

발 간 등 록 번 호

11-1543000-003479-01

© 2020-80 | 2020. 12. |

기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구 -기후변화 대응센터를 중심으로

연구기관

한국농촌경제연구원

KREI



농림축산식품부

연구 담당

한국농촌경제연구원 | 연구 총괄, 제1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11장 집필

서울대학교 | 제6, 9장 집필

종합건축사사무소 담 | 제7장 집필

수탁연구보고 C2020-80

기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구

등 록 | 제6-0007호(1979. 5. 25.)

발 행 | 2020. 01.

발 행 인 | 김홍상

발 행 처 | 한국농촌경제연구원

우) 58321 전라남도 나주시 빛가람로 601

대표전화 1833-5500

인 쇄 처 | (주)프리비 061-332-1492

※ 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

※ 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법
에 저촉됩니다.

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 「기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2020년 12월

연구기관	연구책임자	연구참여자
한국농촌경제연구원 (총괄기관)	정학균 연구위원 (총괄 책임자)	임영아 부연구위원
		성재훈 부연구위원
		최진용 연구원
		강경수 연구원
		이세진 연구원
		김재현 연구원
서울대학교	김관수 교수	안동환 교수
		강윤영 연구원
		신승환 연구원
		이혜민 연구원
		최순 연구원
		김성진 연구원
		강수경 연구원
		유성은 연구원
종합건축사사무소 담	김동희 대표	전주현 부장리
		손종훈 대리

연구 목적

- 지난 100년(1911~2010)간 한반도 연평균 기온은 세계평균(0.85℃)보다 약 2배(1.8℃) 이상 더 상승되는 등 온난화가 가속화되고 있음. 온난화로 인한 기후변화는 기후 취약성이 매우 높은 농업 전 부문에 걸쳐 부정적인 영향을 미치며 농작물의 생육, 농촌경제, 식량안보 등에 위협이 되고 있음. 뿐만 아니라 국제사회는 기후변화를 완화시키기 위해 지구 평균기온 상승폭을 산업화 이전 대비 1.5℃ 이내로 제한하기 위해 2050년 탄소중립을 선언했고, 우리나라도 2020년 10월 28일에 2050년 탄소중립을 국제사회에 선언함에 따라 농업부문도 온실가스 감축의무가 크게 늘어날 것으로 전망됨.
- 기후변화에 대응하여 정부는 완화와 적응 측면에서 대응 정책 및 관련 R&D를 추진하고 있음. 하지만 비용 효과적인 감축 및 적응기술 수요를 충족시키지 못하고 있고, 현장에서의 기술 적용성이 낮은 수준임. 기후변화 R&D는 기관별로 분산 추진되고 있어 시너지효과를 얻기가 매우 어려움. 이에 따라 기존 농업 분야 기후변화 대응의 한계점을 극복하기 위해 제안된 '기후변화 대응 농업연구단지' 도입을 체계적으로 검토할 필요가 있음.
- 이 연구는 기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구용역으로써 연구 단지의 역할 및 기능, 총 사업기간 및 투자계획, 기대효과 및 장기목표 등 연구단지 조성방안을 마련하며, 연구단지 조성의 정책적, 기술적, 경제적 타당성을 평가하고, 예비타당성 조사 대응의 기초자료를 만드는 데 있음.

연구 방법

- 이 연구는 기후변화 대응정책 및 R&D 관련 통계자료를 분석하고, 한국개발연구원의 예비 타당성 조사를 위한 일반지침(제5판)과 연구개발사업의 예비 타당성 조사 표준지침에서 제시한 가이드라인을 바탕으로 사업의 비용을 추정했음. 또한 편익 계측을 위한 자료를 구축하고 분석하였음.

- 기후변화 대응 농업연구단지 조성에 대한 농업인의 인식, 참여 의사 등에 대한 설문조사를 실시했으며, 정책적 타당성 관련 이해당사자 면담조사, 전문가 조사, AHP 분석을 실시했음. 뿐만아니라 전문가와 정책담당자 협의회를 통해 분석 결과 및 단지 조성에 대한 적절성에 관하여 의견을 수렴했음. 해외의 기후변화 대응정책 및 연구개발단지 사례 분석과 정책적 및 기술적 타당성 분석을 위해 관련 전문가에게 원고 위탁을 추진했음.
- 연구개발 분야 및 인프라 도출을 위해 전문가 자문은 농촌진흥청, 도농업기술원, 대학 및 기업 등의 전문가 자문단을 구성하여 의견을 수렴하고 의사결정 방법론을 적용했음. 또 기후변화 대응 연구개발 분야/개발 기술 과제 및 연구단지 입지를 평가하기 위해 대안의 수가 변화하여도 분석 결과의 순위 역전 현상이 가장 적게 발생하는 것으로 알려져 있는 TOPSIS (Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 방법을 활용했음. 또한 공간회귀모형(Spatial Regression Model)을 활용한 입지요인별 가중치를 추정했음.

연구 결과

□ 기후변화 대응 농업연구단지(가칭: 농업부문 기후변화 대응센터) 설립 배경 및 설립 목적

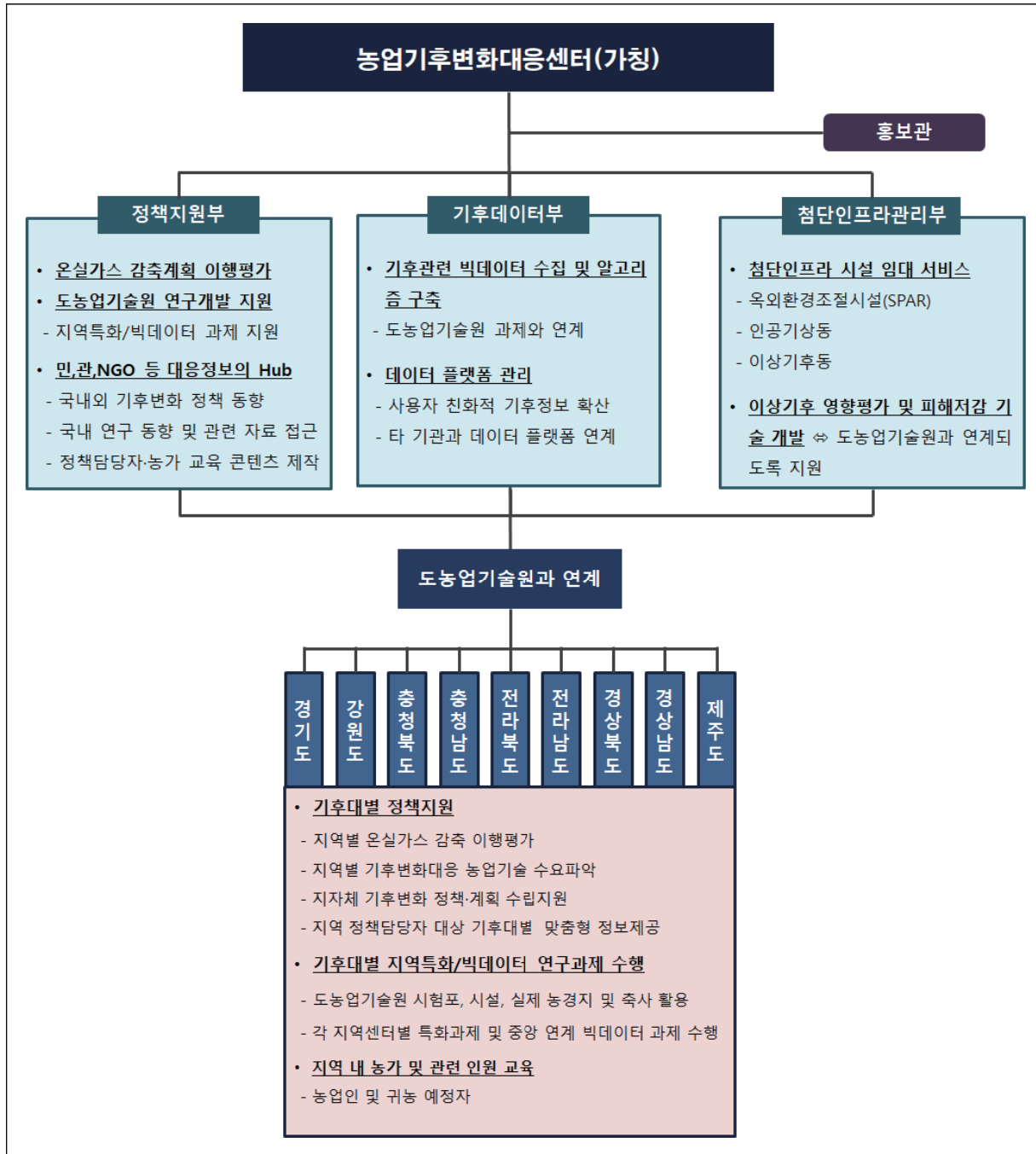
- 기후변화 대응 농업연구단지 설립 배경은 기후 취약성이 상대적으로 높은 농업부문의 효과적인 대응, 대응 기술의 현장 보급, 2050 탄소중립 실현 등임.
 - 기후변화는 농축산 부문에 직접적인 영향을 주게 되므로 농축산 부문의 적응전략이 매우 중요함. 기후변화로 인한 농축산 부문 리스크는 다음과 같은 예를 들 수 있음.
 - * [논벼 재배] 폭우, 가뭄, 강풍으로 인한 생산성 저하, 연평균 기온변화로 인한 생산성 저하, 병해충 발생빈도 증가, 품질 저하, 재배적지 변화(축소/확대), 연평균 강수량 변화로 인한 병해충 발생빈도 증가, 재배적지 변화(축소/확대) 등
 - * [가축 사육] 폭우, 폭염, 가뭄으로 인한 생산성 저하(폐사 포함), 한파로 인한 가축 질병 등
 - * [온실, 축사] 폭설로 인한 시설 피해
 - 「제2차 국가 기후변화대응 기본계획(2016~2020)」에서 농업 부문의 세부 과제는 실태·취약성조사와 연구개발 과제에 집중되어 적응기술의 현장 보급, 농가 역량 제고를 위한 과제는 상대적으로 미흡하여 이에 대한 충분한 고려가 필요함.

- 파리협정¹⁾ 이후, 온실가스 배출 감축은 전 세계적인 노력이 필요한 부분이며, 온실가스 감축을 통한 기후변화 완화가 공공에게 편익을 준다는 점에서 정부의 적극적 개입이 필요함.
 - * UN기후변화회의에서는 산업화 이전과 비교하여 1.5℃까지 기온이 높아지는 것을 목표로 하고 있으나, 현재 온실가스 배출 추세로는 이 목표를 달성하지 못할 것이라는 의견이 대다수임.
 - 2020년 10월 28일에 문재인 대통령이 ‘2050 탄소중립’을 선언하였음. 국가 「2030 온실가스 감축 로드맵」에서는 2030년까지 감축목표를 제시하고, 농업 부문에서 논물관리, 가축분뇨 및 사료 관리, 에너지절감 및 신재생에너지 활용을 감축수단으로 제시하였으나, 2019년 기준 이행실적에서 목표에 미달한 수단이 다수 존재함. 따라서 2030 감축로드맵 이행과 2050 탄소중립 실현을 위한 특단의 대책이 필요함.
 - * 2019년을 기준으로 이행실적을 살펴보면, 감축 로드맵 목표에 미달한 기술로 논 간단관개, 가축분뇨 에너지화 및 자원화 시설 설치, 양질조사료 보급, 지열히트펌프·목재펠릿 보일러·순환식수막시스템 보급으로 나타남.
 - 선진국들(미국, EU, 일본 등)과 우리나라 농업부문 기후변화 대응체계를 비교한 결과, 선진국들은 기후변화 대응 중장기 계획을 갖추고 있을 뿐만 아니라 중장기 계획에 대하여 이행평가를 실시하고 있음. 또 기후허브 등 정보 및 기술 보급체계를 가지고 기후변화 정보, 영향평가, 대응기술 정보를 효과적으로 보급하고 있음. 반면에 우리나라는 실태조사를 하고 있지만 정책에 잘 활용되지 못하고 있으며, 현장에서의 실증연구가 잘 이루어지지 않고 있음. 뿐만 아니라 관련 정보와 맞춤형 기술을 효과적으로 보급 하지 못하고 있음. 농업부문이 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 선진국 사례를 벤치마킹하여 우리나라에 적합한 대응체계를 구축할 필요가 있음.
- 기후변화 대응 농업연구단지(가칭: 농업부문 기후변화 대응센터)는 기후변화 대응 정책지원 역할, 농가 대상 맞춤형 정보제공, 첨단인프라 시설 임대, 농가 교육 및 기술보급 확대 등의 목적으로 도입하고자 함(<그림 1>은 목적 달성을 위한 조직도를 나타냄).
- 농림축산식품부의 컨트롤 타워 기능 강화를 위해 기후변화 대응 정책지원 역할을 수행함.

1) UN기후변화회의에서 채택한 온실가스 감축 조약으로, 2020년 이후 온실가스 감축을 대상으로 함.

- * 저탄소 영농법 기술 개발 및 농업인 역량 제고 방안의 정책사업화, 국내외 기후변화 대응 정책 및 정보 수집 및 배포, 감축사업 이행평가 등을 지원
- 도농업기술원과 연계한 빅데이터 과제 수행 및 농가 대상 맞춤형 정보 제공함.
 - * 지역특화 연구 및 현장 빅데이터 연구를 위해 도농업기술원과 연계한 연구과제를 수행하며 연구과제비는 국비(60%)와 지방비(40%)를 합하여 총당(국비 비율은 도농업기술원 담당자 설문 결과를 활용)
 - * 빅데이터 및 관련 데이터를 통합 플랫폼을 통하여 관리 및 제공
 - * 기후대별 기후변화 현황 및 전망, 영향, 관련 정책과 아울러 농가의 '대응'과 관련한 맞춤형 정보를 웹사이트, 핸드폰 문자 및 스마트폰 어플리케이션을 통해 제공 예정
- 기후변화 대응 연구를 선도하기 위한 첨단인프라 시설 임대 서비스 제공 및 관련 연구결과 도농업기술원과 연계함.
 - * 기후변화 연구자에게 유지관리비를 임대료로 지불하도록 하여, 옥외환경조절시설, 인공기상동, 이상기후동 시설을 임대, 첨단인프라 시설에서 나온 연구결과는 도농업기술원에서 지역별로 활용 가능하도록 정보 공유
- 센터와 도농업기술원 간 연계를 통한 농가 교육 및 기술보급 확대함.
 - * 기후대별 위치한 도농업기술원을 통하여 농업인, 귀농 예정인, 지역 정책담당자를 대상으로 기후변화 대응 기술 및 정책에 관한 교육 및 기술보급 수행, 교육 콘텐츠는 센터와 도농업기술원이 협력하여 마련
- 농업부문 기후변화 영향 및 대응에 관한 대국민 홍보 강화함.
 - * 일반인 방문객을 대상으로 기후변화가 농업에 미치는 영향, 대응 방법, 관련 정책 등을 홍보

〈그림 1〉 기후변화 대응 연구단지(농업부문 기후변화 대응센터) 조직도(안)



□ 기술적 타당성 분석 결과

- 농업분야 기후변화 대응에 관한 유관기관의 현황과 수요조사를 실시하여 해결해야할 문제를 도출함.
 - 수요조사는 농림축산식품부, 농촌진흥청, 농업기술실용화재단 등의 기후변화 대응 담당자와의 협의 및 9개 도농업기술원의 기후변화대응 담당자에 관련 설문조사를 실시하여 문제/이슈와 각 기관의 니즈, 기대되는 기후변화 대응 농업 연구단지의 역할을 도출하였음. 또한 한국농촌경제연구원 현지통신원을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하였음.
 - 농업부문 기후변화 대응 연구단지의 역할 및 목표 설계를 위한 조사는 정부 정책과 연구개발 방향, 농업 현장과의 연계, 최종수요자를 고려하여 대상기관을 적절히 선정하여 실시함.

- 농업부문 기후변화 관련 국내 기술수준은 추격그룹에 해당되며 2018년을 기준으로 선별한 4개 부문의 최고수준 국가 대비 기술격차는 3~5년, 75.5~81%가량의 기술수준을 나타냄.
 - 농업부문 기후변화 대응기술 개발은 공공성이 중요시되는 분야로써 기술수준의 격차를 줄이기 위한 정부의 투자가 필요함.

- 농업부문 기후변화 대응센터(가칭)는 역할 및 기능에 따라 크게 3개 부서(정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부)로 구분됨. 기후변화 대응센터의 정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부는 유사·관련된 조직 간 역할 중복이 아닌 상호보완적 관계를 이루며 기후변화 대응센터는 국내 기관의 고유 활동을 지원하는 순기능을 내포함.

〈표 1〉 농업부문 기후변화 대응센터 부서별 주요 역할과 국내 연관기관의 역할 관계

농업부문 기후변화 대응센터	주요 역할		관련 기관	주요 역할
정책지원부	기후변화 대응 정책지원	X	농림축산식품부/지자체	농업부문 기후변화 대응의 컨트롤 타워
기후데이터부	기후변화 대응 농업연구 정보의 유통		농촌진흥청/도농업기술원	기후변화대응 연구 사업 수행 및 평가/기술보급
첨단인프라관리부	첨단연구시설의 운영, 활용기회 제공		산학연	농업기술 연구 개발

□ 경제적 타당성 분석 결과

○ 기후변화 대응 농업연구단지(농업부문 기후변화 대응센터) 비용은 유지관리비, 도별 과제 비용 등을 추정함.

- 30년을 기한으로 하여 4년 공사 이후 26년간 발생하는 유지관리비(인건비, 사무용품비 등)를 산정함.
 - * 토지비, 설계비, 감리비, 설계공모, 인증비, 부지조성 공사비, 미술장식품 설치비, 예비비와 4년간 투입되는 건축비, 완공 후 설치되는 시설을 위한 장비비를 비용으로 포함
 - * 첨단시설동의 경우 SPAR, 인공기상동, 이상기후동의 설치와 유지관리비를 산정
 - * 홍보관의 경우 ‘원주시 기후변화 홍보관’의 사례를 벤치마킹하여 유지관리를 민간 위탁 맡기는 것으로 가정하여 원주시와 동일한 규모의 위탁비용을 비용으로 포함
- ‘도별 과제 비용’은 도농업기술원과 연계한 협력과제를 의미하는 것으로 국비 약 60%가 지원되어 연간 도별 9억 원의 과제비(지역특화·빅데이터 연구)와 4,880만 원의 교육비용이 지원되는 것을 가정하여 계산함.

〈표 2〉 기후변화 대응 농업연구단지(농업부문 기후변화 대응센터) 설립 비용 산정

단위: 백만 원

연차	연도	본관동			첨단시설동			도별 과제 비용	합계
		정책지원부	데이터 센터	홍보관	SPAR	인공 기상동	이상 기후동		
토지매입비	공사 1년차						3,780		3,780
설계비	공사 2년차						3,724		3,724
감리비	공사 3년차						1,605		1,605
	공사 4년차						1,605		1,605

(계속)

연차	연도	본관동			첨단시설동			도별 과제 비용	합계
		정책지원부	기후데이 터부	홍보관	SPAR	인공 기상동	이상 기후동		
예비비	공사 2년차						372		372
	공사 3년차						3,840		3,840
	공사 4년차						3,673		3,673
공사비	공사 3년차						36,793		36,793
							35,130		35,130
장비비	공사 4년차	57	1,403	-	3,250	5,540	8,380		18,630
유 지 관 리 비	운영 1년차	860	538	172	186	131	289	8,539	10,714
	운영 2년차	884	547	175	190	135	293	8,539	10,764
	운영 3년차	910	556	179	195	139	297	8,539	10,815

	운영 24년차	1,664	803	282	313	258	411	8,539	12,270
	운영 25년차	1,712	818	289	320	266	417	8,539	12,362
	운영 26년차	1,763	834	295	328	274	424	8,539	12,457
합계		32,726	17,487	5,906	6,492	5,038	9,125	222,019	407,945

현재가치화 하지 않은 명목비용임.

○ 기후변화 대응 농업연구단지(농업부문 기후변화 대응센터) 편익은 농가 수익성 증가, 저탄소 영농법 보급 확대 편익, 첨단 인프라의 임대료, 홍보관 입장료 등을 추정하였으며, 공사기간 4년 이후부터 편익이 발생하는 것으로 가정하여 26년간 편익을 산정함.

- 센터 및 도농업기술원의 연구개발, 정책지원을 통하여 농가 수익성 증가(기후변화 적응 편익), 저탄소 영농법 보급 확대에 따른 편익(온실가스 감축 편익)이 발생한다고 가정함.

* 설문조사를 통해 도출된 '기후변화 대응 정보' 제공에 관한 농가의 지불의사금액을 농가 수익성 증가의 최소액으로 가정하여 편익을 도출

* 온실가스 감축 편익은 「2050 장기 저탄소 발전전략」에 포함된 농업부문 정책목표를 기준으로, 2019년까지의 감축 이행 추세가 진행될 경우 예상되는 감축 미달분을 계산하여 2020년 '농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업'의 탄소상쇄가격(톤당 1만 원)을 적용

- 첨단인프라 임대료의 경우 최소한의 유지관리비를 임대료로 받아, 유지관리비로 활용하는 것으로 가정하여 임대료 수입을 산정함.

* 국립대학교 농대 교수를 전문가그룹으로 설정하여 SPAR, 인공기상동, 이상기후동에서 발생하는 월 에너지 비용과 유지보수비용을 임대료로 책정((SPAR 1기: 900만 원, 인공기상

동 1실: 533만 원, 이상기후동 1대: 2,770만 원)하였을 경우 수요를 조사, 첨단인프라 시설은 12개월 동안 항상 임대되고 있다고 가정하여 임대료 수입 산정

- 대국민 홍보관의 경우, 2006년에 폐지된 국립공원 성인 1인 입장료 1,600원을 원주 기후 변화 최근 3년 방문객 수의 평균인 6만 1,251명에 적용하여 산정함.

〈표 3〉 기후변화 대응 연구단지(농업부문 기후변화 대응센터) 설립 편익 산정

단위: 백만 원

연차	기후변화적응편익	온실가스 감축편익			첨단인프라 임대료			대국민 홍보관	합 계
	기후변화 대응정보 WTP	논물 관리	가축분뇨 및 사료관리	에너지	SPAR	인공 기상동	이상 기후동		
운영 1년차	12,183	334	1,913	1,817	972	576	2,659	98	20,552
운영 2년차	12,183	402	1,993	1,864	982	581	2,686	98	20,789
운영 3년차	12,183	470	2,074	1,918	992	587	2,713	98	21,034
...
운영 24년차	12,183	641	2,168	499	1,222	724	3,343	98	20,878
운영 25년차	12,183	638	2,184	472	1,234	731	3,376	98	20,917
운영 26년차	12,183	636	2,200	445	1,247	738	3,410	98	20,957
합계	316,760	16,291	55,763	28,789	28,699	16,996	78,515	2,548	544,362

현재가치화 하지 않은 명목편익임.

- 비용편익을 비교한 결과 현재가치로 환산할 경우, 편익 2,665억 2,700만 원, 비용 2,484억 5,000만 원으로 B/C ratio는 1.07로 산정됨.

□ 경제적 파급효과 및 고용효과 분석 결과

- 해당 시설 설립 지역이 미정인 상태이므로, '지역경제 파급효과'를 '국가경제 파급효과'로 대체하여 분석함. 향후 실제 '지역경제 파급효과'를 분석할 경우 다음 효과보다는 작을 것으로 예상됨. 구체적으로 다음의 투입 요소를 고려하여 생산유발효과 및 부가가치유발효과 산정함(표 4).

- 시설 설립에 투입되는 건설비 및 장비비
- 시설 유지관리비 및 도농업기술원 과제비
 - * 첨단인프라 임대료 및 홍보관 입장료 수입은 센터 유지관리비로 다시 환원되는 것으로 가정하여 비용 투입의 경제적 파급효과와 중복 계측된다고 판단하여 제외
 - * 연구 과제비의 경우, 국비와 도비를 합쳐 연간 도당 15억 4,880만 원 소요되는 것으로 반영

- 정보이용으로 발생하는 농가 소득 증가분(기후변화 적응 편익)과 저탄소 영농법 실천으로 농가에서 수령하는 탄소상쇄가격(온실가스 감축 편익)

○ 총 생산유발효과는 약 8,772억 원, 부가가치유발효과는 3,896억 원으로 나타남.

〈표 4〉 총 생산유발효과와 부가가치유발효과

단위: 백만 원

산업부문 분류	사업기간		운영기간		총계	
	생산유발	부가가치유발	생산유발	부가가치유발	생산유발	부가가치유발
농림수산물	542	226	15,577	8,006	16,119	8,232
광산품	555	247	340	99	895	346
제조업	62,996	19,187	221,765	62,904	284,761	82,091
전력, 가스 및 수도	2,852	869	38,161	11,434	41,013	12,303
건설	61,872	26,737	4,162	1,801	66,034	28,538
도소매	5,675	3,054	48,521	26,096	54,196	29,150
운수 및 보관	3,959	1,569	22,394	8,794	26,353	10,363
음식점 및 숙박	1,906	638	42,649	14,445	44,555	15,083
통신 및 방송	1,901	919	36,739	19,752	38,640	20,671
금융 및 보험	2,889	1,758	33,713	20,106	36,602	21,864
부동산 및 사업서비스	18,375	11,299	188,942	115,231	207,317	126,530
공공행정 및 국방	83	82	1,062	842	1,145	924
교육 및 보건	337	234	27,115	17,612	27,452	17,846
사회 및 기타 서비스	941	431	31,129	15,225	32,070	15,656
총계	164,882	67,247	712,268	322,348	877,150	389,595

○ 앞서 분석한 경제적 파급효과를 가지는 투입요소에 따라서 다음과 같이 취업유발효과 및 고용유발효과 추정함.

- 시설 설립에 투입되는 건설비 및 장비비: 취업유발 1,084명, 고용유발 828명
- 시설 유지관리비 및 도농업기술원 과제비: 취업유발 4,821명, 고용유발 3,725명
- 정보이용으로 발생하는 농가 소득 증가분(기후변화 적응 편익)과 저탄소 영농법 실천으로 농가에서 수령하는 탄소상쇄가격(온실가스 감축 편익): 취업유발 4,515명, 고용유발 2,890명

○ 총 취업유발효과는 10,420명, 고용유발효과는 7,443명으로 나타남<표 5>.

<표 5> 총 취업유발효과와 고용유발효과

단위: 백만 원

산업부문 분류	사업기간		운영기간		총계	
	취업유발	고용유발	취업유발	고용유발	취업유발	고용유발
농림수산물	9	1	630	53	639	54
광산품	2	2	5	5	7	7
제조업	198	172	1,118	953	1,316	1,125
전력, 가스 및 수도	6	5	103	95	109	100
건설	487	378	58	44	545	422
도소매	81	49	1,210	726	1,291	775
운수 및 보관	52	29	515	288	567	317
음식점 및 숙박	27	15	1,032	571	1,059	586
통신 및 방송	9	8	343	304	352	312
금융 및 보험	12	11	260	245	272	256
부동산 및 사업서비스	183	145	2,491	2,190	2,674	2,335
공공행정 및 국방	1	1	18	18	19	19
교육 및 보건	4	3	589	484	593	487
사회 및 기타 서비스	15	9	968	641	983	650
총계	1,084	828	9,336	6,615	10,420	7,443

□ 정책적 타당성 분석 결과

○ ‘농업부문 기후변화 대응센터’ 설립은 아래와 같이 상위계획과 대부분 높은 부합성을 보임<표 6>.

- 「제4차 과학기술기본계획」의 추진과제 중 ‘기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성을 확보’하는 것이 포함되어 부합됨.
- 「농림수산물식품분야 기후변화대응 기본계획」의 농업 부문 저탄소농법 개발 및 보급, 기후변화 적응을 위한 주요 작물 예측모형 구축 등과 부합됨.
- 「제2차 국가 기후변화대응 기본계획」은 감축목표 달성과 농수산 부문을 포함한 5대 부문에서의 기후 적응력 제고 등을 중점 추진과제에 포함하여 부합됨.
- 「제2차 국가 기후변화 적응대책」의 4대 정책 중 ‘기후변화 적응기술 개발’과 ‘산업별 적응

역량 강화 및 인프라 확대' 부분과 부합됨.

- 「제3차 녹색성장 5개년 계획」의 '기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실천 정책방향' 및 중점과제 중 '스마트팜 등 농어촌지역 저탄소 인프라구축 및 활용 확대'와 다소 부합됨.
- 「제3차 지속가능발전 기본계획」의 '기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실천' 정책방향의 중점과제 중 '스마트팜 등 농어촌지역 저탄소 인프라구축과 활용 확대', '첨단융합 및 기후변화 대응기술 개발 투자 확대'와 다소 부합됨.
- 「기후변화대응 농업기술개발 2단계 중장기계획」 추진전략 중 '이상기상 피해 방지 강화'와 부합됨.
- 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」의 '농업분야 기후변화 대응' 부분과 부합됨.
- 「한국판 뉴딜 종합계획」의 그린 뉴딜에서 탄소중립 실현과 사람·환경·성장이 조화를 이루는 그린선도 국가를 정립하는 방향성과 부합됨.

〈표 6〉 상위계획과의 부합성

기간	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수계획	제4차 과학기술기본계획('18~'22)			○
선택군 계획	농림수산식품분야 기후변화 대응 기본계획('11~'20)			○
	제2차 국가 기후변화대응 기본계획('20~'40)			○
	제2차 국가 기후변화 적응대책('16~'20)			○
	제3차 녹색성장 5개년 계획('19~'23)		○	
	제3차 지속가능발전 기본계획('16~'35)		○	
	기후변화대응 농업기술개발 2단계 중장기계획('14~'23)			○
	제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획('18~'27)			○
	한국판 뉴딜 종합계획('20~'25)			○

○ 공공기관 예비타당성조사에서는 여러 가지 평가 기준을 바탕으로 여러 평가자들을 대상으로 사업의 종합적 판단을 하기 위해 다기준분석(multi-criteria analysis) 방법론의 하나인 분석적 계층화법(Analytic Hierarchy Process: AHP)을 적용함. 이를 위해 KDI 공공투자 관리센터(2018)의 AHP 기법의 절차를 따름.

- 공정성 유지를 위해 농업계와 비농업계 기후변화 관련 전문가를 엄선하여 평가자를 10명으로 구성함.
- 본 연구에서 제시된 대안을 기준으로 본 사업의 시행과 미시행에 대한 평점을 산정한 결과는 <표 7>에 제시함. 평가자의 평가결과를 종합해보면, ‘사업 시행’ 점수가 0.605, ‘사업 미시행’ 점수가 0.395로 사업 시행을 좀 더 나은 대안으로 평가함.

<표 7> 기후변화대응연구단지 건립사업 AHP 평가결과

평가자	사업시행	사업미시행
종합	0.605	0.395
평가자 1	0.650	0.350
평가자 2	0.400	0.600
평가자 3	0.700	0.300
평가자 4	0.600	0.400
평가자 5	0.500	0.500
평가자 6	0.450	0.550
평가자 7	0.700	0.300
평가자 8	0.700	0.300
평가자 9	0.550	0.450
평가자 10	0.800	0.200

제1장 서론

- 1. 연구의 필요성과 목적 1
- 2. 연구내용 및 방법 4
- 3. 선행연구 검토 및 차별성 11

제2장 기후변화가 농업부문에 미치는 영향

- 1. 기후변화 실태 및 전망 19
- 2. 기후변화가 농업부문에 미치는 영향 21

제3장 국내 농업분야 기후변화 대응체계

- 1. 국가 및 농업부문 기후변화 대응정책 33
- 2. 농업부문 기후변화 대응 관련 사업/제도 48
- 3. 국내 농업부문 기후변화대응 관련 기관 운영현황 59
- 4. 농업분야 기후변화 대응체계 요약 및 시사점 68

제4장 주요국 농업분야 기후변화 대응체계

- 1. 유럽연합(EU) 73
- 2. 미국 90
- 3. 일본 101
- 4. 요약 및 시사점 104

제5장 농업부문 기후변화 대응센터 역할

- 1. 우리나라와 주요국 기후변화 대응체계 비교 109
- 2. 기관별 연구단지 수요 조사 112
- 3. 역할 도출을 위한 도농업기술원 설문 및 시사점 115
- 4. 기후변화대응 농업 연구단지 필요성 및 역할 117

제6장 농업부문 기후변화 대응센터의 연구분야 설정 및 인프라 조성 방향

1. 농촌진흥청의 기후변화 대응 연구 및 인프라	124
2. 도농업기술원의 기후변화 대응 연구 및 인프라 현황	131
3. 농업부문 기후변화 대응 농업연구의 기술수요 전망	135
4. 농업부문 기후변화 대응 농업연구 현황 분석의 시사점	137
5. 농업부문 기후변화 대응 연구단지 인프라 조성 방향	139

제7장 농업부문 기후변화 대응센터 조성 기본구상 조성 방향

1. 대응센터 비전과 목표	143
2. 기본구상(안)	145
3. 인프라 조성방안	148
4. 농업부문 기후변화 대응센터 소속 기관 및 운영 주체	174
5. 대응센터 건축기본구상(안)	178
6. 예산규모 분석 및 사업기간	203

제8장 농업부문 기후변화 대응센터 수요자 인식조사

1. 농업인 대응센터 수요자	215
2. 전문가 대상 농업부문 기후변화 대응센터 수요조사	233

제9장 농업부문 기후변화 대응센터의 입지 분석

1. 필수 시설의 기능을 고려한 입지 분석 방법	239
2. 기후변화대응 농업연구단지의 입지요인 도출	243
3. AHP 기법을 활용한 입지요인 가중치 도출	248
4. 입지요인별 변수 선정 및 점수 계산 예시	255
5. 세부 부지요인 및 추가 고려 사항	260

제10장 농업부문 기후변화 대응센터의 타당성 조사

1. 기술적 타당성 조사	263
2. 경제적 타당성 조사	270
3. 경제적 파급효과	282
4. 정책적 타당성 조사	293

제11장 요약 및 결론 303

부록

전문가 AHP 조사표	307
농업인 설문조사표	313

참고문헌 321

제1장

〈표 1-1〉 전체 과업 내용 및 기관별 담당 4

제2장

〈표 2-1〉 품목별 수익성 변화 추정결과 30

제3장

〈표 3-1〉 「제3차 녹색성장 5개년 계획」 추진전략, 정책방향, 중점과제 38

〈표 3-2〉 신기후체제 이전 농림어업 감축방안과 정량평가 지표(~2020년) 43

〈표 3-3〉 신기후체제 이후 농림어업 감축방안과 정량평가 지표(~2030년) 44

〈표 3-4〉 제1, 2차 국가기후변화 적응대책 추진 방향 비교 46

〈표 3-5〉 「제2차 국가 기후변화 적응대책 세부계획」 농림축산식품부 소관 과제 47

〈표 3-6〉 농업부문 온실가스 감축 관련 제도 49

〈표 3-7〉 농업분야 기후변화 실태조사 주요 전략과제들의 특징 55

〈표 3-8〉 임업·산림분야 기후변화 영향 실태 시범 보고서 평가 항목의 특징 56

〈표 3-9〉 「제2차 국가 기후변화 적응 대책」에 포함된 농업부문 기후변화 실태조사
추진계획 57

〈표 3-10〉 농림축산식품부의 기후변화 대응 관련 주요 사업 및 활동 60

〈표 3-11〉 기후변화생태과 업무 인력 현황 61

〈표 3-12〉 농촌진흥청의 기후변화 대응 관련 주요 활동 62

〈표 3-13〉 농어촌연구원의 기후변화 대응 관련 주요 활동 63

〈표 3-14〉 도별 농업기술원의 기후변화 대응 관련 주요 활동 64

〈표 3-15〉 한국농촌경제연구원의 기후변화 대응 주요 활동 66

〈표 3-16〉 농업기술실용화재단의 기후변화 대응 관련 주요 사업 66

〈표 3-17〉 국가기후변화적응센터의 농업 관련 기후변화 대응 주요 활동 68

〈표 3-18〉 농업부문 기후변화 대응체계 69

제4장

〈표 4-1〉 AECM과 Eco-scheme의 비교	76
〈표 4-2〉 국가기후변화적응센터의 농업 관련 기후변화 대응 주요 활동	83
〈표 4-3〉 『농업법』의 기후변화 대응 관련 내용	91
〈표 4-4〉 미국 연구기관의 기후변화 연구 활동	98
〈표 4-5〉 주요국 농업부문 기후변화 대응체계 요약	104

제5장

〈표 5-1〉 농업부문 기후변화 대응체계 현황	110
〈표 5-2〉 기후변화 대응 농업기술별 농가 경험 여부	118
〈표 5-3〉 정부 기관의 이상기후 정보와 함께 제공되는 대응기술 적용 실태	119

제6장

〈표 6-1〉 농촌진흥청 신기후변화 대응체계구축사업 기술 부문	127
〈표 6-2〉 도농업기술원 기후변화 대응 연구 동향	133
〈표 6-3〉 미래 기후변화 대응 농업기술 예측 유형별 분류	136
〈표 6-4〉 주요 해외 연구 기관의 기술 유형 및 연구 범위	138

제7장

〈표 7-1〉 농업 관련 데이터셋 사례 비교	160
〈표 7-2〉 농촌진흥청 내 SPAR	166
〈표 7-3〉 기후변화 대응 농업연구단지의 첨단시설동 시설 구성 및 규모	169
〈표 7-4〉 네트워크 관련 해외 사례 요약	170
〈표 7-5〉 농업부문 기후변화 대응센터 상위 기관 및 운영주체 후보	175
〈표 7-6〉 농업부문 기후변화 대응센터 상위 기관 및 운영 주체(안)	175
〈표 7-7〉 상위 기관 및 운영주체 대안별 장점과 단점	176

〈표 7-8〉 농업부문 기후변화 대응센터 조성 및 운영주체 후보	177
〈표 7-9〉 농업부문 기후변화 대응센터 설계개요	178
〈표 7-10〉 건축법규	179
〈표 7-11〉 식재수종 선정기준	187
〈표 7-12〉 준공된 연구소 인당 연구면적 비교표	188
〈표 7-13〉 연구시설 사례 단위 전용면적 비교표	188
〈표 7-14〉 BT분야 연구시설 인당 시설면적 비교표	189
〈표 7-15〉 국내 데이터센터 분포 현황	190
〈표 7-16〉 데이터센터 건축물 형태 현황	190
〈표 7-17〉 데이터센터 면적 현황	191
〈표 7-18〉 데이터센터 설비구성 현황	191
〈표 7-19〉 농업관련 문화집회시설 현황	192
〈표 7-20〉 농업부문 기후변화 대응센터 동별면적 종합	193
〈표 7-21〉 농업부문 기후변화 대응센터 본관동 세부면적표	193
〈표 7-22〉 농업부문 기후변화 대응센터 동별면적 비교표	203
〈표 7-23〉 농업부문 기후변화 대응센터 공사비 비교표	203
〈표 7-24〉 농업부문 기후변화 대응센터 사업비 총괄비교표	204
〈표 7-25〉 농업부문 기후변화 대응센터 사업비 산출기준	205
〈표 7-26〉 농업부문 기후변화 대응센터 공사비 산출기준	206
〈표 7-27〉 농업부문 기후변화 대응센터 세부사업비	206
〈표 7-28〉 정책지원부 공사비 단가 추정	207
〈표 7-29〉 기후데이터부 공사비 단가 추정	207
〈표 7-30〉 홍보관 공사비 단가 추정	208
〈표 7-31〉 전국 농업기술원 건축개요 현황	209
〈표 7-32〉 농업부문 기후변화 대응센터 대지면적 추정	209
〈표 7-33〉 지역별 토지 실거래가 현황	210
〈표 7-34〉 농업부문 기후변화 대응센터 토지비 산정	210
〈표 7-35〉 부지조성 공사비 세부내역	211

〈표 7-36〉 인증비 산정 세부내역	211
〈표 7-37〉 미술작품설치 세부내역	212
〈표 7-38〉 농업부문 기후변화 대응센터 사업기간(안)	212
〈표 7-39〉 농업부문 기후변화 대응센터 연차별 사업비	214
〈표 7-40〉 농업부문 기후변화 대응센터 총사업비 연차별 배분	214

제8장

〈표 8-1〉 조사대상 농가의 사회경제적 특성	216
〈표 8-2〉 농업생산에 미치는 요인의 영향력	216
〈표 8-3〉 기후변화가 농업생산에 미치는 부분	220
〈표 8-4〉 이상기상이 농업생산에 미치는 부분	224
〈표 8-5〉 온실가스 저감을 위한 저탄소 영농기술 사용현황	226
〈표 8-6〉 기후변화 및 이상기후에 적응하기 위한 영농활동 현황	227
〈표 8-7〉 기후변화 대응 교육 시 적절한 교육기간	232
〈표 8-8〉 첨단인프라 설명 요약	233
〈표 8-9〉 응답자 경력 및 기후변화 연구 경험 유무	234

제9장

〈표 9-1〉 농업 관련 공공기관 입지선정 평가 항목	241
〈표 9-2〉 기후변화대응 농업연구단지의 기능별 입지요인	247
〈표 9-3〉 AHP를 통한 입지요인별 가중치 도출 결과(Living Lab이 본부 위치할 경우)	251
〈표 9-4〉 AHP를 통한 입지요인별 가중치 도출 결과(Living Lab이 지역센터에 위치할 경우)	253
〈표 9-5〉 AHP 입지요인별 사용 변수 설명 및 출처	256
〈표 9-6〉 최종 부지 선정 시 고려 조건	261

제10장

〈표 10-1〉 농촌진흥청 신농업기후변화대응체계구축사업 어젠다 및 중점추진과제	264
〈표 10-2〉 농업부문 기후변화 대응센터 이해관계자 수요조사 요약	265
〈표 10-3〉 문제/이슈별 사업목표 구성 및 수혜자	266
〈표 10-4〉 기술 수준·격차 및 연구단계 역량	267
〈표 10-5〉 활동도 지수와 매력도 지수	267
〈표 10-6〉 농업부문 기후변화 대응 부서별 주요 역할과 국내 연관기관의 역할 관계	269
〈표 10-7〉 정책지원부 비용 추정 결과	271
〈표 10-8〉 정책지원부 비용 추정 결과	272
〈표 10-9〉 옥외 기상환경조절·분석시설 비용 추정 결과	273
〈표 10-10〉 인공기상동 비용 추정 결과	274
〈표 10-11〉 이상기후동 비용 추정 결과	275
〈표 10-12〉 홍보관 비용 추정 결과	275
〈표 10-13〉 비용 산출 결과(종합)	276
〈표 10-14〉 기후변화 및 이상기후 정보 유형별 농가 활용 의향 비율 및 평균 지불의사금액	278
〈표 10-15〉 감축수단별 예상 미달 온실가스 감축량	279
〈표 10-16〉 원주 기후변화대응교육연구센터 기후변화홍보관 최근 3년 방문객 수	280
〈표 10-17〉 편익 산출 결과(종합)	281
〈표 10-18〉 시나리오별 비용-편익 비율 비교	282
〈표 10-19〉 산업연관분석을 위한 산업부문 분류	283
〈표 10-20〉 건설비 및 장비비 투입으로 인한 최종수요 증가	284
〈표 10-21〉 유지관리비 및 과제비 투입으로 인한 최종수요 증가	286
〈표 10-22〉 편익 발생으로 인한 최종수요 증가	287
〈표 10-23〉 사업 비용 투입의 경제적 파급효과	288
〈표 10-24〉 유지관리비 및 과제비 투입으로 인한 경제적 파급효과	289
〈표 10-25〉 편익 발생으로 인한 경제적 파급효과	291

〈표 10-26〉 사업기간 및 운영기간 동안 발생하는 총 생산유발효과와 부가가치유발효과 ···	292
〈표 10-27〉 사업기간 및 운영기간 동안 발생하는 총 취업유발효과와 고용유발효과 ·····	294
〈표 10-28〉 상위계획과의 부합성 정도 판단 ·····································	294
〈표 10-29〉 사업의 최적안 사례 ···	296
〈표 10-30〉 AHP 평가자 구분 ···	296
〈표 10-31〉 KDI 예비타당성조사 AHP 평가항목 ·····························	298
〈표 10-32〉 가중치 산정 범위 ···	299
〈표 10-33〉 각 항목별 가중치 산정결과 ·····································	300
〈표 10-34〉 기후변화대응연구단지 건립사업 AHP 평가결과 I ·················	301
〈표 10-35〉 기후변화대응연구단지 건립사업 AHP 평가결과 II ···············	302

제1장

〈그림 1-1〉 연구 흐름도 10

제2장

〈그림 2-1〉 RCP 4.5와 RCP 8.5 시나리오의 한반도 기후변화 전망치 비교 21

제3장

〈그림 3-1〉 1999-2007 기후변화협약 대응 종합계획 요약 35

〈그림 3-2〉 저탄소 녹색성장 패러다임 36

〈그림 3-3〉 녹색성장 비전체계 37

〈그림 3-4〉 「제2차 기후변화대응 기본계획」 비전 및 주요과제 40

〈그림 3-5〉 「제2차 국가 기후변화 적응대책」 기본체계 41

〈그림 3-6〉 2050 탄소중립 추진전략(2020) 45

〈그림 3-7〉 농림축산식품부 조직도(일부) 59

〈그림 3-8〉 국립농업과학원 기후변화생태과 조직도 61

〈그림 3-9〉 농어촌공사 조직도(일부) 63

〈그림 3-10〉 농어촌연구원 조직도 63

〈그림 3-11〉 한국농촌경제연구원 조직도 65

〈그림 3-12〉 국가기후변화적응센터 조직도 67

〈그림 3-13〉 농업부문 기후변화 대응체계 조직도 70

제4장

〈그림 4-1〉 농장에서 식탁까지 전략 개념도 75

〈그림 4-2〉 농업 부문의 기술 및 완화 잠재력의 예(GAIN 모델) 80

〈그림 4-3〉 국가기후변화적응센터 조직도 82

〈그림 4-4〉 농업지식혁신체계(AKIS)의 구조 84

〈그림 4-5〉 회원국의 농업지식혁신체계(AKIS)의 구조 비교	85
〈그림 4-6〉 덴마크 농업지식혁신체계(AKIS)의 구조	85
〈그림 4-7〉 슬로베니아 농업지식혁신체계(AKIS)	86
〈그림 4-8〉 그리스 농업지식혁신체계(AKIS)	86
〈그림 4-9〉 네덜란드 농업지식혁신체계(AKIS)	87
〈그림 4-10〉 SEFARI Gateway의 구조	88
〈그림 4-11〉 기후변화 전문 지식센터	88
〈그림 4-12〉 지식교환모형과 CXC의 역할	89
〈그림 4-13〉 미국의 기후변화 대응정책 추진체계	96
〈그림 4-14〉 농무부(USDA)의 기후변화 정책/연구 관련 조직도	97
〈그림 4-15〉 농무부(USDA) 기후허브의 추진 원리	99
〈그림 4-16〉 농업연구기구(NARO) 소속 연구기관의 분포	103

제7장

〈그림 7-1〉 농업부문 기후변화 대응센터 비전과 목표	145
〈그림 7-2〉 농업부문 기후변화 대응센터(I안)	147
〈그림 7-3〉 농업부문 기후변화 대응센터(II안)	148
〈그림 7-4〉 지능형 스마트팜(K-Farm) 구현을 위한 빅데이터의 구조 및 기존 농업 DB 연계도	151
〈그림 7-5〉 스마트농업 빅데이터 플랫폼 ISP 구상(안)	151
〈그림 7-6〉 농업기상재해 조기경보시스템	152
〈그림 7-7〉 농넷 홈페이지	153
〈그림 7-8〉 농넷 기상영향 분석에 대한 데이터 제공 화면	154
〈그림 7-9〉 EU Copernicus SCiHub	156
〈그림 7-10〉 Life-Agri_Adapt의 AWA	157
〈그림 7-11〉 CGAIR의 GARDIAN 운영 사례	158
〈그림 7-12〉 일본 WAGRI의 운영 방식 및 제공 데이터	159

〈그림 7-13〉 농촌진흥청 휴토타람 운영 사례(작물별 토양적성도)	159
〈그림 7-14〉 Open API 사용 예시	162
〈그림 7-15〉 기후변화 대응 농업연구단지 빅데이터 센터(기후데이터부)의 구조	163
〈그림 7-16〉 농촌진흥청 내 인공기상동	167
〈그림 7-17〉 농촌진흥청 내 이상기후연구동	168
〈그림 7-18〉 지역 네트워크	172
〈그림 7-19〉 기후데이터부(빅데이터부)의 네트워킹 모식도	173
〈그림 7-22〉 네트워크 운영 방안	174
〈그림 7-21〉 직무시설 참고이미지	181
〈그림 7-22〉 회의 및 관리시설 참고이미지	181
〈그림 7-23〉 회의 및 관리시설 참고이미지	182
〈그림 7-24〉 전산기계시설 참고이미지	182
〈그림 7-25〉 전산기계시설 참고이미지	183
〈그림 7-26〉 홍보시설 참고이미지	183
〈그림 7-27〉 조감도-1	195
〈그림 7-28〉 조감도-2	196
〈그림 7-29〉 배치도	197
〈그림 7-30〉 지하1층 평면도	198
〈그림 7-31〉 지상1층 평면도	198
〈그림 7-32〉 지상2층 평면도	199
〈그림 7-33〉 지상3층 평면도	199
〈그림 7-34〉 지상4층 평면도	200
〈그림 7-35〉 지붕층 평면도	200
〈그림 7-36〉 정면도	201
〈그림 7-37〉 우측면도	201
〈그림 7-38〉 횡단면도	202
〈그림 7-39〉 종단면도	202

제8장

〈그림 8-1〉 기후변화에 대한 인지정도	217
〈그림 8-2〉 기후변화에 대한 체감정도	218
〈그림 8-3〉 경력별 기후변화에 대한 체감정도	219
〈그림 8-4〉 기후변화가 농업생산에 미치는 영향	220
〈그림 8-5〉 이상기상에 대한 인지정도	221
〈그림 8-6〉 이상기상 발생 빈도에 대한 체감정도	221
〈그림 8-7〉 경력별 이상기상에 빈도 대한 체감정도	222
〈그림 8-8〉 이상기상 강도에 대한 체감정도	223
〈그림 8-9〉 이상기상이 농업 생산에 미치는 영향	224
〈그림 8-10〉 현재 기후변화 및 이상기후에 관한 정보 획득 여부	225
〈그림 8-11〉 현재 기후변화 및 이상기후에 관한 정보 획득 경로	225
〈그림 8-12〉 획득한 기후변화 및 이상기후 정보에 관한 만족도	226
〈그림 8-13〉 기후변화와 관련한 중앙정부 및 지자체 요청사항	227
〈그림 8-14〉 농업부문 기후변화 대응센터 조직도 및 역할	228
〈그림 8-15〉 기후변화 및 이상기상 정보제공 활용 의향	229
〈그림 8-16〉 기후변화 및 이상기상 정보 미활용 이유	229
〈그림 8-17〉 농가 고유 기술 검증 및 보급 지원 시 참여 의향	230
〈그림 8-18〉 농가 고유 기술 검증 및 보급 지원 시 미참여 이유	230
〈그림 8-19〉 농가 고유 기후변화 대응기술 보유 및 공유 여부	231
〈그림 8-20〉 기후변화 대응 교육 참여 의향	231
〈그림 8-21〉 기후변화 대응 교육 미참여 이유	232
〈그림 8-22〉 응답자 전공 구성	234
〈그림 8-23〉 연구자 대상 첨단인프라 사용의향 조사	235
〈그림 8-24〉 최근 3년간 기후변화 연구 경험 응답자 대상 첨단인프라 사용의향 조사	237

제9장

〈그림 9-1〉 입지요인의 계층 구조도	248
〈그림 9-2〉 균형 점수형	258
〈그림 9-3〉 지리적 유리형	259
〈그림 9-4〉 시설 이용 수요형	259

제10장

〈그림 10-1〉 논문, 특허 기술의 국가별 상대적 우위비교	268
〈그림 10-2〉 농가 설문 내 농업부문 기후변화 대응센터 정보제공 개념도	278
〈그림 10-3〉 AHP 계층구조	297

1

서론

1. 연구의 필요성과 목적

1.1. 연구 필요성

- 지난 100년(1911~2010)간 한반도 연평균 기온은 세계평균(0.85℃)보다 약 2배(1.8℃) 이상 더 상승 되는 등 온난화가 가속화됨.
 - 현재 상황 지속 시 21세기 후반에 대부분 지역이 아열대화 될 전망이다.
 - 또한, 1980년대를 기점으로 온난화와 밀접한 이상고온 현상이 급증하고 있으며, 기록적 가뭄·폭설·한파 등 극한기상 출현이 빈번함.
- 온난화로 인한 기후변화는 기상과 기온에 민감한 산업인 농업 전 부문에 걸쳐 부정적인 영향을 미치며 농작물의 생육, 농촌경제, 식량안보 등에 위협이 됨.
 - 농작물 재배적지 변화, 월동 병해충 피해가 증가함.
 - 농촌지역 수자원 부족, 식량안보, 인프라 농업소득 손실이 발생함.
 - 식량작물의 생산성 변동, 수산 자원의 감소와 다양성 훼손 등이 일어남.
- 기후변화에 대응하여 정부는 완화와 적응 측면에서 대응정책 및 관련 R&D를 추진하고 있음. 하지만 비용효과적인 감축 및 적응기술 수요를 충족시키지 못하고 있고, 현장에서의 기술적용성이 낮은 수준임.

- 완화 측면에서는 2018년 「2030 온실가스 가축 로드맵」 수정안 발표에 이어 2019년 현재 부문별 「2050 저탄소 발전 전략」을 개발 중에 있음. 신기후체제 아래 UNFCCC에 보고되는 국가 감축목표는 점차 강화될 것으로 예상되어 비용효과적인 감축기술과 신규 감축기술에 대한 수요가 점차 증가할 것으로 예상됨.
- 기후변화 적응 측면에서는 현재 농업부문을 포함한 “제2차 국가기후변화적응대책(’16~’20)”이 추진 중에 있음. 하지만 기후 리스크의 계층에 대한 고려가 부족하고 실제 정책이 집행되는 현장과의 괴리가 나타나고 있음(송영일 외, 2018). 또한 대부분 연구개발 및 시범 사업에 집중되고 있어 향후 현장에서의 적용성을 높이는 것이 향후 과제로 대두되고 있음.
- 이러한 감축 및 적응 기술에 대하여 대다수의 농업인이 간단관개를 제외한 기후변화 대응 농업기술에 대한 경험이 없거나 모르는 것으로 조사됨(정학균 외, 2018).

○ 해외에서는 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해 주류화 정책을 추진하고 있음.

- 광범위하고 맥락 특이적인 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해 선진국들은 기후변화 정책과 다른 정책을 통합하는 주류화(Mainstreaming)를 추진하고 있으며, 주류화를 위해 필수적으로 필요한 기후변화 정보를 생성하여 제공하고 있음.
- 또 기후변화 영향·위험·취약성 분석을 위해 기후변화 완화 및 적응에 관한 정보뿐만 아니라 정보를 가공하고 정책을 평가할 수 있는 프레임워크를 제시하고 있음(정학균 외, 2019).
- 하지만 현재 우리나라의 기후변화 대응은 R&D 중심이며, 농업관련 정책의 주류화는 이제 논의가 시작되었음. 그리고 주류화를 지원할 수 있는 관련 정보 생성도 매우 미흡한 수준임.

○ 우리나라 기후변화 R&D는 기관별로 분산 추진되고 있어 집적화 및 클러스터화에 의한 시너지효과를 얻기가 매우 어려움.

- 국가 기후변화적응센터 내 농업 전문가 부족은 기후변화영향 평가 자료 및 정책 의사결정 및 설계에 필요한 농업부문 자료 제공에 한계로 작용함.
- 농촌진흥청의 연구개발 사업은 연구개발 사업의 계획 단계에서 자연과학적인 인과관계에 집중함으로써 농가의 행위 분석이나 정책 의사결정에 대한 고려가 상대적으로 부족함. 또한 연구 범위와 내용 역시 기후변화의 광범위하고 맥락 특이적인 특징을 반영하지 못하고 있고, 기후변화 이슈 이전부터 이어지던 사업에 기후변화 편익이 부가적으로 존재하는 정

책을 중점적으로 육성하는 방향으로 진행되어 옴. 또한 기후변화 이외 각 분야의 소관 업무를 담당하면서 기후변화 대응기술을 함께 개발하기 때문에 기후변화 대응에 특화된 기술을 집중적으로 개발하는 것에도 한계가 있음.

- 뿐만 아니라 국가 기후변화적응센터 및 농촌진흥청 정보를 유기적으로 연결하고 각 기관의 연구역량을 결집할 수 있는 컨트롤 타워가 없어 기후변화에 효과적으로 대응하지 못하고 있는 실정임.

○ 이에 따라 기존 농업분야 기후변화 대응의 한계점을 극복하기 위해 제안된 '기후변화 대응 농업연구단지(가칭)' 도입을 검토하고, 연구단지 조성의 기술적·경제적·정책적 필요성과 타당성을 평가할 필요가 있음.

- 기존 기후변화 관련 연구개발 사업에 대한 점검 혹은 평가가 필요함.
- 기후조건에 특히 민감한 농업분야는 기후변화에 큰 영향을 받을 것으로 전망, 국가 차원의 전문 대응체계를 마련하여 미래 환경 변화에 체계적으로 대비해야 함.
- 기후변화 전문 농업 연구단지(산·학·연) 구축을 통해 관련 정책과 연구를 체계적으로 뒷받침하고, 산업화(클러스터)하여 미래 농업환경변화에 대응한 기후산업과 같은 새로운 먹거리 산업 육성이 필요함.
 - * 기후변화 농업연구시설(연구·실증)과 연계하여 체험·실습 교육 및 산업·홍보·관광 등 다양한 융복합 산업 육성
- 연구단지 조성의 기술적·경제적·정책적 필요성과 타당성을 체계적으로 검토할 필요가 있음.

1.2. 연구 목적

- 기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구용역을 통해 연구단지의 역할 및 연구단지 조성사업의 타당성 도출
- (기본구상) 연구단지의 역할 및 기능, 총 사업기간 및 투자계획, 기대효과 및 장기목표 등 연차별 연구단지 조성 방안 마련
- (타당성조사) 연구단지 조성의 타당성을 기술적·경제적·정책적 측면에서 평가하고 예비타당성 조사 대응 기초자료 및 논리 개발

※ 본 과제는 ‘기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구’라는 과제명으로 시작하였으나 농업연구단지의 수요가 정책지원과 연구개발 지원을 중심으로 제시됨에 따라 이러한 수요를 적절히 반영하기 위해 제5장에서 ‘기후변화 대응 농업연구단지’라는 용어보다 ‘농업부문 기후변화 대응센터(가칭)’라는 명칭을 제안함.

2. 연구내용 및 방법

2.1. 연구내용

○ 이 연구는 한국농촌경제연구원, 서울대, 건축회사 (담)의 공동연구를 통해 이루어졌음. 전체 과업 내용과 기관별 담당 역할 및 임무는 아래 <표 1-1>과 같음.

<표 1-1> 전체 과업 내용 및 기관별 담당

역할 및 임무	기관	
	주	부
기후변화 대응체계 진단 및 농업연구단지 역할 도출		
기후변화 현황·전망 및 기후변화가 농업에 미치는 영향 분석	KREI	
농업분야 대응체계 진단 및 해외사례 분석을 통한 농업연구단지 역할 도출	KREI	
기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상		
주요시설과 시설별 역할·기능, 운영주체, 사업 범위 등 연구단지 인프라 조성 방안	KREI	서울대
사업기간 및 예산 규모 분석, 연차별 조성 방안 등 사업구상 및 재원조달 방안	KREI	서울대
연구단지 조성에 따른 기대효과, 운영 계획	KREI	
기후변화 대응 농업연구단지 조성 타당성조사 실시		
연구단지 접근성, 환경 등을 검토한 적정입지 분석	서울대	
사업규모·사업비 산출 및 적정성 분석	담	
연구단지 조성의 필요성 및 기술적·경제적·정책적 타당성 분석	KREI	
예비타당성 조사 준비 및 사업 추진 기본계획(안) 제시		
기후변화 대응 농업연구단지가 국가 경제에 미치는 파급효과 제시	KREI	
사업추진에 따른 예상 문제점 및 대안, 고려사항 등 제시	KREI	
연구단지 비전과 목표·전략, 운영형태, 조직 등 기본방향 가이드라인 제시	KREI	

[KREI 담당 연구 세부 내용]

- 기후변화 현황·전망 및 기후변화가 농업에 미치는 영향 분석
 - 기후변화 현황 및 전망 제시

- 기후변화가 농업부문에 미치는 정성적·정량적 분석 결과 제시
- 기후변화 대응 농업연구단지 역할 도출
 - 우리나라 농업분야 기후변화 대응체계를 R&D 측면과 정책 측면에서 진단
 - 해외의 기후변화 대응 R&D 및 정책 사례 분석 결과 제시
 - 기후변화 대응 농업연구단지 역할 도출
- 기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상
 - 주요시설과 시설별 역할·기능, 운영주체, 사업범위 연구단지 인프라 조성 방안(서울대와 협력)
 - 사업기간 및 예산 규모 분석, 연차별 조성 방안 등 사업구상(담건축과 협력)
 - 연구단지 조성에 따른 기대효과
- 기후변화 대응 농업연구단지 조성의 기술적·경제적·정책적 타당성조사 실시
 - (기술적)기술개발 계획의 적절성 분석, 기존 기술 및 사업과의 중복성 분석 등
 - (경제적)연구단지 조성의 경제적 타당성 분석을 위한 사업 계획과 유사사례를 바탕으로 한 비용 관련 자료 구축
 - (경제적)연구단지의 사업 목표 및 내용을 바탕으로 한 연구단지 조성 사업의 성과 요소 식별, 편익 측정의 대상·범위·분석기간, 편익 계측 방법론 선정 및 자료 구축
 - (경제적)연구개발 사업의 경제성 분석 및 사업의 불확실성을 최소화하기 위한 시나리오 분석
 - (정책적)정책의 일관성 및 추진의지, 사업추진상의 위험요인, 전문가 AHP분석을 통한 사업의 종합평가 등
- 예비타당성 조사 준비 및 사업 추진 기본계획(안) 제시
 - 기후변화 대응 농업연구단지 조성 시 국가 경제에 미치는 파급효과 제시
 - 연구단지 비전과 목표·전략, 운영형태, 조직 등 기본방향 가이드라인 제시

[서울대 담당 연구 세부 내용]

- 기후변화 대응 농업연구단지의 연구개발 분야 및 개발 기술 과제 도출
 - 산학연 전문가 자문과 의견 수렴을 통한 연구단지의 차별성 확보 방안 및 연구개발 분야 도출
 - 집적화된 연구단지로서의 시너지 극대화 위한 연구개발 과제 및 기술 개발 과제 도출
- 기후변화 대응 농업연구단지의 필수 시설 도출
 - 도출된 연구과제 및 기술 개발 연구를 위한 필수 연구시설 도출
 - 연구개발 결과의 실용화를 인프라 및 기술보급을 위한 extension service 시설 구축 방안
- 기후변화 대응 농업연구단지의 적정입지 분석
 - 접근성, 환경 등을 고려한 연구단지의 적정입지 요인 도출
 - 연구개발시설의 입지요인인 접근성, 집적도, 연계성, 환경성 등의 평가지표는 (i) 전문가 설문에 의한 평가, (ii) 직접추정, (iii) 통계자료 참고 등의 방식으로 구축함.
 - 입지계수(LQ, Location Quotient), Getis and Ord's G* 이용한 산업 집적도 추정 (Carroll et al., 2008)
 - 다양한 입지요인을 고려한 적정입지 대안 도출

[담건축 담당 연구 세부 내용]

- 건축기본계획 도면 작성
 - 토지이용계획도 및 배치계획도
 - 단지 내 교통 등 동선처리 계획도
 - 시설별 평면 다이어그램 (기능 배분도)
 - 시설 개요 작성 (동별 세부 면적)
- 사업비 추정 및 사업 예정공정표 작성

- 사업방식별 개략 사업비 산출
- 연차별 자금 투입계획
- 단계별 공사 예정 공정표

2.2. 연구방법

[KREI 담당 연구 방법]

○ 관련 문헌 및 기존연구자료 조사

- 농촌진흥청, 국립농업과학원 유관기관 및 관련분야 학술지 선행연구 결과물에 대한 검토
- EU, 미국, 일본 등의 기후변화 대응정책 및 R&D 관련 문헌 검토
- 경제적 타당성 관련 비용 및 편익 산정을 위한 문헌 및 유사 사례 연구
- 기후변화 대응 관련 계획 및 정부 정책, 타 연구단지 조성사업과의 차별성 등 검토

○ 통계자료 분석 및 계량분석

- 기후변화 대응정책 및 R&D 관련 통계자료 분석
- 한국개발연구원의 예비 타당성 조사를 위한 일반지침(제5판)과 연구개발사업의 예비 타당성 조사 표준지침에서 제시한 가이드라인을 바탕으로 한 사업의 비용 추정
- 편익 계측을 위한 자료 구축 및 분석

○ 설문조사 및 국내 현지 방문 출장

- 기후변화 대응 농업연구단지 조성에 대한 농업인의 인식, 참여의사, 건의사항 등에 대한 설문조사 실시
- 종합평가를 위한 전문가 조사 및 AHP 분석
- 기후변화 대응 관련한 전문가(정책담당자) 대상 연구단지 조성에 관한 심층면담 조사
- 기후변화 대응 관련 연구과제를 수행하는 기관을 방문하여 관련분야 자료수집

- 전문가/정책담당자 협의회를 통해 분석 결과 및 단지 구성에 대한 적절성 의견수렴
 - 기술적·정책적·경제적 타당성 조사 결과 적절성에 대한 전문가 협의회 개최
 - 사업추진 기본계획(안)에 대해 농림축산식품부·지자체 담당자와의 정책협의회 개최를 통해 의견수렴

- 해외의 기후변화 대응기술 개발 실태 등 관련 전문가에게 위탁 연구(혹은 원고 위탁) 추진
 - 해외의 기후변화 대응기술 개발 실태와 보급체계분석(고려대 임송수 교수 위탁 연구)
 - 기후변화 대응 연구단지 기술적 타당성 평가를 위한 조사 분석((전)국가농림기상센터 김수옥 박사 원고 위탁)
 - 기후변화 대응 연구단지 조성의 정책적 측면 타당성 조사 분석(경상대 김태영 교수 원고 위탁)

[서울대 담당 연구 방법]

- 관련 문헌 및 기존 연구자료 조사
 - 연구개발 분야 및 인프라 도출을 위해 정부의 기후변화 대응 및 농식품 분야 중장기 R&D 계획 검토, R&D 입지요인 분류 및 유형화에 관한 선행연구 분석
 - 기후변화 대응 연구개발 분야/개발 기술 과제 및 입지 선정 관련 평가기준 선별에 관한 선행연구 분석

- 전문가 자문을 통한 의견 수렴
 - 연구개발 분야 및 인프라 도출을 위해 전문가 자문은 농촌진흥청, 도농업기술원, 대학 및 기업 등의 전문가 자문단을 구성하여 의견을 수렴하고 의사결정 방법론을 적용함
 - 농촌진흥청의 기후변화 관련 연구 전문가 그룹
 - 지역농업 R&D 기관인 도농업기술원과 지자체 농업기술센터의 기후변화 관련 연구자
 - 농업생명과학 분야 대학과 관련 학회를 통한 기후변화 대응 기술 수요 분석

○ 통계자료 분석 및 계량분석

- 기후변화 대응 연구개발 분야/개발 기술 과제 및 연구단지 입지를 평가하기 위해 대안의 수가 변화하여도 분석 결과의 순위 역전현상이 가장 적게 발생하는 것으로 알려져 있는 TOPSIS(Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 방법을 활용함.
- 공간회귀모형(Spatial Regression Model)을 활용한 입지요인별 가중치 추정
 - 입지요인별 가중치 정보는 전문가 설문을 통해 취득할 수 있으나 공간회귀모형의 추정 계수를 통해 가중치 정보뿐만이 아니라 입지요인의 통계적 유의성까지 고려할 수 있음.
 - 입지요인과 관련된 자료는 공간자료의 속성을 지니며, 공간자기상관 효과를 제어하기 위한 공간회귀모형의 사용이 필요(심준석 외, 2013)

[담건축 담당 연구 방법]

○ 관련 문헌 및 기존 연구자료 조사

- 상위계획 및 관계법령 검토

○ 통계자료 분석 및 계량분석

- 국내외 기초자료 및 통계자료를 활용한 현황 및 특성 파악

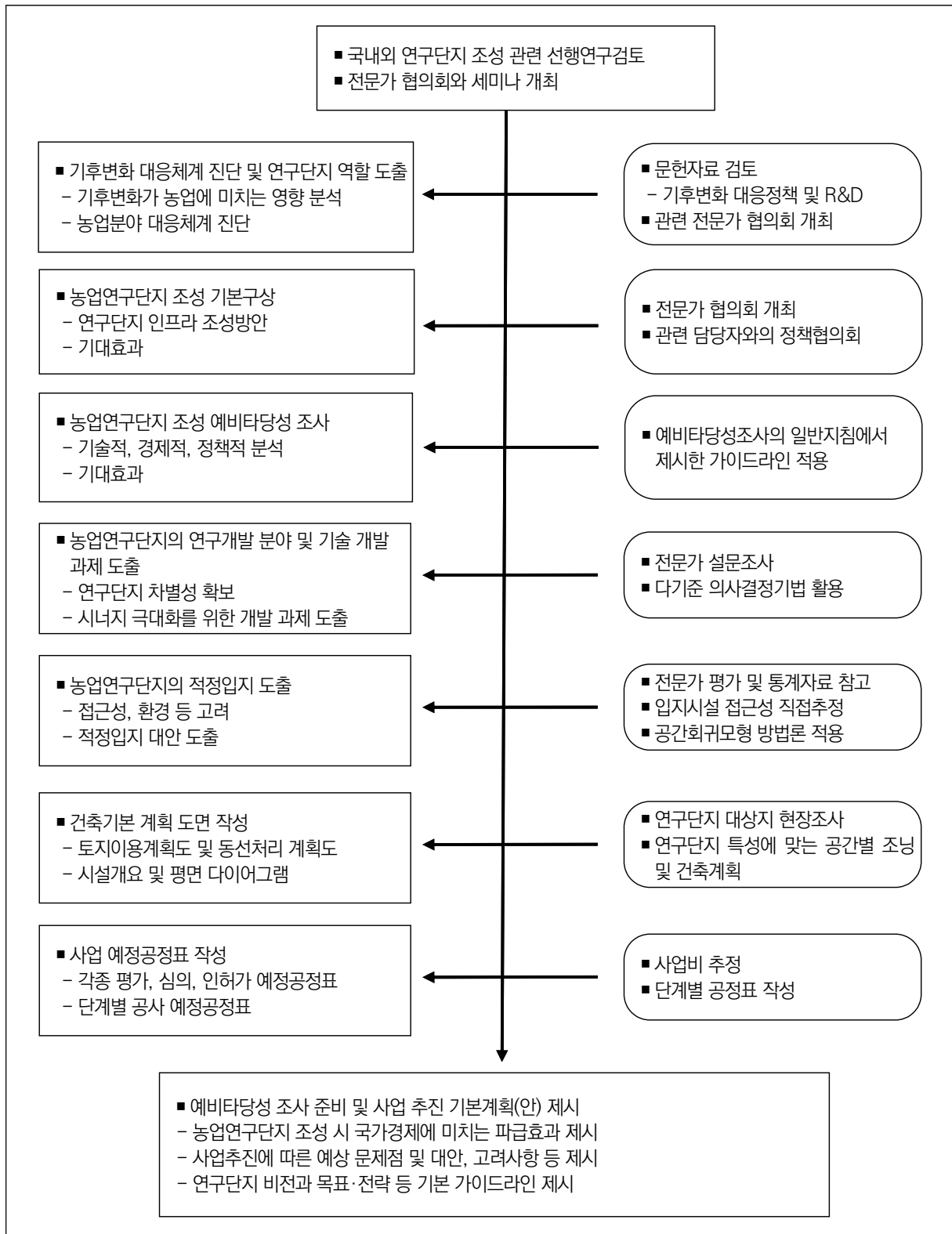
○ 국내 현지방문 출장

- 연구단지 대상지 현장조사

○ 연구단지 특성에 맞는 공간별 조닝 및 건축계획

○ 건축기본계획 수립에 따른 사업비 추정 및 단계별 공정표 작성

〈그림 1-1〉 연구 흐름도



2.3. 연구범위

- 기후변화 연구단지 조성을 통해 기후변화 대응기술을 개발하고 농업인들이 그 기술을 습득할 수 있도록 함. 이 때 대상이 되는 기술은 기후변화 완화 및 적응기술을 모두 고려함.
- 기후변화 연구단지 조성의 대상이 되는 분야는 농업과 축산이며, 산림과 수산은 제외함.
- 시간적 범위는 사업투자가 이루어진 시점부터 약 30년 후인 2050년으로 함.
- 공간적 범위는 기후변화 영향이 미치는 농업·농촌지역을 대상으로 함.

3. 선행연구 검토 및 차별성

3.1 국내·외 연구동향

3.1.1. 농업분야 연구단지 조성 관련

- 김창길 외 3인(2014)은 충북지역의 유기농산업클러스터 조성의 타당성 분석과 실효성 있는 추진 방안을 제시하는 연구를 수행함. 유기농산업클러스터 조성을 위한 충청북도의 대내외 여건을 분석하고, 유기농산업클러스터 조성 관련 상위계획들과 유기농산업클러스터 관련 국내의 사례들을 제시함. 또한 유기농산업클러스터의 경제적·정책적 타당성 분석결과를 바탕으로 유기농산업클러스터의 발전전략을 제시함.
- 최지현 외 5인(2009)은 국가식품클러스터의 입지가 익산지역으로 선정된 가운데 국가식품클러스터에 대한 공간적 구조와 클러스터에 대한 기업의 수요 파악, 경제적 타당성 분석을 수행함.
- 이명기외 3인(2019)은 스마트팜 혁신밸리 조성 사업의 타당성 분석, 경제적 효과 분석 등을 수행하였으며, 스마트팜 청년창업보육 프로그램, 청년 임대형 스마트팜, 스마트팜 실증단지, 혁신밸리 지원센터 등 운영 활성화 방안을 제시함.

3.1.2. 연구개발 사업의 경제적·정책적 타당성 분석 관련

- 연구개발사업의 예비 타당성 조사 표준지침(김기완 외, 2008)은 건설공사가 포함된 R&D 사업의 총사업비 추정 및 연차별 투입계획 작성에 관한 가이드라인을 제시하고 있음.
 - 우선, 경제성 분석을 위한 비용 추정은 제안 사업의 기본구상에서 제시된 내용에 대한 기술적 검토를 바탕으로 총사업비를 추정하고, 시설 준공 이후 운영기간 중 시설의 운용에 소요되는 비용 및 부대사업과 관련하여 추가적으로 소요되는 비용 등은 경제성 분석을 위한 비용을 추정하는 과정을 통해 계측됨.
 - 운영비는 원활한 연구소 운영에 필요한 인건비, 장비비(자산취득 성격의 장비구입비), 경상운영비, 연구비와 기타 비용을 모두 충분히 고려하여 산출함.
 - 비화폐적 편익을 계측하는 방법으로 비용-효과 분석이나, 직접적인 과학기술적 파급효과를 계측하는 방법 등을 제시함.

- 최이중 외(2012)는 환경부가 추진하는 ‘기후변화대응 통합정책기반기술개발사업’의 타당성을 평가함.
 - 정책적 타당성에서는 상위계획(과학기술기본계획, 기후변화대응 국가연구개발 중장기 마스터플랜, 이명박정부의 과학기술기본계획)과의 부합성, 사업 추진의지 및 선호도(환경부의 관련 법령 및 예산 배정), 유관부처(부처, 지자체, 연구담당자)와의 협력체계를 살펴봄.
 - 또한 재원조달 가능성(국비 조달 방법) 및 법·제도적 위험요인을 평가함.

- 최광희 외(2013)는 농촌진흥청·농림축산식품부·해양수산부·산림청이 추진하는 ‘농림수산식품 기후변화 적응체계 구축사업’의 타당성을 평가함.
 - 정책적 타당성에서는 상위계획(과학기술기본계획, 국가 기후변화 적응 종합계획, 녹색기술 연구개발 종합대책, 국가 기후변화 적응 대책, 농림수산식품 기후변화 대응 기본계획, 농림수산식품 과학기술 육성 종합계획 및 5개년 실천계획, 농업과학기술 중장기 연구개발 계획 등)과의 부합성, 사업추진의지 및 선호도(농촌진흥청의 장점 및 관련 부처 산화기관의 선호도)를 평가함.
 - 그리고 재원조달 가능성(농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청의 사업비) 및 법·제도적 위험요인(국가 기후변화 적응 대책과 농림수산식품 과학기술 육성 종합계획 간 간극)을 평가하였음.

○ 한민규 외(2015)는 농촌진흥청에서 주관하는 ‘농업기후변화적응체계구축사업’의 사업계획 적정성을 재검토하였음.

- 정책적 타당성에서는 상위계획(과학기술기본계획, 생명공학육성기본계획, 농업생명공학 육성 중장기 기본계획, 농업과학기술 중장기 연구개발 계획, 농림수산식품과학기술육성 종합계획, 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획, 국가 기후변화 적응 대책, 환경기술 및 환경산업 육성 계획, 기상업무발전 기본계획)과의 부합성, 사업 추진의지 및 선호도(유관 부처와의 협력, 기업 관련 참여 계획)를 평가함.
- 그리고 재원조달 가능성(정부재원, 민간재원)과 법·제도적 위험요인(국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정, 농어업·농어촌 및 식품산업 기본법)을 검토함.

○ 조성식 외(2019)는 농촌진흥청이 추진하는 ‘新농업기후변화대응체계구축사업’의 타당성을 검토함.

- 상위계획(국정과제, 저탄소녹색성장기본법, 재난 및 안전관리기본법, 농업·농촌 및 식품 산업기본법, 농촌진흥법, 녹색성장 5개년 계획, 기후변화대응 기본계획, 국가기후변화적응대책, 과학기술기본계획, 우주개발중장기계획, 농림축산식품 분야 기후변화대응 기본 계획, 기후변화대응 농업기술개발 2단계 중장기계획, 농업과학기술 중장기 연구개발 계획)과의 부합성을 분석함.
- 그리고 사업 추진체계는 거버넌스 관점에서 분석하고 주관부처의 사업 추진의지를 기존 사업을 바탕으로 평가함.
- 또한 재원조달 가능성(주관부처 예산 배정) 및 법·제도적 위험요인(국제협약 검토, 전국 단위 공통 기준 및 협의체 마련)을 함께 평가하였음.

3.1.3. 농업분야 연구단지 적정입지 분석

○ 오민수 외(2017)는 경기도 광주시 내 종합사회복지관 설치를 위한 최적 입지를 선정 및 제안함.

- 입지선정을 위해 네 가지 입지선정 원칙을 정하였으며, 법적 규제 요인과 시설 공급의 중복성 측면에서 배제지역인자를 정함. 네 가지 입지선정 원칙은 1) 공간적 형평성, 2) 유관 기관 연계성, 3) 지역주민 접근성, 4) 지역주민 참여성이며 각 원칙별로 세부적인 결정인

자를 설정함.

- 입지 선정 모델로는 공공시설과 이용자 간 최대통행거리를 최소화하여 입지점을 찾는 롤즈 모형(Rawls Model)과 시설이용자의 총 통행거리를 최소화하는 입지점을 찾는 이산모형을 함께 활용함.
- 분석 자료는 행정자료, 피복자료, 도로 접근도, 이격 거리, 환경 규제 등을 포함함.
- 이러한 입지 선정 원칙에 따른 결정인자를 기준으로 2개 예비후보지를 평가하였으며, 이중 한 개 후보지를 적절한 입지로 선정하여 제안함.

○ 김용범 외(2016)는 경상북도 동해안발전본부 이전 입지선정을 위해 입지 평가기준을 설정하고 해당 기준을 적용하여 포항시, 울진군, 영덕군, 경주시 순으로 최종 입지지수를 도출한 결과를 제시함.

- 이 연구는 경상북도 동해안에 인접한 시군을 대상으로 검토를 진행하였으며 울릉군을 제외한 포항시, 경주시, 울진군, 영덕군을 대상으로 이전의 적절성을 검토함. 그러나 대상지역이 구체적으로 정해지지 않고 시·군 단위만을 결정하기 때문에, 도시개발 용이성, 환경친화성, 토지확보 용이성, 도시개발에 소요되는 비용 절감 여부 등을 평가할 수 없다는 한계가 있음.
- 입지평가 기준은 크게 적합성, 접근성, 파급 효과성, 지자체 의지로 설정함. 구체적으로 적합성은 지리적여건 적합성, 인구사회학적 여건 적합성, 산업경제적적 여건 적합성으로 구분되며, 접근성은 역외 접근성, 역내 접근성, 행정접근성으로 구분됨. 또한 파급효과성은 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과로 구분됨. 끝으로 지자체 의지는 입지대상 지자체에서 부지를 무상으로 사용할 수 있도록 제공할 수 있는지를 나타냄.
- 이 연구는 평가항목 간 가중치 설정을 위해 전문가를 대상으로 한 계층적의사결정기법 (Analytic Hierarchy Process, AHP)을 활용함. 세부 평가항목을 기준으로 가중치가 가장 높은 항목은 “지자체 의지”(16.17%)였으며, 적합성의 한 항목인 “수산물 어획고”(7.15%), 접근성의 항목인 “울릉도와의 거리”(7.13%), 파급효과성 항목인 “생산유발효과”(7.10%) 순으로 높게 나타남.

○ 박환용 외(2010)는 파주시를 대상으로 한정된 예산으로 그 효과성을 극대화하기 위한 도시공공시설의 우선순위를 분석하고 도시공공시설의 다양한 입지결정인자를 적용하여 입지선

정을 도출함. 본 제안서에서는 도시공공시설의 입지에 관한 연구 결과를 정리함.

- 이 연구는 도시공공시설의 입지 결정 과정에서 1) 객관적이고 합리적인 입지결정인자 선정, 2) 입지결정 과정에서 당사자들 간 갈등을 최소화할 수 있는 체계적인 방법 적용의 중요성을 강조함.
- 실질적인 분석은 다섯 단계로 진행하였음. 먼저 입지결정인자와 배제지역인자를 설정한 후 GIS를 통해 공간자료로 구축하였음. 다음으로 입지결정인자에 대해 가중치를 부여하고 입지결정인자와 배제지역인자의 각 요소에 대해 GIS를 활용하여 중첩분석을 수행했음. 네 번째 단계에서는 입지가능지역 내 배제지역을 추출하며 마지막으로 입지우위지역을 선정하여 최종 적정입지를 도출했음.
- 입지결정인자는 경제적 요인, 사회적 요인, 교통지리적 요인, 자연환경적 요인으로 설정하였으며 각 항목별로 세부항목을 2~4개씩 설정했음. 배제지역인자는 기개발지, 보전지, 계획보전지를 포함함. 가중치는 계층적의사결정기법을 활용하였으며 항목별로는 사회적 요인이 가장 높은 가중치를 받았으며 세부항목으로는 공익성, 형평성, 대중교통과의 거리 등이 높은 가중치를 부여받음.
- 최종 적정입지는 상대적인 입지우위 기준을 등급별로 지정하여 공간상 종합점수가 상위 10% 내의 지역을 1등급, 상위 10~20% 지역을 2등급으로 설정하여 최종 적지를 제시함.

○ 김천규 외(2009)는 국가단위 사업으로 추진되는 첨단의료복합단지의 입지선정을 위한 평가체계, 평가 기준, 평가절차 및 방법 등을 제안했음.

- 평가항목 선정기준은 첨단의료복합단지 사업의 근거가 되는 특별법과 시행령의 입지선정 기준을 기본으로 하였으며, 구체성, 명확성, 단순성, 자료 취득의 용이성 등이 반영될 수 있도록 함. 총 여섯 차례 전문가 자문회의를 통해 평가항목을 설정하였으며, 특별법상 6개 기본항목을 바탕으로 총 10개 세부항목을 설정하였음. 세부항목은 다음과 같음.
- 1) 정주여건의 우수성 및 개선가능성, 2) 교통접근성 및 개선가능성, 3) 우수 의료연구개발 기관의 집적정도, 4) 우수 의료연구개발 기관의 연계정도, 5) 우수 의료기관 집적정도, 6) 부지확보 용이성, 7) 사업의 조기추진 가능성, 8) 첨단의료복합단지 운영 주체의 역량, 9) 지방자치단체의 지원내용, 10) 국토균형발전 기여효과.
- 평가방법은 평가지표별로 자료 속성에 따라 등급법, 쌍대비교법, 상대점수법, 서열평가법, 점수평가법 등을 적용하는 것을 제안하였으며, 전문가를 대상으로 한 계층적의사결정

기법(AHP)을 이용하여 평가항목 간 가중치를 설정하는 방안을 제시하였음. 이외에도 상·하한 평가점수 배제, 하한점수 규정 등을 통해 평가결과의 자의성, 왜곡성을 보정하고 신뢰성을 제고할 수 있다고 설명함.

○ 최지현 외(2009)는 국가식품클러스터의 입지로 선정된 익산시 내 구체적 대상 후보지를 검토하여 최종후보지를 선정함.

- 대상후보지의 입지를 입지적 여건(지형·지세, 교통 접근성), 경제적 여건(사업성, 지가, 기술적 타당성), 인문·사회적 여건(상위계획, 관련개발계획, 정책방향) 등을 종합적으로 검토하여 선정하였음. 「국토계획법」 등 관련법에 따라 개발이 제한된 지역은 후보지에서 제외함.

- 해당 기준을 근거로 세 개 후보지를 선정하였으며, 교통여건이 양호하고 주변 산업단지와 연계 가능성이 우수한 왕궁면 지역을 최종후보지로 제시함.

3.1.4. 기후변화가 농업 부문에 미치는 영향 분석

○ 김창길 외(2006)는 기후변화협약에 따른 농업분야의 부문별 파급효과를 경제학적 모형을 사용해 파급영향을 계량화하는데 초점을 맞춰 분석함.

- 동태적 연산가능 일반균형 모형(Dynamic CGE Model)과 부분균형 접근방식인 탄력성 모형을 이용함. 분석결과 경종부문 잉여배출량 발생 예측, 배출권 확보 등 체계적 전략이 필요하다고 보았으며, 농업부문 배출권 거래로 비농업 부문에 긍정적인 영향을 줄 것으로 전망함. 축산부문 배출권 거래제에 적극 참여로 저감 비용 절감 가능할 것이며, 시설농업 부문 화석에너지 의존도 저감 방안 필요함. 또한, 경종부문 잉여배출량으로 다원적 기능 확보 가능성 있음, 기후변화협약으로 인한 새로운 농업부문 가치창출로 기후정책 수단과 연계가 필요함.

○ 김창길 외(2008)는 국내외 기후변화 전망 평가, 기후변화가 농업생산에 미치는 영향 진단, 농업부문에 미치는 경제적 파급영향 분석과 대응전략 제시하고자 함. 이를 위해 기후변화 현상에 대한 진단과 심층적 영향분석을 통해 체계적이고 단계적인 대응전략을 제시를 목적으로 하였으며, 2년 과제로 진행됨. 1년차에선 기후변화에 따른 농업부문의 경제적 영향분석 중심으로 연구를 수행함.

- 연구방법은 기후변화에 대한 인지도 조사를 위해 전문가·농업인 설문조사와 기후변화에 따른 농업생산성 분석을 위해 주산지별 농산물 생산 및 기상자료를 기초로 비모수적(non-parametric) 및 준모수(semi-parametric) 방법인 커널 회귀분석(kernel regression), 기후변화에 따른 작물생산 증장기 전망을 위해 CERES-Rice 모형, 기후변화가 농가자산에 미치는 영향 분석을 위해 리카디언 모형을 사용함.
 - 쌀은 온도 상승 시 단수감소하며 사과는 온도 상승 시 남한의 재배적지 감소하고 북한은 2도까지 증가하지만 3도부터 감소함. 감귤은 2도 상승 시 남해, 전남, 경남 재배가능해지며 현재보다 30배 증가할 것으로 전망됨. 기온상승 시 농지가격 하락하며 강수량 증가 시 상승하는 것으로 나타남. 농가수입은 온도 상승 시 감소하며, 하락폭이 농지가격 하락폭 보다 크게 나타남.
- 김창길 외(2009)는 1차년도 김창길 외(2008) 연구에 이어 2차년도 연구에서 기후변화가 농업경제에 미치는 파급분석을 바탕으로 기후변화의 파급영향을 종합적으로 분석하기 위해 문헌조사와 경제학 모형을 이용해 분석을 수행함.
- 분석결과는 다음과 같음 1) 평균기온과 강수량은 30년 평균 대비 상승할 것을 전망, 2) 온난화에 따른 기온상승으로 인한 재배적지 이동과 새로운 병해충발생이 현실로 나타남, 3) 연 평균기온 상승·기온격차 증가·강수량과 강수집중도 증가로 기상재해에 의한 피해가 증가할 것으로 분석됨, 4) 미곡 농가 단수는 기술요인보다 기상요인이 큰 것으로 나타났으며 보급요인은 감소, 재배요인은 정체된 반면 기상요인은 증가하는 추세로 분석됨, 5) 기후변화 적응수단 시뮬레이션 시 벼의 재배시기를 조정할 경우 수량이 증가하는 것으로 나타남, 6) 과실류 등 영년생 작물은 대부분 재배적지가 북상하고 있으며 복숭아나 포도는 전국으로 확대되고 제주에서 열대작물 재배 가능 전망, 7) 커널회귀분석 결과 쌀은 19도 이하에선 기온상승 시 수량 증가하나 20도 이상에선 감소하는 것으로 분석됨, 8) 기온상승 시 농지가격은 하락하며 강수량 증가 시 상승하는 것으로 나타남, 9) 기후변화에 대한 농업인의 인지도는 높은 것으로 분석됨, 10) 기후변화 적응에 대한 농업인의 관심과 적절한 기술 수용력은 높게 나타남. 11) 우선순위분석 결과 단기와 중기 모두 품종개발, 농업용수관리, 생산기술개발 순으로 나타남.
- 기후변화 대응 국회토론회(2019)에서 권오상은 기후변화가 농업부문에 미치는 영향을 문헌연구와 경제학적 모형을 이용해 분석함. 이를 통해 기후변화는 장기적인 관점에서 논의되

어야하며, 신뢰도 향상을 위해 보다 활발한 학제적 연구 및 국제교류, 장기적 대응책 추진을 제언함.

- 기후변화의 경제적 분석을 위해 작물모형(crop model), 농지가격에 미치는 영향 분석, 통계적 효과 추정모형, 최적화 모형, 일반균형모형 등 모두 활발히 사용된다고 설명함. 이와 함께 문헌연구를 통해 기후변화가 농가자산, 농업생산성, 농업부문에 경제적 손실을 미치는 정도, 품질과 생산 가변성에 미치는 영향, 적응조치로서 품목전환의 활발함 정도 등을 분석함.
- 기후변화의 현실화되고 있고 농업부문은 어떤 부분보다 큰 영향을 받을 것으로 봄. 한국의 연구 성과와 기초자료를 반영하여 기후변화 효과를 분석하면 주요 적응조치를 반영해도 어느 정도의 피해는 예상 됨. 기후, 부존자원, 비용구조의 차이로 지역별 차이도 있을 것으로 예측됨.

3.2. 선행연구와의 차별성

- 식품분야를 대상으로 하는 연구단지 기본계획 수립 및 타당성 조사 연구는 수행된 사례가 있음. 이 연구는 농업 분야를 대상으로 기후변화 대응 연구단지의 기본계획 수립 및 타당성 조사 연구를 수행한다는 점에 있어서 선행연구와 차별화 됨.
- 기존의 연구단지가 기술 개발에 주로 초점이 맞추어져 있다면 이 연구는 정책지원, 인프라 지원, 교육 및 홍보 강화에 초점을 맞춘다는 점에서 선행연구와 차별성이 있음.
 - 농림축산식품부의 기후변화대응 컨트롤 타워 기능 강화를 위한 정책지원, 농업인 및 연구자를 위한 정보 및 첨단 연구 인프라 지원, 대국민 홍보 강화 등을 포함하고 있음.

2

기후변화가 농업부문에 미치는 영향

1. 기후변화 실태 및 전망

1.1. 세계 기후변화 실태

- IPCC 5차 보고서에 따르면 지구에너지의 불균형을 초래하는 모든 물질과 과정이 기후변화의 원인이며, 특히 대기 중에 이산화탄소(CO₂) 농도가 주요 원인을 밝힘. CO₂ 농도는 2011년 391ppm으로 산업화(1750년) 이후 인간 활동에 의해 약 40% 증가함. 지구의 평균 기온은 30년(1983~2012년) 동안 가장 높았고, 2000년~2010의 평균온도는 그보다 더 높았던 것으로 나타나 지구 온난화가 지속되고 있음을 확인하였음.
- 구체적으로, 지구 평균기온은 지난 133년간(1880~2012년) 0.85℃(0.65~1.06℃) 상승, 1901년 이후 북반구 중위도 육지 강수량이 증가하였으며, 110년간(1901~2010년) 해수면은 19cm(17~21cm) 상승함.

1.2. 세계 기후변화 실태

- IPCC는 온실가스 배출이 지속될 경우, 2100년까지 CO₂ 농도가 936ppm, 538ppm에 도달할 것이며, 이를 가정하여 RCP 8.5와 RCP 4.5시나리오를 설정함. RCP 8.5 시나리오에서 지구 평균기온은 1986~2005년 대비 3.7℃(2.6~4.8℃), 해수면은 63cm 상승할 것으로 전망함.

- RCP 4.5 시나리오에서는 온실가스 감축이 상당 수준 실현될 것이라고 가정하는데, 평균기온은 1.8℃, 해수면은 47cm 정도로 완화될 수 있을 것이라고 전망하였음. 특히 2℃ 상승 시 2030년부터 밀, 쌀, 옥수수 등 주요 식량작물의 생산이 크게 줄어들어 식량 부족문제가 심화될 것으로 예측함. 또한 육상 및 담수 중 멸종위험 증가, 연안홍수로 인한 토지 유실 등 전 부문에 걸쳐 위험 수준이 심화되며, 세계경제 총손실액이 소득의 0.2~2.0%(1,400억~1조 4천억 달러)에 이를 것으로 나타남.

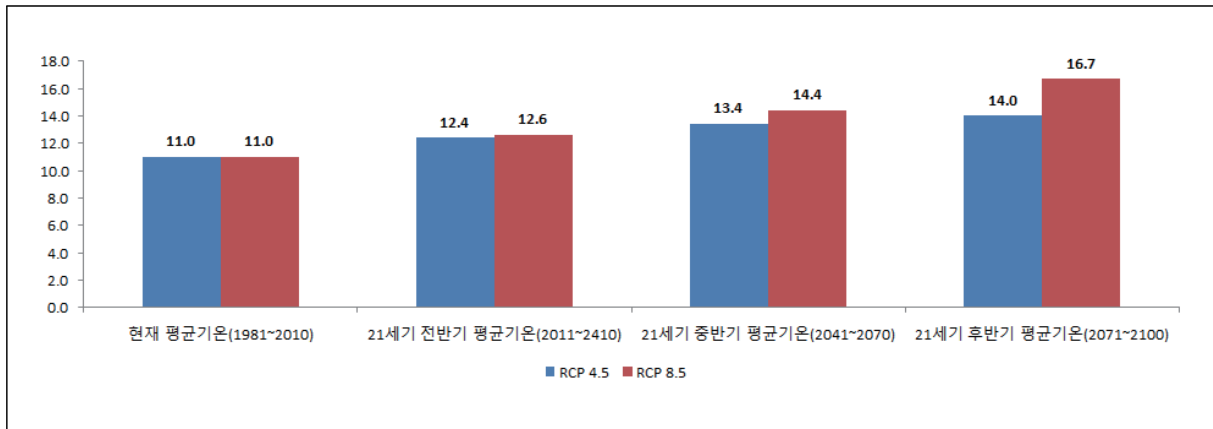
1.3. 국내 기후변화 실태

- 우리나라는 지리적으로 북반구 극동지역의 온대성기후대에 속해 있어 사계절이 뚜렷함. 연평균 기온은 전국적으로 12.4℃이나 지역에 따라 편차가 커 대관령 6.4℃부터 서귀포 16.2℃까지 폭 넓게 분포함.
- 1912년~2010년의 장기 관측 자료를 분석한 결과 서울, 인천, 강릉, 대구, 부산, 목포 등의 기온이 1.8℃, 강수량은 200mm 이상 증가한 것으로 나타남.

1.4. 국내 기후변화 전망

- 기상청에 따르면 온실가스 증가로 2100년까지 온난화가 지속될 것으로 보이며, RCP 4.5, RCP 8.5 시나리오 모두 평균기온이 상승할 것으로 예측하였음. 특히 RCP 8.5 시나리오에서는 21세기 후반기 평균기온을 16.7℃로 예측하였는데, 이는 제주도 남단의 현재 연평균 기온에 해당함.
- 국립기상연구소가 분석한 RCP 4.5 시나리오에 따르면 21세기 말에는 아열대 기후지역이 서해안지역인 보령까지 확대되고, 대도시 해안지역인 인천도 아열대 기후구에 포함될 것으로 전망함. RCP 8.5 시나리오에서는 대관령을 중심으로 인제, 홍천, 원주, 제천 등을 제외한 전 지역이 아열대 기후지역에 포함될 것으로 예상하였음.

〈그림 2-1〉 RCP 4.5와 RCP 8.5 시나리오의 한반도 기후변화 전망치 비교



자료: 기상청(2012. 12.). 한반도 기후변화 전망보고서.

2. 기후변화가 농업부문에 미치는 영향

2.1. 기후변화가 농업부문에 미치는 정량적 영향 평가

2.1.1. 생산성

- 농산물 생산의 주요 결정 요소는 농경지, 물, 기후이며, 이 중 물과 기후조건은 기후변화로 인한 농산물 생산에 영향을 미치는 가장 큰 2가지 요소로 평가되고 있음. 물의 가용성과 기후조건은 농산물 생산의 '지형(Geography)'으로 정의되는데, 지구온난화는 농산물 생산의 지형(Geography)'을 변화시키며, 강수량 변화와 기온변화를 초래함(UEF 2011). 이로 인한 변화가 농업 생산성에 영향을 미침.
- 기후변화에 따른 작물생산성 변화에 대한 연구는 품목별로 기온변화와 시기를 연계한 연구가 대부분임(김창길 외 2012). 대표적인 경종작물 품목인 쌀은 단수, 재배적지 이동 등 다양한 시각에서의 연구가 이루어져 왔으나, 과수는 작목의 특성상 생산성 중심이 아닌 기후 환경조건(온도 등)에 따른 생산영향평가 위주로 연구가 이루어짐.

(1) 쌀

- 중국, 인도의 경제성장으로 곡물수요가 증대되고 바이오 에탄올 수요와 식량의 직접적인 경쟁으로 국제 수급불균형이 발생함. 이로 인한 식량 가격 폭등의 우려가 있어 안정적인 식량 공급체계 구축은 시대과제로 평가됨(김창길 외 2012).
- 쌀은 우리나라의 주식으로써 식량안보의 중요한 부분을 담당하고 있음. 기후변화로 인한 쌀 변동성은 단수 변화와 재배적지 변화를 중심으로 연구가 이루어짐.
- 김창길 외(2008)는 기후변화에 따른 쌀 생산성 분석을 위해 1975~2007년까지 주산지별 농산물 생산 및 기상자료를 기초로 강수량과 온도변화가 쌀 생산성에 미치는 영향을 분석하였고, CERES-Rice 모형을 이용해 장기 쌀 생산성을 전망함.
 - 기온과 강수량 변화가 쌀 생산성에 미치는 영향 분석한 결과, 재배기간의 평균 기온이 19℃ 이하인 경우 1℃ 상승하면 10a당 수량은 24.4kg 증가함. 하지만 평균기온이 20℃ 이상인 경우 10a당 수량은 6.2kg 감소되는 것으로 나타남.
 - 쌀 생산성 전망을 살펴보면 평년기후도에서 전국평균 10a당 수량은 539kg으로 나타났고 온난화로 인해 온도가 평년보다 2℃상승하면 515kg으로 평년보다 4.5% 감소하고, 5℃상승하면 459kg로 평년보다 19.4% 감소하는 것으로 나타남.
- 국내 논 면적 변화 추세를 보면 쌀 재배면적이 1968년을 정점으로 지속적으로 감소함. 2010년 98만 4천ha에서 2020년 83만 2천ha, 2040년 73만 8천ha, 2050년 64만 3천ha로 지속적으로 감소할 것으로 전망 됨(KREI KASMO 베이스라인 적용, 2012).
- 시대별 쌀 단수 변동의 요인별 영향력을 보면 보급요인(수량능력단수, 보급단수의 격차)의 기여율은 지속적으로 감소하고 재배요인(보급단수와 평년단수의 격차)은 정체됨. 하지만 기상요인(평년단수와 농가단수의 격차)은 기상재해가 발생한 연도에 비해 기여율은 크게 높지 않지만 1980년대 16.8%, 1990년대 24.9%, 2000년대 28.0%로 점차 증가하는 추세를 보임.
- 권오상 외(2014)는 RCP 시나리오에 따라 쌀 생산성 변화를 전망하였음. RCP 4.5 시나리오에 따르면 2033년까지는 기후변화가 존재하지 않을 때보다 존재할 때 쌀의 생산성이 증가하다가 이후에는 감소하는 추세를 발견하였음. 한편 기후변화가 존재할 때 절대적인 생산

성은 2058년까지 증가하는 것으로 나타남. 또한 RCP 8.5 시나리오에서는, 2030년까지는 기후변화가 존재하지 않을 때보다 존재할 때 쌀의 생산성이 증가하다가 이후에는 생산성이 감소하는 추세가 있음을 발견하였음.

(2) 과수

- 김창길 외(2008)는 사과 생산성 영향 분석을 수행함. 분석결과, 재배기간 평균 기온보다 특정 시기의 기온변화가 더 중요한 영향을 미침을 발견하였음. 재배기간 평균 자료를 이용할 경우, 강수량은 생산성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타남. 하지만 사과재배의 중요한 시기인 8월의 기온 및 강수량 자료를 이용한 결과 비모수적 혹은 준모수적 모형을 사용하여 분석했을 때 전체기간 기온보다 특정 월별 기온변화가 생산성에 영향을 주며 기온이 상승할수록 생산성이 높아지는 것으로 나타남.
- 권오상 외(2014)는 RCP 시나리오에 따라 사과 생산성 변화를 전망함. RCP 4.5, RCP 8.5 시나리오 모두 생산성 비율이 점차 하락하는 것으로 분석되었으며, RCP 8.5 시나리오에서 하락 속도가 현저히 빠른 것으로 분석됨.

(3) 채소

- 김창길 외(2008)는 국내외 기후변화 전망 평가, 기후변화가 농업생산에 미치는 영향 진단, 농업부문에 미치는 경제적 파급영향 분석과 대응전략을 제시하였음.
 - 배추의 경우 전국에서 생산되며 종류(봄배추, 고랭지배추, 가을배추 등)마다 재배기간이 다르기 때문에 지역별로 큰 생산성 차이를 보임. 이로 인해 기온이 생산성에 미치는 통계적으로 유의한 영향을 찾기 어려움. 또한 연도별로 생산성이 늘어나는 정도, 강수량 증가도 통계적으로 유의하지 않게 나타남.
 - 무도 배추와 비슷한 특성을 가져 기온이나 강수량이 생산성에 뚜렷한 영향을 주지 않는 것으로 나타남. 하지만 시간이 지날수록 생산성이 증가하고 고랭지 지역에 비해 다른 지역의 생산성이 높아지는 것으로 나타남.
- 권오상 외(2014)는 RCP 시나리오에 따라 마늘의 생산성 변화를 전망함. RCP 4.5, RCP 8.5 시나리오 모두 기후변화가 존재하지 않을 때보다 존재할 때 마늘의 생산성이 꾸준히 증

가하는 것으로 나타났으며 그 증가폭이 RCP 8.5 시나리오에서 훨씬 큰 것으로 나타남. 절대적인 생산성 또한 두 시나리오 모두 계속 증가하는 것으로 나타난 것으로 분석됨.

(3) 아열대 작물

- 1970~80년대 제주도를 중심으로 바나나와 파인애플이 도입된 이후 지자체별로 기후변화에 따른 신소득 작목을 지원하고 있어 아열대 작목의 재배가 꾸준히 증가하고 있음. 2015년을 기준으로 패션프루트(408.7톤), 망고(398톤)를 중심으로 증가하고 있음. 특히, 전체 아열대 작목 재배농가 264농가 중 88농가는 제주도에 소재하고 있음(농촌진흥청 2017).

2.1.2. 재배적지 변화

(1) 쌀

- 기온변화는 쌀의 재배기간에 영향을 미침. 일반적으로 쌀은 여름작물로 기온이 상승하면 재배 가능지역이 확대됨. 또한 재배기간이 늘어나면 이앙재배의 경우, 조생종 재배지대가 중생종으로, 중생종 재배지대는 만생종으로 변화됨. 특히, 재배적지와 재배가능지가 북상할 것으로 전망되는데, 현재 해발 600m 이상 산간지대에서는 온도가 낮아 쌀 재배를 하지 않고 있으나, 향후 본 지대에서도 일부 조생종 재배가 가능해질 것으로 전망 되는 등(김창길 외 2009).

(2) 과수

- 서형호 외(2005)에 따르면 과수는 다른 작물에 비해 특히 온난화 영향을 많이 받으며 제자리에서 경제수령까지 재배되는 영년생 작물이고 생산물의 품질이 중시됨. 그리고 타 작물과 달리 과수는 인위적인 작기 조정이 불가능하며 생육기뿐만 아니라 휴면기에도 온도 반응이 있음. 과실 비대, 성숙, 착색, 과형, 당도, 산도 등 각각의 품질 요소가 개별적으로 기상 영향을 받으며 기상요의 밸런스가 좋지 않아 한 가지 품질요소가 나빠지면 생산된 과실의 품질 저하로 이어짐. 이는 기후변화가 고품질 과실의 생산할 수 있는 기후조건을 폭을 좁히기 때문에 기후변화가 기후재배적지 변화를 가져올 수 있음을 제언하였음.
- 사과와 한반도 재배적지는 65,464ha이지만 평균기온이 1℃, 2℃, 3℃로 상승 시 각각 55,880ha, 44,698ha, 35,790ha로 감소하는 것으로 나타남.

- 서형호 외(2004)는 대표적인 사과 품종인 ‘후지’로 온난화로 인한 재배지 이동을 분석함. 향후 경남 및 충남의 사과재배 면적은 계속 감소 할 것이며, 경북에서 지금보다 위도가 더 높은 경기 지역 및 강원지역으로 재배지가 북상할 것임을 전망하였음. 또한 고랭지·준고랭지 지역 및 산간지역으로 재배면적이 확대 될 것으로 예측하였음.
- 통계청(2018)은 기후변화에 따른 이동현황 및 주요 농작물재배면적 시계열 결과를 주요 농작물별 재배면적 자료(통계청 농림어업총조사, 1970~2015)와 Arc GIS를 활용하여 분석함. 그리고 기후 전망과 기후변화 시나리오(RCP8.5)에 따른 작물별 재배가능지 변동 예측을 전 세계 기후 관련 자료(2014년, IPCC), 우리나라 기후 관련 자료(2017년, 기상청), 기후변화 시나리오에 따른 주요 작물별 재배가능지 변동 예측 자료(2015년, 농촌진흥청)를 사용하여 전망함.
 - 사과의 경우 과거 주산지인 대구를 중심으로 주변지역의 재배면적이 감소한 반면, 경북·충북·충남 일부지역을 중심으로 재배면적이 집중되어 있으며, 강원 산간지역 까지 북상 함. RCP 8.5 시나리오에 따르면 총재배가능지는 모두 급감하며 강원도에 일부 재배가 가능할 것으로 보임.
 - 복숭아의 재배면적은 1990년 이후 경기도, 충남에서 빠른 속도로 감소하고 있으며, 충북, 강원도(춘천, 원주 등), 경북의 재배면적이 증가하는 추세임. RCP 8.5 시나리오에 따르면 2050년대까지 총재배가능지는 과거 30년 평균면적 대비 소폭 증가할 것으로 전망했으며 2050년대 이후 급감할 것이며, 2090년대에는 영동 전북일부 산간만 재배가능지가 될 것으로 전망됨.
 - 포도는 경남에서 재배면적이 지속적으로 감소하고 있으며 강원도에서 재배면적이 빠르게 증가하고 있음. 또한 가평, 화성, 영월, 거창, 남원, 무 등 생육기 기온이 낮은 지역의 재배 면적 또한 증가하고 있음. RCP 8.5 시나리오에 따르면 총재배가능지는 2050년대까지 완만하게 증가할 것이며 이후 급감할 것으로 전망됨. 고품질 재배적지는 2020년대부터 급격히 감소할 것으로 전망됨.
 - 단감은 1980년대에 남해안에서 재배되었으나 1990년대에는 경상도 동해안과 전라도 서해안을 중심으로 재배지가 확대됨. 2000년대에는 경북의 동해안을 따라 영덕 및 내륙 지역까지 재배지가 북상함. RCP 8.5 시나리오에 따르면 재배한계선이 북상할 것이며 산간을 제외한 중부내륙까지 확대될 것임. 고품질 재배적지의 면적 및 총재배가능지가 지속적으로 증가할 것으로 전망됨.

(3) 채소

- 윤덕훈 외(2014)는 기상요인변화에 따른 병해 발생을 중심으로 주요 양념채소의 재배지역 이동을 분석함.
 - 고추의 경우 탄저병과 역병 발생이 극에 달해 경상북도는 2070년대, 그리고 전라남도과 전라북도는 2060년대 이후에는 더 이상 고추 재배가 어려울 것으로 추정되며, 충청남도는 2070년대에도 7~8월의 평균기온이 25.2℃로 추정되어 고추 주 재배지가 중부지방 이상으로 이동할 것으로 보임.
 - 마늘의 경우, 주산지인 전라남도과 경상남도에서 흑색썩음균핵병의 피해가 줄어들지 않을 것으로 추정되며, 4~5월 평균기온의 변화에 따른 주산지 이동은 당분간 일어나지 않을 것으로 예상됨.
 - 양파의 경우, 마늘에 비해 내한성이 약해 중부이북 지역에서 재배가 거의 이루어지지 않음. 하지만 기온과 강수량 증가에 따라 흑색썩음균핵병 발생률이 증가함에 따라 상대적으로 발생률이 낮은 중부지방으로 재배지가 이동될 것으로 전망됨.

(4) 아열대 작물

- 아열대 과일인 귤은 기온이 상승할 경우 재배적지 및 가능지가 점차 북상 할 것으로 보임. 그리고 평균기온이 2℃ 상승할 경우 남해안 도서지방, 전남 및 경남 평야지대까지 북상할 것으로 전망됨. 평균 기온이 0.5℃ 1℃, 2℃ 상승 시 제주도의 최적지는 각각 61,292ha, 83,434ha, 114,174ha로 상승하지만 제주도의 재배적지 및 가능지는 감소될 것으로 전망됨.
- 통계청(2018)에 따르면 감귤의 재배면적은 1970년대부터 지속적으로 제주도에 집중되었음. 1980년까지는 일부 경남 및 전남지역에서 재배되고 있었으나 1990년대부터 감소 추세인 것으로 나타남. 하지만 2000년대부터는 경기도 이천(1.0ha), 충남 천안(1.0ha) 등에서도 일부 재배중인 것으로 파악됨. RCP 8.5 시나리오에 따르면 감귤의 기후학적 총 재배 가능지는 지속적으로 증가할 것으로 전망됨. 그리고 남해안 일대로 재배한계선이 상승하며 강원도 해안 제주도 중산간에서도 재배가 가능할 것으로 전망됨.

2.1.3. 병충해

- 국립환경과학원(2011)은 농업생산에 직접적인 영향을 미치는 요소로 기후변화가 있다는 것을 언급하였으나, 기후변화는 식물체의 토지피복변화와 장마시기, 변동병해충의 월동환경에도 영향을 미칠 수 있으며, 이는 지역별 병해충 발생빈도, 발생기간, 피해면적, 병해충 종류 변화(외래병해충출현 및 국내토착화)를 수반하게 되어 농업생산에 간접적인 영향을 줄 수 있다고 분석하였음.
- Cannon(1998)은 기온상승이 병해충의 월동가능성을 높이고 생존율을 증가시킬 수 있다고 언급하였음. 또한 농업환경이 기후변화로 인해 병해충이 번식에 적합한 환경으로 변화한다면 농가경영부담이 늘어날 수 있으므로 효율적인 병해충관리 및 방제가 필수적임 주장하였음.
- Rao et al.(2006)은 사탕수수진딧물(sugarcane woolly aphid)의 예를 통해 기온상승 및 극한기후빈도의 증가가 병해충의 다양성과 지리적 범위를 확장시키며 월동생존율을 증가시켜 작물생산량의 감소와 생태계 불균형의 원인이 될 수 있음을 제언하였음.
- Deutsch et al.(2008)은 기후변화가 해충발생 지역을 이동시켜 고위도 지역의 해충 발생과 밀도가 증대될 것이라고 예측하였음.

