



# 고기, 농장에서 매장까지:

국내 육류 소비의 전 과정 탄소발자국 분석

기후솔루션은 전 세계 온실가스 감축 및 올바른 에너지 전환을 위해 활동하는 비영리법인입니다.  
리서치, 대외협력, 커뮤니케이션 등의 폭 넓은 방법으로 기후위기를 해결할 실질적 솔루션을 발굴하고,  
근본적인 변화를 위한 움직임을 만들어 나갑니다.

**발간월** 2026년 4월

**저자** 심현정 | 기후솔루션 농식품팀 연구원 | [hyunjung.shim@fourclimate.org](mailto:hyunjung.shim@fourclimate.org)

**공동연구** 홍연아 | 국립공주대학교 경제통상학부 조교수 | [yeonahong@kongju.ac.kr](mailto:yeonahong@kongju.ac.kr)

**도움주신 분** 이상아 | 기후솔루션 농식품팀 팀장 | [sanga.lee@fourclimate.org](mailto:sanga.lee@fourclimate.org)  
김다혜 | 기후솔루션 농식품팀 연구원 | [dahye.kim@fourclimate.org](mailto:dahye.kim@fourclimate.org)

**디자인** 줄리사 우레나 | 기후솔루션 제작팀 디자이너 | [julissa.urena@fourclimate.org](mailto:julissa.urena@fourclimate.org)  
Nature Rhythm

# 고기, 농장에서 매장까지:

국내 육류 소비의 전 과정 탄소발자국 분석



# 목차

---

개요	4
<hr/>	
I. 육류 소비에 따른 탄소 정보 부재	5
1.1. 축산업과 기후 변화	5
1.2. 소비자 중심 데이터의 사각지대	5
<hr/>	
II. 육류 제품별 탄소 배출량	7
2.1. 분석 방법론	7
2.2. 육류 종류별 탄소발자국 산출 결과	8
2.3. 종합 비교 및 시사점	9
<hr/>	
III. 육류 소비 현황	11
3.1. 한국, 중국, 일본의 주요 육류 소비 현황	11
3.2. 한국은 쇠고기 많이 먹는 나라	13
3.3. 국내 육류 수급 구조	13
<hr/>	
IV. 원산지별 수입 쇠고기 온실가스 배출량 분석	15
4.1. 분석 개요	15
4.2. 국가별 수입 쇠고기의 탄소발자국 산출 결과	16
4.3. 수입 쇠고기 소비에 따른 온실가스 배출량	17
<hr/>	
V. 국내 육류 소비에 따른 온실가스 배출량	19
5.1. 국민 1인당 육류 소비의 기후 성적표	19
5.2. 에너지 산업에 버금가는 육류 소비의 탄소 배출량	20
5.3. 쇠고기 소비가 주도하는 육류 배출량	22
<hr/>	
VI. 결론	24
6.1. 육류 소비의 탄소 성적표	24
6.2. 드러나지 않은 '진짜' 배출량	24
6.3. 향후 과제	25
<hr/>	
부록	26
<hr/>	
참고문헌	37

## 개요

한국에서 육류 소비는 일상적인 식생활의 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 소비자가 육류 구매 시 매장에서 확인할 수 있는 정보는 가격과 원산지에 국한되어 있다. 이로 인해 소비자는 제품 선택 과정에서 육류의 탄소 배출 정보를 확인할 수 없다. 전 세계 농식품 온실가스 배출량의 약 26%(FAO, 2023)가 축산업에서 발생함에도 불구하고, 이러한 정보의 공백은 일상적인 식단 선택이 기후 변화에 미치는 영향력을 인지하지 못하게 만든다.

본 연구는 이러한 정보 격차를 줄이기 위해 소비자가 직관적으로 이해할 수 있는 형태의 탄소 정보를 제시하고자 한다. 기존에는 육류 배출량이 사육 단계에 한정돼 있었다면, 이번 연구는 최종 제품인 **정육 1kg당 탄소발자국**을 산정함으로써 개별 시민의 소비 행위가 기후 위기에 미치는 실질적인 영향력을 알리고자 한다.

본 연구는 신뢰도를 확보하기 위해 국제 표준인 '전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)' 방법론을 적용하였으며, 사육 단계 뿐만 아니라 도축, 가공, 유통까지 포함하는 요람에서 유통까지(Cradle-to-Retail)의 시스템 경계를 설정하였다. 이는 육류 생산부터 최종 소비자 도달까지의 전 과정을 포괄하는 체계적인 분석 방법이다. 또한 국내산 육류 뿐만 아니라 미국, 호주, 뉴질랜드 등 주요 수입국의 쇠고기까지 분석 대상에 포함해 수입된 육류의 배출량도 확인하였다.

분석 결과 육류 종류에 따른 온실가스 배출량은 뚜렷한 차이를 보였으며, 쇠고기의 탄소발자국은 돼지고기와 닭고기에 비해 압도적으로 높게 나타났다. 쇠고기의 1kg당 온실가스 배출량 (58.15 kgCO<sub>2</sub>-eq)은 돼지고기보다 약 4.4배, 닭고기보다 약 10.8배나 높은 탄소를 배출하는 것으로 분석되었다.

또한 본 연구는 한국의 1인당 연간 육류 소비량이 주요 동아시아 국가 중 가장 높은 수준임을 확인하였다. 특히 한·중·일 3국 중 한국은 쇠고기 소비가 가장 활발하다는 점에 주목해야 한다. 2024년 기준, 국내에서 유통되고 있는 쇠고기의 약 60%가 수입산이며, 연간 수입량은 약 42만 톤이 넘는다. 이에 따라 발생하는 온실가스 배출량은 연간 약 1,250만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)에 달하는 것으로 분석되었다. 탄소 배출량이 높은 쇠고기에 편중된 우리나라의 소비 구조는 육류 소비가 단순한 식생활의 영역을 넘어 국가적 차원의 온실가스 배출원임을 보여준다.

다만 현재 국내 축산 부문의 전 과정(Life Cycle Assessment, LCA) 온실가스 배출량 산정을 위한 전과정목록(Life Cycle Inventory, LCI)의 데이터 구축은 여전히 기초 수준 단계에 머물러 있다. 특히 가축 사료의 원료 산지별 환경 부하 데이터나 국내 유통·가공 단계의 에너지 소비 효율 등 국가 차원의 표준화된 LCI 정보가 상당 부분 미비한 실정이다. 이러한 한계를 보완하고자 본 연구에서는 해외 문헌 데이터를 활용하되, 과대 산정을 방지하기 위해 보수적으로 접근했다. 이는 정밀한 데이터 확보의 한계로 인해 실제 환경 부하가 과소 산정되었을 가능성이 있으며, 따라서 본 연구의 탄소 배출량 산정 값은 실제 온실가스 배출량보다 보수적으로 계산된 '최소 추정치'로 해석되어야 한다.

## I. 육류 소비에 따른 탄소 정보 부재

### 1.1. 축산업과 기후 변화

기후위기가 가속화됨에 따라 전 세계 온실가스 주요 배출원에 대한 정밀한 분석은 시급한 과제로 부상하고 있다. 유엔식량농업기구(FAO)에 따르면 2023년 기준 전 세계 농식품의 온실가스 배출량은 약 165억 톤(16.5 Gt CO<sub>2</sub>-eq)에 달하며, 이 중 축산업이 약 26%인 43억 톤(4.3 Gt CO<sub>2</sub>-eq)을 차지하고 있다(FAO, 2023).

2023년 기준 국내 농업 부문의 총 배출량은 2,254만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)으로 집계되었다(온실가스종합정보센터, 2025). 전체 농업 배출량 중 축산 배출량은 약 43%인 1,272만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)이며, 이중 절반 이상은 소의 장내발효에 의한 온실가스 배출량이다. 특히 소와 같은 반추동물의 경우 4개의 위를 거치는 독특한 소화 방식으로 인해 되새김질 과정에서 메탄(CH<sub>4</sub>)이 배출된다. 메탄은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 대비 지구온난화지수(GWP)가 28배 이상 높은 강력한 온실가스이다(온실가스종합정보센터, 2025). 따라서 소와 같은 반추동물을 사육할 때 지구온난화를 유발하는 강력한 온실가스가 배출되므로 쇠고기 섭취는 타 육류 섭취 대비 높은 탄소를 배출한다.

### 1.2. 소비자 중심 데이터의 사각지대

현재 우리나라의 축산 온실가스 통계는 농장에서 가축을 사육하는 단계(Cradle-to-Gate)의 직접 배출량에만 한정되어 있어, 소비자가 매장에서 마주하는 육류 제품의 실질적인 탄소 배출량을 온전히 담아내지 못하고 있다. 실질적 배출량이란 사육 뿐만 아니라 도축, 가공, 물류 등 농장 출하 이후(Post-Gate)의 전 과정에서 발생하는 온실가스 배출량이 모두 포함된 수치여야 한다.

그러나 현재 육류 제품은 농장 문을 나선 이후(Post-Gate) 단계의 배출량이 산업, 운송, 에너지 등 여러 부문에 섞여 있기 때문에 개별 육류 제품 단위의 탄소발자국을 식별하기란 사실상 불가능하다. 결국 현재 육류 제품에 관한 배출량 산정 구조는 소비자에게 정보의 사각지대를 형성하며 구매하는 최종 제품의 실질적인 환경 영향을 인지하는데 커다란 장벽이 된다. 특히 한국은 쇠고기 소비량의 약 60%를 수입에 의존하고 있어, 해외 생산지에서 국내 유통까지 이어지는 글로벌 공급망의 탄소 배출량 역시 측정하는 작업이 반드시 수반되어야 한다.

이러한 한계를 극복하기 위해 본 연구에서는 전과정평가(LCA) 방법론을 도입하였다. LCA는 제품의 원료 채취부터 생산, 유통, 소비 및 폐기에 이르는 전 과정의 환경 영향을 정량화 하는 국제적인 표준방법론이다. 본 보고서는 육류 제품의 온실가스 배출량을 산정하기 위해 분석 경계를 사육부터 매장 진열 단계까지인 요람에서 유통까지(Cradle-to-Retail)로 설정함으로써, 기존 사육 단계 중심의 배출량이 지닌 사각지대를 해소하고자 하였다. 뿐만 아니라 본 연구는 미국, 호주, 뉴질랜드 등 국내 시장 점유율이 높은 주요 쇠고기 수입국을 대상으로 국가별 공급망 탄소 배출량까지 포함하여 연구 범위를 넓혔다.

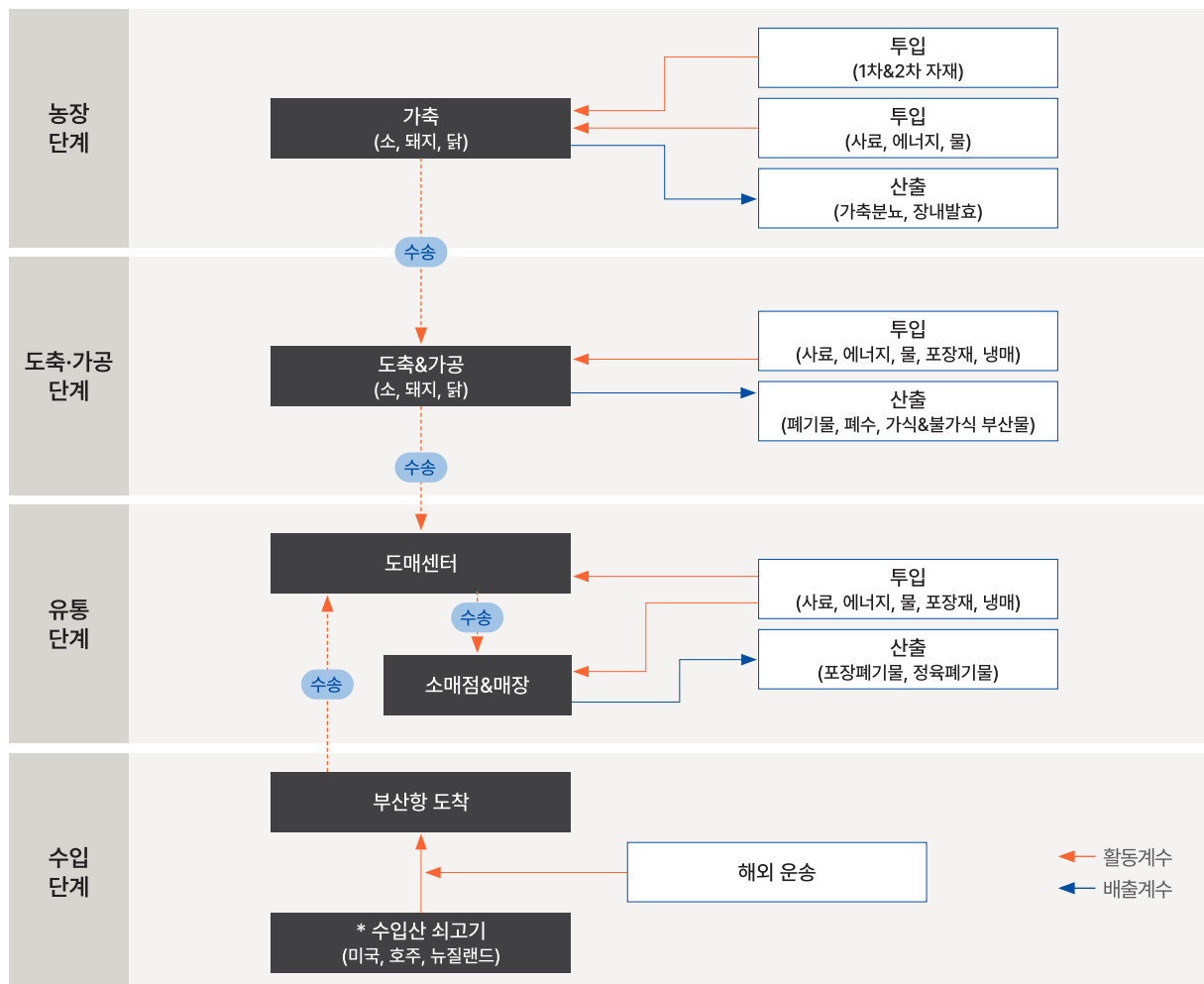
본 보고서의 LCA 연구를 통해 도출된 육류 제품 단위의 배출량은 단순히 정량적인 수치를 넘어 소비자가 육류를 선택할 때 기후적 책임을 시각화 하는 도구가 된다. 결론적으로 본 연구는 그동안 알려지지 않은 육류 제품의 보이지 않는 탄소를 알리고, 소비자가 육류 제품을 구매할 때 가격과 품질을 넘어 탄소 배출까지 고려한 지속 가능한 선택을 할 수 있도록 정보를 제공하는 데 목적이 있다.

