

C2007-25 | 2007. 10.

# 제3차 기후변화협약대책 농림분야 평가 및 제4차 종합대책 추진방안

김 창 길 연구 위원  
김 태 영 전문 연구 원  
이 상 건 위 축 연구 원

한국농촌경제연구원

**연구 담당**

김 창 길	연구 위원	연구 총괄 및 분석 종합
김 태 영	전문연구원	외국사례 정리
이 상 건	위촉연구원	국내 종합대책 정리

## 머 리 말

---

지구온난화 문제에 대한 범세계적인 대응책 모색을 위해 기후변화협약이 채택되었고, 온실가스 감축을 위한 구체적인 실행지침인 교토의정서가 2005년부터 공식적으로 발효되었다. 교토의정서 이행과 관련하여 우리나라는 온실가스 감축의무는 없으나 1999년부터 온실가스 관리를 위한 종합대책을 수립하여 추진해오고 있다. 기후변화협약에 대응한 제1차 종합대책(1999~2001)과 제2차 종합대책(2002~2004)이 이루어졌고, 제3차 종합대책(2005~2007)이 2007년 말에 종료될 예정이고 2008년부터 제4차 종합대책(2008~2012)이 추진될 예정이다.

이 보고서는 농림부 정책과제로 추진된 「제3차 기후변화협약대책 농림분야 평가 및 제4차 종합대책 추진방안」 연구의 최종 결과물로 농림업 부문의 온실가스 발생 및 관리수단, 제3차 종합대책의 농림분야 추진성과 분석, 주요국의 농림분야 대응책, 제4차 종합대책 관련 농림분야 대책 분석 등을 제시하였다. 특히 제4차 대책의 농림부문 과제에 포함되지 못한 새로운 추가과제를 제시하였다. 아무쪼록 이 연구가 기후변화협약에 대응한 농림업부문의 정책프로그램 수립에 있어서 기초 자료로 기여하게 되기를 기대한다.

이 연구의 수행과 관련 기후변화협약 대응 제3차 종합대책의 농림업부문의 프로그램에 대한 자체평가 자료를 제공해 준 농업과학기술원, 축산과학원, 산림청, 산림과학원의 사업별 담당자와 농림부의 기후변화대응 자문위원회에서 유익한 의견을 개진해준 자문위원 등 여러분께 감사드린다.

2007. 10.

한국농촌경제연구원장 최 정 섭

# 차 례

---

## 제1장 서론

1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구목적 .....	3
3. 연구범위 .....	3
4. 연구방법 .....	4

## 제2장 농림업 부분의 온실가스 발생 및 관리수단

1. 농업부문의 온실가스 발생량 추정 및 전망 .....	6
2. 농업부문의 온실가스 관리수단 .....	13

## 제3장 제3차 종합대책의 농림분야 추진성과 분석

1. 기후변화협약 대응 제3차 종합대책 추진 개요 .....	2
2. 농림분야 추진과제에 대한 진단과 성과평가 .....	25

## 제4장 기후변화협약에 따른 주요국의 농림분야 대응책

1. 일 본 .....	68
2. 미 국 .....	73
3. E U .....	8
4. 주요국의 농림업부문 기후변화 대책 관련 시사점 .....	92

## 제5장 제4차 종합대책 관련 농림분야 대책

1. 제4차 종합대책의 추진과제 선정 절차 .....	9
-------------------------------	---

2. 제4차 종합대책 농림부문 추진과제 내용 .....	100
3. 제4차 종합대책 관련 농림부문 향후 추진 과제 .....	147

## **제6장 요약 및 결론**

요약 .....	164
Abstract .....	164
표·그림 차례 .....	169
참고 문헌 .....	173

# 제 1 장

---

## 서 론

### 1. 연구의 필요성

- 지구온난화 진행으로 인해 이상기상의 빈발, 생태계에 대한 악영향, 농업생산에 타격, 질병발생 증가, 자연재해의 격화 등이 우려되고 있음. 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC)의 「기후변화에 관한 제4차 보고서」(2007년 2월 발표)에 따르면 지구온난화가 가속화되고 있으며, 그 원인은 인위적 활동에서 비롯된 것으로 밝힘.
  - 지금과 같이 석유·석탄 등 화석연료에 의존한 인류의 생활이 계속되면 21세기말(2090~2099)에는 지구의 평균기온이 최대 6.4℃ 추가로 상승하고, 해수면은 59cm까지 상승할 것이라고 경고함. 지난 100년(1906~2005)동안 지구의 평균기온이 0.74℃ 상승한 것으로 발표함.
  - IPCC는 지구온난화의 원인이 인간의 활동 때문일 확률이 90%이상이라고 분석함. 지구온난화로 인해 농산물 수확량이 줄어들어 추가적으로 아시아와 아프리카 인구의 1억 2천만 명이 기근에 시달리고 인류 절반이 심각한 물 부족에 직면할 것으로 경고함.
  - 2100년쯤에는 지구 평균기온 상승으로 북극빙하가 녹아 없어지고 폭염과 집중호우 등 기상재난 빈발과 열대 폭풍도 더욱 거세질 것으로 전망함.

- 지구온난화의 가속화 문제는 국제사회의 핵심 이슈로 대두되었고 온실가스 감축을 위한 범세계적인 대응책으로 1992년 6월 기후변화협약(UNFCCC)이 채택됨. 기후변화협약에 따라 전 세계 국가들이 온실가스 감축을 이행하는 경우 누가, 얼마만큼, 어떻게 줄이느냐에 대한 문제를 결정하는 구체적인 실행 지침으로 1997년 교토의정서가 채택되었고, 2005년 2월 16일 공식적으로 발효됨.
- 교토의정서에 따라 제1차 공약기간(2008 ~ 2012)에 걸쳐 선진국(Annex I)은 전체 온실가스 배출량을 1990년 수준보다 평균 5.2% 감축하되, 각국의 경제적 여건에 따라 -8%에서 +10%까지 차별화된 감축량을 규정함. 우리나라는 교토의정서상에 개도국(non-Annex I) 지위확보로 제1차 공약기간 중 온실가스 감축의무는 없음.
- 온실가스 의무감축과 관련 제2차 공약 기간(2013 ~ 2017)에 우리나라가 온실가스 의무감축에 참여해야 하는지는 향후 당사국총회의에서 결정될 것이나, 2004년 기준 세계 9위의 온실가스 배출국이자 OECD 회원국으로서 제2차 이행 기간부터는 국제사회로부터 온실가스 배출 감축을 위한 의무 동참 압력이 거세질 것으로 전망됨.
- 정부는 기후변화협약에 따른 대응 방안 모색을 위해 1998년 국무총리가 주관하는 범정부대책기구를 설립하여 관계부처를 중심으로 종합적인 기후변화 대응정책을 수립하고 이를 3년 단위로 시행해오고 있음. 기후변화협약 관련 제1차 종합대책(1999 ~ 2001)과 제2차 종합대책(2002 ~ 2004)이 이루어졌고, 제3차 종합대책(2005 ~ 2007)이 2007년 말에 완료될 예정임.
- 기후변화협약에 대응한 정부의 제3차 종합대책이 2007년에 종료됨에 따라 정책추진 성과를 평가하여 2008년부터 추진될 예정인 제4차 종합대책(2008 ~ 2012) 수립 시 반영함으로써 농림분야의 효과적이고 실효성 있는 대응책 개발이 필요함. 현재 우리나라는 온실가스 의무감축 대상국이 아니므로 농업부문의 경우 강제적인 규제중심의 정책보다는 의무감축 이행시 추진해온 노력을 인정받을 수 있고 온실가스 흡수 및 온난화 적응을 유도하는 정책프로그램 개발이 필요함.

## 2. 연구목적

- 기후변화협약 대응 관련 국내 제3차 종합대책의 농림분야 추진과제를 평가하고, 평가결과를 기초로 제4차 종합대책 수립과 관련 실제 사업화 가능한 과제를 도출하는데 연구목적이 있음.

## 3. 연구범위

- 연구범위는 기후변화대책과 관련 경종과 축산을 포함하는 농업분야와 산림분야를 대상으로 설정
  - 기후변화협약 제3차 종합대책과 관련한 농림부문의 과제로는 16개 세부과제를 대상으로 함.
  - 제3차 종합대책의 사업기간이 2005~2007년이므로 사업성과는 2007년 말 사업종료 시점을 상정하여 성과를 평가하였음.
  - 제4차 종합대책은 국무조정실 기후변화종합대책평가단에서 선정된 과제를 중심으로 평가하였음.
  - 기후변화협약에 따른 대응책 개발은 주로 농축산 부문에 한정하고 산림분야는 제외함.
- 교토의정서 이행에 따른 대응책 추진 및 과제별 추진방안 모색
  - 온실가스 의무감축 이행과 관련 대응책은 단계적으로 접근하며, 경종부문과 축산분야에 관련된 핵심적이고 실천 가능한 과제를 발굴하여 제시함.
  - 추진과제는 제4차 종합대책에 포함된 과제 외에 보완과제나 종합대책과 연계하여 핵심적으로 추진해야 하는 과제를 발굴하여 제시함으로써 향후 과제조정 및 보완작업이 이루어지는 경우 실제 활용토록 함.



#### 4. 연구방법

- 기후변화협약 대책 관련 관련문서 및 선행연구 검토
  - 기후변화협약 대책 관련 농림부, 농촌진흥청, 산림청 등 관계기관의 문서와 보고자료를 검토함.
  - 제3차 기후변화협약 종합대책 수립과 관련하여 에너지경제연구원, 한국환경정책평가연구원 등의 연구기관 및 학계의 관련분야 선행연구를 검토함.
- 농림업부문의 기후변화협약 제3차 종합대책에 대한 자체평가자료 활용
  - 기후변화협약 제3차 종합대책의 농림부문 사업에 대한 평가는 사업별 소관부서 및 담당자를 통한 자체평가 결과를 기초자료로 활용하였음.

표 1-1. 농림부문 제3차 종합대책 사업별 자체평가자 명단

부 문	사업명	평가자	비 고
농업부문	농경지 온실가스배출 감축	김건엽	농업과학기술원
	농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구	이정택	농업과학기술원
	음식물 쓰레기 퇴비화 연구	권순익	농업과학기술원
	작물의 생육 및 생산성 영향 평가	심중두	농업과학기술원
	강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 평가	하상건	농업과학기술원
	황사에 따른 농업환경영향 평가	박찬원	농업과학기술원
축산부문	축산분뇨자원화 연구	김건엽	농업과학기술원
	가축분뇨 처리개선	정종원	축산과학원
	반추가축 장내발효 개선	김경훈	축산과학원
산림부문	도시숲 조성·관리사업	김경목	산림청
	산림 병해충 집중 방제	조갑대	산림청
	기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 연구	임종환	산림과학원
	산불예방 및 진화 적극 추진	한영철	산림청
	숲가꾸기가업 확대	이용권	산림청
	해외조림사업 확대	이경호	산림청
	흡수원 활용기반 구축	배재수	산림과학원

- 농림업부문의 기후변화협약 종합대책에 대한 외부평가 자료 활용
  - 기후변화협약 제3차 종합대책에 대한 외부평가는 국무조정실 산업심의관실에서 이루어진 2005년도와 2006년도 평가결과를 활용하였음.<sup>1</sup>
  - 기후변화협약 제4차 종합대책에 관해서는 국무조정실 기후변화종합대책평가단의 과제 심의 내용 및 과제 선정결과 자료를 활용하였음.
- 기후변화협약 관련 농림부문 자문회의 및 전문가 의견수렴
  - 농림부문의 기후변화협약 제4차 종합대책에 대한 효과적인 대응 방안 마련 및 현안에 대한 논의를 위해 농림부에 설치된 「기후변화대응 자문위원회」에서 논의된 내용과 제안을 반영하였음.<sup>2</sup>
  - CDM 분야의 전문가에 의뢰하여 농축산부문의 CDM사업 추진방안에 대한 구체적인 사항 검토를 요청하여 실효성 있는 대안을 제시토록 함.
  - 기후변화협약 관련 농업부문의 전문가를 자문위원을 위촉하여 제3차 종합대책에 대한 평가 및 제4차 종합대책의 추진방안에 대한 검토와 의견을 수렴하였음.
- 온실가스 의무감축 이행관련 해외사례를 수집하여 벤치마킹자료로 활용
  - 교토의정서에 따른 온실가스 의무감축 이행에 대비하여 2007년 6월에 발표한 “농림수산성 지구온난화 종합전략”의 수립배경과 내용 및 관련분야 연구동향 등의 파악을 위한 일본 현지조사(2007. 9. 17~9. 20) 결과를 활용함.
  - 교토의정서 이행과 관련 농업부문에서 적극적인 참여와 감축목표를 조기 달성한 유럽 국가인 덴마크, 서독, 영국의 대응 사례를 검토함.
  - 교토의정서에는 비준하지 않았지만 최근 국가적으로 온실가스 감축대책을 본격적으로 추진하고 있는 미국의 사례를 검토함.

1 기후변화협약대책 제3차 종합대책에 대한 외부전문가(농림분야 외부평가위원 김창길) 평가는 국무조정실 기후변화협약대책평가단의 2005년도와 2006년도 평가결과를 활용함.

2 농림부의 기후변화대응 자문위원회는 차관보를 위원장으로 농림부에서 친환경농업정책과장, 농생명정책과장, 축산자원순환과장, 농촌진흥청에서 국제기술협력과장, 농업과학기술원 환경생태과장, 산림청 산림정책팀장, 외부전문가로 윤성이 교수(동국대), 이해춘 교수(성균관대), 연인철 교수(명지대), 조경엽 박사(한국경제연구원), 김창길 박사(농경연), 정종원 박사(축산과학원), 이경학 박사(산림과학원) 등 13명으로 구성되어 있음. 제1차 자문위원회가 2007년 7월 16일에 개최되어 제4차 종합대책에 관한 심층적인 논의가 있었음.

## 제 2 장

---

### 농림업 부문의 온실가스 발생 및 관리수단

#### 1. 농업부문의 온실가스 발생량 추정 및 전망

##### 1.1. 우리나라의 온실가스 배출 실태

- 온실가스는 지구온난화현상을 유발하는 가스로서 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF<sub>6</sub>) 등을 지칭하며, 이 가운데 HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 등은 자연계에는 존재하지 않으며 인간이 합성한 가스임.
  - 온실가스별 배출원을 보면 CO<sub>2</sub>는 주로 석유와 석탄 등 화석에너지 사용 및 산업공정, CH<sub>4</sub>은 주로 폐기물 처리 및 농축산 활동, N<sub>2</sub>O는 주로 산업공정과 질소비료 사용 등으로부터 발생함. 또한 HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 등은 냉장고와 에어컨의 냉매와 도금산업의 세척용 및 전기제품 생산과정 등으로부터 발생함.
  - 지구온난화에 기여하는 정도를 나타내는 지구온난화지수(Global Warming Potential)는 CO<sub>2</sub>를 1로 보았을 때 CH<sub>4</sub>가 21, N<sub>2</sub>O가 310, HFCs가 1,300, PFCs가 7,000, SF<sub>6</sub>가 23,900 등으로 온실가스별로 상당한 차이가 남.

○ 우리나라의 온실가스 배출 현황

- 온실가스 총배출 규모(2004년 기준)는 약 590.6백만 CO<sub>2</sub>톤에 달하며, 이 중 토지이용 및 임업부문으로부터의 흡수량인 약 33.3백만 CO<sub>2</sub>톤을 제하면, 순배출량은 약 557.3백만 CO<sub>2</sub>톤으로 세계 10위 수준임. 온실가스 배출량은 1990년 이후 연평균 4.7%씩 증가한 것으로 나타남.
- 온실가스 배출량을 산업부문별(2004년 기준)로 보면 에너지부문이 83%, 산업공정부문이 11.7%, 농업부문이 2.7%를 차지하는 것으로 나타남. 농업부문은 1990년 이후 농경지면적과 화학비료 사용량 감소 등으로 매년 0.7%씩 줄어든 것으로 나타남.

표 2-1. 산업 부문별 온실가스 배출량 변동 추이

단위: 백만 CO<sub>2</sub>톤(%)

	1990	1995	2000	2003	2004	1990~2004 증가율(%)
에너지	247.7 (79.8)	372.1 (82.2)	438.5 (83.0)	481.4 (82.7)	490.2 (83.0)	5.0
산업공정	19.9 (6.4)	47.1 (10.4)	58.3 (11.0)	69.7 (12.0)	69.4 (11.7)	9.3
농업	17.5 (5.6)	17.8 (3.9)	16.2 (3.1)	15.5 (2.7)	15.9 (2.7)	-0.7
폐기물	25.5 (8.2)	15.7 (3.5)	15.6 (3.0)	15.6 (2.7)	15.1 (2.6)	-3.7
총배출량	310.6 (100.0)	452.8 (100.0)	528.6 (100.0)	582.3 (187)	590.6 (190)	4.7
토지이용변경 및 임업(흡수원)	-23.7	-21.2	-37.2	-33.3	-33.3	2.4
순배출량	286.8	431.5	491.4	548.6	557.3	4.9

자료: 에너지경제연구원(2006).

○ 온실가스별 배출 구조를 보면 이산화탄소와 메탄이 전체 배출량의 92.0% 차지

- 온실가스중 이산화탄소 배출량의 비중은 1990년 83.2%에서 2004년 87.7%로 증가하여 1990년 이후 연평균 5.1% 증가한 것으로 나타남.

- 메탄은 1990년 이후 연평균 3.7%의 감소세를 보여, 비중도 1990년 13.9%에서 2004년 4.3%로 크게 축소된 것으로 나타남.

표 2-2. 온실가스별 배출량 변동 추이<sup>1)</sup>

단위: 백만 CO<sub>2</sub>톤(%)

	1990	1994	1995	1996	2000	2003	2004	1990~2004 증가율(%)
CO <sub>2</sub>	258.3 (83.2)	369.5 (87.5)	401.0 (88.6)	438.3 (86.8)	464.9 (87.9)	510.7 (87.7)	517.9 (87.7)	5.1
CH <sub>4</sub>	43.2 (13.9)	32.6 (7.7)	28.5 (6.3)	30.6 (6.1)	26.4 (5.0)	25.8 (4.4)	25.7 (4.3)	-3.7
N <sub>2</sub> O	8.0 (2.6)	11.0 (2.6)	11.9 (2.6)	12.6 (2.5)	14.9 (2.8)	18.2 (3.1)	20.9 (3.5)	7.1
HFCs	1.0 (0.3)	3.8 (0.9)	5.1 (1.1)	5.7 (1.1)	8.3 (1.6)	7.7 (1.3)	7.1 (1.2)	15.2
PFCs <sup>3)</sup>	- <sup>2)</sup>	-	-	1.0 (0.2)	2.3 (0.4)	2.5 (0.4)	3.1 (0.5)	15.4
SF <sub>6</sub> <sup>3)</sup>	-	5.1 (1.2)	6.3 (1.4)	17.0 (3.4)	11.7 (2.2)	17.4 (3.0)	15.9 (2.7)	12.1
합 계	310.6 (100.0)	422.1 (100.0)	452.8 (100.0)	505.2 (100.0)	528.6 (100.0)	582.3 (100.0)	590.6 (100.0)	4.7

주: 1) 배출량에는 토지이용변경 및 임업부문의 배출/흡수량은 제외된 것임.

2) - 는 자료입수가 불가능함을 나타냄.

3) PFCs는 1996~2004, SF<sub>6</sub>는 1994~2004 증가율임.

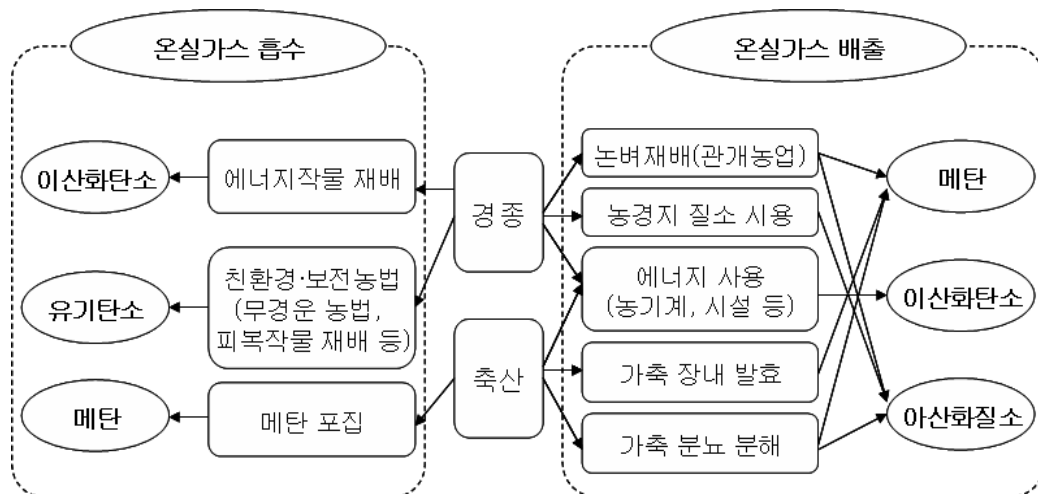
자료: 에너지경제연구원(2006).

## 1.2. 농업부문의 온실가스 배출 실태

- 농축산부문에에서 발생하는 온실가스는 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 등이 주류를 이루며 부분적으로 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 등으로 구성<그림 2-1>
  - 메탄은 무색·무취의 가연성 기체로 논벼 경작 시 산소가 없는 담수상태의 토양에서 발생하고, 축산부문의 반추가축 위에서의 미생물 발효과정인 장내발효와 가축분뇨 분해과정 등에서 발생함.
  - 아산화질소는 무색의 기체로 향기와 단맛을 가지는데 질소비료 사용과 가축분뇨가 분해될 때 발생함.

- 이산화탄소는 농축산부문에 사용되는 석탄, 석유, 가스 등 화석연료 에너지의 연소에 의해 발생함. 농업부문의 에너지 사용은 농기계, 농업용 기기 및 시설 등과 관련된 직접에너지, 비료, 농약 등 생산요소를 통해 사용된 간접에너지 사용 등으로부터 발생함.
- 농축산부문의 경우 에너지작물 및 피복작물 재배로부터의 유기탄소 저장, 축산부문의 메탄포집에 따른 온실가스 흡수도 가능<그림 2-1>
  - 농축산부문의 온실가스 저장·흡수는 유채 등 에너지작물 재배에 따른 이산화탄소 흡수, 친환경농법과 피복작물 재배에 따른 토양유기탄소 저장, 축산부문에 발생하는 메탄포집 등을 들 수 있음.
  - 농축산부문의 온실가스 저장 및 흡수 기능에 관해서는 아직 국가온실가스 통계에서는 포함시키지 않고 있음.

그림 2-1. 농업부문의 온실가스 배출-흡수 구조



- 농업부문의 온실가스 배출량 변동 추이
  - 농업부문의 온실가스 배출량 변동 추이를 보면 경종부분의 경우 메탄 배출량은 2000년 7,509천 CO<sub>2</sub>톤에서 2005년에는 6,862천 CO<sub>2</sub>톤으로 8.6% 감소하였고, 아산화질소는 같은 기간에 2,574천 CO<sub>2</sub>톤에서 2,376천 CO<sub>2</sub>

톤으로 7.7% 감소하였음.

- 축산부문의 경우 메탄은 2000년 3,086천 CO<sub>2</sub>톤에서 2005년에는 3,198천 CO<sub>2</sub>톤으로 3.6% 증가하였고, 아산화질소는 같은 기간에 2,525천 CO<sub>2</sub>톤에서 2,736천 CO<sub>2</sub>톤으로 8.4% 증가하였음.
- 농축산부문에서 발생한 이산화탄소 배출량은 2000년 3,043천 CO<sub>2</sub>톤에서 2005년 2,958천 CO<sub>2</sub>톤으로 6.1% 증가한 것으로 추정됨.
- 농업부문 전체 온실가스 배출량은 2000년 18,737천 CO<sub>2</sub>톤에서 2005년 17,979천 CO<sub>2</sub>톤으로 3.8% 감소한 것으로 나타남.

표 2-3. 농업부문 온실가스 배출량 및 온난화지수 변화추이

단위: 천 톤(온실가스), 천 CO<sub>2</sub>톤(온난화지수)

구분	경중부문 배출량				축산부문 배출량				이산화탄소 <sup>1)</sup>	계 (GWP)
	메탄	아산화질소		메탄	아산화질소					
		GWP <sup>2)</sup>	GWP		GWP	GWP				
2000	357.6	7,509	8.3	2,574	147.0	3,086	8.1	2,525	3,043	18,737
2001	361.3	7,587	7.4	2,281	139.6	2,932	8.1	2,515	2,934	18,249
2002	351.3	7,377	7.1	2,213	139.7	2,934	8.2	2,546	2,907	17,977
2003	338.9	7,117	7.0	2,185	140.7	2,955	8.3	2,574	2,817	17,648
2004	333.9	7,013	7.7	2,401	146.9	3,085	8.4	2,619	2,861	17,979
2005	326.8	6,862	7.7	2,376	152.3	3,198	8.8	2,736	2,858	18,030

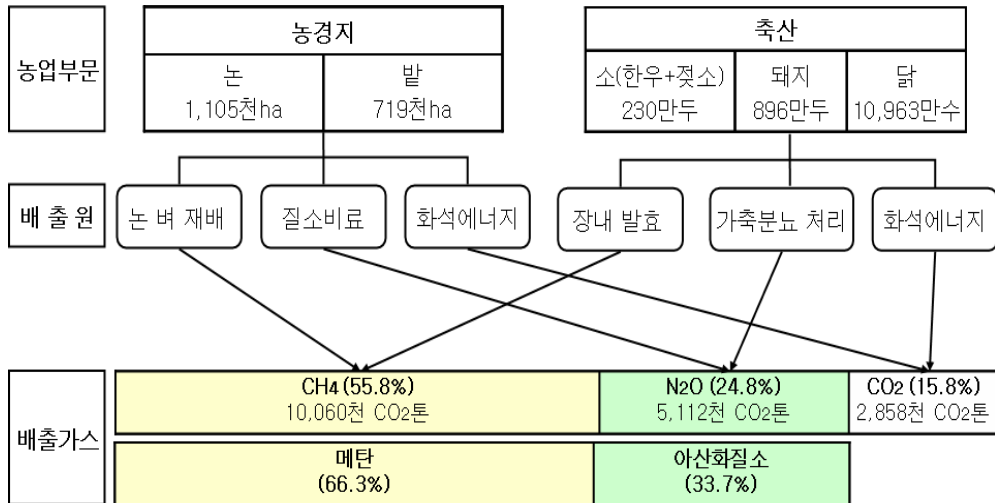
주: 1) 이산화탄소 배출량에는 농기계 및 시설이용, 비료·농약·배합사료 생산에 따른 이산화탄소 배출량을 포함함.

2) 지구온난화지수(Global Warming Potential, GWP)는 이산화탄소를 1로 할 때, 메탄 21, 아산화질소 310을 적용하여 산출한 이산화탄소 환산 배출량임.

○ 2005년 기준 농업부문의 온실가스 배출 실태

- 농업부문에서 발생하는 온실가스 총발생량은 18,030천 CO<sub>2</sub>톤으로, 이중 메탄이 10,060천 CO<sub>2</sub>톤으로 55.8%, 아산화질소가 5,112천 CO<sub>2</sub>톤으로 28.4%, 이산화탄소가 2,853천 CO<sub>2</sub>톤으로 15.8%를 차지하는 것으로 나타남.
- UN 국가보고서에서는 농업부문의 온실가스로 메탄과 아산화질소만을 대상으로 하고 있으며, 이 경우 농업부문의 온실가스는 메탄이 66.3%, 아산화질소 33.7%로 구성됨(<그림 2-2> 참조).

그림 2-2. 농업부문의 온실가스 배출 구조(2005년 기준)



### 1.3. 농업부문의 온실가스 배출 전망

○ 농업부문의 온실가스 배출량 전망

- 2020년까지의 온실가스 배출량 전망을 위해 「농업부문 비전 2030 중장기 지표 개발」(김정호 등, 2007)에서 제시한 농경지면적, 가축사육두수 등의 중장기 농업부문 전망치를 이용함.
- 2000년 기준 벼 재배에 의한 메탄 배출량은 35만 8천톤, 온난화지수로는 750만 9천 CO<sub>2</sub>톤으로 추산됨. 또한 벼 재배면적이 지속적으로 감소하면서 메탄 배출량은 2000년 대비 2010년에는 15.6% 감소한 633만 8천 CO<sub>2</sub>톤, 2020년에는 23.7% 감소한 572만 9천 CO<sub>2</sub>톤으로 전망됨.
- 농경지 질소비료 투입에 의한 아산화질소 배출량은 2000년에 257만 4천 CO<sub>2</sub>톤이었으나, 작물 재배면적 감소에 따른 질소비료 소비량 감소로 2000년 대비 2010년에는 12.7% 감소한 224만 7천 CO<sub>2</sub>톤, 2020년에는 23.2% 감소한 197만 7천 CO<sub>2</sub>톤으로 전망됨.



- 축산부문의 장내발효 및 가축분뇨 분해에 의한 메탄 발생량은 2000년 기준 14만 7천톤, 온난화지수로는 308만 6천 CO<sub>2</sub>톤으로 추산됨. 그러나 젖소를 제외한 한육우, 돼지, 닭의 사육두수가 지속적으로 증가하여 2000년 대비 2010년에는 15.7% 증가한 357만 3천 CO<sub>2</sub>톤, 2020년에는 19.6% 증가한 369만 1천 CO<sub>2</sub>톤으로 전망됨. 또한 가축분뇨 질소성분에 의한 아산화질소 발생량도 2000년 252만 5천 CO<sub>2</sub>톤에서 지속적으로 증가하여 2010년에는 18.1% 증가한 298만 1천 CO<sub>2</sub>톤, 2020년에는 23% 증가한 310만 5천 CO<sub>2</sub>톤으로 전망됨.

표 2-4. 농업부문 온실가스 배출량 및 온난화지수 전망

단위: 천 톤(온실가스), 천 CO<sub>2</sub>톤(온난화지수)

구분	경중부문 배출량				축산부문 배출량				계 (GWP)
	메탄	아산화질소		메탄	아산화질소				
		GWP <sup>1)</sup>	질소		GWP	GWP	질소	GWP	
2000	357.6	7,509	8.3	2,574	147.0	3,086	8.1	2,525	15,693
2005	326.8	6,862	7.7	2,376	152.3	3,198	8.8	2,736	15,172
2010	301.8	6,338	7.2	2,247	170.1	3,573	9.6	2,981	15,139
2015	286.9	6,024	6.8	2,096	173.6	3,645	9.9	3,058	14,823
2020	272.8	5,729	6.4	1,977	175.8	3,691	10.0	3,105	14,503

주: 1) 구온난화지수(Global Warming Potential, GWP)는 이산화탄소를 1로 할 때, 메탄 21, 아산화질소 310을 적용하여 산출한 이산화탄소 환산 배출량임.

- 농업부문의 경우 2000년을 기준으로 온실가스 의무감축을 이행하는 경우 잉여배출량(hot-air) 발생
  - 농업부문 전체의 온실가스 배출량은 축산부문의 배출량 증가분보다 경중부문의 재배면적 감소로 인한 배출량 감소분이 상대적으로 더 많아 2000년 이후 지속적으로 감소할 것으로 전망됨.
  - 2020년 농업부문 온실가스 배출량은 2000년 농업부문 온실가스 배출량 1,569만 3천 CO<sub>2</sub>톤 대비 7.6% 정도 감소한 1,450만 3천 CO<sub>2</sub>톤으로 전망됨.
  - 따라서 2000년을 기준으로 온실가스 감축을 이행할 경우 농업부문 전체적으로 약 119만 CO<sub>2</sub>톤에 상당하는 잉여배출량을 가질 수 있는 것으로 전망됨.

## 2. 농업부문의 온실가스 관리수단

### 2.1. 온실가스 감축수단

- 온실가스 감축수단은 경제적 수단, 규제조치, 자발적 협약, 연구개발·보급, 정보제공·인식제고 등으로 분류됨.
  - 온실가스 감축 경제적 수단으로는 부과금, 탄소세, 배출권거래제 등을 들 수 있음.
    - 온실가스 부과금: 온실가스 단위당 배출 관련 귀속가격과 같은 금액의 부과금을 화석연료 이용자에게 부담시키는 방안임. 이 제도를 실행하기 위해서는 개별이용자의 온실가스 배출량에 대한 모니터링과 실제 배출량에 따라 부과해야 함.
    - 탄소세: 탄소세는 부과금의 형태로 화석연료 사용 시 연료에 함유되어 있는 탄소 함유량에 비례하여 세를 부과하는 형태임. 현실적으로 탄소세의 부과 및 징수상의 편의성 때문에 제품부과금의 형태로 운용됨.
    - 온실가스 배출권: 효율적인 온실가스 총배출량 산출을 기초로 배출권을 설정하여 그 권리시장에서의 매매를 인정하는 방안
  - 규제조치에는 총량규제, 화학비료살포기준, 퇴액비 살포기준, 사육밀도규제 등을 들 수 있음. 자발적 협약에는 모범영농준칙과 자원순환형 마을관리 등을 들 수 있음.

표 2-5. 온실가스 감축수단의 분류

구분	감축수단
경제적 수단	부과금제도, 탄소세, 보조금, 자금지원, 배출권거래제, 청정개발체제
규제조치	총량규제, 화학비료살포기준, 퇴액비 살포기준, 사육밀도규제
자발적 협약	모범영농준칙, 자원순환형 마을관리
연구개발·보급	연구프로그램, 기술개발, 실증사업
정보제공·인식제고	온실가스 모니터링, 사업이행지원

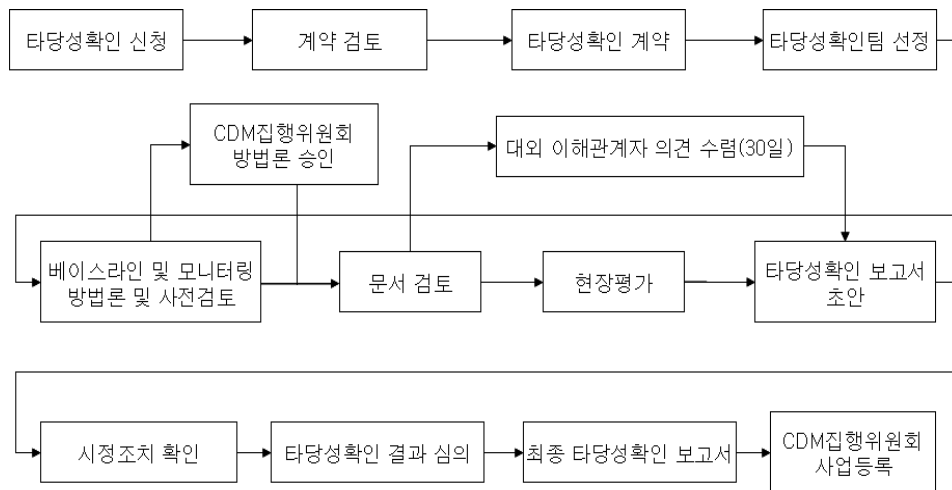
## 2.2. 온실가스 관리를 위한 핵심 수단

### 2.2.1. 청정개발체제 사업

- 개도국(non-Annex I국가)에서 청정개발체제(CDM) 사업을 발굴하여 추진함으로써 온실가스 공인배출감축(Certified Emission Reductions, CERs) 크레딧을 획득하여 선진국에 판매할 수 있음.
  - CDM사업의 객관적이고 투명한 평가를 수행하기 위해 CDM운영기구를 두고 있음. 운영기구는 사업계획에 따른 측정기기 설치 및 설비가동 여부 등의 모니터링과 감축실적을 확인하는 역할을 담당함. 우리나라는 2005년 11월 에너지관리공단내에 CDM인증원을 설치하여 운영해오고 있음.
- CDM사업 추진을 위해서는 사업계획단계에서 베이스라인 배출량에 대한 타당성 확인(validation)을 받아야 하고, 다음으로 사업이행과정에서 감축실적에 대한 검증(verification) 등 두 단계에서 CDM 사업평가를 받아야 함.
  - 베이스라인 배출량 평가는 해당사업 수행 전에 이루어지며 감축실적의 평가는 사업자가 모니터링한 양을 기초로 사후적으로 실시함. 타당성 확인은 사업을 실시하지 않았을 상황 하에서의 배출량이 적절히 산정되었는지 평가함.
  - 타당성 확인을 통과한 사업은 적격성을 인정받아 CDM집행위원회에 등록되며, 이후 사업 감축 실적에 따라 크레딧을 발급 받을 수 있음. 크레딧 양은 기본적으로 사업자에 대한 검증을 기초로 CDM운영기구가 감축량을 평가함.
  - CDM사업 타당성 확인과 검증은 일반적으로 문서검토, 현장평가, 시정조치 확인의 3단계로 진행됨.
- CDM 사업계획서 주요항목에는 사업개요, 베이스라인 방법론, 사업 및 크레딧 인정기간, 모니터링 방법론, 배출원별 온실가스 배출 추정량, 해당사업이 주변 환경에 미치는 영향, 이해관계자 의견 등이 포함됨(한승호, 2006, pp.169-171).

- 사업개요: 제안된 사업의 경제적·환경적·기술적 측면의 적정성 평가
- 베이스라인 방법론: 기본적으로 CDM집행위원회에서 제시된 지침의 방법론 적용
- 사업 및 크레딧 인정기간: 기간 갱신 없이 최대 10년까지 가능
- 모니터링 방법론: 크레딧 인정기간 동안 CDM사업으로 인한 감축량 결정 모니터링 계획의 적정성 평가
- 배출원별 온실가스 배출추정량: 배출량에 대한 투명성과 신뢰성 평가
- 해당사업이 주변 환경에 미치는 영향: 사업추진 시 지역발전 및 환경에 미치는 영향 평가
- 이해관계자 의견: 지역주민의 의견수렴 및 만족도 평가

그림 2-3. CDM사업의 타당성 확인 절차



자료: VVM Working Group(2004), p.38.

- 농업부문에서 온실가스 감축을 위한 CDM사업으로 가능한 분야
  - 농업부문에서 CDM사업으로 가능한 분야는 농경지의 메탄 및 아산화질소 배출량 감축분야, 휴경농경지의 초목 조성, 토양 내 유기탄소 저장, 반추가축 장내발효 개선, 가축분뇨 처리시설 개선, 바이오매스 활용 및 화석

연료 사용 감축 등을 들 수 있음.

- UNFCCC에서 승인된 CDM사업은 15개 분야에서 514건이 등록되어 있으며(2007년 4월말 기준), 농축산부문 CDM사업 분야는 축산폐수관리와 바이오가스 시스템, 쌀겨이용 발전 등을 들 수 있음.

## 2.2.2. 배출권거래제

- 배출권거래제는 국내 배출권거래제와 국제 배출권거래제로 대별
  - 국제 배출권거래제는 교토메커니즘에서 제시하고 있는 신축적인 수단으로 부속서 I국가 중 감축의무를 초과달성한 국가의 잉여배출권을 미달성 국가가 구입함으로써 감축의무를 이행하는 제도로 2008년부터 시행될 예정임.
  - 국제 배출권거래제에서 활용 가능한 크레딧은 할당배출권(AAU), 배출권 감축단위(ERU), 공인배출감축(CER), 제거단위(RMU) 등이며, 현재 우리나라에서 시행중인 청정개발체제사업과 연계하여 거래 가능한 배출권은 공인배출감축임.

표 2-6. 배출권거래시장에서 활용 가능한 크레딧 유형

거래 단위	메커니즘	1차 이행기간 중 활용한도	이월(banking) 한도
할당배출권 (Assigned Amount Unit, AAU)	부속서 II국가에	한도 없음	한도 없음
배출감축단위 (Emission Reduction Unit, ERU)	공동이행제도	한도 없음	구매국 할당량의 2.5%
공인배출감축 (Certified Emission Reduction, CER)	청정개발체제	흡수원 사업에 따른 CER의 경우 구매국 할당량의 1%	구매국 할당량의 2.5%
제거단위 (Removal Unit, RMU)	부속서 II국가의 흡 수원 감축량에 대해 발생된 배출권	산림경영에 대한 RMU 의 경우 국가별로 한도 설정	이월 불가능

자료: UNFCCC(2001).

- 흡수원에 의해서 제거되는 온실가스 감축량은 RMU로 나타냄. 부속서 I국가는 온실가스 배출목표 달성을 위해 RMU를 이용할 수 있음. 그러나 이 제거단위는 교토의정서의 보고와 평가절차에 의해 전문조사팀이 실제 온실가스 제거를 검증하고 입증하는 평가를 거친 이후에야 타당성을 인정받을 수 있음.

### 2.2.3. 환경크레딧거래

- 환경크레딧거래(environmental credit trading)는 국내 배출권거래제의 유형으로 시장지향적 온실가스 관리수단
  - 농업분야에서 온실가스 감축이 이루어지는 방식을 적용하는 농가에 크레딧을 부여하여 온실가스 감축분에 대해 실제적인 보상이 이루어지도록 하는 방식임.
  - 온실가스 감축 관련 기술 또는 기법을 실천하는 농가는 온실가스 감축에 기여하였으므로 이에 대해 크레딧을 부여하여 온실가스 배출 규제대상 기업이 거래권을 구입하도록 함.
- 환경크레딧거래제는 환경목표 달성을 위한 비용을 낮춤으로써 농민에게 소득창출의 기회를 제공하고 온실가스 감축과 연계된 환경보전 활동에 대한 관심과 실천을 유인할 수 있음.

### 2.2.4. 온실가스 저감·흡수 기술

- 농축산부문의 온실가스 저감기술은 크게 경종부문, 축산부문, 바이오에너지 부문 등으로 유형화
  - 경종부문에는 메탄 및 아산화질소 배출량 감축, 휴경농경지 초목조성, 토양 내 유기탄소 저장 등을 들 수 있음.
  - 축산부문에는 반추가축 장내발효 개선과 축산분뇨 처리시설 개선 등을 들 수 있음.

- 바이오에너지 부문에는 바이오에너지 작물 재배를 통한 화석연료 대체를 들 수 있음.

표 2-7. 농업부문의 온실가스 저감·흡수기술 목록

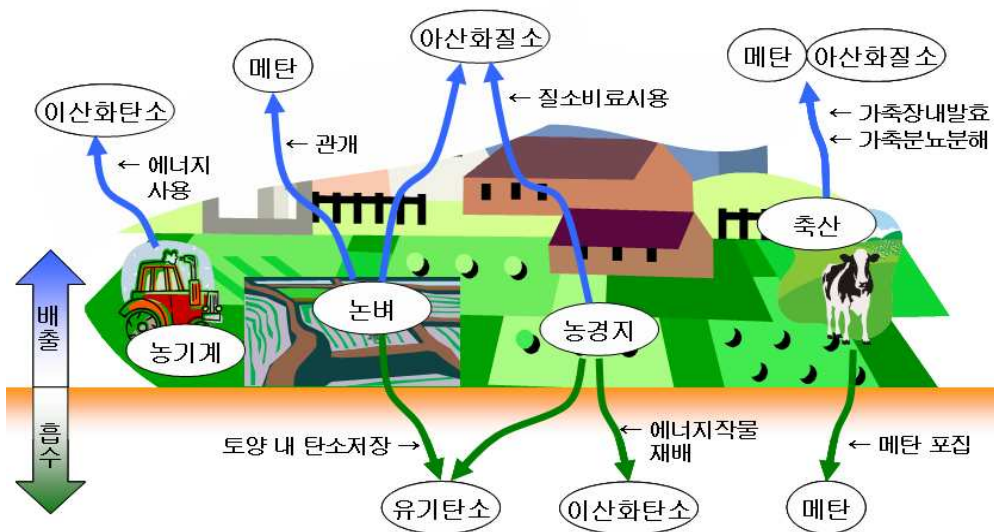
부문	저감 기술
농경지 메탄 및 아산화질소 배출량 감축	유기농법 및 친환경농법 확대
	피복작물 재배 및 관개 등 영농방법 개선
휴경 농경지 초목 조성	휴경지 조립, 초지조성
	휴경지 피복작물 재배
토양 내 유기탄소 저장	보전경운(홀경, 무경운), 윤작
	화학비료의 유기물 대체(작물잔사, 슬러지 활용 등)
	토양피복, 관개방법 개선(물 관리 방법 개선)
반추가축 장내발효 개선	사료의 에너지 함량 및 소화효율 개선
	가축개량, 양질조사료 급여
	반추위 발효조정제(사료첨가제, 미생물제제 등) 투여
축산분뇨 처리시설 개선	슬러리의 호기처리시설 확대, 덮개설치
	메탄포집 및 자원화
바이오매스 활용 및 화석연료 사용 감축	바이오에너지 작물 재배를 통한 화석연료 대체
	바이오가스·바이오매스 자원화기술 확대
	쌀겨 이용 발전

- 토양유기탄소를 활용한 온실가스의 저장 및 흡수
  - 토양 탄소는 토양 내에 고체 또는 수용액 속에 유기물 또는 무기물의 형태로 저장되어 있는 탄소를 말하며,<sup>3</sup> 토양유기탄소는 식물의 광합성 작용에 의해 고정된 탄소가 생물의 잔해로 토양에 들어온 후 토양 내에서 분해되는 과정에 있는 물질을 지칭함(정원교, 2007).
  - 토양유기탄소는 토양 내에서 느린 속도로 분해되면서 오랜 기간 동안 토양 속에 존재하게 되며 지표면 위 토양유기물의 저장과 대기 중의 이산화탄소의 관계를 조절하는 중요한 역할을 함.

<sup>3</sup> 토양탄소는 기후, 토양관리 등 토양환경의 조건에 따라 다양한 변화를 나타냄. 탄소는 대기가스 상태인 탄소산화물, 토양유기탄소, 토양무기탄소, 토양생물 내 탄소로 구분됨.

- 토양 유기탄소의 축적은 대기 중에 있는 이산화탄소를 토양탄소로 전환하여 쉽게 방출되지 않는 형태로 토양 내에 보존함으로써 화석연료의 연소로 인한 대기 중 이산화탄소의 증가를 상쇄시킬 수 있는 중요한 수단으로 활용할 수 있음.
- 토양탄소의 저장은 대기 중 CO<sub>2</sub>를 토양탄소로 전환하여 쉽게 방출되지 않는 형태로 토양 내에 보존하는 것을 의미함. 토양탄소 저장 증진을 위한 관리방안으로는 피복경작, 보호경작, 통합적 양분관리, 무경운 영농 등을 들 수 있음(정원교, 2007).
- 탄소의 토양 내 축적과 관련 경운방법의 개선을 통해서 49%, 작부체계의 전환을 통해서 25%, 토양복원 노력을 통해서 13%, 경지 이용형태의 전환을 통해 7%, 물 관리 방법의 개선을 통해 6%의 토양탄소를 더 축적할 수 있는 것으로 제시되고 있음(Lal, 1997).
- 토양유기탄소의 축적은 전 지구적 온난화 문제의 유력한 해결 방안으로 활용될 수 있을 뿐만 아니라 토지 생산성을 향상시키는데 기여하기 때문에 농업에 있어서 증산효과를 기대할 수 있음.

