

발간등록번호

11-1543000-002899-01

# 양분관리 매뉴얼 개발 및 환경 부담금 도입 방안

2018. 12



연구 기관 : [사]한국축산경제연구원  
발 주 처 : 농 림 축 산 식 품 부



# 제출문

농림축산식품부 귀중

본 보고서를 “양분관리 매뉴얼 개발 및 환경 부담금 도입 방안 연구”에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2018년 12월

(사)한국축산경제연구원 원장 석희진



# 양분관리 매뉴얼 개발 및 환경 부담금 도입 방안

2018. 12



책임연구원 : 한국축산경제연구원 부원장 이상철  
연구원 : 한국축산경제연구원 부장 김기현  
연구원 : 한국축산경제연구원 팀장 천현식  
연구원 : 한국축산경제연구원 연구원 박준우  
연구원 : 강원대학교 교수 라창종  
연구원 : 강원대학교 교수 이인민  
연구원 : 강원대학교 연구원 심수민



## 요 약

---

### I. 양분관리 매뉴얼 개발

#### 1. 서론

- 작물의 양분 공급을 위해 농경지에 시비되는 화학비료와 가축분뇨 퇴·액비는 토양의 양분집적 및 수계의 부영영화 등 환경오염의 주범으로 지목되고 있으며, OECD의 국가별 양분수지에 따르면 우리나라의 질소 수지는 OECD 평균의 3.4배 (222 kg/ha·년) 인[P] 수지는 7.7배(46 kg/ha·년)으로 전체 1위국으로 나타남.
- 따라서, 이를 해결하기 위해 양분수지의 정확한 산정이 요구되어지며, 현행 OECD의 양분수지 산정식을 국내 농업환경에 바로 적용할 경우 우리나라의 농업 특성을 고려하지 못하므로 국내 축산 현실을 최대한 반영한 우리나라 고유의 양분수지 산정식의 개발이 요구되고 있음.
- 본 연구에서는 지역단위 토양의 양분수지를 파악·관리하는데 기초자료로 사용되어지는 양분수지 산정식을 국내 축산 및 농업 현실에 맞게 개선·정립하고, 이를 활용하는 양분관리 매뉴얼을 개발·제시하고자 하였음.

#### 2. 국내·외 농경지 양분관리 현황

- 국내의 농경지는 크게 논과 밭으로 구분되어지며, 적은 농경지에서의 집약적인 농업활동을 위해 화학비료, 가축분 퇴·액비와 유기질 비료 내 양분이 인위적으로 유입되어지고, 작물의 재배를 통해서 유출되어짐. 이외에도 농업환경의 영향으로 인해 생물학적 질소고정, 대기환경으로 부터의 침적과 대기중으로 휘발, 탈질 현상 등이 발생하여 토양 내 양분의 유·출입이 발생함.
- 북미 및 유럽의 양분관리 방법은 발생하는 가축분뇨의 대부분을 자원화하여 처리하는 우리나라의 농업환경 현실에 부적합하기 때문에 해외에서 사용하는 양분관리 프로그램의

장점 및 시스템 구성을 차용하되 국내의 현실을 반영하는 노력을 통해서 우리나라 맞춤형 양분관리 시스템을 구축해나가야 함.

- 현재 국제적으로 통용되고 있는 대표적인 양분수지로는 OECD에서 매년 산출하는 농업환경 지표 양분수지 산정이 있으나, 양분수지 산정법의 분석을 통해 국내 농업환경 (특히 가축분뇨의 처리 현황)을 고려한 국내 양분수지 산정법 및 관리 매뉴얼의 개발이 요구됨.

### 3. 선행 양분수지 산정식 분석

- 그러나 우리나라는 농경지가 적고, 집약적인 축산업을 하여 가축분뇨의 자원화율이 높으며 정화처리 등 가축분뇨 처리기술이 발달한 특징을 가지고 있어 농업 환경이 상이한 타 국가들과 같은 양분수지 산정식을 적용하기 어려우므로, OECD의 양분수지 산정법 및 산정식 분석을 통해 우리나라 기준 양분관리 항목을 정리할 필요가 있음.
- 양분수지 산정법에는 정의된 범위에 따라서 Land budget(토지수지), Farm budget(농가수지), Soil budget(토양수지) 산정법이 있으며, 이 중 OECD에서는 토지수지 산정법을 이용하여 각 회원국의 토양 내 질소·인 양분수지를 산정하고 있으며, 데이터의 확보 및 불확실성을 고려하여 현실적인 양분수지 산정식을 구성함.
- 국내에서는 한국농촌경제연구원에서 양분 부하량 기준 양분관리를 위한 산정식을 제시한 바 있으며, 국립농업과학원, 국립환경과학원, 한경대에서는 양분수지를 기준으로 한 산정식을 제시하여 꾸준한 연구가 이루어져 왔으나 정책적으로 활용되지는 못함.

### 4. 양분수지 산정법의 국내 적용 한계점 및 개선방향

- 양분수지 산정법의 국내 적용 시 각 양분수지 산정법의 장단점을 분석하였음.
- Land budget은 OECD의 현행 양분수지와 연계가 가능하고 농업환경의 종합적인 양분수지를 확보할 수 있으며, 향후 대기관련 정책의 시행 시 추가적인 산정식의 변경 없이 그래도 적용가능한 장점이 있으나, 대기 질소잔고의 과다 산출 및 부정확성, 퇴·액비 자원화, 정화처리에 의한 양분 감소 미고려 및 NH<sub>3</sub> 배출로 인한 축산업의 위축, 농업계의 삭감 노력 미반영 등의 단점이 있음.



- Soil budget은 농경지 중심의 양분관리가 가능하고 가축분뇨 자원화 및 정화처리 시 소실되는 양분이 양분수지에서 제외되어 축산업계의 반발이 적으며, 자원화 과정의 인의 소실, 양분삭감 효과의 반영 등의 장점이 있으나 대기 대상 정책 수행 시 산정법의 변경이 필요하고, 가축분뇨 수출입량 항목을 추가적으로 신설해야 한다는 단점이 있음.
- OECD 양분수지 산정법의 국내 적용 시 대기 질소잔고의 과다산정, 작물 잔재 및 질소저장 변동량 관련 가용데이터의 신뢰성에 의문이 있다는 문제점이 있으며, 이를 개선하기 위해 악취저감시설에 의해 경감되는 대기 질소잔고량, 국내 가축분뇨 처리방법, 데이터의 가용성을 반영하는 것이 필요함.

## 5. 국내 적용 양분수지 산정법 정립

- 양분수지 산정식의 국내 적용을 위해서 양분수지 산정 항목의 선정이 필요함. 양분수지 산정항목은 기본적으로 OECD의 항목을 적용하였으며, 국내의 가축분뇨 처리방법 및 통계·계수의 가용성을 고려하여 지역단위 양분관리에 적합한 Land budget과 Soil budget 양분수지 산정법의 산정식을 모두 개선하여 제시함.
- 유입항목으로는 화학비료 공급량, 가축분뇨 생산량 (Land budget), 처리된 가축분뇨 생산량 (Soil budget), 가축분뇨 수출입량, 유기질비료 공급량, 생물학적 질소고정량, 대기침적량, 피종·식재용 재료를 통한 유입량을 고려하였으며, 유출 항목으로는 작물생산량, 사료작물 생산량, 작물잔재량, 잔재 항목으로는 총 잔고, 총 대기질소잔고, 총 수계 잔고로 분리하여 구성하였음.
- 국내 가축분뇨 처리현황이 고려되어야 하는 가축분뇨 생산량 (Land budget), 처리된 가축분뇨 생산량 (Soil budget)은 국내 통계자료를 활용하여 정화처리·퇴비화·액비화 방법별로 나눠 제시하였으며, 세부적으로 고액분리와 자원화과정 중 소실량을 고려하였음.
- 총 대기 질소잔고는 Land budget에서 가축분뇨 처리방법 (정화처리, 퇴비화, 액비화)별 질소 소실량을 제시하였으며, Land·Soil budget 모두에서 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량을 반영하였음.
- 국가 및 지역수준의 양분관리를 위해 각 항목별 양분수지 산출 지역의 특징을 포함하고

있고 국내에서 주기적으로 산정되어지는 통계자료를 이용하였으며, 국내 자료의 미비 시 전 세계적으로 연구된 문헌을 참고하여 구성하였음.

## 6. 개선된 양분수지 산정식을 이용한 양분수지 산출

- 개선된 양분수지 산정식을 이용하여 국가, 도 단위 양분수지를 파악하고 OECD의 양분수지와 비교하였음.
- Land budget 기준, 국내의 양분 유입량은 645,551 ton N/년, 108,743 ton P/년으로 나타났으며, 양분 유출량은 110,616 ton N/년, 16,484 ton P/년으로 나타남에 따라 총 양분수지는 534,936 ton N/년, 92,260 ton P/년으로 산출되었음.
- Soil budget 기준, 국내의 양분 유입량은 492,881 ton N/년, 86,224 ton P/년으로 나타났으며, 양분 유출량은 110,616 ton N/년, 16,484 ton P/년으로 나타남에 따라 총 양분수지는 382,266 ton N/년, 69,741 ton P/년으로 산출되었음.
- 개선된 양분수지 산정식을 이용해 산출한 우리나라의 양분수지는 Land budget과 Soil budget 모두에서 토양에서 수용할 수 있는 양분의 양을 초과하는 것으로 나타났으며, 적절한 양분 삭감 방법의 적용을 통한 양분관리가 요구됨.

## 7. 양분관리 매뉴얼 개발 및 양분관리 방안 모색

- 지역단위 양분관리를 위해 양분수지 산출을 위한 세부 산정식을 구성하였으며, [입력계산산출]로 구성된 양분수지 산출 프로그램의 예시를 제시함.
- 세부 양분수지 산정식을 이용하여 강원도 C시의 양분수지를 산출한 결과 평균 양분수지는 Land budget의 총 잔고 기준 질소 2,194 ton N/년, 인 343 ton P/년, Soil budget의 총 잔고 기준 질소 1,722 ton N/년, 인 270 ton P/년으로 나타나 농업환경으로 과량의 양분이 유입되고 있는 것으로 나타남.
- 동/면 기준으로 산출된 양분수지의 비교를 통해 지역 내 세부적인 양분관리가 가능할 것으로 예상되며, 정확한 지역단위의 양분수지 산출을 위해 화학비료 및 유기질비료, 사료작물의 지역단위(시/도, 동/면) 재배면적 등 세부 데이터를 정확히 확보할 수 있는 통계체계의 개선과 미비된 가용데이터의 확보가 선행되어야 할 것으로 판단됨.
- 지역단위 양분관리를 위한 실현가능한 삭감방안은 화학비료 사용량 감축, 정화처리 확대, 고품질 퇴·액비 생산, 고품연료화, 질소·인 회수 후 재이용, 퇴액비 수출 등이 있으며, 가축분뇨 생산량 감축 방법의 경우 축산농가의 생존권을 위협한다는 측면에서 최후의 양분수지 삭감 수단으로 여겨짐.
- Land budget과 Soil budget의 양분 삭감방안별 반영여부를 분석한 결과 Land budget은 정화처리 확대, 고품질 퇴·액비화, 고품연료화에서 직접적인 양분삭감 효과를 나타내기 어려우나 Soil budget에서는 반영 가능한 것으로 판단됨.
- 정확한 국가단위·지역단위 양분수지 산정을 위해서 Land budget은 가축분뇨 처리 시 소실된 양분의 분류, 정화처리 과정에서 소실되는 질소의 잔고 분류가 필요함.
- Soil budget은 퇴·액비 시비량 통계의 확보가 요구되며, Land & Soil budget 모두 가축분뇨 자원화 시 인의 소실량, 작물잔재 생산비를 확보, 토양에서 소실되는 양분량 산정, 유기질 비료 소비 통계 확보가 필요할 것으로 판단됨.

