

충청남도 농축산분야 탄소중립 추진 기본 구상

강마야(충남연구원 경제산업연구실 연구위원, kmaya@cni.re.kr)
 유학열(충남연구원 지역도시·문화연구실 선임연구위원, hyyou@cni.re.kr)
 이홍택(충남연구원 사회통합연구실 책임연구위원, iht@cni.re.kr)
 이다겸(충남연구원 경제산업연구실 연구위원, lg6678@cni.re.kr)
 분야별 외부전문가 다수 참여(세부 명단은 보고서 안 명시)

이번 연구는 충청남도 농축산분야의 탄소중립 비전, 목표, 추진전략 등 체계도 구조화, 탄소중립 실현 시나리오 분석을 통해 목표치를 설정, 추진전략별 세부 추진과제(안)를 도출하고자 한다.

CONTENTS

1. 서론
2. 충남 농축산분야 탄소중립 여건분석
3. 농축산분야 탄소중립 관련 정책동향
4. 충남 농축산분야 탄소중립 비전체계
4. 충남 농축산분야 탄소중립 시나리오
6. 충남 농축산분야 탄소중립 세부 추진과제
7. 제언 : 추가 신규 프로젝트
- 부록
- 참고문헌

요약

○ 충남 농축산분야 비전과 키워드

- 비전안 : (2안) 충남형 쉼(SSen) 농업, 건강한 농업, 넷제로 농업, (3안) 충남형 탄소중립 농축산업 30-50-70 실현
- 키워드 : 농촌환경, 새로운 먹거리, 자원순환, 자차자람탈탄소, 감축과 성장 간 공정과 균형

○ 충남 농축산분야 온실가스 감축량

- 감축수단 최소한 이행 시 2021년 대비 2045년 39% 감축, 감축수단 최대한 이행 시 2021년 대비 2045년 50%~70% 감축

○ 충남 농축산분야 분야별 성과목표(정량/정성)

- 경종 : 2021년 대비 2045년 약 25% 감축, 412.8천 톤CO₂eq 감축량 / 경종자원순환농업환경농업생태농업 유도를 목표
- 축산 : 2021년 대비 2045년 약 50% 감축, 1,042.3천 톤CO₂eq 감축량 / 가축분뇨도 자원이 되게, 에너지원이 되게 최대한 활용을 목표
- 농촌마을 : 2021년 대비 2045년 최소 50%~최대 78% 감축, 최소 53.4천 톤~최대 84.8천 톤CO₂eq 감축량 / 신재생에너지원으로 순환하는 공간, 유기성 자원을 활용하는 공간으로 목표

○ 충남 농축산분야 탄소중립 4+1 추진전략과 추진기반, 16대 실천과제

- '환경친화적 농산업 경제' 전환 : 저비용.저투입.저탄소 농업, 경종자원순환농업환경농업생태농업으로 전환 등
- '새로운 농산업 먹거리' 기회 창출 : 가축분뇨, 유기성 자원을 활용한 신재생에너지 및 바이오매스 에너지 산업군 육성 등
- '자원순환 경제' 전환 : 농림축수산물 부산물의 유기성 자원화 등
- '농업농촌 분야 탈탄소 자립 경제' 실현 : 농촌지역사회와 마을주민 공동주도 시범사업 프로젝트 등
- '공정과 균형의 거버넌스' 구축 : 감축에 따른 손실 공정보상 등
- 이를 위한 선결과제로서 농민에게만 일방적으로 요구되는 과도한 시선 교정, 행정 내 정책사업 간 상호충돌하는 부분 교차점검, 마을주민 및 농민의 정책수용성 한계 극복, 경제성과 기술력 동시 극복 등

○ 추가 신규 프로젝트

- 산업과 농업 상생모델로서 충남 지역 에너지 및 탄소 순환, 충남 미폐쇄 석탄화력발전소 폐열 활용한 시설원에 온배수 공급, 충남 농촌지역의 RE 100 마을사업 활성화 등

<<<목차>>>

1장. 서론	4
2장. 충남 농축산분야 탄소중립 관련 여건분석	6
1. 탄소중립 추진 배경과 의의	6
2. 전국 대비 충남 여건	7
3장. 농축산분야 탄소중립 관련 정책동향	15
1. 상위계획 총괄요약	15
2. 충청남도 탄소중립경제특별도 추진전략	21
3. 국내외 농축산(농식품)분야 추진사례	24
4. 중앙정부 및 충청남도의 주요 감축수단(정책사업)	27
4장. 충남 농축산분야 탄소중립 비전체계	29
1. SWOT 분석 결과	29
2. 기본방향	30
3. 비전과 목표, 추진전략과 추진과제	32
4. 비전체계도 틀거리	34
5장. 충남 농축산분야 탄소중립 시나리오	36
1. 시나리오 분석 개요	36
2. 시나리오 0 : 국가 배출량 대비 충남 배출량(감축수단 미이행 시)	37
3. 시나리오 1 : 국가 감축량 대비 충남 감축량(감축수단 이행 시)	38
4. 시나리오 2 : 충남 농축산분야 50% 목표로 역산출한 감축량	40
5. 시나리오 3 : 충남 농축산분야 70% 목표로 역산출한 감축량	41
6. 시나리오 4 : 농업인 소득안전망 구상	42
6장. 충남 농축산분야 탄소중립 세부 추진과제	44
1. 세부 추진과제 개요	44
2. 분야별 추진과제와 세부 감축수단 : 경종	47

3. 분야별 추진과제와 세부 감축수단 : 축산	68
4. 분야별 추진과제와 세부 감축수단 : 농촌 에너지 및 공통기반	80
5. 탄소중립 실천을 위한 10대 선결과제	100
7장. 제안 : 추가 신규 프로젝트	104
1. 프로젝트① : 산업과 농업 상생모델로서 충남 지역 에너지 및 탄소 순환	104
2. 프로젝트② : 충남 미세먼지 석탄화력발전소 폐열 활용한 시설원에 온배수 공급	106
3. 프로젝트③ : 충남 농촌지역의 RE 100 마을사업 활성화	107
4. 프로젝트④ : 충남 농업 농촌형 스마트그리드 체계구축	108
5. 프로젝트⑤ : 축산밀집지역에 맞춘 충남형 바이오에너지 활성화 사업	109
부록1 분야별 기초 통계자료(농온실가스 인벤토리 제작 기준치 모음집)	110
부록2 중앙정부, 연구기관, 타 광역지자체 등 탄소중립 추진전략 사례비교	115
부록3 주요 감축수단별 주민수용성 진단	118
참고문헌	120

01 서론

● 연구의 배경 및 필요성

- 충청남도(2023)가 이미 수립한 “충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진 전략”을 토대로 이행계획 마련할 필요
- 즉, 충청남도 탄소중립 실현을 위한 비전, 목표, 추진전략 등 비전 체계도의 구조화, 추진전략별 세부 실천과제(안)의 고도화 등 추가 작업 필요
- ※ 탄소중립(넷제로, Net Zero)이란, 대기 중 온실가스 농도가 인간 활동에 의해 더 증가되지 않도록 순배출량 0이 되도록 하는 것, 특정 기간에 인간활동에 의한 탄소(이산화탄소, 온실가스 등) 배출량과 전지구적 흡수량이 균형을 이룰 때 탄소중립 달성(출처 : 탄소중립녹색성장위원회)

● 연구의 목적

- 이번 연구는 충청남도 농축산분야의 탄소중립 비전, 목표, 추진전략 등 체계도 구조화, 탄소중립 실현 시나리오 분석을 통해 목표치를 설정, 추진전략별 세부 추진과제(안)를 도출
- 특히 충청남도(2023)가 이미 수립한 “충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진 전략” 자료를 활용, 검토하여 이행계획 내용으로 고도화

● 연구의 내용

- 농축산분야 탄소중립 국내외 추진사례 및 상위계획 검토
- 충남 농축산분야 탄소중립 비전, 목표, 추진전략 등 비전체계도 구조화 (도청 주문사항 : 농림축산국이 설정한 기본안 검토 및 보완, 논리적 체계 완성)
- 충남 농축산분야 탄소중립 세부 실천과제 도출 (도청 주문사항 : 측정가능한 지표 구축 통해 수치로 나타내는 성과제시 중요(예. 온실가스 제로화, 쓰레기 제로화, 친환경농업 등), 농림축산국이 도출한 실천과제 검토 및 보완, 추가 필요시 세부 실천과제(안) 검토 등)
- ※ 본 연구는 충청남도 농림축산국(2023)이 자체적으로 이미 수립한 ‘2045 농축산분야 탄소중립 추진전략’ 문서자료를 토대로 검토하여 연구자가 수정, 보완한 것임.

● 연구의 추진일정(〈표 1-1〉 참고)

- 이번 연구를 위해서 전문가 자문회의(5차), 충청남도청 담당팀과 업무협의(2차) 등을 추진

〈표 1-1〉 연구의 추진일정과 참여전문가

일자	회의명	주요 내용 (참여전문가 명단)
2024.02.27.	현안과제 사전협의	과업추진 배경, 요청사항 논의
2024.02.29.	현안과제 부여조서, 공식시작	-
2024.03.08.	전문가 자문회의(1차) (참여전문가 명단, 가나다순)	연구과제 기본구상, 틀 자문 충남대학교 환경소재공학과 강석구 교수 (사)농정연구센터 장민기 소장 농촌과 자치 정만철 부소장
2024.03.08.	충청남도 농업정책과 업무협의(1차)	연구과제 기본구상 진행 협의
2024.05.14.	전문가 자문회의(2차) (참여전문가 명단)	탄소중립 관련 신규 정책제안 호서대학교 산학융합캠퍼스(당진 탄소중립지원센터) 구경완 교수, 센터장
2024.05.14.	충청남도 농업정책과 업무협의(2차)	최종보고서(초안) 검토, 의견교환
2024.05.13. ~ 05.23.	전문가 서면자문(3차) (참여전문가 명단, 가나다순)	최종보고서(초안) 검토 자문 충남대학교 환경소재공학과 강석구 교수 국회입법조사처 김규호 입법조사관 아시아농업농촌연구원 김기홍 원장 한국농촌경제연구원 김연중 명예선임연구위원 한국농촌경제연구원 정학균 선임연구위원 경상대학교 식품자원경제학과 김태영 교수 단국대학교 환경자원경제학과 김호 교수 (사)농정연구센터 장민기 소장 농촌과 자치 정만철 부소장 전북연구원 황영모 선임연구위원
2024.05.23.	현장 자문회의(4차) (참여전문가 명단)	최종보고서(초안) 검토 자문 공익법률센터 농본 운영진 4명 예산홍성환경운동연합 활동가 3명 농민 및 마을주민 2명 충남시민연대 2명
2024.05.27.	연구진 내부회의, 전문가 자문회의(5차) (참여전문가 명단)	최종보고서(수정안) 최종 자문 서면자문 관련 전문가 4명
2025.05.31.	최종보고서 제출	-

주 : 저자 작성하되 일부는 전문가의 대면자문, 서면자문 내용을 보고서 본문에 반영하여 작성함.

● 연구의 정책활용도 및 기대효과

- 충청남도 농축산분야의 지속가능한 탄소중립 실현을 위한 비전체계도 완성, 추진전략 등 이행계획 수립에 활용
- 충청남도 농축산분야 탄소중립 추진 기본 구상으로 성과결과물 도출

1. 탄소중립 추진 배경과 의의

● 탄소중립 추진 배경 및 현황(김연중, 2024;장민기, 2024;정학균, 2024)

- 2050 탄소중립 목표는 변하지 않을 가능성이 매우 높는데 이유는 최근 세계적으로 한파, 폭염, 태풍, 홍수 등 이상기후가 빈번하게 발생하고 있고 기후위기에서 나온 목표이기 때문
- 기후위기와 환경위기는 전 세계가 당면하고 있는 문제임. 이에 대응하여 선진국을 중심으로 탄소중립을 선언하고 그린뉴딜 등의 발전전략을 통한 녹색경제로의 전환을 추구 중, 우리나라도 이러한 흐름에 맞추어 2050년 탄소중립을 목표로 이를 달성하기 위해 산업 분야별 다양한 녹색경제 전략을 수립하여 추진
- 여러 가지 선행연구, 상위계획 등을 살펴보면, 시간적 범위도 2030년, 2050년 등 장기적 관점과 관련 예측 결과 수치를 여러 단위에서 발표하는 등 복잡하고 잘 정리되지 않은 상황
- 주요 내용은 전반적인 농업농촌 생산시스템 개혁, 환경·생태 보전, 에너지 전환, 기후변화에 따른 위기·리스크 대응, 온실가스 저감 실천활동 등 여러 가지 이해와 관점으로 존재

● 충남 농축산분야 탄소중립 추진 의의

- 단순히 농축산분야 온실가스 배출량 감축 이행에만 의미가 있는 게 아니라 그동안 화석연료 기반의 농축산업 관행에 대한 평가, 경쟁력 강화라는 이름으로 추진해 왔던 규모화 및 단작화 농정에 대한 평가, 자연환경과 농축산업이 단절되면서 나타나는 이상기후에 대한 평가, 농축산물 생산 외에도 소비, 폐기, 재활용 등 전단계에 걸친 평가가 필요하고 중요함을 의미
- 이러한 모든 것에 대하여 생산자 외에도 소비자가 기존의 익숙한 관행, 편하게 먹고 사용하고 버리던 **관행들을 구조적으로 전환**해야 함을 의미
- 따라서 **농축산분야 탄소중립은 먹거리와 관련된 모든 주체의 행동양식 변화를 요구**하며 이번 충남의 농축산분야 탄소중립 추진 기본 구상도 이러한 부분을 주안점에 두고 작성
- 단, 국가가 수립한 2050년보다 5년 앞선 2045년을 목표시점으로 설정, 기본구상의 비전체계도의 축은 **탄소중립으로 전환하기 위한 감축, 탄소중립으로 새로운 성장 동력 창출** 등 두 개의 축, 단계별 틀거리를 사용한다는 점이 타 계획과의 차별성 존재

2. 전국 대비 충남 여건

● (국가 전체 여건) 분야별 현황 및 문제, 필요성¹⁾

- (경종 분야) 논 면적 감소, 타작물 재배 확대 등으로 온실가스 배출 감소, (축산분야) 가축 사육두수 증가로 배출량 증가, 환경보전프로그램(2019년부터 시행), 공익직불제(2020년부터 시행) 등으로 환경친화적 농업에 대한 인식이 높아졌으나 주요 선진국 대비 고투입 농업 구조, 농업인의 환경보전 활동 참여, 축산 환경부하 저감 등 농업 전분야 및 전후방에서 환경친화적 전환을 통해 온실가스 감축 필요
- (재생에너지) 「재생에너지 3020 이행계획」에 따라 다양한 태양광 사업모델 추진 및 제도 정비(2030년까지 농촌 태양광 10GW 목표), 주민참여형 태양광, 영농형 태양광, 농업기반시설 활용형 태양광 등 수익성 저하, 외지인 주도의 사업 추진에 따른 농가 반대, 안전성 우려로 태양광에너지 확산에 한계, 환경 훼손 최소화, 지역주민에게 수익 귀속 등을 기본 원칙으로 농촌 재생에너지 확대 및 에너지 전환 필요
- (기후변화) 자연재해 발생은 증가했으나 수리시설 노후화, 경영안정 장치인 재해보험은 손해를 급증 등 운용에 한계, 기후변화 적응 능력을 강화하여 농업의 지속가능성 확보 필요

● (국가 추진 계획) 전체 목표 및 분야별 탄소중립 목표, 계획²⁾

- (목표) 온실가스 발생 최소화 및 재생에너지 전환으로 농업·농촌 탄소중립에 기여, 기후변화 대응 역량 제고
- (배출 저감) 농업 분야에서 온실가스 배출 비중이 가장 높은 축산과 벼농사를 중심으로 저탄소 농업 실천 지원 계획
- (축산) 적정규모 사육, 양질의 조사료 공급 확대, 저메탄 사료 개발·보급 등으로 가축의 장내 발효에 의한 가스 배출 저감 계획
- (비료·농약) 온실가스 저감 농법 개발·보급, 농가에 대한 인센티브 지급 방안 검토 계획
- (에너지 전환) 주요 농업시설의 'RE100'을 포함한 「농업·농촌의 에너지 전환 계획」 수립
- (재생에너지) 공간계획을 통한 축사·온실·신재생 에너지시설 등의 단지화로 재생에너지 생산·이용 체계 구축, 영농형 태양광 사업주체, 입지, 허용방식, 시설기준 등을 포함한 도입 세부 기준 마련(6월) 및 주민 참여형 사업 활성화 계획
- (기후변화 적응) 농업·농촌 재해예방 및 피해완충을 위한 인프라 강화 계획
- (재해 예방) 노후 수리시설의 안전진단 및 개보수, 저수지 비상수문·물넘이 확장 등 홍수 대응 시설 강화 계획
- (재해 보험) 보험요율 개별화(시·군 → 읍·면, 할인할증을 현실화), 보장수준 선택 다양화, 고위험군 관리 강화로 보험의 지속가능성·합리성 제고 계획

1) 자료 : 농림축산식품부 누리집(www.mafra.go.kr, 검색일자 : 2024.03.30.)

2) 자료 : 농림축산식품부 누리집(www.mafra.go.kr, 검색일자 : 2024.03.30.)

● (양적 목표) 감축수단 미이행과 이행 시, 국가의 배출량과 감축량 추정(〈표 2-1〉 참고)

- 감축수단을 미이행한 2018년의 경우, 농축산분야 배출량은 22,187천 톤CO₂eq, 이 중 비에너지는 95.5%, 에너지는 4.5% 비중 차지
- 감축수단을 이행한 2050년의 경우, 농축산분야 감축량은 8,243천 톤CO₂eq, 감축 후 배출량은 15,338천 톤CO₂eq, 2018년 대비 2050년 감축율은 30.9%

〈표 2-1〉 국가의 농축산분야 온실가스 배출량 및 감축량 : 감축수단 미이행과 이행 시

(단위 : 천 톤 CO₂eq)

구분		2018년 배출량	2018년 배출비중 (%)	2050년 감축목표			2018년 대비 감축률 (A-D/A)×100	
				2050년 배출량 전망치 (BAU)	수단	감축량 (C)		감축 후 배출량 (D=B-C)
2050 시나리오 (농축산+수산)		24,725		24,450	-	8,996	15,453	37.5
농축산 합계 (A+B)		22,187	100.0	23,582	-	8,243	15,338	30.9
비에너지 계(A)		21,191	95.5	23,188	-	8,012	15,176	28.4
경종	소계	11,784	53.1	11,629	-	2,809	8,820	25.2
	벼 재배	6,297	28.4	4,847	소계	540	4,307	31.6
					간단관개	474		
					논물알개대기	66		
	농경지	5,472	24.7	6,765	소계	2,269	4,496	17.8
					질소비료 절감	268		
					바이오차 보급	65		
					농경지 투입 분뇨량 저감	1,936		
	작물잔사소각	15	0.1	17	-	-	17	-
축산	소계	9,407	42.4	11,559	-	5,203	6,356	32.4
	가축분뇨	4,936	22.2	6,729	비농업계로 이동	2,355	4,374	11.4
	장내발효 및 생산성 향상	4,471	20.2	4,830	소계	2,848	1,982	55.7
					저메탄사료 보급	402		
					분뇨 내 질소저감	673		
					축산생산성 향상	1,773		
에너지 계(B)		996	4.5	393	고효율 에너지 설비 등	231	162	83.7

자료 : 농림축산식품부(2021), 2050 농식품 탄소중립 추진전략.

● (충남 전체 여건) 2045 충청남도 탄소중립 실현을 위하여 추진전략 선포³⁾

- (2045 충청남도 탄소중립 선포) 2045년까지 탄소중립 실현을 위한 온실가스 감축시나리오를 전국 최초로 발표(2021.12.)
- (탄소중립 국제적 역할과 위상 강화) 국제정부 기구 언더2 연합(Under2 Coalition)의 공동 의장이자 아시아태평양 지역의장 선출(2022.7.)
- (탄소중립경제 특별도 선포) 전국 최초로 탄소중립을 통한 경제성장 모델 구축을 위해 탄소중립경제 특별도 선포(2022.10.)
- (탄소중립경제 특별도 추진전략 수립) 2045년까지 52.9조원 투입하여 충청남도 탄소중립경제 특별도 추진을 위한 전략 수립(2023.12.)

● (충남 농업 분야) 국가 대비 충남 농업 분야 온실가스 배출량 추이(〈표 2-2〉 참고)

- 충남 온실가스 총배출량 143,983.6천 톤(Gg CO₂eq)으로 이 중 농업분야 온실가스 배출량은 3,825.8천 톤(Gg CO₂eq), 전체 대비 2.7% 차지(2020년 기준)
- 충남 농업 분야 온실가스 배출량의 추이를 살펴보면, 2000년 3288천 톤CO₂eq → 2010년 3606천 톤CO₂eq → 2020년 3825천 톤CO₂eq으로 조금씩 증가해 오는 상황
- 그 원인으로는 식생활 변화로 1990년 대비 2022년에 충청남도의 가축사육은 2.9배 증가, 경지면적은 24.8% 감소함에 따라 온실가스 발생 증가한 것으로 파악됨에 따라 충청남도도 농축산분야 온실가스 배출량 감축 대책과 추진전략 마련 시급
- 참고로, ‘2050 탄소중립’ 선언, 제1차 국가탄소중립 녹색성장 기본계획(‘23.4.)을 통해 국가 온실가스 총배출량을 2030년까지 2018년 대비 40% 감축 목표로 설정, 농축수산분야 또한 2018년 24.7백만 톤CO₂eq → 2030년 18.0백만 톤CO₂eq(△27.1%) 감축 목표 제시

〈표 2-2〉 국가 대비 충남의 농업 분야 온실가스 배출량 추이(1990-2020)

(단위 : 천 톤 CO₂eq)

구분	1990년	2000년	2010년	2018년	2019년	2020년
국가 총배출량(A)	292,105.06	502,730.45	656,119.74	726,977.59	701,213.74	656,222.88
국가 농업분야(B) (B/A)	20,971.70 (7.18%)	21,368.79 (4.25%)	22,070.25 (3.36%)	21,135.53 (2.91%)	20,964.24 (2.99%)	21,050.06 (3.21%)
충남 총배출량(C) (C/A)	22,001.78 (7.53%)	69,678.84 (13.86%)	130,896.22 (19.95%)	158,718.21 (21.83%)	153,801.77 (21.93%)	143,983.59 (21.94%)
충남 농업분야(D) (D/C)	2,901.58 (13.19%)	3,288.26 (4.72%)	3,606.21 (2.76%)	3,865.09 (2.44%)	3,774.13 (2.45%)	3,825.83 (2.66%)

자료 : 1. 환경부 온실가스종합정보센터(2023), 2023년 국가 온실가스 인벤토리 및 지역 온실가스 배출량 통계(1990-2021).
2. 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진 전략.

3) 자료 : 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진 전략.

● (충남 농축산분야) 국가 대비 충남 농축산분야 온실가스는 18% 차지(〈표 2-3〉 참고)

- 국가는 2010년부터 2021년까지 분야별 연평균 증가율을 살펴보면, 경종 분야는 벼재배 측면에서 3.3% 감소, 축산 분야는 사육두수 측면에서 1.0%~1.3% 증가
- 충남은 2010년부터 2021년까지 분야별 연평균 증가율을 살펴보면, 경종 분야는 벼재배 측면에서 2.8% 감소, 축산 분야는 사육두수 측면에서 0.3%~0.7% 증가

〈표 2-3〉 국가 대비 충남의 농축산분야 온실가스 배출량 전망치 : 감축수단 미이행 시

(단위 : 천 톤 CO2eq)

구분	국가 대비 충남 비중			2030년 전망치		2050년 전망치	
	2010년	2018년	2021년	국가	충남	국가	충남
농업(Gg CO2eq)	18.8%	18.0%	17.7%	23,039.0	4,071.7	23,581.0	4,167.5
A. 장내발효	20.9%	18.2%	18.8%	4,758.0	895.0	4,830.0	908.5
B. 가축분뇨처리	22.5%	23.2%	21.8%	6,236.0	1,356.4	6,729.0	1,463.7
C. 벼재배	23.2%	24.2%	24.7%	5,041.0	1,242.9	4,847.0	1,195.0
D. 농경지토양	6.6%	5.5%	5.8%	6,334.0	369.9	6,765.0	395.1
F. 작물잔사소각	21.9%	19.2%	18.9%	17.0	3.21	17.0	3.2
<i>J. 에너지</i>	<i>14.1%</i>	<i>14.1%</i>	<i>14.1%</i>	<i>653.0</i>	<i>92.1</i>	<i>393.0</i>	<i>55.4</i>

〈국가 전체 2010년~2021년 연평균 증감율〉

- 경종(C. 벼재배) : -3.3%(감소)
- 경종(D. 농경지 토양) : 0.9%(증가)
- 축산(A. 장내발효) : 1.3%(증가)
- 축산(B. 가축분뇨처리) : 1.0%(증가)

〈충청남도 2010년~2021년 연평균 증감율〉

- 경종(C. 벼재배) : -2.8%(감소)
- 경종(D. 농경지 토양) : -0.3%(감소)
- 축산(A. 장내발효) : 0.3%(증가)
- 축산(B. 가축분뇨처리) : 0.7%(증가)

자료 : 환경부 온실가스종합정보센터(2023), 2023년 국가 온실가스 인벤토리 및 지역 온실가스 배출량 통계(2010-2021).

주 : 'J. 에너지 부문'은 국가 단위 전망치만 있으므로 충남의 경지면적 14.1%를 곱해서 추정한 수치임.

- (농업 분야) 전국적으로 2위 규모, 농사행위 중 일부 활동은 온실가스 배출원이지만 농지는 온실가스 흡수원 저장 기능 수행, 농지보전 가치와 잠재력은 매우 중요

농가 및 농가 인구(〈표 2-4〉 참고)

- 충남의 농가 수 : 2018년 123,480호(12.1%) → 2022년 117,162호(11.5%)로 감소
- 충남의 농가인구 : 2018년 276,426명(11.9%) → 2022년 242,326명(11.2%)으로 감소

〈표 2-4〉 국가 및 충남의 농가 및 농가인구 변화(2018-2022)

구분	2018년			2022년			2018년~2022년
	국가	충남	비중(%) *충남/국가	국가	충남	비중(%) *충남/국가	연평균 증감율(%)
농가(호)	1,020,838	123,480	12.1	1,022,797	117,162	11.5	0.0(▲1.3)
농가인구(명)	2,314,982	276,426	11.9	2,165,626	242,326	11.2	▲1.7(▲3.2)

자료 : 통계청(2018-2023), 행정구역(시군구)별 농가, 농가인구, 「농림어업조사」

농지면적(〈표 2-5〉 참고)

- 전국의 경지면적 : 1990년 281,306ha → 2022년 211,518ha
- 충남의 경지면적 : '18년 210ha(13.2%) → '22년 215ha(14.1%)로 증가

〈표 2-5〉 국가 및 충남의 경지면적 변화(2018-2022)

구분	2018년			2022년			2018년~2022년
	국가	충남	비중(%) *충남/국가	국가	충남	비중(%) *충남/국가	연평균 증감율(%)
논(천 ha)	844	146	17.3	775	141	18.2	▲2.1(▲0.9)
밭(천 ha)	751	64	8.5	752	74	9.8	0.0(3.7)
경지면적(천 ha)	1,595	210	13.2	1,528	215	14.1	▲1.1(0.6)

자료 : 통계청(2018-2023), 농업면적조사, 전국(도별) 논밭별 경지면적.

농산물 생산량(〈표 2-6〉 참고)

- 충남의 쌀 생산량 : 2018년 732천 톤(18.9%) → 2022년 725천 톤(19.3%)으로 감소
- 충남의 식량작물(정곡) 생산량 : 2018년 765천 톤(17.4%) → 2022년 767천 톤(17.7%)으로 증가
- 충남의 채소류(엽채류, 근채류, 조미채소) 생산량 : 2018년 490천 톤(7.1%) → 2022년 416천 톤(6.8%)으로 감소

〈표 2-6〉 국가 및 충남의 주요 농산물 생산량 변화(2018-2022)

구분	2018년			2022년			2018년~2022년
	국가	충남	비중(%) *충남/국가	국가	충남	비중(%) *충남/국가	연평균 증감율(%)
쌀(천 톤)	3,868	732	18.9	3,763	725	19.3	▲0.7(▲0.2)
식량작물(천 톤)	4,397	765	17.4	4,331	767	17.7	▲0.4(0.1)
채소류(천 톤)	6,867	490	7.1	6,101	416	6.8	▲2.9(▲4.0)

자료 : 1. 통계청(2018-2023), 농작물생산조사, 식량작물생산량(정곡).
 2. 통계청(2018-2023), 농작물생산조사, 채소생산량(엽채류+근채류+조미채소류).
 주 : 채소류: 엽채류, 근채류, 조미채소 생산량 합계

● (친환경농업 분야) 전국적으로 중위권, 탄소중립 실현에 가장 이상적인 모형이나 충남은 점차 비중 감소, 소극적 대응(〈표 2-7〉 참고)

- 충남의 친환경농산물 인증면적 : 2018년 5,125.1ha(6.5%) → 2022년 4,708.2ha(6.7%)로 감소
- 충남의 친환경농산물 농가수 : 2018년 4,132호(7.2%) → 2022년 3,986호(7.9%)로 감소
- 충남의 친환경농산물 출하량 : 2018년 39,618.8톤(8.8%) → 2022년 39,204.2톤(8.8%)으로 감소
- 참고로 국가는 2030년 친환경농업 재배면적 비중을 30%까지 올린다는 목표인데 약 40만 ha 증가 필요하다는 계산 도출

〈표 2-7〉 국가 및 충남의 친환경농업 변화(2018-2022)

구분	2018년			2022년			2018년~2022년
	국가	충남	비중(%) *충남/국가	국가	충남	비중(%) *충남/국가	연평균 증감율(%)
친환경농산물 인증면적(ha)	78,544	5,125.1	6.5	70,127	4,708.2	6.7	▲2.8(▲2.1)
친환경농산물 농가수(호)	57,261	4,132	7.2	50,722	3,986	7.9	▲3.0(▲0.9)
친환경농산물 출하량(톤)	450,886	39,618.8	8.8	446,781	39,204.2	8.8	▲0.2(▲0.3)

자료 : 국립농산물품질관리원(2018-2022), 친환경농산물인증현황(시도/시/군/구).

● (축산 분야) 전국적으로 1~2위 규모, 축산물은 온실가스 배출원이기도 하면서 바이오가스 등 신재생에너지원으로 탄소중립 실현에 잠재적 요인(〈표 2-8〉 참고)

- 전국의 가축사육 : 1990년 10,798천 마리 → 2022년 31,490천 마리
- 충남의 주요 가축(소, 돼지, 닭) 사육두수 : 2018년 30,887천 마리(전국 대비 16.4%) →

2022년 31,489천 마리(전국 대비 16.7%)로 증가

- 충남의 기타 가축(양, 염소, 말, 오리, 사슴) 사육두수 : 2018년 339.4천 마리(전국 대비 3.5%) → 2022년 118.5천 마리(전국 대비 1.8%)로 감소
- 가축사육은 기후변화, 농촌고령화, 탄소배출권 확보, 악취민원 해소 발생하여 향후 미래형 축산시설 필요(충남은 1,200여 농가가 227만 두 돼지 사육, 전국 사육두수의 20.5% 차지)

〈표 2-8〉 국가 및 충남의 주요 축산물(소, 돼지, 닭) 변화(2018-2022)

구분	2018년			2022년			2018년~2022년
	국가	충남	비중(%) *충남/국가	국가	충남	비중(%) *충남/국가	연평균 증감율(%)
소(젓소, 한우)	3,519	447	12.7	4,115	534	13.0	4.0(4.5)
돼지	11,332	2,329	20.6	11,123	2,273	20.4	▲0.5(▲0.6)
닭	172,992	28,111	16.2	173,135	28,682	16.6	0.0(0.5)
총 사육두수 (천 마리)	187,843	30,887	16.4	188,373	31,489	16.7	0.1(0.5)

자료 : 통계청(2018-2022), 축산물품질평가원 가축동향조사, 농림축산식품통계연보_VI.축산_1.가축사육가구및마리.

- (에너지 분야) 농업 규모에 견주어 상위권 규모로 추정, 탄소중립 실현을 위하여 에너지 이용 효율화에 기여하는 전후방산업 육성 중요한 분야(〈표 2-9〉 참고)

- 충남의 농기계 대수는 2018년 230천 대(12.3%) → 2022년 232천 대(11.9%)로 증가

〈표 2-9〉 국가 및 충남의 농업용 기계 대수 변화(2018-2022)

구분	2018년			2022년			2018년~2022년
	국가	충남	비중(%) *충남/국가	국가	충남	비중(%) *충남/국가	연평균 증감율(%)
농기계 대수(천 대)	1,872	230	12.3	1,942	232	11.9	0.9(0.2)
농기계 휘발유 사용 비중(%)	6%	-	-	6%	-	-	0.0
농기계 경유 사용 비중(%)	33%	-	-	27%	-	-	▲4.9
농기계 등유 사용 비중(%)	58.0%	-	-	64%	-	-	2.5
기타 사용 비중(%)	3%			3%			

자료 : 1. 통계청(2018-2022), 농업기계보유현황.

2. 농림축산식품부(2023), 농림축산식품 주요통계_III농업생산자재_1.농기계_(4)농업기계용면세유류공급실적.

● (종합 정리) 국가 및 충남의 농업여건 변화 전망(<표 2-10> 참고)

- 경종 : 2018년 기준 국가 대비 충남의 경지면적(논과 밭)은 약 13.2% 차지
- 축산 : 국가 대비 충남의 사육두수(모든 축종)는 약 16.6% 차지

<표 2-10> 국가 및 충남의 농업여건 변화 전망

부문	구분	국가				충남			
		2018년	2030년	2040년	2050년	2018년	2030년	2040년	2050년
비에너지	논(천 ha)	844	644	627	623	146.0	111.4	108.5	107.8
	밭(천 ha)	751	574	559	555	64.0	48.9	47.6	47.3
	경지면적(천 ha)	1,595	1,218	1,186	1,178	211.0	161.1	156.9	155.8
	소(천 두)	3,497	3,797	3,800	3,800	447.0	485.3	485.7	485.7
	돼지(천 두)	10,829	12,015	13,173	14,267	2,329.0	2,584.1	2,833.1	3,068.4
	닭(천 수)	164,026	191,290	202,689	208,111	28,111.0	32,783.5	34,737.1	35,666.3
	기타(천 두)	10,232	10,231	10,231	10,231	339.4	339.4	339.4	339.4
	가축사육두수 (천 두)	188,584	217,333	229,893	236,409	31,226.4	35,986.8	38,066.5	39,145.4
	화학비료(톤/연)	244,059	238,894	238,752	238,744	25,259.0	24,724.4	24,709.7	24,708.9
	축산분뇨(톤/연)	473,519	521,282	545,406	565,499				
	질소고정작물 (톤/연)	348	317	317	317				
	작물잔사환원 (톤/연)	16,287	14,142	13,711	13,587				
	농경지 질소투입량 (ton N/yr)	734,213	774,635	798,186	818,147				
에너지	석탄소비량 (천 TOE)	21	21	21	21				
	석유소비량 (천 TOE)	1,298	755	535	406				
	도시가스	3	1	-	-				
	직접 에너지 (석탄, 석유, 가스)	1,322	777	556	427				
	전력	1,374	2,007	2,101	2,091				
	간접 에너지 (전력, 열)	1,374	2,007	2,101	2,091				

자료 : 1. 농림축산식품부(2021), 2050 농식품 탄소중립 추진전략.

2. 통계청(2023), 농업면적조사: 전국(도별) 논밭별 경지면적.

3. 농림축산식품부(2023), 농림축산식품통계연보, III 농업생산재_3. 비료소비.

4. 농림축산식품통계연보(2023), VI. 축산_1. 가축사육가구및마리(축산물품질평가원 가축동향조사).

주 : 1. 농식품부가 제시한 국가통계를 기초로 충남의 부문별 비중을 곱해서 여건을 전망하였으므로 뒷부분 수치와 다름.

2. 빈칸인 부분은 충남 자체 통계가 없는 것임.

03

농축산분야 탄소중립 관련 정책동향

1. 상위계획 총괄요약

- 상위계획 중 농축산분야 탄소중립 중점사항 등 요약(〈표 3-1〉, 〈표 3-2〉 참고)
 - 충남의 농축산분야 탄소중립 기본구상을 위해서 기존 상위계획 등의 중점사항, 추진방향 및 추진과제를 검토하여 다음과 같이 요약, 정리

〈표 3-1〉 탄소중립 상위계획별 중점사항 요약

계획명	수립주체	중점사항
국가 탄소중립 녹색성장 기본계획(2023~2042)	탄소중립·녹색성장위원회 (2023)	환경과 경제의 조화, 국가기관의 책임감, 민간이 주도하는 혁신성, 구성원 공감대, 적극적이고 능동적 대응, 농업 부문은 저탄소 농업구조로 전환 제시
2050 농식품 탄소중립 추진전략	농림축산식품부(2021)	저탄소 농업으로의 전환, 분야별 온실가스 배출원 감축, 저탄소 에너지로의 전환, 신재생에너지 등 지역단위 에너지 자립 구조로 전환
축산부문 2030 온실가스 감축과 녹색성장전략	농림축산식품부(2024)	온실가스 배출원 관리로 발생량 감축, 저비용·저배출 탄소 축산업으로 전환, 가축분뇨를 활용한 재생에너지 등 지역단위 에너지 자립 구조로 전환
2050 탄소중립 실현 농업기술 개발과 현장보급 추진전략	농촌진흥청(2022)	온실가스 통계자료 구축, 농업기술 개발, 배출 외에 흡수 기능 홍보
탄소중립경제특별도 계획 및 추진전략	충청남도(산업경제실, 2023)	미래 경제, 전환 경제, 순환 경제, 생활 경제, 탄소중립 국가 허브
2045 농축산분야 탄소중립 추진전략	충청남도(농림축산국, 2023)	스마트화 및 디지털화, 저탄소 농업구조 전환, 친환경산업화, 농업소득 증대

주 : 저자 작성함. 상위계획별 세부내용은 다음 페이지부터 소개함.

〈표 3-2〉 농축산분야 탄소중립 상위계획별 추진방향 및 추진과제 요약

구분	전체 감축목표	농축산분야 감축목표	농축산분야 추진방향	농축산분야 추진과제
탄소중립. 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(2023)	(2018년) 727.6백만 톤 → (2030년) 436.6백만 톤 ☞ 40% 감축	(2018년) 24.7백만 톤 → (2030년) 18.0백만 톤 ☞ 27.1% 감축	저탄소 구조 전환을 통한 지속가능한 농축수산업 실현	① (농업) 디지털 기술 활용한 스마트농업 확산, 논물관리·질소질비료 감축 등 저탄소 농업기술 적극 보급 ② (축산업) 저메탄·저단백 사료 개발·보급으로 축사 온실가스 저감, ICT 기반 과학적 관리를 통해 사료 절감 등 사육구조 개선 ③ (수산업) LPG, 하이브리드 등 저탄소·무탄소 어선을 개발·보급하고, 양식장 배출수 활용한 소수력 발전, 양식·수산가공시설에 지능형 에너지 관리 확대
농림축산식품부 (2021, 2024) * 2030 NDC, 2050 시나리오, 메탄 감축, 2024 축산부문 녹색성장 전략 포함	-	(2018년) 24.7백만 톤 → (2030년) 18.0백만 톤 ☞ 27.1% 감축 → (2050년) 15.4백만 톤 ☞ 37.7% 감축 * 축산부문 : (2018년) 940만 톤 대비 → (2030년) 770만 톤 ☞ 18% 감축	저탄소 농업 구조 전환과 에너지 전환	① (저탄소 농업구조 전환) 정밀농업, 환경친화적 농업, 농업자원 관리 강화, 온실가스 저장 기능 강화 ② (온실가스 배출 저감) 논물관리 및 비료사용 감축, 사양관리·분뇨처리개선, 식품 유통거리 축소, 식생활 개선, 음식물 낭비 저감 ③ (화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환) 시설농업 저탄소 에너지 전환, 농산물 유통시설 에너지 효율화, 농기계 에너지 전환 ④ (재생에너지 확대) 농촌 재생에너지 공급 확대, 농촌마을 RE10, 에너지 자립지구 구축 ⑤ (기반구축) 온실가스 통계 구축, 온실가스 감축 기술개발, 감축에 따른 지원체계 구축
충청남도 전체 (2023)	〈전체〉 (2018년) 온실가스 배출량 대비 → (2030년) 40% 감축 → (2045년) 0=100% 감축(중립)	〈농축산 부문〉 (2018년) 387만 톤 → (2045년) 116만 톤 ☞ 70% 감축(271만 톤)	친환경 농축산업 확산 및 에너지 자립 마을 확대	① LNG 발전과 신재생에너지를 통한 자원순환체계의 스마트팜으로 전환(탄소저감형 스마트팜 설계) ② 대규모 축산단지 조성하여 메탄가스 활용을 통한 친환경 에너지로 전환 ③ 농촌 영농쓰레기 자원순환 체계로 전환 ④ 농촌마을 RE100 등을 통하여 에너지자립 ⑤ 친환경농업 육성, 에너지 절감형 시설 지원 * (2020년 기준) 충남 온실가스 총 배출량 143,983천 톤(Gg CO2eq) 중 농축산업 분야 3,825천 톤(Gg CO2eq) 2.7% 차지 * (2018년 기준) 충남 메탄 총 배출량의 84.3% 농축산업 분야 차지 〈에너지 부문〉 (2019년) 전체 대비 62% 규모 → (2035년) 50% 감축 → (2045년) 100% 감축 〈산업 부문〉 (2018년) 66백만 톤CO2eq → (2030년) 40백만 톤CO2eq → (2040년) 17백만 톤CO2eq → (2045년) 0 〈건물 부문〉 (2018년) 802만 톤 대비 → (2045년) 82,000톤(90% 감축) 〈수송 부문〉 (2018년) 462만 7000톤 대비 → (2045년) 69만 4,000톤(85% 감축)
충청남도 농축산분야(2024)	(2018년) 300만 톤 → (2045년) 250만 톤 ☞ 35% 감축(105만 톤)	(2018년) 387만 톤 → (2045년) 116만 톤 ☞ 70% 감축(271만 톤) 12조 2,855억 원 투자	스마트화 농민참여 제도지원	① 탄소중립 농업경제 전환) ICT기반 저탄소 농업생산기반 구축, 친환경생태농업 확산, 농업농촌 에너지전환 및 효율화 ② 온실가스 배출 저감) 영농법의 개선과 온실가스 저감확대, 저탄소 가축사양관리 개선과 분뇨 자원화, 농식품 유통거리 단축 ③ 저탄소 농업 실행역량 기반 구축) 탄소중립 농업분야 민관협력 추진체계 구축, 농업경제 활성화 지원 자치법규 제정, 저탄소 농축산물 인센티브 확대

주 : 저자 재구성하여 작성함.

● 국가(2023)의 탄소중립·녹색성장 기본계획(2023~2042)(〈그림 3-1〉 참고)

- 국가 탄소중립을 위해서 2030년 배출량 목표는 436.6백만 톤(2018년 대비 26.3% 목표치 → 40% 감축 목표치)으로 유지, 2021년 국제사회에 약속한 NDC 상향안 감축목표 준수
- 3대 정책방향은 책임있는 실천, 질서있는 전환, 혁신주도 탄소중립·녹색성장을 제시
- 4대 전략 추진과제는 구체적·효율적 방식으로 온실가스를 감축하는 ‘책임감 있는 탄소중립’, 민간이 이끌어가는 혁신적인 ‘탄소중립·녹색성장’, 모든 사회구성원의 공감과 협력을 통해 ‘함께하는 탄소중립’, 기후위기 적응과 국제사회를 주도하는 ‘능동적인 탄소중립’ 등 제시

☞ **핵심 포인트 : 환경과 경제의 조화, 국가기관의 책임감, 민간이 주도하는 혁신성, 구성원 공감대, 적극적이고 능동적 대응, 농업 부문은 저탄소 농업구조로 전환 제시**

〈그림 3-1〉 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획(2023~2042, 비전 체계도)



자료 : 관계부처합동(2023.04.), 탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획 : 중장기 온실가스 감축목표 수정안, 대통령직속2050 탄소중립녹색성장위원회 누리집.