(1) 쌀

- 농촌진흥청(2008)에 의하면 줄무늬잎마름병의 피해지역이 북상하면서 전국적으로 14,137ha에 달하는 면적이 피해를 받은 것으로 조사되었음.
- 정학균 외(2014)에 의하면 기온상승이 흑명나방과 벼물바구미 등 해충에 영향을 주는 것으로 파악됨. 2월 최고기온 상승은 벼물바구미 피해를, 6월 최저기온 상승은 흑명나방 피해를 확대시키는 것으로 보임. 특히 6월 강수량 증가는 줄무늬잎마름병, 7월 일조시간 감소는 잎집무늬마름병, 7월 호우 일수 증가는 잎도열병 피해를 확대시키는 것으로 분석되었음. 전년도에 병해충 피해가 발생한 논에서는 동일한 병해충 피해가 발생할 가능성이 높은 것으로 분석됨. 이에 대한 원인으로 전년도에 병해충 피해를 입은 논의 경우 병균이나 알이 남아 있어 재발할 가능성이 있기 때문으로 보임. 벼 병해충 방제에 대한 기술 진보의 효과를 살펴본

결과 벼 재배에 있어 방제와 시비관련 기술들의 지속적 발전이 병해충 피해면적이 감소에 기여한 것으로 분석됨. 기후변화에 따른 병해충 피해면적을 최소화하기 위해 기술 연구개발, 기후변화에 따른 기상변동 모니터링, 체계적인 피해방지 대책 수립 등의 전략방향을 제언함.

(2) 과수

- 아시아 일대에서 서식하는 주홍날개꽃매미에 의하여 사과, 복숭아, 포도재배에 피해가 발생하였음. 2007년 충남 포도과수원에서 피해가 발생하였고 2008년에는 약 91ha의 피해가 발생한 것으로 파악 됨. 특히, 갈색여치에 의한 과수피해가 증가 함. 2001년 충북에 첫 피해 사례를 시작으로 2006년 충북 영동을 중심으로 복숭아, 포도 등의 과수원에서 약 20ha의 피해가 발생하였음. 2007년에는 충북 전역에 약 30ha의 피해가 발생한 것으로 조사되었음 (김창길 외 2008).

(3) 채소

- 최근 국내에서는 바이러스 병에 의한 경제적 피해가 증가하는 추세로, 1997년 오이녹반모자이크바이러스(Cucumber green mottle mosaic virus; CGMMV)에 의해 463ha의 수박재배면적에서 500여억 원의 피해가 발생하였고, 이후 주기적으로 수박 재배의 주요 제한 요인으로 작용하고 있음. 고추의 오이모자이크바이러스(Cucumber mosaic virus; CMV) 등에 의해 매년 300여억 원의 피해가 발생하는 것으로 추정됨(국립농업과학원 2013).

(4) 아열대 작물

- 기후변화에 따라 농업기후대가 온대에서 열대/아열대로 바뀌면서 신소득 작물이 도입되고 이에 따른 재배면적이 증가하고 있음. 신규 도입된 열대/아열대 작물의 경우 병해 발생생태 및 방제에 대한 정보가 부족하고 대부분 가온재배가 되고 있어 병해 피해발생시 나무가 고사하거나 수량이 감소하는 등, 상당한 손실이 예상되고 있음. 이에 따라 국립원예특작과학원(2013)은 아열대 과수와 아열대 채소의 병충해 시기별 발생종류 및 피해양상에 대해 조사하였고, 이를 바탕으로 국내 도입 아열대 작물의 병충해 규명과 종류와 간이 진단법을 개발하였음.

2.1.4. 이상기후

○ 성재훈 외(2019)는 이상기후(물부족, 홍수, 고온, 강풍)에 따른 쌀과 과수의 생산성에 미치는 영향을 분석하였음.

- 쌀은 평균기상 대비 이상기후 시나리오에 따라 모두 생산단수가 감소함. 구체적으로는 고온에서 단수가 0.481kg/ha, 물 부족일 때 0.676kg/ha, 강풍일 때 1.868kg/ha, 홍수일 때 0.613kg/ha가 감소되는 것으로 분석됨. 이상기후 발생빈도가 높은 지역에서는 생산단수가 더 크게 감소하는 것으로 나타남.
- 기후변화 시나리오 분석 결과 쌀 생산 단수는 폭염 시나리오에서 RCP 8.5기준 평균기상 조건대비 약 10.4% 감소하는 것으로 분석됨.
- 과수는 강풍에 의한 손해비용율이 증가가 가장 큰 것으로 분석됨 평균 기상조건 대비 강풍으로 인한 사과와 배의 손해비용률은 각각 0.173%, 0.453%인 것으로 추정되며, 이러한 강풍의 영향은 평균기상조건에서 손해비용률의 20% 이상을 차지하는 것으로 분석되었음.

○ 권오상 외(2012)는 기상이변에 따른 농업생산 손실의 경제적 효과를 두 가지 시나리오로 나누어 분석하였음. 시나리오1은 선행연구(노재선 2012)를 인용하여 쌀 부분의 경우 생산성 손실을 연간 3.5%로 가정하고 이외 품목의 경우 기상이변이 발생한 해 2010년²⁾을 기준으로 해당연도의 품목별 단수를 평년단수에 비해 가지는 차이로 가정함. 시나리오2에서는 시나리오1의 2배에 해당하는 생산성 손실을 가정하였음.

- 시나리오1에 따르면 직접적인 피해로써 쌀, 채소, 과실에서 각 1.6%, 1.5%, 4.8%의 생산량 감소가 발생하며, 파급효과로 소비자가격은 각각 5.5%, 6.2%, 7.5%로 크게 상승하는 것으로 분석됨. 시나리오2에선 주요 농산물의 단수 손실이 더욱 커지고 농산물의 생산량 감소와 가격 상승폭이 더욱 커지게 되지만 반드시 비례적으로 늘지 않는 것으로 분석되었음.

2.1.5. 농가경제 부문

○ 이상민 외(2017)는 신기후체제에 따른 농업부문 영향을 연구하였음.

- 기후변화 완화 수단의 경제적 분석의 경우, 각 분야의 기후변화에 대응하여 시설 설치가 필요하지 않은 기술(완효성 비료, 표층 시비 등)은 노동력 추가 등을 고려하여 각 기술에

²⁾ 기상청의 '2010 이상기후 특별보고서'에 따르면 2010년을 기상이변이 발생한 해로 규정함.

대응하는 관행수단 대비 추가/감소된 비용을 산정함. 시설설치가 필요한 기술(목재펠릿, 순환식 수막 재배 등)은 고정비와 변동비를 고려해 비용 산정. 이를 바탕으로 기술별 한계 감축비용을 도출함. 분석결과 농업분야 완화 기술의 한계 감축 비용은 순환식 수막재배시스템(-1,949.5천 원), 무경운(-527.0~0천 원), 목재펠릿 난방장치(-518.1천 원), 지열히트펌프(-504.0~221.1천 원), 다겹보온커튼(-290.8천 원), 온풍난방기 배기열 회수장치(-94.7천 원) 순으로 높게 나타나 무경운을 제외하고는 에너지 분야에 해당하는 기술의 한계감축비용이 적은 것으로 분석됨. 그러나 비용분석 결과, 이익을 얻을 수 있음에도 현실적인 제약으로 인해 당장 실용화하기 어려운 기술에 대한 충분한 고려가 필요한 것으로 나타남. 축산 기술의 경우 감축량은 크지만 시설 설치에 따른 비용 역시 많이 요구되기 때문에 한계감축비용이 높게 나타남. 자세한 내용은 다음 표와 같음.

- 기후변화 적응 수단의 경제적 분석의 경우, 2040년까지의 기후변화에 대한 국내 농축산업의 생산성과 수익성을 분석하였음. 현재 농가수준의 자료는 자연적 적응을 제외한 다른 적응 기제의 영향을 분석하는 것이 불가능하므로 잠재적인 적응에 대해 증점적으로 분석하였음. 근채류는 2040년까지의 기후변화로 인해 작물의 내성과 잠재생산량은 증가하는 것으로 나타난 반면, 투입재량 또한 증가하는 것으로 나타남. 과채류(엽채류)의 최적 중간재 투입량(생산관리 비용)이 증가하는 것으로 나타남. 기후변화로 인해 쌀의 잠재수량은 줄어들 것으로 나타난 반면, 비록 통계적으로 유의하지는 않으나 최적 중간재 투입량과 생산관리비용은 감소하는 것으로 나타남. 자세한 내용은 다음 표와 같음.

〈표 2-1〉 품목별 수익성 변화 추정결과

품목	전체	잠재수량	최적투입재량	생산합수의 내성	생산관리비용
쌀	0.43	-2.54*	2.10	-1.48	2.35
콩류	-0.65	1.28	-10.67	2.66	6.08
잡곡류	-4.42	-3.95	11.60	-9.12	-2.95
맥류	4.91***	-17.96	19.01	-11.86	15.72
서류	-2.41	-2.68	-2.00	-1.74	4.01*
조미채소	0.37	-2.25	9.14	-4.56	-1.96
엽채류	-2.27	-0.69	-5.99*	-0.31	4.72
근채류	-0.59	3.32*	-8.32*	3.96*	0.45
과채류	0.25	1.77	9.59	-4.66	-6.45*
과실류	0.41	-2.41	4.60	-2.13	0.35
특용작물	0.02	-29.29	51.42	-26.63	4.52

*** p<0.001, ** p<0.05, * p<0.01. GCM 15개를 바탕으로 한 t-test 결과임. 각 추정치는 품목별 수익성 지표를 나타냄. 구체적으로 표의 추정치는 품목별 수익성 변화에 암묵적 생산관리 비용인 α 를 가중치로 나누어진 값을 나타내며, 품목별로 비교가 가능함. 마지막으로 식 (7)에 따라 기상변수가 최적투입재량과 농장운영비용에 미치는 영향은 반대로 해석해야 함.

2.2. 농업부문 예비 리스크

- 농업부문 예비 리스크³⁾는 작물(경종), 가축(축산), 시설(농업기반)로 나눌 수 있으며, 작물(경종) 부문은 논, 식량, 채소, 과수로 구성되고 가축(축산) 부문은 소, 돼지, 닭으로 구성됨. 시설(농업기반)은 생산시설(온실, 축사 등)과 기반시설(수리시설, 농지 등)로 구성됨.
- 위와 같은 분류에 기후변화 항목인 극한기후(폭우-홍수, 폭설, 한파-이상저온, 폭염-이상고온, 가뭄-농업적 가뭄, 강풍), 점진적 기온 변화(연평균 변화, 변동성), 점진적 강수량변화(연평균 변화, 변동성) 항목을 매칭하여 농업부문 예비 리스크를 평가함.
- 예비 리스크 항목은 기후변화로 인한 생산성, 품질, 재배적지, 병해충 발생빈도, 품종의 변화를 통해 평가됨. 각 부문별 예비 리스크 평가는 다음과 같음.
- 작물(경종) 부문 예비 리스크 평가
 - 논: 폭우, 가뭄, 강풍으로 인한 생산성 저하, 연평균 기온 변화로 인한 생산성 증가 및 저하, 병해충 발생빈도 증가, 품질 저하, 재배적지 변화(축소/확대), 연평균 강수량 변화로 인한 병해충 발생빈도 증가, 재배적지 변화(축소/확대)가 있음.
 - 식량: 가뭄, 강풍으로 인한 생산성 저하, 연평균 기온 변화로 인한 생산성 증가 및 저하, 병해충 발생빈도 증가, 품질 저하, 재배적지 변화(축소/확대), 이상고온에 의한 생산성 저하, 연평균 강수량 변화로 인한 병해충 발생빈도 증가, 재배적지 변화(축소/확대)가 있음.
 - 채소: 가뭄, 강풍으로 인한 생산성 저하, 연평균 기온 변화로 인한 생산성 증가 및 저하, 병해충 발생빈도 증가, 품질 저하, 재배적지 변화(축소/확대), 연평균 강수량 변화로 인한 병해충 발생빈도 증가, 재배적지 변화(축소/확대)가 있음.
 - 과수: 폭우, 가뭄, 강풍으로 인한 생산성 저하, 연평균 기온 변화로 인한 생산성 증가 및 저하, 병해충 발생빈도 증가, 품질 저하, 재배적지 변화(축소/확대), 이상 고온/저온에 의한 생산성 저하, 연평균 강수량 변화로 인한 병해충 발생빈도 증가, 재배적지 변화(축소/확대)가 있음.

³⁾ KETI는기후변화의 부문별 예비 리스크 평가를 위한 전문가포럼을 2019년 8월 27일부터 11월 초까지 전문가 포럼을 운영하였음 여기에서는 본 포럼에서 논의한 농업부문 예비 리스크 목록을 제시하였음.

○ 가축(축산) 부문 예비 리스크 평가

- 소·돼지·닭: 폭우, 폭염, 가뭄으로 인한 생산성 저하(폐사 포함), 한파로 인한 가축 질병이 있음.

○ 시설(농업기반) 부문 예비 리스크 평가

- 생산시설(온실, 축사 등): 폭설로 인한 농업시설 피해가 있음.
- 기반시설(수리시설, 농지 등): 폭우로 인한 농경지 및 시설 침수, 지력저하, 폭설로 인한 농업시설 피해, 가뭄으로 인한 농업용 저수지 유입량 변화, 수자원 공급의 불안정성, 수질 저하, 연평균 강수량 변화로 인한 농업용 저수지 유입량 변화가 있음.

3

국내 농업분야 기후변화 대응체계

1. 국가 및 농업부문 기후변화 대응정책

- 한국의 기후변화 대응은 법령 및 제도를 통한 부분과 국제 기후변화 협약에 대응하여서 수립된 국가 계획을 중심으로 살펴볼 수 있음.
- 1988년 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)가 창설된 이후 기후변화의 영향 및 대책에 대한 종합 보고서(Assessment Report: AR)를 발표하고 있으며, 기후변화에 관한 국제 연합 기본 협약(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)으로 교토의정서 채택 이후 현재 파리협정을 채택하고 있음(IPCC 2015⁴, 외교부 2019⁵).
 - ('90) 첫 번째 AR 보고서가 발표됨(「기후변화: IPCC 과학적 평가」, 「기후변화: IPCC 영향 평가」, 「기후변화: IPCC 대응 전략」). 유엔 총회에서는 UNFCCC를 위한 협상을 시작하기로 함.
 - ('92) IPCC는 보완 보고서를 발간. 브라질 리우데자네이루(Rio de Janeiro)에서 개최된 “환경 및 개발에 관한 유엔 회의(United Nations Conference on Environment and Development: UNCED)”에서 선진국과 개도국이 공동의 차별화된 책임을 이행하기로 약속함. 부속서 1(Annex 1)에 포함된 42개국은 2000년까지 1992년 수준으로 온실가스

4) IPCC. 2015. “IPCC Factsheet: Timeline-highlights of IPCC history.”

5) 외교부. “기후변화협상.” <http://www.mofa.go.kr/www/wpge/m_20150/contents.do>. 접속일: 2019. 11. 27.

배출을 안정화하는 것을 권고.

- ('95) 두 번째 AR 보고서(AR2)가 발표됨(「기후변화 1995: 기후변화의 과학」, 「기후변화 1995: 기후변화 영향, 적응과 완화-과학·기술 분석」, 「기후변화 1995: 기후변화의 경제 및 사회적 측면」, 종합보고서를 포함한 「IPCC 두 번째 평가: 기후변화 1995」).
- ('96) IPCC에서는 국가 온실가스 인벤토리 가이드라인 발표.
- ('97) UNFCCC의 교토의정서 채택. 기후변화의 주범인 온실가스를 정의(이산화탄소, 메탄, 이산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 육불화황). 부속서 1 국가는 2008~2012년 동안 온실가스 배출량을 1990년 대비 평균 5.2% 감축하는 의무 부과. 청정개발체제(Clean Development Mechanism: CDM), 배출권거래제(Emission Trading Scheme: ETS), 공동이행제도(Joint Implementation: JI)를 도입.
- ('01) 세 번째 AR 보고서(AR3)가 발표됨(「기후변화 2001: 과학적 근거」, 「기후변화 2001: 영향, 적응, 그리고 취약성」, 「기후변화 2001: 완화」, 「기후변화 2001: 종합 보고서」).
- ('06) IPCC에서 2006 국가 온실가스 인벤토리 가이드라인 발표.
- ('07) 네 번째 AR 보고서(AR4)가 발표됨(「기후변화 2007: 물리 과학적 근거」, 「기후변화 2007: 영향, 적응, 그리고 취약성」, 「기후변화 2007: 기후변화 완화」, 「기후변화 2007: 종합 보고서」). Post-2012 체제를 출범하려 하였으나 협상에 실패함.
- ('12) Post-2012 출범 실패로 교토의정서 제2차 공약기간(2013~2020)을 결정하는 도하 개정안(Doha Amendment)이 채택됨.
- ('13~'14) 다섯 번째 AR 보고서(AR5)가 발표됨(「기후변화 2013: 물리 과학적 근거」, 「기후변화 2014: 영향, 적응, 그리고 취약성」, 「기후변화 2014: 기후변화 완화」, 「기후변화 2014: 종합 보고서」).
- ('15) 2020년부터 모든 국가가 참여하는 신기후체제를 대비한 파리협정(Paris Agreement)이 채택됨. 산업화 대비 평균기온 상승을 1.5℃ 이하로 제한하기 위한 협력을 하는 것을 목표로 함.
- ('19 현재) 2021년 작업반별 AR6 보고서와 2022년 종합 보고서 출간을 계획 중임.

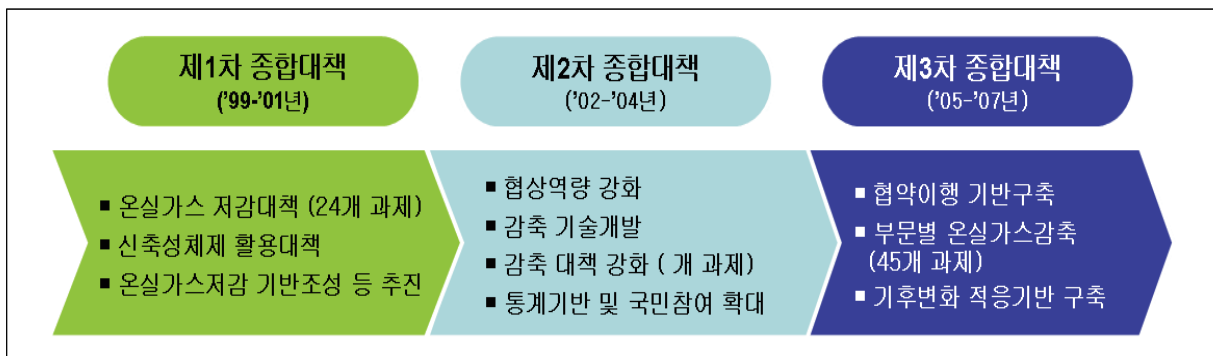
○ 한국의 경우, 교토의정서 및 신기후체제 등에 국가가 적극적으로 대응하고 있으며 농업부문의 기후변화 대응도 이러한 국가 정책 대응에 포함되어 함께 진행되고 있음.

1.1. 국가 기후변화 대응 정책

○ 2016년 「제1차 기후변화대응 기본계획」이 발표되기 이전, 4차례 국가 종합대책이 수립되어 있음.

- 1999년부터 3년 단위의 제1~3차 「기후변화협약 대응 종합계획」을 수립하여 대응정책을 실천하였음.
- 제1~3차 「기후변화협약 대응 종합계획」을 통하여 예측, 적응, 협약 이행기반이 구축되었으나 중장기전략 및 목표 부재, 소극적인 대응, 부처별 과제 성과관리 및 평가 미흡, 감축에 비하여 영향평가, 적응, 연구개발 투자가 미흡하였다는 점이 지적됨(국무조정실 기후변화대책기획단 2007: 4).
- 이러한 반성에 기반하여 더 적극적인 「제4차 기후변화 종합대책(2008~2012)」이 2007년 12월 발표됨.
- 「제4차 기후변화 종합대책(2008~2012)」에서는 온실가스 감축 관련 단기 및 중장기 국가 목표 설정, 기후변화 적응대책 수립 및 시행, 선진국 수준의 온실가스 감축 기술 확보를 주요 목표로 함.

〈그림 3-1〉 1999-2007 기후변화협약 대응 종합계획 요약



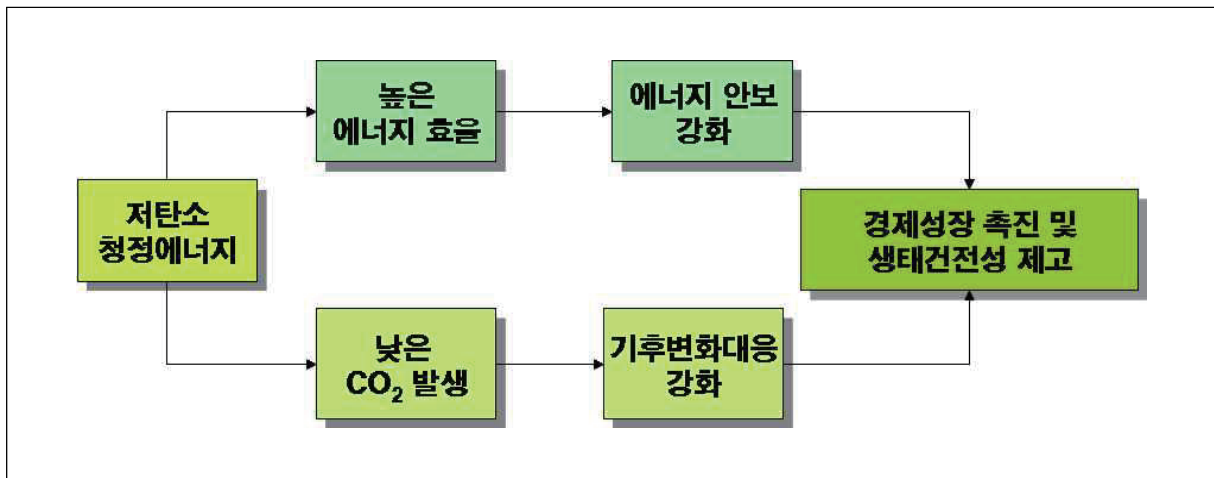
자료: 국무조정실 기후변화대책기획단(2007: 4).⁶⁾

⁶⁾ 국무조정실 기후변화대책기획단. 2007. 「기후변화 제4차 종합대책(5개년 계획)」.

○ 2007년 「제4차 기후변화 종합대책(2008~2012)」이 발표되었으나, 2008년 대통령이 8.15 경축사에서 ‘저탄소 녹색성장’을 새로운 국가 비전으로 선포한 이후 저탄소 녹색성장에 초점을 둔 「기후변화대응 종합기본계획」이 발표됨.

- 기후친화산업 육성, 국민 삶의 질 제고와 환경 개선, 기후변화 대응 국제사회 노력 선도를 새로운 목표로 제시함.
- 저탄소 녹색성장을 지속가능한 성장과 신국가발전 패러다임으로 정의함.

〈그림 3-2〉 저탄소 녹색성장 패러다임



자료: 국무총리실 기후변화대책기획단(2008: 13)7).

○ 2009년 2050년까지의 장기 국가전략인 「녹색성장 국가전략」이 발표된 이후, 제1~3차 「녹색성장 5개년 계획」에서도 기후변화 대응정책을 포함하고 있음. 그리고 2010년 제정된 「저탄소녹색성장기본법」(법률 제16133호, 2018. 12. 31., 타법개정)은 국가 기후변화 대응을 포함한 저탄소 사회 구현 정책 수립 및 시행의 근거가 됨.

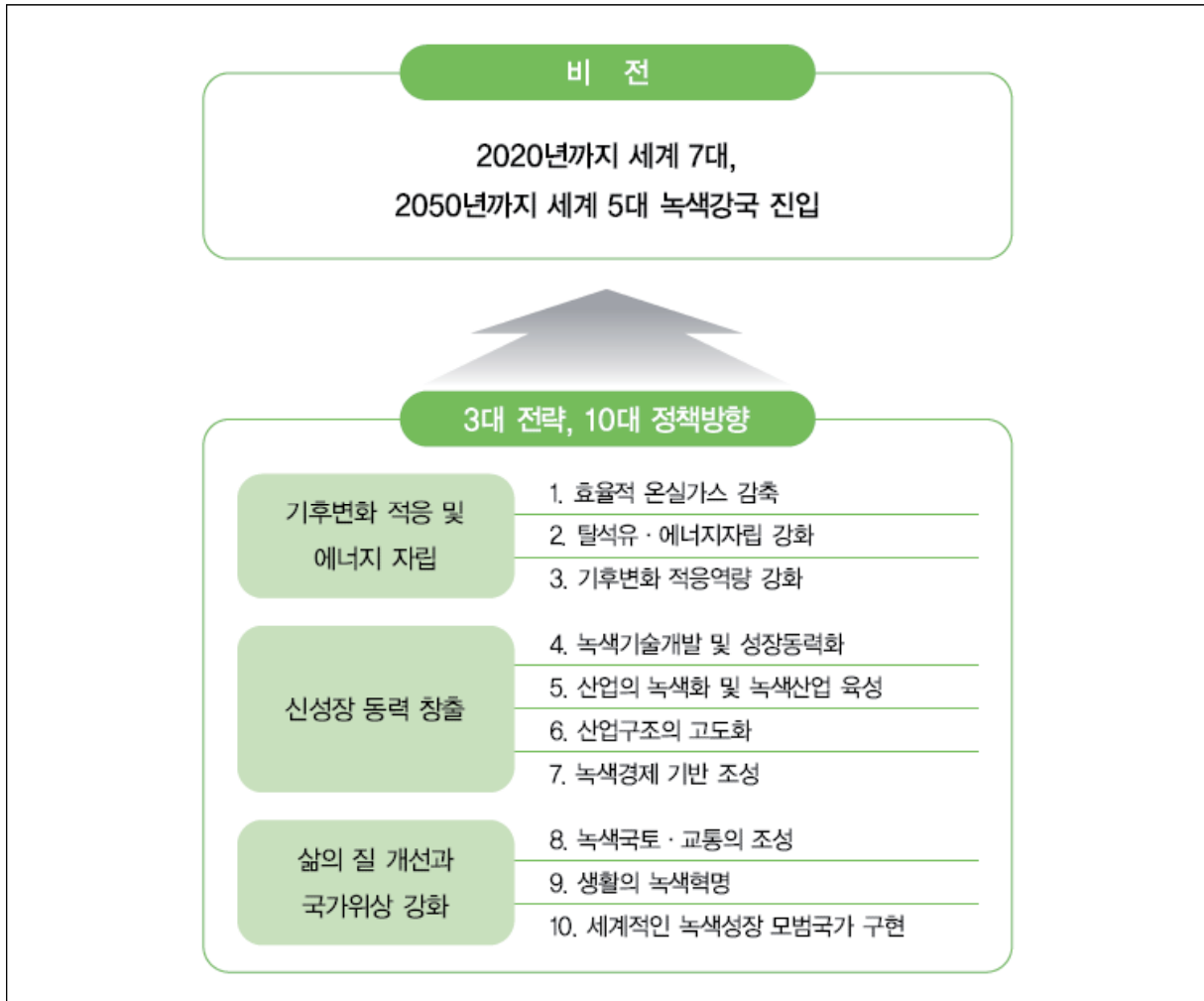
- 「제1차 녹색성장 5개년 계획(2009~2013)」에서는 「녹색성장 국가전략」에 포함된 내용을 동일하게 반영하여, 기후변화 적응 및 에너지 자립, 신성장동력 창출, 삶의 질 개선 및 국가위상 강화를 3대 전략으로 포함함. ‘기후변화 및 에너지 자립’을 위한 효율적 온실가스 감축, 탈석유·에너지자립 강화, 기후변화 적응역량 강화는 10대 정책 방향의 일부로 포함됨(녹색성장위원회 2009b: 31).⁸⁾
- 「제2차 녹색성장 5개년 계획(2014~2018)」에서는 제1차 계획에서의 ‘기후변화 및 에너지

7) 국무총리실 기후변화대책기획단. 2008. 「기후변화대응 종합기본계획」.

8) 녹색성장위원회. 2009b. 「제1차 녹색성장 5개년 계획(2009~2013)」.

지 자립'을 위한 3개 정책 방향에 대해서 다소비 업종 중심의 경제성장으로 인해 온실가스 배출의 증가 추세, 에너지수요관리 부족, 지자체 및 민간 확산과 사업추진에서의 의사소통 부족을 한계로 지적함(관계부처 합동 2014: 8).⁹⁾

〈그림 3-3〉 녹색성장 비전체계



자료: 녹색성장위원회(2009a: 53).¹⁰⁾

- 제2차 계획에서는 저탄소 경제·사회구조의 정착, 녹색기술과 ICT의 융합을 통한 창조경제 구현, 기후변화에 안전하고 쾌적한 생활기반 구축을 정책 목표로 하여 효과적 온실가스 감축, 지속가능한 에너지 체계 구축, 녹색창조산업 생태계 조성, 지속가능 녹색사회 구현, 글로벌 녹색협력 강화를 정책 방향으로 제시함(관계부처 합동 2014: 14).
- 2019년 발표된 「제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)」에서는 제2차 계획의 한계로

9) 관계부처 합동. 2014. 「제2차 녹색성장 5개년 계획(2014~2018) 요약본」.

10) 녹색성장위원회. 2009a. 「녹색성장 국가전략」.

온실가스 총 배출량의 증가 추세, 재생에너지 보급 확대에도 불구하고 산업 생태계 기반 취약, 미세먼지 등 국민 체감 녹색기술개발 및 상용화 부족을 지적함(관계부처 합동 2019a: 2).¹¹⁾

- 제3차 계획에서는 책임있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환, 혁신적인 녹색기술·산업 육성과 공정한 녹색경제, 함께하는 녹색사회 구현과 글로벌 녹색협력 강화를 추진전략으로, 온실가스 감축 의무 실효적 이행, 깨끗하고 안전한 에너지 전환, 녹색경제 구조혁신 및 성과 도출, 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현, 국내외 녹색협력 활성화를 5대 정책 방향으로 제시함.

○ 2019년 현재 국내 온실가스 감축 관련 국가 계획과 제도는 2014년 발표된 「국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵」과 2015년 발표된 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵」, 2015년 도입된 배출권거래제도가 대표적이며, 「제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)」은 2030 로드맵 이행과 배출권 시장 활성화에 중점을 두고 이루어질 예정임(관계부처 합동 2009: 4). 덧붙여 동 계획에서는 2015년 12월 체결된 파리협정에 대응하여 2021년 이후 신기후체제에 대응한 국제협력을 강조하고 있음.

〈표 3-1〉 「제3차 녹색성장 5개년 계획」 추진전략, 정책방향, 중점과제

3대 추진전략	5대 정책방향	20대 중점과제
1. 책임있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환	(1) 온실가스 감축 의무 실효적 이행	① 온실가스 감축 평가·검증 강화 ② 배출권 거래제 정착 ③ 탄소 흡수원 및 국외 감축 활용 ④ 2050 저탄소 발전전략 수립
	(2) 깨끗하고 안전한 에너지 전환	⑤ 혁신적인 에너지 수요 관리 ⑥ 재생에너지 중심의 에너지 시스템 구축 ⑦ 에너지 분권·자립 거버넌스 구축 ⑧ 정의로운 에너지전환 추진
2. 혁신적인 녹색기술·산업 육성과 공정한 녹색경제	(3) 녹색경제 구조혁신 및 성과 도출	⑨ 녹색산업 시장 활성화 ⑩ 전주기적 녹색 R&D 투자 확대 ⑪ 녹색금융 인프라 구축 ⑫ 녹색 인재 육성 및 일자리 창출
3. 함께하는 녹색사회 구현과 글로벌 녹색협력 강화	(4) 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현	⑬ 녹색국토 실현 ⑭ 녹색교통 체계 확충 ⑮ 녹색생활 환경 강화 ⑯ 기후변화 적응 역량 제고
	(5) 국내외 녹색협력 강화	⑰ 신기후체제 글로벌 협력 확대 ⑱ 동북아·남북 간 녹색협력 강화 ⑲ 그린 ODA 협력 강화 ⑳ 녹색성장 이행점검 및 중앙·지방 간 협력 강화

자료: 관계부처 합동(2019a: 5).

11) 관계부처 합동. 2019a. 「제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023) 요약본」.

- 2019년 현재 「저탄소녹색성장기본법」에 근거하여 20년을 계획기간으로 5년마다 수립·시행하는 기후변화대응 최상위 계획은 「기후변화대응 기본계획」임.
- 「녹색성장 국가전략」 및 「녹색성장 5개년 계획」을 상위계획으로 하며, 관련 하위계획으로는 「배출권거래제 기본계획」, 「배출권할당계획」, 「기후변화적응대책」이 존재함.
 - 2016년 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵」을 중기 감축목표 실현 방안으로 포함하여 「제1차 기후변화대응 기본계획」이 수립되어, 신기후체제 대응을 위한 중장기 기후변화 전략 및 활동계획이 발표됨.
 - 2019년 「제2차 기후변화대응 기본계획」이 수립됨. 제1차 기본계획이 2016년 수립되어 5년마다 수립·시행하는 시점이 아니지만, 2018년도 수정된 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵」의 목표 및 이행수단을 반영하기 위하여 제2차 계획이 예정보다 빠르게 수립되었음(관계부처 합동 2019b: 2).¹²⁾
 - 제2차 기본계획에서는 2030년 536백만 톤 온실가스 배출, 기후변화 적응 주류화로 2℃ 온도상승 대비, 파리협정 이행을 위한 전 부문 역량 강화를 목표로 저탄소 사회로의 전환, 기후변화 적응체계 구축, 기후변화대응 기반 강화를 핵심 전략으로 제시함.

¹²⁾ 관계부처 합동. 2019b. 「제2차 기후변화대응 기본계획」.

〈그림 3-4〉 「제2차 기후변화대응 기본계획」 비전 및 주요과제

비 전	지속가능한 저탄소 녹색사회 구현												
목 표	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2;">온실가스 배출</td> <td style="text-align: center;">709.1백만톤('17)</td> <td style="text-align: center;">⇨</td> <td style="text-align: center;">536백만톤('30)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2;">적응력 제고</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">기후변화 적응 주류화로 2°C 온도상승에 대비</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2;">기반 조성</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">파리협정 이행을 위한 전부문 역량 강화</td> </tr> </table>	온실가스 배출	709.1백만톤('17)	⇨	536백만톤('30)	적응력 제고	기후변화 적응 주류화로 2°C 온도상승에 대비			기반 조성	파리협정 이행을 위한 전부문 역량 강화		
	온실가스 배출	709.1백만톤('17)	⇨	536백만톤('30)									
	적응력 제고	기후변화 적응 주류화로 2°C 온도상승에 대비											
기반 조성	파리협정 이행을 위한 전부문 역량 강화												
핵심 전략	중점 추진과제												
저탄소 사회로의 전환	<ol style="list-style-type: none"> ① 국가온실가스 감축목표 달성을 위한 8대 부문 대책 추진 ② 국가목표에 상응한 배출허용총량 할당 및 기업 책임 강화 ③ 신속하고 투명한 범부처 이행점검·평가 체계 구축 												
기후변화 적응체계 구축	<ol style="list-style-type: none"> ① 5대 부문(국토·물·생태계·농수산·건강) 기후변화 적응력 제고 ② 기후변화 감시·예측 고도화 및 적응평가 강화 ③ 모든 부문·주체의 기후변화 적응 주류화 실현 												
기후변화대응 기반 강화	<ol style="list-style-type: none"> ① 기후변화대응 新기술·新시장 육성으로 미래시장 창출 ② 국격에 맞는 신 기후체제 국제 협상 대응 및 국제협력 강화 ③ 전 국민의 기후변화 인식 제고 및 저탄소 생활문화 확산 ④ 제도·조직·거버넌스 등 기후변화대응 인프라 구축 												

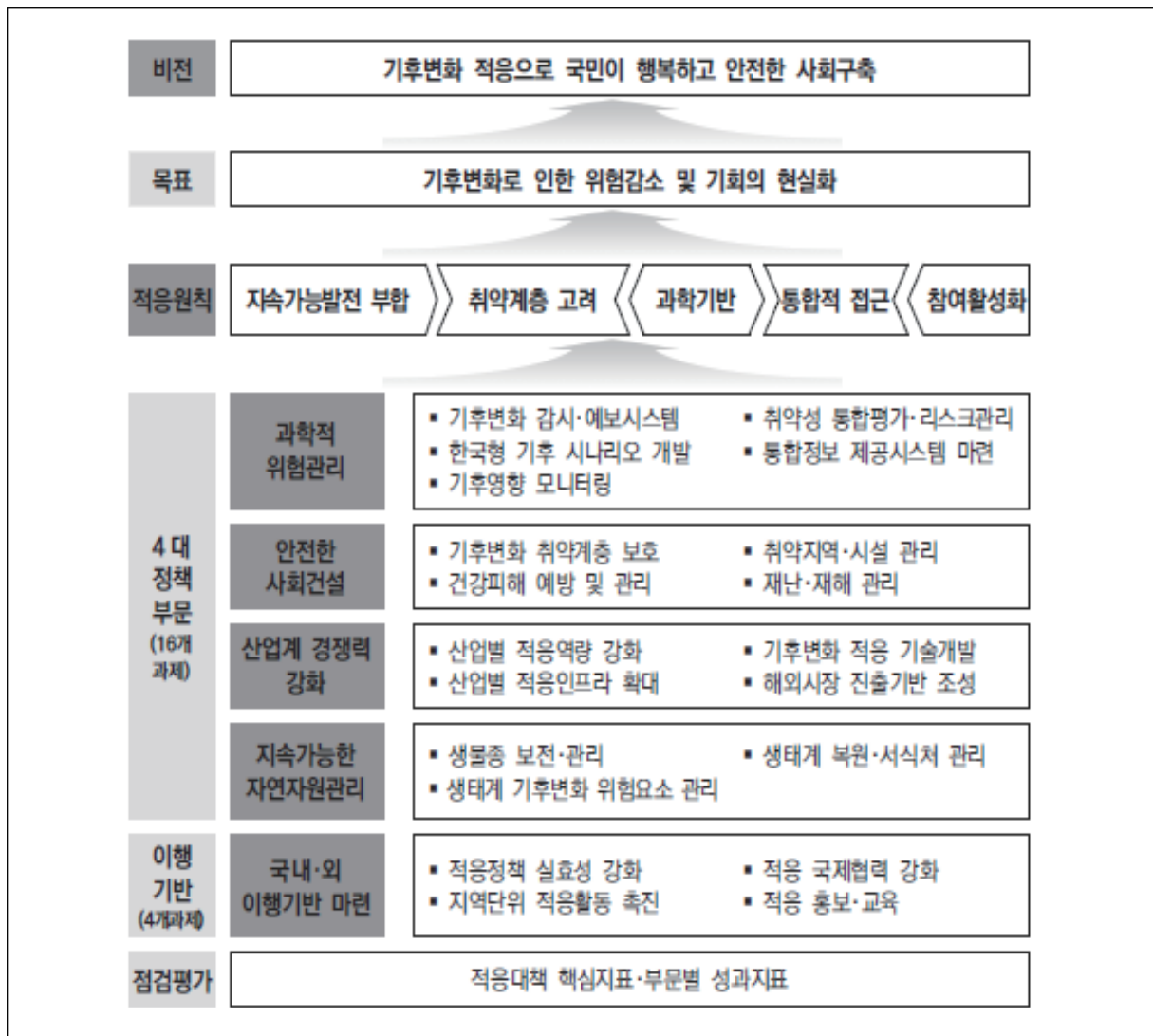
자료: 관계부처 합동(2019b: 34).

○ 기후변화 적응과 관련하여서 2010년 「제1차 국가 기후변화 적응대책(2011~2015)」이 발표된 이후 2012년 수정·보완을 거쳤으며, 현재는 2015년 발표된 「제2차 국가 기후변화 적응대책」이 적용되고 있음.

- 제1차 적응대책을 통해 국가차원 기후변화 적응 추진 기반체계 마련 및 부문별·지역별 적응기반 구축 지원이 이루어졌으며, 적응정책의 과학적 근거와 활용기반이 마련되었으나, 적응대책의 실질적 성과 창출 및 전략적 기반 체계는 여전히 미흡한 것으로 평가됨(관계부처 합동 2015: 9-10).¹³⁾

- 제2차 적응대책에서는 지속가능발전 부합, 취약계층 고려, 과학기반, 통합적 접근, 참여 활성화를 기본원칙으로 하여, 과학적 위험관리, 안전한 사회건설, 산업계 경쟁력 강화, 지속가능한 자연자원관리를 포함한 정책부문 과제와 국내외 이행기반 마련을 위한 이행기반 관련 과제, 점검 및 평가를 위한 핵심지표 및 성과지표를 제시함. 그리고 기후변화 리스크를 87개로 목록으로 정리하여 제시하고 있음(관계부처 합동 2015: 59, 242-243).

〈그림 3-5〉 「제2차 국가 기후변화 적응대책」 기본체계



자료: 관계부처 합동(2015: 59).

13) 관계부처 합동. 2015. 「제2차 국가 기후변화 적응대책」.

1.2. 농업부문 기후변화 대응 정책동향

- 국가 기후변화 대응 정책의 틀 속에서 농업부문 대응 정책은 「기후변화대응 기본계획」, 「국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵」, 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵」, 「국가 기후변화 적응대책」을 중심으로 살펴볼 수 있음. 그리고 2011년 발표된 「농림축산 기후변화 대응 기본계획(2011~2020)」을 통하여 세부적인 대응정책 검토가 가능함.

- 「제2차 기후변화대응 기본계획」에서의 중장기 전략으로 기후변화대응 기반 구축을 포함함 (관계부처 합동 2019a: 124). 향후 국가의 제도 정비에 따라서 농업부문에서도 기후변화 대응 전문가 역량 강화 및 관련 제도의 정비가 필요할 것으로 보임.
 - 제2차 기본계획에서는 「녹색성장기본법」과 「지속가능발전법」의 관계를 명확히 하여 「기후변화대응법(가칭)」 제정 추진을 검토할 것이라고 밝힘. 그리고 국가통계, 기후계획 수립, 온실가스 감축목표 설정, 정보·적응 센터 근거 마련, 냉매규정 통합, 산업계 지원근거 마련을 위한 규정을 통합·정비할 계획을 명시함.
 - 농업부문에서도 기후변화 대응과 관련한 다양한 계획(예, 농어촌용수이용합리화 계획, 중장기 가축분뇨 자원화대책, 농림식품과학기술 육성 중장기계획, 농림축산 기후변화 대응 기본계획 등)이 존재하므로 상위법 정비와 함께 국가대응 계획 및 해당 계획 간 역할 및 상호보완 관계를 점검할 필요가 있음.
 - 제2차 기본계획에서는 온실가스 종합정보센터와 국가 기후변화적응센터를 기후변화 대응(감축·적응·협상)을 총괄하여 지원하는 ‘기후변화대응원(가칭)’을 설립을 추진할 것이라고 밝히고 있어, 농업부문에서도 ‘기후변화대응원(가칭)’과 협업할 수 있는 통합 조직이 필요할 것으로 보임. 그러므로 본 연구에서 다루는 연구단지 조성 또한 농업부문 통합 조직 설립의 일환으로 바라보고 검토할 필요가 있음.

1.2.1. 농업부문 온실가스 감축 목표

- 교토체제가 적용되는 2020년까지의 국가 온실가스 감축 목표와 이행 사항은 2014년 발표된 「국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵」에서 확인할 수 있으며, 신기후체제 이후 2030년까지의 국가 온실가스 감축목표는 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵」에서 확인할 수 있음.

- 기존 농축산업 분야의 감축수단으로는 논물관리(간단관개), 화학비료 사용 절감, 가축 분뇨 처리시설 확충, 장내발효 개선(양질 조사료 및 저메탄사료 보급), 신재생에너지시설(지열히트펌프, 목재펠릿보일러 등) 도입, 농어업 에너지 절감시설(다겹보온커튼, 보온터널 개폐장치 등) 보급 등이 해당함.
- 2016년 확정된 2030 로드맵은 각 분야별 구체적인 감축방안을 따로 공개하지 않았으나, 연도별 정책 목표나 감축량 목표는 농림축산식품부 내부자료(2016)로 확인이 가능함.
- 2030 로드맵의 감축수단은 기존 교토의정서 대응에 포함한 감축수단과 크게 다르지 않음. 2014년도 로드맵과의 차이점은 ‘논물관리’에서 ‘논물얇게대기’가 추가되었고 ‘화학비료 사용 절감’이 삭제된 것, ‘농업 에너지절감시설’ 보급에 ‘순환식 수막보온시스템’이 추가된 것임.

〈표 3-2〉 신기후체제 이전 농림어업 감축방안과 정량평가 지표(~2020년)

단위: 백만 톤

감축방안	지표	감축량
2020 국가 감축목표	BAU 776.1 대비 감축률 30%	233.1
음식료품	부문 BAU 5.8 대비 감축률 5.0%	0.3
농림어업	부문 BAU 28.5 대비 감축률 5.2%	1.5
논물관리	간단관개 면적 비율	0.14
화학비료 사용 절감	ha당 화학비료 사용량	0.09
가축분뇨 처리시설 확충	가축분뇨 에너지화 시설 개소수	0.27
	가축분뇨 공동자원화 시설 개소수	
장내발효 개선 ¹⁾	양질조사료 재배면적·공급량	0.08
신재생에너지 도입	시설원에 신재생에너지시설(지열, 목재펠릿) 지원면적	0.38
농어업 에너지절감시설	시설원에 에너지절감시설(다겹보온커튼, 보온터널 개폐장치) 지원면적	0.48

주 1) 저메탄사료 개발 내용도 포함됨. 천연물질(50여 종)의 메탄저감 효과 연구 결과를 활용하여 저메탄 사료 개발 및 현장 적용성 확대 기술 개발은 물론, 소의 반추위 내 다양한 미생물 중 메탄생성균만 분리·배양하는 기술을 확립하고 메탄발생 억제기술 개발로 연계·발전 계획(관계부처 합동 2014: 58).

2) 어선 LED 보급 사업은 해양수산부 소관으로 현재 농림축산식품부 소관이 아니므로 내용에서 제외함.

자료: 관계부처 합동(2014), 정학균 외(2018: 25) 재인용¹⁴⁾.

○ 문재인 정부 출범 이후, 국정과제에 ‘61-② 온실가스 감축 강화’가 포함되면서 2017년 시작된 2030 로드맵 보완·수정 작업안이 2018년 7월 최종 확정되어 발표됨.

- 농업부문의 경우, 농가를 하나의 기업체로 바라보았을 때 타 산업에 비하여 사업체 규모가 극소하며 지역별·작목별 이질성을 고려한 감축 정책이 요구됨. 그러므로 농업활동에

14) 정학균·임영아·성재훈·이현정. 2018. 「신기후체제에 따른 농축산식품부문 영향과 대응전략(2/2차년도)」. 한국농촌경제연구원 R861.

대한 정확한 정보 수집이나, 온실가스 배출량 산정·보고·검증(Measurement, Reporting and Verification: MRV) 방법론 구축이 까다로움.

- 2030 로드맵의 기존안과 수정안에 포함된 감축방안이 대부분 정책 보급을 통하여 이루어짐<표 3-3>.
- 2018년 수정안의 경우, 베이스라인이 되는 배출전망치 자체에서 배출량이 감축되어 기존안 대비 자연 감축분을 감축량에 포함하여 발표함. 그리고 기존 비에너지 부문에서만 감축 수단으로 포함되었던 '가축분뇨 에너지화' 시설의 경우 시설에서 발전하는 전기에 대한 감축량을 에너지 부문에 신규로 포함하여서 추가 감축 잠재량으로 고려함.

<표 3-3> 신기후체제 이후 농림어업 감축방안과 정량평가 지표(~2030년)

단위: 백만 톤

감축방안	지표	기존안 감축량	수정안 감축량
2030 국내 감축목표	BAU 850.8 대비 감축률 25.7%	219	276.5
공공·기타(음식료품 외 10개 산업)	부문 BAU 21.0 대비 감축률 17.3%	4.9	5.3
농축산(비에너지)	부문 BAU 20.7 대비 감축률 5.2%	1	0.9
논물관리	간단관개 면적 비율	0.305	0.239
	논물알게대기 면적 비율	0.092	0.048
가축분뇨 처리시설 확충	가축분뇨 에너지화 시설 개소수	0.016	0.016
	가축분뇨 공동자원화 시설 개소수	0.406	0.406
장내발효 개선	양질조사료 공급량	0.109	0.109
	저메탄사료 공급에 의한 감축률	0.060	0.038
신재생에너지 도입	시설원에 신재생에너지시설(지열, 목재펠릿) 지원면적	0.232	(가축분뇨에너지화 추가) 0.519
농업 에너지절감시설	시설원에 에너지절감시설(다겹보온커튼, 보온터널) 개폐장치, 순환식 수막보온시스템) 지원면적	1.287	1.271

자료: 농림축산식품부 내부자료(2016); 한국농촌경제연구원 내부자료(2018), 정학균 외(2018: 26) 재인용.

○ 「제2차 기후변화대응 기본계획」에서는 2050 저탄소 발전전략 수립을 포함하여 2020년 발표하는 것을 포함하고 있음(관계부처 합동 2019a: 123). 파리협정은 2020년까지 UN에 장기 저탄소 발전전략(Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategies: LEDS)을 제출할 것을 요구함.

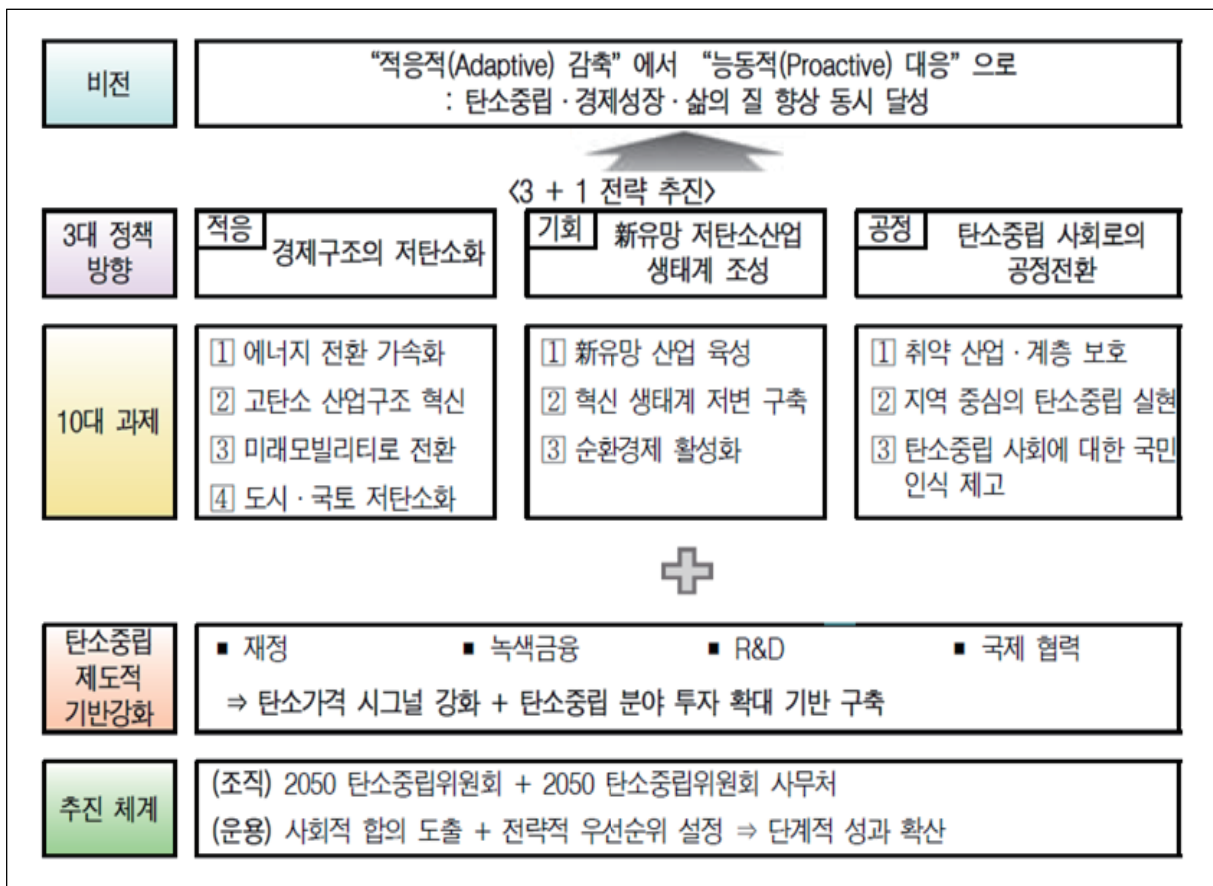
- 2019년 전환, 산업, 수송, 건물, 농축산 등 7개 분과 포럼 및 기술작업반의 논의를 거쳐서 2050 저탄소 발전전략을 수립한 이후 2020년 국민의견 수렴 및 정부 부처의 검토를 통하여 최종안을 발표한다는 계획임.
- 2019년 12월 현재 각 기술작업반 논의를 통하여 2030년 감축목표이행 달성에 대한 검

토, 신규 감축수단 발굴 및 제안을 수행하였으며 연내에 포럼분과 검토를 거쳐 초안이 발표될 예정이며 농축산부문도 여기에 포함되어 있음.

○ 국제사회는 기후변화를 완화시키기 위해 지구 평균기온 상승폭을 산업화 이전 대비 1.5℃ 이내로 제한하기 위해 2050년 탄소중립을 선언했고, 우리나라도 2020년 10월 28일에 2050년 탄소중립을 국제사회에 선언함에 따라 농업부문도 온실가스 감축의무가 크게 늘어날 것으로 전망됨.

- 정부는 2020년 12월 7일에 「2050 탄소중립 추진전략」을 발표함. 주요 방향으로 ‘경제구조 저탄소화, 저탄소 산업생태계 조성, 탄소중립사회로의 공정전환’, ‘탄소중립 제도기반 강화’ 등이 제시됨.
- 농식품부는 「2050 탄소중립을 위한 농식품분야 기후변화 대응 기본 계획」 수립을 추진하고 있음.

〈그림 3-6〉 2050 탄소중립 추진전략(2020)



자료: 환경부.

1.2.2. 농업부문 온실가스 적응 목표

○ 농업부문 온실가스 적응 목표는 「제2차 국가 기후변화 적응대책(2016~2020)」 중 농림축산식품부 및 농진청 소관의 과제로 요약할 수 있음.

- 제1차 적응대책과 다르게 제2차 적응대책에서는 87개 우선순위 기후 리스크를 선정하여 이에 기반한 분야별 주요 대책을 마련함.
- 부처별로 분산된 취약성에 대해서 통합 취약성 평가를 시도하고, 감축과 적응의 동반편익을 창출하는 방향으로 대책이 수립되었으며, 대책의 이행 및 점검과 관련한 지표를 설정하여서 통합점검과 환류를 용이하게 설정함.

〈표 3-4〉 제1, 2차 국가기후변화 적응대책 추진 방향 비교

제1차 대책	제2차 대책
1. 9개 부문별 적응대책 추진 - 67개 세부과제로 구성	1. 적응기반 및 경제·사회·환경분야별 통합적 적응추진체계 구축 - 20개 중점 추진과제로 정책 효율화
2. 장기비전 달성을 위한 부문별 대책 필요성만을 제시	2. 국가차원의 기후변화 적응을 위한 중장기 및 단기 비전·목표 차등화 - 중기·단기 시간프레임에 따른 행동계획 수립으로 국가적응 전략 구체화
3. 기후변화 적응에 국한하여 대책 발굴 및 추진	3. 기후변화 감축과 적응을 함께 고려하여 공동편익(Co-benefit) 효과 창출
4. 부처별로 추진 중인 기후변화 적응 대책을 우선하여 선별 - 적응현안을 중점과제로 선정	4. 기후변화 영향분석·리스크를 기반으로 과학적·수요기반의 대책 마련
5. 부문별 대책의 병렬식 구성 - 기후변화 영향의 차단·예방에 주력	5. 부문별 적응 우선순위와 핵심전략을 설정하고 기후변화 적응으로 경제·사회·환경의 선순환 유도
6. 정부기조, 상위계획과의 연관성 확보 - 녹색성장 5개년 계획 등 상위계획과의 정합성 유지	6. 기후변화 적응원칙 마련으로 정책의 가치와 일관된 방향성 확보 - 지속가능발전에 부합, 취약계층 고려, 과학적 기반, 통합·시너지 창출, 소통 활성화 등 적응원칙 적용
7. 정기적인 대책의 추진여부 점검	7. 이행 및 점검체계 강화 - 기후변화 영향 모니터링과 적응대책 평가의 통합점검·환류체계마련으로 효과적 대응

자료: 국가기후변화적응센터(https://kaccc.kei.re.kr/portal/policy/measure/measure2nd_list.do).

○ 제2차 적응대책에서 제시하는 87개 주요 리스크에서 농축산부문에 해당하는 우선순위 기후 리스크는 다음과 같이 8개가 포함됨(관계부처 합동 2015: 242-243).

- 집중호우에 따른 비료, 살충제, 축산폐기물 유출 증가
- 겨울철 온도 증가로 인한 해충 및 질병 확산, 이에 따른 작물 및 가축 피해 증가
- 홍수 및 태풍으로 인한 농작물 및 가축 피해 증가
- 강수량 증가에 따른 농경지 침식
- 농작물 재배 시기 및 적지 변화

- 기상재해에 따른 농축산 시설붕괴
- 극한 기상으로 인한 가축 스트레스 및 질병, 사망 심화
- 농업시설 재배작물, 가축들의 온도 및 환경 유지를 위한 에너지 및 비용 변화
- 이 외에도 물 부문에서의 가뭄에 의한 하구역 염도 증가, 가뭄으로 인한 하천 지류 건천화, 농작물 증발산량 증가로 인한 물 수요 증가, 고령 농업인 대상 건강부문 관련 여러 가지 리스크 적용, 인프라가 부족한 농촌 지역 대상 국토·연안부문 리스크 적용도 농업·농촌 지역 리스크와 관련있는 리스크로 분류할 수 있음.

○ 그러나 제2차 적응대책에서 리스크 사이의 시간별 발생 가능성, 위협의 피해 정도, 각 리스크 사이의 관계 정립, 정책적 우선순위 설정 등에 대한 부분은 다루지 않고 있어 리스크 목록에 대한 한계점으로 볼 수 있음. 이것은 해당 8개 리스크와 적응대책 세부계획에서 제시된 농림축산식품부 소관 과제 <표 3-5> 사이의 대응 관계를 정확히 찾기 어려운 점과도 연결됨.

- 향후 제3차 적응계획 수립에 있어 리스크 체계를 명확히 정립할 필요가 있음.
- 그리고 리스크 정비 이후, 국가 적응계획과 유기적으로 세부 과제를 연결할 필요성을 보여줌.

<표 3-5> 「제2차 국가 기후변화 적응대책 세부계획」 농림축산식품부 소관 과제

과제명	소관부처	연구개발	시범사업
농업부문 영향·취약성 평가 방법론 개발 및 결과 공표	창조농식품정책과	○	
(축산) 가축사료 (조사료) 품종 기후변화 적응 능력 강화	친환경축산팀	○	
주요 채소류의 수급조절 기능 강화를 위한 사업 내실화, 농가 참여도 제고 및 계약재배 비중 확대	원예산업과		○
농업재해보험 적용 대상 확대 및 임목재해보험 시범사업 추진	재해보험정책과		○
가뭄 상습지역 다목적 농어촌용수 개발을 위한 수리시설 설치 및 이용체계 개편 시범사업 추진	농업기반과		○
농업용 호소의 수질측정망 운영 및 수질조사 운영 및 수질조사	농업기반과	○	
홍수대비 농업시설물 안전 제고 및 재해 예방	농업기반과 간척지농업과		사업
농작물 재배시설에 대한 설계기준 개선 및 시설원에 분야 내재해형 시설(첨단온실 등) 보급 확대	원예경영과		사업
기후변화 대응 가축 사육 환경 최적화 및 전염병 진단·예방 기술 개발	검역검사본부	○	
해외 농업자원 개발 및 지원 체계 내실화 추진	국제협력총괄과	○	

자료: 관계부처 합동(2017: 1072-1073).¹⁵⁾

15) 관계부처 합동. 2017. 「제2차 국가 기후변화 적응대책 세부계획」.

1.2.3. 농림축산 기후변화대응 기본계획

- 2011년 농림수산식품부는 기후변화에 대한 농업부문의 선제적 대응을 위하여 「농림축산 기후변화대응 기본계획(2011~2020)」을 수립하였음(농림수산식품부 녹색미래전략과 2011).¹⁶⁾
 - 농업의 경우 온실가스 감축 및 기후변화 적응을 통한 지속가능한 농식품 체인 구축을 목표로 저탄소 농법 보급을 통한 온실가스 감축과 기후변화 예측 능력 강화 및 적응 품종 개발을 중심으로 한 기후변화 적응을 전략으로 삼음.
 - 축산의 경우 환경친화적 축산업으로 전환하는 것을 목표로 가축분뇨 및 장내발효에서 발생하는 온실가스 감축과 기후변화 피해를 최소화하는 가축관리기술 개발, 질병방지대책을 중심으로 한 적응 대책을 포함함.
 - 앞서 국가 계획 내 포함된 농업부문 목표에서 보듯이 농축산부문의 대응은 일관된 방향성을 가지고 이루어지고 있음을 알 수 있음.

- 농림축산 기본계획은 기후변화 완화 및 적응 대응과 함께 기후변화 대응 인프라 구축도 함께 제시함.
 - (가칭)농림수산식품기후변화대응센터 설립, 2012년 저탄소 농축산물 인증제도 도입, Golden Seed 프로젝트 추진, 국민 공감대 확산 운동 확대, 직불제 및 저탄소 활동 지원 마련을 포함하였음.
 - (가칭)농림수산식품기후변화대응센터 설립 이외의 정책은 현재까지 추진되고 있다고 볼 수 있음.
 - 시기적인 차이는 있지만 「제2차 기후변화대응 기본계획」에서 추진하듯이 기후변화대응 총괄기관의 존재 필요성은 「농림축산 기후변화대응 기본계획」에서도 이미 명시되었음을 알 수 있음.

2. 농업부문 기후변화 대응 관련 사업/제도

- 농업부문 적응 관련 계획은 「농림축산 기후변화대응 기본계획(2011~2020)」을 제외하고는

¹⁶⁾ 농림수산식품부 녹색미래전략과. 2011. “농림수산식품분야 최초로 기후변화 대응 기본계획 확정.” 보도자료 2011. 5. 11.

명시적으로 제시되었다고 보기는 어려움.

- 「제2차 국가 기후변화 적응대책」에서는 적응과 관련한 농림축산식품부의 관련 계획으로 농어촌용수이용합리화 계획, 중장기 가축분뇨 자원화대책, 농림식품과학기술 육성 중장기계획(2013~2022), 제2차 농림어업인 삶의 질 향상, 농산어촌 지역개발 5개년 기본계획 2010~2014, 농림축산 기후변화 대응 기본계획(2011~2020)을 포함하고 있음.
- 이것은 기후변화 적응이 농촌 주민 삶의 질에서부터 기반 사업 정비, 연구개발 및 지역 개발 부분과 연결되어 있음을 시사하며, 농업정책의 다양한 부분에서 기후변화 적응 대책 주류화가 필요함을 보여줌.

○ 농업부문 온실가스 관련 제도는 감축을 중심으로 살펴볼 수 있음.

- 농업부문의 대표적인 감축 제도에는 ‘자발적 온실가스 감축사업’, ‘배출권거래제 외부사업’, ‘저탄소농축산물인증제도’가 있음.
- 식품 분야의 경우에는 음식료품 기업이 온실가스 감축 대상으로, 산업 분야 온실가스 감축 제도인 ‘온실가스·에너지 목표관리제’와 ‘배출권거래제’의 대상이 됨.

〈표 3-6〉 농업부문 온실가스 감축 관련 제도

사업명	농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업	온실가스 배출권 거래제 외부사업	저탄소 농축산물 인증제
사업 근거	농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업 운영 규정 (농식품부 고시)	온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률	저탄소 농축산물 인증제 운영규정 (농식품부 고시)
주관부처	농식품부	환경부	농식품부
운영기관	실용화재단	부처별 관장기관	실용화재단
감축량 산정방법	베이스라인 배출량(A) - 프로젝트 배출량(B)		
A	(1) 과거배출량 or (2) 보편적 기술사용시 배출량	(1) 과거배출량 or (2) 보편적 기술사용시 배출량	품목별 평균배출량 (국가통계 기반 5년 평균)
A 데이터근거	기존 사업장	기존 사업장	국가 평균(통계)
B	프로젝트 배출량 (사업장 배출량)	프로젝트 배출량 (사업장 배출량)	전 과정 배출량
배출량 산정 방법론	사업등록 방법론 (CDM 기반)	사업등록 방법론 (CDM 기반)	전 과정 평가 (LCA)
시스템 경계	기술단위	기술단위	제품단위

자료: 농업기술실용화재단 내부자료(2018a, 2018b, 2018d), 정학균 외(2018: 27) 재인용.

2.1. 자발적 온실가스 감축사업

- 자발적 온실가스 감축사업은 일종의 탄소상쇄제도로 경제 인센티브를 바탕으로 농업인의 온실가스 감축을 유도하는 사업임.
 - 「농업·농촌 및 식품산업 기본법」(법률 제16229호, 2019. 1. 15., 일부개정) 제47조 및 「친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률」(법률 제14305호, 2016. 12. 2., 일부개정) 제10조에 근거하여 2012년부터 실시되는 사업임.
 - 2012년부터 2014년까지 정부 구매를 바탕으로 시범사업을 하였고, 2015년 본 사업에 진입함.
 - 현재는 온실가스 감축량에 대해 톤당 1만 원의 인센티브가 지원되고 있으며, 사업대상에는 저탄소 농업기술을 적용하는 농가, 작목반, 영농조합법인, 농업회사법인 및 그 대리인, 도농업기술원·농업기술센터 등 농업 기관, 농업 및 산림 협동조합, 산학기관 등 다양한 주체가 포함됨.
- 자발적 온실가스감축사업은 시행 초기의 정부 구매형 사업을 벗어나서 농가 감축실적에 대한 인센티브를 마련하기 위해, 배출권거래제도와 연계한 감축실적의 탄소시장 거래, 기업으로의 직접 판매와 같은 기업 상생모델 발굴 등에 노력 중임.

2.2. 배출권거래제 외부사업

- 배출권거래제 내 감축의무 사업장 외부에서의 온실가스 감축·흡수·제거 사업을 인증 받는 것을 의미함. 농업부문의 경우, ‘자발적 온실가스 감축사업’과 더불어 관련 사업 방법론 개발이 꾸준히 이루어지고 있음.
 - 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」(법률 제15836호, 2018. 10. 15., 일부개정) 및 시행령에 근거함.
 - 온실가스 배출권거래제에서 온실가스 감축 방안은 대상 기업 내부에서의 직접 감축, 배출권 구매, 상쇄와 같은 세 가지 방법이 존재함. 저탄소 기술 도입의 경제성이 낮거나 여건상 직접 감축이 어려운 곳에서는 타 사업장 배출권을 구매하거나 상쇄제도를 이용하여야 함.

- ‘배출권거래제 외부사업’은 일종의 상쇄제도로서, 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제8조 제1항에 의하면 지정·고시된 할당 대상 사업장의 경계 외부의 배출시설 이용 또는 배출활동에 있어서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 것이 가능하며, 이러한 외부사업을 통하여 온실가스 감축량을 인증 받을 수 있는 제도임.
 - 외부사업은 등록 유형에 따라 단일 감축사업, 묶음 감축사업, 프로그램 감축사업으로 구분할 수 있음. 단일 감축사업은 단일 감축 아이템으로 추진되는 감축사업으로 연간 감축량 3,000톤CO₂-eq을 기준으로 일반 감축사업과 소규모 감축사업으로 구분되며, 연간 100톤CO₂-eq 이하인 사업은 극소규모 감축사업으로 구분됨. 묶음 감축사업은 연간 3,000톤CO₂-eq(극소규모 100톤CO₂-eq) 이하의 소규모 외부사업 여러 개를 묶은 하나의 사업이며, 총 감축량이 연간 1만 5,000톤CO₂-eq(극소규모 500톤CO₂-eq)을 초과할 수 없음. 프로그램 감축사업은 중앙정부, 지방자치단체, 민간 등에 의해 정책적으로 시행되는 자발적 중·장기 온실가스 감축사업을 정책 감축사업으로 승인하며 대기업이나 공공기관 등도 참여가 가능하고 단위 사업의 상시 추가가 가능함.
- 배출권거래제 외부사업이 부처별 책임제로 운영됨에 따라, 농림축산식품부가 농업 부문의 외부사업 관장기관으로 역할을 하고 있으며, 농림축산식품부는 외부사업 승인에 대한 타당성 평가, 감축량 인증, 방법론 승인 등의 전반적인 업무를 담당하며, 이를 농업기술실용화재단으로 위탁하여 운영 중임.
- 배출권거래제 외부사업 방법론으로는 2017년 지열에너지시스템과 목재펠릿보일러 사업이 농업 부문 최초로 등록되었으며, 2018년 8월에는 지열에너지시스템 및 미활용열에너지 활용한 네 개의 사업이 추가적으로 등록됨. 2018년 9월 기준으로, 바이오가스플랜트와 지열에너지시스템을 활용한 20개의 사업이 추가적으로 타당성 평가를 진행 중임.

2.3. 저탄소농축산물인증제도

- ‘저탄소농축산물인증제도’는 친환경 및 농수산물 우수관리인증(GAP)을 받은 농축산물을 대상으로 저탄소 농업기술을 적용한 경우, 국가 인증을 유도하는 제도임.
- 저탄소 농업기술은 “농업부문 온실가스 배출 저감과 에너지 이용 효율화에 기여하는 영

농방법 및 관련 기술”을 의미함(저탄소 농축산물 인증제 운영규정 2017: 제2조). 인증 기술은 전 과정 평가(life cycle assessment)를 통해 농산물 생산 전과정에 걸친 투입재의 환경 부하를 평가하여 선정함.

- 본 인증제의 목표는 (1) 국가 온실가스 감축 목표 달성, (2) 환경적·윤리적 소비의 확산, (3) 인증 농축산물 소비 증대를 통한 농가 소득 확대에 구분 가능함.
 - 현재 농림축산식품부에서는 인증비용 지원, 온실가스 산정보고서 작성 교육 및 컨설팅 실시, 소비자가 그린카드로 저탄소 농축산물을 구매하는 경우 제품가액의 9%를 에코머니 포인트 적립 연계, 유통지원 등을 국고보조로 100% 지원하고 있으며, 사업시행 주체는 농업기술실용화재단임.
 - 「농림축산 기후변화 대응 세부추진계획」의 일환으로 2012년 시범사업을 시작하여, 2014년 「저탄소 농축산물 인증제 운영규정」이 제정되면서 제도 운영의 근거를 확보하였으며, 2014년부터 인증 표시를 병행하여 시행함.
 - 2012년 7개 농업경영체(60개 농가) 인증을 시작으로, 2017년 12월 기준, 478개 경영체(2,763개 농가)가 인증을 유지하고 있음. 인증 초기에는 전남 지역의 친환경 농가를 중심으로 인증이 추진되었고, 2015년에는 저농약 인증이 폐지되면서 저탄소 인증을 새로운 유통·판매 전략으로 삼는 농가가 급증함.
- 저탄소 농축산물 인증제에서 인정하는 저탄소 농업기술은, ‘저탄소 농축산물 인증제 세부운영요령(농업기술실용화재단 내규 355호)’의 인증대상의 세부사항에서 규정한 19개 기술에 해당하는 기술만이 인정되고 있음. 인증가능품목은 식량, 과수, 채소, 특용 등 51개 품목으로, 축산물에서는 실질적인 인증이 이루어지지 못하는 실정임.
- 비료 및 작물보호제 절감 기술
 - 농기계 에너지 절감기술
 - 난방에너지 절감기술
 - 농업용수 관리 기술

2.4. 기후변화 실태조사 사업

2.4.1. 기후변화 실태조사 관련 법령 및 계획

- 기후변화 실태조사는 2015년 6월에 개정된 「농업·농촌 및 식품산업 기본법」의 제47조의 2를 바탕으로 함. 구체적으로 기후변화 실태조사와 관련된 「농업·농촌 및 식품산업 기본법」의 제47조의 2에 따르면, 1) 농림축산식품부장관은 농업·농촌의 지속가능한 발전을 위하여 지구온난화 등 기후변화가 농업·농촌에 미치는 영향과 기후변화에 따른 취약성을 5년마다 조사·평가하여 그 결과를 공표하고 정책수립의 기초자료로 활용하여야 하며, 2) 농림축산식품부장관은 기후영향평가 등에 필요한 기초자료 확보 및 통계의 작성을 위하여 실태조사를 실시할 수 있음.
- 「농업·농촌 및 식품산업 기본법 시행령」제19조의 2는 기후변화 실태조사를 시행 주체를 지정함. 구체적으로, 「농업·농촌 및 식품산업 기본법 시행령」 제19조의 2에 따르면 농업·농촌 분야(임업 분야 및 농어촌용수 및 농업생산기반시설 분야는 제외)에 관한 실태조사는 농촌진흥청장이, 임업분야는 산림청장이, 농어촌용수 및 농업생산기반시설 분야는 한국농어촌공사가 담당하도록 되어 있음.
- 「농업·농촌 및 식품산업 기본법 시행령」제5조는 기후변화에 따른 농업·농촌 영향 및 취약성 평가 등의 내용 및 방법 등을 규정함. 구체적으로 임업분야를 제외한 농업·농촌 분야는 1) 농업·농촌에 영향을 미치는 기상·기후의 이상(異常) 변화에 관한 사항 2) 농작물재배·축산의 적지(適地) 및 생산성 변화에 관한 사항 3) 돌발 및 외래 병해충·잡초의 이상 발생 및 피해에 관한 사항 4) 농업생태계의 생물다양성 및 생물계절 변화에 관한 사항 5) 「농어촌정비법」 제2조제3호 및 제6호에 따른 농어촌용수 및 농업생산기반시설에 대한 기후변화 영향 및 취약성 분석에 관한 사항 6) 그밖에 기후변화의 농업·농촌 분야에 대한 영향 및 취약성에 대한 조사·평가를 위하여 필요한 사항임.
- 기후변화 실태조사는 「제2차 국가 기후변화 적응 대책」이 속한 농축산업의 부문 과제의 하나로 포함되어 있음. 「제2차 국가 기후변화 적응 대책 세부시행계획」은 부문별 기후변화 영향·취약성 평가 추진을 포함하고 있으며, 농림수산식품부와 농촌진흥청, 그리고 산림청이 해당 부문에 대한 영향 및 취약성 평가를 시행하도록 함. 또한 국립축산과학원은 축산부문

기후변화 영향·취약성 평가체계 고도화 과제를 추진 중에 있음.

2.4.2. 기후변화 실태조사 현재 진행 사항

- 2019년 12월 현재 기후변화 실태조사를 담당하고 있는 각 기관은 기후변화 실태조사관련 중간 결과 보고서를 발간한 상태임. 구체적으로 현재 농어촌공사는 「2018년 농어촌용수 및 농업생산기반시설 기후변화 실태조사 보고서」를, 산림청은 「2018년 임업산림분야 기후변화 영향 실태 시범보고서」를, 마지막으로 농촌진흥청은 「2018년 농업분야 기후변화 영향 실태 시범보고서」를 발간함.
- 앞서 언급한 보고서들을 기준으로 현재 실태조사를 평가하자면, 한국농어촌공사를 제외한 산림청과 농진청의 기후변화 실태조사 보고서는 기후변화 관련 영향 및 취약성 평가보다는 현재 각 기관이 진행 중인 사업을 요약한 수준이라 판단됨.
 - 구체적으로 농진청과 산림청의 취약성 개념은 IPCC 의 취약성 개념과는 다르며 그 개념 역시 정책에 사용되기에는 상당히 모호함. 또한 실태조사에 나타난 분석 결과 역시 취약성 분석 보다는 영향 분석에 가까움. 마지막으로 대부분의 사업이 기후변화 시나리오를 적용하지 않고 현재 상태만을 분석함<표 3-7><표 3-8>.
 - 다만, 농업부문 R&D부분을 주로 담당하고 있는 농진청의 실태조사 결과는 품목별 기후변화 영향과 적응기제 평가에 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각됨<표 3-9>.

〈표 3-7〉 농업분야 기후변화 실태조사 주요 전략과제들의 특징

분야		노출	민감도 혹은 영향 평가	적응기제 평가	기후변화 시나리오 적용
기상·기후의 이상변화	농업기상 장기모니터링에 따른 기후변화량 실태조사 및 영향 평가	△	-	-	× (실태조사)
	주요작물의 기수생산력 지수 실태조사 및 영향 평가	-	△	-	× (실태조사)
	이상기후 발생 실태 및 영향 평가	△	-	-	× (실태조사)
재배·사양 적지 및 생산성 변화	식량작물의 재배적지 한계 이동성 실태조사	-	△	△	× (실태조사)
	식량작물의 적응·비적응 생산량 변화율 실태조사 및 영향 평가	-	△	△	× (실태조사)
	식량작물의 저온 요구도 실태조사 및 영향·취약성 평가	-	△	-	× (실태조사)
	벼 신품종 재배 실태조사 및 영향 평가	-	△	△	× (실태조사)
	이상기후에 따른 식량작물 피해량 실태 조사 및 영향·취약성 평가	-	△	-	× (실태조사)
	원에·특용작물의 재배적지 한계 이동성 실태조사 및 영향평가	-	○	○	RCP4.5, RCP8.5
	원에작물의 적응·비적응 생산량 변화율 실태조사 및 영향 평가	-	△	△	× (실태조사)
	과수의 저온요구도 실태조사 및 영향·취약성 평가	-	△	-	× (실태조사)
	아열대 작물의 재배 실태조사 및 환경 적응성 평가	-	△	△	× (실태조사)
	이상기후에 따른 원예작물의 작물 피해량 실태조사 및 영향·취약성 평가	-	△	-	× (실태조사)
	기후변화에 따른 가축 스트레스 지수, 생산성 변화 실태조사 및 영향·취약성 평가	-	△	-	× (실태조사)
	기후변화에 따른 초지(사료작물)의 적지·생산성 변화 실태조사 및 영향 평가	-	△	△	× (실태조사)
	이상기후에 따른 가축·초지(사료작물)의 피해량 실태조사 및 영향·취약성 평가	-	△	-	× (실태조사)
돌발·외래 병해충 및 잡초 이상 발생과 피해	비래 병해충의 밀도·보독변동률 실태조사 및 영향 평가	-	△	-	× (실태조사)
	남방계 해충의 월동 실태조사 및 영향 평가	-	△	-	× (실태조사)
	돌발 병해충의 확산·피해 실태조사 및 영향·취약성 평가	-	△	-	× (실태조사)
생물 다양성 및 생물계절 변화	논 생태계의 수서 생물 다양성·생물계절변화 실태조사 및 영향 평가	-	△	-	× (실태조사)
	논 생태계의 거미류·해충류 생물다양성 지수 변화 실태조사 및 영향 평가	-	△	-	× (실태조사)
	농업생태계의 양서류 다양성·생물계절 변화 실태조사 및 영향평가	-	△	-	× (실태조사)
	농업생태계 식생과 주요 분매개곤충의 디커플링 실태조사 및 영향평가	-	△	-	× (실태조사)
농업환경 영향평가	강우에 따른 농경지 토양 침식량 실태조사 및 영향·취약성평가	-	△	-	× (실태조사)
	기후변화·이상기후에 따른 농경지 양분 유출 및 환경영향 평가	-	△	-	× (실태조사)

주 1) 여기서의 실태조사는 기후변화 영향에 대한 실태조사가 아닌 해당 항목의 현 상태에 대한 실태조사를 뜻함. 따라서 해당 항목이 기후변화 영향 혹은 취약성 평가에 사용하기에는 한계가 있음. 또한 적응기제 평가는 연구 주제가 기후변화 적응 수단과 밀접한 연관이 있음을 뜻함. △는 현재까지 기후변화 시나리오가 적용되지 않았음을 의미함.

〈표 3-8〉 임업·산림분야 기후변화 영향 실태 시범 보고서 평가 항목의 특징

분야		노출	민감도 혹은 영향 평가	기후변화 시나리오 적용
산림지역의 이상기후 발생		△	-	× (분석 체계 구축)
산림 자원의 변화	산림자원 변화 현화 및 전망	-	△	× (트렌드 분석)
	수종 분포 및 생장의 변화와 전망	-	○	RCP 8.5
	산림식생대 변화 전망	-	○	월 평균 기온 2℃, 4℃ 증가
산림 종자량 변화	멸종위기 고산지역 침엽수종 양모용 종자채취 결과	-	△	× (실태조사)
	지역별 침엽수 4종 종자 예찰 및 실제 종자 생산 결과	-	△	× (실태조사)
산림 생태계 쇠퇴	전국 아고산 지역 주요 침엽수림 분포 변화	-	△	× (실태조사)
	강원 동북부 주요 고산지역의 멸종 위기 침엽수종의 실태조사 및 분석	-	△	× (실태조사)
	아고산 상록침엽수림 건강성 변화	-	△	× (실태조사)
	이상기후에 의한 피해 산림조사	-	△	× (실태조사)
산림 생산성 변화	산림생태계 플렉스 타워 관측	-	-	× (실태조사)
	위성정보 기반의 산림 생산성 추정	-	△	× (실태조사)
산림 수문	기후변화 영향 실태조사 평가지표 선정	-	△	× (실태조사)
산림 생물 (식물) 계절	기후변화 취약 산림식물의 식물계절성 변화 조사	-	△	× (실태조사)
	인공위성영상 기반의 식물계절 변화 모니터링	-	△	× (실태조사)
단기 소득 임산물 생산성 변화	버섯류	-	△	× (실태조사)
	유실수	-	△	× (실태조사)
	고로쇠수액	-	△	× (실태조사)
	산림약용작물	-	△	× (실태조사)
산림 교란	산불	-	△	× (실태조사)
	산사태	-	△	× (실태조사)
	산림병해충	-	○	RCP 4.5, RCP 6.0
산림 생물 다양성	산림식물	-	△	× (실태조사)
	산림곤충	-	○	RCP 4.5, RCP 8.0, A1B
	산림동물	-	△	× (실태조사)

주 1) 여기서의 실태조사는 기후변화 영향에 대한 실태조사가 아닌 해당 항목의 현 상태에 대한 실태조사를 뜻함. 따라서 해당 항목이 기후변화 영향 혹은 취약성 평가에 사용하기에는 한계가 있음. △는 현재까지 기후변화 시나리오가 적용되지 않았음을 의미함.

〈표 3-9〉 「제2차 국가 기후변화 적응 대책」에 포함된 농업부문 기후변화 실태조사 추진계획

구분	연도	연차별 추진계획
농식품부	2016	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 실무협의체 구성 ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 등 추진상황 점검
	2017	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 마스터플랜 실무협의체 운영 ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 등 추진상황 점검
	2018	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 실무협의체 운영 ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 등 추진상황 점검
	2019	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 실무협의체 운영 ◦ 농업·농촌 기후변화 실태조사 등 추진상황 점검
	2020	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농업·농촌 기후영향평가 자문위원회 개최 ◦ 농업·농촌 기후변화 영향 및 취약성 평가결과 공표안 마련
농진청	2016	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 작물 생육 및 생산성에 영향을 미치는 주요 기후요소 도출 ◦ 농업·농촌 기후자료 수집 체계 구축
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비래 병해충 발생 실태조사 및 영향평가 ◦ 아시아지역 이동성 병해충 대응 국제 협력체계 구축
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 벼 생산성 변동 및 적응 비적응 품종간 생산성 변화를 모니터링
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사과·의 주 품종 및 적응성 품종의 생산성 및 품질 평가 ◦ 포도의 주 품종 및 적응성 품종의 생산성 및 품질 평가
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기후변화에 따른 축산 적지 및 가축 생산성 변화에 관한 실태조사 <ul style="list-style-type: none"> - 축종별 온습도지수 기반 취약성 지도 작성 및 적지 변화 조사 - 행정통계, 관련 협회·업체 정보 수집 및 분석
	2017	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 식량 작물의 농업기후지표 개선 및 개발(벼, 보리) ◦ 농업·농촌 기후 상세화 시·공간 정보 생산
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비래 병해충 발생 실태조사 및 영향평가 ◦ 남방계해충 월동 실태조사 및 영향평가 ◦ 돌발 병해충 확산 및 피해 실태조사 및 영향·취약성평가 ◦ 아시아지역 이동성 병해충 대응 국제 협력체계 구축
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 벼 생산성 변동 및 적응 비적응 품종간 생산성 변화를 모니터링
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 채소, 과수 주 품종 및 적응성 품종의 생산성 및 품질 평가
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기후변화에 따른 축산 적지 및 가축 생산성 변화에 관한 실태조사 <ul style="list-style-type: none"> - 축종별 온습도지수 기반 취약성 지도 작성 및 적지 변화 조사 - 권역별 선정 농가의 가축 사육현황 및 생산실태 실측 조사 - 행정통계, 관련 협회·업체 정보 수집 및 분석
	2018	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 과수 및 채소 작물의 농업기후지표 개발(사과, 배, 배추, 마늘) ◦ 농업·농촌 기후·이상기후 변화량에 대한 시·공간 정보 생산
		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비래 병해충 발생 실태조사 및 영향평가 ◦ 남방계해충 월동 실태조사 및 영향평가 ◦ 돌발 병해충 확산 및 피해 실태조사 및 영향·취약성평가 ◦ 아시아지역 이동성 병해충 대응 국제 협력체계 구축
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비래 병해충 발생 실태조사 및 영향평가 ◦ 남방계해충 월동 실태조사 및 영향평가 ◦ 돌발 병해충 확산 및 피해 실태조사 및 영향·취약성평가 		
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 벼 생산성 변동 및 적응 비적응 품종간 생산성 변화를 모니터링 		
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사과·의 주 품종 및 적응성 품종의 생산성 및 품질 평가 ◦ 포도의 주 품종 및 적응성 품종의 생산성 및 품질 평가 		
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기후변화에 따른 축산 적지 및 가축 생산성 변화에 관한 실태조사 <ul style="list-style-type: none"> - 축종별 온습도지수 기반 취약성 지도 작성 및 적지 변화 조사 - 권역별 선정 농가의 가축 사육현황 및 생산실태 실측 조사 - 행정통계, 관련 협회·업체 정보 수집 및 분석 		
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기후변화에 따른 축산 적지 및 가축 생산성 변화에 관한 실태조사 <ul style="list-style-type: none"> - 축종별 온습도지수 기반 취약성 지도 작성 및 적지 변화 조사 - 권역별 선정 농가의 가축 사육현황 및 생산실태 실측 조사 - 행정통계, 관련 협회·업체 정보 수집 및 분석 		

(계속)

구분	연도	연차별 추진계획
	2019	◦ 농업기후지표를 이용한 기후변화 영향 평가
		◦ 농업·농촌 기후·이상기후 변화량 분석 자동화 프로그램 개발
		◦ 비재 병해충 발생 실태조사 및 영향평가
		◦ 남방계해충 월동 실태조사 및 영향평가
		◦ 돌발 병해충 확산 및 피해 실태조사 및 영향·취약성평가
		◦ 벼 생산성 변동 및 적응 비적응 품종간 생산성 변화율 모니터링
	2020	◦ 채소, 과수 주 품종 및 적응성 품종의 생산성 및 품질 평가
		◦ 원예, 특용작물의 적지 한계 이동성 실태조사 및 취약성 평가
		◦ 기후변화에 따른 축산 적지 및 가축 생산성 변화에 관한 실태조사
		◦ 농촌 기후·이상기후 변화량 분석 및 영향 평가
		◦ 비재 병해충 발생 실태조사 및 영향평가
		◦ 남방계해충 월동 실태조사 및 영향평가
	2020	◦ 돌발 병해충 확산 및 피해 실태조사 및 영향·취약성평가
		◦ 벼 생산성 변동 및 적응 비적응 품종간 생산성 변화율 모니터링
		◦ 지난 5년간 벼 생산성 변동 및 적응 비적응 품종간 생산성 변화 보고
		◦ 채소, 과수 주 품종 및 적응성 품종의 생산성 및 품질 평가
		◦ 원예, 특용작물의 적지 한계 이동성 실태조사 및 취약성 평가
		◦ 기후변화에 따른 축산 적지 및 가축 생산성 변화에 관한 실태조사
	2020	◦ 축산 적지 및 생산성 변화에 관한 영향·취약성 평가

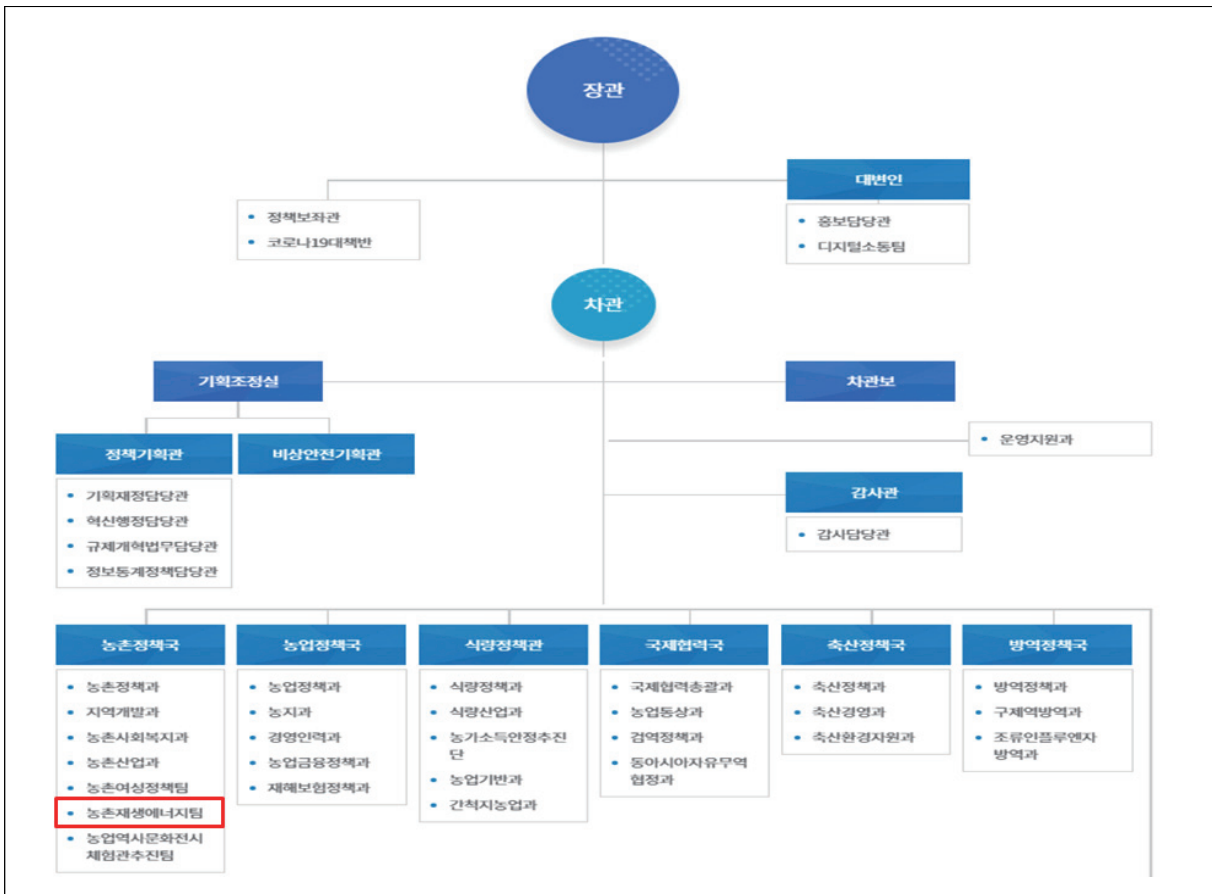
3. 국내 농업부문 기후변화대응 관련 기관 운영현황

3.1. 농림축산식품부

○ 농림축산식품부에서는 농촌재생에너지팀이 기후변화 관련 전반적인 업무를 수행하고 있음. 농촌재생에너지팀은 총 8명으로 이 중 4명이 기후변화 관련 업무를 담당하고 있어 인력이 부족한 실정임.

○ 게다가 <표 3-10>에서와 같이 농촌재생에너지팀 외의 다른 과에서도 기후변화 대응 관련한 사업을 개별로 진행하고 있어 기후변화 관련 업무가 집중되어 있지 못하고 분산되어 있음을 알 수 있음.

<그림 3-7> 농림축산식품부 조직도(일부)



자료: 농림축산식품부 홈페이지(<https://www.mafra.go.kr/mafra/2474/su>) 검색일: 2020. 04. 20.

〈표 3-10〉 농림축산식품부의 기후변화 대응 관련 주요 사업 및 활동

구분	주요 활동
축산환경복지과	• 가축사료(조사료) 생산기반 구축확대, 품질개선 및 품목 다양화, 생산 및 이용 확대를 위한 관련 기술 기술개발 보급
원예산업과	• 농업재해보험 적용 대상 품목 사업 범위 지속 확대 및 임목재해보험시범사업 추진
재해보험정책과	• 이상기후 등 기후변화에 대응하기 위해 저수지 등 수리시설안전대책의 일환으로 시설관리자(농어촌공사, 시장군수)가정기 점검(분기 1회), 전문기관에서 정밀 점검 및 정밀 안전진단을 하여 진단결과에 따라 보수 보강 추진
농산업정책과	• 주요 채소류의 수급조절 기능 강화를 위한 사업 내실화, 농가 인센티브확대 등으로 농가 참여제고 및 주요 채소류 생산 약정제 추진으로 계약 재배 비중 확대
원예경영과	• 농작물 재배시설에 대한 설계 기준 개선 및 시설 원예 분야 내재형 시설(첨단온실 등) 보급 확대
검역검사본부	• 기후변화 대응 가축 사육 환경 최적화 및 전염병 진단 예방 기술 개발
국제협력총괄과	• 해외농업개발 종합계획('12~'21)을 보완하여 해외농업 자원개발 종합계획('18~'27)을 수립하고 관련 지침을 개정하여 해외 농업지원 개발 및 지원 체계 내실화 추진
농업기반과	• 가뭄상습지역 다목적 농촌용수 개발을 위한 수리시설 설치 및 임진강 수계양수시설 신설보강, 물이 풍부한 곳의 여유수자원을 물 부족 지역에 배분활용하고 기존 소규모 수리 시설을 통합재편하는 농촌용수 이용체계 개편 시범사업 추진 • 농업용 호수의 수질 총정량 운영 및 수질조사
간척지농업과	• ICT, 센싱기술 기반 농업기반시설(저수지, 방조제) 재해(홍수, 해일, 태풍 등) 예방 계측 시스템 구축
농촌재생에너지팀	• 전반적인 기후변화 관련 업무 수행

자료: 연구진 작성.

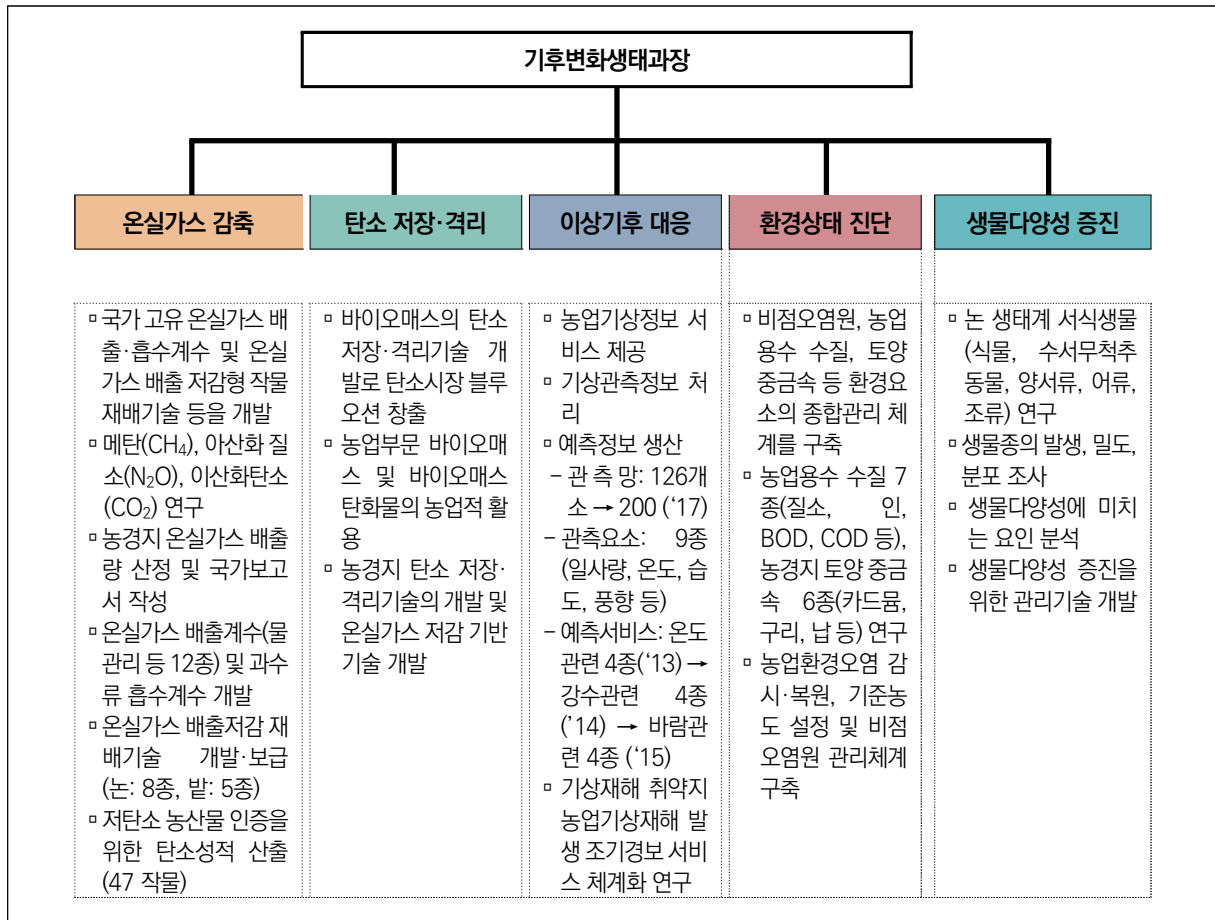
3.2. 농촌진흥청

○ 농촌진흥청에서는 국립농업과학원의 기후변화생태과에서 기후변화 관련 업무를 수행하고 있음. 기후변화생태과의 주요 업무는 온실가스 배출 저감 및 기후변화 악영향 최소화를 위하여 온실가스 감축, 탄소 격리, 이상기후 경보, 환경상태 진단, 취약성평가에 관련된 기술 개발과 정책 수립을 위한 기반을 구축하고 있음.

- 기후변화생태과의 총 인원은 24명으로 이 중 행정담당을 제외한 연구진은 20명으로 구성되어 있음.

○ 하지만 기후변화생태과를 제외한 다른 부서에서도 기후변화 대응을 위해 다양한 사업 및 연구를 수행하고 있어 분산되어 있음을 알 수 있음.

〈그림 3-8〉 국립농업과학원 기후변화생태과 조직도



자료: 국립농업과학원(<http://www.naas.go.kr/>, 접속일: 2020.2).

〈표 3-11〉 기후변화생태과 업무 인력 현황

구분	인원(명)
과장	1
연구	19
행정담당	4
총원	24

주: 국립농업과학원 기후변화생태과 홈페이지에는 직급 구분(연구관 및 연구사, 지도관 및 지도사)이 되어있지 않음.

자료: 국립농업과학원(<http://www.naas.go.kr/>, 접속일: 2020.2).

〈표 3-12〉 농촌진흥청의 기후변화 대응 관련 주요 활동

구분	주요 활동
기후변화생태과	<ul style="list-style-type: none"> • 농가농장 맞춤형 기상실황 예보 상세화, 주요작물 맞춤형 농업기상위험 정량화기술 개발 및 농업기상 재해 조기경보 시스템 구축서비스 제공 • 채소생산단지의 위성항공 영상활용 작황 추정 모형 구축, 곡물 수출입국의 주요 곡물 작황 변동을 추정하는 모형 구축 • 공간정보 기반 통합 모델링, 원격탐사 등을 이용하여 가뭄과 침수피해 취약성 평가 및 가뭄해석 기술 개발
온난화대응연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 농업농촌 이상기후기후, 농작물 재배축산의 적지 및 생산성 변화, 돌발 및 외래 병해충 잡초의 이상 발생 및 피해 등
재배생리과 고령지연구소 발작물개발과 중부작물과	<ul style="list-style-type: none"> • RCP 시나리오 및 관개방법별 벼 잠재 생산성 변화 평가 및 시나리오 기반 기후 변화 대비 적정 비배 관리 관리 방법 제시, 콩류잡곡 옥수수감자, 인삼재배기술 및 조사로 품종개발 및 종자생산 기술 개발
국립식량과학원	<ul style="list-style-type: none"> • 내재해성 및 내병충성, 채종안정성 등 기후변화 대응력(내한발성 등) 적응력이 높은 벼, 콩 등 주요 작물 품종개발 및 육성 보급
국립원예특작과학원	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 작물 및 과수, 약용작물, 발작물에 대한 미래 재해발생 피해 예측 프로토콜 및 지도구축 등 기후변화 위험성 평가기술 개발 • 국가 예찰대상 고위험 외래식물병해충의 국내 발생예측 시스템을 구축하여 병해충 발생 모니터링 예측 및 피해방지 기술 개발 • 작물 생육환경 유지 에너지 절감 온실냉난방 기술, 작물별 절수형 순환식 수경재배 기술 및 배양액 최소화 수경재배 시스템 개발
국립축산과학원	<ul style="list-style-type: none"> • 이상기후에 대한 축종별 영향 파악 및 안정적 생산성 확보 기술, 내서성 축군 유전인자 평가 활용 축군 생산성 확대 기술 개발 • 유전자원의 신속한 탐색 탐지 관찰 방법 연구
국립농업과학원	<ul style="list-style-type: none"> • 단동형 및 연동형 비닐 하우스의 내구성 평가, 재료 및 부품의 품질 표준화, 내구성 향상을 위한 기술 및 비닐하우스의 위험성 영향인자 분석 연구 추진 • 축종별 기후변화 영향 예측을 위한 전자 기후도 개발, 기후변화 영향 감지 및 단기(조기) 예보 기술 개발 • 농업농촌 이상 기상기후, 농작물 재배축산의 적지 및 생산성 변화, 돌발 및 외래 병해충잡초의 이상 발생 및 피해 등

자료: 각 기관 사이트를 탐색하여 연구진이 정리함.

3.3. 농어촌공사

- 농어촌공사는 사업계획처에 총 11명으로 구성되어 있는 기후변화대응부를 신설하여 기후변화 대응 업무를 수행 중에 있음.
- 농어촌공사 소속 연구기관인 농어촌연구원은 기후변화 대응 관련 전담부서를 구성되어 있지 않고 각 부서에서 기후변화 관련 연구를 수행하고 있음. 농어촌연구원은 주로 기후변화가 시설 및 농업용수 및 시설에 미치는 영향에 관한 연구를 진행하고 있음.

〈그림 3-9〉 농어촌공사 조직도(일부)



자료: 농어촌공사 홈페이지<<https://www.ekr.or.kr/homepage/main.krc>> 검색일: 2020. 4. 20.

〈그림 3-10〉 농어촌연구원 조직도



자료: 농어촌연구원 홈페이지<<https://rri.ekr.or.kr/cmm/main/mainPage.do>> 검색일: 2020. 4. 20.

〈표 3-13〉 농어촌연구원의 기후변화 대응 관련 주요 활동

구분		기후변화 대응 관련 주요 활동
농어촌공사	농어촌연구원	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화에 따른 농업용수 영향평가 연구 이상기후 및 가뭄대비 용수배분 시스템 개발 기후변화에 따른 농업용수 통합 영향 평가 시스템 개발 기후변화에 따른 돌발홍수 대비 방류량 조절이 가능한 사이펀 여수로 개발 농업생산기반시설의 기후변화영향 안정성 평가 및 관리 기술 개발

자료: 농어촌연구원 홈페이지<<https://rri.ekr.or.kr/cmm/main/mainPage.do>> 검색일: 2020. 4. 20.

3.4. 도농업기술원

○ 대부분의 농업기술원은 기후변화 관련 전담 조직을 구성하고 있지 않고 각 조직에서 해당 지역의 주요 품목을 대상으로 개별적으로 연구를 진행하고 있음. 따라서 기후변화 대응 관련 연구를 하는 전담 인력을 파악하기가 쉽지 않음.

- 경기도농업기술원은 기후환경팀을 총 18명의 인력으로 구성하여 기후변화 관련한 업무를 전담하고 있음.

〈표 3-14〉 도별 농업기술원의 기후변화 대응 관련 주요 활동

구분	주요 활동
경기도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 지구온난화에 따른 농업환경변동 대응 연구 • 기후변화대비 고온적응 벼 재배기술 개발 • 지구온난화 대응 온실가스 저감 및 적응 기술개발 • 기후변화 시나리오에 의한 전자기후도 작성 및 작물 재배치에 관한 연구 • 기후변화에 대응한 인삼 주산지별 주요 병 발생모니터링 및 방제체계 확립 • 기후변화에 따른 경기지역 농경지 한발 위험성 예측 연구
강원도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화에 따른 환경영향 및 적응성 평가, 벼 친환경 생력재배기술 개발 • 기후변화 신시나리오에 따른 감자, 고구마의 적기적작예측을 위한 평가기술 개발 • 기후변화 대응 과수 안전재배 지대 설정 연구 • 기후변화 대응 병해충 진단 및 예찰 • 재배지별 기후조건, 토양조건, 초종(품종) 및 재배기술의 적용에 따른 수량예측 모델의 정밀 • 기후변화에 따른 강원지역 국가관리 바이러스 정밀 분포지도 작성
충청북도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 한지형 우량 신품종 마늘 선발 및 재배기술 확립 • 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실 특성 평가 • 충북지역 사과주산지별 적품종 개발
충청남도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 대응 벼 재배기술 개발 • 기후변화 적응 고품질쌀 생산기술 개발 • 기후변화 대응 원예 주요병해 방제법 개발
전라북도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 지역특화작물 병해충 조사 및 방제기술 개발 • 발효미생물 자원 탐색 및 활용다양화 연구 • 기후변화 대응 현장 맞춤형 병해충 조기예찰 시스템 구축 • 환경적응성 신품종 육성 • 기후변화대응 원예작물 현장 애로기술 개발 • 기후변화 대응 신소득 작목 도입 및 재배기술 개발 • 지역활력화작목 유기재배기술 개발
전라남도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 대응 남부지역 IRG 및 옥수수 표준 재배법 재설정 • 기후변화 대응 남부지역 수수류 및 맥류 표준 재배법 재설정 • 기후변화 대응 단감 안전재배지대 설정 연구 • 기후변화 대응 원예작물 안정생산 • '18 기후변화에 따른 전남지역 국가관리 바이러스 정밀분포지도 작성 • '18 기후변화 대응 양파 전남지역 적품종 선발 및 정식기 확립시험
경상북도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 가뭄대응 벼 재배기술 개발 • 기후변화 대응 신소득 과종 개발 • 기후변화 대응 움벼(Ratoon-rice) 재배법 개발 • 경북지역 과수 농가의 기후변화대응 실태조사

(계속)

구분	주요 활동
경상남도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 이상기후에 따른 오이, 딸기, 국화 작황조사 • 기후변화에 대응한 사과종 재배기술 개발 • 기후변화에 따른 쌀 수량 및 품질변화 연구 • 기후변화 대응 농산물 안전생산을 위한 농업기상 분석 연구 • 기후변화대응 식물공장 실용화 연구 • 기후변화 대응 조식료 생산 기술 연구 • 기후변화 대응 사과 안전생산 연구 • 기후변화에 따른 경남지역 국가관리 바이러스정밀분포지도 작성 • 이상기후 대응 경남지역 사과 갈색무늬병 방제 체계 확립
제주도 농업기술원	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화에 따른 주요 작물(채소, 노지감귤, 식량작물 등) 생육상 변화 조사 • 감자 고품질 신품종 육성 • 기후변화 대응 아열대 과수 도입 재배 가능성 검토 • 기후온난화에 따른 병해충 발생양상 변화 연구

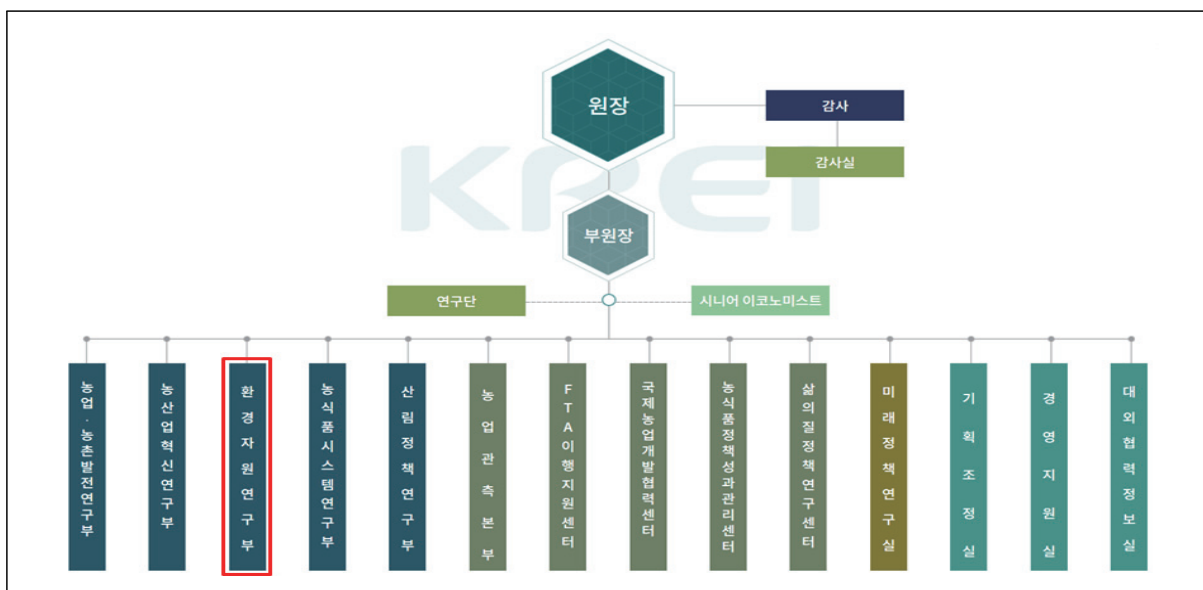
자료: 도별 농업기술원 홈페이지 참고하여 연구진이 작성함.

3.5. 한국농촌경제연구원

○ 한국농촌경제연구원의 환경자원연구부는 농업부문의 기후변화 관련 정책 연구를 수행하고 있음. 기후변화 관련 주요 연구 활동은 농업 부문의 기후변화 영향 분석, 적응 및 완화 정책, 국가 온실가스 장기 감축목표 설정 연구 등을 수행하였음.

- 환경자원연구부의 총 인원은 22명으로 이 중 기후변화와 관련된 연구를 수행하는 인원은 6명임.

〈그림 3-11〉 한국농촌경제연구원 조직도



자료: 한국농촌경제연구원 홈페이지<<https://www.krei.re.kr/krei/index.do>>, 검색일: 2020. 4. 21.

〈표 3-15〉 한국농촌경제연구원의 기후변화 대응 주요 활동

구분	주요 활동
환경자원연구부	<ul style="list-style-type: none"> •기후변화에 따른 농업 부문 영향 분석과 대응 전략 •농업부문의 기후변화 적응 방안 •기후변화 대응 농업부문 녹색성장 전략 •기후변화 대응 전복의 미래 농업기술 개발 전략 •기후변화 대응을 위한 농림수산물산업 전략수립 연구 •기후변화가 식량공급에 미치는 영향 분석과 대응방안 •저탄소농업 직접지불제도 도입 방안 •기후변화 영향 분석 및 영향 평가 모델 구축 •농업식품 분야 온실가스 감축잠재량 분석과 감축 목표 달성 전략 •농림수산물 기후변화 영향 분석 및 영향 평가 모델 구축 •농업분야 국가 온실가스 장기 감축목표 설정 연구 •농업부문 기후변화 경제적 영향 분석 모형 개발을 위한 기초연구 •농업부문 기후변화 적응 수단의 경제적 효과 분석 •신기후체제에 대응한 저탄소농업 활성화 방안 •농식품 기후변화대응 기본계획(11~20) 중간평가 연구 •신기후체제에 따른 농축산식품부문 영향과 대응전략 •농축산식품분야 온실가스 감축사업 및 제도 현황 •최근 주요국 농식품부문 기후변화 완화정책 •농업관련 정책의 기후변화 영향평가제도 도입방안 연구

자료: 한국농촌경제연구원 홈페이지 참고하여 연구진이 작성함.

3.6. 농업기술실용화재단

○ 농업기술실용화재단은 기후변화대응팀을 구성하여 온실가스 감축사업, 저탄소 농축산물 인증제 등 기후변화 관련한 사업을 추진하고 있음.

- 기후변화대응팀은 총 12명으로 구성되어 있음.

