탄소중립 실현을 위한 전북농업의 대응과 과제

2021. 12.

전라북도의회 농산업경제위원회
(탄소중립 실현을 위한 그린뉴딜연구회)

제 출 문

전라북도의회사무처 농산업경제위원회 귀하

본 보고서를「탄소중립 실현을 위한 전북농업의 대응과 과제」용역과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021년 12월

연구 기관 : (사)한국농어촌사회연구소
연구책임자 : 이 근 행
연 구 원 : 임 송 택
연구보조원 : 허 미 선

차 례

제1장 연구 개요 ····· 3

1. 연구 배경과 목적 ····· 3
2. 연구 범위와 방법 ····· 5

제2장 탄소중립과 농업·농촌 ····· 9

1. 기후위기와 탄소중립의 의미 ····· 9
2. 탄소중립과 농업·농촌의 대응 ····· 12

제3장 농업·농촌 분야 탄소중립 추진 현황 분석 ····· 23

1. 국가 농업·농촌 분야 탄소중립정책 추진 현황 ····· 23
2. 전라북도 농업·농촌 분야 탄소중립정책 추진 현황 ····· 37
3. 농업·농촌 분야 탄소중립 정책의 성과와 한계 ····· 43

제4장 농업·농촌분야 탄소중립 실천 사례 ····· 51

1. 비에너지 분야 사례 ····· 51
2. 에너지 분야 사례 ····· 56
3. 농업·농촌분야 탄소중립 추진을 위한 시사점 ····· 62

제5장 탄소중립 실현을 위한 농업·농촌분야 전환 과제 ····· 65

1. 탄소중립 전환을 위한 비전, 목표, 전략 ····· 65
2. 중점 추진 과제 ····· 65

가. 탄소중립을 위한 지역 먹거리 체계 구축 ····· 65
나. 전북 농업 탄소중립 행동 ····· 70
다. 전북 농업·농촌 에너지 분야 탄소중립화 방향과 추진체계 구축 ····· 74
라. 탄소중립 실현을 위한 협치체계 '탄소중립 전북 이니셔티브'구성 ····· 76

참고문헌 ····· 79

부 록 - 2050 탄소중립 시나리오 농축수산 부문 ····· 81

부 록 - 2050 농식품 탄소중립 로드맵과 세부추진계획 개요 ····· 88

표 차례

[표 1] 전북 농업분야 온실가스 배출 및 농업 현황 비교 ····· 39
[표 2] 농업분야 온실가스 배출 국가-전북 비교 ····· 40
[표 3] 경종분야 대표적 탄소농사 기술 ····· 52
[표 4] 식품체계에서 기후변화 대응 방안 (IPCC) ····· 69

그림 차례

[그림 1] 한반도 CO2 농도 관측치 추이 ····· 9
[그림 2] 주요국 2030년 온실가스 감축 목표 상향 ····· 11
[그림 3] 기후위기와 농업의 관계 ····· 13
[그림 4] 전세계 분야별 온실가스 배출 ····· 14
[그림 5] 전세계 먹거리 생산분야에서 발생하는 온실가스 배출 ····· 15
[그림 6] 유럽연합 그린딜 'Farm to Fork' 전략의 주요 목표 ····· 19
[그림 7] 국가 온실가스 배출 비중 ····· 23
[그림 8] 농업분야 부문별 배출량 추이 (1990-2018) ····· 24
[그림 9] 국내 농업부문 온실가스 배출 구조 ····· 25
[그림 10] 2050 탄소중립 시나리오 ····· 25
[그림 11] 2050 농식품 탄소중립 추진전략 비전 및 목표 ····· 34
[그림 12] 탄소중립·녹색성장 기본법 법안 체계 ····· 36
[그림 13] 전북 온실가스 배출량 구조와 추이 (1990~2018) ····· 37
[그림 14] 전북 온실가스 배출 구조 ····· 37
[그림 15] 전북 1인당 온실가스 배출량 추이 ····· 38
[그림 16] 전북 농업분야 온실가스 배출 구조 ····· 38
[그림 17] 전북 농업분야 부문별 온실가스 배출 추이 (1990~2018년) ····· 39
[그림 18] "4 per mille Soils for Food Security and Climate"의 개념 ····· 54
[그림 19] 독일 에너지 자립마을 펠트하임 전경 ····· 57
[그림 20] 삼쇠섬의 에너지 전환 ····· 59
[그림 21] 홍성 에너지 자립 원천마을 바이오가스 플랜트 ····· 60
[그림 22] 일본 치바현 영농형 태양광 ····· 61
[그림 23] 탄소중립 전환을 위한 비전 · 목표 · 전략 ····· 65

제1장

연구 개요

제1장 연구 개요

1. 연구 배경과 목적

가. 연구의 배경

❍ 2020년 7월 처음 발표된 한국판 뉴딜은 기후변화 대응을 목표로 환경적 지속가능성을 달성하기 위해 그린뉴딜을 추진하기로 하였으며, 문재인 대통령은 10월 28일 2050년 탄소중립 목표를 선언함. 이후 대통령 소속 '2050 탄소중립위원회'를 신설('21.5)하여 정책을 추진함

❍ 한국판 뉴딜 중 한 분야인 그린뉴딜의 농업 부문 핵심은 탄소 저감 농업으로의 전환임. 농업 부문 2050 탄소중립 실현의 방향이 저탄소, 환경친화 농업으로의 전환이므로 이에 대한 대응 전략과 계획 수립이 필요함

❍ 농업 부문에서 2050 탄소중립이 실현되지 않을 경우, 환경 의무를 이행하는 데에 상당한 수준의 농작물 생산 비용 발생 가능성이 존재하고, 국제 교역에서도 의무사항으로 규제될 수 있음. 따라서 농업 부문에서 탄소를 감축하는 것은 선택이 아닌 필수이며, 농업 현장의 수용성을 제고하여 전면적이면서도 점진적인 탄소감축 농업으로의 전환 노력이 필요함

❍ 농업 부문의 온실가스 배출량은 2018년 기준으로 국가 전체의 2.9% 수준인 21.2백만톤이 배출되었으며, 경종분야는 재배 면적 감소 등으로 온실가스 배출이 감소한 반면, 축산분야는 가축 사육두수 증가로 배출량이 증가했음

❍ 환경보전프로그램('19~), 공익직불제('20~) 등으로 환경친화적 농업에 대한 인식이 높아졌으나, 여전히 주요 선진국 대비 고투입 농업 구조를 보임에 따라 농업인의 환경보전 활동 참여, 축산 환경부하 저감 등 농업 전반의 전환을 통해 온실가스 감축이 필요함

❍ 또한 농촌 에너지는 국가 재생에너지 3020 이행계획('30년까지 농촌 태양광 10GW 목표)에 따라 다양한 태양광 사업모델이 추진되고 제도가 정비되고 있지만, 수익성 저하와 외지인 주도의 사업 추진에 따른 농가 반대, 안전성 우려로 태양광에너지 확산에 한계가 있어 환경 훼손 최소화, 지역주민에게 수익 귀속

등을 기본 원칙으로 농촌 재생에너지 확대 및 에너지 전환이 필요함

- ❍ 기후변화로 인해 자연재해 발생은 증가했으나, 수리시설이 노후화되고, 경영안정 장치인 재해보험은 손해율 급증 등 운용에 한계점을 보여 기후변화 적응 능력을 강화하여 농업의 지속가능성을 확보할 필요가 있음
- ❍ 이에 온실가스 발생 최소화 및 재생에너지 전환으로 농업·농촌 탄소중립에 기여하고, 기후변화 대응 역량 제고를 위한 전북농업의 대응 전략과 과제 도출이 마련되어야 함

나. 연구의 목적

- ❍ 농업 부문의 2050 탄소중립 실현을 위한 정책 방향과 전략 모색을 위해 관련 현황과 동향을 파악함
- ❍ 국가 단위의 현황과 정책을 살펴보고, 전북의 농업 부문 온실가스 배출 현황과 대응 정책 상황을 점검함
- ❍ 전북 농업의 탄소중립 실현을 위한 전북 농업의 전환 전략과 방안을 모색함

2. 연구 범위와 방법

가. 연구 범위

❍ 공간적 범위 : 전라북도

❍ 시간적 범위 : 2021년 (기준연도)

❍ 내용적 범위

① 전북 농업의 탄소중립 실현 계획 수립 기초 마련

② 농업 부문(에너지 및 비에너지) 탄소중립정책 추진 현황 및 관련 정책 분석

③ 탄소중립 실현을 위한 농업·농촌 분야의 전략적 접근 방법 및 과제 제시

나. 연구 방법

❍ 정책·통계 자료, 연구·논의 자료 검토와 분석

- 기후위기와 온실가스 배출, 농업분야 관련 연구, 통계, 정책 자료 등 수집, 검토
- 전지구 단위, 국가 단위, 지역 단위 통계, 정책 자료 검토와 분석
- 탄소중립, 그린뉴딜 관련 정책 동향 검토 파악

❍ 토론회, 교육 등 현장 토론을 통한 의견수렴 및 쟁점 파악

- 코로나19 팬데믹 이후 그린뉴딜, 기후위기, 탄소중립 관련 연구, 정책, 실천 논의가 본격화함. 관련 토론회, 교육 등 확대된 공론장에 직간접으로 참여하여 부문·분야·입장에 따른 의견 청취와 논쟁을 통해 지역단위 탄소중립 실현과 농업·먹거리 체계 관련 쟁점을 파악함
- 사회·경제 정책, 기술 분야 등 정책 관계자, 농민·농촌주민, 생협조합원 등 소비자, 관련 분야 연구자, 활동가 등 다양한 이해관계 만큼 여러 층위의 논의가 진행되고 있음

제2장

탄소중립과 농업·농촌

제2장 탄소중립과 농업·농촌

1. 기후위기와 탄소중립의 의미

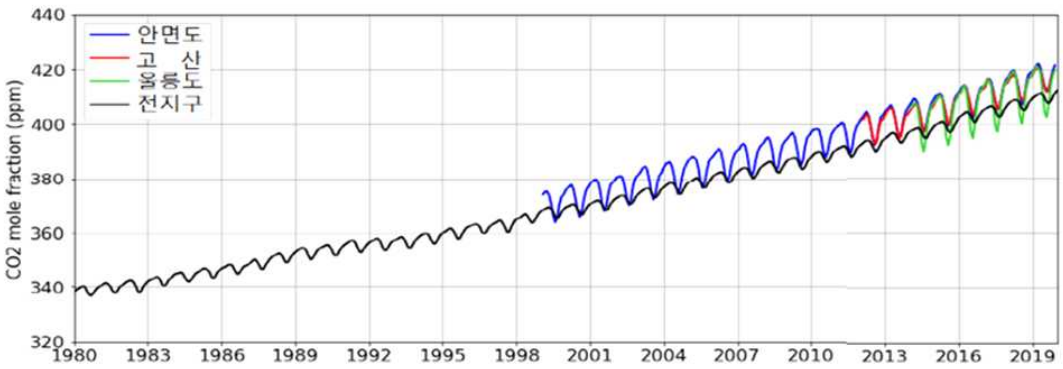
가. 기후변화를 넘어 기후위기로

○ 지난 1만년 동안 지구 생태계의 자연적인 기온변화는 평균기온 4℃가 상승하였으나 화석연료를 본격적으로 활용한 지난 100년간의 인간 활동으로 지구 평균기온이 1℃ 상승함. 이전 1만년간 변화에 비해 약 20~25배 가속 상승하고 있음

○ 산업혁명 이후 화석연료 이용·확산으로 대기중 CO_2 농도가 약 50% 증가함

- 산업화 시대 이전 CO_2 농도 278ppm → 2021년 농도 '416.3±0.6ppm' 예측(영국 기상청)

[그림 1] 한반도 CO_2 농도 관측치 추이



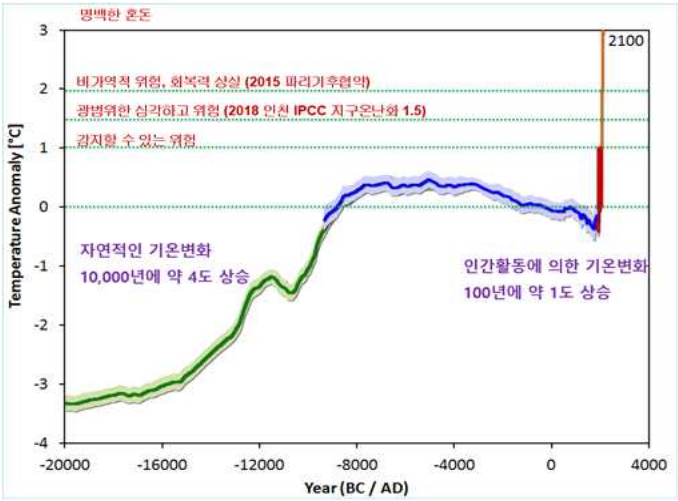
* 자료 : 국립기상과학원(2021), 「2020 지구대기감시 보고서」

○ 2018년 IPCC(기후변화와 관련한 정부간 협의체)는 인천에서 열린 48차 총회에서 「지구온난화 1.5℃ 특별보고서」를 채택, 기후위기를 경고함

- 지금의 추세라면 현 세기 중반에 평균기온 2도 상승에 도달하게 되고 지구생태계는 회복탄력성을 잃고 비가역적인 위험, '절멸'로 치닫게 됨
- 지구생태계의 파국을 피하기 위해서는 평균기온 상승을 1.5℃로 억제해야하고 2010년 대비 2050년에는 온실가스 배출량을 0으로 줄여야 하며, 이를 위해 2030년까지 45%를 감소해야 한다고 제시함

❍ 기후위기 징후로 전 지구적으로 폭염, 폭설, 폭우, 산불 등 이상기상 현상이 더욱 빈번해짐. 한반도도 최근 30년 사이에 1.4℃ 상승하였고, 해마다 이상기상에 노출됨. 정부의 '이상기후 보고서'에서도 지난 10년간 이산화탄소 농도 증가와 평균기온 0.5℃ 상승, 폭염 일수 150% 증가, 가뭄과 한파 일수 15% 증가, 강수량과 강수일수의 감소, 태풍 영향 증가 등을 보고함

❍ 근래 호주와 시베리아의 오랜 산불, 올해 여름 유럽 라인강가의 100년만의 폭우, 캐나다 미국 서부 산악지역을 태운 산불, 중국 도시들이 겪은 홍수 등도 해수온도 증가와 기류변화로 인한 것



나. 기후위기와 탄소중립

❍ UN 기후변화협약(UNFCCC)은 2015년 파리협정 이후 신기후체제로 전환하여, 당사국의 자발적인 참여로 2020년부터 5년간의 국가온실가스감축목표(NDC)와 장기저탄소발전전략(LEDS)을 제출하도록 하고 있음

- 국가 온실가스 감축목표 (NDC: Nationally Determined Contributions)
- 장기저탄소발전전략 (LEDS: Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategy)

❍ 우리 정부도 2020년 12월 '목표'와 '전략'을 제출하였으나, 목표를 높일 것을 요청받았고, 2021년 10월 18일 '2050 탄소중립위원회'는 「2050 탄소중립 시나리오 안」과 「2030 국가 온실가스 감축목표 상향안」을 의결함. 상향 목표는 "2018년 온실가스 총배출량 대비 40% 감축"

❍ '탄소중립(Carbon Neutrality)'은 인간의 활동에 의한 온실가스 배출을 최대한 줄이고, 남은 온실가스는 흡수(산림 등), 제거(CCUS)해서 실질적인 배출량이 0(Zero)가 되는 개념. 즉, 배출되는 탄소와 흡수되는 탄소량을 같게 해 탄소 '순배출이 0'이 되게 하는 것으로, 탄소 중립을 '넷-제로(Net-Zero)'라 함

- CCUS (Carbon Capture,. Utilization and Storage) : 이산화탄소 포집, 저장, 활용 기술

다. 한국의 2050 탄소중립 선언과 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향 이유

1) 국제사회의 기후위기 대응 강화와 동참

❍ **이상기후 발생, 파리협정 채택('15.12), 주요국 탄소중립 선언과 NDC 상향 발표 등으로 국제사회 노력 동참 필요**

- 코로나 19 발생 이후 기후위기 심각성 인식 증대 → 주요국 탄소중립 공식 선언

❍ **전 세계 2050 탄소중립 체제 본격 출범**

- 2017년 스웨덴과 노르웨이가 최초로 탄소중립을 선언한 이후 2019년 9월 29일에 열린 유엔 기후행동 정상회의(UN Climate Action Summit)에서 77개국, 10개 지역, 100개 도시에서 2050년까지 탄소중립을 선언함
- 2017년 국가별 온실가스 배출량 상위 15개국 중 7개국(미국, 일본, 독일, 캐나다, 한국, 멕시코, 남아프리카공화국)이 2050 탄소중립을 선언하였으며, 중국은 2060 탄소중립을 약속함. 독일은 최근 2045년 탄소중립으로 목표연도를 5년 앞당김
- 영국은 기후변화법 개정안을 통과시켜 G7 국가 중 최초로 2050 탄소중립 목표를 법제화하였고(2019. 6. 27), 캐나다도 '넷 제로 법'을 마련함
- 미국은 바이든 정부 출범 후 기후변화대응을 주요 국정과제로 설정하고 파리협정 재가입('21.2월), 2021년 1월 2050년 탄소중립 목표를 제시함. 미국은 2022년 기후정상회의를 추진하는 등 국제사회에서 리더십을 회복하기 위해 노력함

❍ **기후위기의 심각성, 국제사회 구성원으로서 우리나라의 역할 등을 종합적으로 고려하여 NDC 상향안 마련 필요**

[그림 2] 주요국 2030년 온실가스 감축 목표 상향

국가	기존 목표	상향 목표
영국	(2030년) 1990년 대비 68%	(2035년) 1990년 대비 78%
EU	(2030년) 1990년 대비 40%	(2030년) 1990년 대비 55% Fit for 55 정책
독일	(2030년) 1990년 대비 40%	(2030년) 1990년 대비 65%
미국	(2025년) 2005년 대비 26~28%	(2030년) 2005년 대비 50~52%
일본	(2030년) 2013년 대비 26%	(2030년) 2013년 대비 46%
캐나다	(2030년) 2005년 대비 30%	(2030년) 2005년 대비 40~45%
한국	(2030년) 2017년 대비 24.4%	(2030년) 2018년 대비 40%

* 기준연도는 국가별로 자체 결정(결정 사유는 미공개)하나, 대부분 배출정점(EU, 日) 이나 인접 연도(미: 정점-'07년/기준-'05년, 영: 정점-'91년/기준-'90년)를 기준연도로 설정

- 2030 NDC는 탄소중립의 중간 목표로서, 세계 주요국은 기준연도 대비 탄소중립('50년)까지 균등 감축 수준으로 NDC 상향('20~). 우리나라는 2030년까지 2018년 총 배출량 대비 40% 감축을 목표로 함

2) 국제 경제질서와 무역환경 급변

❍ **EU·미국 등 탄소국경조정제도 도입계획 발표, 글로벌 기업의 RE100 선언, ESG 투자 확산 등에 선제적 대응 필요**

- 탄소국경조정제도(CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism)는 EU집행위가 탄소배출 감축 목표 달성을 위한 구체적인 방안으로 발표('21.7월)한 법률안으로, 각 상품에 내포된 탄소배출량(embedded emissions)을 기초로 하여 이 탄소배출량에 상응하는 금액을 EU에 지급하라는 것이며, 이미 EU 내에서 탄소배출 규제를 위해 시행되는 제도인 EU의 ETS(탄소배출권거래제)와 연계되어 운영될 계획
- RE100(Renewable Energy 100)의 약자로 기업에서 사용하는 전력의 100%를 재생에너지로 대체하는 것을 말하며, 소비전력에 해당하는 REC(신재생에너지공급인증서)를 구매하여 대체하는 것도 허용함
  RE100을 선언하는 기업들이 늘어가고 있으며('21.10월 현재 애플, BMW, 구글, 월마트 등 330여 글로벌 기업들이 선언), 이들은 거래하는 다른 기업도 RE100 기준을 충족할 것을 요구하고 있음
- ESG 투자는 투자 결정 과정에서 재무적 요소와 더불어 환경(Environment), 사회(Social) 및 지배구조(Governance)를 고려하는 투자

❍ **국제사회의 책임있는 일원으로서, 국가 경제의 지속 성장과 국가경쟁력 제고를 위해 속도감 있게 온실가스 감축과 탄소중립 실현 추진 필요**

2. 탄소중립과 농업·농촌의 대응

❍ **탄소중립과 농업·농촌의 전환 과제를 파악하기 위해서는 기후위기와 농업이 어떻게 영향을 주고받으며 관계를 맺어 왔는지에 대한 이해가 필요함. 특히 탄소중립에서 농업분야가 차지하는 의미와 가치에 대한 인식이 미흡한 현실임**

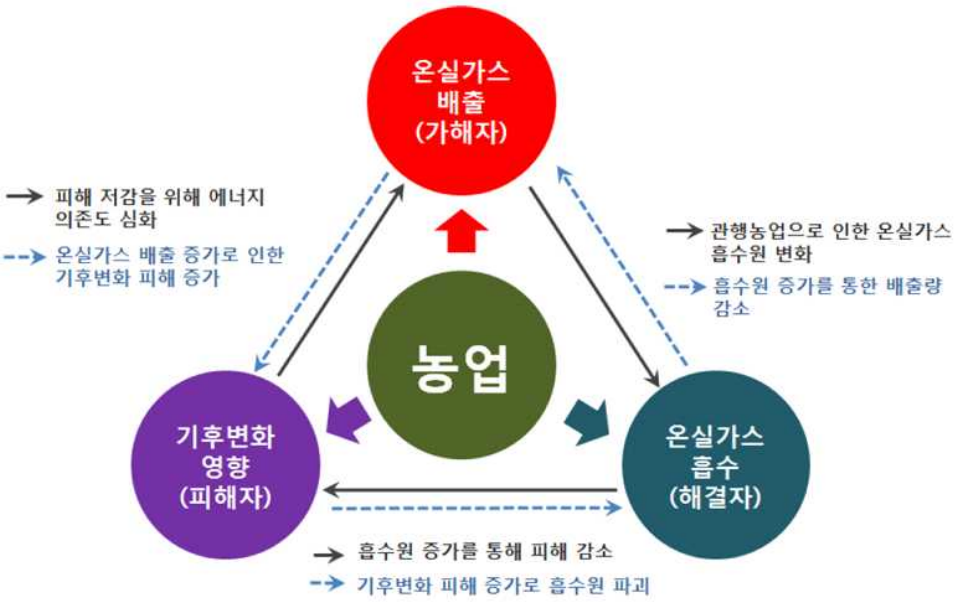
❍ **생명 에너지의 원천인 음식은 생산-가공-유통·물류-소비-폐기에 이르는 전과정이 작동하는 사회경제 체계를 통해 얻을 수 있음. 농업을 단순한 먹거리 상품 산업의 하나로 관리하는 방식으로는 기후변화 영향을 제대로 파악할 수 없기때문에 통합적인 '먹거리 체계'(Food System)로 인식해야 함**

가. 기후위기 유발·피해자이자, 해결자로서 농업

○ 현재의 농식품 체계는 기후위기를 가져온 주요 요인이자, 기후변화에 따른 이상기후 등으로 직접적인 피해를 입고 있으며, 토양의 탄소흡수 기능은 위기를 극복할 해결자로서의 잠재력도 가지고 있음

○ '향후 전 세계인들이 기후변화를 경험하는 주요 방식은 식량을 통해서일 것'이라는 경고(옥스팜 팀고어)

[그림 3] 기후위기와 농업의 관계



1) 먹거리 생산·소비 - 화석연료·에너지 - 기후변화의 악순환 심화

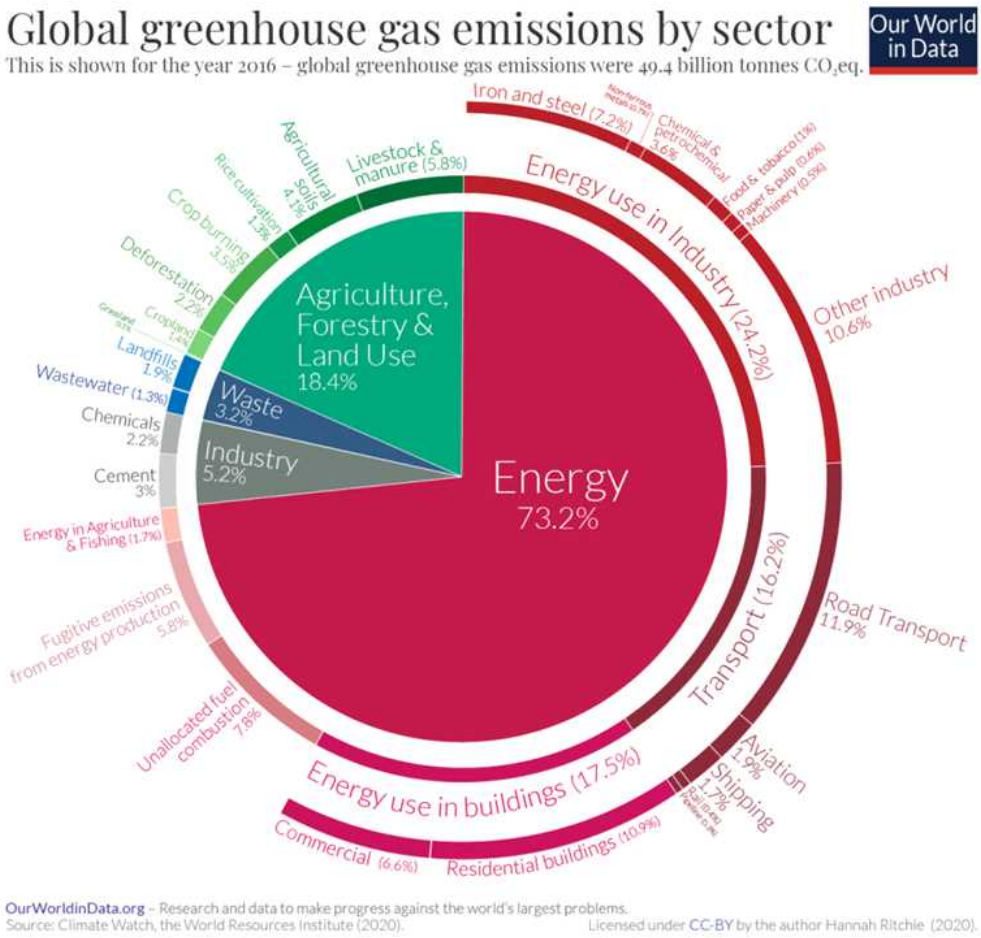
○ 78억에 이르는 인류의 번영은 먹거리 체계(생산, 가공, 유통·물류, 소비, 폐기에 이르는 전과정 체계)의 발전에 따른 것이며, 지금의 먹거리 체계는 화석연료에 의존하여 성장해왔고 그로 인해 기후변화를 유발해 왔으며, 이제 위기로까지 심화된 기후변화가 먹거리 체계의 작동을 위협하는 단계에 이르렀음

○ 농식품 체계의 생산력은 화석연료를 본격적으로 활용하여 산업화가 시작된 '산업혁명'을 통해 증가하고, 2차대전 후 자본제 상품화와 과학기술이 적용된 이른바 '녹색혁명'(품종개량, 농약·화학비료 양산 보급, 관개(irrigation)수 공급)을 통해 비약적인 성장을 이룸. 신자유주의 이후 '화석연료에 의존한 전지구적 농식품체계'가 구축되고 우리나라는 해방 이후부터 이 체계에 편입됨