그림 2-4. 농축산부문의 온실가스 감축수단 적용 메커니즘





### 2.3. 온난화 적응

- 온난화에 있어서 적응은 기후변화와 관련된 위험관리의 조치로 접근 가능
  - 기후변화에 있어서 적응(adaptation)은 “기후자극과 기후자극의 효과에 대응한 자연과 인간시스템의 조절작용”으로 정의됨(IPCC, 2001). 즉, 지역 사회와 생태계가 변화하는 기후조건에 순응할 수 있도록 취하는 조치를 의미함.
- 온난화 적응은 교토의정서 이행에 따른 온실가스 의무감축 여부와 관계없이 온난화에 대비한 불가피한 조치
  - 기후변화에 대한 적응은 온실가스 의무감축 여부와 무관하게 기후온난화에 의한 부정적 영향을 감소시키고 긍정적 영향을 강화시키는데 있음.
- 대부분의 나라에서 기후변화에 대비한 불가피한 조치로 온난화 적응책 강구
  - 영국, 일본, 캐나다 등 주요국은 지구온난화에 적응책을 추진하고 있고, 동시에 농업부문의 온실가스 배출을 줄이기 위해 다양한 정책 프로그램을 병행하여 추진하고 있음.
  - 주요국의 기후변화에 대한 적응 옵션으로 기술개발(새로운 작물의 품종, 물 관리 기술혁신 등), 정책 프로그램과 보험(농업 보조금, 개인보험 등), 농가 생산 기술변화(농작물 다양화, 관개 등), 농가의 재정적 관리(수입안정프로그램) 수단 등이 제시되고 있음.
- 농업부문의 온난화 적응은 기후변화에 대응하는 작물 및 작물의 특성 연구, 농업기상정보 활용 연구, 농업재해경감 연구 등으로 연구과제 수행에 초점을 맞추어 접근
  - 이산화탄소를 흡수 고정하는 능력이 큰 품종, 작물이 병과 해충에 대한 저항성이 높은 품종 등의 육성에 관한 연구가 필요함.
  - 기상변동에 따른 농산물 생산량 예측 조기경보시스템이 작동될 수 있도록 농업기상정보시스템 및 장기예보 시스템 구축에 관한 연구가 필요함.
  - 빈번하고 강도 높은 집중호우로 인한 홍수에 대비해 수문관리 분야에 대한 연구가 필요함.

## 제 3 장

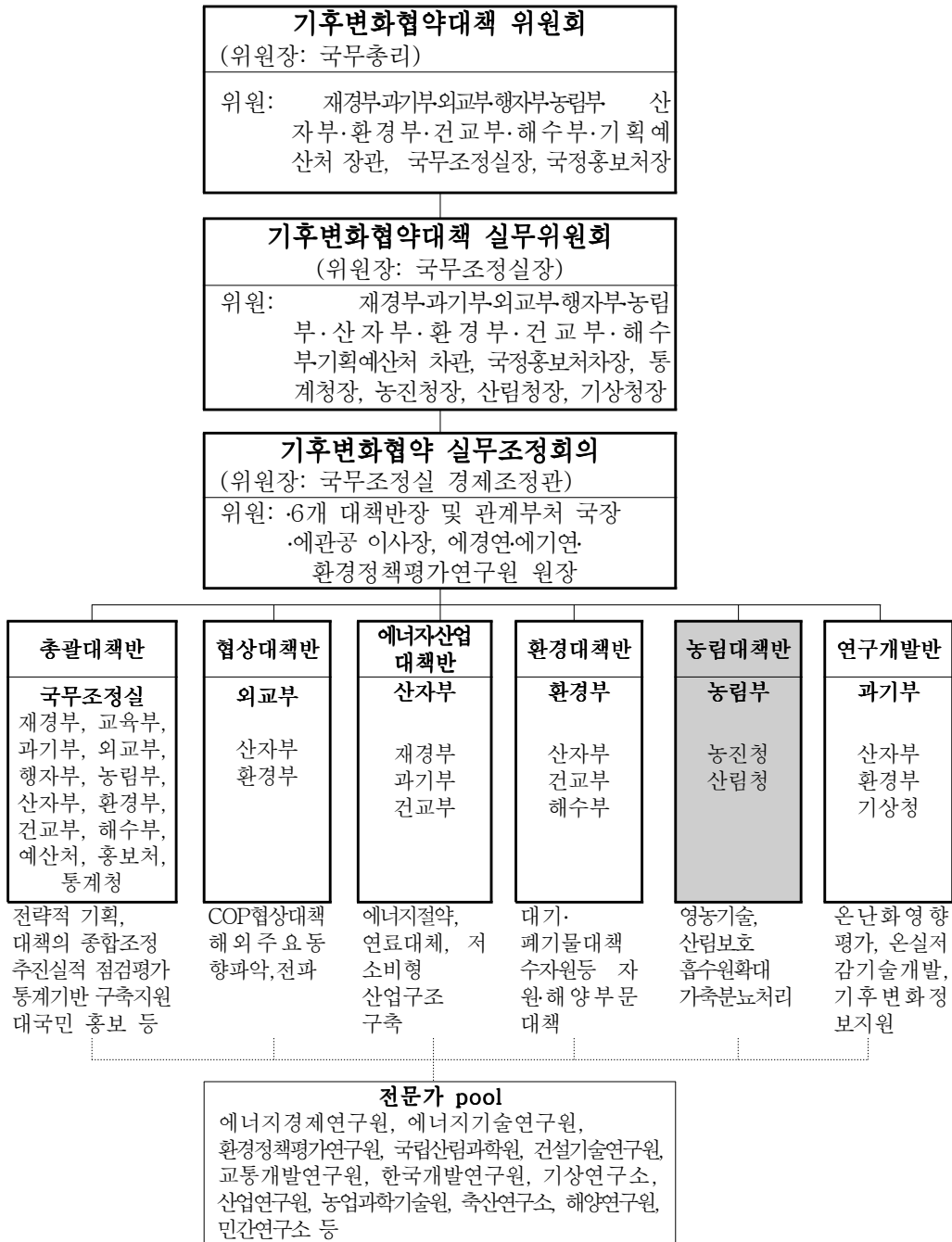
### 제3차 종합대책의 농림분야 추진성과 분석

#### 1. 기후변화협약 대응 제3차 종합대책 추진 개요

- 지구온난화 방지를 위한 국제적 노력에 동참하기 위해 1993년 12월 기후변화협약에 가입하였고, 2002년 10월 교토의정서에 비준함.
  - 우리나라는 교토의정서 상에 개도국(non-Annex I) 지위 확보로 1차 공약기간(2008 ~ 2012)중 온실가스 감축의무는 없고, 국가보고서 제출 등 공통의무사항만 수행하면 됨.<sup>4</sup>
- 정부는 기후변화협약 제3차 종합대책 추진과 관련 에너지절약 및 온실가스 감축이 우리 경제의 장기 발전방향과 부합된다는 인식하에 기후변화협약대책위원회(장관급, 위원장: 총리), 실무위원회(차관급), 실무조정회의(국장급)를 설치함. 위원회 산하에 19개 관련부처가 참여하여 총괄대책반, 협상대책반, 에너지산업대책반, 환경대책반, 농림대책반, 연구개발반 등 6개 대책반을 설치하고 운영 중에 있음<그림 3-1>.

<sup>4</sup> 국가보고서(National Communication)란 기후변화협약(제4조, 제12조)에서 서명한 모든 국가들은 온실가스 감축 노력을 객관적으로 평가받기 위해 온실가스 통계량(배출량과 흡수량), 온실가스 저감 정책의 현황 및 향후 계획 등을 담은 보고서를 말함. 국가보고서는 모든 당사국의 공통의무사항으로 국가보고서를 당사국총회(COP)에 제출토록 되어 있음.

그림 3-1. 기후변화협약 대책 추진 체계도



자료: 기후변화협약대책위원회(2007)

- 기후변화협약 제3차 종합대책의 추진과제 개관
  - 기후변화협약 제3차 종합대책(2005~2007)에서는 지구온난화 방지를 위한 국제노력 동참과 온실가스 저배출형 경제구조로의 전환을 위한 기반 구축의 정책목표를 설정하고 협약 이행기반 구축사업, 부문별 온실가스 감축사업, 기후변화 적응기반 구축사업 등 3개 분야로 나누어 90개 과제를 수행하고 있음.<sup>5</sup>
- 기후변화협약 제3차 종합대책 추진을 위한 소요예산
  - 제3차 종합대책(2005~2007) 추진을 위한 소요예산은 총 15조 5,073억원이며, 재원별로 보면 국비가 6조 8,161억원, 지방비가 1조 5,919억원, 민간재원이 7조 70,991억원에 달함.

표 3-1. 기후변화협약 제3차 종합대책의 연차별 소요예산

단위: 억원

구 분	부문별 사업	2005	2006	2007	계
협약이행 기반구축 사 업	협상기반 구축	1	1.8	1.9	9,155
	온실가스통계·분석시스템 구축	14	44	52	
	온실가스 감축관련 연구개발	2,497	2,992	3,362	
	협약대응 관련 교육·홍보	31	47	65	
	교토메커니즘 활용기반구축	11	13	23	
부 문 별 온실가스 감축사업	통합형 에너지 수요관리	4,596	4,028	4,646	145,749
	에너지공급부문 온실가스 감축	16,927	23,344	34,747	
	에너지 이용효율 개선	11	12	12	
	건물에너지 관리	6.5	10	31	
	수송·교통부문 에너지관리	215	904	1,501	
	환경·폐기물 부문	14,059	13,533	12,053	
적응기반 구축사업	농축산·임업 부문	3,755	4,205	7,163	169
	모니터링 및 방재기반 구축	16	17	31	
	생태계·건강영향평가 연구	27	27	51	
계		42,167	49,168	65,694.9	155,073

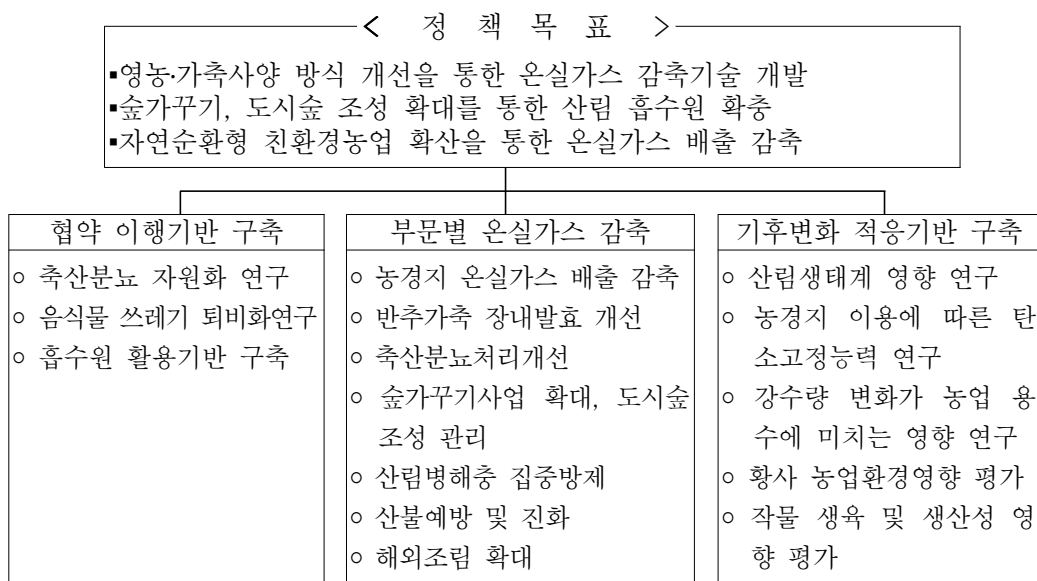
자료: 기후변화협약대책위원회(2007).

5 기후변화협약 제1차 종합대책(1999~2001)은 부문별 감축대책, 온실가스 감축기반 강화, 기술개발, 교토메커니즘 활용 등 36개 과제를 추진하였고, 제2차 종합대책(2002~2004)에서는 협상능력 강화, 온실가스 감축기술 개발, 온실가스 감축대책 강화, 교토메커니즘 및 통계기반 구축, 국민참여와 협력유도 등 5대 부문 84개 과제를 추진하였음.

○ 농림부문의 기후변화협약 제3차 종합대책의 추진과제<그림 3-2>

- 기후변화협약 제3차 종합대책 추진과 관련 농업부문의 정책목표를 영농 및 가축사양 방식 개선을 통한 온실가스 감축기술 개발, 숲가꾸기와 도시 숲 조성 확대를 통한 산림 흡수원 확충, 자연순환형 친환경농업 확산을 통한 온실가스 배출 감축 등으로 설정함.
- 농림업 부문의 추진과제를 보면 협약이행 기반 구축분야에서 축산분뇨 자원화 연구, 음식물 쓰레기 퇴비화연구, 흡수원 활용기반 구축 등 3개 과제, 부문별 온실가스 감축분야에서 농경지 온실가스 배출 감축, 반추가축 장내발효 개선, 축산분뇨처리개선, 숲가꾸기사업 확대, 산림병해충 집중방제, 도시숲 조성 관리, 해외조림 확대 등 7개 과제, 기후변화 적응기반 구축분야에서 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 연구, 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구, 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연구, 황사에 따른 농업환경영향 평가, 작물의 생육 및 생산성 영향 평가 등 5개 과제를 추진하고 있음.

그림 3-2. 기후변화협약 대응 농림업부문 제3차 종합대책 체계



자료: 농림부(2007).

## 2. 농림분야 추진과제에 대한 진단과 성과평가

### 2.1. 협약이행 기반구축사업

#### 2.1.1. 축산분뇨자원화 연구

##### □ 사업개요

- 축산분뇨자원화 연구는 축산분뇨 처리방법에 따른 온실가스 발생의 영향, 온실가스 배출량 산정 및 저감기술 활용방안 수립, 축산부문에서의 폐기물 발생을 최소화하는 분뇨처리시설기반 구축 등에 관한 분야를 다룸.
- 축산부문의 규모화와 전문화에 따라 가축사육두수가 증가하고 대량의 가축분뇨발생으로부터 상당한 양의 메탄가스 발생에 따른 온실가스 배출원으로 작용함. 메탄가스를 바이오에너지로 활용하는 방안에 대한 사회적 관심이 증가하고 있음.
- 가축분뇨를 이용한 바이오가스 생산이용은 경제성뿐만 아니라 환경위생 및 비료가치 향상 측면에서도 유익한 것으로 평가되고 있음. 따라서 가축분뇨를 자원화하여 열이나 무질을 회수·이용하고, 폐기물을 동시에 처리하는 통합관리체계 구축이 필요함.

##### □ 사업추진 실적과 연구 성과의 활용

- 축산분뇨자원화 연구의 년차별 추진실적
  - 가축분뇨자원화 연구 추진실적을 보면 가축분뇨를 이용한 바이오가스화 연구는 1998년부터 2000년까지 산학연공동과제로 추진되었고, 바이오가스 전기발전시스템 개발은 2001년에 특허등록과 기술이전이 이루어졌음.
  - 기후변화협약 제3차 대책이 시작되는 2005년에는 돈분 및 음식물폐기물 혼용 혐기성발효조 제작이 완료되어 가동하였고, 2006년에는 혐기소화조

(TPAD)의 제작과 대체에너지 기술개발 관련 심포지엄을 개최하였음. 2007년에는 2년 동안 개발된 기술에 대한 메탄 잠재량 평가가 이루어졌음.

표 3-2. 연도별 축산분뇨자원화연구 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 돈분 및 음식물류폐기물 혼용 혐기발효조 제작 완료 및 가동</li> <li>○ 축매광물로서 티타늄 및 지올라이트 선정</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1톤 규모의 12기 혐기소화조제작 완료</li> <li>○ 대체에너지 기술개발 및 정책 관련 심포지엄 개최</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 돈분 및 음식물 쓰레기 혼용 혐기소화 기술개발 : 메탄 잠재량 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 돈분을 이용한 잠재 메탄가스 생산력은 음식물 혼합비 80%까지 증가함에 따라 1.5~10.7%까지 증가됨을 파악함.</li> <li>- 돈분 및 음식물쓰레기 혼용 메탄가스 생산을 위해서 VS 2%기준 조성비 60:40에서 메탄가스 발생량 609.11 ml/g VS feed가 발생됨.</li> </ul> </li> </ul>

○ 연구결과의 활용 실적

- 연구결과의 활용과 관련 학술지에 논문 2편, 학술발표 2회, 기타 워크숍과 세미나 발표 등 6회로 나타남.

표 3-3. 축산분뇨자원화연구결과 활용실적

구분	제목	발행일 (년/월)	발행처
논문	○ 농업 관련 바이오매스를 이용한 신재생에너지 전환기술 방향	2006	유기성학회
학술발표	○ Microbial Distribution, Status, and Characteristics of Asian Dust Descending in Korea.	2006	농진청
	○ 바이오매스를 이용한 에너지 전환기술	2006	농진청
기타	○ 제 22차 기후변화 협약 과학기술 자문위원회 잠정의제 검토	2005/5	농진청
	○ 세계 농업쟁점분야 2005 국제회의 결과 보고서(I)	2005/11	농진청
	○ 2005 농업분야 기후변화적응 및 온실가스 감축연구 워크숍 발표 자료집	2005/6	농진청
	○ International symposium on Biogas production, Waster Treatment and Management Strategies of organic Resources	2005/9	농진청 농진청
	○ 2005 유기성 자원관리 국제심포지엄 발표 자료집. ○ IPCC지침서에 의한 농업부분 온실가스 총배출 및 흡수량 산정	2005/9 2005/12	농진청

## □ 연구결과의 효과

- 축산분뇨자원화 연구의 효과는 크게 계량적 효과와 비계량적 효과로 대별
  - 계량적 효과로 돈분 및 음식물쓰레기 혼용 메탄가스 생산을 위해서 VS 2%기준 조성비 60:40에서 메탄가스 발생량 609.11 ml/g VS feed가 발생되는 것으로 추정됨.
  - 비계량적 효과로 메탄 잠재량 평가측면에서 돈분 및 음식물쓰레기 혼용 메탄가스 발생 실험의 경우 VS 2% 기준에 있어 메탄가스 생산 예측모델로 Four Parameter Logistic 방정식이 적합하다는 결과를 제시함. 또한 『IPCC지침서에 의한 농업부분 온실가스 총배출량 및 흡수량 산정』 보고서를 발간하여 농업부분 온실가스 산정 지침서로 활용토록 함.
- 타 관련 연구와의 차별성
  - 일반적으로 혐기소화에 따른 메탄가스 생산 시 수급원료를 돈분만 처리하지만 제3차 대책 연구과제에서는 돈분과 음식물 쓰레기를 혼용하여 처리함. 또한 기술적으로 시스템 측면에서 중온조건(35℃)에서 반응조를 운영하나, 이 연구과제에서는 고온조(55℃) 및 중온조를 동시에 운영함으로써 처리 효율성을 제고시킨 점을 차별성으로 제시하고 있음.

## □ 연구사업에 대한 평가

- 축산분뇨자원화 연구사업에 대한 평가결과
  - 연구결과에 대한 평가결과 실용화(사업화) 가능성이 높은 것으로 평가됨.
  - 실제 사업화가 가능한 아이템으로 혐기소화 공정시 TPAD시스템 이용과 수급원료로 돈분과 음식물쓰레기를 혼용할 경우 신재생에너지를 생산할 수 있는 지역단위 통합형 가축분뇨처리시스템 운용이 가능한 것으로 평가됨.
  - 축산분뇨자원화 연구사업의 성과로 제시된 신재생에너지 시스템을 실제로 농가에 보급할 수 있는 프로그램이 개발되어야 할 것임.
- 연구과제 추진 관련 문제점 및 건의사항
  - 축산분뇨자원화연구는 가축분뇨 발생과 처리를 유기적으로 연계하는 시



스텝구축이 필수불가결한 사안이며, 또한 생물공학에 기반을 두고 있으므로 현재 수준의 상당한 연구비 투입이 필요한 것으로 판단됨.

- 축산분뇨자원화연구는 축산업이 이루어지는 모든 국가의 현안과제이므로 선진기술개발을 국내는 물론 해외수출도 가능한 분야로 전문가를 양성할 수 있는 교육기관 설립에 대한 검토도 필요한 것으로 판단됨.

## 2.1.2. 음식물쓰레기 퇴비화

### □ 사업개요

- 유기성 폐기물인 음식물 쓰레기의 퇴비화 연구를 통해 자원 재활용으로 인한 에너지 절약 및 온실가스 감축 유도
  - 음식물쓰레기 자원화 사업주체 및 자원화사업장에 관련 정보제공으로 세부실천 계획수립을 지원함으로써 자원 순환이용의 참여확대를 유도하여 CO<sub>2</sub>배출 감소를 촉진함.
- 음식물쓰레기와 하수 오염물질의 매립지 반입금지 등으로 유기성 폐기물의 처분을 위한 재이용 기술개발이 절실
  - 음식물쓰레기 등 유기성 오염물질을 농업분야에서의 재활용 시 유해성분 발생 등 토양환경에의 부정적 영향 평가를 포함한 유기성 폐기물의 발생원에서부터 최종 재활용 단계(농경지)까지의 통합적인 관리기술체계 구축이 요구됨.

### □ 사업추진 실적과 연구성과의 활용

- 음식물쓰레기 퇴비화 연구의 년차별 추진실적
  - 1997년부터 2년차 과제로 음식물쓰레기 퇴비화 기술 개발 과제를 추진하여 퇴비 품질기준 설정(염분기준 1%)과 퇴비화 기술체계를 개선하였음. 또한 1999년부터 음식물쓰레기 퇴비(지렁이분) 활용 연구와 2002년부터 2004년까지 음식물쓰레기의 안전 활용체계 확립에 관한 연구가 이루어짐.

- 제3차 대책이 시작된 2005년부터 2007년까지 년차별로 음식물류 폐기물 발생 특성에 따른 인벤토리 작성, 음식물류 폐기물 퇴비 이용에 따른 효과분석, 음식물류 폐기물 퇴비 자원 활용에 대한 이력관리체계 구축 등에 관한 연구가 이루어짐.

표 3-4. 음식물쓰레기 퇴비화 연구 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 음식물류 폐기물 발생 특성에 따른 인벤토리 작성</li> <li>○ 퇴비 자원화 물질 사용에 따른 영향평가를 위한 기반 조성</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 음식물류 폐기물 퇴비 이용에 따른 효과분석(전국, 지역)</li> <li>○ 퇴비 사용에 따른 토양-물-식물계 물질수지 분석</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 음식물류 폐기물 퇴비 자원 활용에 대한 이력관리체계 마련</li> <li>○ 음식물류 폐기물 재활용 기준 확립(시용기준/방법)</li> </ul>

○ 연구결과의 활용 실적

- 연구결과의 활용과 관련 논문 1편, 학술발표 8회, 기타 워크숍과 세미나 발표 1회 등으로 나타남.

표 3-5. 음식물쓰레기 퇴비화 연구결과 활용실적

구분	제목	발행일 (년/월)	발행처
논문	○ Environmental impacts of food waste compost application on paddy soil	2007	한국토양비료학회
학술 발표	○ 한국에 있어서 음식물쓰레기의 퇴비 자원화와 그 평가	2005	일본토양비료학회
	○ 논 토양에 있어서 음식물쓰레기 퇴비 시용에 따른 질소 이용 효율	2005	일본토양비료학회
	○ Assessment and utilization of compost manure with food waste in Korea	2005	토양비료학회
	○ 음식물쓰레기 퇴비를 이용한 배추 재배효과	2005	토양비료학회
	○ Influence on agricultural environment by application of food compost	2006	세계토양학회
	○ Study on the utilization of food waste slurry	2006	세계토양학회
	○ 음식물류 폐기물 활용 퇴비 장기 시용시 밭토양에 미치는 영향	2007	세계토양학회
기타	○ 음식물류폐기물을 논에 시용하였을 때 지하수 및 하천수에 미치는 영향	2007	토양비료학회
	○ 영농활용: 음식물류 폐기물 활용 퇴비의 사용 방법	2007	농촌진흥청

## □ 연구결과의 효과

- 음식물쓰레기 퇴비화 연구는 계량적 효과와 비계량적 정성적 효과로 대별
  - 계량적 효과와 관련 연간 400만톤에 이르는 음식물 폐기물의 퇴비화가 가능한 것으로 추정됨. 음식물 쓰레기를 이용한 유기성 퇴비의 비료효과의 경우 화학비료 대비 작물생산량에 있어서 벼 79% 수준, 고추 114% 수준으로 나타남. 또한 음식물 쓰레기의 퇴비화에 따른 온실가스 잠재 고정량의 경우 벼가 2,763kg CO<sub>2</sub>/10a, 고추는 10,175kg CO<sub>2</sub>/10a로 산정됨.
  - 비계량적 효과로 음식물류 폐기물 자원의 효율적 이용과 국토 환경 보전의 효과를 들 수 있고, 또한 화학비료 대체에 의한 친환경농업 및 에너지 절감효과를 들 수 있음.
- 타 관련 연구와의 차별성
  - 음식물 폐기물을 안정적이고 효과적으로 처리하는 자원순환의 역할을 담당함.

## □ 연구사업에 대한 평가

- 음식물쓰레기 퇴비화 연구사업에 대한 평가
  - 연구결과에 대한 평가결과 사업화 가능성은 보통 수준으로 평가됨. 연구 과제 종결 후 실제 정책사업 추진이 가능한 사업아이템으로 음식물 폐기물 수거, 처리 및 재활용 등 종합관리체계 구축분야를 들 수 있음.
  - 음식물쓰레기 퇴비화 연구결과의 실용화를 위해서는 현장에서 제기될 수 있는 애로요인에 대한 진단과 적절한 대책 추진이 병행되어야 할 것임.
  - 향후 후속과제로 음식물류 폐기물의 토양환원에 따른 영향평가에 관한 연구가 제시됨. 이 과제는 국무조정실 주관 관계부처합동 음식문화개선 및 음식물류폐기물 종합대책(2006~2010)에 포함되었음.
  - 음식물쓰레기 퇴비화연구의 경우 폐기물처리시스템 및 온실가스 저감방법에 대한 고려가 미흡하여 향후 연구에는 이러한 점이 보완되어야 할 것으로 판단됨.

### 2.1.3 흡수원 활용기반 구축

#### □ 사업개요

- 우리나라가 온실가스 의무감축을 이행해야 할 경우를 대비하여 정부 및 민간 업체의 흡수원 CDM 프로젝트를 활용한 탄소배출권 획득을 지원하기 위하여 최신 기술 및 정보 확보·보급이 필요함.
- 교토의정서에서는 인정하고 있는 신규조림(Afforestation) 및 재조림(Reforestation) CDM 프로젝트는 에너지 부문과 달리 탄소배출권의 상환, 사업대상 적지 선정 및 복잡한 방법론 때문에 탄소대량배출업체의 투자를 유도하기 위해서는 흡수원 활용에 관한 정확한 최신 정보를 제공할 필요가 있음.  
※ 교토의정서(제3.3 ~ 3.4조)에서는 새로 산림을 조성(신규조림, 재조림)하거나, 기존 산림을 잘 관리경영(산림경영) 등 산림이 포함된 흡수원 관련 활동을 온실가스 감축의무 이행수단으로 인정함.

#### □ 사업추진 실적

- 흡수원 활용기반 구축사업의 추진실적
  - 일본의 개도국 청정개발체제에 의한 해외조림 지원사업 동향을 분석한 용역보고서 발간(2004. 12월), POSCO 경영연구소에 의뢰 해외조림 사업의 탄소배출권 확보사업에 대한 타당성 연구를 추진함.
  - 흡수원 CDM 사업의 최신 동향 및 향후 전망을 파악하기 위하여 오스트리아, 일본 등 국제전문가, 탄소배출업체, 해외조림 기업, NGO 등 참가한 조림 CDM 국제 심포지엄을 개최함(2006. 9월).
  - 탄소흡수원 해외조림 기반구축 활용방안 분석에 관한 연구용역 보고서가 발간됨(2006. 12월).
  - 조림분야 CDM사업 추진동향과 향후 전망을 다루기 위해 교토의정서 발효 2주년 심포지엄 개최(2007. 2월)
  - 기후변화협약 제26차 SBSTA회의 참석(2007년 5월) 국제적 논의에 적극 대응

표 3-6. 흡수원 활용기반구축사업 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 탄소배출업체, 해외조립 업체 등이 참여하는 간담회를 개최하여 기후변화협약 대응 및 해외조립 방향 논의(6.1)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화협약 및 교토의정서와 CDM/JI 해외조립 동향, 해외조립 기본계획 및 정책방향에 대한 발표 및 토의</li> </ul> </li> <li>○ “해외조립 국제 심포지엄” 개최(10.19 ~ 20일)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국무조정실, 외교부, 탄소배출업체, 해외조립업체, 해외조립 진출국 8개국 등 참여</li> <li>- 흡수원 CDM/JI 방식 및 절차, 국제협력 가능성, 해외조립 사례 등 발표 및 토의</li> </ul> </li> <li>○ 탄소흡수원 CDM구축 및 해외조립 확대를 위한 임업협력 추진               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한·인도네시아 임업협력위원회 개최(7.3 ~ 9)</li> </ul> </li> <li>○ 탄소흡수원 CDM/JI 논의과약을 위한 관련회의 참석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화협약 22차 부속회의 참석(5월), COP11(11월)</li> </ul> </li> <li>○ 기후변화협약에 대비한 해외조립 추진체계 구축방안 용역 추진(5 ~ 11월)</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ A/R CDM의 사업 등록절차 및 베이스라인, 모니터링방법론 분석(국립산림과학원 연구과제로 추진(2006 ~ 2007))               <ul style="list-style-type: none"> <li>- “조립CDM 사업 길잡이” 발간 배포</li> </ul> </li> <li>○ 탄소흡수원 해외조립기반구축 활용방안 연구용역 수행               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 온실가스 감축 의무당사국의 A/R CDM 동향분석</li> <li>- 배출권거래제도와 A/R CDM 크레딧 연계동향 분석</li> <li>- A/R CDM 세부규칙, 방식 및 절차, 기술정보 분석</li> </ul> </li> <li>○ 국제동향 파악 및 자료 수집을 위한 회의참가 등</li> <li>○ A/R CDM 사업에 대한 국제심포지엄 개최</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교토의정서 발효 2주년 학술심포지엄 개최(2.14, 180명)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화협약 및 조립(A/R) CDM 사업 동향과 향후 전망</li> </ul> </li> <li>○ 조립 CDM 외부전문가 초청세미나 개최(2.14, 국립산림과학원, 30명)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한지역 산림황폐지 복구를 위한 조립 CDM 활용 방안 논의</li> </ul> </li> <li>○ 기후변화협약 26차 SBSTA 회의 참가, 산림부문 대응(5.7 ~ 5.18)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개도국 산림전용, 소규모 조립 CDM 배출권 인정 상한량 조정</li> </ul> </li> <li>○ 외부전문가 초청세미나 개최(9월)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소펀드와 산림의 탄소흡수원 배출권 활용 방안</li> <li>- 목질바이오매스를 활용한 열병합 발전 CDM 사업계획서 작성 사례</li> </ul> </li> <li>○ 기후변화협약 27차 부속기구회의 협상 대응(12월, 인도네시아)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소규모 조립 CDM 배출권 인정 상한량 상향 조정, 개도국 산림전용의 보상감축 논의</li> </ul> </li> </ul>

## □ 추진사업의 정책적 효과

- 흡수원 활용기반 구축사업을 통해 다양한 정책효과 유발
  - 온실가스 감축 제1차 의무이행국의 신규조림/재조림(Afforestation/Reforestation, A/R) CDM 사례 및 방법론, 절차 등을 분석·검토하여 A/R CDM에 대한 정보체제를 구축함.
  - 목재업계 및 에너지 다소비업체의 해외조림 참여를 위한 정보 제공에 기여함.
  - 정부, 해외조림 진출국가, 탄소배출업체, 해외조림업체 등을 대상으로 간담회 및 심포지엄을 개최하여 탄소배출권 확보를 위한 해외조림의 중요성에 대한 인식을 제고시킴.

## □ 추진사업에 대한 평가

- 흡수원 활용기반 구축사업에 대한 종합적 평가
  - 최근 국제적으로 논의되고 있는 개도국의 산림전용 방지를 위한 인센티브 부여문제가 CDM과 연계되는지에 대한 지속적인 동향과악이 필요함.
  - A/R CDM은 방법론이 기타 CDM 사업과 비교해 복잡하기 때문에 이해관계자를 대상으로 설명회 개최 등 공감대 형성이 필요함.
  - 국내기업의 해외조림 CDM 사업 진출이 용이하도록 사업 추진에 필요한 제도정립 및 인센티브 방안 마련이 필요함.

## 2.2. 부문별 온실가스 감축사업

### 2.2.1. 농경지 온실가스 배출 감축

#### □ 사업개요

- 농경지 온실가스 배출 감축사업은 농경지에서 배출되는 메탄과 아산화질소를 줄이는 기술개발과 영농기술 도입으로 농경지에서 실질적으로 온실가스를

의 감축이 가능토록 유도함.

- 농경지에서 온실가스를 줄이는 영농기술은 개발되어 보급되고 있으나 현장에서 활발하게 적용되고 있지 못한 실정임.

#### □ 사업추진 실적과 연구성과의 활용

- 농경지 온실가스 배출감축에 관한 연구사업 추진실적
  - 벼 재배양식, 물 관리, 품종과 작부체계 등에 따른 메탄 배출량 산출과 논에서 메탄 배출저감기술 개발 및 적용 등 농경지의 메탄 배출량 감축연구는 1993년 이후 2004년까지 10년 동안 이루어짐.
  - 아산화질소 배출량 산출을 위한 전국단위 포장 실측과 밭에서의 아산화질소 발생양상구명 및 저감기술 개발 등을 다룬 농경지의 아산화질소 배출량 감축연구도 같은 기간에 연구가 수행됨.

표 3-7. 농경지 온실가스 배출 감축사업 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 논에서 발생하는 온실가스가 기후변화에 미치는 영향 분석</li> <li>○ 논농업의 메탄과 아산화질소 배출량 및 이산화탄소 흡수량 추정</li> <li>○ 질소 사용 감소에 따른 아산화질소 배출 감축량 분석</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 메탄(CH<sub>4</sub>) 및 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 배출량 산정</li> <li>○ 전국 농경지 토양의 온실가스 잠재량 산정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전국 농경지 토양의 이산화탄소 잠재량 추정</li> <li>- 밭에서 토성별 온실가스 배출량 측정</li> </ul> </li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지의 온실가스 자동측정 시스템 개발</li> <li>○ 고추밭에서 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 배출량 측정</li> <li>○ 벼논 CO<sub>2</sub> 플럭스 및 CH<sub>4</sub> 측정</li> </ul>

- 연구결과의 활용 실적
  - 연구성과의 활용과 관련 논문 1편, 학술발표 3회, 책 7권 등으로 제시됨.

표 3-8. 농경지 온실가스 배출 감축사업 연구결과 활용실적

구분	제목	발행일 (년/월)	발행처
논문	○ 온실가스 배출 파라메타를 이용한 고추밭 토양의 N <sub>2</sub> O배출 예측(한국토양비료학회 Vol. 39(5))	2006/10	한국토양비료학회
학술 발표	○ Predicting N <sub>2</sub> O emissions from pepper field through related soil parameters ○ 온실가스 배출 파라메타를 이용한 고추밭 토양의 N <sub>2</sub> O 배출 예측(국제 농림기상학회) ○ 농업부문 아산화질소 배출예측 모형개발		토양비료학회 농림기상학회
기타	○ Corresponding strategies to the united nations framework convention on climate change	2005/10	농촌진흥청
	○ 제 22차 기후변화협약 과학기술 자문위원회 참석 자료집	2005/2	농촌진흥청
	○ 제1회 농업분야 기후변화적응 및 온실가스 감축 연구 워크숍 발표자료집	2005/5	농업과학기술원
	○ IPCC지침서에 의한 농업부문 온실가스 총배출 및 흡수량 산정	2006/12	농업과학기술원
	○ 농축산부문 온실가스배출량 산정 방법	2006/11	농업과학기술원
	○ 국가온실가스 로드맵	2006/11	국무조정실
○ 지구온난화 등 이상기상의 농작물 및 가축에 대한 영향과 금후대책	2007/2	농촌진흥청	

### □ 연구결과의 효과

- 연구결과의 효과는 크게 계량적 효과와 비계량적 효과로 대별
  - 농경지 온실가스배출량과 관련 메탄(CH<sub>4</sub>)배출량은 8,614천톤('90)→7,244천톤('98)→6,820천톤('05)으로 점차 감소하고 있음. 또한 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 배출량은 2,452천톤('91)→2,725천톤('98)→2,158천톤('05)로 분석됨.
  - 환경요인별 온실가스배출에 영향을 미치는 온실가스 기여도를 보면 밭작물(콩) 배출기여도(%)의 경우 토양 무기태질소(69)>토양수분(15)>지온(12)>기타(4) 등으로 나타남.
- 타 관련 연구와의 차별성
  - 농업부문 온실가스 배출 저감 기술개발에 대한 온실가스 감축 연구는 기후변화 관련 국제대응 과제와 연계될 수 있음.



## □ 연구사업에 대한 종합평가

- 농경지 온실가스 배출감축 연구사업에 대한 평가
  - 연구결과를 기초로 한 사업화 가능성은 매우 높은 것으로 자체평가 결과 제시됨.
  - 연구과제 종결 후 실제 정책사업 추진이 가능한 사업아이템으로 온실가스 배출량 산정 및 통계량 불확실성 평가를 들 수 있음.
  - 향후 후속과제로 추진되는 경우 국내 농경지 온실가스배출량 저감을 위해 ‘농경지의 아산화질소 국가고유 배출계수 개발’이 시급한 것으로 제시됨.

## 2.2.2. 반추가축 장내발효 개선

### □ 사업개요

- 반추위내 200여종의 미생물이 상호 공존하면서 대사활동을 하고 있으나 연구에 의한 규명은 미흡하여 장내발효에 의한 메탄발생억제 연구 추진이 필요함.
- 반추가축 장내발효 개선 연구과제는 반추미생물의 상호작용 구멍과 미생물 발효조절제 및 메탄발생량을 낮출 수 있는 첨가제 개발, 장내발효 개선을 위한 최적 사양관리 시스템 개발 등을 포함함.

### □ 사업추진 실적과 연구성과의 활용

- 반추가축 장내발효 개선 연구수행 실적
  - 축산부문의 기후변화협약 대응 국가보고서 자료 작성(1995), 가축의 장내 발효에 의한 메탄배출계수 측정 및 메탄 저감기술 개발은 2000년부터 2004년까지 5년차 과제로 추진함.
  - 2005년부터 2007년까지 제3차 대책기간에는 사료섭취량 별 메탄발생량 추정, 반추가축의 소화와 관련 발효조절제 연구, 반추위 발효조절제의 메탄 억제효과 구명, 사이클로덱스트린(Cyclodextrin)과 지방산 복합물의 메탄 억제 실험 등을 추진함.

표 3-9. 반추가축 장내발효 개선 연구 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사료섭취량 별(체중의 1.0%, 1.5%, 2.0%) 메탄발생량 추정</li> <li>○ 반추가축의 소화와 관련 발효조절제 연구</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 반추위 발효조절제 2종의 발표시간별 in vitro 메탄 억제효과 구명</li> <li>○ 식물과 갑각류 추출물 2종의 발표시간별 in vitro 메탄억제효과 구명</li> <li>○ Cyclodextrin과 지방산 복합물의 메탄 억제 실험</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cyclodextrin과 지방산 복합물의 제조법을 달리하여 메탄억제 효과 구명</li> <li>○ Cyclodextrin과 caprylic acid 복합물의 In vivo 메탄 억제 효과 구명</li> </ul>

○ 연구결과의 활용 실적

- 연구결과의 활용과 관련 학술지에 논문 2편, 학술발표 6회, 보고서 1건의 실적으로 나타남.

표 3-10. 반추가축 장내발효 개선 연구결과 활용실적

구분	제목	발행처
논문	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Caprylic acid와 cyclodextrin 복합물이 in vitro 반추위 발효성상, total gas 및 메탄 생성에 미치는 영향</li> <li>○ Caprylic acid와 cyclodextrin 복합물의 저농도첨가가 in vitro 반추위 발효성상, total gas 및 메탄 생성에 미치는 영향</li> </ul>	한국동물자원과학회지
학술발표	○ 온실가스 저감용 반추가축 장내발효 조절제 개발	제1회 범부처 합동 워크숍
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\beta</math>-cyclodextrin의 복합물의 고농도 첨가실험</li> <li>○ <math>\beta</math>-cyclodextrin의 복합물의 저농도 첨가실험</li> <li>○ Alfalfa 기질 조건에서 복합물의 메탄저감 효과 분석</li> </ul>	한국동물자원과학회지
	○ 반추가축 장내발효에 의한 메탄발생 저감연구	제5차 기후변화 학술대회(환경부)
기타	○ 기후변화협약 3차보고서 작성을 위한 기반구축연구	에너지경제연구원

□ 연구결과의 효과

- 반추가축 장내발효 개선 연구의 효과는 계량적 효과와 비계량적 효과로 대별
  - Cyclodextrin 복합물의 시험관 내(in vitro) 실험결과 약 27%의 안정적 메

- 탄 저감효과가 확인됨. 생체 내(in vivo) 실험 결과에서도 메탄 저감효과가 확인되는 경우 온실가스 감축에 상당한 효과를 미칠 것으로 기대됨.
- 타 관련 연구와의 차별성
  - Cyclodextrin 복합물은 반추위 발효를 억제하지 않으면서 메탄 저감이 가능하기 때문에 타 관련 연구와 차별화될 수 있음.

#### □ 연구사업에 대한 종합평가

- 반추가축 장내발효 개선 연구사업에 대한 평가결과
  - 연구결과에 대한 자체평가 결과 사업화 가능성은 높은 것으로 제시됨. 연구과제 종결 후 실제 정책사업 추진이 가능한 사업아이템으로 Cyclodextrin 복합물의 in vivo 메탄저감 효과와 반추위 발효촉진 등을 들 수 있음
- 반추가축의 장내발효 개선을 위한 기술개발의 현장적용 프로그램 연계 미흡
  - 반추가축 장내발효 개선사업은 기후변화협약 대응 제2차 대책에서도 핵심 과제로 추진하여 장내발효 개선 물질을 첨가와 가축생산성 증진 등을 통해 메탄가스를 저감시킬 수 있는 기술개발이 이루어진 것으로 제시하였음.
  - 제2차 대책에서도 반추가축의 장내발효 개선을 통해 메탄가스를 1995년 대비 2010년에 20% 감축하는 목표를 설정하고 추진하였음.
  - 장내발효 개선 관련 연구성과의 실제 적용이 잘 이루어지지 않고 있어 개발된 기술을 농가에 보급할 수 있는 적절한 실행프로그램 개발이 필요함.

### 2.2.3. 축산분뇨 처리 개선

#### □ 사업개요

- 축산분뇨처리 개선 사업은 국내 여건을 고려한 가축분뇨 처리방법에 따른 메탄배출 계수 설정 및 저감연구와 축종별 분뇨처리방법 개선을 통한 메탄배출 저감기술 개발 분야 등을 포괄함.
- 가축분뇨처리 방법별 메탄 배출계수가 국가 간에 상이하여 국내 현실에 맞는

적절한 산출방식이 요구되며, 가축분뇨의 장기저장(혐기처리)에 대한 온실가스 발생량을 최소화할 수 있는 연구를 추진함.

- 국가단위 축종별 분뇨처리 방법에 따른 온실가스 배출계수 설정과 배출 통계 작성 연구를 병행하여 추진함.

#### □ 사업추진 실적과 연구성과의 활용

- 축산분뇨처리 개선 사업의 추진실적
  - 축종별 고품분뇨 저장기간 중 온실가스 발생량 구명에 관한 연구가 2000년부터 3년차 과제로 추진되었고, 축종별 액상분뇨 저장기간 중 온실가스 발생량 구명(2003년), 젓소 깔짚 우사에서 발생하는 온실가스 발생량 구명(2004년) 등에 관한 연구가 이루어짐.
  - 한우 깔짚 우사 및 퇴적분뇨의 온실가스 발생량 구명에 관한 연구는 2005년부터 2년차 과제로 추진되었고, 돈분뇨의 퇴비화과정에서 발생하는 온실가스 배출량 구명 등에 관한 연구(2007) 등이 이루어짐.

표 3-11. 축산분뇨 처리개선 사업 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	○ 한우 깔짚우사 및 퇴적분뇨의 온실가스 발생량 조사
2006	○ 한우 깔짚우사 및 퇴적분뇨의 온실가스 발생량 조사
2007	○ 돈분뇨의 퇴비화과정에서 발생하는 온실가스 배출량 구명 - 돈분뇨 퇴비화시 시간에 따른 배출량의 차이가 크므로 기존 챔버 대신 미세가스연속측정기(TGA) 도입 및 예비시험(전반기) ○ TGA를 이용한 퇴비화시설에서의 온실가스 저감방법 구명(후반기)

- 연구결과의 활용 실적
  - 연구결과의 활용과 관련 시책건의 2건, 학술지 논문 2편, 학술발표 6회, 기타 4건 등의 실적을 이룸.

표 3-12. 축산분뇨 처리개선 사업 연구결과 활용실적

구분	제목	발행처
영농 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한우 비육우사에서 깔짚에 의한 온실가스 저감방법</li> <li>○ 한우 퇴적분뇨의 교반처리로 온실가스 저감 효과</li> </ul>	축산과학원 (농진청)
논문	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Factors Affecting and Techniques to Quantify CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O Emissions from Stored Liquid Manure</li> <li>○ 한우 깔짚에서 발생하는 온실가스 배출량 연구</li> </ul>	한국축산시설환경학회지
학술 발표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 축산분뇨에서 발생하는 온실가스 배출량 추정</li> <li>○ 2005 농업분야 기후변화 적응 및 온실가스 감축 연구 워크숍 발표</li> </ul>	기후변화전문가 워크숍 농촌진흥청
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가축분뇨 처리에 따른 온실가스 배출량 평가</li> <li>○ 한우 비육우의 퇴적분뇨에서 발생하는 온실가스 발생에 관한 연구</li> <li>○ 한우 비육우사 깔짚에서 발생하는 온실가스 발생에 관한 연구</li> <li>○ 가축분뇨로부터 발생하는 온실가스 저감 국내외 연구동향 및 연구결과</li> </ul>	범부처 합동워크숍 한국동물 자원과학회 한국동물 자원과학회 한국·호주·일 본 국제세미나
기타 (보고서)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ IPCC 지침서 농업부분 온실가스 배출량·흡수량 산정</li> <li>○ 국가 온실가스 배출통계 D/B 구축을 위한 국가 전략 로드맵 수립 및 최적 운영방안 연구</li> <li>○ 기후변화협약 3차보고서 작성을 위한 기반구축 연구</li> <li>○ 국가 온실가스 배출원/흡수원 평가</li> </ul>	농촌진흥청 국무조정실  에너지경제연구원 에너지경제연구원

### □ 연구결과의 효과

- 축산분뇨 처리개선 연구사업의 효과는 계량적 효과와 비계량적 효과로 대별
  - 계량적 효과로 한우 깔짚바닥의 온실가스 저감효과는 무 처리보다 8%의 저감효과가 있는 것으로 나타났고, 퇴적된 한우분뇨의 교반처리(뒤집기, 주 1회 이상)은 무 처리(무교반)보다 약 84%의 온실가스 저감효과가 있는 것으로 확인됨. 따라서 이러한 기술개발은 시책사업, 영농활용, 홍보 등이 잘 이루어지면 농가보급 효과가 클 것으로 기대됨.
  - 비계량적 효과로 양축농가에서 쉽게 활용 가능하므로 홍보자료 작성에 도움(전문지, 리후렛 등)이 될 것임.

○ 타 연구와의 차별성

- 가축분뇨 발생 온실가스 연구는 현재 국내에서 축산과학원만 수행하는 유일한 연구과제로 기존의 가축분뇨 발생 수질, 악취, 토양 등의 연구과제와는 차별화되고 있음.

