

충남 축산분야 온실가스 배출실태 및 감축 방안

충남 축산분야 온실가스 배출실태 및 감축 방안

저자

김종범 · 최창규 · 박세찬 · 황규철



◀ 주요연구내용 및 정책제안

■ 주요연구내용

충청남도는 전국 1위의 온실가스 다 배출지역으로 지역 내 탄소중립 조기달성을 위해 다양한 정책이 추진되고 있다. 산업분야의 비중이 압도적으로 높지만 온실가스 감축을 위해 다방면의 노력이 필요하다. 충남은 사육두수 기준 돼지 1위, 닭 3위, 소 3위 등 전국 최대의 축산업 지역으로 인한 대기오염과 악취관련 민원이 빈번한 지역이다. 최근에는 이와 더불어 축산분야 온실가스 감축이 이슈로 부각되고 있다. 이에 본 연구에서는 충청남도의 온실가스 배출현황을 파악하고, 그 중 축산관련 온실가스 배출특성을 분석하여 적정기술을 제안, 충청남도의 탄소중립 달성에 이바지하고자 한다. 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

1장에서는 연구배경과 목적에 대해 언급하고, 연구방법과 내용을 소개한다. 1장부터 5장까지 전체 연구 흐름도를 제시하여 연구 흐름에 대해 전반적인 가이드라인을 제시하였다. 2장에서는 관련 선행연구와 정책조사를 통해 현재 축산관련 관리 및 동향을 파악하였다. 또한 국내외 축산분야 온실가스 관리 동향과 사례를 조사하였다. 3장에서는 전국과 충남의 온실가스 배출 현황을 파악하고 충남의 축산현황을 조사하였다. 세부적으로 축산분야의 온실가스 배출 특성을 파악하였다. 4장에서는 기술자료 수집을 통해 축산분야에서 온실가스 감축을 위해 적용되고 있는 기술을 조사하였고, 이를 그룹화하여 분류체계를 제시하였다. 또한 다양한 통계자료를 활용하여 축산분야 온실가스 증가치를 전망 후하였고 정량화할 수 있는 기술을 도입하여 배출 시나리오 대비 온실가스 삭감량을 산정하였다. 마지막 5장에서는 연구에 대한 요약 및 정책제언을 통해 충청남도의

탄소중립 달성을 위한 축산분야 정책 방향에 대해 제시하였다.

■ 정책 제언

연구결과를 기반으로 다음과 같은 정책추진을 제안한다.

첫 번째로 충남형 축산분야 온실가스 감축 로드맵 구성이다. 국가에서는 관계부처 합동으로 2030년까지 2018년 대비 18% 감축을 목표로 세부사업을 추진 중에 있다. 충남지역 역시 축산분야 온실가스 감축을 위한 컨트롤타워를 구축하고 단계별, 분야별 감축계획을 수립·추진할 필요가 있다. 두 번째로 축산관련 종사자들에게 신뢰도가 낮은 저메탄 및 저질소 사료에 대한 검증과 홍보가 필요하다. 국가에서 인증받은 사료에 대해 충남축산기술연구소 등에서 시범운영을 진행하고 관련 효과를 축산관련 종사자들에게 홍보, 적용성 검토를 위한 근거자료로 제시할 필요가 있다.

세 번째로는 에너지 자립마을 추진이다. 국내외에서 일부 시범사업으로 에너지 자립마을이 추진 중에 있으며, 바이오가스법 추진에 따라 축산분뇨에 대한 활용성을 높일 필요가 있다. 전국 최대 축산지역인 충남의 경우 축산분뇨에 대한 처리와 활용성 극대화를 위해 에너지 자립마을 확대 운영에 대해 논의가 필요하다. 네 번째로 구식 축산시설에 대한 스마트축사 전환과 이를 위한 지원사업 발굴이 필요하다. 환경부에서는 2020년부터 노후 소형사업장에 대한 방지시설 지원사업이 추진되고 있으며, 농림식품부 역시 2025년부터 관련 지원사업을 예고하고 있어 충남 맞춤형 사업의 발굴과 이를 기반으로 국비지원사업 추진이 필요하다.

다섯 번째로 축사시설 사용에너지의 재생에너지로의 전환이다. 최근 민

◀ 주요연구내용 및 정책제안

간차원에서 RE100 사업이 추진되고 있는데 기존 축산시설에 이들 사업의 연계를 통해 에너지 전환을 유도하고, 관련 실적을 민간사업자에게 바우처 형식으로 제공하는 상호 윈-윈 전략을 추진할 필요가 있다. 여섯 번째는 국내외 연구동향 파악을 위한 연구협의체 구성이다. 축산분야 온실가스 감축 연구는 이제 초기단계로 아직 많은 기술들이 개발, 보급되지 못하고 있다. 향후 지속적인 관심과 필요 속에 기술개발과 정책이 추진될 가능성이 높은 만큼 관련 유관기관과의 연속성 있는 관계유지와 협력이 필요할 것이다.

일곱 번째는 지역 내 거버넌스 구축이다. 연구과정에서 조사된 정책과 기술에 대한 현장적용 어려움이 제기되고 있었으며, 이를 해결하기 위해 지자체와 전문연구기관, 축산농가와의 거버넌스 구축과 운영이 필요할 것으로 판단된다. 지역 거버넌스는 지역 주민들의 현황 파악과 신규기술 전파, 새로운 정책 전달 등의 역할을 수행해야 할 것이다. 마지막 여덟 번째는 악취관리센터의 운영이다. 다양한 축산관련 연구와 적용도 결국 그 과정에서 발생하는 악취를 제어하지 못하면 현장적용이 어렵다. 충청남도는 전국 최대 축산지역임에 동시에 산업단지가 밀집되어 있어 악취관련 민원이 많은 만큼 포괄적인 관점에서 악취관리를 위한 센터의 수립과 운영이 필요하다.

목 차

제1장 서 론	1
1. 연구 배경 및 목적	3
2. 연구 방법 및 내용	8
3. 연구 전체 흐름도	11
제2장 선행연구 및 정책동향 검토	13
1. 선행연구 검토	15
2. 정책 동향 검토	22
3. 국내외 축산분야 온실가스 관리 동향	40
제3장 충남의 축산분야 온실가스 배출현황 및 실태분석	49
1. 전국과 충남의 온실가스 배출 현황	51
2. 충남의 축산 현황	57
3. 충남의 축산분야 온실가스 배출 특성	71
제4장 축산분야 온실가스 감축방안	79
1. 축산분야 온실가스 배출 단계	81
2. 감축기술 분류체계	83
3. 온실가스 배출 전망 및 기술적용에 따른 감축효과 분석	93

제5장 결론	99
1. 연구 요약	101
2. 정책 제언	103
참고문헌	113

표 목차

〈표 1-1〉 온실가스 분류기준	6
〈표 2-1〉 우분 고체연료화 관련 현행규제 및 규제 특례	18
〈표 2-2〉 축산부문 탄소중립 전략 세부 추진계획	26
〈표 2-3〉 축산업의 환경오염 문제와 규제 정책	28
〈표 2-4〉 주거 밀집지역으로부터 사육 제한 거리	29
〈표 2-5〉 퇴비 및 액비의 부숙도 판정 기준	30
〈표 2-6〉 축산분야 바이오가스 의무 생산자 확대 계획안	32
〈표 2-7〉 가축 사육단계별 온실가스 감축기술	44
〈표 2-8〉 우분 퇴비화시 온실가스 배출량 비교	47
〈표 3-1〉 전국 가축 사육두수 현황	58
〈표 3-2〉 전국 가축 농가 현황	59
〈표 3-3〉 시·군별 가축 사육두수 현황	61
〈표 3-4〉 시·군별 가축 농가 현황	62
〈표 3-5〉 충청남도의 연도 및 축종별 가축 사육두수 현황	64
〈표 3-6〉 충청남도 시·군 축종별 가축 사육두수 현황	65
〈표 3-7〉 충청남도 시·군별 가축분뇨 발생 현황	68
〈표 3-8〉 시·군별 가축분뇨 처리량 (2022년)	70
〈표 4-1〉 축산분야 온실가스 감축기술 분류	87
〈표 4-2〉 한육우의 단위면적당 적정 사육기준	90
〈표 4-3〉 젖소의 단위면적당 적정 사육기준	90
〈표 4-4〉 돼지의 단위면적당 적정 사육기준	90

〈표 4-5〉 가족관리 단계별 적용기술과 세부 감축 효과	91
---------------------------------------	----

〈표 5-1〉 충청남도 약취관리센터의 주요 사업내용	111
------------------------------------	-----

그림 목차

[그림 1-1] 연구추진 흐름도
[그림 2-1] 우분을 활용한 고체연료 생산 공정
[그림 2-2] 축분을 이용한 바이오차 생산 공정
[그림 2-3] 축산부문 탄소중립 전략 개요
[그림 2-4] 축산부문 온실가스 감축 로드맵
[그림 2-5] 바이오가스 생산 공정
[그림 2-6] 단독/통합 바이오가스 생산 원리
[그림 2-7] 충청남도 메탄감축 정책목표
[그림 2-8] 충청남도 내 스마트 축산단지 예정지역 조감도
[그림 2-9] 우분을 이용한 고체연료 및 바이오차 개발 계획
[그림 2-10] 축산냄새 저감기술 평가 연구
[그림 2-11] ICT기반 스마트 축산을 위한 고려사항
[그림 2-12] 일본의 축산분야 온실가스 배출저감 대책
[그림 2-13] 바이오 커튼 구조 및 모식도
[그림 3-1] 전국 및 지자체별 온실가스 배출량 변화 추이
[그림 3-2] 연도별 전국 온실가스 배출 기여도 추이
[그림 3-3] 전국 부문별 온실가스 배출량 및 기여도 추이
[그림 3-4] 토지이용 등에 의한 온실가스 상쇄량 추이
[그림 3-5] 충청남도의 시·군별, 부문별 온실가스 배출량 추이
[그림 3-6] 충청남도 가축사육 변화 추이
[그림 3-7] 충청남도 사육농가 변화 추이
[그림 3-8] 충청남도 시·군별 사육두수 변화 추이

[그림 3-9]	충청남도 시·군별 사육농가 변화 추이
[그림 3-10]	충청남도 축종별 사육두수 비율
[그림 3-11]	충청남도 시·군별 사육두수 현황
[그림 3-12]	충청남도 시·군별 가축분뇨 발생량 추이
[그림 3-13]	충청남도 가축분뇨 처리방법
[그림 3-14]	농업부문 부문별 배출량과 배출기여도
[그림 3-15]	충청남도의 축산분야 온실가스 배출특성
[그림 3-16]	지역별 온실가스 배출기여도
[그림 3-17]	농업부문 중 축산 배출량 추이
[그림 3-18]	축산분야의 축종별 배출기여도
[그림 3-19]	부문별 온실가스 배출량 추이
[그림 4-1]	축산분야 온실가스 배출 단계
[그림 4-2]	적정사육면적 계산 프로그램
[그림 4-3]	충남지역 내 2030년 사육두수 전망
[그림 4-4]	온실가스 전망배출량 산정
[그림 4-5]	BAU 및 기술적용에 따른 개선 효과
[그림 4-6]	시책별 개선 효과
[그림 4-7]	오염물질별 개선 효과
[그림 5-1]	축산분야 온실가스 감축을 위한 로드맵 구성과 수행 체계
[그림 5-2]	저메탄 및 저질소 사료 보급관련 연구추진 사례
[그림 5-3]	국내외에서 추진 중인 에너지 자립마을 현황
[그림 5-4]	지역 맞춤형 사업발굴 및 추진 사례
[그림 5-5]	재생에너지를 활용한 축사에너지 전환사업 사례
[그림 5-6]	국내외 연구기관과의 연구 교류 모습
[그림 5-7]	지역 거버넌스를 활용한 축산문제 해결 사례
[그림 5-8]	충남지역 축산관련 거버넌스 구성(안)

제 1 장

서론

1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 방법 및 내용
3. 연구 전체 흐름도

1. 연구 배경 및 목적

1) 기후변화 본격화에 따른 전 지구적인 대책 마련 필요

몇 년 전까지만 해도 환경분야 이슈는 “미세먼지”였다. 미세먼지는 조선시대에도 “토우(土雨)”, 또는 “황우(黃雨)”라고 불리며 우리 생활 속에서 지속적으로 노출이 되었으며, 환경오염이 가장 극심했던 산업혁명 시대에 더 높은 농도를 보였다. 하지만 최근 이슈가 되기 시작한 것은 하루 또는 수일간 발생하고 있는 “고농도 미세먼지” 발생사례가 증가하고 있기 때문이다. 고농도 미세먼지는 크게 중국 등으로부터 유입되는 장거리 이동오염원에 의한 영향과 국내에서 배출된 오염물질이 희석·확산되지 못하고 정체되면서 발생하게 된다. 중국 등으로부터 유입되는 오염물질은 전 지구적으로 에너지 순환과 공전에 의해 발생하기 때문에 과거부터 나타나던 현상이다. 하지만 국내에서 발생하는 오염물질은 과거 대비 최근에 올수록 개선되고 있는 것에 반해 고농도 미세먼지 발생사례는 더욱 증가하고 있다. 이는 기후변화에 영향이 있다.

기후변화에 대한 문제는 1988년 NASA에서 지속적인 CO₂ 증가와 이에 따른 온도상승을 확인하면서부터 제기되기 시작하였다. 이후 세계기상기구(world meteorological organization, WMO)와 유엔환경계획(united nations environmental program, UNEP)에서는 유엔기후변화협약(united nations framework convention on climate change, UNFCCC)를 체결하고 기후변화에 관한 정부간 협의체(intergovernmental panel on climate change, IPCC)를 구성하였다. 여기에서는 매년 당사국총회(conference of parties, COP)를 개최하고 있다.

the parties, COP)를 개최하여 기후변화에 대한 영향과 피해사례, 대응 방안에 대해 논의하고 있으며, 주기적으로 평가보고서(assessment report, AR)을 발간하면서 전 지구적으로 발생하고 있는 기후변화에 따른 지구적, 환경적, 보건학적, 생태계적 영향을 보고하고 있다. 우리나라 역시 교토의정서와 파리협정에 따라 온실가스 감축을 위해 노력 중에 있으며, 2050 탄소중립을 위한 단계적 계획을 수립하여 추진하고 있다.

2) 분야별 대책수립 및 추진 필요

2050 탄소중립 달성을 위해 정부에서는 2022년 “기후위기 대응을 위한 탄소중립 녹색성장 기본법”을 수립하였다. 여기에서 2030년까지 국가 온실가스 배출량을 2018년 대비 40%까지 감축한다는 중장기 국가온실가스 감축목표(nationally determined contributions, NDC)를 설정하였다. 이에 산업, 건물, 발전, 폐기물 등 부문별 온실가스 감축목표 달성을 위해 “국가 탄소중립 녹색성장 기본계획”이 수립되었으며, 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사 및 특별자치도지사를 필두로 기초지자체까지 목표달성을 위해 5년 단위의 시행계획을 수립하여 추진하고 있다.

한편 충청남도는 전국 1위의 온실가스 배출지역으로 2021년 기준 전국 온실가스 배출량의 21.5%를 차지할 만큼 높은 기여도를 보이고 있다. 현재 온실가스는 에너지, 산업공정 및 제품생산, 농업, 폐기물로 분류하여 배출량을 산정하고 있으며, 반대로 토지이용, 토지이용 변화 및 산림(land use, land use change and forestry, LULUCF)을 온실가스 흡수원으로 산정하고 있다. 충남의 경우 에너지 부문이 83.0%로 압도적으로 높은 배출기여도를 보이고, 그 뒤를 이어 산업공정 및 제품생산(13.9%), 농업(2.6%), 폐기물(0.5%)순으로 나

타나고 있다. 가장 높은 비중을 차지하고 있는 에너지의 경우 연료연소(에너지 산업, 제조업 및 건설업, 수송, 상업/공공, 가정, 농업/임업/어업)와 탈루, 이산화탄소 수송 및 저장이 포함되며, 산업공정 및 제품생산은 광물산업, 화학산업, 금속산업, 비에너지 연료 및 용매사용, 전자산업, 오존층파괴물질의 대체물질 사용 등이 포함된다. 충남은 석탄화력발전소, 제철소, 석유화학단지 등 온실가스 다 배출 시설이 다수 위치하고 있어 이들에 대한 관리와 분야별 대책 마련이 필요하다.

3) 전국 최대 축산지역에 대한 온실가스 감축 대책 마련 필요

충남은 축산 사육두수로 돼지 1위, 닭 3위, 소 3위로 전국 최대 축산업 종사 지역이다. 과거 축사에 대한 최대 이슈는 분뇨방치 및 처리과정에서 나오는 악취였으나 분뇨처리과정에서 나오는 암모니아(NH_3)가 대기 중 2차 생성되는 $\text{PM}_{2.5}$ 의 주요 전구물질로 알려지면서 이에 대한 관심이 증가하였다. NH_3 는 농도 측면에서 환경영향이나 건강피해를 줄 정도의 고농도를 유지하지는 않지만 대기 중 주요 오염물질인 황산화물(SO_x)과 질소산화물(NO_x)과 반응하여 입자상 오염물질을 생산하기 때문에 환경관리 측면에서 모니터링과 관리가 진행되고 있다. 하지만 온실가스 감축에 대해서는 그동안 많은 관심을 받지 못했다. 전체적인 배출량면에서 에너지나 산업부문 대비 그 양도 적을 뿐만 아니라 악취와 대기오염물질 관리 측면에서 접근하다보니 온실가스에 대한 관심과 관리가 부족했었다. 하지만 탄소중립 달성을 위해 부문별 온실가스 감축 노력이 다각화되고 있는 현시점에서 농업부문 중 많은 부문을 차지하고 있는 축산분야 온실가스 감축이 요구되고 있다.

〈표 1-1〉 온실가스 분류기준

대분류	중분류	소분류
에너지	연료연소	에너지산업, 제조업 및 건설업, 수송, 기타
	탈루	고체연료, 석유 및 천연가스, 에너지 생산으로부터의 기타배출, 이산화탄소 수송 및 저장
산업공정 및 제품생산	광물산업	시멘트 생산, 석회 생산, 유리 생산, 탄산염의 기타 공정 사용
	화학산업	암모니아 생산, 질산 생산, 아디프산 생산, 카바이드 생산, 소다회 생산, 석유화학제품 및 카본블랙 생산, 불소화합물 생산 등
	금속산업	철강 생산, 합금철 생산, 알루미늄 생산, 마그네슘 생산, 납 생산, 아연 생산
	비에너지 연료 및 용매사용	윤활유 사용, 파라핀 왁스 사용
	전자산업	집적회로 또는 반도체, 액정표시장치, 광전지, 열전달 유체
	오존층파괴물질의 대체물질 사용	냉장 및 냉방, 발포제, 소화기, 에어로졸, 용매, 기타 ODS 대체물질 사용
	기타 제품제조 및 소비	충전기기, 기타 제품사용의 SF ₆ 및 PFCs, 제품사용의 N ₂ O
	기타	펄프 및 종이, 식품 및 음료
농업	장내발효	소, 양, 돼지, 기타 가축
	가축분뇨처리	소, 양, 돼지, 기타 가축, 간접 N ₂ O 배출
	벼 재배	물관리, 천수답, 심층수
	농경지토양	직접배출, 간접배출
	Prescribed burying of savannas	
	잔물잔사소각	곡물, 두류, 서류, 사탕수수, 기타
	석회 사용	
	요소 사용	

자료: 국가온실가스종합정보센터(2024)

4) 연구 목적

본 연구에서는 국내 온실가스 배출현황과 그 중 축산분야의 기여도를 검토하고, 특히 전국 최대의 축산지역인 충남을 대상으로 축산분야 온실가스 배출특성을 검토하였다. 축산분야 온실가스 배출은 크게 장내발효와 가축분뇨 처리로 구분되는데, 환경부 국가온실가스종합정보센터에서 산정한 배출량 자료를 기반으로 가축별, 지역별, 가스별 배출특성을 분석하였다. 이를 기반으로 국내외에서 진행된 온실가스 감축기술을 조사하여 충남 내 적용 가능한 기술에 대해 시나리오를 산정하여 개선효과를 검토하였다. 최종적으로 본 연구를 통해 얻어진 정보를 바탕으로 충남지역의 축산분야 온실가스 관리 및 감축 방안을 제시하고자 한다.

3) 정책 활용(기대효과)

축산분야 온실가스는 2021년 온실가스 배출량을 기준으로 전체 배출량의 채 3%가 되지 못한다. 높은 기여율을 보이는 에너지와 산업부문에 대한 조사와 기술개발, 현장적용이 진행되고 있는 반면 농축산분야에 대해서는 관심과 연구가 부족한 실정이다. 충청남도는 국가의 2050 탄소중립을 선도하여 2045 탄소중립을 선포하였고, 도내 주요 시설과 산업에 대한 개선대책을 대대적으로 추진 중에 있다. 축산분야 역시 도 차원의 현황파악과 기술개발, 세부정책이 수립 중에 있다. 본 연구는 충남의 축산관련 온실가스 배출 특성을 분석하고, 이를 기반으로 현재 적용할 수 있는 기술 검토를 통해 관리방안을 제안하고자 한다. 이러한 기술과 정책은 향후 충남의 축산분야 온실가스 관리대책 수립과 방향설정에 기초자료 및 지표로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구 방법 및 내용

1) 문헌조사

선행연구 보고서와 논문, 기술자료, 유관기관의 연구자료를 기반으로 문헌조사를 수행한다. 키워드는 축산, 암모니아, 악취, 온실가스, 메탄, 아산화질소, CCUS, 최적방지기술(BAT) 등으로 하고, 다양한 포털사이트와 국회도서관 자료, 유관기관 홈페이지의 자료를 대상으로 조사하였다.

2) 축사운영현황 조사

축산관련 온실가스 배출현황 조사를 위해 충남을 비롯한 전국의 조사 가능한 축사를 대상으로 현장조사를 실시하였다. 코로나19 이후 감염병 관리 및 축사 위생관리가 강화된 만큼 조사대상이 한정되어 있지만 충남의 축산 현황파악과 장단점, 개선방안 검토를 목적으로 현장조사를 실시하였다.

3) 유관기관 방문 및 자료조사

축산, 온실가스 관련 유관기관을 대상으로 방문 및 자료조사를 수행하였다. 대상기관으로는 충남 내 시·군 축산과 담당자와 충남축산기술연구소를 대상으로 하였고, 그 외 국가 온실가스종합정보센터, 국립축산과학원, 국립농업과학원, 농촌진흥청 등을 대상으로 방문 조사를 실시하였다.

4) 전문가 초청 세미나 및 학술대회 참석

본 연구를 수행함에 있어 가장 중요한 것은 축산분야 동향파악과 기술개발 현황 조사이다. 기존의 개발된 기술들이 대부분 약취나 대기관리차원에서 진행된 것들이 많아 온실가스, 특히 CH₄과 N₂O관련 관리기술은 많이 부족한 실정이다. 이에 국립축산과학원과 국립농업과학원 등과 같은 국가 기관을 비롯하여 대학, 국가연구기관 전문가를 대상으로 전문가 초청 세미나를 진행하고, 이와 더불어 한국축산환경학회나 산학기술학회 등 융복합 학회를 대상으로 관련 연구 동향 파악 및 연구진행 사항 발표를 통해 정보교류 및 자문을 진행하였다.

5) 축산분야 온실가스 감축기술 분류체계 제안

축산분야에서 배출되는 온실가스의 전반적인 흐름을 파악하고, 지금까지의 기술 수준을 기반으로 기술 분류체계를 제시하였다. 축산분야 온실가스는 크게 정책적인 기반과 사육단계에서 배출원 관리 이후 가공과 소비 등으로 구분되는데 본 연구에서는 충청남도 지자체 차원에서의 개선방안 도출을 목적으로 하기 때문에 지자체차원에서 적용이 어려운 정책적인 부분과 소비 부분을 제외하였다. 그 결과 사육두수 관리와 사육 및 가공단계로 구분하고 각 세분류에 대한 기술현황과 관련 정책을 정리하였다.

6) 감축방안 제안

충청남도의 축사운영 현황과 국내외 운영 사례, 현시점의 관리기술을 기반으로 축사 운영방안을 제안한다. 기술조사를 통해 분석된 온실가스 감축 기술에 대해 배출단계에 따라 분류하고, 국가, 지자체, 사업자, 축산농가 등에서 추진할 수 있는 기술을 제시한다. 향후 지금까지 조사된 원단위 통계자료를 기반으로

로 온실가스 배출 시나리오를 제안하고, 기술 적용에 따른 개선효과를 제시하였다.

7) 정책제안

조사된 자료들을 기반으로 충청남도의 축산분야 온실가스 감축을 위한 정책을 제안한다. 기존에 국내외에서 하고 있는 사업들에 대해 충청남도에 적용하거나, 효율적이지 못한 사안에 대해 실효성있는 방안으로의 전환을 유도하는 방안을 제안할 예정이다. 또한 축산분야 온실가스 관리가 비교적 최근 접근되고 있는 점을 감안하여 지속적인 모니터링과 기술현황을 파악할 수 있는 연구사업이나 협력체계 또한 제안하였다.

3. 연구 전체 흐름도

본 연구는 다음과 같은 흐름으로 진행된다.

제1장에서는 연구배경과 목적을 소개한다. 기후변화관련 국내외 현황과 이러한 상황에서 전국 최대 축산지역인 충남의 축산관련 온실가스 관리 필요성을 언급한다. 그 뒤 연구방법과 내용을 제시하고, 연구 추진체계에 대해 설명한다.

2장에서는 선행연구와 정책동향 검토를 통해 본 연구의 차별성을 제시하였다. 그 동안 국내 및 충청남도에서 온실가스, 기후변화, 축산분야를 대상으로 수행된 연구를 검토하였다. 이후 온실가스와 축산관련 정책현황을 분석하여 국가 방향성과 충청남도의 정책 추진계획을 연구에 반영하였다.