● 농식품부(2021)의 '2050 농식품 탄소중립 추진전략'(<그림 3-2> 참고)

- 농식품 분야는 2030년 온실가스 배출량 목표를 18.0백만 톤(2018년 대비 27.1% 감축) 설정, 2050년까지 온실가스 배출량 목표를 2018년 24.7백만 톤 대비 38% 감축 설정
- 크게 구조, 감축, 전환 3대 영역으로 계획을 마련, 이런 규정을 바탕으로 목표 지표 설정, 결론부문의 기대 효과 등에서 감축, 전환을 중심으로 내용 전개
- 3+1 실행전략으로 정밀농업·환경친화적 농업의 확산 등을 통해 저탄소 농업구조로 전환, 벼 재배 및 가축사육 등 생산과정에서 발생하는 온실가스 최대한 배출 감축, 화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환, 농업·농촌 분야 에너지를 재생에너지 확대 등 제시
- 탄소중립 실현을 위한 기반으로 온실가스 통계 구축 및 산정방식 고도화, 온실가스 감축기술 신규개발 및 투자확대, 농업인 및 지역단위 온실가스 감축 지원체계 구축 등 제시

☞ **핵심 포인트 : 저탄소 농업으로의 전환, 분야별 온실가스 배출원 감축, 저탄소 에너지로의 전환, 신재생에너지 등 지역단위 에너지 자립 구조로 전환**

<그림 3-2> 2050 농식품 탄소중립 비전-목표-중점추진과제(비전 체계도)



자료 : 농림축산식품부(2021), 2050 농식품 탄소중립 추진전략.

● 농식품부(2024)의 ‘축산부문 2030 온실가스 감축과 녹색성장전략’(〈그림 3-3〉 참고)

- 주요 골격은 저탄소 사양관리와 축종별 생산성 향상을 통해 온실가스 배출량을 지난 2018년 940만 톤 대비 18% 감축한 770만 톤 수준으로 목표 설정
 - 가축분뇨 퇴·액비화 과정에서 발생하는 온실가스 저감을 위해 농가별 온실가스 저감 설비 56%까지 확대, 가축분뇨의 정화처리 비중 25%로 확대, 에너지화 시설을 30개소까지 증설
 - 축산업을 활용해 다른 분야의 온실가스를 저감 : 축분을 활용한 바이오가스로 생산된 전기와 폐열을 활용하는 에너지화 단지를 현재 1개소에서 8개소까지 조성하는 등 축분으로 화석연료 대체하는 방안, 축분 바이오차 활용 확대를 위한 규제 개선과 생산시설 투자 확대
 - 고투입 가축 사육 관행을 저투입·저배출 구조로 전환 : 스마트 장비와 솔루션을 전업농 30% 이상 보급, 축산과 경종을 연계한 자원순환농업 활성화 위한 농식품 부산물 사료화 확대
- ☞ 핵심 포인트 : 온실가스 배출원 관리로 발생량 감축, 저비용, 저배출 탄소 축산업으로 전환, 가축분뇨를 활용한 재생에너지 등 지역단위 에너지 자립 구조로 전환

〈그림 3-3〉 축산부문 2030 녹색성장 비전-목표-중점추진과제(비전 체계도)

비전	2050 탄소 감축 목표 달성을 위한 저탄소 녹색 축산업 실현		
목표	2018년 대비 “2030 온실가스 18% 감축 및 저탄소 축산업 확산” · 배출량 : [18] 941만 톤 → [310] 773(배출 전망 1,100)		
추진 전략	온실가스 직접 감축	타 분야 온실가스 감축	저투입 구조로 전환
	① 가축분뇨 처리방식 개선 ② 환경친화사료 보급 ③ 축종별 생산성 향상	① 축분 에너지화 연계 ② 축분 바이오차 활용	① 스마트축산 확산 ② 저탄소 사양관리 ③ 식품부산물 사료 재활용

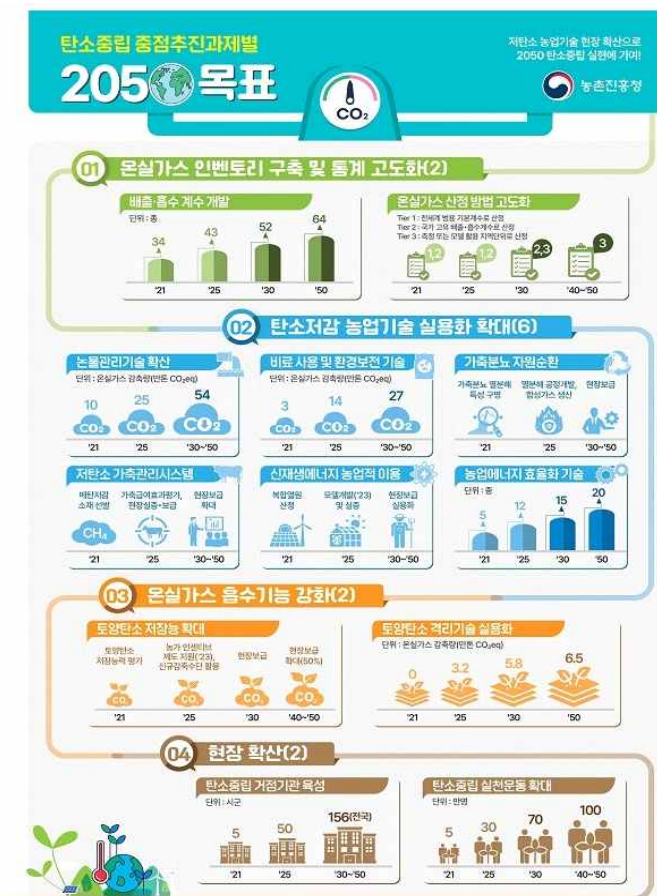
자료 : 농림축산식품부(2024), 축산부문 2030 온실가스 감축과 녹색성장 전략.

● 농촌진흥청(2022)의 '2050 탄소중립 실현 농업기술 개발과 현장보급 추진전략'(<그림 3-4> 참고)

- 온실가스 정보에 대한 객관적이고 신뢰성 있는 통계자료 구축, 온실가스 감축을 위한 저탄소 농업기술 개발 확대, 농경지를 이용한 온실가스 흡수 기능 강화, 개발된 기술의 현장 확산 등을 4대 중점 분야로 설정
- 통계자료 구축을 살펴보면, 농업생산 환경을 반영한 국가고유계수를 지난해 34종에서 2050년까지 64종으로 확대, 온실가스 배출 통계 및 산정방식은 선진국 수준으로 개선해 온실가스 감축 이행과 평가에 활용할 예정, 온실가스 배출량 산정에 필요한 통계자료 확충, 데이터도 표준화해 농식품부와 지방자치단체에서 탄소중립 실현에 활용할 수 있도록 2027년까지 데이터 플랫폼 구축 예정
- 예시 : 농축산분야 주요 감축 수단인 가축 장내 발효·논물 알계 걸러대기 등 메탄 배출계수 추가 개발해 온실가스 배출량 산정에 활용, 친환경농법인 무경운·꽃거름작물 재배·돌려짓기(윤작)을 실천했을 때 농경지에 저장되는 탄소 축적계수 개발 온실가스 흡수원 산정에 활용

☞ 핵심 포인트 : 온실가스 통계자료 구축, 농업기술 개발, 배출 외에 흡수 기능 홍보

<그림 3-4> 탄소중립 중점추진과제별 2050 목표(비전 체계도)



자료 : 농촌진흥청(2022), 2050 탄소중립 실현 농업기술 개발과 현장보급 추진전략.

2. 충청남도 탄소중립경제특별도 추진전략

● 충청남도(2023)의 '탄소중립경제특별도 계획 및 추진전략'(<그림 3-5>, <표 3-3>, <표 3-4> 참고)

- 탄소중립경제특별도 계획을 수립하여 목표를 저탄소 신산업의 육성과 에너지 전환으로 설정
- 탄소중립경제특별도가 지향하는 키워드는 '탄소 저감, 일자리 창출, 에너지 전환, 산업구조의 전환' 등으로서 5대 분야 10대 실천과제 제시
- 탄소중립경제특별도 추진을 위해서 2045년까지 50.6조 원 투입 계획, 이에 따른 생산유발 효과는 97조 원, 부가가치 창출효과는 42.2조 원, 고용파급효과는 57.6만 명으로 산출
- 농업농촌 분야에서는 탄소저감형 스마트팜으로 전환, 대규모 축산단지 조성하여 메탄가스 활용을 통한 친환경 에너지로 전환, 농촌 영농쓰레기 자원순환 체계로 전환 등 강조

☞ 핵심 포인트 : 미래 경제, 전환 경제, 순환 경제, 생활 경제, 탄소중립 국가 허브

〈그림 3-5〉 충청남도 탄소중립경제특별도 비전-전략-단계별 추진 목표(비전 체계도)

비전	탄소중립경제로 기회와 활력이 넘치는 힘센 충남 실현			
전략타겟	미래시장 선점	기술실증 선도	도민체감 확산	글로벌 리더십 강화
목표	① 경제적 파급효과 101.5조원 ② 일자리 창출 60.2만명 ③ 국비유치 9.1조원			
추진전략	미래경제	➤ 1 수소 패권·기술혁신 2 미래 원천	글로벌 수소 혁신생태계 구축 고탄소 산업의 저탄소 대전환	
	전환경제	➤ 3 석탄발전 청정전환 4 저탄소 생활기반	탈석탄 전환체계 구축 저탄소 인프라 선제적 보급	
	순환경제	➤ 5 탄소순환 6 자원순환	충남형 탄소순환 생태계 조성 농어촌 그린투게더	
	생활경제	➤ 7 녹색도시 8 녹색일자리	탄소중립경제 플래그십(Flagship) 조성 그린창업 및 공동체 활성화 프로젝트	
	탄소중립 국가허브	➤ 9 이슈선도 10 글로벌 리더십	탄소중립경제 이니셔티브 선도 탄소중립경제 글로벌 위상 강화	

	기반확보 ('23~'26)	산업구조 전환 ('27~'31)	글로벌 성과 확산 ('32~'45)
미래시장 선점	<ul style="list-style-type: none"> 수소 밸류체인별 인프라 조성 고탄소산업 전환지원 기반조성 그린모빌리티 산업인프라 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 수소형만 조성 및 수소생태계 구축 탄소중립형 산업단지 4.0 시범추진 그린모빌리티 생태계 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 글로벌 수소 패권 선도 청정산업 전환 글로벌 성과 확산 그린모빌리티 글로벌 허브화
저탄소 新산업 육성			
기술실증 선도	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립경제 제도적 기반 마련 수소발전 전량 실증시범사업 해상풍력 집적단지 조성 기반구축 	<ul style="list-style-type: none"> 수소발전 전량 실증사업 확대 글로벌 해상풍력 집적단지 조성 지역맞춤형 저탄소 인프라 보급 	<ul style="list-style-type: none"> 수소발전소 조성 글로벌 해상풍력 클러스터 완성 지역맞춤형 저탄소 인프라 확산
글로벌 Test-Bed			
도민체감 확산	<ul style="list-style-type: none"> 내포신도시 탄소중립 도시기반 조성 충남형 그린동행 프로젝트 추진 기후테크 창업촉진 및 공동체 육성 	<ul style="list-style-type: none"> 내포신도시 탄소중립 도시기반 확대 충남형 그린동행 프로젝트 확대 기후테크 창업촉진 및 공동체 육성 	<ul style="list-style-type: none"> 내포신도시 탄소중립수도 완성 충남형 그린동행 프로젝트 성과확산 기후테크 유니콘 기업 창출
도민 탄소중립 생활화			
글로벌 리더십 강화	<ul style="list-style-type: none"> 세계탄소중립 기업박람회 유치 수소에너지 국제포럼 개최 국내 탄소중립경제 거버넌스 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 세계탄소중립 관련 박람회 유치 탄소중립 국제 컨퍼런스 개최 국내 탄소중립경제 거버넌스 확대 	<ul style="list-style-type: none"> CES 전시회 및 기후회의 유치 내포신도시 글로벌화 프로젝트 국내 탄소중립경제 거버넌스 강화
국제도시 충남 위상강화			

자료 : 충청남도(2033), 충청남도 탄소중립경제 특별도 추진전략, 연구용역 최종보고서, 충남연구원(이홍택 외) 수행.

〈표 3-3〉 충청남도 탄소중립경제특별도의 부문별 성과 목표(정량+정성)

구분	정성 성과 목표(일부 탄소배출저감 목표)		정량 성과 목표	
에너지 부문	석탄화력 중심 에너지 생산 (2019년 온실가스 배출량 62% 규모)	석탄발전 전환 등 온실가스 배출 감축 (2035년 50% 감축 2045년 100% 감축)	석탄화력발전 폐쇄 및 전환(LNG, 수소) 2022년 2개	2032년 11개 2045년 20개
			신재생에너지비율 2020년 16.8%	2032년 62.6% 2045년 91.4%
산업 부문	제철, 석유화학 등 고탄소 산업 비중 多 (2018년 66백만 톤 CO2eq)	고탄소 산업의 저탄소화 (2030년 40백만 톤CO2eq 2040년 17백만 톤CO2eq 2045년 0CO2eq)	산업단지의 그린산업단지 대개조 2022년 0개	2032년 9개 2045년 12개
			탄소중립형 산업단지 그린이노파크조성 2022년 0개	2032년 2개 2045년 5개
농축수산 부문	농작물 재배 및 가축 사육 과정에서 온실가스 배출	친환경 농축산업 확산 및 에너지 자립 마을 확대	친환경농업면적 2022년 1,348ha	2032년 13,512ha 2045년 31,127ha
			에너지자립마을조성 2022년 0개	2032년 5개 2045년 10개
(정량목표)	저메탄 축산환경 조성 및 친환경농업 육성 위해 11개 사업 추진 386만 2200톤에서 115만 9000톤으로 69.9% 감축 목표(총 270만 3200톤 감축량)			
수소 부문	그레이 수소 중심의 생태계 및 열악한 수소 산업 가치 사슬 구조	청정수소 중심의 생태계 및 그린 모빌리티 등 활용처 확대	수소인프라 및 R&D센터 유치 2022년 0개	2032년 2개 2045년 5개
			수소항만조성 2022년 0개	2032년 1개 2045년 1개
탄소포집 활용·저장 (CCUS)	초기 단계의 기술 수준 및 관련 인프라 구축	청정수소 중심의 생태계 및 그린 모빌리티 등 활용처 확대	CCUS 실증플랜트 조성	CCUS 실증플랜트 운영

〈표 3-4〉 충청남도 탄소중립경제특별도의 분야별 사업목록 중 농림축산분야

전략	분야	세부사업명	지역	사업 기간	총 사업비 (백만 원)	담당부서
미래경제	미래원천	[1-12] 탄소순환형 산업단지 그린이노파크 조성	보령, 서산	2023~2027	160,000	스마트농업과 등
전환경제	저탄소 생활기반	[2-9] 저탄소 에너지원 인프라 확대	충남	2023~	671,525	산림자원과 등
순환경제	자원 순환	[3-11] 산림부문 탄소중립 추진전략 이행	충남 전역	2022~2050	3,712,772	산림자원과
		[3-12] 농촌마을 RE100 실증시범사업 추진	충남 전역	2023	41,078	농촌활력과
		[3-13] 가축분뇨 에너지화 시설 확충	충남 전역	2022~2032	129,800	축산과
		[3-14] 탄소중립 대응 친환경농업 육성	충남 전역	2023~2045	856,374	스마트농업과
		[3-15] 시설원에 에너지 절감시설 지원사업	충남 전역	2010~2045	111,810	스마트농업과
		[3-16] 유기질비료 지원 사업	충남 전역	2022~	437,168	스마트농업과
		[3-18] 충남형 ICT 융복합 스마트축산 시범단지 조성	보령·서천, 당진	2023~2032	1,520,190	축산과
생활경제	녹색도시	[4-1] 내포신도시 '세계 탄소중립수도' 조성	내포 신도시 (홍성, 예산)	2023~2045	134,200	산림자원과 등
	녹색 일자리	[4-10] 탄소중립 지역공동체 발굴 및 지원	충남 전역	2024~	2,300	농촌활력과 등

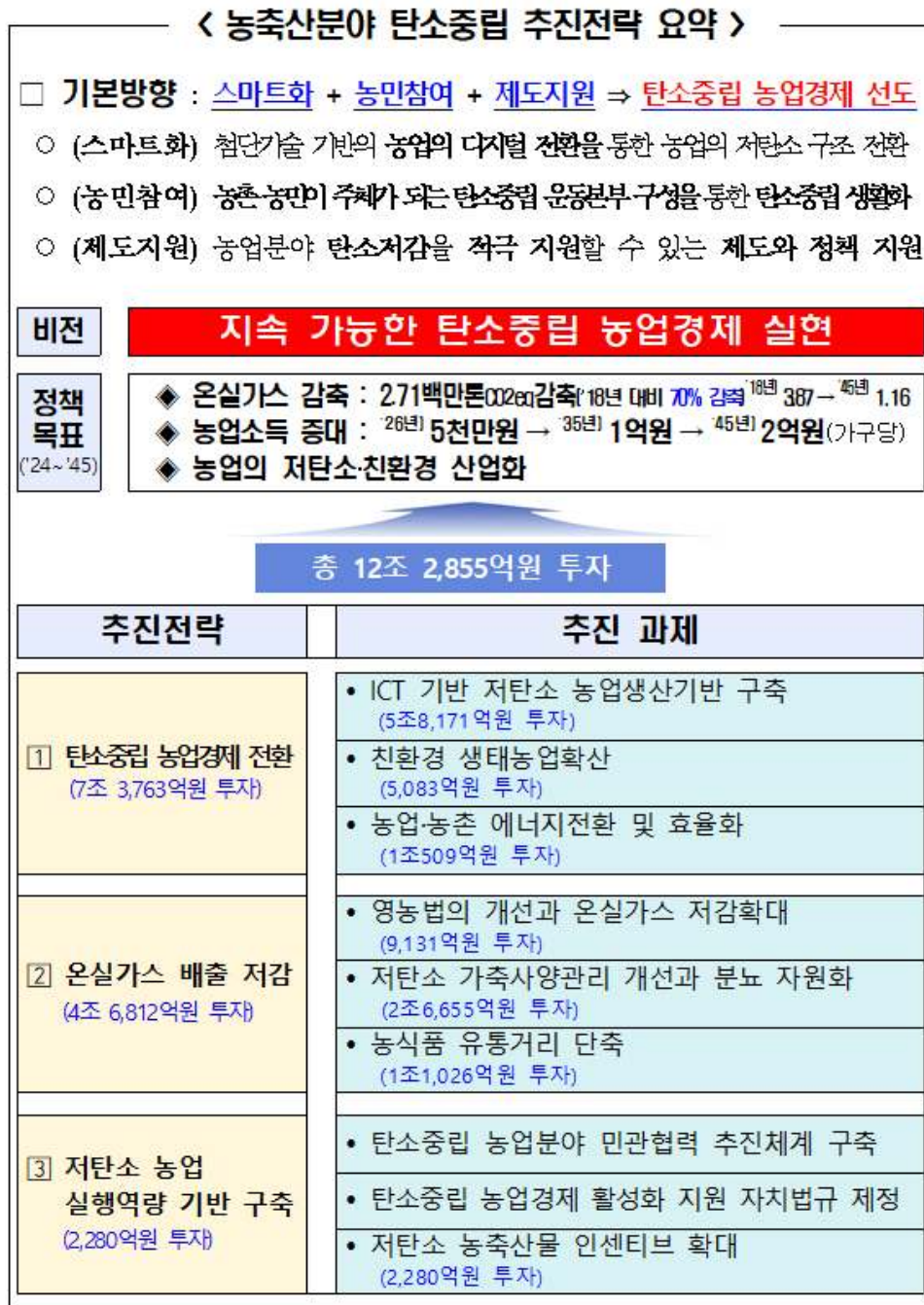
자료 : 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립경제 특별도 추진전략, 연구용역 최종보고서, 충남연구원(이홍택 외) 수행.

주 : 저자가 재구성하여 작성함.

● 충청남도(2023)의 '2045 농축산분야 탄소중립 추진전략'(<그림 3-6> 참고)

- 충남의 농축산분야 탄소중립을 위하여 기본방향으로는 스마트화, 농민참여, 제도지원을 설정
- 추진전략은 탄소중립 농업경제로 전환, 온실가스 배출 저감, 저탄소 농업실행역량 기반 구축
- ☞ **핵심 포인트 : 스마트화 및 디지털화, 저탄소 농업구조 전환, 친환경산업화, 농업소득 증대**

<그림 3-6> 충청남도 농축산분야 탄소중립 비전-추진전략-추진과제(비전 체계도)



자료 : 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진전략.

3. 국내외 농축산(농식품)분야 추진사례

1) 국내(전라북도)

● 전라북도의 탄소중립 농업 추진전략(황영모 외, 2022)(〈그림 3-7〉 참고)

- ‘전라북도 탄소중립 농업 추진전략’을 ‘기후변화 대응 탄소중립 농업’으로 명시
- 농식품 탄소중립 추진전략과 전라북도 현장의 실행역량 등을 고려하여 ‘①배출감축, ②구조 전환, ③기후대응, ④실행역량’ 등으로 전략체계의 정책방향을 구조화하여 제시
- 기본구조 : ‘배출감축’ → ‘구조전환’ + ‘기후적응’ + ‘실행역량’
- 비전 : 기후변화 대응 탄소중립 전북농업 실행역량 구축과 농업·농촌 넷제로 실현
- 목표 : 탄소중립 농업을 위한 ‘감축’(국가계획 이행)과 ‘적응’(기후위기 대응력 강화)

〈그림 3-7〉 전라북도 기후변화 대응 탄소중립 농업 추진전략 기본체계

[비전] “기후변화에 대응한 탄소중립 전북농업 실행역량 구축과 농업·농촌의 넷제로 실현”		
[목표] (감축) 온실가스 25.7% 감축 적극 이행(30년), (적응) 농업·농촌의 기후 대응력 강화		
분야	정책방향	추진전략
배출감축	■ 농업분야 온실가스 배출 저감	① (경종) 경종 영농법의 개선과 온실가스 저감 확대
		② (축산) 저탄소 가축 사육관리 개선과 분뇨 자원화
		③ (유통) 농식품 유통거리 축소와 음식 폐기물 저감
		④ (시설) 생산·유통시설 농기계 에너지 이용 효율화
		⑤ (농촌) 농촌마을 RE100과 재생에너지 전환 확대
구조전환	■ 탄소중립 농업으로 구조 전환	① (친 환 경) 친환경농업 확대와 지역 실천기반 강화
		② (탄소저장) 토양의 탄소 저장능력 향상 대책 마련
		③ (정밀농업) DNA 기반의 정밀농업 기술 보급 확산
		④ (연구보급) 저탄소 농업 현장적용 기술개발과 적용
기후적응	■ 기후변화 적응 위험관리 강화	① (사전) 농업기상 정보를 활용한 사전 대응력 강화
		② (사후) 농업재해보험 개선 등 사후 위험의 최소화
실행역량	■ 탄소중립 농업 실행역량 구축	① (체계) 탄소중립 농업 민관협력 추진체계의 구축
		② (제도) 탄소중립 농업 지원 자체 지원 제도 마련
		③ (교육) 탄소중립 농업 교육체계와 실천여건 강화

자료 : 황영모, 장남정, 배균기, 서환석, 조원지, 이병훈, 정호중(2022), 전라북도 기후변화 대응 탄소중립 농업 추진전략 연구, 정책연구 2022-14, 전북연구원.

2) 국외

● 국가별 농식품 분야 탄소중립 정책(〈표 3-5〉 참고)

- 미국은 2050년까지 10~20% 감축을 목표로 토양으로부터 탄소격리 추진, 토양관리 기법에 초점, 세부적으로 기후21 프로젝트, 보전유보프로그램, 보전책무프로그램 도입이 눈에 띈.
- 영국은 토양관리, 에너지, 농자재, 저탄소 식품 소비에 초점, 부문별 농장행동 실천사항 명시하는 물론 농식품의 생산 단계, 유통 단계, 소비 단계별 참여를 명시한 것이 눈에 띈.
- 유럽연합은 ‘농장에서 식탁까지 전략’을 수립하여 농식품 공급사슬에 초점을 두어 농식품의 생산 단계, 유통 단계, 소비 단계별 주체들의 책임성을 강조하는 것이 눈에 띈.
- 일본은 2050년까지 46% 감축을 목표로 ‘2050 녹색성장 추진전략’을 수립하여 ICT에 의한 스마트농업, 화학비료 절감 등 녹색식량시스템을 강조하는 것이 눈에 띈.
- 한국은 2050년까지 38% 감축을 목표로 저탄소 농업구조로 전환, 분야별 온실가스 배출원 감축활동, 농촌의 에너지 전환 등을 강조하는 것이 눈에 띈.

〈표 3-5〉 국가별 농식품 분야 탄소중립 정책 요약

구분	주요 내용(정책, 활동)	핵심 포인트
미국	(1) 기후 21 프로젝트(생산 분야) · 탄소은행 및 작물보험 정책 등 친환경농업 전환 지원 · 스마트그리드 기술 확장, 메탄소화기 도입 등 농촌 에너지 탈탄소화 추진 · 토지의 탄소 데이터 수집 및 분석 개선하여 농촌 연구분야 재건 (2) 2050 탄소중립 장기 전략(생산 분야)(2050년까지 10~20% 감축 목표, 2005년 대비 2030년 배출량은 50%~52% 감축 목표) · 토양 탄소 격리 추진 (3) 인센티브 이해 향상을 위한 보전유보프로그램(CRP), 보전책무프로그램(CSP)를 통해 탄소격리 포함한 환경보전 활동 지원 · 보전유보프로그램(CRP)은 토양침식도가 높은 농지를 퇴거시키는 프로그램, 400만 에이커를 추가 등록하는 계획 수립, 목표 달성 시 15백만 톤 CO ₂ eq 감축 추정 · 보전책무프로그램(CSP)은 토양, 물, 공기, 에너지, 동식물 보전 및 개선과 기타 부족, 사유경작지 보전을 목적으로 재정 및 기술 지원하는 프로그램, 탄소격리를 위한 환경 보전 활동까지 지원대상 확대 계획	토양관리 기법
영국	(1) 온실가스 행동계획 · 부문별 농장행동(on-farm actions) 실천 요구 : 토양 및 토지관리, 효율적 작물 및 초지 생산, 효율적 가축 관리 시스템, 효율적 농장 에너지 사용 (2) 탄소중립 달성을 위한 식음료 부문 핸드북 · (생산) 탄소배출량 적은 원재료 사용, 친환경 포장에 대한 기업책임 확대, 제조업 부문의 에너지 효율 향상 및 친환경 에너지 전환 · (유통) 물류서비스에 기후변화 대응 활동 포함, 운송수단을 전기차로 전환 · (소비) 저탄소 제품 트렌드(예. 대체육 등) 활용한 제품 포지셔닝, 식품 분야	토양관리, 에너지, 농자재, 저탄소 식품 소비

구분	주요 내용(정책, 활동)	핵심 포인트
	탄소중립 달성을 위한 소비자 참여 유도	
유럽연합	<p>(1) 농장에서 식탁까지 전략(Farm to Fork Strategy, F2F 2020년)(2050년까지 탄소 순배출량 제로로 만드는 목표)</p> <ul style="list-style-type: none"> · (생산) 탄소격리, 재생에너지 기반 순환경제 추진, 농약·비료 사용량 감축, 지속가능한 축산업으로 전환 지원, 농업 종사자 수익 보장 · (유통) 식품 공급망의 공정성을 해치는 식품 사기 근절 · (소비) 지속가능성 표시 프레임워크 고안, 지속가능한 식품 접근성 향상을 위한 가격 개선, 공공 부문의 지속가능한 식품 의무 구매 기준 도입 <p>(2) 책임있는 식품산업 및 마케팅 실천을 위한 EU 행동강령</p> <ul style="list-style-type: none"> · (생산·유통·소비) 건강하고 지속가능한 식단 제공, 2050년까지 푸드체인 기 후중립화, 푸드체인의 순환 효율성과 자원 효율성 극대화, 푸드체인 내 지속가능한 일자리 창출, 파트너십 기반한 푸드체인 내 지속가능 가치 창출 · (생산) 원재료 조달의 지속가능성 제고/(소비) 식품 손실과 폐기물 방지 및 감축 <p>(3) 국제메탄서약 출범</p> <ul style="list-style-type: none"> · (생산) 메탄방출량 감축을 위한 가축사료 보충제 개발 	순환경제, 생산·유통·소비, 폐기 혹은 재활용으로 이어지는 식품 공급사슬 (푸드체인)
일본	<p>(1) 2050 탄소중립에 따른 녹색성장전략 선언(2013년 대비 2030년까지 46% 감축 목표)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 2021년 5월 '녹색식량시스템 전략' 수립 · 기존 살충제를 대체하는 신규 농약 개발, 2050년까지 화학농약 사용량 50% 감축, 수입원료 및 화석연료를 원료로 사용하는 화학비료 사용량 30% 감축, 유기농업 비율 25% 확대 목표 · 중장기 관점 식품공급망 단계별 대응과 환경부담 완화를 위한 전략 추진 · 화학비료 사용 절감 등 화석연료 기원 온실가스 발생량 감축과 함께 목재·수산·농지에서 탄소저장 등을 통한 흡수원 대책 추진과 식품제조업 노동 생산성 향상 등 방안 포함 · ICT활용 통한 스마트농업 실현, 화학비료 절감, 흡수원 대책 등 탄소저감 	ICT에 의한 스마트농업, 화학비료 절감 등 녹색식량시스템
한국	<p>(1) 2050 농식품 탄소중립 추진전략(2018년 대비 2030년까지 27.1% 감축 목표)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 저탄소 농업구조로 전환 : 정밀농업, 환경친화적 농업, 토양·용수 관리, 토양 저장기능 강화 · 분야별 온실가스 감축 : 경종(작물재배), 축산, 유통, 소비 · 농업·농촌의 에너지 효율화, 전환 : 화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환, 농업·농촌 에너지 자립 및 전환, 지원 <p>* 국가적으로 2050 탄소중립 선언, 제1차 국가탄소중립 녹색성장 기본계획 (2023.04., 2018년 대비 2030년까지 38%~40% 감축 목표)</p>	저탄소 농업구조로 전환, 분야별 감축, 농촌 에너지 전환

자료 : 1. Farm to Fork Strategy, European Commission(2020.05.)

2. USDA(2021), The Long-Term Strategy of the United States: Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050.

3. 일본 농림수산성(2020), 2050년カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略.

4. 한국농수산식품유통공사(2022), 주요국 농식품 분야 탄소중립 현황 조사, 일반-11보고서.

5. 정학균·성재훈·김현정(2022), 탄소중립 실현 위한 농업분야 정책과제, 농업전망2022, 한국농촌경제연구원.

4. 중앙정부 및 충청남도의 주요 감축수단(정책사업)

● 농식품부의 탄소중립과 직접적으로 관련 있는 사업(〈표 3-6〉 참고)

- 2024년 기준, 약 31개 사업에 2.79조 원 투입, 대부분 경종 분야

〈표 3-6〉 농식품부의 농업·농촌 분야 탄소중립 직접 관련 사업(2024년 예산 기준)

(단위 : 백만 원, %)

구분	사업명	국비	국비 보조율(%)
경종 (13개 사업 2.7조 원)	공익직불금(기본형: 소농 및 면적직불금)	2,633,487	100
	전략작물산업화(시설, 장비, 교육, 컨설팅 등 4개)	11,735	40~50
	공익직불금(선택형) 친환경농업직불제	22,832	100
	탄소중립 프로그램 시범사업(경종)	4,056	100
	저탄소 농축산물 인증제(농산물)	1,747	100
	농기계임대사업소	6,750	50
	농산물 직거래장터 운영	1,350	70
	저탄소 벼 논물관리 기술보급 시범사업	-	-
	농업환경보전 프로그램	5,020	50~100(지원조직 운영비)
	지역단위 푸드플랜 구축지원, 먹거리통합센터	2,400	40
	친환경농업기반구축	4,390	30
	유기농업자재 지원사업(바이오차 구입지원 등)	6,206	20~100(토양검정, 컨설팅)
	친환경농산물직거래지원(용자)	22,800	용자금
축산 (12개 사업 371억 원)	공익직불금(선택형) 친환경축산직불제	1,585	100
	탄소중립 프로그램 시범사업(축산)	-	-
	축산악취개선	7,560	20
	악취측정ICT기계장비	500	50
	공동자원화 에너지화(공동자원화시설, 신규)	15,012	50
	공동자원화시설 개보수	1,600	40
	공동자원화 마을형퇴비저장시설	400	40
	가축분뇨 이용촉진	3,200	50
	자연순환농업활성화(바이오차 사업 지원)	6,125	70(용자)
	동물복지축산인증제 활성화(판로지원)	200	100
	동물복지축산인증제 활성화(컨설팅)	124	40
농촌/에너지 (6개 사업 394억 원)	방목생태축산농장조성	888	50~100
	배출권거래제 외부 사업	-	-
	공익직불금(선택형) 경관보전직불제	16,830	50~80(준경관, 초지작물)
	신재생에너지시설 지원	17,363	30~70
	저탄소 에너지공동이용 시설	1,680	70
	농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업	819	100
합계	농업·농촌 RE100 실증지원	2,766	50
	약 31개 사업	2,799,425	

자료 : 농림축산식품부(2024), 2024년 농림축산식품사업 시행지침서.

주 : 위 자료를 토대로 직간접적으로 탄소중립 관련 사업을 저자의 주관으로 추출, 재구성하여 작성함.

● 충남 및 15개 시군의 탄소중립과 직접적으로 관련 있는 사업(〈표 3-7〉 참고)

- 2024년 기준, 약 10개 종류의 사업에 90억 원 투입, 대부분 경종 분야
- 90억 원의 예산 중 국비는 17.3%, 도비는 3.3%, 시군비는 79.4% 비중으로 투입

〈표 3-7〉 충남 및 시군의 농업·농촌 분야 탄소중립 직접 관련 사업(2024년 예산 기준)

(단위 : 백만 원, %)

구분	사업명	총액	국비	도비	시군비	기타
공통	농촌지도자회 저탄소 농업 실천 시범사업 (도비 사업/공주, 논산, 계룡, 금산, 예산, 태안)	60	0	18	42	0
공통	탄소저감 조림(보령)	330	165	49	115	0
	탄소저감 조림(예산)	242	121	36	85	0
	탄소저감 조림(공주, 서산)	220	110	33	77	0
	탄소저감 조림(부여, 서천, 청양, 홍성)	440	220	64	152	0
공통	탄소중립 가축분뇨 분석기반 확대(국비 사업/논산, 홍성)	400	200	0	200	0
공통	저탄소 벼 논물관리기술보급 시범사업(천안)	250	175	22	52	0
	저탄소 벼 논물관리기술보급 시범사업(부여)	150	105	45	0	0
	저탄소 벼 논물관리기술보급 시범사업(본청 예비비)	100	70	30	0	0
공주시	저탄소 식량작물 재배기술 현장확산 모델 시범	172	86	0	86	0
당진시	저탄소 스마트 원예단지 조성	6,052	0	0	6,052	0
	탄소중립 실천 마을·커뮤니티 조성사업	415	319	0	96	0
예산군	저탄소 친환경벼 재배장려금	168	0	0	168	0
홍성군	저탄소 축산물 인증 활성화	40	0	0	40	0
	친환경농업 저탄소 실천 지원	50	0	0	50	0
합계	약 10개 종류 사업	9,083	1,571	297	7,215	0
(비중)		100.0%	17.3%	3.3%	79.4%	0.0%

자료 : 탄소중립 정책포털(<https://www.gihoo.or.kr/localGovBusiness.es?mid=a30203020000>, 검색일자 : 2024.04.30.)

- 주 : 1. 지역별 세부사업별 세출현황 중 사업명에 "탄소, 기후"로 제공된 정보를 기반으로 제작, 저자가 농업·농촌 분야 추출함.
2. 저탄소 벼 논물관리기술보급 시범사업(본청)은 시군에 배분한 사업이므로 총 합계금액에서 제외하여 합산하고 차액만 예비비로서 표기하여 명시함.

04 충남 농축산분야 탄소중립 비전체계

1. SWOT 분석 결과

〈표 4-1〉 충남의 농축산분야 탄소중립 전략수립을 위한 SWOT 분석 결과

구분	주요 내용	핵심사항
강점(Strength)	<ul style="list-style-type: none"> · 농업생산규모(생산량,면적)은 전국 상위 · 풍부한 농업성장 기반 보유 · 풍부한 농축산업 바이오매스 자원 · 스마트팜, ICT융복합축산단지 조성계획 	<ul style="list-style-type: none"> · 전국 대비 농축산업 경제규모 강세 지역 · 축산과 시설원에 메카로서 유기물 자원화 및 에너지화 달성할 수 있는 최적 기반
약점(Weakness)	<ul style="list-style-type: none"> · 주민자치, 마을자치 등 자치동력 약화 · 고령화로 인하여 변화에 더딘 수용력 · 신재생에너지 잠재량 대비 낮은 보급률 · 지역 간 격차 심화, 농어촌 지역 침체 	<ul style="list-style-type: none"> · 농업·농촌 인구 고령화, 농촌 지역 침체
기회(Opportunity)	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털전환, ICT·IoT 등 기술발전 · 환경친화적 농업 전환하려는 인식 확산 · 탄소중립특별경제도 선포로 강한 추진력 · 탄소중립경제로 재구조화 여건(대규모 간척지, IoT 및 AI, 첨단산업단지 구축) 	<ul style="list-style-type: none"> · 탄소중립 실천의 새로운 성장동력 발견
위협(Threat)	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 관행농업을 하는 농민 손실 발생 · 농촌지역에 난개발 증가, 지역주민 반대 · 고투입 농업구조 침체, 관련 일자리 타격 · 온실가스 감축 인프라 및 기술개발 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> · 탄소중립 실천으로 경제적·사회적 손실

강점의 극대화 전략(SO)	(경제기반 측면) 저탄소 농업, 탈탄소 농업, 생태 농업, 환경친화적 농업 등 관행 농업경제가 환경친화적 농산업 경제로 탈바꿈
약점의 개선 전략(WO)	(환경 측면) 화석연료 기반 산업 퇴출, 신재생에너지 및 바이오매스 에너지화 유기성 자원을 최대한 활용, 지역 내부 자원순환
기회의 확보 전략(ST)	(경제성장 측면) 농축산업 탄소중립형 전후방산업, 신재생에너지 및 바이오매스에 기반한 새로운 농산업 관련 먹거리와 일거리 창출
위협의 대응 전략(WT)	(사회 측면) 농촌지역사회와 마을주민이 함께 주도하는 마을단위 탄소배출 저감 활동, 농촌에너지 자립 실현, 마을자치분권 실현 기반하에 탈탄소 추진

주 : 저자 작성함. 다만, 어떤 입장에서, 어떤 측면으로 보느냐에 따라 강점, 약점, 기회, 위협 분류가 달라질 수 있으나 본 연구에서는 온실가스 배출 감축에 기여하는 '자원화, 에너지화' 관점을 중심으로 분류함.

2. 기본방향

- (경제기반 조건) 탄소중립 실천활동을 하는 이들에게 소득보장 및 일자리 전환 구조
 - 현재 : 탄소중립 실현을 위해서 기존 관행농업은 환경친화적 농업으로 전환 불가피, 실천활동을 하는 이들(농민, 마을주민 등)에게는 소득감소 및 기존 관련 일자리 감축 불가피
 - 미래 : 이에 실천활동 대가로 경제적 손실을 보상하는 구조인 소득보장 체계 만들기 혹은 그런 활동 자체가 새로운 소득원이 되고 일자리로 전환되는 구조 만들기

☞ 추진전략 : 저탄소 농업, 생태 농업, 환경친화적 농업 등 '환경친화적 농산업 경제'로 전환

- (경제성장 조건) 탄소중립 실현할 수 있는 성장발판을 만들어주는 전후방산업 육성
 - 현재 : 화학비료 및 농약, 플라스틱 소재의 각종 농자재, 농업용 시설 및 농기계 등은 화석 연료에 기반한 전후방 산업
 - 미래 : 신재생에너지, 바이오매스 등에 기반한 새로운 탄소배출 저감형 전후방 산업 육성, 신성장 농산업 동력 창출하는 구조 만들기, 관련 산업 종사자 일자리 창출하는 구조 만들기

☞ 추진전략 : 신재생에너지 및 바이오매스에 기반한 '새로운 농산업 먹거리' 기회 창출

- (환경 측면) 탄소중립 실현 토대인 유기성 자원을 지역 내부로 순환, 활용하는 구조
 - 현재 : 농산물수산물임산물축산물 등 유기성 자원들을 순환하고 활용하고 있지 못하는 구조, 즉, 농산물 등의 생산단계부터 폐기단계까지 모두 외부로부터 물질들을 조달받는 구조
 - 미래 : 농촌에 버려지는 유기성 폐자원을 지역 내부로 최대한 순환하고 활용시키는 구조, 이러한 자원들을 가공해서 바이오매스 에너지 등으로 전환하는 구조 만들기

☞ 추진전략 : 유기성 자원 최대한 활용, 지역 내부로 순환되는 '자원순환 경제'로 전환

- (사회 측면) 제3자에 의한 탄소중립이 아닌 농촌주민주도, 마을자치로 완성하는 구조
 - 현재 : 각종 신재생에너지 등의 개발사업은 외부인 혹은 제3자 개입에 의한 주도, 정작 지역에 사는 농촌주민과 농민은 개발사업 대상자로서 일방적인 수용당하는 입장으로 전략
 - 미래 : '마을 미래는 마을주민이 합의하여 결정'이라는 전제 하에 마을자치주민자치 등 자치분권과 연계하여 주민수용성 강화, 탄소배출저감과 농촌에너지 자립 실현하는 구조 만들기

☞ 추진전략 : 농촌지역주민 주도의 자치분권형 '농업농촌 분야 탈탄소 자립 경제' 실현

- (제도 측면) 탄소중립 실현 과정에 놓인 주체들에게 정의로운 자원배분 방식의 구조
 - 현재 : 주체 간 제도에 대한 인식 미흡, 주체별 수용성을 세심하게 고려하지 못한 정책사업
 - 미래 : 감축과 성장에 따른 주체별 자원배분 형평성, 공정성 확보, 거버넌스 체계 구축 중요

☞ 추진전략 : 감축에 따른 공정, 성장에 따른 균형 등 '공정과 균형의 거버넌스' 구축

● 충남의 탄소중립특별경제 추진전략과 농축산분야 추진전략 간 연계(〈표 4-2〉 참고)

- 충남의 탄소중립특별경제도 추진전략은 크게 5대 전략으로 구분하여 제시(저탄소 신산업 육성을 통한 ‘미래경제’ 구현, 정의로운 에너지 전환을 통한 ‘전환경제’ 실현, 산업구조의 저탄소화를 통한 ‘순환경제’ 구축, 도민의 탄소중립 실현을 위한 ‘생활경제’ 정착, 국가 탄소중립 경제의 중심지로서 ‘탄소중립 국가허브화’)
- 충남의 농축산분야 탄소중립 추진전략도 크게 4+1대 추진전략과 추진기반으로 구분하여 제시(저탄소 농업, 생태 농업 등 ‘환경친화적 농산업 경제’로 전환, 신재생에너지 및 바이오매스에 기반한 ‘새로운 농산업 먹거리’ 기회 창출, 유기성 자원을 최대한 활용, 지역 내부로 순환하는 ‘자원순환 경제’로 전환, 농촌지역사회와 마을주민이 함께 주도하는 탄소중립 자치분권형 ‘농업·농촌 분야 탈탄소 자립 생활경제’ 실현, ‘감축에 따른 공정, 경제성장에 따른 균형’ 거버넌스 기반 구축)

〈표 4-2〉 충남의 탄소중립특별경제 추진전략과 농축산분야 탄소중립 추진전략 간 연계

충남의 탄소중립특별경제도 추진전략		충남 농축산분야 탄소중립 이행계획 추진전략		캐치프레이즈
저탄소 신산업 육성을 통한 ‘미래경제’ 구현	→	저탄소 농업, 생태 농업 등 ‘환경친화적 농산업 경제’로 전환	←	“자연과 조화를 이루는 환경보전형 농업으로 전환한다.”
정의로운 에너지 전환을 통한 ‘전환경제’ 실현	→	신재생에너지 및 바이오매스에 기반한 ‘새로운 농산업 먹거리’ 기회 창출	←	“탈탄소 농업구조가 새로운 경제성장 동력이 된다.” “화석연료 기반의 모든 것을 신재생에너지로 전환한다.”
산업구조의 저탄소화를 통한 ‘순환경제’ 구축	→	유기성 자원을 최대한 활용, 지역 내부로 순환하는 ‘자원순환 경제’로 전환	←	“석유, 석탄에서 벗어난다.” “농촌에 보이는 모든 게 쓸만한 자원이 된다(순환, 재활용).”
도민의 탄소중립 실현을 위한 ‘생활경제’ 정착	→	농촌지역사회와 마을주민이 함께 주도하는 탄소중립 자치분권형 ‘농업·농촌 분야 탈탄소 자립 생활경제’ 실현	←	“방방곡곡, 구석구석 주민이 실천하고 자립한다.” “우리 미래는 우리가 결정한다.”
국가 탄소중립경제의 중심지로서 ‘탄소중립 국가허브화’	→	‘감축에 따른 공정, 경제성장에 따른 균형’ 거버넌스 기반 구축	←	“공공이 적극 개입하여 정의로운 전환이 되게 한다.”
(키워드) 미래, 전환, 순환, 생활, 중심		(키워드) 농촌환경, 새로운 먹거리, 자원순환, 자치·자립·탈탄소, 공정, 균형		

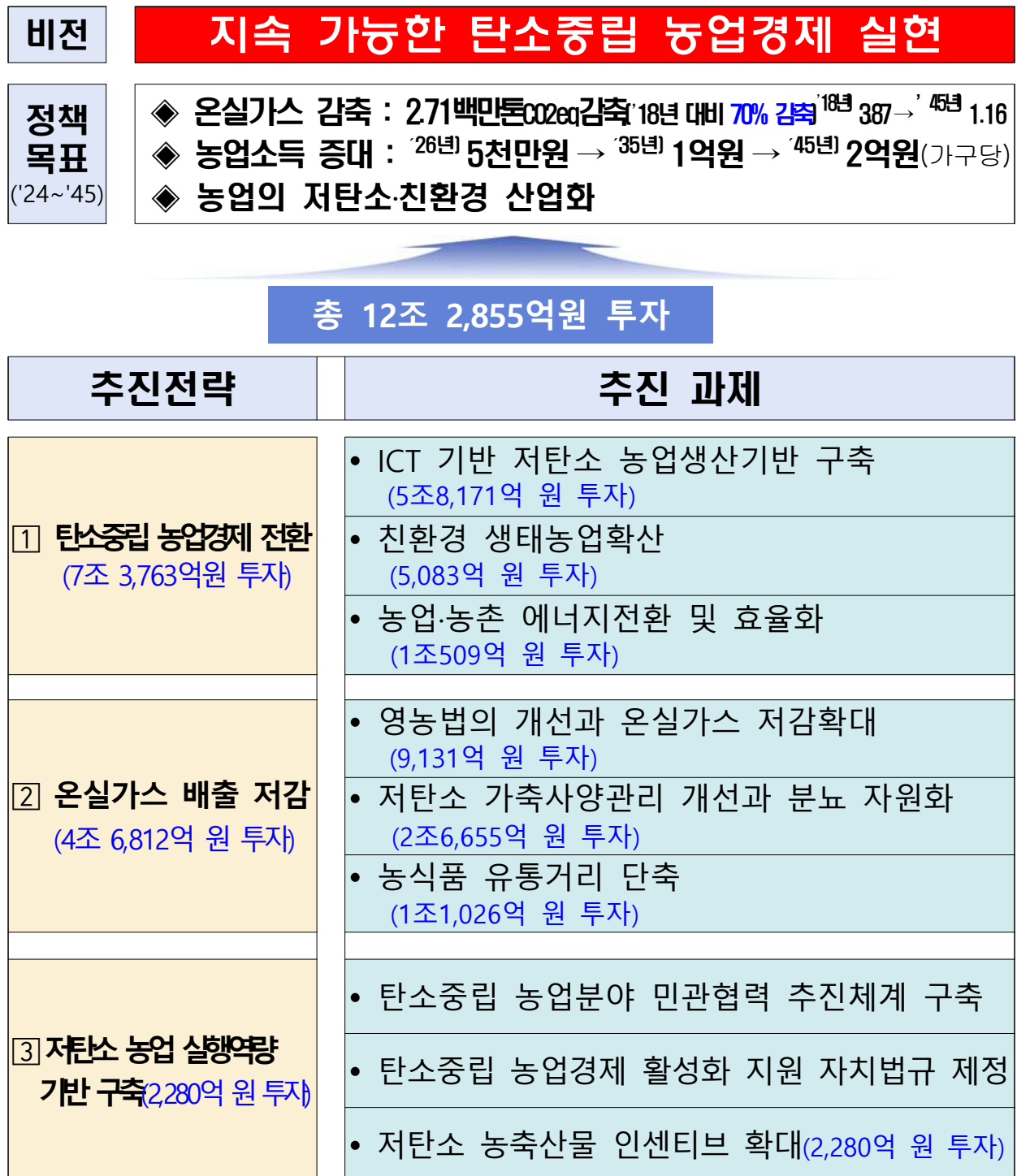
주 : 저자 작성함.

