



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

이 용 건*

“탄소중립 시대 축산업의 지속가능한 발전을 위해서는 축산업의 경쟁력 강화 뿐만 아니라 온실가스 감축을 비롯한 환경을 고려한 축산으로 전환되어야 함. 이를 위해 국내 축산업 현장에 적용할 수 있는 기술 개발과 활발한 실증분석 연구추진이 필요함.”

1 우리나라 축산업의 온실가스 배출현황과 감축 수단

1.1. 축산부문 온실가스 배출 현황

- 「2020 국가 온실가스 인벤토리 보고서(환경부 2020)」에 따르면, 우리나라의 2018년 온실가스 총배출량은 7억 2,763만 톤 CO₂eq이며, 그 중 농축산업분야(비에너지) 온실가스 배출량은 2,119만 톤으로 우리나라 총배출량의 2.9%에 불과함. 그러나 그중에서도 축산분야에서 배출되는 온실가스가 44.3%(941만 톤)를 차지하며, 농축산업 분야의 주요 온실가스 배출원으로 축산업이 지적되고 있음. 그에 따라 축산부문의 저탄소 가축 관리에 대한 필요성이 제기되고 있음.
- 축산분야 온실가스 배출량은 가축 사육 마릿수가 증가함에 따라 증가 추세임. 2018년 축산분야 온실가스 배출량은 941만 톤(우리나라 총배출량의 1.3%)으로, 이 중 447만 톤은 가축의 장내 발효, 494만 톤은 가축분뇨 처리 과정에서 배출되었음. 이 같은 변화는 서구화된 식습관 변화, 소득증가, 외식산업의 발달 등으로 육류 수요 증가에 기인한 것으로 추정됨(2050 탄소중립위원회 2021a).

표 1. 우리나라 농축수산부문의 온실가스 배출현황(2018년)

단위: 백만 톤 CO₂eq

배출량	비에너지					에너지 (농축수산)
	계	경종		축산		
		벼재배	농경지토양	장내발효	가축분뇨처리	
24.7	21.2	6.3	5.5	4.5	4.9	3.5

자료: 2050 탄소중립위원회(2021a).

* 한국농촌경제연구원 부연구위원(yglee@krei.re.kr)



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

1.2. 2050 탄소중립을 위한 축산부문 감축 수단¹⁾

- 우리나라는 지구온난화 대응을 위한 국제사회 노력에 동참하기 위해, 2020년 10월 국가 비전으로 ‘2050 탄소중립 선언’ 이후 2021년 10월에는 ‘2050년 탄소중립 시나리오’를 발표함. 우리나라 「2050 탄소중립 시나리오」는 비전으로 “기후 위기로부터 안전하고 지속가능한 탄소중립 사회”를 제시하고 있음.
- 농축수산 부문의 2050 탄소중립 시나리오는 i) 식량안보를 담당하고, ii) 온실가스 감축을 통해 농어촌과 농어업의 지속가능성을 높이며, iii) 안전하고 건강한 먹거리를 생산·소비하는 것을 목표로 하여, 이를 달성하기 위한 기술과 정책을 반영함(2050 탄소중립위원회, 2021a). 농축수산 부문의 온실가스 감축 목표는 2018년 2,470만 톤에서 2050년 1,540만 톤으로 37.7% 감축을 목표로 제시하고 있음. 축산분야는 가축분뇨 처리 방법 개선과 저탄소 사양관리 기술 적용으로 474만 1,000톤을 감축하고, 생산성 향상을 통해 81만 5,000톤을 감축한다는 계획임(2050 탄소중립위원회 2021b).
- 「2050 탄소중립 시나리오」의 축산업(가축 관리)과 관련된 감축 수단으로는 ‘저탄소 가축관리시스템 구축 및 가축분뇨 자원순환 확대’를 제시하고 있음. 이를 위한 세부 방안으로는 ‘가축분뇨 에너지화 시설 처리율 확대’, ‘저메탄·저단백질사료 보급’, ‘축산업의 생산성 향상’ 등이 제시되어 있음. 그 외 농축수산분야 감축 수단 중에서 축산분야와 관련된 감축 수단으로는 고효율 에너지 설비 보급, 바이오매스 에너지화, 식단변화 등이 제시되었음(관계부처 합동 2021a).