3장에서는 국가 온실가스 종합관리센터의 자료를 기반으로 전국과 충남의 온실가스 배출현황을 분석하였고, 국가 및 충남도의 통계자료를 기반으로 축산관련 자료 수집, 현장방문을 통한 축산업 운영 현황을 검토하였다.

4장에서는 조사된 자료를 기반으로 충남의 축산분야 온실가스 감축 기술에 대해 분류체계를 제시하였다. 통계기반 축산분야 온실가스 배출량을 전망하고, 원단위 산정이 가능한 기술을 대상으로 기술적용에 따른 감축 시나리오를 제시 후 기술적용에 따른 개선 효과를 분석하였다.

5장에서는 본 연구를 통해 얻어진 정보를 요약정리하고, 정책제언을 통해 축산분야 온실가스 적정관리를 위한 방안을 제안하고자 한다.

제1장 서론	1. 연구 배경 및 목적 2. 연구 방법 및 내용 3. 연구 전체 흐름도
제2장 선행연구 및 정책동향 검토	1. 선행연구 검토 2. 정책 동향 검토 3. 국내외 축산분야 온실가스 관리동향
제3장 충남의 축산분야 온실가스 배출현황 및 실태분석	1. 전국과 충남의 온실가스 배출 현황 2. 충남의 축산 현황 3. 축산분야 온실가스 배출 특성
제4장 축산분야 온실가스 감축방안	1. 축산분야 온실가스 배출 단계 2. 감축기술 분류체계 3. 온실가스 배출전망 및 기술적용에 따른 감축효과 분석
제5장 결론	1. 연구 요약 2. 정책 제언

[그림 1-1] 연구추진 흐름도

제 2 장

선행연구 및 정책동향 검토

1. 선행연구 검토
2. 정책 동향 검토
3. 국내외 축산분야 온실가스 관리동향

1. 선행연구 검토

1) 충청남도 가축분뇨관리 기본계획수립 연구(이상진 외, 2011)

해당 연구에서는 충청남도의 가축분뇨관리 계획을 체계적이고 합리적으로 수립·추진하여 자연환경과 생활환경을 청결히 하고, 환경오염을 감소시켜, 도민 건강 향상과 환경 보전을 위해 연구를 진행하였다. 사회적으로 경제발전에 따른 소득 수준 향상으로 인해 육류 소비량이 급속히 증가하였고, 정부의 축산 장려 정책추진에 따라 가축 사육두수가 증가하여 가축에 대한 악취, 해충 번식, 소음 등 생활환경 피해가 유발되었다.

해당 연구는 충청남도 전역을 대상으로 하였으며, 수계를 중심으로 주변 영향 지역을 고려하였다. 기준연도는 2010년도이며, 목표연도 2021년까지 총 3단계의 계획을 수립하였다. 세부 내용으로는 지리적 환경과 가축사육 현황 조사와 가축분뇨의 발생량 및 관리현황에 대해 사전 검토를 수행하였다. 이후 세부적으로 연도별·지역별 사육 예정인 가축의 사육두수를 파악하였으며, 가축분뇨 처리에 필요한 재원의 확보 방안과 그 밖에 가축분뇨를 관리하기 위해 필요한 사항을 검토하여 충청남도의 가축분뇨관리 기본계획을 수립하였다. 해당 연구는 수계연구에 집중되어 있어 악취 문제를 포함하지 않으며, 지리적으로는 세종시도 포함되어 있어 현재의 충청남도의 가축분뇨관리로 활용하기에는 한계가 있다.

2) 경기도 축산시설의 악취개선 방안 연구(김동영 외, 2016)

해당 연구에서는 경기도 지역에서 축산 악취 문제를 전반적으로 분석하고 이를 개선하기 위한 정책방안을 검토하였다. 연구에 앞서, 축사 부문 악취배출시설 자료의 통합관리에 대해 강조하였으며, 일원화된 자료를 구축하여 효율적으로 관리해야 한다고 주장하였다. 이후 제도적인 부분에서 가축분뇨관리 기본계획의 환경분야 항목에 악취 사항을 포함할 것을 제안하였고, 과학적 관리기반을 마련하기 위해 가축분뇨 전자인계제도 정착의 필요성을 제시하였다. 그리고 축사에서 발생하는 악취를 근본적으로 해결하기 위해 축사시설에 악취방지시설 설치의 필요성을 강조하였다. 경기도에서 비용지원이 필요한 농가의 숫자를 파악하였고, 사업비용 규모를 구체적으로 산정하였다.

해당 연구에서는 축사의 악취 문제를 해결하기 위해 크게 ‘개별 축사의 악취관리시설 설치와 운영 지원’, ‘광역 공용 자원화시설 설치 운영’을 제안하였다. 먼저 개별 축사에 대한 악취관리시설의 설치 및 지원을 위해 도의 적절한 투자와 농가의 자발적인 시설 투자의 필요성을 제시하였으며, 공동자원화 시설 설치를 위해 홍천 친환경에너지타운을 예시로 주민들의 동의를 먼저 얻은 뒤, 우선 사업지역을 선정하여 순차적으로 도입해야 한다고 주장하였다.

3) 충청남도 축산 문제 해결을 위한 통합 정책: 에너지·환경·식량·넥서스 관점(강마야 외, 2017)

해당 연구에서는 충청남도의 축산문제 해결을 위해 넥서스(NEXUS) 개념을 도입하였다. 넥서스 개념은 UN, FAO, OECD, EU 등에서 사용되고 있는 분석 방법이며 에너지·물·식량 등에서 복잡한 지역사회 문제를 해결하기 위해 사용되는 분석 방법론이다. 해당 연구에서는 단계별 접근을 통해 분석을 실시하였

으며, 1단계에서는 축산 문제에 대한 인식, 지식, 정책구조를 공유하고 파악하는 과정을 거쳤으며, 2단계에서는 축산 문제 해결을 위한 시범 연구지역을 선정, 실제 통합정책 개입지점을 도출하는 과정을 거쳤다. 마지막으로 3단계에서는 통합정책 거버넌스를 구축하고 이해관계자 간 논의과정을 거친 뒤, 다양한 이해당사자의 확인 및 정책 학습과 정책 매개를 위한 거버넌스 구축 방안을 검토하였다.

해당 연구에서는 충남 사례연구지역의 통합정책 방안을 제시하였다. 첫째, 현장과의 소통·공감·프로세스 운영과 거버넌스를 통한 대안을 마련하고, 둘째, 정책 간 상충·시너지 효과 분석을 통해서 통합정책 개입이 필요한 공통영역을 도출하였다. 마지막으로 사례연구지역의 통합정책 방안으로 축산업 및 농업분야, 에너지 분야, 교통 및 물류 분야 등의 주요 현안을 통합적으로 상호 연계하여 통합 정책방안을 제시하였다.

4) 세종시 축산악취 개선방안 연구(이윤희 외, 2018)

해당 연구에서는 세종시의 축산환경과 악취 현황 파악을 통한 축산악취 개선 방안을 제시하였다. 세종시는 지형적·기상학적으로 대기 환기량이 적으며, 신도시지역으로 생활권이 확장됨에 따라 축산악취에 대한 시민의 민원 발생이 증가하고 있다. 해당 연구에서는 관련법과 이전 사업들을 사전에 검토하였으며, 축산현황에 대해 분석하고 이후 축산악취 저감 방안과 사례를 검토하였다.

5) 우분 고체연료와 시범사업(환경부, 2024)

환경부는 가축분뇨 중 우분의 처리방법의 다각화를 위해 우분으로 고체연료를 생산·판매하는 규제 특례를 추진 중에 있다. 해당 사업은 전북특별자치도청 권소사업(전북도청, 정읍시청, 부안군청, 전주김제완주축협, 김제자원순환센터 및 완주자원순환센터)에서 추진하며, 규제 특례를 신청한 전북특별자치도 내 4개 시·군(정읍, 김제, 완주, 부안)에서 우분 고체연료를 생산하는 것이 한시적으로 허용된다.

〈표 2-1〉 우분 고체연료화 관련 현행규제 및 규제 특례

구분	현행 규제	규제 특례
가축분뇨법	가축분뇨 고체연료 기준 중 발열량은 다른 물질과 혼합되지 않은 상태를 기준으로 충족해야함	우분 50% 이상과 보조연료(톱밥왕겨, 줄기류, 전정가지류) 50% 미만을 혼합한 고체연료 생산의 한시적 허용
폐기물관리법	폐기물의 재활용 유형중 R-9-1 (고형연료제품)에 '가축분뇨법'에 따른 고체연료를 미규정	

해당 사업으로 우분의 새로운 처리방법의 가능성을 검증하고, 화석연료를 대체해 온실가스 배출을 감소시키려는 목적이 있다. 우분은 돈분과 달리 고형물 함량이 높아 가축분뇨 공공처리시설에서 사용하는 정화처리나 바이오가스화 처리방법으로는 처리가 어려운 실정이다. 우분 고체연료화 사업 공정도의 프로세스는 다음과 같다.

- ① 농가에서 수거된 우분을 벨크형태로 반입하여 우분 저장조에 투입
- ② 반입된 우분을 파쇄하여 우분 내 이물질을 제거
- ③ 파쇄된 우분은 밀폐된 이송벨트를 통해 고속발효기에 자동 투입되어 호

기성미생물을 이용하여 함수율 25% 이내로 발효 및 건조

- ④ 발효·건조된 우분은 밀폐된 이송 벨트를 통해 선별기로 이동하여 우분 내 이물질 2차 제거
- ⑤ 이물질이 제거된 우분은 혼합기에서 보조원료와 혼합되어 함수율 20% 이내의 우분 고체연료로 제조
- ⑥ 제조된 우분 고체연료는 펠릿기를 활용하여 40 mm 이하 펠릿 형태로 성형
- ⑦ 성형된 우분 고체연료는 시험분석을 통해 저위발열량, 수분, 회분 등 품질 분석
- ⑧ 벌크 또는 톤백 형태로 포장되어 열병합발전소로 납품



[그림 2-1] 우분을 활용한 고체연료 생산 공정

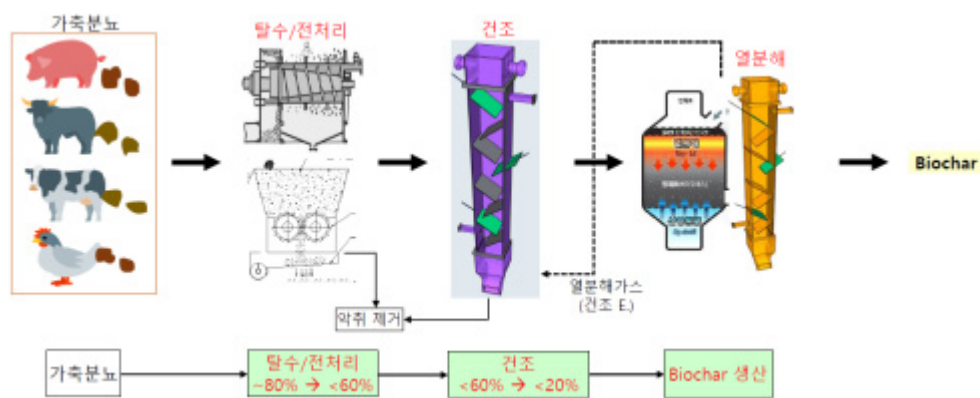
6) 가축분뇨 고액분리를 활용한 바이오가스 생산기술(이기천 등, 2024)

우분의 고액분리를 통한 바이오가스나 바이오차 생산보다는 부숙을 통한 퇴액비화로 주로 사용되어 왔다. 하지만 분뇨에 대한 퇴액비화 과정에서 경지의 감소, 퇴비 부숙도 기준 강화, 양분관리제도 도입에 따라 가축분뇨에 대한 다각적인 처리방안 마련이 요구되고 있다. 농림축산부에서는 가축분뇨를 활용한 신재생에너지 생산비율을 2022년 1.3%에서 2030년 15%까지 확대하는 계획을 수립하여 추진 중에 있다. 가축분뇨의 처리와 자원화 과정에서 고액분리를 통해 퇴비화, 액비화 효율을 증가시키고, 바이오가스 생산시 생산량을 증대시킬 수 있다. 이에 한국기계연구원 이기천 박사 팀에서는 우분 내 존재하는 수분과 고체를 분리하고, 함수율을 65% 이하로 유지할 수 있는 기술을 개발하였다. 현장에 이동식 스크레퍼를 설치하여 배출된 우분을 신속히 수거하였고, 수거된 우분은 신속히 고액분리를 통해 고형물은 퇴비화를 통해 바이오차로 전환되고, 액상물질은 반건식 혐기소화를 통해 정화 방류하는 공정을 거친다. 고액분리를 통해 생분해된 축분의 가스 함유량은 타 축분 대비 1.6~2.5배 높으며, 이는 기존 대비 2개 이상 높은 바이오가스 생산량을 나타낸다.

7) 축산분뇨를 이용한 바이오차 개발 기술(김상도 등, 2024)

축산분뇨를 장기간의 부숙과정을 거쳐 퇴비화하는 대신 배설된 축분을 신속히 회수하여 당일 바로 탈수→건조→열분해를 거쳐 바이오차로 만든다. 축분의 보관과 부숙과정에서 발생할 수 있는 악취와 온실가스 조기 제거할 수 있다는 환경적인 장점과 에너지원으로 활용할 수 있는 경제적 장점으로 각광받고 있다. 한국에너지기술연구원 김상도 박사팀은 탈수, 분쇄, 혼합, 건조, 바이오차 생산기술 등 단일로 존재하는 기술들을 접목시켜 단기간에 축분을 바이오차로

만들 수 있는 기술을 개발하였으며, 충남 내 보령, 청양 등 다양한 시범지역에 현장검증을 통해 경제성과 효율을 검토하였다. 시운전을 위해 일일 10톤의 축분을 바이오차로 전환할 수 있는 MTB 시스템을 제작하여 실증하였다. 바이오차의 화학성분 분석결과 기존 퇴비화 대비 NH_3 저감율이 80%로 나타났으며, 바이오차 내 탄소 고정율은 70% 이상으로 기존 EBC의 50%보다 높은 수준으로 확인되었다. 계분과 돈분, 우분에 대한 시험생산을 완료한 상태로 2023년과 2024년 각각 의성군에 위치한 산란계 농장과 울진의 축산농협에 실증 설비를 준공하여 운영 중에 있다.



[그림 2-2] 축분을 이용하여 바이오차 생산 공정

2. 정책 동향 검토

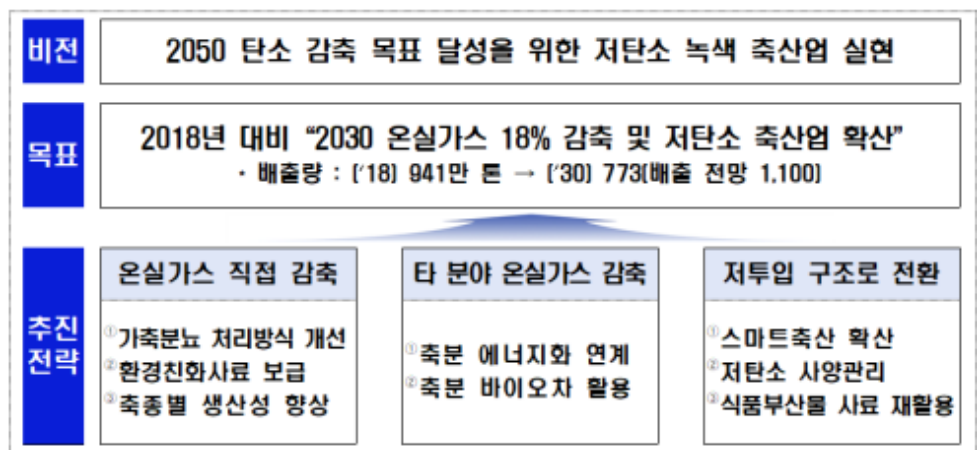
1) 축산분야 2030 온실가스 감축 및 녹색성장 전략 수립

2023년 4월, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(이하 ‘탄소중립기본법’)」에 따라 관계부처 합동으로 ‘제1차 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획’이 수립되었다. 본 기본계획에서 농축산분야에서 온실가스를 감축하기 위한 중장기 대책 제시하였다. 이를 위해 농림축산식품부는 2024년 1월에 축산분야 온실가스 감축 및 저탄소 축산업 확대를 주요 내용으로 하는 「축산분야 2030 온실가스 감축 및 녹색성장 전략」을 발표하였다.

본 계획에서 농축산 중 경종 부문은 경지 감소로 온실가스 배출이 감소할 것으로 전망하였으나, 축산부문은 현행 방식을 지속할 경우 배출이 17% 증가할 전망이다. 또한 식생활 변화, 소득 증가로 인해 축산물 소비가 지속 증가할 것이며 가축 사육량 또한 증가하여 관련된 온실가스 배출이 빠르게 증가할 것으로 전망하였다. 현장에서 축산부문 온실가스 저감기술이 개발되고 있고, 적용 필요성도 인식되고 있으나, 실제 현장에 적용 의지는 아직 미흡한것으로 조사되었다. 이에 국가 전략을 이행하기 위한 축산부문 이행계획 수립이 필요하며, 가축분뇨 처리와 사료지급 방식, 축산업 생산성 개선이라는 큰 목표를 가지고 정책을 수립하였다.

해외 주요국 역시 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 저탄소 농업으로 전환을 추진 중에 있다. 분뇨 처리방식 개선, 저탄소 사양 관리 등 축산부문 온실가스 배출을 줄이고 지속가능하고 환경친화적인 축산기반 구축을 목표로 하고 있

다. 가축의 대사활동과 분뇨처리 과정에서 발생하는 온실가스를 줄이기 위한 가축분뇨 에너지화(퇴·액비화) 과정을 개선한다고 보고하였다.



[그림 2-3] 축산부문 탄소중립 전략 개요(농림식품부, 2024)

식문화가 변화됨에 따라 곡물의 소비량보다 육류의 소비량이 증가하고 있다. 육류에 대한 수요가 증가함에 따라 향후 축산 산업이 더 성장할 것으로 예상되기 때문에 축산분야에서 배출되는 온실가스는 점차 증가될 것으로 판단된다. 농림부에서는 저메탄 및 저질소 저감사료 지원과 시범사업을 통한 농가의 참여를 유도하고, 지속가능한 농업을 위한 기반을 마련에 힘쓰고 있다. 이러한 노력은 기후변화 대응에 기여하며, 농업의 지속 가능성을 높이는 데 중요한 역할을 할 것이다.

(1) 온실가스 직접배출 감축

온실가스 직접배출 감축을 위해 분뇨 처리방식 개선, 가축사료 개선, 축산업 생산성 향상으로 온실가스를 2030년 배출전망 대비 320 만톤 저감을 목표로

설정하였다. 가축분뇨는 분뇨를 퇴·액비화 하는 과정에서 가장 많은 온실가스가 발생하기 때문에 처리단계 개선을 통해 온실가스 발생량 감축을 기대할 수 있다. 농가의 퇴·액비화 시설 내 온실가스 저감공정(기계교반 및 강제송풍 공정 도입)을 확대하여 온실가스 발생량의 49%를 저감 시킬 수 있을 것으로 예측된다. 또한, 분뇨 퇴·액비화 대신 정화처리, 에너지화를 통해 직접 배출되는 온실가스 배출량을 저감하며, 에너지화시설을 확대하고, 분뇨의 정화처리 비중을 증가시킬 예정이다.

〈축산부문 온실가스 감축 로드맵〉 (단위: 만톤 CO₂eq)

구분		가축분뇨 처리	장내발효
2018 배출량(A)	941	494(52.5%)	447(47.5%)
2030 배출전망(B)	1,100	624	476
감축수단 ·감축량(C)	가축분뇨 처리방식 개선 220만 톤 ↓		분뇨 내 질소 저감 44만 톤 ↓
	공정개선	처리 다각화	저단백사료
	▶ 퇴액비 생산개선 (50%→56)	▶ 정화 처리 확대 (13%→25) ▶ 에너지화 (1.3%→15)	▶ 돼지·가금 (0%→48)
	장내 메탄 발생 저감 31만 톤 ↓		저메탄사료
	▶ 한육우·젖소 (0% → 78)		
2030 배출목표(D) (D=B-C)		생산성 향상 24만 톤 ↓	한육우 사육기간 단축, 도체중 향상
			젖소 마리당 산유량 향상
			어미돼지 마리당 출하수(MSY) 향상
2030 배출목표(D) (D=B-C)	773	343	430

[그림 2-4] 축산부문 온실가스 감축 로드맵(농림축산식품부, 2023)

사료 개선을 통해 CH_4 , N_2O 배출 감소를 기대할 수 있다. 저메탄 사료는 소의 소화과정에서 생성되는 메탄을 10% 이상 저감할 수 있는 것으로 알려져 있다. 또한, 단백질 함량이 감축된 저단백사료를 활용하여 양돈·가금 사료 보급으로 소화되지 않고 분뇨로 배출되는 질소의 양을 감소시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다. 다만, 단백질이 부족할 경우, 생장이 늦어지며 경제적인 손실을 초래할 수 있기때문에 축산업자들의 온실가스 저감에 대한 인식개선과 함께 저단백 사료로의 전환을 유도하기 위한 인센티브 제도가 필요하다.

마지막으로, 가축 개량을 통한 축종별 생산성 향상을 기대할 수 있다. 개량을 통해 한우 사육기간 단축, 어미돼지 생산성 증가 등을 통해 농축산물 1 kg당 발생하는 온실가스 감축을 기대할 수 있다. 또한, 고유량 젖소 개량, 사양관리를 통한 경제수명 연장으로 두당 산유량 향상을 기대할 수 있다.

〈표 2-2〉 축산부문 탄소중립 전략 세부 추진계획(농림축산식품부, 2023)

전략	내용
전략 1 : 직접감축	
분뇨 처리방식 개선	퇴액비 생산방식 개선
	분뇨 퇴액비화 대신 정화처리, 에너지화 전환
사료 보급방식 개선	메탄저감제 포함사료 개발상용화
	담백질 함량 감축 사료 양돈가금 농가 보급
가축 생산성 향상	한우 사육기간 단축, 어미돼지 생산성 증가
	고유량 젖소로 개량을 통한 두당 산유량 향상
전략 2 : 축산업을 활용한 다른 분야의 온실가스 저감	
재생에너지	에너지화시설 발전 폐열을 하우스 난방용으로 공급
	가축분 고체연료화를 통한 유연탄 대체 방안 실증
바이오차	가축분 바이오차의 이용기반 마련 및 생산시설 투자 확대
전략 3 : 축산업을 저투입, 최적생산 구조로 전환	
스마트축산	정밀 사양관리를 통한 분뇨악취질병 발생 최소화
사양관리	저탄소 축산물 생산 인증 및 구매유도
	탄소감축 이행농가 대상 저탄소 프로그램 지원
자원순환	식품 부산물 사료화

(2) 축산업을 활용한 다른 분야의 온실가스 저감

가축분은 기존 전기·고체연료를 대체할 에너지원으로 사용될 수 있다. 가축분을 고체연료화 하여 유연탄을 대체하여 사용할 수 있으며, 에너지화 시설을 통해 발전 폐열을 가정의 난방용으로 공급하는 등 분뇨처리방식 전환을 통해 에너지원으로 이용할 수 있다. 또한, 가축분을 활용한 바이오차 생산으로 농경지에 탄소를 격리할 수 있다. 바이오차는 바이오매스를 350°C 이상의 고온에서 열분해하여 만들어진 고체 탄화물질로 토양개량제, 상토 등으로 사용할 수

있으며, 1 톤당 온실가스 2 톤의 감축 효과가 있다. 현재 법적 근거가 없는 가축분 바이오차의 한시적 생산 허용, 운영 결과에 따라 「가축분뇨법」상 처리방법 추가(환경부), ‘비료공정규격’ 등 바이오차를 활용하기 위한 규정 개정(농촌진흥청)을 추진하고 있다.

(3) 저투입, 최적생산 구조로의 전환

축산업을 위한 재화의 최적 투입으로 최대생산 효과를 도출하기 위해 다양한 시도가 진행되고 있다. ICT·AI 기반 농가 맞춤형 스마트축사 보급을 통해 적정 사료 투입, 자동 온·습도 조절 등으로 운영관리 측면에서 효율성을 높이는 동시에, 가축 특성들을 실시간 분석하여 질병·폐사율 저감을 기대할 수 있다. 또한, 저탄소 축산물 인증 확대 제도를 추진하여 탄소배출 저감 농가에 인센티브를 제공하는 등 농가에서 자발적으로 탄소 감축 사업에 참여할 수 있도록 유도하는 정책을 추진 중에 있다. 축종별 평균 배출량보다 온실가스를 10% 이상 저감한 농가에서 생산한 농축산물을 저탄소 인증을 부여하고, 소비자의 저탄소 축산물 구매를 유도할 계획이다. 뿐만 아니라, 저메탄·환경개선 사료 등 탄소 감축을 이행한 축산농가에 저탄소 프로그램을 지원한다고 발표하였다.

2) 축산업 규제 현황

축산업의 지속가능한 발전을 위해 2013년부터 축산업 허가제가 시행되고 있다. 「축산법」 제22조에 근거해 축산업을 경영하고자 하는 자는 당초 지방자치단체에 신고로 가능하였으나, 허가제 도입 이후부터는 반드시 지방자치단체에 허가를 받아야 한다. 그리고 동법 제 25조에 의거, 대통령령으로 정하는 축사 및 장비 등을 갖추어야 하고, 동법 제 33조에 의거, 일정한 교육과정을 이수

해야 한다. 축산업 허가제 도입은 제대로 된 장비를 갖춘 축사시설에서 일정한 교육을 받은 축산농가가 축산업을 경영하도록 하는 데 목적이 있다.

「축산법」 시행령 제14조 2에 따르면, 축산업의 허가 및 등록 요건으로 매몰지를 확보하고 단위면적당 적정 사육 두수를 준수해야 하며, 축사 및 장비 등의 설치 구비기준을 충족해야 한다. 위반 시 허가가 취소되거나 영업이 정지된다.

축산업에 대한 악취 민원이 증가하고, 수질오염과 토양의 양분 과잉 등 환경 문제가 지속해서 지적되고 있다. 이와 더불어 온실가스 배출 문제가 새롭게 논의되면서 축산업에 대한 규제가 강화되고 있다.