## 8. 양분관리에 대한 법 적용 검토

- 양분의 정의 및 양분관리의 목적에 비추어 현행 법률 중에서 양분관리를 적용하여 개정 가능한 대상 법률로 4개 법(축산법, 가축분뇨법, 비료관리법, 친환경농어업 육성법)을 검토한 결과 법령 명칭 개정을 전제로 비료관리법이 가장 수용 가능성이 높다고 판단하였음

<양분관리 적용 대상 법률의 장단점 비교>

장·단점	축산법	가축분뇨법	비료관리법	친환경농어업법
장점	- 축산농가 관리	- 현행 법에서 가축분뇨 실태조사 추진 - 비료공급량 초과지역 사육제한 가능	- 법 목적과 양분관리가 부합 - 양분 통계자료 확보 용이 - 전문성 기 확보 - OECD 농업환경지표 대응 용이	- 법 목적과 양분관리가 부합
단점	- 축사 및 분뇨처리관에 국한 - 작물 및 토양정보 수집 곤란	- 가축분뇨 이외 비료 수급 자료 입수 곤란 - 토양, 작물재배 자료수집 전문성 부족	- 법 명칭 보완 필요 - 위임·위탁기관 필요	- 환경오염 방지에 대한 구체적인 하위규정 부재 - 친환경 농산물 인증에 치중하여 법 적용대상자가 다름

- 비료관리법에 추가되어야 할 법 조문을 신·구조문대비표로 제시하였는데, 주요 내용으로 양분관리 도입에 따른 국가·지방자치단체의 책무, 양분관리 기본계획의 수립, 양분관리 실태 조사·평가, 양분관리 활성화 지원, 양분관리 정보시스템의 구축·운영, 양분관리 기관의 지정, 권한 또는 업무의 위임·위탁 업무 등을 포함하였음.
- 결론적으로 양분관리 업무가 제도화되기 위해서는 지역단위 양분관리 매뉴얼의 보급, 양분관리 정보시스템 구축, 지자체 공무원에 대한 교육, 관련업 종사자에 대한 제도 홍보 등 선행되어야 할 사항이 많기 때문에 법 개정 이전에 충분한 절차와 기간을 가져야 할 것임.

## II. 환경 부담금 도입 방안

정부에서는 그동안 축산환경 개선을 위해 다양한 정책을 추진하였지만 이제부터는 일정부분 원인유발자의 책임성에 대한 검토를 해야 한다는 입장에 있다. 최근에 국회 본회의를 통과한 축산법 개정안 중 가장 주목할 만한 내용은 축산환경을 “축산업으로 인해 사람과 가축에 영향을 미치는 환경이나 상태를 말한다”라고 정의하였고 축산환경 개선을 축산발전 시책 강구 분야에 포함시켰다는 사실이다.

여기에서 언급하고자 하는 축산환경 부담금은 농업인의 삶의 질과 농촌 환경을 개선하여 농업·농촌의 지속가능성을 높여 나가기 위해 축산농가의 환경개선 노력을 촉구하는데 있다. 따라서 본 연구에서는 국내외 환경관련 부담금조세 부과 및 운영 실태를 조사하여 축산환경개선 부담금 제도 도입의 적절성 검토와 함께 부담금 운용시 관련 법령과의 조화, 부담금의 귀속주체 설정, 부담금의 비용/편익 적정성, 부담금의 부과기준 및 사용용도, 부담금의 면제·감면 조항 등 제반 사항을 검토하는데 목적을 두었다.

우선 해외에서의 축산환경 관련 기금이나 부담금 제도를 조사한 결과, 축산업이 환경에 미치는 부정적 영향을 관리하기 위해 추진하고 있거나 구상중인 제도는 세 가지 유형으로 분류되었다. 첫째 미국·캐나다, EU 등 선진국과 같이 정부의 철저한 관리와 함께 위반 시 강력한 민형사 조치 또는 금전적 불이익을 부여하는 것이고, 둘째 스웨덴·독일은 소비자에게 육류세 부과, 중국은 환경보호세 부과, 덴마크는 광물성 인 세금 부과 등을 통해 축산업으로 인한 환경오염 저감을 직간접적으로 유도하고 있고, 마지막으로 네덜란드·일본의 경우로서 축산단체에서 질병의 피해에 대한 자구책 방식의 기금조성으로 축산농가의 경각심을 고조시키는 관리가 있었다. 그러나 어떠한 나라에서도 축산으로 인한 환경오염 방지를 위한 부담금 제도 도입은 실현되고 있지 않고 있다는 사실을 확인하였다.

국내에서 운영되고 있는 원인유발자 부담금을 부가 항목(분야), 부과 목적, 부과 대상별로 분류하여 축산환경 부담금과의 관계성을 살펴보았다. 현재 운영중인 원인유발자 부담금의 설치 논리에 따르면 “축산은 대기와 수질에 영향하는 오염물질 배출로 인해 환경보전을 저해하는 산업이기 때문에 그 오염물질을 배출하는 축산농가에 부담금을 부과해야 한다”라는 정의에 도달하게 된다. 그동안의 축산업이 규모의 경제성을 추구하면서 노동 생산성 향상에 크게 기여하여

왔지만 축산업 생산단계에서의 환경오염, 가축질병 발생, 식품안전 등에 대해 일정부분 외부불경제 문제를 야기한 것은 사실이다.

그럼에도 불구하고 이러한 정의는 축산이 갖고 있는 경제·사회적 순기능 즉, 국민에게 양질의 단백질 공급 및 식량 안보 기능을 하면서 경축순환농업의 실현에 기여하고, 국민의 정서함양과 여가 선용의 기회를 제공하며, 농촌지역 경제 주도와 함께 연관산업의 일자리 창출에 큰 기여를 한다는 점을 과소평가하면서 오염 그 자체에만 무게를 두고 있다는 오해를 줄 수 있다. 특히 대다수의 축산농가가 농촌의 삶의 질 향상이라는 시대적 요구를 인식하여 농장의 환경을 개선코자 하는 자구 노력을 평가받지 못하고 부담금 부과 대상이라고 하는데 대한 자괴감과 함께 제도 마련에 비협조적일 우려가 있다.

정부에서는 그동안 외부불경제 문제를 최소화하기 위해 각종 보조금 지원사업과 함께 환경에 대한 직접적인 규제를 추진해왔지만 현행 제도·시책만으로는 국민들의 부정적인 인식을 단기단내 개선하기 어렵다는 판단을 하고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 축산업의 생산단계 외부불경제 해소수단으로 정부 지원, 정부 직접규제, 정부 간접규제로 분류했을 때의 수단별 적합성 판단 기준을 환경개선 효과(목표달성, 사전예방), 비용부담(비용효율성, 집행용이성), 형평성으로 구분 제시해 보았다.

개선 효과의 경우 목표달성도는 정부 직접규제가 비교적 단순하고 효과가 즉시 나타나므로 가장 효과적이었고, 사전예방은 정부 간접규제인 부담금 부과가 효과적인 것으로 판단되었다. 비용부담의 경우 비용효율성은 세 가지 수단이 각각 장단점을 갖고 있고 집행용이성은 정부 지원이 가장 효과적이라고 판단되었다. 형평성은 사육규모 비례적으로 징수하는 부담금 제도가 농가 간 형평성이 가장 우수하다고 판단되었다. 결국 이들 세 가지 수단을 상호 보완하여 외부불경제 해소를 극대화할 필요가 있다.

축산환경부담금이 시행될 경우 축산농가(사료제조업체 포함)의 환경친화적인 행위를 유도하면서 국민·소비자 또는 환경관련 부처에 축산농가의 부담금 수용 등 자구 노력을 널리 알리는 효과를 부수적으로 얻을 수 있다.

부담금 제도의 정착률을 위해서는 지자체 축산부서에서 축산농가의 환경개선 지원에 필요한

용도로 충분히 활용할 수 있도록 교부비율을 늘리거나, 자조금 형태로 자발적으로 거출하고 자율적으로 사용 용도를 정하게 함으로써 정부 정책의 적극 참여를 유도하는 방식에 대해 검토해 볼 수 있을 것이다. 그러나 자조금의 경우 축종에 따라 무임승차 농가 비율이 높다는 것이 문제점으로 지적된다.

축산환경 부담금을 신설하기 전에 부과기준을 우선적으로 검토해야 한다. 중앙정부 기금(축산법, 대안 1)은 부과단위로 가축단위를 이용하는 것이 비교적 객관적이라고 판단하였고 각국의 가축단위를 비교해 보았으나 국가별로 차이가 심해 우선 과거 국립축산과학원에서 질소와 인산을 기준으로 착유우 1단위에 해당하는 축종 및 사양단계별 가축단위를 적용하였다.

축산농가, 축산·환경 전문가, 소비자들을 대상으로 한 축산환경기금 조성 및 활용에 대한 설문조사 결과를 델파이 분석기법을 이용하여 분석한 결과, 축산환경기금의 부담주체는 “축산농가와 중앙정부 및 지방정부 공동부담”이 74.2%로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 기금 마련 시 축산농가로 부담이 편중되지 않도록 하기 위해 나타난 의견으로 판단되었다.

가축단위 1단위(젖소 착유우) 당 연간 거출액에 대한 견해는 축산·환경 전문가>소비자>축산농가 순으로 금액이 높았고 전체 설문 대상자의 응답 금액을 평균한 금액은 11,690원이었다. 이 금액을 2018년 현재 사육중인 전국의 한우, 젖소, 돼지, 닭(산란계, 육계)에 적용하였을 때 연간 부과금액을 잠정 추계하였다.

집계된 잠정 부과금액을 가지고 비용편익 분석을 실시하였는데 비용은 축산환경 부담금의 사용액으로 가정하고 편익은 축산환경 부담금 사용시 직접적으로 나타나는 직접편익과 직접편익에 의거해서 나타나는 간접편익으로 구분하였다. 비용편익 분석 결과 B/C 비율이 0.32로서 경제적 타당성 수준을 충족하지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 축산환경 부담금의 경제적 효과는 정량할 수 없는 간접적인 편익을 함께 고려하여야 할 것으로 사료되며 여러 가지 부담금에 대한 규제영향분석서의 비용·편익 분석 사례를 참고할 때 정량적인 편익 결과가 크게 중요하지는 않을 것으로 보인다.

축산환경 부담금제도의 도입을 전제하였을 때 부담금 조성방식을 중앙정부 기금과 축산자조금으로 제안해 보았다. 우선 중앙정부 기금의 경우 두 가지 방식을 제시하였다. 첫째로 축산환경

부담금은 축산환경개선이라는 목적이 분명하고, 축산환경개선을 위해 다양한 사업이 추진되어야 하며 부과대상이 축산농가로 특정되며, 사업을 탄력적으로 수행하기 위해서 기금으로 운영되는 것이 합당하다고 판단되므로 기금의 신설 요건에 부합한다고 보았다. 이 경우 축산법 내 부담금 부과 목적에 부합하는 별도의 (가칭) 축산환경 개선 기금을 설치하는 것으로 하였다.

둘째로 사료관리법에 축산환경부담금 부과 및 징수 조항을 신설하여 중앙정부(국립농산물품질관리원)에서 배합사료제조업체의 배합사료 판매금액에 징수하는 방식을 제시하였다. 이 경우에도 농산물품질관리원은 사료업체에 부과하는 축산환경부담금은 사료업체 분담금액과 축산농가 분담금액을 합한 금액이므로 사료업체와 축산농가의 분담 비율을 책정해야 할 것이다.

축산자조금의 경우 축산자조금법을 개정하여 자조금의 목적 및 용도에 축산환경개선을 추가하여 축산환경개선 금액을 조성하면 기획재정부의 부담금 관리 기본법상 축산환경 부담금 신설 타당성 심의 없이 손쉽게 의사 결정을 할 수 있고 사용용도를 자율적으로 정할 수 있다. 축종별 자조금위원회에서 전향적으로 정부의 시책에 협조한다면 축산농가의 환경개선을 위해 축산단체가 직접 발 벗고 나섰다는 이미지 개선에도 효과가 있을 것이다. 다만, 현행 두당 거출단위를 재설정해야 하고 무임승차 농가가 많기 때문에 제도 마련이 생각보다 신속하지 않을 우려도 있다.