## II. 육류 제품별 탄소 배출량

### 2.1. 분석 방법론

제1장에서 언급한 바와 같이, 본 연구는 국내 육류 제품 공급망 전반의 환경 부하를 종합적으로 알아보기 위해 전과정평가(LCA) 방법론을 적용하였다. 분석 범위는 사육부터 매장 진열까지의 'Cradle-to-Retail' 시스템 경계(<그림2-1>)를 따른다. 구체적인 산정 수식 및 전과정목록(LCI) 데이터베이스 활용 내역 등 기술적인 상세 분석 방법은 [부록]에 설명하였다.

<그림 2-1> 국내 육류 소비의 온실가스 배출 산정 범위: 농장 생산부터 유통까지 (Cradle-to-Retail)



출처: 국립축산과학원(2015) 「지구온난화에 대응한 탄소절감형 축산물 유통기술 개발」을 참고하여 저자 작성

분석 단위는 소비자가 체감할 수 있는 직관적인 정보 제공을 위해 '**정육 1kg당 탄소발자국(kgCO<sub>2</sub>-eq/kg)**'을 단위로 설정하였다.

육류 제품의 탄소 배출량을 산정하는 과정은 매우 복잡하다. 이는 축산물 생산 공정이 주산물인 고기뿐만 아니라 내장, 가죽과 같은 부산물, 그리고 퇴비 등이 동시에 발생하는 '다중 출력(Multiple-output) 구조'이기 때문이다. 이처럼 하나의 생산 과정에서 여러 종류의 산출물이 동시에 발생하는 경우, 전체 온실가스 배출량을 각 품목에 어떠한 기준으로 나누느냐에 따라 결과가 달라지는 '할당(Allocation)'의 문제가 발생한다.

사료와 에너지 등 사육에 투입되는 자원은 특정 부위가 아닌 개체의 전신 성장을 위해 사용된다. 이러한 특성을 고려하여 본 연구에서는 자원 사용으로 인한 총배출량을 생산된 정육의 전체 중량에 맞춰 균등하게 배분하였다. 현재 국내 데이터 인프라의 한계로 인해 부위별 환경 부하를 정밀하게 식별하는 데에는 현실적으로 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 데이터 가용성을 고려한 중량 기반의 단순 배분 방식을 적용했다. **종합적으로 이러한 분석 방식은 등심이나 안심 등 부위와 관계없이 해당 육류 1kg이 가지는 평균적인 기후 영향력을 의미한다.**

## 2.2. 육류 종류별 탄소발자국 산출 결과

분석 결과, 육류별 탄소 배출량 격차는 매우 뚜렷하게 나타났다. 쇠고기가 압도적으로 높은 수치를 기록했으며, 돼지고기와 닭고기가 그 뒤를 이었다.

### 가. 쇠고기: 압도적으로 높은 탄소 배출량

한우의 평균 사육 기간(약 30개월)을 기준으로 분석한 결과, 쇠고기 정육 1kg 온실가스 배출량은 약 58.15 kgCO<sub>2</sub>-eq로 확인되었다.

$$CF_{\text{쇠고기}}(\text{kgCO}_2\text{-eq/kg}) = E_{\text{farm}}(57.52) + E_{\text{processing}}(0.56) + E_{\text{distribution}}(0.08) = 58.15$$

한우의 경우 타 축 종 대비 월등히 긴 사육 기간으로 인해 누적되는 사료 투입량이 압도적으로 많으며, 특히 반추동물 특유의 소화 과정(장내 발효)에서 발생하는 메탄(CH<sub>4</sub>) 배출이 전체 배출량의 절대적인 비중을 차지하는 것으로 분석되었다.

### 나. 돼지고기: 중간 수준의 배출량

돼지의 평균 사육 기간(약 180일)을 기준으로 산정한 결과, 돼지고기 정육 1kg 온실가스 배출량은 약 13.36 kgCO<sub>2</sub>-eq으로 나타났다.

$$CF_{\text{돼지고기}}(\text{kgCO}_2\text{-eq/kg}) = E_{\text{farm}}(12.72) + E_{\text{processing}}(0.56) + E_{\text{distribution}}(0.08) = 13.36$$

분석 결과 돼지의 경우 한우보다 사육 기간은 짧지만, 분뇨 처리 과정에서 발생하는 온실가스가 탄소 배출의 주범으로 분석되었다.

#### 다. 닭고기: 상대적으로 가장 낮은 환경 부하

닭의 평균 사육 기간(약 32일)을 기준으로 산정한 결과, 닭고기 정육 1kg 온실가스 배출량은 약 5.36 kgCO<sub>2</sub>-eq로 확인되었다.

$$CF_{\text{닭고기}}(\text{kgCO}_2\text{-eq/kg}) = E_{\text{farm}}(4.66) + E_{\text{processing}}(0.66) + E_{\text{distribution}}(0.04) = 5.36$$

결론적으로 닭은 성장 속도가 빠르고 사료 효율이 높으며 사육 기간이 짧아 동일한 양의 정육을 생산하는 데 필요한 자원 투입과 온실가스 배출이 상대적으로 적은 축종으로 평가되었다.

### 2.3. 종합 비교 및 시사점

#### 가. 육류별 배출 격차, 최대 10배 이상

육류별 탄소배출의 분석 결과를 종합해 보면, 정육 1kg 기준에서 쇠고기는 돼지고기보다 약 4.4배, 닭고기보다 약 10.8배 많은 온실가스를 배출하는 것으로 확인되었다. 세 가지 육류 모두에서 생산(사육) 단계가 전체 배출량의 85% 이상, 많게는 99%까지 차지하는 것으로 나타났다. 이는 축산 부문의 온실가스 감축을 위해서는 사육 단계의 효율 개선과 저탄소 사료 도입 등 생산 현장의 저감 전략이 핵심 과제를 시사한다.

<표 2-1> 국내산 주요 축산물의 단계별 탄소배출량 및 기여도 (단위: kgCO<sub>2</sub>-eq/kg)

구분	생산 (농장의 생체 중 기준)	도축·가공	유통 (가공장 → 판매장 운송)	합계
쇠고기	57.52	0.56	0.08	58.15
	(98.9%)	(1.0%)	(0.1%)	(100%)
돼지고기	12.72	0.56	0.08	13.36
	(95.2%)	(4.2%)	(0.6%)	(100%)
닭고기	4.66	0.66	0.04	5.36
	(86.9%)	(12.3%)	(0.7%)	(100%)

주: [부록]에 기술된 육류 종류별 LCI(전 과정 목록) 데이터 및 LCIA(전 과정 영향 평가) 방법론을 기초로 산출되었음  
출처: 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

## 나. 분석 결과는 '최소값'...실제 배출량은 더 많다.

본 연구의 분석 결과(<표 2-1>)는 데이터 확보의 한계로 인해 일부 배출 요인이 반영되지 못한 **최소 추정치**이다. 따라서 육류 제품의 생산을 포함한 유통과정에서 실제로 배출되는 온실가스는 본 보고서에서 제시한 결과보다 높을 가능성이 있다. 이러한 차이가 발생하는 주요 원인과 제약 사항은 다음과 같다.

### 1) 공급망 전반의 정보 비대칭성

우리나라의 축산 온실가스 배출 관리 시스템은 농장 생산 단계(Farm-gate)에만 집중되어 있으며 그 이후의 도축, 가공, 유통 과정(Post-farm)의 배출량 데이터는 사각지대에 놓여 있다. 특히 국가 공식 배출 계수나 공개 통계 데이터가 부족할 뿐만 아니라, 현존하는 문헌 자료들도 표준화된 기준 없이 산재해 있어 일관성이 떨어진다. 따라서 이러한 온실가스 배출량 관한 공급망 데이터의 단절은 최종 소비 지점에서 발생하는 실제 탄소 배출량을 과소 산정하게 만들며, 결과적으로 생산과 소비 간의 정보를 연결하지 못하는 구조적 원인이 된다.

### 2) 분석 범위에서 제외된 주요 온실가스 배출 요인

본 연구는 데이터 가용성의 한계로 인해 아래의 주요 배출 요인들은 분석 범위에서 제외되었다. 이에 따라 도출된 배출량은 실제 온실가스 발생량보다 보수적으로 산정되었을 가능성이 높으며, 이는 정량화되지 않은 '보이지 않는 배출(Hidden Emissions)'이 제외된 최소 기준으로 해석되어야 한다.

- **사료 공급망:** 한우 농가는 옥수수, 대두박 등 수입 곡물 사료에 대한 의존도가 매우 높으나, 해외 생산지에서의 재배 및 가공, 원거리 해상 운송 과정에 따른 온실가스 배출량이 반영되지 못했다.
- **물류 및 에너지:** 살아있는 가축의 수송 과정, 유통 과정에서의 냉매 누출, 그리고 저장 시설의 세부적인 에너지 소비량 등이 제외되었다.
- **자연 배출원:** 방목지 내 분뇨 투입으로 인한 토양의 아산화질소 배출 등 사육 방식에 따른 세부적인 간접 배출 요인이 포함되지 못했다.

이러한 구조적인 제약에도 불구하고, 본 연구는 **파편화된 국내 육류 공급망 데이터를 통합하여 배출량을 '소비자 중심의 시스템 경계' 내에서 정량화했다는 점에서 의미를 지닌다.** 따라서 본 연구의 온실가스 배출량은 소비자가 최종 선택하는 육류 제품의 환경적 책임을 가늠하는 '보수적 기준점(Baseline)'으로 해석될 수 있다.

### III. 육류 소비 현황

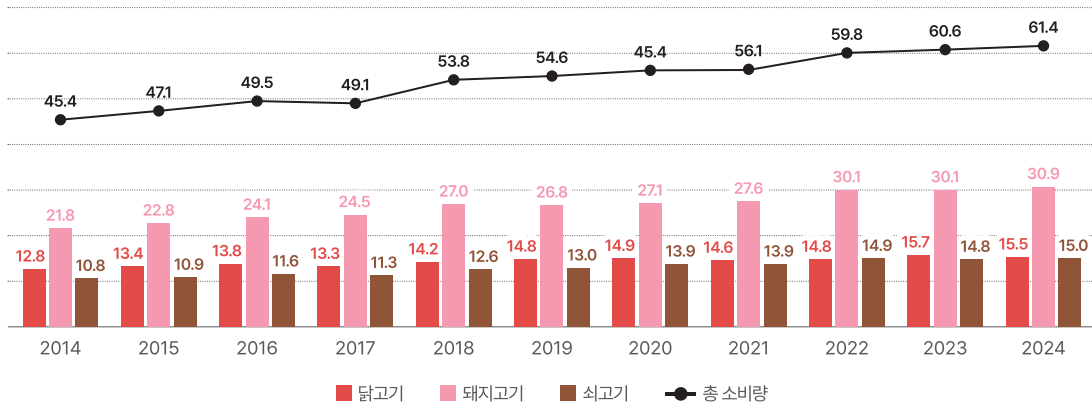
제2장에서 수행한 전과정평가(LCA)에서 쇠고기가 타 육류 대비 압도적인 온실가스를 배출하여 축산 부문의 핵심 배출 원인을 정량적으로 확인하였다. 본 장에서는 실제 우리 사회가 이러한 고탄소 육류를 얼마나 소비하고 있는지 확인하고자 한다.

#### 3.1 한국, 중국, 일본의 주요 육류 소비 현황

##### 가. 한국: 쇠고기·돼지고기 중심의 소비 증가

우리나라 국민의 1인당 연간 총 육류 소비량은 지난 10년간 뚜렷한 증가세를 보였다. 구체적으로 1인당 연간 육류 소비량은 2014년 45 kg에서 2024년 61kg으로 2014년 대비 약 36% 증가한 것으로 나타났다. <그림 3-1>에 따르면, 우리나라는 돼지고기를 주요 육류 소비원으로 선호하는 것으로 분석되었다. 반면 쇠고기의 경우 우리나라는 지난 10년간 1인당 연간 소비량이 2014년 10.8 kg에서 2024년 15 kg으로 증가하여 2014년 대비 약 40%로 증가했다.

<그림 3-1> 우리나라 1인당 연간 육류 소비량 현황 (단위: kg)



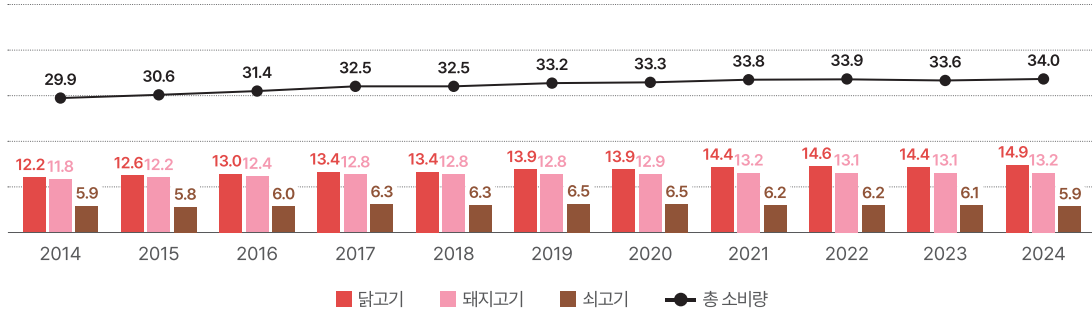
출처: 한국농촌경제연구원(KREI), (사)한국육류유통수출협회(KMTA) 자료를 바탕으로 저자 재구성

##### 나. 일본: 돼지고기·닭고기 중심의 소비

일본 농림수산업(Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, MAFF)이 공개한 자료에 따르면, 일본의 1인당 연간 총 육류 소비량은 29.9 kg(2014년)에서 34 kg(2024년)으로 증가하며 지난 10년간 전반적으로 꾸준한 상승세

를 보이고 있다. 또한 <그림 3-2>에도 확인할 수 있듯이, 일본에서 주로 소비되는 육류는 돼지고기와 닭고기인 것으로 나타난다. 반면 쇠고기의 1인당 연간 소비량은 상대적으로 낮은 수준을 유지하고 있으며, 2014년부터 2024년까지 약 7 kg 내외의 수준을 보여주고 있다.