〈표 2-3〉 축산업의 환경오염 문제와 규제 정책

발생원	축산업의 환경오염	범규 및 정책	소관부처
가축, 분뇨	온실가스	기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법 (탄소중립기본법)	환경부
축사, 가축, 분뇨	대기오염	대기환경보전법	
축사, 가축, 분뇨	악취	악취방지법	
가축분뇨	수질오염	가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 (가축분뇨법)	
퇴·액비	토양오염 (양분 과잉)		

자료: 탄소중립시대, 축산업 발전방향(이용건, 2021)

(1) 가축사료 제한 기준 강화

「가축분뇨법」 제8조에 근거해 시장·군수·구청장은 지역 주민의 생활환경 보전 또는 상수원의 수질 보전을 위해 가축사육의 제한이 필요하다고 인정되는 지역에 대해 해당 지방자치단체 조례로 일정한 구역을 지정·고시하여 가축의 사육을 제한할 수 있다.

시·군·구별로 가축사육 제한범위와 지정기준이 달라 2015년 3월 환경부와 농림축산식품부 합동으로 지자체의 조례 지정현황과 악취확산예측 결과를 반

영하여 개정된 가축사육 제한거리 기준을 권고하였다.

2015년 개정된 가축사육 제한 거리 정부 합동 권고안은 축종별 사육 규모에 따라 다르다. 한육우는 주거밀집 지역으로부터 50~70 m, 젓소는 75~110 m, 돼지는 400~1,000 m, 그리고 가금류는 250~650 m이다. 수정된 권고안은 지방자치단체 조례에서 운영하는 규정보다 다소 완화된 수준이다.

정부 합동으로 가축사육 제한 수정 권고안을 제안하였으나, 현재 지방자치단체의 조례에서는 정부 권고안보다 강화된 규정을 적용하고 있는 지역이 많다. 이러한 규정은 축산업을 새로 경영하고자 하는 자에게는 매우 강력한 진입 규제가 되고 있다.

〈표 2-4〉 주거 밀집지역으로부터 사육 제한 거리

축종	환경부 권고안 (2011.09)	지자체 조례현황 (중간값, 2015.03)	정부합동 권고안 (규모 고려, 2015.03)	
한육우	100 m	60 ~ 500 m (200 m)	400두 미만	50 m
			400두 이상	70 m
젓소	250 m	100 ~ 1,000 m (250 m)	400두 미만	75 m
			400두 이상	110 m
돼지	500 m	50 ~ 2,000 m (500 m)	1,000두 미만	400 m
			1,000~3,000미만	700 m
			3,000두 이상	1,000 m
닭·오리	500 m	200 ~ 2,000 m (500 m)	2만수 미만	250 m
			2만~5만수 미만	450 m
			5만수 이상	650 m

자료: 지자체 가축사육 제한 조례·개정 관련 권고안(환경부, 2015)

(2) 가축사료 제한 기준 강화

환경부는 퇴·액비의 관리 강화로 환경오염을 방지하기 위해 2014년 「가축분뇨법」을 개정하여 ‘퇴비·액비화 기준’을 신설하였다(가축분뇨법 제13조의 2). 퇴비와 액비는 비료공정 규격에 적합해야 하며, 다음의 기준을 준수해야 한다.

퇴·액비 부숙도¹⁾ 기준에 관한 환경부 고시 제2018-115호(2018.7)에 따르면 2020년 3월 25일부터 1,500㎡ 이상 배출시설 규모의 농가와 가축분뇨처리업자가 설치한 퇴비화 시설의 퇴비는 ‘부숙후기’ 또는 ‘부숙완료’ 상태여야 유통 가능하며, 1,500㎡ 미만 농가의 퇴비는 ‘부숙중기’ 상태여야 유통할 수 있다. 액비의 경우에는 ‘부숙완료’ 상태여야 한다.

〈표 2-5〉 퇴비 및 액비의 부숙도 판별 기준

퇴비화 기준					
축종	항목	기준	축종	항목	기준
모든 가축	부숙도	환경부와 농식품부 장관이 협의하여 정한 고시 기준에 적합할 것	돼지·젓소	부숙도	환경부와 농식품부 장관이 협의하여 정한 고시 기준에 적합할 것
	함수율	70% 이하		함수율	돼지:95% 이상 젓소:93% 이상
돼지	구리	500 mg/kg 이하		염분	2.0% 이하
	아연	1,200 mg/kg 이하		구리	70 mg/kg
소·젓소	염분	2.5% 이하		아연	170 mg/kg

자료: 퇴비액비화기준 중 부숙도 기준 등에 관한 고시(환경부 고시 2018-115호)

1) 부숙도: 퇴비·액비의 원료가 퇴비, 액비화 과정을 거쳐 식물과 토양에 대한 안정적인 반응을 나타내는 것을 말한다(환경부 고시 2018-115호 제2조).

3) 바이오가스촉진법

(1) 바이오가스촉진법 배경과 주안점

바이오가스촉진법은 “유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법”의 줄임말로, 음식물류 폐기물, 하수슬러지, 가축분뇨 등 유기성 폐자원을 이용해 재생에너지의 하나인 바이오가스 생산과 이용을 촉진하는 것이 목적이다. 지금까지 사람을 비롯한 동식물의 터전을 보호하고자 물과 땅, 대기오염을 줄이는데 집중했던 환경규제가 이제는 전 지구적인 기후변화에 대응하기 위한 탄소중립으로 무게가 실리고 있으며, 그 중심에 바이오가스촉진법이 있다. 바이오가스촉진법보다 앞서 시행된 ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(신재생에너지법)’과 관련 법 전체 개정을 통해 유기성 폐자원을 이용한 바이오가스 생산의 기초를 재생에너지 개발 일환으로 정했다.



[그림 2-5] 바이오가스 생산 공정(출처 : 환경미디어)

이 법에서는 공공 및 민간생산자에게 바이오가스 생산에 대한 목표 의무를 부여하였다. 만약 생산목표를 달성하지 못했을 경우 과징금을 부과하지만, 직

접 생산 외에 위탁생산 또는 다른 바이오가스 생산자의 생산실적을 구매함으로써 생산목표를 달성할 수 있도록 제도를 보완하였다. 바이오가스법 시행으로 공공 및 민간생산자는 바이오가스 생산시설을 설치하고 바이오가스를 생산목표에 맞게 의무적으로 생산해야 한다,

〈표 2-6〉 축산분야 바이오가스 의무생산자 확대 계획안(출처:환경노동위원회)

대상기준			확대 계획		
종	규모	발생량	1차	2차	3차
돼지	10,000두 이상	51.0 톤/일	후보군 중 배출량 상 위 5%	10%	50%
한우·젖소	100두 이상	3.8 톤/일			
가금류	50,000수 이상	6.2 톤/일			

바이오가스 생산 목표율은 공공의무생산자에게 2034년 50%를 시작으로 2045년에는 80%를 목표로 부여했다. 민간은 2026년 10%에서 2050년에는 80%까지 생산목표를 달성해야 한다.

바이오가스 민간생산자는 돼지 사육두수 2만 5천두 이상인 가축분뇨 배출자, 국가 또는 지자체의 지원을 받는 처리용량 200m³/일 이상인 가축분뇨 처리 시설 운영자, 연간 1천 톤 이상의 음식물류 폐기물 배출자로 지정하였다.

바이오가스 의무화는 환경 보호와 자원 재활용을 위한 중요정책이지만, 농가의 경제적 부담, 주민 반발, 기술적 한계 등 여러 한계점이 존재한다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 정책적 노력이 필요하며, 지속 가능한 발전을 위해서는 보다 포괄적인 접근이 요구된다. 바이오가스 의무화가 성공적으로 자리 잡기 위해서는 농가와 지역사회의 이해와 협력이 필수적이다.

(2) 국내 동향

환경부에서는 지난 6월에 ‘친환경 에너지 바이오가스 산업 키운다. 유기성 폐자원 기존 처리에서 재생에너지 생산으로’라는 주제로 브리핑을 진행하였다. 주요 내용은 바이오가스촉진법이 시행됨에 따라 국내 바이오가스 산업 활성화를 위한 법적 기반이 마련되었기 때문에 관련 산업 생태계 육성을 위해 필요한 사항에 대한 구체화 방안이다. 유기성 폐자원을 보다 탄소중립적이고 부가가치가 높은 바이오가스로 전환하고, 생산된 바이오가스를 효율적으로 이용하기 위한 제도개선에 초점을 맞췄다. 정부는 2025년까지 연간 5억 Nm³의 바이오가스를 생산, 유기성 폐자원 557만 t에 달하는 온실가스 감축 등 일석 삼조의 효과를 기대하고 있다.

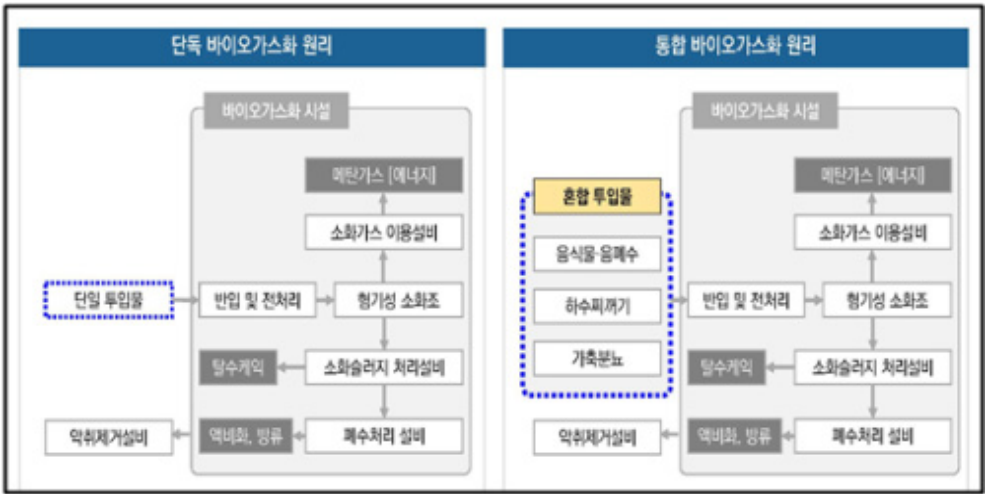
① 바이오가스 생산목표제의 안정화

앞에서 언급했듯이, 정부는 전국 바이오가스 생산 규모를 고려하여 2034년까지 공공부문은 50%, 민간부문은 10%의 목표를 설정하였고, 2050년까지 80%로 단계적으로 확대한다는 방침이다. 바이오가스 직접 생산뿐만 아니라 위탁 생산 및 거래 등 다양한 방식을 고안 중이다.

② 통합 바이오가스화 생산 기반 확충

바이오가스의 생산 효율성을 높이기 위하여 2개 이상의 유기성 폐자원을 동시에 투입하는 통합 바이오가스 시설 설치사업에 대한 지원을 확대한다. 통합시설 설치를 위하여 인허가 절차를 간소화하고, 유기성 폐자원 투입 비율에 따라 보조율이 복합적으로 고려되었으나 향후 단순화하도록 제도를 개선할 예정이다. 그 밖에 동식물성 잔재물 등 바이오가스로 활용되지 않던 유기성 폐자

원을 바이오가스로 생산하기 위한 실증사업에 도입하였고, 기술고도화, 공정 효율성 향상, 고부가가치로의 전환 등 연구 사업을 계획 중에 있다.



[그림 2-6] 단독/통합 바이오가스 생산 원리(환경부)

③ 생산된 바이오가스의 활용을 위한 제도 개선 및 수요처 다각화

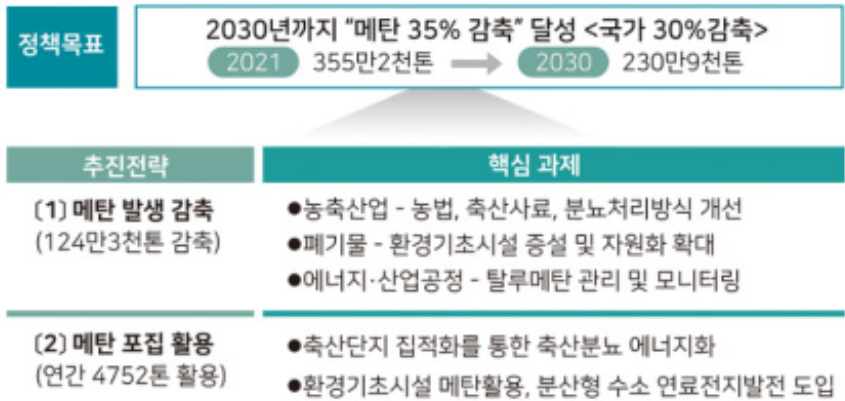
산업통상자원부와 협의하에 도시가스사업법 시행규칙을 재정 중에 있으며, 바이오가스 생산자가 도시가스와 인근 수소시설 등의 수요처에 직접 공급할 수 있도록 제도를 개선하고 있다. 최근 선박 탄소배출 규제 강화로 수요가 증가하고 있는 청정메탄을 생산에 바이오가스를 활용할 수 있는 방안을 검토하는 등, 다방면으로 바이오가스 활용 방법을 모색하고 있다.

3) 지자체 차원의 노력

(1) 충청남도 메탄가스 감축

충청남도도 정부 정책 기조에 발맞춰 2030년까지 메탄가스를 35% 감축하는 방안을 수립하였다. 목표달성 전략은 그림 2-7과 같다.

충청남도는 메탄발생 감축, 메탄 포집활용을 목표달성 전략으로 활용하였는데 메탄발생 감축 전략으로 2030년까지 총 104만 9000톤 CO₂eq를 감축할 계획이다. 축산관련 사업으로는 스마트축산 복합단지 조성, 가축분뇨 에너지화 사업, ICT 융복합 확산, 저메탄 사료지원 등이 있다.



[그림 2-7] 충청남도 메탄감축 정책목표(충청남도, 2024)

(2) 논산시 대규모 축산단지 조성

충청남도 15개 시군 중 논산에 각각 국비, 지자체 보조금을 활용하여 대규모 ICT기반 스마트 축산단지 조성을 추진할 계획이다. 논산에 총 7.5 ha에 달하는 부지에 687억 규모의 탄소중립형 청정 축산단지 조성을 계획하고 있다. 약취관리 및 탄소중립, 생산성 향상을 목표로 완전밀폐 구조의 축사 설계와,

가축분뇨의 신속한 수거를 위한 모니터링 시스템, 지역주민을 포함한 협의체를 구성할 계획이다.



[그림 2-8] 논산의 스마트 축산단지 예정지역 조감도

5) 한국축산환경학회 춘계학술대회 특별강연(2024)

최신 연구 동향 파악과 전문가들과의 연구 교류를 위해 2024년 5월 2일~3일 보령 비체펠리스에서 진행된 한국축산환경학회에 참석하였으며, 학회에서 진행된 특별강연의 내용을 발췌하여 아래에 작성하였다.

(1) 축산환경분야 중장기 계획(장길원, 국립축산과학원)

국립축산과학원은 축사시설에서 야기되는 온실가스 감축을 위한 축산분야 중장기 계획('23~'32)을 발표하였다. 주요 내용은 가축분뇨 자원화 및 에너지화, 축산냄새 저감 암모니아 배출계수 산정, ICT 활용 스마트 축산기술개발 및

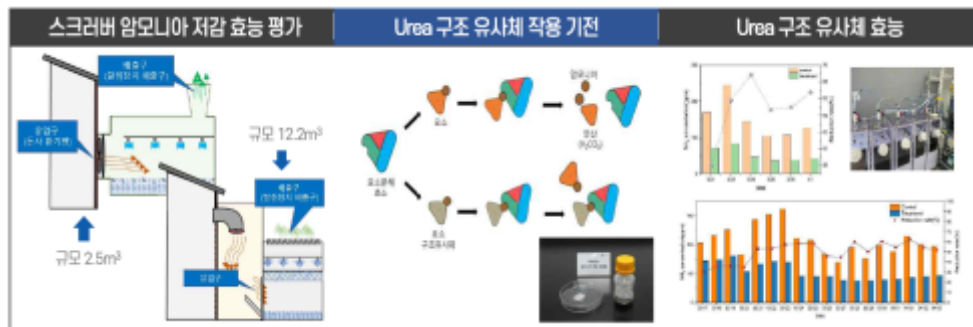
시설환경 개선이다. 먼저, 가축분뇨 자원화 및 에너지화 방안으로는 가축분뇨 비농업계 활용 및 적정 처리기술 개발과 온실가스 배출계수를 산정하는 것이다. 우분을 활용하여 고체연료로 전환하고, 생산 효율성 증대와 기술개발을 통해 고부가가치를 창출하는 것이 주요 내용이다. 또한, 바이오차를 비농업계 이용기술로 개발하여 열분해 생산물 고부가가치 기술을 개발한다. 기존에 가축분뇨 퇴·액비화 위주로 자원화 기술이 개발되었다면, 향후 가축분뇨 선순환 및 에너지화 기술개발로 확대될 예정이다.



[그림 2-9] 우분에 대한 고체연료 및 바이오차 개발 계획(국립축산과학원)

다음으로, 축산악취 저감 및 암모니아 배출계수 산정을 통해 축산악취 저감 기술개발 및 개방형 축사 유형에 적합한 암모니아 관리방안을 도출하고자 한다. 현재 축산냄새를 저감할 수 처리기술(바이오커튼, 스크러버, 액비순환시스템 등)의 적용 적정성 평가를 수행함과 동시에 다양한 방법으로 악취를 저감할 수 있는 연구를 수행할 예정이라고 발표하였다. 또한, 개방형 축사를 대상으로 축산 암모니아 배출계수 산정방법을 제시하였다. 이를 위해 암모니아 측정시스

템 구축을 통해 축산지역 대기질 특성을 규명할 예정이다.



[그림 2-10] 축산냄새 저감기술 평가 연구(국립축산과학원)

마지막으로 ICT를 활용한 스마트 축산기술 개발 및 시설환경을 개선하고, 이를 통해 경험에 기반한 노동집약적 축사·가축관리가 아닌 데이터 기반 지능형 축사·가축 관리를 실행하고자 한다. ICT기기 품질평가 기준 수립, 스마트 축사 데이터 모델 개발 등 스마트축사 관련 국가 표준을 수립하였다. 또한, 에너지 부하 자가진단 서비스와 에너지·오염물질 배출 저감형 축사시스템 개발을 통해 시설환경을 개선하고자 하였다.

(2) 축산업 디지털 전환을 위한 ICT 기술 및 표준화 동향(조성균, 한국전자통신연구원)

농축해양수산지능연구센터에서는 기존 축산환경을 개선하기 위하여 ICT기반 축산이 필요하다고 발표하였다. 스마트 축산시설을 통해 생산성 개선, 운영 비용 감소, 동물 복지 실현, 지속가능한 축산업, 축산 품질 향상이 가능하다고 발표하였다. 또한 디지털 트윈을 통해 현실 축산시설과 동일한 조건으로 디지털 공간상에 가상의 축산시설을 구축하여 시뮬레이션을 통해 다양한 결과를 미

리 알아볼 수 있다. 실제 시설과의 데이터·제어 연동을 통해 대상 가축의 환경 및 생육 관리에 필요한 다양한 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과를 축사 운영에 적용함으로써 생산성과 운영 효율을 극대화 시킬 수 있는 플랫폼 구축이 주목적이다. 그 예로, 배기 팬 데이터를 통해 축사에서 소모되는 에너지량을 분석을 수행하고, 축사시설의 위치를 조정하여 지붕에 설치된 태양열 패널의 전력생산량과 냉난방 에너지 소비전력 등을 예측하는 등의 연구를 수행하였다.



[그림 2-11] ICT기반 스마트 축산을 위한 고려사항(조성균, 한국전자통신연구원)

3. 국내외 축산분야 온실가스 관리동향

1) 국외 사례

(1) 일본의 축산분야 온실가스 저감 대책

일본의 축산분야 온실가스 저감 대책으로는 ‘가축 배설물 관리 방법의 변경’, ‘아미노산 균형 개선 사료’, ‘가축 개량이나 ICT 활용 등에 의한 사양관리로 생력화 및 정밀화’ 등이 있다. 가축배설물관리는 현재 일본에서 가장 많이 보급되어 있는 퇴적발효에서 강제발효로 처리방식을 변경할 경우 퇴비화 과정에서 배출되는 메탄 배출량을 대폭 감축할 수 있으며, 비육우개량 등을 통해 생산성이 향상될 경우 메탄을 포함한 온실가스 배출량 감소를 기대할 수 있다(일본 농림수산성, 2021).



[그림 2-12] 일본의 축산분야 온실가스 배출 저감 대책

(2) 미국과 유럽의 소 마스크

미국과 유럽에서는 소가 입과 코로 배출하는 메탄가스를 흡수하는 웨어러블 장비인 '소 마스크'도 도입되고 있다. 마스크에 장착된 센서가 메탄가스를 감지하면 팬을 작동시키고, 흡수된 메탄가스는 여과기를 통과해 대기로 배출된다. 자동차의 배기가스를 무해한물질로 바꿔 주는 촉매변환기와 유사한 구조다. 제조사인 영국의 스타트업 기업인 젤프(ZELP)는 이 장비를 이용시 메탄가스 배출량을 최대 53% 줄일 수 있다고 설명하였다. 또한, 소 분뇨 처리시 발생하는 메탄가스를 재생에너지로 전환하는 기술도 적극적으로 활용되고 있다. 독일 BMW가 지난 2019년 시작한 '저탄소 연료 표준 프로그램(Low Carbon Fuel Standards Program)'이 대표적이다. BMW는 미국 캘리포니아 지역 농장과 협력해 소 분뇨에서 발생한 메탄가스로 전기를 생산하고 있다. BMW에 따르면, 이 프로그램을 통해 연간 9만2000 톤의 온실가스를 줄이고 있다(더나은미래, 2021).

(3) 덴마크 메탄배출세 부과

최근 덴마크에서는 2030년부터 가축에 메탄배출세를 부과하기로 결정하였다. 가축의 메탄 배출량에 대해 CO₂환산량 1톤에 43달러를 부과하며, 2035년부터는 108달러로 올릴 방침이며, 거둔 세금은 축산농가와 관련 업계의 녹색 전환 지원 비용으로 재투자 될 예정이다. 메탄배출세는 앞선 2022년 뉴질랜드에서 세계 최초로 부과 방침을 밝혔지만, 정권 교체로 인한 사회적 인식 변화로 해당 정책은 폐기되었으며, 현재는 메탄균의 성장을 억제하는 백신 개발과 저 메탄배출 가축의 개발 등을 지원하는 쪽으로 정책 방향을 수정하였다(한겨레, 2024).

(4) 브라질 메탄캡슐 기술 도입

가축 메탄가스 연구전문 스타트업 메텍홀딩스가 브라질의 정부기관인 엠브라파와 33만 달러 상당의 메탄캡슐 1차분 수출 계약을 체결하였다. 메텍이 수출하는 메탄캡슐은 소의 위 내부에서 발생하는 CH_4 및 CO_2 를 측정 할 수 있는 장비이며, 소에게 먹이기만 하면 소 위 내부에서 발생하는 메탄 발생량을 자동 저장해 배출량의 60% 이상 감축시킬 수 있고, 이에 대한 실시간 정보를 제공한다. 브라질 정부는 브라질산 저탄소 소고기가 세계 표준이 되기 위한 작업을 대대적으로 추진 중이다. 2017년부터 탄소중립 브라질산 쇠고기 인증제를 시행했으며, 현재 연간 2000만두 이상이 이를 거치고 있다. 브라질은 2030년까지 수출 품목의 모든 제품에 인증 적용을 목표로 하고 있다(조선비즈, 2024).

(5) 프랑스 축산농가 관련 민원 법안

프랑스는 최근 가축을 사용하는 농가에 불만을 표하거나 소송을 걸 수 없다는 법안이 최근 의회를 통과하였다. 지난해 발의된 이 법안은 그 동안 심의과정에서 논란이 많았으나 프랑스 정부는 전원생활을 위해 시골로 이주한 사람들은 식량을 생산하는 농가들의 전통적인 생활방식을 바꿀 권한이 없다며 법안을 추진하였다. 이번에 통과된 법안으로 소나 돼지를 키우면서 생기는 각종 울음소리는 물론 트랙터 장비 운용에 따른 소음, 심지어 축분에 의한 냄새로 인한 민원도 법적으로 제기할 수 없게 되었으며, 농가 단체에서는 당연한 법안으로 받아들이고 있다(팜인사이트, 2024).

2) 국내 사례

(1) 축산분야 온실가스 감축 수단

축산분야 온실가스 배출량은 가축 사육두수가 증가함에 따라 증가하는 추세이다. 2018년 기준 축산분야 온실가스 총 배출량은 941만 톤이며, 이 중 장내 발효에서 447만 톤, 가축분뇨 처리 과정에서 494만 톤이 배출되고 있다. 이러한 증가 요인은 서구화된 식습관 변화, 국내 소득 증가, 외식 산업의 발달 등으로 육류 수요 증가에 기인한 것으로 추정된다(이용건, 2022).

우리나라는 지구온난화 대응을 위해, 2020년 10월 국가 비전으로 ‘2050 탄소중립 선언’ 이후 2021년 10월에는 ‘2050년 탄소중립 시나리오’를 발표하였다. 그 중 농·축산 분야의 2050 탄소중립 시나리오는 식량안보를 담당하고 온실가스 감축을 통해 농어촌의 지속가능성을 높이며, 안전하고 건강한 먹거리 생산 및 소비하는 것을 목표로 하고 있다. 2050 탄소중립 시나리오의 축산업 부문 감축 수단으로는 ‘저탄소 가축관리시스템 구축 및 가축분뇨 자원순환 확대’이며, 세부 방법으로는 ‘가축분뇨 에너지화 시설 처리율 확대’, ‘저메탄·저단백질 사료 보급’, ‘축산업의 생산성 향상’ 등이 있다(관계부처 합동, 2022).

