

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001487-01

2016. 10.

농식품 기후변화대응 기본계획('11~'20) 중간평가 연구

연구기관
한국농촌경제연구원



제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 「농식품 기후변화대응 기본계획('11~'20) 중간
평가 연구」의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 10월

주관연구기관명: 한국농촌경제연구원
총괄연구책임자: 정학균(연구위원)
연구원: 임영아(부연구위원)
 김부영(연구위원)

농식품 기후변화대응 기본계획('11~'20) 중간평가 연구

정 학 균 연구위원
임 영 아 부연구위원
김 부 영 연구원

연구 담당

정학균	연구위원	연구 총괄, 기본계획 추진방향
임영아	부연구위원	기본계획 성과평가
김부영	연구원	자료수집 및 분석

머 리 말

농림축산식품부는 국가 온실가스 감축정책에 대응하고 기후변화에 따른 농산물 수급 불안을 해소할 수 있는 체계적 방안을 마련키 위해, 2011년부터 중장기 기후변화대응 기본계획을 수립하여 추진해 왔다. 5년이 경과한 현 시점에서 기본계획의 보다 효과적인 추진을 위해 과거 5년의 성과를 평가하고, 남은 5년의 계획을 보완할 필요가 있다. 특히 2020년 이후의 국제 신기후체제 협약이 작년 12월에 채택됨에 따라 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응정책을 제시할 필요가 있다. 따라서 지금까지의 기본계획의 추진실적을 평가하고, 지속가능한 농업 발전을 도모하는 농업분야 기후변화 대응정책을 도출하는 연구가 필요하다.

이 보고서는 「농식품 기후변화대응 기본계획('11~'20) 중간평가 연구」에 관한 정책과제의 최종결과물이다. 농업분야 기후변화 대응정책 평가 관련 국내외 문헌을 조사하였으며, 정책담당자를 대상으로 전반기 실적 및 후반기 계획에 대하여 설문조사를 실시하고, 전문가들로 하여금 실적 및 계획을 평가하도록 하였다. 또 기후변화 대응전략 수립을 위해 5년 전과 비교한 현재의 농식품부 내부 환경과 외부 환경여건에 관한 SWOT 분석을 추진하였다. 분석 결과를 기초로 후반기에 추진해야 할 주요 핵심과제를 도출하였다. 아무쪼록 이 연구의 결과가 향후 기후변화대응 기본계획의 효과적인 추진전략 수립을 위한 기초자료로 활용되기를 기대한다.

바쁘신 중에도 귀중한 자문을 해 주신 농림축산식품부 창조농식품정책과 김정욱 과장, 농촌진흥청 정구복 연구관계 감사드린다.

2016. 10.

한국농촌경제연구원장 김 창 길

요 약

□ 연구의 목적

- 기후변화가 가져올 환경변화에 대응하기 위해 온실가스 감축이 글로벌 어젠다로 등장하였고, 세계는 국제협약을 통해 온실가스 의무감축을 현실화하고 있음. 기후변화에 매우 취약한 농림수산식품부문은 온난화와 이상기상으로 농작물 생산량이 감소하고, 재배 적지가 변동하며, 병해충 발생 빈도가 증가하는 등 부정적인 영향이 심화되고 있음.
- 농림축산식품부는 국가 온실가스 감축정책에 대응하고 기후변화에 따른 농산물 수급 불안을 해소할 수 있는 체계적인 방안을 마련하기 위해, 2020년까지 달성을 목표로 한 중장기 농림수산식품부문 기후변화 대응계획을 수립하여 2011년부터 추진해 옴.
- 기본계획의 보다 효과적인 추진을 위해 5년이 경과한 현 시점에서 과거 5년의 성과를 평가하고, 남은 5년의 계획을 보완할 필요가 있음. 기후변화와 이상기상으로 식량안보 이슈가 여전히 주목받는 가운데, 작년 12월에 2020년 이후의 국제 신기후체제 협약이 채택됨에 따라 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응정책을 제시할 필요가 있음.
- 이 연구의 목적은 「농림수산식품 기후변화 대응 기본계획('11~'20)」에 대해 지금까지의 추진실적을 평가하고, 지속가능한 농업 발전을 도모하고, 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응정책 도출하는데 있음.

□ 연구의 방법

- 연구 목적을 달성하기 위해 농업분야 기후변화 대응정책 평가 관련 국내외 문헌을 조사하였으며, 정책담당자를 대상으로 전반기 실적 및 후반기 계획에 대해 설문조사함. 또 전문가들을 위촉하여 실적 및 계획을 평가하도록 함. 그리고 기후변화 대응전략 수립을 위해 5년 전과 비교한 현재의 농식품부 내부 환경과 외부 환경여건에 관한 SWOT 분석을 추진함.
- 정책담당자를 대상으로 2011~2015년의 농식품 기후변화대응 세부추진계획의 122개 과제에 대해 그 추진실적을 조사하였고, 그 조사결과를 바탕으로 전문가 평가를 추진함.

□ 연구 결과 및 시사점

- 농식품부문 기후변화대응 기본계획의 적응분야 주요 성과를 보면 다음과 같음.
 - 농업분야 기후변화 영향 분석을 위한 기술 개발 사업 추진으로 벼 전용 생육모형 ‘ORYZA2000’에 대한 고온 등숙, 고온 불임율 모형 개선, RCP 8.5 시나리오에 따른 도별 쌀 생산성 변동 평가 자료 생성 등의 성과를 도출함.
 - 기후변화 적응을 위한 농업 생산(사양) 관리 지원 사업 추진으로 찰옥수수 2기작 재배를 위한 파종한계기와 수확시기 구명, 고온기 젖소 사양관리 표준 매뉴얼 개발 등의 성과를 나타냄.
 - 기후변화 조건에서의 농업 생태계 관리 기술 개발 사업 추진으로 42종의 열대/아열대작물 유전자원을 수집하였고, 14종의 기초 환경적응성 평가 등을 실시함.
 - 기후변화 대응 안정적 농업용수 공급을 위한 사업 추진으로 기본계획 대비 수리안전답률 112%, 용수공급률 155%로 목표를 초과달성하였고, 지하수 보전·관리를 위해 농어촌지하수넷 시스템을 고도화하여, 2015년 현재 226지구 정보를 WebGIS 지도서비스로 제공하게 됨.

- 기후변화 적응을 위한 농업 생산 자원 개발 사업 추진으로 경종분야의 콩, 옥수수, 감자, 녹비와 원예분야의 사과·배, 채소, 특작, 인삼, 버섯, 열대/아열대 작목은 당초 목표를 달성 혹은 초과 달성한 것으로 평가됨. 축산분야의 경우 국내 환경에 적합한 목초 품종을 개발하고, 한지형 목초를 시범농장 27개소에 보급하였음.
- 다음으로 감축/흡수 분야의 주요 성과를 보면 다음과 같음.
- 경종분야에서 온실가스 감축 영농기술 개발로 벼 재배의 간단관개로 상시담수 대비 온실가스가 43.8% 감소하고, 발작물 녹비재배로 관행대비 65.6% 감소한다는 결과를 도출함.
 - 원예분야에서 도시농업의 활성화 사업 추진으로 도시텃밭 92,133개소(2015년 기준)를 개발하여 당초 목표(2000)를 초과 달성한 것으로 평가됨. 또 시설원예 에너지 절감 사업 추진으로 신재생에너지 및 에너지절감시설 보급은 9,804ha(2015년 기준)로 당초 목표(9,132ha)를 달성한 것으로 평가됨.
 - 축산분야에서 온실가스 감축사업 추진으로 지열 난방을 축사에 도입하여 온실가스를 감축하는 기술을 개발하였고, 가축분뇨 적정처리를 위해 공동자원화 시설은 114개소로, 에너지화 시설은 10개소로 각각 확충됨.
 - 산림분야에서 조림사업을 통한 흡수 확대 사업 추진으로 연간 약 2만 2,000ha 규모의 숲을 조성하였고, 도시숲 조성사업 확대로 1인당 생활권 도시숲 면적이 8.58m²를 기록하여 세계보건기구(WHO) 권고 수준(9m²)에 근접하게 됨. 식품·유통 분야에서 온실가스·에너지 목표관리제 도입 및 시행함.
 - 인프라 분야의 기후변화 대응을 위한 물적/제도적 인프라 구축 사업 추진으로 이상기상에 대응하기 위한 온실의 개보수 및 신축 지원, 저탄소 농축산물 인증제도 도입 등의 성과를 도출함. 기후변화 대응을 위한 위기관리시스템 구축 사업 추진으로 기후변화 대응 농업재해보험의 활성화, 농업지대별 농업기상정보 생산 및 활용체계 구축 등의 성과를 얻음.

- 추진실적 및 향후 계획 평가를 기초로 기본계획의 개선방향을 다음과 같이 제시할 수 있음.
 - 기후변화 영향 예측 및 취약성 평가에 대한 사업 확대, 이상기상 및 농업 생태계의 변동을 반영한 기술 개발 사업 추진, 기후변화 적응 수단 도입을 고려한 과급 효과 분석, 실효성 있는 조림사업 추진, 실효성 있는 목질계 바이오매스 활용사업 추진, 온실가스 감축량을 평가할 수 있는 방법론 개발, 기후변화 대응기술 개발 사업과 보급사업과의 연계성 강화, 기본계획에 추가적으로 연구해야 할 과제 검토, 기후변화 대응과 직접적 연관성이 낮은 과제 재검토, 중복 과제의 조정 및 타 분야와의 연계성 강화 등이 요구됨.

- 효과적이고 실효성 있는 기후변화 대응을 위해 SWOT 분석 기초로 다음의 전략이 도출됨.
 - SO 전략: 배출권거래제를 활용한 탄소상쇄사업 추진, 기후변화 대응 전문인력 및 축적된 노하우를 활용한 네트워크 구축 및 국내외 기후변화 목표에 대응한 정책포럼 구성 등
 - ST 전략: 기존 전문인력, R&D 지식, 경험을 근거로 한 예산 확보 등
 - WO 전략: 온실가스배출권거래제 및 저탄소농축산물인증제도 도입을 통한 농업인 소득 향상, 기후변화에 대한 전 국민적 관심 제고 등
 - WT 전략: 기후변화 대응정책 추진 거버넌스 구축을 통한 효율적인 기후변화 대응 조직 구성, 기후변화 대응 전문연구인력 및 전략적인 기후변화 대응을 위한 예산 확보 등

- 실적 및 계획평가, SWOT 분석을 기초로 다음의 핵심과제를 도출함.
 - 적응분야에서는 기후변화에 따른 벼 영향평가/예측 및 작물모형 개발, 열대/아열대채소 도입 및 재배법 개발, 아열대 자원작물 유전자원 수집 및 적응성 평가, 온난화에 따른 가축질병 방지 대책, 가금 안정 생산 기술 개발, 목초 신품종 개발 및 초지생산성 향상 개발, 다목적 농촌용수개발,

농촌용수 이용체계 재편, 한발대비 용수 개발, 지하수자원 관리 등의 과제 추진이 필요함.

- 완화/흡수분야에서는 온실가스 감축 영농기술 개발, 도시농업의 활성화 방안, 시설원예 에너지 절감방안, 기후변화 적응 및 탄소흡수 증진을 위한 수종육성 연구, 온실가스 산림상쇄 기반 구축, 소수력발전 추진, 온실가스·에너지 목표관리제 등이 필요함.
- 인프라분야에서는 저탄소농축산물 확대, 탄소상쇄사업 추진, 농업재해보험 확대, 농업지대별 농업기상정보 생산 및 활용체계 구축 등이 필요함.

차 례

제1장 서론

- 1. 연구의 배경 및 필요성 1
- 2. 연구목적 2
- 3. 선행연구 검토 3
- 4. 연구방법 및 범위 7

제2장 기후변화 대응대책 추진 현황

- 1. 농식품부문에 미치는 기후변화의 영향 11
- 2. 농식품분야 기후변화 대응대책 추진 현황 15
- 3. 기본계획의 주요 내용 18

제3장 기본계획 추진실적 및 계획 평가

- 1. 추진실적 및 계획 평가 개요 23
- 2. 기본계획 추진실적 및 계획 평가 26

제4장 주요국의 기후변화 대응정책 동향분석

- 1. 미국 60
- 2. 중국 68
- 3. 영국 71

제5장 기본계획 추진 방향

- 1. 기후변화대응 추진 여건 변화 75
- 2. 기본계획 추진 기본방향 87
- 3. 주요 핵심과제 추진방향 91

제6장 요약 및 결론	133
부록 1. 정책담당자 조사표	139
부록 2. 전문가 조사표/전문가 설문결과	143
참고 문헌	153

표 차례

제1장

표 1-1. 기본계획 평가 및 검토위원 현황	8
--------------------------------	---

제2장

표 2-1. 농업부문 온실가스 감축목표(안)	17
표 2-2. 기후변화 대응 투융자 계획	20

제3장

표 3-1. 분야별 조사대상 세부과제수	23
표 3-2. 기상예측 DB 구축 및 쌀 생산성 예측	30
표 3-3. 온습도 지수에 따른 젓소 관리 포인트	32
표 3-4. 국내 열대/아열대 채소 도입 및 재배기술 개발	37
표 3-5. 온실가스 배출 저감기술 개발	39
표 3-6. 내재해형 비닐하우스 개발	44
표 3-7. 농업기상재해 조기경보서비스 기술개발	46
표 3-8. 적응/감축/흡수 분야별 과제수(인프라 제외)	52

제4장

표 4-1. 미국, 중국, 영국의 국가별 기여방안 및 계획상 중점사항	59
----------------------------------------------	----

제5장

표 5-1. 교토의정서 및 파리협정 비교	76
표 5-2. 5년 전과 현재의 기후변화 대응 여건 비교	79
표 5-3. 기후변화에 대한 인지도 변화	81

표 5-4. 후반기 기후변화 대응 전략의 SWOT 분석(전반기와 비교) 89
표 5-6. 사업 대상 분야 및 저탄소 농업기술 125
표 5-7. 농작물 재해보험 상품 다양화 예시 129

부록

부표 1. 기본계획 전반기 평가기준 및 후반기 검토기준 143
부표 2. 전문가 조사표 145
부표 3. 경종분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가 146
부표 4. 원예분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가 147
부표 5. 축산분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가 148
부표 6. 산림분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가 149
부표 7. 수자원분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가 150
부표 8. 식품·유통분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가 151
부표 9. 인프라분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가 152

그림 차례

제1장

그림 1-1. 연구 흐름도	9
----------------------	---

제4장

그림 4-1. 미국의 2020년, 2025년 온실가스 감축량 목표	60
--------------------------------------------	----

제5장

그림 5-1. 기후변화에 대한 체감 정도	82
그림 5-2. 기후변화가 농업생산에 미치는 영향	83

제 1 장

서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

- 기후변화가 가져올 환경변화에 대응하기 위해 온실가스 감축이 글로벌 어젠다로 등장하였고, 세계는 국제협약을 통해 온실가스 의무감축을 현실화하고 있음. 기후변화에 매우 취약한 농림수산식품부문은 온난화와 이상기상으로 농작물 생산량이 감소하고, 재배 적지가 변동하며, 병해충 발생 빈도가 증가하는 등 부정적인 영향이 심화되고 있음.
- 국제 기후변화협약에 대응하여 우리나라도 4차에 걸쳐 기후변화 협약 대응계획을 수립하여 추진했으며, 2009년 자발적인 감축목표로 2020년까지 BAU 대비 30% 감축을 세계에 제시함. 또한 2008년에는 세계적인 애그플레이션이 발생하였고, 2010년에는 기후변화와 이상기상으로 식량 수급 불안이 심화됨.
- 농식품부는 국가 온실가스 감축정책에 대응하고 기후변화에 따른 농산물 수급 불안을 해소할 수 있는 체계적인 방안을 마련하기 위해, 2020년까지 달성을 목표로 한 중장기 농림수산식품부문 기후변화 대응계획을 구상하였

음. 2011년 5월 그 기본계획을 확정하였으며, 2011년 9월 세부추진계획을 마련함.

- 기본계획(2011~2020)은 온실가스 감축을 통한 기후변화 영향 완화와 기후변화 적응이라는 두 가지 축을 중심으로 하고 있는데, 첫째로 2020년까지 농업분야 온실가스 배출전망치(BAU)의 35% 감축 및 산림분야 온실가스 흡수량 전망치의 6% 향상을 목표로 하고, 둘째로 이상기상 예측 등을 통한 수급 불안 해소를 목표로 농업, 축산, 수산, 산림, 수자원 및 식품·유통 등 6개 분야에서 과제를 선정하여 추진함.
- 기본계획의 보다 효과적인 추진을 위해 5년이 경과한 현 시점에서 과거 5년의 성과를 평가하고, 남은 5년의 계획을 보완할 필요가 있음. 기후변화와 이상기상으로 식량안보 이슈가 여전히 주목받는 가운데, 작년 12월에 2020년 이후의 국제 신기후체제 협약이 채택됨에 따라 지속가능한 농업 발전을 도모하고, 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응정책을 제시할 필요가 있음.
- 기후변화 대응정책은 많은 시간과 예산 투입이 필요하며 대내외적인 변수가 작용하기 때문에 보다 신중한 고려가 필요함. 합리적인 기후변화 대응 기본계획 추진을 위해 정책성과를 심층적으로 평가하고, 정책대안의 우선순위를 정하며, 대내외적 변수를 고려한 기후변화 대응 기본계획 보완 연구가 필요함.

2. 연구목적

- 「농림수산식품 기후변화 대응 기본계획('11~'20)」 중간평가 및 보완
 - 농림수산식품 기후변화 대응 기본계획의 전반기(2011~2015년) 실적 평가

- 온실가스 감축 성과, 기후변화 적응 성과 등 기후변화 대응실태에 대해 전문가 설문조사, 농가 설문조사, 관련 자료 등을 이용하여 분석
- 지속가능한 농업 발전을 도모하고, 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응정책 도출
 - 농림수산식품 기후변화 대응 기본계획의 후반기(2016~2020년) 계획의 비전과 정책목표 제시
 - 기본계획 추진전략 및 분야별 핵심과제를 제시하되, 지속가능한 농업 발전을 도모하고, 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응 핵심과제 제시

3. 선행연구 검토

3.1. 선행연구 현황

- 박수진·정지호(2010)는 관련 전문가와 실무담당자를 대상으로 해양환경 부문 기후변화정책의 인식 정도, 성과, 한계점에 대해 면담 및 설문조사를 실시하여 한국 정부가 추진하는 해양환경 부문 기후변화정책의 성과와 한계를 분석함. 또한 주요 국가의 기후변화 관련 정책 및 법제도를 분석하여 국내 정책을 평가함. 이를 통해 해양환경 부문 기후변화정책의 향후 개선방안을 파악함.
- 명수정 외(2013)는 기후변화 적응정책을 이행하는 데 영향을 미치는 요인을 중심으로 적응정책의 효과성을 분석함. 국가 기후변화 적응정책의 내용, 적응정책 평가체계, 적응정책의 이행주체 및 조직, 적응정책에 지원된 자원 등 네 가지로 나누어 효과성 분석틀을 개발함. 이를 통해 기후변화 적응정책을

효과적으로 이행할 수 있는 방안을 제시함.

- 김창길 외(2011)는 제3차, 제4차 기후변화협약대책(2005~2007년, 2008~2012년) 농림분야 정책의 추진 내용과 실적을 정리하고 보완점을 도출함. 또한 농림수산식품분야 녹색성장 추진전략(2009) 및 기후변화 대응 기본계획(2011~2020년)의 주요 내용을 살펴보고, 해당 대응정책의 실효성과 적절성에 대해 평가함. 이를 통해 농림수산식품부문의 기후변화 대응전략을 제시함.
- 김창길 외(2007)는 농림분야의 제3차 기후변화협약대책(2005~2007년)에 대한 자체평가 자료, 외부평가 자료 및 전문가 의견을 취합하여 제3차 종합대책의 추진성과를 분석함. 제3차 종합대책에서는 기후변화 완화와 적응을 위한 연구 및 기술개발 정책이 주를 이룬 것으로 평가됨. 이를 바탕으로 제4차 종합대책에서는 온실가스 감축 및 탄소흡수원 확대를 활용할 수 있는 정책을 개발하고, 기술보급 프로그램을 추진할 것을 제안함.
- 정학균·김창길·문동현(2014)은 온실가스 감축 정책의 추진 현황을 파악하고, 농가들에 저탄소 농업기술의 적용 실태 및 저탄소 농업직불제에 대한 의견을 설문함. 이와 함께 농업·식품 부문의 온실가스 감축잠재량을 분석하여 농업·식품분야 온실가스 감축이행 로드맵을 마련함. 정학균·김창길(2015)은 또 2020년 이후의 온실가스 감축잠재량을 분석하여 제시함.
- 정휘철(2014)은 제1차 국가기후변화적응대책 농업부문의 성과와 한계를 제시하고, 이를 수정·보완하여 2차 대책 수립에 방향성을 제공하고자 함. 기후변화에 효과적으로 적응하기 위한 기술 개발, 제도 기반 마련, 인프라 구축 측면에서 주로 평가하였으며, 미흡한 점을 토대로 개선 방안을 제시함.
- 기후변화정책연구소(2012)는 기후변화 적응정책, 온실가스 감축정책, 에너지 수급정책, 기후변화 정책체계로 세분화하여 각 부문별로 이명박 정부의

기후변화 정책을 평가하고, 이를 바탕으로 차기정부의 정책과제를 도출함. 또한 이명박 정부의 기후변화 대응정책에 대한 전문가 인식 설문조사를 실시하여 기후변화 정책 수립 시 시사점을 이끌어 냄.

- 채정은(2010)은 광역지자체가 기후변화 대응계획 수립 시 활용할 수 있는 근거틀로서 계획지표를 개발함. 또한 연구를 통해 개발한 계획지표를 사용하여 인천광역시의 ‘저탄소 녹색성장 추진 로드맵’과 울산광역시의 ‘기후변화 종합대책’의 적절성, 타당성, 충분성을 평가함. 계획의 내용을 정량화하기 어려운 지표는 리커트 척도에 의한 설문을 이용하여 정성적으로 평가함.
- Jordan and Huitema(2014)는 국가 및 국가하부 단위의 기후변화 완화·적응 정책과 관련한 개념 및 이론을 검토하여 새로운 기후변화 정책요소를 어떻게 개발하고, 보급하고, 평가할 것인지에 대해 총체적인 이해를 시도하였음. 또한 개발(‘invention’), 보급(‘diffusion’), 평가(‘evaluation’) 세 가지 관점을 통합하여 새로운 분석틀을 제시하고자 하였음.
- Huitema et al.(2011)는 EU 각국에서 시행하는 기후변화 정책 평가의 패턴을 체계적으로 분류하는 작업을 수행하였음. 259개의 기후변화 정책 평가를 메타분석(meta-analysis)하여 현행 기후변화 정책이 기후변화 정책 입안의 내재적 복잡성을 고려하는 지, 공식적인 정책목표에 부합하는 지, 정책 이해관계자가 참여하는 지를 평가하였음.
- Konidari and Mavrakakis(2007)는 기후변화 완화정책을 정량적으로 평가할 수 있는 다중기준(multi-criteria) 분석기법을 제시하였음. 우선, 일련의 기준(criteria)과 하위기준(sub-criteria)을 설정하여 정책 결정자가 직접 선택하여 실행할 수 있는 근거틀을 제공하였음. 또한 이해관계자의 선호에 따라서 기준과 하위기준에 대한 가중치를 설정하기 위해 Analytical Hierarchy Process(AHP)를 적용하였음. 특정 하위기준에 따라 성과를 측정하는 각각의 정책에 점수

를 부여하기 위해 Multi-Attribute Theory(MAUT), Simple Multi-Attribute Ranking Technique(SMART)를 사용하였음.

- Bizikova(2014)는 농업부문 기후변화 적응정책과 관련 연구계획, 이해관계자 참여과정 및 부문간 공동 작업을 검토하고 적응정책 실무자를 대상으로 면담을 실시하여 독일, 핀란드, 영국, 미국, 캐나다의 국가 및 국가하부 단위 기후변화 농업부문 적응전략 수립과정에서 나타난 효과적인 제도적, 참여적, 협업적 요인을 규명하고자 하였음. 그 결과, 상향식 및 하향식 접근 방법의 조화가 적응전략 수립에 중요함을 밝혔음.

3.2. 선행연구와의 차별성

- 선행연구는 전반적인 농업정책이나 기후변화 정책을 다루고 있으며 농업분야에 한정된 기후변화 대응정책을 평가한 사례는 매우 제한적임. 더욱이 농식품분야 기후변화 대응 기본계획에 대해 평가한 연구는 아직 없는 실정임.
- 이 연구는 기본계획의 전반기 5년의 추진실적을 체계적으로 정성적, 정량적으로 평가하고, 신기후체제 하의 국제기후변화협약, 이상기상 빈발 등의 기후변화 정책과 관련된 여건을 반영하여 기본계획을 보완한다는 점에서 선행연구와 차별화 됨.

4. 연구방법 및 범위

4.1. 연구방법

관련 문헌 및 기존 연구자료 조사

- 농촌진흥청, 산림청, 국립농업과학원 유관기관 및 관련분야 학술지의 선행 연구 결과물에 대한 검토
- 미국, 중국, 영국 등의 농식품부문 기후변화 대응 정책 관련 문헌 검토

전문가 및 관련기관 면담조사

- 기후변화 대응 관련 전문가(정책담당자)를 대상으로 전반기 기본계획의 추진성과 평가 및 기본계획의 추진방안 심층면담 조사
- 기후변화 대응 관련 연구 과제를 수행하는 기관을 방문하여 관련분야 자료 수집

전문가/정책담당자 협의회를 통해 분석결과 및 방안에 대한 적절성 의견 수렴

- 기본계획의 객관적인 평가를 위해 외부의 전문가로 연구자문단을 구성하여 운영함.
- 기후변화 대응정책 추진 실적, 기후변화 대응실태 분석의 적절성에 대한 국내외 전문가 초청 세미나(또는 워크숍) 개최
- 후반기 기후변화 대응 기본계획 관련 농림축산식품부 정책담당자, 유관기

관 전문가와의 정책협의회 개최를 통해 방안의 적절성 및 적합성에 대한 의견 수렴

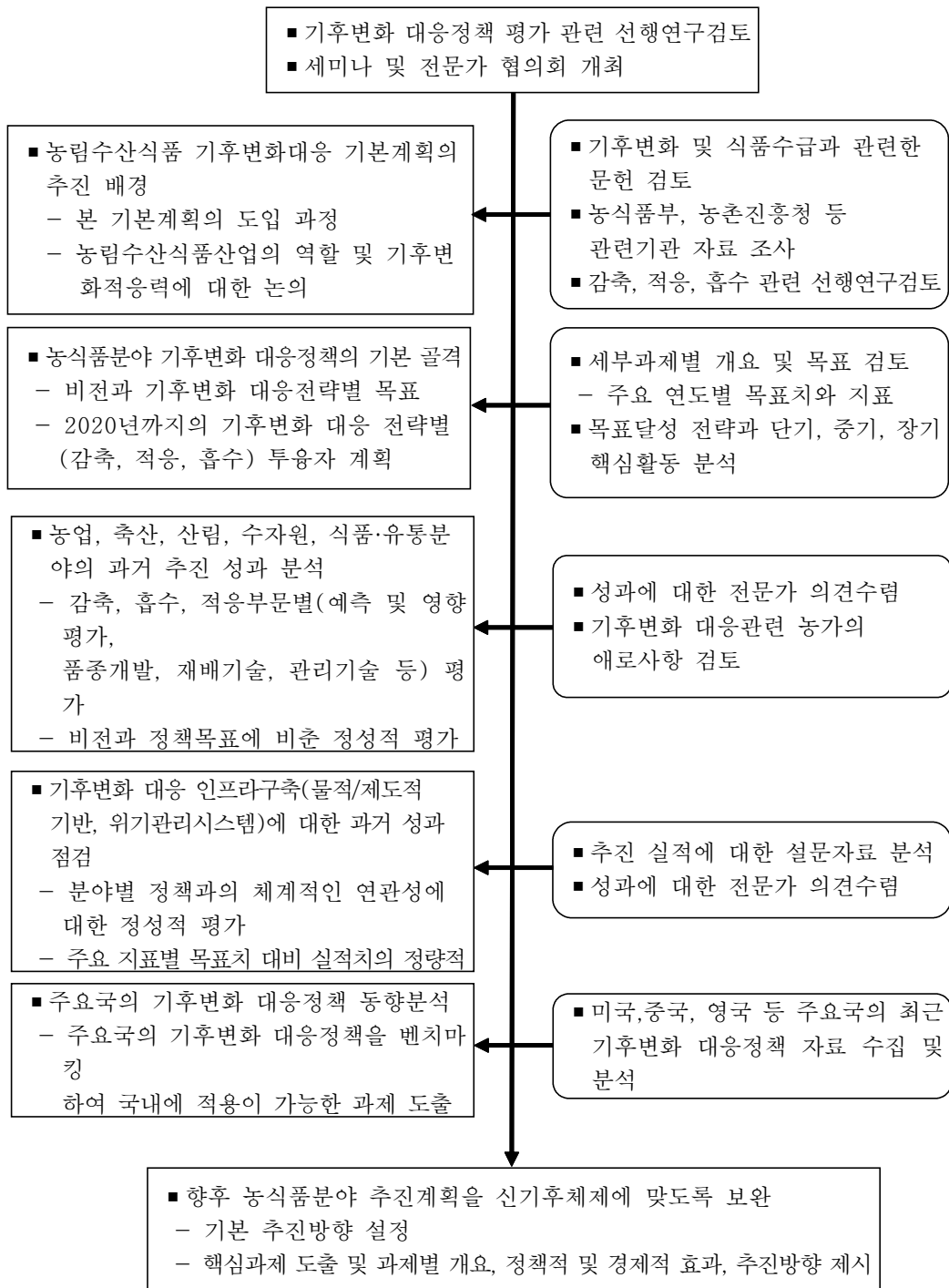
표 1-1. 기본계획 평가 및 검토위원 현황

	평가 및 검토위원
경종	에너지경제연구원 이상준 박사, 조세재정연구원 이동규 박사
원예	충북대학교 유도일 교수, 한국농촌경제연구원 박현태 박사
축산	강원대학교 박규현 교수, 충북대학교 유도일 교수
산림	영남대학교 이요한 교수, 한국환경정책평가연구원 명수정 박사
수자원	한국조세재정연구원 이동규 박사, 전북대학교 손재권 교수
식품·유통	에너지경제연구원 이상준 박사, 한국환경정책평가연구원 명수정 박사
인프라구축	한국농촌경제연구원 채광석 박사, 임영아 박사

4.2. 연구범위

- 기후변화 대응정책 평가 및 분석 대상은 경종, 원예, 축산, 산림, 수자원, 식품·유통분야의 감축, 흡수, 적응부문에 대한 것이며, 이들 분야의 영향평가·예측, 품종개발, 기술개발에 한정함.
- 기후변화 대응 인프라구축의 성과 점검 및 분석 대상은 물적·제도적 기반, 기후변화 대응 위기관리시스템에 한정함.
- 기본계획의 전반기 평가의 대상 기간은 2011~2015년으로 하며, 후반기 전략 제시의 대상 기간은 2016~2020년으로 함. 기후변화 대응정책의 공간적 영역은 전국적인 지역으로 설정함.

그림 1-1. 연구 흐름도



제 2 장

기후변화 대응대책 추진 현황

1. 농식품부문에 미치는 기후변화의 영향

1.1. 생산에 미치는 영향

- 경종 및 원예 분야에서 재배적지가 이동 생산량이 감소, 외래 병해충 유입
 - 작물의 재배적지는 북상하고 있으며 복숭아 및 포도 등의 재배가능면적이 확대되고 있음. 재배가능면적의 확대는 안전재배지대라는 의미는 아니며 일부 지역에서는 이상기온 등으로 인한 피해를 입을 우려도 있음 (김창길 외 2011)
 - 쌀 생산량은 평년대비 2020년 5.2% 감소, 2030년 7.6% 감소, 2050년 19.6% 감소(김창길 외 15인 2014)
 - 주요 농산물 가운데 과수는 다른 원예작물에 비해 기후 의존도가 높아서, 지구온난화에 의한 기후변화는 과수의 생산성, 품질, 생산 여건 등에 광범위하게 영향을 줄 것으로 예상됨. 농촌진흥청이 ‘농업용 미래 상세 전자 기후도’를 바탕으로 현재 재배되고 있는 품종과 재배양식 등의 재배 시스템이 그대로 유지된다는 조건 하에 기후변화 시나리오(RCP 8.5)를 바탕으로 주요 과수의 재배지 변동 예측 지도를 작성함. 사과와 과거

30년 동안의 재배면적과 비교해 앞으로 재배 적지와 재배 가능지가 모두 빠르게 줄고, 21세기 말에는 강원도 일부에서만 재배할 수 있을 것으로 전망함. 감귤은 총 재배 가능지가 계속 증가하고, 재배 한계선이 제주도에서 남해안과 강원도 해안 지역으로 올라갈 것으로 예측됨. 전 국토 기준으로 감귤(온주밀감)의 재배 가능지는 지속적으로 증가할 것으로 전망함. 사과(후지) 재배적지는 현재(3만 4,363km²)에 비해 1℃상승 시 41% 감소하고, 2℃상승 시 66% 감소하며, 5℃상승시 80% 감소하는 것으로 분석됨(농림축산식품부 2011).

- 기온상승과 함께 외래 병해충이 유입되거나 발생빈도가 증가하여 피해가 확산
- 기후변화에 따른 작물의 생산성과 품질 저하 문제를 해결하기 위해 고온 적응형 품종 육성과 권역별 작목 배치, 고온 대응 재배 기술 개발, 미래 생산성 변동 예측과 기상재해 조기 경보 시스템 개발 등 기후변화 적응 시스템의 구축이 필요함.

○ 축산분야에서 우유 생산성과 돼지 생산성이 감소

- 가축의 생리 및 건강에 미치는 직접적인 영향으로는 온도와 직접적으로 관련된 질병, 혹서기와 혹한기 동물 폐사, 기후변화 적응기간동안의 대사성 질병 등이 있음.
- 가축의 생리 및 건강에 미치는 직접적인 영향으로는 적응기의 대사경로의 급격한 변화, 온도상승에 따른 병원성 미생물 증가에 따른 질병 증가, 병원성 세균에 의한 내성 증가, 고온 및 건조한 기후에 의해 자연재해로 가축의 사료와 물부족, 고온에 의한 사료부패에 따른 식중독 증가 등이 있음.
- 기온이 30℃일 때 우유 생산성은 0.6kg(/일) 감소하고, 돼지의 체중이 13% 감소하며 자돈폐사율이 58% 증가함(농림축산식품부 2011)

○ 산림분야에서 산림 식생대가 변화하고, 대형 산불이 발생하며, 산사태가 증

가함(농림축산식품부 2011).

