육에 필요한 무기 양분을 지속적으로 방출하는데 기여한다.

나. 토양비옥도(지력)의 정의와 구성요인

1) 토양비옥도는 농산물을 생산하기 위한 이용 가능한 토양의 능력이다.

2) 토양비옥도는 다음과 같은 요인으로 구성된다.

가) 토양특성(물리성, 화학성, 생물성)

나) 기상조건

다) 작물요인(작물 종, 재배기술 등)

3) 토양비옥도는 잠재적 비옥도와 발현적 비옥도가 있는데, 작부체계 중에서 윤작은 잠재적 비옥도를 높임과 동시에 발현적 비옥도에도 깊이 관여한다.

4) 두과녹비작물의 도입과 가축분뇨의 시용은 토양특성의 개선을 통하여 토양비옥도 증진에 기여한다.

5) 관행농업은 토양특성 중에서 화학성은 화학비료에 의존하고, 다량의 농약 사용과 지나친 경운으로 인한 생물 종 다양성 감소(단순화)와 이를



통한 생물기능의 저하를 초래하는 농법이라고 할 수 있다.

표 1. 농업형태에 따른 토양특성, 작부체계 및 생태적 속성의 차이(이, 2006)

	관행농업	유기농업	
토양특성	물리성	경운	경운, 무 경운
	화학성	화학비료, 농약	유기성 자원
	생물성(종 다양성)	빈약(단순화)	풍부(다양화)
작부체계	화본과 작물중심	화본과, 두과작물	
	단작, 연작, 다모작	윤작, 혼작, 간작	
물질순환	단절	재순환	
유기물 환원량	적다(반출)	많다(투입)	
분해능력	낮다	높다	
토양비옥도	낮다	높다	
생태적 속성	생산성	높다	높다 (토양비옥도 개선 후)
	지속성	낮다(지속 불가능)	높다
	안정성	낮다	높다
	안전성	낮다	높다

#### 다. 논토양과 밭 토양의 특성

##### 1) 논토양의 일반적 특징

논토양의 토양생성 모암은 산성암인 화강암 류가 약 70%를 차지하고 있어 산성을 나타낸다. 기후는 온난 습윤하여 토양 중의 유기물 분해는 촉진되지만, 집적량은 적어서 유기물 함량이 낮은 척박한 토양이 대부분이다. 여름철에는 집중강우로 인하여 유출수에 의한 양분과 점토 유실이 많으며, 작토 층의 깊이가 얇은 특징을 나타내고 있다(농진청, 2005).

##### 2) 밭 토양의 일반적 특징

밭 토양은 대부분이 경사지에 분포하고 있어 강우에 의한 토양침식(수식)이 심하여 토양과 양분유실 및 용탈량이 많아서 토양비옥도가 낮고 강산성을 나타내

는 척박한 토양이 대부분이다. 따라서 유기물 함량과 작물수량의 안정성이 낮고, 단작과 연작장해에 의한 특정양분의 과부족으로 양분의 불균형을 나타내기 쉬운 특징을 나타내고 있다(농진청, 2000).

### 3) 논토양과 밭 토양의 특성 비교

표 2. 논토양과 밭 토양의 특성 비교(이, 2004)

항 목	논토양	밭토양
토양 pH	약산성	강산성
환경조건	혐기성	호기성
천연양분공급량	관개수에 의한 공급	용탈, 침식으로 손실
질소고정능력	높다	낮다
유효인산함량	높다	낮다
미량요소 결핍	거의 없다	많다
환원성 유해물질	많다	적다
토양 중의 산소	미량 내지는 없다	풍부
무기화율	높다	낮다
토성	점토	식양토-사양토
양분유실	유출수	토양침식
토양침식	적다	많다
잡초피해	적다	많다
연작	가능	불가능

#### 라. 토양 개량 목표치의 설정

토양은 식물생산기능, bioreactor 기능, 환경보전 기능이라는 다원적 기능을 가지고 있다. 따라서 토양조건에 따른 토양 개량 목표치를 설정하여 지속적인 토양 개량을 위하여 노력하는 것이 안정적인 토양비옥도 증진을 통한 작물생산기반 확대에 매우 중요하다.

표 3. 토양개량 목표치(농협중앙회, 2001, 농촌진흥청, 2000, 2005)

	항 목	논 토양	밭 토양
화학적	토양 pH	6.0-6.5	6.0-6.5
	유기물 함량	3%	5%
	질소함량	80-200mg/kg	50mg/kg
	유효인산함량	120mg/kg	450-550mg/kg
	칼리함량	0.25-0.3mg/kg	0.7-0.8mg/kg
	칼슘	5-6[cmol(+ )/kg]	5-6[cmol(+ )/kg]
	마그네슘	1.5-2.0mg/kg	2.0mg/kg
	유효규산	130-180mg/kg	-
	CEC	10-15(me/100g)	15(me/100g)
	EC	2(dS/m)	2(dS/m)
물리성	작토깊이	15cm 이상	25cm 이상

마. 토양에서의 유기물(작물잔사, 가축분뇨) 시용과 효과

- 1) 토양의 이화학성 개선에 기여
  - 가) 작물생육에 필요한 무기양분 공급
  - 나) 통기성, 보수성, 투수성 등 물리성 개선
  - 다) 완충능력 향상
- 2) 토양 생물상 증대에 기여
  - 가) 근권(根圈) 미생물의 개체수와 다양성 증가
  - 나) 토양 동물이 활동할 수 있는 토양용적(drilosphere) 확대
- 3) 토양의 양분보전능력 증대
  - 가) 양분저장소 기능 확대
  - 나) 무기양분의 지속적 공급 능력 확대
- 4) 작물수량의 증가와 품질 향상

- 가) 작물 생육촉진
- 나) 맛, 색깔, 저장성 향상

바. 작부체계

작부체계(cropping systems)는 일정한 경지에 작물을 재배하는 방식으로, 단작, 혼작, 윤작, 다모작, 연작, 간작 등이 있다.

- 1) 작부체계의 확립 필요성
  - 가) 지력유지, 증진
  - 나) 토지이용 율 제고
  - 다) 안정적 조사료 생산
  - 라) 토양침식방지(밭 토양)
  - 마) 잡초, 병충해 발생 억제
  - 바) 가축분뇨 활용
  
- 2) 관행농업과 유기농업의 작부체계 비교

표 4. 관행농업과 유기농업에서의 작부체계 비교(이, 2006)

항 목	관행농업	유기농업
작부체계	단작, 연작	윤작, 혼작
재배작물	화본과 중심	화본과, 두과, 십자화과
조사료 생산성	양적증산	양적증산(혼과효과), 질적 증산
안전성	낮다	높다
사료가치	낮다	높다
사양효과	낮다	높다
양분공급	화학비료	유기성 자원(작물잔사, 가축분뇨)
잡초, 병충해 방제효과	높다(농약사용)	낮다(타감효과, 천적이용)
유기물 환원량	적다	많다
잔효효과	낮다	높다
양분저장소	교환소(처)	저장소
토양유실	많다	적다
토양환경용량	부 영양	중 영양(양분균형)

3) 지역 별 작부체계

가) 수도권 지역

(1) 답리작에서 조사료 생산을 위한 작부체계

(가) 지역별 작부체계

표 5. 답리작에서 조사료 생산을 위한 지역 별 작부체계

지역	월별 조합	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	비 고
		남부	1	보 리				벼 재배				보리		
2	호 밀				벼 재배				호밀					
3	밀				벼 재배				밀					
4	IRG				벼 재배				IRG					
중북부	1	호 밀				벼 재배				호밀				서 등(2004b)
	2	보 리				벼 재배				보리				

IRG: 이탈리아안 라이그라스

표 6. 하계 논 사료작물과 연계한 작부체계(농림부, 2002)

월 조합	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	호밀, 보리, IRG				옥수수(중만생종)				호밀, 보리, IRG			
2	“				옥수수(조중생종)				“			
3	“				사료용 피				“			
4	“				사료용 벼				“			
5	“				수수 x 수단그라스				“			
6	“				진주조				“			
7	“				울 무				“			

(나) 작부체계의 특징

- 건물수량 증대를 목적으로 한 화분과 작물 중심의 작부체계로서 다량의 양분이 요구된다(연간 약 200kg N/ha 이상).
- 재배작물 거의가 화분과 작물이므로, TDN 함량이 높은 조사료 생산이 가능하지만, 조단백질 함량이 낮아서 양분균형을 맞추기 어렵다.
- 화분과 작물 중심의 작부체계는 다량의 화학비료 사용에 의한 수량증대가 반복적으로 이루어지기 때문에 토양 비옥도의 증진을 기대하기 어렵다.
- 생산된 조사료의 안전성이 결여되어 있다.

나) 전작지역

(1) 지역 별 작부체계

표 7. 전작지역에서 조사료 생산을 위한 지역 별 작부체계

지역	월별 조합	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	비 고
남부	1	호 밀			옥수수				호 밀			권과 김(1992), 김 등(1992a),		
	2	호 밀			수수x수단				호 밀			김 등(1998)		
중북부	1	헤어리베치			옥수수				연 맥			김 등(1992b)		
	2	헤어리베치			옥수수				연+ 헤			김 등(2002a)		
	3	호+ 헤			옥수수				호+ 헤			김 등(2002b)		
	4	호+ 헤			수수x수단				호+ 헤			김 등(2002b)		

표 8. 전작지역에서 조사료 생산을 위한 작부체계(농림부, 2002)

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	연간수량(톤/ha)	
													생초	건물
중부 지방			귀리 또는 유채		수수류			호밀			108.7	22.5		
	호밀			옥수수			유채			130.4	24.5			
	호밀			옥수수			호밀			102.2	22.9			
	호밀			수수			호밀			104.2	24.2			
남부 지방			귀리 또는 유채		수수류			IRG			150.0	31.6		
	IRG			옥수수			유채			197.4	40.1			
	IRG			옥수수			IRG			136.3	35.8			
	IRG			수수			IRG			224.8	57.8			

(2) 작부체계의 특징

- 최근에 도입되기 시작한 중부 지역의 연맥+헤어리베치, 호밀+헤어리베치의 혼과조합(김 등, 2002ab)을 제외한 거의 모든 작부체계가 건물수량 증대를 목적으로 한 화분과 작물 중심이다.
- 옥수수와 같은 다비성 사료작물의 수량증가가 목적이기 때문에 다량의 양분이 요구된다(연간 약 250kg N/ha 이상)
- TDN 수량은 증가시킬 수 있지만, 조단백질 생산량이 적어, 추가로 단백질 조사료원의 공급이 필요하다(외국산 조사료의 사용량 증가).
- 수량증대를 목적으로 한 화분과 사료작물의 연작이 반복되므로 토양 비옥도를 증진시키기 어렵다.

4) 관행농업에서의 작부체계 특징

- 가) 작물수량의 양적증산
- 나) 화분과 사료작물을 중심으로 한 다모작(화분과 + 화분과(또는 십자화과))
- 다) 다량의 화학비료(질소 질 비료) 의존
- 라) TDN 중심의 조사료 생산
- 마) 안전성 결여
- 바) 단작, 연작, 다모작

5) 유기농업에서의 작부체계 특징

가) 무기양분 공급(Codex기준)

- (1) 두과작물, 녹비작물 또는 심근성 작물재배 및 윤작체계 활용
- (2) 규정된 가축방식을 통하여 생산된 가축분뇨, 구비 등의 토양환원

나) 지력, 유지 증진을 통한양분보전능력의 확대

다) 다양한 토양생물상의 유지

라) 윤작과 혼작

마) 두과녹비작물 도입

- (1) 지역 환경조건에 알맞은 녹비작물의 선발
- (2) 유기물 환원 량 증가와 생물학적 질소고정능력 확대
- (3) 화분과 작물에 필요한 양분공급으로 수량증가(혼파효과 활용)

바) 양질의 농후사료와 조사료 생산

- (1) 생산량 증가와 질적 향상
- (2) TDN 수량과 조단백질 수량을 고려한 조사료 생산
- (3) 안전성이 높은 조사료 생산

사) 적절한 양분공급

- (1) 토양환경용량 내에서의 양분공급
- (2) 식물체 내에서 양분의 집적 량이 초과되지 않는 범위 내에서의 양분공급 수준
- (3) 가축에게 급여하였을 때, 중독현상(급성, 만성)이 일어나지 않는 양분공급 수준
- (4) 논토양과 밭 토양의 특성을 고려한 양분공급

아) 가축사양효과의 증대(Marjatta Eilitta 등, 2004)

- (1) 양질의 조사료 생산(양분균형)
- (2) 건물섭취량 증가
- (3) 축산물 생산능력 증가

자) 잡초와 병충해 방제효과 제고

- (1) 타감효과의 이용(잡초 종 감소)
- (2) 생물농약과 천적활용(병충해 저하)

6) 윤작의 기능과 효과

가) 작물수량증대

나) 유기물 함량 증대



- 다) 지력의 유지, 증진
- 라) 토양 생물상 증가
- 마) 토양 물리 성 개선
- 바) 병충해 발생 억제

## 6. 유기경종에서의 관리사항 분석

### 가. 토양보전

#### 1) 토양유실

##### 가) 토양유실 원인

- (1) 토양침식(수식, 풍식)
- (2) 관개침식
- (3) 유출 수

##### 나) 토양유실이 환경에 미치는 영향

- (1) 표토 층 유실에 의한 양분손실과 그에 따른 생산성 저하
- (2) 토양입자 손실
- (3) 하천과 강의 부영양화

##### 다) 토양 유실량 추정

- (1) 일반적으로 USLE(universal soil loss equation)을 사용한다(USDA, 1979)
- (2) USLE는 경사지의 강우유출, 토양, 지형, 작물재배, 유실대책에 관한 조건을 영향인자로 사용하여 정량수치화한 것이다(佐久間와 梅田, 1998).

##### (3) $A=RKLS\text{C}P$

A: 단위면적 당 연 평균 유실토량(tf/ha)

R: 강우계수(tf m<sup>2</sup>/ha/h)

K: 토양계수(h/m<sup>2</sup>)

L: 사면장 계수

S: 경사계수

C: 작물계수

P: 보전계수

##### 라) 양분유실



표 9. 양분유실 경로

운반요인	토양요인	양분요인	양분이동	영향
토양침식	토양입자 유실	토양양분의 정도		입자침적(저수량 감소)
관개침식	토양입자 유실	시용수준	하천, 강	분산(현탁화)
유출 수	토양입자 분산	시용방법		부영양화(용존산소 감소)

마) 유기농업에서의 토양유실 방지

- (1) 경사지 토양의 효율적 작부체계 확립
- (2) 경사지 토양의 전면피복(농업형태 전환)
- (3) 두과작물을 중심으로 한 심근성 작물재배
- (4) 토양유기물 함량 증가
- (5) 완충지역(buffer zone) 설정
- (6) 적절한 양분관리(유기성 자원 이용)

## 2) 토양수분

가) 작물생산에 있어서 적절한 토양수분 유지는 생산성을 좌우하는 중요한 요인이 된다.

나) 수분이용효율(WUE, water use efficiency)은 건물생산량과 밀접한 관련이 있다.

즉, 건물생산량 1톤/ha에 필요한 WUE는 약 2.8kg/mm이며, 시비량의 증가에 따라서 WUE는 약 3배 이상 증가되므로(Power, 1985), 적절한 토양수분의 유지를 위해서는 토양의 유기물 함량을 증가시킬 필요가 있다.

다) 작물생육에 적합한 토양의 유효수분은 포장용수량(pF 1.8-4.2) 내에 존재하며, 생장유효수분(readily available water)은 pF 3.0이다.

라) 작물생산에 필요한 토양수분의 유효생산기능(water use production function)은 다음과 같이 나타낸다(Smeal 등, 1992)

$$(1) Y = f[ET]$$

Y: Crop yield

ET: evapotranspiration

$$(2) ET = I + P - D + \Delta SM$$

ET: 증산기간(time period evapotranspiration, *in*)

I: 관개기간(time period irrigation, *in*)

- O: 강우기간(time period precipitation, *in*)
- D: 배수기간(time period drainage, *in*)
- ΔS: 토양수분의 변화기간(time period change in soil water, *in*)

#### 나. 병충해 및 잡초제어 관리

##### 1) 병충해 관리

- 가) 농가제조 약제이용
- 나) 생물농약 이용(미생물 제제, 식물성 및 동물성 천연추출물)
- 다) 천적활용
- 라) 타감 물질을 분비하는 작물재배(윤작)

##### 3) 잡초관리

- 가) 경운, 무경운
- 나) 유기성 자원에 의한 전면피복
- 다) 윤작, 간작
- 라) 생태적 방제
  - (1) 초종 간 경쟁력(competitive ability)의 차이 활용
  - (2) Allelopathic compounds(Hong 등, 2004; Xuan 등, 2005)
- 마) Photocontrol 방법(Juroszek와 Gerhards, 2004)
  - (1) 잡초제어방법
    - (가) 야간경운(Night-time tillage)
    - (나) 차광피복(Light-proof cover)
  - (2) 식물체의 photochrome(A, B, C, D, E)의 차이를 응용
  - (3) 효과
    - (가) 잡초 피복 을 감소(97.5%)(Hartmann과 Nezadal, 1990)
    - (나) 잡초 유식물체 출현 을 감소(80%) (Niemann, 1996)

#### 다. 유기농업에 적합한 품종

유기경종에서 유기종자(organic seeds)의 확보는 유기농업 실천을 위한 기본조건이지만 국내 유기종자 생산기반은 전무한 상태이다. 그동안 경종농업에서 단위면적 당 수량증대를 위한 목적으로 화학비료에 대한 반응성이 높은 내비성 품종만을 재배하게 된 결과, 환경적응성과 내재해성이 뛰어난 기존의 재래 종 품종들이 사라졌기 때문이다. 따라서 유기농업의 발전을 위해서는 유기종자 생산을 위한 재래종과 야생종의 식물 유전자원의 확보가 우선되어야 하며 육종기술 개발

과 생산기반의 확대가 시급한 실정이다.

1) 유기종자의 종류

- 가) 원원종(Foundation seed)
- 나) 원종(Registration seed)
- 다) 보증종자(Certified seed)

2) 유기종자의 구비조건

- 가) 환경에 대한 적응성이 높을 것
- 나) 내병성, 내충성, 내재해성이 높을 것
- 다) 충분히 완숙된 종자일 것
- 라) 발아력이 높을 것(85% 이상)
- 마) 채종한 후 오랜 시일이 경과되지 않아서, 색깔, 형상, 냄새가 정상일 것
- 바) 품종의 유전적 특징을 충분히 발휘할 것
- 사) 생산성과 수량안정성이 높을 것
- 아) 경제성이 높을 것

3) 유기종자의 확보

- 가) 재래종과 야생종의 식물 유전자원 확보
- 나) 격리된 독립 채종포장의 확보
- 다) 대량 증식을 통한 경제성 확보
- 라) 생산이력 제 도입

4) 수입 유기종자에 대한 식물검역의 문제점

- 가) 유기종자에 대한 약제 무 침가 인정 필요
- 나) 식물검역법 개정을 위한 검토 필요

## 7. 친환경농업의 생태적 평가

현대농업의 가장 큰 문제점은 경종농업과 축산업이 분리되어 물질순환이 이루어지지 않고 있다는 점이다. 따라서 경종농업에서는 지나친 화학비료의 사용에 의한 부영양화와, 축산업에서는 다량으로 배출되는 가축분뇨를 재활용하지 못하여 심각한 환경오염원이 되고 있는 실정이다. 따라서 경종농업과 축산업에서 모두 양분의 부영양화가 심각하게 이루어지고 있지만, 토양에서 요구하는 적정비옥도의 유지가 어렵고, 작물의 적정 양분요구량을 충족시키지 못하고 있다. 특히 양분과잉에 의한 토양의 질산염 축적, 식물체로의 집적, 가축의 질산 태 질소 중독(만성, 급성) 위험성 증대 및 유출수로의 양분방출과 지하수로의 양분용탈에 의하여 토양과 수질오염의 주된 원인이 되고 있다.

### 가. 작물과 토양에서의 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 동태

친환경농업에서 작물의 영양원으로 가축분뇨를 사용하면 토양 미생물에 의한 암모니아 화(ammonification)와 질산 화(nitrification) 과정을 거쳐 최종적으로 질산 태 질소로 토양 중으로 방출된다. 질산 태 질소는 화분과 작물에게 중요한 질소 영양원이 되어 생육촉진과 수량증대에 기여한다. 화분과 작물은 뿌리로부터 질산 태 질소를 흡수한 후 식물체 내에서 암모니아 태 질소로 환원되고, 아미노 태 질소로 동화된 후 단백질과 핵산 등과 같은 합 질소 유기화합물을 합성하는데 사용된다. 일반적으로 작물에 의한  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 흡수로부터 암모니아 태 질소로 동화되기까지 일련의 과정은 질산환원효소의 촉매반응에 의존한다. 그러나 가축분뇨와 퇴비를 지나치게 사용할 경우, 밭 토양에서는 유출수와 용탈(leaching)과 논토양에서는 유출수로 방출되어 토양과 수질의 오염원으로 작용한다.

### 나. 토양 중의 $\text{NO}_3\text{-N}$ 함량

토양에서는 토양 유기물의 질산화와 자연적인 무기화 과정을 통하여 질산태 질소가 지속적으로 공급되어야 한다. 작물의 양분요구량 이상의 가축분뇨나 퇴비를 사용할 경우, 토양 중에  $\text{NO}_3\text{-N}$  함량이 높아져 식물체로의 집적량 증가, 용탈과 유출수로  $\text{NO}_3\text{-N}$ 이 방출된다. 토양의  $\text{NO}_3\text{-N}$  함량은 가축분뇨 사용량, 사용시기, 작물 종, 작부체계, 관개, 경운 요인 등에 따라서 변화된다(Radall and Mulla, 2001). 따라서 토양과 작물간의 양분수지를 평가하여 가축분뇨의 적정 사용수준의 추정이 필요하다. Chang과 Janze(1996)은 우분을 관개경지에 연간 60, 120 180톤/ha을 사용하였을 때의 토양의  $\text{NO}_3\text{-N}$  축적량은 각각 1.0, 2.4, 2.2톤/ha이었고, 탈질작용(denitrification)에 의한 손실량은 연간 0.09, 0.23, 0.34톤 N/ha이었다고 보고하여 토양과 대기오염원으로 작용한다는 것을 시사하였다.

다. 유출 수 중의 NO<sub>3</sub>-N 함량

토양에서의 유출 수는 집중호우와 지나친 관개로 인한 표면 토양유실과 함께 일어나며, 일부는 지하수로 방출되어 수질오염원이 된다. 특히 논토양에서는 집중호우에 의한 유출 수에 의하여 양분유실이 일어나는데, 농업용수에서는 20ppm 이하이어야 한다.

표 10. 오리제초 수도작(유기)과 관행 수도작 논에 유출 수 중의 NO<sub>3</sub>-N 함량(ppm)

일시	장소	오리제초 수도작(유기)	오리제초 수도작	관행 수도작
'05. 6/24	원주			6.9
	원주			7.2
	원주		8.9	3.4
	용인	2.7		
'05. 7/17	원주		18.3	5.4
	용인	4.5		
'05. 7/27	원주		9.3	5.9
	용인		14.5	
'05. 8/11	원주		9.9	6.7
	용인		17.3	
'05. 8/17	원주		15.9	7.7
	용인		25.0	

유출수 중의 NO<sub>3</sub>-N 함량은 오리제초 수도작(관행)>관행 수도작> 유기재배 수도작 순으로 함량이 높았다. 그러나 일정한 경향은 인정되지 않아서 지역 별 강우량 변화에 따른 연중 추이를 검토할 필요가 있다고 판단된다.

라. 생물상

토양의 생물상은 농업형태, 집약도, 토양의 유기물 함량 및 토양조건에 따라 변화된다.

그러나 친환경농업은 관행농업보다 생물 종 다양성이 풍부하다는 전제조건이 필요하며, 종 다양성을 풍부하게 할 수 있는 영농방법이 요구된다.

표 11. 논 토양에서의 생물상의 변화(10mL 중의 마리 수)

종류	오리제초 수도작(유기)	오리제초 수도작	관행 수도작
물벼룩	11+ 7=18	9+ 18+ 6+ 2+ 1+ 3= 39	1+ 3+ 10+ 4+ 14+ 8+ 9=49
실지렁이	1+ 4=5	5+ 3+ 1+ 3+ 2+ 3+ 2=19	2+ 14+ 4+ 6+ 5+ 2=33
톡토기류			1=1
물방개류			1+ 2+ 1+ 1=5
장구벌레		1=1	1+ 2=3
개구리밥			259+ 100=359
합계	23	59	450

생물종수는 관행 수도 작에서 6종, 450개체로 가장 많았고, 오리제초 수도 작에서는 3종 59개체, 오리제초 수도 작(유기재배)에서는 2종 23개체수를 나타내었다. 오리제초 수도작은 오리방사 기간 동안 오리가 곤충류를 잡아먹거나, 흙탕물이 되어 생물종이 단순하고, 개체수도 적었는데, 특히 개구리밥의 증식이 인정되지 않았다. 이는 수도 작에서 오리입식을 통한 제초효과는 인정되지만, 수생 생태계의 생물 종 다양성을 감소시키는 원인으로도 작용한다는 것을 의미한다. 따라서 유기재배 수도 작에서의 생물상은 수생 생태계 내에서 먹이연쇄가 원만하게 이루어질 수 있는 종 다양성의 유지가 필요하다고 생각된다.



8. 농지 이용별 유기조사료 공급을 위한 작부체계

우리나라에서 유기 조사료의 생산은 담리작을 이용한 벼 대체작물과 사료작물 재배, 그리고 밭 토양에서의 효율적인 작부체계 확립 및 산지초지 면적의 확대를 통하여 효율적으로 이루어질 수 있다. 그러나 산지초지 면적의 확대는 현실적인 어려움이 많아서 실현 불가능한 실정이다.

가. 조사료 수급현황

그동안 국내 조사료 생산은 수입 조사료 킬로그램의 지속적인 축소 노력과 함께 볏짚 가공 조사료의 생산량 증대 및 담리작을 이용한 사료작물 재배면적의 확대를 통하여 공급기반을 확대시켜왔다(표 12). 그러나 조사료 소요량의 50% 이상을 저질 조사료인 볏짚에 의존하고 있고, 담리작에서 화분과 사료작물의 양적생산을 목적으로 한 다량의 화학비료 사용으로 안전성이 낮고 품질이 낮은 조사료 생산이라는 특징을 나타낸다. 특히 조단백질 함량이 높은 양질의 조사료는 전적으로 수입에 의존하고 있어 양질의 조사료 생산을 위한 작부체계의 확립이 필요하다.

따라서 토양환경용량이 허용하는 조건하에서 유기성 자원의 토양으로의 환원과 두과 녹비작물을 도입한 윤작 작부체계 확립을 통하여 단위면적 당 양분투입량을 줄이고 안전성이 높은 양질의 유기 조사료 생산을 위한 기반확대가 절실히 요구된다.

표 12. 2004년도 조사료 수급현황(축산연구소, 2005)

	(단위, 만톤)	비율(%)
조사료 소요량(A)	420.0	
조사료 공급량(B)	408.4	100.0
초지	31.5	7.7
사료작물	83.8	20.5
볏짚	224.0	54.8
수입	69.1	17.0
부족 조사료 량(A-B)	11.6	

나. 담리작에서 사료작물 재배가 가능한 논 면적

표 13. 사료작물의 재배가 가능한 논 면적(농림부, 2002)

구 분	총 논 면적	재배 가능한 논			불가능 면적
		적합	재배 가능	소 계	
면 적 ( 천 ha)	1,268	386	499	885	383
비율(%)	100	30	40	70	30

1) 쌀 시장 개방 등으로 앞으로 유향 논토양이 증가될 것으로 예상되는데, 2014년에는 벼 재배 면적이 752천ha으로 감소할 것으로 전망된다(농경연, 2005).

2) 사료작물을 재배하는 답리작 면적을 확대할 경우, 부족 되는 조사료 자원을 확보할 수 있어 수입 조사료 량을 줄일 수 있고, 식량 자급 도를 높일 수 있다.

3) 현재 친환경 농법으로 벼 재배하는 경종 농가를 유기재배로 전환시켜 유기 조사료 공급을 통한 유기축산과의 연계체계를 구축하여 순환농업의 기본모형을 만들 수 있다.

#### 다. 답작 중심지역

##### 1) 작부체계의 기본 개념도

가) 오리제초 수도 작(유기 벼)----> 월동작물(사료작물, 두과녹비작물)

나) 사료용 벼 유기 재배(유향 논토양 이용) ---> 월동작물(사료작물, 두과녹비작물)

##### 2) 작부체계(안)

가) 오리제초 벼 단작

나) 오리제초 벼 ---> 호밀

다) 오리제초 벼 ---> 이탈리아 라이그라스

라) 오리제초 벼 ---> 보리

마) 오리제초 벼(만생) ---> 두과 녹비작물(헤어리베치, 자운영) 입모 중 파종

바) 오리제초 벼(조생) ---> 두과 녹비작물(헤어리베치, 자운영) 회분과 사료작물

사) 유기재배 사료용 벼(조생, 중생) ---> 두과 녹비작물(헤어리베치, 자운영), 화분과 사료작물

3) 작부체계의 현장적응성

- 가) 안정적인 조사료 생산(양적+질적)
- 나) 녹비작물의 토양환원을 통한 지력유지
- 다) 녹비작물 도입을 통한 양분공급량 절감
- 라) 사료가치를 평가를 통한 가축사육두수의 추정
- 마) 조사료와 녹비작물 생산을 위한 양분공급량 추정

4) 작부체계에서 혼파효과의 추정

단작 수량에 대한 혼작 수량에 대한 비율로서 혼파효과를 추정할 수 있다.

가) de Wit과 van den Bergh(1965)의 상대수량 합계치(RYT, relative yield total)

$$RYT = \sum_{i=1}^n Y_{mi}/Y_{pi}$$

$Y_{mi}$ : 혼파에서 초종의 수량,  $Y_{pi}$ : 단파에서 초종의 수량

나) Trenbath(1974)의 상대수량 합계치

$$RYT = O_1/M_1 + O_2/M_2$$

$M_1$ : A 초종의 단작(monoculture) 수량,  $M_2$ : B 초종의 단작 수량

$O_1$ : 혼작(omniculture)에서 A 초종의 수량,  $O_2$ : 혼작에서 B초종의 수량

다) Loomis와 Connor(2003)의 상대수량 합계치

$$RYT = B_m/A_m + B_p/A_p$$

$A_m$ : 단작에서 A 종의 수량,  $B_m$ : 단작에서 B 종의 수량

$A_p$ : 혼작에서 A 종의 수량,  $B_p$ : 혼작에서 B 종의 수량

라) 단파수량에 대한 혼파수량의 상대비율(relative yield ratio of polyculture to monoculture)

$$RY = (A+B)_m/(A+B)_p$$

$(A+B)_m$ : 단작에서 A와 B 종의 수량합계

$(A+B)_p$ : 혼작에서 A와 B 종의 수량합계

5) 유기농업 작부체계에서 가축분의 시용

가) 작물과 토양양분(질소) pool =  $\Delta N_{soil} + \Delta N_{NO_3} + N_{crop} + N_{leached}$

나) 작물과 토양에서의 질소수지(Chang and Janzen, 1996의 이론치 수정보완)

(1) Nitrogen input

o Annual N input = (Amount of manure applied) x (TN)

o Cumulative N input( $N_{man}$ ) =  $\sum$ (annual N input from year to year)

(2) Nitrogen output

o Annual N uptake = (crop yield x crop TN) + (grain yield x grain TN)

o Cumulative N uptake( $N_{crop}$ ) =  $\sum$ (annual N uptake from year to year)

o Annual N leaching loss

o Cumulative gaseous N loss( $N_{gas}$ ) =  $N_{man} - N_{crop} - N_{leach} - N_{soil}$

o Cumulative N leaching loss( $N_{leach}$ ) =  $\sum$ (annual N leaching loss)

(3) Nitrogen remaining in soil

o Cumulative organic N( $\Delta N_{soil}$ ) = (TN in manure treated soil) - (TN in control soil, 0-60cm)

o Cumulative NO<sub>3</sub>-N( $\Delta N_{NO_3}$ ) = (NN in manure treated soil) - (NN in control soil 0 to 150cm)

(4) Nitrogen balance

Theological N balance( $N_{man}$ ) =  $\Delta N_{soil} + \Delta N_{NO_3} + N_{crop} + N_{leach} + N_{gas}$

(5) Recovered N( $\Delta N_{soil} + \Delta N_{NO_3} + N_{crop} + N_{leached}$ )

다) 윤작에서의 시비설계

(1) 작물과 토양양분 =  $\Delta N_{soil} + (\text{crop residues plow down} \times \text{TN} \times \text{DI}^*) + \Delta N_{NO_3} + N_{leached} \times \text{DI}(\text{decomposition index}) = [(C/N)(\% \text{ lignin})](\% \text{ carbohydrate}^{-0.5})$  (Herman 등, 1977)

(2) Nitrogen input

o Annual crop residue input = (amount of organic matter) x TN x dissolved rate

o Cumulative N input( $N_{res}$ ) =  $\sum$ (annual N input from year to year)

(3) Nitrogen output

o Annual N uptake = (crop yield x TN) + (grain yield x grain TN)

o Cumulative N uptake( $N_{crop}$ ) =  $\sum$ (annual N uptake from year to year)

o Annual N leaching loss

o Cumulative gaseous N loss( $N_{gas}$ ) =  $N_{res} - N_{crop} - N_{leach} - N_{soil}$

o Cumulative N leaching loss( $N_{leach}$ ) =  $\sum$ (annual N leaching loss)

(4) Nitrogen remaining in soil

o Cumulative organic N( $\Delta N_{soil}$ ) = (TN of crop residues in soil) - (TN in control soil, 0-60cm)

o Cumulative NN( $\Delta N_{NO_3}$ ) = (NN of crop residues in soil) - (NN in control soil, 0-150cm)

(5) Nitrogen balance

o Theological N balance( $N_{res}$ ) =  $\Delta N_{soil}$  +  $\Delta N_{NO_3}$  +  $N_{crop}$  +  $N_{leach}$  +  $N_{gas}$

(6) Nitrogen equivalent(NE) = (Crop yield after legumes - Crop yield after non-legumes)/(DM kg/N kg/ha)(Mahler and Auld, 1989)

(7) Yield response(YR) = (N equivalent/residue N) x 100(Mahler and Auld, 1989)

라) 가축분의 사용조건

(1) 충분히 발효된 것

(2) 안전성이 확보된 것

(3) 품질(성분)이 균일할 것

(4) 물리적 형태에 따른 연간 안전 사용량을 지킬 것

(5) 연용에 따른 문제점의 발생이 없을 것

(가) 토양 중의 칼리 집적과 질산태 질소량의 증가

(나) K/Ca+Mg 당량비의 증가(grass tetany)

(6) 토양으로의 흡수를 빠르게 할 것(회석비율)

(7) 사용 후 양분손실을 최소화할 것(회산 방지)

마) 유기농업에서 요구하는 양분공급량과 상대수량과의 관계

(%)

relative yield

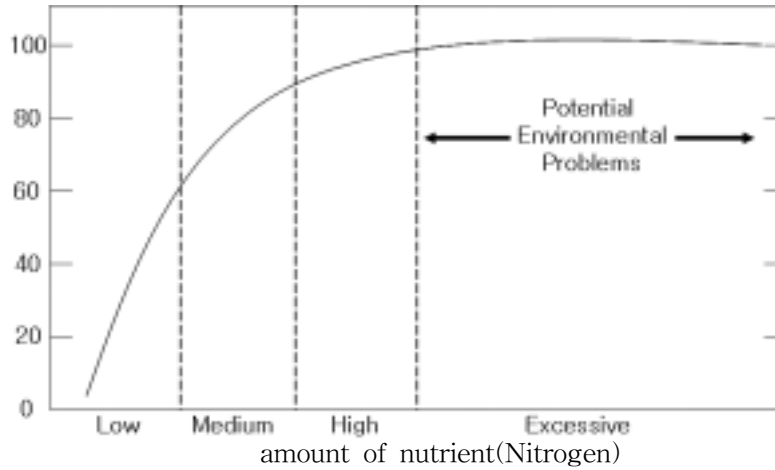


그림 1. 양분공급량과 상대수량과의 관계[Andrew 등(1993)의 그림 수정]

(1) 유기농업에서 토양의 양분공급량에 의하여 얻을 수 있는 상대수량은 최고 수준의 60-80% 수준이 적당하다고 판단된다.

(2) 상대수량이 높을 경우, 식물체에 의한 양분집적(nitrate accumulation) 위험성이 상존한다.

## 6) 작부체계의 실제

가) 벼(추청) 유기재배 + 두과녹비작물(헤어리베치)

(1) 재식밀도 별 유기재배 벼(추청)의 건물수량과 사료가치

(가) 목적

우리나라의 경우 수도 작에서의 볏짚생산은 조사료의 양적인 확보차원에서 매우 중요하다(조사료 공급량의 55%). 최근 친환경 농업이 확대되면서 수도 작에서 오리방사에 의한 제조효과가 인정되어 오리농법이 전국적으로 폭 넓게 도입되어 시행되고 있다.

오리제조 수도 작에서 일반재배에서 사용하는 재식밀도는 단위면적 당 개체밀

도의 증가를 통한 수량증가를 목적으로 하고 있다. 즉, 고밀도 조건에서 생육의 진행과 함께 군락 내의 통풍 성 악화에 따른 병충해 발생 가능성의 증가, 잎의 상호차광에 의한 수광 태세 악화 및 오리 활동공간의 제약 등과 같은 문제점들을 야기 시킬 수 있다. 그러나 희식 재배(저밀도)의 경우, 단위면적 당 개체밀도는 낮지만, 개체의 평균면적이 넓어 개체의 분얼력을 증가시키고, 군락 내의 통풍 성 개선과 함께 수확 시까지 수광 태세를 양호하게 유지할 수 있고, 오리의 활동공간의 확대를 통하여 제초효과를 높이는데 기여할 수 있다고 생각된다.

특히 우리나라에서 수도 작은 쌀 생산이 주목적이지만, 부산물로서 생산되는 볏짚을 조사료로 활용하는 비율이 높아 양적인 측면에서 확보가 용이하지만, 사료가치가 낮고 안전성이 결여되어 있어, 안전성이 높은 조사료 생산이라는 측면에서 유기 수도 작은 중요한 의의를 갖는다.

따라서 본 실험에서는 재식밀도의 차이가 볏짚의 수량과 사료가치에 미치는 영향을 검토하여 오리제초 유기 벼 재배에서 요구되는 적정 재식밀도를 추정하려고 하였다.

(나) 재료 및 방법

○ 실험장소: 경기도 용인시 원삼면 독성리

○ 공시 벼 품종: 추청

○ 재식밀도

희식 재배(low density): 33 x 22cm(137,700주/ha)

희식 재배(medium density): 33 x 20cm(151,500주/ha)

일반 재배(high density): 33 x 18cm(167,700주/ha)

○ 시비량

유박비료(N 5%): 8.7톤/ha(밀거름 2.1톤/ha, 옷거름 6.6톤/ha)

규산질 비료: 2.4톤/ha(밀거름)

○ 시비시기

밀거름: 2004년 4월 28일

옷거름 2004년 7월 12일

벼 이양시기: 2004년 5월 22일(온실에서 40일간 육묘)

○ 실험면적: 7,276m<sup>2</sup>(2,205평)

○ 실험방법: 처리 구 당 15m x 50m = 750m<sup>2</sup>로 한 3반복의 난괴 법으로 배치

○ 오리입식: 283마리(0.4a 당 1마리)

1차 입식: 2004년 6월 4일(183마리)

2차 입식: 2004년 6월 6일(100마리)

○ 오리퇴식: 2004년 9월 3일

- 조사 시기: 2004년 10월 8일
- 조사항목: 초장, 분얼 수, 엽수, 엽 면적, 생초 중, 건물수량, 사료가치(CP, TDN), 실험 전후의 토양분석

(다) 실험결과

- 토양분석 결과

표 14. 실험전후의 논 토양분석 결과

	pH	OM (%)	EC (ms/cm)	TN (%)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)	TC (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	SiO <sub>2</sub> (mg/kg)	C/N	CEC	Ex. cations(cmol+/kg)		
											Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
실험전	7.5	5.33	0.22	0.22	9.93	2.96	113.9	54.02	13.4	5.1	0.52	3.69	0.29
2							7		7	4			
실험후	6.6	8.05	0.14	0.20	8.92	4.47	81.60	143.3	22.7	9.3	0.56	4.68	0.21
1							9		1	6			

- 실험 후 토양은 실험 전 토양보다 유기물 함량, 전탄소, C/N율, Ca 함량이 증가된 반면에 pH, EC, TN, NO<sub>3</sub>-N, 유효인산함량이 감소되었다
- 특히 CEC 함량이 높아져 유기재배에 의한 토양비옥도 증진효과가 인정되었다.

- 재식밀도 별 벼의 생초수량, 건물수량, 전질소량 및 사료가치

표 15. 재식밀도별 벼의 생초수량, 건물수량, 전질소량 및 사료가치

재식밀도 <sup>1)</sup>	생초수량 (톤/ha)	건물수량 (톤/ha)	전질소량 (kg/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (ton/ha)
저밀도	12.6a	9.4a	114.7a	716.8a	5.72a
중밀도	12.5a	9.6a	112.3a	702.0a	5.93a
고밀도	13.4a	9.9a	108.9a	680.6a	6.18a
평균	12.8	9.6	111.9	699.8	5.94

<sup>1)</sup> 저밀도(희식재배, 33x 22cm), 중밀도(희식재배, 33x 20cm), 고밀도(관행재배, 33 x 18cm)



- 생초수량과 건물수량은 재식밀도가 높았던 관행재배에서 13.4톤/ha과 9.9톤/ha을 나타내어 다른 재식밀도보다 높은 경향이었지만, 다른 재식밀도와는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 재식밀도 평균 생초수량과 건물수량은 각각 12.8톤/ha과 9.6톤/ha을 나타내었다.

- 전질소량은 재식밀도가 낮을 수 록 높아지는 경향이었지만, 재식밀도 간에 유의한 차이가 없었고, 평균 111.9kg/ha이었다. 단백질수량도 같은 경향이었는데, 평균 699.8kg/ha을 나타내었다.

- TDN 수량은 재식밀도가 높아질 수 록 증가되어 고밀도에서 6.18톤/ha으로 가장 많았지만, 재식밀도 간에는 유의한 차이가 없었고 재식밀도 평균 5.94톤/ha을 나타내었다.

#### (라) 고찰

생초수량, 건물수량, 전질소량, 조단백질수량 및 TDN 수량에서 재식밀도 간에는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 저밀도(희식 재배)의 경우, 단위면적당 개체수가 관행 재식밀도(고밀도)에 비하여 ha당 3만주가 적은 조건에서 생초수량과 건물수량이 유의한 차이가 인정되지 않았던 것은 개체의 평균면적 증가에 의한 분얼력 촉진이 개체 중을 증가시킨 결과라고 생각된다. 즉, 재식밀도가 높은 관행재배에서의 수량은 개체 수 의존적 수량이라고 한다면, 저밀도인 희식재배는 개체 중 의존적 수량이라고 표현할 수 있다. 따라서 유기재배의 경우 개체의 평균면적 확대가 수확시기까지의 수광 태세를 양호하게 하고, 오리입식 시에는 충분한 활동공간을 제공할 뿐만 아니라 통풍 성 개선을 통한 병충해 발생의 억제 효과 및 장기적으로는 과중량 절감에 의한 경제적 효과도 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 이(2003)는 논토양의 작부체계에서 벼 단작의 건물수량은 7-9톤/ha의 범위라고 보고하여 본 실험의 건물수량과 거의 일치한다. 그러나 김 등(2006)은 연간 150kg/ha의 질소 질 비료를 시용했을 때 사료용 벼로 재배한 추청(만생)과 Hamasari(극 만생)의 건물수량은 각각 13.0톤과 13.1톤/ha, 조단백질 수량은 1.0톤과 0.93톤/ha, TDN 수량은 각각 7.6톤과 7.1톤/ha이었다고 보고하여 본 실험의 결과에서 얻어진 수량보다 모두 많았다. 이와 같은 차이는 사료용 벼는 총채(whole crop) 수량을 나타낸 것에 비하여, 본 실험에서는 쌀 생산을 목적으로 종실수량(cereals)을 제외한 순수한 볏짚 수량만을 계산하였기 때문에 건물수량과 사료가치를 나타내는 조단백질 수량과 TDN 수량 모두가 낮은 값이었다고 생각된다.

따라서 앞으로 논토양의 작부체계는 유기 조사료 생산과 유기 쌀 생산이라는 목표의 차이에 따라서 재식밀도, 시비량 및 품종의 도입이 선택적으로 이루어져야 한다고 생각된다.

#### (마) 요약

○ 오리제초 유기 벼 재배에 알맞은 재식밀도를 추정하기 위하여 저밀도(33cm x 22cm), 중밀도(33cm x 20cm), 고밀도(33cm x 18cm)의 조건에서 실험하였다.

○ 재식밀도 간에는 생초수량, 건물수량, 전질소량, 조단백질 수량 및 TDN 수량이 유의한 차이가 인정되지 않았다. 재식밀도 평균 생초수량은 12.8톤/ha, 건물수량은 9.6톤/ha, 전질소량은 111.9kg/ha, 조단백질 수량은 699.8kg/ha, TDN 수량은 5.94톤/ha이었다.

○ 그러나 통풍 성 개선효과, 수확 시까지의 양호한 수광 태세의 유지, 개체의 분얼력 촉진을 통한 개체 중의 증가효과 및 오리 활동 공간 확대 등을 고려할 경우, 개체의 평균면적이 넓은 저밀도 조건(33cm x 22cm)이 오리제초 유기 벼 재배에서 유리하다고 판단된다.

#### (2) 유기 벼 재배 후 헤어리베치의 파종효과

##### (가) 목적

논토양에서 유기 벼 재배를 위한 작부체계에서 헤어리베치와 같은 두과작물의 도입은 경운에 의한 녹비로서의 토양환원을 통하여 토양비옥도를 증진시키고, 예취, 이용할 경우, 양질의 조사료를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 즉, 토양으로 환원할 경우 토양의 유기물 함량을 증가시키고, 공생계 미생물에 의한 생물학적 질소 고정량을 활용하여 토양 비옥도 증진에 기여하므로, 토양 내에서의 물질순환을 가능케 한다. 또한 조사료로 이용할 경우에는 단백질 함량이 높은 양질의 조사료를 생산할 수 있어 유기 벼 재배지 토양의 유기물 함량 증가와 질소공급원 및 양질의 조사료 원으로 절대적으로 필요한 작물이라고 할 수 있다.

벼 재배 후 헤어리베치의 파종시기와 방법은 재배 벼 품종의 조만성에 따라 달라진다. 즉, 미질을 고려하여 추청(秋晴)과 같은 만생종을 재배할 경우에는 수확시기가 늦어 적기파종이 어렵기 때문에 수확 전에 입모 중 파종이 가능하며, 조생종 벼를 재배할 경우에는 벼 수확 후 파종이 가능하다.

본 실험에서는 만생종 추청 벼 재배지에서의 입모 중 파종과 조생종 흑미 재배지에서 벼 수확 후 헤어리베치를 파종 하였을 때, 이듬해 봄철 헤어리베치의 생초수량, 건물수량을 측정하고 사료가치를 분석하여 유기 벼 재배에서 요구하는

양분공급 능력과 조사료 원으로서 이용가능성을 평가하였다.

(나) 재료 및 방법

- 추청 벼 입모 중 파종
  - 실험장소: 용인시 원삼면 학일리
  - 품종: common
  - 파종시기: 2004년 9월 26일
  - 파종량: 50kg/ha
  - 시비량: 무시비(잔효효과)
  - 배수처리: 무처리
  - 조사시기: 2005년 5월 15일
  - 조사항목: 생초수량, 건물수량, 전질소량, 조단백질 수량, TDN 수량
  
- 흑미 벼 수확 후 파종
  - 실험장소: 용인시 원삼면 학일리
  - 품종: common
  - 파종시기: 2005년 9월 18일
  - 파종량: 50kg/ha
  - 시비량: 유박비료(N 5%) 30kg N/ha
  - 배수처리: 2m 간격으로 배수구 설치
  - 조사시기: 2006년 5월 11일
  - 조사항목: 생초수량, 건물수량, 전질소량, 조단백질 수량, TDN 수량

(다) 결과

표 16. 헤어리베치의 생초수량, 건물수량 및 전질소량

	생초수량 (톤/ha)	건물수량 (톤/ha)	전질소량 (kg/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (ton/ha)	잔효효과 <sup>1)</sup>
유기 벼(추청) <sup>2)</sup>	6.1	1.20	48.0	300.0	0.77	38.4
유기 벼(흑미)	19.5	3.18	116.5	728.2	1.95	93.2

<sup>1)</sup> 잔효효과는 전질소량의 80%로 추정

<sup>2)</sup> 입모중 파종

○ 추청 벼 입모 중 파종에서 헤어리베치의 볏짚 생초수량은 6.1톤/ha, 건물수량은 1.20톤/ha, 전질소량은 48.0kg/ha, 조단백질 수량은 300kg/ha, TDN 수량은

0.77톤/ha이었고, 질소공급효과(잔효효과)는 38.4kg/ha로 추정되었다.

○ 흑미 벼 수확 후의 헤어리베치 파종에서 봄철 생초수량은 19.5톤/ha, 건물수량은 3.18톤/ha, 전질소량은 116.5kg/ha, 조단백질 수량은 729.2kg/ha, TDN 수량은 1.95톤/ha이었고, 질소공급효과(잔효효과)는 93.2kg/ha으로 추정되었다.

○ 재배연도에 차이가 있지만, 흑미 벼 수확 후 헤어리베치의 파종이 추청 벼 입모 중 파종에 비하여 생초수량은 3.2배, 건물수량은 약 2.7배, 전질소량과 조단백질수량은 약 2.4배, TDN 수량은 약 2.5배 많았고, 잔효효과도 2.4배 높았다.

#### (라) 고찰

헤어리베치는 토양으로 환원 후 유기물 잔사의 분해와 질소의 무기화 속도가 빨라서 후 작물의 생육을 위한 질소를 효율적으로 공급할 수 있는 녹비작물이다(Wilson과Hargrove, 1986; 서 등, 2000). 따라서 다음 작물의 생육에 충분한 양분을 공급하기 위해서는 헤어리베치의 봄철 생산성의 다소(多少)와 토양으로의 환원시기가 중요한 요인이 된다.

헤어리베치의 입모 중 파종에서는 파종의 정확도가 낮고, 배수처리의 불확실성과 헤어리베치 생육에 필요한 양분은 벼 재배 후 토양의 잔효효과에 의존한 결과 봄철 생산성이 저하되었다고 생각된다. 그러나 흑미 벼 재배 후 적기파종, 배수처리 및 양분공급으로 인하여 봄철 생산성이 증가되었다고 생각된다.

일반적으로 벼의 생육에 필요한 질소량은 연간 90-110kg/ha로 추정된다(농진청, 2000).

헤어리베치의 녹비로서의 토양환원에 의한 질소공급능력은 3개월 이내에 80% 정도가 무기화된 질소량으로 환산한 잔효효과로 볼 경우(서 등, 1998), 입모 중 파종에서 질소공급능력은 38.4kg/ha으로 벼의 생육에 필요한 전질소량의 1/3을 공급할 수 있지만, 흑미 벼 재배 후 파종에서는 93.2kg/ha으로 벼의 생육에 충분한 질소를 헤어리베치의 토양환원으로 공급할 수 있다고 판단된다. 따라서 벼의 생육에 필요한 질소를 충분히 공급하기 위해서는 헤어리베치의 봄철 생산성을 충분히 확보할 수 있는 가을철 파종시기의 추정이 필요하다(서 등, 2000). 또한 헤어리베치의 봄철 수확시기를 늦추는 것이 생산성과 전질소량을 증가시키는데 도움이 되지만(서 등, 1998), 봄철 녹비작물의 유기 태 질소가 무기화되어 토양으로 방출되는 시기와 후 작물이 질소를 필요로 하는 시기를 일치시켜 녹비작물을 효율적으로 이용하기 위해서는(Wagger, 1989), 적정한 봄철의 토양환원 시기의 추정이 필요하다고 생각된다.

헤어리베치는 다른 여러 가지 월동 두과작물보다 전 질소함량(3.6-4.1%)이 높아서(Smith 등, 1987), 조단백질 조사료 원으로 유용하다고 판단된다. 양질의 조사료 원으로 이용할 경우에도 조생종 벼(흑미) 재배 후 가을철 적기파종이 입모

중 파종보다 건물수량은 약 2.7배, 조단백질 수량은 2.4배, TDN 수량은 2.5배의 높은 효과를 얻을 수 있었다.

(마) 요약

- 만생종 벼(추청)의 입모 중 파종보다 조생종 벼(흑미) 수확 후 헤어리베치를 파종하는 것이 봄철 생산성을 증가시켜 벼의 생육에 필요한 질소공급능력을 높일 수 있다고 판단된다.
- 벼의 생육에 필요한 전질소량을 공급하기 위해서는 잔효효과로 90kg N/ha 이상 얻을 수 있는 3톤/ha 이상의 봄철 건물수량의 확보가 요구된다.
- 봄철 건물생산성을 증가시키기 위해서는 가을철 적정 파종시기의 추정과 양호한 배수처리 및 양분공급이 필요하다고 판단된다.
- 양질의 조사료 생산을 위해서도 조생종 벼(흑미) 수확 후 파종이 유리하였는데, 이때의 건물수량은 3.18톤/ha, 조단백질 수량은 728.2kg/ha, TDN 수량은 1.95톤/ha이었다.

(3) 헤어리베치의 가을철 파종시기의 추정과 품종선발

(가) 목적

헤어리베치는 월동 두과작물로서 경운 후 녹비로서 토양의 유기물 함량을 증가시키고 생물학적 질소고정능력 높아서 토양비옥도 증진에 공헌하며(Wilson과 Hargrove, 1986), 조단백질 함량이 높아서 양질의 조사료 자원으로서 유용하게 활용될 수 있다(Smith 등, 1987). 그러나 헤어리베치를 효율적으로 활용하기 위해서는 봄철 생산성 증가를 통한 질소공급능력의 확대와 조사료 원으로서 양적, 질적인 사료가치의 확보가 중요하다고 생각된다. 헤어리베치의 봄철 생산성의 다소(多少)는 가을철 파종시기와 품종의 차이에 의존하므로, 가을철 파종시기의 추정과 월동성이 높은 품종의 선발은 생산성 증대와 사료가치의 확보에 매우 중요하다고 판단된다.

따라서 본 실험에서는 가을철 파종시기를 달리 했을 때 헤어리베치 품종의 봄철 생산성과 사료가치를 평가하여, 가을철 적정 파종시기를 추정하고 생산성과 사료가치가 높은 품종을 선발하려고 하였다.

(나) 재료 및 방법

- 실험장소: 원주시 귀래면 용암리

- 품종(6 품종): VV4712(Germany), Otsaat(Gemany), Welta(Gemnay), Penn-02(USA), Common(USA), Minnie(Italy)
- 파종시기(4 시기): 2004년 9월 10일, 20일, 30일, 10월 10일
- 파종 량: 40kg/ha
- 시비량: 유기질 비료 40kg N/ha(밀거름 2004년 9월 10일)
- 시험법: 3반복의 분할 구 배치법(주구 파종시기, 세구 품종)
- 조사 시기: 2005년 5월 15일
- 조사항목: 생초수량, 건물수량, 전질소량, 조단백질 함량, TDN 함량

(다) 결과

표 17. 가을철 파종시기에 따른 헤어리베치 품종의 봄철 생산성과 사료가치

수량	파종시기	품 종						평균
		VV4712	Minnie	Welta	Otsaat	Peen-02	Common	
	9/10	3.6ab	0.8c	3.4ab	5.8a	2.6bc	3.7ab	3.1a
건물수량 (톤/ha)	9/20	1.9bc	1.1c	4.7a	3.9ab	3.7ab	2.5bc	3.0a
	9/30	2.9a	0.7a	2.7a	3.1a	1.9a	1.3a	2.1b
	10/10	1.4a	0.4a	1.7a	1.4a	1.2a	1.8a	1.3bc
	평균	2.5b	0.7c	3.1a	3.6a	2.4b	2.3b	
	9/10	960a	157b	794b	1,499a	488a	496b	732.3a
CP수량 (kg/ha)	9/20	498b	195a	954a	812b	544a	694a	616.2a
	9/30	576b	123b	607b	545bc	334b	206c	398.5b
	10/10	291c	83c	358c	279c	236c	403b	275.0b
	평균	581.3b	139.5d	783.8a	678.3a	400.5c	499.8c	
	9/10	2.89a	0.64b	2.64b	4.56a	2.12a	2.04a	2.48a
TDN수량 (톤/ha)	9/20	1.54b	0.86a	3.88a	2.71b	2.67a	1.83ab	2.25a
	9/30	2.17a	0.54b	1.98c	2.24b	1.42b	0.99c	1.56b
	10/10	1.07b	0.30c	1.34c	1.08c	0.92b	1.57b	1.05c
	평균	1.92b	0.59c	2.46a	2.65a	1.78b	1.61b	

○ 파종시기별 건물수량은 품종 평균 9월 10일과 20일에 각각 3.1톤과 3.0톤/ha을 나타내어 9월 30일과 10월 10일의 건물수량보다 유의하게 많았고, 품종에

서는 독일계통의 품종인 Otsaat와 Welta가 각각 3.6톤과 3.1톤을 나타내어 다른 품종 보다 유의하게 많았다.

그러나 Minnie는 다른 품종보다 건물수량이 유의하게 낮은 0.7톤/ha에 불과하였다.

○ 조단백질 수량도 건물수량과 같은 경향을 나타내어 파종시기에서는 9월 10일과 20일에 각각 732.3kg과 616.2kg/ha으로 다른 파종시기보다 유의하게 많았다. 품종에서는 Welta와 Otsaat가 각각 783.8kg과 678.3kg/ha으로 다른 품종보다 유의하게 많았는데, Otsaat 품종은 파종시기가 늦어질수록 조단백질 수량은 급격히 저하하는 경향을 나타내었다.

○ TDN 수량도 건물수량과 조단백질 수량과 같은 경향을 나타내어 9월 10일과 20일 파종시기에서 각각 2.48톤, 2.25톤/ha을 나타내어 다른 파종시기보다 유의하게 많았고, 품종에서는 Otsaat와 Welta가 각각 2.65톤과 2.46톤/ha으로 다른 품종보다 유의하게 많았다.

#### (라) 고찰

헤어리베치는 내한성과 월동성이 강하여 10°C의 낮은 온도조건에서도 생육이 좋고 생물학적 질소 고정능력이 높아서 녹비작물로서 효율성 높으며(Power and Zachariassen, 1993), 전질소 함량이 높아서(Smith 등, 1987) 조단백질 조사료 원으로서도 유용하다고 알려져 있다.

헤어리베치를 벼 재배 후 월동작물로 도입할 경우, 입모 중 파종이나, 벼 수확 후 파종의 경우, 가을철 파종시기의 선택 폭은 매우 좁아서 중부지방에서는 9월 초- 10월초로 한정되어 있다. 따라서 녹비작물 또는 사료작물로 유용하기 활용하기 위해서는 봄철 생산성을 높일 수 있는 가을철 파종시기의 추정과 월동성이 높은 품종의 선발은 매우 중요하다.

본 실험의 결과 가을철 파종시기가 빠를수록 건물수량, 조단백질 수량 및 TDN 수량이 많아서(표 17), 가을철 파종적기는 9월 20일까지라고 추정된다. 서등(2000)은 건물수량과 8월 20일부터 9월 30일까지 10일 간격으로 파종하였을 때, 건물수량과 전질소량은 8월 20일에 7-8톤/ha과 240-290kg/ha, 8월 31일에 6-7톤/ha과 200-260kg/ha, 9월 10일에 4-5톤/ha과 150-200kg/ha, 9월 20-30일에는 2-3톤/ha과 70-120kg/ha이었다고 보고하였는데, 특히 9월 20일 이후의 파종에서 급격한 건물수량과 전질소량의 감소가 인정되었다. 따라서 밭 토양에서 헤어리베치의 녹비효과를 얻기 위해서는 파종시기를 훨씬 앞 당겨 8월 중순에 파종하는 것이 유리하다고 판단된다. 그러나 논토양에서는 9월 10일경에 파종하는 것이 이듬 해 봄철의 건물생산성을 높여 녹비효과를 충분히 얻을 수 있을 뿐만 아니라 조사료 원으로서의 효율성도 높다고 판단된다.

품종에서는 독일 계통의 Otsaat와 Welta가 모든 파종시기에서 다른 품종보다 건물수량, 조단백질수량, TDN 수량이 유의하게 많아서 월동성이 높은 품종으로 판단되었다. 이와 같은 결과는 위도 상으로 높은 지역에 위치하는 지역에서 육종된 품종이 우리나라의 중부지역의 기후조건에서 적응성이 높았기 때문으로 추정된다. 따라서 헤어리베치를 보급할 경우 중부지역과 같이 겨울철이 추운지역에는 위도가 높은 지역에서 육종된 품종을 보급하는 것이 월동성을 높여 봄철 건물수량의 증대와 수량의 안정성을 유지하는데 도움이 된다고 생각된다.

(마) 요약

- 헤어리베치의 봄철 생산성과 사료가치로 볼 때, 9월 10일-20일 파종시기에서 품종 평균 건물수량 3톤/ha, 조단백질수량 616.2-732.3kg/ha, TDN 수량 2.25-2.48톤/ha을 나타내어, 가을철 적정 파종시기로 추정되었다.
- 품종에서는 Otsaat와 Welta가 파종시기 평균 건물수량은 3.1-3.6톤/ha, 조단백질수량은 678.3-783.8kg/ha, TDN 수량은 2.46-2.65톤/ha으로 다른 품종 보다 유의하게 많아서 월동성이 높은 품종으로 판단되었다.

(4) 유기 벼와 헤어리베치 작부체계의 활용성

유기 벼와 헤어리베치의 조합에 의한 작부체계에서 단위면적 당 건물수량, 전질소량, 사료가치 및 가축사육능력을 나타낸 것이 표 18이다.

표 18. 유기 벼와 헤어리베치 작부체계에서의 건물수량, 전질소량, 조단백질 수량, TDN 수량 및 가축사육능력

	건물수량 전질소량 조단백질수량 TDN수량 가축사육능력(두/연/ha) <sup>1)</sup>						
	(톤/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(톤/ha)	CP	TDN	평균
유기벼 (평균)	9.60	111.9	699.8	5.94	4.50	4.68	4.59
헤어리베치 (흑미)	3.18	116.5	728.2	1.95	4.68	1.54	3.11
합 계	12.78	228.4	1,428.0	7.89	9.18	6.22	7.70

<sup>1)</sup>한우 암소 육성우 450kg, 일 증체 0.4kg, TDN, CP 요구량 조사료로 70% 급여 TDN은 3.479kg/일, CP 426.3g/일 x 365일

(가) 결과

- 유기 벼(흑미) 재배 후 헤어리베치를 재배할 경우, 건물수량은 12.78톤/ha,



전질소량은 228.4kg/ha을 얻을 수 있었다.

○ 유기 벼(흑미) + 헤어리베치의 작부체계에서 작물의 질소요구량은 130-140kg N/ha[유기 벼(90-100kg N/ha) + 헤어리베치 40kg N/ha]이지만, 헤어리베치를 토양으로 환원할 경우에는 질소 공급량은 약 120kg N/ha이다.

○ 따라서 질소수지는  $\nabla 10$ - $\nabla 20$ kg N/ha가 부족하므로, 헤어리베치의 봄철 생산성 증가와 유기성 자원의 시용으로 충분히 공급할 수 있는 량이다.

○ 유기 벼와 헤어리베치 작부조합을 통하여 얻어진 조단백질 수량은 1.43톤/ha, TDN 수량은 7.89톤/ha이었다. 헤어리베치의 상대 조단백질 수량은 51%, TDN 수량은 유기 벼가 헤어리베치보다 3배 이상 높았다.

○ 조단백질 수량과 TDN 수량에 의한 가축사육능력은 각각 9.18두와 6.22두로서, 조단백질 수량을 기준으로 한 가축사육능력이 TDN 수량보다 높았다. 조단백질 수량과 TDN 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 평균 7.70두/연간/ha였다.

#### (나) 고찰

유기 벼 재배 후 헤어리베치를 도입한 작부체계에서 건물수량은 12.8톤, 조단백질 수량은 1.43톤, TDN 수량은 7.89톤/ha을 얻을 수 있어 ha당 평균 7.7두/연간의 가축사육능력을 나타내었다. 특히 헤어리베치 도입은 조단백질 수량의 증대 효과를 통하여 가축사육능력을 높이는데 크게 기여하였다고 생각된다. 유기 벼와 헤어리베치의 건물수량을 조사료로 이용할 경우에는 작물의 질소 요구량 130-140kg/ha는 가축분이나 유박 류와 같은 유기성 자원으로 공급할 수 있다.

그러나 유기 벼 재배에서 안전성이 높은 쌀과 볏짚을 생산하고 헤어리베치를 녹비로 활용할 경우, 가축사육능력은 ha당 연간 4.59두에 불과하였다. 또한 벼의 생육에 필요한 질소요구량을 충족시키기 위해서는 헤어리베치의 봄철 건물수량은 최소한 3톤 이상이 되어야 한다(표 16). 헤어리베치의 봄철 건물수량을 3톤/ha 이상 얻기 위해서는 월동성이 높은 품종을 도입하여(Otsaat, Welta), 가을철 파종을 9월 10-20일경에 실시하고(표 17), 철저한 배수관리 및 유식물체의 생육을 촉진하기 위한 유기질 비료의 사용이 필요하다고 생각된다.

#### (다) 요약

○ 유기 벼와 헤어리베치의 작부체계에서 건물수량은 12.78톤/ha, 조단백질 수량은 1.43톤/ha, TDN 수량은 7.89톤/ha을 얻을 수 있었다.

○ 가축사육능력은 조단백질 수량을 기준으로 연간 9.18두/ha, TDN 수량을 기준으로 연간 6.22두/ha로서, 조단백질 수량에 의한 가축사육능력이 TDN 수량보다 1.5배 높았다.

○ 유기 벼 재배만으로 조사료를 공급할 경우 가축사육능력은 4.59두/ha에 불

과하였다.

○ 헤어리베치를 녹비로 활용하여 유기 비 재배를 할 경우에는, 봄철 헤어리베치의 건물수량은 최소한 3톤/ha 이상이어야 한다.

○ 헤어리베치의 봄철 건물수량을 3톤/ha 이상 얻기 위해서는 월동성이 높은 품종의 도입하여 가을철 적기파종(9월 20일까지), 배수관리 및 양분공급이 이루어져야 한다.

## 나) 답리작에서의 월동작물 재배

### (1) 답리작에서 조사료 생산을 위한 월동작물의 재배

#### (가) 목적

일반적으로 답리작을 이용한 조사료 생산의 작부체계에서는 단위면적 당 수량증대를 목적으로 호밀, 보리와 같은 화본과 월동작물을 재배하는 것이 일반적인 경향이다(표 5, 6). 그러나 단위면적 당 수량증대를 위한 화본과 월동작물 재배에는 다량의 화학비료 시용이 요구되고, 조사료의 TDN 수량은 많지만, 조단백질 함량이 낮아서 양질의 조사료 생산이 어렵고 안전성이 결여된다는 단점이 있다.

따라서 본 실험에서는 답리작으로 다양한 월동작물을 도입한 작부체계의 차이가 건물수량, 조단백질수량, TDN 수량에 미치는 영향을 조사하고, 단과수량에 대한 혼과수량의 비율로서 혼과효과를 평가하여 양질의 조사료 생산에 알맞는 작부조합을 선발하려고 하였다.

#### (나) 재료 및 방법

- 실험장소: 전북 정읍 시 정우면
- 초종: 화본과 3 초종(보리, 호밀, 이탈리아인 라이그라스), 두과 2 초종(자운영, 헤어리베치)
- 파종방법: 단과(단작), 혼과(복작)
- 파종량
  - 단과: 호밀(100kg/ha), 이탈리아인 라이그라스(40kg/ha), 보리(150kg/ha), 자운영(40kg/ha), 헤어리베치(40kg/ha)
  - 혼과: 호밀+자운영(80kg+20kg/ha), 호밀+헤어리베치(80kg+20kg/ha), 이탈리아인 라이그라스+자운영(20kg+20kg/ha), 이탈리아인 라이그라스+헤어리베치(20kg+20kg/ha), 보리+자운영(130kg+20kg/ha), 보리+헤어리베치(130kg+20kg/ha),
- 시비량: 우분 60kg N/ha
- 파종시기: 2004년 10월 17일

- 시험면적: 32m x 100m = 3,200m<sup>2</sup>, 처리 구 면적: 5m x 40m = 200m<sup>2</sup>
- 시험법: 분할구 시험(주구 파종방법, 세구 초종), 3반복
- 조사 시기: 2005년 5월 17일
- 조사내용: 생초수량, 건물수량, 전질소량, 조단백질 수량, TDN 수량, 토양분석

(다) 결과

- 논토양 분석결과

표 19. 실험전후의 논토양 분석 결과

	pH	OM (%)	EC (ms/cm)	TN (%)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)	TC (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	SiO <sub>2</sub> (mg/kg)	C/N	C E C	E x cations(cmol+/kg)		
											Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
실험전	5.5	4.2	0.34	0.2	70.44	8.2	175.6	99.14	39.3	10.8	1.61	4.16	0.74
실험후	5.7	6.5	0.27	0.2	41.42	9.3	124.3	87.23	24.7	13.7	1.54	4.58	0.67

- 실험 전 토양보다 실험 후 토양의 EC, NO<sub>3</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO<sub>2</sub>, C/N율이 저하되었다.
- 그러나 유기물 함량, 전탄소 함량, CEC, Ca 함량이 증가되어, 토양비옥도 개선 효과가 인정되었다.

○ 파종방법에 따른 초종별 생초수량, 건물수량 및 사료가치

표 20. 파종방법에 따른 화본과와 두과작물의 생초수량, 건물수량, 조단백질수량 및 TDN수량

초종	파종방법	생초수량 (톤/ha)	건물수량 (톤/ha)	전질소량 (kg/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (톤/ha)
호밀	단파	19.9	7.0	32.2	201.3	5.30
이탈리안	"	21.5ab	4.3de	42.1	263.1	3.73
보리	"	22.4ab	<b>8.1a</b>	79.4	496.3	<b>7.05</b>
헤어리베치	"	6.4f	1.4f	49.1	306.9	1.16
자운영	"	12.9de	2.1f	36.7	229.4	1.78
호+자	혼파	18.6bcd	6.4bc	71.7	448.0	4.03
호+혜	"	20.4bc	6.2bc	<b>121.5</b>	<b>759.4</b>	4.09
이+자	"	11.7cde	2.4f	31.9	199.5	1.84
이+혜	"	14.7cde	2.9ef	52.8	330.0	2.17
보+자	"	16.7cde	5.1cd	71.4	445.3	3.85
보+혜	"	<b>26.9a</b>	<b>7.1ab</b>	<b>137.0</b>	<b>856.4</b>	5.35

- 생초수량은 보+혜 26.9톤, 보리 22.4톤, 이탈리안 라이그라스 21.5톤/ha의 순으로 많았고, 헤어리베치 단파에서 가장 낮은 6.4톤/ha을 나타내었다.

- 건물수량은 보리 8.1톤, 보+혜 7.1톤, 호밀 7.0톤/ha의 순으로 많았고, 헤어리베치 1.4톤, 자운영 2.1톤, 이+자 2.4톤/ha의 순으로 적었다.

- 전질소량은 호파조건인 보+혜 137.0kg/ha, 호+혜 121.5kg/ha의 순으로 많았다.

- 조단백질 수량은 혼파조건인 보+혜 856.4kg/ha, 호+혜 759.4kg/ha의 순으로 많았고, 이+자 199.5kg로 가장 낮았다. 단파조건에서는 보리가 496.3kg/ha로 가장 많았고, 호밀은 201.3kg/ha이었다.

- TDN 수량은 보리가 7.05톤/ha으로 가장 많았고, 다음으로 보+혜 5.35톤, 호밀 5.30톤/ha이었다. 자운영과 헤어리베치 단파는 각각 1.78톤과 1.16톤으로 적었다.

○ 초종 별 단과수량에 대한 상대혼과수량

표 21. 초종별 단과 수량에 대한 혼과수량의 상대비율(단과수량/혼과수량)<sup>1)</sup>

혼과조합	수량비율			
	DM	CP	TDN	평균
호밀+ 자운영	0.96	1.27	0.89	1.04
호밀+ 헤어리베치	0.95	1.62	0.89	1.15
이탈리안 라이그라스+ 자운영	0.86	0.93	0.80	0.86
이탈리안 라이그라스+ 헤어리베치	0.90	1.07	0.84	0.94
보리+ 자운영	0.83	0.96	0.75	0.85
보리+ 헤어리베치	0.94	1.30	0.87	1.04
평균	0.91	1.19	0.84	0.98

<sup>1)</sup> RY = (A+B)m/(A+B)p

\* DM: 건물수량, CP: 조단백질 수량, TDN: 가소화양분수량

\* 상대수량비율이 1.0>일 경우, 혼과효과가 있다고 인정됨

- 건물수량과 TDN 수량 비율에서는 평균 0.91과 0.84를 나타내어, 단과수량보다 낮아서 혼과효과가 인정되지 않았다.

- 조단백질 수량에서는 혼과조합 평균 1.19를 나타내어, 혼과효과가 인정되었다. 특히 호밀+헤어리베치, 보리+헤어리베치, 호밀+자운영에서는 각각 1.62, 1.30, 1.27을 나타내어 혼과효과가 높았다.

- 건물수량, 조단백질 수량, TDN 수량의 평균으로는 호밀+헤어리베치가 1.15로 가장 높았고, 다음으로 호밀+자운영, 보리+헤어리베치가 1.04를 나타내어 혼과효과가 인정되었다.

(라) 고 찰

지금까지 답리작에서의 조사료 생산은 화분과 월동작물을 단과하여 단위면적당 건물수량을 증가시키는 것이 목적이었다. 최근에는 전라도 지역과 같이 기후조건이 따듯한 지역에서 벼 재배 후 보리단작으로 총체보리 사일리지를 생산하여 한우사육이 이루어지고 있는 곳이 증가되고 있는 추세이다. 그러나 총체보리 생산을 위해서는 150kg/ha 이상의 화학비료가 사용되고 있고, 기호성이 높고 TDN 수량은 충분히 공급되고 있지만, 조단백질 함량이 부족하다는 단점이 있다. 본 실험의 결과에서도 건물수량은 단과에서 보리가 8.1톤/ha, 호밀 7.0톤/ha, 혼과조건에서는 보리+헤어리베치가 7.1톤/ha으로 건물수량이 많았다. 그러나 조단백

질 수량에서는 혼파조건인 보리+헤어리베치, 호밀+헤어리베치가 각각 856.4kg/ha 과 759.4kg/ha으로 많았고, 단파조건에서 조단백질 수량이 가장 많았던 보리가 496.3kg/ha로 보리+헤어리베치의 58%, 호밀+헤어리베치의 65%에 불과하였다. 그러나 TDN 수량은 보리가 7.05톤/ha으로 가장 많았고 다음으로 호밀은 5.30톤/ha 이었다(표 20).

이상의 결과를 종합하면, 단파조건에서는 보리 재배가 건물수량과 TDN 수량 면에서 유리하지만, 조단백질 수량이 낮아서 양분균형이 맞는 양질의 조사료 공급이 불가능하다고 판단된다. 따라서 단파수량에 대한 혼파수량 비율의 평균 값이 1.0> 이상으로 혼파효과가 인정되는 호밀+헤어리베치, 보리+헤어리베치의 혼파조합은 건물수량과 양분수량(조단백질, TDN)에서 호밀과 보리 단파보다 유리하여(표 21), 단위면적 당 가축사육능력도 증가될 것으로 판단된다.

(마) 요약

- 건물수량은 단파에서 보리와 호밀은 각각 8.1톤/ha과 7.0톤/ha, 혼파에서는 보리+헤어리베치가 7.1톤/ha으로 유의하게 많았다.
- 조단백질 수량은 보리+헤어리베치와 호밀+헤어리베치가 각각 856.4kg/ha와 759.4kg/ha로 다른 혼파조합보다 많았다.
- TDN 수량은 단파에서 보리 7.05톤/ha, 호밀 5.30톤/ha의 순으로 많았고, 혼파에서는 보리+헤어리베치의 5.35톤/ha으로 가장 많았다.
- 단파수량에 대한 상대혼파수량 비율은 호밀+헤어리베치가 평균 1.15를 나타내어 혼파효과가 가장 높았고, 다음으로 호밀+헤어리베치, 보리+헤어리베치가 1.04로 혼파 효과가 인정되었다.
- 따라서 단파일 경우, 보리 재배를 통하여 건물수량과 TDN 수량을 증가시켜 가축사육 능력을 높일 필요가 있고, 혼파일 경우에는 혼파효과가 높다고 인정되는 호밀+헤어리베치와 보리+헤어리베치를 혼파 재배를 통하여 질소투입량을 줄이고, 조단백질 수량을 증가시켜 단위면적 당 가축사육능력을 증가시키는 것이 유리하다고 판단된다.

7) 유기 벼와 월동작물 작부체계에서의 활용성

표 22. 답리작 지역에서 작부체계 별 건물수량, 조단백질 수량, TDN 수량 및 가축사육능력

작부조합	건물수량 (톤/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (톤/ha)	가축사육능력(두/연/ha) <sup>1)</sup>		
				CP	TDN	평균
유기 벼 + 보리	17.7	1.30	12.99	8.35	10.23	9.29
유기 벼+(호+ 혜)	15.8	1.46	10.03	9.38	7.90	8.64
유기 벼+(보+ 혜)	16.7	1.56	11.29	10.03	8.89	9.46

<sup>1)</sup>한우 암소 육성우 450kg, 일 증체 0.4kg, TDN, CP 요구량 조사료로 70% 급여  
TDN은 3.479kg/일, CP 426.3g/일 x 365일

가) 결과

- 건물수량은 유기 벼+보리 17.7톤/ha, 유기 벼+(보리+혜) 16.7톤/ha, 유기 벼+(호+혜) 15.8톤/ha의 순으로 많았다.
- 조단백질 수량은 유기 벼+(보+혜) 1.56톤/ha, 유기 벼+(호+혜) 1.46톤/ha, 유기 벼+보리 1.30톤/ha의 순이었고 단파보다는 혼파에서 조단백질 수량이 많았다.
- TDN 수량은 유기 벼+보리 12.99톤/ha, 유기 벼+(보+혜) 11.29톤/ha, 유기 벼+(호+혜) 10.03톤/ha으로, 유기 벼+보리 단파에서 가장 많았다.
- 조단백질 수량을 기준으로 한 가축사육 능력은 유기 벼+(보+혜)가 10.03두/ha로 가장 높았고, 다음으로 유기 벼+(호+혜)가 9.38두/ha였고, 유기 벼+ 보리 단파가 8.35두/ha로 가장 낮았다.
- TDN 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 유기 벼+보리 단파가 10.23두/ha로 가장 높았고, 유기 벼+(호+혜)가 7.90두/ha로 가장 낮았다.
- 조단백질 수량과 TDN 수량의 평균 가축사육능력은 유기 벼+(보+혜)가 9.46두/ha, 유기 벼+보리 단파가 9.29두/ha, 유기 벼+(호+혜)가 8.64두/ha였다.

나) 고찰

- 단위면적 당 건물수량과 TDN 수량을 증가시키기 위해서는 화본과 작물인 보리를 재배하는 것이 유리하지만, 양질의 조사료 생산을 통하여 가축사육능력을 높이기 위해서는 두과녹비작물과의 혼파가 중요하다. 즉, 유기 벼 재배 후 보리를 도입할 경우에는 TDN 수량의 증가와 TDN 공급에 의한 가축사육능력이 증

가된 반면에 보리+헤어리베치, 호밀+헤어리베치의 혼파에서는 조단백질 수량의 증가에 의한 가축사육능력이 증가되었다. 가축사육능력으로 볼 때, 보+헤어리베치의 혼파가 조단백질과 TDN 수량의 평균 가축사육능력이 가장 높았는데, 이는 보리만을 재배하여 총채보리 사일리지로 이용하는 것에 비하여 조단백질 함량을 증가시킬 수 있어, 양분공급 면에서 훨씬 유리하다고 판단된다.

또한 수도 작에서 유기 벼 재배 이후 도입되는 월동작물을 두과 녹비작물과 혼파 할 경우에는 연간 양분요구량이 감소되어 외부로부터의 양분공급량을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

일반적으로 유기 벼 재배에 필요한 질소요구량은 연간 90-100kg/ha, 보리와 호밀의 질소 요구량은 100-140kg/ha의 범위이므로, 연간 질소요구량은 약 200-250kg/ha로 추정된다. 그러나 화분과 월동작물을 두과녹비작물과 혼파 할 경우, 질소요구량은 약 60-80kg/ha로 추정되므로, 벼와 월동작물(혼파)의 윤작을 통하여 소요되는 연간 질소요구량은 150-180kg/ha의 범위에 불과하여 환경보전적, 경제적, 양분균형적인 작부체계라고 할 수 있다.

#### 다) 요약

- 수도 작에서 유기 벼 재배와 월동작물을 재배할 경우, 연간 건물수량은 15.8-17.7톤/ha, 조단백질 수량은 1.30-1.56톤/ha, TDN 수량은 10.03-12.99톤/ha의 범위를 나타내었다.

- 화분과 월동작물(보리)를 재배할 경우에는 건물수량과 TDN 수량이 많았지만, 두과녹비작물과 혼파 할 경우에는 조단백질 수량이 많았다.

- 가축사육능력이 가장 높았던 작부체계는 유기 벼 재배 후 보리와 헤어리베치의 혼파조건에서 9.46두/ha였고, 조단백질 수량을 기준으로 한 가축사육능력이 TDN 수량보다 높았다.

### 라. 전작지역의 작부체계

#### 1) 작부체계의 기본 개념도

가) 여름작물 ---> 월동작물

나) 봄 작물 ---> 여름작물 ---> 월동작물

#### 2) 작부체계(안)

가) 옥수수 ---> 호밀

나) 옥수수 ---> 호밀 + 헤어리베치(교호조파)



- 다) 수단그라스 + 호밀
- 라) 봄 작물 ---> 옥수수 ---> 호밀
- 마) 봄 작물---> 수단그라스 ---> 귀리

### 3) 작부체계의 현장 적응성

- 가) 봄철 초기생육이 빠른 적정 초종의 선발
- 나) 봄 작물 재배를 통한 잡초제어와 지력증진 효과
- 다) 여름작물(옥수수) 재배를 통한 조사료 생산증대
- 라) 월동작물 도입을 통한 양질의 조사료 생산과 지력증진 효과

### 4) 작부체계의 실제

#### 가) 봄 작물 재배

##### (1) 실험목적

밭 토양을 이용한 조사료 생산은 여름작물인 옥수수와 수수x수단그라스 계의 재배가 중심이 되고 월동작물로서 호밀을 재배하는 것이 단위면적 당 수량증가에 유리하다(표 7). 즉, 옥수수 재배 후 호밀을 도입하여 다음 해 옥수수 재배 전까지 호밀을 예취, 이용한다. 그러나 가을철 월동작물을 도입하지 않고 봄철에 옥수수를 재배할 경우에는 파종 전까지 발생된 잡초제어가 문제가 된다. 따라서 옥수수 파종 전까지의 기간동안에 잡초의 생육을 억제하고 토양 비옥도를 증진시키고, 타감 효과를 얻을 수 있는 봄철 작물의 도입이 필요하다고 생각된다. 이를 위해서는 초기 생육이 빠르거나 생물학적 질소고정 능력이 높은 작물 또는 타감 효과가 인정된다고 알려진 작물의 도입을 통하여 잡초제어 효과와 토양 비옥도 증진효과를 높일 수 있어야 한다고 생각된다.

따라서 본 실험에서는 십자화과, 두과 및 화분과 초종을 도입하였을 때, 봄철 생산성과 전질소량 및 사료가치를 평가하여 잡초제어 효과가 높고, 녹비효과를 얻을 수 있으며, 조사료 원으로서 이용가치가 높은 초종을 선발하려고 하였다.

##### (2) 재료 및 방법

- 실험장소: 경기도 안성시 환경대학교 부속농장
- 초종 9초종
- 십자화과 3초종

Gelfsenf, Phacelia(Julia), Tempo-Grün

- 두과 4초종  
Hairy vetch(Otsaat), Medics(N-breaker),Pea(Lab Lab), Serradella,
- 화본과 2초종  
Italian ryegrass, Oat
- o 파종 량
- 십자화과: 3 초종 각각 50kg/ha
- 두과: Hairy vetch 60kg/ha, Medics 50kg/ha, Serradella 50kg/ha, Pea 150kg/ha
- 화본과: Italian ryegrass 80kg/ha, Oat 100kg/ha
- o 시비량: 우분 40kg N/ha
- o 파종시기: 2005년 3월 19일
- o 포장 총면적: 18 x 13m = 234m<sup>2</sup>  
실험면적: 8초종 x 6m<sup>2</sup> x 3반복 = 144m<sup>2</sup>
- o 시험방법: 3 반복의 난괴법
- o 조사 시기: 2005년 5월 25일
- o 조사내용: 생초수량, 건물수량, 사료가치

(3) 결과

- o 토양분석

표 23. 실험전후의 토양분석 결과

	pH	OM (%)	EC (ms/cm)	TN (%)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)	TC (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	SiO <sub>2</sub> (mg/kg)	C/N	CEC	Cations(cmol+/kg)		
											Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
실험전	4.69	9.75	0.20	0.32	140.8	5.66	238.0	135.3	17.74	10.74	2.12	3.13	0.67
실험후	5.17	12.00	0.22	0.24	63.8	5.30	378.8	144.7	23.12	15.52	2.03	3.01	0.91

- TN, NO<sub>3</sub>-N, TC, Mg, Ca이 감소되었다.
- 토양 pH, 유기물 함량, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, C/N율, CEC, K이 증가되었다.

○ 초종 별 생초수량, 건물수량 및 사료가치

표 24. 초종 별 생초수량, 건물수량 및 사료가치

초종	생초수량 (톤/ha)	건물수량 (톤/ha)	전질소량 (kg/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (톤/ha)	
십자화과	Gelfsenf	5.4d	1.3cd	18.7d	117.0d	0.63c
	Phacelia	10.4bc	1.7bc	22.6cd	141.3cd	0.93b
	Tempo-Grün	8.6cd	1.5bcd	27.9bc	174.0bc	0.86b
두과	Hairy vetch	13.7a	1.7c	36.5a	230.6a	0.99b
	Medics	8.0cd	1.2cd	27.0bc	168.8bc	0.68c
	Serradella	9.2c	1.1d	18.5d	115.5d	0.68c
	Pea	1.4e	0.1e	3.1e	19.5e	0.06d
화분과	Italian	13.4ab	2.3a	24.8cd	155.3cd	1.35a
	Oat	11.1abc	2.0b	22.6cd	166.3cd	1.20a

- 생초수량은 헤어리베치가 13.7톤/ha, 이탈리아 라이그라스가 13.4톤/ha, 귀리가 11.1톤/ha으로 다른 초종보다 유의하게 많았다.
- 건물수량은 이탈리아 라이그라스가 2.3톤/ha과 귀리 2.0톤/ha으로 다른 초종보다 유의하게 많았다.
- 전질소량은 헤어리베치가 36.5kg/ha로 유의하게 많았고, 다음으로 Tempo-Grün이 27.9kg/ha, Medics가 27.0kg/ha이었다. 조단백질 수량도 전질소량과 같은 경향이였다.
- TDN 수량은 화분과 작물인 이탈리아 라이그라스가 1.35톤/ha, 귀리가 1.20톤/ha으로 다른 초종보다 유의하게 많았다.

(4) 고찰

월동작물을 도입하지 않고 봄철 옥수수를 재배 할 때의 가장 큰 문제점은 봄철에 발생하는 잡초방제라고 할 수 있다. 잡초를 제어하기 위해서는 초기생육이 빠른 초종의 파종량을 증가시켜 지표면의 피복효과를 높이는 것이 유리하다. 또한 경운 후 토양으로의 양분공급량이 많아서 토양 비옥도를 개선시킬 수 있는

초종이 유리하다고 판단된다. 본 실험에서는 생초수량이 많았던 헤어리베치, 이탈리아 라이그라스 및 귀리가 봄철 잡초제어 효과가 높은 초종이라고 생각되었다. 특히 헤어리베치는 전질소량이 다른 초종보다 유의하게 많아서 토양으로 환원할 경우 토양 비옥도 증진에 크게 기여할 수 있는 초종으로 생각되었다. 따라서 생초수량과 전질소량이 가장 많았던 헤어리베치는 봄철의 잡초제어와 토양비옥도 증진을 위하여 도입할 수 있는 가장 유리한 초종으로 판단되었다.

Gelfensf, Phacelia, Tempo-Grun은 모두 십자화과 초종으로서 독일의 밭 토양 작부체계에서 토양 유기물 함량의 증가와 이들 초종의 타감 효과(allelopathic effect)를 이용할 목적으로 일반적으로 재배되고 있다. 따라서 우리나라에서도 밭 토양을 이용한 유기경종의 작부체계에서 유기물 환원과 타감 효과를 얻기 위하여 도입할 필요성이 있는 작물 종으로 유망 시 된다.

또한 예취 후 조사료 자원으로 이용할 경우에는 조단백질수량 면에서는 헤어리베치, Tempo-Grun, Medics가 유리하였고, TDN 수량 면에서는 화본과 초종인 이탈리아 라이그라스와 귀리의 재배가 유리하다고 판단된다.

#### (5) 요약

- 생초수량이 많았던 헤어리베치, 이탈리아 라이그라스, 귀리가 봄철의 잡초제어에 유리하다고 판단된다.

- 토양비옥도 개선을 위해서는 전질소량이 많았던 헤어리베치의 도입이 유리하다고 판단된다.

- 조사료 자원으로 이용할 경우, 조단백질수량에서는 헤어리베치, TDN 수량에서는 이탈리아 라이그라스와 귀리가 유리하다고 판단된다.

#### 나) 옥수수 재배(하계작물)

##### (1) 목적

밭 토양에서 조사료 생산을 위한 작부체계는 하계작물인 옥수수 재배가 중심이라고 할 수 있다. 하계작물로서 옥수수를 재배하는 이유는 생초수량과 가소화 양분이 다른 하계작물보다 많고, 사일리지 조제에 유리하며, 가축의 기호성이 높기 때문이라고 할 수 있다. 또한 옥수수 수확 후에는 월동작물을 재배할 수 있는 가을철 생육기간이 충분하여 토지이용률 제고를 통한 단위면적 당 조사료의 생산량을 증대시킬 수 있다는 장점이 있다.

그러나 옥수수의 단위면적 당 수량증대를 위해서는 파종전후 잡초제어를 위한

제초제의 살포와 다량의 질소 질 비료의 시용(150-200kg/ha)이 필요하다는 단점이 있다.

본 실험에서는 유기재배 옥수수의 생산성과 사료가치에 미치는 영향을 검토하였다.

(2) 재료 및 방법

- 실험장소: 경기도 안성시 환경대학교 부속농장
- 품종: P3391
- 파종시기: 2005년 5월 4일
- 파종방법(조파): 70cm x 15cm
- 시비량: 경운 전 우분 80kg N/ha
- 시험 구 면적: 360m<sup>2</sup>
- 조사 시기: 2005년 8월 15일
- 조사내용: 초장, 생초수량, 건물수량, 사료가치(CP수량, TDN수량)

(3) 결과

- 옥수수 유기재배에서의 생산성과 사료가치

표 25. 옥수수 유기재배에서의 생초수량, 건물수량 및 사료가치

	초장 (cm)	생초수량 (톤/ha)	건물수량 (톤/ha)	전질소량 (kg/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (톤/ha)
유기	172.7	27.9	10.9	131.9	0.82	8.4

- 초장은 172.7cm로 짧았고, 생초수량은 27.9톤/ha, 건물수량은 10.9톤/ha이었다.

- 조단백질 수량은 0.82톤/ha, TDN 수량은 8.4톤/ha이었다.

(4) 고찰

옥수수 유기재배에서 초장은 짧았고, 생초수량과 건물수량이 적었다. 이러한 원인은 가을철 월동작물을 도입하지 않은 옥수수 단작의 경우 초기생육에서 잡초피해를 입기 쉽고, 낮은 질소시용수준(80kg N/ha)에서 생산성이 저하되었다고 판단된다. 따라서 월동작물을 도입하여 옥수수 재배 전까지 토양에 가능한 한 많

은 유기물 잔사를 환원하여 잡초발생을 억제하거나, 봄철 초기생육이 빠르고, 토양 비옥도의 개선효과가 인정되는 초종을 도입한(표 24), 잡초제어 효과의 제고와 함께 헤어리베치나 phacelia와 같은 작물재배를 통하여 잔효효과를 높일 수 있는 작부조합이 요구된다고 생각된다. 특히 봄철 헤어리베치의 도입을 통하여 후작물인 옥수수 재배에 필요한 약 40kg N/ha의 질소(잔효효과)를 공급할 수 있다(표 24). 김 등(1992)은 사일리지 용 옥수수 5품종의 건물수량은 15톤-20톤/ha의 범위였다고 보고하여 유기재배 옥수수 건물수량의 1.4-1.8배였고, 김 등(1992a)은 도입 사일리지 옥수수 품종의 3년간 평균 수량은 16.5톤-20.1톤/ha의 범위였고, TDN 수량은 12.0-14.4톤/ha이었다고 보고하여, 유기재배 옥수수 건물수량의 1.5-1.8배, TDN의 1.4-1.7배를 나타내었다. 이와 같은 결과는 본 실험에서 옥수수 생육을 위하여 공급한 질소는 80kg N/ha에 불과하여, 사일리지 용 옥수수 재배에서 요구되는 질소시용수준인 150kg-240kg/ha(Martin 등, 1976; 김 등, 1992; 김 등 1992a; 서 등, 2001)의 약 1/2-1/3에 불과하였기 때문으로 생각된다. 따라서 유기 옥수수 재배를 위해서 연간 100-150kg N/ha 수준으로 질소공급량을 증가시킬 경우, 생산성의 향상이 기대된다.

#### (5) 결론

- 옥수수 유기재배에서 생초수량 27.9톤/ha, 건물수량 10.9톤/ha, 조단백질 수량은 0.82톤/ha, TDN 수량은 8.4톤/ha을 나타내었다.
- 옥수수 유기재배에서 생산성을 높이기 위해서는 월동작물을 도입하거나, 봄철 초기생육이 빠른 초종의 도입을 통한 잡초제어 효과와 잔효효과를 높일 필요가 있다.
- 옥수수의 유기재배에서 생산성을 높이기 위한 질소시용수준은 100-150kg N/ha 수준으로 추정되며, 관행재배의 60-80% 수준의 상대수량을 얻을 수 있다고 판단된다(그림 1).

#### 다) 월동작물 재배

##### (1) 목적

밭 토양에서 조사료 생산을 위한 작부체계는 옥수수+화분과 사료작물 또는 수단그라스+화분과 사료작물의 재배가 단위면적 당 수량을 증가시키고, 토지이용율을 높일 수 있는 작부조합이라고 할 수 있다(표 7, 8). 화분과 사료작물로서는 주로 호밀이 재배되는데, 가을 철 파종시기가 빠를 경우에는 늦가을부터 이듬해 봄철 4월까지 풋 베기로 이용이 가능하며, 사일리지로 가공하여 이용하기도 한다. 따라서 본 실험에서는 옥수수 후작으로 호밀과 헤어리베치의 조파, 호밀과

헤어리베치를 교호 조파하였을 때의 봄철 생산성과 사료가치를 평가하여, 가축사육능력이 높은 작부조합을 선발하려고 하였다.

(2) 재료 및 방법

- 실험장소: 경기도 안성시 환경대학교 부속농장
- 초종: 호밀, 헤어리베치
- 질소시용 량: 우분 80kg N/ha
- 파종방법: 조파(파폭 20cm, 휴간 40cm)
- 파종 량
  - 호밀: 100kg/ha, 헤어리베치 50kg/ha, 호밀+헤어리베치(80kg+40kg/ha)
- 파종시기: 2004년 10월 6일
- 시험방법과 면적
  - 시험방법: 3반복의 난괴 법
  - 시험 구 면적: 총 면적: 13.2m x 10m = 132m<sup>2</sup>, 처리구 면적: 4m x 3m = 12m<sup>2</sup>
- 조사 시기: 2005년 5월 4일
- 조사내용: 생초수량, 건물수량, 사료가치

(3) 결과

- 토양분석 결과

표 26. 실험전후의 토양분석 결과

	pH	OM (%)	EC (ms/cm)	TN (%)	NO <sub>3</sub> -N (mg/kg)	TC (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	SiO <sub>2</sub> (mg/kg)	C/N	C	E	Cations(cmol+/kg)		
												Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
실험전	4.6	7.0	0.20	0.3	140.8	5.66	238.0	135.3	17.6	10.7		2.12	3.13	0.67
실험후														
Rye	4.7	18.0	0.14	0.2	45.3	10.4	294.7	91.4	41.7	11.1		2.14	3.36	0.72
Hairy	4.9	9.8	0.16	0.1	43.4	4.06	287.9	140.5	22.5	11.5		2.34	3.27	0.66
R+HV	5.0	14.0	0.18	0.2	77.1	8.12	429.5	164.9	35.3	11.3		2.91	4.26	0.96

- 모든 작물 재배지에서 실험 전 토양보다 실험 후 토양에서 pH, 유기물 함량, 유효인산함량, C/N율, CEC와 치환성 양이온 함량이 증가되었는데, 특히 호밀+헤어리베치의 교호 조파구에서 양이온 함량의 증가가 많았다.

- 모든 토양에서 EC, TN, NO<sub>3</sub>-N은 감소되었고, TC 함량은 헤어리베치 재배 토양에서 특히 낮았다.