〈표 3-16〉 농업기술실용화재단의 기후변화 대응 관련 주요 사업

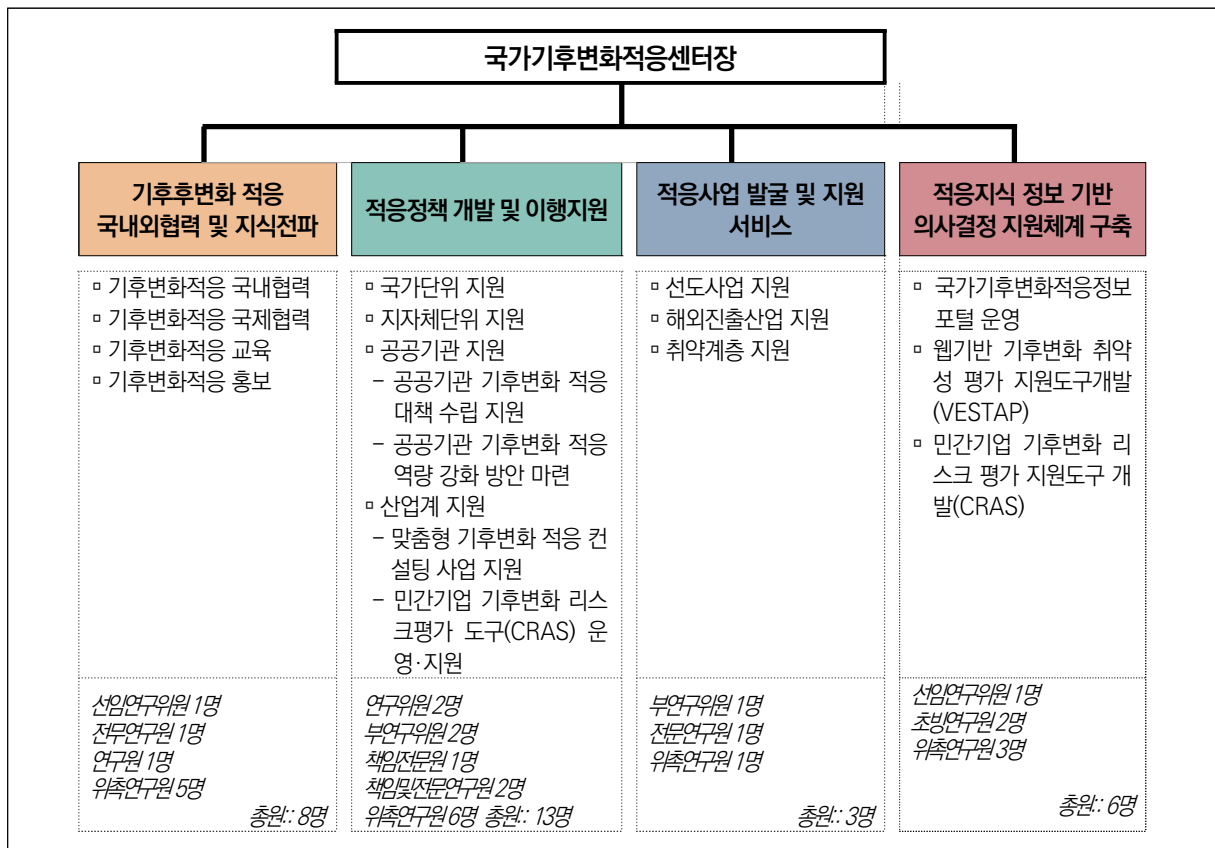
구분	농업 관련 주요 사업
농업기술 실용화재단	<ul style="list-style-type: none"> •농업부문 온실가스 감축사업 •농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 •식품업종 온실가스·에너지 목표관리제 •저탄소 농축산물 인증제 •온실가스·에너지 목표관리제 운영 •음식료품 업종 온실가스 배출권거래제 운영

자료: 농업기술실용화재단 홈페이지 참고하여 연구진이 작성함.

3.7. 국가기후변화 적응센터

- 한국환경정책·평가연구원에서는 국가기후변화적응센터를 설립하여 국가기후변화 적응정책을 개발 및 이행지원, 기후변화 적응 대책 관련 교육과 홍보 사업 추진, 기후변화 적응을 위한 국제교류를, 적응지식 정보기반 의사결정 지원체계 구축 등의 업무를 수행하고 있음.
 - 국가기후변화적응센터에 소속되어 있는 인원은 총 32명으로 이 중 연구직은 31명으로 연구 관련 업무를 수행하고 있음.
- 국가기후변화 적응센터에 수행한 농업분야 연구는 2차생성 미세먼지 저감을 위한 암모니아 관리정책마련 기초연구, 지속가능성을 고려한 가축분뇨관리 정책방안 연구, 가축매몰지 피해 관리방안 연구, 해수담수화에서 생성되는 농축수의 환경적 영향 평가 등의 과제를 수행한 바 있음.

〈그림 3-12〉 국가기후변화적응센터 조직도



*각 연구분야의 연구원 분류는 국가기후변화적응센터 홈페이지를 작성하여 연구진이 임의로 분류.
 자료: 국가기후변화적응센터 홈페이지(kacc.kei.re.kr), 검색일: 2020.2.20.

〈표 3-17〉 국가기후변화적응센터의 농업 관련 기후변화 대응 주요 활동

주요 활동
<ul style="list-style-type: none"> • 2차생성 미세먼지 저감을 위한 암모니아 관리정책마련 기초연구 • 지속가능성을 고려한 가축분뇨관리 정책방안 연구 • 농촌지역 환경복지 증진을 위한 가축매몰지 피해 관리방안 연구 • 해수담수화에서 생성되는 농축수의 환경적 영향과 평가

자료: 한국환경정책·정책평가연구원 홈페이지 참고하여 연구진이 작성함.

4. 농업분야 기후변화 대응체계 요약 및 시사점

4.1. 대응체계 요약

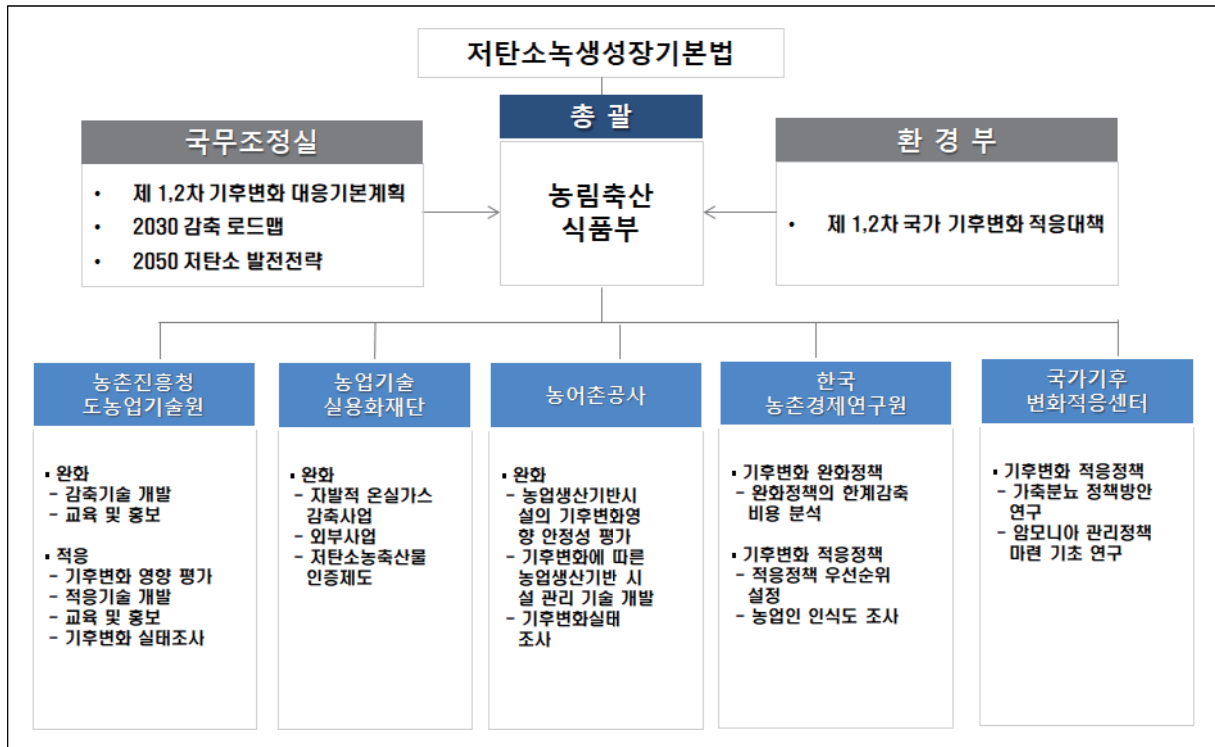
- 국무조정실은 기후변화대응 컨트롤타워 역할을 하고 있으며, 온실가스종합정보센터가 국무조정실 산하에 있음. 2016년에 “2030 온실가스 감축로드맵과 제1차 기후변화대응 기본계획(2017~2036)을 마련함. 이어서 2019년에 제2차 기후변화대응 기본계획(2019~2040)을 마련하였고, 제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)을 마련함. 2020년 현재 2050 저탄소 전략을 마련 중에 있음.
- 환경부는 중장기 국가 전략 수립, 목표관리제 총괄 등 국내외 주요 업무 담당함. 환경부는 제2차 국가 기후변화 적응대책(2016~2020)을 마련하였고, 2020년에 제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025)을 마련할 계획임.
- ‘관장부처 책임제’하에 농식품부는 부문별 세부목표를 정하고 정책 개발 및 감축 이행을 책임지고 있음.

〈표 3-18〉 농업부문 기후변화 대응체계

구분	내용	담당 기관
법	저탄소녹색성장기본법(2010)	국무조정실
기본계획 등	제1차 기후변화대응 기본계획(2016) 제2차 기후변화대응 기본계획(2019) 제3차 녹색성장 5개년 계획 2030 감축로드맵 2050 저탄소 발전전략	관계부처합동, 국무조정실
중장기 계획	제1차 국가기후변화 적응대책(2011-2015) 제2차 국가기후변화 적응대책(2016-2020) 제3차 국가기후변화 적응대책(2021-2025)	환경부
거버넌스	거버넌스	농림축산식품부, 전문가
완화정책	온실가스 감축목표 설정	국무조정실 온실가스정보센터
	감축기술 개발	농촌진흥청, 도농업기술원
	교육 및 홍보(기술 보급, 관련 정책 홍보)	농촌진흥청, 도농업기술원
	자발적 온실가스 감축사업	농림축산식품부, 실용화재단
	배출권거래제에 의한 외부사업	농림축산식품부, 실용화재단
	저탄소농축산물인증제도	농림축산식품부, 실용화재단
적응정책	기후변화 실태분석 및 전망	기상청, 농촌진흥청
	기후변화 영향 평가	농촌진흥청, 도농업기술원
	적응기술 개발	
	아열대 작목 연구	
	신소득 작목 재배기술 개발	
	작부체계 현장 실증 및 작부모형 개발	농촌진흥청, 도농업기술원
	신종 및 돌발 병해충 예찰 및 방제 강화	
	기후적응 신품종 개발	
	기후적응 피해 경감기술 개발	
	교육 및 홍보(기술 보급, 관련 정책 홍보)	농촌진흥청, 도농업기술원, 시군기술센터
	기후변화실태조사	농촌진흥청, 농어촌공사
	기반시설 확충	농어촌공사
	농업기반시설 확충	농어촌공사
	발작물 확대에 따른 용수 공급 다양화	농어촌공사
	간척지 등 상습 가뭄 대책	농어촌공사
	내재해 시설규격 온실 확충	농림축산식품부
	가축 사육시설 및 사양 관리 개선	농림축산식품부
	작물보험제도	농림축산식품부
	재해 복구	농림축산식품부

자료: 연구진 작성.

〈그림 3-13〉 농업부문 기후변화 대응체계 조직도



자료: 연구진 작성.

4.2. 대응체계 한계점

○ 우리나라 기후변화 R&D는 기관별로 분산 추진되고 있어 집적화 및 클러스터화에 의한 시너지효과를 얻기에는 한계가 있음.

- 국가 기후변화적응센터 내 농업 전문가 부족은 기후변화영향 평가 자료 및 정책 의사결정 및 설계에 필요한 농업부문 자료 제공에 한계로 작용함.
- 농촌진흥청의 연구개발 사업은 연구개발 사업의 계획 단계에서 자연과학적인 인과관계에 집중함으로써 농가의 행위 분석이나 정책 의사결정에 대한 고려가 상대적으로 부족함. 또한 연구 범위와 내용이 기후변화의 광범위하고 맥락 특이적인 특징을 반영하지 못하고 있으며, 기후변화 이슈 이전부터 이어지던 사업에 기후변화 편익이 부가적으로 존재하는 정책을 중점적으로 육성하는 방향으로 진행되어 옴. 또한 기후변화 이외 각 분야의 소관 업무를 담당하면서 기후변화 대응기술을 함께 개발하기 때문에 기후변화 대응에 특화된 기술을 집중적으로 개발하는 것에 제한적임.
- 뿐만 아니라 국가 기후변화적응센터 및 농촌진흥청 정보를 유기적으로 연결하고 각 기관

의 연구역량을 결집할 수 있는 컨트롤 타워가 없어 효과적인 기후변화 대응이 어려운 실정인 것으로 보임.

○ 연구시설에서 개발한 기술들이 농가단위로 보급이 잘 이루어지지 않고 있음.

- 농가의 재배작물이 식량작물에서 소득작물 위주로 변화하면서 다양한 작물을 취급하게 되었고 이는 공공 중심의 농업기술 전파의 한계점을 불러옴. 농업기술센터의 연구는 주로 지역에서 재배하는 품목에 집중되어 있어 품목이 다양해지고 있는 변화에 대응하지 못하는 구조적 문제점이 존재함. 품목이 다양해짐에 따라 품목별 농가의 기술 수요 높아지고 있지만 현재의 연구·지도 인력으로는 충분히 대응하지 못하는 한계점이 있음.
- 농가의 기술 습득의 방식은 시대가 지남에 따라 다양화해지고 있음. 과거에는 기술센터와 같은 공공 연구기관에 의존했으나 SNS(블로그, 유튜브 등)를 통해 정보를 수집하는 농가가 증가하고 있음. 이는 일부 선도농가는 여러 품목을 연구하는 공공기관에 비해 높은 전문성을 가지고 있기도 하고 SNS는 정보를 손쉽게 공유할 수 때문임. 하지만, SNS를 통한 정보들은 검증되지 않는 경우가 많고 경제성을 고려치 않은 경우도 있으며 농가별 역량과 지역적 특성 차이로 인해 기술을 그대로 받아들이기에는 위험이 존재함. 즉 농가들은 기술 습득경로는 다양화되어 손쉽게 정보를 구할 수 있지만 동시에 검증되지 않는 정보에 노출되어 있는 문제점이 발생하고 있음.
- 시·군농업기술센터는 농업기술 보급의 중요한 주체이지만 지도직의 역량 하락으로 중요성이 감소하는 반면, 농진청과 도농업기술원 등과 같은 높은 전문성을 가지고 있는 공공 연구기관의 교육 수요는 증가하고 있음. 이러한 원인으로는 농업기술센터가 지자체 소속으로 바뀌면서 해당 공무원의 농업 관련 지식부족을 꼽을 수 있음. 해당 분야의 전문성을 향상시키기 위해서는 보직에 오랫동안 유지되어야 하지만 일반 공무원과 같이 순환 보직으로 운영되고 있어 전문성을 키우기 어려운 현실임.
- 게다가 우리나라의 지도·보급 공공 부문 위주로 이루어져 있어 지도직 공무원은 책임이 발생할 수 있는 일에 대해 회피하거나 수동적으로 대응하는 하는 경향이 있어 농민이 교육 내용을 신뢰하지 못하는 발생하고 있음.

○ 농업분야는 기후조건에 특히 민감하기 때문에 국가 차원의 전문 대응체계를 마련하여 미래 환경 변화에 체계적으로 대응할 필요가 있음. 아울러 기후변화 대응 농업연구시설과 연계하여 체험 및 실습 교육 시설이 필요함.

4

주요국 농업분야 기후변화 대응체계¹⁷⁾

1. 유럽연합(EU)

1.1. EU의 농업부문 기후변화 대응정책

1.1.1. 공동농업정책과 농업부문 기후변화 대응정책

○ 농업부문에서 기후변화 대응정책은 주로 공동농업정책(Common Agricultural Policy: CAP)의 일환으로 추진됨.¹⁸⁾

- 기후변화는 농촌개발(rural development) 정책 중 농업 및 삼림 관련 토지관리 지급조치(land management payments)의 우선순위 하나로 표방되었음.
- 기후변화는 CAP의 3대 포괄적 목표 중 하나이고 크로스커팅(cross-cutting) 우선순위에 '천연자원의 지속 가능한 관리와 기후대응'이라는 주제로 포함되어있음.
- CAP가 지원하는 농촌개발 전략과 프로젝트의 자금은 농촌개발을 위한 유럽농업자금(European Agricultural Fund for Rural Development: EAFRD)에서 제공되며, 2014~20년의 예산 규모는 약 1,000억 유로임.¹⁹⁾

17) 주요국 농업분야 기후변화 대응체계는 고려대 임송수 교수께 연구를 위탁하여 작성됨.

18) CAP의 세부 내용(영문)은 다음 유럽위원회(European Commission: EC) 웹사이트에서 확인할 수 있음.

19) 2014~20 농촌개발 프로그램은 2023년까지 지속하므로 EAFRD도 이 시기까지 지원할 계획임.

- EAFRD 예산 분배 6대 우선순위에 '저탄소 및 기후복원 경제'가 포함되어 있으며, 농촌개발프로그램(Rural Development Program: RDP)에 제공되는 EAFRD 기여분의 30% 이상은 기후변화 완화·적응·환경에 관한 조치에 사용되어야 함.
- EU는 온실가스 배출을 1990년 수준과 비교하여 2030년까지 50~55% 감소시키고, 2050년까지 '탄소중립(carbon neutral)' 목표를 제시함. 이러한 목표를 달성하기 위해 EU 집행위원회는 농식품 부문에서 '농장에서 식탁까지의 전략(farm to fork strategy)' 을 제시함. 이 전략은 기후변화 대응과 생물 다양성 보존에 도움이 되는 방식으로 환경친화적인 식품을 생산하고 소비하는 전략임.²⁰⁾
- 기후변화 문제, 환경 보호, 생물 다양성 보존을 위해 공동농업정책(CAP)과 공동어업정책(CFP)에서의 기후변화대응 예산 비중을 각각 최소 40%, 30% 이상 배정함.
 - 정밀 농업과 유기농 농업, 재배생태학, 산림농업, 엄격한 동물 복지 기준 등 지속 가능한 농업을 추진함.
 - 농약과 화학비료, 항생제 사용을 줄이고 Eco-scheme과 같은 조치를 통해 환경과 기후에 미치는 영향을 줄이는 농부에게 보상이 돌아가도록 함.
 - 식품 가공 및 유통 분야가 환경에 미치는 영향을 줄이기 위해 저장, 포장, 음식폐기물에 대한 조치를 시행함.
 - 식품 관련 식품 사기의 방지, 조류(algae)기반 해산물과 같은 새로운 혁신 식품 및 사료를 발굴하는 작업 시행함.
 - EU의 환경기준을 만족시키지 못하는 식품에 대한 수입 금지, 디지털 기기를 통해 소비자에게 식품의 원산지와 영양정보, 환경에 미치는 영향 등의 정보를 제공하는 방안 모색함.

²⁰⁾ 농정연구센터 내부자료(2020)를 이용하여 작성함.

〈그림 4-1〉 농장에서 식탁까지 전략 개념도



자료: 유럽위원회 Farm to Fork Strategy - for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. <https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en>. 검색일: 2020. 12. 10.

〈온실가스 감축 관련 세부 내용 및 전략 추진 기반〉²¹⁾

□ 세부 내용

- 지속가능한 먹거리 생산보장
 - 양분과잉 해소를 위해 지력을 약화시키지 않으면서 영양 손실을 최소 50% 이상 감소, 2030년 비료 사용 적어도 20%까지 감소
 - 통합적 영양 관리 행동 계획(Integrated nutrient management action plan) 개발: 이 계획은 부영양화 오염을 근본적으로 해결하고 축산부문의 지속가능성을 높일 것으로 목적으로 함.
 - 지역적 축산지역과 유기농 폐기물을 재생가능한 비료로 재활용하는 지역을 중심으로 정밀한 지역관리법과 지속가능한 농업의 실천
 - 양분관리, 지도서비스에 관한 농가 지속가능성 수단, 공공데이터의 개방 조치
 - 온실가스 감축을 위해 지속가능하고 혁신적인 사료 첨가물 시장 활성화, EU 지역에서 재배한 식물 단백질, 곤충, 해양 부산물과 같은 대체 사료제 확산, 식생활 변화에 맞춘 농산물 홍보 프로그램 검토 등을 추진함.

◦ 지속가능한 가공 및 유통

- 건강하고 지속가능한 식단 지침에 따라 식품을 재편성하고 에너지 효율을 향상시켜 환경 발자국과 에너지 소비를 줄이며, 가장 취약한 위치에 있는 사람들의 요구를 고려한 마케팅 및 광고 전략 채택
- 새로운 순환경제실천전략에 발맞춰 음식물 포장을 줄이도록 식품 회사 및 기관의 책임을 요청

◦ 식품 손실과 쓰레기 감소

- 2030년까지 소매 및 소비자 단계에서 1인당 음식물 쓰레기를 절반으로 감소시키는 목표 제시함.
- 음식물 쓰레기 수준 정량화, 생산 단계에서 일어나는 식품 손실 실태를 조사하여 대응책 모색

□ 전략 추진 기반

◦ 연구·혁신·투자

- Horizon Europe을 활용함으로써 식품·바이오경제·천연자원·농업·어업·환경 분야에 100억 유로의 R&I 예산 지출
- InvestEU Fund를 통해 농업 및 식품분야 중소기업에 대한 자금지원을 강화

◦ 자문, 데이터 공유 등

- 일차 생산자들을 위한 맞춤형 기술자문을 실시하고 농업지식혁신시스템(Agricultural Knowledge and Innovation Systems, AKIS)을 구축함.

21) 농정연구센터 내부자료(2020)를 이용하여 작성함.

1.1.2. 공동농업정책의 Eco-scheme²²⁾

- Eco-scheme은 온실가스 감축이나 환경오염 경감의 목표를 달성하기 위한 새로운 정책적 수단임. 이 수단을 통해 환경과 기후에 미치는 영향을 줄이는 농부에게 보상이 돌아가도록 함.
- 개정된 공동농업정책은 직불제와 조건부 지급 등에 Eco-scheme을 추가함. 유럽연합 회원국들은 국가별로 Eco-scheme을 마련하는 것을 의무화하고, 농가들은 Eco-scheme의 조건을 이행할지 선택 가능함.
- Eco-scheme은 현재 운영되고 있는 농업환경기후조치(Agri-Environmental and Climatic Measures: AECM)와 공통된 부분이 있으나, 수혜자 및 지급액 계산 방법에서 차이를 보임.
 - Eco-scheme을 받기 위한 조건으로는 ①기후변화 저감(mitigation), ②탄소 격리(carbon sequestration), ③생물다양성 보존 및 복원, ④정밀농업, ⑤제초제 및 비료 미사용, ⑥동물복지 등과 관련된 활동을 시행해야 함.

〈표 4-1〉 AECM과 Eco-scheme의 비교

구분	AECM	Eco-scheme
수혜자	농가	농가, 기타 토지 관리자
지급액 계산	ha 당 지급	ha 당 지급
지급 기준	추가적인 비용 투입	소득감소에 대한 보상 혹은 고정 소득지지
계약기간	매년 계약(가능할 시에는 다년간)	5~7 년의 다년 계약

자료: 한국농촌경제연구원(2020).

- 유럽의회조사처는 Eco-scheme 조건에 대한 구체적인 제안을 다음과 같이 제시함.
 - (초지, 습지 보존) 영구적인 초지, 습지, 이탄지(peatland)를 보존하면 Eco-scheme을 받을 수 있으며, 특히 초지의 경우에는 보존기간이 길어지거나 콩류가 심겨 있으면 지원금을 더 받음.
 - (작물 다양성) Shannon's index 등 적절한 생물 다양성 지수를 이용하여, 작물 다양성을 측정하고, 지원금을 지급함.
 - (생태중점지역) 농지에 생태중점지역(ecological focus area)을 확보하는 경우, 지원금을 받을 수 있으며, 농지의 5% 이하, 5~10%, 10% 이상으로 지원금 지급 기준을 구분함.

22) 유럽의회조사처의 "The Green Deal and the CAP: policy implications to adapt farming practices and to preserve the EU's natural resources"(2020.11.23.)(<https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/home.html>)를 한국농촌경제연구원 미래정책연구실에서 요약·정리한 내용을 재인용함.

- (제초제, 비료, 항생제, 탄소배출량 감축) 사용량 혹은 배출량이 평균 혹은 중앙값 이하인 농가에 일차적인 지원을 하며, 유기 농가에 더 많은 지원을 하기 위하여 사용량 및 배출량이 하위 10%인 농가에 추가적인 지원을 하도록 제시함.
 - (동물복지) 사육 밀집도를 적절히 유지하고, 자연광이 축사에 들어오게 하는 등 동물복지에 신경을 써야 함.
- ‘환경 계획’에 대한 2023~2027년 예산은 유럽 의회(European Parliament)의 경우 직불금의 최소 30%인 581억 유로가, 이사회(Council)의 경우 직불금의 최소 20%인 387억 유로가 각각 배정됨.

1.1.2. EU의 농업 분야 non-CO₂ 온실가스 배출 감소를 위한 조치들

- EU의 농업 활동으로 인한 온실가스 배출량은 2016년에 430 MtCO₂eq로 EU 총 배출량의 약 10% 수준임. 이러한 배출량은 주로 가축 수의 감소와 농업의 전반적인 효율성 개선을 통해 1990년 이후 20% 이상 감소하였음.
- 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)에서는 농업 부문의 GHG 배출은 이산화탄소 배출량의 2%(산성 토양 및 요소 적용에서 발생)에 불과한 반면 배출량의 55%는 메탄(장 발효 및 분뇨), 43%는 아산화 질소(N₂O, 비료 및 분뇨) 수준인 것으로 발표하였음.
- EU 농업 분야의 비 CO₂ 배출량은 1990년 이후 감소하고 있지만 현재 이용 가능하거나 예측가능한 기술, 재배방법의 관리, 생산과정에서의 생물학적 과정, 식품, 사료, 섬유 및 공공재에 대한 수요 증가 이유로 감소량에는 한계가 있다고 판단하고 있음.
- EU에서 제시하고 있는 농업용 비 CO₂와 온실가스 배출을 줄이는 데 큰 틀에서 2가지 전략을 제시하고 있음.
- 첫째, 생산성을 높이는 것임. 토지의 농업으로의 전환을 장려하지 않고 식량 수요를 충족하려면 현재 농지에서 생산성 증가(동물 혹은 토지 단위당 생산량)를 지속적으로 증가시켜야 함. 더 적은 토지, 동물, 생산요소(예: 비료 및 연료)를 사용하여 동일한 작물, 유제품 및 육류 생산을 생산함으로써 농업 시스템의 효율성이 향상되고 전체 배출량이 감소할 수 있음.

- 둘째, 온실가스 배출 감소를 목표로 하는 혁신적인 기술과 생산방법을 적용하는 것임. 장내 발효, 농업 토양 관리 및 분뇨 관리에 있어 기술 및 생산방법을 적용하면 비 CO₂ 배출량을 감소하는 효과적임.
- 배출 요인을 줄이는 완화 조치와 함께 생태계가 계속 축적 및 저장(sink) 역할을 할 수 있도록 하는 적응 조치도 중요함. 이러한 접근 방식은 상당한 시너지 효과를 제공 할 수 있음. 예를 들어, 토양 탄소를 격리하면 토양 비옥도가 향상되고 생산성이 증가하며 토양 침식을 줄이고 지속가능성을 높일 수 있음. 그러나 생태계가 현재 축적 및 저장 역할을 하는 경우 다른 요인들과 결합하여 미래 기후에 적응하지 못할 가능성이 있으면 완화 잠재력이 감소하고 탄소원으로 전환될 수 있음.
- 따라서 가능한 원-원이 이뤄질 수 있는 전략을 우선순위를 지정해야 함. 식량 안보, 수익성 및 탄력성을 개선할 수 있는 완화 조치는 경제적 혹은 농업적 이점이 없거나 장기적 적응 조치의 적용을 방해 할 수 있는 조치보다 더 유리할 수 있음. 예를 들어, 토양 탄소가 약간만 증가하여도 토양 비옥도, 물 보유 및 농업 생산성 향상에 상당한 기여를 할 수 있으며, 이는 다시 다른 사회적 필요를 위한 토지의 가용성을 촉진함.

가. 축산 부문의 배출을 줄이기 위한 조치

□ 장 발효

- 가축의 메탄 배출은 반추 동물의 소화 과정에서 장 발효 시 발생함. 다양한 목표를 가진 선택적 육종 프로그램(즉, 유익한 특성을 가진 가축을 선택)이 가축의 장내 메탄 배출을 효과적으로 감소시키는 것으로 나타났음. 이를 위해 두 가지 다른 전략이 있음.
 - 첫 번째 접근 방식은 가축의 전반적인 건강과 번식력을 높이는 동시에 생산성을 증가시켜 가축두수를 줄이는 것을 목표로함.
 - 두 번째 전략은 사료 효율을 높이거나 반추위 배출이 낮은 동물을 선택하여 가축 당 메탄 배출량을 줄이는 데 중점을 둬.
- 사료 관리 개선에는 소화를 용이하게 하기 위한 사료의 전처리 혹은 과정을 면밀히 모니터링하는 정밀 사료 공급도 고려할 수 있음. 사료에 지질을 풍부하게 하거나 제한된 양의 질산염을 추가함으로써 동물 사료로 인한 메탄 배출을 줄일 수 있음. 이미 EU 가축은 질산염 섭취량이 많기 때문에 동물 사료의 추가 질산염으로 인한 완화 가능성은 제한적임.

□ 혐기성 소화

- 분뇨를 처리하지 않고 방치하면 메탄 및 아산화 질소가 배출될 뿐만 아니라 기타 대기 오염 물질과 암모니아와 같은 온실가스를 배출함. 대신 혐기성 소화조에서 산소가 없는 상태에서 가축분뇨의 유기물 함량이 분해되면 메탄이 가스 혼합물로 분해됨. 이러한 바이오가스는 전기 또는 열을 생성하거나 지역 산업에 판매하는 데 사용할 수 있음.
- 분뇨 배출을 줄이기 위한 다른 옵션이 있지만 사용 가능한 에너지는 생산하지 않음. 저장 관리, 공기 여과 및 순환, 퇴비화, 질화 탈질 처리, 산성화, 고체 분리기 및 인공 습지와 같은 방법들 모두 분뇨로 인한 온실 가스 배출을 줄일 수 있는 잠재력을 보여주었음.

나. 농업 토양에서 아산화 질소 배출을 줄이기 위한 조치

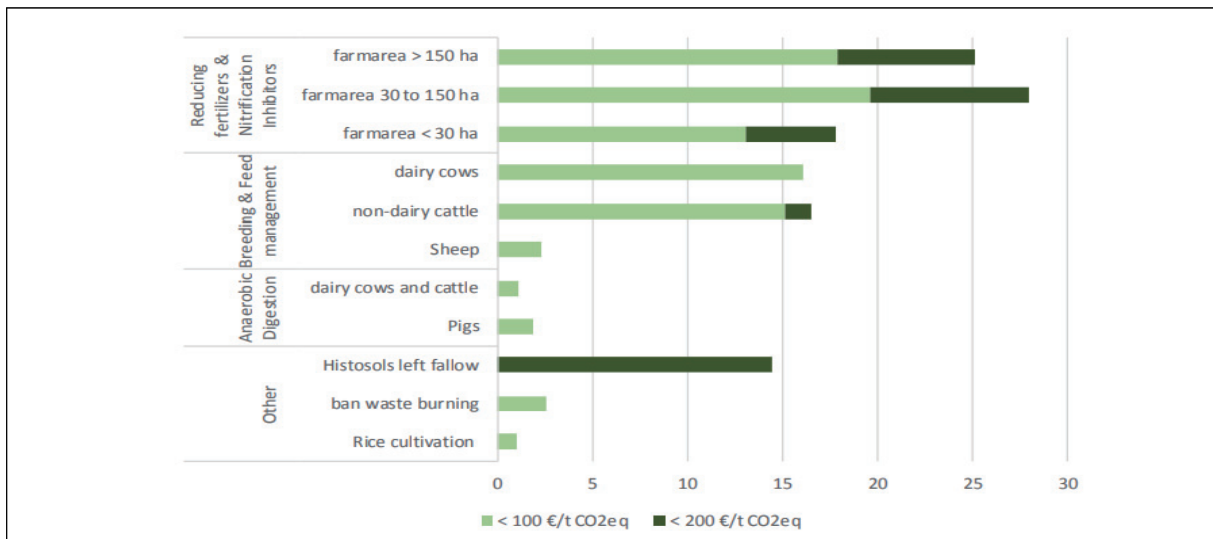
- 토양의 자연 미생물 과정은 암모니아를 질산염으로, 나아가 분자 질소로 전환함. 질소는 식물 성장의 핵심이지만 두 공정 모두 부산물로 아산화 질소를 방출함. 결과적으로 토양에 비료와 분뇨를 사용하는 것은 농업에서 아산화 질소 배출의 가장 중요한 원천임. 비료 시비율을 최적화하고 과도한 시비를 피하며 비료 손실을 줄임으로써 직간접적으로 온실가스 배출량과 기타 오염 물질을 줄일 수 있음. 이러한 관점은 농부에게 경제적 관점에서 잠재적으로 유리할 수 있음.
- 양분 관리에 적용되는 정밀 농업은 식물에 대한 양분 사용을 최적화하여 비료를 필요한 만큼 정확하게 사용하는 기술임. 투입을 보다 정확하게 적용하는 농장은 기계와 연결된 가변 속도 기술(VRT), 원격 감지, 글로벌 포지셔닝 시스템 및 지리 정보 시스템 (GIS)과 같은 여러 기술을 사용함. 양분 관리 계획은 작물 시스템에 의한 양분 사용에 대한 기본 정보를 제공하는 필수 도구임.
- 질화 억제제는 무기물 비료나 분뇨를 사용 할 때 아산화 질소의 배출을 감소시키는 화학 첨가제임. 암모니아가 질산염으로 전환되는 속도를 늦추고 작물에 질소를 흡수할 수 있는 더 나은 기회를 제공하여 비료의 질소 사용 효율을 높이고 무기물 비료 및 분뇨 시비로 인한 아산화 질소 배출을 줄이는 방법임.
- 유기 토양에 비료를 사용하면 무기 토양에 사용하는 것보다 아산화 질소가 더 많이 배출함. 더

육이, 유기물의 분해는 질소를 배출하여 '재배' 자체를 통한 비료 투입과 무관하게 N₂O 배출로 이어짐. EU는 경작중인 유기 토양의 전체 면적이 상대적으로 작기 때문에, 유기 토양을 경작하는 것은 비료 살포와 관련된 아산화 질소 배출을 줄이는 간단한 완화 정책을 시행하고 있으며, 이러한 토양에서 경작과 관련된 CO₂ 배출량을 줄일 수 있다는 추가적인 이점이 있음.

○ 다른 완화 옵션은 메탄 배출량 및 관련 대기 오염 물질을 감소시키는 쌀 재배 재배방법을 장려하고 밭 잔사물 소각 행위를 금지시키는 것이 있음.

○ <그림 4-2>은 GAIN모델에서 제시하는 농업 부문의 기술 및 완화 잠재력을 나타내고 있음. GAINS 모델에 따르면 2050년까지 잠재력이 가장 높은 완화 옵션은 정밀 농업(가변 속도 기술과 같은 저비용 옵션), 생산적이고 건강하며 비옥한 가축 사육, 질산화 억제제임. 혐기성 소화조에서 예상되는 추가 기술에 대한 잠재력은 GAINS모델에서 상대적으로 적음. 이는 EU에서 부분적으로 이미 혐기성 소화에 관한 기술이 상당히 많이 사용되고 있기 때문임.

<그림 4-2> 농업 부문의 기술 및 완화 잠재력의 예(GAIN 모델)



○ 주목할 점은 더욱 생산적이고 건강한 가축 사육과 정밀 농업과 같은 많은 조치가 농업 부문의 효율성을 증가시킨다는 것임. 효율성 증가는 농업 부문의 경쟁력을 높여 농업 생산을 확대하는 반등 효과로 이어질 수 있음. 그러나 이러한 조치의 순 비용 영향도 있을 수 있기 때문에 최종 효과는 불확실하며 소비자 가격 상승을 통해 소비자가 부담하면 수입품과의 경쟁이 증가하여 농업 생산량이 감소로 이어질 수 있음.

□ 농업 토양에서 탄소 보존

- 메탄 및 아산화 질소 배출 외에도 EU 토양은 2016년 경작지와 초원에서 60MtCO₂이라는 상당한 양의 CO₂를 배출하였음. 토양 파괴를 늦추고 토양의 탄소 격리를 강화하는 것은 CO₂ 배출을 줄이는 동시에 농지의 비옥도와 생산성을 증가시키는 기후 및 식량 안보를 위한 윈-윈 전략임. 2015년 12월 1일 COP 21에서 프랑스에서 시작한 국제 이니셔티브는 토양 탄소 격리에 대한 실제적인 조치를 시행하고 달성하기 위한 재배방법 유형(예: 농생태학, 농임업, 보전농업, 조경 관리 등)을 장려하고 있음.

□ 유기토양

- 토양 탄소 손실 및 관련 CO₂ 배출을 줄이는 효과적인 방법은 농업 생산을 위한 유기 토양 및 이탄지 사용을 제한하고 이러한 토양에서 새로운 농지 확장을 방지하는 것임.
- 유기 토양을 보호하는 것은 농업 부문의 기후 행동 관점에서 유리함. 유기물의 산화를 줄이기 위해 유기 토양에 대한 적절한 농업 활동을 제한하거나 사용하고 지하수 높이를 통해 습지를 복원함으로써 달성할 수 있음.

□ 무기토양

- 농업에서 탄소 격리를 강화하기 위한 전략은 토양 탄소 풀(pool)을 늘리고, 토양 생물학적 활동을 개선하는 것을 목표로 하며, 순 1차 생산성(NPP) 증가, 침식 및 침출로 인한 영양소 및 유기 탄소 손실 감소, 가습 효율 증가 등이 있음.

- 일반적으로 권장되는 지속가능한 농법은 다음과 같음.

- 토양 교란을 최소화하고, 토양 탄소의 산화를 줄이는 경운 또는 무경운 재배 농업은 바람이나 물에 의한 토양 침식 위험을 줄이고 경작에 필요한 에너지를 줄일 수 있음.
- 수확 후 토양 표면에 남은 잔류물을 제거하는 것보다 유지하는 것이 토양에 더 많은 탄소 보유를 가능하게 함.
- 피복작물은 토양 침식 위험을 줄이기 위해 토양이 노출되는 시간을 줄이는 데 사용됨. 피복작물은 질산염과 같은 이동성 영양소를 흡수하여 수로의 오염을 줄이기 위해 수확 후에 서 이듬해 봄 사이에 재배됨.

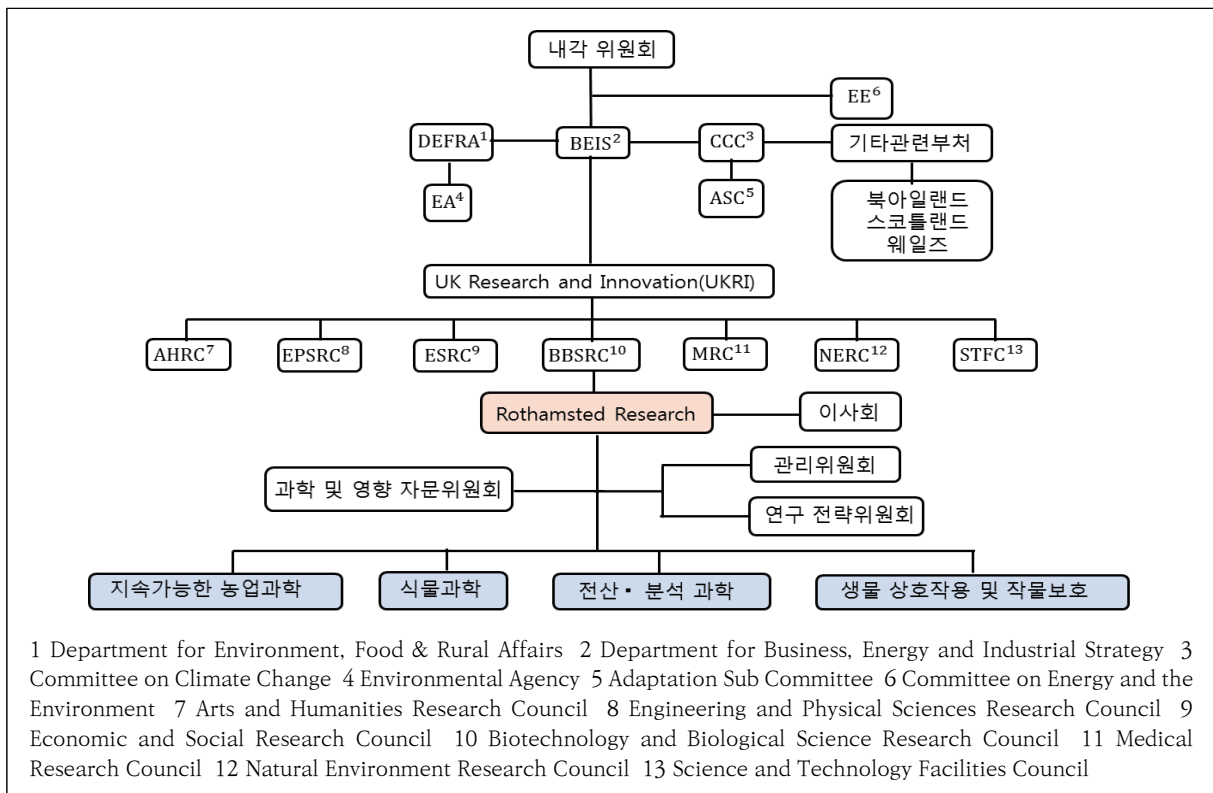
1.2. EU의 연구·개발(R&D)체계 및 기관

1.2.1. EU의 연구·개발(R&D)체계 - 영국사례

○ 영국의 기후변화 적응 및 대응 추진체계는 크게 3개 부처·위원회를 중심으로 구성됨.

- 환경식품농촌부(Department for Environment, Food & Rural Affairs: DEFRA)는 기후변화 적응과 관련한 영국 정부의 주무 부처로서 영국의 전반적인 기후변화 적응전략을 수립함. 환경식품농촌부 산하의 환경국(Environmental Agency)은 실질적인 기후변화 적응을 위한 컨설팅 서비스, 기후 준비(Climate Ready) 프로그램을 운영함(그림 4-3 참고).
- 2008년 기후변화법 제정 이후 북아일랜드, 스코틀랜드, 웨일즈 지역의 일관된 기후변화 정책을 위하여 기후변화위원회(Committee on Climate Change: CCC)가 구성되었음.
- 기업에너지산업전략부(Department for Business, Energy and Industrial Strategy: BEIS)는 온실가스 감축과 에너지 정책을 총괄하는 부서로써, 영국연구혁신기구(UK Research and Innovations: UKRI²³)에 65억 파운드(약 10조원)를 지원함.²⁴

〈그림 4-3〉 국가기후변화적응센터 조직도



자료: 남정호 등(2017); Rothamsted Research.

23) 7개 연구기관(AHRC, EPSRC, ESRC, BBSRC, MRC, NERC, STFC)으로 이루어짐(그림 4-3 참고).

24) 이 보고서의 조사 대상인 Rothamsted Research는 BBSRC를 통해 R&D 자금을 지원받고 있음.

1.2.2. EU의 농업부문 기후변화 연구·개발(R&D) 기관

○ 유럽연합(EU)을 대표하는 농업부문 기후변화 연구·개발 기관에는 제임스 휴튼 연구원, 로담스테드 연구원, 스코틀랜드 환경식품농업연구단, 와게닝겐 대학·연구원이 있음. 각 기관의 주요 연구와, 조직·인력, 규모·예산은 <표 4-2>의 내용과 같음.

<표 4-2> 국가기후변화적응센터의 농업 관련 기후변화 대응 주요 활동

구분	영국			네덜란드
	제임스 휴튼 (James Hutton Institute)	로담스테드 (Rothamsted Research)	스코틀랜드 환경식품농업연구단 (SEFARI)	와게닝겐 대학·연구 (Wageningen Univ. & Research)
주요 연구	·국내외 농업환경 및 생태계	·우수작물 ·생산성 증대 ·미래 농·식품체계	·자연 자산 ·생산적·지속가능 토지관리, 농촌경제 ·식품·건강·웰빙 ·수자원 ·작물상태	·생물다양성·환경연구 ·그린 기후 해결책 ·그린 도시 ·지속 가능한 토지사용 ·지속 가능한 물 관리
조직·인력	·직원 수 550명 ·세포·분자과학(100명 이상) ·환경·바이오 화학(80명) ·생태계 과학(학자 80명, 박사 과정생 100명) ·정보 컴퓨터 과학 ·사회·경제·지형과학(학자 80명, 박사과정생 15명)	·소장, 이사회, 자문위, 연구부 등으로 구성	·<주요연구기관(MRP)> ·바이오수학통계소(BioSS) ·제임스 휴튼 연구소(JHI) ·모레던 연구소(MRI) ·에버딘대학(Univ.of Aberdeen) ·에딘버러 왕립수목원(RBGE) ·왕립 스코틀랜드 대학	·개발혁신센터 ·바이오 수의학연구 ·경제 연구 ·환경 연구 ·식품·바이오 연구 ·축산 연구 ·해양 연구 ·작물 연구 ·식품안전 연구
규모·예산	·산하기관 2개(바이오 수학통계원, (유)제임스 휴튼) ·던디 사무소(대학생 지원) ·농장 3개(42ha, 6필지)	·연간 £3,500만 (약 54억 원) ·주요 자금출처: 생명공학·생물과학연구위원회(BBSRC) £1,600만	·지지 역량(underpinning capacity) £7,000 ·전략연구프로그램 £31,000 ·전문지식센터 £6,000 ·SAFARI Gateway: £800	·연간, 대학 € 332.4백만 ·연구소 € 280.2백만 ·주요 자금출처: 농업부, 경제부, 과학연구회 등

자료: 각 기관 사이트에 접속하여 연구진이 정리함.

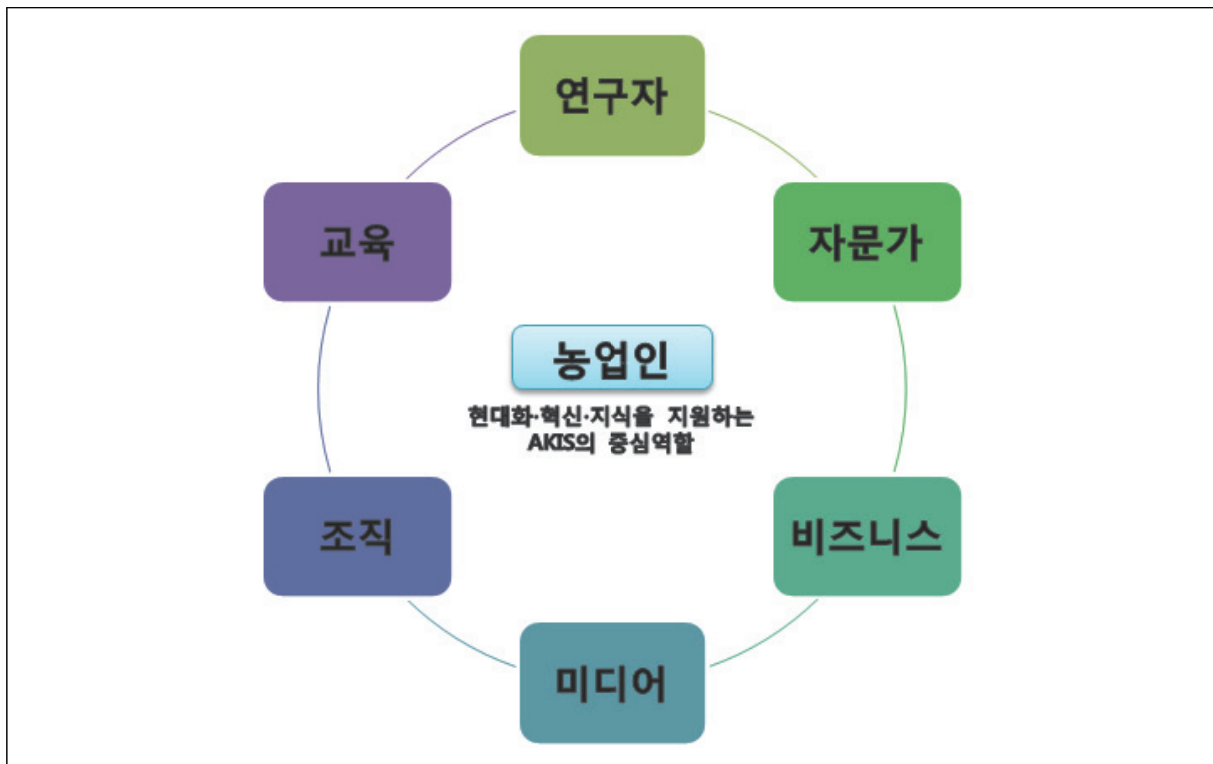
1.3. EU의 기후변화 관련 기술보급체계

1.3.1. 농가자문제도-농업지식혁신체계

○ 2009년부터 유럽연합은 농가 자문제도(FAS)를 각국에 설치하도록 하였는데, 이를 통해 농업 지식혁신체계(Agricultural Knowledge and Innovation System: AKIS)가 구축되었음.

- 농업지식혁신체계(AKIS)는 농업 관련 기술·지식·정보를 창출하고 교류를 촉진하기 위하여 개인과 조직을 연계하는 체계를 말함.
- 농업인, 농업 교육자, 연구자, 비학계 전문가, 공공·민간 자문가, 공급망 관계자 등을 포함<그림 4-4 참조>.

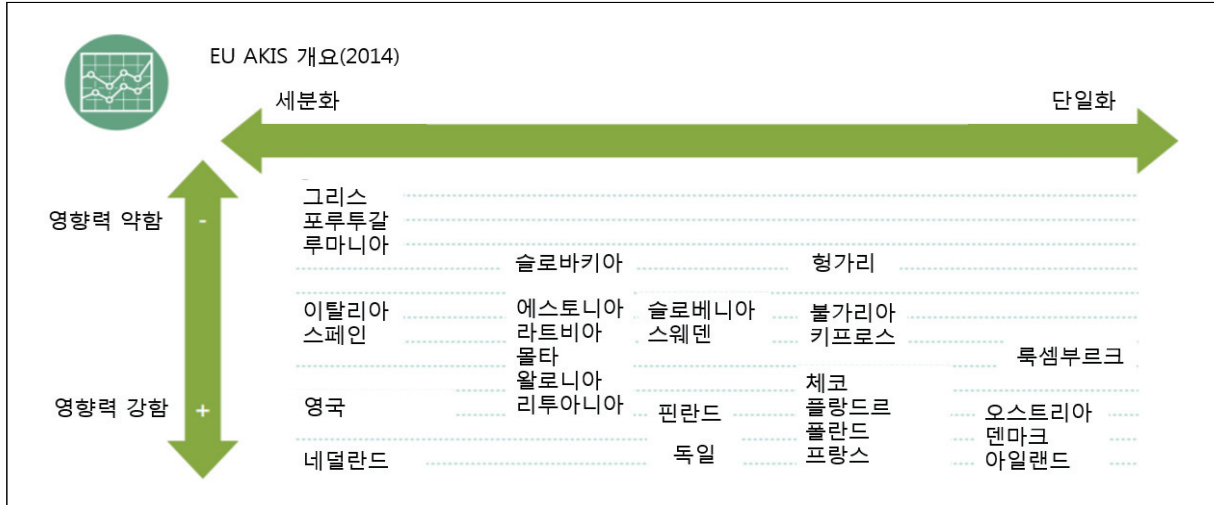
<그림 4-4> 농업지식혁신체계(AKIS)의 구조



자료: D'Avino(2019).

○ 2014년 기준, 회원국의 AKIS 특성을 비교하면 <그림 4-5>과 같음.

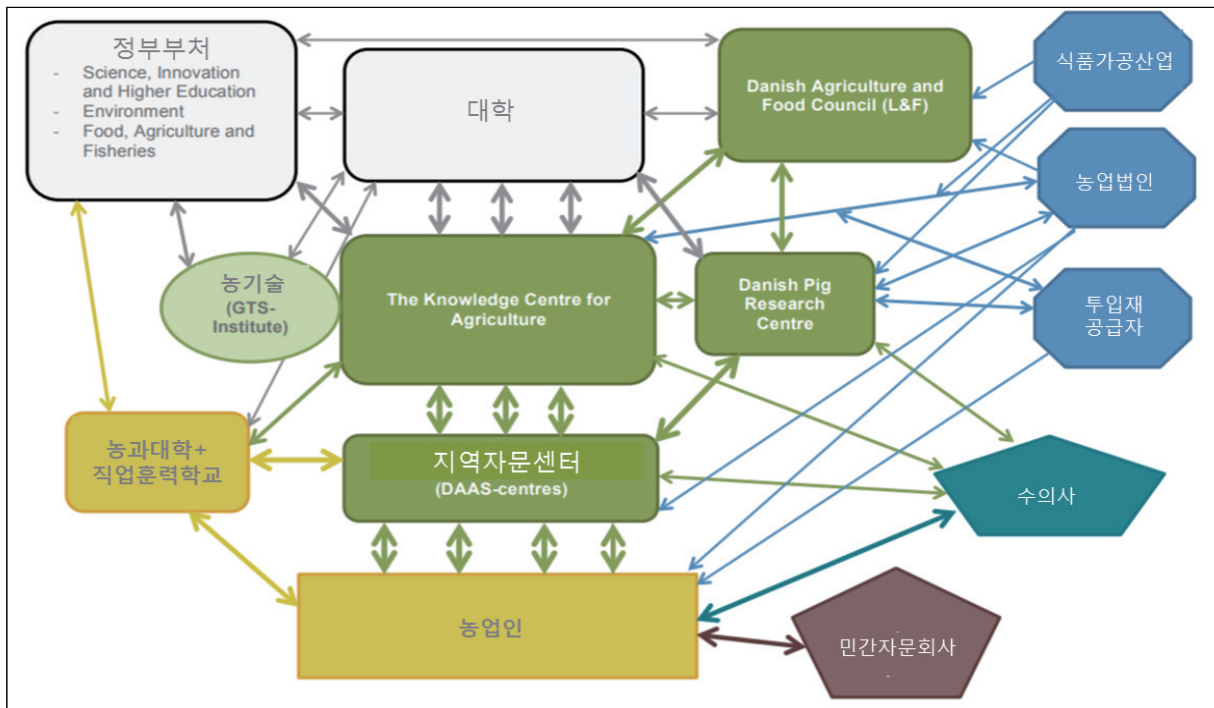
<그림 4-5> 회원국의 농업지식혁신체계(AKIS)의 구조 비교



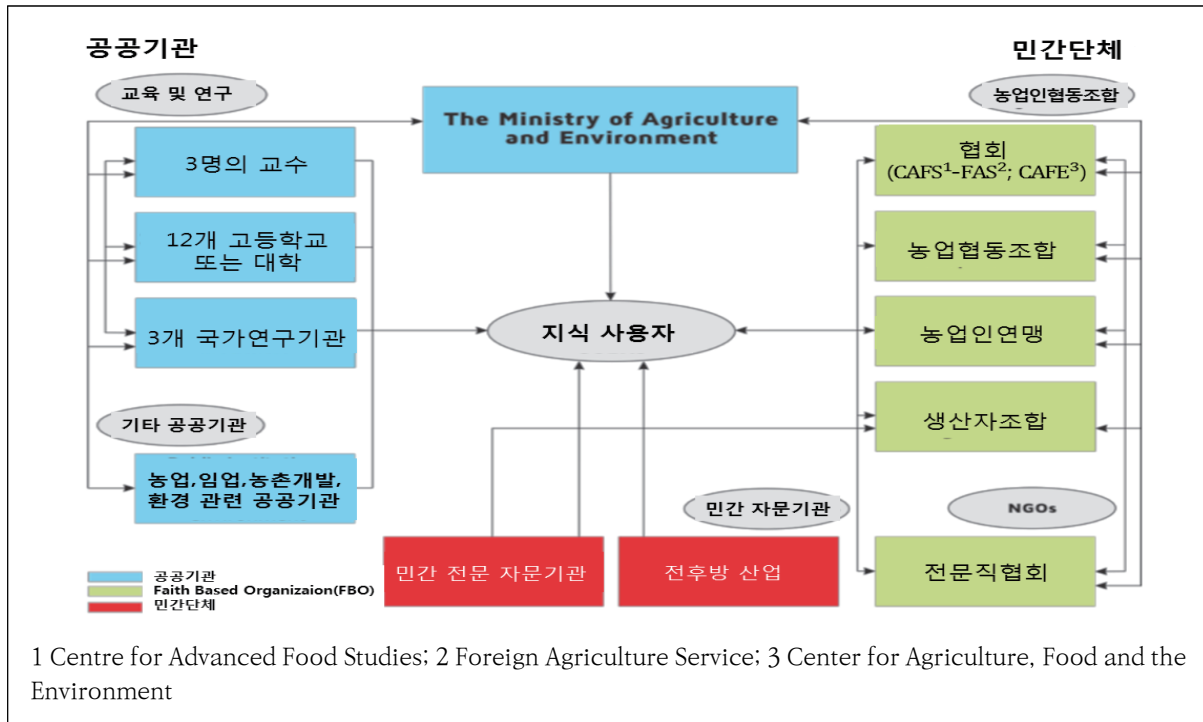
자료: PROAKIS(2015).

○ <그림 4-6>부터 <그림 4-9>은 각각 덴마크, 슬로베니아, 그리스, 네덜란드의 농업지식혁신 체계를 나타냄.

<그림 4-6> 덴마크 농업지식혁신체계(AKIS)의 구조

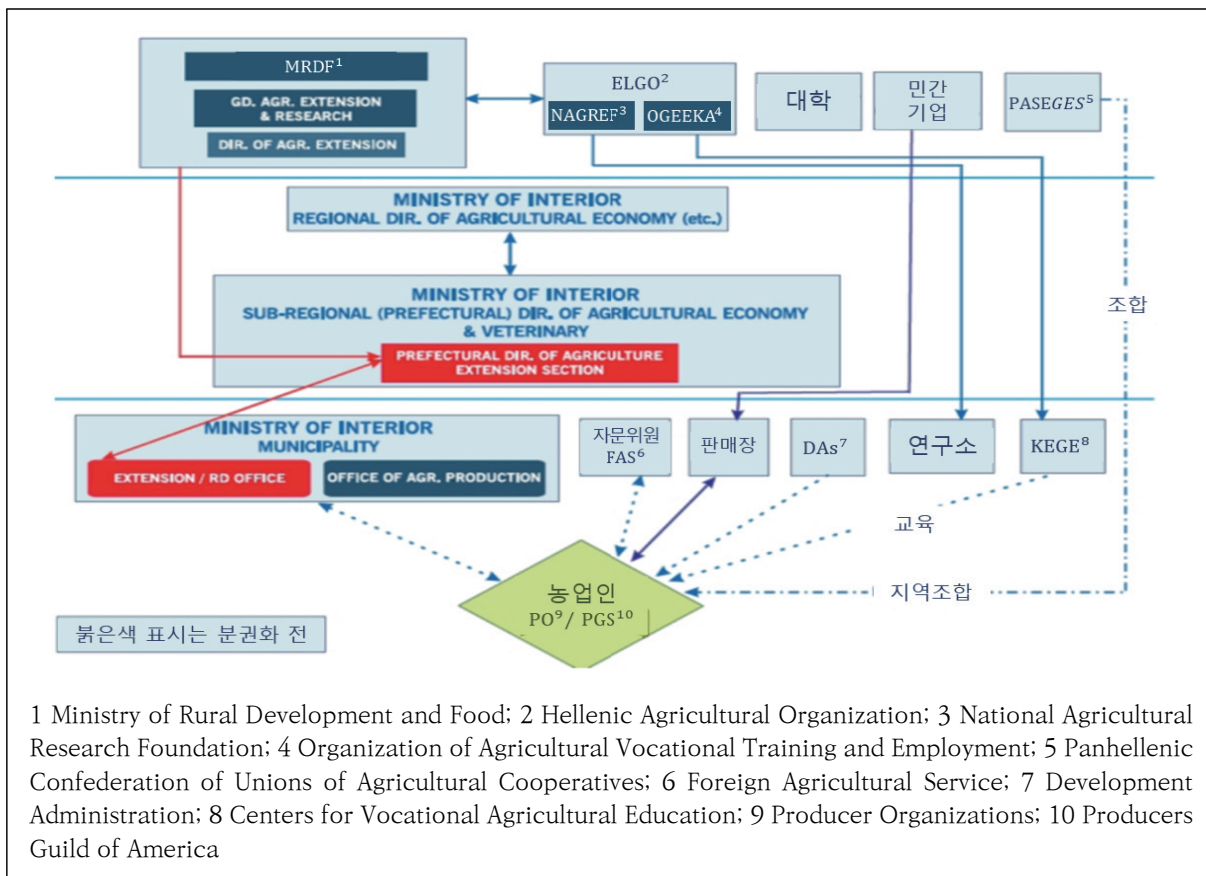


〈그림 4-7〉 슬로베니아 농업지식혁신체계(AKIS)

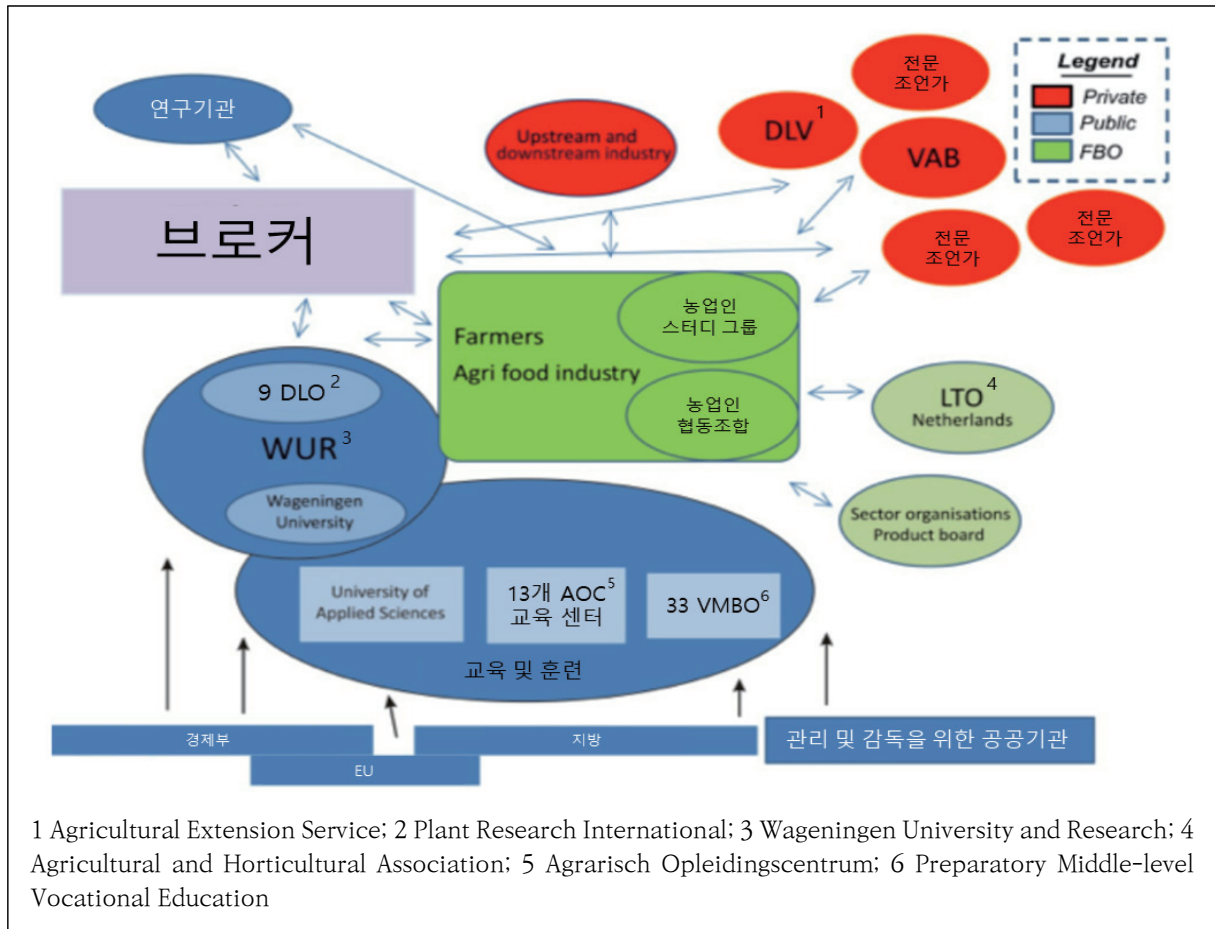


자료: PROAKIS(2015).

〈그림 4-8〉 그리스 농업지식혁신체계(AKIS)



〈그림 4-9〉 네덜란드 농업지식혁신체계(AKIS)



자료: PROAKIS(2015).

1.3.2. 기술보급체계-영국사례

○ SHAKE CLIMATE CHANGE

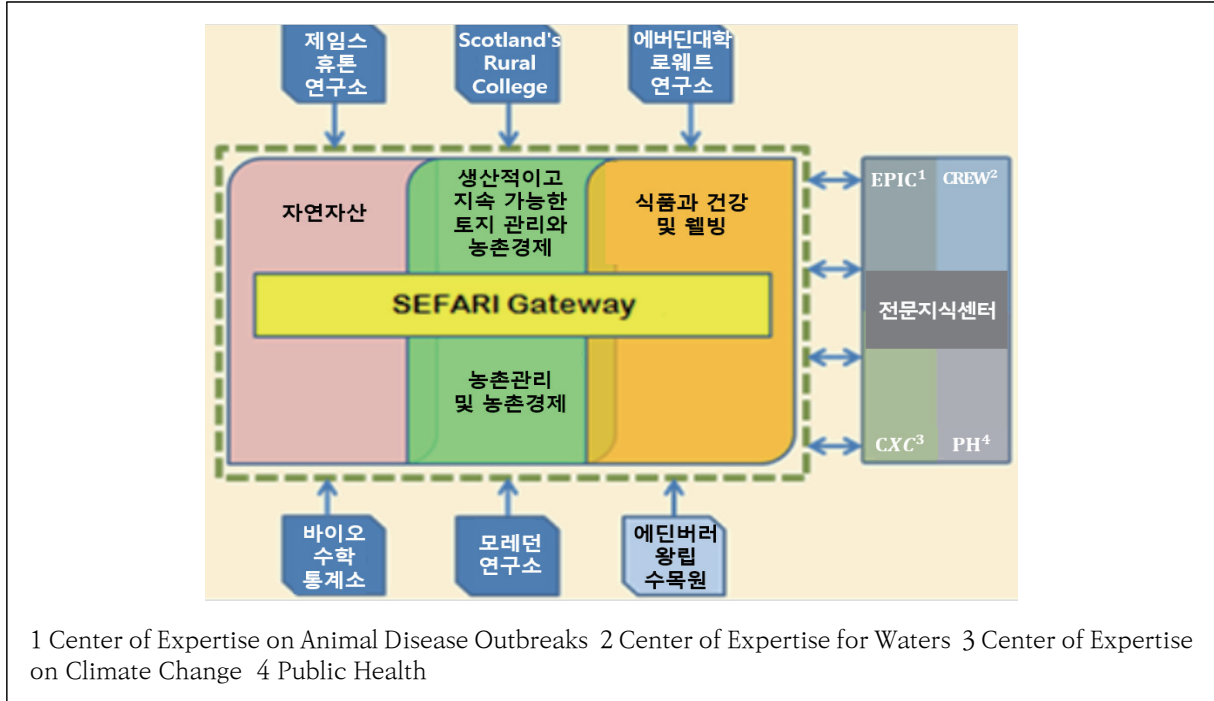
- 농·식품 생산 분야의 기후변화 대응 기업을 지원하는 조직으로, 로담스테드 연구소, 크랜필드대학(Cranfield Univ.) 런던대학(University College London), 허트포드셔르대학(Univ. of Hertfordshire) 등이 참여하고 있음.
- Societe Generale UK Foundation이 350만 파운드(약 54억 원)를 제공하고 있으며, 선발된 기업은 최대 14만 파운드의 자금과 2년간 경영 및 과학 전문가의 교육·자문 서비스를 받음²⁵⁾.

25) 지난 9년간 총 15개 기업이 선발되어 지원받음.

○ 스코틀랜드 환경식품농업연구단(SEFARI) Gateway

- 각 분야의 연구 성과를 이해 당사자(정책, 공공, 기업 등)와 공유·확대하기 위한 허브(hub) 역할을 하며, 이를 위하여 적극적인 협력 체계를 구축함<그림 4-10>.

<그림 4-10> SEFARI Gateway의 구조

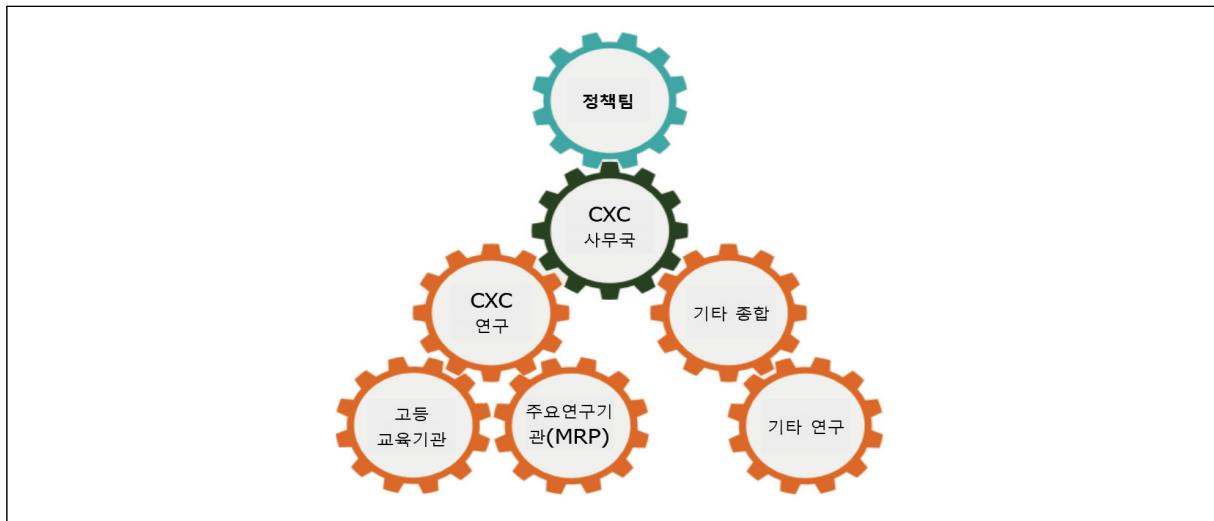


자료: 스코틀랜드 정부.

○ 스코틀랜드 기후변화 전문 지식센터(Climate X Change: CXC)

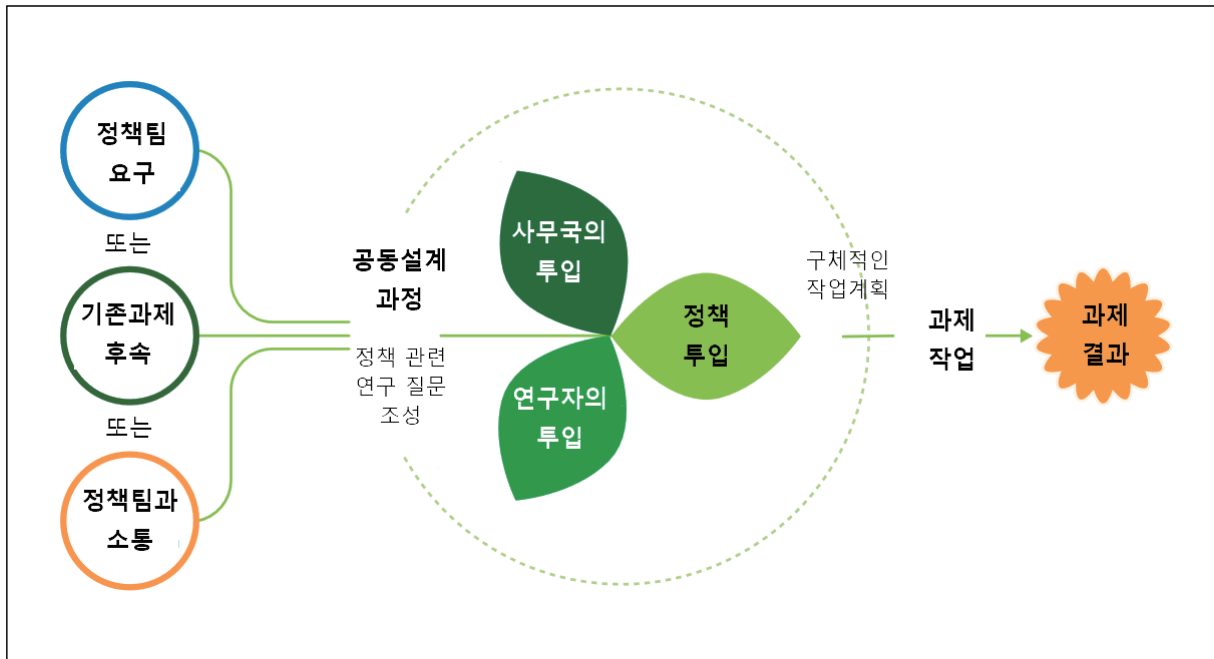
- 정부부처와 협업하여 정책 연구 및 분석 계획을 수립하고, 연구결과와 정보를 매개하는 임무를 수행함<그림 4-11><그림 4-12>.

<그림 4-11> 기후변화 전문 지식센터



자료: ClimateXChange(2016).

〈그림 4-12〉 지식교환모형과 CXC의 역할



자료: ClimateXChange(2016).

1.4. EU의 기후변화 정책지원(모니터링 및 평가)

- 제임스 휴톤 연구소 과학성과자문위원회(Science and Impact Advisory Board: SIAB)는 연구프로그램이 농·식품 산업 및 사회·환경에 미치는 영향²⁶⁾을 정기적으로 평가함.
- 스코틀랜드 환경식품농업연구단(SEFARI) 예산 중 지지역량(underpinning capacity)항목은 연구 역량 지원을 주목적으로 함.
 - 과학정보의 해석, 배경지식제공, 정책 수요 부합하는 자료 발간, 기존 정보의 보완, 자료 조사 표본 수집, 신규 연구인력 양성 등에 투자됨.

26) 연구의 품질, 참신성, 자원 문화, 변형, 기업가 정신, 상업화, 동반관계 등

2. 미국

2.1. 미국의 농업부문 기후변화 대응정책

2.1.1. 『농업법』(Agricultural Improvement Act 2018)의 법률체계

- 기후변화에 적용되는 조항은 보존(Conservation: Title II), 연구지도(Research, Extension and Related Matters: Title VII), 산림(Forestry: Title VIII), 에너지(Energy: Title IX) 등이 있음<표 4-3>.
- 보존편(Conservation: Title II)은 환경품질인센티브프로그램(Environmental Quality Incentives Program: EQIP), 보존관리프로그램(Conservation Stewardship Program: CSP) 등의 프로그램에 근거가 됨.
- 연구·지도편(Research and Extension: Title VII)에 근거하여 농업선진연구개발청(Agriculture Advanced Research and Development Authority: AARDA)이 설립되었음.
 - 기후변화와 극한 기후 현상에 대응하기 위하여 농업체계 회복 기술개발을 목적으로 추진됨.
- 산림편(Forestry: Title VIII)은 주 민·관 조경 복원 프로그램(State and Private Forest Landscape Scale Restoration Program)과 산림 복원·보존 프로그램(Healthy Forests Restoration and Reserve Programs: HFRRP)에 관한 내용이 포함되어 있음.
 - 개정된 HFRRP에는 토지사용 변화, 식생처리, 구조관리를 위한 산림관리계획 또는 탄소 격리 방식이 제시되어 있음.
- 에너지편(Energy: Title IX)에서는 탄소 이용 및 바이오가스 교육 프로그램(Carbon Utilization and Biogas Education Program)에 대한 법령을 다루고 있음.

〈표 4-3〉 『농업법』의 기후변화 대응 관련 내용

표제(Title)	자금 (100만 달러)	속편(Subtitle)	신규 프로그램
II 보존 Conservation	28,165	·보존 프로그램(CRP) ·환경 상태 개선 인센티브 프로그램(EQIP) ·보존 관리 프로그램(CSP) ·농업 보존 지역권 프로그램 ·지역 보존 연대 프로그램	·토양 탄소를 위한 농장 내 보존 혁신 ·토양 탄소 증대 방식에 대한 EQIP/CSP 인센티브 ·토양 품질향상 시범 프로그램 ·토양 탄소 증대를 위한 선진 방목 관리 ·토양 건강과 소득 보존 시범사업
VII 연구·지도 Research and Extension	800	·Agricultural Research, Extension, and Teaching Policy Act ·Food, Agriculture, Conservation, and Trade Act 1990 ·Food, Conservation, and Energy Act 2008 ·기타	·농촌 지역에 적정기술 보급 사업 ·토지 공여 기관을 위한 연구기기 지원 ·농업 선진 연구개발청 시범사업 ·지속 가능한 농업 기술 개발 및 보급 ·조류(algae) 농업연구사업 ·바이오매스 연구개발계획에 이산화탄소 포함
VIII 산림 Forestry	8	·Cooperative Forestry Assistance Act 1978 ·Forest and Rangeland Renewable Resources Research Act ·Global Climate Change Prevention Act 1990 ·Healthy Forests Restoration Act 2003 ·산림관리	·주 민·관 산림 조정 복원 프로그램 ·Healthy Forests Restoration Act: Carbon Sequestration Amendment ·Healthy Forest Reserve Program: Carbon Sequestration Amendment - - -
IX 에너지 Energy	625	·바이오 기반 시장 프로그램 ·동력 재공급 지원 프로그램 ·첨단 바이오 연료를 위한 바이오에너지 프로그램 ·사료 신축성 ·바이오매스 작물 지원 프로그램 ·탄소 사용 및 바이오가스 교육 프로그램	·탄소 사용과 바이오가스 교육 프로그램 - - - -

자료: 미국 농업법(2018).

2.1.2. 바이든 정부의 기후변화 대응정책²⁷⁾

가. 기후21 프로젝트의 농무부 권고 사항

○ 기후21 프로젝트²⁸⁾에서는 농업분야 기후변화 대응과 관련하여 농무부에 대한 정책 권고 사항을 제시하였음. 농림부(USDA)에 대한 권고사항은 바이든 정부 출범 초기 100일 동안 우선하여 추진해야 할 사항을 제안하고 있음. 권고사항은 또 농림부의 기존 예산 및 행정조직, 법과 제도하에서 실시할 수 있는 조치에 초점을 맞추고 있음.

○ USDA는 아래의 여섯 가지 기본방향을 바탕으로 역할을 수행해 나간다면 바이든 행정부의 기후위기 대응 목표에 기여해 나갈 수 있을 것임.

- 첫째, 농민, 목장주 및 산림 소유자와 협력하여 탄소격리 및 탄소배출 감소를 통해 대기 온실가스 감축에 기여함.
- 둘째, 농촌지역 에너지 협동조합(rural energy cooperatives)의 온실가스 배출 감소를 유도함.
- 셋째, 개인 농경지 및 공공 숲과 초원의 환경 복원력을 강화하여 기후변화 영향을 축소함.
- 넷째, 지속가능한 바이오 에너지, 목재 제품 및 기타 바이오기반 재료의 생산 및 소비 촉진을 통해 기후변화 영향을 축소함.
- 다섯째, 기후변화에 대한 공공의 과학적 이해에 기여함.
- 여섯째, 농촌지역의 기후스마트(climate-smart) 농업 개발과 투자를 촉진함.

○ 바이든 행정부 출범과 함께 농무부(USDA)가 우선적으로 추진해야 할 사항을 다음과 같이 제시함.

- 기후변화 대응을 미 농림부(USDA)의 최우선 정책과제로 설정하고, 기후변화 및 농촌투자에 관한 장관령(Secretarial Order on Climate Change and Rural Investment)을 발동함.
- 상품신용공사(CCC)²⁹⁾ 펀드로 탄소은행(carbon bank)을 설립하여 “기후스마트 토지관리

27) 서울대학교 농업생명과학대학 세미나 발표 자료를 요약 정리하였음을 밝혀둠.

28) 기후21 프로젝트는 정부 관료 및 전문가 150여 명의 전문성을 활용하여 범정부적 차원의 기후변화 대응을 위한 실천 가능한 자문을 차기 대통령에게 전달하기 위해 수행되었음(<https://climate21.org>).

29) 상품신용공사(CCC: Commodity Credit Corporation)는 미국정부가 소유하고 운영하는 기관으로서 미국 농무부(USDA) 산하에 있음(네이버 지식백과).

시행을 위한 대규모 투자 자금을 조달”하고, 특히 농업법의 환경보전프로그램(conservation programs)을 적극 활용함.

- 미국농무부(USDA)가 탄소은행(Carbon bank)을 설립해 농가에서 흡수 및 저장시키는 탄소량만큼 탄소크레딧(\$20/톤)을 지불할 것을 제안함.
- 탄소크레딧을 농가에 지불하는 방법은 바이엘, 맥도날드, 다농, 네슬레 등 미국의 여러 농식품 대기업에서 실제 계획하고 있음.³⁰⁾
- 바이든 정부는 보전책무 프로그램(Conservation Stewardship Program: CStP)을 크게 확대하여 농업인이 탄소 격리를 포함한 환경 보전 활동에 대해 비용을 지급하고 농가 소득을 지원하겠다고 밝혔으며, 또한 이 프로그램이 탄소시장(Carbon Market)에도 참여할 수 있도록 하겠다고 공약을 통해 발표함³¹⁾.
- 작물보험, 농촌개발을 위한 투융자 및 USDA의 다양한 조달정책을 활용하여 기후 스마트 농업 및 농촌투자를 촉진하고, 민간부문 투자를 유인해 나감.
- 농촌에너지를 탈탄소화하고, 재생에너지, 녹색에너지와 스마트 그리드를 촉진함. 즉 농촌 주택/설비/에너지 관련 농촌개발 지원프로그램의 활용, 그리고 가축으로부터 발생하는 메탄감축을 위한 소화조(methane digesters), 바이오 연료 및 목재 에너지(biofuels and wood energy) 이용을 획기적으로 증가시켜 농촌지역 에너지를 탈탄소화 하고, 녹색 에너지 및 스마트 그리드를 촉진함.
- 산불(wildfire) 해결을 위한 공동위원회를 설립하고, 산불예방을 위한 투자 우선 순위를 정립함.

나. 보전책무 프로그램(CStP)³²⁾

○ 보전책무 프로그램(CStP)은 토양, 물, 공기, 에너지, 동식물의 보전 및 향상과 기타 부족 및 사유 경작지의 보전을 목적으로 재정 및 기술을 지원함.

- ‘관리 임계치’(stewardship threshold)를 충족시키거나 넘어야 계약이 성사될 수 있음. 계약기간은 5년이며 1회 연장이 가능함. 새로운 보전 활동을 시행하거나 기존의 보전 활동을 유지하는 대가로 연간 활동비를 지급하며, 자원을 보전하는 윤작을 시행하는 경우에

³⁰⁾ <https://www.agriculture.com/crops/conservation/bayer-launches-carbon-initiative>

³¹⁾ 임영아 외(2020).

³²⁾ 임영아 외(2018)의 보전책무 프로그램을 요약 정리함.

추가 보조금을 지급함.

○ 보전책무 프로그램(CStP)은 미국에서 규모가 가장 큰 보전 프로그램임. 2002년 보전보장 제도(Conservation Security Program: CSP)에서 출발하였으며, 현재 전국 사업이 되어 2010년 이후 7,000만 에이커의 농지 및 임지가 프로그램에 참여하고 있음.

□ 지불금

○ 보전책무 프로그램 지불금은 기존에 이미 시행 중인 보전활동에 대한 개선/유지/관리와 추가적으로 시행되는 보전활동의 설치·도입에 대해 지급함. 지불금은 연 단위로 지급하며, 2018년부터 당해에 완수한 보전활동에 따라 지불금 액수가 변동함. 다음의 세 가지 유형이 있음.

- 기존 활동 지불금은 등록 신청 시점에 토지 용도(land uses)³³⁾와 관리 임계치(stewardship threshold)를 충족하는 자원위협요소(resource concerns)³⁴⁾의 개수를 고려하여 현재 시행하고 있는 보전활동에 대해 지급함. 기존 활동 지불금은 두 가지 세부 지불금으로 구성되는데, 첫째로 각각의 토지 용도마다 관리 임계치를 충족하는 자원위협요소 한 개당 350달러를 지급함. 둘째로 토지 용도별로 보전활동 유지에 소요되는 비용의 차이를 반영하여 에이커당 지불금 액수를 토지 용도별로 책정함. 경작지, 목초지로 쓰이는 경작지, 농장건물은 에이커당 7.5달러, 목초지는 에이커당 3달러, 방목장은 에이커당 1달러, 산지 및 유관 농지는 에이커당 0.5달러임.
- 추가 활동 지불금은 계약 만료 전까지 1개 이상의 자원위협요소에 대한 관리 임계치를 충족하거나 초과하기 위해 시행한 강화활동(enhancements), 실행활동(practices), 묶음 활동(bundles) 등 추가적인 보전활동에 대한 지불금임. 추가 활동 지불금은 2017년부터 환경질개선지원 프로그램(EQIP)과 마찬가지로 지불금 계획(payment schedules)에 의해 이루어짐. 자연자원보전청(NRCS)은 각각의 강화활동과 관련된 기초 실행활동 요건을 유지하는 데 드는 비용과 해당 강화활동에 추가 기준이나 조건을 부여함으로써 드는 비용

33) 농지는 크게 4가지 용도로 구분되는데, 경작지(cropland), 목초지(pastureland), 방목지(rangeland), 목초지로 쓰이는 경작지(pastured cropland)가 있음.

34) 10가지 자원위협요소(resource concerns)가 있으며 그 각각은 다음과 같음. 1) 토양 침식(soil erosion), 2) 토질 저하(soil quality degradation), 3) 수량 과다(excess water), 4) 수량 부족(insufficient water), 5) 수질 저하(water quality degradation), 6) 공기질 영향(air quality impact), 7) 식물 환경 악화(degraded plant condition), 8) 어류 및 야생동물 서식지 불충분(fish and wildlife - inadequate habitat), 9) 축산 제한(livestock production limitation), 10) 에너지 사용 부족(insufficient energy use).

간의 차이를 계산함으로써 강화활동 지불금을 산정함.

- 보충적 지불금은 새로운 자원보전 윤작을 도입하거나 기존의 자원보전 윤작을 개선하는 활동에 대해 지급함. 자원보전 작물에는 피복작물, 사료작물, 풋거름작물을 포함하며, 토양 침식 감소, 지력 증진, 병해충 사이클 교란, 토양 수분 흡수량 증가 등을 목표로 함. 윤작 시 적어도 한 가지 자원보전 작물(예: 다년생 초본, 콩과식물, 콩과식물과 초본 혼합 또는 풋거름작물과 혼합하여 재배하는 곡물)을 포함해야 함. 기존의 자원보전 윤작을 개선하기 위해서는 1) 다년생 작물의 경우 재배기간을 늘리거나 2) 줄뿌림 작물 대신 다년생 작물(초본 또는 초본/콩과식물)을 재배하거나 3) 현재 다년생 작물이 콩과식물이라면 다년생 초본 또는 초본/콩과식물 혼합으로 바꾸면 됨. 지불금 수준은 주마다 차등이 있으나, 2018년 기준 에이커당 13~15달러 수준임.

□ 최저 지불금 보장 및 지불금 상한

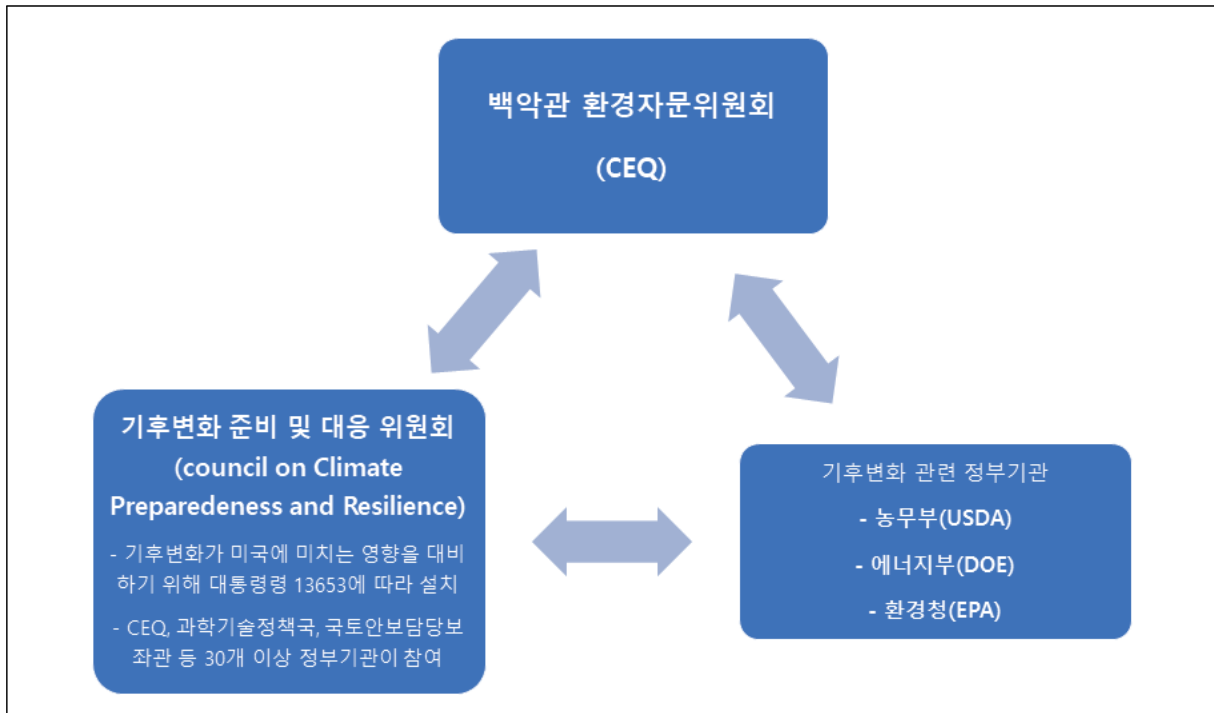
- 재배 규모에 관계없이 계약을 성실히 이행한 농민을 대상으로 최저 지불금을 보장함. 기존에는 신규농 및 사회적 약자인 농민과 목장주에게만 연간 1,000달러를 최저 지불금으로 보장했지만, 회계연도 2016년부터 모든 농민을 대상으로 연간 1,500달러를 최저 수준으로 보장함.
- 프로그램 참여자 1인당 지불금은 연간 4만 달러를 초과할 수 없으며, 5년 계약을 통해 받을 수 있는 지불금 상한은 20만 달러임. 일부 공동 작업의 경우, 지불금 상한을 연간 8만 달러, 5년간 40만 달러까지 허용함.

2.2. 미국의 연구·개발(R&D)체계 및 기관

2.2.1. 연구·개발 체계

- 미국의 기후변화 대응은 농무부(USDA), 에너지부(DOE), 그리고 환경청(EPA) 등 각 부처가 수립한 대응계획과 ‘전략적 지속가능성 성과계획’(Strategic Sustainability Performance Plan)을 백악관 환경자문위원회(Council on Environmental Quality: CEQ)의 승인을 통해 추진함(그림 4-13).

〈그림 4-13〉 미국의 기후변화 대응정책 추진체계



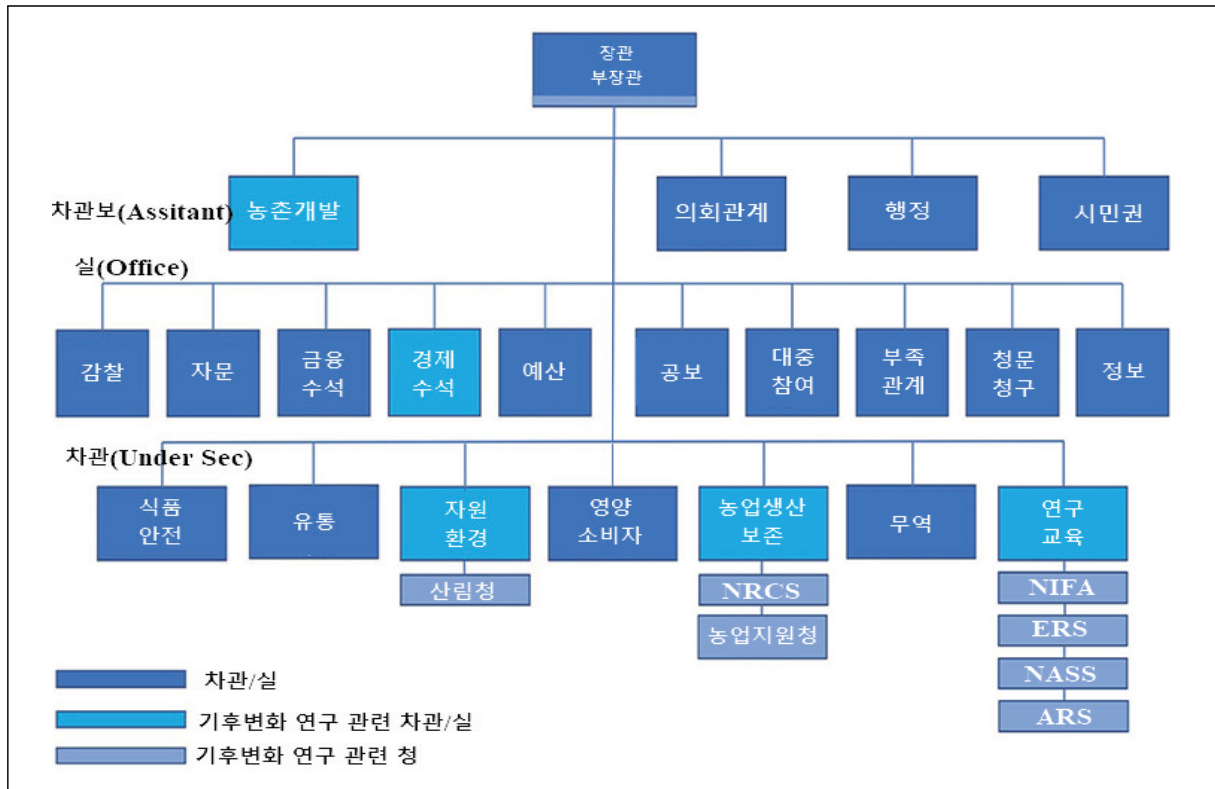
자료: INIRNC.

- 기후변화 준비·복원위원회(Council on Climate Preparedness and Resilience: CCPR)는 기관 간 기후변화 정책을 조율하며 지방정부, 지역단체, 민간부문과의 협력을 지원함.
- 농정 주무 부처인 농무부(USDA)는 환경자문위원회(CEQ) 및 기후변화 준비·복원위원회(CCPR)와 연계하여 CDR 관련 연구와 개발 및 시범(RD&D) 활동을 전개함.
- 농무부 내 기후변화 관련 연구는 대부분 연구 담당 차관실(Under Secretary of Agriculture for Research, Education and Economics) 산하의 농업연구국(Agricultural Research Service: ARS), 국립식품농업연구소(National Institute of Food and Agriculture: NIFA), 농업통계청(National Agricultural Statistics Service: NASS), 경제연구국(Economic Research Service: ERS) 등이 수행하고 있음<그림 4-14>.35)36)

35) 농업연구국(ARS)의 연구체계에 관한 자세한 사항은 이주량(2015)을 참조하기 바람.

36) 농무부(USDA) 조직의 한글 이름은 프로랭스(2017)를 참조하여 활용함.

〈그림 4-14〉 농무부(USDA)의 기후변화 정책/연구 관련 조직도



자료: Jacobson and Sanchez(2019).

2.2.2. 연구·개발 기관

- 농무부(USDA)에서 기후변화와 밀접한 업무를 수행하는 조직으로는 연구·교육·경제 차관실, 천연자원·환경 차관실 및 농업생산·보존 차관실이 있음. 산하 연구기관의 예산과 중점 연구 분야 및 프로그램은 〈표 4-4〉과 같음.

98 - <표 4-4> 미국 연구기관의 기후변화 연구 활동

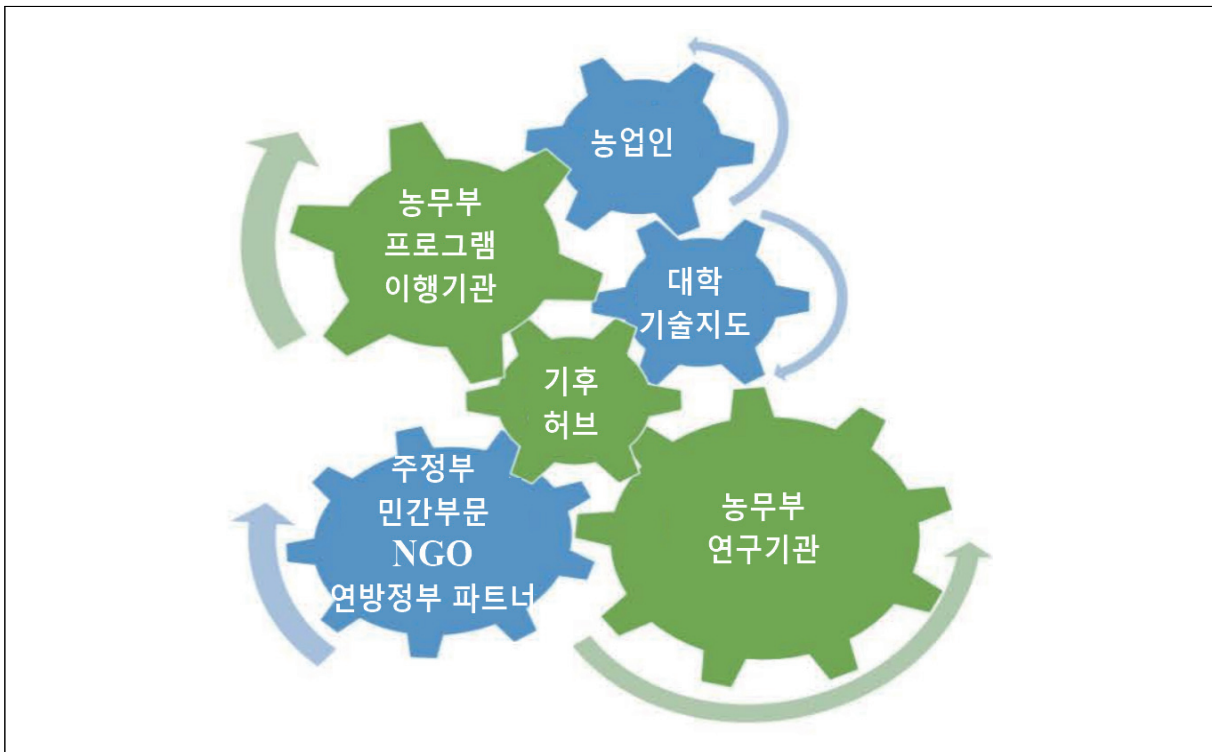
기관	2018예산 (100만\$)	목표와 초점	기후변화 관련 방식	프로그램 사례	
연구 · 교육	농업연구국 (ARS)	1,388	· 농업 관련 위험 감소 연구 및 프로그램 · 농업생산 관련 경제 및 생태 위험 감소 연구	· 농업 및 방목지 토양 · 목재 활용의 개선 · 토지 분배와 집약화 (+BECCS/BEBCS) · 산림관리 개선	· 토양과 공기 · 지속 가능한 농업체제 연구 · 조사료와 방목지 농생태계
	경제연구국 (ERS)	87	· 민관의 의사결정 증진 및 정보제공 · 농업생산 관련 경제적 문제에 대한 의사결정 능력 개선	· 토지 분배 및 집약화 · 방목지 토양 · 농업 토양	· 자연과 농촌 경제 · 정보기술 서비스 · 농업자원관리 조사
	국립식품 농업연구소 (NIFA)	1,564	· 농업의 장기적 활력 증대를 위한 계획 지도 및 자금 공급 · 농업 지속성 증진 연구 및 교육 프로그램 지원	· 농업 토양 · 토지 분배와 집약화 · 방목지 토양 · 산림관리 개선과 목재 활용도 증대 (+BECCS/BEBCS) · 도시림 및 농업	· 지속 가능 농업체제 · 세계변화와 기후 및 농식품 연구계획
천연자원 · 환경 차관실	국기통계 농업국 (NAASS)	191	· 통계 자료 제공 · 농업관련자 대상 객관적 농업 통계 개발·연구	· 토지 분배와 집약화 · 방목지 토양 · 농업 토양	· 농업총조사 · 작물과 식물 · 경제와 연구 · 과학과 기술
	산림청 (USFS)	6,649	· 국유림·초지의 품질, 다양성, 생산성 유지 · 산림과 농업의 활력 보존을 위한 연구	· 토지 분배 및 집약화 · 방목지 토양 · 목재활용 증진(+BECCS/BEBCS), · 도시림과 농업	· 산림 재고와 분석 · 실험림과 산맥 및 국립산림체제
	천연자원 보존청 (NRCSS)	5,202	· 농가가 자발적인 보존 방식을 이행하도록 금융 및 기술지원의 제공 · 보존을 위해 토지관리자에 대한 금융과 기술 및 의사결정 지원	· 토지 분배와 집약화 · 방목지 토양 · 농업 토양 · 수중생태계 · 산림관리 개선	· 보존 기술지원 · 경관보존계획 · 보존관리 · 환경 품질 인센티브
보존 차관실	농업지원청 (FSA)	2,035	· 경제적·환경적 측면에서 건전한 농업환경을 위한 다양한 연구 수행	· 토지 분배와 집약화 · 방목지 토양 · 산림관리 개선 · 목재 사용률 개선(+BECCS/BEBCS) · 도시림과 농업	· 보존유지(CRP) · 비상산림회복 · 초지유지(GRP) · 바이오매스 작물보조

자료: Jacobson and Sanchez.

2.3. 미국의 기후변화 관련 기술보급체계

- 농무부(USDA) 기후 허브(Climature Hubs)는 산하 연구기관인 농업연구부(ARS)와 산림청(USFS) 산하의 10개 지부와 천연자원보존청(NRCS), 농업지원청(FSA), 동식물 검역국(Animal and Plant Health Inspection Service: APHIS), 위험관리청(Risk Management Agency: RMA) 등의 참여로 구성됨<그림 4-15>.

<그림 4-15> 농무부(USDA) 기후허브의 추진 원리



자료: USDA.

- 기후 허브의 설립목적은 지역별 정보와 기술을 개발·공급함으로써 농업인 및 자원 관리자가 기후정보 기반의 의사결정을 할 수 있도록 지원하는 것에 있음.

- 기후 허브의 3대 기능은 다음과 같음.

- 연구와 과학 정보의 종합: 농촌 경제의 위험과 취약성에 관한 정기적인 지역별 평가를 실시함. 글로벌 변화 연구프로그램(USGCRP)을 통해 발간되는 국가기후평가(National Climate Assessment) 보고서를 작성하며, 위험관리와 기후변화 대응을 위한 응용 연구 개발 및 혁신 동반관계를 지원함. 지도센터, 대학, 기술 서비스 업체, 민간 부문 등과 협력

하여 정보를 제공함.

- 방법 수단의 개발과 기술교류 및 이행 지원: 가뭄이나 극한기후 현상, 재배 시기 변화 등에 대응하여 농림업 분야 전략을 제시함. 위험관리와 기후 적응계획을 지원하여 지역자료와 기후변화 전망에 관한 접근을 개선함. 특히 취약 지역 및 개인에게 농업 및 토지관리 프로그램 및 기술을 제공함.
- 이해당사자 교육 및 지원: 기후변화 위험관리 방안을 이해관계자에게 홍보·교육함.

2.4. 미국의 기후변화 정책지원(모니터링 및 평가)

○ 미국의 경우 National Academies of Sciences, Engineering and Medicine(NASEM)의 권고 사항을 정책지원 사례로 들 수 있음.

- USDA는 초기 단계에 있는 기술을 상업화·실용화하기 위한 시설 및 프로그램을 지원할 수 있음.

○ 의회는 ARPA(Advanced Research Projects Agency) 산하 독립 연구기관을 구축하여 기후 및 CRD와 관련된 혁신 연구를 지원하여야 함.

- 이는 민간부문이 기피하는 장기이고 위험프리미엄이 큰 연구 프로젝트를 상업화하는데 유용한 제도로 평가됨.
- 공익 프로그램(예; I-Corps)과 민관 파트너십 프로그램(예; Cyclotron Road)은 실험단계에 있는 기술을 완성하고 실용화 하는데 유용할 것으로 보임.

3. 일본

3.1. 일본의 농업부문 기후변화 대응 정책

- 2018년 『기후변화 적응법』 의거, 정부는 기후변화 적응에 관한 계획을 수립하여야 함.
 - 본 계획에는 기본 방향, 과학지식의 활용, 정보수집제공, 지자체의 정책, 사업자의 대응, 국제 협력, 관련 행정기관 간의 협력 등이 포함됨(김잔디, 2019).
- 기후변화 적응대책에는 농림어업, 수자원, 자연생태계, 자연재해, 건강, 산업 및 경제활동, 국민·도시생활 등의 분야가 있음.

3.2. 일본의 연구·개발(R&D)체계 및 기관

3.2.1. 연구·개발 체계

- 『기후변화 적응법』에 의거하여 국립환경연구소(NIES)는 2018년 12월에 기후변화 적응센터(Center for Climate Change Adaption: CCCA)가 설립되었으며 다음과 같은 업무를 담당함.
 - 기후변화 영향과 적응에 관한 정보의 수집과 정리, 분석과 연구를 추진하며, 연구 성과를 통해 중앙정부와 지자체의 계획 수립을 지원함.
 - 사업체(농가)나 개인(농업인) 등 개별주체의 기후변화 적응을 지원함.
- 기후변화적응센터의 연구프로그램을 정리하면 아래와 같음
 - 기후변화 영향 관측: 자연생태계와 대기오염 관련 증장기 자료수집, 증장기 변화와 기후 변화 영향의 관계에 관한 통계 분석, 기변화 영향체계 실험, 기후변화 영향 관측방법의 개발을 수행함.
 - 기후변화 영향 평가 기법의 고도화: 강수량 변화, 해수면 상승, 해양 산성화 등의 기후 요인을 고려한 사회·경제의 영향을 반영하여 일본, 아시아·태평양 국가를 대상으로 한 기후 변화 영향 평가, 기후변화 영향 평가 기법의 고도화와 적응 정책 검토, 기후변화 정보 플랫폼

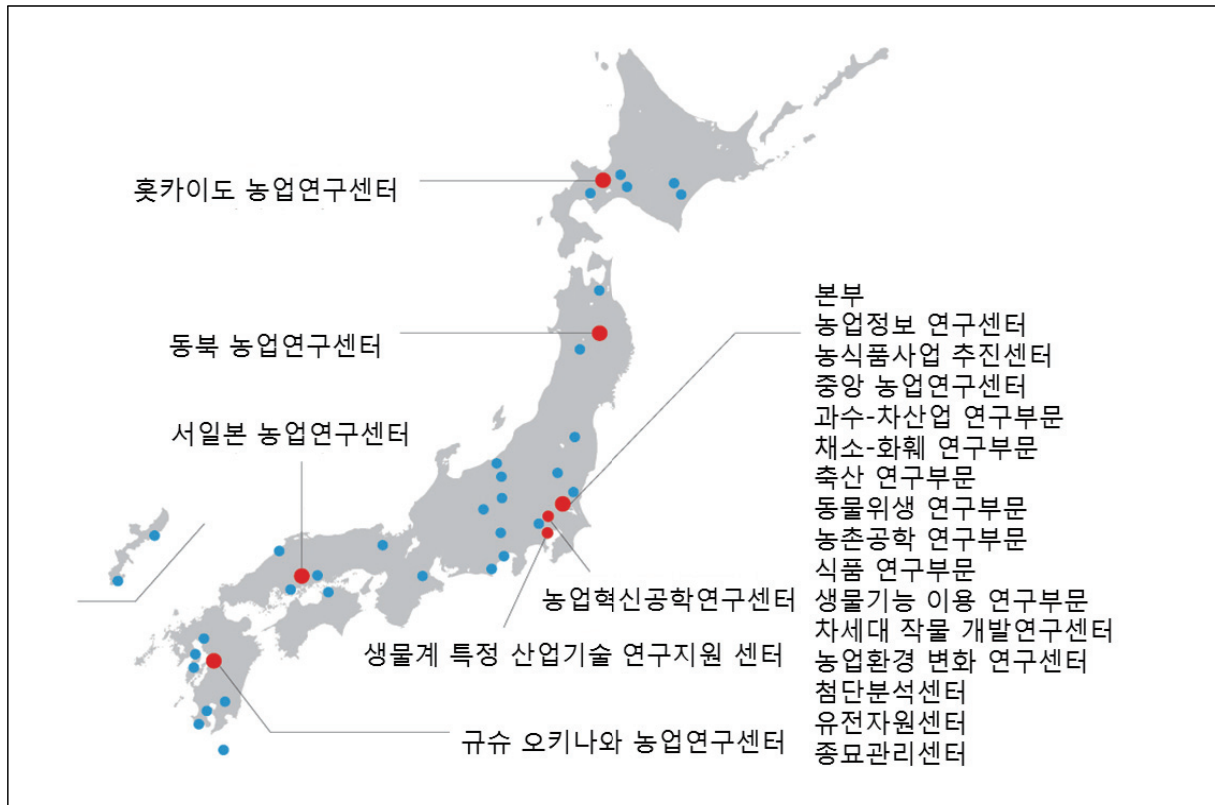
품을 활용한 영향 평가 결과 배포를 수행함.

- 기후변화 적응전략 수립: 중장기 적응 평가 방법을 정리하고 관련 과학 정보 수집, 전달 방식 검토, 기후변화 위험 요소와 적응 저해 요인을 파악함. 사회·경제 시나리오 정비, 중앙 정부와 지자체의 기후변화 영향과 적응을 평가함. 통계와 환경 정보를 바탕으로 적응 효과에 관한 정량적 평가 시스템과 지역 사회에 미치는 영향을 고려하여 기후변화 영향과 적응 평가 지표를 개발하고 분석함. 해외의 기후변화로 인한 일본의 생산·소비활동에 미치는 영향을 국제 산업연관분석과 응용 일반균형모형 등을 통하여 분석함.

3.2.1. 연구·개발 기관

- 농업연구기구(National Agriculture and Food Research Organization; NARO)는 일본 농식품 산업의 최대 연구기관으로 알려짐.
- 연구개발 성과의 적용을 위하여 정부, 지역, 대학, 기업 등과 공동연구를 수행하며 농업 생산자와 소비자를 대상으로 기술이전 등을 추진함.
- 2018년 기준, 정직원 수는 총 3,300명이며, 그 중 연구인력은 1,800여 명 임. 연간 예산은 6,400억 원 정도임.
- 농업연구기구는 구성과 위치는 <그림 4-16>과 같음.

〈그림 4-16〉 농업연구기구(NARO) 소속 연구기관의 분포



자료: NARO.

3.3. 일본의 기후변화 기술보급 체계

○ 국립환경연구소(NIES)의 A-PLAT(adaptation-platform)

- 기후변화 적응정보 플랫폼(A-PLAT, climate change Adaption information PLATform)은 일본 내 기후변화와 적응에 관한 정보를 국가, 지역(지자체), 사업자(농가), 개인(농업인) 등에게 제공한다.
- 아시아태평양 적응정보 플랫폼(AP-PLAT, Asia-Pacific adaptation information PLATform)은 선진국과 개도국의 대학과 연구기관의 기후위험 정보를 온라인으로 공유하는 역할을 수행함.

4. 요약 및 시사점

4.1. 요약

○ 위에서 제시한 EU, 미국, 일본 등의 주요 정책, 연구 개발 체계, 보급체계, 정책지원 현황을 정리하면 <표 4-5>와 같음. EU의 경우 상당한 규모의 예산이 투입되고 있으며, 미국은 기후 허브라고 하는 정보제공 조직이 있으며, 일본은 외국과의 정보 공유 체계를 갖추고 있음.