- 연평균 기온이 2℃ 상승시 동백나무 등 난대수종이 중부지방까지 북상함. 연평균 기온이 4℃ 상승시 남부 해안지역이 아열대 산림으로 전환될 것으로 전망됨. 소나무의 적정 생육범위가 2060년대에는 지리산, 덕유산 등 남부 고지대와 경북 북부 및 강원도에 국한함.
- 봄철 건조일수 증가로 최근 10년간 49건의 대형산불(30ha 이상) 발생 및 1·2월 산불발생 증가
- 집중호우 등의 영향으로 '00년대에는 '70년대에 비해 산사태 발생면적 및 복구비가 연평균 약 3배 증가
- '05년부터 산림병해충 발생이 증가하고, 특히 아열대성 병해충 발생 빈도 및 확산속도가 가속화되고 있는 추세

○ 수자원 분야에서는 용수수요증대 및 시기변화, 홍수 및 가뭄 발생빈도와 규모 증가함(김창길 외 2011).

- 이에 따라 수자원분야는 용수수요증대 및 시기변화, 하천유출량의 감소 및 시간적 변화, 기존 수자원 시설 기능저하, 극한 홍수 및 가뭄 발생빈도와 규모증가, 수질악화 및 하천생태계 변화, 지하수의 염수화 등 영향을 받을 수 있음.
- 2001년, 2002년에 가뭄으로 109개 시·군에서 약 40만명이 제한급수를 받는 등 주기적으로 가뭄피해가 발생하였으며, 또한 루사('02), 매미('03), 에위니아('04) 등의 태풍과 집중호우로 인해 홍수피해가 대폭 증가함.
- 한반도의 기온이 1℃ 상승함에 따라 실제증발산량이 3.4%~5.3% 변할 것으로 전망됨. 강수량이 ±10% 변화할 경우, 유출량은 한강 -18.2%~12.4%, 낙동강 -21.6%~14.6%, 금강 -17.5%~11.5%, 섬진강 -18.4%~10.6%, 영산강 -9.9%~12.7%로 변동할 것이라는 결과가 제시됨(배덕효 외 2007).

○ 식품 및 유통 분야에서는 식품공정에 미치는 영향이 크고, 식중독 발생 증가

- 기후변화가 식품공정에 미치는 영향 및 결과는 1차 생산과정에서 유입될 수 있는 위해 요소 변화, 식품 보관·유통 시 위해 요인 증가, 용수 부족으로 인한 위해관리 프로그램의 어려움, 위해관리 적응전략 마련의 어려움이 있음.
- 기온이 1℃ 상승하면 식중독 발생 건수가 5.27~5.99% 증가하게 됨(신호성 2009). 한국보건산업진흥원의 ‘기후변화에 따른 식중독 발생 영향 분석 및 관리체계 연구’ 보고서에 따르면 2030년까지 한반도 기온과 강수량이 (2008년 대비) 매년 12℃와 4.9%씩 증가해 노로바이러스에 의한 식중독이 급증할 것으로 예상됨. 식중독균인 살모넬라 장염비브리오 황색포도상구균은 월평균 기온이 1℃ 상승했을 때 각각 47.8%, 19.2%, 5.1%씩 증가할 것으로 예상됨.

1.2. 사회경제적 파급 영향

- 매년 이상기상으로 대규모 피해가 발생하고 있고 이상기상의 빈도 및 강도의 증가에 따라 피해가 증가할 것으로 예상됨.
 - 2007~2011년 사이 자연재해가 총 65회 발생하여 농어업 피해 1.1조원이 발생하였고, 식량부문의 경제적 피해비용은 2050년 2,964억 원, 2100년에 6,135억 원으로 증가할 것으로 예상됨(환경정책평가연구원 2012).
- 온난화 시 기온 및 강수량 증가에 따라 자산가치가 하락
 - 연평균 기온(12.4℃)에서 1℃ 상승 시 농지가격은 1,455만 원/ha(5.7%) ~ 1,924만 원/ha(7.5%) 하락(김창길 외 4인 2009)
 - 2020년 기온이 1.2℃상승하고 강수량 11% 증가 시 1,343~1,868만 원(농지가격의 5.~7.3%) 하락(환경부)
 - * 총 효과: (기온) 1,455~1,924만 원/ha ↓, (강수량) 403~440만 원/ha ↑

- 기온상승은 농가수입 하락을 유발
 - 온도 1℃ 상승시 농업 총수입은 260~400만 원(농업 총수입 1,700만 원 /ha의 15~23%) 감소(농림축산식품부 2011)

2. 농식품분야 기후변화 대응대책 추진 현황

- 과거 기후변화 대응대책의 추진 배경 및 주요 내용
 - 한국은 기후변화 문제에 대응하기 위해 모든 정부부처의 참여가 필요하다고 판단하여, 1998년부터 기후변화협약 범정부 대책기구인 <기후변화협약대책위원회>를 운영하였으며, 이 위원회를 중심으로 1999년부터 3차례에 걸쳐 ‘기후변화협약 대응 종합계획’을 수립하여 추진함.
 - 1998년에 ‘기후변화협약 대응 제1차 종합대책(1999~2001년)’을 수립하여 기업들이 에너지 절약에 자발적으로 참여하도록 하고 온실가스를 배출하지 않는 에너지를 개발하고 하수 처리를 늘리는 등 27개 과제와 이를 실천하기 위하여 111개 세부 대책 등을 실천한 바 있음.
 - 2001년에는 ‘기후변화협약 대응 제2차 종합대책(2002~2004년)’을 수립하여 온실가스 배출량을 줄이는 기술과 친환경 에너지 개발을 촉진하고 국민들의 참여와 협력을 이끌어 내는 등 3대 부문에 걸쳐 추진 목표를 마련하고, 각종 정책을 추진함.
 - 기후변화 문제에 대응하기 위한 국제적 노력에 적극 동참하여, ‘기후변화협약 대응 제3차 종합대책(2005~2007년)’ 통해 온실가스를 적게 배출하는 경제로 전환하는 바탕을 마련하고, 국제적인 기후변화 대응 노력인 기후변화협약을 이행하며, 부문별로 온실가스 배출량을 줄이며 기후변화에 적응하도록 하는 3대 사업부문에 대한 정책들을 추진함. 기후변화협약 제3차 종합대책과 관련한 농림부문의 과제로는 16개 세부과제를 대상으로 함.

- 2008년부터 ‘기후변화 대응 제4차 종합대책(2008~2012년)’을 새롭게 수립하여 추진하였으며 5년 단위로 세부정책별 온실가스 감축목표를 부여하여 실질적인 성과를 내도록 노력함. 제4차 대책은 최근 기후변화와 관련한 국제적인 동향, OECD 가입국으로서의 지위, 에너지 부문 이산화탄소(CO₂-eq) 배출량 세계 10위라는 우리나라의 위치를 고려하여, 국제 위상에 맞는 온실가스 감축 및 기술개발을 통한 기후변화 영향 최소화라는 목표를 두고 국가 온실가스 감축목표를 제시하면서 구체적인 실천방안 등을 포함하고 있음. 기후변화협약 제4차 종합대책의 농림업 부문의 과제로 17개 세부과제가 대상임.
- 저탄소 녹색성장 추진전략에 나타난 농림수산물 분야 기후변화 대응 정책을 보면 다음과 같음.
- 2009년 11월, 저탄소 녹색성장 추진전략을 확정하였음. 여기에 3대 전략, 9대 추진과제, 50개 실천과제를 수립 및 추진함.
 - 2010년 4월, ‘2010년도 농림수산물분야 녹색성장 중요 추진계획’을 마련함. 연도별로 시급성과 과급성이 높은 정책들을 중심으로 7대 핵심과제와 2대 관리과제로 선정하여 관리함.
 - 2011년 3월, ‘2011년 녹색성장 핵심과제 추진계획’을 제시함. 핵심분야로 기후변화 대응, 녹색에너지 등을 포함한 5대 과제를 선정하였고, 관리분야로 지속적인 성과관리와 정책성과 창출 극대화로 제시함.
- 농림축산식품부는 2011년 11월 농림수산물산업의 선제적인 기후변화 대응을 위해 「농림수산물분야 기후변화 대응 세부 추진계획(2011~2020년)」을 확정·발표함(농림축산식품부 2011).
- 정부는 온실가스 배출량 증가, 석탄화력 신규 추진 등으로 국가 감축목표 달성여건이 악화됨에 따라 관계부처 합동으로 2014년에 ‘국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵’을 수립함.

- 정부는 온실가스 감축 목표를 2020년까지 배출전망치(8억 1,300만 톤(CO₂-eq))대비 30% 감축하는 것으로 결정하고, 분야별 로드맵을 마련하여 감축 정책을 추진하고 있음. 농업분야도 2020년까지 1억 4,800만 톤 CO₂-eq(BAU의 5.2%)의 감축을 추진하고 있음.
- 제21차 유엔기후변화협약 총회에서 196개 당사국이 참여하여 파리협약을 채택함.
- 2020년 이후 신기후체제에 대비해 2015년에 관계부처 합동으로 2020년 이후 국가 온실가스 장기 감축목표 설정 작업을 추진함.
 - 정부는 기여방안(NDC)을 제출하였으며, 기여방안 이행을 위해 업종별 감축목표를 설정하고 있음.
 - 신기후체제에 대응한 2030년 농업부문 감축목표는 정부안이 222만 1,000~250만 7,000톤으로 2020년의 온실가스 감축 목표치 1,485천 톤보

표 2-1. 농업부문 온실가스 감축목표(안)

단위: 천톤(CO₂-eq)

분류	2030 목표(안)		2020 목표	
	감축기술	감축량(천 톤)	감축기술	감축량(천 톤)
비에너지	간단관개, 논물 알개대기, 가축분뇨 에너지화 시설, 가축분뇨 자원화 시설, 양질조사료, 사료 첨가제	702~988	간단관개, 화학비료절감, 가축분뇨 에너지화시설, 가축분뇨 자원화시설, 양질조사료	635
에너지	지열냉난방기, 펠릿보일러, 다겹보온커튼, 보온터널개폐장치, 순환식수막보온시스템	1,519	지열냉난방기, 펠릿보일러, 다겹보온커튼, 보온터널개폐장치, 순환식수막보온시스템	850
	합계	2,221~2,507		1,485

자료: 정학균·김창길(2015). 농업부문 온실가스 감축 목표와 대응전략. 한국농촌경제연구원 농정포커스 제115호(2015.10.23.).

다 확대될 것으로 전망됨(정학균·김창길 2015) 이러한 감축안이 확정될 경우 비에너지분야는 다소 부담으로 작용할 수 있음. 그 이유는 간단관개 기술의 경우 통계청 조사 결과에 따르면, 적용 비중이 2012년 기준 85.6%로 대부분의 농가가 시행을 하고 있어 간단관개 적용을 보다 확대시킬 여지가 많지 않기 때문임.

3. 기본계획의 주요 내용

- 농림축산식품부는 2011년 11월 농림수산식품산업의 선제적인 기후변화 대응을 위해 「농림수산식품분야 기후변화 대응 세부 추진계획(2011~2020)」을 확정·발표함(농림수산식품부 2011).
 - 농업부문의 온실가스를 감축하기 위해 물걸러대기 확대, 무경운 농법 도입 등의 저탄소 농법과 에너지 절감시설을 보급하며, 목재펠릿·지열·풍력·태양광 등 신재생에너지 시설을 확대하는 계획을 포함하고 있음.
 - 축산부문의 온실가스를 감축하기 위해 가축분뇨 자원화와 에너지화 시설을 지속 확대해 나가고, 반추가축의 장내발효에서 유발되는 온실가스를 줄이는 방안을 포함하고 있음.
 - 가축분뇨 퇴비화 과정에서 호기(好氣)처리 시 온실가스 배출량 68~82% 저감이 가능하며(농업기술실용화재단 2011), 장내발효를 통해 발생하는 온실가스를 획기적으로 감축할 수 있는 사료 개발
 - 축산업 허가제(2012년부터 도입) 등을 통해 적정 수준의 가축사육 두수를 유지하는 방안을 포함하고 있음.
 - 농림축산식품부를 중심으로 지자체 및 민간과의 협력체계를 구축하고 장기적으로 이상기상 예보에 대한 전담기관인 「(가칭)농림축산식품기후변화대응센터」 설립도 추진함.
 - 1차 농축산물을 대상으로 「저탄소 농축산물 인증제도」를 도입하고, 향후

탄소배출권 거래제 도입 등에 대비하여 「농림수산식품분야 탄소상쇄사업」을 계획함.

○ 기본계획('11~'20)의 비전 및 목표

- 농림수산식품 기후변화대응 기본계획('11~'20)의 비전은 국가정책으로 추진하고 있는 기후변화 대응을 선도하는 농림수산식품 산업으로 나아가는 것임.
- 이러한 비전을 실현하기 위해 감축 분야에서는 농업분야 온실가스를 2020년까지 배출전망치(BAU) 대비 35% 감축하기로 목표를 세움.
- 한편, 적응 분야에서는 농식품 체인(food chain)의 기후변화 적응능력을 제고하여 농식품 수급을 안정시키고자 함.

○ 기본계획('11~'20)의 주요 내용

- 기본계획(2011~2020)은 온실가스 감축을 통한 기후변화 영향 완화와 기후변화 적응이라는 두 가지 축을 중심으로 하고 있는데, 첫째로 2020년까지 농업분야 온실가스 배출전망치(BAU)의 35% 감축 및 산림분야 온실가스 흡수량 전망치의 6% 향상을 목표로 하고, 둘째로 이상기상 예측 등을 통한 수급불안 해소를 목표로 농업, 축산, 수산, 산림, 수자원 및 식품·유통 등 6개 분야에서 과제를 선정하여 추진함.
- 온실가스 감축을 농림수산식품산업 발전 기회로 활용하는 공세전략을 수립하여 추진함. 특히 기후변화 대응 기본계획의 농림수산식품분야 온실가스 감축목표는 국가차원의 감축목표보다 높게 설정하고 적극적이고 가시적으로 대응책을 추진함.
- 국가목표(농업·축산)를 초과하여 달성한 온실가스 감축분은 상쇄사업(offset)을 통한 소득창출 방안을 모색하려 함. 상쇄사업 분야로 농작물 재배법 개선, 가축사육 및 분뇨처리기술 개발, 화석연료 사용 감축 등 환경친화적 농림수산식품산업으로의 전환 등을 구상함.
- 농업기상 예측 및 위험관리시스템 혁신을 통해 기후변화 적응력을 강화

표 2-2. 기후변화 대응 투융자 계획

단위: 억원

구분		단기('11~'12)	중기('13~'15)	장기('16~'20)	합계
합 계		115,644.4	254,392.2	349,993.7	720,030.3
총괄	감 축	20,381	35,355.4	47,711.9	103,448.3
	흡 수	17,974.6	31,107	43,147.3	92,228.9
	적 응	77,288.8	187,929.8	259,134.5	524,353.1
경종	감 축	10,192	19,246	32,280	61,718
	흡 수	38	145	895	1,078
	적 응	186.2	373.1	807	1,366.3
	소 계	10,416.2	19,764.1	33,982	64,162.3
원예	감 축	2,756	1,421	0	4,177
	흡 수	94	212	210	516
	적 응	213.5	467.6	580	1,261.1
	소 계	3,063.5	2,100.6	790	5,954.1
축산	감 축	1,078.8	3,664	6,860	11,602.8
	적 응	2,179.2	3,573.1	287	6,039.3
	소 계	3,258	7,237.1	7,147	17,642.1
양식업	감 축	555.7	553	1,030	2,138.7
	흡 수	22	268	735	1,025
	적 응	40	145	261	446
	소 계	617.7	966	2,026	3,609.7
어선 어업	감 축	145	301	442	888
	적 응	1,929.4	5,837.5	14,265	22,031.9
	소 계	2,074.4	6,138.5	14,707	22,919.9
산림	흡 수	17,820.6	30,482	41,307.3	89,609.9
	감 축	1,139.3	2,440.7	3,984.9	7,564.9
	적 응	52.3	75	107.5	234.8
	소 계	19,012.2	32,997.7	45,399.7	97,409.6
수자원	감 축	97	126	196	419
	적 응	55,071.5	130,686	187,488	373,245.5
	소 계	55,168.5	130,812	187,684	373,664.5
식품· 유통	감 축	4,417.2	7,603.7	2,919	14,939.9
	적 응	105	166	300	571
	소 계	4,522.2	7,769.7	3,219	15,510.9
인프라	기후변화 대응	187.3	1,573	3,672.5	5,432.8
R&D	기후변화 대응	700	6,000	4,000	10,700
재해	이상기상, 병해충 등	16,624.4	39,033.5	47,366.5	103,024.4

자료: 농림축산식품부(2011).

하는 방어 전략을 수립하여 추진함. 농업기상을 주산지 등 지역단위로 세분화하여 제공함으로써 한파, 폭설 등 단기 이상기상에 선제적으로 대응하고, 온난화에 따른 생산예측 및 기술개발(품종개발, 병해충 방제기술, 재배기술) 등을 통해 중장기적 수급 안정을 도모하려함.

○ 기본계획('11~'20)의 기후변화 대응 투융자 계획

- 농림수산식품 기후변화 대응을 위해 10년간('11~'20) 약 72조 원 투자
- 기후변화 적응정책에 73%(52조 원), 온실가스 감축 및 흡수정책에 각각 14%(10조 원)와 13%(9조 원) 투자<표 2-2>.

제 3 장

기본계획 추진실적 및 계획 평가

1. 추진실적 및 계획 평가 개요

1.1. 정책담당자 실적조사

- 정책담당자를 대상으로 2011~2015년의 농식품 기후변화대응 세부계획의 추진실적을 조사함. 기본계획상 조사 대상 과제수는 총 164개이었으나 이 가운데 해양수산부 소관인 양식업과 어선어업을 제외한 122개 과제를 대상으로 함. 분야별 과제수는 경종 17개, 원예 21개, 축산 17개, 산림 16개, 수자원 18개, 식품 및 유통 5개, 인프라 28개임. 각 세부과제에 대해 담당 정책담당자들이 작성하여 제출하였으며, 작성 및 제출기간은 2016년 7월 19일부터 8월 5일까지였음.

표 3-1. 분야별 조사대상 세부과제수

	경종	원예	축산	산림	수자원	식품유통	인프라	합계
과제수	17	21	17	16	18	5	28	122

- 주요 조사내용은 과제개요, 성과 및 반성, 향후 추진계획 등임<부록 1>.

1.2. 추진실적 및 계획 평가

- 정책담당자가 응답한 2011~2015년의 농식품 기후변화대응 추진실적 및 파급영향, 2016~2020년의 농식품 기후변화대응 세부계획에 대하여 몇 가지 기준을 제시하여 전문가로 하여금 평가하도록 함. 그리고 분야별로 핵심적으로 추진해야할 5가지의 과제를 제시토록 함. 대학교수 4명, 연구기관의 연구원 7명 등 총 11명의 전문가가 평가에 참여함. 경종, 원예, 축산, 산림, 수자원, 식품 및 유통, 인프라 구축 등 각 분야에 대하여 2명이 평가하도록 하였으며, 평가기간은 2016년 8월 24~31일까지였음.
- 전반기(2011~2015) 기본계획 평가 기준을 전문가에게 제시하고, 세부 검토 기준별로 5점 척도를 이용하여 평가하도록 함. 평가내용은 다음과 같았음 <부표 2>.
 - 추진실적: 성과지표 목표 달성도(당초 계획과 비교), 재정 투융자 실적(당초 계획과 비교)
 - 파급영향: 경제적 파급영향
- 후반기(2016~2020) 기본계획 검토 기준을 전문가에게 제시하고, 세부 검토 기준별로 5점 척도를 이용하여 평가하도록 함. 검토 내용은 대항목과 소항목을 제시하였고, 다음과 같았음<부표 2>.
 - 과제개요(배경/필요성, 목적, 주요내용): 대응대책으로서의 적정성, 대응대책의 시의성, 기본계획 세부추진 과제로서 타당성, 기본계획과의 부합성
 - 계획내용: 주요 내용의 현실성, 연차별 추진계획의 실현가능성
 - 2016년 세부계획: 주요내용의 현실성, 연차별 추진계획의 실현가능성
 - 소요예산: 예산의 적정성
 - 성과목표: 성과지표의 적정성, 성과목표수준의 합리성
 - 기타: 중복 유사성, 확대발전 필요성

□ 성과평가 및 후반기 계획 평가 내용<부표 3~8 설명>

- 크게 2011-2015 계획의 평가, 향후 계획의 평가, 개선사항으로 나누었음.
- 성과지표: 성과지표가 80% 이상 달성된 과제. 보고한 지표가 다르거나 무응답인 경우에 (해당없음)으로 표시.
- 비용효과성: 성과지표/투입자가 80%이상인 과제. 역시 자료가 사용 불가능한 경우에 (해당없음)으로 표시.
- 경제적 파급효과: 각 전문가 별로 작성. 개별 전문가가 경제적 파급영향에 준점수의 평균치를 구한 뒤, 그 평균치를 초과하는 과제만 표시. 평균치를 사용한 이유는 전문가별로 상대적으로 점수를 후하게 주거나 박하게 주기 때문임.
- 2016년 계획의 현실성: 전문가 설문(2개 소항목)의 점수의 전체 평균이 3.75 이상인 경우 표시(즉, 총 4개 값의 평균임). 2개 질문지와 2명의 전문가 응답에서 적어도 1개는 보통, 3개는 적정의 값을 체크했을 때 나오는 평균값이 3.75이므로 기준치를 3.75로 설정.
- 연차별 추진계획의 현실성: 위와 동일함. 전문가 설문(2개 소항목) 점수의 전체 평균이 3.75 이상인 경우 표시.
- 중점과제: 각 전문가 별로 작성. 전문가 설문 가장 마지막에 제시한 5개 우선 과제임. 만약 기존계획에 없는 세부과제를 언급했다면 주석으로 언급해야 함.
- 성과지표의 부적절함: 전문가가 1명이라도 “매우 부적정” 또는 “부적정”을 체크한 경우에 표시.
- 타 과제와의 중복유사성: 전문가가 1명이라도 “높음” 또는 “매우 높음”을 체크한 경우에 표시.

2. 기본계획 추진실적 및 계획 평가

2.1. 종합 평가

- 기본계획('11~'20)의 비전은 “국가적 정책으로 추진되고 있는 기후변화 대응을 선도하는 농림수산식품 산업으로 나아가는 것”으로 설정되었음. 기본계획은 기후변화에 매우 취약한 농식품 부문에 대해 적극적인 기후변화 대응정책을 추진한다면 다른 산업의 기후변화 대응을 선도할 수 있다는 관점에서 추진됨.
- 적응 분야에서는 “농식품 체인(food chain)의 기후변화 적응능력을 제고하여 농식품 수급을 안정시키기”로 목표를 세움. 감축분야에서는 “농업분야 온실가스를 2020년까지 배출전망치(BAU) 대비 35% 감축하기”로 목표를 세움.
- 농식품부문 기후변화대응 기본계획의 적응분야 주요 성과를 보면 다음과 같음.
 - 농업분야 기후변화 영향 분석을 위한 기술 개발 사업을 추진으로 벼 전용 생육모형 ‘ORYZA2000’에 대한 고온 등숙, 고온 불임율 모형 개선, RCP 8.5 시나리오에 따른 도별 쌀 생산성 변동 평가 자료 생성 등의 성과를 도출함.
 - 기후변화 적응을 위한 농업 생산(사양) 관리 지원 사업 추진으로 찰옥수수 2기작 재배를 위한 파종한계기와 수확시기 구명, 고온기 젖소 사양관리 표준 매뉴얼 개발 등의 성과를 나타냄.
 - 기후변화 조건에서의 농업 생태계 관리 기술 개발 사업 추진으로 42종의 열대/아열대작물 유전자원을 수집하였고, 14종의 기초 환경적응성 평가 등을 실시함.
 - 기후변화 대응 안정적 농업용수 공급을 위한 사업 추진으로 기본계획 대비 수리안전답률 112%, 용수공급률 155%로 목표를 초과달성하였고, 지

하수 보전·관리를 위해 농어촌지하수넷 시스템을 고도화하여, 2015년 현재 226지구 정보를 WebGIS 지도서비스로 제공하게 됨.

- 기후변화 적응을 위한 농업 생산 자원 개발 사업 추진으로 경종분야의 콩, 옥수수, 감자, 녹비와 원예분야의 사과·배, 채소, 특작, 인삼, 버섯, 열대/아열대 작목은 당초 목표를 달성 혹은 초과 달성한 것 평가됨. 축산분야의 경우 국내 환경에 적합한 목초 품종을 개발하고, 한지형 목초를 시범농장 27개소에 보급하였음.

○ 다음으로 감축/흡수 분야의 주요 성과를 보면 다음과 같음.

- 경종분야에서 온실가스 감축 영농기술 개발로 벼 재배의 간단관개로 상시담수 대비 온실가스가 43.8% 감소하고, 밭작물 녹비재배로 관행대비 65.6% 감소한다는 결과를 도출함.
- 원예분야에서 도시농업의 활성화 사업 추진으로 도시텃밭 9만 2,133개소(2015년 기준)를 개발하여 당초 목표(2000)를 초과 달성한 것으로 평가됨. 또 시설원에 에너지 절감 사업 추진으로 신재생에너지 및 에너지절감시설 보급은 9,804ha(2015년 기준)로 당초 목표(9,132ha)를 달성한 것으로 평가됨.
- 축산분야에서 온실가스 감축사업 추진으로 지열 난방을 축사에 도입하여 온실가스를 감축하는 기술을 개발하였고, 가축분뇨 적정처리를 위한 공동자원화 시설은 114개소로, 에너지화 시설은 10개소로 각각 확충됨.
- 산림분야에서 조림사업을 통한 흡수 확대 사업 추진으로 연간 약 2만 2,000ha 규모의 숲을 조성하였고, 도시숲 조성사업 확대로 1인당 생활권 도시숲 면적이 $8.58m^2$ 를 기록하여 세계보건기구(WHO) 권고 수준($9m^2$)에 근접하게 됨. 식품·유통 분야에서 온실가스·에너지 목표관리제 도입 및 시행함.
- 인프라 분야의 기후변화 대응을 위한 물적/제도적 인프라 구축 사업 추진으로 이상기상에 대응하기 위한 온실의 개보수 및 신축 지원, 저탄소 농축산물 인증제도 도입 등의 성과를 도출하였고, 기후변화 대응을 위한

위기관리시스템 구축 사업 추진으로 기후변화 대응 농업재해보험의 활성화, 농업지대별 농업기상정보 생산 및 활용체계 구축 등의 성과를 얻음.

○ 기본계획 추진의 한계점들을 살펴보면 다음과 같음.

- 기후변화 대응 축사관리 기술, 가금 안정 생산 기술 등이 개발되었으나 보급사업과의 연계성이 부족한 것으로 나타남.
- 기후변화 영향평가 및 재배적지 평가 연구 추진결과, 잡곡의 영향평가/예측 및 작목모형 개선의 경우 주요 잡곡 안정생산 기술개발 건수가 당초 계획대비 60% 수준만 달성되었고, 배추 등 노지 채소에 대한 영향평가 및 생육 모델 개발(건)이 33.3% 수준만 달성됨.
- 기후변화 적응을 위한 농림업 생산 자원(품종) 개발 추진 결과, 내병충성 강화 벼 우량계통 육성이 33.3% 수준만 달성됨.
- 경종분야의 온실가스 감축을 추진한 결과, 부실인증에 따른 소비자 신뢰 저하로 친환경농업 비중 확대 목표 달성율이 37.5%에 그침. 또 바이오매스 이용 토양탄소 관리기술 개발(건, 누적)의 경우 당초 2건이 계획되었으나 50.0% 수준인 1건만 달성됨.
- 산림의 탄소 흡수를 위해 추진된 경제림육성단지 중심의 숲가꾸기 사업의 경우 시행면적이 지난 5년간 연평균 11.75%씩 감소함.
- 이밖에도 산림 흡수를 위한 도시숲 조성사업 확대를 위한 기초 관련 연구 부족, 산림분야 온실가스 감축을 위해 목질계 바이오매스 활용사업 부진, 상호 연관성을 고려하지 않은 기후변화 적응 기술 개발 사업의 추진, 기후변화 적응을 위한 품종 개발과 기존의 품종 개선과의 경계의 불명확성, 기후변화 추이를 파악하기 위한 기초자료 수집 관련 사업 부족, 신시나리오에 따른 기후변화 영향 전망 및 관련 기술 개발 미흡 등의 한계가 나타남.

○ 기후변화 적응 관련 여러 가지 사업들이 성과를 도출했으나 농식품 체인(food chain)의 기후변화 적응능력을 제고하여 농식품 수급을 안정시키는 데

에는 여전히 여러 가지 한계점들도 존재하고 있는 것으로 나타남. 또 기후변화 완화 측면에서도 배출전망치(BAU) 대비 35% 감축 목표는 현 중간시점에서 볼 때 여러 한계점들로 인해 목표가 충분히 달성되었다고 평가하기 어려움.

- 향후 기본계획의 효과적인 추진을 위해 다음의 개선방향을 제시할 수 있음.
 - 기후변화 영향 예측 및 취약성 평가에 대한 사업 확대, 이상기상 및 농업 생태계의 변동을 반영한 기술 개발 사업 추진, 기후변화 적응 수단 도입을 고려한 파급 효과 분석, 산림 탄소 흡수를 위해 실효성 있는 경제림육성단지 중심의 산림사업 추진, 도시숲 조성사업 활성화 방안 추진, 화석연료 대체를 위한 바이오순환림 조성, 산림분야 온실가스 감축을 위해 목질계 바이오매스 활용사업의 실효성 있는 추진, 온실가스 감축량을 평가할 수 있는 방법론 개발, 기후변화 대응기술 개발 사업과 보급사업과의 연계성 강화 등이 필요함.

2.2. 기본계획의 주요 성과

2.2.1. 적용

가. 농업분야 기후변화 영향 분석을 위한 기술 개발 사업 추진

□ 작물의 생산성 예측 기술 개발

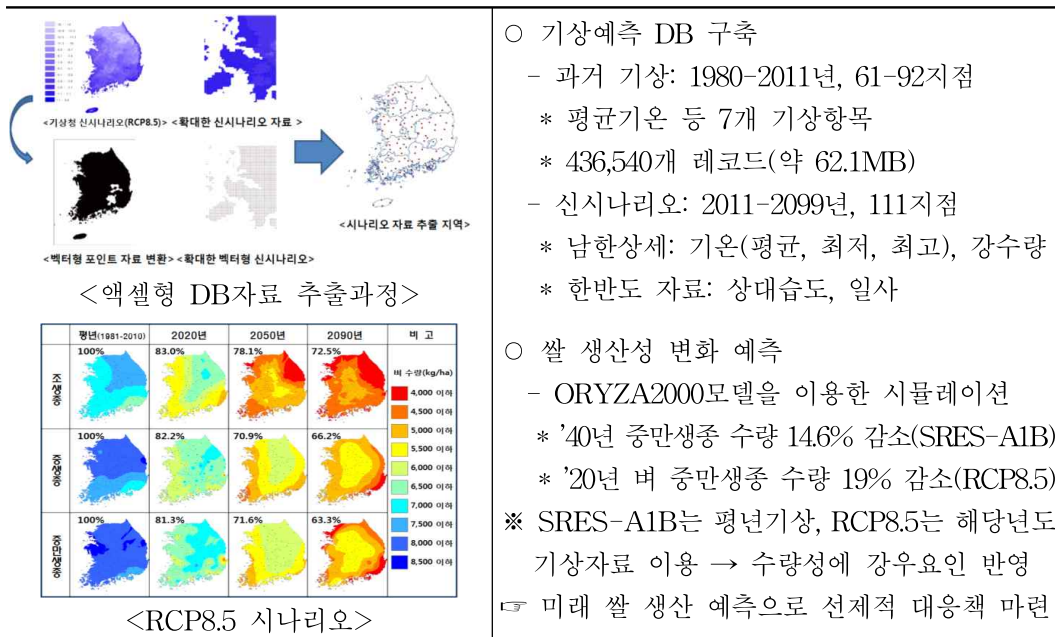
- 기후변화에 따른 벼 영향평가/예측 및 작물모형 개발
 - 기상요인에 의한 주요 농업형질 정량화는 2015년 기준으로 15건으로 당초 목표(7건)를 초과 달성한 것으로 평가됨. 또 작물모형 이용 벼 영향평가 시스템 구축률의 경우 당초 목표가 40%였으나 80%로 확대되어 목표를 초과달성한 것으로 평가됨. 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준으

로 당초 13억 원의 136.9% 수준인 18억 원으로 나타남.

* 벼 전용 생육모형 ‘ORYZA2000’에 대한 고온 등숙, 고온 불임을 모형 개선(2013~2014)

* RCP 8.5 시나리오에 따른 도별 쌀 생산성 변동 평가 자료 생성(2015)

표 3-2. 기상예측 DB 구축 및 쌀 생산성 예측



자료: 농촌진흥청 내부자료.

□ 한우의 기후변화 영향평가기술 개발사업의 고도화 추진

○ 한우는 한지적응 품종으로 하절기 고온기간이 지속될 경우 전반적인 생산성 저하가 예상됨에도 불구하고 고온기 장기화에 따른 한우의 생리적 변화와 생산성 감소에 대한 정확한 파악이 어려운 실정임. 이에 지역 및 월별 한우의 출하체중 및 등급판정 성적을 분석하여 비육 중기 고온스트레스 관리 중요하다는 결론을 도출함.

- 고온기 고랭지역 대비 고온지역(평산지) 거세우 생산성을 비교한 결과, 고온기 사료량 저하는 있었으나 생산성 차이는 없다는 결론을 도출함.

나. 기후변화 적응을 위한 농업 생산(사양) 관리 지원 사업 추진

□ 작물의 재배시기 한계기 및 최적기 분석

- 찰옥수수 2기작 재배를 위한 파종한계기와 수확시기를 2011~2013년 사이에 구명함.
 - 찰옥수수 2기작 재배 시 후기작의 적정 추비시기는 본엽 3~4엽기이고, 적정 시비량은 전기작의 표준 추비량과 동일하다는 결론을 도출함.
 - 찰옥수수 2기작 재배 시 후기작을 위한 적정 파종 시기는 조생종의 경우 7월 30일, 중만생종의 경우는 7월 25일 이전으로 나타남.
 - 중부지역에서 간식용 찰옥수수 후기작 재배 시 최적 수확시기는 7월 10일 파종하였을 때 출사 후 26~28일, 7월 20일 파종은 출사 후 32~35일경으로 나타남.
 - 찰옥수수 2기작 재배 시 전기작 옥수수의 파종한계기는 조생종의 경우 4월 30일, 중만생종의 경우는 노지직파는 4월10일 이전, 멀칭재배는 4월 20일 이전이라는 결론을 도출함.

□ 고온기 가축 사양관리기술 및 환경관리기술 개발

- 한우의 기후변화 영향 최소화 및 안정 생산기술을 개발하였는데, 지구온난화 대비 고온기 한우 사료급여 체계 구축, 반추위 발효 *in vitro*를 이용한 한우 전용 반추위대사 친화형 고온스트레스 저감 첨가제 개발, 열대적응 종 앵콜소 정액 동결 기술 개발 등이 있음. 열대적응 종 앵콜소 정액 동결 기술 개발 특허 출원(10-2014-0080018)을 하였으며, 현지 동결유전자원 180점을 보존하였음. 융해 후 정자 생존율은 기존의 21%에서 75%로 확대됨. 뿐만아니라 고온기 회피 계절번식 및 발정 제어 번식 기술을 활용하여 하계 발정동기화 처리에 따른 수태율(1회 수정율 67.2%, 수정율 89.7%)의 성과를 도출하였음.