표 2. 농축수산부문 온실가스 감축 수단

구분	내용	대상 분야
연료 전환 등	□ 농기계 및 어선 연료의 전기·수소화, 바이오매스 에너지화, 고효율 에너지 설비 보급 등 추진 - (농축산) 농업용으로 사용되는 등유·경유의 전기·수소화, 농촌에너지 자립마을 조성(재생에너지 보급) - (수산) 노후된 어선 교체 및 고효율화 장비 수단 확대	농업, 축산업, 수산업
영농법 개선	□ 영농법 개선(화학비료 저감, 친환경 농법 시행 확대)을 통해 농경지 메탄·아산화질소 발생 억제 - 비농사로 발생하는 온실가스 감축을 위한 논물 관리방식 개선 및 바이오차(Bio-char) 등 신규 기술 확대, 농경지 질소질 비료 사용 저감	농업
가축 관리	□ 저탄소 가축관리시스템 구축 및 가축 분뇨 자원순환 확대 등에 따른 온실가스 감축 - 저메탄·저단백질사료 보급 확대를 통한 가축사육 과정에서 발생하는 온실가스의 48%를 차지하는 메탄가스 및 분뇨 내 질소 감축 - 생산성 향상을 위해 디지털 축산 경영(가축 정밀 사양, 폐사율 감소) - 가축분뇨 에너지화 시설 처리율 확대('18년 5% 내외 → '50년 35% 이상)	축산업
식생활 전환	□ 식단변화, 대체가공식품 이용 확대 - 대체가공식품(배양육, 식물성 고기, 곤충원료 등) 기술 개발 및 이용 확대 등을 통한 식단 변화 고려	소비단계, 식품가공업

자료: 관계부처 합동(2021a).

1) 이 부분은 관계부처 합동(2021a), 관계부처 합동(2021b), 2050 탄소중립위원회(2021)를 이용해 작성함.



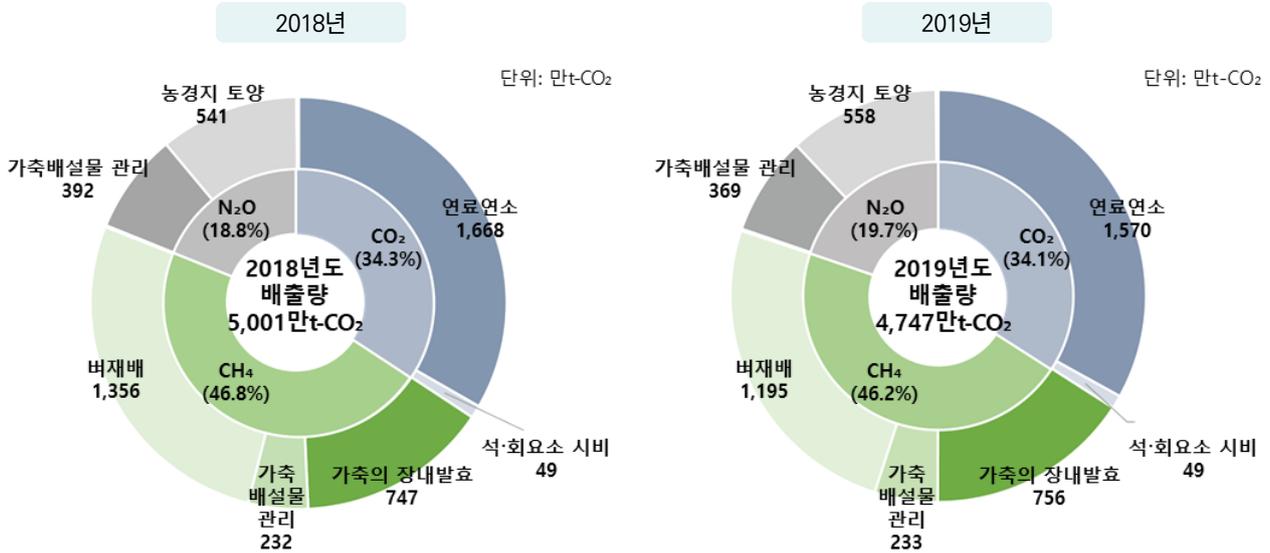
일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