축산과 관련된 온실가스 감축기술은 ‘가축 관리 단계’와 ‘가축분뇨 처리 단계’로 구분할 수 있다. 가축관리단계에서는 온실가스 감축을 위해 저메탄 사료나 적정 단백질 사료 도입을 검토할 수 있고, 축종별 특성을 고려한 저탄소 사양관리나 ICT 시설 보급 등을 통한 생산성 향상이 필요하다. 또한 가축개량을 통한 저탄소 품종 도입 및 탄소를 저장할 수 있는 기자재 도입 등도 고려할 수 있다. 가축분뇨처리 단계에서는 온실가스 감축을 위하여 가축분뇨 처리공정을 개선하거나, 가축분뇨 활용 신재생에너지 생산 및 정화처리 확대, 축분 바이오차 활용으로 탄소 격리 등 가축분뇨 처리방법을 다각화할 필요가 있다

(KREI, 2024).

다음 표 2-7에는 앞서 설명한 두 가지 단계와 ‘온실가스 배출 이후 단계’까지 구분하여 제시하였다.

〈표 2-7〉 가축 사육단계별 온실가스 감축 기술(KREI, 2024)

단계	기술		대상축종	기술정의
가축 관리 단계	저탄소 사양관리	저메탄 사료	한우, 젖소	메탄 저감제 급여로 장내발효 ` 저감
		적정 단백질 사료	한우, 젖소, 돼지, 육계, 산란계	분뇨 내 질소 저감으로 가축분뇨 처리 N ₂ O 저감
		부산물 사료급여	한우, 젖소, 돼지, 육계, 산란계	농업 및 식품 부산물 활용으로 탄소 배출원 감축, 사료비 절감, 수입사료 대체 등도 기대
		자가 조사료 생산 및 급여	한우, 젖소	경축 순환에 따른 화학비료 절감 등 (가축분뇨 활용처 확대, 탄소 선순환 체계 구축)
	생산성 향상 (ICT시설 보급 등)	비육기간 단축	한우	한우 연령별 배출계수 적용으로 온실가스 감축 (한우 메탄 배출계수 : 1세미만 43, 1세이상 61) (경제효과 : 사료비 절감, 등급제로 수익성 하락)
		두당산유량 향상	젖소	일정한 원유생산에 필요한 사육 마릿수 감축 (장내발효, 가축분뇨 처리 배출량 등 감소) (경제효과 : 사료비, 젖소, 육성비 등 감소)
		MSY 향상	돼지	동일 돼지고기 공급에 필요 모든 마릿수 감축 (장내발효, 가축분뇨 처리 배출량 등 감소) (경제효과 : 비육돈 폐사율, 모든 마릿수 감소 등으로 사료비 등 생산비 절감)
	저탄소기자재		한우, 젖소, 돼지, 육계, 산란계	온실가스 감축 기자재 보급(예:소 마스크 등) (단, 효과검증 및 현장적용 가능성 등 평가 필요)
	가축개량	저탄소 품종 도입	한우, 젖소, 돼지, 육계, 산란계	유전능력 평가 등으로 온실가스 배출이 적은 혈통 보급(생산성 향상, 저탄소 사양관리 도입 등 다른 기술과 효과가 함께 나타남)
	가축 분뇨 처리 단계	통풍식 발표시설	한우, 젖소, 돼지, 육계, 산란계	가축분뇨 처리에 온실가스 저감 공정 도입으로 온실가스 감축(호기성 조건 및 부숙도 향상으로 온실가스 감축) (단, 배출계수 개발 및 적용 방안 검토 필요)
		교반식 발표시설	한우, 젖소, 돼지, 육계, 산란계	
		깔짚관리	한우, 젖소	

단계	기술		대상축종	기술정의
	정화처리	정화처리	돼지	배출개수 적용으로 온실가스 배출저감
	가축분뇨 처리방식 다각화	고체연료	우분, 계분 등	고체연료 생산에 투입되는 가축분뇨 상쇄효과
		바이오차	우분 등	토양 탄소 격리, 악취저감, 처리기간 단축 등
		바이오가스	돈분 등	바이오가스 생산에 투입되는 가축분뇨 상쇄
온실가스 배출 이후 단계	온실가스 포집·활용 (CCUS 등)		가축분뇨 처리시 설 무창 축사 등	온실가스 포집, 활용, 저장 등으로 온실가스 상 쇄(단, 축산업 현장에 도입을 위한 기술개발 및 보급 필요)

(2) 축산 장내발효 및 저탄소 사료

농림축산식품부에 따르면 2022년 국내 배합사료 생산량은 2141만 3000 톤으로 집계되었다. 축종별 생산량은 양돈(703만 2000 톤, 32.8%), 양계(611만 4000 톤, 28.6%) 비육우(566만 톤 26.4%), 착유우(122만 4000 톤, 5.7%) 순으로 나타났다. 현재 국내에는 64개의 양축용 배합사료 기업이 102개의 공장을 운영하고 있다. 저메탄 사료는 가축의 성장단계에 맞춰 메탄 저감제를 첨가해 제조한 사료를 말하며, 메탄 저감제는 단미사료 및 보조사료 중에서 가축의 장내발효 과정에서 발생하는 메탄을 일정 수준 이상 감소시킬 수 있는 물질이다. 저메탄 사료는 국립축산과학원에서 사료공정심의위원회를 통해 메탄 저감 효과를 검증하고 있다. 저메탄 사료의 제조·판매를 원하는 업체는 국립축산과학원의 검증을 통해 인정받게 되면, 국립축산과학원의 공식 웹사이트에 게재된다(축산경제신문, 2023).

정부에서는 2023년부터 저탄소 축산물 인증 시범사업을 시작하여 온실가스 배출량을 평균보다 10% 이상 줄인 한우 농가를 대상으로 인증하고 있으며, 2024년부터는 양돈·낙농까지 포함시켜, 저탄소 축산물 생산 농가 확대와 유통 채널 다양화 등 지원방안을 논의하고 있다.

(3) 가축분뇨 처리

가축분뇨 처리과정에서 CH_4 의 발생은 주로 혐기성소화 과정에서 발생한다. 산소가 없는 상태의 혐기성소화 과정에서 박테리아가 발효되며, 발효는 가수분해, 산화 및 메탄생성 등의 세 과정을 거쳐 분해하며, 이 과정에서 40-70%(용적비율)의 CH_4 , CO_2 , 기타 미량가스가 발생한다(홍지형, 2013).

가축 분뇨 처리를 위해 최근 '바이오차(biochar)' 기술이 도입되고 있다. 바이오차는 바이오매스(biomass)와 차콜(charcoal)의 합성어이며, 산소가 제한된 환경에서 바이오매스의 열화학적 전환으로 생성되는 탄소가 풍부한 고형물질로 정의된다. 일반적으로 바이오차는 발열성 바이오차(pyrogenic biochar)와 하이드로차(hydrochar)로 구분된다. 발열성 바이오차는 300℃ 이상의 상대적으로 높은 온도에서 탄화(건조 열분해)하여 생성된 물질을 말하며, 하이드로차는 350℃ 이하의 상대적으로 낮은 온도의 수열 조건에서 바이오매스를 탄화(습윤 열분해)하여 생성된 물질을 뜻한다. 바이오차는 탄소를 고정하는 능력 이외에 오염물질 흡착 능력이 우수하고, 높은 고정탄소 함량으로 발열량이 높아서 열원으로도 이용할 수 있다(문철환, 2023).

메탄 배출 감축 조약에 따라 캘리포니아에서는 2030년까지 2014년 메탄 배출량 대비 40%를 감축해야 하며, 이를 위해 혐기소화조 도입을 결정했다. 그러나 혐기소화조 건설에 많은 비용이 소요되고, 혐기소화 후 잔류하는 고형물 처리시 많은 양의 CH_4 과 CO_2 가 배출되기 때문에, 온실가스의 효율적인 처리를 위해 가축분뇨를 바이오차와 함께 퇴비화하는 방법이 제시되었다. 아래 표는 우분 퇴비화시 바이오차 혼합 유무에 따른 온실가스 배출량을 나타낸다. 바이오차를 혼합하여 가축분뇨를 퇴비화 할 경우 CH_4 과 CO_2 의 발생량은 각각 84%, 38% 감소하는 것으로 나타났다. 바이오차는 수분함량이 매우 작기 때문

에 가축 분뇨와 혼합되면 수분함량을 크게 감소시키고, 바이오차에 의한 통기성이 증가되어 호기 조건이 형성되므로 메탄 발생량이 감소한다. 그리고 바이오차에는 미생물이 이용할 수 있는 유기탄소(labile organic carbon)가 기존의 바이오매스보다 적기 때문에 메탄의 발생량이 감소할 수 있다. 이외에도 생성된 바이오차의 흡착 특성은 대기로 배출되는 메탄의 양을 감소시킬 수 있다.

〈표 2-8〉 우분 퇴비화시 온실가스 배출량 비교

구분	메탄 (gCH ₄ /kg DS)	이산화탄소 (gCO ₂ /kg DS)	아산화질소 (mgN ₂ O/kg DS)
가축분뇨 단독 퇴비화	5.03	451	0.06
바이오차와 혼합하여 퇴비화	0.81	280	0.119

자료: 문철환(2023)을 기반으로 저자 재작성

(4) 바이오 커튼

축산업과 관련된 환경적 요인을 규제할 법적 제도가 지속적으로 마련되고 있으며, 과거부터 2022년 악취 저감시설 설치 의무화와 같이 많은 규제가 생겨나고 있다. 2022년 ‘축산법 시행령’에 따른 축산업 허가 및 등록요건 강화로 악취 저감시설 설치 의무화가 되어 기존 농가의 경우 1년 유예기간이 주어져 2023년 6월까지 냄새 저감시설 설치가 필수화되었다. 2022년 ‘축산법 시행령’에서 축산업 허가 및 등록요건 강화로 악취 저감시설 설치 의무화가 되면서 국내 많은 농가에서는 냄새 저감시설을 필수적으로 설치해야 되는 상황이다.

바이오 커튼은 현재 여러 농가에서 설치하여 악취 저감에 활용하고 있으며, 돈사 내부에서 배출되는 악취물질을 약 80% 이상 저감한 것으로 확인되었다. 바이오커튼은 구조적으로 2중막 구조로 구성되어 있으며, 내부에는 배기구

서 배출되는 공기 내부에 악취 물질을 저감시키기 위한 분사액을 분사할 노즐이 일정 간격으로 설치되어 있다.



[그림 2-13] 바이오커튼 구조 및 모식도

제 3 장

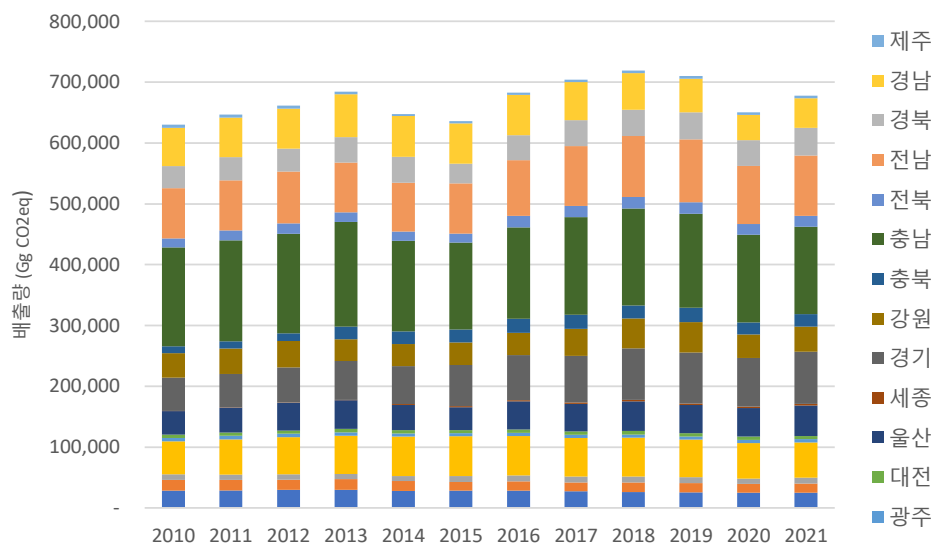
충남의 축산분야 온실가스 배출 현황 및 실태분석

1. 전국과 충남의 온실가스 배출 현황
2. 충남의 축산 현황
3. 충남의 축산분야 온실가스 배출 특성

1. 전국과 충남의 온실가스 배출 현황

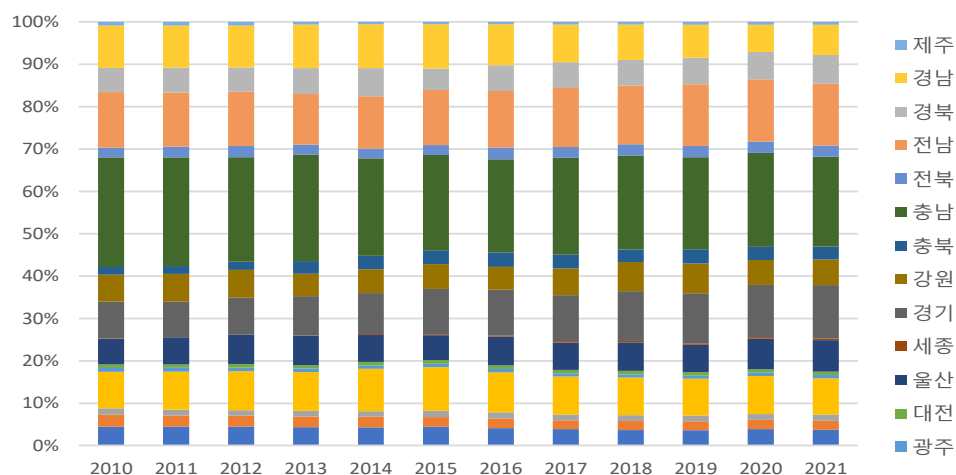
1) 전국의 온실가스 배출 현황

그림 3-1은 2010년부터 2021년까지 전국 온실가스 순배출량을 대상으로 변화추이를 나타낸 것이다. 2010년 전국 온실가스 순배출량은 630,254 GgCO₂eq였고, 이때 충청남도는 162,743 GgCO₂eq(25.8%)로 가장 높은 배출 기여도를 보였다. 이때 배출기여도 2위는 13.1%를 차지하는 전라남도도 2위 대비 2.0배 높은 수치이다.



[그림 3-1] 전국 및 지자체별 온실가스 배출량 변화 추이

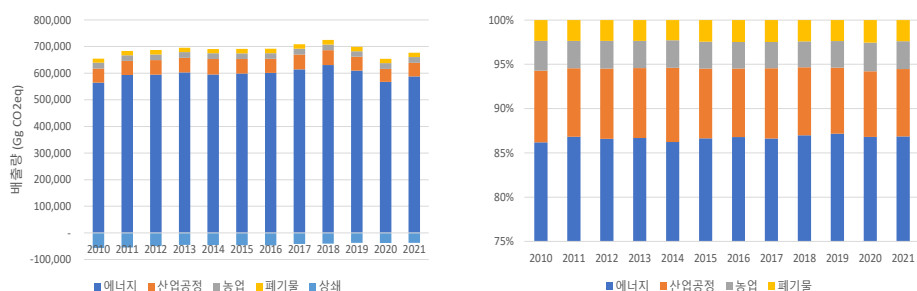
이후 2013년까지 증가추세를 보이다가 2014년과 2015년 감소 후 2016년부터 다시 증가하여 2018년 최대 배출량(719,211 GgCO₂eq)을 보인 후 다시 감소하고 있다. 전체적인 온실가스 배출량은 2010년 대비 2021년 7.0% 증가한 것으로 나타났다.



[그림 3-2] 연도별 전국 온실가스 배출 기여도 변화 추이

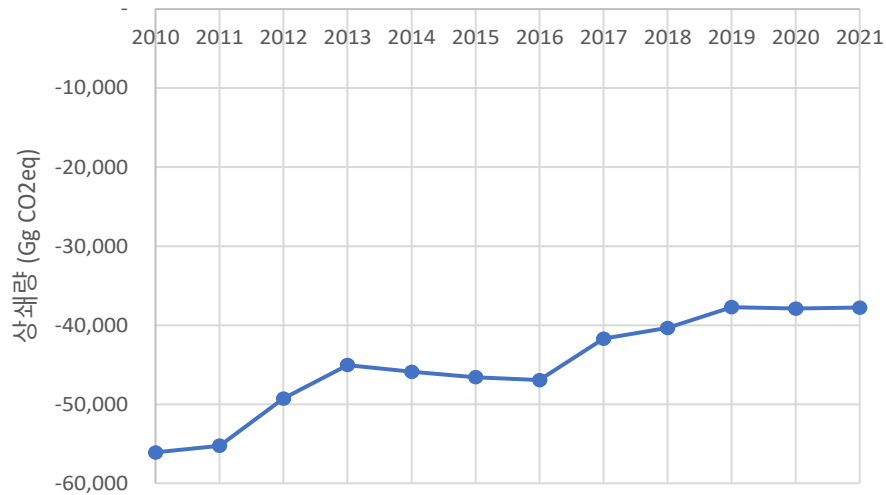
그림 3-2는 연도별 전국 온실가스 배출량에 대한 지역별 기여도를 나타낸 것이다. 앞서 언급한 것처럼 2010년 충청남도의 배출기여도는 25.8%로 2위인 전남보다 약 2배 높은 배출 기여도를 보였다. 이후 2011년 25.6% 2012년 24.7%, 2013년 25.2%로 2013년 가장 높은 배출기여도를 보였다. 이후 배출 기여도는 감소하기 시작하여 2014년 23.0%, 2015년 22.4%로 22%대로 진입하였고, 2019년 21.7%로 21%대 진입하여 2021년에는 21.2%로 점차 기여도가 감소하는 추세이다. 반면 2등이었던 전남은 2015년 13.0%를 기점으로 점차 증가하고 있으며, 2021년에는 14.7%까지 상승하였다. 지난 12년간 시도별 배출 기여도를 보면 서울이 4.5%에서 3.7%로 감소하였고, 서울을 포함하여 부

산, 광주, 대전, 강원, 충남, 경남, 제주 등은 감소하였고, 그 외 지역에서는 증가하고 있다. 특히 울산(6.1→7.4%), 경기(8.7→12.6%), 충북(1.8→3.0%), 경북(5.7→6.7%)에서 상대적으로 높은 증가율을 보였다.



[그림 3-3] 전국 부문별 온실가스 배출량 및 기여도 변화 추이

그림 3-3은 부문별 온실가스 배출량 변화추이를 나타낸 것이다. 왼쪽의 경우 토지이용 등(LULUCF)에 의한 상쇄분을 포함한 결과이고, 오른쪽 그림은 상쇄분을 제외한 총배출량만을 대상으로 한 것이다. 2010년부터 2021년까지 에너지 분야와 폐기물에 의한 배출량은 증가하였고, 산업공정과 농업부문의 배출은 감소하였으며, 상쇄 부문 또한 감소한 것으로 나타났다. 2010년 기준 전국의 온실가스 배출 기여도는 에너지가 86.2%로 압도적으로 높은 비율을 보였고, 그 뒤를 이어 산업공정 8.1%, 농업 3.4%, 폐기물 2.3%로 나타났다. 2021년에는 에너지 86.9%로 소폭 증가한 것으로 나타났고, 산업공정 7.6%, 농업 3.2%, 폐기물 2.4%로 나타났다. 토지이용 등에 의한 상쇄부문은 2010년 -56,090 GgCO₂eq에서 2021년 -37,766 GgCO₂eq로 32.7%나 감소한 것으로 나타나 상쇄부분에 대한 관리와 확대방안 마련이 필요한 것으로 확인되었다.



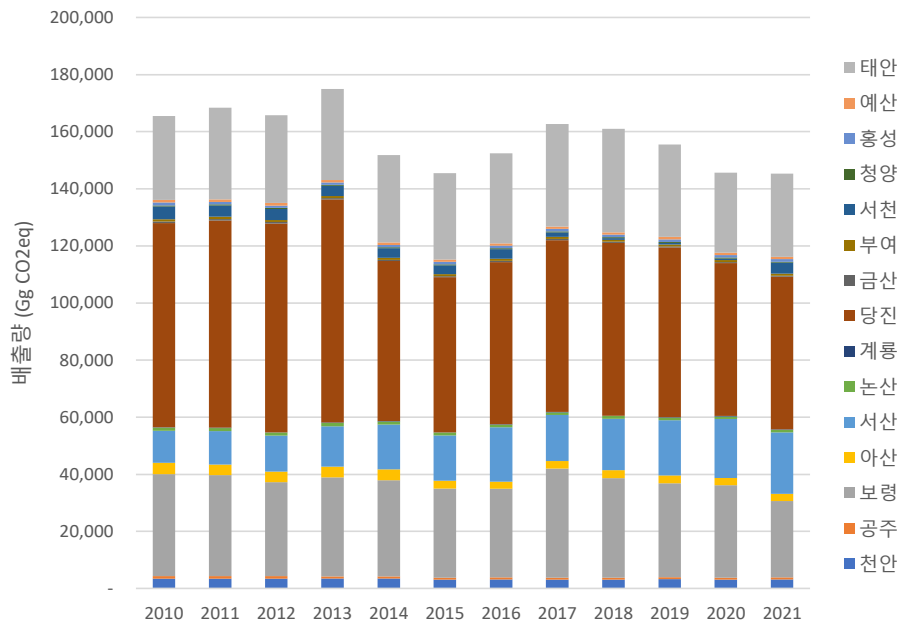
[그림 3-4] 토지이용 등에 의한 온실가스 상쇄량 변화 추이

2) 충청남도의 온실가스 배출 현황

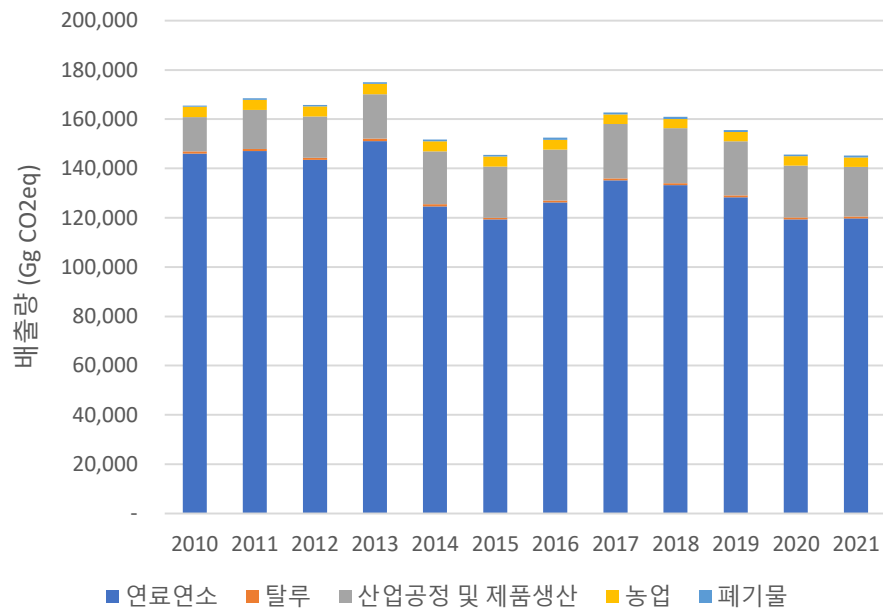
그림 3-5는 2010년부터 2021년까지 충청남도의 시군별, 부문별 온실가스 배출 추이를 나타낸 것이다. 충청남도의 온실가스 배출량은 2010년 165,521 GgCO₂eq에서 2021년 145,263 GgCO₂eq로 12.2% 감축하였다. 2010년부터 증가추세를 보이다 2013년 174,952 GgCO₂eq로 최대배출량을 보인 후 2014년과 2015년 다시 감소하였다. 2016년과 2017년 다시 증가 추세를 보인 후 이후부터는 계속 감소 추세에 있다. 시·군별로는 2010년 기준 당진이 43.2%로 압도적으로 높은 비율을 보였고, 보령 21.6%, 태안 17.7%로 상위 3개 시군에서 82.5%의 배출기여도를 보였다. 당진과 태안, 보령 모두 석탄화력발전소가 위치해 있는 지역으로 발전소에 의한 배출기여도가 높다는 것을 확인할 수 있다. 당진의 경우 석탄화력발전소 외 제철소가 추가로 위치해 있어 가장 높은 배출 기여도를 보였다. 석유화학단지가 위치해 있는 서산의 경우 6.8%로

4번째로 높은 기여도를 보였지만 석유화학단지보다 석탄화력발전소에 의한 온실가스 배출 기여도가 훨씬 높은 것으로 나타났다. 2021년 기준 배출기여도 역시 당진이 36.8%로 가장 높은 기여도를 보였지만 2010년 대비 기여도 비율은 낮아졌다. 2위는 20.0%를 차지하는 태안이 차지하였고, 그 뒤를 이어 보령 18.4%, 서산 14.8%로 상위 4개 시군에서 90.1%로 나타나 아직까지 대형배출 시설에 의한 온실가스 배출 기여도가 높은 것으로 확인되었다. 보령의 경우 노후 석탄화력발전 1, 2호기가 폐쇄됨에 따라 배출기여도가 낮아진 것으로 판단되며, 서산의 경우 대기오염물질 배출량이 증가하고 있는데 대산석유화학단지 내 사업시설의 생산물량 증가에 따라 배출량 또한 증가한 것으로 판단된다. 2024년 현재 서천에서 신서천 화력발전이 신설되어 가동 중에 있는데 아직까지 이 부분에 대기오염물질이나 온실가스 부분에서 배출량에 산정되지 않아 서천의 배출량이 낮게 나타나고 있다. 하지만 2022년 이후 신서천 화력발전의 배출량이 산정되면서 서천의 배출량이 증가할 것으로 예상된다.