□ 연구사업에 대한 평가

○ 축산분뇨 처리 개선 연구사업에 대한 평가결과

- 연구결과에 대한 평가결과 실용화 가능성이 높은 것으로 평가됨.
- 연구과제 완료 후 실제 정책사업화가 가능한 사업아이템으로 가축분뇨를 이용한 바이오에너지(전기)가 생산 가능성을 인정받고 시범사업으로 추진되고 있음.
- 축산분뇨 처리 개선과 탄소배출권거래를 연계한 CDM 사업 추진을 위해서는 규모경제의 실현이 뒷받침 되어야 하고, 시범효과를 거두기 위해서는 정책적으로 공동사업형태를 가진 가축분뇨처리시설 설치가 필요한 것으로 판단됨.
- 가축분뇨처리 방식 개선을 통한 온실가스 감축실적을 축산농가에게 인센티브 형식으로 환원하는 시스템이 잘 구축된다면 축산농가는 가축분뇨 문제를 해결함은 물론 인센티브를 부여 받음으로써 부업효과를 거둘 수 있음.

○ 축산분뇨 처리개선 연구성과의 실행프로그램 운용 미흡

- 현재까지 농민교육과 관련하여 온실가스에 대한 별도의 교육 및 홍보수단이 없었고 또한 양축가들의 온실가스에 대한 인식은 상당히 낮은 편임.
- 지금까지의 온실가스 감축에 관한 연구는 미약한 상태로 정책사업화까지는 해결할 난제들이 상존하는 것으로 평가됨.

○ 연구과제 관련 문제 진단 및 건의사항

- 온실가스 배출통계 접근방식은 고유의 배출계수를 요구하므로 Tier 2방식으로의 변경이 필요하지만 현재까지 가축분뇨 처리의 경우 기본적인 정보의 부족으로 Tier 1에 의해 작성되고 있는 실정임.
- 가축분뇨에 대한 Tier 2 산출시 기초 자료인 축종별 가축분뇨 처리방법과

- 실태에 대한 기본자료 등이 미비하여 애로사항이 발생하고 있음.
- 온실가스 배출계수 산출은 많은 인력과 노력 및 기간이 필요한 만큼 국가 차원에서 우수 인력의 증원에 대한 의지가 필요함.
- 온실가스 관련 연구사업은 많은 결과물이 산출되는 것이 아니고 신뢰성 있는 자료의 산출(배출계수, 배출량)과 검정 및 그 결과물인 국가보고서와 논문(국내, 국외)이 주가 되므로 양적 개념보다는 질적 개념에서 접근해야 할 것으로 판단됨.

## 2.2.4. 숲가꾸기사업 확대

### □ 사업개요

- 숲가꾸기 사업은 기술적·생태적 숲가꾸기 사업의 지속적 확대추진으로 산림흡수원 확충, 수원함양 등 환경적·공익적 기능 증진을 목표로 하고 있음.
- 숲을 가꾸어 줌으로써 나무의 직경생장(부피생장)에 따른 산림흡수량 증가 및 맑은 물 공급, 수원함양증진 등을 통해 환경적·공익적 기능의 극대화가 가능함.

### □ 사업추진 실적

- 1998 ~ 2004년까지 총 2,024ha의 숲을 가꾸어 줌으로써 우량 생산목 생산기반 구축 및 경제적 가치를 제고
- 숲가꾸기 5개년 추진계획(2004 ~ 2008)을 통한 100만ha의 숲가꾸기 사업이 지속적으로 확대됨으로써 이산화탄소 흡수 능력 유지·증진
  - 숲가꾸기 5개년 추진계획(2004 ~ 2008)에 따라 경제림 육성단지와 경영대상지를 중심으로 세부추진계획을 수립하여 실행함.
  - 2006년에는 숲가꾸기 현장 대응시스템 운영과 고속도로변 경관을 위한 숲가꾸기 사업 실행 및 맑은 물 공급을 위한 수원함양림 가꾸기 사업을 추진함.
  - 2007년에는 숲가꾸기 200천ha 실시 및 사업성과의 품질제고를 위해 설

계·감리 제도 시행과 기술향상을 위한 현장 토론회를 개최함. 2007년부터 숲가꾸기사업과 도시숲사업이 통합되어 운영됨.

표 3-13. 숲가꾸기 사업 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림의 기능별 구분에 의한 숲가꾸기 160천ha 실행               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공신력 있는 사업 추진 및 지자체 공무원의 업무부담을 경감시키기 위해 외부 전문가를 활용한 「설계·감리제도」 도입</li> <li>- 숲가꾸기 분야 오피니언 리더·전문가들로 구성하여 현장에서 발생하는 문제점을 토론을 통해 해결해나가는 「숲가꾸기 현장 대응시스템」 구성·운영(14개 기관, 195명)</li> </ul> </li> <li>○ 숲가꾸기 기간 설정을 통한 사업효과 및 홍보 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 숲가꾸기 1일 체험, 비료주기, 산지정화, 산불조심 캠페인 등</li> </ul> </li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ‘숲가꾸기 5개년 추진계획(2004 ~ 2008)’에 따라 경제림 육성단지와 경영대상지를 중심으로 세부추진계획을 수립하여 실행</li> <li>○ 숲가꾸기 현장 대응시스템 운영</li> <li>○ 고속도로변 경관을 위한 숲가꾸기 사업 실행</li> <li>○ 맑은 물 공급을 위한 수원함양림 가꾸기 사업               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5대강유역 숲가꾸기(12,500ha)와 주요댐 주변 숲가꾸기(1,545ha)</li> </ul> </li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 숲가꾸기 200천ha 실시 및 사업성과의 품질제고를 위해 설계·감리 제도 시행(1.23), 기술향상을 위한 현장 토론회 개최</li> <li>○ 도시숲(산림공원) 180개소, 가로수 502km, 학교숲 300개소 조성               <ul style="list-style-type: none"> <li>* 2007년부터 숲가꾸기사업과 도시숲사업이 통합됨</li> </ul> </li> </ul>

#### □ 추진사업의 정책적 효과

- 숲가꾸기 사업 확대를 통해 다양한 정책적 효과 발생
  - 숲가꾸기를 통한 나무의 질적 형질개선(임목축적량)과 생장량(탄소고정량) 증가로 탄소흡수원 확충에 기여함.
  - 숲가꾸기 산물을 화석연료의 대체연료로 공급함으로써 이산화탄소 배출 저감에 기여함. 숲가꾸기 사업은 결과적으로 수원함양, 맑은 물 공급 증가 등 환경·공익적 기능 증진에 실질적으로 기여함.



## □ 추진사업에 대한 평가

### ○ 숲가꾸기 사업확대에 대한 평가

- 사업추진 결과에 대한 온실가스 흡수량의 구체적 효과를 정량화하고, 흡수량을 늘릴 수 있는 적절한 숲 관리방법 개발이 필요함.
- 국립공원구역 내 산림이 산사태 등 자연재해에 강하고 하층식생 및 종 다양성이 풍부한 건강한 숲이 되도록 하기 위해서는 절대보존지역과 숲가꾸기 등 산림경영이 가능한 지역으로 구분하여, 가능한 지역 내에서 숲가꾸기 등을 실행할 필요가 있음.

## 2.2.5. 산림 병해충 집중 방제

### □ 사업개요

- 산림병해충 발생면적이 증가함에 따라 산림생태계 건강성 유지 및 산림흡수원 보존을 위해 적극적 산림병해충 방제의 필요성 증가
  - 산림병해충 집중방제 대상은 소나무재선충병, 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 잣나무넓적잎벌, 솔나방, 흰불나방 등 10여 종임.
  - 2003년말 산림병해충 발생면적은 총 254천ha로서, 전체 산림면적 6,416천ha의 약 4.5%에 해당되며, 산림생태계의 건강성 유지와 산림자원 손실 방지를 위한 산림병해충 방제사업 실시로 산림흡수원의 보호·유지가 필요함.

### □ 사업추진 실적

- 산림 병해충 집중방제 사업 추진실적
  - 소나무재선충의 확산에 따른 소나무재선충병 방제 5개년계획(2004 ~ 2008년)을 수립하여 추진함.
  - 2005년부터 2007년까지 산림병해충 집중방제를 위해 「소나무재선충병 방제특별법」 재정, 소나무재선충병 방제, 솔잎혹파리 등 기타 병해충 방제, 방제대책본부 운영 등 다양한 정책프로그램을 수립하여 추진함.

표 3-14. 산림병해충 집중방제 사업 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소나무재선충병 방제 추진                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주민설득 등 적극적인 홍보로 항공방제 48,615ha 완료</li> <li>- 봄철 피해목 총력 방제로 326천본 벌채 후 훈증·소각처리</li> <li>- 「소나무재선충병 방제특별법」 제정(5.1 공포, 9.1 시행)</li> <li>- 전국 소나무류 이동제한 특별지침 시행(11.1)</li> <li>- 소나무재선충병 이동단속본부 설치·운영(11.2, 9천명)</li> </ul> </li> <li>○ 산림병해충 방제 추진                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산림병해충 방제대책본부 설치 운영(6.1~8.31, 287개소)</li> <li>- 산림병해충 담당자 실무교육(2.22~2.25, 임업연수부 326명)</li> </ul> </li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소나무재선충병 방제: 33천ha(연면적 120천ha)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 피해목 제거(851천본, 8천ha)와 항공 및 지상방제(25천ha, 연면적 112천ha) 실시</li> <li>- 우량 소나무림, 천연기념물 주변 등 35개소(520ha)에 예방약제 주입</li> <li>- 감염목 무단이동 저지를 위해 전국적으로 이동단속(150개소) 실시</li> <li>- 치료제 및 진단키트 개발을 위한 연구사업단 구성·운영(6.28 ARPC와 계약): 2006.6월~'09.6월(3년간), 50억원</li> <li>- 「소나무재선충병방제특별법」 개정 추진(9.27공포, '07.3.28시행)</li> </ul> </li> <li>○ 솔잎혹파리 등 기타 병해충방제: 129천ha(연면적 169천ha)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔잎혹파리의 방제사업 확대 추진(계획: 15천ha → 실적: 26천ha)</li> <li>- 서남해안의 솔껍질깍지벌레 피해목 제거(631ha)</li> </ul> </li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림병해충 총157천ha 방제(재선충병 26천ha, 솔잎혹파리 39천ha, 밤나무해충 기타 30천ha)</li> <li>○ 방제대책본부 운영(전국 295개 산림관서), 예찰·발생조사 교육(613명),</li> <li>○ 소나무류재선충병의 확산저지를 위해 항공방제, 피해목 제거사업, 소나무류 이동단속 실시</li> </ul>

□ 추진사업의 정책적 효과

- 산림병해충 집중방제 사업을 통한 다양한 정책적 효과 발생
  - 소나무를 100% 고사시키는 소나무재선충병은 그 심각성을 감안하여 총력방제로 확산저지의 전기를 마련하였으며, 이를 통해 기존의 탄소흡수량 유지 및 보전에 기여함.
  - 흰불나방, 버즘나무방패벌레 등 경관저해 해충 적기방제로 가로수, 공원 등 생활주변의 경관보전에 기여함.

## □ 추진사업에 대한 평가

- 산림병해충 방제사업에 대한 종합적 평가
  - 소나무재선충병·참나무시들음병 등 산림병해충의 효율적 방제를 위해 국방부·문화재청 및 국립공원관리공단 등과 긴밀한 협조가 필요한 것으로 나타남.

## 2.2.6. 산불예방 및 진화 적극추진

### □ 사업개요

- 산불예방 및 진화 적극추진 사업은 적극적인 산불예방 및 진화활동의 추진으로 산불피해를 최소화하여 산림의 흡수원 유지보존, 산림자원의 보호, 국민의 생명과 재산을 보호하는데 정책목표를 설정함.
  - 우리나라는 매년 508여건의 산불이 발생하여 연 평균 4,436ha의 산림이 소실되고 있음(최근 10년간(1996~2005) 연평균 산불피해 면적 4,436ha).
  - 최근 이상건조기후와 주5일 근무제로 인한 산행인구의 증가로 인하여 산불 위험이 가중되고 있어 온실가스의 산림흡수원을 유지·보존하기 위한 적극적인 산불 예방 및 홍보활동 전개가 필요함.

### □ 사업추진 실적

- 적극적인 산불예방 활동 강화로 산불발생 감소
  - 2004년에 산불방지 협정제도를 최초 도입·시행하여 2,920건의 협정을 체결하고 33만명('04년 19만명, '05년 14만명)이 산불방지 활동을 지원함.
  - 2005~2007년에는 연차별로 공익광고(전광판, 잡지 공익광고, 소방엑스포 등), 대국민 홍보용 산불조심 로고송 제작·배포 등을 통하여 산불예방활동 강화, 산불방지 인력·조직의 전문화 및 시설확충, 진화장비 현대화, 「산림보호법」 제정을 통한 산불방지 체계와 법적 구속력을 강화함.
  - 공중진화능력 향상을 위해 산불진화헬기를 지속적으로 확충함.

표 3-15. 산불예방 및 진화 사업 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산불예방활동의 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공익광고(전광판, 잡지 공익광고, 소방엑스포 등) 실시</li> <li>- 대국민 홍보용 산불조심 로고송 제작·배포(4.16, 지자체·지방청)</li> <li>- 산불감시시설의 확충(감시카메라 30개소, 감시탑 35개소)</li> </ul> </li> <li>○ 산불진화역량 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불진화헬기(3대) 및 항공지소(1개소) 확충</li> <li>- 헬기의 주야간 상시정비로 가동율 극대화(75%를 88%로)</li> <li>- 전문예방진화대 932명 확충: (2004) 3,008명 → (2005) 3,940명</li> </ul> </li> <li>○ 산불방지를 위한 국내·외 협력 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동북아 산불네트워크 및 중앙아시아 산불 네트워크 회의 참석</li> <li>- 산불방지 협정제도의 운영으로 민간의 참여 유도</li> </ul> </li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산불방지 인력·조직의 전문화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시·군, 관리소의 산불전문예방진화대 확충 및 전문화</li> <li>- 중앙 산림재해상황팀 운영(4급 1명, 5급 1명 보강)</li> </ul> </li> <li>○ 산불방지 시설확충 및 진화장비 현대화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불진화헬기 연차적 확충을 통한 조기진화 능력제고</li> <li>- 첨단 영상관제시스템 구축으로 산불정보, 상황관리 디지털화</li> </ul> </li> <li>○ 산불예방관리 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불취약지 관리사업 확대</li> <li>- 동해안 봄철 산불방지 추진실태 점검(3.20 ~ 3.24)</li> <li>- 시기·원인별 산불방지 특별대책 시달(청명·한식·석가탄신일 등)</li> </ul> </li> <li>○ 산불대응시스템 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불재난 위기대응 실무매뉴얼 운용</li> <li>- 전국 산불관계관 교육실시(245명, 산림인력개발원, 1.24 ~ 2.8)</li> </ul> </li> <li>○ 산불방지시스템 개선 및 협력 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불연구·협력강화 및 지역의 산불유관기관과 MOU 체결</li> <li>- 산불관리통합규정 개정(4.26)</li> </ul> </li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산불진화 역량 강화를 위한 인력 및 시설·장비확충, 취약지 관리               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전문예방진화대(6천명), 산불감시원 643명 보강(16천명), 노인감시단 400명, 산불방지임도 3km, 내화수림대 120ha</li> </ul> </li> <li>○ 진화지휘체계 개선 및 유관기관 공조 강화, 홍보               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산불관리센터 3개소(강릉·울진·함양), 산불 관련 7개 부처 공동예규 제정, 산불방지 서명운동 전개(400만명)</li> </ul> </li> <li>○ 산불방지 역량 강화 및 산불취약지 관리               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 헬기 2대 도입(총 48대), 함양 격납고 1개소 신설(총 9개소)</li> <li>- 내화수림대 430ha, 임도 17km, 감시원 243명 보강 등</li> </ul> </li> <li>○ 「산림보호법」을 제정하여 산불방지 체계와 법적 구속력을 강화</li> </ul>

#### □ 추진사업의 정책적 효과

- 철저한 산불 예방관리와 진화역량을 강화하여 산불피해를 최소화함으로써 산림 탄소흡수량 유지 보전에 기여함과 동시에 산림자원의 보호, 국민의 생명과 재산을 보호함.

#### □ 사업추진관련 문제점 및 건의사항

- 산불발생의 사전 방지를 위해 경찰, 소방방재청 등 유관기관과 방화 예방 및 방 방화자 검거를 위한 핫라인 구축 등 공동 대응방안 마련 필요

### 2.2.7. 도시숲 조성·관리사업 추진

#### □ 사업개요

- 다양한 형태의 도시숲 조성, 가로수 조성사업을 통한 녹색네트워크구축, 학교 숲 조성사업 추진, 도시녹화 캠페인 실시
  - 도시숲 조성사업은 급격한 도시개발로 급속히 줄고 있는 도시숲 면적과 도시숲의 건강성을 회복하여 산림흡수원을 확충함.
  - 특별시·광역시의 생활권 도시숲 면적은 세계보건기구(WHO)권고 최저 기준(9m<sup>2</sup>/인)의 2/3에 불과함.

#### □ 사업추진 실적

- 도시숲 조성 및 관리사업과 관련 다양한 분야에서 사업성과 실현
  - 도시림의 산림욕장 28개소, 자연휴양림 20개소 조성 등의 휴양 공간을 조성함.
  - 다양한 형태의 도시숲 21개소(국·공유지 도시숲 18개소, 산림공원 3개소)를 조성하였고, 산림청과 민간단체 등과 협력하여 301개교의 학교숲을 조성함.
  - 나무 나누어주기 32만명, 15만본 등 내 나무 갖기 캠페인 및 도시녹화 캠페인 실시함.

표 3-16. 도시숲 관리조성·관리사업 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005년	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국·공유지, 학교부지, 도로변 등을 활용한 도시숲, 학교숲, 가로수의 조성 추진               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국·공유지 도시숲 조성: 71개소 완료, 학교숲 조성사업 추진: 300개교 완료, 산림공원 조성사업 추진: 5개소 완료, 가로수 조성·관리: 432.5km 조성·관리</li> </ul> </li> <li>○ 도시숲 조성을 위한 관련부처, 민간단체와의 파트너쉽 구축               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 담당공무원, 관련 전문가를 위한 ‘도시숲·가로수 조성관리 워크숍’ 개최를 통한 기술습득 및 정보교류(대구, 7.27)</li> </ul> </li> </ul>
2006년	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 도시숲·가로수 조성 대상지 선정 및 설계 84개소, 381km('06.2)</li> <li>○ 국유림의 「도시숲·산림공원 조성 5개년 계획」 수립('06.5)</li> <li>○ 가로수 조성 확대를 위한 「가로수 조성관리 혁신 방안」 수립·시행('06.5)</li> <li>○ 가로수 조성사업 현지점검('06.9, 경기 여주군외 5)</li> <li>○ 도시림·가로수 조성관리 혁신매뉴얼 제작배부('06.10)</li> <li>○ ‘학교숲 위원회’를 통하여 학교숲 조성 사업 평가, 향후 조성방안 등에 대하여 지속적으로 논의(4회, 2.27, 3.29, 8.31, 9.16)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘학교숲의 날’ 행사 개최 및 ‘학교숲 비전수립 워크숍’ 등을 통한 협력체계 구축</li> </ul> </li> </ul>
2007년	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 숲가꾸기사업으로 통합되었음</li> </ul>

**□ 추진사업의 정책적 효과**

- 도시숲, 산림공원, 학교숲, 가로수 조성을 통해 국민들의 휴식공간 제공 및 도시의 열섬효과 방지에 기여하였으며, 특히 대부분의 산림면적이 조림이 되어있는 도시 내 자투리땅 등 유휴지 활용은 탄소흡수원 확충에 크게 기여함.

**□ 사업성과에 대한 평가**

- 도시숲조성·관리사업은 대부분 지자체의 균형발전특별회계 예산으로 편성하게 되므로 사업추진의 성격과 적정성, 적기시행 등에 다소 어려움이 있음.
- 도시숲을 조성 할 수 있는 국·공유지 재산이 한정되어 있고 조성지역의 규모 및 형태, 주변의 환경적 여건 등이 다양하므로, 자투리 활용방안 및 담장 허물기 등과 같이 다양한 형태의 사업추진이 필요함.

## 2.2.8. 해외조림사업 확대

### □ 사업개요

- 선진국 및 개도국에 대한 해외조림 확대실시로 산림흡수원 확보의 필요성 증가
  - 에너지 및 목재자원의 절대부족에 따른 국내 수요의 해외 의존율이 높고, 원자재 확보경쟁에 따른 가격상승과 앞으로 전개될 기후변화협약에 대응하여 에너지 및 목재산업체의 경쟁력 강화를 위한 해외조림사업의 참여 확대가 요구됨.

### □ 사업추진 실적

- 해외조림사업 수행실적
  - 해외조림사업은 1999년 제1차 종합대책에 산림흡수원 확충 관련 계속사업으로 추진되었음.
  - 사업추진 관련 국제회의 참가로 산림흡수원 동향 파악 등을 통해 사업 추진의 활성화를 도모함.
  - 해외조림 확대를 위한 국제심포지엄을 개최하여 관련 국내외 전문가를 통한 사업활성화를 위한 의견수렴 및 해외진출 조림국과의 정보를 공유함.
  - 주요 해외조림 선진국(일본)의 해외조림 투자 확대방안 모색과 기후변화협약과 연계한 조림사업의 온실가스 저감동향 분석 연구용역 실시(2004)
  - 기후변화협약과 임업환경변화에 따른 해외조림사업체계 구축방안 용역 실시함(2005).
  - 「한·인도네시아 산림투자 및 CDM 협력에 관한 양해각서」 체결로 목재자원 및 탄소흡수원 확보를 위한 해외조림 활성화 전기를 마련함(2006).
  - 해외조림 확대를 위한 한·베트남 임업협력위원회를 개최하였고(2007), 해외조림 중장기계획을 수립하였음.
  - 민간기업체의 해외조림 투자 활성화를 위한 전문컨설팅팀을 구성함.

표 3-17. 해외조림사업 확대 사업 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해외조림 확대실시로 장기 산림흡수원 및 목재공급원 확충에 기여               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (계획) 8,747ha → ('05.10) 6,000ha(69%)</li> </ul> </li> <li>○ 용자금 지원 37억원, 개발조사비('06신규, 144백만원) 확보 지원               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 용자금 이자율 인하(3%→1.5%, 기획예산처 협의중)</li> </ul> </li> <li>○ 탄소배출업체, 해외조림업체 등이 참석하는 간담회 개최('05.6.1)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소흡수원 해외조림 협의회”를 구성 운영</li> </ul> </li> <li>○ 해외조림 확대를 위한 국제심포지엄 개최('05.10.19 ~ 20)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국무조정실, 외교부, 탄소배출업체, 해외조림 업체, 해외조림 진출국 8개국 등 참여</li> </ul> </li> <li>○ “해외조림 추진체계 구축 방안“ 용역 추진('05.5 ~ 11)</li> <li>○ 베트남, 캄보디아 해외조림지 현지점검(국회 농해위, '05.3.7 ~ 13)</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한-인도네시아 산림분야 투자와 CDM 협력 추진               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인도네시아 산림부장관의 탄소배출업체, 해외조림업체, 관련 단체 등과 간담회('06.4.25)</li> <li>- 제1차 한-인도네시아 working group 회의(인도네시아, 6.29)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>·해외조림업체, 탄소배출업체, 관련단체 등 참석</li> <li>·한-인도네시아 산림투자 및 CDM 협력을 위한 WG 구성 및 운영, CDM 투자계획 및 공동연구 등을 위한 논의</li> </ul> </li> <li>- 한-인도네시아 산림투자 및 CDM 협력 양해각서 체결(8.1)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>·최대 50만ha 해외조림지 제공</li> </ul> </li> <li>- 제1차로 인도네시아에서 제공한 임지(39만ha)에 대한 기초조사(10월)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>·해외조림지 조사를 위한 지원계획 수립(144 백만원)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 해외조림 확대를 위한 간담회 개최(2.9)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외조림업체, 탄소배출업체, 관련단체 등 참석</li> <li>- 해외조림 현황 및 정책방향, 사례발표, 탄소배출권제도와 산림경영, 해외조림 추진체계 등 설명 및 논의</li> </ul> </li> <li>○ 해외산림자원관리 정보시스템 개발(4.20 ~ 8.19)</li> <li>○ 해외조림 투자환경 및 적지조사 용역 추진(5월)</li> <li>○ 해외조림 확대를 위한 한-베트남 임업협력위원회 개최(5.11)</li> <li>○ 해외조림 용자금 지원 및 이자율 인하: 3개업체 36억원, 3%→1.5%,</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인도네시아 50만ha 조림('06.8 MOU체결) 활성화를 위해 한-인니 합동 기업체 투자 간담회(3.5), 컨설팅(4.30 ~ 5.4), 한-인니 협력위원회(6.27) 개최</li> <li>○ 해외조림 활성화를 위한 연구용역 추진(4.23)</li> <li>○ 해외 조림 실태 파악을 위한 현지 확인 점검 및 해외조림 중장기 기본계획 수립</li> <li>○ 민간 기업체 등의 투자 활성화를 위해 용자금 및 개발조사비 지원, 전문 컨설팅 구성 등 추진</li> </ul>



#### □ 추진사업의 정책적 효과

- 교토의정서의 CDM에 대한 절차, 사업계획서 작성 등 방법론 개발로 기업이 CDM사업에 진출할 수 있도록 하였으며, 해외조림사업 추진을 위해 융자금을 저리로 지원함으로써 국내기업의 해외조림 활성화를 유도함.
- 양자 및 다자간 국제협력 강화를 통해 조림물량 확보, 사업의 안전성 보장 등 국내기업의 해외조림을 위한 기반조성에 기여함.

#### □ 추진사업에 대한 평가

- 아직 선진국에서도 산림의 영속성 문제 등으로 A/R CDM사업에 대한 진출이 적극적으로 이루어지지 않고 있으며, A/R CDM 부문의 탄소배출권 거래가 없는 상황임.
- 일반 에너지, 산업부문보다 사업계획서 작성 및 절차, 검증방법 등에 있어서 매우 복잡함. 특히 개도국의 자료 미비, 산림특성, 리스크 등의 어려움이 많음.
- 해외조림사업 확대를 위해 이 분야의 사업에 관심 있는 기업에게 관련정보를 제공해줄 수 있는 정보시스템 구축을 통해 실제로 활용될 수 있도록 적절한 조치가 이루어져야 할 것으로 판단됨.

### 3.3. 기후변화적응기반 구축 사업

#### 3.3.1 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 연구

##### □ 사업개요

- 기후변화에 대한 산림생태계 영향평가연구를 통해 기후변화 저감, 완화 및 적응에 대한 핵심적 기반자료를 제공함.
  - 지구온난화에 따른 기후변화는 생육기간, 대기 중 이산화탄소 농도, 에너지 및 수분플럭스 등을 통하여 산림식생대의 이동, 농지 및 하천의 생물

다양성 변화, 병해충 발생 및 산림재해 등의 변화를 가져옴.

- 산림생태계는 산림생물다양성, 방대한 탄소저장고 및 기후시스템 조절 작용 등으로 인하여 그 중요성이 매우 크므로 기후변화에 취약하거나 민감한 생태계에 대한 보전전략 수립이 필요함.

### □ 사업추진 실적과 연구성과의 활용

- 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 연구수행 실적
  - 기후변화가 한반도에 미치는 영향과 지구환경관련 대책연구(과학기술부, 1994~1996)와 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안 연구(한국환경정책평가연구원, 2000~2002)가 수행됨.

표 3-18. 기후변화가 산림생태계 영향 관련 연구의 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기후변화가 한반도 산림생태계에 미치는 영향에 대해 연구동향 자료정리 및 세미나 발표(2005.3.14.)</li> <li>○ 연구기관간 협의 및 연구방향 검토                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화협의체 및 기후변화연구회를 통한 기상청, 농진청 등과 연구협의 및 방향 검토</li> </ul> </li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구계획 수립 및 워크숍 등 추진                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 연구동향 분석 및 장기연구계획 추진</li> <li>- 한·일 산림생태워크숍 개최: 일본 13명, 한국 19명 참가</li> </ul> </li> <li>○ 광릉·계방산 및 한라산지역을 중점 조사지역으로 선정하고, 식물/곤충 모니터링체계 구축 및 기상관측시스템 등 연구기반 구축</li> <li>○ 기후변화시나리오(기상연구소 협조), 수종분포자료(국립수목원 협조), 나비 분포자료, MODIS 위성영상 등 기초자료 DB구축</li> <li>○ 산림생태계 모델, 산지기상 추정용 모델 등 모델 수집</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 임분 구조 및 생물다양성 변화 모니터링을 위해 5개 장기생태연구지(광릉, 계방산, 남해, 삼척, 한라산)에 대한 조사 추진</li> <li>○ 기후변화 민감식생, 산림곤충 변화 조사를 위하여 한라산과 계방산 조사지 설정 및 조사 착수</li> <li>○ 장기 생태연구지 임분구조 및 생물다양성 변화 조사</li> <li>○ 한라산과 계방산 고정조사지 식생, 산림곤충 및 산림 미기상 조사</li> <li>○ MODIS 위성영상자료 분석을 통한 산림피복, 엽면적 지수 및 식물계절 분석, 산림생태계 변화예측 모델 개발</li> </ul>

- 제3차 대책기간에는 관련연구동향 자료정리 및 세미나 발표, MODIS 위성영상 등 기초자료 DB구축, 한라산 등 특정지역에 대한 기후변화 영향평가 연구 등이 수행됨.
- 연구결과의 활용 실적
  - 연구결과의 활용과 관련 학술지에 논문 12편, 학술발표 23회, 기타 자료집 39권, 홍보 57건, 세미나 2회로 나타남.

#### □ 추진사업의 정책적 효과

- 실제 우리나라 산림생태계에 대한 조사와 모델링을 함께 병행하면서, 부가적으로 워크숍과 논문게재 등 여러 연구성과를 얻은 것으로 판단되며, 향후에도 관련 연구가 체계적·지속적으로 수행되어야 함.

#### □ 연구결과의 사업화(실용화) 평가

- 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향에 관한 연구성과의 실용성은 보통수준인 것으로 조사됨.
- 연구과제 종결 후 실제 정책사업 추진이 가능한 사업아이템 제시
  - 산림식생대 변화 예측모델 개발을 통해 산림식생대 이동에 따른 적응대책 추진
  - 산림생산성 변화예측을 통해 기후변화에 적합한 신규 수종 개발 사업 추진
  - 산림재해 및 병해충 발생예측 모델을 개발하여 사전 예보제 운영시스템 구축

#### □ 추진사업에 대한 평가

- 학제적이고 체계적으로 수행하기 위해서는 현재 1개 연구실 수준의 인력이 다른 업무와 함께 수행하는 것은 한계가 있음. 생태계모델링의 전문가와 모니터링 사업 등을 수행하기 위한 전담조직과 인력의 보강이 필요함.
- 기후변화시나리오, 위성영상 및 산림생태관련 공간자료 DB 등은 방대한 자료의 신속한 처리 및 모델 수행에 필요한 대용량의 컴퓨터 시스템 및 운용인력이 필요함.

### 3.3.2. 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구

#### □ 사업개요

- 탄소의 이동과정을 추정할 수 있는 배출·흡수 추정모형 작성 및 농경지의 탄소흡수량 잠재력 분석과 흡수원으로 인정받을 수 있는 체계 구축 필요
  - 선진국에서는 이미 온실효과 유발가스인 탄소의 배출감축기술 뿐만 아니라 산림, 토양 등 탄소 흡수원 부문에 많은 연구를 하고 있음.
- 농업생태계 내의 탄소흡수원에 관한 문헌·자료조사, 기후변화협약에 대비한 통계작성지침 및 주요 국가의 연구동향 분석 필요
  - 우리나라에서는 현재 농경지 관리, 목초지 관리 활동에서의 탄소축적 변화량 조사는 거의 이루어지지 않았음.

#### □ 사업추진 실적과 연구성과의 활용

- 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구수행 실적
  - 농경지에서의 바이오매스 생산량과 농작물 재배기간 중의 CO<sub>2</sub> 흡수량 평가에 관한 연구 수행(2004년: 밭과 사과 과수원 대상 수행)
  - 제3차 대책기간에는 농경지 이용형태별 바이오매스 생산량 산출, 농경지 탄소배출 모니터링, 농경지 탄소순환수지 산출 등의 연구를 수행함.

표 3-19. 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지 이용 형태별 바이오매스 생산량 산출</li> <li>○ 벼 건물중 및 탄소량 변화 측정 및 탄소고정량 산출</li> <li>○ 토양중의 탄소 함량 및 축적량</li> <li>○ 작물생육기간중의 토양 내 탄소량 변화와 이산화탄소 배출량</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 보리-콩 작부체계 이산화탄소 수지 평가(단위: CO<sub>2</sub>톤/ha)</li> <li>○ 전국 겉보리 CO<sub>2</sub> 고정량 76,047 톤</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작물 CO<sub>2</sub> 고정량 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유채 등 12개 작물 CO<sub>2</sub> 축적량 분석</li> </ul> </li> <li>○ 농경지 탄소순환수지 산출: 고추밭, 사과 과수원</li> </ul>

## □ 연구 성과의 활용

- 연구결과의 활용 실적
  - 연구결과의 활용과 관련 시책건의 5회, 학술발표 5회로 나타남.

표 3-20. 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구결과 활용실적

구분	제목	발행일 (년/월)	발행처
시책 건의	○ 지역별 벼 재배에 의한 대기 중 이산화탄소 흡수량 산출	2005/2	농림부
	○ 지역별 콩 재배에 의한 대기 중 이산화탄소 흡수량 산출	2006/2	농림부
	○ 우리나라 겉보리 재배에 의한 대기 중 이산화탄소 흡수량 산출	2007/2	농림부
	○ 우리나라 고추 재배에 의한 대기 중 이산화탄소 흡수량 산출	2007/2	농림부
학술 발표	○ 농경지 생태계내의 탄소 순환 및 수지 연구	2005/5	농진청
	○ Assessment of Contribution Rate to GHG's Emission According to Changes of Mineral N, Soil Temperature and Soil Moisture	2006/6	토양비료학회
	○ Annual carbon cycle in cropland in dependence on cropping system and micrometeorology	2006/12	토양비료학회
	○ Seasonal Changes of GHGs Emissions under the Different Soil Textures and Soil Moisture Conditions in Pepper Field	2007/5	환경농학회
	○ Annual carbon cycle on cropping system and micrometeorology in cropland	2007/8	농림기상학회

## □ 기후변화협약과 관련된 연구결과의 효과

- 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구의 계량적 효과
  - 계량적 효과와 관련 벼, 겉보리, 고추 등 주요작물의 연간 이산화탄소 흡수량은 산정함. 주요작물의 이산화탄소 흡수량은 벼는 21백만톤/ha, 겉보리는 76천톤/ha, 고추는 970천톤/ha으로 나타남.
- 타 관련 연구와의 차별성
  - 농업부문 온실가스 배출 저감 기술개발에 대한 온실가스 감축 연구는 기후변화 관련 국제대응 과제임.

## □ 연구결과의 사업화(실용화) 평가

- 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구사업에 대한 평가
  - 연구결과에 대한 평가결과 사업화 가능성은 매우 높은 수준으로 평가됨. 연구과제 종결 후 실제 정책사업 추진이 가능한 사업아이템으로 온실가스배출량 산정 및 통계량 불확실성 평가 등을 들 수 있음.
  - 향후 후속과제로 국내 농경지 온실가스배출량 저감을 위한 국가고유배출계수 개발이 시급함으로 ‘농경지 아산화질소 국가고유 배출계수 개발’이 필요함.

### 3.3.3. 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향

#### □ 사업개요

- 농업용수 10% 절감 시 공업용수 41% 또는 생활용수 21%가 대체 가능하므로 강수량 변화에 따른 물 절약 농업기술 개발의 필요성 증대
  - 우리나라의 용수공급량 한계는 2004년 340억톤 수준으로 국가적 물 부족에 대응한 농업용 수자원의 확보가 필요함. 이를 위해 강수량 변화에 따른 지역별 농업용수 요구량 분석, 물 부족 지역에 대한 농업용 수자원 확보 방안, 강수량 변화에 따른 물 절약 농업기술 개발 연구 등이 필요함.

#### □ 사업추진 실적과 연구결과의 활용

- 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연구 추진실적
  - OECD 농업용수 사용지표 개발 연구를 통해 물 사용 강도지표, 물압박지표, 기술적 물이용지표, 경제적 물이용지표 등을 산정함.
  - 35년간의 연구결과를 종합 분석하여 주요 밭작물 38개 작물에 대해 65개 지역별로 물관리지침서를 작성, 도별 밭작물 관개요구량을 산정함.
  - 전국 시군단위 농업용수 부족지역을 판별하고, 화산회토 및 시설재배 작물에 대한 물관리지침서 작성 보급으로 시기별 물이용 요구량을 산정함.

표 3-21. 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공간분석(IDW법)을 이용한 잠재적 물부족지역 시군단위 평가</li> <li>○ 밭작물 물관리지침서 작성 보급: 69지역 43작물(난지권포함)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물 생육시기, 토양특성 등 재배환경조건에 맞도록 물관리</li> </ul> </li> <li>○ 화산회토양 토양수분 센서 검정: TDR센서 등 7종</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시설작물 관개기준 보완을 위한 시설 내외 물소모량 평가</li> <li>○ 밭작물 물관리 실증포 운영</li> <li>○ 농업토양정보시스템과 연계하여 물 관리처방서 발급: 38작목</li> <li>○ 수량과 품질 등의 감소 없이 물 절약 가능한 기술개발 보급</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수박 관비 시 물관리 기술 연구: 수박 정식 및 토양수분 측정</li> <li>○ 토양수분 조사를 위한 토양수분 측정 키트 배포: 156개</li> <li>○ 제4차 관비협의회 추진: '07.01.30</li> </ul>

○ 연구결과의 활용 실적

- 연구결과의 활용과 관련 시책건의 1건, 논문 3편, 학술발표 5회, 영농활용 3건, 기타 1회 등으로 나타남.

표 3-22. 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연구결과 활용실적

구분	제목	발행일 (년/월)	발행처
시책 건의	○ 제주지역 물관리 지침서를 이용한 제주지역 작물별 관개용수 확보량 산정	2005/12	농진청
논문	○ FAO Penman-Monteith 모형의 증발산량 산정에 이용되는 기상요소의 평가	2006/10	한국 토양비료 학회지
	○ 우리나라에 적합한 OECD 농업용수 사용지표의 설정.	2006/10	
	○ 난지권 화산회토양의 토색별 토양수분 특성곡선 및 단일화 추정모형	2006/12	
학술 발표	○ Comparison of sensors and neutron probe for soil water content measurement in black volcanic ash soil.	2005/5	한국 토양비료 학회지
	○ Irrigation technique considering distribution of soil water and nutrient with soil texture under fertigation	2005/5	
	○ Water consumption of horticultural crops cultivated in plastic house	2005/5	
	○ 토양용적수분함량 측정을 위한 센서의 검정	2006/5	
	○ 난지권 화산회토양 작물관리를 위한 물관리 지침	2006/10	
영농 활용	○ 난지권(화산회토) 밭작물 물관리 지침서	2005/12	농진청
	○ 시설 참외 점적관비 시 물관리 기준 설정	2006/12	
	○ 관개량 산정을 위한 작물 물관리지침 프로그램의 활용	2006/12	
기타	○ 난지권 화산회토양 밭작물을 위한 관개관리 지침 발간 배부	2006/10	농진청

## □ 연구결과의 효과

- 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연구 성과
  - 작물별 적정 물관리를 위해 웹사이트를 이용한 물관리 프로그램을 개발하여 보급함.
  - 13개 시설재배 작물을 대상으로 물관리 기준을 설정함.
- 타 관련 연구와의 차별성
  - 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연구는 65지역 38개 밭작물 재배를 위한 물관리지침서 및 4지역 6작물의 화산회토양에서 밭작물 물관리 지침서를 작성하여 보급함으로써 실질적으로 활용될 수 있는 자료를 제공함.

## □ 연구결과의 사업화(실용화) 평가

- 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향에 대한 평가
  - 연구결과에 대한 평가결과 실용성(사업화) 가능성이 높은 것으로 평가됨.
  - 향후 후속과제로서 ‘지표수의 토양침투특성 해석 및 토양 내 이동의 물리적 특성 구명 연구’ 추진이 시급한 것으로 제시됨.

### 3.3.4. 황사에 따른 농업환경 영향평가

#### □ 사업개요

- 황사(Asian dust)란 몽고 및 중국대륙의 사막지대와 황하강 유역의 황토지대에서 발생하는 아주 작은 먼지가 바람에 의해 공중으로 떠올라 이동하면서 지표에 내려앉은 물질로 농축산업에 부정적 영향을 미침.
- 황사의 발생빈도가 1980년대 3.9일/년 → 1990년대 7.7일/년 → 2001년도 7일로 점차 증가추세에 있어 황사에 대한 연구의 필요성이 증가
  - 황사의 미세한 입자로 인한 가축질병의 유발과 작물의 생육을 저해함에 따라 황사가 토양 및 농업환경에 미치는 영향 평가 연구의 필요성이 증대함.
  - 농작물에 대한 황사의 안전성 구명과 피해방지 위한 대책수립이 요구됨.



## □ 사업 추진실적과 연구성과의 활용

- 황사에 따른 농업환경영향 평가 연구 추진실적
  - 황사의 농업환경에 미치는 영향 구명을 위해 특별연구팀을 구성하여 추진함(2002~2004).
  - 제3차 대책기간 중 년차별로 국내 풍적모재 토양조사 및 이화학적 특성 분석, 황사 및 발원지대 토양의 이화학적 특성 구명, 황사발원지부터 황사의 이동과정의 해석을 통한 토양 및 농업환경에 미치는 영향평가가 이루어짐.

표 3-23. 황사에 따른 농업환경영향 평가 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	○ 비산 및 이동거리별 황사시료 채취기 설치 ○ 국내 풍적모재 토양조사 및 이화학적 특성 분석
2006	○ 황사 및 발원지대 토양의 이화학적 특성 구명 ○ 중국 황사 시료의 토양 및 미생물학적 특성구명
2007	○ 황사발원지부터 황사의 이동과정의 해석을 통한 토양 및 농업환경에 미치는 영향평가 ○ 황사의 미생물학적 특성 구명 및 유해가능성 평가

- 연구결과의 활용실적
  - 연구결과의 활용과 관련 논문 2편, 학술발표 6회, 기타 대국민 홍보 2회 등으로 나타남.

표 3-24. 황사에 따른 농업환경영향 평가 연구결과 활용실적

구분	제목	발행일	발행처
논문	○ 한국에 강하한 황사의 토양학적 특성 구명	2005	한국토양비료학회
	○ 잔적 및 풍적모재 토양의 점토광물 특성구명	2006	
학술발표	○ 동북아 환경문제와 식물생명공학 심포지엄 국제워크숍(대전)	2005	
	○ 동남아토양비료학회(필리핀)	2005	
	○ 기후변화 국제심포지엄(수원)	2005	
	○ 기후변화대응 범부처 합동 워크숍(제주)	2007	
	○ 춘계 지질과학기술 공동학술 대회(경주)	2007	
	○ 춘계 한국토양비료학회 학술대회(안성)	2007	
기타	○ 대국민 홍보 등 - KBS 1TV [환경스페셜] 긴급추적 재앙의 바람, 황사“황색 바람이 삼킨 도시”		

#### □ 연구결과의 효과

- 황사에 따른 농업환경영향 평가 연구의 성과
  - 기후변화로 인한 여러 기상재해중 하나인 황사에 대한 대국민 홍보 및 기초자료 제공함으로써 황사문제에 대한 인식제고
- 타 관련 연구와의 차별성
  - 일반적으로 부피단위로 황사의 화학적 특성을 조사하여 왔으나 본 연구에서는 황사입자 시료를 채취하여 입자기준으로 그 특성을 조사하였음.

#### □ 연구결과의 사업화(실용화) 평가

- 황사에 따른 농업환경영향 연구에 대한 평가결과
  - 연구결과에 대한 평가결과 실용화(사업화) 가능성은 낮은 수준으로 평가됨.
  - 연구결과의 사업화(실용화) 가능성이 낮은 이유는 이 과제의 경우 기후변화 따른 기상재해중 하나인 황사의 기본 특성 및 영향을 전망하고자 설계되었으므로 실용화보다는 기초자료 생산측면에서 중점을 두었기 때문임.

### 3.3.5. 작물의 생육 및 생산성 영향평가

#### □ 사업개요

- 기후변화에 따른 작물생산성에 대한 영향 평가의 중요성이 커짐에 따라 관련 분야에 대한 집중적인 연구 필요성 대두
  - 작물생산성 변동예측의 광역화 및 정밀한 공간분석을 위해 작물모형과 지리정보시스템의 결합이 요구됨.
  - 작물생산성에 대한 기후변화영향 연구는 세계적인 관점에서 많은 연구가 이루어지고 있으나, 국내 적용연구는 적어 이에 대한 적극적 검토가 필요함.

#### □ 사업추진 실적과 연구성과의 활용

- 작물의 생육 및 생산성 영향평가 연구의 년차별 추진실적

- 1999년부터 2004년까지 이상 기상발생 조건 및 농업기후지대별 기상변동 분석을 실시함.
- 제3차 대책이 시작된 2005년부터 2007년까지 3년차 과제로 년차별로 벼 생산성 영향, GIS 활용 DB구축, 기후변화 전망에 따른 곡류계열 작물의 생육 및 생산성 영향평가 등 다양한 연구과제를 추진함.

표 3-25. 작물의 생육 및 생산성 영향평가 연구 연도별 추진실적

구분	주요내용
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작물모형의 기후변화 영향평가 활용성 검토               <ul style="list-style-type: none"> <li>- DSSAT v4 패키지의 CERES-Rice 모형 선정</li> </ul> </li> <li>○ GCM 2×CO<sub>2</sub> 기후변화 시나리오에 따른 벼 생산성 영향 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용지역: 수원</li> <li>- 벼 생육기간은 16~36일 단축, 벼 수량은 1.6~18.2% 감소</li> </ul> </li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GIS용 단위재배구역 설정 및 이들의 지리적 위치 등 DB구축               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단위재배구역별 지리정보, 전체면적, 식별번호 부여</li> <li>- 작물별 식부면적 보완 및 추가입력</li> </ul> </li> <li>○ 단위재배구역별 토양 및 재배관리정보 보완 및 추가입력               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단위재배구역별 토양 및 재배관리정보 보완 및 추가입력</li> <li>- 작물별 재배관리정보: 파종일, 재식밀도, 시비 등</li> </ul> </li> <li>○ 한반도 기후변화 시나리오에 따른 벼 생산성 영향 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5℃ 상승시 전국적으로 평균 15% 감수 전망</li> </ul> </li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기상-작물모형-GIS가 연계한 작물생산량 영향평가 시스템 입력자료 수정 및 생산               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 곡류계열 작물의 생육 및 수량모수의 수정 및 보완(벼, 보리 등)</li> <li>- 읍면별 밭 토양자료 추가입력 및 재배관리정보 보완</li> </ul> </li> <li>○ 기후변화 전망에 따른 작물의 생육 및 생산성 영향 평가</li> <li>○ 기후변화 전망에 따른 곡류계열 작물의 생육 및 생산성 영향 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화 전망에 따른 곡류계열 작물의 생산량 변화 분석</li> <li>- 기후변화 전망에 따른 생육단계 변화 분석</li> <li>- 농업기후지대별 작물의 생산성 영향 평가</li> </ul> </li> </ul>

○ 연구결과의 활용 실적

- 연구결과의 활용과 관련 논문 3편, 학술발표 2회, 기타 홍보물 제작 및 배포 3회로 나타남.