○ 초종 별 생초수량, 건물수량 및 사료가치

표 27. 초종별 생초수량, 건물수량 및 사료가치

	생초수량 (톤/ha)	건물수량 (톤/ha)	전질소량 (kg/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (톤/ha)
호밀	43.7b	9.6b	58.6c	0.37c	4.12b
헤어리베치	22.2c	4.2c	131.0b	0.82b	2.63c
호+헤	91.2a	17.3a	371.9a	2.33a	8.93a

- 생초수량은 호밀+헤어리베치가 91.2톤/ha으로 호밀의 2배, 헤어리베치의 4배 이상을 나타내었다.

- 건물수량은 호밀+헤어리베치가 17.3톤/ha으로 호밀의 1.8배, 헤어리베치의 4배 이상을 나타내었다.

- 호밀+헤어리베치의 전질소량은 371.9kg/ha으로, 호밀의 6.3배, 헤어리베치의 2.8배를 나타내었다.

- 조단백질 수량은 호밀+헤어리베치에서 2.33톤/ha, 호밀이 0.37톤/ha, 헤어리베치는 0.82톤/ha이었다.

- TDN 수량은 호밀+헤어리베치가 8.93톤/ha, 호밀이 4.12톤/ha, 헤어리베치가 2.63톤/ha으로, 호밀+헤어리베치가 호밀의 2.2배, 헤어리베치의 3.4배가 많았다.

(4) 고찰

밭 토양을 이용한 하계작물 사료작물(옥수수 또는 수단그라스)을 재배한 후 월동 사료작물로서 단위면적 당 수량이 많고, 월동 전 예취이용이 가능한 호밀재배가 일반적으로 이루어지고 있다(표 7). 그러나 옥수수+호밀의 작부조합은 두 작물 모두 화분과 작물이기 때문에 생산성을 높이기 위해서 다량의 양분이 요구된다는 것과 사료가치로 볼 때 TDN 수량은 많지만, 조단백질 수량이 적다는 단점



이 있다. 호밀은 가을, 겨울, 봄철의 생육기간동안에 근권(根圈)에 잔류하는 용탈될 수 있는 질소(시비질소, 토양질소)를 흡수하는 다비작물이므로(Meisinger 등, 1991), 다비조건외의 화본과 작물과의 윤작에서 재배가 용이하다. 그러나 호밀 재배 후작으로 옥수수를 재배할 경우, 옥수수 수량이 유의하게 감소되는데, 이는 아마도 질소고정(Holderbaum 등, 1990), 토양수분의 감소(Munawar 등, 1990), 타감작용(Raimbault와 Vyn, 1991) 및 호밀잔사의 물리적 간섭에 의한 옥수수 종자와 토양과의 접촉불량 및 주수감소(株數減少)에 의한 결과라고 생각된다(Clark 등, 1997a). 그러나 Ebelhar 등, 1984)은 호밀에 의한 토양수분의 보전이 옥수수 수량의 증가에 기여한다고 하였다.

본 실험에서 옥수수+호밀의 기본적인 작부조합과, 옥수수+헤어리베치, 옥수수+(호밀+헤어리베치) 작부조합과의 생산성과 사료가치를 비교한 결과는 표 27과 같다. 즉, 옥수수+헤어리베치에서는 생초수량과 건물수량이 1/2, TDN 수량은 60%에 불과하였으나, 전질소량은 2.2배가 되어 조단백질 수량이 많았다. 호밀+헤어리베치 교호조합에서는 옥수수+호밀보다 생초수량은 2배, 건물수량은 1.8배, 조단백질 수량은 6.3배, TDN 수량은 2.2배가 많아서, 호밀 단파보다는 헤어리베치와의 교호조합이 생산성과 사료가치를 증가시키는데 크게 기여하였다는 것을 의미한다. 헤어리베치와 같은 두과작물은 후작인 옥수수의 최대수량을 얻는데 필요한 질소의 거의 모두 또는 전량을 고정한다(Clark 등, 1995; Decker 등, 1994). 따라서 질소고정능력이 높은 두과작물의 도입은 후작의 양분공급 및 단백질 함량이 높은 조사료를 공급할 수 있다는 것을 의미한다. Clark 등(1995)은 헤어리베치의 수확시기를 4월초에서 5월 중순으로 지연시켰을 경우 건물수량은 2.8톤/ha에서 4.6톤/ha, 전질소량은 96kg/ha에서 149kg/ha로 증가하였다고 보고하여, 본 실험에서 얻어진 헤어리베치의 건물수량 4.2톤/ha, 전질소량은 131kg/ha(표 27)와 거의 일치하는 값이었다. 김 등(2002b)은 9월 중순에 파종하여 이듬해 봄철 5월 중순에 수확한 호밀+헤어리베치 혼파 구에서 건물수량은 15.4톤/ha, 조단백질 수량은 1.61톤/ha, TDN 수량은 8.93톤/ha를 얻었다고 보고하였는데, 본 실험의 결과보다 건물수량과 조단백질 수량이 적었지만, TDN 수량은 같았다(표 27). Clark 등(1997ab)은 호밀+헤어리베치의 혼파구에서 얻어진 전질소량과 건물수량은 헤어리베치와 호밀 단파보다 많아서 본 실험의 결과와 일치한다. 또한 후작인 옥수수 재배에 필요한 시비질소 요구량은 호밀단파와 무 피복이 가장 많았고, 호밀+헤어리베치는 중간, 헤어리베치 단파가 가장 적었다고 보고하여 호밀과 헤어리베치 혼파에 의하여 후작 재배에서 요구하는 질소 질 비료를 절감하는 효과가 크다는 것을 입증하였다(Clark 등, 1994; 1997a). 이와 같은 결과는 두과작물의 공생 균 작용에 의하여 식물로부터 식물로 양분이 직접 순환되는 재생산의 결과, 화본과 작물의 생산성 증대와 사료가치가 증가되었기 때문이라고 생각된다

(Odum, 1971; Postgate, 1982). 따라서 밭 토양에서 조사료 생산을 위한 작부체계를 설정할 경우, 단위면적 당 생산성 증가를 목적으로 한 화본과 작물재배 중심에서 두과작물을 화본과 작물과 혼파 또는 교호조파를 통하여 식물로부터 식물로의 양분이 직접 순환되는 재생산 cycle의 이용을 통하여 생산성과 사료가치를 증가시키고, 작물생산에서 요구되는 질소원을 절감시킬 수 있는 작부체계로의 전환이 필요하다고 생각된다. 서 등(2001)은 연백+헤어리베치 혼파에서 옥수수 재배에 필요한 질소 질 비료 50-100kg/ha의 대체효과를 얻을 수 있었다고 보고하여, 화본과 작물과 두과작물의 혼파에 의한 질소 질 비료의 절감효과가 컸다는 것을 의미한다.

또한 옥수수 단작 재배 시 월동작물로 헤어리베치를 재배하여 녹비로 이용할 경우, 옥수수 생육에 필요한 전질소량을 공급하는데 크게 기여한다고 생각된다. 본 실험의 결과, 헤어리베치 단파의 건물수량은 4.2톤/ha, 전질소량은 131.0kg/ha 이었다(표 27). 서 등(2000)은 옥수수 파종 전 헤어리베치의 건물수량은 5톤/ha, 전질소량은 200kg/ha 이상이었다고 하였고, 헤어리베치에 의한 옥수수에 대한 질소공급 효과는 최소한 150kg/ha 이상이므로 화학비료 시용 없이도 옥수수 재배가 가능하다고 하였다(서 등, 2000; Power, 1991; Utomo, 1990). 본 실험에서 헤어리베치 단파시의 전질소량은 130.0kg/ha에 불과하였지만, 가을철 파종시기를 앞당길 경우, 녹비효과로서 전질소량을 증가시켜 옥수수의 질소요구량을 충분히 공급할 수 있을 것으로 판단된다.

#### (5) 요약

- 생초수량과 건물수량은 호밀+헤어리베치가 가장 많아서, 호밀 단파보다 헤어리베치와의 혼파 또는 교호조파가 유리하였다.
- 헤어리베치의 전질소량은 131.0kg/ha으로, 호밀단파보다 2.2배가 많아서 녹비로서 토양으로 환원할 경우, 후 작물의 생육에 필요한 질소를 공급할 수 있는 잔효효과가 높다고 판단된다.
- 조단백질 수량과 TDN 수량은 호밀+헤어리베치가 호밀단파보다 각각 6.3배와 2.2배가 많았다. 이와 같은 결과는 밭 토양에서 조사료 생산을 위한 작부체계를 설정할 경우에는 화본과 월동작물의 단파보다는 두과작물과의 혼파를 통하여 식물로 직접 양분이 순환되는 재생산 경로의 활용을 통하여 단위면적 당 가축의 사육능력을 높이는 것이 중요하다는 것을 시사하고 있다.

5) 밭 토양의 작부체계에서 옥수수+호밀의 단파수량에 대한 작부조합 별 상대수량 비율

표 28. 옥수수+호밀 단파 수량에 대한 작부조합 별 상대수량 비율<sup>1)</sup>

작부조합	상대수량 비율			
	DM	CP	TDN	평균
옥수수+ 헤어리베치	0.74	1.38	0.88	1.00
옥수수+ (호밀+ 헤어리베치)	1.38	2.65	1.38	1.80

<sup>1)</sup>  $RY = (A+B)m/(A+B)p$ 로 계산

가) 결과

- 옥수수+호밀 단파의 건물수량에 대한 옥수수+헤어리베치 상대건물수량 비율은 0.74로 낮았지만, 옥수수+(호밀+헤어리베치)은 1.38로 비율이 높았다.
- 조단백질 수량은 옥수수+헤어리베치가 1.38, 옥수수+(호밀+헤어리베치)가 2.65로, 옥수수+호밀보다 상대 조단백질 수량의 비율이 모두 높았다.
- 옥수수+호밀 단파의 TDN 수량에 대한 상대수량은 옥수수+헤어리베치가 0.88로 낮았지만, 옥수수+(호밀+헤어리베치)는 1.38로 높았다.
- 건물수량, 조단백질 수량, TDN 수량의 상대수량의 평균 값은 옥수수+헤어리베치가 1.0으로 옥수수+호밀 단파와는 같았지만, 옥수수(호밀+헤어리베치)는 1.80으로 높았다.

나) 고찰

작부조합 또는 단파수량에 대한 혼파수량의 상대수량 비율로서 작부조합과 혼파효과를 평가할 수 있다(de Wit과 van den Bergh, 1965; Trenbath, 1974; Loomis와 Connor, 2003). 상대수량 비율 값이 1보다 크면(>1), 효과가 높지만, 1보다 작으면(<1) 효과가 낮다는 것을 의미한다.

본 실험의 결과, 옥수수+호밀 단파의 건물수량과 TDN 수량에 대한 옥수수+헤어리베치 단파의 상대수량 비율은 각각 0.74와 0.88로 낮았지만, 조단백질 수량에 대한 상대수량 비율은 1.38로 높았고, 건물수량, 조단백질 수량, TDN 수량의 상대수량 비율의 평균 값은 1.0을 나타내었다(표 28). 이는 옥수수+헤어리베치가 옥수수+호밀보다 건물수량과 TDN 수량이 적은 것을 조단백질 수량으로 보상한 결과, 상대수량 평균 1.0을 나타낸 것이라고 할 수 있다. 또한 옥수수+(호밀+헤어리

베치)는 건물수량, 조단백질 수량 및 TDN 상대수량이 각각 1.38, 2.65, 1.38이었고, 평균은 1.80이었다. 이는 옥수수 재배 후 호밀+헤어리베치의 혼파가 호밀 단파보다 건물수량과 TDN 수량은 1.38배, 조단백질 수량은 2.65배로 증가시켰고, 평균으로는 1.80의 높은 혼파효과를 나타낸 결과라고 할 수 있다. 따라서 밭 토양에서 조사료 생산을 위한 작부체계에서는 화본과 월동작물 단파보다는 헤어리베치와 같은 두과녹비작물과 혼파하여 건물수량과 TDN 수량을 증가시키고, 조단백질 수량을 2배 이상 증가시킬 수 있는 혼파효과를 기대할 수 있다고 생각된다. 화본과 작물과 두과작물의 혼파는 생산성을 높이고, 생산성을 증가시키는데 필요한 질소원을 절감하고, TDN과 조단백질 함량이 균형을 이루는 양질 조사료의 다량생산을 가능케 하여, 단위면적 당 가축사육능력을 높일 수 있기 때문에 유기경종과 축산업이 연계된 순환농업에서 절대적으로 필요한 작부조합이라고 할 수 있다.

#### 다) 요약

- 옥수수+호밀 단파수량에 대한 옥수수+헤어리베치 단파수량의 상대수량 비율은 건물수량과 TDN 수량에서 각각 0.74와 0.88로 낮았지만, 조단백질 수량은 1.38로 높았다. 평균은 1.0로서 건물수량과 TDN 수량이 상대적으로 낮았던 것을 조단백질 수량의 증가로서 보상한 결과, 옥수수+호밀 단파에서 얻을 수 있는 효과와 같은 정도의 효과를 얻었다는 것을 의미한다.

- 옥수수+호밀 단파수량에 대한 옥수수+(호밀+헤어리베치) 혼파수량의 상대수량 비율은 건물수량과 TDN 수량이 1.38이었으나, 조단백질 수량은 2.65으로 높았다. 또한 평균은 1.80으로 옥수수+호밀 단파에서 얻을 수 있는 1.8배의 수량 증가효과를 얻었다는 것을 의미한다.

6) 활용대책

표 29. 밭 토양에서 작부체계 별 건물수량과 사료가치 및 사양능력

작부체계	건물수량 (톤/ha)	조단백질수량 (kg/ha)	TDN수량 (톤/ha)	가축사육능력(두/연/ha) <sup>1)</sup>		
				CP	TDN	평균
1. 봄작물 + 여름작물 + 월동작물						
봄 + 옥수수 + 호밀	22.2-22.8	1.33-1.42	13.5-13.9	8.8	10.8	9.8
봄 + 옥수수 + 헤어리베치	16.8-17.4	1.78-1.87	12.0-12.4	11.7	9.6	10.8
봄 + 옥수수 + (호+헤)	29.0-30.5	3.29-4.70	18.2-18.7	25.7	14.5	20.1
2. 여름작물 + 월동작물						
옥수수 + 호밀	20.5	1.19	12.52	7.6	9.9	8.8
옥수수 + 헤어리베치	15.1	1.64	11.03	10.5	8.7	9.6
옥수수 + (호밀+헤어리베치)	28.2	3.15	17.33	20.2	13.6	16.9

<sup>1)</sup>한우 암소 육성우 450kg, 일 증체 0.4kg, TDN, CP 요구량 조사료로 70% 급여 TDN은 3.479kg/일, CP 426.3g/일 x 365일

가) 결과

- 건물수량은 봄+여름+월동작물의 작부체계에서 16.8톤-30.5톤/ha의 범위를, 여름+월동작물의 작부체계에서 15.1톤-28.2톤/ha의 범위였다.
- 조단백질 수량은 봄+여름+월동작물의 작부체계에서 1.33톤-4.70톤/ha의 범위였고, 여름+월동작물의 작부체계에서는 1.19톤-3.15톤/ha의 범위였다.
- TDN 수량은 봄+여름+월동작물의 작부체계에서 12.0톤-18.7톤/ha, 여름+월동작물의 작부체계에서 11.03톤-17.33톤의 범위였다.
- 가축사육능력은 봄+여름+월동작물의 작부체계에서 조단백질 수량을 기준으로 8.8두-25.7두/연/ha, 여름+월동작물의 작부체계에서 7.6두-20.2두/연/ha의 범위였고, TDN 수량을 기준으로 봄+여름+월동작물의 작부체계에서 9.6두-14.5두/연/ha, 여름+월동작물의 작부체계에서 8.7두-13.6두/연/ha의 범위였다.
- 조단백질 수량과 TDN 수량을 기준으로 한 평균 가축사육능력은 봄+여름+월동작물의 작부체계에서 9.8두-20.1두/연/ha, 여름+월동작물의 작부체계에서 8.8두-16.9두/연/ha의 범위였다.
- 작부조합 별로는 월동작물로서 호밀 단파보다 헤어리베치 단파가 평균 가축

사육능력이 높았고, 호밀+헤어리베치 혼파는 2배의 가축사육능력을 나타내었다.

나) 고찰

조사료 생산을 위한 봄+여름+월동작물의 작부체계와 봄 작물을 제외한 여름+월동작물의 작부체계에서 가축사육능력은 봄 작물을 포함시켰을 경우, 호밀 단파는 1두/연/ha, 헤어리베치 단파는 1.2두/연/ha, 호밀+헤어리베치의 혼파는 3.2두/연/ha를 사육할 수 있는 조사료를 제공할 수 있었다(표 29). 그러나 봄철 잡초제어를 위한 봄 작물의 도입은 생육기간이 긴 남쪽지방 또는 조생종 옥수수나 수수 x 수단그라스 계 잡종을 재배할 경우에 제한적으로 시행할 수 있다.

밭 토양을 이용하여 조사료를 생산할 경우의 작부체계는 여름작물 + 월동작물을 조합한 작부체계로서 이듬해 봄까지 월동작물의 재배가 이루어지는 것이 일반적이다(표 7). 여름작물+월동작물의 작부체계에서 호밀 단파의 가축사육능력은 평균 8.8두/연/ha인 것에 비하여, 헤어리베치의 단파는 건물수량과 TDN 수량은 적었지만, 조단백질 수량이 증가되어 가축사육능력은 평균 9.6두/연/ha였고, 호밀과 헤어리베치에서는 평균 16.9두/연/ha로 호밀 단파의 2배, 헤어리베치 단파의 1.8배를 나타내었다. 호밀+헤어리베치 혼파에서 가축사육능력이 높았던 원인은 헤어리베치 재배로 호밀의 건물수량과 TDN 수량이 증가된 것과, 조단백질 수량이 급증한 결과, 평균 가축사육능력이 증가했기 때문이라고 생각된다.

다) 요약

- 조단백질 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 옥수수+(호밀+헤어리베치) 혼파에서 20.2두/연/ha로 가장 높았고, 옥수수+헤어리베치 단파는 10.5두/연/ha, 옥수수+호밀 단파는 7.6두/연/ha로 가장 낮았다.

- TDN 수량을 기준으로 한 가축사육능력은 옥수수+(호밀+헤어리베치) 혼파가 13.6두/연/ha로 가장 높았고, 옥수수+호밀 단파가 9.6두/연/ha, 옥수수+헤어리베치 단파가 8.7두/연/ha로 가장 낮았다.

- 조단백질 수량과 TDN 수량의 평균 가축사육능력은 옥수수+(호밀+헤어리베치) 혼파가 16.9두/연/ha로 가장 높았고, 다음으로는 옥수수+헤어리베치 단파가 9.6두/연/ha, 옥수수+호밀 단파가 가장 낮은 8.8두/연/ha를 나타내었다.

9. 유기조사료 생산을 위한 작부체계의 확립

가. 답작지역

1) 답리작에 유기 조사료 생산을 위한 지역 별 작부체계

표 30. 답리작에서 유기 조사료 생산을 위한 지역별 작부체계

지 역	월별 조합	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	비 고
		남부	1	보 리				유기 벼			보리			
2	보리+ 헤어리베치				유기 벼			보+ 헤			화본과/두과작물 과종비율: 80:20 건초, 사일리지, 청예용			
3	호밀+ 자운영				유기 벼			호+ 자						
4	호 밀+ 헤어리베 치				유기 벼			호+ 헤						
중부	1	헤어리베치				유기 벼(만생)			헤 어 리 베치			벼 수확전 입모종 파종 건초, 녹비		
	2	헤어리베치				유기 벼(조생)			헤 어 리 베치			벼 수확후 파종 건초, 녹비		
	3	호밀+ 헤어리베 치				유기 벼(조생)			호+ 헤			벼 수확 후 파종 건초,사일리지,청예		

2) 작부체계의 특징

가) 유기 벼 재배 후 헤어리베치를 도입하여 녹비로서 토양으로 환원할 경우 건물수량 3톤/ha 이상을 얻을 경우, 벼의 생육에 필요한 양분공급(질소 90-100kg N/ha)이 가능하다.

나) 혼파효과에 의한 단위면적당 생산성 증대효과를 얻을 수 있다.

다) 혼파를 통하여 단백질 수량이 높은 양질의 조사료 생산이 가능하다.

라) 두과 녹비작물의 토양환원을 통하여 토양비옥도 증진에 기여한다.

마) 작부체계에서 요구하는 질소요구량은 연간 150-200kg N/ha의 범위로, 질소 질 비료의 시용을 절감할 수 있다.

바) 혼파를 통한 단위면적 당 가축사육능력을 증대시킬 수 있다.

나. 전작지역

1) 유기 조사료 생산을 위한 지역 별 작부체계

지역	월별 조합	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	비고
		남부	1	십자화과				옥수수				헤어리베치		
2	헤어리베치				옥수수				헤어리베치				사일리지,	
3	호밀+ 헤어리베치				옥수수				호+ 헤				사일리지, 청예용	
4	호밀+ 헤어리베치				수수x수단				호+ 헤				청예용	
중북부	1	십자화과				옥수수				연 맥				잡초제어, 사일리지, 청예
	2	헤어리베치				옥수수				연+ 헤				사일리지, 청예용
	3	호밀+ 헤에어리베치				옥수수				호+ 헤				사일리지, 청예용
	4	호+ 헤				수수x수단				호+ 헤				사일리지, 청예용

2) 작부체계의 특징

가) 여름작물로 옥수수와 수수 x 수단그라스 계 잡종을 재배하고 전후 작물로는 주로 화분과와 두과작물의 혼파 또는 교호조파를 통하여 연간 건물수량의 증가와 함께 조단백질 수량이 높은 양질의 조사료 생산이 목적이다.

나) 옥수수 단파의 경우, 봄철 잡초제어와 타감 작용의 활용을 위한 십자화과 작물의 도입과 가을철 헤어리베치 도입을 통한 양분공급 증대효과를 제고시킬 수 있다.

다) 연간 3모작의 작부체계에서 요구되는 질소요구량은 연간 약 250kg N/ha 수준으로, 질소 질 비료 시용량을 절감할 수 있다.

라) 특히 호밀+헤어리베치의 혼작은 호밀 단작에 비하여 가축사육능력은 약 2배로 증가하였다.

다. 유기 조사료 생산을 위한 작부체계에서 도입할 수 있는 두과작물 종(Frame, 2004).

- 1) Alfalfa(Nitro)(*Medicago Sativa* L.)
- 2) Bird'sfoot trefoil(*Lotus corniculatus* L.)
- 3) Cicer milkvetch(*Astragalus cicer* L.)
- 4) Crimson clover(*Trifolium incarnatum* L.)



- 5) Fodder galega(*Galega orientalis* Lam.)
- 6) Forage pea(*Pisum sativum* L.)
- 7) Gland clover(*Trifolium glanduliferum* Boiss.)
- 8) Red clover(One cut)(*Trifolium pratense* L.)
- 9) Serradella(*Ornithopus compressus* L.)
- 10) Sulla(*Hedysarum coroarium* L.)
- 11) Sweet clover(*Melilotus* Mill.)

이상의 두과 작물 종은 유기 조사료 생산을 위한 작부체계에서 화분과 작물과의 혼작에 필요한 작물 종으로 앞으로 다양한 혼작실험을 통하여 유용성의 평가가 이루어져야 한다고 생각된다.

## 제 2 절 자연순환형 농업을 위한 유기축산

### 10. 유기축산을 위한 기본조건

#### 가. 유기농산부산물을 이용한 유기사료원 공급방안

##### 1) 유기짚겨, 결미 및 청치의 이용

○ 우리나라에서 생산되는 유기농산물로 가축사료로서 이용할 수 있는 원료는 벚짚, 쌀겨, 청치 등의 쌀부산물이 대부분이므로 우선적으로 이들의 가축 사료로서 활용할 수 있는 가능성을 조사하였다.

- 유기쌀 재배를 통하여 획득하는 부산물 : 쌀겨 및 싸레기 6-7%,  
청치 3-4%,  
왕겨, 쪽정이 18-20%  
벚짚

○ 유기쌀겨는 NDF 20.28%, 단백질 13.42%로서 옥수수, 수수, 밀, 보리 등의 곡류보다 섬유소와 단백질 함량이 모두 우수하다.

○ 지방 함량이 월등하여 에너지 보충 사료로서 활용성이 높으나 저장시 변질 등의 문제가 발생할 수 있어 주의가 필요하다고 사료된다.

○ 유기쌀 부산물이 우리나라에서는 유기축산 실시 시 매우 중요한 사료자원이라고 판단됨.

Table 3. Comparison of chemical composition between grain sources and organic rice by-products

Item	Sources								청치 (organic)
	Corn	Sorghum	Wheat	Barley	Rye	Oats	Rice bran (organic)	Defected Rice grain (organic)	
Dry Matter, %	88.08	86.00	88.08	88.64	89.17	89.87	88.66	86.99	84.13
NDF, %	12.99	20.47	13.99	21.44	14.80	45.13	20.28	4.47	7.34
Crude Protein, %	9.32	8.37	11.68	11.37	9.43	13.60	13.42	7.57	8.32
Soluble protein, % of CP	28.50	11.00	35.00	35.00	53.00	53.00	25.17	35.00	35.00
Ether extract, %	3.97	3.49	2.27	2.50	1.68	6.59	19.01	1.05	3.25
Ash, %	1.27	2.33	1.67	1.53	1.84	4.72	9.90	0.85	1.82
Lignin, %	2.20	6.09	4.29	15.30	0.00	9.52	13.00	4.29	4.29

○ 반추동물용 영양공급원으로서 미강, 결미 및 청치를 옥수수, 소맥 보리 및 귀리의 사료가치를 조사한 결과 전장관에서의 전분 소화율은 소맥과 유사한 결과를 나타내는 것으로 평가되었다.

○ 총 탄수화물 소화율은 결미에서 다른 에너지 공급원에 비해 뚜렷하게 높은 결과를 보였다.

## 2) 유기벼짚의 이용

○ 유기벼짚은 밀짚 및 일반벼짚과 비교할 경우 NDF 함량이 69.1%로서 일반 관행 벚짚의 82.09%에 비하여 낮은 것으로 평가 되었으며, 조단백질 함량은 5.01%로서 일반 관행 벚짚의 3.64%보다 높은 것으로 나타났다.

○ 이는 유기벼짚을 가축사료로 활용할 때 단백질 함량이 우수한 조사료원으로서 가축의 사료배합시 필요한 농후사료의 양을 줄일 수 있는 장점이 있을 것으로 기대된다.

Table 4. Comparison of chemical composition between roughage sources and organic rice straw

Item	Roughage sources		
	Organic rice straw	Rice straw	Wheat straw
Dry Matter, %	90.25	91.00	91.30
NDF, %	69.10	82.09	78.90
Effective NDF, % of NDF	98.00	98.00	98.00
Crude Protein, %	5.01	3.64	3.50
Soluble protein, % of CP	20.00	20.00	20.00
ADFIP, % of CP	65.00	65.00	65.00
Ether extract, %	1.14	1.05	2.00
Ash, %	11.77	11.91	7.70

- 젓소 반추위 및 체내 영양소 이용률 (CNCPS, 2000)
  - 반추위내 탄수화물 소화율 (%)
    - 유기벚짚 : 49.28
    - 일반벚짚 : 42.08
    - 밀짚 : 45.90
  - 유기벚짚이 높은 소화율 결과를 나타내었다.
    - 전장관 소화율 : 유기벚짚의 유기물 소화율이 50.39%로서 일반벚짚 44.22, 밀짚 48.11%보다 높은 결과를 나타내었다.
    - TDN 함량 : 유기벚짚, 일반벚짚 및 밀짚의 경우 각각 47.95, 41.88 및 48.75%로서 서로 유사한 결과를 나타내어 반추가축의 섬유질사료로서 이용이 가능한 것으로 평가되었다.

#### 나. 유기축산에서의 조사료 이용방안

##### 1) 반추동물 사료로서 조사료의 의미

- 반추동물의 기본 사료는 조사료로서 하루에 일정량 이상으로 반드시 섭취하여야 한다.
  - 조사료의 섭취가 부족할 때에는 제1위의 기능이 저하되어 산유량의 감소, 유지율의 감소 등을 초래하며 가축의 건강도 나빠져 결국 생산성이 급격히 저하된다.
  - 일반적으로 우리나라는 조섬유의 최소 필요량을 총 급여사료 중 젓소의 경

우 15%, 비육우의 경우 7~9% 정도로 급여하고 있으나 선진국의 경우에 비하여 매우 낮은 수준이다.

○ 젓 생산을 위한 이상적인 조사료와 농후사료의 비율은 크게 나누어 60:40이다.

## 2) 유기축산에서의 조사료 이용성

○ 유기축산의 기본 원칙은 유기농법에 의하여 재배, 생산된 사료를 가축이 섭취하여 축산물을 생산하고, 가축 사육시 생산되는 분뇨를 퇴비화하여 다시 작물 생산을 위하여 재투입되어야 한다.

○ 이른바 이와 같은 순환형 유기농업을 이루지 않고는 유기농업도 성립이 되지 않으므로 유기농업은 당연히 유기축산과 병행되어야 한다.

○ 따라서, 유기축산에서의 조사료 생산은 가축의 사료를 공급할 목적으로 재배, 생산하지만, 축산을 통하여 생산되는 분뇨를 토양으로 환원하는 농지를 확보하는 차원에서도 매우 중요하다.

○ 유기축산에서 대표적인 가축의 사료인 곡류, 식물성 지방 추출 박류 등과 같은 농후사료는 우리나라의 국가 경쟁력이 매우 낮아 수입에 의존할 수밖에 없기 때문에 유기한우 사육이나 유기낙농의 경우 대상가축이 반추동물이기 때문에 국내 생산 조사료의 이용율을 높이는 접근 방식이 우리나라에서의 유기축산을 실현할 수 있는 유일한 대안이라고 사료된다.

○ 또한 조사료원인 목초 및 호밀, 수단그래스 등의 사료작물은 병충해에 강하기 때문에 무농약, 무화학비료로 재배하기에 적합한 장점이 있다.

○ 목초의 경우도 제초제를 일반적으로 조성시를 제외하고는 제초제를 사용하지 않으므로 유기조사료 생산 시스템에 적합한 조사료원이라 할 수 있으며 가축 사육을 초지를 이용한 방목 형태로 하면 가축 복지 및 분뇨 처리등의 문제를 동시에 해결할 수 있는 장점이 있다.

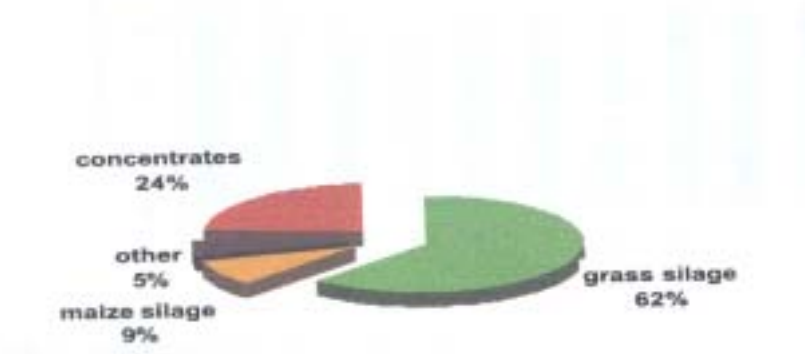
○ 따라서, 유기조사료 생산의 작부 체계를 우리나라 지역별로 재정리하여 재배 가능성을 엄밀히 조사할 필요가 있으며 조사료 생산 기반이 있는 지역 또는 농가에서만 유기축산을 실현할 가능성이 있다고 사료된다.

○ 세계 유기축산을 시행하는 각국을 보더라도 젓소와 고기소와 같은 대가축 사육을 위하여는 유기축산에서도 관행축산처럼 목초와 조사료 형태의 옥수수가 중요한 사료 공급원이 된다. 또한 알팔파, 다른 곡류사일레지 등과 같은 사료를 이용하기도 한다. 대부분의 농후사료 급여는 관행축산에서는 젓소 사육시 연간 약 2,000kg/head의 농후사료가 급여되나 유기낙농에서는 일반적으로 약 1,000 ~ 1,200kg/year/head로 제한된다.

○ 북유럽에서의 유기낙농의 주요 사료

- ① 목초 사일리지 (평균 62%)
- ② 옥수수 사일리지 (9%)
- ③ 농후사료 (24%).
- ④ 일부 농장은 알팔파와 같은 작물, 다른 사일리지, sugar beet, 감자 등을 급여 (5%)
  - 관행낙농 농가 : 농후사료(40%), 옥수수 사일리지(20%), 목초 사일리지 (40%) 급여
  - 평균 사료 섭취량 : 19.2kg DM/day/head (농후사료 섭취량 4.5kg)  
(최소 총사료섭취량 16.1kg - 최대섭취량 22.7kg DM)

Figure 1: Average composition of ration



#### 다. 축산분뇨처리 및 관리

##### 1) 축산분뇨 일반관리

- 유기축산에 있어서 분뇨의 관리 및 처리는 농장내에서 분뇨의 재활용을 최적화시켜 가축과 환경과의 유기적인 순환을 유지하면서 토양, 수자원 등 환경의 오염을 최소화하는 방향으로 이루어져야 한다.
- 가축사육시 발생하는 축산분뇨를 퇴비 또는 액비로 자원화하여 초지나 농경지에 환원함으로써 토양 및 식물과의 유기적 순환관계를 유지하여야 한다.
- 유기낙농가는 가축 사육시 발생하는 가축분뇨를 자원화하여 초지나 농경지로 환원함으로써, 가축분뇨로 인한 환경오염을 방지하고 농장내 토양, 식물, 가축과

의 유기적 순환관계를 유지하여야 한다.

○ 유기낙농에 있어서 분뇨 및 기타 농장 유기 폐기물의 처리는 농장 내순환형을 근간으로 한 분뇨 및 유기폐기물의 최대 자원화를 목적으로 하는 것이다.

○ 가축으로부터 배출되는 분뇨는 적절한 처리를 거쳐 자기농장에서 비료로 재사용되는 것이 바람직하다. 충분한 면적의 초지나 농경지 면적을 확보하지 못한 농가는 유기농업 농가와 연계하여 분뇨를 관리하는 것이 바람직하다.

○ 발생한 가축 분뇨의 재활용을 위한, 즉 퇴비화 및 액비화를 위한 농경지 및 초지 확보 면적은 “오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률”에 준한다.

○ 퇴비화 시설 및 액비화를 위한 분뇨 저장시설 및 관리시설을 갖추고 적절히 처리하여, 분뇨 재활용에 따른 질산성 질소 및 병원성 미생물에 의한 수자원 오염 및 토양오염이 발생하지 않도록 하여야 한다.

○ 처리시설을 갖추고 적절히 처리된 분뇨라 할지라도 시비량은 수자원 및 토양의 오염을 발생시키지 않는 수준 이내이어야 한다.

○ 재활용된 분뇨의 시비시기도 토질 및 토양의 수분 함량, 기후여건 등을 고려하여 조절되고 늦가을이나 초겨울의 시비는 제한되어야 한다.

○ 축분퇴비 및 액비는 표면수 오염을 일으키지 아니하는 수준으로 사용하되, 장마철에는 시용하지 아니하여야 한다.

○ 고풍 혹은 액상으로 발생하는 분뇨의 처리방법으로는 고풍 혹은 액상 부숙방법이 유기낙농에 매우 효율적인 방법이다.

① 부숙화 방법이란 호기적 발효방법이며 부숙화에서 중요한 것은 분뇨더미 및 액상분뇨가 약 55℃ 이상의 고온에서 처리되는 것이다.

② 55℃ 이상의 고온에서는 분뇨내의 잡초씨앗의 발아능력이 상실되고 병원성 미생물, 분뇨내 화학 잔유물질, 항생제등이 파괴된다.

③ 축분뇨에 존재하는 기생충 혹은 알 및 세균들을 부숙과정 중 발생하는 열에 의해 사멸하기 때문에 방목지로의 환원시 기생충 질병 문제 발생을 방지할 수 있다.

④ 분뇨내의 대부분의 유기물을 무기물로 전환시켜 작물에 해가 없는 안전한 비료로 만들고 토양 미생물에 의한 이용성 및 작물의 흡수량을 증가시켜야 하므로 호기적 처리가 반드시 이루어져야 한다.

⑤ 가축은 급여한 사료의 주요 영양소 중 약 75~90% 정도를 분뇨로 배출하고 배설된뇨는 바닥과 만나는 즉시 소실되기 때문에,뇨를 흡수시키고 부숙에 필요한 탄소원을 제공하기 위해 충분한 양의 깔짚을 사용하는 것이 바람직하다.

⑥ 유기축산을 위해서는 분뇨 저장 및 처리시설이 설비되어야 하며 액상 분뇨 저장 면적은 한국의 경우 약 7개월의 저장용량(축산폐수 시행령)이 필요하다.

⑦ 분뇨 저장 및 처리시설의 설비 시에는 장래 가축두수 증가 계획을 고려하

여야 하며, 가축의 이동이나 기계장치의 이동에 방해가 되지 않는 곳에 위치하도록 해야 한다.

⑧ 축산분뇨 처리시설은 주변의 저수지나 지하수, 지표수로부터 멀리 떨어진 곳에 설치하여 환경오염문제를 예방해야 한다.

⑨ 분뇨 처리시설 및 방법의 선정을 위해서는 축산분뇨 및 폐수 관련 법률에서 정하는 사항과 농장의 지역적 여건을 검토해야 한다.

## 2) 고품분뇨의 처리 방법 및 시설

○ 유기축산 과정 중 발생하는 고품분뇨는 완전히 부숙시켜 고품유기비료로서 재활용하는 것이 바람직하다.

○ 고품분뇨 혹은 톱밥 등의 깔짚 물질을 함유하고 있는 분뇨 혼합물은 많은 양의 질소, 인, 칼륨은 물론 칼슘, 마그네슘, 등의 다양한 무기물과 유기물을 함유하고 있어 적절한 부숙화는 훌륭한 유기비료자원이 될 수 있다.

○ 고품분뇨의 유기비료로서 재활용은 완전 부숙으로 환경오염 물질과, 오물감, 점성도를 감소시키며 분뇨중의 불안정한 암모니아태 질소를 부숙과정에서 안정한 질산태 질소로 변화시켜 작물의 이용성을 증가 시켜야 한다.

○ 고품분뇨의 유기비료화 과정은 생물학적 처리방법으로서 안정된 부산물, 즉 안정된 유기비료의 생산을 위해서는 미생물의 활성화에 영향을 미치는 요인들을 적절히 조절해야 한다.

○ 축산분뇨 내 영양물질 및 유기물은, 미생물의 체외효소에 의해 가수분해되어 미생물 세포내로 전달되어 동화되기 때문에 수분함량이 미생물 활성화에 매우 중요하다.

○ 효율적인 부숙을 위해서는 초기 수분함량이 55% (40~70%) 정도 되도록 조절하는 것이 좋는데 수분함량 55% 정도란 주먹으로 짊 쥐어서 액체가 스며 나올 정도이다.

○ 고품분뇨의 수분이 과다할 때는 수분 조절재(톱밥, 대패밥, 나무칩)을 첨가하여 조절하며, 이전에 처리되어 유기 비료화 된 물질을 일정량 혼합하여 수분을 조절하는 것도 매우 좋은 방법이다.

○ 호기적 부숙과정에서는 미생물에 의한 자체 발열량만으로도 온도가 80℃까지 상승하나 고온성 미생물의 적정 온도가 55℃ 수준임을 고려하여 온도를 60℃ 이하로 조절하는 것이 바람직하다.

○ 혐기적 부숙시에는 온도가 45℃ 이하로 병원성 미생물 및 잡초씨앗이 문제될 수 있고 심한 악취가 발생하며 부숙과정이 늦다)

○ 호기적 부숙처리를 위한 산소소비량은 미생물 활성화와 비례하기 때문에 온도에 따라 통기량이나 교반빈도를 결정하는 것이 바람직하다. (찬공기의 공급시



설, 교반기와 송풍기의 복합이용 시설 등 다양한 시설이 있음)

○ 바닥 및 주위에 콘트리트 등의 기초설비로 침출수가 지하로 스며들지 않고 비가림 시설로 빗물이 침투하지 못하게 하고 run-off를 대비한 pit를 설비해야 한다.

### 3) 액상 분뇨 저장·처리 시설

○ 슬러리 형태로 발생하는 분뇨나 착유장 세척수의 처리를 위해서는 액상 부속조를 설비하는 것이 바람직하다.

○ 한국의 가두어 두는 자연부속 액비저장시설은 혐기적 시설로 악취발생, 부속기간 과다, drain out시 고형물에 의한 clogging 문제 발생, 병원성 미생물 미해결 등의 문제가 있다.

○ 호기적 액비화 시설은 저장조의 포기장치에 의한 미세포기방법으로 부속기간이 매우 짧아지고, 악취발생이 없으며 pump 없이 관개가 가능하며, 적절한 관리시 병원성 미생물 문제를 예방할 수 있는 방법이다.

### 4) 가축분뇨의 자원화

#### ○ 가축분뇨 배설량 및 비료 성분량

우리나라 축종별 배설량에 대해 축산기술연구소(2000)에서는 분과 뇨의 일일배설량이 한우(체중 350kg 기준)의 경우에는 각각 10.1과 4.5kg이고 젓소(체중 450kg)는 24.6과 11.0kg, 돼지(체중 60kg)는 1.6과 2.6kg 이었으며 산란계와 육계의 분뇨배설량이 각각 127.4와 90.5g으로 보고하고 있다. 이들 배설량을 기초로 하여 2003년 말 기준 가축사육두수로부터 분뇨 발생량 계산하면 총 33,115천 톤이며, 이중 분은 19,842천 톤으로 전체 발생량의 60%정도를 차지하고 뇨는 13,274천 톤으로 40%에 해당된다. 한편 이들 발생량을 비료 성분량으로 환산하면 질소 235,359톤, 인산 156,139톤 및 칼리 151,815톤에 해당된다 (표 5).

표 5. 축종별 연간 분뇨 발생량 및 비료성분량

구분	사육두수 (천두)	연간 분뇨 발생량(천톤)			가축분뇨의 비료 성분량(톤)		
		분	뇨	분뇨발생량	질소	인산	칼리
한우	1,480	5,457	2,431	7,888	45,057	33,430	39,322
젖소	519	4,657	2,082	6,739	33,150	13,742	26,747
돼지	9,231	5,391	8,760	14,151	100,874	69,211	71,289
닭	99,019	4,337	-	4,337	56,278	39,756	14,457
합계		19,847	13,274	33,115	235,359	156,139	151,815

- 자료 : 축산연(2003)

○ 지역별 가축분뇨의 비료 공급과 작물 요구량

우리나라에서 발생된 가축분뇨는 자원화(퇴비화 및 액비화) 88.6%, 정화처리 7.5% 및 해양배출 3.9% 등으로 처리되고 있다. 한편 우리나라 농경지에서 작물 양분공급 요구량은 질소 245,374톤, 인산 117,170톤, 칼리 153,378톤에 달하는데 <표 6>, 가축분뇨가 실제 공급되어 양분으로 활용 가능량은 질소 125,211톤, 인산 131,469톤, 칼리 127,828톤으로 총 요구량 중 질소 51.0%, 인산 112%, 칼리 83.3%에 해당된다(김, 2005). 또한 각 도별 가축분뇨발생 총량을 보면, 경기도>충남>경북 등의 순으로 알려져 있고, 작물재배 양분요구량을 도별로 보면 전남이 질소 52,413톤, 인산 24,810톤, 칼리 32,575톤으로 가장 많이 요구되었으며, 다음으로 경북, 충남, 경남, 경기, 전북 등인 것으로 추정되고 있다.

한편 도별 질소의 경우 비료대체율이 경기도가 133.9%, 충남이 108.1%로써 요구량을 초과하고 있고, 인산과 칼리의 경우는 경기도가 76.6%, 86.3% 수준으로 다른 도보다 높은 것으로 나타났다(축산기술연구소, 2000).

이상과 같이 전국적으로 본다면 현재의 가축사육두수가 오염부하에는 크게 영향을 주지 않는 것으로 평가되며 단지 일부 과밀사육지역에서의 가축분뇨가 효율적으로 처리되지 못하여 방류됨으로써 오염문제가 발생하는 것으로 판단된다. 따라서 가축분뇨의 효율적 처리와 합리적 이용이 전제된다면 축산업 발전의 가능성과 함께 친환경 농업 달성에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

표 6. 우리나라 농경지 작물 양분공급 구조(김, 2005)

	질소	인산	칼리	계/평균
작물양분요구량(A)	245,374	117,170	153,378	515,922
화학비료공급량(B)	342,454	132,229	156,981	631,664
가축분뇨 양분 공급가능량(C)	235,359	156,139	151,815	543,313
가축분뇨 양분실제활용가능량(D)	125,211	131,469	127,828	384,508
총양분이용량(B+D)	467,665	263,698	284,809	1,016,172
양분초과량(B+D-A)	222,291	146,528	131,432	500,250
경지면적당 작물 양분요구량	12.8	6.1	8.0	26.8
경지면적당 화학비료성분 투입량 (kg/10a)	17.8	6.9	8.2	32.9
경지면적당 총양분투입량	24.3	13.7	14.8	52.9
경지면적당 양분초과량	11.6	7.6	6.8	26.0
화학비료 충족도	139.6	112.9	102.3	122.4
총양분 공급도	190.6	225.1	185.7	197.0

○ 가축분뇨의 토양 양분 공급 외 기능

가축분뇨 등은 퇴비화 과정에서 많은 토양생물들이 관여하게 된다. 이러한 이유로 퇴구비는 발효과정에서 증식한 다량의 유익한 미생물이 작물의 뿌리주변에 공생하게 되어 병원균을 사멸시키거나 미생물이 뿌리로부터 분비되는 물질들을 비타민이나 식물호르몬으로 합성해서 뿌리에 제공함으로써 식물의 건전한 생육을 돕게 된다. 또한 퇴구비의 재료에 함유된 셀룰로스 등의 조강한 유기물은 토양중의 소동물이나 미생물의 기능과 화학변화에 의해 부식이라는 고분자화합물로 변해 토양이 비옥해진다. 이와 동시에 토양생물들의 활동에 의해 토양의 물리

적 구조 즉 입단화가 형성된다. 이와 같이 가축분뇨 등에 함유된 유기물은 토양 미생물의 먹이가 되고, 이들에 의해 증식된 유익한 토양미생물은 식물과 상호작용으로 자신의 서식환경과 토양조건을 양호하게 만들어 간다.

## 11. 유기축산을 위한 낙농 및 한우 사육환경

### 가. 일반 사육환경

○ 유기축의 환경이란 가축 주변의 모든 여건을 의미하는 것으로 직접적으로 가축의 건강과 복지에 밀접한 관계가 있다.

○ 유기축산의 기본 개념은 “토양과 가축간의 조화로운 관계발전 및 가축의 생리적 욕구를 존중하는 것” 이므로 양질의 유기사료 급여와 적절한 외부 환경의 제공이 필수적이다.

○ 적절한 외부환경 제공은 가축의 생리적 욕구를 만족시키고 가축건강을 증진시키는 충분한 조건을 제공하는 것을 의미하는 것이다.

○ 적절한 사육 공간 제공 및 사양체계 확립, 가축의 스트레스 최소화, 적절한 축사 구조 및 시설, 질병예방 등 기타 외부 환경 및 관리방법과의 조화를 통해서 이루어진다.

○ 전통적인 가축사육 방법은 복지 개념이 무시된 채 생산성 극대화에 주력하였지만, 유기축산에서는 축산물의 안전성과 가축 복지 향상에 주력하여야 하므로 이러한 목적달성을 위해서는 먼저 가축의 사육 환경부터 건전하게 조성되어야 한다.

○ 유기축산의 기본은 가축의 기본적인 복지를 존중하는 것이고 가축의 생산성과 성장률을 증가시킬 목적으로 이러한 가축의 기본요구를 무시하지 않는 것이 중요하다.

○ 유기가축에 필요한 가축 복지를 충족시키기 위해서는 기본적인 가축생리 및 행동, 정신적 요구를 이해하고 존중하는 것이 매우 중요하다.

-기본적인 가축복지를 위해서는

- ① 가축이 깨끗한 물로의 접근 가능.
- ② 영양적으로 완전하고 균형된 사료의 섭취 가능.
- ③ 안락한 축사시설이 제공.
- ④ 적절한 행동 패턴을 표출할 수 있는 충분한 사육공간이 제공.
- ⑤ 비정상적이거나 바람직하지 않는 행동을 표출하는 가축, 다치거나 질병에 걸린 가축의 빠른 식별과 진단 및 치료가 가능하고 예방적인 건강관리 행해져야 한다.

⑥ 가축의 취급과 수송 및 도살이 인륜적으로 행해져야 하는 기본적인 가축복

지 존중이 유기 축산의 기본 방안이다.

나. 우사

- 유기축산을 위한 축사구조는 codex 기준에 의거한 가축의 사양관리가 용이 하되 한국 여건 및 기후에 적절해야 한다.
- CODEX guideline에 의하면 가축의 생리적 상태 및 기후여건 악화 등의 경우에는 예외적으로 가축의 축사 내 사육이 가능하다.
- 우리나라는 강우·강설 및 폭염 및 한파가 오는 계절이 있어 이에 대한 대비 시설을 갖춘 축사 마련이 요구된다.
- 한국형 축사구조는 적절한 단열시설을 갖춰야 하고 자연환기가 잘되도록 하여 가축의 폐질환 발생이나 축사 내 파리번식을 줄여야 한다.
- 채광이 용이한 구조이어야 하고 특수목적용 방을 따로 두어 환축의 치료나 분만 등에 이용하도록 해야 한다.
- 축사 내 급수시설 및 사료급여 시설이 적절히 설비되어야 하고 제분시설 또한 마련되어야 하며 가축의 자유로운 축사 내·외로의 왕래를 위한 출입문이 설비되어야 한다.
- 유기축산은 기존 축산방식과는 달리 시멘트바닥에서의 가축사육이 허용되지 않으므로, 기존축사를 유기가축 사육에 이용하려면 깔짚을 충분히 사용하는 것이 바람직하다.
- 시멘트 바닥에서 사육되는 가축의 질병 발생률이 깔짚 바닥에서 사육되는 가축보다 약 5배 정도 높다(Hannmann, 1981).

유기낙농 및 한우사육을 위한 축사 시설·환경 규정

분 야	한국의 유기축산	외국의 유기축산
전환 기간	착유우: 90일 경산우, 미경산우: 6개월	CAC :12개월 이상 유기사료 급여 90일 이상 유기축산기준에 의거 사육
축사내 사육밀도	육성우(450kg이하)-10.9m <sup>2</sup> /두 건유우-후리스톨우사13.2m <sup>2</sup> /두 -깔짚우사 17.3m <sup>2</sup> /두 착유우-9.5m <sup>2</sup> /두, 17.3m <sup>2</sup> /두	Ireland: 500kg기준-9m <sup>2</sup> /두 COABC: 180kg 이하-7.4m <sup>2</sup> /두
운동장 및 방목지	운동장: 축사면적의 3배 이상	EU 혹은 CAC -경산우: 2두/ha

		-1~2세 -3.3두/ha
사료	유기사료 85% 이상	IFOAM: 85% 이상 CAC: 85% 이상

유기한우 생산을 위한 사육시설 기준

분 야	유기축산 규정	축사형태
전환기간	- 식육 : 12개월, 수명 3/4 - 송아지 : 6개월	
한/육우	- 육성우(비육) : 400kg이하(7.1m <sup>2</sup> /두) - 번식우 : 400kg이하(9.2m <sup>2</sup> /두)	깔짚우사
운동장 및 방목지	- 운동장 : 축사 면적의 3배 이상	
사 료	- 유기사료 85%이상	

○ 바닥면은 가축에게 중요한 환경인자로 적절한 깔짚 사용은 질병적 측면과, 가축의 체열 손실 감소 및 스트레스 완화 효과를 얻을 수 있어 가축의 생산성을 증가에 긍정적이다.

○ 유기축산을 위해서는 위의 표에 나타낸 것과 같이 가축복지가 보장되는 최소한의 축사면적이 요구된다.

○ 가축수 혹은 수당 사육면적은 가축의 사육밀도를 의미하는 것으로 가축의 정상적인 건강유지 활동 및 자유스런 생리적, 행동적 욕구표출을 위한 기본 공간이다.

○ 유기축산을 위해서는 가축 사육밀도 기준안을 준수하고 과밀사육 상태를 피하기 위해, 우군별 혹은 연령별 최소 권장사육 면적을 준수하는 것이 바람직하다.

○ 과밀 사육조건에서는 축사 내 환경 변화, 즉 축사 내 온도, 습도 변화 공기 조성 악화, 배설물 축적에 의한 위생상태 악화 및 질병 발생속도 증가현상 등이 나타나고, 공간부족으로 인한 스트레스로 성장률이 감소하게 된다.

다. 방목지 및 운동장

○ 가축이 주로 활동하는 운동장이나 방목지에는 일정한 면적의 그늘막이나 비가림막을 설비하는 것이 바람직하다(우리나라 여름 조건에서의 그늘막이나 비

가림막의 주요기능은 주변 환경에 대한 가축의 생리적 스트레스를 완화시키는 것임).

○ 운동장이나 방목지에 그늘막이나 비가림막을 설치할 경우 가축의 사료효율 개선 및 증체량 감소완화, 번식기간 단축효과를 얻을 수 있다.

○ 충분한 운동장 면적이 확보되어있는 경우에 나누어 사용하는 것도 매우 바람직하다(운동장을 나누어 사용할 경우 한 구획에서 분뇨의 수거가 필요하다면 가축을 다른 구획으로 이동시키고 분뇨를 수거하는 방법으로 분뇨 수거 및 관리·처리가 매우 용이함).

○ 운동장 사육밀도는 가축에 의해 발생하는 분뇨의 양을 기준으로 하는 것이 바람직하기 때문에 배설된 분뇨의 수거 방법과도 매우 밀접한 관계가 있다.

○ 한국의 유기축산 시행령의 경우 반추동물의 운동장 면적으로 우사 기준 3배로 규정하고 있어 분뇨발생량과 수거방법에 따라 운동장 사육밀도를 조절할 필요는 없다.

○ 유럽이나 캐나다 방목지 혹은 운동장 사육밀도는 한국에 비해 굉장히 엄격한 것으로 연간 분뇨발생량을 기준으로 170kg N/ha/year 이다.

유기낙농 및 한우 사육을 위한 운동장 혹은 방목지 사육밀도

운동장 혹은 방목지 면적	대상 가축
축사면적의 3배 이상	경산우 : 2두/ha
	1~2세 : 3.3두/ha

○ 운동장이나 방목지에는 유기유우가 자유로운 접근이 가능한 급이/급수시설을 설비하여야 하며 울타리 또한 설비하여 다른 가축이나 동물의 접근을 차단하는 것이 바람직하다.

○ 한국과 선진외국 유기축산의 주된 차이점은 방목지 및 운동장 규정에 있다고 할 수 있다 (한국의 유기반추가축은 축사면적 3배 이상의 운동장 면적을 기준으로 하고 있으나, 반추동물의 운동장 사육밀도 또한 외국의 규정에 비해 매우 관대한 것임).

○ CODEX의 방목지 및 운동장 사육밀도는 각국의 지형적, 기후적 여건에 따라 자율적으로 정하도록 되어있어 문제는 없다.

라. 사육장

사육장은 주변으로부터의 오염우려가 없는 지역으로서 가축의 복지를 위하여

다음 요건을 갖추어야 한다.

- 충분한 활동면적이 확보되어 있을 것
- 충분한 환기 및 채광으로 쾌적한 환경이 조성될 것
- 청결하고 위생적인 시설이 확보되어 있을 것
- 신선한 음수를 상시 급여할 수 있을 것
- 혹한·혹서 및 강우로부터 가축을 보호할 수 있을 것
- 축사 바닥은 부드러운 구조일 것
- 축산분뇨의 처리시설이 자원화방법으로 되어 있을 것

마. 축사 및 방목에 대한 세부요건

○ 축사조건 : 축사는 다음과 같이 가축의 생물적 및 행동적 요구를 만족시킬 수 있어야 한다.

- ① 사료와 음수는 접근이 용이할 것
- ② 공기순환, 먼지 및 가스농도가 가축건강에 유해하지 아니한 수준 이내로 유지되어야 하고, 건축물은 적절한 단열·환기시설을 갖출 것
- ③ 충분한 자연환기와 햇빛이 제공될 수 있을 것
  - 가축은 기후조건이 나쁘거나 가축의 건강·안전·복지가 해를 받을 수 있거나 또는 주위 식물·토양 및 수질보전을 위하여 필요한 경우에는 일시적으로 한정된 조건으로 사육할 수 있다.
- 축사의 밀도조건은 다음 사항을 고려하여 국립농산물품질관리원장 또는 인접기관이 정하는 사육두수를 유지하여야 한다.
  - ① 가축의 품종·계통 및 연령을 고려하여 편안함과 복지를 제공할 수 있을 것
  - ② 축군의 크기와 성에 관한 가축의 행동적 요구를 고려할 것
- 축사·농기계 및 기구 등은 청결하게 유지하고 소독함으로써 교차감염과 질병감염체의 증식을 억제하여야 한다.
  - 축사신축 시 고려할 일반원칙
    - ① 한국형 유기축산을 위하여 CODEX에 기준한 한국형 유기축산 기준에 의하여 설계하고 건축한다.
    - ② 유기축산을 위한 입지선정으로 각종 질병 및 오염차단이 유리한 지역을 선택한다.
    - ③ 유기축산을 위한 가축의 선정은 유전적으로 항병성에 강하고 건강한 소를 선정한다.
    - ④ 젖소가 목초지에 쉽게 접근할 수 있도록 우사 및 운동장 주변에 설치하고 지역적 여건을 고려하여 최대한 자유롭게 방사할 수 있도록 조치한다.
    - ⑤ 젖소의 생리적 요건을 고려하여 스트레스를 최소화하며 질병예방을 위한



방역시스템을 구축 한다. (소독조 설치 등)

- 활용면적을 확보
- 환기 및 채광으로 쾌적한 환경을 조성
- 청결하고 위생적인 시설을 확보
- 신선한 음수 유기 사료 등을 항시 자유 채식토록 조치
- 혹한, 혹서 및 강우에 대비할 수 있는 우사 여건을 마련
- 축사바닥은 시멘트 콘크리트를 가급적 피하여 깔짚으로 하고
- 분뇨처리 시설을 구비하여 배출된 분뇨는 초지 및 안성맞춤 쌀·과수·원에 작물 분야 농가에 공급
- 축사조건은 가축의 생물학적 욕구를 만족할 수 있도록 사료와 음수의 이용이 용이하게 설계하고 축사내 환기, 온도, 습도를 최적하게 유지하여 가축 건강에 최적 조건을 부여
- 연령을 고려하여 두당 사육면적을 설정
- 축군의 성행위에 제한을 받지 않도록 구현
- 가축이 충분히 활동할 수 있는 공간을 확보
- 축사, 농기계 및 기구 등을 청결하게 유지하여 교차감염 및 질병 감염체의 증식을 억제
- 방목지, 운동장에 부분적으로 지붕을 설치하여 가축의 생리조건, 기후조건에 잘 적응할 수 있도록 설계한다

○ 방목조건

- ① 방목지 또는 운동장에는 부분적으로 지붕을 설치하고 가축의 생리적조건·기후조건 및 지면조건에 따라 언제든지 접근할 수 있을 것. 다만, 수소의 방목지 접근, 암소의 겨울철 운동장 접근 및 비육말기에는 예외로 할 수 있다.
- ② 축사의 바닥은 부드러운면서도 미끄럽지 아니하고, 청결 및 건조하여야 하며, 충분한 휴식공간을 확보하여야 하고, 휴식공간에서는 건조깔짚을 깔아 줄 것
- ③ 소의 경우는 개체우리를 권장하고, 가축에 대한 바늘은 국립농산물품질관리원장 또는 인증기관의 승인을 얻어 사용할 것

## 12. 유기낙농 사육모델

### 가. 조사료원으로서 목초 및 사일리지의 이용

유기낙농을 위한 대부분의 사료 공급 형태는 농장의 특징적인 상황을 고려하여 농장에서 재배하는 농후사료와 조사료를 공급한다. 젖소 사료로서 가장 대표적인 것은 클로버/그래스 혼파초지를 이용한 청예 또는 방목으로 1년에 5~6개월 그리고 겨울을 중심으로 하는 나머지 기간에는 사일리지를 *ad libitum*으로 급여하는 것이 기본적인 사양 방식이다. 목초생산을 위한 초지로는 영구초지를 사용하기도 하고 또는 목초/클로버(ryegrass and white clover)와 곡물을 윤작하여 사용할 수 있다. 윤작을 위한 전형적인 작부체계는 첫 해에 보리와 그 아래에 목초/클로버를 섞어서 파종하여 수확시 전체를 모두 섞어 사용하는 총채사일리지(whole crop silage)로 이용하며 다음 2-3년은 목초만을, 그 다음 1년은 곡류만을 재배하여 사용할 수 있다. 이와 같은 방식은 북유럽에서 널리 사용되고 있는 방식이다.

#### 1) 조사료의 품질

○ 농후사료의 급여량을 고정할 때 조사료의 질은 매우 중요한 요소이다. 개체별로 각 젖소의 에너지 요구량이 다른데 이 점은 각 젖소 개체별로 자발적인 조사료 섭취의 변화로 조절될 수 있다. Nielsen(2001)은 젖소 291두를 사용하여 목초와 클로버 사일리지 소화율의 증가는 산유량을 증가시켰다고 보고하였다.

○ 건물섭취량의 60% 이상을 조사료로 이용하면서도 높은 산유량을 유지하기 위하여는 사일리지의 에너지 함량이 높을 때만 가능하다. 고에너지 함유 사일리지는 그래스/클로버의 목초를 이용하여 가능하나 옥수수 또는 다른 곡류를 이용한 사일리지로는 용이하지 못하다.

#### 2) 사료 급여 전략

모든 젖소는 유량에 관계없이 비유 전 기간을 통하여 농후사료를 고정적인 양으로 급여하고 조사료는 자유급여로 주어진다. 전형적으로 농후사료가 급여되는 기간은 생후부터 24개월까지이나, 전 비유기간동안 농후사료를 고정적으로 급여하는 방법을 사용할 수 있다.

#### 3) 농후사료의 급여

유기낙농에서 젖소의 산유 유전력을 최대한 발휘하기 위하여는 젖소가 양질의 사일리지를 섭취한다 하여도 농후사료를 추가 급여할 필요가 있다. 농후사료의 종류로는 옥수수, 보리, 채종박, 목초펠렛, 사탕무우 등을 사용할 수 있으나 젖소

의 영양소 요구량과 조사료 이용성에 맞추어 에너지 및 단백질을 보충하도록 다양한 농후사료를 선택할 수 있다. 특히 각 농장의 특성에 맞는 작물 생산을 하는 것이 중요하다.

표 7. 사일리지를 자유 급여하며 각각 다른 농후사료를 보충 급여하였을 때의 예비 실험 결과(Mogensen, 2001)

	Barley	Rapeseed cake+barely	Grass pellets	Fodder beets	Concentrate mix
Milk yield,kg	23.5	24.4	24.4	22.0	26.1
Fat,%	4.35	4.24	4.01	4.32	4.18
Protein,%	3.39	3.36	3.30	3.31	3.32
ECM,kg	24.1	23.8	23.8	22.4	26.1

○ 농후사료 보충 급여량은 목초를 이용한 방목 또는 사일리지를 급여할 때 일반적으로 두당 약 3.6~6.0kg 주어지며 연간 두당 1,000kg 이상 섭취한다. 표 7에는 보리, 채종박, 목초펠렛 등의 보충 급여 효과가 비슷하게 나왔으며 사탕무우를 급여하였을 때 유량이 다른 곡물과 비교하여 감소되었으나 사탕무우의 ha 당 생산량이 보리 생산량의 2배 이상이 되므로 ha 당 생산성을 높일 수 있다는 점도 간과하여서는 안 될 것이다.

○ 비유개시부터 3개월 동안은 50% 수준의 농후사료를 공급할 수 있다.  
(참고 : 오스트리아에서는 오일종자로부터 오일을 추출 후의 박류 사용은 금지됨)

○ 비타민과 미네랄 섭취는 유기낙농에서도 관행낙농과 마찬가지로 미네랄을 같은 수준으로 급여하나 Knudsen 등(2001)은 겨울철 미네랄 무침가구에서 우유 중 20mol의 비타민 E가 낮아졌으며 이 수치는 너무 낮다고 보고하였다. 유방염도 비타민 E의 섭취가 감소되어지면서 발생 빈도가 현저하게 증가하기 때문에 이의 주의가 요구된다.

#### 4) 우유 생산량

○ 방목 또는 사일리지 중심으로 유기낙농을 실시할 경우 유기우유의 생산 수준은 관행축산보다 유량이 약 500kg 적게 나타났다. 덴마크의 유기낙농에서 6% 이상이 9,000kg 우유를 생산하였고 13%가 6,000kg 이하로 생산하였다. 체세포 수는 40,000 이상이 40%였고 25%가 25,000보다 낮았다. 도태 시기는 관행낙농과 유사하였다고 보고하였다.

○ Kristensen & Kristensen(1998)의 보고에서는 전 비유기간 중의 유생산량을 나타내는 비유곡선의 기울기가 유기농장에서 관행축산 농가보다 낮다고 보고하였는데 그 이유 중 하나로 오랜 기간 고정적인 비율로 농후사료를 급여하기 때문이라고 하였다. 또 다른 이유로는 조사료 섭취량이 관행농장의 경우보다 유기농장에서 상대적으로 높기 때문이라고 추정하였다. 유기낙농의 첫 비유를 갖는 젖소에서 비유곡선이 높은 지속성을 보였는데 분만 후 6~36주 지난 후 오직 0.33kg의 유량만 감소하였다고 보고하였다.

○ 유기낙농의 평균 유생산량이 7,158kg이었다. 유지방은 겨울보다 여름에 낮고 반면에 단백질 함량은 계절에 영향을 받지 않았다.

○ 매년 평균 젖소의 40%를 미경산우(Heifer)로 대체하였으며 대체율은 관행낙농과 비슷하였다 (Kristensen & Kristensen 1998).

○ 표 8(Knaus 등, 2001)은 우유생산량과 공급되는 사료형태에 따른 영양소 요구량을 나타내었다. 생산량이 증가함으로써 전 처리구간 목초 섭취가 감소하나 반면에 농후사료 요구량과 총사료섭취량이 증가한다.

○ 저질 조사료를 급여할 때는 농후사료 요구량을 증가시킨다. 예를 들어 저질 조사료를 6,000kg 생산하는 소에게 먹이면 32%의 농후사료를 필요로 하고, 양질의 목초를 급여할 때는 10%의 농후사료만 필요로 한다. 만약 생산성이 떨어지는 소의 경우 양질의 조사료를 섭취하면 건유기 때 체내에서 지방이 너무 많이 축적될 수 있다. 반면 양질의 조사료를 급여하였을 때 연간 유량 7,000kg의 생산이 가능하다.

○ 유량이 6,000kg인 소에게 질이 좋은 조사료를 공급한다면 단백질 농후사료의 추가 공급은 필요 없다.

표 8. 우유생산량과 공급되는 사료형태에 따른 영양소 요구량

사료급여형태	평균 유량,kg				
	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000
<u>양질목초</u>					
Forage(kgDM)					
Concentrates(kgDM)	13.05	12.91	12.58	12.05	11.18
HES(kgDM)	0.50	1.90	3.39	5.01	6.82
HPS(kgDM)	0.50	1.90	3.39	4.74	5.76
Percent of forage(%)	0	0	0	0.27	1.06
Energy deficiency(days)	96.3	87.2	78.8	70.7	62.1
Milk from mobilized body energy(kg)	82	60	54	68	108
Body weight loss(kg)	260	200	214	318	594
nXP-deficiency(days)	40	31	33	49	92
Milk from mobilized body protein(kg)	26	30	40	48	86
	68	90	142	199	289
<u>저질목초</u>					
Forage(kgDM)	11.56	11.30	10.87	10.12	
Concentrates	2.25	3.70	5.22	6.82	
HES	2.25	3.60	4.89	5.28	
HPS	0	0.10	0.33	1.54	
Percent of forage	83.7	75.3	67.6	59.7	
Energy deficiency	62	62	76	118	
Milk from mobilized body energy	202	211	317	603	
Body weight loss	31	33	49	93	
nXP-deficiency	26	32	52	74	
Milk from mobilized body protein	67	105	0.95	199	
<u>양질목초+옥수수사일리지</u>					
Forage(kgDM)	13.42	13.35	13.03	12.06	11.79
Concentrates	0	1.35	2.85	4.43	6.24
HES	0	1.35	2.81	4.11	4.92
HPS	0	0	0.04	0.31	1.32
Percent of forage	100.0	90.8	82.1	74.0	65.4
Energy deficiency	114	66	62	58	92
Milk from mobilized body energy	378	223	242	262	501
Body weight loss	59	35	37	41	77
nXP-deficiency	40	34	44	46	62
Milk from mobilized body protein	100	10	159	196	217

HES=low-protein high-energy mixture of grain : 보리 40%, 밀 30%, 옥수수 20%, 귀리 10%

HPS=high-protein supplement : 유채박(채종박)

nXP=available crude protein in the duodenum

표 9. 조사료의 구성 비율 및 화학적 조성(DM 기준)

	양질목초	저질목초	양질목초+옥수수 사일레지
조사료조성비율	양질목초사일레지 70% 양질목초건초 30%	70%저질목초사일레지 30%저질목초건초	60%양질목초사일레지 20%양질목초건초 20%옥수수사일레지
영양성분 per kg DM			
Energy,MJ NEL	5.75	5.26	5.89
CP	145	116	132
nXP	129	117	129

CP: Crude Protein, nXP: available crude protein in the duodenum,

나. 젖소에서 유기쌀부산물 이용성

표 10. Feeding program and chemical composition of diets using organic rice by-products

Item	Composition
Ingredients, kg/day	
유기 Concentrates	8.95
유기 Rice bran	1.78
유기 Rice grain	1.24
유기 청치	0.98
유기 Rice straw	5.75
유기 Alfalfa hay	1.50
Chemical composition, % of DM	
Crude protein	12.91
Neutral detergent fiber	35.13
Effective Neutral detergent fiber	22.80
Non structural carbohydrate	42.22
Digestible intake protein	62.29

○ 체중 620kg, 유지율 4.0%, 유단백 3.1%, 유량 20kg을 생산하는 젖소 : 유기로 생산한 미강, 결미, 청치 및 유기벼짚을 젖소사료로 이용할 경우 유기농후사료와 유기알팔파 건초를 급여할 경우 농후사료, 유기미강, 결미, 청치 및 유기벼짚과 알팔파 건초를 각각 8.95, 1.78, 1.24, 0.98, 5.75 및 1.5kg을 급여하여야 한다.

○ 이는 전체 사료 중 조사료의 급여비율은 약 36.5%를 함유하며, 사료 중 단백질 함량은 12.91%로서 젖소의 우유생산에 필요한 단백질 요구량과 에너지 요구량을 충족하면서, 체외로 배출되는 단백질을 최소화할 수 있는 수준이었다.

○ 젖소에게 유기 영양소원으로서는 미강, 결미, 청치 및 벼짚의 이용 함량은 전체 사료 중 각각 8.8, 6.1, 4.9 및 28.5% 이용 가능한 것으로 평가되었다.

#### 다. 유기낙농에서의 질병대책 및 위생관리

##### 1) 유기유우의 건강관리

○ 유기낙농에서는 화학약품이나 유전자조작 생물 제품에 의한 치료나 면역력 강화는 원칙적으로 금지되어 있어, 세계적으로 자연요법에 관심이 집중되고 있다.

○ 면역력 강화나 질병치료에 이용될 수 있는 천연물질, 기능성물질의 발굴, 개발도 병행되어야 하고, 각 물질의 사용 용법을 준수하고 기록하여야 한다.

○ 신생우에게는 반드시 초유를 먹이고 응급상황에 대비하여 일정량의 초유를 냉동 보관하는 것이 바람직하다.

○ 유기유우의 사양관리는 젖소를 가족단위로 묶어 관리하는 것이 질병 발생 예방에 도움이 된다.

○ 과도한 먼지, 흙서, 혹은 등이 없는 사육환경이 스트레스와 면역기능의 감소를 방지한다.

○ 분뇨나 기타 다른 오염원에 의해 오염되지 않은 식수로 적합한 물을 항상 섭취할 수 있도록 하여 탈수와 병원체의 전염을 예방한다.

○ 과식이나 굶주림이 없도록 한다.

○ 최소한 하루 8시간 이상 방목을 시키고 충분한 섭식시간을 주어 면역기능을 유지하도록 한다.

○ 다양한 사료를 급여하여 광물질 불균형에 의한 대사성 질병의 발생을 차단하고, 갑작스런 사료 교체로 인한 설사나 산성증을 예방하여야 한다.

##### 2) 유기유우의 질병예방 및 관리

#### 유기유우의 질병예방

- 가축의 품종과 계통의 적절한 선택
- 질병발생 및 확산방지를 위한 사육장 위생관리
- 비타민 및 무기물 급여를 통한 면역기능 증진
- 지역적으로 발생하는 질병이나 기생충에 저항력이 있는 종/품종의 선택
- 가축의 기생충감염 예방을 위하여 구충제 사용과 가축전염병이 발생하거나 퍼지는 것을 막기 위한 예방백신을 사용할 수 있다.
- 법정전염병의 발생이 우려되거나 긴급한 방역조치가 필요한 경우 우선적으로 필요한 질병예방 조치를 취할 수 있다.
- 예방관리에도 불구하고 질병이 발생한 경우 수의사의 처방에 의하여 질병을 치료할 수 있다. 이 경우 동물용의약품을 사용한 가축은 해당 약품 휴약기간의 2배가 지나야만 유기축산물로 인정할 수 있다.
- 약초 및 미량물질을 이용하여 치료를 할 수 있다.
- 질병이 없는데도 동물용의약품을 정기적으로 투여하거나, 생산성 촉진을 위해서 성장 촉진제 및 호르몬제를 사용하여서는 아니된다. 다만, 호르몬 사용은 치료목적으로만 수의사의 관리하에서 사용할 수 있다.
- 가축에 있어 꼬리부분에 접착밴드 붙이기, 꼬리 자르기, 이빨 자르기, 부리 자르기 및 뿔 자르기와 같은 행위는 일반적으로 수행되어서는 아니된다. 다만, 안전을 목적으로 하거나 가축의 건강과 복지개선을 위해 필요한 경우로서 국립농산물품질관리원장 또는 인증기관이 인정하는 경우에 한하여 적절한 마취를 실시하고 이를 수행할 수 있다.
- 생산물의 품질향상과 전통적인 생산방법의 유지를 위하여 물리적 거세를 할 수 있다.

#### 유기우유의 질병관리

- 유기낙농에서 백신접종은 법으로 요구되거나 병원체의 존재가 확실하며, 질병예방을 위한 관리방법으로 치유가 불가능할 경우에만 실시하여야 한다.
- 질병 발생 전,후의 효율적인 관리를 위해서는 면역력 강화나 질병치료에 효과가 있는 천연물질 및 미량물질을 이용하는 민방요법을 적극 검토될 수 있다.
- 질병예방을 위한 관찰 사항
  - 모든 소가 다 있는가? 없어진 소는 없는가?
  - 서 있는 형태, 다리 이상 유무, 귀의 부착상태, 머리 위치, 초조해 하는 소는 없는가?
  - 유방의 상태가 부드러운지, 딱딱한지, 부분적으로 멍쳐 있는지 등 관찰
  - 소의 외형적 상태 (피부상태, 혹의 존재 여부, 외상, 발굽, 관절 부위의 열 발생 여부)



- 분노의 상태 (분내 회충 여부, 뇨의 색깔, 설사, 변비 등)
- 소의 뛰는 상태 (절름거리림 등)
- 송아지 상태 (어미소의 송아지 거부 유무 등)
- 누워 있는 상태, 섭식 상태 등

유방염 치료의 항생제 대체

○ 대체요법 및 동중요법

- 질병의 예방 및 치료에 있어서 관행적으로 사용되어 온 수의약품의 사용을 감소시키는 것이 목적이다.

- 기존의 수의약품보다 천연물요법이나 동중요법(homeopathy) 같은 대체의약품의 사용을 권장하고, 수의약품으로 치료 시 납유 금지기간 연장을 규정하고 있다.

- 영국에서는 기존의 대증요법적인 수의약품에 대한 의존도를 점진적으로 줄이는 사양시스템의 발전계획 이행을 요구하고 있다.

- 대체요법이 질병이나 상처치료에 비효과적임이 인정될 경우 화학적으로 합성된 대증요법적인 수의약품으로 수의사의 책임하에 치료하되 동물에게 스트레스를 주지 말아야 한다.

- 소동물, 말 등의 제한된 분야에서만 동중요법이나 침술을 도입하고 있다.

○ 영국의 대체요법에 의한 유방염 치료

- 대체요법을 사용한 유방염 치료

① 영국 남부 및 웨일즈 지방의 유기낙농가로 평균 착유우는 100두

② 유기낙농가의 유방염치료는 1,266건(일반낙농가 779건)중 41%: 항생제 치료, 51%: 항생제 대체 동중요법으로 치료, 8%: 대체요법(유방에 연고 바르기, 잦은 착유, 냉수 마사지, 알로에베라액의 유방 주입 등)으로 치료.

③ 유방염 치료를 위한 동중요법이나 대체요법의 사용기간은 항생제 사용기간보다 길었다. (표 11)

표 11. 유방염 치료기간 및 납유 중지기간 비교

치 료 형 태	분석건수	평균치료기간(일)	평균납유정지기간(일)
일반농가 항생제 사용	779	2.7	5.5
유기낙농가			
-항생제 사용	551	2.2	11.2
-동중요법 사용	627	4.0	3.1
-기타	82	4.2	2.5

### 3) 기생충, 해충 방지를 위한 동물관리

○ 내부기생충 문제가 심각해지면 체중이 감소하고, 건강상에 문제가 발생하여 심한 경우에는 사망의 원인이 되므로, 기생충에 노출을 최소화시키고 면역성을 향진시키는 방법을 사용하여야 한다.

○ 기생충 유충의 성숙에 영향을 미치는 요인 중 가장 중요한 것은 온도와 습도이며, 습도가 높은 곳에서 빨리 성숙하고 건조한 곳에서는 동면상태에서 습도가 높아지면 부화하기 시작한다.

○ 감염 후 분뇨를 통하여 충란이 배출될 때까지는 약 1~5주일 정도 소요되며, 기생충에 의한 문제가 심각하다면 전반적인 사양관리 방식의 검토·변경이 필요하다.

○ 저항성이나 면역성은 유기유우가 기생충 감염으로부터 이겨낼 수 있는 능력을 의미하는 것으로서, 연령과 체중에 따라 다르고 병으로부터 회복된 유기유우가 좋지 못한 환경이나 사료부족 조건에서 사육되는 것은 기생충에 감염될 확률이 매우 높다.

○ 영양 또한 유기유우가 기생충에 저항하는 능력에 영향을 주는 중요한 인자이며, 특히 비타민 및 광물질은 내부기생충에 대한 민감성과 관련이 있다(코발트와 구리부족은 기생충의 저항성 감소).

○ 유기유우의 내부기생충에 대한 저항성을 획득하기 위해서는 복합 비타민(A,D,B)이 필요하고 흡혈충에 감염된 경우에는 철 첨가제의 급여가 중요하다.

○ 최선의 노력에도 불구하고 생산성이 저조하다면, 농장관리 수준 이상의 기생충이 감염된 것을 의미하므로 수의학적 분검사를 통한 대처가 바람직하다.

○ 파리는 유기유우와 관리인에게 매우 귀찮은 존재로 증체량 감소, 유생산량 감소의 원인이 될 수 있고, 전염성병원균 전파의 매개체 역할을 할 수 있으므로 적절한 조치를 취하는 것이 좋다.

○ 1주일에 1회 정도는 축사내·외부를 철저히 검사하고 환기상태에 신경을 써야 하고, 쓰레기 수집장소의 환경위생과 착유실 및 우유저장실에 파리가 없도록 관리하여야 한다.

○ 쥐와 같은 유해동물은 먹이와 서식처가 존재하는 한 빠르게 증식하여 위생문제를 야기하므로 근원지를 파악하여 제거하는 것이 좋다.

○ 유행동물의 번식을 예방하기 위하여 사료보관 장소의 청결을 유지하면서 근접을 막고 유행동물의 천적을 사육하는 것이 좋다.

#### 라. 방목지의 기생충 관리

## 1) 방목과 기생충 조절 방법

### ○ 그루같이 방목

① 5월 중순 이후 목초를 벤 방목지로 2~3주 간격으로 이동 방목하여 송아지의 첫 감염과 목초지의 연속감염을 감소시키는 방법이다.

② 목초의 감염이 늦지만 다음해 봄에는 감염정도가 심하므로 송아지를 방목한 초지는 다음 봄에 방목에서 제외시킨다.

③ 1년생 가축에게 방목되지 않았거나 외부에서 3주 이상 사양되지 않은 가축에 방목된 목초지는 안전하다.

④ 송아지(1년이하)를 방목한 곳에서 암소를 방목하면 기생충 영향이 있을 수 있고, 암소 방목지에 송아지를 방목하면 결핵증에 걸릴 수 있어 분리하여 방목한다.

### ○ 회전식 방목

① 어린송아지를 먼저 방목하고 다음으로 성숙가축을 방목하여 목초를 소진한 다음에 이동한다.

② 목초는 최고의 품질을 유지하고 유충이 밀집되어 있는 분 더미 주변의 풀을 피한다.

③ 첫 번째 방목축과 두 번째 방목축을 혼합하여 소화기관 기생충의 감염으로부터 보호한다.

### ○ 미래에 가능한 대체방법

① 선충과지 곰팡이(Duddingtonia flagrans)를 이용한 생물학적 방법.

㉞ 덴마크에서 연구된 것으로 송아지 생후 2~3주부터 2~3개월간 매일 포자를 급여하였을 때 목초감염이 60~90% 감소한다.

㉟ 다른 방법과 병용하되 각 가축에게 포자가 충분히 공급되어야 효과가 있다.

② 탄닌이 농축된 생리활성 조사료의 이용 - 양에서 확인된 것으로 CT함유의 두과식물을 이용.

③ 영양학적 조절을 통한 저항성 및 유연성 증대.

㉞ 어린가축의 유지(생존)이상의 영양은 감염에 대한 면역증강에 사용되지만, 성축은 비유나 번식에 우선 사용 된다.

㉟ 저영양보다 고영양에서, 양질의 단백질이 풍부한 상태에서 기생충 감염에 잘 견딜 수 있다.

㊱ 보충급여를 통하여 고단백질 영양으로 유도하고 목초를 적게 섭취하여 기

생충의 감염 기회를 감소시킨다.

④ 백신-Lungworm 백신은 방사능처리에 의하여 기능이 약화된 유충으로 구성된 백신: Fasciola hepatica 백신을 이용한다.

⑤ 육종(selective breeding).

㉓ 기생충 감염에 대한 축종간 혹은 축종내 존재하는 변이를 이용.

㉔ 송아지는 Cooperia oncophora 감염에 대해 유전성이 강함.

㉕ 분내 유충의 방출에 소의 유전력이 관여.

## 2) 방목지의 기생충 관리

방목지에서의 심각한 기생충 질병 감염을 예방하기 위해서는 방목되는 가축의 연령, 그룹, 시기 등을 고려하여 방목방법, 사육밀도를 적절히 조절해야 한다.

○ 기생충은 토양 중 질소가 풍부하고 그늘진 환경에서 번식하므로, 방목지의 적정 사육밀도를 준수하고 질소가 축적되지 않도록 한다(방목밀도의 2배 증가는 기생충 감염을 4배 증가시키는 것으로 알려져 있음).

○ 방목이 집약적(intensive)인지 조방적(extensive)인지는 방목지의 가축사육밀도에 따라 달라진다.

① 집약적인 방목을 위해서는 목초지를 다양한 면적으로 나누고 한 구획에서 최적의 초지사용이 이루어졌을 때 가축을 다른 구획으로 이동시키는 것이 바람직하다.

② 각 구획 방목지의 울타리 시설은 영구적, 반영구적, 이동형 울타리가 사용될 수 있고 조방적 방목의 경우에도 울타리 시설이 필요하다(구획의 크기는 최대한 가축이 선별 섭취를 못하도록 조정해야함).

③ 소가 기호성이 좋은 풀을 선별하여 먹다 남은 목초가 과다 성장하여 연결 방목에서 먹지 못하므로, 한 구획에서의 방목기간을 짧게 하여 다시 자라는 풀을 먹지 못하도록 한다(보통 6일 미만).

④ 구획의 크기가 충분하여 소가 자연적으로 활동하면서 채식할 수 있어야 하며, 방목지 사육밀도에 적합하여 너무 많은 양의 분뇨가 축적되지 않도록 한다.

⑤ 방목지에서의 기생충 질병관리 측면에서 방목지를 여러 구획으로 나누는 방목방법은, 이미 가축이 지나간 구획에서 기생충 감염 위험이 감소했을 때 다시 같은 구획에서 가축을 방목 시킨다는 의미가 있다.

⑥ 집약적 방목의 경우, 가축 수에 비해 방목지가 넓어 나누어진 구획의 1 cycle에 오랜 시간이 경과하여 토양이 충분히 쉴 수 있는 기간이 없다면, 기생충 감염예방은 매우 어려운데 이는 기생충 유충의 수명이 방목기간 사이의 시간보다 길기 때문이다.

○ 저지대 혹은 구릉지대에 위치한 방목지는 비가 온 후 배수가 잘 되지 않을 경우, 목초지가 장기간 동안 축축한 상태로 유지되어 기생충의 번식에 적절한 환경이 조성되게 된다(기생충 감염은 덥고 건조한 시기에 방목지를 경작함으로써 효과적으로 예방할 수 있음).

○ 유충의 생존을 감소시키고 방목기간을 늘리기 위해서는, 방목지의 배수시설이 필요하고 배수가 잘 되는 방목지라 하더라도 부분적으로 형성된 습지에 적정 설비로 배수가 잘 되도록 하여야 한다(배수시설이란 자갈이나 기타, 다른 물질을 이용하여 방목지에 물이 고이지 않도록 하는 조치를 의미함).

○ 만성적으로 물이 고이는 곳은 자갈 및 경사도를 이용하여 물이 분산·배수 되도록 최소한의 조치가 필요하며, 물이 있는 곳으로 가축이 접근하지 못하도록 울타리 시설을 하는 것이 바람직하다.

○ 방목지에는 간이 급수시설을 설치하여 가축의 생리적 욕구에 따라 언제든지 음수할 수 있도록 하는 것이 바람직하며, 방목지 일정지역에 비가림 시설을 하여 소가 편히 쉴 수 있는 휴식지를 제공하는 것도 매우 중요하다.

#### 마. 농지이용별 유기낙농 사육모델

##### 1) 논토양 활용방안

○ 중밀도벼 및 헤어리베치 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치

유기 낙농을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치와 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수를 추정하였다. 평균 체중 650kg인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 NEI 요구량을 충족할 수 있는 수준에서 가능한 사료공급 방법을 제시하였다. 표 12에서 보여준 바와 같이 25 및 20kg/일인 유생산의 경우 단백질 요구량 충족도가 각각 55.21% 및 67.02% 이었으며, 이러한 단백질 부족을 충족시키기 위해서는 유기쌀겨를 이용할 경우 각각 11.30 및 6.08kg이 요구되었다. 15kg/일 생산시에는 1.87kg/일 보충으로 사육이 가능하였다. 연간 각각의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 1.13, 1.29 및 1.44두/ha로 나타났다.

표 12. 유기낙농을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (젖소 체중 650kg 기준)

	유량 kg/day		
	25.00	20.00	15.00
조사료 공급량(kg DM/d)			
중밀도 벼	15.73	13.29	11.57
헤어리베치	4.90	4.90	4.90
목표			
Dry Matter intake(kg)	20.50	18.40	16.30
Crude Protein(kg)	2.82	2.06	1.46
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
공급량			
Dry Matter(kg)	20.63	18.20	16.47
Crude Protein(kg)	1.56	1.38	1.25
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
충족도(%)			
Dry Matter intake	100.66	98.91	101.06
Crude Protein	55.21	67.02	85.72
NEI	100.01	100.01	100.00
과부족			
Dry Matter intake(kg)	0.13	-0.20	0.17
Crude Protein(kg)	-1.26	-0.68	-0.21
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)			
NDF	43.61	43.78	43.94
Effective NDF	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	7.55	7.58	7.61
ADF	7.54	6.70	6.11
TDN	60.09	59.86	59.66
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	11.30	6.08	1.87
사육가능 두수(두/ha)			
중밀도 벼	1.71	2.03	2.33
헤어리베치	0.56	0.56	0.56
종합 평균	1.13	1.29	1.44

○ 중밀도 벼 및 호밀 + 헤어리베치 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치

유기 낙농을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도 벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수를 추정하였다. 평균 체중 650kg인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 NEI 요구량을 충족할 수 있는 수준에서 가능한 사료공급 방법을 제시하였다. 표 13에서 보여준 바와 같이 25 및 20kg/일인 유생산의 경우 단백질 요구량 충족도가 각각 64.22% 및 72.20% 이었으며, 이러한 단백질 부족을 충족시키기 위해서는 유기 쌀겨를 이용할 경우 각각 9.02 및 5.11kg이 요구되었다. 15kg/일 생산시에는 1.12kg/일 보충으로 사육이 가능하였다. 연간 각각의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 2.24, 2.92 및 3.27두/ha로 나타났다.

표 13. 유기낙농을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (젓소 체중 650kg 기준)

	유량 kg/day		
	25.00	20.00	15.00
조사료 공급량(kg DM/d)			
중밀도 벼	11.54	12.69	11.52
호밀+ 헤어리베치	7.90	4.56	4.04
목표			
Dry Matter intake(kg)	20.50	18.40	16.30
Crude Protein(kg)	2.82	2.06	1.46
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
공급량			
Dry Matter(kg)	19.44	17.25	15.56
Crude Protein(kg)	1.81	1.49	1.34
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
충족도(%)			
Dry Matter intake	94.85	93.75	95.47
Crude Protein	64.22	72.20	91.46
NEI	100.00	100.00	100.00
과부족			
Dry Matter intake(kg)	-1.06	-1.15	-0.74
Crude Protein(kg)	-1.01	-0.57	-0.12
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)			
NDF	44.74	43.89	43.86
Effective NDF	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	9.32	8.62	8.59
ADF	6.39	5.76	5.20
TDN	63.47	62.88	62.86
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	9.02	5.11	1.12
사육가능 두수(두/ha)			
중밀도 벼	2.33	2.12	2.34
호밀 + 헤어리베치	2.15	3.73	4.20
중합 평균	2.24	2.92	.27



○ 중밀도 벼 및 보리 + 헤어리베치 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치

유기 낙농을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도 벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수를 추정하였다. 평균 체중 650kg인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 NEI 요구량을 충족할 수 있는 수준에서 가능한 사료공급 방법을 제시하였다. 표 14에서 보여준 바와 같이 25 및 20kg/일인 유생산의 경우 단백질 요구량 충족도가 각각 58.91% 및 68.24% 이었으며, 이러한 단백질 부족을 충족시키기 위해서는 유기 쌀겨를 이용할 경우 각각 10.36 및 5.84kg이 요구되었다. 15kg/일 생산시에는 1.77kg/일 보충으로 사육이 가능하였다. 연간 각각의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 2.61, 3.52 및 3.95두/ha로 나타났다.

표 14. 유기낙농을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (젓소 체중 650kg 기준; NRC, 2001)

	유량 kg/day		
	25.00	20.00	15.00
조사료 공급량(kg DM/d)			
중밀도 벼	11.85	12.68	11.52
보리+ 헤어리베치	6.60	3.96	3.50
목표			
Dry Matter intake(kg)	20.50	18.40	16.30
Crude Protein(kg)	2.82	2.06	1.46
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
공급량			
Dry Matter(kg)	18.45	16.64	15.02
Crude Protein(kg)	1.66	1.40	1.26
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
충족도(%)			
Dry Matter intake	89.99	90.43	92.16
Crude Protein	58.91	68.24	86.49
NEI	100.00	100.02	100.00
과부족			
Dry Matter intake(kg)	-2.05	-1.76	-1.28
Crude Protein(kg)	-1.16	-0.65	-0.20
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)			
NDF	39.19	40.23	40.27
Effective NDF	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	9.01	8.44	8.42
ADF	5.51	5.22	4.73
TDN	66.63	65.01	64.95
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	10.36	5.84	1.77
사육가능 두수, 두/ha			
중밀도벼	2.27	2.12	2.34
보리 + 헤어리베치	2.95	4.91	5.55
종합 평균	2.61	3.52	3.95

## 2) 밭토양 활용방안

○ 봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치

유기 낙농을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수를 추정하였다. 평균 체중 650kg 인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 NEI 요구량을 충족할 수 있는 수준에서 가능한 사료공급 방법을 제시하였다. 표 15에서 보여준 바와 같이 25 및 20kg/일인 유생산의 경우 단백질 요구량 충족도가 각각 57.57% 및 69.05% 이었으며, 이러한 단백질 부족을 충족시키기 위해서는 유기 쌀겨를 이용할 경우 각각 10.70 및 5.69kg이 요구되었으며, 15kg/일 생산 시에는 단백질 충족도를 상회하는 수준으로 호밀+헤어리베치와 Phacelia 그리고 옥수수만으로도 생산이 가능하였다. 연간 호밀 +헤어리베치의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 2.67, 3.01 및 8.34두/ha로 나타났다.

표 15. 유기낙농을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 짚겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (젓소 체중 650kg 기준; NRC, 2001)

	유량 kg/day		
	25.00	20.00	15.00
<b>조사료 공급량(kg DM/d)</b>			
호밀+ 헤어리베치	6.08	5.09	12.16
Phacelia	2.45	2.45	0.82
옥수수	8.99	7.89	1.67
<b>목표</b>			
Dry Matter intake(kg)	20.50	18.40	16.30
Crude Protein(kg)	2.82	2.06	1.46
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
<b>공급량</b>			
Dry Matter(kg)	17.52	15.44	14.64
Crude Protein(kg)	1.62	1.42	1.68
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
<b>충족도(%)</b>			
Dry Matter intake	85.44	83.91	89.82
Crude Protein	57.57	69.05	115.05
NEI	100.00	100.00	100.00
<b>과부족</b>			
Dry Matter intake(kg)	-2.98	-2.96	-1.66
Crude Protein(kg)	-1.20	-0.64	0.22
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00
<b>Nutrients composition(% DM)</b>			
NDF	58.08	58.04	50.46
Effective NDF	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	9.27	9.21	11.49
ADF	4.88	4.34	4.44
TDN	69.91	69.68	66.51
단백질보충을 위한 짚겨이용량(kg)	10.70	5.69	0
<b>사육가능 두수, 두/ha</b>			
호밀+ 헤어리베치	2.79	3.33	1.40
Phacelia	1.90	1.90	5.70
옥수수	3.32	3.78	17.91
종합 평균	2.67	3.01	8.34

○ 봄, 여름, 월동작물로 각각 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치

유기 낙농을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수를 추정하였다 (표 16).

표 16. 유기낙농을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (젖소 체중 650kg 기준; NRC, 2001)

	유량 kg/day		
	25.00	20.00	15.00
조사료 공급량(kg DM/d)			
헤어리베치	4.90	2.88	7.60
호밀+ 헤어리베치	7.60	7.60	2.71
옥수수	6.00	5.47	0.00
목표			
Dry Matter intake(kg)	20.50	18.40	16.30
Crude Protein(kg)	2.82	2.06	1.46
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
공급량			
Dry Matter(kg)	18.50	15.95	15.21
Crude Protein(kg)	1.79	1.58	1.54
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
충족도(%)			
Dry Matter intake	90.26	86.68	93.32
Crude Protein	63.43	76.85	105.45
NEI	100.01	100.01	100.00
과부족			
Dry Matter intake(kg)	-2.00	-2.50	-1.09
Crude Protein(kg)	-1.03	-0.48	0.08
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)			
NDF	54.40	54.79	51.56
Effective NDF	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	9.67	9.92	10.14
ADF	5.76	4.77	5.04
TDN	66.44	67.59	64.20
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	9.22	4.26	0
사육가능 두수, 두/ha			
헤어리베치(kg)	1.25	2.13	1.50
호밀+ 헤어리베치(kg)	2.24	2.24	8.05
옥수수(kg)	4.97	5.46	-
종합 평균	2.82	3.27	4.78

평균 체중 650kg인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 NEI 요구량을 충족할 수 있는 수준에서 가능한 사료공급 방법을 제시하였다. 25 및 20kg/일인 유생산의 경우 단백질 요구량 충족도가 각각 63.43% 및 76.85% 이었으며, 이러한 단백질 부족을 충족시키기 위해서는 유기 쌀겨를 이용할 경우 각각 9.22 및 4.26kg이 요구되었다. 15kg/일 생산시에는 단백질 충족도를 상회하는 수준으로 헤어리베치, 옥수수, 호밀+헤어리베치만으로도 사육이 가능하였다. 연간 각각의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 2.82, 3.27 및 4.78두/ha로 나타났다.