○ 고온기 젖소 사양관리 표준 매뉴얼을 개발함.

- 기후변화 대응 젖소 온습도지수에 의한 사양관리 기준표를 2012년에 제시하였는데, 온습도 지수에 따른 젖소 관리(사양 및 환경) 포인트를 제시한 것임.
- 고온기 젖소 피해예방 및 축사관리 지침을 2014~2015년에 개발하였는데, 이를 통해 고온기 스프링클러 가동 시 우사 내 온도를 평균 5°C(31°C → 26) 감소시켰고, 고온기 고에너지 사료(100→107) 급여 시 산유량을

표 3-3. 온습도 지수에 따른 젖소 관리 포인트

온습도 지수	소의 상태	증상	관리 포인트
20~39	위축	활동량 감소	○호흡기 조심(보온 중요), 운동 유도 ○채식량 감시, 유지
40~59	약 쾌적	정상적인 활동	○채식량, 미네랄 등 강화 ○하절기 대비 소화력 강화제(중조 등) 급여
60~70	쾌적	정상적인 활동	○온도변화와 소의 상태 관찰 ○하절기 스트레스 대비(그늘막, 지붕표면 우수장치, 선풍기 등) 점검
71~80	약 스트레스	호흡수 증가 사료섭취량 감소 산유량 감소	○그늘막 제공, 선풍기 가동, ○양질 조사료, 비타민, 미네랄 증량 급여 ○사료 배합비 조정, 급수기 점검
81~90	강 스트레스	호흡수 증가 사료섭취량 감소 산유량 감소 탈수	○그늘막 제공, 선풍기 가동, ○우사 내 안개분무(지붕 물뿌림), 양질 조사료, 비타민, 미네랄 증량 급여, 영양 강화 배합비 조정 ○유질관리, 급수기 추가 설치
91~98	심각 스트레스	심한 헐떡거림 탈수 및 탈진	○특별 간호 지역으로 신속히 이동 ○냉수 급여, 냉수 목욕 ○수의사 진료(영양보충)
99 이상	폐사(직전)	탈진, 기립불능 폐사(직전)	○특별 간호 지역으로 신속히 이동 ○냉수 급여, 냉수 목욕 ○수의사 진료(영양보충)

1.9kg 증가(33.8kg vs 35.7kg)시키는 성과를 도출함.

□ 온난화에 따른 가축질병 방지 대책 추진

- 소 1,700두, 돼지 3,500두, 염소 600두를 대상으로 슈말렌베르크, 리프트계 곡열 등 주요 매개체 전염병에 대한 검사를 실시함.
- 곤충매개 가축감염병의 확산 양상을 추적하기 위해 모기 4만 마리, 등에모기 5,000마리에 대한 모니터링을 실시함.
- 3,070건 검사를 하여 국내 흑염소 한 마리에서 중증열성혈소판감소증후군(SFTS) 바이러스를 검출하여 분리함.
- 2014년 5월에 개최된 OIE 총회에서 우리나라는 구제역(백신접종 청정국), 소해면상뇌증(위험무시국), 가성우역, 아프리카마역 4개 가축질병에 대해 청정국 지위를 획득함.
- 기후변화에 따른 가축전염병 예방기법으로 유전자재조합 미끼백신주를 제작하고, 야외주 감별 진단키트를 개발
 - 야생너구리를 대상으로 미끼백신을 실험하여 82% 면역 반응을 확인하였고, 63.6% 방어항체 형성을 확인하였음.
- 기후변화 관련 가축질병 진단기법 확립과 모니터링 확대는 2011~2015년 기간에 각각 매해 7~8종, 6~7종을 달성
- 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준 51억 원으로 나타남.

다. 기후변화 조건에서의 농업 생태계 관리 기술 개발 사업 추진

□ 농업 유전자원 확보·보존 및 이용 형질 특성 검정

- 국내외 유전자원의 확보 및 이용형질의 특성을 검정하였는데, 국내 고유 및 외래 유전자원을 35,496점 수집하였고, 17,280점에 대해 그 특성을 검정함.
- 열대/아열대작물 유전자원을 수집하여 적응성을 검토하였는데, 2011년 4종에서 2015년 42종으로 수집(종)이 증가함. 또 고유형질 및 생육 환경평가를 실시하였는데, 기초 환경적응성 평가는 카니스텔, 사포달라 등 14종에 대해 이루어졌고, 노지재배 가능성 평가는 올리브, 웨이조아 등 5종에 대해 이루어짐.
- 수집된 유전자원의 보존 관리 시스템을 구축 하였는바 보존 경비 절감 기술 및 정보 시스템을 개선하였음.

□ 산림분야 산림생태계 모니터링 및 자료 확보 관련 시설 설치

- 산림생태계를 지속적으로 모니터링하고 자료를 구축하기 위한 시설 설치
 - 2015년까지 장기생태연구지 6개소, 산림 플렉스 관측 타워 7개소를 설치
- 기후변화 대응 모니터링 실시
 - 장기생태연구지 개엽기 및 4개 수목원의 20개 수종의 개화기에 대해 매년 모니터링

라. 기후변화 대응 안정적 농업용수 공급을 위한 사업 추진

□ 기후변화에 적응 가능한 농업용수 공급을 위한 대책 수립

- 이상기후에 대비한 물관리 여건 개선
 - 기본계획 목표로 설정한 수리안전답률 제고 및 용수공급률(농촌용수급수율로 지표명 변경) 제고에 대해서 각 기존 목표 대비 112%(60.7%/54.0%),

155%(66.6%/43.0%)로 초과 달성을 하였음.

- 지속적으로 신규 사업에 착수한 결과, 가뭄상습 농경지 9.3천ha의 가뭄을 해소함.
- 기후변화 및 기상이변에 대응하는 선제적 방재 체계 구축을 위해 「기후변화 대응 재해대비 농업생산기반정비 중장기 계획(2013년 2월)」을 수립함.
- 기존 계획 대비 국비는 23% 증액(누적 12,689억 원/누적 10,321억 원)되었으며, 모두 국고에서 지원됨.

□ 농촌용수 이용체계 재편 사업 및 한발대비 용수개발 사업 추진

- 강원 철동, 충북 원남, 경남 초계 및 한림 지구를 시범지구로 선정(전북 순창은 추가로 시범지구로 선정됨). 기본계획 목표였던 4개 지구에서 1개 지구가 더 늘어나서 125% 성과달성을 하였음.
- 기존 계획 대비 국비는 91%만 실제 사용하였음(누적 662억 원/누적 728억 원).
- 가뭄 발생지역 또는 가뭄상습지역에 관정, 간이양수장 설치 등을 통해 물 부족 해소 및 안정적인 농업용수 공급에 대한 기반을 구축하였음. 이것은 수리답율이 2011년 80.4%에서 2015년 81.3%로 증가한 것, 수리안점답율이 2011년 56.0%에서 2015년 60.7%로 증가한 것에서 확인 가능함.
- 기본계획 대비 129% 증액(누적 1,418억 원/누적 1,100억 원)되었으며, 국고 80%, 지방비 20% 지원됨.

□ 지하수 관리 역량 제고를 위한 지하수자원 관리 인프라 구축

- 지하수 보전·관리 방안을 마련하여 수량 및 수질 관리 방안을 제시하였음. 2010년에 농어촌지하수넷 시스템을 개편하여 고도화를 추진하고, 2015년 현재 226지구(77개 시·군) 정보를 WebGIS 지도서비스로 제공 중임.

□ 농업기반시설물물관리시스템 설치를 통한 농업용수 관리 자동화

- ICT 인프라 확대를 통한 농업용수 관리 자동화를 추진하였으며, 2015년 현재 총 41개의 농업용수관리자동화 시스템을 구축하였음. 이러한 용수관리체계 개선은 농업용수의 합리적 배분, 적기적소에 용수 공급, 물 손실 예방, 양·배수장 등 시설물의 운영시간 단축에 도움을 줌.

마. 기후변화 적응을 위한 농업 생산 자원 개발 사업 추진

□ 이상기상에 적응 가능한 작물 품종 개발

- 품종개발은 경종분야의 콩, 옥수수, 감자, 녹비와 원예분야의 사과·배, 채소, 특작, 인삼, 버섯, 열대/아열대 작목은 당초 목표를 달성 혹은 초과 달성한 것으로 평가됨.
 - 예를 들어 기후변화 적응 감자 품종개발의 경우 2015년 기준으로 5개 품종으로 당초 목표(4개 품종)를 달성한 것으로 평가됨. 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준으로 당초 35억 원의 85.7% 수준인 30억 원으로 나타남.
 - * 개발된 감자 품종으로는 더덩이병 저항성을 가진 ‘홍선’, 역병, 바이러스에 강한 고건물 1기작품종 ‘다미’, 역병, 바이러스 및 더덩이병에 강한 ‘중모9001’, 한발저항성 및 내병성 봄감자 ‘대광’, 역병, 더덩이병 중도저항성 2기작 칩가공용 ‘남선’ 등임.



○ 열대/아열대채소 도입 및 재배법 개발

- 열대/아열대 채소 작목은 2015년 기준으로 17개 작목을 개발하여 당초 목표(17개 작목)를 달성한 것으로 평가됨. 또 재배면적의 경우 당초 목표가 5ha였으나 255ha로 늘어나 목표를 초과달성한 것으로 평가됨. 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준으로 당초 13억 원의 84.6% 수준인 11억 원으로 나타남.
- 2015년 기준으로 255ha를 재배하게 되었고, 보급작목으로는 아티초크, 여주, 파파야 등이 있음.

- 아열대 자원 작물 유전자원 수집 및 적응성 평가
 - 유망 아열대작물 유전자원 수집 및 적응성 검토는 2015년 기준으로 42건으로 당초 목표(5건)를 초과 달성한 것으로 평가됨. 또 유망 아열대 소득작목 개발은 당초 목표가 3품종이었으나 5품종으로 늘어나 목표를 초과 달성한 것으로 평가됨. 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준으로 당초 11억 원의 100.0% 수준인 11억 원으로 나타남.

* 망고, 롱빈, 오크라 3종 농가재배실증

표 3-4. 국내 열대/아열대 채소 도입 및 재배기술 개발

<p><여주></p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신 작물 재배기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 여주 재배기술: 시설재배 적정 재식밀도 구멍 : 4,767kg/10a(305주/10a) - 그린 파파야 육묘 기술 개발 : 4월 하순 무가온 하우스 정식(5개월 육묘) → 9월 상순부터 청과용 파파야 생산가능 (2,035kg/10a) - 지역 적응 채소 선발 및 적응 재배기술 개발
<p><파파야></p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구 성과의 활용 및 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화에 대응한 국내 아열대채소 보급 기반 조성 - 미래작물 개발로 새로운 농가소득원 개발

자료: 농촌진흥청 내부자료.

□ 국내 환경에 적합한 목초 품종을 개발하고, 한지형 목초를 시범농장 27개소에 보급하였음.

- 내재해 양질 톨 페스큐(푸르미, 그린마스터 2호, 그린마스터 3호), 내습·내하고성¹ 오차드그라스(온누리, 온누리2호, 럭키원), 이탈리아인 라이그라스(그린

팜2호, 그린팜3호) 등 신팜종 3초종 8팜종을 개발하였음.

- 버뮤다그라스, 바히아그라스, 클라인그라스, 테프그라스 등 난지형 목초의 유전자원을 수집하고 내한성이 우수한 버뮤다그라스와 단기간 생육이 가능한 테프그라스를 우수 초종으로 선발하였음.
- 환경 적응성이 뛰어난 톨 페스큐 위주의 혼파조합을 선발함.
 - 혼파조합(kg/ha): 오차드그라스(6) + 톨페스큐(16) + 페레니얼라이그라스(7) + 쉐터키블루그라스(2) + 화이트클로버(2)
- 중부지역의 한지형 목초 파종시기를 9월 상순에서 9월 중순으로 재설정함.
 - 중북부지역의 한지형 목초 파종시기는 8월 하순으로 변동이 불가능함.
- 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준 15.6억 원으로 나타남.

바. 양질의 농업관측정보 생산 및 제공

□ 농업관측의 정확성 및 활용률 제고

- 양질의 농업관측정보는 농업인의 합리적 의사결정을 돕고, 농업인에게 사전 정보를 제공함으로써 농산물 수급 안정에 이바지함.
 - 해당 기간에 표본농가수 확대, 단수 예측 및 중기 선행 관측 모형 개발, 유관기관(농진청, 농관원, 농협-aT 등)과의 네트워크 강화를 통해 정확도 제고를 도모함.
 - 관측월보 및 문자를 이용한 서비스 제공과 농업전망대회 개최, 농업인 교육에 관측과목 신설, 채소류 주산지 현장설명회 등을 추진하여 농업관측정보의 활용도를 제고함.

¹ 내하고성(耐夏枯性)은 '더위에 견딤이 강함'을 나타냄.

2.2.2. 감축/흡수

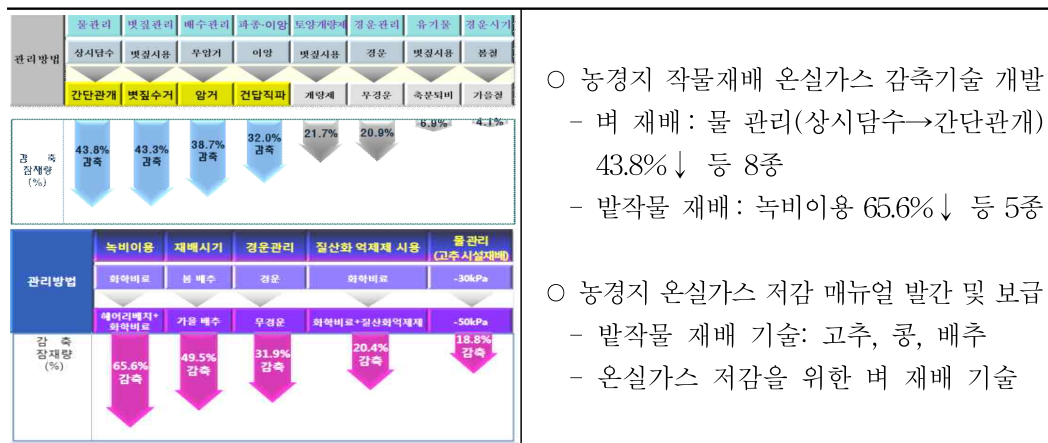
가. 경종, 축산, 원예, 수자원 분야 온실가스 감축/흡수사업 추진

□ 경종분야 온실가스 감축사업 추진

○ 온실가스 감축 영농기술 개발

- 간단관개 실행비율은 2015년 기준으로 55%로 당초 목표(55%)를 달성한 것으로 평가됨. 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준으로 당초 167억 원의 12.2% 수준인 20.3억 원으로 나타남.
- 농경지 작물재배 온실가스 감축기술을 개발하였는데, 벼 재배 물 관리를 간단관개로 할 경우 상시담수 대비 온실가스가 43.8% 감소하는 것으로 나타났고, 밭작물에 녹비를 이용할 경우 온실가스가 65.6% 감소하는 것으로 분석됨.
- 농경지 온실가스 저감 매뉴얼을 발간하여 보급하였는데, 밭작물 재배 기술은 고추, 콩, 배추에 대해 이루어졌고, 논은 벼에 대해 이루어졌음.

표 3-5. 온실가스 배출 저감기술 개발



자료: 농촌진흥청 내부자료.

□ 원예분야 온실가스 감축/흡수사업 추진

○ 도시농업의 활성화 사업 추진

- 도시텃밭은 2015년 기준으로 92,133개소를 개발하여 당초 목표(2000개소)를 초과 달성한 것으로 평가됨. 또 도시민 참여의 경우 당초 목표가 935천 명이었으나 1,309천 명으로 늘어나 목표를 초과달성한 것으로 평가됨. 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준으로 당초 77억 원의 19.9% 수준인 26.8억 원으로 나타남.

○ 시설원예 에너지 절감 사업 추진

- 신재생에너지 및 에너지절감시설 보급은 2015년 기준으로 9,804ha로 당초 목표(9,132ha)를 달성한 것으로 평가됨. 재정투융자 실적은 2011~2015년 기준으로 당초 3,778억 원의 164.2% 수준인 6,202억 원으로 나타남.
 - * 지열 등 신재생에너지시설 지원면적 확대로 전기·석유 사용 감축
 - * 다겹보온커튼, 자동보온덮개 등 에너지절감형 보온자재 보급을 통한 화석연료 사용량 절감으로 온실가스 감축 기여
 - * 발전소 온배수 및 산업체·소각장 폐열 재이용 시설, 지열 대비 설치비가 저렴한 지중열난방시설, 공기열난방시설 지원 대상 추가

□ 축산분야 온실가스 감축사업 추진

○ 지열 난방을 축사에 도입하여 온실가스를 감축하는 기술 개발

- 지열 난방에 의한 육계 사육환경을 개선함으로써 온실가스 발생을 저감시켰는데, 암모니아가스의 경우 관행인 경우 16.6ppm에서 지열은 11.1ppm으로 33% 감소하는 결과를 도출하였고, 이산화탄소의 경우 관행인 경우 3,561ppm에서 지열은 2,150ppm으로 40% 감소하는 결과를 도출함.
- 계사 지열난방에 의해 생산성을 개선하고 연료비를 절감하였는데, 육계 출하체중은 관행 2.38kg/(수, 6주)에서 지열난방 2.50kg으로 5% 개선되는 결과를 도출하였고, 연료비는 관행 27,382ℓ (50,000수, 연간)에서 지

열난방 5,428 ℓ 로 80% 절감되는 결과를 얻음.

- 공동자원화시설에 의한 축분처리 감축사업 확대하였는데 가축분뇨 적정처리를 위한 공동자원화 시설의 경우 2011년 68개소에서 2015년 114개소로 확충되었고, 에너지화 시설의 경우 2011년 5개소에서 2015년 10개소로 확충됨. 향후 가축분뇨의 효율적 관리를 위해 2015년 5월에 민간관리기구를 설립하였는 바 민간전문기관인 ‘축산환경관리원’을 설립함.

□ 수자원분야 온실가스 감축사업 추진

○ 소수력 발전

- 소수력 발전소는 2015년까지 총 36개소(1만 7,649kW)가 준공 및 운영되었음.
- 신규 소수력 발전소의 개소는 계획목표와 실적이 24개소로 일치함. 단, 전력 생산량 총량 면에서는 계획을 초과 달성하고 있음.
- 재정투융자 실적을 보면 2011~2015년 기준 383억 원으로 나타남. 재정투융자는 국고나 지방비의 지원 없이 자부담으로 모두 충족되었음. 계획금액 대비 실제 투융자 금액은 172%였음.

나. 산림분야 온실가스 흡수/감축 사업 추진

□ 흡수

○ 조림사업을 통한 흡수 확대 사업 추진

- 경제성이 높은 나무를 위주로 조림사업을 시행하여 2011년부터 2015년까지 꾸준히 연간 약 2만 2,000ha 규모의 숲을 조성

○ 도시숲 조성사업 확대

- 2011년부터 꾸준히 시행되어 2015년을 기준으로 1인당 생활권 도시숲 면적이 8.58m²(전국 평균)이었음. 이는 세계보건기구(WHO)에서 권고한 9m²에 근접

○ 주요 산림수종의 기후변화 적응성 평가 및 난·아열대 용재수종의 육성에 대한 연구 수행

- 이산화탄소 농도 증가에 따른 주요 수종의 생리적 변화를 구명
- 선단 시험식재지 15개소, 붉가시나무 등 4수종의 생육지 이동을 통해 난·아열대 수종의 기후변화 적응성을 검정
- 2015년 현재 바이오매스 생산 수종 육성 및 생장 특성 평가는 40% 정도 이루어졌으며, 기후변화 취약 탄소흡수 자원의 생리·생태구명은 30%, 기후환경에 따른 생장 관련 유전 특성 검정은 30%, 대규모 바이오매스 생산을 위한 기술 개발은 30%, 기후변화 내성 개체 탐색 및 지표 개발은 45% 정도 이루어짐.
- 재정투융자 실적을 보면 2011~2015년 기준 28억 원으로 나타남.

○ 온실가스 산림상쇄 기반 구축

- 2012년 2월에 「탄소흡수원법」을 제정, 2013년 2월부터 시행하였음.
 - * 산림의 탄소흡수원 증진, 산림탄소상쇄제도 도입, 국제협력, 연구개발, 인력양성 등을 포함함.
- 2014년 12월에 탄소흡수원증진종합계획('15~'19)을 수립하여 탄소흡수원의 유지 및 증진에 관한 정책목표와 기본방향을 설정
- 2012년부터 산림탄소센터를 운영하여 상쇄제도의 체계적인 운영 및 관리를 도모함. 2013년에 산림탄소상쇄제도를 도입하였음.
- 2015년부터 온라인 “산림탄소모아시스템”을 운영하여 산림탄소상쇄와 온실가스 정보를 제공함.
- 기후변화 전문인력을 양성하고 민관협력 모델을 개발하기 위해 기후변화 대응 산림부문 특성화 고등학교 지정, 관련 교육 실시, REDD+2(Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) 포럼 운영 등을 추진함.

² 산림전용 및 산림황폐화로 인한 온실가스 배출 감축활동을 말함.

- 재정투융자 실적을 보면 2011~2015년 기준 42억 원으로 나타남.

다. 식품·유통분야 온실가스 감축 사업 추진

□ 온실가스·에너지 목표관리제 도입 및 시행

- 국가 온실가스 감축목표를 달성하기 위해 2010년 4월부터 산업 전반에서 온실가스·에너지 목표관리제를 시행 중이며, 농식품부는 농업, 임업, 축산업, 식품 분야 관리업체 지정 및 관리를 담당함.
- 2015년 기준, 관리업체의 온실가스 감축이 BAU 대비 8.34%로 당초 계획에서 제시한 0.9%에 비해 매우 큰 수준의 감축이 이루어졌음.
 - 2015년에 25개의 관리업체를 지정하였으며, 8.8천 톤의 감축목표를 설정하고, 16천 톤의 감축이행 점검을 수행하였음.

□ 농수산물 사이버거래소 운영을 통한 유통단계 축소

- 유통단계 축소 및 거래비용 절감을 위해 새로운 유통채널인 사이버거래소를 구축하고 운영하고 있음. 농수산물 사이버거래소를 이용하면 농산물 유통이 4-5단계에서 3단계로 줄어드는 효과가 있음.
 - 거래실적은 2009년 52억 원에서 2015년 2조 4,444억 원으로 폭발적으로 증가하였으며, 2016년 7월 말 현재 거래실적은 1조 6,890억 원임.
 - 기업 간 대량의 농수산물 도매 거래, 단체급식 전자조달 시스템을 통한 급식 식재료 중계, 소상공인 대상 전용 직거래시스템 설치, 일반소비자 대상 농산물 인터넷 중개 등 다양한 소비자를 대상으로 유통경로를 확보함.

2.2.3. 인프라

가. 기후변화 대응을 위한 물적/제도적 인프라 구축 사업 추진


□ 이상기상에 대응하기 위한 온실의 개보수 및 신축 지원

- 온실 재배 작물의 품질 개선 및 피해 경감 지원
 - 기존 노후 온실의 증개축 및 시설 현대화

- 주요 작물 생육 관측 자료 수집 및 기술 개발
 - 온도 구배형 온실에서의 생육자료 확보 및 비접촉 무인 관측 기술 개발

- 기후변화대응 내재해형 하우스 모델을 개발하였는데, 내재해형 전용 하우스 모델을 토마토, 파프리카, 고추, 딸기 등 4종에 대해 개발함으로써 태풍, 폭설 및 일조부족에 대응토록 함. 또 배추 등에 대해 비가림시설 천측창 개폐 시스템 등 단동형 비닐하우스를 개발함.

표 3-6. 내재해형 비닐하우스 개발

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화대응 내재해형 하우스 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 내재해형 전용 하우스 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 4종(토마토, 파프리카, 고추 및 딸기) · 태풍, 폭설 및 일조부족 대응 - 배추 등 단동형 비닐하우스 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 비가림시설 천측창 개폐시스템 등
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

< 내재해형 하우스 >

자료: 농촌진흥청 내부자료.

□ 저탄소농축산물 인증제도 도입

- 2012년 ‘저탄소 농축산물 인증제’ 도입으로 농업분야 저탄소 농업기술 확산 및 농업분야 온실가스 감축 목표 달성에 기여

- 저탄소 농축산물 인증제 도입을 위한 기반 마련
 - 농림수산물 기후변화 대응 기본계획('11~'20) 및 '저탄소 농축산물 인증제' 운영 기본계획('12.3, 장관방침)을 토대로 2012년부터 저탄소 농축산물 인증제 시범사업 본격 추진
 - 온실가스 배출량 산정을 위해 생산 투입 농자재 전과정 목록(LCI DB) 구축 및 농자재별 탄소배출계수 개발
 - 데이터 확보 및 경계 설정 등이 어려운 농업의 특성을 고려하여 온실가스 배출량을 산정하기 위한 작성지침(PCR: 공통1식, 품목 8식) 개발

나. 기후변화 대응을 위한 위기관리시스템 구축 사업 추진

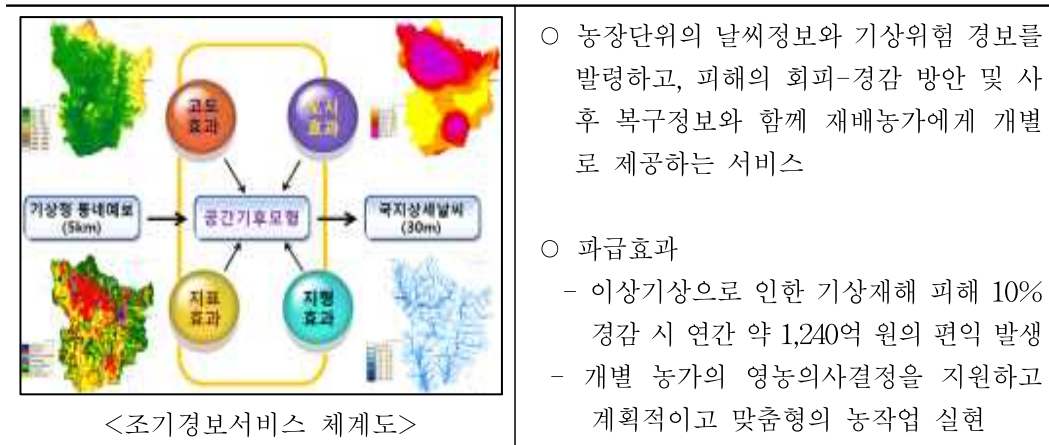
□ 기후변화 대응 농업재해보험의 활성화

- 대상품목을 2011년 45개 품목에서 2015년 62개 품목으로 확대하였고 종합 위험보장방식 도입 등 보상재해 보험을 확대하여 가입률 제고시킴.
 - 특정위험만 보장하던 과수 5종에 종합위험보장 방식을 도입함.
 - 저 자기부담비율(10·15%)상품을 도입함.
 - 농업용 시설 및 시설작물은 연중 가입제도 도입으로 편의성을 제고시킴.
 - 2011년 가입률 13.5%에서 2015년 가입률 21.8%로 상승함.

□ 농업지대별 농업기상정보 생산 및 활용체계 구축

- 농업기상정보 생산 및 활용기술 개발
 - 농업기후요소별 상세 기후도 및 농업기후지수 분포도 작성
 - 기상청 제공 기상예보자료의 농업적 활용기술 개발
 - * 농업기상재해 예·경보 시스템 구축 등
 - 농업지대 및 농산물 주산단지별 농업기상응용정보 생산

표 3-7. 농업기상재해 조기경보서비스 기술개발



- 농장단위의 날씨정보와 기상위험 경보를 발령하고, 피해의 회피-경감 방안 및 사후 복구정보와 함께 재배농가에게 개별로 제공하는 서비스
- 파급효과
 - 이상기상으로 인한 기상재해 피해 10% 경감 시 연간 약 1,240억 원의 편익 발생
 - 개별 농가의 영농의사결정을 지원하고 계획적이고 맞춤형의 농작업 실현

자료: 농촌진흥청 내부자료.

2.3. 기본계획의 한계

□ 기후변화 대응기술 개발 사업의 보급사업과의 연계성 강화 필요

- 기후변화 대응 축사관리 기술로 축사의 온도와 습도를 측정하는 시스템을 개발하였으나, 비용과 편익을 고려하여 축산농가에 보급할 방안에 대해서 고민이 필요함.
- 가금 안정 생산 기술 개발 과제의 경우 열 스트레스 저감 물질과 고온 시 사양관리 기술은 각각 6건(누적), 5건(누적) 개발되었으나, 개발된 기술이 가금류 생산 농가에 보급된 실적이 없기 때문에 이 과제 보급 사업의 파급효과 등 종합적인 평가를 내리기 어려움.
- 기후변화 둔감형, 내재해 사료맥류(청보리, 귀리, 호밀, 트리티케일, 총채밀) 품종을 개발하였으나 경제성 저하 등으로 사료작물의 재배면적이 정체되었다는 한계점이 있음.

- 2015년 국가온실가스 인벤토리 보고서에 따르면 축산 분야의 온실가스 배출량은 990만 톤 CO₂-eq로 농업 부문의 47.6%를 차지했음. 그중 반추가축 장내발효로 인한 메탄 발생(439만 톤 CO₂-eq)은 전체 농업 부문에서 약 1/5, 축산 분야에서 44.3%를 차지했음. 따라서 반추가축 장내발효로 인한 메탄 저감 기술개발은 농업 부문 온실가스 감축에 있어서 매우 절실함. 그러나 개발된 기술이 축산농가에 보급되지 않아 이에 대한 대책이 시급함.

□ 기후변화 영향평가 및 재배적지 평가 연구 추진 미흡

- 잡곡의 영향평가/예측 및 작목모형 개선이 미흡한 것으로 나타남.
 - 주요 잡곡 안정생산 기술개발 건수는 당초 5건이 계획되었으나 60% 수준인 3건만 달성됨. 잡곡 품질 및 기능성 변화 구명(성분수)은 당초 6개가 계획되었으나 50% 수준인 3개만 달성됨.
- 채소의 미래 예측 영향평가의 경우 실적이 낮은 것으로 나타남. 배추 등 노지 채소에 대한 영향평가 및 생육 모델 개발(건)의 경우 당초 계획이 6건이었으나 33.3% 수준인 2건만 달성되었고, 투융자 실적도 당초 계획이 38억 원이었으나 44.5% 수준인 17억 원만 투입됨. 이와 같이 실적이 낮은 이유는 이상기상을 구현할 환경 제어 모듈이 없는 등 인프라 구축이 되어 있지 않기 때문으로 나타남.
- 재배적지 연구의 경우는 자연 기후조건 상태의 시험으로 요인 통제가 어려운 이유 등으로 과수, 약용작물 모두 목표를 달성하지 못함.

□ 기후변화 적응을 위한 농림업 생산 자원(품종) 개발 확대 필요

- 벼의 경우 내병충성 강화 벼 우량계통 육성에 대한 당초 계획이 9건이었으나 33.3% 수준인 3건만 달성됨. 투융자 실적의 경우 당초 203억 원이었으나 13.8% 수준인 28억 원만 투입됨. 이와 같이 벼 품종개발 실적이 낮았던 것은 내재해성 품종육성을 위한 대규모 검정 및 평가 시스템이 부족하였기 때

문임. 맥류의 경우 쌀·겉보리(정곡) 수량성(kg/10a)에 대한 당초 계획이 450이었으나 70.7% 수준인 318로 나타났고, 투융자의 경우 당초 50억 원이었으나 60.0% 수준인 30억 원으로 나타남. 이와 같이 맥류 품종개발 실적이 낮았던 것은 기후변화 대응 재해안정성 증진을 위한 육종소재 개발이 잘 되지 않았기 때문임.

- 원예분야 품종개발의 경우 참다래, 만감류는 적응성 시험포장 부족 등의 이유로 목표를 달성하지 못한 것으로 나타남.

□ 경종분야의 온실가스 감축 목표 달성 미흡

- 부실 인증에 따른 소비자 신뢰 저하로 친환경농업 비중 확대 목표 달성율은 37.5%로 낮았음.
- 농경지를 새로운 온실가스 흡수원으로 활용 관련 농경지 토양보전기술 개발 실적이 미흡한 것으로 나타남. 바이오매스 이용 토양탄소 관리기술 개발(건, 누적)의 경우 당초 2건이 계획되었으나 50.0% 수준인 1건만 달성되었고, 투융자는 당초 63억 원이었으나 14.8% 수준인 9.3억 원만 투입됨.

□ 온실가스 감축량 및 흡수량에 대한 산정 방법 및 계측량이 제시되지 않음.

- 온실가스 감축량에 대한 정확한 산정 방법이 없거나 기초 자료의 부족으로 온실가스 감축량을 평가하는 데는 어려움이 있음.
- 흡수량에 대한 정확한 산정 방법과 탄소축적 기술이 어느 정도 보급되었는지에 대한 실적이 없어 흡수량을 평가하는 데는 한계가 있음.
- 지난 5년간 축산분야의 기술개발에서 어느 정도 성과를 나타냈지만, 실제로 개발된 기술에 대한 보급이 이루어지지 않아서 온실가스 감축량을 파악할 수 없다는 문제점이 있음.

- 지열 난방을 축사에 도입하여 온실가스를 감축하는 기술을 개발하였으나 감축량 파악 미흡 그러나 이러한 성과로 온실가스가 얼마나 감축되는지에 대한 추가적인 연구가 필요한 실정임.

□ 산림의 탄소 흡수를 위해 추진된 경제림육성단지 중심의 숲가꾸기 사업 등 미흡

- 경제성이 높은 나무를 위주로 조림사업이 2011년부터 2015년까지 꾸준히 늘었지만 경제림육성단지³ 중심의 숲가꾸기 사업은 숲가꾸기사업 품질제고를 위해 사업물량을 단계적으로 축소시켜 시행면적이 지난 5년간 연평균 11.75%씩 감소함. 경제림육성단지 중심으로 산림사업을 시행하겠다는 산림경영 방침이 제대로 실현되지 못하고 있는 것임. 게다가 양질의 목재를 생산할 수 있는 기반을 조성한 후의 목재이용 계획이 아직 불투명함. “조림-벌목-목재이용-조림…”으로 이어지는 순환과정에서 경제림의 수익성을 파악하고 사업시행으로 인한 온실가스 흡수량을 계측하기 위한 산림자원 순환이용 체계가 구체화되어 있지 않음.
- 바이오매스 공급을 위한 바이오순환림을 조성 목표는 2015년 현재 누적면적 기준 2만 7,290ha로 약 절반밖에 달성하지 못함.
 - 바이오순환림 조성면적은 지난 5년간 연평균 15.73% 감소
 - 숲가꾸기 산물 수집량도 숲가꾸기사업 물량의 단계적 축소 및 조림지사후관리 강화 정책에 따라 지난 5년간 연평균 27.46% 감소

□ 산림 흡수를 위한 도시숲 조성사업 확대를 위한 기초 관련 연구 부족

- 도시숲의 가치 평가와 관련하여 현재 만족도 조사만 시행되었으나, 예산 확보의 객관적 근거가 되는 도시숲이 가지는 다양한 경제적 환경적 가치에 대

³ 목재생산 잠재력이 높은 산림구역으로 2005년에 지정되었음. 규모는 국유림 105개 단지(58만 ha), 사유림 345개 단지(234만 ha)임. 숲가꾸기사업의 약 50%가 경제림육성단지에서 실시됨.