표 3-26. 작물의 생육 및 생산성 영향평가 연구결과 활용실적

구분	제목	발행일 (년/월)	발행처
논문	○ Crop Model-Based Evaluation of Rice Yield under Climate Scenario in Korea	2005/2	일본농업기상학회
	○ 기후변화가 농업생산환경에 미치는 영향	2005	방제정보
	○ 기후변화와 식량	2005	자연보존
학술 발표	○ GCM 2×CO <sub>2</sub> 기후변화시나리오에 따른 벼 생산량 변화	2005/9	농림기상학회
	○ 기후변화시나리오 따른 벼 생육 및 생산성 평가	2006/10	기후변화학술대회
기타	○ 홍보물 제작 및 배포(기후변화 전망에 따른 작물생산량 예측)	2005	농과원
	○ 홍보물 제작 및 배포(농업환경부문 기후변화대응 연구)	2006	농과원
	○ 홍보물 제작 및 배포(지구온난화 등 이상기상의 농작물 및 가축에 대한 영향과 금후대책)	2007	농과원

#### □ 연구결과의 효과

- 작물의 생육 및 생산성 영향평가 연구의 성과
  - 지구온난화에 따른 작물생산 영향평가 분석 결과 벼는 기온 5℃ 상승 시 수량 15% 감소, 사과는 기온 3℃ 상승 시 재배면적 45% 감소, 고추는 온도 및 CO<sub>2</sub> 상승 시 생육저하 및 수확시기가 지연되는 것으로 추정됨.
- 타 관련 연구와의 차별성
  - 이 연구는 기상-작물모형-GIS가 연계한 작물생산량 영향평가 시스템 구축하고 이를 활용하여 기후변화 전망에 따른 작물의 생산성을 평가함.

#### □ 연구사업에 대한 평가

- 작물의 생육 및 생산성 영향 연구에 대한 평가
  - 연구결과에 대한 평가결과 사업화 가능성은 보통수준으로 평가됨.
  - 사업화 가능성이 낮은 이유는 기후변화 전망에 따른 향후 농작물의 생산성 및 농업환경에 미치는 영향 등 기초자료 생산측면에서 연구가 수행되었기 때문임.
  - 향후 후속과제로 기후변화에 따른 병해충·잡초 발생 영향평가, 한반도 농업기수 변화예측 및 영향평가, 식량·원예작물 생산성 및 재배적지 변화 등 농업부문 영향 평가 및 적응대책 수립 연구가 필요함.

### 3.4. 제3차 종합대책의 농림부문 대책 종합평가

- 기후변화협약 제3차 종합대책의 농림부문사업의 특성
  - 농업분야는 온실가스 배출량의 지속적인 감소 추세와 전체 온실가스 배출량에서 차지하는 비중이 상대적으로 낮아 온실가스 감축 보다는 적응대책 및 연구개발을 중심으로 추진해 왔음.
  - 한편 산림분야는 교토의정서에서 흡수원으로 공식 인정되는 산림기반의 확충 및 관리에 중점을 두고 사업을 추진하고 있으며, 산림생태계 변화에 관한 연구도 병행하여 추진하고 있음.
- 기후변화협약에 대응한 제3차 종합대책에서 농림분야 16개 과제 추진
  - 기후변화협약 제3차 종합대책에서 농림부문의 과제는 협약이행기반구축분야에서 축산분뇨자원화 연구, 음식물쓰레기 퇴비화 연구, 흡수원 활용기반 구축 등 3과제가 추진되고 있음.
  - 부문별 온실가스 감축 분야에서 농경지온실가스 배출 감축, 반추가축 장내발효 개선, 축산분뇨 처리 개선, 숲가꾸기 확대, 산림 병해충 집중방제, 산불예방 및 진화, 도시숲 조성 및 관리, 해외조림사업 확대 등 8개 사업이 추진되고 있음.
  - 기후변화적응기반 구축 분야에서 기후변화가 산림 생태계에 미치는 영향 연구, 농경지 이용에 따른 탄소고정 능력 연구, 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향, 황사에 따른 농업환경 영향 평가, 작물의 생육 및 생산성 영향 평가 등 5개 과제가 추진되고 있음.
- 기후변화협약 제3차 종합대책의 농림부문 주요 과제의 성과평가 종합
  - 협약이행 기반구축사업으로 축산분뇨자원화 연구의 경우 바이오가스 전기발전시스템이 개발되어 특허등록과 기술이전이 이루어졌고, 또한 돈분 및 음식물폐기물 혼용 혐기성발효조 개발도 완료되어 가동되고 있음. 그러나 축산분뇨자원화 연구를 통해 개발된 기술의 농가 보급 프로그램 개발이 이루어지지 않아 실제로 농촌현장에 활용이 잘 이루어지지 않고 있음.

표 3-27. 제3차 종합대책 관련 농림부문의 사업 내용 및 실적

구 분	추진내용	실적	예산 (백만원)	추진 기관	
협약 이행 기반 구축 사업 (3)	축산분뇨 자원화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산부문에서 Biogas 잠재 발생량 연구(축종별)</li> <li>축산분뇨 Biogas의 대체 에너지화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>혐기소화조 제작 완료: 1톤 규모의 12기, 유해물질 제거기술 개발</li> <li>음식물쓰레기 적정혼합비율 산정</li> </ul>	133	농진청
	음식물쓰레기 퇴비화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>발생에서 처분까지 이력관리체계 마련</li> <li>음식물쓰레기 퇴비화의 온실가스 감축효과 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>음식물 퇴비의 작물생산 효과: 벼(520kg/10a), 고추(1,925.4kg/10a)</li> <li>작물별 탄소고정량: 벼(2,763kg CO<sub>2</sub>/10a), 고추(10,175kg CO<sub>2</sub>/10a)</li> </ul>	374	농진청
	흡수원 활용기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스 흡수원 CDM사업관련 해외사례 분석 및 정보제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>조립CDM사업 길잡이 작성</li> <li>중국의 '황폐지의 재조립' CDM 사업사례 분석</li> </ul>	80	산림청
부문별 온실 가스 감축 사업	농경지 온실가스 배출 감축	<ul style="list-style-type: none"> <li>논 메탄 감축기술 개발</li> <li>온실가스 자동측정 시스템 개발</li> <li>농경지 온실가스 총 배출량 분석 및 배출 전망</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토양의 이산화탄소배출·흡수량 동시 측정</li> <li>전국 농경지 토양의 온실가스 잠재량 측정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 논 52.9톤/ha, 밭 50.6톤/ha, 시설재배지 86.9톤/ha</li> <li>- 밭에서 토성별 온실가스 배출량 측정: 식양토&gt;사영토</li> </ul> </li> </ul>	128	농진청
	반추가축 장내 발효 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>장내 메탄생성 억제 기술 연구</li> <li>반추미생물 제어를 통한 메탄발생 억제 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3종의 in vitro 메탄억제 확인</li> </ul>	90	농진청
	축산분뇨 처리 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>깔짚우사 및 퇴적우분의 온실가스 배출량 및 배출계수 산정</li> <li>퇴비화 방법에 따른 메탄 발생 저감효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>깔짚처리에서 온실가스 저감효과</li> <li>교반처리에서 메탄저감효과 확인</li> </ul>	110	농진청
	숲가꾸기사업 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>숲가꾸기사업 지속 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>큰나무가꾸기: 143천ha</li> <li>조림지가꾸기: 57천ha</li> </ul>	822,078	산림청
	산림 병해충 집중 방제	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림병해충 방제 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림병해충 방제: 161,581ha                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소나무재선충: 32,978ha</li> <li>- 솔잎혹파리: 26,086ha</li> <li>- 솔껍질깍지벌레: 631ha</li> <li>- 밤나무해충: 50,743ha</li> <li>- 기타 병해충: 51,143,ha</li> </ul> </li> </ul>	155,863	산림청

표 3-27. 제3차 종합대책 관련 농림부문의 사업 내용 및 실적(계속)

구 분	추진내용	실적	예산 (백만원)	추진 기관	
부문별 온실 가스 감축 사업 (8)	산불예방 및 진 화 적극추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪공중진화능력향상</li> <li>▪전문인력 확충</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪공중진화능력향상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 헬기도입 및 도입예정</li> </ul> </li> <li>▪산불취약지관리사업                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내화수림대(1,092ha)</li> <li>- 산불진화진입도로(20km)</li> <li>- 소화전설치(3개소)</li> </ul> </li> <li>▪전문인력확충                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전문예방진화대 5,910명</li> </ul> </li> </ul>	342,828	산림청
	도시숲 조성· 관리사업 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪도시숲조성, 산림공원조성</li> <li>▪가로수 식재, 학교숲조성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪도시숲조성(58개소), 산림 공원조성(9개소), 가로수 식재(305km), 학교숲조성 (240개교)</li> </ul>	170,370	산림청
	해 외 조 립 사 업 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪조림사업 확대</li> <li>▪탄소흡수원 확충 및 해외 조림 추진기반 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪인니와 50만ha 조림협정체결</li> <li>▪용자율인하: 3%→1.5%</li> <li>▪사업비지원: 36억원</li> </ul>	19,539	산림청
기후 변화 적응 기반 구축 사업 (5)	기후변화가 산 림생태계에 미 치는 영향 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪기후변화가 농업생태계에 미치는 영향 평가</li> <li>▪농업생태계내에서의 탄소 순환수지 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪중점조사지 설치, 분야별 기 초자료 DB구축, 모델 수집</li> </ul>	380	산림청
	농경지 이용에 따른 탄소고정 능력 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪농경지 이용 형태별 바이 오매스 생산량 산출</li> <li>▪농경지 탄소 배출 모니터 링과 순환모형자료</li> <li>▪농경지 작부체계별 탄소 수지 모형 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪보리-콩 작부체계 이산화 탄소 수지 평가(단위: CO<sub>2</sub>톤/ha)</li> <li>▪전국 걸보리 CO<sub>2</sub> 고정량 76,047톤</li> </ul>	426	농진청
	강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪농업용 수자원 확보 방안 연구</li> <li>▪적정 물관리 기술 개발 보급</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪시설재배 작물 적정 관개 기준 보완: 참외, 오이, 토 마토, 고추</li> <li>▪물관리 실증포 운영: 수 원, 제주</li> </ul>	160	농진청
	황사에 따른 농 업환경 영향평 가	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪중국 황토지대 토양 및 미생물 특성 분석</li> <li>▪황사가 토양 및 농업환경 에 미치는 영향 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪국내 유입 황사의 토양학 적 특성 규명</li> <li>▪황사발생시 대기 중 미생 물 농도 및 동정</li> </ul>	360	농진청
작물의 생육 및 생산성 영향 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪기존 작물생육/수량 시뮬 레이션 모델 개량</li> <li>▪기후변화에 따른 지역간 생산량 변동성 예측</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪단위재배구역 설정: 1445개</li> <li>▪단위재배 구역별 지리정 보, 전체면적, 식별번호, 식부면적 추가 및 보완</li> <li>▪토양정보: 토층별 토양특성 (토성, 토양수분, 유기물 등)</li> </ul>	78	농진청	

- 음식물쓰레기 퇴비화 연구는 음식물쓰레기 수거, 처리 및 재활용 등 종합 관리체계를 구축한 것으로 제시하고 있음. 그러나 음식물쓰레기 퇴비화의 경우 폐기물처리시스템과 연계 및 온실가스 저감방법 등에 대한 고려가 미흡한 것으로 평가됨.
  - 흡수원 활용기반 구축의 경우 CDM 사업의 최근 동향 파악을 위한 국제심포지엄 개최와 탄소흡수원 확보를 위한 해외조림 기반구축 연구용역 추진 등 인프라 구축에 관한 기초단계의 사업이 이루어진 것으로 평가됨. 해외조림의 경우 국내기업의 해외조림 CDM 사업 진출이 용이하도록 사업추진에 필요한 제도정립 및 인센티브 방안이 마련되어야 할 것으로 판단됨.
  - 부문별 온실가스 감축사업 분야에서 농경지 온실가스 배출 감축과 관련 비재배방식, 물 관리, 품종과 작부체계 등에 따른 메탄 배출량 산정과 논농사의 메탄 배출저감 기술 개발 등에 관한 연구는 1993년부터 10년 이상을 추진해왔음. 상당한 기간 동안 연구실적이 추적되어 사업화 가능성이 매우 높은 것으로 자체평가에서 제시하고 있음. 그러나 실제로 온실가스 저감기술로 농가에 보급되는 사례가 제한적이어서 개발된 기술보급을 위한 프로그램 개발이 필요한 것으로 판단됨.
  - 반추가축 장내발효 개선 연구의 경우 제2차 대책에 이어 계속과제로 추진하여 장내발효개선 물질 첨가를 통해 메탄가스를 저감시킬 수 있는 기술개발이 이루어졌고, 자체평가 결과 사업화 가능성은 높은 것으로 제시되고 있음. 그러나 장내발효 개선 기술의 축산농가 보급은 잘 이루어지지 않고 있어 요인분석을 기초로 기술보급을 위한 적절한 대책이 마련되어야 할 것으로 판단됨.
- 제3차 종합대책의 농업부문에서 개발된 기술 전반에 대한 종합적 검토와 실용화를 위한 실행프로그램 개발 필요
- 제3차 종합대책의 농업부문의 주요사업은 모두 연구 및 기술개발에 관련된 사업으로 제4차 대책에서는 온실가스 저감 및 흡수원을 활용할 수 있는 정책프로그램 개발 및 개발된 기술의 보급을 확대하는 실용화 프로그램과 병행하여 추진해야 할 것으로 판단됨.



## 제 4 장

### 기후변화협약에 따른 주요국의 농림분야 대응책<sup>6</sup>

#### 1. 일본

##### 1.1. 지구온난화에 따른 농업부문 대응전략 수립

- 최근 IPCC의 보고서에 따르면 지구온난화가 가속화되고 있고 이는 농업분야에 상당한 피해를 유발하고 특히 고온은 일본 농업에도 부정적인 영향을 미치는 것으로 제시하고 있음.
- 교토의정서 이행에 따른 일본의 온실가스 감축목표는 1차 공약기간(2008 ~ 2012)에 1990년 대비 6%이나, 2005년 배출량이 기준년도 대비 8% 증가하여 목표치를 달성하기 어려운 상황에 있어, 계획을 수정하는 작업을 진행하고 있음.
- 2007년 6월에 지구온난화에 대비한 국가적인 대책으로 ‘21세기 환경입국 전략’을 발표하였고, 7월에는 농림수산 부문에 초점을 맞춘 ‘농림수산성 지구온난화대책 종합전략’을 발표함. 농림수산성 종합전략의 핵심은 산림의 흡수원 증진, 온실가스 감축, 온난화 적응 및 국제협력 등으로 요약될 수 있음.

<sup>6</sup> 일본, 미국, EU(덴마크, 독일, 영국) 등 주요국의 기후변화협약에 따른 농업부문의 대책에 관해서는 김창길 외 3인(2007)의 연구 자료에 제시된 내용에서 핵심적인 사항을 발췌하여 정리한 것임을 밝혀둠.

## 1.2. 농림업 부문 대응전략의 주요 내용

- 농림수산성의 농림업부문 주요 대응전략
  - 농림업 부문의 주요 대응책으로 감축목표치가 설정되어 있는 「산림흡수원 대책」, 「바이오매스 자원의 순환 이용」, 「식품산업 등의 환경 자주행동 계획의 추진 등」에 대해서는 지금까지의 진전 현황을 확인하고 확실한 감축목표치 달성을 위해 시책 시행을 가속화함.
  - 감축목표치가 설정되지 않은 「시설원예·농업기계의 온실가스 배출감축 대책」, 「환경보전형 농업 추진에 의한 시비량 적정화·절감」에 대해서는 새로운 감축목표치를 설정해서 그 달성을 위한 시책을 추진하는 것으로 발표함.
- 지구환경 보호에 기여하는 농림수산업을 구축하기 위해 일본농림수산성에서는 지구온난화 경감수단(mitigation measures), 지구온난화 적응수단(adaptation measures), 국제적 협력(international cooperation) 등 세 가지에 초점을 맞춘 지구온난화 방지 전략을 제시함.

### 1.2.1. 지구온난화 경감 수단

- 농림수산 부문의 온실가스 감축목표를 효과적으로 달성하기 위한 교토목표 달성계획을 수립하여 추진
  - 교토의정서 이행 1차 공약기간의 목표설정에 따라 온실가스 6% 저감을 위해 일본농림수산성은 ‘산림 흡수’, ‘바이오매스 활용’, 및 ‘식품산업의 자발적 실행계획’을 중점적으로 추진하며, 목표 달성을 위해 교토목표 달성계획(Kyoto Target Achievement Plan)에 저감목표를 설정함.
  - 한편 ‘원예 및 농기계의 온실가스 배출량 저감’, ‘친환경농법 확대를 통한 적정 시비’ 부문 등에서는 온실가스 감축목표 달성 계획이 설정되지 않음. 일본농림수산성은 자율적 온실가스 감축을 중심으로 새로운 감축목표를 설정하고 이들을 달성하기 위한 수단을 장려하는 조치를 발표함.

## <수단 1: 교토의정서 달성계획에서 설정된 목표>

- 산림흡수원 대책
  - 농림부문 온실가스 방지 전략의 핵심부문으로 산림흡수원 대책을 제시하고, 산림부문으로 온실가스 총발생량의 3.8%에 해당하는 1,300만 탄소톤(4,767만 CO<sub>2</sub>톤)에 해당하는 흡수량을 확보하는 목표를 제시함.
  - 산림흡수원의 목표는 교토의정서 저감목표 6% 달성의 핵심적인 요소로, 정부는 계획된 목표를 효과적으로 달성하기 위해 2007년부터 2013년까지 330만ha 간벌(tree-thinning) 프로그램을 적극 수행하는 산림육성정책과 병행하여 ‘아름다운 산림육성 추진 국민운동’을 전개함.
- 바이오매스 자원의 순환 이용
  - 태양열이나 풍력, 바이오매스 등을 활용한 온실가스 배출 감축 예상량은 약 2,091만 CO<sub>2</sub>톤이며, 교토의정서 6% 감축공약 중 약 1.7%를 차지함.
  - 농림수산성은 식량생산과 경합되지 않는 볏짚과 목재 등의 물질을 이용한 바이오연료 상용화 사업을 추진함. 중장기 계획에는 원료작물과 볏짚과 같은 셀룰로오스 물질로부터 효율적인 방법으로 제조된 바이오에탄올 개발기술 등을 포함함. 또한 2010년까지 1백만 CO<sub>2</sub>톤을 줄일 수 있는 300개 바이오매스 타운을 조성하여 바이오매스 자원을 재사용하도록 장려하고 있음.
- 식품산업 등의 환경 자주행동 계획의 추진
  - 농림수산성에서는 에너지 사용량이 많은 단체를 중심으로 자주행동계획 수립을 권장하고 있음.
  - 식품제조업 부문의 자주행동계획을 책정하고 있는 14개 단체의 이산화탄소 배출량의 합계는 약 759만 CO<sub>2</sub>톤으로 식품업체 전체의 약 50%를 차지함.
  - ‘식품순환자원의 재생 이용 등의 촉진에 관한 법률’(2000년 제정, 2001년 시행)을 근거로 식품산업으로부터 대량 발생하는 식품폐기물의 발생 억제와 사료나 비료 등으로의 자원순환을 적극 추진함.

- 식품폐기물을 사료나 비료로 재활용하는 경우 온실가스 배출에 대해 전과정평가(LCA)를 통한 정량적 평가와 기여도 분석 등의 대책을 추진함.

## <수단 2: 교토의정서 달성계획에 의해 설정되지 않은 목표>

- 시설원예·농기계 부문의 온실가스 배출 감축 대책
  - 원예 및 농기계 부문은 교토의정서의 온실가스 감축 달성과 직접 연계하지 않고 자주적인 행동계획을 수립하여 온실가스 감축을 유도함. 이러한 자주행동계획을 통한 온실가스 감축과 관련 2005년도를 기준으로 2010년까지 연간배출량을 약 25만 CO<sub>2</sub>톤을 감축시킬 것을 목표로 설정함.
  - 원예부문의 대책으로는 에너지 절약관리 매뉴얼 작성·보급, 에너지 절약 효과가 높은 설비·기기·자재의 등급인정제도 도입과 무가온(無加溫) 재배 등 에너지 절약형 시설재배의 전환 촉진을 위한 기술 지도를 강화함.
  - 에너지 절약형 농기계 보급의 촉진, 농기계의 에너지 절약 매뉴얼 보급, 온실가스 배출 감축에 도움이 되는 농기계의 개발과 실용화를 촉진함.
- 환경보전형 농업의 추진에 의한 시비량 적정화·감축
  - 쌀 생산이나 비료 사용 등으로부터 발생하는 온실가스 배출량에 대해 2005년도를 기준으로 2010년까지 연간 배출량을 약 16만 7천 CO<sub>2</sub>톤(감축목표 조정 중) 감축하는 것으로 목표로 설정
  - 화학비료 사용량 감축과 토양 개량 등을 실천하는 에코팜을 적극 육성하고 1차 공약기간에 벼논의 유기재배와 간단 관개 및 경작기술 개선과 적정 시비사용을 통해 메탄 배출량 감축을 적극 추진함.
  - 비료사용 등으로 농지에서 발생하는 아산화질소 배출 감축을 위해 시비량 절감, 완효성 비료 사용, 농업환경규범 보급 등을 통해 시비량의 적정화와 감축을 유도함.
- 축산분야에서의 온실가스 배출 감축
  - 축산분뇨 등 가축폐기물을 바이오가스로 이용함으로써 화석연료 사용량 감축을 유도함. 또한 사료 자급률 향상을 위해 쌀 농가와 축산 농가를 연계하는 볏짚 수급 로드맵 작성하여 볏짚의 사용을 장려하고 광역유통체

- 계 시스템 등을 구축하여 알선과 중개의 역할을 강화함.
- 지구온난화 방지책에 관한 기술개발
    - 농업부문 온실가스 배출 감축 대책의 기술개발에 대해서는 온실가스 배출 억제에 기여하는 가축의 사육(소화기관 내 발효)기술, 가축분뇨 처리기술, 쌀 생산의 재배기술(유기물 관리·물 관리) 등의 연구개발을 추진함.
    - 산림과 농지 등의 농림생태계에서 탄소 등의 축적·방출 메커니즘을 해명하기 위해 탄소순환모델 개발과 이를 이용한 새로운 배출감축기술, 탄소 흡수기능 향상기술이나 농지 토양에 탄소저장을 촉진하는 기술개발 등을 추진함.
    - 농업부문의 온실가스 배출량을 정확하게 파악하기 위한 온실가스 배출계수 산정에 관한 연구를 지속적으로 추진함. 특히 가축분뇨의 관리 및 경작지에서의 유기질 비료 사용 등에 따라 발생하는 새로운 온실가스 배출계수 설정, 식품폐기물의 사료화와 퇴비화의 온실가스 배출에 관한 LCA 평가와 기여도 분석 등 정량적인 평가에 관한 연구를 추진함.
  - 농림업 부문의 온난화 적응책 추진
    - 지구온난화에 따른 미래 기후변화 예측 결과를 토대로 품종육성 및 생산안정 기술의 개발을 계획적으로 추진함.
    - 지구온난화 적응책으로 ‘품목별 적응책 리포트·공정표’에 제시된 지침을 생산현장에 보급하고 지도하는 사업을 지속적으로 추진함.
    - 지구온난화가 식량수급에 미치는 영향에 대해서는 식량생산 측면에 대한 직접적인 영향과 바이오연료의 세계적인 수요 증가에 의한 바이오 연료 원료작물과 식량 경합을 반영한 세계 식량수급에 관한 중·장기적 예측을 기초로 일본 식량수급예측을 통해 적절한 대응방안을 강구토록 함.

### <수단 3: 기타>

- 온실가스 저감을 위한 기타 수단
  - 농업용수를 이용한 소수력(micro-hydro power) 발전 시설 도입
  - 태양에너지 발전시설 도입
  - ‘자산지소(local production for local consumption)’ 운동 확산을 통한 환경

친화적인 생활방식 실천

- 농림수산 부문에 있어서 새로운 배출저감기술 도입을 위한 연구개발
- 농업관련 부문에서의 에너지 절약 실천 장려

## □ 국제적 협력

- 일본의 기술과 경험을 이용하여 세계의 온실가스 배출 저감을 위한 국제 공조체제 구축
  - 세계 온실가스 배출량의 20~25%는 산림훼손(벌채)에 의한 것임. 이에 따라 일본은 불법 벌목과 지속가능한 산림관리를 위한 국제적인 기준과 기술 협력 체계 구축을 위해 노력함.
  - 논외 온실가스 흡수원(sink)으로서의 역할에 관한 국제적 인증을 위해 관련국가와 국제적 공동연구추진 및 관련분야 연구동향을 조사·분석함.
- 농업분야의 교토메커니즘 적용사례 조사
  - 농업분야에 배출권거래제를 시행하는 국가를 대상으로 도입 시기, 배출권 거래현황, 농가소득에 미치는 영향 등에 대한 사례를 조사하여 정책수립의 기초자료로 활용토록 함.
  - 농업분야 CDM(청정개발체제) 사업을 추진하고 국가의 해당사업에 대한 사례 조사

## 2. 미국

### 2.1. 농림업부문 온실가스 감축 접근방식

- 미국은 탄소고정과 바이오매스 생산을 통해 농림업부문의 온실가스 저감에 초점을 맞추고 추진
  - 풍부한 토지자원과 잘 정비된 농업기반으로부터 탄소고정 활동의 잠재력

을 평가하여 정책적으로 활용토록 함. 현재 탄소고정을 통한 온실가스 저감량은 대략 총 온실가스 배출량의 10% 이상으로 추정되고 있음.

- 교토의정서에 제시된 미국의 온실가스 의무감축량은 약 14억 5,500만 CO<sub>2</sub>톤임. 탄소고정 잠재량은 탄소가격이 \$50일 때 약 7억 2,000만 CO<sub>2</sub>톤이므로 탄소고정을 통해 온실가스 의무감축량의 50%를 달성할 수 있는 것으로 평가되고 있음.

○ 탄소고정 활동의 운영방식

- 일반적으로 탄소고정 활동은 덜 집약적인 경작방식이나 무경작 등을 도입하거나 농경지를 탄소저장 능력이 큰 초지나 산림으로 전환함으로써 손실이 발생하게 되므로 적절한 수준의 보조금이 지급되어야 하며 탄소고정 활동을 위한 적절한 정책수단이 필요함.
- 탄소고정 프로그램 운용을 위해서는 정부와 농림업 생산자, 토지소유자가 유기적으로 연결되어야 하는데 현재 미국 농림업부문의 생산자 및 토지소유자가 매우 많기 때문에 탄소고정 프로그램 운용 시 행정상, 관리상의 어려움이 많을 수도 있음.

## 2.2. 탄소고정 정책과 이슈

○ 탄소고정 활동을 도입하기 위한 정책수단

- 기본적인 정책수단으로 자발적 참여, 명령과 규제, 세금 또는 보조금, 비용분담 등이 있음. 아울러 정책실행시 공공의 소유권을 강조해야 하는지 사유재산권을 존중해야 하는지도 중요한 이슈임.
- 정책결정시 고려해야 하는 중요한 요소는 비용과 환경효과(environmental effectiveness)임. 탄소고정 프로그램의 비용은 톤당 탄소가격으로 나타낼 수 있는데 지난 15여년간 탄소고정과 관련 연구는 대부분 톤당 탄소가격과 탄소고정 잠재량을 추산하고 있음. 톤당 탄소가격 외에도 정부는 탄소고정 프로그램과 관련된 인프라 확충을 위한 탄소고정 프로그램 운용을

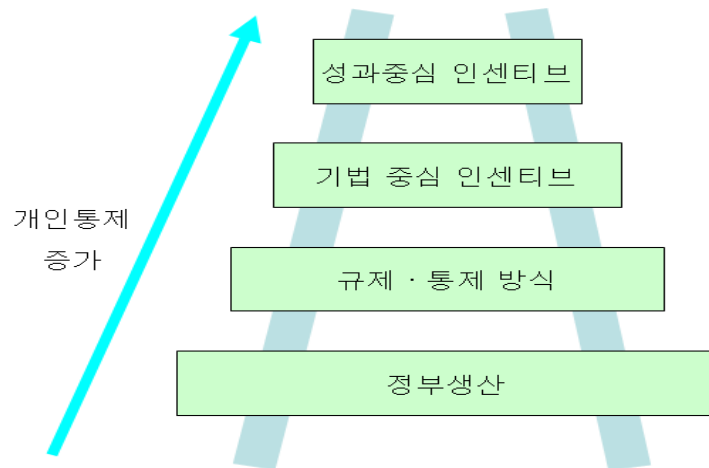
- 위한 서류절차, 예산지원, 연구개발 지원, 생산자 교육 등을 추진함.
- 정책결정자로서 탄소고정 프로그램의 비용을 최소화하기 위해 고려해야 할 사항은 친환경성과 효과성, 합법성 등을 들 수 있음.

### 2.3. 정책수단의 범위

- 정책결정자는 제도적, 법적, 정치적으로 현실성 있는 비용효과적인 탄소고정 프로그램을 선택해야 함.
  - 정책수단에 따라 정부주도의 명령 및 통제 정책과 토지소유자의 자유로운 의사결정을 통한 프로그램의 운영방법도 있음. 정책수단에 따라 납세자에게 탄소고정의 비용을 전가할 수도 있고 온실가스 배출주체에 비용을 전가할 수도 있음.
- 환경보전과 관련된 토지이용 및 관리방식에 대한 일련의 정책범위 구분
  - 각 정책수단들은 토지 소유자의 통제가 높아지는 방향으로 제시되어 있고, 개인 토지 소유주의 의사결정이 자유로운 경우 최소비용이 달성됨.
  - 정부생산(government production)은 정부가 정부 자체의 자원(미국 농무부와 관련 연구기관 등)과 인력을 동원한 탄소고정 프로그램임. 예를 들면 정부가 관리하는 산림이나 국립공원 등에 재조림 또는 산림관리방식의 변경 등을 통해 탄소고정 활동을 도입하는 것임. 이 경우 탄소고정 비용은 정부재정으로 충당되며 궁극적으로 그 부담은 납세자에게 귀착됨.
  - 명령과 통제(command-and-control) 방식은 정부가 농림업 생산자 또는 개별 토지소유주에게 특정한 탄소고정 활동을 채택하도록 강제하는 것임. 이때 탄소고정 활동으로 수반되는 비용은 토지소유주에게 귀속됨. 예를 들어 정부는 목재수확 후 재조림을 의무화 하거나 한계농지에 신규조림을 강제하는 방법 등을 들 수 있음. 최근 미국 의회에 제출된 법안 중 탄소고정과 관련된 것들은 명령과 통제 방법보다는 정부가 정보와 유인책을 제공하여 사적 토지 소유자의 자발적인 참여를 유도하는 방향으로 추진되고 있음.



그림 4-1. 정책수단 사다리



출처: Richard, Sampson and Brown

- 정책수단 사다리의 위쪽 두 가지는 탄소고정 프로그램을 받아들이는 재정 인센티브를 토지 소유자에게 제공하는 대신 프로그램의 참여 결정은 자발적임. 탄소고정 활동에 대한 유인은 토지소유자들의 참여를 장려하기 위한 수단으로 유인은 기법중심이거나 성과중심으로 지급함.
- 유인수단으로는 단위면적당 또는 톤당 보조금(세금), 비용보조, 토지지대 또는 세금감면 등을 이용할 수 있음. 유인수단에 필요한 재정부담은 국고로 충당하므로 그 부담은 궁극적으로 납세자에게 귀착됨.
- 기법중심의 인센티브 중 가장 오래된 미국 농무부 비용보조 프로그램은 농업보전프로그램(Agricultural Conservation Program, ACP)으로 초지조성, 신규조림, 야생보호지 조성 등의 비용을 보전함.
- 성과중심의 인센티브 정책은 정부가 유인수단을 설정, 관리하고 농림업 생산자 또는 토지소유자는 탄소고정 프로그램에 참여 할 것인지를 결정함. 이러한 인센티브 정책의 단점으로는 탄소고정 활동의 선택범위가 제한되기 때문에 비용효율적인 탄소고정 활동을 기대하기 어렵다는 점을 들 수 있음.
- 농림업 생산자나 토지소유주가 비용효율적인 탄소고정 활동을 찾도록 하려면 추가적인 융통성 및 인센티브를 제공해야 함. 즉, 성과중심의 인센티

브 정책으로 실제 탄소고정량 만큼 보조금 등을 지불하는 것으로 지역적 특성에 맞는 탄소고정 활동을 찾아 적응할 수 있어 비용효율적임.

#### □ 첫 번째 정책사다리 - 정부생산

- 미국정부의 직접생산 정책으로는 환경·경제를 위한 임산지원법(Forest Resources for the Environment and Economy Act(107 S. 820))을 들 수 있음.
  - 연방정부 소유의 토지자원에 대한 데이터가 사적소유의 토지 데이터보다 정확하지 않기 때문에 연방정부 소유 토지의 탄소고정을 증가시키는 기회를 평가하는 것은 어려움.
  - 미국 농무부는 크게 두 가지 자료를 조사 수집을 하는데 하나는 산림청이 조사 수집하는 산림정보분석처(Forest Information and Analysis, FIA)이고 또 하나는 자연자원보전청(Natural Resources Conservation Service)이 주관하는 국가자원관리처(National Resources Inventory, NRI)임.
- 연방정부 소유의 토지는 대부분 산림이기 때문에 탄소고정 노력은 산림에 국한됨. 대부분의 연방정부 소유의 산림은 목재생산 이외의 다른 용도로 정해져 있어 이를 제외할 경우 탄소고정 프로그램을 운용할 산림은 대략 1억 에이커 정도로 추산됨.
- 정부의 탄소고정 생산은 상대적으로 운용하기 쉽고 모니터링 및 이행비용이 낮으며 프로그램의 운용비용은 납세자에게 귀착됨. 탄소저장량을 유지 및 증가시키기 위해서 탄소고정 타겟을 도입하거나 주어진 재정 하에서 가능한 많은 탄소고정을 생산할 수 있도록 프로그램이 운용되어야 할 것임.
- 첫 번째 정책수단 사다리에 해당하는 다른 정책은 탄소고정 및 온실가스 저감방안에 대한 교육, 연구, 정보의 보급임. 실제로 정부의 교육, 연구 및 정보의 보급은 중요하고 효과적이면서 정치적인 문제를 최소화 할 수 있는 실현 가능한 정책방안임.
  - 교육은 기술보급 및 지원, 교육 자료의 발간, 학회개최, 워크숍 등을 들 수 있음. 아울러 미 농무부 연구, 지도, 교육 프로그램, 주립 대학 및 대학 내 지도소 등을 통한 연구와 교육도 중요한 선택 대안이 될 수 있음.

- 자연자원보전청(NRCS)는 토양 및 수자원 보호 구역 내에서 토지 소유자 교육을 맡고 있음. 최근 미 농무부는 탄소고정과 관련된 교육 및 정보의 보급을 웹을 통해 실시하고 있기도 함. 국립연구기관과 오크리지 국립시험소(Oak Ridge National Laboratory) 등에서는 탄소고정과 관련된 많은 연구를 진행하고 있으며 미국 환경부도 탄소고정과 관련된 많은 정보를 웹에 올려놓고 학회 등을 통한 학자들의 정보교류에 노력하고 있음.

#### □ 두 번째 정책사다리 - 명령과 통제

- 탄소고정 및 온실가스 저감정책 이전부터 이미 주정부와 지역정부는 산림관리에 대한 규제 정책을 실시하고 있음.
  - 명령과 통제를 통한 규제의 주목적은 목재생산과 재조림 여부이며 1970년대 이후 환경에 대한 관심이 증가하면서 환경보호와 관련된 정부규제가 많아지고 다양함.
  - 명령과 통제, 규제를 이용한 탄소고정정책의 비용효율성을 측정하는 것은 어렵는데 그 이유는 탄소저장량의 절대적인 양의 변화를 측정하는 것은 상대적으로 쉬우나 그 탄소저장량의 변화를 야기한 결정요소가 무엇인지 결정하기 어렵기 때문임.
  - 탄소저장량의 변화는 토지이용의 추세, 시장의 변화, 기술의 변화, 정부 관련 규제의 변화, 탄소고정 프로그램의 변화 등에 기인하는데 이 변화들이 상호작용하므로 탄소저장량의 증가가 어느 요인에 의해 발생했는지 구분하기 어려움.

#### □ 세 번째 정책사다리 - 실행 인센티브

- 실행을 기초로 한 유인책으로 정부가 탄소고정 프로그램에 대한 재정 인센티브를 제공하고 농림업 생산자 또는 토지소유자가 그 프로그램을 자발적으로 도입하는 방법임.
  - 농림업 생산자나 토지소유자가 탄소고정 프로그램을 도입하면 재정보조를 제공함.

- 탄소고정과 관련하여 2002년 농업법(Farm Security and Rural Investment Act of 2002)에서는 탄소고정이라는 단어를 법안에 포함하도록 하였음.
- 토지소유자에 대한 직접적인 재정보조는 1930년대 이후 미국 농무부의 중요한 정책수단이었는데 역사적으로 미 농무부의 비용보전과 보조금은 사적 토지소유자의 의사결정에 많은 영향을 미쳤음. 현재 약 70%의 사적 소유의 토지가 직접 재정보조와 관련된 정책에 참여하고 있음.

표 4-1. 2002년 미국 농업법에 추가 또는 도입된 탄소고정 관련 프로그램

프로그램	기능	기관	2002년 변화
환경질 개선 장려제도 (EQIP)	비용부담, 기술지도	NRCS FSA	상품신용공사(CCC) 자금에서 58억달러 자금지원 건에 대해 2007년 재인가, 비산업적 임산지 대상
EQIP 혁신자금	탄소고정과 시장연계의 혁신적 접근에 대한 자금지원	NRCS	2002년 EQIP에 추가된 신규프로그램 요소
보전유보프로그램 (CRP)	비용부담, 토지임차	FSA	2007년에 확대, 3,920만 에이커로 상한면적 설정
보전유보강화 프로그램 (CREP)	비용부담, 토지임차 (주별로 다양한 프로그램)	FSA	지속적 사업, 미미한 변화
산림지 강화프로그램 (FLEP)	1,000ha이하의 산림을 소유한 독립가를 대상으로 재정지원, 기술지원, 교육지원	FS	신규사업으로 2007년까지 CCC 자금으로 1억달러의 자금지원
야생서식지 인센티브 프로그램(WHIP)	비용지원, 기술지원	NRCS	2007년 재인가
습지보전 프로그램	비용부담, 장기임대권 제공	NRCS	대상면적 최대 2,275천 에이커로 2007년에 재인가
보전보장 프로그램	보전기법 비용지원	NRCS	수계(유역)대상 신규프로그램
지속가능한 산림 교육촉진사업(SFOI)	교육	CSREES	신규프로그램

주) CCC = 상품신용공사(Commodity Credit Corporation), NRCS = 자연자원보전청(Natural Resources Conservation Service), FSA = 농가관리청(Farm Services Agency), FS = 산림청(Forst Service), CSREES = 주협동연구교육기술지도소(Cooperative State Research, Extension, and Education Services)

- 미국 농무부의 비용보전 프로그램, 농업보전 프로그램(Agricultural Conservation Program)은 초지 및 조림, 산림관리, 야생동물 서식지 개선 등에 대한 비용보전을 하였음. 비용보전은 일반적으로 50%정도로 토지소유자들이 조림을 하거나 개선된 산림관리를 유인하는데 효과적임. ACP 프로그램의 역할 감소에 1973년 새롭게 제정된 것이 산림인센티브 프로그램(Forestry Incentives Program, FIP)이며 이 정책은 목재생산에 직접 관련되어 있음. 최근 실시된 위탁관리유인프로그램(Stewardship Incentives Program, SIP)의 초점은 생태계 보전과 관련된 산림관리에 초점을 맞춤.

#### □ 네 번째 정책사다리 - 성과 인센티브

- 성과 인센티브 접근방법의 장점은 사적 토지소유자에게 탄소고정의 목표를 최소의 비용으로 달성할 수 있도록 융통성을 주는데 있음.
  - 이 프로그램은 참여자에게 자기 자신이 처한 상황과 토지의 성격, 지역의 환경에 맞도록 적응할 수 있는 기회를 제공하며, 크게 직·간접적인 방법으로 나눌 수 있음.
  - 직접적인 접근방법은 정부가 토지소유주와 정해진 탄소고정량을 계약하거나 해당 보조금을 지급하는 방법임. 방출된 탄소에 대해서는 탄소세(벌금)를 부과하는데 보조금은 탄소고정 증가의 인센티브가 될 것이고 탄소세는 바람직하지 못한 변화(즉 온실가스 배출)를 방지하는 인센티브가 될 것임.
  - 간접적인 접근방법은 배출총량거래제도(cap-and-trade)시스템으로 운영하는 것임. 배출총량거래제도 시스템 하에서는 온실가스 배출량(cap)을 미리 대량 배출처에 나누고 온실가스 배출량을 직접 줄여 부여받은 온실가스 배출량을 달성하거나 다른 곳에서 온실가스 크레딧을 구입하여 간접적으로 배출량을 줄이도록 하는 것임. 배출총량거래제도 시스템에서는 토지소유자가 달성한 탄소고정량을 크레딧으로 인정하고 그 크레딧을 거래할 수 있도록 함.
  - 직접적인 접근방법과 간접적인 접근방법은 상호배타적이지 않아 혼합하

- 여 사용할 수도 있는데 정부는 기법중심(practice-based) 또는 성과중심(result-based) 지불 프로그램을 통해 탄소고정 활동을 유도하고 배출권 거래제가 확립된 후 탄소고정 프로그램을 배출권 거래제로 전환하면 됨.
- 성과 인센티브 프로그램은 측정, 모니터링, 확인비용이 수반되며, 실행 인센티브 프로그램은 자발적인 보고나 시각에 의한 조사만으로도 충분하지만 성과중심 프로그램은 정확한 크레딧 계산을 위해 탄소고정량을 측정하고, 보고하고, 확인하는 공식적인 메커니즘을 마련해야 함.
    - 탄소고정량의 크기는 실제 필드조사에 의해 파악할 수 있으나 많은 측정 비용이 필요함. 또한 탄소고정량의 크기는 동일 지역, 동일 탄소고정 활동이라 하더라도 그 고정량은 다르기 때문에 샘플링 조사를 이용해야 하며 이를 통계적으로 처리할 방법도 마련해야 함.

### 2.3. 자발적 메탄프로그램

- 자발적 메탄 프로그램(Methane Voluntary Program)은 미국 환경처(US EPA)가 중심이 되어 산업계와 주정부 등이 협력하여 메탄 발생량을 자발적으로 감축하는 프로그램임. 이 중 AgSTAR프로그램은 바이오가스 회수 시스템(biogas recovery system)을 이용, 축산분뇨처리 과정에서 발생하는 메탄을 전력생산에 이용하는 것임. US EPA에 따르면 이 프로그램은 특히 돼지나 젓소 사육에 유용하게 이용되고 있음.
  - 온실가스 배출 및 감축량 보고를 위해 농업생산자나 토지 관리자, 축산업자가 온실가스 발생량 및 감축량을 손쉽게 계산할 수 있도록 정부는 시뮬레이션 프로그램(Voluntary Reporting of Greenhouse Gases - Carbon Management Evaluation Tool, COMET-VR)을 제공함.
  - COMET-VR은 동태적 시뮬레이션 모형으로 연간 탄소의 흐름을 계산할 수 있는 프로그램임.

## 2.4. 재정적 지원프로그램

- 2003년부터 미 농무부는 자발적인 온실가스 감축에 따른 재정보조 시행
  - 기본적으로 덜 집약적인 경작방식이나 무경운 방식의 도입을 통해 탄소저장량도 증가(탄소고정)시킬 뿐만 아니라 농기계 및 비료시비를 줄여 직접적인 온실가스 감축도 유도하고 있음.

## 2.5. 감축정책의 포트폴리오

- 농림업 부문에서 온실가스 저감수단으로 고려할 수 있는 프로그램
  - 조림(afforestation): 농경지나 초지(주로 한계지)에 조림하여 탄소저장량을 늘리는 방법.
  - 바이오연료(biofuel): 농림업 부문에서 생산한 바이오매스(주로 목재, 스위치그래스, 옥수수 등)를 통해 화석연료를 대체하여 순배출량을 줄이는 방법
  - 농축산부문 생산방법 개선: 가축분뇨처리, 가축장내발효, 벼논생산, 질소 비료 시비 등을 통해 메탄과 아산화질소 배출량을 감축할 수 있음.
  - 산림관리: 산림의 로테이션을 늘리는 방식과 같이 기존의 산림관리방식 전환을 통해 탄소저장량을 증가시킬 수 있음.
  - 작물관리: 농기계 사용감소 등에 따른 화석연료 사용 감소로 온실가스 저감
  - 농업토양탄소고정: 집약적인 경작방식을 무경운이나 보전경운 방식으로 전환하여 탄소고정량을 늘림.
- 온실가스 저감수단의 경제적 성과 비교
  - 낮은 탄소가격(약 \$30/톤)에서는 농업토양고정방법이 주도적 정책전략이며 탄소가격이 상승 할수록 신규조림과 바이오연료의 저감방법이 주도적 정책전략으로 활용될 수 있음.
  - 농림업부문의 경우 화석연료와 관련된 온실가스 감축량 비중은 크지 않으나 농기계 등에서 무시할 수 없는 양이므로 탄소가격이 중요한 의사결정

변수로 작용함.

- 시간 경과에 따른 온실가스 감축전략의 포트폴리오
  - 탄소가격이 낮더라도 시간이 흐른 후 탄소고정활동에 따른 추가 탄소고정량이 줄어들면 바이오연료가 새로운 포트폴리오로 등장할 수 있음.
  - 탄소고정으로 획득한 탄소 크레딧은 탄소고정의 특성 즉, 영속성, 추가성, 누출성, 불확실성 등 때문에 직접 감축을 통해 획득한 탄소 크레딧과는 가치가 다를 수 있음. 따라서 실제로 탄소고정으로 획득한 온실가스 감축량은 가격이나 또는 양적 할인이 필요함.
  - 농림업 부문의 탄소고정으로 획득한 크레딧의 할인율은 상당히 큰 것으로 나타났는데 탄소고정 활동에 따라 다르지만 대략 25~50% 수준의 할인이 필요한 것으로 연구됨. 즉, 1톤의 탄소를 탄소고정을 통해 흡수한 경우 보조금을 받거나 또는 배출권 거래 시장에서 크레딧으로 인정받는 양은 0.75톤에서 0.5톤 정도로 볼 수 있음.

### 3. EU

#### 3.1. EU 농업부문의 온실가스 배출 실태

- 2005년에 EU 27개국 전체 온실가스 배출량 가운데 농업부문이 약 9%를 차지하여 농업부문의 산업구조 기여도보다 상당히 높은 비중임. 특히 농업부문은 에너지 다음으로 온실가스를 많이 배출하는 부문임.
- EU 농업은 1990년 이후 생산규모가 감소하고 있고, 여기에 환경문제를 중시하는 CAP개혁에 따라 가축사육두수와 화학비료 사용량도 줄어들어 온실가스 배출량은 1990년 대비 약 11%나 감소하였고 향후 지속적으로 감소할 것으로 예상하고 있음.