부문별 배출량을 살펴보면 2010년 연료연소가 88.2%로 가장 높은 비율을 보였고, 산업공정 및 제품생산 8.4%, 농업 2.5%, 탈루 0.6%, 폐기물 0.3%로 나타났다. 연료연소의 경우 2010년 88.2%로 최대를 보이고 이후 지속적으로 감소하여 2021년에는 82.4%로 나타났다. 탈루와 폐기물, 농업부문은 소폭 증감이 있지만 대부분 큰 변화폭을 보이지 않고 있으며, 산업공정 및 제품생산 부문은 2010년 8.4%에서 2021년 13.9%로 높은 증가율을 보였다. 산업공정 및 제품생산의 2010년 온실가스 배출량은 13,915 GgCO₂eq였고, 2021년에는 20,180 GgCO₂eq으로 12년간 6,265 GgCO₂eq 증가한 것으로 확인되었다.



〈 시·군별 온실가스 배출량 추이 〉



〈 부문별 온실가스 배출량 추이 〉

[그림 3-5] 충청남도의 시·군별, 부문별 온실가스 배출량 변화 추이

2. 충남의 축산 현황

1) 충남의 축산 배출원 현황

(1) 가축 사육두수 및 사육농가 현황

가축 사육두수는 환경부에서 매년 실시하고 있는 전국 오염원 조사자료(축산계)를 활용하였다. 통계자료에 집계되는 축종은 한우, 젓소, 돼지, 닭, 오리, 개, 사슴, 말이며, 전체 개체 수 중 닭, 돼지, 한우, 젓소 순으로 높은 비율을 보인다. 충청남도는 2022년 기준 총 43,476,559두로 전국에서 가장 많은 가축을 사육하고 있는 것으로 조사되었으며, 세부 내역은 표 3-1과 같다. 그림 3-6은 2014년~2019년, 2020년, 2021년 전국에서 가장 많은 사육두수 차지하고 있는 경기도와 충청남도를 비교한 그래프이다.

〈표 3-1〉 전국 가축사육두수 현황

(단위 : 두)

지자체	2018	2019	2020	2021	2022
서울특별시	242	213	66	59	83
부산광역시	117,410	88,049	127,556	127,420	99,106
대구광역시	305,595	305,200	304,713	296,167	289,453
인천광역시	2,244,860	565,154	847,764	973,221	921,944
광주광역시	218,760	224,685	212,498	182,046	243,137
대전광역시	103,238	50,320	47,785	47,741	43,548
울산광역시	528,748	531,139	530,911	523,228	709,953
세종특별자치시	3,313,934	3,095,427	4,978,333	2,447,066	3,146,215
경기도	50,367,996	51,258,133	49,283,208	48,460,477	41,780,007
강원도	12,754,830	10,687,299	9,692,207	9,108,912	10,252,092
충청북도	19,047,437	27,449,083	26,333,289	21,456,031	25,182,306
충청남도	34,053,946	51,979,218	45,552,518	44,881,345	43,476,559
전라북도	40,716,362	50,340,801	28,964,574	35,036,389	34,563,821
전라남도	38,413,591	37,527,796	29,840,416	32,697,084	27,069,001
경상북도	38,218,753	36,924,618	31,577,961	31,344,738	30,195,212
경상남도	18,463,834	17,693,805	15,615,048	15,726,130	12,287,094
제주특별자치도	2,607,530	3,275,460	3,201,732	3,232,615	2,995,154
합계	261,477,066	291,996,400	247,110,579	246,540,669	233,254,685



[그림 3-6] 충청남도 가축사육 변화 추이

가축 사육농가 수의 경우 경상북도 34,602호, 충청남도 29,115호, 전라남도 25,734호, 경상남도 25,732호, 충청북도 15,890호, 경기도 15,461호 순으로 조사되었다. 사육두수 대비 농가 수가 적은 이유는 축종별 사육농가 수의 영향으로 분석되었으며, 충남의 경우 가금사육농가 비중이 높은 것으로 확인하였다. 연별추이 분석결과 충청남도는 사육두수 및 사육농가 모두 2014년부터 증가하다가 2019년 크게 증가하였으며, 사육 농가수는 21년 감소하였다가 2022년 회복하였다.

〈표 3-2〉 전국 가축농가 현황

(단위 : 호)

지자체	2018	2019	2020	2021	2022
서울특별시	12	10	6	5	6
부산광역시	259	72	75	76	78
대구광역시	400	380	380	368	506
인천광역시	638	231	1,635	1,095	1,121
광주광역시	228	221	230	286	264
대전광역시	259	271	243	230	236
울산광역시	1,628	1,656	1,652	1,635	1,702
세종특별자치시	1,340	1,350	1,698	1,137	1,133
경기도	19,444	17,367	16,494	14,586	15,461
강원도	16,909	13,854	15,472	12,480	12,049
충청북도	16,638	15,040	16,314	15,607	15,890
충청남도	22,297	30,140	32,041	24,450	29,115
전라북도	16,165	16,950	17,048	13,601	13,012
전라남도	36,493	39,339	31,684	31,961	25,734
경상북도	37,543	35,321	33,005	35,810	34,602
경상남도	25,466	24,730	25,378	23,530	25,732
제주특별자치도	1,307	1,297	1,310	1,340	1,428
합계	197,026	198,229	194,665	178,197	178,069



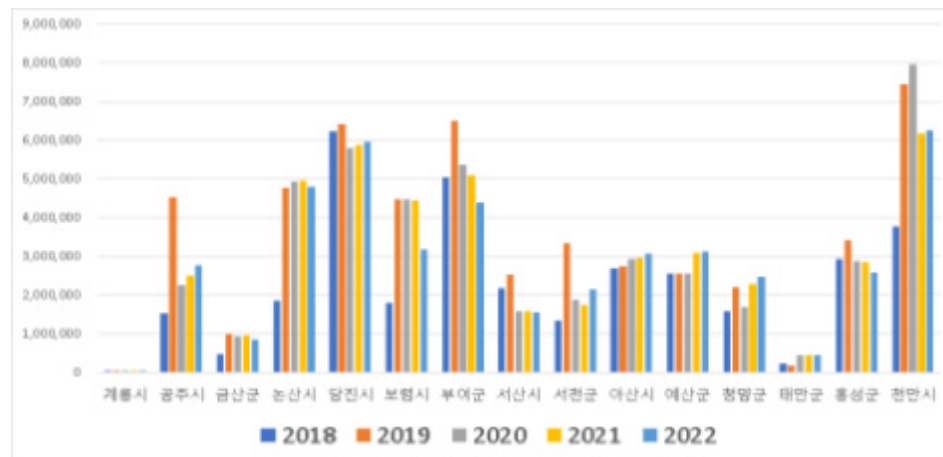
[그림 3-7] 충청남도 사육능가 변화 추이

시군별 사육두수 현황 및 변화 추이는 아래 표 3-3 및 그림 3-8에 나타났다. 2022년 사육두수 기준 천안이 6,254,079두로 가장 많았고, 그 뒤를 이어 당진 5,944,838두, 논산 4,779,587두 부여 4,396,130두 보령 3,157,955두 순으로 나타났다.

〈표 3-3〉 사군별 가족 사육두수 현황

(단위 : 두)

지자체	2018	2019	2020	2021	2022
천안	3,761,643	7,445,472	7,944,559	6,165,152	6,254,079
공주	1,513,638	4,530,293	2,236,638	2,491,622	2,773,755
보령	1,787,004	4,464,393	4,473,001	4,445,961	3,157,955
아산	2,683,223	2,731,570	2,930,700	2,941,391	3,073,556
서산	2,163,229	2,532,894	1,581,658	1,566,511	1,546,092
논산	1,842,493	4,760,167	4,920,214	4,961,601	4,779,587
계룡	1,189	1,379	482	473	499
당진	6,226,257	6,402,296	5,804,340	5,872,654	5,944,838
금산	458,162	990,477	914,718	951,472	850,850
부여	5,046,342	6,490,796	5,350,591	5,078,560	4,396,130
서천	1,329,839	3,319,383	1,873,223	1,744,913	2,129,333
청양	1,567,413	2,197,457	1,688,981	2,276,967	2,464,332
홍성	2,921,384	3,401,265	2,859,995	2,855,881	2,566,576
예산	2,542,554	2,543,677	2,543,677	3,100,892	3,111,410
태안	209,576	167,699	429,741	427,295	427,567



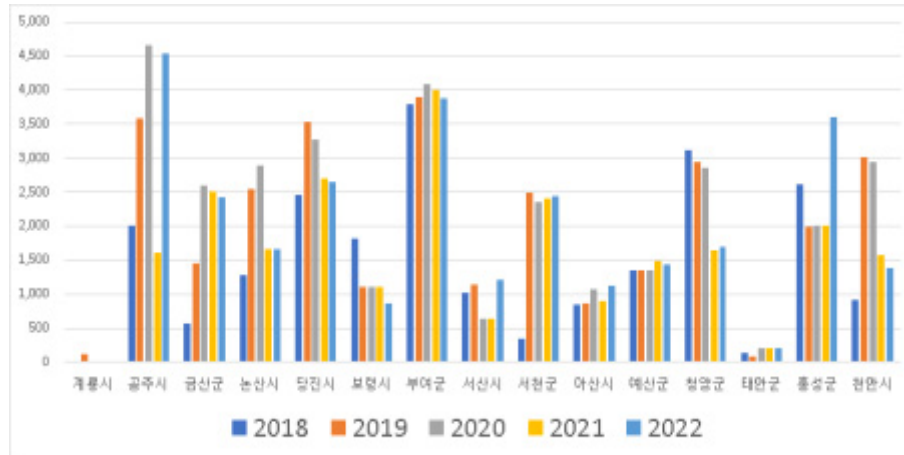
[그림 3-8] 충청남도 사군별 사육두수 변화 추이

시군별 사육 농가수 현황 및 변화 추이를 표 3-4과 그림 3-9에 나타냈다. 2022년 사육농가 기준 공주시 4,534호, 부여 3,881호, 홍성 3,596호, 당진 2,646호, 금산 2,421호 순으로 조사되었다. 한편 홍성의 경우 2018년 2,615호에서 2021년 2,005호까지 감소하였다가 2022년 3,596호로 크게 증가하여 15개 시군 중 가장 높은 증가율을 보였다.

〈표 3-4〉 시군별 가축농가 현황

(단위 : 호)

지자체	2018	2019	2020	2021	2022
천안	921	3,011	2,940	1,571	1,392
공주	2,000	3,586	4,648	1,612	4,534
보령	1,811	1,103	1,105	1,103	873
아산	849	867	1,077	906	1,119
서산	1,017	1,149	638	632	1,204
논산	1,284	2,548	2,885	1,668	1,653
계룡	25	127	16	16	13
당진	2,452	3,532	3,266	2,695	2,646
금산	564	1,455	2,604	2,513	2,421
부여	3,788	3,891	4,080	3,996	3,881
서천	353	2,501	2,358	2,403	2,442
청양	3,123	2,936	2,853	1,637	1,690
홍성	2,615	1,987	2,002	2,005	3,596
예산	1,351	1,358	1,358	1,482	1,440
태안	144	89	211	211	211



[그림 3-9] 충청남도 시군별 사육능력 변화 추이

축종별 사육두수 현황은 표 3-5과 그림 3-10과 같다. 총 사육두수 기준 전체사육두수 대비 축종별 차지하는 비율은 가금(90%) > 돼지(6%) > 가금기타(2%) > 한우(1%) 순이며, 1개 농가에서 축종별 사육하는 개체 수의 차이를 고려하여 가금류를(닭, 오리, 메추리 등) 제외하고 나머지 축종 간 차지하는 비율은 돼지 > 한우 > 젓소 > 산양 순이다.

시군 축종별 사육두수 현황은 아래 표 3-6과 같다. 가장 큰 비율을 차지하는 닭의 경우 천안시 > 당진시 > 논산시 > 부여군 > 예산군 순이며, 돼지의 경우 홍성군 > 보령시 > 당진시 > 예산군 > 천안시 순이다.

〈표 3-5〉 충청남도의 연도 및 축종별 가축 사육두수 현황

년도	가금기타	개	닭	돼지	마필(말)	사슴	산양 (염소포함)	오리	젖소	한우(소)	기타	합계
2018	222,160	82,448	30,368,640	2,196,381	822	6,800	22,666	699,576	79,481	374,969	3	34,053,946
2019	1,380,455	91,271	46,805,670	2,526,689	870	13,212	47,869	548,461	89,365	475,325	31	51,979,218
2020	1,137,719	76,520	40,821,309	2,474,467	622	5,856	41,436	481,064	74,677	438,848	0	45,552,518
2021	1,087,226	71,975	40,181,781	2,476,905	601	7,483	36,804	431,890	91,318	495,161	201	44,881,345
2022	882,993	69,671	39,184,569	2,456,772	548	5,019	43,151	270,672	72,796	490,360	8	43,476,559



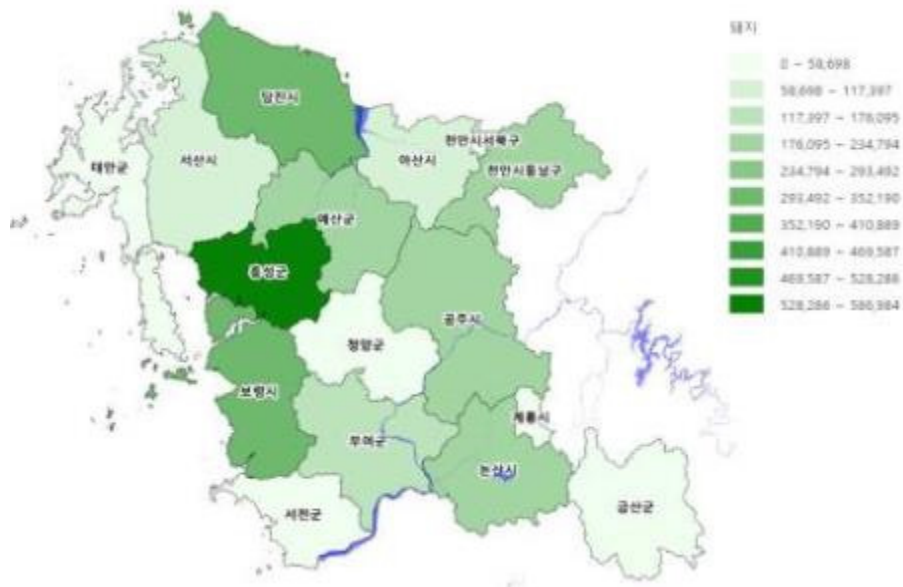
[그림 3-10] 충청남도 축종별 사육두수 비율

〈표 3-6〉 충청남도 시군 축종별 가축 사육두수 현황

시군	가금기타	개	닭	돼지	마필(말)	면양 (육양포함)	사슴	산양 (염소포함)	오리	젖소	한우
천안	155,474	3,023	5,806,309	223,346	54		391	3,394	9,000	12,417	40,671
공주	300,151	6,238	2,285,028	127,409	29	5	943	3,181	65	2,350	48,356
보령		1,470	2,806,280	299,935	13		142	1,375	11,800	5,442	31,498
아산	170,000	7,362	2,632,856	146,168	144		1,462	668	92,874	2,482	19,540
서산	8,370	2,356	1,417,497	63,580	152		80	2,177	15,000	2,924	33,956
논산	201,692	8,721	4,271,851	191,736	44	1	122	5,226	68,603	2,406	29,185
계룡		290									209
당진	74	5,944	5,595,424	299,371	15		229	3,008	72	11,221	29,480
금산	46	5,986	792,654	29,918	15		55	2,739	8,028	1,503	9,906
부여	63	6,691	4,195,988	137,156	3		109	7,001	7,655	2,933	38,531
서천	92	4,718	2,082,312	21,589	1		185	4,754	32	1,251	14,399
청양	265	1,104	2,325,142	53,866	23	2	187	2,158	49,022	757	31,806
홍성	966	9,388	1,879,337	603,937	33		590	4,768	110	4,226	63,221
예산	45,800	5,980	2,694,521	238,312	12		524	2,702	8,411	21,235	93,913
태안		400	399,370	20,449	10					1,649	5,689
총합계	882,993	69,671	39,184,569	2,456,772	548	8	5,019	43,151	270,672	72,796	490,360

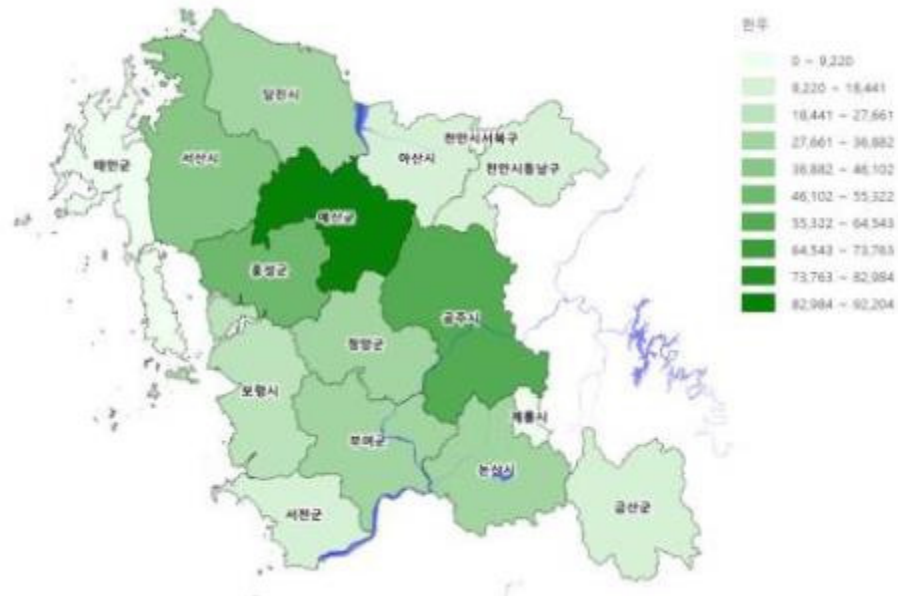


〈닭 사육두수 현황〉



〈돼지 사육두수 현황〉

[그림 3-11] 충청남도 시군별 사육두수 현황



〈한우 사육두수 현황〉



〈젖소 사육두수 현황〉

[그림 2-15] 충청남도 시·군별 사육두수 현황 (계속)

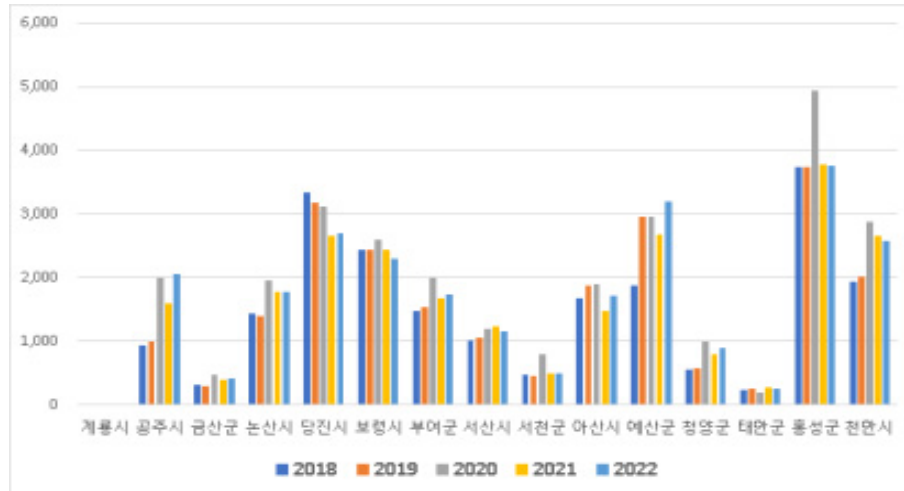
(2) 가축분뇨 발생 및 처리 현황

시군별 가축분뇨 발생량은 표 3-7과 그림 3-12와 같다. 2022년 기준 홍성에서 3,995 m³/day로 가장 많이 발생하고 있으며, 홍성 > 예산 > 논산 > 천안 > 보령순으로, 돼지, 소 사육농가 수가 많을수록 높은 발생량을 보이고 있다.

〈표 3-7〉 충청남도 시군별 가축분뇨 발생 현황

(단위 : m³/day)

시군	2018	2019	2020	2021	2022
천안시	1,927	2,011	2,879	2,662	2,569
공주시	930	986	1,995	1,587	2,061
보령시	2,435	2,435	2,601	2,435	2,304
아산시	1,678	1,869	1,894	1,479	1,710
서산시	1,024	1,049	1,200	1,226	1,154
논산시	1,441	1,392	1,959	1,781	1,771
계룡시	6	6	6	4	3
당진시	3,331	3,176	3,111	2,650	2,707
금산군	303	293	465	383	412
부여군	1,472	1,530	2,005	1,685	1,730
서천군	469	444	798	494	496
청양군	555	572	990	797	884
홍성군	3,743	3,743	4,945	3,780	3,761
예산군	1,880	2,955	2,960	2,676	3,193
태안군	243	260	186	266	254
총합계	21,438	22,723	27,996	23,906	25,011



[그림 2-16] 충청남도 시군별 가축분뇨 발생량 추이

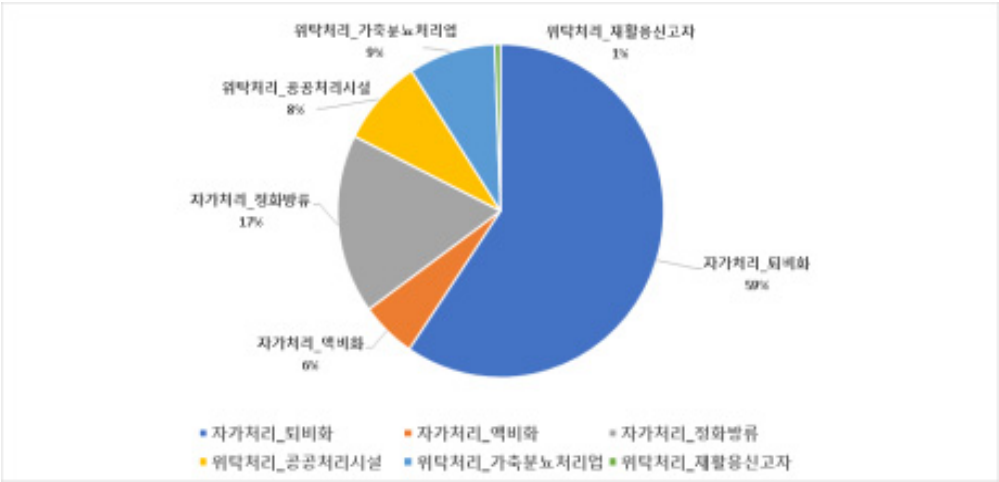
가축분뇨의 처리는 자가처리와 위탁처리로 나뉘는데 자가처리의 경우 퇴비화, 액비화, 정화처리후 방류로 분류하고 위탁처리는 공공처리시설, 가축분뇨 처리업자, 재활용신고 사업자에게 연계처리 할 수 있다.

2022년 기준 충청남도의 가축분뇨 처리방법 중 가장 많이 활용되고 있는 것은 자가처리(퇴비화)방법으로 14,186 m³/day 만큼 처리하였고, 예산 > 홍성 > 천안 > 당진 > 보령순으로 조사되었다.

〈표 3-8〉 시군별 가축분뇨 처리량 (2022년)

(단위 : m³/day)

시군	자가처리			위탁처리		
	퇴비화	액비화	정화방류	공공처리	가축분뇨처리	재활용
천안	1,439	90	570	206	206	
공주	1,012	11	78	186	294	
보령	1,226	265	591	99	48	4
아산	856	9	206	85	7	
서산	702	169	6	90	2	
논산	963	15	57	536	266	
계룡	3					
당진	1,354	178	414	296	423	
금산	263	12	66	64	0	
부여	1,107	91	319	2	138	
서천	424	34			81	
청양	700	30			192	
홍성	1,928	188	1,449	54	155	132
예산	2,071	182	344	392	221	1
태안	138	37	57		23	1
총합계	14,186	1,312	4,155	2,010	2,056	137



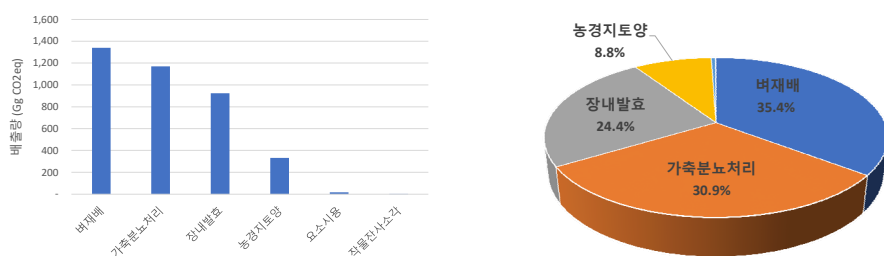
[그림 3-13] 충청남도 가축분뇨 처리방법

3. 충남의 축산분야 온실가스 배출 특성

1) 충청남도의 농업부문 중 축산분야 온실가스 배출

전국과 충청남도의 온실가스 배출 기여도를 분석한 결과 에너지 부문에서 압도적으로 높은 배출량을 보였고, 그 뒤를 이어 산업공정 및 제품생산이 뒤를 이었다. 농업부문의 2021년 기준 전국 및 충청남도 배출량의 2.6%를 차지하는 것으로 나타나 배출 기여도 부분에서는 매우 낮은 수준으로 나타났다.

그림 3-14는 2021년 기준 충청남도의 농업부문의 온실가스 배출량과 배출 기여도를 나타낸 것이다. 벼재배에서 1,339 GgCO₂eq를 배출하여 가장 높은 배출 기여도(35.4%)를 보였고, 그 뒤를 이어 가축분뇨처리 1,170 GgCO₂eq (30.9%), 장내발효 923 GgCO₂eq(24.4%), 농경지토양 332 GgCO₂eq (8.8%), 요소사용 17 GgCO₂eq(0.1%), 작물잔사소각 2 GgCO₂eq(0.0%)로 나타났다.