❍ 생산주의 농업과 성장 위주 지구적 농식품 체계는 기후위기의 주요 원인

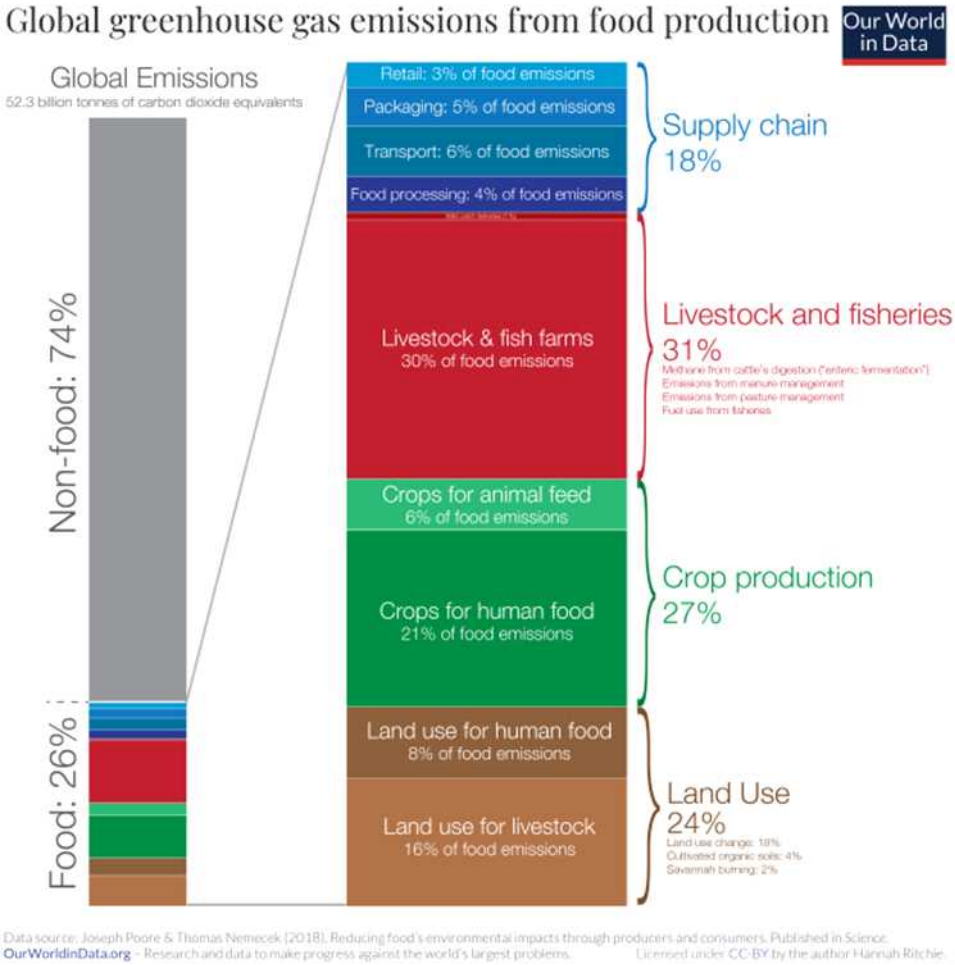
- 전세계 농식품 체계에서 발생하는 온실가스 배출량 비중은 30% 수준
- 세계자원연구소가 2016년 전세계 온실가스 배출량을 분석한 자료에 따르면 농업과 토지이용 분야가 전체 배출량의 18.4%로 평가됨(현재의 온실가스 인벤토리는 농업의 경우 직접 배출에 의한 배출량만 산정함)

[그림 4] 전세계 분야별 온실가스 배출



- 데이터 공유 플랫폼 '데이터 세계(ourworldindata.org)'에 발표한 2019년 조사 자료에 따르면 세계 농식품 체계에서 생산, 가공, 유통까지의 분야가 전 세계 배출량의 약 26%를 차지하는 것으로 나타남(Poore & Nemecek, 2018)
- 축산과 어업은 농식품 체계 배출량의 31%, 작물 생산이 27%, 가축용 토지 이용(16%)과 소비 작물(8%) 등 토지이용이 24%, 가공、운송、포장 등 공급망이 농식품 배출의 18%를 차지하는 것으로 발표하며 이 분야의 배출량을 줄이는 것이 앞으로 수십 년 동안 우리의 중요한 도전 과제라고 지적함

[그림 5] 전세계 먹거리 생산분야에서 발생하는 온실가스 배출



- 여러 연구에서 전세계 농식품 체계에서 발생하는 온실가스 배출량 비중은 21~37% 수준임. 현재의 농식품 체계가 온실가스 배출에서 차지하는 비중이 1/3 수준이기에 우리는 농식품 체계에 더 많은 관심을 갖고 배출량을 줄여갈 적극적인 대책을 세워가야 함

2) 기후위기는 농업·먹거리의 위기

○ 기후변화와 그 과정에서의 이상기후, 기후재해는 농업의 직접적인 위협 요인

- 농업환경이 변화하고, 작물생육에 장애가 발생하며, 가축질병 증가, 생물다양성 훼손 등 농업생태계가 직접 피해를 입고 수확량은 감소함
- 재배적지 변화 : 우리나라가 아열대기후로 변화하면서 농업생태계가 변화하고 경상북도보다 강원도가 사과재배 적지로 변화, 중남부 지역이 감귤재배 적지로 변화
- 병해충 발생 빈도 증가 : 병해충 발생 지역, 기간이 늘어나고 새로운 병해충이 나타나는 등 병해충 피해가 늘고, 예측도 어려워짐

- 생육장애 : 홍수, 가뭄, 냉해, 고온 등 이상기후 피해가 더욱 빈번해지고 예측이 어려워짐, 식량생산 감소 및 품질 저하, 가축질병 증가 및 생산성 저하
- 결국 안정적인 식량안보(Food Security)를 위협

❍ 기후위기는 먹거리 위기, 식량주권 확충의 계기로 삼아야

- 기후위기로 작물 수확량 10년마다 2% 감소예상, 식량수요는 10년마다 14% 증가하여 식량안보가 위협받을 수 있다는 전망 (IPCC)
- 곡물 생산국가들의 가뭄과 원유가격 상승으로부터 촉발되어 전세계 곡물가격이 급등하고 물가상승으로 이어져 36개 국가에서 식량폭동이 일어난 2007~8년 애그플레이션 사태. 기후위기가 식량위기, 사회경제적 위기로 발현
- 2010년 여름 러시아와 중앙아시아의 가뭄은 수확량 감소로 수출중단과 투기, 국제곡물가격이 폭등하고, 이 지역에서 생산된 밀을 수입해 먹던 중동, 지중해 연안 지역의 식량난과 경제난으로 이어져 이른바 자스민혁명으로 촉발되고 이 지역 오랜 정치권력들이 무너짐. 시리아는 10년 넘게 이어지는 내전의 혼란에 빠져들고 난민이 늘어나 유럽 각국에 정치경제적 부담으로 작용하게됨
- 코로나19 이후 (러시아)밀수출 제한, (필리핀)쌀비축확대, (베트남)쌀수출계약일시중단 등 식량안보 위협 상황이 벌어짐
- 과거 인류 문명 흥망성쇠의 역사가 땅과 곡식에 연유했듯이 기후위기로 인한 농업、먹거리의 위기는 단순히 작물재배 적응 문제에 머무는 것이 아님
- 쌀 이외 주요 곡물 대부분을 수입에 의존(곡물자급률 21%, 쌀 82.5%, 밀 0.7%, 콩 6.3%)하고 있어 식량안보, 식량주권 확충이 절실함
- 낮은 곡물자급률은 국내에서 감당해야할 농업 분야에서의 온실가스 배출량을 축소시켜 농업 분야에서의 감축 필요와 노력을 왜소화 시킴. 또한 많은 양의 수입 곡물은 먹거리 체계의 온실가스 배출을 외부화하고 있음. 2019년 수입 음식료품의 수입과정 운송에서만 발생하는 온실가스 배출량은 1천만톤 규모로 추정됨. 이는 국내 농업분야 온실가스 배출량의 절반에 이르는 양임
- 한편, 비만 등 식생활에 따른 건강 비용, 취약계층 먹거리 불평등 등 사회문제는 증가하는 추세임

3) 탄소흡수원으로서의 농업, 재생에너지 전환 공간으로서의 농촌

❍ 토양의 탄소저장 회복력을 높이는 것이 탄소중립의 첩경이자 정도

- 토양은 물(바다)과 함께 대기로 확산된 탄소를 저장、안정화 할 공간으로, 토양은 대기보다 2~3배에 이르는 탄소를 저장하고 있음. 토양, 과수, 산림은 대표적인 탄소 저장고임

- 게다가 산업화한 경작으로 대부분의 경작지 흙은 저장·안정화한 탄소를 절반 이상 잃고 있음
- 農은 생명에너지를 생산하며 탄소를 저장·안정화하는 거의 유일한 인간 활동임
- 산업화 사회에서 농지의 훼손은 불가역적이며, 농의 전환과 회복력의 토대인 농지 훼손을 방치하는 것은 죽어가는 생명의 제 살 깍아먹기임
- 산림, 농지는 회복력을 지닌 유일한 공간이고, 회복역량을 높일 수 있는 전환(재생농업, 탄소생태농업, 복합순환농업 등) 이행의 공간이기에 전용, 개발 등 훼손하는 것은 탄소중립에 역행하는 것

○ 농촌의 공간과 풍부한 보유자원은 재생에너지 전환의 주요 공간

- 농촌은 전통적인 재생가능에너지(햇빛, 바람, 물 등)를 적용, 확대하기에 잠재력이 높으며,
- 에너지 작물을 재배해 공급하거나(바이오연료), 바이오매스(목재, 농업부산물, 가축분 등)를 활용하는 등 풍부한 에너지 자원을 활용해 자립적 에너지 전환을 이룰 수 있는 공간임

나. 탄소중립 실현에서 농업·농촌의 위상 제고와 역할 강화

1) 탄소중립은 농업·농촌 위기 전환의 핵심 고리

○ 지구적 농식품 체계에 맞물려 있는 한국의 농업·먹거리 체계를 통합적으로 바라볼 때 기후위기와 농업·먹거리 관계를 온전히 평가할 수 있고, 기후위기와 농업·먹거리 문제가 농업·농민만의 과제가 아닌 우리 사회의 절박한 전환 과제임을 인식할 수 있으며, 전환 이행과정에서 우리 농업의 위상과 역할을 자리매김할 수 있음

○ 탄소중립을 기후위기·먹거리위기·지역위기 등 복합위기 대응 계기로 삼아야

- 농업 분야는 기후변화로 가장 민감하고 직접적인 피해를 입는 분야이며, 동시에 산림과 함께 유일하게 탄소흡수원으로 기능할 수 있는 분야이기도 함. 그럼에도 탄소중립을 위한 비전이나 계획은 부족함. 기초 자료나 통계조차 불충한 상황임
- 한국의 농업·농촌은 기후위기와 먹거리위기에 지역위기까지 복합적인 위기에 직면하고 있어 이를 건강한 먹거리를 생산하고 공급한다는 사회의 본원적 역할을 회복하며 이 위기상황을 사회 전환의 계기로 삼아 국가적 차원에서 적극적으로 대응하는 계기로 삼을 수 있음
- 이를 위해서는 생산자와 소비자, 행정과 연구자, 활동가 등이 농식품 체계와 기후위기를 나의 문제로 인식하고 공동해결자로 나설 때 전환 사회로 나아갈 수 있음

2) 그린뉴딜과 농업·농촌

❍ **위기 전환 방안으로 제안, 논의되고 있는 '그린뉴딜'은 국가 규모의 장기적 방향 설정, '그린'없는 한국판 뉴딜**

- 위기상황을 전환의 계기로 삼겠다며 정부는 2020년 7월 14일 '한국판 뉴딜 종합계획'을 내놓고 2025년까지 160조 원을 투자하여 190만 개의 일자리를 만들겠다고 발표함
- 세 축의 정책방향으로 '디지털 뉴딜'(디지털 혁신경제를 선도), '그린뉴딜'(친환경·저탄소 전환 가속화), '안전망 강화'(사람 중심 포용국가 기반)라는 구색을 갖춤. 분야별 세부계획(10대 대표사업)으로는 ①데이터 댐, ②지능형 정부, ③스마트의료 인프라, ④그린 스마트 스쿨, ⑤디지털 트윈, ⑥국민안전 SOC 디지털화, ⑦스마트 그린산단, ⑧그린 리모델링, ⑨그린 에너지, ⑩친환경 미래 모빌리티 등을 제시함
- 그러나 당시 탄소배출 감축 목표도 없고, 식량과 에너지 자급 목표도 없고, 공공의료나 농업·농촌은 거의 언급조차 없고, '그린'없는 뉴딜로 기존의 정책 아이디어와 디지털산업 지원으로만 점철되어 우려와 많은 지적이 있었음

❍ **EU '유럽 그린딜'**

- EU는 2019년 12월 11일 '유럽 그린딜'을 발표하며, 2050년까지 탄소중립(순배출제로), 기후변화 억제, 탄소중립경제의 선도자 역할을 수행하는 것을 목표로 10년간 1조 유로를 투자하겠다고 발표함
- 유럽 그린딜은 탄소중립 목표를 담은 합의서임. 주요 내용은, 외교적 역할과 정의로운 전환을 천명하고 재생에너지, 순환경제 산업, 건물, 지속가능한 수송, 농식품, 생물다양성 등 분야별 계획을 담음
- 농식품 분야를 살펴보면, EU집행위원회가 기후변화 대응과 생물다양성 보존에 도움이 되는 방식으로 환경친화적인 식품을 생산하고 소비하는 '농장에서 식탁까지' 전략을 통해 순환경제를 촉진하여 지속가능 식품시스템구축을 목표로 하는 계획으로, 탄소중립경제로의 전환 과정에서 농수산업 종사자가 소외되지 않도록 공정한 전환의 기회를 보장하고, 살충제 등 화학제품의 사용을 줄이며, 친환경적 기술 개발을 지원하고, 수입식품에 유럽의 기준을 적용한다는 정책방향과 농식품 가치사슬 6개 부문(식품생산, 식량안보, 가공·유통·소매·서비스, 식품소비, 음식물쓰레기, 식품공급망)에서 지속가능 목표와 개혁방안을 제시함
- 2020년 봄에 구체화하여 발표한 '농장에서 식탁까지' 전략은 '유럽그린딜'의 핵심요소이며, 목표는 2030년까지 화학합성농약 50%, 비료 20%, 항생제 50%, 양분 손실 50% 감축, 유기농 면적 25%(현 8%)까지 증대, EU 수입품은 EU 환경기준 준수를 의무화하는 것. 주요 내용으로는 ①건강하고 적정하고 지속가능한 먹거리 보장, ②기후변화 대응, ③환경보호와 종다양성 보전, ④공정한 식품체인의 경제, ⑤유기농업 확대를 명시함

[그림 6] 유럽연합 그린딜 'Farm to Fork' 전략의 주요 목표



❍ 미국의 그린뉴딜

- 미국의 그린뉴딜은 대선 공약으로 구체화됨
- 결의안은 ①공정한 전환을 통한 온실가스 제로 배출, ②양질의 일자리 창출과 경제적 번영 보장, ③인프라와 산업 투자, ④지속가능한 환경 보장, ⑤취약계층에 대한 정의와 공정성 증진을 목표로 삼았고, 이를 정책화한 '지속가능한 인프라와 청정에너지 계획' 공약에 담긴 그린뉴딜 정책의 주요 계획은 ①현대적 인프라 건설, ②자동차 산업발전, ③2035년까지 전력 탄소제로, ④건물 에너지효율 개선, ⑤청정에너지 혁신, ⑥지속가능한 농업과 자연 보전, ⑦환경정의와 공정한 기회 보장 등
- 농업 관련 내용으로는 결의안에서 '온실가스 배출을 줄이기 위해 농민과 협력하고 가족농업지원, 지속가능한 농업과 먹거리체계 구축 등을 담았고, 정책에는 '식품 및 농업분야의 탈탄소화 및 농업을 활용한 대기중 탄소 제거 및 지중 저장' 내용을 담고 있다.

제3장

농업·농촌분야 탄소중립 추진 현황

제3장 농업·농촌 분야 탄소중립 추진 현황 분석

1. 국가 농업·농촌 분야 탄소중립정책 추진 현황

가. 온실가스 배출량

1) 국가 온실가스 배출량

❍ 2018년 온실가스 총배출량은 7억2,760만톤으로 전년도 대비 2.5% 증가하였으며, 1990년에 비해서는 149% 증가함

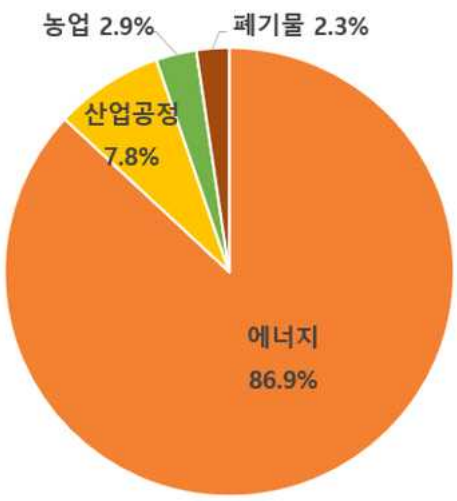
- 2018년도 총배출량은 에너지 분야(86.9%), 산업공정 분야(7.8%), 농업 분야(2.9%), 폐기물 분야(2.3%) 순. 1990년 대비 에너지 분야는 163%, 산업 공정 분야는 179% 증가하였으나 농업 분야는 1% 증가함

❍ GDP 당 온실가스 배출량은 1990년 대비 37.6% 감소해서 지속적으로 줄어드는 추세이지만, 1인당 총배출량은 1990년 대비 107% 증가

❍ 우리나라의 온실가스 배출량은 세계 9위, 38개 OECD 국가 중 6위에 해당하며, 1인당 온실가스 배출량은 OECD 국가 중 8위이다. 반면에 재생에너지가 전기 생산에서 차지하는 비율은 OECD 국가 중 최하위권(37위)

❍ OECD 국가의 온실가스 배출량은 1990년에는 전세계 배출량의 50% 이상을 차지했지만, 2016년에는 35% 정도로 줄어들었다. 1인당 배출량을 살펴보면 OECD 국가 평균 8.9톤이고 세계 평균은 4.3톤(2018년)인데 비해 우리나라는 약 14톤 수준으로 에너지 집약도가 매우 높은 산업구조임

[그림 7] 국가 온실가스 배출 비중



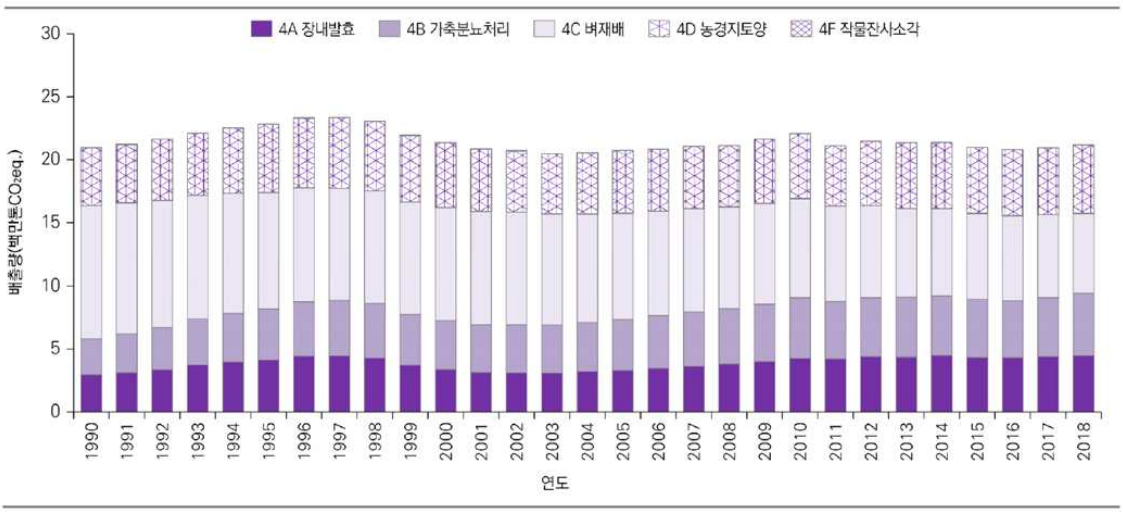
2) 국가 농업분야 온실가스 배출량

❍ 농업 분야의 2018년 배출량은 우리나라 총배출량의 2.9%에 해당하는 2,120만톤으로, 1990년 대비 1.0% 증가. 논 면적 감소로 벼재배 배출량은 40%가 줄었고, 육류소비 증가로 장내 발효에서는 51%, 가축분뇨 처리에서는 74%가 증가

❍ 벼재배 부문이 농업 분야 배출량의 29.7%, 농경지 토양 25.8%, 가축분뇨 처리 23.3%, 장내 발효가 21.1%를 차지함

- 농작물이 흡수하는 탄소와 경작 중에 토양 유기물이 분해되어 배출되는 탄소, 농경지가 산림으로 전환되거나 반대로 산림이 농경지로 개간되어 탄소흡수와 배출이 변화하는 부분은 산림의 탄소흡수와 함께 LULUCF(토지이용과 토지이용 변화, 그리고 산림: Land Use, Land Use Change and Forest) 부분에 계상됨
- 농경지의 탄소 축적량은 변하지 않는다고 가정하여 순 배출량은 '0'로 간주하며 농경지가 산림지로 전환되어 탄소를 흡수하는 부분은 따로 산출하지 않고 산림 부분의 탄소흡수에 포함되어 있으나 앞으로 추가적인 검증과 논의가 필요함

[그림 8] 농업분야 부문별 배출량 추이 (1990-2018)



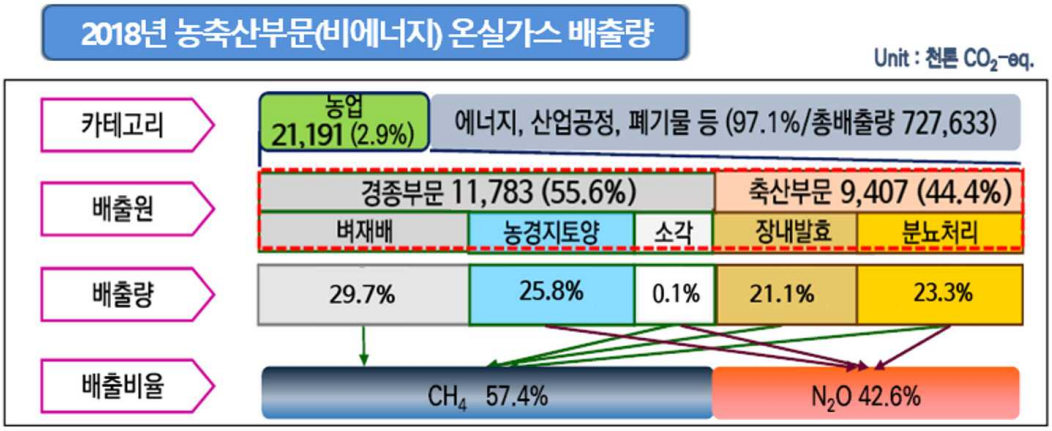
❍ 농업분야의 배출량 비중은 1990년에는 국가 배출량 대비 7.4%였으나 산업 성장에 따라 2018년에는 2.9%로 줄어듦. 농업분야 온실가스 배출은 메탄(CH4)과 아산화질소(N_2O)로 구성되어 있으며, 배출 비중은 각각 57.7%, 42.3%

❍ 에너지까지 포함하면 농업생산의 총배출량은 2,840만톤. 경종부분이 41%, 축산부문이 30%, 시설원예·농업기계 등 에너지 부문에서 28%가 발생함

- 농업부문의 에너지 소비는 통계조사 대상 수가 적어 과소 평가 가능성이 크며, 수요자 통계 개선을 위한 연구가 진행중임

❍ 농업분야의 온실가스 발생량은 농업생산 직접배출량만 조사한 내용임

[그림 9] 국내 농업부문 온실가스 배출 구조



+ 농축산 에너지 부문(농기계, 온실난방, 어선, 양식 등) : 3.5백만톤 CO_2eq = 24.7백만톤 CO_2eq (3.4%)

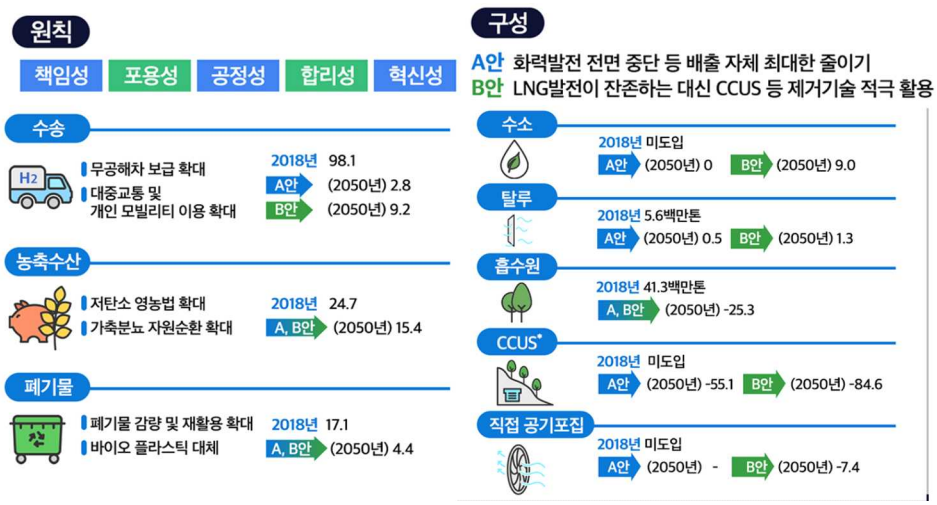
나. 국가 2050 탄소중립 시나리오의 농업분야 정책

○ 정부는 탄소중립위원회를 통해 2050 탄소중립 시나리오안을 관계부처 합동으로 마련하고 정부안으로 의결 제안함('21.10월)

○ 비전과 원칙

- (비전) "기후위기로부터 안전하고 지속가능한 탄소중립 사회"
- (원칙) ① (책임성의 원칙) 사회구성원 전체가 지구촌의 책임 있는 일원으로 참여
  ② (포용성의 원칙) 미래세대와 인류 외 다른 생물종까지 배려
  ③ (공정성의 원칙) 취약 집단을 보호하고 소외된 자 없이 모두의 참여를 보장
  ④ (합리성의 원칙) 객관적인 자료에 바탕을 둔 실현가능성 높은 미래상 도출
  ⑤ (혁신성의 원칙) 과학기술과 제도의 혁신을 통한 미래성장동력 발굴

[그림 10] 2050 탄소중립 시나리오 (백만tCO_2/eq.)