부담금의 감면 요건은 축산환경 개선에 중요도가 높거나 정부에서 정책적으로 환경개선을 유도하는 있는 사업에 참여하고 있는 농가 등에 비중을 두었다. 따라서 환경친화축산농가(50%), 깨끗한 축산농가(30%), 동물복지 농가(30%), 유기축산 농가(30%), 산지생태 목장 지정 농가(30%), 경축순환농업지구 참여 농가(10%), 농장 HACCP 지정 농가(10%), 우수 종축업체, 정액등처리업체 인증 농가(10%) 로 하였다. 그러나 감면 혜택받는 농가가 많아질 경우 재원의 확보에 문제가 될 감면율의 재조정이 있어야 할 것이다.

결론적으로 축산환경개선 부담금을 정부의 부과징수 또는 축종별 자조금위원회 거출 방식을 택하더라도 축산농가가 일정부분 외부불경제를 해소하는데 자구노력을 할 시점에 있다고 본다. 분명한 것은 확보한 기금 또는 자조금 거출액이 축산농가의 환경개선의 용도 위주로 쓰인다고 할 때 축산농가의 자발적인 협조가 뒤따를 것이라는 것을 주지할 필요가 있다.



# 차 례

---

## [ I. 양분관리 매뉴얼 개발 ]

### <제1장> 서론

- 1. 연구배경 · 필요성 및 목적 ..... 1
- 2. 연구범위 및 방법 ..... 4

### <제2장> 국내 · 외 농경지 양분관리 현황

- 1. 농경지로 유입되는 양분의 종류 ..... 9
- 2. 국내 · 외 농경지 양분 종류 및 투입 · 유출량 선행연구 · 제도 조사 ..... 20

### <제3장> 선행 양분수지 산정식 분석

- 1. OECD 양분수지 산정법 ..... 33
- 2. 국내 · 외 선행 양분수지 산출 방법 분석 ..... 45

### <제4장> 양분수지 산정법의 국내 적용 한계점 및 개선방향

- 1. 양분수지 산정법 별 비교 및 장단점 분석 ..... 55
- 2. OECD 양분수지 산정법의 국내 적용 한계점 및 개선방향 ..... 60

### <제5장> 국내 적용 양분수지 산정법 정립

- 1. 양분수지 산출을 위한 필수 항목 ..... 65
- 2. 산정 항목 별 필요 정보 ..... 72
- 3. 산정 항목 별 통계 및 계수 ..... 75
- 4. 양분수지 산정식의 구성 ..... 99

### <제6장> 개선된 양분수지 산정식을 이용한 양분수지 산출

- 1. 개선된 양분수지 산정식의 국가단위 적용 ..... 101
- 2. 도 단위 개선된 양분수지 산정 ..... 106

### <제7장> 양분관리 매뉴얼 개발 및 양분관리 방안 모색

- 1. 지역단위 양분관리 매뉴얼 개발 ..... 115
- 2. 강원도 C시 대상 양분수지 산정방법의 적용 (Case study) ..... 128
- 3. 지역단위 양분관리를 위해 실현가능한 삭감방안 ..... 139
- 4. 국내 양분수지 산정식의 적용 시 산정법 별 보완사항 ..... 144

**<제8장> 양분관리에 대한 법 적용 검토**

1. 검토 배경 ..... 147  
2. 양분관리 적용 대상 법률 검토 ..... 148  
3. 양분관리의 법 적용시 신설 조문(안) ..... 153

참고문헌 ..... 159

[부록] 양분수지 산정식 ..... 163

**[ II. 축산환경 부담금 도입 방안 ]**

**<제1장> 서 론**

1. 연구 필요성과 목적 ..... 191  
2. 연구 내용과 방법 ..... 193

**<제2장> 우리나라 축산업과 환경문제**

1. 축산업 여건 ..... 195  
2. 축산 환경 현황과 문제점 ..... 197  
3. 축산환경 관련 제도 개선 동향 ..... 201

**<제3장> 축산환경 관련 해외 규제 사례**

1. 축산환경 관련 규제 해외 사례 ..... 203  
2. 해외 육류세 부과 추진 동향 ..... 213  
3. 해외 축산환경 부담금 시행 사례 ..... 216  
4. 시사점 ..... 226

**<제4장> 국내 환경관련 부담금 운영사례**

1. 부담금의 특성과 신설 요건 ..... 227  
2. 국내 부담금 제도 운영 현황 ..... 230  
3. 국내 부담금의 운영 현황 분석 ..... 233  
4. 시사점 ..... 244

**<제5장> 축종별 가축단위 산출**

1. 국내·외 가축단위 조사 ..... 245  
2. 각국의 가축단위 설정 기준 비교 ..... 257  
3. 시사점 ..... 260

<b>&lt;제6장&gt; 축산환경 부담금 조성 및 활용 의견 조사</b>	
1. 조사개요 .....	261
<b>&lt;제7장&gt; 축산환경부담금 비용편익 분석</b>	
1. 환경정책 경제성평가 시행절차 .....	275
2. 환경정책의 비용/편익 분석 .....	277
3. 축산환경부담금 비용편익분석 .....	281
<b>&lt;제8장&gt; 축산환경 부담금 도입 및 운영 방안</b>	
1. 축산환경부담금 도입 사유 .....	293
2. 축산환경부담금 제도 도입시 고려 사항 .....	313
<b>&lt;제9장&gt; 축산환경 부담금 제도 도입 로드맵</b>	
1. 중앙정부 기금(축산법, 대안 1) .....	343
2. 중앙정부 기금(사료관리법, 대안 2) .....	345
3. 축산자조금(대안 3) .....	347
<b>참고 문헌</b> .....	349



# 표 차례

## [ I. 양분관리 매뉴얼 개발 ]

### 제2장

<표 2-1> 화학비료 생산 및 사용 현황 .....	11
<표 2-2> 가축사육현황 .....	12
<표 2-3> 가축분뇨 발생현황 및 양분발생량 .....	14
<표 2-4> 가축분뇨 처리현황 .....	15
<표 2-5> 유기질비료 정부 지원 현황(국고) .....	16
<표 2-6> 유기질비료 총판매량 중 보조 지원 규모 추이 .....	17
<표 2-7> 환경 보호를 위한 단계적 인 한계치 .....	21
<표 2-8> Options to raise the P ceiling, based on the average P-status at farm level .....	22
<표 2-9> 국가별 양분관리 기관 및 프로그램 .....	27

### 제3장

<표 3-1> 양분수지 산정법별 질소 유출입 및 잔고 항목 (Leip 등, 2011) .....	36
<표 3-2> 총 질소 및 인 수지의 산정법 .....	41
<표 3-3> 양분수지 산정법의 항목 및 산정방법 - 양분 유입 .....	42
<표 3-3> 양분수지 산정법의 항목 및 산정방법 - 양분 유입(계속) .....	43
<표 3-4> 양분수지 산정법의 항목 및 산정방법 - 양분 유출 .....	44
<표 3-5> 한국농촌경제연구원 양분수지 산정식 .....	45
<표 3-6> 국립농업과학원 양분수지 산정식 (Soil surface balance, Land budget) .....	47
<표 3-7> 국립환경과학원 양분수지 산정식 (Land budget) .....	49
<표 3-8> 환경대학교의 양분수지 산정식 (Soil budget) .....	52
<표 3-9> 선행연구의 양분수지 산정법 내 항목 구성 .....	53

### 제5장

<표 5-1> OECD와 개선된 질소 수지 산정법 .....	70
<표 5-2> OECD와 개선된 인 수지 산정법 .....	71
<표 5-3> 개선된 질소 수지 산정법의 유입 항목별 필요 자료 .....	73
<표 5-4> 개선된 질소 수지 산정법의 유출 항목별 필요 자료 .....	74
<표 5-5> 개선된 질소 수지 산정법의 잔고 항목별 필요 자료 .....	74
<표 5-6> 화학비료 소비량 (2015년 기준) .....	76

<표 5-7> 화학비료 종류별 양분 함량 .....	77
<표 5-8> 지역별 경제가축의 사육두수 (2015년) .....	78
<표 5-9> 축종별 가축분뇨 배출원단위 .....	78
<표 5-10> 분뇨 내 비료성분 함량 .....	79
<표 5-11> 축종별 자원화방법 별 가축분뇨 처리량 및 처리비율 .....	79
<표 5-12> 국내 축종별 자원화방법별 가축분뇨 양분부하계수 .....	81
<표 5-13> 정화시설의 방류수수질기준 .....	82
<표 5-14> 분뇨처리시설 및 축산폐수 공공처리시설의 방류수수질기준 .....	82
<표 5-15> 가축분뇨 별 목질혼합비 내 총 성분량 .....	83
<표 5-16> 농협중앙회 유기질비료 공급현황 (2015년) .....	84
<표 5-17> 주요 유기질비료원의 성분함량 .....	85
<표 5-18> 생물학적 질소고정량 산정값 편차 (2010~2011) .....	85
<표 5-19> 국내외 생물학적 질소고정계수 .....	86
<표 5-20> 총 질소의 건·습성 침적계수 .....	86
<표 5-21> 국내외 대기 침적계수 .....	87
<표 5-22> 파종작물을 통한 질소 유입량 분석 (2000-2010) .....	88
<표 5-23> 파종작물을 통한 인 유입량 분석 (2000-2010) .....	88
<표 5-24> 작물별 생산량 (2015년) .....	90
<표 5-25> 작물별 양분함량 .....	91
<표 5-26> 국내 사료작물 생산량 (2015년) .....	92
<표 5-27> 사료작물 생산량 (2015년) .....	92
<표 5-28> 전 세계 농경지에 적용된 질소질 비료에서의 질소 소실율 (NH <sub>3</sub> 형태) .....	95
<표 5-29> 토양에서의 휘발로 인한 N <sub>2</sub> O (NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) 배출량 기본값 .....	95
<표 5-30> 탈질원 및 농경지 종류 별 탈질율 .....	96
<표 5-31> 개선된 양분수지 산출 시 적용된 유입·유출·잔고 항목의 계수 .....	98
<표 5-32> 개선된 양분수지 산정식의 구성 (Land budget) .....	99
<표 5-33> 개선된 양분수지 산정식의 구성 (Soil budget) .....	100

## 제6장

<표 6-1> OECD 및 개선된 양분수지 산정식을 이용한 국가단위 양분수지 (Land budget) ..	104
<표 6-2> OECD 및 개선된 양분수지 산정식을 이용한 국가단위 양분수지 (Soil budget) ..	105
<표 6-3> 도 단위 질소수지 (Land budget) .....	110
<표 6-4> 도 단위 인수지 (Land budget) .....	111
<표 6-5> 도 단위 질소수지 (Soil budget) .....	112
<표 6-6> 도 단위 인수지 (Soil budget) .....	113

## 제7장

<표 7-1> C시의 비료물질 공급량 .....	129
<표 7-2> C시의 가축사육두수 .....	129
<표 7-3> C시의 가축분뇨 발생량 .....	130
<표 7-4> C시의 작물별 재배면적 및 생산량 .....	131
<표 7-5> C시의 질소수지 (Land budget) .....	135
<표 7-6> C시의 인수지 (Land budget) .....	136
<표 7-7> C시의 질소수지 (Soil budget) .....	137
<표 7-8> C시의 인수지 (Soil budget) .....	138
<표 7-9> 양분수지 산정법 별 양분 삭감방안 반영 여부 .....	143

## 제8장

<표 8-1> 비료의 구분 및 종류(2018년 현재) .....	151
<표 8-2> 화학비료 생산량 및 소비량(2017년 현재) .....	151
<표 8-3> 양분관리 적용 대상 법률의 장단점 .....	153
<표 8-4> 신·구조문대비표 .....	154