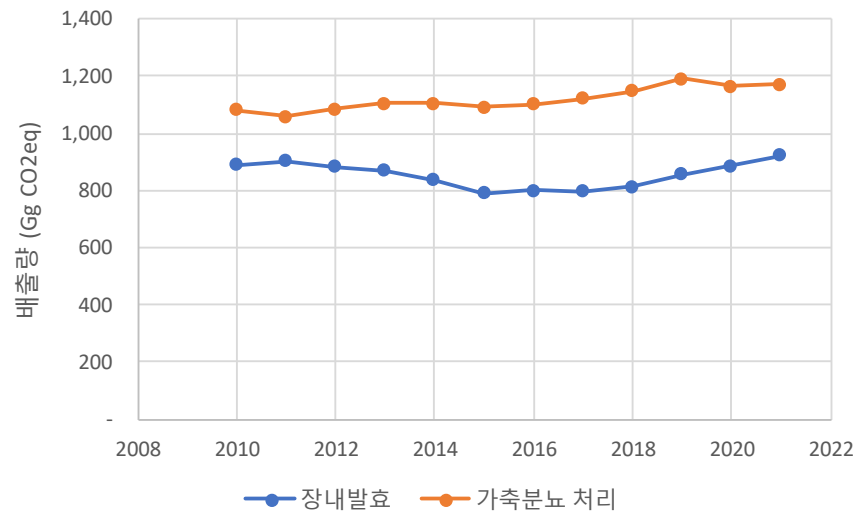


[그림 3-14] 농업부문 부문별 배출량과 배출기여도

2) 충남 내 축산분야 온실가스 배출 특성

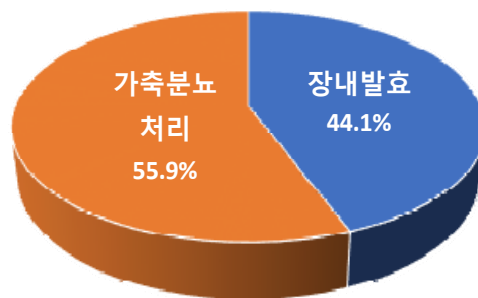
그림 3-15는 충청남도의 축산분야 온실가스 배출량 변화를 나타낸 것이다. 장내발효의 경우 2010년 891 GgCO₂eq에서 2021년 923 GgCO₂eq로 3.7% 증가하였고, 축산분뇨처리는 2010년 1,080 GgCO₂eq에서 2021년 1,170 GgCO₂eq로 8.4%로 증가한 것으로 나타났다. 2021년 기준 배출 기여도는 가축분뇨처리가 55.9%로 44.1%의 장내발효보다 높게 나타났다.

그림 3-16은 부문별 배출량을 15개 시군별로 구분하여 나타낸 것이다. 장내발효의 경우 홍성이 13.1%로 가장 높은 배출 기여율을 보였고, 예산 12.2%, 공주 9.4%, 당진 9.2%, 보령 7.4%, 아산 6.4% 순으로 나타났다. 가축분뇨 처리 역시 홍성이 19.6%로 가장 높은 배출 기여율을 보였고, 그 뒤를 이어 당진 12.3%, 아산 10.5%, 예산 9.8%, 보령 6.9%, 논산 6.8% 순으로 나타났다. 장내발효의 경우 사육두수에 비례하여 배출량이 나타나지만 가축분뇨의 경우 사육두수와 더불어 분뇨처리시설의 여부에 따라 상이하게 나타나게 된다. 홍성의 경우 사육두수가 많으면서 분뇨처리시설이 위치하여 직간접적인 영향이 모두 적용되어 높은 배출량을 보였고, 당진의 경우 예산보다 장내발효 부문에서는 낮은 배출 기여율을 보였으나 가축분뇨처리에서는 예산, 공주보다 높은 배출 기여율을 보여 처리시설이 다른 지역보다 많이 위치해 있다는 것을 자료로 유추할 수 있다.



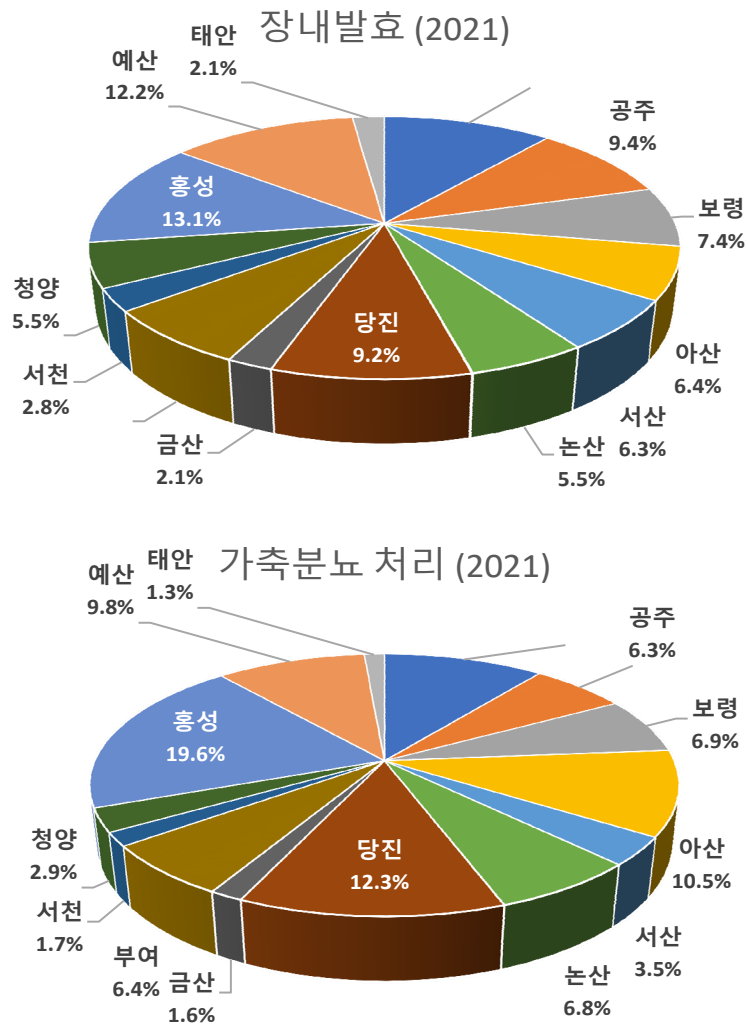
〈 축산분야 온실가스 배출추이 〉

축산분야 배출(2021)



〈 축산분야 온실가스 배출 기여도 〉

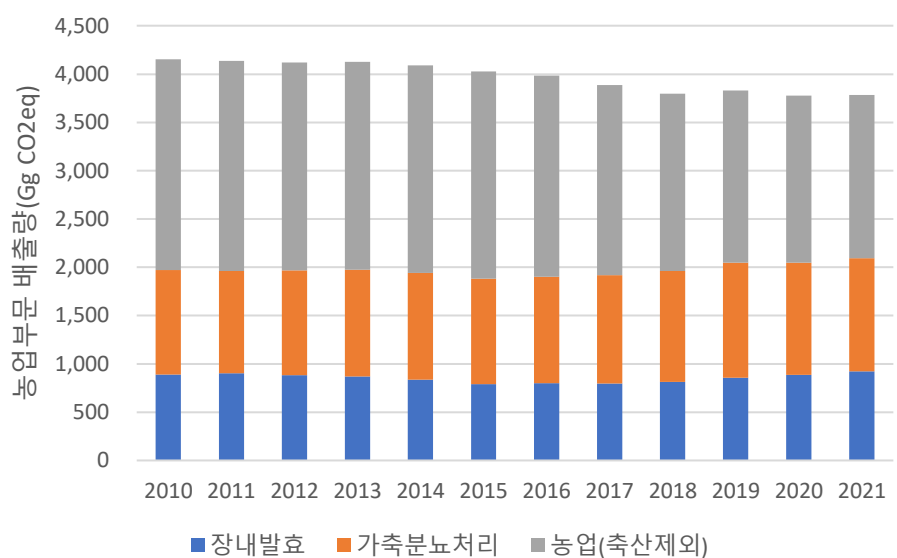
[그림 3-15] 충청남도의 축산분야 온실가스 배출특성



[그림 3-16] 지역별 온실가스 배출기여도

그림 3-17은 농업 중 축산 기여율 변화를 나타낸 것이다. 농업부문 온실가스 배출량은 2010년 4,154 GgCO₂eq이고 그 중 축산분야는 47.4%를 차지하는 것으로 나타났다. 이후 농업분야의 온실가스 배출량을 꾸준히 감소하여 2021년 3,785 GgCO₂eq로 12년 동안 9% 감축한 것으로 나타났다. 하지만 축산분

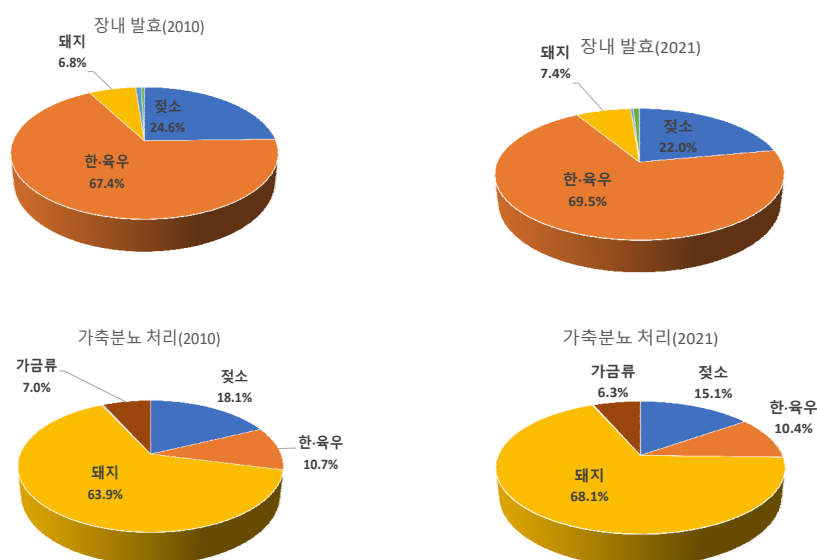
야 온실가스 배출량은 2010년 1,971 GgCO₂eq에서 2021년 2,094 GgCO₂eq로 5.9% 증가한 것으로 나타났다. 2021년 농업부문 전체 배출량 중 축산분야의 배출 기여율은 55.3%로 확인되었다.



[그림 3-17] 농업부문 내 축산 배출량 변화 추이

그림 3-18은 2010년과 2021년 부문별, 축종별 배출 기여도를 나타낸 것이다. 2010년 장내발효의 경우 한육우가 67.4%로 가장 높은 배출 기여율을 보였고, 젖소 24.6%, 돼지 6.8%순 이었다. 2021년 한육우의 배출기여도가 69.5%로 소폭 상승하였고, 그 뒤를 이어 젖소 22.0%, 돼지 7.4%로 나타났다. 한육우의 경우 소비량 증가에 따라 사육두수가 증가하면서 소폭 증가한 것으로 판단되며, 젖소의 경우 기존 대비 기술력의 발전으로 젖소 1마리당 우유 생산량이 증가하면서 사육량이 소폭 감소하였는데 이에 대한 결과로 풀이된다. 돼지의 경우 젖소의 배출 기여율이 낮아지면서 상대적으로 높아진 것으로 판단된

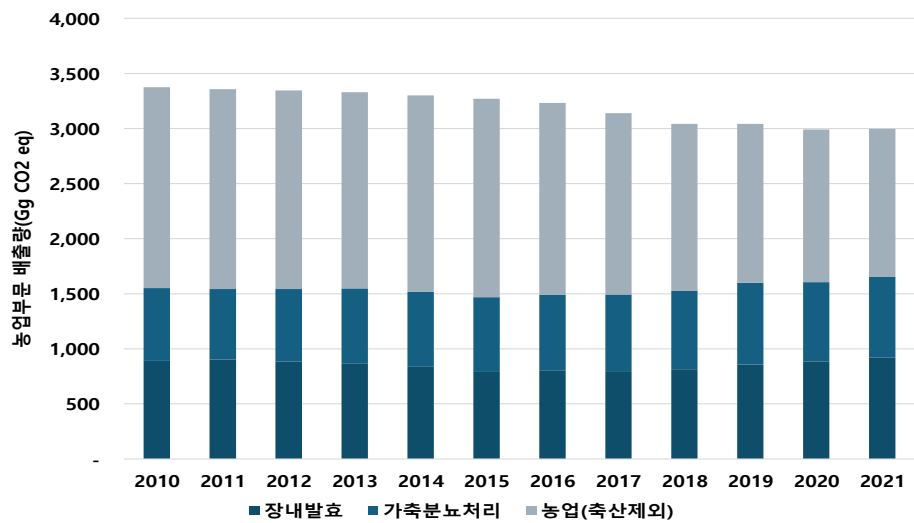
다. 가축분뇨처리의 경우 2010년 돼지가 63.6%로 가장 많은 비율을 보였고, 젖소 18.1%, 한육우 10.7%, 가금류 7.0%로 나타났다. 이후 2021년 역시 돼지가 68.1%로 소폭 증가하여 가장 높은 비율을 보였고, 젖소 15.1%, 한육우 10.4%, 가금류 6.3%로 나타났다.



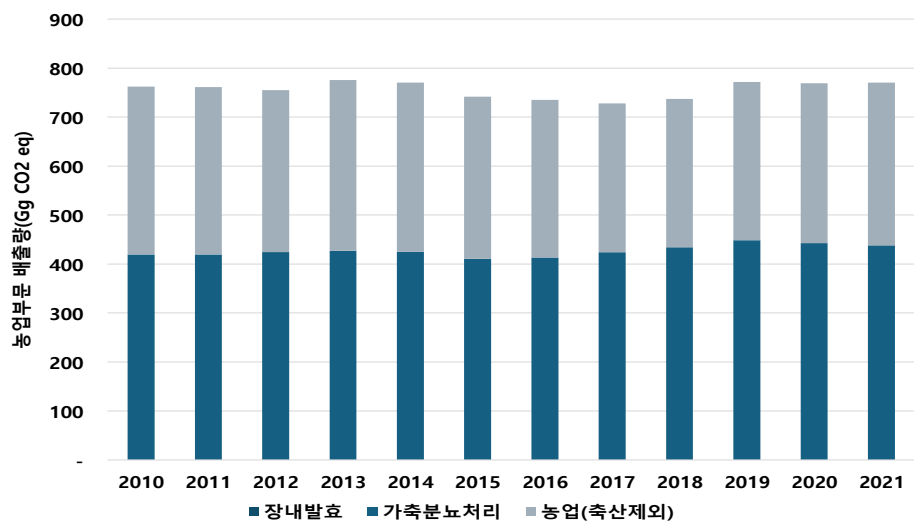
[그림 3-18] 축산분야의 축종별 배출기여도

그림 3-19는 온실가스 부문별 배출량을 나타낸 것이다. CH₄의 경우 2010년 농업부문 전체에서 1,824 GgCO₂eq의 온실가스를 배출하였으며, 그 중 장내 발효 891 GgCO₂eq(26.4%), 가축분뇨처리 661 GgCO₂eq(19.6%)로 나타났다. 2021년의 경우 전체 배출량이 2,997 GgCO₂eq로 11.2% 감소한 반면 장내발효는 923 GgCO₂eq 3.7% 증가하였고, 가축분뇨처리 역시 732 GgCO₂eq로 10.8% 증가한 것으로 나타났다. N₂O의 경우 장내발효에서는 발생하지 않으며, 전부 가축분뇨처리과정에서 발생하는 것으로 나타났다. 2010

년 배출량은 420 GgCO₂eq로 2021년에는 438 GgCO₂eq로 소폭 증가한 것으로 나타났다.



(a) 메탄(CH₄)



(b) 아산화질소(N₂O)

[그림 3-19] 부문별 온실가스 배출량 변화 추이

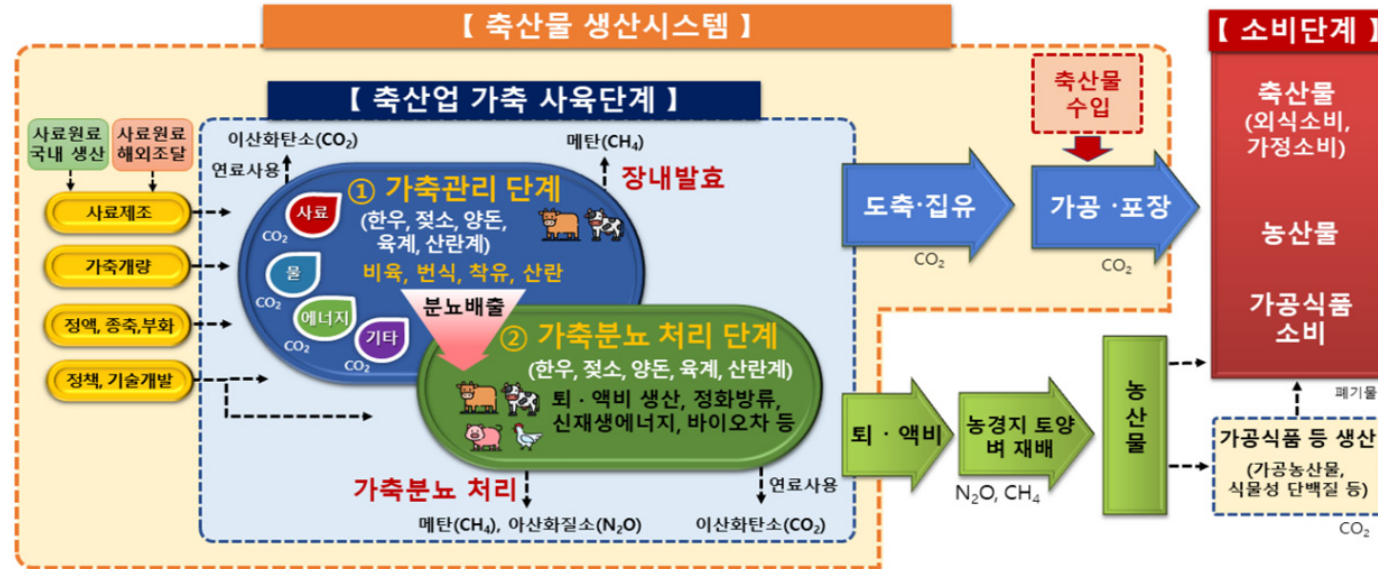
제 4 장

축산분야 온실가스 감축방안

1. 축산분야 온실가스 배출 단계
2. 감축기술 분류체계
3. 온실가스 배출 전망 및 기술적용에 따른 감축효과 분석

1. 축산분야 온실가스 배출 단계

그림 4-1은 이용건 등(2024)이 제시한 축산물 생산시스템 내 온실가스 배출 단계이다. 본 연구에서는 온실가스 배출단계를 총 5단계로 구분하였다. 1단계는 사료에 대한 국내외 생산과 가축개량, 부화, 정책적용으로 구분하였고, 2단계는 가축관리 단계, 3단계는 가축분뇨 처리단계로 구분하였다. 4단계는 도축과 집유, 가공, 포장, 이송, 수입단계, 마지막 5단계를 소비단계로 구분하였다. 본 연구에서 제시한 5단계 중 현재 국가온실가스종합정보센터에서는 2단계 가축관리와 3단계 가축분뇨 처리에 대해서만 직접 온실가스 배출량을 산정하고 있으며, 그 외 단계에 대해서는 온실가스 배출량을 산정하지 않고 있다.



[그림 4-1] 축산분야 온실가스 배출 단계

2. 감축기술 분류체계

표 4-1은 각 단계 중 지자체 차원에서 관리가 가능한 단계를 대상으로 온실가스 감축기술과 관련 정책을 조사하여 분류한 표이다. 기술단계는 3단계로 구분하였고, 대분류(1, 2, 3), 중분류(A, B, C.), 소분류(a, b, c)로 표기하였다. 가장 먼저 첫 번째 분류는 사육두수 감축이다. 축산분야에서 배출되는 온실가스는 결국 가축 사육단계에서 먹고, 배출하는 형태로 나타나게 된다. 가장 좋은 방법은 가축 사육두수를 감축하는 방안이다. 사육두수 관리를 위해서는 이를 대체할 수 있는 대체식품 개발이 필요하다. 대체식품으로 가장 잘 알려져 있는 콩고기는 비건 음식점이나 짜장라면 등에 포함되어 있는 건더기 스프 등을 예로 들 수 있다. 식물성 단백질을 이용하여 육고기의 향과 식감을 줄 수 있는 기술을 개발 중에 있으며, 일부 채식주의자들을 대상으로 좋은 반응을 얻고 있다. 다른 방안은 대체 단백질 제품군의 육성이다. 동남아 같은 경우 곤충을 대체 단백질류로 많이 섭취하고 있으나 국내의 경우 이에 대한 인식이나 식감 등을 위주로 많이 시도되고 있지는 않다. 다만 최근 기후변화에 따른 기후변동성 증가로 미래 먹거리 대체식품으로 다양한 연구가 진행되고 있다. 마지막 방안은 줄기세포를 이용한 배양육이다. 돼지나 소의 줄기세포를 배양시켜 관련 고기를 생산하는 방법인데 이는 윤리문제나 가격 경쟁력 등 해결해야 되는 문제가 있어 아직까지 활발한 연구는 진행되지 못하고 있는 실정이다. 하지만 앞서 언급한 3가지 방안은 지자체 차원이 아닌 국가차원에서 고민되고 추진되어야 할 사항으로 충남 자체적인 연구나 고민은 어려울 것으로 판단된다. 또한 사육

두수 제한의 경우 축산농가의 소득 감소로 이어질 수 있어 신중한 접근이 요구된다.

두 번째 방안은 사육단계에서의 온실가스 감축기술 적용이다. 크게 사육기간 관리, 사육환경 관리, 장내발효 감축 기술 적용, 분뇨처리 고도화 등 4가지 방안으로 분류된다. 가장 먼저 사육기간 관리는 우수 육종 발굴을 통한 사육기간 단축과 적은 사료로 비육이 가능하도록 사료 요구율(feed conversion ratio, FCR)을 증대를 통한 방안이다. 최근 농림식품부를 대상으로 돼지와 소의 비육기간을 단축시키면서 도축 효율은 유지할 수 있는 방안이 연구되어 적용되고 있다. 사육환경 관리는 크게 적정 사육밀도 관리와 분뇨처리기간 단축, 축사시설 관리 고도화, 축산환경관리 거버넌스 구축으로 구분된다. 적정사육밀도 관리는 사육 축종들에 대한 맞춤형 공간 확보를 목표로 한다. 축산법 시행령 별표 1에서는 한육우와 젃소, 돼지에 대해 단위면적당 사육기준을 설정하여 제시하고 있다. 표 4-2는 한육우, 표 4-3은 젃소, 표 4-4는 돼지에 대한 단위면적당 적정 사육기준을 제시하고 있다. 이와 더불어 적정 사육면적 계산 프로그램을 개발하여 축산농가 일선에서 활용할 수 있도록 고시하고 있다. 그림 4-2는 농림축산식품부에서 제시하고 있는 온라인 적정 사육면적 계산 프로그램이다. 시행령 별표 1에서 제시하고 있는 기준에 따라 사육두수를 입력하면 적정 사육면적이 산정되고 현 사육면적을 기입하면 적정 사육면적의 준수 여부를 확인할 수 있다. 종별로 소, 돼지, 가금류 3개 분류로 되어 있으며, 적정 사육면적 유지 시 가축의 사육율 증가와 악취 완화, 온실가스 및 대기오염물질의 개선효과가 있는 것으로 알려져 있다. 배출된 분뇨를 그대로 방치시 부숙을 거쳐 NH_3 , CH_4 , N_2O 등 다양한 악취 및 온실가스(대기오염물질)가 발생할 수 있다. 이에 최근에서는 배출된 축분을 1일 이내로 회수하여 바이오이차나 바이오가스로 전환하는 연구도 다수 수행되고 있다. 축사시설 고도화는 ICT 등의 첨단기술의

적용과 밀폐화를 통해 축산시설 효율성을 증대시키는 방법이다. 축사로부터 외부로 유출되는 다양한 가스를 차단하기 위해 축사를 밀폐시키고, 축사 내부의 온도와 습도, 공기질을 제어하여 가축의 생활환경을 쾌적하게 유지시키고, 청소 및 환기주기를 기계적으로 학습, 교육시켜 자동으로 진행시킴으로써 노동력 절감과 가축 품질 개선을 이룩할 수 있다. 장내발효 관리는 저단백, 저메탄 사료의 개발과 배출관리로 구분된다. 이 방법은 장내발효과정에서 CH_4 과 N_2O 등을 유발할수 있는 탄소(C)와 질소(N) 성분을 제거하는 방법이다. 하지만 이러한 성분들은 가축 생육의 근간이 되는 물질로 축산농가의 호응을 받지 못해 외면되고 있는 상태이다. 마지막 분뇨처리의 경우 축사를 밀폐시켜 여기서 배출되는 오염물질을 포집, 다양한 후처리장치(TO, CO, RTO, RCO, 흡수에 의한 시설, 흡착에 의한 시설 등)를 통해 제거하거나 이를 활용하여 바이오차나 바이오가스로 전환하는 방법이다. 과거에는 제거의 목적으로 후처리장치를 이용하는 방법이 제시되었으나 최근에는 이를 재활용(Reuse)하는 방식으로 패러다임이 전환됨에 따라 후자의 연구에 많은 비용과 관심이 집중되고 있다.

가공단계는 직접적인 배출관리보다는 간접배출원에 대한 관리 관점이다. 크게는 도축과 보관방법에 대한 개선, 운반 시스템에 대한 정비, 폐기과정에 대한 관리 3가지로 분류된다. 가장 먼저 도축과 보관방법의 개선에는 도축설비 최신화와 유통 보관기관의 단축을 들 수 있다. 축산 도축설비의 경우 비위생적이거나 낙후된 시설들이 많았는데 최근 식품안전에 대한 관리가 철저해지면서 최신 시설로의 전환이 다수 진행되고 있다. 이러한 가운데 도축시설에 대한 공간활용 최적화와 소요 에너지원에 대한 재생에너지 활용, 높은 등급의 전자제품 사용 등을 통해 간접적인 온실가스 감축 효과를 가져올 수 있다. 유통 및 보관 부분에서는 생산과 도축 소비에 이르는 경로를 단축시켜 최대한 소비반경을 축소하여 이동과 유통과정에서 소요되는 에너지를 감소시키는 방안이다. 이와 더

불어 운반과정에서 활용되는 차량을 친환경차량으로 교체하거나 운전시 과속을 억제한 경제운전 실시 등도 같이 진행된다면 더욱 많은 온실가스 감축을 유도할 수 있다.