2 일본 축산업의 온실가스 배출 현황과 감축 수단

2.1. 일본의 농축산업 온실가스 배출량 및 감축목표²⁾

- 일본의 온실가스 배출량은 2019년 12억 1,200만 톤 CO₂eq이며, 농축산분야에서 배출되는 온실가스는 약 4,747만 톤으로 전체 배출량의 3.9%를 차지하고 있음. 일본의 농축산업 세부 분야별 온실가스 배출량은 연료 연소로 1,570만 톤, 벼재배 1,195만 톤, 가축의 장내발효 756만 톤, 가축 배설물 처리 602만 톤 등임(일본 농림수산성 2021a).
- 여기서 주목할 점은 일본의 농축산분야 온실가스 배출량은 2018년 5,001만 톤에서 2019년 4,747만 톤으로 1년 전에 비해 254만 톤 감소했다는 것임. 분야별로는 벼재배에서 배출량이 161만 톤이 감소해 가장 많이 감소하였으며, 연료 연소에서 98만 톤, 가축배설물 관리에서 22만 톤이 감소하였음. 한편 농경지 토양에서 배출량은 17만 톤 증가하였으며, 가축의 장내발효에서는 9만 톤이 증가하였음.

| 그림 1. 일본의 농축산분야 온실가스 배출량 |



자료: 일본 농림수산성(2021a), 일본 농림수산성(2020).

2) 이 부분은 일본 농림수산성(2021a) 및 정학균 외(2021)를 이용해 작성함.



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

2.2. 일본의 축산분야 온실가스 감축 대책³⁾

- 일본은 2020년 10월 ‘2050년 탄소중립’을 선언하였으며, 2021년에 온실가스 감축목표가 상향 조정된 2030년도 온실가스 감축목표(2013년 대비 국가 전체 배출량의 46.0% 감축)를 제시하였음. 2030년까지 2050년 탄소중립 실현을 위해 ‘녹색 식량시스템 전략’ 등을 토대로 2021년 10월 27일에 ‘농림수산성 지구온난화대책 계획’을 개정·공표하는 등 지구 온난화에 대응해 활발한 움직임을 보이고 있음(정학균 외 2021).
- 일본 「농림수산성 지구온난화대책 계획」에서 ‘축산분야’와 관련된 대책으로는 ‘가축 배설물 관리 방법의 변경’이나 ‘아미노산 균형 개선 사료’ 그리고 가축 개량이나 ICT 활용 등에 의한 사양관리로 생력화나 정밀화를 통한 ‘생산물 단위당 온실가스 배출량 감축’ 등이 제시되어 있음. 가축배설물 관리 는 현재 일본에서 가장 많이 보급되어 있는 퇴적발효에서 강제발효로 처리방식을 변경할 경우 퇴비화 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량을 대폭 감축할 수 있음. 그리고 비육우 증체성 개량 등을 통해 생산성이 향상될 경우 온실가스 배출 감소를 기대할 수 있음(일본 농림수산성 2021b).

그림 2. 일본의 축산분야 온실가스 배출 저감 대책



자료: 일본 농림수산성(2021b).

- 그 외 축산업과 관련된 ‘공통 분야’ 대책으로 J-크레딧 제도와 바이오매스 활용, 신재생에너지 도입 등이 제시되어 있음. 그중에서 일본의 ‘J-크레딧 제도’는 온실가스 배출 감축량과 흡수량을 ‘크레딧(Credit)’으로 국가가 인정하는 제도임. 구체적으로 농축산업자 등이 실시한 온실가스 감축 활동에 대해 과학적인 방법에 근거해 감축량을 산출하고, 온실가스 배출 저감을 국가가 크레딧으로 인증하는 제도임. 농축산업자 등은 대기업 등에 크레딧을 매각하여 수익을 창출할 수 있음.

3) 이 부분은 일본 농림수산성(2021b), 정민국 외(2021), 정학균 외(2021)를 참고해 작성함.



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

- 축산분야와 관련해서는 ‘돼지·닭에 저단백질 배합사료의 급이’ 및 ‘가축 배설물 관리 방법의 변경’의 방법론⁴⁾이 있고, 이외에도 농업분야의 방법론으로 ‘차 재배 밭(茶園) 토양의 질산화 억제제 포함 화학 비료 투입’ 등이 있음. 그 외에 축산업과 관련된 방법론으로는 고효율 보일러의 도입, 히트 펌프의 도입, 에너지 절약형 공조 설비의 도입, LED 등 에너지 절약 전등 설비 도입, 목질 등의 바이오매스 및 바이오가스에 의한 화석연료와 전력 대체 등의 방법론이 있음(정민국 외 2021).