<그림 3-2> 일본 1인당 연간 육류 소비량 현황 (단위: kg)

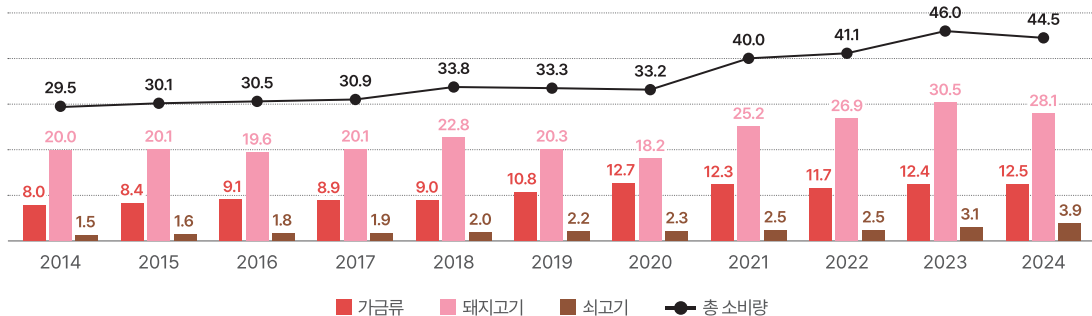


출처: MAFF(Japan) 를 바탕으로 저자 계산 및 재구성

#### 다. 중국: 돼지고기 소비의 압도적인 시장 점유율

중국 국가통계국(National Bureau of Statistics of China, NBS)이 발표한 자료에 따르면, 중국의 1인당 연간 육류 소비량은 2014년 29.5 kg에서 2024년 44.5 kg으로 급증하며 지난 10년간 약 50%의 높은 성장률을 기록했다. 한국 및 일본과 유사하게 돼지고기가 전체 소비의 대부분을 차지하고 있으며, 가금류<sup>1</sup> 소비 또한 꾸준히 증가하고 있다. 주목할 만한 특징으로 중국의 쇠고기 소비량은 한국과 일본 대비 현저히 낮은 수준이나, 2014년 1.5 kg에서 2024년 3.9 kg으로 2.6배 가량 증가추세를 보이며, 쇠고기의 소비 선호도가 점점 증가하고 있는 것을 알 수 있다.

<그림 3-3> 중국 1인당 연간 육류 소비량 현황 (단위: kg)



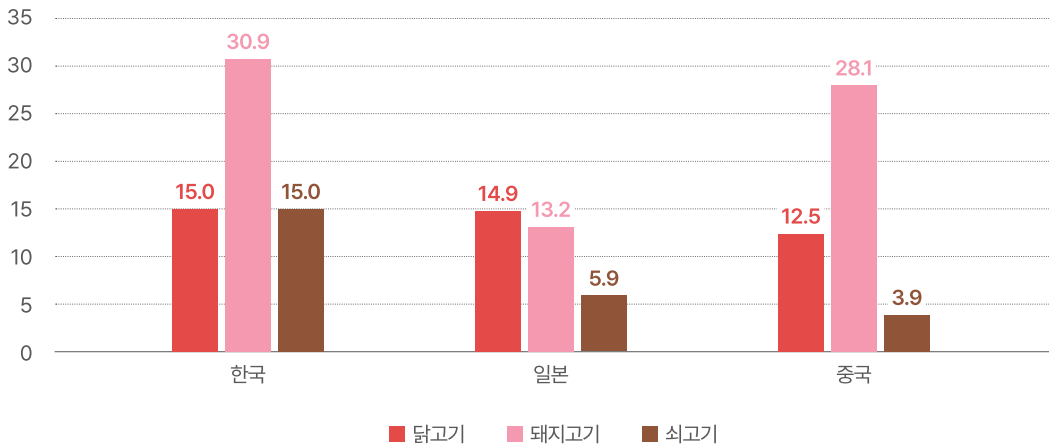
주: 가금류(Poultry)는 닭, 오리, 거위 등의 축종을 포함함 / 출처: NBS를 바탕으로 저자 재구성

1 가금류(Poultry)는 닭, 오리, 거위 등의 축종을 포함함.

### 3.2. 한국은 쇠고기 많이 먹는 나라

2024년 기준 한국, 중국, 일본의 육류 소비 구조를 비교한 결과, 우리나라의 육류 소비 특징이 눈에 띄게 나타나고 있다. 아래 <그림 3-4>에서 확인할 수 있듯이 2024년 기준 한·중·일 3개국의 1인당 육류 소비량을 비교에서, **우리나라의 쇠고기 소비량은 15 kg으로, 일본(5.9 kg)보다 약 2.5배, 중국(3.9 kg)보다 약 3.8배 높은 수준으로 나타났다.**

<그림 3-4> 한·중·일 1인당 육류 소비량 비교(2024년) (단위: kg)



출처: 2024년 기준 NBS, MAFF(Japan), KMTA 자료를 바탕으로 저자 재구성

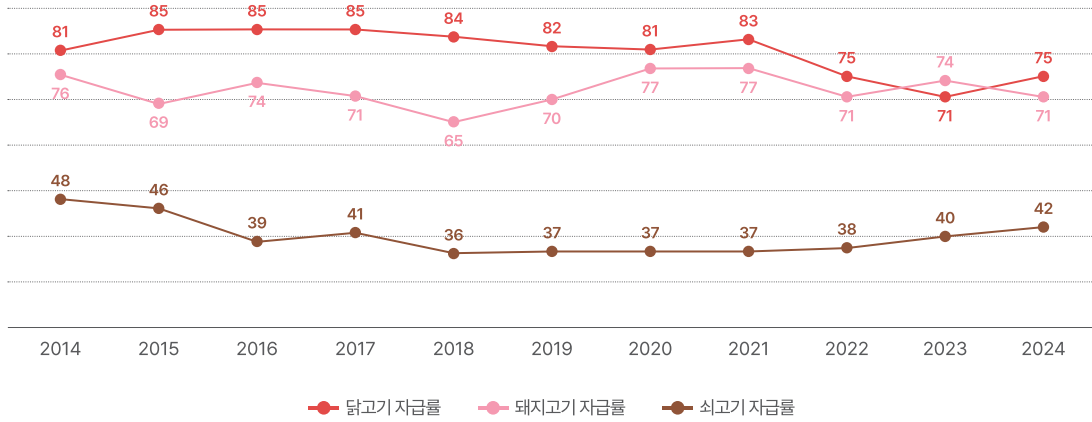
주: 본 차트의 중국 '닭고기' 수치는 원재료 상 가금류(Poultry: 닭, 오리, 거위 등) 전체를 포함

### 3.3. 국내 육류 수급 구조

#### 가. 쇠고기 소비 확대에 따라 높아진 쇠고기 수입 의존도

한국육류유통수출협회(KMTA) 자료에 따르면, 국내 축산물 자급률은 축종별로 상당한 차이를 보이고 있다. 국내산 닭고기와 돼지고기는 상대적으로 국내 생산을 중심으로 한 기반을 갖추고 있으나, 쇠고기의 경우 수입 의존도가 심화되는 것을 확인할 수 있다(<그림 3-5>). 앞선 1인당 연간 쇠고기 소비 증가 추세에서 확인할 수 있듯이 우리나라의 쇠고기 소비는 지난 10년간 빠르게 확대되어 왔으며, 증가한 수요의 상당 부분이 수입에 의해 충당되고 있다. **따라서 2024년 기준 쇠고기 자급률은 약 42% 수준에 머물러 있으며, 전체 소비량의 약 60%를 수입산에 의존하는 구조가 고착화된 것으로 나타난다.**

<그림 3-5> 한국 육류 종류별 자급률 비교 (단위: %)



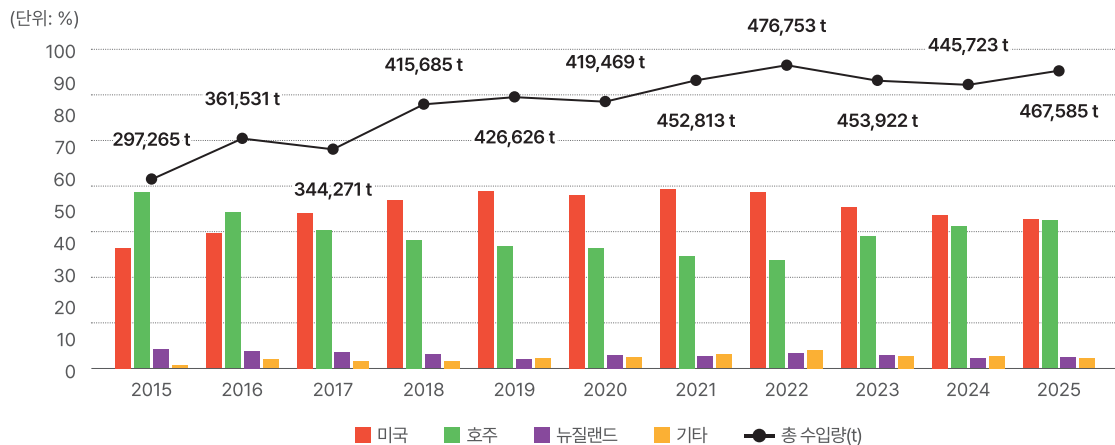
출처: (사)한국육류유통수출협회(KMTA) 자료를 바탕으로 저자 재구성

#### 나. 우리나라 쇠고기 시장, 수입 의존 심화...미국·호주 중심으로

우리나라의 국민 1인당 연간 쇠고기 소비는 <그림 3-4>와 같이 중국과 일본을 포함한 동아시아 국가 가운데 가장 많은 쇠고기를 소비하는 국가로 나타났다. 그러나 쇠고기 소비가 늘어난 만큼 국내 생산이 이를 따라가지 못하면서 쇠고기 자급률은 주요 축산물 중 가장 낮은 수준에 머물고 있다. 결국 국내 수요를 채우기 위해 수입 쇠고기에 크게 의존하는 구조가 형성된 것이다.

국내 쇠고기 수급 불균형이 지속되면서 수입 규모는 매년 역대 최고치를 경신하며, 2015년 이후 수입량은 꾸준히 증가하여 최근 연간 46만 톤을 초과하고 있다(그림 3-6). 과거에는 미국산 쇠고기가 압도적인 비중을 차지했으나, 최근 호주산의 시장 점유율이 빠르게 확대되면서 공급 구조가 재편되고 있다. 2025년 기준, 미국과 호주가 각각 약 47% 내외의 점유율을 기록하며 사실상 양국 중심의 균형 구조가 형성된 것으로 나타났다.

<그림 3-6> 국내 쇠고기 수입량 및 국가별 비중



출처: (사)한국육류유통수출협회(KMTA) 자료를 바탕으로 저자 재구성

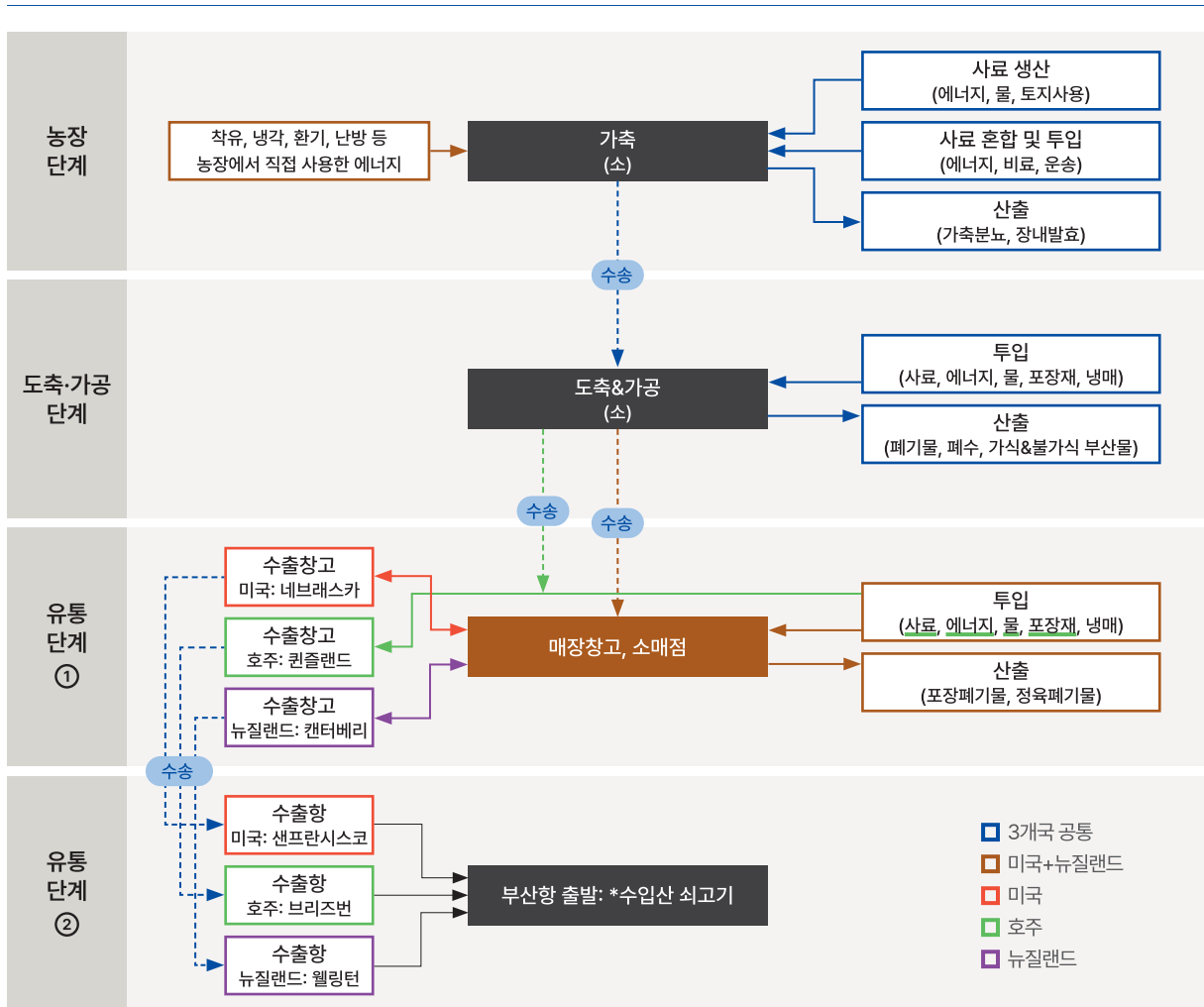
## IV. 원산지별 수입 쇠고기 온실가스 배출량 분석

### 4.1. 분석 개요

제3장에서 살펴본 바와 같이 쇠고기 소비의 60%를 수입산이 차지하는 국내 육류 수급 구조를 고려할 때 국내산 제품에 국한된 전 과정 분석만으로는 국내 육류 소비로 인해 발생하는 온실가스 배출량을 알아보는 데는 한계가 있다.