○ 봄, 여름, 월동작물로 각각 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치

표 17. 유기낙농을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (젖소 체중 650kg 기준)

	유량 kg/day		
	25.00	20.00	15.00
조사료 공급량(kg DM/d)			
호밀+ 헤어리베치	7.60	7.60	7.60
옥수수	6.06	5.47	3.91
이탈리아라이그래스	4.46	2.67	2.94
목표			
Dry Matter intake(kg)	20.50	18.40	16.30
Crude Protein(kg)	2.82	2.06	1.46
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
공급량			
Dry Matter(kg)	18.12	15.74	14.44
Crude Protein(kg)	1.69	1.52	1.42
NEI(Mcal)	27.90	24.50	22.10
충족도(%)			
Dry Matter intake	88.39	85.54	88.60
Crude Protein	59.82	73.96	97.30
NEI	100.00	100.01	100.00
과부족			
Dry Matter intake(kg)	-2.38	-2.66	-1.86
Crude Protein(kg)	-1.13	-0.54	-0.04
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)			
NDF	55.63	55.60	54.25
Effective NDF	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	9.32	9.67	9.85
ADF	5.36	4.54	4.30
TDN	67.75	68.45	67.36
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	10.13	4.79	0.35
사육가능 두수, 두/ha			
호밀+ 헤	2.24	2.24	2.24
옥수수	4.93	5.46	7.65
이탈리아라이그래스	1.41	2.36	2.15
종합 평균	2.86	3.35	4.01

유기 낙농을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수를 추정하였다 (표 17). 평균 체중 650kg인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 NEI 요구량을 충족할 수 있는 수준에서 가능한 사료공급 방법을 제시하였다. 25 및 20kg/일인 유생산의 경우 단백질 요구량 충족도가 각각 59.82% 및 73.96% 이었으며, 이러한 단백질 부족을 충족시키기 위해서는 유기 쌀겨를 이용할 경우 각각 10.13 및 4.79kg이 요구되었다. 15kg/일 생산시에는 약간의 쌀겨 보충만으로도(0.35kg/일) 사육이 가능하였다. 연간 각각의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 2.86, 3.35 및 4.01두/ha로 나타났다.



13. 유기한우 사육모델

가. 유기농산부산물을 이용한 체중별 유기한우 사육모델

1) 한우 비거세우 체중 300kg, 증체량 500g/day인 경우

표 18. 유기농산부산물을 이용한 유기한우 사육모델 (평균체중 300kg, 증체율 0.50kg, CNCPS, 2000)

평균체중: 300.00 kg, 증체율 : 0.50 kg/d				
사료 kg	A	B	C	D
볏짚	5.00	5.00	0.00	4.20
볏짚사일리지	0.00	0.00	8.00	0.00
쌀겨	0.50	1.50	1.50	1.10
청치	1.00	1.20	1.30	1.00
비지	0.00	4.00	6.00	0.00
알팔파건초	0.00	0.00	0.00	2.50
옥수수	1.80	0.00	0.00	0.00
대두박	0.00	0.10	0.00	0.00
증체량 (kg/d)				
대사에너지기준	0.50	0.50	0.45	0.50
대사단백질기준	0.46	0.46	0.50	0.50
영양소 요구량				
대사에너지 요구량(Mcal/d)	11.27	11.34	10.83	11.56
대사단백질요구량(g/d)	361.73	389.47	294.58	411.70
건물 요구량(kg/d)	7.97	7.91	8.20	7.74
건물섭취량(kg/d)	7.37	7.56	6.01	7.87
시료 영양성분, % 건물				
CP	6.82	8.83	10.07	9.86
NDF	47.08	49.10	42.24	49.80
NSC	37.75	31.76	37.24	30.60

○ 한우 비거세우 체중 300kg, 증체량 500g/day인 경우 볏짚사일리지와 청치, 쌀겨만으로 증체율을 위한 에너지 및 단백질요구량을 충족시키기 위해서는 유기비지의 공급이 필요하며, 이는 6kg 비지를 급여하는 경우 단백질 공급량을 충족할 수 있었으나 에너지 부족에 의한 증체효과가 나타나지 않을 수 있어 유기옥수수와 같은 곡류의 추가 급여가 필요하다고 판단된다.

○ 볏짚사일리지와 청치, 쌀겨의 요구량은 비지를 4kg 공급 시에도 단백질 공급 부족으로 유기알팔파 또는 유기대두박 공급이 필요한 것으로 판단된다.

○ 유기사료원 급여에 따른 결과는 유기청치 및 유기쌀겨를 이용할 때 이용 수준은 각각 0.5-1kg 과 1.6-1.3kg 이용이 가능하다.

2) 한우 비거세우 체중 400kg, 증체량 800g/day인 경우

표 19. 유기농산부산물을 이용한 유기한우 사육모델 (평균체중 400kg, 증체율 0.80kg, CNCPS, 2000)

평균체중: 400.00 kg, 증체율 : 0.80 kg				
사료 kg	A	B	C	D
볏짚	6.00	0.00	0.00	7.00
볏짚사일리지	2.00	18.00	18.00	0.00
쌀겨	0.60	1.60	1.60	1.60
비지	0.00	0.00	0.00	7.00
옥수수사일리지	0.00	12.00	12.00	0.00
알팔파건초	0.00	0.00	0.00	0.50
옥수수	4.70	1.20	0.00	2.10
보리	0.00	0.00	1.20	0.00
대두박	0.00	0.00	0.00	0.35
증체량(kg/d)				
대사에너지기준	0.80	0.80	0.80	0.80
대사단백질기준	0.80	0.80	0.80	0.80
영양소요구량				
대사에너지 요구량(Mcal/d)	13.91	14.14	14.22	14.26
대사단백질요구량(g/d)	490.05	547.92	553.61	562.64
건물 요구량(kg/d)	9.98	9.81	9.75	9.72
건물섭취량(kg/d)	10.73	11.40	11.41	11.44
사료 영양성분, % 건물				
CP	7.09	7.51	7.71	10.03
NDF	45.07	58.60	59.36	48.65
eNDF	38.38	52.67	54.15	38.94
NSC	40.00	24.02	23.14	32.21
DIP	47.76	59.81	62.50	53.89

○ 한우 비거세우 체중 400kg인 경우 조사료 공급원으로서 유기볏짚, 유기볏짚 사일리지 를 이용하는 경우 볏짚 사일리지 공급은 최대 18kg 공급이 가능하다.

○ 유기볏짚만을 이용하는 경우 유기옥수수와 유기대두박을 각각 2.1, 0.35kg

공급과 유기비지 7.0kg의 급여가 필요하다. 유기쌀겨 공급량은 약 0.6-1.6kg 범위에서 이용 가능한 것으로 판단되었다.

○ 유기옥수수사일리지를 이용하는 경우(12kg) 유기쌀겨 이용량은 각각 1.6kg 급여시 에너지 공급원으로서 옥수수와 보리를 비교할 경우 동일한 수준의 대체가 가능하다. 유기비지의 이용가치는 유기옥수수사일리지를 이용하는 경우를 제외하고는 약 7kg의 비지를 급여하는 경우 단백질 공급량의 충족을 이룰 수 있다.

### 3) 한우 비거세우 체중 500kg, 증체량 800g/day인 경우

○ 한우 비거세우 체중 500 kg인 경우 1일 800g 증체시 조사료 공급원으로서 유기볏짚, 유기볏짚사일리지 및 유기옥수수사일리지를 이용하는 경우 유기볏짚사일리지 공급은 최대 12.2kg 공급이 필요하며, 유기옥수수사일리지 10.3kg 급여를 병행하는 경우 유기대두박과 유기쌀겨, 유기청치 필요량은 각각 0.741, 1.2, 2.0kg이다.

○ 볏짚과 볏짚사일리지만을 급여하는 경우 옥수수 공급 필요량은 0.8kg 필요하다. 또한 비지를 이용하는 경우 에너지 공급은 청치와 함께 대체 가능하며, 특히 비지를 8kg 공급시 가능하다. 쌀겨 공급량은 약 1.2-3.0kg 범위에서 이용 가능한 것으로 판단된다.

○ 옥수수사일리지를 이용하는 경우(10.3kg) 쌀겨와 청치이용량은 각각 1.2kg과 2.0kg 급여시 에너지 공급원으로서 옥수수공급을 대체할 수 있으나 대두박(0.41kg)과 같은 추가 단백질 공급이 요구된다.

○ 한우의 체중 증가에 필요한 영양소 요구량은 유기 사료자원만으로 충족시킬 수 있는 수준은 사료원의 영양소 함량과 사료섭취능력에 따라 좌우될 수 있으며, 특히 조사료 공급원으로서 볏짚과 볏짚사일리지의 이용량을 증가시킬 경우 증체에 필요한 부족영양소 공급방법에 대한 연구가 필요하다.

○ 또한 한우의 체중과 증체율에 따른 볏짚과 볏짚사일리지의 섭취 가능량에 대한 설정 기준 확립이 필요하며, 이는 볏짚과 같은 저질 조사료의 가공방법 급여 효과 등에 대한 권장 방안이 제시되어야 할 것이다.

표 20. 유기농산부산물을 이용한 유기한우 사육 모델 (평균체중 500kg, 증체율 0.80kg, CNCPS, 2000)

평균체중: 500.00 kg, 증체율 : 0.80 kg							
사료 kg	A	B	C	D	E	F	G
벼짚	0.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
벼짚사일리지	8.00	8.00	10.00	10.00	12.00	12.20	10.00
옥수수사일리지	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	0.00
쌀겨	3.00	3.00	3.00	3.00	2.45	1.20	3.00
청치	2.00	2.00	1.50	1.50	2.00	2.00	1.50
비지	0.00	3.50	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
옥수수	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
보리	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
대두박	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.41	0.00
증체량(kg/d)							
대사에너지기준	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
대사단백질기준	0.91	0.38	0.25	0.29	0.80	0.80	0.29
영양소요구량							
대사에너지 요구(Mcal/d)	16.00	17.05	17.31	17.13	17.53	17.85	17.13
대사단백질요구량(g/d)	509.83	747.96	810.36	770.70	810.25	858.62	770.70
건물 요구량(kg/d)	11.77	10.97	10.72	10.88	10.67	10.40	10.88
건물섭취량(kg/d)	11.13	14.74	15.69	15.13	15.89	16.91	15.13
시료 영양성분, % 건물							
CP	9.77	7.52	8.03	6.96	9.00	7.44	6.96
NDF	50.35	52.11	53.41	52.77	52.88	59.17	52.77
NSC	28.33	29.45	27.94	29.23	27.66	24.20	29.23

#### 나. 농지이용별 유기한우 사육모델

##### 1) 논토양 활용방안

○ 중밀도 벼와 월동작물로 헤어리베치의 작부체계를 이용한 한우 조사료 이용가치

유기한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 각각 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능두수 추정 결과를 아래 표 21에 나타내고 있다. 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암, 수 각각 900g/

일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 증체에 필요한 에너지를 만족할 수 있는 수준에서 결과를 보면, 건물 충족도는 한우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 그리고 한우 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 113.46, 122.76, 106.87 및 96.76%로서 한우 수소 500g/일 증체시에 건물 섭취량이 부족되었다. 단백질 충족도를 기준으로 평가할 경우 급여 예로부터 77.61에서 60.58%로 단백질 공급원 필요성이 제기되었다. 단백질 공급원으로서 유기쌀겨를 이용할 경우 한우 암소의 경우 900g/일과 500g/일 각각 2.47kg과 1.77kg이 요구되며, 수소의 경우 900g/일과 500g/일 각각 2.61g과 2.89kg이 요구되었다. 연간 각각의 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육가능한 면적을 계산할 경우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 3.25두와 3.29두/ha가 사육 가능하며, 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 4.03 및 4.89두/ha로 판단된다.

표 21. 유기한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도 벼, 헤어리베치 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정(한우 350kg 기준; 한우사양표준 2005)

	암소한우 (kg/d 증체)		숫소한우 (kg/d 증체)	
	0.90	0.50	0.90	0.50
<b>조사료 공급량(kg DM/d)</b>				
중밀도 벼	6.75	6.62	6.24	5.30
헤어리베치	2.45	2.45	1.63	1.31
<b>목표</b>				
Dry Matter intake(kg)	8.11	7.39	7.37	6.83
Crude Protein(kg)	0.97	0.89	0.88	0.82
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
<b>공급량</b>				
Dry Matter(kg)	9.20	9.07	7.88	6.61
Crude Protein(kg)	0.70	0.69	0.59	0.50
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
<b>충족도(%)</b>				
Dry Matter intake	113.46	122.76	106.87	96.76
Crude Protein	71.66	77.61	66.98	60.58
NEI	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>과부족</b>				
Dry Matter intake(kg)	1.09	1.68	0.51	-0.22
Crude Protein(kg)	-0.28	-0.20	-0.29	-0.32
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Nutrients composition(% DM)</b>				
NDF	43.76	43.79	43.44	43.39
Effective NDF	98.00	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	7.58	7.58	7.52	7.51
ADF	3.39	3.34	2.86	2.39
TDN	59.88	59.85	60.31	60.38
<b>단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)</b>				
	2.47	1.77	2.61	2.89
<b>사육가능 두수, 두/ha</b>				
중밀도 벼	3.99	4.07	4.31	5.08
헤어리베치	2.50	2.50	3.75	4.69
종합 평균	3.25	3.29	4.03	4.89

○ 중밀도 벼와 월동작물로 (호밀+헤어리베치)의 작부체계를 이용한 한우 조사료 이용가치

유기한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능두수 추정 결과를 이래 표 22에 나타내고 있다. 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암, 수 각각 900g/일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 증체에 필요한 에너지를 만족할 수 있는 수준에서 결과를 보면, 건물 충족도는 한우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 그리고 한우 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 107.81, 116.68, 102.37 및 92.76%로서 한우 수소 500g/일 증체시에 건물 섭취량이 부족되었다. 단백질 충족도를 기준으로 평가할 경우 급여 예로부터 84.95에서 67.53%로 추가 단백질 공급의 필요성이 제기되었다. 단백질 공급원으로서 유기쌀겨를 이용할 경우 한우 암소의 경우 900g/일과 500g/일 각각 1.84kg과 1.19kg이 요구되며, 숫소의 경우 900g/일과 500g/일 각각 2.03g과 2.38kg이 요구되었다. 연간 각각의 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육가능한 면적을 계산할 경우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 5.46두와 5.62두/ha가 사육 가능하며, 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.48 및 7.64두/ha로 판단된다.

표 22. 유기한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도 벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (한우 350kg 기준; 한우사양표준 2005)

	암소한우 (kg/d 증체)		숫소한우 (kg/d 증체)	
	0.90	0.50	0.90	0.50
조사료 공급량(kg DM/d)				
중밀도 벼	6.14	6.14	5.42	4.51
호밀+ 헤어리베치	2.60	2.48	2.13	1.83
목표				
Dry Matter intake(kg)	8.11	7.39	7.37	6.83
Crude Protein(kg)	0.97	0.89	0.88	0.82
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
공급량				
Dry Matter(kg)	8.74	8.62	7.54	6.34
Crude Protein(kg)	0.77	0.75	0.66	0.55
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
충족도(%)				
Dry Matter intake	107.81	116.68	102.37	92.76
Crude Protein	78.88	84.95	74.27	67.53
NEI	100.00	100.00	100.00	100.00
과부족				
Dry Matter intake(kg)	0.63	1.23	0.17	-0.49
Crude Protein(kg)	-0.21	-0.13	-0.23	-0.27
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)				
NDF	44.08	44.02	43.99	44.03
Effective NDF	98.00	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	8.78	8.73	8.70	8.73
ADF	2.91	2.87	2.51	2.11
TDN	63.02	62.98	62.96	62.98
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	1.84	1.19	2.03	2.38
사육가능 두수, 두/ha				
중밀도 벼	4.38	4.38	4.97	5.97
호밀 + 헤어리베치	6.53	6.85	7.98	9.32
종합 평균	5.46	5.62	6.48	7.64



○ 중밀도벼와 월동작물로 (보리+헤어리베치)의 작부체계를 이용한 한우 조사료 이용가치

유기한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능두수 추정 결과를 아래 표 23에 나타내고 있다.

표 23. 유기한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (한우 350kg 기준; 한우사양표준 2005)

	암소한우 (kg/d 증체)		숫소한우 (kg/d 증체)	
	0.90	0.50	0.90	0.50
조사료 공급량(kg DM/d)				
중밀도 벼	6.14	6.14	5.11	3.88
보리+ 헤어리베치	2.27	2.17	2.11	2.11
목표				
Dry Matter intake(kg)	8.11	7.39	7.37	6.83
Crude Protein(kg)	0.97	0.89	0.88	0.82
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
공급량				
Dry Matter(kg)	8.42	8.31	7.22	5.99
Crude Protein(kg)	0.72	0.71	0.63	0.54
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
충족도(%)				
Dry Matter intake	103.81	112.48	98.03	87.77
Crude Protein	74.36	80.20	71.08	65.75
NEI	100.00	100.00	100.00	100.00
과부족				
Dry Matter intake(kg)	0.31	0.92	-0.15	-0.84
Crude Protein(kg)	-0.25	-0.18	-0.26	-0.28
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)				
NDF	39.95	40.03	39.76	39.24
Effective NDF	98.00	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	8.60	8.55	8.70	8.99
ADF	2.61	2.59	2.22	1.80
TDN	65.45	65.32	65.75	66.55
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	2.23	1.57	2.29	2.51
사육가능 두수, 두/ha				
중밀도 벼	4.38	4.38	5.27	6.93
보리 + 헤어리베치	8.55	8.97	9.21	9.21
종합 평균	6.47	6.68	7.24	8.07

- 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암, 수 각각 900g/일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 증체에 필요한 에너지를 만족할 수 있는 수준에서 결과를 보면, 건물 증축도는 한우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 그리고 한우 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 103.81, 112.48, 98.03 및 87.77%로서 한우 숫소 증체시에 건물 섭취량이 부족되었다. 단백질 증축도를 기준으로 평가할 경우 급여 예로부터 80.20에서 65.75%로 추가 단백질 공급의 필요성이 제기되었다. 단백질 공급원으로서 유기쌀겨를 이용할 경우 한우 암소의 경우 900g/일과 500g/일 각각 1.84kg과 1.19kg이 요구되며, 숫소의 경우 900g/일과 500g/일 각각 2.03g과 2.38kg이 요구되었다. 연간 각각의 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육가능한 면적을 계산할 경우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 5.46두와 5.62두/ha가 사육 가능하며, 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.48 및 7.64두/ha로 판단된다.

## 2) 밭토양 활용방안

○ 봄, 여름, 월동작물로 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우 조사료 이용가치

유기한우 사육을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능 두수 추정 결과를 아래 표 24에 나타내고 있다. 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암, 수 각각 900g/일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 증체에 필요한 에너지를 만족할 수 있는 수준에서 결과를 보면, 건물증축도는 한우 암소 및 숫소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 100.14, 107.90, 96.07 및 86.77%로서 한우 숫소 500g/일 증체 시에 건물섭취량이 가장 부족하였다. 단백질 증축도를 전체적으로 추가 단백질공급의 필요성이 제기되었으며 단백질 공급원으로서 유기쌀겨를 이용할 경우 각각 1.71kg, 1.16kg, 1.77kg과 2.45kg이 요구되었다. 연간 각각의 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육 가능한 면적을 계산할 경우 암소 및 수소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 5.82 두, 5.83두, 6.88 및 8.09두/ha로 판단된다.

표 24. 유기한우사육을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (한우 350kg 기준; 한우사양표준 2005)

	암소한우 (kg/d 증체)		숫소한우 (kg/d 증체)	
	0.90	0.50	0.90	0.50
조사료 공급량(kg DM/d)				
호밀+ 헤어리베치	3.34	3.04	2.98	1.82
Phacelia	1.63	1.63	1.63	1.63
옥수수	3.14	3.30	2.47	2.47
목표				
Dry Matter intake(kg)	8.11	7.39	7.37	6.83
Crude Protein(kg)	0.97	0.89	0.88	0.82
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
공급량				
Dry Matter(kg)	8.12	7.97	7.08	5.93
Crude Protein(kg)	0.78	0.76	0.69	0.54
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
충족도(%)				
Dry Matter intake	100.14	107.90	96.07	86.77
Crude Protein	80.34	85.35	77.60	66.51
NEI	100.00	100.00	100.00	100.00
과부족				
Dry Matter intake(kg)	0.01	0.58	-0.29	-0.90
Crude Protein(kg)	-0.19	-0.13	-0.20	-0.27
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)				
NDF	55.63	56.14	54.88	56.16
Effective NDF	98.00	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	9.63	9.49	9.69	9.19
ADF	2.42	2.36	2.16	1.81
TDN	67.85	68.10	67.09	67.32
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)				
	1.71	1.16	1.77	2.45
사육가능 두수, 두/ha				
호밀+ 헤어리베치	5.08	5.59	5.71	9.32
Phacelia	2.85	2.85	2.85	2.85
옥수수	9.50	9.05	12.10	12.10
종합 평균	5.81	5.83	6.88	8.09

○ 봄, 여름, 월동작물로 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우 조사료 이용가치

유기 한우사육을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름 및 월동작물로 각각 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능두수 추정 결과를 아래 표 25에 나타내고 있다. 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암, 수 각각 900g/일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 증체에 필요한 에너지를 만족할 수 있는 수준에서 결과를 보면, 건물충족도는 한우 암소 및 숫소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 100.14, 108.29, 95.46 및 86.12%로서 한우 숫소 500g/일 증체시에 건물섭취량이 가장 부족하였다. 단백질충족도를 전체적으로 추가 단백질공급의 필요성이 제기되었으며 단백질 공급원으로서 유기쌀겨를 이용할 경우 각각 1.71kg, 1.06kg, 1.93kg과 2.61kg이 요구되었다. 년간 각각의 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육가능한 면적을 계산할 경우 암소 및 숫소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.11두, 6.18두, 7.01 및 8.63두/ha로 판단된다.

표 25. 유기한우사육을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 짚겨 급여량 및 사육가능두수 추정 (한우 350kg 기준; 한우사양표준 2005)

	압소한우 (kg/d 증체)		숫소한우 (kg/d 증체)	
	0.90	0.50	0.90	0.50
조사료 공급량(kg DM/d)				
헤어리베치	1.63	1.63	1.63	1.63
호밀+ 헤어리베치	3.34	3.24	2.67	1.51
옥수수	3.14	3.13	2.73	2.73
목표				
Dry Matter intake(kg)	8.11	7.39	7.37	6.83
Crude Protein(kg)	0.97	0.89	0.88	0.82
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
공급량				
Dry Matter(kg)	8.12	8.00	7.04	5.88
Crude Protein(kg)	0.78	0.77	0.67	0.53
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
충족도(%)				
Dry Matter intake	100.14	108.29	95.46	86.12
Crude Protein	80.34	86.68	75.57	64.32
NEI	100.00	100.00	100.00	100.00
과부족				
Dry Matter intake(kg)	0.01	0.61	-0.33	-0.95
Crude Protein(kg)	-0.19	-0.12	-0.22	-0.29
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)				
NDF	55.63	55.70	55.65	57.09
Effective NDF	98.00	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	9.63	9.60	9.50	8.96
ADF	2.42	2.38	2.12	1.77
TDN	67.85	67.85	67.51	67.83
단백질보충을 위한 짚겨이용량(kg)	1.71	1.06	1.93	2.61
사육가능 두수, 두/ha				
헤어리베치	3.75	3.75	3.75	3.75
호밀 + 헤어리베치	5.08	5.24	6.37	11.22
옥수수	9.50	9.55	10.92	10.92
종합 평균	6.11	6.18	7.01	8.63

○ 봄, 여름, 월동작물로 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우 조사료 이용가치

유기한우사육을 위한 발토양 활용방안으로 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능두수 추정 결과를 아래 표 26에 나타내고 있다.

표 26. 유기한우사육을 위한 발토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치, 부족 단백질 공급을 위한 쌀겨 급여량 및 사육가능두수 추정(한우 350kg 기준; 한우사양표준)

	암소한우 (kg/d 증체)		숫소한우 (kg/d 증체)	
	0.90	0.50	0.90	0.50
조사료 공급량(kg DM/d)				
호밀+ 헤어리베치	2.71	2.77	2.65	1.49
옥수수	3.52	3.52	2.73	2.73
이탈리안	1.72	1.54	1.54	1.54
목표				
Dry Matter intake(kg)	8.11	7.39	7.37	6.83
Crude Protein(kg)	0.97	0.89	0.88	0.82
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
공급량				
Dry Matter(kg)	7.97	7.83	6.93	5.77
Crude Protein(kg)	0.72	0.71	0.63	0.49
NEI(Mcal)	5.51	5.43	4.75	3.99
충족도(%)				
Dry Matter intake	98.27	105.95	93.98	84.53
Crude Protein	73.54	79.88	71.73	60.18
NEI	100.00	100.00	100.00	100.00
과부족				
Dry Matter intake(kg)	-0.14	0.44	-0.44	-1.06
Crude Protein(kg)	-0.26	-0.18	-0.25	-0.33
NEI(Mcal)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nutrients composition(% DM)				
NDF	57.57	57.65	56.71	58.39
Effective NDF	98.00	98.00	98.00	98.00
Crude Protein	8.98	9.04	9.16	8.54
ADF	2.26	2.21	2.00	1.65
TDN	69.14	69.35	68.58	69.11
단백질보충을 위한 쌀겨이용량(kg)	2.30	1.59	2.23	2.92
사육가능 두수, 두/ha				
호밀 + 헤어리베치	6.21	6.14	6.42	11.37
옥수수	8.49	8.49	10.92	10.92
이탈리안	3.67	4.08	4.08	4.08
중합 평균	6.12	6.24	7.14	8.79

- 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암, 수 각각 900g/일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 증체에 필요한 에너지를 만족할 수 있는 수준에서 결과를 보면, 건물충족도는 한우 암소 및 숫소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 98.27, 105.95, 93.98 및 84.53%로서 한우 숫소 500g/일 증체시에 건물 섭취량이 가장 부족하였다. 단백질충족도를 전체적으로 추가 단백질공급의 필요성이 제기되었으며 단백질 공급원으로서 유기쌀겨를 이용할 경우 각각 2.30kg, 1.59kg, 2.23kg과 2.92kg이 요구되었다. 연간 각각의 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육가능한 면적을 계산할 경우 암소 및 숫소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.12두, 6.24두, 7.14 및 8.79두/ha로 판단된다.

## 14. 결과 요약

### 가. 유기축산에서의 조사료 및 농산부산물 이용

유기낙농에서는 조사료의 비중이 관행낙농보다 상대적으로 높다가 때문에 유기축산은 자연순환의 기본원리상 농장 자체내에서 생산한 사료에 기초를 두어야 한다. 농장 자체 내에서의 사료 생산은 조사료 생산에 근간을 이루며 목초를 이용한 청초, 건초, 목초사일리지 또는 옥수수사일리지 등이 주로 이용될 수 있다. 유기낙농에서 양질의 조사료를 급여하였을 때 연간 유량 7,000kg의 생산이 가능하다. 젖소에게 유기 영양소원으로서 미강, 결미, 청치 및 벧짚의 이용 함량은 전체 사료 중 각각 8.8, 6.1, 4.9 및 28.5% 이용 가능한 것으로 평가되어 유기농산부산물을 약 50% 정도 사용 가능하다.

### 나. 농지 이용별 유기낙농 사육모델

#### ○ 논토양 활용방안

사료용 벼 및 월동작물로 각각 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계, 중밀도벼, 호밀+헤어리베치 순서의 작부체계, 중밀도벼, 보리+헤어리베치 순서의 작부체계를 NRC 사양표준으로 비교한 결과 평균 체중 650kg인 젖소의 유지율 3.5% 유단백 3.0%인 우유를 25, 20, 15kg/일인 유생산의 경우 단백질 공급량이 모두 부족하였으나 유기쌀겨의 추가 공급으로 부족단백질을 충족할 수 있다고 판단된다. 연간 각각의 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 평균 1.13, 1.29 및 1.44두/ha로 나타났다.

#### ○ 밭토양 활용방안

봄, 여름, 월동작물로 각각 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 이탈리아라이그레스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 조사료 이용가치를 NRC 사양표준으로 비교하였다. 우유를 25, 20 및 15kg/일 생산할 경우 단백질 공급이 대체적으로 부족하였으나 15kg/일 생산 시에는 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서 단백질 충족도를 상회하는 수준으로 단백질사료를 추가 공급할 필요 없이 사육이 가능하였다. 연간 조사료원 생산량을 고려하여 비유능력별 평균 사육 가능한 면적을 계산할 경우 25, 20 및 15kg/일 생산의 경우 각각 조사료 생산 작부체계별로 평균 2.67, 3.01, 8.34두/ha, 2.82, 3.27, 4.78



두/ha 및 2.86, 3.35, 4.01두/ha로 나타났다.

#### 다. 유기한우 사육모델

##### ○ 유기농산부산물을 이용한 사육모델

한우 비거세우의 경우 농산부산물로 볏짚, 볏짚사일리지, 청치, 쌀겨 등의 쌀부산물을 이용할 때 증체율을 위한 에너지 및 단백질요구량을 충족시킬 수 없기 때문에 유기비지와 같은 단백질 공급원 및 유기옥수수 또는 유기옥수수사일리지와 같은 곡류의 추가 급여가 필요하다고 판단된다. 유기청치 및 유기쌀겨의 이용수준은 각각 0.5-1kg 과 1.6-1.3kg 이용이 가능하다. 유기한우 사육에 볏짚과 볏짚사일리지의 이용량을 증가시킬 경우 한우의 체중과 증체율에 따른 볏짚과 볏짚사일리지의 섭취 가능량에 대한 설정 기준 확립이 필요하며 볏짚과 같은 저질 조사료의 가공방법 급여 효과 등에 대한 권장 방안이 제시되어야 할 것이다.

##### ○ 논토양 활용방안

유기 한우사육을 위한 논토양 활용방안으로 사료용 벼 및 각각 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계, 중밀도벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 중밀도벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계를 이용한 한우의 성별 및 증체량에 따른 적용 가능한 사료급여 예와 이에 따른 영양소 부족 및 사육가능두수를 추정하였다. 대체적으로 에너지는 충족되나 단백질 공급이 부족하여 유기쌀겨 등의 단백질 공급원의 사용을 권장한다. 각각의 작부체계별로 조사료별 생산량과 한우의 증체량을 고려하여 사육가능한 면적을 계산할 경우 중밀도벼, 헤어리베치 순서의 작부체계에서 암소(350kg)의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 3.25두와 3.29두/ha가 사육 가능하며, 숫소(350kg)의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 4.03 및 4.89두/ha로 나타났다. 중밀도벼, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서는 사육가능한 면적을 계산할 경우 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 5.46두와 5.62두/ha가 사육 가능하며, 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.48 및 7.64두/ha로 나타났다. 중밀도벼, (보리+헤어리베치) 순서의 작부체계에서는 암소의 증체량이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 5.46두와 5.62두/ha가 사육 가능하며, 숫소의 증체율이 900g/일과 500g/일인 경우 각각 6.48 및 7.64두/ha로 나타났다.

##### ○ 밭토양 활용방안

유기한우사육을 위한 밭토양 활용방안으로 봄, 여름, 월동작물로 각각

Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계, 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계를 비교, 분석하였다. 한우 평균 체중이 350kg을 기준으로 하여 암, 수 각각 900g/일 및 500g/일 증체하는 것을 가정할 경우 Phacelia, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서 각각 5.82두, 5.83두, 6.88 및 8.09두/ha로 나타났다. 헤어리베치, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계에서는 각각 6.11두, 6.18두, 7.01 및 8.63두/ha이었으며, 이탈리아라이그래스, 옥수수, (호밀+헤어리베치) 순서의 작부체계는 각각 6.12두, 6.24두, 7.14 및 8.79두/ha로 나타났다.

### 제 3 절 경종과 축산의 연계를 통한 자연순환형 유기농업 모델개발

#### 15. 물질 순환의 개념

##### 가. 농업생태계에서의 물질순환

농업 생태계에서는 그림 2와 같이 생산자인 식물이 뿌리로부터 물과 무기염류를 흡수하고 태양에너지의 힘을 빌려 탄소를 고정하여 유기물인 식물체를 만들어 내고 인간의 식량 혹은 동물의 먹이로 섭취되며 이들 소비자들이 죽거나 배설한 분뇨가 토양에 환원되고, 환원된 동·식물의 유체와 가축의 분뇨 등은 토양 미생물에 의해 분해되어 자신에 필요한 영양물질로 이용되고 그 분해물인 무기염류는 토양에 잔류하여 다시 식물에 의해 흡수되어 순환된다.

한편 양축농가에서는 가축생산성을 높이기 위해 농후사료를 배합사료의 형태로 구입하여 사용하기도 하고 근래에는 일부 조사료까지도 외부로부터 투입되고 있다. 이들 투입된 사료에 의해 가축생산이 이루어지고 이 과정에서 주산물인 고기, 우유, 달걀 등이 생산되어 산출물로 외부로 나가고, 또한 부산물로 가축분뇨가 발생된다. 발생된 가축분뇨는 자원화 또는 정화처리 방식에 의해 적절하게 처리되면 작물재배를 위한 양분 공급원으로 농경지에 살포되지만, 부적절하게 처리되는 경우로는 폐기, 방치, 투기, 야적 및 무단 방류가 이루어져서 농업생태계의 환경부하 요인으로 작용하게 된다.

또한 경종농가에서도 작물생산을 위해 양분 공급원으로 화학비료와 일부 유기질 비료가 외부로부터 투입된다. 작물은 이들 양분을 이용하여 식량과 조사료 등을 생산하게 되지만, 작물의 생육과정에서 필요로 하는 양분 요구량 이상으로 과잉 투입되면 흡수되지 못한 무기물의 유거, 용탈, 휘산 등이 이루어지게 된다. 이 과정에서 환경의 자정 능력을 초과하는 경우, 과잉 양분은 농업생태계의 환경오염 부하요인으로 작용하게 된다.

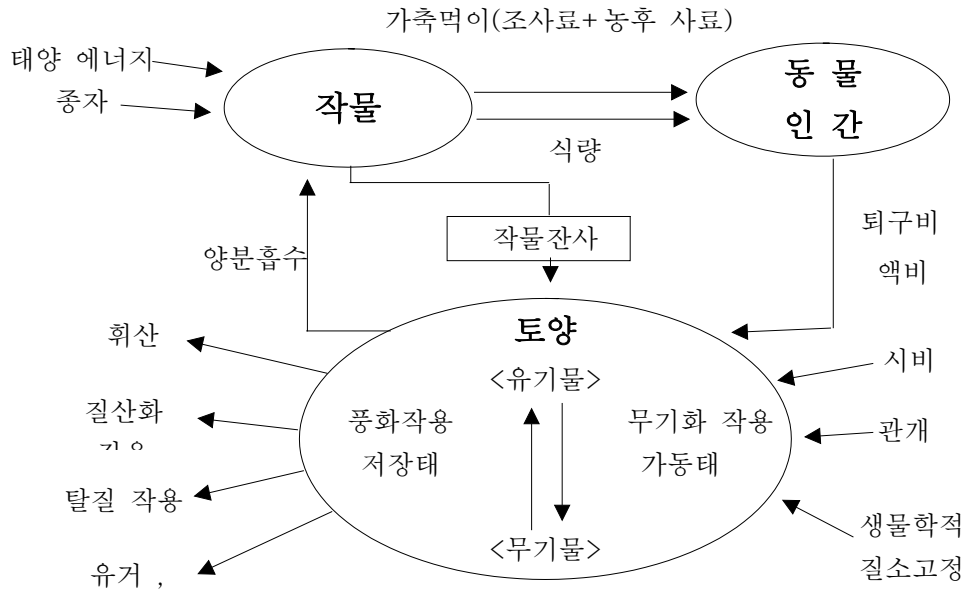


그림 2. 농업생태계에서의 물질순환

나. 토양에서의 질소순환

친환경 농업은 자연친화를 근본으로 하여 국가 혹은 지역 생태계 내에서 물질 순환에 의해 농사를 짓는 것을 말한다. 예를 들어 농경지에서 사료작물을 생산해서 가축을 사육하고 사람은 그 육류를 소비하며 가축 배설물은 퇴비 형태로 사료곡물재배를 위해 지력을 회복시키는 비료로 사용된다. 이러한 체계는 일종의 순환 농업 개념으로 그 중심을 이루는 물질을 질소로 규정할 수 있다.

토양 중의 질소 화합물에는 유기태와 무기태 질소로 구분되는데, 작물이 흡수·이용할 수 없는 유기태 화합물이 92~93% 이상이 되고, 무기태 화합물이 적어 손쉽게 인위적인 시비에 의존하고 있다. 한편 작물이 흡수하는 질소 성분의 형태는 암모니아태 질소와 질산태 질소라는 무기태 질소이다. 이들 무기태 질소는 주로 화학비료에 의존하고 동식물 유체나 가축분뇨 등은 유기태 질소이기에 그림 3과 같은 순환과정을 거쳐야 한다.

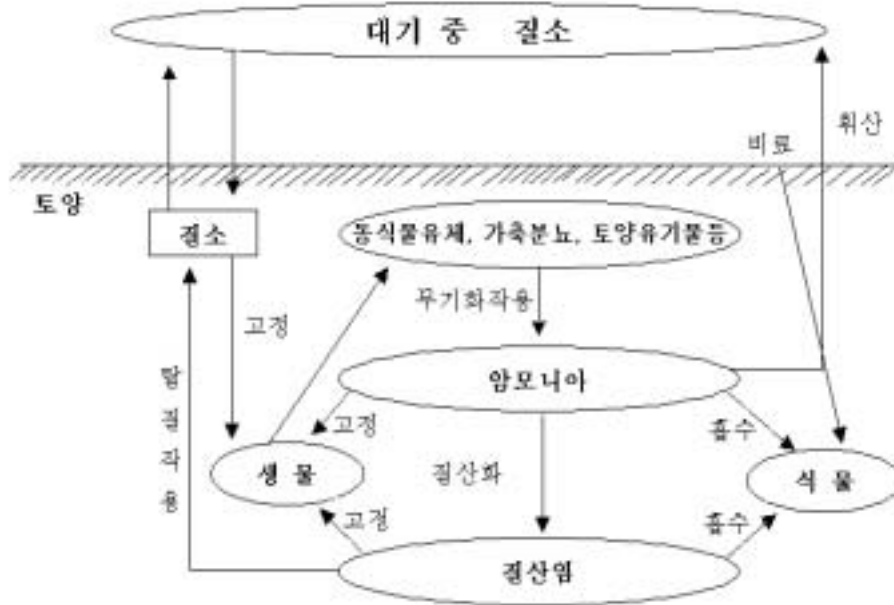


그림 3. 토양에서의 질소 흐름(Tivy, 1990)

대기 중의 질소는 *Azotobacter*나 콩과 작물의 근류균 등에 의해 고정되거나 작물의 잔사 및 토양에 시용된 가축의 분뇨 중 유기태 질소 화합물이 미생물의 무기화작용에 의해 분해되어 암모니아가 생성되고, 이들 암모니아는 산화되어 질산으로 되는 질산화 작용을 거치거나, 아질산이 환원되어 암모니아로 되는 질산 환원 작용이 일어나게 된다. 이러한 과정 중 질산이나 암모니아 등은 식물체의 뿌리를 통해 흡수되며 이렇게 흡수된 질소화합물은 광합성 산물인 탄수화물과 결합하여 아미노산으로 되고 최종적으로는 단백질로 합성되게 된다. 그러나 일부 질산은 가스상의 질소나 아산화질소로 되어 탈질되거나, 유기태 질소가 무기화되는 과정에서 암모니아 가스형태로 휘산되기도 한다.

이와 같은 순환과정에서 상당량의 질소는 직, 간접적으로 유기물에서 무기태의 형태가 되어 손실되거나 유기태 질소가 무기태 질소와 마찬가지로 토양표면에 놓인 잔사 및 가축의 분뇨 등에서 표면수와 함께 유거되어 잃게 된다.

## 16. 모형의 개발

유기경종과 유기축산의 연계모형은 토양 → 사료작물(식물) → 가축(동물)을 연계하는 동적 시스템으로, 다음과 같은 장점을 가지고 있다. 첫째로 국토의 효율적인 개발과 경지이용을 통하여 부존 식물자원을 최대한으로 활용할 수 있고, 둘째로 생산되는 낙농제품과 육류의 안전성이 높아 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있으며, 셋째로 소비자의 입장에서 사육방식과 생산된 제품의 추적이 가능하며, 넷째로 가축분뇨를 식량과 사료자원의 생산에 필요한 유기자원으로 활용할 수 있고, 다섯째로 지역 내에서 경종농업과 축산업의 연계모형 개발이 가능하며, 국제적인 유기축산 동향에 능동적으로 대응할 수 있다. 이러한 유기 경종과 축산을 연계한 순환농업은 가축의 유무에 따라 가축분뇨가 환원이 되거나 아니면 녹비작물 재배나 혹은 인위적인 유기질 비료자원의 첨가 등에 따라 그 모형이 달라져야 하는데, 그림 4는 유축농업에 의한 자연순환을 나타낸 것으로 가축이 없을 경우에는 점선의 사각형 내에서처럼 무축 농업에 의한 자연순환이 이루어져야 한다.

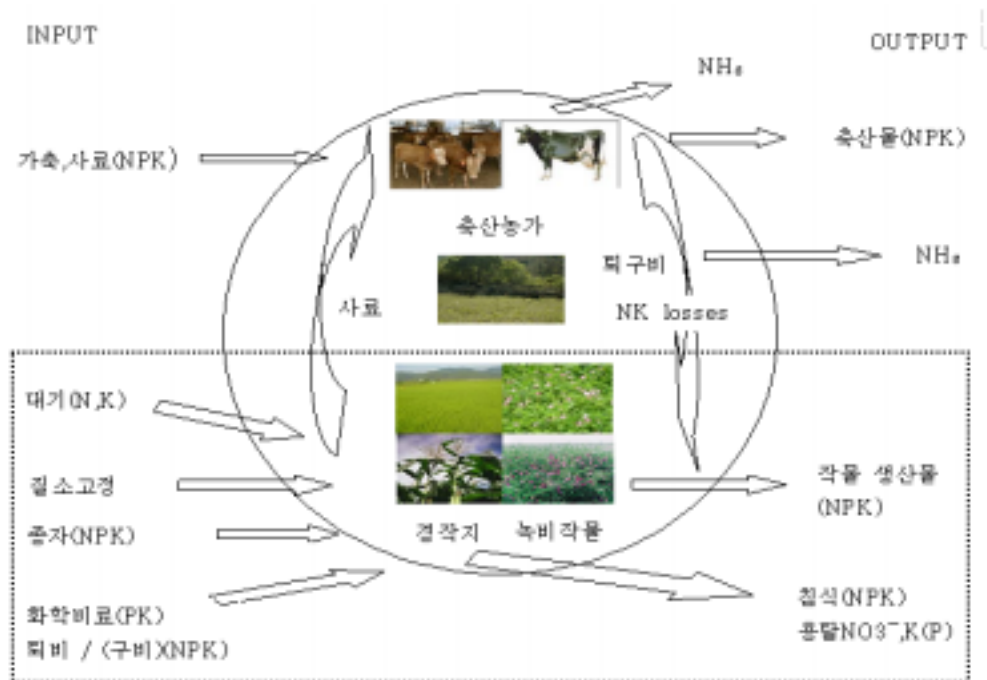


그림 4. 무축과 유축농업에서의 경종과 축산을 연계한 자원순환

또한 우리나라의 자연환경조건에서 순환농업은 수도작(평야)지역에서 경종농업과 낙농업 혹은 한우산업, 전작 지역에서는 옥수수 등 전작농업과 연계한 한우,

낙농 및 염소사육, 그리고 중산간(혼합)지역에서는 산지 농업과 한우 혹은 유기 염소사육의 연계모형 설정이 가장 이상적이다.

이를 위해서는 우선 크게 무축과 유축농업으로 구분되어야 하고, 이들은 다시 농지 이용별 즉, 수도작, 전작 및 중산간(혼합) 지역별 작부체계와 가축분뇨 등에 의한 유기물 환원량과 양분수지를 토대로 한 유기경종과 유기축산의 연계모형 즉, 지역별 순환농업의 기술체계가 확립되어야 한다.

### 17. 무축 농업에 의한 자연순환

#### 가. 수도작 지역에서의 순환농업

우리나라 평탄지의 대표적인 경종작물인 수도작 지대의 경우, 가축분뇨를 사용하지 않고 녹비작물 등 작부체계에 의한 논토양에서 유기물 환원량과 양분수지를 나타낸 것이 <표 1>이다.

<표 1> 작부체계에 따른 논토양의 유기물량, 유기질소량, 무기질소량, 생물학적 질소 고정량, 양분요구량 및 질소수지의 추정치(이, 2002)

작부체계	유기물량(톤/ha) <sup>1</sup>	유기질소량 <sup>2</sup>	무기질소량 <sup>3</sup>	질소고정량 <sup>4</sup>	질소요구량 <sup>5</sup>	질소수지 <sup>6</sup> (kg/ha)
	(지상부+ 지하부)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	
호밀+벼	11 ~ 12	280 ~ 300	3 ~ 15	33 ~ 65	110	▽40 ~ 74
벼단작	7 ~ 9	64 ~ 100	0.7 ~ 5	31 ~ 55	110	▽50 ~ 78
자운영+벼	4 ~ 7	100 ~ 155	1 ~ 8	80 ~ 150	110	▽30 ~ △5 0
헤어리베치+벼	5 ~ 9	120 ~ 230	2 ~ 12	80 ~ 150	110	▽30 ~ △5 0

1) 유기물량은 지상부와 지하부의 합계치(지하부 수량은 지상부의 25~30%)

2) 지하부 유기질소량은 1.0~1.5%로 계산

3) 무기질소량은 유기질소의 무기화율을 연간 1~5%로 계산

4) 질소고정량은 생물적 질소고정량인 독립영양계(Azoto - bactor)의 연간 10kg/ha, Algae에 의한 질소고정량을 연간 20~40kg/ha, 공생계(Rhizobium bacteria)에 의한 재배기간중의 고정량을 50~100kg/ha로 계산

5) 질소요구량은 관행농법에 의한 표준시비량

6) 질소수지는 질소공급량(무기질소량 + 질소고정량) - 질소요구량으로 계산

- 1) 논 뒷그루로 호밀을 재배하였을 때, 유기물 환원량은 많지만 질소수지는 40~74kg/ha가 부족하므로, 지속적인 유기물 환원량의 증가를 통한 토양비옥도의 유지와 함께 부족량은 유기질 퇴비 또는 액비로 보충하

는 것이 토양비옥도 증진에 유리하다고 판단된다.

- 2) 벼 재배 후 볏짚을 썰어 넣는 경우에는 유기물 환원량은 많지만, 볏짚의 C/N율이 높아서 분해속도가 늦다. 따라서 매년 볏짚을 썰어 넣는 것보다는 격년으로 환원시키는 것이 좋으며, 부족량의 질소인 50~78kg/ha은 외부로부터 유기질 퇴비를 보충시켜야한다.
- 3) 두과 녹비작물의 잔사는 C/N율이 낮고, 분해되기 쉬우며, 유기물 환원량이 적당하고, 생물고정능력이 높으므로, 남부지방에서는 자운영을, 중북부 지방에서는 조생종 벼를 재배한 후 헤어리베치를 도입하여 토양으로의 유기물 환원량을 증가시키고, 생물 고정능력을 높이는 것이 필요하다.
- 4) 벼의 영양특성에서 볼 때, 토양질소의 이용효율이 높으므로, 토양으로의 지속적인 유기물 환원을 통하여 토양비옥도를 높은 수준으로 유지하는 것이 중요하다.

#### 나. 전작 지역에서의 순환농업

전작에서의 친환경농업은 주로 엽채류와 과채류 중심으로 이루어지고 있다. 엽채류와 과채류는 양분흡수력이 낮아서 많은 양의 양분을 요구하기 때문에, 토양의 환경용량을 고려한 시비설계가 필요하다.

엽채류와 과채류는 연간 150~300kg/ha 범위의 질소를 필요로 하지만, 질소요구량의 1/2~1/3이 토양 중에 잔존하므로, 연작시에 다량의 질소를 투입할 경우에는 영양염류 집적토양이 되기 쉬우므로 시비량의 설정이 매우 어렵다.

수도작 지역에서도 마찬가지로 전작지역에서도 작물의 영양소 공급원으로 중요한 역할을 하고 있는 것이 녹비작물과 유기질 비료 등으로 이들의 공급에 의해 자연순환이 이루어지게 되는 경우에 대해 알아보려고 한다.

#### 1) 녹비작물에 의한 자연순환

##### 가) 녹비작물의 정의

녹비는 농가 자급비료로서 퇴비와 함께 매우 중요하고, 종류에는 야생녹비와 재배녹비가 있는데, 재배녹비로 쓰이는 식물을 보통 녹비작물 또는 비료작물이라 한다. 이들 녹비는 주로 콩과 작물로 만드는데, 자운영, 헤어리베치, 크립손 클로버, 벌노랑이, 토끼풀, 자주개자리, 풋베기콩, 풋베기 완두, 루핀 등이 가장 많이 사용되고, 그 밖에 유채(평지), 수수, 호밀, 풋베기 귀리, 풋베기 옥수수, 풋베기 쌀보리, 메밀 등의 작물도 녹비로 이용할 수 있다.



한편 야생녹비는 활엽수의 어린잎·산야초 등 종류가 많으나 품질과 효과 면에서 크게 기대하기 어렵다.

일반적으로 녹비작물은 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

- (1) 생육이 왕성하고 재배가 쉬워야 하며,
- (2) 심근성(深根性)으로 하층의 양분을 이용할 수 있고,
- (3) 비료성분의 함유량이 높으며 유리질소의 고정력이 강하고,
- (4) 줄기·잎이 유연하여 토양 중에서 분해가 빠른 것이라야 한다.

녹비는 생초(生草)보다 어느 정도 건조시켜 사용하는 것이 분해가 완만하여 안전하며, 또 시용할 때 산소공급이 부족하면 분해가 지연되고 환원작용이 일어나 유해가스가 생겨 작물생육을 방해하는 경우가 많다. 이와 같은 유해작용을 방지할 수 있는 유효한 방법을 강구해야 한다.

#### 나) 엽채류 등 재배 시 녹비작물 효과

전작지역에서 엽채류를 재배 시에 수수교잡종 등을 재배하여 녹비작물로 이용하였을 때, 토양의 물리, 화학성 변화와 엽채류 수량의 변화를 나타낸 것이 표 2와 3으로 효과적인 녹비작물로 인위적인 화학비료의 첨가가 없어도 작물 재배가 가능할 수 있음을 나타내고 있다. 아울러 이들 대표적인 녹비작물의 재배 특성과 효과를 표4에 나타내었다.

<표 2> 수수교잡종 재배 전·후 토양 변화(농촌진흥청)

구 분	토양통	pH (1:5)	유 기 물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	친환성양이온(cmol/kg)			석회요구량 (kg)
					K	Ca	Mg	
과종전	동귀통	5.4	20	1,053	0.7	7.8	0.7	670
과종후	동귀통	6.0	32	887	0.5	5.2	0.6	446
대 비	-	6.0	12	△166	△0.2	△2.6	△0.1	△224

<표 3> 수수교잡종 재배에 의한 수량성

구 분	시 설 오 이	감 자	배 추	양 배 추	당 근	마 늘
재 배 지	12,000	2,150	7,750	5,700	3,420	1,820

무재배비	8,000	1,870	7,130	5,100	3,010	1,550
증 수 율	4,000(33%증)	280(13%)	620(8%)	600(21%)	410(12%)	270(15%)

<표 4> 주요 녹비작물의 재배적 특성

작 물	수 수	호 밀	자 운 영	헤어리베치
과종시기	5월	10월이후	9월	8 ~ 9월
종자량(kg/10a)	4 ~ 5	13 ~ 15	4 ~ 5	6 ~ 9
예취시기	7월	익년 4월	익년 5월	익년 5월
내 한 성	약	강(전국)	약(대전이남)	강(전국)
내 습 성	강	중	중	약함
분해정도	늦음	늦음	중간	빠름
녹비효과	과잉염류제거 유기물 확보	물리성개선 유기물확보	미생물성개선 질소공급	미생물성개선 질소공급

## 2) 유기질 비료(돈분발효 액비)에 의한 자연순환

최근 엽채류와 과채류의 재배 시에 돈분 발효 액비사용 등에 의한 자연순환이 일반화되고 있는 추세이지만 다음과 같은 사항을 고려하여 돈분 액비를 사용할 필요가 있다.

- 액비의 조제 시에는 계절에 따른 발효기간을 설정하여 충분히 발효될 수 있도록 한다.
- 액비 사용 시에는 질소농도를 정확히 분석하여 연간 일정한 농도가 유지되도록 한다.
- 액비 사용 전에 반드시 토양 중의 잔존 질소함량을 측정된 후, 작물종의 양분 요구량에 부족한 양분만을 공급토록 하여 양분의 지나친 사용을 최소화한다.
- 액비의 이용 후에는 암모니아태 질소의 휘산을 최소화하고, 적정 희석배율을 정하여 토양으로 빠르게 침투될 수 있도록 한다.
- 특히 엽채류에서는 질소의 다량사용에 의한 질산태 질소의 집적위험이 높으므로 주의해야 한다.
- 염류집적토양의 경우에는 연작을 피하고, 흡비력이 높은 청예작물을 재배하여, 토양중의 잔존양분을 흡수, 이용토록 하여 잔존양분을 감소시키는 한편 토양중의 유기물 함량을 높여주는 것이 필요하다.

## 18. 유축농업에 의한 자원 순환

우리나라의 자연환경조건에 따른 농지이용별 즉 수도작, 전작 및 증산간(혼합) 지역에서의 순환농업의 연계모형을 다음과 같이 총 질소합량의 수치로서 설계하고자 한다.

- ◆ 작물 : 작물별 ha 당 양분요구량과 평균 연간 건물수량을 조사하고 한국표준사료성분표(2002)에 제시된 작물별 TDN함량(가소화영양소총량)을 구하여 연간 TDN수량을 계산한다.
- ◆ 가축 : 구해진 ha 당 연간 건물수량을 기초(조사료 급여수준을 70~90%로 책정)로 ha당 가축체중 및 증체수준별로 사육두수를 결정함과 동시에 이들을 사육할 시에 발생하는 가축분뇨량을 연간으로 계산한다.
- ◆ 토양 : 가축을 사육할 때 발생하는 분뇨를 ha당 토양에 환원하였을 경우의 질소시용량과 이용율(평균 55%)을 기초로 하여 질소 투입량을 결정하고 여기에 재배작물의 무기질소 환원 및 고정량을 합한 것에서 작물재배 시에 요구되는 양분 요구량을 제하여 수지를 계산하여 작물-가축-토양의 순환농업 연계모형을 설계하였다.

### 가. 수도작 지역에서의 순환농업

#### 1) 수도작과 한우사육의 순환농업 모형

가) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 보리재배와 한우사육에 의한 순환농업  
유기 수도작 재배가 끝난 후 생산된 볏짚은 그림 5와 같이 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 보리 재배 시에는 ha 당 6.4톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준에서 조사료원으로 하면 한우 350kg(송아지 150kg → 번식우 550kg), 일일 400g의 증체를 기준으로 8두를 사육할 수 있게 된다. 이들 8두의 한우는 연간 42.6톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 170.5 kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 93.5 kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 129.8~173.5kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 벼와 보리 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 201kg 보다 약 36.5~71.2kg가 부족한 결과를 초래한다. 그러나 이들 부족한 질소량은 차기에 자주개자리 등 콩과작물의 윤작을 행하면서 발생하는 질소 양분 초과분으로 충당하게 되면 자연스럽게

자연순환이 이루어지게 된다.

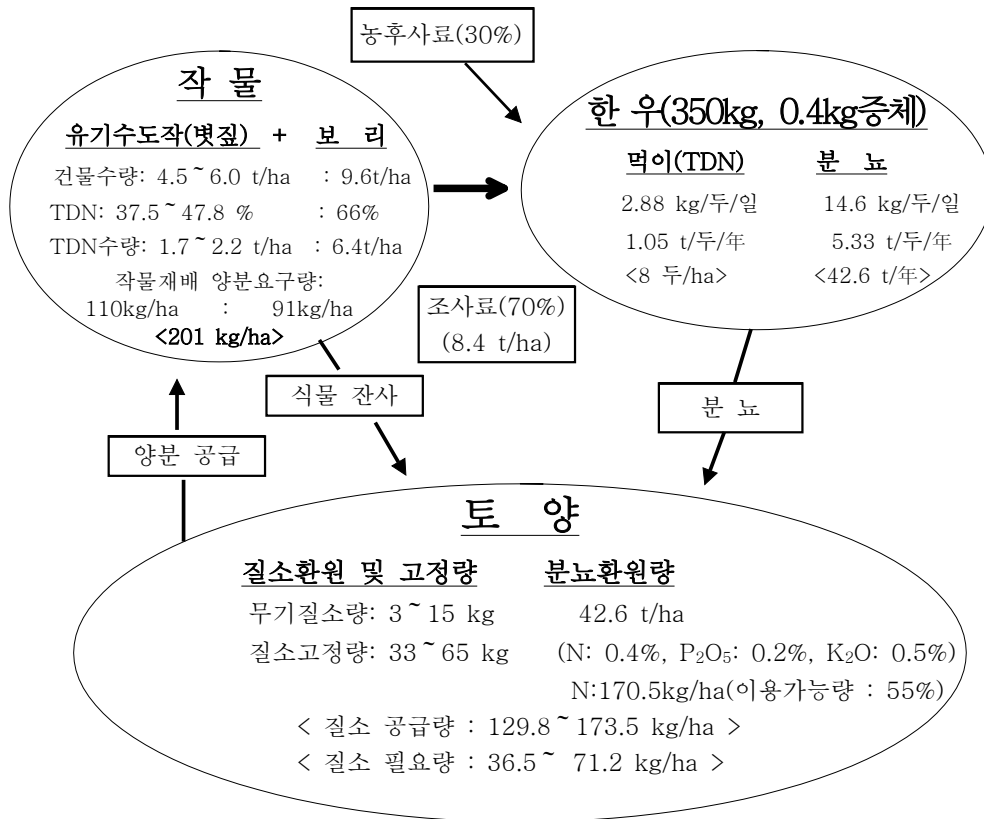


그림 5. 수도작(답리작으로 보리재배)과 한우사육에 의한 순환농업

나) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 자주개자리 재배와 한우사육에 의한 순환농업

그림 6과 같이 유기 수도작 재배가 끝나게 된 후 생산된 벼짚은 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 자주개자리 재배 시에는 ha 당 5.2~6.5톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70% 수준을 조사료원으로 하면 한우 350kg(송아지 150kg → 번식우 550kg)를 일일 400g의 증체를 기준으로 7.5두를 사육할 수 있게 된다. 이들 8두의 한우는 연간 40.0톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 160.0 kg이 되지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55%

정도이기에 연간 ha당 88 kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 콩과작물의 대기중 질소 고정량을 더하게 되면 169~246kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 벼와 자주개자리 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 140kg 보다 약 29~106kg가 과잉으로 공급되는 결과를 초래하지만, 이들 과다 질소량은 전년도에 답리작으로 보리 등 화본과 작물을 재배 시에 발생하는 질소 양분 부족분을 자연스럽게 충족시켜 자연순환이 이루어지게 된다.

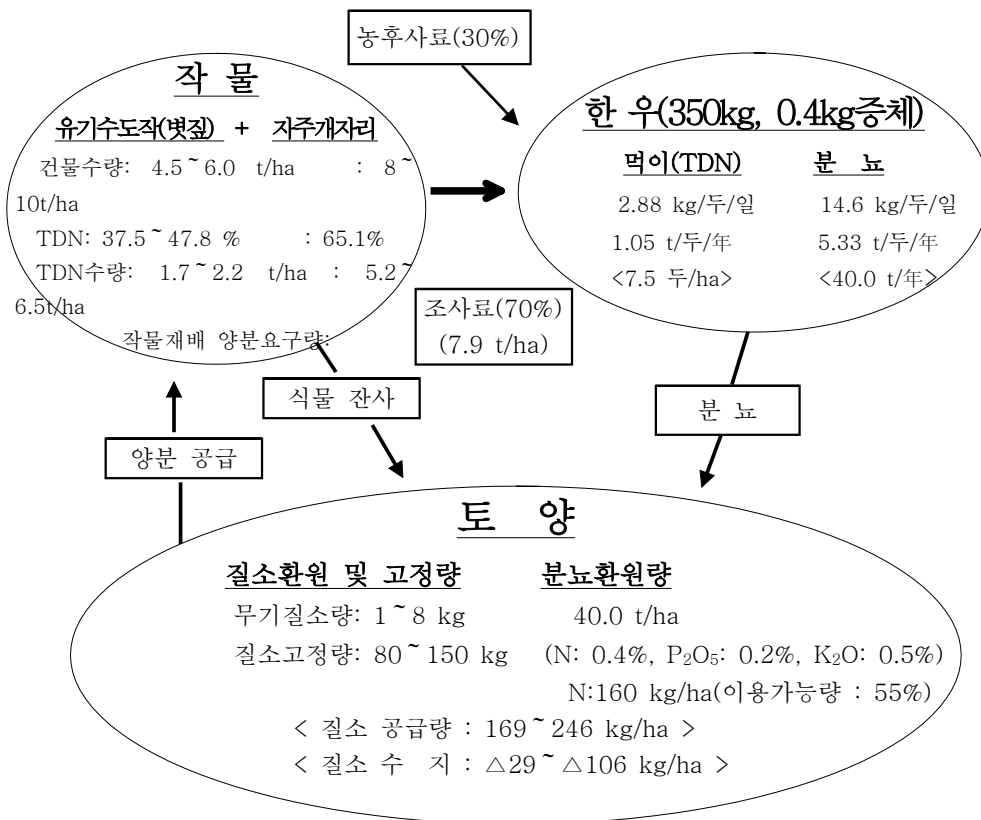


그림 6. 수도작(답리작으로 자주개자리 재배)과 한우사육에 의한 순환농업

다) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 이탈리아 라이그라스 재배와 한우사육에 의한 순환농업

그림 7과 같이 유기 수도작 재배가 끝나게 된 후 생산된 벼짚은 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 이탈리아라이그라스 재배

시에는 ha 당 4.2 톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준을 조사료원으로 하면 한우 350kg(송아지 250kg → 번식우 450kg)를 일일 400g의 증체를 기준으로 5.9두를 사육할 수 있게 된다. 이들 5.9두의 한우는 연간 31.5톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 125.9 kg이 되지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 69.2 kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 105.2~149.2kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 비와 이탈리아라이그라스 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 210kg 보다 약 60.8~104.8kg가 부족하게 된다. 이들 부족된 질소량은 후년도에 답리작으로 자주개자리 등 콩과 작물을 재배 시에 발생하는 질소 양분 초과분으로 자연스럽게 충족시켜 자연순환이 이루어지게 된다.

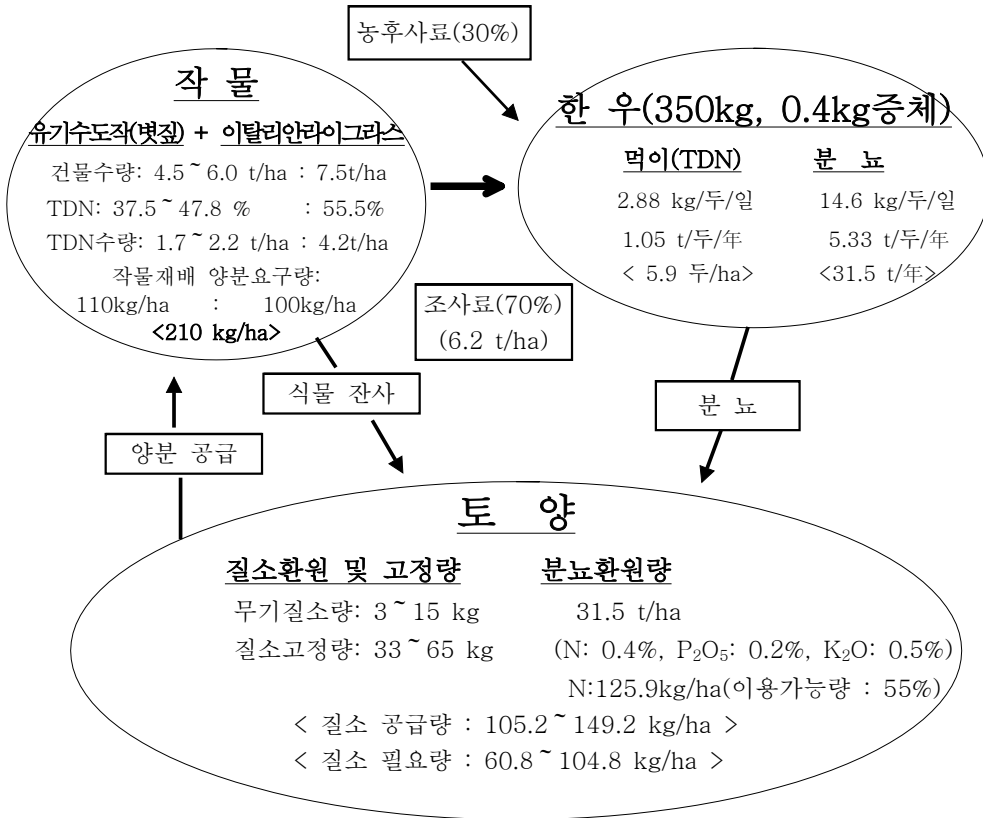


그림 7. 수도작(답리작으로 이탈리아라이그라스 재배)과 한우사육에 의한 순환 농업

라) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 호밀과 자운영의 혼파 재배와 한우사육에 의한 순환농업(실제 유기경종 재배 성적에 의한 모델)

본 모델은 실제 유기경종 재배 성적을 토대로 작성한 것으로, 유기 수도작 재배가 끝난 후 생산된 볏짚은 그림 8과 같이 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 호밀과 자운영의 혼파 재배 시에는 ha 당 4.1톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준에서 조사료원으로 하면 한우 350kg(송아지 150kg → 번식우 550kg), 일일 400g의 증체를 기준으로 6두를 사육할 수 있게 된다. 이들 6두의 한우는 연간 33.6톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 128.0kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 70.4kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 151.4~228.4kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 벼와 답리작으로 호밀과 헤어리베치 혼파 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 170kg 보다 약 20kg 이상의 질소가 남게 된다. 이상의 결과로 볼 때 남부 지방에서 대표적인 녹비작물인 자운영을 가축분뇨와 함께 사용함으로써 가장 이상적인 유기경종과 축산을 연계한 자연순환을 나타내는 모델이 되리라 기대된다.

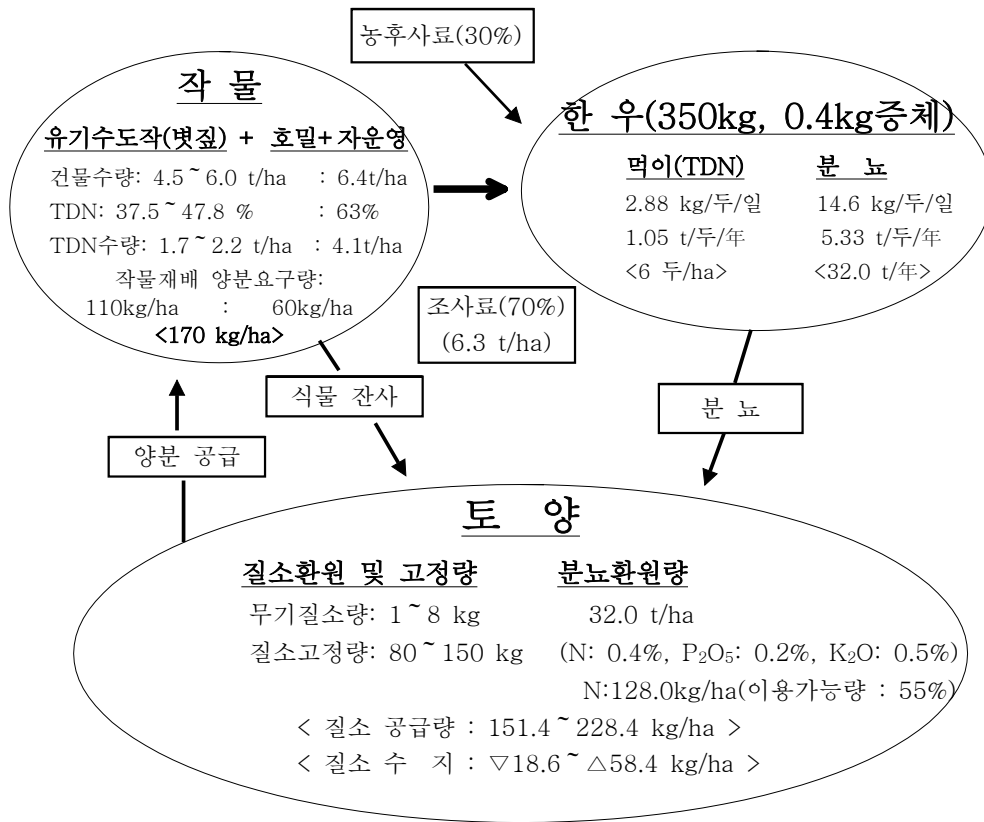


그림 8. 수도작(답리작으로 호밀과 자운영 혼파 재배)과 한우사육에 의한 순환농업



마) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 보리와 헤어리베치의 혼파 재배와 한우 사육에 의한 순환농업(실제 유기경종 재배 성적에 의한 모델)

본 모델은 실제 유기경종 재배 성적을 토대로 작성한 것으로, 유기 수도작 재배가 끝난 후 생산된 볏짚은 그림 9와 같이 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 보리와 헤어리베치의 혼파 재배 시에는 ha 당 5.4톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준에서 조사료원으로 하면 한우 350kg(송아지 150kg → 번식우 550kg), 일일 400g의 증체를 기준으로 7두를 사육할 수 있게 된다. 이들 7두의 한우는 연간 37.3톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 149.2kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 82.1kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 163.1~240.1kg의 질소가 공급되는 결과로 유기벼와 답리작으로 보리 및 헤어리베치 혼파 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 170kg 보다 약 30kg 이상의 질소가 남게 된다. 이상의 결과로 볼 때, 중북부 지방에서 대표적인 녹비작물인 헤어리베치를 가축분뇨와 함께 사용함으로써 가장 이상적인 자연순환이 될 수 있으리라 기대된다.

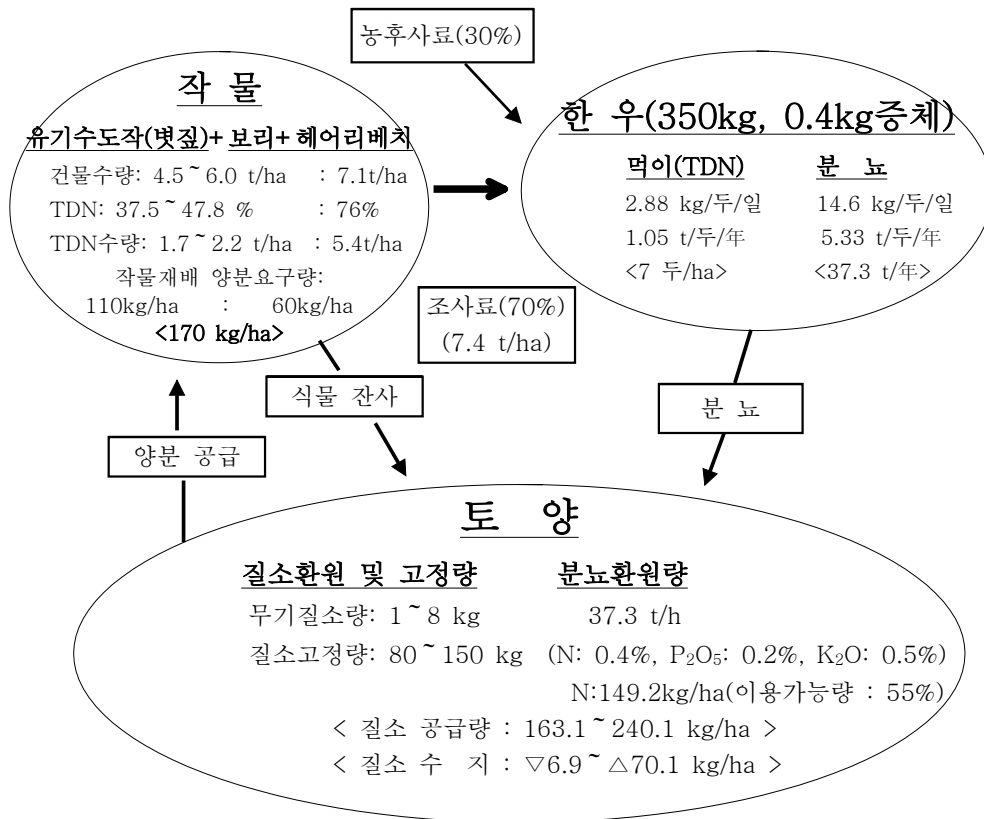


그림 9. 수도작(답리작으로 보리 및 헤어리베치 혼파 재배)과 한우사육에 의한 순환농업

## 2) 수도작과 젓소사육의 순환농업 모형

### 가) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 보리재배와 젓소사육에 의한 순환농업

유기 수도작 재배가 끝난 후 생산된 볏짚은 그림 10과 같이 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 보리 재배 시에는 ha 당 6.4톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준을 조사료원으로 하면 젓소 650kg(유지율 3.5%)가 일일 산유량 20kg를 기준으로 3.4두를 사육할 수 있게 된다. 이들 3.2두의 젓소는 연간 41.6톤(총 질소 0.5%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 ha 당 208kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 114.4kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 150.4~194.4kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 벼와 보리 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 ha 당 201kg 보다 약 6.6~50.6kg가 부족한 결과를 초래한다. 그러나 이들 부족한 질소량은 차기에 자주개자리 등 콩과작물의 윤작을 행하면서 발생하는 질소 양분 초과분으로 충당하게 되면 자연스럽게 자연순환이 이루어지게 된다.

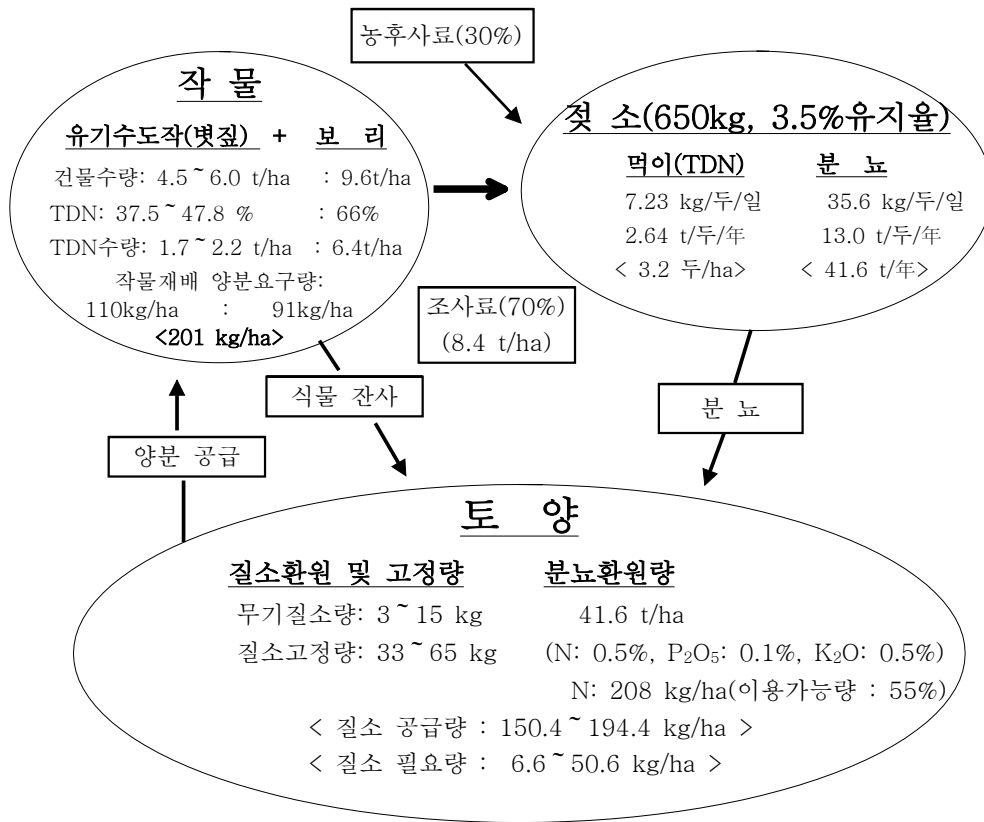


그림 10. 수도작(답리작으로 보리재배)과 젖소사육에 의한 순환농업

나) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 자주개자리 재배와 짓소사육에 의한 순환농업

그림 11과 같이 유기 수도작 재배가 끝나게 된 후 생산된 벧짚은 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 자주개자리 재배 시에는 ha 당 5.2~6.5톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준을 조사료원으로 하면 짓소 650kg(유지율 3.5%)가 일일 산유량 20kg를 기준으로 3.0두를 사육할 수 있게 된다. 이들 3두의 짓소는 연간 39톤(총 질소 0.5%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 195 kg이 되지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 107.3 kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 188.3~265.3 kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 벧과 자주개자리 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 140kg 보다 약 평균 48.3~125.3 kg가 과잉으로 공급되는 결과를 초래하지만, 이들 과다 질소량은 전에 답리작을 보리 등 화본과 작물을 재배 시에 발생하는 질소 양분 부족분을 자연스럽게 충족시켜 자연순환이 이루어지게 된다.

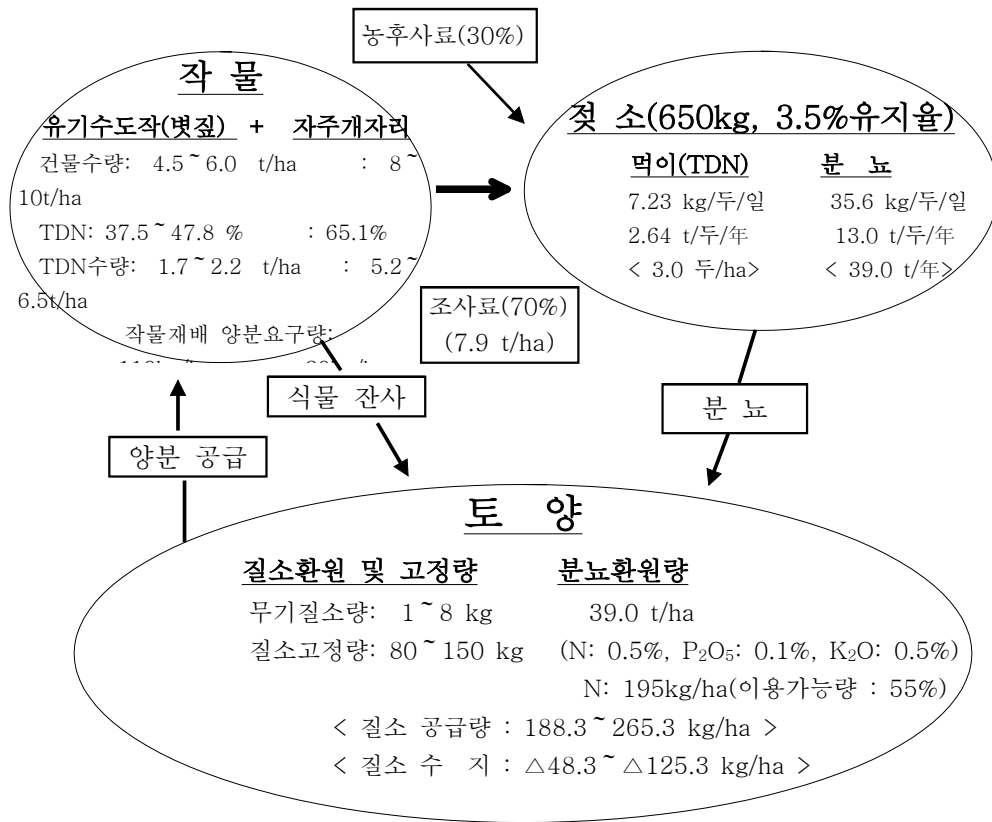


그림 11. 수도작(답리작으로 자주개자리 재배)과 젖소사육에 의한 순환농업

다) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 호밀과 자운영의 혼파 재배와 젖소사육에 의한 순환농업(실제 유기경종 재배 성적에 의한 모델)

본 모델은 실제 유기경종 재배 성적을 토대로 작성한 모델로, 유기 수도작 재배가 끝난 후 생산된 벼짚은 그림 12와 같이 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 호밀과 자운영의 혼파 재배 시에는 ha 당 4.1 톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준에서 조사료원으로 하면 젖소 650kg(유지율 3.5%)가 일일 산유량 20kg를 기준으로 2.3 두를 사육할 수 있게 된다. 이들 2.3두의 젖소는 연간 31.0톤(총 질소 0.5%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 155.0kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당

85.3kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 166.3~243.3kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 비와 답리작으로 호밀과 헤어리베치 혼파 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 170kg 보다 약 30kg 이상의 질소가 남게 된다. 이상의 결과로 볼 때 남부 지방에서 대표적인 녹비작물인 자운영을 가축분뇨와 함께 사용함으로써 이상적인 유기경종과 짓소를 연계한 자연순환을 나타내는 모델이 되리라 기대된다.

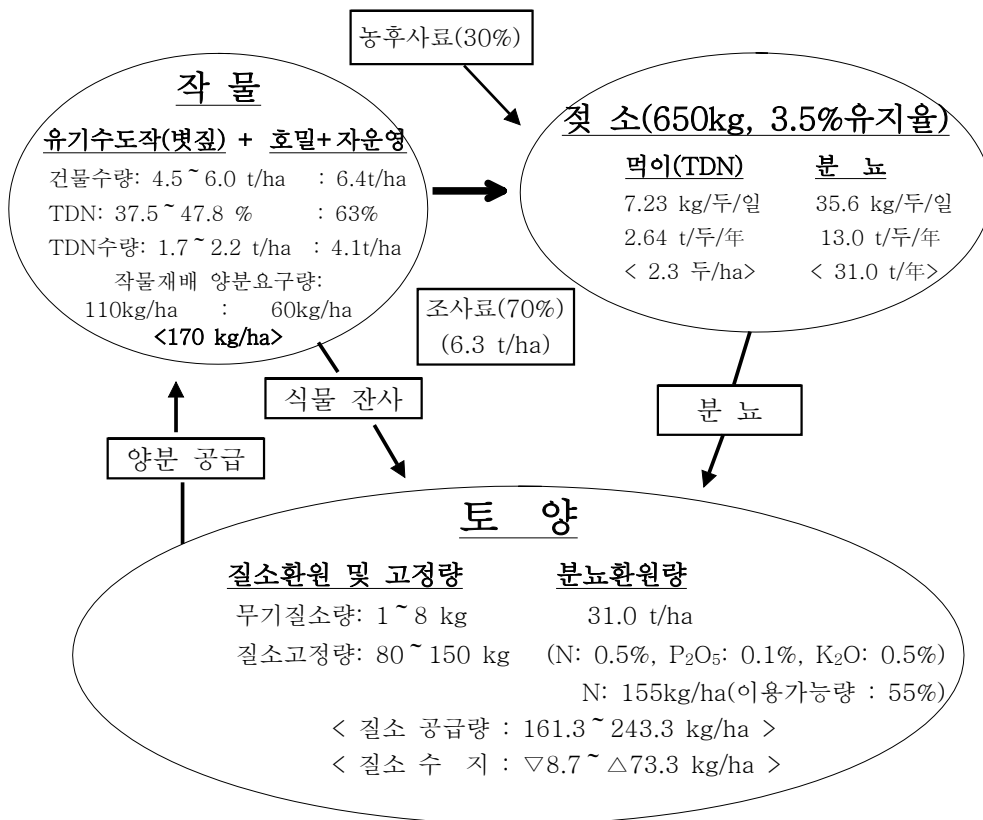


그림 12. 수도작(답리작으로 호밀과 자운영 혼파 재배)과 짓소사육에 의한 순환 농업

라) 유기 수도작 지역에서 답리작으로 보리와 헤어리베치의 혼파 재배와 젓소 사육에 의한 순환농업(실제 유기경종 재배 성적에 의한 모델)

본 모델은 실제 유기경종 재배 성적을 토대로 작성한 것으로, 유기 수도작 재배가 끝난 후 생산된 볏짚은 그림 13과 같이 ha 당 건물수량이 4.5~6.0톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 37.5~47.8%에 달하므로 TDN 건물수량은 1.7~2.2톤에 이르며 답리작으로 보리와 헤어리베치의 혼파 재배 시에는 ha 당 5.4 톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준에서 조사료원으로 하면 젓소 650kg(유지율 3.5%)가 일일 산유량 20kg를 기준으로 2.3두를 사육할 수 있게 된다. 이들 2.8두의 젓소는 연간 36.4톤(총 질소 0.5%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 182.0kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 100.1kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 181.1~258.1kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 벼와 답리작으로 보리 및 헤어리베치 혼파 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 170kg 보다 약 40kg 이상의 질소가 남게 된다. 이상의 결과로 볼 때, 중북부 지방에서 대표적인 녹비작물인 헤어리베치를 젓소분뇨와 함께 사용함으로써 자연스럽게 자연순환이 될 수 있으리라 기대된다.





## 나. 전작지역에서의 순환농업

### 1) 전작지역과 연계한 한우사육의 순환농업 모형

#### 가) 유기 전작지역에서 고구마 및 호밀 재배와 한우사육의 순환농업

유기 전작지역에 고구마 재배가 끝난 후 생산된 고구마 줄기는 그림 14와 같이 ha 당 건물수량이 5.5 톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 65%에 달하므로 TDN 건물수량은 3.6 톤에 이르며 후작으로 호밀 재배 시에는 ha 당 5.6 톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준을 조사료원으로 하면 한우 350kg(송아지 150kg → 번식우 550kg)를 일일 400g의 증체를 기준으로 8.8두를 사육할 수 있게 된다. 이들 8.8두의 한우는 연간 46.9톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 187.6 kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 103.2kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 139.2~183.2kg의 질소가 공급되는 결과로 고구마와 호밀 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 175kg 보다 약 22.0kg가 부족한 결과를 초래한다. 그러나 이들 부족한 질소량은 차년도에 자주개자리 등 콩과 작물의 윤작을 행하면서 발생하는 질소 양분 초과분으로 충당하게 되면 자연스럽게 자연순환이 이루어지게 된다.







일일 800g의 증체를 기준으로 12.7두를 사육할 수 있게 된다. 이들 12.71두의 비육우는 연간 67.7톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 270.8kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 148.9kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 229.9~306.9kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 옥수수, 호밀과 헤어리베치 혼파 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 280kg을 비육우 분뇨로써 충당하여 합리적인 자연순환이 이루어지게 된다.

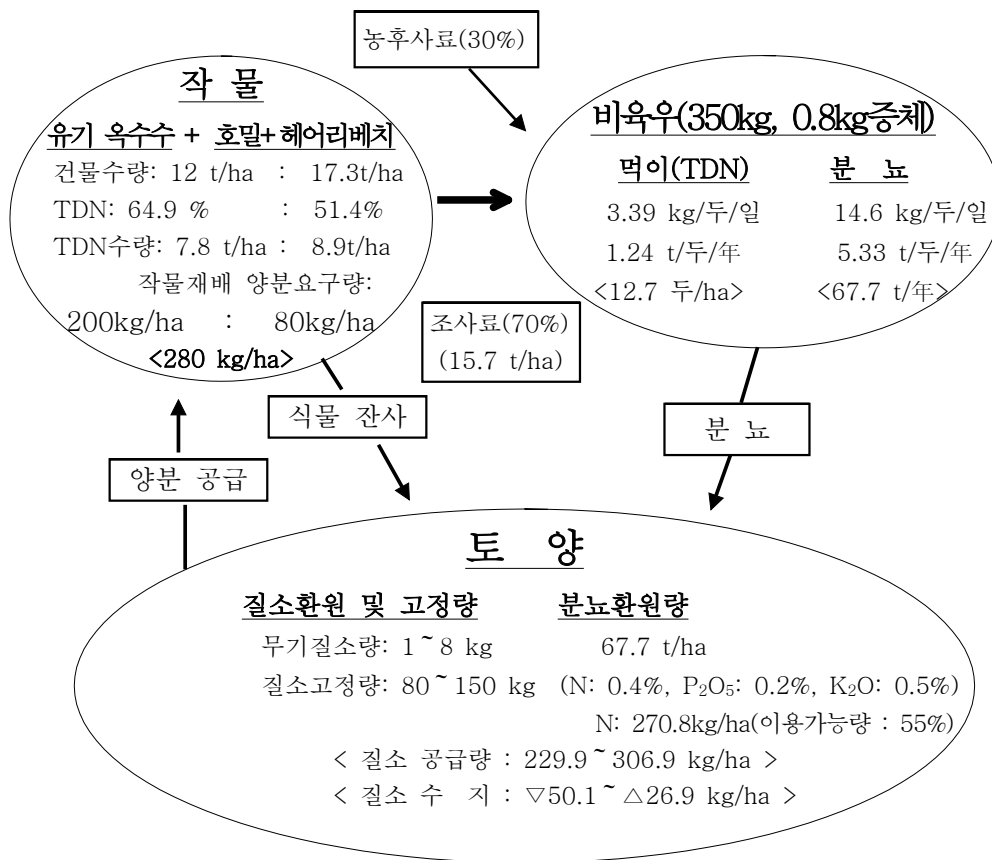


그림 17. 옥수수 및 호밀과 헤어리베치의 혼파재배와 한우사육에 의한 순환 농업

## 2) 전작지역에서 사료작물과 연계한 젓소사육의 모형

### 가) 전작 지역에서 사료용 옥수수 및 호밀 재배와 젓소사육에 의한 순환농업

전작지역에 옥수수를 재배하게 되면 그림 18과 같이 ha 당 12톤의 건물수량을 얻게 되고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 64.9%에 달하므로 TDN 건물수량은 7.8톤에 이르며 후작으로 호밀 재배 시에는 ha 당 5.6톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준을 조사료원으로 하면 젓소 650kg(유지율 3.5%)가 일일 산유량 20kg를 기준으로 5.1두를 사육할 수 있게 된다. 이들 5.1두의 젓소는 연간 66.0톤(총 질소 0.5%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 ha 당 329.9kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 181.5kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 217.5~261.5kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 옥수수와 호밀 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 ha 당 320kg 보다 약 58.5~102.5kg가 부족한 결과를 초래한다. 그러나 이들 부족한 질소량은 차기에 자주개자리 등 콩과작물의 윤작을 행하면서 발생하는 질소 양분 초과분으로 충당하게 되면 자연스럽게 자연순환이 이루어지게 된다.







다) 전작 지역에서 사료용 수수×수단그라스 및 호밀 재배와 짓소사육에 의한 순환농업

전작지역에 수수×수단그라스를 재배하게 되면 그림 20과 같이 ha 당 15톤의 건물수량을 얻게 되고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 62.0%에 달하므로 TDN 건물수량은 9.3톤에 이르며 후작으로 호밀 재배 시에는 ha 당 5.6톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준을 조사료원으로 하면 짓소 650kg(유지율 3.5%)가 일일 산유량 20kg를 기준으로 5.6두를 사육할 수 있게 된다. 이들 5.6두의 짓소는 연간 73.4톤(총 질소 0.5%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 ha 당 366.8kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 201.8kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 237.8~281.8kg의 질소가 공급되는 결과로 유기 수수×수단그라스와 호밀 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 ha 당 320kg 보다 약 38.2~82.2kg가 부족한 결과를 초래한다. 그러나 이들 부족한 질소량은 차기에 자주개자리 등 콩과 작물의 윤작을 행하면서 발생하는 질소 양분 초과분으로 충당하게 되면 자연스럽게 자연순환이 이루어지게 된다.



라) 유기 전작 지역에서 사료용 벼 및 보리 재배와 짓소사육에 의한 순환농업

전작이나 유희 논토양에 사료용 벼를 재배하게 되면 그림 21과 같이 ha 당 건물수량이 11.5톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 59%에 달하므로 TDN 건물수량은 6.8톤에 이르며 후작으로 보리 재배 시에는 ha 당 6.4톤의 TDN 건물수량을 가져 올 수 있으므로 이들을 사료자원 중 70%수준을 조사료원으로 하면 짓소 650kg(유지율 3.5%)가 일일 산유량 20kg를 기준으로 5두를 사육할 수 있게 된다. 이들 5두의 짓소는 연간 65톤(총 질소 0.5%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 ha 당 325kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 178.8kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 214.8~258.8kg의 질소가 공급되는 결과로 사료용 벼와 보리 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 ha 당 201kg 보다 많은 상태로 자연순환이 이루어지게 된다.



결과로 고구마와 호밀 재배 시에 필요로 하는 질소 요구량 175kg 보다 약 27.8~71.8kg가 부족한 결과를 초래한다. 그러나 이들 부족한 질소량은 차년도에 자주 개자리 등 콩과작물의 윤작을 행하면서 발생하는 질소 양분 초과분으로 충당하게 되면 자연스럽게 자연순환이 이루어지게 된다.

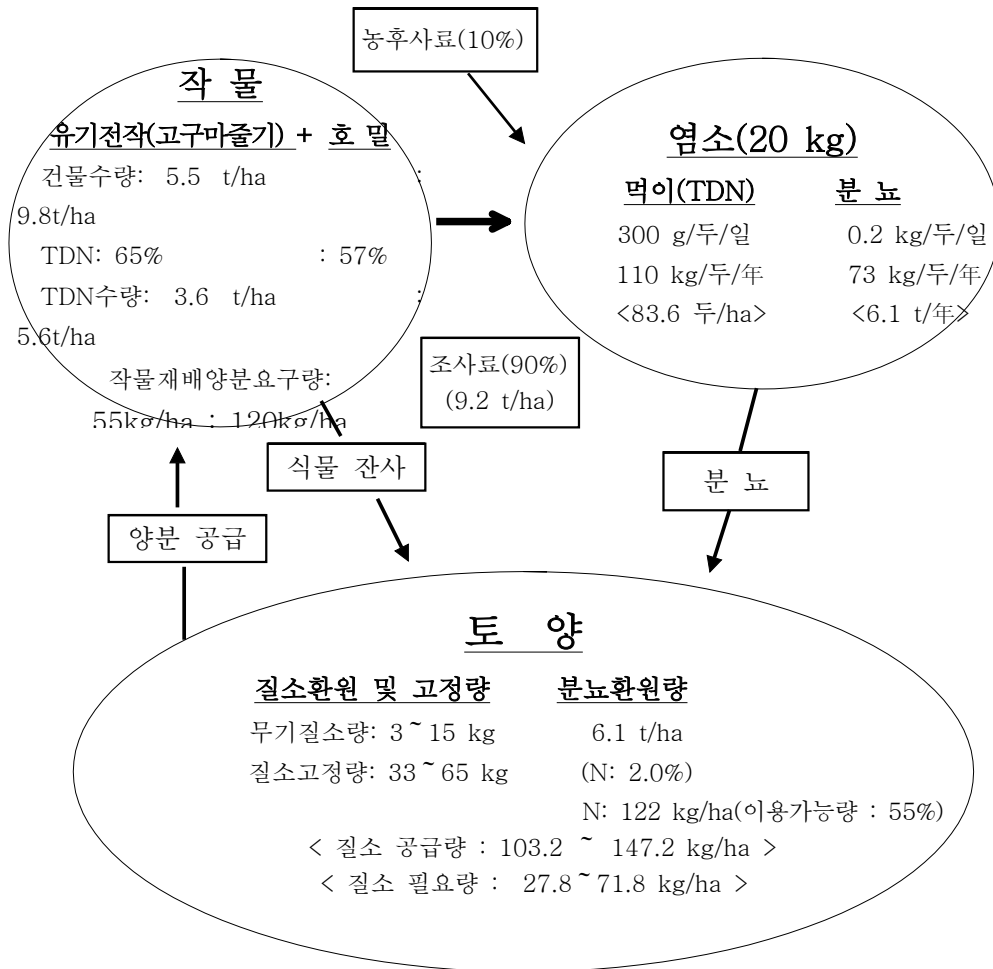


그림 22. 유기전작과 연계한 염소사육에 의한 순환농업

#### 다. 중산간(혼합)지역에서의 순환농업

##### 1) 산지농업과 연계한 한우사육의 순환농업 모형

우리나라 중산간 지역에서는 영년초지 혹은 야초류를 이용하여 한우를 사육할 수 있는데, 대표적인 산지초지에 적합한 오차드그라스 초종 위주의 혼파초지에서 그림 23과 같이 ha 당 건물수량이 8~10 톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 50~60%에 달하여 TDN 건물수량은 4~6 톤을 얻을 수 있으므로 사료 중 90%를 이들을 먹이로 하면 한우 체중 350kg(송아지 150kg → 번식우 550kg) 일일 400g의 증체 기준으로 3.7두를 사육할 수 있게 된다. 이들 3.7두의 한우는 연간 19.6 톤(총 질소 0.4%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 78.4kg에 이르지만, 토양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 43.1kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 124.1~201.1kg의 질소가 공급되며 혼파초지에 필요로 하는 질소 요구량 150kg와 비교해서  $\nabla 25.9 \sim \Delta 51.1$  kg/ha 결과를 초래하기에 자연스럽게 자연순환이 이루어지게 된다.