표 3. 일본 J-크레딧 제도의 축산분야 온실가스 감축대책(방법론)

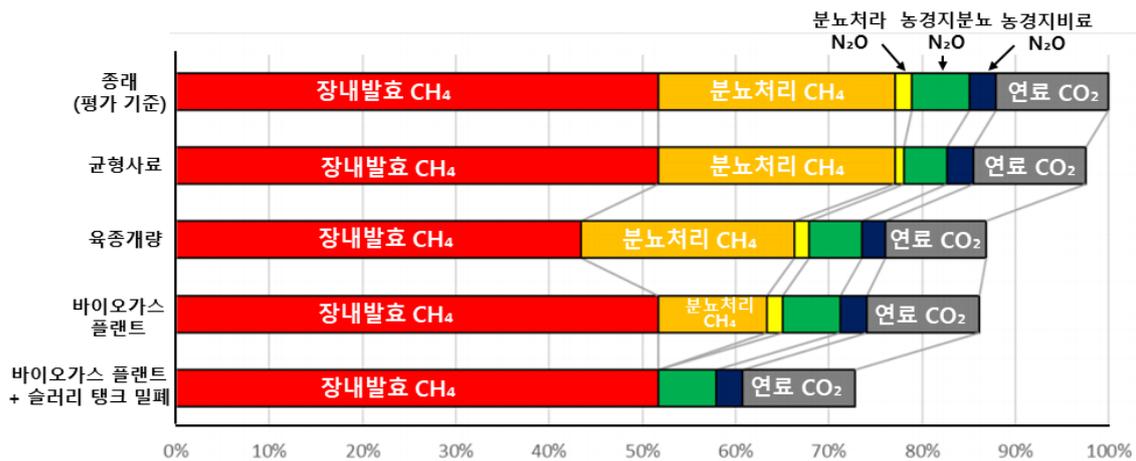
방법론	방법론의 개요	대상 온실가스
돼지·닭의 저단백배합사료의 급이	돼지·닭의 사육에 있어 기존 사료를 대체하여 저단백배합사료를 급여로 돼지·닭의 배설물에서 발생하는 N ₂ O를 제어하는 대책	N ₂ O
가축배설물 관리 방법의 변경	가축사육에 있어 배출계수가 낮은 배설물 관리방법으로 전환함으로써 가축 배설물에서 발생하는 CH ₄ 및 N ₂ O를 제어하는 대책	CH ₄ ·N ₂ O

자료: 정민국 외(2021)(원자료: 일본 축산환경정비기구(2017: 15). 『축산분야 지구온난화완화기술 리뷰 보고서』).

2.3. 일본의 축산분야 온실가스 감축 기술⁵⁾

- 일본 농연기구(NARO)에서는 「지구 온난화 대책의 요구에 대응한 일본의 가축 생산」이라는 주제로 연구 성과 발표회(2020.12.18)를 통해 축종별 온실가스 감축 기술의 성과를 평가하여 발표함. 주요 내용은 다음과 같음.

그림 3. 젖소 온실가스 저감 기술에 따른 감축 효과



주 1) 평가 기준은 “규모: 경산우 123마리, 우사 형태: 프리스틀 우사, 분뇨처리: 슬러리 방식, 두당 착유량: 8,900kg/년, 농후사료 급여량: 2,100kg/마리·년”임.
 2) 종래(평가 기준) 대비 기술별 온실가스 배출 감소분(%)을 제시함.
 자료: 일본 농연기구(2020).