☞ 충남의 농축산분야 탄소중립 추진전략 비전 체계도 구성 범위

- 3대 분야(경종 분야, 축산 분야, 농촌마을 분야), 2대 부문(비에너지 부문과 에너지 부문), 분야와 부문을 고려한 4~5단계 생성(생산, 유통, 판매, 소비, 폐기 및 재활용/사료급여, 가축분뇨 처리 및 관리, 축산소비, 사육환경, 가축분뇨 활용/재생에너지 인프라 구축, 거버넌스 구성 및 운영, 재정지원 등 제도기반, 기술개발 지원, 통계구축)

3. 비전과 목표, 추진전략과 추진과제

〈그림 4-1〉 충남의 2045 농축산분야 탄소중립 추진전략 비전체계도(A안, 충청남도 작성)



자료 : 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진전략.

〈그림 4-2〉 충남의 2045 농축산분야 탄소중립 추진전략 비전체계도(B안, 연구진 제안)

비전		1안) 탄소중립 농업 실현을 통한 새로운 농업·농촌 구조개혁 2안) 충남형 쉼(SSen) 농업, 건강한 농업, 넷제로 농업 3안) 충남형 탄소중립 농축산업 30-50-70 실현	
키워드		농촌환경, 새로운 먹거리, 자원순환, 자치·자립·탈탄소, 감축과 성장 간 공정과 균형	
온실가스 감축량		· 농축산분야 감축수단 최소한 이행 시 : 2021년 대비 2045년 39% 감축 · 농축산분야 감축수단 최대한 이행 시 : 2021년 대비 2045년 50%~70% 감축	
분야별 성과목표(정량) * 2021년 대비 2045년	경종	2021년 대비 2045년 약 25% 감축 , 412.8천 톤CO2eq 감축량 (화학비료 및 농약 사용량 30% 감소, 경축자원순환농업 및 친환경농업 30% 달성)	
	축산	2021년 대비 2045년 약 50% 감축 , 1,042.3천 톤CO2eq 감축량 (가축사육두수 50% 감소, 가축분뇨 에너지화 50% 달성)	
	농촌	2021년 대비 2045년 최소 50%~최대 78% 감축 , 최소 53.4천 톤~최대 84.8천 톤CO2eq 감축량 (농촌 재생에너지 탄소중립 농촌마을, RE100마을 조성)	
분야별 성과목표(정성) * 현재 대비 2045년	경종	■ 온실가스 배출을 최소화하는 농사활동 확산, 농경지 온실가스 저장 및 흡수기능 강화 ■ 단계별 폐기물 발생 최소화 및 자원화, 유기물 투입 최소화, 적정 생산량 유도 ■ 민간의 적극적인 실천 + 행정의 시스템(통계, R&D, 유인책 마련 등) 지원 ■ 공기, 땅, 물을 살리는 농자재 사용으로 시작하여 저비용·저투입·저탄소 농법으로의 전환 ■ 궁극적으로 경축자원순환농업·환경농업·생태농업 유도를 목표	
	축산	■ 농업계에서 비농업계로 양질의 퇴비/가축분뇨 이동 확대(바이오차, 에너지화, 정화처리) ■ 적정 사육두수 및 기술개발을 통한 메탄가스 배출 감축, 온실가스 저장기능 강화 ■ 소비자의 식단변화 실천에 의한 가축사육 감소 ■ 민간의 적극적 실천 + 행정의 시스템(통계, R&D 등)지원 + 산업경제 신성장 동력 창출 ■ 궁극적으로 가축분뇨도 자원이 되게, 에너지원이 되게 최대한 활용을 목표	
	농촌	■ 공공성을 강화한 재생에너지 공급 확대 ■ 읍면 단위 에너지자립 모델, 지역주민 주도 분산에너지 시스템 구축(공간과 자원 결합) ■ 농촌지역의 에너지(잠재력) 생산과 소비구조 분석을 통한 에너지 전환 ■ 민간과 공공이 공동책임 하에 진행하는 협력시스템 구축 ■ 궁극적으로 신재생에너지원으로 순환하는 공간, 유기성 자원을 활용하는 공간으로 목표	
구분		16대 실천과제	
추진 전략	'환경친화적 농산업 경제' 전환	저비용·저투입·저탄소 농업, 경축자원순환·환경농업·생태농업으로 전환	
		먹거리 전과정에 걸친 온실가스 배출원 저감 활동	
		가축사양관리 및 가축분뇨 적정처리, 저비용·저투입·저탄소 축산업으로 전환	
	'새로운 농산업 먹거리' 기회 창출	가축분뇨, 유기성 자원을 활용한 신재생에너지 및 바이오매스 에너지	
		바이오매스 에너지 산업군 육성	
		환경친화적 농자재 및 농기계, 시설장비 산업군 육성	
	'자원순환 경제' 전환	농림축산산물 부산물의 유기성 자원화	
		지역단위 양분관리	
		영농폐기물을 돈이 되는 자원화	
	'농업·농촌 분야 탈탄소 자립 경제' 실현	농촌지역사회와 마을주민 공동주도 시범사업 프로젝트	
탄소중립 자치분권형 마을조성			
주민주도 방식의 재생에너지 공급과 사용확대, 효율화			
추진 기반	'공정과 균형의 거버넌스' 구축	감축에 따른 손실 공정보상	
		경제성장에 따른 균형분배	
		유인동력을 위한 제도지원	
기후변화 적응과 탄소중립 지원체계 구축			
10대 선결과제		농민에게만 일방적으로 요구되는 과도한 시선 교정, 행정 내 정책사업 간 상호충돌하는 부분 교차점검, 마을주민 및 농민의 정책수용성 한계 극복, 경제성과 기술력 동시 극복 등	









주 : 저자 작성함.

4. 비전체계도 틀거리

● 충남 농축산분야 탄소중립 기본구상의 차별성과 그 근거(〈표 4-3〉 참고)

- 다른 선행연구와 달리 충남 농축산분야 탄소중립 기본구상만의 차별성은 다층적인 변수, 다층적인 단계를 고려한 ‘분석의 틀거리’를 자체적으로 구상, 사업에 차용하려고 시도한 점
- 국가 온실가스 배출량 중 농축산분야가 3% 이내를 차지하지만 먹거리 관련 전과정을 살펴보면 37%까지 증가, 농축산분야의 온실가스 배출량 산정 시 저평가되어 있는 부분 극복해야 할 필요성이 있는 것을 강조한다는 점

〈표 4-3〉 충남의 농축산분야 탄소중립 추진전략 비전체계도 8대 틀거리(차별성 부분)

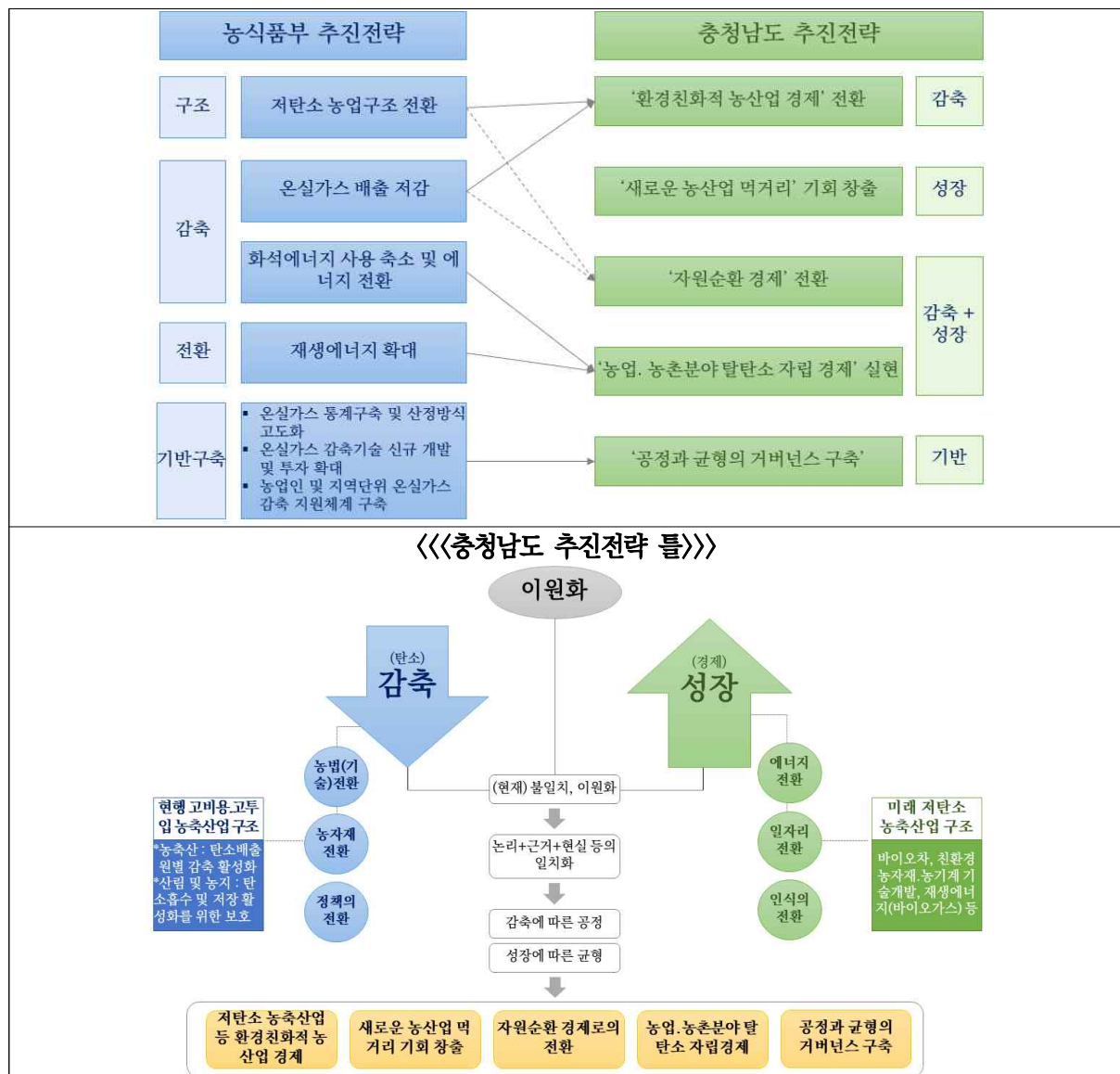
유형	목표/지향점	추진과제
부문별 	화석연료에서 신재생에너지로 전환	에너지 부문, 비에너지 부문
구조별 	화석연료에 기반한 농업에서 탈탄소농업 구조로 전환	관행농업(화석연료 기반농업) 구조 VS 탈탄소농업 구조 예시. 정책의 전환, 농법(기술)의 전환, 인식의 전환
단계별 	식품과정의 전체 단계 탄소배출 저감실천 활동	생산-유통-소비-폐기-재활용-교육(인식변화) 등 예시. R&D, 거버넌스, 공간, 교육, 생산, 유통, 재활용, 제도, 통계데이터, 판매.소비, 폐기
방향별 	감축원과 흡수원별 탄소배출 저감실천 활동 증감	예시. 감축(온실가스 저감), 신성장 동력, 흡수(토양복원, 산림)
분야별 	농업, 축산업	예시. 경종 분야, 축산 분야, 경종+축산 분야, 산림 분야, 농업+농촌 분야 (*임업은 별도 이행계획 수립 중으로 여기서 논의 제외)
영역별 	탄소배출 및 흡수에 소요되는 원재료의 전환	예시. R&D, 공통, 농기계 및 시설장비, 농법(기술), 농자재(화학비료, 농약, 사료), 농지(땅, 토양), 마을(농촌 공간), 먹거리, 농업용수(물), 에너지, 인식, 정책
주체별 	누가 어떻게 실행할 것인가 명확화	예시. 생산자, 소비자, 유통업자, 지역주민, 중간지원조직을 포함한 행정 조직
내용별 	실행가능한 수준	예시. 실천사업 및 정책, 농정 정책기조, 캠페인(운동 성격)

주 : 저자 작성함.

● 농식품부의 탄소중립 추진전략과 충남의 농축산분야 탄소중립 추진전략 간 연계(〈그림 4-3〉 참고)

- 농식품부의 탄소중립 추진전략은 크게 구조, 감축, 전환, 기반구축의 틀에서 5대 전략을 제시(저탄소 농업구조 전환, 온실가스 배출 저감, 화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환, 재생에너지 확대, 각종 기반구축)
- 충남의 농축산분야 탄소중립 추진전략은 크게 감축, 성장, 감축과 성장, 기반구축의 틀에서 4+1대 전략을 제시(환경친화적 농산업 경제로 전환, 새로운 농산업 먹거리 기회 창출, 자원순환 경제로 전환, 농업·농촌 분야 탈탄소 자립 경제 실현, 공정과 균형의 거버넌스 구축)

〈그림 4-3〉 농식품부의 탄소중립 추진전략과 충남의 농축산분야 탄소중립 추진전략 간 연계



주 : 저자 작성함.

05 충남 농축산분야 탄소중립 시나리오

1. 시나리오 분석 개요

- 감축수단 미이행과 이행에 따른, 목표치 설정에 따른 시나리오 분석(〈표 5-1〉 참고)
 - 시나리오 0은 감축수단 미이행 시 현재 기준으로 온실가스 배출량 추정(〈표 5-2〉 참고)
 - 시나리오 1은 감축수단 이행 시 미래 온실가스 감축량 추정(〈표 5-3〉 참고)
 - 시나리오 2는 감축수단 이행 시 충남 50% 목표로 역산출한 감축량(〈표 5-4〉 참고)
 - 시나리오 3은 감축수단 이행 시 충남 70% 목표로 역산출한 감축량(〈표 5-5〉 참고)
 - 시나리오 4는 감축수단 이행 시 20년 뒤 농업인 소득안전망 구상(〈표 5-6〉 참고)

〈표 5-1〉 충남의 농축산분야 탄소중립 시나리오별 분석 총괄요약

구분	감축수단 이행 여부	국가			충남		
		30년	40년	50년	30년	40년	45년
시나리오 0 〈표 5-2〉	미이행 시 배출량	23,039.0	23,257.0	23,581.0	4,071.7	4,110.3	4,167.5
시나리오 1 〈표 5-3〉	이행 시 감축량	5,858	6,601	8,244	1,039.0	1,175.0	1,478.5
시나리오 2 〈표 5-4〉	이행 시 충남 50% 목표로 역산출한 감축량				2,929.0	3,300.5	4,122.0
시나리오 3 〈표 5-5〉	이행 시 충남 70% 목표로 역산출한 감축량				4,100.6	4,620.7	5,770.8
시나리오 4 〈표 5-6〉	농업인 소득안전망 구상				최소 50,649,000원/ha 최대 69,922,571원/ha		

주 : 1. 저자 작성함.

2. 이하 표별 세부내용에 대한 설명은 생략하고 위의 요약표로 대체함.

2. 시나리오 0 : 국가 배출량 대비 충남 배출량(감축수단 미이행 시)

● 감축수단 미이행 시, 국가 배출량 및 충남 배출량(〈표 5-2〉 참고)

- 2021년 기준 배출량은 국가 21,414.9천 톤 CO₂eq, 충남 3,784.7천 톤 CO₂eq으로서 충남은 17.7% 비중 차지
- 대략적으로 충남 배출량 중 경종 분야는 약 40%, 축산 분야는 약 60% 차지

〈표 5-2〉 국가 및 충남의 농축산분야 온실가스 배출량 및 전망치(감축수단 미이행 시)

(단위 : 천 톤 CO₂eq)

구분	2021년 배출량		2030년 전망치		2040년 전망치		2050년 전망치	
	국가	충남	국가	충남	국가	충남	국가	충남
농업(Gg CO ₂ eq)	21,414.9	3,784.7	23,039.0	4,071.7	23,257.0	4,110.3	23,581.0	4,167.5
A. 장내발효	4,908.1	923.2	4,758.0	895.0	4,796.0	902.1	4,830.0	908.5
B. 가축분뇨처리	5,381.0	1,170.5	6,236.0	1,356.4	6,507.0	1,415.4	6,729.0	1,463.7
C. 벼재배	5,432.3	1,339.3	5,041.0	1,242.9	4,879.0	1,203.0	4,847.0	1,195.0
D. 농경지토양	5,682.1	331.8	6,334.0	369.9	6,569.0	383.6	6,765.0	395.1
F. 작물잔사소각	11.4	2.2	17.0	3.21	17.0	3.2	17.0	3.2

자료 : 환경부 온실가스종합정보센터(2023), 2023년 국가 온실가스 인벤토리 및 지역 온실가스 배출량 통계(2010-2021).

3. 시나리오 1 : 국가 감축량 대비 충남 감축량(감축수단 이행 시)

〈표 5-3〉 국가 및 충남의 농축산분야 온실가스 감축량 추정치

(단위 : 천 톤 CO2eq)

부 문	감축수단	농식품부가 제시하는 추진전략 지표	충남 감축량			전국 감축량			전국 대비 충남 비중(%)	근거 자료
			30년	40년	45년*	30년	40년	50년		
비 에 너 지	논물관리	2주 이상 간단관개 비중	87	87	87	474	474	474	18.3%	1)
		논물알게대기 비중	12	12	12	66	66	66	18.3%	2)
	농경지 관리	질소비료 투입량 저감량	37	37	37	267	268	268	14.0%	3)
		토양개량제 대비 바이오차 보급율	8	9	9	58	62	65	14.1%	4)
		농경지 투입 가축분뇨량 저감율	231	249	265	1,683	1,814	1,936	13.7%	5)
	장내발효	2세 이상 저메탄사로 보급율	15	33	51	121	261	402	12.8%	6)
		가축분뇨 내 질소 저감율	120	124	128	630	654	673	19.0%	7)
	가축분뇨	가축분뇨 에너지화·정화처리 비중	418	449	479	2,058	2,212	2,355	20.3%	8)
	생산성 향상	식단변화에 따른 가축 감소율	0	0	161	0	0	995	16.2%	9)
		스마트축사 보급률	53	69	79	389	507	579	13.6%	10)
		대체식품 비중	6	15	21	63	142	200	10.3%	11)
에 너 지	에너지 전환 및 이용 효율화	고효율 에너지 설비에 따른 등유 감소율	0	0	1	14	28	41	1.5%	12)
		농기계의 경유, 등유 수요 감축율	4	13	23	35	113	190	11.9%	13)
합계			993	1,099	1,352	5,858	6,601	8,244	(평균) 14.2%	
전국 대비 충남 감축량 비중(%)			16.9%	16.6%	16.4%					
감축수단 미이행 기준연도 온실가스 배출량 전망치 대비 감축 비중(%)			2030 대비 24% 감축	2040 대비 27% 감축	2050 대비 33% 감축	2030 대비 25% 감축	2040 대비 28% 감축	2050 대비 35% 감축		
추가) 충남형 시설원예 스마트팜 단지 조성 (목표 : 30년 250만 평, 40년 400만 평, 45년 : 500만 평)			1.4	2.3	2.8					14)
추가) 충남형 ICT융복합 스마트 축산단지 조성 (목표 : 30년 30만 두, 40년 60만 두, 50년 100만 두)			45.0	74.0	123.3					15)
추가) 합계			1,039.0	1,175.0	1,478.5					
추가) 전국 대비 충남 감축량 비중(%)			17.7%	17.8%	17.9%					
추가) 감축수단 미이행 기준연도 온실가스 배출량 전망치 대비 감축 비중(%)			2030 대비 26% 감축	2040 대비 29% 감축	2050 대비 36% 감축	2030 대비 25% 감축	2040 대비 28% 감축	2050 대비 35% 감축		

자료 : 1) 전국 대비 논 경지면적 비중	2023년 통계치	통계청(2023), 농업면적조사:전국(도별) 논밭별 경지면적.
2) 전국 대비 논 경지면적 비중	2023년 통계치	통계청(2023), 농업면적조사:전국(도별) 논밭별 경지면적.
3) 전국 대비 질소질 비료 소비량 비중	2022년 통계치	농림축산식품부(2023), 농림축산식품통계연보, III농업생산재_3.비료소비.
4) 전국 대비 경지면적(논+밭) 비중	2023년 통계치	통계청(2023), 농업면적조사:전국(도별) 논밭별 경지면적.
5) 전국 대비 가축분뇨 농경지 투입 퇴비화,액비화 처리가구 비중	2020년 통계치	통계청(2020), 농림어업총조사:가축분뇨 처리방법별 농가.
6) 전국 대비 한육우.젖소 2세 이상 사육두수 비중	2023년 통계치	농림축산식품통계연보(2023), VI.축산_1.가축사육가구및마리(축산물품질평가원 가축동향조사).
7) 전국 대비 가축분뇨 발생량 비중	2022년 통계치	전국 : 환경부(2022), 가축분뇨 처리 통계, e-나라지표.
8) 전국 대비 가축분뇨 정화처리.에너지화 처리가구 비중	2020년 통계치	충남 : 충청남도(2022), 충청남도 가축분뇨관리 기본계획 타당성 검토.
9) 전국 대비 축종별(한우,육우,젖소,돼지,육계) 사육두수 비중	2023년 통계치	통계청(2020), 농림어업총조사:가축분뇨 처리방법별 농가.
10) 전국 대비 스마트 축사 비중(역산 추정)	2022년 통계치	농림축산식품통계연보(2023), VI.축산_1.가축사육가구및마리(축산물품질평가원 가축동향조사).
11) 전국 대비 식품산업 출하액 비중	2022년 통계치	통계청(2022), 가축동향조사(축산물품질평가원).
12) 전국 대비 발전설비 내연력 경우 비중	2022년 통계치	통계청(2022), 지역소득:시도별 경제활동별 지역내총생산.
13) 전국 대비 농업용 기계 비중	2022년 통계치	산업통상자원부(2022), 에너지사용량통계:지역별 발전설비 현황.
14) 충남 시설원에 스마트팜 단지 조성 목표치	2022년 통계치	통계청(2022), 농업기계보유현황.
		농림축산식품부(2023), 2022년 스마트 농업 실태조사, 농림수산식품교육문화정보원.
		→스마트팜 도입 시, 3.3㎡당 온실가스 배출량 0.16% 감소 추정치 활용
		충청남도(2024), 간척지를 활용한 스마트 축산 복합단지 조성을 위한 연구용역. 최종보고서(일부 발췌).
15) 충남 ICT융복합 스마트 축산단지 조성 목표치	미래 전망치	→돼지 30만 두의 경우, 연간 온실가스 감축량 45,000톤 추정치 활용
		충청남도(2024), 2030 메탄 감축 추진 전략.
		→돼지 60만 두의 경우, 연간 온실가스 감축량 74,000톤 추정치 활용

- 주 : 1. 감축량 추정치 계산은 황영모 외(2022)의 전라북도 자료를 준용하여 충남에 응용함.
2. 충남은 시설원에 스마트팜 단지 조성(250만평), ICT 융복합 스마트 축산단지 조성(30만 두 ~ 60만 두)이 추가되면 추정치가 달라짐.
3. * 충남은 도정 전체 기조에 맞춰서 국가 계획과 달리 5년을 앞당긴 **‘2045년’으로 목표연도 설정함.**
4. 감축량 추정의 한계는 5장에 서술한 다양한 감축수단을 건별 세부적으로 측정할 인벤토리가 없으므로 정확한 추정치라고 볼 수 없음. 그리고 자연증가분 외에 과학기술 진화로 온실가스 자연 감소분 추계/추정은 현재로서 불확실한 상황임.
5. 이하 표에 제시한 수치 근거자료는 동일하므로 설명 생략함.

4. 시나리오 2 : 충남 농축산분야 50% 목표로 역산출한 감축량

〈표 5-4〉 충남의 농축산분야 온실가스 감축량 추정치(50% 감축량 목표)

(단위 : 천 톤 CO2eq)

감축수단	감축량 비중	시나리오1 ▶▶▶▶▶ (국가 목표 대비 충남 목표 산정 시)			시나리오2 (50% 감축량 목표 상향 조정 시)		
		2030	2040	2045*	2030	2040	2045*
2주 이상 간단관개(중간물떼기 면적)	8.4%	87	87	87	245.2	244.3	242.5
논물얹게대기(면적)	1.2%	12	12	12	34.1	34.0	33.8
질소비료 투입량	3.6%	37	37	37	105.2	105.2	104.4
바이오차 토양개량제 대비 보급율	0.8%	8	9	9	23.0	24.5	25.5
농경지 투입 가축분뇨량 저감 비중	22.2%	231	249	265	650.1	698.2	739.5
2세이상 저메탄사료 보급 비중	1.5%	15	33	51	43.5	93.6	143.0
가축분뇨 내 질소저감 비중	11.5%	120	124	128	338.1	349.7	357.1
에너지화·정화처리 비율	40.2%	418	449	479	1,178.9	1,262.5	1,334.1
식단변화에 따른 가축 감소율	0.0%	0	0	161	0.0	0.0	448.1
스마트 축사 보급율	5.1%	53	69	79	149.5	194.2	220.1
대체식품 비중	0.6%	6	15	21	18.2	41.0	57.3
고효율 에너지 설비에 따른 등유 감소율	0.0%	0	0	1	0.6	1.2	1.7
농기계의 등유/경유 수요 감축 비중	0.4%	4	13	23	11.8	37.9	63.3
스마트팜 단지 조성	0.1%	1.4	2.3	2.8	3.9	6.5	7.8
스마트 축산단지 조성	4.3%	45.0	74.0	123.3	126.9	207.9	343.7
총합계	100.0%	1,039.0	1,175.0	1,478.5	2,929.0	3,300.5	4,122.0
시나리오1 대비 시나리오2 차이(배)					2.82	2.81	2.80

주 : 저자가 추정하여 산출함.

5. 시나리오 3 : 충남 농축산분야 70% 목표로 역산출한 감축량

〈표 5-5〉 충남의 농축산분야 온실가스 감축량 추정치(70% 감축량 목표)

(단위 : 천 톤 CO2eq)

감축수단	감축량 비중	시나리오1 ▶▶▶▶▶ (국가 목표 대비 충남 목표 산정 시)			시나리오3 (70% 감축량 목표 상향 조정 시)		
		2030	2040	2045*	2030	2040	2045*
2주 이상 간단관개(중간물떼기 면적)	8.4%	87	87	87	343.3	342.0	339.5
논물얹게대기(면적)	1.2%	12	12	12	47.8	47.6	47.3
질소비료 투입량	3.6%	37	37	37	147.2	147.3	146.2
바이오차 토양개량제 대비 보급율	0.8%	8	9	9	32.2	34.3	35.7
농경지 투입 가축분뇨량 저감 비중	22.2%	231	249	265	910.1	977.4	1,035.4
2세이상 저메탄사료 보급 비중	1.5%	15	33	51	60.9	131.0	200.2
가축분뇨 내 질소저감 비중	11.5%	120	124	128	473.3	489.5	500.0
에너지화·정화처리 비율	40.2%	418	449	479	1,650.4	1,767.5	1,867.7
식단변화에 따른 가축 감소율	0.0%	0	0	161	0.0	0.0	627.4
스마트 축사 보급율	5.1%	53	69	79	209.3	271.8	308.1
대체식품 비중	0.6%	6	15	21	25.5	57.4	80.2
고효율 에너지 설비에 따른 등유 감소율	0.0%	0	0	1	0.8	1.7	2.4
농기계의 등유/경유 수요 감축 비중	0.4%	4	13	23	16.5	53.1	88.6
스마트팜 단지 조성	0.1%	1.4	2.3	2.8	5.5	9.0	10.9
스마트 축산단지 조성	4.3%	45.0	74.0	123.3	177.6	291.0	481.2
총합계	100.0%	1,039.0	1,175.0	1,478.5	4,100.6	4,620.7	5,770.8
시나리오1 대비 시나리오3 차이(배)					3.95	3.93	3.90

주 : 저자가 추정하여 산출함.

6. 시나리오 4 : 농업인 소득안전망 구상

- 충남 농축산분야의 탄소중립 실천을 통해서 농업인 소득안전망 구상(〈표 5-6〉 참고)
 - 농업소득으로 2,500만 원, 농외소득으로 1,927만 원, 이전소득으로 최소 637만 원~최대 2,565만 원 구성(매우 다양한 지원사업 참가한다는 엄격한 조건 하)하여 총 5,000만 원

〈표 5-6〉 탄소중립을 실천하는 충남 농업인의 소득안전망 시나리오 구상

구분	사업명	지원기준	지원단가	비고
농업소득	복합영농(논+밭+축산)	시설(무농약 토마토 10a) 논(쌀 1ha 재배) 한우(50두 사육)	25,000,000원/ha	토마토 11,228,693원 소득 쌀 6,545,390원 소득 한우 두당 210,392원 소득 (1년차에 35두 도축)
농외소득	영농형 태양광	1ha	19,273,571원/ha	20년 이상 운영 시
이전소득	공익직불금(기본형: 면적직불금)	논·밭 진흥지역	2,050,000원/ha	
		논 비진흥지역	1,780,000원/ha	
		밭 비진흥지역	1,340,000원/ha	
	전략작물직불금	하계작물	1,000,000원/ha (옥수수)	
			1,000,000원/ha (가루쌀, 두류)	
			4,300,000원/ha (조사료)	
		동계작물	500,000원/ha(밀, 보리, 호밀, 귀리)	
	공익직불금(선택형)_친 환경농업직불제	논(무농약)	500,000원/ha	
		밭 과수(무농약)	1,200,000원/ha	
		밭 기타(무농약)	1,100,000원/ha	
	공익직불금(선택형)_친 환경축산직불제	한우	170,000원/두	35두 도축 시 5,950,000원
		돼지	16,000원/두	
	농어민수당	농업경영체 당	600,000원/호	
	탄소중립 프로그램 시범사업(경종)	중간 물떼기	150,000원/ha	
		논물 얇게 걸러대기	160,000원/ha	
		바이오차 투입	364,000원/ha	
	탄소중립 프로그램 시범사업(축산)	한육우	25,000원/두	35두 도축 시 875,000원
		돼지	5,000원/두	
		인센티브	20,000/톤	
	저탄소 농축산물 인증제	저탄소 농업기술(18가지 기술) 컨설팅 및 인증심사비 지원	1,747백만 원(국비 100%)	바이오차 투입 중복, 논벼 재배 시 물관리(탄소중립 프로그램 중복지원 불가)
	농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업	저탄소 농업기술 적용(16가지 기술)	10,000원/톤 (인센티브)	바이오차 투입 중복, 논벼 재배 시 물관리(탄소중립 프로그램과 중복지원 불가)

구분	사업명	지원기준	지원단가	비고
		:에너지이용효율화, 신재생에너지사업, 질소질비료사업 등		
	배출권거래제 외부 사업	-	-	파악불가
	농업·농촌 RE100 실증지원	컨설팅	50,000,000원/개소	
		재생에너지 발전시설(마을발전소)	976백만 원/개소	
		재생에너지 발전시설(가공·유통시설 및 주택)	450백만 원/개소	
		에너지 절감형 리모델링	310백만 원/개소	
	저탄소 벼 논물관리 기술보급 시범사업	-	-	파악불가
	농업환경보전 프로그램 *필수와 의무인 것만 포함	1년차 참여마을	50,000,000원/마을	
		완효성 비료 사용	200,000원/ha	
		농업부산물 잘라서 밭 토양환원	400,000원/ha	
		휴경기 녹비작물 재배 및 밭 토양환원	600,000원/ha	
		논 배수물꼬 설치 및 물 관리	100,000원/ha	
		경사진 밭 끝에 침사구 설치하기	500,000원/ha	
		제초제 없이 잡초 제거하기	500,000원/ha	
		오염된 하천·저수지 청소, 수생식물 식재	10,000원/시간. 인	
		영농폐기물 공동수거 및 분리배출	10,000원/시간. 인	
		생태계 유해한 생물 제거	10,000원/시간. 인	
		둑병 조성 및 관리	10,000원/시간. 인	
		농경지 이용 멸종위기종 조류 먹이공급	별도 협의	10,000원 합의했다고 가정
	유기농업자재 지원사업(바이오차 구입지원 등)	자재원료(무농약)	1,500,000원/ha	
합계	총 12개 사업		50,649,000원/ha	농업소득+이전소득
	총 13개 사업		69,922,571원/ha	농업소득+농외소득+이전소득

자료 : 1. 농림축산식품부(2024), 2024년 농림축산식품사업 시행지침서.

2. 통계청(2024), 농축산물생산비조사 : 2023년 기준.

주 : 저자 작성함.

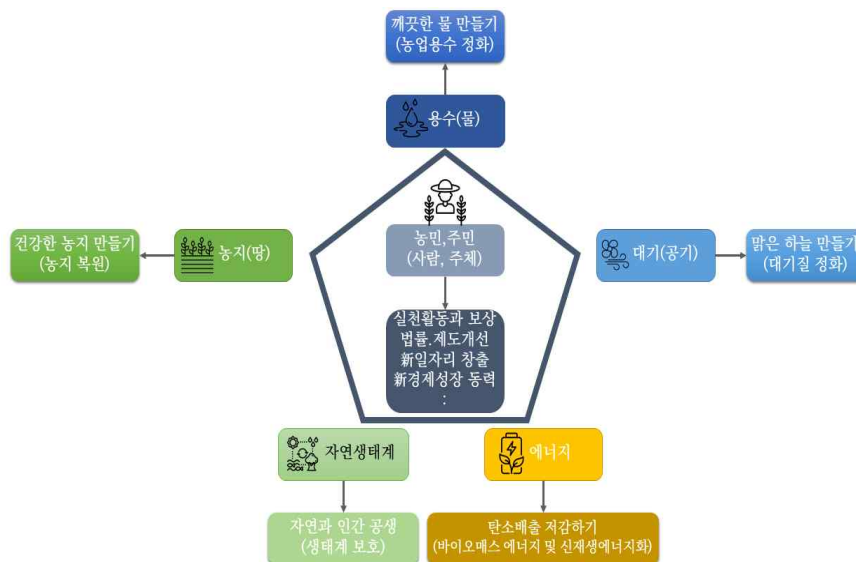
06

충남 농축산분야 탄소중립 세부 추진과제

1. 세부 추진과제 개요⁴⁾

- 농축산분야 탄소중립 실현의 기대효과이자 최종 모습은 충남 농축산업이 곧 환경친화적 농업·농촌으로 전환한다는 의미(〈그림 6-1〉 참고)
 - 농업에서 가장 기본이 되는 공기, 땅, 물, 자연생태계를 다시 자연상태로 복원시키는 활동
 - 특히 화석연료에 기반한 에너지 사용도 신재생에너지, 바이오매스 에너지로 전환하는 활동

〈그림 6-1〉 충청남도 농축산분야 탄소중립 실현 시 최종 모습



주 : 저자 작성함.

- 4) 자료 : 1. 농림축산식품부(2021), 2050 농식품 탄소중립 추진전략.
 2. 황영모·장남정·배균기·서환석·조원지·이병훈·정호중(2022), 전라북도 기후변화 대응 탄소중립 농업 추진전략 연구, 정책연구 2022-14, 전북연구원.
 3. 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진 전략.
 4. 정학균·성재훈·김현정(2022), 탄소중립 실현을 위한 농업분야 정책과제, 농업전망 2022, 한국농촌경제연구원.
 5. 이호중(2021), 탄소중립을 위한 농업분야 주요과제, 농어업·농어촌특별위원회 토론회 자료집.
 6. 최동진 외(2022), 제3차 경상남도 기후위기 적응대책(2022-2026) : 농축수산 분야, 경상남도.

주 : 위의 자료를 토대로 저자가 재구성하여 작성, 주로 이호중(2021) 자료를 많이 활용함.

● 농축산분야 탄소중립 추진과제는 전 단계에 걸친 전면 저탄소 농업·농촌 지향

- (범위) 충청남도가 농축산분야 탄소중립 추진과제에서 활용할 수 있는 정책수단 범위는 경종 분야, 축산 분야, 농촌마을 및 공통기반 등 분야로 구분하여 세부 감축수단 추진과제 제시
- (위계) 4장 비전체계도에서 제시한 4+1 추진전략과 추진기반에 의거한 16대 추진과제를 세부적으로 뒷받침할 분야별 감축수단 추진과제(실제 사업명 단위까지 명시) 수준으로 도출
- (전제) 농식품부 탄소중립 추진전략에서 제시한 내용과 충청남도과 시군이 추진하고 있는 정책사업 중심의 실행가능한 감축수단, 향후 새롭게 추진하길 제안하는 감축수단이라는 점
- (전체 틀) 저탄소 농업기술을 활용하여 생산 전 과정에서 온실가스 배출을 줄이는 저탄소 농업으로 전환, 현재 대부분의 과제는 생산만 다루는 것은 문제, 유통, 소비, 판매, 폐기, 재활용 등 전과정을 살펴야 함에 초점, 따라서 분야별/부문별 추진과제는 틀거리에 맞춰서 제안
- (경종 분야) 공기, 땅, 물을 살리는 탄소저감 농자재 사용으로 시작하여 저비용·저투입·저탄소 농법으로의 전환, 경축자원순환농업·환경농업·생태농업 유도를 목표
- (축산 분야) 가축분뇨도 자원이 되게, 에너지원이 되게 최대한 활용하는 것을 목표, 축산의 사육방식 개선과 축산분뇨의 자원화, 경종-축산 연계 목표
- (농촌마을과 에너지 분야) 신재생에너지원으로 순환하는 공간, 유기성 자원을 활용하는 공간으로 목표

● 분야별 우선 추진과제 프로젝트 제안 등(〈표 6-1〉 참고)

- (경종+축산) 저비용·저투입·저탄소 영농방법과 기술 적용한 “경축자원순환농업·환경농업·생태농업” 프로젝트
- (경종+축산) 공기·땅·물을 살리는 “청정한 대기, 건강한 땅, 깨끗한 물” 복원 프로젝트
- (축산+에너지) “가축분뇨의 자원화, 퇴비화, 에너지화” 전면 개편 프로젝트
- (경종+농촌) “충남형 농업환경보전프로그램과 충남형 선택형 직불제 결합” 프로젝트
- (농촌+에너지) “읍면 단위 에너지 계획 수립과 자치분권형 탄소중립 마을만들기” 프로젝트
- (공통기반) 포괄적인 농업재해보상법 제정과 농업재해보상 공영제 도입
- (공통기반) 탄소중립 이행관리를 위한 실태조사, 통계관리 및 데이터 축적
- 그 외 추진전략별 우선 추진과제에 따른 세부 감축수단은 다음과 같이 요약(〈표 6-1〉 참고)

〈표 6-1〉 충남 농축산분야 탄소중립 방향별 우선 추진과제

방향 성격	추진전략 및 정책방향	우선 추진과제	세부 감축수단(사업명/분야/기간)		연계가가능한 분야
감축	'환경친화적 농산업 경제' 전환	저비용.저투입.저탄소 농업, 경축자원순환 환경농업·생태농업으로 전환	경종/ 단기	비료·농약·항생제 등 적정사용 환경체계 구축 저탄소 생육환경 조성	농식품부의 탄소중립 프로그램 시범사업(농업), 저탄소 농축산물 인증제(농업), 공익직불제
		먹거리 전과정에 걸친 온실가스 배출원 저감 활동	경종/ 단기	푸드플랜 기반의 지역먹거리 생산-가공-유통-소비-폐기-재활용 등 순환체계 전면화	농식품부의 지역단위 푸드플랜 지원사업
		가축사양관리 및 가축분뇨 적정처리, 저비용.저투입.저탄소 축산업으로 전환	축산/ 단기	저탄소 축산업 및 환경친화적 축산업으로 이행	농식품부의 탄소중립 프로그램 시범사업(축산), 저탄소 농축산물 인증제(축산), 공익직불제
성장	'새로운 농산업 먹거리' 기회 창출	가축분뇨, 유기성 자원을 활용한 신재생에너지 및 바이오매스 에너지	경종/ 중장기	다양한 농림축수산물 부산물 재활용.이용하는 바이오매스 시스템 구축, 종합전략	산업통상자원부의 에너지 사업 환경부의 바이오가스사업
		바이오매스 에너지 산업군 육성	경종/ 중장기	농식품 RE100(재생에너지 100% 이용) 단계적 도입	산업통상자원부의 에너지 사업 환경부의 바이오가스사업
		환경친화적 농자재 및 농기계, 시설장비 산업군 육성	경종/ 중장기	비료·농약·항생제 등 적정사용 환경체계 구축, 저탄소 생육환경 조성	산업통상자원부의 사업 농림축산식품부의 사업
감축 + 성장	'자원순환 경제' 전환	농림축수산물 부산물의 유기성 자원화	축산/ 단기	주민수용성 확보를 통한 가축분뇨 등 바이오에너지 시설확충	환경부의 바이오가스플랜트 사업, 지역단위 자원순환센터
		지역단위 양분관리	축산/ 단기	지구를 살리는 경축자원순환으로 전환	환경부의 양분관리제 시범사업
		영농폐기물을 돈이 되는 자원화	축산/ 단기	가축분뇨 자원화 최대화 (퇴비화, 액비화, 바이오차 생산)	환경부의 영농폐기물 지원체계사업
감축 + 성장	'농업·농촌 분야 탈탄소 자립 경제' 실현	농촌지역사회와 마을주민 공동주도 시범사업 프로젝트	농촌/ 단기	방방곡곡 재생에너지 공급인프라 구축	산업통상자원부 및 충청남도 마을만들기 사업
		탄소중립 자치분권형 마을조성	농촌/ 중기	농업농촌마을 RE100 확산을 위한 탄소중립 마을만들기	충청남도 마을만들기 사업
		주민주도 방식의 재생에너지 공급과 사용확대, 효율화	농촌/ 단기	농업인·농촌주민 주도형, 공공 지원형 농업·농촌에너지 전환 거버넌스 구성	산업통상자원부의 에너지 사업
기반	'공정과 균형의 거버넌스' 구축	감축에 따른 손실 공정보상	공통/ 중장기	탄소중립 실천과 보상을 뒷받침하는 법률 및 조례 제정	농림축산식품부의 공익직불제
		경제성장에 따른 균형분배	공통/ 중장기	탄소중립 실천과 보상을 뒷받침하는 법률 및 조례 제정	농림축산식품부 및 충청남도의 자체사업
		유인동력을 위한 제도지원	공통/ 단기	저탄소 농업구조 전환을 유도하는 지원	탄소중립.녹색성장위원회 지원사업
		기후변화 적응과 탄소중립 지원체계 구축	공통/ 중기	온실가스 배출원 통계 구축 등 관리기반 구축	탄소중립.녹색성장위원회 지원사업

주 : 저자 작성함.