<표 4-5> 주요국 농업부문 기후변화 대응체계 요약

	EU	미국	일본
주요 정책	<ul style="list-style-type: none"> • 공동농업정책 일환 - 기후변화가 우선순위 정책 유럽농업자금에서 제공되며, 2014~2020년 예산규모 1000억 유로(6대 우선 순위에 기후변화 포함) 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업법 - 기후변화에 적용되는 조항은 보존, 연구지도, 산림, 에너지 등이 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 2018년 기후변화 적응법에 의거 기후변화 적응에 관한 계획 수립 적응대책에는 농림어업, 수자원, 자연생태계 등의 분야
연구개발 체계	<ul style="list-style-type: none"> • 제임스 휴튼 연구소 - 바이러스 없는 감자씨 생산 지원 - 종자은행 관리 - 토양분석 제공 • 와케닝겐 대학 및 연구 - 생물다양성·환경연구 - 그린 기후 해결책 - 그린 도시 - 지속 가능한 토지사용 - 지속 가능한 물 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • USDA 산하 연구기관 - ARS: 농업관련 위험 감소 연구 및 프로그램, 농업생산 관련 경제 및 생태 위험 감소 연구 - ERS: 민관의 의사결정 증진 및 정보 제공, 농업생산 관련 경제적 문제에 대한 의사결정 능력 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업연구기구(NARO) - 일본농업과 식품산업 발전을 위해 기초부터 응용까지 모든 분야의 연구개발을 담당 - 일본 각지에 분포 31개의 기후변화 대책 프로젝트 수행
보급체계	<ul style="list-style-type: none"> • 농가자문제도(Farm Advisory System)를 통해 농업지식혁신체계(AKIS) 구축 - AKIS는 기술, 지식, 정보를 창출하고 교류를 촉진하기 위해 개인과 조직 연계하는 체계 • 스코틀랜드 환경식품농업연구단 각 분야의 연구 성과를 이해 당사자와 공유 및 확대하기 위한 허브역할 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후허브 - 지역별 정보와 기술을 개발 및 공급함으로써 농업인 및 자원 관리자가 기후정보 기반의 의사결정 지원 • Cooperative extension service - 비공식적인 교육 서비스 제공하여 변화하는 기술의 채택, 비상상황에 대비, 환경의 보호 등을 하도록 함. 	<ul style="list-style-type: none"> • NIES의 A-PLAT - 정보를 국가, 지역, 사업자(농가), 개인(농업인)에게 제공 • NIES의 AP-PLAT - 선진국과 개도국의 대학과 연구기관이 가진 기후위험 정보를 온라인으로 공유
정책지원	<ul style="list-style-type: none"> • 제임스 휴튼 연구소 과학성과자문위원회 연구프로그램이 농식품, 사회환경에 미치는 영향을 정기적으로 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • National Academies of Sciences, Engineering and Medicine의 권고 사항 - 초기 CDR 기술 단계 개발을 촉진하기 위한 프로그램 제안 - 기후와 CDR관련 혁신적인 연구 지원 제안 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 적응센터 - 기후변화 영향과 적응에 관한 정보의 수집과 정리, 분석과 연구 추진하며 중앙정부와 지자체의 계획 수립 지원

자료: 연구진 작성.

4.2. 시사점

4.2.1. EU

- 영국의 경우, 기후변화 관련 대응을 환경식품농촌부에서 주관하고 있으며 기후변화 적응을 위한 컨설팅 서비스 및 프로그램을 운영하고 있어 농업분야의 기후변화 대응에 효과적인 대응이 가능한 것으로 보임.
- 아울러 북아일랜드, 스코틀랜드, 웨일즈지역을 대표하는 기후변화 연구기관이 지역별 리빙랩 역할을 하고 있으며, 기후변화위원회(CCC)가 기후변화정책의 통일성을 유지함으로써 컨트롤타워의 역할을 일부 수행하고 있는 것으로 파악됨.
- 유럽연합의 주요국 사례를 보았을 때, 기후변화 연구성과를 정책담당부처나 농업인 등 이해관계자와 공유할 수 있는 허브(Hub)가 있어 소통과 환류가 활발한 것으로 판단됨.
- 또한 정보 전달이 한 방향으로(정부 또는 지방자치단체에서 농업인으로) 이루어지는 우리나라의 체계와는 달리, 연구·개발체계나 기술보급체계에 농업인을 능동적인 주체로 참여시키고 있음.

4.2.2. 미국

- 미국의 경우 기후변화 관련 정부기관과 환경자문위원회, 기후변화 준비 및 대응 위원회가 상호 교류하며 기후변화에 대응하므로 집적화에 의한 시너지효과를 얻기가 쉬운 것으로 보임.
- 또한 기후허브(Climate Hub)의 운영을 농무부(USDA)가 주관하고 있으며 기후변화 적응을 위한 컨설팅 서비스 및 프로그램을 운영하고 있어 농업분야의 기후변화 대응에 효과적인 대응이 가능한 것으로 보임.
- 또한 이를 통하여 연구기관, 대학, 이행기관, 민간부문, 농업인을 연결하므로 기후변화와 관련하여 다각적인 연구자료의 수집이 가능할 것으로 보임. 아울러, 지역별 기후정보와 이에 대응한 기술을 개발하므로 리빙랩의 역할을 일부 수행하고 있는 것으로 파악됨. 그리고 모니터링과 환류가 활발하여 실증적이고 현실상황을 반영한 연구가 가능할 것으로 판단됨.

- 기후허브(Climate Hub)는 연구·개발과 교육·홍보기능을 모두 갖춘 조직으로 ‘농업기후변화대응센터’가 추구하는 모델에 가장 가까운 대상으로 보임.

4.2.3. 일본

- 2018년에 기후변화적응센터를 설립한 것으로 보아, 기후변화 대응 연구기관의 일원화 및 독립화의 필요성을 최근에 인지한 것으로 보임.
- 기후변화적응센터는 일본뿐만 아니라 주변 국가까지 연구 대상으로 포함하여 기후변화 영향 분석의 고도화를 추진하고 있음. 또한 기후변화에 따른 사회·경제적 변화를 예측하고, 정보 플랫폼 활용 평가 결과 배포를 통하여 이해당사자가 해당 정보를 활용할 수 있도록 하고 있음.
- 그러나 유럽연합 및 미국과 달리, 기후변화 연구에 있어 민간부문의 참여는 크지 않고 정부 부처가 주도하고 있는 것으로 파악됨. 또한 정보전달체계가 한 방향(정부에서 민간)으로만 흐르고 있어 소통과 환류의 기능은 크지 않은 것으로 보임.
- 기후변화 대응과 체계가 우리나라와 가장 유사한 것으로 확인 되지만, 농촌진흥청과 농업기술원 등 연구기관이 분리되어 있는 우리나라와 달리, 일본은 농업연구기구(NARO) 소속 연구기관을 전국 각지에 배치함으로써 관련연구의 집적효과를 얻기 쉬운 것으로 보임.
- 한국의 기후변화 대응은 법령 및 제도를 통한 부분과 국제 기후변화 협약에 대응하여 수립된 국가 계획을 중심으로 살펴볼 수 있음.
- 1988년 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)가 창설된 이후 기후변화의 영향 및 대책에 대한 종합 보고서(Assessment Report: AR)를 발표하고 있으며, 기후변화에 관한 국제 연합 기본 협약(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)으로 교토의정서 채택 이후 현재 파리협정을 채택하고 있음(IPCC 2015³⁷⁾, 외교부 2019³⁸⁾).

37) IPCC. 2015. "IPCC Factsheet: Timeline-highlights of IPCC history."

38) 외교부. "기후변화협상" <http://www.mofa.go.kr/www/wpge/m_20150/contents.do>. 접속일: 2019. 11. 27.

- ('90) 첫 번째 AR 보고서가 발표됨(「기후변화: IPCC 과학적 평가」, 「기후변화: IPCC 영향 평가」, 「기후변화: IPCC 대응 전략」). 유엔 총회에서는 UNFCCC를 위한 협상을 시작하기로 함.

5

농업부문 기후변화 대응센터 역할

1. 우리나라와 주요국 기후변화 대응체계 비교

- 기후변화의 영향은 불확실성이 크고 맥락 특이성이 있어 지역마다 그 영향과 대응체계가 다르기 때문에 이상적인 대응 모델이 있는 것이 아님. 즉 정형화된 대응체계가 없음. 따라서 선진국 사례를 중심으로 대응체계를 살펴볼 수 있음.
- 선진국들은 기후변화에 대응하여 첫째 중장기 계획을 갖추고 있으며, 농촌을 대상으로 하는 지원 사업에 기후변화와 관련성을 심의하여 사업우선권 부여하고 있음. 둘째 중장기 계획에 대하여 이행평가를 실시하고, 계획을 지속적으로 갱신하고 있음. 셋째 기후변화 대응기술에 집중적인 투자를 하고 있음. 즉 기후변화 정보 및 맞춤형 기상정보 생성, 영향평가, 대응기술 개발, 맞춤형 기상정보 등에 투자하고 있음. 더 나아가 실용화기술들을 개발하고 있음. 넷째 관련 정보와 맞춤형 기술을 효과적으로 보급하고 있음. 기후허브 등 정보 및 기술보급 체계를 가지고 있음.
- 우리나라는 실태조사를 하고 있지만 잘 활용되지 못하고 있으며, 실증연구가 이루어지지 않고 있음. 뿐만 아니라 관련 정보와 맞춤형 기술을 효과적으로 보급하지 못하고 있음. 농업부문에 효과적으로 대응하기 위해서는 선진국 사례를 벤치마킹하여 우리나라에 적합한 대응 기술 체계를 구축할 필요가 있음.

〈표 5-1〉 농업부문 기후변화 대응체계 현황

	바람직한 대응체계 (선진국 사례)	우리나라 대응체계 현황	향후 대응방향
1. 법/제도	<ul style="list-style-type: none"> 미국: 지구변화연구법(1990년 제정, 2012년 개정) 영국: 2008년 기후변화법(2008) 일본: 지구온난화 대책 추진에 관한 법률(1998년 제정, 2008년 개정) 	<ul style="list-style-type: none"> 저탄소녹색성장기본법(2010년 제정, 2019년 일부개정) 농업·농촌 및 식품산업기본법 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 대응법(가칭) 제정 - 농식품분야 기후변화 대응 기반미련
2. 영향평가 및 중장기 계획	<ul style="list-style-type: none"> 미국: 농무부의 취약성 평가, 기후변화 적응계획(2014년) 영국: 기후변화 위험평가(2012년), 국가적응프로그램(2013년) 일본: 기후변화 영향평가 보고서(5년마다), 기후변화 영향에 대한 국가적응계획(2015년) 농촌개발프로그램들은 적어도 30% 이상을 기후변화와 환경 관련 수단에 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화대응 기본계획(2019년) 국가 기후변화 적응대책(2015년) 농림축산 기후변화대응 기본계획(2011년) 기후변화 실태조사(2017년) 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 실태조사(매년) - 실태조사 및 영향·취약성평가(2025)의 정례화를 통해 기후변화 리스크와 피해에 대한 체계적·선제적 대응 농촌을 대상으로 하는 정부지원사업에 기후변화와 관련성을 심의하여 사업우선권 부여
3. 이행평가	<ul style="list-style-type: none"> 영국 『국가적응프로그램』을 이행에 따른 진도를 모니터링 및 평가하기 위해 기후변화위원회의 분과 위원회인 '기후변화 적응 소위원회(Adaptation Sub-Committee, 이하 적응 소위원회)'를 조직 	<ul style="list-style-type: none"> 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획은 연차평가, 중간평가, 종합평가가 있으며 광역/기초지자체 세부시행계획은 연차평가가 있음. 농림축산식품부에서는 농식품 기후변화 대응 기본계획(2011-2020년)에 대해 2016년 연구용역을 통해 중간평가를 시행함. 농촌진흥청에서는 연구용역으로 기후변화 대응을 위한 농축산부문 2030 온실가스 감축 로드맵 이행평가를 진행 중임(2020-2023년). 	<ul style="list-style-type: none"> 농림축산식품부에서는 제2차 농식품 기후변화 대응 기본계획(2021-2030년)에 대해 매년 이행평가 필요함. 농축산부문 2030 온실가스 감축 로드맵 이행평가의 경우 현재 2023년까지 이행평가가 계획되어 있어 2024년 이후 매년 이행평가 필요함.
4. 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> 영향평가, 기술개발 등을 품목별로 하고 있음. 미국: USDA 산하 연구기관 <ul style="list-style-type: none"> - ARS: 농업관련 위험 감소 연구 및 프로그램, 농업생산 관련 경제 및 생태 위험 감소 연구 - ERS: 민관의 의사결정 증진 및 정보제공, 농업생산 관련 경제적 문제에 대한 의사결정 능력 개선 영국: 제임스 휴튼 연구소 <ul style="list-style-type: none"> - 바이러스 없는 감자씨 생산 지원 - 종자은행 관리 - 토양분석 제공 일본: 농업연구기구(NARO) <ul style="list-style-type: none"> - 일본농업과 식품산업 발전을 위해 기초부터 응용까지 모든 분야의 연구개발을 담당 - 일본 각지에 분포 31개의 기후변화 대책 프로젝트 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 농촌진흥청을 중심으로 여젠다 별로 중장기 계획을 세워 연구 개발 추진하고 있음. - 기후영향예측평가: 식량안보 대응 농업부문 생산환경 변동 예측평가 기술 개발 - 기후적응기술개발: 기후적응형 농축산 재배사양기술 개발 - 기상재해대응기술개발: 농업기상 재해 피해저감기술 개발 - 저탄소농업기술개발: 기후변화 완화 및 저탄소 농업기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> Living lab을 통한 실용화기술 개발이 부족하여 농가단위에서 실제적으로 기술을 적용하지 못하고 있음. 따라서 실용화 기술개발이 필요함. 농가단위에서 보유하고 있는 기술에 테스트하고 다른 농가에게 그 기술을 전파할 필요가 있으나 이를 위한 관련 인프라가 부족함.

	바람직한 대응체계 (선진국 사례)	우리나라 대응체계 현황	향후 대응방향
5. 정보 및 기술 보급 체계	<ul style="list-style-type: none"> • 미국: 기후허브 <ul style="list-style-type: none"> - 지역별 정보와 기술을 개발 및 공급함으로써 농업인 및 자원 관리자가 기후정보 기반의 의사결정 지원 • EU: 농가자문제도(Farm Advisory System)를 통해 농업지식혁신체계(AKIS) 구축 <ul style="list-style-type: none"> - AKIS는 기술, 지식, 정보를 창출하고 교류를 촉진하기 위해 개인과 조직 연계하는 체계 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업부문은 기상재해에 대비한 각 기관별 매뉴얼과 국민행동요령이 존재하며, 관련부처와의 협동을 통해 기상재해에 대응하고 있음 • 하지만 정보 및 기술보급과 관련된 프로그램이나 제도는 존재하지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 품목별 농업인 교육 강화 및 농업재해 빈발 시기에 맞춤형 홍보 및 기술정보 확산 • 재해유형별 현장 실천기술 자료 정비 및 보급 • 기후변화 관련 정보대응 체계는 거의 없음. • 미국처럼 다양한 관계기관, 학계 시민단체와 협업하여 운영하는 기후허브나 EU처럼 농업인, 농업 교육자, 연구자, 비학계 전문가, 공공·민간 전문가, 공급망 관계자 등을 포괄하는 농가자문제도 등은 없음. • 농업인, 다양한 관계기관, 학계 등이 연계된 체계적인 정보 및 기술 보급 체계가 필요함.
6. 기반시설 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 기반시설을 강화를 위한 투자 	<ul style="list-style-type: none"> • 다목적 농촌용수개발사업 • 농촌용수이용체계재편사업 • 대규모농업기반시설 치수능력확대사업 • 배수개선사업 	<ul style="list-style-type: none"> • 수리시설 확충 및 보강 필요 • 상습침수 농경지 배수개선 • 노후화 농업기반시설 보수 및 보강 • 태풍 및 해일 등 취약한 방조제 보강

자료: 연구진 작성.

2. 기관별 연구단지 수요 조사

- 기후변화 대응 농업 연구단지의 역할을 도출하기 위해 우선 유관 기관의 기후변화 대응의 한계와 관련 수요를 분석하였음.
- 농림축산식품부(2020년 1월 2일, 1월 21일), 농촌진흥청(1월 29일), 농업기술실용화재단(1월 29일), 전남도농업기술원(1월 14일), 농어촌공사(1월 16일)의 기후변화대응 담당자와 협의회를 추진하였음.

2.1. 농림축산식품부

- 농림축산식품부의 대응의 한계
 - 기후변화 대응 조직의 축소(국 → 과 → 계)로 인하여 농업부문 기후변화 대응의 컨트롤 타워 역할에 한계가 존재함.
 - 농촌재생에너지팀의 경우, 온실가스목표관리제, 자발적 농업·농촌 온실가스 감축사업, 저탄소농축산물인증을 제외한 고유 업무가 부재한 상황임.
 - 기후변화 대응은 다양한 부서와 연결되어 있어 통합 대응을 할 필요가 있으나, 현재의 농촌재생에너지팀은 다양한 정보 및 자료 생성, 정책사업 발굴, 이행평가에 관한 권한이 제한적임.
- 연구단지에서 대응 가능한 농림축산식품부의 니즈
 - 국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적인 브리핑, 농업인과 지자체 등 농업 현장에서 요구하는 기술에 대한 수요 파악기초 자료 확보, 연구기관 및 조사기관에서 생성되는 연구결과 및 자료를 실제 정책화에 활용하는 방안 제안이 연구 단지를 통해 해결될 수 있을 것으로 보임.

2.2. 농촌진흥청

○ 농촌진흥청 대응의 한계

- 연구개발 중심의 조직으로 정책사업 제안과 현장 보급에 대한 일정 제약이 존재함.
- 중앙 조직이므로 지역특화 영농기술 개발에는 한계가 있음.
- 2017년 12월 ‘기후변화대응 연구사업단’이 발족되었으나, 국립농업과학원, 국립축산과학원, 국립식량과학원, 국립원예특작과학원의 연구과제의 종합 진단 및 연계에 미흡한 것으로 평가됨.

○ 연구단지에서 대응 가능한 농촌진흥청의 니즈

- 농촌진흥청에서 연구개발한 기술의 구체적인 정책화, 종합적 관점에서의 현행 연구과제의 한계 파악과 향후 연구과제 주제의 제언, 농촌진흥청에서 기 연구개발한 기술의 보완을 통한 현장 적용성 증대가 연구단지를 통해 대응될 수 있을 것으로 보임.

2.3. 도농업기술원 및 농업기술센터, 지자체

○ 도농업기술원 및 농업기술센터, 지자체 대응의 한계

- 농촌진흥청에서 연구개발한 원천기술 적용에 대한 한계가 존재함.
- 지역특화 기술 개발 수요는 있으나 관련 인프라, 인력, 예산이 부족함.
- 기후변화 대응 국가계획과의 지자체 내 사업과의 정합성이 부족함.
- 기후변화 관련 정보에 대한 접근성이 제한적이며 지자체별 전문가의 역량 차이가 존재함.

○ 연구단지에서 대응 가능한 도농업기술원 및 농업기술센터, 지자체의 니즈

- 농촌진흥청 및 도농업기술원에서 기 연구개발한 기술의 보완을 통한 현장 적용성 증대, 지역 내 기술 수요 대비, 도농업기술원·농업기술센터 및 지자체 내 연구 인프라 및 인력, 예산 부족에 대한 중앙정부의 선별적 지원, 기후변화 대응 국가계획과의 지자체 내 사업과의 정합성 확보에 관한 정보 및 컨설팅 제공, 기후변화 대응 연구기술 추세 및 현황에 대한 교육이 연구단지를 통해 대응될 수 있을 것으로 보임.

2.4. 농업인, 귀농계획인

○ 기존 기후변화 대응 국가 조직에 대한 불만사항

- 농가 자체 기술에 대한 검증에 대한 공식 루트가 부재함.
- 기후변화 및 기상정보 제공이 부족함.
- 원천기술 개발과 현장 보급 사이의 괴리가 있음.
- 기존 저탄소농업기술 및 정책제도에 대한 홍보·교육이 부족함.
- 기후변화 대응 인프라 구축에 대한 사전 정보가 부족함.

○ 연구단지에서 대응 가능한 농업인 및 귀농 계획인의 니즈

- 농가 자체 기술에 대한 검증 서비스 제공, (기상청 우리동네 기상예보에 준하는) 농업활동 관련 기후변화 및 기상정보 제공, 농업부문 기후변화대응 적용 가능 기술 매뉴얼 및 정책 지원 홍보자료 제공, 농촌진흥청 및 도농업기술원에서 기 연구개발한 기술의 보완을 통한 현장 적용성 증대, 현장기술의 실제 적용 체험·교육이 연구단지를 통해 해결될 수 있을 것으로 보임.

2.5. 연구자 및 기후변화 전문가

○ 기존 기후변화 대응 국가 조직에 대한 불만사항

- 연구개발 및 정책 자료·정보가 산재되어있으며, 접근권한이 제한적임.
- 첨단 연구시설의 임대 부족함.

○ 연구단지에서 대응 가능한 연구자 및 기후변화 전문가의 니즈

- 국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적인 브리핑, 산재한 자료 및 정보에 대한 접근성 제고, 첨단 연구시설 임대 서비스가 연구단지를 통해 이루어질 것으로 보임.

3. 역할 도출을 위한 도농업기술원 설문 및 시사점

- 기후변화 대응 농업 연구단지의 역할을 도출하기 위하여 9개 도농업기술원의 기후변화대응 담당자에 관련 설문을 실시하고 시사점을 도출함. 이메일 설문조사를 실시하였으며 설문조사기간은 4월 10~20일이었음.
- 기후변화 대응 연구 및 기술보급 예산 비중의 차이가 존재함. 대부분 지역에서 기후변화 대응 기술 개발 및 보급에 사용하는 예산 비중이 8% 미만으로 낮은 수준을 보여 지역 내 기후변화 대응 연구개발 및 보급 수준이 높다고 기대하기 어려움.
 - 기후변화 대응 연구 및 기술보급에 도농업기술원에서는 1.6%~7.8%의 예산을 사용한다는 응답을 받음.
- ‘지역특성’을 반영한 기후변화 대응 연구 및 기술보급의 경우, 2/3의 기관에서는 그러하다고 응답하여 향후 도농업기술원을 지역 연구개발 및 보급 조직으로 활용할 경우, 지역특이성을 반영하기가 수월할 것을 예상할 수 있음.
 - 단, 충청도농업기술원, 경남도농업기술원, 전북도농업기술원은 ‘지역특성’ 반영에서 ‘보통’(5점 척도에서 3점)으로 응답하여 다른 도농업기술원에 비하여 향후 지역특이성을 반영한 기후변화 연구개발 및 보급을 하도록 협의가 필요할 것으로 보임.
- 현장에서의 기후변화 대응 연구의 애로사항 및 개선사항은 다음과 같이 정리됨.
 - 농진청과의 연구개발 협력의 애로사항 및 개선사항은 다음과 같음.
 - 중앙정부의 비전 공유의 어려움, 농진청 공모 사업의 경우 다양한 기관이 경쟁하므로 지역사회 필요 기술을 연구·개발하기 어려움, 또한 공모사업에 있어 도농업기술원의 전문장비 및 데이터 분석시스템 부족으로 참여가 어려움 등이 있음.
 - 농진청 개발 기술의 지역단위 적용성은 지역마다 다름.
 - 농진청 역할(기후변화 예측·평가·완화)과 도농업기술원 역할(적응기술 개발)의 상호보완 필요함.
 - 기후변화 예측·영향평가 노하우 공유를 통한 지역단위 예측·영향평가 역량 강화 및 지

역별 배출원인 분석 필요함.

- 농진청 연구개발 성과의 신속한 보급을 위한 시범사업 확대 필요함.
- 지역특이성을 반영한 공동연구 수행 강화 필요함.³⁹⁾
- 성과위주 연구개발사업 시행으로 기초연구과제 부족함.
- 농림축산식품부와와의 협력의 애로사항 및 개선사항은 다음과 같음.
 - 중앙정부 정책방향을 농진청을 매개로 도농업기술원과 공유 필요함.
 - 중앙정부 정책방향과 현장 연구개발 방향성 상충 발생함.
 - 중앙정부 기본계획 대비 연구개발 예산 증가는 미미함. 경영안정화 방안에 대한 중앙정부의 종합적 시각 필요함.
 - 중앙정부 내 기후변화 대응 관련 예산 및 비전 제시 부족하고, 기후변화대응 로드맵 부재함.
 - 중장기 마스터플랜은 중앙정부와 농진청이, 단기 현장적용기술은 도농업기술원이 개발하는 협력방안 필요함.
- 지자체와의 협력의 애로사항 및 개선사항은 다음과 같음.
 - 지자체 내 예산, 인력 부족, 지역 단위 데이터베이스 구축의 어려움 존재함.
 - 지자체 행정담당자의 잦은 인사이동으로 협조 체계 구축의 어려움 존재함.
 - 단기 성과 위주의 연구사업 진행으로 중장기 연구과제 추진 미흡함.
 - 기후변화 적응에 초점을 맞춘 작물 재배관리에 치중하고 있으며, 인력·예산 한계로 돌발병해충 등 기후변화 이슈에 모두 대응하기 어려움.
 - 지자체는 농가현장연구에 업무 비중을 두기 때문에 지자체 예산으로 기후변화 대응 연구개발은 어려운 실정임. 또한 지자체 내 농업부문 예산 자체가 비중이 낮아 기후변화 대응 연구개발 예산확보는 더욱 어려움. 지자체에서는 가시적 성과를 요구하므로 기초연구의 경우 중앙정부 지원이 필요함.
 - 지자체 실무자가 기후변화 이슈를 생소하게 여기는 경우 발생함.

³⁹⁾ 충남도농업기술원에서 일부 작목 공동연구 수행 중으로 응답, 전남도농업기술원은 기후변화 실태조사, 취약성 평가, 아열대작목 재배기술개발 과제에 참여한다고 응답하여 추가 사례조사 실시 예정.

- 농업인과의 협력의 애로사항 및 개선사항은 다음과 같음.
 - 농업인의 인식이 높다는 응답과 낮다는 응답 공존함(지역별 차이 존재).
 - 미래 불안정성에 관한 대책만을 요구하여 행동 변화에 소극적임.
 - 고령화로 미래 대비 의지가 낮으며 기후변화 기술교육이나 보급에서 참여도가 낮음.
 - 기후변화 이해도 제고를 위한 체험교육 시설 부족함.
 - 농업인도 대체작목, 병해충 방제, 재개기술 개선 등 단기적으로 현장 적용 가능한 적응 기술에 관한 수요가 높음.
 - 기후변화 관련 종합정보 제공 요구 증가하고 있음.
 - 비점오염 등에 비해 기후변화 이슈에는 관심이 덜하며 기후변화보다 기상에 보다 관심 존재함.
 - 새로운 기술 및 시설 적용의 불안함 표현하고 있으며, 기후변화 체감도보다 실제 작물에 미치는 영향이 작은 경우 발생함.

4. 기후변화대응 농업 연구단지 필요성 및 역할

4.1. 기후변화 대응 농업 연구단지의 필요성

○ 기후변화에 대응하여 정부는 완화와 적응 측면에서 대응정책 및 관련 R&D를 추진하고 있음. 하지만 비용효과적인 감축 및 적응기술 수요를 충족시키지 못하고 있고, 현장에서의 기술적용성이 낮은 수준임.

- 완화 측면에서는 2018년 「2030 온실가스 감축 로드맵」 수정안 발표에 이어 2019년 현재 부문별 「2050 저탄소 발전 전략」을 개발 중에 있음. 신기후체제 아래 UNFCCC에 보고되는 국가 감축목표는 점차 강화될 것으로 예상되어 비용효과적인 감축기술과 신규 감축기술에 대한 수요가 점차 증가할 것으로 보임. 특히 최근 국제사회는 기후변화를 완화시키기 위해 지구 평균기온 상승폭을 산업화 이전 대비 1.5℃ 이내로 제한하기 위해 2050년 탄소중립을 선언했고, 우리나라도 2020년 10월 28일에 2050년 탄소중립을 국제사회에 선언함에 따라 농업부문도 온실가스 감축의무가 크게 늘어날 것으로 전망됨.

- 기후변화 적응 측면에서는 현재 농업부문을 포함한 “제2차 국가기후변화적응대책(‘16~’20)”이 추진 중임. 하지만 기후 리스크의 계층에 대한 고려가 부족하고 실제 정책이 집행되는 현장과의 괴리가 나타나고 있음(송영일 외 2018). 또한 대부분 연구개발 및 시범사업에 집중되고 있어 향후 현장에서의 적용성을 높이는 것이 향후 과제로 대두되고 있음.
- 이러한 감축 및 적응 기술에 대하여 대다수의 농업인이 간단관개를 제외한 기후변화 대응 농업기술에 대한 경험이 없거나 모르는 것으로 조사됨⁴⁰⁾(정학균 외, 2018). 특히 경험이 있다고 응답한 비중은 바이오에너지 공동자원화(2.0%), 무경운/최소경운(12.8%), 지열 히트펌프(14.9%) 등이 매우 낮은 수준이었음.

〈표 5-2〉 기후변화 대응 농업기술별 농가 경험 여부

단위: %

	기술명	경험 여부		
		예	아니오	잘 모르겠음
벼농가	간단관개(중간물떼기)	85.4	12.8	1.3
	무경운/최소경운	12.8	84.1	2.7
	녹비작물 재배	17.7	79.7	0.4
	벼 이앙시기 조절	22.6	72.6	2.7
	신품종 도입	34.1	61.5	3.1
시설농가	지열히트펌프	14.9	85.1	-
	다겹보온커튼	49.8	50.2	-
	순환식 수막재배	15.3	84.7	-
축산농가	퇴·액비 공동자원화	32.0	66.7	1.3
	바이오에너지 공동자원화	2.0	97.3	0.7

자료: 정학균·임영아·성재훈·이현정(2018)를 재구성함.

- 정부 기관(품목 연구소, 농업기술센터 등)으로부터 이상기후 정보를 받은 경험이 있는 농가에게 작목(축종)별로 이상기후 대응기술을 제공 받았는지를 질문한 결과, 35.7%만이 제공 받았다고 응답함⁴¹⁾(표). 이상기후 대응기술을 농사에 적용하는데 따르는 문제점을 알아본 결과, ‘고비용의 시설투자가 뒤따르는 문제’가 42.0%로 가장 높은 응답 비중을 나타냈고, 이어서 ‘기술을 적용한다고 해도 효과가 크지 않다고 생각한다’(31.5%), ‘적절한

40) 설문조사는 전문 조사업체(㈜베스트사이트)에 위탁하여 2018년 8월 23일부터 9월 14일까지 면접조사를 진행했고, 한국농촌경제연구원의 전국 현지 통신원 및 리포터를 대상으로 2018년 8월 21~30일 온라인조사를 실시함. 조사농가는 벼 농가 226호(면접조사 150호, 이메일 조사 76호), 시설재배농가(오이, 토마토, 파프리카, 애호박, 풋고추) 275호(면접 조사), 축산(돼지)농가 150호(면접 조사)임.

41) 농업인의 이상기후 적응실태를 파악하기 위해 한국농촌경제연구원의 전국 현지 통신원 및 리포터 가운데 이메일을 가지고 있는 사람을 대상으로 9월 17~30일에 온라인 본 조사를 실시함. 이메일 조사대상 농가는 전체 719명임.

시기에 제공되지 않아 적용하기 어렵다'(12.7%) 등의 순으로 나타남.

〈표 5-3〉 정부 기관의 이상기후 정보와 함께 제공되는 대응기술 적용 실태

단위: 명, %

구분		응답 수	비중
이상기후 대응기술 제공 여부	예	193	35.7
	아니오	221	40.9
	잘 모르겠음	127	23.5
이상기후 대응기술 적용의 애로사항	기술을 적용한다고 해도 효과가 크지 않다고 생각한다.	57	31.5
	고비용의 시설투자가 뒤따르는 문제가 있다.	76	42.0
	적절한 시기에 제공되지 않아 적용하기 어렵다.	23	12.7
	이상기후 환경에서 건강의 위험을 무릅쓰고 적용하기 어려운 기술도 있다.	17	9.4
	기타	8	4.4

자료: 성재훈·정학균·이현정(2019).

- 기후변화는 농림축산식품 전체 공급체인에 영향을 미치는 요인인 반면, 농림축산식품부 내에서 기후변화 대응 부서는 국 → 과 → 계로 점차 축소되어 농업부문 기후변화 정책 이행 및 평가의 컨트롤타워로서 한계가 존재함.
- 농촌진흥청, 도농업기술원, 한국농어촌공사, 민간 전문가 그룹을 대상으로 조사한 현재 기후변화 정책 및 연구개발 대응 한계와 수요를 종합하면, 지자체 내에서는 기후변화를 목적(target)한 기술개발 관련 예산·인력이 부족하며, 농촌진흥청을 중심으로 기후변화 대응기술이 개발되고는 있으나 농가들이 현장에서 잘 활용하지 못하는 실정임. 또한 적응대책의 일환으로 이루어진 기후변화실태조사의 결과를 현장 적용 가능한 정책으로 연결시키는 것에 애로사항을 가짐.
- 그러므로 '기후변화 연구단지'에 관한 수요는 정책지원과 연구개발 지원을 중심으로 정리할 수 있으며, 이러한 수요를 적절하게 반영하기 위해서는 '연구단지'라는 용어보다 '농업부문 기후변화 대응센터(가칭)'가 보다 적합한 명칭으로 사료됨.
 - 중앙부처에 연구단지와 유사한 기관이 있는지 검토 결과, 환경부와 연계한 국가기후변화 적응센터, 온실가스종합정보센터 등을 참고할 수 있으며, 농업부문 기후변화 대응센터(가칭)은 두 센터와 부분적으로 일치하는 역할 및 기능을 갖출 수 있을 것으로 보임.
 - 한편, 지역특이성을 반영한 지역센터는 생산기술연구원과 같은 조직을 참고할 수 있으나 농업부문에서는 '도농업기술원'이라는 지역 연구조직이 이미 존재하고 있어 기존 조직을

적극 활용하는 방안을 고민할 필요가 있음.

4.2. 기관별 수요조사를 통한 기후변화 대응센터의 역할

4.2.1. 기후변화 대응정책 지원 역할

- 국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적인 브리핑
 - 국내외 기후변화 대응 동향 조사, 유관기관 과제 및 사업 현황의 주기적인 모니터링과 관련 정보를 공유함.
 - 기후위험 정보를 주변국(일본, 중국)과 공유함(일본 NIES의 AP-PLAT).
- 농업인과 지자체 등 농업 현장에서 요구하는 기술에 대한 수요 파악에 대한 기초 자료 확보
 - 지자체 및 도농업기술원, 농업기술센터를 통하여 농업인 기술 수요를 조사함.
- 연구기관 및 조사기관에서 생성되는 연구결과 및 자료를 실제 정책화에 활용하는 방안 제안
 - 각 기관별 기후변화 대응 연구개발 및 정책사업, 생성 자료 현황을 파악하고 및 이를 활용하여 정책방안을 제언함.
 - * (예1) 연구기관: 이상기후조기경보시스템의 개발 → 연구단지: 기상청 우리 동네 기상예보와 연계한 읍·면 지역 예보 서비스 제공의 정책화 제안 → 농림축산식품부: 기상청, 농진청, 필요시 포털사이트와 협의를 통한 농업인 대상 서비스의 제공
 - * (예2) 조사기관: 기후변화 실태조사에서의 가뭄 취약성 자료 생성 & 연구기관: 내한성 품종의 개발 → 연구단지: 가뭄 취약 지역을 중심으로 한 내한성 품종 보급 시범사업 및 확대 계획 제안 → 농림축산식품부: 지역별 해당 품목 생산량을 고려한 시범사업 계획 및 품종 보급 계획 수립
- 기후변화 대응 국가계획과의 지자체 내 사업과의 정합성 확보에 관한 정보 및 컨설팅 제공
 - 국가계획의 세부내용을 제공하고 지자체 계획(안)의 정합성에 대하여 컨설팅을 시행함.
- 산재한 자료 및 정보에 대한 접근성 제고
 - (도서관 검색 서비스와 같이) 필요 자료와 정보검색 서비스를 제공함.

○ 농업부문 기후변화 대응계획의 이행평가

- 매년 이행평가 지표를 통해 평가하고 이를 대응계획 수정에 반영함.

4.2.2. 교육 및 홍보 역할

○ 기후변화 대응 연구기술 추세 및 현황에 대한 교육

- 국내 기후변화 연구개발 추세 및 현황에 대하여 워크숍·세미나를 개최하고 연구단지 내 개발기술에 대한 체험·교육 기회를 제공함.

○ 농가 자체 기술에 대한 검증 서비스 제공

- 원하는 농가에 한하여 농가 자체 기술에 대한 온실가스 감축 혹은 기후변화 적응에 대한 검증 서비스를 제공함. → 필요 시 농촌진흥청 혹은 도농업기술원과 연계한 연구개발 과제로 확장할 수 있음.

○ 농촌진흥청에서 기 연구개발한 기술의 보완을 통한 현장 적용성 증대

- 농촌진흥청 및 도농업기술원의 원천기술을 활용하여, 해당 기관과 협업을 통한 지역특화 영농기술을 개발함(미국의 Climate Hubs).

* 예) 지역별 농업 생산성 향상 기술(최적 품종, 작부체계, 재배기술), 지역별 기후변화에 따른 작목 배치, 기후변화 대응 병해충 및 잡초 피해경감 기술, 에너지 효율화 및 절감 기술, 농업부문 온실가스 감축기술

○ 현장기술의 실제 적용 체험·교육

- 연구단지 내 위치한 실험장 및 시뮬레이션 기계를 통한 기후변화 대응 기술의 실제 체험(1주일 이하 단기 프로그램), 교육활동(1년 이하 중장기 프로그램)을 제공함.

○ (기상청 우리동네 기상예보에 준하는) 농업활동 관련 기후변화 및 기상정보 제공- 장기 기후변화 전망 및 단기 기상정보 제공 플랫폼 운영(단기 기상정보 제공 플랫폼 구축은 기상청·농촌진흥청과의 연구개발 협력 필요)

○ 농업부문 기후변화대응 적용 가능 기술 매뉴얼 및 정책지원 홍보자료 제공

- 현재 활용 가능한 기술 매뉴얼(필요 인프라 정보 포함)과 정책지원에 대한 홍보 자료를 구축하고, 주기적인 업데이트 일정 마련 및 관련 예산을 확보함.

- 기후변화가 농업부문에 미치는 영향에 대한 대국민 홍보 역할
 - 기후변화 및 기후변화의 농업부문에 미치는 영향에 대해 농민뿐만 아니라 국민들에게 홍보 및 교육을 실시함.
 - 기후변화가 농업부문에 미치는 위험과 기회 정보를 제공함.

6

농업부문 기후변화 대응센터의 연구분야 설정 및 인프라 조성 방향

- 본 장에서는 국내 기후변화 대응 농업연구의 컨트롤 타워로서 농촌진흥청을 중심으로 이루어지고 있는 기존 연구개발 기술과의 연계 및 차별화, 중앙과 지역의 기후변화 대응 연구의 시너지 극대화를 위한 연구개발 분야를 검토하고, 이를 통해 연구단지 조성을 위한 필요 시설 및 인프라 구축의 방향을 설정함.
- 먼저 농촌진흥청과 도농업기술원의 기후변화 대응 연구 현황 및 향후 연구개발 투자 동향과 인프라 구축 현황을 분석함.
 - 농촌진흥청과 도농업기술원의 기존 연구 및 연구개발 계획 검토를 통해 연구 동향을 파악하고, 관련 연구 시설과 장비 및 운영 상황 등을 분석함.
- 기후변화 대응 연구의 경우 개발된 기술의 현장 적용 및 농가 활용과 연계가 매우 중요하므로 농촌진흥청과 도농업기술원의 연구개발 기술에 대한 실증화 및 실용화 현황을 분석함.
 - 특히 도농업기술원의 주요 기능 중 하나인 기술보급 및 농민교육 측면에서 기후변화 대응 연구개발의 보급 확산을 위한 교육 및 지도 현황에 대해 도별 농업기술원 관계자 인터뷰 및 출장 조사, 국내 연구 문헌 조사 등의 방법을 활용해 분석함.
- 이상 기후 등 기상과 관련한 다양한 조건을 필요로 하는 기후변화 대응 연구의 특성상 첨단 연구시설과 장비, 농업 기상 관련 빅데이터와 데이터의 분석 및 활용에 대한 수요가 크다는 점을 고려하여 기후변화 대응 농업의 미래 기술수요에 대한 분석을 포함함.

- 일반 전문 연구자의 기후변화 대응 농업연구 및 필요 인프라 수요를 농업분야 기후변화 관련 연구자 및 인프라 관련 전문가 자문 및 설문조사, 국내외 연구 문헌 조사, 출장 조사 등의 방법을 활용해 분석함.

1. 농촌진흥청의 기후변화 대응 연구 및 인프라

1.1. 농촌진흥청의 기후변화 연구 동향

- 농촌진흥청은 기후변화와 이상기온으로 인한 생태환경 변화, 농업 및 농촌의 피해 증가, 국제 곡물 가격 상승 및 불안정성 증대에 따른 국가 경제 및 식량안보 위협 등에 대비하기 위해 기후변화 연구를 지속적으로 수행해 오고 있음.
 - 기후변화에 따른 중장기적 위험요인에 대비하는 국가 차원의 체계적인 연구개발의 필요에 대응하는 연구를 수행하고 있음.
- 농업 분야 기후변화 대응 연구는 농촌진흥청의 중장기 농업과학기술 연구개발 계획의 첫 번째 영역인 핵심전략 융복합기술 개발의 첫 번째 중점 추진 어젠다임.
 - 농촌진흥청의 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획(2018~2027년)은 가장 최근의 우리나라 농업과학기술의 비전 및 목표 그리고 중점추진전략 등 정책 방향과 로드맵임.
 - 본 계획의 영역 1(핵심전략 융복합기술 개발)의 첫 번째 중점 추진 어젠다로서 ‘기후변화’가 제시되었다는 점에서 국가 농업과학기술 개발에 있어서 기후변화 대응 연구의 중요성이 부각됨.
 - 본 계획에서 기후변화 대응 연구는 주로 농축산 부문의 생산성 향상 및 온실가스 배출 저감을 기술목표로 하고 있으며, 여기에는 작물생육 예측모형 개발, 기후적응형 작부체계, 병해충 발생 예측모형, 농축산배출계수 개발 등을 포함하고 있음.
- 또한, 농촌진흥청은 2009년 기후변화 대응 농업기술개발 1단계 중장기계획(2009~2013년)을 시작으로 2014년부터 기후변화 대응 농업기술개발 2단계 중장기계획(2014~2023년)을 이어오고 있음.

- 1단계 사업은 농업 부문 기후변화 적응 관련하여 농업기상관측망 및 정보제공시스템 구축, 농업용 미래 상세 전자기후도 개발, 국가 농작물 병해충 관리시스템 구축, 식량 작물의 삼모작 작부체계 개발, 그리고 농업 부문 온실가스 감축과 관련하여 국가 고유 온실가스 배출계수 개발, 농림축산분야 온실가스 인벤토리 종합관리시스템 구축, 신재생에너지를 이용한 에너지절감기술개발 등 농업 분야 온실가스 배출관리 및 저감을 위한 국가 정책을 뒷받침하는 기반 기술 개발의 성과를 이룬 것으로 평가하고 있음.
- 2단계 중장기계획은 ‘기후친화형 농업구조 확립과 저탄소 농축산업 실현’을 비전으로 생산성 변동 예측 강화, 기후적응형 新농법 창출, 이상기후 피해 방지 강화, 저탄소 농업 실현 등을 4대 추진전략으로 설정하고 있음.
- ‘선제적인 작물 생산성의 변동 예측 강화’ 분야는 기후변화 영향·취약성 평가 및 예측 기술 경쟁력 제고를 목표로 농업환경요소, 식량 및 원예작물 생산성 및 재배 적지 변동에 대한 모니터링의 지속적 추진을 포함하며, 농업생태계 생물 다양성, 꿀벌 등 화분매개곤충의 취약성 평가 등이 주요 과제임.
 - ‘기후변화 적응형 新농법 창출’ 분야에서는 식량자급률 목표 견인을 위해 식량 및 원예작물의 표준재배법이 재설정되며, 고온, 고이산화탄소 등 내재해성 신품종 육성, 신소득 열대·아열대 작물 개발, 고온 유래 가축 질병 대응기술개발, 아열대성 병해충 및 잡초 정밀 예찰 및 조기방제기술 개발 등의 연구가 추진됨.
 - ‘이상기후 피해 방지 강화’ 분야에서는 이상기후 피해 최소화로 농업의 안정적 생산기반 확립을 목표로 높은 해상도(30~270m)의 기상재해 위험지도 작성을 완료하여 2020년 기상위험 조기경보서비스 전국 실시를 목표로 함.
 - ‘저탄소 농업 실현’ 분야에서는 2020년 농업 부문 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축 목표 달성을 위해 경종, 축산분야의 온실가스 배출량 저감기술 개발 및 신재생에너지 활용 기술 개발을 목표로 함.
- 이러한 상위 계획 하에서 농촌진흥청의 최근 기후변화 대응 연구는 기후변화 및 이상기후에 적응하기 위한 완화 및 영향·예측 기술에 초점을 두고 진행되어 왔으며, 2020년부터 이러한 예측 기술 기반의 적응 재배기술이나 신농법의 개발에 초점을 둔 ‘新농업기후변화 대응 체계구축사업’을 추진하고 있음.

- 위 사업은 2021년 발효되는 파리협정의 신기후체제라는 국제사회의 새로운 기후변화체제에 부합하는 연구개발의 필요성에 근거하고 있음.
- 국내 대표 기후변화 대응 농업연구 기관인 농촌진흥청의 신기후변화 대응 체계는 국제 연구 동향인 신기후체제에 선제적으로 대응하기 위한 연구 체계로, 국가 기후변화농업체계의 기본임.
- 본 사업은 2020년 농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 5대 영역 중 'I. 핵심전략융복합 현안 및 미래 신산업 기술 개발 부문'에 포함되어 총 사업기간 2020년에서 2027년까지 총 8년간 2,009억 원을 투자할 계획임.
- 新농업기후변화 대응체계구축사업은 4대 중점분야, 15대 중점과제, 30개 핵심 기술을 포함하고 있음.
- 4대 중점분야는 농업 생산성 변동 예측력 확보(예측), 생산기술 체계 구축(적응I), 농업생산성 지속성 유지 및 농가 피해 저감(적응II), 저탄소 농업 실현(완화)로 구분됨.
- 예측 기술은 환경변화에 따른 취약성 및 영향 평가 기술이 중심이 됨.
- 적응I 기술은 기후변화에 대응한 권역별 재배기술 및 사양 기술을 주요 내용으로 하고 있으며, 아열대 작물의 육성이나 잡초 및 병충해 방제 기술 등을 포함함.
- 적응II 기술은 피해 경감 및 가뭄 대응 기술을 중심으로 하여 기후변화로 인한 피해 저감 기술과 기상재해 대응 정보 기반 구축도 포함함.
- 완화 기술은 농축산부문 온실가스 저감과 신재생에너지 생산 및 에너지 효율 제고를 주된 내용으로 함.
- 新농업기후변화 대응체계구축사업의 기술 부문 중 농가 직접 활용을 위한 기술 부문은 적응과 완화 부문의 일부 기술이며, 나머지 기술은 대부분 정책지원이나 타 기술 개발을 위한 기초 기술로 구성됨.
- 농가 활용과 직접적으로 관련된 기술로는 적응 I 부문의 작부체계 및 재배기술 개발, 아열대 작물 선정 개발, 온난화 대응 가축 안정 생산 기술, 적응 II 부문의 이상 기상 피해 경감 기술, 내재해 시설 및 최적 관개 기술, 그리고 완화 부문의 신재생에너지 활용, 에너지 절감 기술 등이 포함됨.

- 이와 달리 예측 부문은 취약성 평가나 작황 변동 평가와 적응 II 부문의 날씨 정보 생산 및 조기경보시스템 고도화 기술, 완화 부문의 배출계수 개발이나 감축 관련 기술 개발은 대부분 정책지원이나 농가에 대한 정보 제공을 위한 기술로 볼 수 있음.

〈표 6-1〉 농촌진흥청 신기후변화 대응체계구축사업 기술 부문

중점분야 (4대)	중점과제 (15대)	핵심 기술(30개)
1. 식량안보 대응 농업 부문 생산 환경 변경 예측 및 평가 (예측)	기술변화에 따른 농업환경 취약성 평가	1-1-1 농업생태계의 기후·이상기후 변화량 영향 평가
		1-1-2 돌발 및 주요 병해충·잡초의 발생 영향 및 취약성 평가
		1-1-3 농경지의 토양침식 양분이용 및 수질 영향 취약성 평가
	기후변화에 따른 농업생산성 취약 성 평가	1-2-1 식물작물의 재배유형 및 생산성 변동 예측, 영향 평가
		1-2-2 원예특용작물의 상세 생산성 변동 예측 및 영향 평가
	기후변화에 따른 농업생태계의 생 물다양성 취약성 평가	1-3-1 농업생태계의 생물다양성 변동실태조사 및 영향평가
		1-3-2 생물군별 생물계절 변동실태조사 및 영향평가
	기후변화 대응 작물 생육 및 작황 변 동 평가	1-4-1 주요작물 주산단지의 생육변동 원격모니터링 기술 개발
1-4-2 위성영상 이용 국내외 작황변동 예측기술 개발		
2. 기후적응형 농축산 재배 사양기술 개발(적응)	기후적응형 권역별 작목배치, 작부 체계 및 재배기술 개발	2-1-1 온난화 적응 권역별 식량작물의 재배시기 및 작부체계 적용기술 개발
		2-1-2 기후 적응 간척지구의 작목별 잠재생산성 구명 및 작부체계 적용기술 개발
	기후적응형 육종소재 개발 및 아열 대작물 육성	2-2-1 기후 적응 원예특용작물의 내재해 육종 소재 개발
		2-2-2 신소득 유망 아열대작물의 선발 및 현장실증 연구
	기후적응형 축산 안정생산 기술개발	2-3-1 온난화 대응 가축의 안정생산기술 개발
新문제 병해충·잡초의 종합방제 체 계 개발	2-4-1 신문제 병해충·잡초의 변이추적 및 발생 예측기술 개발	
3. 농업 기상재해 피해 저감기술 개발(적응II)	기상재해 대응 농업환경정보 융합 서비스 기반 구축	3-1-1 농장단위의 날씨정보 생산체계 구축과 핵심기술
		3-1-2 농장맞춤형 기상재해 조기경보시스템 고도화 및 융합서비스 기반
	이상기후 대응 작물·축산의 피해양 상 기준 및 경감기술 개발	3-2-1 이상기후에 따른 식량·사료작물의 피해양상 기준설정 및 경감기술 개발
		3-2-2 이상기후에 따른 원예·약용작물의 피해양상, 기준설정 및 경감기술 개발
	기상재해 피해경감 내재해 농업시설 개발	3-3-1 원예·특작시설 내재해 규격 및 모델 개발
		3-3-2 농업시설의 내재해 모델의 구조 안전성 평가 및 재해 저감 기술 개발
가뭄 대응 최적 관개기술 개발	3-4-1 노지 발작물 양분 및 수분 처방 프로그램 고도화 과제	
4. 기후변화 완화 및 저탄소 농업기술 개발(완화)	신기후체제 대응 농축산부문 온실가 스 계측 및 관리 기술 개발	4-1-1 융복합기술 이용 농축산부문 온실가스 측정 고도화 및 국가 고유 배 출계수 개발
		4-1-2 기후변화 대응 국제동향 분석 및 온실가스 감축로드맵 평가
	농축산부문 탄소흡수량 평가 및 온 실가스 감축기술 현장 실용화	4-2-1 국가 토양 탄소 저장량 평가 및 변동 예측 기술 평가
		4-2-2 농축산부문 신규 탄소 흡수원 및 계수 개발
		4-2-3 농축산부문 온실가스 감축기술 및 저탄소 농축산물 인증제 연구
	신재생에너지의 농업적 생산 활용 및 에너지 효율화 기술 개발	4-3-1 신재생에너지의 농업적 이용 기술 개발
		4-3-2 농축산부문 바이오매스의 에너지자원화 기술 개발
4-3-3 농업시설 에너지 절감 및 효율화 기술 개발		

자료: 한국과학기술기획평가원. 2019. "新농업기후변화 대응체계구축사업 예비타당성 보고서".

- 기존의 농촌진흥청의 기후변화 대응 농업기술 개발 현황 및 향후 연구개발 투자 동향 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있음.
 - 가장 상위의 농업기술 연구개발 계획이라고 볼 수 있는 ‘농업과학기술 중장기 연구개발 계획’, 기후변화 대응 농업기술 개발의 최상위 계획인 ‘기후변화 대응 농업기술개발 중장기계획’ 그리고 신기후체제라는 국제사회의 새로운 기후변화체제에 부합하기 위해 도입된 ‘新농업기후변화 대응체제구축사업’ 등 3개의 연구개발 사업 로드맵 하에서 관련 연구가 진행되고 있으나, 각 로드맵 간의 차이가 명확하게 제시되지 않음.
 - 기후변화 대응 농업기술 중 농가가 직접 생산에 활용하는 기술 외에 정책지원이나 농가에게 제공하는 정보 생산을 위한 기술들이 큰 비중을 차지하고 농가 직접 활용 관련 기술도 실증 단계 이전의 기술 개발이 대부분을 차지하고 있음. 이에 따라 관련 연구결과가 기후변화에 대응한 농가의 실천적인 기술 수요를 만족하기에는 한계가 있음.
 - 7차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획에서 지역농업은 영역 I의 중점 추진 어젠다의 하나인 지역농업 특성화 기반 확대에 포함되고 있으나, 기후변화 대응 농업기술 연구에 있어서 이러한 지역농업 관련 기술이 명확하게 고려되지 못하다는 한계가 있는 것으로 분석됨.
 - 제2차 농촌진흥사업 기본 계획은 어젠다 체제로 개편하였고, 기술개발에 초점을 맞춘 어젠다별로 기후변화 연구가 진행되고 있어 기후변화에 농업분야가 대응하는 통합 관리 기능(연구와 실증 연계, 정책 제언, 데이터 관리, 인프라 제공 등)을 수요자별(농민, 연구자, 산업체 등)로 제공하기에는 한계가 있음.

1.2. 농촌진흥청의 기후변화 연구 인프라 현황

- 농촌진흥청의 기후변화 연구를 위한 관련 시설 및 장비는 집적되어 배치·운영되지 않고 있으며, 품목 또는 연구 대상에 따라 농업과학원, 식량과학원, 특작원예과학원 등 3개 과학원을 중심으로 분산되어 관리·운영되고 있음.
- 기후변화 대응 연구 시설 및 장비를 타 분야 농업연구 시설 및 장비와 구분하여 집계·분석하기는 어려우나, 3개 과학원(농업, 식량, 특작원예)을 중심으로 기후변화 대응 연구에 특성화된 시설 및 장비 목록을 통해 국가 차원의 기후변화 대응 농업연구 인프라 구축 현황을 살펴볼 수 있음.

○ 기후변화 대응 연구에 특성화된 시설 및 장비에는 대부분 기온, CO₂, 습도 등 기후 또는 기상과 관련된 환경 요인의 조절 기능이 필수적으로 요구됨.

- 온도조절이 가능한 연구 시설로는 온도구배터널과 SPAR(Soil Plant Atmosphere Research) 시설이 있음.
- CO₂를 조절할 수 있는 대표적 연구 시설로는 생리생태연구동, SPAR 시설이 있음.
- 습도를 인위적으로 조절하는 연구 시설로는 이상기후연구동과 인공기상연구동을 들 수 있음.

○ 현재 국립농업과학원이 보유하고 있는 기후변화 대응 농업연구에 특성화된 연구 시설 및 장비는 다음과 같음.

- 자동온실가스측정시스템: 논 및 밭작물에 대한 온실 가스 배출을 수동 및 자동으로 측정함.
- 온도구배터널: 비닐하우스를 여러 개의 칸으로 나누고 칸마다 온도가 1~2℃씩 상승하도록 설정하여 온도 상승에 따른 작물 생리 변화를 관찰함. 국립농업과학원에 2개 동이 설치되어 있음.
- Open Top Chamber: 상부개방형 온실의 형태이며 동일한 자연조건(태양광, 강우 등) 하에서 CO₂ 농도에 따른 작물 생리 변화를 관찰하는 시설이며, 국립농업과학원에 소형 6동, 중형 2동(논, 밭)이 설치되어 있음. 중형의 경우 토양에 파이프라인을 연결하여 강우 시 토양양분유출 실험도 함께 진행하고 있음.
- 자동기상관측시스템: 국립농업과학원에서 개발한 표준기상관측시스템으로 높이별 풍속, 온도, 습도 등을 측정할 수 있는 장비이며, 권역별 설치를 통해 조기경보시스템과 연계할 수 있음.

○ 다음으로 국립식량과학원이 보유하고 있는 기후변화 대응 농업연구에 특성화된 연구 시설 및 장비는 다음과 같음.

- 인공기상동: 자연광 하에서 온도 및 습도를 조절할 수 있는 유리실(6실)과 광세기 조절할 수 있는 인공조명실(6실)로 구성되며, 유리실도 필요에 따라(겨울 등) 인공광으로 보광하고 있음. 칸마다 평균 온도를 다르게 설정하여 온도 조절을 시간별로 다르게 하고 있으며, 각 칸별로 여러 연구의 포트(화분)를 넣어 다양한 연구가 동시에 진행됨.
- SPAR: 외부환경변화에 따른 광합성량을 측정할 수 있는 시설로, 국립식량과학원에는

2015년 개발한 한국형 자체 광합성 측정 시스템을 적용한 한국형 SPAR 모델이 설치되어 있음. 포트(화분)를 사용하는 다른 시설과 달리 토양에 직접 심어서 연구를 진행할 수 있으며, 실시간 광합성 모니터링 결과로 작물연구 통합 정보시스템을 구축하고 있으나 아직 데이터 가공 등의 문제로 제한적으로 사용되고 있음.

○ 마지막으로 국립원예특작과학원이 보유하고 있는 기후변화 대응 농업연구에 특성화된 연구 시설 및 장비는 다음과 같음.

- 온도구배터널: 국립농업과학원이 보유하고 있는 온도구배터널(2개 동)과 기능이 동일하며, 국립원예특작과학원에는 6개동(채소과/과수와 각 3동)이 설치되어 있음.
- 이상기후연구동: 이상기후연구동은 포트(화분)를 사용하는 다른 연구 시설들과 달리 노지와 비슷하게 뿌리가 뿌어나갈 수 있는 환경(토양 깊이 1m)을 만들어 작물의 스트레스를 줄이고 실험할 수 있는 시설이며, 기후변화 관련 육종 연구, 피해 저감 기술 개발, 피해 양상 연구 등 다양한 분야에 사용되고 있음.
- 생리생태연구동: 온도 조절 가능한 유리실 6실과 온도 및 광조절이 가능한 인공조명실 3실을 운영하고 있으며, 작기가 수개월~1년으로 끝나는 다른 작물과 달리 과수와 같은 다년생 작목의 전주기 연구에는 한계가 있음.
- SPAR: 국립식량과학원이 보유하고 있는 SPAR와 기능이 동일하며, 국립원예특작과학원 산하 제주도 온난화대응농업연구소에 미국형 SPAR 12기가 설치되어 있으며, 음성 인삼 특작과에 한국형 SPAR가 설치 중임.

○ 현재 농촌진흥청의 기후변화 대응 인프라의 수용 능력은 국내 기후변화 대응 연구자의 시설 이용 수요에 비해 부족한 것으로 나타나, 국가 기후변화 대응 농업연구의 제약 요인으로 작용하는 것으로 파악됨.

- SPAR, 인공기상동, 이상기후동은 예산과 연구 수행능력을 고려하여 연구를 수행할 수 있는 최소한의 필요인력과 시설로 운영되고 있는 것으로 조사됨.
- 현재 과학원에서 보유하고 있는 기후변화 대응 시설은 농촌진흥청 자체적인 연구 수요만으로도 이미 포화 상태이며, 이로 인해 농촌진흥청 내에서의 기후변화 대응 연구 수요도 충분히 충족시키지 못하고 있는 것으로 파악됨.
- 국립원예특작과학원의 이상기후연구동은 1년 내내 기관 내에서 활용되고 있어 공동 연구

외에는 일반 연구자들의 이용이 불가능하며, 기후변화 대응 연구뿐만 아니라 일반적인 생리 반응 연구에도 활용할 수 있다는 점에서 수요 대비 공급이 부족함.

- 특히 SPAR의 경우 운영 경험을 가진 전문 인력의 부족과 생산되는 비정형 데이터 관리 및 가공 등의 문제로 인하여 제한적으로만 활용되는 수준임.
- 이와 같이 기존에 농촌진흥청이 보유한 기후변화대응 연구 첨단연구시설은 개인 연구자 혹은 개별 연구소에서 설치하기에는 시설비, 운영비, 인력관리비 등 예산적 한계가 존재하며 이용 및 관리에 고도의 전문성이 요구된다는 점에서 운영 역량이 부족함.
- 따라서 국가 차원에서의 기후변화 대응 인프라를 확충하여 일반 전문 연구자들의 접근성 제고가 필요하다고 판단됨.

2. 도농업기술원의 기후변화 대응 연구 및 인프라 현황

2.1. 도농업기술원의 기후변화 대응 연구 동향

- 전국 9개 도농업기술원에서도 지역 수요를 반영한 기후변화 대응 농업연구가 이루어지고 있음. 하지만 국가 단위에서 도농업기술원의 기후변화 대응 농업연구에 대한 체계적인 연구 과제 관리 및 연구성과 관리는 이루어지지 않고 있음.
- 본 연구에서는 도농업기술원의 최근 3개년 연구 보고서로부터 기후변화 대응 과제 목록을 추출하여 지역의 기후변화 대응 농업연구 현황을 분석함. 특히 여기서는 연구과제의 수행 주체와 연구주체의 지역성을 중심으로 과제를 분류하여 연구 동향을 분석함.
 - 연구의 수행 주체는 자체와 공동으로 분류하며, 도농업기술원 단독으로 수행하는 경우 '자체', 농촌진흥청 등 외부 연구기관과 공동으로 수행하는 경우 '공동'으로 분류함.
 - 연구 대상의 지역성은 특화와 공통으로 분류하며, 지역별 기후 특성 또는 지역별 수요를 반영하는 등 농촌진흥청 및 다른 도농업기술원의 연구와 차별화되는 경우 '특화'로 분류하고, 다른 도농업기술원과 농촌진흥청에서도 유사한 주제의 연구가 진행되는 경우 '공통'으로 분류함.

- 기후변화 영향성 평가 및 대응 방안, 탄소 저감 생산 기술 개발, 병해충 예측 등에 관한 연구는 대부분의 도농업기술원에서 공통적으로 발견된 반면, 기후대, 지역 수요 등 지역별 특성이 반영된 특화 연구는 상대적으로 적은 것으로 파악됨.
- 공통의 연구주제에 대해서 지역별 연구를 수행하고 있는 것은 기후변화 대응 연구의 특성을 고려할 때 한편으로는 자연스러운 결과로 볼 수 있음.
 - 기후변화 대응 연구는 동일한 작물을 동일한 방법으로 재배하더라도 지역별 기후 특성에 따라 다른 연구결과가 도출될 수 있기 때문임.
 - 하지만 전국적으로 재배되는 작물이라고 하더라도 기후변화에 따른 재배 적지 이동 등을 고려할 때 연구의 중복성을 완전히 배제하기는 어려운 것으로 판단됨.
- 지역별 특화 연구가 활발하게 이루어지지 않는 것은 기후변화 대응 연구 전담 부서의 부재 때문으로 판단됨.
 - 기후변화 대응 연구 전담 부서 또는 인력이 존재하는 곳은 경기도농업기술원, 전라북도농업기술원 등 일부에 불과하고, 대부분의 경우 기존의 연구 부서에서 다수의 연구주제 중 하나로서 기후변화를 다루고 있어 기후변화 대응 연구를 주도적으로 이끌 동력이 약함.
 - 도농업기술원은 기초 또는 첨단 연구보다는 농가 수요에 민첩하게 대응할 수 있는 보다 실용적인 연구를 주로 수행하고 있기 때문에 상대적으로 먼 미래를 예측하고 장기간이 소요되는 기후변화 대응 연구는 우선순위가 낮은 것으로 보임.

〈표 6-2〉 도농업기술원 기후변화 대응 연구 동향

자체		공동	
특 화	·지역 특화 아열대 채소 도입 ·지역 맞춤형 신품종 개발 ·아쿠아포닉스 채소 생산 기술 개발	-	특 화
공 통	1. 첨단 기술을 이용한 농업 생산 기술 개발 ·ICT 기반 스마트팜 연구 ·농업용 드론을 이용한 방제 ·빅데이터 기반 스마트팜 작물 생산 DB 구축 2. 아열대 작물별 재배 가능성 및 재배 방법 연구 ·아열대 작물 재배 방법 연구 ·아열대 작물의 지역별 적응 가능성 연구 3. 기후변화 영향 예측 및 대응 방안 연구 ·기후변화로 인한 농업 생산성 변화 연구 ·기후변화로 발생하는 재해 및 극한 기후로 인한 농업 피해 연구 ·기후변화 대응 원예작물의 품질 향상 ·지역별 작부 체계를 고려한 기후변화 영향의 연구 4. 탄소 저감 농업 생산 기술 개발 ·온실가스 저감기술 ·에너지 절감 기술 ·신재생에너지를 이용한 농업 기술 개발	·기후변화 관련 국가관리 바이러스 정밀 분포지도 작성 ·기후변화 관련 국가관리 바이러스 조기 진단 매뉴얼 개발 ·시설원예 스마트팜 농가 빅데이터 수집 방안 연구 ·전국단위 병해충 관측 시스템 및 데이터베이스 제공 연구 ·신품종의 전국단위 적응 가능성 연구	공 통
자체		공동	

자료: 도농업기술원 연구보고서를 활용하여 연구진 작성.

○ 따라서 현지 도농업기술원의 인적 및 물적 인프라를 고려할 때 지역성을 고려한 자체 연구 추진의 한계와 함께 공통적인 연구과제에 대한 중복성의 우려가 상존하고 있음.

- 기후변화 양상의 지역성과 지역 특화 품목에 따른 지역 특성을 살린 독자적인 기후변화 대응 농업연구의 한계를 완화할 연구 인프라의 접근성 제고와 중앙 연구의 필요성이 제기됨.
- 또한, 공통 연구의 경우에도 중복성 문제를 최소화하기 위한 중앙과 지역간, 지역과 지역 간 역할 분담 및 연구성과의 공유 노력이 필요한 것으로 판단됨.

2.2. 도농업기술원의 기후변화 대응 인프라 동향

○ 여기서는 도농업기술원이 보유하고 있는 기후변화 대응 농업연구 시설 및 장비를 검토하고 도농업기술원의 기후변화 대응 연구 인프라 수요를 조사함.

- 기후변화 대응 농업연구에 특성화된 인프라를 갖추고 있는 경우는 소수로 파악되었으며 인프라를 갖추고 있더라도 자동기상관측장비(Automated Weather Station), 온실가스포집장치, 관수로실험장치 등 상대적으로 소규모 장비 위주로 농촌진흥청의 필요에 의해 설치된 것으로 볼 수 있음.
 - 자동기상관측장비는 다수의 도농업기술원이 보유하고 있는 것으로 파악되었으나, 상당수가 농촌진흥청이 설치한 것으로 도농업기술원이 자체 설치한 장비의 수는 많지 않음.
- 지역별로 기후변화의 영향이 다르게 나타나기 때문에 지역별 연구가 수행되어야 할 필요가 있음에도 불구하고, 도농업기술원의 인프라 수준이 미비한 것으로 조사됨.
 - 도농업기술원의 연구 동향 검토에서 지적된 것처럼 기후변화 대응 연구를 중점적으로 수행하는 인력이 충분히 확보되지 못하여 기후변화 대응 연구 전문성 및 수행 동력이 부족하고, 따라서 상시 인프라를 구축하기도 어려운 것으로 판단됨.
- 도농업기술원은 농민을 대상으로 연중 농기계 운전, 작물 재배법, 농식품 가공 등에 대한 교육·훈련과정을 제공하고 있음.
 - 대부분 일주일 이내의 이론 및 실습 교육 위주이며 농기계 면허 취득 교육 등 극소수의 교육만이 2주~1개월 내외로 운영되고 있음.
 - 1개월 이상의 교육으로는 농업마이스터대학이 대표적으로 운영되고 있으며, 도농업기술원에 따라 시설원에 실습이나 청년농업인 창업교육 등이 추가로 운영되고 있음.
 - 재배법 교육과정에 기후변화 대응 기술이 일부 포함되고 있지만, 기후변화 대응을 주요 주제로 다룬 교육과정은 없음.
- 도농업기술원의 농민교육은 대체로 일주일 이내의 단기교육에 집중되어 있어 충분한 실습기간이 보장되지 않음. 또한, 농업마이스터대학과 같은 1개월 이상의 장기 교육은 전문가육성에 중점을 두고 일정기간 이상의 영농경력을 갖춘 농업인을 대상으로 하고 있어 기후변화의 영향은 전방위적으로 발생함에도 불구하고 기후변화 대응 기술에 대한 보편적 접근이 어려움.
- 농민을 대상으로 한 기후변화 대응 관련 교육이 부재함에 따라 연구와 현장 간의 괴리가 발생하고, 그 결과 연구개발 결과의 유용성을 감소시킴. 또한, 교육과정을 구상하는 농촌 지도

사를 대상으로 한 기후변화 대응 관련 교육도 부재한 것으로 파악됨.

○ 이와 같이 도농업기술원 차원에서는 인프라 수준의 미비로 지역에서 기후변화 대응 연구를 수행하기에 근본적인 한계가 있으며, 또한 농업 현장의 주체라고 할 수 있는 농민과 농촌 지도사 모두 기후변화 대응 관련 교육에 대한 접근성이 부족하여 현장에 기후변화 대응 기술이 용화되기 어려운 것으로 나타남.

- 기후변화 대응 농업연구단지와 도농업기술원이 협력하여 기후변화 대응 인프라를 신규 구축 또는 확충함으로써 지역 차원에서 기후변화 대응 연구를 수행할 수 있는 환경이 조성되어야 할 것임.
- 기후변화 대응 연구결과가 유용성을 가지기 위해서는 궁극적으로 현장으로의 보급 및 적용이 활발히 이루어져야 하는데, 이를 위해서는 농민 및 농촌 지도사 등 현장 주체를 대상으로 기후변화 대응 교육이 충분히 제공되어야 할 것으로 판단됨.

3. 농업부문 기후변화 대응 농업연구의 기술수요 전망

○ 최근 학계와 농산업 분야에서는 기후변화 대응을 위한 농업 기술 개발을 위하여 저탄소 농법, 이상 기후가 생산에 미치는 영향, 기후변화의 지역별·품목별 경제적 영향분석 뿐만 아니라, 스마트팜, 빅데이터 수집 및 활용 연구 또한 기후변화 대응 기술을 주목하고 있음.

- 기후변화와 직접 관련된 연구로는 대표적으로 온실가스 배출량 감소를 위한 저탄소 농법과 이상 기후로 인한 피해 추정 등이 있음.
- 간접적으로는 기후변화에 따른 피해가 적은 스마트팜과 작물 정보 시스템 및 ICT 장비 등을 활용한 생산요소 투입 최적화 시스템 등이 있음.

○ 기후변화 대응 미래 농업연구에 필요한 기술은 미래 융복합 농업기술 분야별 기술수요 예측 및 방향 수립(농촌진흥청, 2019)을 통해 구체적으로 확인 가능함.

- 미래 융복합 농업기술 분야별 기술수요 예측 및 방향 수립(농촌진흥청, 2019)은 농업 각 분야의 전문가들이 미래에 농업분야에서 수요가 예측되는 기술을 작성한 자료임. 해당 보고서는 연구 분야별로 미래 농업기술 수요를 예측하였는데, 이 중 핵심 기술이 기후변화

대응과 직·간접적으로 관련된 분야를 중심으로 분석함.

- 핵심기술이 기후변화 대응과 관련된 연구 분야는 스마트팜, 노지정밀, 농생명바이오, 기후변화, 그리고 경쟁력 제고임.

○ 핵심 기술 특성을 바탕으로 재분류하면 정보수집 기술과 정보활용 기술, 작물재배 기술 및 품종개량 기술의 네 가지 유형으로 구분할 수 있음.

- 정보수집 기술 유형에는 엽록소형광, 열화상 기술을 통한 작물 생리정보 측정 기술, 농경지·작물·농업기계의 빅데이터 수집 기술이 있음.
- 정보활용 기술 유형에는 빅데이터 분석을 통한 온실 자동 제어 기술, 농자재 최적 투입 의사결정과 국소 살포 기술, 미래 기후 예측 기술, 비생물학적 변동 요인 예측 기술, 생물학적 생산성 변동 요인 예측 기술이 있음.
- 작물재배 기술 유형에는 시나리오 분석을 통한 환경변화 맞춤형 농·축산 재배사양기술, 기후변화 능동대응형 생산시스템, 탄소격리 농업 기술 및 정책, 신재생에너지 적용 기술, 농업부산물의 에너지화, 바이오 연료 생산 기술, 저탄소 농업 기술- 에너지이용 효율성을 높이는 기술, 화학비료 절감 기술이 있음.
- 품종개량 기술 유형에는 유전자교정 활용 육종소재 개발 기술, 유전자 변형·교정기술을 이용한 신품종 개발기술, 조만성 조절 및 조숙성 활용, 환경 스트레스 저항성 활용, 병해충 복합 저항성 품종 개발, 유전자 교정 기술을 이용한 육종 소재 개발이 있음.

〈표 6-3〉 미래 기후변화 대응 농업기술 예측 유형별 분류

유형	연구분야	핵심기술
정보수집 기술	스마트팜	엽록소형광, 열화상 기술을 통한 작물 생리정보 측정 기술
		농경지, 작물, 농업기계의 빅데이터 수집 기술
정보활용 기술	기후변화	미래 기후 예측 기술
		비생물학적 변동 요인 예측 기술
		생물학적 생산성 변동 요인 예측 기술
	스마트팜	농자재 최적 투입 의사결정과 국소 살포 기술 빅데이터 분석을 통한 온실 자동 제어 기술 개발
품종개량 기술	농생명바이오	유전자교정 활용 육종소재 개발 기술
	기후변화	유전자 변형·교정기술을 이용한 신품종 개발기술
	경쟁력제고	조만성 조절 및 조숙성 활용
		환경 스트레스 저항성 활용
		병해충 복합 저항성 품종 개발
유전자 교정 기술을 이용한 육종 소재 개발		

유형	연구분야	핵심기술
작물재배 기술	기후변화	시나리오 분석을 통한 환경변화 맞춤형 농·축산 재배사양기술
		기후변화 능동대응형 생산시스템
		탄소격리 농업 기술 및 정책
		신재생에너지 적용 기술
		농업부산물의 에너지화
		바이오 연료 생산 기술
		저탄소 농업 기술-에너지이용 효율성을 높이는 기술
		화학비료 절감 기술

자료: 농촌진흥청(2019).

○ 품종개량 기술과 작물재배 기술은 과거부터 활발히 연구가 진행되어온 분야인 반면, 정보수집 기술과 정보활용 기술은 빅데이터 관리 및 처리 능력의 향상과 함께 비교적 최근에 각광 받는 분야임.

- 품종개량 기술과 작물재배 기술은 이산화탄소가 식물체의 종에 따라 미치는 영향이 다르기 때문에 기후변화 시나리오에 따른 온도 및 이산화탄소 농도를 조절할 수 있는 환경 조절 시스템을 갖추는 것이 연구에 필수적인 것으로 파악됨(서동진 외, 2016).
- 이산화탄소 농도를 조절하며 연구할 수 있는 시설로는 FACE(Free Air CO₂ Enrichment System), OTC(Open Top Chamber), TGC(Temperature Gradient Chamber), WGC(Walk-in Growth Chamber), SPAR 등이 있음.
- 정보수집 기술과 정보활용 기술을 위해서는 기후변화 관련 농업 빅데이터를 생성하고 활용할 수 있는 기능을 갖추어야 함.

4. 농업부문 기후변화 대응 농업연구 현황 분석의 시사점

○ 국내 농업연구기관들을 살펴본 결과, 기후변화 대응 농업연구만을 위한 인프라 및 연구 전문성 강화의 필요성이 있음.

- 농촌진흥청의 연구소들은 다양한 농업 연구를 진행하고 있기 때문에 현재 가지고 있는 인프라를 기후변화 대응 농업연구에만 사용하기 어려우며, 각 과학원에서 서로 다른 인프라를 보유하고 있는데 과학원별로 연구 작물이 다소 한정되어 있어 기후변화 대응 전체를 포괄하는 연구가 진행되기 어려운 구조임.

- 농촌진흥청의 인프라는 내부의 연구 수요만을 충당하기에도 부족하므로, 다른 연구자들과의 공동 연구가 진행되기는 어렵기 때문에 협업이 이루어질 수 있는 인프라가 충분하지 못함.
- 도농업기술원의 경우 기후변화 대응을 위해 연구하는 부서가 따로 존재하는 것이 아니라, 각 부서에서 담당하는 분야와 관련된 기후변화 연구를 진행하고 있어서 상대적으로 전문성과 지속성이 부족함.
- 도농업기술원의 기후변화 대응 연구인력 및 전문성 부족으로 인하여 기후변화 대응 농업 연구 인프라를 도농업기술원에 설치했을 때 효과적으로 운영 및 관리하기에는 어려움이 있을 것으로 보임.
- 따라서 기후변화 대응 농업연구단지에 관련 인프라를 확충하여 기후변화 대응 연구를 촉진하고 운영 및 관리의 편의를 도모하는 것이 적절하다고 판단됨.

○ 국내의 기후변화 대응 농업연구는 실증·실용 부문이 필수적이며, 이를 위하여 연구자 혹은 농민과의 협업이 추가될 필요가 있음.

- 기후변화와 관련된 해외 농업 연구기관들(네덜란드, 일본, 유럽, 미국)을 살펴본 결과, 기술 유형에서 실증·실용적 특성이 공통적으로 나타났음. 이는 연구기술의 실증화 및 실용화가 중요한 것임을 보여주는 증거임.
- 해외 농업 연구기관들은 농민들과의 협업을 통하여 적극적으로 실증 및 실용화를 시도하고 있으며, 동시에 농민들과의 의견 교환을 통하여 실제 농업 현장에서 필요한 기술을 개발하려고 노력하고 있음. 일례로 네덜란드의 Wageningen University & Research는 연구주제에 따라 농민과 연구자가 협업하여 현장 연구를 수행하고 있음. 또한, 일본은 조기 실용화가 높은 기술에 대한 실증연구, 융합을 통한 농업 현장 문제 해결 등 현장 중심의 실용화 연구를 지원함.

〈표 6-4〉 주요 해외 연구 기관의 기술 유형 및 연구 범위

국가	기술 유형			연구 범위		
	기초	첨단	실증·실용	전문화	협업	차별화
네덜란드		○	○		○	○
일본	○		○	○	○	
유럽			○		○	
미국	○		○		○	○

- 향후 기후변화 대응 관련 정보수집 기술과 정보활용 기술의 수요가 증가될 것으로 예측됨에 따라 빅데이터를 관리하고 처리할 수 있는 센터를 설립하고 운영함으로써, 향후 요구될 것으로 예상되는 연구 수요에 대비하는 것이 필요함.
 - 도농업기술원 내부에는 자동기상관측장비 등이 갖추어져 있으며, 국가 단위 병해충, 스마트팜 등의 데이터베이스를 만드는 등의 연구가 진행되고는 있으나, 이러한 데이터를 종합적으로 연구에 활용할 수 있는 플랫폼이 부재함.
 - 기후변화 대응 농업연구의 협업을 위해서는 효율적인 데이터베이스 공유가 필수적이며, 미국, 유럽 등에서는 이미 빅데이터 플랫폼을 운영하고 있는 것으로 나타남.

- 기후변화 대응 농업연구결과에 대한 농민들의 실습과 교육이 미비하여 연구결과의 확산 및 기후변화 대응 농업 기술에 대한 인식이 부족한 것으로 보임.
 - 기후변화 대응 교육은 단기교육 위주로, 농업 기술의 실습기간이 부족함.
 - 중장기 교육은 일부 농업인만을 대상으로 진행되고 있어서, 기후변화 대응의 전방위적 필요성을 고려했을 때, 교육의 수혜자가 적게 나타남.
 - 기후변화 대응 데이터는 생성되고 있으나 농민들이 효과적으로 사용하지 못하고 있는 것으로 나타남.

5. 농업부문 기후변화 대응 연구단지 인프라 조성 방향

5.1. 연구 인프라 확충 및 연구자의 접근성 개선

- SPAR, 인공기상연구동, 이상기후연구동을 중심으로 기후변화 대응 인프라를 확충하여 기후변화 대응 연구 확대에 기여하고 국내 기후변화 대응 연구자의 접근성을 개선함.
 - SPAR, 인공기상연구동, 이상기후연구동은 온도, CO₂, 습도 등 환경 요인을 조절할 수 있다는 점에서 기후변화 대응 연구에 핵심적인 시설임. 그러나 설치·관리 비용 및 운영을 위한 전문성 확보 등의 한계로 개인 연구자 또는 개별 연구기관에서 단독으로 조성하기 쉽지 않음.
 - 기후변화 대응 연구 인프라가 신규 조성 및 확대 구축될 경우 현재 인프라 과부하 상태를

해소하여 기후변화 대응 연구 확대에 기여하고 연구 협력 기회도 창출할 수 있을 것으로 기대됨.

- 농촌진흥청 이외의 다른 장소에 기후변화 대응 인프라를 조성할 경우 연구자들의 물리적 접근성 또한 제고할 수 있을 것으로 사료됨.

5.2. 연구기술 실증화 및 실용화 강화

○ 연구개발과 현장 적용 간의 간극을 줄이기 위해 대규모 실증 역량을 갖추어야 함.

- 농민, 연구자 개인 또는 연구기관은 기후변화 대응 농업연구단지의 공간을 활용하여 연구 결과의 대규모 검증과 현장 적용 가능성을 검토할 수 있음.
- 기존의 연구기술 생산자인 연구자 및 연구기관 뿐만 아니라 농가까지 사용주체로 설정하여 농가가 자체적으로 습득한 기술을 광범위하게 활용될 수 있는지 과학적으로 검증할 수 있도록 지원함.

5.3. 기후변화 농업빅데이터 센터 구축 및 운영

○ 기후변화 대응 연구 관련 데이터를 통합관리하는 기후변화 대응 농업빅데이터 센터를 운영하여, 새로운 연구 수요에 선제적으로 대비하고 기존 연구들과는 중복성을 피함.

- 기후변화 대응 연구의 기본인 예측기술을 고도화 및 실용화하기 위해서는 빅데이터 센터가 필수적임.
- 도농업기술원을 비롯한 기후변화대응 농업연구기관들의 연구를 통합관리하여 연구의 중복을 피하고 연구의 효율성을 높일 수 있음.
- 산재된 기후변화 대응 관련 데이터를 수집하고 유통함으로써 데이터 기반의 영농 애플리케이션 또는 농기계 개발 등 다양한 부문에 응용할 수 있음.

5.4. 기후변화 대응 기술 교육 및 대국민 홍보 강화

- 농민, 농촌지도사, 지자체 농업 또는 기후변화 담당자들에 대해 기후변화 대응 교육을 제공하여 농업 현장 주체들의 기후변화 대응 역량을 배양함.
 - 농민들에게 기후변화 대응 기술 및 신기술에 대한 전주기 학습 및 교육환경을 제공함.
 - 현재 도농업기술원, 시·군 농업기술센터에는 기후변화와 관련된 전담 관리 및 교육 인력이 충족되지 않는 곳이 많아 지역 단위의 기후변화 대응 기술보급에 한계가 존재함(박영범 외, 2017).
 - 현재까지 농업부문의 지도사업과 연구는 단일사업으로 이루어졌으나, 연구 성과를 높이고 기술보급 확산을 위해서는 연구와 기술보급을 위한 지도 및 교육 사업은 현장 중심으로 적용될 필요성이 있음(박지연 외, 2019).
 - 따라서 농민에 대한 기술 교육을 강화할 뿐만 아니라 농촌 지도사 및 지자체 농업 또는 기후변화 담당자들은 연구개발과 보급을 잇는 실질적인 연결고리인 점을 고려하여 이들의 기후변화 대응 능력을 계발하여 연구의 실용화 및 현장 적용을 확대함.
- 농업인을 포함한 전 국민을 대상으로 기후변화가 농업 부문에 미치는 영향에 대한 정보를 제공하여 관련 연구에 관한 관심 제고 및 정보 접근성을 개선함.
 - 농업 부문 기후변화 적응 연구, 정책 동향, 적응 우수사례, 이슈 등 기후변화가 농업에 미치는 영향에 대해 농업인과 국민에게 홍보 및 교육을 실시함.
 - 현장 농업인들을 위한 농업기술의 보급과 지도·교육의 성과 확산을 위해 정보의 접근성을 높일 수 있는 홍보의 중요성이 제시됨(2019, 박지연 외).

5.5. 기후변화 대응 기술 개발 보급의 원스탑 체계 구축

- 연구개발기술의 유용성과 효과성을 제고 및 사용자 주도형 또는 네트워크형 시스템을 구성하기 위해 연구개발-실증-보급 기능이 한데 모인 원스탑 체계를 구축함.
 - 연구를 통해 창출된 지식과 기술은 최종 생산자와의 상호 작용을 통해 발전 가능성이 높아지기 때문에(이주량 외, 2016) 현장과 연계한 연구개발이 필요함.

- 기후변화 대응 기술보급 및 문제성에 대한 중앙단위와 지방단위에서의 연계 부족 및 인식 차이가 존재함(농촌진흥청, 2017).
- 정부는 농업 경쟁력 강화 및 미래성장산업화를 위해 연구개발 투자 지속 확대로 실용화·사업화를 강화했으나 다수의 성과가 공급자 중심의 연구개발로 수요자인 농업 현장을 제대로 반영하지 못함. 따라서 농업 기술 수요자인 농민·농기업 등 다양한 주체와 상호 협력을 통해 혁신을 이끌어내는 사용자 주도형 또는 네트워크형 기술혁신시스템으로의 전환이 요구됨(박지연 외, 2019).

7

농업부문 기후변화 대응센터 조성 기본구상 조성 방향

1. 대응센터 비전과 목표

- 농업부문 기후변화 대응센터 설립은 국가적인 관점에서의 비전과 목표를 설정하고 목표 달성을 위한 인프라 구축 및 활동 계획의 수립이라 할 수 있음. 대응센터의 비전을 ‘선제적 농업부문 기후변화대응을 통한 지속가능사회 실현’으로 설정함. 대응센터의 목표는 ‘농업부문 국가 온실가스 감축목표 달성’, ‘농업인의 기후변화 적응능력 강화’, ‘농업부문 기후변화 영향 및 대응의 국민 인지도 강화’ 등 3가지 목표로 설정함.
- 대응센터의 3대 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 전략적인 접근이 필요함. 목표 달성을 위한 전략은 기후변화 위기 최소화 전략, 기후변화 기회 최대화 전략, 컨트롤타워 기능 강화 전략, 디지털경제 활성화 전략, 시설 최첨단화 전략, 인지도 제고를 위한 홍보 극대화 전략 등 6대 전략을 제시함.
 - 기후변화 위기 최소화 전략: 현재까지 축적된 온실가스량 만으로도 미래에 기후변화가 발생하기 때문에 기후변화는 피할 수 없는 현상으로 인식하는 것이 중요하며, 적응 기술을 농가에 보급함으로써 기후변화에 따른 피해를 최소화하는 전략이 필요함. 또한 비용 효과적인 감축 기술을 보급함으로써 온실가스 감축에 따른 생산성 감소, 경영비 증가 등의 위험을 최소화할 필요가 있음.
 - 기후변화 기회 최대화 전략: 기후변화는 위기만 있는 것이 아니라 기회도 함께 존재하게

됨. 적응의 관점에서 열대·아열대 작목을 도입하여 새로운 소득 작목으로 키울 수 있음. 뿐만 아니라 완화의 관점에서 국가 온실가스 감축 목표의 달성은 농업 분야에서 분명 부담 이고 위기이지만 보다 전향적 사고를 통해 이를 에너지 이용 효율성을 제고시키는 기술을 개발하거나 도입하는 기회로 삼을 필요가 있음. 개발된 기술을 국내 시장에 공급할 뿐만 아니라 해외시장에 수출한다면 농업경제 성장의 새로운 모멘텀이 될 수 있음.

- 컨트롤타워 기능 강화 전략: 기후변화 대응은 기후변화 위험을 평가하고 대응할 수 있는 기술개발과 개발된 기술을 효과적으로 농가에게 보급하기 위한 관련 정책 및 사업추진이 중요함. 이를 위해서는 농림축산식품부의 컨트롤타워 기능을 강화함으로써 각 기관들에게 맡겨진 임무가 충실히 수행될 수 있도록 유도할 필요가 있음.
- 디지털경제 활성화 전략: 기후변화 대응을 효과적으로 하기 위해서는 관련 정보를 이해관계자들에게 맞춤형으로 제공하는 노력이 매우 중요함. 현재 기후변화 대응 정보는 여러 기관에서 생산하면서, 중복 생산 가능성이 존재하고, 적절히 가공하지 못함에 따라 수요자가 이용하기 쉽지 않음. 따라서 인터넷을 기반으로 기후 데이터 플랫폼을 만들어 정보를 생산 및 가공하여 수요자에게 적절하게 제공할 필요가 있음.
- 시설 최첨단화 전략: 대응 기술개발을 위해서는 최첨단 인프라가 갖추어져야 함. 연구자들이 기후변화 대응 기술을 주도할 수 있도록 최첨단 인프라에 대한 접근성을 획기적으로 개선할 필요가 있음.
- 홍보 극대화 전략: 농업 부문에서 기후변화 대응의 필요성에 대해 일반 국민들의 인지도를 보다 제고시킬 필요가 있음. 식량안보 확보의 중요성, 효율적인 기술 보급의 중요성 등에 대해 여러 홍보 프로그램을 통해 적극적으로 알림으로써 농업부문 기후변화 대응 기술개발 및 보급에의 투자를 확대시킬 필요가 있음.

〈그림 7-1〉 농업부문 기후변화 대응센터 비전과 목표



자료: 저자 작성.

2. 기본구상(안)

- 기후변화 대응정책 지원, 기후변화 대응 첨단 연구 지원, 교육 및 홍보 등의 역할을 고려할 때 현재의 '기후변화 대응 농업연구단지' 명칭을 바꾸는 것이 필요함(제2차 격월간보고 때 자문). 농업부문 기후변화 적응 및 완화의 종합적인 대응을 지원한다는 점에서 '농업부문 기후변화 대응센터(가칭)'로 제안함.
- 농업부문 기후변화 대응센터(가칭)의 체계는 두 가지 대안으로 고려될 수 있음(그림 7-2) 〈그림 7-3〉. 두 가지 대안의 장단점은 다음과 같음.
- 기후변화 대응센터(I안): 본부+9개 지역센터(도농업기술원, 도농업기술원에서 기후특성 고려)
 - 기후변화 대응센터의 역할을 고려하여 기후변화대응센터는 본부와 지역 센터를 둘 수 있

음. 지역특화기술을 보유한 도농업기술원을 권역별 허브로 활용하고, 본부는 기술원 간 기술 매칭 등 기관연계, 정책지원 등의 역할을 수행함<그림 7-2>. 그리고 기후대의 특성을 고려하여 운영하는 방식임. 우리나라는 20개의 농업지대가 있으며 각각 도농업기술원과 매칭 가능함. 도농업기술원에서 기후정보를 제공할 경우 기후의 특성에 따른 차별화된 정보가 제공될 수 있음. 이때 지역센터의 소재지는 각 지역별 도농업기술원 소재지가 됨.

* 장점: 기존 시설인 도농업기술원을 활용하기 때문에 경제적 타당성이 확보됨. 또한 기존 시설을 활용하기 때문에 중복투자의 문제에서 자유로움. 지역 기후대에 적합한 차별화된 정보를 제공해 줌으로써 농가들이 기후변화 대응을 보다 용이하게 할 수 있음.

* 단점: 차별적인 정보 생성·제공에 인력 및 비용이 추가로 소요됨. 그리고 기후 관련 정보를 제공했을 때 정확성에 대한 책임을 면하기 어려울 수 있음.

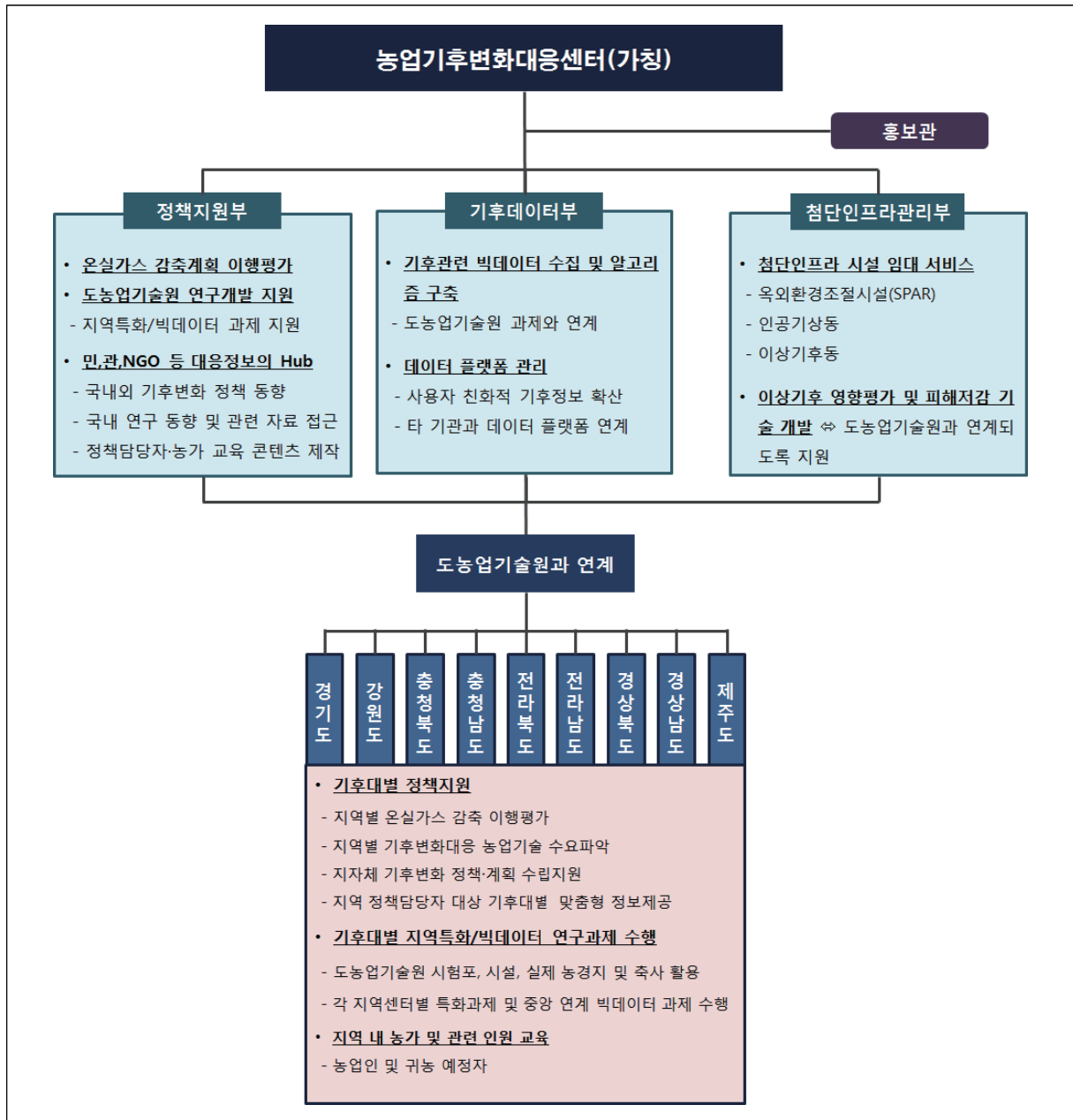
○ 기후변화 대응센터(II안): 본부+20개 지역센터(신규 건립)

- 우리나라는 6개의 농업지대가 있으며, 실제 농업기후지대는 20개로 세분화되어 기상정보가 제공되고 있음. 따라서 지역센터를 도농업기술원에 두는 것보다 기후의 이질성을 반영하여 농업기후지대를 따라 20개의 지역센터를 둘 수 있음<그림 7-3>. 즉 I안의 도농업기술원에서 수행하는 역할을 이러한 센터들이 수행할 수 있도록 함.

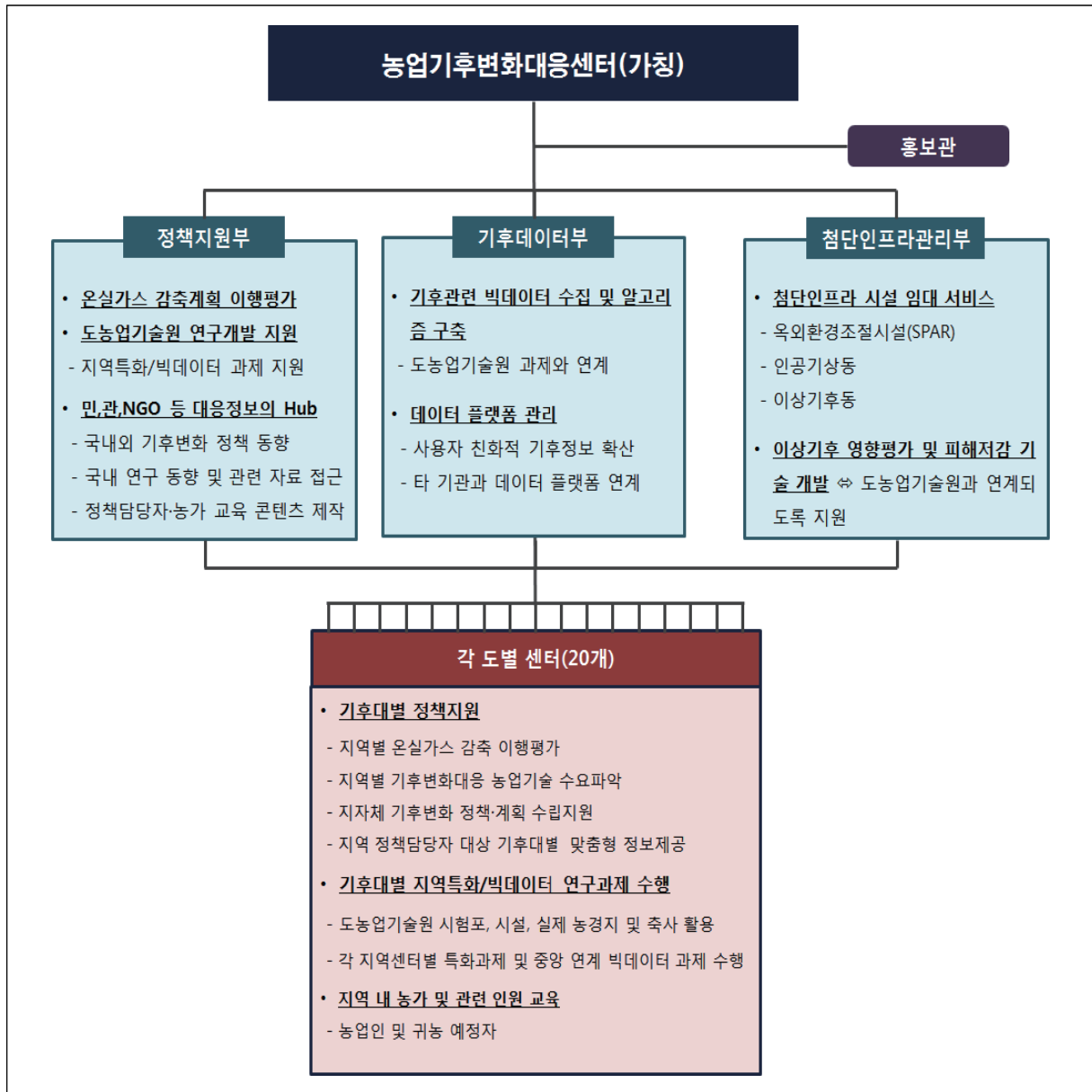
* 장점: 지역 기후대에 적합한 차별화된 정보를 제공해 줌으로써 농가들이 기후변화 대응을 보다 용이하게 할 수 있음.

* 단점: 차별적인 정보 생성 및 제공에 인력 및 비용 추가 소요됨. 또한 센터들을 새롭게 건립하는데 많은 비용이 소요될 것으로 예상되며, 센터의 역할에 비해 경제적 타당성이 확보되지 않을 수 있음. 뿐만 아니라 도농업기술원, 시군농업기술센터가 이미 존재하기 때문에 중복투자의 가능성이 있음. 그리고 기후 관련 정보를 제공했을 때 정확성에 대한 책임을 면하기 어려울 수 있음.

〈그림 7-2〉 농업부문 기후변화 대응센터(1안)



〈그림 7-3〉 농업부문 기후변화 대응센터(II안)



3. 인프라 조성방안

○ 주요시설과 시설별 역할·기능, 시설 및 규모, 상위 기관 및 운영 주체, 사업 범위, 조직 등 연구단지 인프라 조성방안을 다음과 같이 제시할 수 있음.

3.1. 정책지원부

3.1.1. 역할 및 기능

- 기후변화 대응정책 지원센터는 기후변화 대응 정책담당자, 연구자를 주요 대상으로 개발된 기술의 정책화 방안 건의, 정책의 이행평가 등을 통해 기후변화 대응정책 의사결정을 지원 하는 것을 목표로 함.
 - 기후변화 대응정책 지원을 통해서 정책담당부서의 농업부문 기후변화 대응의 컨트롤 타워 역할을 극대화할 수 있음.
 - 농촌진흥청에서 개발된 기술이 정책으로 연결되지 않고 있으며, 농림축산식품부가 컨트롤 타워 역할을 하기에는 인력이 부족함.
 - 기관별로 흩어져 있는 기능들이 기후변화 대응이라는 하나의 목표를 향해 시너지 효과를 내며 업무를 추진할 수 있도록 정책을 지원할 필요가 있음.
 - 국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적인 브리핑
 - 국내외 기후변화 대응 동향 조사, 유관기관 과제 및 사업 현황의 주기적인 모니터링과 관련 정보를 공유함.
 - 기후위험 정보를 주변국(일본, 중국)과 공유(일본 NIES의 AP-PLAT)함.
 - 농업인과 지자체 등 농업 현장에서 요구하는 기술에 대한 수요 파악에 대한 기초 자료를 확보함.
 - 지자체 및 도농업기술원, 농업기술센터를 통한 농업인 기술 수요를 조사함.
 - 연구기관 및 조사기관에서 생성되는 연구결과 및 자료를 실제 정책화에 활용하는 방안을 제안함.
 - 각 기관별 기후변화 대응 연구개발 및 정책사업, 생성 자료의 현황을 파악하고, 이를 활용한 정책방안을 제안함.
- * (예1) 연구기관: 이상기후조기경보시스템의 개발 → 연구단지: 기상청 우리 동네 기상예보와 연계한 읍·면 지역 예보 서비스 제공의 정책화 제안 → 농림축산식품부: 기상청, 농진청, 필요시 포털사이트와 협의를 통한 농업인 대상 서비스의 제공

* (예2) 조사기관: 기후변화 실태조사에서의 가뭄 취약성 자료 생성 & 연구기관: 내한성 품종의 개발 → 연구단지: 가뭄 취약 지역을 중심으로 한 내한성 품종 보급 시범사업 및 확대 계획 제안 → 농림축산식품부: 지역별 해당 품목 생산량을 고려한 시범사업 계획 및 품종 보급 계획 수립

○ 기후변화 대응 국가계획과의 지자체 내 사업과의 정합성 확보에 관한 정보 및 컨설팅 제공
- 국가계획 세부내용을 제공하고 지자체 계획(안)의 정합성에 대하여 컨설팅을 실시함.

○ 산재한 자료 및 정보에 대한 접근성 제고
- (도서관 검색 서비스와 같이) 필요 자료 정보에 대한 검색 서비스를 제공함.

○ 농업부문 기후변화 대응계획의 이행평가
- 매년 이행평가를 통하여 평가하고 이를 대응계획 수정에 반영함.

3.1.2. 시설 및 규모

○ 필요 시설로는 컴퓨터, 각종 집기 등이 있으며 기후변화 대응 정보를 시공간의 제약 없이 공유 및 홍보할 수 있는 홈페이지가 추가로 구축되어야 함.

○ 각 도별로 이행평가를 담당할 인력 학사 이상 9명, 홈페이지 관리를 담당할 인력 1명, 사업 발굴할 인력 박사 2명, 석사 1명 필요함.

3.2. 기후데이터부

3.2.1. 국내 기후 관련 농업 빅데이터 현황

○ 현재 국내 농업 관련 빅데이터는 농지, 토양, 기상, 병해충, 재해보험 등 다양하게 존재하며, 각각의 데이터는 주관하는 기관 및 부서가 산재하여 있는 것으로 조사됨.

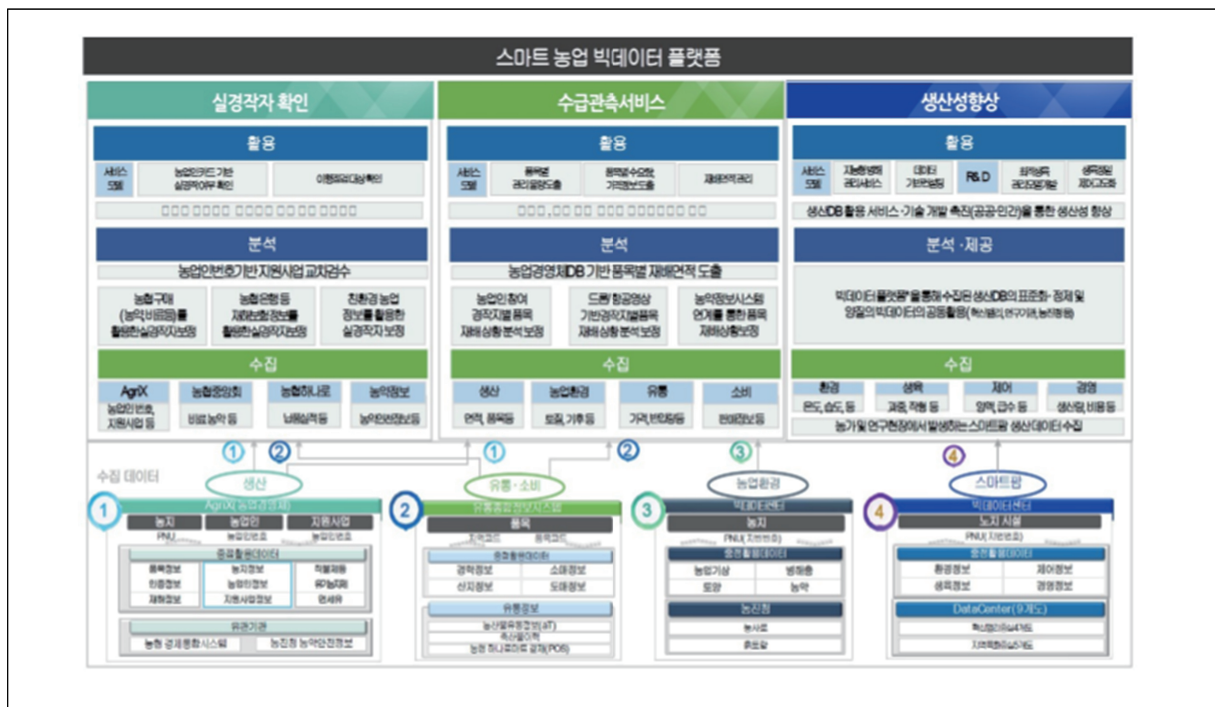
- 농촌진흥청, 과학기술정보통신부, 농림축산식품부가 기획한 ‘스마트팜 다부처 패키지 혁신 기술 개발’ 사업의 예비타당성조사 보고서를 통해 확인할 수 있음.

〈그림 7-4〉 지능형 스마트팜(K-Farm) 구현을 위한 빅데이터의 구조 및 기존 농업 DB 연계도



자료: 한국과학기술기획평가원(2019) '스마트팜 다부처 패키지 혁신 기술 개발' 예비타당성조사 보고서.

〈그림 7-5〉 스마트농업 빅데이터 플랫폼 ISP 구상(안)



자료: 한국과학기술기획평가원(2019) '스마트팜 다부처 패키지 혁신 기술 개발' 예비타당성조사 보고서.

○ 농업 전주기 데이터베이스 내 데이터 분류 중 기후변화와 관련되거나 기후변화 영향이 큰 분야는 농업기상정보서비스와 농산물유통정보가 있음.

○ 농업기상정보서비스에는 농촌진흥청 국립농업기술과학원이 2014년~2017년에 국가농림 기상센터, 에피넷의 공동연구를 통해 구축한 농업기상재해 조기경보시스템이 있음.

〈그림 7-6〉 농업기상재해 조기경보시스템



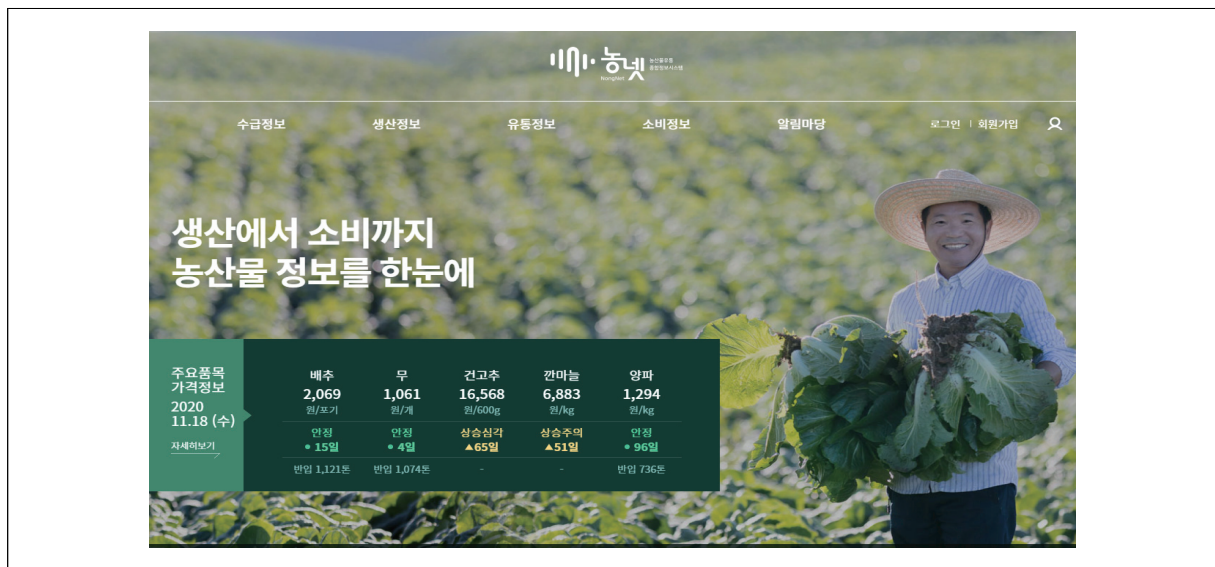
자료: 국립농업과학원 농업기상재해 조기경보시스템(<https://new.agmet.kr>).

○ 농업기상재해 조기경보시스템은 2017년엔 섬진강 수계 10개 시·군·구를 대상으로 서비스 체계를 구축하여 2020년 현재는 시범사업지역을 확장하여 27개 시·군·구, 30개 작목에 대한 데이터를 제공함. 해당 시스템에서 제공하는 정보는 크게 농장 날씨와 농장재해, 전국기상위험, 전국기상특보, 자원농가 관리, 휴대전화 알림 서비스임.

- 농장 날씨의 경우 필지별 기온과 강우량, 풍속, 일사 등이 최대 9일의 예보가 제공되며, 전국기상특보는 800개 유역별 폭염, 한파, 대설, 태풍 등의 특보 상황에 대한 정보로 구성됨.
- 농장재해는 필지별 재배중인 작목에 대한 재해정보를 제공하며, 전국기상위험은 가뭄, 일조부족, 냉해 등의 재해 정보를 제공함.
- 자원농가 관리는 현재 준비 중인 서비스로, 운영자들의 자원 농가를 관리, 운영할 수 있는 서버를 제공하며, 휴대전화 알림 서비스는 날씨 및 농장재해 상황, 기상 특보 등을 수시 알림으로 이용자들에게 제공함.

- 농업기상재해조기경보서비스는 2027년까지 전국 155개 시·군으로 서비스를 확대할 계획이 있는 것으로 조사됨.
- 농수산유통종합정보시스템에는 한국농수산식품유통공사에서 관리하는 농넷이 있음. 농넷은 5대 채소작물인 배추, 무, 고추, 마늘, 양파의 수급정보와 생산정보, 유통정보, 소비정보 등을 사용자들이 이해하기 쉽도록 지도와 그래프 등을 활용하여 제공함.
 - 수급정보는 일일 수급상황과 수급종합정보, 통계정보를 제공하며, 품목별 일일 도매가격과 평년대비 가격비, 가락시장에 반입되는 물량 및 지방 5대 도매시장의 가격 및 반입량에 대한 정보 등을 제공함.
 - 생산정보에서는 품목별 생산동향과 생산전망, 산지반입량과 산지작황, 기상영향에 대한 정보를 제공함.
 - 유통정보와 소비정보에서는 품목별 유통 및 소비 정보를 제공하며 도매와 소매가격, 시장 반입량과 수출입 정보, 물가정보 등에 대한 정보를 제공하고 있음. 수출입 정보의 경우 관세청 자료를 활용하는 것으로 나타남.