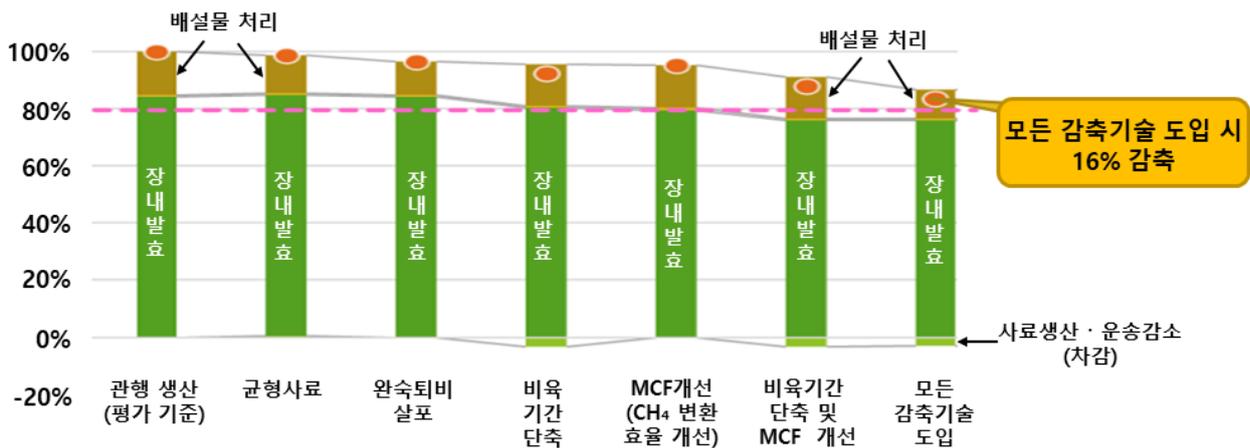
4) 일본의 ‘J-크레딧 제도’에서는 온실가스 배출 저감·흡수에 어떤 기술을 사용하고 있는지, 또한 기술별 감축 배출의 대상이 되는 범위 배출 저감·흡수량의 산정 방법, 모니터링 방법 등을 ‘방법론(方法論)’으로 규정하고 있음.
 5) 이 부분은 일본 농연기구(2020)을 바탕으로 작성함.



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

- 「젓소」 사육에 있어서 온실가스 감축 기술은 ‘균형사료 급여’를 통한 분뇨 내 질소 배출 저감, ‘육종개량’에 의한 메탄 생산 억제, 사료 포(초지 등)에 분뇨 활용, 바이오가스 플랜트 도입, 슬러리 탱크의 밀폐화를 평가하였음. 각각의 감축 기술별 온실가스 감축 효과는 20% 미만이나, ‘바이오가스 플랜트와 슬러리 탱크의 밀폐’를 함께 적용할 경우 27% 감축 효과가 있는 것으로 평가됨.
- 「육용우(흑모화우)」 사육에 있어서 온실가스 감축 기술은 ‘균형사료 급여’를 통한 분뇨 내 질소 배출 저감, 완숙 퇴비 살포로 퇴비화 시 N₂O 저감, 비육기간 단축(현재 9.2개월령~29.5개월령에서, 7개월령~27개월령으로 단축) 및 증체개량(27개월령에 현재 출하시점의 지육중량(502kg) 도달), 육종개량에 의한 MCF(CH₄ 변환 효율) 개선을 평가하였음. 모든 감축 기술을 도입할 경우 16% 감축 효과가 있는 것으로 평가됨.

그림 4. 육용우(흑모화우) 온실가스 저감 기술에 따른 감축 효과



주 1) 2020년 가축개량 목표: 비육기간(현재 9.2개월령~29.5개월령에서 8개월령~26~28개월령으로 단축), 지육중량(현재 502kg, 목표 530kg).
 2) 종래(평가 기준) 대비 기술별 온실가스 배출 감소분(%)을 제시함.
 자료: 일본 농연기구(2020).

- 중소가축의 경우 「돼지」 사육에 있어서 온실가스 감축 기술은 ‘균형사료 급여’를 통한 분뇨 내 질소 배출 저감, 아질산 산화세균(nitrite oxidizing bacteria)을 첨가하는 퇴비화, 탄소섭유 리액터를 이용한 오수(뇨) 정화처리를 평가하였음. 균형사료만 급여할 경우는 8%의 감축 효과가 있으며, 모든 감축 기술을 도입할 경우 32% 감축 효과가 있는 것으로 평가됨.
- 「산란계」는 ‘균형사료 급여’를 통한 분뇨 내 질소 배출 저감을 평가했으며, 10% 감축 효과가 있는 것으로 평가됨. 「육계」는 ‘균형사료 급여’를 통한 분뇨 내 질소 배출 저감과 계분의 소각처리 및 열에너지 이용을 평가하였음. 균형사료 급여의 온실가스 감축 효과는 다소 적었으나, 소각 및 열에너지 이용은 연료 절감 및 온실가스 감축 효과가 큰 것으로 나타남. 모든 감축 기술을 도입할 경우 42%의 감축 효과가 있는 것으로 평가됨.