❍ 2050 탄소중립 시나리오의 농축수산 분야 내용

- (개요) ① 식량안보를 담보하고,
② 온실가스 감축을 통해 농어촌과 농어업의 지속가능성을 높이며,
③ 안전하고 건강한 먹거리를 생산·소비하는 것을 목표로 하여,
이를 달성하기 위해 가용할 수 있는 기술과 정책을 최대한 반영함

❺ 농축수산

▸ **배출량 변화**(백만톤CO_2eq) : ('18년) 24.7 → ('50년) **15.4*** (△37.7%) * A,B안 동일

감축수단

□ **(연료 전환 등) 어선** 및 **농기계** 연료의 **전기·수소화, 고효율 에너지 설비 보급, 바이오매스 에너지화** 등 추진

ㅇ (농축산) 재생에너지 보급을 통한 농촌에너지 자립마을 조성, 농기계·보일러 등에서 사용하는 등유·경유 수요의 전기·수소화

ㅇ (수산) 노후 어선 교체 및 장비 고효율화 수단 확대

□ **(영농법 개선)** 화학비료 저감, 친환경 농법 시행 확대 등 **영농법 개선을 통해** 농경지 **메탄·아산화질소 발생 억제**

ㅇ 벼농사로 유발되는 온실가스 감축을 위한 **논물 관리방식 개선** 및 농경지 **질소질 비료 사용 저감, 바이오차**(Bio-char)* 등 신규 기술 확대

* 목재 등을 300~350℃ 이상의 온도에서 산소 없이 열분해하여 만든 숯 형태의 유기물로, 토양 살포 시 토양 내 탄소 저장 효과 있음

□ **(가축 관리) 가축분뇨 자원순환 확대** 및 **저탄소 가축관리시스템 구축** 등에 따른 온실가스 감축

ㅇ 가축사육 과정에서 발생되는 온실가스의 48%를 차지하는 메탄가스 및 분뇨 내 질소를 줄이기 위해 **저메탄·저단백질사료 보급** 확대

ㅇ 디지털 축산 경영을 통한 가축 정밀 사양, 폐사율 감소 등을 통해 **축산의 생산성 향상**

ㅇ 분뇨 중 탄소는 메탄으로 회수 및 에너지원(열이나 전기, 수소)으로 활용하여 **가축분뇨 에너지화 시설 처리율 확대**('18년 5% 내외 → '50년 35% 이상)

□ **(식생활 전환) 식단변화, 대체가공식품** 이용 확대

ㅇ 사회구조 변화, 대체가공식품(배양육, 식물성분 고기, 곤충원료 등) 기술 개발 및 이용확대 등으로 인한 식단 변화 고려

정책제언

□ **식량안보 강화** 및 **농·어업분야 기후적응 정책 추진**

- ㅇ 농·어업 생산성 향상, 기후변화에 따른 농·어업 기술지원체계 강화, 재해예측 시스템 고도화 등 농·어업 분야 기후변화 적응정책 적극 추진
- ㅇ 농·어업 분야의 통계기반 개선 및 온실가스 보고·검증 체계 개선

□ 농축수산업의 **환경적 지속가능성**과 **생산성 동시 향상**

- ㅇ 농작물 재배, 조업 및 양식 과정에서의 배출을 최소화하기 위한 저탄소 농축수산기술 보급 및 기술 개발, 농·어업인 교육 및 훈련 지원 확대
- ㅇ **바이오차**(Bio-char) 공급 등을 통한 토양 탄소저장 기능 강화
- ㅇ 생산성 향상을 위한 축사·양식장 시설개선 및 디지털화·스마트화 지원

□ **농수산식품 수요·공급 체계 전반의 저탄소화**

- ㅇ 지역단위 먹거리 선순환 체계 구축, 온라인 거래 확대 등 유통과정의 온실가스 배출 감축 지원 확대
- ㅇ 기후변화와 식습관의 관계에 대한 교육·홍보 강화, 대체가공식품 품질 향상 등을 통한 식생활 전환 운동

❍ 2050 탄소중립 시나리오 세부 산출근거

- 2050 시나리오의 세부 산출 근거를 아래와 같이 제시하고 있음

❍ 주요 전제조건

- 농축산부문 기후위기 대응 시나리오는 ①식량안보를 향상하고, ②온실가스 감축을 통해 농촌과 농업의 지속가능성을 높이며 ③안전하고 건강한 먹거리를 생산·소비하는 것을 목표하며, 이를 달성하기 위해 감축 가능한 기술과 정책을 최대한 반영

❍ 2050년 온실가스 배출량 : 15.4백만톤

(단위 : 백만톤CO_2eq)

구 분	2018년	2050년
합 계	**24.7백만톤**	**15.4백만톤**
에 너 지	3.5백만톤	0.2백만톤
비에너지	21.2백만톤	15.2백만톤

❍ **감축 수단 및 산출 근거**

① (농축산 에너지 전환) 바이오매스 에너지화, 고효율에너지 설비 보급, 농기계 전기 수소 전환 등 반영 산출

- (고효율에너지설비 보급) 공기열히트펌프 등 고효율에너지 설비보급 으로 '50년 시설원예 소요 난방유(등유) 50% 절감 ⇒ 41.3천톤 감축
- (농기계 전기 수소 전환) 등유 수요의 50%와 경유 수요의 100%를 절감 ⇒ 189.8천톤 감축(직접)
- (바이오매스 에너지화) ⇒ 0.4천톤 감축(간접)

② (수산 에너지 전환) 어선 효율화(어선 노후기관 교체 및 대체, 하이브리드 어선, 감척 등)와 고효율 장비 보급 등을 반영 산출 ⇒ 753천톤 감축

③ (영농법 개선) 논물관리, 질소질 비료 사용 절감, 바이오차(Biochar)* 토양개량제 사용 등 반영 산출

* 바이오매스(biomass)와 숯(charcoal)의 합성어로 목재 등을 300~350℃ 이상의 온도에서 산소 없이 열분해 하여 만든 숯 형태의 유기물, 바이오차를 토양 살포 시 토양 내 탄소 저장 효과(UN 기후변화 협의체, IPCC 지침)

- (논물관리) 간단관개와 논물 얕게 대기 등 ⇒ 539.8천톤 감축
- (질소질 비료 사용 절감) ⇒ 268천톤 감축
- (바이오차 토양개량제) 최근 토양 내 탄소 고정 효과가 입증된 바이오차를 농경지에 45천톤 보급 ⇒ 토양 내 65천톤 고정

④ (가축관리) 가축분뇨 자원순환 확대 및 저탄소 가축관리시스템 구축 등을 반영 산출

- (가축분뇨 처리방법 개선) 비농업계(에너지화, 정화처리 등) 이동 비율 확대 ⇒ 4,291천톤 감축
- (저탄소 가축관리시스템 구축) 한육우 젖소에 저메탄사료 보급, 한우, 돼지 사료 내 단백질 수준 조절을 통해 분뇨 포함 질소량 감축
  ⇒ 2세 이상의 한·육우, 젖소 대상 저메탄 사료 100% 보급으로 402천톤 감축
  ⇒ 저단백질사료 보급으로 분뇨 내 질소 1%감소로 48천톤 감축

⑤ (식생활 전환) 사회구조변화(소득 수준 상승, 인구 감소, 고령화 등)와 식물성 단백질 선호도 증가, 대체 단백질 기술 개발 등 ⇒ 1,133천톤 감축

⑥ (생산성 향상) 주요 축종(한 육우, 젖소, 돼지, 닭) 대상 스마트축사 보급을 중심으로 디지털 축산 경영을 통한 가축 정밀 사육, 폐사율 감소 등 생산성 향상 ⇒ 815천톤 감축

⑦ (대체 가공식품 증가) 대체 가공식품(배양육, 식물 성분 고기, 곤충 원료 대체) 확대 ⇒ 318천톤 감축

다. 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안('21.10월)

❍ 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안의 농축수산 분야 내용 요약

❺ 농축수산 ('18년)24.7 → ('30년)19.4(△21.6%, 현 NDC) → ('30년)18.0백만톤(△27.1%, 상향안)

❍ (저탄소 농업) 간단관개* 비율 확대(2주 이상 비율 61%), 물 얕게 대기 등 논물 관리방식 개선, 질소질 비료 사용을 줄여 친환경농업 확산

→ 약 2.5백만 톤 감축

* 모내기 후, 추수 전에 논에 물 대는 기간을 축소하여 메탄가스 배출 저감

❍ (가축관리) 가축분뇨 에너지화 및 정화처리 확대, 저메탄·저단백 사료 보급*, 축산생산성 향상, 식생활 전환 등으로 축산부문 온실가스 배출 저감

→ 약 3.3백만 톤 감축

* 한육우·젖소 대상 저메탄 사료 보급 확대 및 한우·돼지 대상 저단백질 사료 보급을 통한 분뇨 내 질소 저감

❍ (고효율 설비 보급) 에너지 절감 시설·설비 보급, 농기계 연료를 저탄소 연료로 전환*, 노후 어선의 엔진 교체 등

→ 0.9백만 톤 감축

* 경유 10%·등유 5% 감축, 전기·수소 이용 확대

라. 농식품부, 「2050 농식품 탄소중립 추진전략」('21.12.27)

❍ **국가 2050 탄소중립 시나리오 발표 이후, 구체적인 이행방안 추진전략 발표**

- 여기에는 큰 틀의 현황 인식이 담긴 배출 전망, 여건과 과제, 기본방향 및 비전과 추진과제, 감축량 개요를 정리하고 로드맵, 추진계획 개요와 홍보물은 부록에 정리함

Ⅳ. 온실가스 배출전망, 여건 및 과제

1. 온실가스 배출전망

□ 현재 추세로 농업생산 활동이 지속될 경우 **경지면적은 줄어들고 가축의 사육두수는 증가**할 전망

o **화학비료는** 중장기적으로 **완만하게 감소**하나 **축산분뇨 투입량은 지속적으로 증가**할 것으로 전망

구분		2018년	2030년	2040년	2050년
농축산 생산	경지면적(천ha)	1,595	1,218	1,186	1,178
	가축사육두수(천마리)	188,584	207,446	220,006	226,521
농경지 질소투입량 (ton N/yr)	화학비료	244,059	238,894	238,752	238,744
	축산분뇨	473,519	521,282	545,406	565,499

□ 농업생산 활동의 영향으로 농업분야 온실가스(비에너지) 발생량은 **'50년까지 지속적으로 증가할** 전망

o 경종부문은 경지면적 감소로 배출량이 감소하나, 가축 사육두수 증가로 인해 **축산부문 배출량 증가**

배출원 (천톤CO2)			배출량 (2018)	배출전망		
				2030년	2040년	2050년
비에너지	경종	벼재배	6,297	5,041	4,879	4,847
		농경지	5,472	6,334	6,569	6,765
		작물잔사소각	15	17	17	17
	축산	장내발효	4,471	4,758	4,796	4,830
		가축분뇨처리	4,936	6,236	6,507	6,729
에너지		-	996	653	489	393
합 계			22,187	23,039	23,257	23,581

□ 대표적 기후 민감산업인 농축산업은 **식량안보 및 기후변화** 정도에 따라 온실가스 배출량 변화가 불가피

o **온난화** 등 기후변화가 농축산물 생산에 부정적 영향을 미치는 경우 **자원 및 에너지의 추가 투입** 필요

* 2040년대 쌀 생산량은 13.7% 감소되고, 가축의 경우 고온 스트레스로 폐사율, 번식률 저하 및 체중 저하 가능, 가뭄, 폭우 등 재해 및 이상기상 피해 증가

- 기후변화에 따른 **식량안보 문제**를 추가로 고려 시 단기적으로는 온실가스 배출 증가요인으로 작용할 가능성

o 온실가스 감축 목표 달성을 위해서는 **추가적인 감축여력 확보**와 **신규 감축수단 지속 개발** 등으로 대응할 필요

2. 여건 및 추진과제

□ 농식품 **넷제로는 농식품 산업의 위기이자 도전으로 인식**

o **디지털 전환** 등에 맞추어 **ICT, IoT 등 기술과 넷제로 전략**을 연계함으로써 **저탄소 구조**로 전환 필요

o 지속가능 성장에 대한 **국민적 인식 전환***에 대응하여 고투입 농업, 분뇨처리 미흡 등 **환경부하를 최소화**하고 **환경친화산업으로 전환** 필요

* 경제와 환경을 선택의 문제로 보던 전통적 인식을 넘어 "환경 문제가 해결되어야 지속 가능한 성장이 가능하다"는 인식 확산('18. 기후변화 인식도 조사 결과)

□ 식량생산 등 **농식품산업의 특수성에 대한 고려 요구 증가**

o 농업분야 온실가스는 **식량 생산 과정에서 불가피하게 발생**할 수밖에 없어 **식량안보 등을 고려한 탄력적 감축** 필요

- EU*·영국·독일 등은 농업분야 배출량 감축 노력을 지속하면서 탄소중립 이후 발생하는 배출량은 산림 등을 통해 흡수 추진

* EU는 농업분야 '50년 배출전망치 404백만톤 대비 31.4~43.1% 감축한 277~230백만톤 배출 목표

o 기후민감 산업 특성을 고려하여 온실가스 감축과 함께 **재해예방, 작목·작부체계 전환**도 동시에 추진 필요

□ 소규모 농가가 **관행적 농업**을 위주로 하고 있어 농업분야는 온실가스 감축이 힘들다는 평가

o 농업분야 넷제로 달성을 위해서는 **감축기술 개발 외에도 농정 및 농업 관행의 획기적인 전환** 필요

- 농업정책도 **넷제로 및 환경문제를 최우선**에 두고 정책 우선순위를 재검토하고 인센티브 재설계 필요

o 농업 분야의 온실가스 감축은 개별 농가 단위보다는 지역적 감축이 효과적이고, 개별 규제보다는 **인센티브 정책**이 효과적

□ **온실가스 인벤토리** 등 **온실가스 감축 인프라가 미흡**한 상황

o 농업분야의 특성을 고려한 온실가스 측정기법을 구축하고, 배출계수 등 인벤토리도 선진국 수준에 맞게 고도화 필요

<참고>

< 농업여건 변화 전망 >

구분			2018년	2030년	2040년	2050년
비에너지	경지면적 (천ha)	소계	1,595	1,218	1,186	1,178
		논	844	644	627	623
		밭	751	574	559	555
	가축사육 두수 (천마리)	소계	188,584	217,333	229,893	236,409
		소 (젖소·한육우)	3,497	3,797	3,800	3,800
		돼지	10,829	12,015	13,173	14,267
		닭	164,026	191,290	202,689	208,111
		기타*	10,232	10,231	10,231	10,231
	농경지 질소투입량 (ton N/yr)	소계	734,213	774,635	798,185	818,146
		화학비료	244,059	238,894	238,752	238,744
		축산분뇨	473,519	521,282	545,406	565,499
		질소고정작물	348	317	317	317
		작물잔사환원	16,287	14,142	13,711	13,587
에너지	직접 (석탄, 석유, 가스)	소계	(2017년) 1,323	777	556	427
		석탄 소비량 (천 TOE)	21	21	21	21
		석유 소비량 (천 TOE)	1,298	755	535	406
		도시가스	3	1	-	-
	간접 (전력, 열)	전력	1,374	2,007	2,101	2,091

* 기타 가축 : 양, 염소, 말, 오리, 사슴

< 출처 : 환경부 온실가스종합센터, 한국농촌경제연구원 내부자료 등>

※ '30·40·50년 온실가스 배출량을 산정하기 위해, 경지면적, 가축사육두수 등의 과거 추세치를 토대로 변화 추세 예측

Ⅴ. 2050 탄소중립 비전, 목표 및 추진과제

1 기본방향

□ (비전목표) **넷제로**를 **계기로** 농업 발전 및 지속가능성 제고

o 우리 농업을 **저탄소 및 환경친화적인** 산업으로 탈바꿈 추진

* 1단계('30년) : 저탄소 농업 전환 및 감축기술 확립→ 2단계('40년) 농업환경 개선 및 온실가스 감축폭 확대 → 3단계('50년) 탄소중립 및 지속가능 농업 실현

o 비료, 축산분뇨, 석탄에너지 등 온실가스 **배출원 감축과 재생에너지 확대**를 통해 농업 부문 **넷제로 달성**

□ (추진전략) 넷제로 달성을 위해 **우리 농업 구조를 획기적**으로 전환

o ICT 등 최신기술을 활용하는 **정밀농업을** 확산하고, **환경친화농업, 생태농업** 등을 통해 고투입 농법을 저투입 농법으로 전환

o 화학비료와 농약사용을 줄이고, 저메탄사료 등 저탄소 **사양관리**와 **가축분뇨의 비농업계 이용 확대**

o 농식품 **유통거리 단축**과 식생활 개선 및 대체식품 확대

o **농촌공간계획 등을 활용한 재생에너지 보급** 등 에너지 전환 추진

□ (정책수단) **개인 및 지역단위** 감축과 **인센티브** 제공 강화

o 공익직불제 등을 통해 온실가스 저감 활동에 대해 보상

- 농가와 기업간 상생협력 확대, 탄소배출권 외부거래 활성화 등 **다양한 농가 수익 기여 모델 개발**

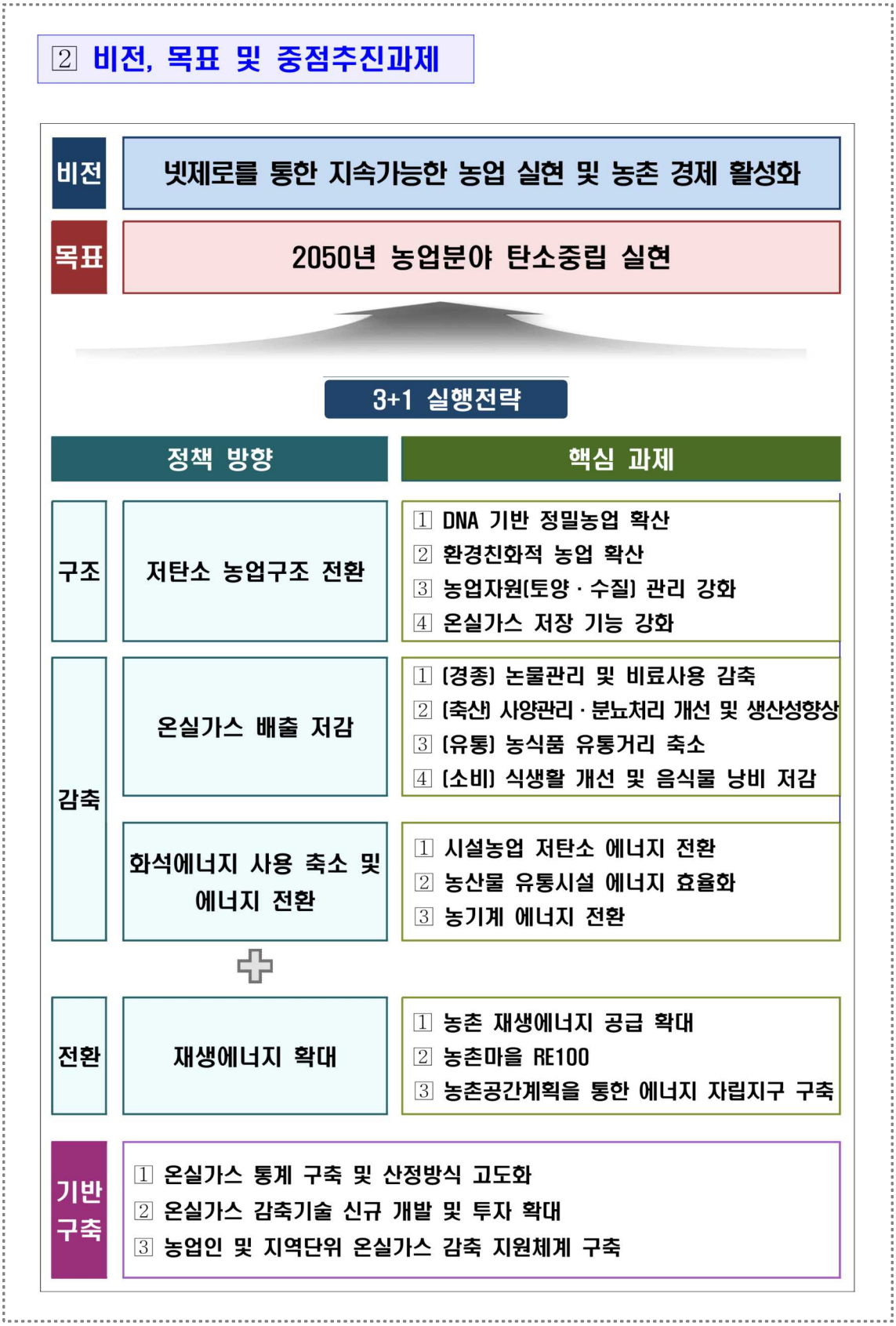
o **지역**(공간) **단위**의 정책 추진을 통해 무임승차 해소

- **일정 단위(unit) 공간**에서 에너지 발생·소비 등 용도에 따라 구획화하고, **공간** 내에서 **자원이 순환**할 수 있는 지역단위 넷제로 추진

□ (기반구축) 온실가스 감축 기술 개발 등 **과학적 정책 추진**

o 농업분야 온실가스 발생, 감축, 증빙을 위한 **통계 및 온실가스 산정방법 고도화 등 인벤토리 개선**

[그림 11] 2050 농식품 탄소중립 추진전략 비전 및 목표



참고 **농식품 온실가스 감축수단별 감축량 및 감축률**

(배출량, 감축량 : 천톤)

구 분 (단위: 천톤)			'18년 배출량 (A)	2050년 감축목표 '50년 BAU (B)	수단	감축량 (C)	감축후 배출량 (D=B-C)	'18년 대비 감축률 (A-D/A) ×100
2050 시나리오 (농축산 + 수산)			**24,725**	**24,450**		**8,996**	**15,453**	**37.5**
농축산 합계 (A + B)			**22,187**	**23,582**		**8,243**	**15,338**	**30.9**
비에너지	**비에너지 계** (A)		**21,191**	**23,188**		**8,012**	**15,176**	**28.4**
	경종	**소 계**	**11,784**	**11,629**		**2,809**	**8,820**	**25.2**
		벼 재배	6,297	4,847	**소 계**	**540**	4,307	31.6
					간단관개	474		
					논물얕게대기	**66**		
		농경지	5,472	6,765	**소 계**	**2,269**	4,496	17.8
					질소비료 저감	268		
					바이오차 보급	65		
					농경지 투입 분뇨량 저감	1,936		
		작물잔사소각	15	17	-	-	17	-
	축산	**소 계**	**9,407**	**11,559**		**5,203**	6,356	32.4
		가축분뇨	4,936	6,729	비농업계 이동	2,355	4,374	11.4
		장내발효 및 생산성 향상	4,471	4,830	**소 계**	**2,848**	1,982	55.7
					저메탄사료 보급	402		
					분뇨내 질소 저감	673		
					축산생산성 향상 등	1,773		
에너지 (B)			**996**	**393**	**고효율 에너지설비 등**	**231**	**162**	**83.7**

마. 탄소중립·녹색성장 기본법 제정

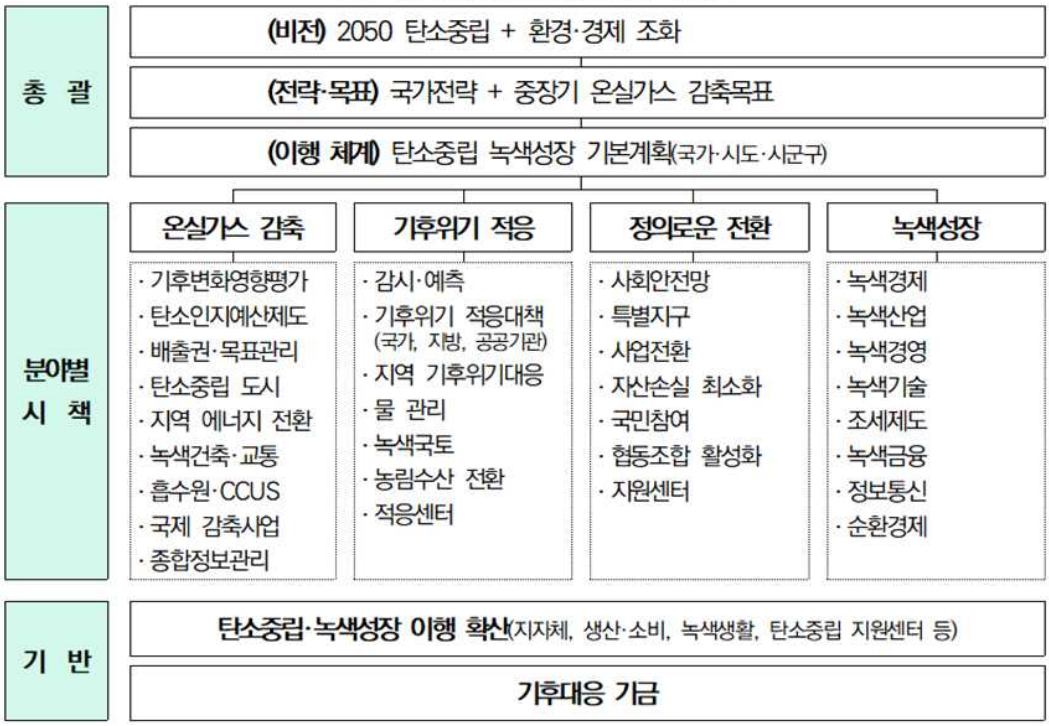
❍ 2020년 12월 ‘2050 탄소중립 비전’ 선언 뒤 탄소중립을 달성해 나가기 위한 법정 절차와 정책수단을 담은 ‘탄소중립기본법’을 제정함(2021.9.)

❍ 국가와 지자체는 탄소중립 기본계획을 수립하여 이행 점검하는 체계, 또한 협력하여 온실가스종합정보관리 체계를 구축하게됨

❍ 녹색건축과 교통지원, 탄소중립도시 지정, 탄소중립지원센터 등을 운영할 수 있음

❍ 지자체는 기본계획 수립과 위원회 설치, 정보관리체계 구축, 지원센터와 온실가스감축 인지예산제도, 국민참여보장과 협력기회 제공 등 지역에 필요한 탄소중립 정책을 수행할 수 있는 탄소중립 기반 구축의 틀거리가 잡힘

[그림 12] 탄소중립·녹색성장 기본법 법안 체계



❍ 기본법으로서 기본원칙(제3조)에 ‘세대간 형평성’, 지속가능발전의 원칙‘, 기후정의 추구와 정의로운 전환 실현’, ‘오염자 부담 원칙’, ‘국민의 민주적 참여 보장’, ‘국제협력 강화’ 등을 담고 있음

❍ 국가와 지방정부의 책무와 역할이 주어지나 실행력을 가진 계획으로 실현되려면 국민의 참여가 중요한 만큼 내년 시행을 앞두고 탄소중립 논의가 더 많은 공론장에서 펼쳐지도록 해야 함

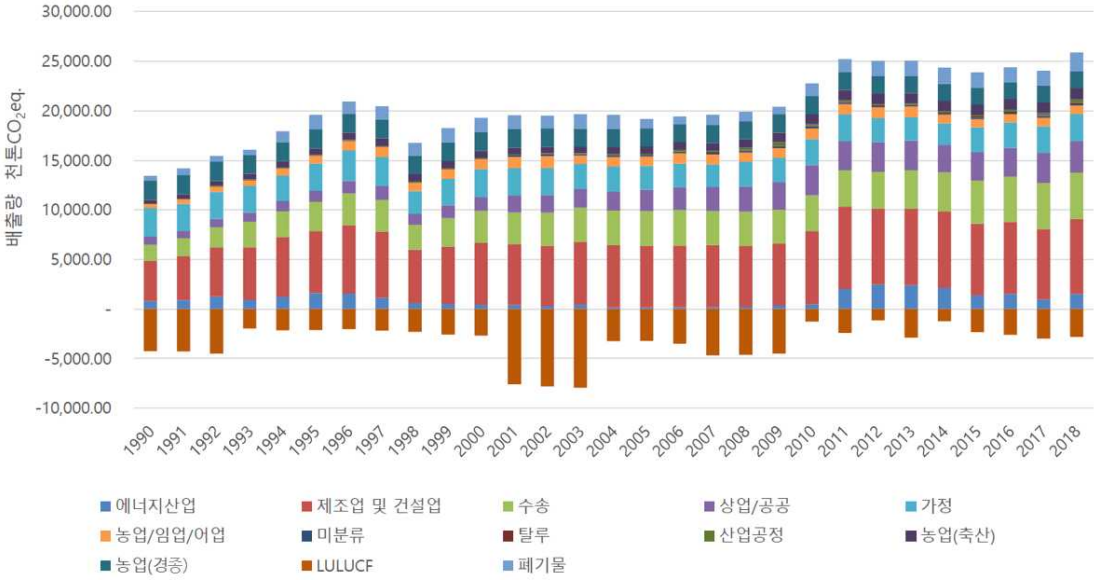
2. 전라북도 농업·농촌 분야 탄소중립정책 추진 현황

가. 온실가스 배출

1) 전라북도 온실가스 배출

○ 전라북도 온실가스 배출량은 간접배출량 포함 2018년 기준 25,881.27천톤 CO_2eq으로 1990년 대비 92.5% 증가

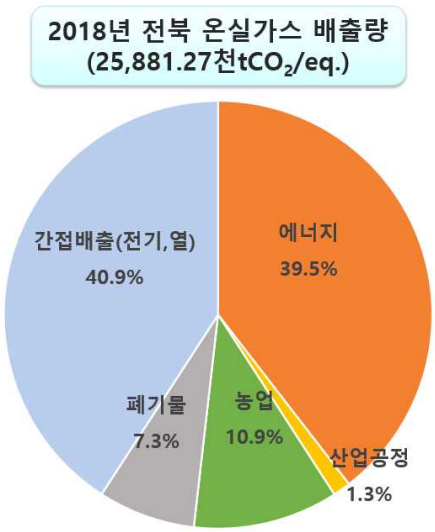
[그림 13] 전북 온실가스 배출량 구조와 추이 (1990~2018)



* 장남정(2021.12.),「2050 전라북도 탄소중립 기본방향」

[그림 14] 전북 온실가스 배출 구조

○ 전북 온실가스 배출량을 분야별로 살펴보면, 에너지 분야 39.5%, 산업공정 1.3%, 농업 10.9%, 폐기물 7.3%, 간접배출(외부생산 전기, 열) 40.9%의 분포를 보임



❍ 2018년 전북 인구 1인당 온실가스 배출량은 13.9톤CO_2eq.으로 1990년 대비 113.3% 증가

❍ 국가 인구 1인당 온실가스 배출량은 14.1톤CO_2eq.으로 1990년 대비 106.9% 증가

[그림 15] 전북 1인당 온실가스 배출량 추이

구분	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	1990년 대비 증감률(%)
총배출량 (천톤CO_2eq./년)	13,443.3	19,282.0	22,746.9	23,873.6	24,390.0	24,030.4	25,881.3	92.5
1인당 총배출량 (톤CO_2eq./명)	6.5	9.6	12.0	12.6	12.9	12.8	13.9*	113.3
인구(등록인구)	2,069,848	2,006,500	1,889,115	1,895,905	1,892,111	1,883,195	1,868,179	-9.7
1인당 총배출량 전년 대비 증감률(%)	-	6.0	10.7.	-1.9	2.4	-1.0	8.6	-

* 장남정(2021.12.), 「2050 전라북도 탄소중립 기본방향」

2) 전라북도 농업분야 온실가스 배출 특성 분석

❍ 2018년 간접배출을 포함한 전북 전체 배출량 25,881천톤CO_2eq.가운데 농업분야 배출량은 2,831천톤CO_2eq.이 발생하여 10.9%를 차지함

❍ 2018년 농업분야 배출량 가운데 경종이 1,703.95천톤CO_2eq.로 60.2%, 축산이 1,126.59천톤CO_2eq.으로 39.8%로 산출되고, 벼재배에서 1백만톤CO_2eq. 수준이 발생하고 있음

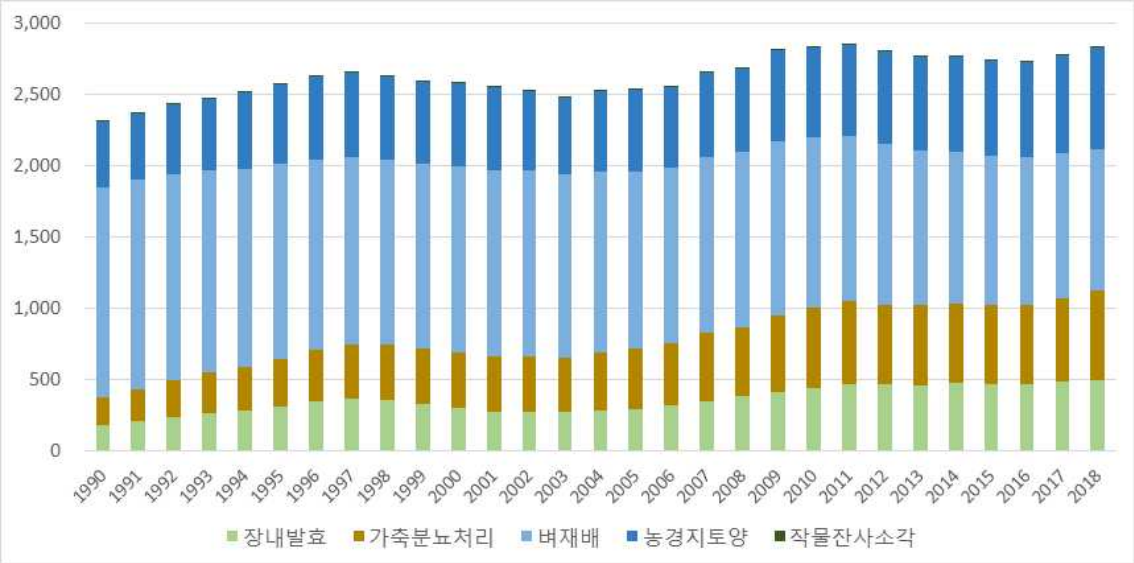
[그림 16] 전북 농업분야 온실가스 배출 구조 (단위 : 천톤CO_2eq.)