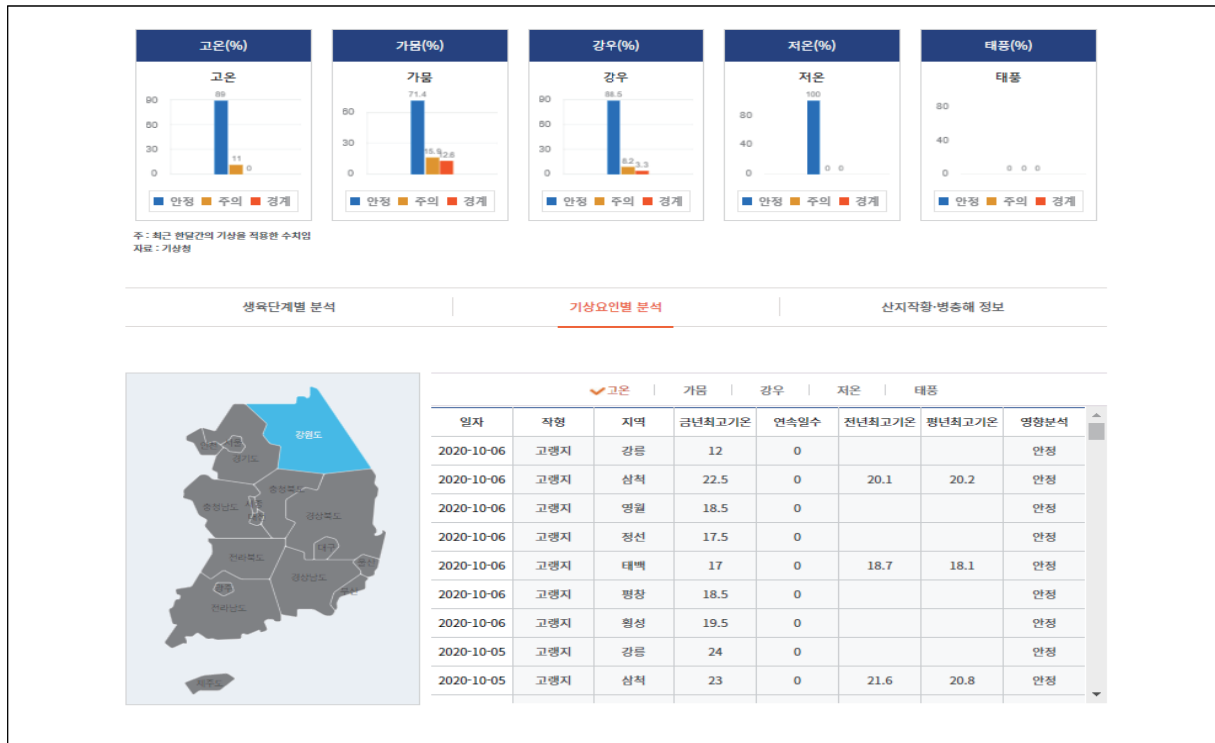
〈그림 7-7〉 농넷 홈페이지



자료: 농넷(<https://www.nongnet.or.kr>).

- 농넷에서 제공하는 기상정보는 지역별 고온, 가뭄, 강우 등이 생산에 미치는 영향이 있으며 도별 단위로 데이터를 제공함. 기상정보는 자체적으로 생산한 데이터가 아닌 기상청 자료를 활용하는 것으로 나타남.

〈그림 7-8〉 농넷 기상영향 분석에 대한 데이터 제공 화면



자료: 농넷(<https://www.nongnet.or.kr>).

○ 농업기상정보서비스(농업기상재해 조기경보시스템)와 농수산유통종합정보시스템(농넷)에 대해 조사한 결과 현재 한정된 지역과 한정된 품목에 대해 정보가 제공되고 있으며, 두 서비스의 주 사용자가 농업인이라는 한정성이 있음.

- 앞서 언급한 것처럼 농업기상정보서비스의 경우 27개 지역, 30개 작목에 대하여 서비스가 제공되고 있으며, 농수산유통종합정보시스템의 경우 5대 채소작물인 배추, 무, 고추, 양파, 마늘에 대해 시·도 단위로 정보를 제공함.
- 두 서비스에서 제공하는 데이터의 성격을 보면 농업인에게 중요한 기후정보와 작황상황, 수급량 및 산지가격 등의 정보가 주를 이룸.
- 또한 각 정보를 제공하는 홈페이지가 다르고 기상관련 정보의 범위가 달라 사용자들에게 혼선을 야기할 수 있음. 따라서 산재한 정보를 하나의 플랫폼에서 제공할 필요성이 나타남.

○ 농업에 미치는 기후변화의 영향이 증가함에 따라 기후변화 관련 데이터 서비스에 대한 수요는 기존 수요자인 농업인에서 확장되어 학계와 산업계, 정책입안자 등으로 예상됨.

- 새로운 수요는 기후변화에 따른 작물 변화 등 연구용 데이터와 생산성 변화 등 장기 예측 데이터, 의사결정 지원 서비스 산업을 위한 기후 데이터 등으로 나타남.

- 사용자의 범위가 확대될 경우 일방적인 데이터 제공 서비스에서 발전하여 사용자간 정보 및 데이터 교류공간을 형성해야 하며, 이를 통해 새로운 데이터가 생성되고 시너지 효과를 유발할 것으로 기대됨.

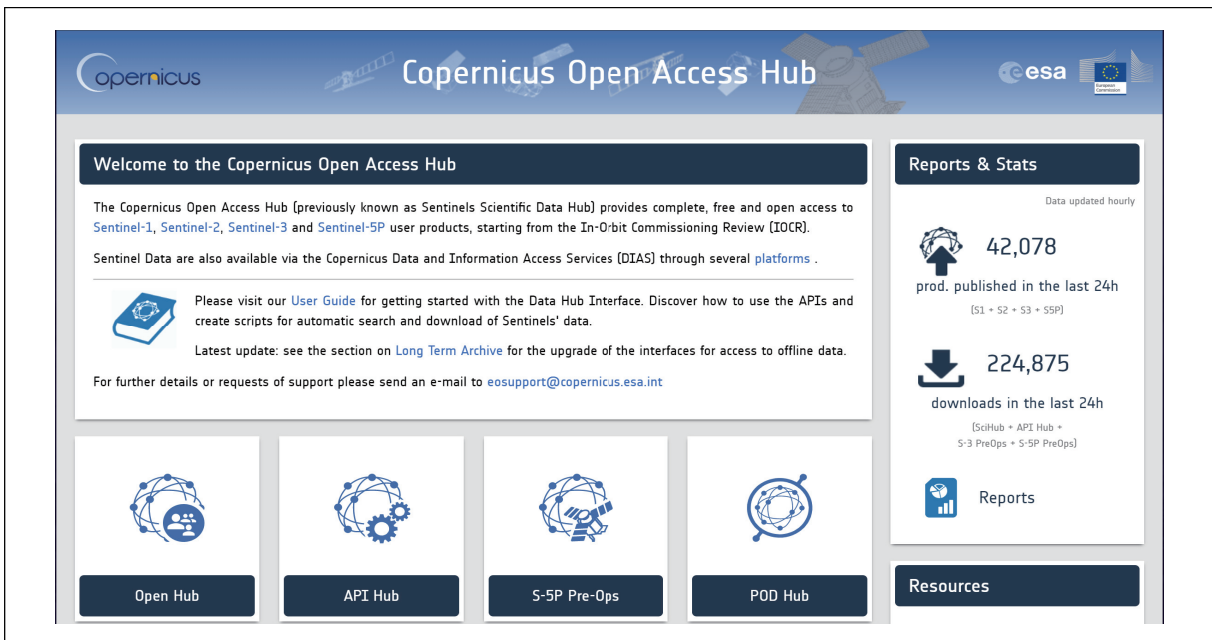
3.2.2. 역할 및 기능

- 기후변화 대응 농업연구단지의 기후데이터부 기후변화에 효과적으로 대응하기 위하여 양질의 데이터를 생산하고 구축하는 역할과 부에서 생산된 데이터를 수집, 가공, 분석 및 유통하는 플랫폼의 역할을 수행해야 함.
- 기후변화 대응 농업연구단지의 기후데이터부의 기능으로는 데이터 생성, 데이터 활용, 연구환경 개선, 농업 신기술 적용, 신산업 발굴 등이 있음.
 - 데이터 생성: 연구단지 내의 연구시설을 이용하여 새로운 데이터 생성
 - 데이터 활용: 국내에 산재한 기후변화 대응 농업 데이터를 중계 및 유통
 - 연구환경 개선: 연구자들의 연구결과 및 데이터 공유를 통한 연구 효율성 증대
 - 농업 신기술 인프라: 기후변화 대응 농업 신기술 적용을 위한 인프라 제공
 - 신산업 발굴: 기후변화 대응 농업 컨설팅 등 신산업 육성의 기반 제공
- 수요자별로 기대되는 기후데이터부의 역할을 살펴보면 먼저 농가(농업인)의 경우, 현재 농촌진흥청에서 운영 중인 조기경보시스템을 향상시키고 정보를 관리하는 역할을 보조하여 농가(농업인)가 기후변화로 예상되는 농작물 생산성 변화와 이상기후(가뭄, 폭우, 우박 등) 피해를 예측 및 대비할 수 있도록 함. 또한, 중·장기적인 기후환경 정보를 제공하여 농가(농업인)가 작물선택 의사결정에 도움을 받을 수 있도록 함.
 - 조기경보시스템의 경우, 지역분원에서 홍보를 통해 사용자를 확대하고 사용자 피드백을 수집·전달하여 제공 서비스를 향상시킬 수 있음.
 - 작물선택 의사결정의 경우, 과수 및 산삼·인삼 등은 다른 작물에 비해 재배기간이 길기 때문에 중기적인 기후정보가 필요할 것으로 판단됨. 따라서 중·장기 기후변화를 고려하여 농가(농업인)가 작물 선정 및 대비를 하는데 도움이 되는 정보를 제공함.
 - 이는 2020년 벤처형 조직으로 2년간 한시적으로 운영될 농림축산식품부의 '농업 네비게

이터'와 유사하며, 기후변화로 인해 발생할 재해 및 생산성 변동, 가격변동성 등을 예측하여 제공함으로써 기후변화 영향에 대한 농업경영에 필요한 의사결정을 지원하는 것임.

- 연구자의 경우, 기후변화대응 연구결과 및 데이터 통합관리를 통해 중복연구를 방지하고 기존 연구데이터를 활용한 심화연구 진행 등을 지원함.
 - 주로 첨단인프라를 활용하여 축적된 각종 데이터 등을 관리하여 연구자 요청 시 제공함. 이때, 원시자료의 경우 비정형 자료이기 때문에 연구에 활용할 수 있는 데이터로 가공 및 변환하는 과정 또한 기후데이터부에서 담당함.
 - 인공위성으로 수집한 정보를 제공하는 유럽의 Copernicus 사이트 사례를 참조하면, 기후데이터부는 향후 첨단인프라에서 생성한 자료뿐만 아니라 근시일 내에 인공위성 및 드론 등을 활용하여 생성한 자료까지 관리·제공할 수 있을 것으로 기대됨.

〈그림 7-9〉 EU Copernicus SCiHub



자료: Copernicus Open Access Hub(<https://scihub.copernicus.eu/>).

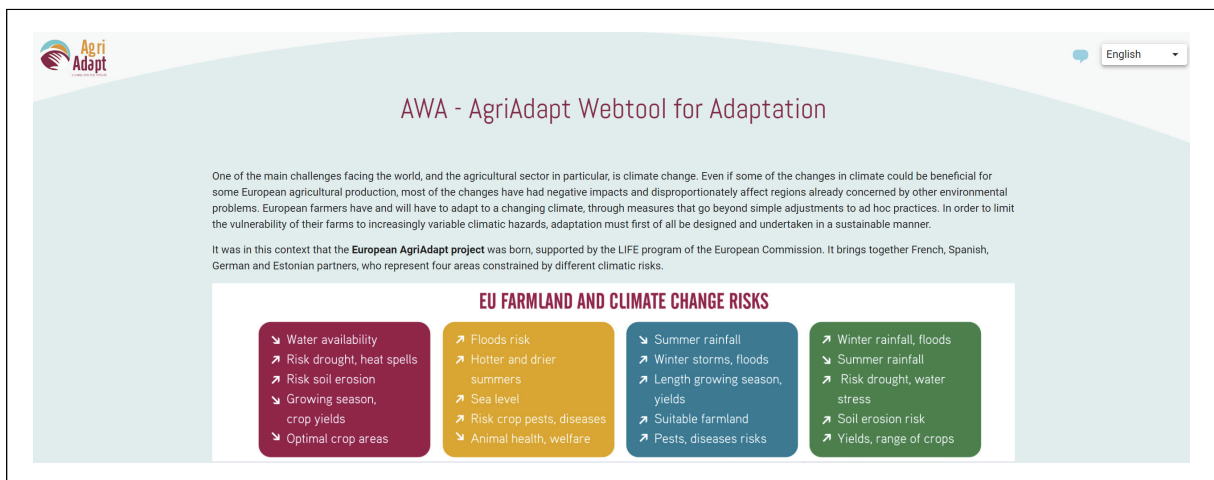
- 산업계의 경우, 농업 기상 데이터, 기후변화로 인한 식물체 형질변화 데이터 등을 제공하여 영농 관련 애플리케이션 개발을 장려함.
 - 영농 관련 애플리케이션 외에도, 학계와 연구기관 등에서 수행된 연구결과를 활용하여 저탄소 농업에 적합한 농기계 개발 및 이상기후현상 피해를 저감할 수 있는 장비 등을 개발할 수 있을 것으로 기대됨.

- 미국의 클라이밋 코퍼레이션(Climate Corporation)은 과거로부터 현재까지 미국의 토양과 기후, 수확량 등의 정보를 분석한 것을 토대로 농민들에게 의사결정을 지원하는 서비스를 진행 중임. 서비스 이용자는 농기계와 농경지에 센서를 부착하여 농지의 정보를 제공하고, 회사는 해당 정보를 빅데이터 정보와 결합하여 수확량을 증대할 수 있는 방안과 작물의 성장 상황, 작물의 영양상태 및 병해 여부, 수확량 예측 등의 정보를 실시간으로 제공함.
- 딥썬더(Deep Thunder)는 IBM에서 제공하는 지역밀착형(hyperlocal) 정밀 일기예보 서비스로, 36시간 내에 변화할 일기예보를 높은 정확도로 알려주어 기상으로 인한 피해를 사전에 준비 및 방지하고 농업용수 활용 등의 의사결정에 도움을 줌으로써 수확량 증가, 수확 후 손실 감소 등에 기여함.

○ 정책입안자의 경우, 기후변화 시나리오와 첨단인프라 연구결과를 토대로 미래 기후변화와 이상기후현상이 농업환경 전반에 미치는 영향을 종합적으로 고려하는 시스템을 운영하여 단기 및 중·장기 정책을 수립하는데 기초자료를 제공하며, 정책 제안 시 객관적 자료를 통해 정책 필요성을 지지함.

- 유럽의 Life-Agri-Adapt의 경우, 2046년까지 기후변화 예측을 바탕으로 곡류, 마초 등 작물 등에 대한 기후정보(연간 강수량, 봄·여름 예상 증발량, 개화기 폭염 스트레스 등)를 제공함. 또한 지역별로 작물을 재배할 때의 온실가스 방출량, 공기질, 토양, 관수, 경제성, 기술 활용성 등에 대한 초기·중기·장기 평가를 제공함.

〈그림 7-10〉 Life-Agri_Adapt의 AWA



자료: Life-Agri-Adapt(<https://agriadapt.eu/>).

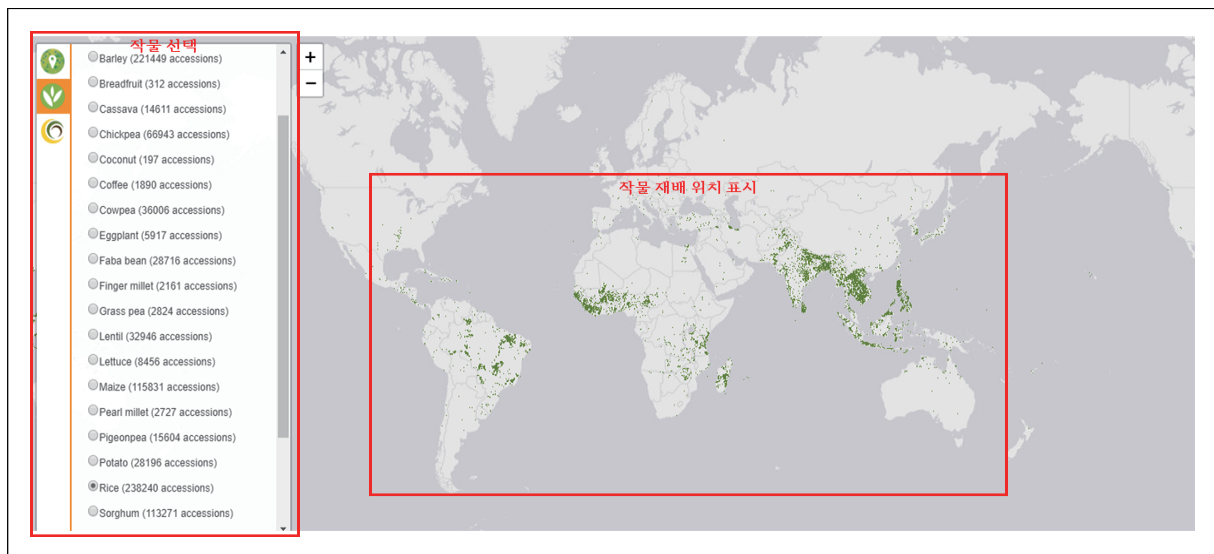
3.2.3. 시설 및 데이터 제공 플랫폼

○ 기후데이터부는 보관 및 제공하는 빅데이터의 종류와 수준에 따라서 보안 등급과 규모가 결정되므로 해외 및 국내 사례와 전문가 자문을 통하여 기후데이터부에서 어떤 데이터를 다루어야 하는지와 그 데이터의 제공 형태를 검토하였음.

○ 해외사례: CGIAR의 GARDIAN

- 설립 목적: Consultative Group on International Agriculture Research(CGIAR)에 참여하는 다양한 연구기관들의 데이터를 수집하여(data harvester) 사용자들에게 쉽게 제공하고자 함.
- 현재 155,512개의 발간물과 23,547개의 데이터셋을 제공하고 있으며, 데이터 기반 농업 경제학, 작물 모형, 지형 및 공간 데이터, 가축 데이터, 사회경제적 데이터 등 다양한 분야에 걸친 데이터를 제공하고 있음.

〈그림 7-11〉 CGAIR의 GARDIAN 운영 사례



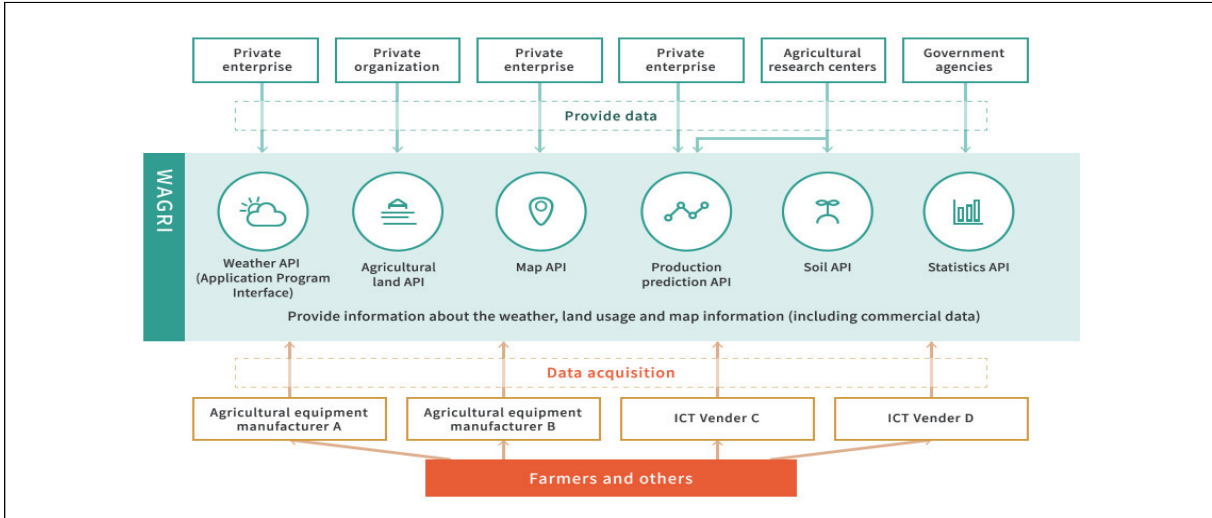
자료: GARDIAN(<https://gardian.bigdata.cgiar.org>).

○ 해외사례: 일본의 WAGRI

- 설립 목적: 이미 만들어진 농업 관련 데이터셋은 많지만, 이를 종합적으로 운영하는 플랫폼이 부족하기 때문에 각 데이터들이 독립적으로 운영되고 있음. 이에 따라 기업, 단체, 농업 연구기관, 정부 기관 등에서 얻은 데이터를 농업 생산자 및 농업 관련 정보 수요자들에게 제공하고 있음.

- 제공하는 데이터로는 날씨, 토양, 지도, 생산량 예측, 관련 통계 등이 있으며 상업적인 데이터 또한 포함됨.

〈그림 7-12〉 일본 WAGRI의 운영 방식 및 제공 데이터

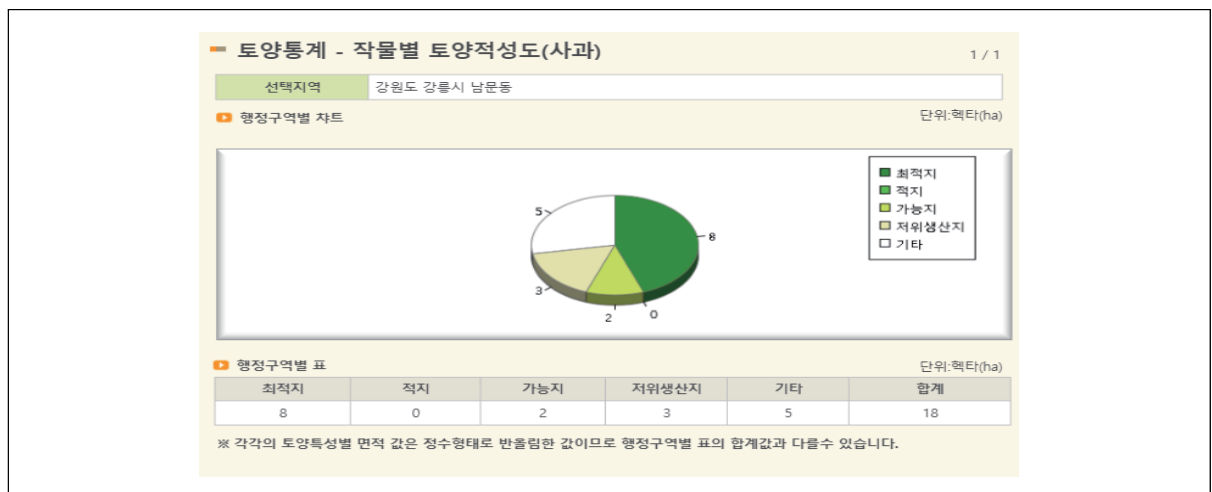


자료: WAGRI(<https://wagri.net/en-us/>).

○ 국내사례: 농촌진흥청의 흙토람(토양환경정보시스템)

- 설립 목적: 토양 특성에 맞는 작물을 재배할 수 있도록 토양정보 및 적절한 비료량을 제공해 주며, 이를 통하여 농업환경의 보전과 안전한 농산물 생산을 위한 전국적인 기반을 구축함.
- 작물별 토양적성도, 농경지 화학성, 토양특성, 정밀농업기후도, 생물상 분포, 농업환경변동 정보 등 다양한 정보를 제공하고 있으며, 일반 사용자의 이해를 돕기 위해 웹에서 시각화된 자료를 제공하고 있음.

〈그림 7-13〉 농촌진흥청 흙토람 운영 사례(작물별 토양적성도)



자료: 농촌진흥청 흙토람(<http://soil.rda.go.kr/soil/index.jsp>).

〈표 7-1〉 농업 관련 데이터셋 사례 비교

구분	CGIAR의 GARDIAN	일본의 WAGRI	농촌진흥청 흙토람
서비스 범위	전 세계	일본	한국
운영 주체	Consultative Group on International Agriculture Research(CGIAR)에 속해 있는 전 세계 연구 기관	390개의 기업 및 기관	농촌진흥청
목적	국제 농업 연구기관들이 생성한 공유 및 관리	일본 내에서 생산된 농업 데이터의 공유 및 효율적인 이용	국내의 토양 정보 제공을 통하여 효율적인 비료 사용 및 안전한 농산물 생산의 기반 마련
제공 형태	연구보고서(PDF) 관련 데이터셋 링크 제공 웹 내에서의 시각화 자료	Open API(Application Program Interface)	웹 내에서의 시각화 자료 관련 데이터셋 링크
제공 데이터	작물 모형 지형 및 공간 데이터 가축데이터 사회경제적 데이터	날씨 데이터 토양 데이터 지형 데이터 생산량 예측 모형 및 데이터 관련 통계	토양 데이터 기후 데이터 생물 데이터 친환경 농업 등록 정보 데이터

○ 해외의 농업 빅데이터 시설에서 제공하고 있는 데이터셋을 검토한 결과, 기후변화 대응 연구를 위하여 공통적으로 기상, 환경, 생육 모델 등을 포함하고 있음.

- 기후변화 관련 농업 플랫폼은 이용자들에게 기후변화에 대응할 수 있는 정보를 제공하는 것이 중요하므로, 생육 모형 운영 및 영향 평가에 필요한 기상, 환경 데이터 등을 제공하는 것이 필수적임.

○ 국내에는 기후변화 대응 농업연구를 위한 데이터는 존재하나, 이를 종합적으로 제공하는 플랫폼이 부재하여, 데이터 플랫폼 운영이 필요함.

- 국내의 기후변화와 농업 관련 데이터들을 검토했을 때, 관련 데이터들은 기상청, 농촌진흥청 등에 산재해 있으며, 종합적으로 제공하는 플랫폼은 존재하지 않음.
- 예를 들어, 기상청에서 운영하는 기후정보포털은 기후변화 감시정보, 시나리오, 예측 정보를 제공하고 있으나, 농업 관련 데이터를 제공하지 않고 있음.
- 관련 데이터들은 다양한 연구기관 등에서 생산하고 있으므로, 데이터의 중복 생산을 피하고 생육모형 및 영향 평가 등의 종합적인 분석을 위해서는 통합 플랫폼 운영이 필요함.

○ 기후변화 대응 농업연구단지의 기후데이터부는 다양한 사용자들이 기후변화와 관련된 데이터를 한 번에 제공받을 수 있는 플랫폼 형태이며, 사용자들이 목적에 맞게 데이터를 쉽게 가

공할 수 있는 형태로 운영되어야 함.

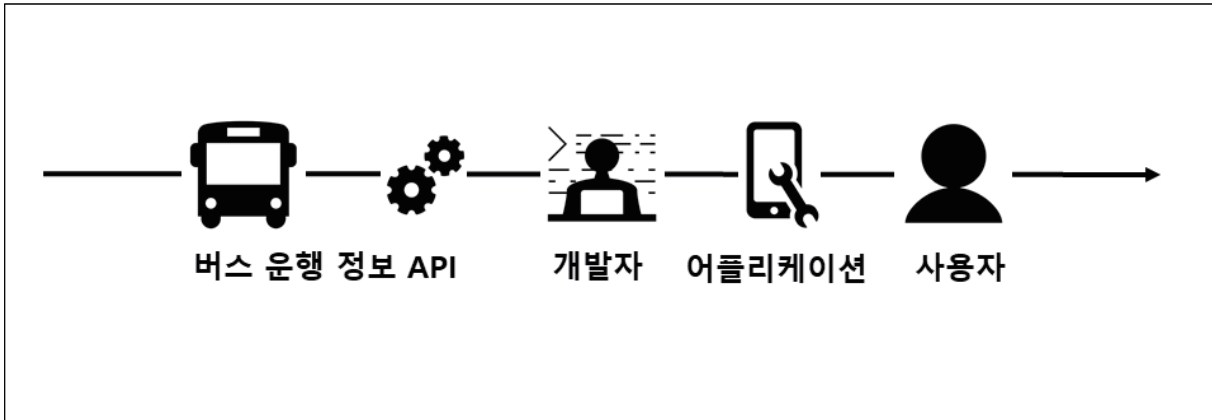
- 사용자: 연구자, 일반 농민, 개발자, 기업 등 다양한 사람들이 이용 가능하게 개발하되, 각 사용자별로 접근 권한을 다르게 설정함.
 - 제공 데이터: 기후, 토양, 환경 데이터 등 이미 만들어진 데이터의 증계와 신품종 개발을 위한 유전자 및 표현형 자료 등의 연구결과 공유, 위성, 드론 및 인공위성과 인공지능 등 농업 신기술을 적극적으로 운용할 수 있는 데이터를 제공해야 함.
 - 제공 형태: 사용자가 쉽게 접근할 수 있도록 강수량, 기온 변화, 토양 특성 등을 시각화한 자료를 제공하거나, API 제공을 통하여 어플리케이션 개발자 혹은 농업 컨설팅 업체들이 쉽게 활용할 수 있도록 해야 함.

- 기후데이터부의 플랫폼에서 제공하는 데이터는 자체 생산 데이터와 유관기관 및 플랫폼 사용자가 생산하는 데이터로 구성됨.
 - 자체 생산 데이터는 첨단연구시설 및 실증 단지에서 생산되는 환경에 따른 작물 피해 및 대응기술의 효과성과 관련된 데이터로 구성됨.
 - 유관기관 데이터는 기상, 환경, 토양 데이터 등을 제공하며, 연구자를 비롯한 사용자가 자신이 생성한 데이터를 업로드할 수 있는 환경을 마련해야 함.

- 빅데이터 제공 형태는 관련 연구기관 등으로의 연결 및 Open API(Application Programming Interface)를 포함함. 이를 통해 사용자들의 편의를 제고하고 새로운 어플리케이션의 개발, 농업 컨설팅 등 다양한 분야에 응용할 수 있음.
 - 대표적인 방법으로 기상 데이터를 지도에 표시하는 등 시각화된 형태로 제공하는 방법과 개발자들이 응용할 수 있는 Open API 형태로 제공하는 방법 등이 있음⁴²⁾. 이를 통하여 기후변화 대응과 관련된 전문성을 살린 데이터 형태를 사용자들에게 제공할 수 있다는 장점이 있으며, 이를 바탕으로 새로운 산업의 기반이 될 수 있음.

⁴²⁾ Open API(Application Programming Interface)란 인터넷 상에서 여러 데이터 혹은 정보를 외부의 사용자가 쉽게 이용할 수 있도록 개방해놓은 것으로, 특히 개발자들이 쉽게 사용할 수 있는 형태로 제공되고 있어서 새로운 서비스 구현에 핵심적인 역할을 함(김태영 외, 2015).

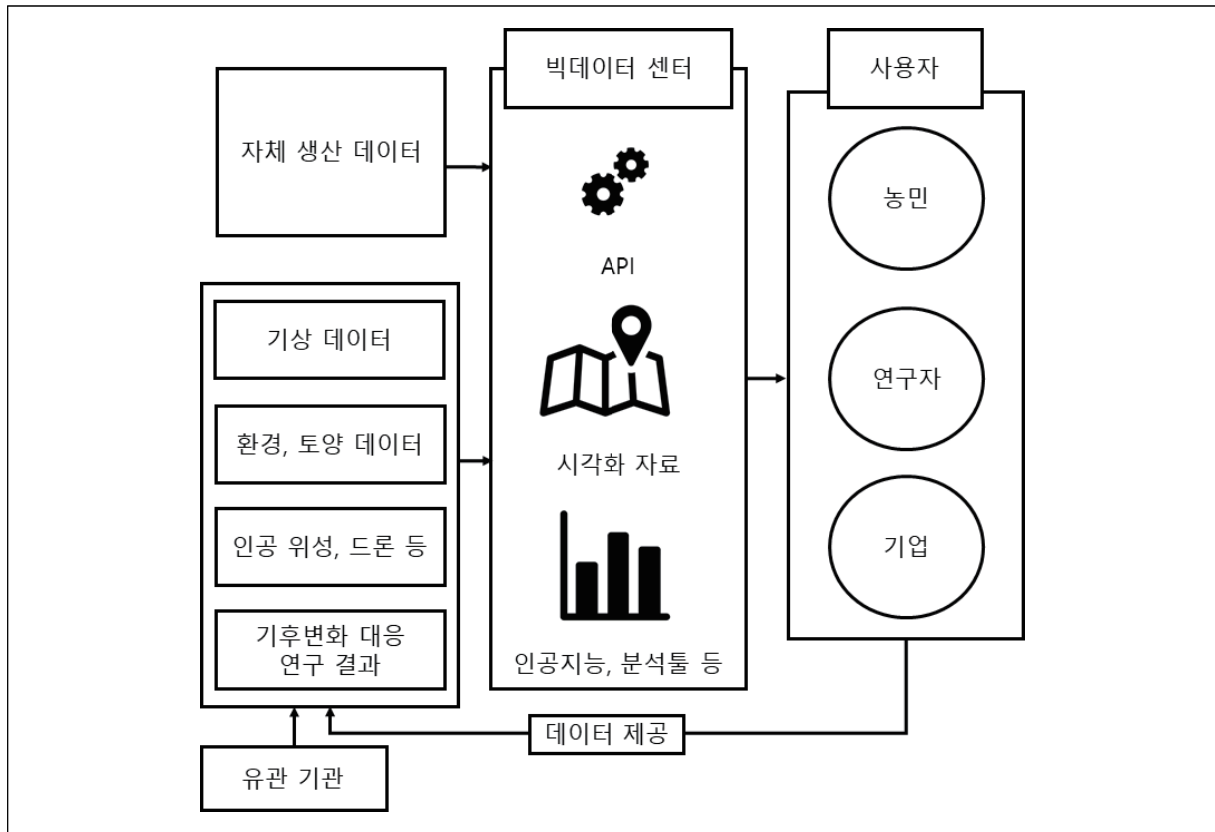
〈그림 7-14〉 Open API 사용 예시



자료: 공공데이터 포털(<http://www.data.go.kr/index.do>).

- 기후변화 대응 농업연구단지의 기후데이터부의 인프라 규모 산정은 기상청, 국가균형발전 종합정보시스템(NABIS), 농림수산식품교육문화정보원 등 현재 운영되고 있는 많은 빅데이터 센터들의 규모와 인프라를 고려해서 산정할 수 있음.
- 빅데이터 관리 시설의 보안 수준은 제공하는 데이터의 내용을 고려했을 때, 보안성이 높은 전문데이터 센터 수준의 기후데이터부를 운영하는 것이 필요함. 연구자들의 연구결과는 중요한 지식 재산권이므로 공유가 가능하게 하되, 최대한 안전한 상태에서 보관이 되어야, 연구자들이 적극적으로 빅데이터 시설을 사용할 것임.
 - 인공위성 자료와 드론 촬영 자료들 또한 국가적으로 중요한 자료가 될 수 있으므로, 높은 보안 등급을 가진 빅데이터 시설이 필요함.
 - 한국IT비즈니스진흥협회(2012)에 따르면, 빅데이터 센터는 보안 수준으로 결정되는데, 이 중 전문데이터 센터가 보안 수준이 가장 높은 것으로 나타남.
 - 농업연구단지 내에서 농업연구를 하면 발생하는 습도로 인한 빅데이터 인프라의 훼손 문제를 방지하기 위하여, 빅데이터 서버를 연구단지 외부에 만드는 방법도 고려하였으나, 보안 문제를 해결하기 위해서는 연구단지 내부에 설치하는 것이 더욱 바람직함.

〈그림 7-15〉 기후변화 대응 농업연구단지 빅데이터 센터(기후데이터부)의 구조



자료: 연구진 작성.

3.3. 첨단인프라 관리부

3.3.1. 역할 및 기능

- 기후변화 대응 농업연구단지의 첨단시설동은 기후변화 대응 농업 연구의 수요에 맞추어 연구자들에게 미래 기후변화 시나리오를 재현하는 등의 기능을 가진 첨단연구시설을 제공함.
 - 만성적인 기후변화 대응 인프라 공급 부족을 해소하여 연구의 다양성을 도모할 수 있음.
 - 기후변화에 따른 작물 피해양상 및 대응기술의 효과 등 자체 연구데이터를 확보하고 기후데이터부에 제공하여 공유·확산의 기초를 마련함.
- 미국 등 여러 국가의 기관에서는 SPAR와 이상기후연구동 등의 장비를 활용하여 기후변화와 관련된 다양한 연구를 진행하고 있음.
 - SPAR 시설을 활용한 연구는 주로 작물 생산 관리를 위한 모델링 구축을 진행하여 기후변

화가 작물 생산에 미치는 영향 및 기후변화에 대한 정책 결정을 지원하기 위한 목적으로 실시됨.

- 구체적으로 미시시피 주립대학은 RR Foil Plant Science Research Center에 10기의 SPAR 시설을 사용하여 통제된 환경 속에서 작물 생리와 식물의 반응 매커니즘을 이해·분석하고, 작물 관리 전략과 수확량 향상을 위한 유전적 특성 등을 평가하는 연구를 수행함. 이 밖에, NASA와 미국 농무부(USDA)가 협업하여 기후변화에 따른 미국 남중부 지역의 면화 성장 및 발달을 관찰하거나 농업의 기후변화 대응과 기후변화가 의사결정 지원에 미치는 영향 등을 수행한 바 있음.

○ SPAR는 환경적 변화요인에 대한 작물 반응을 평가하는데 주요한 시설로 다양한 환경 요인을 간단히 컨트롤하고 모니터링 할 수 있다는 점과 작물의 중요한 생리적 물리적 데이터를 자동으로 수집할 수 있다는 점 때문에 활용성이 높아 기후변화 대응 연구에 널리 활용되고 있음.

○ 이상기후연구동(정밀환경조절챔버)은 뉴욕 주립 대학교(State University of New York) 12기, 알라바마 A&M 대학교(Alabama A&M University) 1기, 케임브리지 대학교(Cambridge University)의 세인스버리 연구소(Sainsbury laboratory) 37기가 설치되어 있으며 다양한 해외 기관에서 연구를 위해 해당 장비를 활용하는 것으로 나타남.

- 이외에도 다양한 규모와 성능의 정밀환경조절챔버는 세계 여러 연구기관에서 활용하는 것으로 나타남.

○ 미국 등 여러 국가에서는 SPAR, 인공기상동, 이상기후연구동 등의 연구장비를 충분히 확보하고 활용하며 기후변화 대응에 대한 연구를 진행하는 것으로 나타났음. 기후변화연구단지 내 첨단인프라관리부에 해당 연구시설 및 장비를 설치함으로써 학계 등과 협업을 통한 연구의 질적 향상과 연구 수요 충족, 기후변화 대응에 초점을 맞춘 연구 진행 등을 기대할 수 있음.

○ 기후변화 대응 농업연구단지의 첨단시설동의 대표적인 기능으로는 기후변화 대응 첨단연구시설 제공과 기후데이터부를 위한 데이터 생성이 있음.

- 첨단연구시설 제공: 기후변화 대응 인프라 접근도가 낮은 연구자 및 연구기관을 대상으로 연구 공간을 제공하여 다양한 연구 수요를 충족시킴.
- 데이터 생성: 기후변화의 영향성 평가 등을 위한 기본 데이터를 생성함.

3.3.2. 시설 및 규모

- 첨단연구동에 필요한 시설을 선정하고 규모를 산정하기 위해 농촌진흥청을 비롯한 국내외 농업연구기관의 시설사례를 검토함.
- 미래 기후변화 시나리오에 대응하는 선제적인 연구를 위해서는 온도나 CO₂ 등의 환경 요인을 조절하여 인공적인 환경을 조성하는 시설이 필수적임. 특히, SPAR, 인공기상동, 이상기후동의 경우 비용과 운영 전문성의 문제로 설치가 용이하지 않음. 따라서 기후변화 대응 연구에 전문성을 가진 기관으로서 기후변화 대응 농업연구단지가 SPAR, 인공기상동, 이상기후동 3개 시설을 중점적으로 설치·관리해야 하며, 이를 전담 관리하는 상시 전문 인력이 동반되어야 함.
 - 첨단연구시설로 센서링 등을 통해 생성된 빅데이터를 활용하여 가상현실의 공간에서 실험을 진행하고, 그 결과를 토대로 현실에서 점검하는 디지털 트윈(Digital twin) 시설은 현재 건설업, 제조업 등 분야에서 활용이 주를 이루고 있으나 높은 설치 비용 및 까다로운 규모 산정으로 인해 추후 검토해 볼 수 있을 것으로 보임.

가) SPAR

- SPAR는 챔버별로 토양, 온도, CO₂ 변화에 따른 작물의 기상환경 반응 연구 및 기상재해 경감방안 수립 연구를 수행하는 데 필요함.
 - SPAR는 정밀한 환경제어시스템을 통해서 대기온도 변동과 유사한 일별 온도주기를 설정할 수 있으며, 외부 반출이 가능한 대형 토양상의 구조로 실제 포장과 유사한 조건의 작물 생육이 가능함. 또한 밀폐장치를 설치하여 각각의 기후 조건을 반영할 수 있음.
- 농촌진흥청 내에서 SPAR를 보유하고 있는 기관은 국립식량과학원과 국립원예특작과학원 산하 온난화대응 농업연구소가 있음.
- 국립식량과학원에는 미국형 SPAR를 응용한 한국형 SPAR 9기가 설치되어 있으며, 국립원예특작과학원에는 미국형 SPAR 12기가 설치되어 있음.
 - 일반적인 SPAR 설비는 미국형 SPAR로 단일형 챔버 구조를 가짐. 독립 온실의 면적은 대체로 1.5m×2.2m이고, 높이는 3.5m임. 식물을 심는 토양의 표면적은 0.6m×2.2m임.
 - 한국형 SPAR는 독립 온실이 2중 챔버로 구성되어 있고, 자동 또는 수동으로 개폐가능한

차광셔틀이 있어 미국형 SPAR에 비해 온도 및 풍속 조절이 비교적 용이함. 에어컨 및 기타 설비를 포함한 1기당 면적은 3m×10m=30㎡이고, 식물을 심는 토양은 약 2m×0.6m×1m 임.

- SPAR의 온실 크기는 필요에 따라 주문제작할 수 있음.

○ 국립식량과학원과 미국의 사례를 바탕으로 산정한 SPAR의 최소 규모 및 운용 인원은 독립 온실 9기(3m×10m, 약 9평), 제어감시실(6m×3m, 약 3평) 최소운용인력 6명임.

- 국립식량과학원의 경우 총 면적 1,230㎡에 독립 온실 9기(3m×10m, 약 9평), 제어감시실 1실(6m×3m, 약 3평)이 설치되어 있으며, 전문연구원 2명이 제어감시실에 번갈아 상주하면서 연구 및 시설 유지·보수를 담당하고 있음.

- 미국의 경우 시설 내 생물학자 6명, 프로그래머 2명, 기계 엔지니어 2명이 상주하며 주 7일, 하루 24시간 SPAR 시설을 운영하고 있음.

- 생물학자, 프로그래머, 기계 엔지니어가 24시간 교대로 근무하면서 시설을 상시 가동하기 위해서는 각 업무별로 최소 2명씩 요구됨.

〈표 7-2〉 농촌진흥청 내 SPAR

종류	시설 구조	사진
한국형	<p>출처: 옥외환경조절시설 SPAR 운용 매뉴얼(국립식량과학원)</p>	
미국형	<p>출처: Crop Response to Climate Change: SPAR Facilities, Capabilities and Tools</p>	<p>출처: Crop Response to Climate Change: SPAR Facilities, Capabilities and Tools</p>

자료: 연구진 작성.

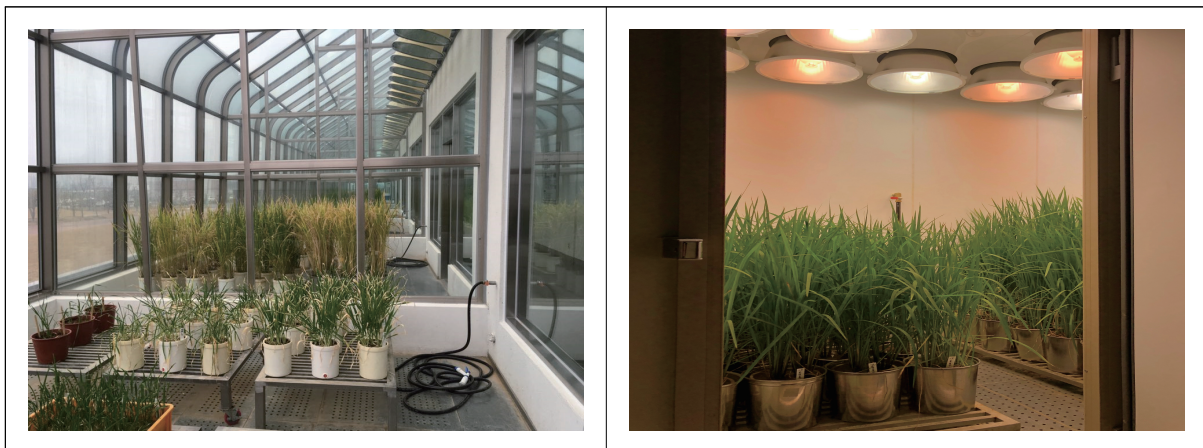
나) 인공기상동

- 인공기상동은 각 실마다 온도, 습도, 광조건을 다르게 설정하여 작물의 생장을 관찰할 수 있는 시설로, 작물의 환경 반응 기초 생리·생태 연구, 기상재해 발생 원인 및 경감 대책, 이상 기후 대응 작물 재배기술 모색 등의 연구에 활용됨.

- 농촌진흥청 내에서 인공기상동을 보유하고 있는 기관은 국립식량과학원과 국립원예특작과학원이 있음.
 - 국립식량과학원 인공기상동은 유리실 6기(3.7m×4.7m), 조명실 6기(1.2m×1.67m), 수분장해실험실 2기로 구성되며, 4명의 전문 인력이 주 7일, 하루 24시간 운영·관리하고 있음.
 - 국립원예특작과학원 인공기상동은 유리실 6기(4.5m×4.4m), 조명실 3기(3m×5m)로 구성됨.

- 국립식량과학원과 국립원예특작과학원 사례를 통해 인공기상동을 규모를 산정하면, 최소 운영 규모는 유리실 6기, 조명실 6기, 최소운영인력 4명임.
 - 기후변화 대응 관련 실험 진행 시, 최소 4개의 서로 다른 온도 조건이 필요하고, 대조군과 고장 등의 비상 상황을 고려하면 2기가 추가로 더 필요함.

〈그림 7-16〉 농촌진흥청 내 인공기상동

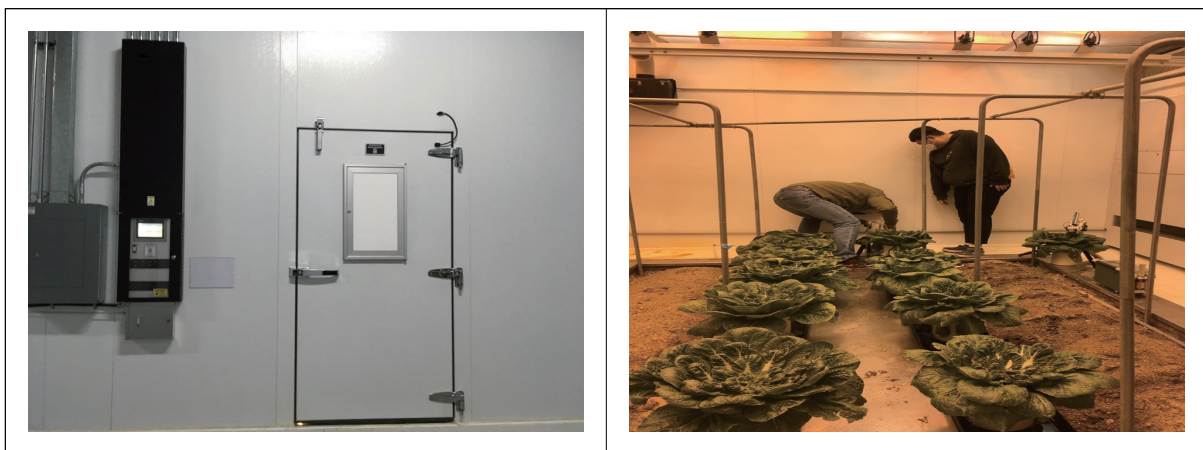


자료: 연구진 작성.

다) 이상기후연구동

- 이상기후연구동은 환경정밀조절챔버를 통해 일조량, 습도, 기온, 이산화탄소, 강우량 등을 조절하여 이상고온 등의 이상기후를 조성하는 시설로, 기후변화 시나리오에 따른 채소 피해 평가 및 생산량 분석 이상기후 대응 채소 피해 기작 해석 및 경감기술 개발 등에 활용됨.
- 농촌진흥청 내에서 이상기후연구동을 보유하고 있는 기관은 국립원예특작과학원이 있으며, 미국회사인 Environment Growth Chamber(이하 EGC) 회사 제품을 이용하고 있음.
- 농촌진흥청 원예특작원 내 이상기후연구동의 상세 사양은 면적 17.8㎡, 높이 3.86m(내부 높이 2.50m), 폭 4.74m(내부 폭 4.08m)임.
- 국립원예특작과학원의 사례를 통해 이상기후연구동의 규모를 산정하면, 최소 운영 규모는 이상기후연구시설(정밀환경조절챔버) 8기, 최소운영인력 6명임.
 - 국립원예특작과학원 내 이상기후연구동의 경우 전문 인력 5명이 챔버 8기(약 20㎡/1기)를 운영·관리하고 있음. 다만, 추가적인 운영인력의 필요성이 제기된 바 있어 기후변화 대응 농업연구단지에서는 최소운영인력을 6명으로 설정하였음.
- 한편, 이상의 SPAR, 인공기상동, 이상기후연구동 3개 시설은 운영 및 관리에 고도의 전문성이 요구됨. 따라서 외부 수요자가 연구시설 공간을 임대할 수는 있으나 내부 전문 인력과의 협업이 필요함.

〈그림 7-17〉 농촌진흥청 내 이상기후연구동



자료: 연구진 작성.

〈표 7-3〉 기후변화 대응 농업연구단지의 첨단시설동 시설 구성 및 규모

시설	SPAR	인공기상동	이상기후연구동
역할	토양, 온도, 이산화탄소 등의 조절을 통한 식물의 광합성량 측정을 통한 피해 경감 연구	온도, 습도, 광조건을 조절하여, 각 조건별 식물의 생육 상태를 연구	기후변화 시나리오에 따른 피해 평가, 이상 기상 해석 및 대응 기술 연구
최소 운영 규모	독립온실 9기 제어감시실 1실	유리실 6기 조명광 6기 수분장해실험실 2기	8기
최소 운영 인력	6명	4명	6명

자료: 연구진 작성.

3.4. 기후변화 대응 네트워크 운영

3.4.1. 운영 방안

- 기후변화대응 농업연구단지는 연구자와 수요자 간의 중간다리 역할을 충실히 수행하여 기후변화대응 연구의 컨트롤 타워 역할을 강화하고 연구개발결과의 파급효과를 극대화시킴.
 - 세계적 연구 네트워크인 뉴질랜드의 GRA(Global Research Alliance on agricultural greenhouse gas)와 CTCN(Climate Technology Center·Network)를 살펴보면, 다양한 분야에서의 파트너십 구축, 네트워크를 통한 수요자 중심의 기술 수요 조사 및 공공 연구 성과공유, 네트워크 내 전문가들을 통한 관련 지식 및 정보 공유 등 적극적인 네트워크 활용을 통해 다방면의 연구 촉진 및 정보 교류 확대에 기여하고 있음.
 - 뉴질랜드의 GRA는 국제적 온실가스 연구의 컨트롤 타워로서, 네트워크 내 연구 현황을 파악하고 조정함으로써 중복연구를 방지하고 관련 정보 및 연구성과 공유와 네트워크 참여 주체들의 공동연구 촉진 및 연구 투자 확대를 장려하고 있음.
 - CTCN은 기후기술의 선진국과 개발도상국간 기술협력 및 기술 개발·이전을 촉진하기 위한 조직으로서, 네트워크를 통해 국제사회의 기후기술 제공자와 사용자를 연결시켜주고 있으며 사용자 맞춤형 지식교류 및 훈련 등의 프로그램을 제공함.

〈표 7-4〉 네트워크 관련 해외 사례 요약

구분	GRA (Global Research Alliance on agricultural greenhouse gases)	CTCN (Climate Technology Center·Network)
설립 목적	국가 간 연구 경험 공유 및 연구 협력 (개방형 R&D 네트워크)	선진국과 개발도상국의 기술협력 및 기술개발·이전
주요 활동	기술 보급 및 적용 지원 공동연구 공동 방법론 정리 연구 성과 및 지식 공유 파트너십 구축	기술지원 지식공유 협력 및 네트워킹

자료: 연구진 작성.

- 기후변화대응 농업연구단지는 연구개발, 실증, 보급으로 이어지는 윈스탑 체계를 구축하고 외부 유관기관과의 협력 관계를 공고히 하여 기후변화대응 연구 및 실증을 활성화하고 그 효율성을 제고하는 데 기여함.
- 기후변화대응 농업연구단지는 크게 본부와 지역 분원(도농업기술원)으로 구성됨. 본부는 정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부, 홍보부로 구성되며, 지역 분원(도농업기술원_리빙랩)은 지역별 기후변화대응 연구 및 실증의 중심 역할을 수행함.
 - 정책지원부: 기후변화 대응 정책담당자, 연구자를 주요 대상으로 개발된 기술의 정책화 방안 건의, 정책의 이행평가 등을 수행함. 구체적으로, 농업부문 기후변화 대응의 컨트롤 타워로서 국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적 브리핑, 농업 현장의 기술수요 자료 확보, 연구개발결과를 활용한 정책방안 제언 등의 기능을 제공함.
 - 기후데이터부: 연구단지 내 시설을 이용해 기후변화 대응에 필요한 신규 데이터를 생성하고, 기관별로 산재한 관련 데이터를 증계 및 유통하여 기후변화 대응 데이터의 통합관리 기능을 수행함. 기후변화 대응 데이터 공유 및 활용을 촉진하여 연구 효율성을 증대하고 신산업 육성의 기반을 제공함.
 - 첨단인프라관리부: 미래 기후변화 시나리오 재현 등의 기능을 가진 첨단연구시설(SPAR, 인공기상동, 이상기후연구동 등)을 임대하여 현재의 인프라 공급 부족을 해소하고 연구의 다양성을 도모함.
 - 홍보부: 농업인을 포함한 전국민을 대상으로 기후변화가 농업부문에 미치는 위협과 기회 정보를 제공하여 농업부문 기후변화 대응 연구에 대한 관심을 제고함. 더불어, 지도직 및 농업인을 대상으로 국내 기후변화 대응 지식 전수 및 정책지원 홍보 활동 등을 통해 관련

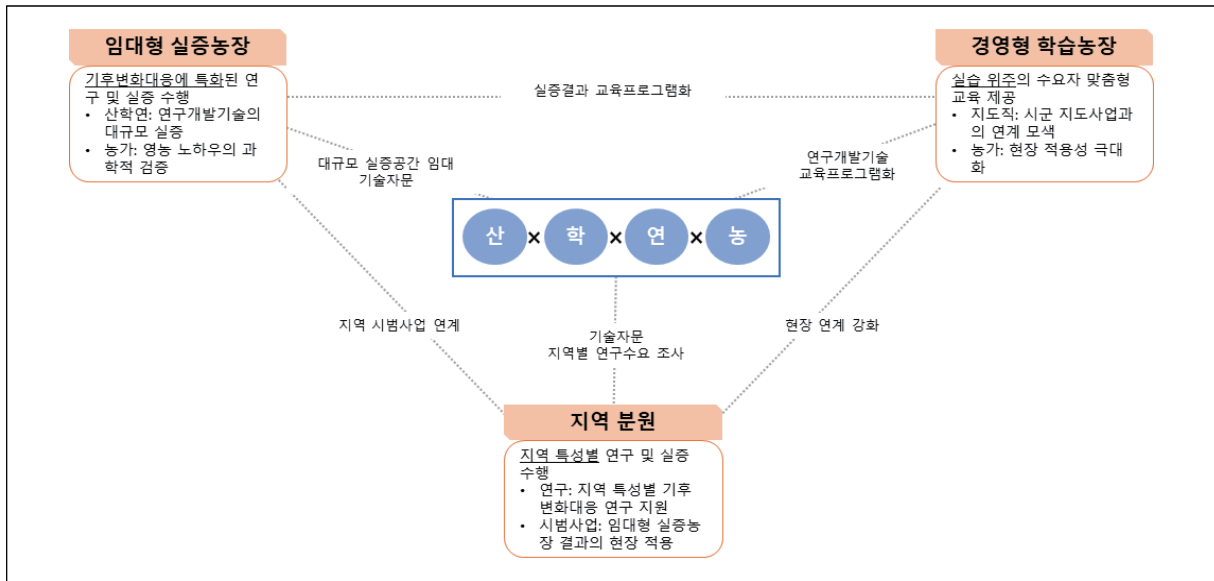
정보에 대한 접근성을 개선함.

- 지역분원(도농업기술원): 지역별 기후변화 특성을 반영한 연구 및 실증을 지원하여 지역별 맞춤 기술을 시험 및 발굴하며 국가계획과 지자체 내 사업의 정합성 확보에 관한 정보 및 컨설팅을 본원과 연계하여 제공함.
- 리빙랩(도농업기술원): 산학연 및 선도 농가를 대상으로 연구개발기술이나 영농 노하우의 대규모 검증 공간을 제공하여 기술 개발과 현장 보급 및 적용 사이의 괴리를 축소함. 또한, 교육 및 실증용 시설을 갖추어 농업경영체나 기초적인 교육을 이수한 농업인을 대상으로 실습 위주의 재배 및 경영 능력 배양 프로그램을 제공함.

3.4.2. 세부 운영 방안

- (지역 네트워크: 리빙랩) 지역분원에서는 지역별 기후 특성에 따른 연구 및 실증을 지원함. 실증농장의 최신 연구결과를 교육프로그램화 및 도농업기술원의 시범 사업화하여 연구개발 결과와 현장 보급까지의 단계를 축소하고 적용 가능성을 높임.
 - 지역분원(도농업기술원): 지역별 특성에 따라 기후변화대응 연구 및 실증을 지원함. 이를 통해 현재 지역특화작물 외에도 기후변화에 따라 미래 유망 작목을 미리 발굴하고 연구하는 기능을 담당함. 지역분원에서 수행하기 어려운 연구의 경우 본부와 협업하여 진행하도록 함.
 - 임대형 실증농장: 지역적 배경과 여건에 따라 연구개발기술의 대규모 실증 및 영농 노하우의 과학적 검증 기회 제공 등 기후변화대응에 특화된 연구 및 실증 수행을 지원함. 실증 결과는 경영형 학습농장의 교육프로그램으로 구성하거나 지역별 시범사업의 형태로 보급함.
 - 경영형 학습농장: 시군 지도직과 농가를 대상으로 실습 중심의 수요자 맞춤형 교육을 제공함으로써 지도사업과의 연계를 모색하고 현장 적용성을 극대화함. 특히 선도 농가의 실천 노하우를 교육프로그램으로 개발함으로써 기후변화대응 우수사례를 공유하고 농가 간 협력을 강화함.

〈그림 7-18〉 지역 네트워크

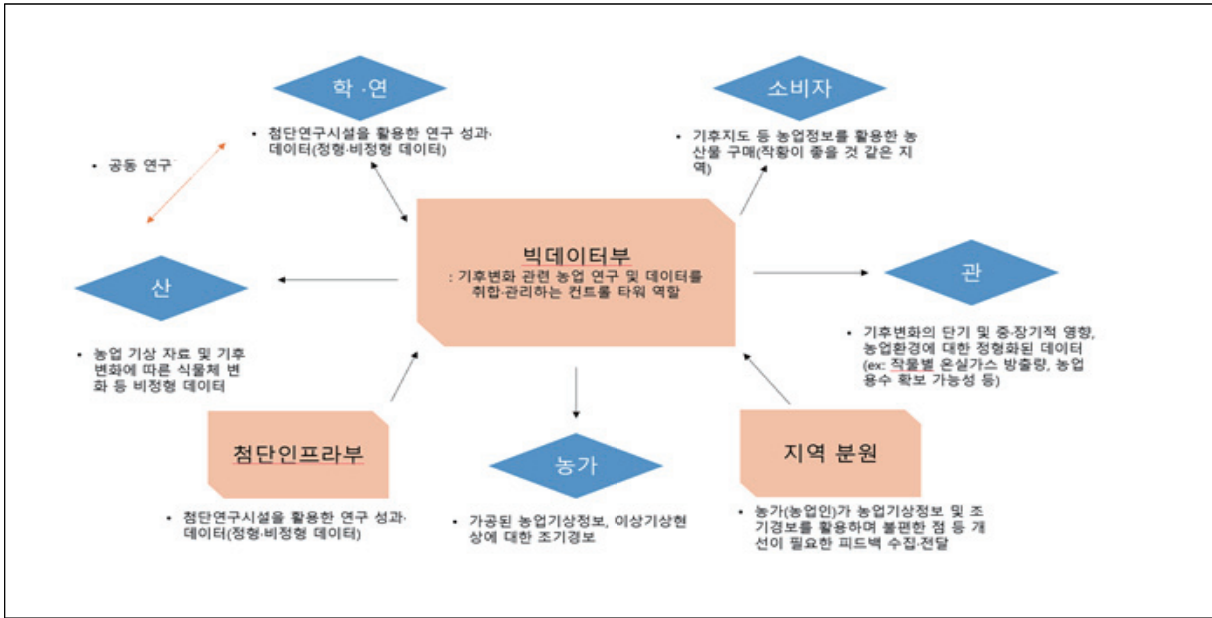


자료: 연구진 작성.

○ (기후데이터부) 정책 수립의 기초자료인 농업 부문에서의 단기 및 중·장기 기후변화 시나리오를 작성하고 기관별로 산재한 기후변화대응 연구 및 데이터의 유통하며, 첨단인프라관리부에서 생성하는 자체 데이터를 관리 및 제공하여 활발한 신산업 창출 및 연구개발을 도모함.

- 정부: 기후변화 시나리오를 토대로 단기 및 중·장기 정책을 제안하고, 농업 부문의 기후변화대응 프레임워크를 작성하는 데 자문을 제공함.
- 산업계: 산재한 기후변화대응 관련 데이터를 한데 모아 유통하고 필요 시 연구 결과를 가공하여 제공함으로써 신산업 창출을 도모함. 예를 들어, 탄소 배출량이 적은 비료, 농업 기상 데이터를 활용한 애플리케이션, 애플리케이션과 연동되는 이상기후 자동대응시설물 등이 개발될 수 있음.
- 학계: 첨단인프라관리부에서 생성하는 데이터를 적합한 형식으로 제공하여 여러 양질의 연구수행을 지원함. 또한 산재한 기후변화대응 연구 수행 상황을 종합관리하여 중복연구수행을 방지함.
- 농가: 기후변화에 따른 농작물 생산성 변화와 이상기후(가뭄, 폭우, 우박)으로 인한 피해 등 농업기상정보에 대한 수요가 크기 때문에, 해당 정보를 이해하기 쉬운 형태로 가공하여 정확하고 신속하게 제공할 필요성이 있음. 따라서 현재 조기경보시스템을 운영하고 있는 농촌진흥청과 협력하여 보급을 확대하고 사용자 피드백 수집 등 현장 관리 창구역할을 담당함. 또한, 기후데이터부에서 관리하는 중장기 기후변화 시나리오를 활용하여 농가의 영농 의사결정을 지원함.

〈그림 7-19〉 기후데이터부(빅데이터부)의 네트워킹 모식도

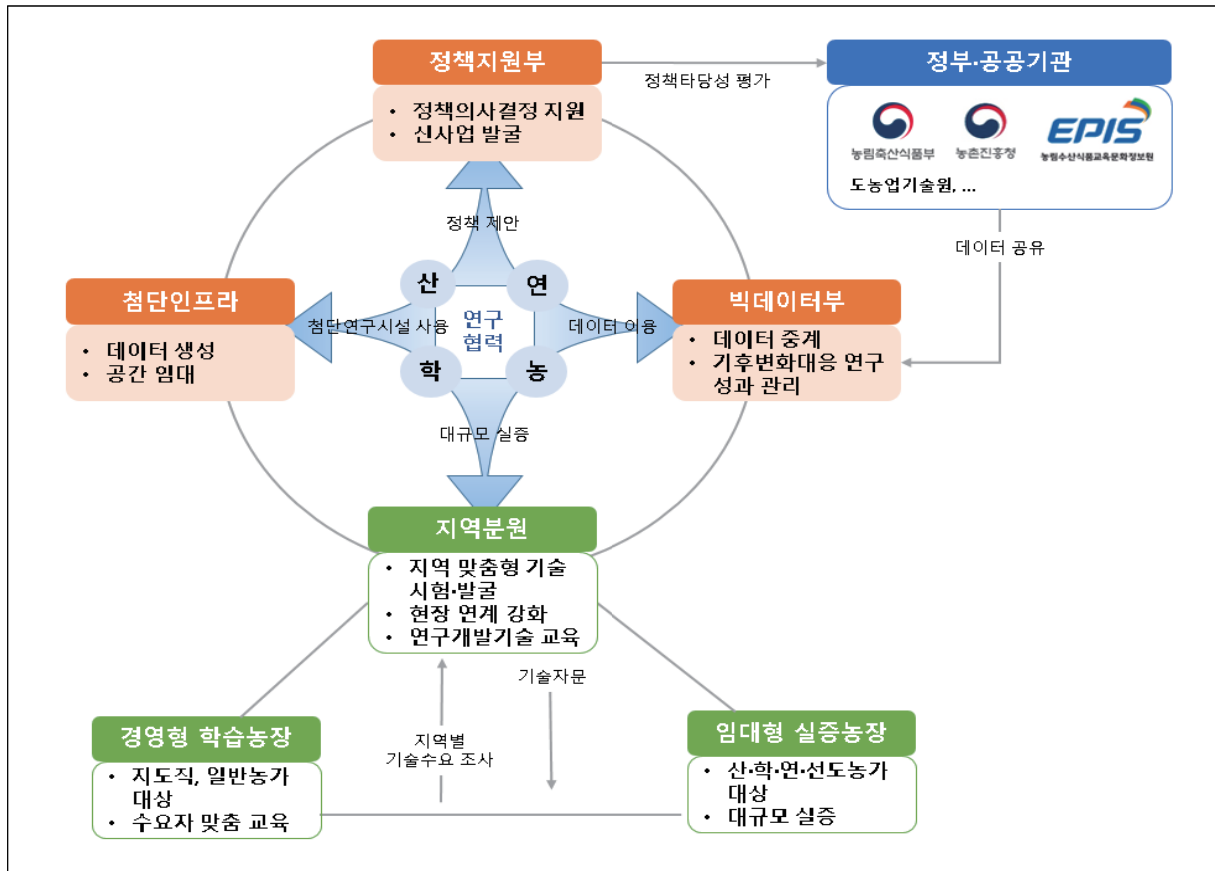


자료: 연구진 작성.

○ (종합) 이상의 논의를 종합하면 〈그림 7-20〉과 같이 나타낼 수 있음. 기후변화대응 농업연구단지는 주요 수요자인 산학연 및 농가, 그리고 정책입안자인 정부와의 공고한 네트워크 관계를 바탕으로 연구단지에서 직접적으로 창출되는 효과뿐만 아니라 외부에서의 파급효과의 극대화를 목표로 함.

- (산학연 및 농가) 기후변화대응 농업연구단지의 주요 이용자이자 협력 파트너임. 첨단인프라 및 지역 실증농장의 주 이용층으로 기후변화대응 인프라 확충에 따라 활발한 연구 및 실증을 수행하여 첨단인프라 및 실증농장의 파급효과를 극대화할 수 있을 것으로 기대됨. 또한, 기후데이터부의 연구통합관리 기능을 위한 주요 협력 파트너이자 데이터 중계 및 유통 기능의 적극 사용자로서 기후데이터부의 파급효과를 극대화할 수 있을 것으로 기대됨.
- (정부 및 공공기관) 기후데이터부는 기관별로 작성하고 있는 기후변화 대응 데이터를 공유받아 통합 중계하며, 정책지원부는 연구개발기술결과를 토대로 정책 제안 및 정책 입안 시 의사결정 지원 등의 업무를 수행함.

〈그림 7-20〉 네트워크 운영 방안



자료: 연구진 작성.

4. 농업부문 기후변화 대응센터 소속 기관 및 운영 주체

4.1. 농업분야

○ 농업부문 기후변화 대응센터 설립의 효과를 극대화하기 위해서는 대응센터의 역할에 맞게 상위 기관 및 운영 주체가 선정될 필요가 있음.

- 상위 기관 농림축산식품부, 농촌진흥청을 고려 가능함.
- 운영 주체는 농림축산식품부, 농촌진흥청, 한국농촌경제연구원, 재단 고려 가능함.

〈표 7-5〉 농업부문 기후변화 대응센터 상위 기관 및 운영주체 후보

상위 기관	운영 주체
1. 농림축산식품부 2. 농촌진흥청	1. 농림축산식품부 2. 농촌진흥청 3. 한국농촌경제연구원 4. 재단

자료: 연구진 작성.

○ 상위 기관과 운영 주체의 조합을 통해 다음과 같이 7가지 상위 기관 및 운영 주체(안)를 생각할 수 있음〈표 7-6〉.

〈표 7-6〉 농업부문 기후변화 대응센터 상위 기관 및 운영 주체(안)

	상위 기관	운영 주체
1안)	농림축산식품부	농림축산식품부
2안)	농림축산식품부	농촌진흥청
3안)	농림축산식품부	한국농촌경제연구원
4안)	농림축산식품부	재단
5안)	농촌진흥청	농촌진흥청
6안)	농촌진흥청	한국농촌경제연구원
7안)	농촌진흥청	재단

자료: 연구진 작성.

○ 아래 〈표 7-7〉은 대안별 장점과 단점을 설명하고 있음.

- 1안)의 경우 신속한 의사결정과 강한 추진력이 장점인 반면, 조직 및 인력 보강이 필요하고, 기술개발과 정책화의 매개역할이 없으며, 비중립적 의사결정 가능성이 존재함. 뿐만 아니라 실용화기술개발에 대한 이해가 미흡할 수 있음.
- 2안)의 경우 신속한 의사결정과 강한 추진력이 장점인 반면, 현상유지 가능성이 존재하며, 기술개발과 정책화의 매개역할이 없음. 또 비중립적 의사결정 가능성이 존재함.
- 3안)의 경우 대체로 의사결정이 신속하고 추진력도 대체로 강할 것으로 기대됨. 또한 기술개발과 정책화의 매개역할 존재하며, 중립적인 의사결정이 가능함. 하지만 실용화기술개발에 대한 이해가 미흡하고, 조직간 협력 제고 노력이 요청됨.
- 4안)의 경우 대체로 의사결정이 신속하고 추진력도 대체로 강할 것으로 기대됨. 하지만 재단 설립에 따른 사회적 비용이 발생하고, 중립적인 의사결정이 부족할 수 있음. 또한 기술개발과 정책화의 매개역할 부재하며, 실용화기술개발에 대한 이해가 미흡할 수 있음.
- 5안)의 경우 실용화기술 개발 가능성 및 보급의 효율성이 높을 것으로 기대되고 대체로 강

한 추진력이 있을 것으로 보이지만 농식품부와의 관계설정이 불명확하고, 정책추진에 대한 이해가 부족할 수 있으며, 기술개발과 정책화의 매개역할이 부재할 가능성이 존재함.

- 6안)의 경우 실용화기술 개발 가능성 및 보급의 효율성이 높을 것으로 기대되고 기술개발과 정책화의 매개역할이 존재함. 또한 중립적인 의사결정이 가능할 것으로 생각됨. 하지만 농식품부와의 관계설정이 불명확할 가능성이 있고 조직간 협력 제고 노력이 필요할 수 있음.
- 7안)의 경우 실용화기술 개발 가능성 및 보급의 효율성이 높고 대체로 강한 추진력이 기대되지만 농식품부와의 관계설정이 불명확하고, 정책추진의 동력이 부족하며, 재단 설립에 따른 사회적 비용이 발생함. 또한 기술개발과 정책화의 매개역할이 부재할 가능성이 존재함.

〈표 7-7〉 상위 기관 및 운영주체 대안별 장점과 단점

구분	장점	단점
1안) (기관: 농식품부, 운영: 농식품부)	<ul style="list-style-type: none"> •신속한 의사결정 •강한 추진력 	<ul style="list-style-type: none"> •조직 및 인력 보강 필요 •기술개발과 정책화의 매개역할 부재 •비중립적 의사결정 가능성 존재 •실용화기술개발에 대한 이해 미흡
2안) (기관: 농식품부, 운영: 농진청)	<ul style="list-style-type: none"> •신속한 의사결정 •강한 추진력 	<ul style="list-style-type: none"> •현상 유지 가능성 존재 •기술개발과 정책화의 매개역할 부재 •비중립적 의사결정 가능성 존재
3안) (기관: 농식품부, 운영: 농경연)	<ul style="list-style-type: none"> •대체로 신속한 의사결정 •대체로 강한 추진력 •기술개발과 정책화의 매개역할 존재 •중립적인 의사결정 	<ul style="list-style-type: none"> •실용화기술개발에 대한 이해 미흡 •조직간 협력 제고 노력 필요
4안) (기관: 농식품부, 운영: 재단)	<ul style="list-style-type: none"> •신속한 의사결정 •대체로 강한 추진력 	<ul style="list-style-type: none"> •재단 설립에 따른 사회적 비용 발생 •중립적인 의사결정 부족 •기술개발과 정책화의 매개역할 부재 •실용화기술개발에 대한 이해 미흡
5안) (기관: 농진청, 운영: 농진청)	<ul style="list-style-type: none"> •높은 실용화기술 개발 가능성 및 기술보급 효율성 •강한 추진력 	<ul style="list-style-type: none"> •농식품부와의 관계설정 불명확 •정책추진에 대한 이해 부족 •기술개발과 정책화의 매개역할 부재
6안) (기관: 농진청, 운영: 농경연)	<ul style="list-style-type: none"> •높은 실용화기술 개발 가능성 및 기술보급 효율성 •기술개발과 정책화의 매개역할 존재 •중립적인 의사결정 	<ul style="list-style-type: none"> •농식품부와의 관계설정 불명확 •조직간 협력 제고 노력 필요
7안) (기관: 농진청, 운영: 재단)	<ul style="list-style-type: none"> •높은 실용화기술 개발 가능성 및 기술보급 효율성 •대체로 강한 추진력 	<ul style="list-style-type: none"> •농식품부와의 관계설정 불명확 •정책추진의 동력 부족 •재단 설립에 따른 사회적 비용 발생 •기술개발과 정책화의 매개역할 부족

자료: 연구진 작성.

4.2. 비농업분야

- 농업부문 기후변화 대응센터 설립의 효과를 극대화하기 위해서는 대응센터의 역할에 맞게 조성 및 운영 주체가 선정될 필요가 있음.
 - 상위 기관은 국무조정실과 환경부 고려 가능
 - 운영 주체는 농업분야를 다루고 있는 온실가스정보센터, 한국환경정책평가연구원(국가 기후변화적응센터)을 고려 가능

〈표 7-8〉 농업부문 기후변화 대응센터 조성 및 운영주체 후보

상위 기관	운영 주체
1. 국무조정실 2. 환경부	1. 온실가스 정보센터 2. 한국환경정책평가연구원 (국가기후변화적응센터)

자료: 연구진 작성.

- 국무조정실과 환경부의 경우 농업분야 기후변화 대응을 부분적으로 다루고 있어 농업부문 기후변화 대응센터의 상위 기관으로 적절하지 않음.
 - 국무조정실은 기후변화대응 컨트롤타워 역할을 하고 있으며, 온실가스종합정보센터가 국무조정실 산하에 있음. 2016년에 “2030 온실가스 감축로드맵과 제1차 기후변화대응 기본계획(2017~2036)을 마련함. 이어서 2019년에 제2차 기후변화대응 기본계획(2019~2040)을 마련하였고, 제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)을 마련함. 2020년 현재 2050 저탄소전략을 마련 중에 있음.
 - 4개 부처(산업부, 국토부, 농식품부, 환경부)가 부문별 세부목표를 정하고 정책 개발 및 감축 이행을 책임지는 ‘관장부처 책임제’를 수행중임.
 - 환경부는 중장기 국가 전략 수립, 목표관리제 총괄 등 국내외 주요 업무 담당함. 환경부는 제2차 국가 기후변화 적응대책(2016~2020)을 마련하였고, 2020년에 제2차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025)을 마련할 계획임.
- 운영 주체의 경우도 한국환경정책평가연구원과 온실가스정보센터가 각각 적응과 완화로 구분되어 있으며 농업 분야를 매우 제한적으로 다루고 있음.

- 따라서 이들 외부기관과는 농업분야 기후변화 대응은 상호 협력관계에 있다고 볼 수 있으며, 이들 외부기관이 상위 기관 내지는 운영 주체가 되는 것은 적절하지 않음. 그 이유는 대응센터는 전반적인 기후변화 대응을 지원해야 하고, 클러스터링을 통해 시너지 효과를 얻기 위해서는 농업분야 전반을 아우르고 있는 농업관련 기관에서 맡는 것이 효과적이기 때문임.
- 농업부문 기후변화 대응센터는 국가온실가스정보센터, 국가기후변화적응센터와 협업네트워크를 구축하고 농업 및 농촌 정책연구 및 사업기관, 농협 등 농민단체 등과 유기적인 협력하에 체계적이고 효과적인 농업 및 농촌 기후변화 대응을 주도해 가는 것이 바람직함.

5. 대응센터 건축기본구상(안)

5.1. 설계개요

- 설계개요

〈표 7-9〉 농업부문 기후변화 대응센터 설계개요

구분	내용	비고
사업명	농업부문 기후변화 대응센터 건설 기본계획	
대지위치	가상대지 (입지분석 후 결정 예정)	
대지면적	30,000㎡	
규모	지하 1층, 지상 4층	
주요용도	업무시설 (정책지원부, 빅데이터부, 홍보시설)	
주요시설물	정책지원부, 기후데이터부, 홍보관, 첨단시설(SPAR 연구동, 인공기상동, 인공기상연구동)	
구조	철근콘크리트 + 철골조	
건축면적	3,641㎡	
연면적	14,700㎡	
지상층면적	11,336㎡	
지하층면적	3,364㎡	
건폐율	12.1%	
용적률	37.8%	
주차대수	154대	

자료: 연구진 작성.

5.2. 관련법규검토

○ 건축법

〈표 7-10〉 건축법규

구분	조항	법규 내용
대지안의 조경	법 제42조 영 제27조	· 대상: 면적이 200㎡ 이상인 대지에 건축 (조례위임)
공개공지 등의 확보	법 제43조 영 제27조의2	· 대상: 업무시설 바닥면적이 5,000㎡ 이상인 건축물 · 적용: 대지면적의 10% 이하 (조례위임)
구조안전의 확인	법 제48조 영 제32조	· 대상: 건축물 총수가 2층 이상 연면적 200㎡ 이상인 건축물, 높이 13m 이상인 건축물, 처마높이 9m 이상인 건축물, 기둥경간 10m 이상 건축물
직통계단의 설치	법 제49조 영 제34조	· 적용: 거실의 각 부분으로부터 계단까지 보행거리가 30m 이하가 되도록 설치 (주요 구조부가 내화구조, 불연재료 시 50m) · 3층 이상의 바닥면적 합계가 400㎡ 이상의 업무시설은 직통계단 2개소 설치
방화구획의 설치	법 제49조 영 제46조	· 대상: 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료인 연면적 1천㎡ 이상 건축물 · 적용: 바닥면적 1,000㎡이내 마다 구획(스프링클러 설치 시 3,000㎡이내 마다 구획)
건축물의 내화구조	법 제50조 영 제56조	· 대상: 3층 이상인 건축물
대지안의 공지	법 제58조	· 대상: 용도지역, 용도지구, 건축물의 용도 및 규모에 따라 · 적용: 건축선으로부터 이격거리 - 6m 이내(조례위임) 인접대지경계선으로부터 이격거리 - 6m 이내 (조례위임)
관계전문 기술자와의 협력	법 제32조 영 제91조의3	· 건축구조기술사 협력 대상: 6층이상, 특수구조, 다중이용, 준다중이용, 3층이상 필로티 건축물 · 건축기계설비, 건축전기설비: 10,000㎡ 이상 · 토목분야기술사: 10m이상 굴착, 높이 5m이상 옹벽
부설주차장 설치대상 (주차장법)	법 제19조 영 제6조	· 대상: 업무시설 150㎡ 당 1대 (조례위임)
편의시설 종류 (장애인등편의법)	법 제7조 령 제3조	· 공공건물 및 공중이용시설 제1,2층 근린생활시설, 문화 및 집회시설, 판매시설, 교육시설, 업무시설 등
	법령 제4조	· 장애인통행 가능한 접근로 · 장애인전용 주차구획 · 높이차이가 제거된 건축물 출입구 · 장애인등의 통행이 가능한 복도 · 장애인등의 이용가능한 계단, 승강기, 경사로, 화장실

자료: 연구진 작성.

5.3. 건축계획의 기본방향

- 기후변화 연구의 특수성을 고려한 건축계획
 - 농업부문 기후변화 대응센터와 부합하는 배치 및 건축계획
 - 내부연구시설과 외부연구시설의 연계성을 고려한 건축계획

- 명확한 시설계획
 - 정책지원부, 기후데이터부, 홍보시설, 첨단시설 등 다양한 연구인력 및 시설이용자 간 동선구분 명확
 - 보행동선과 차량동선 분리, 연구동선과 관리 및 서비스동선 분리
 - 각 시설별 독립된 주차공간 확보로 편의성 향상

- 기능의 명확성과 장래확장성
 - 각 기능을 고려한 조닝계획
 - 시설확충 및 시설 내외부 확장을 고려한 가변적 공간과 예비지 확보

- 기후변화 연구에 최적화된 외부공간 계획
 - 기후변화 연구를 위한 외부연구공간과 첨단시설동을 연계
 - 친밀도 및 공간활용도 향상을 위한 별도의 외부 연구공간계획 조성

5.4. 주요 시설별 공간이용 방향 및 공간계획(안)

- 직무시설
 - 임원실, 연구실, 부속기관, 업무공간 등 이용자의 행동특성을 고려한 적정공간 계획
 - 유사기능의 인접배치 및 조닝으로 변화가능한 가변형 공간계획
 - 이용자 특성을 고려한 업무동선, 연구동선, 관리동선, 서비스동선 구분

〈그림 7-21〉 직무시설 참고이미지

1. 연구공간	2. 지원사무공간
	
연구특성에 맞는 가변형 공간계획	개인업무와 협업 전환이 가능한 열린 사무공간

자료: 1. 울산 울주군 언양읍 울산과학기술원
 2. 코아스 (‘생산성 혁신’ 천리길도 ‘사무실변화’ 한걸음부터_ <http://etc.mk.co.kr/>_2019.03.08.)

○ 회의 및 관리시설

- 회의방식과 적정인원을 고려한 다변화된 회의공간 구성
- 시대흐름을 반영한 비대면 회의가 가능한 인프라 구축
- 사용자 편의와 원활한 연구인력 보조가 가능한 관리시설 조성

〈그림 7-22〉 회의 및 관리시설 참고이미지

3. 회의시설	4. 관리시설
	
시대흐름을 고려한 첨단회의공간 구축	내외부 출입통제 및 연구보안을 위한 시스템

자료: 3. 케이피 전자회의실 (네이버블로그)
 4. ADT캡스 아이패드2 구축 홍보안시스템 (네이버블로그)

○ 저장 및 편의시설

- 기록물의 체계적 관리 및 활용, 훼손과 망실을 막을 수 있는 시설 구축
- 기록물 특성을 고려한 설비시스템 구축
- 전 층을 오픈한 로비, 연구 및 업무효율 향상을 위한 다양한 편의시설 마련

〈그림 7-23〉 회의 및 관리시설 참고이미지

5. 문서고	6. 편의시설 (로비)
	
향온항습 등 문서특성을 고려한 시스템 적용	휴게 및 외부접객을 위한 오픈형 로비

자료: 5. 양지문서고 보존공간, 삼성생명 (샘코건설)

6. 퍼시스그룹 로비 '생각의 정원' 공간스토리 (퍼시스블로그)

○ 전산기계시설

- 첨단 IT 서비스 제공을 위한 안정적 운영과 24시간 365일 무중단 가능시설 마련
- 최상의 성능구현을 위한 적정 환경구성과 친환경 에너지 절감기술 도입
- 무중단 유지보수시스템, 다중보안시스템, 면진설비 등으로 비상상황 대비시스템마련

〈그림 7-24〉 전산기계시설 참고이미지

7. 전산기계실	8. 향온항습기실
	
365일 24시간 무중단 시스템 구축	최상의 환경조성을 위한 향온항습 장비 구축



자료: 7. 삼성SDS 상암 데이터센터 서버룸 (삼성SDS)

8. ㈜에이알 홈페이지

○ 전산지원시설

- 중요한 정보자산을 안전하게 보호하고 정보제공자에게 무중단 IT서비스를 보장하기 위한 철저한 보안시설과 방재시설 마련
- IT비용을 절감하기 위한 비용 효율성과 대응력을 위한 프로세스와 시스템 최적화

〈그림 7-25〉 전산기계시설 참고이미지

9. 보안관제실	10. BMT실
	
엔지니어와 보안전문가 협업 중심공간 조성	최신 시설 구축으로 내부 역량강화

자료: 9. 가비아 라이브러리 (가비아 홈페이지)

10. HYOSUNG INFORMATION SYSTEMS BLOG (HIS 블로그)

○ 홍보시설

- 전시, 홍보, 체험, 교육 등 다양한 프로그램을 통해 기후변화 대응에 적극적으로 참여해야 한다는 공감대 조성의 장 마련
- 기후변화 대응 및 구체적인 온실가스 감축 행동과 농업부문 기후변화센터의 기능과 효과 등을 적극적으로 전달하기 위한 공간 조성
- 농업부문 기후변화 홍보시설을 구축하여 대내외 적으로 부족한 농업부문의 기후변화에 대한 전문적, 체계적이고 고효율적인 홍보체험관 설치

〈그림 7-26〉 홍보시설 참고이미지

11. 전시/홍보실	12. 체험실
	
농업부문 기후변화의 중요성과 의미를 부각	환경보전 중요성과 기후변화 위험을 간접체험

자료: 11. 인천대공원 환경미래관 (인천항만공사 홈페이지)

12. 부평굴포누리 기후변화체험관 (onkweather 홈페이지)

5.5. 건축계획(안)

○ 배치계획

- 환경친화적 단지조성을 위한 외부 조경공간 적극적 활용
- 정책지원, 빅데이터, 홍보, 첨단시설의 각 시설별 고유영역 및 출입구 설정
- 다양한 외부공간을 조성하여 쾌적한 연구환경 조성
- 차량동선, 보행동선, 관리동선, 연구동선 등 각 동선을 분리하여 혼재 차단

○ 교통처리계획

- 각 시설별 특성에 맞는 주차공간을 조성하여 시설 이용성 향상
- 농업부문 기후변화 대응센터에 맞는 교통흐름과 동선계획 수립

○ 입면계획

- 농업부문 기후변화 대응센터의 특성을 살린 미래적 조형성 강조
- 농업부문 기후변화 대응센터의 취지에 맞는 재료구성으로 상징성 부여

○ 단면계획

- 각 기능의 특성을 고려한 수직 동선 계획으로 독립성과 연계성 향상
- 공간적 특성을 고려한 적정층고 계획으로 경제성 제고

○ 편의시설계획

- 건물 내외부 진입로의 무단차계획 및 유도블럭, 점형블럭 설치
- 장애인 전용 주차장, 장애인 겸용 엘리베이터, 안내판 등 무장애계획

5.5.1. 평면계획

○ 평면계획 주안점

- 기능별 조닝계획으로 시설 간 연계성 향상 및 동선 최소화

- 각 공간별 기능성 향상 및 보안을 위한 독립성 확보
- 시대흐름 변화에 대응 가능한 가변성 확보

○ 모듈계획

- 정책지원: 행정 및 연구에 최적화된 경제적 구조모듈 채택
- 빅데이터: 빅데이터 장비의 반입, 반출 단위 적재공간을 고려한 span 확보
- 홍보시설: 상시적 공간 가변성을 고려한 span 계획

5.5.2. 친환경계획

○ 친환경설계

- 건축물 열손실 방지 등 에너지 손실을 최소화한 계획 수립
- 건축자재, 설비기기 및 자재 등은 친환경 및 에너지 인증제품 사용
- 자연채광, 일사, 자연환기 등 배치 및 평·입·단면 계획 시 친환경성 고려

○ 자연환기 및 채광계획

- 사무 및 연구, 공용공간은 자연채광의 유입이 가능한 건축계획
- 자연환기가 가능한 고측창, 그릴 등이 설치 가능하도록 계획하여 설비부하 감소 계획 수립
- 그룹별, 시간별, 공간별 냉난방 영역구분으로 에너지 공급계획 수립

○ 재료 및 설비계획

- 장기간 상주하는 장소는 인체에 무해한 자연소재 건축자재 사용
- 창호부분은 열성능이 우수한 복층유리 동급이상 자재 사용
- 내외장재는 내구성이 강한 반영구적 제품 사용

5.6. 조경계획(안)

○ 조경계획의 배경과 목적

- 변화하는 기후에 대응하기 위한 농업부문 기후변화 대응센터에 적합한 친환경적 조경계획 수립
- 농업부문 기후변화 대응센터만의 상징성을 나타낼 수 있는 외부 공간 계획

○ 조경계획의 기본방향

- 농업부문 기후변화 대응센터의 정체성을 표현한 외부공간 계획수립
- 환경친화적이며 다채로운 활동이 가능한 농업부문 기후변화 대응센터의 외부공간 조성
- 계획대지 주변의 자연환경과 인문환경을 고려한 환경축 연계

5.6.1. 조경계획의 주안점

○ 조경설계 착안점

- 주변시설과 조화로운 외부 조경계획 수립
- 소음, 진동 등 기피발생요인 차단
- 친환경적 조경계획 반영

○ 조경설계 도입계획

- 기존 자연환경, 인문환경, 문화재 등 입지의 잠재요소를 극대화하고 응용한 계획수립
- 조경요소인 수목, 조경시설물, 포장계획, 조경구조물로 분류하여 각 조닝별 테마 부여, 공간기능, 동선체계, 시설 등을 파악하여 적정한 조경요소 반영

5.6.2. 조경계획(안)

○ 조경설계 공간구상

- 전면 오픈스페이스는 농업부문 기후변화 대응센터의 중심적이고 상징적 공간으로 다양한

옥외활동과 행사가 가능한 공간으로 계획

- 행정 및 연구 인력의 휴식을 고려한 옥상정원 조성
- 기후변화 대응센터만의 차별화된 상징요소를 디자인요소로 활용하여 고유의 이미지 구현

○ 식재계획

- 지역적 특성과 환경적 요소를 고려한 수종선정
- 이용자 동선의 시각적 축 설정 및 공간성격을 강조하는 식재계획 수립

〈표 7-11〉 식재수종 선정기준

구분	선정 기준	식재공간
상징식재	기후변화 대응센터를 부각할 수 있는 상징적 수종	진입마당
유도식재	열식을 고려한 대형 녹음수 조성	휴게공간, 지상주차장
경관식재	3~7그루 모아심기로 보행자 시선유도	진입마당, 야외전시공간
차폐식재	치밀한 잎구성과 시야 차단가능한 식재를 영역 마운딩 후 군식	지상주차장, 첨단시설동
지피식재	경관식재 하층구조에 식재하여 입체적인 조경계획	교목하부, 화단, 플랜트
야생초화류	고유 자생종 초화류를 식재하여 교육에 활용	휴게공간, 생태공간

자료: 연구진 작성.

○ 시설물계획

- 실용적이고 기능적인 시설물을 이용자 행태분석에 맞춰 편의성을 고려한 배치
- 친환경적 재료를 사용한 시설물을 우선 사용하여 자연환경 교육기능을 적극적 고려
- 농업부문 기후변화 대응센터를 연상할 수 있는 식재, 질감, 소재 및 이미지를 형상화로 동 질감 부여

○ 포장계획

- 개별공간에 어울리는 재료 선정
- 농업부문 기후변화 대응센터와 부합하는 디자인 요소를 패턴으로 구성
- 준공된 연구소 인당 연구면적(기숙사, 후생시설 등 제외)은 103.6~179.6㎡/인으로 평균 131.4㎡/인으로 나타남.

5.7. 시설면적 추정 및 산정

○ 본관동(연구시설) 1인당 적정면적 범위

- IBS 건립 기본계획 변경에 따른 기술기획 연구 최종보고서
- 준공된 연구소 인당 연구면적(기숙사, 후생시설 등 제외)은 103.6~179.6m²/인으로 평균 131.4m²/인으로 나타남.

〈표 7-12〉 준공된 연구소 인당 연구면적 비교표

단위: m², 인

구분	준공년도	연면적	종사자	인당면적	비고
차세대융합기술연구원	2008	57,004	550	103.6	연면적 산출시 기숙사 제외 (2,991m ²)
한국 파스퇴르 연구소	2009	14,864	119	124.9	연면적 산출시 식당, 체육시설 제외
아모레퍼시픽 기술연구원	1993 ~2010	38,793	330	117.6	연면적 산출시 행정동, 숙소동 등 (21,473m ²) 제외
Howard Hughes Medical Institute	2006	53,884	300	179.6	
평균				131.4	

자료: IBS 건립 기본계획 변경에 따른 기술기획 연구 최종보고서.

○ 2013년도 사업계획 적정성 검토 보고서 국제과학비즈니스벨트 조성사업

- 산출값 (단위전용면적 m²/인) 중 최대값과 최소값은 제외
- 전체연면적 대비 40%의 공용면적을 추가로 산정 시 102m²/인

〈표 7-13〉 연구시설 사례 단위 전용면적 비교표

단위: m², 인

구분	전용면적	연구직 인원	인당전용면적	비고
한국과학기술연구원	44,041	947	47	
한국기초과학지원연구원	7,812	394	20	산정 제외
(부설)국가핵융합연구소	7,885	151	52	
한국천문연구원	11,683	164	71	
한국생명공학연구원	21,741	488	45	
한국한의학연구원	9,560	255	37	산정제외
한국과학기술정보연구원	6,436	334	19	산정제외
한국표준과학연구원	56,127	369	152	산정제외
한국항공우주연구원	44,081	618	71	
한국원자력연구원	95,635	1,183	81	
평균			61	

자료: 2013년도 사업계획 적정성 검토 보고서 국제과학비즈니스벨트 조성사업.

○ 2008 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (BT분야)

- 연구개발분야의 조사 결과 인당 평균 102 ~ 133.7m²/인으로 나타남
- 연구기능을 겸하고 있는 본관동의 경우 40인을 기준으로 할 경우 4,080 ~ 5,348m²의 연구시설면적이 적정할 것으로 판단됨. (빅데이터 및 홍보관 인원 산정 제외)

○ 연구개발분야의 조사 결과 인당 평균 102 ~ 133.7m²/인으로 나타남. 연구기능을 겸하고 있는 본관동의 경우 40인을 기준으로 할 경우 4,080 ~ 5,348m²의 연구시설면적이 적정할 것으로 판단됨. (빅데이터 및 홍보관 인원 산정 제외)

〈표 7-14〉 BT분야 연구시설 인당 시설면적 비교표

단위: m², 인

구분	연구시설면적	연구직 인원	인당시설면적
한국과학기술연구원 (본원)	68,323.2	486	140.6
한국지질자원연구원 (본원)	26,931.3	322	83.5
한국화학연구원	42,814.2	249	171.9
한국생명공학연구원 (본원)	33,861.3	198	170.9
한국해양연구원 (본원)	17,622.0	157	112.2
한국생산기술연구원 (본원)	27,050.1	136	199
한국식품연구원	9,236.7	127	72.6
한국생산기술연구원 (인천)	9,487.5	126	75.2
해양시스템안전연구소 (대덕본원)	19,915.5	107	186.1
합계	255,241.8	1,908	133.7

자료: 2008 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (BT분야).

○ 빅데이터센터 현황분석

- 데이터센터 지리적 분포 현황

- 빅데이터센터는 수도권 55개로 61.1%, 충청권과 동남권이 각각 10개로 11.1%, 강원권, 호남권, 대경권이 각 5개로 5.6%가 위치하고 있음(한국IT서비스산업협회, 2018)
- * 수도권(서울특별시, 인천광역시, 경기도), 충청권(대전광역시, 충청남북도), 강원권(강원도), 호남권(광주광역시, 전라남북도), 대경권(대구광역시, 경상북도), 동남권(부산광역시, 울산광역시, 경상남도)
- 산업계 빅데이터센터는 수도권에 39개 81.3%가 위치하고 있으며, 정부 및 공공 데이터센터는 수도권에 16개로 38.1%, 충청권에 8개로 19.0%, 동남권에 7개로 16.7%의 순으로 분포하고 있음.

〈표 7-15〉 국내 데이터센터 분포 현황

구분	산업계		정부공공		합계	
	빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)
수도권	39	81.3	16	38.1	55	61.1
충청권	2	4.2	8	19.0	10	11.1
강원권	2	4.2	3	7.1	5	5.6
호남권	1	2.1	4	9.5	5	5.6
대경권	1	2.1	4	9.5	5	5.6
동남권	3	6.3	7	16.7	10	11.1
합계	48	100	42	100	90	100

자료: 한국 IT 서비스산업협회_2018.

- 데이터센터 건물형태 현황

- 전용건물은 데이터센터 전용 건축물로 건축물 전체를 ICT 장비 운영 및 통합관리를 위한 시설로만 구축한 형태
- 복합건물은 데이터센터와 업무시설이 같이 있는 건축물로 건축물 일부가 데이터센터 또는 데이터센터와 업무동이 한 필지 내에 분리하여 구축된 형태
- 국내 데이터 센터 중 데이터센터 운영이 주목적으로 활용되는 전용건축물이 53.6%, 다용도 목적의 건물 내 일부 공간을 데이터센터로 이용하는 복합건물 형태가 46.4%의 비중을 나타냄.
- 산업계의 경우 전용건물 형태의 비중이 70.8%, 복합건물이 29.2%인 반면, 정부공공에서는 전용건물 비중이 38.1%, 복합건물이 61.9%임.

〈표 7-16〉 데이터센터 건축물 형태 현황

건축물 형태	산업계		정부공공		합계	
	빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)
전용건물	34	70.8	16	38.1	50	53.6
복합건물	14	29.2	26	61.9	40	46.4
합계	48	100	42	100	90	100

자료: 한국 IT 서비스산업협회_2018.

- 데이터센터 건물면적 현황

- 국내 빅데이터센터의 시설면적은 307,399㎡(약 92,988.2평)로 평균 3,416㎡(103.3평)로 구축하고 있음.

- 부문별로는 산업계가 253,784㎡(평균 5,640㎡)로 82.6%의 시설면적으로 구축되어 있으며, 정부공공 부분은 53,615㎡(평균 1,308㎡)로 17.4%임.
- 산업계의 경우 거대센터와 대형센터가 각 27.1%와 43.8%의 비중을 차지하고 있고 정부공공은 중형센터와 소형센터가 각 57.1%와 21.4%의 면적이 높은 것으로 나타남.

〈표 7-17〉 데이터센터 면적 현황

구분	면적기준	산업계		정부공공		합계	
		빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)
메가(Mega)	22,501㎡						
거대(Massive)	7,501~22,500㎡	13	27.1			13	14.4
대형(Large)	2,001~7,500㎡	21	43.8	8	19.1	29	32.3
중형(Medium)	501~2,000㎡	7	14.6	24	57.1	31	34.5
소형(Small)	~500㎡	4	8.2	9	21.4	13	14.4
무응답		3	6.3	1	2.4	4	4.4
합계		48	100	42	100	90	100

*자료: Statistic Direction의 Datacenter Size and Density(2014) 분류기준 활용.

- 데이터센터 설비 구성 현황

〈표 7-28〉 데이터센터 설비구성 현황

구분	산업계		정부공공		합계	
	빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)	빈도(개)	비중(%)
전산실(서버실)	48	100	42	100	90	100
항온항습설비	47	97.9	40	96.7	87	96.7
UPS/축전지설비	47	97.9	41	97.8	88	97.8
DCIM OR FMS	44	91.7	26	77.8	70	77.8
수변전설비	46	95.8	29	83.3	75	83.3
비상발전설비	47	97.9	38	94.4	85	94.4
중앙감시실	45	93.8	31	84.4	76	84.4
방재실(설비감시실)	43	89.6	24	74.4	67	74.4
내진설비	39	81.3	25	71.1	64	71.1
면진설비	2	4.2	7	10.0	9	10.0
EMP방호설비	미공개					

자료: 연구진 작성.

○ 전시 및 홍보관 현황분석

- 농업관련 문화집회시설 현황

- 문화체육관광부의 문화기반시설 총람에 기재된 농업관련 문화집회시설은 농협 농업박물관, 농경생활사박물관 등 8개소가 수록되어 있음.
- 시설 연면적은 231~29,958㎡이며 그 중 전시실 면적은 151~2,628㎡임.
- 전시실 면적은 평균 1,152㎡, 교육시설은 평균 168㎡로 일관람인원 평균인 492명을 기준으로 할 경우 인당 전시실은 2.34㎡임.

〈표 7-19〉 농업관련 문화집회시설 현황

구 분(소재지)	개관년도	연면적 (㎡)	전시실면적 (㎡)	교육시설 면적 (㎡)	년관람인원 (명)	일관람인원 (명)
농협 농업박물관 (서울)	1987	3,892	2,628	487	312,255	1,044
농경생활사박물관 (대구)	1978	471	213	215	81,000	222
양평친환경농업박물관 (경기도)	2007	3,043	1,097	74	66,148	213
농업역사박물관 (충북)	2015	1,608	697	143	6,600	22
충북농업과학관 (충북)	2001	934	626	264	48,068	134
결성농요농사박물관 (충남)	2004	231	151	-	3,280	11
벽골제농경문화박물관 (전북)	1998	2,183	1,231	49	448,939	1,439
전남농업박물관 (전남)	1993	29,958	2,570	108	267,788	853
평균		5,290	1,152	168	154,260	492

* 자료: 2019 전국 문화기반시설 총람(문화체육관광부).

○ 동별 면적표

- 시설별 면적 산정을 위해 동별 유사규모 사례의 조달청 입찰자료 중 세부면적을 검토하여 면적을 도출함.
- 정책지원부: 강원연구원 사옥, 한국승강기안전공단 산업복합관, IBS 건립 기본계획, 국제 과학 비즈니스벨트 조성사업, 2008 연구개발부문 사업의 예타 표준지침 (BT)
- 기후데이터부: 한국산업은행 IT센터, 등기전산정보센터, 경북 농업빅데이터 구축
- 홍보시설: 원주 기후변화대응 교육연구센터, 팔달구 문화센터

〈표 7-20〉 농업부문 기후변화 대응센터 동별면적 종합

단위: m²

구 분		소요면적		
		SPACE PROGRAM	계 획	증 감
대지면적		42,000	30,000	-12,000
건축면적		미산정	3,641	
본관동	정책지원부	7,680	7,640	-40
	기후데이터부	4,080	4,034	-46
	홍보시설	1,400	1,498	98
	소계	13,160	13,172	12
첨단시설동	SPAR연구동	1,230	1,230	±0
	인공기상동	138	138	±0
	이상기후연구동	160	160	±0
	소계	1,528	1,528	±0
총 계		14,668	14,700	12

* 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 사업면적은 변경될 수 있음.

○ 본관동

〈표 7-21〉 농업부문 기후변화 대응센터 본관동 세부면적표

단위: m²

구 분			소요면적	계획면적	증감	계획기준	
정책 지원 부	직무 시설	임원실	임원실-1	100	110	10	1인실, 응접 기능
			임원실-2	50	55	5	1인실, 응접 기능
			임원실-3	50	55	5	1인실, 응접 기능
		연구실		600	638	38	30m ² × 20실
		위촉연구실		300	330	30	12m ² × 25인
		부속기관		300	289	-11	300m ² × 1실
		지원부서- 1	팀장실	66	68	2	1인실 × 2실
			사무실	72	84	12	10명 × 7.2m ² /인
		업무공간- 2	팀장실	66	68	2	1인실 × 2실
	사무실		72	81	9	10명 × 7.2m ² /인	
	소 계		1,676	1,778	102		
	회의 시설	대회의실		450	438	-12	450m ² × 1실
		중회의실		150	143	-7	150m ² × 1실
		소회의실		70	80	10	35m ² × 2실
		소 계		670	661	-9	
	관리 시설	다목적실		66	60	-6	33m ² × 2실
		관리실		40	45	5	4명 × 10m ² /인
경비실		30	33	3	4인 근무		
당직실		40	41	1	4인 기준 / 온돌		
탈의/샤워실		24	26	2	남녀 구분설치		
청소용품창고		30	31	1	30m ² × 1실		
자료실/접견실		340	330	-10	340m ² × 1실		
소 계		570	567	-3			

(계속)

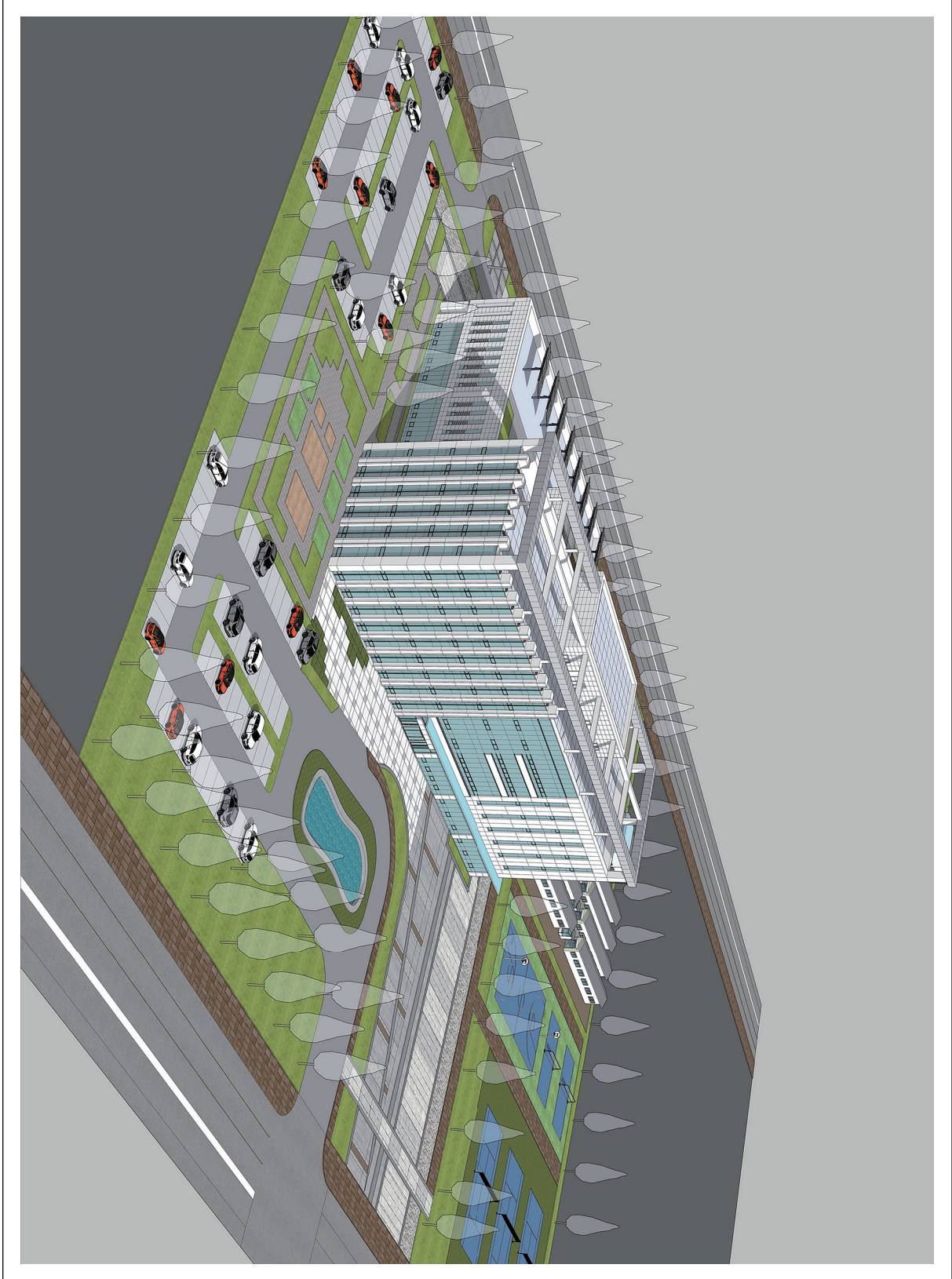
구 분		소요면적	계획면적	증감	계획기준		
보조 시설	식 당	300	268	-32	300㎡ × 1실		
		소 계	300	268	-32		
	저장 시설	문서고	400	415	15	1~4개 실	
		소 계	400	415	15		
	편의 시설	로 비	200	198	-2	-	
		카페테리아	200	180	-20	-	
		휴게실	220	248	28	공용 / 여직원 전용	
		체력단련실	200	220	20	탈의실, 샤워실 포함	
		소 계	820	846	26		
	설비 시설	기계/전기실	1,000	1,077	77	-	
		방재실	50	42	-8	50㎡ × 1실	
		소 계	1,050	1,119	69		
	공용면적		2,194	1,986	-208	전용면적의 40%	
	합 계		7,680	7,640	-40		
기후데이 터부	전산 기계실	전산기계실	900	964	64	3㎡ × 서버랙 300개	
		향온향습기계실	300	280	-20	전산기계실의 30%	
		공인인증센터	100	122	22	향온향습 공간 포함	
		전산장비 창고	100	112	12	전산장비 보관	
		전산기기 부품실	50	56	6	전산기계실의 5%	
		소 계	1,450	1,534	84		
	전산 지원 시설	BMT실	100	97	-3	향온향습 공간 포함	
		통합관제실	200	190	-10	6.1㎡ × 33인	
		영상장비실	40	33	-7	통합관제실의 20%	
		보안관제실	130	122	-8	6.2㎡ × 21인	
		종합상황실	50	54	4	3.3㎡ × 15석	
		전산운영 회의실	60	64	4	2㎡ × 15석 × 2실	
		통신실	30	32	2	Networking	
		내화금고실	40	40	-	테이프 보관소	
	소 계	650	632	-18			
	기반 설비실	용역원 사무실	50	42	-8	14인 × 3.5㎡	
		기반설비실	1,250	1,243	-7	기계/전기실, 공조실 등	
		소 계	1,300	1,285	-15		
	공용면적		680	583	-97	전용면적의 20%	
	합 계		4,080	4,034	-46		
	홍보 시설	전시/홍보실	전시/홍보실	350	359	9	350㎡ × 1실
			체험실	350	374	24	350㎡ × 1실
			다목적강당	300	302	2	수용인원 100~150명
소 계			1,000	1,035	35		
공용면적		400	463	63	전용면적의 20%		
합 계		1,400	1,498	98			
총 계		13,160	13,172	12			

* 행정인력 15명, 연구인력 25명 기준으로 산정(기후데이터부 및 홍보시설 인력 미포함).