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

그림 5. 중소가축(돼지·산란계·육계) 온실가스 저감 기술에 따른 감축 효과



주 1) 돼지 온실가스 배출 저감 기술을 평가하기 위해 균형사료의 질소 배출 감소율은 비육전기 28.7%, 비육후기 28.0%를 적용함. 아질산 산화세균을 첨가하는 퇴비화의 N₂O 감축률은 20%를 적용함. 탄소섬유 리액터를 이용한 N₂O 감축률은 80%를 적용함.
 2) 산란계는 강제발효에 의한 배설물 처리 방식을 적용함(현재 가장 많은 농가가 적용 중인 방식).
 3) 육계는 출하일령 52일, 출하체중은 3,060g 적용함. 분뇨 처리방식은 관행의 경우 퇴적발효가 가장 많음. 소각은 계분을 소각처리하고, 소각열을 계사 난방에 이용해 연료 80% 절감을 적용함.
 4) 종래(평가 기준) 대비 기술별 온실가스 배출 감소분(%)을 제시함.
 자료: 일본 농연기구(2020).

3 시사점

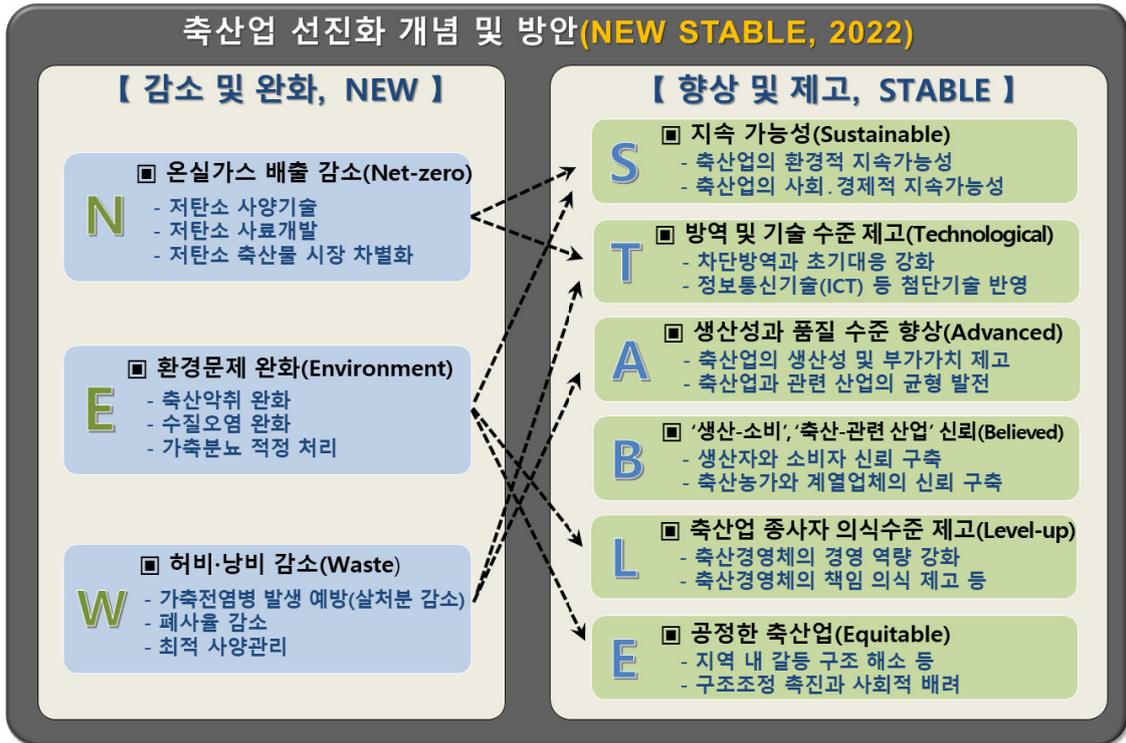
- 우리나라 축산업은 생산성 향상과 규모화 등을 통해 지속해서 성장하였으며, 국민의 영양공급(단백질), 연관산업의 성장, 농업소득 향상 등 국민경제에 기여 해왔음. 그러나 국제적인 이슈로 지구온난화가 다뤄지고, 2050 탄소중립(Net-zero)을 위한 국내 축산분야의 온실가스 감축목표가 구체화되면서 국내 축산업은 온실가스 배출 문제에 직면하고 있음.
- 축산업의 온실가스는 대부분 가축 사육과정이라는 생물학적 요인으로 인해 배출되기 때문에 일시적으로 대폭 또는 완전히 감축하는 것은 불가능함. 그러나 탄소중립 이행을 위해서 그리고 축산업의 지속과 발전을 위해서도 다양한 수단과 기술을 통한 축산분야 온실가스 감축 노력은 필요함.
- 일본도 우리나라와 마찬가지로 2050 탄소중립을 선언하며, 온실가스 감축 대책을 제시하고 있음. 일본은 2018년에 비해 2019년 온실가스 배출량을 5.1% 감축하였으며, 축산분야와 관련된 온실가스 감축 대책은 ‘가축 배설물 관리 방법의 변경’, ‘아미노산 균형 개선 사료’, ‘생산물 단위당 온실가스 배출량 감축 등을 제시하고 있음. 이와 더불어 일본은 기술 개발 및 실증 연구를 통해 축산분야 온실가스 배출 감소를 위한 노력을 하고 있음.