폐기 단계에서는 도축기술의 발전에 따라 폐기되는 부분을 줄이거나 사용처 확대 등을 고려해볼 수 있다.

제안된 기술에 대해 단위사업별로 구분하여 수행주체를 제시하였다. 크게는 국가차원 또는 국책연구원에서 수행될만한 사업과 지자체, 유관기관 사업자, 축산농가로 구분하였으며, 각 기술에 대해 어느 수준에서 진행되어야 할지를 명시하여 정책 활용에 도움을 주고자 하였다.

〈표 4-1〉 축산분야 온실가스 감축기술 분류

대분류	중분류	소분류	관련정책	단위사업 분류			
				국가 (연구원)	자자체	사업자	축산 농가
1. 사육두수 감축	A. 대체식품 개발	a. 대체 단백질 (곤충, 균류, 조류)		○		○	
		b. 식물성 대체육 (콩고기, 밀고기 등)		○		○	
		c. 배양육 (줄기세포 등)		○		○	
2. 사육단계	A. 사육기간	a. 사육기간 단축		○			○
		b. 사료요구율 개선	사료개질 및 효율 개선	○			○
	B. 사육환경 관리	a. 사육밀도 관리	최적사육모델 도출				○
		b. 분뇨처리기간 단축	부숙관리기준 설정 및 관리감독 강화			○	○
		c. 축사시설관리 고도화	축사시설 현대화 지원 (에너지 효율 증대) / 축사시설 신 재생에너지 활용 증대 / 축산관련 농기계 친환경전환 / 축산분야 온실가스 인벤토리 구축 및 감축계획 수립, 이 행평가 추진	○	○		○
		d. 축산환경관리 거버넌스 구축	민·관·사 협동 감시단 구축 및 운영 축산 온실가스 감축 매뉴얼 보급		○		○

대분류	중분류	소분류	관련정책	단위사업 분류			
				국가 (연구원)	자자체	사업자	축산 농가
	C. 장내발효	a. 저단백, 저메탄 사료 개발	친환경 사료개발 기술 개발 / 사료구매자금 지원 저탄소 농축산물 인증제/ 자발적 온실가스 감축사업 지원	○			
		b. 배출관리	메탄 포집마스크 착용 / 축산분야 배출권거래제 도입	○			
	D. 분뇨처리	a. 배기가스처리 (처리기술 고도화)	제거 : 흡수, 흡착. 소각 / 재사용 : 흡수, 흡착	○	○	○	○
		b. 분뇨활용	가축분뇨 처리에 관한 조례 지정 (가축분뇨 퇴비화 비율 감소 및 정화처리 비율 증가) 가축분뇨 에너지화 시설(바이오가스, 고체연료) 지원사업 가축분뇨 재활용(바이오차, 바이오플라스틱등) 지원사업	○	○	○	○
3. 가공단계	A. 도축 및 보관	a. 도축설비 최신화	도축시설 신재생에너지 설치 운영 도축설비 최신화에 따른 에너지 절약			○	
		b. 유통 및 보관기관 단축	적정 사육두수관리 / 유통경로 확보를 통한 유통기간 단축			○	
	B. 운반(물류)	a. 경제운전	운반차량 친환경차량으로 교체 유도(지원)			○	○
		b. 유통경로 단축	충남도 내 사료 및 축산물 이동경로 단순화	○		○	
	C. 폐기	a. 잔재물 폐기				○	

〈표 4-2〉 한육우의 단위면적당 적정 사육기준

(단위 : m²)

	번식우	비육우	송아지
방사식	10.0	7.0	2.5
계류식	5.0	5.0	2.5

〈표 4-3〉 젖소의 단위면적당 적정 사육기준

(단위 : m²)

	경산우		미경산우	육성우	송아지
	착유우	건유우			
깔짚방식	16.5	13.5	10.8	6.4	4.3
계류식	8.4	8.4	8.4	6.4	4.3
프리스틀 방식	8.3	8.3	8.3	6.4	4.3

〈표 4-4〉 돼지의 단위면적당 적정 사육기준

(단위 : m²)

웅돈	번식돈				새끼돼지		육성돈	비육돈
	임신돈	분만돈	종부대기돈	후보돈	초기	후기		
6.0	1.4	3.9	1.4	2.3	0.2	0.3	0.45	0.8

제안된 기술분류 목록 중 정량화가 가능한 기술을 대상으로 세부 감축효과를 검토해보았다. 앞서 언급한 것처럼 축산분야 온실가스 감축 노력이 최근에서야 진행됨에 따라 아직까지 원단위 삭감량을 제시할 수 있는 정보는 많이 부족한 실정이다. 표 4-5는 앞서 언급된 기술 중 선행연구를 토대로 감축량 산정이 가능한 기술들을 나열한 것이다. 관련 자료는 한국농촌경제연구원에서 발간한 보고서를 참고로 하였다.

제시된 기술 중 정량화가 가능한 기술은 총 5가지 기술이다. 저메탄 및 적정 단백질 사료 보급과 비육기간 단축, 두당 산유량 향상, MSY 향상이다. 가장 많은 저감효과를 보인 기술은 적정 단백질 사료공급으로 44만톤 CO₂eq가 감축될 것으로 예측하였으며, 그 뒤를 이어 저메탄 사료보급이 31만톤 CO₂eq,

소

○ 돼지

○ 가끔

※ 전우, 쪽우

○ 찢소

방사식

* 축산업 허가증(또는 등록증)의 사육면적을 입력하세요.

* 사육두수를 입력하세요.

조기화

사육면적(m ²)	직접 사육면적 (m ²)	조과 비율(%)	번식부		비육부		육성부		송아지		합계
			말	암	수	말	수	말	수		
			14개월이상 경산(출산유자)	14개월이상 형질확인	14개월이상	6~13개월 미경산	6~13개월	4~5개월	4~5개월		
1000	1100.0	110	10	10	100	20	10	30	20	200	
일일합			직접 사육면적을 초과하였습니다.								

계류식

* 축산업 허가증(또는 등록증)의 사육면적을 입력하세요.

* 사육두수를 입력하세요.

조기화

사육면적(m ²)	직접 사육면적 (m ²)	조과 비율(%)	번식부		비육부		육성부		송아지		합계
			말	암	수	말	수	말	수		
			14개월이상 경산(출산유자)	14개월이상 형질확인	14개월이상	6~13개월 미경산	6~13개월	4~5개월	4~5개월		
1000	800.0	80	10	10	100	20	10	30	20	200	
일일합			직접 사육면적을 준수하였습니다.								

* 직접 사육면적은 축산업 시행령 제14조제2항 및 제14조의2제2항 관련 별표 3(축산업의 허가 및 등록기준)에 따라 수정된 면적입니다.

[그림 4-2] 걱정사육면적 계산 프로그램

〈표 4-5〉 가축관리 단계별 적용기술과 세부 감축 효과

관리단계	적용기술(대상축종)	세부 감축효과
저탄소 사양관리	저메탄 사료보급(한우, 젃소)	- 목표 보급률 78% (20230년) - CH₄ 저감효과 (10, 20, 35%) - 세부감축량 : 31만톤 CO₂eq (보급률 78%, CH₄ 저감효과 10% 기준)
	적정단백질 사료 보급 (한우, 젃소, 돼지, 육계, 산란계)	- 목표 보급률 48% (20230년) - 사료 내 단백질 함양 감소율(1, 2%) - 분뇨 내 질소 감소율(6.4~18.8%) - 세부감축량 : 44만톤 CO₂eq (보급률 48%, 단백질 함양 감소 2% 기준)
생산성 향상	비육기간 단축(한우)	- 목표출하 월령 : 26~28개월(현행 31개월) - 세부감축량 : 2만~3만8천톤 CO₂eq
	두당 산유량 향상(젃소)	- 2015년 기준 두당 산유량 : 1만톤/년 - 세부감축량 : 16만톤 CO₂eq (10% 향상 기준)
	MSY※ 향상(돼지)	- 2018년 국내 실적 : 17.9마리 - 미국(25), EU(27.5), 네덜란드, 덴마크(30) - 세부감축량 : 3만1천~4만2천톤 CO₂eq - 마리수 향상(22.5~25) 기준

※ 1년동안 모든 1마리가 출하하는 비육돈 수(양돈생산지표)

젖소의 두당 산유량 향상이 16만톤 CO₂eq, MSY 향상이 3.1만~4.2만톤 CO₂eq, 비육기간 단축이 2~3.8만톤 CO₂eq로 나타났다. 최근 바이오가스법이 신설되면서 각광받고 있는 바이오가스와 바이오차 기술의 경우 시범적용 중이라 아직까지 원단위가 개발되지 못해 관련 삭감량은 산정되지 못하고 있는 실정이다.

3. 온실가스 배출 전망 및 기술적용에 따른 감축효과 분석

1) 축산분야 온실가스 배출량 전망 개요

(1) 전망배출량(Business As Usual; BAU)

본 연구에서는 축산분야 온실가스의 미래 수준과 기술적용에 따른 감축효과 분석을 위해 전망배출량(BAU)을 산출하였다. 전망배출량(BAU)은 온실가스종합정보센터의 자료를 이용하여 상향식 방법(bottom-up)을 통해 산정이 이루어졌다. 전망배출량(BAU) 기준연도로부터 온실가스를 감축하기 위해 어떠한 조치(정책 도입 등)를 취하지 않을 경우 배출될 것으로 예상되는 미래의 배출량이다. 전망배출량(BAU)은 축산분야 온실가스 저감을 위한 목표 설정 및 세부 저감 계획을 위한 단계로 활용될 수 있다.

(2) 사육두수 전망

축산분야 온실가스 배출량 산정은 국가 온실가스종합정보센터에 의해 활동도와 사육두수를 곱한 값으로 산출된다. 본 연구에서는 한국농촌경제연구원에서 제시한 “농업전망 2024”를 토대로 가축들에 대한 사육두수 전망자료를 활용하였다. 기준연도는 2000년으로 설정하였으며, 최종연도(목표연도)는 2030년을 기준으로 하였다. 사육두수 전망을 위한 성장계수(growth factor)는 2000년도부터 2021년까지의 통계자료를 활용하여 1차 선형회귀($y=ax+b$)를 활용하여 2030년까지의 값을 산출하였다. 축종별 전망된 사육두수는 그림

4-3과 같다. 돼지의 경우 구제역이 발생한 2011년을 제외하고 계속 상승 중에 있으며, 한육우는 지속 증가추세로 나타났다. 젓소의 경우 젓소 1마리당 사육 양이 증가함에 따라 감소추세로 나타났다. 충청남도 내 사육두수는 홍성이 671,384마리로 가장 많을 것으로 예측되었으며, 예산, 당진, 보령 순으로 확인 되었다.

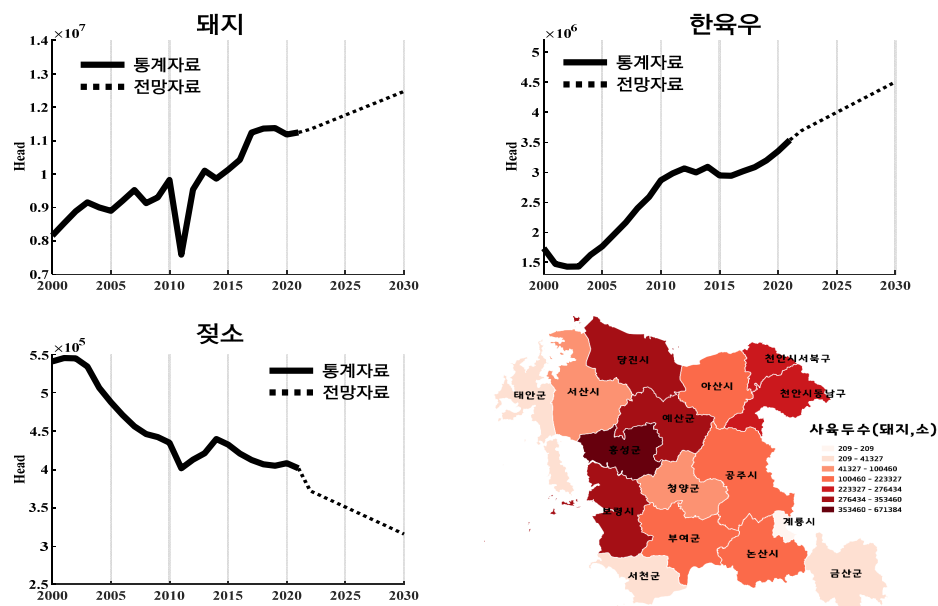
(3) 감축 시나리오 설정

감축 시나리오 설정은 크게 두 가지 방향으로 제시하였다. 첫 번째로 Scenario 1(S1)은 소극적인 정책을 시행하였을 때의 삭감후 배출량이며, Scenario 2(S2)는 적극적인 정책을 시행하였을 때의 삭감후 배출량이다. 각 시나리오에 적용할 수 있는 정책은 현재 정량적으로 적용 가능한 값인 표 4-5의 값을 적용하였다. 시책별로는 저메탄 사료의 메탄적용효과를 S1에는 10%, S2에는 20%를 적용하였다. 두 번째로 적용된 시책은 적정단백질 사료 단백질 함량 감소이고, S1에는 1%, S2에는 2%로 적용하였다. 마지막 시책인 비육기간 단축은 S1에는 28개월, S2에는 26개월을 적용하였다.

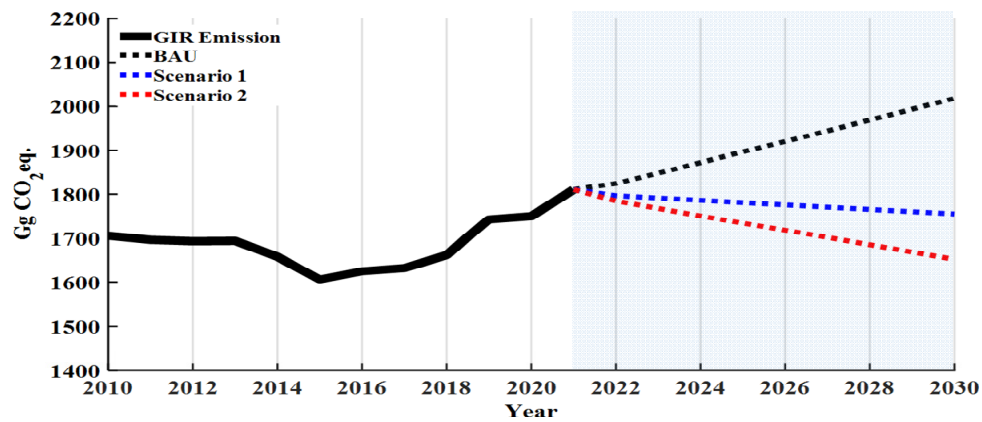
(4) 온실가스 배출량 전망

그림 4-4는 축산분야 온실가스 전망배출량을 나타낸 것이다. 온실가스의 전망배출량은 어떠한 정책 및 기술의 영향이 없는 배출량을 나타낸 것이므로 앞서 산정한 사육두수 전망자료와 기준 연도인 2021년 배출량 통계자료를 활용하여 2030년까지 배출량 전망을 시도하였다. 배출량 산정은 국가온실가스종합정보센터의 배출량 산정방법을 사용하였다. 하지만 현재 정량적으로 배출량 산정에 적용 가능한 기술 자료가 미비한 상황이므로, 향후 기술 개발에 따른 추가

배출량 전망이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 현 시점 획득 가능한 자료에서
전망배출량(BAU)에 정책효과가 도입되었을 때 배출량을 산정하였다.



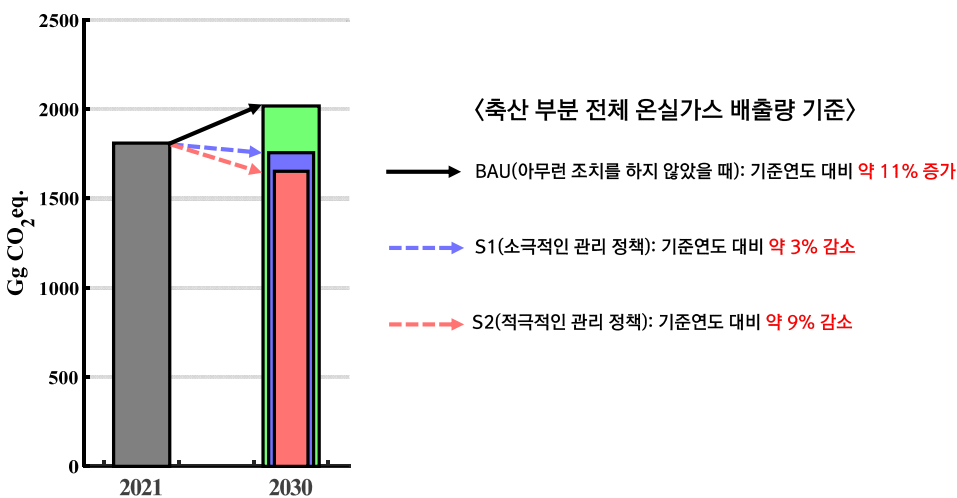
[그림 4-3] 충남지역 내 2030년 사육두수 전망



[그림 4-4] 온실가스 전망배출량 산정

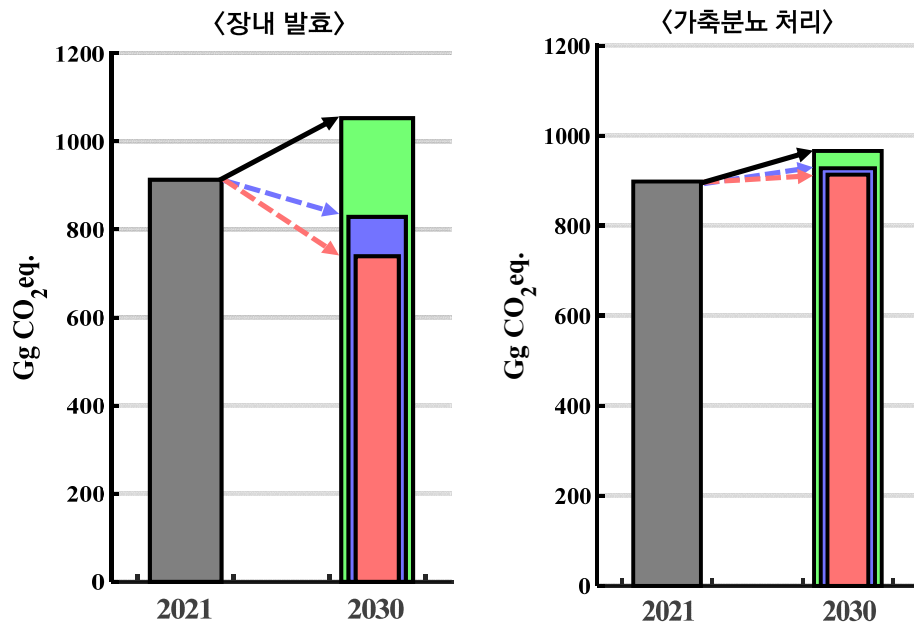
2) 기술적용에 따른 개선효과 분석

그림 4-5는 회기선행방정식을 통한 온실가스 배출 전망과 저감기술 도입에 따른 온실가스 감축효과를 나타낸 것이다. 현 상태로 아무런 기술적용이나 개선없이 진행된다면 2030년 축산분야 온실가스 배출량은 2021년 대비 11% 증가할 것으로 예측되었다. S1의 경우 기준연도 대비 약 3%의 감축효과를 보일 것으로 예상되었으며, S2의 경우 약 9%의 개선효과를 보일 것으로 예측되었다.



[그림 4-5] BAU 및 기술적용에 따른 개선효과

그림 4-6은 시책별 효과를 분석한 것이다. 장내발효의 경우 기준년 대비 2030년 약 15%의 온실가스 배출량 증가가 예상되었고, S1은 약 9%의 감소를 S2는 약 13%의 감소효과를 보이는 것으로 나타났다. 하지만 가축분뇨처리의 경우 BAU와 S1, S2 모두 증가하는 것으로 예측되었다. 분뇨처리의 경우 그

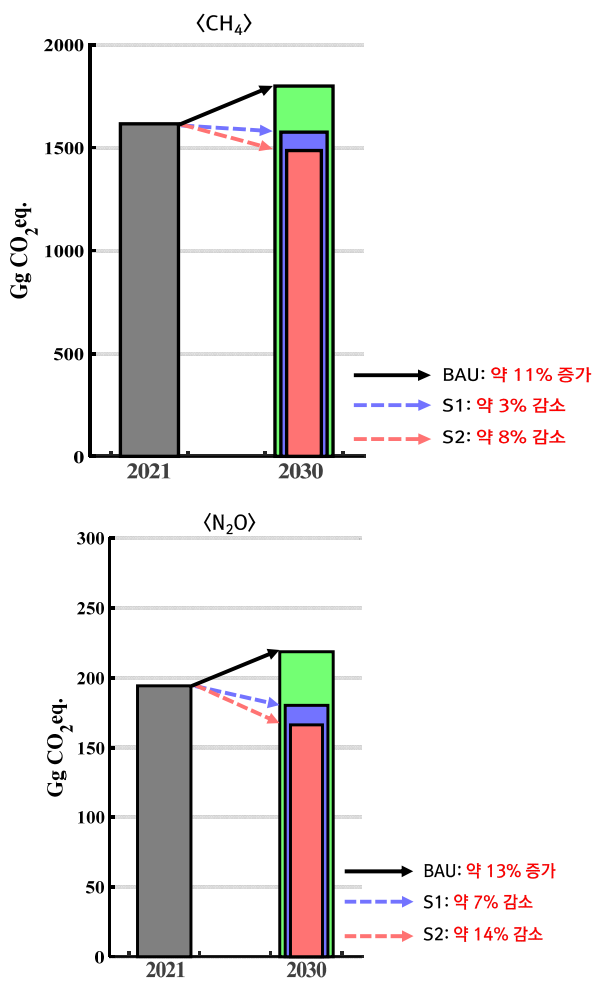


[그림 4-6] 시책별 개선효과

동안 대부분 대기 방출이나 후처리시설을 통한 제거로 관리가 이루어지다보니 온실가스 감축에 대해서는 큰 효과를 보이지 못했다. 최근 기후변화에 대한 적응기술로서 바이오차와 바이오가스 등의 신규기술들이 개발되면서 이를 소비, 제거하는 방식에서 재활용하는 방안이 제기되고 있다. 하지만 아직까지 현장에 적용되어 개선 효과가 분석된 사례가 많지 않아 개선효과가 적게 반영된 결과 판단된다. 추후 관련사업에 대한 시범사업 도입과 현장적용이 활성화된다면 좀 더 많은 배출감소를 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

그림 4-7은 온실가스별 전망과 감축량을 나타낸 것이다. CH₄의 경우 2021년 대비 2030년 약 11%의 증가가 예상되며, S1의 경우 3% 감소가, S2는 8%의 감소가 예측되었다. N₂O의 경우 BAU는 약 13% 증가가 예상되었고, S1은 약 7% 감소, S2는 약 14%의 감소를 예측하였다. 전반적으로 N₂O와 CH₄의

증가와 감소폭은 유사하게 나타났으나 절대적인 배출량에서 약 8배의 차이가 나 감축기술 적용에 따른 개선효과는 N₂O보다는 CH₄에 훨씬 높은 감축효과를 보이는 것으로 나타났다.



[그림 4-7] 오염물질별 개선효과

제 5 장

결론

1. 연구 요약
2. 정책 제언

1. 연구 요약

전 세계적으로 관측되고 있는 기후변화에 대한 대응을 위해 탄소중립 달성이 화두로 떠오르고 있으며, 국가 NDC 달성을 위해 다양한 분야에서 개선정책이 추진되고 있다. 우리나라는 온실가스 고배출산업 의존도가 높아 온실가스 배출량이 높으며, 특히 충청남도는 대형배출시설들이 다수 위치해 있어 대한민국 전체 온실가스 배출량의 1/4 정도를 배출하는 것으로 나타나고 있다. 2010년 기준 전국 온실가스 배출량은 655,106 GgCO₂eq로 그 중 충청남도는 전체 배출량의 25.8%(165,521 GgCO₂eq)를 차지하였다. 가장 최근인 2021년 기준 전국 배출량은 676,648 GgCO₂eq으로 3.3% 증가한 반면 충청남도는 145,263 GgCO₂eq으로 12.2% 감소한 것으로 나타났다. 부문별로 연료연소와 탈루, 농업, 분에서 배출량이 감소한 반면, 산업공정과 폐기물 부분에서는 오히려 증가한 것으로 나타났다. 이 중 농업부문에서 8.9%의 감소에도 불구하고 축산부문 온실가스 배출량은 증가하였다. 충남은 전국 최대 축산지역으로 최근 식습관 변화로 육류소비가 증가하고 있어 향후 관련 배출량은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 축산관련 온실가스 관리동향과 개선 기술 수준을 파악하여 향후 충청남도의 축산분야 온실가스 관리를 위한 정보제공 및 정책제언을 위해 연구를 수행하였다.

충청남도는 온실가스 다배출 지역이라는 오명을 벗어나기 위해 국가 목표인 2050년보다 앞선 2045년 탄소중립을 목표로 정책을 추진 중에 있으며, 2024년 3월 농축산분야 CH₄ 감축을 통한 도내 메탄 발생량 35% 감축을 목표로

설정하였다. 충청남도 내 축산분야 온실가스는 대부분 소와 돼지의 장내발효와 축산 분뇨처리과정에서 발생하며, 지역별로는 홍성, 예산, 천안, 당진, 아산에서 높은 기여율을 보이는 것으로 나타났다. 특히 당진, 천안, 아산은 충남 대기 오염물질 중 배출 상위 2, 3, 4위 지역으로 온실가스와 더불어 대기오염물질에 대한 통합관리가 필요한 것으로 나타났다. 부문별로는 가축분뇨 처리과정에서 55.9%, 장내발효 44.1%로 나타나 가축분뇨처리에 대한 기술개발과 적용이 더 시급한 것으로 나타났다.