한 과학적인 연구가 부재한 상황임.

- 도시숲 조성이 산림화가 필요한 도시공간과 산림화가 가능한 도시공간을 지도화(mapping)하여 계획적으로 이루어질 필요가 있으나 미흡한 상황임.
- 도시숲 조성에 필수적인 민간부문 참여에 대한 고려가 없음.

□ 산림분야 온실가스 감축을 위해 목질계 바이오매스 활용사업 부진

- 사업기간에 화석연료 연료비가 감소하는 반면 목재펠릿 가격은 증가함에 따라 사업의 실효성이 크게 떨어짐.

- 이미 조성한 산림탄소순환마을에 대한 모니터링 후 보완 필요

- 당초의 목표대로 국산 목재펠릿 공급시장이 확대되었지만 값싼 원유가격으로 인해 애초의 기대보다 화석연료 대체효과와 온실가스 감축효과가 크게 감소하였음. 당분간 저유가 기조가 이어진다면, 현재 규모가 커진 목재펠릿 공급시장에 타격이 불가피하고, 목재펠릿 보급에도 차질을 빚을 것으로 보임.

□ 상호 연관성을 고려하지 않은 기후변화 적응 기술 개발 사업의 추진

- 농업 생태계의 상호 연관성을 고려하지 않고 개별적인 작물 생산성 및 재배 적지 예측 시도
 - 미생물적 또는 생물학적 요인들을 고려하지 않고 생산성 및 재배적지가 예측 연구가 시도됨. 예를 들어, 가용 수자원이 부족 조건을 고려하지 않고 미래 벼 생산성이 예측됨.

□ 기후변화 적응을 위한 품종 개발과 기존의 품종 개선과의 경계가 불명확함

- 육종 목표 설정 시 정량적인 기후변화 시나리오에 대한 기준이 없음. 예를 들어 고온 조건에 대한 기준을 2°C 내지 5°C 상승과 같은 특정 온도 범위를

설정하지 않고 단순히 고온 내성을 가진 유전자원의 선발을 목표로 함.

- 기후변화 적응 감자품종 개발 과제외의 경우 개발된 품종으로는 더뎡이병 저항성을 가진 ‘홍선’, 역병, 바이러스에 강한 고건물 1기작품종 ‘다미’, 역병, 바이러스 및 더뎡이병에 강한 ‘중모9001’, 역병, 더뎡이병 중도저항성 2기작 칩가공용 ‘남선’ 등이 있는데 이는 기후변화나 이상기상과 직접적인 관계가 있는 것으로 보이지 않음.
- 국내 환경에 적합한 한우 및 젓소의 (후보, 보증)씨수소를 선발하였는데, 선발 기준으로 제시된 특정 형질이 기후변화 대응과 어떻게 연결되는지 연관성이 부족함(3.2.1).
- 기후변화 추이를 파악하기 위한 기초자료 수집 관련 사업 및 기초 자료 활용 사업이 많지 않음.
 - 장기 모니터링 자료는 예측모델의 개선과 기후변화 변동 양상을 파악하기 위해 중요성이 높음에도 불구하고 많은 자료가 수집되고 있지 못함
 - 작물의 생육양상이나 생산성, 품질 관련 척도가 극소수의 주요 작물과 특성 변수에 치중하여 관측 자료가 수집되고 있음. 예를 들어 농업 생태계 생물상 변동 조사를 위해 매우 적은 예산 계획이 있어 다양하고 체계적인 자료 수집이 어려움.
 - 자료 수집의 생력화를 위해 영상 분석 기술 등 관련 관측 기술의 개발이 소수에 그침.
 - 나아가 수집된 자료의 활용 및 자료에의 접근성 향상 관련 과제가 상대적으로 부족함.
- 신시나리오에 따른 기후변화 영향 전망 및 관련 기술 개발 미흡
 - 기존 연구들이 RCP8.5 등 신시나리오 조건하에 진행되지 않아 단계별 적응

기술이 미확립되어 있지 않은 상태임.

- 신시나리오에 의하면 임계온도의 지속시간이 늘어날 것으로 예측되고 있으나 기존 연구에서는 지속시간 중심의 연구결과가 부족함.
 - 피해 예측 도구 개발이 되어 있지 않으며, 복합기술을 활용한 적응기술 개발이 부족함.
- 기상청에서 제공되는 국가 표준 기후변화 시나리오에 기반한 고해상도 시나리오 자료가 생산되어 복수의 시나리오자료를 활용한 미래 기후조건에서의 불확실성을 고려하기 어려움.
- RCP 시나리오 별로 하나의 지구순환모형(Global Circulation Model: GCM)에서 출력된 자료를 바탕으로 기후변화 시나리오 자료가 생산됨. 불확실성을 최소화하기 위해 앙상블 기법을 적용하는 것이 유리하나 이를 위한 기후변화 자료가 존재하지 않음.

□ 기타 기본계획의 한계

○ 적응분야 중심의 계획

- 인프라를 제외한 95개 과제 가운데 적응분야 과제수는 65개로 68.4%를 차지하는데 반해 감축분야는 17개(17.9%), 흡수분야는 13개(13.7%)를 차지하여 상대적으로 감축/흡수분야의 과제수가 적음<표>. 신기후체제 하에서 2030년 온실가스 감축목표가 BAU 대비 37%로 설정되었고, 농식품분야의 감축목표가 2020년보다 커질 것으로 전망되므로 감축/흡수분야의 과제 비중을 확대할 필요가 있음.

표 3-8. 적응/감축/흡수 분야별 과제수(인프라 제외)

	적응분야	감축분야	흡수분야	합계
과제수(개)	65	17	13	95
비중(%)	68.4	17.9	13.7	100.0

○ 목표 대비 투융자 금액의 차이

- 한발대비 용수개발 사례: 목표 대비 투융자 금액이 실제로는 1%만 지원된 것을 알 수 있음. 성과목표를 달성했다는 점에서 비용효과적이라고 볼 수도 있지만, 계획된 투융자 금액과 실제 투융자 금액의 차이가 큰 점을 볼 때 계획에서 투융자 금액을 과대하게 설정하였을 가능성도 배제할 수 없음. 이런 점은 향후 기후변화 대응 계획을 수립할 때에 계획된 투융자 금액에 대한 신뢰도를 떨어뜨릴 수 있으므로, 추후 연구가 진행된다면 계획과 실제 투융자 금액의 큰 차이에 대한 설명이 필요할 것으로 보임.

○ 적절한 지표 제시 필요

- 한발대비 용수개발 사례: 계획에서 제시한 지표와 실제 실적에서 제시한 지표가 상이함. 이러한 상이점은 당초 계획된 지표가 실제 성과 지표로 적절하지 못하여 변경시킨 것으로 보이며, 이는 지표 설정에 신중을 기할 필요가 있음을 시사함.

○ 반드시 포함시켜야 할 연구 내용의 누락

- 온도별 가축 생산성 분석, 고온 스트레스 저감 사료첨가제 개발 등 사양(飼養) 관리도 중요하지만, 고온기 축사의 온도를 낮추는 방법에 대한 연구가 필요함.

2.4. 기본계획의 개선방향

□ 기후변화 영향 예측 및 취약성 평가에 대한 사업 확대 필요

- 중장기적인 기후변화 영향 예측 기반이 구축되어야 적응기술 개발의 목표가 확실해 질 수 있음.
- 시나리오를 활용한 중장기 예측·평가기반기술 개발이 우선적으로 고려될 필

요가 있음.

□ 이상기상 및 농업 생태계의 변동을 반영한 기술 개발 사업 추진

- 이상기상 발생과 관련된 시나리오를 설정하고 이에 대응한 육종 목표 설정
 - 기온 상승 및 가뭄 발생에 대한 정량적 시나리오에 따라 적응 가능한 품종 선발 목표 설정
 - 병해충 발생 위험도 분석에 따른 품종 육성 목표 설정

□ 기후변화 적응 수단 도입을 고려한 파급 효과 분석 필요

- 작물 생산성 향상을 위한 재배관리 기법의 적용과 재배단지의 이전 및 조성에 따른 온실가스 배출량 분석, 이모작 확대 시행 시 발생할 수 있는 농업 생태계의 파급 효과 분석, 농업용수 관리 자동화를 통한 편익 증가 등, 기후변화 적응으로 인해 생겨나 편익에 대한 계량화가 필요함.
- 가능하다면 기후변화 적응에 대한 경제성 평가가 이루어질 필요가 있으나, 기존 계획에서 세부과제의 수를 고려할 때 모든 과제의 경제성 평가를 현실적으로 힘들 가능성이 큼. 농림식품부 및 외부 전문가 그룹에서 적응 편익이 클 것으로 예상하는 주요 중점 과제를 선정하여서 관련 경제성 평가를 추진하는 것도 하나의 대안이 될 것임.

□ 산림 탄소 흡수를 위해 실효성 있는 경제림육성단지 중심의 산림사업 추진 필요

- 경제림 육성단지 중심의 산림사업 확대를 위해 산림자원 순환이용체계가 구체화될 필요
 - 조림-벌목-목재이용-조림...”으로 이어지는 순환과정에서 경제림의 수익성을 파악하고 사업시행으로 인한 온실가스 흡수량을 계측하기 위해서는 산림자원 순환이용체계가 구체화되어야 함.

○ 도시숲 조성사업 활성화 방안 필요

- 도시숲 조성사업의 경우 도시숲을 더욱 활성화하기 위해서는 도시숲 이용 만족도 조사 외에도 열섬현상 완화, 에너지 절약, 공기질 향상, 빗물 보유, 녹색공간 확보 등 도시숲의 경제적·환경적 가치에 대한 과학적인 연구가 이루어져야 함. 또한 계획적인 도시숲 조성을 위해서 산림화가 필요한 도시공간과 산림화가 가능한 도시공간을 지도화(mapping)하여 중장기적 계획을 수립할 필요성이 있음.
- 도시숲 조성 사업의 성과지표는 전국 평균 1인당 면적으로 제시되어 있기 때문에 도시숲이 필요한 지역에 조성되었는지 알기 어려움. 이를 해결하기 위해 도시숲 조성에 지역 주민들이 참여할 수 있는 시스템을 개발할 필요가 있음. 실제로 2013년에 한국갤럽이 실시한 설문조사에 따르면, 설문응답자의 약 76%가 도시숲 조성 및 관리에 참여할 의사를 표명하였음. 또한 사업 예산 및 기업의 사회공헌이 감소하는 추세를 감안하여 민간부문 참여 확대를 통해 예산 확보 문제를 해결할 필요가 있음.

○ 화석연료 대체를 위한 바이오순환림 조성 필요

- 사업역량이 축소되고 있는 상황이지만, 화석연료를 대체할 신재생에너지의 에너지원으로서 바이오매스의 이용을 촉진하고 부산물의 활용도를 높이기 위해 사업을 유지할 필요가 있음.

○ 북한 지역 조림 및 탄소 흡수 사업 유지 필요

- 남북한 연계 사업의 경우, 정치적·군사적 이유로 정확한 미래 예측이 힘든 사안이지만 장기적인 관점에서 북한 지역 조림 사업을 통한 탄소 흡수 사업 유지의 필요성을 인식하고 향후 변화하는 정세에 유연하게 대처 가능하도록 기초를 유지할 필요가 있음.
- 북한도 국가 전체 온실가스 배출량을 1990년대 수준 대비 37.4%를 줄이는 것을 목표로 파리기후변화 협정을 이행하기로 의사를 밝힌 바 있음.

더불어 김정은 국방위원장이 산림 파괴와의 전쟁을 선포하고 대규모 조립 사업을 추진하기로 하여서, 조립 사업을 통한 흡수 사업이 남북한 협력 및 교류에 하나의 주제가 될 가능성이 높아졌음.

□ **산림분야 온실가스 감축을 위해 목질계 바이오매스 활용사업 실효성 있게 추진**

- 목질계 바이오매스 활용사업의 경우 사업기간에 화석연료 연료비가 감소하는 반면 목재펠릿 가격은 증가함에 따라 사업의 실효성이 크게 떨어졌음. 따라서 향후계획에서 바이오매스 보급 사업이 화석연료 가격의 등락에 받는 영향을 최소화할 수 있는 장치를 마련할 필요가 있음.
- 목재펠릿 공급체계를 살펴보면, 2015년까지 목재자급률 17%를 달성한다는 당초 목표에 거의 근접하여, 2015년 현재 우리나라 목재자급률은 16.1%임. 국산 목재펠릿 보급량도 2015년을 제외하고 매년 꾸준히 증가하여, 2011~2015년 기간에 연평균 24.62%의 증가율을 보였음. 그러나 저유가 기조가 이어진다면, 현재 규모가 커진 목재펠릿 공급시장에 타격이 불가피하고, 목재펠릿 보급에도 차질을 빚을 것으로 보이며, 기대했던 화석연료 대체 효과와 온실가스 감축효과가 불투명해짐. 연쇄적인 붕괴를 예방하기 위해서는 소비 확대를 위한 안정적인 수요처 확보 방안을 마련할 필요가 있음.

□ **온실가스 감축량을 평가할 수 있는 방법론 개발이 필요함.**

- 기본계획의 과제 성과에 대해서 기존에 제시되었던 성과지표 및 재정 투입자 실적을 반영한 평가는 가능하지만, 직접적으로 온실가스 감축과 관련한 실제 감축량 추정치를 얻기 힘든 실정임.
- 예를 들어, 지열 난방을 측사에 도입하여 온실가스를 감축하는 기술을 개발하였으나 감축량 파악 미흡함. 그러므로 이러한 성과로 온실가스가 얼마나 감축되는 지에 대한 추가적인 연구가 필요한 실정임.

- 적어도 직접적으로 계측이 가능한 온실가스 저감 및 흡수 분야의 세부 과제에 대해서는 감축량 및 흡수량이 세부 과제 평가 실적에 포함될 필요가 있으며, 현재 방법론 부재 등으로 현실적 계측이 어려운 과제에 대해서는 장기적으로 감축량과 흡수량을 계량하는 방법론 개발이 필요함. 이러한 방법론은 향후 탄소상쇄사업을 통한 농업인의 소득 보전을 객관적으로 이루기 위해서도 필요한 분야로 판단됨.

□ 기후변화 대응기술 개발 사업과 보급사업과의 연계성 강화 필요

- 경제성을 확보함으로써 새롭게 개발된 기술들을 확대 확대보급함으로써 효과를 목표로 한 효과를 도출할 수 있는 방안 마련 필요

□ 기본계획에 추가적으로 연구해야 할 과제 검토 필요

- 현재의 연구는 사료작물 생산에 초점이 맞춰져 있는데, 초지 형성과 이로 인한 토양 내 탄소 고정에 관한 연구가 필요함. 기후변화 완화와 적응을 이분법적으로 구분하지 않고 상충되지 않는 한에서 시너지를 모색해야 함.
- 고온이 가축에 미치는 부정적인 영향을 줄이기 위해 고온기 축사의 온도를 낮추는 방안에 대한 연구가 필요함.

□ 기후변화 대응과 직접적 연관성이 낮은 과제의 경우 기본계획에서 계속 추진해야 할지 재검토 필요

- 온난화에 따른 가축질병 방지 대책 과제의 경우 슈말렌베르크, 리프트계곡 열 등 주요 매개체 전염병에 대한 검사, 곤충매개 가축감염병의 확산 양상을 추적 등은 기후변화 대응과 직접적인 연관성이 낮아 보임.
- 조사료자급률 제고를 통한 수입 사료곡물 대체가 주요 목적일 뿐, 조사료 작부체계 전환이 어떻게 기후변화 적응과 연결되는지 불분명함(3.2.8, 3.2.9).

- 산림 흡수분야의 경우 세부과제는 용재수의 형질 개량에 초점이 맞추어져 탄소 흡수와는 직접적인 연관성이 떨어지는 것으로 보임(6.1.5).

- **중복되어 있는 과제의 조정이 필요하고 타 분야와의 연계성 강화 필요**
- 세부과제 6.3.3은 임업 분야에 기후변화가 미치는 영향 및 취약성을 평가한다는 점에서 세부과제 6.3.1과 중복됨. 세부과제 6.3.1과 6.3.3 사이에 중복되는 부분은 서로 정보를 교환하고 협력하여 시간과 예산이 중복 사용되지 않게 사업을 조정할 필요가 있음.

- 세부과제 6.3.4는 산림수자원의 체계적 관리를 목표로 하고 있으며, 농업용수 부족 대비 차원에서 수자원 분야와 긴밀히 연결하여 추진할 필요가 있음.

- 산림 흡수분야의 경우 산림을 온실가스 흡수라는 공익적 가치뿐만 아니라 목재 및 바이오매스 생산이라는 경제적 가치에 집중한다는 점에서 세부과제 6.1.1과 6.1.3 사이에 중복되는 부분이 있음.

제 4 장

주요국의 기후변화 대응정책 동향분석

○ 제4장에서는 미국, 중국, 영국 등 주요국의 최근 기후변화 대응정책 동향에 대해 조사하였음. 특히, 전 세계 온실가스 배출량의 40%를 차지하는 미국과 중국의 기후변화 대응 관련 정책동향을 살펴봄으로써 우리나라가 벤치마킹 할 수 있는 기후변화 대응정책을 제시하고자 하였음.

표 4-1. 미국, 중국, 영국의 국가별 기여방안 및 계획상 중점사항

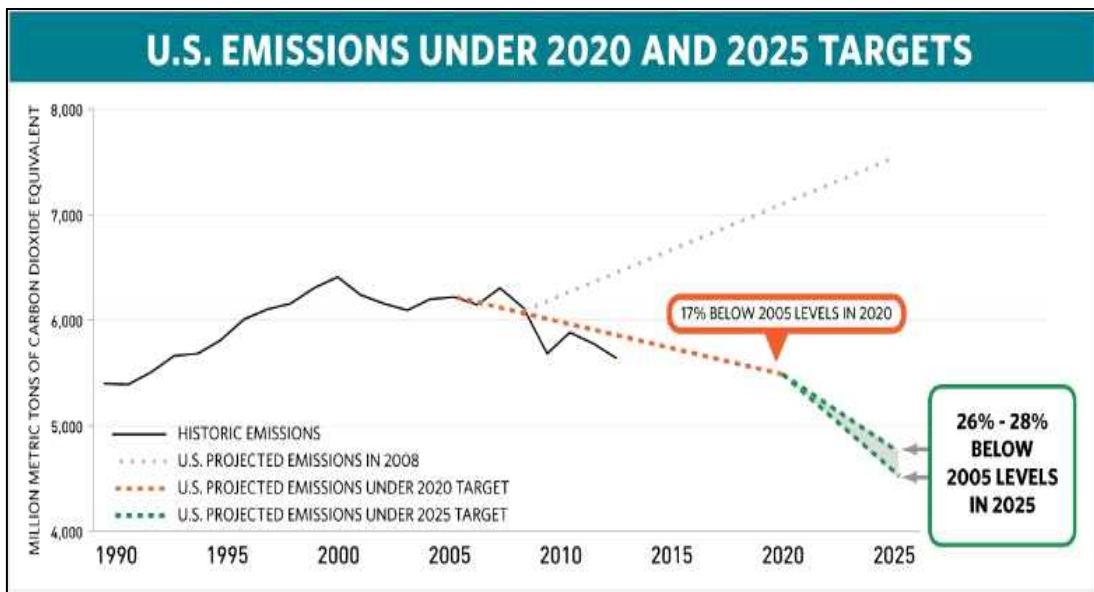
	미국	중국	영국(EU 회원국)
농업	<ul style="list-style-type: none"> · 합성비료 및 유기개량제 · 가축 분뇨 처리(분뇨 저장 시설, 에너지 생산) 	<ul style="list-style-type: none"> · 화학비료 및 농약 · 논벼 생산 · 수확 후 농작물(잔여물)의 종합적 이용 · 농림폐자원의 자원화 · 가축 및 가금 분뇨의 종합적 이용 	<ul style="list-style-type: none"> · 장내 발효 · 가축 분뇨 처리 · 논벼 생산 · 사바나 화입(火入) · 농업 잔여물 노천 소각 · 석회 처리(liming) · 요소(尿素) 투입 · 기타 탄소성 비료
토지·산림	<ul style="list-style-type: none"> · 조림 및 산림 보호 · 목초지 보호 · 목초지의 탄소 격리 · 목재를 사용한 건설 · 습지 및 수변구역 보호 · 토양 속 유기물 증가 	<ul style="list-style-type: none"> · 조림 및 자연림 보호 · 농지를 산림/초지로 복원 · 농지에서의 아산화질소 배출 · 수자원 및 토양 보존 · 습지 보호/복원 	<ul style="list-style-type: none"> · 조림, 재조림 · 산림 벌채 · 산림 관리 · 농업 토양 · 농경지 관리 · 목초지 관리

1. 미국

1.1. 기후변화 대응정책

- 미국 정부는 2015년 파리 기후변화 총회에 제출한 자발적 기여방안(Intended Nationally Determined Contributions: INDC)에서 2025년까지 온실가스 배출량을 2005년 수준 대비 26~28% 감축하기로 제안함.
- 미국 농무부(USDA)는 2015년 4월 23일 “기후스마트농업 계획(USDA Building Blocks for Climate Smart Agriculture and Forest)”을 발표함. 이 계획에서 농가, 목축업자, 임지(林地) 소유자, 농촌 지역 사회가 기후변화에 대응할 수 있도록 10가지 기본 방안을 제시하고 있음.

그림 4-1. 미국의 2020년, 2025년 온실가스 감축량 목표



자료: Earth Institute, Columbia University(2015).

- 10가지 기본 방안(“building blocks”)은 토양 건강(soil health), 질소 관리(nitrogen stewardship), 가축 파트너십(livestock partnership), 민감토지의 보존(conservation of sensitive lands), 목초지(grazing and pasture lands), 사유림의 성장 및 유지(private forest growth and retention), 연방 산림 관리(stewardship of federal forests), 목재제품 관촉(promotion of wood products), 도시숲(urban forests), 에너지 생산 및 효율성(energy generation and efficiency) 등임.
- 미국 농무부는 10가지 기본 방안을 토대로 농림업 분야에서 온실가스 배출량을 저감하고, 탄소 저장을 증진하며, 청정에너지를 생산하여 2025년까지 매년 1억 2천만 톤 CO₂-eq 이상 감축할 것으로 기대함.
- 이 계획을 성공적으로 시행하기 위해 5가지 원칙을 수립함.
 - 첫째, 농가, 목축업자, 임지 소유자의 자발성에 기초함. 효율적 자원 관리를 위한 기술적·경제적 유인을 제공할 수 있음.
 - 둘째, 효율성 향상, 시너지 효과(synergies)⁴, 단수 증가, 리스크 감소 등을 통해서 경제적·환경적 이익을 제공해야 함.
 - 셋째, 생산성 및 효율성을 향상시키고 생산자의 요구를 충족시켜야 함.
 - 넷째, 협력적인 관계를 구축하는 데 초점을 맞춤.
 - 다섯째, 일관되고 측정 가능하고 목표를 수립하여 추진실적을 기록하고 보고함. 또한 국제적으로 공인된 측정 방법을 사용하고, 측정 방법의 정확성 및 정밀성 향상을 추구함.

⁴ 기후변화 정책을 시행함으로써 얻을 수 있는 간접적인 이익을 말함. 예를 들어, 화석연료를 적게 사용함으로써 기후변화 완화뿐만 아니라 깨끗한 공기와 같은 부수적인 이익이 창출됨. “co-benefits” 또는 “multiple benefits”라고도 함.

1.2. 기본 방안별 실행계획

□ 토양 건강

- 토지 사용 및 관리 방법에 따라 토양 속 탄소의 양이 달라짐. 따라서 농업 부문의 온실가스 저감을 위해 토양 속 탄소를 증가시키거나 영농법을 확산시킬 필요가 있음. 탄소가 풍부한 표토층의 침식을 감소시키거나 토양 속 유기물을 증가시킴으로써 유기물을 안정화하고 탄소를 토양에 격리시킬 수 있음.
- 게다가 투입재 및 연료 사용이 감소하면 토양 건강 상태가 향상되어 이산화탄소 및 아산화질소 순배출량이 직간접적으로 줄어듦.
- 토양 건강 향상으로 인해 기후변화 완화뿐 아니라 여러 가지 바람직한 환경적·사회적·경제적 이익이 발생할 것으로 예상됨. 이러한 이익을 완전히 정량화하기는 어려울 것임.
- 다른 기본 방안인 목초지, 민감토지의 보존 등과 깊은 연관성 있음.
- 온실가스 감축 목표: 2025년까지 매년 400~1,800만 톤 CO₂-eq를 감축함.
 - 목표: 토양 건강을 향상시키고, 탄소가 풍부한 표토층의 침식을 줄이고, 토양 속 유기물을 증가시킴으로써 토양 탄소 격리를 진작함.

□ 질소 관리

- 미국에서 농업은 아산화질소 주요 배출원임.
 - 이산화탄소가 기후변화에 기여하는 정도를 1이라고 하면 아산화질소는 250에 달함.

- 합성 질소비료와 유기자원에서 발생하는 아산화질소가 미국 농업생산 과정에서 발생하는 온실가스 배출량의 주요한 비중을 차지함. 2013년 약 1억 3,600만 톤 CO₂-eq의 아산화질소가 농경지에서 직접적으로 배출됨. 이 중 합성비료와 유기개량제에서 발생한 아산화질소가 50% 이상임. 따라서 질소 시비 관리를 통해 배출을 저감할 필요가 있음.
- 아산화질소 배출량에 영향을 미치는 요인에는 시비량, 시비 장소, 시비 시기, 시비 원료(유기, 합성)이 있음. 날씨와 토양의 상태는 질소 손실⁵과 이에 따른 작물의 질소 흡수율에 영향을 줌.
- 이러한 요인들을 고려하면 체계적인 질소 관리와 경지 및 초지에 효율적인 질소 시비를 통해 온실가스 배출량을 저감할 수 있음을 알 수 있음. 그밖에 질산염 침출 저감, 지역 수질 개선, 농업 투입비 저감을 달성할 수 있음.
- 온실가스 감축 목표: 2025년까지 매년 700만 톤 CO₂-eq를 감축함.
 - 목표: 6,400만 acre 규모의 농경지와 목초지에 적절한 영양 관리 기법 지원.

□ 가축 파트너십

- 가축 분뇨는 혐기성 상태에 놓였을 때 분해 과정에서 많은 양의 메탄을 발생 시킴.
 - 메탄이 단기간에 대기에 미치는 영향이 이산화탄소보다 큼.
- 메탄을 거의 발생시키지 않는 호기성 분해를 촉진하거나 소화조(digester) 기술을 사용하여 메탄을 포집 또는 소각(flaring)하면 축산에서 발생하는 온실가스 배출량을 상당히 감소시킬 수 있음.

⁵ 질소 손실(nitrogen loss)은 토양에 투입된 질소가 작물에 흡수되기 전에 유실되는 현상을 말함.

- 가축 분뇨에서 발생하는 메탄을 혐기성 소화조(anaerobic digester)를 메탄을 포집하고, 포집한 메탄을 연소시켜 에너지를 생산하거나 가공하여 천연가스 대체재로 사용할 수 있음. 또한 혐기성 소화조는 비료, 토양개량제 등 부산물을 생성함.
- 또한 라군(lagoon) 및 피복형 분뇨 저장시설을 통해 메탄을 소각하면 소화조보다 저렴하고 관리 및 유지 비용이 더 적게 소요됨.
- 미국 농무부는 가축 분뇨에서 발생하는 온실가스를 줄이기 위해서 혐기성 소화조의 설치 등 기술을 지원하고 있음.
- 온실가스 감축 목표 1: 2025년까지 매년 610만 톤 CO₂-eq를 감축함.
 - 목표: 혐기성 소화조 500개 설치.
- 온실가스 감축 목표 2: 2025년까지 매년 1,510만 톤 CO₂-eq를 감축함.
 - 목표: 라군과 오수 저장 시설물을 피복하고 포집한 메탄을 소각함.

□ 민감토지의 보존

- 민감토지(“sensitive lands”)란 어떠한 성질(예: 고(高) 유기물, wet hydrology) 또는 기능(예: 야생동물 서식지, 여과, hydrologic storage)으로 인해 가치 있는 토지를 말함. 민감토지의 예에는 유기질 토양(histosol), 범람원, 습지, 물가 지역 등이 있음. 이러한 토지의 성질과 기능은 농업 생산 및 도시 생활로 인해 쉽게 악화됨.
- 농업 생산에 이용되는 민감토지는 토지 이용을 변경함으로써 보호할 수 있음. 오이를 통해 토양 또는 초목에 탄소가 격리/보존됨으로써 온실가스가 완화될 뿐만 아니라 다양한 환경적인 이익이 발생함. 농업 생산이 중단된 토지

에서 경운, 질소 시비, 에너지 사용과 같은 영농 활동이 함께 중단됨으로써 온실가스 완화 효과가 추가적으로 발생함.

- 온실가스 감축 목표: 2025년까지 매년 90만 톤 CO₂-eq를 감축함.
 - 목표: 탄소 격리 잠재력이 높은 습지 및 수변구역(riparian buffer)을 40만 acre 추가로 등록.

□ 목초지

- 대기 중 탄소가 사료 작물에 의해 고정되면 뿌리로 이동하게 되고, 부식토화 작용(humification)을 통해 토양 탄소에 포함됨.
- 목초지에서 탄소 흐름의 방향과 속도를 결정짓는 가장 중요한 요소는 단기 기후 변동성(특히, 강수량과 기온)임. 건조 방목지대(연간 강수량이 200mm 이하)에서 탄소를 격리하는 일은 낮은 생산성과 높은 연간 변동성으로 인해 매우 어려움. 미국 대평원(Great Plains) 북부처럼 연간 강수량이 많고 안정적인 곳에서는 평원에 많은 양의 탄소가 격리될 수 있는 가능성이 높음.
- 목초지의 탄소 격리에 영향을 주는 가장 중요한 의사결정은 단위 면적당 방목율(방목한 가축 수/토지 면적/기간)임. 방목한 가축 수와 사료 공급 사이에 균형을 유지함으로써 최적 사료작물 생산을 달성하고, 토양 미생물에 탄소를 공급하여 토양 속 탄소를 유지·증가시킴.
- 또한 황폐화된 토지를 다년생 초본으로 재생함으로써 토양 탄소 격리를 증가시킬 수 있음. 재생은 토착종을 파종하여 방목지로 관리하거나 개량종을 파종하고 적절히 물과 양분을 투입하여 목초지로 관리하는 방법이 있음.
- 온실가스 감축 목표: 2025년까지 매년 160만 톤 CO₂-eq를 감축함.

- 목표: Prescribed Grazing(Code 528), Range Planting(Practice Code 550), Forage and Biomass Planting(Practice Code 512)의 사용을 1,800만 acre에서 2,700 acre로 증가시킴.

□ 연방 산림 관리

- 미국의 산림 면적은 세계에서 네 번째로 큼. 국토의 약 1/3이 산림 지역으로 면적이 대략적으로 7억 6,600만 acre에 달함. 미국 산림청(Forest Service)은 44개 주에 걸쳐서 1억 9,300만 acre의 숲을 관리하며, 사유림 약 4억 4,500만 acre, 주정부 및 시정부 소유 산림 8,260만 acre의 지속가능한 관리를 지원하고 있음.
- 미국 산림의 19%가 국유림임. 국유림은 미국 산림청이 관리하며, 목재, 야생 동물 서식지, 수질, 여가 등 다원적 기능을 수행함. 또한 국유림은 주요한 탄소 흡수원임. 2013년에 국유림과 수확한 목제품(harvested wood product, HWP)에 포함된 탄소의 규모가 약 107억 7천만 톤 CO₂-eq에 달함. 이는 미국 전체 산림 및 HWP의 탄소 축적량(carbon stock)의 약 24%에 해당함.
- 게다가 국유림은 매년 약 3,200만 톤 CO₂-eq를 격리시킴으로써 기후변화 완화에 큰 기여를 함.
- 가뭄, 외래종, 산불, 병해충 등으로 인해 산림 및 초지 자원의 보호가 어려워짐. 이는 기후변화로 인해 점점 심화되고 있음. 기후변화의 다양한 영향에 직면하여 산림청은 산림의 건강과 적응력을 관리함으로써 질소를 관리하고 있음.
- 이 기본 방안은 산림 복원 및 조림(造林)을 통해 국유림과 관련하여 탄소 흡수원의 복원력(resilience)을 회복, 유지, 강화하고자 함.

- 온실가스 감축 목표: 2025년까지 매년 250만 톤 CO₂-eq를 감축함.
 - 목표: NFS 토지에 32만 acre 조림.

□ 목재제품 판촉

- 목재는 쉽게 구할 수 있고 재생 가능한 건축자재임. 목재는 도시 또는 농촌에서 에너지 효율적인 집, 건물, 기타 건축물을 짓는 데 사용할 수 있음.
- 최근에 고층 빌딩을 건설에 고급 목재제품을 사용하는 것이 각광받고 있음. 구조용면재료(Cross Laminated Timber: CLT)와 같은 목재제품은 신축성이 있고, 강도가 높으며, 불에 잘 타지 않음.
- 건축물을 건설할 때 목재제품을 콘크리트, 석조, 강철의 대체재로 사용할 수 있음. 또한 목재 사용은 탄소를 저장하고 동시에 기존 건축자재에서 발생하는 온실가스 배출량을 상쇄함으로써 온실가스 배출을 줄임.
- 미국 농무부는 건축 분야에서 온실가스 배출을 저감하고 탄소를 격리하기 위해 전통적인 목재 건설 기술(예: 목재 틀 건축)과 새로운 건축 자재 및 기술(예: CLT)을 모두 장려함.
 - CLT는 특히 중층과 중고층 건물에서 기존의 콘크리트와 강철에 대한 비용 효과적이고 지속가능한 대체재임이 이미 세계적으로 입증됨.
 - 중층, 중고층 건물의 건설 과정에서(주로 콘크리트를 생산하는 과정에서) 상당량의 탄소를 배출함.
 - CLT 건물은 수십년 동안 탄소 음성(carbon negative)로 평가됨. 즉, CLT 건물을 건설함으로써 격리되는 탄소가 배출되는 탄소보다 많음.
- 온실가스 감축 목표: 2025년까지 매년 1,950만 톤 CO₂-eq를 감축함.
 - 목표: 기술 지원을 통해 매년 보조하는 목재 건물 프로젝트 건수를 2015

년 440건에서 2025년 900건으로 증가시킴.