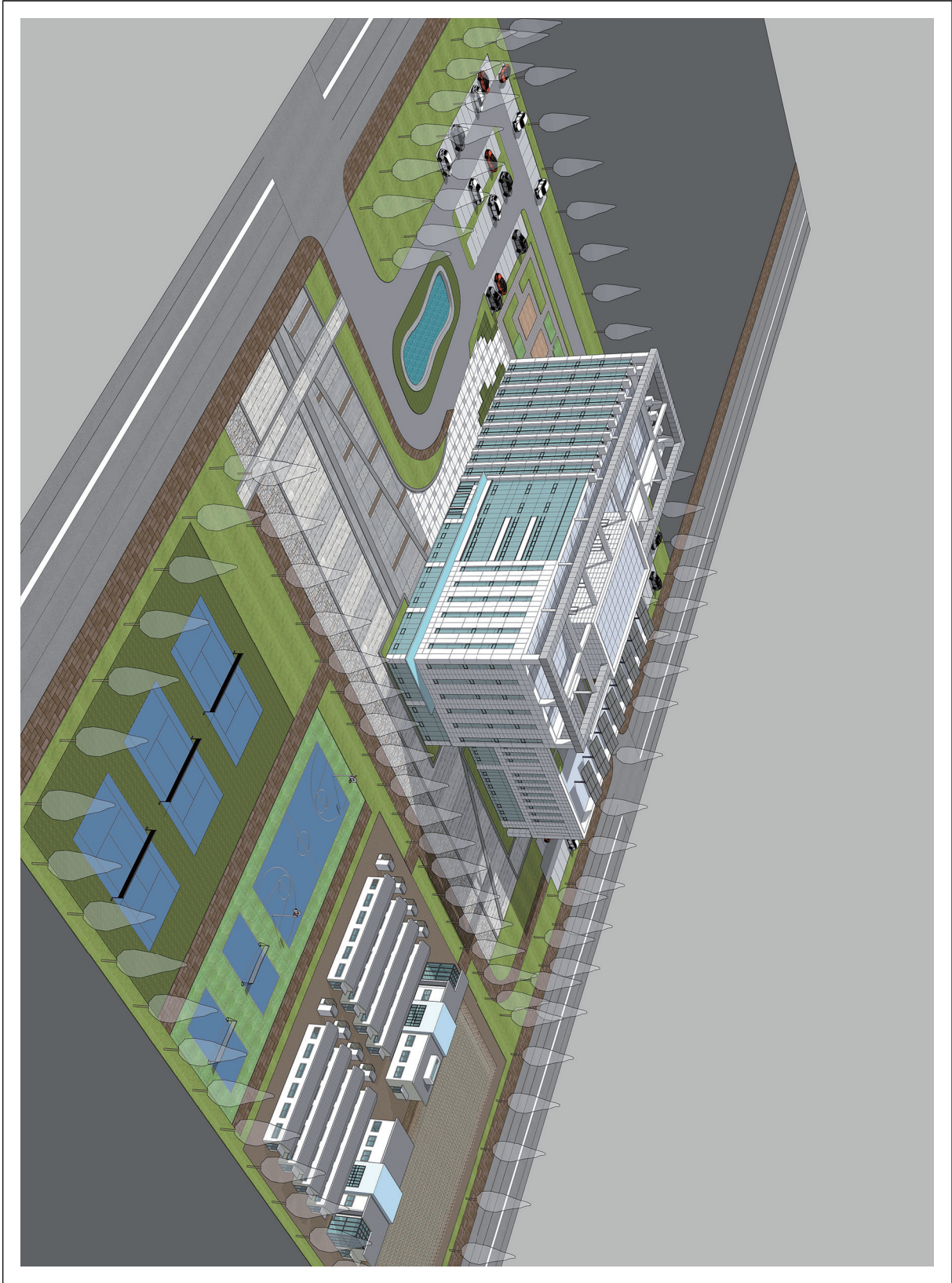
* 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 시설면적은 변경될 수 있음.

5.8. 건축기본계획(안)

〈그림 7-27〉 조감도-1



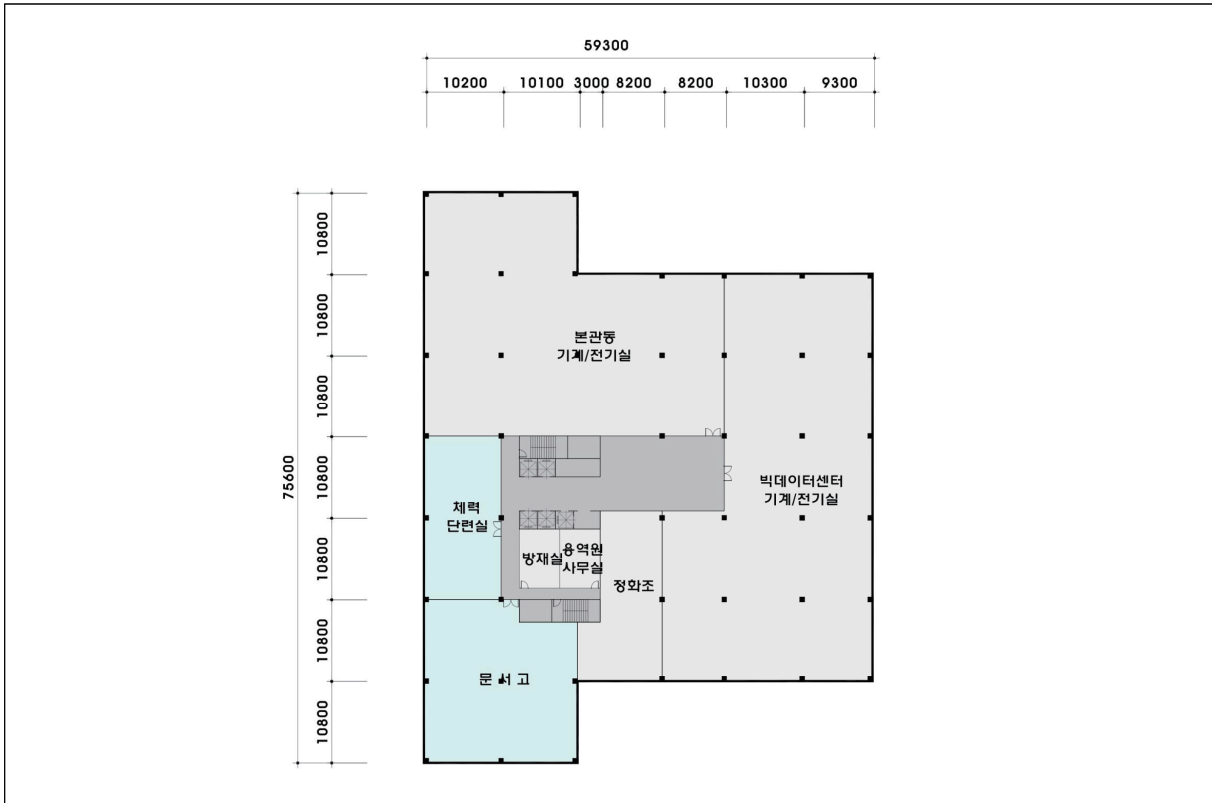
〈그림 7-28〉 조감도-2



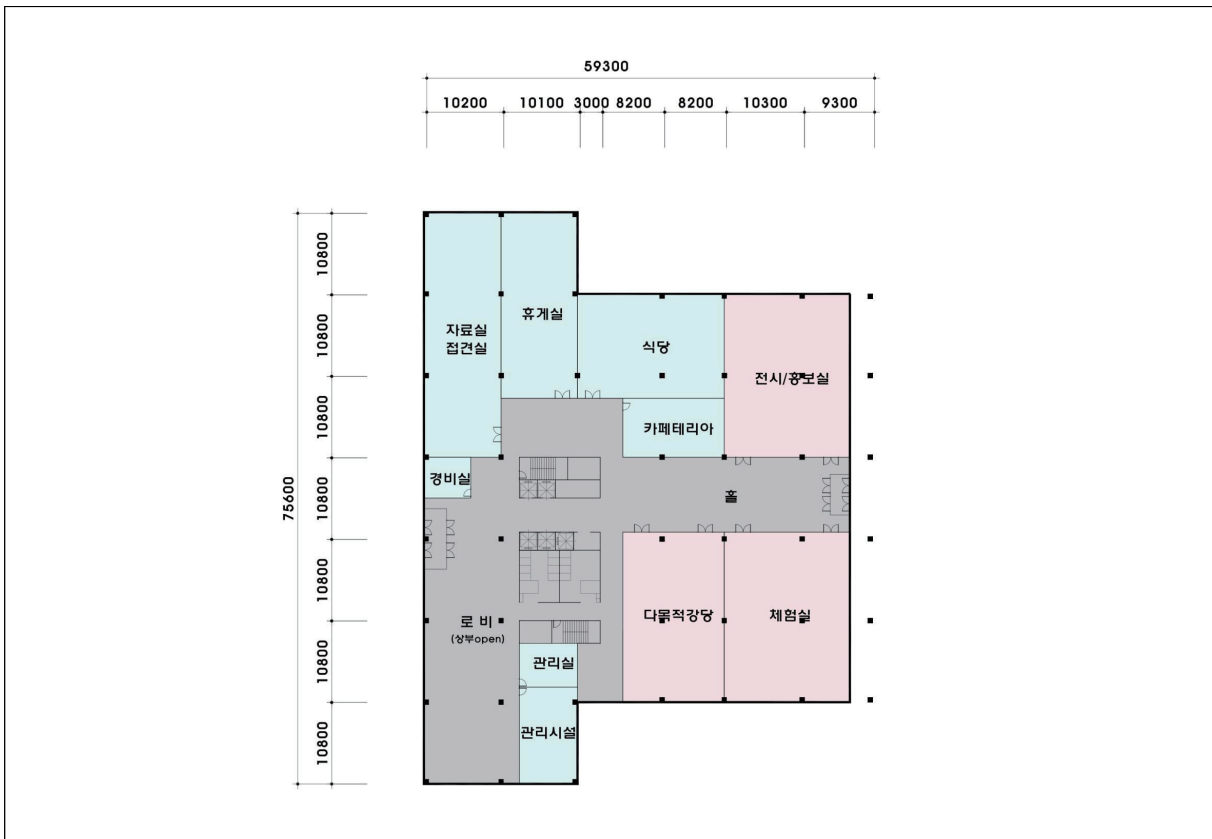
〈그림 7-29〉 배치도



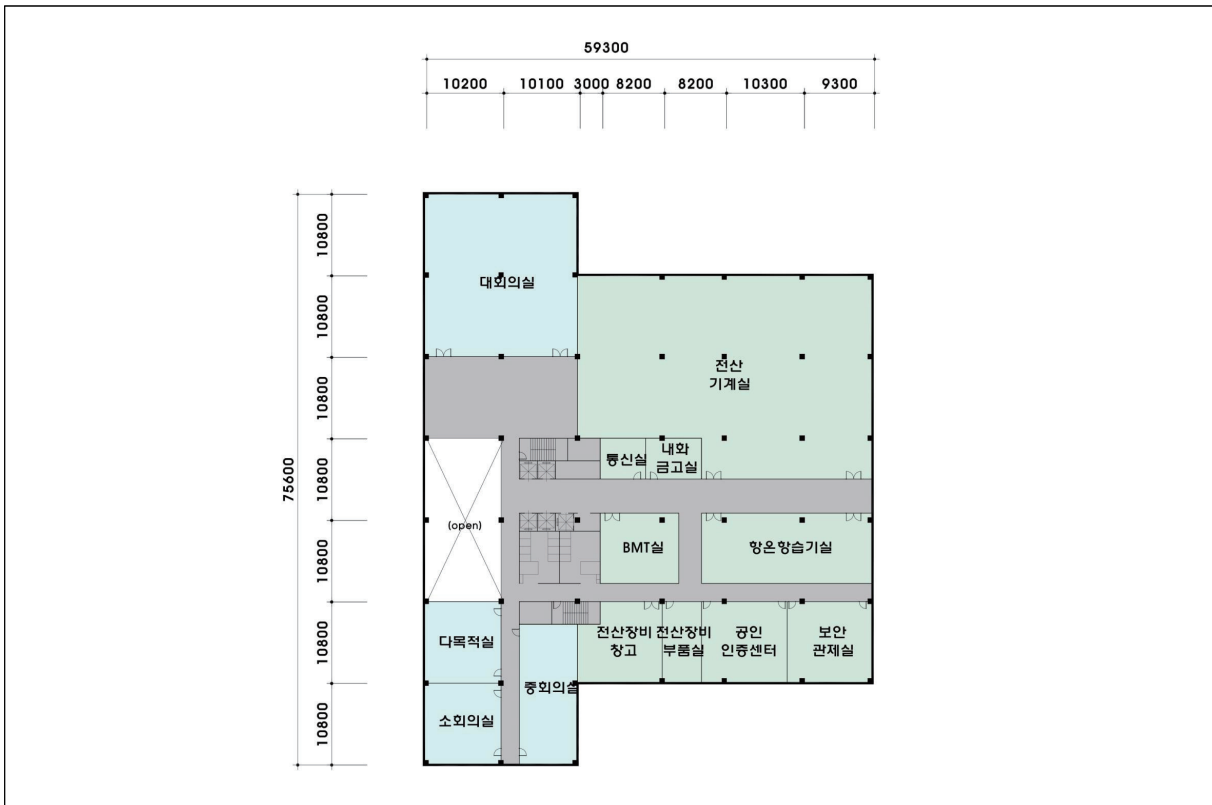
〈그림 7-30〉 지하1층 평면도



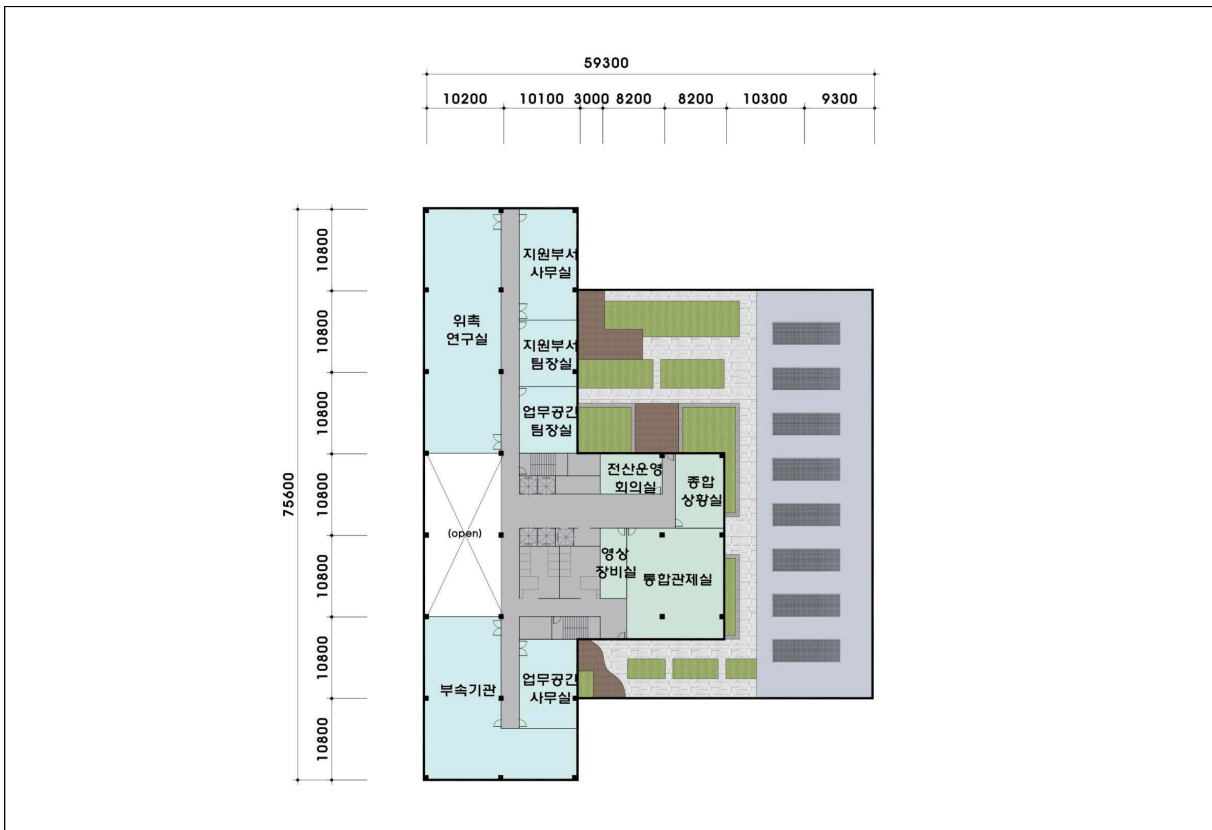
〈그림 7-31〉 지상1층 평면도



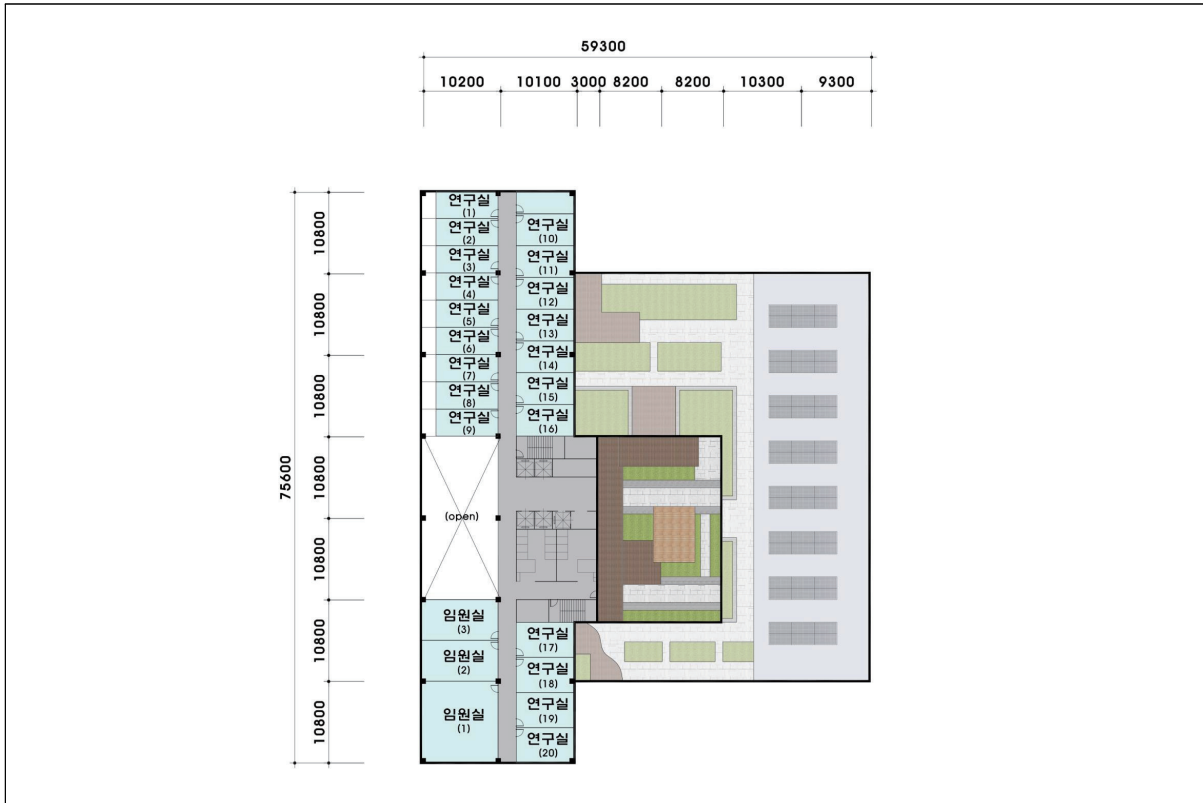
〈그림 7-32〉 지상2층 평면도



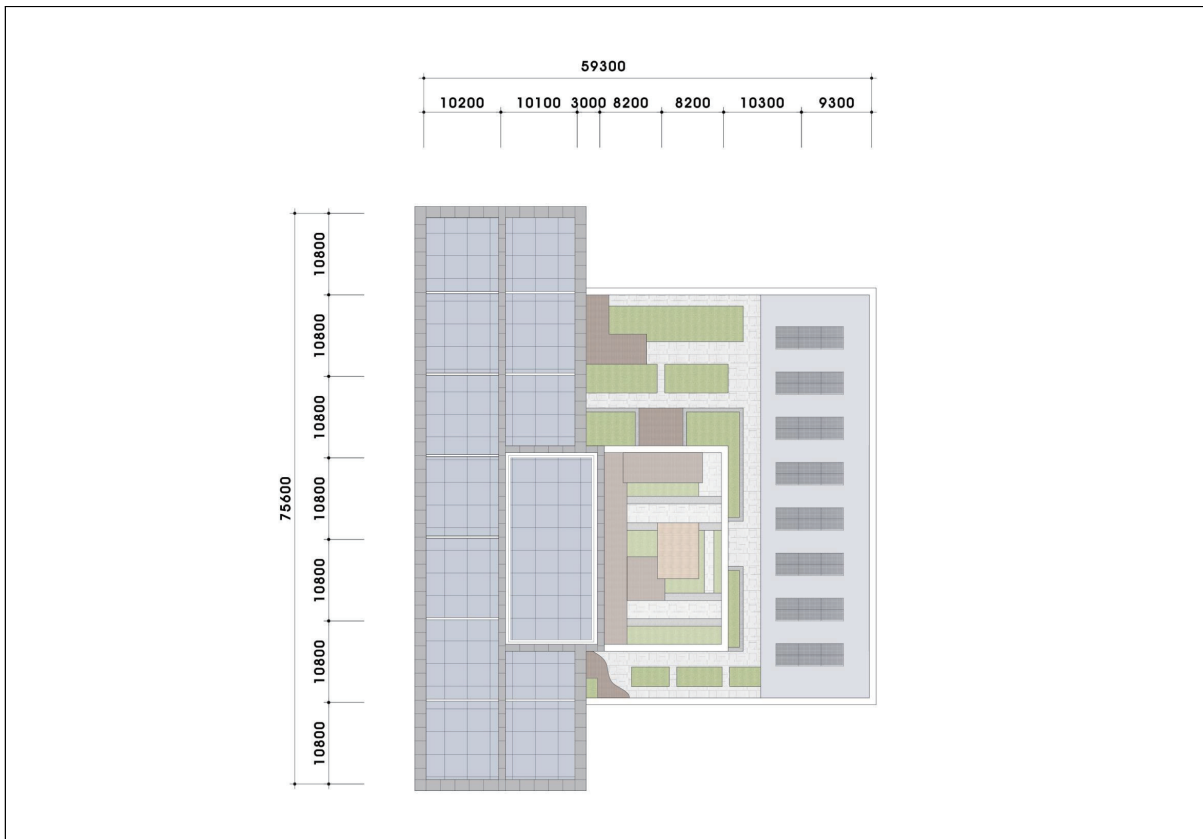
〈그림 7-33〉 지상3층 평면도



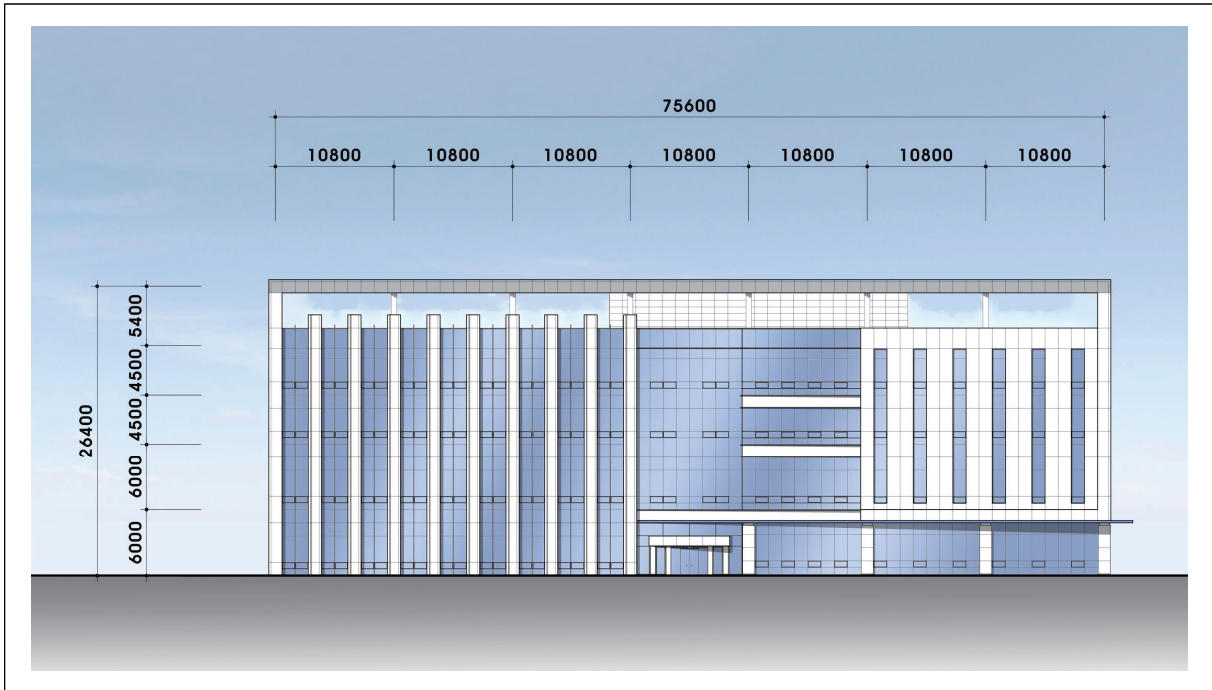
〈그림 7-34〉 지상4층 평면도



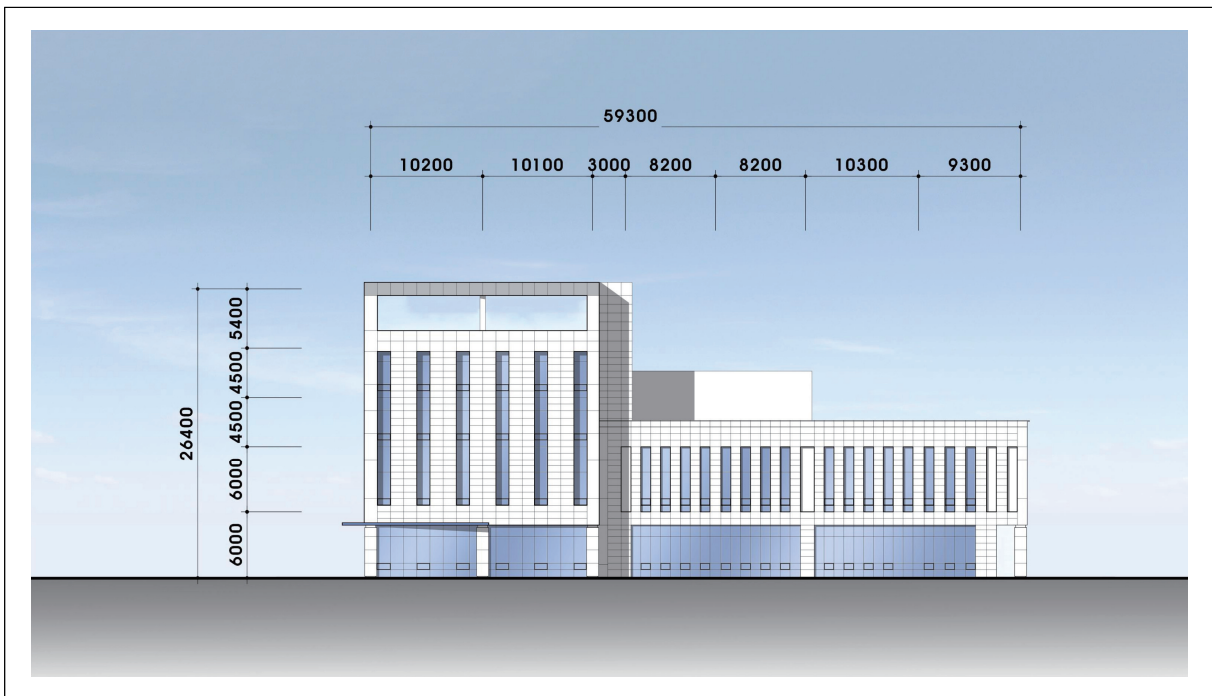
〈그림 7-35〉 지붕층 평면도



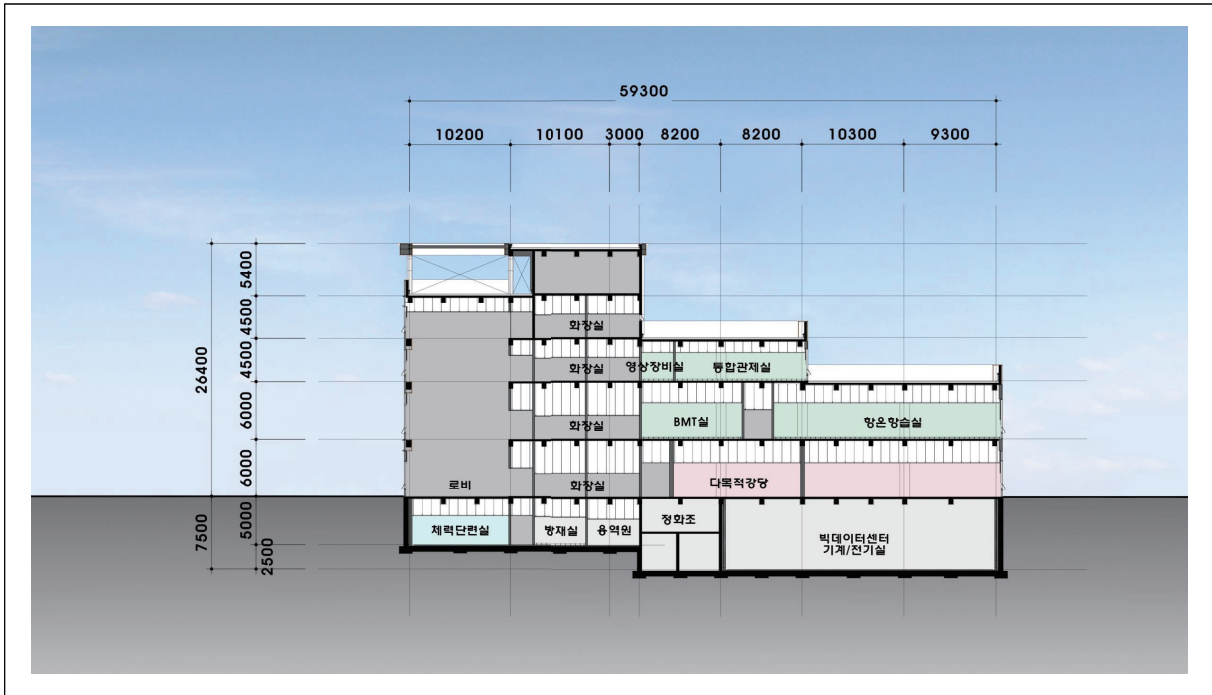
〈그림 7-36〉 정면도



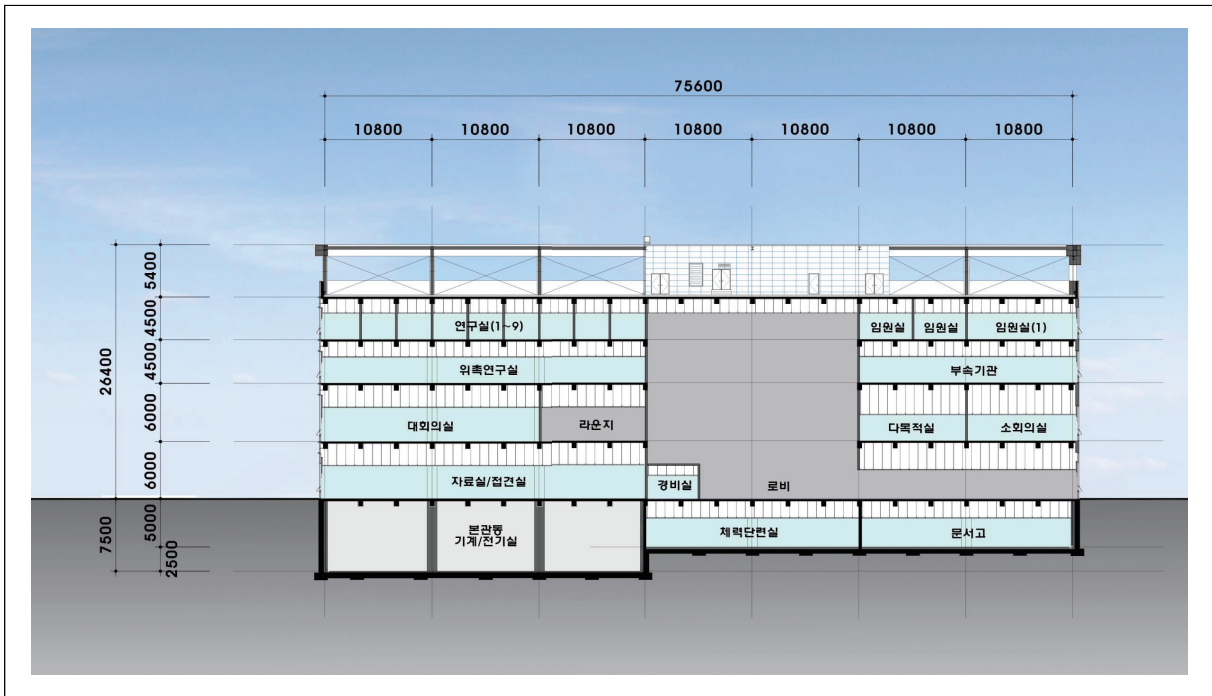
〈그림 7-37〉 우측면도



〈그림 7-38〉 횡단면도



〈그림 7-39〉 종단면도



6. 예산규모 분석 및 사업기간

6.1. 시설면적 및 사업비 비교

○ 시설면적 비교

- Space Program에 의한 건축계획안 작성 결과 건축면적이 3,641㎡로 법정건폐율인 20%를 충족하며, 추후 증축을 고려한 대지면적은 30,000㎡가 적정할 것으로 판단됨.
- 시설면적은 본관동이 12㎡가 증가하여 연면적 13,172㎡로 증감이 거의 없고, 첨단시설 동은 시설연면적 변동 없어 전체 연면적은 14,700㎡임.

〈표 7-22〉 농업부문 기후변화 대응센터 동별면적 비교표

단위: ㎡

구 분	소요면적		
	SPACE PROGRAM	계 획	증 감
대지면적	42,000	30,000	- 12,000
건축면적	미산정	3,641	
본관동	정책지원부	7,680	7,640 - 40
	기후데이터부	4,080	4,034 - 46
	홍보시설	1,400	1,498 98
	소계	13,160	13,172 12
첨단시설동	SPAR연구동	1,230	1,230 ± 0
	인공기상동	138	138 ± 0
	이상기후연구동	160	160 ± 0
	소계	1,528	1,528 ± 0
합계	14,668	14,700	12

* 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 사업면적은 변경될 수 있음.

○ 공사비 비교

〈표 7-23〉 농업부문 기후변화 대응센터 공사비 비교표

단위: 원

구 분	공사비		
	기 정	변 경	증 감
본관동	정책지원부	19,335,603,642	19,237,415,030 - 98,188,612
	기후데이터부	14,657,997,696	14,492,735,958 - 165,261,739
	홍보시설	4,964,493,799	5,312,008,365 347,514,566
	소계	38,958,095,137	39,042,159,353 84,064,215
첨단시설동	31,000,000,000	31,000,000,000 ± 0	
총 계	69,958,095,137	70,042,159,353	84,064,215

* 부가세 제외.

○ 사업비 비교

〈표 7-24〉 농업부문 기후변화 대응센터 사업비 총괄비교표

단위: 원

구 분		금 액			
		기 정	변 경	증 감	
토 지 비		5,292,000,000	3,780,000,000	- 1,512,000,000	
공사비	본관동	정책지원부	19,335,603,642	19,237,415,030	- 98,188,612
		기후데이터부	14,657,997,696	14,492,735,958	- 165,261,739
		홍보시설	4,964,493,799	5,312,008,365	347,514,566
		소계	38,958,095,137	39,042,159,353	84,064,215
	첨단시설동	31,000,000,000	31,000,000,000	± 0	
	계	69,958,095,137	70,042,159,353	84,064,215	
부지조성공사비		2,259,149,888	1,772,289,640	- 486,860,248	
용역비	설계비	2,815,675,174	2,800,375,549	- 15,299,625	
	감리비	3,228,524,441	3,209,692,091	- 18,832,350	
	설계공모	281,567,517	280,037,555	- 1,529,963	
	인증비	647,605,290	644,086,376	- 3,518,914	
	계	6,973,372,422	6,934,191,571	- 39,180,851	
부대비	미술장식품 설치비	142,880,000	108,520,000	- 34,360,000	
예비비	예비비	7,933,349,745	7,885,716,056	- 47,633,688	
합 계		92,558,847,193	90,522,876,620	- 2,035,970,572	

- * 예비비 산정 시 토지비는 제외 / 사업비에 도시계획비는 제외.
- * 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 사업비는 변경될 수 있음.
- * 부가세 제외.

6.2. 사업비 산출기준

○ 사업비 산정기준

- 공사비 산정을 위해 유사 사례의 조달청 입찰자료 중 추정가격을 통해 m²당 단가를 도출함.
 - * 정책지원부: 한국승강기안전기술원 본사 신청사, 강원연구원 사옥
 - * 기후데이터부: 한국산업은행 IT센터, 국가생명연구자원정보센터
 - * 홍보관: 원주 기후변화대응 교육연구센터, 팔달구 문화센터
- 토지비 산정은 권역별 시군구 인구수가 10만~30만인 2곳의 실거래가격을 조사하여 평균 가격을 적용함.
- 부지조성비는 한국토지주택공사의 '2018 단지개발사업 조성비 및 기반시설 설치비 추정

자료'를 참조하여 산정함.

- 농업부문 기후변화 대응센터 기타사업비로는 용역비, 시설부대비, 예비비로 구분함.
- 감리비는 '지방자치단체 예산편성 운영기준 및 기금운용계획 수립기준'을 준용하여 직선보간법을 통해 산정함.
- 설계비의 용역대가 산정은 '공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준'에 의거하여 종별은 제2종, 도서의 양은 중급으로 직선보간법을 산정함.
- 설계공모비는 '건축 설계공모 운영기준'에 의거하여 설계비의 10%를 산정함.
- 예술작품설치비는 '문화예술진흥에 관한 법률 시행령'을 준용하여 표준건축비의 0.5%를 적용함.

〈표 7-25〉 농업부문 기후변화 대응센터 사업비 산출기준

구분		적용기준	적용근거
토지비		시군구 실거래가 평균	-
공사비	본관동	정책지원부	조달청 입찰자료
		기후데이터부	조달청 입찰자료
		교육홍보시설	조달청 입찰자료
	첨단시설동	식량과학원 사례자료	-
부지조성비		2018 단지개발사업 조성비 및 기반시설 설치비 추정자료	
용역비	설계비	(공사비+부지조성비) × 3.90%	공공발주사업의 건축사업무 범위와 대가 기준
	감리비	(공사비+부지조성비) × 4.47%	지방자치단체 예산편성 및 운영기준
	설계공모	설계비 × 10%	건축 설계공모 운영기준
	인증비	설계비 × 23.0%	관련법령
시설부대비	예술장식품 설치비	표준건축비 × 0.5%	문화예술진흥법 시행령
예비비	예비비	사업비 × 10%	-

* 연구진 작성.

○ 공사비

- 본관동, 기후데이터부, 홍보관은 각각 유사 사례조사를 통한 단가를 산출하여 건설공사비 지수를 통한 보정으로 적용단가를 적용함.
- 설비 또는 장비, 장치 등의 설치비용은 제외하고 산정함.

〈표 7-26〉 농업부문 기후변화 대응센터 공사비 산출기준

단위: 원

구 분		적용면적 (㎡)	공 사 비
본관동	정책지원부	7,640	19,237,415,030
	기후데이터부	4,034	14,492,735,958
	교육홍보시설	1,498	5,312,008,365
	소계	13,172	39,042,159,353
첨단시설동		1,528	31,000,000,000
합 계		14,700	70,042,159,353

* 부가세 제외.

* 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 공사비는 변경될 수 있음.

○ 사업비

〈표 7-27〉 농업부문 기후변화 대응센터 세부사업비

단위: 원

구 분		금 액	적용근거
토지비		3,780,000,000	-
공사비	본관동	정책지원부	19,237,415,030
		기후데이터부	14,492,735,958
		교육홍보시설	5,312,008,365
		소계	39,042,159,353
	첨단시설동	31,000,000,000	-
계		70,042,159,353	
부지조성 공사비		1,772,289,640	-
용역비	설계비	2,800,375,549	공공발주사업의 건축사업무 범위와 대가 기준
	감리비	3,209,692,091	지방자치단체 예산편성 및 운영기준
	설계공모	280,037,555	건축 설계공모 운영기준
	인증비	644,086,376	관련법령
	계	6,934,191,571	
시설부대비	미술장식품 설치비	108,520,000	관련법령
예비비	예비비	7,885,716,056	-
합 계		90,522,876,620	

* 도시계획비 및 부가세 제외.

* 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 사업비는 변경될 수 있음.

6.2.1. 공사비 단가추정

- 공사비 적용기준은 조달청 입찰공고에 나온 유사 사례를 검토하여 적용함.
- 공사비 단가적용은 입찰공고에 건축공사지수의 물가상승률을 적용하여 단가를 보정함.
- 보정된 단가는 평균단가를 산정하여 공사비 단가로 적용함.

〈표 7-28〉 정책지원부 공사비 단가 추정

구 분	한국승강기안전기술원 신청사	강원연구원 사옥
대지위치	경기도 안양시 만안구 석수동 5104-6	강원도 춘천시 서면 금산리 1015
공고일자	2013. 06	2017. 11
시설면적	4,530㎡	5,958㎡
규 모	지하 1층, 지상 5층	지하 1층, 지상 4층
공사비 (추정가격)	9,035,000,000원	14,100,000,000원
공사단가	1,994,481원/㎡	2,366,566원/㎡
단가보정	2,440,639원/㎡ (22.37%)	2,594,674원/㎡ (9.64%)
적용단가	2,517,657원/㎡	

*건설공사비지수 (비주거용건물: 2013년 06월 97.23 / 2017년 11월 108.52 / 2020년 05월 118.98)

*건설공사비지수 상승률 계산식: $((118.98-97.23)/97.23)*100$ _ $((118.98-108.52)/108.52)*100$

〈표 7-29〉 기후데이터부 공사비 단가 추정

구 분	한국산업은행 IT센터 신축공사	국가생명연구자원정보센터
대지위치	경기도 하남시 미사강변한강로 177	대전광역시 유성구 과학로 125
공고일자	2016. 04	2015. 06
시설면적	52,520㎡ / (데이터센터 17,111㎡)	6,200㎡
규 모	지하 3층, 지상 9층 / (지상 6층)	지하 1층, 지상 3층
공사비 (추정가격)	190,700,000,000원	15,129,000,000원
공사단가	3,630,998원/㎡	2,440,161원/㎡
단가보정	4,270,622원/㎡ (17.62%)	2,914,671원/㎡ (19.45%)
적용단가	3,592,646원/㎡	

*건설공사비지수 (비주거용건물: 2016년 04월 101.16 / 2015년 06월 99.61 / 2020년 05월 118.98)

*건설공사비지수 상승률 계산식: $((118.98-101.16)/101.16)*100$ _ $((118.98-99.61)/99.61)*100$

〈표 7-30〉 홍보관 공사비 단가 추정

구 분	원주 기후변화대응 교육연구센터	팔달구 문화센터
대지위치	강원도 원주시 반곡동 366	경기도 수원시 팔달구 매향동 93-1
공고일자	2010. 07	2019. 10
시설면적	2,000㎡	2,067㎡
규 모	지하 1층, 지상 3층	-
공사비 (추정가격)	4,730,000,000원	7,958,000,000원
공사단가	2,365,000원/㎡	3,850,024원/㎡
단가보정	3,170,923원/㎡ (34.08%)	3,921,211원/㎡ (1.82%)
적용단가	3,546,067원/㎡	

*건설공사비지수 (비주거용건물: 2010년 07월 88.74 / 2019년 10월 116.82 / 2020년 05월 118.98)

*건설공사비지수 상승률 계산식: $((118.98-88.74)/88.74)*100$ _ $((118.98-116.82)/116.82)*100$

6.2.2. 사업비 추정

○ 대지면적 및 토지비용

- 가상지역에 계획예정인 농업부문 기후변화 대응센터의 대지면적 산출을 위해 유사시설인 전국 농업기술원의 건축현황을 파악하여 대지면적을 추정하고자 함.
- 전국 농업기술원은 각 도에 1개소씩 위치하고 있고 대지면적 및 시설면적의 현황은 건축 물대장 총괄표재부를 참조함. 단, 경상남도 농업기술원의 경우 총괄표재부가 존재하지 않아 현황 파악에 어려움이 있어 본 대지면적 산정에서 제외함.
- 전국 7개소의 농업기술원 현황조사 결과 도시계획 상 자연녹지지역에 3개소, 계획 관리 지역에 2개소, 생산녹지지역과, 제2종일반주거지역에 각 1개소가 위치함.
- 대지면적은 21,633㎡~126,106㎡로 평균 61,536㎡이며, 건축면적 평균은 9,374㎡, 연 면적은 평균 16,398㎡이고, 건폐율과 용적률 평균은 각각 15.23%와 24.55%임.
- 자연녹지와 생산녹지의 법정 건폐율은 20%, 계획관리지역의 법정 건폐율은 40%, 제2종 일반주거지역의 법정 건폐율은 60%임.
- 법정 용적률은 자연녹지지역, 생산녹지지역, 계획관리지역 모두 100%이며, 제2종일반주 거지역은 250%임. 단 제주도의 자연녹지지역 법 적용적률은 80%임.

〈표 7-31〉 전국 농업기술원 건축개요 현황

구 분	위 치	지역/지구	대지면적 (㎡)	건축면적 (㎡)	연면적 (㎡)
			공시지가 (원)	건폐율 (%)	용적률 (%)
경기도 농업기술원	경기도 화성시 기산동 274	자연녹지	53,357	10,004	19,585
			1,073,000	18.75 (20)	33.93 (100)
강원도 농업기술원	강원도 춘천시 우두동 402-1	제2종 일반주거	8,552	1,785	4,249
			745,700	20.87 (60)	47.03 (250)
충청북도 농업기술원	충북 청주시 청원구 오창읍 괴정리 383	계획관리	124,071	18,136	27,614
			129,700	14.62 (40)	19.74 (100)
전라북도 농업기술원	전북 익산시 신흥동 270	생산녹지	72,100	7,478	13,779
			101,600	10.37 (20)	17.72 (100)
전라남도 농업기술원	전남 나주시 산포면 산제리 206-7	계획관리	126,106	18,633	31,771
			105,000	14.76 (40)	22.97 (100)
경상북도 농업기술원	대구광역시 북구 동호동 189	자연녹지	21,633	4,691	8,637
			365,000	21.68 (20)	38.05 (100)
제주도 농업기술원	제주도 서귀포시 강정동 3458	자연녹지	24,930	4,890	9,149
			293,200	19.62 (20)	36.7 (80)
평균			61,536	9,374	16,398
			268,122	15.23	24.55

*건축물대장 참조.

○ 전국 농업기술원 평균값을 통해 농업부문 기후변화 대응센터의 대지면적과 건축면적, 용적률산정용 연면적을 추정함.

- 농업부문 기후변화 대응센터의 건축면적 및 용적률산정용 연면적은 농업기술원의 건축면적과 연면적 비와 용적률산정용연면적과 연면적 비를 구한 뒤 적용하여 산정한 결과 건축면적은 약 8,400㎡, 용적률산정용 연면적은 13,530㎡이며, 건축계획 상 건축면적과 지상층 연면적은 3,641㎡와 11,336㎡임.
- 농업부문 기후변화 대응센터의 대지면적 산정을 위해 전국 농업기술원의 지역지구 중 가장 많은 법정건폐율과 법정용적률이 각각 20%와 100%로 이를 근거로 건축면적과 용적률산정용 연면적을 대입할 경우 42,000㎡와 13,530㎡로 산출된 값 중 큰 값을 기준 대지면적 추정, 건축면적 3,641㎡를 적용할 경우 30,000㎡가 적정함.

〈표 7-32〉 농업부문 기후변화 대응센터 대지면적 추정

구 분	대지면적 (㎡)	연면적 (㎡)	건축면적 (㎡)	용적률산정용 연면적 (㎡)	건축면적/연면적 비 (%)	용적률산정용/연면적 비 (%)
농업기술원 평균	61,536	16,398	9,374	15,107	57.17	92.13
대지면적 추정	42,000	14,700	8,400	13,530	-	-

자료: 연구진 작성.

○ 농업부문 기후변화 대응센터의 대지비용 산정을 위해 권역별 시군구 인구수가 10만~30만 인 2곳의 실거래가격을 조사함.

- 실거래가 조사는 지분거래를 하지 않은 생산녹지, 계획관리, 자연녹지로 한정함.
- 실거래가 조사는 국토교통부 실거래가 공개시스템의 2020년 10월 기준을 적용함
- 거래수는 최소 42건, 최대 181건으로 평균 102건이 거래되었고 전체 계약면적 중 최소는 37,161㎡, 최대는 163,003㎡이며, 전체 실거래가는 무안군이 가장 낮은 356,612만 원 이고 춘천시가 가장 높은 1,841,731만 원임.

〈표 7-33〉 지역별 토지 실거래가 현황

구 분	지역명	인구수	거래수	전체계약면적(㎡)	전체실거래가(만원)	평균가격(만원/㎡)
강원권	춘천시	281,291	135	95,489	1,841,731	22.5
	강릉시	213,442	105	128,324	1,028,377	13.0
충청권	충주시	210,737	129	163,003	1,572,183	12.9
	제천시	134,617	103	110,002	605,898	8.5
	서산시	174,690	91	116,362	719,832	6.9
	홍성군	100,423	71	65,351	356,650	8.1
전라권	익산시	287,771	127	101,382	807,928	10.4
	정읍시	110,541	181	128,838	415,030	3.1
	순천시	279,598	116	110,670	1,248,977	12.6
	무안군	81,105	88	75,472	356,612	6.0
경상권	경산시	263,185	92	78,448	1,194,457	25.7
	칠곡군	117,047	42	37,161	482,200	14.8
	거제시	248,276	66	72,754	884,694	22.6
	밀양시	105,552	89	48,833	543,920	12.3
토지비 적용 단가금액 (최소, 최대비용을 제외한 평균가 산출)						12.6

*인구수: KOSIS_2020-07-27 기준 / 거래면적 및 가격: 국토교통부 실거래가 공개시스템 _ 20201001~20201031 기준.

○ 토지비 산정을 위해 각 시군구 평균가격을 산출하였고, 최소금액과 최대금액을 제외한 평균 가격을 산출한 결과 12.6만 원임.

〈표 7-34〉 농업부문 기후변화 대응센터 토지비 산정

구 분	대지면적(㎡)	적용단가(원/㎡)	토지비용(원)
토지비 추정	30,000	126,000	3,780,000,000

자료: 연구진 작성.

○ 부지조성비

- 부지조성비는 한국토지주택공사의 '2018 단지개발사업 조성비 및 기반시설 설치비 추정 자료'를 기초로 하여 산정함.

〈표 7-35〉 부지조성 공사비 세부내역

구 분	산출내역	공사비 (원)
토 공	26,359㎡ × 2,960원	78,022,640
우수공	26,359㎡ × 11,420원	301,019,780
오수공	26,359㎡ × 2,140원	56,408,260
상수공	26,359㎡ × 2,080원	54,826,720
포장공	26,359㎡ × 14,159원	373,217,081
가로등공	26,359㎡ × 2,702원	71,222,018
전기공	26,359㎡ × 13,276원	349,942,084
조경공	26,359㎡ × 5,600원	147,610,400
부대공	(기본시설공사비+기타시설공사비) × 15%	214,840,347
합 계		1,647,109,330
지수보정	$((118.81-110.42)/110.42) \times 100\%$	1,772,289,640

* 자료: 단지개발사업 조성비 및 기반시설설치비 추정자료_한국토지주택공사_2018

* 적용면적: 대지면적 - 건축면적 / 적용유형: 산업단지, 대지면적 규모 적용

* 부가가치세 별도.

* 건설공사비지수 (2018년 03월 110.42 / 2020년 09월 118.81)

○ 인증비

- 농업부문 기후변화 대응센터는 그 건물의 취지에 부합하고자 '녹색건축물 조성 지원법 시행령'에 의한 '녹색건축 인증', '지능형 건축물의 인증에 관한 규칙'에 의한 '지능형 건축물 인증', '건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지 건축물 인증에 관한 규칙'에 의한 '건축물 에너지효율등급 인증', '장애물 없는 생활환경 인증에 관한 규칙'에 의한 '장애물 없는 생활인증' 등 산출가능한 비용을 적용함.
- 설계인증에 대한 요율적용은 '공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준'에 따라 2개 이상 인증사항 설계반영 시 추가대가요율 산정 기준 등을 적용할 경우 설계비의 23.0%로 추정됨.

〈표 7-36〉 인증비 산정 세부내역

구 분	설계비	적용요율	인증비용 (원)
인증비	2,800,375,549	23.0%	644,086,376

* 자료: 공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준_국토해양부(2015)

하나의 건물에 동일한 설계에 따라 인증 관련 설계업무 중 2개 이상의 인증사항을 설계에 반영하는 경우 추가 요율은 $A + 1/2B + 1/3C$ 로 산정

○ 미술작품설치비

- 미술작품설치비는 '문화예술진흥법 시행령'에 의해 표준건축비의 0.5%를 적용함.
- 2020년 표준건축비는 2,000,000원임.

〈표 7-37〉 미술작품설치 세부내역

구 분	적용면적 (㎡)	표준건축비 (원)	적용요율	적용비용 (원)
미술작품설치비	10,852	2,000,000	0.5%	108,520,000

자료: 연구진 작성.

6.2.3. 사업기간 추정

○ 농업부문 기후변화 대응센터 사업기간(안)

- 2021년 06월: 농업부문 기후변화 대응센터 사업계획 결정
- 2022년 06월: 농업부문 기후변화 대응센터 예비타당성
- 2022년 12월: 부지매입 완료
- 2023년 12월: 건축설계 완료
- 2025년 12월: 건축공사 및 사업준공

〈표 7-38〉 농업부문 기후변화 대응센터 사업기간(안)

구 분	기 간 (예상안)	2021	2022	2023	2024	2025
• 농업부문 기후변화 대응 센터 사업 결정	'2021.06	■				
• 예비타당성 조사	'2021.07 ~'2022.06		■			
• 부지보상, 매입	'2022.07 ~'2022.12			■		
• 건축설계 (건축허가) 완료	'2023.01 ~'2023.12				■	
• 건축공사 및 준공	'2024.01 ~'2025.12					■

* 본 사업기간은 사업추진 및 절차, 방식에 따라 변경될 수 있음.

- 농업부문 기후변화 대응센터의 비용항목은 총사업비(공사비, 부지조성비, 설계비, 감리비, 설계인증비, 시설부대비), 토지매입비임.

- 공사비는 건축공사비, 전기공사비, 통신공사비, 일반관리비 등이 포함됨. 부대비용에는 설계비, 설계인증비, 감리비, 시설부대비 등이 포함됨. (도시계획비와 부가가치세는 별도.)
- 농업부문 기후변화 대응센터 건립을 위한 부지 매입은 37.8억 원을 0.5년간(2022년) 간 매입하는 것으로 설정함.
- 농업부문 기후변화 대응센터의 사업기간은 현실적인 측면을 고려하여 총비용을 사업기간인 5년간 연도별로 배정함.
 - 전체 사업기간은 5년차(2021~2025년)에 걸쳐 있으나, 실질적인 시설 공사기간은 2년간(2024~2025년) 이루어지는 것으로 설정함. 1단계는 사업결정 및 예비타당성과 부지매입, 2단계는 설계공모 및 기초조사, 건축설계(기본설계, 실시설계, 설계인증 등) 등이 이루어지는 것으로 설정함.
 - 실질적인 시설공사비와 감리비는 단계별로 4,5년차(2024~2025년)에 각각 50%가 투자되는 것으로 가정, 공사비에 미술작품설치비를 포함함.
 - 설계비는 3년차(2023년)에 3,724백만 원이 투자되는 것으로 가정, 설계관련 인증비용 및 설계공모비를 포함함.
- 연차별 사업비
 - 농업부문 기후변화 대응센터 사업비는 약 90,523백만 원으로 추정됨.
 - 연차별로는 2년차 3,780백만 원(4.2%), 3년차 4,097백만 원(4.5%), 4년차 42,238백만 원(46.7%), 5년차 40,408백만 원(44.6%)이 소요되는 것으로 추정됨.

〈표 7-39〉 농업부문 기후변화 대응센터 연차별 사업비

단위: 백만원

구분		산출내용	적용근거	
토지비		2년차	3,780	시군구 실거래가 평균
용역비	설계비	3년차	2,800	(공사비+부지조성비) × 3.90%
	감리비	4~5년차	3,210	(공사비+부지조성비) × 4.47%
	설계공모	3년차	280	설계비 × 10%
	인증비	3년차	644	설계비 × 23.0%
공사비		4~5년차	70,151	미술작품설치비 포함
부지조성비		4년차	1,772	2018 단지개발사업 조성비 및 기반시설 설치비 추정자료
예비비		3~5년차	7,885	사업비 × 10%
합 계			90,522	

* 도시계획비 및 부가세 제외

* 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 사업비는 변경될 수 있음.

〈표 7-40〉 농업부문 기후변화 대응센터 총사업비 연차별 배분

단위: 백만원

구분	설계비	감리비	공사비	예비비	토지매입비	계 (%)
2021년 (1년차)	-	-	-	-	-	-
2022년 (2년차)	-	-	-	-	3,780	3,780 (4.2%)
2023년 (3년차)	3,725	-	-	372	-	4,097 (4.5%)
2024년 (4년차)	-	1,605	36,793	3,840	-	42,238 (46.7%)
2025년 (5년차)	-	1,605	35,130	3,673	-	40,408 (44.6%)
합 계	3,725	3,210	71,923	7,885	3,780	90,523 (100%)

* 도시계획비 및 부가세 제외

* 건축계획 및 사업방향과 방식에 따라 사업비는 변경될 수 있음.

* 공사비에는 토목공사비, 순공사비, 미술작품설치비가 모두 포함됨.

* 설계비에는 녹색건축물, 건축물에너지절약, 지능형건축물, 장애물 없는 생활인증비용 및 설계공모비용 포함

* 예비타당성조사를 위한 비용 제외.

8

농업부문 기후변화 대응센터 수요자 인식조사

1. 농업인 대응센터 수요자

1.1. 조사개요

- 농가가 직면하는 기후변화와 이상기후에 관한 인식과 농업부문 기후변화 대응센터의 기술 보급, 정보제공 시 수용의향을 조사하기 위해 한국농촌경제연구원 현지통신원 2,005농가⁴³⁾를 대상으로 2020년 9월 1일 ~ 9월 30일 동안 온라인과 우편을 통해 설문조사를 진행함. 응답농가는 891농가⁴⁴⁾로 응답률은 44.4%로 나타남.
- 응답농가의 사회·경제적 특성을 보면, 농사경력은 '20년 이상'이 49.1%, '10년 이상 20년 미만'이 30.1%, '10년 미만'이 20.8%로 나타남. 학력은 '대학교 졸업'이 44.7%로 가장 높게 나타났으며 '고등학교 졸업'이 35.1%, '중학교 졸업', '대학원 졸업', '초등학교 졸업 이하'가 각각 10.8%, 7.2%, 2.2%로 나타남. 영농계획연수는 '10년 미만'이 36.5%, '10년 이상 15년 미만'이 34.2%로 나타났고 '20년 이상', '15년 이상 20년 미만'이 각각 15.0%, 14.4%로 나타남. 응답자의 소득 수준은 '4천만 원 이상'이 18.2%, '3천만 원대'가 16.7%, '2천만 원대'가 15.1%, '5백만 원 이상 1천만 원 미만'이 15.0%, '1천만 원대'가 12.7%, '5백만 원 미만'이 12.3%로 고르게 분석됨. 컨설팅경험이 있는 농가는 43.0%, 컨설팅경험 없는 농가는 57.0%를 차지함<표 8-1>.

43) 온라인 조사 1,234농가, 우편조사 771농가.

44) 온라인 조사 668농가, 우편조사 223농가.

〈표 8-1〉 조사대상 농가의 사회경제적 특성

단위: 명, %

구분		응답 수	비중
농사경력	10년 미만	167	20.8
	10년 이상 20년 미만	241	30.1
	20년 이상	393	49.1
학력	초등학교 졸업 이하	19	2.2
	중학교 졸업	93	10.8
	고등학교 졸업	304	35.1
	대학교 졸업	387	44.7
	대학원 졸업	62	7.2
영농계획연수	10년 미만	310	36.5
	10년 이상 15년 미만	390	34.2
	15년 이상 20년 미만	122	14.4
	20년 이상	127	15.0
연간소득	5백만 원 미만	108	12.3
	5백만 원 이상 1천만 원 미만	131	15.0
	1천만 원대	111	12.7
	2천만 원대	132	15.1
	3천만 원대	146	16.7
	4천만 원 이상	247	18.2
건설팅경험	예	375	43.0
	아니오	496	57.0

자료: 연구진 작성.

○ 농업인들이 생각하는 농업생산에 미치는 요인의 영향력을 보면 기상요인이 50.9%로 가장 높게 나타났으며 ‘기술요인’ 17.1%, ‘가격 요인’ 15.2%, ‘농업 기반시설 요인’ 10.1%, ‘기타 요인’ 0.2%로 나타남.

〈표 8-2〉 농업생산에 미치는 요인의 영향력

단위: %

기상 요인	기술 요인 (재배 기술 등)	가격 요인 (농자재 및 농산물)	농업 기반시설 요인 (토지, 수리시설 등)	기타 요인	계
50.9	17.1	15.2	10.1	0.2	100.0

주 1) 응답자 891명 중 요인의 합계가 100%가 되도록 응답한 818명(91.8%)이 응답한 결과임.

2) 설문 조사 시 각 요인 비율 합이 100%가 되게 응답하도록 설계함.

자료: 연구진 작성.

1.2. 설문조사 분석 결과

1.2.1. 일반적인 기후변화 및 이상기후 인식

- 일반적으로 통용되는 기후변화와 이상기후의 개념은 혼용되는 경우가 많음. 따라서 다음과 같이 개념을 제시하고 응답자들이 설문이 응답하기 전 기후변화와 이상기상을 분리해 숙지하게 한 후 응답하도록 함.

기후변화는 일정한 지역에서 장기간에 걸쳐서 진행되고 있는 기후의 변화를 의미함. 수십 년 혹은 그 이상 오래 지속되는 기후상태 변화를 말하며, 시간 경과에 따른 모든 기후변화를 말합니다.

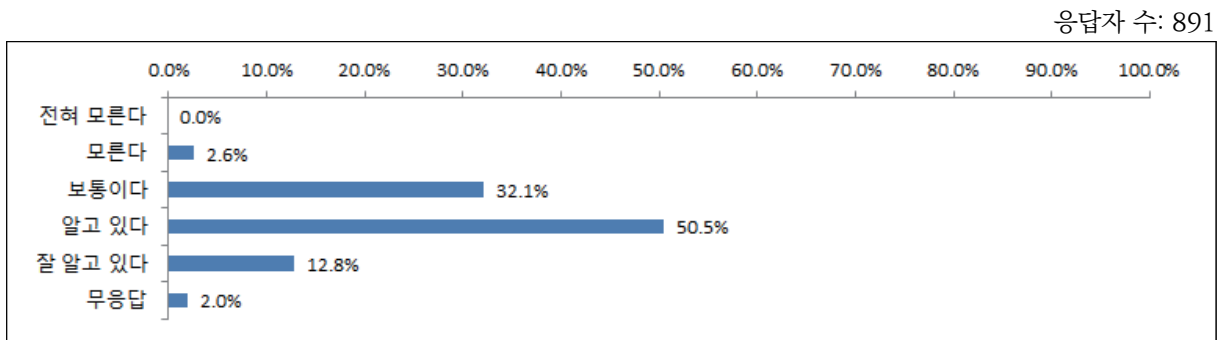
이상기상은 급격한 기후변화의 영향으로 피해를 끼치는 극단적인 기상현상인 한파, 폭설, 가뭄, 집중호우 등을 일컫습니다.

※'기후변화'와 '이상기상'은 엄밀하게 구분해서 이해해야 합니다.

가) 기후변화에 관한 일반적인 인식

- 농업인의 기후변화에 대한 인지정도는 '알고 있다'가 50.5%, '잘 알고 있다'가 12.8%로 63.3%가 기후변화를 인지하고 있는 것으로 나타남. '전혀 모른다(0.0%)'와 '모른다(2.6%)'가 극히 낮은 비율을 보였으며 대부분의 농업인은 기후변화에 대해 인지하고 있는 것으로 파악됨.

〈그림 8-1〉 기후변화에 대한 인지정도



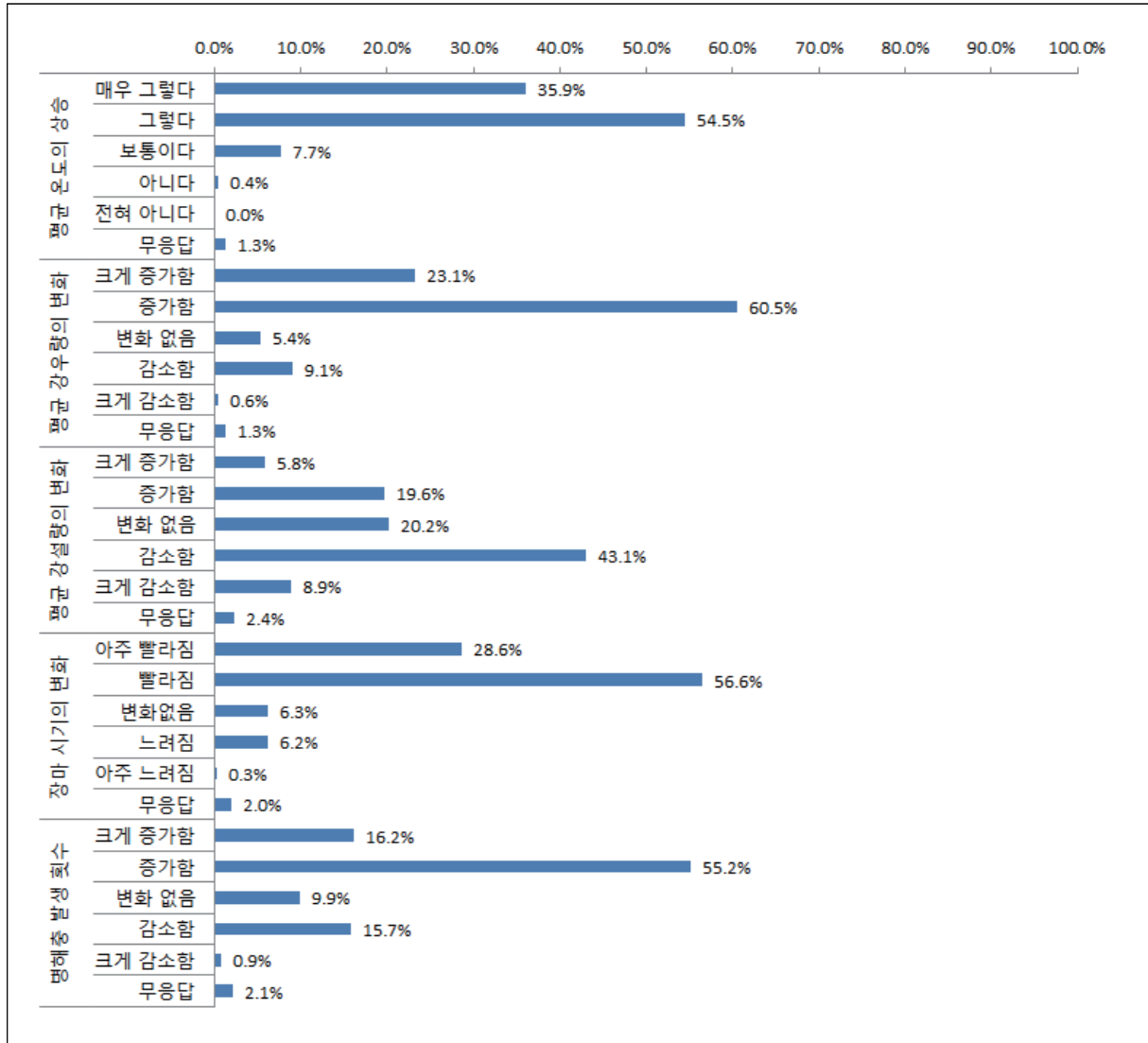
자료: 연구진 작성.

- 기후변화에 대한 체감정도는 기후변화로 인해 '평균 온도가 상승'했다고 대답한 비율이 90.4%로 거의 대부분의 농업인이 온도상승을 체감하고 있었으며, 평균 강우량은 83.6%가 증가했다고 응답함. 또한, 병해충 발생 횟수 증가했다고 응답한 비율이 71.4%로 체감정도가 높은 것으로 나타남. 대부분의 항목에서 선행연구인 김창길 외(2009)의 조사결과⁴⁵⁾보다

체감정도가 높아진 것으로 나타남.

〈그림 8-2〉 기후변화에 대한 체감정도

응답자 수: 891



자료: 연구진 작성.

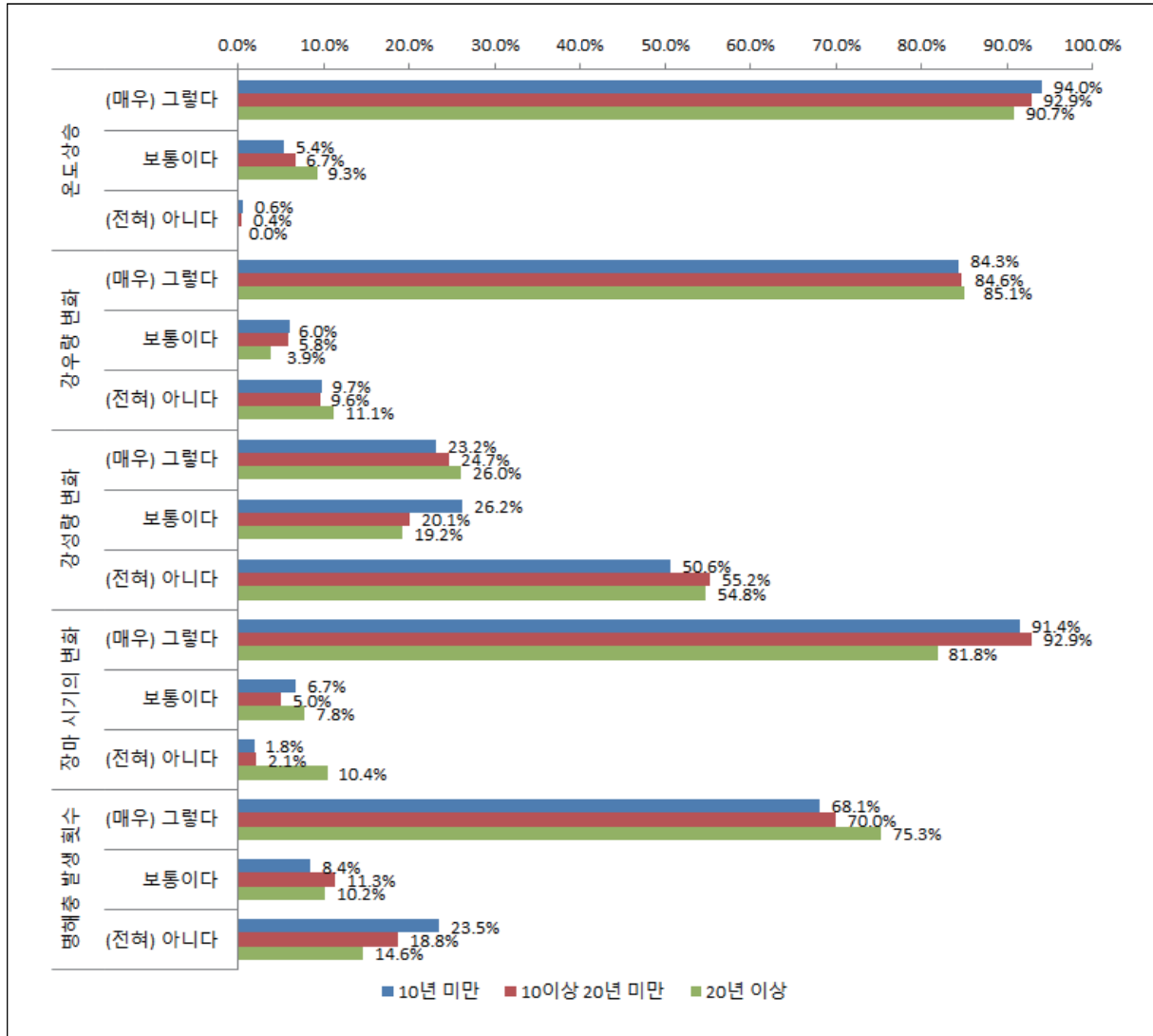
○ 경력별 기후변화에 대한 체감정도는 ‘온도 상승’, ‘강수량 변화’, ‘장마시기의 변화’는 경력에 상관없이 80% 이상 체감한다고 응답했음. 대체적으로 기후변화로 인해 모든 항목에서 민감하게 받아들이고 있는 것으로 나타남. 특히, 10년 미만의 경력을 가지고 있더라도 90% 이상이 ‘온도상승’, ‘장마시기의 변화’에서 기후변화를 체감한다고 응답하였고, ‘강수량 변

45) 김창길 외(2009)는 기후변화와 이상기상을 구분하지 않고 조사를 수행 함. 따라서 본 연구에서 기후변화로 분류한 항목과 일치하는 선행연구의 항목과 비교함. 김창길 외(2009)의 농업인 기후변화 인지도 조사결과 평균 온도 상승 체감 비율은 86.9%, 평균 강수량 증가 체감 비율은 50.9%, 병해충 발생 횟수 증가 체감 비율은 72.0%로 나타남.

화'와 '병해충 발생 횟수' 항목에서는 경력이 높아질수록 체감하는 비율이 높게 나타남.

〈그림 8-3〉 경력별 기후변화에 대한 체감정도

응답자 수: 891

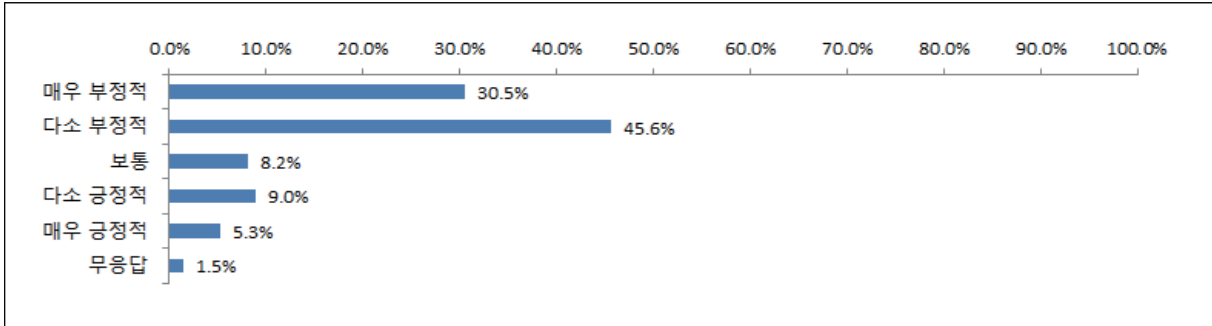


자료: 연구진 작성

○ 농업인이 느끼는 기후변화가 농업 생산에 미치는 영향을 살펴보면 '매우 부정적'이 30.5%, '다소 부정적'이 45.6%로 부정적으로 느끼는 비율이 76.1%로 나타남(그림 8-4). 부정적으로 느끼는 부분에서는 '병해충 피해가 증가함'이 80.6%로 가장 높게 나타났으며, '단수 감소로 인한 생산량 감소함', '착색이 불량해짐', '과실의 당도가 낮아짐', '채소의 품질이 나빠짐', '딸과 잡곡 등의 품질이 나빠짐'이 각각 38.6%, 37.8%, 36.7%, 32.3%, 25.6% 순으로 나타남(표 8-3). 기타 의견으로는 파종시기의 확장, 시설 훼손, 불확실성으로 인한 영농설계 애로 등이 있음.

〈그림 8-4〉 기후변화가 농업생산에 미치는 영향

응답자 수: 891



자료: 연구진 작성.

〈표 8-3〉 기후변화가 농업생산에 미치는 부분

단위: 명, %

구분	응답 수	비중
병해충 피해가 증가함	718	80.6
단수 감소로 인해 생산량이 감소함	344	38.6
착색이 불량해짐	337	37.8
과실의 당도가 낮아짐	327	36.7
채소의 품질이 나빠짐	288	32.3
쌀과 잡곡 등의 품질이 나빠짐	228	25.6
품목의 재배기간이 짧아짐	139	15.6
품목의 재배기간이 길어짐	106	11.9
과실의 당도가 높아짐	39	4.4
병해충 피해가 감소함	26	2.9
기타	24	2.7
쌀과 잡곡 등의 품질이 좋아짐	23	2.6
단수 증가로 인해 생산량이 증가함	20	2.2
채소의 품질이 좋아짐	17	1.9
착색이 좋아짐	15	1.7
변화없음	13	1.5

주: 복수응답을 집계함.

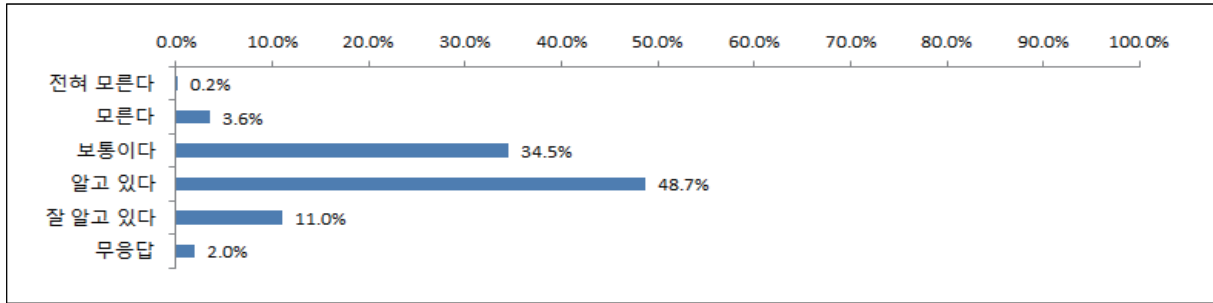
자료: 연구진 작성.

나) 이상기상에 대한 일반적인 인식

○ 이상기상에 대한 인지정도는 ‘알고 있다’가 48.7%, ‘잘 알고 있다’가 11.0%로 59.7%가 이상기상을 인지하고 있는 것으로 나타남. ‘전혀 모른다(0.2%)’와 ‘모른다(3.6%)’가 극히 낮은 비율을 보였으며 대부분의 농업인은 이상기후에 대해 인지하고 있는 것으로 파악됨.

〈그림 8-5〉 이상기상에 대한 인지정도

응답자 수: 891

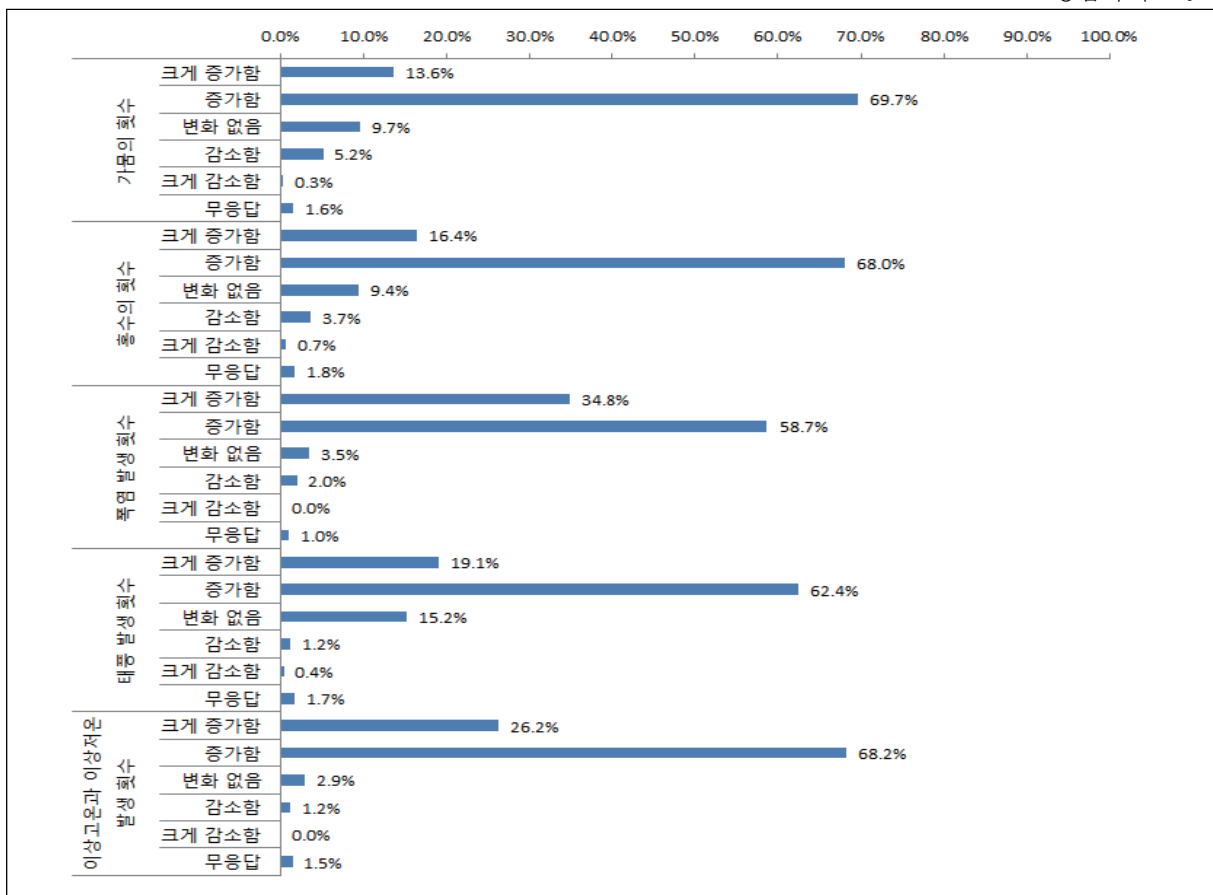


자료: 연구진 작성.

○ 이상기상 빈도에 대한 체감정도는 가뭄, 홍수, 폭염, 태풍, 이상고온과 이상저온에서 모두 80% 이상이 증가했다고 응답하였고, 폭염과 이상고온과 이상저온은 90%가 증가했다고 응답해 발생 빈도에 대한 체감정도가 높은 것으로 나타남. 김창길 외(2009)의 조사결과⁴⁶⁾와 비교해보면 가뭄과 홍수의 발생빈도가 증가했다고 느끼는 비율이 약 20% 이상 상승한 것으로 나타남.

〈그림 8-6〉 이상기상 발생 빈도에 대한 체감정도

응답자 수: 891

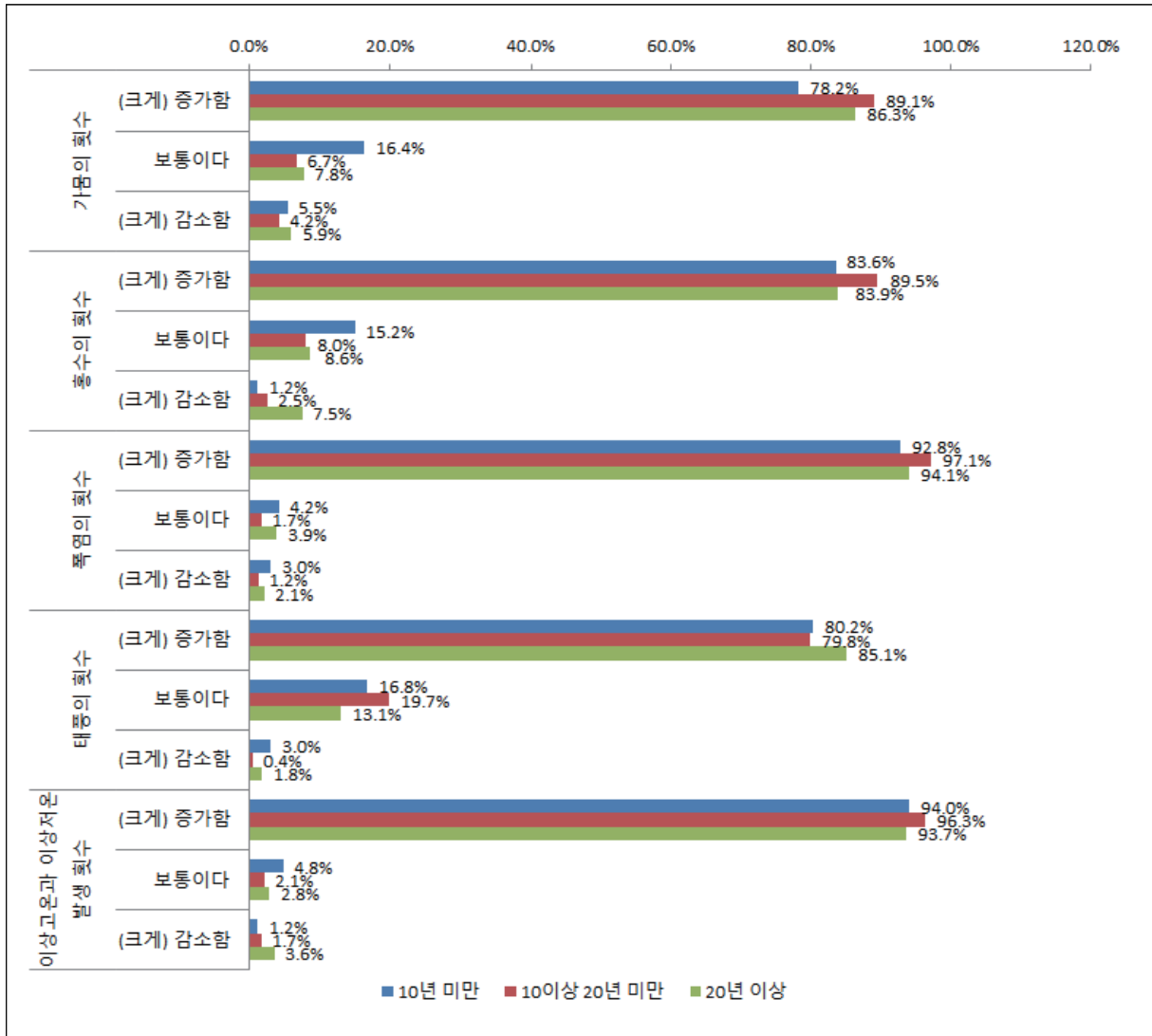


자료: 연구진 작성.

46) 김창길 외(2009)는 가뭄과 홍수의 발생 빈도가 증가했다고 느낀 비율은 각각 67.8%, 53.5%로 나타남.

○ 경력별 이상기상 빈도에 대한 체감정도는 모든 항목에서 경력에 상관없이 약 80% 이상 횡수 증가를 체감한다고 응답함. ‘폭염의 횡수’와 ‘이상고온과 이상저온의 발생 횡수’ 항목에서는 모든 경력에서 90% 이상이 발생 횡수 빈도 증가를 체감하고 있다고 응답함.

〈그림 8-7〉 경력별 이상기상에 빈도 대한 체감정도



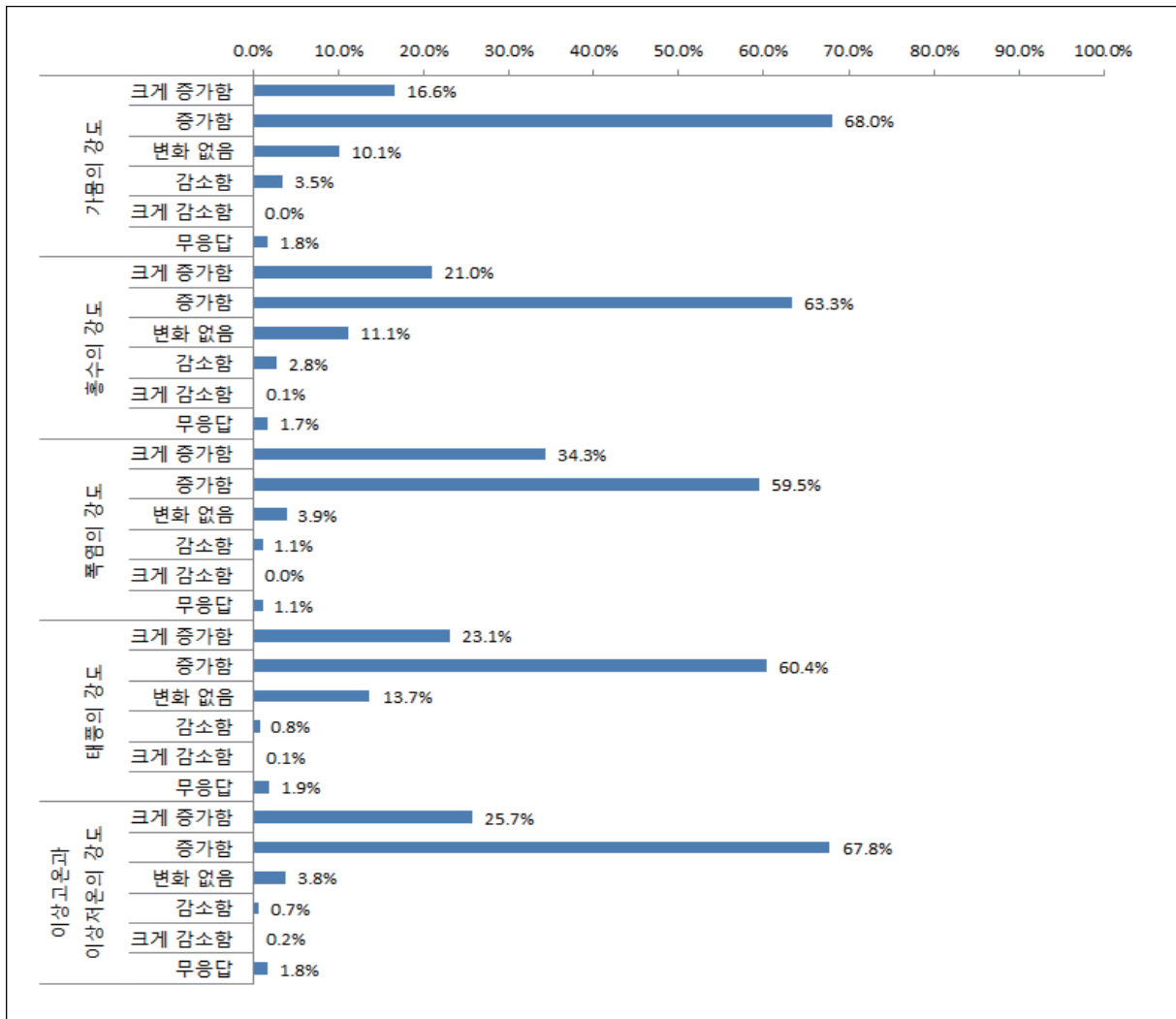
주 1) 가뭄의 횡수 경력별 응답자 수는 10년 미만 165명, 10년 이상 20년 미만 239명, 20년 이상 387명, 총 791명
 홍수의 횡수 경력별 응답자 수는 10년 미만 165명, 10년 이상 20년 미만 238명, 20년 이상 384명, 총 787명
 폭염의 횡수 경력별 응답자 수는 10년 미만 167명, 10년 이상 20년 미만 241명, 20년 이상 387명, 총 795명
 태풍의 횡수 경력별 응답자 수는 10년 미만 167명, 10년 이상 20년 미만 238명, 20년 이상 383명, 총 788명
 이상고온과 이상저온의 발생횡수 경력별 응답자 수는 10년 미만 166명, 10년 이상 20년 미만 239명, 20년 이상 387명, 총 792명

자료: 연구진 작성.

○ 이상기상의 강도에 대한 체감정도는 가뭄, 홍수, 폭염, 태풍, 이상고온과 이상저온의 강도에 대해 모두 80% 이상이 증가했다고 응답함. 특히 폭염(93.8%), 이상고온과 이상저온(93.5)은 90% 이상 응답해 더 강하게 느끼는 것으로 파악됨.

〈그림 8-8〉 이상기상 강도에 대한 체감정도

응답자 수: 891

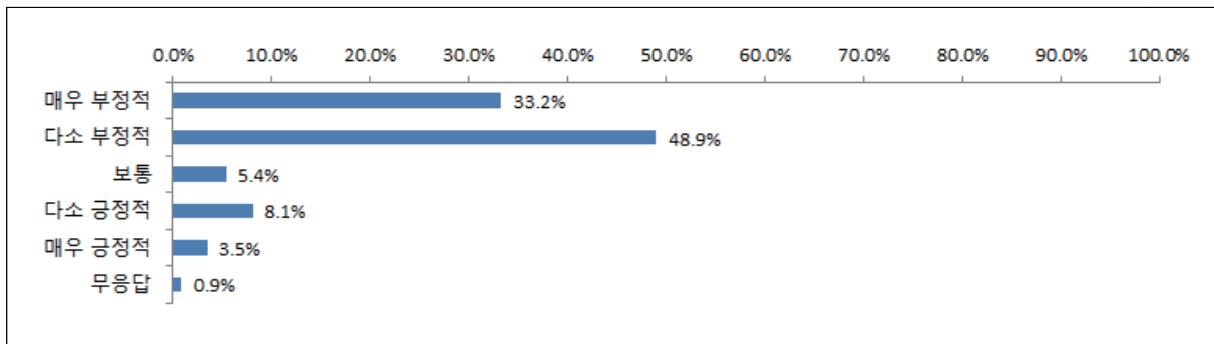


자료: 연구진 작성.

○ 농업인이 느끼는 이상기상이 농업 생산에 미치는 영향을 살펴보면 ‘매우 부정적’이 33.2%, ‘다소 부정적’이 48.9%로 부정적으로 느끼는 비율이 82.1%로 나타남<그림 8-9>. 부정적으로 느끼는 부분에서는 ‘병해충 피해가 증가함’이 78.6%로 가장 높게 나타났으며, ‘단수 감소로 인한 생산량 감소함’, ‘착색이 불량해짐’, ‘과실의 당도가 낮아짐’, ‘채소의 품질이 나빠짐’, ‘쌀과 잡곡 등의 품질이 나빠짐’이 각각 45.0%, 43.4%, 39.1%, 38.2%, 29.1% 순으로 나타남<표 8-4>. 기타 의견으로는 시설피해 등이 있음.

<그림 8-9> 이상기상이 농업 생산에 미치는 영향

응답자 수: 891



자료: 연구진 작성.

<표 8-4> 이상기상이 농업생산에 미치는 부분

단위: 명, %

구분	응답 수	비중
병해충 피해가 증가함	700	78.6
단수 감소로 인해 생산량이 감소함	401	45.0
착색이 불량해짐	387	43.4
과실의 당도가 낮아짐	348	39.1
채소의 품질이 나빠짐	340	38.2
쌀과 잡곡 등의 품질이 나빠짐	259	29.1
품목의 재배기간이 짧아짐	135	15.2
품목의 재배기간이 길어짐	114	12.8
병해충 피해가 감소함	36	4.0
과실의 당도가 높아짐	31	3.5
기타	17	1.9
쌀과 잡곡 등의 품질이 좋아짐	13	1.5
변화없음	13	1.5
착색이 좋아짐	11	1.2
단수 증가로 인해 생산량이 증가함	11	1.2
채소의 품질이 좋아짐	10	1.1

주 1) 복수응답을 집계함.

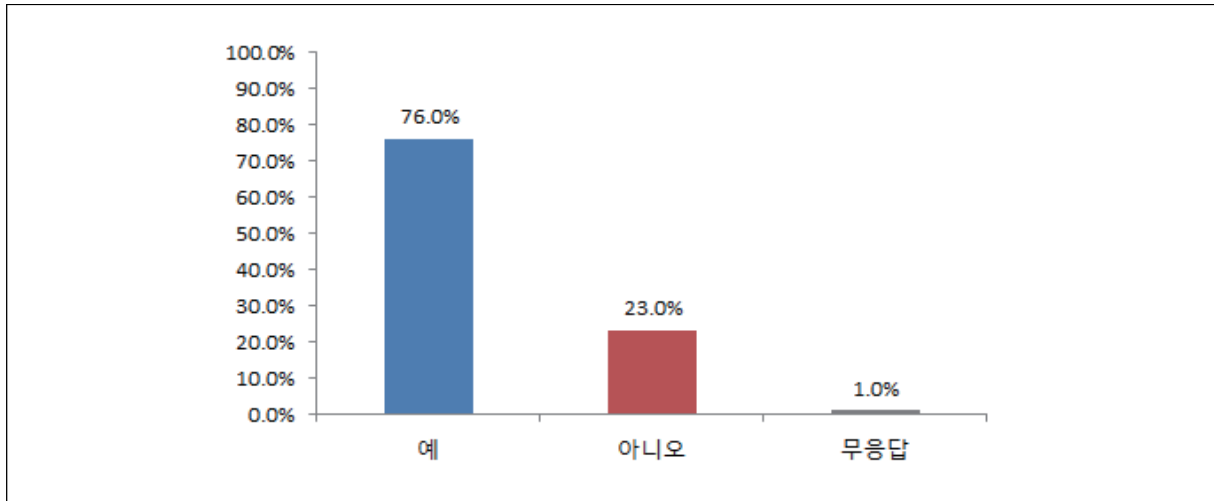
자료: 연구진 작성.

1.2.2. 기후변화 및 이상기후 대응실태

○ 기후변화 및 이상기후 대응실태 조사는 기후변화 및 이상기후에 관한 정보획득 여부, 정보 획득 경로, 획득한 정보의 만족도에 관하여 조사함. 현재 기후변화 및 이상기후에 관한 정보 획득 여부를 보면 정보를 획득하고 있는 농가는 76.0%로 파악되었음.

〈그림 8-10〉 현재 기후변화 및 이상기후에 관한 정보 획득 여부

응답자 수: 891



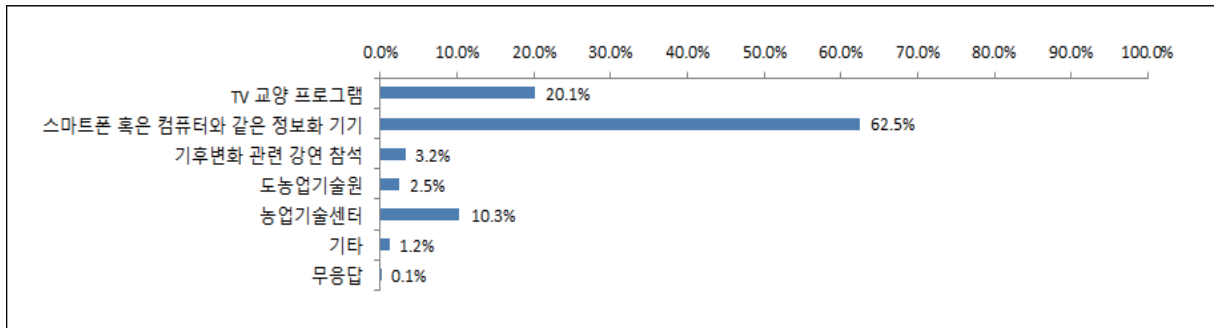
주 1) 기후변화 및 이상기후에 관한 정보는 스마트폰이나 TV를 통해 얻는 기상·기후정보를 의미함. 따라서 대응기술이나 대응정책에 관한 정보와는 구분됨.

자료: 연구진 작성.

○ 기후변화 및 이상기후에 관한 정보획득은 ‘스마트폰 혹은 컴퓨터와 같은 정보화 기기’를 통해 가장 많이 정보를 획득하고 있는 것으로 나타남(62.5%). 그 다음 ‘TV 교양 프로그램 (20.1%)’, ‘농업기술센터(10.3%)’, ‘기후변화 관련 강연 참석(3.2%)’, ‘도농업기술원(2.5%)’, ‘기타(1.2%)’ 순으로 나타남. 기타 획득경로로는 자발적인 공부 모임이 있음.

〈그림 8-11〉 현재 기후변화 및 이상기후에 관한 정보 획득 경로

응답자 수: 677

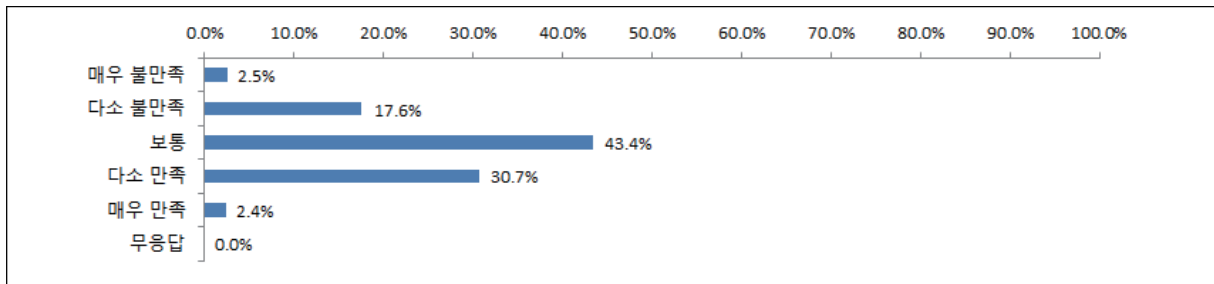


자료: 연구진 작성.

○ 획득한 기후변화 및 이상기후 정보에 관한 만족도를 살펴보면 ‘불만족 이상’의 농가가 20.1%로 나타났고 ‘보통’이 43.3%, ‘만족 이상’이 33.1%로 나타나 획득한 기후변화 및 이상기후 정보에 대해선 대체로 만족하는 것으로 분석됨.

〈그림 8-12〉 획득한 기후변화 및 이상기후 정보에 관한 만족도

응답자 수: 677



자료: 연구진 작성.

○ 온실가스 저감을 위한 저탄소 영농기술 현황을 보면 ‘화학비료 저감’ 58.1%로 가장 높게 나타났고 뒤 이어 ‘간단관개(중간물떼기)’가 29.5%를 차지함. 하지만 ‘저탄소 영농기술을 사용하지 않음’도 27.8%로 나타남. 기타 사용 영농기술로는 영농 부산물 소각 억제, 농기계 사용 감축 등이 있음.

〈표 8-5〉 온실가스 저감을 위한 저탄소 영농기술 사용현황

단위: 명, %

구분	응답 수	비중
화학비료 저감	518	58.1
간단관개(중간물떼기)	263	29.5
저탄소 영농기술을 사용하지 않음	248	27.8
다겹보온커튼 등 에너지이용 효율화	115	12.9
논물얇게대기	103	11.6
지열히트펌프 등 신재생에너지 사용	34	3.8
기타	28	3.1

주 1) 복수응답을 집계함.

자료: 연구진 작성.

○ 기후변화 및 이상기후에 적응하기 위한 영농활동 현황을 보면 ‘농업재해보험 가입’ 54.5%, ‘기후기상 정보활용’이 47.4%, ‘신품종 도입’, ‘작물 전환’이 각각 31.1%, 26.3%로 나타남. ‘기후변화 대응을 위한 영농활동을 하지 않음’은 16.3%로 나타남(표 8-6). 온실가스 저감을 위한 저탄소 영농기술 사용현황(표 8-5)와 비교해보면 기후변화 완화 측면에서 대응하지 않는 농업인의 비율(27.8%)이 기후변화 적응 측면에서 대응하지 않는 농업인의 비율(16.3%)보다

높게 나타남. 이는 완화수단은 추가적인 노동력, 비용이 투입되기 때문에 대응하지 않는 비중이 높은 것으로 보이며, 적응수단은 리스크 회피나 수익성 개선과 같이 경제성 부분이 관련 있어 완화수단에 대응하지 않는 비율 보다 낮게 나타나는 것으로 보임.

〈표 8-6〉 기후변화 및 이상기후에 적응하기 위한 영농활동 현황

단위: 명, %

구분	응답 수	비중
농업재해보험 가입	486	54.5
기후기상 정보 활용	422	47.4
신품종 도입	277	31.1
작물 전환	234	26.3
기후변화대응을 위한 영농활동을 하지않음	145	16.3
작물 작기 이동	120	13.5
기타	15	1.7

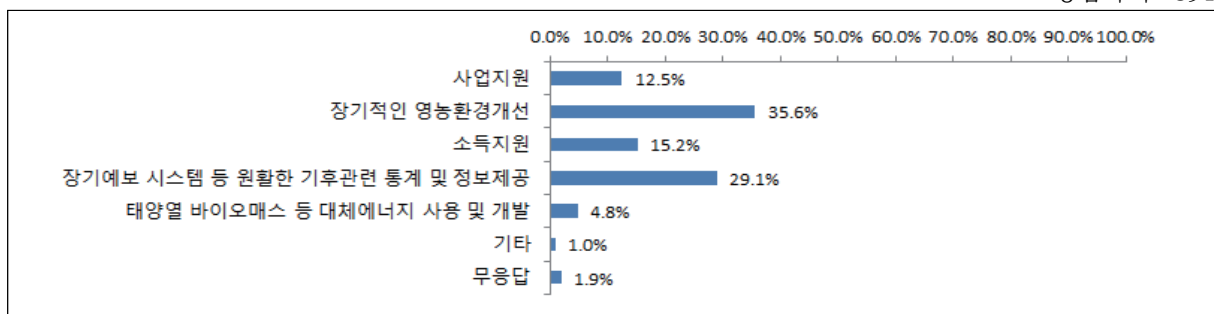
주 1) 복수응답을 집계함.

자료: 연구진 작성.

○ 기후변화와 관련해 농업인들이 원하는 중앙정부 및 지자체에의 요청사항은 ‘장기적인 영농환경개선’이 35.6%로 가장 높게 나타났고 ‘장기예보 시스템 등 원활한 기후관련 통계 및 정보제공’이 29.1%로 나타남. 그 다음 ‘소득지원(15.2%)’, ‘사업지원(12.5%)’, ‘태양열 바이오매스 등 대체에너지 사용 및 개발(4.8%)’, 기타(1.0%) 순으로 나타남. 기타 의견으로는 소규모 농가 지원 확대, 기후변화 대응 작목선정 및 재배 매뉴얼 지원 등이 있음. 일반적으로 선행연구에서 농업인의 정책 수요를 보면 소득지원이나 인센티브 제공의 수요가 많은 편임.

〈그림 8-13〉 기후변화와 관련한 중앙정부 및 지자체 요청사항

응답자 수: 891

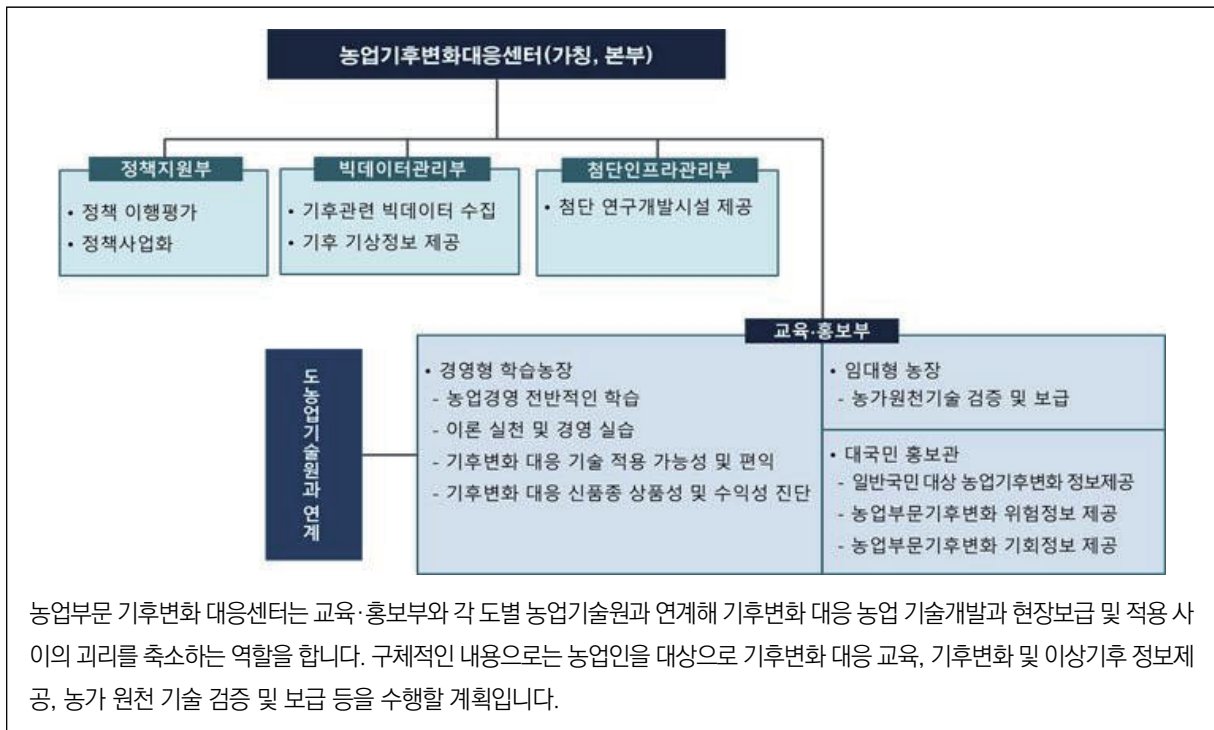


자료: 연구진 작성.

1.2.2. 농업부문 기후변화 대응센터 기능 수용성

○ 농업부문 기후변화 대응센터의 기능 수용성을 분석하기 위해 다음과 같이 <그림 8-14>와 센터에 관한 설명을 숙지하도록 함. 그리고 농업인과 관련된 농업기후변화센터의 기능 3가지인 ‘기후변화 및 이상기후 정보 제공’, ‘농가 고유 기술 검증 및 보급’, ‘기후변화 대응 교육’을 제시하고 각 기능에 관한 설명을 덧붙여 설문함.

<그림 8-14> 농업부문 기후변화 대응센터 조직도 및 역할



<기후변화 및 이상기상 정보제공>

- 농업인에게 지역 특성에 맞게 차별화된 기후정보를 생성하여 제공함
 - 지역 특성에 맞는 기후정보 및 대응 방법 제공
 - 농업인이 원하는 기후정보 가공 및 서비스 제공
 - 농촌진흥청 등과 협력하여 이상기후 조기경보 시스템 확대 보급

<기후변화 및 이상기상 정보제공>

- 농업인에게 농가 고유의 연구개발기술의 검증과 보급 기회를 제공함.
 - 기후변화에 대응한 농가 고유기술(저탄소 농업기술, 피해저감기술 등) 검증 시설 제공
 - 기술검증에 필요한 전문 인력 제공

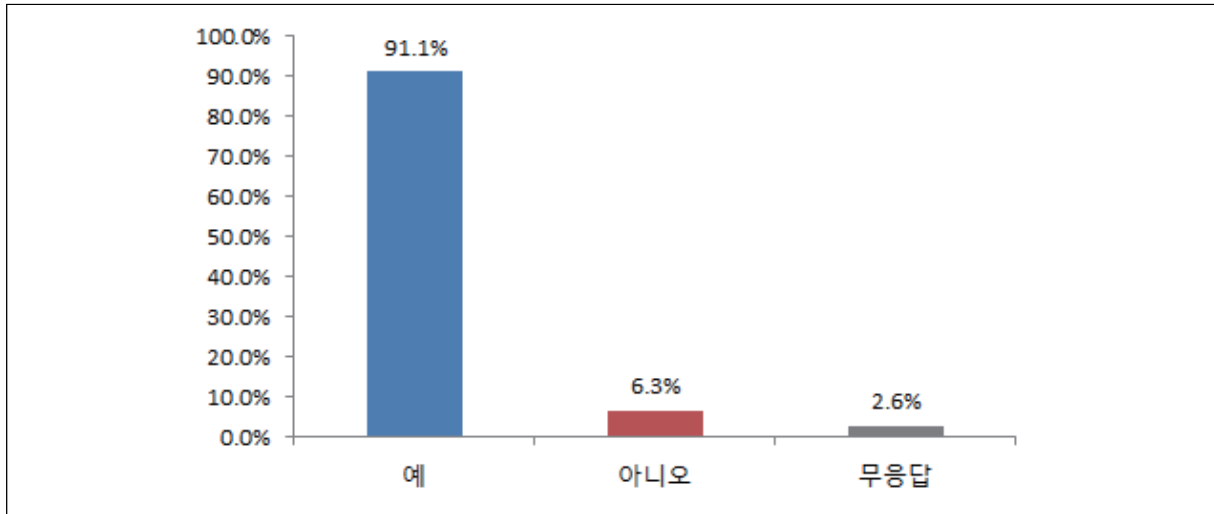
<기후변화 대응 교육>

- 농경영형 학습농장을 통해 농업인의 기후변화 대응 역량을 강화하는 교육 프로그램을 추진함.
 - 작물 생육 전 주기에 걸친 교육과 함께 경영 전반 실습
 - 기후변화 대응 기술의 농가 적용, 기술 적용 시 편익 검토
 - 기후변화 대응 신제품의 상품성 및 수익성 진단

○ 기후변화 및 이상기상 정보제공 활용 의향을 살펴보면 긍정적으로 답한 비율이 91.1%로 매우 높게 나타남.

〈그림 8-15〉 기후변화 및 이상기상 정보제공 활용 의향

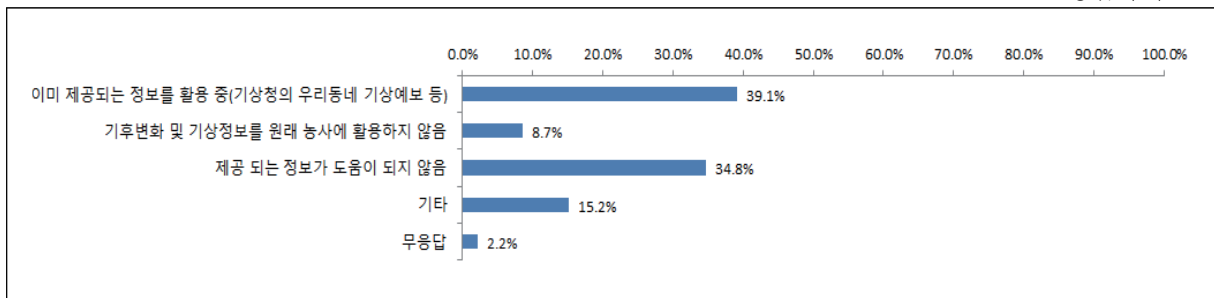
응답자 수: 891



○ 제공되는 기후변화 및 기상정보 미활용 이유는 '이미 제공되는 정보를 활용 중(39.1%)'이 가장 높게 나타났으며, 그다음으로 '제공되는 정보가 도움이 되지 않음'이 34.8%로 나타남. 기타 이유로는 고령, 정보 현실성 및 신뢰도 부족이 있음.