2. 분야별 추진과제와 세부 감축수단 : 경종

〈표 6-2〉 경종 분야 추진과제와 세부 감축수단(요약)

부문	생산 단계	유통 단계	판매.소비 단계	폐기 및 재활용 단계
비에너지	비료·농약·항생제 등 적정사용 환경체계 구축, 저탄소 생육환경 조성	농식품 유통거리(푸드마일리지) 감축을 위한 생산-소비 거리줄이기 사업	푸드플랜 기반의 지역 먹거리 생산-가공-유통-소비-폐 기-재활용 순환체계 전면화	일상소비에서의 음식물 폐기물 발생 저감 운동
	D.N.A 기반의 토양·물·양분관리 등 정밀농업 기술 모델 개발	농산물 유통 및 가공 단계에서의 폐기물 발생 최소화, 자원화	농산물 소비단계에서의 폐기물 발생 최소화, 자원화	농산물의 단계별 폐기물 자원화, 상품화
	공기를 살리는 탄소배출 저감 영농방법 지원확산		탄소생태인증 농산물 판로 확보 및 먹거리 시스템 구축	
	땅을 살리는 농지보전 활동 강화		제철농산물 생산-소비하는 구조	
	물을 살리는 비점오염원 관리 강화와 효율적인 물 이용공급시스템 개선			
	지구를 살리는 경축자원순환농업·환경농 업·생태농업으로 전환			
에너지	스마트팜 단지 조성 등 농업 생산시설의 에너지 그린 리모델링 전환	농산물 유통 및 가공시설의 에너지 그린 리모델링 전환		다양한 농림축수산물 부산물 재활용·이용하는 바이오매스 시스템 구축, 종합전략
	농식품 RE100(재생에너지 100% 이용) 단계적 도입	농산물 유통 및 가공시설 에너지 관리시스템 도입		
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출을 최소화하는 농사활동 확산, 농경지 온실가스 저장 및 흡수기능 강화 단계별 폐기물 발생 최소화 및 자원화, 유기물 투입 최소화, 적정 생산량 유도 민간의 적극적인 실천 + 행정의 시스템(통계, R&D, 유인책 마련 등) 지원 공기, 땅, 물을 살리는 농자재 사용으로 시작하여 저비용·저투입·저탄소 농법으로의 전환 궁극적으로 경축자원순환농업·환경농업·생태농업 유도를 목표 			

2021년	현재 온실가스 배출량 1,673.3천 톤CO ₂ eq	2045년	미래 온실가스 배출량 1,260.5천 톤CO ₂ eq
	감축수단에 의한 총 감축량	2045년-2021년 = 412.8천 톤CO ₂ eq	
	2021년 대비 2045년 달성 목표	24.7% 감축, 약 25% 감축	

주 : 저자 작성함.

생산	경종			축산					농촌				
	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저탄소 건축 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축

● 비료·농약·항생제 등 적정사용 환경체계 구축, 저탄소 생육환경 조성

- 배경 및 목적 : 2030년 감축목표는 화학비료 및 농약, 항생제(가축·수산) 사용량 50% 감축, 농식품부는 기설정된 목표를 재설정, 충남도 비상시기에 맞는 과감한 목표·이행방안 수립
- 주요 내용(전체) : 정밀농업 기술 보급, 품종 다양성 확보, 화학비료와 농약 등 감축에 따른 유기질비료, 미생물제재 등 유기성 농자재를 대체재로 보급 확대
- 주요 내용(비료) : 화학비료 대신 퇴비 사용, 적정비료 사용을 위한 현장지원 강화, 노지과일 재배 농가의 경우 풋거름 재배를 통해 화학비료 사용 대체 가능, 화학비료 대체할 수 있는 퇴액비 품질제고 및 표시제(퇴액비 성분표시 등), 퇴액비 제품의 사용 편의성 강화(살포장비 지원, 펠릿형 퇴비 지원 등)
- 주요 내용(농약) : 농약 대신 천적사용하는 방제법 도입, 농약안전정보시스템 활용한 접근성 및 편의 개선을 통해 농약 적정사용체계 구축, 병해충 영상정보 활용한 진단·처방 기술개발 등 시스템 고도화, 병해충종합관리시스템(IPM) 구축, 민원상담 등 사용자 편의성을 고려한 기능 개선, 병해충 동정·추천농약 검색 서비스 제공, 주요 작물별 병해충의 영상자료 확보 및 영상정보를 활용한 지능형 병해충 진단기술 개발, 농약사용 관련 시스템 구축·유지·보수 고도화
- 사업 간 연계 : 농자재 최소 투입과 저탄소 농산물 인증제 간 연계(농자재를 덜 쓰는 경우, 지역단위 생산부터 폐기까지 전과정을 평가하는 저탄소 농산물 인증제로 개선, 그리하여 농산물을 제대로 만드는 것에 대한 보상체계로 연결시키기)
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략은 살충제를 대체하는 신규 농약 개발, 2050년까지 화학농약 사용량 50% 감축, 수입원료 및 화석연료를 원료로 사용하는 화학비료 사용량 30% 감축
- 사례 : 일본 기반확립사업 인증사업자 제도로써 베츠카이(別海) 바이오가스발전 주식회사 사례(화학비료 사용 저감을 위해 바이오가스 발전의 부산물로 발생하는 액비 사용 확대 계획)

● D.N.A 기반의 토양·물·양분관리 등 정밀농업 기술 모델 개발

- 배경 및 필요성 : 생산성 향상 위한 투입재 과다 사용 문제점 해결하기 위한 방안 실천 필요, 정밀농업과 환경친화형 농업의 첫걸음은 농가가 '토양검정' 결과를 철저히 활용할 수 있도록, 양분의 과잉 공급을 경계할 수 있도록 홍보·교육 강화, 국가 및 지자체 행정은 이를 뒷받침해주는 역할 필요, 최적 양분 투입 등 투입물질 낭비 최소화하는 정밀농업·스마트농업 기술 개발과 보급 필요
- 목적 : 현재 농가들도 시군 농업기술센터로부터 토양시비처방전 발급받아서 이행 중이지만

활용도가 낮은 문제점을 극복할 수 있는 대안

- 주요 내용(Data, 데이터) : 비료 및 농약 사용 관련 기초 데이터 수집 및 데이터 개선, 기술 개발 상용화 및 고도화, 비료 및 농약 사용정보 시스템 고도화로 지역별·작목별 농약 사용 패턴 분석, 데이터.기술 중심 영농 전환 지원, 투입요소, 에너지 및 양분 절감형 등 다양한 스마트농업 모델 개발을 실증 지원하여 집적단지 등 중심으로 확산, 주산지에 데이터 기반 스마트·정밀농업 단지 조성, 시비·병해충 방제·급수 등 분야별 솔루션 개발, 효율적인 물관리, 비료·농약 등 사용량 감축 위한 스마트 영농모델 개발 및 보급 확산, 빅데이터 바탕으로 도출된 디지털농업 기술에 대해 현장실증 및 테스트베드 추진
- 주요 내용(Network, 네트워크) : 모바일을 통한 판매정보 입력, 비료 및 농약 등 안전사용 정보 시스템 고도화, 지역별·작목별 비료 및 농약 사용 패턴 분석, 동일계통 농약의 중복 판매 방지 제한, 구매이력 기반 농약 추천, 맞춤형 처방 서비스 제공, 농가별 구매이력 관리하여 시비처방과 비료 구매 연계(국가 사업, 2025년)
- 주요 내용(AI, 인공지능) : 품목별 우수농가 데이터수집, AI모델 활용한 작물별 생육상황 적용분석 등 빅데이터 확보 및 모델 개발, 첨단농기계로봇개발 및 글로벌 기술표준 확보를 위한 R&D사업 추진, 비료판매관리시스템·경영체정보시스템·휴토람을 연계하여 적정 시비량 초과 시 공익직불 이행점검 기준 위반 가능성 사전 통지(국가 사업), 시비처방전에 따른 이행여부를 각종 보조사업 준수 이행사항 간 연결
- 주요 내용(정밀 농업) : 토양검정 기반 확충을 통해 농업인의 시비처방서 발급 확대, 시비처방에 따른 비료구입 유도, 농산물 생산성과 경제성 영향 평가와 정보공유를 통한 인식전환, 토양진단 결과에 맞는 비료 적정사용체계 구축, 비료 구매시 시비처방전 제시 의무화, 적정 시비량만 구매할 수 있도록 제도 개선(국가 사업, 2030년), 비료 사용 기준 설정 대상 작물 확대, 작물별 비료사용처방 매뉴얼 발간·보급을 통해 적정시비 유도, 정밀농업과 스마트농업 기술보급 확산, 스마트 정밀 농업 실증단지 조성 운영, 농업부문 탄소배출량 정밀측정 시스템 구축 신규, 토양·물·양분관리 등 정밀농업 기술과 모델 개발, 시설 및 노지작물 스마트 정밀농업 단지 조성 운영, 시군센터 토양분석 담당자 및 이행점검 부적합 농가 대상으로 매년 적정 비료사용 교육 실시, 관련 시스템 활용 방법 교육홍보
- 사례 : 일본 기반확립사업 인증사업자 제도로써 주식회사 나일웍스 사례(화학농약 사용량 저감을 위해 데이터 기반 자동 비행과 농약 정밀살포가 가능한 농업용 드론 보급 계획)

● 공기를 살리는 탄소배출 저감 영농방법 지원·확산⁵⁾

- 배경 및 목적 : 농경지에서 발생하는 온실가스(메탄 및 이산화탄소 등) 배출을 억제하기 위하여 실천가능·수용가능한 영농방법 개발, 다양한 시범사업을 통해서 시행착오 과정 불가피
- 주요 내용(전체) : 경운 최소화 농업 실천단지 조성 확대 지원, 직파재배 논을 밭으로 전환

5) 주 : 밭 작목별 탄소배출 및 탄소흡수량이 다르므로 탄소중립과 지역조건에 부합되는 작목 검토 필요함. 예를 들면 옥수수는 밤낮 모두 탄소를 흡수하고 산소배출량이 많다고 함.

유도하거나 논에 타작물 재배 확대를 지원하는 사업, 다년생 과수목 재배 확대를 지원하는 사업, 혼농임업 및 통합양분관리, 농경지 피복작물 식재를 통한 탄소배출 저감 활동 지원

- 주요 내용(논물 관리 체계 구축) : 생육환경에 따른 저탄소 발생 논물관리 영농기술 확대 적용, 간단관개 등 논물관리체계 구축(중간물떼기, 논물 얇게 대기, 논물 자주 빼기 등), 논물 관리 시행에 따른 생육상황·물 사용량·메탄 발생량 등을 비교하여 지역별 특성에 맞는 논물관리 기술 모델 개발, 수동물꼬·균평기·부속된 퇴비 등 논물관리기술 적용 시 필요한 농기자재 지원 및 탄소 인증 비용 지원, 고품질 쌀 및 GAP 벼 인증 및 종자원 채종포 등 벼 재배 관련 사업 위주로 메탄 감축 연계 추진
- 사업 예시 : 기존 영농기술의 전환 실천으로서 ‘경운 최소화 + 무경운 + 윤작 + 고랑과 이랑 작업하지 않기’ 등 충남형 통합 영농기술 시범사업(예시, 홍성군 홍동면 ‘채소생할’ 농장)
- 사업 예시 : 충남 농업기술원이 개발한 벼품종 ‘빠르미’ 확대 보급(재배기간이 짧아서 농업용수와 비료 사용량 저감, 만생종보다 농업용수 60% 가량 적게 사용하여 메탄 발생량도 40% 가량 적게 발생하는 효과)

● 땅을 살리는 농지보전 활동 강화

- 배경 및 목적 : 땅은 대기 중 이산화탄소 및 메탄 등 흡수원으로서 기능, 토양의 탄소저장량은 대기의 2~3배로서 가장 효과적인 기후변화 완화 수단으로 인정, 땅 복원사업 중요하므로 계속 유지하고 보전하는 사업 필요
- 주요 내용 : 토양의 탄소저장능력 향상 대책으로서 토양유기탄소의 증가에 초점을 맞춘 유기농법 확산, 토양개량 지원과 탄소 저감 농업기술 실천, 농지전용 최소화를 통해서 난개발 행위 억제(농업진흥구역에 개발행위 억제), 토양 및 양분 관리 등 농지 관리, 질소질비료 사용 저감으로 농경지 적정 양분 투입, 주기적인 토양 및 수질 점검, 탄소배출권 거래시장 수익 활용 농가의 건강한 토양 만들기 지원, 흙토람을 중심으로 토양의 N, P, K 수치 등 토양양분 관련 정보 DB화
- 사업 예시(땅심 복원하기) : 토양 토착미생물 자원화 사업, 토양미생물이 잘 번식할 수 있는 톱밥퇴비 만들기 사업(나무 부스러기, 계분, 짚겨, 왕겨, 낙엽, 가축똥가루, 콩깻묵, 옥수수 전분 등 혼합, 완숙 발효), 환경친화형 시설원에 농자재 보급사업, 공동농자재 공급사업 등

* (사업 예시) 환경친화형 시설원에 농자재 보급사업, 공동농자재 공급사업
- 비닐하우스 시설은 현재와 같은 기후위기 시대에 맞지 않는, 엄청난 영농폐기물 처리 문제가 심각, 비닐하우스를 2-3년에 한번씩 교체하는 것은 비용, 시간, 환경오염 발생하는 원인
- 비닐하우스를 유리온실과 비닐하우스 중간 사이의 반영구재질로 바꾸는, 환경친화형 농자재 혹은 생분해성 농자재 보급사업 실시, 사업비 50% 보조, 30% 자부담, 20% 용자(비닐재질보다 3배 이상 높은 단가, 차액 지원)
- 생산과정 발생 비닐·플라스틱 폐기물 감축, 친환경농기자재 개발
- 밀, 쌀 등 부산물로부터 생분해 성분 추출하여 비닐·플라스틱 대체(생분해 비닐, 에코플라스틱 등)
- 시설원예로부터 발생하는 폐양액, 폐식물 등을 재활용, 순환시켜 공동농자재 공급사업 실시
- 수입산 농자재에 의존도를 낮춰서 지역산 농자재 사용 유도, 경영비 절감 및 환경개선 기여

- 사업 예시(환경보전활동 강화) : 친환경농업관리와 함께 토양, 용수, 생태 등 다양한 농업환

경보전 활동을 확대·강화하여 탄소저감 활동 촉진, 친환경미생물농법으로 농지 관리, 농업환경보전프로그램 정착을 위해 실천마을에 공동활동에 필요한 자재비, 임차료 등 소요 비용 지원, 토양의 탄소저장능력 향상 국제 운동 동참 전개(매년 0.4%씩 탄소축적량 증가) 등

- 사업 예시(땅 쉬어가기, 휴경) : 퇴비, 녹비작물, 윤작, 무경운, 바이오차(Biochar) 등 저탄소 농법으로 농경지 탄소 고정 및 온실가스 발생 저감 추진, 탄소배출권 대응 및 바이오매스 활용을 위한 유희농지 조림사업, 초지보전, 논과 밭의 휴경제도 도입
- 기대효과 : 토양 속 탄소저장 확대 시 작물생산성 향상(토양의 탄소격리 sequestration), 농지 및 초지보전을 통한 토양 탄소저장력 강화, 휴경으로 온실가스 감축 효과

● 물을 살리는 비점오염원 관리 강화와 효율적인 물 이용·공급시스템 개선

- 배경 및 목적 : 온실가스 배출 저감을 위한 활동은 곧 농업용수 수량과 수질을 결정짓는 요인 중 하나, 물을 살리는 길이 땅과 공기를 살리는 일과 연관되어 있으므로 관련 대책 필요
- 주요 내용 : 저수지 및 용배수로 등 농업기반시설 개보수, 공급시스템 개선 통한 물 이용 효율화, 부속되지 않은 가축분 퇴비 등 비료성분 투입관리를 통한 비점오염원 관리 강화, 물 관리 지원 및 기술 고도화 R&, 물 관련 로드맵 마련과 이행
- 사업 간 연계(국가 사업 및 국가 추진계획) : 용수로 계통도 디지털화('21~'23)를 통해 과학적 물 수급 분석 결과(공급량, 부족량, 부족면적 파악)를 물 관리에 적용, 공급량 예측기 설치 및 원격계측제어장치(TM/TC) 구축과 연계하여 물 공급을 효과적으로 제어하여 물 절약 도모, 관수로 설치 가이드라인 마련('21~'23), 최적 물관리 운영기준 수립('21~'30), 관수로화('24~'40) 등의 단계적 추진, 간단관개 횟수 증가 및 기간 연장에 대한 계수, 지역별 특성에 맞는 알맞은 계수를 개발하여 배출량 산정 등

● 지구를 살리는 경축자원순환농업·환경농업·생태농업으로 전환

- 배경 및 목적 : 온실가스 배출의 가장 큰 원인은 현재 농업의 모든 단계가 화석연료에 기반한 농자재 사용, 순환되지 않은 농자재 투입, 농작업 간 분절화·파편화·외부화 등으로 자가가 아닌 외부에 의존한 농사방법, 단절된 것을 연결시키고 순환시키는 과제가 제일 핵심
- 현황 : 농업분야 탄소중립 실현을 위해 유럽, 미국, 일본 등에서 유기농업 비율을 확대하겠다는 발표를 하고 있고 우리나라도 이에 따라 유기농업 확대를 모색하고 있지만 현실적으로 고령화, 과도한 인증 등으로 어려움 존재, 이로 인해 친환경농업 비중은 조금씩 감소
- 주요 내용 : 환경친화적 생산체계 구축, 지역실천기반 강화, 친환경농업 확대와 연계한 탄소중립 세부 이행계획 수립, 유기농업을 비롯한 친환경농업 확대, 마을단위 농업환경보전프로그램 확대, 퇴비·녹비작물·윤작·무경운·바이오차 등 저탄소 농법 및 탄소저감 농업기술 보급, 실천지원 사업, 영농형태 및 영농방식 등 자발적인 탄소배출 저감 활동 유도 사업
- 사업 예시(경축자원순환농업) : 미생물 활용을 통한 경축순환농업 활성화 및 메탄배출 감소, 경축순환 시설장비, 가축분뇨 자원화시설 및 바이오가스시설 지원, 경축순환·자원순환을 위

하여 축산분뇨-경종부산물 순환하여 퇴비화하는 모델 사례 확산(충남 내 기존 우수한 모델인 아산 푸른들영농조합법인, 한살림 생산자공동체 조직 등과 같은 곳을 바탕으로 실천가능한 사업 모색)

* (사업 예시) 경축자원순환농업

- 농산물, 임산물, 축산물, 수산물 등으로부터 발생하는 부산물을 잘 부숙시켜 퇴비 제품화
- 마을별, 시설원예단지 구획별, 법인별, 작목반별, 조직별 공동퇴비장 조성
- 토양검정 결과에 맞춘, 지역 내 양분수지에 맞춘 농경지 적정 양분 투입(질소 과다 방지)

- 사업 예시(탄소생태농업, 탈탄소농업) : 유기질비료, 토양개량제 지원 등 비료사용 절감, 친환경농업기술(농법)의 보급·확산으로 탄소저감 농업 확대 유도, 토양 및 수자원 등 농업환경 보전활동 프로그램 확산, 저비용·저투입·저탄소 유기농업에 기여할 수 있는 농자재 및 농업 기술 개발·보급, 생력화 유기농업 기술 개발 및 보급, 그린바이오기술 활용, 화학비료·농약제초제 사용 절감을 통한 저탄소 친환경 농법 확대로 탄소 저감 추진, 탄소흡수형 영농실천에 대한 대가 지불(보존농업, 탄소농업, 혼농임업 등 다양한 탄소순환형 농법 실천시, 탄소배출 저감농법 실천 시, 논에 타작물 재배 시, 다년생 과수목 재배 확대 시), 온실가스 감축 및 탄소흡수형 농업방식 전환 유도

* (사업 예시) 탄소생태농업, 탈탄소농업

- 탄소중립사회로 전환하는 취지를 고려하여 친환경농업에 대하여 적극적 인정(우대)을 통한 탄소생태농업 전환 유도, 방법으로서 REC 가중치 우대 또는 친환경직불제 단가 인상 등
- 다양한 탄소생태 영농 지원으로서 보존농업, 혼농임업 등 다양한 탄소농법 지원
- 보존농업 : 지속가능 농업을 위해 건강한 토양에 집중하는 농업방식(FAO), 경운기계최소화 등
- 혼농임업 : 농작물 또는 가축을 기르는 하나의 토지 이용단위에 다년생 목본류를 키우는 토지이용체계
- 탄소농법 : EU는 공동농업정책(CAP 2020)에서 정밀농업, 농업생태학(유기농업 포함), 혼농임업, 탄소농법 등 지속가능한 농업 중점 지원(직불금 지급 등)

- 사업 예시(친환경 유기농업) : 친환경지구 사업, 생태농업단지 조성사업, 유기농업 선도농가 지원사업, 생산성 문제 해결하기 위한 친환경유기농재배기술개선, 논농업부터 전면 친환경농업방식으로 전환하여 2045년까지 30% 달성 목표, 밭농업 친환경농업 확산 주력, 친환경농업인 멘토 연결, 친환경농업의 영농기술과 관리방법 등 교육 및 컨설팅 지원을 통한 친환경농업 전문인력 및 생산자 단체(조직) 육성 활성화, 친환경청년농부지원사업(계속) 등 친환경농산물 생산농부의 안정적 정착 기반 지원과 수급 역량 배양, 친환경농기자재 연구개발(밀, 쌀 등 부산물에서 생분해 성분 추출로 비닐, 플라스틱 대체(생분해 비닐, 에코플라스틱 등), 친환경농산물에 대한 판로(공공급식 등) 확보, 친환경농업지구 중 집적화 가능성이 높은 지구 집적지구로 지정, 친환경집적지구 중심의 친환경농업(농법) 확산, 친환경농업지구의 단계별 지원을 통해 규모화 유도, 친환경농업 집적지구 개념·지정기준·인센티브 사항 등 법제화 검토, 친환경 집적지구 내 농업인의 과정 중심 인증가능성 등 인증기준 개선 검토

* (사업 예시) 친환경 유기농업

- 농식품부 목표 재설정, 비상시기에 맞는 과감한 목표·이행방안 수립 * 2030년 목표 : 친환경농업재배면적 비중 30% 목표(약 40만ha 증가 필요)
- 친환경직불금 단가 인상 및 공공급식 등을 통한 판로 확보

- 논농업부터 친환경농업으로 단계적 전환, 공공비축미 중 친환경쌀 수매 확대(2020년 5,415톤 매입)
- 식량안보와의 상충문제 해소 위해 종합 설계 필요(예. 친환경농업 생산성 문제는 유기농 재배기술로 개선, 식량자급 확대 시 탄소배출 증가는 농타작물재배로 탄소배출 저감 가능)
- 우선 쌀을 먼저 전면 친환경농업방식으로 전환하는 목표 설정하기
- 쌀 생산과정을 100% 친환경 방식으로 전환, 공공비축 친환경 벼 수매가격 인상
- 대학생 대상 반값 밥상 실현을 통한 친환경 공공급식 확대
- 친환경 유기농업 전체 농업 대비 비중 확대(2022년 4.5% → 2030년 20%), 친환경 인증제도 개선(과정중심)
- 다만, 친환경농업, 유기농업의 긍정적 효과에도 불구하고 다음과 같이 몇 가지 유의사항
- 관행농 대비 유기농의 탄소 감축 효과를 논하는 많은 연구들이 있지만 그 결과가 정량적으로 잘 정립되어 있거나 획기적일 정도로 유기농이 탄소감축에 더 효과적이라고 결론짓기에는 아직 이른 상황으로 판단
- 충남 내 친환경농업의 확대가 화학비료의 감소를 가져오더라도 ① 이는 농림축산분야의 탄소 감축량이 아닌 제조업, 혹은 화학산업 분야의 탄소 감축량으로 계측될 것이고, ② 그 화학비료 제조사가 충남에 소재하지 않는다면 충남의 탄소 감축량으로 계측되지도 않는다는 점을 고려할 필요
- 적어도 논의 경우 탄소감축에 대한 직접적 기여도는 다소 낮을 가능성이 있음도 연구하여 증명할 필요
- 화학비료, 특히 질소질비료의 공급 감소 효과가 반영됨에 따라 친환경농업의 탄소감축 효과가 상대적으로 크다는 연구결과에 의거하여 농지에 투입되는 질소(무기질 비료와 유기질 비료 모두 포함)
- * 자료 : 1. 이기승(2013), 『관행농과 유기농의 온실가스 배출에 관한 비교연구』, 서울대학교 대학원 농경제사회학부 박사학위 논문, 2013.2.
- 2. 김창길 외(2016), 「유기농업의 온실가스 감축효과」, 『한국기후변화학회지』, 제7권제3호, 2016.9.
- 3. 유종희 외(2012), 「쌀 생산체계에 대한 영농방법별 전과정평가: 관행농, 무농약, 유기농법별 탄소배출량 비교」, 『한국토양비료학회지』, 제45권제6호, 2012.12.

- 사업 예시(생태농업) : 토종씨앗(토종씨앗 채종포 사업단 운영, 채종포 텃밭 운영, 토종나눔, 토종밥상 개발과 보급), 품종다양성 확보
- 사업 예시(농업환경보전프로그램) : 마을단위 환경관리를 위한 농업환경보전프로그램 확대, 농업환경보전프로그램 사업대상 마을 확대, 농업환경보전프로그램과 공익형직불제 연계 추진
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 주요 품목에 대해 농업인 다수가 실천할 수 있도록, 차세대 유기농업에 관한 기술 확립, 2050년까지 유기식품 시장을 확대하면서 경지면적에서 차지하는 유기농업 재배면적 비율을 25%(100만 ha)로 확대

● 스마트팜 단지 조성 등 농업생산시설의 에너지 그린 리모델링 전환

- 배경 및 목적 : 에너지 다소비 시설에 대한 ‘그린 리모델링’ 등을 통해 에너지 효율 증진, 신재생에너지로 운영되는 충남형 시설원에 스마트팜 단지 조성 필요, 스마트 농업의 체계적 실현으로 충남 미래농업 구조개선과 저탄소 친환경 기반의 생산성 향상 시스템 구축
- 주요 내용 : 시설원에 냉난방 에너지 절감시설 기술개발과 보급 확대, 난방용 유류 대체기술 보급 확대, 온실축사 스마트팜 차세대 스마트팜 융합·원천기술 개발, 저탄소 스마트 농업기술 개발 및 보급(충남농업기술원 담당, 스마트팜보다는 스마트 기술에 초점), 시설원에 분야정밀농업(스마트팜) 확산 거점화, IoT·AI·빅데이터 등 첨단기술을 기반으로 한 농업 무인화와 지능화 구현한 미래형 스마트 농업 확산
- 사업 예시(에너지 절감시설) : 시설원에 냉난방 에너지 이용실태 DB 구축, 온실시설 종류·품목·특성·외기온도 등을 감안한 냉난방 에너지 절약형 기준 마련, 히트펌프순환식 수막재배·다점보온커튼보온터널·축열 물주머니·LED 조명기 설치 등으로 에너지의 효율적 사용

- 사업 예시(에너지 고효율화) : 농업시설 구축 시 에너지 절감을 위해 녹색인증, 고효율에너지 인증 등을 받은 장비 및 장치 사용 단계적 확대, 고효율저탄소 농기계·농기자재·농업시설 관련 에너지 절약형 시설설비 확충
- 참고 : 시설원에 부문에 보급된 에너지 절감시설별 에너지 절감 비율은 12~67%로 다양하며, 대상 시설의 크기 및 사용 에너지원, 재배 품목 등을 고려하여 설치, 절감시설별 에너지 절감비율은 히트펌프 78% > 순환식 수막 및 비순환식 수막 각 67% > 보온덮개 65% > 다겹 보온커트 60% > 열회수형 환기장치 50% > 부직포 보온커튼 및 알루미늄 스크린 각 30% > 배기열 회수장치 16% > 환기팬(배기팬) 및 순환팬(유동팬) 각 12% 순, 이 중 신재생에너지 시설은 히트펌프 해당
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 2050년까지 화석연료 미사용 시설로 완전 이행 추구

● 농식품 RE100(재생에너지 100% 이용) 단계적 도입

- 배경 및 목적 : 농업 생산시설의 재생에너지 100% 이용 촉진하는 정책 지원으로 참여 유도, 농식품 단계별 신재생에너지 사용을 통해서 저탄소 친환경 기반의 생산성 향상 시스템 구축
- 현황 : 충남형 시설원에 스마트팜 단지는 사용되는 에너지 성질이 중요한데 화석연료 기반이 아닌 신재생에너지 사용 핵심, 대부분 화석연료 기반의 에너지를 사용하는 스마트팜은 다른 시설원예에 비해 전기 및 물 등 에너지 사용량이 많으므로 궁극적으로 탄소배출 원인으로 작용, 생산과정의 탄소배출만이 아니라 사용에너지의 생산과정을 살펴볼 필요, LPG나 LNG 등을 이용한 전기에너지는 탄소중립과 배치되는 것으로 스마트팜에 들어가는 에너지 사용도 신재생에너지가 되어야 함.
- 주요 내용(재생에너지원) : 태양광·지열·공기열·폐열 등 다양한 부문의 재생에너지 공급 확대 사업, 농업시설 및 유희부지 등을 활용한 신재생에너지 보급, 공장이나 발전소에서 발생하는 폐열 이용한 시설재배 확대, 시설원에 분야 신재생에너지시설 보급 확대(예. 복합열원히트펌프로 지열·공기열·태양광, 지열·폐열·펄릿 난방기, 난방용 유류 대체기술 보급 확대, 농업시설용 소형 태양광 발전 및 저장기술 개발, 신재생 에너지 사용 농기계 개발(트랙터 에너지 효율화, 전기·수소·태양열·풍력·수력 등 사용 등), RE100 등 재생에너지원 활용과 연계하여 전기 난방시설 보급, 재생에너지 순환모델 등과 연계한 온실단지 입지 선정
- 주요 내용(전후방산업) : 후방산업인 농자재 생산 및 유통, 전방산업인 도소매 유통, 소비과정 정밀 검토, 농자재 생산을 위한 신재생에너지(예. 제조시설 지붕에 태양광 설치 등) 사용 증대, 유통수단의 전기 또는 수소자동차 보급, 가공시설의 신재생에너지 사용, 식생활교육을 통한 과잉구매 및 과소비 자제 정책, 타 부처인 산자부, 환경부, 국토부 등과 협력체계
- 사업 예시 : 미활용열 에너지를 활용한 히트펌프 공급 사업으로서 열을 회수해 에너지화하는 기술, 발전소 폐열 등 버려지는 에너지를 이용하여 필요한 열에너지 공급할 수 있도록 미활용열 히트펌프 개발, 생산하는 사업
- 사업 예시 : 산업폐열 사용 가능시설(발전소, 산업체 등), 가축분뇨공동자원화시설등과 온실

단지 간 연계 방안, 집단화된 온실단지 중심의 재생에너지 공급체계 마련

- 사업 예시 : 신규단지 또는 집단화된 기존 온실단지에 재생에너지 공급을 위해 열이송배관 등 기반시설 설치 지원
- 사업 예시 : 충남 미폐쇄 석탄화력발전소 폐열 활용한 시설원에 온배수 공급(*자세한 사항은 7장 서술)
- 사업 예시 : 시설원에 단지 주변 인근부지 신재생에너지 공급원인 냉난방 가동 시스템 구축

* (사업 예시) 시설원예단지 주변 인근부지에 신재생에너지 공급원인 냉난방 가동 시스템 구축
- 시설원예단지 주변 공동으로 사용할 수 있는 토지 혹은 공유지, 마을소유 토지, 지자체가 매입한 토지에 태양광 설치하여 시설하우스별 냉난방 가동 시 에너지 공급원 역할
- 시설원예단지 조성 시 신재생에너지 공급원으로 냉난방 가동 시스템 설치(에너지 절감)
- 중소규모 시설단지용 온실감축모델 개발 등

- 사례 : 일본 기반확립사업 인증사업자 제도로써 네폰 주식회사(시설원예의 연료 사용을 줄이기 위해 연료난방기와 히트펌프를 우선 작동시켜 온도제어를 최적화하는 시스템 보급 계획)

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저탄소 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축

● 농식품 유통거리(푸드마일리지) 감축을 위한 생산-소비 거리줄이기 사업

- 배경 및 목적 : 지역 내 생산소비하는 먹거리 순환체계 확산으로 농축산물 생산-유통-소비 거리 단축함으로써 농식품 유통과정에서 발생하는 온실가스 감축 추진, 농축산물 온라인 활성화 사업을 통한 탄소저감형 유통구조로 전환
- 주요 내용(로컬푸드와 학교급식) : 로컬푸드 기반의 저탄소 농산물 생산과 소비 거리 직선화 추진, 로컬푸드 및 공공급식 전면 확대, 로컬푸드 직매장 건립 확대, 로컬푸드 직거래 시스템 등을 통해 생산자와 소비자 간 공동직거래 활성화, 민간소비 시장 진출 확대로서 지역음식점 내 로컬푸드 공급 확대, 학교급식은 먹거리 교육 차원에서 접근하여 학교와 생산지 간 간극 좁히기 지속 등
- 주요 내용(온라인 유통거래) : 온라인 거래 확대로 유통채널 간 경쟁관계를 통한 농가소득 제고, 온-오프라인 상생발전 추구, 온라인 거래소 품목 및 거래물량 확대로 유통 효율화, 온라인 전문 산지유통 단지 조성 사업, 온라인 전문 판매조직 육성 사업, 농산물 규격화·표준화·코드화, 물류(배송)시스템 구축 등을 기반으로 온라인 농산물 거래소 플랫폼 참여
- 주요 내용(생산지 중심 유통체계 구축) : 권역별 스마트 농산물 산지유통센터 확충사업, 직거래센터 운영 활성화, 시군별 출하단체 조직화 사업, 출하시기 조정 등 스마트 유통체계 도입 사업, 농식품 수요 반영한 기획유통시스템 확립 사업(생산-판매-유통 전과정 통합 관리)

● 농산물 유통 및 가공 단계에서의 폐기물 발생 최소화, 자원화

- 배경 및 목적 : 농산물 유통, 출하 단계, 가공 단계에서 버려지는 폐기물 발생 최소화, 재활용, 순환사업 가속화를 통해서 탄소배출 저감에 기여
- 주요 내용(유통거래 시장) : 도매시장 파렛트 출하 확대, 농산물 폐기물 자원화 책임 강화, 작업상 불가피하게 배출되는 농산물 폐기물 저감을 위한 산지출하조직 교육 강화, 폐기물의 퇴비화 등 자원화 노력 도매시장 평가 시 확대 반영, 도매시장 주요 법인이 산지의 파렛트 출하 확대에 필요한 기초 인프라 투자(작업공간, 상하차 물류비용 지원 등)
- 주요 내용(소비지 시장) : 식품 유통 단계에서 불필요한 식품 폐기를 줄이기 위해 실제 소비할 수 있는 기간, 소비가능한 기간을 표시하는 '소비기한 표시제' 도입, 식품소재 및 반가공품 제조업체 지원 확대, 탄소 저감효과가 큰 신선편의 및 전처리 업체 비중 향상

● 농산물 유통 및 가공시설의 에너지 그린 리모델링 전환

- 배경 및 목적 : 농산물 유통, 출하, 가공 단계에서 식품안전성 등의 문제로 에너지 많이 소

비되는 구조, 해당시설의 ‘그린 리모델링’을 통해 에너지 효율 증진, 탄소배출 저감에 기여

- 주요 내용 : 농산물 운송과정의 탄축, 유통수단으로서 전기자동차(트럭) 보급, 농산물 포장과 가공과정에서의 에너지 사용·개별농가의 냉장보관 에너지 사용·대형마트의 냉장·냉동보관 시 에너지 사용 등의 문제 해결, 유통과정의 포장재 감축 및 생분해성 포장재 사용(일반 포장재 대비 가격차액 지원, 케냐프 기반 바이오플라스틱 개발 산업화 신규사업 등)
- 주요 내용 : 정부지원 유통시설 신축 시 에너지저감 시설·장비 도입 의무화 제언, 저온시설 구축 시 에너지 절감을 위해 녹색인증, 고효율에너지 인증 등을 받은 장비 및 장치 사용 단계적으로 확대, 에너지 절감을 위한 온도제어 판넬·냉각기·단열문 등의 장치 및 장비 활용하여 에너지 효율 높은 저온시설 설치 의무화, 저장시설·선별설비·포장시설·조명장치 등 부문별 에너지 사용량 모니터링하고 절감 포인트를 식별하여 에너지 소비 최적화
- 사업 예시 : 마을별·조직별 에너지 절감형 공동농자재 창고, 에너지절감형 농산물 공동보관창고 지원사업, 농업용기계 에너지 사용 전환 위한 농산물 저온저장 창고 보관 임차료 지원사업

* (사업 예시) 농업용기계 에너지 사용 전환을 위한 농산물 저온저장 창고 보관 임차료 지원사업
- 대상 품목은 저장가능한 원예농산물, 대상자는 공선출하회(생산 농가와 판매 조직이 연계해 농산물을 시장으로 내보낼 수 있도록 하는 모임) 조직
- 지역농협 저온 창고 이용 시 시에서 저온 창고 보관 임차료의 80% 지원(평당 월 30,000원 기준)
- 전국 동시다발적인 농산물 출하로 가격이 폭락하면 수확 작업비 및 물류비도 안 되는 농산물 가격으로 인해 어렵게 농사지는 농작물을 폐기하는 일이 빈번하게 발생하므로 이에 대응해 농산물 가격 하락 시 저온창고 보관 후 가격 상승 시 출하해 농가소득 증대 기여
- 농업인은 지역농협 품목별 공선출하회 등록 후 지역농협과 저온저장고 이용 보관계약 체결
* 자료 : 대전투데이(http://www.daejeontoday.com , 검색일자 : 2024.04.10.)

- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 2030년까지 식품제조업 자동화 추진, 2018년 대비 노동생산성 30% 이상 향상, 2050년까지 인공지능 활용으로 완전무인 식품제조라인 실현, 2030년까지 유통합리화 추진, 음식료품 도매업 매출에서 차지하는 경비비율을 10%로 감축, 2050년까지 인공지능 및 로봇틱스 등 새로운 기술 활용하여 유통 전과정에서 노동절감 및 자동화 달성

● 농산물 유통 및 가공시설 에너지 관리시스템 도입

- 배경 및 목적 : 농산물을 유통하고 가공하는 데 필요한 시설과 기자재의 저탄소화 촉진, 농산물 생산성 향상을 위해서 시설 확충은 지속하되 저탄소 농업 에너지 이용 효율화 개선
- 주요 내용 : 유통 및 가공시설 관리시스템 도입, 농식품 유통 및 가공시설·기업 탄소배출 관리 개선, 관리대상 유통 및 가공시설에 탄소배출량 목표치 설정, 유통 및 가공시설 탄소배출 총량관리 추진 등

경증				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	거버넌스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축

● 푸드플랜 기반의 지역 먹거리 생산-가공-유통-소비-폐기-재활용 순환체계 전면화

- 배경 및 목적 : 푸드플랜 수립·실행부터 확산·성숙까지 단계별 지원을 통해 지역 내 생산-소비연계 강화를 통하여 먹거리 사슬 전체 단계에 걸친 탄소배출 저감 기여
- 주요 내용(로컬푸드와 급식) : 로컬푸드·공공급식 전면 확대, 지역음식점 로컬푸드 공급 확대, 지역 푸드플랜과 연계하여 학교·군부대·공공기관 등 공공분야의 로컬푸드와 급식영역 소비 확대, 친환경급식 하루식단 레시피 개발, 공모전을 통한 레시피 아이디어 발굴, 공공급식 및 기업급식에 지역산 농산물 공급데이의 정기적인 개최, 로컬푸드 직매장 설치 및 지역 농산물 취급 확대, 가공 및 외식 등 민간영역까지 로컬푸드 참여 추진
- 주요 내용(생산지 중심 소비체계 구축) : 수입산 농산물 소비 줄이기, GMO 농산물 근절과 감시 강화, 친환경농업 가치제고를 통한 소비 확대 운동, 공공먹거리지원센터 확대, 학교급식 및 공공급식 활성화먹거리통합지원센터 설립 등을 통해 공공급식을 중심으로 지역먹거리 소비 확대 및 생산지 가공 활성화, 먹거리 거버넌스를 외식업체까지 확대, 직매장 복합기능화, 소비 점점 확대 및 먹거리의 사회적 가치 극대화, 집적지구를 중심으로 대형유통업체 취급 및 온라인 판매 지원 등 * [외식산업진흥법개정\(2020\)으로 외식사업자 지역농산물 사용촉진 지원 가능](#)
- 주요 내용(교육과 홍보) : 친환경농업의 ‘환경’ 가치를 집중 홍보, 먹거리 순환과 관련한 식생활 교육프로그램 강화, 취약계층(저소득층, 고령자 등), 영유아, 초중고 학생, 군 장병, 직장인 등 다양한 계층의 삶을 고려한 맞춤형 식생활 교육, 농업·농촌과 연계한 바른 식생활 교육·체험을 위해 우수 식생활 체험공간과 식생활 교육기관 지정·운영, 가족단위 체험을 위한 유기농복합서비스단지 조성 등
- 주요 내용(문화화) : 로컬푸드 직매장이 지역 내 로컬푸드 가치를 공유하는 커뮤니티 공간으로 기능하도록 복합매장 지원 확대 등
- 사례 : 핀란드 유기 농식품 발전 프로그램(Development Program for the Organic Product Sector)⁶⁾에서도 2020년까지의 유기농 생산과 소비에 관한 목표를 달성하기 위해 공공조달 활용 방안 제시(① 원활한 공공 조달 절차를 통해 제철 유기농 식품 활용 증진, ② 이력추적, 신선도, 영양 등 다양한 가치를 고려한 식재료 조달이 진행될 수 있도록 공공 조달법령 명확화, ③ 식품 유통과정에서 중소기업 간 협력 및 경쟁력 제고), 세부 수단으로 비용 증가를 동반하지 않으면서 지역산·유기농 농식품 이용 증대를 위한 메뉴 개발, 교육·훈련 프로그램, 공공급식 시설이 지역산·유기농 농식품을 사용하면서도 비용이 증가하지 않도록 품목을 바꾸거나 음식물 쓰레기가 남지 않도록 적정량 조리 방법 개발 등 노력

6) 자료 : 황윤재·홍연아·박시현·최준영(2019), 공공급식 식재료 공급 실태와 개선과제, 한국농촌경제연구원.