❍ 도별 인벤토리에서 산정된 배출량 추이를 살펴보면 [그림 17]과 같음

- 장내발효는 반추동물의 소화과정에서 혐기상태로 트림이나 방귀로 배출하는 CH_4
- 가축분뇨는 가축의 분뇨를 처리하는 과정에서 발생하는 CH_4와 N_2O
- 벼재배는 논에서 유기물과 유기질비료가 혐기분해(물속에서 혐기성 미생물 활동으로 분해)하는 과정에서 배출하는 CH_4
- 농경지토양은 화학비료나 유기질비료로 투입된 질소가 암모늄태질소로 바뀐 후, 호기 및 혐기 미생물 분해 과정에서 N_2O 발생

[그림 17] 전북 농업분야 부문별 온실가스 배출 추이 (1990~2018년)



* 2020 온실가스 인벤토리 보고서의 전북 농업분야 데이터를 그래프로 그림

❍ 전북 농업분야 배출량 변화와 지역농업 특성을 파악하고 비교하기 위해 아래에 [표 1]를 작성해 분석함

[표 1] 전북 농업분야 온실가스 배출 및 농업 현황 비교 (단위 : 천톤CO_2eq.)

	1990년	2018년	증감율
장내발효	187.61	499.65	266.3%
가축분뇨처리	190.31	626.94	329.4%
벼재배	1,467.04	988.81	67.4%
농경지토양	460.99	713.47	154.8%
작물잔사소각	1.90	1.67	88.2%
배출 합계	2,307.85	2,830.54	122.6%
농가 인구(명)	708,079	208,600	29.5%
벼 재배면적(ha)	176,685	114,654	64.9%
소 사육두수(마리)	142,515	697,934	489.7%

* 온실가스 배출 자료는 '국가 온실가스 인벤토리 보고서, 2020, 인구, 면적, 사육두수 자료는 통계청 지료

** 소 사육두수는 1990년은 4/4분기, 2018년은 2017년 2/4 분기 자료 활용

❍ 2018년 축산 관련 배출은 1990년에 비해 세배 늘었으며, 그 사이 소 사육두수도 다섯배 가량 증가함

○ 벼재배 배출은 1990년에 비해 2/3 수준으로 줄었으며, 벼 재배 면적도 그 사이 같은 비율로 감소함

○ 농업분야 배출량을 농가 인구로 나누어보면, 농가 인구 1인당 농업분야 배출은 1990년 3.26톤CO_2eq.이며, 2018년은 13.6톤CO_2eq.으로 416% 증가함. 농가 인구는 그 사이 1/3 아래로 줄어들었고, 농사는 산업화, 규모화가 이루어진 것으로 해석됨

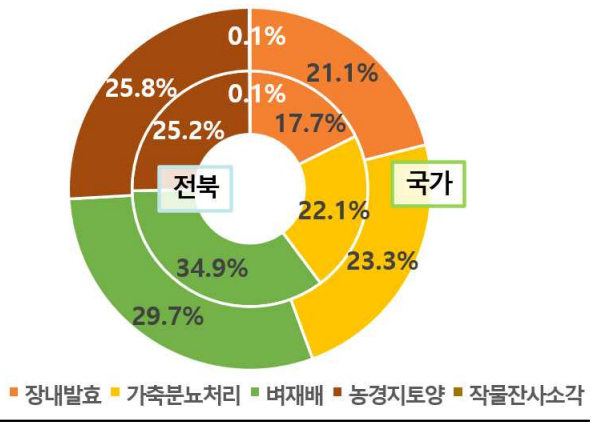
○ 소 한 마리 당 축산배출은 줄어든 것으로 산정되는데 장내발효는 소에서 발생하는 양이 대부분이지만 분뇨처리는 다른 가축에서도 발생하므로 엄밀히 검토가 필요함

○ 벼재배의 경우, 재배면적이 1990년 대비 65% 수준으로 줄어들어 배출량에 반영되었을뿐, 단위면적 당 배출량은 거의 변하지 않은 것으로 평가됨

○ 아래 표와 그래프는 농업분야 부문별 온실가스 배출량을 국가 단위와 전북 단위로 비교한 내용. 오른쪽 그래프는 바깥 원이 국가, 안쪽 원이 전북 데이타임

[표 2] 농업분야 온실가스 배출 국가-전북 비교 (2018년, 단위 : 천톤CO_2eq.)

	국가	전북
장내발효	4,470.99	499.65
가축분뇨처리	4,936.12	626.94
벼재배	6,296.82	988.81
농경지토양	5,471.73	713.47
작물잔사소각	14.85	1.67
합 계	21,190.51	2,830.54



* 2020 온실가스 인벤토리 보고서의 국가 및 전북 농업분야 데이터 활용

○ 오른쪽 그래프를 살펴보면 축산의 경우 전북 배출량이 국가단위 배출량의 비중보다 작은 것으로 나타남

○ 경종 부분에서도 농경지토양 배출 비중은 국가-전북이 큰 차이가 없음

○ 벼재배 배출 비중은 국가와 비교해서도 전북의 배출 비중이 높은 것을 확인할 수 있음

○ 전북의 경우 벼재배가 단지화되어있는 곳도 많아 탄소 감축을 위한 영농방법 전환 과정에 시범사업을 조직할 수 있을 것으로 보임

나. 전북의 탄소중립 정책 추진

1) 탄소중립에서 지방정부의 역할과 실천

❍ 집중과 불균형이 기후위기와 지역위기를 낳고 있어 이를 극복하는 활동에 지역, 지방정부가 나서 적극적인 역할을 하는 것은 중요함

❍ 우리 사회에서도 국회가 2050 탄소중립을 목표로 기후위기 비상대응 촉구 결의안을 의결(2020.9.24)하기 전에, 지방정부 실천연대가 발족(17개 전체 광역지자체및 63개 기초지자체가 자발적으로 연대를 구성)하고, 80개 광역·기초 지자체가 2050년까지 탄소중립 목표달성을 위해 함께 노력 및 협력하겠다는 지방정부 탄소중립 공동선언(2020.7.7.)을 함

- 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(탄소중립기본법, 2022.9.25. 시행예정)에도 탄소중립 사회 이행과 녹색성장의 확산을 위해 탄소중립 지방정부 실천연대를 구성하여 활동하는 것을 법제화함(제65조)

❍ 국가 2050 탄소중립 전략 실현과 그린뉴딜 추진의 실질적인 이행주체로서 지자체 역할이 대두됨. 정보자료의 생산과 합리적 정보분석에 기반한 정책 집행이 지역에서 이루어지므로 지역 특성을 고려한 대응 전략과 행동과 실천에 나설 수 있는 실행체계와 참여를 보장하고 지원하는 협치체계를 준비해야 함

❍ 국가에서도 탄소중립이라는 시대적 과제에 지방정부의 역할이 중요하므로 그 활동을 뒷받침할 수 있는 지원내용을 지침으로 정리해 보내는 것을 넘어 구체적인 전환 주체로 역할할 수 있도록 지원·협치 체계를 갖추어야 함

❍ 전북은 탄소중립 지방정부 실천연대 활동을 비롯해 관련 정책이 추진되고 있음. 환경기초시설 12개소 유휴부지에 태양광 발전시설 설치를 추진함(2021.10.)

❍ ‘2050 전라북도 탄소중립 실현 선진화 포럼’(2021.12.1)을 개최하고 포럼에 앞서 도민과 소통을 위한 ‘전북소통대로 온라인 댓글 토론’이 열림

❍ 포럼이후 온라인 토론, 공청회 등 의견을 수렴해 전라북도에 맞는 '2050 전라북도 탄소중립 기본계획'을 수립할 예정임(2022.2.)

2) 탄소중립 기본계획 수립과 농식품체계 전환 강화

❍ 지방정부의 탄소중립 기본계획은 국가 단위의 온실가스 감축 목표 설정과 실행계획과 같이 선언을 넘어 구체적인 지역 전환을 수행할 수 있는 가이드 역할임

❍ 기본계획 수립 과정부터 민관협치 체계를 이루어 지역사회의 탄소중립 전환 과제를 도출해야 실행력이 담보됨. 그렇지 않으면 많은 기본계획서와 같이 연구문건에 머무를 수 있음

❍ 본격적인 탄소중립 기본계획은 처음이고 전북은 발 빠르게 시행하고 있어 전북의 혁신성이 다른 지방 정부들에도 시행착오를 줄여줄 것임

❍ 도의회에서는 탄소중립 목표와 준비 미흡, 농업분야 기후대응 필요 등을 지적하며 구체적인 탄소중립 정책 수립을 촉구해옴

❍ 전라북도 푸드플랜 수립 이후 의원 3인이 발의하고 21명 의원들이 찬성하여 '전라북도 먹거리 기본 조례'를 제정함(2021.12.). 먹거리 기본권을 실현하고 지역 먹거리 순환체계를 확립하는데 의미있는 제도체계를 갖춤

❍ 조례의 먹거리 기본권이 사회복지적 관점을 넘어 생산자와 소비자의 식량주권과 농민기본권으로 발전할 수 있도록 활동하는 것이 중요함

❍ 또한 탄소중립과 연계된 기본계획들이 근래 추진되었고, 진행될 예정이므로 여러 분야의 탄소중립 관련 정책과 계획들이 농업·농촌의 탄소중립과 전환에도 연계고리를 만드는 것이 주요함

❍ 관련 기본계획에는 ‘전라북도 푸드플랜수립'(2021.6.), '전라북도 환경보전계획 2021~2030'(2021.5.) 등이 있으며, 2022년에는 ‘탄소중립 기본계획'이 수립될 예정이고., '4차 지역에너지 기본계획'도 추진될 예정임

❍ 관행처럼 추진되던 계획들도 근래 들어 기후위기 시대 극복에 대한 기대와 책무감 등으로 탄소중립 지향의 정책과 사업들이 제안되고 있음. 농업·농촌분야에 특화된 정책은 미흡하지만 폭넓게 탄소중립 관련 활동들이 진행되고 있어 더욱 관심을 가지고 촉구할 필요가 있음

❍ 탄소중립과 함께 자치분권의 확장과 지방자치제도에 주민참여 보장권이 시행되므로 협치체계가 더욱 필요함. 탄소중립과 민관협치를 통합적으로 운영할 수 있는 행정체계가 필요함

❍ 탄소중립 기본계획의 주요 축으로 농식품체계 전환과 지역 먹거리 선순환 체계의 시행이 명시되고 시행되도록함

❍ 탄소중립과 농업, 농촌사회의 재생, 회복력을 북돋우는 정책 활동이 더욱 절실함

3. 농업·농촌 분야 탄소중립 정책의 성과와 한계

가. 농식품 체계로의 인식 전환 절실

❍ 산업화와 상품화로 먹거리의 생산과 소비가 분화, 분리되어 생산에서 소비, 폐기에 이르는 과정이 복잡, 다양해져 온실가스 배출의 경로를 온전히 파악하기 쉽지 않음. 생산과 소비가 분리되고 농업과 먹거리가 멀어지며 건강한 지속가능성이 약화되고 양극화되어 기후위기와 함께 지역위기, 농업과 먹거리의 위기를 심화시킴. 전 과정를 농식품 체계로 파악하여 멀어진 생산과 소비의 관계를 회복하는 것이 위기 대응의 주요 전략임. 로컬푸드, 슬로우푸드, 유기농, 공공급식 등의 실천활동들도 단절되고 왜곡된 생-소 관계를 회복하려는 것임

❍ 농식품 체계적 접근을 해야 온실가스를 파악하고 탄소중립의 길을 찾을 수 있음. “식생활 변화를 통해 식품체계의 수요 측면을 조절하면 공급 측면과 함께 온실가스 배출감소로 이어질수 있다.”(IPCC. 2020)거나, “식품체계의 다양한 부문을통합한 기후변화 대응전략이 세워지지않는 한 비효율적이고 역효과를 낼 가능성이있다.”(Rosenzweig et al. 2020)는 지적이 나오는 이유임

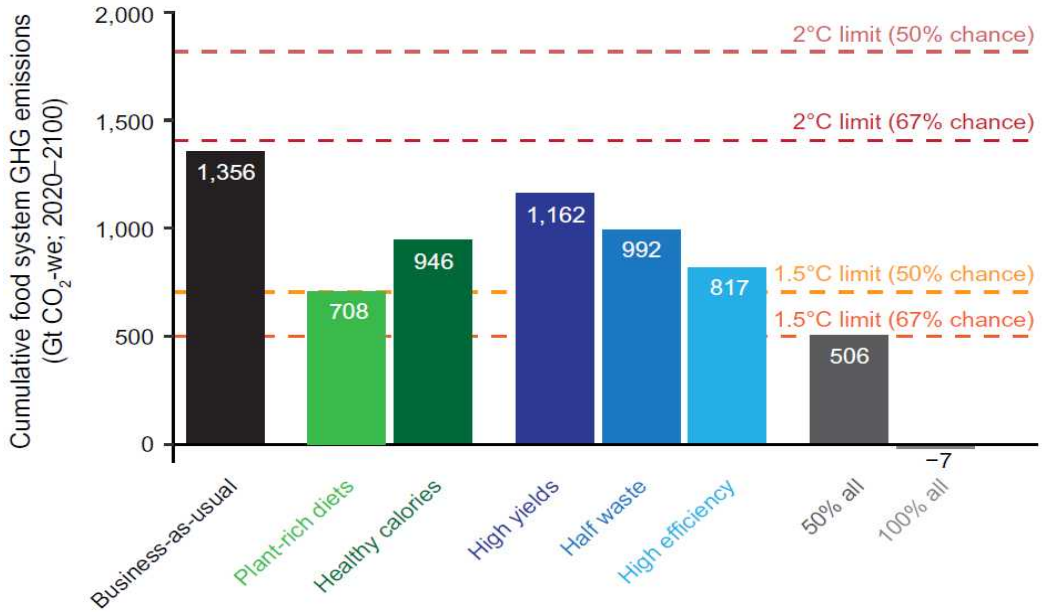
❍ 온실가스의 주요 배출원이 어느 분야에 어떤 단계인지를 옳게 파악하고 대응하기 위해서도 단순한 농업 생산 단계만이 아닌 농식품 체계 전반을 파악하고자 함. 다양한 접근의 연구가 이루어지고 있음. 소비자들의 식생활 전환이 대응 전략으로 중요하다는 것 또한 알게해줌

❍ 우리의 먹거리 풍요와 21%에 머무는 곡물자급률의 취약한 실체를 파악하고, 높은 푸드마일 속에는 온실가스 배출을 외부화하고 있는 우리의 문제, 자급력을 높이려는 노력은 게을리하며 거리낌없이 농지를 전용하고 개발하는 정부의 문제도 알 수 있음. 많은 사료 곡물 수입에 따른 장거리 운송 과정에서 발생하는 온실가스는 국내 목록에 산정되지 않음

❍ 현대 인류의 식생활은 기후변화의 주요 원인이자 최대 피해 영역이며, 기후위기는 식량안보와 직결되어 있는데, 현재 UNFCCC에 보고하는 국가 온실가스 인벤토리 방식으로는 먹거리 시스템이 포괄하는 기후변화 영향을 제대로 파악할 수 없으며 이로 인해 식생활 영역의 온실가스 감축에 오히려 걸림돌이 되고 있다는 논의가 진행되어 옴. 현대 농식품 체계는 생산에서 가공, 유통, 소비를 거쳐 폐기에 이르는 먹거리 체계의 전 과정에서 온실가스를 배출하고 있는데 이를 온전히 드러내는 연구를 통해 기후위기 대응의 올바른 접근을 해야한다는 연구들이

진행되어 옴. 먹거리 체계 관점에서 발생하는 온실가스 배출량은 연구에 따라 전체 배출량의 1/4~1/3 수준으로 평가됨(Poore&Nemeneck, 2018; Crippa et al., 2021; Rosenzweig et al., 2020; Tubiello et al., 2021). 생산뿐만 아니라 2차 산업과 소비의 변화 없이 농축수산 부문의 개선은 한계가 있음

❍ 지난해 11월 과학저널 〈사이언스〉에는 '지구적 농식품체계가 1.5도 목표달성에 복병이 될 수 있다' 논문이 발표되었는데, 현 추세가 지속되면 30%에 이르는 농식품체계의 온실가스 배출이 2050년에는 두배로 증가하여 다른 산업의 감축을 상쇄하게 될 것이라는 경고임. 농식품체계의 전환 모델로 식품소비 영역에서는 '식물성이 풍부한 식단'과 '건강한 칼로리섭취 식생활'을, 식품생산공급 영역에서는 '50% 추가 고수율화', '식품 손실과 쓰레기 절반 감축', '온실가스배출 40% 감축하는 효율 생산' 등을 검토하였는데, 어느 한가지 전환만으로는 탄소중립에 이르기 어렵고 이 모든 방안들을 두루 적용해야 농식품 체계가 감축 역할을 할 수 있다고 지적함. 농식품 체계의 전환없이 탄소중립은 불가능하다는 의견



검은색 막대는 온실가스 감축을 위한 노력을 전혀 하지 않았을 때(Business-as-usual), 녹색은 식이 습관의 변화를, 파란색은 식량 공급 형태의 변화를 나타낸다. '식물 위주 식단'(Plant-rich diets)은 EAT-랜싯 보고서에 근거한 것이고, '건강식이'(Healthy calories)는 하루 2100칼로리 섭취를 가리킨다. '생산성 향상'(High yields)은 식량 생산 효율의 50% 향상을, 음식 쓰레기 감축(Half waste)은 현재 폐기량의 50% 감축, '고효율화'(High efficiency)는 단위 식량생산당 온실가스 배출 40% 감축을 뜻한다. 오른쪽 두 막대는 5가지 항목을 절반(50%) 실천했을 때와 모두(100%) 실천했을 때를 나타낸다. 왼쪽 눈금은 식량체계에서 유발하는 온실가스의 최대 누적 배출량이며, 점선은 50% 확률과 67% 확률로 1.5도와 2.0도에 도달하는 지점을 가리킨다.

* Clark et al.(2020.11.6), Science 370, 705~708, "Global food system emissions could preclude achieving the 1.5˚ and 2˚C climate change targets"

○ 현재 국내에서는 농식품 체계를 통합하여 평가하는 배출 산정은 이뤄지지 않았고, 평가해 볼 신뢰성 있는 기초 데이터들이 축적되지 못한 상태. 또한 농업·농촌에서 생산과 생활에 쓰이는 에너지는 일부의 조사만으로 데이터를 산출함

○ 탄소중립위원회는 시나리오 정책제언에 '농수산식품 수요·공급 체계 전반의 저탄소화'를 주문하고 있으나 본안에서 정부는 인벤토리를 개선하겠다는 언급에 그침

○ 그리고, 농식품 체계에 대한 재평가, 재구성을 위해서는 기초자료가 충분하고 신뢰할 수 있어야함. 정부의 추진전략에서도 기반 구축 분야에 '농업분야 온실가스 통계 구축 및 산정방식 고도화' 과제를 제시하고 있음. 비료사용량, 가축분뇨발생·처리량, 에너지(화석연료·전기) 사용량 등 주요 배출원 통계도 불충하고 지역기반 자료화도 미진함. 구축('22~'25) 예정으로 표방하고 있음. 또한 국가고유 온실가스 배출·흡수계수도 현재 검증 등록한 것은 34종에 머물고 있음. 국내 먹거리 체계의 탄소중립 전환의 기초를 시급히 다져야 함. 국가 단위 과제로 진행중임

나. 기후위기 대응의 1순위 과제는 식량안보, 식량주권의 확충

○ 기후위기와 이상기상 현상에 가장 예민하게 반응하는 분야가 국제 곡물시장임. 자급력이 낮은 공동체는 경제와 정치적 자기결정권을 행사하지 못하고 휘둘릴 수 밖에 없음. 탄소중립에서도 스스로 감당하며 주체적인 전환을 이루지 못함

○ 2050 탄소중립 시나리오의 농업분야의 시작과 말미 제언에 식량안보를 담보할 것을 적은 이유는 농업분야도 온실가스 감축을 해야하지만 감축 성과보다 더 중요한 것이 안정적인 식량 생산과 조달이기 때문임. 그렇다고 농업분야 배출량 비중도 적고 식량안보도 중요하니 감축 노력은 배출 비중 수준만큼만 하면 된다는 왜곡된 지표 읽기로 활용될 여지가 있음

○ 실제로 '농식품 탄소중립 추진전략'에는 논의 과정에서는 농식품부가 잘 드러내지 않던 '식량안보' 문구가 여기저기 등장하는데, 배출량 감축이 간단치 않아 보이는 부문에서 활용되고 있음. 기후위기, 이상기상 현상이나 탄소중립화 과정에서 세계 농식품 체계가 불안해지면 우리의 낮은 식량자급력은 외환위기와 애그플레이션이 겹쳐지는 것 이상의 식량위기에 직면할 수 있음을 경계하는 것임. 한국의 탄소중립과 농식품체계 전환 과제의 핵심은 농식품 체계 혁신과 전환을 통해 배출량을 완화, 감축해가는 동시에 자급력을 어느 정도 담보하기 위해 양적·질적으로 생산을 확충해가야 한다는 것임. 그리고 가야할 경로는 자급력을 높여가는 것을 기조에 놓고, 농식품 체계의 전환 해법들을 적용해가는 것이 바람직하고 현실적임

❍ 탄소중립 논의에서 농식품 체계에 대한 많은 관심이 쏟아지는 이유는 이 분야를 농식품 체계로 종합해보면 1/3을 넘나드는 수준으로 배출 비중이 높기 때문이기도 하고, 적용이 용이한 감축 기술 해법이나 사회적 실천 방안이 마땅치 못하기 때문이기도함. 현재의 농식품 체계가 화석연료에 기반한 산업화로 이룩한 인류 번영의 토대이기 때문에 영향이 클 수밖에 없고 그만큼 큰 시대적, 사회적 과제라는 것임. 또한 그만큼 현대 인간 활동 전반에 스며들어 있어 전환이 쉽지 않다는 것이기도 함

❍ 양적 안정성을 중시하는 식량안보를 넘어, 우리 먹거리의 생산에서 소비, 폐기까지의 방식과 과정을 우리 스스로 결정하는 식량주권을 최소한 확보하는 선까지는 농업·농촌을 확충해야함. 자급력을 높이며 식량주권(먹거리 민주주의)을 확충하는 것이 기후위기에 대응하는 바른 길임. 그러므로 그린뉴딜에서도 농업·농촌이 의미있게 역할해야 함. 식량주권을 확충하는 기후위기 대응은 먹거리 위기, 지역위기도 함께 풀어갈 계기가 될 것임

❍ 탄소중립위원회에서도 시나리오 정책제언에서 농업의 전환에 식량안보를 강화해야 한다고 하지만 본안에 자급력을 높일 방안은 언급이 없음. 지역단위에서도 탄소중립 과정에 자급력을 점검하고 먹거리 기본권의 상위 개념이라할 식량주권을 확충할 방안을 마련할 필요가 있음

다. 정책 혁신과 농정체계 전환 필요

❍ 탄소중립에 맞닥뜨린 농정은 문제의식과 목표설정, 이행 방안과 실행 의지를 강화하여 농업·농촌 재생의 계기로 삼아야 함

❍ 1차 기후변화대응 기본계획(11~20년)의 이행 목표는 대부분 미달성

- 화학비료 절감, 친환경농업 확대 등 농업의 생태환경 개선 목표 미달성
  * 화학비료 사용량 절감 : 232kg/ha('10) → (목표) 174 → (실적) 268('18)
  * 친환경농업 비율 : 10%('10) → (목표) 20 → (실적) 5.2('19)
- 경종분야 배출량 감소(논 면적 감소 등), 축산분야 배출량 증가(사육두수 증가)
  * 벼재배('11) 7.0백만톤CO_2eq → ('17)6.0 / 축산('11) 8.4백만톤CO_2eq → ('17) 8.6
- 저메탄사료 실용화 부진, 가축분뇨 자원화·에너지화 시설 주민 반대 등으로 미흡
  * 가축분뇨 자원화·에너지화 시설 : (목표) 250개소 → (실적) 84(에너지화 시설 6개소)
- 산림 노령화에 따라 산림 탄소흡수량 감소
  * 산림탄소흡수량(백만tCO_2/년) : ('08) 61.4 → ('18) 45.6

❍ 구체적인 이행계획의 수립과 이행 의지 및 전환 수단 미비

- 농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업(감축량 1톤당 1만원)
  - 19년 현재 36건 인증(131농가 참여, 1.4만톤 감축)
- 저탄소 농축산물 인증제도 (GAP·친환경인증농가대상, 소비자9%포인트적립)
  - 19년 현재 646건 3,976농가 인증(GAP인증농가수10만호, 친환경농가수5만8천호)

❍ **농식품부가 농업·농촌기본법에 근거한 자급률 계획 발표 등을 치밀하고 성의있게 수행한 성과를 내지 못하고 있어 얼마나 제대로 역할할지 의구심이 듦. 그러나 탄소중립 과제는 한 부처의 과제가 아닌 국가적 과제이므로 역할을 기대함**

❍ **2050 농식품 탄소중립 추진전략은 상대적으로 로드맵과 이행방안에 대한 언급이 있으나, 기존 농정 관행을 벗어나 어떻게 수행할 것인지 이행체계에 대한 고민과 언급이 없어 여전히 실행 방안과 의지가 미흡함. 또한 식량안보, 자급률 제고 등 농업과 농정의 전환 계기로 삼지 못하고 여전히 대증적 수준의 기존 정책 방식 재조합에 머물고 있음. 정책 혁신과 농정 체계 전환 없이 탄소중립이라는 시대적 과제를 농업·농촌 전환의 계기로 삼기는 어려움**

❍ **탄소중립은 지역에서 현황을 파악하고 지역 주체들의 협력 실천으로 실현해야할 과제이므로 광역단위가 중심이 되어 탄소중립 협치체계를 구축하여 기초지방정부가 행동에 나서도록 지원하고, 중앙정부는 정책을 혁신하고 모니터하며 지방정부를 지원하도록 유인하는 역할이 필요함**

❍ **탄소중립 농업전환을 위해서는 현장과 소통하며 전환을 조직해야하므로 지방행정의 역할이 중요한데, 지역의 정책기획과 집행역량을 강화하는데 광역 지방정부의 역할이 중요함**