# [ II. 축산환경 부담금 도입 방안 ]

## 제2장

<표 2-1> 주요 가축의 연도별 사육가구수 및 사육두수 변화 .....	195
<표 2-2> 축산 후계농 확보율 조사 결과(%) .....	196
<표 2-3> 연도별 가축분뇨처리지원 사업 예산 규모 .....	198
<표 2-4> 연도별 가축분뇨 발생량 및 처리 현황 .....	198
<표 2-5> 가축분뇨 처리 주체별 처리 현황 (천m <sup>3</sup> /년, %) .....	199
<표 2-6> 사업장별 악취 민원 상위업종 현황(2017년) .....	200
<표 2-7> 연도별 축사시설 현대화사업 예산 규모 .....	200

## 제3장

<표 3-1> 집약형 가축사육시설 허가서 주요 표준규정 .....	205
<표 3-2> 집약형 가축사육시설 해당 기준 .....	207
<표 3-3> 집약형 가축사육시설에 의한 대기 오염물질 .....	208
<표 3-4> 목적 분야 별 및 주요 이행내용 .....	211
<표 3-5> 일본 가축방역호조제도 요강 별표 5 .....	217
<표 3-6> 중국 7개 지역의 오염배출비 징수기준 .....	218
<표 3-7> 덴마크의 농업 유래 환경오염에 대응한 정책 추진 개요 .....	222

## 제4장

<표 4-1> 조세·목적세와 부담금의 차이 .....	227
<표 4-2> 규제영향분석서 비용·편익 분석 사례 .....	229
<표 4-3> 2017년도 부처별 부담금 징수실적 현황 .....	231
<표 4-4> 2017년도 귀속주체별 부담금 귀속 내역 .....	231
<표 4-5> 2017년도 부처별 부담금 귀속 내역 .....	232
<표 4-6> 부처별 원인유발자 부담금 종류 .....	233
<표 4-7> 원인유발자 부담금별 부과 목적 및 부가 대상 .....	234
<표 4-8> 부담금 대상 매체별 분류 .....	235
<표 4-9> 부담금 부과 목적별 분류 .....	235
<표 4-10> 부담금 부과 대상별 분류 .....	236
<표 4-11> 원인유발자 부담금별 부과 및 징수기관 .....	237
<표 4-12> 원인유발자 부담금별 귀속 주체 및 관리 계정 .....	238
<표 4-13> 원인유발자 부담금별 징수율 .....	239
<표 4-14> 원인유발자 부담금 사용 용도(예시) .....	240
<표 4-15> 국토교통부 소관 부담금의 징수수수료 현황 .....	241
<표 4-16> 환경부 소관 부담금의 징수수수료 현황 .....	243
<표 4-17> 부담금 부과 항목, 목적, 대상 .....	244

## 제5장

<표 5-1> EU의 가축단위 .....	246
<표 5-2> 미국 위스콘신주의 가축단위 .....	247
<표 5-3> 일리노이주와 미시건주의 가축단위 .....	248
<표 5-4> 미국 일리노이주와 미시건주의 가축단위 .....	249
<표 5-5> 미국 메릴랜드주의 가축단위 .....	250
<표 5-6> 덴마크의 가축단위 .....	251
<표 5-7> 뉴질랜드의 가축단위 .....	252
<표 5-8> 영국의 가축단위 .....	253
<표 5-9> 국립축산과학원의 가축단위 .....	254
<표 5-10> 가축 성장단계별 가축단위(LU) 기준(안) - 한우 번식우(2세이상) 기준 .....	255
<표 5-11> 가축 성장단계별 가축단위(LU) 기준(안) - 젖소 착유우(2세이상) 기준 .....	256
<표 5-12> 국가별 가축단위 비교(양분 기준) .....	258
<표 5-13> 국가별 가축단위 비교(체중 기준) .....	259
<표 5-14> 축산환경 부담금 산정 규모 설정을 위한 가축단위(예시) .....	260



## 제6장

<표 6-1> 축산환경 부담금 조성에 대한 이해관계자 의견조사 설문지 내용 .....	263
<표 6-2> 조사대상자 유형별 분류 .....	264
<표 6-3> 축산분야 전문성 정도 분포 현황 .....	265
<표 6-4> 축산환경 기금의 중요도 .....	266
<표 6-5> 축산환경 기금을 부담하는 주체에 대한 견해 .....	267
<표 6-6> 축산환경 기금을 운용하는 주체에 대한 견해 .....	268
<표 6-7> 축산환경 기금을 운용하는 주체에 대한 견해 .....	269
<표 6-8> 축산환경기금 조성대상 농가의 지역적 구분에 대한 견해 .....	270
<표 6-9> 축산환경 부담금의 가축 1단위당 연간 거출액에 대한 견해 .....	271
<표 6-10> 축산환경 부담금의 거출 기간(시점)에 대한 견해 .....	272
<표 6-11> 축산환경 부담금의 거출 유예기간에 대한 견해 .....	273
<표 6-12> 축산환경 기금의 가장 바람직한 활용방안에 대한 견해 .....	274

## 제7장

<표 7-1> 직접비용의 종류 .....	277
<표 7-2> 환경정책의 비용추정방법 비교 .....	278
<표 7-3> 환경정책의 편익추정 분석 사례 .....	280
<표 7-4> 편익추정의 접근법 .....	280
<표 7-5> 축산환경부담금 비용·편익 항목 .....	281
<표 7-6> 가축분뇨 배출원단위 및 비료성분 함유율 .....	282
<표 7-7> 자원화된 가축분뇨 비료성분의 경제적 가치 추정결과 .....	283
<표 7-8> 바이오 에너지 전력대체 편익 .....	284
<표 7-9> 가축분뇨 고체연료시설의 편익 .....	285
<표 7-10> 가축분뇨 인회수시설 설치시 광물성 인 대체 효과 .....	287
<표 7-11> 친환경축산물 추가지불 정도 .....	288
<표 7-12> 환경부담금 비용편익결과 .....	291
<표 7-13> 축종별 사육 두수 1% 감소 가정시 생산액 변화 추정 .....	292

## 제8장

<표 8-1> 축산업의 외부불경제 분류 .....	294
<표 8-2> 축산관련종사자 의무교육 과목별 농가 경영 도움정도 .....	299
<표 8-3> 2천두 양돈농장의 분뇨처리 및 악취저감시설 투자액(예시) .....	300
<표 8-4> 가축분뇨법령의 과태료 부과기준 .....	302
<표 8-5> 악취방지법령의 과태료 부과기준 .....	303

<표 8-6> 가축전염병 예방법령의 과태료 부과기준 .....	305
<표 8-7> 축산업의 외부불경제 해소 수단간 적합성 판단 기준 .....	311
<표 8-8> 2017년 축발기금의 사업비 집행실적 내역 .....	313
<표 8-9> 기금과 예산의 차이점 .....	315
<표 8-10> 배합사료의 범위 및 관련 협회·기관 .....	319
<표 8-11> 축산자조금의 거출금액, 수납대상자 및 징수수수료 .....	321
<표 8-12> 환경부 소관 징수교부금 교부기준 .....	322
<표 8-13> 배합사료판매에 대한 축산환경부담금 부과 양식(예시) .....	325
<표 8-14> 2017년도 축산자조금의 항목별 집행실적 .....	328
<표 8-15> 축산환경개선 자조금 조성시 축산자조금법 개정(안) .....	329
<표 8-16> 가축별 두당 부과금액 산정표 .....	333
<표 8-17> '17년 현재 배합사료 연간 생산량 및 추정 공장도 가격 .....	334
<표 8-18> 나눔축산 운동본부의 주요 활동 내용 .....	336

## 그림 차례

---

### [ I. 양분관리 매뉴얼 개발 ]

#### 제2장

<그림 2-1> TRIED & TESTED 제공 농가조사서 .....	20
<그림 2-2> PLANET nutrient management software .....	20
<그림 2-3> 미국의 양분관리 시스템 개요 .....	22
<그림 2-4> 미국의 양분관리 방안 (CNMP, Comprehensive Nutrient Management Plan) .....	23
<그림 2-5> 4R Nutrient Stewardship Planning Guide 농가조사서 .....	24
<그림 2-6> PennState Extension의 양분관리 프로그램 (NMP) .....	28
<그림 2-7> NMP color code의 종류 .....	29
<그림 2-8> NMP program 및 color 코드 .....	30
<그림 2-9> Yellow code 시트 내 cell 구성 .....	30
<그림 2-10> NMP Program의 양분관리 계획 산출 알고리즘 .....	31

#### 제3장

<그림 3-1> 경계조건별 양분수지 분석 분석도 .....	39
<그림 3-2> 전국 시군별 양분(질소·인산) 초과율 분포도 .....	46
<그림 3-3> Nitrogen surface balance 개념도 .....	47
<그림 3-4> 농경지 질소 수지 분석 모형 .....	48
<그림 3-5> 국내 질소·인수지 분석모델(안) .....	51

#### 제5장

<그림 5-1> 토양에서의 휘발로 인한 N <sub>2</sub> O (NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) 배출량 기본값 .....	97
--	----

#### 제6장

<그림 6-1> 우리나라의 도 단위 질소수지 비교 .....	109
-----------------------------------	-----

#### 제7장

<그림 7-1> 양분수지 산출 프로그램의 입력부 .....	115
<그림 7-2> 양분수지 산출 프로그램의 산출부 .....	116
<그림 7-3> 양분수지 산출 프로그램의 세부 항목별 산출부 .....	116
<그림 7-4> C시의 동/면 단위 질소수지 비교 .....	134
<그림 7-5> C시의 동/면 단위 인수지 비교 .....	134

## [ Ⅱ. 축산환경 부담금 도입 방안 ]

### 제3장

<그림 3-1> 가축방역호조제도 운영체계 .....	220
<그림 3-2> 네덜란드 동물건강기금 운영체계 .....	224

### 제4장

<그림 4-1> 부담금 신설·변경 시 심의 절차 .....	228
<그림 4-2> 2017년도 부처별 부담금 수 .....	230

### 제7장

<그림 7-1> 경제성평가의 시행절차 .....	275
<그림 7-2> 가축분뇨 인회수 산업화 모델 .....	286
<그림 7-3> 축산업 전후방 산업 .....	289

### 제8장

<그림 8-1> 환경 부담 완화를 위한 공적 대응 .....	294
<그림 8-2> 축산업의 생산단계 외부효과 .....	296
<그림 8-3> 과태료 부과징수 흐름도 .....	307
<그림 8-4> 축산자조금 운영체계 .....	320
<그림 8-5> 중앙정부 기금(축산법)의 부담금 관리 체계도 .....	323
<그림 8-6> 중앙정부 기금(사료관리법)의 부담금 관리체계도 .....	324
<그림 8-7> 육계자조금 운영 체계 .....	327
<그림 8-8> 축산자조금 거출 및 관리 체계도 .....	330
<그림 8-9> 축산환경부담금 징수 절차 .....	340
<그림 8-10> 축산환경부담금 환급 절차 .....	340

### 제9장

<그림 9-1> 축산환경 부담금(중앙정부 기금) 도입 로드맵 .....	344
<그림 9-2> 축산환경 부담금(배합사료 판매 기금) 도입 로드맵 .....	346
<그림 9-3> 축산환경 부담금(축산자조금) 도입 로드맵 .....	347

---

# I. 양분관리 매뉴얼 개발

---

## 제 1 장

---

### 제1장 서론

#### 1. 연구배경 · 필요성 및 목적

- 농경지에 양분의 수요량 이상으로 유입되는 화학비료와 가축분뇨 퇴·액비는 토양의 양분집적 및 수계의 부영양화 등 환경오염의 주범으로 지목
- 경제협력개발기구 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)에서는 매년 회원국을 대상으로 국가수준의 양분수지를 산출하여 제시하고 있음. 최근 제시된 2015년 기준 양분수지에 따르면 우리나라의 질소 수지는 OECD 평균 3.4배(222 kg/ha·년), 인[P] 수지는 7.7배(46 kg/ha·년)에 달해 (OECD, 2018) 전체 1위국으로 나타남.
- 1960년대 이후 급격한 경제성장으로 인한 소득증가와 서구화된 식습관으로 인해 우리나라의 축산물 소비량이 급격히 증가함에 따라 ('70년 5.2 kg/인 → '15년 47.1 kg/인, 약 9배 증가) 축산업 또한 전업화·규모화 되었으며, 농가의 소득증대를 위해 축종별 사육두수는 꾸준히 증가해왔음.
  - '00년 대비 '16년 국내 가축사육두수의 증가율은 163%
- 가축사육두수의 증가는 필연적으로 가축분뇨 발생량의 증가를 야기했으며, '12년 가축분뇨의 해양투기가 금지됨에 따라 추진된 자연순환농업 정책으로 91% 이상의 가축분뇨가 퇴·액비 자원으로 처리되어 토양으로 환원되고 있음.