● 농산물 소비단계에서의 폐기물 발생 최소화, 자원화

- 배경 및 목적 : 소비단계에서 버려지는 음식폐기물 최소화를 통하여 탄소배출 저감에 기여
- 주요 내용 : 식문화 개선 혹은 식생활 개선을 통한 음식폐기물 저감, 폐기물 발생 최소화에 대한 식생활 교육 강화, 푸드 리퍼브(일명 못난이 농산물, 비품 농산물이라고 하지만 용어 교정 필요)에 대한 소비자 인식 전환, 식품공급망 단계별 입법 및 정책과제(〈표 6-3〉 참고)
- 사업 예시(푸드 리퍼브 활성화⁷⁾, 못난이 농산물 거래지원 사업⁸⁾) : 농산물의 겉모양 위주의 등급제를 맛과 안전성 위주의 품질 등급제로 개선하고, 소비자에게 농산물의 본질은 겉모양이 아니라는 사실 홍보, 못난이라는 부정적인 표현을 긍정적인 표현으로 바꿀 필요
- * 푸드 리퍼브를 적극적으로 이용하면 생산자에게는 수입확대의 효과, 소비자들에게는 더욱 저렴한 가격에 농산물을 구매하고 환경까지 보호 가능(다만, 그 가격이 실제 상품가격으로 고착화되지 않도록 하기 위해서 구분 명확화)
- 사례 : 일본의 녹색 식량시스템 전략 중 2030년까지 식품 낭비를 2000년 대비 절반 수준으로 줄이는 목표 설정

〈표 6-3〉 식품 손실과 폐기 저감을 위한 식품공급망 단계별 입법·정책과제

단계	대응 전략
생산단계	산지폐기 이전의 활용(가공식품화, 기부연계) 촉진 정책 / 수급관리 고도화 / 폐기 억제할 수 있는 형태의 보조금 지원 추진
제조단계	부산물의 부가가치 창출 극대화를 위한 규제법안 완화 검토 / 부산물 활용 기술 개발 지원 / 발생억제 및 재활용률 목표설정 및 이행체계 구축(안전한 재활용 체계 구축 및 에너지화 유도)
소매단계	대형마트에서의 유통기한 임박 상품의 할인판매 촉진 / 대형마트에서의 식품기부 활성화를 위한 세금공제 등 인센티브 추진 / 유통기한 기준의 과학적 검토 / 편의점에서의 폐기 억제를 위한 법 체계 구축(프랜차이즈의 경우 본점의 발생량을 기준으로 사업장폐기물 설정, 일본 사례 참조) / 냉장차량을 이용한 사료화 등 자원화 체계 구축
외식업	지자체를 중심으로 발생억제를 위한 협력체계 구축 및 인증 정책 / 업장 내의 식품 손실 모니터링 및 감축 전략 마련 지원 / 수요처 연계를 통해 음식물쓰레기의 양질의 사료화 체계 마련 지원 / 식품 폐기물의 발생 및 이동 경로 모니터링 체계 구축
가정	식품 유통기한에 대한 이해 증진 / 도시농업에서의 잉여수확물에 대한 판매경로 구축 / 수요처 확보를 동반한 발생원 처리(퇴비화 및 곤충사육 등) 체계 구축 / 가정 발생 음식물류폐기물의 에너지화 추진

자료 : 주문술(2021), 『식품 손실·폐기량 저감과 관리 정책 동향·입법과제』, 국회입법조사처 용역과제보고서.

● 탄소생태인증 농산물 판로 확보 및 먹거리 시스템 구축

- 배경 및 목적 : 현재 농식품부에서 추진하고 있는 저탄소농축산물 인증제 및 자발적 감축사업에 대한 충남형 정책 개발 필요

7) 주 : 푸드 리퍼브란 맛과 영양에는 문제가 없지만 흠집이 있거나 모양이 고르지 않아 상품 가치를 잃은 식품을 적극적으로 구매하거나 활용해 새로운 식품으로 재탄생하는 것

8) 자료 : 탄소중립 정책포털 누리집

(https://www.gihoo.or.kr/gallery.es?mid=a30502000000&bid=0011&b_list=10&act=view&list_no=546&nPage=1&vlist_no_npage=0&keyField=&orderby, 검색일자 : 2024.03.31.)

- 주요 내용 : 저탄소 농산물 판매 및 소비 촉진 개선, 저탄소 농축산물 인증제 개선하여 활성화, 푸드마일리지 표시제 재도입, 충남형 저탄소 인증제 등 저탄소 농업 관련 인증제 확대 추진, 유기축산물 인증 품목 추가 필요성(사슴, 녹용 등) 검토 및 온라인 플랫폼 지원 등을 통해 유기축산 활성화
- 사업 예시(저탄소 농축산물 인증제 활성화) 저탄소 농업기술은 농식품부 예산에 따라 사업량이 결정되기 때문에 한계가 있지만 충남도가 매칭해서 충남지역 저탄소인증 농가 확대 필요

● 제철 농산물 생산-소비하는 구조

- 배경 및 목적 : 제철이 아닌 시기에 농산물을 생산하고 소비함으로써 더 많은 에너지를 사용하면서 더 많은 탄소배출을 하게 되는 구조에 대한 반성
- 주요 내용 : 탄소중립 실천을 위한 바로 지금 이 시점에 제철 농산물이 무엇인지 돌아보고 가능한 제철 농산물을 생산하고 소비하는 구조 만들기 노력, 시설원에 작물 재배의 경우 광열 동력 비용, 유통비용 등을 종합적으로 고려해 지역별로 적절한 작물을 선정하는 노력, 비제철 농산물 생산-소비 구조 탈피하여 이제 다시 제철 농산물로 복원하려는 운동 전개, 월별 제철 농산물 홍보사업 등

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바년스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반				공통기반					공통기반				

● 일상소비에서의 음식물 폐기물 발생 저감 운동

- 배경 및 목적 : 너무 저렴한 밥상은 음식물 폐기물 발생을 부추기면서 직간접적으로 탄소배출량에 영향을 주기 때문에 식생활 교육, 각종 홍보, 음식물을 알차게 먹는 방법 모색 필요
- 주요 내용 : 식생활 교육을 통한 음식물 폐기물 발생이 온실가스 배출에 미치는 영향, 한끼 밥상을 통해 배출되는 온실가스 수치 계산, 알기 쉽게 알려주기(한국일보 인터랙티브), 저렴한 농산물은 폐기물 발생이 쉬운 환경을 조성하므로 저가 농산물 가격형성 지양하는 제도
- 사업 예시(공유냉장고 확산) : 1인 가구의 경우 농산물 구입 시 양이 많아 쉽게 상하거나 버리는 것이 많은데 직접 재배한 농산물, 구입한 식재료를 주변 이웃과 소분해 나누는 활동, 음식물 쓰레기 줄이기
- 사업 예시(공유밥상, 반찬만들기 원데이 클래스) : 평소 배달음식이나 외식이 잦은 청년 가구, 1인 가구, 신혼 가구 등을 중심으로 음식을 직접 만들어먹는 즐거움과 경험 제공 기회 확대, ‘지역 사람들과의 관계 맺기를 통해서&먹거리를 통해서’ 마음건강·몸건강 돌봄사업, 지역주민 간 네트워킹 사업 진행
- 사업 예시 : 우리 모두 먹거리의 탄소배출에 대해서 정확하게 알기 프로그램 제작

* (사업 예시) 우리 모두 먹거리의 탄소배출에 대해서 정확하게 알기 프로그램 제작
- 한끼밥상이 차려지기 위해서 배출하게 되는 탄소배출량을 데이터화, 모식화해서 일깨우기
- 한국일보의 인터랙티브 누리집 화면 갈무리 참고
- 그 외 한끼밥상을 촬영하면 탄소배출 자동계산되는 어플리케이션 개발
* 자료 : 한국일보 인터랙티브 화면 갈무리(https://interactive.hankookilbo.com/v/co2e/ , 검색일자 : 2024.04.30.)

- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 식품 잔반 등을 활용한 곤충의 식품화 및 사료화, 2030년까지 식품낭비를 2000년도 대비 절반으로 감축, 2050년까지 인공지능(AI)에 의한 수요예측 및 새로운 포장자재 개발 등의 기술로 식품낭비 최소화

● 농산물의 단계별 폐기물 자원화, 상품화

- 배경 및 목적 : 농산물을 생산하여 소비에 이르는 단계까지 폐기물 발생은 필연적, 하지만 이러한 폐기물을 자원화, 상품화하여 경제적 피해가 아닌 경제적 이득을 보는 사례 마련
- 주요 내용 : 생산과정 발생 비닐·플라스틱 폐기물 감축, 가공 단계에서 가공 폐기물 재활용, 자원화한 퇴비를 저렴한 가격에 상품으로 공급, 그 상품에는 탄소배출 감축량 표시제 도입

● 다양한 농림축수산물 부산물 재활용.이용하는 바이오매스 시스템 구축, 종합전략

- 배경 및 목적 : 농촌에는 도시에 없는 다양한 농림축수산물과 같은 유기성 자원이 풍부하지만 이를 바이오매스로 재활용하는 시스템은 현재 부족, 탄소배출하는 화학물질에 기반한 자재가 아닌 유기성 물질에 기반하여 자원순환자재와 시스템으로 변화 필요, 종합전략 마련하고 그 비중을 점차 확대하여 탄소배출 저감에 기여
- 현황 : 2024년부터 시행되는 「유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법」(약칭: 바이오가스법)에 따라 지자체는 2025년부터 바이오가스 의무 생산, 미이행 시 과징금 부과 예정
- 주요 내용 : 가축분뇨·목재·어패류·농산물 부산물 등 다양한 농림수산업 부산물 및 음식물쓰레기, 에너지 작물 등 다양한 농업부산물 이용하는 바이오매스 자원화하거나 에너지화하는 시스템(산림자원, 축분자원 등 바이오 매스 포함), REC 차등지원·자원순환기여도 등을 지자체 평가지표로 반영하여 사업참여를 향상시키고 바이오에너지 비중 확대(예. 일반교부세, 특별교부세, 지방소멸대응기금, 균형발전특별회계 등 활용)
- 사례 : 일본의 재생에너지 핵심전략은 ‘바이오매스 종합전략’으로서 2002년에 수립

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바년스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

- 농업·농촌 공익기능 증진 직접지불제도 운영에 관한 법률 개정, 기존 사업 개선
 - 현행 선택형 직불제는 경관보전직불제, 친환경농업직불제, 친환경축산직불제, 전략작물직불제 등 기존 4개 직불제를 통합하는 수준
 - 향후 선택형 직불제에 탄소저감형 영농실천, 저탄소 농업구조 전환에 대한 대가를 지불하는 제도로써 '탄소생태직불제' 추가
 - 환경보전을 위하여 공익직불제 준수사항과 연계하여 환경친화적 농업, 유기농업을 장려하는 방향으로 직불제 개편, 친환경직불제 단가 인상 및 면적제한 폐지 등 제도개선
- 선택형 공익직불제의 모델로서 농업환경보전프로그램 강화
 - 농업환경보전프로그램 강화를 위하여 마을별 실천활동 내용의 다양성 인정, 성과 및 환경지표 체계화, 관리 체계, 농업환경 전문인력육성, 이에 대한 국가와 지자체의 지원 근거 마련
 - (사업예시) 충남형 농업환경보전프로그램과 충남형 선택형 직불제 결합한 제도 도입 : 농업환경보전프로그램을 마을별 도입하되 국가의 선택형직불제를 기후생태직불제, 경축순환직불제, 탄소생태직불제 등 추가 도입(보상 활동 단가 인상, 친환경직불금 단가 인상)
- 농어업재해보험법 및 농어업재해대책법 개정, 포괄적 농업재해보상법 제정
 - 기후위기 심화로 자연재해 확대 및 식량안보 위협 증가가 예상되므로 기존 농작물재해보험의 보상범위를 넘어서는, 보다 포괄적인 범위의 농업재해보상법 및 농업재해종합대책 필요
 - 현재 시설농업 작물의 경우 병충해 미보장되는 현실 개선 필요, 현행 약관 상 "일조량 부족 피해는 피해율이 높은 경우만 보장"돼 보장범위 확대 필요한 상황
 - 기후변화에 따른 불가항력적인 상황, 예측불가능한 상황에 대응하여 재해농가 소득보전 수준까지 확대하는 재해보험 보상범위 확대
 - 이와 같이 이상기후로 인한 병해충 발생 등 재해인정 범위 대폭 확대하고 최종 생산량까지 감안한 새로운 피해 지원책을 포함한 "농업재해대책법" 및 시행령 전면개정 필요
 - 기후변화에 따른 재해 반영하지 못해 현실에 맞게 개정되어야 하는 농작물 재해보험도 이상기후로 인한 피해보상 범위와 정부의 보험료 지원 확대
 - 제21대 국회에서 「농어업재해보험법」 및 「풍수해보험법」에 따라 농가가 실제 수령한 보험금이 「농어업재해대책법」에 따른 지원금보다 적은 경우에 그 차액을 지원할 수 있도록 「농어

업재해대책법」을 개정하기는 하였으나 향후 일반적인 ‘재해구호’와 농업 부문에 특화된 ‘재해보상’ 사이의 사각지대를 해소하기 위한 법 개정 추진 제안⁹⁾

- 구체적으로 「재난 및 안전관리 기본법」에 따라 재해의 복구 및 지원 조치를 받은 농가가 「농어업재해대책법」에 따른 보조 및 지원 대상에서 제외되는 현행 규정¹⁰⁾ 개정 필요
- 왜냐하면 「재난 및 안전관리 기본법」에 의해 농가가 일반적이고 포괄적인 범주에서의 재해 복구 및 지원 조치를 받았다 하더라도 ‘농업’과 ‘농촌’의 특성에서 연유하는 구체적이고 특수한 사정(예: 농작물 피해)에 따른 복구 및 지원 조치는 미비할 가능성이 있기 때문
- 「농어업재해대책법」의 목적¹¹⁾ 자체가 재해예방과 사후대책 마련에 그치지 않고 농업의 생산력 향상과 경영안정까지 도모하고 있음을 상기할 필요
- 더 나아가서 보다 포괄적인 기후변화에 대응하는 농업재해보상법 제정 필요, 농업재해보상 공영제 도입(정책보험 성격이 아닌 공제 성격)

● 농축산분야 탄소중립 시행 근거법률 제정 : 일본의 ‘녹색 식료 시스템법’ 참고¹²⁾

- 배경 및 목적 : 농축산분야 탄소중립 실현을 위한 법적 근거로서 법률 제정 추진 필요
- 일본 정부는 녹색 식료시스템 전략의 법적 근거 마련 위해 2022년 ‘환경과 조화로운 식료시스템 확립을 위한 환경부하 저감 사업 활동 촉진 등에 관한 법률(‘녹색 식료 시스템법’)' 제정
- 기본이념에서는 ‘기후변화, 생물다양성 저하 등 식료시스템을 둘러싼 환경이 변화하고 있는 가운데 장기적으로 농림어업 및 식품산업의 지속적인 발전과 국민에 대한 안정적인 식량 공급을 위해서 농림수산물 생산의 각 단계에 있어서 환경에 대한 부하 감축해야 하고, 환경과 조화로운 식료시스템에 대한 농림어업인, 식품산업 관계자, 소비자의 이해를 바탕으로 이들이 연계해야 한다’고 의무조항으로 규정
- 또한 국가의 책무와 ‘환경부하 저감사업 활동의 촉진 및 기반 확립’을 위한 조치(환경부하 저감사업 활동의 수단으로서의 유기농업 촉진 지원에 관한 내용도 포함돼 있다) 등도 규정
- 그리고 환경부하 저감에 노력하는 농림어업인에게 도움이 되는 기술을 제공할 수 있는 기계·자재 메이커의 사업계획(기반확립사업 실시계획)을 국가가 인증, 인증을 받은 사업자가 설비 투자 시 세제·융자 등 금융지원 가능, 법에 따라 광역자치단체장(도도부현 지사) 인증을 받은 농업인이 설비 투자를 할 경우 세제 특례 대상이 되는 기계인지 확인 가능

9) 주 : 다만 이 정책은 기후변화 ‘완화’ 측면보다는 ‘적응’ 정책에 가까워 보고서의 주요 논지와는 다소 차이가 있다는 점에 주의해야 할 것임. 물론 그렇더라도 넓게 보아 탄소중립이나 기후변화와 관련된 농업계의 핵심 정책 중 하나임

10) 주 : 「농어업재해대책법」 제4조(보조 및 지원) ① 국가와 지방자치단체는 재해대책에 드는 비용을 전부 또는 최대한 보조하고 재해를 입은 농가와 어가에 대한 지원을 하여야 한다. 다만, 「재난 및 안전관리 기본법」, 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」, 그 밖의 법령에 따라 재해의 예방, 피해의 경감, 재해의 복구 및 지원 조치를 받은 농가와 어가는 이 법에 따른 보조 및 지원 대상에서 제외되되, 이 법에 따른 지원금보다 「농어업재해보험법」 및 「풍수해·지진재해보험법」에 따라 실제 수령한 보험금이 적은 경우 그 차액을 지원할 수 있다.

11) 주 : 「농어업재해대책법」 제1조(목적) 이 법은 농업 및 어업 생산에 대한 재해(災害)를 예방하고 그 사후(事後) 대책을 마련함으로써 농업 및 어업의 생산력 향상과 경영 안정을 도모함을 목적으로 한다.

12) 자료 : 정만철(2024), [지금 일본은 일본의 농림수산분야 탄소중립 정책, 한국농정 오피니언(2024.05.26.)

(출처 : <https://www.ikpnews.net/news/articleView.html?idxno=63908>, 검색일자 : 2024.05.28.)

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저탄소 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 중앙부처 및 타분야 연계 가능한 사업

- 중소벤처기업부, 충청남도의 시군구 연고사업 육성사업(○○군 연고자원 스마트팜 기반구축을 통한 생산고도화 지원사업)
- 한국농업기술진흥원의 스마트농업 관련 지원사업(표준화, 첨단 농업용로봇, 빅데이터, 실증단지, ICT 융복합 농기자재 검.인증 및 신뢰성 평가 등)
- 농식품부의 에너지이용효율화 지원 사업(농업에너지이용효율화사업(신재생에너지시설, 저탄소 에너지공동이용시설 등))
- 환경부의 생태계서비스지불제계약 사업 등
- 충청남도의 탄소중립경제특별도에 따른 지원 사업(농촌마을 RE100 실증시범사업 추진, 가축분뇨 에너지화 시설 확충, 탄소중립 대응한 친환경농업 육성, 시설원에 에너지 절감시설 지원사업, 유기질 비료지원 사업, 충남형 ICT 융복합 스마트 축산 시범단지 조성)

* (연관 사업) 환경부의 생태계서비스지불제 개요
- 환경조절 서비스 : 대기질 개선 및 온실가스 저감(식생 군락 조성 및 관리, 하천관리), 수질 개선(하천관리, 수변식생대 조성 및 관리), 자연재해 방지(저류지 조성 및 관리, 토양 침식 방지)
- 문화서비스 : 자연경관 개선(경관숲과 산책로 조성 및 관리), 자연경관 조성(조망점과 축 조성 및 관리), 자연자산 유지 및 관리
- 지지서비스 : 경작지 보전(친환경적 경작, 야생동물 먹이제공), 야생식물 서식지(생태계 조성 및 관리, 생물종 서식지 조성 및 관리)

자료 : 환경부(2022), 생태계서비스지불제계약 사업시행 가이드라인.

● 농식품부 국비 확보 가능한 사업

- 농식품부의 저탄소농축산물인증제 사업 적극 활용(저탄소 농축산업기술을 활용하여 생산 전 과정에서 온실가스 배출량이 해당 품목의 평균 온실가스 배출량보다 적은 농축산물로 이런 농축산물에 저탄소 인증을 국가가 부여하는 제도로써 농업인의 온실가스 감축을 유도하고 소비자에게 윤리적 소비 선택권을 제공하는 사업)
- 공익직불금(기본형: 소농 및 면적직불금), 전략작물직불금, 전략작물산업화(시설,장비,교육,컨설팅 등 4개), 공익직불금(선택형 : 친환경농업직불제), 농업용수 수질개선, 탄소중립 프로그램 시범사업(경종), 저탄소 농축산물 인증제(농산물), 농기계임대사업소, 농식품거래소지원(온라인직거래 기반 육성), 농산물 직거래장터 운영, 저탄소 벼 논물관리 기술보급 시범사업, 농업환경보전 프로그램, 지역단위 푸드플랜 구축지원,먹거리통합센터, 친환경농업기반구축, 유기농업자재 지원사업(바이오차 구입지원 등), 친환경농산물직거래지원(유자) 등 16개 사업

● 참고 : 저탄소 농축산물 인증제 중 농산물의 경우(〈표 6-4〉 참고)

- (인증요건) 친환경·GAP 인증을 받은 농산물을 대상으로 저탄소 농업기술을 적용하여 생산 전 과정에서 온실가스 배출을 줄인 우리 농산물에 부여(인증 유효기간 2년)
- (인증대상) 4개 분류, 19개 기술, 저탄소 농축산물 인증대상 품목은 식량작물, 채소, 과수, 특용작물 등 65개 품목
- (사전요건) 친환경·GAP 인증 취득
- (정의 : 저탄소 농업기술) 농업 생산과정 전반에 투입되는 비료, 농약, 농자재 및 에너지 절감을 통해 농업 부문 온실가스 배출저감과 에너지이용 효율화에 기여하는 영농방법 및 관련 기술(출처 : 저탄소 농축산물 인증제 운영규정 의거)
- (정의 : 저탄소 농축산물) 저탄소 농업기술 등을 활용하여 생산 전과정에서 발생하는 온실가스의 배출량이 해당 품목의 평균 온실가스 배출량 보다 적은 농축산물(출처 : 저탄소 농축산물 인증제 운영규정 의거)

〈표 6-4〉 저탄소 농축산물 인증제 : 농산물 대상과 농업기술

구분	인증가능 품목
식량작물(7)	감자, 고구마, 벼, 보리, 밀, 옥수수, 콩
과수(15)	단감, 밀감(감귤), 만감(감귤), 블루베리, 매실, 무화과, 배, 복분자, 복숭아, 사과, 유자, 자두, 참다래, 체리, 포도
채소(28)	가지, 고추, 단고추(피망), 당근, 들깻잎, 딸기, 마늘, 멜론, 무, 미나리, 방울토마토, 배추, 부추, 브로콜리, 상추(시설 쌈채류), 생강, 수박, 시금치, 양배추, 양파, 연근, 오이, 착색단고추, 참외, 취나물, 토마토, 파, 호박
특용(9)	녹차, 느타리버섯, 더덕, 땅콩, 새송이버섯, 양송이버섯, 오미자, 인삼, 참깨
임산물(7)	밤, 대추, 고사리, 산마늘, 산딸기, 참나물, 취나물

No.	저탄소 농업기술명	No.	저탄소 농업기술명
1	완효성비료	10	수막재배 시스템
2	퇴·액비 활용기술(자원순환기술)	11	에너지 저장 및 이용
3	자가제조 농자재 사용 농법	12	미활용 열에너지 재이용
4	풋거름 작물재배	13	히트펌프 시스템
5	폐양액 재사용 시스템	14	바이오매스 난방 장치
6	생물 자원 이용	15	부분 냉난방 시스템
7	무경운 재배	16	바이오차(Bio-char)
8	빗물 재이용	17	논 물관리
9	고효율 보온자재	18	논 유기물 관리

자료 : 농식품부 보도자료(2023.08.10.), 저탄소 인증 농축산물 소비로 탄소중립 실현 함께 해요.

● 참고 : 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업

- 저탄소 농업기술 목록(농업·농촌 자발적 감축사업 방법론, 현재 16개) 중 농가에 자발적인 탄소저감 농자재 및 에너지 절감 감축활동에 대해 온실가스 감축량에 대한 인센티브 제공
- 톤당 1만원 씩 인센티브가 되므로 지자체에서 온실가스 감축 방법론 보급·적극 홍보 활성화, 농가가 이 사업을 신청하고 실천하고 입증하는 과정에 대한 행정 혹은 중간조직 지원 필요
- 자발적 온실가스 감축사업 기여할 경우 정부제공 인센티브와 별도로 감축실적에 따라 추가 혜택을 제공하여 동참 확산, 다만 정부가 보장하는 톤당 1만 원의 인센티브가 약소할 수 있는 만큼, 지자체에서도 추가 인센티브를 매칭하는 등의 방법
- 질소질 비료 저감(녹비작물, 완효성 비료, 부산물 비료)과 관련해서나 보존경운, 논벼 재배시 물관리, 바이오차 이용 등이 이런 방법론에 포함된다는 사실이 현장에 전파되어야 할 필요

● 참고 : 기존 정책사업 실천활동을 탄소중립 감축수단과 연계, 운영(〈표 6-5〉 참고)

- 농식품부의 6가지 정책사업(기본형 공익직불제, 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업, 농업환경보전프로그램, 저탄소 농산물 인증제 탄소감축기술, 저탄소 축산물 인증제 탄소감축기술, 탄소중립 프로그램 시범사업 등) 내용을 살펴보면 탄소중립을 실천할 수 있는 활동 존재
- 즉, 새롭게 탄소중립 감축수단을 사업으로 만들 필요없이 기존 정책사업 실천활동을 탄소중립 감축수단과 연계하여 운영

〈표 6-5〉 농식품부의 주요 정책사업(감축수단)별 실천활동 건수

(단위 : 건수)

부문	실천활동 유형	기본형 공익직 불제	농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업	농업환경보 전프로그램	저탄소 농산물 인증제 탄소감축기술	저탄소 축산물 인증제 탄소감축기술	탄소중립 프로그램 시범사업	총합계
비에너지	화학비료 및 농약사용 절감 활동	4		6	6			16
	사육환경 개선 활동(사양,분뇨,악취)			1		13		14
	온실가스 배출원 감축 활동		4	2	3		3	12
	농업·농촌 자원 보전 및 개선	2		9				11
	적정 양분 투입	5	3	2				10
	농업생태계 보호 활동			6				6
	농축산부산물 및 바이오매스 활용		3	3				6
	기타(경영주 신고사항 등)	5						5
	농지 관리 활동	1		4				5
에너지	에너지 절감 활동		4		9	5		18
	신재생에너지 이용 증진 활동		2					2
총합계	11개	17	16	33	18	18	3	105

자료 : 농림축산식품부(2024), 2024년 농림축산식품사업 시행지침서.

주 : 위 자료를 토대로 6개 사업에서 제시하는 준수사항들이 해당되면 저지의 주관으로 분류, 추출, 재구성하여 작성함.

3. 분야별 추진과제와 세부 감축수단 : 축산

〈표 6-6〉 축산 분야 추진과제와 세부 감축수단(요약)

부문	사료급여 단계	가축분뇨 처리 및 관리 단계	축산소비 단계	사육환경 단계	가축분뇨 활용 단계
비에너지	탄소배출 저감하는 사료 개발 및 보급	기존 위탁처리시설 용량 확충 및 정화처리 확대 추진	저탄소 미래형 식자재 공급기반 확충	적정 사육두수 조절과 저탄소 축산업.환경친화적 축산업으로 이행	가축분뇨 자원화 (퇴비화, 액비화, 고체연료화)
	저품질 조사료에서 고품질 양질의 조사료 사용 확대	농경지 투입 가축분뇨량 저감 활동	축산물을 덜 먹는 식단으로의 변화	사육과정의 과학화.자동화를 통해 적정투입 사육구조로 개선	탄소저장 기능을 강화한 바이오차 개발, 검증, 보급
	가축분뇨 내 질소저감하는 사육방식 확대	지구를 살리는 경축자원순환으로 전환		충남형 ICT스마트 융복합 축산단지 조성사업	충남형 저탄소 축산물 인증제 활성화
에너지				충남형 ICT스마트 융복합 축산단지 조성사업(바이오가스 플랜트 부분)	가축분뇨 에너지화 (주민수용성 확보를 통한 가축분뇨 등 바이오에너지 시설 확충)
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 농업계에서 비농업계로 양질의 퇴비/가축분뇨 이동 확대(바이오차, 에너지화, 정화처리) ■ 적정 사육두수 및 기술개발을 통한 메탄가스 배출 감축, 온실가스 저장기능 강화 ■ 소비자의 식단변화 실천에 의한 가축사육 감소 ■ 민간의 적극적 실천 + 행정의 시스템(통계, R&D, 유인책 등) 지원 + 산업경제 신성장 동력 창출 ■ 궁극적으로 가축분뇨도 자원이 되게, 에너지원이 되게 최대한 활용을 목표 				

▼	2021년	현재 온실가스 배출량 2,093.6천 톤CO ₂ eq	▼	2045년	미래 온실가스 배출량 1,051.3천 톤CO ₂ eq
		감축수단에 의한 총 감축량			2045년-2021년 = 1,042.3천 톤CO ₂ eq
		2021년 대비 2045년 달성 목표			49.8% 감축, 약 50% 감축

주 : 저자 작성함.

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바년스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 탄소배출 저감하는 사료 개발 및 보급

- 배경 및 목적 : 저메탄사료 상용화를 위한 지원과 저메탄 사료의 원활한 생산·공급 지원을 통해 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용(저메탄 사료) : 3-nitrooxypropanol 첨가, 저메탄사료 및 저단백사료 기술개발과 보급(2050년 국내 반추가축용 저메탄사료 상용화), 원활한 생산과 공급을 위한 지원사업
- 주요 내용(장내 발효 저감사료) : 가축 장내 발효 메탄 저감을 위한 사료 개발, 가축분뇨 유래 온실가스 저감 처리기술 개발 등
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 국내외 메탄 저감효과 연구결과 등을 활용한 메탄 저감제 개발 및 기 개발 메탄저감제 검증체계 추진(~2025년), 저메탄사료 관련 기준 마련 및 메탄저감 보정계수 개발 등 온실가스 인벤토리 보고서 감축량 반영, 축종별·사육단계별 조단백질 표시·함량 기준을 강화하여 필요 이상의 고단백질 급여 제한하도록 사료 공급 체계 개선
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 사료국산화를 목표로 곤충·해조류의 생물기능을 활용한 신규사료 개발, 식품 잔반 등을 활용한 곤충의 식품화 및 사료화, 흰개미로 인한 미이용 목재의 사료화, 사료옥수수 등의 저비용 다수성 향상과 작부이용 확대, 가축분뇨 유래 질소를 감축하는 아미노산 균형 개선 사료 개발, 소 트림(소화관 내 발효) 유래 메탄 배출 억제 사료 개발 및 루엔환경 제어기술, 미생물 기능을 활용한 젖소의 메탄 감축 생산시스템 개발, 사료 이용성이 높은 가축의 개량(적은 사료로 잘 찌는 품종 도입) 등

● 저품질 조사료에서 고품질 양질의 조사료 사용 확대

- 배경 및 목적 : 저품질 조사료 대체, 양질조사료 사용 확대하여 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 수입곡물(GMO)사료 의존형 축산에서 국내 사료작물 자급 확대형 전환, 품질등급제 개편 및 전문단지 확대 등을 통해 양질 조사료 공급 확대, 양질의 고품질 조사료 대체 지원 사업, 간척지에 내염성이 강한 목초, 총채벌 등 양질조사료 재배 확대 및 주산지 주변 유통센터 지원, 벼짚 등 저품질 조사료를 전문단지 확대를 위한 지원 등을 통해 양질의 조사료로 대체하여 메탄가스 배출 감축, 2세 이상 한육우 젖소 저메탄 사료 30%→65%→100% 등과 같은 단계적 확대 보급, 사료작물의 생산 확대를 위한 직불제 활용
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 사료국산화를 목표로 스마트 기술(행동센서, 인공지능 처리 등)을 활용한 가축의 동물복지 대응형 사료기술 개발, 빅데이터와 인공지능을 활용한

기존 풀 종자의 혼파, 품종 선정기술 보급 등

● 가축분뇨 내 질소저감하는 사육방식 확대

- 배경 및 목적 : 저탄소 축산업을 지향하는 과정에 질소를 저감하는 사육환경 개선, 장내소화를 향상으로 가축분뇨 발효 증진 및 악취저감, 질병감소, 항생제 감소 등 온실가스(메탄 등) 배출 감축은 물론 지구환경이 좀 더 개선될 수 있는 것에도 기여
- 주요 내용 : 사육기간을 단축하는 등 저탄소 사양관리 프로그램 개발·보급, 수입곡물(GMO) 사료 의존형 축산에서 국내 사료작물 자급 확대형 전환, ICT 장비 활용과 과학적 관리로 사육과정에서 낭비되는 사료와 에너지를 절감하는 '적정량 투입, 적정량 생산'의 축산분야 저탄소 산업 구조 확립 등
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 인공지능(AI, ICT 등)을 활용한 사양관리 기술 고도화, 방목을 중심으로 노동절감 및 환경부하가 낮은 가축의 사양관리 기술 보급, 인공지능(AI, ICT, 로봇틱스) 등의 기술을 활용한 사료생산 작업노동 경감, 사료유통 합리화(완전자동화 사료생산·조제·물류·급이 등), 양돈오수 정화처리 유래 질소 감축하는 탄소섬유 리플렉터 등

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저비탄스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 기존 위탁처리시설 용량 확충 및 정화처리 확대 추진

- 배경 및 목적 : 가축분뇨를 적시에 처리하는 것이 가장 좋은 방법으로서 위탁하여 공동으로 처리할 수 있는 기반 구축 중요, 이것은 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 기존 시설의 처리용량 확대를 위한 증개축 지원 확대, 증개축 지원대상을 공동 자원화시설 외부 민간퇴비화 시설까지 확대, 축산환경관리원을 통한 악취 등 관리 강화
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 대규모(5천두 수준) 양돈농장은 가축분뇨 발생량의 일정비율 이상을 처리할 수 있는 정화시설 설치 의무화 추진(2022년부터 가축분뇨법 개정으로 시행), 축산악취개선사업 집행과정에서 정화처리시설을 우선지원 추진, 공동자원화시설의 시설지원 및 제도개선을 통해 정화처리 확대, 사육두수에 따라 필요한 가축분뇨처리시설 규모 현실화 (2022년 가축분뇨 자원화시설 표준설계도 개정), 시설규모에 맞는 적정 사육 유지 필수
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 온실가스 배출량이 적고, 저비용 가축배설물 처리시설 개발 및 보급

● 농경지 투입 가축분뇨량 저감 활동

- 배경 및 목적 : 농경지 내 질소 성분 증가로 과잉 영양화, 온실가스 배출 증가로 연결되므로 이를 차단하는 활동으로서 농경지에 과잉 투입되는 가축분뇨 저감 중요, 결과적으로 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용(화학비료 대체) : 화학비료 증점감축 및 국내양분(가축분퇴비 등) 우선 사용(수입 유박 제외), 흙토람을 중심으로 토양의 N, P, K 수치 등 토양양분 관련 정보 DB화, 가축분뇨자원화 및 이용 확대를 위한 화학비료 대체, 퇴액비 품질제고 및 표시제(퇴액비 성분표시 등), 사용편의성 강화(살포장비 지원, 펠릿형 퇴비 지원 등), 토양 및 양분 관리 등 농지 관리, 질소질비료 사용 저감으로 농경지 적정 양분 투입, 완숙되지 않은 가축분뇨 퇴비는 탄소 발생 및 악취의 원인이 되므로 완숙퇴비 인증제도, 시판 퇴비의 비료 성분 분석·원재료 자료 수집, 업계의견을 수렴하여 비료 공정규격 개정 건의
- 국가 사업 및 국가 추진계획(양분관리제) : 지역별 농경지의 살포 용량을 감안하여 비료 성분(질소·인 등) 투입 등 관리, 가축분뇨 퇴액비 이용에 대한 지역단위 관리 강화, 퇴액비 살포지가 부족한 지역에 대한 비농업계 이용확대 방안, 충남 지역단위 양분관리 시범사업 결과 등 감안하여 토양 양분관리제 도입 여부 검토(전국에서 선제적으로 추진하길 제안, 논산과 홍성 지역 중심)

● 지구를 살리는 경축자원순환농업으로 전환

- 배경 및 목적 : 경종과 축산이 서로 단절되지 않고 순환하는 농업으로 나가야 할 필요(과거 전통방식의 농업), 기본적으로 지역 환경 허용범위 내 적정사육두수 조정을 전제로 가축분뇨 자원을 농지로 투입하는 선순환 구조, 탄소를 저장하고 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용(경축순환) : 경·축농가-지자체-주민 등 참여하는 거버넌스형 경축순환 시범단지 조성, 경축순환 시설장비(가축분뇨 자원화시설 및 바이오가스시설 지원 포함), 미생물 활용을 통한 경축순환농업 활성화,
- 주요 내용(환경친화적 축산) : 초지조성, 유기축산, 생태방목 축산 연계 확대 등 친환경 축산의 선도적 실천 모델 확산을 통한 지속가능한 축산업으로 전환
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 농식품부의 제5차 친환경농업육성 5개년 계획에 2021년 3개소에서 2025년 20개소로 확대 추진 계획
- 국가 사업 및 국가 추진계획(양분관리제) : 환경부의 적정사육두수 및 지역단위 환경오염부하량 등을 고려한 지역단위 양분관리제 시범 도입(2021년), 국내 실정에 맞는 양분관리 과학적 기준, 종합정보시스템 및 거버넌스 구축 유도, 농가·토양의 양분수지 자료 등을 바탕으로 국내 적용 가능한 양분수지 산정방법을 개발하여 지자체 보급
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 퇴비 고품질화, 펠렛화 촉진, 퇴비를 활용한 비료 생산, 광역순환이용시스템 구축

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바년스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 저탄소 미래형 식자재 공급기반 확충

- 배경 및 목적 : 축산물을 덜 소비하는 방법 중 하나가 축산물 대체식품 소비, 저탄소 축산업을 위해서 대체식품 개발(식물성 및 동물성 배양육 등)하여 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용(국가 사업) : 배양육은 미래 시장에서 기술경쟁력 부족으로 뒤처지지 않도록 핵심 생산 기술 및 원료·소재 확보를 위한 연구개발 지원, 식물 기반 식품의 식물성 배양육 등 대체식품 제품개발 및 산업화 지원, 동물성 육류 대체식품은 핵심 원료인 '단백질, 첨가물'의 신규 발굴 및 소재화, 이취 등 비선택 특성 개선 및 제품화 연구 지원, 우유·계란 등 대체식품의 다양성 확보와 곤충·식품 부산물 등 단백질원을 안정적으로 확보하기 위한 투자 추진, 대체식품 소재 발굴 및 기술개발, 소재 상품화 및 시장형성, 대체식품 소재 시장 고도화 등 충남은 그린바이오클러스터와 푸드테크 분야에 사업을 계획 중이므로 관련 성장동력 발판 마련하기

● 축산물을 덜 먹는 식단으로의 변화

- 배경 및 목적 : 농축산분야 탄소배출량 증가 원인 중 하나는 가축사육두수의 증가인데 가축 사육두수 증가 원인은 축산물 중심의 식단, 1인당 축산물 소비 증가이므로 축산물을 덜 소비하는 방향으로의 식단 변화 유도, 이를 통하여 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 학교급식과 공공급식에서 'OOO채소먹는 날' 등과 같은 정기적인 이벤트 실시 하고 식생활 교육 프로그램 진행, 급식식단에서 싱건강과 선택권(채소, 고기)을 고려한 자율 식단 활성화 등

경종				축산				농촌					
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저탄소 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 적정 사육두수 조절과 저탄소 축산업.환경친화적 축산업으로 이행

- 배경 및 필요성 : 가장 직접적인 온실가스 감축수단으로서 현행 대비 사육감축 혹은 적정 사육두수 규모 조절하는 것, 지역 환경이 허용하는 범위 내에서, 지역에서 감당할 수 있는 수준으로 최소한 환경오염 부하량에 입각한 적정 사육두수로 조정하는 것이 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 현황 : 유사한 제도로써 환경부가 2019년~2020년 추진하고자 했던 지역단위 양분관리제 도입한 바 있으나 축산업계 반발로 논의 중단된 상태
- 주요 내용(적정 사육두수 조절) : 온실가스 배출량 감축의 핵심수단은 적정 사육두수 유지하기 위하여 현재 가축사육두수 규모 감축 제도화, 적정 사육두수 수준은 온실가스 감축량 목표치를 역산출해보면 현행 대비 30%~50% 수준 사육두수 감축(충남의 경우), 사육밀도 점검·관리 강화를 통해 적정 사육 유도, 주기적인 점검을 통해 위반 시 강력한 패널티 부과, 현행 축산법 중 축종별 적정 사육면적 기준 상향조정하도록 입법과제 제언
- 주요 내용(저탄소.환경친화적 축산업) : 유기축산 유도 및 활성화 사업, 방목생태축산 유도 및 활성화 사업, 대체초지 조성비 납입기준액 고시 개정(부담금 상향)으로 초지전용 최소화, 초지 조성 사업비 지원 한도를 상향하여 신규 초지 조성 활성화, 장기적으로 타 토지(농지, 산지) 대비 적은 부담금으로 인한 문제 개선하기 위해 농지법의 지가 연동방식(개별공시지가의 30%) 도입 검토, 무경운·보존경운 및 풋거름작물 등 피복작물 재배 확대, 무경운 등 방법론 확립 및 기존 관행농법 대비 온실가스 감축량에 비례하여 인센티브 부여, 자발적 온실가스 감축방법론 등록 또는 탄소감축 관련 선택직불 메뉴로 구성하는 방안을 검토하여 저탄소 농법 보급 촉진

● 사육과정의 과학화.자동화를 통해 적정투입 사육구조로 개선

- 배경 및 목적 : ICT 장비 지원 통한 과학적 관리를 통해 사육과정에서 낭비되는 사료량 절감, 적정량을 투입해 적정량 생산하는 축산업 구조 확립, 사육과정에 과잉투입되는 사료와 기자재 사용을 과학적인 방법으로 조절함으로써 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용(스마트 축사) : ICT 장비 활용하는 축산농장 지원사업, 스마트 축사 보급(환기구조, 중앙집중배기, 피트배기시스템, 악취관리, 냉난방, 급이, 급수, 입식·출하 동선, 방역, 순환액비 시스템, 에너지비용, 관리비용, 스마트관제시스템 탑재 등)
- 주요 내용(저탄소 가축 사양관리 개선) : 품질을 저하시키지 않으면서 소 사육기간 단축할

수 있는 연구개발, 품질유지와 축산생산성을 동시에 향상할 수 있는 사육방식 확대, 양질의 조사료 공급 확대 개선, 저탄소 가축관리시스템 구축을 위한 환경부담 저감 사료 연구, 적정 사육밀도 유지하면서 사양관리하는 프로그램 도입, 유기농산물인증 기준에 맞게 재배된 사료 급여 확대 지원 사업, 항생제 및 호르몬제 등 미사용 축산물 생산 장려사업

● 충남형 ICT스마트 융복합 축산단지 조성사업

- 배경 및 필요성 : 방역 등 개별적인 관리 한계 극복, 악취 민원 해결, 순환형 축산업 생태계 조성, 4차 산업 혁명 기술을 활용하여 축산의 환경문제 해결, 결과적으로 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 목적 : 가축분뇨의 바이오가스, 고체연료, 바이오차 등 신재생에너지를 연계한 ICT 융복합 스마트 축산 단지 조성으로 지속 가능한 발전 모델 제시
- 주요 내용 : 탄소저감형 스마트축사(2층형 돈사, 시설환기구조 설계, 악취 및 분뇨관리체계, 모니터링 관제시스템), 가축분뇨 처리시설(가축분뇨 수집 및 운반시스템, 바이오가스 시설, 고체연료 및 바이오차, 퇴액비 및 정화처리 등), 방역관리시설(방역복 착용 전실, 외부울타리 또는 담장, 내부 울타리, 방역실, 물품반입시설, 기타 방역시설 설치 등), 바이오에너지생산 시설(바이오가스 발전을 통한 전기 및 열 에너지원 등), 스마트온실, 웰컴센터, 관리동 및 주거동, 자체 생산의 조사료 단지, 방품림, 주차장, 그 외 도축 및 육가공 시설, 브랜드화 체험공간까지 확장하여 융복합 설계

● 충남형 ICT스마트 융복합 축산단지 조성사업(바이오가스플랜트 부분)

- 배경 및 목적 : 4차 산업 혁명 기술을 활용하여 가축분뇨의 에너지화 등 저탄소 친환경 상생발전 구현, 축산 분야 탄소중립 실현, 결과적으로 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 가축분뇨의 바이오가스화(발전폐열의 시설온실 난방 사용, 지역공동체시설 냉난방 사용 등), 고체연료화(고체연료의 화석연료 대체), 바이오차·바이오플라스틱 제조 등 가축분뇨를 이용한 신재생에너지원 생산과 이용 확대, 기존 퇴액비화 시설의 바이오가스 연계 및 지자체·공공기관이 운영하는 공공형 에너지화 시설 확대 추진
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 에너지화 시설과 지역주민 및 농업시설(스마트팜 등)과의 상생모델 확산(2021년부터 시행 중), 발전여열 활용을 위한 시설·장비 지원 및 ‘친환경에너지타운(환경부)’ 연계, 에너지 효율 제고와 폐기물처리 수익 등을 위해 농수축산물 폐기물, 가축 폐사체 등의 반입원료 확대 추진 중

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저배전스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 가축분뇨 자원화(퇴비화, 액비화, 고체연료화)

- 배경 및 목적 : 농업·축산 부산물 등 농식품 폐자원 활용하여 사료화, 가스화, 상품화 정책 및 기술에 투자하여 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 우분을 활용한 친환경 고체연료 사업¹³⁾, 가축분뇨 활용한 고체연료화 및 바이오차 등 신재생에너지화 생산 및 이용 사업(발전폐열의 시설온실 냉난방, 고체연료의 화석연료 대체, 바이오차, 바이오플라스틱 제조)
- * 우분 고체연료란, 축사에서 배출된 한우 또는 젖소 가축분을 분리, 건조, 성형해서 고체형태로 연료로 만드는 것
- * 우분 고체연료는 아직 발열량과 품질 균일화 측면에서 개선이 필요해서 상용화되지 못하고 있는데 계속해서 품질향상을 위한 연구개발 진행 중(국립축산과학원)
- * 농업부산물 활용해 우분 고체연료 품질 개선가능성 확인, 농촌지역에서 발생하는 미활용 농업부산물 20종을 대상으로 특성을 조사, 그 중 수분 함량, 발열량 분석을 토대로 톱밥, 왕겨, 전정 가지류 등 5종을 보조원료로 선정, 이에 가축분 고체연료 품질 개선 위한 반입 원료 확대 관련 법령 개정 정책 제안(국립축산과학원)

● 탄소저장 기능을 강화한 바이오차 개발, 검증, 보급

- 배경 및 목적 : 토양탄소 격리기술 개발·보급 및 토양개량 효과가 검증된, 토양개량제 투입을 대체하는 농자재인 바이오차(생물자원(biomass)과 숯(charcoal)의 합성어)을 개발하고 보급하여 토양 탄소저장 기능 강화, 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 농림축산 부산물 열처리로 유기탄소화하여 토양개량제, 혼합비료 사용할 수 있도록 개발·보급, 토양개량제 대비로 농림부산물을 350℃ 이상에서 가열한 고형물질) 보급 확대, 바이오차 농경지 활용 기술 온실가스 감축 방법론으로 등록하여 보급 기반 마련, 바이오차 대량 공급을 위한 제조시설 구축 및 보급 방안 마련, 가축분뇨·영농부산물 활용 바이오차 생산 및 활용 기술 개발, 탄소감축 방법론 개발 등 실증연구, 가축분뇨·영농부산물 활용 바이오차 생산시설 설치 지원, 가축분뇨를 활용한 바이오차(Bio-char) 및 바이오플라스틱 등 산업용 소재 활성화 법적근거 마련, 고체연료·바이오차 활용 확대를 위한 제철소, 발전소, 유리온실 등과의 협업체계 구축 및 시범사업 추진
- 사업 예시 : 바이오차(Biochar) 지원 국가 사업화

13) 자료 : 한국농정신문(<https://blog.naver.com/smilenias/223410225354>, 검색일자 : 2024..04.15.)