### 3.2. EU 농업부문의 온실가스 대응책

- 지구온난화에 대응한 온실가스 감축을 위한 대책은 2000년 이후 지속가능한 농업환경정책과 연계하여 비료효율 개선과 적정영농규범(Good Farming Practices, GFP)의 실천 및 바이오에너지작물 생산 등으로부터 본격적으로 추진되고 있음.
- 온실가스 완화대책으로 토양유기탄소 활용, 탄소고정, 바이오에너지작물 생산, 유기농업육성, 교토메커니즘 활용, 기술개발 등을 들 수 있음.
  - 농업부문의 온실가스 배출을 완화하기 위한 조치로 농법개선, 시비관리 등을 통한 토양유기탄소의 흡수장치를 활용하는 방안을 추진하고 있음. 탄소 흡수 장치로 토지 및 산림 이용에 관해 논의되고 있고, 휴경농지와 농지이용을 포기한 토지 및 산림을 대상으로 토지이용, 토지이용변화 및 산림 활동(Land Use, Land-Use Change and Forestry, LULUCF)의 탄소 크레딧 거래에 관한 활발한 접근이 이루어지고 있음.
  - 에너지 작물로부터 상당한 양의 재생가능에너지 생산이 가능하고 화석연료의 사용을 대체함으로써 온실가스 감축에 기여할 수 있음. 바이오에너지 작물로 유채씨, 목화씨, 야생겨자, 대마 및 해바라기 같은 채종유 작물, 볏짚 활용과 가축분뇨의 바이오 가스 생산 등을 적극적으로 활용하기 위한 프로그램이 개발되어 EU국가에서 적용되고 있음.
  - 온실가스 감축을 위한 농법전환의 방식으로 유기농업 실천을 확대하고 있음. 실제로 유기농업을 실천하는 경우 온실가스 감축이 어느 정도 이루어지는지에 관한 확실한 연구 성과는 미흡한 실정임. 분명한 사실은 유기농을 실천하면 아산화질소 배출원인 질소비료를 사용하지 않는다는 점이며, 토양비옥도를 높이기 위해 다양한 유기질 비료원을 투입하는 경우 온실가스 배출에 기여할 수 있다는 점이 지적되고 있음.
  - 농업부문에서 CDM사업이 활발하게 이루어지지 않는다고 있지만, 적용분야로 장내발효의 감소(미생물제 활용), 가축분뇨 관리 개선(퇴지 폐기물 처리방식), 비료와 농약 등 농업투입재 관리, 벼 재배관리 개선, 생물가스 생

산 공장 등을 들 수 있음. 특히 소규모 CDM방법론(ACM0010) 적용을 위해 각 분야별 표준화된 방법 개발을 위해 노력하고 있음. 현재 개발되고 있는 프로젝트는 약 2,551개가 있는데, 이중 6.9%를 차지하는 177개는 농업부문과 관련되어 있음. 또한 실제로 농업분야 적용은 10개의 승인된 바이어가 94개 사업을 추진하고 있음.

표 4-2. 유럽에서 적용되고 있는 농업부문 CDM 바이어와 유형

승인된 바이어	국적	조직 유형	농업
AgCert	이스라엘	탄소 시장	49
Alimentos Euroagro	영국	농업	4
Danish EPA	덴마크	공공	1
EcoSecurities	영국	탄소 시장	8
EDF Trading	영국	탄소 시장	15
Mitsui & Co	일본	탄소 시장	1
Noble Carbon	이스라엘	탄소 시장	9
Rabobank	네덜란드	은행	1
Tokyo Electric	일본	유틸리티	3
TransAlta	캐나다	유틸리티	3
합 계			94

- 최근 EU 농업부문 전략으로 토양고정을 둘러싼 불확실성과 기후변화에서 국제적인 리더십 발휘를 추진하고 있음. 온실가스 흡수장치로 LULUCF 활용과 관련 경작지 토양의 유기탄소 누적 비율, 흡수장치의 영구성 및 측정, 자연적 요소와 상호작용 등 불확실성에 대한 분석이 활발하게 이루어지고 있음.

### 3.3. EU 주요국 사례

#### 3.3.1. 덴마크

##### 가. 농업부문의 온실가스 배출 실태

- 2003년 온실가스 총배출량 가운데 농업부문이 약 17%를 차지하며, 이중에서

약 80%는 메탄가스와 이산화질소로 구성되며 20%는 이산화탄소로 구성됨.

- 메탄가스배출량의 대부분은 농업부문에서 발생하며, 2003년 176,000톤에 달하며 이는 3.7 MtCO<sub>2</sub>eq에 해당함. 메탄은 농장 동물에서 장내 발효와 가축분뇨에서 탄수화물의 전환을 통해 발생하는데, 주로 젖소 사육과정에서 발생함.

○ 교토의정서에 따른 온실가스 의무감축 이행 상황

- EU 부담공유약정에 따라서 덴마크는 2008~2012년 기간에 연간 평균 온실가스 배출량을 기준년도인 1990년에 비하여 21%를 감축하기로 공약함.

#### 나. 농업부문의 온실가스 감축 대책

○ 덴마크는 기존의 친환경농업육성 핵심프로그램인 수생환경 실행계획과 연계하여 온실가스 감축을 위한 다양한 정책프로그램을 적극적으로 추진함.

○ 농경지 부산물의 소각 금지

- 1989년에 환경보호법에 의거하여 법령의 형태로 농경지에서의 밀짚 등 농산 부산물의 소각을 금지하고 있는데, 이는 메탄과 이산화질소 발생을 방지하기 위함임.

○ 수생환경에 대한 실행계획 I(1987)

- 덴마크의 수생환경 악화를 방지하기 위해 질소와 인의 총 배출량 목표를 설정하고 실행프로그램을 집행함. 특히 수질개선을 위해 가축분뇨 저장과 관련 최소 9개월의 저장 용량을 갖는 가축분뇨 슬러리 탱크의 설치와 비료 살포계획 수립 등을 의무화함.

○ 지속 가능한 농업에 대한 실행계획(1991)

- 수생환경 실행계획 I에도 불구하고 질소 감축이 잘 이루어지지 않아, 1994년부터 단계별로 이행될 비료 및 분뇨의 실제 사용에 대한 제한을 규정하였음. 작물에 대한 질소 기준으로 질소 할당량 체제와 유기분뇨의 질소 사용에 대한 요건을 포함함.

○ 수생환경에 대한 실행계획 II(1998)

- 수생환경의 2단계 실천계획에서는 사육밀도 강화 요건, 경제적 적정량보

다 10% 저감한 작물 질소기준 준수, 가축분뇨에서 질소 이용요건의 강화, 유기농에서의 가축분뇨 퇴비화 촉진 및 바이오가스 활용 증대 등을 포함하였음.

○ 수생환경에 대한 실행계획 III(2004)

- 2004년 4월 발표된 수생환경 3단계 실행계획에서는 질소와 인 배출량과 토지에 대한 관리 목표를 설정함.
- 실행계획 III는 EU 수자원 체제 지침과 EU 서식지 지침의 이행과 밀접하게 관련되었으며, 10년간(2005~2015) 약정되어 있음. 2003년 대비 2015년까지 최소한 13%정도의 질소 감축과 이를 위한 지원사업 강화와 민감 서식지 주변에 300m 완충지대를 지정토록 규정함.
- 유기농업 확대와 관련 유기농산물 판매를 지원하기 위해 환경세 재원을 활용토록 함. 유기농업 활성화를 통한 온실가스 감축분은 2008~2012년까지 약 20만톤의 CO<sub>2</sub> 상당량으로 추정하고 있음.

○ 암모니아 실행계획(2001)

- 축산부문에 배출되는 암모니아는 아산화질소를 생성하는 요인으로 작용함. 아산화질소 감축을 위해 암모니아 실행계획을 수립하여 추진함.
- 암모니아 실행계획의 핵심적인 프로그램으로는 가축분뇨처리의 적정화, 캠페인, 퇴비·액비 등 저장시설관리, 액비 살포 후 토양으로 덮도록 하고 슬러리 용기의 덮개 활용의무화, 빗짚 암모니아처리 금지 등을 포함함.
- 암모니아 실행계획의 이행을 통해 2010년까지 34,000톤의 이산화탄소 상당량에 해당하는 아산화질소를 감축하는 목표를 설정하고 추진함.

○ 바이오에너지 증대

- 덴마크의 모든 바이오가스 공장은 분뇨의 분해를 유기폐기물의 분해와 결합하여 바이오가스 생산량을 증가시킴. 바이오가스 공장은 폐기물 처리 후 경제적 실용성을 향상시키기 위해 수수료를 받음.
- 가축분뇨의 바이오가스 생산 확대를 위해 정부지원 확대와 농업협동조합이 저장시설설치와 수송 및 유통 등의 역할을 담당함.

### 3.3.2. 독일

#### 가. 농업부문의 온실가스 배출 실태

- 농업부문이 온실가스 총배출량의 약 6%를 차지하며, 화학비료 및 축산부문으로부터 발생한 메탄과 이산화질소가 상당한 비중을 차지함. 메탄가스 발생의 94%는 축우부문(낙농)으로부터 비롯됨.
- 1990~2003년 농림업 부문의 온실가스 배출량은 가축 사육두수 감소 및 화학비료 사용 감축 등에 의해 16.6% 감소하였으며, 이 기간 메탄은 27%, 아산화질소는 16% 감축함.
- 교토의정서에 따라 2012년까지 21%에 해당하는 온실가스 감축목표를 설정함. 2003년 말 18.5%의 감축을 달성하였는데, 온실가스 감축에 농업부문이 상당히 기여함.

#### 나. 농업부문의 온실가스 감축 대책

- 농업부문의 온난화 대책
  - 2005년 국가 기후변화프로그램에서 비이산화탄소(non-CO<sub>2</sub>) 배출량의 성공적인 감축을 강조하고 있고, 온실가스 감축에 농업부문이 상당한 역할을 담당함.
- 연방정부의 생태적 토지 및 토양관리
  - 연방 생태학적 토지 관리프로그램은 생태학적 토지관리 및 유기농업 육성을 위해 2002년에 착수되어, 약 70만ha의 농경지를 대상으로 특별 관리함.
  - 토양관리는 ‘연방토지보존법’에 따라 농업인들이 모범영농지침(GFP)을 준수토록 하고 있음. 또한 ‘연방자연보전법’에 따라 토양탄소 저장량을 확보하기 위해 목초지 경작 시 특별 관리를 적용하고 있음.
- 지속가능한 농업 및 유기농업 육성
  - 보통 5년의 약정 체제로 환경친화적 실천조건 준수에 따라 상호준수 직불금을 지급함. 유기농업 육성을 위한 직불금도 지급됨. 이 프로그램은 자발적

- 이며 지역마다 다양하게 운영되는데, 연방정부와 CAP예산을 통해 지원됨.
- 농업환경관리 프로그램으로 경작지 작물과 영구작물에 대한 광범위한 생산방식 지원, 경작지의 목초지전환, 유기농법전환, 다년간 휴경지 유지 등을 포함함. 2003년 약 4.3백만ha 면적의 농경지를 대상으로 지원함.
  - 온실가스 감축부문의 투자 확대
    - 농업투자지원프로그램(AFP)에 의해 온실가스 특별관리(예를 들어 생물가스 설비, 유기질비료의 보관 및 활용, 난방시스템 변경) 부문에 대한 재정적 지원 확대
  - 농업부문의 재생에너지 생산 확대
    - 독일은 2010년까지 재생에너지의 비중은 전력 공급의 12.5%, 2020년에는 20%의 목표를 설정하고 재생에너지 활용을 위한 ‘재생에너지법’ 제정 등 적극적인 정책을 추진하고 있음.
    - 재생에너지 확대와 관련 바이오 연료를 활용한 재생에너지의 개발 및 확충을 강조되고 있음. 옥수수과 가축분뇨 및 슬러리 등을 이용한 바이오에너지 생산 활성화를 위해 2006년부터 ‘바이오연료 쿼터법’을 제정하였고, 재생에너지의 생산 의무목표를 설정하여 다양한 정책프로그램을 운영하고 있음.

### 3.3.3. 영국

#### 가. 농업부문의 온실가스 배출 실태

- 농림업부문은 온실가스 총배출량(2004년 기준)의 약 7%를 차지하는데, 메탄 배출량의 46%, 아산화질소 66%, 이산화탄소 1%를 차지함.
- 농림업부문의 온실가스는 1990~2004에 약 22% 감소하였는데, 메탄 배출량은 13%, 이산화질소 배출량은 17% 감소함. 주요 요인은 산림지의 확장과 저투입 농업의 확산, 가축사육두수 및 비료사용 감소 등을 들 수 있음.
  - 농림업부문의 온실가스 배출량은 2010년까지 1990년 대비 약 32%감축할

것으로 추정하고 있음(DEFRA, 2007)

- 영국은 1차 공약기간까지 온실가스 배출을 기준년도 대비 12.5% 감축하기로 공약하였음. 국가 방침은 1차 공약기간 내 20% 감축, 2050년까지 60% 감축의 야심적 목표를 제시함.
  - 2007년 1월에 공표된 2005년의 최종 산정치는 기준년도 대비 15.6%를 감축한 것으로 발표됨.

#### 나. 농업부문의 온실가스 감축 대책

- 온실가스 배출량감축을 위한 농업 부문의 전략
  - 농업부문의 기후변화대책으로 ‘지속가능한 농식품 전략 2002’를 발표하여 지속가능농업 발전과 연계하여 온실가스를 감축할 수 있는 프로그램을 제시함.
- 지구환경문제 인식 고취
  - 온난화 문제에 대한 정책담당자와 농업인 및 관계자들 간의 공감대 형성을 위해 ‘농촌기후변화포럼’ 등 여러 가지 포럼을 설치하였고, 특히 고위급 포럼에서는 온실가스 경감을 위한 실질적인 조치와 의사소통 전략 개발, 기후변화프로그램 효과적 전달 등 정책결정에 상당한 기여를 하고 있음.
- CAP 개혁의 추진
  - 생산연계직접지불금을 분리시킴으로써 가축 사육두수의 감소로 2010년까지 연간 0.68 MtC로 추산되는 메탄가스 배출량 감축을 추진하고 있음.
- 아산화질소와 메탄 배출량의 감축
  - ‘저수민감지역농업(CSF) 프로그램’은 EU의 용수 지침안의 목적 달성을 지원하는 사업으로 질산염 취약지구의 특별관리 프로그램임. 관리지역에서의 가축분뇨 살포와 비료 투입 등에 대한 제한사항을 엄격하게 관리함으로써 아산화질소 배출량 감축을 유도하고 있음.
  - 영국 IPCC 규정은 대규모 양돈 및 양계 농가를 대상으로 암모니아 배출량 감축을 위해 환경친화적 축사시설 유지, 적절한 가축분뇨처리 등을 철저하게 유도·관리하고 있음. 또한 메탄 배출량 감축을 위해 낙농부문에

서도 동일한 정책을 추진하고 있음.

○ 적절한 토양 관리 유도

- 토양자원보전과 토양탄소 손실에 대한 취약성 문제를 해결하기 위해 토양관리 프로그램을 추진하고 있음. 2025년까지 취약한 토양에서 초래된 토양의 유기물질의 감소를 중단시키도록 유도하고 있고, 토양침식 예방 및 토양유기물을 유지하기 위해서 기준설정 및 상호준수 프로그램을 적용하고 있음.

○ 적극적인 유기농업 육성

- 기후변화와 관련하여 온실가스 감축에 유기농업의 기여를 인정하고 적극적인 육성정책을 추진하고 있음. 그러나 유기농업의 온실가스 감축에 대한 기여도가 어느 정도 인지에 대한 보다 과학적인 연구가 필요하다는 점이 제시되고 있음.

○ 바이오 에너지대책

- 농업부문의 바이오에너지 생산 확대를 위해 2004년 11월에 '비식용 작물 생산 및 활용 전략'을 추진함. 지속 가능한 농림업 및 농촌 발전과 재생에너지 생산 확대 등을 위해 2007년부터 '바이오자원 전략'을 수립하여 추진하고 있음.
- 바이오에너지 대책의 핵심 사업으로는 생물에너지 인프라 구축, 바이오에너지 작물 생산농가 지원을 위한 5년간의 교부금 활용, 차세대 바이오연료 기술개발 지원 전략개발 등을 담고 있음. 포기한 농경지에 에너지작물 재배 시 단일직불금을 지급함. 이들 전략에 힘입어 비식용작물 재배 농장 수는 2003년에 약 4,286개에서 2005년에 5,120개로 약 20%나 증가하였고, 비식용 작물생산 경지면적은 약 75% 급증함.

○ 연구개발에 대한 지원 강화

- 온실가스를 감축할 수 있는 농경지 관리방식 개선, 토양유기탄소 흡수원 활용 등을 위한 연구를 국책과제로 발굴하여 상당한 연구비를 지원하고 있음.
- 농업, 임업 및 토지 관리에 대한 온실가스 배출거래를 가능하게 할 시장 메커니즘의 실현가능성과 가능한 선택 안을 모색하려는 탄소고정 분야의 전략적인 연구를 추진하고 있음.



#### 4. 주요국의 농림업부문 기후변화 대책 관련 시사점

- 검토대상 주요국은 모두 교토의정서에 따른 「부속서 I 국가」로 1차 공약기간이 시작되는 2008년부터 온실가스 감축의무를 이행해야 하는 국가임. 기준시점인 1990년 대비 일본 6%, 미국 7%, 덴마크·독일·영국 8% 등으로 감축목표가 설정되어 있음(미국은 교토의정서 비준 거부로 감축의무가 부과되지 않음).
- 국가별로 차이가 있으나 온실가스 총배출량에서 농업부문이 차지하는 비중은 일본 2.4%, 미국 6.9%, 덴마크 17%, 독일 6%, 영국 7% 등으로 덴마크를 제외하고는 7% 미만인 것으로 나타남. 그러나 국가별로 약간의 차이는 있으나 온실가스 가운데 비이산화탄소인 메탄과 아산화질소의 배출원으로 농업부문이 상당한 비중을 차지하는 것으로 나타남.
- 일본, 덴마크, 서독, 영국 등의 경우 2008년부터 온실가스 감축의무가 부과되지만 농업부문은 의무감축 부문에 포함시켜 관리하기 보다는 자율적으로 온실가스를 감축·조정하는 방식을 취하고 있음.
  - 일본의 경우 농업부문의 생산규모 축소로 기준년도 대비 온실가스 배출량이 줄어들고 있어 감축의무 부과에 있어서 농업부문은 자율적인 조정으로 설정하고 있음. 다만 에너지 감축의무 부과에 따라 농업유관기관에서의 전력 등 에너지 절약 운동을 통한 감축의무 이행을 추진하고 있음.
  - 미국은 1990년 대비 농업부문이 지속적인 성장하는 추세에 있어 미약하나마 온실가스 배출량이 증가하는 것으로 나타나, 온실가스 감축의무가 부과되는 경우 농업생산의 압박요인으로 작용할 것으로 보임.
  - 덴마크, 독일, 영국 등 EU국가는 기준년도에 비해 농업부문의 생산 활동이 줄어들어 교토의정서에 제시된 감축목표를 초과달성하여 감축목표를 상향조정하면서 자율적으로 온실가스 감축활동에 동참하고 있음.
- 지속적인 경제성장으로 사례국가로 검토된 모든 국가에서 온실가스 의무감축이 부과되는 경우 산업생산 활동에 상당한 압박요인으로 작용하는 것으로

나타남. 그러나 농업부문의 경우 국가별 온실가스 배출량에서 차지하는 비중이 적고 농업생산 규모 축소와 온실가스 감축 기술개발 등을 통해 상대적으로 타부문에 비해 온실가스 감축이 용이하여 국가 전략적으로 농업부문의 온실가스 감축 유도 및 흡수원을 적극적으로 활용하는 방안으로 대책을 추진하는 것으로 분석됨.

- 주요국의 농업부문 온실가스 감축 프로그램은 경제적 수단, 규제적 수단, 자발적 협약, 연구개발·보급 및 기후변화 적응 등으로 유형화 가능
  - 온실가스 감축관련 환경친화적 농업용 시설에 대한 자금지원, 유기농업 육성, 바이오에너지 활용, 연구개발·보급 및 기후변화에 대한 적응 프로그램 등은 제시된 모든 국가에서 시행하고 있는 대표적인 방안임.
  - 경제적 수단으로 직접지불제도(직불제로 약칭)는 대표적인 상호준수 프로그램(cross-compliance program)으로 유기농실천 직불제와 온실가스 감축과 직접 연계된 메뉴방식 직불제로 나눌 수 있으며 덴마크, 독일, 영국, 미국 등 거의 대부분의 국가에서 시행하고 있는 제도임. 탄소세는 덴마크와 미국에서 시행되고 있음. 배출권거래제는 영국을 비롯한 유럽국가에서 활발하게 활용되고 있으며, 최근 미국에서 농업부문의 온실가스 감축 및 환경보전과 연계하여 환경크레딧거래제도에 대한 검토가 활발하게 이루어지고 있음.
  - 규제적 수단으로 환경기준에 도달하기 위해 최소의무를 요구하는 강제적 수단으로 농가별 환경용량을 기초로 한 총량규제는 덴마크와 네덜란드에서 시행하고 있고, 단위면적당 화학비료 투입량 기준 설정은 덴마크, 프랑스, 독일, 영국 등 EU국가에서 양분관리의 핵심정책으로 추진해오고 있는 수단임.
  - 자발적 협약은 설정된 기준의 온실가스 감축 이행에 자발적으로 참여하는 방식으로 적정농업규범을 적용하는 덴마크, 독일, 영국, 일본 등을 들 수 있음. 또한 자원순환형 생태마을관리 방식을 적용하는 덴마크, 독일, 일본 등을 들 수 있음.

## 제 5 장

---

### 제4차 종합대책 관련 농림분야 대책 분석

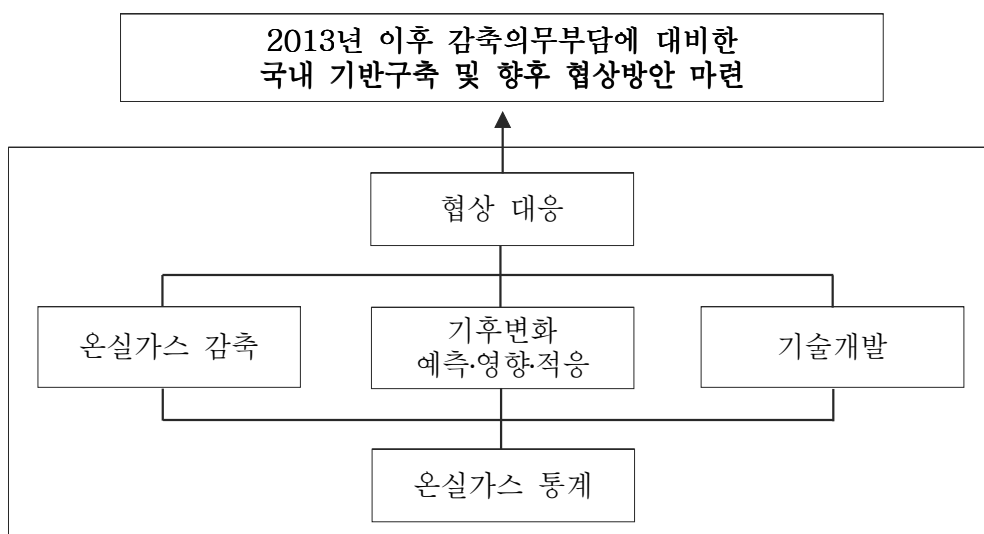
#### 1. 제4차 종합대책의 추진과제 선정 절차

##### 1.1. 기후변화협약 대비 제4차 종합대책의 과제선정 절차

- 국무조정실 기후변화종합대책 평가단의 제4차 종합대책의 과제선정 방식
  - 과제선정 매뉴얼에 입각하여 평가하며, 배출권거래제와 온실가스 배출통계 등 특정사항에 관해서는 국무조정실 조정 결과와 감사원 감사결과를 참조하여 평가함.
  - 배출권거래제는 산업자원부와 환경부의 양부처 통합안을 마련한 후 대책위원회 의결을 통하여 배출권거래제(시범사업 포함) 추진 여부를 결정토록 함. 또한 온실가스 배출통계 및 배출계수 개발과 관련하여 온실가스 배출통계 작성은 해당 부처에서 작성하여 산자부에서 취합 정리토록 함. 온실가스 배출계수 개발은 배출통계 작성 부처가 개발하고 환경부에서 총괄관리하나, 총괄관리의 범위·미션 등에 관한 구체적인 방안은 부처간 협의를 거쳐서 결정토록 함.
- 부처별 제출된 과제를 내용적 측면과 해당과제가 포함된 부문 내 항목별 평가를 고려한 2가지 평가방식에 따라 단계적으로 진행

- 추진내용 평가는 과제 내용 및 추진체계의 합리성을 평가하는 기준으로 65%의 비중을 차지하고, 해당 부문의 평가항목을 포함한 부문내 항목별 평가기준은 30%의 비중을 차지하도록 함.
  - 나머지 5%는 제4차 종합대책의 중점 추진 부문을 고려하여 부문별 비중에 따라 점수를 부여함.
- 2013년 이후 온실가스 감축의무 부담에 대비한 국내기반구축과 향후 협상방안 마련을 위해 5개 부문으로 나누어 목표를 설정
- 협상대응 부문은 선진국의 의무부담과 차별화되는 의무부담 협상전략 수립으로 목표를 설정함.
  - 온실가스 통계 부문은 국가 저감잠재성 분석을 위한 배출통계 확보로 목표를 설정함.
  - 온실가스 감축 부문은 경제·환경·기술을 고려한 분야별 감축효과 극대화로 목표를 설정함.
  - 기후변화 예측·영향·적응 부문은 한반도 기후변화 영향에 대한 효과적 대응기반 구축으로 목표를 설정함.

그림 5-1. 제4차 종합대책의 부문별 과제목표의 관계



- 연구개발 부문은 온실가스 감축 및 기후변화 영향평가·적응 기술 확보로 목표를 설정함.
- 부문별 과제선정에 있어서 감축효과성, 계량화 가능성, 과제의 시급성 및 타 부문과의 연관성을 평가기준으로 적용
  - 감축 효과성(effectiveness)은 해당 과제를 통하여 온실가스 감축효과를 가져올 수 있는 가, 감축효과가 있다면 어느 정도인지, 기존의 유사 시책 대비 추가적인 온실가스 감축정도가 얼마인가, 외국 혹은 선진 유사 시책과 비교하여 해당 과제가 어느 정도의 감축효과를 발생시키는지, 직·간접적으로 유발하는 온실가스 감축효과가 어느 정도인가 등을 고려하는 평가기준임.
  - 계량화(quantification) 가능성은 정책의 목표가 설정되어 있는가, 그리고 그 목표 달성에 대한 정량적 목표가 있는가, 만약 정량적 목표가 존재하지 않는다면 정성적 목표가 구체적으로 제시되어 있는가의 여부를 평가하는 기준임.
  - 과제의 시급성은 기후변화, 기후변화협약과 관련한 우리나라의 위치, 입장 등을 종합적으로 고려하여 제출된 과제 시행의 우선순위에 따라 우선적으로 추진해야 할 과제를 평가하는 기준임.
  - 타부문과의 연관성(linkage)은 제4차 종합대책의 5대 부문 중 해당 과제가 속한 부문 이외의 부문과의 연관성, 그리고 다른 시책과 시너지 효과를 창출할 수 있는 정도에 따라 연관성, 그리고 시너지 효과 등을 평가하는 기준임.
- 제4차 종합대책 추진과제의 종합 평가
  - 제출된 과제에 대한 추진내용 평가와 해당 부문 항목 평가결과에 부문간 가중치를 고려하여 제출된 과제별로 순위를 결정함.
  - 제4차 종합대책 총예산이 사전적으로 확정되는 경우 예산의 범위 내에서 상위과제부터 선정토록 함.
  - 총예산상의 제약이 없는 경우 최하 점수를 대책평가단에서 결정하여 기준 이상의 과제를 선정토록 함.

## 1.2. 제4차 종합대책 관련 농림부문 과제의 개관

- 제4차 종합대책의 농림부문 과제 추진의 기본방향
  - 농업부문의 기본방향은 기후변화에 따른 농작물 작부체계 개선 등 온난화 적응 및 관련분야 연구개발의 지속적인 추진과 병행하여 바이오에너지 작물재배 확대와 메탄 및 아산화질소 등 온실가스 감축사업 추진 등으로 설정함.
  - 산림부문의 기본방향은 온실가스 흡수원 확충과 국제협상의 효과적인 대응으로 설정함.
- 기후변화협약 대비 제4차 종합대책의 농림부문 선정과제 내역
  - 제4차 종합대책의 농림부문 과제는 단독과제 6개, 통합과제 6개로 총 12개 과제로 이루어짐.
  - 과제추진 기관별로는 농림부 3개 과제, 농촌진흥청 6개 과제, 산림청 3개 과제 추진을 담당함.
  - 부문별로는 협상대응 분야 1개 과제, 온실가스 통계분야 3개 과제, 온실가스 감축분야 4개 과제, 기후변화 예측·영향 및 적응분야 1개 과제, 연구개발 분야 3개 과제 등으로 구성됨.
- ① 협상대응 부문
  - 「LULUCF 협상대응 연구」(산림청)로 Post-2012 협상 시나리오별 협상전략 수립에 관한 부처 통합과제와 연계하여 신규과제로 추진
- ② 온실가스 통계 부문
  - 「농업부문 온실가스 국가고유배출계수 개발 및 관리」(농진청) 과제로 국가 고유 온실가스 배출계수 개발 및 관리에 관한 부처 통합과제로 추진
  - 「농업부문 인벤토리 구축」(농진청) 과제와 「Post-2012 대응 산림탄소계정 시스템 구축」(산림청) 과제는 국가인벤토리 작성체계 구축에 관한 부처 통합과제와 연계하여 신규과제로 추진
  - 「농업부문 온실가스 소비행태통계 구축」(농진청) 과제는 온실가스 소비행태통계 구축에 관한 부처 통합과제와 연계하여 신규과제로 추진

③ 온실가스 감축 부문

- 「질소비료 감축사업」(농림부)은 유기질비료 지원, 겨울철 푸른들가꾸기 등의 사업을 포괄하는 사업으로 신규과제로 추진
- 「축산분야 메탄 감축사업」(농림부) 과제는 가축분뇨자원화 사업을 포괄하여 신규과제로 추진
- 「산림의 탄소흡수원 유지 및 증진」(산림청) 과제는 숲가꾸기와 유희토지조립 및 도시숲 조성 사업 등을 포괄하여 추진
- 「바이오디젤용 유채재배 지원 사업」(농림부) 과제와 「목재이용 및 목질계 바이오에너지화 기반구축」(산림청) 과제는 신재생 에너지 생산 및 보급 확대에 관한 부처 통합과제와 연계하여 신규과제로 추진

④ 기후변화 예측, 영향, 적응 부문

- 「기후변화에 따른 작물생산성 및 한반도 재배적지 변화예측」, 「기후변화에 따른 농업생물상 영향평가」(농진청) 과제와 「산림, 임업분야의 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립」(산림청) 과제는 국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립에 관한 통합과제와 연계하여 신규과제로 추진

⑤ 연구개발 부문

- 「기후변화 대응 바이오에너지 원료작물 생산연구」(농진청)는 바이오작물 품종 선발 및 육성 연구로 신규과제로 추진
- 「기후변화 대응 농업부산물을 이용한 바이오에너지 개발 연구」(농진청)는 가축분뇨를 이용한 메탄가스 개발, 농작물 바이오매스를 이용한 대체에너지 개발 등을 다루는 계속과제로 추진
- 「농경지내 탄소축적량 분석 및 탄소수지 연구」(농진청) 과제는 농경지의 바이오매스 생산 및 이산화탄소 흡수수지 등 연구로 계속과제로 추진

○ 제4차 종합대책 관련 농림부문 과제의 추진체계

- 제4차 종합대책에서는 2007년 7월에 설치된 ‘기후변화대응 자문위원회’의 위원장을 차관으로 격상하고 자문위원을 보강하여 농림부문 기후변화 대응 정책에 대한 자문기능 강화와 종합대책의 평가기능을 수행토록 함.

표 5-1. 제4차 종합대책의 농림부문 추진과제

분 야	대과제	세부과제	기관	타부처 연계
협상대응	① Post-2012 협상 시나리오별 협상전략 수립	▪LULUCF 협상대응 연구	산림청	외교부, 산자부, 환경부, 건교부 과제와 통합
온실가스 통계	② 국가 고유 온실가스 배출계수 개발 및 관리	▪농업부문 온실가스 국가 고유배출계수 개발 및 관리	농진청	산자부, 환경부, 건교부 과제와 통합
	③ 국가인벤토리 작성체계 구축	▪농업부문 인벤토리 구축 ▪Post 2020 대응 산림탄소계정 시스템 구축	농진청 산림청	산자부, 환경부, 건교부 과제와 통합
	④ 온실가스 소비행태통계 구축	▪농업부문 온실가스 수요행태 정보구축	농진청	산자부, 환경부, 건교부 과제와 통합
	⑤ 질소질비료 감축	좌동	농림부	-
온실가스 감축	⑥ 축산분야 메탄가스감축	좌동	농림부	-
	⑦ 신재생 에너지 생산 및 보급 확대	▪바이오디젤용 유채재배 지원 ▪목재이용 및 목질계 바이오에너지화 기반구축	농림부 산림청	산자부 과제와 통합
	⑧ 산림의 탄소흡수원 유지 및 증진	좌동	산림청	-
	⑨ 국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립	▪기후변화에 따른 작물생산성 및 한반도 재배적지 변화예측 ▪기후변화에 따른 농업생물상 영향평가 ▪산림, 임업분야의 기후변화 영향평가 및 적응대책수립	농진청 농진청 산림청	환경부, 해수부 과제와 통합
연구개발	⑩ 기후변화대응 바이오에너지 작물생산 연구	좌동	농진청	-
	⑪ 기후변화대응 농업부문 바이오매스를 이용한 대체에너지 개발 연구	좌동	농진청	-
	⑫ 농업부문 탄소축적량 분석 및 탄소수지 연구	좌동	농진청	-

12개 과제(단독과제 6, 통합과제 6)



## 2. 제4차 종합대책 농림부문 추진과제 내용

### 2.1. 협상대응 부문

#### 2.1.1. LULUCF 협상대응 연구

##### □ 사업개요

- 토지이용, 토지이용변경 및 산림(LULUCF) 영역은 탄소 흡수원을 통한 온실가스 감축 방안으로 상대적으로 저렴한 비용으로 접근할 수 있기 때문에 온실가스 감축에 관심을 가지는 모든 국가에서 관심을 가지는 분야임.
- Post-2012 기후변화체제 협상 대안으로 LULUCF 부문에 별도의 의무 감축량을 부과하는 부문별 접근방식 논의에 효과적으로 대처
  - 마라케쉬 합의문 LULUCF 결정에 따라 post-2012 LULUCF의 CDM 사업 활동재조정 협상이 개시되었고, 2005년 이후 핵심 이슈인 개도국 산림전용 방지 논의는 post-2012 LULUCF 협상과 밀접히 연계되어 논의될 전망이다.
  - 이에 따라 LULUCF 부문 협상 시 우리나라의 지속적인 경제성장을 보장하고 산업 피해를 최소화할 수 있는 협상대응 방안을 마련할 필요가 있음.
  - 산림 및 토지이용 협상대응 연구의 목적은 LULUCF 부문의 단계별 협상 전략 수립 및 적절한 대응책 개발에 있음.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 기후변화협약 제3차 종합대책의 “적정 의무부담 참여방식 및 협상 대응 논리개발” 과제와 연관됨.
  - 우리나라는 신규조림/재조림을 통한 탄소배출권 획득이 어렵고, 국내 목재수요를 대부분 수입에 의존하고 있음. 따라서 산림전용의 경우 개발도상국의 목재이용 목적과는 성격이 다른 인구증가 및 도시화로 인한 택지, 도로 등 토지이용 목적이 대부분이므로 우리나라에 적합한 협상논리 개

발이 필요함.

○ 관련분야의 국내외 연구동향

- 국내연구 현황으로 조림 CDM 사업의 동향 및 전망에 대한 국제심포지엄이 개최(2006. 9)되었고, 탄소흡수원 해외조림 기반구축 활용방안 연구(2006), 주요 국가들의 산림흡수원 정책에 대한 분석(2006~2007) 등이 이루어짐.
- 국외연구 현황으로 브라질은 개도국의 산림전용 방지노력에 대한 인센티브로 부속서 I 국가의 온실가스 의무감축량과 연계되지 않은 재정지원과 이를 위한 선진국 재원의 펀드 조성을 주장하고 있음.
- 한편 PNG 및 코스타리카 등 열대 개도국은 산림전용방지 노력에 대한 인센티브로 부속서 I 국가의 온실가스 의무감축량과 연계된 거래 가능한 배출권 부여를 주장하고 있음.
- EU는 개도국 산림전용의 확인, 베이스라인 설정 등 과학적·기술적·방법론적 이슈의 우선 해결을 주장
- 목제품 탄소계정 방법론과 관련하여 목재 수출국은 생산법(production approach)을 지지하나 목재 수입국은 축적변화법(stock change approach)을 지지하고 있음.
- 제1차 공약기간 동안 조림 CDM 사업은 크레딧의 비영속성, 대상 토지 선정의 어려움으로 활성화되지 못하고 있으며, 향후 개도국 산림전용 방지 노력에 대한 인센티브, LULUCF 사업 범주 확대 등의 협상과 맞물려 진행될 전망이다.

□ 기대 효과

○ 저감잠재량(또는 정성적 효과)

- 산림흡수원을 활용하여 국가 의무감축량을 최대한 상쇄시킬 수 있는 협상 대안(산림경영 활동 인정 확대, 조림 CDM 사업 장애물 제거, 목제품에 대한 탄소축적 방법론 적용 등)을 마련하여 우리나라의 지속적인 경제성장을 보장하고 산업피해를 최소화

- 저감잠재량 산출근거(또는 정성적 효과 타당성)
  - 우리나라 산림은 성장이 왕성한 청년기 산림으로서(30년생이 38%) 숲가꾸기, 식생복구 등 탄소흡수원 증진 활동으로 장기간 탄소축적량을 증가시킬 수 있는 잠재력을 보유
  - 에너지 효율이 높고 화석연료 사용 비중이 큰 우리나라의 경제구조를 저탄소경제로 연착륙하기 위해서는 산림흡수원을 최대한 활용

## □ 사업추진 내용

- 사업내용은 LULUCF 부분의 국제동향 파악과 관련분야 전략개발
  - 주요 사업내용으로는 LULUCF 부문 국제 동향 파악 및 분석, 「비부속서 I 국가(non-Annex I 국가)」들의 post-2012 대응 전략 분석, post-2012 대비 산림부문 대응 협상논리 개발 연구, 국제동향에 따른 시나리오별 협상방식 및 행동계획 수립, 의무감축 부담 협상대응 전략 수립을 위한 워크숍 개최 등을 들 수 있음.

표 5-2. 산림 및 토지이용 협상대응연구 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ LULUCF 부문 국제동향 파악 및 분석</li> <li>○ non-Annex I 국가들의 post-2012 대응 전략 분석</li> <li>○ 산림전용 인센티브 문제에 대한 협상 논리 개발</li> <li>○ 산림녹화 성공 및 산림전용방지 노력 홍보물 제작</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ post-2012 대비 산림부문 협상논리 개발 연구</li> <li>○ 목제품탄소계정에 대한 협상 논리 개발</li> <li>○ 협상대응 전략 수립을 위한 워크숍 개최</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부문별 시나리오별 협상방식 및 행동계획 수립               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산림탄소흡수원 인정 범위, 목제품 탄소계정 등</li> </ul> </li> <li>○ 협상대응 전략 수립을 위한 워크숍 개최</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시나리오별 전략에 따른 협상 추진 및 보완</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시나리오별 전략에 따른 협상 추진 및 보완</li> </ul>

- 연관성 및 시너지 효과와 소요예산
  - LULUCF 협상 대응논리를 “우리나라의 장기적인 온실가스 감축의무 참여방식 확정 및 협상 대응논리” 개발과 연계하여 추진할 경우 종합적인 대응방안 마련으로 대외 협상력이 강화될 것임.
  - 사업비는 매년 1억원으로 2008년부터 향후 5년간 5억원이 투입될 예정임.

#### □ 과제성과 평가 방안

- 자체평가 계획
  - 기후변화대응을 위해 자체적으로 구성하여 운영하고 있는 “기후변화협약 산림대책단”의 평가/자문위원(7명)을 통해 평가토록 하며, 평가시기와 과정은 상반기에 모니터링하고 연말에 사업부서 자체평가 후 평가위원 평가방식으로 운용함.
  - 평가방법은 집행실적에 대해 체크리스트 평가로 이루어지고, 평가위원은 분야별 7명(산림경제 2, 산림생태 1, 산림측정 1, 산림경영 1, 산림환경 1, 산림산업 1)의 전문가로 구성함.
  - 평가결과는 기후변화협약 당사국총회 및 부속기구회의 LULUCF 협상 시 대응 논리로 활용토록 하고, 평가결과 미흡한 부문은 수정 및 보완하고 자체 성과평가계획에 반영토록 함.
  - 과제의 성과지표로 국제 동향과약의 정확성, 연구결과 제공시기의 적절성, 대응 논리의 다양성 및 적합성 등을 설정함.
- 과제성과의 타당성 제시
  - LULUCF 협상 대응에 관한 연구결과는 국제 협상여건에 따라 다양한 시나리오를 개발하는 등 “LULUCF 협상 대응전략 계획”을 수립하는데 활용토록 함.
  - 연구결과 성과물로는 LULUCF 협상 관련 논의 동향 분석 및 대응전략 보고서 발간, 워크숍 개최 시 국내·외 전문가 참여 인원수 등을 제시토록 함. 또한 국제적 협상 참여의 실제적인 평가와 관련하여 핵심 의제별 실제적 대응 논리와 의제설정에 기여한 부분을 부각시켜 제시토록 함.

## 2.2. 온실가스통계 부문

### 2.2.1 농업부문 온실가스 국가고유 배출계수 개발 및 관리

#### □ 사업개요

- 농축산업 부문의 경우 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC) 임의배출계수 사용에 따른 온실가스 통계의 불확실성 및 과대평가 문제 발생
  - 국내 아산화질소 IPCC 임의배출계수는 일본의 고유배출계수보다 1.86배 높음.
  - 의무 부담국 수준의 농업부문 온실가스 통계체제 구축과 우리나라 고유의 농축산업 여건과 환경을 반영할 수 있는 국가고유 온실가스 배출계수 개발체제 구축이 시급함.
- 국가 고유 온실가스 배출계수 개발 및 관리 사업의 목적
  - 농축산업 부문의 온실가스 국가고유배출계수 개발과 온실가스 측정 정밀도 향상 및 배출 통계량의 불확실성 감소는 농축산부문 온실가스 저감 잠재량을 산정하기 위함임.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 기후변화협약 제3차 정부종합대책의 “농경지 온실가스배출 감축”, “장내 발효 메탄저감”, “축산분뇨 처리개선” 과제 등을 통합함.
  - 농축산업 부문은 국가 온실가스 통계의 한 부문으로 신뢰성 있는 통계량 확보로 국가 정밀통계작성 목표에 부합토록 함.
- 관련분야의 국내외 연구현황
  - 온실가스 배출통계 작성 시 국가고유의 배출계수(Tier 2 방식) 적용을 요구하고 있으나, 우리나라는 농축산부문의 경우 대부분 IPCC의 임의배출계수(Tier 1)를 통해 온실가스 배출량을 산정하고 있음.

- 미국, 캐나다 등 선진국은 자체적 국가고유배출계수를 개발하여 적용하고 있으며 최근에는 불확실성을 최소화하는 연구에 집중하여 농업부문에서의 온실가스 배출량 저감에 기여함.

## □ 기대 효과

### ○ 정성적 효과

- 배출통계량 접근방법을 의무감축을 이행하는 선진국 수준으로 조기에 실현토록 함. 즉, IPCC의 임의 배출계수를 Tier 1 방식에서 국가고유배출계수인 Tier 2 방식으로 전환함.
- IPCC 임의배출계수 사용에 따른 통계의 과대평가를 최소화함. Tier 2방식을 적용하는 경우 2005년 기준 밭토양 아산화질소 배출량은 53.7% 저감하는 것으로 나타남.

### ○ 정성적 효과의 타당성

- IPCC 임의배출계수 사용 시 우리나라 농축산업 환경과 여건을 반영할 수 없기 때문에 통계자료의 불확실성이 확대되는 반면, 농경지, 가축사육, 분뇨처리 등 주요 농축산업 부문의 온실가스배출 국가고유배출계수 적용 및 저감방식을 개발 적용함으로써 정밀한 통계 산정이 가능함.
- 예를 들어 가축 사육 시 깔짚처리에 의한 온실가스 발생량은 약 8% 저감이 가능함.

## □ 사업추진 내용

### ○ 연도별 추진 내용과 소요예산

- 연차별 사업 내용은 논과 밭의 경종부문과 축산부문으로 나누어 온실가스별 국가고유 배출계수와 온실가스 저감 평가모형 개발로 이루어짐.
- 사업추진 소요예산은 매년 4억 5천만원으로 5년간 총 22억 5천만원이 투입될 예정임.

표 5-3. 국가고유 온실가스 배출계수 개발 및 관리사업 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 밭에서 재배관리방법에 따른 온실가스배출량 변화: 고추, 콩</li> <li>○ 벼 품종별 메탄 배출 계수 산정을 위한 모니터링               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 장려 품종 대상</li> </ul> </li> <li>○ 육계분 퇴비화에 따른 온실가스 배출계수 산출</li> <li>○ 한우 표준사료 급여조건(거세우 성장단계별 온실가스 전환율)</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 아산화질소 배출계수 설정을 위한 측정망 확대               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전국 도별 밭작물별 온실가스배출량 모니터링</li> </ul> </li> <li>○ 벼 품종별 메탄 배출량 산출: 국내장려 품종</li> <li>○ 산란계분 퇴비화에 따른 온실가스 배출계수 산출               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호기처리에 따른 최적의 저장기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 한우표준사료 급여조건               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 암소의 성장단계별 온실가스 전환율</li> </ul> </li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 밭 작형 및 재배방법별 온실가스배출 통계량 산출</li> <li>○ 논, 밭작물의 작부형태에 따른 온실가스배출 통계량 산출</li> <li>○ 온실가스 배출 통계 불확실성 평가</li> <li>○ 저장액비화에 따른 온실가스 배출계수 산출</li> <li>○ 한우표준사료급여조건(수소 성장단계별 온실가스 전환율)</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 재배양식별 메탄, 아산화질소 작기 종합 배출량 설정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 벼 품종 및 밭 작물별 설정</li> </ul> </li> <li>○ 농경지 온실가스 배출 예측 모형 개발</li> <li>○ 고액분리를 통한 저장액비 온실가스 배출계수 산출               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 슬러리의 고액분리로 온실가스 저장기술 효과</li> </ul> </li> <li>○ 유우 표준사료 급여조건(1세 미만 온실가스 전환율)</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 재배양식별 아산화질소 작기 종합 배출계수 산정</li> <li>○ 벼 품종별 메탄 배출 계수 개발</li> <li>○ 농경지 온실가스배출 저감 종합평가 모형 작성: 논, 밭</li> <li>○ 돈분뇨 고액분리를 통한 퇴비화 온실가스 배출계수산출</li> <li>○ 유우 표준사료 급여조건(착유우, 건유우 온실가스 전환율)</li> </ul>

□ 과제성과 평가 방안

○ 자체평가 계획

- 대내외 전문가로 평가위원회를 구성(내부와 외부 각각 10명, 총 20명)하

- 여 상반기와 하반기로 나누어 2회의 진도관리와 평가를 실시함.
- 배출 통계량 및 배출계수 QA/QC 평가는 연 1회 전문가 검토를 실시함.
- 평가결과는 연차별 농업부문 국가 온실가스 배출량 산정에 활용토록 하고 또한 정부 시책건의, 저감기술의 영농활용 제시, 국내외 학술지논문으로 게재토록 함.
- 과제 성과지표는 항목별 국가 고유 배출계수 개발 유무, 논문게재 편수, 영농시책 등으로 평가할 수 있음.
- 과제성과의 타당성 제시
  - 국가 고유 온실가스 배출계수 개발은 국제적 인증이 요구되는 통계량 확보가 가능하며, 농경지 온실가스 배출저감을 통한 국가 저감정책에 부합함.