따라서 본 장에서는 국내 수입 쇠고기 시장의 90% 이상을 점유하고 있는 주요 3개국(미국, 호주, 뉴질랜드)을 대상으로 전과정평가(LCA)를 수행하였다. 본 분석을 위해 해외 선행 자료를 활용하였고, 분석의 경계(System Boundary)는 현지 농장의 가축 사육 단계부터 국제 해상 운송(수출항 → 부산항) 및 국내 유통을 거쳐 최종 매장에 진열되기까지의 전 과정(Cradle-to-Retail)을 포괄한다(<그림 4-1>). 산정 지표는 소비자가 구매하는 최종 제품 단위인 '정육 1kg 기준 탄소발자국'으로 설정했다. 분석에 활용된 구체적인 전과정 목록 (LCI)의 데이터 및 단계별 세부 방법론에 대한 상세 내용은 [부록]에 기술하였다.

<그림 4-1> 수입산 쇠고기 LCA 시스템 경계: 선행연구 기반의 전 과정 온실가스 산정 범위



## 4.2. 국가별 수입 쇠고기의 탄소발자국 산출 결과

분석 결과, 수입 쇠고기의 탄소배출량은 미국, 호주, 뉴질랜드 순으로 높게 나타났다. 탄소 배출량이 차이가 나는 핵심 요인으로 국가별 사육 방식 및 사료 급이 체계의 차이로 분석되었다.

### 가. 미국산 쇠고기: 상대적으로 높은 탄소 배출량

미국은 약 16개월의 짧은 사육 기간 내 출하가 가능한 체계를 갖추고 있다. 초기 목초 방목, 육성이 건조 및 부산물 급이, 최종 단계의 곡물 사료 집중 공급으로 이어지는 시스템을 바탕으로 분석한 결과, 네브래스카주에서 생산되어 국내에 유통되는 쇠고기의 1kg당 전 과정 온실가스 배출량은 약 32.05 kgCO<sub>2</sub>-eq로 나타났다.

$$CF_{\text{미국산 쇠고기}}(\text{kgCO}_2\text{-eq/kg}) = E_{\text{farm}}(30.67) + E_{\text{processing}}(0.59) + E_{\text{distribution}}(0.79) = 32.05$$

### 나. 호주산 쇠고기: 중간 수준의 배출

호주산 쇠고기는 사육 초기 목초 방목을 거친 뒤, 곡물 급이 기간에 따라 중기(약 115일)와 장기(약 330일) 비육으로 구분하여 생산되는 것이 특징이다. 이와 같은 생산 체계를 바탕으로 주요 쇠고기 수출지인 퀸즈랜드주 농장에서 브리즈번항과 부산항을 거쳐 국내 유통에 이르기까지의 전 과정 온실가스 배출량을 산출한 결과 쇠고기 1kg당 약 26.82 kgCO<sub>2</sub>-eq가 배출되는 것으로 분석되었다.

$$CF_{\text{호주산 쇠고기}}(\text{kgCO}_2\text{-eq/kg}) = E_{\text{farm}}(25.49) + E_{\text{processing}}(0.98) + E_{\text{distribution}}(0.35) = 26.82$$

### 다. 뉴질랜드산 쇠고기: 상대적으로 가장 낮은 탄소 배출량

뉴질랜드는 사료의 95% 이상을 초지 방목으로 충당하는 소·양 혼합 사육 방식을 채택하고 있는 것으로 확인되었다. 비록 사육 기간은 약 28.5개월로 미국 및 호주보다 긴 편이지만, 가공 사료 사용을 최소화함으로써 생산 단계의 탄소 배출량을 효과적으로 낮춘 것으로 분석되었다. 캔터베리 지역의 쇠고기 생산부터 국내 유통에 이르는 전 과정을 합산한 결과 쇠고기 1kg당 온실가스 배출량은 약 20.51kgCO<sub>2</sub>-eq로 나타났다.

$$CF_{\text{뉴질랜드산 쇠고기}}(\text{kgCO}_2\text{-eq/kg}) = E_{\text{farm}}(19.71) + E_{\text{processing}}(0.52) + E_{\text{distribution}}(0.28) = 20.51$$

### 라. 생산 단계가 좌우하는 배출 구조

수입산 쇠고기의 전 과정 배출량을 분석한 결과 모든 국가에서 공통적으로 현지 농장 사육(생산) 단계의 배출이 전체 배출량의 95% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 반면 도축, 가공 및 국제 운송(유통) 단계의 기여도는 상대적으로 미미한 것으로 분석되었다. 이는 국내산 육류의 배출 구조(<표 2-1>)와 매우 유사하며, 축산물 온실가스 감축의 가장 효과적인 핵심 전략으로 '농장 단계의 가축 관리'에 있음을 시사한다.

<표 4-1> 수입산 쇠고기의 원산지별 온실가스 배출량 및 단계별 기여도(국내 유통 기준) (단위: kgCO<sub>2</sub>-eq/kg)

구분	생산 (농장의 생체 중 기준)	도축 및 가공	유통 (수출지 가공장 → 국내 판매장 운송)	합계
미국	30.67	0.59	0.79	32.05
	(95.7%)	(1.8%)	(2.5%)	(100%)
호주	25.49	0.98	0.35	26.82
	(95.0%)	(3.7%)	(1.3%)	(100%)
뉴질랜드	19.71	0.52	0.28	20.51
	(96.1%)	(2.5%)	(1.4%)	(100%)

주: [부록]에 기술된 육류 축종별 LCI(전과정 목록) 데이터 및 LCIA(전과정 영향 평가) 방법론을 기초로 산출되었음

<표 4-2> 수입산 쇠고기 온실가스 배출량 산정에 활용된 국가별 선행연구 특징

구분	미국	호주	뉴질랜드
선행연구 출처	Asem-Hiablie et al., 2018	Wiedemann et al., 2015	Mazzetto et al., 2023
분석 범위	사료 생산부터 폐기까지 전 과정 평가 (cradle-to-grave)	사료 생산부터 수출국 내 냉장창고 단계 포함 (cradle-to-warehouse)	뉴질랜드 수출용 쇠고기의 전 과정 평가 (cradle-to-grave)
배출량 산정을 위한 배분 방법	단계별 혼합 할당 적용 (생체물리적 + 경제적)	단계별 혼합 할당 적용 (생체물리적 + 경제적)	단계별 혼합 할당 적용 (생체물리적 + 경제적)
사육방식 및 사료특징	초지 방목 → 육성기(건초·부산물) → 마무리(곡물) 사료 급이 체계	목초 사육 기반 + 곡물 비육	혼합 사육(소+양) 방목 초지 기반 (목초사료 95% 이상)
사육기간	약 16개월	중기 비육: 약 115일간곡물비육 장기 비육: 약 330일간곡물비육	약 28.5개월
수출 지역	네브래스카주	퀸즈랜드주	캔터베리 지역
수출 항구	샌프란시스코 항	브리즈번 항	타우랑가 항

### 4.3. 수입 쇠고기 소비에 따른 온실가스 배출량

제3장에서 확인한 바와 같이 국내 쇠고기 소비량의 약 60%가 수입에 의존하고 있기 때문에 수입 쇠고기로 인한 온실가스 배출량은 간과할 수 없다. 이에 해당 절에서는 앞서 도출한 국가별 탄소발자국 지표와 2024년 국내 수입 통계를 결합하여 수입 쇠고기 소비에 따른 연간 온실가스 배출 총량을 산출하였다.

분석 결과(<표 4-3>), 2024년 한 해 동안 국내에서 유통되고 있는 수입 쇠고기 소비로 인해 발생한 온실가스 배출량은 약 1,252만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)에 육박하는 것으로 추정된다. 이는 단순한 정량적인 수치를 넘어 우리나라 소비자들이 지금까지 알지 못했던 탄소발자국을 보여주고 있다.

<표 4-3> 주요 수입국별 쇠고기 탄소발자국 및 온실가스 배출 기여도(2024년 기준)

원산지	단위당 탄소발자국 (A) (kgCO <sub>2</sub> -eq/kg)	연간 수입량 (B) (톤)	총 온실가스 배출량 (A×B) (만 톤CO <sub>2</sub> -eq)	배출 기여 비중 (%)
미국	32.05	215,161	689.59	55
호주	26.82	199,223	534.32	43
뉴질랜드	20.51	14,034	28.78	2
합계		428,418	1252.70	100

주: 제3장 <그림 3-6> 및 <표 4-1>을 기초로 산출되었음

우리는 국내 축산 농가의 온실가스 배출량은 비교적 확인하는 데 수월하지만, 국경 너머에서 생산되어 국내로 유통되는 수입 쇠고기의 탄소 배출량은 알기 어렵다. 연간 42만 톤이 넘는 쇠고기를 수입한다는 것은 생산과 장거리 운송 과정에서 발생하는 온실가스 책임을 소비국인 우리나라도 고려해야 함을 의미한다. 결국 수입 쇠고기로 인한 연간 온실가스 배출량 1,252만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)은 지금까지 우리가 고려하지 않았던 숨어있던 배출량을 드러내는 작업의 시작점이 될 수 있음을 시사한다.

## V. 국내 육류 소비에 따른 온실가스 배출량

### 5.1. 국민 1인당 육류 소비의 기후 성적표

앞선 장에서는 주요 국가에서 생산되어 국내로 유통되는 수입 쇠고기의 공급망 탄소 배출량을 살펴보았다. 하지만, 이러한 글로벌 공급망에서 발생하는 배출량은 결국 국내 소비자들의 육류 수요에 의해 유발된 결과물이다. 즉 공급은 항상 소비자의 수요와 연결돼 있으며, 우리가 마트에서 집어 드는 고기 한 팩은 탄소 배출을 결정하는 행동으로 볼 수 있다.

이에 본 장에서는 분석의 관점을 구체적으로 '공급자'에서 '소비자'로 전환하여, 국민 개개인의 육류 소비 선택이 국가 온실가스 배출 구조에 미치는 실질적인 영향력을 확인하고자 한다.

국민 1인당 연간 육류 소비량을 본 연구의 전과정평가(LCA) 결과와 연계하여 산출한 추정 온실가스 배출량을 <표 5-1>과 같이 정리하였다. 분석 결과, 2024년 우리나라 국민 1인당 육류 소비량은 61.4 kg으로 집계되었다. 이를 본 연구에서 도출한 육류별 탄소발자국 계수로 환산하면, 1인당 연간 온실가스 배출량은 약 1,115 kg(CO<sub>2</sub>-eq)에 달하는 것으로 나타났다.

<표 5-1> 2024년 국내 1인당 육류 소비량 및 온실가스 배출량 비교

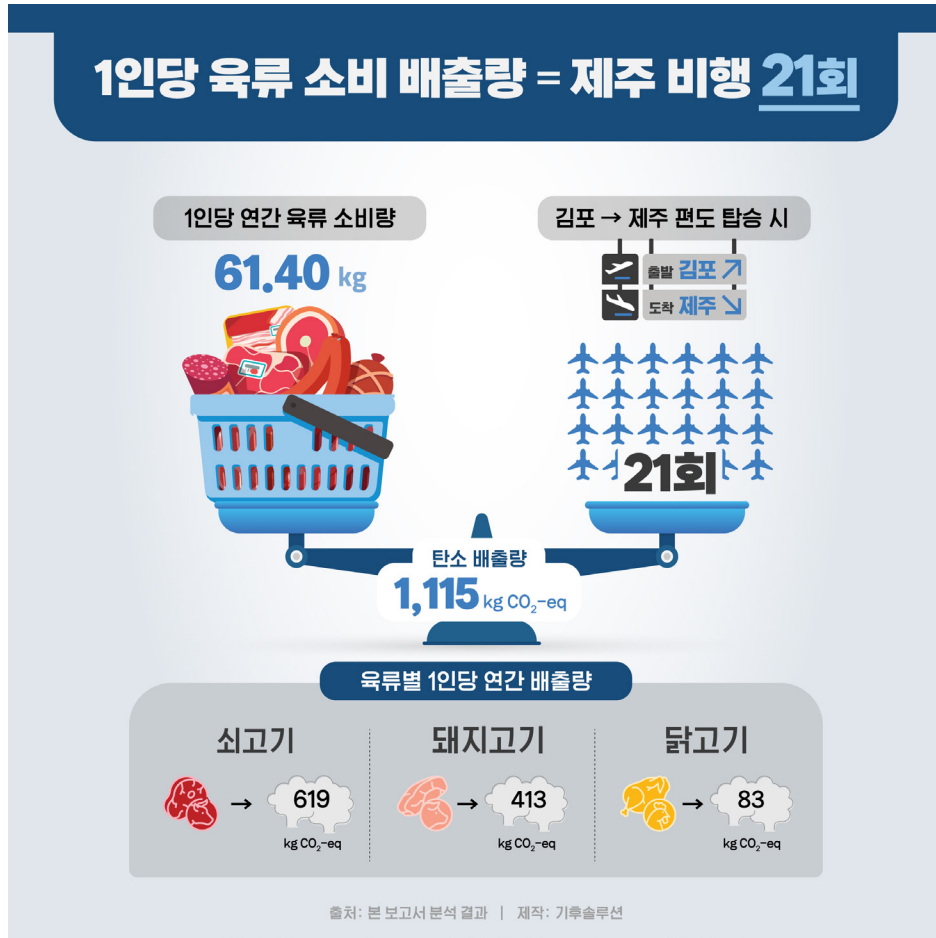
구분	소비량 (kg/인·년)	소비 비중 (%)	온실가스 배출량 (kgCO <sub>2</sub> -eq/인·년)	배출 비중 (%)
쇠고기	15	24.40%	619	55.50
돼지고기	30.9	50.30%	413	37.00
닭고기	15.5	25.30%	83	7.50
합계	61.4	100.00%	1,115	100.00

주: 1) 육류별 소비량은 국내산 및 수입산의 합계 수치이며, 제3장 <그림 3-4>의 데이터를 기준으로 함  
2) 온실가스 배출량은 제2장 <표 2-1> 및 제4장 <표 4-1>의 결과를 기초로 하되, 본 연구의 육류별 해당 근거 자료를 준용하여 산출함  
출처: 한국육류유통수출협회(KMTA) 및 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

1인당 연간 육류 소비로 발생하는 탄소 배출량(1,115 kgCO<sub>2</sub>-eq)이 어느 정도의 규모인지 체감하기 위해 본 연구는 항공기 운항 배출량과 비교했다. 분석 결과 우리나라 국민 한 명이 1년 동안 육류 소비를 통해 내뿜는 온실가스 배출량은 김포-제주 노선을 편도로 약 21회 비행할 때 발생하는 배출량과 유사한 수준으로 나타났다. 김포-제주 1회 편도 비행 시 1인당 배출량인 53 kg(CO<sub>2</sub>)<sup>2</sup>를 기준으로 산출하면, 21회 탑승 시 총배출량은 약 1,113 kg(CO<sub>2</sub>)에 달한다.