* (사업 예시) 바이오차(Biochar) 지원 국가 사업화	
- 목표	: 친환경 바이오차(Biochar) 확대 보급을 통한 토양 개량 및 저탄소 농업 확산, 지속가능 농업 토대 마련
- 추진 현황	: 2023년부터 도 자체 사업으로 토양 개량 및 탄소 저감을 위한 바이오차 구입 지원, 연간 600ha, 24억 원(지방비 70%, 자담 30%) 지원(1ha당 4백만원)/ ※ 전남도는 연간 32억 원 지원 중
- 문제점 및 애로사항	: 바이오차는 탄소고정 효과와 토양비옥도 향상에 탁월할뿐만 아니라 악취가 없고 환경오염 저감 효과가 우수하나 아직 농가 인지도가 부족하여 농업현장 활용도가 낮고, 지자체 재정적 지원 저조
- 개선건의사항	: ① 탄소중립 농업을 위해「유기질비료 지원사업」대상에 포함 ② 소규모 바이오차 제조*시설 구축을 위한 국비지원(50개소/250억원) * 농림부산물→수집·수송→가공(파쇄)→자원화(바이오차제조)→농경지살포→탄소고정

자료 : 충청남도(2024), 시스템·구조개혁을 통한 농업·농촌 뉴 빌딩 : 충청남도 정책 건의자료.

● 충남형 저탄소 축산물 인증제 활성화

- 배경 및 목적 : 저탄소인증 농가에 대해 정부가 제공하는 인센티브를 충남이 보다 확대하여 저탄소 농축산물 생산 활성화, 이를 통한 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 농업생산 전반에 투입되는 비료, 농약, 농자재, 에너지 등 절감을 통해 온실가스를 줄이는 기술을 적용한 농축산물의 저탄소 인증 지원 사업 확대 추진, 국비사업인 저탄소 축산물 인증제에 더해서 충남이 추가적으로 탄소배출 저감활동에 대한 보상금을 지급 혹은 환경보전형 축산업 마일리지 및 농장 인센티브 제도 도입, 저탄소농축산물 인증 농가 인센티브 확대

● 참고 : 저탄소 농축산물 인증제 중 축산물의 경우(<표 6-7> 참고)

- 저탄소 축산물 인증제란, 탄소감축기술을 1개 이상 도입하여 축종별 평균 배출량보다 온실가스를 10%이상 적게 배출한 경우 인증 부여하는 것으로서 2023년 한우 시범사업 실시
- (사전요건) 친환경 축산물, 깨끗한 축산농장, HACCP 등 7개 축산물 인증제 중 1개 이상 인증 취득, 인증유효기간은 3년
- (정의 : 탄소감축기술) 가축 사육, 분뇨처리 과정 등에서 적용되는 조기출하, 분뇨처리기술 및 에너지 절감 기술

<표 6-7> 저탄소 농축산물 인증제 : 축산물 대상과 농업기술

분류	저탄소 축산기술명	분류	저탄소 축산기술명
A. 사양관리	조기출하	B. 가축분뇨 관리	분뇨의 비농업제 이용
	저메탄 사료 급여		깔짚 관리
	저단백 사료 급여		부숙 축진 빛 부숙도 검사
	부산물 사료 급여	C. 에너지 절감기술	저탄소 인증자재 사용
	생산성 향상 장비 도입		빗물 재활용 기술
	조사료 자가 생산		지열 히트펌프 시스템
B. 가축분뇨 관리	강제 공기 공급	D. 기타	태양광 축사 사용
	기계 교반		폐사축 처리기 활용
	위탁처리		나무식재

자료 : 농식품부 보도자료(2023.08.10.), 저탄소 인증 농축산물 소비로 탄소중립 실현 함께 해요.

● 가축분뇨 에너지화(주민수용성 확보를 통한 가축분뇨 바이오에너지 시설 확충)

- 배경 및 목적 : 기존 퇴액비화시설의 가축분뇨 활용한 바이오가스 에너지 전환시설로 확대하여 온실가스(메탄 등) 배출 감축에 기여, 메탄 에너지화로 온실가스 감축은 물론 가축분뇨 소비 확대로 양분과다 해결 기여, 주민수용성 확보가 관건이므로 기존 시설 확장 최대한 고려하자는 취지
- 주요 내용 : 축분, 음식물, 농림부산물 등을 활용한 바이오에너지화 기반으로서 바이오가스 플랜트 조성, 바이오가스는 도시가스 전환 공급 및 고질화 통해 수소 생산가능, 주민 수용성 문제로 예산 불용 등 해결방안 마련을 위한 주민참여 및 이익공유 구조, 충남 내 시군별 1개소 이상 공동자원화 시설 확충, 충남 내 사육두수가 많은 지역 중심으로 최소 1개 이상 바이오가스플랜트(에너지화) 도입
- 사업 예시 : 축산밀집지역에 맞춘 충남형 바이오에너지 활성화 사업(*자세한 사항은 7장 서술)
- 사업 예시 : 탄소배출 감축을 위한 유기성 폐자원 처리 통합 바이오가스화 시설 설치 사업

* (사업 예시) 탄소배출 감축을 위한 유기성 폐자원 처리 통합 바이오가스화 시설 설치 사업	
* 유기성폐자원 통합처리 위한 환경부 24년 통합 바이오가스화 시설 공모사업 부여군 사례	
- 통합 바이오가스화 시설은 가축분뇨, 음식물, 하수 찌꺼기 등 유기성폐자원 2종 이상을 병합 처리하여 바이오가스를 생산하는 시설	
- 부여군의 경우, 통합 바이오가스화 시설의 총사업비 471억 원 중 약 80%에 해당하는 국비 371억 원 확보, 2024년 사업 착수해 2028년 상반기 내 구축을 모두 완료할 계획	
- 탄소중립 녹색도시로의 도약을 위해 민선 7기인 2020년도부터 1단계와 2단계로 나누어 총사업비 약 700억 원에 달하는 대규모 유기성폐자원 통합처리 시설 설치사업 계획	
- 선정된 사업은 1단계 사업으로 가축분뇨 중 돈분 140톤/일과 음식물로 10톤/일을 병합하여 총 150톤/일의 유기성폐자원을 바이오가스화하여 처리하는 사업	
- 화석연료 대체하여 전기를 생산함으로써 유기성폐자원 처리, 지역의 에너지 자립도 제고와 온실가스 목표관리제 목표를 달성하고 악취 등 환경문제를 해소하는 1석 4조 효과 기대	
- 가축분뇨 및 음식물 등에 대한 첨단 유기성폐자원 통합 바이오가스화 처리시설 완료되면 생활폐기물 자원회수시설과 더불어 관내 발생하는 폐기물 처리 환경기초시설 모두 구축	

- 사례 : 일본 녹색전략시스템 전략 중 가축배설물 중 유용물질(질소, 인 등) 및 에너지의 고효율 회수와 활용기술 개발

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너 지 인프라 구축	저버너스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 가축분뇨법·축산법·비료관리법 및 하위규정 개정

- 경축순환농업, 토양양분관리제 도입, 이원화된 축산환경관리체계 정비(현재는 환경부와 농식품부로 이원화), 가축분뇨 이용활성화를 위한 비료관리법 시행령 개정 등을 통한 활성화

● 경축순환직불금, 가축분뇨 다각화(펠릿, 바이오차 등) 지원제도

- 경종농가와 축산농가 간 연계가 필요하므로 지역단위(마을 또는 읍면 단위 등)의 생산자조직을 구성하고 조직단위로 지원

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너 지 인프라 구축	저버너스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 중앙부처 및 타분야 연계 가능한 사업

- 환경부의 통합바이오가스화 시설 공모사업, 산업통상자원부의 에너지화 관련 지원사업 등

● 농식품부 국비 확보 가능한 사업

- 농식품부의 저탄소 농축산물인증제 사업 적극 활용(저탄소 농축산업기술을 활용하여 생산 전 과정에서 온실가스 배출량이 해당 품목의 평균 온실가스 배출량보다 적은 농축산물로 이런 농축산물에 저탄소 인증을 국가가 부여하는 제도로써 농업인의 온실가스 감축을 유도하고 소비자에게 윤리적 소비 선택권을 제공하는 사업)
- 그 외에도 공익직불금(선택형 : 친환경축산직불제), 탄소중립 프로그램 시범사업(축산), 축산 악취개선, 악취측정ICT기계장비, 공동자원화 에너지화(공동자원화시설, 신규), 공동자원화시설 개보수, 공동자원화 마을형퇴비저장시설, 가축분뇨 이용촉진, 자연순환농업활성화(바이오차 사업 지원), 동물복지축산인증제 활성화(판로지원), 동물복지축산인증제 활성화(컨설팅), 방목 생태축산농장조성 등 약 12개 사업

4. 분야별 추진과제와 세부 감축수단 : 농촌 에너지 및 공통기반

〈표 6-8〉 농촌 에너지 및 공통기반 분야 추진과제와 세부 감축수단(요약)

부문	재생에너지 인프라 구축 단계	거버넌스 구성 및 운영 단계	재정지원 등 제도기반 단계	기술개발 지원 단계	통계구축 단계
에너지	방방곡곡 재생에너지 공급인프라 구축	농업인·농촌주민 주도형, 공공 지원형 농업·농촌에너지 전환 거버넌스 구성	농업·농촌마을 RE100 확산을 위한 탄소중립 실현 정원마을 만들기	전기 및 수소용 농기계 기술 연구개발과 보급	농촌지역 재생에너지 설치 잠재량(생산)-에너지 소비구조 분석
	농촌생활 인프라의 에너지 그린화	농업인·농촌주민 주도형, 공공 지원형 농촌쓰레기 제로화	재생에너지 전환 확대를 통한 새로운 소득원 및 일자리 창출	영농형 태양광 관련 기술 및 기자재 우선 시공지원	에너지 계획량에 따른 입지 우선순위 도출, 로드맵 마련
	농업진흥구역 밖 발전지구 지정 집적화 추진			에너지 절감시설 지원과 연구개발 활성화	
비에너지 (공통기반)	충남의 탄소중립 실현 및 인식전환을 위한 상시 교육활동	(행정) 농업·농촌 탄소중립 민관협력 추진체계	탄소중립 실천과 보상을 뒷받침하는 법률 및 조례 제정	온실가스 감축기술 개발 투자 확대	온실가스 배출원 통계 구축 등 관리기반 구축(국가 제안)
	충남의 탄소중립 실현 및 인식전환을 위한 상시 홍보활동	(중간지원조직) 농업·농촌 탄소중립 전문대응을 위한 기존 지원조직 인프라 협업	농업·농촌 온실가스 감축과 저탄소 농업구조 전환을 유도하는 지원	정밀농업 전환을 위한 디지털 장비기술 지원	온실가스 산정방법 고도화, 온실가스 인벤토리 개선(국가 제안)
		(민간)농업·농촌 탄소중립 실천운동본부 및 연구회 구성	탄소중립 관점에서 기존 사업평가를 통한 사업정비와 성과관리체계	온실가스 감축 기술 현장보급 사업 강화, 확대	
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> 공공성을 강화한 재생에너지 공급 확대 읍면 단위 에너지자립 모델, 지역주민 주도 분산에너지 시스템 구축(공간과 자원 결합) 농촌지역의 에너지(잠재력) 생산과 소비구조 분석을 통한 에너지 전환 민간과 공공이 공동책임 하에 진행되는 협력시스템 구축 궁극적으로 신재생에너지원으로 순환하는 공간, 유기성 자원을 활용하는 공간으로 목표 				

2021년	현재 온실가스 배출량 : 108.8천 톤CO ₂ eq	2045년	미래 온실가스 배출량 최소 24.0천 톤 CO ₂ eq 미래 온실가스 배출량 최대 55.4천 톤 CO ₂ eq
	감축수단에 의한 총 감축량	2045년-2021년 = 최소 53.4천 톤~최대 84.8천 톤CO ₂ eq	
	2021년 대비 2045년 달성 목표	최소 49.1%~최대 77.9%(약 78%) 감축	

주 : 저자 작성함.

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바너스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 방방곡곡 재생에너지 공급인프라 구축

- 배경 및 목적 : 화석연료 중심의 에너지 생산구조를 태양광 및 태양열·지열·공기열·소수력·풍력 등 다양한 재생에너지원 공급 기반 확대, 재생에너지 중심의 에너지 공급 체계 전환, 재생에너지 보급 활성화 추진
- 주요 내용(태양광) : 건축물 및 농업용 시설, 유흥부지 등 활용한 재생에너지 공급, 소규모로 나대지·건축물부터 추진, 농지는 전용없는 영농형 태양광 보급, 지자체 중심의 일반 건물과 시설 중심으로 태양광 보급 및 관리 강화, 집단화된 단지 중심의 재생에너지 보급 확대
- 주요 내용(바이오매스 종합) : 태양광, 풍력, 가축분, 미이용목재 등 다양한 농촌 자원 활용 가능, 농업·축산 부산물 등 농식품 폐자원 활용하여 사료화, 가스화, 상품화 정책 및 기술에 투자, 가축분뇨·목재·어패류 등 다양한 농림수산업 부산물 및 음식물쓰레기, 에너지 작물 등의 바이오매스 재생에너지화하는 종합전략 마련, 에너지화 활용 가능성이 높은 품목(전정가지 등)을 대상으로 바이오매스 자원 수거 시범사업 도입 검토, REC 차등지원, 자원순환기여도 지자체평가 지표 반영 등 바이오에너지 비중 확대 등
- 주요 내용(축분 에너지) : 메탄 에너지화(온실가스감축, 가축분뇨 소비 확대로 양분과다 해결 기여, 바이오가스는 도시가스 전환 공급 및 고질화 통해 수소생산가능), 주민 수용성 문제로 예산 불용 등 해결방안으로서 주민참여 및 이익공유 구조 만들기 등
- 주요 내용(산림바이오 에너지) : 산림 바이오에너지의 적극 활용, 지속가능 산림바이오매스 생산공급체계 구축을 위하여 임도확충 등 수집 및 이용 체계, 폐지되는 연탄보조금 활용하여 연탄보일러, 화목보일러를 목재펠릿 보일러로 교체, 산촌에너지자립마을 확대(산림청계획상향) 등
- 주요 내용(수요처) : 농촌지역 주택, 공공기관 건축물, 보건소 등 신재생에너지 보급 위해 관련 부처와 협업 추진
- 사업 예시 : 산업과 농업 상생모델로서 충남 지역 에너지 및 탄소 순환(*자세한 사항은 7장 서술)
- 사업 예시 : 산림 바이오에너지의 적극 활용

* (사업 예시) 산림 바이오에너지의 적극 활용
<ul style="list-style-type: none"> - 미이용 산림바이오매스는 국제기구에서 인정한 탄소중립연료 - 다만, 현재 수입산 목재펠릿 사용비중 높아 국산 목재펠릿 공급 확대 필요 - 지속가능 산림바이오매스 생산공급체계 구축 : 임도확충 등 수집 및 이용 체계 - 연탄보일러, 화목보일러를 목재펠릿 보일러로 교체 : 폐지되는 연탄보조금 활용 - 산촌에너지자립마을 확대 : 산림청계획상향

● 농촌생활 인프라의 에너지 그린화

- 배경 및 목적 : 농촌의 각종 인프라에 사용되는 에너지를 점검하여 가급적 신재생에너지원으로 변화할 수 있도록 제도 유인책 마련, 농촌자체의 그린화로 온실가스 배출 감축에 기여, 지역적 특성 반영한 지역주도 분산에너지 시스템 마련, 지역에너지자립 지향
- 주요 내용(마을만들기) : 기후위기 안심마을 조성(충남도 현재 진행중인 사업)에 농업과 농촌의 특성을 가미한 '농업농촌 RE100 마을' 조성, '충남형 탄소중립 에너지 자립마을' 등 조성, 도농복합형 저탄소 녹색마을 조성(도심과 근교지역에 새로운 녹지공간 조성, 친환경 건축물과 에너지 효율을 높이는 신재생에너지시설 도입해 운영하는 곳)

* (사업 예시) 기후위기 안심마을 조성사업 사례(현재 충청남도 실행 중)
- 충남도와 한국서부발전이 아산시, 논산시, 당진시 40여개 마을을 기후위기 안심마을로 조성한다는 협약체결
- 지역사회의 기후위기 적응 및 탄소중립 실현을 위해 상호 협력, 총 2억 원 사업재원 50%씩 부담
- 기후위기 안심마을은 폭염, 혹한 등 심각해지는 기후위기로부터 취약계층 보호, 에너지 절약, 영농폐기물 분리수거 체계를 도입
- 생활 속 탄소중립 실천 확산을 도모하기 위해 마을회관, 경로당 등 주민 공동 이용 시설 개선하는 사업
- 2024년 예산규모 : 200백만 원(도비 사업)

- 주요 내용(건축물) : 주택, 공공건축물 등에 에너지절감형(제로하우스 등) 모델개발 보급
- 주요 내용(농촌형 양수발전소) : 에너지가 남는 시간대에 물을 퍼올리고 부족한 시간대에 이를 낙하시켜 발전기를 가동해 친환경 발전수요 급증에 따른 태양광, 풍력 등 신재생에너지의 변동성 보완하는 발전소, 일종의 댐이므로 주민이전 등 행정절차가 필요하거나 지역주민 반발에 부딪힐 우려 존재하므로 신중한 접근 * 금산군의 경우, 2024년 사업비 확보, 151만 6000㎡(약 46만평) 부지에 500메가와트(MW) 규모, 1조 5469억 원 투입 예정
- 주요 내용(탄소중립 자치분권형 마을 조성) : 마을단위가 아니라 '읍면단위 농촌 에너지 계획' 수립을 단계적으로 유도(농업농촌의 기후위기 대응방안, 에너지효율 향상방안, 지역자원 활용 농민주도 에너지 생산 및 역량강화 방안, 농가주택 그린리모델링 방안 등 포함)
- 주요 내용(에너지계획 수립 추진방식) : 농촌에 맞는 재생에너지 생산과 확대, 하향식이 아닌 상향식 의사결정 방식 채택, 주민주도방식으로 하되 마을단위는 고령화로 인하여 논의할 수 있는 여건이 전혀 아님을 고려, 논과 밭에 투입물 최소화하는 전략, 축사밀집지역부터 '우리 지역에서 발생하는 축분은 우리가 처리한다'는 방향의 소규모 시설 건립제안은 가능(외부로부터 유입되는 대규모 시설 건립은 지역주민들로부터 강렬한 저항에 봉착)
- 사업 예시 : 농촌 에너지 전환 종합계획 수립 및 지역주도 분산에너지 시스템 구축

* (사업 예시) 농촌 에너지 전환 종합계획 수립 및 지역주도 분산에너지 시스템 구축
- 농촌에너지 전환 종합계획 수립 : 농업농촌의 기후위기 대응방안, 에너지효율 향상방안, 지역자원 활용 농민주도 에너지 생산 및 역량강화 방안, 농가주택 그린리모델링 방안 등 포함
- 농촌의 공간과 풍부한 자원을 활용한 지역주도 분산에너지 시스템 구축 : 태양광, 풍력, 가축분, 미이용목재 등 다양한 농촌 자원을 활용하고, 지역적 특성을 반영한 지역주도 분산에너지 시스템 마련, 지역에너지자립 지향
- 지역균형발전과 일자리창출에 있어 지역주도 분산에너지 시스템은 RE100 산단유치 등 강력한 수단으로 작용

● 농업진흥구역 밖 발전지구 지정 집적화 추진(농촌공간 재구조화법 연동)

- 배경 및 목적 : 농촌 내 일정지역을 축사지구화, 스마트온실 지구화, 바이오매스로 순환되는 에너지시설 자립형 지구화 구축 예정(농촌공간 재구조화법 연동)으로 각종 법률, 제도검토를 통해서 주민반발 최소화각종 사회적 비용 발생 최소화집적화 가능한 지역부터 시범 추진
- 현황 : 2024년 3월 시행된 '농촌공간 재구조화 및 재생지원에 관한 법률'에 따라 '농촌공간 재구조화 및 재생 기본방침' 수립(특화지구 중심으로 농촌공간 재구조화, 시군은 농촌공간계획을 통해 주거산업·축산·융복합산업 등 기능별 농촌특화지구 지정, 관련 시설 집적화 추진)
- 주요 내용(전체) : 사업대상 구체화 및 지자체 단위 재생에너지 집적화(단지), 공장 및 산업단지 난개발과 축산악취 해결을 위한 공장 및 축사 이전 등 주거환경 정비, 농업 바이오매스 에너지화를 위한 시범사업 검토, 축산분뇨 및 목재 등을 활용한 재생에너지 공급 모델 구축, 경관과 조화를 이루는 태양광 시설사업, 영농형 태양광 지원법 제정, 농지법 개정 등 관련 법령 제개정 건의
- 주요 내용(집적화 추진) : 농업진흥구역 밖 발전지구 지정한 집적화 추진, 즉, 국가산업단지·일반산업단지·도시첨단산업단지·농공단지·축사곤충 및 버섯재배사 등 기존 건축물 지붕에 태양광 설치, 축사농장의 경우 REC를 부여하므로 노후축사 구조 검토비용 지원(검토비용 부담으로 인해서 농장주 투자 꺼려함), 결과에 따른 시설보강비 지원, 시설리모델링 지원 필요
- 기대효과 : 지역균형발전과 일자리창출에 있어 지역주도 분산에너지 시스템은 RE100 산단 유치 등 수단으로서 활용, 영농형 태양광은 농가에 기본소득 제공 및 귀농·청년유입 등 효과

● 충남의 탄소중립 실현 및 인식전환을 위한 상시 교육활동

- 배경 및 목적 : 농촌이 먹거리 생산과 에너지 생산을 통해 국가적 과제인 기후위기 대응주도 가능, 농민 삶의 질 향상 가능하다는 점을 홍보, 교육
- 주요 내용 : 농식품기후변화 대응센터 및 교육센터 등 지원조직 협업체계구축(환경부 녹색환경지원센터, 기후변화대응연구센터, 지속가능협의회, 지역에너지센터 등 인프라 활용)
- 주요 내용(농업인) : 새해영농설계교육, 각종 농업인 이수해야 할 의무교육 프로그램에 탄소중립 내용 포함
- 주요 내용(일반시민) : 일반시민 대상의 식생활 교육 강화와 식생활 소비 개선(건강, 사회, 환경 등 지속가능성 주제)
- 주요 내용(행정) : 행정을 대상으로 한 에너지 인식 전환 상시교육 강화, 사업과 정책에 반영 유도, 기업을 대상으로 한 에너지 전환과 새로운 일자리 창출 관련한 정보공유 기회
- 기대효과 : 농촌지역 태양광·바이오매스 등 에너지 전환에 대한 공론화 및 사회적 합의

● 충남의 탄소중립 실현 및 인식전환을 위한 상시 홍보활동

- 배경 및 목적 : 농촌이 먹거리 생산과 에너지 생산을 통해 국가적 과제인 기후위기 대응주

도 가능, 농민 삶의 질 향상 가능하다는 점을 홍보, 교육

- 주요 내용(정책) : 충남도 기후환경국의 탄소중립 실천계획에 농축산분야 실행계획 연동하여 종합 홍보 활동, 홍보로 끝나는 게 아닌 충남도민이 홍보 이후 실천할 수 있도록 유인책, 인센티브 부여
- 주요 내용(농업인) : 기존 저탄소농법으로 권장되던 행위와 배치되어 보이거나 농업 현장에서 아직 생소하게 느껴지는 활동의 경우, 종합적이고 합리적인 토양관리 차원에서 섬세하게 홍보·보급(예. 퇴액비 농지 투입량 감축, 바이오차 보급), 농민 삶의 질 향상 가능한 점 홍보, 교육
- 주요 내용(일반 시민) : 에너지교육과 인식 전환을 위하여 농촌이 먹거리 생산과 에너지 생산을 통해 국가적 과제인 기후위기 대응 주도 가능한 점 홍보, 교육
- 사업 예시 : 우리 모두 먹거리의 탄소배출에 대해서 정확하게 알기 프로그램 제작(한국일보)

*** (사업 예시) 우리 모두 먹거리의 탄소배출에 대해서 정확하게 알기 프로그램 제작**

- 한끼밥상이 차려지기 위해서 배출하게 되는 탄소배출량을 데이터화, 모식화해서 일깨우기
- 한국일보의 인터랙티브 누리집 화면 갈무리 참고
- 그 외 한끼밥상을 촬영하면 탄소배출 자동계산되는 어플리케이션 개발

한끼밥상 탄소계산기(1)

한끼밥상 탄소계산기(2)

*** 자료 : 한국일보 인터랙티브 화면 갈무리(<https://interactive.hankookilbo.com/v/co2e/>, 검색일자 : 2024.04.30.)**

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	거버넌스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 농업인·농촌주민 주도형, 공공 지원형 농업·농촌에너지 전환 거버넌스 구성

- 배경 및 목적 : 지역주민 주도형 자치분권형을 위해서 현행 관 주도의 사업추진체계가 근본적인 한계를 가질 수밖에 없으므로 제대로 된 민관협력의 거버넌스 체계 구축 필수, 이를 위한 조례 제정 등 제도적 기반 구축 필요
- 주요 방향 : 지역특성을 반영한 지역주도 분산에너지 시스템 마련, 지역에너지 자립 지향, 지역주민이 주체가 되는 공간계획 및 토지와 농지 입지계획 주도, 공공이 지원하는 농촌 재생에너지로 전환 추진
- 주요 내용(전체) : 관련 사업 추진방식의 개선, 초기 투자 및 운영 비용 등에 대한 금융설계 지원, 공간계획 수립 및 입지 선정을 위한 기술적 지원, 인식 전환을 통해 에너지 자립마을 및 저탄소 마을 등 주민 스스로 제작하고 홍보
- 주요 내용(주민주도형 거버넌스) : 농업인 및 농촌지역주민 참여 확대하여 농업인·농촌주민 주도하는 농촌 재생에너지 사업 실시, 마을주민과 농업인이 주도하고 운영할 수 있도록 주민참여 협동조합·농업인 협동조합·법인 구성 등을 통해 관련 주체 설립과 운영, 전문가 및 시민단체 등 지원, 마을단위 및 주민운영 발전사업자를 통한 수익화 모델 시범사업 실시
- 주요 내용(민관 거버넌스) : 위원회 활동과 정부의 역할은 중장기 로드맵을 비롯한 가이드라인 등 제시, 세부 운영과 계획 등은 지자체 중심의 '지방탄소중립녹색성장위원회'를 통해 이루어지는 구조, 농림산어촌 마을단위 설계를 위한 '농림산어촌 재생에너지 주민자치위원회(가칭)'등 설립과 운영 지원, 지자체별 관련 사회적 기업 육성 및 중간지원조직 지원, 도시 및 권역별 협동조합 등 관계 시민주도 사회단체와 결합, 지역에너지센터·지자체 탄소중립위원회 등 주민주도로 환경영향평가 참여, 농업·농촌 탄소중립 계획수립 단계부터 적극적으로 주민주도로 참여, 충청남도가 먼저 대통령직속기구인 '탄소중립녹색성장위원회'를 통한 국가 및 농업부문 중장기 탄소중립 및 성장동력화 정책 협력체계 구축 제안
- 주요 내용(관련 조례제정) : 관련 법규의 시행령 등을 통해 주민주도 지방자치단체의 위원회 구성과 관련 조직육성 규정화, 위원회 구성 및 운영을 위한 현실적 권한과 책임 명확히 규정화, 관련 위원회 활동이 봉사활동을 넘어 실질적 주민주도 운영이 될 수 있도록 현실적 보상체계 규정화
- 사업 예시 : 농업인과 농촌주민 주도형 협동조합, 계획입지방식 도입 등 재생에너지 발전 이익이 지역사회에 환원되는 체계적인 구조
- 사업 예시 : 주민주도형 시범사업 실시를 통하여 인식전환 유도, 지역 단위(읍면 및 마을) 에너지 전환 시범사업, 6차산업화는 물론 발전기금을 통한 수익화 모델, 기술적·행정적 지원

등 통합패키지 지원사업 등

● 농업인·농촌주민 주도형, 공공 지원형 농촌쓰레기 제로화

- 배경 및 목적 : 농촌쓰레기 제로화를 통해서 불법소각으로 인한 산불방지 최소화, 미세먼지 발생 저감, 탄소배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 자발적인 분리수거, 상시 순회수거 및 수집 활동, 녹색 공공일자리 창출로 연결 (주민주도형), 자원으로 활용할 수 있는 것은 자원순환센터로 이송(공공지원형), 자원으로 활용할 수 없는 것은 쓰레기집하장 혹은 소각장으로 이송(공공지원형)

● (행정) 농업·농촌 탄소중립 민관협력 추진체계

- 배경 및 목적 : 농업·농촌 탄소중립 실현을 위하여 민관협력 추진체계 중 행정의 첫걸음 역할 중요
- 주요 내용 : 행정에서는 농촌지역 태양광·바이오매스 등 에너지 전환에 대한 공론화 및 사회적 합의 유도, 데이터 기반 혹은 통계자료 구축도 추진체계에 포함하여 주체들이 이러한 전략 하에 움직임
- 주요 내용(광역지자체) : 1차적으로 농축산분야 탄소중립의 R&D와 컨트롤타워 역할을 충청남도농업기술원 내 (가)농축산 탄소중립지원팀 신설하여 담당
- 주요 내용(기초지자체) : 2차적으로 농축산분야 탄소중립의 현장농민 컨설팅과 지원 역할을 시군별 농업기술센터 내 (가)농축산 탄소중립지원센터 신설, 관련 사업신청 통해 예산 확보

● (중간지원조직) 농업·농촌 탄소중립 전문대응을 위한 기존 지원조직 인프라 협업

- 배경 및 목적 : 농업·농촌 탄소중립 실현을 위하여 민관협력 추진체계 중 행정과 민간을 연결하는 중간지원조직의 역할 중요(정확한 정보전달과 공유, 공감대 형성을 위한 활동)
- 주요 내용 : 중간지원조직은 다른 분야 신재생에너지 기술을 응용한 현장컨설팅과 자문, 사업유치 역할
- * (지역에너지센터) 재생에너지 보급 역량 불충분한 농어촌지역에 지역에너지 정책 실현 위한 중간지원조직으로 설립 추진(보령시 개설)
- * (기후변화교육센터) 탄소중립 및 기후변화 대응 관련 초·중등학교, 일반인 대상 교육사업, 한국기후·환경네트워크가 위탁 운영 중(서천군과 보령시에 기후변화교육센터 개설)
- * (탄소중립지원센터) 탄소중립·녹색성장 기본계획 수립 지원, 탄소중립 관련 조사·연구 및 교육·홍보 등 지역의 탄소중립 실현 지원, 충남-시군 탄소중립녹색성장 기본계획 연계방안, 지역 온실가스 배출현황 및 기초자료 작성 등 지원(충남도는 충남탄소중립지원센터, 당진탄소중립지원센터 개설)

* (녹색환경지원센터) 기업환경기술지원(환경홈닥터 등), 환경연구(정책, 조사, 기술개발 연구), 환경교육(공무원, 환경관련단체 관계자, 일반시민 및 학생 등 전문환경인력 양성, 지역환경 정책 개발, 환경 관리, 청소년 환경교육 등 환경 보전 실천에 필요한 인적기반 확충), 환경 거버넌스 체계 활용(지역환경현안문제 발굴과 해결) 등

* (그 외) 충청남도 기후환경교육원 조성 중(10,842백만 원, 청양군 위치)

● (민간) 농업·농촌 탄소중립 실천운동본부 및 연구회 구성

- 배경 및 필요성 : 농촌지역에서 농업인 주도의 농촌에너지 전환 거버넌스 구성, 전환 주체는 농업인이므로 갈등해결 및 원만한 추진 위한 거버넌스 시급
- 목적 : 농업·농촌 탄소중립 실현을 위하여 민관협력 추진체계 중 민간의 주도적인 참여, 사회적 공감대 형성과 실천활동은 매우 중요한 역할
- 주요 내용(농업·농촌 탄소중립 실천본부) : 저탄소 농업 기술 확산과 탄소중립 농업 경제로의 전환을 위한 농업·농촌 현장의 영농형태, 영농방식 등 자발적인 탄소배출 저감 활동 유도, 실천운동본부 중심의 농업·농촌 탄소중립 자발적 실천운동 전개, 농업인은 현장에서 점진적으로 환경친화적 농사방식 전환 이행, 다양한 소그룹과 소모임 구성 유도하여 지원
- 사업 예시 : 예산군 탄소중립농업연구회 출범하여 운영 중(바이오차 이용한 탄소중립농법을 약 12개 작목별 시범재배해 기존 농법과의 차이 조사, 결과발표 및 공유, 과제발굴 등)

경종				축산					농촌					
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바년스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축	
공통기반(법률 제개정 등)														
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시														

● 농업농촌마을 RE100 확산을 위한 탄소중립 마을만들기

- 배경 및 목적 : 탄소중립 실현을 위한 에너지 자립, 농촌마을 곳곳에 신재생에너지원 생산 확대, 농촌마을 주민이 자발적으로 조직 구성하여 실천함으로써 마을만들기의 다른 기회 제공, 궁극적으로 탄소배출 감축 및 생활공간의 환경개선에 기여
- 주요 방향 : 마을만들기 방향은 탄소중립 활동이라는 것을 매개로 한 농촌 커뮤니티 활성화, 재생에너지가 순환되는 에너지 자립마을 조성 등 넷제로 실현, 계획입지방식 도입 등 재생에너지 발전이익이 지역사회로 다시 환원되는 체계적인 구조 마련
- 주요 내용(지원정책과 제도기반) : 신재생에너지 사업에 대한 금융지원, 외부 투기자본 유입 및 농지전용에 따른 임차농 피해 등 우려사항 해소 제도개선 필수, 토지 소유 형태 등을 고려하여 소규모 농업인이 일정 규모 이상 참여하는 발전사업에 대해 주민 참여형 인센티브 금융지원 제도, FIT 제도 보완 등을 통해 주민주도 발전사업에 대한 수익성 인센티브 제공
- 주요 내용(사업주체) : 농업인·농촌주민 주도형 협동조합 구성과 운영, 주민주도로 농촌지역 읍면 단위 에너지 종합계획 수립, 재생에너지 보급 역량이 불충분한 농어촌지역에 지역에너지 정책실현을 위한 중간지원조직(지역에너지센터) 설립 추진
- 주요 내용(마을만들기) : 자치분권형 탄소중립 마을만들기, 재생에너지가 순환되는 에너지 자립마을 만들기, 탄소중립 실현하는 정원마을 만들기(마을단위 환경관리를 위한 농업환경보전 프로그램 연계), 마을주민이 공동으로 조성하는 정원(가든)에 탄소중립 실현에 따른 지원
- 주요 내용(마을 공동이용시설) : 주민참여 기반의 재생에너지 마을발전소 설치, 마을 에너지 사용량에 맞는 재생에너지 발전시설 설치, 농업 생산·가공·유통 시설의 건물 위 유히부지, 유히부지 등을 활용한 재생에너지 보급, 마을단위 중심 재생에너지 발전시설 설치, 공동이용 시설 에너지 절감형 리모델링 등을 통해 농촌마을 RE100 지원, RE100 등 재생에너지원 활용과 연계하여 전기난방시설 보급, 노후된 마을회관 등 공동이용시설에 에너지 성능향상을 위한 리모델링 지원
- 주요 내용(재원 마련) : (가) 상생보증펀드 조성, 펀드 기반으로 마을주민이나 농업인이 재생에너지 제조업이나 건설업으로 전환할 경우&마을주민이나 농업인이 재생에너지 발전사업을 수행할 경우 저리융자 지원(예. 신재생에너지 상생보증 펀드로서 탄소기금을 재원으로 하는 설비 및 시공 지원 프로그램 개발)
- 사업 예시 : 충남 농촌지역의 RE 100 마을사업 활성화(*자세한 사항은 7장 서술)
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 2050년 탄소중립 실현을 위해 농림어업의 건전한 발전

에 기여하는 형태로 국가차원의 재생에너지 도입 확대에 보조 맞추기, 농산어촌 재생가능 에너지 도입 지향

● 재생에너지 전환 확대를 통한 새로운 소득원 및 일자리 창출

- 배경 및 목적 : 재생에너지로 전환되면서 기존 일자리를 잃는 경우 발생하는데 탄소중립 실현을 위하여 오히려 재생에너지를 통한 새로운 소득원과 일자리 창출할 수 있는 기회 모색
- 주요 내용 : 태양광 관리 보상 등에 대한 발전수익 공유, 재생에너지로 인한 마을에너지 관리사 일자리, 주민참여를 통한 재생에너지 마을발전소 설치사업을 통한 일자리
- 사업 예시 : 농촌 재생에너지를 통한 농가소득 및 사업 안전성 보장

* (사업 예시) 농촌 재생에너지를 통한 농가소득 및 사업 안전성 보장
<ul style="list-style-type: none"> - 농가에 기본소득 제공 및 귀농·청년유입 등 효과 - 사업기간보장(10+10+a), 사후관리(영농 이행여부), 계통연계보장 및 비용 지원 - 투기자본 유입·농지전용·임차농피해 등 우려사항 해소를 위해서 면적 상한, 자경농지 우선 시행, 다만, 한국형 FIT는 2023년 7월에 정책사업이 종료(일몰)된 관계로 기존 설비만 적용되어 신규 설비는 해당 사항 없음. - 농지제도 개선(비농업인 농지 처분, 농지은행위탁)으로 임차농 농지매입 확대 등

● 탄소중립 실천과 보상을 뒷받침하는 법률 및 조례 제정

- 배경 및 목적 : 탄소중립 감축을 위해서 실천하는 행위에 대한 보상 등을 뒷받침하는 각종 제도적 기반(법률, 지원조례 등) 제정 필요
- 주요 내용 : 충청남도 농업·농촌 온실가스 감축과 탄소중립 농업경제 활성화 지원 조례 제정, 이를 근거로 탄소중립 실천에 따른 소득보전 및 보상, 농가단위 탄소감축 활동에 따른 인센티브 지원, 재생에너지 사업 주민참여 조례 제정 확산 및 ‘자치단체 보증채무형’ 등 다양한 사업 모델 지원하여 수용성 강화, 축산분야에 비해 부족한 경종 분야 탄소 감축 및 저장 관련 보상시스템 마련
- 주요 내용(국가제안) : 농작물재해보험 보험료 보조 상향 조정 개선, 풍수해보험 가입률 제고를 위한 홍보 및 지원, 농업재해대책 및 복구지원 사업 확대 등

● 농업·농촌 온실가스 감축과 저탄소 농업구조 전환을 유도하는 지원

- 배경 및 목적 : 온실가스 감축 활동의 추진과정에서 농업경영비 증가나 생산량 감소 등에 대한 소득보전 대책 필요, 이에 저탄소 농업과 관련한 지원사업 강화를 통해서 농업구조 전환을 유도하고 궁극적으로 온실가스 감축에 기여
- 주요 내용(농업환경지불, 선택형직불) : 농업환경지불을 통한 지원, 경제적 인센티브 부여, 현행 친환경직불제를 선택형 직불금을 탄소생태직불제로 개편, 현행 기본형 직불제 등 사업 연계하여 의무준수사항 추가하여 충남형 직불제로 개편, 논물·농경지도양 관리 등 감축량이 극소규모인 경우 ‘탄소감축 관련 선택직불’ 도입방안 연구 예정(2025년부터 국가 단위)