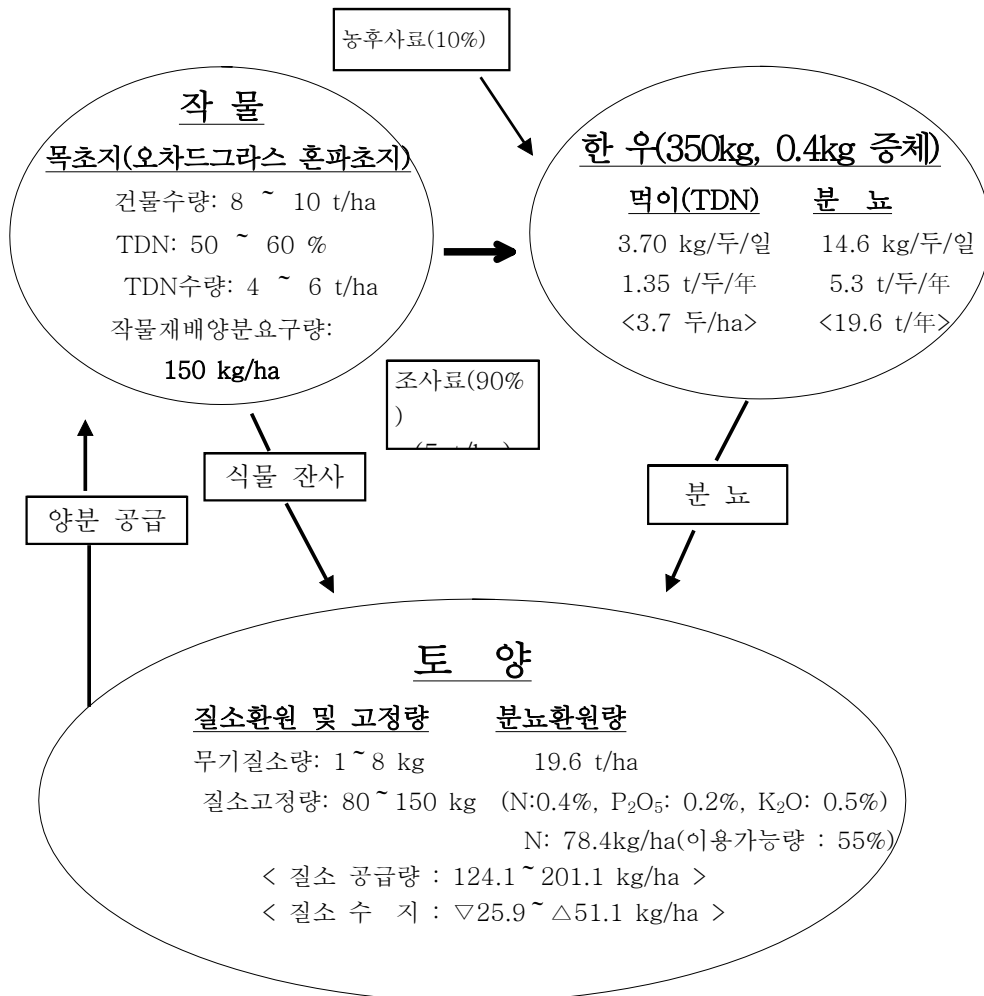


그림 23. 산지농업과 연계한 한우사육의 순환농업

2) 산지농업과 연계한 염소사육의 순환농업 모형

우리나라 중산간 지역에서는 영년초지, 야초지 및 삼림부산물을 이용하여 염소를 사육할 수 있는데, 대표적인 산지초지에 적합한 오차드그라스 초종 위주의 혼파초지에서 그림 24와 같이 ha 당 건물수량이 8~10 톤이고 이들의 가소화 영양소 총량(TDN)이 50~60%에 달하여 TDN 건물수량은 4~6 톤을 얻을 수 있으므로 총 사료 중 90%를 먹이로 하면 염소 체중 20kg를 45.4두 사육할 수 있게 된다. 이들 45.4두의 한우는 연간 3.3 톤(총 질소 2.0%)의 분뇨를 생산하기에 이들을 잘 숙성하여 토양에 환원하게 되면 연간 질소 공급량이 66kg에 이르지만, 토



양에서 식물체의 이용율이 55% 정도이기에 연간 ha당 36.3kg 정도이며 여기에 토양 내에 작물의 잔사에 의한 무기 질소와 질소 고정량을 더하게 되면 117.3~194.3kg의 질소가 공급되며 혼파초지에 필요로 하는 질소 요구량 150kg와 비교해서  $\nabla 32.7 \sim \Delta 44.3$  kg/ha결과를 초래하기에 자연스럽게 자연순환이 이루어지게 된다.

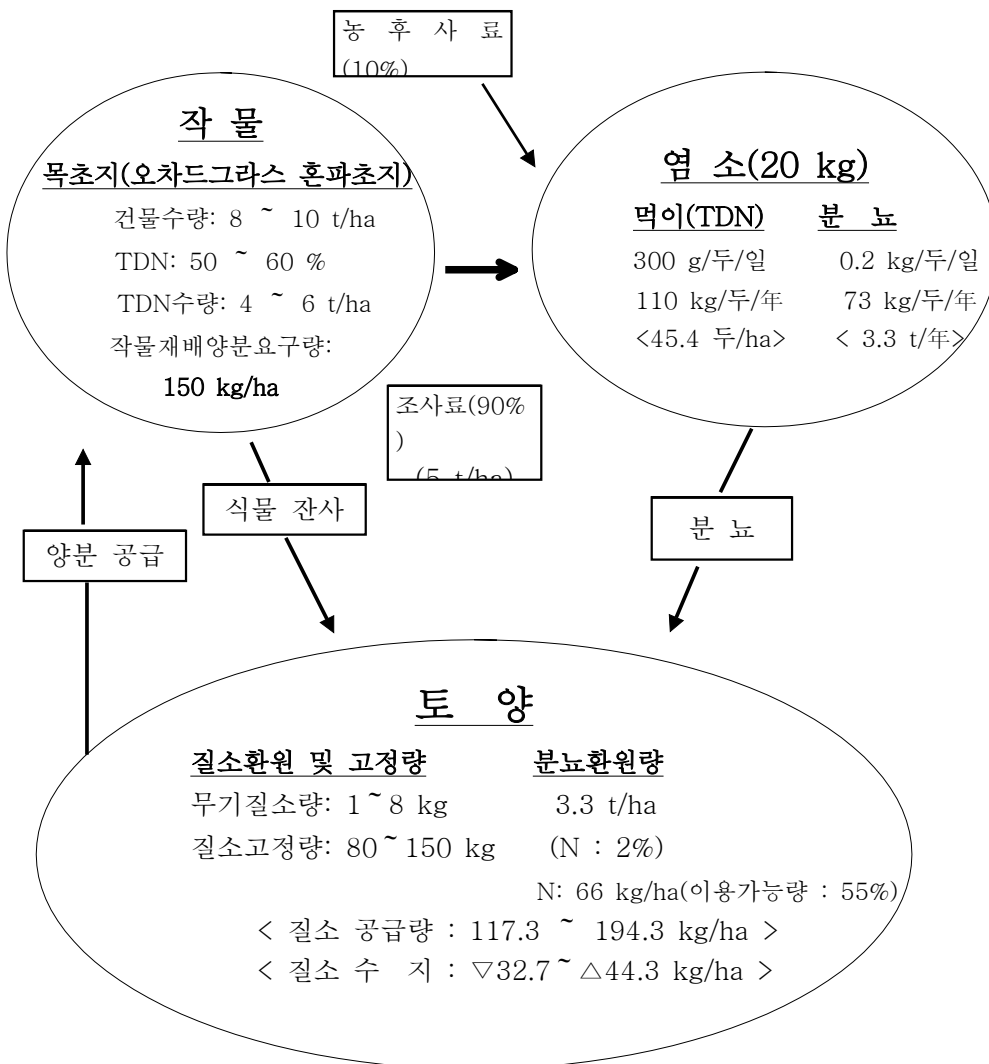


그림 24. 산지농업과 연계한 염소사육의 순환농업 모형

이상에서 살펴보았듯이, 무엇보다도 지역별 순환농업의 기초가 되는 올바른 퇴비사용을 위해서는 적정 시비량이 결정되어야 하는데, 지금까지는 최대수량을 위한 시비수준으로 결정되었으나 수확체감법칙에 따른 경제적이고 환경 친화적인 적정 시비량이 결정되어야 할 것이다.

## 19. 결 론

이제까지 우리는 편리하고 효율적인 경제성장만을 추구해 온 결과, 환경이 파괴되어 인류의 생존까지 위협을 느끼게 하고 있다. 따라서 지구의 순환구조에 농업이 지니고 있는 힘과 인간의 생존을 보증함과 동시에 환경을 영속적으로 보전할 수 있는 힘이 요구되고 있다.

그러므로 앞으로 21세기의 농업은 기본적인 영양연쇄 과정에서 요구되는 양분을 생태계 내에서의 안정된 물질수지를 통하여 농산물의 생산성을 일정수준까지 높이고, 안전성을 유지할 수 있는 순환농업이 되어야 한다.

이들 순환농업이란 좁은 의미에서 입업-축산-경종농업이 물질순환으로 연계된 식량생산체계라고 할 수 있으며, 넓은 의미에서는 마을, 또는 지역 내 유기물의 완전 순환을 통한 균형있는 물질수지를 유지시켜 생태계를 보전하고 안전한 농산물을 생산하는 일이며, 이를 기본으로 한 자연순환형 사회의 구축을 최종적인 목표로 한다.

따라서 자연 순환농업을 위해서는 우선 크게 무축과 유축농업으로 구분되어야 하고, 이들은 다시 농지 이용별 즉, 수도작, 전작 및 중산간(혼합) 지역별 작부체계와 가축분뇨 등에 의한 유기물 환원량과 양분수지를 토대로 한 유기경종과 유기축산의 연계된 지역별 순환농업의 기술체계가 확립되어야 한다.

즉, 우리나라의 자연환경조건에서 순환농업은 수도작(평야)지역에서 경종농업과 한우(유기 볏짚과 담리작으로 보리 혹은 보리+헤어리베치를 재배하여 이들로 조사료 자원을 70% 이상 충족한다면 350kg의 한우 1일 400g 증체를 목표로 할 경우에는 ha 당 7~8 두 사육이 가능하며 경종에 필요한 양분도 우분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨) 혹은 낙농산업(유기 볏짚과 담리작으로 보리 혹은 보리+헤어리베치를 재배하여 이들로 조사료 자원을 70% 이상 충족한다면 650kg의 젖소 1일 3.5% 유지율 20kg 젖 생산을 목표로 할 경우에는 ha 당 2~3 두 사육이 가능하며 경종에 필요한 양분도 우분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 전작 지역에서는 옥수수 등 전작농업과 연계한 한우(유기 옥수수와 호밀 혹은 호밀+헤어리베치를 재배하여 조사료 자원을 70% 이상 충족한다면 350kg의 비육우 1일 800g 증체를

목표로 할 경우에는 ha 당 11~13 두 사육이 가능하며 경중에 필요한 양분도 우분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 낙농(유기 옥수수 혹은 수수×수단그라스와 호밀 혹은 호밀+헤어리베치를 재배하여 조사료 자원을 70% 이상 충족한다면 650kg의 비육우 3.5% 유지율 20kg 젖 생산을 목표로 할 경우에는 ha 당 5~6 두 사육이 가능하며 경중에 필요한 양분도 우분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 및 염소사육(유기 고구마줄기와 호밀을 재배하여 조사료 자원을 90% 이상 충족한다면 20kg의 염소는 ha 당 84 두 이상 사육이 가능하며 경중에 필요한 양분도 염소분뇨, 경종작물의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨), 그리고 중산간(혼합)지역에서는 산지 농업과 한우(영년 목초지에서 생산된 목초를 조사료원으로 전체 사료 중 90%를 충당하게 되면 350kg의 한우 1일 400g 증체를 목표로 할 경우에는 ha 당 3~4두 사육이 가능하며 목초생육에 필요한 양분은 우분뇨, 목초의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨) 혹은 유기염소사육(영년 목초지에서 생산된 목초를 조사료원으로 전체 사료 중 90%를 충당하게 되면 20kg의 염소는 ha 당 45 두 이상 사육이 가능하며 목초생육에 필요한 양분은 염소분뇨, 목초의 질소 고정 및 유기물의 무기화 양분으로 충족되게 됨)의 연계모형 설정이 가장 이상적이라고 할 수 있다.

또한 무엇보다도 이들 순환농업을 위해서는 지역별 토양검정결과를 토대로 한 합리적인 표준 시비량 및 퇴비와 액비의 시용량 기준이 마련되고 작물생산과정에서 발생한 부산물을 최대한 재활용할 수 있도록 물질순환을 기초로 한 지역별 자연순환형 작물생산 및 가축생산 시스템이 더욱 개발되어야 할 것으로 생각된다.

## 제 4 절 자원순환농업의 경제성 분석

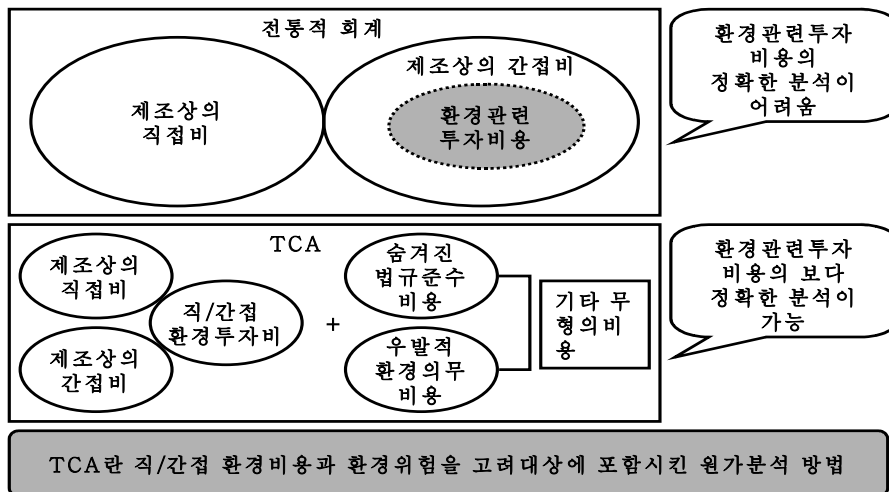
- 순환형 유기농업의 경제성 평가 Tool 개발

### 20. TCA(Total Cost Assessment) 기본이론

이 장에서는 TCA이론에 대한 선진 사례를 기초로 TCA이론의 개념과 비용분류 및 수행절차 및 농가의 경영실태를 사례분석을 통하여 검증해 본다.

#### 가. 미국 AICHE<sup>1)</sup>의 TCA의 개념 및 핵심요소

전통적인 투자분석 방법에서는 직접적인 비용만을 고려하는 경우가 대부분이고 환경관련 투자비용은 대부분 간접비로 포함하여 분석하기 때문에 이 부분에 대한 정확한 분석에 적합치 못하다. 환경투자에 대한 경제성을 다른 투자사업과 함께 비교·분석하기 위해서는 기업활동과 연관해 발생하는 각종 환경비용, 즉 숨겨진 법규준수 비용, 우발적 의무비용 및 무형의 비용 등도 검토 대상에 포함시켜야 한다. TCA는 이러한 환경투자의 특성을 반영해 직·간접적 환경비용과 환경위험을 고려 대상에 포함시킨 새로운 원가 분석 방법인 것이다([ 그림 2-1 ]).



[ 그림 2-1 ] TCA의 개념

TCA에서는 전통적 투자분석과 달리 완전 원가회계에서 얻을 수 있는 각종 원가정보를 활용한다. 이 원가정보에는 미래에 발생될 개연성이 있는 비용과 수익도 포함된다. 미국 환경보호청에서 고려하는 TCA의 네 가지 핵심요소는 다음과 같다.

◆ 비용목록(cost inventory) : 직·간접비용, 숨겨진 법규준수 비용, 우발

1) American Institute of Chemical Engineers(전미화학공학회)

적 의무비용 및 무형의 비용 등 해당 프로젝트에 관련된 모든 비용에 관한 자료.

- ◆ 비용배분(cost allocation) : 모든 비용을 특정 제품이나 공정에 배분할 수 있도록 제조공정에 대한 충분한 이해가 필요하다. 다양한 제품이나 생산공정에서 발생한 폐기물의 처리비용이 총액으로만 파악될 경우, 이에 대한 배분이 어렵다.
- ◆ 분석기간(time horizon) : 특정 투자에서 이익이 발생하는 시점을 예측하는 것이 매우 중요하다. 공해예방을 위한 투자의 경우 인적 상해, 자산손실, 토양오염이나 벌과금 등으로 발생될 미래의 의무적 비용을 회피할 수 있는 기회비용 효과를 가급적 정확히 추정해야 한다. 또한 제품의 품질향상, 회사와 제품의 이미지 개선, 수선/유지비의 저감 등으로 인한 효과를 더욱 장기적인 관점에서 파악하고 분석 과정에 반영해야 한다.
- ◆ 재무지표(financial indicators) : 해당 프로젝트의 경제성을 순현재가치(Net Present Value, NPV), 내부수익율(internal rate of return, IRR), 수익성 지수(profitability index, PI) 등과 같은 현금흐름 할인에 의한 재무지표로 평가해야 한다.

## 1) 환경원가

### 가) 환경원가의 정의

환경원가란 기업이 사업활동으로부터 발생하는 환경부하를 억제하는 것 등을 목적으로 한 원가 및 이와 결부된 원가이며 궁극적으로 환경보전을 위한 투자액 및 비용액을 말한다.

환경원가는 환경목적을 달성하기 위하여 강제적으로 혹은 자발적으로 취한 행동을 위해 사용된 자원이며 따라서 환경원가는 환경성과를 개선하기 위한 노력을 위하여 자원이 사용된 경우에 발생한다.

한편, 기업이 환경성과개선을 위하여 자원을 사용하였지만 환경성과개선으로 나타나지 않았을 경우 이를 환경손실이라 부르며 환경손실도 광의의 환경원가에 포함된다.

### 나) 환경원가와 비용

#### (1) 원가와 비용의 구분

원가와 비용은 많은 경우 같은 의미로 사용되나 이를 구분하는 경우에는 위에서 언급하였듯이 원가는 용역잠재력(service potential)의 집적(pool)이며 원가가 소멸되지 않고 남아있는 상태를 자산, 소멸된 원가를 비용이라고 한다. 이 때 남

아있는 원가인 자산도 미래의 수익을 창출할 능력을 가지고 있어야 하며 소멸되어 비용으로 기록된 원가도 수익창출에 기여하면서 소멸된 것이어야 한다. 이에 반해 수익창출에 기여하지 않고 소멸된 원가가 발생할 수 있는데 이를 손실이라 한다.

## (2) 환경목적

기업의 환경목적이란 기업의 환경영향을 최소화함과 동시에 기업의 이익을 추구하는 것을 의미한다. 이와 같이 환경목적에 환경영향의 감소 또는 최소화라는 의미가 내포되어 있음에는 의심의 여지가 없으나 기업의 이익추구목적과 환경목적은 상충되는 경우가 있으므로 개별기업은 환경영향의 감소와 이익추구간에 최적해답을 찾을 수 있는 의사결정체계 및 기법을 가져야 한다.

기업의 환경목적은 이처럼 간단히 정의될 수 있는 것이 아니라 기업의 전략적인 의사결정사항으로 기업이 선택할 문제이다. 그러나, 어떤 경우이든 환경목적은 허용된 자원의 사용범위 내에서 기업의 활동으로부터 발생하는 환경영향을 가능한 최소화하는 것임에는 틀림없으며, 따라서 환경목적이란 기업활동으로부터 발생하는 환경영향의 최소화로 정의할 수 있다.

## (3) 환경성과와 환경활동

기업활동으로 인한 환경영향을 총체적으로 환경성과라 부르며 기업의 환경활동에 의해 환경영향이 감소되는 것을 환경성과개선이라 한다. 따라서 환경활동이란 기업이 환경성과를 개선하기 위하여 행하는 모든 활동을 말하며, 이러한 환경활동에 사용된 자원을 앞에서도 정의하였듯이 환경원가라고 한다.

따라서, 환경원가의 분류는 대부분 환경활동의 분류와 일치한다. 즉, 환경활동에 사용된 자원이 환경원가이므로 환경활동을 구분하면 그것이 바로 환경원가의 분류가 될 수 있다.

### 다) 환경투자

환경투자란 원칙적으로 환경보전을 목적으로 한 지출로서 그 효과가 수년에 걸쳐 지속되며, 장기간에 걸쳐 비용화 되는 것을 말한다. 즉 환경투자란 앞에서 설명한 환경원가 중 발생 즉시 비용화 되지 않고 자산화 되어 비용화 되는 시점이 차기 이후로 이연되는 것이다. 따라서 환경투자에는 유형자산의 취득가액뿐만 아니라 연구개발투자 중에서 무형자산으로 기록되어 그 비용화가 차기 이후로 이연되는 것까지 포함한다.

당기의 환경지출 중에서는 당기에 즉시 비용화되는 부분이 있고, 자산(유형 또는 무형자산)으로 기록되어 미래에 상각되는 부분도 있는 바, 전자는 당기의 비용으로 기록되겠지만, 후자는 감가상각부분만큼만 각 기간의 비용으로 기록되며, 따라서 기업의 환경투자 및 비용을 산출하기 위해서 다음의 각 항목 중 환경관련 부분이 별도로 파악되어야 한다.

- ◆ 당기와 과거 몇 년간에 걸친 투자총액
- ◆ 당기 지출 중 당기에 비용화된 금액(재료비, 노무비, 제조간접비, 영업비, 특별손실 등)
- ◆ 과거의 지출 중 당기에 비용화된 금액(감가상각비 또는 무형자산상각비)

보통은 내부관리 목적이나 외부공시 목적으로 총투자액 대비 환경투자액, 총원가대비 환경원가를 파악할 필요가 있으며, 당해 연도의 환경투자액과 환경원가뿐 아니라 과거 몇 년간의 환경투자 및 환경원가의 추이를 동시에 비교할 필요가 있다.

#### 라) 연구개발투자

환경보전을 목적으로 한 기업의 연구개발활동은 사전투자의 전형으로서 기업의 환경경영 노력과 태도를 판단하기 위해 중요한 정보가 되고 있다.

환경목적을 달성하기 위한 연구개발활동에서 발생한 원가도 환경원가이며 연구개발투자도 환경투자라 볼 수 있다. 연구개발활동에 관계되는 지출은 원칙적으로 연구개발비로서 비용으로 취급되지만 순전히 환경보전목적으로 행해진 연구개발에 이용하기 위한 상각자산의 취득가액은 연구개발원가 중 환경투자액으로 취급된다.

그러나 반드시 유형자산의 취득가액만이 투자액으로 취급되는 것은 아니고 개발활동과 관련하여 발생한 원가 중에서 미래의 효익이 있을 것으로 기대되는 부분은 원칙적으로 자본화가 가능한 바, 기업의 환경원가를 산출하기 위해서 다음의 내용 중 환경 관련 부분을 별도로 파악할 필요가 있다.

- ◆ 당기의 연구개발 투자 총액
- ◆ 당기의 연구개발비(자본화된 부분)
- ◆ 당기의 연구개발비(비용화된 부분)
- ◆ 과거의 연구개발비 중 당기 상각비

#### 마) 사회적 비용

사회적 비용이란 기업에 의해 통상적으로 부담되는 원가에 대응하여 그 이외 즉 외부불경제로서 사회가 부담하고 있는 원가인데, 예를 들면 기업의 경제활동의 결과 배출한 환경오염물질에 의해 야기된 제3자의 건강피해, 농산물이나 어업에의 피해 등을 예로 들 수 있다.

#### 바) 환경보전

환경보전이란 환경부하 즉 환경의 양호한 상태를 유지하는 데 지장을 주는 원인이 될 우려가 있는 것의 발생의 방지 및 억제, 영향의 제거, 발생한 피해의 복구 또는 이들에 도움이 되는 노력이라 할 수 있으며, 구체적으로 다음과 같다.

- ◆ 기업의 사업활동에 따라 발생하는 대기오염, 수질오염, 토양오염, 소음,

진동, 지반침하 및 악취에 의해 인간의 건강 또는 생활환경에 피해가 발생하는 사태에 관한 환경보전(공해방지)

◆ 기업의 사업활동에 의한 지구전체의 온난화 또는 오존층 파괴의 진행, 해양오염, 야생생물종의 감소 기타 지구전체 또는 그 광범위한 부분의 환경에 영향을 미치는 사태에 관계되는 환경보전(지구환경보전)

◆ 기업의 사업활동에 있어서 자원(물을 포함)이나 환경오염의 우려가 있는 화학물질의 사용삭감, 폐기물발생억제, 사용완료제품 등의 재이용, 다양한 수준의 재활용 추진, 폐기물의 적정처리와 관계되는 환경보전(자원순환)

사) 기업이 노력하는 기타 환경보전(기타환경보전)

아직 환경보전과의 경계를 긋기 어려운 영역으로 안전, 위생에 관한 분야가 있음을 부언한다.

아) 환경원가와 비환경원가의 구분

(1) 구분의 어려움

전통적인 제조원가명세서 및 손익계산서에서는 환경원가를 별도로 구분하지 않고 대체로 제조간접비에 포함시켜 왔으나 환경원가를 인식 및 측정하기 위해서는 환경원가와 비환경원가 항목을 정확히 구분하는 것이 급선무이다.

앞에서 논의한 바와 같이 환경원가는 환경활동을 위해 발생한 원가이다. 따라서 기업의 활동 중 환경활동에서 발생한 원가는 환경원가, 환경활동이 아닌 활동에서 발생한 원가는 비환경원가로 구분하면 될 것이나 기업의 활동 중에는 환경목적과 비환경 목적을 구분할 수 없는 경우가 많기 때문에 이 둘의 구분이 실무에서 그리 간단치는 않다.

비환경목적이란 대부분의 경우 원가절감이나 수익증대와 같은 경제적인 목적을 의미하며, 많은 경우 경제적 동기에 의한 활동의 결과 환경영향도 같이 감소하게 된다. 예를 들면, 원가절감을 위하여 에너지 절감장비를 도입하면 에너지사용이 감소되어 원가절감과 동시에 지구온난화에 미치는 영향(CO2 배출량 등)도 감소하게 되는 바, 이 경우 활동의 동기는 경제적인 목적이었으나 결과적으로는 환경개선을 가져왔으므로 관련 비용 중 일부는 환경원가로 분류될 수 있다.

(2) 구분 기준

(가) 구분의 큰 틀

환경원가와 비환경원가를 구분하는 기준으로 첫째는 목적(또는 동기)을 들 수 있고 두 번째로 결과를 들 수 있다. 즉, 지출목적에 따라 환경원가를 구분함이 원칙이며, 필요에 따라서는 환경보전효과를 고려하여 결정하여야 한다.

환경원가를 파악함에 있어서 기업의 목적 또는 동기(motivation)가 1차적인 판단



기준이 되어야 한다는 것은 기업 활동의 목적이 환경성과를 개선하기 위한 것이면 환경원가이고 그렇지 않으면 환경원가가 아님을 의미한다. 따라서 환경성과의 개선과 무관하게 기업의 다른 목적(예를 들면, 원가절감 또는 품질향상 등)을 위한 노력의 결과 환경성과가 개선된다면 구분기준을 적용함에 있어서 목적(동기)을 중요시할 경우 원칙적으로 그 노력을 위한 자원의 사용은 환경원가가 아니다. 반대로 결과적으로 환경성과의 개선을 가져오지 않더라도 환경성과 개선 목적으로 원가가 발생한 경우에는 이를 환경원가로 보되, 단지 그 효익이 없거나 불분명한 경우에는 비용이라기보다 손실이라 할 수 있음.

#### (나) 지출 동기에 따른 환경원가의 구분

환경활동과 관련한 지출의 동기는 강제적 지출과 자발적 지출의 두 가지로 나누어 진다.

첫째, 환경법규에 의해 강제적인 요구조건을 충족시키기 위한 것으로서, 예를 들면 폐수배출의 농도기준을 맞추기 위하여 폐수처리설비를 구입한 경우나 재활용을 의무화하는 법규에 의해 사용 후 제품을 재활용하는 경우 이를 위한 운영비용 등이 있을 수 있는데 이는 모두 환경원가에 속한다.

둘째, 법규 등에 의한 강제적 요구사항이 아니라 기업이 자발적으로 환경활동을 행함으로 인한 지출로서 강제적인 환경원가와 달리 일반적으로 환경원가 여부를 내부의사결정자가 알 수 있는 경우가 많다.

#### (다) 외국의 사례

미국 환경청의 보고서(1995)에서는 환경기준준수를 위한 원가, 환경복구, 오염통제장비, 법규위반으로 인한 벌과금 등은 명백히 환경원가로 분류한다고 서술하고 있고, 캐나다의 공인회계사회(CICA:Canadian Institution of Chartered Accountants)의 보고서(1993)는 전적으로 환경보호를 위한 설비의 취득, 설비건설을 위한 환경인가와 허가비용, 환경을 배려함으로 인해 증가한 비용 등은 전액 환경원가로 분류한다. 그러나 이 두 보고서는 모두 환경원가 여부가 불분명한 경우나 양자가 혼합되어 있는 경우에는 그 구분이나 배분의 기준을 제시하고 있지 않다.

유엔무역개발기구(UNCTAD: United Nations Conference on Trade and Development)(1999) 가이드라인에서도 환경대책을 위한 직접적인 원가, 예를 들면 집전정화장치 취득가액, 설비건설을 위한 환경인가와 허가 등을 위한 원가는 환경원가로 분류하되 환경, 비환경원가가 혼재해 있을 경우에 적용가능한 구분의 기준은 제시하지 않고 있다.

#### 2) TCA의 비용분류

AIChE(America Institute of Chemical Engineers)에서는 TCA수행에 있어서 비용을 Type I부터 Type V까지 분류하여 초점을 맞추었다(< 표 2-1 >).

<표 2-1> CWRT(Center for reduction technologies)의 Type of Cost

Cost Type	정의
Type I: 제조상의 직접 비용	자본금, 노무비, 원재료비, 폐기물처리비, 운영/관리 비용 포함
Type II: 간접비	제품 또는 제조공정에서 할당되지 않은 비용. 운영/관리비용이 포함
Type III: 미래의 법규 준수 비용	법규 미준수에 의한 벌과금, 청정을 위한 강제적 의무비용, 개인 상해 및 재산피해에 따른 비용
Type IV: 내부의 보이지 않는 비용	회사에 의해 지불되는 비용. 화폐의 실체를 측정하기 어려운 비용. 로얄티, 근로자의 사기 및 건강, 회사의 이미지, 여론과의 관계개선, 벌금 등 의무적비용의 회피를 위한 비용 등
Type V: 외부의 보이지 않는 사회적비용	회사에서 직접 지불되지 않는 비용

가) Type I 비용

Type I 비용은 프로젝트에 투입되는 직접비용과 회사전체의 총비용을 할당해주는 데 투입되는 비용이다. 제조현장에 대한 공정 기술과 관련된 직접 비용으로써 순환 또는 비순환 비용을 포함하고 자본과 운영유지비용도 포함된다.

나) Type II 비용

Type II 비용은 잠재적으로 숨겨져 있는 제조현장의 전체적인 비용을 말한다. 즉, 제품과 공정에는 배부되어 있지 않는 간접비용이다. 순환 또는 비순환 비용, 자본과 운영유지비, 사업장외 처리비용 등이 포함된다.

다) Type III 비용

Type III 비용은 장래에 부담할수도 혹은 부담 안할 수도 있는 비용을 말한다. 예를 들어, 잠재적 책임이 있는 배상, 규제 및 처벌로 인한 손해, 천연자원의 손실, 벌금 또는 범칙금, clean-up을 위한 장래의 비용, 우발적인 산업재해 등을 들 수 있다. 이러한 비용은 현재 인정이 안될지도 모르기 때문에 내부관리회계 시스템과 의사결정에 있어서 적절한 주목을 끌지 못할 수도 있다. 작업그룹은 이 미래지향적 책임을 위한 신뢰할 수 있는 비용을 개발하는 것은 매우 어렵다. 그러므로 작업그룹은 TCA수행자에게 Type IV와 V의 개발을 위한 출발점의 일환으로 비용에 대한 자료를 제공해주어야 한다.

라) Type IV 비용

Type IV 비용은 내부의 파악하기 어려운 무형의 비용으로 회사내부에서 지출되는 비용이다. 이 비용은 측정이 어려워 예산의 편성 또는 전략적 계획으로서 보통 고려되지 않는 비용이다. 그러나 이 비용은 기본적 비용에 영향을 미치기 때

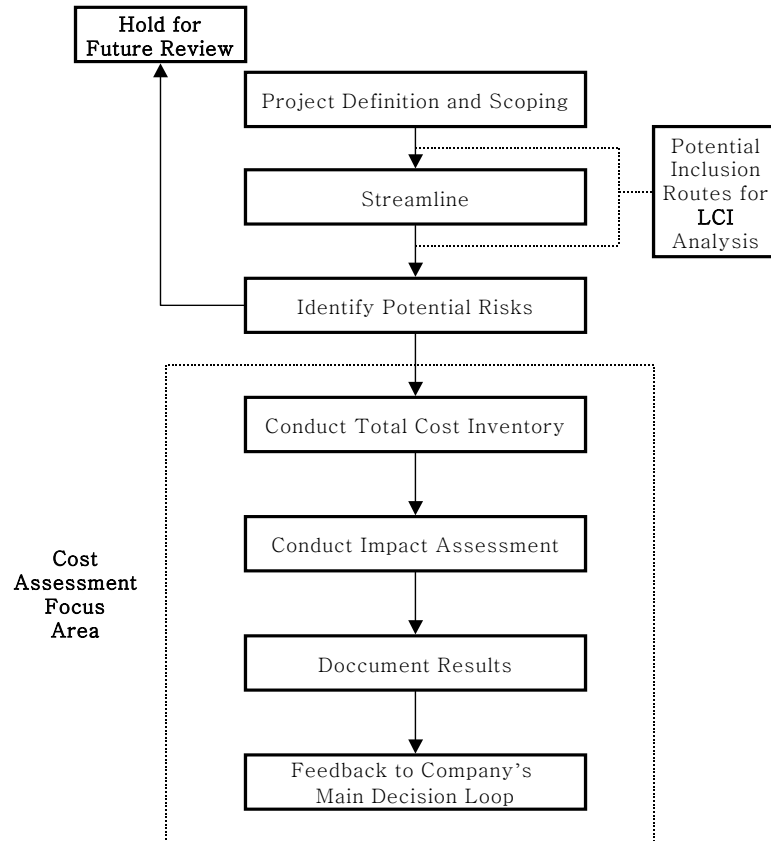
문에 어떠한 TCA수행이라도 고려되어야 한다. TCA방법론에 포함되는 TypeIV 비용의 예는 고객의 로열티, 노동자의 의욕, 노동자의 건강, 조합 관계, 대 주민 관계, 시장점유율, 가동할 면허, 작업중 재해 등을 들 수 있다. TypeIV 비용은 Type I, II 비용과 III 비용보다 큰 불확실성을 가지고 있기 때문에 정량화하기에 많은 혼란이 따른다. 자료수집에 있어서는 신용도가 높은 자료, 즉 출처가 명확한 자료는 TCA수행자에게 적절한 출발점을 제공해줄 수 있다.

#### 마) Type V 비용

TypeV 비용은 외부의 보이지 않고 파악하기 어려운 비용으로 회사내부에서 직접적으로 지불하지 않은 것들에 대한 것으로서 정량화하는데 있어서 가장 어려운 비용이다. 이 비용은 환경의 오염 등과 관련되는 사회적인 비용을 포함하며 자연생태, 제품이 건강에 미치는 영향 등 환경악화를 포함하는 사회에 의하여 야기되는 비용을 말한다. TypeV 비용은 출판되는 서적, 뉴스, 보고서, 인터넷 그리고 EPA와 국제 규제 단체와 상호 작용하는 것에 의하여 출처가 확인된다.

#### 3) TCA의 수행절차

TCA기법의 적용에 대한 일반적인 절차와 개념을 다음의[ 그림 2-2 ]에서 나타내었다. 이러한 접근법은 의사의 주요결정 과정에 있어서 6단계의 주요절차로 구성된다.



[ 그림 2-2 ] TCA의 수행절차

가) 목적 정의 및 범위 설정(Goal Definition and Scoping)

TCA를 수행함에 있어서 그 목적 및 적용범위를 명확하게 정의내리는 단계이다[ 그림 2-3 ]. 그러기 위해서 다음과 같은 절차에 따라 계획 및 범위를 설정한다.

- ◆ 연구에 대한 설명, 평가방법들의 설정
- ◆ 연구목적의 정의, 기업 또는 주주에 영향을 끼칠 요인의 정의
- ◆ 계획/연구목적에 부합되는 방법들의 선택과 비교
- ◆ 목적에 맞는 방법의 선택·결정

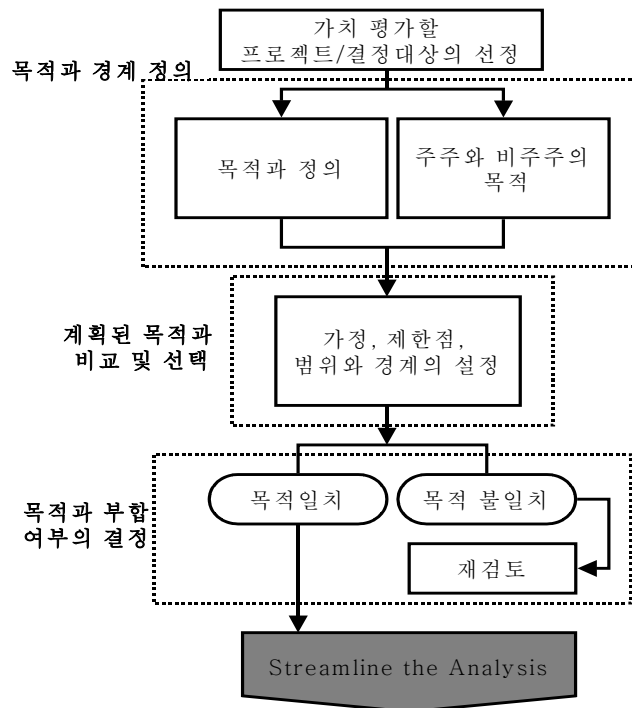
이 과정은 선택된 방법의 행동의 결과가 회사에 이익이 되도록 안전한 판단을 내리는데 도움이 될 것이다. 따라서 TCA에 있어서 제 1 단계는 매우 중요한 단계이며 조직내에서 결정하는 Team을 따로 두어 신중히 결정해야 할 부분이다.

목적의 설정에 있어서 조직의 형태에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로 기업에서의 목적은 폐기물 감소와 폐기처리에 드는 비용의 감소, 미래의 환경적인 의

무 비용의 감소 또는 회피라는 목적이 주 관심대상일 것이다. 반면에 지방 자치 단체같은 경우에는 현재 및 미래의 위험/현금유출을 줄여줄 최상의 오염방지정책의 제시, 폐기물 관리와 처분결정에 대한 자치권의 확보가 그 주요 관심대상일 것이다.

또한, 다음과 같은 네가지의 분석 형태가 있으며 목적을 정의함에 있어서 이러한 분석들을 토대로 이용하고 있다.

- ◆ Baseline analysis : 기존에 존재하던 공정이나 생산과정을 환경과 비용에 미치는 영향을 토대로 가치를 평가하는 분석방법.
- ◆ Baseline vs. baseline : 자사의 공정 또는 생산과정을 타사의 것과 비교분석하여 필요에 의하여 타사의 것을 벤치마킹하는 방법.
- ◆ Baseline vs. new : 기존의 공정과 새로 나온 공정을 비교분석하는 방법.
- ◆ New vs. new : 새로운 공정들 중 위험적 요소와 비용적 측면에서 가장 영향이 적은 것을 훗날 선택하기 위하여 비교분석하는 방법.



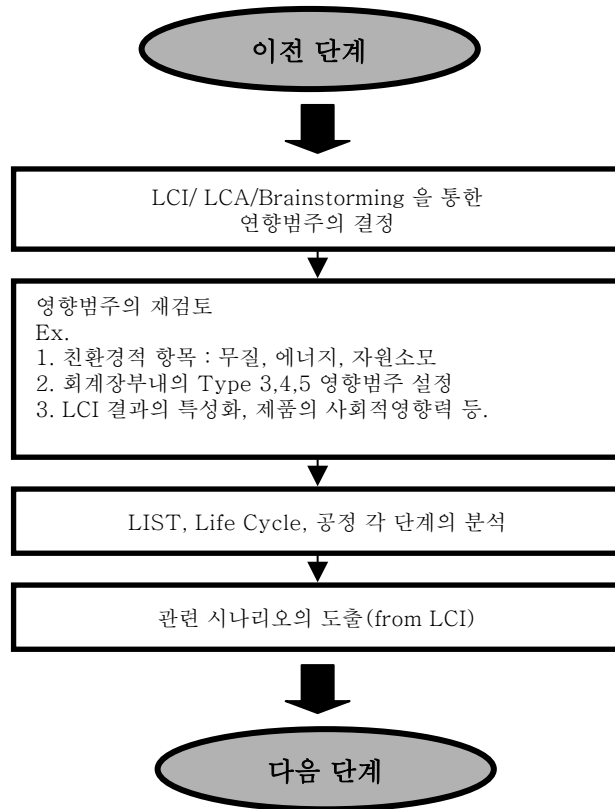
[ 그림 2-3 ] 목적과 범위의 설정단계

나) 분석의 간소화(Streamline the Analysis)

이 단계에서는 주요 범주(categories)를 결정하고 목표 및 그 외 요소들을 결부시

켜 위의 목표정의단계를 간결하게 다듬는 과정이다[ 그림 2-4 ]. 즉, 목적과 의사 결정 요소들을 연결시켜줌으로써 흐름을 만들고 첫 번째 단계를 보다 개량화하는 단계이다. 또한 life cycle 정보와 다른 관련된 정보(result of brainstorming session)도 제공한다. 여기에서는 다음과 같은 방법이 주로 쓰인다.

- ◆ 환경과 인간에 영향을 미치는 특정 이슈에 초점을 맞춘다.
- ◆ 전과정 단계를 제한하거나 생략시켜 간결화시킨다.
- ◆ 데이터의 양적인 면뿐만 아니라 질적인 면 모두를 고려한다.
- ◆ 실제자료가 준비되지 않았을 경우 대체자료를 고려하여 사용한다.
- ◆ 목적의 언급에 있어서 통제자 역할을 수행할 수 있는 하나의 공통된 기준을 설정한다.

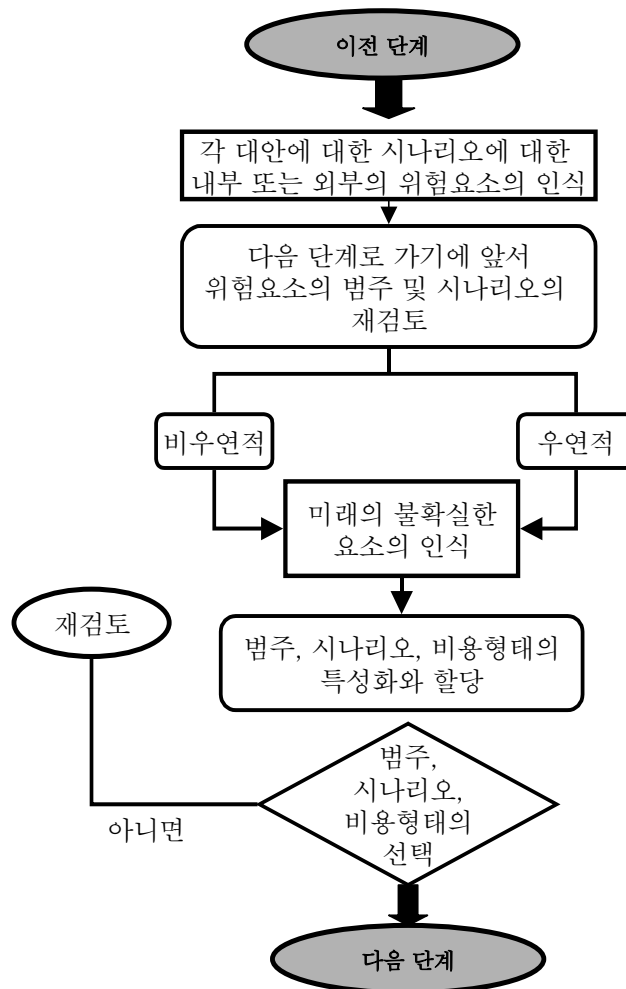


[ 그림 2-32 ] 흐름의 분석

다) 위험요소의 식별(Identify Potential Risks)

이 단계에서는 대안과 계획을 수행할 때 여러 비용범주들이 가질수 있는 투입비용의 크기에 기초를 두어 주요한 영향범주를 평가해준다[ 그림 2-5 ]. 이는

투자를 하는 입장에서의 주요 이슈에 대한 명확한 정의를 내린 후 대안과 계획을 수립한다. 각 대안과 계획은 비용투자에 있어서 위험한 요소를 지닐수 있으며 그에 상응하는 새로운 대안을 찾아야 한다. 결국, 이 단계에서는 각 대안에 소비되는 비용을 정하고 그 비용인자들을 지정하는 단계이다. 또한, 위험요소의 규명은 Type III,IV,V의 비용을 알아내기 위한 행동으로서 TCA에 있어서 핵심적인 부분이며 가장 어려운 부분이기도 하다. AIChE에서는 이를 규명하기 위한 행동으로 Team을 구성하여 braistorming 방법, 또는 LCI분석을 통한 시나리오를 작성하는 방법으로 규명하려 한다. < 표 2-2 >와 < 표 2-3 >은 이러한 시나리오를 작성한 예이다.



[ 그림 2-33 ] 위험요소의 확인단계

< 표 2-2 > Waste Stream 1의 시나리오

Scenario	Description	Implications	Probability	Cost Type
1	새로운MACT의 기준은대 기오염통제시스템의향상 을요구한다(ex. 집진장치 의향상)	2차년도말설치비용으로 \$1.2MM,가능성은확실	단한번의비 용효과	TypeIII, 환경적의 무비용
		3차년도에의무적비용으 로\$1.0MM소요,의무관 리의보험료20%인상예 상	확실	TypeIII, 환경적의 무비용
2	소각장치에대한새로운 CEM의 대기방출 요구치 의 의무불이행	2차년도에\$150,000의벌 금(20%가능성),3차년도 에\$150,000의벌금(5%가 가능성)	불확실	TypeIII, 민사적벌 금&범칙금
		고객의회사의벌금내역을 규명하기위한추적 - \$200MM의 7.5%의비용 (2%의 가능성)	불확실 3차년도에잠 재적영향	TypeIV, 고객과관 련된 보이지않는 비용
3	폐기량의 30%감소	폐기물감소로온도와연 소의요구치를맞추기위 해천연가스의증가가필 요해설비비의50%증가.	3차년도에 일어날 약간 의 가능성	TypeIII, 환경적의 무비용

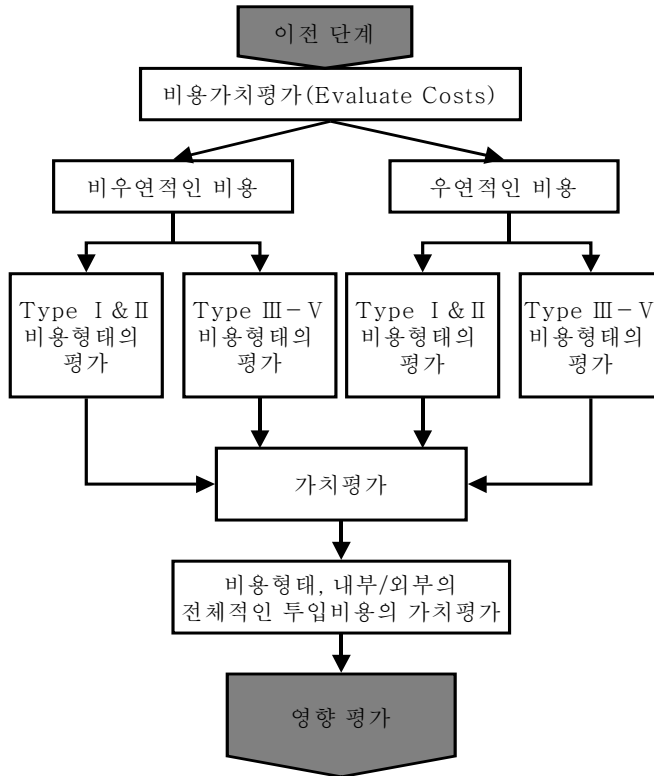


< 표 2-3 > Waste Stream 2의 시나리오

1	장래의처리단가의증가.3차년도에전년대비50%증가에상	3차년도에 \$1.1MM현금유출(가능성50%)	불확실	TypeIII, 환경적의무비용
2	운송재난(운송중유해폐기물의 유출)	환경적민사벌금과치료비발생. 최대\$810,000벌금	불확실, 매년 5%의가능성	TypeIII, 치료비 & 벌금
		대중단체의 영향에 따른 매년 \$50,000추가적벌금	불확실, 매년 5%의 가능성	TypeIII, 건강과 관련된 대중단체의 영향
3	3차년도에 해고된 운송자의 불법유해폐기물의투척적발	\$100MM의 책임비용추정.또한,분해기간이길어져5년후까지비용에영향을미칠것임	불확실, 5년동안10%의비율로 한번 발생	TypeIII, 환경복구비&민사적벌금
4	라벨링과 부착물에 관련된 벌금	1차년도에발생예상, \$100,000벌금(1%확률)	1차년도에만 가능성	TypeIII, 민사적 벌금
5	공적관심이있는회사는폐기 처분을외부지역으로넘기는 비율이높아져사내고용인의 감소	생산성의감소로 3차년도에 공장근로자봉급기준임금의5%상승 - 약\$50MM로 평가	확실	TypeIV, 스태프의사기와생산성에 영향을미치는 공적인 명령
6	산림지감소에따른 외부비용	매립지에대한소비는 연1acre의 산림지감소	확실 - 매년 발생	Type V, 용지의 감소

라) 비용목록의 분석(Conduct Financial Inventory)

이 단계에서는 다른 두 형태의 비용접근에 초점을 맞춘다. 하나는 회사 내부의 회계시스템을 나타내는 Type I 과 II 이고 다른 하나는 잠재적 비용을 평가하는 Type III, IV, V 이다. 또한 목록을 설정하는 이유는 원할한 TCA수행에 있어서 개발에 얼마만큼의 비용이 어떠한 형태로 투입되었는지의 데이터베이스가 구축되어야 하는데 이 단계에서 그러한 데이터베이스를 정의하고 요약정리하는 것이다[ 그림 2-6 ].



[ 그림 2-6 ] 비용목록의 분석과정

TCA방법은 특정한 프로젝트나 결정에 대해 현실적인 대안을 잠재적으로 결정하는 것이다. 이러한 대안을 위한 Type I, II 비용은 회사 내부의 원가 계산 시스템에서 비롯되거나 전문적 지식을 갖춘 프로젝트팀에 의해 개발될 것이고 Type III, IV 또는 Type V를 형성시키거나 어떠한 시나리오를 만들 것이다. 각 시나리오는 손해의 위험성이 있는 시나리오이며 토론 등에 의하여 사건이 발생할 확실성(certain)과 불확실성에(uncertain) 대한 평가가 도출될 것이다. 이러한 방법을 통하여 Type I ~ IV의 비용 목록을 작성하고 Type V의 비용은 타 비용과의 차이점을 강조하기 위하여 따로 작성한다. < 표 2-4 >, < 표 2-5 >은 이러한 과정을 거친 결과의 예를 나타낸 표이다. 여기서 강조하고 싶은 점이 있다면 Type V의 비용은 사내 발생비용이 아닌 사회적 비용이라는 점, 할인율의 적용은 반드시 다른 할인율을 적용해야 한다는 점, 그리고 사회적 비용조사는 일반화된 기준이나 문헌을 통하여 규명해야 한다.

< 표 2-4 > Waste stream 시나리오1의 TCA결과

Cost Type	1998	1999	2000	Present Value Totals
Type I & II	4.0	3.57	3.2	10.77
Type III				
Scenario 1 New MACT	--	1.07	0.94	2.01
Scenario 2 CEM Non-Compliance	--	0.027	0.012	0.039
Scenario 3 Reduction in Waste	--	--	0.24	0.24
Type IV				
Scenario 2 Client Relationships	--	--	0.24	0.24
Total	4.0	4.67	4.63	13.30

< 표 2-5 > Waste stream 시나리오2의 TCA 결과

Cost Type	1998	1999	2000	Present Value Totals
Type I & II	3.0	2.68	2.4	8.08
Type III				
Scenario 1 Price Rise	--	--	0.44	0.044
Scenario 2 Remediation	0.012	0.011	0.010	0.033
Scenario 2 Penalty	0.003	0.002	0.002	0.007
Scenario 3 Landfill	--	--	7.12	7.12
Scenario 4 Fines	0.0001	--	--	0.0001
Type IV				
Scenario 5 Worker Morale			2.0	2.0
Totals	3.02	2.69	11.97	17.68

마) 영향평가(Conduct Impact Assessment)

영향평가로서의 데이터 분석과 재검토 과정을 포함하는 단계로서 각 범주로부터 가장 영향이 큰 비용 기여인자를 결정하고 전체적 의사결정에서 최상의 선택을 할 수 있도록 고찰하는 단계이다. 또한 데이터의 분석뿐만 아니라 비평을 실시하

는 것을 포함하고 있다. 이 단계에서는 비용을 할당하는 중에 불확실하고 신뢰하기 어려운 프로필을 지니고 있는 자료로부터 비용을 할당할 수도 있다. 그러므로 비용이 각 카테고리를 위하여 전 TCA과정에 반복적인 방법으로 실제 수행되었음을 입증하기 위해 재조사되는 것은 중요하다. 또한 어떠한 시나리오가 가장 위험하다는걸 입증하고 또한 이에 대한 대안을 결정하는 것은 누구와 몇 번의 토론으로 정할 것인지 결정해야 한다.

바) 결과의 문서화(Document Results)

TCA중에 내린 가정이나 시나리오와 비용결정과정에 대한 추론과 결과를 문서화하는 과정이다. TCA과정을 신중하게 상세하게 기록하는 것은 중요하다. 제공되는 스프레드 시트는 각 시나리오와 비용 결정에 대해 설명과 기술을 고려한다. 그럼에도 불구하고 라이프 사이클 정보와 다른 회사의 특정자료의 사용에 의한 이용은 비판받을 수 있다.

사) 피드백(Feedback)

회사 내에서 주요 의사결정 과정으로 feedback 한다.

## 21. 농업분야에 있어서의 TCA 목록

### 가. 일반적 농업경영분석의 비용목록

농업경영분석에 있어서 농가가 주로 취급하는 대상품목의 종류에 따라 비목이 서로 상이하다. 여기서는 크게 두 가지로 나누어 정리하여 보았다.

#### 가) 일반작물 및 공통부문

##### (1) 조수입

조수입이란 주산물의 수입액과 부산물의 수입액을 합한 것을 의미한다. 따라서, 조수입 계산 시 주산물의 평가액과 부산물의 평가액을 함께 고려하여야 한다. 주산물과 부산물의 구분은 판매액의 비중이 큰 것을 주산물로 하는 것으로 다시 말하면, 부산물은 전체판매액의 50%를 넘을 수 없는 것이다. 평가액은 생산량×농가수취가격(농가판매가격 - 출하비용)을 적용하여 계상한다. 따라서, 평가를 위해서는 주산물 및 부산물의 생산량의 조사가 우선시 되어야 한다.

< 표 3-1 > 작목별 생산량 조사기준

구 분	생산량 조사 기준
잡곡, 두류, 특작(땅콩, 들깨)	정곡
맥주보리	조곡
팥옥수수	이삭수
서류, 채소(노지고추제외), 과수(대추제외), 표고버섯, 팽이버섯, 인삼, 도라지, 더덕	생중량
노지고추, 대추, 엽연초, 황기, 당귀, 작약	건중량
취나물	건중량(생취나물인 경우 건중량으로 환산)
화훼(절화류)	본, 속
양 잠	춘, 추잠으로 구분하여 계상, 만추잠 사육 시는 추잠생산량에 포함함

출처 : 농촌진흥청

(2) 투입비용

투입비용의 목록은 다음의 < 표 3-2 >와 같다.

< 표 3-2 > 투입비용 목록

비 목		금 액
종묘비		
비료비	무기질비료	
	유기질비료	
농약비		
광열동력비		
수리비		
제재료비		
소농구비		
감가상각비	대농기구	
	영농시설	
수리비		
임차료		
기타 비용(간접비)		
노력비		
자본용역비		
토지용역비		

나) 축산부문

(1) 조수입

주산물 수입과 부산물 수입을 합한 것을 말한다. 조사기준은 다음 < 표 3-3 >와 같다.

< 표 3-3 > 축산물 수입물 조사기준

축종별	주산물 수입	부산물 수입
번식우(한우)	송아지	종모우, 구비, 공포대, 사역수입
비육우(한우)	비육우	구비, 공포대
젖 소	우 유	송아지, 종모우, 구비, 공포대
번식돈	자 돈	종모돈, 구비, 공포대
비육돈	비육돈	구비, 공포대
산란계	계 란	구비, 공포대, 비정상란, 도태계
육 계	육 계	구비, 공포대

(2) 투입비용

투입비용은 다음 < 표 3-4 >와 같다.

< 표 3-4 > 축산부문 투입비용 목록

비 목		금 액
가축비		
사료비		
진료위생비		
종부료		
감가상각비	건축물, 구축물	
	대농기구	
	가축(젖소, 번식돈)	
자본이자	고정자본이자	
	유동자본이자	

## 1) TCA 비용목록 개괄

가. 에서 살펴본 TCA 비용목록은 AIChE(America Institute of Chemical Engineers : 미국 화학 공학자 협회)에서 미국 환경청(EPA)의 환경원가 분류에 기초하여 작성한 것이다. 본 논문에서는 기존 TCA 비용목록 정의에 바탕을 두면서 실무적으로 적용할 때 오는 혼동을 피하고 농가의 활동에 적용가능한 비용 목록을 개발하는 것을 목표로 하였다. 이를 위해 경종농가의 비용목록과 축산농가의 비용목록을 통합하였는데, 그 이유는 한 농가가 경종과 축산을 병행할 경우 농가단위의 비용집계와 경영성평가의 수행이 가능하도록하기 위함이다. 또한, TCA적 비용파악이 반드시 농가별 측정만 가능한 것이 아니라 지역단위별 혹은 기업적 차원에서 이루어지는 대규모 농장단위에서도 적용이 가능하다는 점을 언급하고자 한다(부록 TCA비용목록 참조).

- ◆ Type I : 투자자본(유형설비 및 토지 등)과 제조관련 직접원가
- ◆ Type II : 잠재적으로 숨겨져 있는 간접원가
- ◆ Type III : 미래의 우발비용
- ◆ Type IV : 대외이미지 향상 및 관계개선 비용
- ◆ Type V : 사회적 비용

가) 자본설비에 대한 투자액에 대해서는 Type I에서 일괄적으로 고려

AIChE TCA 비용목록을 살펴보면 Type I과 Type II 비용 모두에서 비재발비용으로 자본설비에 대한 투자액을 고려하고 있다. 그러나 대상제품과 관련하여 직접관련 자산과 간접관련 자산을 일일이 구분해야 하는 번거로움이 있으며 실무적으로도 직접관련 자산과 간접관련 자산으로 나누어 관리하고 정보를 유지하기는 어렵다. 따라서 자본설비에 대한 투자액은 Type I 항목에서 일괄적으로 고려하였다. 이를 통해서 투자액에 관하여서는 Type I 항목에서 일목요연하게 살펴볼 수 있다는 추가적인 장점을 지닌다.

나) 생산관련 직접원가는 Type I에서 고려

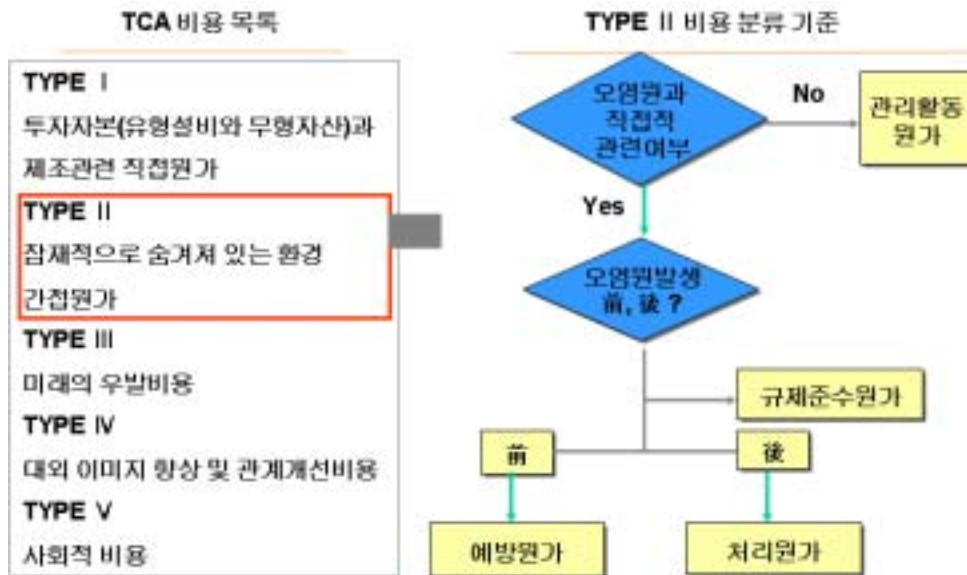
대상제품의 일반적인 생산활동과 관련하여 발생하는 비용 중 직접추적이 가능한 관련원가인 제재료비와 직접인건비는 Type I에서 고려하였다.

다) 환경회계에서 제시하는 환경 비용 목록과의 결합 시도

현재 기업(농기업 및 농가 포함)들에게는 TCA가 매우 생소한 개념인데다가

기존 TCA 비용목록에서 제시하는 비용항목은 ABC(Activity-Based Costing: 활동기준원가회계)를 근간으로 하고 있어 이해하기가 어려우며 적용가능성이 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 TCA 비용목록의 이해가능성과 접근가능성을 높이기 위하여 TCA보다 보편화된 개념인 환경회계상의 비용목록과 TCA 비용목록의 연계를 시도하였다. 실제로 환경비용은 대부분 간접비로 인식되므로 환경회계상의 비용목록과 잠재적인 간접비를 다루는 TCA Type II비용은 목록 분류상 유사한 면이 많이 존재한다. 기존 TCA 비용목록의 본질을 해치지 않는 범위 내에서 새로운 목록을 개발하였다.

라) Type II 비용 내에서 오염원과 관련성 및 오염원 발생시점을 기준으로 비용 구분



잠재적으로 숨겨져 있는 환경 간접원가는 위의 표에서 제시하고 있는 바와같이 예방원가, 규제준수원가, 처리원가 및 관리활동원가의 4가지 분류로 나누어진다. 우선 오염원과 직접적인 관련성 여부에 의해 관리활동원가와 기타 환경원가로 구분된다. 오염원과 직접적인 인과관계를 찾기 어려우나 환경부하를 억제하는데 간접적인 공헌을 하는 관리활동 전반에서 소요되는 원가는 관리활동원가로 구분된다. 다음으로 오염원 발생시점 전후를 기준으로 예방원가와 처리원가로 구분된다. 오염원 발생 전에 사전적으로 환경오염물질의 발생자체를 저감하거나 차단하려는 사전 예방적인 노력에 소모되는 비용을 예방원가라 한다. 또한, 오염원의 발생 후에 사후적으로 자연환경이나 인간환경에 최종적으로 해를 끼치는 것



을 막기 위해 행하는 사후활동에서 소요되는 비용은 처리원가라 한다.

그밖에 규제준수원가는 오염물의 발생전후에 관계없이 생산, 관리활동 전반에서 이루어지므로 오염물의 발생전과 후를 명확하게 구분을 지을 수 없을 뿐만 아니라 농가의 환경대응활동을 살필 수 있다는 귀중한 정보로서의 가치를 지니고 있으므로 따로 구분하여 표시한다.

마) Type III 우발비용을 비용목록에 고려

TCA에서 말하는 우발비용은 미래에 환경관련 우발상황에 대응하여 발생할 지도 모르는 비용으로 재무회계 입장에서 우발채무(contingent liabilities)와 같은 개념이다. 우발채무는 미래에 어떤 시점에서 발생할 수도 있고 발생하지 않을 수도 있는 불확실한 현재상황에서 기대값이나 범위, 일정화폐금액을 초과할 확률로서 추정되는 원가이다. 따라서 손실의 발생이 확실하고 합리적으로 추정되는 상황이 아니라면 다른 목적으로는 인식할 필요가 없기 때문에 내부관리회계시스템과 미래지향적 의사결정에서 적절한 관심을 받지 못하였다. 그러나 근래에 들어 환경이슈가 중요하게 부상하고, 지역주민과 NGO의 위상이 높아짐에 따라 지역주민의 민원해결, 기업의 부적절한 환경관리에 따른 손해배상 청구 및 소송은 점차 증대되고 있다. 소송 및 손해배상은 이로 인한 가시적인 경제적 손실뿐만 아니라 기업 브랜드이미지에 치명적인 악영향을 끼칠 수 있다. 우발비용은 환경리스크(risk) 관리차원 뿐만 아니라 기업의사결정에도 고려해야 할 중요성이 커지고 있으므로 이를 비용목록에 포함하여 평가 추정하기로 한다.

바) Type IV 대외이미지 향상 및 관계개선 비용을 비용목록에 고려

대외이미지 향상 및 관계개선 비용이란 경영활동과는 관련이 없으나 경영자, 고객, 고용자, 지역사회의 주관적인 인식에 영향을 미치기 위하여 발생하는 원가를 말한다. 비록 측정이 가능하더라도 인식에 영향을 미치기 위해 소비되는 자원이므로 무형원가라고도 부른다. 비용 그 자체는 무형이 아니지만 제품이미지 개선 및 관계형성으로 나타나는 직접적인 이익이 무형을 띤다. 환경친화적 이미지 홍보활동이나 지역사회관련 환경활동, 자발적 환경활동에서 발생하는 비용과 더불어 친환경활동의 결과로 시장점유율 증가나 매출증대 등의 효익이 발생했다면 이 역시 비용목록에서 고려된다.

사) Type V 사회적 비용은 별도로 고려

사회적 비용이란 기업이 통상적으로 부담하고 있는 비용 외에 외부불경제 효과로서 사회가 부담하고 있는 비용이다. 예를 들면 기업의 생산활동의 결과 배출된 환경오염물질에 의해 제 3자의 건강피해나 농산물이나 어업에 피해를 입히는 것을 들 수 있다. 그러나 본 논문에서는 서두에 언급하였듯이 Type V에 대한 비용은 관련연구의 부재와 유기농산물과 관련된 환경적 영향을 비용화 시키기에는 어려움이 많기 때문에 고려하지 않는 것으로 한다.

## 2) 비용목록 정의와 해설<sup>2)</sup>

여기에서는 농업분야의 TCA비용목록을 작성하는 데 가장 중요한 비용의 분류에 대한 해설을 다루었다. 순수 TCA이론에 입각한 비용분류를 그대로 농업뿐 아니라 타산업활동에 적용하기에는 현실적으로 무리가 따른다. 그 이유는 환경원가를 분류하는 작업 자체가 국내에 있어서는 어디까지나 실험적인 단계로서 현재의 우리나라 회계시스템은 전통적회계 시스템이 대부분이며, 갑작스런 시스템의 변경은 많은 혼선을 초래하는 등 오히려 역효과가 우려되기 때문이다.

따라서, 본 절에서는 TCA의 비용목록과 일반농업경영분석에서의 비용목록을 어느 정도 연계시키려고 노력하였다.

### 가) TYPE I

목표 대상으로 삼는 사업부, 공정, 생산품과 관련하여 투자된 금액과 그에 수반하는 감가상각비 및 관련된 직접원가를 말한다.

#### (1) 투자금액

투자금액으로는 초기 직접 투자비용은 물론 취득 후의 지출로서 가장 최근에 평가된 성능수준을 초과하여 미래 경제적 효익을 증가시키는 자본적 지출도 포함한다. 투자액은 감가상각비로 비용화되며 직접 투자가 이루어지지 않는 경우에는, 예를 들어 리스를 통해 설비를 이용하는 경우, 리스료가 비용에 산입되게 된다.

투자액으로는 실체가 존재하는 유형 시설이나 설비는 물론 무형자산에 대한 투자액도 고려한다. 유형설비는 크게 1)토지 2)건물 및 구축물 3)농기구 4)차량운반구 5)기타 생산이나 관리활동을 위한 직접적비용으로 구분된다.

여기서 구축물에는 무인방제시설이나 살수기 등과 같은 것이 포함될 수 있겠다.

#### (가) 유형자산

유형자산은 크게 사용에 의한 소모, 시간의 경과에 의해 경제적 효익이 감소하는 상각자산과 시간의 경과에 따라 가치가 변동하지 않거나 혹은 증가하는 비상각자산으로 구분된다. 상각자산은 이러한 경제적 효익의 소멸을 반영할 수 있는 감가상각비의 계상을 통하여 감소된다.

#### (나) 비상각자산

건축물이나 구축물에 수반되는 토지로서 최초 구입의사결정전의 실사비용과 순수 토지구입비용 그리고 구입에 따른 부수적인 세금과 공과인 취득, 등록세를 모두 포함한다. 또한, 구입한 토지를 의도한 용도로 사용하기 위해 추가적인 비용이 발생한다면 즉, 토지정리비용 등까지 토지투자원가에 가산하여 측정한다.

---

2) 부록 TCA비용목록 참조

(다) 상각자산

상각자산으로는 크게 건물, 구축물, 기계장치, 차량운반구, 생산관련직접비용으로 구분한다.

(2) 관련 직접비용

일반적인 생산활동과 관련하여 발생하는 비용으로서 목표대상에 직접 관련된 원가를 말한다.

투자의사결정을 위한 자본예산에서 통상 관련원가로서 이들 비용은 고려되기는 하지만 환경원가로서 인식되지는 않는다. 목표대상을 생산품으로 삼았다면 원가명세서상의 제재료비나 직접노무비등이 이러한 원가에 속하게 될 것이다. 단, 직접원재료 중 환경성을 고려하여 유해물질대체제(미생물비료, 미생물 농약 등)를 구입하였다면 유해물질대체제 구입총액은 직접원재료비로서 TYPE I 비용에 속하지만 이에 추가되는 차액 비용인 환경원가는 TYPE II에서 일괄적으로 분석한다.

나) TYPE II

목표대상이 되는 사업부, 공정, 생산품과 관련하여 직접적인 대응이나 인과관계를 갖지 않는 비용들로 잠재적으로 숨겨져 있는 환경원가를 말한다.

(1) 예방원가

예방원가는 오염원과 직접적으로 관련이 있으면서 오염원의 발생 전에 사전적으로 환경오염물질의 발생자체를 저감하거나 차단하려는 사전 예방적인 노력에 소모되는 비용을 말한다.

(가) 유해물질 대체

- 직접원재료나 간접부재료 외에 유해물질을 친환경물질로 대체하는 과정 중에 소요되는 추가적인 비용(예 : 친환경 미생물비료·농약의 대체에 따른 천적투입비용·유기농자재 등)

(나) 포장관련 환경부하 저감

- 제품이나 상품의 포장용기나 포장지 재활용지나 천연소재의 친환경 재료를 사용함에 따른 추가적인 비용

(2) 규제준수원가

규제준수원가란 환경관련 법규를 준수하기 위해 필요한 다양한 활동과 대책에 소요되는 비용을 말한다. 오염물과 직접적인 관련이 있고 오염물의 발생전후에 관계없이 생산, 관리활동 전반에서 이루어지는 법규준수 활동에 소요되는 원가가 이에 해당된다.

규제준수활동은 오염원발생전후를 가리지 않고 생산에서 폐기에 이르기까지 고르게 나타나는 활동이며 법규준수여부는 환경보호와 인간복지를 위한 규제에 기업이 어느 정도 참여, 호응하고 있는 지를 나타내는 중요한 지표이므로 따로

구분하는 것이 바람직하다.

(가) 환경시설에 대한 인허가

- 환경시설의 설치에 대한 국가나 지방자치단체에 인허가를 받기 위해 소요되는 비용( 예 : 축사의 집진시설, 정화시설 등)

(나) 환경관련 세금이나 부담금

- 대기오염물이나 폐기물, 오폐수의 방출과 악취방지에 따른 기본적인 세금이나 부담금의 비용

(다) 보고 및 감시

- 법률 등에 의해 요구되는 오염물의 수준을 일정치 이하로 유지하기 위한 감시에 소요되는 비용.

(라) 환경, 안전 및 건강에 대한 보험

- 법률 등에 의해 강제된 환경관련 보험(화재보험 등)이나 안전과 건강의 증진을 위한 건강보험료, 산재보험료에 지출되는 비용

(3) 관리활동원가

관리활동원가란 오염원과 직접적인 관련은 없으나 기업의 환경보존을 위한 관리활동에서 발생하는 원가로 사업활동에 수반하여 발생하는 환경부하를 억제하는데 간접적으로 공헌하는 원가를 말한다.

(가) 인증획득

- 농산물 품질관리법에 의거한 표준규격에 맞는 친환경농산물 인증획득에 소요된 비용

(나) 농장 및 주변의 녹화 미화

- 관광농업 상품 등의 목적을 위해 농장이나 사업장 주변의 녹화나 미화를 통해 친환경사업장을 조성하는데 소요되는 비용

(다) 기타

- 환경관련 협회나 학회가입으로 인한 협회비나 회원자격으로 활동하기 위해 소요되는 비용 등

(4) 처리원가

처리원가는 오염원과 직접적으로 관련이 있으면서 오염원의 발생 후에 사후적으로 자연환경이나 인간환경에 최종적으로 해를 끼치는 것을 막기 위해 행하는 사후활동에서 소요되는 비용을 말한다. 오염원이 발생한 후에 이를 측정하고 외부유출을 통제하고 감시하는데 소요되는 비용과 오염원이 사외로 유출되어 대기, 수질, 토양 등의 자연환경을 훼손하는 것을 방지하기 위한 오염물질 처리시설을 운영, 관리하는데 소요되는 비용, 오염물질을 포함한 제품이 적절히 처리되지 못해 수질이나 토양오염을 유발하는 것을 막기 위한 재활용이나 회수, 재사용하기 위해 소모되는 비용이 해당된다. 이 때 재활용이나 재사용, 회수를 통한 원

재료 절감액과 회수한 제품 또는 용기포장 등의 분별이나 중간처리에 의해 획득한 부산물을 매각한 경우에는 처리원가에서 차감하여야 한다.

유기농업에서는 이러한 부산물은 주로 퇴비나 가축의 조사료 등으로 이용되는데 이 경우 그에 상응하는 비용효과를 산정하여 관련 비목에서 차감해주면 되겠다.

(가) 환경오염 측정 및 모니터링

- 오염물 발생이후 오염물이 외부로 유출되는 것을 막기 위해 오염물 처리 전·후에 수행되는 오염물의 측정비용과 오염물처리과정, 오염물의 수준을 감시하는 데 소요되는 인건비나 소모품비등 기타 제비용

(나) 오염물질 및 폐기물의 수집, 분류 및 운송

- 오염물질 및 폐기물을 처리하기 위하여 직접 수집, 분류, 운송할 때 드는 비용

(다) 오염물질 및 폐기물 처리 아웃소싱(Outsourcing)

- 오염물질 및 폐기물을 처리하기 위해 외부용역업체에 위탁처리 시 지불하는 비용

(라) 오염물질 및 폐기물 재활용

- 오염물질 및 폐기물을 재활용공정을 통해 판매나 재사용이 가능한 상태로 변환하기 위해 소요되는 비용. 단 재활용폐기물 판매수익은 환경원가에서 차감함.

(마) 환경설비

- 오염방출 통제장치로서 대기, 수질, 악취, 소음 등을 방지하기 위한 시설들이 이에 해당된다. 단 설비투자액에 대한 감가상각비는 TYPE I에서 일괄적으로 고려됨으로 제외함.

다) TYPE III

우발비용이란 기업이 오염물질을 제대로 처리하지 않거나 사고로 발생하게 된 각종 법규위반, 환경사고 피해에 대한 벌과금, 환경소송 및 안전사고소송과 관련한 손해배상 및 자연복구 등 자연환경 및 인간환경을 해치는 미래의 우발상황에 대응하여 발생할지도 모르는 비용을 말한다.

(1) 장래의 벌금 및 과징금

오염물 과다방출이나 법규에서 정하고 있는 배출 허용기준을 초과해서 적발될 경우 정부에게 지급하게 되는 벌금이나 과징금

(2) 소송관련 법적비용

환경훼손이나 악취 및 안전사고로 인한 인적상해 시 제기된 소송과 관련하여 변호사 수수료 등에 소요된 법적인 제반비용

(3) 환경관련 손해배상

농가의 부적절한 환경관리에 따른 환경훼손으로 인한 손해배상 청구 및 소송 등의 분쟁을 해결하기 위한 합의금이나 배상금

(4) 장래의 준수비용

현재는 시행되고 있지 않으나 장래에 시행 예정이거나 새로 제정된 법규, 규정으로 인해 부담할 수 있는 비용

(5) 자연복구 비용

농가의 생산활동 중 훼손한 자연환경을 강제적이거나 자발적으로 복구하기 위하여 지출되는 비용

라) TYPE IV

대외이미지 및 관계개선 비용이란 경영활동과 직접적으로 관련 없는 활동으로서 기업의 환경친화성 이미지를 향상시키고 이를 홍보하기 위한 노력에 드는 비용과 기업이 정부, 자치단체, 소비자, 종업원, 환경단체, 일반대중과 원만한 관계를 유지하기 위한 비용을 말한다. 대외이미지 및 관계개선 비용은 오염원의 발생이나 오염원이 환경에 미치는 영향을 감소시키고 오염을 예방하는데 적극적으로 영향을 주지는 않지만 환경친화성 기업 이미지를 향상시키고 장기적으로 이해관계자와의 관계에 있어서 발생할 환경원가를 절감하기도 한다. 대외이미지 향상 및 관계개선을 통해 기업의 매출이 증가하는 등의 가시적이고 측정가능한 효과를 얻기도 하지만 일반적으로 소비자 선호증가와 지역사회 등의 호의 등 무형의 효익이 더 큰 비중을 차지한다. 이미지 향상으로 인하여 시장점유율 증가와 같은 효익이 실현되었다면 이는 환경원가에서 차감하여야 한다.

본 논문에서는 이미지 및 관계형성원가 측면에서 대상농가의 친환경적노력의 결과로 인한 상품이 기존농산물에 비해 가지는 시장점유율 상승분이 대상농가 상품의 이미지 상승편익으로서 식별이 가능하다고 볼 수 있다.

나. TCA방법을 이용한 사례분석

여기에서는 관행축산농가가 유기축산농가로의 전환 시 TCA비용목록에 의거한 비용조사와 함께 이를 통한 경제성을 분석하려하였다. 그러나 현실적으로 대부분의 농가에서의 환경적 요소를 고려한 비용을 조사하기란 매우 어려운 작업이었다. 왜냐하면, 현재 대부분의 농가에서는 비용장부를 작성하고 있지 않기 때문에 정확한 비용의 추적이 어렵기 때문이다. 따라서, 본장에서는 일단 농업경영비분석에 기초를 두어 대상농가를 조사한 후 이를 시나리오화하여 유기축산으로 전환 시 TCA적 비용목록에 적용하도록 노력하였다.

1) 대상농가의 소개

- ◆ 소재지 : 경기도 양평군 서종면
- ◆ 조사일시 : 2003. 11.
- ◆ 농가규모
  - ◇ 축사면적 : 200평
  - ◇ 사육두수 : 60두(비육우 20두, 번식우 40두)
  - ◇ 경영실태

한우 비육우

(기준 : 회/두)

비 목 별	수 량	단가(원)	금액(원)	비 고
주산물가액 부산물가액	600kg		6,000,000	거세한우 사육일수 500일
조수입 계			6,000,000	
중 간 재 비	가 축 비		2,600,000	차 량 연 비
	농후사료비		750,000	
	조 사 료 비		100,000	
	방역치료비		17,300	
	수도광열비		41,520	
	제 재 료 비		12,975	
	소 농 구 비		0	
	대농구 상각비		6,400	
	영농시설상각비		62,500	
	수 리 비		5,000	
종 부 료		8,650		
기 타		27,680		
계			3,632,025	
임 차 료				
고용노력비				
차입금이자			43,250	
경영비 계			3,675,275	
자가노력비	58시간		313,800	5,200/시간
소 득			2,324,725	
부가가치			2,367,975	
소 득 률(%)			38.7	

## 2) 유기축산의 개념과 특징

### 가) 유기축산의 개념<sup>3)</sup>

유기축산이란 축산물의 생산과정에서 수정란 이식이나 유전자 조작을 거치지 않은 가축에 각종 화학비료, 농약을 사용하지 않고 또한 유전자 조작을 거치지 않은 사료를 근간으로 그 외 항생물질, 성장호르몬, 동물성부산물사료, 동물약품 등 인위적 합성 첨가물을 사용하지 않은 사료를 급여하고, 집약 공장형 사육이 아니라 운동이나 휴식공간, 방목초지가 겸비된 환경에서 자연적 방법으로 분뇨처리와 환경이 제어된 조건에서 사육, 가공, 유통, 평가, 표시된 가축의 사육체계와 그 축산물을 의미한다.

### 나) 유기축산의 특징

유기축산의 주요특징을 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ◆ 축산을 통한 토양 및 토질의 생력유지
- ◆ 자연시비 및 관리를 통한 유기사료의 생산과 이용
- ◆ 해충, 질병, 미생물의 자연생태적 제어
- ◆ 동물의 자연 생리 및 습성에 가까운 번식 및 관리
- ◆ 자연생태계 총화의 관점에서 축산 접목

현재 위와 같은 유기축산의 특성을 구체적으로 축산농가에 시행하기 위하여 다음과 같은 형태들이 제시되고 있다.

- ◆ 가축에게 충분한 운동공간 및 목초지 제공
- ◆ 유기사료의 급여
- ◆ 돼지의 질병이나 해충을 자연 민방요법으로 제어
- ◆ 유기돼지로부터 생산된 자축의 사육
- ◆ 유전자 조작을 금하고 종의 다양성 유지

이러한 유기축산의 특성들은 시행함에 있어서 그 근간을 이루고 이대로 행해져야 진정한 의미의 유기축산이 될 수 있을 것이다. 그러나 유기축산의 여건은 지역간, 국가간의 환경적 차이가 있기 때문에 세부적인 시행내용은 달라질 수 밖에 없다.

우리나라는 농경지 면적이 제한적이고 사료자급율이 매우 낮기 때문에 유럽이나 미국 등 선진 유기축산 여건과는 다소 차이가 있다.

다음 < 표 4-1 >은 우리나라의 유기축산과 관행축산의 특성을 비교한 표이다.

3) 유기축산의 동향과 우리의 과제, 김경량, 2003



< 표 4- 1> 관행축산과 유기축산의 특징비교

	항 목	관행축산	유기축산
시설 / 환경	축사면적	• 밀집사육 가능	• 축종별 사육밀도 기준 준수
	축사바닥	• 흙바닥, 시멘트바닥, 깔짚 등 다량(규정없음)	• <b>시멘트 구조 등의 바닥 불허</b>
	분뇨관리·처리	• 정화·자원화방법 • 축사면적에 준한 처리시설 마련 규정(축산관련법 및 오분법에 준함)	• 자원화를 근간으로한 처리방법 • 축산관련 및 오분법에 준함 • <b>분/뇨 분리 처리</b>
	축사시설	• 제한 사육 가능	• 제한사육 불가능 • 자유로운 행동표출 및 운동이 가능해야 함 • 가금의 경우 햇대, 산란상자 마련 • <b>자유급여 시설 마련</b>
	방목지/운동장 시설	• 규정없음	• 돼지,양계 규정사항 없음 단, <b>소의 경우 운동장 시설은 축사면적의 3배</b>

가축 관리	전환 기간	• 규정없음	• 축종별 전환기간 준수
	가축 번식	• 규정없음	• 종축을 사용한 자연교배 권장 • 인공수정 허용 • 수정란 이식, 호르몬 유지 불허 • 유전공학기법 허용안됨
	사료/영양	• 비유기 사료 급여허용 • 항생제 허용 • 성장 촉진제 허용 • 호르몬제 허용	• <b>유기사료급여기준</b> • GMO 허용안됨 • <b>성장촉진제 허용 안됨</b> • <b>항생제 허용 안됨</b> • <b>호르몬제 허용 안됨</b> • 합성, 유전자 조작 변형 물질 허용 안됨 • 국제 식품 위원회나 농림부장관이 허용한 물질 사용
	질병 관리	• 구충제 사용 허용 • 예방백신 사용 허용 • 정기적 약품 투여 허용 • 성장 촉진제, 호르몬제 사용 허용	• 구충제 사용 허용 • 예방백신 사용 허용 • 민방 요법을 이용한 환축 치료 권장 • <b>정기적 약품투여 허용 안됨</b> (환축의 경우 예외) • 성장촉진제, 호르몬제 허용 안됨(치료목적 예외)
	사양 관리	• 밀집사육 허용 • 격리사육 허용 • Cage 사육 허용	• 물리적 거세 허용 • 단미, 단이, 부리자르기, 빨자르기 등 허용 • 밀집사육 허용 안됨 • Cage 사육허용안됨. 단, 자돈의 경우 25kg까지 사육허용 • 산란계의 경우 인공광 최대사용기준(최대 14시간)

### 3) 유기축산으로의 전환 시 비용변화 시나리오

앞 절에서 관행축산과 유기축산의 특성 차이를 살펴보았다. 이를 통하여 유기축산으로의 전환시에 시설비 및 경영비의 변화를 예측할 수 있다. 그에 대한 비

용분류 기준은 TCA비용목록인 Type I ~TypeIV을 이용하여 예측하여 보았다.

가) Type I 원가

(1) 투자비용

- ◆ 시설투자비 : 유기축산을 시행함에 있어서 축사는 개방식이고 깔짚 축적식인 가변형 축사가 권장되고 있다. 또한, 분뇨의 분리가 가능한 시설의 설치가 예상된다.
- ◆ 토지구입 또는 임차 : 방목지/운동장을 조성하기 위한 토지와 조사료를 직접 생산할 경우 이에 대한 적절한 초지가 필요하다. 본 연구는 방목지는 고려않고 운동장 시설만 고려한다.

(2) 운영비용

- ◆ 유기조사료비 : 유기조사료의 확보가 어려운점을 들어 비용증가가 예상된다.
- ◆ 인건비 : 자가노력비의 경우 관행축산에서 행하던 일들이 감소하므로 투입시간의 감소가 예상된다.
- ◆ 전력비 : 가변형축사는 자연통풍이 가능해 환풍기의 설치를 요구하지 않는다. 따라서, 환풍기가 차지했던 전력비에 대한 감소가 예상된다.
- ◆ 방역치료비 : 항생제나 지속적인 약물투여가 제한되기 때문에 이에 대한 비용은 감소가 예상된다.

(3) Type II 원가

- ◆ 규제준수원가 : 시설물에 대한 인허가비에 드는 제반비용 발생이 예상된다.
- ◆ 관리활동원가 : 유기축산물에 대한 인증취득비가 예상된다.
- ◆ 오염처리원가 : 오폐수등의 환경오염에 대한 검사비, 위생검사실 시비의 발생이 예상된다.
- ◆ 폐기물처리비 : 기존의 톱밥을 구입하여 축분을 처리하는 비용이 감소될 것이다.

(4) Type III

- ◆ 미래의 우발 채무 : 분뇨의 분리화에 따른 효과로 인하여 폐수배출에 대한 벌금위험도가 감소할 것이다.

(5) Type IV

- ◆ 광고선전비, 인터넷 이용료 : 현재 유기농가에는 전자상거래가 가능하도록 PC가 지원되고 있다. 또한, 소득 증대를 위해 유기축산물이 기존의 축산물과 다르다는 점을 소비자에 인식시켜야 하기 때문에 관련 광

고선전 및 교육훈련비가 예상된다.

- ◆ 조사료를 생산하기 위한 목초지를 운영할 경우 축분을 비료로 이용한다면 유기질 비료 구매에 대한 기회비용의 효익이 예상된다.
- ◆ 광고선전효과 및 꾸준한 소비자 홍보로 인한 유기축산물 이미지 개선으로 관행축산물에 대비하여 시장점유율이 증가하였다면 이에 대한 증가분이 이미지개선효익으로 평가될 수 있겠다.

(6) Type V

- ◆ 호르몬제 사용을 규제함으로써 약취 및 토양오염이 감소하는 효과의 발생을 예상할 수 있다.
- ◆ 축분분리 시설을 통하여 수질오염의 감소되는 사회적 효과가 기대된다.
- ◆ 위에 열거한 Type 5비용은 이득효과이나 그에 대한 금액으로의 환산이 아직까지 명확히 제시된 이론이 없어 본 논문에서는 고려하지 않기로 한다.

4) 경영비분석에 의한 경제성비교

(기준 : 회/두)

구 분		유기축산(한육우)		관행축산(한육우)	
		금액(원)	비고	금액(원)	비고
주산물/부산물 가액		8,400,000	관행축산판매비대비 40%인상가정	6,000,000	
조수입 계		8,400,000		6,000,000	
중 간 재 비	가 축 비	3,640,000		2,600,000	
	농후사료비	191,675		750,000	
	조 사 료 비	727,500		100,000	
	방역치료비	17,300		17,300	
	수도광열비	33,216		41,520	
	제 재 료 비	12,975		12,975	
	소 농 구 비	0		0	
	대농구 상각비	6,400		6,400	
	영농시설상각비	56,116		62,500	
	수 리 비	5,000		5,000	
	중 부 료	0		8,650	
	기 타	27,680		27,680	차량연비
	계		4,717,862		3,632,025
임 차 료 고용노력비 차입금이자		10,000 56,225		43,250	
경영비 계		4,784,087		3,675,275	
자가노력비		308,600	1시간감소예상	313,800	5,200/시간
소 득 부가가치 소 득 률(%)		3,615,913 3,682,138 43		2,324,725 2,367,975 38.7	

앞절의 유기축산으로 전환시 예측가능한 비용변화를 토대로 유기축산과 관행축산을 일반경영비분석 기준으로 하여 수행하였다. 그 결과 고가판매로 인한 소

득률이 인상될 것이란 예측이 가능하다.

일반적인 경영분석에서는 주로 가축 한두 기준의 소득률을 분석한다는 데 그 특징이 있다. 또한, 1년단위의 분석이 아닌 비유우 한두의 사육일수에 그 기준을 두었다는데에 있다. 그러나, 위의 분석법은 투자비에 대한 고려가 이루어지지 않는다는 단점과 유기축산을 함에 있어서 간접적인 이득효과 또는 손해효과가 장기적으로 미치는 영향에 대한 분석은 어려워 보이는 단점이 있다. 물론 간편한 방법을 통한 제3자의 이해가 쉽다는 점은 장점으로 지적하고 싶다.

5) 유기축산으로의 전환 시 TCA방법을 이용한 경제성검토

가) 경제성 검토를 위한 가정

(1) 투자비용

투자비용	내역	금액
① 축사를 신축할 경우	· 건축비용 · 분뇨처리시설비용 · 울타리조성비용	48,866,840 1,400,000 99,360
<b>합 계</b>		<b>50,416,200</b>
② 축사를 개보수 할 경우	· 건축비용 (신축비용 - 기존축사초기건설비) · 분뇨처리시설비용 · 울타리조성비용	18,866,840 1,400,000 99,360
<b>합 계</b>		<b>20,416,200</b>
③ 축사에 대한 투자가 없을 경우	· 분뇨처리시설비용 · 울타리조성비용	1,400,000 99,360
<b>합 계</b>		<b>1,549,360</b>

투자비용의 목록을 크게 토지, 시설물, 차량운반구, 축종비로 구분할 수 있다. 그러나 실질적인 투자비용으로는 시설투자비를 들 수 있다. 토지의 경우 관행축산에서 유기농업으로 전환 시 토지구입비 및 관련 취득세와 등록세는 동일하다고 가정하였으며 대상농가의 축사평수(200평)에 대한 가축의 방목부지(600평)는 임차한다고 가정하였다. 대상농가의 지가는 평당 약10만원하는 것으로 조사되었다. 따라서 임차료는 초지법에 의거하여 지가의 1/100선인 60만원/년 의 비용이 든다

고 가정하였다. 여기서 최초 축종투자비용은 고려하지 않았다.

건축물의 경우 크게 세 가지로 나누어 생각해볼 수 있다.

첫째, 건축물을 허물고 다시 지을경우이다. 이 경우는 현축사의 최초투입비용(약 30,000,000원,94년)에서 현 농가적용 대출금리(약 5%)를 적용하여 계산한 금액(48,866,840원)과 추가로 설치할 분뇨분리시설 설치비와 방목지 울타리비용(99,360원)<sup>4)</sup>을 합산한 금액으로 하였다. 여기서 대상농가는 현재 축분처리방법으로 톱밥을 이용하는데 분뇨분리시설설치비를 톱밥제조기의 가격(1,450,000원)으로 대체하였다(48,866,840 + 1,450,000 + 99,360 = **50,416,200원**).

두 번째는 축사를 개보수하는 경우이다. 이때에는 시설투자비로 전환시 설치비와 기존축사의 투자비의 차액을 시설투자비라 간주하였다(48,866,840 + 1,450,000 + 99,360 - 30,000,000 = **20,416,200원**).

세 번째는 축사는 그대로 두고 분뇨분리시설설치비와 울타리조성비만 고려한 경우이다. 이 경우 소요되는 비용은 1,450,000 + 99,360 = **1,549,360원**이 된다.

토지임차료는 비용적인 개념이므로 투자비에서 제외하였다. 이때 톱밥제조기의 내구년수를 10년이라 가정하여 총분석기간을 10년으로 설정하였다. 할인율은 농가대출이율인 7년분할상환에 이자율 **5%**를 적용하였다.

(2) 운영비

운영비용	내역	금액
① 임차료	기준시가(6,000,000)×1/100	600,000
② 사료비	• 1일조사료급여량 = 4.85kg/두 (조사료단가 300원/kg)	31,864,500
	• 1일배합사료급여량 = 0.85kg/두 (배합사료단가 451원/kg)	8,395,365
③ 가축진료비		757,800
④ 수선비		219,000
⑤ 수도광열비	관행축사의 20%절감효과	1,156,000
⑥ 기타 소모품비	번식우의 출산비용, 차량연비 외	1,260,000
<b>합계</b>		<b>44,245,000</b>

4) 600평규모(총둘레 약180m), 아연철선가격은 920원/kg(조달청자료), 울타리 조성 시 6줄의 철조망이 필요 하며 약 kg당 약 10m가 소요된다고 조사됨. 따라서, 총 180kg×6(줄) = 1,080kg 소요. 1,080 × 920원 = 99,360원 소요됨.

부록의 TCA비용목록표를 근거로 생산관련 직접비목에 해당하는 것으로 해당비목으로는 임차료, 인건비, 가축진료위생비, 사료비, 수선비, 광고선전비, 운반비, 수도광열비, 종부료, 등이다.

- ◆ 임차료 : 토지임차료 600,000원
- ◆ 사료비 : 조사료급여비율을 85%로 가정한 후 1일 총 사료급여량을 5.7kg/마리(배합사료 포함)로 가정하면 조사료급여량은 4.85kg, 배합사료급여량 0.85kg이 된다. 조사료의 단위당 비용을 300원/kg, 배합사료를 451원/kg으로 하여 계산하여보면 1일 사료비로는 (1,838원/마리)이 된다.<sup>5)</sup>
- ▲총사료비 : 1,838원 × 365(일) × 60(마리)=40,252,200원/년
- ◆ 가축진료비 : 현재대상농가는 정기적인 약품투여 및 유기축산에서 금기시되는 약품의 투입은 행하지 않는 것으로 조사되었다. 따라서, 전환시에도 이에대한 비용은 동일한 것으로 간주하였다.
- ▲가축진료비 : 757,800원/년
- ◆ 수선비 : 219,000원/년
- ◆ 수도광열비 : 유기축산 전환 시 환풍기설치를 고려하지 않아도 되기 때문에 현재 대상농가의 환풍기가 축사전력에서 차지하는 비중을 20%로 간주하여 전기세에서 제하였다.
- ▲수도광열비 : 1,156,000원/년
- ◆ 기타 소모품비 : 소의 출산비용과 차량운반구의 연비를 포함한 기타에 들어가는 제반비용이며 연간 약 1,260,000원이 소요되는 것으로 조사되었다.

**∴ 총연간 운영비용 : 44,245,000원/년**

나) 환경요인을 고려한 TCA 원가 유형으로의 분류

TCA 방법론에 의하여 각 원가 유형별로 유기축산의 특성에 대한 원가들을 화폐화하였으며 잠재적인 요소들을 반영하였다.

(1) Type 1(직접비용)

앞 절에서 언급한 유기축산 시설물에 대한 투자비 증가액, 이에 대한 이자비용, 연간 운영비가 이에 해당될 것이다.

---

5) 현재 조사료의 값은 특정하게 정해진 것이 없으므로 관련작물의 생산비를 이용하였다.

(2) Type 2(은폐가능한 간접비용)

환경오염방지에 대한 노력에 대한 원가와 은폐가 되어졌을 간접비 등이 이에 해당될 것이다.

시설물에 대한 인허가비, 환경검사비, 인증취득비가 계상되어야 하나 본 논문에서는 구체적인 수치를 정할 수 없어 고려않기로 한다.

비용이외에 효익부분도 경제성평가에 중요한 요소로 작용할 수 있다. 즉 눈에 보이지 않지만 이득효과부분을 파악하는 것이다. Type 2에서는 발생하는 축분을 퇴비로 이용될 경우 그에대한 이익분을 화폐로 표시가 가능하다. 한우 1두당 연간 축분배출량을 14.6kg으로 본다면 이농가에서는 약 8,034kg의 축분이 발생한다. 이에 대한 퇴비가능생산량은 약 1,527kg 정도이다<sup>6)</sup>. 이는 조사료가격(300원/kg)과 대비하여보면 약 458,100원이라는 효익이 발생할 수 있다.

또한, 유기축산용 축사에 따른 환풍기시설치로 인한 전력비 감소분 288,444원과 분뇨분리처리시설에 따른 톱밥구입비인 900,000원도 효익부분으로 간주할 수 있다.

∴ Type 2 효익 : 1,646,544원

(1) Type 3(우발비용)

농가가 지불하는 환경개선부담금, 규정 미준수에 의한 벌과금, 정화를 위한 미래부채 등이 해당될 것이나 대상농가에서는 관련비용이 들어가지 않는 것으로 조사되었다.

(2) Type 4(내부무형원가-이미지관계형성원가)

이미지개선활동효과를 위한 비용 즉, 광고선전비는 전자상거래를 통한 홍보를 예상할 수 있다. 여기서는 인터넷 사용료를 광고선전비로 가정한다면 180,000원의 비용이 든다고 할 수 있다.

또한 이로 인한 이미지개선이 소비자에게 어필하여 가격을 올렸음에도 불구하고 판매량이 동일하거나 그 이상이면 효익으로 평가가 가능하겠다. 여기서는 크게 3가지 경우로 생각해보았다.