- 그러나 가축분뇨 퇴·액비 양분을 모두 수용하는 농경지의 면적은 매해 꾸준히 감소하여 '00년 대비 '17년 농경지 면적 감소율이 14.2%로 나타남에 따라 우리나라의 농경지 양분 집적은 더욱 심화 될 것으로 예상됨.
- 이러한 농경지 양분과잉으로 인해 토양생태계의 불균형이 초래되었으며 나아가 토양산성화 원인은 물론 하천, 호수, 연안바다, 지하수 등으로 유출된 양분은 심각한 수자원 오염발생의 원인이 됨에 따라 국내의 농업환경자원, 특히 토양의 양분을 관리하고 지역별 잉여 양분을 제어·순환시키기 위한 관리 시스템이 필요함.
- 따라서 국내 토양 내 양분직접 문제를 직시하고 이를 해결하기 위한 정책 및 관리 방안의 방향을 설정하기 위해 국가단위, 지역단위 양분수지의 정확한 산정이 요구되어짐.

- 현행 OECD 양분수지 산정식을 이용하여 양분수지를 산출할 시 국내 농업(경종, 축산)의 현실을 고려하지 못해 수지의 신뢰도가 낮아지므로 개선이 요구
  - 양분수지는 일정한 범위에서 진행되어지는 양분의 유입·유출을 파악하여 양분의 잔고를 나타내는 것으로 농업에서 사용된 양, 환경으로 배출된 양, 토양 속 지속가능한 사용량 사이의 연관성을 파악하는데 도움을 줌 (Eurostat/OECD 2013).
  - 유럽연합통계청 (Eurostat)과 OECD는 다수의 협의 끝에 Land budget (토지수지) 산정법을 기초로 한 양분수지 산정식을 도출하였으며, 이를 적용하여 '90년부터 '15년까지 ('18년 현재) 각 OECD 회원국의 양분 유출·유입량을 비롯한 양분수지를 산출해 제시하고 있음.
  - 그러나 OECD 양분수지 산정식은 유럽·미국 등의 농업환경을 기본으로 고려하여 디자인되어 있어 토양 면적 대비 다량 발생하는 가축분뇨 대부분을 퇴·액비 자원화 및 정화처리를 통해 처리하고 토양으로 적용하는 우리나라의 축산 현실과 동떨어진 부분이 존재함.
  - 따라서 OECD에서 산출한 양분수지 (한국은 OECD 회원국 내 최대 양분 잉여국)를 국내에서 발생된 양분이 토양 및 수계에 미치는 영향으로 간주하기 어려우며, 국내 축산 현실을 최대한 반영한 우리나라 고유의 양분수지 산정식의 개발이 요구되고 있음.
- 본 연구에서는 지역단위 토양의 양분수지를 파악·관리하는데 기초자료로 사용되어지는 양분수지 산정식을 국내 축산 및 농업 현실에 맞게 개선·정립하고, 이를 활용하는 양분관리 매뉴얼을 개발·제시하고자 하였음.

## 2. 연구범위 및 방법

### 2.1 과업의 범위 및 내용

#### 2.1.1. 국내·외 농경지 양분관리 현황

- 농경지로 유입되는 양분의 종류
  - 국내 농경지 유입양분 별 발생 및 처리 현황 조사
    - 화학비료, 가축분뇨, 유기질비료, 기타 생물학적 질소고정, 대기 침적 등 국내 농업환경으로 유입되는 양분의 발생 현황을 조사하고 양분수지 산정항목으로 고려
- 국내·외 농경지 양분 종류 및 투입·유출량 선행 연구·제도 조사
  - 농업 환경 내 양분수지 관리제도 조사
    - 국내·외 양분관리 정책 조사 및 분석
  - 농경지 내 양분관리를 위한 프로그램 조사
    - 미국 펜실베이니아 주에서 적용하고 있는 농가 수준 양분관리 프로그램 분석

#### 2.1.2. 선행 양분수지 산정식 분석

- OECD 양분수지 산정법
  - 이상적인 양분관리를 위한 양분수지 산정 항목 조사
  - OECD의 현행·이상적 양분수지 산정 항목 분석
- 국내·외 선행 양분수지 산출 방법 분석
  - 국내·외 선행연구에서 도출한 양분수지 산정방법 비교·분석
    - 양분수지 기준 산정
    - 양분 부하량 기준 산정



### 2.1.3. 양분수지 산정법의 국내 적용 한계점 및 개선방향

- 양분수지 산정법 별 비교 및 장단점 분석
- OECD 양분수지 산정법의 국내 적용 한계점 및 개선방향

### 2.1.4. 국내 적용 양분수지 산정법 정립

- 양분수지 산출을 위한 필수 항목
  - 양분수지 산정법 별 산정항목의 선정
  - 산정항목 별 통계 및 계수 확보
- 양분수지 산정식의 구성

### 2.1.5. 개선된 양분수지 산정식을 이용한 양분수지 산출

- 개선된 양분수지 산정식의 국가단위 적용
  - Land budget & Soil budget 산출
  - OECD 산출 양분수지와 비교

### 2.1.6. 양분관리 매뉴얼 개발 및 양분관리 방안 모색

- 지역단위 양분관리 매뉴얼 개발
  - 지역단위 양분수지를 관리하기 위한 프로그램 및 세부적인 산정식 제시

- 강원도 C시 대상 양분수지 산정식 적용 (Case study)
  - 통계자료 및 계수의 적용
  - 지역단위 양분수지 현황 분석
- 지역단위 양분관리를 위한 실현가능한 삭감방안
  - 각 산정법별 삭감방안의 반영가능 여부 비교
  - 각 산정법별 산정 범위에 따른 삭감효과 분석
- 국내 양분수지 산정식의 적용 시 산정법 별 보완사항
- 지역단위 양분관리 매뉴얼을 기반으로 한 양분관리 방안 및 정책 제언
  - 지역단위 양분 수급·유지·삭감 방안 제시

## 2.2 과업추진 방법

- 유럽과 북미 내 국가들의 양분수지 산정방법 및 양분관리 법령·제도, 운영 프로그램 등 전문 자료를 확보하여 선진국의 양분관리 방안 및 효과를 체계적으로 분석
- OECD에서 사용하고 있는 양분수지 산정식 [Eurostat/OECD(2013). Methodology and Handbook 참고]을 기반으로 국내 농업계 적용 시 적절성을 분석하고, 국내 양분 유·출입 현황 및 연구내용 등 관련 문헌을 고려하여 개선 사항을 파악·적용
- 국내 특정 지역을 선정하여 지역단위 양분수지 산정을 위한 통계 및 보고자료를 수집하였으며, 개선된 양분수지 산정식을 이용하여 지역 내 양분수지를 산출함. 지역 내에서도 세분화된 양분수지를 확보하여 지역 내·지역 간 양분관리 방안을 모색
- 향후 국내의 지역단위 양분수지 산출에 따른 양분 수급·유지·삭감 방안을 모색·비교하여 정책적으로 활용하기 위한 기초자료를 제시
- 양분수지 개선방향의 적정성을 주기적으로 진단하기 위해 양분관리 전문가들과의 협의 및 자문회의를 개최해 토의 내용을 연구에 반영

## 2.3 연구추진체계

### □ 추진체계



### □ 추진일정

구 분 연구 내용	월별 추진 일정					
	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월
연구관련 문헌 수집 및 분석						
양분관리 항목 선정 및 각 항목별 연관성 도출						
지역단위 양분수지 산출방법 정립						
국내·외 농경지 양분관련 연구 및 제도 조사 분석						
양분수지 산출 및 적용사례 조사						
양분관리 매뉴얼 개발						
최종보고 및 최종보고서 제출						

## 제 2 장

### 제2장 국내·외 농경지 양분관리 현황

#### 1. 농경지로 유입되는 양분의 종류

- 2015년 기준 우리나라의 육지 총 면적은 9,748천 ha이며 농경지면적은 1,679천 ha로 총 면적의 17.2%에 해당함.
- 국내의 농경지는 크게 논과 밭으로 구분되어지며, 농업활동을 위한 인위적인 개발 및 환경적인 영향으로 인해 다양한 양분원들이 유입·유출됨.
- 집약적인 농산물 생산 전략에 의해서 다량의 화학비료, 가축분 퇴·액비, 유기질 비료가 농민들에 의해 주로 유입되어지며, 재배되는 작물 및 토양의 질에 따라 생물학적 질소 고정, 종자에 의한 양분 유입이 발생하고, 대기환경으로 부터도 양분이 유입되어지므로 농경지의 양분관리를 위해서는 가능한 유입항목들을 모두 고려해 주어야 함.

#### 1.1 국내 농경지 유입양분 별 발생 및 처리 현황

- 국내 농경지로 유입되는 양분의 대표는 작물생산을 위해 농경지에 뿌려지는 비료임. “비료“란 식물에 영양을 주거나 식물의 재배를 돕기 위하여 흙에서 화학적 변화를 가져오게 하는 물질, 식물에 영양을 주는 물질, 상토 등을 말함 (비료관리법 제 2조 제 1호)
- 비료는 크게 보통비료와 부산물비료로 분류되어지며, 보통비료는 질소질, 인산질, 칼륨질 비료 등 단비와, 복합비료로 구성되어짐. 부산물비료로는 부숙과정을 거쳐 생산되는 부숙유기 질비료와, 유기질을 주 원료로 사용하여 질소, 인산, 칼리 및 유기물을 일정량 함유하고

있는 유기질비료로 분류되어짐.

- 비료 이외에도 농경지로 유입되는 양분은 생물학적 질소고정, 대기 중 양분의 침적, 피종작물의 종자에 의한 유입 등이 존재하며 각 유입원별 통계 및 계수를 활용하여 유입량을 예측할 수 있음.

### 1.1.1. 화학비료

- 무기질 원료를 이용하여 화학적 방법으로 제조된 비료의 총칭으로 작물의 성장에 필요한 영양분의 공급을 목적으로 생산되어짐. 국내 비료 시장은 14년 기준 약 1조 6,386억원 수준으로 이중 화학비료는 8,086억원을 차지하며 수출까지 합산하면 1조 2천억원의 시장을 지니고 있음.
- 화학비료의 생산 시 비료 내 필수성분으로 대부분 포함되어있는 질소, 인산, 칼리 등 주원료 모두를 100% 수입에 의존하고 있으며, 계속되는 국제 원자재 가격의 급등으로 국내의 조달 및 가격 유지에 어려움을 겪고 있음.
- 이에 따라, '99년부터 정부는 유기질비료 지원 및 지원확대 정책을 추진하여 화학비료의 사용 절감을 유도하였으며 이어진 화학비료 보조 폐지, 친환경 농업의 확대, 화학비료 가격의 인상 등으로 화학비료의 사용량이 꾸준히 감소하는 경향을 보임.
- 특히 경축순환 농업의 실현을 위해서 확대되고 있는 가축분뇨 자원화와 퇴·액비 토양환원 활성화 및 경축순환농업지구 지정·운영 등 관련 정책의 1차 목표는 화학비료 사용량의 감축이며 향후 화학비료 사용량의 상당부분을 가축분뇨 퇴·액비가 대체할 것으로 예상됨.
- 국내의 화학비료 생산량(성분기준)은 '07년 1,239 천 톤에서 '16년 769 천 톤으로 37.9% 감소하였으며, 소비량 또한 '07년 631 천 톤에서 '16년 451 천 톤으로 28.5% 감소하였음.
- OECD의 국가단위 양분수지에 따르면 화학비료는 국내 농경지로 유입되는 양분 중 가장 큰 비중을 차지하였으나 질소를 기준으로 '08부터는 가축분뇨에 이어 두 번째의 비중을 나타내었음.
- 화학비료 유래 농경지로 유입되는 양분은 100% 해외에서 유입된 양분으로 국내 농경지

양분관리 및 수지 저감을 위해서는 작물생산량에 영향을 미치지 않는 수준에서 지속적인 감축노력이 요구되어짐.