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

- 이용건 외(2021)는 탄소중립 시대에서 축산업 발전을 위한 「축산업 선진화 개념」을 축산업의 온실가스 배출과 환경문제 등을 ‘감소 및 완화(NEW)’와 축산업의 지속가능성, 생산성, 기술 수준, 신뢰 등의 ‘향상 및 제고(STABLE)’를 통해 전체적으로 새롭게 안정된 상태(NEW STABLE)로 정의함.

| 그림 6. 탄소중립 시대의 축산업 선진화 개념 및 방안 |



자료: 이용건 외(2022), p.162.

- 탄소중립 시대 축산업의 지속가능한 발전을 위해서는 축산업 경쟁력 강화뿐만 아니라 온실가스 배출 감축을 비롯한 환경과 조화로운 축산으로 전환이 필요함. 이를 위해 우리나라 축산업 현장에 적용할 수 있는 기술 개발과 실증분석 연구를 활발히 추진할 필요가 있으며, 온실가스 감축을 위한 구체적인 중장기 전략 및 액션 플랜을 수립하여 체계적으로 추진할 필요가 있음.



일본의 축산분야 온실가스 감축 기술 동향과 시사점

참고문헌

- 2050 탄소중립위원회. 2021a. 「2050 탄소중립 시나리오」.
- 2050 탄소중립위원회. 2021b. 「2050 탄소중립 시나리오 세부 산출근거」.
- 관계부처 합동. 2021a. 「2050 탄소중립 시나리오안」.
- 관계부처 합동. 2021b. 「2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안」.
- 이용건·정민국·최진용. 2022. 「탄소중립시대, 축산업 발전 방향」. 농업전망 2022. 제5장. 한국농촌경제연구원.
- 일본 농림수산성. 2020. 「기후변화에 대한 농림수산성의 대응」.
- 일본 농림수산성. 2021a. 「녹색 식량시스템 전략 참고자료」.
- 일본 농림수산성. 2021b. 「농림수산성 지구온난화 대책계획의 개요」.
- 일본 농연기구(NARO). 2020. 「지구 온난화 대책의 요구에 대응한 일본의 가축 생산」 연구 성과 발표회(2020.12.18.) 자료.
- 일본 축산환경정비기구. 2017. 「축산분야 지구온난화완화기술 리뷰 보고서」.
- 정민국·이용건·최진용. 2021. 「축산업 환경영향 분석과 정책과제」. R929. 한국농촌경제연구원.
- 정학균·이상민·이용건·정선화. 2021. 「농림업 부문 녹색경제 활성화방안 연구(1/3차년도)」. R941. 한국농촌경제연구원.
- 환경부 온실가스종합정보센터. 2020. 「2020 국가 온실가스 인벤토리 보고서」.
- 일본 농림수산성 홈페이지(<https://www.maff.go.jp>)(검색일: 2022.03.04.).