## 2.2.2. 농업부문 인벤토리 구축

### □ 사업개요

- 농업부문의 온실가스 의무부담 협상 시 협상력 제고를 위한 IPCC 온실가스 인벤토리 가이드라인의 방법론에 따른 국가인벤토리 작성이 필요함.
- 국가 인벤토리 작성체계 구축 사업의 목적
  - 농업부문에 대한 재배형태별 온실가스 배출통계량을 산출하고 온실가스 배출현황과 장기전망을 제시하여 우리나라 온실가스 배출 인벤토리 체계를 구축하고자 함.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 제3차 정부종합대책의 “농경지 온실가스배출 감축”, “장내발효 메탄저감” 과제 등을 통합함.
  - 농축산업 부문 국가 온실가스 통계량 작성의 한 부문으로, 본 과제는 신뢰성 있는 통계량 확보로 국가 온실가스통계 작성 목표에 부합토록 함.
- 관련분야의 국내외 연구 현황
  - 기후변화협약 당사국은 온실가스 감축노력을 평가하기 위해 온실가스 배



출통계, 온실가스 감축정책의 현황 및 향후 계획 등을 수록한 국가보고서를 작성하여, 유엔 기후변화협약 사무국에 제출해야 할 의무가 있음 (UNFCCC 제 12조에 규정).

- IPCC는 1990년 이후 매 5~6년 간격으로 기후변화 평가보고서를 발간하고 있음.

## □ 기대 효과

### ○ 정성적 효과

- 국가 인벤토리 작성체계 구축에 의하여 우리나라의 지구온난화 방지 노력을 국제적으로 홍보함으로써 기후변화협약 의무부담 협상 시 유리한 여건을 조성할 수 있음.

### ○ 정성적 효과 타당성

- UNFCCC 제 12조에 의거한 온실가스배출 통계 국가보고서를 작성, 국가 인벤토리 작성체계 구축에 의한 기후변화협약 이행을 준수하여 우리나라의 지구온난화 방지 노력을 홍보할 수 있음.

## □ 사업추진 내용

### ○ 연도별 추진 내용과 소요예산

- 연차별 사업 내용은 2008년에는 농축산부문의 활동량 통계량 구축과 연도별 배출량 산정 기준설정이 이루어지며, 2009년에는 연도별 농업부문 온실가스 배출량 통계작성이 이루어짐. 2010년에는 질소고정작물 재배토양 온실가스 배출량 통계작성, 메탄 및 아산화질소 배출에 대한 농업용 부산물의 농지 소각량 조사 등이 이루어지고, 2011년에는 온실가스 배출 통계량 불확실성 측정 및 평가, 농업부문 온실가스 배출량 장기전망 등이 이루어지고, 2012년에는 우수실행지침을 위한 공통보고서양식(CRF) 작성 등이 이루어짐.
- 사업추진 소요예산은 매년 4억 5천만원으로 5년간 총 22억 5천만원이 투입될 예정임.

표 5-4. 국가 인벤토리 작성체계 구축사업 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 활동량 실측치 통계량 구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업: 논(배수 등급별 품종군별)과 작물별 밭 면적, 질소질 비료 사용량</li> <li>- 축산: 축종별 사육 두수</li> </ul> </li> <li>○ 연도별 배출량 산정 기준설정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업: 벼는 CH<sub>4</sub>, 작물별 밭의 N<sub>2</sub>O</li> <li>- 축산: 장내발효 CH<sub>4</sub>, 분뇨분해 N<sub>2</sub>O</li> </ul> </li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연도별 우리나라 농업부문 온실가스 배출량 통계 작성                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농업, 축산</li> </ul> </li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 질소고정작물 재배 토양 온실가스 배출량 통계작성</li> <li>○ CH<sub>4</sub> 및 N<sub>2</sub>O배출에 대한 농업용 부산물 농지 소각량 조사: 전국 도별 통계량 작성</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농업부문 배출 통계량 불확실성 측정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 몬테카를로 분석을 이용한 Tier 2 이용</li> </ul> </li> <li>○ 우리나라 농업부문 온실가스 배출량 장기 전망                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O</li> </ul> </li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농업부문 배출 통계량 불확실성 평가</li> <li>○ 우수실행지침을 위한 CRF(Common Reporting Format) 작성</li> </ul>

○ 연관성 및 시너지 효과

- 산자부, 환경부, 산림청 등 국가온실가스 인벤토리 구축사업과 연계하여 국가보고서에 반영함.

□ 과제성과 평가 방안

○ 자체평가 계획

- 대내외 전문가로 평가위원회를 구성(내부와 외부 각각 10명, 총 20명)하여 상반기와 하반기로 나누어 2회의 진도관리와 평가를 실시함.
- 평가결과는 연차별 농업부문 국가 온실가스 배출량 산정에 활용토록 하고 또한 정부 시책건의, 저감기술의 영농활용 방안 제시, 국내외 학술지논문으로 게재토록 함.

- 과제 성과지표는 연차별 농업부문 국가온실가스 배출량 산정 유무, 온실가스 배출 장기 전망 산정 유무 등으로 설정함.
- 과제성과의 타당성 제시
  - 국가 인벤토리 작성체계 구축은 국제적 인증이 요구되는 우리나라 농업부문 통계량 확보가 가능하며, 농경지 온실가스 배출저감을 통한 국가 저감 정책에 부합함.
  - 농업부문 인벤토리 구축에 관한 연구는 향후 실제적으로 온실가스 의무감축이 이루어지는 경우 매우 중요한 통계치로 활용될 것이나 연차별 과제 성과의 타당성을 평가할 수 있는 성과지표가 제시되어야 할 것임.

### 2.2.3. Post 2020 대응 산림탄소계정 시스템 구축

#### □ 사업개요

- 우리나라는 기후변화협약당사국으로서 산림부문의 온실가스 통계 현황 및 전망을 포함한 국가보고서를 제출할 의무가 있음.
  - 제2차 공약기간 의무가입 대비, 산림부문의 탄소배출권 인정을 받기 위해서는 우수실행지침을 토대로 한 산림탄소계정 시스템을 구축할 필요가 있음.
- Post 2020대응 산림탄소계정 시스템 구축 사업의 목적
  - 산림부문 탄소계정 시스템 구축(12개 수종의 탄소 흡수/배출계수 개발)을 통해 산림 분야의 온실가스 통계 국가보고서 작성 및 탄소흡수 잠재량을 분석하기 위함임.
- 기존 과제와의 연관성과 전략목표와의 부합성
  - 제3차 종합대책의 “국가 온실가스 배출통계 체계 구축” 과제와 연관됨.
  - 산림탄소계정 시스템 구축은 우수실행지침(GPG-LULUCF)에 따라 신규 조림/재조림, 산림전용, 산림경영 활동 등의 DB 구축과 수종별 흡수/배출계수 개발 등을 통해 산림부문의 탄소흡수량을 산출하는 것이므로 국가 저감 잠재성 분석을 위한 배출통계 확보에 기여함.

○ 관련분야의 국내외 연구 현황

- 국내연구 현황으로는 “교토의정서 대응 산림탄소계정기반구축 연구 (2007~2010)”와 “산림활동에 따른 탄소흡수원 확충 잠재력 평가 연구 (2007~2009)”가 이루어지고 있음.
- 국외연구 현황으로 일본은 산림경영 활동에 대해 GIS를 이용한 체계적인 정보체계를 구축하고, 흡수/배출계수의 정확성 제고를 위해 전국적인 바이오매스 조사를 실시하고 있으며, 이를 토대로 탄소계정시스템을 구축함.
- 캐나다는 탄소순환 모델과 산림성장 모델 등을 개발하여 탄소계정 모델을 구축한 후 산림부문의 탄소흡수 및 배출통계를 계정하고 있음.

□ 기대 효과

○ 저감잠재량(또는 정성적 효과)

- 기후변화협약에 따른 국가보고서 제출 시 산림부문의 온실가스 통계 및 전망 작성에 기여하는 동시에 교토의정서에 따른 우리나라의 산림부문 탄소배출권 잠재력 평가에 기여함.

○ 저감잠재량 산출근거(또는 정성적 효과 타당성)

- 본 과제는 산림 내 탄소량 조사, 산림경영 활동 자료 DB 구축, 탄소 흡수/배출 계수 개발, 임업 및 임산업의 탄소수지 모델 개발, 목제품 탄소계정 개발 등을 통해 산림부문의 온실가스 통계 및 탄소배출권 잠재력을 평가하는 시스템을 구축하는 것으로, 국가보고서 작성 및 Post-2012 의무감축 가입에 따른 탄소배출권 획득 시 산림의 탄소흡수량 통계 및 전망 분석이 가능함(2011년까지 통계시스템 구축).

□ 사업추진 내용

○ 연도별 추진 내용과 소요예산

- 연차별 사업 내용은 2008년 산림 내 탄소축적량 조사, 산림활동 자료 데이터베이스 구축, 탄소흡수 및 배출계수 데이터베이스 구축, 목제품 탄소계정 방법 분석, 탄소배출권 잠재력 평가 등의 사업이 추진될 계획임. 2009~012

- 년까지의 사업도 2008년과 유사한 사업이 지속되는 것으로 계획하고 있음.
- 사업비는 2008년 7억원, 2008~2012년까지 5년간 총 41억원이 투입될 계획임.

표 5-5. Post 2020대응 산림탄소계정 시스템 구축사업 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림 내 탄소 축적량 조사(전국의 20%)</li> <li>○ 산림활동 자료 DB 시스템 구축               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산림관련 경영활동 이력 및 현황</li> <li>- 산림관련 토지이용 현황 및 변화정보</li> </ul> </li> <li>○ 탄소 흡수/배출계수 DB 구축(6개 수종)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 목재기분밀도, 바이오매스 확장계수, 탄소전환계수 등</li> </ul> </li> <li>○ 목제품 탄소계정 방법 분석</li> <li>○ 온실가스 통계 및 탄소배출권 잠재력 평가</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림 내 탄소 축적량 조사(전국의 20%)</li> <li>○ 산림활동 자료 DB 시스템 구축</li> <li>○ 탄소 흡수/배출계수 DB 구축(6개 수종)</li> <li>○ 목제품 탄소계정 방법 적용성 분석</li> <li>○ 온실가스 통계 및 탄소배출권 잠재력 평가</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림 내 탄소 축적량 조사(전국의 20%)</li> <li>○ 산림탄소계정 및 보고 시스템 개발</li> <li>○ 목제품 유통 DB 및 관리체계 분석</li> <li>○ 온실가스 통계 및 탄소배출권 잠재력 평가</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림 내 탄소 축적량 조사(전국의 20%)</li> <li>○ 산림탄소계정 및 보고 시스템 보완</li> <li>○ 목제품 유통 DB 및 관리체계 분석</li> <li>○ 온실가스 통계 및 탄소배출권 잠재력 평가</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림 내 탄소 축적량 조사(전국의 20%)</li> <li>○ 임업 및 임산업 탄소수지 모델 개발</li> <li>○ 목제품 유통 DB 및 관리체계 분석</li> <li>○ 온실가스 통계 및 탄소배출권 잠재력 평가</li> </ul>

○ 연관성 및 시너지 효과

- 농·축산분야와 연계 시 2006 IPCC 가이드라인에 따른 농업, 임업 및 토지이용 분야의 온실가스 통계시스템 구축이 가능함.
- 에너지와 산업분야 등과 연계하면 국가 온실가스통계시스템 구축도 가능함.

## □ 과제성과 평가 방안

### ○ 자체평가 계획

- 기후변화대응을 위해 자체적으로 구성하여 운영하고 있는 “기후변화협약 산림대책단”의 평가/자문위원(7명)을 통해 평가토록 하며, 평가시기와 과정을 보면 상반기 모니터링하고 연말에 사업부서 자체평가 후 평가위원 평가방식으로 운용함.
- 평가방법은 집행실적에 대해 체크리스트 평가로 이루어지고, 평가위원은 분야별7명(산림경제 2, 산림생태 1, 산림측정 1, 산림경영 1, 산림환경 1, 산림산업 1)의 전문가로 구성함.
- 평가결과는 기후변화협약에 의무적으로 제출하게 되어 있는 국가보고서 중 산림부문의 온실가스 통계 및 전망 작성에 활용토록 함.
- 기후변화대응 종합대책 및 자체계획 수립 시 온실가스 저감 잠재량 분석, 목표 설정 및 평가에 활용토록 하고, 평가결과 미흡한 부문은 수정 및 보완하고 자체 성과평가계획에 반영토록 함.
- 과제의 성과지표로는 연차별 계획에 의한 탄소축적량 조사 및 모니터링 실시 정도, 산림활동 및 목재유통 DB, 흡수/배출계수 개발의 정확성 정도, 산림탄소계정 시스템 구축의 기한 내 완료 여부 및 정확성 정도 등을 설정함.

### ○ 과제성과의 타당성 제시

- 산림탄소계정 시스템 구축이 완료될 경우, 탄소흡수 잠재량 및 전망 분석이 가능하므로, 기후변화 대응 산림부문의 각종 계획수립에 활용토록 하며, 성과물은 산림 내 탄소축적 모니터링 결과 보고서, 수종별 탄소 흡수/배출계수, 산림탄소계정 시스템(프로그램) 등으로 설정함.

## 2.2.4. 농업부문 온실가스 수요행태 정보구축

### □ 사업개요

- 국제적인 기후변화협약에 따라 온실가스의 의무감축이 이행되면 농업부문에 대한 과급영향도 클 것으로 예상됨.
  - 농업부문은 온실가스의 흡수 및 배출기능을 동시에 지니고 있으며, 농업 활동에 따른 온실가스의 배출량에 대한 추정 연구는 추진 중에 있지만, 배출원의 소비행태에 관한 연구는 전무한 실정임.
  - 따라서 온실가스 배출원의 소비행태별 배출량 추정을 통해 배출원의 과잉 투입을 막고, 통계구축을 통해 지속적으로 관리할 필요가 있음.
- 온실가스 소비행태통계 구축 사업의 목적
  - 농업부문에 있어서의 온실가스 배출원의 소비행태를 분석하고, 각 소비행태별 온실가스 배출량을 추정함으로써 온실가스 배출에 대한 체계적인 관리와 감축에 기여하기 위함임.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 온실가스 통계 관련 “국가 인벤토리 작성체계 구축”, “국가 고유 온실가스 배출계수 개발 및 관리” 과제 등과 관련됨.
  - 농업활동을 통한 온실가스 배출량의 측정 및 배출원의 소비행태 분석은 전체적인 온실가스의 배출량 감축이라는 국가전략에 부합함.
- 관련분야의 국내외 연구동향
  - 2013년 기후변화협약의 발효를 앞두고 기후변화협약이 농업분야에 미칠 수 있는 과급영향 및 농업부문의 온실가스 배출량 추정에 관한 연구는 정부와 민간을 중심으로 이루어져 왔음.
  - 하지만 농업활동에 있어서의 온실가스 배출원 소비행태에 관한 연구는 전무한 상황으로 이에 대한 분석이 시급한 실정임.

□ 기대 효과

- 정성적 효과
  - 농업활동에 투입되는 온실가스 배출원에 대한 지속적이고 체계적인 관리로 배출원 투입량 절감을 통한 실질적인 온실가스 감축에 기여할 수 있음.
- 정성적 효과 타당성
  - 농기계, 시설 등의 난방용 에너지 및 화학비료의 사용 등 온실가스 배출원의 투입을 조절할 수 있음.

□ 사업추진 내용

- 연도별 추진 내용과 소요예산
  - 연차별 사업 내용은 수도권, 원예, 축산분야의 온실가스 소비행태 분석 및 각 부문별 온실가스 배출량 산출 등을 수행함.

표 5-6. 온실가스 소비행태통계 구축사업 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기후변화협약이 농업에 미치는 과급영향 분석</li> <li>○ 농업부분의 온실가스 배출 유발원 구조 분석</li> <li>○ 농업부문 온실가스 배출원의 소비행태 유형화 및 분석</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수도권부분의 온실가스 배출원 소비행태 분석</li> <li>○ 화학비료, 농기계사용 등에 의한 온실가스 배출량 산정</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원예분야 온실가스 배출원 소비행태 분석</li> <li>○ 농기계, 난방용 에너지원 등에 의한 온실가스 배출량 산정</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 축산분야 온실가스 배출원 소비행태 분석</li> <li>○ 축산시설 전력 및 에너지원 등에 의한 온실가스 배출량 산정</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 각 부문별 온실가스 배출원 소비행태별 배출량 추이 분석</li> <li>○ 기후변화협약에 대응한 농업정책 제언</li> </ul>

- 사업추진 소요예산은 2008년 7천만원, 2009~2011년 1억원, 2012년 8천만 원을 투입하여 5년간 총 4억 5천만원이 투입될 예정임.



○ 연관성 및 시너지 효과

- 농업부문의 온실가스 배출량 감축을 통한 배출권 거래 참여는 비농업부문의 온실가스 저감 비용 하락에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상됨.

□ 과제성과 평가 방안

○ 자체평가 계획

- 작물, 원예, 축산 등 각 분야별 전문가들이 참가하는 평가팀을 구성 연 2회 중간진도관리 및 평가회를 개최하여 각 부문별 온실가스 배출원의 구조 및 배출량 산정방법의 적정성 등을 검증함.
- 평가결과는 차기년도 사업에 반영하고, 우수결과에 대해서는 시책건의 및 영농활용, 논문게재, 각종 언론 홍보 등 기후변화협약에 관한 대국민 홍보를 실시함.
- 과제성과지표는 농업부문별 온실가스 유발원 확인 및 소비행태별 배출량 측정 등을 설정함.

○ 과제성과의 타당성 제시

- 기후변화협약은 농업분야에 있어서도 피해갈 수 없는 일이며, 온실가스 배출권 거래에 있어서도 농업의 비중이 매우 크므로 지속적인 배출량 감축을 위해서는 배출원의 소비행태 분석을 통한 시계열 통계의 집적이 필요함.

## 2.3. 온실가스감축

### 2.3.1. 질소질 비료 감축

□ 사업개요

- 질소질 비료 감축은 농림분야 온실가스 배출감소에 기여하며, 저감 잠재량 산출을 통해 온실가스 통계구축과 연계가 가능함.

- 질소질 비료 감축 사업의 목적
  - 집단적인 친환경농업생산 지구 및 단지조성과 유기질비료 지원, 겨울철 녹비작물 재배 등을 통하여 화학비료(질소비료)의 사용을 줄임으로서 온실가스 배출원인 아산화질소( $N_2O$ )의 발생을 감축시키는데 있음.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 신규 과제로서 기존과제와 연관되지 않음.
  - 친환경농산물을 생산하는 집단적 생산단지(소규모)와 지구(대규모) 조성, 유기질비료 지원, 겨울철 녹비작물 재배 등으로 화학비료 사용을 줄여 온실가스 배출을 감소시킴과 동시에 친환경농업으로 환경보전과 지속가능한 농업기반 조성에 기여함.

#### □ 기대 효과

- 저감잠재량: 822,533 CO<sub>2</sub>톤 (2012년 기준)
  - 유기질비료 지원(40,128 CO<sub>2</sub>톤), 겨울철 녹비작물 재배사업(782,405 CO<sub>2</sub>톤)을 통하여 2012년 기준 총 822,533 CO<sub>2</sub>톤을 감소시킬 수 있음.
- 저감잠재량 산출근거
  - 유기질비료 지원= 유기질비료 공급량(12,000천톤) × 0.55(돈분기준 비료당량: 화학비료대비 질소비료 함량) × 6.08 CO<sub>2</sub>kg(질소비료 단위질량(kg)당 이산화탄소 환산배출량)
  - 겨울철 녹비작물 재배사업= 푸른들가꾸기 사업면적(1,150천ha) × 1,500kg(ha당 녹비작물 평균 생산량) × 0.0746(녹비작물 1kg당 질소비료대체량(추정치)) × 6.08 CO<sub>2</sub>kg(질소비료 단위질량(kg)당 이산화탄소 환산배출량)

#### □ 사업추진 내용

- 연도별 추진 내용
  - 연차별 사업 내용은 2012년까지 유기질비료 12,000천톤을 지원하며, 겨울철 녹비작물 재배사업을 1,150천ha로 확대함.

표 5-7. 질소질 비료 감축사업 연도별 추진내용

단위: CO<sub>2</sub>톤

연 도	계 획	기대효과
2008	○ 유기질비료 1,800천톤 지원 ○ 겨울철 푸른들가꾸기 사업 150천ha	107,287
2009	○ 유기질비료 2,100천톤 지원 ○ 겨울철 푸른들가꾸기 사업 175천ha	125,168
2010	○ 유기질비료 2,400천톤 지원 ○ 겨울철 푸른들가꾸기 사업 200천ha	143,049
2011	○ 유기질비료 2,700천톤 지원 ○ 겨울철 푸른들가꾸기 사업 225천ha	160,930
2012	○ 유기질비료 3,000천톤 지원 ○ 겨울철 푸른들가꾸기 사업 400천ha	286,098

- 연관성 및 시너지 효과와 소요예산
  - 친환경농업지구조성 사업 확대를 통한 실천기반 확대와 유기질비료 지원, 겨울철 녹비작물 재배 등을 통하여 화학비료(질소비료)의 사용을 줄여 온실가스 배출원인 아산화질소 배출 감축에 기여함.
  - 사업비는 2008~2012년 까지 국고 5,051억원(89.9%), 지방비 566억원(10.1%)으로 총 5,617억원이 투입될 예정임.

#### □ 과제성과 평가 방안

- 자체평가 계획
  - 매년 말 외부 전문가를 위촉하여 과제 성과를 평가하고, 평가결과에 따라 차기연도 추진 시 과제 보완, 통합 또는 폐지토록 함.
  - 과제 성과지표로 질소질 비료 감축계획 대비 실적(=실적/계획×100%), 유기질비료 지원계획 대비 실적(=실적/계획×100%) 등을 설정함.
- 과제성과의 타당성 제시
  - 온실가스 배출원으로서 화학비료(질소비료) 사용 절감이라는 과제목적에 부합하고, 친환경농업 생산기반 확대 및 유기질비료 지원 사업으로 활용 가능함.

## 2.3.2. 축산분야 메탄가스 감축

### □ 사업개요

- 기후변화협약에 따른 온실가스 감축과 관련하여 축산분야의 메탄가스 등 감축방안 마련이 필요함.
- 축산분야 메탄가스 감축사업의 목적
  - 액비저장조 설치 확대 및 공동자원화시설 확충을 통하여 축산분야의 메탄가스를 저감함.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 제3차 종합대책의 “반추가축 장내발효 개선”, “축산분뇨 자원화 연구” 과제 등을 통합함.
  - 가축분뇨 자원화 처리는 가축으로부터 유래되는 메탄과 이산화탄소 등의 발생량을 감소시킴으로써 온실가스 감소 전략목표와 부합함.

### □ 기대 효과

- 가축분뇨 자원화시설 설치 확대(시설개선 포함)에 따른 1,322천톤 CH<sub>4</sub> 감소

표 5-8. 시설개선에 따른 온실가스 감축(돼지)

단위: 천두, 톤

	2008	2009	2010	2011	2012	계
사육두수	9,310	9,130	9,120	9,126	9,131	45,817
기존시설 처리시 메탄발생량(A)	1,704	1,671	1,669	1,670	1,671	8,385
시설개선시 메탄감소량(B)	88	176	264	353	441	1,322
A-B	1,616	1,495	1,405	1,317	1,230	7,063
감축율(%)	5	11	16	21	26	-

## □ 사업추진 내용

### ○ 연도별 추진 내용

- 연차별 사업 내용은 액비저장시설은 매년 650개소를 설치하여 2012년까지 총 3,250개소를 설치, 공동자원화시설은 매년 10개씩 증가시켜 2012년까지 총 50개를 설치함.

표 5-9. 축산분야 메탄가스 감축사업 연도별 추진내용

단위: CH<sub>4</sub>톤

연 도	계 획	기대효과
2008	○ 액비저장조 설치 확대(650개소) ○ 공동자원화시설 확충(10개소)	88
2009	○ 액비저장조 설치 확대(1,300개소) ○ 공동자원화시설 확충(20개소)	176
2010	○ 액비저장조 설치 확대(1,950개소) ○ 공동자원화시설 확충(30개소)	264
2011	○ 액비저장조 설치 확대(2,600개소) ○ 공동자원화시설 확충(40개소)	353
2012	○ 액비저장조 설치 확대(3,250개소) ○ 공동자원화시설 확충(50개소)	441

### ○ 소요예산

- 축산분야 메탄가스 감축 예산은 2008~2012년 까지 국고 1,165억원(64.7%), 지방비 525억원(29.2%), 민간부문 110억원(6.1%) 총 1,800억원이 투입될 예정임.

## □ 과제성과 평가 방안

### ○ 자체평가 계획

- 액비저장조 및 공동자원화시설 설치 실적을 토대로 연도별 목표 도달여부를 확인함.
- 평가결과를 토대로 축산분야 메탄가스 감축목표의 문제점 등을 발굴하고 목표 달성을 위한 방안마련 등에 활용함.
- 과제 성과지표로 연도별 액비저장조 및 공동자원화시설 설치 개소 등을 설정함.

- 과제성과의 타당성 제시
  - 가축의 생산성 향상으로 가축사육두수 감소효과와 그에 따른 온실가스 감소 효과로 기후변화협약 대응과 과제목적 달성에 부합하며, 기존의 혐기적 가축분뇨 자원화처리를 폭기시설 등을 갖춘 호기적 가축분뇨 자원화 처리로 개선함으로써 메탄가스 저감에 따른 온실가스 감소 효과로 기후변화협약 대응과 과제목적 달성에 부합함.

### 2.3.3. 바이오디젤용 유채재배지원

#### □ 사업개요

- 바이오디젤용 유채는 온실가스 배출 감소에 기여하며, 저감잠재량 산출을 통해 온실가스 통계구축과 연계가 가능함으로 바이오디젤용 유채 생산기술 개발이 필요함.
- 바이오디젤용 유채생산 사업의 목적
  - 겨울철 유채 재배기간 중의 CO<sub>2</sub> 흡수 및 유채油와 경유의 혼합사용을 통한 CO<sub>2</sub> 배출량 저감을 통해 온실가스 배출원인 이산화탄소 발생을 감축함.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 바이오디젤용 유채재배지원 사업은 신규 과제로서 기존과제와 연관되지 않음.
  - 바이오디젤 사용으로 인한 CO<sub>2</sub> 배출량 경감 및 에너지 수입대체, 농가소득 증대 등의 경제적 효과, 국산 바이오디젤 생산기술의 축적과 기술개발 등에 기여함.

#### □ 기대 효과

- 저감잠재량(또는 정성적 효과) : 11,904 CO<sub>2</sub>톤(2008 ~ 2012)
  - 1,500ha에서 원료용 유채 재배 시 5,952 CO<sub>2</sub>톤의 배출저감 효과가 있음.

- 저감잠재량 산출근거(또는 정성적 효과 타당성)
  - 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA) 모델을 이용하여 분석한 결과 국내산 원료로 생산된 바이오디젤은 경유에 비해 77~79% 정도의 온실가스 저감효과가 있음.
  - ※ 저감잠재량 추정방식은 EIA·US 에너지부의 “2002년도 연료·에너지 원 코드 및 배출계수” 를 기초로 산정하였음.

## □ 사업추진 내용

- 연도별 추진 내용과 소요예산
  - 바이오디젤 원료로서 유채생산 지원사업 시범추진(2007~2009) 후 2010년 이후는 시범사업 평가 후 사업 확대를 검토함.
  - 2008~2009년간 총 52억원(국고: 70.6%, 지방비: 29.4%)이 투입될 예정임.

표 5-10. 바이오디젤용 유채 생산사업 연도별 추진내용

단위: CO<sub>2</sub>톤

연 도	계 획	기대효과
2008	○ 3개 지구에서 1,500ha 재배 실시 - 유채씨 6천톤 생산, BD(바이오디젤) 2.4천kl 생산	5,952
2009	○ 3개 지구에서 1,500ha 재배 실시 - 유채씨 6천톤 생산, BD(바이오디젤) 2.4천kl 생산	5,952
2010	○ 시범사업(2008~2009) 평가 후 사업 확대 검토	-
2011	○ 시범사업 평가 후 사업 확대 검토	-
2012	○ 시범사업 평가 후 사업 확대 검토	-

주: 유채는 동계작물로 당해 가을에 파종하여 다음해에 생산됨. 예산편성의 경우 2009년까지 시범사업으로 편성하고 2010년 이후는 시범사업 평가 후 사업을 확대토록 검토함.

- 연관성 및 시너지 효과
  - 본 사업은 바이오디젤 원료작물(유채)의 국내재배와 농가소득 증대에 기여하기 위한 사업으로 관련부처(산자부, 환경부)의 청정에너지 개발·보급 사업과 연계하여 추진할 경우 시너지 효과발생이 가능함.

## □ 과제성과 평가 방안

- 자체평가 계획
  - 매년 말 외부 전문가를 위촉하여 평가하고 평가결과는 차기년도 사업추진 체계 개편, 예산편성 시 활용함.
  - 과제 성과지표로 재배면적 확대계획 대비 실적(=실적/계획×100%)을 설정함.
- 과제성과의 타당성 제시
  - 에너지작물 생산 확대지원 사업으로 활용함.

## 2.3.4. 목재이용 및 목질계 바이오 에너지화 기반구축

### □ 사업개요

- 목재 및 목질계 바이오매스 이용은 UNFCCC의 이산화탄소 배출 저감 수단과 친환경적인 청정에너지의 대안으로 부각되고 있으며, 목제품 탄소계정 논의 동향에 따라 탄소 저감원으로 중요성이 점차 증대되고 있음.
- 제4차 IPCC 종합보고서에 따르면 목재를 이용한 온실가스 감축 방안은 두 가지 측면에서 온실가스 감축효과를 가져옴.
  - 첫째는 가공에너지가 많이 드는 에너지 원자재인 알루미늄이나 강재를 가공에너지가 적게 드는 목재로 대체함으로써 온실가스 감축효과를 가져오는 것임.
  - 둘째, 목재를 화석연료를 대체하는 탄소 중립적 재생가능에너지인 바이오에너지로 활용하는 것으로서, 그만큼의 온실가스 감축효과를 가져옴.
- 목재는 재생 가능한 천연자원, 장기적으로 탄소를 고정할 수 있는 기능을 보유하고 있음.
  - 국가 온실가스 저감에 기여하기 위해서는 목재이용을 활성화하고 숲가꾸기 산물 수집 및 이용, 폐목재의 재활용, 목질계 바이오매스의 에너지화 등을 적극 추진할 필요가 있음.



- 목재이용 및 목질계 바이오에너지화 기반구축 사업의 목적
  - 탄소를 장기적으로 고정할 수 있는 목재(폐목재 포함) 이용 활성화 및 목질계 바이오에너지화 기반 구축에 있음.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 제3차 종합대책의 “신·재생에너지 보급 확대”, “바이오디젤 등 청정연료 보급 확대” 과제 등을 통합함.
  - 목재(폐목재 포함) 및 목질계 바이오매스 이용은 장기적으로 탄소를 고정할 수 있으며, 화석연료의 대체재로서 활용이 가능하므로 이용 활성화를 위한 기반을 구축하는 것도 온실가스 감축효과에 기여함.
- 관련분야의 국내외 연구동향
  - 국내의 경우 정부(산업자원부)가 신재생에너지 공급량을 2011년까지 5%까지 확대할 계획(2006년말 현재 5,300천TOE로 총 1차 에너지 소비의 2.27% 수준) 중에 있으며, 국내 목질계 바이오매스 이용량은 2005년 현재 318천TOE로 1차 에너지 중 0.14%이나 2000년 이후 연평균 14%씩 증가하고 있음.
  - 국외의 경우 핀란드는 2005년 1차 에너지 사용량 중 재생에너지 비중이 23.6%이며, 이 가운데 85%가 목질계 바이오매스 임. 주 연료는 피트, 펠렛, 숲가꾸기 부산물임이며 2002년 에너지 보조금 중 63%인 20.9백만 유로가 목질계 바이오에 투자됨.
  - 스웨덴은 1990년 탄소세 부과로 바이오매스 이용이 증가하고 있으며 2004년 기준 목질계 바이오매스 비중은 15.2%임.
  - 한편 일본은 2005년 재생에너지를 이용한 발전량이 8.8%이며 이 가운데 바이오매스에 의한 발전량은 7.6%임.

## □ 기대 효과

- 저감잠재량
  - 숲가꾸기 부산물 및 폐목재를 수집하여 난방연료로 활용하고, 건축물에 목재이용을 활성화함으로써 온실가스의 장기 저장 및 탄소배출 저감에 기여함.

○ 저감잠재량 산출근거

- 산림바이오매스 및 바이오 에탄올은 친환경적이며 탄소 저배출형 소재로서 석유, 석탄 등을 난방연료로 사용할 경우보다 이산화탄소 배출량이 적음.

□ 사업추진 내용

○ 연도별 추진 내용

- 연차별 사업 내용은 2012년까지 숲가꾸기 산물 6,555천m<sup>3</sup> 수집 및 이용, 화목보일러 5,000대 보급, 목재문화 체험장 5개, 목재교실 25개소 조성, 폐 목재 이용을 위한 폐기물관리법령 개정 등으로 이루어짐.

표 5-11. 목재이용 및 목질계 바이오에너지화 기반구축사업 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 숲가꾸기 산물 1,145천m<sup>3</sup>, 화목보일러 1,000대</li> <li>○ 목재문화체험장 1개소, 목재교실 5개소 조성</li> <li>○ 폐기물관리법 등 관련법령 보완</li> <li>○ 국산재의 공학목재화 기술개발</li> <li>○ 목질계 고체연료의 규격 표준화</li> <li>○ 초임계수에 의한 목질계 당화기술 개발</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 숲가꾸기 산물 1,335천m<sup>3</sup>, 화목보일러 1,000대</li> <li>○ 목재문화체험장 1개소, 목재교실 5개소 조성</li> <li>○ 한국형 목조건축 시스템 개발</li> <li>○ 목질바이오매스의 당화 전처리, 공정기술 개발</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 숲가꾸기 산물 1,355천m<sup>3</sup>, 화목보일러 1,000대</li> <li>○ 목재문화체험장 1개소, 목재교실 5개소 조성</li> <li>○ 목제품 LCA 분석 및 목조건축의 내진구조 개발</li> <li>○ 목질 바이오오일 생산 및 특성 분석, 당화공정 개발</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 숲가꾸기 산물 1,355천m<sup>3</sup>, 화목보일러 1,000대</li> <li>○ 목재문화체험장 1개소, 목재교실 5개소 조성</li> <li>○ 목질 바이오 오일의 개질 변형 연구</li> <li>○ 목질당화 및 미생물을 이용한 에탄올 발효 연구</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 숲가꾸기 산물 1,365천m<sup>3</sup>, 화목보일러 1,000대</li> <li>○ 목재문화체험장 1개소, 목재교실 5개소 조성</li> <li>○ 목질계 바이오연료의 활용방안 연구</li> </ul>

○ 소요예산

- 사업추진 소요예산은 2008~2012년 까지 국고 1,324억원(53.3%), 지방비 909억원(36.6%), 민간부문 252억원(10.2%) 총 2,485억원을 투입할 예정임.
- 국고의 경우 숲가꾸기 산물수집 1,112억원, 화목보일러 공급 500억원, 목재교실 운영 등 64억원, 목재이용연구 71억원, 바이오에너지화 연구에 27억원을 투입함.
- 지방비는 숲가꾸기 산물수집 889억원, 화목보일러 공급에 20억원을 투입함.
- 민간부문은 숲가꾸기 산물수집 222억원, 화목보일러 공급에 30억원을 투입함.

○ 연관성 및 시너지 효과와 소요예산

- 목질계 바이오매스는 국가 신재생에너지 정책, 폐목재는 폐기물 재활용 정책, 목재이용을 위한 목조주택은 주거정책과 연계하여 추진할 경우 효과가 증대됨.

□ 과제성과 평가 방안

○ 자체평가 계획

- 기후변화대응을 위해 자체적으로 구성하여 운영하고 있는 “기후변화협약 산림대책단”의 평가/자문위원(7명)을 통해 평가토록 하며, 평가시기와 과정을 보면 상반기 모니터링하고 연말에 사업부서 자체평가 후 평가위원 평가방식으로 운용함.
- 평가방법은 집행실적에 대해 체크리스트 평가로 이루어지고, 평가위원은 분야별7명(산림경제 2, 산림생태 1, 산림측정 1, 산림경영 1, 산림환경 1, 산림산업 1)의 전문가로 구성함.
- 평가결과는 국가 신재생에너지/폐기물재활용 정책수립과 국가 온실가스 저감 잠재량 분석에 활용토록 하고, 평가결과 미흡한 부문은 수정 및 보완하고 자체 성과평가계획에 반영토록 함.
- 과제 성과지표로 각 사업별 목표대비 실적 달성도, 목질계 바이오매스 이용 증가율, 시스템 개발여부, 바이오에너지의 상용화 가능 여부 등을 설정함.

○ 과제성과의 타당성 제시

- 목질계 바이오에너지화 연구결과는 경제적 타당성을 검토하여 발전소, 자동차,

난방 연료 등의 대체연료로서 “신재생에너지 기본계획”에 반영하여 상용화 추진에 활용토록 하며, 성과물은 숲가꾸기 산물 실적보고서, 폐목재 재활용실적 보고서, 목재문화 체험장 조성 실적 보고서, 연구보고서 등으로 설정함.

### 2.3.5. 산림의 탄소흡수원 유지 및 증진

#### □ 사업개요

- 교토의정서와 마라케쉬합의문 등 국제기준에 부합한 산림 활동인 신규조림·재조림·산림전용 및 산림경영·식생복구 활동을 지속적으로 추진하여 산림 탄소흡수원을 증진시킴.
  - 교토의정서 3.3조에 의한 신규조림 및 재조림은 1970~1980년대 조림 성공으로 인해 대상지역을 찾기 어려워 사업 추진에 한계가 있음.
  - 따라서 교토의정서 3.3조에 의한 산림전용 억제, 3.4조에 의한 숲가꾸기 사업과 도시숲 및 학교숲 조성 등 식생복구 사업을 통해 탄소흡수량을 확충시키는 사업의 필요성이 높아짐.
- 산림의 탄소흡수원 유지 및 증진 사업의 목적
  - 제2차 공약기간 감축의무부담 시 우리나라 전체 산림에 대해 탄소배출권을 인정받기 위한 산림경영·관리 및 식생복구활동을 추진하는데 목적이 있음.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 기후변화협약 제3차 종합대책의 “숲가꾸기 사업 확대”, “도시숲 조성 및 관리사업 추진” 과제와 연관됨.
  - 산림전용 억제를 통해 산림부문의 탄소 배출을 감소시키고, 숲가꾸기 사업을 통해 탄소흡수량을 증진시키며, 유휴토지 조림, 도시숲 및 학교숲 조성을 통해 새로운 탄소흡수원을 확보함으로써 국가 전체 온실가스 감축에 기여함.
- 관련분야의 국내외 연구동향
  - 국내에서는 산림청에서 2005년 “기후변화협약대응 탄소흡수원 확충 기본계획(2005~2017)”을 수립하여 2017년까지 365만ha의 숲가꾸기 사업을 추진할 예정임.

- 국외연구 현황으로 IPCC 4차 종합보고서(Working Group III)에서는 신규 조림, 산림전용 억제, 산림재해 방제, 산림경영관리(숲가꾸기 등), 목제품 내 탄소 증진, 목재 바이오에너지 및 목재원료 사용 증대 등을 산림부문에서의 주요 저감 방안으로 기술하고 있음.
- 일본은 “지구온난화방지 산림흡수원 10개년 계획(2003~2012)”을 수립하여, 전체 산림면적 2,510만ha 중 육성림 1,160ha은 숲가꾸기 사업을 실시하고 천연림 590만ha는 치산시설 설치 등 관리활동을 통해 산림부문에서 4,767만 CO<sub>2</sub>톤의 탄소배출권 확보를 목표로 추진하고 있으며, 또한 도시공원, 도로변, 강, 침식지역의 녹화, 개인 소유의 녹색지역 보호, 건물 옥상 또는 벽면 녹화, 항구 및 부두 녹화 등 식생복구 활동으로 공약기간 중 매년 28만 CO<sub>2</sub>톤을 추가적으로 확충할 계획으로 있음.
- 이탈리아는 1990년 이후 낙농업 구조조정으로 발생한 잉여초지를 산림으로 전환하는 신규조림·재조림 정책을 추진하고 있음.
- 영국은 신규조림·재조림 정책을 추진하여 1990~2010년까지 60만 CO<sub>2</sub>톤의 온실가스를 감축할 계획임.
- 뉴질랜드는 신규조림·재조림을 통해 얻어진 탄소량 만큼 산주에게 권리를 귀속시키는 영구 산림흡수원 정책을 수립하고 2008년부터 시행할 예정임.

## □ 기대 효과

- 탄소흡수 잠재량(2012 까지): 총 17백만 CO<sub>2</sub>톤
  - 산림경영관리사업 추진: 17백만 CO<sub>2</sub>톤, 도시숲 조성: 5천 CO<sub>2</sub>톤, 학교숲 조성: 1천 CO<sub>2</sub>톤, 유휴토지 조림: 26천 CO<sub>2</sub>톤
- 탄소흡수 잠재량 산출근거(2008 ~ 2012)
  - 산림경영: [경영림 성장량(m<sup>3</sup>) - 경영림 벌채량(m<sup>3</sup>)] × 전환계수(CO<sub>2</sub>톤/m<sup>3</sup>)<sup>7</sup>
  - 도시숲 조성: 도시숲 면적(ha) × 연평균 탄소흡수량(CO<sub>2</sub>톤/ha)
  - 학교숲 조성: 학교숲 면적(ha) × 연평균 탄소흡수량(CO<sub>2</sub>톤/ha)

<sup>7</sup> Post -2012 경영림 흡수에 대한 탄소배출권 인정율은 아직 미정임.

- 유희토지 조립: 유희토지 조립면적(ha) × 연평균 탄소흡수량(CO<sub>2</sub>톤/ha)<sup>8</sup>

## □ 사업추진 내용

### ○ 연도별 추진 내용과 소요예산

- 연차별 사업내용은 주로 산지관리 공간정보시스템 구축, 숲가꾸기 사업 실행, 식생복구를 위한 유희토지조립 및 도시숲 조성 등으로 이루어짐.

표 5-12. 산림의 탄소흡수원 유지 및 증진 연도별 추진내용

단위: 만 CO<sub>2</sub>톤

연 도	계 획	기대효과 (누계치)
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산지전용타당성 평가제도 도입 검토</li> <li>○ 산지관리 공간정보시스템 구축</li> <li>○ 숲가꾸기 사업 실행 187천ha</li> <li>○ 식생복구를 위한 유희토지조립 및 도시숲 조성 등               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유희토지 조립 420ha, 도시숲 조성 179ha, 학교숲 조성 38ha</li> </ul> </li> <li>○ 도시림 실태조사 및 정보시스템 구축</li> </ul>	1,000
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산지전용타당성 평가제도 도입</li> <li>○ 산지관리 공간정보시스템 구축</li> <li>○ 숲가꾸기 사업 실행 212천ha</li> <li>○ 식생복구를 위한 유희토지조립 및 도시숲 조성 등               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유희토지 조립 424ha, 도시숲 조성 202ha, 학교숲 조성 39ha</li> </ul> </li> <li>○ 도시림 실태조사 및 정보시스템 구축</li> </ul>	1,200
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산지전용타당성 평가제도 운영</li> <li>○ 산지관리 공간정보시스템 구축</li> <li>○ 숲가꾸기 사업 실행 232천ha</li> <li>○ 식생복구를 위한 유희토지조립 및 도시숲 조성 등               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유희토지 조립 425ha, 도시숲 조성 225ha, 학교숲 조성 40ha</li> </ul> </li> </ul>	1,400
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림개발제한 인센티브제 도입 검토</li> <li>○ 산지관리 공간정보시스템 구축</li> <li>○ 숲가꾸기 사업 실행 239천ha</li> <li>○ 식생복구를 위한 유희토지조립 및 도시숲 조성 등               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유희토지 조립 394ha, 도시숲 조성 248ha, 학교숲 조성 41ha</li> </ul> </li> </ul>	1,500
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림개발제한 인센티브제 도입</li> <li>○ 산지관리 공간정보시스템 구축</li> <li>○ 숲가꾸기 사업 실행 239천ha</li> <li>○ 식생복구를 위한 유희토지조립 및 도시숲 조성 등               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유희토지 조립 500ha, 도시숲 조성 271ha, 학교숲 조성 42ha</li> </ul> </li> </ul>	1,700

8 도시숲, 학교숲, 유희토지 사업은 흡수 잠재량 산출 대상면적이 매년 누적 확대됨.

- 사업추진 소요예산은 2008~2012년 까지 국고 1조 1,609억원(50.6%), 지방비 9,329억원(40.7%), 민간부문 2,008억원(8.8%) 총 2조 2,946억원이 투입될 예정임.
  - 국고의 경우 산림전용 억제 260억원, 숲가꾸기 사업 1조 4억원, 유휴토지 조림 50억원, 도시숲·학교숲 사업에 1,259억원을 투입함.
  - 지방비는 숲가꾸기 사업 8,004억원, 유휴토지 조림 14억원, 도시숲·학교숲 사업에 1,311억원을 투입함.
  - 민간부문은 숲가꾸기 사업 2,001억원, 유휴토지 조림 7억원을 투입함.
- 연관성 및 시너지 효과
- 산림은 교토의정서 상 유일한 탄소흡수원으로서 탄소흡수량 증진은 상대적으로 에너지 및 산업부문의 배출감축부담을 줄일 수 있으며, 산림경영 활동을 통해 탄소흡수량을 인정받을 경우 경제변동에 영향을 받지 않는 지속적인 흡수량 확보가 가능함. 또한 수원함양, 국토보전 등 산림의 공익적 기능을 최적으로 발휘할 수 있고, 특히 사회적 일자리 창출을 통한 고용증대효과(2006년 3천명)를 가져올 수 있음.

## □ 과제성과 평가 방안

- 자체평가 계획
- 기후변화대응을 위해 자체적으로 구성하여 운영하고 있는 “기후변화협약 산림대책단”의 평가/자문위원(7명)을 통해 평가토록 하며, 평가시기와 과정을 보면 상반기 모니터링하고 연말에 사업부서 자체평가 후 평가위원 평가방식으로 운용함.
  - 평가방법은 집행실적에 대해 체크리스트 평가로 이루어지고, 평가위원은 분야별7명(산림경제 2, 산림생태 1, 산림측정 1, 산림경영 1, 산림환경 1, 산림산업 1)의 전문가로 구성함.
  - 평가결과는 국제협상 자료, 국가 온실가스 감축 잠재량 분석 등 탄소흡수원 관련 각종 계획 수립 시 활용토록 하고, 평가결과 미흡한 부문은 수정 및 보완하고 자체 성과평가계획에 반영토록 함.