라. 탄소중립 협치체계 구축 필요

❍ **전환 주체 참여와 전면적 민관협치체계 구축과 지원**

- 탄소중립은 지역 현장으로부터 현황 데이터가 파악되고, 정책이 수립되더라도 지역주민들의 인식과 행태, 사업단위나 생산、소비단위의 인식과 행태가 변화되지 않으면 성과를 낼 수 없는 전환 과정임
- 지역단위 전환 주체들의 참여가 필수적이므로 민관협치 추진체계를 구축하여 전환 주체들의 실천사업을 이끌어내야 함
- 탄소중립은 지난 100여년간의 산업화 과정에 대한 성찰적 전환이며, 국가와 전지구적 단위, 개인과 사회적 단위 등 거의 모든 분야와 주체들의 참여와 실천 노력이 필요하므로 전면적 협치체계 구성이 필요함. 기존의 행정 중심 협치체계 구성을 넘어서야하는 과제임

- 또한 누가 이끌고 누구는 따라가는 기존 방식의 협치처럼 앞서 이끌 준비된 주체가 있는 문제를 넘어서기 때문에 협치의 주체들이 함께 참여하고 공동학습 등 역량 강화를 하며 정책과제를 도출하고 실행해가야 함. 다만 현실에서 만드는 과정이므로 초기에 행정이 변화발전할 협치체계의 장을 여는 것이 가능함
- 행정협치체계와 참여협치체계 등을 구분해 시작할 수도 있으나 칸막이로 작동할 수 있으니 통합의 과정으로 나아가야 할 것임
- 전북 탄소중립 기본계획(안) 논의에서도 추진전략협의체를 넘어서는 구상이 필요하며, 협치체계를 운영할 중간지원조직의 위상에 대한 초기 논의도 중요함. 탄소중립 기본법에는 국가 단위에서 '국가 기후위기 적응센터'를 지정할 수 있도록하고, 국가 또는 지방자치단체는 '정의로운전환 지원센터'를 설립·운영할 수 있다고 하여 중간지원조직의 한 모델을 제시하고 있으나, 그 위상과 기능이 특정 분야나 실행 실무 위임에 머물지 않도록 통합적 소통이 가능한 실행 역량을 갖추도록 하여 탄소중립 협치체계에 걸맞는 역할을 찾아갈 수 있도록 해야함

❍ 탄소중립 실현을 위한 광역단위의 위상과 역할 정립

- 협치체계 운영에서 광역단위의 위상과 역할은 여러 행정분야에서 특히 농업·농촌, 환경 등 분야에서 주도적이기보다는 전달체계로서 또는 업무 매개역할에 머물러 옴
- 탄소중립 과제는 정보생산·관리, 정책추진·조정 등으로 볼 때, 국가단위나 기초단위에서 챙기거나 감당하기 어려운 특성이 있어 광역단위가 중심이 되어 협치체계를 구축하는 것이 바람직함
- 광역단위가 중심이 되어 ①탄소중립 협치체계를 구성하고 ②지역 현황을 파악해 인벤토리를 구축하고 관리하며, ③지역 탄소중립 시나리오와 로드맵을 구성하여 ④기초단위를 지원하며 실행함. ⑤중앙행정에는 조사연구, 전환사업과 활동지원 등을 적극 요청하여 중앙이 제 역할을 할 수 있도록 하는 탄소중립 협치체계로서 광역단위 이니셔티브를 구상할 수 있음

제4장

농업·농촌분야 탄소중립 실천 사례

제4장 농업·농촌분야 탄소중립 실천 사례

1. 비에너지 분야 사례

○ 농업 생산분야에서는 그린뉴딜 차원의 정책 사례와 '탄소 농사'를 주로 살펴보고, 벼재배 물관리 사례는 추진과제에서 언급함. 소비 관련해서는 채식위주 식단, 산지 폐기 및 음식물쓰레기 최소화 등 사례 정리함

가. 탄소중립 농업부문 정책 추진 사례

○ 유럽연합 팜투포크(Farm to Fork) 전략

- 그린딜 팜투포크 전략에서 ①2030년까지 화학농약 50%, 비료사용 20%, 축산과 양식부문에서 항생제 50% 감축, ②유기농업 비율을 유럽 농지의 25%까지 확대('20. 8.5%), ③식품영양 증진, 음식물쓰레기 감축, ④ EU 농업예산의 40% 기후위기 관련 영역 사용, ⑤직불제에 기후 및 친환경 농업 실천 연계 등 제시
- 2030 유기농업 25% 목표 달성을 위해 소비, 생산, 유기농업 기능 강화의 3대 분야 23개 세부 실행계획 제시(Organic Action Plan : 유기농업 교육과 홍보 확대, 공공식당에서의 유기농 확대(녹색공공조달), 유기농 학교급식 확대, 유럽공동농업정책(CAP) 예산의 1.8% 유기농에 지원, 소농의 유기농 인증 비용 지원, 지역 및 소규모 가공 지원, 유기동물복지 확대, 유기수산 확대, 연구혁신 지원기금 마련 등)

○ 미국은 그린뉴딜을 통해 2030년까지 14개 프로젝트 추진

- 6번째 과제에 농민, 농장주와 협력하여 지속가능하고 오염과 온실가스 배출이 없으며 건강한 먹거리를 생산할 수 있는 식량 시스템 구축, 독립적인 가족농 확대 계획

○ 일본은 2050년까지 탄소중립을 위한 녹색식량시스템 전략 발표('21.5)

- 농림수산업의 탄소중립 실현
- 유기농업 면적을 '30년까지 3배, '50년까지 전체 농지의 25%(100만ha)로 확대, 농약 사용량 50%, 화학비료 30% 절감 계획

나. 탄소농사 · 저투입지속가능농업 사례

○ 토양은 대기보다 2배 이상의 탄소를 저장하고 있음, 우리나라 농지 표토 30cm에는 약 1억4천만 톤의 탄소가 저장되어있을 것으로 추정됨. 농지를 건강하게 관리하면 탄소를 토양에 저장하여 기후변화에 대응할 수 있음

- 산림과 영구 초지 등 자연식생지 토양에서는 유기물이 안정적으로 존재하지만, 식량 생산을 위해 토지를 개간·이용하는 순간부터 토양 유기탄소는 지속적으로 감소함. 탄소 손실은 대부분 경운 등에 의한 토양 교란에 의한 것으로, 토양 유기탄소 장기 보존에서 경운 등 영농 활동은 부정적 영향을 끼치고 있음. 기후변화 완화를 위해서는 토양 유기물 보존에 대한 적극적인 노력이 요구됨
- 현재와 같은 고투입 집약 농업에서는 토양 탄소 함량은 필연적으로 감소할 수밖에 없고, 감소된 토양 탄소만큼 대기 CO2 농도는 증가함. 반면, 저투입 지속농업을 통해서 기존의 토양 탄소를 보존, 감축할 수 있음. 농경지의 탄소 저장은 농업과 농촌을 뛰어넘어 다른 산업과 도시에도 파급효과가 있으므로 그 공익적 가치를 인정해야 함
- 탄소농사(Carbon Farming)의 목적은 안정적 식량 생산을 통한 부가가치 창출 과정에서 배출되는 온실가스 배출을 감축하고 더 나아가서 대기 CO2를 토양 탄소로 안정화하여 저장하는 것. 현재 국내외에서 제시되는 탄소농사 관련 기술은 탄소농사만을 위해 새롭게 제시된 것이 아니라, 대부분 환경 훼손을 최소화하면서 안정적으로 식량을 생산할 수 있는 저투입지속가능농업(Low-input sustainable agriculture) 관련 사항들임(최우정(2021), '탄소농사의 의미와 국제 동향')

[표 3] 경종분야 대표적 탄소농사 기술

적용 분야	적용 기술	기대 효과	동반/상충 효과
시비 관리	NPK 균형 시비	균형 시비에 의한 작물 바이오매스 증가	수질오염 저감
	가축분 퇴비 시용	난분해성 유기물 공급에 의한 토양 성질 개선 및 탄소 저장	양분공급 부족, 과잉 시용시 수질 오염
	녹비 활용	질소 비료 사용량 감축에 의한 N_2O 저감	비료 생산-운반 과정 중 온실가스 감축, 혐기적 조건에서 CH4 증가
	완효성 비료 사용	질소 비료 시비 횟수 및 시비량 감축에 따른 N_2O 저감	노동력 절감, 추가 공정에서 온실가 스 배출 우려
작물 잔사 관리	잔사 환원	토양 유기물 공급에 의한 탄소 저장	가축분야 유기물(볏짚) 자원 활용 제약
논 물관리	논물 얕게대기, 간단 관개	산소 공급으로 CH_4 발생 저감	용수 절약, 벼 수량 증대, 물 관리 추가 노력 필요, 용배수 정비 필요
경운 관리	최소 경운	토양 교란 최소화에 의한 CO_2 저감 및 탄소 저장	토양 보존, 에너지 사용 절감, 수량 감소 우려, 재경운시 CO_2 방출 증가
토양 유실 방지	지표 피복	토양 유실에 의한 탄소 손실 저감	피복 잔사로부터 용존유기탄소 유출 에 의한 수질 오염 우려
토지 이용	혼농임업	수목에 의한 심토층 유기물 저장	경작지 면적 감소
	답전 전환	CH_4 발생 저감	용수 절약, 식량 안보 위협, 유기물 분해에 의한 CO_2 방출
토양 개량제	바이오차	온실가스 배출 저감, 토양 개량, Black carbon 저장	바이오차 제조 에너지 소요, 장기 연구 결과 부족
	무기 광물질	$CaCO_3$ 등 탄산 침전을 통한 무기탄소 격리	산업부산물 재활용, 중금속 오염 우려

* 최우정(2021), '탄소농사의 의미와 국제 동향'

- 탄소농사는 온실가스 감축이나 토양 탄소 저장만을 목표로 하기보다는 저투입 지속가능 농업 실현을 위한 하나의 방법론으로 이해하는 것이 바람직함. FAO 및 농업 선진국에서는 온실가스 감축과 토양탄소 저장을 안정적 식량 생산, 토양 건강 회복, 수질오염 등 환경오염 최소화, 농업경영 개선 등 농업의 지속성을 위해 요구되는 필요조건 이행과정의 부가적인 혜택으로 제시함

❍ 미국

- 토양 관리의 목적은 유한 자원인 토양의 건강 증진을 위해 무경운과 피복작물을 이용하여 토양 유기물 함량을 증가시키고, 그와 동시에 CO2 배출을 줄이는 것
- 미국의 기후지능농업(Climate-Smart Agriculture)은 농업법(Farm Bill)에 근거하여 자연자원보전국(NRCS)을 통해 기술적 및 재정적으로 지원. 지원은 환경개선지원제도(Environmental Quality Incentives Program, EQIP)와 보전보장지원제도(Conservation Stewardship Program, CSP)를 통해서 이행됨. EQIP은 특정 환경문제 지역을 대상으로 1년 미만의 기간에 특정 활동(피복 작물, 방목, 관개 등)에 대해 보상하는 프로그램이고, CSP는 전체 농경지를 대상으로 하는 농업환경 및 생태 보존 프로그램. CSP는 특히 관행적인 환경보전 활동을 보다 강화하는 방향으로 운영되는데, 예를 들면 피복작물을 재배할 때 작물 품종을 다양화하여 그 효과가 증대될 수 있도록 지원함
- 조 바이든 대통령이 후보자 시절 “토양이 탄소 저장의 다음 전선(Soil is the next frontier of storing carbon)”이라고 선언한 이후, 인디고 어그리컬처(Indigo Agriculture)와 같은 스타트업 기업을 중심으로 토양 배출권 거래 시장(Soil offsets marketplaces) 구축 사업이 진행되고 있음. 이에 제너럴 밀즈, 켈로그, 마이크로소프트, 셀과 같은 거대기업들 또한 동참 의사를 밝힌 바 있음. 탄소농사를 통한 탄소 거래 시장은 배출 저감 이산화탄소 측정의 한계, 탄소 저장의 지속성, 탄소 저장량의 이질성 등 탄소 모니터링 및 관리의 한계에 의해 답보 상태이나, 이와 같은 한계는 이미 농업 분야 온실가스 배출량 산정에서도 드러난 것으로서 향후 사회적 합의에 의해 관련 시장이 도입될 수 있을 것으로 보임

❍ 프랑스

- 2015년 파리에서 개최된 유엔기후변화협약 당사국 회의에서 프랑스 농업부 장관이 제안한 “4 per mille Soils for Food Security and Climate(4 per 1000 Initiative)”의 핵심 개념은 전 세계 토양의 탄소 함량이 연간 0.4%(4‰) 증가하면 인간 활동에 의해 배출되는 온실가스를 상쇄할 수 있다는 것. 4‰이라는 숫자는 전 세계 토양 2m 깊이에 저장된 탄소 240억 톤에 대한 온실가스 배출량(8억9,000만 톤)의 비율에서 착안됨

- 이 계획은 중앙정부, 지방정부, 사기업, 비정부기구, 연구 기관 등의 자발적 참여를 전제로 하고 있어 아직 그 효과는 미미하지만, 농업 분야에서 토양 탄소저장을 통한 기후변화 대응 필요성에 대한 세계적 공감대를 형성한다는 면에서 의미가 있음
- '4 per 1000 Initiative'은 식량 안보와 기후변화 모두를 고려하고 있음
- 관련 연구 결과(Minasny B. et al., 2017)에 의하면, 전 세계적으로 토양 1m에 연간 4‰씩 탄소 함량이 증가할 경우, 연간 저장 가능 탄소의 양은 20~30억 톤으로 이는 인간활동에 의해 배출되는 온실가스의 20~35%를 상쇄할 수 있는 규모. 또한, 현재의 토양(0~0.3m 기준, 우리나라에 해당) 탄소 함량이 30톤C/ha 보다 낮은 경우, 연간 최대 10‰씩 탄소를 저장할 수 있는 것으로 나타남. 비록 토양에 저장된 탄소가 영구적으로 안정화될 수는 없지만, 향후 탄소중립 목표 달성 원년인 2050년까지 획기적인 기술 개발을 위해 필요한 시간을 일정 정도 유예할 수 있음

[그림 18] "4 per mille Soils for Food Security and Climate"의 개념



* Minasny B. et al., 2017

❍ 유럽 공동농업정책

- '21.6월 '2023~2027년 탄소농업 지원' 관련 내용이 담긴 '공동농업정책(CAP)' 개정안 발표. 이에 따르면 유럽연합(EU)는 농업인에게 직접 소득을 보조하는 농업직불금의 25%인 480억 유로(한화 약 64조4천억 원)을 '탄소농업에 지원'할 계획
- 이후 지속가능한 농업을 위한 '2021~2031년 농업 전망 컨퍼런스'에서도 탄소농업을 위한 자금 등 지원을 밝히며, "특히 탄소농업과 정밀농업을 위한 자금과 도구를 제공할 것", "탄소농업은 농업 생산을 증가시키는 동시에 유해한 배출량을 줄임, 또한 농가에 투입되는 소비를 보다 합리적으로 만들어 전반적인 효율성을 높일 수 있다"고 밝힘

❍ **일본의 4퍼밀 이니셔티브 활동**

- 일본 야마나시현(山梨縣)에서는 4퍼밀 이니셔티브 노력의 일환으로 벼를 수확 후 볏짚을 논에 두고 갈아엎거나 퇴비로 전환하여 사용하는 기존의 방법 외에 현(縣)의 주요 농작물인 과수 재배시 발생하는 전정가지를 탄화시켜 토양에 넣거나 초생재배에 의한 토양중 탄소의 축적을 시도하고 있음. 그리고 4퍼밀 이니셔티브의 실천 포장에서 생산된 농산물은 야마나시현이 새롭게 제정한 「야마나시 4퍼밀 이니셔티브 농산물 등 인증 제도」로 고가 부여됨
- 야마나시현에서는 4퍼밀 이니셔티브 농산물 인증을 친환경 농산물로 브랜드화하여 부가가치 향상과 확산을 목표로 함. 생산의 실천과 소비를 연계하는 방식이 주요함

❍ **다큐멘터리 〈대지에 입맞춤을〉(Kiss the Ground)**

- 토양 건강성을 되찾아 탄소 저장능력을 높일 수 있다는 내용
- 미국 캘리포니아도 '건강 토양 프로그램'을 진행하여 약3000만평 농지대상(지원금액 '16~19년 447억원) 지원했으며, 일본은 에코팜 인정 농가를 대상으로 중앙정부와 지방정부가 합심하여 1,000㎡당 8,000엔을 지원

다. 기타 사례

❍ **아일랜드 전국 토양 분석**

- 아일랜드 농업식품수산부 '토양 채취분석 프로그램'
- 아일랜드 정부는 1000만유로(약 135억여원)를 투입해 전국의 토양 성분을 분석, 탄소 저장 가능량과 비료 투입량 등을 정확히 산출하고 토양 건강 상태를 정확히 진단하는 데 초점을 둔 정책실시
- 아일랜드 토양 프로그램은 전국 농지를 분석해 토양의 건강 상태를 진단하고 각 농가는 농약·비료 살포량을 조절할 수 있고, 동시에 토양 건강에 적합한 성분을 투입할 수 있어 경제적·환경적 지속가능성을 확보
- 기후변화 대책의 토대가 될 아일랜드 토양의 탄소 흡수 가능량도 측정한다. 토양에 존재하는 각종 병균·바이러스에 대한 분포조사까지 진행해 자국 토양에 대한 총체적인 정보를 수집한다는 계획
- '다음 세대를 위해서도 꼭 필요한 과업'(아일랜드 장관)

❍ **덴마크의 산지 폐기 및 음식물 쓰레기 줄이기 운동**

- 덴마크 정부는 다수 비영리단체(NGO)와 식품업계와 손잡고 '음식물 쓰레기의 날'을 제정해 식량을 아끼고 음식물 쓰레기를 줄이는 것이 탄소중립의 중요한 방안임을 캠페인하고 있음
- 다수 덴마크 식품 기업과 유통업체, 경영인연합 등 산업계가 2030년까지 음식물 쓰

레기를 절반으로 줄이자는 ‘음식물 쓰레기와 싸우는 덴마크’ 협약에 동참함. 협약 가입 기업은 매년 봄 감축 목표를 점검하는 덴마크 정부 기후 위기 파트너십에 참가함

- 협약은 식품 손실 및 폐기 예방책을 찾는 민관 싱크탱크 ‘3분의1’(ONE\THIRD, https://onethird.dk/)이 운영함. 이 운동과 연계하여 민간에서는 생산지와 조리후 폐기될 수 있는 농산물과 먹거리를 생산자, 기업, 매장들로부터 받아 사회적 경제 방식으로 식품매장을 운영하며 ‘1/3’ 운동이 덴마크에서 확산하고 있음

❍ **지역푸드플랜 기반 먹거리의 지역내 생산소비 순환체계 전면화**

- 로컬푸드·공공급식 전면 확대, 지역음식점 로컬푸드 공급 확대 등
- 외식산업진흥법 개정(20년)으로 외식사업자의 지역농산물 사용촉진 시행 지원가능
- 농산물유통·물류체계, 이용 시설·기자재의 저탄소화 촉진
- 식문화 개선을 통한 폐기 음식물 저감, 저탄소인증제 개선, 푸드마일리지 표시제 재도입
- 광주 등 학교급식 신청을 받아 10% 이상 참여하여 특이 체질과 건강, 기후위기 대응으로 채식식단 구성 운영

❍ **저탄소 농산물 지원정책 개선 및 활성화 필요**

- 자발적 감축사업으로 2019년 36건 인증(131농가, 1만 1,425톤 감축) 참여
- 농산물 생산분야에 대한 탄소중립 검증 차원에서 모니터 활성화 필요
- 2019년 기준으로 전체 646건(3,976농가) 실적
- 홍보、교육 활동으로 확산하고 인증 농가에 생산지원, 소비연계 조직 활동등으로 이어져야 확산 가능함

2. 에너지 분야 사례

가. 농촌 주도 에너지 전환 사례

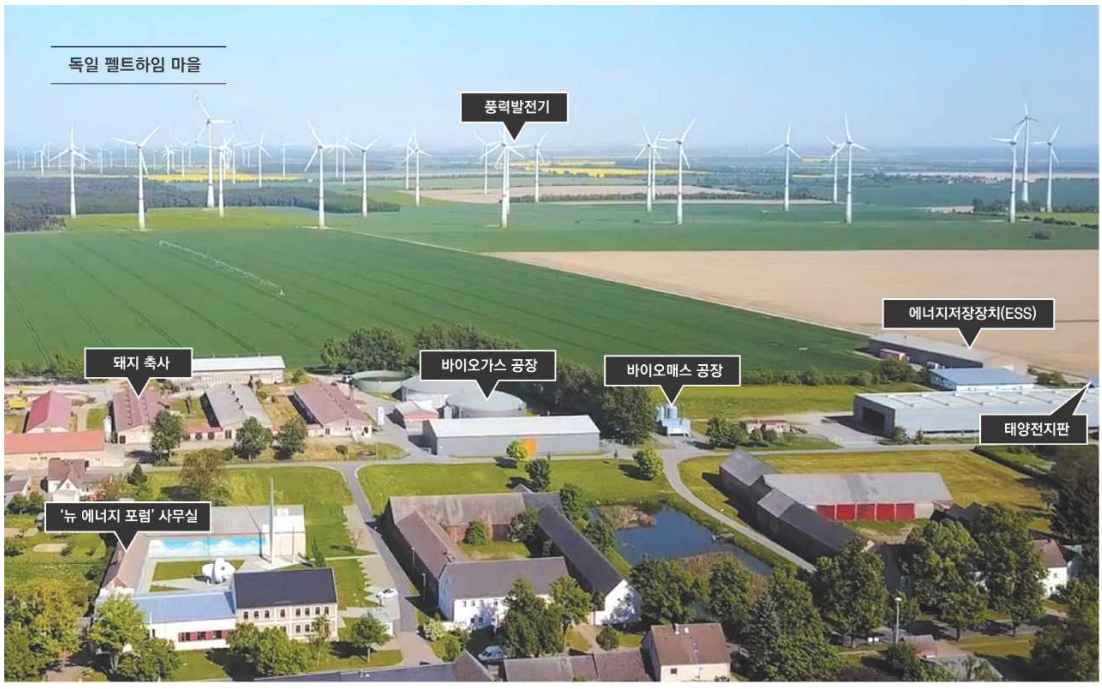
❍ **독일 펠트하임 에너지 자립 마을 사례**

- 독일 브란덴부르크주 트로이엔브리첸시에 있는 펠트하임 마을. 마을 외곽엔 55기의 풍력발전기, 마을 안쪽에는 바이오가스·바이오매스 공장, 태양광 발전시설. 37가구 145명이 거주하는 이 마을은 100% 에너지 자립 마을로 다양한 재생에너지로 전력과 난방열 조달
- ‘윈드 파크’ 펠트하임 풍력발전 연간 생산 전력량은 2억5000만kWh로 5만9524가구(가구당 월평균 350kWh 기준)가 쓸 수 있는 양. 이 중 100만kWh는 펠트하임에서

사용되고, 나머지 99.6%는 인근 대도시인 베를린과 포츠담에 판매

- 1994년 마을 출신 대학생이던 미카엘 라슈만이 풍력발전 이익 공유 계약과 설치를 시정부에 제안. 재생에너지 기업 에네르기크벨레를 세워 마을 주민 투자 '시민 풍력발전기' 설치 성공. 1995년 0.4㎿급 4기에서 20년 후 2~3㎿급 55기로 늘고 에네르기크벨레는 프랑스와 핀란드, 이탈리아에 지점을 둔 직원 200여명 규모 회사로 성장
- 펠트하임 프로젝트는 기업의 제안과 주민들의 참여, 시정부의 지원 등이 맞아떨어졌고, 사업 7년 만에 투자금을 회수한 에네르기크벨레는 전력 판매수익을 마을에 환원, 주민 편의시설을 짓고 가로등 개선 사업 등을 했으며, 주민들은 저렴한 전기요금을 내고 재생에너지 분야에 일자리도 생김
- 시정부 사업 지지와 재정 지원이 중요했음. 2014년 1250만유로 10㎿급 에너지저장장치(ESS)를 구매할 때도 40%를 지원함
- 2008년 바이오가스 공장을 설립해 난방열도 자력으로 조달함. 주원료는 마을에서 키우는 소와 돼지의 배설물과 통밀, 옥수수 등으로, 소 500마리와 돼지 550마리는 주민들이 소속된 축산조합에서 키우며, 바이오가스 공장은 축산조합과 에네르기크벨레가 절반씩 지분을 보유. 주민들은 가축을 이용해 농사도 짓고 난방열을 확보하며 남는 찌꺼기는 친환경 비료로도 활용. 혹한기 기온 하강으로 가스 생산이 어려울 땐 인근 인공숲에서 나무 가지를 잘라 우드칩을 만들어 원료로 투입. 바람이 불지 않아 풍력발전기 가동이 원활하지 않을 때는 바이오가스·바이오매스 공장을 이용해 전력을 생산하는 등 에너지 믹스로 원활하게 운영됨

[그림 19] 독일 에너지 자립마을 펠트하임 전경



* 자료 : 한국에너지정보문화재단

- 2008년부터 옛 군사 부지에 태양광 발전단지 ‘솔라 파크’ 시작. 45만㎡ 부지에 설치된 9844개 추적식 태양광 모듈에서 연간 274만8000kWh의 전력 생산
- 이즈음 ‘뉴 에너지 펠트하임 포럼’을 설립해 에너지 독립 비젼을 수립하고 저장소 확충으로 에너지 독립 이행계획 수립. 2015년 유럽 최대 ESS 구축함.
- 재생에너지 기업과 마을 주민과의 다양한 협업, 지자체의 보조금 등 지원으로 차곡차곡 성장함
- 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 연간 방문객은 4,000명선. 2014년 뉴 에너지 포럼 구성과 공간 열어 가이드 투어, 학생 체험프로그램 운영과 강연, 전시활동 등이 활발하며 ‘미래마을’ 이미지를 구축함

❍ 덴마크 삼쇠섬 에너지 전환

- 덴마크 중부에 위치한 작은 섬으로, 주민 4000여명 거주
- 풍력발전을 이용하여 섬에서 사용되는 에너지 100% 자립
- 섬 인구의 20% 이상이 66세 이상으로 고연령 농부들로 구성된 낙후된 섬에서 주민들의 적극적인 참여를 기반으로 추진하여 전환
- 1997년 덴마크 정부, ‘지역이 화석연료에서 독립하는 법’ 제안받아 포상 계획발표 – 엔지니어 아후스가 삼쇠섬에 제안하여 수상하고, 주민들과 대화하여 주민참여 독립 계획 이행키로함
- 2000년 11기 풍력발전기를 섬주민, 시청과 지역 협동조합, 투자그룹 공동 소유 개발
- 2002~2005년 짚 원료 바이오매스 난방설비 등 도입
- 2006년 삼쇠 에너지 아카데미 설립 운영
- 에너지 생산 현황 : 바람이 많이 부는 지역적, 기후적 특성을 바탕으로 육상 풍력발전 터빈 11기, 해상 풍력 발전 터빈 10기, 태양열 및 바이오매스 에너지에서 난방의 70%를 공급하고 있으며 30%는 열펌프 등을 활용, 유채유를 활용한 연료를 개발하여 자동차 연료 대체, 생태건축 공법을 적용한 삼소에너지 아카데미를 건립, 신재생에너지에 대한 연구, 교육, 홍보, 전시 등을 지원
- 성과 : 탄소배출량 기존 대비 140% 감축 달성, 각 가정별 연간 400유로의 투자 수익 달성, 섬 주민 1인당 연간 200만원 가량의 석유 구입비가를 절약, 적극적 주민참여를 통한 고용창출과 관광수입 등 다양한 간접적 성과
- 삼쇠섬 사례는 재생에너지에 대한 막연한 캐치프레이즈 보다는 주민들이 투자시 이익에 대한 확신을 가질 수 있도록 구체적·실질적인 프로젝트를 제시하여 주민들의 참여를 유도하는 것이 중요함을 시사

[그림 20] 삼쇠섬의 에너지 전환



* 자료 : 인터넷

❍ 마을과 축산이 상생하는 에너지자립 마을 원천마을

- 돼지농장은 성우농장을 포함한 2곳, 한우농가 6가구가 있는 원천마을은 2014년 마을회의를 하며 축산분뇨 처리를 고민하고 경남 양산에 있는 바이오플랜트를 방문하고 축산분뇨처리시설 도입 계획을 세움. 본격적인 마을 가꾸기 시작
- 2016년 지열냉난방 사업에 공모해 주택들에 설치하고, 가정용 태양광발전시설도 거의 대부분의 가구에 설치
- 마을의 미래에 대한 논의를 해왔고 큰 틀이 있기 때문에 업자가 운영하는 태양광발전시설도 업자와 협의를 통해 마을 외곽으로 설치하는 등 모든 사업은 마을 공동체의 이익에 맞게 추진한다는 원칙세움