2 「제주항공 기장들의 탄소 줄이기」, 『경북도민일보』, 2017.09.19.

<그림 5-1> 국민 1인당 육류 소비의 기후 성적표

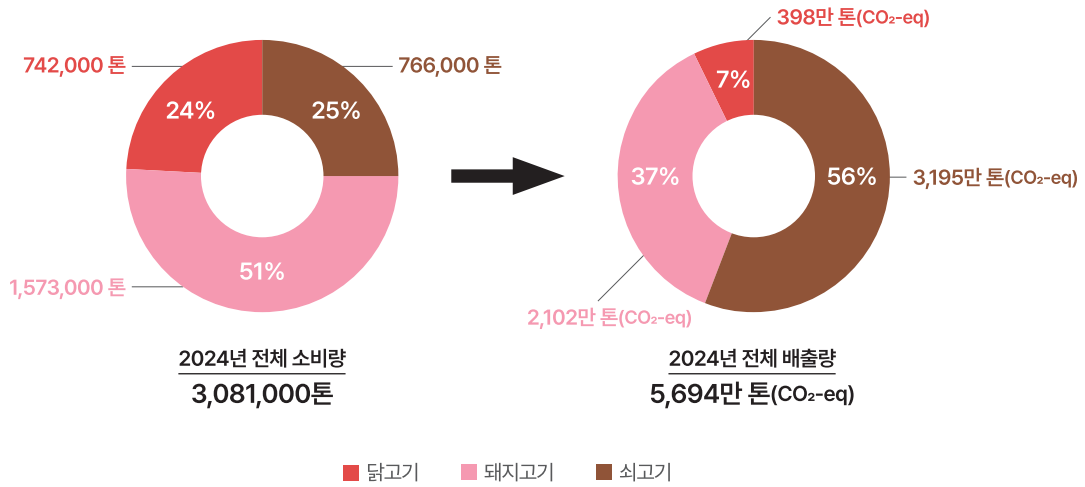


주 1) <표 5-1>의 데이터 분석 결과를 기초로 산출함  
 주 2) 항공기 운항 부문의 탄소 배출량은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출량을 기준으로 하며, 김포-제주 노선 1인당 편도 비행 시 발생하는 배출량(53 kgCO<sub>2</sub>)을 원단위로 적용함

## 5.2. 에너지 산업에 버금가는 육류 소비의 탄소 배출량

앞서 개별 소비자의 육류 섭취가 유발하는 탄소 배출량을 살펴보았다면, 본 절에서는 국가 연간 소비량이라는 거시적 차원에서 비교해 보고자 한다. 아래 <그림 5-2>에서 보는 것과 같이 2024년 기준 우리나라의 육류 총소비량은 약 308.1만 톤으로 집계되었다(한국육류유통수출협회(KMTA)). 육류별 탄소발자국 계수를 적용해 온실가스 배출량을 환산한 결과, 배출량 규모는 총 5,694만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)로 추정된다. 특히 쇠고기는 전체 배출량의 약 56%인 3,195만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)으로, 육류 중 가장 압도적인 배출 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

<그림 5-2> 2024년 육류별 소비량 및 온실가스 배출량 비교



출처 : (사)한국육류유통수출협회(KMTA)자료 및 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

우리나라의 육류 소비가 미치는 온실가스 배출량 규모 확인하기 위해 석탄발전소와 비교해 본 결과 (<표 5-2>), 그 규모는 국내 전체 석탄발전소 배출량의 약 34%에 달하는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라, 우리나라의 1년간 육류 소비로 인해 발생하는 온실가스 배출량은 국내 최대 석탄화력발전소 중 하나인 태안 발전본부의 연간 온실가스 배출량의 약 2.6배를 훌쩍 넘는 수준으로 나타났다.

<표 5-2> 2024년 육류 소비와 주요 석탄발전 시설 온실가스 배출량 비교 (단위: 만 톤CO<sub>2</sub>-eq)

구분	온실가스 배출량	비교
① 국내 육류 소비 총 배출량	약 5,694	본 연구 산출 결과
② 태안발전본부 (1~10호기)	약 2,210 <sup>3</sup>	①은 ②의 약 2.6배
③ 2024년 국내 석탄발전소 전체 합계의 배출량	약 16,720 <sup>4</sup>	①은 ③의 약 34.1%

3 충청남도, 「전국 석탄화력 온실가스 배출량 중 충남 57.8%인 6,822만톤 배출」, 2025. 05. 02., <http://www.chungnam.go.kr> (2026.04.14. 접속).

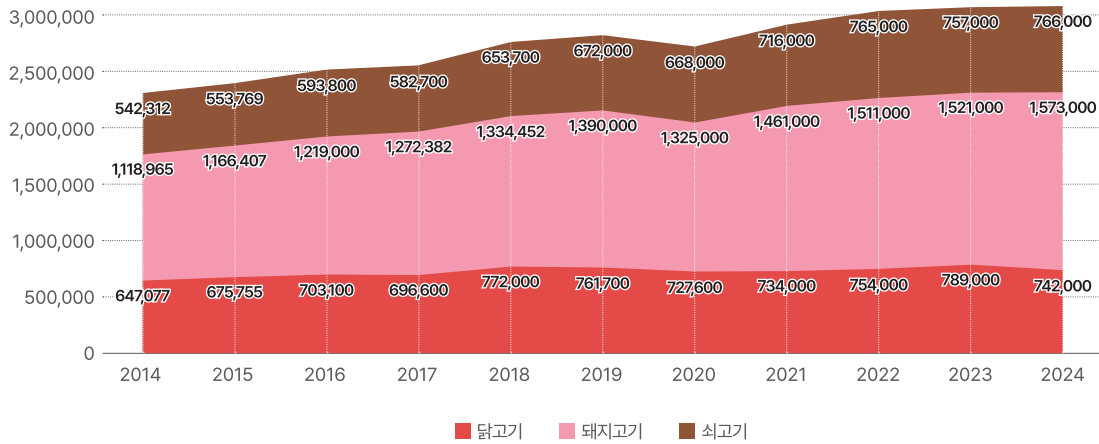
4 KRICT 탄소중립센터, 「발전원별 발전량 및 배출량 추이」, 탄소중립 웹 플랫폼, 2025. 08. 20., [주요뉴스 - 탄소중립 웹 플랫폼](#) (2026.04.14 접속).

### 5.3. 쇠고기 소비가 주도하는 육류 배출량

#### 가. 계속해서 증가하는 육류 소비량

국내 육류 총 소비량은 2014년 약 231만 톤에서 2024년 308만 톤으로 집계되며 10년 사이 33.5% 상승했다. 모든 축종에서 소비가 증가했으나 특히 쇠고기의 성장세가 독보적이다. 우리나라 **쇠고기 소비량은 2014년 약 54만 톤에서 2024년 76.6만 톤으로 약 41.2% 증가하여 돼지고기(40.5%)와 닭고기(14.6%)의 증가율을 초과했다.**

<그림 5-3> 연도별 국내 육류 종류별 소비량 추이(2014~2024년) (단위: 톤)



출처: (사)한국육류유통수출협회(KMTA) 자료를 바탕으로 저자 재구성

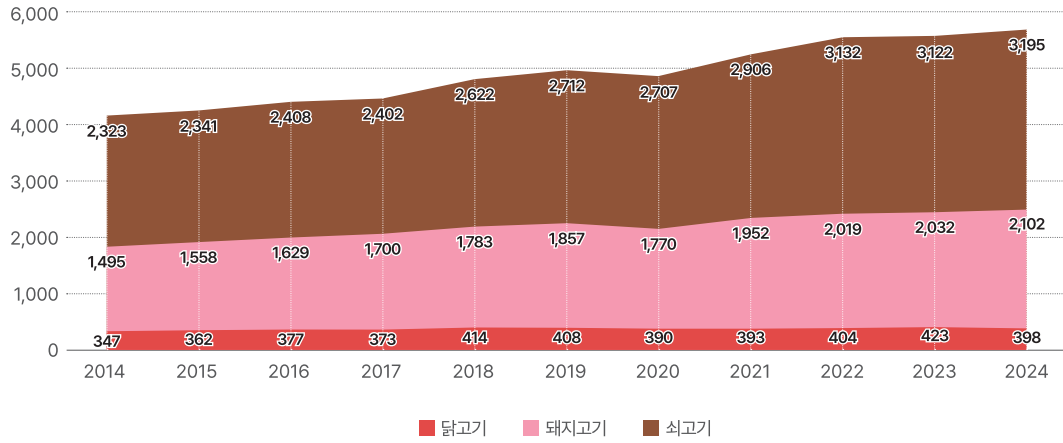
#### 나. 쇠고기 배출량, 육류 배출량의 절반 이상(56%)을 차지

위 <그림 5-3>에서 확인할 수 있듯이 우리나라의 육류 총소비량은 꾸준히 증가하고 있다. 아래 <그림 5-4>는 국내 육류 소비 추이에 따른 기후 영향력을 시각화하고자 본 연구의 탄소발자국 계수를 바탕으로 연간 온실가스 총배출량을 산정한 결과이다.

세부적으로 육류 소비에 따라 추정된 배출량은 2014년 약 4,165만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)에서 2024년 약 5,694만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)으로 증가한 것으로 확인되었다. 이는 지난 10년 사이 약 36.7%라는 가파른 증가율을 기록한 것으로, 국내 육류 소비의 양적 팽창은 기후위기에 미치는 영향력이 상당함을 의미한다.

또한, 2024년 기준 쇠고기 소비량은 전체 육류 소비의 약 25%에 불과하나, 온실가스 배출량에서는 전체의 약 56%(약 3,195만 톤CO<sub>2</sub>-eq)를 차지했다. 결론적으로 탄소배출이 상대적으로 높은 쇠고기 중심의 소비 확대는 육류 부문의 전체 온실가스 배출량을 가파른 상승 곡선으로 주도하는 핵심 요인임을 보여주고 있다.

<그림 5-4> 연도별 국내 육류 소비에 따른 온실가스 배출량 추이(2014~2024년) (단위: 만 톤CO<sub>2</sub>-eq)



주: <그림 5-3>의 총 소비량에 본 연구의 육류별 탄소발자국 계수 근거 자료(제2장 <표 2-1> 및 제4장 <표 4-1>)를 준용하여 산출함

## VI. 결론

### 6.1. 육류 소비의 탄소 성적표

현재 축산물 온실가스 배출량 산정 체계는 농장의 직접 배출에 국한되어 있어 최종 소비자가 접하는 제품 단위의 탄소 정보를 제공하지 못하는 구조적 공백이 있다. 본 연구는 이러한 정보의 사각지대를 해소하기 위해 'Cradle-to-Retail(생산에서 유통까지)'의 전 과정 평가(LCA)를 수행하였으며, 이를 통해 유통 및 가공 단계를 통합한 탄소 발자국을 분석하였다.

특히, 육류 제품의 온실가스 배출량 데이터 단위를 소비자 체감할 수 있는 '제품 단위(1kg)'로 전환함으로써 배출량의 체감도를 극대화하였다. 더불어 수입산 쇠고기의 해외 생산 및 유통 전 과정의 배출량을 본 연구에 포함하여 국내 육류의 소비가 전지구적 기후 변화에 미치는 영향력을 살펴보았다.

분석 결과, 쇠고기는 타 육류 대비 압도적인 높은 온실가스를 배출하며 기후 위기에 가장 큰 영향을 미치는 핵심 품목임을 확인하였다. 구체적으로 **쇠고기의 온실가스 배출량은 돼지고기보다 약 4.4배, 닭고기보다 약 10.8배나 높아 육류품목 중 가장 무거운 환경 부하를 나타냈다.**

본 보고서에서 주목해야 할 것은 우리나라는 중국과 일본을 앞지른 '육식 선호 국가'라는 것이다. 특히 탄소 배출량이 가장 높은 쇠고기 선호도가 독보적이다. **2024년 기준 우리나라의 1인당 쇠고기 소비량은 15 kg으로, 일본(5.9 kg)보다는 약 2.5배, 중국(3.9 kg)보다는 무려 약 3.8배나 높다.** 본 연구의 분석 결과, 연간 쇠고기 소비에 따른 온실가스 총 배출량은 약 3,195 만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)에 달하는 것으로 나타났다. 종합적으로, 우리나라 국민의 총 육류 소비로 인해 배출되는 온실가스는 약 5,694만 톤(CO<sub>2</sub>-eq)로 추정되며, 이는 국내 모든 석탄발전소 연간 배출량의 약 34%에 육박하는 거대한 배출 규모로 확인되었다.

결과적으로 본 연구는 공급자 중심 통계에 가려져 있던 육류의 탄소 배출량을 가시화함으로써, 개개인의 육류 소비 선택이 국가 온실가스 배출 구조에서 차지하는 환경적 무게를 직관적으로 인지할 수 있는 근거를 제시하였다.

### 6.2. 드러나지 않은 '진짜' 배출량

본 연구의 배출량 분석 결과는 데이터 및 방법론상의 제약으로 인해 실제보다 과소평가되었다. 본 연구에서는 국내 축산의 온실가스 배출량에 관한 전과정목록(LCI) 데이터 구축이 미비하여 상당 부분 해외 차용계수를 활용할 수밖에 없었다. 이는 국내 가축 농가 고유의 사육 방식이나 국내 가공 공정의 특수성을 정교하게 반영하지 못하는 정량적 한계로 이어진다.