- 과제 성과지표로 탄소흡수량 목표 대비 실적, 각 사업별 목표대비 실적 달성도 등을 설정함.
- 타당성 제시
  - 사업실적 결과는 제2차 공약기간 의무감축 가입 시 산림부문의 탄소흡수 잠재량 분석 자료로 활용하고, 성과물은 숲가꾸기 실적보고서, 유희토지 조림실적 보고서, 도시림조성 실적보고서 등으로 설정함.

## 2.4. 기후변화예측, 영향 및 적응

### 2.4.1. 기후변화에 따른 작물생산성 한반도 재배적지 변화예측 및 농업생물상 영향평가

#### □ 사업개요

- 기후변화에 따른 농작물의 생산성 및 재배적지 변화 예측·전망은 국가 식량 안보, 농산물 수급 등 농업정책 수립차원에서 필수적으로 요구됨에 따라 집중적인 연구가 필요함.
  - 특히 한반도의 온난화로 아열대 또는 열대성 병해충·잡초가 발생하거나, 국내에서는 월동 할 수 없었던 병해충·잡초가 월동이 가능해지면 병해충, 잡초에 의한 농작물 피해가 증가할 것으로 예상되어 대책 수립이 시급함.
- 국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립 사업의 목적
  - 지구온난화에 따른 농업기후 시대별 작물생산성 변동 및 작물의 재배적지 변화 예측을 통한 농업부문 영향평가 및 적응기반구축으로 국가 식량안보 정책에 반영하고, 기후변화에 따른 농업생태계 내 서식 생물군의 변동과 병해충·잡초 발생양상 변화 등 지속적인 영향평가를 통한 적응대책수립에 있음.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 제3차 정부종합대책의 “작물의 생육 및 생산성 영향 평가”를 확대 추진한



것으로 농진청 연구과제 중 “기후변화 산림생태계에 미치는 영향”, “기후 변화에 따른 생태계 변화 모니터링 사업”과제 등과 연계됨.

- 기후변화에 가장 취약한 분야인 농업부문, 특히 농작물의 생산성과 재배 환경을 분석하고 농업서식생물 및 병해충·잡초의 발생 양상 변화를 예측함으로써 국가 식량안보 정책에 필요한 농업부문 영향평가 및 적응 기반구축 목표에 부합토록 함.

○ 관련분야의 국내외 연구 현황

- 국내연구 현황으로 ‘GCM 2×CO<sub>2</sub> 기후변화 시나리오’ 따른 벼 수량변화 예측, 지구온난화에 따른 사과의 기후적 재배적지 변동 예측 등이 이루어짐.
- 국외연구 현황으로 미국, 영국 등 선진국에서는 국가차원에서 환경변화에 따른 농업생태계 내 생물상에 대한 영향평가 및 대책 연구가 추진되고 있음.

□ 기대 효과

○ 정성적 효과

- 기후변화에 따른 농업생태계 내 서식 생물상 변화 조사를 통해 농업생태계에 미치는 취약성 영향 평가 및 작물 생산량 변동을 사전에 예측하여 국가 식량안보, 농산물 수급 등 농업정책 수립에 기여함.

○ 정성적 효과 타당성

- 농업생태계 내 생물상 변화를 지속 평가함으로써 농업생물 다양성 유지대책을 마련하고 기온상승에 따른 농작물의 생산성 및 재배적지 예측으로 지속적인 농업생산 안정성 확보가 가능함.

□ 사업추진 내용

○ 연도별 추진 내용과 소요 예산

- 연차별 사업 내용은 주요 농작물의 지구온난화 영향 평가(작물별 생산성 및 재배적지 변화 예측)와 농업생태계 장기변화 관찰시스템 구축, 취약생물군 분포도 작성 및 발생변화에 대한 대책 수립 등으로 이루어짐.
- 사업추진 소요예산은 2008~2012년까지 총 32억 3천만원이 투입될 예정임.

표 5-13. 국가차원의 종합적 영향 평가 및 적응대책 수립사업 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 곡류, 과수, 사료 작물의 지구온난화 영향 평가</li> <li>- 작물별 생산성 및 재배적지 변화 예측</li> <li>○ 작물 재배지대별 주요 병해충·잡초 분포 조사</li> <li>○ 환경변화에 취약한 농업생태계 내 서식 생물군 도출</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 두류, 과수, 사료 작물의 지구온난화 영향 평가</li> <li>- 작물별 생산성 및 재배적지 변화 예측</li> <li>○ 농업생태계 장기변화 관찰시스템(eco-informatics) 구축</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 서류, 채소, 과수, 사료 작물의 지구온난화 영향 평가</li> <li>- 작물별 생산성 및 재배적지 변화 예측</li> <li>○ 기후조건에 따른 취약 생물군의 성장반응 조사</li> <li>○ 농업생태계 장기변화 관찰시스템(eco-informatics) 구축</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 채소, 사료, 기타 작물의 지구온난화 영향 평가</li> <li>- 작물별 생산성 및 재배적지 변화 예측</li> <li>○ 새로운 문제 병해충·잡초 발생생태 및 특성조사</li> <li>○ 취약 생물군의 분포도 작성</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기후변화 시나리오에 따른 농작물의 영향 평가</li> <li>- 작물별 생산성 및 재배적지 변화 예측</li> <li>○ 기후변화에 따른 병해충·잡초 발생 예측모델 개발</li> <li>○ 취약 생물군의 발생변화에 대한 대책 수립</li> </ul>

○ 연관성 및 시너지 효과

- 자연환경 변동조사사업(환경부), 기후변화 A2, B2시나리오(기상청), 기후변화에 따른 작물생산성 및 재배적지 변화예측(농진청), 기후변화에 따른 생태계 변화 모니터링 사업(환경부, 산림청, 농진청 공동) 등과의 연계를 통해 기후변화 적응기반 조기구축이 가능함.

□ 과제성과 평가 방안

○ 자체평가 계획

- 농촌진흥청 시험연구사업 지침에 의거 식생, 토양생물, 병해충, 잡초분야 전공 대학교수 및 전문가로 평가위원을 구성(내부와 외부 각각 5명, 총 10명)하여 연 2회 자체평가를 실시함.
- 평가결과는 정부시책 건의, 영농활용, 결과 홍보, 국내외 학술지 논문으로 게재토록 함.

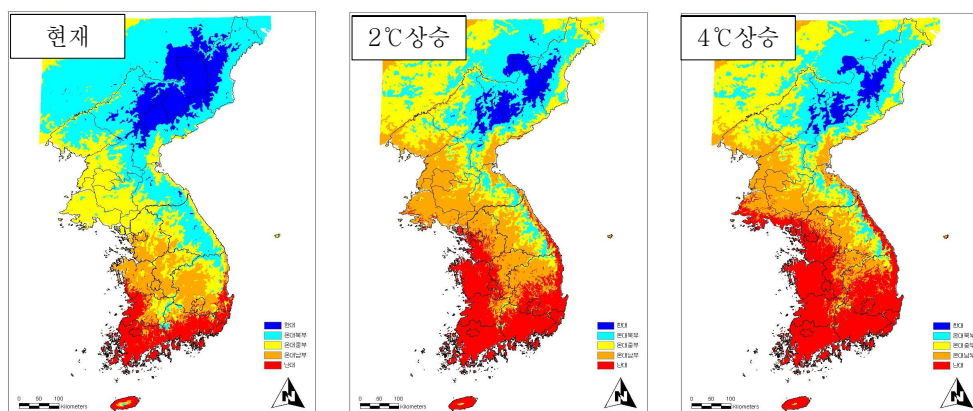
- 과제의 성과지표로 국내외 논문게재, 시책 및 영농활용, 결과홍보 등을 설정함.
- 과제성과 타당성 제시
  - 농업부문의 기후변화 취약성 및 영향평가 자료 제공으로 국가 기후변화 적응대책 수립에 기여함.

## 2.4.2. 산림·임업 부문의 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립

### □ 사업개요

- IPCC-WGⅡ(Working Group Ⅱ)에서는 온난화가 산림생태계에 심각한 영향을 미치며, 이로 인해 21세기말 지구상 생물의 100만종이 멸종위기에 처하게 될 것으로 추정하고 이에 대한 적응대책이 중요함을 강조함.
  - 국립산림과학원의 연구결과에 의하면 한반도의 경우 기온 2℃ 상승 시 난대 기후대가 중부지방까지 확대되며, 4℃ 상승 시 남한지역 대부분이 난대 기후대로 남부 해안지역은 아열대기후대로 변화할 것으로 예측함.
  - 따라서 기후변화로 인한 산림생태계 및 임업부문의 영향평가를 통해 취약하거나 민감한 부문을 도출하고 장기적인 변화 예측과 부문별 적응 대책 수립이 긴요함.

그림 5-2. 기온상승에 따른 한반도의 식생기후대 변화



- 산림·임업부문의 기후변화 영향평가 및 적응대책수립 사업의 목적
  - 기후변화로 인한 산림생태계 및 임업·임산업의 영향(취약성) 평가 및 적응대책을 수립하는데 있음.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 기후변화협약 제3차 종합대책의 “기후변화시나리오 활용기술 개발”, “기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 연구”, “기후변화에 따른 생태계 변화 모니터링 사업”, “산림병해충 집중방제”, “산불예방 및 진화 적극추진”, “자연재난종합대책수립추진” 과제와 연관됨.
  - 기후변화로 인해 산림생태계에 미치는 영향(취약성)을 평가하고 취약 및 민감한 부문에 대한 대응 및 적응 전략을 수립하는 것임.
- 관련분야의 국내외 연구현황
  - 국내연구 현황으로 기후변화가 한반도에 미치는 영향과 지구환경 관련 대책(과학기술부, 1994 ~ 1996), 산림식생대 및 산림생산성 변화 예측(국립산림과학원), 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안(한국환경정책평가연구원, 2000 ~ 2002), 한라산 등 특정지역에 대한 기후변화 영향평가 등 수행(1999, 2000, 2006), 기후변화영향평가 및 적응시스템 구축(한국환경정책·평가연구원, 2005 ~ 2006) 등이 이루어짐.

## □ 기대 효과

- 저감잠재량(또는 정성적 효과)
  - 기후변화로 인한 산림식생대의 이동, 생물의 계절적 변화, 산림생산성 변화, 생물다양성 변화, 단기소득 임산물의 생산성 변화, 산림재해에 대한 영향평가 및 예측과 사전 적응대책 수립으로 기후변화로 인한 산림생태계를 유지·보전하고 인명 및 재산 피해를 최소화할 수 있음.
- 저감잠재량 산출근거(또는 정성적 효과 타당성)
  - 산림생태계가 파괴될 경우 지구 생태계의 변화, 풍부하고 다양한 자연자원의 상실, 자연재해 발생 등으로 많은 피해가 발생할 것이며, 새로 조성할 경우에는 오랜 시간과 많은 비용이 소요되므로 사전 대비책을 강구하

여 대응하는 것이 경제·사회문화·환경적으로 효과적임.

## □ 사업추진 내용

### ○ 연도별 추진 내용과 소요예산

- 연차별 사업 주요사업 내용으로 2008년에는 기후변화가 임업 및 임산업에 미치는 영향평가와 산림보호법 제정 등 산림부문 생물다양성 증진 정책을 추진하고, 2009년에는 산림재해 영향평가와 대응책 수립, 산사태 위험판정 시스템 및 경보시스템 구축, 국제식물신품종보호동맹(International Union for Protection of New Varieties of Plants, UPOV) 도입 등을 추진함. 2010~2012년은 산림병해충 자동예보시스템 구축, 산림생태지도 및 산림생물표본 정보 구축 등을 추진하는 것으로 계획하고 있음.
- 사업추진을 소요예산은 2008년에 30억원이 투입되고, 2008~2012년까지 총 154억 5천만원이 투입될 예정임.

표 5-14. 산림·임업부문의 기후변화 영향평가 사업 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기후변화가 임업 및 임산업에 미치는 영향평가</li> <li>○ 산림보호법 제정 등 산림생물다양성 유지·증진 추진</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 임업 및 임산업에 미치는 영향평가(계속)</li> <li>○ 산림재해 영향평가 및 대응책 수립</li> <li>○ 산사태 위험판정 시스템 고도화 및 경보제 운용</li> <li>○ 국제 식물 신품종 보호동맹(UPOV) 도입</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림병해충 자동예보시스템 구축 및 운영</li> <li>○ FGIS, GPS 활용 과학적인 산불관리 시스템 구축</li> <li>○ 임업 및 임산업의 기후변화 대응책 마련</li> <li>○ 식물 신품종 보호동맹(UPOV) 운영</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정밀산림기후모델에 의한 식생대 이동 등 영향평가</li> <li>○ 산림보호지역 확대 및 산림생물표본 정보 구축</li> <li>○ 식물 신품종 보호동맹(UPOV) 운영(계속)</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산림생태계의 부문별 변화예측 평가 및 대응책 강구</li> <li>○ 산림생태지도 작성 및 산림생물표본 정보 구축(계속)</li> <li>○ 식물 신품종 보호동맹(UPOV) 운영(계속)</li> </ul>

○ 연관성 및 시너지 효과

- 본 과제는 시스템 구축에 필요한 산림생태계 정보와 알고리즘 개발 등이 선행되어야 하므로 기상청의 기후변화시나리오 개발 등과 연계하여 구축하는 것이 효과가 큼.

□ 과제성과 평가 방안

○ 자체평가 계획

- 기후변화대응을 위해 자체적으로 구성하여 운영하고 있는 “기후변화협약 산림대책단”의 평가/자문위원(7명)을 통해 평가토록 하며, 평가시기와 과정을 보면 상반기 모니터링하고 연말에 사업부서 자체평가 후 평가위원 평가방식으로 운용함.
- 평가방법은 집행실적에 대해 체크리스트 평가로 이루어지고, 평가위원은 분야별 7명(산림경제 2, 산림생태 1, 산림측정 1, 산림경영 1, 산림환경 1, 산림산업 1)의 전문가로 구성함.
- 산림기후정보 시스템은 산림생태계의 장기적인 변화 예측에 활용하고, 산림생태계 영향평가 및 적응시스템은 산림생태계 적응대책 수립 등에 활용토록 하며, 평가결과 미흡한 부문은 수정 및 보완하고 자체 성과평가 계획에 반영토록 함.
- 과제 성과지표로 시스템 구축 여부 및 정밀성 정도, 법령제정 및 기본계획 수립 등 목표 달성도 여부, 연구결과의 활용도 등을 설정함.

○ 타당성 제시

- 산림기후정보 시스템 구축이 완료되면 부문별 영향평가 및 변화예측 분석을 통해 산림생태계의 종합적인 적응대책을 수립시 유용하게 활용될 수 있음.
- 영향평가 및 적응 사업의 과물로는 산림생물다양성 기본계획서, 산림생태지도, 산림생물 표본정보 구축량, 관련분야 연구보고서 발간 종류, 산림병해충의 예찰·진단시스템 구축, 산사태 위험지 관리시스템 구축, 과학적 산불관리시스템 구축 등으로 설정함.

## 2.5. 연구개발

### 2.5.1. 기후변화 대응 바이오에너지 작물생산 연구

#### □ 연구개요

- 바이오에너지 생산관련 기존 추진과제들은 식물이나 가축분뇨를 통한 연료 생산 공정에 관한 연구가 대부분이며 원료작물 생산연구가 미흡함.
  - 고유가로 인한 범정부적 대비책 마련 및 기후협약 이행을 위한 농업분야 정책 지원 강화에 대한 필요성이 증가되고 있으며, 농촌의 신 소득 자원화를 위한 농업용 친환경 에너지 생산기술 기반 확립 및 친환경 에너지를 이용한 농업·농촌 부가가치 향상을 위한 연구사업의 지원이 필요함.
- 기후변화 대응 바이오에너지 원료작물 생산 연구의 목적
  - 국내 및 특정 환경에 적합한 원료작물의 품종선발, 육성 및 생산성 향상기술 개발을 통해 원료작물의 안정적인 생산체계 구축에 있음.
- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 기후변화협약 제3차 종합대책의 “바이오디젤 등 청정연료 보급 확대” 등 바이오에너지 생산 관련 기존 과제들은 식물이나 가축분뇨를 통한 연료 생산 공정에 관한 연구가 대부분으로 원료작물 연구는 전무한 실정임.
  - 이 연구과제는 바이오작물 품종선발 및 육성과 생산성 향상 연구에 초점을 맞추며, 친환경 바이오에너지의 안정적인 생산을 목표로 생산기반을 안정화시킬 수 있어 온실가스 감축과 대체에너지 개발 목표에 부합됨.
- 관련분야의 국내외 연구동향
  - 국내에서는 국가에너지 위기에 대처하기 위해 에너지기본법 제정(2006), 신재생에너지 기술개발 및 보급 확대 사업을 추진 중에 있음.
  - 국외의 경우 중국은 바이오에너지의 안정적인 생산을 위해 연간 약 1,500만톤(2005)의 유채종자를 생산하고 있음.
  - 독일은 바이오디젤에 적합한 품종을 육성하기 위해 고올레인산 품종의 개

밭에 대한 연구가 이루어지고 있으며, EU를 포함한 OECD 국가들은 향후 2010년까지 신재생에너지의 비중을 더 높일 계획임(1993년도 3.9%에서 2010년에 4.9% 수준으로 증가).

## □ 기대 효과

- 정성적 효과
  - 친환경 순환형 재생에너지인 바이오에너지의 원료작물을 개발함으로써 온실가스 감축 및 농촌·농가의 소득 안정화에 기여함.
- 정성적 효과 타당성
  - 바이오작물의 작부체계 도입을 통한 겨울철 휴경지를 대상으로 대체작물로 이용이 가능하며, 농가소득 창출, 에너지 자급화에 일조함.

## □ 연구추진 내용

- 연도별 추진 내용과 소요예산

표 5-15. 바이오에너지 원료작물 생산 연구 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오디젤 원료 생산용 초다수성 유채 계통 선발</li> <li>○ 바이오에탄올 원료작물 및 적합 품종 선정</li> <li>○ 바이오매스 최대 생산 작부체계 설정</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오에탄올용 맥류 및 고구마 우량계통 선발</li> <li>○ 벼+ 유채 논재배 최적 작부체계 실증 제시</li> <li>○ 바이오에너지 작물 수확 후 관리체계 확립</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유채 초다수성 1대잡종 품종 개발</li> <li>○ 고구마 고전분, 다수성 품종 개발</li> <li>○ 국내 적용 고바이오매스 스위치그래스 생산기작 구명</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오디젤 생산효율 증진을 위한 유채 종피 개량</li> <li>○ 바이오에너지 원료작물 특성평가 시스템 개발</li> <li>○ 생육촉진 근권세균을 이용한 바이오매스 증대기술 개발</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생명공학기법을 이용한 내재해 다수성 유채 품종 개발</li> <li>○ 바이오에너지 작물 최대 생산기술 개발</li> <li>○ 바이오에탄올 원료작물 품질등급 기준 설정</li> </ul>



- 연차별 사업내용은 바이오작물 품종선발 및 육성, 생산성 향상 기술개발 연구로 이루어짐.
- 연구추진 소요예산은 2008~2012년 까지 총 256억원을 투입할 예정임.
- 연관성 및 시너지 효과
  - 바이오에너지 원료작물 생산부문은 산자부, 환경부, 농림부 등 타 부처에서 현재 추진하고 있는 바이오에너지 개발사업과 직접적으로 연관되어 국가 온실가스 감축정책에 크게 기여할 것으로 예상되며, 바이오에너지 생산에 적합한 품종 및 생산성 향상 기술을 지방자치단체, 농가 등에 제공함으로써 농촌의 새로운 소득원을 창출할 수 있음.

#### □ 연구성과 평가 방안

- 자체평가 계획
  - 내·외부 전문가 16명 선정하여 중간진도관리 및 결과를 평가하고 평가 결과는 정부시책 건의, 영농활용 자료 제시, 언론홍보, 국내외 학술지논문으로 게재토록 함.
  - 연구 성과지표로 바이오 작물 품종개발 여부, 연구 결과물 도출량 및 품질 (활용 가능한 연구 결과물의 채택된 건수 및 연구 결과물의 채택 및 반영된 건수) 등으로 설정함.
- 연구성과의 타당성 제시
  - 바이오에너지 원료작물의 품종개발 및 생산성 향상기술 개발을 통해 바이오에너지의 원료 공급을 확대함으로써 정부의 신재생에너지 개발사업의 안정기반 구축에 기여함.

### 2.5.2. 농업부문 바이오매스를 이용한 대체에너지 개발 연구

#### □ 연구개요

- 국제 유가 급등 및 화석연료의 고갈전망에 따라 바이오매스를 이용한 대체에

너지 개발은 온실가스 감축은 물론 재생 가능한 에너지 생산으로 국제사회에서 크게 주목받고 있음.

- 농업부산 바이오매스를 이용한 대체에너지 개발은 CDM사업화가 가능하고 농촌경제를 활성화시킬 수 있다는 점에서 FTA 등 무역개방화에 대비해 우리나라 농업 및 농촌경제의 새로운 활로를 모색할 수 있음.
- 국제적으로 농업부문에서의 온실가스 배출저감 및 CDM 사업이 추진되고 있으나, 우리나라에서는 아직 미진한 실정임.

○ 기후변화 대응 농업부산물을 이용한 바이오에너지 개발 연구의 목적

- 식물체 잔사를 이용한 바이오오일 생산 연구, 축분+ 톱밥 혼합물 및 계분을 이용한 바이오오일 생산 연구 등 바이오에너지 생산 체계화를 통해 농업부문의 온실가스 저감 잠재량을 평가하는데 목적이 있음.

○ 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성

- 제3차 정부종합대책의 “축산분뇨 자원화 연구”, “바이오에너지 이용체계 구축 연구”, “농업부문 바이오에너지 변환기술 개발 및 적용연구” 과제 등을 통합함.
- 본 과제는 5대 전략목표인 협상대응, 온실가스 통계, 온실가스 감축, 기후변화 예측·영향·적응, 연구개발에 전반적으로 적용이 가능하며 부합성이 높음.

○ 관련분야의 국내외 연구 현황

- 국내연구 현황으로 바이오에너지 생산을 위한 유기성폐기물 활용 연구(2006 ~ 현재), 바이오에너지 개발에 관한 연구(2005 ~ 현재) 등이 진행 중에 있음.
- 국외연구 현황으로 독일, 일본, 프랑스 등의 선진국에서는 이미 가축분뇨를 이용한 바이오가스 생산기술 확립하여 산업화하고 있음.

## □ 기대 효과

○ 저감잠재량

- 우리나라에서 연간 발생하는 가축분뇨 4,117만톤(2006)을 연료화 할 경우 연간 총  $2.25 \times 10^6$ 리터(약 26억원/년)의 생산 잠재가치가 있음.

- 저감 잠재량 산출근거
  - 가축분뇨 및 농업부산물 혼합처리로 친환경 대체연료 개발에 따른 온실가스 저감, 현 퇴비·사료 자원화 정책 일변도에서 자원화 및 기후변화 대응 청정개발체제로의 정책의 다변화, 종합처리시스템을 이용한 기후변화 대응 청정개발체제 적용 및 환경부화 최소화 기술 확립 등을 들 수 있음.

## □ 연구추진 내용

- 연도별 추진 내용과 소요예산
  - 연차별 연구 내용은 가축분뇨의 온실가스 발생량 분석, 친환경 바이오 대체 에너지 생산에 따른 온실가스 통계량 작성, 바이오에너지 CDM사업 연계 가능성 검토 등으로 이루어짐.
  - 연구추진 소요예산은 2008~2012년 까지 총 10억 2천만원을 투입할 예정임.
- 연관성 및 시너지 효과
  - 농업부문 바이오에너지 생산은 온실가스 감축에 따른 정량적 평가를 통하여 농업부문 온실가스 감축 기여하고, 온실가스 감축기여를 통한 CDM 사업과의 직접적인 연계를 통하여 축산 경쟁력 확보 및 안정적 자원순환 체계를 구축 할 수 있음.

표 5-16. 농업부산물을 이용한 바이오에너지 개발 연구 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농업부산물 바이오매스의 에너지화 기술검증 실험을 위한 pilot 제작</li> <li>○ 가축분뇨를 이용한 혐기소화를 통한 온실가스 발생량산정</li> <li>○ 가축분뇨의 발생량 통계와 탄소수지모델을 활용한 온실가스 발생량 분석</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수급원료별 각 공정 바이오오일 생산효율 영향 요인도출</li> <li>○ 농업부산물 바이오매스 발생량 추정과 에너지이용 체계 분석</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수급원료별 각 공정 바이오연료 생산효율 극대화를 위한 시스템 운영 조건 최적화</li> <li>○ 바이오매스 에너지 전환방법별 온실가스 감축기여분석</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 온실가스 발생원별 친환경 바이오 대체 에너지 생산에 따른 온실가스 통계량 작성</li> <li>○ 폐액처리 방법에 따른 탄소 순환 영향 분석</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수급원료별 바이오에너지화에 따른 경제성 분석</li> <li>○ 농업분야 바이오에너지 활용체계별 온실가스 감축 잠재량 분석</li> <li>○ 바이오에너지 CDM사업 연계 가능성 검토</li> </ul>

## □ 연구성과 평가 방안

- 자체평가 계획
  - 내·외부 전문가를 평가위원으로 선정하여 연 2회(중간평가, 연말 종합평가) 공개 평가를 실시함. 중간평가 결과를 통해 연구 방향을 보완하고, 연말 종합평가를 통해 차년도 연구계획 수립 시 반영함.
- 연구 성과지표 제시
  - 연구의 성과지표로 식물체 잔사 및 축산분뇨를 이용한 바이오에너지 개발 및 공정별 온실가스 통계량 작성, 농업부문 바이오매스 자원량 DB화, 연구결과물 도출량 및 품질 등을 설정함.
- 연구성과의 타당성 제시
  - 농업부문 바이오에너지 생산체계가 온실가스 감축에 미치는 정량적 평가를 통하여 기후변화 협약 대비 및 농업부문 온실가스 감축 기여를 위한 시책으로의 활용할 수 있음.

### 2.5.3. 농업부문 탄소축적량 분석 및 탄소수지 연구

#### □ 연구개요

- 우리나라의 온실가스 의무부담에 대비하여 농경지 및 농작물의 탄소흡수량(sink) 잠재력 분석과 국제적으로 흡수원으로 인정받을 수 있는 연구가 필요함.
  - 농경지 토양 내 탄소저장량 증대를 위한 탄소저장 기술 개발이 필요함.
  - 농경지 이용 형태에 따른 농작물의 바이오매스 생산량 산출과 이산화탄소 순환체계구명이 필요함.
  - 현재 국내 농경지에서 탄소축적 변화량 및 탄소 순환수지 연구가 미흡함.
- 농업부문 탄소축적량 분석 및 탄소수지 연구의 목적
  - 기후변화에 따른 농작물의 바이오매스 생산 및 이산화탄소 배출 흡수 수지 농경지 토양의 탄소 저장량 기술 개발에 목적이 있음.

- 기존 과제와의 연관성과 부문별 전략목표와의 부합성
  - 제3차 종합대책 과제 “농경지이용에 따른 탄소고정능력 연구”를 확대 추진함.
  - 농경지 토양의 탄소축적 및 농작물의 흡수원 인정 시 온실가스 감축목표에 부합됨.
- 관련분야의 국내외 연구 현황
  - 국내연구 현황으로는 작물의 경우 4개 작물의 탄소축적량 산출 연구가 이루어 졌으나, 유기탄소 축적량 산출 연구는 이루어지지 않음.
  - 국외연구 현황으로 캐나다는 온실효과 유발가스인 탄소의 배출감축기술 및 산림, 토양 등 탄소 흡수원 부문에 많은 연구를 하고 있으며, 중국은 DNDC 모델을 이용하여 탄소축적량 추정함(농경지 탄소고정량: 19~95만톤/ha).

## □ 기대 효과

- 정성적 효과
  - 농작물의 대기 CO<sub>2</sub> 흡수와 함께 탄소수지 구멍으로 온실가스 감축 효과가 있으며, 이산화탄소 흡수량을 증대 시킬 수 있는 토지이용 방안을 구명할 수 있음. 또한 농업의 온실가스 흡수기능에 대한 국민인식 제고시킬 수 있음.
- 정성적 효과 타당성
  - 기후변화협약 당사국으로서 국가보고서 기초자료로 제공되며, 농업부문의 이산화탄소 축적 및 흡수량 증대를 위한 정책수립에 기여함.

## □ 연구추진 내용

- 연도별 추진 내용과 소요예산
  - 연차별 연구 내용은 농경지의 바이오매스 생산량 및 이산화탄소 흡수량 측정, 농경지 탄소 배출 및 축적 예측량 추정 모형 개발, 농경지 탄소 배출·축적·수지 종합평가 등으로 이루어짐.
  - 사업추진 소요예산은 매년 4억원으로 5년간 총 20억원이 투입될 예정임.
- 연관성 및 시너지 효과
  - 산림 흡수원과 함께 농경지 토양 및 농작물의 흡수원 인정 시 국가 온실

가스 배출 저감노력에 기여함(산자부, 농림부, 산림청).

□ 연구성과 평가 방안

- 자체평가 계획
  - 대내외 전문가로 평가위원회를 구성(내부와 외부 각각 10명, 총 20명)하여, 상반기와 하반기로 나누어 진도관리와 평가 실시
  - 평가결과는 정부 시책건의 및 국내외 학술지논문으로 게재토록 함.
  - 연구 성과지표로 논문게제, 시책 및 영농활용, 결과홍보 등을 설정함.
- 타당성 제시
  - 농경지 이산화탄소 배출저감을 위한 탄소 축적량증대 및 탄소 순환수지 평가로 온실가스 저감정책과 부합됨.

표 5-17. 탄소축적량 분석 및 탄소수지 연구 연도별 추진내용

연 도	계 획
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지의 바이오매스생산, 이산화탄소 흡수 변화량</li> <li>○ 부산물 자체 및 탄화처리물의 토양 투여 후 작물 재배               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사과원, 고추 등 밭작물</li> </ul> </li> <li>○ 작부체계별 총 일차 생산량(GPP) 산출               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물 잔사의 탄소 재투입, 농경지 토양의 이산화탄소 배출량 조사</li> </ul> </li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지의 바이오매스생산량 및 이산화탄소 흡수량               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물 및 토성별 토양유기탄소 축적량 산출</li> </ul> </li> <li>○ 기상변화에 따른 탄화처리물의 토양 내 축적효과 및 바이오매스 생산량 정량</li> <li>○ 작부체계별 순 일차 생산량(NPP) 산출</li> <li>○ 농경지에서의 이산화탄소 플럭스 측정(벼, 보리, 과수)</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지의 바이오매스생산량 및 이산화탄소 흡수량</li> <li>○ 기후변화에 따른 탄소 축적량 변화 구명</li> <li>○ 농경지에서의 이산화탄소 플럭스 측정(보리, 과수, 초지)</li> <li>○ 탄소 배출 및 축적에 관여하는 기여 인자 구명</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지에서의 이산화탄소, 에너지 수지 분석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 벼, 보리, 초지, 과수</li> </ul> </li> <li>○ 작물 잔사 탄화처리에 의한 토양 탄소축적 잠재력 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사과, 고추 등 밭작물</li> </ul> </li> <li>○ 농경지 탄소 배출 및 축적 예측량 추정 모형 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토양, 작물의 탄소 순환과정을 종합한 DNDC 모델이용</li> </ul> </li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농경지 탄소 배출·축적·수지 종합평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물, 토양(논: 벼, 밭: 보리, 초지, 과수)</li> </ul> </li> </ul>

### 3. 제4차 종합대책 관련 농림부문 향후 추진 과제

#### 3.1. 제4차 종합대책 관련 농업부문 과제에 대한 평가

- 기후변화협약 제4차 종합대책에서는 그동안 부처별로 유사한 사업을 추진해 왔던 점을 보완하여 관련분야의 과제를 통합하여 추진하는 방식으로 과제가 선정됨.
- 제3차 종합대책에서 협약이행기반 구축사업으로 추진된 축산분뇨 자원화연구 및 음식물쓰레기 연구는 제1차 종합대책부터 추진된 과제로 상당한 기간 동안 추진되어 두 사업의 종결은 바람직한 결정으로 판단됨. 다만 그동안 이루어진 연구성과에 대한 정확한 평가를 기초로 실용화 및 사업화가 연계될 수 있는 프로그램 개발이 필요한 것으로 판단됨.
- 온실가스 감축사업으로 농경지 온실가스 배출 감축은 온실가스 통계부문의 사업으로 농업부문 온실가스 국가고유 배출계수 개발사업으로 변경되어 추진키로 하였고, 통계부문 신규사업으로 농업부문 인벤토리 구축과 농업부문 온실가스 수요행태 정보구축에 관한 사업이 추가됨. 온실가스 통계부문의 경우 산업자원부가 중심이 되어 추진하는 국가고유 온실가스 배출계수 개발, 국가 인벤토리 작성체계 구축, 온실가스 소비행태 통계구축 등의 대과제에 포함시켜 추진키로 하였으므로 총괄과제의 전체적인 틀 속에서 농업부문의 관련 통계가 잘 반영될 수 있도록 체계적인 접근이 이루어져야 할 것으로 판단됨.
- 제4차 종합대책에서 농림부 사업으로 새롭게 추진되는 질소질비료 감축, 바이오디젤 유채생산, 축산분야 메탄 감축 등의 사업은 향후 실제로 온실가스 의무감축에 대비하여 중요한 사업으로 평가됨. 이들 사업이 사업기간 내 효과적으로 이루어질 수 있도록 실질적인 평가와 모니터링 시스템이 작동될 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 할 것으로 판단됨.
- 기후변화 적응기반 구축사업으로 제3차 대책에서 이루어진 작물의 생육 및 생산성 영향평가에 관한 과제와 농경지의 탄소고정능력의 연구는 적응과 흡

수 부문의 기초과제로 제목을 조정하여 추진함은 바람직한 결정으로 판단되며, 두 과제가 효과적으로 이루어질 수 있도록 주기적인 모니터링과 평가시스템이 작동될 수 있도록 해야 할 것으로 판단됨.

표 5-18. 농업부문의 제3차 대책과 제4차 대책의 과제 비교(농림부·농진청)

제3차 대책과제		구분	제4차 대책과제	
부문	과제명(추진기관)		과제명(추진기관)	부문
협약이행 기반구축 사업	축산분뇨 자원화 연구(농진청)	사업완료	-	
	음식물쓰레기 퇴비화 연구 (농진청)	사업완료	-	
온실가스 감축사업	농경지 온실가스 배출 감축 (농진청)	계속 조정	농업부문 온실가스 국가고유 배출계수 개발(농진청)	온실가스 통계
	-	신규	농업부문 인벤토리 구축	
	-	신규	농업부문 온실가스 수요행태 정보구축	
	반추가축 장내발효 개선 (농진청)	사업완료	-	온실가스 감축
	축산분뇨 처리 개선(농진청)	사업완료	-	
	-	신규	질소질비료 감축사업(농림부)	
	-	신규	바이오디젤용 유채 생산(농림부)	
-	신규	축산분야 메탄가스 감축사업 추진(농림부)		
기후변화 적응기반 구축사업	작물의 생육 및 생산성 영 향평가(농진청)	계속 조정	기후변화에 따른 작물생산성 및 한반도 재배적지 예측(농 진청)	예측/영 향/적응
	황사에 따른 농업환경 영향 평가(농진청)	사업완료	-	
	강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향(농진청)	사업완료	-	
	-	신규	기후변화에 따른 농업생물상 영향평가(농진청)	연구개발
	-	신규	기후변화 대응 바이오에너지 작물생산 연구(농진청)	
	-	신규	기후변화 대응 농업분야 바 이오매스를 이용한 대체에너 지 개발 연구(농진청)	
	농경지 이용에 따른 탄소고 정능력 연구(농진청)	계속 조정	농업부문 탄소축적량 분석 및 탄소수지 연구(농진청)	



- 바이오에너지 개발, 바이오매스를 이용한 대체에너지 개발 등은 연구개발 분야의 핵심과제로 적절하게 선정된 것으로 평가됨.
- 산림부문의 경우 협상대응 부문의 신규과제로 LULUCF 협상대응 연구와 Post-2020 대응 산림탄소계정 시스템 구축에 관한 과제가 추가된 것으로 향후 온실가스 흡수원에 대응하여 바람직한 사업 선정으로 판단됨.
- 온실가스 통계부문에서는 제3차 종합대책의 숲가꾸기 사업을 산림의 탄소흡수원 유지 및 증진 사업으로 조정하여 계속과제로의 추진과 목재이용 및 목질계 바이오 에너지화 기반 구축에 관한 신규사업으로의 추진은 산림부문의 흡수원의 역할을 제고시키기 위한 중요한 사업으로 평가됨.
- 제4차 종합대책에서 산림·임업분야의 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립 등에 관한 연구는 산림부문의 예측과 영향 및 적응 관련 기초연구로 중요한 사업으로 판단됨.

표 5-19. 산림부문의 제3차 대책과 제4차 대책의 과제 비교(산림청)

제3차 대책과제		구분	제4차 대책과제	
부문	과제명		과제명	부문
협약이행 기반구축 사항	탄소흡수원 활용기반 구축	사업완료	-	
	-	신규	LULLCF 협상대응 연구	협상대응
	-	신규	post-2020 대응 산림탄소계정시스템 구축	
온실가스 감축사업	숲가꾸기 사업 확대	계속·조정	산림의 탄소흡수원 유지 및 증진	온실가스 통계
	산림병해충 집중방제	예방부문을 적용으로	-	온실가스 감축
	산불예방 및 진화 적극추진	예방부문을 적용으로	-	
	해외조림사업 확대	사업완료	-	
	-	신규	목재이용 및 목질계 바이오 에너지화 기반구축	
기후변화 적응기반 구축사업	기후변화가 산림생태계에 미치는 영향연구	계속·조정	산림·임업분야의 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립	예측· 영향 적응

## 3.2. 제4차 종합대책 관련 농림부문 추가 과제

### 3.2.1. 농업부문의 CDM 시범사업

- 농업부문 CDM사업 추진의 중요성
  - 국내 농업분야의 CDM사업 활용은 비록 초기단계에 있지만 해외 CDM사업 추진 사례를 참고로 국내 농업분야 온실가스 감축잠재력을 평가함으로써 온실가스 감축에 대한 기여와 지속가능한 농업발전에도 크게 기여할 것임.
  - 바이오매스 잔여물을 연료로 사용하여 전력을 생산하는 사업이나 축분 처리시설에서 메탄을 회수하여 에너지 생산에 이용하는 사업은 전 세계적으로 활발히 진행되고 있어 국내에도 이러한 성공적인 추진 사례가 발생할 가능성이 매우 높음.
- 국내 농업부문의 CDM지원 사업 추진 타당성 검토
  - 세계적으로 바이오매스를 이용한 발전사업과 축분 처리시설 활용 메탄 감축사업 등의 농업분야 CDM사업이 많이 추진되고 있으나 아직 국내에는 이러한 사업기회 발굴을 위한 노력들이 부족한 상황임.
  - 국내 농업분야에서 CDM사업으로 추진 가능한 분야는 축분 처리시설을 활용한 메탄감축사업을 들 수 있음. 이 사업을 CDM사업으로 추진할 경우 CO<sub>2</sub>보다 온실효과가 21배인 메탄을 감축함으로써 온실가스 감축효과가 매우 높고 부가적으로 전기 또는 열을 생산함으로써 추가적인 온실가스 감축실적 달성이 가능하여 CDM사업 추진 잠재력은 매우 높은 것으로 판단됨.
  - 국내 농업분야의 CDM사업 활성화를 위해서는 우선 축분 처리시설 메탄 발생량 감축이나, 바이오매스 발전, 바이오연료 활용 등의 온실가스 감축 잠재력이 높은 사업에 대한 타당성 평가 작업이 추진될 수 있는 실행프로그램이 수립되어야 함.

- 타당성 평가 작업이 이루어지기 위해서는 사업단위별 온실가스 배출량 산정과 CDM사업화를 위해 현재 사용되고 있는 베이스라인 및 모니터링 방법론들의 적용조건을 심층적으로 검토해야 함.
- 국내 농업부문 CDM 시범사업의 단계적 추진 방안
  - 농업분야의 각 배출원별 온실가스 배출량 산정방법에 대한 명확한 이해가 선행되어야 함. 특히, 농업분야는 지역적 특성과 생산방식이 많은 영향을 미치게 되므로 입지적 특성을 고려한 적절한 온실가스 배출량 산정방식이 모색되어야 함.
  - 배출원으로부터 온실가스를 감축할 수 있는 기술에 대한 지식과 경험이 축적되어 있어야 함. CDM사업이 성공적으로 추진되기 위해서는 과거 기술개발과정을 통하여 적합하다고 입증된 기술이나 이미 선진국에서 상용화된 기술들을 적용함으로써 실제사업 추진에 따른 위험요소들을 사전에 제거해야 함.
  - 사업 가능한 아이템을 발굴하여 기초적인 배출량 산정방법, 누출량 평가 등 감축량 산정에 필요한 데이터베이스, 사업 인허가와 관련된 제도적 보완 등 CDM사업을 가능하게 하는 인프라 구축이 필요함.
  - CDM사업의 가장 중요한 요건인 추가성 입증에 어려움이 없는지 확인해야 함. 즉, 현재 보편적으로 시행되는 사업인지, 경제적·기술적 장애요인으로 인해 자연적 보급이 어려운 사업인지 등을 평가해야 함.
  - 적정규모의 사업 발굴이 필요하며, CDM사업 추진에 따른 환경문제나 지역주민 민원문제 등의 발생에 대한 해결책이 모색되어야 함. 또한 관련주체별 적절한 역할분담도 필요함.
- 국내 농업분야 CDM사업 개발사례 발굴
  - 현재까지 CDM집행위원회의 인정을 받은 국내 CDM사업들 중 농업분야의 사업은 아직 개발되지 않고 있으나 농업부문의 CDM사업화에 관심이 커지고 있음. 비록 농업분야의 사업은 아니지만 이와 유사한 임업 폐기물을 이용하여 바이오매스 발전소를 건설하고 운영함으로써 온실가스 배출량을 줄인 사업의 추진사례로 충북 제천 바이오매스 발전 사업을 들 수 있음.

- 제천의 바이오매스 발전 사업은 임산폐기물을 바이오매스의 연료로 투입하여 전력을 생산하는 사업으로 연간 4,752 CO<sub>2</sub>톤의 온실가스를 줄일 수 있을 것으로 추정되고 있음.

### 3.2.2. 배출권거래제 활용 사업

- 배출권거래제는 교토의정서를 이행하기 위한 주요한 경제적 수단으로 최근 들어 EU, 영국, 캐나다, 덴마크, 미국, 일본 등에서 본격적인 사업 또는 시범 사업으로 추진되고 있음.
  - 국가마다 할당된 감축량 의무달성을 위해 자국의 기업별, 부문별로 배출량을 할당하고 기업들은 할당된 온실가스 감축의무를 이행하지 못할 경우 다른 나라 기업으로부터 할당량을 매입하도록 유도함.

표 5-20. 주요국의 배출권거래제 현황

국 가	주요내용
E U	○ 2005년 1.1부터 총 12,000사업장 대상으로 역내 배출권거래제 시행 - EU 이산화탄소 배출량의 50%에 해당하며 CO <sub>2</sub> 배출권 가격은 2007년 인도분 기준 1유로(2008년 인도분 기준 15유로)
영 국	○ 자발적 참여에 기초하여 국가단위로 실시되는 최초의 배출권 거래제 시행 - 2002~2003동안 총 946업체가 1,573건 450만톤 거래(02년 1,331건, 03년 242건) - 2004년 53만톤 거래 후 2005년 최초 3개월간 10만톤에 불과한 제한적 거래 진행
캐나다	○ 연평균 배출량 8천톤 이상, 생산량 1천\$당 20천톤 이상인 일정 규모 이상으로 500~700여개 사업장 대상으로 시범사업 기획
덴마크	○ 2001년부터 발전소를 대상으로 하는 CO <sub>2</sub> 총량규제 및 배출권 거래제 시행 - 8개회사 참여하고 있는 정도로 활성화되지 않아 정부차원의 참여 유도 진행 중
미 국	○ 미국 북동부 주들의 온실가스 저감 프로그램인 RGGI에서는 전력부문을 대상으로 배출권 할당 및 거래시행을 계획 중 ○ 캘리포니아 주를 중심으로 서부 5개 주는 지역별 배출권 할당 및 거래제 시행에 합의하고 계획을 추진 중
일 본	○ 31개 자발적 참여자를 대상으로 배출권거래제 시범사업 실시(2003~2004) ○ JVETS(Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme) 1단계가 2006년 4월부터 2007년 3월까지 진행되었으며 100여개(최초 31개 기업 할당) 이상 기업이 참여함(2007년 8월말까지 검증작업 완료 예정)

- 농업부문의 배출권거래제로는 미국에서 추진되고 있는 환경크레딧거래를 도입하여 추진하는 방식을 검토
  - 환경크레딧거래는 규제 기업에게 오염저감서비스 크레딧을 구입함으로써 그들의 의무를 달성할 수 있도록 허용함. 농업 자체는 대부분 환경 규제에 해당되지는 않지만, 농민이 온실가스 저감 크레딧을 생산하고 이를 규제 기업에게 판매함으로써 신용거래 프로그램에 참여할 수 있음. 농민은 생산한 신용의 비용이 그들이 요청한 가격보다 낮으면 이익을 얻을 수 있음(Ribaudo, Johansson, and Jones, 2006).
  - 시장이 형성되고, 만약 판매자와 구매자의 수가 충분하다면 환경크레딧의 가격은 상품교환과 비슷하게 시장에 의해 결정됨. 비록 판매자와 구매자가 적고 관리자에 의해 가격이 결정된다고 하더라도, 프로그램 참여자는 환경 규제 준수를 위한 비용이 더욱 효율적으로 배분되므로 여전히 이익을 볼 수 있음.
- 시장 지향적 방식의 새로운 정책 하에서 환경크레딧 시장에 농민의 참여를 장려하기 위한 프로그램 개발이 필요
  - 농민이 생산할 수 있는 환경크레딧을 추정하기 위한 필수수단 또는 방법에 대한 개발이 이루어져야 함.
  - 온실가스를 감축하는 친환경 보전농법(자운영 재배를 통한 온실가스 저감 실천, 오병근, 2007)에 의해 저감 잠재력에 대한 과학적 분석과 경제적 가치를 추정하는 연구가 이루어져야 함.
  - 환경크레딧거래 프로그램에 참여하는 농민들의 소득발생에 대한 실증분석 및 실제적 사례를 발굴하여 프로그램을 홍보하도록 해야 할 것임.
- 농업부문의 온실가스 감축으로 발생하는 환경크레딧에 대한 불확실성을 보완하는 장치 개발 필요
  - 온실가스 감축량에 대한 불확실성은 집중적인 모니터링과 신뢰할만한 과학적인 연구에 의해 보완될 수 있으므로 이에 대한 체계적이고 적절한 조치가 마련되어야 함.