□ 향후계획

- 방안의 직간접적인 효과를 파악하기 위해 일관된 매트릭스와 측정법을 개발하고 각 기본 방안의 추진실적을 측정함.
- 연구, 교육, 홍보를 진작시키고, 기본 방안의 시너지 효과에 대해 기술하고 정량화하며, 기본 방안들을 동태적인 적응 틀로 유지함.

2. 중국

2.1. 중국의 기후변화대응

- 중국은 2020년까지 GDP당 이산화탄소 배출량을 2005년 수준 대비 40%~45% 감축하고, 1차 에너지(primary energy) 소비에서 비(非)화석연료가 차지하는 비중을 약 15%로 증가시키고, 산림면적과 산림자원량을 2005년 수준 대비 각각 4천만 ha, 13억 m³ 증가시키겠다고 2009년에 국제사회에 공표하였음.
- 이러한 맥락에서 중국은 《중국기후변화대응국가계획(中國應對氣候變化國家方案)》, 《제12차5개년계획기간 온실가스통제사업계획(‘十二五’ 控制溫室氣體排放工作方案)》, 《제12차5개년계획기간 에너지절감·배출저감 종합사업계획(‘十二五’ 節能減排綜合工作方案)》, 《에너지절감·배출저감 제12차5개년계획(節能減排 ‘十二五’ 規劃)》, 《2014-2015년 에너지절감·배출저감·저탄소발전 시행계획(2014-2015年節能減排低炭發展行動方案)》, 《2014~2020년 국가기후변화대응계획(國家應對氣候變化規劃(2014~2020年))》을 제정·

시행하고 있음.

- 중국은 산업 및 에너지 구조를 재조정하고, 에너지 효율성 향상, 탄소 배출 저감, 생태계 보호를 위해 여러 정책을 시행함. 국내 여건에 부합하는 저탄소 발전 방법을 모색하기 위해 7개 성과 도시에 탄소배출권거래제 파일럿 프로그램을 도입하고, 42개 성과 도시에 저탄소 발전 파일럿 프로그램을 도입하였음.
- 또한 중국은 《국가기후변화적응전략(國家適應氣候變化戰略)》을 시행하여 이상기후에 대응할 수 있는 역량을 강화하고 있음. 과학기술 분야에서는 《중국기후변화대응 과학기술특정시행(國家應對氣候變科技傳項行動)》을 시행하여 R&D 역량을 강화하고 있음.
- 2020년까지 중진국 수준의 사회(小康社會)를 건설하고 2050년까지 부강하고, 민주적이고, 문화적으로 융성하고, 조화로운 사회주의 국가를 건설하기 위한 장기적인 전략의 일환으로 농업 분야에서는 농업의 현대화와 녹색화를 강조하였음.
- 2015년에 제출한 “국가별 기여방안(INDC)”에서 중국은 2030년까지 달성할 주요 목표를 제시하였음. 또한 농업, 산림, 수자원 등 핵심 분야에서 기후변화에 따른 위협에 효과적으로 대처하기 위해 기후변화 적응을 위한 사전 노력을 지속하겠다고 밝혔음. 2030년에까지 달성하기로 한 목표는 다음과 같음.
 - 2030년 즈음에 이산화탄소 배출 피크에 도달하고, 피크에 되도록 빨리 도달할 수 있도록 최선을 다함.
 - GDP당 이산화탄소 배출량을 2005년 수준 대비 60%~65% 감축함.
 - 1차 에너지(primary energy) 소비에서 비(非)화석연료가 차지하는 비중을 약 20%로 증가시킴.
 - 산림자원량을 2005년 수준 대비 약 45억 m³ 증가시킴.

2.2. 중국의 농림업 분야 이행방안

□ 완화

- 에너지 효율적이고 저탄소 산업구조로 개편하기 위해 농업의 저탄소 발전을 촉진함.
 - 2020년까지 화학비료 및 농약 사용량의 제로 성장을 달성함.
 - 논에서의 메탄 배출과 농지에서의 아산화질소 배출을 통제함.
 - 순환형 농업 시스템을 구축함. 수확 후 농작물의 짚, 대, 줄기 등의 종합적 이용, 농림폐자원의 자원화 이용, 가축 및 가금 분뇨의 종합적 이용을 촉진함.

□ 흡수

- 탄소 흡수원을 증가시키기 위해 다방면의 노력을 기울임.
 - 자발적인 나무 심기를 장려함.
 - 자연림 보호, 과거 농지였던 땅을 산림 또는 초지로 복원(退耕還林還草), 베이징과 텐진 부근의 모래바람 관리, 방호림(防護林) 시스템 건설, 돌사막화(石漠)⁶ 종합관리, 수자원 및 토양 보존 등을 지속적으로 시행함.
- 산림 재해 예방과 산림자원 보호를 강화하고, 산림 훼손으로 인한 탄소 배출을 저감함. 또 습지 보호 및 복원을 강화하고, 습지의 탄소 저장 능력을 향상시킴. 뿐만 아니라 방목지를 초지로 복원하고, 방목되는 가축과 초지 간에 균형을 유지하고, 초지 파괴를 예방하고, 초지의 식생을 복원하고, 초지 재해 예방과 농지 보호를 강화하고, 토양의 탄소 저장 능력을 향상시킴.

□ 적응

- 농지용 수리시설을 향상시키고, 물을 절약할 수 있는 관개농업을 발전시키

⁶ 지표면이 돌로 뒤덮인 지역.

고, 고온에 잘 견디는 내한성(耐旱性) 작물을 재배하고, 임업 기반시설 건설을 강화함.

□ 연구개발

- 이상기상 조기경보시스템에 대한 R&D를 수행하고, 생물학적 질소 고정, 병충해 녹색 방제, 시설농업 등의 기술을 개발함.

3. 영국

3.1. 완화 및 흡수정책

- 영국 정부는 양분관리계획 및 비료와 부산물의 효율적인 사용과 관련된 권고사항을 보완하는 작업을 진행 중임. 농민, 재배자, 토지관리자를 위한 우수농산물인증제도 시행령(Code of Good Agricultural Practice)은 자연자원을 보호하면서 경제적인 농업이 되게 하는 한편, 오염의 위험을 줄일 수 있음. 정부는 농장의 양분관리를 향상시키기 위하여 비료사용 매뉴얼을 최신화함.
- 영국정부는 농업부문에서 배출되는 메탄을 줄이기 위한 연구 과제를 수행하고 있음. 예를 들면, 축산부문의 장내메탄과 질소배출량을 줄이기 위한 반추가축영양(ruminant nutrition regimes)에 대한 연구, 젖소의 생산성을 향상시키기 위한 연구 등이 있음.
- 기후변화법 하에서 농업부문의 에너지 효율성 향상과 관련된 사항으로는 집약적인 돼지 및 가금 사육과 관련이 있으며, 에너지 효율성 목표를 달성할 경우에 기후변화세(climate change levy)를 80% 감면 받을 수 있는 세계 해

택이 있음.

- 토양은 영국의 가장 큰 육지 탄소저장고로 탄소 100억 톤을 저장할 수 있는 것으로 추정됨.
 - 토양 탄소(soil carbon)는 토지 이용 및 토지 관리, 기온 및 강수 등의 기후 요소에 따라 증감할 수 있음. 토양은 탄소를 흡수하기도 하지만 온실가스를 배출하기도 함. 이러한 복잡한 관계로 인해 토양의 온실가스 배출량을 측정하고 이를 전망하는 것은 과학적으로 어려움.
- 1970년대 이후 집약 농업으로 인해 농지 내 탄소의 수준이 낮아졌음. 정부는 모범영농지침(Code of Good Agricultural Practice)을 통해 농지 내 토양탄소를 유지하기 위한 방법을 농민들에게 제공하고 있으며, 그 밖에 수많은 정책을 추진하고 있음. 특히 탄소저장 구축에 초점을 맞추어 방안을 제시하고 있으며, 비생산적이고, 종이 다양하지 못한 한계 초지의 반자연/습지 서식지 복원, 고지대 대규모 유기토양의 습윤화 등이 있음.
- 영국의 바이오매스전략(UK Biomass Strategy)은 바이오매스 공급과 사용의 확대를 목표로 하며, 경쟁력 있고 지속가능한 시장과 공급사슬의 개발을 추구하고 있음. 에너지작물을 포함한 바이오매스의 생산은 다양한 지원계획을 통하여 장려되고 있음. 예를 들면, 잉글랜드는 에너지작물계획(Energy Crops Scheme)을 통하여 농민들에게 보조금을 지급하고 있음. 또한 바이오에너지 인프라계획(Bio-energy Infrastructure Scheme)은 바이오매스의 수확·처리·공급을 담당하는 농민, 산림업자, 사업자에게 보조금을 지급하는 제도임.
- 영국 정부는 기후변화와 환경적 목적에 있어서 혐기성소화(Anaerobic Digestion)의 가능성에 많은 관심을 가지고 있음. 이에 따라 2007년 5월 혐기성소화 기술의 사용을 촉진하기 위한 행동들을 포함한 영국 바이오매스 전략(UK

Biomass Strategy)과 바이오매스 전략을 보완한 폐기물전략(Waste Strategy for England)을 발표하였음. 이러한 전략들은 혐기성소화 관련 시장의 활성화를 촉진하고 발전시키기 위하여 실시됨.

3.2. 적응정책

- 환경식품농촌부(Defra)는 영국 생물다양성 협약의 일환으로 생물다양성보존에 관한 지침서를 발간함. 지침서는 기후변화 적응을 위한 기존의 계획과 사업들을 기초로 적응방법을 제시하고 있음.
- Defra는 Farming Futures에 자금을 지원하여 기후변화적응에 대한 교육과 실질적인 자문을 하도록 하고 있음. 이 밖에 Defra는 농촌부문과 관련된 주요기관들과 함께 농촌기후변화포럼(Rural Climate Change Forum)을 설치하여 기후변화에 대한 인지도를 향상시키기 위해 노력하고 있음. 또한 기후변화 관련 협력, 농촌기후변화 정책과 연구 우선순위에 대한 자문 등을 수행하게 함.

제 5 장

기본계획 추진 방향

1. 기후변화대응 추진 여건 변화

1.1. 신기후체제와 시사점

1.1.1. 파리 기후변화협약

- 2015년 12월 12일 제21차 당사국총회(프랑스 파리)에서 기후변화 협약이 채택함. 이 총회에는 2020년 만료 예정인 교토의정서 체제를 대체하기 위해 기후변화협약 196개 당사국이 모두 참여함.
- 이 협약은 선진국과 개발도상국의 구분 없이 감축 의무를 부여하였으며, 모든 국가는 국내 사정과 자율성을 고려하여 국가별 기여방안(NDC)을 제출하되, 5년마다 상향된 감축 목표를 제출하고, 2023년부터 종합적인 이행점검(global stocktaking)을 받기로 함.
- 감축 목표 제출과 이행 점검은 법적 구속력이 있으나, 실제 이행 여부는 법적 구속력이 없음.

1.1.2. 파리협약과 교토의정서의 차이점

- 교토의정서와 파리협약의 주요 차이점을 보면, 먼저 온실가스 감축 목표를 1.5℃에서 2℃로 강화하였고, 의무감축 대상국을 37개 선진국 및 EC에서 선진국과 개발도상국으로 확대시켰으며, 식량안보를 위해 기후변화 적응의 중요성에 주목함.
- 각국이 정기적으로 상향된 감축 목표를 UN에 제출하여 이행 여부를 검증받도록 하였으며, 개발도상국에 대한 자금 지원을 2025년 이후 확대하기로 함.

표 5-1. 교토의정서 및 파리협정 비교

단위: 천 톤(CO₂-eq)

구분	교토의정서(2020년 까지)	파리 협정(2020년 이후)
범위	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 온실가스 감축에 초점 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 감축을 포함한 포괄적 대응 - 감축, 적응, 재원, 기술, 투명성, 역량배양
감축 대상국	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 37개 선진국 및 EU - 미국, 일본, 캐나다, 러시아, 뉴질랜드 불참 - 글로벌 배출량의 20% 커버 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선진·개도국 모두 포함 - 미국, 중국 적극 참여 - 글로벌 배출량의 94% 커버
감축목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1990년 수준 보다 5.2% 이하 감축 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2100년까지 지구온도를 2℃ 이하로 유지
감축목표 설정방식	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 하향식(Top-down) - 글로벌 감축목표를 각국(선진국)에 하향식으로 차등 부과 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상향식(Bottom-up) - 국가별 여건과 역량에 따라 감축목표 설정
감축유형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선진국: 절대량 방식(기준연도) ▪ 개도국: BAU 방식 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선진국: 절대량 방식(기준연도) ▪ 개도국: BAU 방식 - 우리나라는 개도국에 포함, BAU 방식
적용시기	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1차 공약기간: 2008~2012년 ▪ 2차 공약기간: 2013~2020년 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2020년 이후
용어	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공약(Commitment) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가 기여방안(Nationally Determined Contributions) - 자율성 강조하는 중립적 용어

(계속)

구분	교토의정서(2020년 까지)	파리 협정(2020년 이후)
구속력	<ul style="list-style-type: none"> 법적 구속력 有 	<ul style="list-style-type: none"> 법적 구속력 有 - 느슨한 형태의 구속력(INDC제출, 이행조치, 후퇴방지, 정기적 검증은 국제법적 구속력이 있으나, 온실가스 감축목표 설정 및 재정지원은 제외)
시장 메커니즘	<ul style="list-style-type: none"> 청정개발체제(CDM), 공동이행제도(JI), 배출권거래제도(ETS) 도입 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 교토메커니즘 이외의 다양한 형태의 국제탄소시장 메커니즘 도입
재정지원	<ul style="list-style-type: none"> 선진국(1992년의 OECD 국가) 	<ul style="list-style-type: none"> 선진국+이외 국가들의 자발적 재원 공급 장려
보고/검토	<ul style="list-style-type: none"> 선진국 - 온실가스 인벤토리, 격년보고서(BR) 	<ul style="list-style-type: none"> 모든 국가 - 온실가스 인벤토리, 감축목표 달성 성과, 개도국 지원 제공·수혜 내용

자료: 농림축산식품부 내부자료(2016). 파리 기후총회 최종 결과 요약 보고서.

1.1.3. 신기후체제의 시사점

○ 2015년에 정부는 2030년에 대하여 온실가스 배출 전망치(BAU) 대비 37% 감축을 목표로 제시함.

- 현재 우리나라는 2030년 온실가스 배출 전망치 대비 감축 목표만 설정했기 때문에 2020년 이후 어떻게 감축해 나갈지 구체적인 감축 목표와 이행 계획을 수립해 이행해야 함. 신기후체제에 대응한 농업부문의 2030년 감축 목표는 2020년의 온실가스 감축 목표치 1,485천 톤보다 확대될 것으로 전망되고 있어 향후 부담으로 작용할 수 있음.
- 온실가스 배출량과 제거량을 조사하여 이를 UN에 보고하고, 기후변화 완화·적응을 위한 국가계획을 작성하여 제출해야 함.

○ 우리나라는 제3차 당사국 총회(“Marrakesh Accords”), 제18차 당사국총회(“Doha Amendment to the Kyoto Protocol”), 제21차 당사국총회(“Paris

Agreement”)에서 개발도상국으로 분류됨. 따라서 개발도상국의 지위를 최대한 이용하고, 의무를 이행할 필요가 있음.

- 농식품부에서 추진하고 기후변화 대응기본계획에 파리 기후변화 협약 내용을 반영하여 추진할 필요가 있음.
 - 모든 국가가 2020년까지 ‘장기 저탄소 개발 전략’을 제출하도록 요청하고 있으므로 구체적인 실행전략을 마련해야 함.
 - 모든 국가가 ‘국가적응계획’을 수립하고, 이러한 적응계획과 이행내용 등에 대한 보고서를 제출하여 각국의 적응 정책, 이행사례 등에 대한 정보를 공유할 것을 명시하고 있으므로 농업부문의 구체적인 적응계획을 수립하고 실행해 갈 필요가 있음.

1.2. 주요 지표의 변화

- 기본계획이 수립되던 당시(2011년)의 기후변화 대응 여건을 현재(2016년)와 비교하면 아래 <표 5-2>와 같음.
 - 기후변화 현황을 이상기상으로 볼 때 금년 폭염 등 여전히 위험이 높은 것으로 평가됨.
 - 기후변화 전망치는 보다 비관적인 전망으로 변화되었음.
 - 국내 기후변화 영향 및 평가: 기후변화 영향평가 연구결과 현황이 5년 전과 비슷한 상황임.
 - * 향후 100년을 내다보는 선제적인 기후변화 위기관리시스템을 구축하기 위해서 기후변화에 대한 예측 및 영향평가 필요
 - * 기후변화가 농업 생산 외에 사회·경제적 여건에 간접적으로 미치는 영향에 대한 체계적 평가 필요
 - * 기후변화 시 농업의 지속가능성과 함께 기후변화 취약계층인 농업인의 사회·경제적 안정성에 대한 고려 필요

- 세계 기후변화 영향 및 평가
 - * 기후변화로 전 세계적인 곡물부족 문제 심화가 예상되므로 국가 식량 안보 차원의 체계적 대응책 마련 필요
- 신기후체제에 진입하면서 식량안보와 온실가스 감축이라는 두 가지 정책 목표를 동시에 달성해야 하는 상황에 놓임. 따라서 기후변화 적응과 온실가스 감축/흡수 정책을 균형 있게 추진해야 함.
- 기후변화 대응과 관련하여 그동안 소극적인 자세를 취했던 미국과 중국 초강대국들이 파리 기후변화협약에 동참하는 등 적극적인 자세를 취함에 따라 우리로서는 기후변화 대응정책 추진의 외부적인 여건이 좋은 상황이라고 말할 수 있지만 동시에 우리가 제시한 기후변화 대응 목표치를 반드시 달성해야 하는 의무를 가지게 됨.
- * 농업분야는 타 산업과 달리 감축주체가 불특정 다수의 농업인이므로 경영체에 대한 획일적 규제 차원을 넘어서 정밀한 대책 수립이 요구됨.
- 과거 5년 전에 비해 배출권거래제, 저탄소농축산물인증제도 등 기후변화 대응 인프라가 보다 많이 구축됨.
- 기후변화 대응을 농업분야 정책의 핵심 의제로 강조하여 제시하고 있음. 하지만 실질적으로 예산지원 등은 미흡한 상황인 것으로 판단됨.
- 기후변화 대응 전문인력이 확대된 것으로 평가됨.

표 5-2. 5년 전과 현재의 기후변화 대응 여건 비교

	5년 전(2011)	현재(2016)	변화
기후변화, 이상 기상 현황	집중호우 발생(2010)	가장 더운 여름(7~8월)	이상기상 심화
기후변화 전망	IPCC 4차 평가 보고서 A2시나리오: 21세기 말 우리나라 +5.0℃	IPCC 5차 평가 보고서 RCP 8.5 시나리오: 21세기 말 우리나라 +6.0℃	온도 전망치 상승
국내 기후변화 영향 및 평가	채소가격 상승(2010), 영향평가 연구	채소, 과일 가격 상승 (2016), 영향평가 연구 확대	기후변화 영향 심화, 영향평가 연구 확대

(계속)

	5년 전(2011)	현재(2016)	변화
해외 기후변화 영향	국제곡물가격상승 (2008)	-	-
기후변화협약	교토의정서 1차 및 2차 공약기간	교토의정서 2차 공약 기간, 파리 기후변화협약 타결	포스트 2020 온실가스 감축목표 설정, 기후변화 적응 필요성 증대, 세계 대부분의 국가 기후변화협약 참여
국가 온실가스 감축목표	2020년 온실가스 감축 목표 설정 -농축산분야 BAU 대비 5.2%	포스트2020년 온실가스 감축목표 설정 -농축산분야 2030년 BAU 대비 8.3%	온실가스 감축목표 상향
기후변화 대응 종합대책	기후변화 대응 제4차 종합대책 (2008년 ~ 2012년) 저탄소 녹색성장 추진 전략(2009년)	-	-
국가 기후변화 적응정책	제1차 국가 기후변화 적응대책(2011~2015)	제2차 국가 기후변화 적응대책(2016~2020)	-
주요국 기후변화 대응	미국, 중국 등 강대국 기후변화 협약 미참여	미국, 중국 등 강대국 기후변화협약 참여	미국, 중국 등 강대국이 기후변화 대응에 적극적으로 참여
주요 기후변화 대응 인프라 추진 성과	온실가스·에너지 목표관리제 도입(2010)	배출권거래제 도입 (2015), 저탄소농축산물인증제도 도입(2012)	탄소상쇄사업 기반 마련, 저탄소농업기술 수용 기반 마련
농업정책의 어젠더	기후변화가 핵심어젠더로 등장	기후변화가 핵심어젠더로 보다 강조	핵심어젠더로 강조
기후변화 대응 관련 예산지원 현황	투융자 기대치가 매우 높은 수준	실제 투융자실적이 상당히 낮은 수준	경제여건이 좋지 않아 과거에 비해 기후변화 대응 예산지원 조건이 양호하지 못한 수준
기후변화 대응 전문인력	기후변화 대응전문인력이 부족함	기후변화 대응전문인력이 보다 확대됨	전문인력이 확대됨

1.3. 농업인의 기후변화 인식변화 및 대응실태

1.3.1. 기후변화 인식변화⁷

- 지구온난화와 같은 기후변화에 대하여 99% 이상의 농업인이 기후변화에 대해 인지하고 있는 것으로 나타남. 기후변화를 인지하고 있다는 응답을 2009년 조사결과(76.9%)와 비교하면, 5.9%p 확대된 것으로 나타남.

표 5-3. 기후변화에 대한 인지도 변화

단위: %

2015년		2009년	
잘 알고 있다	30.0	자세히 알고 있다	10.0
알고 있다	52.8	어느 정도 알고 있다	66.9
보통이다	16.5	들어본 적은 있다	21.4
모른다	0.7	전혀 모른다	1.5
전혀 모른다	0.0	기타	0.2
전체	100.0	전체	100.0

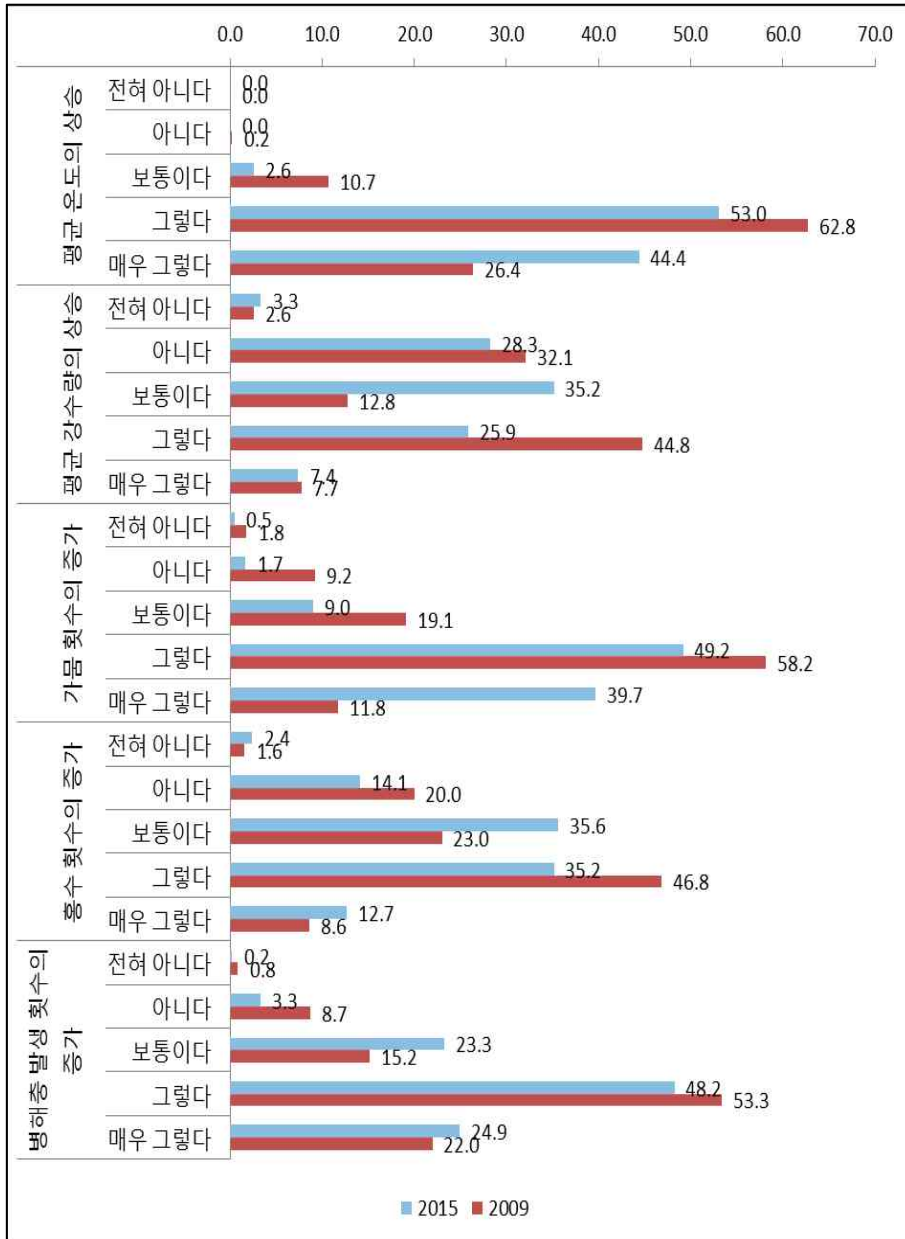
자료: 김창길 외(2015).

- 2015년 농업인의 기후변화 체감 정도를 2009년과 비교해보면, 평균온도의 상승, 가뭄 횟수의 증가를 체감하는 농업인이 더 늘어난 반면, 평균 강수량의 상승, 홍수 횟수의 증가 등은 줄어들었음.
- 기후변화가 농업에 부정적인 영향을 미친다고 응답한 비중을 2009년(73.7%)과 비교할 경우 10.1%p 증가하여 농업인들은 시간이 지날수록 기후변화의 부정적인 영향을 보다 크게 느끼고 있는 것으로 나타남<그림 5-2>.

⁷ 김창길 외(2015)에서 인용함.

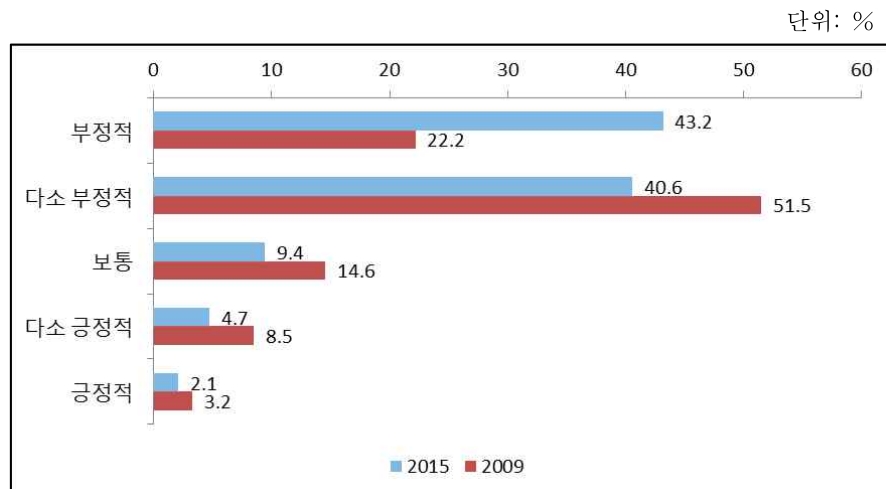
그림 5-1. 기후변화에 대한 체감 정도

단위: %



자료: 김창길 외(2015).

그림 5-2. 기후변화가 농업생산에 미치는 영향



자료: 김창길 외(2015).

1.3.2. 주요 대응기술 적용실태

- 농업인의 주요 기후변화 대응기술의 적용실태를 조사하여 분석함. 작물보험, 작목전환, 기후정보 활용 기술의 경우 김창길 외(2015) 자료를 인용하였고, 벼 재배의 물관리 기술, 맞춤형비료 사용, 최소경운 재배, 녹비작물재배, 수막재배, 조기경보시스템은 2016년 한국농촌경제연구원 조사치임.

가. 작물 보험

- 농작물 재해보험에 가입하지 않은 농업인에게 미가입 이유를 물었을 때 ‘높은 보험료’ 때문이라는 응답이 24.3%로 가장 많았고, ‘재배 품목이 보험대상 품목이 아님’이 21.9%, ‘자연재해 발생을 체감하지 못함’ 14.6% 순으로 나타났다.

나. 작목 전환

- 작목 전환 시 애로 사항으로는 ‘안정적인 판로 확보’가 35.5%로 가장 많았

고, ‘재배 기술 습득’이 30.4%, ‘초기 소득 감소’가 16.1%, ‘전환 작목 선택’이 15.7%로 그 뒤를 이음. 작목 전환 시 정부·지자체의 역할로는 ‘새로운 작물의 안정적인 판로 확보’가 31.5%로 가장 많았고, ‘기후변화 대응 작목 발굴 및 보급’이 31.1%로 그 뒤를 이었다. 또, ‘새로운 작물의 재배 기술 지도’와 ‘전환기 소득 감소 보전 등 경제적 보상 프로그램’도 각각 18.3%, 12.8%로 나타남.

다. 기후정보 활용

- 농업인들에게 기후변화(장기적인 기온 상승, 이상기상)에 관한 정보를 농사에 활용하는 정도에 대해 5점 척도로 질문하였다. 그 결과, ‘많이 활용하는 편임’과 ‘활용하는 편임’이 각각 25.7%, 52.0%로 활용한다는 응답이 전체의 77.7%를 차지함. 기후변화 정보를 활용하는 편이라고 응답한 농가들에게 가장 많이 활용하는 정보에 대해 질문한 결과, ‘이상기상’이 52.6%로 가장 많았고, 이어서 ‘장기적인 온도 상승’이 29.9%, ‘강수량 증가’가 14.4%로 그 뒤를 이음. 기후변화 정보를 활용하지 않는 편이라고 응답한 농가들에게 그 이유를 질문한 결과, ‘정보에 대한 접근이 어려워서’와 ‘필요한 정보가 없어서’가 각 30.8%로 가장 많았고, ‘정확성이 떨어져서’가 15.4%로 그 뒤를 이음.

라. 벼 재배의 물 관리 기술

- 간단관개 혹은 물깊이 조절의 물 관리 기술을 적용하고 있는 농가 비중은 48.9%로 나타난 가운데 물 관리를 하지 않는 이유로는 ‘물 관리 농법이 무엇인지 잘 몰라서’가 28.5%로 가장 많았고, 이어 ‘수로가 잘 갖추어져 있지 않음’ 16.1%, ‘번거롭고 노동력이 부족해서’ 13.9% 순임.
- 물 관리 기술 보급 확대를 위해 필요한 정책으로는 ‘물 관리 기술에 대한 홍보’가 24.1%로 가장 많았고, 이어 ‘물 관리 기술에 대한 교육’ 21.9%, ‘자동 혹은 수동 물꼬장치의 지원’ 19.7% 순임.

마. 맞춤형 비료 사용

- 맞춤형 비료를 사용하고 있는 농가 비중은 70.1%로 나타난 가운데 맞춤형 비료를 사용하지 않는 이유로는 ‘집중호우 등으로 양분이 유실될 가능성 때문’이 15.2%로 가장 많았고, 이어 ‘토양검정 결과를 신뢰하지 못하기 때문’과 ‘기준치보다 많이 투입하면 생산량이 증가할 것으로 생각하기 때문’이 12.7% 순임.
- 맞춤형비료 사용 기술 보급 확대를 위해 필요한 정책으로는 ‘맞춤형비료 사용 기술에 대한 교육’이 29.1%로 가장 많았고, 이어 ‘맞춤형비료 사용의 여러 가지 효과에 대한 홍보’ 22.9%, ‘맞춤형비료 이용 지원’ 17.7% 순임.

바. 최소경운 재배

- 무경운을 포함한 최소경운 재배를 하고 있는 농가 비중은 42.9%로 나타난 가운데 최소경운을 하지 않는 이유로는 ‘최소경운 재배에 대해 잘 몰라서’가 44.0%로 가장 많았고, 이어 ‘부정적인 인식’ 17.3%, ‘초기 수량의 감소’ 10.0% 순임.
- 최소경운 재배 확대를 위해 필요한 정책으로는 ‘최소경운 재배법 교육’이 41.3%로 가장 많았고, 이어 ‘최소경운의 효과에 대한 홍보’ 28.7%, ‘초기 소득의 보전’ 9.3% 순임.

사. 녹비작물 재배

- 녹비작물 재배를 하고 있는 농가 비중은 43.7%로 나타난 가운데 녹비재배를 하지 않는 이유로는 ‘녹비재배에 따른 노동력 증가’가 32.7%로 가장 많았고, 이어 ‘녹비 재배기술 부족’ 18.4%, ‘녹비작물의 효과에 대해 잘 모름’ 18.4% 순임.

- 녹비작물 재배 확대를 위해 필요한 정책으로는 ‘녹비작물 기술개발 및 보급’이 35.4%로 가장 많았고, 이어 ‘녹비재배 지원 사업예산 확보’ 24.5%, ‘녹비재배의 효과 홍보 및 관련정보 제공’ 19.7% 순임.

아. 수막재배

- 수막재배를 하고 있는 농가 비중은 7.6%로 나타난 가운데 수막재배를 하지 않는 이유로는 시설재배를 하지 않는 농가를 제외하고 ‘초기 고비용 설치비’가 17.8%로 가장 많았고, 이어 ‘지하수 고갈 혹은 부족’ 8.7%, ‘고온성 작물이기 때문’ 3.3% 순임.
- 수막재배 확대를 위해 필요한 정책으로는 ‘초기 투자비용의 지원 확대’가 51.0%로 가장 많았고, 이어 ‘수막재배의 효과성에 대한 홍보’ 17.0%, ‘수막시스템의 기술력 향상’ 12.4% 순임.

자. 조기경보시스템

- 전남 광양에서 있었던 조기경보서비스 현장 시연에 참석한 농가 중 11가구를 대상으로 현 농업기상 조기경보서비스의 만족도, 활용도, 개선점 등에 관한 설문을 진행하였음.
- 농업기상재해 조기경보 서비스 전반에 모든 응답 농가(미응답자 1가구)가 만족한다고 응답하였으며, 조기경보 서비스의 ‘지역 및 농장 맞춤형 기상정보’가 가장 만족스럽다는 응답이 4가구(44.4%)로 가장 높았으며, 이어 ‘생육기별 기상정보’가 만족스럽다는 응답이 2가구(22.2%)로 나타남.
- 9가구(90%)가 농업기상재해 조기경보서비스를 농사에 활용하는 편으로 응답하였으며, 조기경보서비스가 제공하는 기상 요소(일 최고기온, 최저기온, 일사량, 강수량, 풍속)를 전반적으로 골고루 활용하고 있는 것으로 나타남.

조기경보서비스를 통해 실제 기상재해를 회피하거나 줄일 수 있었다고 응답한 농가는 8농가(72.7%)이며, ‘가뭄’, ‘냉해’, ‘기타(강우)’를 각각 2가구(25%)가 실제 피할 수 있었던 기상재해로 응답함.