첫째, 가격을 40%올렸음에도 판매량이 동일함을 가정한다면 판매액의 차액분이 이미지개선 효익이라 할 수 있겠다. 계산을 하여 보면, 현재 대상농가는 년평균 20두를 약 6,000,000원/두 에 판매하고 있다. 총 매출액은 120,000,000이며 전환 후 판매액은 8,400,000원/두 라고 가정하면 총매출액은 168,000,000이다. Type 4의 효익은 48,000,000원이 되는 것이다.

둘째, 50%의 가격상승일 경우에는 동일한 계산방법으로 효익은 60,000,000원이 된다.

6) 퇴비생산량 = (축분뇨생산량×건물율%) × [(100-건물분해율%)/(100-퇴비수분%)]

7) < 퇴비수분:65.5, 건물분해율:35, 건물율:18 > - 자료 : 농림통계(98)



세 번째로, 60%의 가격상승일 경우는 72,000,000원이 된다.  
 다음은 이러한 가정 하에 TCA방법을 고려한 경제성분석 표이다.

(가) 축사 재건축시

항 목	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차	8년차	.....
타입 1원가	-53,968,324	-53,608,209	-53,248,093	-52,887,977	-52,527,861	-52,167,746	-51,807,630	-44,245,200	
타입 2원가	-	-	-	-	-	-	-	-	
타입 2호익	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	
타입 4원가	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	
타입 4호익 (40%)	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	
순이 익(40 %)	-4,501,780	-4,141,665	-3,781,549	-3,421,433	-3,061,317	-2,701,202	-2,341,086	5,221,344	
순이 익(50 %)	7,498,220	7,858,335	8,218,451	8,578,567	8,938,683	9,298,798	9,658,914	17,221,344	
순이 익(60 %)	19,498,220	19,858,335	20,218,451	20,578,567	20,938,683	21,298,798	21,658,914	29,221,344	
누적 순이익 (40%)	-4,501,780	-8,643,445	-12,424,994	-15,846,427	-18,907,744	-21,608,946	-23,950,032	-18,728,688	
누적 순이익 (50%)	7,498,220	15,356,555	23,575,006	32,153,573	41,092,256	50,391,054	60,049,968	77,271,312	
누적 순이익 (60%)	19,498,220	39,356,555	59,575,006	80,153,573	101,092,256	122,391,256	144,049,968	173,271,312	
구분(r=5%)	NPV		PB						
40%가격상승시	-395,371,112		약 20년 이상						
50%가격상승시	32,146,153		약 6년						
60%가격상승시	124,807,073		약2.2년 <sup>7)</sup>						

7) 결국 축사 재건축시에는 60% 가격상승을 전제로 해야지만 투자가치가 있다고 볼 수 있다.

(나) 축사 개보수시

항 목	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차	8년차	.....
타입 1원가	-48,182,610	-48,036,780	-47,890,950	-47,745,120	-47,599,290	-47,453,460	-47,307,630	-44,245,000	
타입 2원가	-	-	-	-	-	-	-	-	
타입 2효익	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	
타입 4원가	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	
타입 4효익 (40%)	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	
타입 4효익 (50%)	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	
타입 4효익 (60%)	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	
순이 익(40 %)	1,283,934	1,429,764	1,575,594	1,721,424	1,867,254	2,013,084	2,158,914	5,221,344	
순이 익(50 %)	13,283,934	13,429,764	13,575,594	13,721,424	13,867,254	14,013,084	14,158,914	17,221,344	
순이 익(60 %)	25,283,934	25,429,764	25,575,594	25,721,424	25,867,254	26,013,084	26,158,914	29,221,344	
누적 순이익 (40%)	1,283,934	2,713,698	4,289,292	6,010,716	7,877,970	9,891,054	12,049,968	17,271,312	
누적 순이익 (50%)	13,283,934	26,713,698	40,289,292	54,010,716	67,877,970	81,891,054	96,049,968	113,271,312	
누적 순이익 (60%)	25,283,934	50,713,698	76,289,292	102,010,716	127,877,970	153,891,054	180,049,968	209,271,312	
구분(r=5%)		NPV				PB			
40%가격상승시		723,627,247				약 8.1년			
50%가격상승시		824,013,373				약 1.7년 <sup>8)</sup>			
60%가격상승시		908,938,885				약0.8년			

8) 축사의 개보수시에는 50% 가격상승을 전제해도 투자가치가 발생함.

(다) 분뇨처리시설과 운동장시설만 고려했을 경우

항 목	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차	8년차	.....
타입 1원가	-44,544,005	-44,532,938	-44,521,871	-44,510,805	-44,499,738	-44,488,671	-44,477,604	-44,245,200	
타입 2원가	-	-	-	-	-	-	-	-	
타입 2호익	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	1,646,544	
타입 4원가	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	-180,000	
타입 4호익 (40%)	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	48,000,000	
타입 4호익 (50%)	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	60,000,000	
타입 4호익 (60%)	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	72,000,000	
순이 익(40 %)	4,922,539	4,933,606	4,944,673	4,955,739	4,966,806	4,977,873	4,988,940	5,221,344	
순이 익(50 %)	16,922,539	16,933,606	16,944,673	16,955,739	16,966,806	16,977,873	16,988,940	17,221,344	
순이 익(60 %)	28,922,539	28,933,606	28,944,673	28,955,739	28,966,806	28,977,873	26,158,914	29,221,344	
누적 순이익 (40%)	4,922,539	9,856,145	14,800,817	19,756,557	24,723,363	29,701,236	34,690,176	39,911,520	
누적 순이익 (50%)	16,922,539	33,856,145	50,800,817	67,756,557	84,723,363	101,701,236	118,690,176	135,911,520	
누적 순이익 (60%)	28,922,539	57,856,145	86,800,817	115,756,557	144,723,363	173,701,236	202,690,176	231,911,520	
구분(r=5%)		NPV				PB			
40%가격상승시		723,617,247				약 0.3년 <sup>9)</sup>			
50%가격상승시		806,875,752				약 0.09년			
60%가격상승시		908,938,885				약 0.05년			

9) 분뇨처리시설과 운동장시설만을 고려했을 때에는 40% 가격상승만으로도 충분한 투자 가치가 있으며 현재에도 의지여하에 따라 충분히 전환가능하다고 하겠다.

가) 정책적 지원을 고려했을 경우 투자적합성

정부의 투자비(시설투자 + 운영비중 조사료구입비)에 대한 지원이 있을 경우 각각의 투자에 대한 회수기간에 의한 적합성을 평가하여 보았다. 여기서도 크게 세 가지 경우의 가정을 설정하여 고려하였다.

첫 번째, 시설투자비 및 조사료비에 대한 금액을 정부지원 없이 대출에 의존하였을 경우의 회수기간을 구하였다.

두 번째, 시설투자비는 정부의 지원으로 조사료구입은 대출에 의존하였을 경우의 회수기간을 구하였다.

세 번째, 시설투자비 및 조사료구입비 전액 정부가 지원하였을 경우의 회수기간을 구하였다.

구분		40% 가격상승 판매 시 회수기간	50% 가격상승 판매 시 회수기간	60% 가격상승 판매 시 회수기간
전환비용의 전 액 대출	축사 재건축시	20년 이상	6.6	2.2
	축사 개보수시	8.1	1.7	0.8
	분뇨처리시설 추 가시	0.3	0.09	0.05
시설투자에 대한 정부지원(이자 비만부담)		10.1	3.02	1.5
시설투자 및 첫 해 조사료구입비 전액 정부지원		3.6	0.96	0.8

위의 결과가 시사하는 바는 다음과 같다.

첫째, 전환 유기축산 농가에 대한 지원금이 없다면 유기축산의 가격을 최소 50%이상 상승하여 판매할 수 있도록 지원해야 할 것이다.

둘째, 시설투자에 대한 지원만 한다면 적정가격을 50%선에서 유지하는 것이다.

셋째, 소비자에게 비교적 낮은 가격에 유기축산물을 판매하려면 유기축산농가에 시설투자비 및 첫해의 조사료구입비를 지원하는 것이다. 이 경우 유기축산물의 가격을 40%선에서 결정하면 되겠다.

결국 현재 논의 중에 있는 친환경축산농가에 대한 직접지불제의 금액을 표의 진한색 부문내에서 조정하여 결정할 수 있을 것이다.

다. 지역단위 영농조합의 생산비 조사·분석

- ◆ 이 지역의 조합을 대상으로 조사를 실시한 이유는 지역순환을 고려해 볼 수 있을 정도로 대단위 영농을 하고 있음.
- ◆ 축산과 전작의 복합영농을 운영
- ◆ 순환시스템을 적용하고 있는 대단위 영농조합으로서 경영비분석 및 사업의 내용을 쉽게 파악하는데 용이함
- ◆ 영농과 관련한 데이터가 존재

1) 조사지역의 일반현황

가) 조사지역 대상조합의 영농현황

보유토지의 현황			
소재지	용도	면적	
남계주군	목장용지, 임야	2,288,898평	합계
남계주군	잡종지 및 전	9,157평	2,298,053평

보유토지의 지목별 면적			
목장용지	100만여평	임야	27만여평
전	100만여평	기타	3만여평

보유축산의 현황			
경주머(포머)	84두	한우	568두
제주머(조형일)	25두	염소	60두
		오리	5,000수
		닭	7,000수

이 조합의 특징은 목장용지가 대부분을 차지하고 있지만 밭이 약30%이상 차지하며 축산과 다양한 밭작물을 생산하는 조합이다.

나) 경영조직 구조



경영조직은 지역단위로 접근하는 농가들을 이 조합에서는 팀단위로 운영하고 있음을 알 수 있음. 팀 단위의 운영은 지역단위의 농가별 접근보다는 쉽겠지만 리더의 존재와 운영의 프로그램을 잘 관리할 수 있다면 충분히 응용이 가능할 것이다.

다) 장비보유 현황

**• 현재의 장비는 30종 57품목에 현재 시가를 기준으로 합쳐 234백만원에 달함.**

장비현황				(단위:천원)			
연번	품목	수량	현재시가액	연번	품목	수량	현재시가액
1	세렉스	2	6,000	17	위상변환기	1	5,000
2	블로그프린터	1	6,000	18	간초칼에 모아콘	2	7,000
3	포터	2	22,000	19	집초기	1	2,000
4	합차	1	15,000	20	4각베일러	2	16,000
5	4.5톤 카고	1	4,000	21	최약살포기	2	2,500
6	절두머	1	16,000	22	로터리	4	8,000
7	포크레인	2	11,000	23	로터	4	8,000
8	스키드로더	1	5,000	24	퇴비살포기	1	6,000
9	트랙터	4	37,500	25	쇄토기	1	1,000
10	관리기 KMC 권	2	2,500	26	감자수확기	1	1,000
11	미생물기계	1	20,000	27	골푸레샤	2	1,000
12	콤바인	1	26,000	28	연지름	8	400
13	파래기	2	400	29	예취기	4	50
14	쟁구	2	400	30	역비살포기	1	500
15	흙받기차	1	1,000		합계	57	234,250
16	대우발전기	1	3,000				

이와 같이 다양한 장비를 보유하고 있지만 300만평 정도의 영농규모를 가진 조합임을 감안하며 많은 양의 농기구를 가지고 있다고 볼 수 없다. 이것은 그만큼 장비의 이용 효율이 높기 때문임을 알 수 있다.

라) 재무상황

이 조합은 설립된 이래 토지 230여만평을 양수하여 본격적인 사업 시작을 위한 준비단계에 있으며 2005년 12월 말 현재의 대차대조표는 토지 등 고정자산 112억원과 출자금 99억원을 중심으로 구성되며 그 내용은 표 와 같음. 출자금의 비중이 커서 부채비율은 23.5%에 달하지만 재무상태는 양호한 수준임을 알 수 있음.

<표 > 대차대조표의 내용 및 재무상태 비율

대차대조표(단위 백만원)		주요 재무상태 비율	
유동자산	1,074	부채비율	23.5%
고정자산	11,193	유동비율	45.9%
자산총계	12,267	고정비율	112.7%
유동부채	2,337		
고정부채	0		
부채총계	2,337		
출자금	9,999		
자본잉여금	0		
이익잉여금	-17		
자본조정	-52		
자본총계	9,930		
부채와 자본합계	12,267		

2) 유기작물의 경영비 분석

가) 작물별 일반현황

(1) 인원

◆ 필요인원 : 9명

◇ A팀(근채류, 저장) : 3명, 보조인원 30명

◇ B팀(곡류, 서류) 2명

◇ C팀(녹차) 2명

◇ D팀(건조, 포장) 2명

(2) 영농현황

	인원(명)	재배면적(시설)	비 고
A팀	2 (보조 30)	150,000	· 유기재배인증 98만평(2004년) · 두릅외 45품목 근채류 저장
B팀	2	450,000	· 유기축산사료포 재배 및 곡류, 서류
C팀	1	432,000	· 녹차재배
D팀	·	건조시설(안)	· 2005년 친환경 지구조성사업 4억 선정 · 건조시설 3억 투자

(3) 관행재배와 차이점

	일반 관행 재배	유기재배 영농 조합
국립 농산물 품질 인증	일반토양은 기술센터에서 추천하는 화학 비료 시비량을 20%이상 살포한다.	9년 이상 무비료, 무농약 무제초제로 토양관리 98만평 유기재배 인증 획득(2004년)
퇴 비 (밀거름)	일반 부산물 퇴비나 화학비료 사용	사료에 무항생제, 무호르몬제, 유기재배로 생산된 곡물이 투여됨 유기축산에서 생산되는 가축분뇨 일부로 녹비작물을 재배하여 밀거름으로 사용하는 초생재배로 인해 수확량이 일반재배에 비교시 50% 수확
액 비	농약사용 (농약회사에서 만든 기준량을 초과하고 여러 가지 농약을 혼용한다. )	농장주변에 자생하는 천연항생물질을 추출하여 잘물의 유묘기 때 병해충 기피제로 사용 작물 스스로 자생할 수 있는 여건마련 운작, 휴경을 통해 지력보호
수확 후 저장	밭떼기 출하	수확은 작물의 크기가 토양에 따라 다르므로 부분적으로 수확해야 한다 작물이 단단하여 저장기간이 길고 항산화 물질이 많아 부패율을 줄일 수 있다. 회원제 위주로 주문(직거래)



나) 경영비 분석

(1) 월별 생산비

월 별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
품목	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	
● 매출			회 원 제 600 BOX 매 달 진 행										
● 투자내역				· 무경운 직파기 당근 파종기			● 비닐 피복 기	● 무과 종기	● 친환경농업 지구조성사업 추진			● 땅속수 확기	
				· 승용관리기									
				· 파종기									
증자비	25		200	100	50	56	116	141	81	52	-	-	821
장비비		16	50	50	30	154	52	98	62	106	-	-	618
액비 관리비	10		10	40	25	60	30	90	150	90	88	10	603
수확비	140	90	45	25	45	112	60	10	20	20	250	328	1,145
인건비	520	144	60	70	90	190	125	126	160	140	140	90	1,856
퇴비			150	5		12	283	263	89	89	-	-	842
시설 유지비	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	792
투자비				180		30	25	40	300	300	200	40	1,115
소요금 합계	761	316	581	566	306	680	758	834	928	783	744	534	7,792
매출 계획액	900	990	1,000	825	800	600	700	690	700	700	1435	1,600	10,940
손익계산	139	673	419	259	494	80	58	144	228	83	691	1,066	3,147

(2) 작물별 경영비(매출액·생산비·순이익)

(가) 근채류

(단위 : 천원)

	품목	평수	수확량	매출액	생산 경비 구분						생산비 총액	순이익
					종자	장비	관리비	수확비	인건비	퇴비		
1	무	2만평	300ton	90,000	5,000	4,000	6,000	9,000	12,630	17,800	54,430	35,570
2	당근	1만평	70ton	56,000	1,600	2,000	3,890	10,000	4,000	8,900	30,390	25,610
3	봄감자	5천평	25ton	62,500	2,500	1,200	1,200	2,200	2,000	4,450	13,550	48,950
4	감자	1만평	20ton	50,000	2,500	2,000	5,000	6,000	8,000	8,900	32,400	17,600
	양배추	2천평	2ton		800	20	2,000				2,820	2,820
5	양배추	2천평	20ton	20,000	800	400	2,000	3,000	2,000	1,780	9,980	10,020
6	브로콜리	2천평	2ton	10,000	800	400	2,000	1,000	3,000	2,000	9,200	800
7	마늘	1천평	3ton	15,000	1,500	400	1,500	6,000	3,000	890	13,290	1,710
8	두릅	5만평	3ton	20,000			2,000	6,000	1,600		9,600	10,400
9	유채	2천평	2ton	3,000	50	200	200	1,400			1,850	1,150
10	더덕	5천평	300kg	5,000				3,500	500		4,000	1,000
11	양파	1천평	3ton	6,000	800	400	600	1,000	500	890	4,190	1,810
12	시금치	1천평	2ton	5,000	200	400	500	1,400	500	890	3,890	1,110
13	표고버섯	1천평	700kg	10,000					5,000		5,000	5,000
14	콩(검정)	3천평	600kg	9,000	600	400	900	1,000	500	1,200	4,600	4,400
	합계	12만평	451.6t	361,500	17,150	11,820	27,790	51,500	43,230	47,700	199,190	162,310

(나) 곡류·서류

(단위: 천원)

	품목	평수	매출액 (원)	생산 경비 구분						생산비 총액	순이익
				종자	장비	관리비	수확비	인건비	퇴비		
1	대과	1만		묘종							
		5천평	150,000	7,000	0	2,000	3,000	10,000	3,000	25,000	125,000
2	고추			묘종							
		1천평	10,000	1,000	1,200	100	1,000	400	1,000	4,700	5,300
3	오갈피	1천평		묘(2년생)							
			30,000	5,000	1,200	100	100	500	1,000	7,900	22,100
4	당귀			씨앗							
		200평	2,000	200	400	100	100	100	300	1,200	800
5	결명자			씨앗							
		1만평	30,000	600	2,000	200	800	500		4,100	25,900
6	호박										
		2만주			3,000		3,000	3,000	2,000	11,000	
7	박										
		500주	2,000		400		100	100		600	1,400
8	하늘수박										
		5만주			1,000			3,000		4,000	
9	가지										
		500주	2,000	200	400	100	100	100	200	1,100	900
10	피망										
		500주	2,000	200	400	100	100	100	200	1,100	900
11	봄무										
		3천평	9,000	1,500	1,600	1,000	2,000	1,000		7,100	1,900

	품목	평수	매출액 (원)	생산 경비 구분						생산비 총 액	순이익
				종자	장비	관리비	수확비	인건비	퇴비		
12	봄배추	3천평	10,000	300	1,200		400	1,000	500	3,600	6,400
13	수수	3만평	10,000	1,000	2,000		3,000	1,000		7,000	3,000
14	기장	1만평	10,000	1,000	1,200		1,000	1,000		4,200	5,800
15	조	1만평	10,000	1,000	1,200	1,000	1,000	1,000		5,200	4,800
16	생강	1천평	8,000	2,000	400	300	400	1,000	2,000	6,100	1,900
17	고사리	6천평						1,000		1,000	
18	머위	2천평	1,000		200	100		500		800	200
	열무										
19	열갈이 배추	1천평	4,500	500	400	300	600	500	1,000	3,300	1,200
	알타리무										
20	깻잎	5천평	8,000	500	1,200	300	2,000	1,000		5,000	3,000
21	참깨	1만평	8,000	300	1,200		2,000	1,000		4,500	3,500
22	고구마	2만평	32,000	6,000	2,000	1,000	5,000	10,000		24,000	8,000
23	우영	5천평	25,000	800	1,200	1,000	4,000	3,000		10,000	15,000

	품목	평수	매출액(원)	생산 경비 구분						생산비 총액	순이익
				종자	장비	관리비	수확비	인건비	퇴비		
24	콩	4만평	32,000	5,000	3,500	1,000	3,000	5,000		17,500	14,500
25	팥	1만평	16,000	1,000	1,200	1,000	800	4,000		8,000	8,000
26	토란	1천평	8,000	600	400	1,000	1,000	1,000		0	0
27	쪽파	5천평	50,000	9,000	1,200	3,000	5,000	10,000	5,000	33,200	16,800
28	양배추	5천평	50,000	묘종 2,500	1,200	3,000	2,000	4,000	5,000	17,700	32,300
29	배추	1만평	30,000	묘종 4,000	1,600	2,000	2,000	4,000	3,000	16,600	13,400
30	브로콜리	5천평	10,000	묘종 2,500	1,200	1,000	1,000	3,000		8,700	1,300
31	당근	2만평	50,000	씨앗 5000	2,000	4,000	5,000	10,000	7,000	28,000	0
32	무	1만평	20,000	3,000	3,000	5,000	5,000	5,000	3,000	24,000	-4,000
33	시금치	1천평	7,000	400	400	100	200	400	100	1,600	5,400
34	상추	1천평	3,000	400	400	200	400	500	200	2,100	900
35	양파	5백평	5,000	묘종 1,200	400	300	500	1,000	1,000	4,400	600
36	갯	1천평	3,000	400	400	300	400	500		2,000	1,000
37	밀	3만평	50,000	2,000	2,000	1,000	2,000	1,000	3,000	11,000	39,000
38	귀리	10만평	75,000	5,000	20,000		10,000	3,000		38,000	37,000
합계			762,500	69,100	56,700	30,600	62,000	85,200	36,500	341,300	421,200

이상에서 살펴보면 모든 작물에 있어서 양호한 순이익을 내고 있다. 판매에 큰 문제가 없다면 우리의 영농형태도 복합영농으로 재환원하더라도 문제가 없을 것이라는 것을 보여주는 대목이다.

특히 이러한 복합영농의 형태가 안정적인 농업재배방식으로 정착되기 위해서는 아주 적은 양의 작물이라고 하더라도 통합적으로 수집해서 판매할 수 있는 단체

의 육성이 가능하게 해야 할 것이다.

예를 들면 현재 친환경농산물의 판매를 일정부분 담당하고 있는 중요한 유통형태인 생협방식은 그 대안일 수 있다.

그리고 반대로 유통형태를 생산방식으로부터 바뀌게 할 수 있을 것으로 본다. 현재의 유통은 극단적으로 유통의 편리성만 강조되어 모든 구조를 변화시켜 놓고 있다. 이러한 유통형태는 결국 친환경농산물의 최적 생산방식을 불가능하게 하고 농촌의 환경을 황폐화시키는 원인인 것이다.

### 3) 유기축산의 경영비 분석

#### 가) 유기한우

##### (1) 일반현황

(가) 인원 3명

(나) 보유현황

분류	계	번식우	비육우	송아지	숫소	비고
교잡우	335	201	111	39	4	
최소	23	13			10	
한우	11	9			2	
총계	389		111	39	16	

##### (2) 일반소와의 사육 차이점

	일반 비육소	유기 비육소
사육형태	◇ 좁은 공간에서 스트레스를 받으면서 사육 됨	◇ 소가 쉴 수 있는 축사와 자유롭게 다닐 수 있는 운동장 ◇ 넓은 뜰에서 풀을 먹을 수 있는 초지를 확보
먹이류	◇ 일반 배합사료 ◇ 30여가지 이상의 항생제와 호르몬제 포함(유전자 변형된 곡류, 화학비료와 농약사용으로 재배된 사료 및 건초 급여) ◇ 1KG당 300원	◇ 유기사료 ◇ 100만평의 유기 재배농지에서 생산된 곡류 및 건초와 호주에서 수입한 유기사료 ◇ 1KG당 800원
약품처리	◇ 비육우 여성호르몬 주사 투입 ◇ 비타민, 성장호르몬제 투입 ◇ 주기적으로 축사주변 약품소독	◇ 주변에 자생하는 약초 및 열매액을 추출하여 주기적으로 동물에게 급여함
기타	◇ 단미(빨을 자름)	◇ 유기축산 인증 추진 중

(3) 한우 월별 경영(매출·생산비·순이익)

	월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
품목		상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	
☆매 출	교잡 우		☆10	☆10	☆10	☆15	☆10	☆15	☆10	☆10	☆10	☆10	☆10	출하 110두
	355두	△20	△30	△40	△30	생산두수120두			출하두수110두			생산 120두		
△증 식	최소													생산 13두
	23두		△13	생산두수13두										
● 구입	한우			●5	●5	●15	●10	●20	●10	●4	●4	●4	●4	구입 81두
	11두		△9	출산 9두										생산 9두
● 투자내역		●운동장 비가림시설 \30						●목초과종100ha \20,000						
		●철조망보수 \20						●야초수확1,000롤 \15,000						
		●고정틀제작 \20												
		●건초수확 1.5롤 \22.5												
투자비	15	15	20	20	22.5					20	15			127.5
인건비	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	64
농후사료	8	16	16	20	12	12	12	12	16	20	36	36	36	216
한우구입비			15	15	45	30	60	30	12	12	12	12	12	243
시설유지비	5	5	5	5	7	5	7	5	5	5	5	5	5	64
소요금액합 계	32	40	60	64	92.5	53	85	53	59	58	59	59	59	714.5
매출계획액		60	60	60	90	60	90	60	60	60	60	60	60	720
손익계산	-32	20		-4	-2.5	7	5	7	1	2	1	1	1	5.5

<참고: 번식우 송아지 생산하면서 출하>

	월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합 계
품목		상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	상중 하	
☆매출	교잡 우			☆20	☆20	☆25	☆20	☆25	☆20	☆20	☆20	☆20	☆20	출하 200두
	355두									출하두수200				
△증식	최소													생산 13두
	23두		△13	생산두수 13두										
● 구입	한우			●5	●5	●15	●10	●20	●10	●4	●4	●4	●4	구입 81두
	11두		△9	출산두수 9두										
● 투자내역			●운동장 비가림시설 \30,000					●목초과종100ha \20,000						
			●철조망보수 \20,000					●야초수확1,000몰 \15,000						
			●고정틀제작 \20,000											
			●건초수확 1,500몰 \22,500											
투자비	15	15	20	20	22.5				20	15			127.5	
인건비	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	64	
농후사료	8	16	16	20	12	12	12	12	16	20	36	36	216	
한우구입비			15	15	45	30	60	30	12	12	12	12	243	
시설유지비	5	5	5	5	7	5	7	5	5		5	5	64	
소요금액합계	32	40	60	64	92.5	53	85	53	59	58	59	59	714.5	
매출계획액		60	120	120	150	120	150	120	120	120	120	120	1,320	
손익계산	-32	20	60	56	57.5	67	65	67	61	62	61	61	605.5	

<참고: 번식우 임신시키지 않고 비육후 출하>



(4) 육우 마리당 생산원가 분석

구분	금액	세부내역
송아지	1,200,000	송아지구입단가
주사료원가	2,520,000	$\backslash 800(\text{사료단가}) \times 3.5\text{kg}(\text{일평균먹이량}) \times 30\text{개월}(\text{먹이개월수})$ $3,150\text{kg} \times 30\text{개월}(\text{사육개월}) = \backslash 2,520,000$
조사료원가	1,234,042	건초 및 에이레이지(유기농자체재배)
		- 400,000평(133ha/평당 $\backslash 200 \times 400,000$ 평) 80,000,000
		- 목초종자비 및 파종비(1ha당 40만원) 53,000,000
		- 건초수확비용(1ha당 60만원) 79,800,000
		- 운송비(1ha당 15만원) 19,950,000
		계 232,750,000
		$232,750,000 \div 470\text{두} = 493,617(1\text{달}) \times 30\text{개월} = 1,234,042$
방목지활용비	531,382	방목지사용비용(333ha) 1ha당 30만원 초지조성 및 울타리보수비용. 30개월사용
인건비	382,978	600만원(인원3명) $\div 470\text{두} \times 30\text{개월}$
관리비	370,212	포크레인06 50만원 수도, 전기료 80만원 1톤트럭 1대 25만원 트랙터105hp 150만원 스키드로다 1대 25만원 TMR발효기 100만원 기 1 5 0 만 원 5,800,000 계 5,800,000 $\div 470\text{두} \times 30\text{개월} = 370,212$
도축비	380,000	1마리당 도축비용 $\backslash 380,000$
시설비	26,640	5억(시설투자비) $\times 0.12(\text{년리}12\%) = \backslash 5,000,000$ 500만원 $\div 470\text{두}$
일반관리비	16,596	780만원(10%) $\div 470\text{마리} = \backslash 16,595$
총계	6,661,850	

나) 돼지

(1) 일반현황

(가) 인원 3명

(나) 돼지 보유두수 현황

총계	모돈	웅돈(숫놈)	비육돈	포유지돈	비고
555	130	10	365	50	

(2) 일반 돼지와 사육 차이점

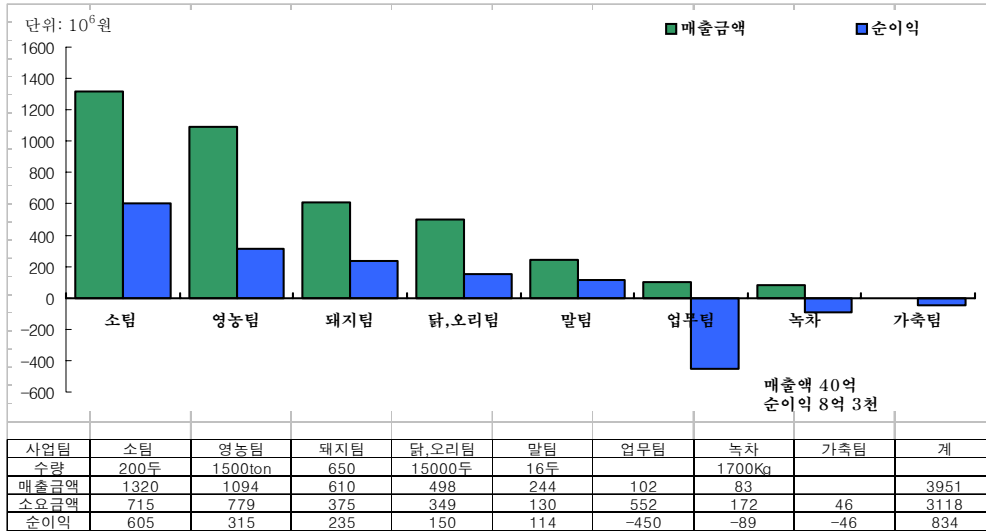
구분	일반돼지	개량 흑돼지	청초발 흑돼지
사육형태	· 무창돈사 콘크리트돈사 가두리사육	· 콘크리트돈사 가두리사육 · 운동장 개념의 형식적 방목	· 10만여 평의 각종 약초류 서식지 선정하여 자연 환경 방목
마리당 산자수	10~12루	9~10루	5~6루
폐사율(4개월미만)	3~5%	12~14%	30%
성장개월	5~6개월	6~7개월	9~10개월
먹이류	· 일반배합사료 (30여가지 이상의 항생제 포함)	· 일반배합사료 · 잔밥, 두부비지 등 일부	· 유기사료 급여 · 자체 유기사료 재배하여
		음식 부산물 급여	· 무공해 생선부산물과 배합한 사료급여
			(5가지 이상의 채소류 및 생선부산물 혼합)
약품 처리 및 주사 주입 상태	· 모돈 호르몬제 사용	· 좌동	· 항생제, 주사제, 호르몬제 전혀 투입 안 함
	· 비타민제, 성장 호르몬제 투여		· 천연재료 이용 면역 효과
	· 영양제, 항생제, 췌과제		(비자나무, 삼나무, 쪽, 여귀, 컴프리 등)
	· 철분주사제 주입		
	· 주기적 돈사 약품 소독		

(3) 돼지 월별 경영(매출·생산비·순이익)

월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
품목	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	상중하	
매출 및 생산 비	매출	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	
	생산비	50	50	70	70	100	100	120	120	120	120	120	
투자			방목지 칸막이 시설 \3000										
			방목지 움막시설 및 확장시설, 출하돈 상차시설 \23000										
			방목지 움막시설 \3000										
투자비			3,000	23,000	3,000								
인건비	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	4,100	
유기사료비	3,000	12,000	11,200	11,200	11,200	12,800	12,800	13,600	13,600	13,600	29,708	29,708	
사료작물			15,000					13,000	50,000				
시설유지비	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720	
소요계합	10,820	19,820	37,020	42,020	22,020	20,620	20,620	34,420	71,420	21,420	37,528	37,528	
매출계획액	40,000	40,000	40,000	40,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	100,000	
순익계산	29,180	20,180	2,980	-2,020	27,980	29,380	29,380	15,580	-21,420	28,580	12,472	62,472	



#### 4) 조합전체의 매출현황



조합전체의 경영상태는 대단히 양호한 편이다. 새로운 농지의 구입을 위해서 계속해서 투자되는 부분을 고려하면 우리나라도 충분히 이러한 대규모 영농조합이 가능하다는 것을 보여주고 있다. 앞으로 농촌의 연령이 고령화되어 더 이상 영농이 어려워 질 상황을 고려해보면 농촌의 지방자치단체의 강력한 리더십을 통하여 새로운 농업형태의 방안을 개발해야 할 것으로 보인다. 그 방안의 하나로서 이러한 대규모 영농조합과 같은 방법이 하나의 예가 될 것이다. 만약 이 조합의 종사자와 면적 규모를 비교했을 때 우리 일반 농가의 비효율성을 충분히 짐작해 볼 수 있다. 그기에 시대적 농촌의 노동력환경을 고려할 때 새로운 농업경영형태를 계속해서 고민할 필요가 있다는 대목이다.

#### 라. 개별 유기농가와 일반농가의 작물별 경영비 비교

##### 1) 작물별 비교

본 분석에서 사용되어진 데이터는 친환경농가의 경영비는 본 연구를 위해서 직접조사한 것이다. 그리고 관행농가의 결과는 농업진흥청의 발표자료를 그대로 이용했다.

특작물인 딸기와 고추, 그리고 수도작의 벼를 대상으로 두 농가의 경영비분석을 시도했다.

먼저 딸기의 경우 조사료수입 평균이 친환경재배농가보다 관행농가가 비교적 높게 나타났다.

##### 가) 딸기

<진주>

구분		사용내역	진주지역 친환경농법 가구평균	경남지역 관행농가 평균 (2004)		비교치 (친환경-관 행농가)	
농가 조수입			8,086,290	농가 조수입	11,557,408	- 3,471,118	
중 간 제 비	퇴비제작/사용	축분퇴비	73,088	종묘비증자	1,244,330		
		일반퇴비	49,691	종묘비종료	0		
		영양제 (목키산키토산)	164,718	무기질비료비	192,224		
		기비/추비	329,822	유기질비료비	347,841		
		부산물비료(잡외)	18,741	농약비	232,753		
		딸기전용복비	600	광열동력비	285,182		
		요소	60	수리(水利)비	32,170		
		복합비료	262	제재료비	1,291,743		
		영양제	56,222	소농구비	5,402		
	하우스설치	유지비	400,000	대농구상각비	194,400		
	육묘/파종작업	연결포트/다스란	76,928	영농시설상각비	448,947		
		종자비	281,109	수리(修理)비	59,560		
		경운정지 /상토구입	29,586	기타요금	12,525		
		방제	411,572				
	기타 친환경 농자재		27,740				
	토양관리	검사비	3,707				
	급수비		37,282				
	포장비	플라스틱	238,420				
	출하비		146,918				
	농기계 수리비		144,162				
	수도 및 광열비		59,985				
	동력비		144,126				
	대농구 상각비		274,549				
	소농구 상가비		1,373				
	소계		2,960,661	소계	4,347,077	-1,386,416	
	임 차 료, 영 농/ 노 동 비	토지 임차 료		175,815	임차료 (농기계? 시설)		
		노동비		539,985	임차료 (토지)	129,413	
					위탁영 농비	5,944	
				고용노 력비	816,936		
소계			715,800	소계	952,293		
중간제비 합계			3,676,461	중간제비 합계	5,299,370	-1,622,909	
자가 노력비	소계		3,355,883	자가 노력비	소계	2,323,926	
소득			4,409,829	소득		6,258,038 -1,848,209	

이상의 표에서 보듯이 농가조수입에서 많은 차이를 보이고 있다. 그리고 중간생

산비는 자체퇴비생산을 통하여 공급하는 형태가 많아서 많은 부분 절약되고 있다. 그러나 출하시의 판매와 관련한 비용부담이 많으며 상대적으로 자가노력에 대한 노동비가 많이 지출되고 있다.

이러한 부분이 개선된다면 친환경부분에 있어서도 충분히 경쟁력이 있으며 결국 이러한 갭을 약화시키기 위해서는 친환경직불제와 노동과 비료공급을 손쉽게 원활하게 해 주어야 할 것이다. 그러한 의미에서 광역친환경농업단지조성사업과 같은 정책은 효과를 발휘할 수 있을 것으로 보인다.

<울진-딸기>

	구분	사용내역	울진지역 친환경 딸기농법 평균		비교치(친환경-관행농가)			
	농가조수입		8,086,290		농가조수입 10,606,464 -2,520,174			
중 간 재 비	퇴비비용	일반퇴비	75,000	중 간 재 비	종묘비종자	525,078		
		영양제	562,500		종묘비종묘	0		
	하우스	자재비	168,750		무기질비료비	159,725		
		설치비	0		유기질비료비	275,509		
		유지관리비	0		농약비	64,268		
	육묘(종묘)비		0		광열동력비	622,249		
	토양관리	토양개량제	18,000		수리(水利)비	0		
		검사비	19,875		제재료비	1,271,511		
	두둑작업		18,750		소농구비	3,921		
	비닐		37,500		대농구상각비	136,338		
	포트		18,750		영농시설상각비	431,367		
	병충해관리	천적이용	75,000		수리(修理)비	10,632		
		천연기피제, 살충제	112,500		기타요금	0		
	친환경농자재	수정용별	187,500					
	유인작업	고추끈	4,500					
	포장비	PE용기	168,750					
		종이포장지	450,000					
	수수료 및 임대료	농기계수리비	75,000					
		수도 및 광열비	150,000					
	대농구상각비		1,063,875					
	소농구상각비		5,625					
	소계		3,043,125			소계 3,500,598 -457,473		
	임차료, 영농/노동비	임차료	임차료		450,000		임차료(농기계. 시설)	
			기타		562,500		임차료(토지)	96,917
							위탁영농비	12,171
		소계			1,012,500		고용노력비	966,800
중간재비합계		4,055,625		소계	1,075,888 -63,388			
자가노력비	소계	3,750,000	자가 노력비	소계	1,779,250 1,970,750			
소득		4,030,665		소득	6,029,978 -1,999,313			



나) 고추

<울진-고추>

구분	사용내역	울진지역 친환경 고추농법 평균	비교치(친환경-관행농가)	
중 간 재 비	농가조수입	3,107,077	농가조수입 11,977,580 -8,870,503	
	퇴비비용	구입퇴비	171,346	중요비종자 132,743
		영양제	8,654	중요비종묘 0
		친환경 BB 비료	15,000	무기질비료비 118,908
	하우스시설	자재비	865,385	유기질비료비 215,149
		설치비	-	농약비 111,794
		유자관리비	-	광열동력비 568,290
	육묘(종묘)비		103,846	수리(水利)비 0
	토양관리	토양개량제	9,000	제재료비 1,042,555
	멀칭작업비		18,462	소농구비 7,877
	이식작업		270,000	대농구상각비 259,102
	지주작업	철근	43,269	영농시설상각비 755,993
	유인작업	거물사용	126,000	수리(修理)비 45,465
	출하비	택배비	57,692	기타요금 10,294
	보관비		10,962	
	대농구상각비		175,385	
	소농구상각비		-	
	소계		1,009,615	소계 3,268,170 -2,258,555
	임 차 료, 영 농 / 노 동 비	노동비	86,538	
			-	
		-		
소계		86,538	소계 683,837 -597,299	
중간재비합계		1,096,154	중간재비합계 3,952,007 -2,855,853	
자가노력비	소계	173,077	자가노력비 소계 2,432,795 -2,259,718	
소득		2,010,923	소득 8,025,573 -6,014,650	

고추의 경우에 있어서도 아직까지 친환경재배보다 관행농업의 경우가 실질 소득이 높게 나타났다. 그런데 이러한 것은 타 작물에도 적용 가능하지만 그동안 농업부문에 투자된 기본시설과 장비가 그 역할을 하기때문으로 분석된다. 아직 친환경농업의 경우 계속해서 시설과 장비가 투입되고 있고 일반적인 공동시설에 있어서도 마찬가지이다. 이러한 내용이 해소되면 상기 결과도 많이 개선되리라 생각된다.

다) 벼  
 <산청-유기농벼>

	구분	사용내역	산청지역 친환경농법 가구평균	
	농가조수입		1,522,139	
중간재비	퇴비비용	일반퇴비	5,694	
		축분퇴비	-	
		구입퇴비	37,152	
		부산물퇴비	3,662	
	육묘비	볍씨	958	
		종묘비	3,751	
		부직포	376	
	친환경농자재비	우렁이	23,160	
		로타리작업	16,875	
		중경제초기	3,659	
	방제비용	유박,동그리,금수강산	5,204	
		바구탄	13,031	
	이양		11,250	
	급수비		729	
	농기계 수리비		19,702	
	수도 및 광열비		9,033	
	동력비		47,953	
	대농구 상각비		116,165	
	소농구 상각비		12,391	
	총계		330,745	
	임차료, 농영 및 노동비	토지 임차료		147,744
			노동비	101,261
		위탁비	수확작업	10,185
		총계		259,190
	중간재비 소계			589,935
	자가노력비			259,445
	소득			932,204

<울진-유기농벼>

구분	내용	사용내역		10a당 평균
농가조수입			16,000,000	1,371,428.57
중간재비	퇴비비용	계곶질	990,000	84,857.14
	화학비료	친환경BBB	150,000	12,857.14
	육묘(종묘비)		430,000	36,857.14
	친환경자제비	오리농법	400,000	34,285.71
		미강(쌀겨)	60,000	5,142.86
	수수료 및 임대료	농기계 수리비	200,000	17,142.86
	감가상각비	대농구상각비	1,244,000	106,628.57
		소농구상각비	62,000	5,314.29
		수도 및 광열비	60,000	5,142.86
		총계	3,596,000	308,228.57
임차료, 영농 및 노력비	임차료		0	0.00
	위탁비	농기계위탁비	1,030,000	88,285.71
	노동비		250,000	21,428.57
	총계		1,280,000	109,714.29
자가노력비			900,000	77,142.86
소득			11,124,000	953,485.71

이는 벼의 경우에 있어서도 마찬가지이다. 예를들면 공동육묘장이나 공동 부화장 및 미생물 배양장과 같은 시설이 그에 해당된다. 그리고 아직 친환경의 경우 광역방제 살포기나 항공방제기 등도 영세성으로 인하여 구입이 어렵기 때문에 향후 이러한 기반시설과 장비의 보급이 뒤따라야 하겠다.

## 제5절. 환경성평가Tool개발

- 전과정(Life Cycle Assessment: LCA)에 의한 인벤토리 분석 방법 개발<sup>10)</sup>

### 22. 평가방법의 개요와 순서 및 범위

- ◆ 본 평가방법은 『농작물의 라이프사이클을 통한 입력, 출력, 잠재적인 환경영향의 정리 및 평가』를 위한 방법
- ◆ 구체적으로 농작물의 라이프사이클에 있어서 투입되는 에너지, 자재, 배출되는 폐기물 등의 종류와 양을 파악하여 종류와 양별로 환경영향의 집계와 분석 및 평가를 실시
- ◆ 파악대상이 되는 데이터의 종류 및 평가대상이 되는 환경영향의 평가항목은 본 방법에서 제시하고 있으나, 실제로 파악할 데이터의 종류 및 평가항목에 대해서는 평가자가 평가자 자신의 목적에 따라 자유롭게 선택가능
- ◆ 단, 선택된 데이터의 종류 및 평가항목의 선택이유에 대해서는 명기가 필요
- ◆ 본 방법의 순서는 ①→②→④ 또는 ①→②→③→④로 진행되지만, 전 단계의 프로세스도 수정 가능
- ◆ 예를 들어 ②의 데이터 수집상황에 의해 ①의 목표와 범위를 재설정하고 각 프로세스의 상황에 맞게 전 단계의 프로세스내용을 수정할 수 있음.

#### 1) 목표와 범위의 설정

- ◆ 평가의 목표를 명확히 하고 그 목표에 맞게 평가의 범위(라이프사이클의 범위, 데이터의 종류, 평가대상항목 등)를 설정
- ◆ 선택한 데이터의 종류 및 평가항목의 선택이유에 대해서는 명기 필요
- ◆ 기존의 생산시스템과의 비교평가가 목적인 경우에는 평가할 생산시스템의 범위를 동일하게 함.

10) 이 내용은 일본의 농업환경기술연구소(2004)에서 발간한 "LCA 수법을 사용한 농작물재배의 환경영향평가 실시 매뉴얼"을 인용한 것임. 전체적인 틀은 ISO14000'S의 TCA207, WG3에서 제안하고 있는 LCA의 기본적인 내용을 따른 것임. 그 이외에 기본적인 데이터, 예를들면 작목별 오염물질의 배출량이나 지수, 그리고 에너지 투입량과 지수, 비료와 농약 등과 관련한 지수가 국내에서는 연구되거나 발표된것이 없기 때문에 일본의 것을 인용하고 사용하였다.

## 2) 데이터의 수집

- ◆ 『①목표와 범위의 설정』에서 선택한 라이프사이클의 범위에 있어서 인풋과 아웃풋의 데이터를 수집
- ◆ 수집할 데이터의 종류에 대해서도 『①목표와 범위의 설정』에서 선택한 데이터를 수집
- ◆ 데이터 수집상황에 따라서 『①목표와 범위의 설정』에서 설정한 내용을 재설정할 수 있음.

## 3) 환경영향평가

- ◆ 수집한 데이터를 실제 환경영향(영향영역)에 각각 연결시킴.
- ◆ 본 방법에서는 환경영향의 통합화(환경영향을 단일의 지표에 의해 표시)를 하지 않고 환경영향별로 집계함.

## 4) 해석

- ◆ 최종적 프로세스인 해석은 실시자 자신의 생각에 근거하여 『②데이터의 수집』, 또는 『③환경영향평가』에 의해 얻은 정보를 종합하여 결정
- ◆ 단, 최종적인 해석의 이유를 명확히 밝힘.

### 가. 본 방법의 전제조건

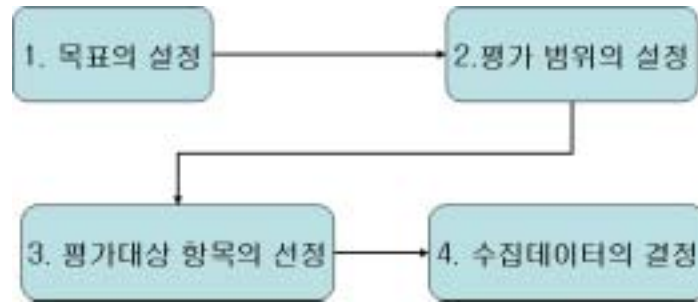
- ◆ 본 방법은 LCA의 원칙 및 전체구조, 농작물의 환경영향에 관한 데이터의 정비 상황, 환경영향평가프로세스의 개발상황, 본 방법에 요구되고 있는 사항 등으로부터 농작물이 환경에 미치는 영향에 대해서 현 상황에서 판단할 수 있는 범위의 평가방법을 정리한 것 임.
- ◆ 농업생산시스템의 평가에 본 방법을 사용할 때에는 환경에 관한 각종규제, 그리고 현재까지 사용해 온 다른 방법과 병행해서 사용하는 것이 바람직함.

### 나. 평가대상의 환경영향항목에 대해서

- ◆ 본 방법에서 평가대상인 환경영향항목은 다음과 같다. 본 방법은 이 평가항목 중에서 평가의 목표와 일치하는 평가대상항목을 선정할 것.
  - ◆ 온난화에너지수지 CO2
  - ◆ 온난화토양면수지
  - ◆ 영양염류 : 질소농도
  - ◆ 폐기물 : 플라스틱
  - ◆ 농약

### 23. 목적과 범위의 설정

이 프로세스에서는 평가의 목표를 명확히 하고 그 목표에 맞는 평가의 범위(라이프사이클의 범위, 데이터의 종류, 평가대상항목 등)를 설정



#### 가. 목표의 설정

본 방법을 사용하는 평가의 목표를 구체적으로 설정하고 평가의 범위를 정확히 설정하여 필요한 작업 및 평가에 필요한 데이터의 종류를 명확히 해야 함.

#### <목표의 예>

- ◆ 단위면적에 투입되는 에너지투입량 및 투입자제를 명확히 함.
- ◆ 에너지투입량과 투입 자제량의 큰 생산 공정을 명확히 함.
- ◆ 본 평가방법에서 환경영향의 큰 생산 공정을 명확히 함.
- ◆ 다른 지역에서 재배되는 동일한 농작물과 비교하여 환경영향이 큰 생산 공정을 명확히 함.
- ◆ 농작물의 코스트당 환경영향의 크기를 명확히 함.

#### 나. 대상범위의 설정

- ◆ 농작물의 라이프사이클을 평가대상범위에서 설정
- ◆ 농작물의 라이프사이클은 연 1회 수확 농작물의 경우 1년간으로 설정
- ◆ 농작물에 관한 1년간의 작업(경운, 파종, 시비, 농약살포, 수확, 출하 등) 및 포장의 상황(발생하는 가스, 폐기물 등)을 평가대상범위로 함.
- ◆ 연 2회 수확농작물 또는 동일 포장에서 수확시기가 다른 농작물의 경우에는 재배기간을 평가대상범위로 설정
- ◆ 건물, 기계 등의 고정자산은 대상 외로 함.

- ◆ 평가의 목적에 맞추어 평가대상범위를 정함.
- ◆ 재배기간이 특정한 농작물을 평가할 때에는 그 기간만을 평가범위로 설정
- ◆ 설정한 평가대상범위는 『경운~출하』의 공정으로 통일
- ◆ 농작물의 라이프사이클보다 평가범위를 축소할 경우에는 그 이유를 정확히 명기할 것.
- ◆ 기존의 생산시스템과의 비교평가가 목적인 경우에는 평가하는 생산시스템의 범위와 동일하게 설정

#### 다. 평가대상항목의 설정

본 방법에서 평가대상인 환경영향항목은 다음과 같다. 이 평가항목 중에서 평가의 목표와 일치하는 평가대상항목을 선정할 것.

- ◆ 온난화에너지수지 CO2
- ◆ 온난화토양면수지
- ◆ 영양염류 : 질소농도
- ◆ 폐기물 : 플라스틱
- ◆ 농약

이 밖에도 투입에너지와 투입자재 등 수집할 데이터 자체도 평가대상이 될 수 있다. 평가결과의 표시형식에 대해서는 독자적으로 사용 가능하고 본 방법에서는 생산시스템이 비교를 목적으로 한 평가결과를 5각형 레이더차트로 표시하는 방법을 택하는 것이 좋겠다. 다른 LCA방법의 환경영향평가프로세스도 사용 가능한데 어떠한 경우에도 평가대상항목이 평가의 목표와 일치해야 하기 때문에 평가항목의 선정이유를 정확히 명기할 해야 할 것이다.

#### 라. 수집데이터의 결정

본 방법에서 수집대상인 데이터는 다음과 같다. 이 데이터 중에서 평가대상항목과 관련 있는 데이터를 수집데이터로 선정하고 (a)투입자재, (b)투입에너지는 반드시 수집해야 하는 것이다.

- (a) 투입자재 (비료, 약제, 에너지는 제외)
- (b) 투입에너지 (전기, 연료)
- (c) 비료
- (d) 약제 (농약 등)
- (e) 폐기물

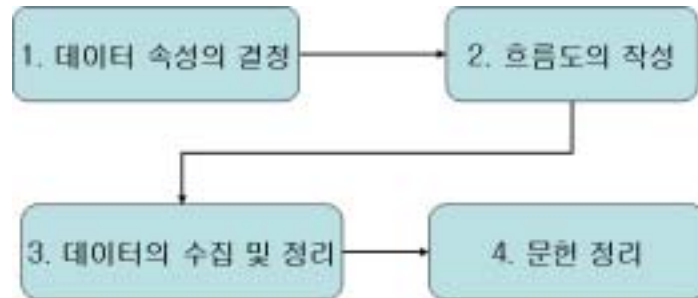
(f) 처리의 내역 (리사이클물 등)

(g) 배기가스

필요한 경우에는 평가의 목표와 일치하는 수집데이터를 선정할 수도 있고 이때는 선정한 데이터의 종류와 선정이유를 정확히 명기해야 한다.

## 24. 데이터의 수집

결정한 데이터에 대해서는 설정한 범위 내에서 데이터를 수집하고 수집할 데이터의 속성을 결정해야 한다. 그리고 설정한 범위에 대해서는 작업공정의 흐름도를 작성해야 하며 데이터의 수집이 곤란한 경우에는 목표에 맞는 수집데이터의 수정, 평가대상항목의 수정, 평가범위의 재설정이 가능하다. 그럼에도 데이터의 수집이 곤란한 경우에는 목표의 수정을 해야 한다.



### 가. 데이터속성의 결정

#### 1) 개요

데이터속성의 항목은 다음과 같다.

- ① 대상지역
- ② 대상농가
- ③ 대상작업 형태
- ④ 재배면적
- ⑤ 수량 (출하수량)
- ⑥ 재배기간과 주요 재배기술
  - 재배기간
  - 재식밀도
  - 연간강수량
  - 주요 재배기술
- ⑦ 데이터의 대상기간



- ⑧ 농가로부터 포장까지의 거리
- ⑨ 주요 시설, 기계 등
  - 시설
  - 작업기계
- ⑩ 자재의 사용가능연수
- ⑪ LCA평가범위
- ⑫ 기타

데이터속성은 데이터의 투명성과 신뢰성의 확보를 위해 상세히 기술해야 하고 기존 생산시스템과의 비교평가 또는 생산지역이 다른 농작물을 비교할 경우에는 데이터의 속성을 상세하게 기술해야 한다.

## 2) 각 항목의 설명

다음은 데이터속성의 각 항목의 개요를 설명한다. 예시에서 사용한 것은 다음 항 '3)데이터속성의 예'에서 제시한 미작의 이식재배이다.

- ① 대상지역
 

대상농작물을 생산하는 지역 (예 : 서남부지방 평야부 등)
- ② 대상농가
 

대상농작물을 생산하는 농가의 규모 (예 : 서남부지방 평야부의 평균 10ha, 가족경영 3ha 등)
- ③ 대상작업의 형태 및 품종
 

대상농작물을 생산하는 작업형태 (예 : 이식재배) 및 품종 (예 : 추청 등)
- ④ 재배면적
 

데이터의 기초가 되는 재배면적 (예 : 10a당). 이것은 기준흐름이라고 함.
- ⑤ 수량 (출하수량)
 

대상농작물의 재배면적당 출하수량 (예 : 480kg/10a)
- ⑥ 재배기간과 주요 재배기술
  - 재배기간 : 대상농작물의 재배기간
  - 재식밀도 : 대상농작물의 재배면적당 재식량 (예 : 파종량3kg/10a)
  - 연간강수량 : 대상지역의 연간강수량 (가능하면 재배기간의 강수량)
  - 가능증발량 : 대상지역의 가능증발량
  - 주요 재배기술 : 대상농작물의 재배에 이용되는 주요 재배기술 (예 : 잔수관리, 수확2주전에 배수, 방제 등)
- ⑦ 데이터의 대상기간
 

수집한 데이터의 기간 (예 : 2005년 1월 ~ 2005년 12월)
- ⑧ 농가로부터 포장까지의 거리

농가로부터 포장까지의 평균거리

⑨ 주요 시설, 기계 등

- 시설 : 대상농작물을 생산하는 때에 사용하는 주요시설
- 작업기계 : 대상농작물을 생산하는 때에 사용하는 주요 작업기계

⑩ 자재의 사용가능연수 (회수)

사용가능연수(회수)가 1년 이상 자재의 종류와 그 사용가능연수(회수)

⑪ LCA평가범위

설정된 대상범위 (예 : 파종부터 출하까지, 단, 고정자산은 대상 외로 함.)

⑫ 기타

①~⑪ 이외의 특기사항

3) 데이터속성의 예

미작이식재배의 데이터속성의 예로 나타내 본다.

<미작이식재배의 데이터속성>

① 대상지역 : 서남부지방 평야부 (조기재배)

② 대상농가 : 경영면적은 3ha, 부부에 의한 가족경영

③ 대상작업의 형태 및 품종 : 추청의 이식재배

④ 재배면적 : 10a

⑤ 수량 (출하수량) : 480kg/10a

⑥ 재배기간과 주요 재배기술

- 재배기간 : 파종 3월 상순, 이식 4월 상순, 6월 중순 중간건조, 수확 8월 하순

- 재식밀도 : 파종량 3.5kg/10a

- 연간강수량 : 기상청 데이터

- 가능증발량 : 농진청 데이터 혹은 없는 경우 나뭇테로의 근거제시 필요

- 주요 재배기술 : 잔수관리, 시비, 수확2주전에 낙수

⑦ 데이터의 대상기간 : 2005년

⑧ 농가로부터 포장까지의 거리 : 3km

⑨ 주요 시설, 기계 등

- 시설 : 공동건조정제시설

- 작업기계 :

경자동차 (휘발유)

트랙터 (70ps, 경유)

로터리 (2m폭)

이앙기 (시비, 농약살포)

승용관리기 (휘발유)

동력살포기 (휘발유)

- 컴바인 (경유) 2톤 트럭 (경유)
  - ⑩ 자재의 사용가능연수 (회수) 비닐시트 (2년)
    - 육묘상자 (5년)
    - 하우스밴드 (2년)
  - ⑪ LCA평가범위 :
    - 파종부터 출하까지, 단, 고정자산은 대상 외로 함.
  - ⑫ 기타

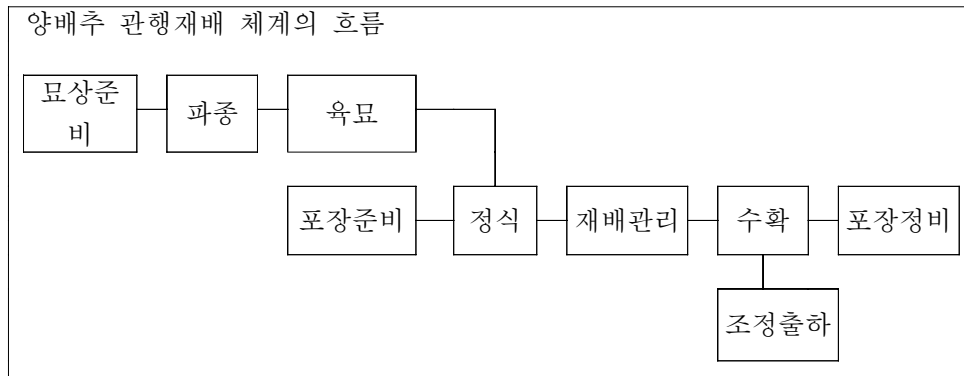
나. 흐름도

1) 개요

위 2)의 『⑪ LCA평가범위』에서 제시한 범위를 포함하는 작업공정의 흐름도 작성해야 한다. 농업관계자 이외의 일반소비자에게 평가결과가 공표될 경우 작업내용에 대한 질문에 대비하여 자료를 사전에 준비해 두어야 함.

2) 작성 예

흐름도의 작성예로서 양배추관행재배체계를 예로 흐름도를 제시해 본다.



다. 데이터의 수집 및 정리

1) 개요

위 2) 작성예에서 작성한 흐름도의 공정별로, 그리고 이하에서 제시하는 각 항목별로 데이터의 종류 및 그 양을 파악해야 한다. 『(g) 이용한 배출량 원단위 및 산출한 배출량』에서는 투입할 에너지양보다 이산화탄소배출량 및 대기오염물질

(NOx, SOx)의 배출량을 산출해야 함.

- (a) 투입자재 (비료, 약제, 에너지는 제외)
- (b) 투입에너지 (전기, 연료)
- (c) 비료
- (d) 약제 (농약 등)
- (e) 폐기물
- (f) 처리의 내역 (리사이클을 등)
- (g) 배기가스

산출한 데이터에 대해서는 첨부자료의 데이터기입양식에 맞춰 정리해야 한다.

## 2) 각 항목의 설명

### 가) 투입자재

앞에서 작성한 흐름도의 공정별로 투입한 자재의 종류 및 그 중량을 파악하여 사용가능연수가 3년 이하의 자재는 1회당 투입량을 산출하고 사용가능연수가 3년 이상의 자재는 고정자산으로 간주해서 대상 외로 한다. 또 자재는 자재의 종류별로 재질(목재, 철, 플라스틱 등) 파악하고 플라스틱자재의 경우는 다음과 같이 플라스틱의 종류별로 파악해야 한다.

- 폴리에틸렌테레프탈라트 (PET)
- 고밀도폴리에틸렌 (PE-HD)
- 폴리염화비닐 (PVC)
- 저밀도폴리에틸렌 (PE-LD)
- 폴리프로필렌 (PP)
- 폴리스틸렌 (PS)
- 기타

이 이외에도 용수사용량에 대해서도 파악해야 하며 파악이 곤란한 경우는 그 이유를 명기해야 한다.

### 나) 투입에너지 (전기, 연료)

앞에서 작성한 흐름도의 공정별로 투입한 전기 및 연료의 종류와 양을 파악하고 동일 공정 내에서 복수의 작업기계를 사용하고 있는 경우는 작업기계별로 파악한다. 공정별, 작업기계별 투입에너지량의 파악이 곤란한 경우에는 농업기계판매 회사 등의 홈페이지에 게재되어 있는 기계별기준치(연료소비량)를 참고하되 없는 경우는 직접 확인하여 기록해야 할 것이다.

이렇게 데이터가 정리되면 다음의 식을 이용하여 투입에너지량을 산출할 수 있다.

$$\text{투입에너지 량} = \text{재배면적/작업능력} * \text{연비}$$

다) 비료

앞에서 작성한 흐름도의 공정별로 투입한 비료의 종류와 양 그리고 각각의 질소(K), 인산(P2O5), 칼슘(K)의 양을 파악할 것. 질소(K), 인산(P2O5), 칼슘(K)의 양에 대해서는 비료라벨에 각각의 양 또는 제품 100g 중에 포함되어 있는 양이 기재되어 있으므로 라벨을 참고해야 함. 단질비료, 복합비료, 유기비료별로 그 구입금액을 파악함으로써 비료의 생산 시에 배출된 CO2를 평가할 수 있음. 비료생산시의 환경영향을 평가범위에 포함시킬 경우에는 각각의 구입금액을 파악해야 한다. 그런데 구입의 화학비료의 경우는 이렇게 계산이 가능하지만 축산분뇨를 이용한 축분퇴비의 경우는 축산분뇨 중의 양분포함성분을 고려하여 계산하여야 한다.

라) 약제 (농약 등)

앞에서 작성한 흐름도의 공정별로 투입한 약제의 종류와 양 그리고 각각 약제의 유효성분양을 파악할 것. 유효성분양에 대해서는 약제라벨에 각각의 양 또는 포함비율이 기재되어 있으므로 라벨을 참고할 것. 구입금액을 파악함으로써 약제의 생산 시에 배출된 CO2를 평가할 수 있음. 약제생산시의 환경영향을 평가범위에 포함시킬 경우에는 각각의 구입금액을 파악할 것. 그리고 비교(관행농업과 친환경농업) 환경영향평가를 할 경우 특히 이부분의 차이는 크므로 데이터의 정리에 주의를 기울여야 한다.

마) 폐기물

앞에서 작성한 흐름도의 공정별로 발생한 폐기물(작물잔류 등의 유기성폐기물 포함)의 종류 및 양을 파악하고 폐기물은 범위 내에서의 소각, 범위 내에서의 매장분, 범위 외로의 유출분 등 세 가지로 나누어 파악해야 한다. 플라스틱자재의 폐기물인 경우에는 다음과 같이 플라스틱의 종류별로 양을 파악해야 함.

- ◆ 폴리에틸렌테레프탈라트 (PET)
- ◆ 고밀도폴리에틸렌 (PE-HD)
- ◆ 폴리염화비닐 (PVC)
- ◆ 저밀도폴리에틸렌 (PE-LD)
- ◆ 폴리프로필렌 (PP)
- ◆ 폴리스틸렌 (PS)
- ◆ 기타

바) 처리의 내역 (리사이클을 등)

앞 (e)의 범위 외로의 유출분 폐기물에 대해서는 그 처리의 내역을 파악해야 함.

사) 배기가스

파악대상이 되는 배기가스는 CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O의 5종류이고 배출원에 의해 다음의 여섯 가지로 분류함.

- ① 작업기계, 설비 등 연료사용에 의한 직접배출 : CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>
- ② 작업기계, 설비 등 전기사용에 의한 간접배출 : CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>
- ③ 작물의 흡수분 : CO<sub>2</sub>
- ④ 작물의 생산에 의한 토양으로부터의 배출과 흡수 : CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O
- ⑤ 폐기물(잔류 및 플라스틱)의 소각에 의한 배출 : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O
- ⑥ 비료 및 약제의 생산 시에 배출(평가대상범위에 포함되는 경우) : CO<sub>2</sub>

이러한 배기가스는 측정 가능한 경우는 측정치를 사용하고 측정이 곤란한 경우에는 문헌, 논문 등의 측정치를 인용하거나, 에너지투입량 또는 비료투입량으로부터 배출원단위계수를 이용하여 산출한다. 참고한 문헌, 논문 등에서 사용한 배출원단위계수 및 산출순서는 반드시 명기하여야 한다.

그리고 ①~⑥중에서 ①, ②, ⑥에 대해서는 앞에서 작성한 흐름도의 공정별로 배출량을 파악하면 된다. 그리고 배출원단위계수를 사용한 경우에는 배출원별로 배기가스의 산출방법을 표시하고 독자적으로 배출원단위계수를 입수할 수 없는 경우에는 다음의 계수를 이용한 산출방법으로 배기가스량을 산출하면 된다.

- ① 작업기계, 설비 등 연료사용에 의한 직접배출 : CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>
  - ◆ 작업기계, 설비 등 연료사용에 의한 직접 배출된 배기가스(CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>)량을 산출하기 위해서 다음의 배출원단위계수를 사용할 것.
  - ◆ 각각의 연료사용량에 각 배기가스의 배출원단위계수를 더하여 배기가스량을 산출할 것.

	단위	CO <sub>2</sub> (g)	NO <sub>x</sub> (g)	SO <sub>x</sub> (g)
석탄	g/kg	2409	4.14	14.7
A중유	g/l	2710	1.79	11.6
B중유	g/l	2844	3.27	33.1
C중유	g/l	2982	3.71	35.5
경유	g/l	2619	18.3	6.34
등유	g/l	2489	1.45	0.06
가솔린	g/l	2322	8.20	0
LNG	g/kg	2698	4.20	0
LPG	g/kg	3000	2.42	0.084
도시가스	g/m <sup>3</sup>	1959	1.45	0.07

- ② 작업기계, 설비 등 전기사용에 의한 간접배출 : CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>
- ◆ 작업기계, 설비 등 전기사용에 의해 간접적으로 배출된 배기가스 (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>)량을 산출하기 위해서 다음의 배출원단위계수를 사용할 것.
  - ◆ 전기사용량에 각 배기가스의 배출원단위계수를 더하여 배기가스량을 산출할 것.
- ③ 작물의 흡수분 : CO<sub>2</sub>
- ◆ 작물의 흡수분인 CO<sub>2</sub>에 대해서는 수확물의 건조수량인 탄수합유량 (40%)으로부터 산출할 것.
  - ◆ 작물의 흡수분 이산화탄소 = 수확물의 건조수량\*0.4\*44/12
  - ◆ 수확물의 건조수량을 구하여 위의 식을 이용하여 작물의 흡수분인 CO<sub>2</sub>를 산출할 것
- 작물별 건조수량 참고 표

(kg/10a)

작물	건조수량	작물	건조수량
벼	596	고구마	847
밀	477	감자	728
2조 보리	413	오이	451
6조 보리	402	토마토	773
대두	296	가지	646
소두	279	피망	195
강낭콩	156	호박	352
땅콩	200	딸기	466
굴	575	수박	414
사과	399	노지 멜론	296
포도	234	온실 멜론	296
일본 배	333	완두콩	531
복숭아	205	미성숙 옥수수	344
감	264	양배추	429
두과초지	740	배추	461
벼과초지	1006	시금치	154
혼합초지	1006	파	325
사료용 옥수수	1591	양파	736
사료용 보리	711	양상추	71
솔고	1470	셀러리	268
유채 씨	259	무	304
녹차	398	총각무	60
담배	220	당근	603
곤약 감자	657	우엉	300

④ 작물의 생산에 의한 토양으로부터의 배출과 흡수 : CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

- ◆ 작물의 생산에 의한 토양으로부터의 배출 또는 토양으로 흡수된 배기가스(CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)의 양을 산출하기 위해서 다음의 배출원단위계수를 참고할 것.

□ CH<sub>4</sub>

메탄(CH<sub>4</sub>)의 배기량 및 흡수량을 산출하기 위한 배출원단위계수는 다음과 같다. 재배면적에 배출원단위계수를 더해서 배기가스(마이너스는 흡수량)를 산출하면 된다. 논외의 경우 16-gCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>/yr, 밭은 -0.20gCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>/yr, 과수원 -0.20gCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>/yr, 초지 -0.30gCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>/yr이다.

□ N<sub>2</sub>O

일산화탄소(N<sub>2</sub>O)의 배출량을 산출하기 위한 배출원단위계수는 다음과 같다. 질소시비량에 배출원단위계수를 더해서 배기가스량을 산출하면 된다.

작물	N <sub>2</sub> O배출계수 (kg/kgN)	작물	N <sub>2</sub> O배출계수 (kg/kgN)
벼	0.0067	고구마	0.0073
야채	0.0077	보리	0.0049
과수	0.0069	잡곡	0.0073
차	0.0474	뽕	0.0073
바레이쇼	0.0201	공예작물	0.0073
두류	0.0073	담배	0.0073
사료작물	0.0060	기타	0.0073

※출전 : 우리나라의 경우 아직 발표된 자료가 없어서 일본의 「환경영향평가를 위한 라이프사이클 종합평가 방법의 개발 (2002년도 농업환경기술연구소)」를 참조한다.

⑤ 폐기물(잔류 및 플라스틱)의 소각에 의한 배출 : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

- ◆ 폐기물(잔류 및 플라스틱)의 소각에 의해 배출된 배기가스(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)의 양을 산출하기 위한 배출원단위계수는 다음과 같다.
- ◆ 각각의 폐기물 소각량에 각 배기가스의 배출원단위계수를 더해서 배기가스량을 산출할 것.

※ 「-」는 대상 외

출전 : 「지구온난화 대책 추진에 관한 법률시행령 (2002년 12월 개정, 일본 환경성)」

⑥ 비료 및 약제의 생산 시에 배출(평가대상범위에 포함되는 경우) : CO<sub>2</sub>

- ◆ 비료 및 약제의 생산 시에 배출된 배기가스(CO<sub>2</sub>)양을 산출하기 위한



배출원단위계수는 다음과 같다.

- ◆ 비료 및 약제의 생산시를 평가대상범위에 포함시킨 경우, 비료 및 약제의 투입량(금액)에 배출원단위계수를 더해서 배기가스량을 산출하면 된다. 배출원단위는 단발비료의 경우 9.0-g/10원, 복합비료 5.9-g/10원, 유기비료 2.4-g/10원, 약제(농약) 3.8-g/10원이다. 자료는 “LCA추진평가회의자료 (1998, 1999년, 일본)”

### 3) 데이터정리의 예

다음은 예를 들어 미작 이식재배의 데이터를 정리한 것이다. 우리나라의 경우 아직 정확한 자재와 관련하여 배출원단위가 발표되거나 분석되어 연구논문으로 활용되는 지수가 없기 때문에 일본의 연구사례를 소개하기로 한다.

#### (a) 투입자재

- 전년도의 작업
  - 벧짚(수확후의 잔류를 추경 때 계산) 600kg
- 육묘공정 (준비작업도 포함)
  - 비닐시트130m<sup>2</sup>(두께 0.1mm)
  - 하우스밴드 100m (플라스틱 0.5kg)
  - 팻커 12개 (플라스틱 0.25kg)
  - 육묘상자 (플라스틱 12.6kg)
  - 인공배토 68kg
  - 복토
  - 종자 3.5kg
- 수확, 건조공정
  - 출하용 종이봉투 15장
- ※ 강수량은 불명

#### (b) 투입에너지

- 경트럭
  - 연비는 10km/L이고, 적재중량은 400kg임.
  - 방재, 축가시비의 작업능률은 3ha/일임.
- 관리에 필요한 휘발유
  - 작업일 25일 X 6개월 X 6km(1왕복) X 0.08L/km ÷ 150(10a) = 0.48L/10a
- 토지개량시의 자재운반
  - 6km(1왕복) X 0.08/km ÷ 작업능률3 (10a) = 0.16L/10a

- 이식시의 비료, 농약운반
  - $6\text{km}(1\text{왕복}) \times 0.08/\text{km} \div \text{작업능력}14 (10\text{a}) = 0.03\text{L}/10\text{a}$
- 이식시의 모종운반
  - $6\text{km}(1\text{왕복}) \times 0.08/\text{km} \div \text{작업능력}2 (10\text{a}) = 0.24\text{L}/10\text{a}$
- 시비시의 비료운반
  - $6\text{km}(1\text{왕복}) \times 0.08/\text{km} \div \text{작업능력}30 (10\text{a}) = 0.02\text{L}/10\text{a}$
  
- 트랙터 70ps (로터리 2m)
  - 가을작업에 필요한 경유
    - $10\text{a} \div \text{작업능력} 48\text{a}/\text{h} \times \text{연비} 7.5\text{L}/\text{h} = 1.56\text{L}/10\text{a}$
  - 경운작업에 필요한 경유
    - $10\text{a} \div \text{작업능력} 28\text{a}/\text{h} \times \text{연비} 10\text{L}/\text{h} = 3.57\text{L}/10\text{a}$
  
- 트랙터 70ps (브로드캐스트)
  - 토지개량자재의 운반에 필요한 경유
    - $10\text{a} \div \text{작업능력} 196\text{a}/\text{h} \times \text{연비} 2.5\text{L}/\text{h} = 0.13\text{L}/10\text{a}$
  
- 트랙터 70ps (로터리작업)
  - 로터리작업에 필요한 경유
    - $10\text{a} \div \text{작업능력} 100\text{a}/\text{h} \times \text{연비} 6.5\text{L}/\text{h} = 0.65\text{L}/10\text{a}$
  
- 최아기(짜이 빨리 나도록 하는 장치)
  - 최아기 10k조/10a
  
- 시비, 농약살포가능 승용이앙기
  - 이식 (시비, 농약살포)
    - $10\text{a} \div \text{작업능력} 27\text{a}/\text{h} \times \text{연비} 3.1\text{L}/\text{h} = 1.15\text{L}/10\text{a}$
  
- 승용관리기
  - 병해방제
    - $10\text{a} \div \text{작업능력} 17.97\text{a}/\text{h} \times \text{연비} 1.8\text{L}/\text{h} = 1.01\text{L}/10\text{a}$
  
- 동력살포기
  - 시비사용
    - $10\text{a} \div \text{작업능력} 65\text{a}/\text{h} \times \text{연비} 0.8\text{L}/\text{h} = 0.12\text{L}/10\text{a}$

- 자동 탈곡형 콤바인
  - 수확
    - 10a ÷ 작업능력 25.1a/h × 연비 5L/h = 1.99L/10a
- 2톤 트럭
  - 수확물운반 0.5L/10a (추정치)
- 공동건조시설
  - 건조, 정제 등유 120L/10a
  - 전력 90kwh/10a

(c) 비료

- 육묘공정(포장작업 포함)
  - 인 20kg 1150엔/20kg
  - 칼슘 120kg 583엔/20kg
- 재배관리공정(이식 후)
  - 염가인1호 23kg (2037엔/20kg)
  - NK-C6호 12kg (57엔/kg)

(d) 약제

- 육묘공정
  - 헬시트T플로아블루 764엔/140ml
  - 다콜레트수화제 1350엔/180ml
- 재배관리공정
  - 후지원온콜분말제 793.3엔/0.85kg
  - 울프에스 1kg 분말제 2390엔/1kg
  - 몬셀렌알로아블루 3450엔/1L
  - 빔졸 3950엔/1L
  - 엘산유제 3030엔/1L

(e) 폐기물

※ 별지의 기입양식 참조

(f) 리사이클률

- 비닐 50.9%

- 그 밖의 플라스틱 5.7%
- 용기재이용 80%

(g) 배기가스

○ 대상이 된 배기가스

- ① 작업기계, 설비 등 연료사용에 의한 직접배출 : CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>
- ② 작업기계, 설비 등 전기사용에 의한 간접배출 : CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>
- ③ 작물의 흡수분 : 대상 외
- ④ 작물의 생산에 의한 토양으로부터의 배출과 흡수 : CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O
- ⑤ 폐기물(잔류 및 플라스틱)의 소각에 의한 배출 : 대상에
- ⑥ 비료 및 약제의 생산 시에 배출(평가대상범위에 포함되는 경우) : CO<sub>2</sub>

○ 배출원단위계수

- 휘발유 CO<sub>2</sub> : 2,358g/L, NO<sub>x</sub> : 8.20g/L, SO<sub>x</sub> : 0
- 경유 CO<sub>2</sub> : 2,644g/L, NO<sub>x</sub> : 18.30g/L, SO<sub>x</sub> : 6.34g/L
- 전력 CO<sub>2</sub> : 381g/kwh, NO<sub>x</sub> : 0.29g/kwh, SO<sub>x</sub> : 0.22g/kwh
- 종이 CO<sub>2</sub> : 1174g/kg
- 단질비료 CO<sub>2</sub> : 9g/엔
- 복합비료 CO<sub>2</sub> : 5.99g/엔
- 유기비료 CO<sub>2</sub> : 2.4g/엔
- 농약 CO<sub>2</sub> : 3.8g/엔
- 공동건조시설 CO<sub>2</sub> : 45800g/현미 480g

라. 이용한 자료

다음의 예와 같이 데이터 수집 시에 사용한 논문과 문헌 등은 정리되어야 한다. 데이터를 정리할 때에는 출전을 반드시 명기해야 함.

- |  |
|--|
| 자료① : 에너지 밸런스표 한국에너지경제연구원(2004년)<br>자료② : 비료자료 (주)남해화학<br>자료③ : 제조업자로부터의 인터뷰기록<br>자료④ : 「LCA」 가이드 북 (사)환경진흥원 (2004년) |
|--|

## 25. 환경영향평가

### 가. 환경영향평가에 대해서

환경평가프로세스는 수집한 데이터를 특정한 환경영향과 관련지어 잠재적인 환경영향의 중요성을 평가하는 것이다. 이때 (1) 데이터를 각각의 영향영역에 분류하는 것을 분류화라고 하고 (2) 각각의 영향영역 안에서 데이터를 모델화하는 것을 특성화라고 하며 (3) 특성화의 결과를 통합하는 것을 통합화라고 한다. 평가항목의 영향영역(영향평가항목)은 조사의 목적 및 조사 범위에 의해 결정되고 본 방법 이외의 영향평가항목도 선정할 수 있다.

### 나. 본 방법의 영향평가 프로세스의 개요

본 방법의 영향평가 프로세스에서는 다음과 같은 분류화 및 특성화만을 사용한다.

(1) 데이터를 각각 영향영역에 분류(분류화)

(2) 각각의 영향영역 내에서의 데이터를 모델화함(특성화)

평가대상과 평가항목(영향영역)은 다음과 같이 분류화하는 요소를 목적과 범위에 맞게 설정한다.

- ① 온난화 에너지수지 CO2
- ② 온난화 토양면수지
- ③ 영양염류 : 질소농도
- ④ 폐기물 : 플라스틱
- ⑤ 농약

### 다. 각 영향평가 항목의 순서

#### 1) 온난화 에너지수지 CO2

##### 가) 분류화

온난화 에너지수지 CO2의 대상이 되는 데이터는 다음과 같다.

- ① 작업기계, 설비 등 연료사용에 의한 직접배출 : CO2
- ② 작업기계, 설비 등 전기사용에 의한 간접배출 : CO2
- ③ 작물의 흡수분 : CO2
- ④ 폐기물(플라스틱)의 연소에 의한 배출 : CO2, CH4, N2O
- ⑤ 비료 및 약제의 생산 시에 배출(평가대상범위에 포함된 경우) : CO2

##### 나) 특성화

온난화 에너지수지 CO2의 대상이 되는 데이터는 온실효과가스(CO2, CH4, N2O)로 특성화는 온난화 계수(CO2 발생량으로 표시)를 사용하고 각 온실효과

가스의 온난화 계수는 이산화탄소를 1로 가정할 때 CO<sub>2</sub>:1, CH<sub>4</sub>:21, N<sub>2</sub>O:310배에 달하며 이는 적산년수 100년을 기준으로 한 것이다. 그리고 ①~⑤ 각각의 배출량에 각 온난화 계수를 더해 각각의 배출량을 산출하면 각각 산출한 배출량을 합산하고 작물의 흡수분은 빼 줌으로써 완료된다. 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$(\text{①}+\text{②}:\text{작업기계})+\text{③}\text{폐기물의 소각분}+\text{④}:\text{비료 및 약제분}-\text{⑤}:\text{흡수분}$$

## 2) 온난화 토양면수지

### 가) 분류화

온난화 토양면수지의 대상이 되는 데이터는 다음과 같다.

- ① 작물의 생산에 의한 토양으로부터의 배출 또는 흡수 : CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O
- ② 폐기물의 소각에 의한 배출 : CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

### 나) 특성화

온난화 토양면수지의 대상이 되는 데이터는 온실효과가스(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)로 특성화는 온난화 계수(CO<sub>2</sub> 발생량으로 표시)를 사용하고 각 온실효과 가스의 온난화계수는 1)의 경우와 동일함. 그리고 계산에 있어서는 ①,② 각각의 배출량에 각 온난화 계수를 더해 각각의 배출량을 산출하고 각각 산출한 배출량을 합산한다.

## 3) 영양염류 : 질소농도

### 가) 분류화

질소농도의 대상이 되는 데이터는 다음과 같다.

- ① 투입비료의 질소량

### 나) 특성화

질소농도를 산출하기 위해서는 투입도니 질소의 양, 강수량, 가능 증발량, 수확물 및 수확물 이외의 지상부의 질소 함유량 데이터가 필요하고 파악하기 어렵거나 입수 곤란한 데이터가 있을 경우에는 질소 투입량으로 평가한다. 특성화방법(질소농도의 산출방법)의 표시로는

- ① 투입한 질소로부터 수확물 및 수확물 이외 지상부(수확잔류)의 질소를 차감  
→농지잉여의 질소
- ② 강수량으로부터 가능증발량을 차감  
→지하침투수
- ③ 농지잉여의 질소를 지하침투수로 나누고 0.49의 계수를 더함  
→질소농도

※ 포장 수지로부터 침투수와 질소농도를 추정할 경우 0.49의 계수를 곱함  
출전 : 「환경영향평가를 위한 라이프사이클 종합평가 방법의 개발 (2002  
년도 일본 농업환경기술연구소)」

질소투입량까지 산출할 경우는 ①의 농지잉여 질소가 질소투입량이 된다.

#### 4) 폐기물 : 플라스틱

##### 가) 분류화

폐기물의 대상이 되는 데이터는 다음과 같다.

① 플라스틱 폐기물의 양

② 리사이클 된 플라스틱 폐기물의 양

※소각에 의한 열회수는 리사이클에 포함되지 않음

##### 나) 특성화

폐기물의 대상이 되는 데이터는 플라스틱이고 특성화는 플라스틱의 종류별이 아니고 총량으로 측정한다. 이는 「①플라스틱 폐기물」로부터 「②리사이클 된 플라스틱 폐기물의 양」을 차감하는 것으로 계산된다.

#### 5) 농약

##### 가) 분류화

농약의 대상이 되는 데이터는 ①약제의 투입량만 고려하면 된다.

##### 나) 특성화

농약은 병충해의 방제 등을 목적으로 환경에 방출되는 것으로 농약 취급 주의법은 물론식품위생법(식품 첨가물 등 규격기준), 환경기본법(환경기준), 수도법(수질 기준), 수질오염방지법(배수기준) 등에 농약이 만족해야 할 각종 기준을 설정하고 있다. 본 방법에서는 유용생물, 물고기 등 생태계에 미치는 영향 및 환경에 대한 안전성 기준 중에서 갑각류의 LC50을 사용하여 특성화를 실시한다. 각 농약이 가지고 있는 갑각류의 급성독성 기준치에 대해서는 농약의 제조 메이커에 문의하면 될 것이다. 그리고 각 농약의 기준치가 판명되면 각 농약의 투입량을 그 기준치로 나누어 각 농약의 특성과 수치를 산출할 수 있다. 이렇게 산출된 각 농약의 특성화 수치를 합산하고 만일 농약의 갑각류에 대한 급성독성 기준치가 불명확할 경우는 그 이유를 명기하면 될 것이다.

## 26. 해석 및 보고 (공표)

### 가. 해석

해석은 데이터 수집의 결과 또는 환경영향평가로부터 얻은 정보를 통합하는 것이다. 이 단계에서는 평가범위 및 수집한 데이터의 내용 등을 설정한 목표에 일치하도록 정리하고 설정한 목표와 일치하지 않는 경우는 데이터의 재 수집, 평가 대상이 되는 데이터 내용, 평가 범위를 재설정하는 것이 필요하다. 환경부하가 낮은 생산시스템으로의 전환은 환경영향평가의 근본적인 목적에 가장 크게 부합한다. 이러한 평가는 향후 보다 적극적으로 그 평가 방법이 개발되어야 할 것이다. 본 방법에서는 환경부하가 상대적으로 낮은 생산시스템이 있다고 하더라도 그것을 채택하기 위한 최종적인 판단은 기술특성, 경제적·사회적 측면, 환경적 측면 등 종합적인 측면을 고려하여 판단한다.

#### 나. 보고

평가결과는 공정, 완전, 정확하게 전달되어야 한다. 특히 환경영향 평가를 하는 목적에 맞추어 전달되는 과정에서 어떠한 것도 왜곡이 있어서는 안된다. 보고서에는 평가의 결과, 수집데이터, 산출방법 및 전제 조건 등을 상세하게 기술해야 하고 보고서는 결과 및 해석이 조사의 목록에 맞게 작성되어야 한다. 그리고 평가결과를 외부에 공표할 경우에는 보고서를 참고가능한 문서로 작성해야 한다.

#### < 보고서의 기재사항 >

##### a) 일반적 사항

- (1) 책임자 또는 실시자
- (2) 보고서의 작성일

##### b) 목적 및 조사범위

- (1) 목표
- (2) 평가범위
- (3) 평가대상항목
- (4) 수집데이터항목

##### c) 데이터

- (1) 데이터의 특성
- (2) 흐름도
- (3) 데이터수집 및 정리

##### d) 환경영향평가의 결과

※본 방법 이외의 방법을 채택한 경우는 채택한 방법의 개요를 기술



e) 해석

(1) 결과

(2) 결과의 해석에 관련되는 전제조건

※전제조건, 한계 및 데이터의 품질에 대한 코멘트

f) 크리티컬 리뷰

※크리티컬 리뷰를 실시한 경우에 기재

(1) 리뷰실시자의 설명

(2) 크리티컬 리뷰 보고서

(3) 제언에 대한 내용

다. 크리티컬 리뷰

수집한 데이터와 실시한 평가의 순서 등에 부가하여 신뢰성과 투명성을 확보할 필요가 있는 경우 크리티컬 리뷰를 실시한다. 크리티컬 리뷰에서는 다음의 사항에 대하여 확인하고 보증되어야 한다.

- ◆ 사용한 데이터가 조사의 목적에 맞추어 적절하고 합리적일 것
- ◆ 해석은 조사의 목적을 반영할 것
- ◆ 조사보고에 투명성과 정합성이 있을 것

리뷰는 이해관계자의 참가를 유도함으로써 데이터수집과 평가에 대한 이해가 올라가고 신뢰성이 증가하는 장점이 있다. 비교주장을 지원하기 위해 평가결과를 사용하는 경우에는 특별히 주의하여 크리티컬 리뷰가 필요한 것이다. 이 문제는 공정성의 문제이기 때문이다. 크리티컬 리뷰의 실시는 비교주장의 정당성을 위한 것이 아니라 순거에 대한 신뢰성과 투명성을 보장하기 위한 것임. 따라서 크리티컬 리뷰에서는 ① 데이터 수집과 평가 등을 실시한 조직과는 별도의 독립적인 전문가가 실시한 내부 전문가 리뷰, ② 데이터 수집과 평가 등을 실시한 조직과는 별도의 독립적인 전문가가 실시한 외부 전문가 리뷰, ③ 이해 관계자를 포함한 이해 관계자 리뷰 등 세 가지의 리뷰가 존재하고 이 중 외부 전문가 리뷰와 이해 관계자 리뷰가 보다 높은 신뢰성의 리뷰로서 인정받을 수 있다. 필요에 따라 리뷰에 참가한 전문가와 비밀 보안 협정을 체결하기도 해야한다. 이는 작업상의 기밀유지가 필요한 경우이다. 또한 실시한 크리티컬 리뷰의 리뷰문서, 코멘트 및 리뷰 실시자의 제언은 보고서에 포함시키는 것이 좋다.

## 제4장. 순환농업활성화를 위한 정책방안

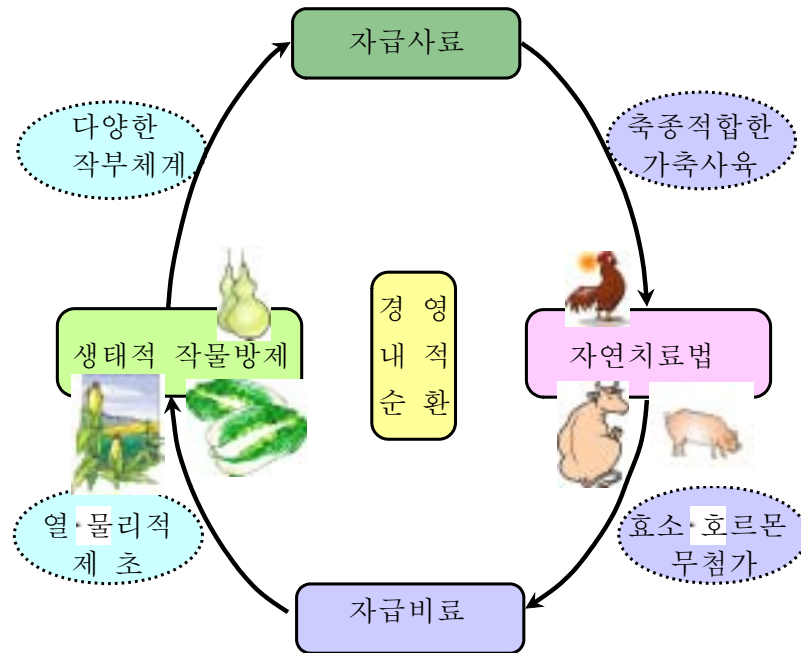
### 제1절. 자연순환 유기농업의 목표와 전환추진

#### 27. 자연순환 유기농업의 목표

##### 가. 자연순환농업의 기본

건강과 비옥도는 구매할 수 없는 것이다. 폐쇄적 경영순환의 특징을 가진 순환지향적 농업은 새로운 것은 아니지만 실천적 가치는 크다. 오늘날의 농업활동 특히, 유기농업의 조건에서 완전 폐쇄된 순환농업을 실천하지 못하고 있기 때문에 토양비옥도를 향상시키기 위해서는 유기농지침에 따라 제한적인 퇴비 구입과 화학비료구입을 허용하고 있다. 그러나 구입한 퇴비와 비료는 작물영양공급을 하게 되나 문제가 야기되고 있다. 예로, 수의약품 잔류나 잡초종자 및 중금속 오염의 위험성이 있는 것이다. 유기농업을 실천하는 농가들은 이러한 이유로 구입을 포기하고 있다. 농가에서 요구되는 질소는 두과작물을 재배하여 공급하며 사료 또는 녹비로도 이용하고 있다. 이를 통하여 토양을 활성화시키며 광물질공급을 풍부하게 한다. 순환농업은 생태적이며 경제적 원리를 가지고 있다. 경영자재구입을 감소시켜 비용을 절감하는 것은 유기농업경영에서 잘 나타나고 있다. 그밖에 도 자연순환농업의 기본개념에서 유기농업의 다양한 목표를 달성할 수 있다.

<그림1> 유기농업의 경영내적 순환과 기본개념



#### 나. 토양 비옥도 유지

생산보조재 없이 지속적으로 일정 수확량을 얻을 수 있을 경우 우리는 이를 토양비옥도라 한다. 토양비옥도를 유지하고 있는 유기질과 유기물에 대한 중요성과 필요성은 잘 알려져 있다. 만약 화학비료를 사용할 경우 토양에서의 영양공급원과 저장원으로서의 유기물질의 의미는 사라지게 된다. 지금도 유기물질은 토양의 생산력과 토양구조에 아주 결정적이고 긍정적으로 작용하고 있다. 작물은 유기물질을 뿌리를 통해 흡수하여 세포생명체를 구성한다. 이를 흔히 생명물질이라고 한다. 이러한 생명물질은 순환하게 된다. 즉, 작물에서 인간과 가축으로, 인간과 가축에서 배설물을 통하여 토양으로, 토양에서 다시 작물로 순환하게 된다. 이러한 순환은 농업에서 유기물질 비료를 포기하고 화학비료만을 사용할 경우 중단된다. 그리고 유익한 토양미생물은 이러한 토양조건하에서는 사라지게 된다. 그동안 많은 연구에서도 인간의 영양공급과 작물성장 그리고 토양비옥도의 연관성에 대하여 잘 나타나고 있다. 즉, 생명농업과 인간의 건강, 가축과 작물의 건강에 대한 밀접한 관계는 잘 알려져 있다.

#### 다. 자연자원의 보호

농업생산성의 급속한 증가는 상대적으로 높은 생산자재의 투입의 결과로 나타나고 있다. 질소비료와 농약생산의 원료인 화석자원과 인산자원이 제한적인 것을 고려한다면 지속농업의 목표는 이러한 자원을 보호하고 절약하는 것이다. 토양에서의  $\text{NO}_3^-$  무기질화는 항상 논란이 되고 있다. N-공급은 두 가지 측면에서 가능하다. 하나는 두과작물재배를 통하여 공기 중의 N를 뿌리혹박테리아에 의하여 고정시켜 공급하는 경우이다. 화학적 합성에 의하여 1kg의 N-비료를 생산하고자 할 경우 약 77,700kg의 화석에너지가 요구된다고 한다. (Pimentel, 1973) 따라서 화학적 합성에 의하여 공급된 N-비료를 사용하지 않는다면 그만큼의 에너지를 절약하게 될 것이다. 약 45ha의 초지를 가진 농가에서 필요한 N-비료는 약 200kg/ha를 포기할 경우 농장의 전력사용량의 6배를 절약할 수 있다는 연구결과가 제시되고 있다.(Kuhlendahl, 1990)

화학비료생산에 필요한 에너지 소비문제는 물론 N의 질적 문제와 분리하여 고려할 수는 없다. 또한 화학적 합성제재생산과 폐수에 의한 수질오염문제와 질소과용에 의한 지하수오염문제 등은 총체적인 환경오염문제로 제기되고 있다.

인산문제와 관련하여 보면, 토양의 P와 K는 매장량보다 수배가 넘게 보존되어 있기 때문에 지속농업을 통하여 토양에 잠재된 P, K를 적극적으로 활성화 시켜야 한다.

라. 토지와 연계된 가축사육

폐쇄된 순환농업은 구입비료 만이 아니라 구입사료의 경우에서도 밀접한 관계를 가지고 있다. 사료는 비료와 같이 영양분을 함유하고 있기 때문에 구입사료를 투입할 경우 여러 가지 문제가 야기 된다 ; 유기질 비료를 초지에 과잉 시비할 경우 초지성장과 형상에 장애를 가져오며 초지사료급여로 인하여 가축에 해를 주게 된다. 즉, 가축건강장애, 불임성문제 와 함께 수질오염 등 환경오염문제가 제기된다.

사료를 경영외부에 판매할 경우도 문제가 발생할 수 있다; 경영 내 농지의 양분 결핍과 자급사료부족을 보충해야하는 문제가 발생된다. 그 밖에도 단백질사료를 수출함으로써 인간의 중요한 영양소인 단백질이 부족한 경우가 나타날 수 있는 것이다.

이러한 문제점을 해결할 수 있는 방안은 농지와 연계된 가축사육이 이루어 져야 한다는 것이다. 가축은 사료작물이 재배된 농장에서 사육되어야 한다. 이로써 수송비를 절약할 수 있으며 지역 간 국제간의 양분이동을 억제하고 유기질 비료를 농지에 직접 투입할 수 있을 것이다.

생명의 물질순환은 또한 가축의 건강을 유지하고 개선할 수 있는 한 단계 진보된 방안인 것이다.

마. 축종에 적합한 가축사육

오늘날 수많은 현대식 축사에서 추구하고 있는 것은 대부분 가축의 생산성 향상에 목표를 두고 있기 때문이다. 가축의 성장률이 낮아지게 되면 이를 촉진시켜야만 한다. 축산물가격측면에서 보면 공장식 이외 다른 형태의 가축사육은 비경제적으로 판단하게 된다. 어두운 돈사에서 육돈을 사육하고, 계류된 모돈 사양관리, 좁은 케이지식 닭장 등에서는 가축들이 복지보다는 스트레스를 더 느끼게 된다. 왜냐하면 축종에 적합하지 못한 사양관리가 이루어지고 있기 때문이다. 따라서 가축의 불임문제와 사육내용연수의 단축, 높은 질병감염의 위험성과 면역성 저하 등 부적격한 사육시스템에 의하여 많은 문제가 나타나게 된다.

이러한 이유 때문에 가축이 본능적으로 잘 적응할 수 있는 축사를 건축하여 행동적이나 건강 및 생리적으로 장애를 주지 않도록 해야 한다. 이러한 기본원칙을 소홀히 할 경우 최상의 사료를 급여한다 하여도 가축복지의 피해를 줄일 수는 없을 것이다. 축사는 벗짚을 깔아 자유롭게 운동할 수 있는 공간을 가질 경우 많은 사양관리의 문제를 해소하거나 방지할 수 있을 것이다.