- 주요 내용(농어민수당 개편) : 온실가스 감축 조건 이행을 전제로 추가 지원하는 농어민수당 지원사업 개편, 탄소중립 실천활동 추가하고 수당규모를 파격적으로 확대하는 농어민수당 조례 개정
- 주요 내용(농업환경보전프로그램) : 현행 농업환경보전프로그램 활동범위 다양성 인정, 농업 환경보전프로그램을 활용하여 마을별 여건에 맞는 온실가스 감축 및 생물다양성 증진에 기여하는 세부활동 지원(예. 농업환경보전프로그램에 온실가스 감축 추가 실천활동으로서 간단 관개, 논물얹게대기, 바이오차 토양개량제 보급, 퇴액비 투입률 감소, 분뇨 내 질소저감 등), 간단관개 및 논물얹게대기에 따른 추가비용과 소득손실 기준으로 지원단가 설정 가능, 모니터링 간소화
- 주요 내용(저탄소 농축산물 인증제 개편, 저탄소 농업) : 저탄소 농축산물 생산 활성화를 통한 온실가스 배출저감 확대, 저탄소 농축산물 인증 농가에 대한 정부 제공의 인센티브 확대, 저탄소 농업과 농법 등에 대한 충남 제공의 인센티브 확대, 충남형 탄소직불인증제 도입, 농업-기업간 협력 사업, 서류준비의 간소화, 저탄소 농축산물의 시장차별화를 위한 홍보
- 주요 내용(친환경농업 촉진 지원) : 친환경농업 실천농가에 친환경 농산물 인증비 및 친환경 자재 지원으로 경영부담 경감, 친환경농업을 통한 지력증진, 농약·화학비료 사용감소를 유도하여 농업환경보전 및 농자재 보급 등 친환경농업 활성화 도모
- 주요 내용(온실가스 감축 규모를 고려한 맞춤형 지원체계 구축) : 온실가스 감축·생물 다양성 증진 등 성과중심형 활동 추가 개발, 사업규모 확대, 온실가스 배출이 많은 농촌 지자체의 문제와 특성을 고려한 지역 맞춤형 지원제도 도입, 경종축산에너지 등 특성에 맞게 감축계획을 수립하여 이행하는 경우 시설 운영 지원, 자발적 온실가스 감축사업 기여 시 정부제공 인센티브 별도로 추가 혜택 제공(탄소저감 농자재, 에너지 절감 감축활동), 농가 및 지역단위 대규모 온실가스 탄소감축 실적을 배출권 거래시장을 통해 판매할 수 있는 지원체계 구축, 온실가스 감축 규모가 적은 농가는 감축량을 탄소 크레딧으로 인정하여 정부가 감축 실적 구매, 배출권 거래시장 참여가 곤란한 소규모 농업인은 발전사 등 배출 규제대상 업체와 연계하는 상생형 감축사업 활성화
- 사업 예시 : 탄소생태농업으로 공정한 전환을 유도하는 각종 지원

* (사업 예시) 탄소생태농업으로 공정한 전환을 유도하는 각종 지원
<ul style="list-style-type: none"> · 탄소생태직불제(선택형직불제)로 전환 유도 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 친환경직불제 단가 인상, 면적제한 폐지 등(농식품부 : 21년 연구용역 후 개편 예정) - 친환경 및 탄소중립 실천에 따른 소득감소 및 환경개선효과 반영 · 탄소흡수형 영농실천에 대한 대가 지불 <ul style="list-style-type: none"> - 보존농업, 탄소농업, 혼농임업 등 다양한 탄소순환형 농법 지원 - 탄소배출 저감농법 : 간단관개, 논물얹게대기, 무경운, 피복작물심기 등 - 논에 타작물 재배, 다년생 과수목 재배 확대 등 - 미 캘리포니아 탄소배출권 거래시장 수익 활용 농가 건강향 토양 만들기 프로그램 참고 · 탄소생태 농업환경보전프로그램 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 감축* 및 탄소흡수형 농업방식 전환 유도 - 농업환경보전프로그램 사업대상 마을 확대(읍 228, 면1,142개소) - 농업환경보전프로그램과 공익형직불제의 연계 추진

● 탄소중립 관점에서 기존 사업평가를 통한 사업정비와 성과관리체계

- 배경 및 목적 : 온실가스 감축량 및 관련 사업목표량 추진, 성과관리체계에 필요한 조직과 인력, 사업예산 명확화를 통하여 효율적인 성과 관리 및 탄소중립 실천 목표 달성
- 주요 내용(전체) : 기존 사업 중 탄소중립 실현과 위배되는 분야 사업 검토(축소, 확대, 일몰, 유지 등 결정), 농업재해보험 개선(사후위험 최소화, 포괄적인 범위로 폭넓게 보상), 탄소감축 활동을 위한 시설 투자 시 자부담 하향 조정 등 다양한 지원, 모든 정책과 사업 성과평가에 탄소중립영향평가 지표 포함
- 주요 내용(자부담 하향 조정) : 온실가스 배출저감을 위한 다양한 사업범위 확대, 사업비 자부담 비율 하향 조정(축사시설현대화사업, 축산분야ICT 융복합 확산사업, 가축분뇨처리지원사업 등)
- 주요 내용(기존 사업내용의 확장, 성과평가) : 현행 조사료생산기반 확충사업을 저메탄사료로 개발,보급하는 방향 포함, 이미 시행되었거나 시행 중임에도 애초의 기대만큼 나오지 못한 정책(사업)에 대한 구체적인 이행계획 수립 필요(예. 친환경농업 목표 미달성, 가축분뇨 에너지화 설치사업 미달성)

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바년스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 전기 및 수소용 농기계 기술 연구개발과 보급

- 배경 및 목적 : 노후 농기계 사용으로 인한 온실가스 배출량 증가 문제, 원인을 최소화하기 위하여 화석연료 기반의 농기계를 전기나 수소에 기반한 농기계로 전환하는 것이 목적
- 현황 : 최근 경유를 사용하는 트랙터를 수소 연료 전지로 전환하는 연구개발 사업 진행 중
- 주요 내용 : 화석연료 사용기반의 농기계 중 전기에너지 사용 가능한 농기계로 전환, 전기 및 수소용 농기계 상용화되는 시점에 농기계 임대사업소에 우선 보급, 전기농기계 등 개발·상용화 정도를 감안한 전기충전소와 전기수소충전소 설치 병행 추진, 개별 농가에게 확산 하도록 하는 지원하는 사업, 전기농기계 등 개발을 위한 R&D 투자, 면세유 공급대상 농기계(42종) 중 전기 전환이 가능한 농기계 우선 R&D 추진, 노후 농기계 고효율 전환사업으로서 노후 농기계 조기 폐차 및 고효율 농기계 전환 시 지원, 첨단 고효율 시설장비 보급 사업 등으로 농축산분야 고효율·저탄소 생산 장비의 점진적 확대 추진
- 사업 예시 : 노후 농기계(트랙터, 콤파인) 조기 폐차 지원사업
- 사례 : 일본 녹색식량시스템 전략 중 농림업기계 및 어선의 전화, 수소화 등에 관한 기술확립 지향 포함, 2050년까지 화석연료를 사용하지 않는 시설로 완전 이행 추구

* (사업 예시) 농업용 기계 에너지 사용 전환을 위한 노후 농기계 조기 폐차 지원사업

- 동급의 화물트럭에 비해 미세먼지 배출이 약 3배 이상 높은 2012년 말 이전에 생산된 노후 트랙터와 콤파인에 대해 연식, 마력별 차등해 조기폐차할 경우 지원금을 정액 지원하는 사업
- 2021~2022년 시범사업으로 추진됐던 노후농기계 폐차지원사업이 2024년부터 기획재정부의 예비타당성 조사를 통과함에 따라 2024년부터 정책사업으로 전환, 3년간 총사업비 1659억 원 투입, 노후농기계 폐차 지원
- 현재 2024년 정부예산에 반영되지 않아 진행 불투명한 상황에서 2024년 6월 21일부터 농업기계화 촉진법 시행령에 의해 방치된 농업기계를 2025년까지 지자체에서 강제 처분가능하도록 개정
- 사업규모는 총 2만5600대로 트랙터 2만1504대 및 콤파인 4096대, 2012년 말 이전에 생산된 트랙터와 콤파인 대상, 3년간 순차적으로 총 1659억 원 투입 예정, 연식·마력별 조건표에 따라 차등해 정액 지원, 대당 폐차지원금은 트랙터는 약 700만 원, 콤파인은 약 450만 원 내외로 예상
- 미세먼지 저감목적을 달성하기 위해 면세유 시스템 등을 통해 농작업에 활용되고 있는 트랙터와 콤파인을 대상으로 2021년과 2022년에 시범사업으로 추진돼 각각 100억원 및 200억원 사업비 투입
- 노후농기계 적용대상인 트랙터 약 2만1000대 및 콤파인 약 4100에 대해
- 법 시행에 앞서 현재 방치되어 있는 폐농기계의 소유주가 스스로 처리하여 자연환경의 오염을 방지, 탄소중립 실천활동에 적극 나서야 할 시기

* 자료 : 1. 당진신문(<http://www.idjnews.kr>, 검색일자 : 2024.04.10.)

2. 농축산기계신문(<http://m.alnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=7451>, 검색일자 : 2024.04.10.)

● 영농형 태양광¹⁴⁾ 관련 기술 및 기자재 우선 시공지원

- 배경 및 목적 : 영농형태양광 설치 시 기계화 작업 불리, 생육환경 관리(광량 및 빛 산란도 등) 어려움 등 기술적 한계 해소 R&D 지원 필요, 궁극적으로 온실가스 배출 감축에 기여
- 주요 내용(전체) : 농촌환경과 경관이 조화를 이루는 영농형 태양광 설치, 일반형(농촌)태양광 시공 및 설치보다 시공비용과 농지가 많이 드는 영농형 태양광에 대한 금융 및 기술적 지원방안, 영농형 태양광을 통한 생산물에 대해 '저탄소인증제'를 포함하는 방안 검토, 관련 법과 제도 정비 필요
- 주요 내용(제도기반) : 농지전용으로 시행중인 농가태양광은 축소 유도, 영농형태양광 별도입법, 농지법개정, 이 사업을 위해서는 제조회사와 협약이 필요, 영농형 태양광은 최근 규정한 농지소유주, 비농업진흥지역 등의 조건 제시될 필요성
- 주요 내용(지원정책) : REC 가중치 우대 또는 친환경직불제 단가 인상 등, 사업기간보장(10+10+a), 사후관리(영농 이행여부), 계통연계보장 및 비용 지원, 면적상한(100kw미만의 경우 한국형 FIT 적용가능), 자경농지 우선 시행
- 기대효과 : 영농형 태양광 보급 확대를 통해 소유주와 임차농 간 사회적 갈등 요인 해소

● 에너지 절감시설 지원과 연구개발 활성화

- 배경 및 목적 : 에너지 절감시설에 대한 지원과 관련 연구개발을 활성화하여 온실가스 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 시설원에 에너지 절감시설 지원으로서 보온·단열 성능 향상, 열회수장치 등 에너지 사용을 최소화하는 에너지 절감 시설·장비 지원, 예를 들면, 순환식 수막재배, 고효율 보온자재, 목질바이오매스, 다겹보온커튼, 보온덮개, 열회수형 환기장치 등 에너지 절감시설 설치 지원사업 등 확대, 피복재의 보온·단열 성능 향상, 열회수장치 등 에너지 사용 최소화 하기 위한 핵심기술 R&D 집중 지원

● 온실가스 감축기술 개발 투자 확대

- 배경 및 목적 : 온실가스 감축과 관련된 R&D 투자를 확대하도록 국가에 제안하여 현장에서 가시적인 성과로 연결, 궁극적으로 온실가스 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 온실가스 배출원별 신규 감축기술 개발, 생분해성 농자재 기술 개발, 온실가스 저감기술 효과 검증, 기후변화 대응 농업신기술 연구개발 및 보급, 기후변화 대응 연구기술 교육 및 경영형 학습농장, ICT 융합 노지작물 물관리 체계 구축 운영, 기후변화 대응 품종 개발 방제기술 개발(계속), 기후변화 대응 신품종 연구개발 확대, 임대형 실증 농장 등 농업인의 기술 실증화 테스트베드

14) 주 : 영농형 태양광이란, 농지에 태양광을 설치해 농업 생산과 전기 생산을 동시에 하는 방법을 말함.

● 정밀농업 전환을 위한 디지털 장비·기술 지원

- 배경 및 목적 : 정밀농업으로 전환하기 위한 데이터, 네트워크, 인공지능 등 장비와 기술을 지원함으로써 온실가스 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 농업 신기술 보급 거점의 고도화 운영(계속), 농업인이 활용할 수 있는 데이터.AI기반 기술 개발, 기후위기 기상정보 사전 활용 대응력 강화, 농업기상정보 제공 체계 구축, 충남지역 농림분야 온실가스 발생 및 기후변화 모니터링 체계 구축 사업

● 온실가스 감축 기술 현장보급 사업 강화, 확대

- 배경 및 목적 : 현장에서 수용가능한 사업, 실천가능한 사업 보급 확대를 통해서 탄소중립 실현 저변화, 궁극적으로 온실가스 배출 감축에 기여
- 주요 내용 : 현장기반의 온실가스 감축 실증 프로젝트, 현장농민이 주도하는 사업아이디어 발굴, 신규 온실가스 감축 기술 시범 프로젝트 추진사업
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 벼 재배 탄소감축 기술적용 시범사업(2021년, 9개소) 추진, 소 사육방식 개선 시범사업을 통해 최적 사육모델 도출, 기존 및 신규 감축 기술을 바탕으로 경종, 축산 등 감축 모델 확립(2025년까지), 농가 및 지역 등 다양한 유형으로 농가 온실가스 감축 지원, 농업 전후방산업과 연계한 온실가스 감축 특수목적 펀드 조성(150억 원 규모, 2021년부터 시행)

경종				축산				농촌					
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바년스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 농촌지역 재생에너지 설치 잠재량(생산)-에너지 소비구조 분석

- 배경 및 목적 : 재생에너지 기본계획 수립을 위하여 선결해야 할 것은 바로 재생에너지에 대한 실태를 파악하기, 농촌지역에 재생에너지 수요량과 공급가능량을 분석하여 인프라 구축에 활용, 재생에너지 기본계획과 정책설계에 활용
- 주요 내용 : 농촌지역 재생에너지 생산과 소비 구조 분석, 지역 내 에너지 공급과 소비 실태 조사를 바탕으로 지역재생에너지 공급 등 기본계획 수립 연결, 시설온실을 등록한 모든 농업경영체를 대상으로 에너지 사용실태 조사하여 감축 잠재량 파악, 에너지 사용에 영향을 미치는 요인 파악, 농경지 전자지도(팜맵)와 연계하여 도식화, 에너지 진단·컨설팅을 통해 마을별 에너지 사용량 확인 및 마을별 최적의 재생에너지 발전시설 설치 방안 도출
- 기대효과 : 농촌지역에서 사용하는 전력량을 재생에너지로 생산하기 위한 에너지 활성화 및 보급 확대 기반 마련 추진
- 사업 예시 : 충남 농업·농촌형 스마트그리드 체계구축 프로젝트(*자세한 사항은 7장 서술)

* (사업 예시) 충남 농업·농촌형 스마트그리드 체계구축 프로젝트
<ul style="list-style-type: none"> - 배경 : 현재 온실이나 축사 등에서 사용하고 있는 전력계통은 아날로그 방식이므로 기본적인 전력 사용량의 측정이 난해하여 에너지 소모량 파악 어려움. - 필요성 : 온실별, 축사별 에너지 소비량 분석에 기반한 에너지 제어 및 신재생에너지를 효과적으로 공급하기 위해서 정보통신기술(ICT)을 적용한 지능형 관리 시스템 필요 - 내용 : 신재생에너지의 생산량과 재배시설이나 축사의 에너지 수요량을 수집, 분석한 후 에너지의 수급조절이 가능한 스마트그리드 시스템 구축

● 에너지 계획량에 따른 입지 우선순위 도출, 로드맵 마련

- 배경 및 목적 : 농축산분야에서 저탄소농축산업기술 적용, 경종축산 자원순환농업 전개, 신재생에너지 확대가 주요 전략인데 이러한 전략들은 대부분 농촌 내 에너지 사용과 밀접한 관련이 있으므로 효율적·최적화된 에너지 사용 시스템 구축은 매우 중요, 그 중 입지 문제가 가장 어려운 데 지자체별 입지 우선순위를 자체적으로 보유해서 활용할 필요
- 주요 내용(입지 우선순위) : 농업·농촌 공공기관 유휴부지, 농업기반시설 유휴부지, 농민단체 및 관련 법인 등의 건물이나 시설 내 유휴부지, 농공단지를 비롯한 농촌지역 6차산업 관련 제조업체의 건물과 시설 및 유휴부지 등을 최대한 활용, 농지 중 휴경지 유형과 원인 파악, 입지 조건 등 고려하여 우선 재생에너지 시설 시공
- 주요 내용(로드맵) : 국제사회의 약속과 지속가능한 미래 달성에 필요한 필요충분 계획량 설

계, 단계적 로드맵과 연계하여 농촌주민 주도 및 수익 공유형 모델 개발, 재생에너지 경제성 확보를 위한 관련 부처 협의를 통해 소규모 농촌(일반+영농형)태양광에 대한 FIT 연장 등 중장기적 협의와 보장

- 기대효과 : 새로운 농촌 소득 및 일자리 확대, 새로운 농촌의 공익기능과 미래상 구현

● 온실가스 배출원 통계 구축 등 관리기반 구축(국가 제안)

- 배경 및 목적 : 온실가스 배출량과 감축량에 대한 산정·보고·검증 시스템 구축 필요한데 이를 위해서 가장 기초재료가 되는 것은 ‘온실가스 배출관련 통계’, 통계 구축을 통해서 온실가스 배출 관리기반을 마련하는 것 필요
- 주요 내용 : 기상·환경·토양·인공위성·드론 등 기후변화 연구기관 생산데이터 통합 관리하는 빅데이터 구축, 온실가스 배출 관련 통계 고도화를 위한 사전 전수실태조사, 탄소중립 이행 관리를 위한 실태조사, ICT, IoT 기술 등을 활용하여 실시간 통계 구축, 통계관리 및 데이터 추적, 분야별 온실가스 발생 관련 통계(DB) 구축, 우선적으로 시설원에 에너지 이용실태 DB 구축 먼저 시범사업 실시
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 농업분야 온실가스 배출원 실측 기반 통계 구축을 위해서 비료 사용량, 가축분뇨 발생·처리량, 에너지(화석연료·전기) 사용량 등 주요 배출원 통계 구축(2022년~2025년), 작물별 국가평균 온실가스 배출량은 한국농업기술진흥원 저탄소 인증제 담당 부서에 있으므로 이를 활용(저탄소 농축산물 인증제 시행지침 의거)

● 온실가스 산정방법 고도화, 온실가스 인벤토리 개선(국가 제안)

- 배경 및 목적 : 농축산분야의 탄소중립 실현을 위하여 다양한 감축수단을 이행했을 때 정확히 탄소배출 감축량 산정 불가로 여러 가지 감축수단에 대한 신뢰도 저하
- 현황 : 국가가 제시한 13개의 온실가스 감축수단(논물관리, 농경지관리, 장내발효, 가축분뇨, 생산성 향상 기술, 에너지 전환 및 이용 효율화 기술 등) 배출량 추정치 외에 정확한 감축수단별 온실가스 배출량 산정 불가, 감축수단별 온실가스 배출계수 인벤토리 구축 부재하면서 지역단위 온실가스 배출 감축 달성목표치 부정확한 현상 발생
- 주요 내용 : 농법과 토양 특성에 따른 농경지 탄소 축적변화계수 개발, 양분수지 산정방법 확립, 국가 단위 온실가스 배출 및 흡수에 대한 고유 배출량 계수 보완 및 개발, 물관리 고도화 등 기술수준에 맞는 배출량 계수 개발 등 국가에 제안
- 국가 사업 및 국가 추진계획 : 온실가스 감축이행 평가를 위해 통계자료 개선 및 배출량 산정 방법 고도화 등 국가 온실가스 인벤토리 체계 개선, 개정된 국제 기준 및 최신 연구결과를 반영하여 배출계수 세분화(Tier1 → 2, Tier2 → 3), 기존 개발된 배출계수(총 30종으로서 경종 24종, 축산 6종)를 변화된 상황 고려하여 지속적으로 검증·보완 추진, 배출원별 국가고유 온실가스 배출·흡수계수를 개발, 검인증·등록하여 온실가스 감축 촉진

* (경종) 복합감축 효과 연구, 미생물 활용 감축 기술개발 및 IPCC 등의 국외 감축기술 평가

및 현장 적용(농촌진흥청, 2022년~2023년)

- * (축산) 가축 장내 발효 메탄 저감을 위한 사료개발 및 가축분뇨 유래 온실가스 저감 처리기술 등 개발
- * (공통) 국내 도입 초기 단계인 바이오차 등 토양탄소 격리기술 개발·검정 및 조기 실용화(농촌진흥청, 2022년~2023년)

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저바너스 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공동기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 탄소중립 농업경제 활성화 지원을 위한 근거 법률 및 자치법규 제정

- 배경 및 필요성 : 농식품 탄소중립 추진전략 효과적 이행을 위한 개별법 및 조례 제정 고려
- 목적 : 사업별·분야별 산재한 탄소중립 관련 정책을 종합적, 체계적으로 규정할 수 있는 별도 개별법 및 조례 마련
- 주요 내용(탄소중립 감축 지원조례) : 탄소중립 정책에 선도적인 충청남도에서 농업분야의 자치법규(조례)로 '충청남도 농업·농촌 온실가스 감축과 탄소중립 농업경제 활성화 지원 조례(가칭)'를 제정하고, 농업·농촌의 온실가스 감축을 지원할 수 있는 명시적 근거 마련
- 주요 내용(농어민수당 지원조례 개편) : 탄소중립 농업의 농업인 실천을 촉진하고 그에 상응하는 경제적인 인센티브를 마련하기 위해 '농어민수당 지원조례'를 온실가스 감축 조건 이행 전제로 추가 지원

● 농촌에너지전환법 제정

- 배경 및 목적 : 농촌에너지 전환 종합계획 수립하여 농촌에너지 전환을 체계적으로 추진
- 주요 내용 : 지역 내 에너지 공급과 소비 실태조사를 바탕으로 지역재생에너지 공급 등 기본계획 수립, 농민 및 농촌주민이 참여하는 지역 민관 거버넌스 구조 설치 의무화, 농촌공간 계획과 연계하여 에너지자립권역 지정, 바이오가스법에 따라 환경부와 농식품부 적극 시행

● 신재생에너지법 개정(20.10.20)

- 주요 내용 : (법 제27조의2) 신재생에너지 설비가 설치된 지역주민은 출자,협동조합 참여 등 방식으로 해당 지역의 신재생에너지발전사업에 참여가능하며, 발전사업자는 주민참여로 인한 REC가중치 수익을 지역주민에게 제공
- 사례 : 독일의 지역사회와 주민 참여 태양광 발전사업의 특징은 ① 사업 지분 20% 주민소유 의무화법 제정, ② 주민참여 협동조합 설립 활성화(16만7,000명, 1조8,400억 원 투자)
- 사례 : 2016년 신안군 휴암마을 태양광 폐염전 활용하여 설치, 주민 지분 30% 참여하고 협동조합 방식으로 태양광 발전이익 공유, 전국 최초(2018년 9월)로 '신재생에너지 개발이익 공유 등에 관한 조례' 제정, 실거주자 266명 중 55%인 147명이 조합원으로 참여하여 1인당 연간 400만원 소득 창출

경종				축산					농촌				
생산	유통	판매 소비	폐기 및 재활용	사료급여	가축분뇨 처리 및 관리	축산소비	사육환경	가축분뇨 활용	재생에너지 인프라 구축	저탄소 구성 및 운영	재정지원 등 제도기반	기술개발 지원	통계구축
공통기반(법률 제개정 등)													
정부정책 연계 및 국비확보 가능한 사업 예시													

● 농식품부 국비 확보 가능한 사업

- 농촌유희시설 활용지역 활성화(리모델링), 배출권거래제 외부 사업, 공익직불금(선택형 : 경관보전직불제), 신재생에너지시설 지원, 저탄소 에너지공동이용 시설, 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업, 농업·농촌 RE100 실증지원 등 약 7개 사업

5. 탄소중립 실천을 위한 10대 선결과제¹⁵⁾

- ① 국가 전체 온실가스 분야별 배출량 다른 농축산업 분야의 부문별 감축수단, 이로 인한 농민에게만 일방적으로 요구되는 과도한 시선 교정
 - 국가 온실가스 배출량이 2018년에 약 7억 톤CO₂eq, 이중 에너지 사용에 의한 탄소배출량이 약 84%, 비에너지 부문이 16%, 그러나 농업부문은 24백만 톤CO₂eq.으로 국가 전체 탄소배출량의 약 3%를 차지하고 있으며, 농업부문은 국가 전체 탄소배출량 비중과 달리 비에너지 부문은 95%, 에너지 부문은 5% 차지하는 현실
 - 농업분야도 온실가스 감축에 당연히 동참해야 한다고 얘기되지만 배출량 비중이 낮은 농업 분야(2019년도 기준으로 생산만을 놓고 볼 때 에너지를 제외한 비에너지 부문의 배출량 비중은 3.0%)가 반드시 탄소중립을 해야 하는지에 대한 의문을 가진 것도 사실(* KREI 농업인 설문조사 결과, 농업의 탄소중립 목표 인지비율은 43%, 농축산업이 온실가스 배출원임을 인지하는 비율은 40%로 상대적으로 저조한 편)
 - 농업 부문의 온실가스 배출량 감축을 위한 노력이 에너지 부문보다 비에너지 부문에 더 많은 정책을 수립하고 있고 본 연구에서도 농업의 비에너지 부문을 많이 할애하면서 과도하게 농민만을 대상으로 감축이행을 강요한다고 볼 수 있는 여지, 이러한 시선은 교정 필요
 - 이 모든 과제는 농민만에게 강요해서도 안 되고 농민만이 실행할 것이 아님을 강조하고 지역에서 누가 실천할 것인가 등 추진 주체에 대한 깊이 있는 고민 필요, 강압적이지 않는 사업, 농촌마을의 환경과 경관 간 조화를 이루는 방식의 사업방식 도출
 - 예. 마을경관지킴이, 마을정원사 등으로 명명하고 관련 사업 구상
- ② 행정 내 정책·사업 간 상호충돌하는 부분 교차점검
 - 탄소배출 저감을 위해서는 유기물의 투입 최소화과 적정 생산량 유도, 양적 증대보다 질적 증대가 필요한데 농업기술원에서는 다수확 품종 기술 개발 연구를 하는 상황
 - 탄소배출 저감을 위해서는 가축사육두수를 감소시켜야하는데, ICT 축산단지 집적화를 통해서 가축사육두수 증가시킬 수 있는 환경이 마련된 상황
 - 탄소배출 저감을 위해서 로컬푸드 확대(거리 줄이기)가 필요한데 농식품 수출확대를 정책목표로 삼고 열심히 발로 뛰는 상황

15) 자료 : 1. 경향신문(농축산 탄소중립 중심 '축분'...에너지잡채력 '무궁무진')

(<http://www.kharn.kr/news/article.html?no=19560>, 검색일자 : 2024.04.01.)

2. 농민신문(저메탄사료 보급 늘린다더니...공식 인증은 '0전')

(<https://www.nongmin.com/article/20240419500768>, 검색일자 : 2024.04.21.)

3. 한국농촌경제연구원(2022), 농업전망 2022.

주 : 전문가 자문(한국농촌경제연구원 정학균 선임연구위원, 국회입법조사처 김규호 입법조사관)을 토대로 작성함.

● ③ 온실가스 배출량 산정에 있어서 아직 정교하지 못한 감축수단

- 물대는 기간을 짧게 하면 그만큼 수생생물의 생물다양성이 감소한다는 연구 결과가 많음
- 친환경농업 실천 농가 대부분이 우렁이 농법을 하는데 우렁이 농법은 물을 빼면 잡초가 발생해 오히려 물을 깊게 대는 경향이 있음 → 친환경농업 확대와 물대기 기간 간 배치

● ④ 마을주민 수용성 한계 극복(주요 감축수단별 주민수용성 진단 결과 <부록> 참고)

- 악취도 있지만 축분에 대한 무조건적인 혐오가 가장 크게 작용, 축분에너지화시설은 악취로 인해 주민 삶의 질 하락과 함께 부동산값이 떨어져 지역개발이 제한된다는 우려로 대표적인 님비(NIMBY)시설로 인식, 축분을 활용해 바이오에너지를 생산하고자 하는 지자체, 민간사업자들은 주민수용성 등의 한계를 극복해 나가야 하는 상황

● ⑤ 농민의 수용성 한계 극복(주요 감축수단별 주민수용성 진단 결과 <부록> 참고)

- '2050 농식품 탄소중립 추진전략'에는 간단관계 실시, 농경지 질소비료 투입량 감소, 바이오차 토양개량제 보급, 저메탄사로 보급 등 저탄소농업 기술들과 기술별 감축목표 제시
- 그런데 이러한 감축기술을 적용하게 되면 고투자비용, 노동력 증가, 한시적 생산성 감소 및 농산물 품질 저하 등 적지 않은 소득 감소요인이 발생하기 때문에 농업인들의 기술 수용성이 낮은 상황에 직면
- 농업인이 수십년간 해왔던 관행농법에 변화를 줘야 하는데 당위성 가지고 변화를 이끌기보다는 체계적인 지원프로그램 필요
- 이미 현장에선 집단화돼 있어 농기계를 공동으로 사용하거나 유통 판로에 집단화돼 있어 조력체계 새롭게 짜기, 농민들이 농업환경 보전 프로그램 마을의 공동공간 보존은 눈으로 보이는 피드백이 확실해 전환에 효과를 경험 축적 필요
- 예. 탄소를 줄이면 생물이 다양성이 이뤄지고, 얼마나 경제적 가치를 가지는지 데이터로 농민에게 전달하는 상호작용으로 이뤄져야 할 것, 기관에서 공동연구로 평가지표 앱을 개발하는 것, 담당자를 정하고 지원시스템 구축(농업전망 2022)

● ⑥ 부처별 관련법 산재로 원활한 사업추진 어려움 극복, 사업연계 절실

- 관련업계는 바이오매스관련 법령정비 등 제도개선, 안정적인 사업추진을 위한 범정부 컨트롤 타워 출범 필요
- 부처별 사업연계를 통한 지역개발사업 정책화 필요(예. 환경부의 친환경에너지타운사업, 농식품부의 스마트농축업단지조성사업 등 지역경제와 연계한 사업모델 제시, 축분에너지화시설이 단순히 가축분뇨 처리사업이 아닌 지역개발사업화할 수 있는 총괄 사업계획 수립 필요)

● ⑦ 세부 기술개발이 경제성 확보할 수 있는 수단으로 연결

- 축분 펠릿은 생산과정에서 축분에 함유된 수분건조를 위한 열 다량 필요하나 현재 축분펠릿 저위발열량 기준은 3,000kcal/kg으로 기준을 충족하기 위한 생산단가가 높으며 이를 완화하거나 환경부에서 추진하고 있는 통합 바이오가스화사업과 같이 축분펠릿 제조시 일정량의 타 유기성 폐자원 혼입방안 검토 필요(*축분펠릿의 경제성을 향상시키기 위한 방안 마련을 위해 '태양열(광), 지열 등 재생에너지를 이용한 바이오매스(축분) 조사연구' 과제 진행 중)
- 비용효과적이면서도 현장에서 농업인들이 용이하게 적용할 수 있는 새로운 감축 기술을 지속적으로 개발 필요(예. 전기 및 수소 농기계 연구 개발 가속화)
- 농가에 보급되고 있는 저탄소농업 기술이 제한적이어서 향후 비용 효과적인 감축기술을 발굴하는 노력이 꾸준히 이루어져야 할 것
- 경제성 확보를 위해서 기술발전도 중요하지만 REC 등 관련제도 정비로 통해 사업성 향상, 수요처 확대할 수 있는 기반 마련 필요

● ⑧ 정책설계에 따른 각종 인프라 개발 동시 진행

- 정책적으로 자발적 온실가스 감축사업, 저탄소농축산물인증제 사업, 환경부의 배출권 거래제 외부 사업 등 농가의 자발적 참여 시 인센티브와 규제를 적절히 조합해 최적의 설계 필요 (농업전망 2022), 저탄소농업 기술에 대한 농가 수용성 제고를 위해 부문별 경제적 인센티브 지원 차등 접근
- 비에너지 부문 기술 적용하는 농가 : 생산성 감소, 노동력 증가를 가장 우려함에 따라 공익·선택형 직불제 개선을 통해 저탄소농업을 실천하는 농가 지원 필요
- 에너지 부문 기술 적용하는 농가 : 초기 설치비에 대해 큰 부담이 있으므로 시설설치비의 자부담 비중을 지금보다 축소(중앙정부 부담 비중 확대) 필요
- 정책은 설계되었으나 인프라 부족의 대표적인 예로서 저메탄사료 개발 및 보급사업, 이는 가축 성장단계에 따른 급여량에 맞게 첨가한 사료로서 과학적 검증을 거쳐 가축의 건강과 생산성, 축산물 안전성에 영향을 미치지 않아야 하는데 부족한 실험기관 인프라, 현재 2024년 4월 기준으로 공식인증 0건인 현실

● ⑨ 정보제공 및 인식전환 노력

- 환경을 고려하는 탄소중립 농업이 초기 고비용 투자, 노동력증가, 한시적 생산성 감소 등 부담이 되지만 장기적으로는 경영비를 줄일 수 있으며, 정부의 지원이 확대될 수 있는 계기가 될 수 있다는 인식(예. 다겹보온커튼, 수막재배 등 에너지 절감 시설 활용과 지열, 공기열 등 신재생에너지를 이용해 온실가스 저감, 지열이나 공기열을 도입하게 되면 화석연료를 사용할 때 비해 난방비 감소, 노지 과일 재배 시 풋거름 재배통해 화학비료 사용 대체, 배출권거래시장 외부사업을 통해 새로운 소득원 창출 가능)

● ⑩ 경종, 축산, 에너지 분야별 실천주체의 정책수용성과 기술적 한계 극복

경종 분야 : 농업인 수용성 높려면 인센티브·세제감면·직불금 도입 검토(출처 : 정학균, 농업전망 2022)

- 간단판개, 바이오차, 저메탄사료 등 감축수단을 썼을 때 농업환경지불금을 지급하는 방안 제안
- 감축목표도 2030년 단기와 2050년 중장기로 구분해 단계적으로 추진하되 인센티브로 농업인이 감축기술을 채택하도록 유도
- 농업인 단체 등과 협력해 저탄소농업 활성화의 공감대를 형성하고, 감축실적에 대한 시스템 구축
- 현행 농업환경보전프로그램의 개인활동에 바이오차와 저메탄사료 보급을 추가하고, 단체활동엔 중간물떼기와 후 걸러대기 등을 추가, 추가비용과 소득손실기준을 정하는 것 필요
- 저탄소 농축산물의 시장이 차별화되지 않다보니 농가 참여도가 낮기 때문에 홍보와 개선방안 필요
- 기후변화 대응을 지원하는 전문센터 설립과 온실가스 배출량과 감축량에 대한 시스템 구축, 배출계수와 배출량 산정방법 고도화 필요

주 : 저자가 요약, 재구성함.

축산 분야 : 사육기간 단축 시 농가수익 감소...사양관리기술 개발이 관건(출처 : 이용진, 농업전망 2022)

- 축산업의 탄소중립은 온실가스 배출과 환경문제 감소와 완화에 초점 맞추기
- 저탄소 사양관리로 전환하기 위해 한육우는 출하월령 단축과 증체량·사료효율 향상, 젖소는 초산월령 단축·산유량과 경제수명 향상, 돼지 모돈과 비육돈 생산성 향상을 이뤄야 하며, 가축의 생산성은 유지하면서 탄소저감 사료 개발과 보급
- 일본의 J-크레딧처럼 온실가스 감축 기여분을 인증하는 시스템 도입도 추진해 시장에서 차별화
- ICT 기술을 바탕으로 한 스마트 축산단지로 환경문제와 방역문제를 완화하고, 가축분뇨의 신재생에너지로 전환하거나 정화해 처리방식 다양화, 축사환경 개선과 악취저감 기술개발 중요

주 : 저자가 요약, 재구성함.

에너지 분야 : 신재생에너지 보급에 주민갈등 조정하고 환경영향평가 강화해야(출처 : 서대석, 농업전망 2022)

- 신재생에너지가 농업에 적용하기 위해선 넘어야 할 문제
- 연료전지 : 400kW급이 대기업이 상용화해 전국에 공급되는데 농촌에는 배관망을 추가 연결, 가격도 면세유 대비 적게는 2배 많게는 8배 비싼데 이를 해결할 필요
- 수소 : 아직 기초연구단계로 지역별로 집단화된 폐양액 등의 수집과 관리체계 우선
- 태양열 : 축열조의 물을 데워 난방과 온수를 이용하는 것인데 농촌주택의 열공급원으로 적용하려면 주변에 대 단위 집열판과 축열조, 개별적 공급망 설치 필요
- 태양광 : 시설원에 등 단위농가당 RE100보다는 지자체와 국가단위 탄소중립에 적합
- 바이오에탄올과 펄릿 등 바이오에너지 : 경제성과 가공과 운반 시 경비지출 최소화가 관건
- 풍력 : 설치가능지역을 중심으로 지역 RE100 검토 필요
- 지열 : 전기보일러보다 높은 에너지효율을 가지고 있지만 높은 사업비와 관리비 관건
- 축산분뇨와 폐목 : 경제성 부족과 민원문제 해결(농업전망 2022, 서대석)
- 에너지 전환을 이루려면 범부처와 관련 위원회가 설치지역 주민 이해와 갈등 조정, 이익 공유방안 모색
- 주민 또는 마을 주도로 거버넌스를 짜 사전계획단계부터 환경영향평가 강화
- 관련 기술 개발에 나서 신재생에너지의 투자비용과 운영비 감축, 기본수익을 보장, 저탄소 직불제 도입 검토

주 : 저자가 요약, 재구성함.

07

제안 : 추가 신규 프로젝트

1. 프로젝트① : 산업과 농업 상생모델로서 충남 지역 에너지 및 탄소 순환¹⁶⁾

- 배경 및 필요성, 목적 : 기존 계획은 농업-농촌의 단독적인 전략, 추진과제를 규정하는 방식으로 전개되고 있으나 광역 단위 계획에서 전산업·전체공간과 충남 농업·농촌과의 상호 관계에 주목하여 현실적인 모델을 강화하는 방안 모색도 추가로 필요
- 내용 : 온실가스 배출 취약지역 (서산, 태안, 당진 등)에 대한 전략적 탄소중립 추진 클러스터 모델 시범지역 구성, 발전소는 스마트팜, 사이트는 태안 이원지구
- 사례 : 네덜란드 그린포트 웨스트홀란드의 로테르담항 산업단지 간 열에너지, 이산화탄소 그리드 추진 사례 참고

◆ 그린포트 웨스트홀란드 (Green Port West-Holland, 출처 : 2023년 현장조사 결과)

- 추진배경 : 탄소중립 실현을 위하여 화석연료 사용 감축과 에너지가격 급등, 에너지 가격 급변동에 따른 시설원예산업의 위기 해결을 중요한 과제로 추진 중, 파리협정에 따른 온실가스 배출 감축, 2020년 코로나19팬데믹, 2022년 우크라이나-러시아 전쟁 등 에너지·물류 체계의 위기와 급격한 비용 상승 발생
- 내용 : 네덜란드 로테르담 항과 연결해 있는 웨스트란드 시를 중심으로 대규모 시설원예 단지가 형성되어 있고 “그린포트 웨스트홀란드”로 시설원예단지 클러스터 구성
- 광역자치체인 Suid-Holland와 Barendrecht, Westland 등 11개 기초지자체와 2개 지자체 공동조직¹⁷⁾, 유리온실협회·라보뱅크 등 산업체, 헤이그대학·와게닝겐대학 등 교육·연구 조직이 참여하는 산·학·관·연이 파트너십 구축
- 특히 웨스트란드는 로테르담항과 인접하여 주요한 네덜란드 원예산업 기업들이 밀집해 있는 지역으로서 사업하기 적절한 지역
- 1960년대 이후부터 유리온실이 집중되기 시작하여, PRIVA 등 유리온실 인프라·데이터 기업과 관련 산업체의 본사가 입지하는 등 네덜란드에서도 시설원예산업의 중심지 역할

16) 주 : 전문가 자문((사)농정연구센터 장민기 소장)을 토대로 작성함.

17) 주 : 광역물관리공사 Hoogheemraadschap van Delfland, 로테르담·헤이그 메트로폴리탄 MRDH (21개 지자체 공동 메트로폴리스 집행조직)

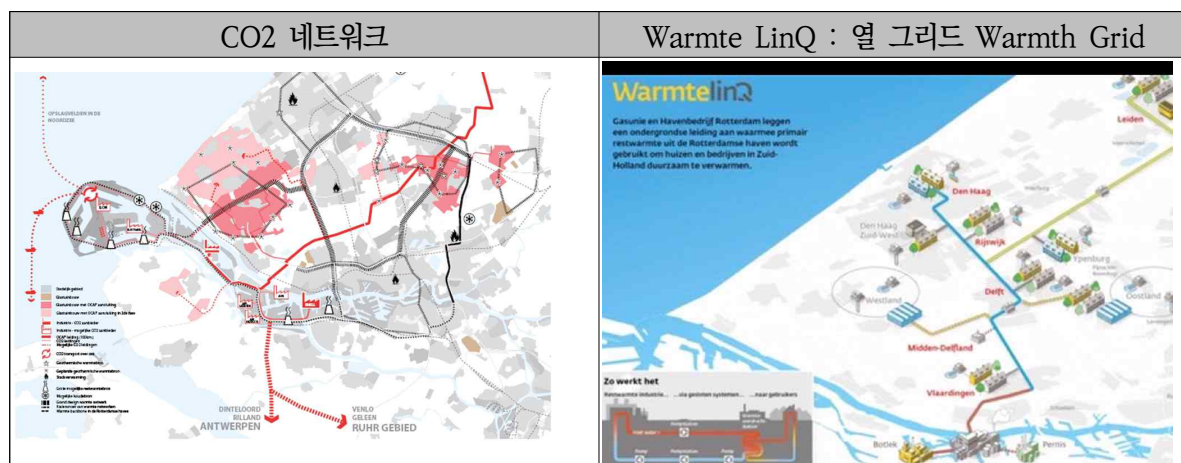
- 네덜란드 유리온실협회 Glastuinbouw Nederland, World Horti Center, Royal FloraHolland 등 주요 분야별 협회·조직들 활동 중
- 로테르담 항구 지역의 발전소, 제조업체 등에서 발생하는 폐열과 이산화탄소를 파이프망으로 연결하여 웨스트란트 지역 온실에서 활용하는 지역자원 순환 프로젝트 추진 중

〈그림 7-1〉 네덜란드 그린포트 웨스트홀란드 지도



자료 : Marga Vintges (2023.10.), Greenprot West-Holland [연구진 현장방문 설명 자료에서 발췌].

〈그림 7-2〉 네덜란드 그린포트 웨스트홀란드 : CO2 및 열 그리드



자료 : Marga Vintges (2023.10.), Greenprot West-Holland [연구진 현장방문 설명 자료에서 발췌].

2. 프로젝트②: 충남 마태새 석탄화력발전소 폐열 활용한 시설원에 온배수 공급¹⁸⁾

- 충청남도(2023)의 “충청남도 탄소중립 특별도 추진전략 연구용역보고서”에 의하면, 석탄화력 발전소에 의한 에너지 생산으로 2019년 온실가스 배출량이 62%인데 이를 석탄발전 전환 등으로 온실가스 배출량을 2035년 50%, 2045년 100% 감축 가능
- 전국 석탄화력발전소가 국내 58기 중 충남에 29기(50% 차지)가 있는데 정부는 2036년까지 14개를 단계적으로 폐쇄할 예정으로서 충남도는 정부가 석탄화력발전소를 폐쇄하는 방안을 적극 수용하여 탄소배출량 감축 추진 중요
- 발전소 온배수를 시설단지의 난방 열원으로 활용할 경우 경유 대비 에너지비용을 70~80% 절감할 수 있는 것으로 알려짐. 또한 온배수를 시설단지에 활용할 경우 해양생태계에도 긍정적으로 작용
- 발전소 온배수를 활용한 시설단지 조성 및 이를 통한 지역 농업의 고부가가치화, 농가소득 증대의 계기를 마련하고, 온배수라는 미활용에너지의 활용을 통한 국가의 온실가스 저감 정책에도 기여
- 태안군의 경우 지역 내 화력발전소로부터 온배수 공급이 가능하고 광활한 간척지가 조성되어 있어 시설단지 조성이 용이
- 농가 측면에서는 경영비 절감, 농업의 고부가가치와 농가소득 향상이며, 에너지 측면에서는 미활용에너지 활용, 신재생에너지 보급확대, 환경오염분해 해결

〈그림 7-3〉 폐열 활용한 시설원에 온배수 활용 시설단지 구상



자료 : 김연중 외(2011), 「농업부문 에너지 수급 전망과 청정에너지 농업시스템 구축방안(2/2차연도)」, 한국농촌경제연구원.