또한, 축산물 생산은 육류 뿐만 아니라 부산물, 퇴비 등이 동시에 발생하는 다중 출력(Multiple-output) 구조를 지닌다. 본 연구는 부위별(삼겹살, 안심 등) 환경 부하를 세분화하여 산정하고자 하였으나, 관련 기초 데이터의 가용성 한계로 인해 부위별 정밀 배분 대신 개체 단위의 단순 배분 방식을 채택하였다. 뿐만 아니라 사료 원료의 90% 이상을 수입 곡물에 의존하는 국내 사육 환경에도 불구하고, 해당 원료의 상류(Upstream) 공급망 배출량은 통계적 부재로 인해 분석 경계(System Boundary)에 포함되지 못했다.

결론적으로, 이러한 데이터 제약으로 인해 본 연구에서 제시된 탄소배출량 수치는 실제 배출량보다 과소평가된 최소 추정치로 해석되어야 한다.

### 6.3. 향후 과제

**우리나라는 동아시아 인접국 대비 1인당 육류 소비량이 압도적으로 높음에도 불구하고, 소비자가 구매 시 참고할 수 있는 정량적인 탄소 정보는 제한적이다.** 이는 현재 국내 축산 부문의 온실가스 배출량 체계가 개별 제품 단위의 환경 부하 산정을 위한 '국가 표준 전과정목록(LCI) 데이터베이스' 구축보다는, 가축 사육 단계의 직접 배출량 집계에만 한정되어 있기 때문이다. 반면, 호주의 경우 'AusLCI'<sup>5</sup>를 통해 사료 재배부터 가축, 도축, 가공, 유통에 이르는 전 과정의 단위의 온실가스 배출량에 관한 공정별 데이터(Unit Process Data)를 정밀하게 관리하며, 축산 LCA의 글로벌 표준 수준을 확보하고 있다. 이러한 호주의 사례는 우리나라가 참고할 수 있는 데이터 구축의 방향을 제시하고 있다.

그러나 국내 축산 분야는 LCA 도입의 후발 주자로서 데이터베이스의 구축 범위가 협소하고 공개된 자료는 기초적인 수준에 머물러 있다. 때문에 육류 제품 단위의 세밀하고 정교한 환경 부하를 점검 하기 위한 전과정평가가 현실적으로 어려운 상황이다. 이러한 정보의 사각지대를 해소하기 위해 정부는 탄소 배출량 관리의 데이터 인프라를 고도화 해야 한다. 특히 축산물의 공정 세부단계별 전과정목록 (LCI) 데이터 베이스 구축을 확충해야 한다. 따라서 현재 생산자 중심에 국한된 온실가스 배출량을 소비자 친화적 정보로 전환하는 기반을 마련해야 한다. 궁극적으로 소비자가 육류 제품 구매 시 가격과 원산지 뿐만 아니라 환경 정보까지 제공받을 수 있는 제도적 토대를 마련하여 소비자가 자신의 구매가 기후에 미치는 영향을 인지할 수 있도록 공공 데이터를 구축해야 함을 강조한다.

5 <https://www.auslci.com.au/index.php/Home>

## 부록

본 부록에서는 본 보고서의 연구 분석 방법론인 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)의 정의와 상세 분석 절차, 그리고 산정에 활용된 기초 데이터를 기술한다. 이는 분석의 객관성과 신뢰도를 뒷받침하기 위한 근거를 제공하는 데 목적이 있다.

### 1. 전과정평가(LCA)의 정의 및 연구 체계

#### 가. LCA의 개념

우리가 마트에서 구매하는 육류 1kg이 식탁에 오르기까지는 가축의 탄생과 사육, 도축 및 가공, 장거리 유통이라는 복잡한 과정을 거친다. 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)는 이처럼 제품의 원료 채취(Cradle)부터 폐기(Grave)에 이르는 전 생애주기 단계에서 투입되는 자원과 에너지, 그리고 그 결과로 발생하는 오염물질이 환경에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고 평가하는 국제 표준 방법론(ISO 14044)<sup>1</sup>이다. 실제로 유엔식량농업기구(FAO)는 2013년 발간한 보고서 「Greenhouse Gas Emissions from Pig and Chicken Supply Chains」를 통해, 축산 공급망 전반의 기후 영향을 정밀하게 측정하기 위한 표준 방법론으로 LCA 접근법을 채택하고 있다(FAO, 2013). 또한 해당 보고서에서는 축산물의 환경 영향을 평가할 때 생산 과정에서 발생하는 모든 투입요소(inputs)와 산출요소(outputs)를 체계적으로 고려해야 하며, 연구의 범위(scope)와 시스템 경계(system boundary)를 명확히 설정하는 것이 필수적임을 강조한다(<부록 표 1> 참조).

#### 나. 분석의 4단계 절차

본 연구는 FAO 가이드라인과 국립축산과학원의 선행 연구를 바탕으로 다음의 4단계 절차를 거쳐 분석을 수행하였다.

1. **연구 범위 설정(Scope):** 분석 대상 제품 선정 및 시스템 경계(System Boundary) 정의.
2. **전과정 목록 분석(LCI):** 단계별 자원 투입(사료, 에너지 등) 및 배출량 데이터 수집.
3. **전과정 영향 평가(LCIA):** 수집된 데이터를 지구온난화지수(GWP)를 활용하여 온실가스 배출량으로 환산.
4. **탄소발자국 도출(Carbon Footprint):** 최종 제품 정육 1kg 기준의 총 배출량 확정.

1 ISO 14044:2006(en) [Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines](#)

<부록 표1> 반추동물 온실가스 평가에 포함 및 제외된 온실가스 배출원

Supply chain	Activity	GHG	Included	Excluded
Upstream	Feed production	N <sub>2</sub> O	Direct and indirect N <sub>2</sub> O from: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application of synthetic N</li> <li>• Application of manure</li> <li>• Direct deposition of manure by scavenging animals</li> <li>• Crop residue management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N<sub>2</sub>O losses related to changes in C stocks</li> <li>• Biomass burning</li> <li>• Biological fixation</li> <li>• Emissions from non N fertilizers and lime</li> </ul>
		CO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy use in field operations</li> <li>• Energy use in feed transport and processing</li> <li>• Fertilizer manufacture</li> <li>• Feed blending</li> <li>• Production of non-crop feeds (fishmeal, lime and synthetic amino acids)</li> <li>• CH<sub>4</sub> from flooded rice cultivation</li> <li>• Land-use change related to soybean cultivation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Changes in carbon stocks from land use under constant management practices</li> </ul>
	Non-feed production	CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embedded energy related to the manufacture of on-farm buildings and equipment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production of cleaning agents, antibiotics and pharmaceuticals</li> </ul>
Animal production unit	Livestock production	CH <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enteric fermentation</li> <li>• Manure management</li> </ul>	
		N <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct and indirect N<sub>2</sub>O from manure management</li> </ul>	
		CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct on-farm energy use for livestock, e.g. cooling, ventilation and heating</li> </ul>	
Downstream	Post farmgate	CO <sub>2</sub> ; CH <sub>4</sub> ; HFCs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport of live animals and products to slaughter and processing plant</li> <li>• Transport of processed products to retail point</li> <li>• Refrigeration during transport and processing</li> <li>• Primary processing of meat into carcasses or meat cuts and eggs</li> <li>• Manufacture of packaging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• On-site waste water treatment</li> <li>• Emissions from animal waste or avoided emissions from on-site energy generation from waste</li> <li>• Emissions related to slaughter by-products e.g. rendering material, offal, hides and skin</li> <li>• Retail and post-retail energy use</li> <li>• Waste disposal at retail and post-retail stages</li> </ul>

출처: FAO(2013)

## 2. 시스템 경계 설정 (Scope of Study)

축산물이 배출하는 온실가스를 정확하게 파악하려면, '어디까지를 분석할 것인가?'라는 범위 설정이 무엇보다 중요하다. 같은 육류 제품이라도 연구 분석 범위에 따라 배출량이 크게 달라질 수 있기 때문이다. 국립축산과학원(2015)에 따르면, 국내 육류 공급사슬은 농장 단계(사육), 도축·가공 단계, 수입 단계, 유통 단계로 구성되며, 각 단계가 유기적으로 연결되어 최종 소비자에게 제품이 전달된다(국립축산과학원, 2015).

본 연구에서는 이러한 공급망 구조를 반영하여 'Cradle-to-Retail(요람에서 유통까지)' 범위를 적용하였다. 이 범위는 가축이 사육되는 생산 단계부터 도축·가공, 유통 단계를 거쳐 소비자가 매장에서 제품을 구매하기 직전까지의 전 과정을 포함한다(<그림 2-1>참조).

특히 수입산 쇠고기의 경우, 해외 현지 생산지에서의 사육과 도축 뿐만 아니라, 국내까지 이어지는 국제 해상 운송 단계의 온실가스 배출량을 가용 데이터 범위 내에서 최대한 반영하였다(<그림 2-1> 및 <그림 4-1>참조).

## 3. 전과정 목록 분석(LCI)

### 가. 전과정 목록 LCI의 개념

우리가 매장에서 구매하는 육류제품은 단순한 식재료가 아니다. 앞서 설명한 것처럼 그 뒤에는 사료 생산, 사육, 도축·가공, 유통에 이르기까지 복잡한 공급사슬이 얽혀 있으며, 각 단계에서 다양한 자원이 투입되고 환경 부담이 발생한다. 이러한 투입과 배출을 체계적으로 수집·정리하는 과정이 바로 전 과정 목록 분석(LCI, Life Cycle Inventory)이다.

따라서 LCI는 제품의 전 생애주기 동안 사용되는 에너지와 자원, 그리고 발생하는 온실가스 및 기타 오염물질을 정량적으로 기록하는 단계로, 일종의 환경 회계장부 역할을 한다. 이를 통해 공급사슬 각 단계에서의 배출 구조를 파악하고, 환경부하가 집중되는 구간을 식별할 수 있다.

### 나. 데이터 수집 및 한계점

국내 전과정평가(LCA)는 1990년대 후반 도입 초기 철강·전자·화학 등 제조업 중심으로 데이터베이스가 구축되었으나, 농축산 분야의 도입은 상대적으로 늦어, 2009년 이후 농식품 탄소배출 산정과 이력 추적 체계 구축을 계기로 데이터 축적이 진행되었다(박규현 외, 2024). 그럼에도 불구하고, 농축산 분야의 LCI 데이터는 아직 충분한 수준으로 축적되지 않았으며, 최신성과 대표성을 갖춘 데이터 확보에는 제한이 존재한다. 이러한 데이터 제약을 고려하여 본 연구에서는 일부 항목에 대해 선행 연구 및 문헌에서 제시된 평균값을 차용계수(proxy data)로 활용하였다. 또한 공급사슬 단계별로 데이터 가용성 차이가 존재하는 점도 고려하였다. 예를 들어, 사육 단계는 비교적 활동 자료(Activity Data) 확보가 가능하지만, 가공 및 유통 단계는 공정별 데이터 공개가 제한적이며 일관성 확보가 어렵다. 이에 따라 본 연구는 현재 확보 가능한 데이터 범위 내에서 LCI 항목을 구성하였다.

**다. 육류 종류별 전 과정 목록(LCI) 상세 데이터 구성**

아래 표의 육류 종류별 LCI의 세부내용을 살펴보면, 활동 자료(Activity Data)는 온실가스 배출량을 계산할 때 사용되는 실제 투입량을 의미한다. 예를 들어, 사료의 경우 축종별 1두(또는 1수)를 사육하는 데 필요한 투입량을 나타낸다. 구체적으로 돼지 1마리를 사육하는 데는 약 331.81kg의 사료가 필요하며, 육계 1수 사육에는 2.29 kg의 사료가 투입된다.

배출계수는 단위 활동 자료당 발생하는 온실가스 배출량을 나타내며, 주로 kgCO<sub>2</sub>-eq/kg 단위를 사용한다. 예를 들어, 돼지용 배합사료 1kg을 생산할 때 약 1.97 kg(CO<sub>2</sub>-eq)가 배출되며, 육계용 배합사료 1kg 생산 시 약 1.60 kg(CO<sub>2</sub>-eq)가 발생한다.

이와 같이 활동 자료와 배출계수를 활용하면, 축종별 1두(또는 1수) 생산 과정에서 투입되는 자원과 발생하는 온실가스를 정량적으로 평가할 수 있다.