<표 2-1> 화학비료 생산 및 사용 현황

년도	비료량			성분량	
	총생산량	총소비량	ha당 소비량	총생산량	총소비량
	1,000 t		kg/ha	1,000 t	
2010	2,815	1,139	233	1,006	423
2011	2,738	1,127	249	949	447
2012	2,577	1,186	267	897	472
2013	2,577	1,213	262	890	459
2014	2,320	1,201	258	860	453
2015	1,982	1,096	261	775	439
2016	2,064	-	268	769	451

자료: 비료생산량(통계청, 2018), 화학비료 사용량(e-나라지표, 2017)

### 1.1.2. 가축분뇨

- 국내 가축사육두수는 어린 개체의 가격 변동이나 정부의 정책, 생산된 축산물의 가격 등에 의해 민감하게 변화하며, 특히 감염성 질병에 의한 폐사, 살처분, 피해 우려 등에 의해서 급격히 감소하는 경향을 나타냄.
- '10년 말 구제역이 발병함에 따라 '11년에는 전년대비 사육두수가 9% 감소하였으나 이내 회복하여 증가하였음.
- 한·육우의 사육두수는 송아지 가격 호조에 따른 한우 번식우 마릿수 증가에 따라 '17년에는 다시 회복하는 경향을 나타냈으며, 젖소는 원유감산 정책의 영향으로 2세 이상인 젖소의 사육두수가 감소하여 꾸준히 감소하는 것으로 나타남.

- 돼지는 산지가격의 호조에 따른 모든 증가로 인해 사육두수가 꾸준히 증가한 것으로 나타남.
- 닭의 경우 육계는 산지가격 하락 및 AI (조류인플루엔자) 피해 우려에 의한 입식 감소로 인해서 감소하였으나, 산란계는 지난 17년 초의 AI 발생 이후 산지 계란가격 호조에 따른 입식증가로 증가하였음. 닭의 경우 식생활의 변화와 섭취량 증가로 인해 AI가 주기적으로 발병했음에도 불구하고 매년 증가하는 추세가 나타남.

<표 2-2> 가축사육현황

구 분		'13년	'14년	'15년	'16년	'17년
한·육우	농가수 (호)	124,218	103,837	94,360	89,879	98,570
	두 수 (두)	2,917,929	2,759,273	2,676,425	2,716,876	3,019,500
젖 소	농가수 (호)	5,830	5,693	5,498	5,354	6,503
	두 수 (두)	424,202	430,678	411,342	404,293	408,830
돼 지	농가수 (호)	5,636	5,177	4,909	4,574	4,406
	두 수 (두)	9,912,204	10,090,286	10,186,898	10,366,779	10,513,803
닭	농가수 (호)	3,087	2,989	3,004	2,993	2,969
	두 수 (두)	151,337,054	156,410,37	164,130,962	170,146,939	170,550,858

자료 : 통계청 (각 연도별 4/4분기 가축사육두수를 이용)

- 강한 취기를 갖는 가축분뇨는 고농도의 유기물과 질소·인 등 영양염류의 농도가 높아 오염 부하량이 높음.뇨보다 분에서 오염성분이 높으며, 가축의 종류와 연령, 체중, 사료의 종류 및 급수량 등에 따라 분뇨의 양과 성분이 크게 변할 뿐 아니라 계절이나 사양관리 및 축사관리 등 환경적 요인의 영향으로 인해 그 성분이 유동적이기 때문에 적절한 처리방법을 이용한 제거 및 배출이 필수적임 (국립축산과학원, 2015).



- 축산에서의 양분부하는 주로 외국으로부터 수입되고 있는 사료원료(곡물 & 조사료)와 인광석(비료사료원)에 의해서 발생하고 있음.
- 국립축산과학원에서는 2009년 ‘가축분뇨 발생량 및 주요성분 재산정’ 연구를 통해 축종별 가축분뇨 배출원단위와 분과 뇨의 농도를 제시하였으며, 이를 이용하여 가축분뇨 발생량 및 양분발생량을 산출하고 있음. 연도별 가축분뇨 발생현황 및 양분발생량은 표 2-3에서 제시하였음.
- 가축분뇨의 일일발생량은 ‘16대비 ‘17년 한육우의 사육두수가 타 축종 대비 급격히 증가함에 따라 (한육우 10.0%, 젓소 1.1%, 돼지 1.4%, 닭 0.2%) 10.0% 증가하였으며, 일일 양분발생량의 경우 질소 3.1%, 인 4.0% 증가한 것으로 나타났음.

<표 2-3> 가축분뇨 발생현황 및 양분발생량

구 분		'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	
한·육우	가축분뇨 (kg/일)	39,975,627	37,802,040	36,667,023	37,221,201	41,367,150	
	양 분 발 생 량 (kg/일)	N	229,816	217,320	210,795	213,981	237,816
		P	67,382	63,718	61,805	62,739	69,727
젖 소	가축분뇨 (kg/일)	15,992,415	16,236,561	15,507,593	15,241,846	15,412,891	
	양 분 발 생 량 (kg/일)	N	92,735	94,150	89,923	88,382	89,374
		P	29,147	29,592	28,264	27,779	28,091
돼 지	가축분뇨 (kg/일)	50,57,240	51,460,459	51,953,180	7,870,573	53,620,395	
	양 분 발 생 량 (kg/일)	N	431,379	439,129	443,334	451,162	457,561
		P	75,594	76,97	77,689	79,061	80,182
닭	가축분뇨 (kg/일)	15,905,74	16,438,728	17,250,164	17,882,443	17,924,895	
	양 분 발 생 량 (kg/일)	N	205,181	212,060	222,77	230,684	231,231
		P	32,145	33,222	34,862	36,140	36,226
합계	가축분뇨 (kg/일)	122,425,808	121,937,787	121,377,960	123,216,064	128,325,332	
	양 분 발 생 량 (kg/일)	N	959,111	962,660	966,580	984,209	1,015,982
		P	204,267	203,484	202,619	205,719	214,226

자료 : 가축동향조사 (통계청, 2018)와 축종별 배출원단위 (환경부 고시, 2008)를 이용하여 산출; 강원대 (2018)

- 발생한 가축분뇨는 정부의 자연순환농업 활성화 정책으로 인해서 퇴·액비 자원으로 활발하게 재이용되고 있음. '17년 기준 국내 총 분뇨발생량의 91%는 자원화되었으며, 개별농가에서의 정화방류는 8.0% 수준으로 나타나고 있음.
- 우리나라는 전세계적으로 가축분뇨 처리를 위한 기반시설이 잘 갖추어져 있는 국가로서 가축분뇨 위탁처리 비율은 약 21% 정도임.
  - 공동자원화 84개소, 액비유통센터 185개소에서 가축분뇨의 15% 처리
  - 환경부가 지자체에 지원하는 공공처리시설은 104개소로 발생하는 총 분뇨의 약 6%를 처리(주로 돼지분뇨)
  - 2016년 기준 가축분뇨 발생량은 약 47백만톤
- '12년 가축분뇨의 해양투기 금지로 인해서 자원화된 퇴·액비는 전량 토양으로 환원되어야 하며, 화학비료 소비량과 가축분뇨 퇴·액비의 생산량을 고려할 때 우리나라 환경 전반의 오염부하에 영향을 미칠 것으로 판단됨.

<표 2-4> 가축분뇨 처리현황

(단위 : 천톤, %)

연도	발생량	자원화			정화방류		해양투기	기타
		소계	퇴비	액비	개별처리	공공처리장		
'10	46,534 (100)	40,286 (86.6)	37,220 (80.0)	3,066 (6.6)	1,427 (3.1)	2,727 (5.9)	1,070 (2.3)	1,024 (2.2)
'11	42,685 (100)	37,396 (87.6)	34,393 (80.6)	3,003 (7.0)	1,77 (3.6)	2,057 (4.8)	767 (1.8)	938 (2.2)
'12	46,489 (100)	41,236 (88.7)	37,656 (81.0)	3,580 (7.7)	1,999 (4.3)	2,211 (4.8)	- (0)	1,043 (2.2)
'13	47,235 (100)	42,129 (89.2)	38,132 (80.7)	3,997 (8.5)	1,57 (3.3)	2,510 (5.3)	- (0)	1,043 (2.2)
'14	46,233 (100)	41,469 (89.7)	37,495 (81.1)	3,974 (8.6)	1,339 (2.9)	2,496 (5.4)	- (0)	929 (2.0)
'15	46,530 (100)	41,991 (90.2)	37,244 (80.0)	4,747 (10.2)	1,064 (2.3)	2,977 (6.4)	- (0)	499 (1.1)
'16	46,988 (100)	42,576 (90.6)	37,417 (79.6)	5,159 (11.0)	1,084 (2.3)	2,762 (5.9)	- (0)	566 (1.2)
'17	48,460 (100)	44,103 (91.0)	38,848 (80.2)	5,256 (10.8)	1,095 (2.3)	2,762 (5.7)	- (0)	499 (1.0)

자료 : 농림축산식품부, 2018

### 1.1.3. 유기질 비료

- 유기질비료 지원사업은 농림축산 부산물을 자원화하고, 토양 비옥도를 증진하여 지속 가능한 친환경농업을 육성하고자 1999년부터 추진되어 왔으며, 농업경영체 정보에 등록된 농지를 대상으로 유기질비료를 신청한 농업경영체에게 유기질비료 구매 금액 중 일부를 지원하고 있음.
- 유기질비료 지원사업은 유기질비료 3종(혼합유박, 혼합유기질, 유기복합비료)과 부숙유기질 비료 2종(가축분퇴비, 퇴비)을 대상으로 진행하고 있으며, 유기질비료 비중별로는 가축분퇴비 공급 비중이 가장 높으며 증가하는 추세를 나타냄.
  - 2016년 기준 가축분퇴비가 총공급량의 78%, 퇴비 6%, 유기질비료 16%를 차지

<표 2-5> 유기질비료 정부 지원 현황(국고)

(단위: 천 톤 (%), 백만 원)

구분		2013		2014		2015		2016	
		물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액
부숙 유기질 비료	가축분 퇴비 (비율)	2,031 (75.3)	116,359	1,890 (73.5)	110,086	2,133 (76.9)	110,304	2,250 (78.0)	113,604
	퇴비 (비율)	306 (11.3)	17,671	266 (10.3)	15,314	194 (7.0)	10,201	173 (6.0)	8,811
유기질비료 (비율)		362 (13.4)	25,338	415 (16.1)	28,717	448 (16.1)	31,230	463 (16.0)	32,432
계		2,699 (100)	159,368	2,570 (100)	154,117	2,775 (100)	151,735	2,886	154,847

자료 : 농림축산식품부 농기자재정책팀 내부자료.

- 유기질비료의 경우 정부지원 공급량은 꾸준히 증가하여 2016년에는 80.5%가 정부지원 공급량으로 나타났으며, 나머지는 시판비료 판매량임.