- 현재 제공되고 있는 조기경보서비스의 개선되어야 할 사항의 1순위는 여러 항목에 걸쳐 두루 나타남. ‘정보의 정확성 제고’, ‘보다 정교한 생육기의 구분’, ‘보다 적합한 관리대책의 제공’, ‘조기경보에 대응할 시설이나 자재의 지원’이 비교적 높은 비중(각각 2가구, 20%)으로 나타났음.
- 조기경보 서비스에 비용을 지불할 의향이 있다고 6명의 응답자(60%)가 응답하였으며, 월 평균 지불의향금액은 8,833원(최소 3,000원~최대 20,000원)으로 조사됨.

2. 기본계획 추진 기본방향

2.1. 기본계획 추진전략

- 기후변화 대응전략 수립을 위해 5년 전과 비교한 현재의 농식품부 내부 환경과 외부 환경여건에 관한 SWOT 분석 추진<표 5-4>
 - 강점요인으로는 기후변화 대응 전문인력 증가, 농업인의 기후변화와 및 부정적 영향 인지도 확대, 기후변화 대응정책 추진 경험 축적, 기후변화 대응관련 R&D 성과 보유, IT·BT·NT 등 첨단분야 융합기술력 확대, 기후스마트농업의 도입 등을 들 수 있음.
 - 약점요인으로는 기후변화 대응 추진 거버넌스 부족, 기후변화 대응 투융자 자원의 부족, 전담 인적자원의 부족, 담당자 업무 연속성 미흡, 체계적인 기후변화 대응체계 구축 미흡, 기후변화 대응 연구비 지원 미흡 등을

들 수 있음.

- 기회요인으로는 온실가스배출권거래제 도입, 저탄소농축산물인증제도 도입, 적응을 강조하는 신기후체제 등장, 미국, 중국 등 강대국 기후변화 협약 참여, 국가 기후변화 적응대책 지속 추진, 포스트 2020 국가온실가스 감축목표 설정, 최근 폭염 및 열대야로 국민들의 기후변화 인식도 제고, 기후변화와 식량안보의 중요성 인식 및 사회적 관심 증가, 기온상승으로 새로운 아열대 작목 도입 확대, 저탄소농축산물 등에 대한 수요의 향 증가 등을 들 수 있음.
 - 위협요인으로는 21세기 말 평균기온 전망치 상승, 상대적으로 좋지 않은 기후변화 대응 예산지원조건, 포스트 2020 국가온실가스 감축목표 달성을 위한 관리 강화, 국내 농작물 가격 상승, 여전한 국제곡물가격 상승요인, 지구온난화로 인한 이상기상 빈발, 돌발병해충 발생 증가와 수량감소 등 기후변화에 따른 부정적 영향력 증가, 농업노동력 노령화로 적응기술 수용 제약, 자원고갈 및 에너지 문제 심화 등을 들 수 있음.
- 효과적이고 실효성 있는 기후변화 대응을 위해 SWOT 분석에서 제시된 부문별 내용을 이용하여 강점-기회(SO) 활용전략과 약점-위기(WT) 보완전략 등 구체적 전략 수립
- SO 전략(강점을 살려 기회를 포착): 배출권거래제를 활용한 탄소상쇄사업 추진, 기후변화 대응 전문인력 및 축적된 노하우를 활용한 네트워크 구축 및 국내외 기후변화 목표에 대응한 정책포럼 구성, 기후변화 대응 농업정책 및 소비자 교육 프로그램에 대한 홍보를 통해 농업인 및 비농업인의 기후변화 인지도 제고, 저탄소농축산물인증 확대, 저탄소농업의 활성화, 온난화에 따른 아열대 작목 등 새로운 소득작목 도입 확대, 에너지감축 기술 개발, R&D 지식을 적극 활용한 기후변화 적응 IT·BT·NT 첨단기술 활용 융합기술 개발, 기후스마트농업의 활성화를 통한 식량안보 확보 등을 들 수 있음.
 - ST 전략(강점을 살려 위협을 최소화): 기존 전문인력, R&D 지식, 경험을

근거로 한 예산 확보, 기후스마트농업을 이용한 생산성 증대에 대한 관심 제고 및 국내 농산물 수급/가격 안정 달성 등을 들 수 있음.

- **WO 전략(기회를 살려서 약점을 개선):** 온실가스배출권거래제 및 저탄소 농축산물인증제도 도입을 통한 농업인 소득 향상, 기후변화에 대한 전 국민적 관심 제고, 국제협약 가입에 근거한 중앙정부/지자체의 기후변화 대응 거버넌스 구축, 신기후체제에 대한 유연한 대처를 위한 전담 인적 자원 육성, 관련 연구비 증액 등을 들 수 있음.
- **WT 전략(약점을 보완하여 위협을 회피):** 기후변화 대응정책 추진 거버

표 5-4. 후반기 기후변화 대응 전략의 SWOT 분석(전반기와 비교)

강점(Strengths)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 대응 전문인력 증가 ○ 농업인의 기후변화와 및 부정적 영향 인지도 확대 ○ 기후변화 대응정책 추진 경험 축적 ○ 기후변화 대응 관련 R&D 성과 보유 ○ IT·BT·NT 등 첨단분야 융합기술력 확대 ○ 기후스마트농업의 도입 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 대응 추진 거버넌스 부족 ○ 기후변화 대응 투융자 자원의 부족 ○ 전담 인적자원의 부족 ○ 담당자 업무 연속성 미흡 ○ 체계적인 기후변화 대응체계 구축 미흡 ○ 기후변화 대응 연구비 지원 미흡 ○ 농업노동력 고령화로 적응기술 수용 제약
기회(Opportunities)	위협(Threats)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스배출권거래제 도입 ○ 저탄소농축산물인증제도 도입 ○ 적응을 강조하는 신기후체제 등장 ○ 미국, 중국 등 강대국 기후변화협약 참여 ○ 국가 기후변화 적응대책 지속 추진 ○ 포스트 2020 국가온실가스 감축목표 설정 ○ 최근 폭염 및 열대야로 국민들의 기후변화 인식 제고 ○ 기후변화와 식량안보의 중요성 인식 및 사회적 관심 증가 ○ 기온상승으로 새로운 아열대 작목 도입 확대 ○ 저탄소농축산물 등에 대한 수요 증가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 21세기 말 평균기온 전망치 상승 ○ 기후변화 대응 예산지원 조건 상대적으로 나쁨 ○ 포스트 2020 국가온실가스 감축목표 달성을 위한 관리 강화 ○ 국내 농작물 가격 상승 ○ 국제곡물가격 상승요인 여전 ○ 지구온난화로 인한 이상기상 빈발 ○ 돌발병해충 발생 증가와 수량 감소 등 기후변화로 인한 부정적 영향력 증가 ○ 자원 고갈 및 에너지 문제 심화

년스 구축을 통한 효율적인 기후변화 대응 조직 구성, 기후변화 대응 전문연구인력 및 전략적인 기후변화 대응을 위한 예산 확보, 농업 부문의 기후변화 대응을 위한 기금 마련, 농식품 부문 기후변화 대응센터 설립, 고령 농업인을 대상으로 한 맞춤형 교육 및 매뉴얼 신설 등을 들 수 있음.

2.2. 기본방향

- 기후변화 대응 여건변화와 SWOT 분석 결과를 기초로 후반기 기본계획 추진방향을 다음과 같이 설정하여 추진함.
- 첫째, 기본계획을 통한 비전은 여건변화를 반영하여 기후변화에 효과적인 대응을 통한 지속가능한 농업의 실현으로 설정함.
- 둘째, 온난화·아열대화에 대응하여 안정적인 식량 공급 및 농업의 지속가능한 발전을 위해서 품종개발, 재배기술개발, 작목전환 등의 적응전략을 추진함.
 - 이를 위해 내서성, 내한성 등의 품종을 개발하여 보급하고, 농작물 영향평가 및 기술개발 등을 통해 대응 프로그램을 마련하며, 기후변화에 대응하여 중장기적 관점에서 작목전환 유도 등으로 대응함.
- 셋째, 폭염, 집중호우, 가뭄 등 이상기상에 대응하여 사전적, 사후적 위험 완화 전략을 마련함.
 - 이를 위해 수리시설 현대화, 축사 현대화를 추진하고, 기후변화의 위험을 완화시키기 위해 사전적으로 조기경보시스템을 구축하고 사후적으로 작물보험을 확대 시행함.
- 넷째, 외래 병해충, 가축질병에 대응한 영향평가 연구 및 대응방안을 마련함.

- 다섯째, 국제곡물가격 상승, 국내 농산물 가격 상승 등 애그플레이션에 대응한 농식품 수급조절 기능을 강화함.
- 여섯째, 온실가스 감축의무 부과에 대응하여 탄소 흡수원 인정 노력 및 저탄소농법을 개발·보급함.
 - 2020년과 2030년 국가 감축목표 이행을 위해 농업분야 감축목표 설정함. 농업분야는 배출량이 국가 전체의 3%에 불과하나, 기후에 가장 민감한 산업이므로 기후변화 완화(감축)를 선도할 필요가 있음.
 - 농림업은 온실가스 배출산업이자 유일한 온실가스 흡수산업임. 다양한 흡수원을 인정받음으로써 온실가스 감축의 소득화가 가능토록 함. 또 상쇄사업 등을 통해 배출권거래제에 참여함으로써 기후변화를 기회로 활용 가능함.
- 일곱째, 기후변화 대응을 지원할 수 있는 제도 구축, DB 구축 등 지원 인프라를 형성함.

3. 주요 핵심과제 추진방향

- 후반기(2016~2020) 기본계획은 기본계획상의 과제들 가운데 농식품부문 기후변화 대응에 특화된 정책들을 중심으로 추진할 필요가 있음. 전반기(2011~2015) 추진실적, 신기후체제라는 여건을 반영하고, 전문가들의 평가를 종합하여 핵심과제를 도출하였음. 이와 같이 핵심과제를 도출한 이유는 핵심과제를 중심으로 기후변화 대응사업 실적을 확대시키기 위함임.
- 또 과제를 분야별로 관리해 오던 것을 기후변화 대응사업의 특성을 고려하여 다음과 같이 기능별로 구성되도록 할 필요가 있음. 즉 경종, 원예, 축산

등의 분야별 구성에서 적응, 감축/흡수, 인프라, 거버넌스 등 기능별 구성으로 변경함.

3.1. 적응분야

3.1.1. 기후변화에 따른 벼 영향평가/예측 및 작물모형 개발

과제의 개요

- 국가 단위의 기후변화 벼 생산성 영향평가는 실험적으로 수행이 불가능함
 - 미래 기후를 자연 조건에서 지역별로 수행하는 것이 불가능함
- 작물모형을 활용하면 국가단위의 지역별 기후변화 영향평가가 가능
- 기후변화 영향평가를 위해서는 기후변화를 모의할 수 있는 시설에서 고온 등에 대한 작물모형의 반응을 수정할 필요가 있음
 - 이를 위해 고온에 따른 등숙 모듈과 임실을 모듈 등을 개선할 필요 있음

정책적·경제적 효과

- 개선된 작물모형을 이용하여 기후변화 시나리오에 따른 국가 및 지역 단위의 벼 수량성 변동 등을 평가하여 기후변화 대책에 사용함.

추진 방향

- 국제적으로 A1B 시나리오에서 RCP8.5 시나리오로 변경되었으며 기상양식도 점자료에서 격자자료로 변경되었으나 이에 대한 기술적 대응이 미흡하여 지연되고 있는 상황임. 국제적인 조류는 단일 작물모형이 아닌 5~7개의 서로 다른 작물모형을 구동하여 앙상블을 하고 있으나 아직 그 수준에 못 미

침. 향후 국제 공동연구 등을 통하여 다른 모형의 도입 등에 대해 협력할 필요가 있음.

3.1.2. 원격탐사를 이용한 농경지 모니터링 기술 개발

□ 과제의 개요

- 기후변화와 에너지 위기, 곡물가 폭등 등에 대비, 작물의 안정생산과 식량안보를 위한 미래기술 개발 노력이 요구 됨.
 - 주기적이고 일관성 있는 작황 감시와 예측 기술의 개발이 필요함.
- 특히, 세계적으로 작황감시 분야의 위성영상 활용도가 높아지는 상황에서 독자적인 작황감시 알고리즘 개발에 대한 국내원천기술 확보가 요구됨.
- 국산 기상위성과 지구관측 위성을 이용하여 농업환경을 주기적·지속적으로 평가할 수 있는 농경지 모니터링 기술 개발이 요구됨.
 - 천리안, 다목적실용위성 2호(운영중), 5호('11), 3호('12) 등이 활용 가능함.
- 들녘 단위(100~300ha) 농경지, 작황 모니터링을 위한 무인기 영상 분석 및 활용 기술이 요구됨.
 - 무인기 활용 작물 구분, 재배면적 산정, 병 발생 등 생육평가 기술이 필요함.

□ 정책적·경제적 효과

- 독자적인 작황감시 알고리즘 개발에 대한 국내원천기술 확보를 통해 비용 절감 및 원천기술 수출로 수익을 창출할 수 있을 것임.

□ 추진 방향

- 국내외 작황평가 모형개발 성과 제공 및 활용을 위한 웹 서비스 시스템 구축

이 필요함.

- 들녘 단위(100~300ha) 농경지 작황변동 신속 모니터링을 위한 무인기 영상 활용기술이 필요함.

3.1.3. 기후변화에 대한 농생물다양성 장기변동 조사 및 영향평가

□ 과제의 개요

- 농생물다양성은 농업생태계를 유지시켜 농업생산성에 기여하는 바, 기후변화에 따른 농생물다양성 자원 관리대책 마련이 필요함.
- 농생물다양성 자원 관리대책 마련을 위해 농업생태계 및 농생물종 변화 조사가 진행되어야 함
- 조사 최적지(supersite) 구축 및 조사 프로토콜 작성 등 조사 인프라를 구축함. 식생, 조류, 수서생물, 토양생물의 조사 프로토콜 확립함. 또 생물분류군별 무인관측시스템을 개발하고 구축함.

□ 정책적·경제적 효과

- 농생물다양성 자원의 효과적인 관리를 통해 기후변화에 대응하여 농업생산성의 유지 혹은 증대에 기여함.
- 농생물다양성 자원의 관리로 병해충 감소에 따른 농가 경영비의 감소가 기대됨.

□ 추진 방향

- 농생물다양성 관측시스템의 경우 생물 관측 자료의 자동 송수신을 위한 시

시스템을 고도화할 필요가 있음.

- 현재 시스템 관리 및 자료 수집을 위한 인력 부족으로 5지역에서 관측시스템을 운영하고 있는데 향후 인력 보강을 통해 전국적으로 구축하는 것이 필요함.
- 기후변화 영향을 파악하기 위해서는 각 생물분류군별 관련 전문가를 확보할 필요가 있음.

3.1.4. 기후변화 적응성 사과·배 품종 개발

□ 과제의 개요

- 생육기 기온상승으로 사과 및 배의 재배지가 북상하여 경지면적이 부족해지고 신규 작목의 발굴과 전환이 어려워 기존 생산농가의 심리적 부담이 가중됨.
 - 기존 사과, 배 재배지의 기후변화에도 불구하고 안정적인 생산이 가능한 품종을 육성·보급함으로써 재배지 부족 우려와 작목전환의 두려움을 동시에 해결할 수 있음.
 - 사과의 경우 생육기 고온 하에서 착색이 쉽고, 착색관리가 불필요한 사과 품종을 육성함.
 - 배의 경우 기후변화 적응을 위해 낮은 저온요구성 및 만기개화성 배 품종을 육성함.

□ 정책적·경제적 효과

- 기후변화에 대응하여 우리나라 주요 과일인 사과와 배를 안정적으로 생산함으로써 생산 농가의 소득 안정화를 꾀할 수 있음.
- 품종개발이 이루어지지 않으면 공급량 감소에 따른 가격상승으로 소비자들

의 부담이 가중될 수 있음. 반면에 품종개발은 안정된 가격으로 사과 및 배에 대한 소비권을 보장해 줄 수 있음.

□ 추진방향

- 사과의 경우 홍보 및 기술이전 확대를 통해 국내 육성 품종의 보급률을 증진시킬 필요가 있음. 이를 위해 육성 품종의 숙기별 현장평가회 및 묘목업체, 농민 대상 품종 설명회를 개최할 필요가 있음. 또 최종선발 후보계통의 면밀한 특성을 평가할 필요가 있음(지역적응시험 16계통).
- 배의 경우 낮은 저온요구도 보유 자원을 수집하고 배 검은별무늬병 저항성 우량계통을 선발할 필요가 있음.

3.1.5. 열대/아열대채소 도입 및 재배법 개발

□ 과제의 개요

- 지구온난화의 영향으로 기온 상승뿐만 아니라 이상기온 현상까지 발생하고 있어 이에 따라 농업분야에서도 준비가 필요한 시점임.
- 장기적으로 지구온난화로 인한 재배적지 이동에 따른 아열대 채소작물 도입으로 새로운 시장 개발 필요함.

□ 정책적·경제적 효과

- 열대/아열대채소 작물을 소득작목으로 개발하여 새로운 시장개발과 농가의 안정적 수입원으로 제공함. 지자체의 열대/아열대 채소 작목 보급 등 기후변화 대응 정책에 기여함.
- 농가들이 기후변화에 대응하여 작목전환을 선택할 경우 전환 이전 작목의

소득보다 9.1% 증가한 것으로 나타남. 실증적 수리계획 기법을 이용한 재배 작물의 최적화 분석 결과 작목전환의 적응수단을 도입한 경우의 농업 총이윤은 전라남도의 경우 -0.2~2.6%, 제주도의 경우 16.3~30.1% 증가하는 것으로 분석됨(김창길 외 2015).

□ 추진방향

- 열대/아열대 채소 작목 재배면적이 크게 확대된 것은 소비자들의 수요 증대에 기인한 것으로 보임. 특히 최근 들어 동남아시아로부터 온 다문화가정이 크게 증가하면서 수요가 증가하였고, 동남아시아 여행자들이 증가하면서 이들이 외국 현지에서 열대/아열대 채소 소비경험으로 소비가 또한 늘어나는 것으로 보임. 향후 열대/아열대 채소작물 재배기술 개발을 위한 연구과제가 지속적으로 수행되어서 열대/아열대 작목에 대한 수요측면의 필요를 충족시킬 필요가 있음.
- 기후변화 대응 작목 가운데 최근 제주도를 비롯하여 전라남도, 경상남도 등지에서 열대·아열대 작목의 적응 시험 및 도입이 이루어지고 있는데, 대표적으로 여주, 아스파라거스, 오크라 등의 채소가 재배되고 있음. 열대·아열대 작목을 보급하기 위해서는 보급 대상 지역의 적응 시험이 먼저 이루어져야 할 것임. 적응 시험은 농가 단위에서 접근하기 어렵기 때문에 각 도 농업기술원이나 각 시·군 농업기술센터에서 담당할 수 있으며, 적응 시험을 위한 전용 시설이나 전문 인력에 대한 지원을 해줄 필요가 있을 것임. 농가 조사에서도 나타난 것처럼 정부나 지자체의 역할로 ‘새로운 작물의 재배 기술 지도가 필요하다’는 의견(18.3%)이 있으므로 매뉴얼을 작성하여 보급하거나 지속적인 기술 컨설팅을 통해 지원해줄 필요가 있음.
- 적응 시험이 이루어진 작목의 보급 확대를 위해서는 농가 단위에서 직면할 수 있는 여러 가지 문제가 우선 파악 되어야함. 열대·아열대 작목은 우선 초

기 고비용의 시설 하우스에 대한 투자가 이루어져야하므로 시설 설치 비용이 지원될 필요가 있음. 이 시설 설치에 중앙정부의 첨단 온실 신축 지원 사업⁸과 연계하거나 지자체별 특화 작목 지원 사업과 연계할 수 있을 것임(김창길 외 3인 2015). 열대 또는 아열대 작물을 도입하는 경우 환경 적응성이 높고 재배하기 쉬우며 기능성을 함유하고 있어 소비자의 기호성이 높고 해외에서 수입하기 어려우며 수익성이 높은 작물을 선정해야 함(김창길 외 4인 2009).

- 지자체는 작목 전환 희망 농업인을 대상으로 작목반이나 연구회를 조직하여 열대·아열대 과일에 대한 시범 사업 추진과 특정 지역을 단지화하여 기술 보급 및 판로 확보 등 미래 경쟁력이 유지될 수 있도록 선제적인 대응 전략을 수립하여 추진토록 할 필요가 있음.

3.1.6. 아열대 자원작물 유전자원 수집 및 적응성 평가

□ 과제의 개요

- 지구온난화의 영향으로 농작물의 생육반응이 가속화되고 있으며 제주지역은 점점 온도가 상승하여 아열대 기후대로 진입함.
- 기후 온난화에 따라 새로운 아열대 및 열대 자원식물에 대한 유전자원 수집 및 적응성 검토가 필요

□ 정책적·경제적 효과

- 열대/아열대 작물 유전자원 수집 및 적응성 검토를 통해 농가의 소득 증대에

⁸ 첨단 온실 신축 지원 사업은 첨단 온실의 신축과 개축에 대한 전략적 지원을 바탕으로 고부가가치 농산물의 안정적인 수출 및 물가 안정을 위한 공급 기반 구축을 목적으로 2013년부터 추진되고 있는 사업이다(농림축산식품부 2015).

기여함. 지자체의 열대/아열대 작물 보급 등 기후변화 대응 정책에 기여함.

- 기후변화에 대응하여 농가들이 작목전환을 선택할 경우 9.1%의 소득 증가 효과가 있는 것으로 나타남. 작목전환의 적응수단을 도입한 경우의 농업 총이윤은 전라남도의 경우 -0.2~2.6%, 제주도의 경우 16.3~30.1% 증가하는 것으로 분석됨(김창길 외 2015).

□ 추진 방향

- 열대/아열대 작물 재배면적이 크게 확대된 것은 소비자들의 수요 증대에 기인한 것으로 보이며, 열대/아열대 작물 재배기술 개발을 위한 연구과제가 지속적으로 수행되어서 열대/아열대 작물에 대한 수요측면의 필요를 충족시킬 필요가 있음. 소비자조사 결과, 국내산 망고 구입 비중을 확대하겠다는 응답 비중이 높은 가운데 기후변화에 따른 기온상승으로 공급량의 증가에 따른 기대가격 하락 및 지속적인 공급 등으로 온난화에 따른 국내산 망고의 소비가 확대될 것으로 기대할 수 있음. 따라서 기후변화 대응작목으로 망고의 재배를 유도함과 동시에 다양한 열대·아열대 과일의 신품종 적응성 연구가 필요함(정학균·김창길·문동현 2014).

3.1.7. 온난화에 따른 가축질병 방지 대책

□ 과제의 개요

- 최근 10년간 0.6℃가 상승하였으며, 100년 후 기온이 1.4~5.4℃ 상승할 것으로 예상됨. 이러한 기후변화인해 자연생태계가 변화하고, 지구의 기후대가 이동하여 한반도가 점차 아열대 기후로 변하고 있음.
- 이에 따라 열대 및 아열대성 외래병해충이 유입될 가능성이 높아졌으며, 이로 인해 가축 사이에 아열대 전염병이 발생할 위험이 상당히 증가하였음.

- 세계동물보건기구(World Organisation for Animal Health: OIE)는 2009년 5월에 개최된 제77차 OIE 총회에서 기후변화 및 환경변화가 가축전염병 발생에 부정적인 영향을 미치므로 이에 대한 지속적인 관심을 촉구하였음.
- 기후변화에 따른 가축전염병 확산에 대비하기 위해 가축전염병 매개체의 확산 양상과 매개체 관리 및 방제 방법을 연구할 필요가 있음.

□ 정책적·경제적 효과

- 한반도 남부 지역부터(특히, 제주도) 기후가 아열대화하는 경향을 보이면서 기후변화 및 그로 인한 기온 상승과 이에 따른 가축질병을 예측하고 대비하기 위한 연구 필요성이 커짐. 매개체에 대한 모니터링과 주요 곤충매개 가축질병에 대한 검사를 실시함으로써 예기치 못한 아열대 관련 가축전염병의 확산을 선제적으로 억제하고, 아직 초기 단계이지만 관련 가축질병에 대한 진단 기법을 개발하여 당초 정책 목표를 달성했다고 할 수 있음.

□ 추진 방향

- 아열대화가 진행됨에 따라 가축질병 매개에 중대한 역할을 하는 곤충의 생태계에 큰 변화를 가져올 것으로 예상됨(예: 모기, 진드기). 곤충매개 가축질병의 전파 경로를 파악하고 사전에 차단하기 위해 현재 모니터링 기법을 고도화할 필요가 있음. 즉, 기온 또는 계절의 변화에 따른 곤충의 서식지 분포 변화와 가축에게 발병되는 질병의 종류 및 빈도의 연관 관계를 파악하고, 동남아시아 등 아열대 지역에 창궐하는 곤충매개 가축전염병과 곤충 개체수의 변화를 우리나라 남부의 아열대화 진행 상황과 비교할 수 있음.
- 정책담당자가 애로사항으로 지적한 것처럼 농림축산검역본부 내 기후변화 대응 가축질병 관련 전담부서 부재로 사업 추진의 집중도와 연속성을 확보

하기 어려운 상황임. 가축전염병은 축산농가에 경제적으로 큰 타격을 줄 뿐만 아니라, 잠재적으로 인수공통전염병의 단초가 될 가능성도 있기 때문에 한반도 아열대화에 대응하여 매개체로부터 축산농가에 이르는 검역 사슬을 조성하기 위해 전담부서 신설이 필요하다고 사료됨.

3.1.8. 가금 안정 생산 기술 개발

□ 과제의 개요

- 기후변화로 폭염 등 극한 날씨가 지속되는 현상이 빈발하고, 겨울이 짧아지고 여름이 약 20일 정도 길어지는 이상기후가 증가하고 있음.
 - 최근 100년간 평균 기온은 1.5℃ 상승하였고, 2065년에 현재 기온보다 4℃ 상승하여 중부지역이 아열대화될 것으로 전망됨. 또한 기후변화에 따른 기온 상승이 가속화되는 경향이 있음.
- 닭은 전신이 깃털로 덮여 있고 땀샘이 발달되어 있지 않아서 고온 스트레스를 많이 받음. 육계는 주변 온도가 35℃ 이상일 때 폐사율이 증가하며, 산란계는 32℃ 이상일 때 사료섭취량이 20% 이상 감소하고, 산란율이 13% 이상 감소함.
- 따라서 기후변화로 인한 기온 상승과 고온에 대응하기 위해 가금을 안정적으로 생산할 수 있을 기술을 개발할 필요가 있음.

□ 정책적·경제적 효과

- 가금류는 땀샘이 없기 때문에 기후변화로 인한 기온 상승에 가장 취약한 가축 중 하나임. 축사에 에어컨을 가동하는 등 기온을 낮추어 외부 환경을 변화시키기 것에는 한계가 있기 때문에 사료에 물질을 첨가함으로써 가금류의 고온 스트레스를 조절한다는 점에서 의미가 있음. 이러한 방법을 통해 폭염

기간에 육계의 폐사율을 낮추고 산란계의 산란율을 유지한다면, 혹서기에 종종 집단폐사로 막대한 경제적 손실을 입는 가금류 농가에 경제적 안정성을 부여할 수 있음.

□ 추진 방향

- 농식품부에 따르면, 2016년 6월 말부터 8월 말까지 지속된 폭염으로 인해 폐사한 가축 중에 닭이 395만 4,347마리로 가장 많았고, 그 다음으로 오리가 14만 7,706마리, 메추리가 7만 마리로 많았음(8월 24일 기준). 따라서 이 과제를 통해 개발한 열 스트레스 저감 물질과 고온 시 사양관리 기술이 장기간 지속되는 폭염에 얼마나 효과가 있는 지에 대한 추가적인 연구가 필요함.
- 현재 개발 단계에 머물러 있지만 농가 보급을 통해 개발한 기술의 효과를 입증하고 고온기에 효과적으로 대응하기 위한 농가 기술 보급 체계를 구축할 필요가 있음.

3.1.9. 목초 신품종 개발 및 초지생산성 향상 개발

□ 과제의 개요

- 여름철 평균 기온이 25℃ 이상이 되면 한지형 목초의 생육이 정지되고 주변 잡초와의 경쟁에서 밀려 초지의 생산성이 떨어짐. 기후변화로 인해 기온이 상승될 경우 한지형 혼파초지의 생산성과 초지로서의 지속성이 약화되기 때문에 초지축산 농가의 경제성 확보가 어려움.
- 따라서 여름철 더위와 습해에 강한(내하고성) 목초 초종 및 품종과 초지의 지속성 향상 기술을 개발할 필요가 있음.
 - 고온 다습한 환경에 적응을 잘 하는 초종과 내하고성 혼파조합을 선발함.

- 또한 기후변화에 따라서 한지형 목초의 파종시기와 파종량을 다시 정립할 필요가 있음.
- 한지형 목초에 비해 선호도는 낮지만 광합성 효율이 높아 여름철에 생산성이 높은 난지형 목포의 품종 개발과 난지형 목초와 한지형 목초를 연계한 초지 이용시스템을 검토할 필요가 있음.

□ 정책적·경제적 효과

- 정책담당자에 따르면, 한지형 목초의 새로운 재배기술로 인해 초지의 잡초 비율이 13%(대조군)에서 2%(실험군)으로 개선되었음. 연간 건물수량은 ha 당 5.7톤에서 8.7톤으로 약 51% 증가함. 따라서 한지형 목초의 생산성을 향상시켰다고 판단할 수 있음.
- 또한 산지생태축산 활성화 시범농장 27개소를 중심으로 초지 식생개선 기술 보급을 위한 현장기술지원을 통해 신품종의 재배면적 확대를 어느 정도 달성했다는 점에서 의의가 있음.

□ 추진 방향

- 2011년 당초 기본계획 수립시 명시했던 목표는 달성하였으나, 초지 조성을 통한 토양의 탄소 흡수 강화, 개발된 목초의 품질과 피사육 가축의 등급 간 연관성 등에 관한 연구는 아직 미흡한 실정임. 또한 한지형 목초와 난지형 목초의 특성을 분석하여 기온 상승에 대응 가능한 다양한 혼파재배 기술을 개발할 수 있을 것으로 생각됨.

3.1.10. 다목적 농촌용수개발

□ 과제의 개요

- 지속적인 농촌용수개발 투자에도 불구하고, 이상 기후 등 자연재해에 대비한 안전한 영농기반은 미흡함.
 - 전체 논 면적 101만 ha 중 80만 6,000ha(79.8%)가 수리답임.
- 10년 빈도 이상 가뭄에 견딜 수 있는 논(수리안전답)은 50만 4,000ha(49.9%)에 불과함.
- 장래 물 부족에 대비하고 농촌지역의 다양한 용수 수요 충족을 위한 농촌용수개발 확대 추진이 필요함. 농업용수뿐만 아니라 생활용수 및 환경용수 등 다목적 활용이 가능하도록 개발할 필요가 있음.
 - 기후변화로 인한 물 부족에 대응하기 위한 수자원 확보가 필요함.
 - IPCC 보고서에서는 기온 1℃ 상승 시, 농업용수 수요량은 10% 증가하는 것으로 예상함.

□ 정책적·경제적 효과

- 기후변화에 국한하지 않더라도, 농업생산기반정비 및 가뭄 대응 정책과 밀접한 관련을 가지는 사업임. 특히 가뭄은 2015년 농림축산식품부에서 가뭄 대책 태스크포스(TF)를 구성하고 중장기 종합 대책을 마련하기도 한 주요 현안이기도 함.
- 농업용수 외 생활용수와 환경용수를 제공하는 기반을 마련한다는 점에서 농촌 정주여건 개선과도 정책적으로 연결됨. 농촌 정주여건 개선은 2015년 농림축산식품부가 추진한 주요업무(예: 6차산업 경영체 육성, 로컬푸드 등 신유통 확산, 농촌관광 활성화 등) 중 하나이지만, 농촌용수의 직접적인 편익

은 정주여건 개선 사업에서 부각되고 있지는 않음.

- 농업용수의 안전한 공급은 작물 수급 안정을 통한 식량 안보 확보에 필수적인 요소이고, 농가 소득 확보에도 중요한 변수임. 이런 점에서 다목적 농촌용수개발은 작물 수급 및 농가 소득 면에서의 직접적인 경제 효과를 기대할 수 있음. 이것은 작물 수급 증가와 이어지는 농가 소득 증가뿐만 아니라 농업 활동에서의 불확실성을 감소시킴으로 인해 발생하는 편익도 포함함.
- 농업용수 외 농촌용수에 포함되는 생활용수, 환경용수, 지역용수의 확보는 농촌 어메니티 및 환경자원 보존의 필수조건으로 볼 수 있음. 작물 수급 및 농가 소득 이외에도 농촌용수가 가지는 경제적 효과는 농업인뿐만 아니라 국가 전체에도 편익을 제공하는 것으로 고려해야 함.
- 앞서 언급한 소수력발전 준공 및 운영에 대한 세부계획과 연계하여서, 농촌용수개발은 소수력발전 설치가 가능한 환경을 조성하는 것에도 긍정적인 효과를 가질 수 있음.

□ 추진 방향

- 가뭄 해소를 위해 지속적인 신규 사업 착수를 통해서 가뭄상습지구에서의 다양한 용수 수요를 충족하도록 한 것은 바람직함.
- 2015년 하반기부터 시작된 가뭄 등을 고려하여 안정적 수자원 확보, 재해 대응 능력 보강 등 선제적 대응 차원에서 향후 목표치를 좀 더 상향조정하는 것을 고려할 수 있음.
- 다목적 농촌용수가 가지는 경제적 효과 추정에 대한 종합적인 연구가 진행된다면 다목적 농촌용수 사업의 당위성을 더욱 강조할 수 있을 것으로 보임.

- 농촌용수 이용체계 재편 사업과 연계가 가능한 사업으로 보이며, 농촌용수의 신규 개발뿐만 아니라 여유 수자원의 배분 및 활용 사업에 대해서도 함께 고려한다면 종합적이고 비용효과적인 과제 수행이 가능함.

3.1.11. 농촌용수 이용체계 재편

□ 과제의 개요

- 농업용수 이용 효율 극대화 및 물부족에 대비한 수자원 절약을 도모함.
 - 여유수자원의 효율적 활용 및 배분을 통해서, 농촌지역의 다양한 수요 및 지역간·수계간 용수 수급 불균형을 해결하고자 함.
 - 1994~1995년 및 2001~2002년과 같은 연속적인 빈번한 가뭄 등 불확실성에 대비한 안정적 용수 공급체계 마련이 필요함.
 - 직파재배, 조기이앙 등 변화한 영농방식과 국민 식생활 패턴 변화로 인한 밭작물 수요 증가에 따른 농업용수 수요 증가에 대한 대비가 필요함.
- 환경용수 및 생활공업용수를 포함하는 농촌용수 확보의 필요성 증대.
- 개발방법에 따라 수계연결형, 시설통합형, 반복이용형, 복합용수공급형, 단위재정비형 등으로 구분하여 용수수급 불균형 해소.
 - (수계연결형) 풍부한 수계의 수자원을 부족한 수계에 도수로, 양수장 설치 등을 통해 공급하여 용수 불균형 해소
 - (시설통합형) 소규모로 산재되어 있는 노후 시설물을 주수원공에 의해 통합·재편
 - (반복이용형) 자체 용수확보가 어려운 지역에서 퇴수를 양수저류 하거나 유역 출구에 반복이용시설을 설치하여 용수사용 효율성 재고
 - (복합용수공급형) 범용농지에 밭작물, 초지, 바이오에너지 작물, 원예·과수 등 복합농업용수 공급체계 도입기존시설의 리모델링 등, 소규모 수리

시설의 통합 및 재편을 시도함.