<부록 표2 > 수입산 쇠고기 온실가스 배출량 산정에 활용된 국가별 선행연구 특징

구분	미국	호주	뉴질랜드
선행연구 출처	Asem-Hiablie et al., 2018	Wiedemann et al., 2015	Mazzetto et al., 2023
분석 범위	사료 생산부터 폐기까지 전 과정 평가 (cradle-to-grave)	사료 생산부터 수출국 내 냉장창고 단계 포함 (cradle-to-warehouse)	뉴질랜드 수출용 쇠고기의 전 과정 평가 (cradle-to-grave)
배출량 산정법	단계별 혼합 할당 적용	단계별 혼합 할당 적용	단계별 혼합 할당 적용
사육방식 및 사료특징	초지 방목 → 육성기(건초·부산물) → 마무리(곡물) 사료 급이 체계	목초 사육 기반 + 곡물 비육	혼합 사육(소+양) 방목 초지 기반 (목초사료 95% 이상)
사육기간	약 16개월	중기 비육: 약 115일간곡물비육 장기 비육: 약 330일간곡물비육	약 28.5개월
수출 지역	네브래스카주	퀸즈랜드주	캔터베리 지역
수출 항구	샌프란시스코 항	브리즈번 항	타우랑가 항

출처: 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

<부록 표 3> 수입산 쇠고기 배출량 산정 시 사용한 전 과정 공정별 LCI 데이터 구성

원산지	단계	항목	활동자료			배출계수		
			값	단위	출처	값	단위	출처
쇠고기-미국	생산					30.67	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg meat	Asem-Hiablie et al.(2018)
	도축/가공					0.59	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg meat	Asem-Hiablie et al.(2018)
	유통	[수출국내륙] 육로운송(트럭) (네브래스카→샌프란시스코)	2.73	ton-km	FAF5 (산출tool)	0.195	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton-km	U.S.LCI (Transport,combinationtruck,long-haul,dieselpowered)
		[수출국→수입국] 선박운송 (샌프란시스코→부산항)	9.116	ton-km	sea-distance.org (산출tool)	0.02	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton-km	Wernet et al.(2016)
		[수입국내륙①] 육로운송(트럭)_평균	0.153	ton-km	국립축산과학원 (2015)	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton-km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수
		[수입국내륙②] 육로운송(트럭)_최단	0.005	ton-km	국립축산과학원 (2015)	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton-km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수
		[수입국내륙③] 육로운송(트럭)_최장	0.4	ton-km	국립축산과학원 (2015)	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton-km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수

출처: 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

<부록 표4> 수입산 쇠고기 배출량 산정 시 사용한 전 과정 공정별 LCI 데이터 구성

원산지	단계	항목	활동자료			배출계수		
			값	단위	출처	값	단위	출처
쇠고기-호주	생산					25.49	kgCO <sub>2</sub> -eq /kg meat	Wiedemann et al.(2015)
	도축/가공					0.98	kgCO <sub>2</sub> -eq /kg meat	Wiedemann et al.(2015)
	유통	[수출국내륙] 육로운송(트럭) (퀸즐랜드→브리즈번)	1.299	ton·km	NHVRGO, Routeplanner (산출tool)	0.089	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Ledgard et al.(2021)
		[수출국→수입국] 선박운송(브리즈번→부산항)	7.745	ton·km	sea-distance.org (산출tool)	0.02	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Wernet et al.(2016)
		[수입국내륙Ⓞ] 육로운송(트럭)_평균	0.153	ton·km	국립축산과학원 (2015).	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수
		[수입국내륙Ⓞ] 육로운송(트럭)_최단	0.005	ton·km	국립축산과학원 (2015).	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수
[수입국내륙Ⓞ] 육로운송(트럭)_최장	0.4	ton·km	국립축산과학원 (2015).	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수		
쇠고기_뉴질랜드	생산					19.71	kgCO <sub>2</sub> -eq /kg meat	Mazzetto et al. (2023)
	도축/가공					0.52	kgCO <sub>2</sub> -eq /kg meat	Mazzetto et al. (2023)
	유통	[수출국내륙] 육로운송(트럭) (캔터베리→웰링턴)	0.165	ton·km	Ledgard et al.(2021)	0.089	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Ledgard et al.(2021)
		[수출국→수입국] 선박운송(웰링턴→부산항)	9.817	ton·km	sea-distance.org (산출tool)	0.02	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Wernet et al.(2016)
		[수입국내륙Ⓞ] 육로운송(트럭)_평균	0.153	ton·km	국립축산과학원 (2015)	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수
		[수입국내륙Ⓞ] 육로운송(트럭)_최단	0.005	ton·km	국립축산과학원 (2015)	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수
[수입국내륙Ⓞ] 육로운송(트럭)_최장	0.4	ton·km	국립축산과학원 (2015)	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	Kang et al.(2025);환경부 환경성적표지평가계수		

출처: 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

<부록 표5> 국내 쇠고기 배출량 산정 시 사용한 전 과정 공정별 LCI 데이터 구성 (기능 단위: 한우 1두의 약 180일)

단계	항목	활동자료			배출계수		
		값	단위	구분	값	단위	구분
생산	사료(배합)	10775.38	kg/두	차용계수	0.614	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	사료(TMR)	4578.95	kg/두	차용계수	0.614	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	사료(볏짚)	3848.45	kg/두	차용계수	0.091	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	사료(건초)	1136.98	kg/두	차용계수	0.223	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	사료(엔시레지)	464.93	kg/두	차용계수	0.053	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	음용(지하수)	1254.47	kg/두	차용계수			
	전력	1777.8	kwh/두	차용계수	0.683	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	경유_생산	136.46	kg/두	차용계수	0.447	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	경유_연소	136.46	kg/두	차용계수	3.21	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	장내발효(CH <sub>4</sub> ) _ 수컷,1세미만				39	kg CH <sub>4</sub> /두/년	공인계수
	장내발효(CH <sub>4</sub> ) _ 수컷,1세이상				61	kg CH <sub>4</sub> /두/년	공인계수
	장내발효(CH <sub>4</sub> ) _ 암컷,1세미만				33	kg CH <sub>4</sub> /두/년	공인계수
	장내발효(CH <sub>4</sub> ) _ 암컷,1세이상				53	kg CH <sub>4</sub> /두/년	공인계수
	분뇨처리(CH <sub>4</sub> )				1	kg CH <sub>4</sub> /두/년	공인계수
	연평균질소배출량 (Nex)				49.68	kg N/두/년	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 퇴비화				0.01	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 액비화				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 퇴/액비화				0.01	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 정화				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 기타				0.1	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 위탁				0.006	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_퇴비화				80.12	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_액비화				1.14	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_퇴/액비화				3.81	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_정화				0.15	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_기타				0.77	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_위탁				14.67	%	공인계수
	도축·가공	도축공정				0.107	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg
포장					0.45	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
유통	육로운송(트럭)_평균	152	km	공인계수	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	공인계수
	육로운송(트럭)_최단	5	km	공인계수	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	공인계수
	육로운송(트럭)_최장	400	km	공인계수	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq/ton·km	공인계수

공인계수: 정부·공공기관·IPCC 등 공식 DB 자료

차용계수: 국내·외 문헌의 연구 자료

출처: 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

<부록 표 6> 돼지고기 전 과정 공정별 LCI 데이터 구성 (기능 단위: 돼지 1두의 약 180일)

단계	항목	활동자료			배출계수		
		값	단위	구분	값	단위	구분
생산	사료(배합)	331.81	kg/두	차용계수	1.97E+00	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	음용수(지하수)	1254.47	kg/두	차용계수	0.00E+00	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	전력	6.37	kwh/두	차용계수	6.83E-01	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	경유_생산	1.6364	kg/두	차용계수	4.47E-01	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	경유_연소	1.6364	kg/두	차용계수	3.21E+00	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	장내발효(CH <sub>4</sub> )_2개월미만				0.16	kg CH <sub>4</sub> /두/연	공인계수
	장내발효(CH <sub>4</sub> )_2~4개월				0.3	kg CH <sub>4</sub> /두/연	공인계수
	장내발효(CH <sub>4</sub> )_4~6개월				1.45	kg CH <sub>4</sub> /두/연	공인계수
	분뇨처리(CH <sub>4</sub> )				8	kg CH <sub>4</sub> /두/연	공인계수
	연평균질소배출량(Nex)				10.97	kg N/두/연	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 퇴비화				0.01	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 액비화				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 퇴/액비화				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 정화				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 기타				0.001	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 위탁				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_퇴비화				18.9	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_액비화				5.8	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_퇴/액비화				6.39	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_정화				13.72	%	공인계수
가축분뇨 처리시설 이용_기타				0.76	%	공인계수	
가축분뇨 처리시설 이용_위탁				54.42	%	공인계수	
도축·가공	도축공정				0.107	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	포장				0.45	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
유통	육로운송(트럭)_평균	152	km	공인계수	0.192	kgCO <sub>2</sub> eq/ton·km	공인계수
	육로운송(트럭)_최단	5	km	공인계수	0.192	kgCO <sub>2</sub> eq/ton·km	공인계수
	육로운송(트럭)_최장	400	km	공인계수	0.192	kgCO <sub>2</sub> eq/ton·km	공인계수

공인계수: 정부·공공기관·IPCC 등 공식 DB 자료

차용계수: 국내·외 문헌의 연구 자료

출처: 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

<부록 표 7> 닭고기 전 과정 공정별 LCI 데이터 구성 (기능 단위: 육계 1수의 약 32일)

단계	항목	활동자료			배출계수		
		값	단위	구분	값	단위	구분
생산	사료(배합)	2.29	kg/두	차용계수	1.60E+00	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	음용수(지하수)	4.57	kg/두	차용계수	0.00E+00	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	전력	0.16	kwh/두	차용계수	6.83E-01	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	경유_생산	0.0815	kg/두	차용계수	4.47E-01	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	경유_연소	0.0815	kg/두	차용계수	3.21E+00	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	분뇨처리(CH <sub>4</sub> )				0.02	kg CH <sub>4</sub> /두/년	공인계수
	연평균질소배출량(Nex)				0.31	kg N/두/년	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 퇴비화				0.001	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 액비화				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 퇴/액비화				0.001	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 정화				0.005	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 기타				0.001	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 N <sub>2</sub> O 위탁				0	kg N <sub>2</sub> O-N/kgN	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_퇴비화				62.04	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_퇴/액비화				1.87	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_정화				0.18	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_기타				0.77	%	공인계수
	가축분뇨 처리시설 이용_위탁				33.14	%	공인계수
도축·가공	도축(전기,용수,폐기물처리)				0.18	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
	가공				0.45	kgCO <sub>2</sub> -eq/kg	차용계수
유통		0.19	ton-km	차용계수	0.192	kgCO <sub>2</sub> -eq /ton-km	공인계수

공인계수: 정부·공공기관·IPCC 등 공식 DB 자료  
 차용계수: 국내·외 문헌의 연구 자료  
 출처: 본 연구의 데이터 분석 결과를 토대로 저자 작성

#### 4. 전과정영향평가(LCIA) 및 배출량 산정

##### 가. 전과정영향평가(LCIA) 개념

축산물 생산 과정에서 발생하는 온실가스의 실제 환경 영향을 평가하기 위해서는 단순히 배출량을 나열하는 것만으로는 충분하지 않다. 서로 다른 온실가스는 지구온난화에 미치는 영향의 크기가 다르기 때문이다. 이러한 차이를 반영하여 환경 영향을 정량적으로 평가하는 과정이 바로 전 과정 영향 평가(Life Cycle Impact Assessment, LCIA)이다.

따라서, LCIA 단계에서는 LCI에서 수집한 활동자료와 배출 데이터를 바탕으로 실제 환경 영향의 크기를 계산한다. 즉, 제품의 생산과 유통 과정에서 발생한 다양한 배출물질을 하나의 기준으로 환산하여 비교할 수 있도록 만드는 과정이라고 할 수 있다.

## 나. 지구온난화지수(GWP)의 적용

축산현장의 가축 사육 과정에서는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)뿐 아니라 메탄(CH<sub>4</sub>)과 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 등 다양한 온실가스가 배출된다. 특히 메탄은 소의 장내 발효 과정에서 많이 발생하며, 아산화질소는 가축분뇨 관리나 질소 순환 과정에서 발생하는 대표적인 온실가스이다. 같은 질량이라도 온실가스별 지구온난화 영향이 다르기 때문에, 이를 하나의 기준으로 환산할 필요가 있다.

본 연구에서는 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등 주요 육류 제품의 공급사슬 전반에서 발생하는 온실가스 배출량을 모두 이산화탄소 환산량(CO<sub>2</sub>-eq) 기준으로 계산하였다. 이때 적용되는 지표가 지구온난화지수(Global Warming Potential, GWP)이다. GWP는 특정 온실가스가 일정 기간 동안 지구온난화에 미치는 영향을 이산화탄소와 비교하여 수치화한 값으로, 본 연구에서는 온실가스종합정보센터(2025)의 기준에 따라 각 온실가스별 GWP를 적용하였다.

예를 들어, 100년 기준으로 메탄(CH<sub>4</sub>)은 CO<sub>2</sub>보다 약 28배, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 약 265배 더 큰 지구온난화 영향을 가진다.

<부록 표 8> 온실가스별 지구온난화지수(GWP)

온실가스	화학식	지구온난화지수(GWP-100)
이산화탄소	CO <sub>2</sub>	1
메탄	CH <sub>4</sub>	28
아산화질소	N <sub>2</sub> O	265

$$\text{온실가스 배출량(CO}_2\text{-eq)} = \text{활동자료} \times \text{배출계수} \times \text{온실가스별 GWP}$$

자료: 온실가스종합정보센터(2025)

본 보고서는 <부록 표 8>의 기준을 적용하여 각 공급사슬 단계에서 발생한 온실가스 배출량을 산정하기 위해 육류 제품의 생산 공정별 단계에서 사용된 사료, 에너지, 연료 등 활동자료(투입)에 해당 활동의 배출계수(산출)를 곱하고, 여기에 각 온실가스의 GWP를 적용함으로써 최종적인 이산화탄소 환산 배출량(CO<sub>2</sub>-eq)을 계산하였다.

#### 다. 탄소발자국(Carbon Footprint) 산출

앞서 설명된 LCI 분석을 통해 수집된 투입·배출 데이터를 바탕으로 LCIA단계에서 온실가스 배출량을 CO<sub>2</sub>-eq 기준으로 환산하였다. 이를 통해 육류 제품의 생산, 도축, 가공, 유통 등 공급사슬 각 단계에서 발생하는 온실가스 배출량을 정량적으로 산정하였다. 이렇게 산출된 단계별 배출량은 소비자가 이해하기 쉽도록, 육류제품 1kg이 매장 진열대에 도달할 때까지 발생하는 온실가스 배출량(CO<sub>2</sub>-eq/kg) 기준으로 통합·정리하였다.