### 3.2.3. 건설한 유기농축산업육성사업

- 화학비료와 농약 등 화학적 농자재를 투입하지 않는 유기농축산업이 메탄과 아산화질소 등 온실가스 감축에 기여하는 것으로 제시되고 있어 유럽 국가를 중심으로 온실가스 저감 방안으로 적극적인 유기농축산농가 육성 추진
- 건설한 유기농업육성을 위한 체계적이고 실효성 있는 프로그램 마련 필요
  - 현재 유기농업 실천이 이루어지고 있는 지역과 지역 여건상 유기농업 실천이 유리한 지역을 대상으로 유기농업단지를 조성하는 방안에 대한 적극적인 검토가 필요함.
  - 유기농업단지에 투입되는 농자재에 대한 검증과 관행농업과 대비하여 온실가스 감축이 이루어지는 양에 대한 크레딧을 인정하여 현행 직불제에 추가하여 지원하는 방안에 대한 검토가 필요함.
- 유기농업 실천과 관련하여 화학적 농자재를 투입하지 않는 대신에 과도한 유기질 비료나 친환경농자재를 사용하는 경우 온실가스 감축에 대한 기여도가 낮을 수 있으므로 유기농법 실천에 대한 교육과 홍보가 필요함.
- 현재 유기농업육성 프로그램으로는 유기농법 실천농가에게 3년간 한시적으로 지급되는 친환경농업직불제가 전부이나 향후 유기농업 실천농가를 육성할 수 있는 기술지원, 교육, 판로지원 등 다양한 프로그램이 개발되어 적극 추진되어야 할 것임.

### 3.2.4. 지역단위 양분총량제 추진

- 지역단위 양분총량제는 과학적 토대위에서 지역별 농경지의 양분 투입과 처리를 종합적으로 파악하여 지역의 환경용량 범위에서 수용할 수 있는 총량 수준으로 관리하기 위한 제도
  - 양분총량제는 농경지에 일정수준 이상으로 양분이 과다 투입되는 지역만을 대상으로 추진되는 정책프로그램으로 궁극적으로는 해당지역의 양분 수지를 균형수준에 도달할 수 있도록 하는 양분관리 수단임.

- 지역단위 양분총량제의 정책목표는 지역별 양분수지를 종합적으로 관리하여 궁극적으로 양분균형을 달성함으로써 농업부문의 환경부하를 최소화하는 친환경농업시스템을 구축하는데 있음.
- 농경지에 투입되는 양분이 모두 작물에 흡수되어 양분수지가 균형을 이루게 되면 농업생산 활동이 환경에 부정적인 영향을 미치지 않게 됨. 양분총량제는 지역별 농경지의 양분 투입-산출 관계를 기초로 양분수지의 균형달성을 위해 해당지역의 과잉양분을 체계적이고 종합적으로 관리한다는 점에서 농업정책과 환경정책을 통합하는 핵심적인 친환경농업정책 프로그램이라 할 수 있음.
- 농경지의 양분관리 대상범위는 농장단위가 아닌 지역단위로 광역적으로 설정
  - 우리나라의 지역단위 양분총량제는 유럽에서 시행되는 개별 농가별 양분수지를 기초로 양분을 관리하는 양분관리정책 프로그램과는 달리 시군 지역을 기준으로 상당히 넓은 지역의 양분을 관리하는 정책임.
  - 지역단위 양분총량제는 가축사육두수 감축과 직접적으로 연계된 정책프로그램이 아니며 지역단위(시·군 행정구역 기준)에서 양분을 종합적으로 관리하는 정책수단임. 즉, 양분공급이 과다한 지역에서 더 이상 늘어나지 않도록 점차적으로 줄이며, 양분수용이 가능한 지역에서는 양분과잉 지역으로부터 양분을 수용하여 궁극적으로는 양분균형 수준이 유지됨으로써 지속가능한 농업시스템을 구축하는 것이 기본적인 취지임.
- 양분총량제는 환경친화적인 농업환경자원 관리를 위해 새롭게 도입되는 정책프로그램이므로 정책실패를 최소화하기 위해 단계적인 추진 필요
  - 새로운 양분총량제 제도 도입에 따른 문제점을 최소화하고 정책효과를 극대화하기 위해 제도정착까지 3단계의 단계적 추진 필요
    - 1단계 준비단계(2005 ~ 2007): 관련 통계 D/B 구축, 지역단위 양분수지 분석모델 정립, 사업운영 세부지침 작성 등 사전준비 사항을 완료하고 정책담당자(지방정부)와 정책대상자(농업인, 축산인 등) 교육 실시
    - 2단계 실행단계(2008 ~ 2010): 사업시행, 감축방안 및 모니터링 시스템 구축
    - 3단계 정착단계(2011 ~ 2013): 총괄평가 및 보완, 가축사육두수 총량제 검토

- 양분총량제 시행근거와 추진상황 및 향후 계획
  - 가축분뇨 문제를 해결하기 위해 농업부와 환경부가 합동으로 구성된 “축산분뇨 관리·이용대책 추진기획단”(2004. 4. 9~11. 9)에서 제시된 핵심적 정책프로그램으로 지역단위 양분총량제 도입이 결정되었고, 2005~2006년까지 세부 프로그램 개발 및 교육·홍보 등 준비단계를 거쳐 2007년부터 본격적으로 시행할 것을 밝힌바 있음.
  - 농림부와 환경부가 공동으로 발의한 □□가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률(2006. 9. 27 공포)과 “가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행령(2007. 9. 27 제정, 대통령령 제 20290호)”이 제정되어 2007년 9월 28일부터 시행이 가능하여 양분총량제의 제도적 기반이 마련됨.
  - 농림부의 양분총량제 향후 추진 방안에 따르면 농업과학기술원에서 지역양분산정프로그램 개발(2007. 8~11), 세부지침 수립(2007. 11), 지역단위별 양분현황 정보 제공(2007. 12) 등으로 제시하고 있음.

### 3.2.5. 기후변화협약 관련 국내외 협상에 적극 참여

- 국제협상전략과 관련 기후변화협약 관련 논의인 당사국총회(COP)와 부속서 관련회의에 효과적으로 대처하기 위해 농림부에 전담인력을 배치함은 물론 전문가 풀을 구축하여 효과적인 의제검토가 이루어질 수 있도록 해야 할 것임.
- 온실가스 배출원단위에 있어서 국내농업 여건을 반영
  - 온실가스 배출통계 작성 시 국가고유의 배출계수(Tier 2 방식) 적용을 요구하고 있으나, 우리나라는 농축산부문의 경우 대부분 IPCC의 임의배출계수(Tier 1)를 통한 온실가스 배출량을 산정하고 있음. 일본의 경우 아산화질소 산정에 있어서 일본에서 도출된 배출원단위를 활용함으로써 온실가스 감축 할당량 산정에 있어서 상당히 기여하고 있음.
  - 미국, 캐나다 등 선진국은 국가고유배출계수를 개발하여 적용하고 있으며 최근에는 불확실성을 최소화하는 연구에 집중하여 농업부문에서의 온실가스 배출량 저감에 기여하고 있음.



- IPCC 임의배출계수 사용 시 우리나라 농축산업 환경과 여건을 제대로 반영할 수 없기 때문에 통계자료의 불확실성이 확대됨. 농경지, 가축사육, 분뇨처리 등 주요 부문에 대한 온실가스배출 국가고유배출계수 산출과 저감방식 등을 개발하여 적용함으로써 합리적이고 설득력 있는 온실가스 통계 구축이 가능하므로 배출계수 개발과 관련된 IPCC 기술회의에 적극적으로 참여하여 우리나라의 의견이 반영되도록 해야 할 것임.

○ 국내협상전략

- 기후변화협약의 국내 대응체계는 국무총리가 위원장으로 범정부대책기구가 구성되어 운영되고 있음. 농림부도 관계부처로 참여하고 있으므로 농업부문이 국내 온실가스 감축에 상당히 기여하는 부분을 적극적으로 알리고 이에 상응하는 대가를 온실가스를 감축해야 하는 산업부문으로부터 농업부문에 보상할 수 있는 방안 도출에 관한 적극적인 검토가 필요함.
- 교토의정서 이행으로 실제로 온실가스 의무감축이 이루어지는 경우 부문별 감축 할당량과 감축수단의 선택과 관련하여 상당한 논의가 이루어질 것으로 보임. 국내의 온실가스 배출량은 2004년의 경우 1990년대비 90.2% 증가하여 현실적으로 의무감축이 이루어지는 경우 화석연료 의존적인 산업부문에 경제적으로 상당한 영향이 불가피한 것으로 보임. 농업 부문은 기준시점에 대비하여 온실가스 의무감축보다는 오히려 배출허용량을 확보 받을 수 있기 때문에 적극적인 협상이 필요함.
- 배출권거래제도 시행과 관련하여 특정산업부문에 한정되지 않고 농업을 포함한 전체 산업부문에서 시행될 수 있도록 적절한 전략개발이 이루어져야 할 것임.

### 3.2.6. 적응대책의 지속적 추진

- 적응대책은 온실가스 의무감축 여부와 무관하나 기후온난화가 농업생산에 미치는 영향은 불가피하고 상당하므로 농업부문 스스로 해결책 모색을 위한 노력이 필요

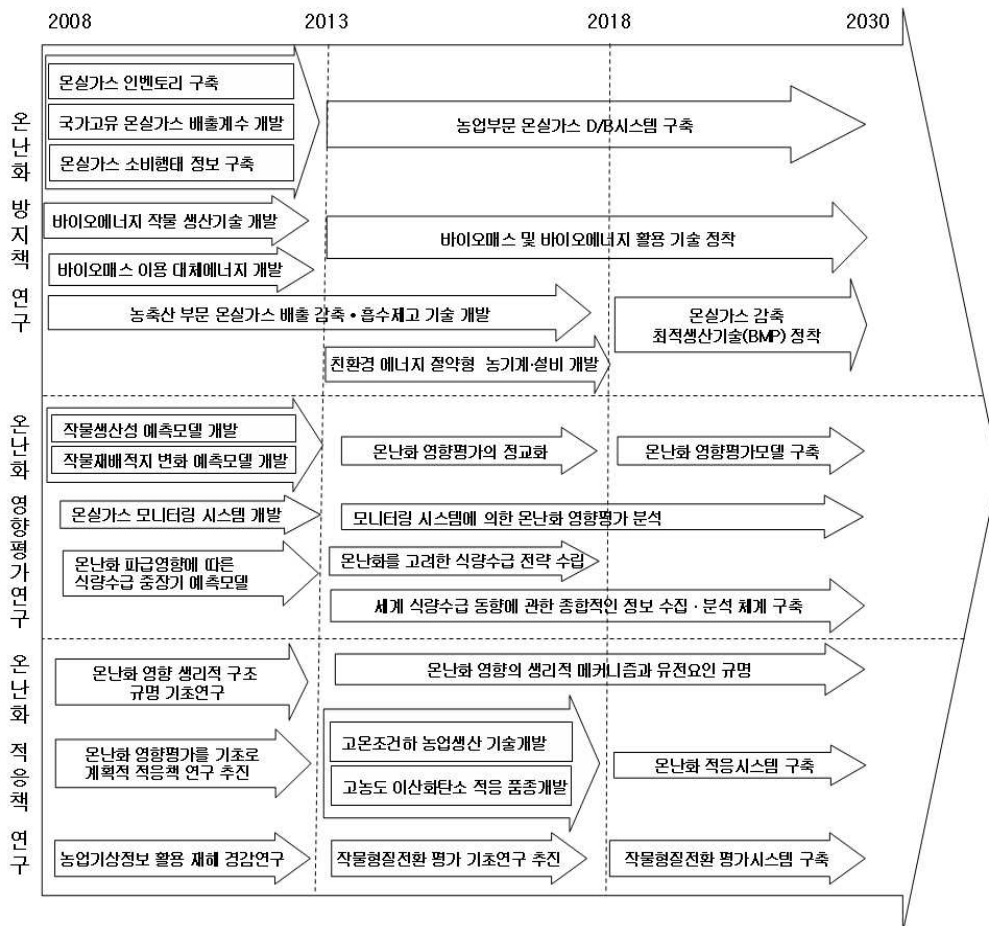
- 적응대책을 수립하여 적절하게 대처하지 않으면 온난화가 심화될수록 농업부문에 부정적 영향이 가중될 수 있음.
- 적응부문의 실행프로그램은 온난화가 농업부문에 미치는 영향과 취약성에 대한 과학적 분석을 다루는 연구가 추진되어야 함.
  - 기후변화의 예측정보와 기상관련 정보를 활용한 농업부문 온난화 모니터링 및 조기경보시스템 구축과 농업분야의 부문별 취약성 지도 작성이 이루어질 수 있도록 적절한 조치가 마련되어야 할 것임.
  - 온난화에 대응하는 새로운 작물재배 방법(비료성분 조절, 관개방식 개선 등)의 확립과 변화된 기후에 적합한 신품종 개발이 이루어질 수 있도록 해야 할 것임.

### 3.2.7. 체계적인 연구 및 기술개발

- 체계적인 연구 및 기술개발을 위해 온난화 방지책연구, 온난화 영향평가연구, 온난화 적응책 연구 등 세 분야로 나누어 추진
  - 온난화 방지책 연구에서는 온실가스 배출감축, 흡수제고, 배출·흡수 메커니즘 규명을 위한 LCA모델 개발 등을 다루고, 영향평가 연구에서는 작물생산, 생태계 및 사회경제적 과급영향 분석, 정책효과 분석, 수량예측 모델 개발 등을 다루며, 적응분야에서는 고온장해 메커니즘과 유전적 요인 규명, 품종개발 등이 이루어져야 할 것임.
  - 연구분야의 경우도 실천전략 접근방식인 기반구축단계, 활용단계, 정착단계 등 단계별 방지책연구, 영향평가연구, 적응책연구 등 분야별로 로드맵을 작성하여 체계적인 연구 수행과 평가시스템을 구축해야 함.
- 교토의정서 이행을 지속가능한 농업 발전을 위한 기회로 활용할 수 있는 전략연구과제의 발굴
  - 농업분야의 온실가스 감축이 이루어지는 부문에 대한 과학적 분석을 통해 크레딧을 부여하여 적절한 보상이 이루어질 수 있는 전략 연구 추진
  - 온실가스 절감농법을 실천하는 경우 메뉴방식의 친환경직접지불제 프로그램 개발

- 농경지에서 배출되는 메탄·아산화질소 감축 시비관리와 물관리 기술개발과 보급이 필요함. 특히 자운영 재배, 건설한 유기농법 실천, 유채 등 바이오에너지 작물 재배 등을 통한 온실가스 절감농법이 농가에 보급될 수 있는 정책프로그램 개발
- 반추가축의 메탄 및 아산화질소 배출과 관련 온실가스 발생 메커니즘에 대한 규명, 개발된 억제물질(마늘 등)의 실효성에 대한 검증 연구
- 가축분뇨자원화와 유채재배 등의 분야에서 농업부문 CDM 시범사업 추진 세부 프로그램 개발

그림 5-3. 온실가스 의무감축 대응 농업부문 연구추진 로드맵



### 3.2.8. 농업부문 온실가스 통합관리시스템 구축

- 향후 온실가스 의무감축 이행에 대비하여 경종부문과 축산부문의 온실가스 저감 및 흡수 방안을 통합적으로 관리하고 운영하는 제도적인 장치 마련 필요
  - 농업부문의 온실가스 저감기술에 대한 데이터베이스 구축, 신기술 관리, 개발된 기술에 대한 모니터링 및 홍보, 개선방안 개발 등을 종합적으로 수행하는 통합관리시스템(Agri-Environmental Integrated Management System)이 구축되어야 함.
- 중장기적으로는 온실가스 의무감축을 농업분야의 기회로 최대한 활용하고 온난화에 효과적으로 적응 할 수 있도록 관련 업무를 총괄하는 통합관리기구로 ‘농업기후변화정보센터’(가칭)를 설치하여 운영하는 방안에 대한 검토가 필요함. 센터는 정책개발, 영향평가, 기술개발, 조사통계, 홍보, 국제협력 등의 업무를 담당하는 팀으로 구성함.
  - 정책개발팀은 농업부문 온실가스 저감 및 적응 정책개발, 부문별 저감목표 설정, 흡수원 활용정책 등의 정책개발을 담당함.
  - 영향평가팀은 기후변화가 농산물 생산에 미치는 영향과 농업생태계에 미치는 영향평가에 관한 업무를 담당함. 아울러 에너지작물 등 바이오에너지작물 재배에 따른 농산물 가격 및 농가소득에 미치는 영향 분석 등의 분석업무를 담당함.
  - 기술개발팀은 경종 및 축산부문의 온실가스 저감기술 개발, 농경지의 온실가스 흡수원 증대 기술개발, 온난화 적응 품종개발 및 에너지작물 재배 기술 개발 등에 관한 업무를 담당함.
  - 조사통계팀은 농업부문 온실가스 인벤토리 작성, 농업부문 온실가스 배출량 추정기법 개발, 온실가스 감축 목표달성 평가 및 적응정책 이행에 관한 종합적인 평가 등에 관한 업무를 담당함.
  - 홍보팀은 농업부문의 온실가스 감축 및 온실가스 흡수원 확대를 위한 기술홍보 및 교육 등의 관련 업무를 담당함. 국가 기후변화대책에 적극적으로 참여하고 온실가스 감축에 기여하는 농업부문의 가치를 홍보하는 역

할을 담당함.

- 국제팀은 농업부문의 기후변화협약 및 교토의정서에 대응한 협상전략 수립 및 국제회의 참가, CDM과 배출권거래제 등 교토메커니즘 활용의 국제적인 동향 파악, 기후변화협약에 대응한 국제정보 수집 및 기후변화 관련 국제협력의 업무를 담당함.

### 3.2.9. 농축산부문 기후변화협약 대응 전담인력 확보

- 기후변화협약 대응 관련 농업부문의 행정 및 연구 전담인력 확보
  - 기후변화협약 분야를 전담할 수 있는 조직 및 전담인력 확보가 이루어져야 함. 우리나라의 농업부문 기후변화협약 대응 업무는 농림부 친환경농업정책과 기획계(사무관 1명, 주무관 1명)에서 친환경농업 분야의 타업무와 처리와 함께 포괄하여 다루어지고 있는 실정임.
  - ※ 일본 농림수산성은 지구온난화 문제를 적극적으로 대처하기 위해 2003년에 대신관방 산하 직속기구로 농업관련 환경정책 수립과 조정 업무를 담당하는 전담조직으로 환경정책과를 설치하였음. 환경정책과에는 총무반, 기획반, 환경기술반, 자연환경반, 지구환경반, 국제조정반 등으로 구성되고 있음. 2007년에는 과명을 환경 및 바이오매스 정책과로 명칭을 변경하여 바이오매스 기획반과 지역환경반을 추가하여 환경정책과의 조직과 업무를 확대하였음. 2007년 9월말 현재 환경·바이오매스 정책과에는 과장을 포함하여 36명의 인력이 관련 업무를 담당하고 있음.
  - 기후변화협약에 대비한 농축산부문의 기술적 연구는 농촌진흥청 소속 농업과학기술원, 축산과학원, 영남농업연구소, 호남농업연구소, 난지농업연구소 등에서 이루어지고 있고, 정책분야의 연구는 한국농촌경제연구원 등에서 이루어지고 있음. 각 기관별 기후변화협약 및 교토의정서 이행 대비 전담 연구 인력은 매우 취약한 실정이므로 관련분야의 유능한 연구 인력이 확보되어야 함. 또한 기후변화 관련연구의 여러 분야 전문가가 참여하는 공동연구 추진 및 정보교류를 위한 네트워크가 구축되어야 할 것임.

## 제 6 장

---

### 요약 및 결론

- 기후변화협약에 대응한 제3차 종합대책이 2007년에 종료됨에 따라 정책추진 성과를 평가하여 2008년부터 추진될 예정인 제4차 종합대책(2008 ~ 2012) 수립에 반영함으로써 농림분야의 효과적이고 실효성 있는 대응책 개발이 필요함. 제4차 종합대책에서는 우리나라가 현재 온실가스 의무감축 대상국이 아니므로 농업부문의 경우 규제 및 감축 중심의 정책보다는 자발적인 감축과 온실가스 흡수 및 적응을 유도하는 프로그램 개발의 방향 설정이 필요함.
- 우리나라의 온실가스 총배출 규모(2004년 기준)는 1990년 이후 연평균 4.7%씩 증가하여 약 590.6백만 CO<sub>2</sub>톤으로 세계 10위 수준임. 이중 농업부문은 2.7%를 차지하며, 1990년 이후 농경지면적과 화학비료 사용량 감소 등으로 매년 0.7%씩 줄어든 것으로 나타남.
- 농업부문의 온실가스 배출 실태를 보면 2005년 기준 온실가스 총발생량은 1,803만 CO<sub>2</sub>톤이고, 이중 메탄이 1,006만 CO<sub>2</sub>톤으로 55.8%, 아산화질소가 511만 CO<sub>2</sub>톤으로 28.4%, 이산화탄소가 285만 CO<sub>2</sub>톤으로 15.8%를 차지하는 것으로 나타남.
- 농업부문의 온실가스 배출을 전망해 보면 2020년의 경우 2000년 대비 7.6% 감소한 1,450만 3천 CO<sub>2</sub>톤으로 추정됨. 따라서 2000년 기준 온실가스 의무감축을 이행할 경우 농업부문 전체적으로 약 119만 CO<sub>2</sub>톤에 상당하는 잉여 배출량이 발생하는 것으로 전망됨.

- 온실가스 관리를 위한 수단은 크게 경제적 수단, 규제조치, 자발적 협약, 연구개발, 정보제공 등으로 나눌 수 있음. 우리나라의 여건에서 실제적으로 적용할 수 있는 핵심수단으로는 교토메커니즘인 청정개발체제, 배출권거래제, 온실가스 저감·흡수 기술, 온난화 적응 등을 들 수 있음.
- 기후변화협약 제3차 종합대책(2005~2007)은 온실가스 저배출형 경제구조로의 전환을 위한 기반구축을 정책목표로 설정하고 협약이행기반 구축사업, 부문별 온실가스 감축사업, 기후변화 적응기반 구축사업 등 세 분야로 나누어 90개 과제를 수행함. 이중 농업분야 과제는 협약이행기반구축 분야에서 3개 과제, 온실가스 감축분야에서 8개 과제, 적응기반구축 분야에서 5개 과제 등 총 16개 과제를 추진함.
- 제3차 종합대책의 농림부문의 협약이행 기반구축사업으로 축산분뇨자원화와 음식물폐기물 관련 연구에서 실용화 기술이 개발되었으나 농가로의 기술보급 프로그램 개발이 이루어지지 않아 실제로 농촌현장에 활용이 잘 이루어지지 않고 있음. 또한 온실가스 감축사업 분야에서 농경지 온실가스 배출 감축과 재배방식 및 작부체계 개선 등 메탄 감축기술이 개발되었고 사업화 가능성이 높은 것으로 평가되었으나 실제로 농가에 보급되는 사례가 제한적이어서 개발된 기술보급을 위한 프로그램 개발이 필요함.
- 제3차 종합대책에서 협약이행기반 구축사업으로 추진된 축산분뇨 자원화연구 및 음식물쓰레기 연구는 제1차 종합대책부터 추진된 과제로 상당한 기간 동안 추진되어 두 사업의 종결은 바람직한 결정으로 판단됨. 다만 그동안 이루어진 연구성과에 대한 정확한 평가를 기초로 실용화 및 사업화가 연계될 수 있는 프로그램 개발이 필요한 것으로 판단됨.
- 온실가스 통계부문의 경우 산업자원부가 중심이 되어 추진하는 국가고유 온실가스 배출계수 개발, 국가인벤토리 작성체계 구축, 온실가스 소비행태 통계구축 등의 대과제에 포함시켜 추진키로 하였으므로 총괄과제의 전체적인 틀 속에서 농업부문의 관련 통계가 잘 반영될 수 있도록 체계적인 접근이 이루어져야 할 것으로 판단됨.
- 제4차 종합대책에서 농림부 사업으로 새롭게 추진되는 질소질비료 감축, 바

이오디젤 유채생산, 축산분야 메탄 감축 등의 사업은 향후 실제로 온실가스의무감축에 대비하여 중요한 사업으로 평가됨. 이들 사업이 사업기간내 효과적으로 이루어질 수 있도록 실질적인 평가와 모니터링 시스템이 작동될 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 할 것으로 판단됨.

- 기후변화 적응기반 구축사업으로 제3차 대책에서 이루어진 작물의 생육 및 생산성 영향평가에 관한 과제와 농경지의 탄소고정능력의 연구는 적응과 흡수 부문의 기초과제로 제목을 조정하여 추진함은 바람직한 결정으로 판단되며, 두 과제가 효과적으로 이루어질 수 있도록 주기적인 모니터링과 평가시스템이 작동될 수 있도록 해야 할 것으로 판단됨.
- 산림부문의 경우 협상대응 부문의 신규과제로 LULUCF 협상대응 연구와 Post-2020 대응 산림탄소계정 시스템 구축에 관한 과제가 추가된 것으로 향후 온실가스 흡수원에 대응하여 바람직한 사업 선정으로 판단됨. 또한 온실가스 통계부문에서는 제3차 종합대책의 숲가꾸기 사업을 산림의 탄소흡수원 유지 및 증진 사업으로 조정하여 계속과제로의 추진과 목재이용 및 목질계 바이오 에너지화 기반 구축에 관한 신규사업으로의 추진은 산림부문의 흡수문의 역할을 제고시키기 위한 중요한 사업으로 평가됨.
- 교토의정서 이행에 대비하여 일본과 EU국가의 농업부문 추진 방식대로 자율적 감축과 흡수 및 적응을 강화하는 방향으로 체계적인 전략수립이 필요함.
- 제4차 종합대책에서 국책과제로 선정되어 추진되는 과제 외에 추가적으로 추진될 과제로 농업부문 CDM 시범사업, 배출권거래제 활용 사업, 유기농업 육성사업, 지역단위 양분총량제, 기후변화협약 관련 적극적 협상 참여, 적응부문의 지속적인 노력, 체계적인 연구 및 기술개발, 농업부문 온실가스 통합관리시스템 구축, 기후변화협약 대응 전담인력 확보 등을 제시하였음.
- 기후변화협약에 대응하여 효과적인 대책 마련을 위해서는 농업부문과 환경부문의 정책프로그램을 상호보완적으로 접근하는 정책통합이 이루어져야 함. 특히 기후변화협약과 관련 농업부문이 온실가스 관리에 기여하는 산업으로 전환하기 위해 온실가스 조기감축이 이루어지는 경우 직불금 등 인센티브를 지급하는 방안에 대한 적극적인 검토가 필요함.



## 요 약

---

- 기후변화협약에 대응한 제1차 종합대책(1999~2001)과 제2차 종합대책(2002~2004)이 이루어졌고, 제3차 종합대책(2005~2007)이 2007년 말에 종료되고, 2008년부터 제4차 종합대책(2008~2012)이 추진될 예정임.
- 이 연구는 제3차 종합대책의 농림부문 사업에 대한 추진성과를 평가하고 2008년부터 시작되는 제4차 종합대책 수립과 관련 선정된 사업에 대한 검토와 효과적인 추진 방안을 제시하기 위함임.
- 우리나라의 온실가스 총배출 규모(2004년 기준)는 1990년 이후 연평균 4.7%씩 증가하여 약 590.6백만 CO<sub>2</sub>톤임. 이 가운데 농업부문은 2.7%를 차지하며, 경지면적과 화학비료 사용량 등의 감소로 매년 0.7%씩 줄어든 것으로 나타남. 농업부문의 온실가스 배출량(2005년 기준)은 총 1,803만 CO<sub>2</sub>톤이고, 이중 메탄이 1,006만 CO<sub>2</sub>톤으로 55.8%, 아산화질소가 511만 CO<sub>2</sub>톤으로 28.4%, 이산화탄소가 285만 CO<sub>2</sub>톤으로 15.8%를 차지함.
- 농업부문의 온실가스 배출량을 전망해 보면 2020년의 경우 2000년 대비 7.6% 감소한 1,450만 3천 CO<sub>2</sub>톤으로 추정됨. 따라서 2000년 기준 온실가스 의무감축을 이행할 경우 농업부문 전체적으로 약 119만 CO<sub>2</sub>톤에 상당하는 잉여배출량이 발생하는 것으로 전망됨.
- 온실가스 관리를 위한 수단은 크게 경제적 수단, 규제조치, 자발적 협약, 연구개발, 정보제공 등으로 나눌 수 있음. 우리나라의 여건에서 실제적으로 적용할 수 있는 핵심수단으로는 교토메커니즘인 청정개발체제, 배출권거래제, 온실가스 저감·흡수 기술, 온난화 적응 등을 들 수 있음.
- 기후변화협약 제3차 종합대책은 온실가스 저배출형 경제구조로의 전환을 위한 기반구축을 정책목표로 설정하고 협약이행기반 구축사업, 부문별 온실가스 감축사업, 기후변화 적응기반 구축사업 등 세 분야로 나누어 90개 과제를 수행함. 이중 농업분야 과제는 협약이행기반구축 분야에서 3개 과제, 온실가

스 감축분야에서 8개 과제, 적응기반구축 분야에서 5개 과제 등 총 16개 과제를 추진함.

- 제3차 종합대책의 농림부문의 협약이행 기반구축사업으로 축산분뇨자원화와 음식물폐기물 관련 연구에서 실용화 기술이 개발되었으나 농가로의 기술보급 프로그램 개발이 이루어지지 않아 실제로 농촌현장에 활용이 잘 이루어지지 않고 있음. 또한 온실가스 감축사업 분야에서 농경지 온실가스 배출 감축과 재배방식 및 작부체계 개선 등 메탄 감축기술이 개발되었고 사업화 가능성이 높은 것으로 평가되었으나 실제로 농가에 보급되는 사례가 제한적이어서 개발된 기술보급을 위한 프로그램 개발이 필요함.
- 제3차 종합대책에서 협약이행기반 구축사업으로 추진된 축산분뇨 자원화연구 및 음식물쓰레기 연구는 제1차 종합대책부터 추진된 과제로 상당한 기간 동안 추진되어 두 사업의 종결은 바람직한 결정으로 판단됨. 다만 그동안 이루어진 연구성과에 대한 정확한 평가를 기초로 실용화 및 사업화가 연계될 수 있는 프로그램 개발이 필요한 것으로 판단됨.
- 온실가스 통계부문의 경우 산업자원부가 중심이 되어 추진하는 국가고유 온실가스 배출계수 개발, 국가인벤토리 작성체계 구축, 온실가스 소비행태 통계구축 등의 대과제에 포함시켜 추진키로 하였으므로 총괄과제의 전체적인 틀 속에서 농업부문의 관련 통계가 잘 반영될 수 있도록 체계적인 접근이 이루어져야 할 것으로 판단됨.
- 제4차 종합대책에서 농림부 사업으로 새롭게 추진되는 질소질비료 감축, 바이오디젤 유채생산, 축산분야 메탄 감축 등의 사업은 향후 실제로 온실가스 의무감축에 대비하여 중요한 사업으로 평가됨. 이들 사업이 사업기간내 효과적으로 이루어질 수 있도록 실질적인 평가와 모니터링 시스템이 작동될 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 할 것으로 판단됨.
- 기후변화 적응기반 구축사업으로 제3차 대책에서 이루어진 작물의 생육 및 생산성 영향평가에 관한 과제와 농경지의 탄소고정능력의 연구는 적응과 흡수 부문의 기초과제로 제목을 조정하여 추진함은 바람직한 결정으로 판단되며, 두 과제가 효과적으로 이루어질 수 있도록 주기적인 모니터링과 평가시

시스템이 작동될 수 있도록 해야 할 것으로 판단됨.

- 산림부문의 경우 협상대응 부문의 신규과제로 LULUCF 협상대응 연구와 Post-2020 대응 산림탄소계정 시스템 구축에 관한 과제가 추가된 것으로 향후 온실가스 흡수원에 대응하여 바람직한 사업 선정으로 판단됨. 또한 온실가스 통계부문에서는 제3차 종합대책의 숲가꾸기 사업을 산림의 탄소흡수원 유지 및 증진 사업으로 조정하여 계속과제로의 추진과 목재이용 및 목질계 바이오 에너지화 기반 구축에 관한 신규사업으로의 추진은 산림부문의 흡수원의 역할을 제고시키기 위한 중요한 사업으로 평가됨.
- 교토의정서 이행에 대비하여 일본과 EU국가의 농업부문 추진 방식대로 자율적 감축과 흡수 및 적응을 강화하는 방향으로 체계적인 전략수립이 필요함.
- 제4차 종합대책에서 국책과제로 선정되어 추진되는 과제 외에 추가적으로 추진될 과제로는 농업부문 청정개발체제(CDM) 시범사업, 배출권거래제 활용 사업, 유기농육성사업, 지역단위 양분총량제, 기후변화협약 관련 적극적 협상 참여, 적응대책의 지속적인 추진, 농업부문 온실가스 통합관리시스템 구축, 전담인력 확보 등을 제시하였음.
- 기후변화협약에 대응하여 효과적인 대책 마련을 위해서는 농업부문과 환경부문의 정책프로그램을 상호보완적으로 접근하는 정책통합이 이루어져야 함. 특히 기후변화협약과 관련 농업부문이 온실가스 관리에 기여하는 산업으로 전환하기 위해 온실가스 조기감축이 이루어지는 경우 직불금 등 인센티브를 지급하는 방안에 대한 적극적인 검토가 필요함.

## ABSTRACT

### Evaluation of Comprehensive Measures Against the United Nations Framework Convention on Climate Change in Agricultural Sector

It is necessary to devise the 4th comprehensive measures (2008~2012) for agricultural sector that should be effective and practical by evaluating policy performances for the 3rd comprehensive measures (2005 ~ 2007) against the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) which would be completed in 2007 and by reflecting the results in setting up them. The 4th comprehensive measures should include programs for encouraging voluntary GHG reductions and for developing carbon sinks rather than regulations and obligatory reductions in agricultural sectors as Korea is presently exempt from obligatory reduction.

The purpose of this study is to evaluate projects in agricultural sectors for the 3rd comprehensive measures against the UNFCCC and to suggest the 4th measures based on the results of evaluation and to determine practical options accordingly.

For the 3rd measures, policies focused on the establishment of frameworks for reducing GHGs and a total of 90 projects were carried out in three categories: (1) establishment of infrastructure for implementing the convention, (2) GHGs emission reductions by sector, and (3) adaptation to climate changes. Among those, agricultural sectors fulfilled a total of 16 projects, including 3 projects in the first category, 8 projects in the second one, and 5 projects in the third one. In the project for establishing the infrastructure on convention implementation, scientific studies developed the applied technology on utilization of livestock manure and food wastes, which is yet to be used in rural regions due to lack of programs for transferring the technology to farms. In the project of GHGs emission reduction, the technologies of reducing methane emissions were developed, including those for GHGs emission reduction in cultivated lands and improvements in harvesting and planting systems. The technologies are considered to be potentially practiced but limited in terms of technology dissemination to farms, necessitating the development of programs for transferring technology.

The studies on the utilization of livestock manure and food wastes have

been conducted over a long period of time since the implementation of the 1st measures and should preferably be terminated. It is therefore necessary to develop programs for linking the results of evaluation to projects for utilization and commercialization of resources based on the policy evaluation. Regarding GHGs statistics, the major projects include the development of GHGs emission coefficients and the establishment of a national inventory system and patterns of GHGs emission distribution to be led by the Ministry of Commerce, Industry and Energy.

Regarding the 4th measures, the following projects will play a key role in obligatory GHGs emission reduction: reduction in nitrogen fertilization, production of rape seed for biodiesel, and reduction of methane emission in the livestock industry. Therefore, it is determined that the systematic mechanism for monitoring and evaluating the projects should be well prepared so that they could be effectively carried out within the specified periods.

For the adaptation to climate changes, the works of evaluating the cultivation of crops and its effects on productivity and the studies of carbon sequestration in farmlands would be the basic works in the sectors of adaptation and sinks, and the system for monitoring and evaluating these two at regular intervals would have to be operated.

For the 4th measures, additional projects should include a pilot project of the Clean Development Mechanism (CDM) project in agricultural sector, application of emission trading system, promotion of organic farming, regional-based maximum nutrients loading system, active participation in negotiations of UNFCCC, continued efforts in the adaptation sector, systematic research and technology development, establishment of an integrated GHGs management system, and organization of task forces.

For effective arrangements against UNFCCC, policy integration should be carried out so that the programs in agricultural and environmental sectors can supplement each other. In particular, for the agricultural sector to be a key contributor in the early reduction of GHGs emission, incentives such as direct payment should be considered.

Researchers: Chang-Gil Kim, Tae-Young Kim, and Sang-Gun Lee  
E-mail address:

## 표 차 례

---

### 제1장 서론

표 1-1. 농림부문 제3차 종합대책 사업별 자체평가자 명단 .....	4
---	---

### 제2장 농림업 부분의 온실가스 발생 및 관리수단

표 2-1. 산업 부문별 온실가스 배출량 변동 추이 .....	7
표 2-2. 온실가스별 배출량 변동 추이1) .....	8
표 2-3. 농업부문 온실가스 배출량 및 온난화지수 변화추이 .....	0
표 2-4. 농업부문 온실가스 배출량 및 온난화지수 전망 .....	2
표 2-5. 온실가스 감축수단의 분류 .....	3
표 2-6. 배출권거래시장에서 활용 가능한 크레딧 유형 .....	6
표 2-7. 농업부문의 온실가스 저감·흡수기술 목록 .....	18

### 제3장 제3차 종합대책의 농림분야 추진성과 분석

표 3-1. 기후변화협약 제3차 종합대책의 연차별 소요예산 .....	2
표 3-2. 연도별 축산분뇨자원화연구 추진실적 .....	6
표 3-3. 축산분뇨자원화연구결과 활용실적 .....	6
표 3-4. 음식물쓰레기 퇴비화 연구 연도별 추진실적 .....	9
표 3-5. 음식물쓰레기 퇴비화 연구결과 활용실적 .....	9
표 3-6. 흡수원 활용기반구축사업 추진실적 .....	2
표 3-7. 농경지 온실가스 배출 감축사업 연도별 추진실적 .....	8
표 3-8. 농경지 온실가스 배출 감축사업 연구결과 활용실적 .....	5
표 3-9. 반추가축 장내발효 개선 연구 연도별 추진실적 .....	7
표 3-10. 반추가축 장내발효 개선 연구결과 활용실적 .....	7

표 3-11. 축산분뇨 처리개선 사업 연도별 추진실적 .....	3
표 3-12. 축산분뇨 처리개선 사업 연구결과 활용실적 .....	4
표 3-13. 숲가꾸기 사업 연도별 추진실적 .....	4
표 3-14. 산림병해충 집중방제 사업 연도별 추진실적 .....	4
표 3-15. 산불예방 및 진화 사업 연도별 추진실적 .....	7
표 3-16. 도시숲 관리조성·관리사업 연도별 추진실적 .....	49
표 3-17. 해외조림사업 확대 사업 연도별 추진실적 .....	5
표 3-18. 기후변화가 산림생태계 영향 관련 연구의 연도별 추진실적 .....	5
표 3-19. 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구 연도별 추진실적 .....	5
표 3-20. 농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구결과 활용실적 .....	5
표 3-21. 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연도별 추진실적 .....	5
표 3-22. 강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 연구결과 활용실적 .....	5
표 3-23. 황사에 따른 농업환경영향 평가 연도별 추진실적 .....	6
표 3-24. 황사에 따른 농업환경영향 평가 연구결과 활용실적 .....	6
표 3-25. 작물의 생육 및 생산성 영향평가 연구 연도별 추진실적 .....	6
표 3-26. 작물의 생육 및 생산성 영향평가 연구결과 활용실적 .....	6
표 3-27. 제3차 종합대책 관련 농림부문의 사업 내용 및 실적 .....	6

#### 제4장 기후변화협약에 따른 주요국의 농림분야 대응책

표 4-1. 2002년 미국 농업법에 추가 또는 도입된 탄소고정 관련 프로그램 .....	97
표 4-2. 유럽에서 적용되고 있는 농업부문 CDM 바이어와 유형 .....	5

#### 제5장 제4차 종합대책 관련 농림분야 대책 분석

표 5-1. 제4차 종합대책의 농림부문 추진과제 .....	9
표 5-2. 산림 및 토지이용 협상대응연구 연도별 추진내용 .....	12
표 5-3. 국가고유 온실가스 배출계수 개발 및 관리사업 연도별 추진내용 .....	16
표 5-4. 국가 인벤토리 작성체계 구축사업 연도별 추진내용 .....	19
표 5-5. Post 2020대응 산림탄소계정 시스템 구축사업 연도별 추진내용 .....	21

표 5-6.	온실가스 소비행태통계 구축사업 연도별 추진내용 .....	15
표 5-7.	질소질 비료 감축사업 연도별 추진내용 .....	18
표 5-8.	시설개선에 따른 온실가스 감축(돼지) .....	19
표 5-9.	축산분야 메탄가스 감축사업 연도별 추진내용 .....	20
표 5-10.	바이오디젤용 유채 생산사업 연도별 추진내용 .....	22
표 5-11.	목재이용 및 목질계 바이오에너지화 기반구축사업 연도별 추진내용 .....	23
표 5-12.	산림의 탄소흡수원 유지 및 증진 연도별 추진내용 .....	29
표 5-13.	국가차원의 종합적 영향 평가 및 적응대책 수립사업 연도별 추진내용 .....	33
표 5-14.	산림·임업부문의 기후변화 영향평가 사업 연도별 추진내용 .....	136
표 5-15.	바이오에너지 원료작물 생산 연구 연도별 추진내용 .....	19
표 5-16.	농업부산물을 이용한 바이오에너지 개발 연구 연도별 추진내용 .....	22
표 5-17.	탄소축적량 분석 및 탄소수지 연구 연도별 추진내용 .....	25
표 5-18.	농업부문의 제3차 대책과 제4차 대책의 과제 비교(농림부농진청) .....	28
표 5-19.	산림부문의 제3차 대책과 제4차 대책의 과제 비교(산림청) .....	30
표 5-20.	주요국의 배출권거래제 현황 .....	32



## 그림 차례

---

### 제2장 농림업 부분의 온실가스 발생 및 관리수단

그림 2-1. 농업부문의 온실가스 배출-흡수 구조 .....	9
그림 2-2. 농업부문의 온실가스 배출 구조(2005년 기준) .....	11
그림 2-3. CDM사업의 타당성 확인 절차 .....	5
그림 2-4. 농축산부문의 온실가스 감축수단 적용 메커니즘 .....	9

### 제3장 제3차 종합대책의 농림분야 추진성과 분석

그림 3-1. 기후변화협약 대책 추진 체계도 .....	2
그림 3-2. 기후변화협약 대응 농림업부문 제3차 종합대책 체계 .....	4

### 제4장 기후변화협약에 따른 주요국의 농림분야 대응책

그림 4-1. 정책수단 사다리 .....	6
------------------------	---

### 제5장 제4차 종합대책 관련 농림분야 대책 분석

그림 5-1. 제4차 종합대책의 부문별 과제목표의 관계 .....	5
그림 5-2. 기온상승에 따른 한반도의 식생기후대 변화 .....	13
그림 5-3. 온실가스 의무감축 대응 농업부문 연구추진 로드맵 .....	18

## 참고 문헌

---

- 국무조정실. 2006. 「기후변화협약 제3차 종합대책 '06년도 부처별 추진실적 점검 보고서」. 기후변화협약대책위원회. 2007. 「기후변화협약 대응 제3차 종합대책」.
- 김정호 등. 2007. 「농업부문 비전 2030 중장기 지표 개발」. 한국농촌경제연구원.
- 김창길 외 3인. 2007. 「주요국의 농업부문 기후변화협약 대응 방안」. D229. 한국농촌경제연구원.
- 김창길, 김태영, 신용광. 2006. 「기후변화협약에 따른 농업부문 파급영향 분석」. 연구보고서 R520. 한국농촌경제연구원.
- 농림부. 2005. 「기후변화협약 대응 농림업분야 온실가스 배출 절감대책」(내부자료).
- 농림부. 2007. 「기후변화대응 제4차 종합대책 농림분야 과제선정」(내부자료).
- 농림부. 2007. 「기후변화협약 농림분야 대응 방안 검토」(내부자료).
- 농촌진흥청. 2002. 「기후변화와 농업생태계 변동 연구동향」. 연구동향분석보고서 2002-2.
- 농촌진흥청. 2005. 「농업부문 온실가스 배출 저감 기술 개발」. 제5차 연도 보고서.
- 방기열 외 10인. 2004. 「기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략에 관한 연구」. 산업자원부-에너지경제연구원.
- 배재수 외 5인. 2006. 「조립 CDM사업 길잡이」. 연구보고 06-10. 국립산림과학원.
- 오병근. 2007. “자운영 재배를 통한 대기중 CO<sub>2</sub>흡수 효과.” 농촌진흥청. 「연구와 지도」. 제48권 제3호: 26-29.
- 양승룡 외 7인. 2005. 「탄소배출권 거래제 도입과 농업부문 대응 전략에 관한 연구」. 농림부.
- 이상곤 외 13인. 2003. 「기후변화협약 및 교토 의정서 대응전략 연구」. 산업자원부-에너지경제연구원.
- 윤성이. 2001. “지속가능한 농업을 위한 농업자원의 유효이용 방안: 기후변화협약에 따른 영향과 대책.” 한국유기농업학회지. 9권: 23-44.
- 임재규 등. 2005. 「기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반 구축연구(제2차년도)」. 기본 연구보고서 05-12. 에너지경제연구원.
- 임재규. 2006. 「기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반구축연구(제3차년도)」. 기본 연구보고서 06-12. 에너지경제연구원.
- 정원교. 2007. “토양유기탄소 지표 개발 및 활용.” 「OECD농업환경지표 개발 및 정책적 활용에 관한 워크숍 자료집」. 농촌진흥청. pp.147-168.
- 한승호. 2006. 「기후변화협약의 새로운 도전 - 청정개발체제(CDM)의 이해와 활용」. 한울

- 아카데미.
- 한화진 외 11. 2005. 「기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 I」. 연구보고서 RE-01. 한국 환경정책평가연구원.
- 한화진 외 10인. 2006. 「기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 II」. 연구보고서 RE-01. 한국환경정책평가연구원.
- Australian Greenhouse Office. 2002. *Developing a Strategic Framework for Greenhouse and Agriculture*. Australian Government.
- DEFRA, 2007. *UK Climate Change Programme: Annual Report to Parliament*. London, UK.
- Gibbons, J.M., S.J. Ramsden, and A. Blake. "Modelling Uncertainty in Greenhouse Gas Emissions from UK Agriculture at the Farm Level." *Agriculture, Ecosystem, and Environment* 112(2006): 347-355.
- Freibauer, Annette. et al. 2004. Carbon Sequestration in the Agricultural *Soil of Europe*. *Geoderma* 122: 1-23.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001 - Impacts, Adaptation, and Vulnerability. The 3rd Assessment Report*. McCarthy, et al. eds., Cambridge University Press.
- IPCC. 2007. *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 - Synthesis Report*.
- Jung, Won-Kyo and Sun-Kwan Kim. 2007. Soil organic carbon dynamics in Korean paddy soils. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 40:36-42.
- Khakbazen, M. et al. 2004. Evaluating Economics of Greenhouse Gas Emission under High and Low Input Farming System. Paper Presented at the Canadian Agricultural Economics Society.
- Lal, R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO<sub>2</sub>-enrichment. *Soil Tillage Research*. 43:81-107.
- Lal, R. 2007. Soil Science and the Carbon Civilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:1425-1437.
- Ribaudo, M., R. 2006. Johansson, and C. Jones. "Environmental Credit Trading: Can Farming Benefit?" *Amber Waves*. USDA. ERS. Vol. 4. Issues 1.
- Schneider, U. and B.A. McCarl. 2002. A The Potential of U.S. Agriculture and Forestry to Mitigate Greenhouse Gas Emissions: An Agricultural Sector Analysis. Working Paper 02-WP 300.
- Richards, K.R., R.N. Sampson, and S. Brown. 2006. *Agricultural and Forest lands: U.S. Carbon Policy Strategies*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington, VA.
- UNFCCC. 2001. *The Marrakesh Accords and Marrakesh Declaration*, 2001.
- VVM Working Group. 2004. *Validation and Verification Manual*. IETA.