소의 경우 장애 없이 눕고 설 수 있어야 하며, 닭은 헤집고 파헤칠 수 있는 활동 공간을 가져야 하고, 돼지는 주변 환경을 탐색할 수 있도록 하며 가능한 흙을 파

해칠 수 있어야 한다. 이렇게 함으로서 축사에서 작업을 할 때도 가축들이 적대심을 갖지 않을 것이며 가축생산 공장으로서의 이미지도 탈피 할 수 있을 것이다. 가축행동연구자들에 의한 개방된 축사환경에서의 가축행동과 좁은 축사공간에서의 행동을 비교 연구한 결과를 바탕으로 유기축사 건축을 이미 선진국에서는 실천하고 있다. 축사신축에는 많은 투자와 비용이 요구되고 있기 때문에 기존의 축사를 개축 또는 개조하는 방법을 선택하여 가축복지에 최선을 다하고 있는 실정이다.

#### 바. 자연적 조정 메커니즘의 이용

자연 순환형 유기농업의 또 다른 목표는 농업생태시스템에서 자연적 조정기구를 최대한 활용하는 것이다. 자연의 조정 메커니즘의 활용 없이는 유기농가에서의 작물병해충방제는 어려운 과제로 남을 수밖에 없다.

생태시스템에서의 종 다양성을 향상시키는 것은 무엇보다 중요하다. 왜냐하면 다양한 생태시스템은 일반적으로 종 단일성보다 훨씬 더 안정적이기 때문이다. 종 다양성은 특히 다양한 작부체계와 낮은 양분수준, 기구적 제초방제 그리고 생태기능적 울타리와 소영역 생태권 형성 등을 통하여 촉진되어 지며 이러한 다양한 조치들에 의하여 자연보호의 목표를 달성할 수 있을 것이다. 다습한 농지나 척박한 농지에서 조방적인 방법으로 사료작물을 경작하거나 소영역 생태권이 형성되도록 하는 것이 이러한 농지에서의 수확성문제나 경작문제(트랙터 바퀴자국 등)로 애로를 가진 것보다 훨씬 더 바람직 할 것이다. 이러한 농업이용에 한계를 가진 농지는 오히려 위협받고 있는 종 다양성을 촉진하는데 좋은 결과를 가져올 수 있을 것이다.

#### 사. 고품질의 안전 농·식품 생산

식품건강학적인 고품질의 농·식품생산은 유기농업의 가장 기본적인 관점이다. 화학-합성농약을 사용하지 않은 농산물에서는 농약 잔유량이 없다는 단순한 관계를 우리의 농업현실에서는 쉽게 받아들여지지 않고 있다. 환경이 오염된 지역에서 생산된 농산물은 위해요소의 잔유량으로 부터 완전히 자유로울 수 없다는 것을 이미 많은 소비자 들이 잘 알고 있다. 또한 가능한 화학비료를 적게 투입한 농지에서 생산한 농산물에는 질소함유량이 당연히 상대적으로 적게 나타나고 있다는 사실은 잘 알려져 있다.

농약 잔유량 검출이나 높은 질소함량으로 인한 건강위험성에 대하여 아직도 의견이 분분하고 있다; 안전기준치이하의 농약 잔유량이나 질소함량이면 안전한 것이다, 또는 여러 가지 화학성분을 투입한 농산물을 저장하거나 가공을 하게 되면 장기적 작용이나 화학성분의 상호결합작용에 의하여 감소되거나 해소되어 진다

는 등의 의견을 받아들일 수 있는 학자나 전문가는 단 어디에도 없을 것이다. 그래서 유기농업에서는 □□비 원인제공 원칙 □□을 적용하게 된다.

식품의 품질도 전체적인 측면에서 고찰되어야 한다. 예로, 이 식품은 진정 생명과 건강을 위한 구성요소를 가지고 있는 것인가? 유기식품의 품질은 화학성분 잔유량의 유무나 다소 그리고 고영양분의 함유량만으로 결정되는 것은 아니다. 자연순환농법에 의한 식품은 사람의 건강을 유지하고 회복할 수 있게 하는 효과를 가지고 있다는 연구 결과는 이미 오래전에 발표된 바가 있다.

유기축산에 의해 사육된 가축은 관행축산보다 건강하고 번식력도 아주 강하다는 것이 연구결과로 나타나고 있다. 그러나 아직까지 어느 요소가 이러한 결과에 어떠한 영향을 미치고 있는 것인지에 대하여서는 밝혀지지 않고 있다. 그래서 식품품질에 대한 전반적인 연구를 위해 새로운 방법을 모색할 필요가 더욱 절실한 것이다.

## 28. 자연순환 유기농업 전환추진 방안

### 가. 유기농전환의 과제와 전망

친환경유기농업이 상대적으로 많은 장점을 가지고 있음에도 불구하고 일반농가들이 전환하지 않고 있는 이유는 무엇인가? 지난 과거에 친환경유기농업이 급속하게 확대 발전하지 못한 주요 원인을 보면 다음과 같다;

- ◆ 유기농업에 대한 정부기관의 인식부족과 지원결핍(컨설팅, 농업교육, 대학 등)
- ◆ 이로 인하여 유기농업의 노동경제적, 시장 및 경영 경제적 측면에 대한 정보 부족
- ◆ 친환경유기농업에 대한 전문 및 대학교육가능성 결여와 불충분한 컨설팅제공
- ◆ 상기와 같은 이유로 인하여 농가들이 친환경유기농업에 대한 집중적 관심을 갖지 못하게 되었으며
- ◆ 유기농산물의 시장연계성부족과 장기적인 수요 잠재력 간과, 농가와 유통업의 판매가능성에 대한 불안정적 평가 등이다.

만약 친환경유기농업이 관행농업의 경우와 같이 교육과 연구, 컨설팅 그리고 시장연계성에 있어서 시간과 자금 그리고 창의적 노력이 주어 졌었다면 오늘날 많은 농가들이 유기농업을 실천하게 되었을 것이다. 물론 지난 수년 동안 친환경 유기농업에서도 많은 변화가 나타났었다;

- ◆ 좋은 컨셉을 지원한다는 차원이 아니라 소비자의 욕구와 과잉농산물해소, 시장개방화의 대응이라는 시급한 필요성에 의하여 친환경유기농업에 대한 지원사업이 이루어져 왔으며
  - ◆ 몇몇 대학에서 친환경유기농업을 위한 교육과정이 개설되었고, 자격인증제도와 심화교육을 할 수 있는 연구 및 교육가능성이 확대되고 있다. 또한 유기농업의 문제점에 대한 정보제공의 기회가 확대 개선되었다.
  - ◆ 유기농가를 위한 컨설팅가능성 또한 확대되었으나 유기농전환에 따른 높은 컨설팅 수요를 충족하기에는 아직도 크게 부족한 실정이다.
- 정부의 친환경유기농업단지 및 광역단지조성사업 등으로 지자체의 친환경유기농업에 대한 관심이 크게 고조되고 있으며  
친환경유기농산물의 판매사업을 위한 노력이 강화되고 있으며 가공 및 유통부문에서도 부분적으로 대량소비자와의 계약증가가 나타나고 있다.

이러한 친환경유기농업의 긍정적인 변화의 결과로 인하여 친환경유기농가 수는 지난 수년간 크게 증가하게 되었다.((표1 참조)

<표1> 친환경유기농 인증농가 및 재배면적, 생산량(1999~2005)

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
농 가 수(천호)	1	2	5	12	23	29	53
%	0.07	0.15	0.37	0.94	1.8	2.3	4.3
재배면적(천ha)	1	2	5	11	22	28	50
%	0.05	0.11	0.27	0.6	1.2	1.5	2.7
생 산 량(천톤)	27	35	87	200	365	461	798

자료 ; 농림부, 친환경농업 육성 5개년 계획 보고서, 2006

소비자가 유기농산물을 보다 높은 가격으로 구입할 의사가 있을 것인가? 그리고 이로 인하여 유기농가수가 증가될 수 있을 것인가? 에 대한 질문은 친환경유기농업정책에 중요한 사항이다. 이와 관련한 전망을 보면;

- ◆ 유기농산물에 대한 수요는 향후 급속하게 증가될 것으로 전망된다.
- ◆ 순유기농과 전환기, 무농약, 저농약의 저 투입농산물에 대한 인증제도를 개선, 확실한 법적 차별화와 함께 인증종류의 단일화(예, 유기농과 전환기농산물)는 신뢰성, 안전성, 확실성을 향상시키고 잠재된 소비를 촉진시켜서 시장을 확대할 수 있을 것이다.
- ◆ 새로운 판로확대는 새로운 소비계층을 확보하게 될 것이다.
- ◆ 새로운 소비계층의 확대를 통한 시장발전은 무엇보다 시장물량공급에 의존되

어진다. 흔히 시장발전은 선형적인 지속 발전보다 단계적 발전 형태를 보이게 된다. 즉, 새로운 시장단계로의 도약을 위해서는 가공업체에게 공급할 수 있는 대량공급물량이 요구된다. 감귤의 가공업이 시장에 진출하기 전 단계에서 지속적인 과잉공급현상이 나타나며 판로에 심각한 문제로 나타났던 것은 이의 좋은 예가 될 것이다.

이러한 과잉공급의 현실에도 불구하고 친환경유기농산물의 수요자와 공급은 지속적으로 증가될 것으로 보인다.

친환경 유기농가는 환경 보호적 생산과 건강하고 안전한 농산물이라는 것을 소비자에게 확실하게 설득할 수 있어야 한다. 왜냐하면 친환경유기농업은 오늘날 다음과 같은 특징을 가지고 있기 때문이다;

- ◆ 생산과 가공, 검사와 인증표시와 관련하여 법적 제도적으로 확실하게 규정되어 있으며
- ◆ 엄격한 검사인증방법으로 식품의 안전성과 고품질을 보장하고 있으며
- ◆ 농장에서 농·식품가계에 이르기까지 모든 과정이 투명하게 조직 구축되어 있으며
- ◆ 축종에 적합한 사육 및 사양관리와 사료급여, 동물성사료 혼합금지 등 엄격한 유기축산의 규정준칙을 지키고 있기 때문이다.

시장수요를 충족하기 위해서 어느 정도의 속도로 유기농시장을 확대하고 어느 정도의 친환경 유기농가수가 요구되고 있는지에 대해서는 예측하기가 어렵다. 그러나 지속적인 시장발전은 정치적 의사결정보다 농가와 소비자의 의식전환에 크게 좌우된다. 유기농산물을 구입하고자 하는 소비자는 친환경유기농업을 실천하고, 전환하고자하는 농가를 지원하여야 할 것이다.

#### 나. 유기농 전환의 조건

친환경유기농업의 발전을 위해서는 관행농업에서 유기농업으로의 전환이 절대적이다. 유기농으로 전환을 위해 요구되는 자문이나 컨설팅은 간단한 문제가 아니다. 유기농가 전환에서 나타나는 일반적인 사항을 보면; 유기농전환은 농가에 따라서 서로 다르게 진행되며, 전환진행은 한 농가의 진행과정을 그대로 모방할 수가 없으며, 전환을 위한 컨셉이 없다. 전환과정에서의 경험과 지식을 전달하고 이를 각 농가에 시도하며 수정 보완하여 농가에 적합한 새로운 종합적인 계획을 수립하여 현실화해야 할 것이다. 전환에 성공한 농가는 조직 활동에 경험이 많으며 직업에 대한 만족을 가지는 긍정적인 사고를 가지고 있는 것이 일반적이다. 농가는 유기농업으로의 전환을 통하여 후회 없이 영농인으로서 자부심을 가지게



되며 새로운 발전전망을 가지고 인정을 받을 수 있는 큰 명분을 얻을 수 있도록 정부주도로 적극적인 전환촉진지원이 이루어 져야 한다.

#### 1) 성공적 전환을 위한 전제조건

유기농업으로의 전환은 위기와 기회가 동시에 주어지게 된다. 위험의 경우는 사전에 정확한 전망과 예측이 어렵기 때문이다. 그러나 이는 전환 전에 근본적인 전환문제를 충분히 분석하여 대처할 수 있으며 이를 통하여 적정한 조치와 대책을 수립하여 위험을 최소화해야 할 것이다. 모든 농가는 전환이 쉽지 않고 성공보장도 없으며 전환결정은 각 농가의 사정과 조건에 따라 다르기 때문에 위험감수의지와 직업태도와 사고 등에 의하여 영향을 받게 된다.

성공적인 전환을 위해 요구되는 주요 요인을 살펴보면 다음과 같다;

#### 가) 목표설정

종합적인 목표설정 없이는 전환이 쉽지 않다. 중요한 것은 유기농도입에 필요한 농장경영상의 농작물과 가축, 가족 및 노동력 등에 대한 경영여건 전반을 파악하는 것이다. 목표달성을 위해 보다 결정적인 것은 농장경영에 대한 종합적인 문제와 과제에 대하여 토론하고 참여자 모두의 의견을 수렴하여 목표와 전환결정을 할 수 있어야 하는 것이다. 유기농에 대한 다양한 이견이나 위험성 수용 여부 등은 목표설정합의에 장애가 될 수 있다. 또한 의사결정과정은 객관적으로 예측이 불가능한 경우에 흔히 좌절될 수도 있다. 특히 유기농산물의 판로 불확실성은 전환결정에 큰 장애요인으로 나타나게 된다. 새로운 판로 예로, 유기농·축산물의 농장직거래 등은 확실한 판매예측에 어려움이 있다. 또한 부족한 노동력과 높은 외부자본 부담은 전환의욕을 좌절시킬 수 있는 요인이 된다. 따라서 우선 실현가능한 전환대상농가의 표준모델을 개발할 필요가 있다. 왜냐하면 실현가능성이 없는 계획으로 전환대상농가를 위해 높은 투자가 요구되는 모델을 수립하여 전환을 유도한다면 많은 문제점의 노출과 함께 이용부담이 될 수 있기 때문이다. 또한 전환과정을 완전히 우연성으로 방치한다면 전환위험성은 더욱 높아질 수밖에 없을 것이다. 따라서 전환컨설팅은 이러한 전환위험성을 완화 또는 해소할 수 있게 될 것이다. 만약 농가나 생산자단체 및 공동체의 전환의사가 일치되지 않는다면 컨설팅서비스결과를 효과적으로 실천할 수가 없을 것이다. 바람직한 것은 농가 또는 단체 및 공동체가 개방된 의견과 대화를 통하여 목표를 설정하는 것이며 이로서 설정된 공동목표는 어려운 과정과 단계를 보다 잘 극복할 수 있게 될 것이다.

#### 나) 사회적 관계

유기농전환은 농장구성원에게도 많은 변화와 영향을 주게 된다. 모든 농장구성원들의 각오와 견해는 전환동기부여와 의견일치에 결정적인 영향을 주게 된다. 이러한 각오와 견해는 서로의 관심과 신뢰를 가질 경우 가능하다. 구성원 모두가 전환의 필요성에 대하여 동일한 관점과 견해를 가지고 있는 것은 아니다. 영농후계자는 그룹 활동이나 교육을 통하여 능력을 배양하고 안정성 방안을 모색하기도 하지만 그 밖의 구성원은 전환의 불확실성을 가지게 된다. 따라서 모든 농장가족들이 전환과정에 함께 공동참여 할 수 있어야 하며 결정적인 결과에 부담이 되지 않도록 하는 것이 무엇보다 중요하다.

유기농가들의 그룹미팅은 실천경험을 교류할 수 있기 때문에 전환의사결정을 위해 좋은 기회가 될 것이며 유기농장 이나 개방된 토론 및 회의참여는 전환 관심자에게 많은 도움이 될 수 있을 것이다.

농장구입이나 임대를 통하여 새롭게 유기농업을 출발하고자 할 경우는 마을의 견에 크게 구속됨이 없이 비교적 자유롭게 추진할 수 있을 것이다. 전환초기에서는 주변환경과 토양조건 등에 대한 상황을 가급적 신속하게 파악하고 극복하여야 할 것이다.

유기농전환과정에서는 구체적인 지식이나 높은 전문성이 요구되지 않는다. 전환기농가는 오히려 작물성장, 가축건강, 토양상태 등 농장의 전반적인 경영상태를 파악할 수 있는 관찰능력을 가지고 적극적인 관심을 가지는 것이 필요하다. 또한 경영주는 즉각적인 대처능력과 조직력, 그리고 유연성이 요구된다. 많은 농가들은 전환을 위한 다양한 작업은 오히려 많은 즐거움을 느끼고 있다고 이야기하고 있다.

#### 다) 유연성

모든 전환과정에서는 변화가 요구되고 있다. 전환초기의 조건에 따라 변화는 다소간 극단적으로 나타나기도 한다. 경우에 따라서는 원래의 경영상태를 유지할 수도 있을 것이다. 그 외의 경우에는 전면적인 변화를 추구해야만 한다. 따라서 전환은 혁신적인 의지를 가질 경우 성공이 가능하게 된다. 개인적인 특성이외 이러한 혁신적인 의지는 주어진 농가경영여건에 크게 좌우된다. 만약 농가가 자본력을 가지고 있거나 전환계획에 의해 예로, 농기계관매, 가축사육규모 감소 등에 의해서 자본이 형성될 경우 틀림없이 노동력 부담과 농장의 위험성 각오에 영향을 줄 수 있다. 왜냐하면 전환은 일반적으로 많은 노동력이 요구되고 있기 때문이다.

전환은 사람만이 그리고 일부 작목만을 전환하는 것이 아니라 가축과 토양상

태 그리고 작물상, 사료작물재배 및 급여체계 등 농장 전체의 생산투입산출부문이 함께 전환되어야 한다. 특히 사료작물의 경우는 질소공급을 급격하게 감소시켜야 하기 때문에 많은 수확량의 감소를 감안해야할 것이다.

## 2) 경영조직의 호환적 운영

유기농으로 전환하고자 한다면 경영외적인 생산보조자재 투입을 포기해야 한다. 즉, 화학적-합성농약, 성장촉진제, 여러 가지 화학비료, 첨가된 사료와 호르몬제 등의 투입을 할 수 없으며 유기질비료도 제한적으로 사용하게 된 것은 잘 알려져 있다. 이에 비하여 잘 알려지지 않고 있는 것은 유기농업이 화학적-합성보조자재 투입금지만으로 충족되는 것이 아니라 농장 전반적인 경영조직변화에 대한 요구인 것이다.

경종에서의 확실한 차별성은 N-비료의 배제에 있다. 이를 대신하여 작부체계의 핵심적 구성역할을 하고 있는 두과작물을 도입하는 것이다. 생산작목은 완전히 새롭게 조직해야한다. 극단적인 경우 그동안 전혀 농지와 관계없이 사육이 가능했던 양돈과 양계는 지속할 수가 없게 된다. 따라서 전문화된 농가경영의 경우 유기농으로의 전환을 위해서는 부분적으로 전면적인 경영조직의 변화가 요구된다. 또한 농가의 경영외적 생산자재의 의존성을 극복하기 위해서는 농장구성원 모두의 사고까지도 변화가 이루어 져야 한다.

유기농업의 가장 중요한 핵심은 농장내의 자재 및 에너지 순환이 이루어 질 수 있도록 생산경영을 호환적으로 조직하는 것이다.

전환농가는 이러한 농법에 가능한 접근하여 경영조직을 운영하도록 노력하는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서 보면 결국 농가경영은 하나의 생명을 가진 조직체로 구성되어 있는 것이며 따라서 전환농가는 각 생산부문을 호환적으로 재결합시켜야 하는 과제를 가지게 되는 것이다. 유기농가는 가축사육에 필요한 사료공급을 고려하여 작부체계를 결정하며 가축에서 발생하는 분뇨는 다시 토양유기질자원으로 재활용하여야 할 것이다. 왜냐하면 토양비옥도는 구입할 수 없기 때문이다. 경종에서는 단일 또는 소수의 작물로 전문화하는 것 보다 폭넓은 작부체계를 통하여 장기적으로 토양비옥도를 유지하고 농업생태시스템의 조정 메커니즘이 작용할 수 있도록 환경을 조성해 주어야 할 것이다.

## 3) 전환농가의 노동력 과중부담

농업에서는 일정기간 집중적인 노동투하가 요구되며 이로 인하여 흔히 노동력부담이 과중하게 나타난다. 이러한 노동력의 계절적 편중현상을 해소하기 위해서 연중 노동투하계획을 수립하여야 한다. 영농인은 잠시도 동료나 친인척, 교육을

위한 시간이 많지 않다. 농가 자체적으로 노동력부족문제를 해소하기는 어렵다. 부족한 노동력상태가 장기적으로 지속될 경우 시간도 힘도 감소되고 창의력을 개발하기는 더욱 어려워지게 된다. 휴가는 생각할 수도 없으며 사회적 인간관계는 점차 소홀해 지게 될 것이다. 농가어린이들은 이러한 긴장된 환경에서 대부분 애로를 느끼게 된다. 이러한 농가실정은 전환농가에도 흔히 나타나고 있어 노동의 과중부담의 위험성이 높게 나타나게 된다.

일반적으로 작목별 요구되는 농작업시간을 산출하여 노동력을 투하하고 있다. 모든 작업에서 노동력부담이 동일하게 나타나는 것은 물론 아니다. 어느 작업은 기꺼이 잘 처리가 되지만 다른 경우에는 의사에 관계없이 작업을 해야 하는 경우가 나타나기도 한다. 전환농가의 작업은 다양하며 호환적 경영조직을 하는데 많은 노동력이 요구된다. 배우며 실험도 하면서 작업을 직접 수행해야 하기 때문이다.

전환농가는 이미 언급한바와 같이 농장만이 아닌 농가가족모두가 함께 변화되어야 한다. 전환작업은 언제나 도전적인 경험이 요구되고 있기 때문에 농장을 성공적으로 전환하기 위해서는 정신적 육체적 노력을 추구하지 않으면 안 된다. 전환농가는 유기농가와 마찬가지로 부녀자와 노령계층의 노동력을 확보하고 활용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 예로, 수작업에 의한 야채, 감자수확, 선별 세척작업 등이다. 특히 부녀자의 노동력은 기술적 작업이 아닌 부문별 투입이 가능하다(예, 농장 직거래, 수확 및 제조작업, 청소 등) 흔히 전환농가에서는 부녀자의 노동력이 더 많이 요구되고 있어 보다 적극적으로 농장경영에 참여할 수 있는 기회를 가질 수 있게 된다.

전환농가에서는 흔히 노동력부족으로 계획을 포기해야 하는 사례도 나타나고 있다; 전환 후 시장판매를 포기하거나, 적기 수확을 놓치거나, 시급한 필드작업을 고용노동으로 대체하거나, 유기질퇴비시비를 못하여 임대농지에 임시로 적체하는 경우가 있다.

그러나 이와는 반대로 전환농가에게 반드시 노동부담 만으로 나타나는 것이 아니라 오히려 노동력이 절감되거나 현상유지 되는 사례도 나타나고 있다; 짓소를 사육하는 사료작물 생산농가가 전환과정에서 경영형태를 바꾸지 않고 노동집약적인 감자를 작부체계에 도입하여 직거래 중심으로 경영하는 경우와 비육돈을 완전 포기하고 유기농으로 전환한 후 노동비용을 절감한 경우도 있다.

유기농업 전환과 관련하여 노동비용에 미치는 영향을 보면;

▶ 노동비용이 증가하는 경우;

- 예로, 야채농장에서 화학적 제조작업보다 물리적 온도적 처리작업을 할 경우
- 각 작목생산에서 추가소득이 발생한 경우; 예, 미곡을 비포장, 비세척 대량 공급해 왔으나 전환 후 곡류를 손질하여 최종 소비 또는 가공원료로 판매한 경우
- 노동집약적인 생산방법을 추가 도입 또는 확대한 경우; 예, 야채재배 도입, 전환 후 클로버 녹초활용목적으로 가축사육을 도입한 경우,
- 취약한 유기농산물 유통거래로 높은 가격을 추구하기위해 농장 직거래를 도입한 경우,
- 소자본의 새로운 경영시스템을 확대 도입한 경우 등이다.

▶ 노동력감소의 경우;

- 가축사육규모를 축소 또는 일부 축종을 포기한 경우, 노동집약적인 경종을 포기하고 조방적 작목으로 대체한 경우

▶ 노동비용이 일정불변의 경우;

- 농가경영이 곡류중심 또는 젓소사육중심인 경우
- 농장내의 생산물 손질관리나 판매 또는 제조 가공을 포기한 경우

전환과정에서 이와 같은 각 농가의 여건변화에 따라 긍정적 또는 부정적으로 노동비용에 영향을 주게 된다. 가장 흔하게 나타나는 것은 전환과정에서 가축사육두수를 감축하여 노동력을 절감하며 절감된 노동력은 경종 또는 야채를 작부체계로 도입하는 경우이다.

정확한 노동수급을 파악하는 데는 여러 가지 문제가 있다. 왜냐하면 농가현장에서 실질적으로 요구되는 노동력은 표준노동투입시간과는 아주 큰 차이를 보이고 있기 때문이다. 전환과정에서 요구되는 여러 가지 시도와 즉시처리작업은 표준노동시간산출에서 고려하지 않고 있으나 유기농전환과정에서는 아주 필수적인 작업과정이다. 또한 농산물창고정리, 판매장 정리, 농기계정리 등은 노동수급산출시간에서 고려하지 않고 있다. 매일 10-14시간의 작업시간을 가진 유기농경영자는 자신의 노동력 투하에 대하여 과도하게 느끼지 않고 있다. 그 이유는 자신의 뚜렷한 목표와 직업의식 및 소신을 가지고 경영에 종사하고 있기 때문이다.

#### 4) 전환계획

전환에 의하여 나타나는 위험성을 최소화하기 위해서 전환농가는 집중적으로 전환준비를 해야 한다. 이 경우 전환계획은 아주 필수적이다. 전환계획은 향후 시간적 수행계획으로 현재의 결정에 도움을 주어야 하기 때문에 일목요연하게

체계적이고 목표 지향적으로 작성되어야 하며 가능한 전환과정에서 경영적 마찰 없이 수행될 수 있도록 계획되어야 한다.

전환계획은 또한 전환과정에서 유연성에 의하여 수행되지 않아야 하며 위험성을 최소화하고 문제점을 적기에 대처할 수 있어야 하며 투자실패를 방지하고 전환용기를 줄 수 있어야 한다.

전환계획에서는 확고한 진행과정을 수립하는 것이 아니라 기후조건을 소외하거나 예측하지 못한 결과에도 대처할 수 있어야 할 것이다. 전환하고자 하는 농가는 계획을 통하여 유연성을 잃어서는 안 될 것이다. 계획은 언제나 새롭게 문제제기 될 수 있어야 하며 특히 새로운 경험이나 사실을 접하였을 경우에는 더욱 필요하다.

<표 2> 전환계획의 단계

단 계	내 용
I	-전환시점의 농장실태파악
II	-농가목표설정
III	-농가의 실천계획과 검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기초사료 수급실태</li> <li>▪ 작부체계</li> <li>▪ 경영 경제적 균형관계</li> <li>▪ 노동 경제적 균형관계</li> <li>▪ 투자계획</li> </ul>
IV	-전환시기계획수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 매 전환년도의 사료수급계획</li> <li>▪ 작부체계 전환수립</li> </ul>
V	-계획검토

가) 전환시점의 농장실태 파악

먼저 농가경영의 주요한 경영실태지표를 선정하여 설명할 수 있도록 작성한다. 이 경우 구체적인 자료를 포함하는 것이 아니라 농장과 가축 그리고 입지적 조건 등에 대한 특징적인 사항을 제시한다. 이러한 실태를 파악한 경우에 전환을 위한 전망을 제시할 수 있는 새로운 가능성을 발견할 수도 있다. 흔히 농장의 입지적 조건이 불리하게 나타날 수도 있으나 지금까지 여러 가지 이유로 경영에서

효율적으로 활용하지 못한 입지적 조건이 전환과 관련하여 보다 유리하게 평가될 수도 있다.

농장입지와 경영실태파악에서 긍정적으로 발전 가능한 사항은 많지 않다. 그러나 유기농전환으로 채소경작에서 가공과 직거래까지 농가에서 실천할 수 있는 다양한 가능성이 제시되기도 한다. 특히 농가경영의 장점을 파악하고 이를 농장 발전계획에 반영하여 실천할 경우 성공적인 전환이 가능할 것이다.

<표 3> 전환시점의 농장실태파악의 예

농 장; \_\_\_\_\_

일자 ; 2006. . .

가족사항	부모와 아들1명, 아들은 농장작업보조역할
노동력과 노동력 부담	약 2.5A, 원만한 노동력 수급
경영규모 및 농지이용	2.5ha, 0.5ha임차농지, 2.0ha 수도작, 0.5ha 채소, 0.5ha 사료작물
토양, 생산성	점토질, 부분적 사질양토, 평균생산성
자연적 조건	강우량1200mm/년, 평균기온15℃
작부체계, 작목	수도작(2/3), 채소 및 사료작 (1/3)
비료	액비, 퇴비, 녹비, N-P-K비료구입(원/kg)
병해충방제	평균치 이하 살포( 원/ha)
가축사육	젓소 12두, 평균착유량(6500kg/두,년)
축사형태	개량된 계류축사 후보축 자가육성, 자유입식
사료급여	녹초, 볏짚(암모니아처리),옥수수, 농후사료, TMR
판매 시장접근성	미곡대량소비자판매, 야채중간상인, 부분적 직거래 국도 및 고속도로 접근성 용이
재정적 여건	부채 5천만원, 이자 및 상환 약 500만원/년
예상된 문제, 기타특징	잡초증가, 수확량 감소, 가격하락, 농외소득 없음.

#### 나) 농가 목표설정

대부분의 컨설팅에서는 목표설정문제는 어렵지 않게 제시될 수 있다. 그러나 해답은 쉽지가 않다. 왜냐하면 농장구성원이외는 이 문제에 대하여 아무도 자신 있게 답을 제시할 수가 없기 때문이다. 그럼에도 불구하고 이 문제는 성공적인 전환을 위해서 가장 기본적 요소이기 때문에 반드시 극복되어야 한다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 누구도 어렵게 접근할 필요는 없다.

다음은 간단하고 평범하게 접근 가능한 목표설정 사례를 제시하고 있다;

- 노동증가는 더 이상 안됨.
- 소득향상
- 생산량 현상유지
- 축사공간 방치 안됨
- 위험성 최소화
- 대규모 투자 회피
- 경영의 독립성 제고
- 적극적 경영추구
- 농장의 장기적 보존 등

중요한 것은 농가나 농장공동체가 개인 또는 공동관심사에 대하여 확신을 가지는 것이다. 따라서 목표는 명확하고 확실하게 설정되어야 한다. 농가 또는 농장 공동의 관심대상이 서로 상충적일 경우 상호 대화와 토론을 통하여 명확하고 확실하게 설정되어야 한다. 이는 간단하고 용이한 문제는 아니다. 그러나 상호간에 인내를 가지고 유기농 전환을 위한 공동의 목표를 설정하고 조정할 수 있는 이해와 협력이 반드시 마련되어야 한다.

농가목표설정과 관련된 질문사항을 보면 다음과 같다;

- 향후의 예상된 경영소득으로 몇 명의 가족이 생활할 수 있겠는가?
- 경영소득증가는 어느 정도 필요한가?
- 노동력 증가가 요구되는가? 계획상 가족이외의 노동력이 요구되는가?
- 농장가족은 어떠한 경영형태를 선호하고 있는가? 경종이나 축산 또는 가공 그리고 판매에서 어떤 부문을 중심으로 경영을 할 것인가? 어떤 생산부문에 경험이 축적되어 있나?
- 투자가 요구되는가? 어떤 위험성이 있나?
- 어떤 목표가 유리한가? 소득향상, 노동부담 저감, 경영독립성, 재정부담 완화 등

#### 다) 농가의 실천계획과 검토

전환계획수립은 환상적인 상상력을 동원하는 것은 아니다. 또한 창의성을 바탕으로 제시된 계획안을 제약해서도 안 된다.

전환계획을 컨설팅 할 경우는 서로 다른 2 대상농가를 비교하며 상담자와 의견일치를 도출하는 것이 바람직하다. 그리고 경영시스템을 비교 검토할 필요가 있다.



경영시스템의 3가지 사례를 제시하면;

- ① 구상하고 있는 작부체계는 토양에 아주 잘 적응할 수 있으나 벧짚생산이 적은 반면 사료는 과잉이 되고 농업소득은 감소가 될 경우,
- ② 많은 소득증가는 예상이 되나 계획한 직거래는 노동력부족으로 추진이 어려울 것으로 예상될 경우,
- ③ 원유생산량은 현상 유지되나 동시에 작부체계에 수도작의 후작으로 보리를 도입해야 함으로서 사료생산을 위한 농지가 부족하게 나타날 경우 등임.

이와 같이 목표달성을 위한 실천적 사안을 논의할 경우 계획과 목표에 대한 검토와 평가가 얼마나 중요한 것인가에 대하여 확실하게 보여주고 있다. 예로, 만약 젖소사육농가가 원유량을 현상유지하고 곡류생산면적을 증가시키고자 한다면 계획수행에 차질이 예상된다. 따라서 다음 3가지 경우의 계획진행을 고려하여 선택을 해야 할 것이다;

- ① 원유생산중심적 경영; 원유생산→가축사육규모→사료수요→작부체계→노동/소득→기타 추가활동(야채, 직거래, 가공)
- ② 축산물판매중심적 경영; 판매→가축규모→사료수요→작부체계→노동/소득→기타 추가활동(야채, 직거래, 가공)
- ③ 경종중심적 경영; 작부체계→노동/소득→추가활동(가축규모, 야채, 직거래, 가공)

경종중심농가로 선택할 경우는 작부체계를 새로 계획을 하여야 할 것이다. 이러한 사례제시를 통하여 수립한 계획을 실천 검토하는 것은 아주 중요하다. 예를 보면,

- 기초사료의 균형;  
착유농가가 보유한 축사에서 일정 원유생산량, 두당 산유량, 젖소사육두수, 후보축 자가육성을 고려하여 전환계획을 수립하고자 한다면 1차 계획단계에서 사료수요를 산출해야 하며 이를 위해서 2차 계획단계에서는 사료공급을 위한 작부체계를 함께 수립하여야 할 것이다. 특히 전환시기를 고려하여 가능한 충분한 사료보유량을 확보할 수 있도록 계획을 수립하는 것이 중요하다.

- 작부체계 수립  
요구되는 사료면적을 고려하여 3차 계획단계에서는 작부체계 수립에 기본적인 요소인 입지적 조건, 노동력보유 그리고 판매가능성을 고려하여 작부체계를 수립하여야 한다.

▪ 경영 및 노동경제적 계획

경종과 축산의 복합경영계획을 가진 4차 계획단계에서는 총 소득을 산출하여야 한다. 이 경우 총괄적인 소득에 국한하는 것이 아니라 각 생산 부문의 품목별로 소득을 산출하여야 할 것이다. 노동투하는 표준투하량을 기준으로 추산을 할 수 있을 것이다. 산출된 소득은 표준소득과 비교하여 여러 가지 측면에서 비교분석하는 것이 바람직하다.

지금까지 수행한 4단계과정에서는 세부적 계획을 수립한 것보다 수정 보완이 가능하도록 포괄적이고 개괄적인 사항을 수립하여도 상당히 정확한 결과를 도출할 수 있을 것이다.

▪ 투자계획

위의 사례에서는 판매용 시설과 농기구, 액비저장확대 그리고 장기적으로 농장 직판장을 설치하는데 투자가 요구되고 있다.

전환과정에서 요구되는 투자부문을 보면;

- 제조용 농기구
- 곡류선별 및 저장
- 유기질 비료 저장 및 살포
- 축사개축
- 가공 및 판매공간과 시설
- 사료확보 및 저장시설 등이다.

투자계획에서 중요한 것은 구입해야만 하는 문제만이 아니라 무엇을 위하여 우선적으로 투자를 해야만 하는 것인가이다. 향후 전환농가에서 요구되는 투자대상 리스트를 작성하는 것은 아주 바람직하다. 또한 농장경영과정에서 구입해야하는 투자대상과 목표를 실현하기위하여 요구되는 대상을 함께 비교하는 것도 필요하다. 그리고 어느 부문에 투자하는 것이 유리한 것인가에 대한 투자의 우선순위를 결정해야 한다. 투자규모가 클 경우는 반드시 자본확보의 한계를 파악해야 한다.

라) 전환시기 계획

세목별 전환을 어떻게 수립할 것인가에 대해서는 일반적인 수단이나 방법이 있는 것이 아니다. 왜냐하면 이는 전환대상농가와 전환목표농가의 여건에 크게 좌우되기 때문이다. 중요한 것은 어떠한 단계로 언제 수행해야 할 것인가에 대한 시간계획을 수립하는 것이다.

다음은 수입사료 의존율이 높은 우리의 현실에서 사료관련 예를 중심으로 계획 시 고려할 사항을 보면;

▪ 매 전환년도의 사료계획 ;

특히 동절기 사료부족문제로 구입사료를 통하여 사료수급균형을 유지해 온 경우 사료구입지출증가로 소득감소가 예상된다. 이러한 소득감소는 일반적으로 작부체계에 사료작 재배비중을 크게 증가시켜 소득감소를 최소화 할 수 있을 것이다.

▪ 작부체계의 전환 ;

지금까지 관행농업의 작부체계에서 유기농업으로 전환된 작부체계는 정확한 계획이 요구된다. 이 경우 관행농업의 매 전환년도에서 어떻게 사료요구가 구체적으로 이루어져야 하는가를 파악하기 위하여 전작과정을 잘 검토하여야 한다.

유기농작부체계로 전환하고자 할 경우 최소한 준수해야 할 사항은 다음과 같다;

□□전환은 기본적으로 단 한 번에 전체를 대상으로 수행하는 것이 아니라 전체 농장을 대상으로 단계적으로 이루어져야 한다.

□□주요 전작의 마지막 수확에서부터 유기농전환조건을 고려하여 전환을 시작한다.

□□전환은 농장의 여건을 고려하여 단계적으로 시행하여야하며 이 경우 다음을 고려하여야 할 것이다;

- 최소한 년 간 최대 3단계에 걸쳐 작부체계전환이 이루어 져야 하며
- 전환시행 전에 가능한 신속하게 모든 농지를 대상으로 유기농을 안전하게 도입하기 위한 전환계획을 수립하며
- 전환시행기간 동안에는 전환대상농지에 다른 작물을 반드시 재배하여야 한다.

유기농전환은 단계적인 전환이 반드시 필요함에도 불구하고 현장에서는 여러 가지 생산 기술적 또는 다른 이유로 단계적인 전환실행이 이루어지지 못하고 있다. 예로, 단계적 전환지원의 결핍, 전환농산물의 판매애로(신뢰성, 가격의 상대적 불리),정신적인 이유로 단번에 전환을 추구하는 경우 등이다.

만약 작부체계가 한 단계에서 전환이 되어야만 한다면 무엇보다 풍부한 두과작물재배비중을 높여 작부체계계획을 수립하여야 할 것이다. 두과작물은 토양보존과 특히 불리한 관행농법의 전작수확 후에 도입하는 것이 바람직하다.

다른 측면에서는 가능한 환금작물을 충분하게 도입하여 경영자금 지불능력을 갖도록 하여 소득을 확보하여야 할 것이다. 환금작물은 그동안의 유리한 관행농업의 전작을 기초로 한 작부체계를 계획하며 불리한 관행농업의 전작과 유리한 경우를 고려하여 균형적인 전환계획을 수립하여야 한다.

#### 마) 계획검토

계획은 언제나 유연하게 수립되어야 하며 현실적 변화에 탄력적으로 적응할 수 있어야 한다. 전환계획은 관행농업에서 유기농업으로 도달하기 까지 보통 3-5년을 하나의 전환기간으로 보며 전환 1년 이후 부터는 전환기간 동안의 경험을 활용하여 차기년도의 계획을 수립하는 것이 바람직하다. 매년 경영평가와 계획의 성과검토는 전환을 하고자 계획을 수립하는데 반드시 필요한 보완과정이 되어야 한다.

#### 5) 전환진행순서

- ① 유기농전환 시작년도에서는 유기농지침에 따라 초기 농지경작을 하게 되며 생산된 농산물은 관행농산물로만 판매가능하나 전환기농산물로 판매는 할 수 없도록 해야 한다.
- ② 전환 2차 년도에 처음 수확된 농산물은 전환계약이후 전환기인증으로 판매하도록 해야 한다.
- ③ 전환 3차년도 수확부터는 유기인증계약 후 유기농산물로 판매가 가능하도록 해야 한다.
- ④ 특용작물의 경우는 별도의 특별규정을 두어 전환시행을 해야 할 것이다.

유기농산물판매의 기본방안은 유기농업단체의 연합을 통하여 합의한 결과를 기초로 전환기농가와 이행준수계약을 전제로 유기농인증의 법적보호를 받을 수 있도록 하여야 할 것이다.

유기농산물의 지침서를 수립하여 시행하고 있는 국제적 조직을 보면;

- ▶ 국제적 측면 ; IFOAM(국제유기농업운동연맹)
- ▶ 유럽측면 ; EU-유기농업 규정
- ▶ 독일측면 ; AGÖL(유기농업사업연합)

국제적인 유기농업지침은 대부분 IFOAM(국제유기농업운동연맹)의 지침을 기본으로 수용하고 있으며 이를 바탕으로 국내외의 지침을 연계하여 국가와 지역, 그리고 농가상호 간의 신뢰를 구축하고 있으며 이로 인하여 소비시장에서의 신뢰

성 향상을 추구하고 있다.

#### 6) 전환촉진사업

유기농업으로의 전환을 희망하는 농가에 대한 제도는 유기농업육성사업의 가장 기본적인 사업이다. 유기농전환프로그램사업의 목적은 환경 및 자연보호, 지역특성화 그리고 농·식품수요시장에 적응하여 과잉농산물의 문제를 완화하고 고품질의 안전농산물을 공급하여 개방화시장에서의 농업경쟁력을 향상시키는데 있다. 이러한 사업은 유기농가에게 생산량 감축에 따른 소득보존과 환경오염저감 등에 대한 면적당 보상을 일정기간 지원하는 제도인 것이다.

유기농전환프로그램사업을 도입하는 데 제기될 수 있는 현실적 문제를 살펴보면;

- 단계적 전환으로 위험을 최소화하되 지원규모를 감소 또는 최소화 하는 방법과
- 단 한 번의 직접전환에 따른 위험을 감수하되 지원금을 충분하게 지불하는 방법 등이 논란으로 나타날 수 있을 것이다. 또한 전환대상농가의 경영규모와 면적 또는 가축두수 당 지원규모, 지원기간, 지원시설대상(농가가공/제조시설, 판매시설, 저장시설 등)설정 등이다. 사안과 지역여건에 따라 다소 차이를 가질 수 있겠으나 확실하게 검토해야 할 사항은 시행하고자 하는 지원 사업이 유기농육성과 촉진을 위한 의사결정을 제약하거나 장애가 나타날 수 있는지에 대한 검토가 반드시 필요하다.

전환 지원사업은 반드시 도입되어야 하며 향후 예상되는 프로그램을 위한 사업 지원이 아니라 실천적 사업 지원 자금으로서 확실한 예산이 안전하게 확보되어야 한다.

#### 다. 경제성을 고려한 경영전환조건

##### 1) 입지조건 ;

흔히 유리한 입지적 조건을 가진 유기농업만이 경제적 효율성을 가질 수 있다고 한다. 그러나 현실에서는 아주 다양한 입지에서도 유기농업활동이 이루어지고 있다.

양질의 토양은 그렇지 않는 토양에서 보다 훨씬 좋은 수확량을 얻을 수 있을 것이다. 그러나 토양이외도 수확량에 영향을 주는 요인으로는 작부체계와 시비, 토양관리상태와 기후적 조건 등이 있다. 상대적으로 불리한 입지조건은 유기농업전

환 시에 생산경영조직변화를 통하여 극복할 수 있다. 확실한 것은 소농이 상대적으로 불리한 입지적 조건에서도 곡류생산만을 고집하지 않고 서류나 두류 등이 도입된 작부체계와 가공이 가능하다면 농가의 유기전환은 성공적으로 이루어질 수 있을 것이다.

### 2) 경영규모 ;

경영규모는 농지를 구입하지 않는 한 임차가능성이외는 고정되어 있다. 소농은 적은 면적에서 일정 소득을 획득해야 하기 때문에 ha당 소득을 면적당 비용이 적은 대농의 경우 보다 향상시켜야 하는 과제를 가지고 있다. 이를 위해 소농은 흔히 면적대비 노동력을 많이 투하해야하는 노동집약적 특징을 가지게 된다. 따라서 유기농에서는 야채재배, 선별 및 직거래 등을 통하여 ha당 매출액을 향상시킬 수 있는 가능성을 활용할 필요가 있다.

흔히 □□적인 것이 아름답다□□라는 말에 빗대어 대농은 유기농업에 적합하지 않다 라고 주장하기도 하지만 20~30ha규모의 농가에서도 오래전부터 유기농업을 실천해 오고 있으며 유럽의 경우는 특히 생물-역동적 (Biologisch-Dynamisch; Demeter)인 농업에서 유기농업을 이끌어오고 있는 실정이다. 경영규모가 너무 커서 유기농업을 포기하는 농가는 거의 없다. 다양하게 조직한 규모화 된 농장은 시간적 계절적 노동투하계획을 반드시 수립하는 것이 요구된다. 왜냐하면 시기적으로 결합된 노동력 예로, 파종이나 재초작업 등은 확실하게 처리되어야 하기 때문이다.

### 3) 건물 ;

농가의 기본경영시설에는 농지이외 건축물이 있다. 건축물은 전환 시에 경제성에 미치는 영향이 크다. 왜냐하면 건물의 시설이용과 감가상각을 해야 하기 때문이다. 건축물 이용의 기본전제는 건물가치를 일정하게 유지시키고 투자의 효율성을 제고시키는 것이다. 유기농 전환 시에 고려할 사항은 기존의 건축물을 보다 다양하게 이용하고 좋은 건물상태를 유지할 수 있어야 하는 것이다. 예로, 양곡 저장창고 또는 판매장 등으로 시설용도를 변경할 수 있어야 한다.

유기축산을 위한 축사신축은 흔히 많은 투자비용이 요구되며 신축비용은 장기적으로 경제성을 감소키는 요인이 된다. 특히 모우사육과 비육우사육을 위한 축사신축은 경제성이 없는 경우가 많기 때문에 컨설팅을 통하여 축사시설운영계획을 수립하는 것이 바람직하다. 이에 비하여 젖소사육은 상당히 경제성을 가지고 있기 때문에 축사신축이 가능할 것이다. 무엇보다 경영전환을 통하여 노동절약이 가능하며 축종에 적용된 사육으로 비용절약이 가능한가를 구체적으로 평가 검토를 하여야 한다.

4) 외부 자본의존성과 자본유동성 ;

유기농 전환으로 인하여 외부자본의존성이 높아질 경우 농장운영에 많은 위험성이 따르게 된다. 경영전환은 많은 비용이 요구되며 경영의 자본유동성에 변화를 주게 된다. 일반적으로 전환 2년차까지는 유기농 매출액은 감소된다. 왜냐하면 일반적으로 전환기에 생산된 농산물은 유기농산물로서 높은 가격으로 판매가 될 수 없기 때문이다. 이로 인하여 경영전환이 외부자본에 의하여 투자되었다면 많은 이자부담이 나타나게 될 것이다. 이와 같이 외부자본의존성이 높은 경우에는 보다 세심한 유기농전환계획이 요구된다. 예로, 토지매매 등을 통한 자본이자부담을 해소하고자 한다면 전환과정에서보다 폭 넓은 선택결정을 하기위하여 전환시행 이전에 처리하는 것이 보다 바람직하다.

5) 혼합경영 또는 전문경영 ;

선진국의 유기농혼합농가의 젖소사육규모는 일반적으로 성환두수 1~1.5두/ha로 나타나고 있다. 이러한 혼합농가는 생산의 다양성과 경영의 경제성을 통하여 경영의 위험성을 완화시켜왔다. 그러나 우리농업구조와 같이 소규모 분산된 다각적 경영의 경우는 경영의 전반적인 전망과 경제성을 추구하는 데에는 어려움이 많다. 따라서 경영전환 시에는 흔히 전문경영에 대한 논의가 제기된다. 전문경영은 다양성이 적다는 단점을 가지고 있으나 경영의 합리성이란 장점을 가지고 있다. 즉, 전문경영은 일반적으로 비용절약적인 생산이 가능하며 자기전문분야에 대하여 잘 파악할 수 있기 때문에 보다 경제적 효율성을 추구할 수 있다. 그러나 유기전문농가로의 전환은보다 신중하게 전환계획을 수립할 필요가 있다. 혼합경영의 경우와는 달리 위험성이 높고 생태적 경제적 여건이 주어지지 않았기 때문이다. 유기농의 작부체계를 관행농업과 비교하면 유기농이 두과작물이나 채소, 서류작의 경작비중이 높게 나타나는 반면 곡류의 비중은 상대적으로 낮게 나타나고 있다. 따라서 두과작물을 통한 풍부한 질소공급을 위하여 작부체계의 두과작물 비중을 25~35%정도로 유지하는 것이 바람직하다. 이러한 이유가 유기농의 전문화가능성을 제약하고 있다.

6) 가축집약도 ;

농가의 가축집약도는 일반적으로 초지면적과 축사시설규모, 경영자의 성향과 능력에 의하여 결정된다. 만약 기초사료공급이 크게 제약되어 있다면, 즉, 자급사료작물 재배면적이 부족하다면 젖소사육 집약도는 성환두수 기준 0.5두/ha가 적정할 것이다.(유덕기, 1997) 이러한 경영구조의 경우에는 경종사료작물의 도입을 모색하여야 할 것이며 환금작물로서 곡류나 서류, 채소류의 생산을 증가시켜야 할

것이다.

7) 우유쿼타와 비육가축사육 ;

우유공급이 과잉될 경우 우유쿼타 제도가 도입되며 이로서 우유생산농가의 원유공급량이 제한되고 이에 따라 젖소사육규모에 결정적인 영향을 주게 된다. 유기축산농가에게도 우유쿼타 제도는 큰 의미를 가지게 된다. 왜냐하면 젖소사육은 원유판로 없이는 경제적으로 작부체계에서 요구되고 있는 사료작물재배에 대한 가치평가에 큰 영향을 주기 때문이다. 관행축유농가와 비교하면 유기축유농가의 젖소사육두수는 상대적으로 적게 사육하고 있는 것이 일반적이다.

사육두수나 우유쿼타에 해당되지 않는 농가는 사료작물을 비육우, 양 또는 염소사육에 이용할 수 있는 가능성을 가지게 된다. 그 밖의 가축사육농가는 전환을 할 경우 관행농업에 비하여 사육규모를 감축하는 것이 일반적이다.

현실적으로 유기축산물을 취급하는 정육점이 극히 적기 때문에 직거래를 통하여 비교적 높은 가격을 추구할 수 있다. 이러한 경우는 특히 비육우전환농가에 적합하며 판매전략은 매출에 직접적인 영향을 주게 된다. 경영여건에 따라 채소 등의 경종작물의 도입도 검토할 필요가 있다.

8) 사료작농 ;

사료작물재배면적 비중이 높은 농가의 경우 전환을 통하여 젖소사육에 필요한 사료작물 재배면적 요구는 더욱 커지게 된다. 왜냐하면 전환기동안의 사료생산량이 적어지게 되기 때문이다. 만약 이러한 높은 사료작물 재배면적 요구를 예로, 유기질 N-시용을 통하여 면적이용비용을 절감하게 된다면 전환은 재정적인 추가비용 없이도 성공할 수 있을 것이다. 이러한 농가의 경우는 고가의 구입곡류를 감축하고 가능한 자급기초사료를 이용하여 사육하는 것이 바람직하다. 또한 만약 추가적으로 우유를 판매할 가능성이 있다면 전환은 관행농업보다 훨씬 경제성을 가지고 경영을 할 수 있을 것이다.

젖소사육을 하는 자급사료전문농가로의 전환은 사료수확량 감소에 따른 생산성 감소를 최소화하기 위해서 전환단계의 검토를 반드시 수행해야 할 것이다.

만약 사료작물 전문농가가 전환을 통하여 경종을 하고자 한다면 경운이 가능한 사료농지를 작부체계에 연계하여 시장성 작물을 위하여 전작사료효과를 활용할 수 있어야 할 것이다. 우유쿼타 없이 사료작비중이 높은 농가는 전환이 비교적 불리하게 나타난다. 이러한 농가가 전환을 하고자 한다면 처음부터 고품질의 육류생산이 가능한 비육우사육을 통하여 경제성을 높이거나 양이나 염소사육을 통하여 우유 또는 치즈 및 육류생산에 전문화하는 것이 바람직하다. 모우사육에 전



문화한 농가가 전환을 할 경우 아주 경제적일 수 있다 왜냐하면 ha당 수익률이 원래 낮게 유지되어 왔기 때문이다.

9) 양돈경영 ;

양돈은 유기축산에서 큰 의미를 가지지 못하고 있다. 왜냐하면 양돈은 높은 곡류수요가 요구되고 있기 때문이다; 돼지는 양곡에 대하여 사람과 직접적인 경쟁 관계를 가지고 있다. 비교적 양곡가격이 높은 실정에서 경제성을 갖는 양돈은 일정한 사료의 효율성을 추구할 수 있을 경우에만 가능하다. 가축사육 집약도는 흔히 축종에 적합한 사육측면에서 반박을 받고 있다. 지금까지 육류시장의 불충분한 유통구조는 양돈경영이 부산물이용가치로 평가받거나 유통시장공급의 보완적 역할을 해 왔던 것으로 평가되었기 때문이다.

양돈전문농의 유기축산전환에서는 전문농의 포기나 규모감축을 고려해야만 한다.

흔히 보유한 축사는 가축복지차원에서 개축 없이는 계속 이용할 수가 없다. 축사가 아직 완전 감가상각되지 않았다면 결정적 전환장애가 될 수 있다. 만약 사육 규모를 축소한다면 전환을 위한 재정적 여유자본으로 이용할 수도 있을 것이다.

10) 전문양곡경영 ;

경제성을 이유로 두과작물을 작부체계에서 포기한다면 이는 경계대상이 될 것이다. 이러한 단기적 안목으로 두과작물을 포기할 경우 농가의 N-공급원이자 수확량에 결정적인 영향을 주게 되어 경영 경제에 미치는 부정적인 영향이 크게 나타날 수 밖에 없다. 시장성 작물비중이 높은 농가는 질소와 토양구조가 빈약하여 수확량이 감소되는 경우가 나타나는 반면 시장성 작물비중은 낮으나 효율적인 전작관리를 통하여 높은 수확량과 이로 인한 고품질의 상품성과 경제성으로 증가된 소득을 추구하는 농가가 보다 효율성을 가지게 된다.

양곡전문농가는 전환계획을 반드시 수립해야하며 단계적 전환으로 위험성을 최소화 해야 할 것이다.

11) 유기농가의 경제적 개선가능성

자가 경영분석에서 총경영비용이 총경영수입보다 많이 나타나고 있다면 충분한 소득을 추구하지 못한 경영결과를 가져온 것으로 평가된다. 단기적으로는 이러한 악화된 자기자본을 수용할 수는 있겠지만 장기적으로는 이러한 손실을 감당하기는 어려울 것이다. 타 유기농가와 비교분석을 한다면 자기경영의 문제점을 파악하거나 해결방안을 모색할 수 있는 가능성을 가질 수 있을 것이다.

경영수익성을 개선할 수 있는 첫 번째 가능성은 경영비용의 평가에서 찾을 수 있다.; 예로, 농기계 부문을 보면, 일정한 작업은 농가상호간의 공동협력 또는 고용노동을 통하여 농기계이용의 경우보다 더 저렴하게 처리될 수 있다. 특히 트랙터확보로 높은 기계화를 추구하였다면 이에 상응하는 특수비용지출이 높게 나타날 수밖에 없다. 만약 경운작업을 위하여 새로운 농기계를 위한 투자가 요구된다면 이 또한 비용증가의 위험요인이 될 것이다. 유기농법에 따른 경운작업에 대하여 아직까지 경제성을 검토한 연구가 없어 확실한 비교결과를 제시하지 못하는 아쉬움이 있다.

두 번째는 수확량의 증가 가능성을 검토하는 것이다. 동일한 입지적 조건에 있는 농가를 비교대상으로 분석하여 어느 정도의 수확량의 차이를 나타내고 있는지를 검토하는 것이다. 만약 상대적으로 낮게 나타난다면 그 이유를 밝혀야 할 것이다. 그 이유를 파악했다면 해결방안은 쉽게 찾을 수 있을 것이다.

높은 수확량을 추구함으로써 높은 특수비용이 요구되는 관행농업에 비해서 유기농업은 수확량증가에 따른 비용증가는 일반적으로 중립적이다. 수확량이 개선되고 적정가격으로 판매하는 것이 가능하다면 현금수입이 증가될 수 있을 것이다.

마지막 가능성은 경영내적 집약화를 통하여 총 경영소득을 향상시키는 것이다. 이는 예로, 야채, 서류 및 두류작물재배와 가공과 직거래를 통하여 현실화 할 수 있다. 이 경우 노동조건이 크게 변화되는가를 검토해야 할 것이다.

## 제2절. 친환경농업정책 강화방안과 성공조건

본장에서는 정부의 자연순환형 유기농업 육성정책 사업이 효율적이고 성공적으로 이루어지기 위한 정책방안과 조건들을 제시하고자 한다.

### 29. 정책강화 방안

오늘날 시장경제측면에서 보면 수요가 없으면 시장이 사라지고 시장이 없으면 생산 공급이 이루어질 수 없는 것이 현실이다. 농·식품시장, 특히 친환경 유기농·식품시장에서는 이러한 현실을 잘 반영하고 있다.

갈수록 많은 소비자들이 어떤 식품을 믿을 수 있는지, 어떻게 농·식품들이 생산되고 가공되어지고 있는지에 대하여 궁금해 하고 심히 우려를 하고 있다. 그동안 광우병과 구제역과동, 조류독감, 돼지콜레라, 환경호르몬의 만연 등은 소비자들의 농·식품신뢰에 많은 손상을 주어왔다. 이로 인해 소비자들은 갈수록 건강하고 안전하며 고품질 고부가가치의 농·식품을 기대하고 있으며 환경친화적 생산과 축종에 적합한 사육을 통한 농·식품공급을 요구하고 있다. 또한 생산에서 유통 소비에 이르기까지의 전반적인 농·식품공급체인이 투명하게 이루어지는 것을 원하고 있다.

농업과 사료산업, 가공 및 유통산업은 이러한 소비자들의 요구와 기대를 반드시 충족시키고 적응해나가야만 하며 고품질생산에 대하여 자신 있게 고객을 설득시키고 이해를 시켜야만 한다. 이러한 과정을 만족스럽게 해결할 경우에 친환경유기농업은 농업산업 발전의 본보기가 될 수 있을 것이며 이의 훌륭한 역할자와 기여자로서 향후 전체 농·식품시장의 중심에서 자신의 입지를 공고히 지켜나갈 수 있을 것이다.

정부는 1998년 친환경농업육성법을 제정하고 이를 근거로 2000년에는 친환경유기농업 강화와 확대를 위한 제 1차와 2006년 제 2차 5개년 육성계획을 수립, 포괄적인 컨셉으로 점차 단계적으로 육성 강화시키고 있다.

그러나 도약단계에서 친환경유기농업을 확대 강화하기 위해서는 반드시 다음과 같은 사업영역이 병행 실시되어야 할 것이다;

- ▶친환경유기농업을 위한 적극적인 정보활동 전개 강화(친환경유기농업정보지 발간, 이벤트 사업 등)
- ▶친환경유기농업 교육·컨설팅 및 연구사업 강화

- ▶ 유기축산을 위한 시험장 개설 운영
- ▶ 친환경유기농산물 유통 및 판로개선을 위한 다각적인 리더조직 지원육성
- ▶ 친환경유기농지 촉진사업 도입
- ▶ 유기농업전문 인력양성 및 교육 강화
- ▶ 농장의 전면적 유기농전환촉진 등이다. 이는 경종생산부문이 축산물 생산과 연계되지 않는 상태에서 작목의 부분적 전환이 광범위하게 도입하고 있기 때문이다

특히 정부는 지자체와 함께 다음과 같은 협력적인 컨셉을 수립하고 강화하여야 할 것이다;

#### 가. 신뢰성 강화;

핵심적인 과제는 친환경유기농산물의 생산과 가공, 검증과 특성표시를 강화하여 소비자신뢰를 더욱 향상시키고 유지하는 것이다. 정부의 친환경유기농업 홍보 및 정보캠페인은 다양하고 적극적인 소비자의 정보자료수요를 가져오게 될 것이며 광범위한 행사에 친환경유기농·식품관련 모든 중요 역할자의 참여 확대와 함께 설명캠페인을 집중적이고 지속적으로 실행해야 할 것이다. 이러한 신뢰관계는 광범위한 소비계층에 의하여 농·식품이 친환경유기농법에 의해서만이 생산되는 것이 아니라 궁극적으로 Bio-농업으로서 민족적이고 사회적 그리고 미래지향적인 관점에서 생산 공급되어진 것으로 인식되도록 보다 향상되고 제고되어야 할 것이다.

#### 나. 유기인증표시;

친환경유기농식품은 소비자에게 확실하고 쉽게 인식되어야만 한다. 현재의 친환경농산물인증표시는 유기, 전환기, 무농약, 저농약으로 구분되어 있어 소비자의 큰 기대를 충족시키지 못하고 있다. 이에 따라 정부는 전환기유기농산물은 유기농산물의 범주에 포함시키고 저농약 농산물인증은 중단하여 친환경인증제도의 종류를 단순화할 예정으로 있다. 그러나 이 또한 소비자혼란을 방지하는 근본적인 해결방안은 아니라고 본다. 소비자에게 관행농산물과의 차별성을 명확하게 부각시키고 시장신뢰성을 향상시키기 위해서는 더욱 엄격하고 단일화된 인증제도가 요구된다. 무농약과 저농약은 결국 유기농업으로 전환하는 전 단계의 농산물이기 때문에 이들 모두를 전환기농산물범주에 포함시키는 것이 바람직하다. 이로써 유기농업의 정착을 촉진할 수 있을 뿐만 아니라 소비자의 신뢰회복을 보다 확실하게 제고시킬 수 있을 것이다. 또한 정부와 지자체의 협력으로 단일화된 법적 근거를 가지고 구속력이 있는 규정된 인증표시에 지역단위의 소위 □□시각적

차별화□□표시를 추구할 수 있을 것이며 집중적인 지원을 할 수 있을 것이다.

다. 유통촉진;

수요자의 욕구와 가공 및 농·식품유통업의 품질요구에 대하여 지금보다 더욱 개선된 친환경유기농·식품을 공급할 수 있게 하기 위해서는 시급히 유통촉진사업지원이 강화되어야 한다. 중요한 것은 자본력이 있고 전문성을 가진 가공업체를 확보하는 것이다. 이를 통하여 친환경유기농산물의 시장점유율을 향상시킬 수 있을 것이다. 정부의 협력과제의 일환으로 이러한 유통사업 개선을 위하여 다음과 같은 제안이 수용되어야 할 것이다;

- ▶ 생산자연합을 위한 지원금 확대와 육성
- ▶ 생산자 연합 투자촉진을 위한 지원금 확대
- ▶ 개별 친환경유기농식품점에 대한 지원
- ▶ 친환경유기농식품제조업으로의 전환촉진사업 지원
- ▶ 가공 및 유통분야의 교육 지원사업 강화
- ▶ 식품제조 및 가공업의 인증비용 지원 등이다.

라. 투자촉진사업;

그 밖의 개선 강화사업은 친환경유기농가의 투자촉진 사업으로서;

- ▶ 유기농업으로의 진입·전환하고자 하는 축산농가에 필요한 투자지원사업 확대
- ▶ 유기농업 전환으로 요구되는 투자비용을 위한 재정적 지원 등이다.

마. 유기농 전환촉진;

시급한 과제는 유통업과의 협력으로 친환경유기농·식품업과 연계하여 대량 판로기회를 확대할 수 있도록 지금보다 더 많은 농가가 유기농업으로 전환하는 것을 촉진하는 것이다. 전환동기를 유발할 수 있는 결정적인 동기는 물론 친환경유기농·식품의 가격추이와 개별농가의 경영수익성이다. 따라서 정부는 전환단계의 재정적 애로를 완화해 주기 위해서 전환 2~3년차까지 일정 면적에 대한 보조금을 지불해 주어야 할 것이다. 그 밖에 신선채소의 소비촉진을 위해 유기농 원예육성사업을 도입하며 특히 온실원예육성사업을 도입하는 것도 고려할 수 있을 것이다. 이와 같은 현실적이고 지속적으로 시급한 사업이외에도 효율적인 친환경유기농업 컨설팅사업과 지역 특성에 적합한 친환경유기농연구와 현장시험포 운영 그리고 우수선진농가-프로젝트를 통한 교육(체험)장으로 활용 등 연구와 현장을 연계하는 사업개발이 요구된다.

또한 친환경유기농업 전문정보에 대한 다양한 정보요구를 충족하기 위하여 인

터넷을 통한 □□친환경유기농 전문정보□□를 개설 운영하여야 할 것이다.

### 30. 육성정책의 성공조건

제 1차 친환경농업육성정책 5개년 동안 친환경농업 실천농가 수는 2000년 기준 2천 농가에서 25배, 재배면적은 2천ha에서 24배가 증가하였고 이에 따라 친환경농산물 생산량은 3.5만 톤에서 22배가 증가하는 기록적인 성과를 가져오게 되었다.

이러한 초기 도입기의 발전과 성장이 생산에서 소비까지 그리고 학문과 정책적인 부문에서 균형적으로 이루어 졌는가에 대하여 집중적으로 논의하고 육성정책의 성공조건을 제시하고 새로운 전환의 계기를 모색해 보고자 한다.

#### ① 친환경·유기농산물은 구미를 자극하는 맛을 제공하여야 한다.

많은 친환경유기농·식품은 수년 동안 관행농법에 의해 제공되는 농·식품보다 훨씬 우수한 맛을 가지고 있다. 물론 부분적으로 관행농산물의 맛 역시 많이 개선되어짐으로서 유기농산물과 비교해서 맛의 큰 차이를 보이지 않거나 오히려 친환경유기농·식품보다 맛이 우수하게 평가되기도 한다.(예로, 제빵, 요구르트 등) 따라서 친환경유기농·식품제조 및 가공업은 보다 세심하고 과학적인 제조가공기술개발을 통하여 자연의 순수한 맛과 향의 가치를 평가할 수 있는 고품질의 제품을 생산하는데 노력을 기울여야 할 것이다.

오늘날 많은 소비자 특히, 젊은 세대들은 자연식품의 맛을 느끼지 못하고 있다. 왜냐하면 이들의 맛의 감각이 이미 오래전부터 합성된 향료와 조미료에 의하여 익숙해지고 구매가 관습화되어 있기 때문이다. 예로, 당분이 첨가된 통조림의 맛이 신선한 과일의 맛보다 더 맛이 있다는 것이다.

#### ② 친환경유기농·식품은 식욕을 자극시킬 수 있어야 한다.

지난 수년 동안 친환경유기농·식품의 외형적 품질은 많이 개선되어 왔으나 일반 소비자들의 요구에 부응할 수 있는 충분한 수준에는 아직 미흡한 부문이 많다. 또한 다양한 소비자계층을 위하여 자연환경에서 생산된 좋은 친환경유기농산물은 어떠한 모양이며 예로, 토마토가 적은 것보다 큰 것이 왜 좋지 않을 수 있는지 등에 대하여 차별화 할 수 있도록 설명이 되어져야 한다.

친환경유기농산물은 일반적으로 관행농산물보다 크기가 적으며 유기 밀가루를 원료로한 국수는 백색이 아니라 갈색에 가깝다. 그리고 유기육류가공식품은 밝은 적색같이 아니라 일반적으로 어두운 적색갈을 띠고 있다.

친환경유기농·식품제공방법이나 포장에서도 자연환경친화적인 특성을 고려할 필요가 있다. 친환경유기농·식품이 자연생태적 관점에서 포장과 디자인이 이루어질 경우 고객으로부터 보다 높은 평가를 받을 수 있기 때문이다.

③ 친환경유기농업의 새로운 도전은 신선도 유지이다.

식품의 완전한 영양가치를 섭취하는 데에 가장 중요한 기본원칙은 신선식품을 섭취하는 것임은 잘 알려진 사실이다. 따라서 친환경유기농업은 이러한 기본원칙을 지키기 위하여 새로운 도전을 해야만 한다. 판매 시에 친환경유기농·식품의 신선도가 유지될 수 있도록 최선의 노력을 기우려야 한다. 특히 중요한 것은 판매장에서 신선유통기간이 지난 농·식품이 판매되지 않도록 주의를 소홀히 하지 않는 것이다.

④ 친환경유기농·식품은 가능한 지역 내에서 생산 판매되어야 한다.

신선도를 유지하고 수송을 위한 에너지비용을 최소화하기 위해서는 친환경유기농·식품은 가능한 생산지역 내에서 가공하거나 판매되어야 한다. 따라서 향후에는 농장직거래에서부터 5일장 및 주말시장, 지역 내의 슈퍼마켓 판매까지의 모든 지역유통망을 구축하는 것이 바람직하다. 그 밖에도 지역내의 개별가정과 사무실이나 학교 및 병원, 군대, 단체식당 등으로 직접공급하거나 회원제 계약공급 및 주문탁송 등을 이용하여 판매활동을 다양화하고 이를 보다 적극적으로 활성화할 필요가 있다.

⑤ 새로운 유기농산물 개발이 요구된다.

친환경유기농업에서는 새로운 시장개척과 새로운 농·식품개발에 대한 관심을 가질 필요가 있다. 이러한 전망은 농·식품부문뿐만 아니라 비식품부문에서도 요구되고 있다. 예로, 친환경유기농법에 의한 순면이나 아마섬유생산과 천연의류제공은 건강에 부정적인 영향을 주는 인공섬유 및 의류소비를 포기할 수 있을 것이다. 또한 화장품이나 의약품을 위한 친환경유기농원료생산도 가능할 것이다. 그 밖에도 수요가 증가될 수 있는 친환경유기농원료품들에 대하여 친환경유기농가가 생산할 수 있는 가능성이 있는가에 대하여 다각적인 검토를 할 필요가 있다. (예, Bio-디젤 및 알콜)

⑥ 친환경유기농 생산자단체의 조직 간의 밀접한 협력체계구축이 요구된다.

다수의 유기농단체들이 사업연합체를 설립하여 운영할 경우 친환경유기농업의 현실적 문제를 훨씬 용이하게 완화 또는 해소할 수 있을 것이며 당면된 과제를 보다 적극적으로 해결해 나갈 수 있을 것이다. 부분적으로 연합단체의 설립을 통

하여 그동안 협력사업이 많이 발전되고 개선되어 왔다. 그러나 향후 이들 단체들의 협력사업이 보다 확대되고 연합조직의 규모화가 이루어 져야 할 것이다. 친환경유기농조직의 규모화를 통하여 유기가공 및 제조식품을 생산 공급할 수 있을 것이며 대중홍보매체를 이용할 수 있는 실질적 협력체계를 구축할 수 있을 것이다. 소비자를 위해서는 1차적으로 예로, 소비자가 어디서 어떠한 친환경유기농·식품을 구매할 수 있는가 등에 대하여 친환경유기농·식품을 확실하게 홍보하고, 2차적으로는 다양한 친환경유기농업의 특성에 대하여 명백하게 인식시킬 필요가 있다.

그 밖에도 시·도지역별 사업단체들의 결성을 강화하여 이들 단체들의 관심사업을 공동으로 개발 추진하여야 할 것이다.

⑦ 대중매체를 이용한 사업활동은 절대적이다.

친환경유기농·식품문화를 확산하기 위해서는 신문 및 방송매체 등의 공공사업기관의 관심과 협력이 반드시 필요하다. 이러한 공공매체를 이용한 사업활동을 통하여 예로, 관행농업과의 확실한 차이점을 부각시켜야 한다. 특히 친환경·유기농업의 차별성과 소비확산을 촉진시키기 위해서는 이미 언급한바와 같이 단일화된 유기농산물인증표시를 도입하는 것이 중요하고 필수적이다. 공동의 단일화된 인식표시는 시도별 단체장들의 협력 하에 공동로고와 함께 각 시도를 표시함으로써 지역별 원산지를 소비자가 구별할 수 있도록 개선할 필요가 있다.

⑧ 새로운 시장변화와 요구에 신속하게 적응해야한다.

친환경유기농가 및 단체들은 새로운 소비시장의 변화와 농산물시장 개방화 그리고 친환경유기농업육성정책변화에 가능한 신속하게 적응해야 한다. 또한 자연순환농업의 촉진을 위해서는 농작물이외에 유기축산을 위한 국제적 수준의 규정제정이 시급히 마련되어야 할 것이다. 또한 유기농업단체와 가공업과 유통업들도 유전자변형 농식품에 대한 확고한 거부의지를 표명할 필요가 있으며 유기농축산물의 대외시장을 목표로 수출전략을 마련하여야 할 것이다.

⑨ 유기농업에 대한 집중적인 교육과 연구가 요구된다.

학문적 연구와 교육 및 컨설팅분야에서도 그동안 친환경·유기농업에 대한 많은 관심이 고조되어 왔다. 그러나 무엇보다도 모든 양성교육과 연구의 제도권에서 친환경유기농업에 대한 집중적인 논의와 컨설팅이 이루어져야 하며 젊은 후계자들을 위하여 친환경유기농업 및 경영의 기본원리를 지도 교육시켜야 할 것이다. 그밖에도 종합적 사고와 총론적 관점에서 자연과 인간이 조화롭게 공존하며 실천적 생산활동을 추구할 수 있도록 Bio농업의 생태적, 자연-환경친화적 학



문연구에 대한 집중적인 육성과 지원을 해야 할 것이다.

⑩ 유기농업은 세계적인 대안 농업이다.

우리 지구상의 식품공급은 농화공업의 기술적 발달에 의하여 보장되어 있는 것은 아니다. 왜냐하면 이에 의하여 생산된 농산물은 우리에게 필요한 안전한 식품 원료가 아니며 주어진 자연의 친환경유기농산물의 생태적 생산환경을 그대로 유지할 수 없기 때문이다. 경제적 이윤과 증산을 목표로 위험한 농화학자재를 사용하고 있는 후진 및 개발도상국들의 농가들도 친환경유기농법으로 농산물을 생산하는 것을 절대로 포기해서는 안 될 것이다. 친환경유기농업은 입지적 특성을 가지고 있으며 식량부족에 따른 기아현상을 해소하기 위하여 어디서든지 경작이 가능할 수 있다. 또한 산지의 생산자재이용이 가능한 반면 인적 노동력에 대한 높은 잠재력이 요구되고 있다.

⑪ 미래지향적인 Bio-농업을 위해서는 새로운 사회적 협력과 조직형태가 전제된다.

관행농업에서 유기농업으로의 전환이 장기적으로 서서히 진행되고 있는 이유 중의 하나는 전환으로 예상되는 소득이 만족스럽지 않다고 판단하기 때문이다. 고정 관념적 전통적인 사고가 농가들을 고착시키고 있으며 새로운 농법에 대하여 거부감을 느끼게 하고 있다. 농업에서 이농 또는 탈농을 억제하고 농지를 재생시키고 새로운 농업문화 발전에 기여하기 위해서는 흙 살리기에 책임을 가진 농민만이 아닌 우리 모두가 미래지향적인 Bio-농업을 위하여 새로운 사회적 협력과 조직형태가 요구되고 있다.

31. 자연순환 유기농업 육성정책 목표달성을 위한 제언

정부는 2차 친환경농업육성 5개년계획에서 2013년까지 농약·화학비료 사용량을 40% 감축하고 2010년까지 친환경인증농산물 비율 10%로 확대하며 경종과 축산이 연계되는 자연순환형 친환경농업 체계구축이란 목표를 설정하고 있다.

이러한 목표설정에는 몇 가지 문제점이 제기된다. 친환경인증농산물 비율을 목표로 설정할 경우 명확한 기준이 되는 비율산출에 애로가 있다. 인증과 비인증농산물 비율을 물양기준으로 산출할 것인가 아니면 가격기준으로 평가할 것인가에 따라 결과가 다르게 나타날 것이며, 물량 또는 가격기준이든 기후적 조건과 농산물시장변동 등에 매우 민감하게 영향을 받을 수 있기 때문에 이를 목표지표로 설정하지 않는 것이 일반적이다. 따라서 유럽 국가들은 유기농업의 목표설정지표를 농가 수, 농지면적 또는 시장 점유율 기준 2005년까지 5~10%, 2010년까지 1

0~20%목표를 설정하고 있다.11))

또한 경종과 축산이 연계되는 자연순환형 친환경농업 체계구축이란 목표를 달성하기 위해서는 경종부문이상으로 축산부문의 육성프로그램이 개발되어야 한다. 특히 유기축산을 실행할 수 있는 가이드라인 개발과 함께 축종 적합한 사육평가시스템 개발이 시급히 요구된다.

친환경유기농업정책은 환경친화적 농업활동을 보장하고 동시에 축종에 적합한 사육환경을 조성하여 비용을 절감하며 안전하고 건강한 농·식품을 공급함으로써 소비자 신뢰성을 제고시켜 생산과 판매의 위험성을 최소화하여 관행농업과 차별화하는 방향에서 육성 지원되어야 한다.

따라서 본장에서는 정부의 육성정책에서 반드시 고려되어야 할 사업을 중심으로 목표달성을 위한 다음과 같이 정책제안을 하고 있다:

가. 명확한 목표를 가진 친환경유기농업육성 프로그램 개발

정부의 2차 육성정책에서 친환경농산물 10% 목표를 달성하기 위하여 제시한 친환경농업 재배면적 육성지표를 보면 매년 약 25.6%의 증가율을 나타내고 있다. 이와 같은 높은 증가율에도 불구하고 2010년 친환경농지면적은 총경지면적의 약 6.4%정도를 나타낼 것으로 추정된다. 만약 이러한 목표전망에서 2010년도 친환경농지면적 10%를 목표로 설정할 경우 2010년 총경지면적은 약 1,140,000ha로 감소되거나, 아니면 매년 친환경농지면적이 최소 약 51.0%의 증가율 보여 2010년에는 친환경농지면적이 최소한 177,500ha로 증가되어야 하는 것으로 나타나고 있다.(표 4참조)

<표 4> 친환경농지 및 육성지표의 면적증가(1999-2010)와 10% 목표달성에 요구되는 최소 친환경 농지면적(2006-2010)

연 도	육성지표의 재배면적 증가와 비중		10% 목표에 요구되는 재배면적과 비중	
	%	ha	%	ha
1999	0.05	1,000	-	-
2000	0.11	2,000	-	-
2001	0.27	5,000	-	-

11) 예로, 독일은 2005년까지 농지면적기준 유기농면적 10%목표, 2005년 실적은 6%달성함. 2010년 독일의 유기농면적 20%와 유기농산물시장점유율 20%목표설정, 덴마크는 2005년까지 유기농가 수 10%와 유기농면적 20만 ha목표, 불란서는 2005년까지 유기농전환면적 1백만ha와 유기농가 2.5천호 목표, 네델란드는 2005년까지 유기농면적 5%, 2010년까지 10%목표, 노르웨이는 2009년까지 유기농면적 10%목표, 스웨덴은 2005년까지 유기농 면적 20%목표 등임. 그밖에 카나다는 2010년까지 유기농면적 15%목표를 설정함.

2002	0.6	11,000	-	-
2003	1.2	22,000	-	-
2004	1.5	28,000	-	-
<b>2005</b>	<b>2.7</b>	<b>50,000</b>	<b>2.7</b>	<b>50,000</b>
2006	3.2	58,000	최소 4.2	최소 75,500
2007	4.2	75,000	최소 5.6	최소 101,000
2008	4.8	86,000	최소 7.1	최소 126,500
2009	5.7	101,000	최소 8.5	최소 152,000
<b>2010</b>	<b>6.4</b>	<b>114,000</b>	<b>10.0</b>	<b>최소 177,500</b>

\* 2005년 총 경지면적 1,824,000ha를 기준, 지난 5년간의 농지면적 감소율을 고려하여

추정하였음.

이와 같은 친환경농업육성 목표달성을 위해서는 우리의 현실에서 농업전반에 대한 정치적, 경제·사회적인 대전환이 요구되고 있다.

2010년 친환경농산물 10%목표를 위해서는 매년 친환경재배면적 증가율이 약 26%를 예상하고 있으나 친환경유기농업을 본격적으로 도약시키고 높은 수집-가공 및 유통비용을 절감하고 보다 저렴한 소비자 가격을 추구할 수 있으며 지역 시장에서의 대량 소비자인 유통업체와 가공업체에게 충분한 친환경유기농산물을 공급할 수 있게 하려면 최소한 유기농면적비중이 10%이상이 되어야 할 것이다. 이에 따른 정책적 제안을 보면 ;

- ① 친환경유기농육성 계획기간동안 우선 전환농지, 유통, 개별농가육성, 연구와 컨설팅에 대한 부문별 세부목표와 사업 그리고 시간계획을 포함한 정부육성프로그램을 작성하여야 할 것이다. 설정된 세부 목표는 정기적으로 달성여부를 검토하고 취약한 부문은 매년 집중적으로 원인 및 가능성을 분석하여야 함.
- ② 이러한 사업실천계획을 수립하기 위해서는 친환경유기농가 및 단체, 환경 및 소비자단체, 유통 및 가공업 그리고 학계와 컨설팅전문가로 구성된 정부의 친환경유기농업 자문위원회를 조직 운영해야 함.
- ③ 농림부 및 산하 모든 관련기관들이 친환경유기농 육성정책 및 사업계획에 적극 동참하여 협력해야 함.
- ④ 농림부 친환경농업정책과를 국으로 격상시키며 인력조직을 강화해야함.
- ⑤ 중장기적 유통 판매전략을 개발하기 위하여 유기농산물 유통 및 가공산업의 주요 전문가위원회를 설치 운영해야 함.
- ⑥ 시도지구 유기농관련기관의 전문대표자들이 의견교환을 할 수 있는 지역단위

전문담당자회의를 정기적으로 개최함.

⑦ 정부는 관행농업분야 대표자회의를 통하여 다각적인 유기농업실천 가능성을 모색하여야 함.

나. 소비자 정보와 인증표시제도 개선

소비자들에게 유기농산물의 고품질성과 환경보호 등의 다면적 기능을 홍보하고 관행농산물과 용이하게 식별토록 하기 위해서요구되는 정책제안을 보면;

① 친환경유기농산물 정보 및 홍보캠페인에는 정부관련 기관과 NGO 그리고 제도권의 협력단체의 적극적인 참여가 이루어져야 함.

② 단일화된 유기농검인을 통한 적극적인 시장진입이 이루어져야함.

③ 친환경유기농 세미나 및 체험학습을 위한 유기농세미나 및 학교농장을 적극 육성 지원해야함.

다. 친환경유기농조직 지원 육성

정책제안을 보면;

① 유기농단체와 소비자 및 환경단체를 제도적 또는 프로젝트사업의 일환으로 육성하여 유기농업의 확대, 촉진과제를 수행할 수 있도록 지원해야함.

② 이와 같이 육성된 조직단체에 대해 정부가 지도상담성과를 보상해 주어야함.

라. 친환경유기농사업은 계획된 프로그램 내에서 지원 육성

정책제안을 보면;

① 정부의 친환경농업 육성과 농산물 안전성 확보대책(2004~2013)과 농업구조개선 정책사업 등의 예산 또는 특별사업예산을 확보하여 유기농업육성지원에 집중 투자해야 할 것임.

② 정부주도의 지역적 시간적 친환경유기농업 육성사업은 어떻게 그리고 어떤 전략과 수단을 가지고 지원, 추진해 나갈 것인가에 대한 계획을 수립하여야 함.

③ 정부의 주도 사업은 특히 농업과 농촌지역에서의 지속적인 노동력 유출을 억제하는 데에 집중되어야 할 것임.

마. 친환경유기농업 유지와 전환을 위한 자극제 개발

정책제안을 보면;

① 현실성과 타당성 있는 농지보조금제도와 전환동기유발이 가능한 지원제도 개발

② 친환경농업프로그램 사업을 위한 대폭적인 예산증액

③ 친환경유기농업의 환경성과와 관련하여 구체적으로 측정 가능한 육성평가지

표를 개발

- ④ 친환경유기농업 전환과 유지를 위해 투자를 하는 농가대상에게 우선 투자지원 원칙 수립
- ⑤ 정부지원은 친환경유기농업의 사회적 그리고 환경보호 기여에 대한 높은 성과와 상대적으로 높은 위험성에 대한 보상차원에서 대폭 향상되어야 함.

바. 친환경유기농산물의 유통 및 가공 지원  
정책제안을 보면;

- ① 친환경유기농산물 생산자의 시장입지 및 교섭력을 지속적으로 강화하기 위해서 기존의 유통시설 및 조직을 결합하며 공급의 대량화 집중화 연합화를 위한 사업을 집중적으로 지원 육성하여 강화해야함.
- ② 민간 및 공공기관의 마케팅연구와 정보사업 지원예산을 확대함.
- ③ 시장정보환경을 개선해야함.
- ④ 식품유통업체와의 대화를 모색하고 친환경유기농·품의 시장점유율 향상을 위한 컨셉을 개발함. 예; 친환경유기농·식품 공동품질관리 및 저장을 위한 육성사업.
- ⑤ 친환경유기농산물 가공산업 투자를 촉진해야함.
- ⑥ 친환경유기농산물 공급증가를 대비한 판매촉진 펀드법을 제정해야함.

사. 직업교육과 컨설팅 및 연구 지원  
농업과 가공, 유통, 외식 및 관광분야를 위한 전반적인 직업교육과 컨설팅교육 그리고 이와 관련한 연구와 업무능력배양을 위한 지원을 강화해야함. 특히 연구는 현장지향적이며 현장요구를 충족하는 방향에서 지원이 강화되어야 하며 친환경유기농산물이 식품품질개선에 기여하고 자연자원을 보호하는 조사연구가 이루어져야함.

- 정책제안을 보면;
- ① 앞서 제시된 분야에서의 직업 및 평생교육 강화와 민간기관의 자격선발프로그램을 지원함.
  - ② 친환경유기농업문제해결을 위한 컨설팅, 직업 및 지속교육에 대한 재정적 지원
  - ③ 농업전문대학 및 농학관련대학에서 친환경유기농·식품관련 교과과목 개설 및 유기농인증교육 프로그램을 도입함.
  - ④ 전국대상 모범 및 시범 친환경유기농장을 지정 지원함.
  - ⑤ 친환경유기농 전문 컨설팅사업체 지원예산을 확보하며 친환경유기농·식품과 건강농·식품 관련한 문제해결을 위한 정부예산을 확보함.

- ⑥ 친환경유기농·식품생산과 가공을 위한 혁신적 기술연구육성프로그램을 개발함.
- ⑦ 농림기술관리센터 등의 정부연구지원 사업관련기관들의 친환경유기농·식품개발 육성과제를 위한 특별 연구지원 사업계획을 수립, 지원을 강화함.
- ⑧ 유전자변형된 농·식품생산을 방지하는 친환경유기농·식품육성법을 제정함.
- ⑨ 친환경유기농·축산지원을 위한 프로그램을 개발 시행함.

아. 검사와 인증의 최적화

정부는 소비자혼란을 방지하기 위하여 현재 농산물 인증제도를 3개 종류로 감소시켜 소비자의 이해도 제고와 함께 국제기준에 맞게 개선하여 부작용을 예방하고자 한다. 즉, 현행 친환경인증제도의 저농약 인증과 품질인증제도를 폐지하고 국제기준에 부합된 GAP로 통합하고 전환기인증은 유기인증으로 통합하고 무농약은 유지하고자 한다.

이에 따른 정책제안을 보면;

- ① 현행 인증제도를 Codex, IFOAM, EU-규정(No.2092/91) 등 국제기준에 상응하는 인증기준으로 개선해야함.
- ② 이러한 국제적 수준의 인증표준을 수행하는 지역 검사소 설치와 검사소의 감시와 인증허가를 업무를 전담하는 소위□□중앙 농·식품검사인증관리(국)원□□을 설치 운영함.
- ③ 검사 및 인증업무의 정보 및 자료교류 개선 확대와 검사소의 보도사업은 현장적응과 설득력을 가지도록 조직 구성되어야함.
- ④ 현행 친환경농산물 인증제도는 전환기와 무농약은 전환기로 통합하여 최종 유기인증과 전환기인증으로 개선해야함.
- ⑤ GAP는 품질 경쟁력제고를 위하여 모든 농·식품을 대상으로 품질 등급화 규격화를 추구하고 농·식품생산 육성 지원지표로 활용해야 할 것이다.

우리의 친환경유기농업이 생산성과 경제성만을 추구한다면 일반 및 관행농업과 크게 다를 바가 없다. 농업의 새로운 대전환을 주도하고 있는 친환경유기농업은 무농약, 무 화학비료의 의미만을 가지고 있는 것이 아니라 자연생태에 적응하고 환경을 보호하며 소농경제를 활성화시킬 수 있는 생태적, 사회적 의미와 함께 국민의 생명과 건강의 근원으로서의 민족적인 의미를 가지고 있기 때문에 인간중심의 미래지향적인 Bio-농업으로서 WTO를 극복할 수 있는 세계적인 대안농업이 되고 있다. 따라서 친환경유기농업은 시장경제의 논리로 접근하는 것은 적절하지 않으며 정부주도의 적극적인 지원으로 육성시킬만한 최대의 명분과 가치를 가지고 있는 것이다.

농업은 경제적 논리로 접근해서는 안 된다고 주장하여 왔다. 그동안 관행농업에서는 경제적 이윤을 추구하기 위해서 화학-합성적 생산자재를 집약적으로 투입해 왔다. 그러나 건강과 비옥도는 구매할 수가 없다. 만약 인간중심의 미래지향적 Bio-농업을 추구한다면 최적의 경제적 이윤은 자연스럽게 뒤 따르게 될 것이다.

### 제3절. 자연순환농업을 위한 유기축산의 조건

어떤 사육시스템이 가축복지에 적합한 것인가에 대하여 아직 학문적으로 확실하게 정의되지 않고 있다. 현장에서 가축복지에 대한 평가를 하기 위하여 가축적합성지수를 이용한 적절한 평가수단을 확보하여야 할 것이다. 따라서 본 장에서는 가축복지가 경제성을 가질 수 있을 것인가 그리고 가축복지를 어떻게 평가할 수 있을 것인가? 축종에 적합한 사육에 대하여 국가는 어떻게 지원할 수 있을 것인가? 등에 대하여 분석하고자 한다.

#### 32. 가축복지와 가축 적합성평가

##### 가. 가축복지사육이란?

가축복지, 가축친화성, 가축특유성, 가축본능, 가축행동, 가축보호, 가축생태 등은 영어로 동물-웰빙(Animal Well-being) 또는 동물복지(Animal Welfare)<sup>12)</sup>의 개념으로 오래전부터 사용되어 왔다. 부분적으로 가축보호법과 가축보호지침에서도 사용되고 있으며 이에 따라 공공기관 및 민간부문에서도 널리 사용되고 있다.

일반적으로 “축종특이성”, “축종특수성”, “축종전형성”의 개념은 “가축의 특성”을 나타내는 의미로 사용하고 있으며 “축종적응성”, “축종행동성”, “축종적합성”의 개념은 “가축사육의 주변 환경의 특성을 나타내는 의미로 사용하고 있다. 특히 “축종적합성”은 축종의 자연적 환경의 적응성을 나타내고 있다. 그러나 자연은 아주 복잡적으로 이루어진 현상이기 때문에 이러한 개념의 내용은 충분하고 명확하게 정의를 할 수 없는 문제가 있다. 따라서 이러한 개념을 임의대로 어떤 실상에 적용하기가 쉽지 않다. 그러므로 수의학과 가축행동학분야에서는 가축복지를 위해 현장에서 적용할 수 있는 사육시스템과 평가지표를 개발할 필요가 있는 것이다.

Tschanz(1982, 1984)에 의하면 “동물적합성(Tiergerechtheit)”과 “동물행동성(Verhaltensgerecht)”은 모든 생명체가 가지고 있는 자생적 본능과 자기보존 그리고 자가변식의 특성을 얼마만큼 손상 없이 보호하고 이의 욕구를 충족할 수

---

12) 미국 수의학회의 정의; Animal welfare is a human responsibility that encompasses all aspects of animal well-being, including proper housing, management, nutrition, disease prevention and treatment, responsible care, humane handlings, and when necessary, humane euthanasia.  
(조광조, 2005; 정신적, 육체적으로 완전한 상태, 인위적 환경에서 고통 없이 적응하도록 하는 것, 학대금지, 욕구의 충족으로 정의하고 있음.)



있는가의 정도를 나타내며 이에 따라 사육시스템의 특성을 평가하여야 한다고 제시하고 있다. 즉, Tschanz에 따르면, 축종에 적합한 사료급여와 관리를 해주며 가축행동을 보장하는 사양시스템을 가지고 있다면 가축적합성을 보장하는 가축 사육으로 평가할 수 있다는 것이다.

또한 가축육구충족의 평가지표로서 가축특유의 행동육구를 충분히 발휘할 수 있는 환경이 조성되어야 한다는 것이다. 이와 같이 가축의 육구와 육구충족 그리고 행동장애정도 등의 가축요구조건에 대한 평가지표는 자연과학적 방법에 의하여 개발이 가능하며 이를 통하여 사육시스템을 객관적으로 평가할 수 있을 것이다.

Tschanz(1984)는 자생적 본능과 자기보존 그리고 자가번식의 특성을 충분히 발휘할 수 있는 축종적응이 가능한 매력적인 사육환경의 필요성을 강조하고 있으며 이러한 매력이 결핍된 경우에는 행동장애와 함께 유산가능성도 증대하는 것으로 제시하고 있다. 매력적인 사육환경에 필수적으로 요구되는 것은 공간구조와 시설에만 국한되는 것이 아니라 가축의 사회적 환경 즉, 동종간의 접촉이다.

독일(1972)과 스위스(1978), 오스트리아(1981), 스웨덴(1988)의 가축보호법에서는 가축복지의 보장과 불필요한 가축상해와 통증 및 고통방지에 대한 기본적 요구조건을 제시하고 있다.

Tschanz의 자연과학적 방법에서 소외되었던 가축복지와 통증 및 고통에 대한 정의는 가축의 감각과 관련을 가지고 있다. 가축의 생태적, 행동정신적, 정신심리적 그리고 시스템 이론적 학문분야에서 가축행동을 자연적 시스템으로 종합하여 고찰한다면 가축의 고통과 복지 그리고 괴로움에 대한 학문적인 정의가 가능할 것이다. 그러나 지금까지 일정한 축종과 가축의 이용방향을 위해서 가축에 적합하고 가축복지를 보장할 수 있는 사육시스템에 대한 학문적 연구가 소홀하게 취급되어 왔으며 세계 어느 곳에서도 이에 대한 연구결과를 확실하게 제시하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 향후 가축복지에 대해서는 자연친화적 사육시스템의 모든 가축에 대한 행동유형의 완전한 카탈로그만이 요구되고 있는 것이 아니라 축사에서의 행동변화의 종류와 행동변화적응정도에 대한 충분한 연구와 검토가 필요가 한 것이다. 왜냐하면 이러한 연구를 통해서 만이 가축의 육구를 충족시키고 손상을 방지하고 가축복지를 보장할 수 있을 뿐만 아니라 인간-가축-관계를 긴밀하게 유지 발전시켜나갈 수 있기 때문이다.

나. 가축복지실현을 위한 당면과제  
현장과 전문분야에서 소외되어 왔던 가축복지를 실현하기위하여 요구되고 있는 것을 보면;

- 가축행동을 종합적으로 고찰하여 현장에서 실현가능한 가축복지개념을 시급히 확립하여야 할 것이며,
- 가축복지에 대한 점진적인 지식정보향상과 이를 현장과 컨설팅업무에 접목시켜야 할 것이며,
- 축산농가가 “가축 적합적”으로 전환하는데 요구되는 재정적 부담을 최소화할 수 있는 판매전략이 필요하며 이러한 재정적 부담에 따른 비용은 소비자에게 전가되어야 할 것이다.

축산농가에게 복지사육기술전환에 따른 새로운 시설투자가 반드시 필요로 하는 것은 아니다. 왜냐하면 기존의 축사시설 및 건축에 따른 부채나 높은 장비시설비용을 축산물가격에 반영할 수 없기 때문이다. 이러한 경우 예로, 부채를 정부가 해소해 주거나 고품질의 유기축산물 판로를 보장해 주어야 할 것이다. 가축복지사육을 위한 전문기술을 실천함으로써 발생하는 추가비용은 축산물가격으로 보상되어야 할 것이다.

가축보호법만으로는 오늘날의 축산경영과 가축생태학적 특성에 적합하고 축산학 발전을 추구할 수 있는 국제표준의 가축보호목적을 충분히 달성할 수는 없을 것이다. 이러한 목표달성은 자유시장경제에서 정부의 의식과 소비자의 구매태도를 점진적으로 전환할 수 있는 적극적인 조정 및 전환사업을 수행할 경우 가능하게 될 것이다.

친환경유기농업발전을 위한 경제주체들의 상호 협력적이고 이해적 관계를 구축하기 위해서는 전문인력 양성 및 지속교육, 연구 및 소비자보호 그리고 홍보와 농산물 유통촉진, 개별 구매 및 농가경영부문 등의 모든 분야에서 정부는 가축보호정신을 고취시켜야 할 의무를 가지고 있다.