- 2020년 농식품부지원 '가축분뇨공동자원화(에너지화)사업'에 선정돼 사업비 약98억원을 투입하여 원천마을에 에너지화시설(바이오가스플랜트)을 설치 - 주민들은 마을에너지전환센터로 부름
- 일일가축분뇨 110톤을 처리할 수 있는 규모로 가축분뇨를 활용해 바이오가스(메탄)을 포집하고 발전기를 통해 전기 생산
- 전기는 한전 등에 판매되고 남은 소화액은 농경지에 양질의 액비로 사용 예정
- 에너지 자립마을 정부 인증 계획
- 에너지 자립마을 넘어 탄소배출 없는 마을로 나아갈 것을 논의하며 마을 조롱박 축제에서도 1회용품을 사용하지 않음
- 유채 등 경관형 에너지작물 재배 계획

[그림 21] 홍성 에너지 자립 원천마을 바이오가스 플랜트



* 자료 : 홍성군

❍ 일본 영농형 태양광

- 일본의 영농형 태양광은 2011년 동일본 대지진 이후 논의가 시작되었고, 2013년에 농지에서 태양광 발전을 허용하는 농지법 개정과 관련 지침이 만들어짐
- 초기에는 비농업 목적으로 농지를 일시적으로 전환하는 절차를 요하는 농지법(The Agricultural Land Act)이 큰 제약으로 작용. 일본 농림수산성은 2013년 4월 지침을 발표하여 농지에 태양광 설치를 조건부 허가. 농용지구역의 갑종과 1종에 대해

서 태양광 구조물 기둥면적 만큼만 농지 일시전용을 허가함. 단, 농작물 생육에 적합한 일조량을 유지하고, 농기계 및 영농을 위한 공간 확보를 허가조건으로 제시함. 전용기간은 10년이지만, 지자체에서 허가기간을 갱신할 수 있음. 또한 농업위원회는 매년 농산물 경작 및 생산 현황을 모니터링 하고, 수확량이 평균 대비 20% 이상 감소할 경우 농지로부터 태양광 시설을 철수시킬 것을 요구할 수 있음

- 치바현에서는 일찍이 2004년부터 나가시마 아키라에 의해 고안된 영농형(solar sharing) 태양광 체계가 실증되고 있음. 지진과 태풍이 잦은 일본의 기후조건을 고려하여 재난에도 견딜 수 있는 구조물로 설계됨. 이 시스템은 폭우나 폭설, 강풍, 태풍 등에 대비하여 상황에 맞게 각도를 조정하기 위해서 각도를 돌리는 장치가 고안되어 있으며 농지의 지반침하가 심하지 않도록 경량 구조물 특징

[그림 22] 일본 치바현 영농형 태양광



- 태양광 패널은 각 어레이에 2열 정도만 배치하여 그늘이 가능한 좁게 만들어지고 일사량이 늘어나며 눈 쌓임에 의한 패임 현상을 최소화할 수 있도록 설계
- 영농형 태양광 체계는 작물이 반사하는 태양에너지가 다시 패널에 부딪혀 태양에너지를 전달하는 것이 가능하므로 더 많은 에너지가 전달될 수 있고, 작물이 열화 피해를 받지 않는 데에도 도움이 된다는 평가가 있음
- 치바현 영농형 태양광 실증단지에서는 태양광 시설을 설치한 곳과 아닌 곳의 농작물 생산량을 비교에서 큰 차이가 없는 것으로 나타남

3. 농업·농촌분야 탄소중립 추진을 위한 시사점

○ 탄소중립 전환은 기존의 가치와 시스템을 지속가능성을 높이는 방향으로, 인식과 행태를 주체적으로 참여하여 변화하는 것, 또는 변화하도록 유도하는 것으로 긍정적이고 바람직한 방향으로 바뀌는 것, 그러므로 물심양면으로 포지티브 에너지가 작동하고 효과가 나타나는 여건을 마련하는 것이 중요함

○ 전환 주체가 주체로서 역할할 수 있는 여건을 마련하고 전환의 계기가 열려야 참여가 일어남. 정보와 논의 과정이 개방적이고 투명하게 드러나 왜곡과 편견없이 들여다 보고 논의할 수 있도록 함

○ 인식의 전환이 있더라도 참여의 문으로 들어서기 위해서는 참여 기회가 열려있고 참여 이후 과정의 형평성 등에 대한 신뢰가 필요함. 신뢰는 정책의 방향성과 내용의 구체성, 그리고 일관성으로 쌓인다. 전환 방향과 정책이 우왕좌왕하거나 일관성을 놓치면 신뢰를 잃고 참여는 저조해져 전환은 어려워짐

○ 참여를 북돋우는 길은 정책 구상과 기획 단계로부터 참여토록 하는 것임. 전환 정책은 그 자체가 협치체계임

○ 전환 과정은 부담이든 혜택이든 공정하되 참여한 만큼 형평성을 유지하는 것이 참여를 지속시키는 길임

○ 전환의 성과 또한 참여한 만큼 누리도록 함

○ 전환은 참여자의 도전이고, 도전할 만한 가치 인식에 대한 지지나 물적 보상체계가 필요함. 전환 기금 출자를 조직할 경우 기금의 취지와 운영이 명확하고 출자함으로써 자긍심을 고취하거나 작더라도 배당이 있는 것이 참여를 도전케함

○ 앞의 삼쇠섬 사례에서 보았듯이 외부 보조 지원이 충분하지 않는 상태에서는 더욱 구체적인 프로젝트를 함께 논의하고 제시하여 참여를 이끌어냄

○ 탄소농사와 같이 주체적 전환 실천을 지원하려면 어떻게 어느 단계에서 실천활동을 모니터 할지 평가 방안을 구체화할 필요. 그렇다고 결과에 대한 수치분석 모니터링에 치중하는 것은 전환 실천을 매너리즘에 빠지게 할 것임

○ 정부와 지방행정은 전환 사업에 직접 참여하기 보다는 전환 주체들, 이해관계자들이 참여하고 기대하는 성과가 실현되도록, 또는 드러난 문제가 해소되도록 제도적 체계와 방안을 마련하는데 주력할 필요가 있음

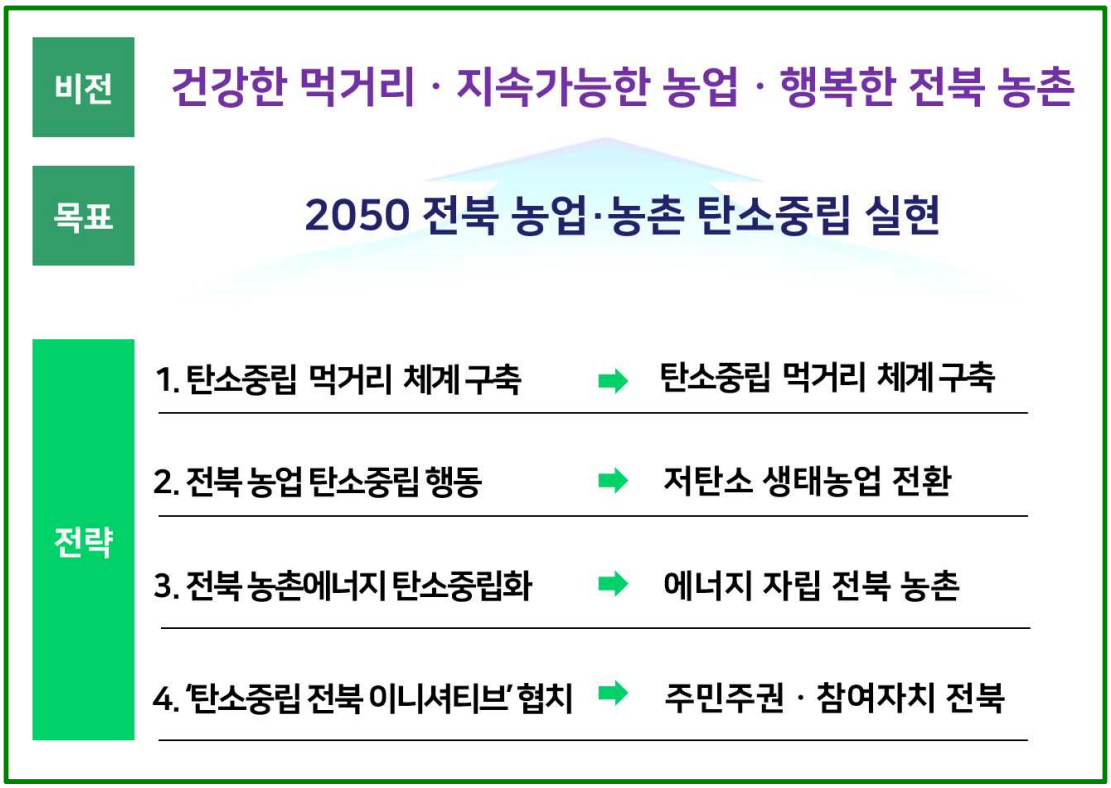
제5장

탄소중립 실현을 위한 농업·농촌분야 전환 과제

제5장 탄소중립 실현을 위한 농업·농촌분야 전환 과제

1. 탄소중립 전환을 위한 비전, 목표, 전략

[그림 23] 탄소중립 전환을 위한 비전·목표·전략



2. 중점 추진 과제

○ 탄소중립 실현을 위한 전북 농업·먹거리 체계 전환 전략을 중점 추진 4대 과제로 제시함

가. 탄소중립을 위한 지역 먹거리 체계 구축

1) 지역 먹거리 체계를 탄소중립 관점에서 점검하고 관련 주체들이 참여하여 전환 전략과 체계를 모색하고 구축함

❍ 지역 먹거리 체계 관련 주체들과 '탄소중립과 먹거리 체계 전환'을 주제로 공동 학습 과정, 전환 주체로서의 권리와 책임을 논의하는 과정을 '탄소중립과 먹거리 전환 포럼(가제)' 등을 구성해 논의하고, 현황 점검과 인식을 공유하고, 전환 전략과 과제를 구체화하는 '탄소중립 전북 먹거리 종합계획'을 구성함

❍ 예정하고 있는 '먹거리 기본권'과 '먹거리 순환 체계 구축' 의제에 탄소중립 의제를 결합하여 점검하여 종합계획을 구성

- 기존 푸드플랜은 국정과제로서 지속가능한 농식품 산업기반 조성을 목표로 한 지역 먹거리 순환 종합전략으로 지역선순환 먹거리체계 구축 의제 전략임. 푸드플랜에서의 먹거리체계는 생산-소비-조달체계의 의미로 먹거리의 물리적·양적 관점에서 공공성과 지역경제 활성화를 모색함. 자연생태적 관점은 미흡함

❍ 탄소중립 관점에서 먹거리 체계는 생산-가공-유통·물류-소비-폐기에 이르는 전 과정에서 지역의 먹거리 활동이 얼마나 많은 에너지와 자원(탄소배출 지표)을 사용하는지를 살펴 자연-인간-사회 관계의 생태적·사회적 지속가능성을 확보하자는 것으로 인간 활동, 사회 활동의 전환을 모색하는 것임. 따라서 현재의 푸드플랜은 탄소중립 먹거리 종합계획으로 재구성 통합될 수 있음

- 관련 법정 계획으로 '농업농촌 및 식품산업 발전계획' 또한 산업발전 관점의 지역계획으로 탄소중립 의제가 도입, 결합될 필요가 있음
- 전북 푸드플랜은 2021년 수립되었고, 전북 농발계획은 2019~2023년 시행중임

❍ 지역 먹거리 체계의 탄소중립 전환 계획은 '전북 탄소중립 기본계획'의 일환으로 별도의 추진전략 수준에 머물 수도 있으나, '전북 먹거리 종합계획'이 탄소중립 의제를 중심으로 한 전환전략 종합계획으로 구성하는 것이 바람직함.

❍ 먹거리 체계의 탄소중립화와 체계의 재구축은 관련 주체들의 관계를 상품화 관계에서 사회적 관계로 재구성하는 과정으로 공론장 논의를 활성화하여 먹거리 체계의 공공성을 확충하도록 함

❍ 먹거리 선순환 체계를 구축하고 확장하는 활동은 식생활 교육 등 교육과 참여 확대, 먹거리 정책의 시민 참여 제도화 등의 방법으로 지속함

❍ 지역 먹거리 선순환 체계 구축과 탄소중립 연계에서 눈여겨 봐야할 과제로 '버려지는 먹거리' 문제를 들 수 있음. 상품경제체계 속에서 낭비되는 자원과 에너지, 그로 인한 온실가스 배출 문제를 살펴보기 위해서도 지역 먹거리 체계에 대한 성찰과 재편이 요구됨

❍ 먹거리 체계 소비과정의 앞과 뒤에서 산지 폐기와 음식물 쓰레기로 1/3이 버려짐. 많은 자원과 에너지를 투입하여 생산된 먹거리과 조리된 음식의 1/3이 먹거

리 사슬에 끼지 못하고 손실되거나 낭비되고 있음(폴 호컨, 2019, 플랜 드로다운)

- 전 세계 8억명의 인구가 기아에 놓여 있는데 이들을 먹여살릴 수 있는 충분한 양의 농산물과 조리된 음식의 1/3이 낭비, 폐기되며 매년 전체 배출량의 약 8%에 해당하는 4.4기가톤의 온실가스를 내뿜고 있음. 먹거리 운송, 배급의 구조적 문제부터, 때깔 좋은 것만 상품화되고 가공 편의를 위해 경작지에서 출하되지 못하고, 무심한 낭비로, 유통 기한의 이름으로 산지에서, 조리 이후 폐기됨
- 유엔 지속가능발전목표에서도 2030년까지 1인당 세계 식량 낭비를 소매업과 소비자 수준에서 절반으로 줄이고, 수확 후 손실을 포함해 생산과 공급망을 따라 식량 손실을 줄일 것을 촉구하고 있음
- 이러한 유엔의 가이드와 환경、경제、윤리적 인식으로 덴마크 정부는 다수 비영리단체(NGO)와 식품업계와 손잡고 '음식물 쓰레기의 날'을 제정해 식량을 아끼고 음식물 쓰레기를 줄이는 것이 탄소중립의 중요한 방안임을 캠페인하고 있음. 다수 덴마크 식품 기업과 유통업체, 경영인연합 등 산업계가 2030년까지 음식물 쓰레기를 절반으로 줄이자는 '음식물 쓰레기와 싸우는 덴마크' 협약에 동참함. 협약 가입 기업은 매년 봄 감축 목표를 점검하는 덴마크 정부 기후 위기 파트너십에 참가함. 협약은 식품 손실 및 폐기 예방책을 찾는 민관 싱크탱크 3분의1(ONE\THIRD, https://onethird.dk/)이 운영함. 이 운동과 연계하여 민간에서는 생산지와 조리후 폐기될 수 있는 농산물과 먹거리를 생산자, 기업, 매장들로부터 받아 사회적 경제 방식으로 식품매장을 운영하며 '1/3' 운동이 덴마크에서 확산하고 있음
- 단체급식, 공공급식 단위에서도 조리, 배식의 노동조직 방식과 한계로 먹거리 사슬 이전 단계에서 상품으로 출하되지 못하고 산지 폐기되는 농작물이 많음. 학교급식에 과일간식을 추가하는 정책사업을 오히려 현장의 영양교사, 학교급식 관계자들이 우려하는 이유에 귀를 기울여야함. 학교급식에 과일간식 하나 추가되더라도 새로운 사회체계로 변화하는 것이며 당연히 사회정책적 검토와 지원이 필요함

○ 탄소중립과 먹거리 체계 점검 및 재구축은 기존 탄소 확산, 먹거리 낭비 구조에 대한 점검이기도 하며 연계된 사업과 활동까지 점검하는 전면적 노력이 필요함

2) 식량안보·식량주권 선언과 지역 자급률 점검 및 자급력 향상 방안 마련

○ 먹거리 체계의 탄소중립 의제는 '건강하고 안정된 먹거리'를 매개로 하며 그 중요성을 확인해 줌. 국가 또는 사회단위가 먹거리 체계를 점검하는데 중요한 지표가 주요 먹거리의 자급률임. 기후위기와 이상기상 현상은 생산과 교역의 불안정성으로 이어져 식량위기를 초래하기 때문임

○ '식량안보'는 물리적·경제적 접근 보장의 문제이며, 탄소중립 전환 의제에서는 먹거리 주체의 문제 '식량주권' 논의가 중요함. 먹거리 기본권도 식량주권 논의

틀에서 검토됨. 생산자 관점에서는 유엔 농민권리선언이 있음

- 식량주권(Food Sovereignty) : 생태계에 안전하고 지속가능한 방법으로 생산된 건강하고 문화적으로 적합한 식량에 대한 민중들의 권리이며, 민중들이 자신의 고유한 식량과 농업체계를 결정할 수 있는 권리

❍ **이에 먹거리 체계 구축과 종합계획 수립 과정에서는 식량주권(먹거리 기본권, 농민권) 선언을 조직하는 활동이 전환 주체 조직화 과정으로 필요하고, 종합계획에는 주요 품목에 대한 지역 자급률이 점검 공표되고 자급률 목표 제시와 로드맵, 자급력을 향상할 방안 등이 논의 제시되도록 함**

- 기본권은 누구로부터 주어지는 것이 아니라 주체 스스로 인식하고 천명할 때 사회적 의미를 확보함
- 자급력은 자급할 수 있는 역량을 의미하며 자급력 요소로는 농사를 짓는 사람 수, 연령대, 농사지을 수 있는 토지면적, 농지의 지력, 농업용수, 종자가 있음

3) 전북 먹거리 체계 인벤토리 구축·관리

❍ **먹거리 체계의 탄소중립 전환을 이루기 위한 기초 정보로서 인벤토리(체계적 목록) 구축이 중요함. 국제적 지침에 따라 국가단위와 광역단위까지는 온실가스 인벤토리가 구축되어 보고되고 있음**

❍ **먹거리 체계 관련 인벤토리는 ①국가고유 또는 지역고유의 배출여건에 따른 검증된 계수 적용이 필요하나 국내 농업분야 배출계수가 충분히 개발되지 못한 상태이며, ②기존 인벤토리 체계의 농업분야만으로는 먹거리 체계의 실제를 반영하지 못하므로 다른 분야에 들어있거나 외부화된 배출 목록을 재구성해 파악할 필요가 있음. 먹거리 체계로의 재구성은 많은 연구가 있어왔고 국가나 지역단위 반영은 좀 더 엄밀한 검토과정이 필요함**

❍ **인벤토리는 지역에서 취합되어 통계화되므로 인벤토리를 엄밀히 하는 과정에 지역이 나서서 그 지역의 인벤토리 구축을 앞당기고 지역을 반영할 수 있음. 또한 전환의 지표로 활용되므로 광역단위가 인벤토리 구축과 운영 관리의 한 주체가 될 수 있음**

❍ **전북 먹거리 체계 인벤토리를 구축하는 과정 기간이 필요하므로 초기에는 이에 준하는 지표를 활용할 수 있음. IPCC가 토지특별보고서(2019)에서 제시한 식품체계에서 기후변화 대응 방안을 적용할 수 있음**

❍ **식품체계에서 기후변화 대응 방안 (IPCC, 2019)**

- IPCC가 식품체계에서 기후변화에 대응하는 39가지 방안을 제시함. 이는 현 인벤토

리 체계에서 농업과 농업 외 분야의 긴밀한 관계를 정의한 것이며, 식품 체계의 전 과정에 대하여 종합적인 대응이 필요함을 의미함. 기후변화에 대한 식품 체계의 대응으로 (탄소배출)'완화'와 (기후변화)'적응'에 어느 정도 잠재력이 있는지 평가함

[표 4] 식품체계에서 기후변화 대응 방안 (IPCC)

잠재력: VH(Very High), H(High), L(Limited), N(None)

부문	대응 방안	완화	적응
경종 관리	토양 유기물 향상	VH	H
	품종 개량	L	VH
	농업용수 관리 개선	L	VH
	파종 · 정식 시기 조절	N	VH
	정밀한 시비량 관리	H	H
	해충종합관리(IPM)	N	H
	제철 작물 생산	N	H
	바이오차 투입	H	VH
	임농혼작	H	VH
	작물다양화(윤작, 혼작 등)	L	VH
	경작-휴경 구획	H	VH
	경운 조절	H	H
	작물잔사 관리	VH	VH
	경축 체계	H	H
축산 관리	수림 방목	VH	VH
	품종 개량	L	L
	비육	L	H
	반추 중소가축으로 전환	L	H
	조사료 확보	H	H
	메탄 억제제	VH	N
	열 스트레스 조절	L	VH
	계절에 맞는 급여	H	VH
	가축 건강 관리	H	VH
기후 서비스	조기 경보 체계	N	VH
	계절별 기후 리스크 예측	N	VH
	작물 및 가축 보험	N	VH
공급체계 개선	식품 저장 인프라	L	VH
	공급 거리 단축	L	L
	식품 운송 체계 개선	H	VH
	식품 가공, 소매 등 농식품 산업의 효율 개선	H	VH
	농업의 에너지 효율 개선	H	H
	식품 손실 감축	VH	H
	도시농업 및 근교농업	L	H
	바이오 경제 (폐기물의 에너지화 등)	N	L
수요 관리	식생활 변화	VH	H
	식품 폐기량 감축	VH	VH
	포장 줄이기	L	H
	판매 방식의 대안 (직거래 등)	L	L
	식품 유통망과 외부 비용의 투명성 확보	H	H

* 자료:「Special Report on Climate Change and Land」IPCC. 2019

나. 전북 농업 탄소중립 행동

❍ **농업, 먹거리 체계에서 온실가스가 배출되는 현황과 감축 가능한 조직적, 기술적 방안을 검토해 지역별, 품목별, 전북 농업분야의 탄소중립 실천행동을 조직함**

❍ **농민 실천 조직 활동이 탄소중립 협치체계 및 먹거리 체계와도 맞물려 운영되도록 구성함**

1) 탄소중립을 위한 전북 농민 행동 조직과 실천

❍ **'탄소중립과 먹거리 체계, 생산부문 과제'에 대한 기초조사**

- 시군별 일반 현황, 시군별·품목별 퇴비·비료 생산·소비량, 벼·채소작물·축산(축종별) 현황, 탄소중립 관점에서 지역별·품목별 재배 특성
- 전북 인벤토리 작성과정 파악하여 현실에 맞게 재조정, 실제 적용 가능한 기술이나 모니터 체계를 파악하고 구상
- 시범사업과 전환 활동을 뒷받침할 수 있는 지원 제도, 사회적 관계망 검토
- 탄소중립 기본계획, 먹거리 종합계획 구상과 관련 사항 검토

❍ **지역별, 품목별 교육연수 등 공동학습 및 행동 조직화 의견 청취**

- 탄소중립 현황과 농업분야의 과제를 중심으로 기존 교육과정의 하나로 또는 별도로 지역별 공동학습을 조직하여 꾸준히 확산
- 공동학습 과정, 워크숍 과정, 또는 별도로 설문조사 또는 간담회 등을 통해 관련 의견 청취, 수렴

❍ **농민 행동 구성과 운영**

- 여건이 되고 의지가 있는 지역과 품목으로부터 농민행동 조직화
- 행동의 목적과 목표, 추진내용과 방식, 지원 방안, 향후 과제 등 초기 기획단계부터 농민행동 초기 주체들과 공동 기획
- 조직화 과정과 지원체계 등이 최소한 갖추어지면 시범사업 공모 등의 형태로도 발전 가능
- 농민 행동을 조직화는 개방성과 보편성에 입각해 지역·품목별로 참여조직을 확장
- 벼재배 단지, 축산단지 등 전략적 감축 조직화를 위해서는 공모가 아닌 임의 조직화, 협약 방식 등 다양한 조직화 모색 필요
- 중간지원조직 역할을 염두에 두고 행동 조직화
- 일시적 지원사업이 아니고 전환 사업이므로 지속성을 유지하는 것이 중요하므로 지원제도와 지역 먹거리 체계의 사회적 관계망과 연계하여 생산-소비 관계를 구축하는 것이 중요함

❍ **실천 활동 지지와 독려를 위한 지원체계**

- 관행 농업을 저탄소, 탄소중립을 위한 유기농 전환, 무경운 탄소농업 전환하는 활동은 그냥 해볼 수 있는 것이 아니라 전환을 기획할 수 있는 교육, 추진하는 과정에서의 점검, 전환 실천에 따른 성과와 실패를 넘어 도전과 조직화를 북돋워주는 사회적, 제도적 지지, 지원이 중요함
- 실증 사업, 조직화에 대한 탄소배출권 인정, 탄소중립 공익 직불제 등 다양한 인센티브 제도 필요

2) 농업관행의 획기적인 전환 시도

❍ **먹거리 체계 재구축이나 농민 실천 조직화 과정과 함께 전환의 시급성과 농업관행을 전환할 계기로 삼기위해 벼재배와 축산부문에 대해서는 좀더 주도적인 전환 실천을 조직할 필요**

❑ **전북 벼재배 전면 저탄소 유기농 전환**

- 벼재배는 논에서 유기물과 유기질비료가 혐기분해(물속에서 혐기성 미생물 활동으로 분해)하는 과정에서 온실가스 메탄CH_4 발생
- 작물과 토양에 필요한 유기물을 초과하는 '유기물'이 '물'에 잠긴 환경에서 발생
- 메탄은 온난화지수 21로 이산화탄소에 비해 발생량은 적지만 기후변화에 미치는 영향력이 커서 2021년 국제적인 '메탄 서약'이 이루어질 정도로 유의하는 온실가스

❍ **벼재배의 저탄소 유기농 전환과 감축 물관리**

- 과다 유기물과 혐기 조건을 만드는 물환경을 통제하여 메탄 발생을 줄일 수 있음
- 유기물 적정관리는 (친환경) 유기농 재배가 일반화 되어 있고, 물 관리는 이삭을 맺지 않은 분얼시기에 논물을 빼서 토양을 호기 상태로 열어주면 메탄 발생을 줄일 수 있다는 시범사업이 진행됨. 1~2주 기간 정도 물을 빼주는 간단관개는 재배지 85% 논에서 이미 정착되어 있으나 기간이 짧아 온실가스 감축효과가 크지 않아, 2주 이상으로 간단관개 기간을 늘리거나 논물 얕게대기 등으로 감축 효과를 높일 수 있음
- 벼재배는 경지정리와 단지화 정도, 기계화 정도가 높아 상대적으로 인력투여가 적고 그만큼 전환 잠재력이 큼

- 감축 효과를 검증할 국내 고유 배출계수는 시범사업을 거쳐 개발예정이라 엄밀하진 않지만 유기농 전환, 물관리로 감축 가능한 수치를 적용해보면,
- 관행 벼재배를 친환경, 유기농업으로 전환할 경우 온실가스 배출을 10.9~11.6% 감

축할 수 있고, 10a 면적 기준으로 121~128kgCO_2eq을 감축할 수 있다는 연구(김창길 외, 2016, '유기농업의 온실가스 감축효과', 기후변화학회지)

- 벼논 물관리는 '논물 걸러대기'를 할 경우 상시 담수에 비해 63.0%, '중간 물 떼기'를 할 경우 25.2%의 온실가스 감축 효과가 있는 것으로 보고됨(농촌진흥청 국립농업과학원, 2016, '온실가스 감축을 위한 벼논 물관리 기술'). 물관리는 이외에도 농업용수를 절약하고, 수확량 증가, 품질 향상 효과도 있는 것으로 보고됨
  * 논물 걸러대기 : 이앙 후 한 달간은 논물을 깊이 댄 후 중간 물 떼기 방법과 달리 논물을 얕게(3~5cm)대고 말리는 것을 벼 이삭이 익을 때까지 반복
  * 중간 물떼기(간단관개) : 이앙 후 약 한 달간은 논물을 깊이 대고 이후에는 논물을 떼서 2~3주 정도 바닥에 실금이 보일 때까지 말려줌
- 이를 정리해보면 유기농업 전환에 따른 감축 효과는 약 10%, 물관리 감축효과는 이미 많은 논에서 간단관개를 하고 있다면 걸러대기를 통해 추가적으로 약 35% 수준의 온실가스를 줄일 수 있음. 이론적으로는 유기농으로 전환하고 걸러대기 논물관리를 동시에 하면 45% 의 온실효과 감축 효과가 있는 셈임