〈그림 8-16〉 기후변화 및 이상기상 정보 미활용 이유

응답자 수: 46

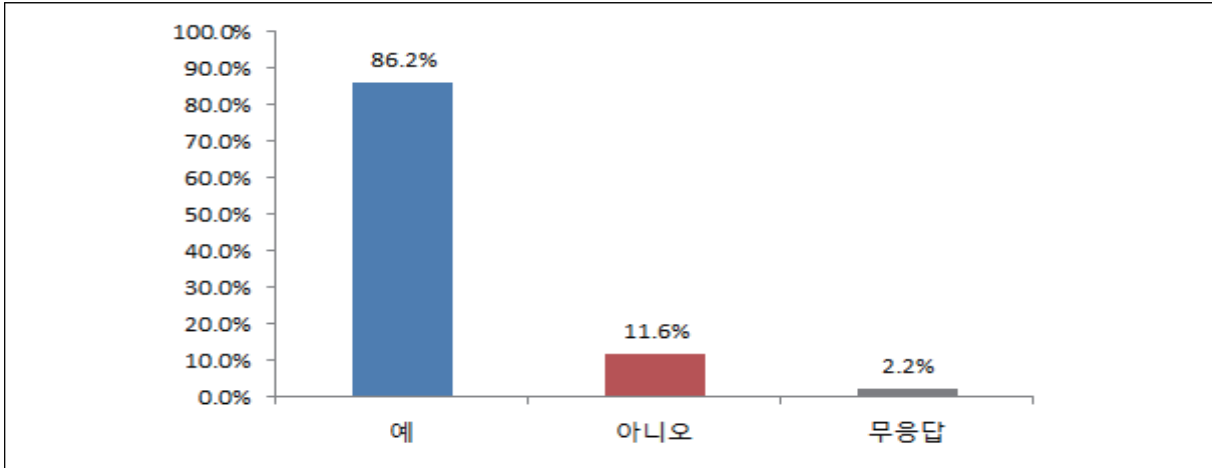


자료: 연구진 작성.

○ 농가의 고유 기술 검증 및 보급 지원 시 참여 의향은 86.2%가 참여하겠다고 응답하여 매우 높게 나타남.

〈그림 8-17〉 농가 고유 기술 검증 및 보급 지원 시 참여 의향

응답자 수: 891

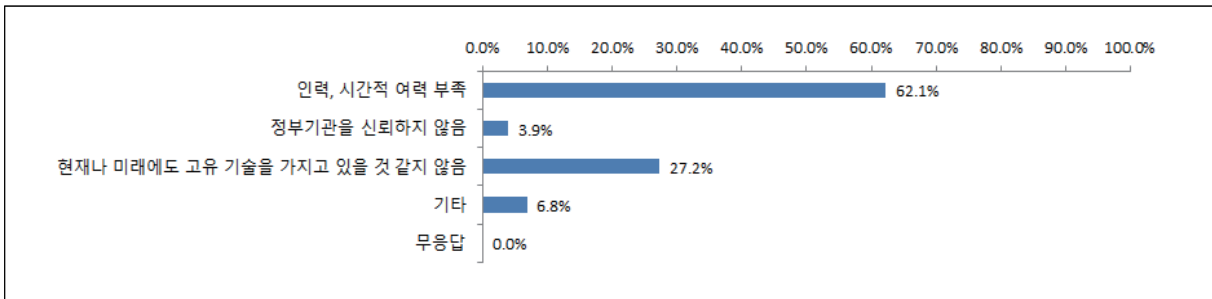


자료: 연구진 작성.

○ 농가 고유 기술 검증 및 보급 지원 시 미참여 이유로는 ‘인력, 시간적 여력 부족’이 62.1%로 가장 높게 나타남. 그다음으로 ‘현재나 미래에도 고유 기술을 가지고 있을 것 같지 않음’이 27.2%, ‘정부 기관을 신뢰하지 않음’이 3.9%로 나타남. 기타 이유로는 고령, 금전적인 부담, 영농규모 축소 등이 있음.

〈그림 8-18〉 농가 고유 기술 검증 및 보급 지원 시 미참여 이유

응답자 수: 103



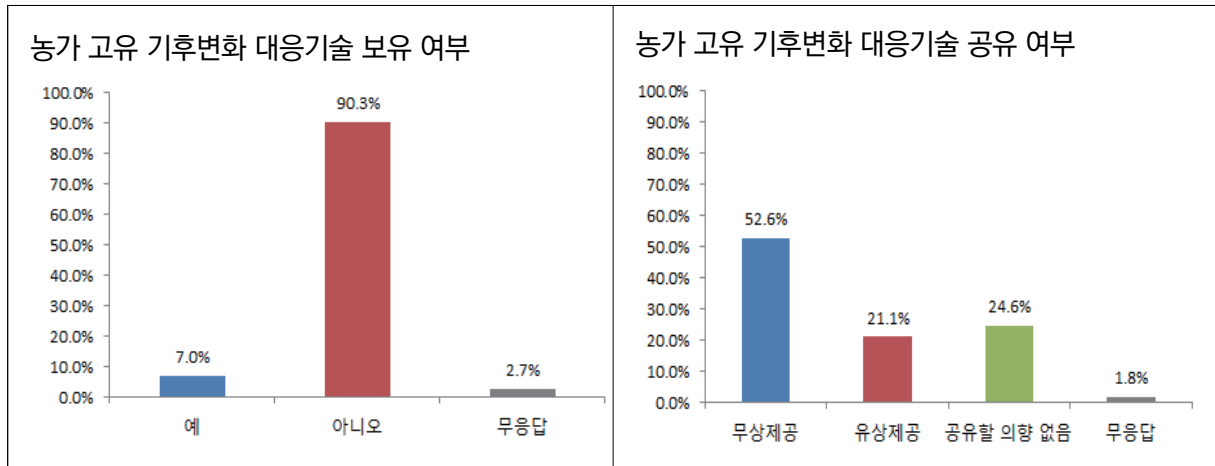
자료: 연구진 작성.

○ 농가 고유 기후변화 대응 기술 보유 여부를 질문한 결과, 없다고 응답한 농가의 비율이 90.3%로 매우 높게 나타났으며 기후변화 대응 기술을 가지고 있는 비율은 7.0%로 나타남 〈그림 8-19〉. 기후변화 대응 기술을 가지고 있는 농가에게 공유의향을 조사한 결과 무상제공 하겠다는 농가가 52.6%로 나타났으며 공유할 의향이 없는 농가는 24.6%로 나타남. 유상으로 제공하겠다는 농가는 21.1%로 금액은 최소 10만 원에서 최대 1,500만 원까지 응답한 농가가 있음〈그림 8-19〉.

〈그림 8-19〉 농가 고유 기후변화 대응기술 보유 및 공유 여부

응답자 수: 891

응답자 수: 57

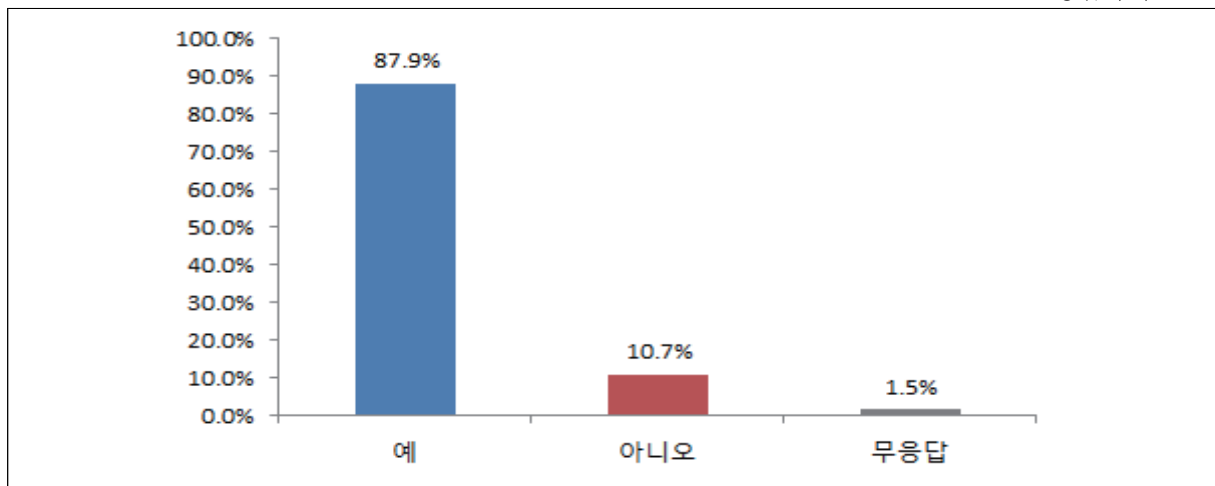


자료: 연구진 작성.

○ 기후변화 대응 교육 참여 의향은 참여하겠다는 농가가 87.9%로 매우 높게 나타났으며 참여하지 않겠다는 농가는 10.7%의 비율로 나타남.

〈그림 8-20〉 기후변화 대응 교육 참여 의향

응답자 수: 891

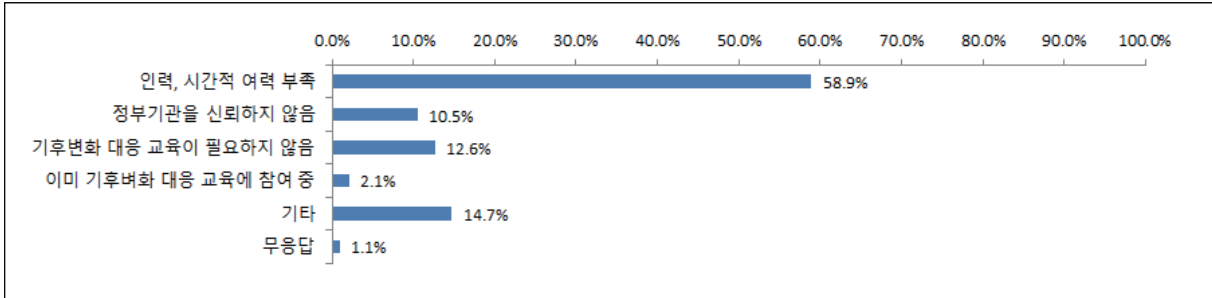


자료: 연구진 작성.

○ 기후변화 대응 교육에 참여하지 않는 이유로는 ‘인력, 시간적 여력 부족’이 58.9%로 가장 높았으며, ‘기타(14.7%)’, ‘기후변화 대응 교육이 필요하지 않음(12.6%)’, ‘정부 기관을 신뢰하지 않음(10.5%)’, ‘이미 기후변화 대응 교육 참여 중(2.1%)’ 순으로 나타남. 기타 의견으로는 고령, 기후변화의 변동성, 소규모 농가라 대응에 어려움, 이론과 현장의 괴리, 교육의 신뢰성 부족 등이 있음.

〈그림 8-21〉 기후변화 대응 교육 미참여 이유

응답자 수: 95



자료: 연구진 작성.

○ 기후변화 대응 교육의 적절한 교육 기간으로는 단기, 중기, 장기로 나누어 각 시기마다 적절한 교육 기간을 질문함. 단기에서는 ‘1주 미만’이 68.0%로 가장 높게 나타났으며, 중기의 ‘1주 이상 2주 미만’과 장기의 ‘2주 이상 4주 미만’이 각각 21.0%, 13.4%로 나타남. 교육기간이 길어질수록 무응답 비율이 높아지는 것으로 보아(16.2%, 43.2%, 44.6%) 중장기 교육은 꺼리는 것으로 분석됨.

〈표 8-7〉 기후변화 대응 교육 시 적절한 교육기간

응답자 수: 891명, 단위: 명, %

구분	단기	중기	장기
1주 미만	606 68.0	100 11.2	86 9.7
1주 이상 2주 미만	85 9.5	187 21.0	42 4.7
2주 이상 4주 미만	37 4.2	106 11.9	119 13.4
1개월 이상 3개월 미만	11 1.2	80 9.0	98 11.0
3개월 이상 6개월 미만	3 0.3	25 2.8	55 6.2
6개월 이상 12개월 미만	2 0.2	4 0.4	55 6.2
1년 이상	3 0.3	4 0.4	39 4.4
무응답	144 16.2	385 43.2	397 44.6

자료: 연구진 작성.

2. 전문가 대상 농업부문 기후변화 대응센터 수요조사

2.1. 조사개요

- 농업부문 기후변화 대응센터가 제공할 첨단인프라 부문에 관해 현장수요를 조사하기 위해 설문조사를 실시함. 설문조사는 전국 국립대 이공계 농과 대학 관련 교수 629명을 대상으로 2020년 10월 8일 ~ 12월 8일까지 60일 간 온라인을 통해 설문조사를 실시함. 응답자 수는 166명으로 응답률은 26.4%로 나타남.
- 설문대상자에게 농업부문 기후변화 대응센터 개념도와 첨단인프라관리부에서 사용할 SPAR, 인공기상동, 이상기후동의 설명을 제시 후, 월간 임대료 기준을 에너지 비용과 유지 보수비용, 에너지 비용, 무료로 책정할 경우 사용 의향을 물음. 설명은 다음 <표 8-8>과 같음. 최근 3년간 기후변화 연구 경험이 있는 응답자는 따로 분류하여 사용 의향을 분석함.

<표 8-8> 첨단인프라 설명 요약

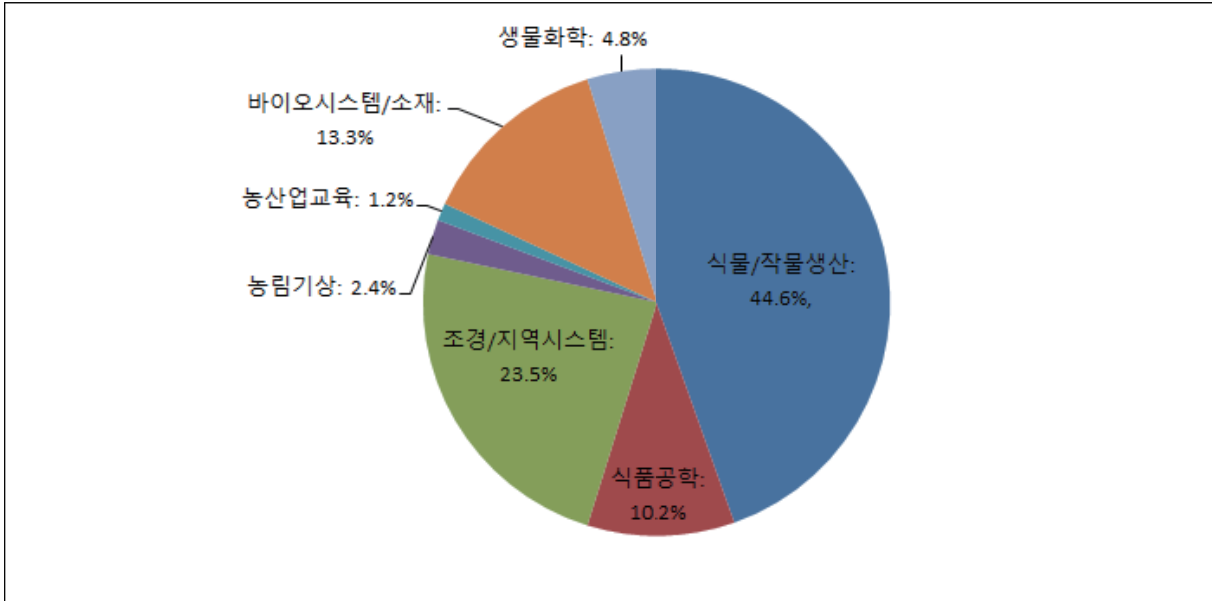
시설명	설명
SPAR	- 실제 재배환경(자연광, 대형토양상) 조건에서 온도, CO ₂ 등 동시 조절을 통해 기상 기후조건을 구현 가능한 옥외 환경조절 챔버의 하나 - 작물 전생육기간 동안 군락단위의 광합성, 증발산량 측정 가능
인공기상동	- 실마다 온도, 습도, 광조건을 다르게 설정하여 작물 성장 관측 - 작물의 환경 반응 기초 생리생태, 기상재해 발생 원인 및 경감 대책, 이상기후 대응 작물 재배기술 모색 연구 등에 활용
이상기후동	- 환경정밀조절 챔버의 일종, 일조량, 습도, 기온, CO ₂ , 강수량 등을 조절하여 이상 기상을 조성하는 시설 - 기후변화 시나리오에 따른 작물 피해 평가 및 생산량 분석, 이상기후 경감 기술개발 등에 활용

자료: 연구진 작성.

- 응답자의 전공 구성을 살펴보면 ‘식품/작물생산’이 가장 많은 44.6% 비율을 차지하였으며 그 뒤를 이어 ‘조경/지역시스템’이 23.5%, ‘바이오시스템/소재’가 13.3%, ‘식품공학’이 10.2% 순으로 나타남. ‘생물화학’, ‘농림기상’, ‘농산업교육’은 각각 4.8%, 2.4%, 1.2% 비중을 차지함<그림 8-22>. 전공 분야 경력은 평균 20년이었으며, 최근 3년간 기후변화 연구에 참여한 인원은 50%(83명)로 조사됨<표 8-9>.

〈그림 8-22〉 응답자 전공 구성

응답자 수: 166



자료: 연구진 작성.

〈표 8-9〉 응답자 경력 및 기후변화 연구 경험 유무

응답자 수: 166명, 단위: 년, %

최소	최대	평균	최근 3년 기후변화 연구 유무	
			있음	없음
2	40	20	50.0	50.0

자료: 연구진 작성.

2.2. 분석결과

○ 월간 에너지 비용과 유지보수 비용을 기준으로 책정한 경우, ‘사용 의향 있음’이 SPAR는 9.9%, 인공기상동은 23.0%, 이상기후동은 9.3%로 나타남〈그림 8-23〉.

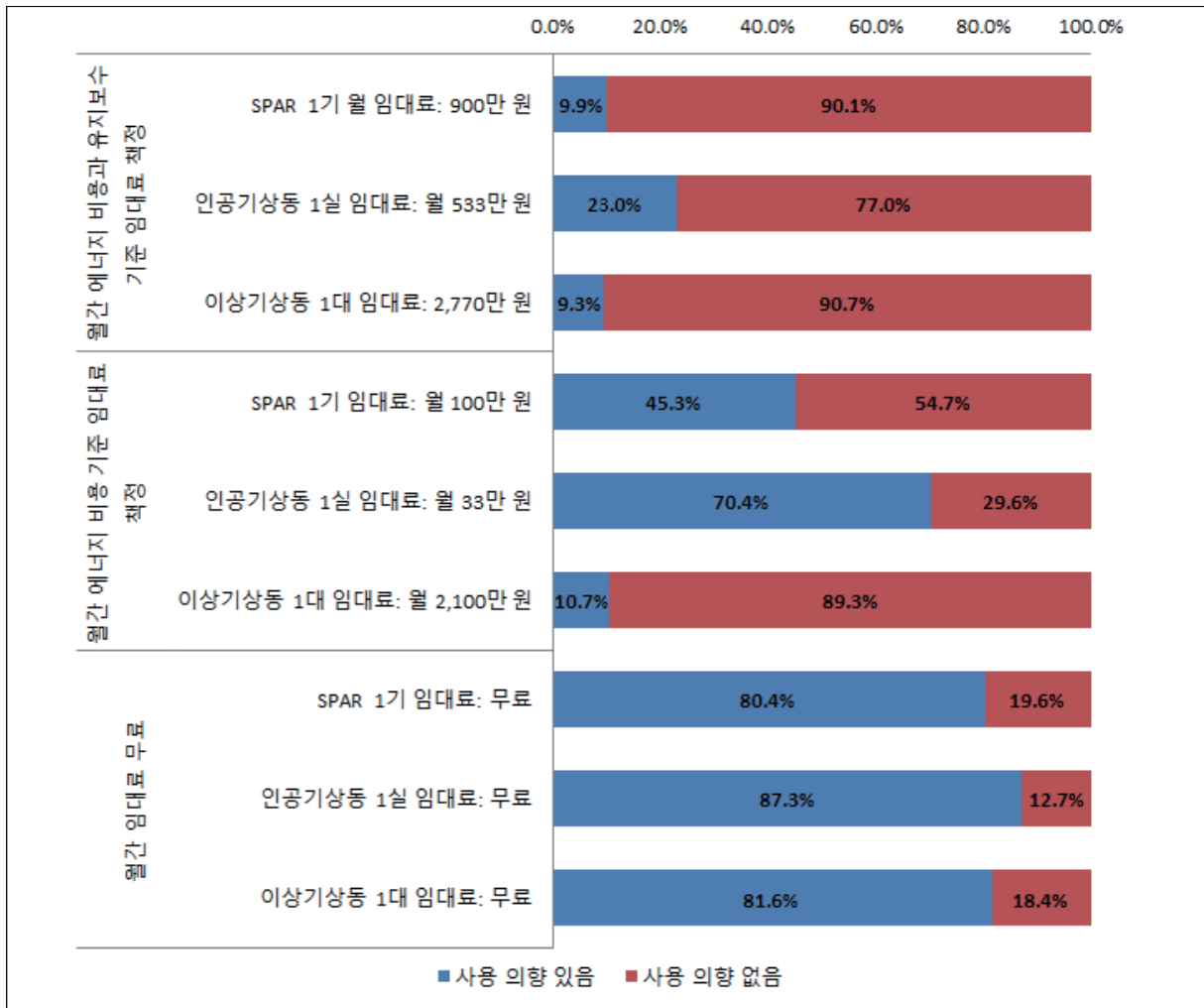
- SPAR 1기의 임대료는 월 900만 원으로 제시함.
- 인공기상동 1실의 임대료는 월 533만 원으로 제시함.
- 이상기후동 1대 임대료는 월 2,770만 원으로 제시함.

○ 유지보수 비용을 제한 월간 에너지 비용을 기준으로 책정한 임대료에서는 낮아진 임대료로 인해 사용 의향 비율이 더 크게 나타남. 구체적으로, SPAR는 45.3%, 인공기상동은 70.4%, 이상기후동은 10.7%가 사용 의향이 있다고 응답함〈그림 8-23〉.

- SPAR 1기의 임대료는 월 100만 원으로 제시함.
- 인공기상동 1실의 임대료는 월 33만 원으로 제시함.
- (이상기후동) 1대 임대료는 월 2,100만 원으로 제시함.

○ 월간 임대료가 무료일 때는 80% 이상이 모든 첨단인프라를 사용할 의향이 있다고 응답함 <그림 8-23>.

<그림 8-23> 연구자 대상 첨단인프라 사용의향 조사



주 1) 월간 에너지 비용과 유지보수 기준 임대료 책정 시 응답자 수는 161명, 무응답 5명임.

월간 에너지 비용 기준 임대료 책정 시 응답자 수는 159명, 무응답 7명임.

월간 무료 시 응답자 수는 158명, 무응답 8명임.

자료: 연구진 작성.

○ 최근 3년간 기후변화 연구를 수행한 응답자 83명(50.0%)의 응답 결과를 살펴보면. 모든 경우에서 사용 의향이 있다고 응답한 응답자의 비율이 기후변화 연구 경험 유무에 상관 없이 응답한 응답자의 비율보다 높게 나타남<그림 8-24>.

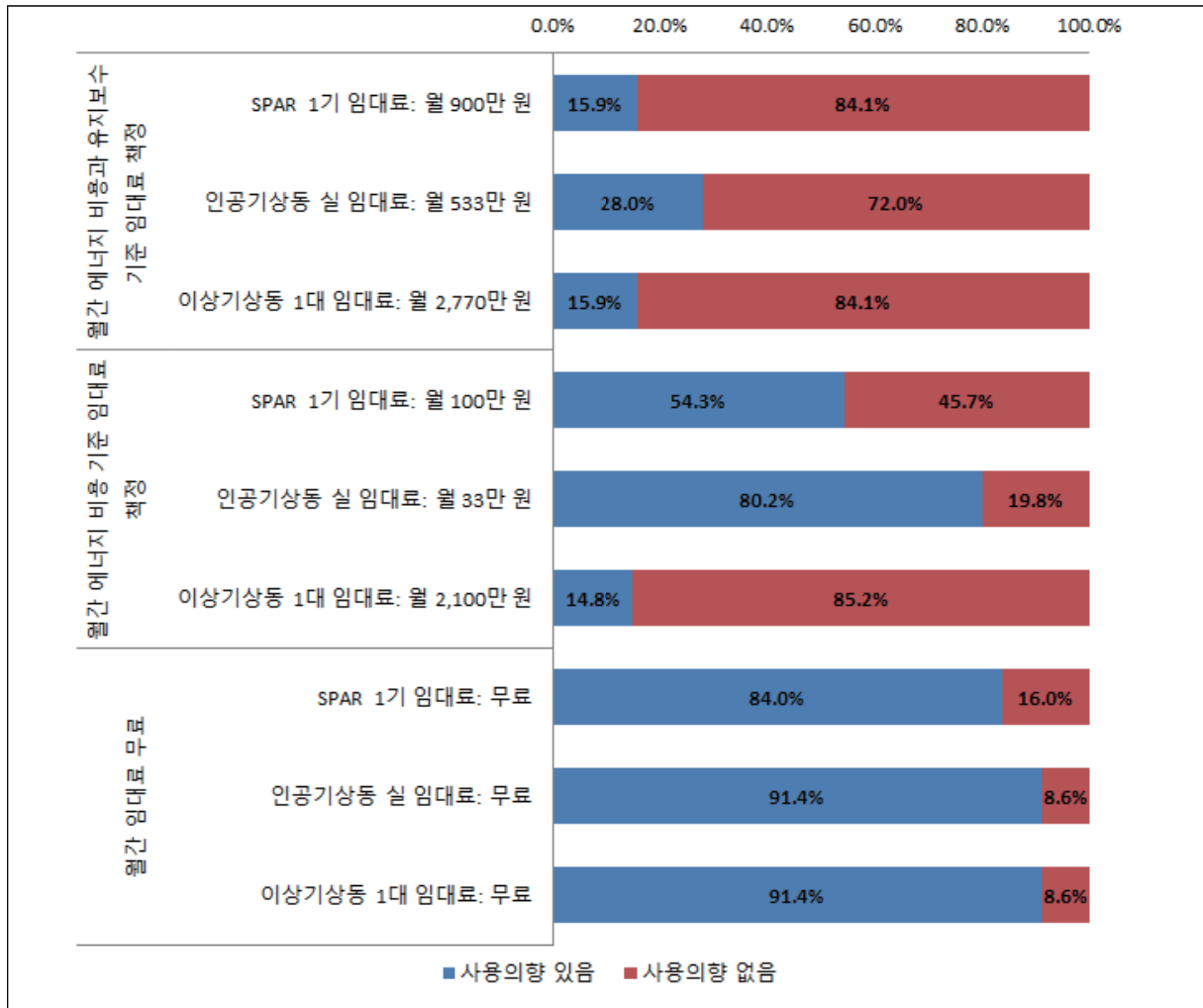
- 월간 에너지 비용과 유지보수 비용을 기준으로 책정한 경우 ‘사용 의향 있음’이 SPAR는 15.9%, 인공기상동은 28.0%, 이상기후동은 15.9%로 나타남. 기후변화 연구 경험 여부와 관계 없이 응답한 비율에 비하여 연구 경험이 있는 그룹은 SPAR, 인공기상동, 이상기후동의 사용 의향이 각 6%p, 5%p, 6.6%p가 더 높게 조사됨.

- 월간 에너지 비용을 기준으로 책정한 임대료에선 SPAR 54.3%가 사용할 의향이 있으며 인공기상동도 80.2%가 사용의향이 있다고 응답함. 하지만 이상기후동은 14.8%가 사용의향이 있다고 응답함. 기후변화 연구 경험 여부와 관계 없이 응답한 비율에 비하여 연구 경험이 있는 그룹은 SPAR, 인공기상동, 이상기후동의 사용 의향이 각 9.0%p, 9.8%p, 4.1%p가 더 높게 조사됨.

- 월간 임대료가 무료일 때는 84% 이상 모든 첨단 인프라를 사용할 의향이 있다고 응답함. 기후변화 연구 경험 여부와 관계 없이 응답한 비율에 비하여 연구 경험이 있는 그룹은 SPAR, 인공기상동, 이상기후동의 사용 의향이 각 3.6%p, 4.1%p, 9.8%p가 더 높게 조사됨.

○ 그 외 농업 부문 기후변화 대응 연구개발을 위해 추가로 설치하기 원하는 시설에 관한 설문에는 FACE(Free Air CO₂ Enrichment), 토양환경 정밀 조절실, 대형 비가림 시설, 병해충 격리실험 시설, RG(Risk group) 3등급 이상의 연구소 및 온실, 유기 및 무기이온 처리동 등이 제안됨. 제안의 이유는 토양과 노지작물에 관한 분석과 기후변화로 인한 병해충 예찰이 주를 이룸.

〈그림 8-24〉 최근 3년간 기후변화 연구 경험 응답자 대상 첨단인프라 사용의향 조사



주 1) 월간 에너지 비용과 유지보수 기준 임대료 책정 시 응답자 수는 82명, 무응답 1명임.

월간 에너지 비용 기준 임대료 책정 시 응답자 수는 81명, 무응답 2명임.

월간 무료 시 응답자 수는 81명, 무응답 2명임.

자료: 연구진 작성.

9

농업부문 기후변화 대응센터의 입지 분석

1. 필수 시설의 기능을 고려한 입지 분석 방법

1.1. 분석 개요

- 기후변화대응 농업연구단지의 최적입지 선정을 위해서는 입지요인 도출 및 평가가 선행되어야 함.
 - 입지요인은 연구단지의 다양한 기능과 연구단지를 구성하는 주요 인프라의 특성을 반영하여 선정될 필요가 있음
 - 또한, 입지요인은 데이터에 기초하여 측정 및 평가 가능한 정량적인 지표(인구, 거리 등)뿐만 아니라 계량화가 어려운 정성적인 지표(지방정부의 의지, 토지이용 규제 등)를 포함함.
- 한편, 일반적으로 이러한 시설의 입지선정을 위한 의사결정은 공간적으로 순차적인 의사결정이 이루어짐.
 - 먼저 지역 단위(예: 시군)의 입지요인을 평가하여 1차적인 의사결정이 이루어진 후, 다음으로 해당 지역 내에서 시설이 위치할 구체적인 공간, 즉 건설부지 선정에 필요한 입지요인을 평가하는 등의 순차적인 의사결정이 이루어짐.
- 본 연구는 전국 시군을 대상으로 1차적인 지역선정의 의사결정을 지원하기 위한 입지요인을 정량적인 지표에 기초하여 입지요인을 분석함.

- 기후변화연구단지 조성을 위한 구체적인 부지와 관련한 정보를 가지지 않은 상태에서의 지역(시군) 선정의 의사결정을 위한 것이라는 점에서 정성적 입지요인과 구체적 건설부지 관련 입지요인을 사전적으로 분석하는 것은 한계가 있기 때문임.
 - 또한 정책실행의 측면에서 지방정부를 대상으로 한 공모사업 형태로 진행할 경우 지방자치단체의 추진 의지와 부지확보를 위한 구체적 노력이나 제도 및 규제 등과 같은 입지요인은 추후 선정 평가에서 고려되어야 하는 입지요인으로 볼 수 있음
- 한편, 본 연구단지의 경우 연구지원 인프라, 기술지도 및 교육, 정책의사결정 지원, 대국민 교육 및 홍보 기능 등 복합적인 역할을 고려한 입지요인 도출이 필요함.
- 연구단지의 기능별로 공통적인 입지요인과 서로 상충되는 입지요인이 있을 수 있으며, 또한 각 입지요인의 중요도에도 차이가 있을 수 있음.
 - 따라서 본 연구에서는 먼저 입지이론과 선행연구를 바탕으로 도출된 각 기능별 입지요인을 유형화 및 계층화하여 종합적으로 중요도를 평가함.
- 본 연구는 각 입지요인의 상대적 중요도 평가를 위해 Thomas L. Saaty(1971)에 의해 개발된 AHP(Analytic Hierarchy Process/계층화분석법) 기법을 활용함.
- AHP는 의사결정요소들의 속성과 그 측정 척도가 다양할 때 의사결정자가 선택할 수 있는 여러 가지 대안들을 중요도에 따라 체계적으로 순위화시키는 기법으로, 각 항목들 간 쌍대비교를 통해 의사결정에 있어 객관적 지표를 제시하는 방법임.
 - 기후변화 대응 농업연구단지의 입지 조건 및 기능별 중요도가 다르므로 전문가 설문을 이용한 AHP 설문 결과를 활용하여 우선순위에 따른 항목별 가중치를 매길 수 있음.
 - 예를 들어, 교육 및 실증 기능과 밀접한 관련이 있는 입지요인에 더 큰 가중치를 두는 경우와 빅데이터 관리 기능에 중요한 입지요인에 더 큰 가중치를 두는 경우의 최적입지요인에 대한 평가 결과가 다르게 나타날 수 있음.
 - 따라서, 기후변화 대응 농업연구단지의 각 기능의 우선순위를 고려하여 입지요인 간 중요도를 평가함.

1.2. 입지요인 선정을 위한 선행연구 검토

○ 기존에 실시된 농업관련 공공기관들의 입지선정을 위한 평가 기준을 검토한 결과, 크게 농업 연구기관의 공통적인 입지요인과 기관별 특성에 맞는 세부 요인들로 구분됨<표 9-1>.

- 공통적인 입지요인으로는 환경 적합성, 접근성, 연계성, 개발 용이성 등 농업연구에 필수적인 환경 요소들과 건물 건축과 운영에 필요한 제반 시설 및 여건 등에 필요한 요인들이 있음.
- 개별 기능 및 특성에 따른 세부 입지요인으로는 인력 수급성, 지역 호응도, 형평성, 유동 인구 등이 있음.

<표 9-1> 농업 관련 공공기관 입지선정 평가 항목

입지요인		경북도 농업 기술원 ⁴⁷⁾	충남도 농업 기술원 ⁴⁸⁾	강원도 농업 기술원 ⁴⁹⁾	시설 원에 시험장 ⁵⁰⁾	가축 유전자원 시험장 ⁵¹⁾	아열대 작물 실증센터 ⁵²⁾
구분	상세요인						
환경 적합성	환경 적합성(기후/온도)	○	○	○	○	○	○
	재배 적합성(토양 외)	○	○	○	○	○	○
	용수확보 용이성	○	○	○	○	○	○
	지형 및 지세 적합성	○	○	○	○	○	○
접근성· 편의성	도로 접근성	○	○	○	○	○	○
	대중교통 편리성	○		○		○	○
연계성	업무의 연계/집적도	○	○		○	○	
	관련시설간의 접근용이성	○	○	○	○	○	○
개발 용이성	부지확보 용이성(지가, 면적등)	○	○	○	○	○	○
	사회기반시설(전기, 도로 외)	○		○	○	○	○
	공간 확장성	○		○		○	○
	개발제약여부(규제 등)	○		○		○	○
인력 수급성	상시고용 인력 충족도	○		○			
	연구인력 정주여건	○			○	○	○
지역 호응도	지자체 의향도(지원의지)				○	○	○
	주민호응도(유치동의)				○	○	○
형평성	지역균형 발전기여효과	○			○		
유동인구	인력 유입량					○ ⁵³⁾	

자료: 연구진 작성.

47) 경북대학교. 2015. 경상북도농업기술원 이전 기본구상 및 입지여건 분석 연구

48) 농촌경제연구원. 2011. 경북 농업기술원 이전 기본구상

49) 한국산업관계연구원. 2013. 강원도 농업기술원 이전 조성사업 타당성 조사

50) 농촌진흥청. 2008. 국립원예특작과학원 시설원예시험장 이전과 종합발전

51) KISTEP. 2012. 국립축산과학원 가축유전자원시험장 이전사업

52) 농촌진흥청. 2020. 아열대작물실증센터 부지 선정 평가 기준

53) 유전자원 보존을 위한 시설이라 외부 유동인구 최소화 목적으로 이용

- 선행연구에서 도출된 이들 입지요인들은 1차적인 의사결정을 위한 지역요인뿐만 아니라 구체적 부지 선정과 관련한 2차적 의사결정을 위한 입지요인도 포함하고 있음.
 - 즉, 전국 또는 광역시도 수준에서 적정입지 조건을 가진 시·군 후보지를 선정하기 위한 입지요인과 시·군 수준에서 구체적 시설 입지 부지를 선정하기 위한 입지요인으로 나눌 수 있음.
 - 앞서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 전국의 시군을 대상으로 적정입지를 선정하기 위한 입지요인을 중심으로 분석을 진행함.

- 선행연구에서 나타난 입지요인 중 전국의 시군을 대상으로 한 평가 기준은 기후, 교통 접근성, 관련 기관과의 연계성, 부지 확보 가능성 등을 고려할 수 있음.
 - 이들 입지요인은 지역의 노력으로 단기적으로 변경이 어려우며, 비교적 객관적이고 정량적 비교 가능한 지표임.

- 이와 달리 구체적 부지 선정을 위한 입지요인은 토양 등 재배 적합성, 용수확보 용이성, 지형 및 지세 적합성, 부지이용 규제 여부, 진입로 확보 여부 등을 고려할 수 있음.
 - 이는 대부분 시군 수준에서도 구체적 부지에 따라 차이가 있으며, 또한 대체로 단기적으로 지역차원에서 노력 및 자원 투입을 통해 개선 가능한 요인들임.
 - 그 외에도 사회기반시설 구축 계획, 개발 제한 관련 규제 개선 노력, 지역 주민의 호응도 등 정성적인 요인들을 포함.

- 본 연구는 1차적인 지역선정 의사결정을 위한 입지요인 분석으로서 시군 단위의 정량적인 지표를 중심으로 분석을 진행함.

2. 기후변화대응 농업연구단지의 입지요인 도출

2.1. 필수 시설의 기능별 입지 요구 조건 분석

- 기후변화 대응 농업연구단지의 필수 시설들의 기능별 입지 조건이 다르게 나타나므로 이를 종합적으로 고려해야 최적의 입지요인을 선정할 수 있음.
- 앞서 언급한 바와 같이 기후변화 대응 농업연구단지의 필수 기능은 다음과 같은 5 가지로 분류할 수 있음.

2.1.1. 기후변화 대응정책 지원

- 기후변화 대응 정책담당자, 연구자를 주요 대상으로 개발된 기술의 정책화 방안 건의, 정책의 이행평가 등을 수행함.
- 구체적으로, 농업부문 기후변화 대응의 컨트롤 타워로서 국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적 브리핑, 농업 현장의 기술 수요 자료 확보, 연구개발결과를 활용한 정책방안 제언 등의 기능을 제공함.

2.1.2. 기후변화가 농업부문에 미치는 영향에 대한 대국민 홍보(홍보관)

- 농업인을 포함한 국민을 대상으로 기후변화가 농업부문에 미치는 위험과 기회 정보를 제공하여 농업부문 기후변화 대응 연구에 대한 관심을 제고함.
- 더불어, 지도직 및 농업인을 대상으로 국내 기후변화 대응 지식 전수 및 정책지원 홍보 활동 등을 통해 관련 정보에 대한 접근성을 개선함.

2.1.3. 농식품 기후 빅데이터 생산 및 이용 지원(기후변화 대응 첨단 연구 지원 역할 1)

- 연구단지 내 시설을 이용해 기후변화 대응에 필요한 신규 데이터를 생성하고, 기관별로 산재한 관련 데이터를 중계 및 유통하여 기후변화 대응 데이터의 통합관리기능을 수행함.

- 기후변화 대응 데이터 공유 및 활용을 촉진하여 연구 효율성을 증대시키고 및 신산업 육성의 기반을 제공함.

2.1.4. 첨단연구시설 임대 서비스(기후변화 대응 첨단 연구 지원 역할 2)

- 미래 기후변화 시나리오 재현 등의 기능을 가진 첨단연구시설(SPAR, 인공기상동, 이상기후 연구동 등)을 임대하여 현재의 인프라 공급 부족을 해소하고 연구의 다양성을 도모함.

2.1.5. Living Lab: 기후변화 대응 기술 실증 연구 공간 제공 및 교육

- 산학연 및 선도 농가를 대상으로 연구개발기술이나 영농 노하우의 대규모 검증 공간을 제공하여 기술 개발과 현장 보급 및 적용 사이의 괴리를 축소함.
- 또한, 교육 및 실증용 시설을 갖추어 농업 경영체나 기초적인 교육을 이수한 농업인을 대상으로 실습 위주의 재배 및 경영 능력 배양 프로그램을 제공함.
- 실증연구 공간은 지역별 분원을 통해 기후변화 실증연구 기능을 분산하여 통일 이후까지를 고려한 한반도의 전 기후대를 다룰 수 있도록 함.
- 따라서, 실증연구 공간인 리빙랩을 지역 센터와 함께 본부에 주요 연구 및 교육 시설을 위치하는 경우와, 지역센터에 기후변화 실증연구 기능을 분산시키고, 본부에는 관리 및 조율 기능을 두는 경우 2가지로 구분하여 살펴볼 수 있음.
- 각 기능에 따른 최적 입지 조건은 공통적인 입지 조건과 각 기능별로 상이한 입지 조건으로 구분이 되어 나타남.
 - 공통적인 입지 조건으로는 시설 보호를 위한 자연재해 안정성, 부지 확보의 용이성, 교통 접근성, 인구 등이 있음.
 - 다섯 가지의 필수 기능에 따라, 대응 정책 지원 역할은 농업 분야 의사결정자인 농식품부와 연구 및 기술 보급 기관인 농촌진흥청, 도농업 기술원, 시군 농업기술센터와의 원활한 협조를 위한 거리가 중요함.

- 첨단 연구 시설 임대 서비스는 다른 연구기관과의 시너지 효과를 위해 관련 연구시설의 집적도를 고려하고, 서비스의 수요자들인 대학을 비롯한 연구기관의 연구자들이 주변에 가깝게 위치한 것이 중요함.
- 첨단 연구 시설 중 SPAR 시설과 인공기상동의 유리실의 경우에는 자연광을 사용하기 때문에, 보광 비용을 줄이기 위해서 일조 시간이 중요한 입지 조건이 되고, 자연재해로부터의 환경 안정성이 뒷받침되어야 함.
- 빅데이터 관리 기능은 빅데이터 시설을 안정적으로 운영하기 위하여 전력 및 통신 인프라를 갖추고, 기후나 자연재해로 인한 피해가 적은 지역에 위치해야 함.
- 홍보관 기능은 방문객 수요를 결정하는 주변 지역의 인구나 관광객 수가 중요한 입지조건임. 이와 더불어, 주 당사자인 지역 내 농업인 인구도 영향을 미칠 수 있어 고려 가능함.
- 또한, 실증연구 및 교육 역할은 대상이 되는 기술의 실용화와 실증화, 농가의 기술수요에 대응한다는 측면에서 농업인의 접근성이 중요함. 따라서, 농업인(귀농인, 청년농업인)과 농업 법인 수를 고려할 수 있으며, 주변 농업인 수가 많을수록 기후변화 대응 농업연구단지의 실증 및 교육 기능을 효과적으로 사용할 수 있는 대상자들이 증가한다고 가정 가능함.
- 농업 관련 노지 연구 시설과 실증연구 및 교육 기능을 위한 시설은 농업에 알맞은 물리·환경·기후적 조건이 필요하나, 한 지역에서 모든 조건을 대응하기 어려운 이유로 지역센터를 통해 기능을 분산시킴. 따라서, 이 기능에 대한 입지 조건은, 본부에 실증연구 기능을 둔 경우와 지역센터에 해당 기능을 둔 경우로 나누어 살펴보고자 함. 지역센터에 Living Lab을 둘 경우보다 세밀하게 고려 가능함.

○ 한편, 선행연구에서 제시된 바 있는 연구인력 정주 여건, 지역 발전 형평성, 개발제약 여부, 지역 호응도 등도 공통적 요인으로 함께 고려할 필요가 있으나, 정량적 평가가 어려운 정성적 지표로서 본 연구에서는 고려하지 못함.

2.2. 입지요인 선정

○ 기능별 입지 요구 조건에 따라 각 조건별로 최적 입지요인 선정이 필요함.

- 시·군 후보지 선정 시 사용할 수 있는 광역 단위 최적 입지요인들의 조건은 다음과 같음.
 - 전국단위에서 비교하여 최적 시·군 후보지를 선정하기 위한 평가 요인이므로, 객관성이 필수임.
 - 이를 위해, 주관적 해석이 가능한 정성적인 요인들은 지양하고 정량 평가 가능한 요인으로 최적 입지요인을 선정해야 함.
 - 따라서 보편적이지 않고 일부 지역에만 적용되거나 전국적으로 가용한 통계치 확보가 어려운 요인은 배제하였음.⁵⁴⁾

- 기능별 입지 요구 조건에서 두 분류의 입지 조건이 상반된 경우, 지역별로 차별화가 가능하면서도 농촌 지역에 유리한 입지 조건 위주로 사용함.
 - 예를 들어, 빅데이터 관리시설은 전력 공급이 원활한 지역에 입지해야 하므로 대도시 주변에 입지하는 것이 바람직하나, 실증연구 및 교육 시설 등은 농촌 지역에 위치하는 것이 중요하므로, 두 입지 조건을 동시에 만족하는 지역을 찾는 데는 어려움이 따름.
 - 이러한 경우, 전국적으로 상대적으로 전력 공급의 원활함 등 보편적으로 볼 수 있는 요인이나 대도시 지역에 유리한 조건들은 배제함.

- 위 조건을 바탕으로 기능별 입지 조건 중 중복을 피해 재분류하면 <표 9-2>와 같이 지리적 적절성, 정책 연계성, 시설 이용 수요로 구성된 세 가지 대분류로 구분 가능함.
 - 지리적 적절성과 관련된 입지요인은 부지확보 용이성, 교통 접근성, 자연환경 등이 있음.
 - 정책 연계성과 관련된 조건은 중앙정책결정기관(농식품부), 중앙농업연구기관(농촌진흥청) 그리고 지역농업연구기관(도농업기술원)과의 거리를 고려해야 함.
 - 시설 이용 수요는 홍보관, 실증 및 교육, 첨단연구시설의 이용자를 고려하여 방문객 수, 농업인 수, 연구 현황을 종합적으로 고려해야 함.

- 광역 단위에서 고려 가능한 연구인력 정주 여건, 지역 발전 형평성 등은 지자체별 주관적인 해석이 개입될 여지가 있으며, 정량 데이터 확보가 어려워 광역 단위 입지 분석에서는 제외함.

⁵⁴⁾ 아열대기후 작물 재배농가 통계자료 등 일부 지역에서만 가용 가능하고, 전국적으로 보편적이지 않은 통계치 등 사용 지양

〈표 9-2〉 기후변화대응 농업연구단지의 기능별 입지요인

항목	입지요인	가정	관련 기능
부지확보 용이성	지가	(-) 지가가 낮고 가격변동율이 낮을수록 대규모 부지 확보가 용이함	기후변화대응 정책지원, 홍보관, 기후 데이터 관리 첨단연구시설 임대 서비스, 실증 및 교육 역할
	토지이용 현황	(+) 현재 농지로 지정된 토지가 넓은수록 실증 농장 구성을 위한 부지를 구하기 용 이함	기후변화대응 정책지원, 홍보관, 기후 데이터 관리 첨단연구시설 임대 서비스, 실증 및 교육 역할
교통 접근성	철도	(+) 철도 교통이 발달되어 있으면 외부에서의 교통 접근성 높음	기후변화대응 정책지원, 홍보관, 기후 데이터 관리 첨단연구시설 임대 서비스, 실증 및 교육 역할
	관외 도로 교통	(+) 고속도로와의 접근성이 높을수록 교통 접근성이 높음	기후변화대응 정책지원, 홍보관, 기후 데이터 관리 첨단연구시설 임대 서비스, 실증 및 교육 역할
	관내 도로 교통	(+) 관내 도로 교통이 편리할수록 관내에서의 교통이 편리함	기후변화대응 정책지원, 홍보관, 기후 데이터 관리 첨단연구시설 임대 서비스, 실증 및 교육 역할
자연환경	기후 안정성	(-) 자연재해가 많이 발생하는 지역일수록 기후 데이터관리 및 시설을 안정적으 로 유지하기 어려움	기후 데이터 관리, 첨단연구시설 임대 서비스 실증 및 교육 역할
	일조시간	(+) 일조시간이 길수록 자연광을 이용하는 시설의 보광 비용을 절감할 수 있음	첨단연구시설 임대 서비스, 실증 및 교육 역할
농가 수요	농업인 수	(+) 실증 및 교육 역할의 대상이 되는 농업인 및 농업경영체가 많을수록 해당 기능 의 수요가 높음	실증 및 교육 역할
정책 연계성	관련 기관과의 거리	(-) 관련 기관과의 거리가 가까울수록 연구 시너지 효과가 발생할 수 있음	기후변화대응 정책지원 역할
	연구기관 현황	(+) 당해 인접 시군구 수준 혹은 광역시도 수준에 속한 연구기관 또는 대학의 개수 가 많을수록 첨단연구시설의 활용 및 수요가 높음	첨단연구시설 임대 서비스 실증 및 교육 역할
연구 현황	연구원 수	(+) 연구원 수가 많을수록 시설 이용 수요 및 인력 공급이 원활함	첨단연구시설 임대 서비스 실증 및 교육 역할
	방문객 수	(+) 홍보관의 수요를 확보하기 위해서는 지역 내 방문객이 많을수록 유리함	홍보관

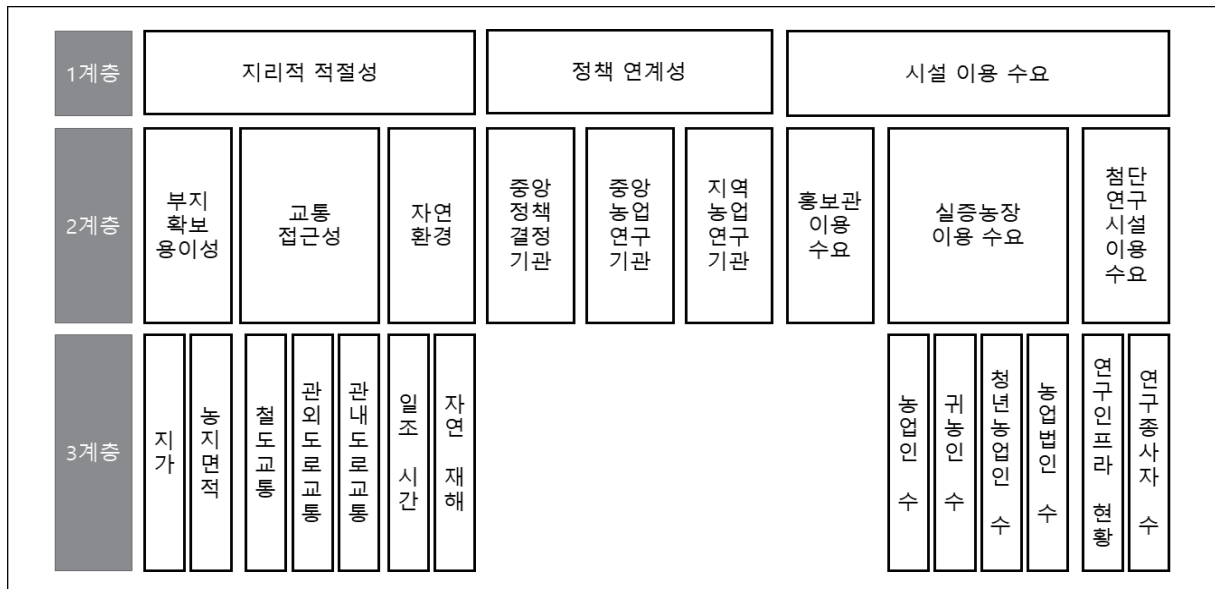
3. AHP 기법을 활용한 입지요인 가중치 도출

3.1. 입지요인의 분류와 계층 구조화

○ AHP 분석을 위해 <표 9-2>에서 도출된 기능별 입지요인을 재분류하여 3단계 계층 구조로 분류함.

- 1계층의 경우 지리적 적절성, 정책 연계성, 시설 이용 수요로 항목을 나누었음.
- 2계층의 경우 지리적 적절성의 하위범주로 부지확보 용이성, 교통 접근성, 자연환경을, 정책 연계성의 하위범주로 중앙 정책 결정 기관, 중앙 농업 연구기관, 지역 농업 연구기관, 시설 이용 수요의 하위범주로 홍보관 이용 수요, 실증농장 이용 수요, 첨단연구시설 이용 수요로 나누었음.
- 3계층에서는 부지확보 용이성의 경우 지가와 농지 면적으로, 교통 접근성의 경우 철도 교통, 관외 도로 교통, 관내 도로 교통으로, 자연환경의 경우 일조 시간과 자연재해로, 실증농장 이용 수요의 경우 농업인 수, 귀농인 수, 청년 농업인 수, 농업 법인 수로, 첨단연구시설 이용 수요의 경우 연구 인프라 현황과 연구 종사자 수로 나누었음.

<그림 9-1> 입지요인의 계층 구조도



주 1) 월간 에너지 비용과 유지보수 기준 임대료 책정 시 응답자 수는 82명, 무응답 1명임.

월간 에너지 비용 기준 임대료 책정 시 응답자 수는 81명, 무응답 2명임.

월간 무료 시 응답자 수는 81명, 무응답 2명임.

자료: 연구진 작성.

3.2. AHP 설문 조사

○ 농업 기후변화 전문가 집단을 대상으로 9점 척도를 바탕으로 한 AHP 설문조사를 시행하였고, 쌍대비교 요소들 간의 상대적 중요도에 대한 응답을 정리하였음.

- 설문 조사대상은 농업연구단지와 관련된 지식과 경험을 보유하고 있는 전문가 집단 26명을 대상으로 함.

○ 가중치 도출을 위한 쌍대비교 행렬의 구성과 논리적 일관성 유지

- 전문가들의 응답에 일관성이 있는지 확인하기 위해 일관성지수(CI, Consistency Index)를 측정하였으며, 문항의 일관성지수가 0.2 이상인 경우 일관성에 문제가 있다고 판단하여 결과에서 제외함.

- 식 (1)에서 RI는 평균무작위지수를 의미함.

$$CR = \frac{CI}{RI}, \quad CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad \dots (1)$$

○ 전문가 설문조사 이후 쌍대비교가 이루어짐.

- 쌍대비교행렬 A는 식(2)와 같이 대각선으로 역수 형태로 나타나며, 이를 통해 상대적 가중치를 산정함.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad \dots (2)$$

- 요소 i와 j간의 가중치 비율은 식 (3)과 같음.

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad \dots (3)$$

- 식 (3)을 식 (2)에 적용하여 쌍대비교행렬 A를 식 (4)와 같이 적용할 수 있음.

$$A = \begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

- A를 통해 응답결과의 일관성을 측정하는 최대고유치 λ_{\max} 와 가중치로 활용될 수 있는 고유벡터 w 를 도출할 수 있음.

$$A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w \quad \dots (5)$$

3.3. 입지요인별 우선순위 도출 결과

○ 기후변화 대응 농업연구단지의 최적 입지선정을 위해 입지요인의 우선순위를 도출하여 이를 시군구별 표준점수에 반영한 최종 점수를 산출하고자 함.

- 전문가 대상 AHP 설문을 진행해 회수된 설문지 26부 중 일관성지수(CI)가 0.2이상인 설문지의 유무를 검토하였으며, 이에 해당하는 설문지가 없었으므로 26부 모두 우선순위 분석에 활용함.

○ 기후변화 대응 농업연구단지의 본부 기능에서 당초 포함되었던 실증 기능을 가진 Living Lab을 도농업기술원인 지역센터에 두는 것이 제안되어, 본부에 Living Lab을 포함시키는 경우(1안)와 본부는 제외하고, 지역센터에 Living Lab을 두는 경우(2안)으로 나누어, 두 경우에 따른 입지요인의 우선순위를 도출함.

- 다만, AHP 설문 조사는 1안을 바탕으로 1회만 진행함.

- 2안의 경우 '실증농장 이용 수요' 가중치를 없애는 대신, 해당 기능을 각각 수행하게 될 '지역 농업 연구센터'와 '홍보관'의 하위 계층에 농업인 인구를 두고, '지역 농업 연구센

터'와 '홍보관'의 가중치를 부여하는 방법으로 계산함.

- 2안의 경우 기존의 AHP 방법론에서 벗어나지만, 실제 실증농장 기능을 일부분 수행할 두 기능에 기존 '실증농장 이용 수요'를 분산 적용하는 것은 타당성이 있다고 할 수 있음.

3.3.1. 본부에 Living Lab이 포함되는 경우의 우선순위 도출 결과

○ AHP분석을 통해 도출한 가중치는 그룹 내부의 가중치(Local)와 전체 가중치(Global)로 구분함.

〈표 9-3〉 AHP를 통한 입지요인별 가중치 도출 결과(Living Lab이 본부 위치할 경우)

제 1 계층	제 2 계층	제 3 계층	우선 순위	최종가 중치
지리적 적절성 (0.451)	부지 확보 용이성 (0.312)	지가 접근성 (L:0.297, G:0.042)	14	0.042
		농지 면적 (L:0.703, G:0.099)	3	0.099
	교통 접근성 (0.354)	철도 교통 접근성 (L:0.401, G:0.064)	5	0.064
		관외 도로 교통(고속도로 IC) 접근성 (L:0.391, G:0.062)	6	0.062
		관내 도로 교통 보급률 (L:0.208, G:0.033)	16	0.033
	자연 환경 (0.335)	일조 시간에 따른 보광 비용 감소율 (L:0.336, G:0.051)	8	0.051
자연 재해로부터의 안정적 운영 가능 여부(L:0.664, G:0.100)		2	0.100	
정책 연계성 (0.164)	중앙 정책 결정 기관(농식품부 외)과의 연계성 (L:0.235, G:0.039)		15	0.039
	중앙 농업 연구기관(농촌진흥청 외)과의 연계성 (L:0.461, G:0.076)		4	0.076
	지역 농업 연구기관(농업기술원 외)과의 연계성 (L:0.304, G:0.050)		9	0.050
시설 이용 수요 (0.385)	홍보관 이용(지역 주민 및 관광객) 수요 (L:0.125, G:0.048)		12	0.048
	실증농장 이용 수요 (0.441)	농업인 인구 (L:0.316, G:0.054)	7	0.054
		귀농인 인구 (L:0.093, G:0.016)	17	0.016
		청년 농업인 인구 (L:0.295, G:0.050)	9	0.050
		농업 법인 수 (L:0.296, G:0.050)	9	0.050
	첨단 연구 시설 이용 수요 (0.434)	연구 인프라(관련 학과 및 연구소) 현황(L:0.720, G:0.120)		1
연구 종사자 수 (L:0.280, G:0.047)		13	0.047	

○ 가중치 도출 결과 최종 가중치 점수는 '연구 인프라 현황'이 가장 높게 나왔고, '귀농인 인구'가 가장 작게 나타남.

- 지역별 편차가 큰 것으로 예상되는 '연구 인프라 현황'(0.12) 및 '농지 면적'(0.099) 요인의 가중치가 가장 높게 나옴.
- '자연재해로부터의 안정적 운영 가능 여부'(0.1)도 지역별 표준점수 편차가 크지 않음에

도 불구하고, 가중치 점수가 높아 변별력을 가진 것으로 나옴.

- 그 외에도 지역별 편차가 클 것으로 예상되는 '중앙 농업연구기관(농촌진흥청)과의 연계성'(0.076), '철도 교통 접근성'(0.064), '관외 도로 교통 접근성'(0.062) 또한 높은 점수가 나와 가중치 변별력이 큰 것으로 나옴.

○ 1계층 입지요인의 경우 지리적 적절성이 가장 높은 가중치 값을 보이며, 그 다음 시설 이용 수요와 정책 연계성 순으로 평가되었음.

- 지리적 적절성이 45.1%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 시설 이용 수요는 38.5%, 정책 연계성은 16.4%의 가중치를 보임.

○ 지리적 적절성의 2계층 입지요인에서 교통 접근성이 가장 높은 가중치 값을 보이며, 자연환경과 부지확보 용이성이 그 뒤를 이었음.

- 교통 접근성이 35.4%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 자연환경은 33.5%, 부지확보 용이성은 31.2%의 가중치를 보임.

○ 정책 연계성의 2계층 입지요인 중 중앙 농업 연구기관과의 연계성이 가장 높은 가중치 값을 보이며, 지역 농업 연구기관과의 연계성과 중앙 정책 결정 기관과의 연계성 순으로 중요하게 나타남.

- 중앙 농업 연구기관이 46.1%로 가장 높은 가중치를 보이며, 지역 농업 연구기관과의 연계성은 30.4%, 중앙 정책 결정 기관과의 연계성은 23.5%의 비중을 보임.

○ 시설 이용 수요의 2계층 입지요인에서는 실증농장 이용 수요, 첨단연구시설 이용 수요, 홍보관 이용 수요 순으로 가중치가 높게 나타남.

- 실증농장 이용 수요가 44.1%로 가장 높은 비중을 보이며, 첨단연구시설 이용 수요는 43.4%, 홍보관 이용 수요는 12.5%의 가중치를 보임.

○ 부지확보 용이성의 3단계 입지요인 중 농지 면적이 지가보다 더 높은 가중치를 보임.

- 농지 면적은 70.3%, 지가는 29.7%의 중요도를 보임.

○ 교통 접근성의 3계층 입지요인에서는 철도 교통, 관외 도로 교통, 관내 도로 교통 순으로 가

중치가 높게 나타남.

- 철도 교통이 40.1%로 가장 높은 가중치를 보이며, 그 다음 관외 도로 교통이 39.1%, 관내 도로 교통이 20.8%의 비중을 보임.

○ 자연환경의 3단계 입지요인 중 자연재해가 일조 시간보다 더 높은 비중을 보임.

- 자연재해의 가중치는 66.4%, 일조 시간의 가중치는 33.6%임.

○ 실증농장 이용 수요의 3단계 입지요인에서는 농업인 수, 농업 법인 수, 청년 농업인 수, 귀농인 수 순으로 가중치가 높게 나타남.

- 농업인 수는 31.6%, 농업 법인 수는 29.6%, 청년 농업인 수는 29.5%, 귀농인 수는 9.3%의 가중치를 보임.

○ 첨단연구시설 이용 수요의 3단계 입지요인 중 연구 인프라 현황이 연구 종사자 수보다 더 높은 가중치를 보임.

- 연구 인프라 현황의 가중치는 72.0%, 연구 종사자 수의 가중치는 28.0%로 나타남.

3.3.2. Living Lab을 지역센터(도농업기술원)에 포함시키는 경우의 우선순위 도출 결과

○ 위에서 진행한 AHP 설문 결과를 토대로, 기존 AHP 모델에서 '실증농장 이용 수요'를 제외하고, 해당 기능의 하위 계층에 있던 농업인구 수요를, '실증농장' 기능을 실제 수행할 '지역 농업 연구기관' 과 '홍보관'에 재분배하여 가중치를 계산함.

〈표 9-4〉 AHP를 통한 입지요인별 가중치 도출 결과(Living Lab이 지역센터에 위치할 경우)

제 1 계층	제 2 계층	제 3 계층	우선 순위	최종 가중치
지리적 적절성 (0.451)	부지 확보 용이성 (0.317)	지가 접근성 (L:0.297, G:0.042)	9	0.042
		농지 면적 (L:0.703, G:0.099)	3	0.099
	교통 접근성 (0.324)	철도 교통 접근성 (L:0.401, G:0.064)	6	0.064
		관외 도로 교통(고속도로 IC) 접근성 (L:0.391, G:0.062)	7	0.062
		관내 도로 교통 보급률 (L:0.208, G:0.033)	11	0.033
	자연환경 (0.360)	일조 시간에 따른 보광 비용 감소율 (L:0.336, G:0.051)	8	0.051
자연 재해로부터의 안정적 운영 가능 여부(L:0.664, G:0.100)		2	0.100	

(계속)

제 1 계층	제 2 계층	제 3 계층	우선 순위	최종 가중치	
정책 연계성 (0.164)		중앙 정책 결정 기관(농식품부 외)과의 연계성 (L:0.235, G:0.039)	10	0.039	
		중앙 농업 연구기관(농촌진흥청 외)과의 연계성 (L:0.461, G:0.076)	5	0.076	
	지역 농업 연구기관과의 연계성 (0.276)		농업인 인구 (L:0.316, G:0.016)	15	0.016
			귀농인 인구 (L:0.093, G:0.005)	19	0.005
			청년 농업인 인구 (L:0.295, G:0.015)	16	0.015
		농업 법인 수 (L:0.296, G:0.015)	17	0.015	
시설 이용 수요 (0.385)	홍보관 이용 수요 (0.223)	농업인 인구 (L:0.316, G:0.027)	12	0.027	
		귀농인 인구 (L:0.093, G:0.008)	18	0.008	
		청년 농업인 인구 (L:0.295, G:0.025)	13	0.025	
		농업 법인 수 (L:0.296, G:0.025)	14	0.025	
	첨단 연구 시설 이용 수요 (0.777)		연구 인프라(관련 학과 및 연구소) 현황(L:0.720, G:0.217)	1	0.217
		연구 종사자 수 (L:0.280, G:0.084)	4	0.084	

○ 가중치 도출 결과 최종 가중치 점수는 ‘연구 인프라 현황’이 가장 높게 나왔고, ‘지역농업연구 기관과의 연계성’에서 ‘귀농인 인구’가 가장 작게 나타남.

- ‘시설 이용 수요’에서 실증농장 기능이 ‘홍보관’에 적용됨에 따라, 지역별 편차가 큰 것으로 예상되는 ‘첨단연구시설 이용 수요’의 ‘연구 인프라 현황’(0.120에서 0.217로 상향), ‘연구 종사자 수’ (0.047에서 0.084로 상향)의 가중치가 대폭 상향되어 해당 점수에 따른 변별력 높아짐.

○ 이외 다른 요인들에 대한 가중치 변화는 크지 않음.

4. 입지요인별 변수 선정 및 점수 계산 예시

4.1. AHP 입지요인별 변수 선정<표 9-5>

- 본 연구에 포함된 각 입지요인에 대한 정량적 평가를 위해 사용하기 위한 변수 선정은 다음과 같은 조건을 고려함.
 - 각 입지요인을 가장 잘 대표할 수 있는 대표 변수들을 선정함.
 - 시·군 별로 나뉜 통계치 확보가 가능한 변수들 위주로 사용함.
 - 시·군으로 구별이 어려운 데이터는 각 시·군에서 가장 가까운 지역 데이터를 사용함(예: 일조 시간).
 - 연구기관 및 연구인력에 대한 변수값은 교통 발전에 따른 거리 제약이 크지 않다고 가정하여, 광역시 변수값을 인접 도 내 시군에도 반영함.
 - 도시 편중화와 거리에 따른 높은 편차를 막기 위해, 특별시(서울특별시, 세종시) 및 광역시(인천광역시 외)와 도서 지역(제주도, 울릉도)을 제외함.

- 거리 및 연구 수요 등 일부 변수들에 대해서는 log함수를 적용하여 점수를 중화시킴.
 - 정책 기관으로부터의 거리 등은 도로 환경의 발달에 따라 먼 거리에 따른 이동 불편이 감소되었음을 감안하여 log화 함.
 - 마찬가지로, 지역이 다르더라도 타 지역의 연구기관에의 접근성도 큰 차이가 나지 않는다는 가정하에 log화를 통해 중화시킴.

- 다음으로 시군구에 해당하는 각각의 입지요인 변수를 표준 점수화하여 단위의 영향을 최소화함.
 - 입지 조건 데이터의 분포를 고려하기 위하여 표준점수화 함.
 - 음의 효과를 가지는 입지 조건들(지가, 자연재해, 각 정책 기관과의 거리 등)은 표준점수를 구한 후, 음의 부호를 곱하여 계산함.

〈표 9-5〉 AHP 입지요인별 사용 변수 설명 및 출처

입지요인	변수	출처
지가	시군구별 지가 접근율 - 시군구별 평균 지가변동률 x 지가 1) 시군구별 평균 지가변동률 - 2018년 10월부터 2020년 9월까지의 평균 지가변동률 계산 2) 시군구별 토지 금액 - 2020년 5월 계약 기준 토지거래 내용 중 각 시군 주소별 구분 - 평균 금액 (= 거래금액(만 원)/계약면적(m ²)) 계산	1) 시군구별 평균 지가변동률 http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=408&tblId=DT_PLCAHTUSE&conn_path=I2 2) 시도별 토지 금액 http://rtdown.molit.go.kr/
도시화 대비 농지 면적	시군구별 도시화 대비 농지 면적 - 시군구별 농지 면적 x (1-도시화율) 1) 시군구별 농지 면적 (2019) - 농지(논+밭), 논, 밭, 과수원, 목장용지로 구분하여 데이터를 생성하였음 2) 도시화율(2019) 도시지역 인구비율 = (용도지역상 도시인구/전국인구) * 100 도시지역 기준: 주거·상업·공업·녹지 지역	1) 시군구별 농지 면적 (2019) https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=315&tblId=TX_315_2009_H1105&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=315_31502_015&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE 2) 도시화율 (2019) http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1200
철도 교통	시군구별 여객 열차 활용율 - 기차역 수 표준점수 + 역별 승하차 인원 표준점수 1) 각 시군에 위치한 여객용 철도 역수 2) 각 역별 승하차인원 (2020년 1월 기준)	1) 코레일 기차역 정보 (ktx+일반철도) http://www.letskorail.com/ebizprd/stationKtxList.do 2) SRT 노선 https://www.data.go.kr/data/15039959/fileData.do 3) 일반철도 여객수송 통계 http://www.kric.go.kr/jsp/industry/rss/rails_tapassmonList.jsp?q_fdate=2020&q_month=1
관외 도로 교통	시군구별 고속도로 영업소(IC) 수 2020년 09월 01일 기준 각 시군에 위치한 한국도로공사 영업소 수	http://www.ex.co.kr/site/com/pageProcess.do
관내 도로 교통	시군구별 도로보급률 현황 - 2018 기준 각 시군구의 면적에서 도로가 차지하는 면적의 비율 (= 도로 면적/행정구역 현황)	1) 도로 면적 (2018) http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=315&tblId=TX_315_2009_H1022&conn_path=I2 2) 행정구역 현황 (2018) http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=315&tblId=TX_315_2009_H1009&conn_path=I2
일조 시간	지역별 연간 총 일조시간 2019년 지역별 연간 총 일조시간 - 시군구별이 아닌 기상대별 통계로, 각 시군에서 가장 가까운 기상대 통계치를 적용	http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=141&tblId=DT_14102_B001&conn_path=I2
자연재해	지역별 기후재해 피해액 2010~2018년까지의 호우, 대설, 풍랑, 태풍, 지진 등 모든 자연재해로 인한 피해액 총합계	http://www.safekorea.go.kr/idsiSFK/neo/sfk/cs/sfc/tot/toteailist.jsp?emgPage=Y&menuSeq=111

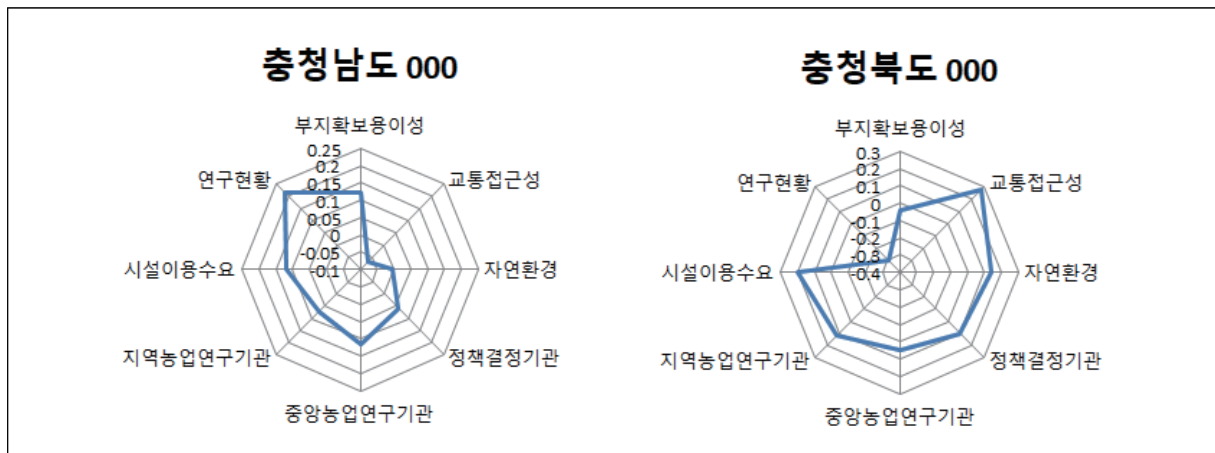
(계속)

입지요인	변수	출처
중앙 정책 결정 기관과의 연계성	로그 시군구별 농식품부와의 거리 - 각 시군구 중심지에서 농식품부 위치한 세종시 중심지까지의 거리 GIS 측정값 ln(거리값) 계산	GIS 산출값
중앙 농업 연구기관과의 연계성	로그 시군구별 농업진흥청과의 거리 - 각 시군구 중심지에서 농진청까지의 거리 GIS 측정값 ln(거리값) 계산	GIS 산출값
지역 농업 연구기관과의 연계성	로그 시군구별 도농업기술원과의 거리 - 각 시군구 중심지에서 각 도농업기술원까지의 거리 GIS 측정값 ln(거리값) 계산	GIS 산출값
홍보관 이용 수요	주요관광지별 입장객 통계 (2019) 시·군지역 위치 관광지별 연간 입장객 합계 반영 - 내국인 수치만 포함하였음	https://know.tour.go.kr/stat/visitStatDis/table.do
농업인 수	시군구별 농가인구(2019)	http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EA1011
귀농인 수	시군구별 귀농 가구원 수 (2018) - 읍면이 없는 서울, 광주, 대전은 대상지역에서 제외	http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1A02008&conn_path=l2
청년 농업인 수	시군구별 청년농업인 수 (2019) - 청년농업인: 40세 미만 농업인	https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/fixType.do?reportId=report06
농업 법인 수	시군구별 농업경영체(농업법인) 수 (2019)	https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/fixType.do?reportId=corp
연구 인프라 현황	로그 시군구별 농업 관련 연구기관 수 1) 농업 관련 대학 학과 수 (농업학과) 2) 시군구별 농촌진흥청 관련 기관 수 3) 도 농업기술원별 산하 농업연구소 수 도 내 위치한 연구기관은 접근성이 같다고 가정 서울을 제외한 광역 도시 인접 지역도는 광역 도시 숫자 포함 4) ln(연구기관 수) 계산	1) 농업관련학과 https://www.work.go.kr/consltJobCarpa/srch/schdpt/schdptSrch.do 2) 시군구별 농촌진흥청 관련 기관 수 http://www.seed.go.kr/seed/1002/subview.do
연구 종사자 수	로그 시도별 연구원 수 (2018) - 시도별 공공기관 연구원: 학사학위 이상의 학위 소지자 또는 동등 학위 이상의 전문지식을 갖고 있는 사람으로서 연구개발과제를 수행하고 있는 사람(병원 제외) 공립/사립 대학 연구원 포함 ln(연구원 수) 계산 적용	http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=127&tblId=DT_KBA0023&conn_path=l2

4.2. 입지요인 점수 계산 예시

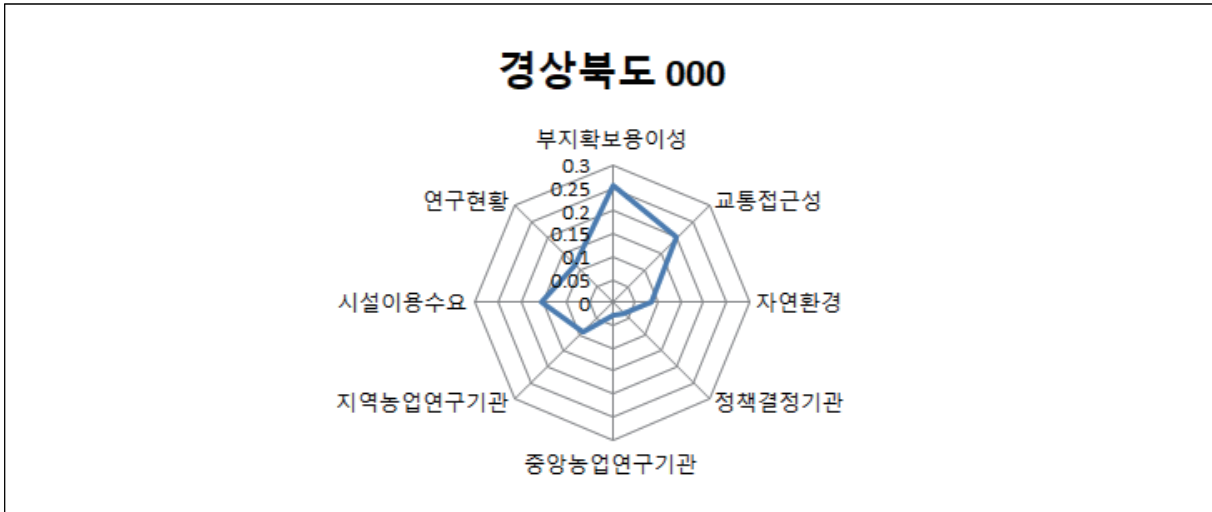
- 예시로 시범농장을 지역 농업 연구기관에 배치하는 경우의 입지 점수를 계산한 결과 최적 입지 시군 지역을 균형 점수형, 지리적 유리형, 시설 수요형으로 구분이 가능함.
 - 입지 점수 상위 20개 시군 결과를 바탕으로 세 가지로 유형화를 실시함.
- 균형 점수형은 정책 연계성, 지리적 적절성, 시설 수요 등 모든 범주의 값이 상대적으로 높게 나타남.
 - 균형 점수형은 여러 기관들과의 연계성이 높고 농업인의 수가 많으면서도 부지 확보성이 좋은 충청도 지역에서 주로 나타남.
 - 균형 점수형에서는 연구 현황이나 교통 접근성의 점수에 따라 유형이 결정되고, 다른 점수들은 고르게 높은 점수를 받아 상대적으로 좋은 평가를 받음.

〈그림 9-2〉 균형 점수형



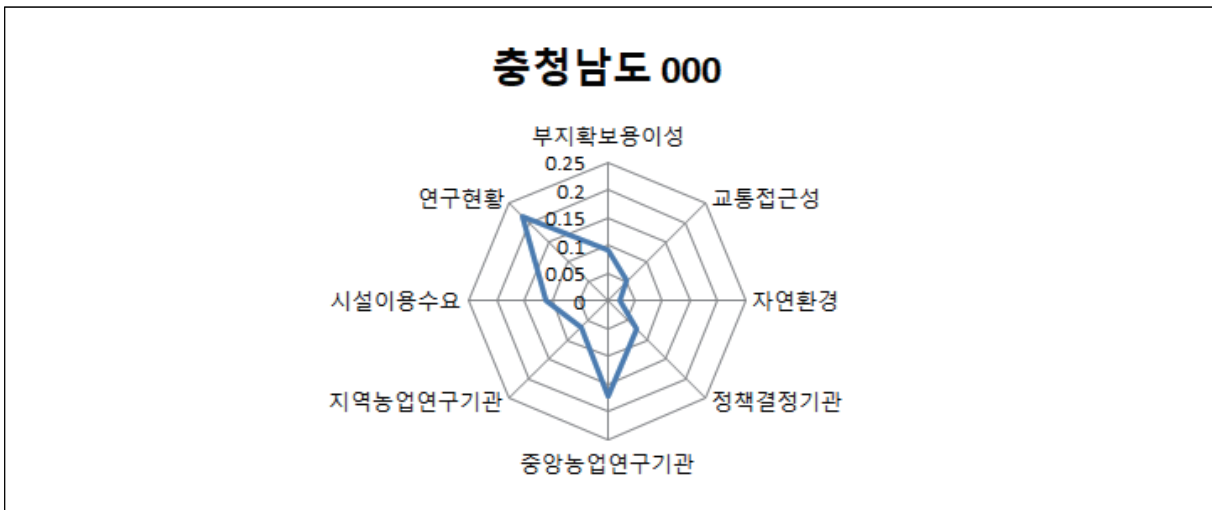
- 지리적 유리형은 경상북도와 전라남도 등 주로 부지확보가 유리한 지역에서 나타나고 주로 지가 및 토지 면적 등 부지확보 관련 요인이 주 결정요인으로 나타났음.
 - 지리적 유리형은 주로 농촌 지역에 많이 위치하고 있어, 농업인과 관련된 수요에 대해서 상대적으로 높은 점수를 지니고 있으나, 연계성 및 연구 현황 등에서 균형 점수형에 비하여 대체적으로 낮은 점수를 나타내고 있음.

〈그림 9-3〉 지리적 유리형



- 시설 수요형은 연구기관이 상대적으로 많이 위치하고, 정책 기관들과의 거리가 상대적으로 가까운 충청남도 지역에서 주로 나타나며, 연구 현황 및 정책 연계성에서 높은 점수를 받음.
- 시설 수요형은 상대적으로 교통접근성이 낮고, 부지와 관련된 입지 조건들에서 낮은 점수를 얻음

〈그림 9-4〉 시설 이용 수요형



5. 세부 부지요인 및 추가 고려 사항

- 광역단위 입지요인 분석에서 다루지 못한 입지요인들은 최종 부지 선정 시 추가적으로 고려 가능함.
 - 시·군 내 실제 시설이 위치할 부지 선정에 필요한 입지요인들과 최종 입지할 시·군 선정 과정에서 타 지역 대비 차별성을 둘 수 있는 조건들은 광역 단위 요인으로 다루는데 한계가 있음.
 - 또한 광역 단위 요인 중 정성적이거나 통계치 확보가 어려운 요인들은 객관성의 이유로 배제하였으나, 후보지 선정 과정에서는 고려 가능함.
- 이에 따라 앞서 사례 검토를 통해 도출된 농업·연구 관련 공공기관의 공통된 입지선정 조건들로부터 지역 내 최종 후보 부지 선정 시 필요한 조건을 다음과 같이 도출할 수 있음.
- 지자체 및 지역 주민의 시설 수용 의지
 - 지자체의 적극적인 유치 의지와 그에 따른 정치적, 제도적 준비 사항은 최종 입지를 선정 하는데 매우 중요한 요인임.
 - 지역 주민들의 호응도에 따라 부지확보 및 향후 부지 개발의 속도나 비용이 많이 절감될 수 있음.
 - 다른 정량적인 요인과 더불어, 국토 균형발전 측면도 국민 수용성을 높이기 위해 고려해야 할 필요 있음.
- 농업연구를 위한 물리적 환경 조건
 - 농업연구단지에서 주로 어떠한 작물을 대상으로 할 것인지 정한 후, 작물에 따른 적합 환경(기후, 토양 등) 조건을 고려해야 함.
 - 농업연구단지에서 연구를 위해 관개용수를 확보하는 것이 중요하고, 댐, 하천, 보 등의 수리시설 이용이 가까운 곳일수록 관개용수를 확보하는 데 유리함.
 - 기후변화 관련 연구를 위해 통제된 조건 하에서 연구를 해야 하기 때문에 시설단지 내에서 작물을 재배하는 데 필요한 중탄산 함량이 낮은 지하수 이용, 충분한 일조시수의 확보 등이 필요함.

○ 단지 건설부지의 인프라 구축 여건

- 인력 수급 여건 및 연구원들의 정주 여건 등은 우수 인력들을 확보하는데 필수적인 조건임.
- 다른 농업연구기관들과의 시너지 효과가 나타날 수 있도록, 이미 농업연구단지가 집적되어있는 나주혁신도시, 전주혁신도시 등에 입주하는 것도 고려할 수 있음.
- 2차선 이상의 진입로나 상하수도 및 전기 등 운영에 필요한 기본적인 기반 시설이 갖추어진 곳일수록 비용 및 시간 절감 가능.

○ 지자체 조례 등 제도적인 개발제한 사항이 없고 인허가 간소화 등 행정적 지원이 높은 지역일수록 우선순위에 들 수 있음.

〈표 9-6〉 최종 부지 선정 시 고려 조건

구분	기준	세부기준
사회적 여건	지자체 의향도	지자체 유치 의지 지역주민 및 기초의회 유치 동의 현황 주민갈등 조정 방안 수립 부지 확보 방안 수립
	주민 호응도	이전유치 희망 여부(주민 동의 현황) 유치를 위한 주민활동 토지수용협조도 및 부지 제공 동의 여부
	국토 균형발전	지역 내 균형발전 고려
물리적 여건	농업환경적합성	대규모 단일 부지확보 용이성 관개용수 확보 용이성 기존의 기후변화대응 작목 재배 현황
	인력수급 여건 및 생활 편리성	연간 일정 인원수 이상의 상시고용 인력 확보 가능한 지역 연구인력 정주여건 읍 소재지와의 거리 및 교통 편리성
	기존자원 연계성	지역 내 기존자원과의 연계를 통한 시너지 효과
	사회기반시설 구축 정도	진입로 (2차선 이상) 설치 부대시설(상하수도, 전기통신, 가스공급 시설 등) 구축 정도
제도적 여건	개발제한 여부	시·군 기본 관리계획 등 상위 계획과 부합여부 및 개발제한 여부 - 농업생산기반 정비사업, 지자체 조례, 공동연구 편리성 등 기술적 여건
	행정적 지원 방안	별도 또는 기존 조직 활용방안 인허가 간소화 등 행정적 지원 방안

10 농업부문 기후변화 대응센터의 타당성 조사

1. 기술적 타당성 조사⁵⁵⁾

1.1. 기술개발 계획의 적절성

가) 사회적 현안

- 1990년 이후로 인간 활동에 의한 온실가스 농도가 45% 상승하였으며, 온실가스로 인한 온난화 영향력이 지속적으로 증가
- 국제사회는 신기후체제를 출범하여 기후변화에 대응하고 있고, 우리나라 농업분야도 제4차 과학기술기본계획(2019~2023), 제3차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2020~2024) 등에서 대응계획을 제시하고 있음.

나) 국내 농업부문 기후변화 대응 연구사업

- 농촌진흥청은 농업분야 기후변화 대응 R&D에 2020년부터 2027년까지 8년간 총 2,009억 원을 투자하여 新농업기후변화대응체계구축(The Construction of New Climate Change Response System) 사업을 출범, 파리협정이 발효되는 새로운 기후변화협약의 이행을 위한 농업분야 기후변화 '예측' 및 '적응'과 '완화'를 목적으로 연구 사업을 추진함.

⁵⁵⁾ 기술적 타당성은 (전)국가농림기상센터 선임연구원인 김수옥 박사께 원고 위탁하여 수행되었음.

〈표 10-1〉 농촌진흥청 신농업기후변화대응체계구축사업 어젠다 및 중점추진과제

(영역1)핵심전략융복합 현안 및 미래 신산업기술 개발			
(어젠다 1) 신농업기후 대응			
(대과제 1) 기후영향예측평가	(대과제 2) 기후적응기술개발	(대과제 3) 기상재해대응기술개발	(대과제 4) 저탄소농업기술개발
식량안보 대응 농업부문 생산환경 변동예측평가기술 개발	기후적응형 농축산 재배사양기술 개발	농업기상재해 피해저감기술 개발	기후변화 완화 및 저탄소 농업기술 개발
15대 중점추진과제			
1-1. 기후변화에 따른 농업환경 취약성 평가	2-1. 기후적응형 권역별 작목 배치, 작부체계 및 재배기 술 개발	3-1. 기상재해 대응 농업환경정 보 융합서비스 기반 구축	4-1. 신기후체제 대응 농축산 부문 온실가스 계측 및 관 리 기술 개발
1-2. 기후변화에 따른 농업생 산성 취약성 평가	2-2. 기후적응형 육종소재 개 발 및 아열대작물 육성	3-2. 이상기후 대응 작물·축산 의 피해양상기준 및 경감 기술 개발	4-2. 농축산부문 탄소흡수량 평가 및 온실가스 감축기 술 현장 실용화
1-3. 기후변화에 따른 농업생 태계의 생물다양성 취약 성 평가	2-3. 기후적응형 축산 안정성 산 기술 개발	3-3. 기상재해 피해경감 내재 해 농업시설 개발	4-3. 신재생에너지의 농업적 생산 활용 및 에너지 효 율화 기술 개발
1-4. 기후변화 대응 작물 생육 및 작황 변동 평가	2-4. 新문제 병해충·잡초의 종 합방제 체계 개발	3-4. 가뭄 대응 최적 관개기술 개발	

자료: 연구진 작성.

다) 기획과정의 적절성

○ 농업분야 기후변화 대응에 관한 유관기관의 현황과 수요조사를 실시하여 해결해야 할 문제를 도출함.

- 수요조사는 농림축산식품부와 농촌진흥청, 농업기술실용화재단, 전남도농업기술원, 농어촌공사의 기후변화 대응 담당자와의 협의 및 9개 도농업기술원의 기후변화대응 담당자에 관련 설문조사를 실시하여 문제/이슈와 각 기관의 니즈, 기대되는 기후변화 대응 농업연구단지의 역할을 도출하였음. 또한 한국농촌경제연구원 현지통신원을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하였음.

○ 농업부문 각 기관의 기후변화 대응에 대한 한계점 및 역할 수행을 위해 필요로 하는 부분의 수요 조사 결과를 근거로 향후 연구단지로써의 역할과 목표를 설계하였음(표 10-2).

○ 농업부문 기후변화 대응 연구단지의 역할 및 목표 설계를 위한 조사는 정부 정책과 연구개발 방향, 농업 현장과의 연계, 최종수요자를 고려하여 대상기관을 적절히 선정하여 실시된 것으로 판단됨

〈표 10-2〉 농업부문 기후변화 대응센터 이해관계자 수요조사 요약

수요조사 기관	한계	니즈	역할
농림축산 식품부	농업부문 기후변화 대응의 컨트롤 타워 역할에 한계 현 농촌재생에너지팀은 다양한 정보 및 자료 생성, 정책사업 발굴, 이행평가에 관한 권한이 제한적으로 통합 대응이 어려움	국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적인 브리핑, 농업인과 지자체 등 농업 현장에서 요구하는 기술에 대한 수요 파악기초 자료 확보, 연구성과 및 조사 자료의 실제 정책화 활용	기후변화 대응정책 지원 국내외 현황 브리핑 현장수요 파악 개발기술 정책화 중앙정부-지자체 정합성 컨설팅 기후변화 대응계획 이행 평가
농촌진흥청	기후변화 대응 정책사업 제안과 현장 보급에 대한 제약이 존재 (연구개발 중심의 조직) 지역특화 영농기술 개발에는 한계 국립농업과학원, 국립축산과학원, 국립식량과학원, 국립원예특작과학원의 기후변화대응 연구사업단 연구과제의 종합 진단 및 연계에 미흡	농촌진흥청에서 연구개발한 기술의 구체적인 정책화, 종합적 관점에서의 현행 연구과제의 한계 파악과 향후 연구과제 제언 농촌진흥청에서 기 연구개발한 기술의 보안을 통한 현장 적용성 증대	
도농업 기술원 및 농업기술 센터, 지자체	기후변화 관련 정보 접근성이 제한적 농촌진흥청에서 연구개발한 원천기술 적용에 한계 기후변화 대응 국가계획과의 지자체 내 사업과의 정합성 부족(농가현장연구에 업무 비중이 큼) 지역특화 기술 개발 수요는 있으나 관련 인프라, 인력, 예산 부족 도농업기술원의 전문장비 및 데이터 분석 시스템 부족으로 농진청 공모 사업 참여가 어려움 지자체 내 농업부문 예산 자체가 비중이 낮아 기후변화 대응 연구개발 예산확보에 어려움	기후변화 대응 국가계획과의 지자체 내 사업과의 정합성 확보를 위한 정보·컨설팅 제공 지역 내 기술 수요 대비, 도농업기술원과 시군농업기술센터 및 지자체 내 연구 인프라 및 인력, 예산 부족에 대한 중앙정부의 선별적 지원 농촌진흥청 및 도농업기술원에서 기 연구개발한 기술의 보안을 통한 현장 적용성 증대 기후변화 대응 연구기술 추세 및 현황에 대한 교육	기후변화 대응 첨단 연구 지원 빅데이터 플랫폼 연구시설 임대 서비스
농업인, 귀농 계획인	기후변화·기상정보 확보의 어려움 및 관련 대응 인프라 구축에 대한 사전 정보 부족 농가 자체 기술을 검증하는 공식 경로 부재 원천기술 개발과 현장보급 간 괴리 기존 저탄소농업기술 및 정책제도에 대한 홍보·교육의 부족	농가 자체 기술에 대한 검증 서비스 제공 영농관련 기후변화 및 기상정보 제공 농업부문 기후변화대응 적용 가능 기술 매뉴얼 및 정책지원 홍보자료 제공 농촌진흥청 및 도농업기술원에서 기 연구개발한 기술 보완 및 현장 적용성 증대 현장기술 적용 체험·교육	교육 및 홍보 기후변화 대응 연구기술 현황 농가현장 기술 검증 서비스 연구개발기술의 현장 적용성 증대, 체험·교육 실시 기상정보 제공 플랫폼 운영 적용기술 매뉴얼 제공, 정책지원 홍보 및 대국민 홍보
연구자 및 기후변화 전문가	연구개발 및 정책 자료·정보가 산재되어 있으며, 접근권한이 제한적임. 첨단 연구시설의 임대가 부족함.	국내외 기후변화 대응 현황에 대한 주기적인 브리핑 산재한 자료 및 정보에 대한 접근성 제고 기후변화 대응 연구수행을 위한 첨단 연구시설 임대 서비스	

자료: 연구진 작성.

라) 사업목표 및 구성내용의 적절성

- 문제·이슈 및 수요조사를 통해 도출된 농업부문 기후변화 대응 연구단지 역할을 토대로 정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부, 교육·홍보부로 구성된 농업부문 기후변화 대응센터(가칭)를 구축하는 사업목표를 구성함.
- 사업목표는 농업부문 기후변화 대응과 관련된 정부부처와 연구자 및 일반농가의 의견을 바탕으로 해결해야 할 문제와 연계하여 적절하게 구성된 것으로 판단됨.
- 첨단시설동은 농촌진흥청에 설치된 기후변화 대응연구 시설을 도입함으로써 일반 연구자들의 첨단시설 접근성을 확대하기 위한 것으로 해당 시설·장비는 연구개발 활동과 연계하여 구축될 것으로 판단됨.

〈표 10-3〉 문제/이슈별 사업목표 구성 및 수혜자

문제/이슈			
<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 대응 정책 지원, 국내외 현황 및 현장수요 수집, 연구 개발 기술의 정책화, 현행 연구사업의 종합적인 진단 등 - 농업부문 기후변화 대응 컨트롤 타워 부재 - 지자체의 경우 기후변화 대응 국가 연구계획과의 정합성 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 연구개발을 위한 정보(기술 현황, 공유 가능한 연구 분석 자료 등) 가 산재함 	<ul style="list-style-type: none"> - 지자체, 도농업기술원의 기후변화 대응 연구 인프라 및 예산 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 연구개발된 기후변화 대응 기술과 농가현장 연계에 한계점 - 농업인·예비귀농인은 현장에서 필요한 기후변화·기상정보의 접근이 어려움 - 농가에서 활용 가능한 기후변화 대응 기술 체험·교육이 필요
↓			
사업목표 기후변화 대응 농업연구단지 조성 (농업부문 기후변화 대응센터 구축)			
기후변화 대응정책지원 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 현황 브리핑 - 현장수요 파악 - 개발기술 정책화 - 중앙정부-지자체 정합성 컨설팅 - 기후변화 대응계획 이행 평가 	연구지원1. 빅데이터 <ul style="list-style-type: none"> - 연구자료/정보 빅데이터 플랫폼 제공 	연구지원2. 첨단인프라 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 대응 연구 첨단 시설 임대 서비스 	교육 및 홍보 <ul style="list-style-type: none"> - 기상정보 및 기후변화 대응 연구 기술 현황 정보 제공 - 농가현장 기술 검증서비스 - 연구개발기술의 현장 적용성 증대, 체험·교육 실시 - 적용기술 매뉴얼 제공, 정책지원 홍보
↓	↓	↓	↓
정책지원부	기후데이터부	첨단시설동	교육·홍보관
↓			
수혜자			
기후변화 대응 관련 기관 정책결정자, 연구자	연구자	연구자 농촌지도사 농업인, 예비귀농인	

자료: 연구진 작성.

1.2. 기술개발 성공가능성

가. 기술수준 평가

○ 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 120개 중점과학기술에 대한 기술수준평가 결과를 바탕으로, 저항성 및 고기능성 품종개발 기술, 친환경 맞춤형 신재배기술, 스마트팜 기술과 고효율 친환경 Non-CO₂ 온실가스 저감 기술을 농업부문 지구온난화·기후변화 대응과 관련된 항목으로 선정함.

○ 저항성 및 고기능성 품종개발 기술

- 국가별 상대적 우위비교: 상대적으로 한국의 연구 활동 및 특허 활동이 적은 상황

※ 국가별 상대적 우위비교는 활동도 지수(Activity Index)와 매력도 지수(Attractivity Index)를 기반으로 종합 분석

〈표 10-4〉 기술 수준·격차 및 연구단계 역량

국가	기술수준·격차			연구단계 역량		연구개발 활동경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	81	5	추격	우수	보통	상승
중국	85	4	추격	우수	우수	급상승
일본	85	3	추격	우수	우수	유지
EU	90	1.5	선도	탁월	우수	상승
미국	100	0	최고	탁월	탁월	유지

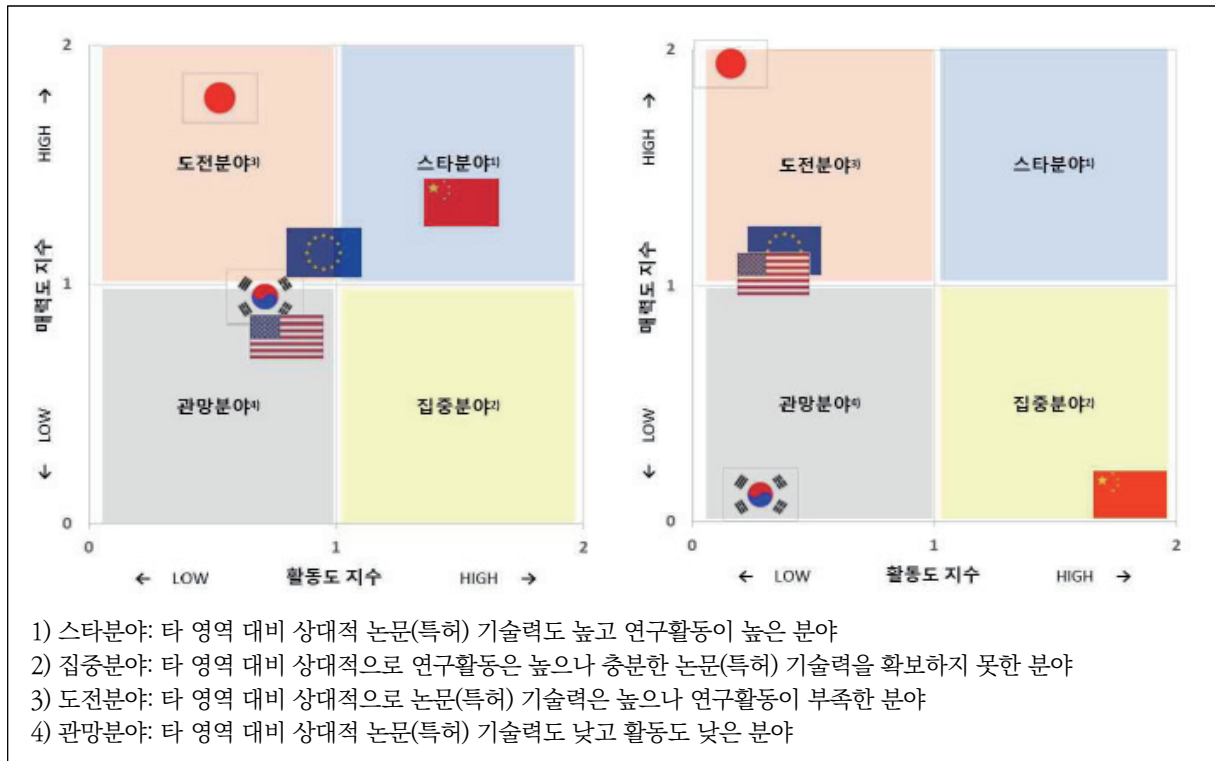
자료: 연구진 작성.

〈표 10-5〉 활동도 지수와 매력도 지수

지표	설명
활동도(집중도) 지수	- 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 집중도 - 1보다 큰 경우 상대적 집중도가 높고 1보다 낮은 경우 상대적 집중도가 낮은 것을 의미
매력도(영향력) 지수	- 한국 내의 120개 중점과학기술 중 해당 중점과학기술의 상대적 논문·특허 영향력 - 1보다 큰 경우 상대적 영향력이 높고 1보다 작은 경우 상대적 영향력이 낮은 것을 의미

자료: 연구진 작성.

〈그림 10-1〉 논문, 특허 기술의 국가별 상대적 우위비교



자료: 연구진 작성.

○ 친환경 맞춤형 신재배기술

- 국가별 상대적 우위비교: 상대적으로 한국의 연구 활동 및 특허 활동이 적은 상황임.

○ 스마트팜 기술

- 국가별 상대적 우위비교: 상대적으로 한국의 연구 활동은 적은 상황이며, 특허 활동은 상대적으로 활발함.

○ 고효율 친환경 Non-CO₂ 온실가스 저감 기술

- 국가별 상대적 우위비교: 절대우위는 낮으나 상대적으로 한국의 연구활동은 활발한 상황이며, 특허의 질적 성과가 높음.

○ 기후변화 대응은 국가적인 공공연구개발영역이나 농업부문 기후변화 관련 국내 기술수준은 추격그룹에 해당되며 2018년을 기준으로 선별한 4개 부문의 최고수준 국가 대비 기술격차는 3~5년, 75.5~81%가량의 기술수준을 나타냄.

- 농업부문 기후변화 대응기술 개발은 공공성이 중요시되는 분야로써 기술수준의 격차를

줄이기 위한 정부의 투자가 필요함.

1.3. 기존 사업과의 중복성

- 농업부문 기후변화 대응센터(가칭)는 역할 및 기능에 따라 크게 3개 부서(정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부)로 구분됨.
- 기후변화 대응센터의 정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부는 연관 업무를 담당하는 국내 기관·부처에서의 수요조사를 통해 현실적으로 필요로 하는 역할을 부여한 것으로, 유사·관련된 조직 간 역할 중복이 아닌 상호보완적 관계를 이루며 기후변화 대응센터는 국내 기관의 고유 활동을 지원하는 순기능을 내포함.

〈표 10-6〉 농업부문 기후변화 대응 부서별 주요 역할과 국내 연관기관의 역할 관계

농업부문 기후 변화 대응센터	주요 역할		관련 기관	주요 역할
정책지원부	기후변화 대응 정책지원	X	농림축산식품부/지자체	농업부문 기후변화 대응의 컨트롤 타워
기후데이터부	기후변화 대응 농업연구 정보의 유통		농촌진흥청/도농업기술원	기후변화대응 연구 사업 수행 및 평가/기술보급
첨단인프라관리부	첨단연구시설의 운영, 활용기회 제공		산학연	농업기술 연구 개발

자료: 연구진 작성.

가) 정책지원부

- 정책지원부는 정책담당부서에서의 농업부문의 기후변화 대응 컨트롤 타워 역할을 극대화하는 역할로써, 분산되어 있는 국내외 기후변화 농업연구 기술 개발 현황과 기후변화 대응 동향, 농업인과 지자체 등 농업현장의 수요 종합분석, 산재한 정보에 대한 접근성과 기후변화 대응 국가계획과 지자체 내 사업 간 정합성 제고, 농업부문 기후변화 대응계획 이행평가 등을 수행할 수 있음. 농업부문 기후변화 전문으로 국내외 정책결정기관과 R&D, 현장적용·보급, 기술 수요자 간 브릿지 역할에 의미가 큼.

나) 기후데이터부

- 기상자료개방포털은 표준화된 기상·기후자료의 공유를 목적으로 한 데이터센터인 반면, 농업부문 기후변화 대응센터의 기후데이터부는 농업분야 내 기후변화 영향 예측, 완화, 적응 기술 관련 데이터의 수집·공유 기능을 수행함. 전자는 1차적인 기상·기후정보 제공 창구이며, 후자는 이를 포함하여 생성된 2, 3차 연구 결과 데이터를 공유함.

다) 첨단인프라관리부

- SPAR, 인공기상동, 이상기후연구동 등은 장시간의 연구수행 동안 연구진의 자유로운 출입과 전문적인 시설관리 인력이 항시 필요하므로 농촌진흥청 외부에서의 장비활용에 한계가 있음. 농업부문 기후변화 연구를 위한 독립된 첨단연구동이 운영됨으로써 일반 연구자들의 접근 기회가 향상될 것으로 보임.

2. 경제적 타당성 조사

2.1. 비용추정

2.1.1. 토지비, 공사비, 용역비 추정

- 토지비, 공사비, 용역비는 <표 7-33>에서 제시한 바와 동일함.

2.1.2. 시설별 장비비·인건비·운영비 추정

가) 정책지원부

- 장비비
 - 13인 근무에 필요한 사무장비(컴퓨터, 책상, 의자 등)를 집계한 결과 약 57백만 원이 소요될 것으로 보임.
- 인건비
 - 사업발굴 인력(책임연구원 1명, 연구원 1명, 연구보조원 1명)에는 2020년 학술용역인건비

기준단가를 적용하였고, 학사학위소지 인력 10명에 대해서는 유사기관인 농업기술실용화재단의 1인당 평균 보수액인 64백만 원을 적용하였음. 기후변화 대응센터의 운영 시작 시점인 2024년에는 약 814백만 원이 소요될 것으로 예상되며 이후 3%씩 증가할 것으로 보임⁵⁶⁾.

○ 운영비

- 운영비 사무관리비, 소모품, 공공요금 등을 의미하며 규모가 유사한 한국농촌경제연구원 의 FTA이행지원센터의 운영비를 적용하였음. 2024년에 약 46백만 원이 소요될 것으로 보이며 연 1%씩 증가하는 것으로 가정함.

〈표 10-7〉 정책지원부 비용 추정 결과

단위: 백만 원

연차	장비비	인건비	운영비	합계
준공	57			57
운영 1년차		814	46	860
운영 2년차		838	46	884
운영 3년차		863	47	910
운영 4년차		889	47	936
운영 5년차		916	48	964
...				
운영 25년차		1,654	58	1,712
운영 26년차		1,704	59	1,763
합계	57	31,370	1,356	32,783

주: 본 비용은 '명목상의 비용'임.
 자료: 연구진 작성.

나) 기후데이터부

○ 장비비

- 기후데이터부에 투입되는 전산장비 및 소프트웨어 구입비용은 기상청의 '맞춤형 기상기후 빅데이터 서비스 기반구축' 사례를 참고하였음(1,403백만 원).

○ 인건비

- 기후데이터부 근무 인력(책임연구원 1명, 연구원 1명, 석사 1명)에 2020년 학술 용역 인건비 기준단가를 적용하였음. 운영 시작 연도인 2024년에는 약 177백만 원이 소요될 것으로 예상되며 이후 3%씩 증가할 것으로 보임⁵⁷⁾.

56) ALIO(공공기관 경영정보 공개시스템, www.alio.go.kr) 참고.

57) ALIO(공공기관 경영정보 공개시스템, www.alio.go.kr) 참고.

○ 운영비

- 운영비는 김시백 외(2019)의 사례를 참고하여 연간 운영비용이 시설 구축비의 7.24% 수준인 것을 본 사례에도 적용하였음. 2024년에 약 361백만 원이 소요될 것으로 보이며 연 1%씩 증가하는 것으로 가정함.

〈표 10-8〉 정책지원부 비용 추정 결과

단위: 백만 원

연차	장비비	인건비	운영비	합계
준공	1,403			1,403
운영 1년차		177	362	538
운영 2년차		182	365	547
운영 3년차		187	369	556
운영 4년차		193	373	566
운영 5년차		199	376	575
...				
운영 25년차		359	459	818
운영 26년차		370	464	834
합계	1,403	682	10,675	18,890

주: 본 비용은 '명목상의 비용'임.
 자료: 연구진 작성.

다) 첨단시설동

다-1) 옥외 기상환경조절·분석시설

- 옥외 기상환경조절·분석시설의 경우 국립식량과학원의 사례를 바탕으로 운영비를 계측하였음.

○ 장비비

- 9대 장비의 설치를 위한 기반 토목공사를 포함하여 3,250백만 원이 소요될 것으로 보임.

○ 인건비

- 기기 유지보수, 데이터 가공, 재배관리를 위한 인력 4명이 배치된다고 가정할 경우 운영 첫해에 약 109백만 원이 소요될 것으로 보이며 연 3%씩 증가될 계획임.

○ 운영비

- 기기 소모품과 정기 점검 등에 이용될 연간 수리 보수비 5,051,200원과 1기당 백만 원의

월간 전기요금이 발생하므로 9기의 시설을 연간 8개월 가동한다고 가정할 경우 72백만원이 소요될 것으로 보임. 따라서 연간 운영비는 77,051,200원으로 산출되며 연 1%씩 증가될 계획임.

〈표 10-9〉 옥외 기상환경조절·분석시설 비용 추정 결과

단위: 백만 원

연차		장비비	인건비	운영비	합계
S P A R	준공	3,250			3,250
	운영 1년차		109	77	186
	운영 2년차		113	78	190
	운영 3년차		116	79	195
	운영 4년차		120	79	199
	운영 5년차		123	80	203
	...				
	운영 25년차		222	98	320
	운영 26년차		229	99	328
	합계	3,250	4,217	2,275	6,492

주: 본 비용은 '명목상의 비용'임.

자료: 연구진 작성.

다-2) 인공기상동

○ 인공기상동의 경우 국립원예특작과학원의 사례를 바탕으로 장비비, 인건비, 운영비를 산출하였음.

○ 장비비

- 인공기상생육온실 자연광 6실과 인공광 3실의 설치를 위한 장비 구입비 및 설치비는 5,540백만 원이 소요될 것으로 보임.

○ 인건비

- 인공기상동의 시설장비 관리 및 운용에 필요한 인원 2인의 연간 인건비는 약 67백만 원이 소요되며 연간 3%씩 증가됨.

○ 운영비

- 인공기상동 운영 및 유지관리에 필요한 도시가스, 전기요금은 월 3백만 원이 소요됨. 따라서 연간 36백만 원이 투입될 것으로 보임. 또한 냉동기 수리, 온실 보수 등 시설장비유

지비는 연간 28백만 원이 소요됨. 따라서 총 연간 운영비는 64백만 원으로 계측되며 연간 1%씩 증가될 예정임.

〈표 10-10〉 인공기상동 비용 추정 결과

단위: 백만 원

	연차	장비비	인건비	운영비	합계
인공기상동	준공	5,540			5,540
	운영 1년차		67	64	131
	운영 2년차		69	66	135
	운영 3년차		71	68	139
	운영 4년차		73	70	143
	운영 5년차		75	72	147
	...				
	운영 25년차		136	130	266
	운영 26년차		140	134	274
	합계		5,540	2,570	2,467

주: 본 비용은 '명목상의 비용'임.
 자료: 연구진 작성.

다-3) 이상기후동

○ 이상기후동의 경우 국립원예특작과학원의 사례를 바탕으로 장비비, 인건비, 운영비를 산출하였음.

○ 장비비

- 8대 설치의 기반토목공사비 포함한 비용은 8,380백만 원이 소요될 것으로 보임.

○ 인건비

- 이상기후동의 시설장비 관리 및 운용에 필요한 인원 2인에 대한 연간 인건비는 약 67백만 원이 소요됨(연간 3%씩 증가).

○ 운영비

- 이상기후동 운영 및 유지관리에 소요되는 전기료는 설비 1대당 연간 약 21.2백만 원임. 또한 시설 소모품과 정기점검 비용은 1대당 연간 약 6.5백만 원임. 연간 총 운영비는 약 6,555백만 원이 소요됨(연간 1%씩 증가).

〈표 10-11〉 이상기후동 비용 추정 결과

단위: 백만 원

연차		장비비	인건비	운영비	합계
이 상 기 후 동	준공	8,380			8,380
	운영 1년차		67	222	289
	운영 2년차		69	224	293
	운영 3년차		71	226	297
	운영 4년차		73	229	302
	운영 5년차		75	231	306
	...				
	운영 25년차		136	282	417
	운영 26년차		140	285	424
합계	8,380	2,570	6,555	17,505	

주: 본 비용은 '명목상의 비용'임.
 자료: 연구진 작성.

라) 홍보관

○ 교육홍보관의 경우 규모와 운영 컨텐츠가 유사한 원주시 기후변화홍보관 사례를 적용하였음.

○ 인건비

- 기획 전시 프로그램 기획 및 개발, 상설전시관 전문해설, 홍보프로그램인력 3인 기준 92,800천 원이 소요되며 연간 3%씩 증가될 계획임.

○ 운영비

- 운영비는 테마 전시·체험·해설 프로그램, 홍보비, 시설운영비, 공공운영비, 일반운영비를 포함하여 78,852,150원이 소요되며 연간 1%씩 증가하는 것으로 가정함.

〈표 10-12〉 홍보관 비용 추정 결과

단위: 백만 원

연차	인건비	운영비(장비비 포함)	합계
운영 1년차	93	79	172
운영 2년차	96	80	175
운영 3년차	98	80	179
운영 4년차	101	81	183
운영 5년차	104	82	187
...			
운영 25년차	189	100	289
운영 26년차	194	101	295
합계	3,578	2,328	5,906

주: 본 비용은 '명목상의 비용'임.
 자료: 연구진 작성.