<표 2-6> 유기질비료 총판매량 중 보조 지원 규모 추이

(단위: 천 톤)

구분	연도	2014	2015	2016
유기질비료	총판매량 (A)	819	598	575
	정부지원 공급량 (B)	415	448	463
	B/A (%)	50.7%	74.9%	80.5%
부숙유기질비료	총판매량 (C)	3,016	3,372	3,328
	정부지원 공급량 (D)	2,156	2,327	2,423
	D/C (%)	71.5%	69.0%	72.8%
합계	총판매량 (E)	3,835	3,970	3,903
	정부지원 공급량 (F)	2,571	2,775	2,886
	E/F (%)	67.0%	69.9%	73.9%

주 : 유기질비료는 혼합유박, 혼합유기질, 유기복합이며, 부숙유기질비료는 퇴비와 가축분퇴비  
 자료 : 총판매량은 2017 비료사업통계요람에 실린 농촌진흥청 집계자료(5월). 보조 공급량은 농식품부 내부자료

- 양분관리를 위한 양분수지 산출 시 부숙유기질 비료의 경우 가축분뇨 퇴·액비 생산량과 중복되는 값을 나타낼 것으로 예상되어 유기질비료 항목만 개별적으로 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

#### 1.1.4. 생물학적 질소고정

- 질소고정이란 생물에 의해 공기 중에 존재하는 질소분자가 보다 반응성이 높은 복잡한 질소 화합물로 변하는 것이며, 그중 생물학적 질소 고정은 대기 중의 질소가 니트로게나제 (nitrogenase)라는 효소에 의해 암모니아로 전환되는 과정임.
- 질소 동화라고도 불리며 대기 중의 질소나 무기질소화합물이 생물체의 작용으로 인해 유기질소화합물로 바뀌는 것을 의미함.
- 대기 중의 질소는 삼중 공유결합을 하고 있어 매우 안정적인 구조이기 때문에 다른 화학물질과 반응을 하거나 관계를 주고받기 어려우며, 대부분의 생물체들은 대기 중의 질소를 이용하지 못하고 일부의 세균들만이 질소를 고정할 수 있음.
- 이들은 질소 고정을 위한 특수화된 효소를 가지며 질소자급영양생물(Diazotroph)이라고 불림. 한 분자의 질소가 8개의 수소이온과 반응하여 두 분자의 암모니아와 한 분자의 수소를 생산하는 과정으로 이러한 반응은 혐기적 조건하에서 일어남. 따라서 많은 질소고정균들은 혐기적 상태에서 존재함.

#### 1.1.5. 5) 대기 침적

- 대기침적은 크게 건식침적과 습식침적으로 나누어짐.
- 건식침적이란 비가 오지 않을 때 대기로부터 자연계의 표면으로 확산, 흡착, 등에 의해 입자상 및 가스상 물질이 이동하고 제거되는 일련의 과정을 의미함.
  - 산림에 관하여는  $\text{NO}_3$  침적의 약 절반이 건식침적으로 일어남.
- 습식침적은 대기 중의 부유하는 기체나 입자상 물질이 강우 등과 함께 빗물 등으로 지면에 흡수되는 과정임.

- 화석연료의 연소과정에서 N이 산화되어 CO<sub>2</sub>와 N의 산화물이 대기 중에(기체상, 에어졸 입자, 빗방울, 눈발 및 안개 중) 축적되고 유기질소화합물은 직접 배출과 대기 반응을 통해 대기 중에 존재함.
  - 무기질소(NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>)와의 광화학반응 또는 화석연료 연소
  - 농업활동으로부터 배출된 아민의 대기반응
  
- 대기에서 침적되어 토양으로 흡수된 질소는 초기에 영양물로서 작용하지만 토양 중에 과다 집적되어 식물체의 무기영양소의 불균형을 초래하고 토양생태계로부터 용탈되는 질소의 양이 증가하여 산림과 수생태계의 부영양화를 일으킴.

## 2. 국내·외 농경지 양분 종류 및 투입·유출량 선행연구·제도 조사

### 2.1 농업 환경 내 양분수지 관리제도 조사

#### □ 영국

- 영국 환경식품농무부 (Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA)의 주도 아래 토양 양분관리 정책이 시행되고 있으며 농장의 작물재배 및 관리관행에 대한 세부적인 기록을 위해 Tried & Tested 및 PLANET 패키지를 배포함.
- Tried & Tested : DEFRA에서 제공하는 일종의 기록서로서 양분 관리 계획 수립을 위해 요구되는 사항을 기록하고, 이를 바탕으로 농장 현장 기반의 양분 관리 계획을 수립함.
- PLANET (환경 관리를 위한 토지 양분 이용 계획) : PLANET은 영국 / 웨일즈 및 스코틀랜드의 전문 자문가가 현장 수준의 양분관리 계획을 수립하고 특히, 질산염 취약지역 (Nitrate Vulnerable Zone, NVZ)에 대한 관리강화를 위해 개발된 양분관리 계획 수립 지원도구임. DEFRA의 지원을 바탕으로 농촌개발자문서비스 기관에서 (Agricultural Development and Advisory service, ADAS) 개발 한 양분 관리계획 수립 및 기록을 위한 소프트웨어로, 2004년에 개발 배포됨.

자료: Nutrient Management Plan, TRIED & TESTED (2013)

Harvest year	Field code	Crop type	Applc date	Fertiliser analysis	Rate of application	N	P2O5	K2O	MgO	CaO	Na2O
2000	Top	Potatoes variety group 2				125	125	125	0	0	0
						63	63	63	0	0	0
2000	Garners	Potatoes variety group 2				135	132	130	0	0	0
2000	Woodside East	Potatoes variety group 2				135	132	130	0	0	0

자료: PLANET Nutrient Management (<http://www.planet4farmers.co.uk>)

<그림 2-1> TRIED & TESTED 제공 농가조사서

<그림 2-2> PLANET nutrient management software



□ 덴마크

- 덴마크 농업 규제의 주요 목적은 유기 생산원 (가축 분뇨 및 부산물)으로부터의 양분 재이용 효율을 증가시킴으로써 농업 생산 시스템 내에서 양분순환을 최적화하는데 목적을 두고 있으며 화학비료의 도입을 제한하여 환경적 피해를 최소화하는 것임.
- 덴마크 정부는 가축분뇨로부터의 양분 관리 및 토양으로 유입되는 양분의 양을 제한하기 위해 소위 ‘harmony rule’을 제정했으며 자국의 질산염 관리 정책인 ‘Danish Nitrates Action Program’의 요구사항을 충족하기 위해 토양으로 유입되는 가축분뇨 유래 질소를 170 kg N/ha로 제한하고 있음.
- 인의 경우 ‘phosphorus ceiling’ 이라는 직접적인 제한기준을 설정해 두고 있으며 2025년까지 단계적인 강화 계획을 수립하고 있음 (표 2-7).
- 또한 농가수준에서 3~5년 주기로 검정을 실시하여 토양 내 인 수준을 확인 할 수 있으며 각 수준별로 인 상한선을 상향할 수 있으나 적용 가능한 토양이 한정적이며 어떠한 경우에도 인 투입은 45 kg P/ ha를 초과 할 수 없음 (표 2-8).

<표 2-7> 환경 보호를 위한 단계적 인 한계치

	2018	2019	2020 -2021	2022 -2024	from 2025
Average limit for level of protection (kg P/ ha)	34.7	34.5	33.2	32-33	30-31

- 국가적인 차원에서의 양분 관리를 위해 농민들은 덴마크 농무부 기구 (Danish AgriFish Agency)에서 관리하는 비료 회계 등록 시스템 (Danish Register of Fertilizer Accounts)에 가입하는 것이 의무화 되어 있으며 전산화된 비료 회계 시스템 (Fertilizer Accounting System)을 통해 가축분뇨 발생량, 사육 현황 등 기초자료를 수집하고 있음.

- 이를 토대로 각 작물 및 재배면적에 따른 질소·인 표준 시비량, 최대 허용 질소, 인 량 등이 자동으로 계산되며 비료 투입원별 사용 가능량 등의 정보가 농민에게 제공됨.

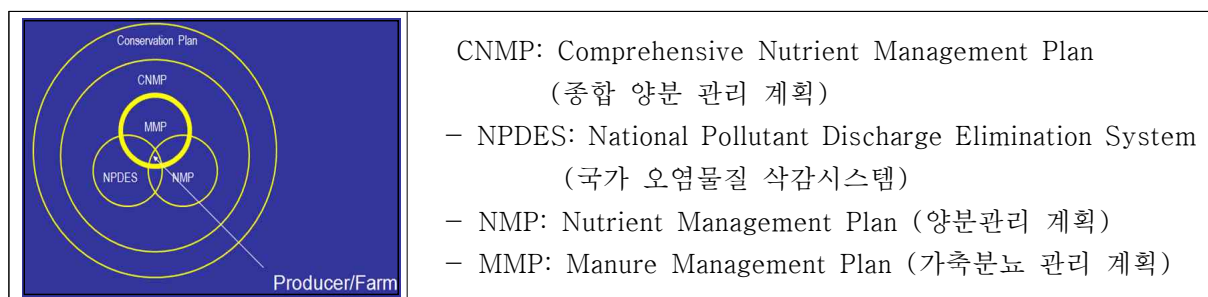
<표 2-8> Options to raise the P ceiling, based on the average P-status at farm level

P-status in soil (P number)	Extra P (kg P/ha)
≥ 4.00	+ 0
3.50 < 4.00	+ 1
3.00 < 3.50	+ 2
2.75 < 3.00	+ 4
2.50 < 2.75	+ 6
2.25 < 2.50	+ 8
2.00 < 2.25	+ 10
1.75 < 2.00	+ 12
< 1.75	+ 14

P-status, Olsen P test 결과를 토대로 토양 내 P 수준 평가; Olsen P test, 토양 시료 100 g 내 인 함유량 측정; 1 mg P/100 g Soil = 1 P-status in soil (P number)

□ 미국

- 미국의 양분관리는 농무부(USDA)와 환경보전청(EPA)에서 주관하는 종합양분관리계획 (Comprehensive Nutrient Management Plan, CNMP)에 의해 이루어짐.



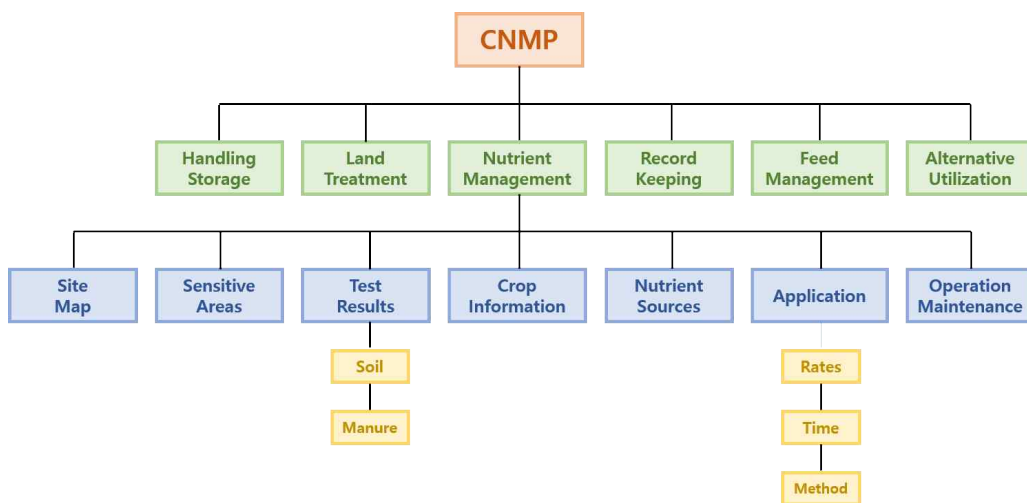
자료: J. Lally & J. Lawrence, Manure and nutrient management: Plans, Requirements, and Practice.