18) 주 : 전문가 자문(한국농촌경제연구원 김연중 명예선임연구위원)을 토대로 작성함.

3. 프로젝트③ : 충남 농촌지역의 RE 100 마을사업 활성화¹⁹⁾

- 기본개념: 지역에서 발생하는 음식물쓰레기, 가축분뇨 등을 활용하거나 자연력을 이용하여 마을에서 필요한 에너지를 생산·공급하는 RE100 순환형 마을
- 기본 방향: 지역 내 가용자원을 활용하는 재생에너지 생산시설을 마을에 설치하여 자체 필요 에너지 공급, 에너지 생산뿐 아니라 주민들의 에너지 절약 등을 통해 자립형 마을공동체 형성과 지역경제 활성화 도모
- 추진 전략: 삶의 질 향상 및 지역공동체 형성(Community building) 차원의 종합적 접근, 에너지 절약 주민 실천, 중앙-지방-주민공동체로 연계된 거버넌스 체계 확보

〈그림 7-4〉 농촌지역의 RE100 기본 개념도와 마을사업 기본방향



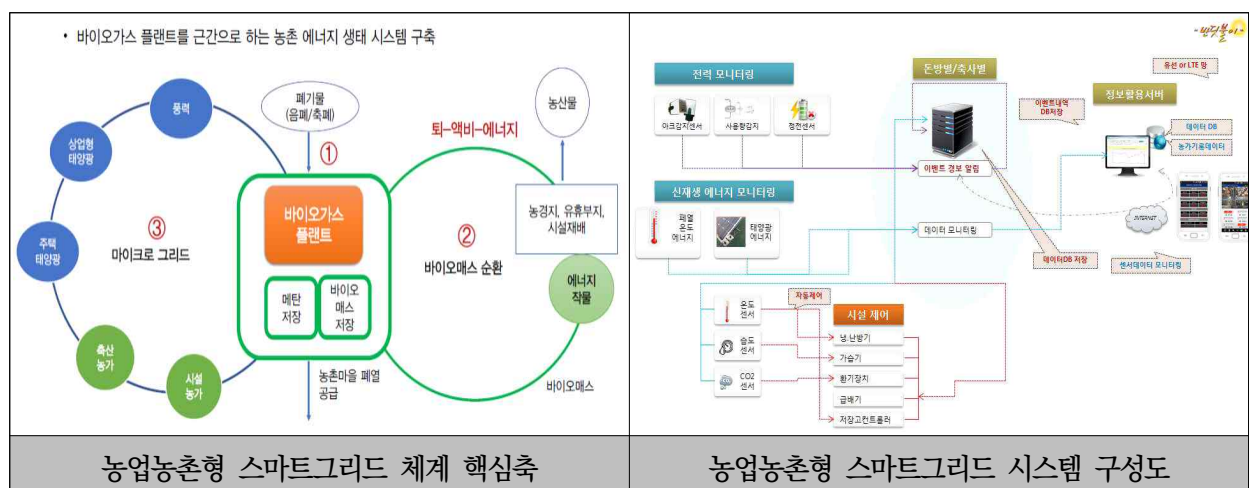
자료 : 김연중 외(2011), 「농업부문 에너지 수급 전망과 청정에너지 농업시스템 구축방안(2/2차연도)」, 한국농촌경제연구원.

19) 주 : 전문가 자문(한국농촌경제연구원 김연중 명예선임연구위원)을 토대로 작성함.

4. 프로젝트④ : 충남 농업 농촌형 스마트그리드 체계구축²⁰⁾

- 농업농촌형 스마트그리드 체계란 농업농촌 내부에 존재하는 바이오매스와 재생에너지를 이용하여 전기, 열을 생산·이용하는 과정에서 이를 가장 효율적으로 운영하는 시스템
- 농업농촌형 스마트그리드 시스템은 바이오매스의 활용을 위한 바이오가스플랜트 시스템과 재생에너지를 활용한 마이크로그리드 시스템의 두 개 축을 의미
- 농업농촌형 스마트그리드 구축 방향은 농업농촌의 바이오매스 순환과 마이크로그리드를 연계하여 농업농촌의 에너지 서비스 향상, 지역주민의 에너지비용 절감, 지역 내 고용확대 등 지역발전의 선순환 구조 창출하는 시스템
- 바이오가스플랜트는 축산분뇨, 음식물쓰레기 등 폐기물과 지역 유기물의 혐기성 소화로 메탄 가스를 생산, 포집 후 메탄 활용한 열병합발전으로 전기와 에너지 생산 가능
- 바이오가스플랜트 원료물질은 폐기물 외에도 지역의 특성에 맞는 에너지작물 재배하여 활용함으로써 플랜트 효율 향상, 유휴부지도 활용하는 효과 가능, 열병합발전에서 발생하는 폐열을 영농활동뿐만 아니라 마을에서 활용하는 모델 가능
- 마이크로그리드 시스템은 풍력, 태양광 등 지역 내 전력생산의 변동성이 큰 에너지원과 연계한 분산형 전력사업을 의미, 여기서 생산된 에너지는 기본적으로 지역 주민이 활용하되 에너지 소비량이 많은 시설원예, 축산농가 등과 연계할 수 있는 시스템 구성할 필요

〈그림 7-5〉 농업농촌형 스마트그리드 체계 핵심축과 시스템 구성도



자료 : 농림축산식품부(2018), 「동물복지 실현을 위한 ICT기반 에너지순환형 축사환경 관리시스템개발 최종보고서」.

20) 주 : 전문가 자문(한국농촌경제연구원 김연중 명예선임연구위원)을 토대로 작성함.

5. 프로젝트⑤ : 축산밀집지역에 맞춘 충남형 바이오에너지 활성화 사업²¹⁾

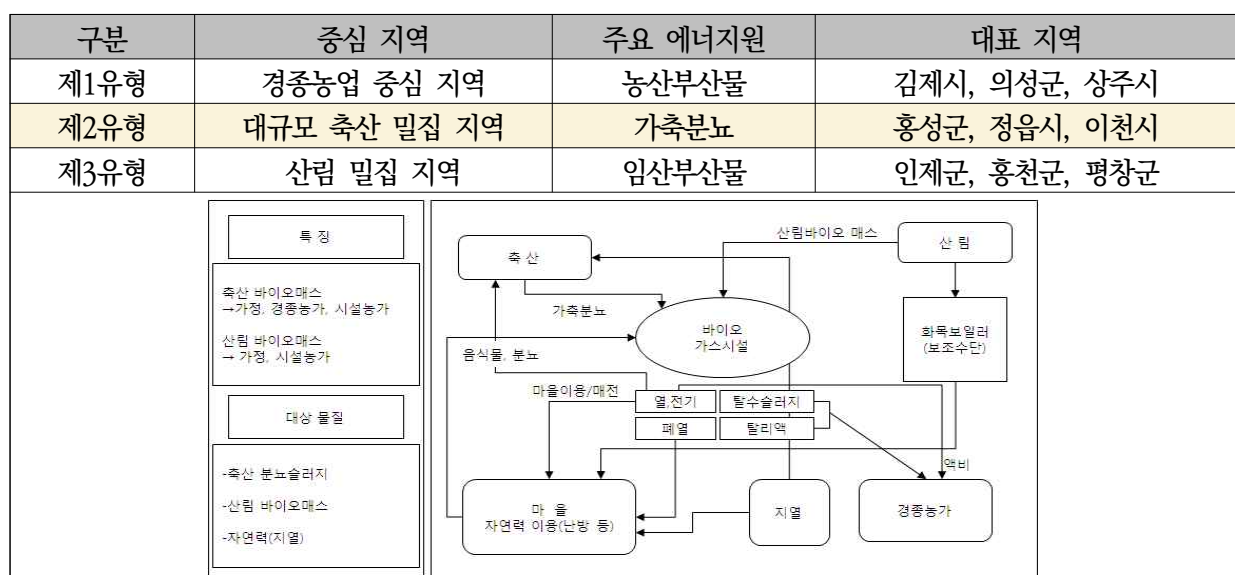
● 바이오에너지원 기준의 농업·농촌 유형 구분(〈그림 7-6〉 참고)

- 농촌지역은 지역의 특성에 따라 부존자원이나 재생에너지원의 잠재량에 차이가 있으므로 이를 유형화한 에너지시스템 구상 필요
- 이를 바탕으로 유형별 스마트그리드 체계를 구축하는 것이 바람직한데 바이오에너지를 기준으로 할 때 크게 3가지 유형 구분 가능
- 제1유형은 농산부산물 활용 용이한 지역으로 주로 평야지역, 김제시, 의성군, 상주시 등
- 제2유형은 가축분뇨 활용 용이한 지역으로 대단위 축산 사육하는 홍성군, 정읍시, 이천시 등
- 제3유형은 임산부산물 많이 활용이 용이한 산간지역으로 인제군, 홍천군, 평창군 등

● 대규모 축산 밀집 지역의 에너지 이용 체계 구상(〈그림 7-6〉 참고)

- 대규모 축산농가가 밀집되어 있는 지역에서는 축산농가로부터 수거된 축분을 바이오가스 시설을 통해 열과 전기를 생산 가능, 이를 다시 시설 및 축산 등의 영농활동으로, 가정용 난방, 마을회관 등 공공시설 이용으로, 한전에 매전하여 수익 창출로, 바이오가스를 생산하고 남은 소화액 및 슬러지는 경종농가의 액비 사용으로 자원순환농업 실천 가능
- 대규모 축산이 밀집되어 있는 지역에서도 지열, 태양열 등 재생에너지원을 이용하여 열과 전기 생산이 용이, 생산된 열과 전기는 생산활동과 농산물 건조, 가공, 가정난방, 마을 공동시설에서 활용할 수 있으므로 열과 전기가 통합관리 시스템 중요

〈그림 7-6〉 농업·농촌 유형 구분과 대규모 축산 밀집 지역의 에너지 이용 체계 구상



자료 : 김연중 외(2011), 「농업부문 에너지 수급 전망과 청정에너지 농업시스템 구축방안(2/2차연도)」, 한국농촌경제연구원.

21) 주 : 전문가 자문(한국농촌경제연구원 김연중 명예선임연구위원)을 토대로 작성함.

〈부록_표 1〉 경종 분야 기초 통계자료(농온실가스 인벤토리 제작 기준치 모음집)

감축수단	감축수단 이행결과	참고문헌
쌀 온실가스(이산화탄소) 배출량	· 쌀 : ha 당 8.5톤CO ₂ eq 배출, 콩 대비 14.9배 배출량 · 쌀 1kg 탄소배출량 : 커피의 24%에 불과 · 농업 부문에서 배출하는 전 세계 온실가스 배출량의 10% 차지 · 농업 부문에서 배출하는 전 세계 (인위적)메탄 배출량의 9~19% 차지	
쌀 온실가스(메탄) 배출량	· 충남의 경우 : 2021년 기준 충남지역 전체 메탄 배출량은 총 355만 2000톤, 이 중 농축산업은 299만 6500톤(84.3%) · 농축산업 메탄 발생율 : 벼 재배 38% , 소 장내 발효 26%, 가축 분뇨 20%, 매립 9%, 하수.폐수.분뇨 3%	
기타 밭작물 온실가스 배출량	· 콩 : ha당 0.57톤CO ₂ eq 배출 · 참깨 : ha당 0.75톤CO ₂ eq 배출 · 봄감자 : ha당 0.99톤CO ₂ eq 배출	
논물얹개대기	· (상시답수에 비해서) 온실가스 배출량이 63% 감축	(농촌진흥청, 2018)
중간 물떼기	· (상시답수에 비해서) 온실가스 배출량이 25.2% 감축	(농촌진흥청, 2018)
논에 타작물 식재(콩 재배 등)	논 5만 ha, 콩 재배 시 감축량 394,500톤~396,500톤 CO ₂ eq	
논에 타작물 식재(밀 재배 등)	토양탄소 증가(1톤) 시 밀 수확량 20~40kg/ha 증가(이유: 토양 속 탄소저장 확대 시 작물생산성 향상)	
토양의 탄소저장 가치 환산	· 대기의 2~3배 · (토양탄소격리 통해서) 매년 배출되는 탄소의 10~15% 저장 가능 · 대기 중 탄소저장량 760Gt CO ₂ eq · 토양 중 탄소저장량 2,500Gt CO ₂ eq → 가장 효과적인 기후변화 완화 수단, 토양의 탄소저장능력 향상을 위해서 매년 0.4%씩 탄소축적량 증가하자는 국제 운동 전개	(라탄랄 교수 사이언스 논문, 2004)
토양의 탄소저장 경제적 가치 환산	· 전체 논 토양의 탄소저장량 가치는 5,281억 원(2018년 기준) · 친환경 논 토양의 탄소저장량 가치는 367억 원(2018년 기준)	
토양의 탄소저장량(우리나라)	· 우리나라 토양 탄소저장량은 약 335Mt(34톤/ha) · 농업 분야 배출량은 국가 총배출량의 2.9%(2,040만 톤, 2019년) → 환산하면 토양은 농업분야 배출량의 16.4% 흡수한다는 결론, 가장 효과적인 기후변화 완화 수단	(농촌진흥청, 2019)
유기농 벼재배 농사	· 일반 재배와 비교 시 평균 온실가스 감축률 10.4% → 전체 논 면적의 30%를 유기농으로 실천하면 2030년까지 국가 온실가스 감축목표 달성 가능	
유기농업 이행	· 단위면적 당 0.93tCO ₂ eq/ha/yr 감축 가능	(일본 농림수산성, 2018)
친환경농업	· 관행농업보다 온실가스 배출량 25~40% 감축 가능	(김창길 외, 2016) (농민단체 주장)
스마트 농업 및 정밀농업 (3ha 농장 조성 시)	· 생산성 30% 증가 효과 · 비료 26% 절감 효과 · 물 18% 절수 효과	네덜란드 Van Den Borne Aardappenden 농장 실험 결과
스마트팜 (1년차 농가 기준)	· 1년 차 농가의 경우 - 3.3㎡당 생산량 28.5~36.9% 증가	(2022년 스마트농업실태조사)

감축수단	감축수단 이행결과		참고문헌
	<ul style="list-style-type: none"> - 농업소득은 39.5%~56.5% 증가 - 온실가스 배출량은 0.16% 감소 		
먹거리 전과정	(생산, 가공, 운송, 소비, 폐기까지의 전 과정에서 배출한 온실가스) · 2010년 전체 배출량의 26% · 2015년 전체 배출량의 34.6% · 전체 평균 대략 21%~37% 추정 →농업 온실가스 배출량 산정 시 저평가되어 있는 부분 극복 필요		(세계식량농업기구)
1인당 식품수입량 및 이산화탄소 배출량	수입량	배출량	(국립환경과학원, 2010년)
	(한국) 468kg	(한국) 142kgCO ₂ eq	
	(일본) 370kg	(일본) 123kgCO ₂ eq	
	(영국) 411kg	(영국) 95kgCO ₂ eq	
	(프랑스) 403kg	(프랑스) 96kgCO ₂ eq	
품목별 수입산 및 국산 과일의 단위 물량당 CO ₂ 배출량	국내산	수입산	(국립환경과학원, 2010년)
	(포도)	(포도)	
	50.1kgCO ₂ eq	221.7CO ₂ eq	
	(키위)	(키위)	
	39.8kgCO ₂ eq	131.5kgCO ₂ eq	
	(오렌지)	(오렌지)	
	82.2kgCO ₂ eq	265.5kgCO ₂ eq	
WHO가 권장하는 채식식단 전환 시	29%~70% 감축 가능(평균 22%)		(영국 옥스퍼드대학교 연구팀이미국국립과학원 회보 발표)
_먹거리와 온실가스	<ul style="list-style-type: none"> · 쌀밥 한그릇 115g CO₂eq · 설렁탕 한그릇 10kg CO₂eq · 가장 많은 온실가스 배출하는 음식 : 설렁탕 > 곰탕 > 갈비탕 > 불고기 > 육개장 등의 순으로 배출 		(농업기술실용화재단의 '밥상의 탄소 발자국')
_먹거리와 물발자국	<ul style="list-style-type: none"> · 농축산업 전체 담수 사용량의 70%이 육류생산 위해 사용 · 쇠고기 1kg 생산에 물 15,500리터 사용 · 토마토 1kg 생산에 물 180리터 사용 · 일반채소 1kg 생산에 물 322리터 사용 		(물발자국네트워크Water footprint network) (서울환경연합)

〈부록_표 2〉 축산 분야 기초 통계자료(온실가스 인벤토리 제작 기준치 모음집)

감축수단	감축수단 이행결과	참고문헌
가축분뇨 발생에 따른 온실가스(이산화탄소) 배출량	<ul style="list-style-type: none"> · 쇠고기 1kg 생산하는데 25.6kg CO₂eq 배출 · 0.13톤CO₂eq/우분 1톤당 · 1만9,918톤CO₂eq/1일 · 727만289톤CO₂eq/연간 (2019년, 15만3,220톤/1일 축분) · 전 세계인이 모든 동물성 식품 먹지 않으면 약 80억 톤 온실가스 감축 가능(2018년 기준 전세계 온실가스 371억 톤 중 22%에 해당) 	(미국 환경단체인 천연자원보호협회(NRDC)) (기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)이 발표한 '기후변화와 토지(Climate Change and Land)' 특별보고서))
가축분뇨 발생에 따른 온실가스(메탄) 배출량	<ul style="list-style-type: none"> · 이산화탄소보다 20배~30배 많은 온실효과, 지구 온난화 원인의 30% 차지(가축 장내발효 등 기인) · 소 1두 당 1년 동안 발생시키는 메탄가스 양은 70kg CO₂eq ~ 120kg CO₂eq · 충남의 경우 : 2021년 기준 충남지역 전체 메탄 배출량은 총 355만 2000톤, 이 중 농축산업은 299만 6500톤(84.3%) · 농축산업 메탄 발생율 : 벼 재배 38%, 소 장내 발효 26%, 가축분뇨 20%, 매립 9%, 하수.폐수.분뇨 3% 	
저탄소 사양관리와 축종별 생산성 향상 기술 적용 시 온실가스 배출량	<ul style="list-style-type: none"> · 2018년 940만 톤CO₂eq 대비 18% 감축한 770만 톤CO₂eq 수준 감축 · 2030년 예상배출량 1,100만 톤의 30% 감축 가능 	
저단백사료 급여 시	<ul style="list-style-type: none"> · 양돈 저단백사료 급여 시, 사료 내 단백질 함량 1% 저감 급여 시 축분 질소 7.7%~8.4% 저감 	(서울대학교, 2021) (Sajeey 등, 2018)
저메탄사료 급여 시	<ul style="list-style-type: none"> · 한우 저메탄사료 급여 시, 기존 사료 대비 10% 이상 메탄 저감 	(서울대학교, 2021)
사육기간 단축(장점)	<ul style="list-style-type: none"> · 비육기간 30개월령→ 28개월령 단축 시 - 가축분뇨는 마리당 961.1kg 감소 - 온실가스와 악취유발 감축(마리당 온실가스 배출량은 13% 감축) - 사료량 마리 당 600kg 감축 - 음수량 마리 당 1423.1리터 감축 * 만약 5개월 단축 시, 온실가스 배출량은 15% 이상 감축 	농촌여성신문 (https://www.rwn.co.kr)
사육기간 단축(단점)	<p>(2020년 기준)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 사료비는 마리당 22만 원 절감 · 비육우 출하가격은 (육질등급과 도체중 감소로 인하여) 마리당 33만 원 감소 → 농가 당 수익 11만 원 감소 	농촌여성신문 (https://www.rwn.co.kr)
개별처리 대비 공동처리 시	<ul style="list-style-type: none"> · 개별처리 대비 온실가스 배출량 30% 저감 가능 	
바이오가스를 만들기 위한 배출원별 비중	<ul style="list-style-type: none"> · 1톤 당 바이오가스 발생량 : 가축분뇨 20m³, 음식물폐기물 80~100 m³, 폐사체 146m³ 	
가축분뇨 발생에 따른 바이오가스화	<ul style="list-style-type: none"> · 가축분뇨 1톤 = 50m³ 바이오가스 생산 = 온실가스 감축량 30kg · (바이오가스는 메탄 55~65%, 이산화탄소 30~35%, 나머지는 수소와 질소 등으로 구성) 	
바이오차 투입1	<ul style="list-style-type: none"> · 바이오차 1톤 = 가축분뇨 5만톤 분 = 온실가스 2톤 감축 	
바이오차 투입2	<ul style="list-style-type: none"> · 토양 내 매립 시 탄소저장, 작물생육 증진 등 효과 	(‘06 IPCC 가이드라인, 2019년 개정보고서)
왕겨 바이오차 투입	<ul style="list-style-type: none"> · 왕겨 바이오차 1톤을 농경지에 살포/투입 시 · 최소 1.5톤, 중간값 1.95톤, 최대 2.85톤 이산화탄소 고정 효과 · 이산화탄소 배출 감축 효과 · 바이오차 토양에 활용 시 65%~89% 탄소 고정 효과 	(IPCC, 2019) (충청남도 자료, 2024)

감축수단	감축수단 이행결과	참고문헌
가축분뇨 자원화 (퇴비, 바이오차 생산)	· 가축분뇨 100톤/일 기준(함수율 75%) = 퇴비화 42톤 생산 + 바이오차 20톤 생산	
가축분뇨 자원화 (우분 교체연료 투입)	· 화석연료(유연탄) 1%를 대체하면 2021년 기준 약 1,500억 원 상당의 연료 수입 감소 효과	(국립축산과학원)
농식품 부산물을 사료로 활용 시	· 농식품 부산물 1톤 사료화 = 0.72톤 온실가스 감축	(강원대학교, 2022)
퇴비 발효 시 공정 도입	· 기계교반 및 강제송풍 공정을 도입하는 경우 퇴비를 발효할 때 혐기성 발효(메탄발생) 방지하여 온실가스 발생 49% 감소	(국립축산과학원, 2023)
스마트 축사를 통해 ICT 장비 활용 시	· 양돈(생산성 1.73%↑, 사료요구율 0.67%↓) · 한우(노동시간 18.5%↓) · 낙농(착유량 2.53%↑, 노동시간 14.7%↓) · 육계(폐사율 0.31%p↓) · 산란계(산란율 0.58%p↑)	
ICT융복합 스마트축산단지	· 30만 두, 돈분 1,500톤/일 => 바이오가스화하면 75,000㎥, 연간 온실가스 감축량 45,000톤	충청남도 연구용역 보고서(2024)
ICT융복합 스마트축산단지	· 60만 두, 돈분 3,000톤/일 => 바이오가스화하면 150,000㎥, 연간 온실가스 감축량 74,000톤	충청남도 연구용역 보고서(2024)

〈부록_표 3〉 농촌마을 에너지 분야 기초 통계자료(온실가스 인벤토리 제작 기준치 모음집)

구분	감축수단	감축수단 이행결과	참고문헌
농촌 마을	영농형 태양광 설치 시	<ul style="list-style-type: none"> · 태양광 설치 시 700평 기준, 벼 단독소득보다 1,079만 원 증가 · 농식품부 446만 원 증가 · 벼 소득 평당 2,163.8원 소득 · 영농형 태양광 소득 평당 6,371.4원 소득 	(산업통상자원부 실험 결과)
에너지	농업환경보전프로그램 운영 시	<ul style="list-style-type: none"> · 40ha씩 감축 활동(유기농업, 녹비작물 재배, 퇴비사용 등) 시행 시, 100개 마을 · 마을별 66톤CO₂eq/년씩 총 6,613톤CO₂eq/년 온실가스 감축 효과 발생 (1.65톤CO₂eq×40ha=66톤CO₂eq) · 유기농업 0.93톤CO₂eq/ha/yr · 녹비작물재배 1.77톤CO₂eq/ha/yr · 퇴비사용 2.26톤CO₂eq/ha/yr → 평균 1.65톤CO₂eq 적용 추정 	(농림축산식품부 실험 결과)

부록2

- 중앙정부, 연구기관, 타 광역지자체 등 탄소중립 추진전략 사례비교(〈부록_표 4〉 참고)
 - 공통적으로 저탄소 농업구조로의 전환, 온실가스 배출 저감, 화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환, 재생에너지 확대, 기후변화 적응 및 위험관리 강화, 실행역량 포함한 기반구축 등

〈부록_표 4〉 농축산분야 탄소중립 추진전략 사례비교(중앙정부, 지방정부, 연구기관)

정책방향	농림축산식품부 (2021)	한국농촌경제연구원 (2021,2022) * 정학균 외(2022), 이호중(2021)	전라북도(2022) * 황영모 외(2022)	경상남도(2022) * 최동진 외(2022), 김태영 외(2023)	충청남도(2023) * 행정자치부 수립
저탄소 농업구조 전환	DNA 기반 정밀농업 확산	· 친환경농업 확대 · 유기질비료, 마생물 제 재 등 대체재 확대 · 환경친화 생산체계 구축 · 경축자원순환농업 정착	(정밀농업) DNA 기반의 정밀농업 기술보급 확산	· 논물관리, 질소질 비 료 사용 절감 등 온 실가스 감축 위한 영 농법 개선 · 스마트팜 확대 및 스 마트팜 혁신밸리 조성	(기술) ICT기반 저탄 소 농업생산기반 구축
	환경친화적 농업 확산		(친환경) 친환경농업 확 대와 지역 생산기반 강화	생태농업 기반 구축	(친환경) 친환경 생태 농업 확산
	농업자원(토양, 수질) 관리 강화				
	온실가스 저장 기능 강화		(탄소저장) 토양의 탄 소 저장능력 향상 대 책 마련	· 농경지 탄소저장 기 능 강화, 농경지 투 입 분뇨량 저감 등 (바이오차, 토양개량 제 활용)	
온실가스 배출 저감	(경종) 논물관리 및 비 료사용 감축		(경종) 경종 영농법 개선 과 온실가스 저감 확대		(경종) 영농법의 개선 과 온실가스 저감 확대
	(축산) 사육관리, 분뇨처 리 개선 및 생산성 향상		(축산) 저탄소 가축 사 육관리 개선과 분뇨 자원화	· 축산 ICT 융복합 확 산사업 · 축산생산성 향상(스 마트축사 보급) · 가축 배설물 자원화 (양질분뇨 생산량 증대) · 가축분뇨 에너지화 지 원 사업(가축분뇨 에너 지화 시설 설치 지원) · 저탄소 보급(2세 이 상, 분뇨내 질소 저감) · 가축분뇨의 비농업계 이용 : 가축분뇨 에 너지화 및 정화처리	(축산) 저탄소 가축 사 육관리 개선과 분뇨 자원화
	(유통) 농식품 유통 거 리 축소		(유통) 농식품 유통거 리 축소와 음식 폐기 물 저감	로컬푸드 생산유통체계 구 축(농식품 유통거리 축소)	(유통) 농식품 유통거 리 축소

정책방향	농림축산식품부 (2021)	한국농촌경제연구원 (2021,2022) * 정학균 외(2022), 이호중(2021)	전라북도(2022) * 황영모 외(2022)	경상남도(2022) * 최동진 외(2022), 김태영 외(2023)	충청남도(2023) * 행정자치부 수립
	(소비) 식생활 개선 및 음식물 낭비 저감			· 식생활안전가축감소 · 대체식품(대체육, 배 양육 등) 보급 · 근촌산업활성화사업추진	
화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환	시설농업 저탄소 에너 지 전환	농업 생산시설의 에너 지 효율성 향상	(시설) 생산시설 에너 지 이용 효율화	· 시설원에 에너지이용 효율화 · 농업분야 탄소저감 에 너지 이용 효율화 지원 · 영농형 태양광 재배 모델 실증 지원	(전체) 농업 에너지 전 환 및 효율화
	농산물 유통시설 에너 지 효율화		(시설) 유통시설 에너 지 이용 효율화		
	농기계 에너지 전환		(시설) 농기계 에너지 이용 효율화	· (농축산 기계 에너지 전환)고효율 에너지 설비보급 (등유 감소 등), 농기계 전기·수 소 전환	
재생에너지 확대	농촌 재생에너지 공급 확대	· 에너지교육과 인식 전환 · 다양한 농업부산물 이 용하는 바이오매스 종합전략 마련 및 바중 확대 · 축분 바이오에너지 · 산림 바이오에너지	(농촌) 농촌 재생에너 지 전환 확대	· 친환경에너지보급사업	(전체) 농촌 에너지 전 환 및 효율화
	농촌마을 RE100	· 농업인농촌주민 주도 하고 공공이 지원하 는 재생에너지 사업 방식 개선 · 농촌의 공간과 풍부한 자원을 활용한 지역 주도 분산에너지 시 스템 구축 · 농식품 RE100(재생에 너지 100%이용) 단 계적 도입	(농촌) 농촌마을 RE100	· 농어촌 재생에너지 공급 확대 · 농어촌마을 RE100	
	농촌공간계획을 통한 에너지 자립지구 구축	· 농업인 주도의 농촌 에너지 전환 거버넌 스 구성 · 농촌생활인프라 그린화		· 농업환경보전프로그램 · 농어촌공간계획을 통한 에너지 자립지구 구축	
기후변화 적응 및 위험관리 강화			(사전) 농업기상 정보를 활용한 사전 대응력 강화	· 과수 자연재해 경감 지원사업	
			(사후) 농업재해보험 개선 등 사후 위험의 최소화	· 농작물재해보험료지 원 · 가축재해보험료지원 · 양식수산물재해보험료지 원	
기반구축 (실행역량 등 포함)	온실가스 통계 구축 및 산정방식 고도화	· 통계기반 구축 및 산 정방식의 고도화 · 농촌 에너지 전환 중 합계획 수립			

정책방향	농림축산식품부 (2021)	한국농촌경제연구원 (2021,2022) * 정학균 외(2022), 이호중(2021)	전라북도(2022) * 황영모 외(2022)	경상남도(2022) * 최동진 외(2022), 김태영 외(2023)	충청남도(2023) * 행정자치부 수립
	온실가스 감축기술 신규 개발 및 투자 확대	연구 개발(저탄소 기축 관리, 고효율 에너지 설비, 스마트축사 등)	(연구보급) 저탄소 농업 현장적용 기술개발과 적용		
	농업인 및 지역단위 온실가스 감축 지원체계 구축	· 탄소생태직불제(선택형직불제) 전환유도 및 지원 · 탄소생태 농업환경보전프로그램 확대	(제도) 탄소중립 농업 지원 자체 지원제도 마련		(제도) 탄소중립 농업경제 활성화 지원 자치법규 제정
		농업환경직불 통한 지원	(체계) 탄소중립 농업민관협력 추진체계 구축		(체계) 탄소중립 농업민관협력 추진체계 구축
		기후변화대응 전문센터 구축	(교육) 탄소중립 농업교육체계와 실천여건 강화		(지원) 저탄소 농축산물 인센티브 확대

- 자료 : 1. 농림축산식품부(2021), 2050 농식품 탄소중립 추진전략.
2. 황영모.장남정.배균기.서환석.조원지.이병훈.정호중(2022), 전라북도 기후변화 대응 탄소중립 농업 추진전략 연구, 정책연구 2022-14, 전북연구원.
3. 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진 전략.
4. 정학균.성재훈.김현정(2022), 탄소중립 실현을 위한 농업분야 정책과제, 농업전망 2022, 한국농촌경제연구원.
5. 이호중(2021), 탄소중립을 위한 농업분야 주요과제, 농어업.농어촌특별위원회 토론회 자료집.
6. 최동진 외(2022), 제3차 경상남도 기후위기 적응대책(2022-2026) : 농축수산 분야, 경상남도.
7. 김태영(2023), 경상남도 농축수산 분야 탄소중립 추진전략, 경상남도.
8. 김규호.장영주.유제범(2022), 2050 농식품 탄소중립 추진전략의 이행을 위한 향후 과제, 국회입법조사처.

〈부록_표 5〉 주요 감축수단별 주민수용성 진단

구분	실천활동	감축수단 정의 및 감축 원리	사용(의향) 비율
논물관리	간단관개	담수로 인해 환원된 토양에 산소 공급하여 메탄생성균 활성 억제	82.4%
	논물얇게대기	벼 이앙 후 한 달간 논물을 깊이 대고 이후부터는 논물을 얇게(3~5cm)대어 논 토양에 산소 주기적으로 공급, 메탄 발생 저감	
농경지 관리	질소질비료 사용 저감	질소비료를 대체하는 풋거름작물, 완효성비료, 부산질비료 등 이용하여 비료생산에 과정과 토양에서 발생하는 아산화질소배출 감소	
	바이오차토양개량제 보급	미생물에 의한 분해가 어려운 바이오차 형태로 유기물 탄화시켜토양에 투입하여 토양에 탄소 격리, 대기 중 온실가스 저감	56.8%
	농경지 투입 분뇨량(퇴액비 투입율) 저감	가축분뇨 퇴액비를 경종 재배에 투입하는 양을 감소시켜 온실가스 감축	
	무경운,최소경운	무경운 : 경지를 갈지 않은 채 흙에 씨를 뿌려 작물을 재배하는 방법 최소경운, 보전경운 : 경운횟수를 줄이는 것, 최소한의 흙경운으로 어느 정도의 다짐과 유기물 손실 유발	29.1%
	녹비작물 재배	녹비란, 식물을 비료로 쓴다는 뜻 녹비작물이란 풋거름이라 하여 생풀이나 생나무 잎으로 만들어 충분히 썩지 않은 거름. 녹비를 공급할 용도로 쓰이는 식물, 토양에 양분과 유기물 공급하는 작물	20.1%
장내발효	저메탄사료(메탄저감사료) 보급	사료에 메탄 저감 물질 첨가, 영양소 조절을 통해 장내발효 메탄 발생량 감축하는 사료 사용하여 반추가축(한·육우 및 젖소) 장내발효 메탄 발생량 감소	69.7%
	분뇨 내 질소 저감	적정 단백질 사료(가축의 성장에 필요한 만큼의 단백질 공급하여 분뇨로 배출되는 과잉 양분을 줄이는 사료) 급여로 분뇨 질소 배출량 저감	
	양질의 조사료 사용	섬유질 함량이 높지 않아 거칠거나 질기지 않은 건초로서 조단백질과 에너지가 높을수록 양질의 조사료	64.0%
	적정 단백질 사료 사용	사료 내 단백질 감축에 따라 암모니아 배출 감소로 악취 저감, 아산화질소 배출 감소로 온실가스 감축 가능, 고가인 원료(대두박 등) 사용감소로 사료 가격상승 억제	80.0%
가축분뇨	퇴액비 공동자원화 시설(자원화 비농업계 이동)	가축분뇨를 퇴비화, 액비화해 농경지에 살포할 수 있도록 하는 시설	51.4%
	바이오에너지 공동자원화 시설(에너지화 비농업계 이동)	가축분뇨를 에너지화하여 가축분뇨로부터 발생하는 온실가스 감축	18.3%
	저탄소 축산물 인증제	가축사양관리, 가축분뇨관리, 에너지절감기술, 기타 등	26.3%
생산성 향상	식단변화 가축 감소	식단변화에 따른 가축 사육두수 감소	
	축산생산성 향상 (스마트축사 보급)	주요 축종(한·육우, 젖소, 돼지, 닭) 대상 스마트 축사보급을 중심으로 디지털 축산 경영을 통한 가축 정밀 사양, 폐사율 감소 등을 통해 축산의 생산성을 높여 축산업의 지속가능성 향상	
	대체식품	대체가공식품(배양육, 식물성분 고기, 곤충원료 등) 이용 증가로 가축 사육 두수 감소	
에너지	고효율 에너지 설비 증가(농기계의 경유 및 등유 수요, 사용율 감소)	농기계에 경유/등유 대신 전기, 바이오에너지 사용하여 경유/등유 사용량 줄이고 온실가스 배출 감축 고효율 에너지 설비 보급 확대하여 경유, 등유 사용 감소	

구분	실천활동	감축수단 정의 및 감축 원리	사용(의향) 비율
	지열히트펌프	대기 대신 지중의 일정한 온도를 이용하는 방법으로서 냉난방 및 온수급탕 가능, 열효율 우수, 소비전력 절감	9.9%
	다겹보온커튼/덮개 (비닐하우스 이불)	비닐하우스에 농작물 온도관리를 위해 사용하는 보온성능의 덮개로서 보온을 향상하여 난방비 절감하는 효과	23.3%
	순환식 수막재배	비닐하우스 지붕면에 뿌린 지하수를 다시 회수해 차가워진 만큼 원수와 섞거나 가열해 재활용하므로 지하수 사용 절감, 난방비 절감하는 효과	28.6%

자료 : 1. 정학균.성재훈.김현정(2022), 탄소중립 실현 위한 농업분야 정책과제, 농업전망2022, 한국농촌경제연구원.

2. 서대석.김연중.허정희.최재현(2022), 탄소중립 대응 농업·농촌 에너지전환 방향 모색, 농업전망2022, 한국농촌경제연구원.

주 : 2050 탄소중립시나리오 세부산출 근거(관계부처 합동, 2021)를 참조하여 저자 작성.

〈국내 문헌〉

- 관계부처합동(2023.04.), 탄소중립녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획 : 중장기 온실가스 감축목표 수정안, 대통령직속2050 탄소중립녹색성장위원회 누리집.
- 김규호.장영주.유제범(2022), 2050 농식품 탄소중립 추진전략의 이행을 위한 향후 과제, 국회입법조사처.
- 김연중.박현태.강창용.박기환.권대흠.한혜성.이웅연(2011), 「농업부문 에너지 수급 전망과 청정에너지 농업시스템 구축방안(2/2차연도)」. 한국농촌경제연구원.
- 김창길.정학균.김용규(2016), 유기농업의 온실가스 감축효과, 한국기후변화학회지, 제7권제3호, 2016.9.
- 김태영(2023), 경상남도 농축수산 분야 탄소중립 추진전략, 경상남도.
- 농림축산식품부(2024), 2024년 농림축산식품사업 시행지침서.
- 농림축산식품부(2024), 축산부문 2030 온실가스 감축과 녹색성장 전략.
- 농림축산식품부(2023), 2022년 스마트농업 실태조사, 농림수산식품교육문화정보원.
- 농림축산식품부(2021), 2050 농식품 탄소중립 추진전략.
- 농림축산식품부(2018), 「동물복지 실현을 위한 ICT기반 에너지순환형 축사환경 관리시스템개발 최종보고서」.
- 농림축산식품통계연보(2023), VI.축산_1.가축사육가구및마리(축산물품질평가원 가축동향조사).
- 농식품부 보도자료(2023.08.10.), 저탄소 인증 농축산물 소비로 탄소중립 실현 함께 해요.
- 농촌진흥청(2022), 2050 탄소중립 실현 농업기술 개발과 현장보급 추진전략.
- 서대석.김연중.허정희.최재현(2022), 탄소중립 대응 농업농촌 에너지전환 방향 모색, 농업전망 2022, 한국농촌경제연구원.
- 유종희 외(2012), 쌀 생산체계에 대한 영농방법별 전과정평가: 관행농, 무농약, 유기농법별 탄소 배출량 비교, 한국토양비료학회지, 제45권제6호, 2012.12.
- 이기송(2013), 『관행농과 유기농의 온실가스 배출에 관한 비교연구』, 서울대학교 대학원 농경제사 회학부 박사학위 논문, 2013.2.
- 이호중(2021), 탄소중립을 위한 농업분야 주요과제, 농어업.농어촌특별위원회 토론회 자료집.
- 일본 농림수산성(2020), 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長略.
- 정만철(2024), [지금 일본은] 일본의 농림수산분야 탄소중립 정책, 한국농정 오피니언 (2024.05.26.)
- 정학균.성재훈.김현정(2022), 탄소중립 실현 위한 농업분야 정책과제, 농업전망2022, 한국농촌경 제연구원.

- 주문술(2021), 『식품 손실·폐기량 저감과 관리 정책 동향 입법과제』, 국회입법조사처 용역과제보고서.
- 최동진 외(2022), 제3차 경상남도 기후위기 적응대책(2022-2026) : 농축수산 분야, 경상남도.
- 충청남도(2022), 충청남도 가축분뇨관리 기본계획 타당성 검토.
- 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립 농업경제 선도를 위한 2045 농축산분야 탄소중립 추진 전략.
- 충청남도(2023), 충청남도 탄소중립경제 특별도 추진전략, 연구용역 최종보고서, 충남연구원(이홍택 외) 수행.
- 충청남도(2024), 간척지를 활용한 스마트 축산 복합단지 조성을 위한 연구용역. 최종보고서.
- 충청남도(2024), 시스템·구조개혁을 통한 농업·농촌 뉴 빌딩 : 충청남도 정책 건의자료.
- 한국농수산식품유통공사(2022), 주요국 농식품 분야 탄소중립 현황 조사, 일반-11보고서.
- 한국농촌경제연구원(2023), 농업전망 2023.
- 환경부(2022), 생태계서비스지불제계약 사업시행 가이드라인.
- 황영모.장남정.배균기.서환석.조원지.이병훈.정호중(2022), 전라북도 기후변화 대응 탄소중립 농업 추진전략 연구, 정책연구 2022-14, 전북연구원.
- 황운재.홍연아.박시현.최준영(2019), 공공급식 식재료 공급 실태와 개선과제, 한국농촌경제연구원.

〈국외 문헌〉

- Farm to Fork Strategy, European Commission(2020.05.)
- Marga Vintges (2023.10.), Greenprot West-Holland [연구진 현장방문 설명 자료에서 발췌].
- USDA(2021), The Long-Term Strategy of the United States: Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050.

〈누리집〉

- 경향신문(농축산 탄소중립 중심 ‘축분’...에너지잠재력 ‘무궁무진’)
(<http://www.kharn.kr/news/article.html?no=19560>, 검색일자 : 2024.04.01.)
- 농림축산식품부 누리집(www.mafra.go.kr, 검색일자 : 2024.03.30.)
- 농민신문(저메탄사료 보급 늘린다더니...공식 인증은 ‘0건’)
(<https://www.nongmin.com/article/20240419500768>, 검색일자 : 2024.04.21.)
- 농축산기계신문(<http://m.alnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=7451>, 검색일자 : 2024.04.10.)
- 당진신문(<http://www.idjnews.kr>, 검색일자 : 2024.04.10.)
- 대전투데이(<http://www.daejeontoday.com>, 검색일자 : 2024.04.10.)
- 탄소중립 정책포털 누리집

(https://www.gihoo.or.kr/gallery.es?mid=a30502000000&bid=0011&b_list=10&act=view&list_no=546&nPage=1&vlist_no_npage=0&keyField=&orderby=, 검색일자 : 2024.03.31.)

- 탄소중립 정책포털(<https://www.gihoo.or.kr/localGovBusiness.es?mid=a30203020000>, 검색일자 : 2024.04.30.)
- 한국일보 인터랙티브 화면 갈무리(<https://interactive.hankookilbo.com/v/co2e/>, 검색일자 : 2024.04.30.)
- 한국농정신문(<https://blog.naver.com/smilenias/223410225354>, 검색일자 : 2024.04.15.)

〈통계자료〉

- 국립농산물품질관리원(2018-2022), 친환경농산물인증현황(시도/시/군/구).
- 농림축산식품부(2023), 농림축산식품 주요통계_Ⅲ농업생산자재_1.농기계_(4)농업기계용면세유류공급실적.
- 농림축산식품부(2023), 농림축산식품통계연보, Ⅲ농업생산자재_3.비료소비.
- 산업통상자원부(2022), 에너지사용량통계:지역별 발전설비 현황.
- 통계청(2018-2023), 농업면적조사, 전국(도별) 논밭별 경지면적.
- 통계청(2018-2023), 농작물생산조사, 식량작물생산량(정곡).
- 통계청(2018-2023), 농작물생산조사, 채소생산량(엽채류+근채류+조미채소류).
- 통계청(2018-2022), 농업기계보유현황.
- 통계청(2018-2022), 축산물품질평가원 가축동향조사, 농림축산식품통계연보_VI.축산_1.가축사육 가구및마리.
- 통계청(2018-2023), 행정구역(시군구)별 농가, 농가인구, 「농림어업조사」
- 통계청(2020), 농림어업총조사:가축분뇨 처리방법별 농가.
- 통계청(2022), 가축동향조사(축산물품질평가원).
- 통계청(2022), 지역소득:시도별 경제활동별 지역내총생산.
- 통계청(2024), 농축산물생산비조사 : 2023년 기준.
- 환경부 온실가스종합정보센터(2023), 2023년 국가 온실가스 인벤토리 및 지역 온실가스 배출량 통계(1990-2021).
- 환경부(2022), 가축분뇨 처리 통계, e-나라지표.