❍ 전북 벼재배 유기농 전환과 물관리 효과

- 전북 벼재배 면적은 114,509ha (통계청, 2021년 벼, 고추 재배면적조사)
- 전북 친환경인증 벼재배 면적은 2,618ha로 전체 벼재배 면적의 2.3%
  * 2021년 12월 현재 인증정보 가운데 대표품목이 벼, 쌀, 찹쌀, 흑미, 유색미 등인 무농약、유기인증 면적을 합산한 값 (무농약:유기=44:56)
- 2018년 벼재배 면적 114,654ha에서 배출된 온실가스 양은 988,810tCO_2eq
- 1990년과 2018년 비교할 때 면적 감소와 온실가스 배출량 감소 추세가 거의 비례하므로 2021년 전북 벼재배 온실가스 배출량은 987,559tCO_2eq 수준으로 추정됨

- 유기농업과 물관리 전환을 전북 벼재배에 적용하면 친환경인증 면적을 제외한 면적(111,891ha)에 감축 효과 최대치(1.28)를 적용하면 최대 14만여톤, 10%를 적용하면 9만6천여톤을 감축할 수 있음
- 물관리는 최대(35% 적용) 345.6천톤을 감축할 수 있음
- 전북 논 전면 전환을 목표로 2030년까지 추진할 때, 10~15%의 논이 전환이 어렵다해도 전면 전환 성과로 벼재배 온실가스 배출의 25~30% 수준을 감축할 수 있음

- 전북 농업 인벤토리에서 벼재배가 많은 만큼 배출에서 차지하는 비중이 높아, 전면적인 유기농 전환과 물관리 적용은 중기 전환 계획으로 탄소중립 효과와 지속가능한 벼농사 전환의 상징적인 전환 정책사업이라 할 수 있음

❑ **탄소중립 축산 전환 과제**

❍ **축산 부문 인벤토리 과소 평가와 대책 미흡**

- 국내 온실가스 인벤토리에서는 축산업 배출량이 전체의 1.29%로 평가되어 비중이 적고, 감축 여지가 많지 않다고 바라봄
- 이에, 농식품부 '2050 농식품 탄소중립 추진전략'에서는 저메탄사료 보급('25년까지 검증 및 기준 마련할 예정이라며), 로드맵 없는 스마트 축사로 생산성 향상과 가축분뇨 정화처리 및 에너지화 등을 축산부문 저감 대책으로 안일하게 내놓고 있음

❍ **먹거리 체계로서 평가와 대응 필요**

- FAO(세계식량농업기구) 등에서도 전세계 축산업의 온실가스 배출량은 전체의 14.5%, 소고기와 유제품은 전체 축산업의 2/3를 차지하는 것으로 보고됨. 직접배출뿐 아니라 사료재배, 에너지, 운송, 보관 등 간접배출을 어디까지 고려하는가에 따라 이를 상회하기도 함. 축산이 전체 온실가스의 18~20%를 배출한다거나 농식품 체계 배출의 80%가 축산업과 연관된다는 연구(Marco Springmann외, 2016, ipcc 2019 특별보고서에 인용)도 있음. 국내에서 검증된 자료나 연구가 부족해 평가와 논쟁이 본격화하지는 않고 있으나, 메탄 서약, 탄소중립 시나리오 등의 움직임으로 축산업계나 먹거리 운동 등에서 논의가 촉발되고 있음
- 축산의 산업화와 소비를 부추겨온 축산 정책의 구조로 보아 축산의 온실가스 배출 평가를 먹거리 체계 관점에서 재검토가 필요하고, 축산의 구조적 전환은 탄소중립 과정의 주요한 과제임
- 축산의 전환은 지역 먹거리 체계, 특히 소비 부문의 전환과 함께 대응해야할 과제이므로 농업과 먹거리 체계적 관점으로 재구성이 필요함

❍ **식량안보, 자급률, 물질순환, 지속성 차원에서 적정사육규모, 사육환경 관리 필요**

- 현재의 산업화된 축산은 국가나, 농업 차원에서 사료의 해외의존, 순환하지 못하는 배출 분뇨의 과다한 온실가스 배출의 악순환 체계에 놓임
- 전세계 곡물은 용도별로 식용 43%, 사료용 37%, 바이오연료 등 산업용 20% 순으로 소비되고 있음(OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029)
- 2019년 기준 우리나라는 세계에서 7번째로 곡물 수입이 많은 국가이며, 곡물 수입 중 밀、콩、옥수수 등 3대 품목이 차지하는 비중은 95.0%이고, 용도별로는 전체 곡물수입량 중 67.6%는 사료용으로 32.2%는 식용、가공용으로 수입되고 있음(옥수수는 사료용 80.1%, 식용 19.9%, 밀은 사료용 37.3%, 식용 62.7%, 콩은 사료용 78.0%, 식용 22.0%)(국회예산정책처(2021), 곡물 수급안정 사업·정책 분석)
- 발생 분뇨를 그나마 순환하려 유기질 비료로 공급하나 이미 과다 투입된 화학비료

에 더해 과포화된 토양은 과다한 온실가스를 배출하고 있음. 국내 농경지 토양의 질소와 인 초과 수준은 세계에서 가장 높고, 토양 온실가스 배출과 수질오염의 주요 원인이 되고 있음. 국내 축산이 물질과 에너지 순환의 정상상태를 이루려면 사육 규모의 적정화가 필요함

- 또한, 과도한 산업화 축산으로 각종 가축전염병이 빈발하고 방역과 살처분 등 국가적 폐해가 심각해지고 있어 사육 입지와 사육 환경의 전환을 통한 지속가능한 축산 전환을 미룰 수 없는 과제임
- 축산 규모와 환경이 비슷한 네델란드의 경우, 질소산화물 배출규제에 대한 법원 판결 이후 네델란드 정부는 자동차 속도 제한, 건물 옥상 가스배출시설 규제와 함께 축산 규모 30% 감축을 추진 중임
- 농업구조를 순환농업으로 전환하고 화학비료 감축, 항생제 사용 감축, 유기순환농업 확대 등의 정책 전환 절실하며, 사회 시스템으로 농업구조 전환 접근 필요함

❍ 광역·지역 단위 전환과 에너지화 구체적 계획 필요

- 전북에서 축산 부문 온실가스 배출은 2018년 인벤토리 기준으로, 간접배출을 포함한 전체 배출량에서 4.4%를, 농업 분야에서는 39.8%를 차지함
- 광역단위 탄소중립 전환에서 농업 분야, 그 중에서도 축산 부문 전환이 지역 차원에서는 주효하고 선도적으로 추진할 수 있으므로 광역단위 축산 전환 정책을 구체화할 필요
- 특히, 국가단위 정책이 미흡하고 축산 분뇨 에너지화 사업은 오히려 지역에서 이끌어가고 국가에 요구할 필요가 있음

다. 전북 농업·농촌 에너지 분야 탄소중립화 방향과 추진체계 구축

❍ 문제 의식

- 전북 온실가스 분야별 배출에서 에너지 39.5%와 간접배출 40.9%이 압도적으로 많음. 재생에너지 전환과 지역에너지 자립률을 높이는 것이 전북 지역의 에너지 분야 탄소중립 과제
- 농업·농촌 에너지 분야는 수요를 효율화하여 감축하고, 필요 에너지를 재생에너지로 전환 공급하며, 농업·농촌의 자원과 공간 특성에 잠재해 있는 재생에너지 전환역량을 높이는 방향으로 탄소중립에 역할할 수 있음. 여기서 토지 이용과 재생에너지 전환의 문제, 농촌 주민들의 전환 주체로서의 참여 문제 등은 탄소중립 과제와 전환 과정에서 면밀하고 세심하게 검토하고 추진되어야할 정책 과제임

❍ 지역에너지계획(2020~2040) 검토와 보완 사항

- 전북에서는 제4차 지역에너지계획을 앞당겨 수립하며 에너지전환에 대한 의지를 담은 것으로 평가됨
- ‘전북 제4차 지역에너지계획(2020~2040)’은 ‘에너지전환ㆍ자립 전북’을 비전으로 삼아 ‘효율혁신ㆍ공급전환ㆍ참여자립ㆍ나눔교육ㆍ지역특화’라는 방향설정으로 장단기 목표를 설정하고 있음
  - 2040년 장기 목표 : 수요관리는 수요전망(BAU) 대비 15.4% 감축, 신재생에너지 자립률은 98%까지 확대 목표
  - 2025년 단기 목표 : 소비 감축 목표는 기준수요(2017년) 대비 3% 감축, 전력목표수요 대비 재생에너지 발전량 비율 49.4% 목표
- 또한 지역에너지 추진 여건을 아래와 같은 이유로 ‘에너지전환의 4단계 과정(준비-시작-가속-안정) 중에 2단계(시작단계)에 진입하고 있다고 평가’하고, ‘에너지전환을 계획적으로 추진할 종합 비전이 부족하고, 전환과정을 체계적으로 관리할 거버넌스나 플랫폼이 미흡한 실정’으로 평가하고 있음
  - 최근 재생에너지의 급격한 양적 확대(재생에너지 전력자립율 15.2%, 2017년 현재)와 함께 다양한 에너지전환 실험(에너지자립마을, 에너지협동조합, 산림바이오열병합발전 사업 등)이 나타나고 있고, 새만금 재생에너지 클러스터와 같은 대규모 프로젝트 및 관련 산업 육성도 기획ㆍ추진되고 있음
  - 또한 도 차원에서의 ‘에너지조례’도 제정되어 있고, 이에 따라서 ‘지역에너지위원회’도 구성운영 중에 있음. 전주 및 완주와 같은 기초지자체 수준에서 에너지전환과 자립을 지향하는 지역에너지계획이 수립되어 관련 정책/사업이 추진되고 있음. 덧붙여 전북 지속가능발전협의회(지속협) 및 전주 등의 기초지자체의 지속협과 같은 민관 거버스 조직과 다양한 환경.시민단체들도 에너지전환을 위해서 활동하고 있음
  - 제4차 지역에너지계획은 전북 에너지시스템의 지속가능한 전환을 위한 장기(2040년) 비전과 함께 향후 5년(2020~2025년)의 마스터 플랜으로 작동해야 함
  - 2단계와 3단계(가속단계)에서 사회적 수용성 및 정당성 확보와 산업 및 고용의 경제적 기대효과 달성 등을 분석하고 성찰하기 위한 전환관리가 필수적임
- 계획에서는 7대 핵심과제 가운데 농업ㆍ농촌 분야 사업(‘재생에너지로 즐거운 삼락농정’)으로 ‘가축분뇨 등 바이오가스 활용 및 지원’, ‘산림바이오매스 발전소 사업화 지원’, ‘농업에너지효율화 및 에너지 스마트팜 지원’, ‘에너지자립마을 확산 지원’ 등을 제시함
- 또한 지역에너지계획 추진체계로 전북도 차원의 추진체계(‘에너지위원회 역할 강화’, ‘부서 협의체 등 부서간 협력체계 구축’, ‘에너지 센터 설립 등 실행체계 강화’)와 시군협의체 및 민관 거버넌스 구축(‘에너지시민포럼 운영 등 거버넌스 강화’,

‘에너지정책협의회 등 시군협력강화’, ‘에너지협동조합 육성 등 시민조직 역량 강화’) 등을 제시함

- 지역에너지계획(2020~2040)은 지역에너지 전환과 자립률 제고를 목표로 잘 검토된 계획이라 할 수 있음. 다만, 탄소중립 관점에서 면밀히 검토된 것은 아니며, 농업·농촌 분야의 특성(먹거리 체계 재구성, 흡수감축 매체로서의 토지 이용 문제 등)과 전환 주체로서 농민과 농촌 주민(민원과 수용성 관점에서 기술됨)의 여건이 제대로 드러나지 못한 면이 있어 탄소중립 전환 관점에서 보완이 필요함

○ 농업·농촌 에너지 전환 방향과 체계 구축

- 농업·농촌 에너지 전환에서 전제되어야 할 원칙은 전환의 필요와 사회적 책무가 ① 도시 지역과 농촌 지역은 공정하고 정의로운 전환으로 지역에너지 자립에 임해야 한다는 것과 ②에너지전환이 탄소중립을 보장하는 것이 아니듯이 탄소중립 전환에는 농지와 농촌공동체의 건강함을 유지, 회복하는 것이 중요하고, ③탄소중립 먹거리 체계 전환은 도시-농촌, 생산-소비의 연계, 통합성과 협력 등이 원칙으로 자리매김하는 사회적 인식의 확산이 필요함
- 이러한 관점에서 농업·농촌 에너지 전환 사업은 ①농어촌 주민들이 주도적으로 참여하는 마을공동체 주도의 재생에너지 보급과 확산, ②농어업 부산물을 활용한 재생에너지화 사업 확대, 그리고 ③생산시설의 효율성 향상과 에너지전환 등으로 추진할 수 있음
- 이러한 농업·농촌 에너지 전환의 특성을 반영하여 추진체계에는 위원회, 협의체, 실행단위로서의 에너지센터(중간지원조직을 넘어서는 역할을 하는 재단이나 사회적기업 등 형태) 등의 단위에 ‘농업·농촌 분야’ 또는 ‘먹거리 체계’ 부문이 구축되어 주체적으로 역할할 수 있는 위상을 두어야함

라. 탄소중립 실현을 위한 협치체계 ‘탄소중립 전북 이니셔티브’ 구성

○ 농업 분야 탄소중립, 농촌 에너지 전환은 거의 모든 분야에 걸쳐 지역 탄소중립 전환 과정과 통합 연계되므로 대상과 주체들의 참여와 역할을 위한 광역 단위 통합 협치체계로서 ‘탄소중립 전북 이니셔티브’(가칭) 구성과 운영이 필요함

- ‘이니셔티브’는 특정한 문제 해결과 목적 달성을 위한 새로운 기획이자, 문제를 주도적으로 고민하고 스스로 선택, 결정하며, 이해관계 소통에 앞장서는 것을 의미함. 이니셔티브는 공동의 과제에 이해관계자들이 참여하는 가이드라인 형태의 자율 규범이자 행동강령이자 실천조직으로서 작동함
- 탄소중립 과제는 협치의 논의, 의사결정, 실행체계없이 실현 불가능하며, 전환 기획

과 실천 현장과의 긴밀함이 필요하므로 국가나 기초단위에 비해 광역단위가 기본 실행체계를 구축하는 것이 바람직함
- 이에 탄소중립 기획과 점검, 추진과 실행 단위로서 광역단위 탄소중립 이니셔티브 구축이 필요

❍ 광역단위 이니셔티브의 역할 정립

- 광역단위 탄소중립 이니셔티브 체계는 지역·분야 인벤토리 구축과 관리운영을 통한 정보플랫폼의 핵심으로 그 틀과 배출계수 개발 등은 국가가 지원하더라도 현장 정보 생산과 관리는 광역에서 추진하는 것이 탄소중립 과제, 자치분권 방향과 맞음
- 광역단위가 중심이 되어 ①탄소중립 협치체계를 구성하고 ②지역 현황을 파악해 인벤토리를 구축하고 관리하며, ③지역 탄소중립 시나리오와 로드맵을 구성하여 ④기초단위를 지원하며 실행함. ⑤중앙행정에는 광역단위가 조사연구, 전환사업과 활동 지원 등을 적극 요청하여 중앙이 제 역할을 할 수 있도록 함
- 전환 과정에 필요한 공적기금(금융 또는 펀드) 조성도 광역단위별 특성에 따라 규모와 적용 우선순위가 다를 수 있으며, 상당 부분은 정부가 전환 재정을 조성하여 보전, 지원토록 하고, 재생에너지 등 배당가능한 전환 사업에는 지역 주민들의 참여를 우선, 권장토록함
- 광역 이니셔티브 체계에는 가능한 모든 관련 단위가 직접 또는 간접적인 체계에 연계되도록 하고, 참여가 보장되는 민주성과 공개·개방성, 공정성과 책무성, 전문성 보완, 민관 공동 주체 등 원칙이 관철되도록 함

❍ 협치체계 구축과 활동을 지원하는 제도적 뒷받침

- 협치체계도 행정의 전환행동으로부터 구체적인 변화 움직임이 시작되고, 행정의 변화는 입법을 통한 권한위임과 역할부여로부터 시작됨. 탄소중립 전북 이니셔티브 구성이나, 농업·농촌 탄소중립 실천을 위한 민관협치 추진체계 구축, 기초지자체와 협치체계, 지원을 위해서는 전북 도의회의 자치법규, 기초지자체의 규범이 될 기본조례 등의 제정이 중요함
- 탄소중립을 주요 의제로 삼는 광역단위의 본격적인 조례 제정은 아직 구체화되지 않음. 오히려 인벤토리 조차 확보되지 않았지만 탄소중립 의지를 지닌 기초자치단체에서는 탄소중립 기본법 제정 이후 기본조례를 제정하기도 함(경기 광명, 대구 북구, 대전 서구, 서울 도봉, 서울 서대문, 충남 태안 등)
- 농촌정책의 민관협치 추진체계가 광역의 지원과 기초단체의 실천으로 추진되도록 충남도는 주민주도와 민관협치를 위해 2021년 2월 전국 최초로 '충청남도 농촌정책협업 촉진과 주민자치 강화에 관한 조례'를 제정해 민관협치 추진체계의 제도적 틀을 마련한 사례도 있음

- 최근 전북도의 먹거리 기본조례와 같이 기본권, 순환체계 구축, 협치체계 및 지원조직 구성 등의 내용으로 농업·농촌 탄소중립 과제를 구체적으로 담아 탄소중립 기본조례를 제정하는 등 제도적 방안을 마련함이 중요함

참고문헌

관계부처 합동(2021.10), ‘지역사회 탄소중립 이행 및 지원방안’

관계부처 합동(2021.10.18), “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안”

국립기상과학원(2021),『2020 지구대기감시 보고서』

국회예산정책처(2021.10.1.), ‘국물 수급안정 사업 · 정책 분석’ 보고서

기상청(2020), ‘지구온난화 1.5℃ 특별보고서 해설서’

남재작(2021.8.3.), “탄소중립, 농업 농촌의 미래를 어떻게 바꿀까?”, 시선집중 GS&J 290호

농림식품산업 미래성장포럼(2021.9.10.), “기후위기와 탄소중립” 포럼 자료집

농림축산식품부(2021.12.27.), ‘2050 농식품 탄소중립 추진전략’

농특위(2021.11.15.), ‘탄소중립을 위한 농어업·농어촌 분야 쟁점과 과제’ 토론회 자료

농특위(2021.5.3.), ‘농민 주도의 에너지전환 어떻게 할 것인가?’ 사회적대화 자료

농특위 · 농경연(2021.3.24.), ‘탄소중립을 위한 농업분야 주요과제’ 토론회 자료집

온실가스종합정보센터(2020.12),『2020 국가 온실가스 인벤토리 보고서』

이근행(2021.10), ‘기후위기와 농의 전환’ 발표문

이호중(2020.10), ‘농어업·농어촌 분야 뉴딜의 비전과 과제’, 농특위 토론회 발표문

장남정(2021.12.), ‘2050 전라북도 탄소중립 기본방향’

전라북도(2019),『전라북도 농업·농촌 및 식품산업 발전계획(2019~2023)』

전라북도(2019.12),『전라북도 제4차 지역에너지계획(2020~2040년)』

전라북도(2021.12.1.), ‘ 2050 전라북도 탄소중립 실현 선진화포럼’ 자료

전라북도(2021.5),『전라북도 환경보전계획(2021~2030)』

전라북도(2021.6),『전라북도 푸드플랜 수립 연구용역 보고서』

전북연구원(2021.7.19.), ‘기후위기 시대 , 전라북도 탄소중립 대응 기본방향’, 이슈브리핑 vol.247

조천호(2019),『파란하늘 빨간지구』, 동아시아

최우정(2021), ‘탄소농사의 의미와 국제 동향’, 세계농업 9월호

탄소중립위원회(2021.10),『2050 탄소중립 시나리오』

통계청(2021.8.3.), ‘2021년 벼, 고추 재배면적조사 결과’

한국환경공단(2019), ‘지자체 온실가스 감축 사례집’

한국환경회의(2021.11.24.), ‘축산업이 기후환경에 미치는 영향과 대안’ 토론회 자료

Clark et al.(2020.11.6.), ‘Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets’, Science 370

Crippa et al.(2021), 'Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions',

IPCC(2019),『Special Report on Climate Change and Land』

OECD/FAO(2020),『OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029』

Poore & Nemecek(2018.6.1), 'Reducing food's environmental impacts through producers and consumers', Science, vol 360

Rosenzweig et al.(2020), 'Climate change responses benefit from a global food system approach', Nature Food(www.nature.com/natfood)

Tubiello et al.(2021), 'Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base', Environ. Res. Lett. 16 065007

ㅇ 인터넷 접속 데이터 수집

통계청, KOSIS 국가통계포털, https://kosis.kr

Our World in Data, https://ourworldindata.org

❍ 2050 탄소중립 시나리오 농축수산 부문 (탄소중립위원회, 2021.10.)

4.5. 농축수산 부문

4.5.1 현황

가. 에너지 사용 현황

농축수산 부문(농업, 축산, 수산)의 에너지 소비량은 총 2,712천TOE로 석유가 1,215천TOE(44.8%), 도시가스 4천TOE(0.1%), 전력이 1,473천TOE(54.3%)를 차지하고 있다.

농축산부문에서는 트랙터, 경운기 등 농기계와 온실의 난방 등에 사용되는 등유 및 경유가 주 에너지원이며, 수산부문에서는 어선에서 사용되는 경유와 양식장 전력 등이 주에너지원이다.

나. 농축수산 부문 온실가스 배출량

농축수산 부문은 24.7백만톤의 온실가스를 배출하여, 우리나라 온실가스 총배출량 중 3.4%(2018년 기준)를 차지한다.

농축산 부문은 타 부문과 달리 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출의 비중이 작다는 특징이 있다. 농축수산 부문 온실가스 배출량의 약 85.8%(21.2백만톤)가 농작물 재배, 가축 사육 등 농업 생산과정에서 발생하는 메탄(CH4)과 아산화질소(N2O)이다.

[표 4-7] 농축수산부문 유형별 온실가스 배출량(2018)

(단위 : 백만톤 CO_2eq)

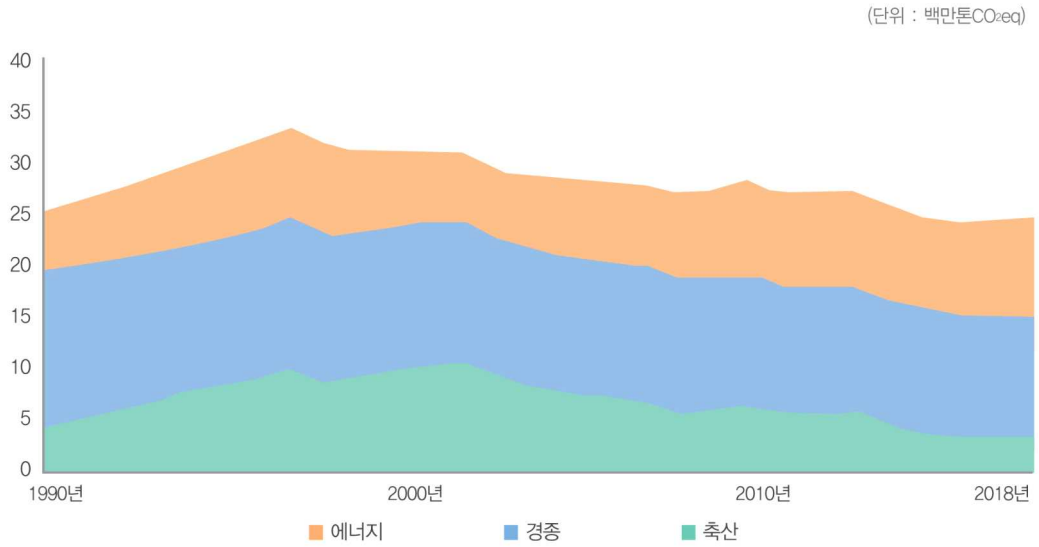
배출량	비에너지					에너지 (농축수산)
	계	경종[41]		축산		
		벼재배	농경지토양	장내발효	가축분뇨	
24.7	21.2	6.3	5.5	4.5	4.9	3.5

농축수산 부문 배출량은 1990년 대비 2018년 4.3% 감소하였으며, 원인별로 살펴보면 에너지 사용으로 인한 배출량은 27% 감소하였으나 비에너지 배출량은 0.9% 증가하였다.

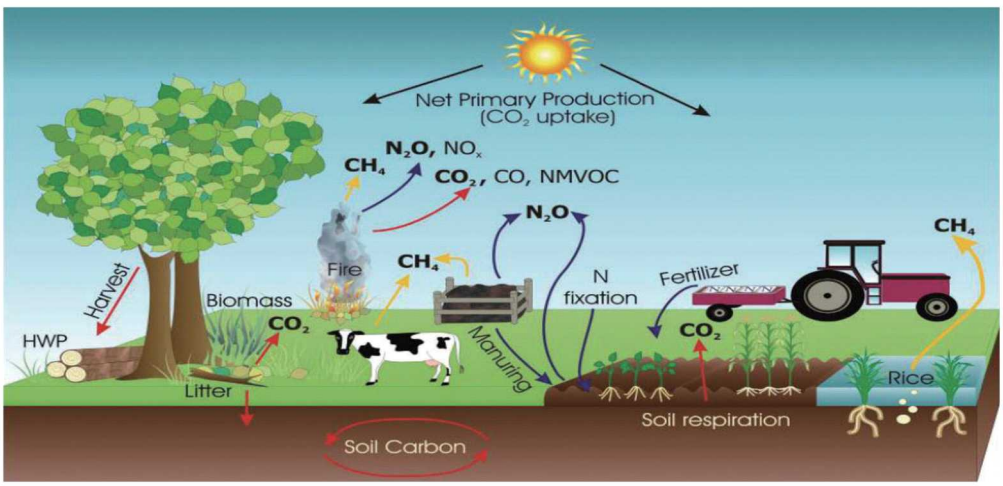
비에너지 배출량의 경우 경종 분야는 논 면적 감소 등으로 온실가스 배출량이 1990년 대비 2018년에 22% 감소하였으나, 축산 분야는 가축 사육두수 증가로 배출량이 62% 증가하였다. 이 같은 변화는 서구화된 식습관 변화, 소득증가에 따른 육류소비량 증가, 외식산업의 발달 등에 기인한 것으로 추정된다.

41) 경종(耕種) : 농작물을 재배하는 것을 일컫는 말로, 넓은 의미의 농업은 크게 경종과, 동물을 기르는 축산으로 구분된다.

[그림 4-19] 농축수산부문 유형별 온실가스 배출량 추이(1990~2018)



농축산 부문 온실가스 배출 과정



출처 : 2006 IPCC 가이드라인

작물을 재배하는 과정에서 발생하는 온실가스는 화학비료 또는 유기물 투입을 통해 주로 배출된다. 우리나라의 주요 식량작물인 벼를 재배하기 위해서는 일반적으로 논에 물을 가두는데, 이때 볏짚, 퇴비 등 토양에 유입된 유기물이 혐기성 조건에서 미생물에 의한 분해가 일어나면서 메탄(CH_4)을 배출한다.

가축사육 과정에서 발생하는 온실가스는 가축의 소화기관 내 발효에 의한 메탄(CH_4)와 가축 분뇨의 혐기적 분해에 의한 메탄(CH_4) 및 아산화질소(N_2O)가 있다.

또한 농작물 잔사(찌꺼기)를 소각하는 과정에서도 메탄(CH_4) 및 아산화질소(N_2O)가 배출된다.

4.5.2. 농축수산 부문 전망 및 감축수단

가. 개요

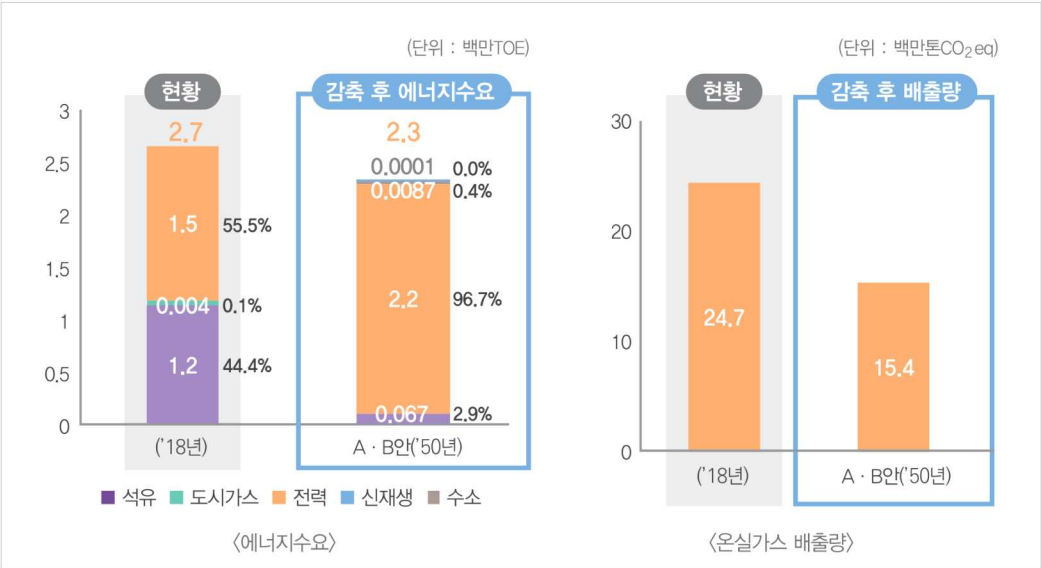
농축수산 부문의 2050년 탄소중립 시나리오는 ① 식량안보를 담보하고, ② 온실가스 감축을 통해 농어촌과 농어업의 지속가능성을 높이며, ③ 안전하고 건강한 먹거리를 생산·소비하는 것을 목표로 하여, 이를 달성하기 위해 가용할 수 있는 기술과 정책을 최대한 반영하였다.