종합적으로, 공급사슬 전 과정에서 발생하는 단계별 온실가스 배출량을 모두 합산하여, 육류제품 1kg 기준 총 온실가스 배출량, 즉 탄소발자국(Carbon Footprint)으로 다음과 같은 수식으로 정리하였다.

$$CF_{product}(kgCO_2\text{-eq/kg}) = E_{farm} + E_{processing} + E_{distribution}$$

$E_{farm}$  : 사육(농장) 단계에서 발생하는 온실가스 배출량

$E_{processing}$  : 도축 및 가공 단계에서의 배출량

$E_{distribution}$  : 유통 단계(운송, 저장 등)에서 발생하는 배출량

## 참고문헌

- 중국 국가통계국(National Bureau of Statistics of China). 중국통계연보(中国统计年鉴): 2014-2024 시계열 통계. <https://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/yearbook/>
- 일본 농림수산성(MAFF). 식료수급표(食料需給表): 2014-2024 시계열 통계. <https://www.maff.go.jp/>
- 한국농촌경제연구원. (2026). 2026년 축산물 수급 전망과 주요 이슈. [농업전망 2026 대회 발표자료]
- (사)한국육류유통수출협회(KMTA). (2014~2024). 육류 소비 현황: 축종별 전체 및 1인당 소비량. [https://www.kmta.or.kr/kr/data/stats\\_spend.php](https://www.kmta.or.kr/kr/data/stats_spend.php)
- 온실가스종합정보센터. (2025). 국가 온실가스 인벤토리(1990\_2023)(’06지침). 기후에너지환경부.
- 농촌진흥청. (2024). 스마트한 축산통계 30: 2024년 3호.
- 강지석, 김충현, 김태환, 정진주. (2024). 제4장 한육우, 돼지, 젖소 수급 동향과 전망. 한국농촌경제연구원, 농업전망 2024.
- 이형우, 심민희, 정세미, 서강철. (2020). 제21장 가금류 수급 동향과 전망. 한국농촌경제연구원, 농업전망 2020.
- 강희연, 이재영, 김건용, 황용우, 박광호, & 이동준. (2024). 전과정평가(LCA)를 적용한 가축분뇨 재활용 공정의 환경영향 분석. 대한환경공학회지, 46(10), 582-591.
- 고광훈, 황용우, 박광호, 조현정, & 제무성. (2005). LCA 기법을 이용한 발전시스템의 환경성 평가. 대한환경공학회지, 27(7), 704-711.
- 김경훈, 정유심, & 김필주. (2017). 농업부문 온실가스 감축효과 산정을 위한 경종 및 축산부문 배출계수와 검증 가이드라인 개발. 농림축산식품부.
- 김경훈, Rajaraman Bharanidharan, 김자연, 우양원, 이건모, 이민혁, 김윤하, 이종석, 이주영, 이성대, 정진영, 송재용, & 백열창. (2018). 축산 부문 온실가스 주발생원의 국내 적용가능 배출계수 개발 및 산정방법 고도화. 농촌진흥청.
- 김창길, 장정경, 권희민, & 남재작. (2009). 탄소성적표지제도의 농업분야 적용과 시사점 (기본연구보고서). 한국농촌경제연구원.
- 남재작, 옥용식, 최봉수, 임승택, 정용수, 장영석, & 양재의. (2008). 겨울 유채의 환경성 평가를 위한 전과정평가 방법론(LCA). 한국환경농학회지, 27(2).
- 농촌진흥청. (2023.1.31). 축산분야 온실가스 배출량, 더 정확하게 산정한다 [보도자료]. [https://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=view&prgId=day\\_farmprmninfoEntry&dataNo=100000784864](https://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=view&prgId=day_farmprmninfoEntry&dataNo=100000784864).
- 농촌진흥청. (2025. 2. 10). 육계 분뇨처리 온실가스 배출량 산정 정확도 높인다 [보도자료]. <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156673719>.
- 농촌진흥청. (2025. 9. 17). 2050탄소중립, 국내 맞춤형 축산 온실가스 배출계수 구축 완료 [보도자료]. [https://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=view&prgId=day\\_farmprmninfoEntry&dataNo=100000805279](https://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=view&prgId=day_farmprmninfoEntry&dataNo=100000805279).
- 박규현, 연성모, 박유성, 이근영, 김윤숙, & 정연주. (2022). 전과정 측면에서 한우의 환경적·산업적 특징 연구. 한우자조금관리위원회.
- 박규현, 최은정, 장현철, 연성모, & 정순철. (2024). 저탄소 농축산물 인증제 기술요소 등록 및 전과정평가목록 구축. 농촌진흥청.
- 박유성, 이건모, & 양승학. (2015). 국내 낙농우(젖소)로부터의 우유생산에 대한 전과정평가. 대한환경공학회지, 37(1), 52-59.
- 심교문, 정지선, 소규호, 임승택, 노기안, 김건엽, 정철현, & 이덕배. (2010). 전과정평가 도입을 통한 농업환경영향 평가. 한국토양비료학회지, 43(2), 237-241.
- 양승학, 김경훈, 라창식, 이건모, 김진경, 이상락, & 이경. (2014). 축산부문 온실가스 배출계수 개발 및 배출량 평가. 농촌진흥청.
- 온실가스종합정보센터. (2025). 2024 국가 온실가스 인벤토리 보고서. 기후에너지환경부.
- 윤성이, & 손보홍. (2012). 유기농자재의 탄소배출량 산정을 위한 전과정평가(LCA): 참숯, 목초액, 미생물제제를 중심으로. 한국유기농업학회지, 20(3), 297-311.
- 윤성이, & 유덕기. (1998). LCA 수법을 이용한 농축산분야의 온실효과 가스의 정량적 평가. 한국유기농업학회지, 7(1), 17-34.
- 이근영, 연성모, & 이건모. (2014). 지역통계를 활용한 축산부문 온실가스 배출량 산출에 대한 연구. 한국전과정평가학회지, 15(1), 41-54.

- 이명규, 윤영만, 장민기, 성하균, 김수량, 함권웅, 안상현, 박승현, 이수찬, & 정지원. (2022). 기후위기 대응 탄소중립형 축산분야 정책 방안. 농어업·농어촌특별위원회.
- 이용건, 김현웅, & 승준호. (2023). 탄소중립 실현을 위한 가축 사육단계 온실가스 감축 방안 (기본연구보고서). 한국농촌경제연구원.
- 이용건, 정민국, & 최진용. (2022). 제5장 탄소중립시대, 축산업 발전 방향. 한국농촌경제연구원 기타연구보고, 133-165.
- 정민국, 이용건, & 최진용. (2021). 축산업 환경영향 분석과 정책과제 (기본연구보고서). 한국농촌경제연구원.
- 조수현, 성필남, 강근호, 강선문, & 박범영. (2015). 지구온난화에 대응한 탄소절감형 축산물 유통기술 개발. 농촌진흥청.
- 조수현, 황인호, 정다운, 강근호, 성필남, 박범영, 강선문, & 박경미. (2013). 국내산과 수입산 쇠고기, 돼지고기 탄소배출량 자료활용. 국립축산과학원.
- 진주현, 최은정, 이선일, 권효숙, 이형석, 박혜란, 정순철, 노훈, & 이지선. (2023). 전과정평가법을 활용한 고구마 및 풋옥수수의 탄소배출량 산정. 한국기후변화학회지, 14(1), 21-31.
- 최성원, 김학영, & 김준. (2015). 탄소발자국 개념의 발전 과정과 농림 부문에서의 활용 전망. 한국농림기상학회지, 17(4), 358-383.
- 허영채, 배대식, 오치영, 서영진, & 이건모. (2017). LCA 기법을 활용한 스마트폰의 잠재적 환경영향평가. 대한환경공학회지, 39(9), 527-533.
- 해양수산부. (2025). 해운항만물류정보시스템.
- 홍태훈, 지창윤, & 정광복. (2012). 전과정평가(LCA) 방법을 이용한 건축물에 대한 환경영향 평가 방법. 한국건설관리학회논문집, 13(5), 84-93.
- Asem-Hiablie, S., Battagliese, T., Stackhouse-Lawson, K. R., & Rotz, C. A. (2019). A life cycle assessment of the environmental impacts of a beef system in the USA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(3), 441-455.
- Basset-Mens, C., Ledgard, S., & Boyes, M. (2009). Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. *Ecological Economics*, 68(6), 1615-1625.
- Basset-Mens, C., Ledgard, S., & Carran, A. (2005). First life cycle assessment of milk production from New Zealand dairy farm systems. In *Proceedings of the Australian and New Zealand Ecological Economics in Action Conference* (pp. 258-265).
- Beukes, P. C., Gregorini, P., & Romera, A. J. (2011). Estimating greenhouse gas emissions from New Zealand dairy systems. *Animal Feed Science and Technology*, 166, 708-720.
- Bengtsson, J., & Seddon, J. (2013). Cradle to retailer life cycle assessment of chicken products in Australia. *Journal of Cleaner Production*, 41, 291-300.
- Biswas, W. K., & Naude, G. (2016). A life cycle assessment of processed meat products supplied to Barrow Island. *Journal of Food Engineering*, 180, 48-59.
- Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. (2025). Red meat export statistics 2025.
- Dorca-Preda, T., Mogensen, L., Kristensen, T., & Knudsen, M. T. (2021). Environmental impact of Danish pork at slaughterhouse gate. *Livestock Science*, 251, 104622.
- Dourmad, J. Y., Ryschawy, J., Trousson, T., Bonneau, M., Gonzalez, J., Houwers, H. W. J., ... & Morgensen, L. (2014). Evaluating environmental impacts of contrasting pig farming systems with life cycle assessment. *Animal*, 8(12), 2027-2037.
- FAO. (2016a). Environmental performance of large ruminant supply chains: Guidelines for assessment.
- FAO. (2016b). Greenhouse gas emissions and fossil energy use from poultry supply chains: Guidelines for assessment.
- FAO. (2018). Environmental performance of pig supply chains: Guidelines for assessment (Version 1).
- FAO. (2025). GHG emissions from agrifood systems: Global, regional and country trends, 2001-2023.
- FAO. (2013). Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains : A global life cycle assessment.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Hamerschlag, K., & Venkat, K. (2011). Meat Eater's Guide to Climate Change+ Health: Lifecycle Assessments: Methodology and Results 2011. Environmental Working Group.

- Hur, S. J., Kim, J. M., Yim, D. G., Yoon, Y., Lee, S. S., & Jo, C. (2023). Impact of livestock industry on climate change: Case study in South Korea—A review. *Animal Bioscience*, 37(3), 405.
- Jeong, D., Kim, Y. S., Cho, S., & Hwang, I. (2023). A case study of CO<sub>2</sub> emissions from beef and pork production in South Korea. *Journal of Animal Science and Technology*, 65(2), 427.
- Kang, H. Y., Hwang, Y. W., Lee, J. H., Cho, S. J., Jeon, Y. S., Kim, N. S., & Kim, J. (2025). Evaluating the greenhouse gas emissions footprint of chicken meat production in South Korea. *Food and Bioproducts Processing*, 150, 230–239.
- National Heavy Vehicle Regulator (NHVR). (2025). NHVR GO, Route planner tool.
- Ledgard, S., Falconer, S., & Mazzetto, A. (2021). Carbon footprint of New Zealand beef and sheep exported to different markets. Report for the Meat Industry Association and Beef+ Lamb New Zealand.
- Ledgard, S. F., Falconer, S. J., Abercrombie, R., Philip, G., & Hill, J. P. (2020). Temporal, spatial, and management variability in the carbon footprint of New Zealand milk. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 1031–1046.
- Leinonen, I., Williams, A. G., Wiseman, J., Guy, J., & Kyriazakis, I. (2012). Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment. *Poultry Science*, 91(1), 8–25.
- Lupo, C. D., Clay, D. E., Benning, J. L., & Stone, J. J. (2013). Life-cycle assessment of the beef cattle production system. *Journal of Environmental Quality*, 42(5), 1386–1394.
- MacLeod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Meat & Livestock Australia Limited. (2023). Red Meat Greenhouse Gas Emissions Update 2023.
- Mazzetto, A. M., Falconer, S., & Ledgard, S. (2023). Carbon footprint of New Zealand beef and sheep meat exported to different markets. *Environmental Impact Assessment Review*, 98, 106946.
- Oak Ridge National Laboratory, National Transportation Research Center. (2025). Freight Analysis Framework Version 5 (FAF5).
- Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains: A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Pelletier, N., Pirog, R., & Rasmussen, R. (2010). Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies. *Agricultural Systems*, 103(6), 380–389.
- Peters, G. M., Rowley, H. V., Wiedemann, S., Tucker, R., Short, M. D., & Schulz, M. (2010). Red meat production in Australia. *Environmental Science & Technology*, 44(4), 1327–1332.
- Poore, J. & Nemecek, T., (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, Volume 360, pp. 987-992.
- Putman, B., Rotz, C. A., & Thoma, G. (2023). A comprehensive environmental assessment of beef production and consumption in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136766.
- Roman-White, S., Rai, S., Littlefield, J., Cooney, G., & Skone, T. J. (2019). Life cycle greenhouse gas perspective on exporting liquefied natural gas from the Unites States: 2019 update (No. DOE/NETL--2019/2041). National Energy Technology Laboratory (NETL).
- Robertson, M. R., & Klimas, C. (2019). A playful life cycle assessment of the environmental impact of children's toys. *DePaul Discoveries*, 8(1), 7.
- Sea-Distances.org. 검색일: 2026년 3월 17일. <https://sea-distances.org/>
- Stats NZ Tauranga Aotearoa, Infoshare. (2024). Agriculture, Variable by Regional Council.
- Stats NZ Tauranga Aotearoa, Infoshare. (2025). Overseas merchandise trade datasets..
- U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. (2025). Global Agricultural Trade System (GATS).
- Thoma, G. J., Baker, B., & Knap, P. W. (2024). A life cycle assessment study of the impacts of pig breeding. *Animals*, 14(16), 2435.

- Thoma, G., Putman, B., Matlock, M., Popp, J., & English, L. (2017). Sustainability assessment of US beef production systems.
- van der Werf, H. M., Kanyarushoki, C., & Corson, M. S. (2009). An operational method for evaluation of dairy farms by life cycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 90(11), 3643–3652.
- van Selm, B., de Boer, I. J., Ledgard, S. F., & van Middelaar, C. E. (2021). Reducing greenhouse gas emissions of New Zealand beef. *Agricultural Systems*, 186, 102936.
- Webb, J., Williams, A. G., Hope, E., Evans, D., & Moorhouse, E. (2013). Do foods imported into the UK have a greater environmental impact than the same foods produced within the UK?. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(7), 1325-1343.
- Wiedemann, S., Biggs, L., Watson, K., Gould, N., & McGahan, E. (2019). Australian Beef Industry 35-year environmental impact trends analysis.
- Wiedemann, S., McGahan, E., Murphy, C., Yan, M. J., Henry, B., Thoma, G., & Ledgard, S. (2015). Environmental impacts and resource use of Australian beef and lamb exported to the USA. *Journal of Cleaner Production*, 94, 67–75.
- Zhang, N., Ledgard, S., Falconer, S., Luo, J., Ma, L., & Bai, Z. (2025). Implications of environmental constraints and opportunities on livestock production. *Cleaner Environmental Systems*, 16, 100266.



기후솔루션은 전 세계 온실가스 감축 및 올바른 에너지 전환을 위해 활동하는 비영리법인입니다.  
리서치, 법률, 대외 협력, 커뮤니케이션 등의 폭넓은 방법으로 기후위기를 해결할 실질적 솔루션을 발굴하고,  
근본적인 변화를 위한 움직임을 만들어 나갑니다.