특히 향후 우리나라의 유기축산정착을 위해 시급히 요구되고 있는 당면과제사업을 제시해 보면 다음과 같다;

- ▶가축복지사육의 정의와 가축보호법제정 예로, 가축적합성평가제도의 도입과 위반자에 대한 엄격한 처벌조항 규정

- ▶가축복지사육의 정의와 가축보호법에 의해 생산된 고품질 축산물을 위한 생산 농가의 공동선언문 공포
- ▶품질안전성을 위한 축산물 표준검사(ISO9000)의 의무적 도입과 인증서발급
- ▶종적합성평가에 따른 유기축산물의 생산, 유통 및 소비촉진
- ▶농업관련 전문 및 종합대학(농과대, 수의과대, 축산대 등)에 □□가축보호□□ 관련 전공과목 예로, 가축복지학과, 유기축산학과 개설
- ▶가축복지사육을 위한 연구 및 검사소 설치와 기본적인 가축생태환경을 조성 실천하는 사육시스템 평가와 검인증 부여
- ▶양로원 및 병원, 군대, 학교 및 기숙사 등 공공기관 및 단체에 인증된 유기농 식품 공급의 의무화 등이다.

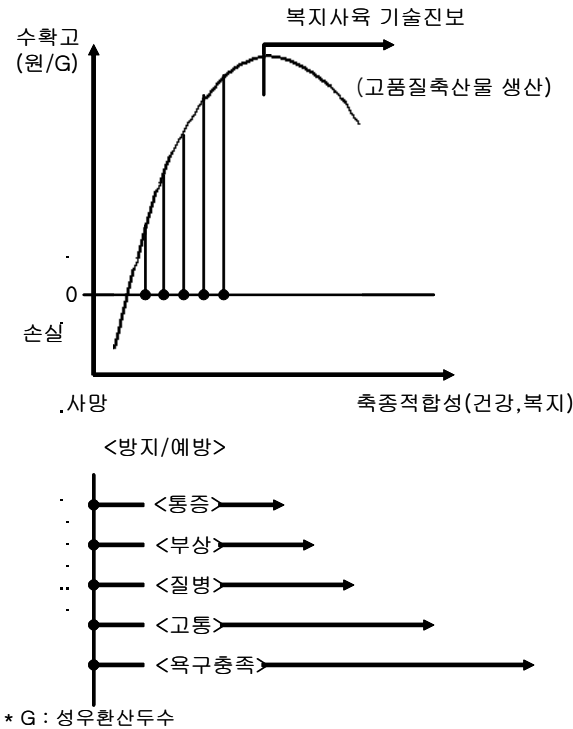
#### 다. 가축복지와 경제적 문제

가축의 건강과 복지를 개선하여 생산증가를 추구할 수 있다면 축산농가의 가축 복지에 대한 관심과 경제적 문제는 상호 보완적이다.

초기 가축보호에 대한 요구를 어느 정도 충족하기 시작하게 되면 수익은 감소되어진다. (그림 2)에서의 생산곡선은 축종 적합성과 사육 의존적 축산물생산성과의 일반적 관계를 나타내고 있다.

(그림 2)의 종축은 가축사양기술에 의존한 수확고로서 축종에 적합한 사양관리를 도입하면 할수록 상향으로 증가하며, 횡축은 축종에 적합한 사양조건에 따라 통증, 질병, 고통의 정도가 단계적으로 감소함으로서 가축의 행동욕구의 충족정도가 점차 증가되어간다. 즉, 가축복지정도가 개선되어 감으로서 사료가치증가와 1일증체량 증가, 사육내용연수 증가, 후보축 사육비 절감, 폐기물발생 저감, 수의약품절감 등 사육 및 관리비절감과 함께 축산물 수확고가 증가되어간다.

만약 가축복지에 영향을 주는 요인들의 생산력이 감소되어 생산증가가 감소되고 비용이 상대적으로 증가될 경우 가축복지에 의존된 수확고는 극대가 될 것이다. 극대점이후에 가축의 지속적인 행동욕구의 충족이 이루어질 경우에도 축산물의 생산 감소를 가져오게 된다. 왜냐하면 축사건축물과 사육기술비용(가축 두수당 과잉축사면적과 방목지 등)그리고 노동비용이 상승되는 반면 경영투입에 대한 성과(사료가치평가)는 상대적으로 오히려 감소되기 때문이다.



<그림 2> 가축복지와 수확고 관계

일반적으로 많은 축산농가들은 생산의 최적조건을 충족하지 못하고 있는 실정이다. 그러나 생산곡선의 극대점까지 축산농가들은 가축보호측면과 경제적 측면에서 많은 관심을 가지게 될 것이다. 생산곡선의 극대점을 지난 이후부터는 지속적인 가축복지육구와 경영성과간의 상충적 갈등상태가 발생하게 될 것이다. 따라서 가축보호적 사양기술개발을 지속하여야 할 것이며 가축행동육구를 충족을 시킬 수 있는 사육기술개발비용은 수요자가 부담해야 할 것이다.

라. 가축복지의 요구조건

유기축산을 실현하기 위해서는 가축복지가 반드시 실현되어야 한다. 이를 위해서 가축이 필요로 하는 조건이 무엇인가를 파악해보면 다음과 같이 요약 된다;

-가축은 사회적 본성을 가지고 있다. 즉, 이들은 동종의 공동체로 살아가야 하기 때문에 사회적 접촉이 반드시 필요하게 된다. 따라서 개방형 축사와 그룹별 사육이 계류식 사육보다 더 우수하고 선호하게 된다. 장기적인 방목이나 활동기회가

없이 장기적으로 계류하거나 개별사육은 절대적으로 금물이며 특히 반추가축은 작물성장기에 방목은 필수적이다.

-모든 가축들에게는 축종에 적합한 신체적 활동, 축종 특유의 종축간의 접근성이 가능해야 하며 사료섭취, 운동 및 휴식을 위한 적합한 장소제공이 필수적이다. 어린가축들에게는 충분한 공간제공을 통하여 축종에 적합한 놀이공간이 최소한 확보되어야 한다.

-모든 가축들은 탐색하고 호기심을 가지고 있으며 정찰하려는 습성과 행동욕구를 가지는 감각적 의식을 가지고 있기 때문에 이들에게 다양한 변화를 줄 수 있는 최소한의 시설을 갖춘 축사환경의 조성이 필요하다. 가축들은 매력이 없는 환경에서는 명백한 행동장애가 나타나게 된다. 돼지는 흙을 파헤치고 물어뜯고 깨물 수 있는 시설이 필요하며 닭은 모래욕과 흙을 파헤치는 시설이 조성되어야 한다.

또한 모든 가축들은 균형된 사료공급을 필요로 한다. 이러한 요구는 사육시스템에 따라 충분한 량의 볏짚을 깔아 줌으로서 충족될 수 있을 것이다. 볏짚이 없는 사육장에서 가축을 사육하는 것은 가축복지에 적합한 사육이 될 수는 없다.

-닭은 휴식 및 수면을 할 수 있는 상단에 쉼이 필요하다. 산란계는 물론 산란할 수 있는 둥우리가 요구된다. 돼지는 활동영역과 분노배출영역을 확실하게 구분하여야 할 것이며 보호된 수면영역을 제공해 주어야 한다. 소는 부드럽고 자유롭게 누울 수 있는 장소나 침상이 필요하다.

-가축은 하루 동안에도 그들의 태도와 활동에 다양한 변화를 선호하고 있다. 닭과 소의 경우 일광욕에 대한 욕구가 동물 생태적으로 나타나기 때문에 어두운 축사 또는 인위적 전등시설을 가진 축사는 “축종 적합적 사육” 즉, 가축복지가 될 수 없다.

-가축건강을 유지하기 위해서 모든 생체기관, 월주기 기능, 순환기능, 근육, 체온 조절, 항체기능 등에 대한 축진과 강화는 가능한 자연적 생태적 범주 내에서 그리고 일정 최소한의 범위 내에서 수행되어야 할 것이다. 이러한 요구조건은 자신을 보호하고 최적의 기능을 유지하기 위해서 필요한 에너지를 충분하게 공급해야 할 것이며 이에 상응한 사육컨셉과 축사시설모델개발이 이루어져야 할 것이다. 이러한 경우 건강한 사육을 위한 종합적인 실행원칙이 이루어 질수 있을 것이며 현장에서의 실천도 가능할 것이다. 이를 위해 선행되어야 할 것은 예로, 다

양한 온도차이를 가지는 충분한 활동공간(등우리, 배설장소, 활동장소 등)이 제공 될 경우 가축들의 본능적인 행동욕구를 충족할 수 있을 것이며 저렴한 축사시설도 가능하게 될 것이다.

수 천년동안 가축을 길들이고 수 백년동안 축종을 선별하여 왔으며 수 십년동안 우수품종을 선별하여 왔음에도 불구하고 모든 가축에는 사육하는 동안 가축의 본능적 생태적 특성을 고려하여 충분한 사양면적과 축종행동에 적합한 구조적 시설이 요구되고 있다.

닭의 경우 행동비교분석을 통하여 동물행동학 연구에서 발표한 것을 보면 자유롭게 사육한 토종 야생닭은 익숙하지 않은 환경에서 사육하기가 어렵다. 산란 2년차의 하이브리드산란계와 비교하여 보면 야생닭과 비슷한 부화행동과 확율을 보이고 있다고 한다. 개량종의 소와 자유롭게 사육하고 있는 원시종의 행동을 비교분석한 것을 보면 거의 유사한 규칙적인 행동법칙을 나타내고 있다고 한다. 가축의 특성인 행동은 축종에 따라 일정한 또는 복합적으로 신체적 특성이나 성과성이 유전인자와 연계되어 있기 때문으로 나타나고 있다고 한다. 수의학에서 가축육종을 통하여 현대화된 사육시스템에 적응하려는 것은 가축을 이용하여 경제성만을 추구하는 의식이 없는 행동이라는 것을 유기축산농가는 깊이 인식을 하여야 한다. 가축을 신뢰할 수 있는 유일한 선택은 가축의 행동욕구를 충족할 수 있는 사육시스템을 도입하는 것이다.

선진국에서는 가축보호목적을 가지고 지난 30년 이상의 가축행동학연구에서 축종적합한 사육을 위한 최소한의 요구조건이 제시된 카탈로그를 발표하였다.

제시된 카탈로그 내용의 주요 평가지표를 보면 (표 5)와 같다

<표 5> 가축적합성 평가지표

평가지표	내 용
활동가능성	충분한 활동공간 확보여부
사회적 접촉	벗짚무상 사육장과 그룹별 사육여부
사육 공간구조와 지형	축종특성을 고려한 사육공간 확보 여부
최소사육시설구조와 지형	사육장의 벗짚시설영역, 축종별 적합한 편의시설 유무
사육환경	일조량 및 환풍시설, 창문면적, 조명시설 및 프로그램,

	무상/무계류식 사육장 유무
사양 기술적 행동보호	사양관리상 상처위험 최소화, 활동장애 여부
보호관리 집중도	관리자의 가축과의 올바른 접촉 및 신뢰관계개선 여부

가축보호는 축종특유성의 보호를 목적으로 법적 제정이 요구되고 있다. 이는 곧 가축자신의 의지를 보호하는 것이다. 따라서 축종의 구체적 특성을 보호할 수 있는 법적 제도적 장치가 요구되고 있다. 그러나 현실은 이러한 축종의 특성을 구체적으로 보호할 수 있는 제도적 장치가 없어 가축의 의지와 행동특성이 억압되고 약탈되는 가축사육이 지속되고 있는 실정이다.

오늘날 축산연구와 전자 전기부문의 발달로 인하여 사육시스템이 기술진보 예로, 양돈 및 송아지 사료 자동화시설 등이 급속하게 확산 보급되고 있다. 부분적으로 혁신적인 컨설팅을 통하여 축종 적합한 사육시스템에 대한 관심이 고조되고 있으며 지역적으로 새로운 유기축산의 발전 가능성이 나타나고 있으나 아직까지 가축의 행동욕구에 적합한 사육시스템에 대한 인식이 빈약한 실정이다. 현장에서의 유기축산의 실천을 촉진하기 위해서는 보다 구체적인 가축보호정책 개발과 평가지표가 설정되어야 할 것이다.

### 33. 가축적합성 평가

가축복지(무 손상, 무 통증, 무 괴로움)는 여러 영향인자들의 복합적인 작용효과에 의하여 나타나는 결과이다. 경험에서 보면 협소한 축사, 계류나 박스사육에 의한 압박과 환기 불량한 축사 또는 일광조명이 부족한 경우는 방목기회를 자주 가짐으로서 어느 정도 완화할 수 있을 것이다. 또한 충분한 벼짚을 깔아 줄 경우에는 여러 가지의 행동욕구를 충족시킬 수 있는 해결방안이 될 수 있을 것이다. 예로, 물어뜯기, 파헤치고, 등우리 짓기, 흙파기, 먹이 찾기, 탐색하기 그밖의 일반적 행동 등은 체온조절을 위해 아주 큰 효과를 가지게 된다. 특히 포유가축의 휴식을 위해서는 양질의 흙을 제공해 줄 필요가 있다.

축산경영주는 사안별 세심한 관심으로 가축을 관리함으로써 아주 단순한 사양 기술에 의해서도 압박과 부담요인을 해소 또는 완화시킬 수 있을 것이다. 유기축산을 실현하기 위하여 가장 기본적으로 요구되고 있는 것은 축종선정이나 유기사료만이 아니라 가축복지를 충족할 수 있는 사육 시스템이다. 따라서 이러한 사육시스템을 평가할 수 있는 가축적합성지수의 개발이 요구된다. 이는 중요한 사육지표 및 영향영역에서 가축적합성 정도에 따라 사육시스템의 구성요소를

평가하는 방법이다. 예로 가축의 자유 활동정도, 사회적 접촉 가능성 정도, 사양 시스템의 용지 확보정도, 환기 및 일광공급 그리고 관리자의 사양관리집중도 등에 대하여 사양시스템을 점수화하여 등급으로 평가하는 것이다. 가축육구에 대한 충족정도에 따라 평가점수는 높게 부여할 수 있을 것이다. 모든 평가영역의 점수 총합이 곧 가축적합성 지수의 값이 된다. 가축적합성 평가단계는 하위 값의 비적합과 상위값의 적합으로 등급화 하여 (표 6)과 같이 6단계로 구분하여 판정할 수 있을 것이다.;

<표 6> 가축적합성 평가 등급

평가점수	등 급
10점까지	비 적합
11-15점	거의 비 적합
16-20점	조금 적합
21-24점	상당히 적합
25-29점	적합
30점 이상	최적합

현장에서 실천할 수 있도록 이용대상 축종별로 소(송아지, 육우, 육성우, 젖소 등), 닭(산란계, 육계 등), 돼지(유돈, 육돈, 육성돈, 모돈 등)로 구분하여 활용지침과 설명이 포함된 일람표를 제작하며 기존의 축사와 신축축사의 기본적 조건에 대하여 사양평가를 위한 의무적 사항을 제시하는 것이 바람직할 것이다.

이와 같이 유기축산농가의 사양시스템을 평가하기 위해서는 물론 전문평가자의 교육양성이 전제되어야 할 것이다. 이러한 평가시스템은 점진적으로 세분화하고 현장으로부터 제안과 평가자의 정기교육 및 상담과 경험을 통하여 지속적으로 개선 발전시켜나가야 할 것이다.

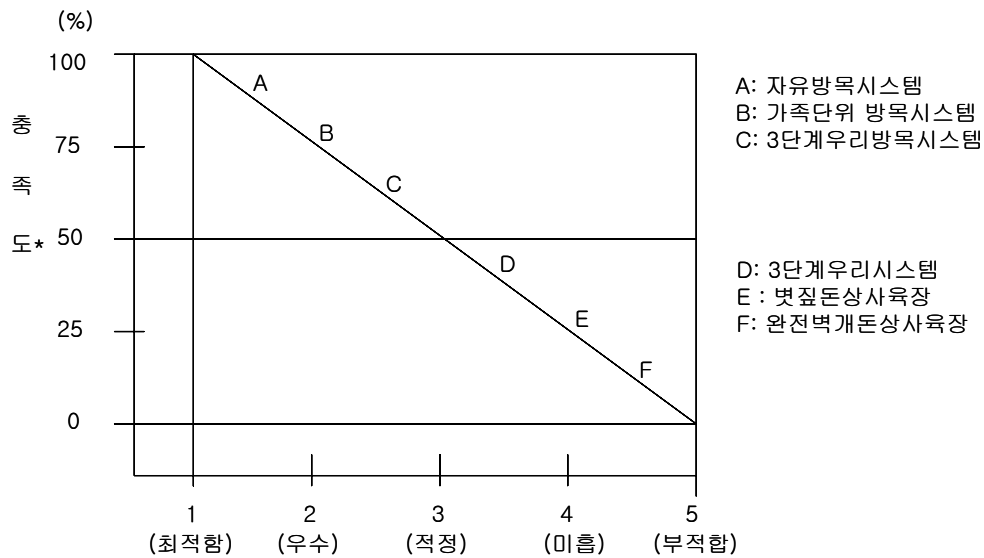
가축적합성평가시스템은 주어진 평가조건을 유지하고 적응하는 것만이 아니라 보다 가축복지를 추구하기 위한 가축의 본능적 욕구를 보다 더 충족시키는데 개선 목적을 두어야 할 것이다. 왜냐하면 가축들이 억압되고 제약적인 환경에서 가축의 본능을 복원하여 가축들의 적응능력을 향상시켜야 하기 때문이다. 아무리 좋은 축사환경조건을 갖추고 있다하여도 협소한 공간 등으로 가축들의 행동장애



를 가진다면 가축적합한 사육으로 평가할 수는 없을 것이다.

이러한 관점을 가축적합성 평가컨셉에서 고려하여 가축복지의 최소조건이 소외되지 않아야 할 것이다. 만약 이러한 최소조건을 충족하지 못할 경우에는 가축적합성평가점수를 상향조정하거나 조건부 유보로 판정할 수도 있을 것이다. 즉, 일정기간 내에 파악된 결점을 충족하거나 해결한다는 조건으로 평가를 보류하여 유예기간을 가질 수 있을 것이다.

가축보호와 축산경영간의 혼한 갈등은 가축보호 즉, □□축종적합성□□의 개념을 서로 다르게 정의하고 있기 때문이다. 가축보호자들은 행동연구에 근거를 두고 가축의 자연적 본능적 행동욕구를 충족할 수 있어야 한다고 주장하고 있다. 성공적인 전문축산영농인은 높은 경영성과와 최소의 손실을 추구하며 축종적합한 현대적 사육방법에 의한 성공적인 결과를 가지게 될 것이다.



(\* 개방된 자연방목장에서 충분한 급여와 자율행동 충족 정도)

<그림 3> 양돈사육장의 축종적합성과 자연적 행동충족도 평가시스템

(그림 3)에서는 비육돈을 사례로 5단계의 자연 본능적 행동카타로그의 충족정도에 따라 축종적합성을 평가하는 방법을 제시하고 있다.

점수□□1□□(최적함)은 종합적인 가축의 행동이 아주 자연스럽고 정상적으로

나타나는 사양시스템을 갖춘 경우이며 점수□□5□□(부적합)는 가축특유의 행동 양식이 전혀 나타날 수 없는 사양시스템을 갖춘 경우를 의미하고 있다. □□1□□에서□□5□□(정상적 행동충족도 100%에서 0%)사이의 대각선상은 A, B, C,...로 표시하여 다양한 유기축산 사육시스템의 종류를 구분하고 있다.

오늘날 노동절약적인 완전벽개식 돈사사육장은 집약적이고 대량사육을 통하여 비용절감과 높은 생산성이 가능하나 가축보호적 행동과 축종적합성면에서는 아주 부적합한 사육방식으로 평가된다. 최상의 평가영역과 최하의 평가영역사이에는 관행적인 돈사육장과 새로 개발된 사육시스템 즉, 벧짚을 깔아준 1단계, 2단계 또는 다단계 우리 및 방목시스템이 도입되고 있으며 방목장 출구가 있는 경우와 없는 경우로 구분하여 등급화 할 수 있을 것이다.

이러한 평가시스템이 도입될 경우 유기축산기술개발에 의하여 축종적합성 충족 정도가 예로, 10%에서 50%로 개선되었을 경우 상대적으로 생산성이 감소될 수 있을 것이다. 그리고 유기축산도입에 따른 여러 가지 상황변화 예로, 농업정책과 수행과정 특히, 지원 사업수행, 교육과 컨설팅 그리고 가축사육현장 등에서 가축 보호에 대한 의견 차이와 불안정성 등 논쟁의 소지가 잠재되어 있는 것이 사실이다. 이와 같은 상호 이해적 상충관계는 오로지 가축복지에 대한 확실한 의식제고, 그리고 대화와 설득을 통하여 극복되어 질 수 있을 것이며 충분한 화해적 태도가 전제되어야 할 것이다.

이와 같은 평가시스템은 유기축산의 최소사육조건을 충족하게 함으로서 유기축산물의 소비자를 보호하고 신뢰성을 확보하며 관행축산과의 차별화를 추구하여 고품질의 축산물을 공급하는데 그 목적을 가지고 있는 것이다. 가축적합성평가시스템의 최소조건은 생산자측면에서는 엄격한 요구사항이 될 것이며 소비자 측면에서는 보다 엄격한 조건을 요구하기 때문에 자유로운 타협점을 찾도록 유도하여야 할 것이다.

#### 34. 유기축산 생산조직 구축방안

유기축산이란 건강한 농업생태계를 보존 유지하고 동식물의 생태적 순환과 토지와 연계된 가축사육을 통하여 환경친화적 다양한 축군의 활동을 촉진, 증진시키는 총체적 가축생산관리체계이다. 따라서 유기축산 없이는 유기농산물생산활동이 제약적일 수밖에 없을 것이며 경제성을 가질 수 없는 실정이라고 본다. 더욱이 최근 산업적 가축사육농(factory farming)<sup>13)</sup>에서 발생하는 분뇨시용을 허용하

지 않는 방향에서 논의되고 있는 실정에서 유기축산업을 위한 생산조직구축은 더욱 시급한 실정에 있다.

유기축산물 생산조직을 구축하기 위하여 요구되는 주요 개발과제와 방안을 제시하면 다음과 같다 ;

가. 지역특성을 고려한 고품질 우량 종축 개발

- 지역특성에 적응할 수 있는 토종(재래종)말굽 및 유전자원 보존
- 국가단위 우량종모종 보존 및 관리체계 구축

나. 유기사료 자원개발

- 사료작물 신품종 육성과 도입 : 월동용 사료작물 (예; 사료무우 등)
- 국내 사료생산 잠재력 활성화 :

□□유기사료생산농가 육성 및 유기축산농과의 연계  
□□산지임간공동초지조성(산불피해 지역, 비경제성 산림지역 등)및 방목이용 기술체계 확립

□□농촌경관 관리(푸른들 가꾸기 운동 등)

□□답이작 사료작물을 통한 경지이용률 제고

□□산지 정리와 관리를 통한 산야초 및 유기 임산물, 우드칩 생산

□□사료작과 두과작, 혼파 등 작부체계 개발

□□사료의 안정성 검사(오염성 검사 및 유해성잔류물 분석)

□□조사료 저장기술 및 유통기반 구축

- 유기가축분뇨의 지역별 사료작물별 적기 적량 시용기술 확립
- 국외 사료잠재력 활용:

□□중국평야와 북한 산지를 이용한 목초지 계약재배, 위탁사육 및 사료생산

다. 축종 적합한 사육시스템 개발

• 축종별 지역의 기후조건(온도, 기류, 자연광, 습도 등)을 고려한 한국형 축사 설계

• 가축 심신의 안정과 쾌적한 환경유지 및 관리 이용시설 개발

• 사료섭취, 급수와 착유, 분뇨처리가 연계된 노동절약적 사육시설(예: 프리스틀, 계절적 순환방목(소; 하절기 야간방목, 동절기 주간방목, 1급수 음수공급 등)

• 축사외부사육(방목지/거주지)의 경우 축종별 분뇨배설량을 고려한 가축밀도

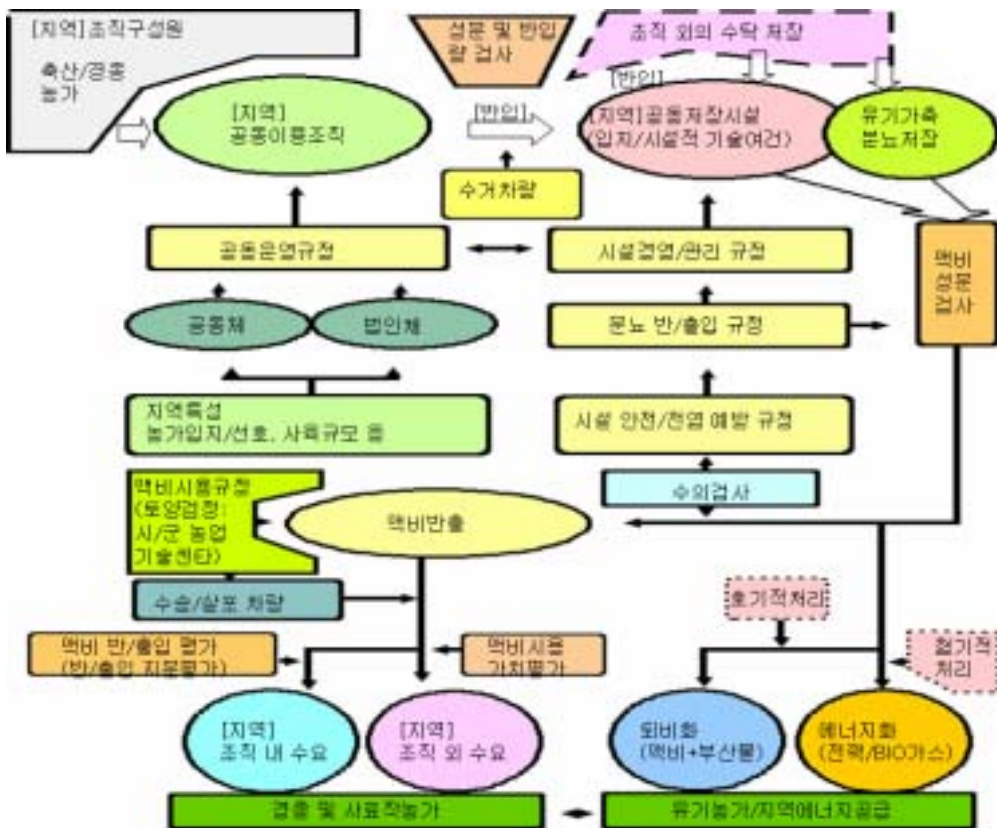
---

13) Codex는 Factory Farming을 유기농업에서 불허용 된 수의약품과 대부분 외부사료에 의존된 산업적 양축 시스템으로 운영하는 규모화 집약화 된 축산경영으로 정의하고 있음.

유지

- 축종별 연령별 행동적 욕구를 고려한 축사밀도 유지
- 가축스트레스를 감소/완화시킬 수 있는 축사와 운송시설 및 시스템 개발 등

라. 유기축산분뇨 자원화를 위한 Recycling 체계 개발 (그림 4참조)



[그림 4] : 가축분뇨자원화를 위한 공동조직운영 모델

- 유기질퇴비의 지역별 작물별 적기/적량시용기준 설정 및 분뇨/퇴비 수요원 개발
- 축종성장단계별 분뇨발생단위와 분뇨배출 성우환산단위 및 친환경 적정사육두수 설정
- 가축분뇨 공동저장 및 이용조직운영 모델 개발
- 액비의 지역별 수급잠재력분석 및 가축분뇨 저장·이용조직의 농가 선호도 실태분석

- 액비/퇴비공동저장, 이용시설 지원프로그램 개발 및 감시 관리 의무규정 제정
- 액비의 퇴비화 (우드칩), 에너지화(전력, 바이오가스)의 이용기술 개발
- 축종별 액비/퇴비의 시용가치 평가와 반·출입 평가기준 개발 등

마. 유기축산농의 수평·수직적 조직화 (그림 5, 6참조)

- 축종별 사육단계별 전문화와 조직화 ;

예로, 젓소 사육단계별 생산기술조건에 적용된 낙농전문화가 요구됨. 특히 낙농가의 요소공급 잠재력과 생산 입지적 조건에 적용된 낙농전문화가 절실히 요구된다. (표 7참조)즉, 지역 및 농가의 사료생산잠재력에 따른 공간적 조직화와 지역 및 농가의 노동공급 잠재력에 따른 수평·수직적 조직화가 이루어 져야 할 것이다.

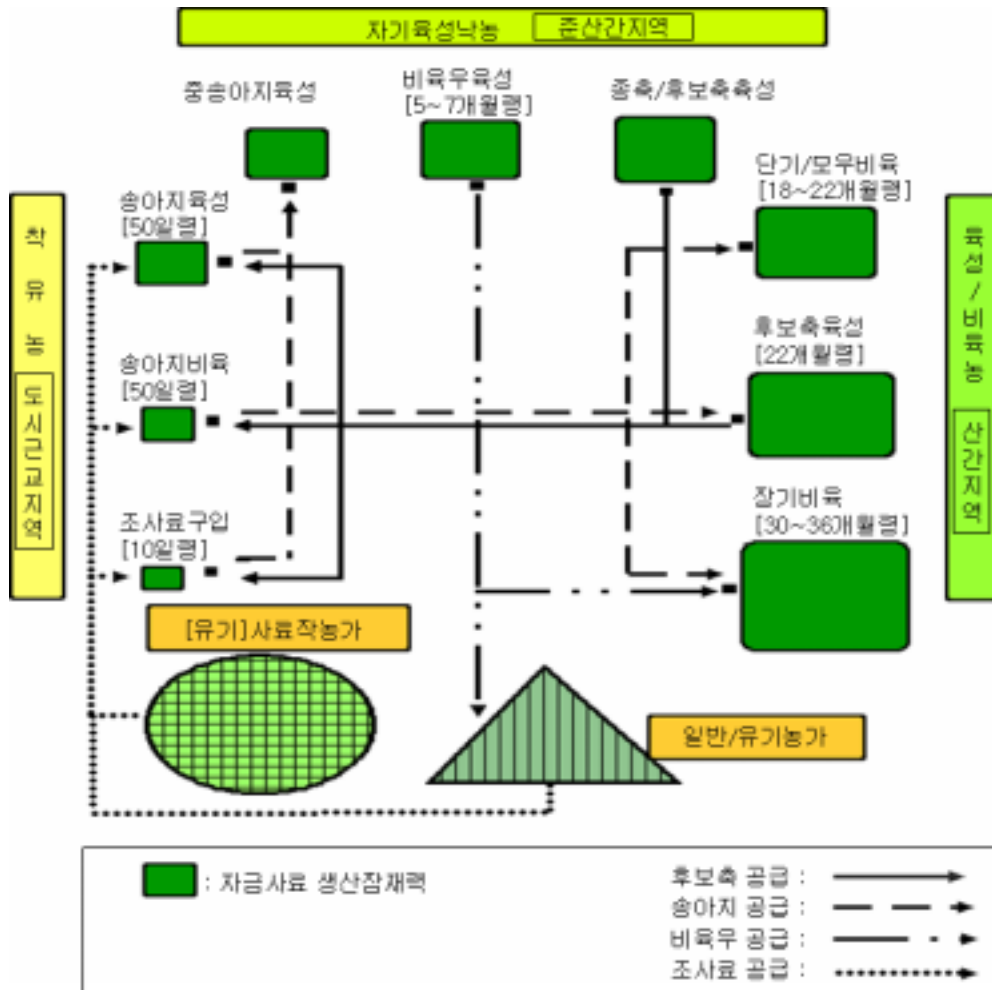
예로, 도시근교지역(사료생산잠재력 < 노동력 공급잠재력)은 착유전업농으로, 준산간지역(사료생산잠재력 ≒ 노동력 공급잠재력)은 육성전업농으로, 산간지역(사료생산잠재력 > 노동력 공급잠재력)은 비육전업농으로 전문화와 조직화가 이루어져야 할 것이다.

- 낙농의 기능적 분업화

후보축 공급기능을 가지고 있는 육성전업농과 후보축 수요기능을 가지고 있는 비육전업농 그리고 후보축 수요 및 공급기능을 가지고 있는 착유전업농으로의 분업화가 요구된다. 분업화 될 수록 분업낙농의 기능은 뚜렷하게 분리되어 지며 육성 전업농, 특히 송아지 육성전업농은 분업낙농의 중심기능인 후보축공급 및 분배기능을 가지고 있기 때문에 우량후보축 공급원으로서 낙농산업의 시장조절 기능(허브기능)을 가질 수 있도록 조직화 분업화하여야 할 것이다.

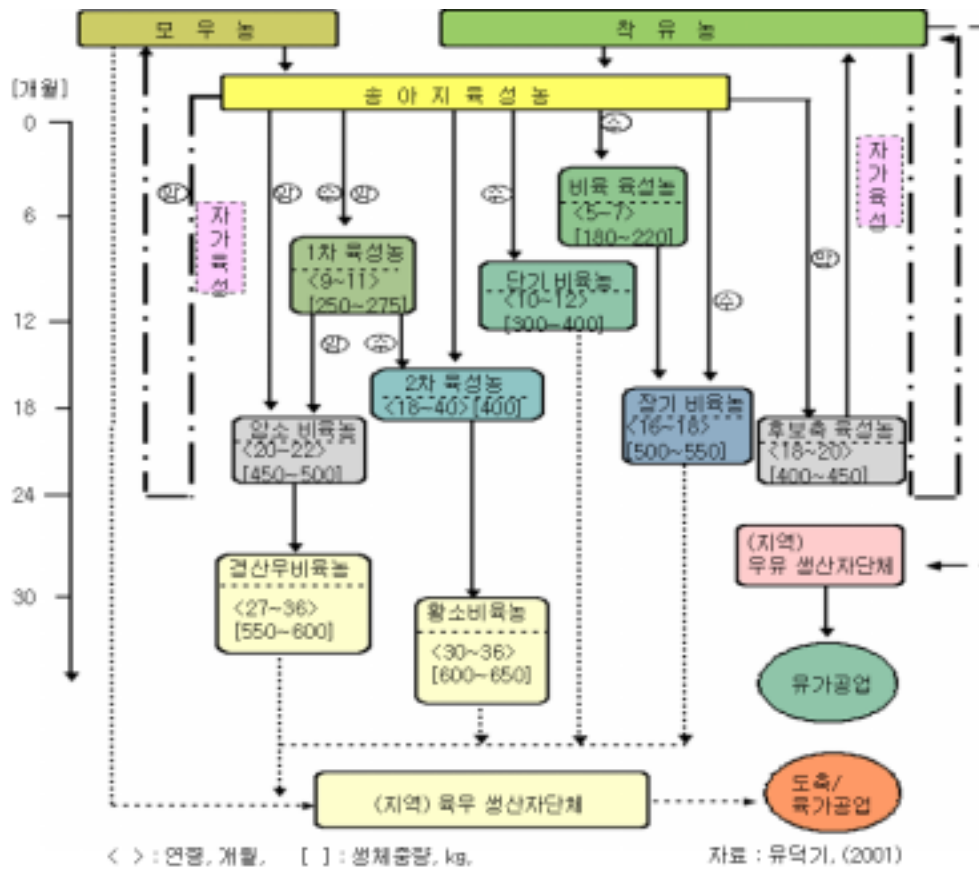
축산업의 조직화를 위해서는 축산농의 전문화가 필수적 전제조건이 된다. 조직화는 다수 분산적인 경영을 수평·수직적 결합을 통하여 경제·사회적 효과를 얻을 수 있는 조직적 기술진보로서 축산업의 전방산업과 후방산업의 연계는 물론 개별 농가의 상호연계성을 강화시키는 특성을 가지고 있다. 따라서 축산업의 조직적 기술진보는 개별농가의 생산자재 구입, 기술 및 노동력 투하 등에서 발생되는 소위 **수평적 위험성**과 판매 및 유통 시에 잠재되어 있는 소위 **수직적 위험성**을 제거 또는 완화시킬 수 있을 것이다.

토지가 부족한 우리축산의 경우 유기축산의 분업화와 조직화는 더욱 절실히 요구된다.



[그림 5] : 유기낙농의 공간적 사료생산 잠재력과 경종·축산연계 가능성  
 자료 : 유덕기, (2001)

- 유기축산 전문농가의 경영 내·외적 연계성 구축 (그림 7 A, B참조)
  - 경영 내적 Recycling 체계 구축
  - 농업전방산업과 협력체계 구축
  - 경영 외적 순환협력체계구축
  - 유기축산물 시장연계성 구축 및 품질인증제 도입



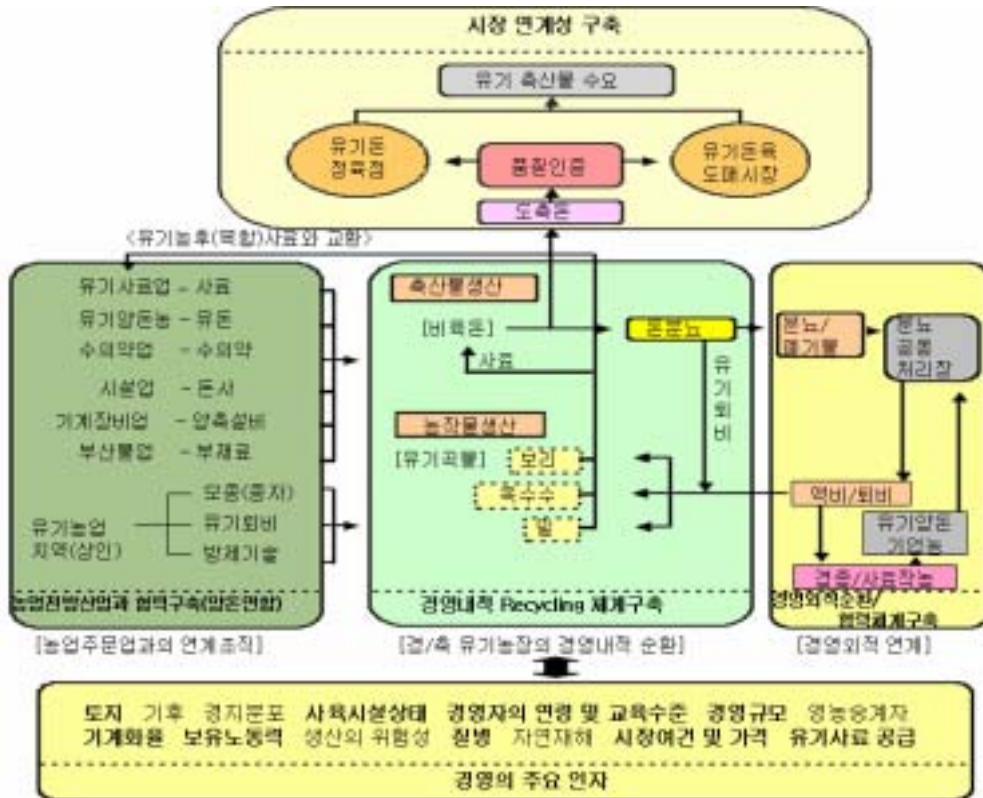
자료 : 유덕기, (2001)

[그림 6] : 유기낙농 전문화와 조직화의 가능성

- 유기축산물 생산·유통관리 프로그램 개발 (그림 8참조)
  - 유기축산물 생산자 및 상품 유통조직화
  - 유기축산물 전문판매점 육성과 품질인증 생산조직 및 단체의 단계적 지원
  - 유기농축산단체의 시장조절 및 유통관리 시스템 개발
  - 지역별 유기농축산 및 유통단체 지원 및 가공산업 육성
- 한국유기농업기본규약이 포함된 친환경농업육성법 제정
  - 유기농축산물 생산, 수송, 가공, 품질인증 및 수출입기준 설정 등이다.

[a] : 양 돈

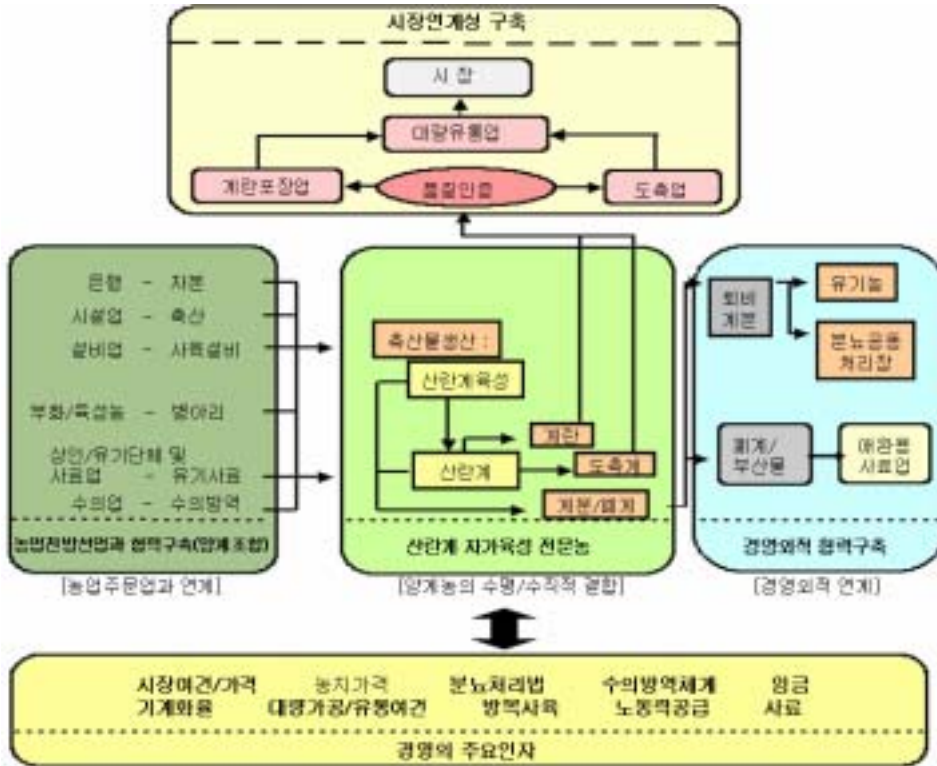
- 경영목표 : 시장지향적 유기양돈 전업농
- 경영형태 : 곡물 및 비육돈 유축복합전업농



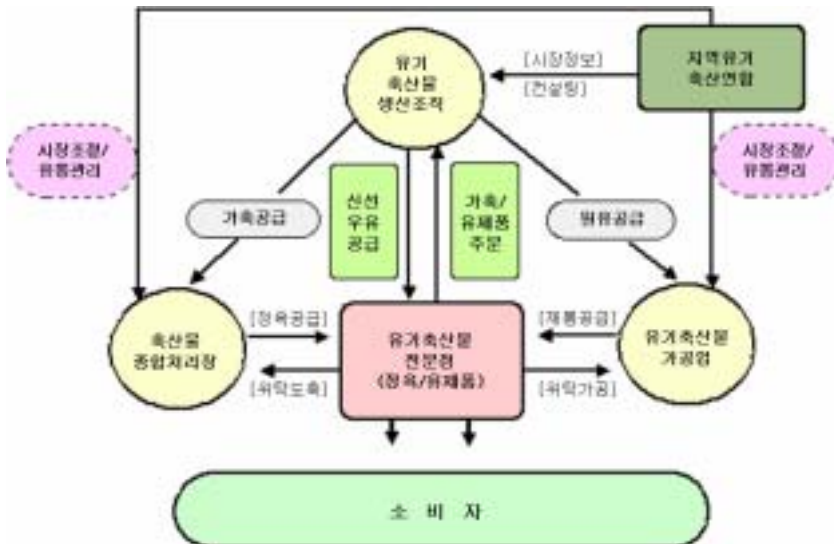
[그림 7a] : 유기양돈 전문농가의 경영내·외적 순환모델의 예



[b] : 양 계  
 □□ 경영목표 : 시장지향적 유기양계전문농  
 □□ 경영형태 : 산란계 자가육성 전문농



[그림 7b] : 유기양계 전문농가의 경영내·외적 순환모델의 예





## 제4절. 지속가능한 농업을 위한 농업자원의 유효이용 방안

□□ 기후변화협약에 따른 영향 및 대책 □□

### 35. 농업부문의 에너지 사용과 기후변화 협약과의 관련성

#### 가. 농업부문의 에너지 소비와 제 현황

아래의 표에서 보는 바와 같이 농림업 전체의 에너지소비는 2,257천TOE(석유환산107kcal)이고 석탄이 25천TOE, 석유류가 1,980천TOE, 가스류가 5천TOE, 전력이 246천TOE이었다. 석탄에 있어서는 연탄이 석탄소비 전체를 차지하고 있고 석유류에서는 경유, 등유, 휘발유, 중유의 순으로 그 소비가 많았다. 결국 경운기 등의 농업기계의 운용에 따른 소비와 하우스 등의 난방용 연료소비가 많이 기여한다는 것을 알 수 있다. 그리고 가스는 그 소비비율이 극히 저조했으나 전력의 소비는 개별 연료 중별에서 보았을 때 경유와 등유 다음으로 많은 비율을 차지하고 있다는 것을 알 수 있었다.

이러한 연료의 소비형태와 각 작물별 에너지 소비실태, 그리고 그들 작물별 생산 구성비를 비교함으로써 에너지의 절약이 얼마나 중요한가를 평가할 수 있겠지만 데이터의 부족으로 분석은 다음 기회로 돌리고자 한다.

<표 1> 농업부문의 에너지원별 소비구조

구분	소비물량	소비열량	원별구성비(%)	농림업(%)	수산업(%)	
합계	111	4,905.5	100	46	54	
석탄류 (M/T)	소계	□□	25	0.5	100	□□
	연탄	55,568	25	0.5	100	□□
	기타석탄	□□	□□	□□	□□	□□
석유류 (kℓ)	소계	□□	4,572.4	93.2	43.3	56.7
	휘발유	297,703	247.1	5	92.3	7.7
	경유	3,641,048	3,349.8	68.3	43.9	56.1
	경질중유	371,600	349.3	7.1	□□	100
	중유	64,084	62.2	1.3	45	55
	중질중유	155,107	308.3	6.3	□□	100
	등유	294,034	255.8	5.2	99.3	0.7
가스류	소계	□□	10.2	0.2	50.8	49.2
	프로판(M/T)	7,789	9.4	0.2	55.3	44.7
	도시가스(천m <sup>3</sup> )	554	0.8	□□	□□	100
전력(MWh)	3,464,740	298	6.1	82.5	17.5	

#### 나. 기후변화협약과 농업

기후변화의 대책을 추진하는데 있어서 선진국과 개도국의 필연적인 문제해결을 위한 상호협력적 노력이 필요하고 이러한 노력들은 소위 MEAs(Multilateral Environmental Agreements)라고 불리는 다자간 환경협약의 형태로 현실화 될 것이라고 대부분 인식하고 있다. 기후변화협약은 사용 및 제조에 관한 금지 등을 기본 작동 원리로 하고 있는 타 국제협약의 다자간 환경협약의 형태와는 달리 메카니즘으로 대변되는 일련의 유연성(flexibility) 장치를 가지고 있다. 소위 교토메카니즘이라고 불리우는 청정개발체제(Clean Development Mechanism : CDM), 공동 이행제(Joint Implementation : JI), 배출권 거래제(Emission Trading : ET)의 3가지 메카니즘이 그것이다. 하지만 이러한 일련의 협약 움직임이 의정서의 채택에까지 발전하고 개도국 입장의 명확화가 어떻게 진행될까 하는 것은 금년 11월 네덜란드 헤이그에서 진행될 제 6차 당사국 총회에서 다뤄질 것이다. 명목상 교토회의의 의정서와 관련된 세부 시행규칙의 최종 확정을 위한 회의로 되어있지만, 기후변화협약의 향후 진행방향에 대한 잣대와 기후변화협약 자체의 향방과도 관련된 중요한 것이라고 할 수 있다.

이렇게 아직 불확실한 부분이 많이 남아있기는 하지만 메카니즘의 선점을 위하여 벌써 세계각국은 움직이고 있다는 점에 우리는 주목해야 한다. 따라서 의정서의 채택 그 자체는 시간의 문제이지 존속의 여부에 관한 문제는 아니라는 것이다.

의정서가 채택이 되면 국제 배출권 거래를 비롯한 유연성 조치에 관한 국제협력 사업이 구체화 됨은 물론 비준 및 발효를 거쳐 97년 교토에서 합의한 의무 저감량이 국제법으로서의 효력을 발휘하게 된다. 그리고 또 2001년 모로코의 마라케쉬에서 열리기로 예정된 COP7에서 “개도국 의무부담(Evolution of commitment)” 의제가 전면에 등장하여 선발개도국 및 고소득국가로 분류되는 우리나라의 향후 의무부담과 관련된 방안이 당분간 주요한 협상의제로 다루어질 것이다.

그러한 의미에서 기후변화협약에 관련한 시급한 국내대책의 필요성이 제기되고 (일부 추진되고 있지만) 장기적 대응책 마련 및 통계체계 등 제반 인프라 구축이 필요하며 농업부문에 있어서도 그 심각성을 인식하고 유연하게 대처해야 할 것이다.

##### 1) 농축산분야의 온난화 가스 배출량

여기서는 가스배출량의 계산식 등에 대해서는 언급을 생략하고 유기농업학회지 제8권 제2호의 농축산분야에 있어서 온난화 영향평가 및 요인분석에 관한 논문을 참고해 주길 바란다.

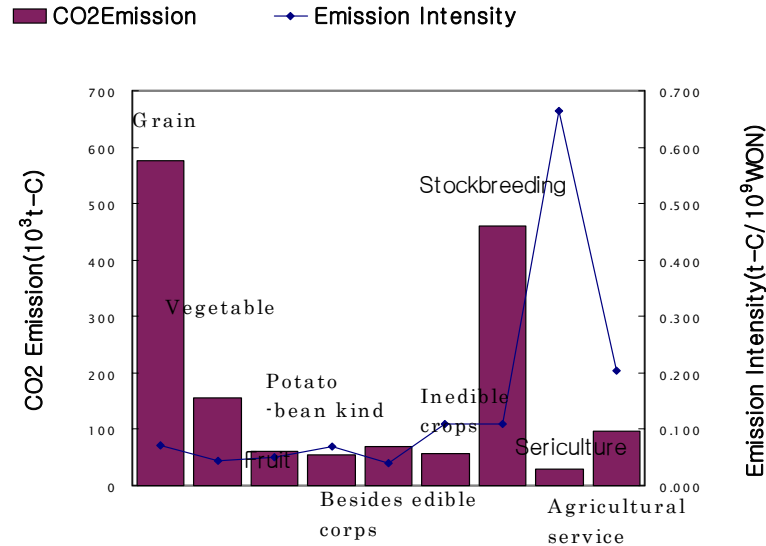
##### 가) 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출량

<그림 1>에서 알 수 있는 바와 같이 생산을 위한 에너지 사용에 의해서 배출된

이산화탄소의 양이 가장 많은 부문은 곡물 부문이며 그 내역으로는 벼, 보리, 밀 등이다.

이들 부문은 화석에너지 이외에도 비료소비와 농약소비에 의한 간접배출도 많은 부문이기도 하다. 그리고 생산 이외에 수송에도 상당한 에너지 소비를 하고 있는 산업부문이기도 하다. 그리고 이산화탄소 배출량 뿐만이 아니고 배출원단위도 평균 이상의 높은 수치를 나타내고 있다. 그 다음으로 많이 배출하고 있는 부문이 축산, 야채, 농업서비스 등의 순이다. 배출원단위는 양잠, 농업서비스, 축산 등의 순으로 나타났다.

이러한 각 부문의 배출량 및 배출원단위를 수치로 보면 곡물이  $575 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.071 \text{tCO}_2/109\text{won}$ 이고 야채부문이  $157 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.043 \text{tCO}_2/109\text{won}$ , 과일부문이  $60 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.051 \text{tCO}_2/109\text{won}$ , 감자 및 서류부문이  $54 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.069 \text{tCO}_2/109\text{won}$ , 기타식용 부문이  $70 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.040 \text{tCO}_2/109\text{won}$ , 비 식용 부문이  $57 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.110 \text{tCO}_2/109\text{won}$ , 축산부문이  $459 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.108 \text{tCO}_2/109\text{won}$ , 양잠부문이  $30 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.664 \text{tCO}_2/109\text{won}$ , 농업서비스 부문이  $96 \times 10^3 \text{tCO}_2$ ,  $0.205 \text{tCO}_2/109\text{won}$ 이었다. 이상의 농축산부문 전체의 총 이산화탄소 배출량은  $1,561 \times 10^3 \text{tCO}_2$ 이었다.



<그림 1> CO2 배출량 및 배출원단위의 추정결과

나) 메탄(CH4) 배출량

우리나라의 연간 벼논에서 배출하는 메탄의 양은 총 479천t□□CH<sub>4</sub>이었고 이것을 지구온난화 포텐셜 계수를 적용하여 환산하면 연간 2,749천t□□C 이었다. 이것은 농축산 분야에서 화석연료 사용에 의한 전체 배출량의 약 1.8배에 해당한다.

두번째로 가축과 분뇨에 따른 메탄(CH<sub>4</sub>) 배출량을 보면 우리나라의 축산부문에 서 연간 배출되는 메탄의 추정량은 가축의 경우 장내발효에 의한 메탄 배출량이 1,425천t□□CH<sub>4</sub>/년이고 메탄의 이산화탄소 환산계수를 적산연수 100년으로 가정하여 계산하면 8,165천t□□C이었다. 가축분뇨에 의한 메탄배출은 40천t□□CH<sub>4</sub>/년이고 메탄의 이산화탄소 환산계수를 적산연수 100년으로 가정하여 계산하면 233천t□□C/년이다. 이상의 결과를 나타낸 것이 <표 2>와 같다.

<표 2> 농축산 부문에 있어서의 메탄 배출량

구 분	메탄배출량(10 <sup>3</sup> □□CH <sub>4</sub> )	탄소환산(10 <sup>3</sup> t□□C)
벼논의 온실가스 배출량	479	2,749
분뇨의 온실가스 배출량	40	233
장내발효에 의한 배출량	1,425	8,165
합 계	1,944	11,147

#### 다) 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 배출량

우리나라 농경지에 시비한 화학비료의 질소 성분은 562,342톤이고 여기서 배출된 아산화질소는 최저 30.5천t□□N<sub>2</sub>O에서 최고 3,715천t□□N<sub>2</sub>O로서 그 중앙값은 97천t□□N<sub>2</sub>O로 계산된다. 따라서 우리나라의 농경지에 시비한 질소질 화학비료에서 배출되는 N<sub>2</sub>O는 약 973톤으로 볼 수 있다. 이러한 결과를 이산화탄소 환산하여 계산하면 최저 2,578천t□□C이며 최고 313,712천t□□C로 그 중앙값은 8,227천t□□C로 추정되어 우리나라의 농경지 질소질비료 시비에 의한 이산화탄소 배출량은 약 8,227천t□□C로 볼 수 있을 것이다(<표 3> 참조).

그리고 가축의 배설물에 의한 아산화질소의 발생은 약 5.56천톤이고 이것을 이산화탄소로 환산하면 470천톤인 것을 알 수 있다(<표 4> 참조).

<표 3> 질소질 비료 소비량에 따른 N<sub>2</sub>O의 연간 배출량

비료종류	N <sub>2</sub> O 배출율(%)			N <sub>2</sub> O배출량(10 <sup>3</sup> 톤/년)			CO <sub>2</sub> 환산(10 <sup>3</sup> tCO <sub>2</sub> eq/년)		
	중앙값	최 저	최 고	중앙값	최 고	최 저	중앙값	최 고	최 저
유 안	0.12	0.020	1.50	1	16	0.2	110	1,375	18
요 소	0.11	0.070	1.50	47	639	30	3,963	54,047	252
복합비료	0.11	0.001	6.84	49	3,055	0.4	4,154	258,289	38
계	□□	□□	□□	97	3,711	30.5	8,227	313,712	2,578

주 : 농업기술연구소(1994), 에너지경제연구소(1994)를 참조하여 계산함.

<표 4> 가축의 배설물의 유기성분에 따른 N<sub>2</sub>O의 연간 배출량

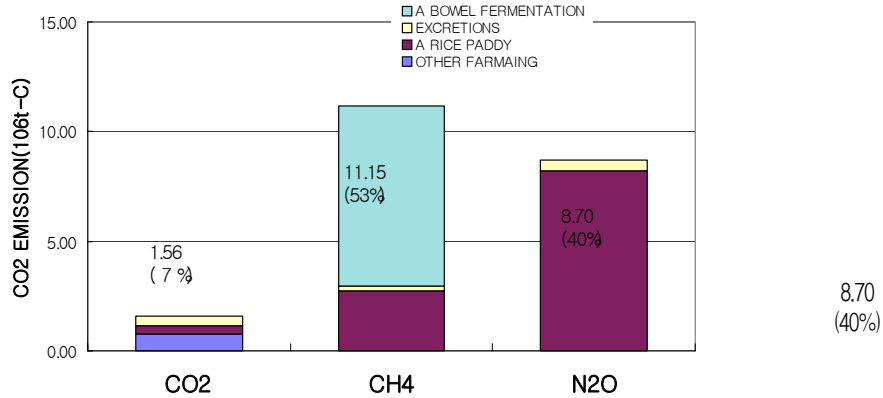
구 분	사육두수 (만 마리)	평균 분뇨 발생량		질소 함유량		질소 발생량 (10 <sup>3</sup> tN <sub>2</sub> O/yr)	CO <sub>2</sub> 발생량 (10 <sup>3</sup> tCO <sub>2</sub> eq/y)
		분(kg/d)	뇨(kg/d)	분(%)	뇨(%)		
젖 소	50	21.9	11.1	0.4	0.8	3.20	274.2
한 우	162	12.7	3.6	0.4	0.8	1.50	123.7
돼 지	453	2.4	4.0	1.0	0.5	0.80	68.3
가금류	7,519	0.14	□□	2.0	□□	0.05	4.2
합 계						5.56	470.4

주 : 유덕기, 가축분뇨의 공동이용과 환경친화적 적정사육 두수(1997).

가축기술협회, 축산에 있어서 온실효과 가스의 발생제어 제3집(1998)의 자료로부터 계산.

이상에서 배출요인별 배출량 추정결과를 가지고 이산화탄소 환산계수를 곱하여 구한 이산화탄소 배출량은 <그림 2>에서 알 수 있는바와 같이 2,140만tCO<sub>2</sub>이다. 그 결과 이산화탄소는 기타농업부문에서 773천tCO<sub>2</sub>, 수전에서 356천tCO<sub>2</sub>, 가축분뇨에서 432천tCO<sub>2</sub> 배출되었고 메탄에 의한 이산화탄소 환산 배출량은 수전에서 2,749천tCO<sub>2</sub>, 가축분뇨에서 233천tCO<sub>2</sub>, 장내발효에 의한 것이 8,165천tCO<sub>2</sub>이다. 아산화질소의 경우는 수전에서 8,227천tCO<sub>2</sub> 배출되고 가축 배설물의 유기물에서 470.4천tCO<sub>2</sub> 배출되고 있다.

또 농축산업 전체에서 배출된 온실효과 가스 배출량 중 CO<sub>2</sub>에 의한 것이 7%, 메탄에 의한 요인이 53%, 아산화질소에 의한 요인이 40%인 것을 알 수 있다. 그리고 이러한 농축산분야의 총 온실가스 발생량은 화석연료에 의한 산업전체 배출량의 약 31.8%에 해당한다.



주 : CH4, N2O는 이산화탄소 기준으로 환산한 것임.

<그림 2> 각 가스의 환경부하 배출강도 내역

2) 화석연료의 연소에 의한 배출(CO2) 요인

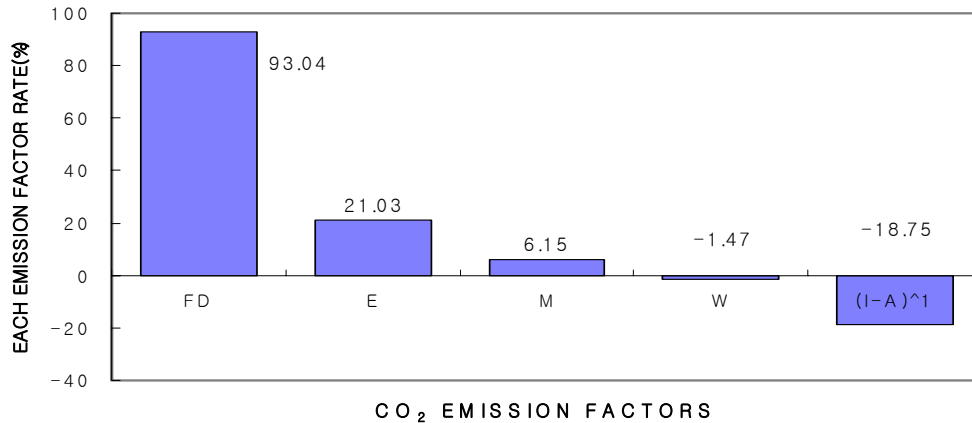
1985년과 1990년 사이의 이산화탄소 배출변화의 요인을 보면 <그림 3>에서 보는 바와 같이 최종수요에 의한 것이 93.04%로 배출량 변화에 가장 큰 기여를 하고 있다. 그 다음이 수출에 의한 기여가 21.03%이고 수입대체가 6.15%의 기여를 하고 있다. 이상 3요인은 배출량 증가에 기여하고 있다. 배출계수와 기술변화에 의해서는 □□1.47%와 □□18.75%를 나타내었다. 즉, 이산화탄소 배출을 삭감하는데 기여한 것이 배출계수와 기술변화라고 할 수 있다.

바꾸어 말하면 분석기간 중에 있어서는 우리나라 산업부문의 기술변화가 농업분야의 이산화탄소 배출 삭감에도 많은 기여를 하고 있다고 볼 수 있으며 농업부문의 배출계수는 분석기간 중 그렇게 많은 변화를 가져오지 않았다고 할 수 있을 것이다.

그런 의미에서 향후 배출계수에 의한 정책을 고려해야 할 것이다. 예를 들면 석탄과 증유 혹은 경유와 휘발유 등의 석유제품소비를 줄이고 도시가스나 LPG 등의 연료로 대체한다거나 농업부문에서 발생하고 있는 메탄가스를 재이용할 수 있는 에너지 절약에 관한 노력을 해야 할 것이다. 이러한 에너지 대체에 의한 삭감이 아닌 에너지 효율을 향상시키는 데에도 한층 힘을 기우려야 할 것이다.

이상에서 요인분석에 대한 결과를 살펴보았지만 일반 산업부문과 같이 요인분석의 해석이 선명하다고는 할 수 없지만 이상의 결과만으로도 정책적 대안 마련에 시사하는 점이 많다고 할 수 있겠다.





<그림 3> 화석연료 사용에 의한 CO<sub>2</sub> 배출요인

### 3) 이산화탄소 배출 억제 대책

아직 우리나라의 의무 저감량이 책정되지 않은 상태에서 영향의 정량적 분석은 어렵다. 그렇기 때문에 의무 저감량을 가지면 선진국의 경험을 통하여 국민경제 전반에 걸쳐 많은 영향을 미친다고 하는 일반적인 인식을 공유하는 전제하에 이산화탄소의 저감 대책을 농업부문을 중심으로 정리해 보고자 한다.

이산화탄소의 배출은 기존의 산업구조 특성과 많은 상관관계를 가지고 있다. 그리고 산업구조 정책에 따라서 앞으로의 배출특성 또한 변한다고 할 수 있겠다. 그렇기 때문에 새로운 전망에 따른 온실가스 배출특성에 따라 대응정책 마련이 필요하다. 우리나라의 전망으로는 에너지 및 산업공정부문의 비중이 절대적이며 폐기물에서의 온실가스 배출비중이 점증하고 있고 농업부문의 배출량이 증가, 산림분야에서의 흡수기능이 저하하고 있다<sup>14)</sup>.

그리고 조금은 오래된 연구결과이지만 1990년 배출된 이산화탄소를 기준으로 2% 삭감을 1995년의 이산화탄소 배출량에 적용시, 이산화탄소 배출량을 기준으로 전 산업에 일정비율로 규제한 경우 농업부문의 총 부가가치가 약 12% 감소했다. 그리고 같은 기준으로 이산화탄소 배출 유발계수 기준으로 본 경우는 무려 57% 감소했다.

#### 가) 대책의 기본방향

기후변화협약에 따른 의무부담과 관계없이 온실가스 저감에 최대의 노력을 경주함으로써 대기오염을 획기적으로 개선하고 국제사회에서 응분의 역할을 분담하고 매년 온실가스 배출현황을 분석하고 장기전망을 수정·보완하여 이에 적합한 대책

14) 한국에너지경제연구원, UN 기후변화협약에 의거한 대한민국 국가보고서, 1998.

을 발전시킨다는 것이 국가 기본방향으로 설정되어 있다. 농업부문도 마찬가지로 시급히 그 세부계획을 마련하여 구체적으로 추진해야 할 것으로 본다.

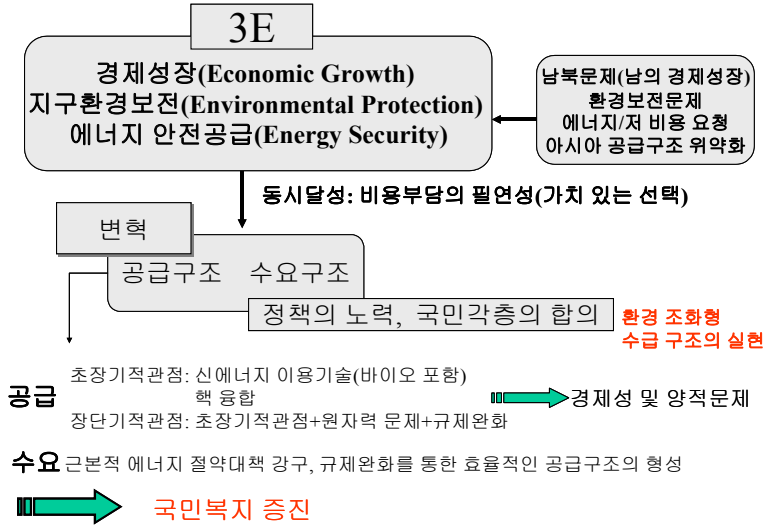
농업부문에서 온난화가스의 배출은 화석연료의 소비로부터 발생하는 이산화탄소와 농업 고유의 성격에서부터 배출시키는 메탄가스, 그리고 비료사용에 따른 아산화질소가 대부분이다. 이들 온난화가스 배출에 대한 대책으로 국가보고서에서도 아산화질소에 대한 대책은 개론적 언급조차 없는 것이 우리의 실정이다.

그나마 다행인 것은 이러한 산업별 구체적 대책이 제대로 추진되고 있지 않음에도 국가 에너지 장기계획은 이러한 경제성장과 환경정책(기후변화협약과 관련한 포괄적 의미의 환경정책), 그리고 에너지 정책을 입안하고 있고 추진 중에 있는 것으로 알고 있다.

에너지 장기정책은 <그림 4>와 같이 그 최종적인 목표가 국민복지 증진에 있다. 그리고 그 정책의 골격에는 경제성장과 지구환경보존 그리고 에너지 안전공급이라는 3대 축이 동시에 달성될 수 있도록 설정하고 정책을 유도하고 있다. 이러한 정책은 곧 농업부문의 공급에너지에 가격 전환되고 수량적 측면에서 영향을 미칠 것이고 결국 농업행정부서에서도 그 대응책을 수립하지 않을 수 없을 것이다.

이와 같은 맥락에서 기본적인 농업부문 고유의 온난화가스 배출의 저감 방안과 화석연료의 소비에 의한 배출 저감을 위한 대응책을 검토하고 그러한 정책의 궁극적인 목표는 지속 가능한 농업에 있어야 한다는 것을 주장하고자 한다.

먼저 농업 고유의 문제로부터 발생하는 메탄과 아산화질소의 배출 저감 방안에 대하여 구체적으로 살펴보기로 한다. 이것은 기후변동에 관한 정부간 파넬(Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC)이 권고하는 저감 방안을 기본으로 하고 IPCC가 계산한 저감 가능량의 비율을 한국에 적용한 경우 어느 정도 저감 가능한가에 대해서 살펴보고자 하는 것이다.



<그림 4> 에너지 장기 기본계획

나) 미량 온실효과 가스의 저감방안 검토

온실효과 가스의 저감에는 토지변동과 관리(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), 농지이용과 관리(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), 식물고정 연료(CO<sub>2</sub>), 가축 배설물 등의 재이용(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), 축산(CH<sub>4</sub>), 수전 농업시스템(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), 작물 영양관리(CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), 전 질소 투여의 최소화(CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) 등을 생각해 볼 수 있다. 이러한 옵션에 대하여 IPCC의 메탄, 아산화질소의 저감 추정량을 기초로 우리나라의 저감 가능량을 계산한 것이 <표 5>, <표 6>이다<sup>15)</sup>.

15) 윤성이·유덕기, 농축산분야에 있어서 온난화 영향평가 및 요인분석, 한국유기농업학회지, 제8권 제2호, 2000.6.

<표 5> 가축의 내장, 분뇨 및 수전에서의 메탄 저감기술별 삭감 가능량

내역	저감기술	저감가능비율	저감가능량(10 <sup>3</sup> t□□C)
가축	사료와 양분 밸런스의 개량	17(7□□24)	1894(668□□2675)
	사료소화 능력의 증강	1(1□□2)	)
	생산□□증가약품	1(1□□4)	111(0□□222)
	동물의 유전자의 개량	□□	111(0□□445)
	재 생산 효율의 개량	□□	□□ □□
가축 배설물	피복된 저류장	2(1□□5)	222(111□□445)
	소규모의 분해시설	1(0□□1)	111(0□□111)
	대규모의 분해시설	□□	□□
수전	물 관리	3(2□□7)	334(222□□668)
	양분관리	7(2□□10)	668(111□□1114)
	신 품종과 타 품종의 경작관리	3(2□□7)	334(111□□668)
총계			3785(1223□□6348)

주 : 저감 가능량은 중간(최소□□최대)를 나타내고, 비율은 IPCC 보고서로부터 추정.

이상에서 미량 온실효과 가스의 저감 가능량을 계산한 결과 메탄이 3,785천 t□□C, 아산화질소가 1,668천t□□C로 총 5,453천t□□C이었다. 이러한 저감 가능량은 우리나라의 농축산업에서 배출하고 있는 총 배출량의 25.5%에 달하고 미량 온실효과 가스 배출량의 27.5%에 달하는 수치이다. 또 메탄 배출량에 있어서는 33.95%, 아산화질소의 배출량에 대해서는 19.17%에 달하는 수치이다. 이러한 저감 가능량은 IPCC가 제안한 저감기술을 그들 기술에 대한 포텐셜로부터 계산한 것이다.

그리고 이러한 기술 이외에도 메탄의 에너지화를 통하여 화석에너지의 삭감분을 계산한다면 더욱 큰 수치를 제공할 것이다.

<표 6> 화학비료와 질소비료 이용방법의 개량에 따른 N2O의 저감 가능량

기술	삭감가능비율(%)	삭감 가능량(10 <sup>3</sup> tCO <sub>2</sub> e)
1) 작물 요구량에 맞춘 질소량 * 필요한 질소량의 토양/작물 진단 * 최적 시비계획	7.8	591
2) 질소순환의 관리 * 작물생산에 있어서 퇴비의 재 이용(축산□□작물생산 복합 시스템) * 작물잔사 질소의 유지	4.0	347
3) 새로운 시비 기술의 활용 * 새로운 기능성 비료의 활용 * 硝化억제제의 활용	4.2	365
4) 최적경작/관개/배수	4.2	365
합 계		1,668

주 : 저감가능 비율은 IPCC 보고서의 계산결과로부터 추정된 것임.

이상에서 기후변화협약과 농업부문의 영향, 그에 대한 국내대책에 대하여 개략적 설명을 하였다. 다음 장에서는 바이오매스의 자원적 특성과 우리나라 농업부문에 있어서의 기후변화협약과 관련한 제 현상에 대하여 자세하게 살펴보기로 한다.

### 36. 바이오매스의 자원적 특성과 농업의 현상

#### 가. 바이오매스의 자원적 특성

##### 1) 바이오매스의 생산과 이용

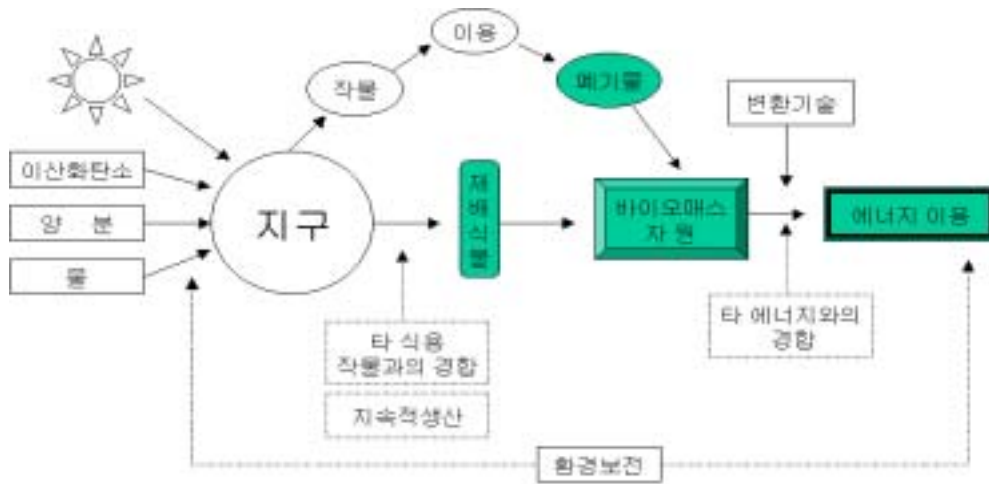
지구상에서 생산되는 바이오매스의 대부분은 육상에서 생육하는 식물이다. 이들 연간 재 생산량의 범위 내에서 바이오매스를 이용한다면 지속적으로 이용 가능한 량이 된다. <그림 5>는 바이오매스 생산으로부터 에너지이용에의 흐름을 나타낸다.

태양에너지, 이산화탄소, 물, 양분을 근원으로 해서 지구상에서 식물체가 생산된다. 일부분은 재배식물로서 그대로 바이오매스 자원으로 된다. 또 일부분은 작물로서 식료와 음료 등에 이용되는 것 중 폐기물로서 배출되고 이것도 바이오매스 에너지 자원으로 된다. 이중 바이오매스 에너지 자원에는 재배작물과 폐기물 2종류가 있다.

더욱이 중요한 것은 바이오매스를 에너지로 이용하기 위해서는 특별한 변환기술이 필요하다. 목탄과 같이 건조시켜서 직접 연소하는 것과 같이 간단한 변환기술도 있지만 미생물을 이용한 발효처리와 물리화학처리 등 복잡한 변환기술도 있다.

바이오매스의 이용기술에는 <그림 5>의 경합부분에서 나타나는 것과 같이 어느 정도의 제약이 있다. 그 하나는 에너지작물과 식용작물과의 경합 문제이다. 세계인구에 비해서 식물은 부족하고 식료생산은 우선되어야 한다. 다음으로 지속적 생산의 유지가 중요하고 그렇게 하기 위해서는 전술한 것과 같이 바이오매스의 재생

량과 균형적 이용을 유지할 필요가 있다. 세번째는 에너지 이용에 있어서 다른 에너지와의 경합적 우위 문제이다. 그리고 네번째는 전체적인 환경적 관점이 중요한 문제이다. 구체적으로는 바이오매스 생산이 자연 파괴와 연결되지 않아야 한다는 것과 변환기술이 환경오염에 연결되어서는 안된다는 것에 주의하여야 한다.



<그림 5> 바이오매스의 생산과 이용 및 제약조건

## 2) 에너지로 이용 가능한 바이오매스의 종류

에너지로 이용할 수 있는 바이오매스의 종류는 <표 7>과 같다. 이것은 <그림 5>에서 이미 서술한 바와 같이 재배식물과 폐기물로 크게 나눌 수 있다.

<표 7> 에너지 이용 가능한 바이오매스의 종류

종 류		주요 화학성분		
재배식물	당 질 작 물	사탕수수, 서류	당, 전분	
	유 료 작 물	해바라기 등	油脂(그리세라이드)	
	석 유 식 물	유카리	탄화수소, 精油	
	수 생 식 물	海藻	多糖類	
	목 재	신탄 목탄	세룰로스, 리그닌 탄소	
폐 기 물	농 업 폐 기 물	作物殘渣	세룰로스	
		폐프라스틱	염화비닐, 포리에틸렌	
	임 업 폐 기 물	殘材	세룰로스, 리그닌	
		쓰 레 기	종이	세룰로스
			프라스틱	프라스틱
	生쓰레기	세룰로스, BOD		
	산 업 폐 기 물	오수, 동식물성 잔사	BOD, 세룰로스	
하 수		BOD		
축 산 폐 기 물	가축분뇨	BOD, 세룰로스		

#### 가) 재배식물

- (1) 당질작물 : 당질작물에는 다량의 당과 전분이 포함되어있다. 이들을 알콜발효에 의하여 에탄올로 변환하고 액체연료로서 이용할 수 있다. 당질작물은 식료와 크게 경합한다. 그렇기 때문에 당질작물을 바이오매스로 사용하려고 할 때는 이러한 경합성을 잘 고려한 상태에서 결정해야 한다. 우리나라에서는 서류정도가 재배되는 정도이다.
- (2) 油料작물 : 식물의 油脂는 발열량이 9,000kcal/kg 전후로 상당히 높고 디젤기관의 연료로서 유망하다.
- (3) 석유식물 : 석유식물이라고 하는 것은 광합성의 연구에서 노벨상을 수상한 카르빈 교수가 제창한 명칭이다. 라텍스를 생산하는 토우다이구사과의 식물 (Euphorbia spp.)로 대표된다. 라텍스에는 약 20%의 탄화수소가 포함되어 있고 발열량이 9,800kcal/kg으로 상당히 높다. 또 다른 하나의 식물은 유카리의 식물이다. 유카리는 오스트레일리아가 원산으로 성장이 빠르고 코아라의 식료로서 유명하다. 유카리의 잎에 포함되어 있는 유카리유(精油)는 향기가 있고 식품의 향료와 의약품의 원료 등으로 이용되고 있지만 발열량(9,500kcal/kg)과 옥탄가(약100)가 높기 때문에 내연기관의 연료로서 가능성이 높다.
- (4) 수생식물 : 수생식물인 Eichhorbia crassipes와 海藻 등은 수분을 많이 포함하기 때문에 메탄발효에 따라서 메탄가스를 생산하고 에너지로 이용할 수 있다.
- (5) 목재 : 목재의 에너지이용은 옛날부터 사용되어져 오고 있는 신탄과 목탄의 이

용법이 주이다.

나) 폐기물

- (1) 농업폐기물 : 농업폐기물의 대표적인 것이 작물수확 殘渣이다. 그리고 또 하나는 하우스 등에 이용되는 폐 플라스틱 필름이다. 바이오매스의 개념으로부터는 벗어나는 것일지 모르지만 발열량이 11,000kcal/kg으로 상당히 높은 수치를 가지고 있다.
- (2) 임업폐기물 : 목재 제조때의 폐기물로서 樹皮가 대표적으로 주로 堆肥로 이용되고 있다.
- (3) 쓰레기 : 쓰레기의 대부분은 소각처리 되고 있다. 그러므로 소각시설의 余熱을 유효 이용하는 것이 대단히 중요하다. 이용방법으로는 쓰레기발전, 난방, 給湯 등이 있다.
- (4) 산업폐기물 : 가연물의 나무 조각과 종이, 유기함유량이 많은 동식물성 殘渣, 그리고 汚泥 등이 에너지로서 자원의 가능성을 가지고 있다. 나무 조각이나 종이는 직접연소가 가능하지만 동식물성 잔사는 수분이 많기 때문에 메탄발효 또는 퇴비화에 의해서 에너지로 이용된다.
- (5) 하수 汚泥 : 하수 오니의 일부는 메탄발효(혐기성 消化)에 의해서 에너지로 회수되고 처리시설 내에서 이용되고 있는 예가 많다.
- (6) 축산폐기물 : 축산업으로부터 배출되는 축산 분뇨량은 많은 예산을 투자하여 처리하고 있음에도 심각한 공해문제를 일으키고 있다.

나. 에너지 변환방법과 바이오매스와의 관계

변환방법은 고체연료로서의 직접이용, 액체연료 또는 가스연료로 변환해서 이용하는 3가지 방법으로 크게 나누어 볼 수 있다.

1) 변환방법

가) 고체연료로서의 이용

직접연소는 비교적 건조하고 저위발열량이 2000kcal/kg 정도의 바이오매스에 적용된다. 고체연료로는 취급하기 어려운 면도 있지만 변환코스트가 싸기 때문이다. 수분이 60%정도인 것은 콘포스트화에 따르는 발열량을 이용한다.

나) 액체연료에의 변환

석유위기는 액체연료의 생산을 목적으로 한 변환기술이 주목되어 왔다. 석유식물과 알콜발효 등이 대표적인 예이다.

다) 가스연료에의 변환

메탄발효는 수분이 95%전후의 슬러지 상태로 BOD를 많이 포함한 바이오매스로부터 메탄가스를 생산하는 방법이다. 열분해 가스화는 수분이 20%이하의 바이오매스를 열분해하여 가스를 생산하는 방법이다.



## 2) 바이오매스의 에너지 이용의 잇점과 문제점

### 가) 잇 점

바이오매스는 태양에너지로부터 재생되는 것이기 때문에 그 생산량의 범위 내에서 이용한다면 재생 가능한 자원으로의 잇점이 있다. 대기중의 이산화탄소를 고정하여 식물체를 생산하기 때문에 바이오매스를 사용하여도 화석에너지와 같이 대기중의 이산화탄소 농도를 높이지 않는 잇점이 있다. 또 석탄과 같이 중금속과 유해 원소를 포함하지 않고 있다는 점도 장점이다. 그 외에도 화석에너지와 같이 산출지가 한정되는 일이 적고 태양에너지가 있는 곳이면 어느 곳이건 그 지역에 맞는 바이오매스가 생산 가능한 것과 폐기물의 처리, 이용과 관련지어 에너지 이용이 가능하고 에너지 절약, 자원절약, 환경보전의 관점으로부터도 잇점을 들 수 있을 것이다.

### 나) 문제점

첫째로 에너지의 발생량이 적은 점이다. 단위 면적당 에너지 생산량을 보면 화석 연료에 비하여 극히 낮은 생산성을 보이고 있다. 따라서 바이오매스의 에너지 생산성은 대단히 낮고 현대의 소비구조를 충족시킬 수 있는 에너지로 평가받기에는 많은 문제점을 내포하고 있다. 두번째로 바이오매스의 수집과 에너지 변환에 드는 비용이 대단히 높다. 또 변환기술도 결코 효율이 좋다고 만은 할 수 없고 더욱이 시험연구의 발전을 필요로 하고 있다. 세번째로 식물체가 주요한 바이오매스이기 때문에 기후와 환경변화 등에 생산량이 좌우된다. 네번째로 식료생산과 경합하고 있다는 점을 들 수 있다. 물론 가축분뇨와 같은 것은 가축생산물과는 보완재의 관계에 있지만 재활용 되지 못하면 오히려 생산 비용을 증가시켜 압력을 가하는 요인으로 작용되는 경우가 많다.

## 37. 농업자원의 유효이용 방안

### 가. 메탄발효가스의 유효이용

축산분뇨로부터 자원화해서 에너지로 전환할 수 있는 양은 <표 8>에서 알 수 있는 바와 같이 돼지 12,000두 규모의 배출분뇨로 200kW의 발전출력(일반가정의 전기 소비를 기준으로 하면 약 30가구에 공급 가능량)을 가진 연료전지를 가동할 수 있다고 한다면 축산분뇨로부터의 에너지 변환 가능 포텐셜은 대단한 것이라 할 수 있다. 물론 여기서는 성분의 차이 그리고 가축종류별 발열량의 차이 등으로 인하여 정확한 수학적 수치는 제시하지 않지만 직관적으로 충분히 에너지원으로 활용가능한 양이라고 하는 것은 짐작되리라 생각한다.

농업자원의 유효이용 방안이라고 함은 서론에서 설명한 바와 같이 지속가능한 농업의 문제에 관한 인식 하에 메탄가스의 유효이용과 배설물로 인한 환경오염의 저감 및 그 이용을 의미한다. 각 농업생산, 특히 축산업에서 발생하는 온실효과 가스

를 유효하게 이용할 수 있는 시스템 개발방안을 본 장에서는 제시해 보고자 한다. 특히, 메탄발효가스의 연료전지 발효시스템의 실용화에 관한 방안을 그 대상으로 하고자 한다.

이 시스템은 미 이용자원(메탄가스, 분뇨)의 활용, 청정발전(연료전지 발전)의 실시 및 배수의 정화라고 하는 농축산 분야에 기인하는 각종의 문제를 해결하기 위한 종합시스템으로 정의할 수 있다. 이 시스템의 종합적 분석을 위해서는 각 지역에 있어서 에너지 수급상황 및 자원이용의 현상을 파악하고 이하의 절에서 설명하는 시스템을 보급하는데 필요한 요건을 검토해야 한다. 그렇지만 본 연구에서는 그러한 세부적인 시스템 도입을 위한 F/S는 다음 연구과제로 남겨둔다.

따라서 향후 이러한 시스템을 적용하여 실용화하기 위해서는 메탄발효기술, 연료전지 발전기술, 배수처리기술 및 비료화기술 등의 개별기술 및 시스템 전체의 최적 조합과 보급요건의 검토가 주요한 내용이라고 할 수 있겠다.

본 절에서는 이러한 방안을 도입하는데 있어서 어떠한 기술적 문제를 해결해야 하고 앞으로 검토 혹은 조사해야 할 항목은 어떠한 것이 있는가에 대해서 검토하고자 한다.

<표 8> 가축의 사육현황과 가스의 배출량

가 축 종 류	A 사 육 두 수 (1,000마리)	B 분뇨분해 배출계수 (CH <sub>4</sub> kg/두/년)	C 분뇨분해 배출량 (CH <sub>4</sub> /년)	탄소 배출량 (t□□C/년)
				D=C * 환산계수
젓 소	493	7	3,451	19,765
젓 소(제주)	3	16	48	275
한육우	31,566	1	1,566	8,969
한육우(제주)	29	1	29	166
면 양	2	0.10	0	0
면 양(제주)	1	0.16	0	0
산 양	207	0.11	23	132
산 양(제주)	3	0.17	1	6
말	2	0.10	3	17
말(제주)	2	0.60	4	23
돼 지	4,310	1	4,310	24,685
돼 지(제주)	85	4	339	1,942
가금류	76,725	0.012	921	5,275
가금류(제주)	637	0.018	11	63
계			10,712	61,351

자료 : 윤성이 · 유덕기, 한국유기농업학회지 제7권 제1호 “LCA수법을 이용한 농축산분야의 온실효과 가스의

정량적 평가”, 1998.12.

나. 메탄발효가스 유효이용의 개별기술

1) 기술검토

가) 메탄발효기술

- 가스발생량, 가스성분 변동에 적응 가능한 발전기술을 연구해야 한다.
- 발생가스 비율을 높이기 위해 발효조 가온 기술을 연구하고 메탄가스 발효장치에의 연료전지 배열이용기술을 연구해야 한다.

나) 연료전지 발전기술

- 한국에 있어서 연료전지의 운전, 보수방법의 최적화를 고찰해야 한다.
- 검토지역의 바이오매스 가스 발생원을 조사하고 가스발생 장치와 연료전지를 종합한 발전시스템의 개념 설계인 검토지역에 적합한 연료전지 적용형태의 연구가 선행되어야 한다.
- 타 전원과의 연계(계통문제를 포함) : 태양광 발전시스템과 기동용 발전기 등을 포함한 다른 전원과의 계통연계의 가능성을 연구해야 할 것이다.
- 연료전지 배열의 유효이용 : 근린 주민과 열필요 재배단지에서의 열공급 등 배열의 유효이용 방법, 보급요건을 연구해야 한다.

다) 배수처리 기술

- 수 처리 기술 : 현재 개발되어 가동 중에 있는 기술 중에서 연료전지 발전량의 최적화를 고려해서 방류 가능한 수 처리 기술 중 전력의 최소 소비를 달성할 수 있는 연구를 해야 한다.

라) 비료화 기술

- 호기성 발효 프로세스의 고 효율화 : 비료 효율이 높은 콘포스트를 고효율로 제조할 수 있는 조건을 연구한다.
- 콘포스트의 유효이용 : 농지환원에 의한 지력 향상을 위한 조건을 충족할 수 있는 콘포스트의 연구가 필요하다.
- 유기질 비료의 토지환원 최적 양과 토지에의 환원을 위한 기계개발을 연구

마) 전체시스템의 최적 조합

- 전체시스템의 최적조합 : 전체시스템을 안정되게 운전하고 최대 유효이용전력을 얻기 위한 조건을 연구
- 메탄발효기술, 연료전지발전기술, 배수처리기술, 비료화 기술을 각 방식으로부터 최적조합을 선정해서 System Up을 기할 수 있는 연구

2) 시스템 보급요건의 검토

- 검토지역에 있어서 축산 배설물의 각종 통계조사(축산배설물에 의한 재생가능자원의 상황)

- 검토지역에 있어서 축산의 배설물의 밸런스(배설물과 재이용의 비율)의 과제 검토
- 검토지역에 있어서 환경문제, 수질에 관한 환경문제
- 농축산업에 있어서의 에너지 소비조사
- 메탄발효가스 연료전지 발전시스템의 실용화와 그 보급요건의 검토(자연적 요건, 환경적 요건, 경제적 요건, 사회적 요건)

### 3) 연구개발의 목표

금후 연구개발을 하는데 있어서의 최종목표는 아래와 같은 내용에 중점을 두어야 한다.

- 검토지역에 있어서 에너지수급 및 바이오에너지 자원이용의 현상을 파악하고 농업의 지속 가능한 발전을 위한 시스템 구축(제로 폐기물 : 에코 농축산업)을 실현한다.
- 검토지역에의 메탄가스 연료전지 발전시스템 보급을 위한 지식을 습득한다.
- 시스템의 실용화에 관련된 엔지니어링 노우하우를 축적한다.
- 시설의 안전운전을 실증하고 유효이용 가능한 전력량과 열량을 파악한다.
- 발생가스의 연료전지에의 적합성을 검증하고 설비의 최적조합을 확립한다.
- 연구설비의 정비 : 메탄발효설비, 연료전지발전설비, 배수처리설비, 비료화설비 및 부대설비를 포함한 종합시스템을 설치하고 가동시킨다.

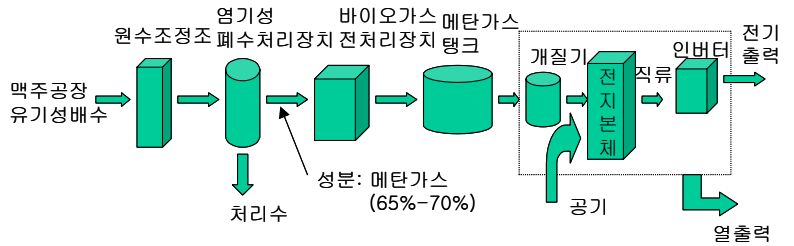
### 4) 연료전지 적용의 구체적 사례

여기서는 연료다양화의 사례소개로서 식품공장의 배수로부터의 바이오가스 반도체 세정용 메탄올 다이옥신 발생을 대폭 억제한 쓰레기 熔融爐로부터의 쓰레기 가스, 화학공장 등에서 발생하는 부생수소를 이용한 시스템 구성에 대해서 설명한다. 이와같이 연료전지 시스템은 다양한 가스를 원료로서 사용하는 것이 가능하지만 연료처리 하부 시스템은 이들 사용연료의 종류에 따라서 구성도 일부 달라진다. 순환사회로의 전환에 대한 욕구로부터 이와 같은 연료다양화 시스템은 금후 더욱 도입될 수 있을 것으로 기대한다.

(1) 식품배수로부터 얻어진 바이오 가스의 유효이용 : <그림 6>은 시스템 전체 구성의 한 모델이다. 전력과 열의 생산이 가능하고 폐기물 발전에 따른 리사이클의 추진과 에너지 사용량의 저감에 기여할 수 있는 모델이라고 할 수 있겠다. 이 모델은 직접 농가와는 큰 관계가 없겠지만 식료라고 하는 차원에서 생각하면 때로는 무시할 수 없는 부분이기도 하다.

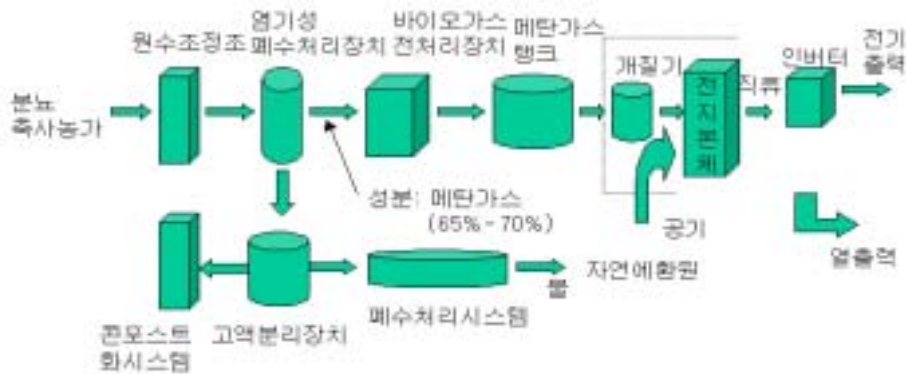
(2) 메탄올 이용 : 리사이클 시스템에 따른 자원의 유효활용과 에너지 안전보장의 향상, 경제적 이익증대와 같은 요인에 의하여 도입이 기대된다.

(3) 쓰레기처리 熔融爐 가스의 이용 : 쓰레기 폐기물의 유효이용과 쓰레기를 연료로 하는 폐기물발전 시스템의 실현을 도모한 것이다.



<그림 6> 바이오 가스이용의 사례

(4) 가축분뇨 消化가스 이용 : <그림 7>은 시스템 전체의 구성을 나타낸 것이다. 가축 등의 분뇨로부터 회수되는 소화가스의 유효이용, 온실효과가스의 삭감, 토양 오염방지 등의 효과를 볼 수 있다.



<그림 7> 메탄발효가스 대응기의 구성

5) 농업부문의 종합적 대책에 관한 제언

이상에서 농업분야의 각종 현황과 온실효과가스 등에 관하여 분석하였다. 여기서는 이러한 제반 여건을 감안한 종합적 대책에 관한 특히 기술적 저감 방안에 대하여 정리하는 것으로 한다(<표 9> 참조).

종합적 대책이라고 하는 것은 지속적 발전 가능한 농업을 위한 대책이고 이것은 곧 기후변화협약에 대응하기 위한 온난화가스의 저감 방안을 효율적으로 추진함으로써 가능하다는 것을 의미한다. 특히 이러한 방안은 에너지 절감과 온난화 가스 저감, 국제협약에의 대응이라는 3가지 축을 동시에 달성함으로써 농업환경의 정비,

궁극적으로는 농업경쟁력 향상으로서 농업소득의 증대에 있다고 하겠다.

<표 9> 농업부문에 있어서 기후변화협약 대응방안

대 응 방 안	구 체 적 내 용
에너지 획득 증대 기술의 개발	1) 광합성 효율이 높은 유량품종의 육성 2) 미생물의 이용 등에 따른 질소 고정의 증대 3) 생산환경의 제어 기술의 향상 4) 환경 스트레스, 병충해 저항성 품종의 육성
자원의 순환이용 <획득에너지(유기물)의 유효이용>	1) 유기물 리사이클 시스템의 고도화 (농약, 도시의 폐기물의 사료화, 비료화 등) 2) 가축분뇨 등의 가스화 이용 3) 유통, 가공, 소비과정의 로스 및 품질저하의 감소
화석에너지 소비의 삭감	1) 농업기계시설의 에너지 효율의 개선 2) 농업기계, 비료, 농약제조에 있어서 에너지 효율의 개선 3) 농업기계화 등 내구자재의 내구성의 향상 4) 발전소 등 온·배수의 활용(특히 원자력 등) 5) 액화가스의 냉열 이용 시스템의 개발과 보급
자연에너지의 활용	1) 태양, 풍력, 지열, 수력에너지의 활용 2) 생물에너지의 활용
에너지 소비 시스템의 종합적 개선	1) 적지적작의 장려 시행 2) 작물재배 체계의 개선 3) 종합방제법의 도입 4) 지역 에너지의 소비 시스템의 개선

이상에서 농업부문의 자원을 어떻게 유효하게 사용할 것인가에 대하여 살펴보았다. 농업에 있어서 에너지가 생산비에 미치는 영향을 최소화하고 기후변화협약

과 관련한 온난화 가스의 배출량 억제를 위한 방안으로서 생물에너지의 유효한 이용이라는 방책에 대해 살펴보았다.

이러한 방책은 지속가능한 발전이라는, 비단 농업문제만이 아니고 인류사회 전체의 대명제로 부각된 과제에 대한 한부분의 방안이라고 해도 과언은 아닐 것이다. 앞으로 우리의 생산과 소비체제는 이러한 지속 가능한 차원의 시스템으로 유도 발전되어야 할 것이다.

바이오매스의 문제점에서 지적된 경합과 한계점 등이 바로 지속 가능한 발전의 범위 혹은 한계가 아닌가라고 생각할 수도 있을 것이다. 물론 이러한 바이오매스 이외에도 태양열, 지열, 풍력 등 각 지역에 맞는 에너지 시스템이 개발 보급되고 그러한 청정에너지가 확대됨으로써 지속 가능한 발전의 한계(범위)는 보다 확장될 수 있을 것이다. 따라서 본문에서 제시한 바이오의 유효이용은 어떤 의미에 있어서는 야구에서 말하는 중간투수 요원이지 궁극적인 의미인 마무리 투수로까지의 자리 매김은 어려울 것이다. 이러한 중간투수의 역할이 환경적 차원에서 아직도 자연의 용량이 충분할 때는 안심하고 투입할 수 있지만 그렇지 못할 때는 기술적 이노베이션이 동반하지 않으면 마무리 투수의 등장이란 없을 것이다.

한시라도 빨리 지속 가능한 농업시스템을 개발하고 보급해야 한다. 본문의 가축분뇨의 유효이용은 이러한 관점에서 시급히 현지조사나 도입에 따른 편익비용 분석, 그리고 에너지 전환 가능한 표텐셜, 도입을 위한 법률적 문제, 도입의 촉진을 위한 보조적 정책 등에 대한 연구가 이루어져야 할 것이고 산업, 정부, 연구기관이 일체가 되어 추진하여야 할 것이다.