탄소중립을 달성하기 위해서는 2050년 농축수산 부문 에너지 수요가 2018년 소비량 2.7백만TOE 대비 14.8% 가량 감소한 2.3백만TOE가 되어야 할 것으로 전망된다.

전체 에너지 사용량 중 에너지원별 비중을 보면, 화석연료(석탄, 석유, 도시가스) 사용량은 2018년 44.6%에서 2050년 2.9%로 감소하고, 전력이 95.7% 이상을 차지하는 것으로 시나리오를 상정하였다.

이와 같은 전제를 통해, 2050년 농축수산 부문 온실가스 배출량은 2018년 24.7백만톤 대비 37.7% 감소한 15.4백만톤이 될 것으로 전망된다.

[그림 4-20] 농축수산 부문 에너지 수요(좌) 및 온실가스 배출량 전망(우)



[표 4-8] 농축수산 부문 온실가스 배출량 변화

(단위 : 톤CO_2eq)

구분	2018년	2050년
합계	24.7백만	15.4백만
에너지	3.5백만	0.2백만
비에너지	21.2백만	15.2백만

나. 감축 수단

1) 연료 전환

농축수산 시설 및 어선에서 사용되는 화석연료를 저탄소 에너지원으로 전환하는 것은 온실가스 감축 잠재력이 가장 크고 실현가능성도 높은 수단이다.

시설원예와 같은 고정형 시설에 공기열 히트펌프 보급 등 고효율 에너지설비를 보급하고, 농기계의 전기 · 수소 전환을 통해 석유(경유 · 등유) 수요를 전면 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 바이오매스 에너지화 등 신재생에너지의 적극 확대도 농축산 부문 온실가스 감축에 기여할 수 있다.

수산의 경우, 노후 어선을 대체하고, 전기 · 수소, 하이브리드 어선 등을 개발 · 보급하며, 어선 감척을 추진하는 등 어선 효율화를 도모하고 양식장 및 수산물 가공공장에 히트펌프 등 고효율 장비를 보급하여 에너지 절감을 통해 온실가스 배출을 줄일 수 있다.

이를 통해 농축수산 부문의 에너지 사용으로 인한 2050년 온실가스 배출량을 2018년 대비 94.3%까지 감축이 가능할 것으로 예상된다.

2) 영농법 개선

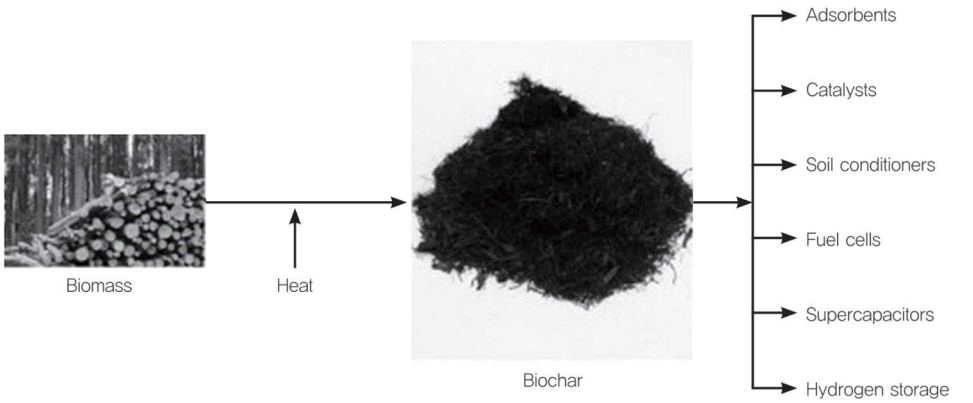
화학비료 저감, 친환경 농법 시행 확대 등 영농법 개선을 통해 농경지의 메탄과 아산화질소 발생을 억제할 수 있다.

메탄가스의 생성은 논에 물을 가뒀을 때 일어나므로 벼 생장기 중 물이 필요 없는 시기에 논물을 빼주는 등 논물 관리 방식 개선을 통해 온실가스를 줄일 수 있다. 또한 토양검정[42]을 통해 질소질 비료의 적정량을 공급하면 아산화질소 배출을 줄일 수 있다.

바이오차(Bio-Char) 토양개량제 보급도 유용한 감축수단이 될 수 있다. 바이오차를 토양에 살포할 경우 토양 내 탄소 저장효과가 있으며, 토양개선과 폐기물 관리, 환경오염 저감 등의 효과가 있다.

42) 과학적 근거에 의한 작물의 시비량(필요한 거름양)을 결정하기 위한 사전 분석작업

바이오차(Bio-Char)를 통한 탄소 저장 및 토양개선



출처 : sciencedirect.com

바이오차(Bio-Char)는 바이오매스(biomass)와 숯(charcoal)의 합성어로 목재 등을 300~350℃ 이상의 온도에서 산소 없이 열분해하여 만든 숯 형태의 유기물이다.

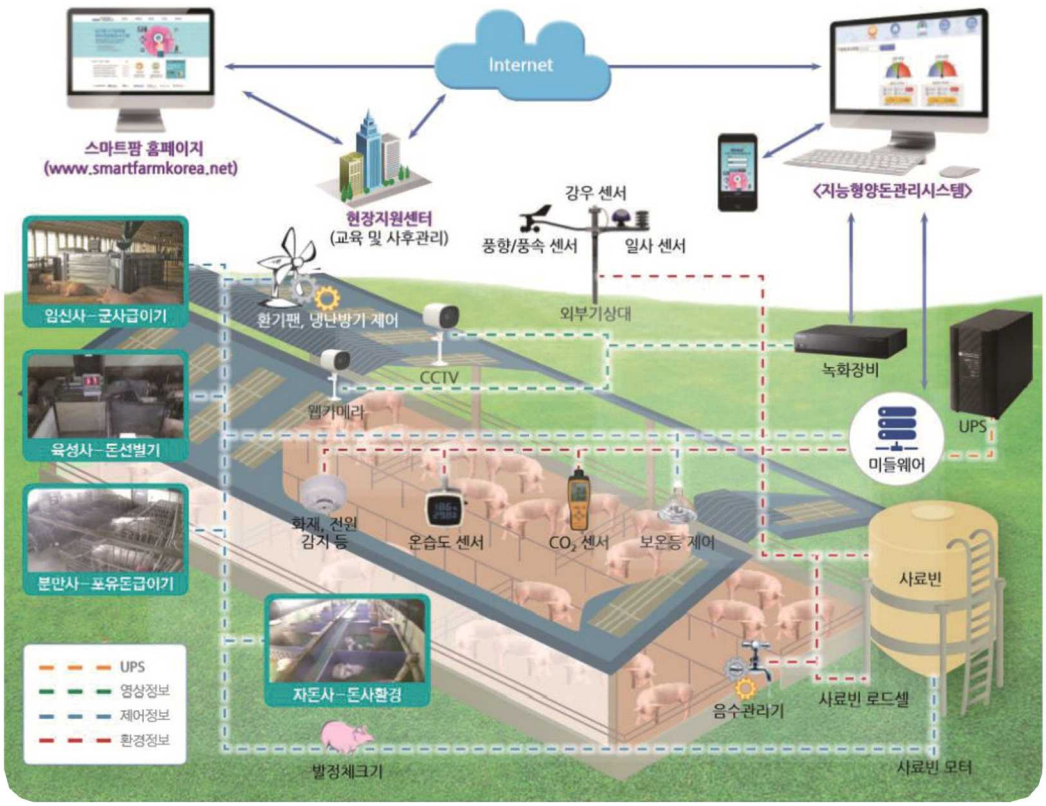
바이오매스가 열로 분해되어 바이오차가 되는 경우 바이오매스에 고정된 탄소가 상당 부분 바이오차에 남게 되며, 미생물에 대한 분해나 화학적 변화가 거의 일어나지 않아 오랫동안 탄소를 토양 내에 잡아 둘 수 있다.

3) 가축 관리

가축으로 인해 발생하는 메탄 및 아산화질소를 줄이기 위해 저메탄 · 저단백질 사료 보급이 확대될 것이다. 또한, 분뇨에서 배출하는 메탄을 회수해 에너지원으로 활용할 수 있도록 가축분뇨 에너지화 시설을 늘리는 등 가축분뇨에서 발생하는 온실가스 발생량을 35% 이상 줄인다.

스마트 축사 보급 등 디지털 축산 경영을 통한 축산 생산성 향상도 온실가스 감축에 기여할 수 있다. 한 · 육우는 24%, 젖소는 14.1%, 돼지는 22.2%, 닭은 1.6% 가량의 생산성 향상을 기대할 수 있는데, 가축 폐사율을 줄이는 등 생산성을 증대시킬 경우 더 적은 사육두수로 동일한 양의 육류를 생산하는 효과가 있다.

[그림 4-21] 스마트 축사 모식도



출처: 농림축산식품부

끝으로 우리나라는 2028년에 인구 정점에 도달하여 그 후 인구가 지속적으로 감소할 것으로 예측되며, 2050년에는 고령화와 인구 감소 등 인구구조에 있어서 큰 변화가 예상된다. 이러한 인구구조의 변화와 소득수준의 향상, 식물성 단백질 선호도 증가, 대체가공식품(배양육, 식물성분 고기, 곤충 원료 등) 증가 등으로 인해 감소되는 육류 소비 등 식생활 전환 전망을 시나리오에 반영하였다.

다. 정책 제언

1) 식량안보 강화와 농·어업 기후적응 정책 강화

기후위기 시대에 국민의 먹을거리를 생산하는 농축수산업에 대한 집중 지원을 바탕으로 식량안보와 식량자급률을 높이는 정책을 추진할 필요가 있다.

농 · 어민에 대한 학습과 훈련을 바탕으로 기후위기 적응 기술지원체계를 강화하고, 재해예측시스템 고도화 등 적응정책도 적극 추진하여야 한다. 수산분야의 경우 기후변화에 따른 고수온 적응 수산종자 연구 및 열대성 수산질병 대응 등 수산업 기술지원체계도 강화할 필요가 있다.

아울러 농·어업 분야의 에너지 통계 현실화 및 온실가스 보고·검증 체계의 개선도 필요하다.

2) 농축수산업의 환경적 지속가능성과 생산성 향상을 통한 온실가스 감축

논물 관리, 화학비료 저감, 토양 탄소저장 강화 등 저탄소 친환경농업을 확대하고 정밀농업 등 저탄소 농축수산 기술 개발 및 보급·투자를 확대할 필요가 있다. 특히, 축사와 양식장의 시설을 개선하고 디지털화 및 스마트화를 지원하며, 작물별로 정밀농업기술 및 실증 등 농축수산 기술 혁신이 필요하다. 또한 바이오차 공급 등을 통해 토양 탄소저장 기능을 강화하고 농 · 어업 생태계 내 자원을 재순환하는 친환경 농수산업을 확대할 필요가 있다. 이를 위해 온실가스 감축과 지속가능한 농어업을 위한 농어촌지역 교육과 훈련 지원을 확대하여야 한다.

축산에서 발생하는 메탄가스 및 아산화질소를 줄이기 위해 저메탄 · 저단백 사료보급 확대가 필요하다. 가축분뇨의 처리방식 개선 및 에너지화 등 저탄소 기술의 비중을 높이고, 주요 축종 대상 스마트 축사의 보급과 가축 폐사율을 줄이는 등 축산 생산성 향상에 대한 투자 확대도 필요하다.

농축수산 에너지 부문은 고효율 에너지 설비 보급, 농기계·어선·보일러 등에서 사용하는 등유나 경유를 전력화·수소화하여 획기적으로 온실가스 배출을 줄이고, 농업 잔재물에서 나오는 바이오매스의 에너지화를 추진하며, 시설농업의 에너지 효율성 개선을 위한 투자도 확대하여야 한다.

3) 농수산 식품 수요 · 공급 체계 전반의 저탄소화

농장부터 식탁까지(Farm to Fork) 지역단위 먹거리 순환 체계를 위한 유통체계와 ICT 기반 구축을 지원하는 등 먹거리 생산 · 소비 · 유통 전과정의 온실가스 배출 감축 지원을 확대할 필요가 있다.

기후변화와 식습관의 관계에 대한 교육, 홍보, 대체가공식품의 품질 향상 등을 통한 자발적인 식생활 전환 운동 등 일상 생활 속에서 온실가스 감축 노력을 할 수 있는 다양한 인식 전환 노력이 필요하다. 또한 재활용 농자재 활성화를 위한 제도 마련과 지원도 강화하여야 한다.

❍ 2050 농식품 탄소중립 추진전략 로드맵 (농림축산식품부, 2021.12.)

구 분($천톤CO_2$)			2030년		2040년		2050년	
			목표치	감축량	목표치	감축량	목표치	감축량
비에너지	합 계			5,809		6,460		8,012
	논물관리	소계		540		540		540
		지표 간단관개(중간물떼기)(2주, %)	61.1	474	61.1	474	61.1	474
		지표 논물얕게대기(%)	10	66	10	66	10	66
		수단 • 농업용수 이용 효율화	• 용수관리 자동화 · 디지털화		• 용수공급체계 개편		• 용수관리 효율화 · 고도화	
		수단 • 논물관리 체계 구축	• 기술 및 배출계수 개발		• 현장보급·적용, 컨텐츠 개발		• 유역 물관리 고도화	
		수단 • 배출량 통계 구축	• 물관리 및 유기물사용 통계구축		• 관련 통계 적용		• 관련 통계 고도화	
		수단 • 저감기술 효과 검증	• 측정 및 검증 체계 구축		• 신규 저감기술 개발		• 신규 저감기술 적용	
	농경지	소계		2,008		2,144		2,269
		지표 질소비료 저감(kg/ha)	115	267	115	268	115	268
		지표 바이오차보급(토양개량제대비 보급률%)	9	58	9.5	62	10	65
		지표 농경지 투입 분뇨량 저감(%)	33	1,683	34	1,814	35	1,936
		수단 • 비료감축 및 시비 처방 확대	• 기초데이터 수집·기술개발		• 데이터 개선·기술 사용화		• 데이터 개선 및 기술 고도화	
		수단 • 농약적정사용 체계구축	• 시스템 구축		• 시스템 유지·보수		• 시스템 고도화	
		수단 • 바이오차 검증 및 농가보급	• 방법론등록/제조시설구축 및 보급사업화 방안마련		• 바이오차 보급		• 바이오차 보급 확대	
		수단 • 경운 최소화	• 친환경 집적지구 지정·법제화 검토		• 집적지구 확대(20%)		• 집적지구 확대(30%)	
	장내발효	소계		751		915		1,075
		지표 저메탄사료 보급(2세이상 %)	30	121	65	261	100	402
		지표 분뇨내 질소 저감(%)	13.2	630	13.2	654	13.2	673
		수단 • 저메탄사료 개발	• 2세 이상 한육우·젖소 저메탄사료 30% 보급		• 2세 이상 한육우·젖소 저메탄사료 65% 보급		• 2세 이상 한육우·젖소 저메탄사료 100% 보급	
		수단 • 저단백사료 개발	• 조단백질 함량 2% 감축		• 조단백질 함량 2% 감축		• 조단백질 함량 2% 감축	
	가축분뇨	지표 비농업계이동(에너지화·정화처리비율%)	33	2,058	34	2,212	35	2,355
		수단 • 가축분뇨 에너지화 시설 확충	• 지역주민 이익공유방안 마련		• 에너지 수요처 인근 시설 확충		• 가축분뇨발생량 10% 에너지화	
		수단 • 가축분뇨이용바이오차생산	• 바이오차, 고체연료, 퇴비수출 등 비농업계 이용 기반마련		• 바이오차, 고체연료 등 퇴비의 비농업계 이용 확대		• 가축분뇨의 새로운 처리방식 개발	
	생산성향상	소계		452		649		1,773
		지표 식단변화 가축 감소율(%)	-	-	-	-	10.2	995
		지표 축산생산성 향상(스마트축사 보급율%)	30	389	40	507	50	579
		지표 대체식품(%)	4.4	63	9.7	142	15	200
		수단 • 식생활소비 개선	• 전문인력양성·교육기관 지정		• 우수체험공간 지정·교육확대		• 체험공간 및 교육 지속 확대	
		수단 • 저탄소 대체형 식자재 공급기반 구축	• 대체식품·소재 발굴 및 기술개발		• 대체식품·소재 상품화 및 시장형성		• 대체식품·소재 시장 고도화	
에너지	합계			49		141		231
	에너지	지표 고효율 에너지설비(등유감소 %)	9	14	30	28	50	41
		지표 농기계(경유/등유수요 %)	10/5	35	50/25	113	100/50	190
		수단 • 시설원예 에너지 절감	• 넷제로 기초DB 구축		• 에너지 절감시설 확충		• 에너지 절감시설 확대	
		수단 • 유통시설 에너지 절감	• 관리시스템 도입		• 시설 도입 지원		• 시설 도입 지원강화	
		수단 • 저탄소 축산업 기반 마련	• 에너지 관련 연구용역		• 에너지 사용량 통계 고도화		• 통계기반 감축 활동	
		수단 • 농기계 에너지 전환	• 노후 농업기계 폐차 지원		• 전기 농기계 등 개발 및 보급· 전기 충전소 등 설치 지원			
감축량 총계(A)				5,858		6,601		8,243
배출전망(B)				24,653		24,401		24,450
감축 후 배출량(B-A) (수산 포함한 농축수산 전체목표)				17,940		16,744		15,454

❍ 2050 농식품 탄소중립 세부추진계획 개요①

1. 저탄소 농업구조 전환

개 요

◇ [정책여건] 고투입 관행농법 탈피는 온실가스 감축을 위한 최대 과제

□ 생산성 중심의 농업은 비료 및 농약 등 **고투입 농법 관행화** 유발

o 이상기상 등 **기후변화의 영향** 증대는 토양, 수자원 등 농업자원과 고투입 농법간 악순환을 유발하는 원인으로 작용

□ **기후변화와 환경문제**의 대응이 농업의 주요 현안으로 등장

o 농업이 기후 및 환경문제를 고려한 지속가능한 발전 구조로 전환하지 못하는 경우 식량자급 등의 목표는 더욱 달성하기 어려워질 전망

◇ [정책목표] 고투입 · 집약적 농업구조를 저탄소 구조로 전환

□ 기후변화 시대 농업은 **식량안보, 온실가스 감축 및 농업환경** 보호를 동시에 달성하는 것이 중요한 임무

o 기후민감 산업인 농업분야에서 선제적인 온실가스 감축을 통해 국가적 넷제로 달성 및 기후변화 영향 최소화 필요

□ 온실가스 감축의 실효성을 높이고 기후위기에 대응하는 지속가능한 농업을 위해서 **저탄소 농업구조로 전환**

◇ [정책수단] ICT 등 비료, 농약, 수자원을 절약하는 농업을 확산

□ D.N.A.(Data, Network, AI) 기술을 농업에 적용하여 관행농업 대비 농자재의 투입을 줄이고, 생산성을 높이는 **정밀농업** 도입

* 네덜란드 Van Den Borne Aardappenden 농장은 3ha 규모 농장 정밀농업 추진 결과 생산성 30% 증가, 비료 26% 절감, 물 18% 절수 효과

□ **친환경농업 확대**와 함께 **토양 양분, 수자원** 관리 등 환경친화적인 농업으로 전환

o 토양 등 농업분야의 **탄소 저장능력** 확대도 추진

* 대기중 탄소 760Gt 〈 토양탄소 2,500Gt

❍ 2050 농식품 탄소중립 세부추진계획 개요②

2. 온실가스 배출원 감축

개 요

◇ [정책여건] 농업분야 온실가스 배출량은 지속적으로 증가 전망

□ '50년 농업분야 비에너지 부문 온실가스 배출 예상량은 **23.2백만톤**으로 **'18대비 9.4% 증가**할 것으로 추정

o 경지면적 감소 등의 영향으로 **벼재배 온실가스 배출은 감소**하는 반면, 가축사육 증가로 인한 **축산부문 배출은 증가** 전망

구 분		배출량 ('18)	배출전망(BAU, 단위 천톤)		
			'30	'40	'50
비에너지	소계	21,191	22,385	22,768	23,189
	벼재배	6,297	5,041	4,879	4,847
	농경지토양	5,472	6,334	6,569	6,765
	작물잔사소각	15	17	17	17
	장내발효	4,471	4,758	4,796	4,830
	가축분뇨처리	4,936	6,236	6,507	6,729

◇ [정책목표] 식량안보를 고려한 잠재 감축량 수준까지 감축

□ 비에너지 **부문은 '18년 배출량(21.2백만톤)대비 28.3% 감축한 15.2백만톤 배출**

o 벼재배 과정에서 540천톤, 농경지 비료·분뇨 투입 축소 과정에서 2,269천톤, 가축분뇨 처리과정에서 2,355천톤 감축 등

o 축산 생산성 향상, 대체식품 확대 등으로 **추가 감축** 추진

◇ [정책수단] 생산(경종, 축산) 및 유통 · 소비단계에서 총체적 감축

□ 생산(경종, 축산)단계에서는 **저탄소 농법**에 기반한 투입량 감축

o 벼재배 과정에서는 **논물 관리 및 질소비료 투입을 감축**하고, 가축사육과정의 **저메탄사료 급여, 축산분뇨 저탄소 처리** 촉진

□ **농산물 유통거리 축소, 비대면유통, 식생활개선, 대체식품 육성** 등을 통해 농식품 유통·소비 과정에서 발생하는 온실가스 감축

❍ 2050 농식품 탄소중립 세부추진계획 개요③

3. 화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환

개 요

◇ [정책여건] 농업 에너지 분야 온실가스 배출은 증가 후 점진적 감소 전망

□ '50년 농업분야 에너지부문 온실가스 배출 예상량은 394천톤으로 '18년 대비 60.4% 감소할 것으로 전망

o 농기계의 에너지 전환 및 온실 등의 재생에너지 사용 확대에 따라 석유 등 **화석연료 사용이 감소**하면서 온실가스 발생량도 감소세를 나타낼 전망

구 분 (천톤CO2)		배출량 ('18)	배출전망(BAU)		
			'30	'40	'50
에너지	직접(석탄, 석유, 가스)	996	653	489	394

◇ [정책목표] 고효율 에너지 설비 보급·농기계 에너지 전환으로 온실가스 감축

□ 에너지 이용 효율화와 재생에너지 등 저탄소 에너지 이용 확대

□ 내연기관 농기계의 전기농기계 등으로 전환 및 노후농기계 조기 폐차를 통해 농기계 이용 에너지 전환

◇ [정책수단] 시설에너지 및 농기계 재생에너지 전환

□ 화석연료 의존도가 높은 시설농업은 재생에너지로 전환

o 시설원예 농가의 **에너지사용 현황 DB**를 기반으로 재생에너지로 전환하고, **에너지 절감시설도 확대**

o **재생에너지 순환모델과 연계**한 온실단지 입지선정 등 최적의 에너지 사용 환경 구축

* RE100 등 재생에너지원 활용과 연계하여 전기난방시설 보급

□ 농작업에 사용되는 농기계의 에너지원을 전환

o 화석연료 중심의 내연기관 농기계를 **전기 농기계 등으로 전환**하고, **노후 농기계 조기 폐차**

❍ 2050 농식품 탄소중립 세부추진계획 개요④

4. 농촌 재생에너지 공급 확대

개 요

◇ [정책여건] 탄소중립 선언에 따라 재생에너지 공급 확대 필요

□ 국가적 차원의 탄소중립 목표 달성을 위해서는 태양광 등 재생에너지 비중 확대가 필수적

o 「재생에너지 3020 계획」('17.12)에 따라 '30년까지 농촌지역에 태양광 10GW(1.3만ha) 공급 목표 설정

□ 최근 3년간('18년~'20년) 농촌태양광 3.26GW(약 4,238ha) 설치

* 농촌태양광 공급(GW, 누적) : ('18) 0.68 → ('19) 1.82 → ('20) 3.26

◇ [정책목표] '50년까지 농촌태양광 등 재생에너지 지속 확대

□ 농업기반시설, 염해간척지 등을 활용하여 농업진흥구역 등 우량농지를 보전하면서 재생에너지 확대

□ 농촌 태양광 등 재생에너지 발전시설을 둘러싼 **갈등**을 **해소**하면서 **우량농지 보전**(식량안보)과 **재생에너지 확대 동시 달성**

o **농업용시설**(축사, 버섯재배사), **농업기반시설**(저수지, 용배수로, 저수지 주변 유휴부지), **유통가공시설**(주차장, 지붕)을 우선적으로 활용

□ **농촌공간계획**을 통해 농촌환경 보전 및 재생에너지 확대

o 농촌마을은 재생에너지 보급을 통한 RE100 체계를 구축하고, **축사·온실·에너지시설**을 **연계**한 에너지 자립 추진

◇ [정책수단] 주민협의 및 공간계획을 토대로 체계적인 공급 추진

□ 주민참여형 태양광 확대 등 주민 공감대 형성을 통해 사업 추진

o 농업생산기반시설, 염해간척지, 농업 가공·유통시설 등을 최대한 활용

o **주민참여**를 기반으로 농촌마을 유휴부지 등을 활용한 재생에너지 공급을 확대하고, **지자체·농협·공사 등의 참여 확대**로 공공성 강화

□ **농촌공간계획**을 토대로 **농촌마을의 에너지 전환 및 지역에너지 순환체계 구축** 지원

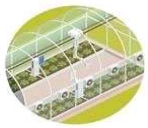
❍ 2050 농식품 탄소중립 홍보물

농림축산식품부

2050 농업분야 탄소중립 달성에 앞장서겠습니다

01 저탄소 농업구조로 전환을 가속화 합니다

정밀농업



- 정밀농업기술보급
  '21년 -% → '30년 10%
  → '50년 60%
- **정밀농업 모델개발**
- **스마트팜 혁신밸리** 확산

환경친화적 농업



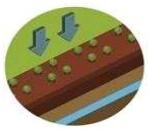
- 전체 경지면적 대비
  '19년 5.2% → '30년 12%
  → '50년 30% 확대
- **친환경 집적지구** 확산 가속화
- 지역 **푸드플랜**과 연계하여 급식 소비 확대

토양·용수 관리



- 지역단위 양분관리
  '21년 2개소 → '30년 30개소
  → '50년 전 지자체
- 토양양분 관련 **정보 DB화**
- 농약안전정보 **시스템 고도화**

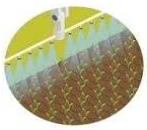
토양 저장기능 강화



- 온실가스 흡수
  '21년 -천톤 → '30년 58천톤
  → '50년 65천톤
- 바이오차 활용 **온실가스 흡수**
- 경운최소화, 피복작물 식재, 초지보전

02 분야별 특성을 고려하여 온실가스를 감축합니다

경종(작물재배)



- '18년 대비
  '30년 25% 감축
  → '50년 25% 감축
- **논물관리 및 용수관리** 체계화
- 질소질 **비료 사용량 감축**

축산



- '18년 대비
  '30년 18% 감축
  → '50년 32% 감축
- **저탄소 사양관리** 확대
- 가축 **분뇨처리** 개선

유통



- 로컬푸드 직매장
  '20년 554개소 → '30년 1,200개소
  → '50년 1,800개소
- 로컬푸드 확대 등 **푸드 마일리지 감축**
- 푸드플랜 **지역 내 생산-소비 연계 강화**

소비



- 식생활 개선 및
  대체식품 소비를 통해
  '50년까지 1,195천톤 감축
- **식생활 개선** 및 음식물 폐기 최소화
- 저탄소 미래형 식자재 공급기반 확충

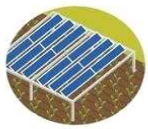
03 농업·농촌의 에너지 효율화·전환을 지원합니다

화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환



- **생산 유통시설 에너지 효율화**
- **농기계 전기 전환** 및 노후농기계 조기 폐차

농업·농촌 에너지 자립 및 전환·지원



- 농촌공간계획을 위한 **농촌 태양광 체계적 확대**
- 농촌 자원을 활용한 농업 농촌마을 **RE100 지원**