- 수리시설의 재해대응능력 강화와 이·치수 및 수변개발 등 종합적 정비를 통한 농촌지역개발을 목표로 함.

□ 정책적·경제적 효과

- 전반기 성과를 평가한 결과, 기본계획 대비 성과 달성률과 투융자 금액 비율을 본다면, 계획 대비 더 적은 투융자 금액으로 성과목표를 초과달성한 것을 알 수 있음. 비용효과적인 사업 추진을 위한 노력이 성과를 보인 것으로 볼 수 있으며, 추후 본 세부과제에 대한 분석이 진행될 수 있다면 비용효과성 달성이 가능한 이유에 대해 분석하고 이를 본 세부과제 및 다른 기본계획 세부과제에 적용할 수 있도록 가이드를 제시할 수 있을 것으로 보임. 이것은 본 세부과제뿐만 아니라 비용효과적인 측면에서 모범 사례가 될 만한 사업을 선정하여서 향후 기후변화 대응 정책 수행에 대한 가이드를 제시할 때에도 활용이 가능할 것임.
- 기 개발된 여유 수자원의 효율적 배분 및 활용을 통해서 신규 수자원 개발에 대한 비용을 절감하는 효과를 가짐. 이런 효과는 앞서 설명한 다목적 농촌용수개발 사업과도 연결이 가능하며, 다목적 농촌용수의 신규 개발뿐만 아니라 기존 여유 수자원을 이용하는 방안에 대한 시각을 제시함.

□ 추진 방향

- 계획 대비 투융자 금액 감소로 인해 비용효과적인 사업 수행이 되었을 것으로 기대되는 과제임. 이와 관련하여서는 후속 연구가 진행될 필요가 있음.
- 시범지구에 대한 사업으로 진행되었으므로, 이런 농촌용수 이용체계 재편을 전국적으로 확대할 수 있는 가능성에 대해서도 고민이 필요할 것으로 보임.

특히, 앞서 이야기한 비용효과성을 달성한 것이 이런 사업이 진행되기에 매우 적합한 조건을 갖춘 지역만을 시범지구로 선정하였기 때문일 수 있음. 가능하다면 시범지구로 선정되지 않은 지역과 시범지구의 차이점에 대한 분석 및 이해를 전제로, 전국 사업으로의 확대 가능성에 대해서도 명확한 판단을 세울 필요가 있음.

- 농촌용수의 신규 개발에 비해서 비용이 더 적게 소요된다는 점에서는 향후 중점 추진 과제로 추천 가능함.

3.1.12. 한발대비 용수 개발

□ 과제의 개요

- 자연 재해에 대비한 안정적인 영농기반 조성이 필요하며, 특히 천수답과 같이 가뭄에 취약한 지역의 용수 확보가 필요함.
- 용수확보대책 수립, 단계별 가뭄대책 수립, 가뭄지역적정사업비 지원대책, 가뭄대비 토지이용률 제고, 수자원 개발 및 확보, 용수확보대책 발굴 등으로 사업이 구성됨.

□ 정책적·경제적 효과

- 중복 가능성이 높은 다목적 농촌용수개발 사업이나 농업용수 이용체계 재편 사업이 존재하지만, “한발” 대비 용수개발 과제를 별도로 수행하는 것은 기후변화에 따른 가뭄 발생에 대한 경계가 큰 것으로 유추됨. 유사 과제와 통합할 경우와 별도 과제로 추진할 경우의 장단점에 대한 비교가 필요함.
- 농가소득을 향상시킬 것으로 예상됨. 특히, 가뭄에 대한 사전적 대응 과제라는 특성이 있음.

□ 추진 방향

- 가뭄 발생 시 긴급 용수공급대책, 미발생 시에는 가뭄 취약지역을 중심으로 선제적 대책(용수원 개발, 용수 재이용시설 설치, 용수 저류 등)을 수립할 필요가 있음.
- 앞서 제시한 다목적 농촌용수개발 사업 및 농업용수 이용체계 재편 사업의 수혜지역에 미치지 못하는 지역을 본 사업을 통해 추진함으로써 중복을 피하고 가뭄에 긴급하게 대처하는 방향으로 추진할 필요가 있음.
- 용수원 개발뿐 아니라 용수의 효율적 이용 또는 절약 방안도 한발에 대비한 대응책이 될 수 있음. 따라서 가뭄 대응 정책을 고려할 때 새로운 용수원 개발 외에 기존의 용수에 대한 효율적 이용 방안을 고민해야 함.

3.1.13. 지하수자원 관리

□ 과제의 개요

- 기후변화에 따른 가뭄 상습지역의 증가로 미래수자원 확보가 필요함. 체계적인 지하수 관리를 위해 기초 인프라 및 농경지 염해 사전예방 체계 구축이 요구됨.
 - 해수침투 관측망 지속 및 확대 운영
 - 농어촌지하수관리시스템을 통한 지하수의 효율적 이용 제고(농어촌지하수넷 운영). 2015년 기준 77개 시·군 226지구 정보를 WebGIS 지도서비스로 제공
 - 2011~2012년, 읍면별 맞춤형 농업용 지하수 공급체계 마련 및 지하수 보전·관리방안 마련
 - 2013~2015년 지하수 관리 필요지역 선정 및 원인별 지하수관리 대책을 지자체에 제안하여 2013년 기준 대책 제안 중 80%(2,905건) 개선 조치

□ 정책적·경제적 효과

- 정책적으로 한발 대비 대책 마련이나 농업용수 수질 개선 사업과 밀접한 연관이 있는 사업임. 농업용수 수원을 지표수와 지하수로 대별할 경우 각 용수의 특성에 맞춘 사업이 필요하다는 점에서 지하수자원에 초점을 맞춘 사업은 매우 유용할 것으로 판단됨.
- 단 해수침투 조사는 지하수 관리에 비해 당초 목표에 못 미치는 수준으로 달성되었음. 따라서 좀 더 주의를 기울여서 추진할 필요가 있음.
- 농업용수 관련 세부과제를 종합적으로 추진하기 위해 지표수와 지하수와 같이 주제별로 과제를 통합할 수 있지만, 행정·지리적 지역을 바탕으로 통합하는 것도 방법이 될 수 있음. 즉, 특정 지역의 농업용수 종합 관리를 수행한다면 지표수와 지하수 사이의 연관 관계와 자연 순환을 고려한 더욱 거시적인 과제로 발전시킬 가능성이 있음.
- 안정적 용수 확보와 염해 방지라는 측면에서 농가소득에 밀접한 영향을 미칠 것으로 예상함.

□ 추진 방향

- 최근 발생한 고온 및 가뭄 현상을 고려할 때 향후 실행 목표를 상향 조정하는 것도 검토 가능함.
- 가뭄과 연계한 농어촌지하수관측망 활용을 확대하여 적극적인 가뭄 대비 방안으로 활용할 필요가 있음. 이와 관련하여 관련 예산 확보도 중요한 사안임.

3.2. 감축/흡수

3.2.1. 온실가스 감축 영농기술 개발

□ 과제의 개요

- 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위해 부문·업종별 온실가스 감축목표 설정 등 다각적인 온실가스 감축정책 추진 중임.
- 우리나라 경종분야 온실가스 저감기술은 물 관리 기술 및 무경운 농법이 가장 중요함.

□ 정책적·경제적 효과

- 온실가스 감축영농기술 도입 시 온실가스 감축 효과뿐만 아니라 노동력과 생산비용 절감의 효과도 기대할 수 있음.
- 무경운재배의 경제적 성과 자료는 양승구 외 5인(2012)의 자료를 적용함. 무경운이 경운재배에 비해 단수는 많고, 단가도 높아 조수입이 213만 9,200원 더 많은 것으로 나타남. 반면 경영비는 제재료비의 증가로 11만 1,400원 더 많은 것으로 나타남.

□ 추진 방향

- 녹비이용, 물관리, 무경운, 재배시기 조절 등 5개의 온실가스 감축을 위한 밭재배 매뉴얼 개발의 경우 현재 개발 시작단계에 있으며, 향후 지속적인 연구투자가 이루어져야 할 것으로 보임.

3.2.2. 농경지 토양의 탄소축적 및 변화량 평가

□ 과제의 개요

- 기후변화는 대기 중 이산화탄소 증가가 주원인으로 분석되는 바 온실가스 감축이 주요한 의제로 대두됨.
- 농경지 토양은 산림토양과 함께 육상생태계의 중요한 탄소저장고로 인정되고 있음.
 - 토양 탄소 관리에 의한 온실가스 감축은 탄소배출권의 확보와 직접적으로 관련 있음. 따라서 농경지 토양탄소 축적량 및 변동에 관한 연구가 필요함.
 - 동일 비료 장기연용 시험농경지(1954~)를 통하여 장기간 토양 유기탄소 변화자료를 구축하였고, 이를 토대로 토양유기탄소 변동의 원인해석·예측기술을 개발하여 기후변화에 대응하는 토양관리방안 마련이 필요함.

□ 정책적·경제적 효과

- 농경지 토양의 탄소 축적기술을 개발함으로써 탄소배출권 확보를 통해 국가 온실가스 감축목표 달성에 기여함.
- 농경지 토양이 탄소 축적기술을 농가에 보급함으로써 농가의 새로운 소득원을 창출함.

□ 추진 방향

- 토지이용변화에 따른 토양탄소 축적량 산정시 국내 토양실정에 맞는 토양탄소 기본축적계수 등 국가고유계수 개발이 필요함.
- 토양탄소 축적량 산정을 위해 기초 자료를 구축하고 축적량을 산정할 필요가 있음.

- 토양탄소 증진을 위한 토양관리기술을 개발하고 축적변화량 산정을 고도화할 필요가 있음.

3.2.3. 도시농업의 활성화 방안

□ 과제의 개요

- 급격한 도시화·산업화로 인한 인구집중, 수질·공기·생태 오염 등 도시환경 문제 발생 및 온실가스 증가
 - 도시농업 활성화를 통해 도심녹지공간을 확대함으로써 도심온도 저감, 온실가스 감축 및 생태계 복원 가능
- 한편 우리나라 도시농업은 법·제도적 인프라 미흡, 도시농업 실천공간부족 및 네트워크 구축 부족 등 아직 초기단계
 - 도시농업의 법적 근거를 마련하고, 도시농업 실태조사, 포털사이트 구축 등 인프라를 구축하는 한편, 도시텃밭 지속 확대 추진이 관건

□ 정책적·경제적 효과

- 도시농업 활성화를 통해 도심녹지공간을 확대함으로써 도심온도 저감, 온실가스 감축 및 생태계 복원 등을 통해 기후변화 대응정책에 기여함.

□ 추진 방향

- 도시농업용 농지의 확보(김태곤·허주녕·전진희 2014)
 - 도시계획제도에 농업구역을 설정하여, 일정면적의 농지를 농업용도로 확보하여 장기적으로 이용
 - 유휴화되고 있는 농지의 텃밭으로 활용
 - 각급 학교 내의 미이용 토지를 학교텃밭으로 활용

○ 주말 텃밭의 이용도 제고

- 개설자는 이용자에 대한 편의제공, 이용자는 성실경작의 의무 등의 원칙을 포함하는 이용 규정을 설정하여 운영할 필요가 있음.
- 텃밭농원 이용자를 대상으로 한 의향조사에 의하면 주차장, 텃밭 내 쉼터, 세면장, 화장실 등에 대한 시설확충을 요구하고 있음. 개설자는 편의시설을 설치하여 비용은 이용료에 포함하고, 시설설치에 대한 규제 등에 대해서는 시설규모의 한도를 정하여 완화하는 방안을 찾아야 함.

○ 도시농업법 관련

- 기존 귀농운동본부 등에서 일정 과목을 수료한 자는 도시농업 강사로 활동하고 있는 실태임. 건전하고 바람직한 도시농부를 육성하기 위해서는 교육을 전문적으로 담당할 전문인력의 양성이 중요함. 전문인력의 인증제도를 도입하는 방안 검토 필요함.

3.2.4. 시설원에 에너지 절감방안

□ 과제의 개요

- 농업분야 녹색성장을 뒷받침할 수 있는 신재생 에너지 보급 및 에너지절감 시설 보급으로 기후변화 적응 및 온실가스 감축에 기여
 - 유류 등 화석연료 사용 감축을 위한 지열냉난방시설 등 신재생에너지 및 다접보온커튼 등 에너지절감시설 보급 확대

□ 정책적·경제적 효과

- 신재생 에너지 보급 및 에너지절감시설 보급으로 기후변화 적응을 통하여 식량안보에 기여함. 뿐만아니라 온실가스 감축을 통해 국가온실가스 감축정책에 기여함.

- 지열히트펌프의 경제적 성과 자료를 보면 지열이 기름 난방에 비해 조수입은 10a당 227만 6,000원 많음. 또 고정비와 추가경영비는 각각 751만 2,000원, 186만 4,000원 더 많은 데 비해 에너지사용액은 832만 9,000원 더 적은 것으로 나타남(정학균·김연중·이혜진 2016). 파프리카 재배 농가의 다겹보온커튼의 이용성과를 보면, 경영비가 10a당 시설설치 고정비 176만 8,000원과 에너지비용 1,011만 5,000원을 합하여 1,188만 3,000원으로 나타났고, 얇은 보온커튼은 1,503만 4,000원으로 나타났음. 따라서 다겹보온커튼 이용의 순수입은 10a당 315만 1,000원으로 분석되었음(김창길 외 3인 2013).

□ 추진 방향

- 지열냉난방시설 등 신재생에너지시설의 초기 설치비 부담, 지원대상 시설 제한에 따른 중소규모 농가 보급 한계 존재함. 심부지열 등 새로운 형태의 에너지절감형 냉난방시설 지원메뉴 발굴 및 기존 냉난방·보온시설 연계를 통한 효율 극대화 방안 연구가 필요함(김창길 외 2011).
- 지열히트펌프 활용 확대
 - 농가단위에서 지열히트펌프를 확산시키는 데 있어 장애요인으로서는 초기의 높은 시설투자비용이 있는데 우선은 농가의 자부담 비율을 낮추어 줄 필요가 있고, 장기적으로는 민간투자를 유도하고, 규모화와 기술개발을 통해 지열히트펌프의 생산비용을 낮춤으로써 초기 시설투자비용 낮출 필요가 있음.
 - 또한 기술의 안정성을 높이기 위한 기술개발이 지속적으로 이루어져야 함.
 - 현재 시공업체가 난립되어 있어 농가에게 혼란을 주고 있는데 면허제를 도입하여 무능력업체를 규제할 필요가 있음. 설계·시공·감리 관련 업체에서 사업을 총괄하도록 일원화하고 관리감독이 실제적으로 이루어지도록 해야 함. 또한 향후 사업 대상자 선정시 자부담능력이 있고, 재배기술이 높은 농가를 우선적으로 고려해야 함. 또한 품목별로 일률적으로 적

용하고 있는 지열용량을 품목에 따라 다르게 적용할 필요가 있음.

○ 농업용 LED 활용 확대

- 농가단위에 농업용 LED를 확산시키는 데 있어 장애요인으로는 초기의 높은 시설투자비용이라고 할 수 있음. 단기적으로 초기 설치비용에 대한 정부의 지원이 필요하고, 장기적으로 지열히트펌프와 같이 설치비용을 낮추기 위한 여러 가지 방안을 강구할 필요가 있음.
- 실증연구 대상품목을 보다 확대할 필요가 있음. 또, 백열등은 열이 발생하지만 LED는 열이 발생하지 않아 주로 겨울철에 재배하는 시설농가들을 위해 LED 보급과 함께 시설하우스의 보온대책을 함께 강구시켜줄 필요가 있음.

○ 교육·홍보 강화

- 지열히트펌프, 농업용 LED 적용은 농촌현장에서 시·군 농업기술센터의 지도, 작목반장 또는 선도 농업인 등을 통해 이루어지고 있으므로 이들 기관과 핵심적인 지도자에 대한 체계적인 교육과 녹색기술 적용 효과에 대한 홍보가 필요함.
- 성공적인 적용 확대를 위한 공감대 형성과 인식제고를 위해서는 효과적인 교육 프로그램 개발과 이를 위한 적절한 예산투입이 필요함. 또 선도 농가들의 지열히트펌프 적용기술 매뉴얼을 만들고 선도 농가를 위촉하여 교육을 시키는 프로그램을 만들 필요가 있음

- 농가들이 기술을 쉽게 받아들이지 않고 있으므로 주요 기술의 경제적 효과 분석 결과를 바탕으로 장기적인 관점에서 농가소득에 도움이 된다는 사실을 농가가 인식하도록 교육하고 적극 홍보할 필요가 있음. 또, 새로운 녹색기술 보급을 위한 농가교육을 확대하고, 새로운 녹색기술에 대한 적응력을 높이기 위해 우수농가, 외국의 선진사례 등을 견학할 수 있는 프로그램을 개발하여 추진할 필요가 있음.

3.2.5. 기후변화 적응 및 탄소흡수 증진을 위한 수종육성 연구

□ 과제의 개요

- 본 과제에서 달성하고자 하는 목표는 크게 세 가지임. 첫째 탄소흡수력이 우수한 수종 개발, 둘째 나무의 기후변화 적응성 평가, 셋째 목질계 바이오매스의 생산 증진을 위한 기술 개발임.
 - 자원으로써 산림은 신재생에너지 생산에 필요한 바이오매스를 제공할 뿐만 아니라 기후변화 완화에 필요한 탄소흡수의 중요한 원천임. 또한 기후변화로 인해 나타나는 산림생태계의 변화를 사전에 예측하고 적절히 대응할 필요가 있음.

□ 정책적·경제적 효과

- 당장의 경제적인 효과를 기대하기는 어려우나, 목질계 바이오매스 생산 증진을 통해 화석연료 고갈 등 미래의 에너지 위기에 대비하고, 수종의 기후변화 적응성을 평가함으로써 이산화탄소 농도 증가로 인한 산림생태계의 변화를 예측해 볼 수 있음.
- 정책적으로는 탄소흡수력이 우수한 수종을 개발하여 탄소흡수원의 흡수력을 강화한다는 점에서 의의가 있음.

□ 추진 방향

- 이 과제는 사업의 효과를 극대화하기 위해 조림/숲 가꾸기, 도시숲 조성, 바이오순환림 조성, 북한 산림 복구 등 탄소흡수원을 확대시키는 정책과 유기적으로 연결되어 추진될 필요가 있음. 탄소흡수 우수 수종에 대한 연구 결과를 다양한 형태의 산림 조성·관리 사업에 적용하여 각기 상황에 적절한 수종을 결정할 수 있음.

- 에너지를 생산하기 위해 목질 바이오매스를 사용함으로써 배출되는 이산화탄소가 기후변화에 부정적인 영향을 미치는 지에 대한 면밀한 검토가 요구됨.

3.2.6. 온실가스 산림상쇄 기반 구축

□ 과제의 개요

- 온실가스 감축목표를 달성하기 위해 온실가스 감축목표량을 산림으로 상쇄시킬 수 있는 기반을 구축할 필요가 있음.
 - 관련 제도를 갖추기 위해 기후변화 전문인력을 양성하고, 민관협력을 강화함.
- 장기적으로 탄소흡수 측정과 검증이 가능한 산림탄소관리체계를 구축함.

□ 정책적·경제적 효과

- 온실가스 감축목표를 산림으로 상쇄할 수 있는 법적·제도적 기틀을 만드는 과정이라는 점에서 정책적인 의미가 큼.
- 또한 산림 부문의 상쇄를 통해서 기업 부문의 온실가스 배출 감축 부담을 경감시킨다는 점에서 상당한 경제적 효과가 있을 것으로 기대함.

□ 추진 방향

- 2015년 기준으로 산림 부문의 국가온실가스 감축목표 기여율이 6.8%로 추정되며, 이는 당초 계획보다 1.5%포인트 높은 수치임. 2015년까지는 과제수행의 중기 단계로서 관련 법과 제도를 마련하고, 국민적인 공감대를 이끌어 내기에 충분하도록 산림탄소센터 설립, 전문인력 양성 학교 지정, REDD+ 포럼 개최 등을 추진하였음.

- 국제적인 기준에 부합한 시스템을 구축하고, 장래에 온실가스 감축에서 산림 부문의 역할을 고려하여 국가온실가스 감축목표를 달성하는 데 기여할 수 있도록 해야 함.

3.2.7. 소수력발전 추진

□ 과제의 개요

- 기본계획 수자원 분야에서 유일한 “감축” 관련 계획이었음.
- 온실가스 감축을 위해 화석연료의 대체에너지 개발이 필요함.
- 저수지 등 농업기반시설을 이용하여 에너지를 생산함으로써 온실가스 감축에 기여하고 신소득 창출이 가능함.
- 이용율이 낮은 농업용 저수지에 국비 지원을 통한 사업비 확보와 저수지 외 발전소 설치 가능 시설물(취입보, 도수로 등)에 대한 자원 조사를 목표로 하였음.

□ 정책적·경제적 효과

- 2013년도 기준으로 온실가스 배출의 상위 분야는 에너지 분야의 연료연소로 나타나고 있으며, 특히 원자력발전이 감소하면서 석탄연료 사용이 증가한 것으로 집계됨(온실가스종합정보센터 2015). 거시적 시각에서 석탄연료의 사용을 감소시킬 수 있다는 점에서 농업뿐만 아니라 에너지산업과 연계된 정책 시사점을 가질 것으로 보임.

- 소규모 수력 발전이 가능하다는 점에서 농촌에 설치될 경우, 농업인의 에너지 비용 부담을 절감할 수 있음.
- 농업 이외 분야에서 발전소의 설치 및 운영이 지역경제 활성화에 도움이 될 수 있음.

□ 추진 방향

- 2010년 계획에서는 국고 지원을 예산 계획에 포함시켰으나 실제 2011~2015년 사업은 자부담으로만 이루어져서, 소수력발전의 필요성에 대해서 농업인도 공감한다는 것을 알 수 있음.
- Steinhurst et al.(2012)는 선행연구에서 수력발전의 생애주기분석을 통해 추정된 온실가스 배출량이 0.5~152kg CO₂-eq/MWh로 상대적으로 낮으며 지열, 원자력, 바이오매스, 풍력, 태양광 발전과 비교할 만하다고 설명함.
- 온실가스 감축 및 농업인의 에너지 비용 부담 경감을 위해서 앞으로도 추진해야 하는 사업으로 보임. 2016~2020년의 계획은 2010년 수립된 기본계획에 비해서 더 낮은 목표로 수정이 되어서 달성에 있어서는 더 현실성 있게 수정되었다고 볼 수 있음.

3.2.8. 온실가스·에너지 목표관리제

□ 과제의 개요

- 우리나라는 자발적으로 국가 온실가스 감축 목표(2020년까지 온실가스 배출량을 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축, 음식료품업종은 5% 감축)를 설정하고, 온실가스 감축 정책을 시행하였음.
 - 국가 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 온실가스 다(多)배출 기업을

관리대상으로 지정하여 2010년 4월부터 온실가스·에너지 목표관리제를 실시하였음.

- 농식품부는 농업, 임업, 축산업, 식품 분야를 담당하고, 관련 분야 내 관리업체 지정 및 감축목표 설정, 이행 점검, 이행실적 평가를 담당함.
- 식품부문 온실가스 감축량은 2013년 5만 톤 CO₂-eq, 2014년 6만 7천 톤 CO₂-eq, 2015년 1만 7천 톤 CO₂-eq, 2016년 1만 1천 톤 CO₂-eq로 매년 당초 목표를 초과 달성하였음.

□ 정책적·경제적 효과

- 온실가스·에너지 목표관리제는 농식품부를 포함한 전 국가적인 과제이기 때문에 다른 부처의 관리업체 선정 및 이행 실적 관리에 대한 정보 및 노하우 공유를 통해 정책적 효율성을 높일 수 있음. 단, 타 부처의 과제 수행을 벤치마킹하는 동시에 식품분야만이 가지는 특성을 고려하여 정책을 시행할 필요가 있음.
- 본 과제는 직접적인 온실가스 관리 규제이므로 관련 산업체의 경제 활동에 직접적인 영향을 미침. 온실가스 관리 규제로 인해 시장 왜곡이 일어나지 않도록 세심한 정책 마련이 요구됨. 규제적 성격이 강한 목표관리제의 취지 및 온실가스 배출이 미치는 사회적 비용에 대한 공감을 형성하고 자발적인 온실가스 감축을 유도하는 메커니즘이 중요함.
- 당초 계획보다 적은 비용으로 초과 목표를 달성하였으므로 비용효과적으로 사업이 수행되었다고 판단됨.

□ 추진 방향

- 농식품부에서 농식품분야 배출권거래제 목표 설정 및 운영을 담당하므로 세부과제명 수정 및 성과지표 개선이 요구됨.

- 파리협정 이후 신기후체제에 부합하도록 감축 목표량을 수정하고 관련 성공 사례를 발굴하여 확산하는 노력이 필요할 것으로 보임.

3.3. 인프라

3.3.1. 저탄소농축산물 확대

□ 과제의 개요

- 기후변화에 효과적으로 대응하고, 농식품 경쟁력을 강화하기 위해 저탄소 농축산물 인증제 도입 추진
 - 생산자와 소비자의 저탄소 활동을 자발적으로 유도하여 농식품분야의 온실가스 감축 실현
 - 녹색기술 확산 및 보급을 통한 경영비 감소 및 농식품의 탄소배출 정보를 인증·표시하여 판매 촉진 도모 가능

□ 정책적·경제적 효과

- 농식품부에 따르면 저탄소 농축산물 인증제 도입 시 농업부문 온실가스 5% 감축되는 것으로 나타남.
- 일본 소비자의 저탄소 상품 구입에 대한 의향 조사 결과, 우선구매 의사를 표시한 소비자는 72%에 달함.

□ 추진 방향

- 저탄소 농축산물 인증제는 농가의 에너지 사용에 대한 컨설팅으로 경영비 절감효과가 발생하고 저탄소 농축산물 홍보를 통해 판로 개척 및 매출상승 효과 등이 있는 것으로 보임. 하지만 저탄소 농축산물 인증제를 통해 농업인

들의 저탄소 농업기술 수용을 더욱 촉진시키기 위해서는 저탄소 농축산물에 대한 소비를 보다 활성화시킬 필요가 있음. 농가조사 결과에서 기술적용 시 애로사항을 질문한 결과, ‘저탄소 농산물의 인지도가 낮아 가격차별화가 되지 않은 점’의 응답 비중이 24.6%로 ‘단보당 수량 감소’(25.7%) 다음으로 높았음(김창길 외 3인 2013).

- 저탄소 농축산물 인증제는 친환경 인증, GAP 등 농식품 국가인증을 취득한 농가들을 대상으로 하고 있음. 따라서 저탄소 농축산물은 안전하고 우수한 농산물이면서 동시에 기후변화 완화에도 기여하는 농가에서 생산한 농산물이라는 의미를 담고 있음. 따라서 저탄소 농축산물에 대한 충분한 홍보가 이루어진다면 많은 소비자들이 관심을 갖고 구매할 것으로 평가함.
 - 저탄소 농축산물의 신뢰성을 확보하고 소비자들이 보다 잘 인식할 수 있도록 탄소감축량을 표시하는 것을 고려해 볼만 함. 저탄소 인증을 받았지만 얼마만큼의 온실가스를 저감했는지 알 수 없음.
 - 현재 농업기술실용화재단에서 ‘스마트 그린푸드’라는 이름으로 저탄소 농축산물 홈페이지를 운영하고 있음. 이 홈페이지 등 다양한 매체를 통하여 저탄소 농축산물의 탄소저감량 등의 정보를 소비자들이 알 수 있도록 하는 방안을 고려해야 함.
- 소비자 홍보와 판촉 활동을 하여 소비 확대를 유도할 수 있는 방안을 모색해야 함. 본 사업에 들어가기 전에 백화점 및 대형마트 등과 미리 협의하여 홍보할 수 있도록 준비해야 함.
 - 현재 많은 백화점 및 대형마트에 별도의 친환경농산물 코너가 마련되어 있는데, 저탄소 농축산물도 잘 눈에 잘 보일 수 있는 공간에 배치한다던지, 표시를 하여 소비자들의 관심을 유도하고 실제 구매로 이어질 수 있도록 해야 함
- 저탄소 농축산물 인증제는 신뢰성 확보를 위한 법적 근거 부재하고, 제도 활

성화를 위한 생산자·소비자·유통사 입장에서의 실질적이고 효과적인 지원 방안 부족한 상황임.

- 실효성 있는 사후관리를 하고, 타 농식품 국가인증제도와와의 형평성을 기하기 위한 법령 제·개정 필요함.
- 현재 농산물에 국한된 인증제도의 확산에는 한계가 있기 때문에 제도 도입 취지에 맞게 축산부문의 도입방안 연구를 통한 인증 품목의 확대 필요
- 현재 저탄소 인증 농산물을 그린카드로 구매 시 상시 9% 적립(일반카드는 멤버십카드로 적립)이 가능 부분에 대하여 소비자 적립혜택이 확산될 수 있도록 유통사의 그린 POS 구축 확대 및 관련 정보 최신화 공유 필요

3.3.2. 탄소상쇄사업 추진

□ 과제의 개요

- 목표관리제 시행, 탄소배출권 거래제 도입 등에 온실가스 배출 감축제도 발효에 대비한 농림축산식품분야 탄소시장 활용 정책 필요
 - 타 부문에서는 상쇄제도를 운영하고 있으나, 농식품 분야에서 자발적인 탄소 감축활동을 지원하는 제도는 없는 상황
 - 탄소상쇄제도 도입을 통해 농식품 부문의 자발적인 온실가스 감축활동 활성화 및 국가 온실가스 감축목표 달성에 기여

□ 정책적·경제적 효과

- 기본계획의 온실가스 감축목표를 달성하는데 있어 상쇄제도는 매우 중요한 수단임. 효과적인 상쇄제도 운영을 통해 농식품 분야에서 온실가스를 감축시킨다면 국가 온실가스 감축목표 달성에 기여하게 될 것임.

□ 추진 방향

- 저탄소농업을 실천을 통해 감축한 탄소를 배출권거래시장에서 활발히 거래

하기 위해서는 기술별 모니터링 체계 구축 필요하고, 에너지 뿐만 아니라 비에너지 부문에서 적용 가능한 방법론을 도출할 필요가 있음.

- 비에너지 부문의 배출계수 연구 확대 및 에너지 부문의 계측시스템 설치를 통한 사업 확대기반 구축
 - 배출권거래제와 연계하기 위해서는 농가의 감축실적을 정확하게 계측하기 위한 모니터링 시스템 표준화 연구 필요
- 농림축산식품 분야에서 이러한 탄소거래형 감축사업이 가능한 분야로 에너지 이용 효율화 사업, 신재생에너지사업, 질소질비료 절감사업, 바이오매스 활용사업 등이 있음<표 5-6>.

표 5-6. 사업 대상 분야 및 저탄소 농업기술

사업 대상 분야	저탄소 농업기술(예시)
에너지 이용 효율화 사업	고효율설비전환, 연료전환 등(수막재배, 발전온배수, LED)
신재생 에너지 사업	태양광, 태양열, 풍력, 지열, 소수력등(신재생, 지열)
질소질비료 절감사업	퇴·액비 활용기술, 녹비작물 활용기술 등(녹비)
농축산 부산물 등 바이오매스활용사업	가축분뇨 자원화사업, 목재연료 활용사업(농업분야), 바이오 에너지 생산 사업 등(왕겨보일러, 목질, 바이오가스)
기타 감축사업	가축사료 급여개선, 논 물 관리 기술(간단관계), 수막 재배 등(보존경운, 물관리, 녹색마을)

- 탄소거래형 감축사업은 기업의 참여를 통해 추진될 수 있음. 기업참여 감축사업은 저탄소농업기술 도입에 필요한 비용을 기업이 부담하고, 감축실적은 기업이 활용하여 기업과 농촌의 상생협력 추구 모델임.
- 농식품부·지자체는 정부지원사업을 통해 저탄소농업기술 설비설치 시국비·지방비를 지원함.
 - 온실가스 배출 감축의무가 있는 기업이 농가에 자본과 지식 및 기술 등을 지원하여 온실가스 감축사업에 투자하고 농가의 감축실적 활용함.

- 농업인은 기업에 제공한 저탄소농업기술 및 자본을 활용하여 영농활동을 하고, 이를 통한 온실가스 감축량 및 에너지 절감비용 일부를 기업에 제공함.
- 배출량 감축분을 계측하고 기록하여 이들 자료를 기초로 크레딧화 하는 작업이 관건임. 따라서 이에 따른 비용이 수반되므로 향후 이와 관련된 적절한 관련 연구가 수행될 필요가 있음.

3.3.3. 농업생산자원 평가를 위한 토양환경조사

□ 과제의 개요

- 영농을 위하여 투입되는 화학비료, 합성농약 사용량이 감소하고 있으나 감소 폭은 완만함
 - 우리나라는 그간 좁은 국토에서 많은 인구를 부양하기 위해 화학비료, 합성농약에 크게 의존해 사용량이 최고 수준임.
- 친환경농업육성법 제11조에 의거 토양자원 및 농업환경변동 실태조사를 실시하고 있음.
 - 4년 1주기로 토양 중 물리, 화학, 미생물, 중금속함량을 조사하고 있고, 4년 1주기로 취약 농경지 토양환경 변동조사를 하고 있음.
- 친환경농업 육성을 위해서는 농업의 경작형태에 따른 농경지 내 환경 조건별 토양 화학성, 물리성 등에 대한 지속적인 자료축적이 요구됨

□ 정책적·경제적 효과

- 토양 화학성, 물리성 등 토양환경조사를 토대로 맞춤형비료 사용 등 적정투입을 할 수 있음. 적정투입은 생산량 증가, 경영비 감소 등의 편익이 있음.

□ 추진 방향

- 농경지 비옥도를 읍·면·동별 지목을 고려한 평가가 필요하고, 농경지의 비료 사용 실태를 조사할 필요가 있음.
- 지속적으로 토양환경변동을 모니터링할 필요가 있는데 4년 1주기로 시설재배지 토양 중 물리, 화학, 중금속, 미생물조사가 이루어질 필요가 있고,공단 인근 농경지의 토양환경 변동조사가 필요함.

3.3.4. 농업시설 재해 경감을 위한 기반기술 개발

□ 과제의 개요

- 최근 기상변동의 폭이 커지고 잦은 이상기상으로 기상재해가 빈발하는 등 농업생산에 큰 영향을 주고 있음
- 원예특작시설의 내재해 규격을 보급 확대함으로써 재해를 경감시킬 수 있음.