## 제5절. 기타

### 38. 광역친환경농업단지 사업의 내용<sup>16)</sup>과 확대

광역친환경농업단지 조성사업은 지역순환의 내용을 확대하여 광역화한 것이다. 앞에서 개발한 지역순환의 개념을 현실에서 적용하게 되면 다음의 광역친환경농업단지조성사업과 같은 형태로 나타낼 수 있다. 그러면 이하에서는 광역친환경농업단지 조성사업의 기본적인 내용과 이를 토대로 실제 사업에 적용하고 있는 사업계획서를 일부분 기술한다.

#### 가. 사업모형의 기본내용

- 경종과 축산이 유기적으로 연계하여 자원순환농업이 가능한 사업형태를 가지고
- 지역여건과 영농구조를 감안하여 사업모형을 설정하고 각 사업주체가 지역 특성에 적합한 사업모형을 선택하여 사업계획서를 광역단지에 적합한 형태로 수립한다.
- 이 사업계획서에서는 논·밭·시설원예·축산 등 영농 구조별 적정 양분 공급을 위한 시설물 배치모형을 설계해야 하고
- 광역친환경농업단지의 성공적 추진을 위한 각 모형의 시설별 운영주체 및 운영방법의 지침과 조례를 수립하여야 한다.

#### 나. 단지 모형

##### 1) 유형별 분류

논과 밭의 재배 면적에 따라 분류하는데

- 논 중심 : 논 면적이 70% 이상인 지역을 말하며
- 밭 중심 : 재배 면적이 밭(과수포함)이 70% 이상인 지역을 나타내고
- 논밭복합 : 논 40% 미만, 밭(과수포함), 시설재배가 혼재하는 경우

##### 2) 시설배치에 따른 유형

지역적 재배유형 및 공동시설 배치에 따라 모형을 구분한다.

- 집 중 형 : 재배 작물 및 지역적으로 집중되어 있어 자원화 센터를 중심으로 공동시설이 집중될 수 있는 지역
- 분 산 형 : 재배 작목이 지역적으로 특화되고 시설지원이 분산이 유리

16) 이 내용은 농림부 광역친환경농업단지 조성사업에서 추진하고 있는 내용임. 이는 제3장에서의 연구결과에 대한 실제 정책에서 활용하고 있는 사례를 보여주는 내용으로 향후 이러한 형태로 보다 확대되어야 할 것이다. 특히 이러한 순환형 광역사업과 함께 궁극적으로는 제3장의 농장단위의 유기복합농업에 대한 경제성분석과 같은 형태의 순환형농업으로 발전되어야 할 것으로 판단된다.



한 지역

- 혼합형 : 사업지역이 대규모 단지이고 재배작목이 다양한 지역은 자원화 센터를 중심으로 한 집중형과 유통시설 등 분산형을 혼합한 “혼합형” 으로 사업모형을 구분한다.

다. 경축자원화 센터

1) 내용

- 지역내 경종농업지구에 적정양분을 공급하기 위하여 축산농가로부터 가축분뇨를 제공받아 유기질 비료를 공급함으로써 순환농업을 실현
- 지역내 축종구조에 따라 선택가능한 자원화센터 모형을 포함.

2) 분류기준

- 가축분뇨 성상에 따라 : 고상물과 슬러리로 분류
- 작물포장과 축산이격 거리에 따라
  - 일원화 : 가까운 거리
  - 이원화 : 상당한 거리 또는 축산기반이 거의 없는 경우

3) 모형분류

- 모형분류 결과 발생분뇨의 성상 및 해당 축종, 군집성에 따라 다음 표와 같이 6개 모형(I-1 ~ III-2)으로 나눌 수 있으며, 6개 모형 중 경축 순환에 있어서 현실적으로 어려움이 있는 액비 사업은 대상에서 제외함
- 지자체에서는 해당단지의 지역 여건과 가장 비슷한 모형 또는 이들을 조합하여 최적 공정 및 운영·관리 방법을 구체화하여 적용할 수 있음

■ 모형분류(안)

최종산물	모형 분류 기준			모형명
	발생분뇨		군집성	
	성상	주 축종		
퇴비	고상	한우, 젓소 육계, 산란계	一元化(one-site)	I-1
			二元化(two-site)	I-2
퇴비	액상	돼지	一元化	II-1
			二元化	II-2
퇴비	고상/액상	주 축종 혼재 (돼지+소) (돼지+닭)	一元化	III-1
			二元化	III-2

라. 운영프로그램 개발

1) 개발방향

- 광역친환경농업사업이 효율적으로 추진될 수 있도록 각종 조례 및 운영지침 개발제시
- 성공적 사업추진을 위하여 지자체, 사업단, 생산자 단체 등 사업참여자들의 관리 조직체계 구축
- 각종 시설, 장비의 효율적 운영을 통하여 농업인의 경제적 이익을 극대화할 수 있도록 운영프로그램 개발제시
- 단지 전체의 사업계획 수립, 운영방안 결정 및 사업추진 총괄 등을 위한 총괄운영기구를 구성하여 운영
- 주요 시설의 설치, 운영에 관한 규정제정과 운영프로그램 개발
- 광역단지의 생산과 유통을 총괄하는 연계방안을 개발 추진

2) 운영프로그램 개발

- 친환경농업단지 운영지침
- 시설, 장비의 관리 및 이용에 관한 규칙
- 사업추진 조직 구성에 관한 예시
- 사업시행지침 및 추진체계

3) 마케팅 개발

가) 개발방향

- 광역친환경농업단지가 성공할 수 있도록 선 유통 - 후 생산 체계를 구축하고 마케팅 강화 방안 및 전략을 제시함
- 전국 일반적으로 적용할 수 있는 5개의 주요 모델과 지역적 특성을 고려한 4개의 기타 모델로 분류
- 선 유통 - 후 생산원칙을 단지조성 초기부터 적용하여 수요자 측(대형 유통업체, 수입업자, 소비자 등) 요구에 맞게 생산 - 유통체계 구축
- 향후 유기농, 관광농, 수출농 단지에 적합하도록 특화작목 배치 등 작목조정과 생산차별화 전략 수립
- 경쟁력을 가진 생산, 유통 체계를 만들기 위해 사업초기 기획단계부터 전문가 컨설팅 그룹과 상시적인 기획, 점검, 평가 및 환류체계 구축

나) 모형분류

- 5개 주요 모델
  - 가공 주도형 : 가공이 생산을 견인하는 유형
  - 생산 주도형 : 품목점유율을 통한 마케팅 주도

- 브랜드 주도형 : 품목 및 지역 브랜드 융합
- 개인(Leader) 주도형 : 개인이 강한 지도력을 발휘하는 유형
- 관 주도형 : 지자체장이 주도하여 친환경을 이끌어 가는 경우
- 4개 기타 모델
  - 생산자 단체 - 지자체와의 긴밀 관계 주도형
  - 생산자 단체 - 지자체와의 긴밀 협력형
  - 특정작목 프로젝트 추진형
  - 장수풍뎅이를 활용한 생산 & 관광 & 교육 연계형

다) 광역단지사업의 권장모형

모형 도출을 위해 전국 146개 광역친환경농업단지 사업희망지역을 현지 조사·분석하여 경지 유형별로 복합 유형 69개 지역(47.3%), 논 유형 65개 지역(44.5%), 밭 유형 12개 지역(8.2%) 으로 구분하여 아래 표와 같은 유형을 만들어 제공하고 있음

- 농업 유형에 따른 시설배치 방법을 조합하여 9개 모형을 도출하였으며, 그중 우리 영농구조에 적합한 5개를 표준모형으로 선정
  - 논 중심 모형 : 제 I -1모형
  - 논 중심 혼합 모형 : 제 I -2모형
  - 밭 중심 모형 : 제 II 모형
  - 논밭 복합 집중 모형 : 제 III-1모형
  - 논밭 복합 혼합 모형 : 제 III-2모형

■ 표. 표준사업모형

형태 \ 유형	논 유형	밭 유형	복합 유형	계
계	2	1	2	5
집중형	논 중심 모형 (제 I -1모형)	밭 중심 모형 (제 II 모형)	논밭 복합 모형 (제 III-1모형)	3
분산형	-	-	-	0
혼합형	논 중심 모형 (제 I -2모형)	-	논밭 복합 모형 (제 III-2모형)	2

(1) 사업모형별 내용

(가) 논 중심 사업모형(제Ⅰ-1 모형, 제Ⅰ-2 모형)

- 대규모 논 중심의 영농형태와 축산이 연계되어 있는 단지
  - 사업대상지역의 논 면적이 70% 이상을 차지하며 서로 인접 또는 인접 되어 분포되어 있는 지역
  - 30% 미만의 밭(과수포함), 시설원예 분포
  - 제Ⅰ-1모형
    - 논 중심 모형이지만 단지가 지역별로 인접되어 있고 작물별 영농형태가 규모화 되어 각종 시설 장비를 한 곳에 집중 배치하여 단지를 조성하는 것이 효율적인 지역
  - 제Ⅰ-2모형
    - 논 중심 모형이지만 단지가 지역별로 나누어져 있고 작물별 영농형태가 부분적으로 규모화 되어 필요한 시설 장비를 2~3곳에 분산 배치하여 단지를 조성하는 것이 효율적인 지역
- 이 사업모형에 소요되는 주요 시설장비는 “모형별 소요시설장비”의 예시와 같음.
  - 타 모형과 다른 점은 생산 및 유통시설장비에서 벼의 생산유통에 필요한 시설장비가 보장되어 있다는 점이 특징임.

(나) 밭 중심 사업모형(제Ⅱ모형)

- 대규모 밭(과수·시설원예 포함) 중심의 영농형태와 축산이 연계된 단지
  - 사업대상지역의 밭 면적이 70% 이상을 차지한 지역으로 과수 및 시설원예 등이 발전할 수 있는 여건을 가지고 있어야 함
  - 30% 미만의 논 분포
- 이 사업모형에 소요되는 주요 시설장비는 “모형별 소요시설장비”의 예시와 같음.
  - 타 모형과 다른 점은 생산 및 유통시설장비에서 원예용 생산유통에 필요한 시설장비가 보장되어 있다는 점이 특징임.

(다) 논밭 복합 사업모형(제Ⅲ-1모형, 제Ⅲ-2모형)

- 논과 밭이 혼합되어 있고, 사업대상지역의 농경지면적 중 논 면적이 40% 미만이고 밭(과수포함)과 시설원예가 혼재된 영농구조에 축산이 연계되어 있는 단지
  - 제Ⅲ-1모형
    - 논+밭 복합모형이지만 단지가 지역별로 인접되어 있고 작물별 영농형태가 규모화 되어 각종 시설 장비를 한 곳에 집중 배치하여

단지를 조성하는 것이 효율적인 지역

- 제Ⅲ-2모형

· 논+밭 복합모형이지만 단지가 지역별로 나누어져 있고 작물별 영농 형태가 부분적으로 규모화 되어 필요한 시설 장비를 2~3곳에 분산 배치하여 단지를 조성하는 것이 효율적인 지역

○ 이 사업모형에 소요되는 주요 시설장비는 “모형별 소요시설장비”의 예시와 같음.

- 타 모형과 다른 점은 생산 및 유통시설장비에서 원예용과 벼의 생산유통에 필요한 시설장비가 보장되어 있다는 점이 특징임.

(2) 모형별 소요시설장비 및 배치사례

(가) 논 중심 모형(제Ⅰ-1모형)

◆ 주요 시설·장비 내역

구분	시설·장비명	비고
친환경 농자재 생산시설 장비	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
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, 랩핑기 등 시설·장비 일체
	친환경농업 관련 시설·장비	· 오리·우렁이·쌀겨 농법 등에 필요한 시설·장비 등 - 오리사육장, 우렁이양식장, 오리막사, 목책시설 등

구 분	시설·장비명	비 고
경축순환 자원화 센터	가축분뇨 자원화 센터	<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 분석 장비 <ul style="list-style-type: none"> <li>-유기물, 부숙도, 수분, 질소, 구리, 아연 분석</li> </ul> </li> <li>· 퇴비 살포 장비</li> </ul>
친환경 산지유통 시설	친환경 벼 보관시설	· 저온·건조·저장 시설 등
	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 정화형수로 및 연못, 수생식물 식재, 조망용 데크(Deck), 태양광 가로등 등
	에듀 팜(Edu Farm) 조성	· 체험학습장, 농로, 급·배수 시설, 교육용농기자재 보관창고, 원두막 등

(나) 논 중심 모형적용 사례

□ 제 I-1모형

○ 가상 모형의 지역여건

- 사례 모형은 야산을 등지고 마을과 밭이 위치하고 있으며, 큰 하천을 따라 넓은 평야지가 발달한 전형적인 논 중심 지역

- 사업대상지역의 논 면적이 70% 이상으로 서로 인접하여 한 곳에 분포하고, 30% 미만의 밭(과수포함), 시설원에 분등이 포함된 단지
- 단지 내에 한우, 양돈 등 축산시설이 분포되어 있음.
- 시설·장비의 배치
  - 친환경벼 생산단지에는 공동육묘장, 오리·우렁이·쌀겨 농법을 중심으로 하는 관련 시설·장비 설치
  - 영농활동에 편리하고 각 시설이 효율적으로 운영될 수 있는 적합한 장소에 경축순환자원화센터, 친환경농자재생산시설, 농기자재보관창고, 친환경산지유통시설 등의 공동시설을 집중 배치
  - 단지 입구 경관이 좋은 장소에 Welcome Center와 Edu-Farm을 배치하고, 가급적 하천에 인접하여 Eco-Park를 조성
- 제 I-2모형
  - 가상 모형의 지역여건
    - 본 모형은 높이가 낮은 산을 등지고 마을과 밭이 위치하고 있으며, 하천을 따라 평야지가 발달한 지역이나 평야지 중간 혹은 곳곳에 산이 분포되어 논이 산재되어 있는 논 중심 지역
    - 사업대상지역의 논 면적이 70% 이상을 차지하며 조그만 산으로 몇 개의 논단지로 분리 분포하고, 30% 미만의 밭(과수포함), 시설원에 분포
    - 단지의 일정 장소에 축산시설이 분포되어 있음.
  - 시설·장비의 배치
    - 친환경벼생산단지에는 오리·우렁이·쌀겨 농법을 중심으로 하는 시설 장비 반영
    - 영농활동에 편리하고 각 시설이 효율적으로 운영될 수 있는 적합한 장소에 경축순환자원화센터, 친환경농자재생산시설, 농기자재보관창고, 친환경산지유통시설 등의 공동시설을 분산 배치
    - 단지 입구 경관이 좋은 장소에 Welcome Center를 배치하고, 가급적 하천에 인접하여 Eco-Park와 Edu-Farm을 연계하여 조성

(다) 밭 중심 모형(제Ⅱ모형)

◆ 주요 시설·장비 내역

구 분	시설·장비명	비 고
친환경 농자재 생산시설 장비	미생물 배양시설· 장비	· 혐기성균, 호기성균, 광합성균 등 미생물 배양을 위 한 배양기, 저장탱크 등의 일체 시설 · 살포장비 등
	생물제재 등 제조 시설·장비	· 목초액, 키토산, 아미노산, 천혜녹즙, 한방영양제, 버 섯추출액, 클로렐라 추출액, 석회보르도액, 유황합 제, 담배 추출물, 자연암석 분말용액, 청초액비, 천연 식초, 과일효소 등 · 왕겨자원화시설 등
	유기질 비료 제조 시설·장비	· 농축임수산 부산물을 이용한 퇴비 등의 제조시설 장비 - 퇴비제조장, 지렁이 분변토 제조장 - 배합기, 분쇄기, 톱밥제조기 등 - 로더, 살포기 등
친환경 농축산물 생산시설 장비	원예용 공동육묘장	· 육묘장, 냉난방·관수시설, 베드, 파종기 등
	친환경 시설하우스	· 채소용, 과수용, 특작용 등
	친환경축사 시설	· 우사, 돈사, 양계사 등
	농기자재 보관창고	· 농기계, 농자재 등의 보관시설
	친환경 조사료 생 산시설·장비	· 볏짚, 총채보리 등 친환경 조사료 배합 및 보관 시 설, 수확기, 랩핑기 등 시설·장비 일체
	친환경농업 관련 시설·장비	· 제조 및 해충방제 장비 · 굴삭기 등



구 분	시설·장비명	비 고
경축순환 자원화 센터	가축분뇨 자원화 센터	<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 분석 장비 <ul style="list-style-type: none"> <li>-유기물, 부숙도, 수분, 질소, 구리, 아연 분석</li> </ul> </li> <li>· 퇴비 살포 장비</li> </ul>
친환경 산지유통 시설	친환경 농산물 유통시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 집하·예냉·저온·선별·포장·저장을 위한 시설 장비</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 친환경축산단지를 생태공원화 <ul style="list-style-type: none"> <li>-산책로, 자연 정화형 수로 및 연못,</li> <li>조망용 데크(Deck) 설치</li> </ul> </li> </ul>
	에듀 팜(Edu Farm) 조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 체험학습장, 농로, 급·배수 시설, 교육용농기자재 보관창고, 원두막 등</li> </ul>

- (3) 밭 중심 모형적용 사례
- 가상 모형의 지역여건
    - 사례 모형은 산간도서와 같이 사업대상지역의 70% 이상이 밭으로 넓게 펼쳐져 있으며 과수단지 및 시설원예 단지가 인접 또는 근접되어 분포된 단지
    - 사업지역 내에 유기축산용 방목지와 조사료생산포장 등이 조성된 지역을 가정하여 시설 장비를 배치 구성
  - 시설·장비의 배치
    - 과수·시설원예·특작·잡곡류 재배에 필요한 토양 개량, 제초 및 해충방제자재 생산시설·장비에 중점 반영
    - 영농활동에 편리하고 각 시설이 효율적으로 운영될 수 있는 적합한 장소에 경축순환자원화센터, 친환경농자재생산시설, 농기자재보관창고, 친환경산지유통시설 등의 공동시설은 집중 배치하고, 퇴비장은 지역별로 분산 배치
    - 유기축산방목지를 배후로 Welcome Center와 Edu-Farm을 배치하고, 방목지의 일부에 Eco-Park 등의 관광기반시설을 배치

라) 논밭 복합 모형(제Ⅲ-1, Ⅲ-2모형)

(1) 주요 시설·장비 내역

구 분	시설·장비명	비 고
친환경 농자재 생산시설 장비	미생물 배양시설·장비	· 혐기성균, 호기성균, 광합성균 등 미생물 배양을 위 한 배양기, 저장탱크 등의 일체 시설 · 살포장비 등
	생물제재 등 제조시설·장비	· 목초액, 키토산, 아미노산, 천혜녹즙, 한방영양제, 버 섯추출액, 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
친환경 농축산물 생산시설	수도작용 공동육묘장	· 육묘장, 관수시설, 발아실, 대차 등 시설 장비 일체
	원예용 공동육묘장	· 육묘장, 냉난방·관수시설, 베드, 파종기 등
	친환경 시설하우스	· 채소용, 과수용, 특작용 등
	친환경축사 시설	· 우사, 돈사, 양계사 등
	농기자재 보관창고	· 농기계, 살포기, 농자재 등의 보관시설
	친환경 조사료 생산시설·장비	· 볏짚, 총채보리 등 친환경 조사료 배합 및 보관 시설, 수확기, 랩핑기 등 시설 장비 일체
	친환경농업 관련 시설·장비	· 오리우렁이·쌀겨 농법 등에 필요한 시설·장비 등 -오리사육장, 우렁이양식장, 오리 막사, 목책시설 등 -쌀겨 펠릿 제조기 등 · 제초 및 해충방제 장비 · 굴삭기 등

구 분	시설·장비명	비 고
경축순환 자원화 센터	가축분뇨 자원화 센터	<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 분석 장비 <ul style="list-style-type: none"> <li>-유기물, 부숙도, 수분, 질소, 구리, 아연 분석</li> </ul> </li> <li>· 퇴비 살포 장비</li> </ul>
친환경 산지유통 시설	친환경 버 보관시설	· 저온· 건조· 저장 시설 등
	친환경 농산물 유통시설	· 집하· 예냉· 저온· 선별· 포장· 저장을 위한 시 설· 장비 일체
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

(2) 모형적용 사례

□ 제Ⅲ-1모형

○ 가상 모형의 지역여건

- 사례모형은 산을 측면으로 등지고 높이가 낮은 구릉과 경사진 평야가 큰 하천 쪽으로 펼쳐져 있어 마을과 밭이 위치하고 있으며, 하천 반대쪽은 넓은 평야가 발달한 지역
- 사업지역의 논과 밭의 면적이 50:50 정도로 분포되고, 밭(과수포함)과 시설원예가 혼재된 영농구조에 축산이 연계되어 있는 단지
- 단지 내 지역별로 각각의 영농 형태가 규모화를 이루며 한 곳에 형성되어 서로 인접해 있는 경우로서 단지를 분할하는 하천을 중심으로 밭·과수·시설농업·축산단지와 친환경벼생산단지로 나뉨.
- 단지 좌측에 위치하고 있는 산 아래에 친환경축산단지를 중심으로 밭·과수·시설농업이 발달함.

○ 시설·장비의 배치

- 수도작·과수·시설원예·특작·잡곡류 재배에 필요한 토양 개량, 제초 및 해충방제자재 생산시설·장비를 중점 반영
- 집단화된 영농구조에 적합하게 경축순환자원화센터, 친환경농자재생산시설, 농기자재보관창고, 친환경산지유통시설 등의 공동시설은 이용에 가장 편리한 단지 중앙에 배치하고, 퇴비장은 작목의 특성과 규모를 고려 분산 배치
- 하천변 도로를 따라 진입하는 단지 입구 경관이 좋은 장소에 Welcome Center를 배치하고, 가급적 하천에 인접하여 Eco-Park와 Edu-Farm을 연계하여 조성

□ 제Ⅲ-2모형

○ 가상 모형의 지역여건

- 사례모형은 큰 규모의 산이 단지를 감싸고 있으며, 비교적 큰 하천이나 산으로 단지가 여러 장소로 분할된 지역
- 하천 상류 쪽으로는 낮은 구릉과 경사진 평야를 이용한 과수·전작·특작 등의 밭작물과 축산지대가 위치하고 있으며, 두 개의 하천이 합류하면서 넓은 평야가 발달한 지역에는 수도작과 시설농업이 발달함.
- 사업지역은 논과 밭의 면적이 40:60 정도로 분포되고 밭(과수포함)과 시설원예가 혼재된 영농구조에 축산이 연계되어 있음.
- 단지 내 하천 또는 산에 의해 300~500ha 소규모의 지구로 여러 곳에

분산되어 있는 경우로서 지역적인 여건 등에 따라 각각의 특성화된 영농 형태(논, 밭, 과수, 시설원예 등) 발달

○ 시설·장비의 배치

- 수도작·과수·시설원예·특작·잡곡류 재배에 필요한 토양 개량, 제초 및 해충방제자재 생산시설·장비를 중점 반영
- 경제성 및 이용편의를 감안, 경축순환자원화센터, 친환경농자재생산시설, 농기자재보관창고는 이용에 편리한 특정장소에 배치하고 친환경벼보관시설, 친환경산지유통시설, 퇴비장 등의 공동시설은 분할된 소 지구 내에 작목의 특성과 규모를 고려 분산 배치
- 하천변 도로를 따라 진입하는 단지 입구의 경관이 좋은 곳에 Welcome Center를 배치하고, 가급적 하천에 인접하여 Eco-Park와 Edu-Farm을 연계하여 조성

마) 사업모형 활용방안

(1) 기본방향

- ◆ 각 시군이 지역의 실정에 따라 논, 밭 또는 논+밭 복합 사업모형 중에 적합한 단지모형을 선정 활용
- ◆ 단지의 영농구조와 지역여건을 감안 시설·장비를 선택하여 단지를 조성할 수 있도록 모형별 소요 시설·장비와 기본설계 안을 농림부에서 개발하여 제공

(2) 활용방안

- ◆ 각 시군은 아래의 배치방식 중 적합한 방식을 선택하여 배치하되 집중배치를 원칙으로 하고 분산배치는 지역여건상 또는 작물의 특성상 집중배치가 곤란한 경우에 한해 예외적으로 선택하여 추진

□ 집중형 배치

- 각종 시설장비별로 사업의 효율성과 규모의 경제를 실현할 수 있는 적지를 선정하여 전체 단지의 한 곳에 설치 운영하는 방식

□ 분산형 배치

- 지역의 입지여건이나 영농구조 상 집중배치가 곤란한 경우 각종 시설·장비를 사업지역의 적재적소에 분산하여 설치 운영하는 방식

□ 혼합형 배치

- 각 단지의 농축산업의 분포형태와 규모를 감안, 집중형과 분산형의 장점을 혼합하여 시설장비를 설치 운영하는 방식

(3) “사업모형별 소요 시설장비와 배치사례”를 참조하여 사업계획을 수립

- (4) 표준사업모형의 시설설계 변형 가능
  - 표준사업모형의 시설장비 및 설계안이 지역여건에 적합하지 않을 경우 지역여건에 맞게 변형하거나 일부 수정 설계 가능
  - 표준설계안의 규모 확대 또는 규모 축소가 필요한 경우 변경 가능
- (5) 기존 시설·장비의 활용
  - 단지 내에 관행농업 및 친환경농업을 위한 자재생산시설, 생산유통시설 등이 있는 경우, 광역단지사업용으로 용도전환 후 사용
  - 기존 시설을 최대한 활용하되 소규모, 노후화, 기술수준 저급 등으로 활용이 곤란 한 경우 광역단지 사업으로 설치 운영

39. 조직활성화를 위한 리더육성 및 교육 프로그램 방안

가. 조직 및 리더의 유형분석

국내의 조직 및 지역이 활성화 된 사례를 유형화하면 각각의 조직이나 리더의 참여형태를 기준으로 3가지 정도로 구분된다.

- ◆ 지자체 주도형(지자체 중심 추진)
- ◆ 민간주도(개인, 작목반 등 단체)
- ◆ 제3섹터(민간+지자체)

이들 3가지 유형으로 분류해서 리더육성 프로세스와 교육프로그램 및 지원방안을 개발하였다.

각 사례별 추진 주체의 특징은 다양한 형태로 나타날 수 있는데, 주도적인 추진 주체의 성격에 따른 유형별 특징을 고찰의 기준으로 보았다.

추진 주체의 성격에 의한 분류로서는 지자체 참여형태를 기준으로, 지자체 주도형(지자체 중심 추진), 민간주도, 연합(민간+지자체)형태로 구분하였으며, 상품화의 특성에 의한 분류로서는 사업의 주력상품 형태를 기준으로 생산과 유통이 연계된 생산·유통형, 가공 중심형, 테마를 중심으로 여러 품목이 연계되어 있는 테마형으로 구분하였다< 그림 1 >

< 그림 1 > 사례분석의 유형과 틀

공적성격	(고)	(지자체장 중심 추진형)		
		(지자체+민간추진형)		
	(저)	(민간중심 추진형)		
상품화 유형	테마형	가공주도형	생산,유통주도형	

참고 : 농촌경제연구원

따라서 대표적인 사례지역을 선정하여 적용시킨 결과는 다음과 같다.

< 그림 2 > 선진사례마을의 유형

(고)	(지자체장 중심 추진형)	울진군 양평군		
	(지자체+민간추진형)	원삼 고삼 두가리	보성	하동
(저)	(민간중심 추진형)	문당리(토착) 양수리(현지정착형) 상호리(귀농형), 주록리, 능금리, 오학리(귀농형)	아산	
	상품화 유형	생산,유통주도형	가공주도형	테마형

< 그림 2 > 에서 보듯이 크게 민간중심추진형과 지자체+민간추진형으로 구분되고 다음으로 생산유통주도형과 테마형으로 구분된다. 그 각각의 마을 리더의 형태를 보면 귀농형과 현지정착형 그리고 토착형으로 구분된다.

현재까지는 조직의 활성화가 이루어진 마을은 테마형으로 현지의 자연과 문화자원을 활용한 체험마을의 형태가 대부분이지만 향후 생산 유통주도형의 제품혁신을 통한 마을의 증가가 기대된다. 그 중에서도 특히 민간중심추진형 혹은 민간단일 추진이 아닌 농촌종합개발계획과 연계하여 지자체+민간추진형, 지자체장 중심추진형 또한 증가되길 기대한다. 그렇게 함으로써 지역의 종합적 발전계획과 맞물려 보다 효율적인 예산지원과 경제적 효율을 도모할 수 있을 것으로 생각된다. 결국 조직활성화를 위한 리더육성 및 교육프로그램은 이와같은 현지특성을 고려하여 수행되어야 한다. 이점을 염두에 두면서 리더육성과 교육프로그램에 대한 방안을 제시해 본다.

#### 나. 조직리더 육성 및 교육프로그램 방안

##### 1) 조직리더 육성 방안

조직리더의 육성은 결국 지역혁신의 과제와 맞물려 돌아가야 한다. 지역혁신을



위해서는 적절한 조직이 구축되어 있어야 하고 그 조직을 리더하는 조직리더가 존재할 때 지역혁신은 보다 탄력을 받을 것이다.

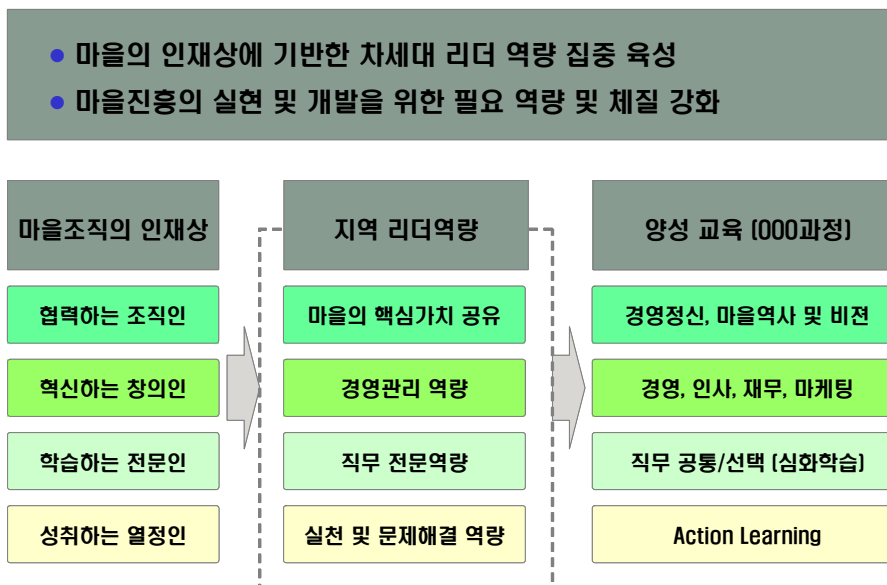
선진사례마을의 사례유형을 보더라도 아직은 자생적으로 의식이 깨어있는 농민이나 귀농자가 선도적으로 마을주민을 리더해서 사업화하는 경우가 대부분이고 지역단체나 단체장의 중심에 의한 추진사례는 미미하다. 예를 들면 울진군과 과거의 양평군 정도일 것이다. 따라서 결국은 마을단위의 사업을 고려하는 마을의 조직리더는 농업인에 대한 리더로서의 역량을 기를 수 있도록 교육하고 지원해주는 방법이 가장 효율적일 것이다.

이하 조직리더육성의 내용은 농업인의 육성과 리더육성의 혼합된 내용을 포함함을 원칙으로 한다.

## 2) 조직리더 육성 목표

조직리더의 육성목표는 마을조직 내에서 조직원들 간에 필요로 하는 인재상이 있을 것이다.

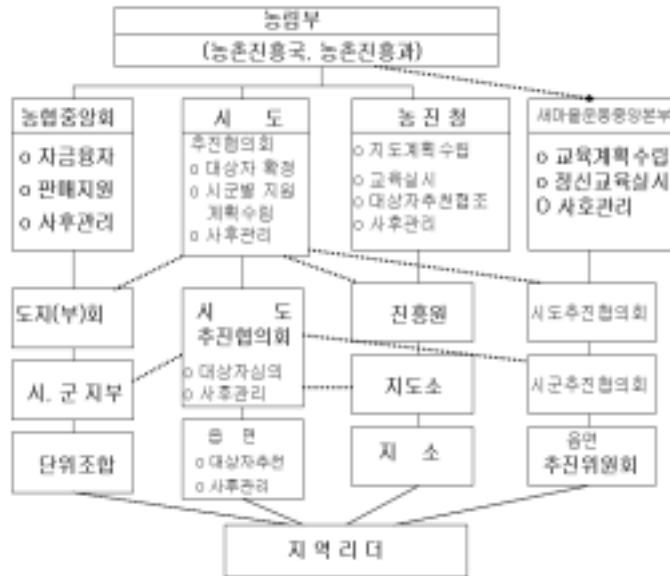
< 그림 3 > 지역리더의 육성방향



즉 지역리더의 육성목표는 마을진흥의 실현 및 개발을 위한 필요한 역량 및 체질을 강화하는데 있다. 이러한 원론적인 지역리더의 육성방향에 견주어 현재의 농업 혹은 지역부분에 있어서 리더의 육성 사업을 위한 추진체계를 구상해 보면 다음< 그림3 >과 같이 정리할 수 있을 것이다.

결국 농림부를 중심으로 리거육성 지원을 위한 정책실시의 체계는 다음그림과 같이 이루어져야 한다.

< 그림 4 > 지역리더 육성사업의 추진체



출전 : 농민후계자 육성사업을 위한 작목별 표준영농설계, 한국농촌경제연구원, 오세익

< 그림 5 > 전문 리더육성 정책의 체계



출전 : 농업인 민간위탁교육 훈련의 실태와 발전방안, 한국농촌연구원, 박문호

리더육성 정책의 체계에서는 귀농자나 정착자 및 토착민 모두가 쉽게 사업을 수행할 수 있는 기반을 제공해 주는 것이 무엇보다 중요하다. 그런 의미에서 교육과 행정 및 재정적 지원을 뒷받침 해주어야 한다.

여기서 교육이라고 함은 학교교육과 단체교육 등이 있을 수 있고 행정지원은 각종규제의 철폐나 도농교류를 위한 행정지원과 법률의 정비와 홍보 등이 있을 수 있고 재정적 지원은 후계자 자금지원이나 정착금 등의 지원과 사업수행에 수반하는 자금지원 등을 들 수 있다.

### 3) 조직리더의 교육

#### 가) 교육개요 및 목표

교육운영은 조직리더 및 학습이 교육과정의 핵심이다.

특히 지금까지 교육에 자금지원이나 일방적인 주입식 교육에서 탈피하여 직접학습을 체험하며 수행해 가는 실습 위주의 교육프로그램으로 지향한다.

이에는 효율적인 교육진행을 위한 Blended Learning을 추구하며 각 마을의 경영이슈 해결을 위한 Action Learning을 실시한다.

교육과정의 목표는 다음과 같다.

< 표 1 > 교육과정명: ○○○과정(지역리더 능력개발 과정)

○○○ (지역조직 리더 능력개발)과정	
대상	청년부
	장년부
	여성 및 주부
교육기간	총 6개월(농민임을 감안 온오프 혼합교육을 실시)
시행	매년 1회 선발에 의해 실시
평가 및 사후관리	매년 하반기 교육실시 후 차년도 상반기 평가 및 사후관리

- ◆ 전통적, 그리고 현대적인 리더십의 개념과 이론들을 비판적으로 평가한다.
- ◆ 리더십 연구와 실제에 대하여 창의적이고 비판적으로 생각할 수 있는 기술을 개발한다.
- ◆ 의사결정, 변화관리, 동기유발, 정책수립, 커뮤니케이션, 그리고 갈등해결 등과 같은 리더십 역량의 기본적 개념들을 학습한다.
- ◆ 다양한 상황 하에서 상황변수들이 어떻게 리더십에 영향을 미치는지를 이해한다.

- ◆ 개인과 집단을 이해하고 이끄는데 필요한 기본적 개념들을 설명한다.
- ◆ 리더십에 대해서 학습한 바를 구두로, 또는 문장으로 적절히 표현할 수 있는 능력을 개발한다.
- ◆ 지역사회에 대한 이해를 증진시키고 자발적 참여의 중요성을 강조한다.

나) 교육구성

교육구성은 아래의 표와 같이 한다.


< 표 2 > 교육구성안

총 교육시간 : 70일(560시간)					
분류	시간	세부내용			
오프라인 (11.8%)	80	(Pre-Workshop, 1일) 마을진흥 기대사항 과제해결 인식/공유	(1차 Workshop, 3일) 마을진흥의 경영정신 마을의 역사 액션러닝 준비 리더십진단 녹색체험마을 경영이 해도 사전조사	(2차 Workshop, 5일) 글로벌 농업/농촌이해 리더십역량 교육 비즈니스 역량교육 창의력 리더십 진단	(최종 Workshop, 1일) 과제해결 및 발표 평가회 실시
온라인 (25.7%)	140	(Pre-Online) 필수과정 2과목, 선택과정 2과목		(Post-Online) 필수과정 2과목, 선택과정 2과목	
Action Learning (62.5%)	300	(1차 과제해결) 개인별 과제해결 활동실시		(2차 과제해결) 개인별 과제해결 활동 실시	
	40	(Action Learning Workshop) 총4회 대상자 Workshop 실시 과제수행현황 및 문제해결 프로세스 공유		(조직리더 지도) 월1회 개인별 Mentoring 실시 대상자 관련 Feedback 실시	

단 필수과정과 선택과정은 지역별 특징을 고려해서 자체개발과 외부 컨설팅을 통한 선진 지역의 과정을 수렴할 필요가 있다.

다) 리더육성 프로세스

<그림 6 > 리더육성 프로세스

	선발	Assessment & Analysis	육성(6개월)	Assessment	사후관리
<b>녹색체험 마을협회 (가칭)</b>  <b>조합장 및 단체장 + 농업인</b>	직접 선발 및 신청접수	조합장, 공무원, 단체장 등		액션러닝 과제평가	2차 선발
	인원 취합	액션러닝 과제 취합	Mentoring 과제해결 스폰서		
	대상인원 통보	대상인원 분석 개인별 역량분석 리더십유형분석	학습관련 피드백 액션러닝 진행 관리 온/오프라인교육	개인별 최종 진단 액션러닝 결과취합 종합 평가 정리	개인별 프로파일 사후관리 실행 향후 계획 수립

리더육성을 위한 프로세스는 그림과 같이 중앙정부와 지방자치단체 등으로부터 직접신청접수 혹은 선발을 할 수 있는 위탁기관이 있어 이 기관으로부터 교육을 대신한다.

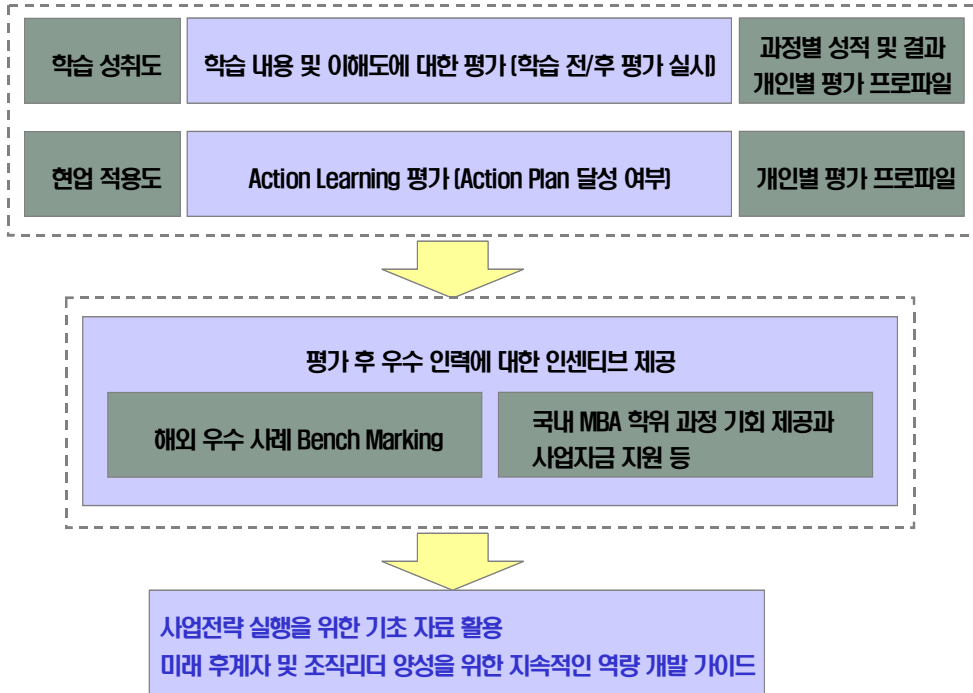
그리고 조합장이나 지방자치단체장 그리고 공무원 등은 일반 농업인과는 교육프로그램이나 장소, 기간 등을 다르게 접근해도 좋을 것이다. 앞의 프로그램과 프로세스는 농업인(후계자, 정착인, 귀농자)을 대상으로 가정한다.

이러한 프로세스는 농업인의 농번기를 고려하여 잘 설정되어야 하며 기간 또한 6개월은 너무 많다고 생각된다. 따라서 온/오프라인 교육을 혼합하여 농번기의 애로사항을 고려해야만 하는 것이다. 현재 각 대학에서 실시되고 있고 방송통신대학에서 실시하고 있는 사이버대학은 좋은 프로그램을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

추진순서는 대상자선발 →교육준비 →교육Open →1차 Workshop →Online →2차 Workshop →Online →Action Learning →최종 Workshop/평가회 →Incentive대상 선발 형식으로 추진하면 될 것이다.

라) 사후관리

< 그림 7 > 사후관리



교육후의 사후관리가 리더교육을 받고자 하는 의욕을 가지게 하고 각종 중앙정부의 지원정책과 지역 발전 사업완성도와 성공 그리고 경영적 효율을 높이는데 크게 이바지 하리라고 보여 진다. 물론 이렇게 사후 평가를 하기 위해서는 평가 Tool의 개발이 필요할 것이다. 마을자체에서 이러한 평가툴을 개발하여 평가시스템을 구축한다면 시상제도 도입도 가능하며 위의 그림에서 나타낸바와 같이 평가 후 우수인력과 농가 등에 대한 인센티브 제공이 가능해 질 것이다.

이러한 일련의 시스템이 잘 운영된다면 귀농자도 늘어날 것이며 황폐화되어 가는 농촌의 인력구성이 회복되는 전기를 가져올 수도 있을 것이다.

## 제5장. 목표달성도 및 기여도, 활용계획

### 제1절. 목표달성도

#### 40. 연구개발목표

지역·작물·영농규모에 적합한 유기경종과 유기축산의 표준모델 개발

#### 41. 연구개발 내용

##### 가. 1차년도

##### 1) 유기경종

##### 가) 유기경종 국내·외 기본조사

- (1) 문헌조사
- (2) 관련인터넷사이트 자료검색
- (3) 통계·정책자료 분석
- (4) 유기농업과 관련된 기 연구결과(농진청 등)의 활용

##### 나) 토양비옥도 증진효과

- (1) 유기물 환원량 추정
- (2) 양분수지 평가
- (3) 무기화율
- (4) 생물적 질소고정능력

##### 다) 유기경종에서의 관리사항 분석

- (1) 토양관리 : 토양유실, 토양수분
- (2) 병충해 및 잡초 제어관리 방안
- (3) 유기농업에 적합한 품종·종묘
- (4) 균형적 퇴비사용계획

##### 라) 친환경농업의 생태평가(사례분석 중심)

- (1) 토양중의 NO<sub>3</sub>-N의 함량
- (2) 유출수중의 NO<sub>3</sub>-N

##### 마) 작물 영양학적 평가(사례분석 중심)

- (1) 생물학적 질소 고정량
- (2) 작부체계에 따른 유기물 환원량
- (3) 양분수지
- (4) 건물과 종자구성요소 분석

##### 바) 지역, 영농규모, 작물 등에 적용된 유기농업 체계 확립

- (1) 저농약재배, 무농약재배, 유기재배에 대한 연구
- (2) 지역여건에 맞는 친환경농업기술 개발
- (3) 유기농업 지역적 특성화 연구

사) 유기농산물 생산농가 경영실태 분석

- (1) 유기농산물의 생산비 분석
- (2) 유기농산물 생산농가의 소득수준
- (3) 유기농업 생산측면에서의 애로사항과 개선방향 모색

2) 유기축산

가) 유기축산 국내·외 기본조사

- (1) 문헌조사
- (2) 관련인터넷사이트 자료검색
- (3) 통계·정책자료 분석

나) 사료가치와 사양효과 평가

- (1) 사료가치 : 가소화양분총량(TDN), ADF·NDF, 조단백질 함량, 소화율
- (2) 사양효과 : 증체율, 산유량

다) 적정 사육규모(면적) 연구

라) 가축분뇨의 환경오염방지를 위한 처리방안

마) 축산분뇨의 유기질 비료화 방안

바) 유기농산 부산물의 유기축산 사료원으로 공급방안연구

나. 2차년도

1) 자연순환형 농업연계방안 관련 국내·외 기본조사

- 가) 문헌조사
- 나) 관련인터넷사이트 자료검색
- 다) 통계·정책자료 분석

2) 유기조사료 공급을 위한 작부체계의 확립

- 가) 수도작 + 한우사육
- 나) 사료작물 + 젖소사육
- 다) 유기 전작농업 혹은 산지농업과 연계한 유기 염소 사양관리의 표준모델 개발

3) 가축분뇨 시용량 추정

4) 유기경종 농업과 축산업의 연계방안

5) 유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 표준모델 개발

다. 3차년도



- 1) 생산자와 소비자가 함께 하는 친환경 유기농업의 구현전략
- 2) 지속가능한 농업을 위한 농업자원의 유효이용방안
- 3) 농업부문의 에너지 사용과 기후변화 협약과의 관련성 조사
- 4) 바이오메스(biomass)를 이용한 바이오가스의 생산과 이용 활성화방안 개발
- 5) 농업자원의 유효이용 방안 연구
- 6) 일반유기농업과 순환형 유기농업과의 경제성 비교 평가 Tool 개발
  - 가) 전과정에 의한 경제성 평가 인자분석
  - 나) 전과정에 의한 경제성평가Tool개발(Total Cost Assessment : TCA)
  - 다) TCA에 의한 경제성 평가 및 농가의 경영비 분석(사례분석을 중심으로)
- 7) 환경성평가Tool개발
  - 가) 전과정에 의한 인벤토리 분석 방법 개발

#### 42. 연구개발결과의 목표에 대한 달성도

연구개발결과의 목표는 100% 달성함.

## 제2절. 기대효과 및 활용도

### 43. 기대효과

#### 가. 기술적 측면

- ◆ 지역단위 유기농업 표준모델은 농림부의 친환경농업육성지원사업과 연계된다면 현장에서 충분히 실용화 할 수 있다.
- ◆ 유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 모델은 축산농가와 경종농가에 유기농업을 촉진시키고 순환형 농업의 토대를 제공한다.
- ◆ 지역·작물·영농규모에 적합한 유기농업 표준모델 개발 보급으로 고품질 안전농산물 생산 및 농가소득 증대.
- ◆ 유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 실현으로 농업환경오염원 경감 및 깨끗한 농촌 건설 가능.
- ◆ 국내 유기농업 기반을 굳건히 할 수 있고, 연중 안정적인 유기농산물 생산과 유기농산물 해외수출 가능.
- ◆ 유기경종과 유기축산의 자연순환형 유기농업의 실현은 축산폐수로 처리되는 막대한 환경비용을 절감할 수 있을 것이며, 가축분뇨의 자원화를 통하여 귀중한 유기 및 에너지자원으로 활용할 수 있어 유기농산물 생산기반 구축은 물론 무기질비료 시용비용절감과 지력활성화를 촉진할 수 있을 것임
- ◆ 기술개발에 수반되는 환경성·경제성 평가Tool 개발은 이후 농업경영성과분석지표로 활용.
- ◆ 지역개발시 방향을 설정하고 계획 및 정책수립이 용이하도록 모델제시 효과
- ◆ 경종농업과 연계한 사료작물 작부체계 확립
- ◆ 다양한 형태의 경종농업과 연계한 축산업 모델개발로 농가 기술도입 초기에 발생 할 수 있는 실패요인의 제거
- ◆ 농가단위에서의 경종, 축산부문간의 표준 유기물 순환체계와 수급체계의 수립

#### 나. 경제·산업적 측면

- ◆ 초기 기술개발 및 시장 개척기의 높은 위험성의 저감
- ◆ 쌀 농업 생산조정과 유기조사료 생산의 연계를 위한 기반 조성

- ◆ 친환경농업의 기반구축과 촉진, 분뇨처리 및 가공시설 투자중심의 고비용 사업정책에서 탈피, 가축분뇨정책의 투자효율성 증대.
- ◆ 유기농업방식의 생산은 화학비료의 30~40% 절감효과를 나타내어 농가 및 생산자단체의 경제적 문제를 크게 완화할 수 있을 것임.
- ◆ 또한 고질적인 가축분뇨의 환경오염문제와 분뇨처리시설 운영문제를 크게 완화시킬 수 있을 것임.
- ◆ 경종농업의 유기질 자원이용과 연계하여 저비용·고효율의 사료작물 생산은 물론 환경·유기농업 단지화 사업을 촉진시킬 수 있을 것임.
- ◆ 축산분뇨의 사회적 인식전환과 부정적 영향을 최소화.
- ◆ 축산시설 규제대상인 중 대규모 양축농가도 가축사육두수 증가로 과잉발생되는 분뇨처리문제를 용이하게 탄력적으로 대응할 수 있을 것임
- ◆ 농가의 자발적인 참여와 조직구성을 촉진 할 수 있으며 지역별 조직운영 및 우수 사례를 심사, 일정지원대상을 선정하여 시설 및 운영보조를 지원함으로써 정부주도 유기농업 표준모델 시설 투자 및 사업정책에서 탈피할 수 있을 것임.

#### 44. 기여도

##### 가. 발표 및 연구실적

###### 1) 학회 및 특강 발표실적

- 안종호. 2003. 우리나라 유기축산의 발전 방안. 안종호. 한국유기농업학회 2003년도 상반기 심포지엄. 21세기 친환경 순환농업의 발전모델과 정책과제.
- 이주삼. 2003. 친환경농업의 자연과학적 접근. 제 4회 흙 살리자 심포지엄 자료집. 농협중앙회. 농민신문사.
- 이주삼, 2003. 가을철 파종시기에 따른 hairy vetch 품종의 생육의 차이. 2003년도 한국유기농업학회 가을철 학술발표대회.
- 조익환, 2003. 순환농업의 지역별 유형과 기술개발과제. 2003년 한국유기농업학회 전반기심포지엄.
- 조익환. 2003. 순환농업의 지역별 유형. 곡성환경농업포럼 pp.53-70.
- 안종호, 임현희, 조익환. 2004. 대나무잎 추출물의 항균활성. 한국동물자원과학회 학술발표회. 2004. 6. 24 - 6. 25. 충북대학교.
- 안종호, 주은정, 임혜현, 박정식, 이상수, 남기택, 최일신, 황성구. 2004. 사료내 면역기능강화 고역가 복합효소제 첨가급여가 착유우의 유생산 및 체세포 수

- 변화에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회. 2004. 6. 24 - 6. 25. 충북대학교.
- 이주삼. 2004. 순환농업을 이용한 환경보전형 축산의 실현. 한국동물자원과학회 2004년도 춘계심포지엄 자료집 p 75-94.
- 조익환. 2004. 논에서 사료작물 재배 및 순환농업<WTO 쌀 재협상 등 내외 환경 변화에 따른 2005년 이후 농산시책 추진방향>. 경상북도.
- 조익환. 2004. 한국형 유기축산의 추진방향 및 전망. 농협환경농업교육원.
- 조익환. 2004. 새해영농설계교육. 영양군 농업 기술센터.
- 안중호. 2005. 축산에서의 사료의 문제, 동물약품 오남용 문제와 유기축산. 2005. 2. 23. 한국농어촌사회연구소 주최. 서울 YMCA.
- 안중호. 2005. 우리나라 유기축산 실현을 위한 제안. 2005. 3. 4. 한국사료협회.
- 안중호. 2005. 자연과 인간이 공존하는 미래의 축산. 계간 농민과 사회 37호 pp. 40. 한국농어촌사회연구소.
- 안중호. 2005. 우리나라 유기축산의 발전방안. pp. 135. 친환경농업을 통한 강원희망 찾기. 2005년 5월 13일. 상지대학교.
- 이주삼. 2005. 유기농업을 위한 흙살리기 작부체계. 제 6회 흙 살리자 심포지엄 자료집. 농민신문사. 농협중앙회.
- 이주삼, 김인수, 김성진, 이지영. 2005. 가을철 파종시기가 hairy vetch 품종의 건물생산과 사료가치에 미치는 영향. 2005년도 하반기 학술대회 발표논문집. 한국유기농업학회지. pp. 46-54.
- 조익환. 2005. 자연순환농업. 한경대학교 산학협력단 “농업환경보전을 위한 유기농업 세미나”.
- 조익환. 2005. 친환경 조사료 생산. 영남대학교 대학원(동물자원 특수과정) 특강.
- 조익환. 2005. 경북지역 친환경농축산 발전전략. (사) 경북세계농업포럼, 상주대학교 농업과학연구소 특강.
- 조익환. 2005. 유기경종과 유기축산을 연계한 지역별 순환농업. 생명산업에 있어서 한국초지의 역할. 한국초지학회 pp. 43-58.
- 조익환. 2005. 양분순환관리를 통한 흙 살리기. 제9회 흙을 살리자 심포지엄. 한국유기농업학회.
- 조익환. 2005. 유기젓산양의 사양관리. - 2005 젓산양연구회 Workshop - 한국젓산양연구회.
- 조익환. 2005. 한국형 유기축산. 경상북도 공무원 교육특강.
- 조익환. 2005. 친환경 축산의 이해. 경상북도 공무원 증견간부양성과정 특강.

- 이주삼. 2006. 유기농업을 위한 작부체계. 화천군 친환경농업대학 자료집. 2006년 (2월 10일)
- 이주삼. 2006. 경종농업과 축산연계 활용대책. 한국동물자원과학회 2006년도 춘계 심포지엄자료집.
- 이주삼. 2006. 유기농업에서의 작부체계 확립. 양구군 농민발표회 2006년(3월17일).
- 이주삼. 2006. 우리나라의 효율적 경축연계 체계. 서울대 농업생명과학대 축산학과 대학원 특강. 2006년 5월 30일.
- 조익환. 2006. 유기흑염소의 사양관리. 새해영농설계교육. 경북 의령군 농업기술센터.
- 조익환. 2006. 친환경농업의 발전방향. 영천시 농업기술센터 농업대학생(친환경 전공) 특강.
- 조익환. 2006. 녹비작물을 이용한 고품질 쌀 생산. 경북대학교 농업개발대학 특강.
- 조익환. 2006. 유기조사료 생산 및 이용. 경상북도 및 농협중앙회 경북지역본부 특강.

## 2) 저서 및 연구논문 발표실적

- 이주삼. 2003. 친환경농업과 생명, 환경교육. pp. 423-430. 한국방송통신대학교 출판부.
- 안종호, 조익환, 이주삼. 2003. 유럽의 유기축산사례 및 우리나라 유기축산의 발전방안. 한국유기농업학회지 11(4): 75-92.
- 조익환. 2003. 지역별 순환농업의 유형에 관한 연구. 한국유기농업학회지 11(3): 91-108.
- 조익환, 이주삼, 안종호. 2003. 가축분뇨의 시용시기와 희석이 목초의 건물생산에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 12(2):209-217.
- 안종호, 주은정, 정수진, 윤병선, 남기택, 최일신, 황성구. 사료내 B-glucanase 활성강화 고역가복합효소제 첨가급여가 착유우의 유생산 및 체세포수 변화에 미치는 영향. 한국유기농업학회지12(2):231-241.
- 조익환. 2004. 액상우분뇨의 시용시기와 희석이 오차드그라스의 건물수량과 사료 가치에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 12(4): 411-425.
- 조익환, 이성훈. 2005. 유기사료급여가 흑염소의 사료섭취량, 영양소소화율 및 질 소축적에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 13(1): 85-99.
- 유덕기, “청소년 여가문화의 방향”, 한국 4H본부9시론, 2003

- 유덕기, “순환농업의 모델과 정책과제”, 한국유기농업학회2003년도 상반기 심포지엄, 2003
- 유덕기, “영농 4H 조직 활성화 방안”, 4H운동 발전방안과 지도자 역할 강화, 2003
- 유덕기, “친환경농업과 지역발전정책 토론회”, 국회환경포럼, 2003
- 유덕기, “농촌청소년과 주 5 일제 外”, 주5일제와 4H, 2003
- 유덕기, “푸른 마을 정책 추진 방안”, 푸른마을공동체 만들기 정책포럼, 2003
- 유덕기, “친환경농업과 지역발전”, 2004년 한국유기농업학회 상반기 심포지엄, 2004
- 유덕기, “유기축산물의 CODEX 대응방안”, 월간 사료산업, 2004
- 유덕기, “21C 농업경영정책의 핵심모델”, 한국농어민신문, 2004
- 유덕기, “지역농업육성을 위한 영농4-H조직의 활성화 방안”, 2004년도 사회과학연구원 지역발전연구부 학술세미나, 2004
- 유덕기, “농촌지역개발을 위한 제언”, 농업마당, 2005
- 유덕기, “친환경농업 리더 길러야”, 농업마당, 2005
- 유덕기, “친환경유기농업의 국제경쟁력 제고방안”, 농업기술회보, 2005
- 유덕기, “농산물경영 및 유통”, 2005년 최고 농업경영자 과정, 2005
- 유덕기, “한국 경제사회적 현실과 전망”, 독일 헤센-니더작슨 알게마인, 2005
- 유덕기, “친환경유기농산물의 지역적 판매조직”, 독일 헤센-니더작슨 알게마인, 2005
- 유덕기, “건강한 흙살리기 모두가 힘 모을 때”, 여론마당, 2005

### 제3절. 활용방안 및 추가연구 필요성

#### 45. 추가연구 필요성

본 연구를 수행하면서 표준모델개발을 수행하다 보니 너무나도 제약이 많았다. 실제로 현실적으로 현장적용사례를 중심으로 연구를 수행해야 함에도 불구하고 현장성이 위약하다는 것을 많이 느꼈다.

##### 가. 환경영향평가 현장적용 부문

특히 환경영향평가 부문에 있어서는 현재 우리사회에도 산업자원부 산하에서 추진하고 있는 LCA(환경영향평가) S/W개발은 많은 기업인들로부터 호평을 받고 있다. S/W개발 후 현장적용과 기업 컨설팅을 국가청정생산기술지원센터를 중심으로 매년 예산이 증가하고 있기 때문이다.

우리 농업분야도 이러한 형태의 농업분야 환경영향평가 S/W개발을 서두르고 현장에 적용할 수 있는 기반정비가 필요하다.

- ◆ 본 연구에서 제시하는 환경영향평가방법을 기초로 S/W의 개발사업 필요
- ◆ S/W에서 활용할 수 있는 자료들의 기반구축 사업필요
- ◆ 예를 들면 농장단위규모의 영농을 하는 작목반이나 지역 영농조합 혹은 도드람이나 풀무원과 같은 기업형태의 농업경영체를 대상으로 실제로 환경영향평가를 하여 컨설팅을 수행
- ◆ 특히 도드람이나 풀무원, 그리고 생협 등은 농업부문 생산면에 있어서 그 파급력이 크기 때문에 이들 업체와 연계하여 SCEM 같은 사업 필요

이러한 사업이 수행되면 농업부문의 환경문제 실상을 정확하게 파악할 수 있고 환경문제의 저감을 위해 대안제시도 가능하며 기후변화협약과 관련된 향후 타 분야와 농업분야와의 할 당문제에 대해서도 능동적으로 대처할 수 있을 것이다.

##### 나. 현장적용 실용화 부문

본 연구에서 개발되어진 모델은 현재 현장에서 직접 활용되고 있는 경우는 농림부 친환경농업 제2차 5개년육성계획에 포함되어있고 현재 지원사업으로 추진되고 있는 광역친환경농업단지 조성사업이 있다. 이 사업은 본 연구의 핵심내용을 바탕으로 사업으로 현실화 하는데 모형개발을 본 연구의 연구원인 동국대학교 윤성이고수가 수행했다. 이는 참으로 훌륭한 사업으로 향후 적극적으로 확대시켜나가야 한다. 그러나 이 사업은 정부의 지원이 없이는 추진하기가 어려운 사업이다. 그렇다면 향후 어떠한 사업이 더 이루어져야 할 것인가?

#### 1) 셀프-수확사업

이 사업은 친환경유기농시장의 50% 이상이 과채류인 점을 감안하여 실용화 하고자 하는 사업이다. 그리고 소비시장의 신뢰성 저하와 판로문제로 친환경유기농산물의 최적 농장직거래 시스템구축이 요구되고 있고 본 연구의 기술적 내용은 이러한 사업의 핵심적 역할을 할 수 있다.

이 컨셉은 도·농간의 교량적 역할자로 미래지향적 Bio-농업의 체험 및 교육장으로 활용될 수 있다. 그리고 생산측면은 개방시장에 대응한 생산안정, 판로안정, 소득안정을 도모할 수 있고 소비측면은 신뢰성확보, 여가선용, 고품질 안전농산물 공급, 성인 및 어린이 체험교육, 친목교류, 유기농의식 고취를 강화 할 수 있다. 향후 전개되어야 할 사업내용은 다음과 같다.

- ◆ 구매빈도가 높고 재배순환이 단기적이 채소중심의 컨셉개발
- ◆ 셀프수확 참여대상 농가 특성조사 분석 및 선정
- ◆ 유기농가를 위한 셀프-수확의 프로그램 개발
- ◆ 셀프수확실천대상 농가를 위한 소비자 측면의 참여자에 대한 홍보 및 정보지와 지침서 개발
- ◆ 셀프수확 수요자 및 이용자를 위한 셀프수확 이용안내 수첩개발
- ◆ 분양 이용규정 및 계약서, 생산 및 이용 인증서 개발
- ◆ 셀프-수확의 복합적 효과분석 등

#### 46. 활용계획

지역·작물·영농규모에 적합한 유기농업 표준모델과 유기경종과 유기축산이 상호연계하는 자연순환형 유기농업 표준모델의 성공적인 운영으로 예상되는 활용방안은 다음과 같다.

- 1) 고부가가치의 유기 농축산물 생산
- 2) 유휴 논경지의 유기조사료 생산지역으로 활용 및 축산농가의 사료자원확보
- 3) 지역 및 농가의 경제적 가치평가를 위한 중요한 분석자료로 활용
- 4) 국제적 환경규제방안에 적절히 대응할 수 있는 정책전략으로 활용
- 5) 유기농축산물의 해외판로 구축과 경쟁력 제고에 효과적으로 이용
- 6) 가축분뇨로 인한 환경오염의 위험성을 최소화하고 환경친화적 Recycling체계구축에 활용하여 지구환경보전에 기여
- 7) 과잉분뇨발생지역, 특히 상수원 보호지역의 가축분뇨의 수질 및 대기오염 방지에 활용
- 8) 유기축산의 가축분뇨의 지역적 교역을 통한 분뇨과부족 및 지역적 분뇨발생 불균형을 완화



- 9) 분뇨발효설비와 연계하여 분뇨처리 및 메탄가스의 연료 및 발전 시스템 을 통한 자원화를 촉진할 수 있을 것임
- 10) 유기농업표준모델의 환경친화적 설비 및 조경, 그리고 분뇨의 자원화 기술을 통하여 민원문제를 완화할 수 있을 것임
- 11) 생태마을 조성과 농촌주거 및 관광농업정책에 크게 기여할 수 있을 것임
- 12) 환경 및 유기농업의 생산기반 인프라시설구축에 필수적인 모델로 활용될 수 있을 것임
- 13) 연구결과를 농업관련 행정자치단체 및 지역에서 적극 활용될 수 있도록 해당 연구기관이 참여연구원을 전문가로 육성하고 또한 연구회의 및 세미나를 통하여 활성화 할 예정임
- 14) 연구결과를 지침서 형태로 작성하여 국내 농업관련 기관 및 농가에 보급
- 15) 연구결과를 국내 공청회 및 설명회를 개최하여 유기농산물 및 순환형 유기농업의 개념과 필요성 전파
- 16) 다른 형태의 유기농업 표준개발에 자료로서 활용
- 17) 유기경종과 유기축산이 상호 연계하는 자연순환형 유기농업 모델은 축산농가와 경종농가에 기술이전으로 실용화를 추진

## 제 6 장 참고문헌

1. 권찬호, 김동암. 1992. 조만생 사초용 호밀의 파종 및 수확시기에 관한 연구. I. 파종시기 별 수량 및 사료가치. 한국초지학회지 12(4):246-252.
2. 김동암, 조무환, 권찬호, 한건준, 김종관. 1992a. 도입 silage용 옥수수의 생육특성 및 생산성 비교. I. 지역 별 생육특성 및 생산성. 한국초지학회지 12(3):161-172.
3. 김동암, 권찬호, 한건준. 1992b. 청예용 호밀의 수확시기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한국초지학회지 12(3):173-177.
4. 김동암, 전우복, 신정남, 김종근, 신동은, 김원호, 김종관. 1998. 목초 및 사료작물 정부 장려품종의 지역 적응성 평가. IV. 수단그라스계 잡종의 사초수량과 사료가치. 한국초지학회지 18(1): 1-10.
5. 김병호, 문여황, 신정남. 1992. Silage 용 옥수수의 품종별 생산성 비교. I. Silage 용 옥수수의 생육특성 및 부위별 건물생산성. 한국초지학회지 12(3):178-184.
6. 김완배 외 4인. 1999. 양평환경농업-21 추진계획 수립을 위한 연구. 서울대학교 농업개발연구소.
7. 김원호. 2002. 벼 대체 및 대단위 사료작물 재배기술 및 작황조사 방법. 논에서 사료작물 재배 및 이용기술. 축산연구소. pp. 105-154.
8. 김종근, 정의수, 윤세형, 서성, 서종호, 박근제, 김충국. 2002a. 연맥-헤어리베치 혼파에 의한 사료가치 및 생산성 향상연구. 한국초지학회지 22(1):31-36.
9. 김종근, 서성, 정의수, 임영철, 이종경, 서종호, 박근제. 2002b. 파종 및 수확시기가 호밀-헤어리베치 혼파의 사초수량과 품질에 미치는 영향. 한국초지학회지 22(4):241-246.
10. 김종근, 김원호, 서성. 2006. 벼 대체 사료작물의 재배 및 이용기술. 한국초지학회 심포지엄 자료집.
11. 김종덕, 김동암, 박형수, 김수근. 1999. 파종시기 및 품종이 사일리지용 옥수수의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한국초지학회지 19(3): 211-220.
12. 김창길. 2000. 부문 환경 문제 동향과 전망. 농업전망 2000. pp.101-123. 한국농촌경제연구원.
13. 김창길. 2005. 친환경농업 발전을 위한 전략과 추진방안. 친환경농업 발전을 위한 대토론회. pp. 1-37.
14. 김창길, 강창용. 2002. 지역단위농업환경모형의 체계화에 관한 연구. 한국농촌경제연구원 연구보고 R441.
15. 김창길, 김정호. 2002. 지속가능한 농업 발전전략. C2002-13. 한국농촌경제연구원

- 원.
16. 김춘수, 최홍림, 강성모. 1995. 분뇨 처리 시스템 개선 및 자원화기술 개발농촌진흥청.
  17. 농림부. 2001. 환경농업 육성법 시행령 및 시행규칙 개정안, 농림부.
  18. 농림부. 2002. 2002년도 양축농가 교육교재 조사료 생산 이용 교육. 농림부·농협중앙회.
  19. 농림부. 2002. 한국사양표준(젓소, 한우). 농림부, 농촌진흥청 축산기술연구소.
  20. 농림부. 2005. 배합사료생산현황(2004년도)
  21. 농림부, 2005. 조사료수급계획(2004년도)
  22. 농업과학기술원. 1999. 작물별 시비처방기준.
  23. 농업과학기술원. 2000. 밭 토양환경보전 관리기술 종합보고서 : 1995 - 1999.
  24. 농촌진흥청. 2000. 밭토양 환경보전관리기술 종합보고서
  25. 농촌진흥청. 2005. 호남 평야지 논 토양관리 기술
  26. 농협중앙회. 1999. 흙살리기와 시비기술. 비료 No. 1-4
  27. 농협중앙회, 2001. 흙 살리기와 시비기술
  28. 서성. 1999. 호밀의 재배이용특성과 호밀 중심 사료작물 작부체계. 한국초지학회 특강자료 pp. 40-64
  29. 서성. 김원호. 김종근. 최기준. 2004. 권역별 답리작 사료작물 최대생산을 위한 적작목(품종) 선발. 1. 중부지방(수원)을 중심으로. 한국초지학회지 24(3): 207-216.
  30. 서성. 김원호. 김종근. 최기준. 2004. 권역별 답리작 사료작물 최대생산을 위한 적작목(푸몽) 선발. 2. 호남지방(익산)을 중심으로. 한국초지학회지 24(3): 217-224.
  31. 서종호. 이호진. 김시주. 허일봉. 1998. 상육단계 및 경운방법에 따른 헤어리베치 녹비의 질소방출 패턴의 변화. 한국토양비료학회지 31(2): 137-142.
  32. 서종호. 이호진. 김시주. 2000. 헤어리베치의 추파시기에 따른 녹비의 수량 및 질소량의 변화. 한국작물학회지 45(6): 400-404.
  33. 서종호. 이호진. 허일봉. 김시주. 2000. 동계 사초 호밀 및 녹비 헤어리베치 재배에 따른 토양 질산태 질소 및 옥수수 질소흡수량 비교. 한국초지학회지 20(3): 199-206.
  34. 서종호. 이호진. 허일봉. 2001. 옥수수-헤어리베치 작부체계에서 옥수수에 대한 헤어리베치의 녹비효과. 한국작물학회지 46(3): 189-194.
  35. 서종혁. 2002. 유기 경종 농업과 축산업의 연계방안, 한국유기농업학회. 2002년도 하반기 학술발표대회.
  36. 손상목. 2000. Codex 유기식품 규격 내용과 한국유기경종과 축산의 적응실천,

- 한국유기농업학회지 8(3):17-34.
37. 안종호, 조익환, 이주삼. 2004. 유럽의 유기축산 사례 및 우리나라 유기축산의 발전방안. 한국유기농업학회. 12(2):209-217.
  38. 양종성. 1992. 답리작 사료작물재배. 한국초지학회지 12(특별호): 127-133.
  39. 엄기철. 2002. 흙 관리, 이대로 좋은가? 제 6회 흙을 살리자 심포지엄. 농민신문사 · 한국토양비료학회, pp. 11-42.
  40. 엄기철, 임동규, 신진섭, 김진화, 최성호, 강동일, 양재의, 신호중. 2003. 권역별 환경농업 모형개발. 농림부.
  41. 유덕기. 2002. 가축분뇨의 배출규제 문제와 처리개선 방안. 2002년 한국유기농업학회학술 발표대회 pp. 3-27.
  42. 이주삼. 2002. 친환경농업의 자연과학적 접근. 제6회 흙을 살리자 심포지엄. 농민신문사 · 한국토양비료학회. pp. 71-81.
  43. 이주삼. 2003. 친환경농업의 자연과학적 접근. 제 4회 흙 살리자 심포지엄 자료집. 농협중앙회. 농민신문사
  44. 이주삼. 2003. 친환경농업과 생명, 환경교육. pp. 423-430. 한국방송통신대학교 출판부
  45. 이주삼. 2004. 순환농업을 이용한 환경보전형 축산의 실현. 한국동물자원과학회 2004년도 춘계심포지엄 자료집 p 75-94
  46. 이주삼. 2005. 유기농업을 위한 작부체계. 제 6회 흙 살리자 심포지엄 자료집. 농민신문사. 농협중앙회
  47. 이주삼. 2005. 유기농업을 위한 작부체계. 화천군 친환경농업대학 자료집
  48. 이주삼. 2006. 경종농업과 축산연계 활용대책. 한국동물자원과학회 2006년도 춘계심포지엄자료집.
  49. 정연태, 조인상, 엄기철 1999. 환경보전 및 지속적 농업개발. 세계농업규범 관련 쟁점 대응을 위한 심포지엄. 농촌진흥청.
  50. 정영상, 양재의, 엄기철. 1999. 작부체계의 따른 환경적 가치평가. 환경친화형 농경지 고도이용기술 심포지엄. 농촌진흥청.
  51. 조익환. 2002. 유기흑염소의 사양관리, 경상북도 농업기술원.
  52. 조익환. 2003. 지역별 순환농업의 유형에 관한 연구. 한국유기농업학회 11(3):91-108.
  53. 조익환, 이성훈, 2005. 유기사료급여가 흑염소의 사료섭취량, 영양소소화율 및 질소축적에 미치는 영향. 한국유기농업학회 13(1):85-99.
  54. 조익환. 2005. 유기경종과 유기축산을 연계한 지역별 순환농업. 생명산업에 있어서 한국초지의 역할. 한국초지학회 pp. 43-58.
  55. 조익환. 2005. 양분순환관리를 통한 흙 살리기. 제9회 흙을 살리자 심포지엄. 한

- 국유기농업학회. 2005. 11.
56. 축산기술연구소. 2000. 가축분뇨 비료성분 부하수준. 최지용, 신은성. 1998. 농업 지역 비점오염원 관리방안 연구. 한국환경정책·평가연구원.
  57. 허장, 정은미, 김창길. 2000. 지역단위 농업환경모형 개발에 관한 기초연구. 연구보고 R417. 한국농촌경제연구원.
  58. 김우영,(1993), 축산폐수 처리이용과 대책, 오성출판사.
  59. 김창섭,(1995), 정부의 가축분뇨 자원화 지원정책, 월간양돈 제17권, 4호.
  60. 김옥경,(1992), 축산분뇨의 경제적 이용에 관한 연구, 건국대 박사학위논문.
  61. 김철수,(1991), 농촌 소규모 오수 처리시설을 이용한 축산폐수의 효율적 처리에 관한 연구, 연세대학교 보건대학원, 석사학위 논문.
  62. 김병중,(1992), 축산분뇨의 경제적 활용과 농업폐수의 효율적 관리방법 연구, 한남대학교 지역개발대학원, 석사학위 논문.
  63. 서운수 외,(1981), 배출시설 규제 방안의 적정화를 위한 연구, 국립환경연구 보건소.
  64. 신용광 외,(2000), 가축배설물의 재생자원이용에 대한 경종농가의 선호분석, 농업경영정책연구.
  65. 정영일 외,(2001), 환경보전 및 안전성 제고를 위한 축산시스템 구축방안, 농정연구포럼.
  66. 조완형,(1997), 유기농산물 국제기준 문제와 우리 나라 유기농업의 과제와 대응책, 한국유기농업학회지, 제6권1호.
  67. 한인규,(1993), 지속적 축산, 지속적 농업과 환경보전 심포지엄.
  68. 한인규, (1996),저공해 사료생산의 이론과 기술, 서울대학교.
  69. 농진청/농과원,(1999), 친환경농업을 위한 가축분뇨 퇴비·액비 제조와 이용.
  70. 농진청,(2000), 2010년을 향한 축산기술연구 비전과 과제, 축산기술연구소.
  71. 환경부,(1995), 오수·분뇨 및 축산폐수처리 통계.
  72. 환경청, 환경백서, 각 연도
  73. 국립환경연구원,(1986), 축산폐기물의 현황과 환경에 미치는 영향에 관한 연구.
  74. 일본 농림성 축산국,(1978), 가축배설물의 처리와 이용.
  75. 농림부,(1998) 친환경농업 육성정책.
  76. 농림부,(2000), 유기축산물 품질인증제 도입방안.
  77. 농림부,(2000), 축산분뇨 자원화 추진실적 및 계획.
  78. 농림부,(1999), 환경농업육성법령 및 해설.
  79. 농림부,(1999) 친환경 지속가능한 농업.
  80. 농림부, 농림업 주요통계, 각 연도
  81. 유덕기,(1993), 축산농의 전문화와 조직화를 위한 모형개발에 관한 연구, 대산논

- 총, 제1호 농촌문화재단, P.247~276.
82. 유덕기,(1997),가축분뇨의 공동이용과 환경친화적 적정사육두수, 한국유기농업학회지 5(2).
  83. 유덕기,(2001),유기축산물의 codex대응과 생산기반구축방안, 한국유기농업학회지, 9(1).
  84. 조광호,(2005), 동물복지형 축산의 동향과 우리의 대응, 농업경영·정책연구, 32(4).
  85. 농림부,(2006), 제 2차 친환경농업 육성 5개년 계획.
  86. 농림부, 통계청, 2006, 홈페이지
  87. 기후변화협약 관련 국가보고서 작성 및 대응방안 연구, KEEI, 1994.
  88. 기후변화협약 관련 일본국 국가보고서, 1994.
  89. 재단법인 축산기술협회, 축산에 있어서 온실효과 가스의 발생제어, 제3집, 해외조사보고 제3보, 1998.
  90. 大久保 등, 1990. 草地學. 文永堂出版. pp. 2.
  91. 大山利男. 2003. 有機食品システムの國際的檢証. 食の信賴構築可能性の探る. 日本經濟評論社.
  92. 永松美希. 2004. EUの有機アグリフードシステム. 日本經濟評論社.
  93. 日本有機農業研究會. 2002. 有機農業ハンドブック土づくりから食べ方まで.
  94. 日本畜産草地研究所. 2003. 第5回資源循環を基本とした乳牛の群管理飼養に関する研究會資料. - 飼料自給率 向上乳牛群飼養管理-
  95. 徐 春成, 豊川好司. 2005. 青森に産出されるリンゴジュース粕およびドウフ粕の飼料特性とその利用. 日本草地學會誌. 51(2):220-225.
  96. 松木洋一, 永松美希. 2004. 日本とEUの有機畜産. ファームアニマルウェルフェアの實際. 農文協.
  97. 杉山修一, 豊川好司. 2005. 地域の未利用バイオマスの飼料化と循環型農業. 日本草地學會誌. 51(2):213.
  98. 松本成夫, 1998. 農業生態系の物質循環. 陽棲行(編著). 環境保全と農林業. pp. 157- 167. 朝昌書店.
  99. 佐久間敏雄. 梅田安治. 1998. 土の自然史. 北海道大學圖書刊行會. p. 100
  100. 泉谷眞實, 村山成治, 蓼 久網, 杉村泰彦. 2005. 地域未利用バイオマスの發生とリサイクル経路 - 青森における農業未利用資源を對象として -. 51(2) : 214-219.
  101. Addin, O. A., Zhou, X. M., Cloutier, D., Coulman, D. C., Faris, M. A. and Smith, D. L. 2000. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize(*Zea mays*). *European J. of Agronomy* 12:93-102.
  102. Amarger, N. 2001. Rhizpbia in the field. *Advances in agronomy*, 73:109-168.

- 103Andersogan, A. T, Salawu, M. B. and Deaville, E. 2002. A comparison of the nutritive value for sheep of grass silage and pea-wheat bicrops differing in maturity at harvest and proportion of peas to wheat. *Animal Feed Science and Technology* 96:161-173.
- 104Andrew N. S., Daniel T. C. and Edwards, D. R. 1993. Phosphorus movement in the landscape. *J. Production Agriculture* 6(4): 492-500.
- 105Anslow, R. C., Burgis, P. R. H. and Sheldrick, R. D. 1983. The potential value of forage peas. *Agricultural Progress*, 58:20-29.
- 106Bax, J. A. and Browne, I. 1995. The use of clover on dairy farms. Research summary, Milk development Council, London. pp. 21.
- 107Berner, A. (1990): Einfluss von Mistkompostmieten auf die Umwelt. *Landwirtschaft Schweiz* 3, 95-99.
- 108Caballero, R., Goicoechea, E. L. and Hernaiz, P. J. 1995. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. *Field Crops Research* 41:135-140.
- 109Caamal-Maldonado, J. A., Jimenez-Osornio, J. J., Torres-Barragan, A. and Anaya, A. L. 2001. The use of allelopathic legume cover crop and mulch species for weed control in cropping systems. *Agron. J.* 93:27-36.
- 110Caballero, R., Barro, C., Alzueta, C., Arauzo, M. and Hernaiz, P. J. 1995. Weed control and herbicides tolerance in a common vetch-oat intercrop. *Weed Science* 43:283-287.
- 111Chang, C. and Janzen, H. H. 1995. Long-term fate of nitrogen from annual feedlot manure application. *J. Environ. Qual.* 25(4):785-790.
- 112Chalk, P. M., (1998): Dynamics of biologically fixed N in legume-cereal rotation: a review. *Australian Journal of Agricultural Research* 49, 303-316.
- 113Clark, A. J., Decker, A. M. and Meisinger J. J. 1994. Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. *Agron. J.* 86:1065-1070.
- 114Clark, A. J., Decker, A. M., Neisinger, J. J., Mulford, F. R. and McIntosh, M. S. 1995. Hairy vetch kill date effects on soil water corn production systems. *Agron. J.* 87: 579-585.
- 115Clark, A. J., Decker, A. M., Meisinger, J. J. and McIntosh, M. S. 1997a. Kill date of vetch, rye and a vetch-rye mixture. I. Cover crop and corn nitrogen. *Agron. J.* 89:427-434.
- 116Clark, A. J., Decker, A. M., Meisinger, J. J. and McIntosh, M. S. 1997b. Kill

- date of vetch, rye and a vetch-rye mixture. II. Soil moisture and corn yield. *Agron. J.* 89:434-441.
- 117Codex, 2002. Guideline for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods.
- 118Cooper, C. S. 1979. Evaluation of legume mixtures for hay plantings. *Agron. J.* 71:81-83.
- 119Cowling, D. W. 1982. Biological nitrogen fixation and grassland production in the United Kingdom. *Philosophical Transactions. Royal Soc. of London. B* 296:297-404.
- 120Crush, J. R. 1987. Nitrogen fixation . pp. 185-201. In M. J. Baker and W. M. Williams(eds.). *White clover*. Wallingford, UK: CAB International.
- 121Davies, D. A. and Hopkins, A. 1996. Production benefits of legumes in grassland. pp. 234-246. In D. Younie(ed.) *Legumes in sustainable farming systems*. British Grassland Society, Reading, Occasional Symposium, No. 30.
- 122de Wit, C. T. and van den Bergh, J. P. 1965. Competition between herbage plant. *Neth. J. Agric. Sci.*, 13:212-221.
- 123Decker, A. M., Clark, A. J., Meisinger, J. J., Mulford, F. R. and McIntosh, M. S. 1994. Legume cover crop contribution to no-tillage corn production systems. *Agron. J.* 86: 126-135.
- 124Ebelhar, S. A., Frye, W. W. and Blevins, R. L. 1984. Nitrogen from legume cover crops for no-till corn. *Agron. J.* 76: 51-55.
- 125Einhelling, F. A. and Leather, G. R. 1989. Potential for exploiting allelopathy to enhance crop production. *J. Chem. Ecol.* 14:1829-1842.
- 126Fisk, J. W., Hesterman, O. B., Shrestha, A., Kells, J. J., Harwood, R. R., Squire, J. M. and sheaffer, C. C. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. *Agron. J.* 93:319-325.
- 127Frame, J. 1986. The production and quality potential of four legumes sown alone and combined in various associations. *Crop Research* 25:103-122.
- 128Frame, J. and Harkess, R. D. 1987. The productivity of four forage legumes sown alone and with each of five companion grasses. *Grass and Forage Science* 42:213-223.
- 129Frame, J. Charlton, J. F. L. and Laidlaw, A. S. 1998. *Temperature forage legumes*. Wallongford, UK: CAB International
- 130Frame, J. 2004. *Forage legumes for temperate grasslands*. Science Publishing, Inc.



- 131Fujii, Y. 2001. Screening and future exploitation of allelopathic plants as alternative herbicides with special reference to hairy vetch. *J. Crop Production* 4:257-275.
- 132George, T., Ladha, J. K., Garrity, D. P. and Buresh, R. 1994. Legumes as nitrate catch crops during the dry-to-wet transition in lowland rice cropping systems. *Agron. J.* 86(2):267-273.
- 133Graham, P. H. and Vance, C. P. 2000. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field crops research*, 65:93-106.
- 134Hartmann, K. M. and Nežadal, W. 1990. Photocontrol of weeds without herbicides. *Naturwissenschaften* 77: 158-163.
- 135Heichel, G. H. and Henjum, K. I. 1991. Dinitrogen fixation, nitrogen transfer and productivity of forage legume-grass communities. *Crop Science* 31:202-208.
- 136Herman, W. A., McGill, W. B. and Domaar, J. F. 1977. Effect of initial chemical composition on decomposition of roots of three grass species. *Can. J. Soil Sci.* 57:205-215.
- 137Holderbaum, J. F., Decker, A. M., Meisinger, J. J., Mulford, F. R. and Vough, L. R. 1990. Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid East. *Agron. J.* 82: 117-124.
- 138Hong, N. M., Xuan, T. D., Tsuzuki, E., Terao, H., Matsuo, M. and Khanh, T. D. 2004. Weed control of four plant species in paddy rice fields in Southeast Asia. *J. Agronomy & crop Science.* 190: 59-64.
- 139Jeyabal, A. and Kuppaswamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. *European J. of Agronomy* 15:153-170.
- 140Juroszek, P. and Gerhards, R. 2004. Photocontrol of weeds. *J. Agronomy and Crop Science* 190:402-415.
- 141Kephart, K. D., Higley, L. G., Buxton, D. R. and Peckham, L. P. 1990. Cicer milk vetch forage yield, quality and acceptability to insects. *Agron. J.* 82:477-483.
- 142Khanh, T. D., Hong, N. H., Xuan, T. D. and Cung, I. M. 2005. Paddy weed control by medicinal and leguminous plants from Southeast Asia. *Crop Protection* 24:421-431.
- 143Kohli, R. K., Batish, D. and Singh, H. P. 1998. Allelopathy and its implication in ecosystems. *J. Crop Prod.* 1:169-202.

- 144Knaus, W. F., Steinwidder, A., and Zollitsch, W. 2001. Energy and protein balance in organic dairy cow nutrition – model calculations based on EU regulations. The 4th NAHWOA Workshop, Wageningen, 24–27 March, 2001.
- 145Knudsen, B. S., Hermansen, J. E., Jensen, S. K., Krisrensen, T. & M.O. 2001. Evitamin tilmalkeker-forekomst og funktion samt vitaminstatus og sammenhg til hyppigste produktionssygdomme I kologiske bestninger. DFJ-Rapport Husdyr xx,DJF. (in press).
- 146Köpke, U. (1994): Nährstoffkreislauf und Nährstoffmanagement unter dem Aspekt des Betriebsorganismus. In: Mayer, J., Faul, O., Ries, M., Gerber, A. und Kärcher, A. (Hrsg.) (1994): Ökologischer Landbau – Perspektive für die Zukunft, Beiträge zur Überwindung der Agrarkrise. SÖL-Sonderausgabe Nr. 58.
- 147Kristensen, T. and Krisrensen, E. S. 1998. Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds. *Livestock Prod. Sci.*54:55–65
- 148Lampkin. N.1992. Organic Farming. Faming Press.
- 149Loomis, R. S. and Connor, D. J., 2003. Crop ecology: Productivity and management in agricultural system. Cambridge University Press. p. 17. 53.
- 150Mahler, R. L. and Auld, D. L., 1989. Evaluation of the green manure potential of Austrian Winter Peas in Nothern Idaho. *Agron. J.* 81(2):258–264.
- 151Mallarino, A. P., Wedin, W. F., Kperdomo, C. H., Goyenola, R. S. and West, C. P. 1990. Legume species and proportion effects on symbiotic dinitrogen fixation in legume–grass mixtures. *Agron. J.* 82:785–789.
- 152Marjatta et al. 2004. Green manure/cover crop systems of smallholder farmers Kluwer Academic Publishers
- 153Martin, J. H., Leonard, W. H. and Stamp, D. L. 1976. Principles of field crop production(3rd ed.). Macmillan Publishing Co., Inc.
- 154Mayer, J. 1995. Erfassung von Bilanzen und Versorgungsgrad für die Nährstoffe Kalium und Phosphor in einem biologisch-dynamisch wirtschaftenden Betrieb. Diploma-Thesis. University of Hohenheim, Germany.
- 155Mayer, J. 1997. Ist die Kaliumversorgung gesichert? *Ökologie und Landbau* 101, 30 – 33.
- 156Mayer, J. und Heß, J. 1997. Welchen Beitrag zur Stickstoffversorgung leisten Körnerleguminosen? *Ökologie und Landbau* 103, 18–22.

- 157Mayer, J., Buegger, F., Jensen, E. S., Schloter, M., Heß, J. 2003. Estimating N rhizodeposition of grain legumes using a<sup>15</sup>N in situ stem labelling method. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 21-28.
- 158Mayer, J. 2005. Nutrient Cycles in Organic Farming the Linkage between Cropping and Livestock Farming, International Conference "Organic farming and Rural development". Korea(Uljin). 375-414.
- 159Meisinger, J. J. Hargrove, W. L., Millelsen, R. L., Williams, J. R. and Benson, V. W. 1991. Effect of cover crops on groundwater quality. pp. 57-68. In W. L. Hargrove(ed.) Cover crops for clean water. Soil water Conserv. Soc. Ankeny, IA.
- 160Mogensen, L. (2001) Personal communication.
- 161Mogensen, L. Kristensen, T., Kristensen, I. S. 1999. kologisk kvaegproduktion. Teknisk-økonomiske gardresultater 1997-98. Typetal for kologisk makeproduktion. DJF-Rapport Husdyr nr 10.138 pp
- 162Munawar, A., Blevins, R. L., Frye, W. W. and Saul, M. R. 1990. Tillage and cover crop management for soil water conservation. *Agron. J.* 82: 773-777.
- 163Nassiri, M. M. 1998. Modelling interactions in grass-clover mixtures. Ph. D. Thesis, Wageningen Agricultural Univ. Wageningen. The Netherlands
- 164Nielsen, L. A. H. 2001. Produktionsmaessige resultater I kologisk malkekvaegsbesatninger. Årsrapport, Landsudvalget for kvaeg, Århus, Denmark, page 18-19.
- 165Niemann, P. 1996. Unkrautbekämpfung durch Lichtausschluß während der Bodenbearbeitung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und pflanzenschutz, Sonderheft XV*, 315-324.
- 166Odum, E. P. 1971. Fundamentals of ecology. W. B. Saunders Company
- 167Postgate, J. R. 1982. The fundamentals of nitrogen fixation. Cambridge Univ. Press.
- 168Postgate, J. 1998. Nitrogen fixation. 3rd ed. Cambridge, UK
- 169Power, J. F. 1985. Nitrogen and water use efficiency of several cool-season grasses receiving ammonium nitrate for 9 years, *Agron. J.* 77(2):189-192.
- 170Power, J. F., Doran, J. W. and Koemer, P. T. 1991. Hairy vetch as a winter cover crop for dryland corn production. *J. Prod. Agric.* 4: 62-67.
- 171Raimbault, B. A. and Vyn, T. J. 1991. Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agron. J.* 83: 979-985.
- 172Randall, G. W. and Mulla, D. J. 2001. Nitrate nitrogen in surface water as

- influenced by climatic conditions and agricultural practices. *J. Environ. Qual.* 30: 337-344.
- 173Ranells, N. N. and Wagger, M. G. 1996. Nitrogen release from grass and legume cover crop monocultures and bicultures. *Agron. J.* 88(5):777-782.
- 174Salawu, M. B., Adesogan, A. T., Weston, C. N. and Williams, S. P. 2001. Dry matter yield and nutritive value of pea/wheat bi-crops differing in maturity at harvest, pea to wheat ratio and pea varieties. *Animal Feed Science and Technology* 94:77-87.
- 175Schmitt, A., Sawyer, J. E. and Hoeft, R. G. 1992. Incubation of injected liquid beef manure: Effect of time and manure rate. *Agron. J.* 84(2):224-228.
- 176Shah, Z., Shah, S. H., Peoples, M. B., Schwenke, G. D. and Herridge, D. F. 2003. Crop residues and fertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legumes-cereal rotations and soil organic fertility. *Field Crop Research* 83:1-11.
- 177Smeal, D., Gregory, E. T. and Arnold, R. N. 1992. Interseasonal variability in the water use-production function of alfalfa. *J. Prod. Agr.* 5(4):567-580.
- 178Smith, M. S., Frye, W. W. and Varco, J. J. 1987. Legume winter cover crops. *Advances in Soil Sci.* 7:95-139.
- 179Soe, J. H., Lee, H. J., Huh, I. B. and Kim, S. T. 1998. effect of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) green manure on maize growth and nitrogen uptake. *RDA. J. Agro-Environ. Sci.*, 40(1):62-68.
- 180Stout, D. G., Brooke, B., Hall, J. W. and Thompson, D. J. 1997. Forage yield and quality from intercropped barley annual ryegrass and different annual legumes. *Grass and Forage Science*, 52:298-308.
- 181Ta, T. C. and Faris, M. A. 1987. Species variation in the fixation and transfer of N from legumes to associated grasses. *Plant Soil* 98:265-274.
- 182Tivy, J. 1994. *Agricultural ecology*. Longman Scientific & Technical, New York.
- 183Tollenaar, M., Diho, A. A., Aguilera, A., Weise, S. F. and Swanton, C. J. 1994. Effect of crop density on weed interference in Maize. *Agron. J.* 86(4):591-595.
- 184Toth, J. D. and Fox, R. H. 1998. Nitrate losses from a corn-alfalfa rotation: lysimeter measurement of nitrate leaching. *J. of Environ. Qual.* 27:1027-1033.
- 185Trenbath, B. R. 1974. Biomass productivity of mixtures. *Adv. Agron.* 26:177-210.

- 186USDA. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. 58p. U. S. Government Printing Office. Washington, D. C.
- 187Utomo, M., Fryye, W. W. and Blevins, R. L. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agron. J.* 82: 979-983.
- 188Vaarst, M., Roderick, S., Lund, V. and W. Lockeretz. 2003. *Animal Health and Welfare in Organic Agriculture*. CABI Publishing.
- 189Wagger, M. G. 1989. Time of desiccation effects on plant composition & subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. *Agron. J.* 81: 236-241.
- 190Wen, S., Xu, M. and Quin, D. 2000. *Astragalus sinicus* L. in rice farming systems of Southern China. pp. 181-183. *In* W. W. Stur, P. M. Horne, J. B. Hacker and P. C. Kerridge(eds.). *Working with Farmers: the Key to adoption of Forage Technologies*. Proc. of and Int'l workshop. Cagayan de Oro, Mindinao, Phillipines, Oct. 1990. ACIAR Proc., No. 95
- 191Wilson, D. O. and Hargrove, W. L. 1986. Release of nitrogen from crimson clover residue under two tillage systems. *Soil Sci. Soc., Am. J.* 50: 1251-1254.
- 192Xuan, T. D. 2004. Utilization of allelopathy in higher plants for control of paddy weeds. Ph. D. Thesis, School of Agridultural Sciences, Kagoshima Univ. Kagoshima, Japan. pp. 167.
- 193Xuan, T. D., Tawata, S., Khanh, T. D. and Chung, I. M. 2005. Decomposition of allelopathic plants in soil. *J. Agronomy & Crop Science* 191:162-171.
- 194Yadvinder-Singh, Bijay-Singh and Khind, C. S. 1992. Nutrient transformation in soils amended with green manures. *Advances in Soil Science* 20:237-309.
- 195Younie. D. and J. M. Wilkinson. 2001. *Organic Livestock Farming*. Chalcombe Publications.
- 196Plato, B.v./Werner, U.(2001), *Die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise im 20. Jahrhundert*, Verl. Goetheanum, Diercks, R./Heitefuss, R.(1994),*Integrierter Landbau*, BLV Verlag.
- 197Schmid,O./Sanders, J.(2004),*Organic Marketing Initiatives and Rural Development*, Vol.7, Wales, UK
- 198Schmid,O./Hamm,U.(2004), *A Guide to Successful Organic Marketing Initiatives*, Vol.6, Frick, Switzerland.
- 199Redelberger,H.(2004),*Management-Handbuch für die Ökologische*

- Landwirtschaft, KTBL-Schr. 425.
- 200Neuerburg, W./Padel, S.(1992), Organisch-biologischer Landbau in der Praxis, BLV Verl. München.
- 201Pimentel, D.(1973), Food Production and the Energy Crisis, Science 182
- 202Kuhlendahl, S.(1990), Mündliche Mitteilung, Einführungskurs organisch-biologischer Landbau)
- 203Tschanz, B.(1982), Verhalten, Bedarf und Bedarfsdeckung bei Nutztieren. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. 1981, KTBL, Schrift-Verlag.
- 204Tschanz, B.(1984), Artgemäß und verhaltensgerecht-ein Vergleich. Der praktische Tierarzt, 65
- 205Hagner,C.(1997), Akzeptanz und wohlfahrtsökonomische Analyse von Extensivierungspolitiken in Deutschland-unter besonderer Berücksichtigung des ökologischen Landbau.
- 206Braun, E(1984), Bergbau und Umwelt Heute, in; Mitteilungen aus dem Ergänzungsstudium Ökologische Umweltsicherung, Kassel,
- 207Griese,T.(2001), Wie kann die Politik den ökologischen Landbau stärken?, Ökologie& Landbau 119.
- 208Hamm, U.(2001), Analyse den Marktes für ökologisch erzeugte Produkte. in; Tagungs-beitrag "Perspektiven des ökologischen Landbaus in Deutschland, Berlin.
- 209ANDREE, H.(2000), Zur Einzeltierfütterung von Mastschweinen, Landtechnik, 55, Kiel,
- 210BUSSINK, W.(1997), Ausbringtechniken auf Grün-und Ackerland in den Niederlanden,; in Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung, KTBL. 242,
- 211ENGEL, T./BÜCKEN, S.(1997), GUELLEX- Ein Bilanzierungs- und Entscheidungs-system zum umweltschonenden inner-und überbetrieblichen Gülleeinsatz : in Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung, KTBL. 242,

## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.