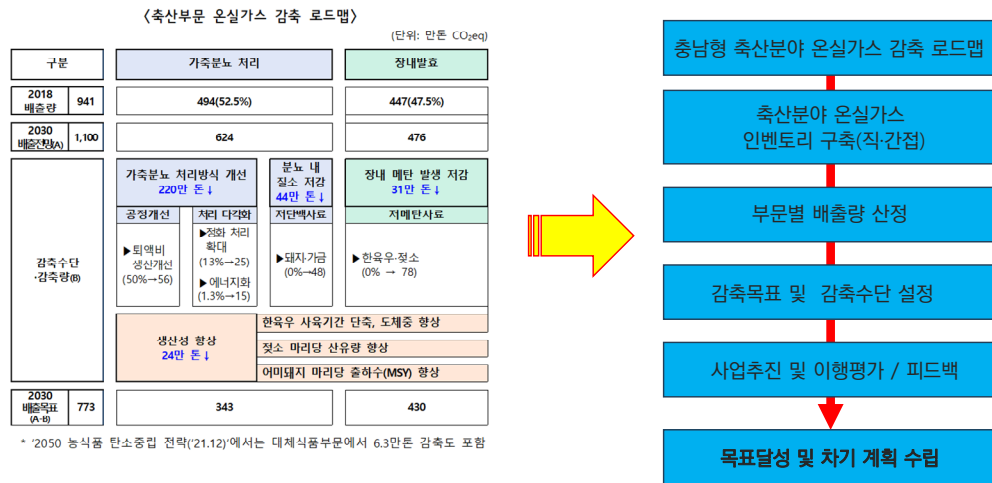
축산분야 온실가스 배출은 크게 1단계 사료생산 및 조달, 2단계 가축관리, 3단계 가축분뇨처리, 4단계 도축과 가공, 마지막 5단계는 소비단계로 구분된다. 그 중 우리나라에서는 2단계와 3단계에 대해 직접적인 배출량을 산정하여 고시하고 있다. 국내외에서 진행 중인 축산분야 온실가스 감축기술에 대해 정리하여 분류체계를 제시하였고, 각 기술에 대해 관련정책과 추진 주체를 명시하였다. 국내에서 수행된 연구를 기반으로 충남지역 내 온실가스 전망배출량(BAU)을 산정하였고, 관련 기술 중 정량화가 가능한 자료를 대상으로 삭감 시나리오를 제시(S1, S2) 각 기술별, 온실가스별 삭감량을 산정하였다. 지금까지 제시된 기술을 기반으로 저감시 가축분뇨처리보다는 장내발효에 대한 저감효과가 크게 나타났으며, N_2O 보다는 CH_4 에 대한 저감효과가 큰 것으로 확인되었다. 하지만 본 자료는 축산분뇨를 활용한 바이오차나 바이오가스에 대한 기술적용 사례가 누락된 채 산정된 자료이다. 향후 관련 기술에 대한 현장적용과 원단위가 도출될 경우 축산분뇨처리에 따른 온실가스 삭감은 훨씬 큰 폭으로 산정될 것으로 판단되며, 이러한 결과도출을 위해서는 국가나 도 단위의 기술육성과 시범사업 추진이 필요할 것으로 판단된다.

2. 정책 제언

연구결과를 바탕으로 다음과 같이 사업추진을 제안한다.

1) 축산분야 온실가스 감축을 위한 로드맵 작성 및 이행평가

2024년 관계부처 합동으로 축산분야 온실가스 감축 및 녹색성장 전략을 공표하였다. 2018년 축산분야 온실가스 배출량 대비 2030년 18% 감축을 목표로 수립하였고, 세부감축 항목으로는 가축분뇨처리와 장내발효를 제시하였다. 충청남도의 경우 축산관련 온실가스 감축을 위해 기후환경정책과, 물관리정책과, 축산과가 공동으로 추진 중에 있으나 축산환경과 기후변화, 악취관리 등 다양한 분야가 혼재되어 있어 이를 종합적으로 관리·감독할 수 있는 컨트롤 타워의 지정과 총괄할 수 있는 로드맵 구축이 필요하다. 현재 국가에서 수립하여 제시하고 있는 온실가스 배출량에 대한 검증과 분야별 감축 목표, 투입 자원, 추진 주체를 명시하고, 매년 이행평가를 통해 개선 효과 분석이 동시에 이루어질 필요가 있다.



[그림 5-1] 축산분야 온실가스 감축을 위한 로드맵 구성과 수행 체계

2) 저메탄, 저질소사료에 대한 국내외 동향 파악 및 지역 내 시범적용

반추동물의 되새김질 과정에서 배출되는 온실가스 감축을 위해 저메탄, 저질소 사료의 개발이 추진되고 있으며, 일부 시범적용이 진행되고 있다. 하지만 아직까지 관련 사료들에 대한 검증과 보급이 활성화되지 못하고 있다. 이는 관련 기술에 대한 축산농민들의 낮은 신뢰도에 기반한다. 농민들은 사육 과정에서 비육의 문제나 질병 등의 우려로 새로운 사료에 대한 보급에 소극적일 수밖에 없다. 도 차원에서 관련 시장에 대한 현황파악과 기술력 검토, 시범사업 추진을 통해 관련 안정성을 검증한 후 지역 축산업에 보급할 수 있는 경로를 제공할 필요가 있다.

국내 최초 '저메탄사료' 화제

농협사료, 국내 최초 메탄저감제 '보베어10' 첨가, ESG 경영실천 '자연사랑' 출시예정
 김경수 농협사료 대표 "탄소 감축 위한 공적의 역할 오랜시간 준비한 성과 결실"
 농가 소득 향상까지 고려한 '자연사랑' 시리즈 확산으로 농가에 선보일 계획

뉴스데스크 newst@news.com | 등록 2024.09.30 15:20:22

🔗 📷 📧 📞 + -



농협사료(대표이사 김경수)는 축산 부문의 메탄배출을 저감하기 위한 기능성 사료인 '자연사랑' 시리즈를 출시한다고 밝혔다. 이 신제품은 국내 최초로 인증된 메탄저감제인 DSM사의 '보베어 10(Bovae®-10)'를 첨가하였다.

자료 : 한국농촌경제연구원(24.09.30)

'보베어 10'의 주성분인 3-NOP(3-Nitrooxypropanol)는 메탄 생성 효소의 활성을 감소시켜 메탄 배출을 감소시킨다. 국내 실험결과 기존 사료와 비교했을 때 20%의 메탄 저감효과가 있는 것으로 측정됐다.

심사 과정에서 ▲기존 사료 급여 대비 10% 이상 메탄 저감 효과가 있어야 함 ▲가축 건강·생산성에 유의미한 저하가 없어야 함 ▲최종 축산물의 안전성에 영향을 미치지 않아야 함 등 까다로운 기준을 모두 충족시킨 것으로 알려졌다.

농협사료의 '자연사랑' 시리즈는 고영양 설계를 적용했다. 메탄 저감 효과는 물론 출아율·단축과 출하성적 개선에도 도움을 줘 축산농가의 소득 향상에도 기여할 것으로 전망된다.

현재 농협사료 울산지사·전남지사는 사료 성분등록을 완료했고 전국 각 지사에서도 제품 등록을 진행하고 있어 10월 중 전국 판매가 가능할

김경수 농협사료 대표는 "메탄 저감 기여를 통한 E 농가의 소득 향상까지 고려한 이번 저메탄사료의 계속해서 선도해나가겠다"고 말했다.

자료 : 농민신문(24.10.08)



[그림 5-2] 저메탄 및 질소사료 보급관련 연구추진 사례

3) 에너지 자립마을 시범사업 운영

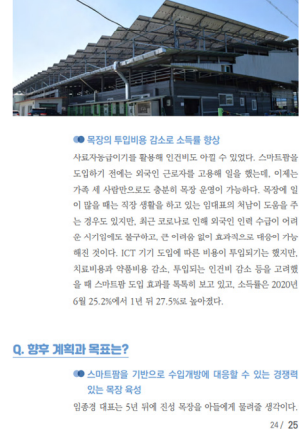
유럽의 경우 신재생에너지에 대한 보급률이 지속적으로 증가하고 있으며, 일부 소규모 마을에서는 축산분뇨와 생활폐기물(음식물 쓰레기 등)을 활용한 바이오가스 생산과 에너지 자립마을이 보급되고 있다. 국외 사례분석결과 에너지 자립마을은 대단위로는 어려움이 있으나 150~200가구 정도의 소규모 마을에는 경제성이 있다는 것을 확인하였다. 충남지역은 전국 최대의 축산업 지대이면서 크지 않은 소규모 마을들이 다수 분포하고 있어 축산폐기물을 활용한 에너지 자립마을 구축에 적합한 지역이라 볼 수 있다. 일부 홍성이나 보령 등에서 시범사업이 추진된 사례가 있으며, 바이오가스법이 신설됨에 따라 관련 사업을 확대함과 동시에 에너지 자립마을 사업 또한 확대 운영하여 경제성과 환경성 측면에서의 장점을 모두 가져갈 필요가 있다.



[그림 5-3] 국내외에서 추진 중인 에너지 자립마을 현황

4) 지역 맞춤형 스마트축사 지원사업 발굴 및 사업제안

제2차 악취방지 종합시책(2019~2028)에서 기존 축산시설에 대한 밀폐화를 고시하였고, 최근 ICT를 이용한 스마트축산업이 추진되고 있다. 식습관 변화에 따라 곡물 소비보다 육류 소비가 높은 비중을 차지함에 따라 축산관련 산업의 확장은 예견된 일이며, 축산환경 개선에 대한 요구는 나날이 증가하고 있다. 첨단기술을 적용한 스마트 축산설비는 악취와 온실가스, 미세먼지 전구물질에 대한 개선효과 뿐만 아니라 생산효율을 증가시킬 수 있어 관련된 관심과 투자가 필요하다. 환경부에서는 2020년부터 소규모 배출사업장에 대한 지원사업을 국비와 지자체 매칭 펀드사업으로 추진하고 있으며, 농식품부에서도 2025년부터 관련 매칭 사업을 추진계획에 있다. 충남 역시 국비사업에 대한 투자와 적극적인 지원, 이와 더불어 지역 현황을 고려한 맞춤형 지원사업 발굴을 통한 개선사업 추진이 필요할 것으로 보인다.



자료 : 농림축산식품부 (2021) 스마트축사 우수농가 사례집

[그림 5-4] 지역 맞춤형 사업발굴 및 추진 사례

5) 지역 RE100 연계 축산농가 친환경 에너지 전환 유도

최근 민간차원에서 RE100에 대한 관심이 증가하고 있다. 국가차원에서 수립, 추진되던 탄소중립 정책에 ESG 경영이 도입되면서 민간차원의 친환경 에너지 전환이 진행되고 있다. 과거 축산시설의 경우 노후되거나 영세한 규모의 사업장이 많았지만 최근 대단위 농업이 유행하면서 점차 그 규모 또한 커지고 있다. 이들 사업장에 대한 에너지 사용을 RE100과 연계하여 친환경 소비로의 전환을 촉진하고, 장기적으로는 축산 분뇨 등의 처리과정에서 부가적으로 생산되는 바이오가스로의 전환을 야기하여 친환경 축산활동이 이루어지도록 해야 할 것이다.



자료 : 충북넷 (23.01.16) 충북의 돈사 내 태양광발전 활용 사례



자료 : 이투데이 (19.03.19) 경북 영주시 내 돈사 내 태양광발전 활용 사례

[그림 5-5] 재생에너지를 활용한 축사에너지 전환사업 사례

6) 축산분야 유관기관 MOU 체결 및 연구협의체 구성

스마트 축산환경 조성에 대한 관심은 최근 미세먼지 이슈와 기후변화 대응 과정에서 더욱 가속화되고 있다. 하지만 기존의 생산성 증대 연구에서 악취 대응, 미세먼지 개선 등을 중심으로 추진되던 연구는 기후변화 대응을 위한 온실가스 관리까지 가기 위해서는 아직 많은 시행착오가 필요할 것으로 판단된다. 온실가스 감축을 위해 가장 많은 부분을 차지하고 있는 산업이나 도시 빌딩, 도로/비도로 이동오염원에 대한 관심과 연구는 과거부터 진행되어 왔지만 축산환경에서의 온실가스 감축 노력을 비교적 최근에서야 관심을 갖고 추진하고 있다. 이러다보니 관련 연구가 기초수준에 불과하여 정량적인 감축량 산정을 위한 원단위 정보도 많이 부족한 실정이다. 국내에서는 농림식품부 산하의 국립축산과학원과 국립농업과학원, 충청남도의 충남축산기술연구원 등 관련 연구기관들이 국내외 동향파악과 신기술 접목을 위한 연구를 수행해오고 있다. 이러한 국가 및 지자체 연구원과의 업무협력과 유기적인 네

트위크 구축을 통해 최신 동향을 고려한 맞춤형 정책 수립, 기술적용이 진행
되어야 할 것이다.



국립축산기술원과 연구협력 협의 (24. 07. 12)

회 의 록

- 일시 : 2024년 3월 27일 (수)

- 장소 : 충남속산기술연구소

- 참석자

정명	소속	서명
1 장규철	충남연구원	장규철
2 이 대 형	"	이대형
3 장규철	충남연구원	장규철
4 장규철	"	장규철

회의주제	숙산사업에 중립적일 경우현황 조사	김동원			
일	시	장 소	주요담당자	회의주최자	
일	2024. 3. 27	장 소	충남연구원	회의주최자	김동원

참석자 김동원, 장규철, 김상복, 이대형 참석인원 4

- 연구소 소장 및 과장님 현황
- 전략과제 추진 목적 및 추진경과 소개
- 충남속산기술연구소 소개 및 주요 사업 소개
- 속산관련 연구분야 및 현재 연구소내 수행중인 사업 소개
- 속산관련 및 속산기술 사업관련 사업 진행 현황 소개
- 속산관련 및 속산기술 사업을 위한 바이오사업 개발 사업 현황
- 속산관련 전략사업 기반 및 기술중립도 회의의 관리방안 논의
- 현재 개발 중인 바이오 기술의 개발 목적 기술중립 정도 및 후 개편방안에 대한 논의
- 충남 도 내 속산관련도 체계관린 사업 소개
- 연구소소 수행방안 속산관련 및 속산기술 개관관린 자료 (이력정보) 관련 회의 보고서 발의 요청
- 전략과제 학습보고회 관련 자치유원실 참석 요청

2024. 3. 27

연구책임자 김 동 원

충청남도축산기술연구소 충남지역 현황조사 (24. 03. 27)

[그림 5-6] 국내외 연구기관과의 연구교류 모습

7) 충남도 내 축산환경개선 거버넌스 구축 및 운영

국내외로 진행되고 있는 온실가스 감축 기술개발과 노력이 현장에 적용되기까지는 많은 시행착오와 경험축적이 필요하다. 축산농가에서 원하는 수요를 파악하고, 국가 차원에서 추진되고 있는 정책에 대한 적용을 위해서는 국가와 지자체, 농민과의 가교역할을 할 수 있는 거버넌스 구축과 운영이 필요하다. 본 연구를 수행하는 과정에서 축산농가를 방문, 면담한 결과 빠르게 바뀌고 있는 정책과 기술에 어려움을 겪는 경우가 다수 있었고, 이러한 상황을 빠르고 쉽게 전달, 보급해줄 수 있는 거버넌스의 구축과 운영에 대한 요구를 확인할 수 있었다. 향후 이러한 역할을 할 수 있는 지역협의체나 거버넌스의 구축이 필요할 것으로 판단된다.

지역 거버넌스를 활용하여 악취 및 축산문제 해결 사례 (좌, 정읍, 우 익산)

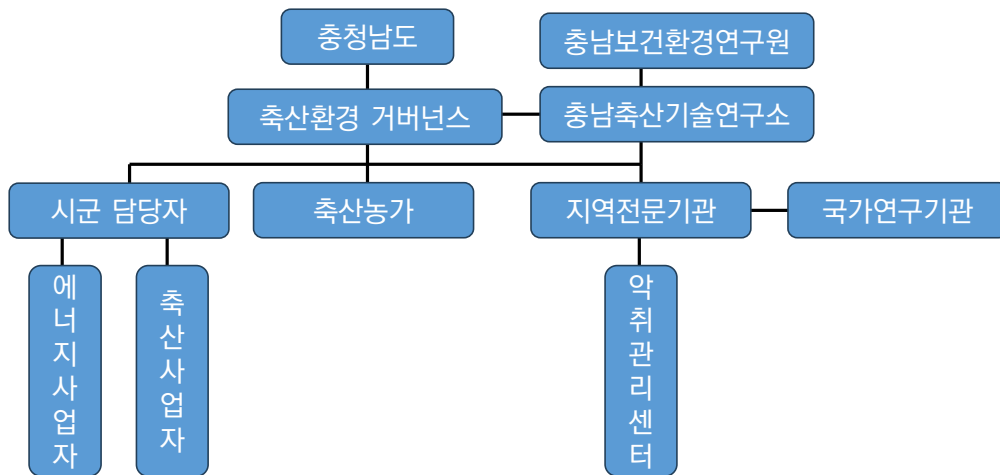


자료 : 전북연합신문(20.05.18)



자료 : 익산시청(22.09.28)

[그림 5-7] 지역 거버넌스를 활용한 축산문제 해결 사례



[그림 5-8] 충남지역 축산관련 거버넌스 구성(안)

8) 충청남도 악취관리센터 설립 및 운영

축산관련 온실가스 감축 방안 모색을 위해 연구를 수행하는 과정에서 가장 높은 빈도로 나오는 얘기는 축산관련 악취문제였다. 축산분뇨를 가공하여 에

너지로 전환하는 바이오차나 바이오가스 기술도 운영 과정에서 발생하는 악취 문제를 해결하지 못하면 지속성을 담보하기 어렵다. 충청남도는 전국 최대 축산업 지역임에 동시에 전국에서 대형배출시설이 가장 입지해 있는 지역이다. 제주도의 경우 축산과정에서 발생하는 악취관리를 위해 제주악취관리센터를 개소하여 운영하고 있으며, 시흥의 경우 시화·반월 등으로 대표되는 산업단지의 악취 관리를 위해 시흥악취관리센터를 개소하여 운영 중에 있다. 하지만 충남의 경우 전국 최대의 축산 및 산업단지 보유지역임에도 불구하고 악취관련 민원해결을 위한 전담기관이 존재하지 않는다. 충남보건환경연구원에서 민원성 단발 조사는 수행하고 있지만 다른 업무들과 병행함에 있어 적제적소에 즉각 대응은 어려운 실정이다. 축산관련 온실가스 및 대기오염물질 관리도 중요하지만 환경복지 측면에서 악취 문제는 삶의 질을 저하시킬 수 있는 가장 큰 문제로 이에 대한 대책 마련이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 5-1〉 충청남도 악취관리센터의 주요 사업내용

축산시설 악취관리	1	민원사업장 현장방문 컨설팅(시설평가 및 개선 등)
	2	악취실태조사 및 분석(중점사업장, 지역마을경계 모니터링)
	3	지역 축산악취저감 관련 연구사업 수행
	4	악취저감 교육(사업주, 지역주민대상 관리인식개선)
산업시설 악취 및 배출오염물질 관리	1	사업장별 배출 및 방지시설 관리 모니터링
	2	비정상가동 사업장 정상조치 및 시설개선
	3	지역별 운영관리 담당자(담당공무원) 배출시설 관리교육 등
	4	악취실태조사 및 분석(산업시설, 지역마을경계 모니터링)
	5	지역 산업악취저감 관련 연구사업 수행
공통사항	1	악취유발물질 자발적 감축등 지역협의체 구성 및 거버넌스 운영

참고문헌

- 김동영 외 (2016) 경기도 축사시설의 악취 개선방안 연구
김동영 외 (2017) 경기도 대기배출시설 조사 및 DB 구축 방안
강마야 등 (2017) 충남의 축산 문제 해결을 위한 통합정책 방안
국립기상과학원 (2018) 한반도 100년의 기후변화
국립축산과학원 (2017) 축산냄새 이렇게 잡아라!
국립축산과학원 (2024) 스마트한 축산통계 30
국립환경과학원 (2018) 제2차 악취방지 종합시책 수립을 위한 연구
국립환경과학원 (2024) 가축분뇨실태조사 매뉴얼
녹색기술센터 (2022) 그린수소를 중심으로한 EU의 최근 수소정책 및 전략 동향
돼지와사람 (2024) 정부, 축산 저탄소 녹색성장 전략 발표... 2030년 온실가스 773만톤 수준 목표
농림축산식품부 (2021) 가축분뇨 이렇게도 활용할 수 있다
농림축산식품부 (2021) 축산환경개선 우수사례집
농림축산식품부 (2022) 가축분뇨 처리시설 및 관련기술 평가
농림축산식품부 (2023) 농림축산식품통계연보
농림축산식품부 (2024) 2024년 농림축산식품사업 안내서
농림축산식품부 (2024) 2023년 축산환경조사 보고서
농림축산식품부 (2023) 보도자료, 한우 출하기간 단축 등으로 온실가스 저감 나선다

농림축산식품부 (2024) 보도자료, 농식품부, 질소저감사료 보급 확대를 위한
기준 마련

농림축산식품부 (2024) 보도자료, 가축분뇨 에너지화로 저탄소 녹색축산업
이끈다!

문철환 (2023) 바이오차를 이용한 온실가스 배출 저감

박태현 등 (2023) Seasonal and regional variations of atmospheric
ammonia across the South Korean Peninsula, Asian Journal
of Atmospheric Environment, 17:6

센텍(주) (2017) 개방형 축사 악취저감 개선방안 검토서

이윤희 (2018) 세종시 축산악취 개선방안 연구

이용진, 정민국, 최진용 (2021) 탄소중립시대, 축산업 발전 방향

이용진 (2022) 일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

이용진, 김현웅 (2024) 저탄소 축산업으로 전환 방안

오마이뉴스 (2024) 화난 당진시민, 김태흠에 "30만 돼지 축사 건립? 백지화하라"

일본 농림수산업성 (2021) 「농림수산업성 지구온난화 대책계획의 개요」

정민국 등 (2021) 축산업 환경영향 분석과 정책과제

조경숙 등 (2023) 축사 악취 특성 및 관리 (IV) : 축사 악취저감 기술 및 적용
사례, 실내환경 및 냄새학회지, 22(4), 351-370

전의찬 등 (2022) 저탄소축산물 인증제도 도입 연구

중도일보 (2024) 당진 석문스마트축산단지 조성 계획, 물 건너갔다

축산경제신문 (2024) 저탄소 사료 공급 현주소

축산환경관리원 (2022) 화학비료 절감을 위한 액비사용 매뉴얼

충북연구원 (2018) 국내외 가축분뇨 처리·이용 및 악취저감 실천기술 적용과
제 연구용역

충청남도 (2012) 충청남도 가축분뇨관리 기본계획

충청남도 (2024) 제1차 충청남도 2045 탄소중립 녹색성장 기본계획

충청남도축산기술연구소 (2018) 양돈분뇨 부숙도 연구 및 악취저감 효능시험
결과 보고서

충청남도축산기술연구소 (2021) 양돈농가 악취저감 시범사업 추진결과

충청남도축산기술연구소 (2024) 농가형 바이오차 생산시설 개발결과 보고서

충청남도축산기술연구소 (2024) 유기질 비료공장 악취저감 시범사업 결과
보고서

팜인사이트 (2024) 프랑스에서는 축산농가 근처로 이주하면 소음이나 냄새로
인한 민원을 제기할 수 없게 되었다

한국농촌경제연구원 (2019) 농업산업의 악취, 환경오염 문제 저감을 위한 정
책 개선 방안

한국농촌경제연구원 (2023) 주요국 축산부문 온실가스 감축정책과 시사점

한국농촌경제연구원 (2024) 저탄소 축산업으로 전환 방안

한국농촌경제연구원 (2024) 농업전망 2024

한겨레 (2024) 메탄 감축의 서로 다른 접근법

한돈뉴스 (2024) 냄새 이렇게 잡았다!!

홍지형 (2013) 가축분뇨의 메탄포집 기술동향

2050 탄소중립위원회 (2021) 「2050 탄소중립 시나리오」

Singh 등 (2021) Seasonal and Spatial Variations of Atmospheric
Ammonia in the Urban and Suburban Environments of Seoul,
Korea, Atmosphere, 12, 1607

부록 1. 농축산분야 악취유발 대기오염물질 및 온실가스
관리방안 세미나 사진



제1차 세미나 (2024. 04. 04) / 캠틱종합기술원, 전주



제2차 세미나 (2024. 05. 17) / 제주대학교, 제주



제3차 세미나 (2024. 09. 06) / 충남공감마루, 홍성



제4차 세미나 (2024. 10. 17) / 충남연구원, 공주

부록 2.

학술대회 발표 모습



2024년 한국산학기술학회 춘계학술대회 특별세션 (2024. 05. 16)



2024년 한국실내환경학회 제21회 연차학술대회 (2024.09.26.)

부록 3.

언론홍보



생생토론, 기후변화에 따른 식량위기 대응 방안은? (2024. 11.01) / KBS



축산분야 온실가스 감축 방안은? (2024. 11.06) / 충남방송

집필자

연구책임자	김종범 충남연구원 책임연구원
참여연구진	최창규 충남연구원 선임연구위원 박세찬 충남연구원 책임연구원 황규철 충남연구원 연구원
자문위원	김영준 충남녹색환경지원센터 팀장 류광하 충청남도 기후환경국 팀장 신인철 충남보건환경연구원 팀장 박성규 (주)케이에프 대표이사 이다솜 차세대융합기술연구원 책임연구원

전략연구 2024-11

충남 축산분야 온실가스 배출실태 및 감축 방안

발행처 충남연구원
발행 2024년 12월 31일
주소 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (32589)
전화 041-840-1114(대표)
팩스 041-840-1129
홈페이지 <http://www.cni.re.kr>
ISBN 978-89-6124-676-7

© 2024. 충남연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
- 무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.