□ 정책적·경제적 효과

- 재해에 의한 경제적 피해는 매우 큰 것으로 집계되고 있음. 내재해 규격 보급을 확대함으로써 국가 및 농업인의 경제적 손실이 최소화될 수 있음.

□ 추진 방향

- 비닐하우스 구조·자재 성능 평가 기반 기술을 구축함. 예를 들어 비닐하우스 현장 시공 방법에 대한 구조성능 분석을 실시함.
- 비닐하우스 구조·자재 성능 평가 기술 개발이 필요하며, 비닐하우스 구조 안전성 평가를 위한 구조해석 기술 개발과 비닐하우스 구조안전성 실시간 모니터링 기술 개발이 필요함.

3.3.5. 농업재해보험 확대

□ 과제의 개요

- 자연재해로 인한 농업피해를 보험제도로 실손 보상함으로써 농가의 소득 및 경영안정을 도모하고 안정적인 농업재생산 활동 뒷받침
 - 농업인이 농업재해보험 가입시 보험료의 50% 지원
- 대상품목, 보장범위, 사업지역 등을 확대를 통해 경영안정효과 제고
 - 대상품목 '16년 66개이며 '17년 69개로 확대 예정
 - 특정위험을 보장하던 과수5종 종합위험방식 도입하여 보장범위 확대

□ 정책적·경제적 효과

- 과수농가를 대상으로 재해보험의 효과를 추정한 결과, 보험가입 농가는 미 가입 농가에 비해 평균 132만 원의 보험으로 인한 경제적 효과 발생(김창길 외 3인, 2015)
 - 보험의 경제적 효과는 기상재해의 빈도가 증가할수록 커짐. 따라서 보험 홍보 및 가입 유도는 기상재해가 많이 발생하는 지역을 중심으로 추진하는 것이 효과적임. 보험비의 책정도 영농규모나 재배 품종뿐만 아니라, 영농 지역의 기후 조건을 반영하여 다양화할 필요가 있음.
- 자연재해로 인한 피해와 소득 불확실성에 대한 심리적 불안감을 감소시키는 비경제적 효과도 존재

□ 추진 방향

- 벼 품목의 가입면적의 증가로 전체 가입률은 증가하였으나, 일부 품목의 경우 가입률 저조
 - 감자, 고구마, 감귤 등 가입률이 10%미만 품목 다수 존재

○ 재해보험 활성화를 위해 다음의 정책을 고려할 필요가 있음(김창길 외 3인 2015).

- 농가의 위험관리를 위한 개인 보험 개발 등 지역 및 품목별 조건을 고려한 농업재해보험 확대 필요
- 보험금 지급 기준 및 피해액 산정 기준 개선 필요; 일정 수준 이상의 자연재해가 발생함과 동시에 발행한 자연재해로 인한 낙과 등의 피해가 20% 이상 발생해야 보험금이 지급되는데 이 기준은 지나치게 엄격하다는 농업인들의 의견이 많은 상황임. 또 피해율 산정 기준이 모호하여 농작물 재해보험에 대한 농업인들의 신뢰를 낮추는 요인으로 작용함. 그러므로 보험금 지급 기준을 좀 더 명확하게 보완하고 개선해야 할 필요 존재함. 품목의 생육 특성을 고려하여 피해액 산정 기준이 개선될 필요가 있음.
- 보험 상품을 다양화하여 농가의 선택 폭을 넓히는 노력이 필요; 정부와 지자체 지원에도 불구하고 비싼 보험료가 가장 큰 미가입 요인으로 나타남. 따라서 지자체와 정부의 지원금 확대뿐만 아니라 보험 상품 다양화를 통해 보험 가입 유도 필요

표 5-7. 농작물 재해보험 상품 다양화 예시

현행	보험 상품 다양화 예시	보험료 변동
낙과율 20% 이상부터 보상	낙과율 10% 이상부터 보상	인상
	낙과율 30% 이상부터 보상	인하
피해의 70% 보상	피해의 90% 보상	인상
	피해의 50% 보상	인하

* 현재는 동일 품목에는 동일한 기준으로 보험료와 보험금이 책정되고 있음. 따라서 동일 품목에도 보상 범위나 보상 내용을 다양화한 보험 상품 개발로 보험 가입 확대 유도

- 농가의 보험 부담금을 완화할 수 있는 방안 마련 필요; 전라북도의 경우 지자체가 농작물 재해보험 농가 부담액의 54% 지원함 문경농협의 경우 농업의 자부담금 전액 지원함.

- 농작물 재해보험의 내실화를 위해 전담기관 역할 확대가 필요함. 재해보험사업의 공공성 확보를 위해 현장의 의견을 반영한 보험상품의 개발 및 상품개선, 민간보험사업자의 관리·감독, 상품 개발을 위한 보험 통계자료 수집 등의 역할을 수행하는 전담기관(농금원)의 역할 확대가 필요함.

3.3.6. 농업지대별 농업기상정보 생산 및 활용체계 구축

□ 과제의 개요

- 우리나라의 농업기상정보 생산과 활용기술은 기초단계로 선진국에 비해 낮은 실정임.
 - 향후 농업지대별(혹은 농산물 주산지별) 고품질 농업기상정보의 생산과 활용기술의 실용화로 농작물의 기상재해 피해 경감에 기여
 - 농업인의 신속한 기상재해의 대비로 농작물의 안정 생산 구현 가능

□ 정책적·경제적 효과

- 조기경보시스템의 비용편익분석 기간은 30년을 설정하여 순현재가치(NPV)를 계산한 결과, 편익의 NPV는 26,342원으로, 비용의 NPV는 12,508원으로 나타나 순현재가치는 13,834원, 편익/비용 비율(B/C ratio)은 2.1로 나타남.
- 정부가 조기경보시스템의 초기 투자비를 100% 지원을 가정하여 재무적 분석을 하면, 순현재가치는 19,246원, B/C ratio는 3.7로 나타남.

□ 추진 방향

- 농업부문 기상재해 피해저감을 위한 농장맞춤형 기상예측정보의 생산 및 신속·정확한 서비스 체계 구축 미흡
 - 3차 공간정보(기상재해 위험지도 등) 및 4차 시간정보(기상위험 지수화, 조기경보체계 등)로 기상예측정보 서비스의 고도화가 필요

3.4. 거버넌스

- 농식품분야의 기후변화 대응과 관련하여 실제로 현장에서 대응방안을 실천하는 주체는 농업인이므로 현장 기술지원과 교육이 매우 중요함. 교육이 제대로 이루어지기 위해서는 기후요인과 비기후요인을 고려한 지역별·품목별 기후변화 영향평가와 현재와 미래의 취약성 평가가 이루어져야 함. 아울러 기후변화 적응방안에 대한 농가의 수용능력을 고려한 대응정책 프로그램 개발이 이루어져야 함.
- 또 농식품 분야의 기후변화 대응 실천전략이 효과적으로 집행되기 위해서는 농림축산식품부를 중심으로 유관기관과 농업인 등 관련주체의 적절한 역할 분담이 이루어질 수 있도록 거버넌스가 구축되어야 함.
 - 이를 위해서는 농림축산식품부(창조농식품정책과)는 산림청과 협력하여 기후변화 대응관련 총괄기능을 담당하며, 기상청은 기후변화 모니터링 및 장기예측 등의 정보를 제공하고, 국책연구원인 한국농촌경제연구원(KREI)과 한국환경정책평가연구원(KEI)은 대응정책 수단의 인벤토리와 수단별 경제적·환경적 효과분석에 관한 정보를 제공토록 함.
 - 기후변화 대응관련 핵심은 기술개발과 보급에 있으므로 농촌진흥청, 시도농업기술원 및 농업기술센터의 유기적인 협력관계가 이루어지도록 해야 함.
 - 거버넌스를 통해 농업과 산림(REDD+)을 연계시킬 수 있는 방법을 검토할 필요가 있음. 농업과 산림을 연계하여 임농복합경영을 하면, 양묘, 조림, 연료, 식량 문제를 체계적으로 연결함으로써 산림복원도 이루어지고 식량도 확보할 수 있음.

제 6 장

요약 및 결론

- 농림축산식품부는 2011년부터 중장기 농림축산식품부문 기후변화 기본계획을 수립하여 추진해 옴. 기본계획의 보다 효과적인 추진을 위해 5년이 경과한 현 시점에서 과거 5년의 성과를 평가하고, 남은 5년의 계획을 보완할 필요가 있음. 또, 2015년 12월에 2020년 이후의 국제 신기후체제 협약이 채택됨에 따라 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응정책을 제시할 필요가 있음.
- 이 연구의 목적은 「농림수산식품 기후변화 대응 기본계획(’11~’20)」에 대해 지금까지의 추진실적을 평가하고, 지속가능한 농업 발전을 도모하고, 신기후체제 정책방향과 부합하는 농업분야 기후변화 대응정책 도출하는데 있음.
- 연구 목적을 달성하기 위해 농업분야 기후변화 대응정책 평가 관련 국내외 문헌을 조사하였으며, 정책담당자를 대상으로 전반기 실적 및 후반기 계획에 대해 설문조사함. 또 전문가들을 위촉하여 실적 및 계획을 평가하도록 함. 그리고 기후변화 대응전략 수립을 위해 5년 전과 비교한 현재의 농식품부 내부 환경과 외부 환경여건에 관한 SWOT 분석을 추진함.
- 정책담당자를 대상으로 2011~2015년의 농식품 기후변화대응 세부추진계획

의 122개 과제에 대해 그 추진실적을 조사하였고, 그 조사결과를 바탕으로 전문가 평가를 추진함.

○ 농식품부 부문 기후변화대응 기본계획의 적응분야 주요 성과를 보면 다음과 같음.

- 농업분야 기후변화 영향 분석을 위한 기술 개발 사업 추진으로 벼 전용 생육모형 ‘ORYZA2000’에 대한 고온 등숙, 고온 불임율 모형 개선, RCP 8.5 시나리오에 따른 도별 쌀 생산성 변동 평가 자료 생성 등의 성과를 도출함.
- 기후변화 적응을 위한 농업 생산(사양) 관리 지원 사업 추진으로 찰옥수수 2기작 재배를 위한 파종한계기와 수확시기 구명, 고온기 잿소 사양관리 표준 매뉴얼 개발 등의 성과를 나타냄.
- 기후변화 조건에서의 농업 생태계 관리 기술 개발 사업 추진으로 42종의 열대/아열대작물 유전자원을 수집하였고, 14종의 기초 환경적응성 평가 등을 실시함.
- 기후변화 대응 안정적 농업용수 공급을 위한 사업 추진으로 기본계획 대비 수리안전답률 112%, 용수공급률 155%로 목표를 초과달성하였고, 지하수 보전·관리를 위해 농어촌지하수넷 시스템을 고도화하여, 2015년 현재 226지구 정보를 WebGIS 지도서비스로 제공하게 됨.
- 기후변화 적응을 위한 농업 생산 자원 개발 사업 추진으로 경종분야의 콩, 옥수수, 감자, 녹비와 원예분야의 사과·배, 채소, 특작, 인삼, 버섯, 열대/아열대 작목은 당초 목표를 달성 혹은 초과 달성한 것으로 평가됨. 축산분야의 경우 국내 환경에 적합한 목초 품종을 개발하고, 한지형 목초를 시범농장 27개소에 보급하였음.

○ 다음으로 감축/흡수 분야의 주요 성과를 보면 다음과 같음.

- 경종분야에서 온실가스 감축 영농기술 개발로 벼 재배의 간단관개로 상시답수 대비 온실가스가 43.8% 감소하고, 밭작물 녹비재배로 관행대비 65.6% 감소한다는 결과를 도출함.

- 원예분야에서 도시농업의 활성화 사업 추진으로 도시텃밭 92,133개소 (2015년 기준)를 개발하여 당초 목표(2000)를 초과 달성한 것으로 평가됨. 또 시설원예 에너지 절감 사업 추진으로 신재생에너지 및 에너지절감시설 보급은 9,804ha(2015년 기준)로 당초 목표(9,132ha)를 달성한 것으로 평가됨.
 - 축산분야에서 온실가스 감축사업 추진으로 지열 난방을 축사에 도입하여 온실가스를 감축하는 기술을 개발하였고, 가축분뇨 적정처리를 위해 공동자원화 시설은 114개소로, 에너지화 시설은 10개소로 각각 확충됨.
 - 산림분야에서 조림사업을 통한 흡수 확대 사업 추진으로 연간 약 2만 2,000ha 규모의 숲을 조성하였고, 도시숲 조성사업 확대로 1인당 생활권 도시숲 면적이 $8.58m^2$ 를 기록하여 세계보건기구(WHO) 권고 수준($9m^2$)에 근접하게 됨. 식품·유통 분야에서 온실가스·에너지 목표관리제 도입 및 시행함.
 - 인프라 분야의 기후변화 대응을 위한 물적/제도적 인프라 구축 사업 추진으로 이상기상에 대응하기 위한 온실의 개보수 및 신축 지원, 저탄소 농축산물 인증제도 도입 등의 성과를 도출하였음. 기후변화 대응을 위한 위기관리시스템 구축 사업 추진으로 기후변화 대응 농업재해보험의 활성화, 농업지대별 농업기상정보 생산 및 활용체계 구축 등의 성과를 얻음.
- 추진실적 및 향후 계획 평가를 기초로 기본계획의 개선방향을 다음과 같이 제시할 수 있음.
- 기후변화 영향 예측 및 취약성 평가에 대한 사업 확대, 이상기상 및 농업 생태계의 변동을 반영한 기술 개발 사업 추진, 기후변화 적응 수단 도입을 고려한 과급 효과 분석, 실효성 있는 조림사업 추진, 실효성 있는 목질계 바이오매스 활용사업 추진, 온실가스 감축량을 평가할 수 있는 방법론 개발, 기후변화 대응기술 개발 사업과 보급사업과의 연계성 강화, 기본계획에 추가적으로 연구해야 할 과제 검토, 기후변화 대응과 직접적 연관성이 낮은 과제 재검토, 중복 과제의 조정 및 타 분야와의 연계성 강

화 등이 요구됨.

○ 향후 기본계획 과제 선정에 있어서 선택과 집중이 중요함

- 최초 농식품부의 「농림수산식품 기후변화 대응 세부추진계획」이 수립될 당시에 비해서 변화한 여건을 반영하여서 기본계획을 수정할 필요가 있음.
- 파리기후변화 협정 후의 배출량 감축 기준 및 국제 사회 흐름을 반영한 세부계획을 수립하거나, 기존 세부과제의 목표 수준을 강화할 필요가 있음. 여기에는 새롭게 개발된 기술이나 R&D 성과가 반영되거나(예, 기상 빅데이터를 활용한 이상기상조기경보시스템 확대) 기존의 기본과제 중 기후변화 적응 및 완화 분야에 직접적으로 연관이 있는 과제에 대한 선택 및 집중을 요구함.
- 특히 한정된 예산이 세부과제 추진 실무자들에게 공통적인 애로 사항으로 지적되는 만큼 과제의 양보다는 질적인 측면에서 집중할 수 있도록 기본계획을 수정해 나갈 필요가 있음.
- 선택과 집중에 있어서 “기후변화 대응”이라는 부분을 제외하고도 여타 농식품부 사업과 더 밀접하게 연결이 가능한 과제는 과감하게 제외할 필요가 있음(예, 방조제 개보수). 그리고 기후변화 대응 측면에서 중요도가 높으면서도 여타 과제와 연결되는 과제에 대해서도 실제 과제를 수행하는 실무진에게 기존 과제 수행과 “기후변화 대응”이라는 측면에서의 차이점을 인식시킬 필요가 있음. 이러한 인식 제고는 과제의 질적 수행을 높일 수 있는 원동력이 될 것임.

○ 실적 및 계획평가, SWOT 분석을 기초로 다음의 핵심과제를 도출함.

- 적응분야에서는 기후변화에 따른 벼 영향평가/예측 및 작물모형 개발, 원격탐사를 이용한 농경지 모니터링 기술 개발, 기후변화에 대한 농생물다양성 장기변동 조사 및 영향평가, 기후변화 적응성 사과·배 품종 개발, 열대/아열대채소 도입 및 재배법 개발, 아열대 자원작물 유전자원 수집 및 적응성 평가, 온난화에 따른 가축질병 방지 대책, 가금 안정 생산 기

술 개발, 목초 신품종 개발 및 초지생산성 향상 개발, 다목적 농촌용수개발, 농촌용수 이용체계 재편, 한발대비 용수 개발, 지하수자원 관리 등의 과제 추진이 필요함.

- 완화/흡수분야에서는 온실가스 감축 영농기술 개발, 농경지 토양의 탄소축적 및 변화량 평가, 도시농업의 활성화 방안, 시설원예 에너지 절감방안, 기후변화 적응 및 탄소흡수 증진을 위한 수종육성 연구, 온실가스 산림상쇄 기반 구축, 소수력발전 추진, 온실가스·에너지 목표관리제 등이 필요함.
- 인프라분야에서는 저탄소농축산물 확대, 탄소상쇄사업 추진, 농업생산자원 평가를 위한 토양환경조사, 농업시설 재해 경감을 위한 기반기술 개발, 농업재해보험 확대, 농업지대별 농업기상정보 생산 및 활용체계 구축 등이 필요함.
- 거버넌스분야의 경우 농식품 분야의 기후변화 대응 실천전략이 효과적으로 집행되기 위해서는 농림축산식품부를 중심으로 유관기관과 농업인 등 관련주체의 적절한 역할분담이 이루어질 수 있도록 거버넌스가 구축되어야 함.

부 록

부록 1. 정책담당자 조사표

과제번호	세부과제명	담당부서
1.1.1	온실가스 감축 영농기술 개발	국립농업과학원 기후변화생태과

작성자: 홍길동 사무관, 044-201-2422(ramces79@korea.kr)

1. 과제 개요

⇒ 2011.8월 수립한 「농림수산식품 기후변화 대응 세부추진계획」(별첨)의 세부과제별 (I.과제개요) + (II. 장단기 목표 및 달성전략)을 요약해서 알기 쉽도록 작성하되, 계획변경 등 여건 변화가 있을 경우 현실에 맞도록 수정 가능

2. 성과와 반성('11~'15)

⇒ 「기후변화 대응 세부추진계획」의 세부과제별 (III. 기간별 핵심활동 및 성과)에 대한 추진실적('11~'15)을 작성하고, 성과를 자세히 기술

* 단계별(단기, 중기, 장기)로 목표가 설정되어 있는 점을 감안하여 중단기('11-'15) 목표 달성여부에 대해 연차별로 명확히 기재

【단기·중기 추진실적(성과지표)】

목표명	추진실적('11~'15)				
	'11	'12	'13	'14	'15
간단관계 실행비율(%)					

⇒ 세부과제별 (Ⅱ. 장단기 목표 및 달성전략)의 1. 목표를 기준으로 작성
 - (Ⅳ 재정 투융자 계획)의 □투융자 효과에도 지표가 명시된 경우가 있으므로
 로 참고

【재정 투융자 실적】

(단위 : 억원)

구분		'11	'12	'13	'14	'15	합계
사업명	합계						
	국고						
	지방비						
	자부담						
	소계						
	국고						
	지방비						
	자부담						
	소계						

□ (반성) 문제점, 애로사항 등

⇒ 당초 계획의 추진 여건변화, 예산확보 등 어려움, 사회적 추진 분위기 등 문제점 중심으로 기술

3. 향후 추진계획('16~'20)

< 목 표 >

- ◆ 간단관계 실행비율(%) : ('15) 00 → ('16) 00 → ('20) 00
- ◆ 경종분야 온실가스 감축비율(%) : ('15) 00 → ('16) 00 → ('20) 00

⇒ 세부과제별 (Ⅱ. 장단기 목표 및 달성전략)의 1. 목표를 기준으로 작성

⇒ 정책여건 변화에 맞는 새로운 과제를 적극 발굴하여 작성

【2016년】 ⇒ 추진계획 기술

--

【2017~2020년】 ⇒ 추진계획 기술

--

【연차별 추진계획(성과지표)】

목표명	추진계획('16~'20)				
	'16	'17	'18	'19	'20
간단관계 실행비율(%)					

【재정 투융자 계획】

(단위 : 억원)

구분		'16	'17	'18	'19	'20	합계
사업명	합계						
	국고						
	지방비						
	자부담						
	소계						
	국고						
	지방비						
	자부담						
	소계						

⇒ 세부과제별 (IV. 재정 투융자 계획)을 토대로 작성

⇒ '17년은 기재부 2차 심의결과 결과, '18~'20년은 중기재정을 기본으로 작성

부록 2. 전문가 조사표/전문가 설문결과

부표 1. 기본계획 전반기 평가기준 및 후반기 검토기준

① 기본계획 전반기(2011-2016) 성과평가 부문

구분	검토기준	고려사항
① 추진실적	①-1. 성과지표 목표 달성도	◦ 당초 기본계획 성과지표 목표와 비교하여 실적 평가(5점 척도)
	①-2. 재정 투융자 실적	◦ 당초 기본계획 재정 투융자 계획과 비교하여 실적 평가(5점 척도)
② 파급영향	②-1. 경제적 파급영향	◦ 경제적으로 기후변화 대응에 미친 영향(5점 척도)

② 기본계획 후반기(2016-2020) 추진과제 부문

구분	검토기준	고려사항
① 과제개요 - 배경/필요성 - 목적 - 주요내용	①-1. 대응대책으로서의 적절성	◦ 기후변화 대응 개념에 부합성 ◦ 기후변화 대응 원칙을 고려한 대응 정책으로 적절성
	①-2. 대응대책의 시의성	◦ 기후변화 대응정책이 시기적으로의 적절성
	①-3. 기본계획 세부추진과제로서 타당성	◦ 우선적 관리가 필요한 기후변화 위험과 관련성 ◦ 대책추진의 효과성
	①-4. 기본계획과의 부합성	◦ 기본계획의 전체 비전 및 목표, 정책방향별 세부목표와 연계·부합성 ◦ 담당부서 대응대책 추진방향 및 목표와 연계·부합성

(계속)

구분	검토기준	고려사항
② 계획내용	②-1. 주요내용의 현실성	◦ 현황 및 여건에 따른 내용의 실행 가능성
	②-2. 연차별 추진계획의 실현 가능성	◦ 연차별 계획의 실행가능성, 계획사항의 실현가능성
③ '16년 세부계획	③-1. '16년 세부계획 내용의 적정성	◦ 과업목적 달성을 위한 세부내용 및 일정계획의 적절성
	③-2. '16년 세부계획의 실현 가능성	◦ '16년 세부계획의 실행가능성, 계획사항의 현실성
④ 소요예산	④-1. 예산의 적정성	◦ 예산규모의 적정성
⑤ 성과목표	⑤-1. 성과지표의 적정성	◦ 과제목적과 연관성이 높고 과제의 성과를 나타낼 수 있는 대표성 및 적정성
	⑤-2. 성과목표수준의 합리성	◦ 설정된 목표수준의 현실성 및 적극성
⑥ 기타	⑥-1. 중복 유사성	◦ 부서 내 작성된 타 세부과제와 중복 또는 유사성
	⑥-2. 확대발전 필요성	◦ 여건변화 및 동향, 과업의 시급성 및 효과성 등으로 미루어 지속적인 확대 필요성

부표 3. 경종분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가

과제 번호	2011-2015 계획				2016-2020 계획				개선사항	
	성과 지표	비용 효과성	경제 적 파급 효과 (전문 가1)	경제 적 파급 효과 (전문 가2)	2016 년 계획 의 현실 성	연차 별 추진 계획 의 현실 성	중 점 과제 (전문 가1)	중 점 과제 (전문 가2)	성과 지표 의 부 적 합	타 과 제 와 중 복 유 사 성
1.1.1	○	○					○	○		
1.1.2			○		○		○			
1.2.1		○							√	
1.2.2		○	○			○		○		
1.2.3	○	○	○		○	○		○		
1.3.1	○	○	○		○	○		○		
1.3.2		○								
1.3.3	○	○	○			○	○			
1.3.4	○	○			○	○		○		
1.3.5		○		○		○	○			
1.3.6	○	○							√	
1.3.7	○	○				○	○			
1.3.8	○	○								
1.3.9	○	○			○					
1.3.10	○	○							√	
1.3.11	○								√	
1.3.12	○	○			○	○			√	

부표 4. 원예분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가

과제 번호	2011-2015 계획				2016-2020 계획				개선사항	
	성과 지표	비용 효과성	경제 적 파급 효과 (전문 가1)	경제 적 파급 효과 (전문 가2)	2016 년 계획 의 현실 성	연차 별 추진 계획 의 현실 성	중점 과제 (전문 가1)	중점 과제 (전문 가2)	성과 지표 의 부적 절함	타과 제와 중복 유사 성
2.1.1	○	○			○	○	○			
2.2.1	○		○	○			○	○		
2.3.1		○							√	
2.3.2	○	○							√	√
2.3.3				○				○		√
2.3.4		○								√
2.3.5	○	○								√
2.3.6	○	○							√	√
2.3.7	○	○	○	○	○	○	○	○		
2.3.8	○	○	○		○		○			
2.3.9	○	(해당 없음)							√	
2.3.10	○	○		○	○	○				
2.3.11	○	○			○					
2.3.12		(해당 없음)				○			√	
2.3.13	○	○	○	○	○	○	○	○		
2.3.14				○						
2.3.15										
2.3.16	○	○		○	○	○		○		
2.3.17		○								√
2.3.18		○							√	
2.3.19	○	○	○	○						

부표 5. 축산분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가

과제 번호	2011-2015 계획				2016-2020 계획				개선사항	
	성과 지표	비용 비효과 성	경제 적 파급 효과 (전문 가1)	경제 적 파급 효과 (전문 가2)	2016 년 계획 의 현실 성	연차 별 추진 계획 의 현실 성	중 점 과제 (전문 가1)	중 점 과제 (전문 가2)	성과 지표 의 부적 절함	타과 제와 중복 유사 성
3.1.1								○	√	
3.1.2			○						√	
3.1.3			○		○	○		○	√	
3.1.4			○					○	√	
3.1.5		○	○	○	○	○	○	○	√	
3.1.6		○	○						√	
3.2.1	○	○	○				○		√	
3.2.2	○	○	○		○				√	
3.2.3	○		○	○	○	○	○			
3.2.4	○	○	○					○		
3.2.5	○	○	○							
3.2.6	○	○	○	○			○			
3.2.7	○	○	○			○				
3.2.8 3.2.9		○ (3.2.9)		○					√	
3.2.10	○		○	○	○	○				
3.2.11	○		○	○	○	○	○			

부표 6. 산림분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가

과제 번호	2011-2015 계획				2016-2020 계획				개선사항	
	성과 지표	비용 효과성	경제 적 파급 효과 (전문 가1)	경제 적 파급 효과 (전문 가2)	2016 년 계획 의 현실 성	연차 별 추진 계획 의 현실 성	중 점 과제 (전문 가1)	중 점 과제 (전문 가2)	성과 지표 의 부 적 절 합	타과 제와 중 복 유 사 성
6.1.1				○		○			√	√
6.1.2	○	○	○	○	○	○	○	○		
6.1.3				○						
6.1.4										
6.1.5	○	○	○	○	○	○				
6.1.6	○	○		○	○	○			√	
6.1.7		○		○	○	○	○			
6.1.8	○	○			(해당없음)				(해당없음)	
6.1.9	○	○	○	○	○	○	○	○		
6.2.1	○	○	○	○	○	○				
6.2.2	○	○			(해당없음)				(해당없음)	
6.2.3	○			○	○	○	○	○		
6.3.1	○	○	○		○	○				
6.3.2					○	○		○		
6.3.3	○	○			○	○	○			
6.3.4	○	○	○	○	○	○		○		

부표 8. 식품·유통분야 전반기 추진실적 및 후반기 계획 평가

과제 번호	2011-2015 계획				2016-2020 계획				개선사항	
	성과 지표	비용 효과성	경제 적 파급 효과 (전문 가1)	경제 적 파급 효과 (전문 가2)	2016 년 계획 의 현실 성	연차 별 추진 계획 의 현실 성	중 점 과제 (전문 가1)	중 점 과제 (전문 가2)	성과 지표 의 부 적 절 합	타 과 제 와 중 복 유 사 성
8.1.1	○	○	○	○	○	○	○	○		
8.1.2	○	○				○				
8.1.3	○	○	○	○	○	○		○		
8.1.4	(해당없음)		○			○	○			
8.2.1	○	○	○		○	○	○	○		

참고 문헌

- 김창길·김태영·이상건. 2007. 『제3차 기후변화협약대책 농림분야 평가 및 제4차 종합대책 추진방안』. C2007-25. 한국농촌경제연구원.
- 김창길·이상민·정학균·장정경·이충근. 2009. 『기후변화에 따른 농업부문 영향분석과 대응 전략』. R593. 한국농촌경제연구원.
- 김창길·정학균·김윤희·김태훈·문동현. 2011. 『기후변화 대응을 위한 농림수산식품산업 전략수립 연구』. C2011-32. 한국농촌경제연구원.
- 김창길·정학균·김정승·문동현. 2013. 『저탄소농업 직접지불제도 도입방안』. C2013-4. 한국농촌경제연구원.
- 김창길·정학균·이상민·김종진·문동현·이문수·김한용·고종한·이우균·김문일·정명생·김봉태·김정선·정진욱·이영섭·박주현. 2014. 『농림수산식품 기후변화 영향 분석 및 영향평가 모델』. C2014-69. 한국농촌경제연구원.
- 김창길·정학균·박지연·문동현. 2015. 『농업부문 기후변화 적응 수단의 경제적 효과 분석』. R749. 한국농촌경제연구원.
- 김태곤·허주녕·전진희. 2014. 『도시농업의 치유기능 확산과 도농상생 방안』. P201. 한국농촌경제연구원.
- 기후변화정책연구소. 2012. 『이명박정부 기후변화정책 평가 및 차기정부 정책과제』. 기후변화정책연구소.
- 농림축산식품부. 2009. 『농림수산식품 분야 저탄소 녹색성장 추진전략』
- 농림축산식품부. 2011. 『농림수산식품 기후변화 대응 세부추진계획(안)('11~'20)』
- 농림축산식품부. 2015. 『농림축산식품사업시행지침서』
- 농업기술실용화재단. 2011. 『녹색농업기술편람』
- 명수정·심창섭·정휘철·황선훈. 2013. 『기후변화 적응정책 이행의 효과성 제고 방안』. 한국환경정책·평가연구원.
- 박수진·정지호. 2010. 『해양환경 부문 기후변화정책의 개선방안 연구』. 한국해양수산개발원.
- 배덕효·정일원·이병주. 2007. “A2 시나리오에 따른 국내 수자원의 변동성 전망.” 한국수자원학회논문집 40(12): 921-930. 김창길·정학균·김윤희·김태훈·문동현. 2011. 『기후변화 대응을 위한 농림수산식품산업 전략수립 연구』 재인용.
- 신호성·이수형·김동진·이종경·최성은. 2009. 『기후변화에 따른 식품안전 분야의 사회경제적 손실비용 평가』. 한국보건사회연구원. 김창길·정학균·김윤희·김태훈·문동현.

2011. 『기후변화 대응을 위한 농림수산물산업 전략수립 연구』 재인용.
- 양승구·서윤원·손장환·박종대·최경주·정우진. 2012. “시설고추 무경운 유기 재배의 생육 및 수량 특성과 생산비 절감효과.” 한국유기농업학회지 20(3): 411-422.
- 온실가스종합정보센터. 2015. 『2015 국가 온실가스 인벤토리 보고서』. 온실가스종합정보센터.
- 유가영·김인에. 2008. 『기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안』. 한국환경정책·평가연구원.
- 정학균·김창길·문동현. 2014. 『농업·식품분야 온실가스 감축잠재량 분석과 감축목표 달성 전략』. C2014-13. 한국농촌경제연구원.
- 정학균·김창길. 2015. 『농업분야 국가 온실가스 장기 감축목표 설정 연구』. C2015-8. 한국농촌경제연구원.
- 정학균·김연중·이혜진. 2016. 『신기후체제에 대응한 저탄소농업 활성화 방안』. P218. 한국농촌경제연구원.
- 정휘철. 2014. “제13차 농업부문 적응대책의 성과 및 향후과제.” 제1차 적응대책 이행점검 및 주요 성과분석을 위한 종합워크숍에서 정휘철 연구위원 발표내용 발췌. 한국환경정책평가연구원·국가기후변화적응센터. pp. 287~298.
- 채정은. 2010. “광역도시의 기후변화대응계획 지표 개발 및 평가: 인천광역시와 울산광역시를 대상으로.” 인하대학교 석사 학위 논문.
- 中國國家發展和改革委員會. 2007. 中國應對气候變化國家方案.
- _____. 2013. 國家適應气候變化戰略.
- _____. 2014. 國家應對气候變化規劃(2014-2020年).
- _____. 2015. 強化應對气候變化行動: 中國國家自主貢獻.
- 科學技術部、國家發展改革委、外交部、教育部、財政部、水利部、農業部、國家環保總局、國家林業局、中國科學院、中國氣象局、國家自然科學基金委員會、國家海洋局、中國科學技術協會. 2007. 國家應對气候變化科技專項行動.
- Bizikova, L., Crawford, E., Nijnik, M., and Swart, R. 2014. *Climate change adaptation planning in agriculture: processes, experiences and lessons learned from early adapters*. Mitigation and adaptation strategies for global change, 19(4), 411-430.
- Earth Institute, Columbia University. 2015. *What is the U.S. Commitment in Paris?*. Retrieved from <http://blogs.ei.columbia.edu/2015/12/11/what-is-the-u-s-commitment-in-paris/>
- Huitema, D., Jordan, A., Massey, E., Rayner, T., Van Asselt, H., Haug, C., Hildingsson, R., Monni, S., and Stripple, J. 2011. *The evaluation of climate policy: theory and emerging practice in Europe*. Policy Sciences, 44(2), 179-198.

- IPCC (International Panel on Climate Change). 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- _____. 2014a. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- _____. 2014b. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- _____. 2014c. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Jordan, A. and Huiteima, D. 2014. *Innovations in climate policy: the politics of invention, diffusion, and evaluation*. *Environmental Politics*, 23(5), 715-734.
- Konidari, P. and Mavrakis, D. 2007. *A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments*. *Energy Policy*, 35(12), 6235-6257.
- Steinhurst, W., Knight, P., and Schultz, M. 2012. *Hydropower Greenhouse Gas Emissions*. Conservation Law Foundation, 6.
- United States of America. 2015. U.S. Cover Note, INDC and Accompanying Information.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2012. *Climate Change and Agriculture in the United States: Effects and Adaptation*. USDA Technical Bulletin 1935: Washington, DC.
- _____. 2014. US Department of Agriculture Climate Change Adaptation Plan.
- _____. 2016. USDA Building Blocks for Climate Smart Agriculture and Forestry.

C2016-44

농식품 기후변화대응 기본계획('11~'20) 중간평가 연구

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25.)
인 쇄 2016. 10.
발 행 2016. 10.
발행인 김창길
발행처 한국농촌경제연구원
우) 58217 전라남도 나주시 빛가람로 601
대표전화 1833-5500 <http://www.krei.re.kr>
인 쇄 동양문화인쇄포럼
전화 061-332-7120 e-mail: dongyt@chol.com

- 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.
 - 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
-