2.1.3. 도농업기술원 과제 비용

○ 농업부문 기후변화 대응 연구센터가 도별로 지역특화 연구 및 데이터 연구를 지원할 경우 도 농업기술원 당 연간 9억 원의 과제비와 4,880만 원의 교육비가 국비로 지원될 것으로 보임.

〈표 10-13〉 비용 산출 결과(종합)

단위: 백만 원

연차	연도	본관동			첨단시설동			도별 과제 비용	합계
		정책지원부	기후 데이터부	홍보관	SPAR	인공 기상동	이상 기후동		
토지매입비	공사 1년차						3,780		3,780
설계비	공사 2년차						3,724		3,724
감리비	공사 3년차						1,605		1,605
	공사 4년차						1,605		1,605
예비비	공사 2년차						372		372
	공사 3년차						3,840		3,840
	공사 4년차						3,673		3,673
공사비	공사 3년차						36,793		36,793
	공사 4년차						35,130		35,130
장비비	공사 4년차	57	1,403	-	3,250	5,540	8,380		18,630
유지관리비	운영 1년차	860	538	172	186	131	289	8,539	10,714
	운영 2년차	884	547	175	190	135	293	8,539	10,764
	운영 3년차	910	556	179	195	139	297	8,539	10,815
	운영 4년차	936	566	183	199	143	302	8,539	10,867
	운영 5년차	964	575	187	203	147	306	8,539	10,921
	운영 6년차	992	585	190	208	151	311	8,539	10,976
	운영 7년차	1,020	595	195	212	156	315	8,539	11,033
	운영 8년차	1,050	605	199	217	161	320	8,539	11,091
	운영 9년차	1,080	615	203	222	166	325	8,539	11,150
	운영 10년차	1,112	626	207	227	170	330	8,539	11,212
	운영 11년차	1,144	637	212	232	176	335	8,539	11,275
	운영 12년차	1,178	648	216	237	181	340	8,539	11,339
	운영 13년차	1,212	659	221	243	186	345	8,539	11,406
	운영 14년차	1,247	671	226	248	192	351	8,539	11,474
	운영 15년차	1,284	683	231	254	198	356	8,539	11,544
	운영 16년차	1,321	695	236	260	204	362	8,539	11,616
	운영 17년차	1,360	707	241	266	210	367	8,539	11,691
	운영 18년차	1,399	720	247	272	216	373	8,539	11,767
	운영 19년차	1,440	733	252	278	222	379	8,539	11,845
	운영 20년차	1,482	747	258	285	229	385	8,539	11,925
	운영 21년차	1,526	760	264	292	236	391	8,539	12,008
	운영 22년차	1,570	774	270	298	243	398	8,539	12,093
	운영 23년차	1,616	789	276	306	250	404	8,539	12,180
	운영 24년차	1,664	803	282	313	258	411	8,539	12,270
	운영 25년차	1,712	818	289	320	266	417	8,539	12,362
	운영 26년차	1,763	834	295	328	274	424	8,539	12,457
합계		32,726	17,487	5,906	6,492	5,038	9,125	222,019	407,945

주: 본 비용은 '명목상의 비용'임.

자료: 연구진 작성

2.2. 편익추정

○ 공사기간 4년 이후부터 편익이 발생하는 것으로 가정, 26년간 발생하는 편익을 추정함.

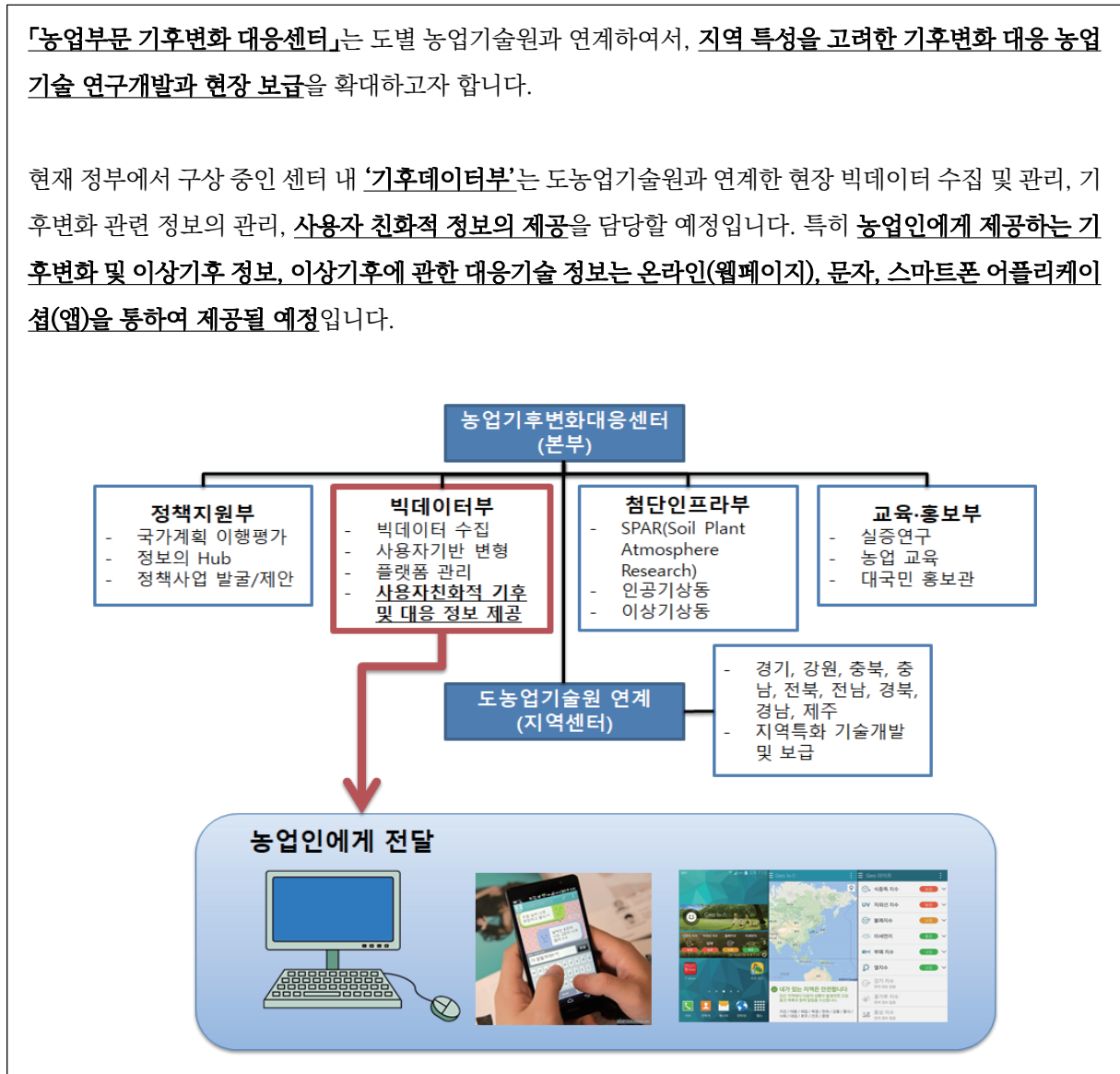
- 농가 기후변화 적응 편익: 농업부문 기후변화 대응센터 및 도농업기술원의 연구개발 및 정책지원 활동을 통하여 농가의 적응 능력 향상을 통한 농가 수익 증가를 예상.
- 온실가스 감축 편익: 저탄소 영농법 보급이 확대되어 「2050 장기 저탄소 발전전략」에 포함된 감축목표를 달성하는 것을 가정하여 온실가스 감축 편익을 산정.
- 첨단인프라 임대 수입: 첨단인프라를 임대할 때 임대료로 최소한의 유지관리비를 받아서 운영하는 것을 가정, 임대료 수입을 추정.
- 대국민 홍보관 입장료 수입: 성인 1인당 입장료와 기대 방문객 수를 활용하여 대국민 홍보관 입장료 수입을 산정.

○ 농가 기후변화 적응 편익 추정 방법은 아래와 같음.

- 2020.12.7.~12.14. 간 한국농촌경제연구원 현지통신원 농가를 대상으로 기후변화 및 이상기후 정보(기후변화 및 이상기후 현황 및 전망, 기후변화 및 이상기후가 농업에 미치는 영향, 작목(가축)별 기후변화 및 이상기후 대응 기술, 기후변화 및 이상기후 대응 관련 정부 정책) 제공에 관한 농가 지불 의향을 온라인으로 조사함. 총 722명이 응답함.
- ‘작목(가축)별 기후변화 및 이상기후 대응 기술(이하 기후변화 대응 정보)’ 제공에 관한 농가의 지불의사금액을 도출, 농가 수익성 증가의 최소액으로 가정하고 편익으로 추정함.
- ‘기후변화 대응 정보’ 제공을 활용하겠다는 농가는 40%로 나타났으며 전체 농가의 평균 지불의사금액은 64,115원으로 조사됨.
- 농업부문 기후변화 대응센터에서의 정보제공이 정보화 기기를 대상으로 이루어질 것을 가정함. 2019년 기준 정보화기기 활용 농가는 47만 8,024 농가로 전체 농가의 47%를 차지함. 2017년과 2018년 정보화기기 활용농가는 각 31만 3,888 농가(전체 농가의 30%), 38만 6,436 농가(전체 농가의 38%)로 전체 농가 수는 줄어들고 있지만 정보화기기활용 농가의 비율과 절대적인 수는 늘어나고 있음을 확인할 수 있음(통계청 2020). 그러므로 편익 산정을 보수적으로 하기 위해 2019년 기준 정보화기기 활용농가 수를 연간 ‘기후변화 대응 정보’ 활용 농가 수로 가정함.
- 평균 지불의사금액과 정보화기기활용농가 수를 곱하면 연간 편익은 121억 8,300만 원으

로 나타남. 운영 26년 차까지 농가 기후변화 적응 편익 합계액은 3,167억 6,000만 원으로 추정됨.

〈그림 10-2〉 농가 설문 내 농업부문 기후변화 대응센터 정보제공 개념도



자료: 연구진 작성.

〈표 10-14〉 기후변화 및 이상기후 정보 유형별 농가 활용 의향 비율 및 평균 지불의사금액

구분	기후변화 및 이상기후 현황 및 전망	기후변화 및 이상기후가 농업에 미치는 영향	작목(가축)별 기후변화 및 이상기후 대응 기술	기후변화 및 이상기후 대응 관련 정부 정책
정보활용의향 있음 비율	40%	39%	40%	43%
평균 지불의사금액(원)	47,831	48,432	64,115	40,472

주 1) 농가의 기후변화 적응 편익은 실제 기후변화 및 이상기후에 대응하여 본인이 경작(사육)하는 작물(가축)에 적응 기술을 적용할 때 발생한다고 보고 농업부문 기후변화 대응센터의 편익에는 ‘작목(가축)별 기후변화 및 이상기후 대응 기술’ 제공에 관한 지불의사금액만을 고려함.

○ 온실가스 감축 편익은 다음과 같이 산정됨.

- 2020년 발표된 『2050 장기 저탄소 발전전략』의 농축산 부문 연도별 감축목표를 달성할 경우의 온실가스 감축 편익을 산정함.
- 2020년까지 이행실적을 조사하여 해당 추세가 유지될 때 미래 연도별 목표에 미달할 것으로 보이는 감축수단으로 논물관리(간단관개, 논물얹게대기), 가축분뇨 및 사료관리(가축분뇨 에너지 및 자원화시설 설치, 양질조사료 및 저메탄사료 보급), 신재생 및 에너지절감 시설 보급(지열히트펌프, 목재펠릿보일러, 순환식수막보온시스템)을 선정함. 논물얹게대기, 저메탄사료 보급은 국가 감축 계획에서 도입 시기가 아닌 수단이므로 현재 이행률을 0으로 가정하였음.
- 농업부문 기후변화 대응센터로 인해 저탄소 영농법 보급이 늘어나서 장기 온실가스 감축 목표를 달성한다고 가정하면, 현재 이행 추세가 계속될 때 목표에 미달하는 수준과 감축 목표 사이의 온실가스 감축량 차이를 추가 편익으로 볼 수 있음. 추가 온실가스 감축량의 가치를 화폐로 환산하기 위하여 2020년 기준 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업의 탄소상쇄 가격인 1만 원/톤CO₂eq를 적용함.
- 센터 운영 26년 차까지 논물관리 편익은 162억 9,100만 원, 가축분뇨 및 사료관리 편익은 557억 6,300만 원, 신재생 및 에너지절감 시설 보급 편익은 287억 8,900만 원으로 산정됨.

〈표 10-15〉 감축수단별 예상 미달 온실가스 감축량

단위: 천톤CO₂eq

구분		2025	2030	2040	2050
논물관리	간단관개	7.59	18.69	19.07	16.83
	논물얹게대기	25.80	47.88	47.13	46.81
가축분뇨 및 사료관리	에너지화시설	6.08	9.13	8.62	12.17
	자원화시설	108.94	119.00	95.54	90.51
	양질조사료	54.83	62.57	59.29	65.91
	저메탄사료	21.41	43.36	43.37	51.39
신재생 및 에너지절감 시설 보급	지열히트펌프	0.99	-	-	-
	목재펠릿보일러	85.40	86.14	-	-
	순환식수막보온	95.31	126.59	75.07	44.47

주 1) '-'로 표시된 부분은 이행실적이 추후 목표에 도달하는 것으로 예상되는 감축수단임.

2) 2020년 기준으로 이행 의무가 없는 논물얹게대기, 저메탄사료 보급은 목표 감축량 전체를 편익으로 산정.

자료: 간단관개 이행실적치는 농림축산식품부 재생에너지팀 내부자료(2020), 가축분뇨 에너지 및 자원화시설 수는 농림축산식품부 축산환경자원과(2019), 김현중 외(2019) 재인용, 양질조사료 보급량은 2010~2014년도 자료는 농촌진흥청(2020) "조사료 생산 이용현황," 2015~2019년도 자료는 농림축산식품부 재생에너지팀 내부자료(2020), 지열히트펌프와 목재펠릿보일러 보급 면적은 농림축산식품부(각 연도) 「시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적」, 순환식수막보온 보급 면적은 농림축산식품부 원예경영과 내부자료(2020) "농업에너지이용효율화사업 지원 실적"을 참조하여 연구진 산정.

○ 첨단인프라 임대 수입은 다음과 같이 산정함.

- 2020.10.8.~12.8. 국립대학교 농대 재직 교수(농경제, 지역개발, 산림 전공 제외)를 대상으로 SPAR, 인공기상동, 이상기후동에서 발생하는 월 에너지 비용과 유지보수비용을 임대료로 책정할 때 이용 희망 수요를 온라인으로 조사함. 조사대상 629명 중 총 83명이 응답함.
- 월 에너지 비용과 유지보수비용을 임대료로 책정(SPAR 1기 월 임대료: 900만 원, 인공기상동 1실 월 임대료: 533만 원, 이상기상동 1대 월 임대료: 2,770만 원)할 때, 시설별로 각 13명, 23명, 13명이 사용 의향이 있다고 밝혀 실제 첨단인프라로 설치하려는 시설 수보다 많은 사용 의향이 조사됨. 각 시설 유지관리를 위한 에너지 비용과 유지보수비용을 최저 임대료로 가정하고 연 12개월 전 시설이 모두 임대가 된다고 가정하였음.
- 그 결과 26년간 발생하는 첨단인프라 임대료 수입은 SPAR 286억 9,900만 원, 인공기상동 169억 9,600만 원, 이상기후동 785억 1,500만 원으로 추정됨.

○ 대국민 홍보관 입장료 수입은 다음과 같이 계측함.

- 2006년 폐지된 국립공원 성인 1인 입장료인 1,600원을 대국민 홍보관 입장료 단가로 가정함. 예상 방문객 수는 유사하게 운영되고 있는 ‘원주 기후변화대응교육연구센터’ 내 기후변화홍보관의 최근 3개년 방문객 수 평균치(61,251명)를 적용함(원주 기후변화대응교육연구센터 전화문의 결과).
- 홍보관 개관 이후 26년간 발생하는 총 입장료 수입은 25억 4,800만 원으로 산정됨.

〈표 10-16〉 원주 기후변화대응교육연구센터 기후변화홍보관 최근 3년 방문객 수

연도	2017	2018	2019	평균
방문객 수 (명)	55,509	63,164	65,081	61,251

자료: 원주 기후변화대응교육연구센터 내부자료.

〈표 10-17〉 편익 산출 결과(종합)

단위: 백만 원

연차	기후변화적응편익		온실가스 감축편익		에너지	SPAR	첨단인프라 임대료		대국민 홍보관	합계
	기후변화 대응정보 WTP	논물관리	기후분노 및 시료관리	가축분뇨 및 시료관리			인공기상동	이상기후동		
운영 1년차	12,183	334	1,913	1,817	972	576	2,659	98	20,552	
운영 2년차	12,183	402	1,993	1,864	982	581	2,686	98	20,789	
운영 3년차	12,183	470	2,074	1,918	992	587	2,713	98	21,034	
운영 4년차	12,183	538	2,160	1,979	1,001	593	2,740	98	21,293	
운영 5년차	12,183	603	2,259	2,052	1,011	599	2,767	98	21,573	
운영 6년차	12,183	666	2,340	2,127	1,022	605	2,795	98	21,836	
운영 7년차	12,183	701	2,315	1,876	1,032	611	2,823	98	21,638	
운영 8년차	12,183	699	2,278	1,633	1,042	617	2,851	98	21,401	
운영 9년차	12,183	693	2,241	1,399	1,053	623	2,880	98	21,170	
운영 10년차	12,183	687	2,221	1,174	1,063	630	2,908	98	20,964	
운영 11년차	12,183	682	2,201	987	1,074	636	2,937	98	20,798	
운영 12년차	12,183	678	2,164	936	1,084	642	2,967	98	20,752	
운영 13년차	12,183	673	2,144	888	1,095	649	2,996	98	20,726	
운영 14년차	12,183	669	2,107	840	1,106	655	3,026	98	20,686	
운영 15년차	12,183	665	2,088	795	1,117	662	3,057	98	20,665	
운영 16년차	12,183	662	2,068	751	1,128	668	3,087	98	20,646	
운영 17년차	12,183	659	2,080	716	1,140	675	3,118	98	20,668	
운영 18년차	12,183	656	2,086	682	1,151	682	3,149	98	20,687	
운영 19년차	12,183	653	2,059	650	1,163	689	3,181	98	20,675	
운영 20년차	12,183	650	2,071	618	1,174	695	3,213	98	20,702	
운영 21년차	12,183	648	2,082	587	1,186	702	3,245	98	20,732	
운영 22년차	12,183	645	2,094	557	1,198	709	3,277	98	20,762	
운영 23년차	12,183	643	2,174	528	1,210	717	3,310	98	20,863	
운영 24년차	12,183	641	2,168	499	1,222	724	3,343	98	20,878	
운영 25년차	12,183	638	2,184	472	1,234	731	3,376	98	20,917	
운영 26년차	12,183	636	2,200	445	1,247	738	3,410	98	20,957	
합계	316,760	16,291	55,763	28,789	28,699	16,996	78,515	2,548	544,362	

자료: 연구진 작성.

2.3. 시나리오별 비용-편익 비교

○ 4가지 시나리오에 대하여 비용/편익 분석을 실시하였음.

- 비용 부문에서는 도농업기술원에 지원될 과제비를 각 9억 원으로 산정할 경우와 13억 원으로 산정할 경우를 나누었음.
- 편익 부문에서는 온실가스 감축편익 중 가축분뇨 및 사료관리와 같은 저탄소 축산 기술을 포함하는지 아닌지에 따라 구별함.
- 각 시나리오 별 비용-편익 분석 결과는 아래 <표 10-18>와 같음.

<표 10-18> 시나리오별 비용-편익 비율 비교

단위: 백만 원

도농업기술원 별 과제 국비 지원액	저탄소 축산 포함 여부	현재가치 기준 편익 및 비용 산출		
		총 편익	총 비용	B/C
각 9억 원	포함	총 편익	266,527	B/C = 1.07
		총 비용	248,450	
	미포함	총 편익	234,854	B/C = 0.95
		총 비용	248,450	
각 13억 원	포함	총 편익	266,527	B/C = 0.90
		총 비용	296,232	
	미포함	총 편익	234,854	B/C = 0.79
		총 비용	296,232	

자료: 연구진 작성.

3. 경제적 파급효과

3.1. 파급효과 분석 개요

○ 산업연관표는 한국은행에서 제공하는 2015년 산업연관표를 기준으로 연장한 2018년 산업연관표 중분류를 사용하였음.

- 세세한 분류가 가능한 사업의 경우에는 소분류를 사용하는 것이 더 적절하나, 비용과 편익 중에서 세세하게 구분하기 어려운 항목이 있어(예시: SPAR, 인공 기상동에 들어가는 복잡한 기계 장비의 최종수요 변화 등) 소분류보다 중분류를 사용하는 것이 적절한 것으로

로 판단되었고, 세세한 구분이 가능한 경우에는 소분류를 고려하여 산업부문을 분류함.

- 또한, 비용, 편익과 이로 인한 생산유발효과 및 부가가치유발효과는 2021년을 기준으로, '예비타당성조사 수행 총괄지침'에서 제시하는 4.5%의 할인율을 적용하여 현재가치화 실시함.

〈표 10-19〉 산업연관분석을 위한 산업부문 분류

산업부문 분류	중분류
농림수산물	작물(01) ~ 농림어업서비스(05)
광산품	석탄, 원유 및 천연가스(06) ~ 금속 및 비금속광물(07)
제조업	식료품(08) ~ 제조임가공 및 산업용 장비 수리(44)
전력, 가스 및 수도	전력 및 신재생에너지(45) ~ 폐기물 및 자원재활용서비스(49)
건설	건물건설 및 건축보수(50) ~ 토목건설(51)
도소매	도소매 및 상품중개서비스(052)
운수 및 보관	육상운송서비스(53) ~ 우편 및 소화물전문운송 서비스(57)
음식점 및 숙박	음식점 및 숙박서비스(58)
통신 및 방송	통신서비스(59) ~ 영상, 오디오물 제작 및 배급(64)
금융 및 보험	금융서비스(65) ~ 금융 및 보험 보조서비스(67)
부동산 및 사업서비스	주거서비스(68) ~ 사업지원서비스(74)
공공행정 및 국방	공공행정 국방, 및 사회보장(75)
교육 및 보건	교육서비스(76) ~ 의료 및 보건(77)
사회 및 기타 서비스	사회복지서비스(78) ~ 기타(83)

3.2. 비용 및 편익으로 인한 최종수요 변화

○ 건설비 및 장비비 투입은 사업기간 동안 총 835억 원의 최종수요 증가를 발생시킬 것으로 추정됨.

- 토지보상비는 이전소득이므로 최종수요를 증가시키지 않는 것으로 가정하고, 예비비 또한 최종수요를 증가시킨다고 볼 수 없으므로, 경제적 파급효과 분석에서 제외
- 1년차에 사용되는 토지보상비가 최종수요 증가분에서 제외되었기 때문에, 1년차의 최종수요 증가분은 발생하지 않음.
- 2년차에는 설계비가 투입되는데 이는 소분류 상 건축서비스 부문에 속하므로 과학기술 및 기타 전문서비스(중분류 72)의 최종수요를 증가시킴.
- 공사비는 소분류로는 비주거용 건물 부문의 최종수요를 증가시키므로 건물건설 및 건축보수(중분류 50)의 최종수요를 증가시킴.
- 기후데이터부의 장비는 컴퓨터 및 주변기기 부문(중분류 34)에 속하고, SPAR, 인공기상

동, 이상기후동의 장비는 정밀기기 부문(중분류 36)의 최종수요를 증가시키며, 정책지원 부의 장비는 가구의 최종수요를 증가시키므로, 제조업 부문의 최종수요를 증가함.

- 최종적으로 사업 비용의 투입은 제조업, 건설업, 부동산 및 사업서비스 부문의 최종수요를 증가시키는 것으로 분석됨.

〈표 10-20〉 건설비 및 장비비 투입으로 인한 최종수요 증가

단위: 백만 원

산업부문 분류	1년차	2년차	3년차	4년차	총계
농림수산물	0	0	0	0	0
광산물	0	0	0	0	0
제조업	0	0	0	15,622	15,622
전력, 가스 및 수도	0	0	0	0	0
건설	0	0	32,242	29,459	61,700
도소매	0	0	0	0	0
운수 및 보관	0	0	0	0	0
음식점 및 숙박	0	0	0	0	0
통신 및 방송	0	0	0	0	0
금융 및 보험	0	0	0	0	0
부동산 및 사업서비스	0	3,410	1,406	1,346	6,163
공공행정 및 국방	0	0	0	0	0
교육 및 보건	0	0	0	0	0
사회 및 기타 서비스	0	0	0	0	0
계	0	3,410	33,648	46,426	83,485

○ 유지관리비 및 과제비는 사업 완료 후 운영기간 동안 총 2,239억 원의 최종수요를 증가시키는 것으로 추정됨.

- 유지관리비는 시설 유지관리를 위한 인건비와 전기세 등의 운영비로 구성됨.
- 유지관리비의 인건비는 정책지원부, 기후데이터부, SPAR, 인공기상동, 이상기후동의 역할에 맞추어, 중분류를 기준으로 하였을 때, 연구개발(중분류 70), 소프트웨어 개발 및 기타 IT서비스(중분류 62), 과학기술 및 기타 전문서비스(중분류 72), 문화 및 여행 관련 서비스 부문(중분류 79)의 최종수요가 증가한다고 가정함.
- 운영비는 홍보 비용, 전기세 등을 고려하여 전력 및 신재생에너지(중분류 45), 과학기술 및 기타 전문서비스(중분류 72) 등의 부문에서 최종수요 증가를 발생시킨다고 가정함.
- 과제비는 국가통계포털(2019)에서 제공하는 ‘사용연구개발비의 연구개발 주체별·재원별·비목별 연구개발단계별 현황’에서 공공연구기관의 경상비 부문의 비목 구분을 이용하

여, 과제비를 분류⁵⁸⁾)

- 운영비는 매년 국비와 도비를 합쳐 15억 원이 투입된다고 가정하여 비용편익분석 시 투입되는 과제비보다 더 큰 금액이 투입됨.
- 과제비는 인건비와 운영비로 구분되는데, 인건비는 2014년부터 2018년까지 인건비 비중의 평균인 0.36을 구하여 계산함.
- 과제비 중 운영비는 국가통계포털(2019)에 따르면, 원재료비, 직접경비, 간접경비로 구성되었으며, 이는 원료비, 재료비, 부품구입비, 데이터처리비, 유인물비, 학회활동비, 공공요금, 광열비, 연구행정관리비, 기술정보비, 지원 서비스(경비원, 운전기사, 청소원 등) 등 다양한 산업부문을 포함함.
- 과제비 중 운영비는 '사용연구개발비의 연구개발 주체별·재원별·비목별 연구개발단계별 현황'에서 인건비를 제외한 기타 경상비가 차지하는 0.64의 비중을 이용하였으나, 원재료비, 직접경비, 간접경비 등 자세한 비목에 대한 정보를 얻을 수 없어 산업연관표의 총거래표를 참조하여, 연구개발(중분류 70)에 각 산업부문이 투입되는 비중을 고려하여 최종 수요 증가분을 추정함.
- 교육비는 교육인원, 교육일수 등을 고려하여 연간 4,880만 원이 투입되며, 이는 교육 서비스 부문의 최종수요 증가가 발생함.

⁵⁸⁾ 연구개발비 항목은 경상비와 자본적 지출로 구분이 되는데, 자본적 지출은 기계, 장비, 토지, 건물 등 고정자산의 내용연수 연장을 위한 비용 혹은 수선비를 포함하는데, 이는 과제비가 아닌 유지관리비 부문에서 고려가 되었으므로, 과제비에서는 경상비 부문에서의 최종수요 증가만을 다루었으며, 2014년부터 2018년까지 5개년 평균을 이용함.

〈표 10-21〉 유지관리비 및 과제비 투입으로 인한 최종수요 증가

단위: 백만 원

산업부문 분류	유지관리비	과제비	교육비	총계
농림수산물	0	537	0	537
광산품	0	80	0	80
제조업	0	51,054	0	51,054
전력, 가스 및 수도	8,301	6,561	0	14,863
건설	0	1,359	0	1,359
도소매	0	6,354	0	6,354
운수 및 보관	0	1,260	0	1,260
음식점 및 숙박	0	8,959	0	8,959
통신 및 방송	3,437	8,607	0	12,044
금융 및 보험	0	1,465	0	1,465
부동산 및 사업서비스	20,643	93,242	0	113,884
공공행정 및 국방	0	0	0	0
교육 및 보건	0	947	5,578	6,526
사회 및 기타 서비스	3,023	2,474	0	5,497
계	35,403	182,900	5,578	223,881

○ 운영기간 동안 편익으로 인해 발생하는 최종수요의 증가분을 2021년 기준으로 현재가치화 하면, 약 1,768억 원으로 추정됨.

- 발생하는 편익 중 기후변화 대응정보 사용으로 발생하는 농가 소득증가, 온실가스 감축으로 발생하는 농가 소득증가가 최종수요 증가를 발생시킴.
- 온실가스 감축량 발생으로 인한 탄소저감액이 정부의 정책 등으로 농가의 소득으로 모두 이전된다고 가정함.
- 농가경제조사(2019)에 따르면, 농가의 소득 대비 지출은 약 0.858로 나타났기에 소득 증가분에 이를 반영하여 농가의 최종수요 증가분을 계산함.⁵⁹⁾
- 운영기간 동안 발생하는 편익 중, 홍보관 입장료 및 첨단인프라 임대료로 발생하는 수익은 유지관리비에 사용되기 때문에, 최종수요 증가분에 포함하면 중복 집계 발생하므로 최종수요 증가분 추정에서는 제외함.
- 이러한 이유로 최종수요 증가분은 비용편익분석 시의 편익에 비하여 감소함.

⁵⁹⁾ 농가소득에서 가계지출이 차지하는 비중을 구한 값임.

〈표 10-22〉 편익 발생으로 인한 최종수요 증가

단위: 백만원

산업부문 분류	기후변화 적응	온실가스 감축	총계
농림수산물	2,629	872	3,501
광산업	2	1	3
제조업	29,902	9,916	39,818
전력, 가스 및 수도	3,197	1,060	4,257
건설	0	0	0
도소매	12,913	4,282	17,195
운수 및 보관	4,314	1,431	5,745
음식점 및 숙박	14,661	4,862	19,523
통신 및 방송	5,104	1,693	6,797
금융 및 보험	10,745	3,563	14,308
부동산 및 사업서비스	20,236	6,711	26,947
공공행정 및 국방	353	117	470
교육 및 보건	14,161	4,696	18,857
사회 및 기타 서비스	14,552	4,826	19,378
계	132,768	44,030	176,798

3.3. 비용 투입 및 편익 발생으로 인한 경제적 파급효과

○ 사업 비용 투입의 생산유발효과는 약 1,649억 원, 부가가치유발효과는 약 672억 원으로 추산됨.

- 제조업, 건설업, 부동산 및 사업서비스에서 많은 생산유발효과가 발생함.
- 제조업은 건축에 필요한 자재와 연구 시설에 필요한 장비를 생산하기 때문에, 생산유발효과가 크게 발생함.
- 전체 건설비용과 비교했을 때는, 큰 부분을 차지하는 토지비와 예비비를 제외했기 때문에, 전체 건설비용이 발생시킬 수 있는 생산유발효과 및 부가가치효과보다는 적은 유발효과가 발생함.
- 생산유발효과는 최종수요 증가분인 835억 원과 비교했을 때, 투입 비용 1억 원당 1.97억 원의 생산유발효과를 발생시켰으며, 이는 생산유발계수가 높은 건설업 부문에 비용이 많이 투입되었기 때문에 상대적으로 큰 유발효과가 발생한 것으로 파악됨.
- 부가가치유발효과 또한 건설비 투입과 장비비 투입이 많은 건설업 부문과 제조업 부문에서 크게 발생함.

○ 사업 비용 투입의 취업유발효과는 총 1,084명으로 나타났으며, 고용유발효과는 828명으로 추정되었음.

- 취업유발효과는 비용 투입이 가장 많은 건설업에서 가장 크게 발생하였으며, 뒤이어 제조업, 부동산 및 사업서비스에서 크게 발생할 것으로 추정됨.
- 고용유발효과도 취업유발효과와 비슷한 형태 건설업 부문과 제조업 부문에서 고용유발효과가 많이 발생함.

〈표 10-23〉 사업 비용 투입의 경제적 파급효과

단위: 백만원, 명

산업부문 분류	생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발
농림수산물	542	226	9	1
광산품	555	247	2	2
제조업	62,996	19,187	198	172
전력, 가스 및 수도	2,852	869	6	5
건설	61,872	26,737	487	378
도소매	5,675	3,054	81	49
운수 및 보관	3,959	1,569	52	29
음식점 및 숙박	1,906	638	27	15
통신 및 방송	1,901	919	9	8
금융 및 보험	2,889	1,758	12	11
부동산 및 사업서비스	18,375	11,299	183	145
공공행정 및 국방	83	82	1	1
교육 및 보건	337	234	4	3
사회 및 기타 서비스	941	431	15	9
총계	164,882	67,247	1,084	828

○ 유지관리비 및 과제비 투입의 생산유발효과는 약 3,921억 원으로 추산되며, 부가가치유발효과는 1,782억 원으로 계산됨.

- 생산유발효과는 부동산 및 사업서비스 부문에서 가장 크게 나타났는데, 이는 연구개발, IT 서비스, 과학 기술 서비스 등 연구단지의 연구개발 및 정책지원 부문에 관련된 산업부문이 부동산 및 사업서비스 부문에 속했기 때문임.
- 이외에 연구에 필요한 원재료, 비료 등을 공급하는 제조업과 연구에 필요한 전력, 수도를 공급하는 전력, 가스 및 수도 부문에서 생산유발효과가 크게 발생함
- 생산유발효과는 투입된 비용 2,239억 원과 비교했을 시, 1억 원 당 1.75억 원으로 상대적으로 낮은 생산유발효과를 지니는데, 이는 생산유발효과가 큰 건설업 부문 등에 대한 비

용 투입이 적기 때문임.

- 부가가치유발효과 또한 부동산 및 사업서비스 부문에서 가장 크게 나타났으며, 두 번째로 큰 부가가치유발효과가 발생한 제조업과는 격차가 크게 발생함.
- 이는, 서비스업 부문의 부가가치유발계수가 제조업에서의 부가가치유발계수보다 크기 때문으로 파악됨.

○ 유지관리비 및 과제비 투입의 취업유발효과는 총 4,821명으로 나타났으며, 고용유발효과는 3,725명으로 추정되었음.⁶⁰⁾

- 취업유발효과는 생산유발효과 및 부가가치유발효과와 마찬가지로 비용 투입이 많은 부동산 및 사업서비스 부문과 제조업 부문에서 발생함.
- 고용유발효과도 취업유발효과와 비슷한 형태로 건설업 부동산 및 사업서비스 부문과 제조업 부문에서 고용유발효과가 많이 발생함.

〈표 10-24〉 유지관리비 및 과제비 투입으로 인한 경제적 파급효과

단위: 백만 원, 명

산업부문 분류	생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발
농림수산물	4,372	2,095	158	15
광산품	242	85	4	4
제조업	123,998	36,773	615	530
전력, 가스 및 수도	26,746	7,902	66	61
건설	2,432	1,063	34	26
도소매	18,684	10,040	469	282
운수 및 보관	9,473	3,713	217	124
음식점 및 숙박	17,026	5,787	416	230
통신 및 방송	22,860	12,805	231	205
금융 및 보험	7,428	4,893	55	52
부동산 및 사업서비스	141,842	83,311	2,120	1,891
공공행정 및 국방	402	332	7	7
교육 및 보건	7,473	5,173	177	142
사회 및 기타 서비스	9,156	4,204	255	158
총계	392,133	178,177	4,821	3,725

60) 연구단지 기본계획에 고용인원이 제시되어 있으나, 이를 취업유발효과 혹은 고용유발효과에 더해주면 중복집계가 발생하므로, 고용인원을 추가적으로 더해주지는 않음.

○ 편익 발생으로 인해서 운영기간 동안 생산유발효과는 약 3,201억 원이 발생하며, 부가가치 유발효과는 약 1,442억이 발생하는 것으로 추정됨.

- 제조업, 건설업, 부동산 및 사업서비스에서 많은 생산유발효과가 발생함. 제조업은 건축에 필요한 자재와 연구 시설에 필요한 장비를 생산하기 때문에, 생산유발효과가 크게 발생함.
- 생산유발효과는 발생한 편익으로 인한 최종수요 증가분인 1,768억 원과 비교했을 때, 1억 원당 1.81억 원 수준으로 추정됨.
- 건설비 및 장비비 투입으로 인한 생산유발효과보다는 작는데, 이는 생산유발계수가 큰 건설업 부문의 최종수요 증가분이 작아서 발생하는 현상임

○ 편익 발생으로 인해서 운영기간 동안 취업유발효과는 약 4,515명이 발생하며, 고용유발효과는 약 2,890명이 발생하는 것으로 추정됨.

- 도소매업, 사회 및 기타서비스업, 음식점 및 숙박업, 제조업, 농림수산업 등에서 취업유발효과가 크게 발생함.
- 고용유발효과도 비슷하게 도소매업, 사회 및 기타서비스업, 음식점 및 숙박업, 제조업 등에서 유발효과가 큰 것으로 추정됨.
- 유지관리비 및 과제비 투입으로 발생하는 취업유발효과와 고용유발효과를 편익으로 인해 발생하는 효과와 비교했을 때, 편익으로 인해 발생하는 취업유발효과가 더 크지만, 고용유발효과는 유지관리비 및 과제비 투입으로 발생하는 효과가 더 큼.
- 이는 편익 발생으로 농가의 소득이 증가하면, 취업유발계수가 높은 농림수산물 부문의 취업자 수가 증가하기 때문이며, 반면, 고용유발효과는 자가 노동의 비중이 높은 농림수산 부문의 특성상, 고용유발효과가 적게 발생하기 때문임.

〈표 10-25〉 편익 발생으로 인한 경제적 파급효과

단위: 백만원, 명

산업부문 분류	생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발
농림수산물	11,205	5,911	472	38
광산품	98	14	1	1
제조업	97,767	26,131	503	423
전력, 가스 및 수도	11,415	3,532	37	34
건설	1,730	738	24	18
도소매	29,837	16,056	741	444
운수 및 보관	12,921	5,081	298	164
음식점 및 숙박	25,623	8,658	616	341
통신 및 방송	13,879	6,947	112	99
금융 및 보험	26,285	15,213	205	193
부동산 및 사업서비스	47,100	31,920	371	299
공공행정 및 국방	660	510	11	11
교육 및 보건	19,642	12,439	412	342
사회 및 기타 서비스	21,973	11,021	713	483
총계	320,135	144,171	4,515	2,890

3.4. 사업기간 및 운영기간의 총 경제적 파급효과

○ 30년간 발생하는 총 생산유발효과는 약 8,772억 원이며, 부가가치유발효과는 3,896억 원으로 나타남.

- 운영기간 동안 발생하는 생산유발효과는 7,123억 원으로 사업기간 동안 발생하는 1,648억 원의 약 4.32배로 추정됨.
- 사업기간 동안 발생하는 생산유발효과가 운영기간 동안 발생하는 생산유발효과보다 큰 사업부문은 건설업과 광업인데, 이는 건설비 투입이 사업기간 동안 많이 발생하며, 그로 인하여 생산유발효과가 건설업과 건설업에 투입되는 광업 부문에 생산유발효과를 가져오기 때문임.
- 반면, 타 부문은 모두 운영기간에서의 생산유발효과가 크며, 제조업의 경우에는 사업기간 동안에도 건설업 파급효과로 인하여 건설 재료를 생산하기에 생산유발효과가 크게 나타났으나, 운영기간에도 꾸준히 수요가 발생하므로 운영기간에서 생산유발효과가 크게 발생함.
- 부가가치유발효과는 사업기간 동안 약 672억이 발생하였으며, 운영기간 동안은 약 4,79배인 3,223억 원의 부가가치유발효과가 발생함.

- 사업기간 대비 운영기간의 생산유발효과는 4.32배로 나타났으나, 사업기간 대비 운영기간의 부가가치유발효과는 4.79배로 나타나는데, 이는 부가가치유발효과가 큰 서비스업 부문에 유지관리비 및 과제비가 많이 투입되었기 때문이다.

〈표 10-26〉 사업기간 및 운영기간 동안 발생하는 총 생산유발효과와 부가가치유발효과

단위: 백만 원

산업부문 분류	사업기간		운영기간		총계	
	생산유발	부가가치유발	생산유발	부가가치유발	생산유발	부가가치유발
농림수산물	542	226	15,577	8,006	16,119	8,232
광산품	555	247	340	99	895	346
제조업	62,996	19,187	221,765	62,904	284,761	82,091
전력, 가스 및 수도	2,852	869	38,161	11,434	41,013	12,303
건설	61,872	26,737	4,162	1,801	66,034	28,538
도소매	5,675	3,054	48,521	26,096	54,196	29,150
운수 및 보관	3,959	1,569	22,394	8,794	26,353	10,363
음식점 및 숙박	1,906	638	42,649	14,445	44,555	15,083
통신 및 방송	1,901	919	36,739	19,752	38,640	20,671
금융 및 보험	2,889	1,758	33,713	20,106	36,602	21,864
부동산 및 사업서비스	18,375	11,299	188,942	115,231	207,317	126,530
공공행정 및 국방	83	82	1,062	842	1,145	924
교육 및 보건	337	234	27,115	17,612	27,452	17,846
사회 및 기타 서비스	941	431	31,129	15,225	32,070	15,656
총계	164,882	67,247	712,268	322,348	877,150	389,595

- 30년간 발생하는 총 취업유발효과는 10,420명이며, 고용유발효과는 7,443명으로 추정됨.
 - 운영기간 동안 발생하는 취업유발효과는 9,336명이고, 사업기간 동안 발생하는 취업유발효과는 1,084명으로 운영기간 동안 사업기간의 약 8.61배의 취업유발효과가 발생함.
 - 이는 운영기간에서 10억 원 당 취업유발계수가 큰 농림수산업 부문에 최종수요 증가가 크게 나타났기 때문이다.
 - 고용유발효과는 사업기간 동안 828명이고, 운영기간 동안은 6,615명으로 운영기간이 사업기간의 7.98배의 효과를 가진 것으로 추정됨.
 - 사업기간 동안 건설업 부문에서의 취업유발효과와 고용유발효과가 운영기간의 효과보다 크게 나타났는데, 이는 사업기간에 건설비 투입이 주로 일어났으며, 운영기간의 최종수요 증가분을 추정할 때 사용한 민간 부문의 최종수요와 연구개발 부문의 투입비 구성을 고려했을 때, 운영기간 동안 건설업 부문의 최종수요 증가분이 사업기간보다 적었기 때문이다.

- 반면, 나머지 산업부문에서는 운영기간의 효과가 사업기간 동안의 효과보다 모두 크게 나타남.
- 본 연구에서 다루고 있는 기후변화 연구단지의 고용 효과는 기술의 발전과 관계된 산업 부문이 있어, 기존의 고용의 질 점수를 이용하기에는 한계가 있음.
- 고용의 질 개선효과는 기존 연구 결과에 따른 고용의 질 점수를 가중치로 이용하는 경우가 많음.
 - 하지만 기후변화 연구단지에서의 연구 결과의 보급으로 인해 농림수산업, 제조업 등 여러 부문의 기술 특성이 바뀌게 되면, 고용의 질을 구성하는 ‘건강 및 안전’, ‘훈련 및 교육’ 등의 항목이 기존과는 바뀔 수 있어, 본 연구에서는 양적 증가만 고려함.

4. 정책적 타당성 조사⁶¹⁾

4.1. 정책의 일관성 및 추진 의지

- 기후변화 대응기술의 개발-실증-보급을 통한 농업 기술의 향상이라는 동 사업의 목적과 주요 내용은 열거한 상위계획들의 주요 목적 및 추진전략의 내용과 부합되는 것으로 판단됨.
- 동 사업은 농업분야의 기후변화대응체계 구축사업의 일환임. 따라서 ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(2020)’에 따라 과학기술기본계획(필수계획)과 8개의 중장기 계획(선택군 계획: 농림수산식품분야 기후변화 대응 기본계획, 제2차 국가 기후변화 대응 기본계획, 제2차 국가 기후변화 적응대책, 제3차 녹색성장 5개년 계획, 제3차 지속가능발전 기본계획, 기후변화대응 농업기술개발 2단계 중장기계획, 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획 등)을 상위계획으로 설정하여 상위계획과의 부합성을 검토함.
 - 제4차 과학기술기본계획에 동 사업 관련 기술을 명시하고 있어 필수계획과의 부합성이 높으며, 선택군 계획으로 제시된 중장기계획들에서도 동 사업의 관련 기술 내용을 개별적으로 명시하고 있음.

61) 정책적 타당성은 경상대학교 식품자원경제학과 김태영 교수께 원고 위탁하여 수행되었음.

〈표 10-27〉 사업기간 및 운영기간 동안 발생하는 총 취업유발효과와 고용유발효과

단위: 명

산업부문 분류	사업기간		운영기간		총계	
	취업유발	고용유발	취업유발	고용유발	취업유발	고용유발
농림수산물	9	1	630	53	639	54
광산품	2	2	5	5	7	7
제조업	198	172	1,118	953	1,316	1,125
전력, 가스 및 수도	6	5	103	95	109	100
건설	487	378	58	44	545	422
도소매	81	49	1,210	726	1,291	775
운수 및 보관	52	29	515	288	567	317
음식점 및 숙박	27	15	1,032	571	1,059	586
통신 및 방송	9	8	343	304	352	312
금융 및 보험	12	11	260	245	272	256
부동산 및 사업서비스	183	145	2,491	2,190	2,674	2,335
공공행정 및 국방	1	1	18	18	19	19
교육 및 보건	4	3	589	484	593	487
사회 및 기타 서비스	15	9	968	641	983	650
총계	1,084	828	9,336	6,615	10,420	7,443

○ 구체적으로 개별적인 상위계획과의 부합성을 보면 다음 〈표 10-28〉과 같음.

〈표 10-28〉 상위계획과의 부합성 정도 판단

상위계획	관련 내용	부합성 평가
제4차 과학기술기본계획 (2018~2022)	•기후변화에 따른 국가적 대응역량을 제고하기 위해 지속가능한 농수산물 생산 기반을 구축하고, 산림분야 적응기술을 개발	부합성 높음
농림수산물분야 기후변화 대응 기본계획 (2011 ~ 2020)	• 저탄소 농법을 개발·보급, 에너지 절감시설 보급, 신재생에너지 시설도 확대 등 • 기후변화 예측 능력을 강화, 기후변화 적응 품종 개발 • (가칭)농림수산물 기후변화대응센터 신설	부합성 높음
제2차 기후변화대응 기본계획 (2020년~2040년)	•농어촌지역 저탄소 인프라 구축 및 활용 확대 •기후변화 기인 고온, 병해충, 질병 등에 대한 적응과 저항성이 강한 작물 품종개발 등	부합성 높음
제2차 국가 기후변화 적응대책 (2016~2020)	•재해경감 및 안정적 생산 기반 마련 •기후변화 적응형 작물재배시설 및 재배시스템 개발	부합성 높음
제3차 녹색성장 5개년 계획 (2019~2023)	•스마트팜 등 농어촌지역 저탄소 인프라 구축 및 활용확대	부합성 보통
제3차 지속가능발전 기본계획 (2016~2035)	•ICT 기반 작목별 생육단계별 최적 환경설정 모델 개발 등 •사물인터넷 및 빅데이터 활용모델 개발의 경우시설농업 ICT 융복합 운영활성화 모델 개발, 스마트팜 측정 빅데이터 활용모델 개발 등	부합성 보통
기후변화대응 농업기술개발 2단계 중장기계획 (2014~2023)	•선제적 생산성 변동 예측 강화 •기후적응형 신농법 창출 •이상기상 피해 방지 강화 및 저탄소 농업실현	부합성 높음
제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획 (2018~2027)	•농업부문 생산성 변동예측 및 평가기술 개발 •기후적응형 농·축산 재배·사양기술 개발 •이상기상 피해방지 강화 기술 개발, 저탄소 농업 실현 기술 개발	부합성 높음
한국판 뉴딜 종합계획 (2020~2025)	•그린 뉴딜 사업은 "탄소중립(Net-zero)을 향한 경제·사회의 녹색전환을 통해, 사람·환경·성장이 조화를 이루며 국제사회에 책임을 다하는 그린선도 국가"를 지향하고 있음. •(인프라) 생활환경 녹색전환으로 기후·환경위기 대응 안전망 공고화 •(에너지) 저탄소·분산형 에너지 확산, 전환 과정에서 소외된 계층·지역 보호 •(녹색산업) 혁신적 녹색산업 기반을 마련하여 저탄소 산업생태계 구축	부합성 높음

자료: 연구진 작성.

4.2. AHP를 활용한 사업의 종합판단⁶²⁾

4.2.1. AHP 분석의 개요

○ AHP 분석의 최종 목표는 공공성 평가와 수익성 평가의 분석결과를 종합하여 사업의 시행 여부를 판단하는 것임. 공공기관 예타에서는 여러 가지 평가 기준을 바탕으로 여러 평가자들을 대상으로 사업의 종합적 판단을 하기 위해 다기준분석(multi-criteria analysis) 방법론의 하나인 분석적 계층화법(Analytic Hierarchy Process: AHP)을 적용함.

○ KDI 공공투자관리센터(2018)의 AHP 기법의 절차는 아래와 같음.

- 평가대상 사업의 개념화(conceptualizing)
- 평가기준 확정 및 계층구조 설정(structuring)
- 평가기준의 가중치 측정(weighting)
- 대안 간 선호도 측정(scoring)
- 종합점수 산정(synthesizing)
- 환류과정(feedback)
- 종합판단 및 정책제언 도출(concluding)

4.2.2. 평가대안

○ 공공기관 예타에 있어 AHP 분석의 주안점은 사업의 시행·미시행 여부의 판단에 있음(KDI 공공투자관리센터, 2018).

- 우선적으로 여러 분석시나리오 가운데 최적 안을 선정한 다음, 최적 분석 안을 기준으로 AHP구조의 최하위 계층에 사업 시행 대안과 사업 미시행 대안을 놓아 어떤 대안이 더 적절한가를 평가하여 사업의 시행 여부를 판단하는 접근방법을 취하게 됨.
- 연구자는 최적 안을 선정하고, 선정 사유를 보고서에 자세히 기술하며, 사업의 최적 안 사례는 아래 <표 10-29>와 같음.

⁶²⁾ AHP를 활용한 사업의 종합판단은 KDI 공공투자관리센터(2018)의 「2018년도 공공기관 사업 예비타당성조사 연구보고서」의 “공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제2판)”의 서술방식을 따름.

〈표 10-29〉 사업의 최적안 사례

항목	AHP 최적대안				
사업 위치					
사업내용	부지면적	㎡	건축 연면적	㎡	
총사업비					
경제성분석	B/C		지역균형 발전분석	16개 시·도 기준	위
	NPV(억 원)			170개 시·도 기준	위
	IRR(%)			지역경제 활성화 효과	%

자료: KDI 공공투자관리센터(2018).

4.2.3. 대상 집단

○ KDI 공공투자관리센터(2018)에 의하면, AHP 조사대상 집단은 평가대상 사업에 대한 충분한 지식을 가진 전문가여야 하며, 공공투자사업이라는 특성상 공공이익의 관점에서 사업을 평가할 수 있는 객관성을 지니고 있어야 한다는 전제를 두고 있음.

- 2017년 9월 기획재정부의 공기업 준정부기관 사업 예비타당성조사 운용지침 개정에 따라 주무부처 기재부가 추천하는 정책 전문가(평가 pool 구성)가 AHP에 참여하고, 내부과제와 외부 위탁과제로 구분하여 추진함. 이에 따라 10명의 평가자 구성이 달라져 국내사업의 경우 비용과 재무 연구자가 각각 1명으로 축소되고 정책 전문가가 2명 추가됨.
- 종합평점은 최댓값과 최솟값을 부여한 평가자를 제외하고 8명의 응답 결과를 분석하여 도출함.

○ 본 AHP 조사의 평가자 구성은 아래와 같음.

- 본 AHP 조사는 실제 KDI 공공투자관리센터(2018)에서 제시한 평가자 운영지침을 따를 수는 없지만, 공정성 유지를 위해 농업계와 비농업계 기후변화 관련 전문가를 엄선하여 구성하였으며, 평가자 구성은 다음 표와 같음.

〈표 10-30〉 AHP 평가자 구분

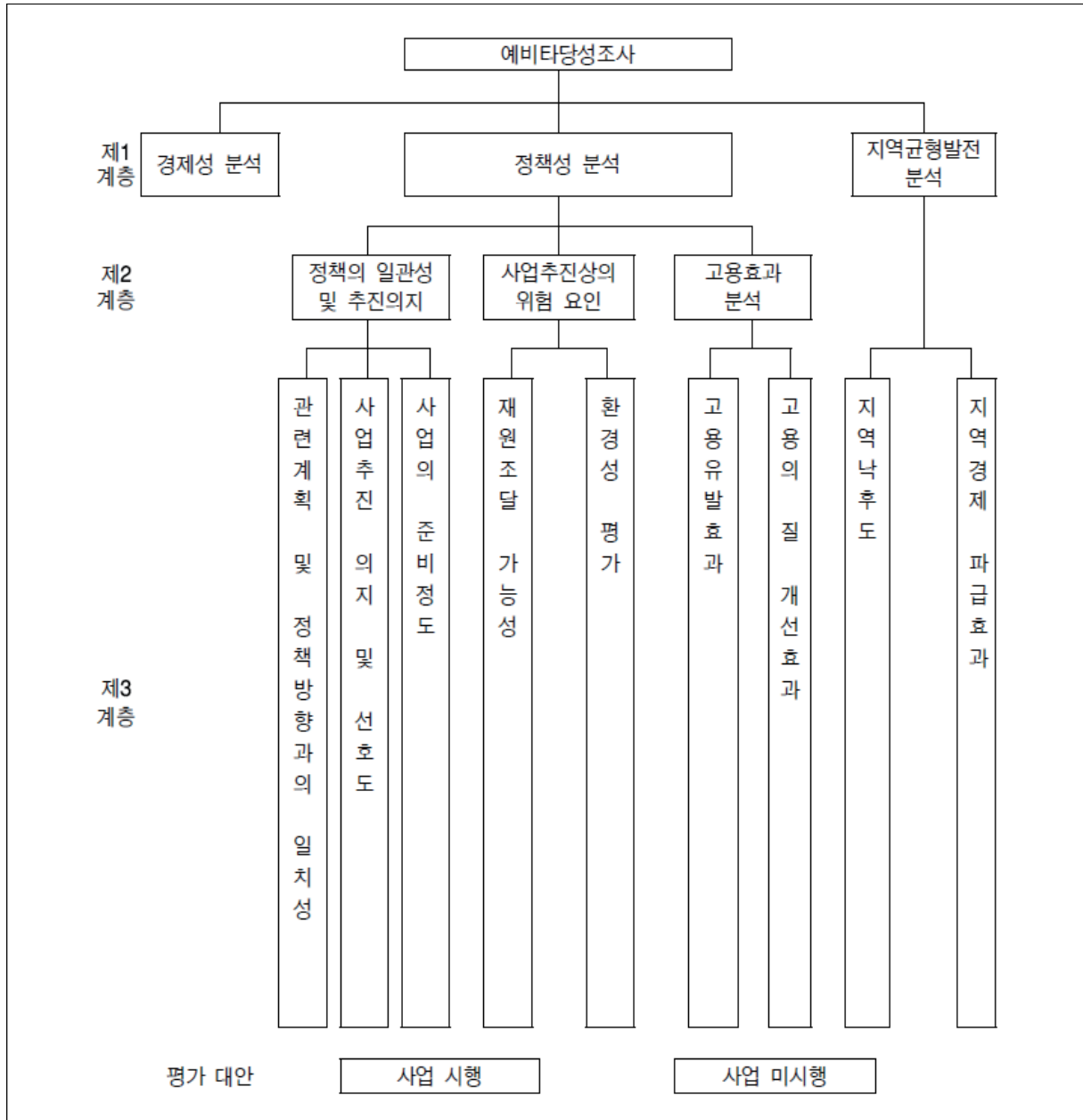
구분	농업계	비농업계	계
국립기관	1	1	2
국제협력기구	-	1	1
대학	2	-	2
정부출연연구기관	-	5	5
계	3	7	10

자료: 연구진작성.

4.2.4. AHP 구조 및 평가항목

○ AHP 분석의 최종 목표는 공공성 평가와 수익성 평가의 분석결과를 종합하여 사업의 시행 여부를 판단하는 것이며, AHP 계층구조와 평가항목은 아래와 같으며 AHP 조사표는 <부록>에 제시함.

<그림 10-3> AHP 계층구조



자료: KDI 공공투자관리센터(2018).

〈표 10-31〉 KDI 예비타당성조사 AHP 평가항목

평가 항목	평가 내용	평점 기준	비고
경제성 분석	경제적 측면에서의 사업	분석결과 도출된 B/C 비율, NPV, IRR 등	BC 비율이 높을수록 '사업시행' 점수가 높음
정책성 분석			
정책의 일관성 및 추진의지			
관련계획 및 정책방향과의 일치성	· 상위계획 및 관련계획에 반영 여부 · 주무부처에서 추진하는 정책 방향과의 일치여부	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	반영이 구체적일수록, 일치성이 높을수록 '사업시행' 점수가 높음.
사업추진 의지 및 선호도	중앙정부, 해당지자체 및 주민의 사업에 대한 추진의지, 선호도 및 숙원도	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	사업 추진 의지가 클수록 '사업시행' 점수가 높고, 반대 의견이 많을수록 '사업미시행' 점수가 높음
사업의 준비정도	해당 사업에 대한 계획의 구체성, 인력 및 재원의 투입정도 등 사업 추진의 구체성	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	계획의 구체성 등 사업준비정도가 높다고 판단될수록 '사업시행' 점수가 높음.
사업추진상의 위험요인			
재원조달 가능성	재원조달계획의 실현가능성	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	재원조달 문제가 없을 경우 AHP 평점은 '1', 문제가 있을 경우 '사업미시행' 점수가 높음
환경성	해당사업이 주변환경에 미치는 영향 및 사업추진 시 환경문제 발생가능성에 대한 개략적 평가 환경문제로 인한 지역문제가능성	연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	환경성 문제가 없을 경우 AHP 평점은 '1', 문제가 있을 경우 '사업미시행' 점수가 높음
고용효과 분석			
고용유발효과	사업기간 동안 재정 투입으로 인한 고용유발효과	전국의 총 고용유발효과 및 연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	고용유발효과가 클수록 '사업시행' 점수가 높음
고용의 질 개선효과	건설기간 및 운영기간 고용의 질 개선효과 고려	고용의 질 평가 결과 및 연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	고용의 질 평가 결과가 우수할수록 '사업시행' 점수가 높음
지역균형발전분석			
지역낙후도	지역균형발전 측면에서 사업의 필요성	지역낙후도지수 및 순위 (해당 사업이 다수의 시·군에 걸쳐있는 경우 대표 시·군의 낙후도를 기준으로 평가)	낙후 정도가 심할수록 '사업시행' 점수가 높고, 발달된 지역일수록 '사업미시행' 점수가 높음
지역경제 파급효과	해당사업의 시행으로 인한 지역 경제 활성화 효과	$\frac{\text{지역내부가가치유발액}}{GRDP(\text{지역내총생산})}$ 및 연구 수행 과정에서 얻은 정보를 정성적으로 판단	비율이 높을수록, 파급효과가 클수록 '사업미시행' 점수가 높음

주 1) 음영처리된 항목은 향후 지자체 공모를 통하여 자료가 제공 가능한 부분이므로, 본 설문에서는 중요도 평가에서만 활용되고 최종 사업 가부 결정에서는 포함하지 않음.

자료: KDI 공공투자관리센터(2018).

4.2.5. AHP 분석결과

가. 평가항목의 가중치 설정

- 평가항목의 가중치는 평가항목 간 쌍대비교 질문에 대한 응답 결과로 결정되며, 쌍대비교에는 Saaty가 제안한 기본형인 9점 척도를 채택하여 응답하도록 함.
 - 다만, 1계층의 '경제성 분석'과 '정책성 분석' 간의 상대적 중요도는 공공기관 예타의 평가 결과에 미치는 영향이 크므로, 사업 간 일관성 확보 및 합리적 의사결정에 응답자의 자의적인 판단을 최대한 배제하도록 하기 위해 「예비타당성조사 운용지침」(기획재정부 시행 2019.05.01.)에 따라 다음 <표 10-32>와 같이 가중치 범위를 사전적으로 제한하여 상수합 측정척도로 응답하게 함.

<표 10-32> 가중치 산정 범위

단위: %		
경제성 분석	정책성 분석	지역균형발전 분석
35 - 45	25 - 40	30 - 40

나. 평가항목별 가중치 산정 결과

- AHP 응답결과를 이용한 각 평가항목에 대한 평가자별 및 종합 가중치 산정결과는 다음 <표 10-33>에 제시함.
 - 10인의 평가자의 가중치 평가결과는 비일관성 비율 최대 허용치 0.15를 초과하지 않음.
- 1계층의 [경제성 분석 : 정책성 분석 : 지역균형발전]의 상대적 중요도가 38.5 : 30.5 : 31.0으로 판단하였으며, 평가자 10인 중 6인이 경제성 분석 결과가 가장 중요하다는 의견을 제시함.
- 제2계층 정책성 분석에서는 '정책의 일관성 및 추진의지' 항목의 가중치가 13.6%로 가장 높음.
- 제3계층에서 정책성 분석 7개 항목의 가중치는 2.8%에서 7.1% 범위에 있으며, '재원조달 가능성'이 7.1%로 가장 높고, 다음으로 '사업의 추진의지 및 선호도', '관련 계획 및 정책방향과의 일치성', '사업의 준비정도' 순이며, '고용의 질 개선효과'의 중요도가 가장 낮음.

○ 지역균형발전 항목에서는 ‘지역경제 파급효과’가 21.5%로 ‘지역 낙후도’ 9.5%에 비해 중요도가 높은 것으로 평가됨.

〈표 10-33〉 각 항목별 가중치 산정결과

1계층	2계층	3계층	평가자										총합
			평가자 1	평가자 2	평가자 3	평가자 4	평가자 5	평가자 6	평가자 7	평가자 8	평가자 9	평가자 10	
경제성 분석	경제성 분석	경제성 분석	0.350	0.350	0.400	0.400	0.450	0.000	4.000	0.350	0.350	0.400	0.385
정책성 분석	정책성 분석	정책성 분석	0.350	0.300	0.300	0.300	0.300	0.250	0.300	0.350	0.300	0.300	0.305
	정책의 일관성 및 추진의지		0.222	0.180	0.193	0.136	0.070	0.028	0.079	0.254	0.099	0.136	0.136
		관련계획 및 정책방향과의 일치성	0.058	0.084	0.090	0.039	0.043	0.004	0.015	0.109	0.033	0.012	0.045
		사업추진의지 및 선호도	0.140	0.012	0.013	0.084	0.017	0.004	0.057	0.036	0.033	0.062	0.046
		사업의 준비정도	0.024	0.084	0.090	0.013	0.010	0.020	0.007	0.109	0.033	0.062	0.045
	사업추진상의 위험요인	사업추진상의 위험요인	0.037	0.061	0.085	0.028	0.200	0.194	0.190	0.030	0.100	0.028	0.100
		재원조달 가능성	0.028	0.053	0.074	0.023	0.175	0.170	0.032	0.026	0.050	0.014	0.071
		환경성	0.009	0.008	0.011	0.005	0.025	0.024	0.158	0.004	0.050	0.014	0.029
	고용효과분석	고용효과분석	0.091	0.060	0.022	0.136	0.031	0.028	0.032	0.068	0.100	0.137	0.070
		고용유발효과	0.015	0.015	0.019	0.068	0.027	0.014	0.024	0.051	0.050	0.114	0.042
		고용의 질 개선효과	0.076	0.045	0.003	0.068	0.004	0.014	0.008	0.017	0.050	0.023	0.028
지역균형발전	지역균형발전	지역균형발전	0.300	0.350	0.301	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.350	0.300	0.310
		지역낙후도	0.075	0.044	0.038	0.050	0.050	0.150	0.050	0.257	0.175	0.060	0.095
		지역경제 파급효과	0.225	0.306	0.263	0.250	0.250	0.150	0.250	0.043	0.175	0.240	0.215

자료: 연구진 작성.

다. AHP 평가결과

- 본 연구에서 제시된 대안을 기준으로 본 사업의 시행과 미시행에 대한 평점을 산정한 결과는 <표 10-34>에 제시함.
- 평가자의 평가결과를 종합해보면, ‘사업 시행’ 점수가 0.605, ‘사업 미시행’ 점수가 0.395로 사업 시행을 좀 더 나은 대안으로 평가함.
 - 사업시행 점수를 기준으로 보면, 평가자 10이 0.8로 가장 높고, 평가자 2가 0.4로 가장 낮음.

<표 10-34> 기후변화대응연구단지 건립사업 AHP 평가결과 I

평가자	사업시행	사업미시행
종합	0.605	0.395
평가자 1	0.650	0.350
평가자 2	0.400	0.600
평가자 3	0.700	0.300
평가자 4	0.600	0.400
평가자 5	0.500	0.500
평가자 6	0.450	0.550
평가자 7	0.700	0.300
평가자 8	0.700	0.300
평가자 9	0.550	0.450
평가자 10	0.800	0.200

라. 평가자별 의견일치도와 AHP 평점에 따른 결론

- AHP 기법을 활용한 종합평가의 마지막 단계는 앞서 도출된 종합평점을 근거로 ‘사업 시행’ 과 ‘사업 미시행’의 두 대안에 대한 최종적인 결정을 내리는 것임.
- 본 보고서에서는 한국개발연구원(2008)의 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구」에 따라 <표 10-35>과 같이 영역을 설정함.
- 본 사업에 대한 AHP 분석결과를 최종 10명 중 가장 높은 값과 낮은 값을 제외하고 평가한 결과, 사업시행과 미시행 평가자 수는 6:2이며, 종합평점은 0.606으로 평가됨.
- 따라서 <표 10-35>에서 빨간색 네모 영역에 해당되어, 사업타당성이 있는 것으로 평가됨.

〈표 10-35〉 기후변화대응연구단지 건립사업 AHP 평가결과 II

시행: 미시행	종합평점	AHP < 0.450	0.450 ≤ AHP < 0.500	0.500 ≤ AHP < 0.550	0.550 ≤ AHP
8 : 0		-	-	타당성 있음	타당성 있음
7 : 1	Feedback		아주신중	약간신중	타당성 있음
6 : 2					
5 : 3					
4 : 4	0.420 < AHP 약간신중	신중	신중	0.580 < AHP 타당성 있음	
	AHP < 0.420 타당성 없음			AHP < 0.580 약간신중	
3 : 5	타당성 없음		약간신중	아주신중	Feedback
2 : 6					
1 : 7					
0 : 8	타당성 없음	타당성 없음	-	-	-

주 1) '시행:미시행'은 사업시행 평가자 수와 사업미시행 평가자 수의 비율(최고-최저 평가자 제외 후 8인 기준)을 나타냄.

2) AHP는 사업시행 대안의 AHP 종합점수를 나타냄.

3) '-'는 해당 사항 없음을 나타냄.

자료: 연구진 작성.

1.3. 사업추진상의 위험요인

- 도농업기술원 연구과제의 경우 지방비 40%가 포함되나, 그 외 센터 설립 및 운영비용은 국비로 운영되는 것을 가정함.
- 구체적인 재원조달계획은 도출되지 못하였으나, 2020년 7월 「한국판 뉴딜 종합계획」이 발표되고, 10월 28일 문재인 대통령이 국회에서 '2050년까지 탄소중립'을 달성하겠다고 선언하여 기후변화 대응에 관한 국민적·정책적 관심도가 최근 급속도로 높아지고 있어, 향후 이것이 재정 배분에 반영될 가능성이 큼.
- 센터 내 시설인 정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부, 홍보관의 경우 지역적으로 환경 갈등을 유발하는 요소가 포함되어 있다고 보기 어려워, 환경성에서 문제가 없을 것으로 예상됨.

11

요약 및 결론

- 지난 100년간 한반도 연평균 기온은 세계평균보다 약 2배 이상 더 상승 되는 등 온난화가 가속화되고 있음. 기후변화는 기후 취약성이 매우 높은 농업 전 부문에 걸쳐 부정적인 영향을 미치고 있음. 뿐만 아니라 국제사회는 기후변화를 완화시키기 위해 지구 평균기온 상승폭을 산업화 이전 대비 1.5℃ 이내로 제한하기 위해 2050년 탄소중립을 선언했고, 우리나라도 2020년 10월 28일에 2050년 탄소중립을 국제사회에 선언함에 따라 농업부문도 온실가스 감축의무가 크게 늘어날 것으로 전망됨.
- 기후변화에 대응하여 정부는 완화와 적응 측면에서 대응 정책 및 관련 R&D를 추진하고 있음. 하지만 비용 효과적인 감축 및 적응기술 수요를 충족시키지 못하고 있고, 현장에서의 기술 적용성이 낮은 수준임. 이에 따라 기존 농업분야 기후변화 대응의 한계점을 극복하기 위해 제안된 ‘기후변화 대응 농업연구단지’ 도입을 체계적으로 검토할 필요가 있음.
- 이 연구는 기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구용역으로써 연구 단지의 역할 및 기능, 총 사업기간 및 투자계획, 기대효과 및 장기목표 등 연차별 연구단지 조성방안을 마련하며, 연구단지 조성의 기술적, 경제적, 정책적 타당성을 평가하고 예비타당성 조사 대응의 기초자료를 만들기 위해 추진되었음.
- 이 연구는 한국개발연구원의 예비 타당성 조사를 위한 일반지침(제5판)과 연구개발사업의 예비 타당성 조사 표준지침에서 제시한 가이드라인을 바탕으로 사업의 비용 및 편익을 추정했음. 기후변화 대응 농업연구단지 조성에 대한 농업인의 인식, 참여의사 등에 대한 설문조

사를 실시했으며, 이해당사자 면담 조사와 전문가 조사 및 AHP 분석을 실시했음. 그리고 해외의 기후변화 대응정책 및 연구개발단지 사례 분석과 정책적 및 기술적 타당성 분석을 위해 관련 전문가에게 원고 위탁을 추진했음.

- 농촌진흥청, 도농업기술원, 대학 및 기업 등의 전문가 자문단을 구성하여 의견을 수렴하고 의사결정 방법론을 적용함으로써 연구개발 분야 및 필요 인프라를 도출함. 또 기후변화 대응 연구개발 분야/개발 기술 과제 및 연구단지 입지를 평가하기 위해 TOPSIS(Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 방법을 활용했음.
- 주요 선진국들은 기후변화 대응 중장기 계획을 갖추고 있으며, 중장기 계획에 대하여 이행 평가를 실시하고 있음. 또 기후허브 등 정보 및 기술보급 체계를 가지고 기후변화 정보, 영향 평가, 대응기술 정보를 효과적으로 보급하고 있었음. 반면에 우리나라는 실태조사를 하고 있지만 정책에 잘 활용되지 못하고 있으며, 현장 실증연구가 이루어지지 않고 있을 뿐만 아니라 관련 정보와 맞춤형 기술을 효과적으로 보급하지 못하고 있는 실정임. 이는 농업부문이 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해 선진국 사례를 벤치마킹하여 우리나라에 적합한 대응기술 체계를 구축할 필요가 있음을 시사함.
- 기후변화 대응 농업연구단지(가칭: 농업부문 기후변화 대응센터)는 농림축산식품부의 컨트론타워 기능 강화를 위해 기후변화 대응 정책지원 역할을 수행하고, 도농업기술원과 연계한 빅데이터 과제 수행 및 농가 대상 맞춤형 정보를 제공하며, 기후변화 대응연구를 선도하기 위한 첨단인프라 시설 임대 서비스를 제공하기 위해 설립이 필요함. 센터와 도농업기술원 간 연계를 통한 농가 교육 및 기술보급 확대하기 위해 농업부문 기후변화 영향 및 대응에 관한 대국민 홍보 강화하기 위해서도 설립이 필요함.
- 농업부문 기후변화 관련 국내 기술 수준은 추격그룹에 해당되며 2018년을 기준으로 선별한 4개 부문의 최고 수준 국가 대비 기술격차는 3~5년, 75.5~81%가량의 기술 수준을 나타냄. 농업부문 기후변화 대응기술 개발은 공공성이 중요시되는 분야로써 기술 수준의 격차를 줄이기 위한 정부의 투자가 필요한 것으로 나타남.
- 농업부문 기후변화 대응센터(가칭)는 역할 및 기능에 따라 크게 3개 부서(정책지원부, 기후데이터부, 첨단인프라관리부)로 구분됨. 기후변화 대응센터의 정책지원부, 기후데이터부,

첨단인프라관리부는 유사·관련된 조직 간 역할 중복이 아닌 상호보완적 관계를 이루며 기후 변화 대응센터는 국내 기관의 고유 활동을 지원하는 순기능을 내포하는 것으로 나타남.

○ 기후변화 대응 연구단지(농업부문 기후변화 대응센터) 비용은 유지관리비, 도별 과제 비용 등을 추정함.

- 30년을 기한으로 하여 4년 공사 이후 26년간 발생하는 유지관리비(인건비, 사무용품비 등)를 산정함.

- 또 '도별 과제 비용'은 도농업기술원과 연계한 협력과제를 의미하는 것으로 국비 약 60%가 지원되어 연간 도별 9억 원의 과제비(지역특화·빅데이터 연구)와 4,880만 원의 교육 비용이 지원되는 것을 가정하여 계산함.

○ 기후변화 대응 연구단지(농업부문 기후변화 대응센터) 편익은 농가 수익성 증가, 저탄소 영농법 보급 확대 편익, 첨단 인프라의 임대료, 홍보관 입장료 등을 추정하였으며, 공사기간 4년 이후부터 편익이 발생하는 것으로 가정하여 26년간의 편익을 산정함.

- 센터 및 도농업기술원의 연구개발, 정책지원을 통하여 농가 수익성 증가(기후변화 적응 편익), 저탄소 영농법 보급 확대에 따른 편익(온실가스 감축 편익)이 발생한다고 가정함.

- 첨단인프라 임대료의 경우 최소한의 유지관리비를 임대료로 받아, 유지관리비로 활용하는 것으로 가정하여 임대료 수입을 산정함.

- 대국민 홍보관의 경우, 2006년에 폐지된 국립공원 성인 1인 입장료 1,600원을 원주 기후 변화 최근 3년 방문객 수의 평균인 6만 1,251명에 적용하여 산정함.

○ 비용편익을 비교한 결과 현재가치로 환산할 경우, 편익 2,665억 2,700만 원, 비용 2,484억 5,000만 원으로 B/C ratio는 1.07로 산정됨.

○ 해당 시설 설립 지역이 미정인 상태이므로, '지역경제 파급효과'를 '국가경제 파급효과'로 대체하여 분석함. 구체적으로 시설 설립에 투입되는 건설비 및 장비비, 시설 유지관리비 및 도농업기술원 과제비, 정보이용으로 발생하는 농가 소득 증가분(기후변화 적응 편익)과 저탄소 영농법 실천으로 농가에서 수령하는 탄소상쇄가격(온실가스 감축 편익) 등의 투입 요소를 고려하여 생산유발효과 및 부가가치유발효과 산정한 결과, 총 생산유발효과는 약 8,772억 원, 부가가치유발효과는 3,896억 원으로 나타남.

- 앞서 분석한 경제적 파급효과를 가지는 투입요소에 따라서 취업유발효과 및 고용유발효과 추정한 결과, 총 취업유발효과는 10,420명, 고용유발효과는 7,443명으로 나타남.
 - 시설 설립에 투입되는 건설비 및 장비비: 취업유발 1,084명, 고용유발 828명
 - 시설 유지관리비 및 도농업기술원 과제비: 취업유발 4,821명, 고용유발 3,725명
 - 정보이용으로 발생하는 농가 소득 증가분(기후변화 적응 편익)과 저탄소 영농법 실천으로 농가에서 수령하는 탄소상쇄가격(온실가스 감축 편익): 취업유발 4,515명, 고용유발 2,890명

- ‘농업부문 기후변화 대응센터’ 설립은 「제4차 과학기술기본계획」, 「농림수산식품분야 기후변화대응 기본계획」, 「제2차 국가 기후변화대응 기본계획」, 「제2차 국가 기후변화 적응대책」, 「제3차 녹색성장 5개년 계획」 등에서부터 최근의 「한국판 뉴딜 종합계획」에 이르기까지 상위계획들과 대부분 높은 부합성을 보임.

- KDI 공공투자관리센터(2018)의 AHP 기법의 절차를 따라 농업계와 비농업계 기후변화 관련 전문가를 엄선하였으며, 본 연구에서 제시된 대안을 기준으로 조사를 실시하고, 본 사업의 시행과 미시행에 대한 평점을 산정한 결과, ‘사업 시행’ 점수가 0.605, ‘사업 미시행’ 점수가 0.395로 사업 시행을 좀 더 나은 대안으로 평가함.

전문가 AHP 설문조사표

기후변화 대응 연구단지 조성 사업 예비타당성조사 AHP 평가를 위한 설문_비수도권 유형

본 설문은 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 활용하여 ‘기후변화 대응 연구단지 조성 사업’을 종합적으로 평가하기 위한 것입니다. 각 평가항목간 상대적 중요도를 전문가의 관점에서 판단하여 주시면 감사하겠습니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 설문을 다시 하게 되오니 신중하게 응답해 주십시오.

성 명 : _____ (서 명)

소 속 : _____

직 위 : _____

연락처 : _____ E-mail: _____

※ 다음 설문 I은 AHP계층 구조도 중 제1계층인 경제성 분석, 정책성 분석 그리고 지역균형발전 분석 간의 상대적 중요도를 판단하기 위한 것입니다. 본 사업에 있어서 어느 요인이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하는지 신중히 판단하여 응답해 주십시오.

I. 본 사업을 평가하는 데 있어 경제성 분석, 정책성 분석, 지역균형발전간의 상대적 중요도가 어느 정도라고 생각하십니까? (100점 만점으로 응답하여 주십시오. 예) 45 : 35 : 20)

- 아래 <표 1>의 가중치 산정범위 안에서 응답하여 주십시오

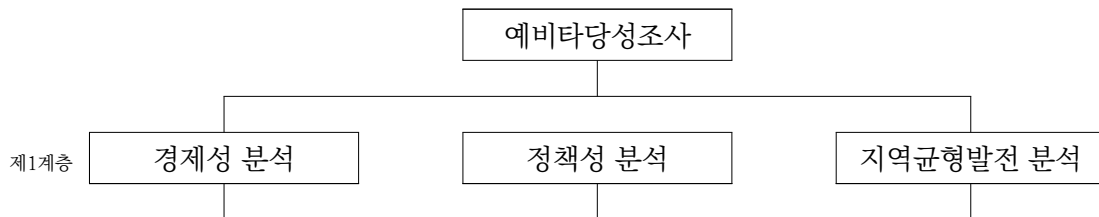
경제성 분석 : 정책성 분석 : 지역균형발전 = _____ : _____ : _____

<표 1> 가중치 산정범위

단위: %

경제성 분석	정책성 분석	지역균형발전 분석
35 - 45	25 - 40	30 - 40

<그림 1> 제1계층 중요도 평가

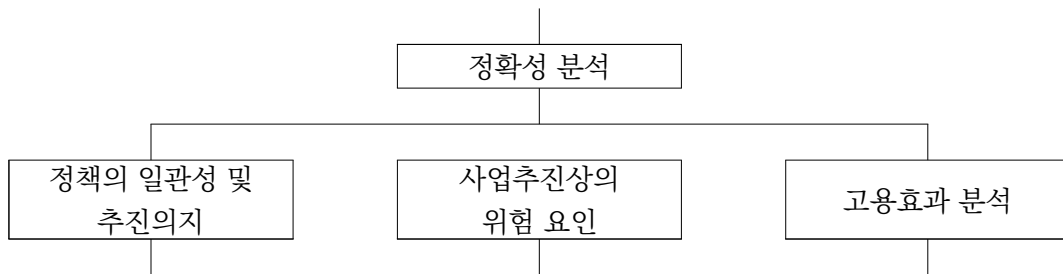


※ 설문 II는 제2계층의 평가항목들간 상대적 중요도를 평가하기 위한 것입니다. 전문가의 관점에서 신중히 응답해 주십시오.

II. 제2계층의 상대적 중요도 평가(정책성 분석을 기준으로 평가)

평가항목	절대 중요	매우 중요	중요	약간 중요	같다	약간 중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가항목								
정책의 일관성 및 추진의지	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업추진 상의 위험 요인
정책의 일관성 및 추진의지	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	고용효과 분석
사업추진 상의 위험 요인	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	고용효과 분석

〈그림 2〉 제2계층 중요도 평가

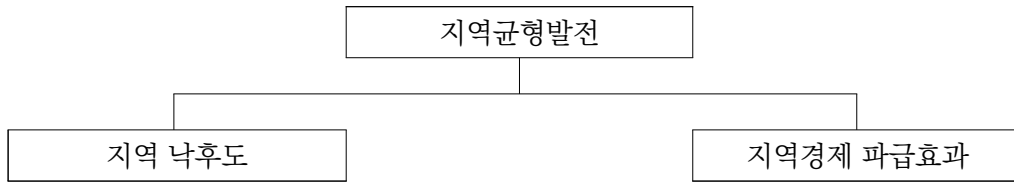


※ 설문 III는 제3계층의 평가항목들 간 상대적 중요도를 평가하기 위한 것입니다. 전문가의 관점에서 신중히 응답해 주십시오.

III-1. 제2계층의 상대적 중요도 평가(지역균형발전을 기준으로 평가)

평가항목	절대 중요	매우 중요	중요	중요	중요	약간 중요	약간 중요	같다	같다	같다	약간 중요	약간 중요	중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가항목	
지역 낙후도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	지역경제 파급효과

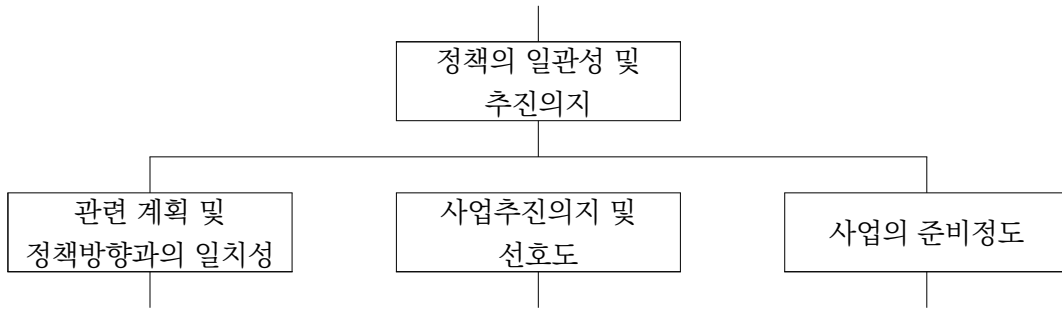
〈그림 3〉 제3계층 중요도 평가(지역균형발전)



III-2. 제3계층의 상대적 중요도 평가(정책의 일관성 및 추진의지를 기준으로 평가)

평가항목	절대 중요	매우 중요	중요	중요	중요	약간 중요	약간 중요	같다	같다	같다	약간 중요	약간 중요	중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가항목	
관련 계획 및 정책방향 과의 일치성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업추진의지 및 선호도
관련 계획 및 정책방향 과의 일치성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업의 준비정도
사업추진의지 및 선호 도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	사업의 준비정도

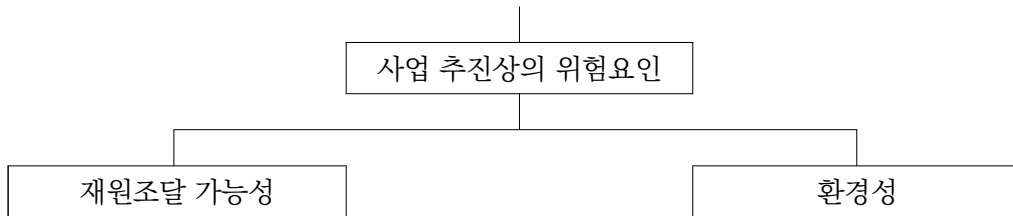
〈그림 4〉 제3계층 중요도 평가(정책의 일관성 및 추진의지)



III-3. 제3계층의 상대적 중요도 평가(사업추진상의 위험요인을 기준으로 평가)

평가항목	절대 중요	매우 중요	중요	약간 중요	같다	약간 중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가항목								
재원조달 가능성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	환경성

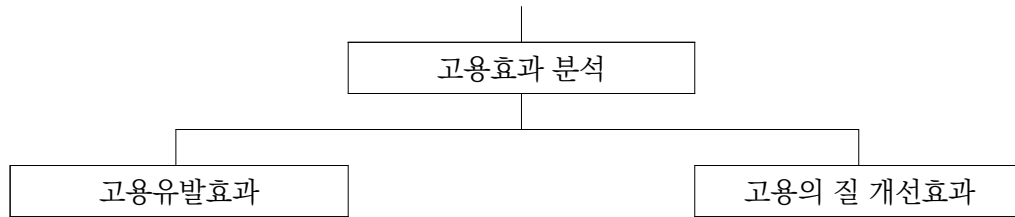
〈그림 5〉 제3계층 중요도 평가(사업 추진상의 위험요인)



III-3. 제3계층의 상대적 중요도 평가(사업추진상의 위험요인을 기준으로 평가)

평가항목	중요도									중요도									평가항목
	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		
고용유발효과																		고용의 질 개선효과	

<그림 6> 제3계층 중요도 평가(고용효과 분석)



IV. 본 사업은 정책성 분석의 관점(지역균형발전분석 포함)에서 사업시행 대안이 사업미시행 대안보다 얼마나 더 적절하다고 생각합니까? (100점 만점으로 응답해 주십시오. 예) 55 : 45)

사업시행 : 사업미시행 = _____ : _____

농업인 설문조사표

「농업부문 기후변화 대응 농업인 조사」

안녕하십니까?

한국농촌경제연구원은 정부 출연 연구기관으로 농업분야의 연구 사업을 수행하고 있습니다. 현재 저희 연구원에서는 『기후변화 대응 농업연구단지 조성 기본구상 및 타당성 조사 연구』에 관한 연구를 수행하고 있습니다.

본 설문조사는 기후변화에 대한 농업인의 인식조사와 기후변화 대응 농업연구단지의 기술보급, 교육 참여, 정보제공 시 수용의향을 조사하기 위해 실시하는 것입니다. 답변해주시는 내용은 연구자료 이외에 다른 용도로 사용되지 않을 것이며, 개인에 관한 사항은 일체 공개되지 않음을 약속드립니다.

바쁘시더라도 설문 조사에 많은 협조를 부탁드립니다.

감사합니다.

조사기관: 한국농촌경제연구원 환경·자원연구부

주소: (우)58321, 전라남도 나주시 빛가람로 601

조사관련 문의: 정학균 연구위원 061-820-2248, hak8247@krei.re.kr

임영아 부연구위원 061-820-2106, limy@krei.re.kr

최진용 초청연구원 061-820-2065, cjin8052@krei.re.kr

강경수 위촉연구원 061-820-2349, bluesman@krei.re.kr

이세진 위촉연구원 061-820-2067, lsj2944@krei.re.kr

※ 다음의 응답자 정보를 기입해 주십시오.

농사경력		년
학력	① 초졸 이하 ② 중졸 ③ 고졸 ④ 대졸 ⑤ 대학원 졸	
향후 영농 계획연수	① 10년 미만 ② 10년 이상 15년 미만 ③ 15년 이상 20년 미만 ④ 20년 이상	

A. 농가의 경영적 특징

1. 작년 연간 농업소득은 얼마입니까?

- ① 5백만 원 미만 ② 5백~1천만 원 미만 ③ 1천만 원대 ④ 2천만 원대
 ⑤ 3천만 원대 ⑥ 4천만 원 이상

2. 귀하는 최근 3년 이내 농업기술센터 등으로부터 농업운영과 관련된 컨설팅 혹은 상담을 받으신 경험이 있습니까?

- ① 예 ② 아니오

3. 농업생산에 영향을 줄 수 있는 각 요인들이 귀하의 농업생산에 어느정도 영향을 미친다고 생각하십니까?

합계	기상요인	기술 요인 (재배기술 등)	가격 요인 (농자재 및 농산물)	농업 기반시설 요인 (토지, 수리시설 등)	기타 요인 ()
예시	60 %	15 %	10 %	15 %	0 %
100%	%	%	%	%	%

B. 일반적인 기후변화 및 이상기상 인식

※ 다음 기후변화와 이상기상에 관한 설명을 읽고 질문에 응답해주시기 바랍니다.

기후변화는 일정한 지역에서 장기간에 걸쳐서 진행되고 있는 기후의 변화를 의미합니다. 수십 년 혹은 그 이상 오래 지속되는 기후상태 변화를 말하며, 시간 경과에 따른 모든 기후변화를 말합니다. 이상기상은 급격한 기후변화의 영향으로 피해를 끼치는 극단적인 기상현상인 한파, 폭설, 가뭄, 집중호우 등을 일컫습니다.

※ '기후변화'와 '이상기상'은 엄밀하게 구분해서 이해해야 합니다.

※ 아래의 질문들은 기후변화에 관한 일반적 인식에 관한 질문입니다.

1. 귀하는 기후변화에 대해 어느 정도 알고 계십니까?

- ① 전혀 모른다 ② 모른다 ③ 보통이다 ④ 알고 있다 ⑤ 잘 알고 있다

2. 귀하는 영농활동을 하면서 기후변화로 다음과 같은 변화가 어느정도 있다고 생각하십니까?

평균 온도의 상승	① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다	④ 아니다	⑤ 전혀 아니다
평균 강우량의 변화	① 크게 증가함	② 증가함	③ 변화 없음	④ 감소함	⑤ 크게 감소함
평균 강설량의 변화	① 크게 증가함	② 증가함	③ 변화 없음	④ 감소함	⑤ 크게 감소함
장마 시기의 변화	① 아주 빨라짐	② 빨라짐	③ 변화 없음	④ 느려짐	⑤ 아주 느려짐
병해충 발생 횟수	① 크게 증가함	② 증가함	③ 변화 없음	④ 감소함	⑤ 크게 감소함

3. 기후변화가 귀하의 농업생산에 어떠한 영향을 미친다고 생각하십니까?

- ① 매우 부정적 ② 다소 부정적 ③ 보통 ④ 다소 긍정적 ⑤ 매우 긍정적

4. 기후변화가 귀하의 농업생산에 영향을 주었다면 어떤 부분입니까? (복수응답 가능)

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| ① 품목의 재배기간이 짧아짐 | ② 착색이 불량해짐 |
| ③ 단수 증가로 인해 생산량이 증가함 | ④ 단수 감소로 인해 생산량이 감소함 |
| ⑤ 쌀과 잡곡 등의 품질이 좋아짐 | ⑥ 쌀과 잡곡 등의 품질이 나빠짐 |
| ⑦ 채소의 품질이 좋아짐 | ⑧ 채소의 품질이 나빠짐 |
| ⑨ 과실의 당도가 높아짐 | ⑩ 과실의 당도가 낮아짐 |
| ⑪ 병해충 피해가 증가함 | ⑫ 병해충 피해가 감소함 |
| ⑬ 변화없음 | ⑭ 기타() |

※ 아래의 질문들은 **이상기상**에 관한 일반적 인식에 관한 질문입니다. 다음 이상기상에 관한 설명을 읽고 질문에 응답해주시기 바랍니다.

앞서 설명한 것과 같이 기후변화는 일정한 지역에서 장기간에 걸쳐서 진행되고 있는 기후의 변화를 의미합니다. 이상기상은 기후변화의 영향으로 피해를 끼치는 극단적인 기상현상인 한파, 폭설, 가뭄, 집중호우 등을 말합니다.

※ ‘기후변화’와 ‘이상기상’은 엄밀하게 구분해서 이해해야 합니다.

6. 귀하는 이상기상에 대해 어느 정도 알고 계십니까?

- ① 전혀 모른다 ② 모른다 ③ 보통이다 ④ 알고 있다 ⑤ 잘 알고 있다

1-1. (1의 ①번 응답자만) 기후변화 및 이상기상에 관한 정보는 어디서 획득하십니까?

- ① TV 교양 프로그램 ② 스마트 폰 혹은 컴퓨터와 같은 정보화 기기
- ③ 기후변화 관련 강연 참석 ④ 도농업기술원 ⑤ 농업기술센터 ⑥ 기타()

1-2. (1의 ①번 응답자만) 획득한 기후변화 및 이상기상에 관한 정보에 대해 어느 정도 만족하십니까?

- ① 매우 불만족 ② 다소 불만족 ③ 보통 ④ 다소 만족 ⑤ 매우 만족

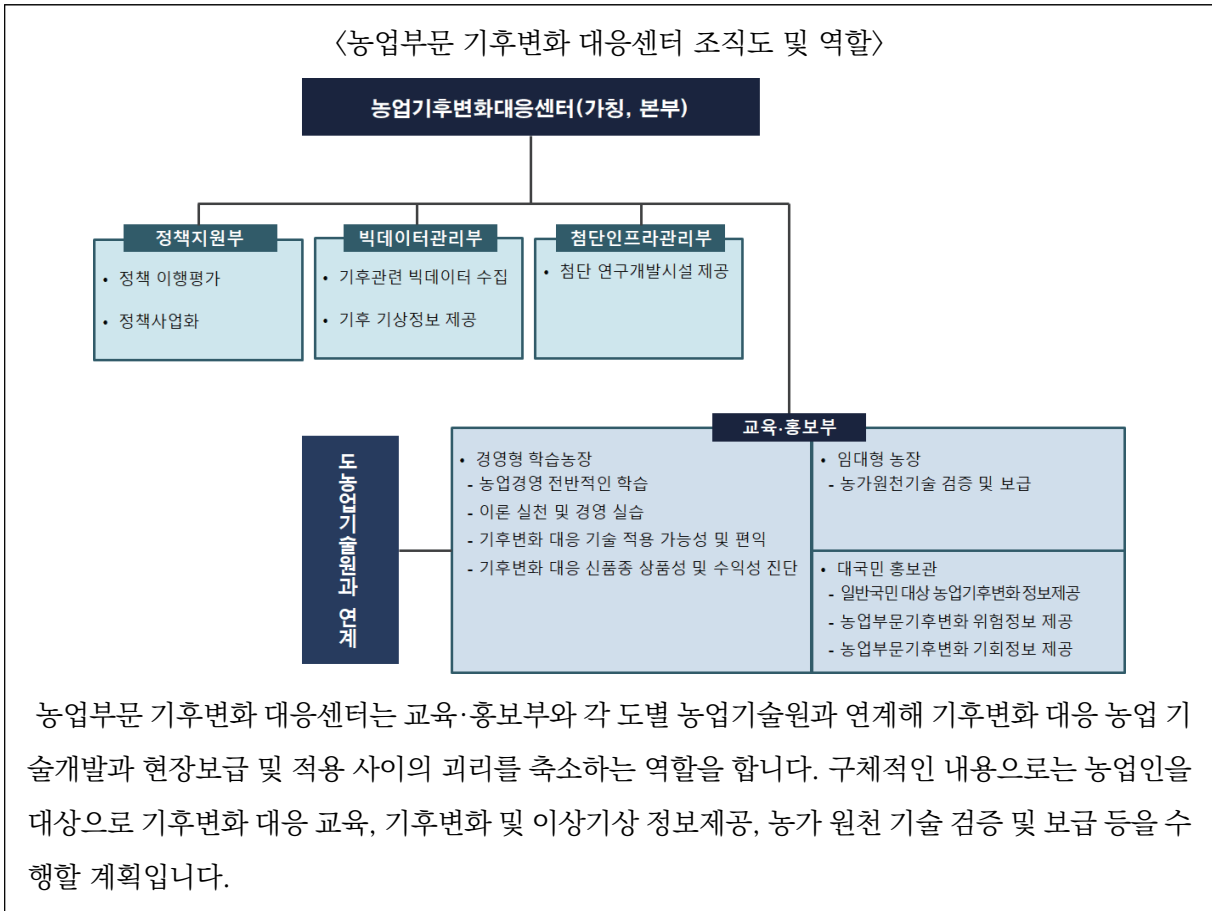
2. 온실가스는 앞서 설명한 기후변화의 원인이 되는 기체를 의미합니다. 농업부문에선 영농활동 등(논물 대기, 화학비료시비)과 가축의 소화과정, 가축의 분뇨를 통해 온실가스가 발생합니다. 이러한 온실가스를 줄이기 위해 다음과 같은 저탄소 영농기술이 제시되고 있습니다. 사용하고 있는 저탄소 영농기술을 모두 선택해 주십시오.

- ① 저탄소 영농기술을 사용하지 않음
- ② 간단관개(중간물떼기): 벼 생육 기간 중 1~2회 이상 배수를 통해 논을 말리는 기술
- ③ 논물얕게대기
- ④ 화학비료 저감
- ⑤ 지열히트펌프 등 신재생에너지 사용
- ⑥ 다겹보온커튼 등 에너지이용 효율화
- ⑦ 기타()

3. 기후변화 및 이상기상의 위험과 피해를 줄이기 위해 다음과 같은 영농활동이 있습니다. 다음 영농활동 중 기후변화 및 이상기상에 적응하기 위한 영농활동을 모두 선택해주십시오.

- ① 기후변화 대응을 위한 영농활동을 하지 않음
- ② 작물전환
- ③ 작물 작기 이동
- ④ 신품종 도입
- ⑤ 농업재해보험 가입
- ⑥ 기후기상 정보 활용
- ⑦ 기타()

D. 농업부문 기후변화 대응센터 기능 수용성



※ 위와 같은 농업부문 기후변화 대응센터가 설립된다면 농업인에게 다음과 같이 크게 3가지를 지원합니다. 각 부문별 기능을 읽고 질문에 응답해주시길 바랍니다.

기후변화 및 이상기상 정보제공

◎ 농업인에게 지역 특성에 맞게 차별화된 기후정보를 생성하여 제공함.

- 지역 특성에 맞는 기후정보 및 대응 방법 제공
- 농업인이 원하는 기후정보 가공 및 서비스 제공
- 농촌진흥청 등과 협력하여 이상기상 조기경보 시스템 확대 보급

1. 농업기후변화적응센터에서 기후변화 및 기상정보를 제공한다면 활용할 의향이 있으십니까?

- ① 예 ② 아니오(1-1 문항으로)

1-1. (1의 ②번 응답자만)제공되는 정보를 활용할 의향이 없다면 그 이유 무엇입니까?

- ① 이미 제공되는 정보를 활용 중(기상청의 우리동네 기상예보 등)
- ② 기후변화 및 기상정보를 원래 농사에 활용하지 않음
- ③ 제공 되는 정보가 도움이 되지 않음

④ 기타()

농가 고유 기술 검증 및 보급

- ◎ 농업인에게 농가 고유의 연구개발기술의 검증과 보급 기회를 제공합니다.
- 기후변화에 대응한 농가 고유기술(저탄소 농업기술, 피해저감기술 등) 검증 시설 제공
- 기술검증에 필요한 전문 인력 제공

2. 귀하는 현재나 미래에 기후변화 대응 농가 고유 기술을 보유하고 있다면 농업기후변화적응센터가 농업인을 대상으로 농가 고유 기술 검증 및 보급을 지원 한다면 참여할 의향이 있습니까?

① 예 ② 아니오(2-1 문항으로)

2-1. (2의 ②번 응답자만) 농가 고유 기술 검증 및 보급 지원에 참여하지 않는다면 그 이유는 무엇입니까?

- ① 인력, 시간적 여력 부족
- ② 정부기관을 신뢰하지 않음
- ③ 현재나 미래에도 고유 기술을 가지고 있을 것 같지 않음
- ④ 기타()

3. 귀하는 본인만의 기후변화에 대응에 관련 기술을 가지고 계십니까?

① 예(3-1 문항으로) ② 아니오

3-1. (3의 ①번 응답자만) 그렇다면 인센티브 제공시 본인만의 기후변화 대응기술 공유할 의향이 있으십니까? 의향이 있으시다면 그 금액은 얼마입니까? 공유하고 싶은 기후변화 대응기술도 함께 서술해주시시오

기술명	
-----	--

- ① 무상 제공
- ② 유상 제공(금액: 원)
- ③ 공유할 의향 없음

기후변화 대응 교육

- 경영형 학습농장을 통해 농업인의 기후변화 대응 역량을 강화하는 교육 프로그램을 추진합니다.
- 작물 생육 전주기에 걸친 교육과 함께 경영 전반 실습
 - 기후변화 대응 기술의 농가 적용, 기술 적용 시 편익 검토
 - 기후변화 대응 신품종의 상품성 및 수익성 진단

4. 귀하는 농업부문 기후변화 대응센터가 농업인을 대상으로 기후변화 대응 교육을 한다면 참여할 의향이 있습니까?

- ① 예(4-2 문항으로) ② 아니오(4-1 문항으로)

4-1. (4의 ②번 응답자만) 기후변화 대응 교육에 참여 의향이 없다면 그 이유는 무엇입니까?

- ① 인력, 시간적 여력 부족
 ② 정부기관을 신뢰하지 않음
 ③ 기후변화 대응 교육이 필요하지 않음
 ④ 이미 기후변화 대응 교육에 참여 중
 ⑤ 기타()

4-2. (4의 ①번 응답자만) 교육내용에 따라 단기, 중기, 장기로 나누어집니다. 또한, 단기, 중기, 장기 계획 프로그램에 따라서 숙소도 제공합니다. 교육을 시행한다면 적절한 교육기간은 어느 정도라고 생각하십니까? **각 기간별로 하나만** 선택해주시시오.(예: 단기-1주 미만, 중기-1개월 이상 3개월 미만, 장기-1년 이상)

구분	단기	중기	장기
1주 미만			
1주 이상 2주 미만			
2주 이상 4주 미만			
1개월 이상 3개월 미만			
3개월 이상 6개월 미만			
6개월 이상 12개월 미만			
1년 이상			

※ 건의사항

※ 응답해 주셔서 대단히 감사합니다.

- 강혜정·서종석·강산하. 2017. 농업종합 빅데이터 활용 및 증장기 연구계획 수립. 농촌진흥청.
- 경상북도. 2018. “스마트팜 혁신밸리 조성 기본계획서_경상북도 스마트팜 혁신밸리 조성 및 운영사업”.
- 관계부처 합동. 2020. 『2050 장기 저탄소 발전전략』.
- 국가통계포털. 2019. 농가경제조사.
- _____. 2019. 사용연구개발비의 연구개발 주체별·재원별·비목별 연구개발단계별 현황.
- 국립농업과학원. 2013. 『지구온난화에 따른 농작물 병해충 변화 예측 연구』.
- 국립원예특작과학원. 2013. 『기후변화 대비 도입 아열대 병해충 발생 모니터링 및 관리기술 개발』.
- 국립환경과학원. 2011. 『한국 기후변화 평가보고서 2010: 기후변화 영향 및 적응』.
- 권오상·노재선·서영. 2012. “기상이변에 따른 농업생산 손실의 경제적 효과: 투입산출 및 CGE 분석”. 『농업경제연구』. 53(1): 1-31.
- 권오상·노재선·서영·이한빈·조은빛·조현경·이화량·허혜진. 2014. 『신 기후변화 시나리오에 따른 국내외 농업 생산성 변화 예측 및 경제적 영향 평가』. 농촌진흥청.
- 김잔디. 2019. 일본 “기후변동 적응법”의 주요내용 및 시사점. 최신외국법제정보 2019 제1호. 한국법제연구원.
- 김창길·박현태·이상민·주현정·권오상·로버트멘델존. 2008. 『기후변화 농업부문 영향분석과 대응전략 (1/2차년도)』. R565. 한국농촌경제연구원.
- 김창길·정학균·한석호·김정승·문동현. 2012. 『기후변화가 식량공급에 미치는 영향분석과 대응방안』. R663. 한국농촌경제연구원.
- 김현중·정학균·임영아·이용건·정민국. 2020. “가축분뇨 자원화 여건 변화와 대응과제.” KREI 현안분석.
- 김형주 외. 2018. “기후변화 대응을 위한 과학기술 융복합 활성화 방안”.
- 남정호·정호철·지영승·조광철. 2017. 주요국 기후변화대응 추진체계 조사, INI R&C.
- 농림축산식품부. 2020. 2020년도「스마트팜 빅데이터 플랫폼 구축을 위한 정보전략계획(ISP) 수립 시행계획」 공고. 농림축산식품부 공고.
- _____. 각 연도. 「시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적」.
- 농림축산식품부 원예경영과 내부자료. 2020. “농업에너지이용효율화사업 지원 실적”.
- 농림축산식품부 재생에너지팀 내부자료. 2020. “농·축·수산부문 감축정책 과제관리카드”.
- 농림축산식품부 축산환경자원과 내부자료. 2019. “2020년도 가축분뇨 공동자원화시설 사업자 추가선정 계획.” 김현중 외(2019) 재인용.
- 농촌진흥청. 2015. “옥외 기상환경조절·분석시설(SPAR) 및 작물모형 활용 식량작물 기후변화 연구체계 구축”.
- _____. 2017. 『기후변화 대응 기술보급 추진방안 연구』.
- _____. 2018. “제2차 농촌진흥사업 기본계획”.
- _____. 2019. “미래 융복합 농업기술 분야별 기술수요 예측 및 방향 수립”.
- 박영범 외. 2017. “기후변화 대응 기술보급 추진방안 연구”.
- 박지연 외. 2019. “농업 혁신성장을 위한 농업기술 및 혁신성과 확산체계 개선방안(농촌경제연구원)”.
- 상완규 외. 2019. “기후변화 및 환경스트레스 영향평가를 위한 한국형 SPAR 시스템의 개발”.

- 서동진 외. 2016. “기후변화 대응 산림의 장기 기후변화 연구시설”.
- 서형호·김집국. 2005. “기후변화가 과수재배에 미치는 영향.” 『한국농림기상학회 학술발표논문집』. 2005(2): 103-106.
- 원주 기후변화대응교육연구센터 내부자료.
- 윤덕훈·오소영·남기웅·엄기철·정필균. 2014. “기상요인 변화에 따른 주요 양념채소의 재배면적 및 주요 병해 발생 변화.” 『한국기후변화학회지』 5(1): 47-59.
- 이주량. 2015. 미국의 정부 농업 연구개발과 보급체계. 『세계농업』 제73호.
- 이주량 외. 2016. “농업과학기술 혁신체계의 진화와 선택”: 국가 간 비교연구.
- 임현외. 2018. “2019년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구”. 한국과학기술기획평가원(KISTEP).
- 전라북도. 2018. “전라북도 스마트팜 혁신밸리 조성 기본계획서”.
- 정학균. 2015. 영국 농업부문의 온실가스 감축정책과 시사점, 해외농업시리즈 14: 영국, 한국농촌경제연구원.
- 정학균·김창길·문동현. 2014. “기후변화가 벼 병해충 피해면적 발생에 미치는 영향분석.” 『한국환경농학회』 33(1): 52-56.
- 정학균·이현정·문동현. 2018. 『최근 주요국 농식품부문 기후변화 완화정책』, R861 연구자료-2, 한국농촌경제연구원.
- 통계청. 「농림어업조사」.
- 통계청 보도자료. “기후변화에 따른 주요 농작물 주산지 이동현황”. 2018. 4.10.
- 프로랭스. 2017. 미국 2017 회계연도 통합지출승인법 번역(I). 국회예산정책처 연구용역보고서.
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP). 2015. “농업기후변화적응체계구축사업”.
- _____. 2015. “차세대바이오그린 21사업”.
- 한국과학기술기획평가원, 2019. “신농업기후변화대응체계구축사업 예비타당성 보고서”.
- _____. “스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발 예비타당성조사 보고서”.
- 한국농촌경제연구원 내부자료. 2019. “2050 장기 저탄소 발전전략 농축산 기술작업반 회의자료.”
- 한국은행 경제통계시스템, 산업연관표 각 년도.
- UEF. 2011. The Impacts of Climate Change on Food Production: A 2020 Perspective. UEF.
- ClimateXChange. 2016. The ClimateXChange Center of Expertise: A Knowledge Exchange Model for Research, Policy and Practice. Scotland. (<https://bit.ly/38fl6Sj>)
- Committee on Climate Change[CCC]. 2019. Net Zero: The UK’s Contribution to Stopping Global Warming. (<https://bit.ly/39bgDkQ>)
- D’Avino, A. 2019. The Agricultural Knowledge and Innovation System(AKIS) under the New CAP: AKIS, Farm Advice and Networking for Innovation. Presented at NetworX Event, April 12, 2019. (<https://bit.ly/2VumE84>)
- European Parliament. 2017. Research for Agri Committee: The Consequence of Climate Change for EU Agriculture. Follow-Up to the Cop21-UN Paris Climate Change Conference. (<https://bit.ly/303ecwS>)
- International Labor Organization[ILO]. 2015. Guidelines for a Just Transition towards Environmentally Sustainable Economies and Societies for All. Geneva. (<https://bit.ly/38fyZQa>)

- Jacobson, R. and Sanchez, D. 2019. "Opportunities for Carbon Dioxide Removal Within the United States Department of Agriculture." *Front. Clim.*, July 2019. <https://doi.org/10.3389/fclim.2019.00002>
- NASEM. 2019. *Negative Emissions Technologies and Reliable Sequestration: A Research Agenda*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25259>
- PROAKIS. 2015. *Agricultural Knowledge and Information Systems in Europe: Weak or Strong, Fragmented or Integrated?* (<https://bit.ly/2sVGHQZ>)
- SEFARI. 2017. *SEFARI: Leading Ideas for Better Lives*. (<https://bit.ly/3cdON9n>)
- Sommer, B. and Hain, A. 2017. "Europe As a Green Leader? A Brief Evaluation of both the European Union's Climate and Energy Policy and Common Agricultural Policy." *Culture, Practice & Europeanization* 2(2): 33-45.
- Wageningen University & Research. 2019. *Annual Report: Wageningen University & Research 2018*.
- Cannon, R.J.C.. 1998. "The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species." *Global Change Biology*. vol. 4, no. 7, pp. 785-796.
- Rao, G.G.S.N., A.V.M.S. Rao, and V.U.M. Rao. 2009. "Trends in rainfall and temperature in rainfed India in previous century, In: *Global climate change and Indian Agriculture case studies from ICAR network project*, (Ed.: PKAggarwal)." ICAR Publication New Delhi. pp. 71-73.
- Deutsch, A.A., J.J. Tewksbury, R.B. Huey, K.S. Sheldon, C.K. Ghalambor, D.C. Haak and P.R. Martin. 2008. "Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude." *PNAS*. vol. 105, no. 18, pp. 6668-6672.

〈참고 인터넷 사이트〉

1. GARDIAN(<https://gardian.bigdata.cgiar.org>)
2. WAGRI(<https://wagri.net/en-us/>)
3. 농촌진흥청 흙토람(<http://soil.rda.go.kr/soil/index.jsp>)
4. 공공데이터 포털(<http://www.data.go.kr/index.do>)
5. 농촌진흥청(<http://www.rda.go.kr/>)
6. 국가통계포털 농업총조사_2015(kosis.kr)
7. 경기도 농업기술원(<https://nongup.gg.go.kr/>)
8. 경상남도 농업기술원(<https://www.gnares.go.kr/>)
9. 경상북도 농업기술원(www.gba.go.kr/)
10. 전라남도 농업기술원(<https://www.jares.go.kr/>)
11. 전라북도 농업기술원(www.jbares.go.kr)
12. 충청남도 농업기술원(cnnongup.chungnam.go.kr)
13. 충청북도 농업기술원(www.ares.chungbuk.kr)
14. 강원도 농업기술원(www.ares.gangwon.kr)

15. 제주도 농업기술원(<https://agri.jeju.go.kr/>)
16. 국가연구시설장비진흥센터(<https://www.zeus.go.kr/>)
17. Journal of the Korean Society of International Agriculture(www.intagrijournal.org)
18. 국립농업과학원(www.naas.go.kr)
19. CGIAR 빅데이터수집 네트워크(<https://gardian.bigdata.cgiar.org>)
20. CGIAR 빅데이터 연구지원 플랫폼 (<https://bigdata.cgiar.org/>)
21. 미국 climate hub 홈페이지(<https://www.climatehubs.usda.gov/>)
22. 장비검색 ZEUS (<https://www.zeus.go.kr>)
23. 국립식량과학원(<http://nics.go.kr>)
24. Climate hub(<https://www.climatehubs.usda.gov/>)
25. Wageningen University & Research(<https://www.wur.nl/>)
26. 국립농업과학원 농업기상재해 조기경보시스템(<https://new.agmet.kr>)
27. 농넷(<https://www.nongnet.or.kr>)
28. Copernicus Open Access Hub(<https://scihub.copernicus.eu/>)
29. LIfe-Agri-Adapt(<https://agriadapt.eu/>)
30. Climate corporation(<https://climate.com/>)
31. Deep thunder(<https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/deePTHUNDER/>)
32. Environment Growth Chamber(<https://www.egc.com/>)
33. 유럽위원회 Farm to Fork Strategy(https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en)