<그림 2-3> 미국의 양분관리 시스템 개요

○ CNMP의 가축분뇨 관리를 위한 주요 요소

- ①분뇨와 오수의 관리 및 저장
- ②토양 관리와 활용
- ③양분관리
- ④통계자료의 확보
- ⑤가축사료 관리
- ⑥다른 이용대안

－ 농가단위에서의 가축분뇨 관리는 ①분뇨와 오수의 관리 및 저장과 ③양분관리에 포함됨.



<그림 2-4> 미국의 양분관리 방안 (CNMP, Comprehensive Nutrient Management Plan)

○ 양분관리 계획의 설계를 위해 개발한 Manure Management Planner(MMP)는 분뇨의 총량, 토양, 해당 작물의 요구양분과 무기 및 유기양분 등을 예측하는 프로그램으로 사용자는 토지의 운영 계획을 세우고, 토양 검정정보를 입력하여 양분요구량 및 시비량 정보를 확보할 수 있음.

□ 캐나다

- 캐나다의 양분관리 계획 중 하나인 ‘4R Nutrient Stewardship Plan’은 농경지로 유입되는 양분을 기준으로 하여 올바른 양분원 (Right source), 올바른 비율 (Right rate), 올바른 시기 (Right time), 올바른 장소 (Right place)를 준수할 것을 원칙으로 하는 비 강제적 양분관리 제도임.
- 이는, 투입되는 양분의 출처, 비율, 시간 및 장소에 대한 정보가 종합적으로 고려된 양분관리 방안이며, 작물의 영양 공급은 최적화하고 손실되는 양분은 최소화하는 것을 목적으로 하는 현장 특화형 관리계획임.
- ‘4R Nutrient Stewardship Plan’을 통한 현장 농가의 실무관행 개선을 위해, ‘Nitrous oxide Reduction Protocol (NERP)’이라는 정밀 관리 프로토콜이 제공되며 공인된 전문가 (accredited professional advisor, APA)가 작물 및 토양에 대한 관리를 지원하고 있음.
- 성공적인 양분관리 계획 수립을 위하여 일관성이 요구되는 농가 정보, 수확 목표, 과거 생산 이력 및 토양검정 결과 등 복합적인 정보가 요구되며, 이에 따라 농가 조사표를 생산자가 직접 작성하여 APA에게 제출하도록 되어있음.

	Nitrate - Nitrogen (List Units)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (List Units)	K <sub>2</sub> O (List Units)	Micronutrients (list all that are available) (List Units)	Any other notes	Performance Results: (yield bu/A, grain quality %CP, P index, nitrate leaching index) or barriers to adoption
Soil Analysis Date of Analysis:						
Manure Analysis Date of Analysis:						
Previous Cover Crops						
Crop Residue						
Non-agricultural Source Materials						
Recommended Crop Nutrient Levels						
Balance Calculation						

자료: 4R Nutrient Stewardship Planning Guide, Fertilizer Canada

<그림 2-5> 4R Nutrient Stewardship Planning Guide 농가조사서

- NERP는 퇴비 및 부산물 비료 등 모든 비료원에 대해 고려하며 온실가스 배출, 암모니아 휘발 및 침출에 의한 양분 손실 등을 추정하고 재배 작물, 작물 요구량, 지역의 기후 및 토양의 유형 등을 종합적으로 고려하여 양분관리 계획을 수립함.

#### □ 핀란드

- 핀란드 정부는 2020년까지 폐기물로부터의 양분 재활용 촉진계획을 수립하였으며 발트해와 인접한 국가 특성으로 인해 부영양화 방지를 위한 수계 관리를 핵심으로 하고 있음.
- 또한, 토양 내 인 유실 및 토양 손실 자체가 수계오염의 직접적인 원인이 된다는 점에 착안하여 토양을 주요 관리대상으로 하고 있으며 2014년 핀란드 농경지의 토양 침식 위험도를 mapping하는 연구를 수행·발표하였음.
- 적극적인 양분 재활용 촉진을 위해 퇴비 및 유기물 비료를 이용해 재배된 유기농 식료품 섭취를 국가차원에서 권고하고 있으며 이를 통해 화학비료 및 인공비료 사용을 저감하는 부가효과를 기대하고 있음.
- 폐수 처리 시, 각각의 처리공정에서 휘발되는 질소를 양분손실로 간주하고 있으며 향후 인광석의 지속적인 가격 상승에 대비하기 위해 폐수로부터 생물학적 인 회수, 화학적 인 회수 및 소각된 슬러지로부터의 인 회수 등 다양한 경로로 양분을 회수하기 위한 시도를 수행 중에 있음.
- 핀란드 식품안전청 (E6ra)은 퇴비화 된 잉여 슬러지 (하수처리과정에서 발생된 잉여 슬러지)를 핀란드 비료 관리법을 준수하는 토양 개량제로 인정하여 농업 토양에서 사용할 수 있도록 승인하였음.

## □ 독일

- 독일의 양분관리 계획은 대부분 자원 회수에 초점을 맞추고 있음.
- 핀란드와는 달리 하수 슬러지를 비료로 사용하는 것은 허용되지 않았으나 슬러지로부터의 양분 회수에 대한 법적 의무화를 진행 중에 있으며 그 내용은 “2% 이상의 인을 함유한 슬러지의 경우 의무적으로 인을 회수” 및 “폐수 처리 플랜트의 경우 의무적으로 50% 이상의 인 회수 효율 달성” 등이 있음.

## □ 폴란드

- 폴란드는 농업, 식품 폐기물, 폐수 처리시설 및 생활하수로부터의 양분의 관리 및 재이용을 향상을 위해 정책적인 노력을 기울이고 있으며 비료관리법, 폐기물법, 재생가능 에너지법, 수자원 법 및 질산염에 관한 법령 등 양분 재이용 향상을 위한 다양한 제도적 도구를 마련하고 있음.
- 가축분뇨유래 양분 사용의 경우 폴란드 전역에 걸쳐 연 170 kg/ha 이하로 제한되며 일부 농업 토양의 경우 질산염 취약지역 (nitrate vulnerable zone, NVZ)으로 지정하여 시비계획 수립 및 준수가 의무화되고 있음.
- 또한, Rural Development Plan(RDP) 및 Agri-environmental measure (AEM) 중 일부 내용은 직·간접적 질소·인 배출의 총량 (N and P footprint) 감축을 위해 개발되었음.
- 현재, 토양에 대한 인 민감 지역 지도 개발을 준비 중이며 수체 상태, 토양 비옥도, 토양 산도, 토양 유실 위험도, 동물 서식 밀도 및 토양 내 총 인 균형 등을 고려하여 인 소실 위험을 평가하는데 초점을 맞춘 연구를 수행 중에 있음.

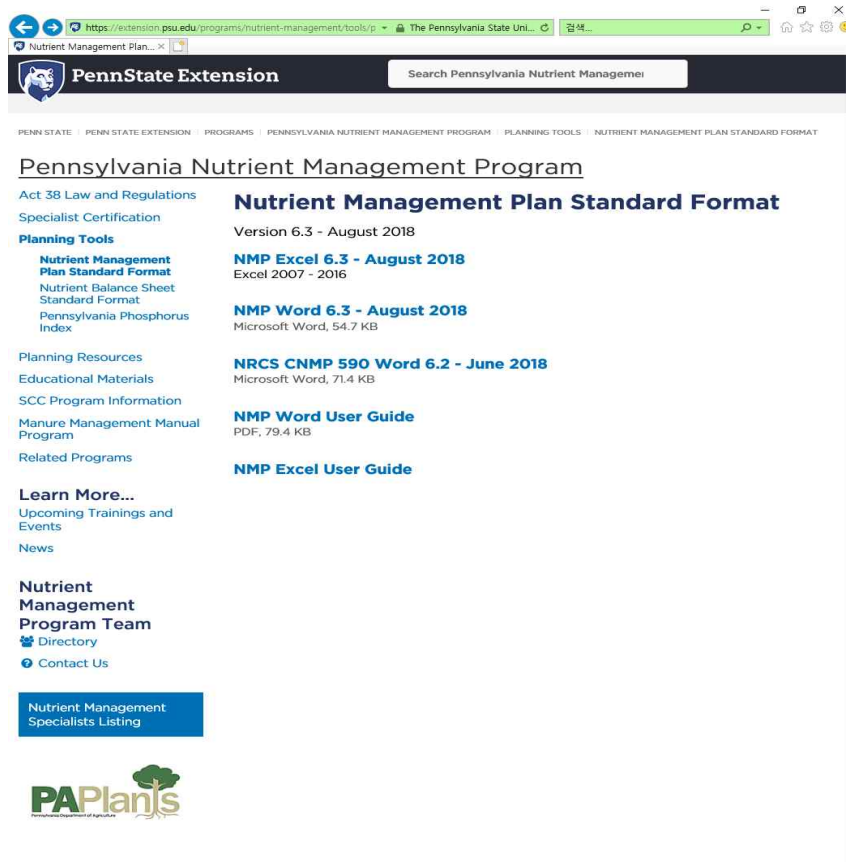
<표 2-9> 국가별 양분관리 기관 및 프로그램

국가	기관/정책	프로그램	시스템	설명
네덜란드	MINAS (Mineral Accounting System)	행정적 제재	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농가 규제와 경제적 장려책</li> <li>• 질소와 인 기준 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잉여 양분은 세금으로 부과</li> <li>• 농가당 최대 2.5 LU/ha (1LU=18 kg/P/ha)</li> </ul>
덴마크	Danish Plant Directorate	연례 비료 계획 조정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매년 분뇨와 화학비료, 다른 유기물질의 예상 사용에 대한 계획을 수립</li> <li>• 최대 허용가능한 양의 질소를 계산</li> <li>• 분뇨 발생량 계산</li> </ul>	분뇨 적용 기준 140-230 kg/N/ha
벨기에	VLM	고정된 시스템과 양분수지 시스템	분뇨은행 : 가축 운반 및 처리, 통제 서비스 (벌금의 부과 및 수납)	최대 일년에 170 kg/ha 의 가축분뇨를 토양에 이용
스웨덴		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인기준 시스템</li> <li>• STANK (computer program)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STANK 는 농가수준에서 입출력 회계에 대한 공식 모델</li> <li>• STANK 프로그램은 분뇨, 분뇨 계산량, 양분 함량 및 암모니아 손실을 관리하기 위한 포괄적인 도구를 포함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 22 kg 의 분뇨 내 인 적용</li> <li>• 농가수준에서의 양분수지 계산</li> <li>• 농장의 입출력 회계</li> </ul>
영국	Professional Nutrient Management (PNMG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tried and test 양분관리 계획</li> <li>• PLANET (software)</li> </ul>	농가와 경지에 대한 세부사항, 농가에 대한 의도 및 조치기록 기록	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tried &amp; Tested 는 Defra 에 명시된 NMP 요건을 충족하는 종이 기반의 영양 관리 계획</li> <li>• PLANET 은 양분 관련 의사 결정 및 기록을 위한 소프트웨어</li> </ul>
미국	Comprehensive Nutrient Management Plan (CNMP)	Manure Management Plan (MMP)	양분 정보에 대한 자료는 매년 갱신 정보 내용을 기록	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMP 는 생산자가 작물의 영양 요구량에 따라 분뇨 처리를 위한 적절한 토지를 확보하도록 도움</li> <li>• 분뇨생산량, 양분농도, 필요 토지량 등을 농부가 확인하도록 함.</li> </ul>
		Nutrient Management Plan (NMP)	NRCS (Natural Resource Conversation Agency)는 농지의 양분 관리 가이드라인으로 양분관리 표준을 수립하고 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NRCS 에 기초한 양분을 적용할 수 있는 충분한 토지자원 확보</li> </ul>
		Animal Waste Management (AWM)	기후 데이터 및 강수량을 기반으로 계산된 월별 평균 강수량 및 증발량 계산, 입력된 농장 정보 및 기후 데이터를 기반으로 한 유거량 계산	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AWM 은 예상되는 분뇨 발생량을 사용하여 분뇨 관리 시스템과 관련된 계산을 제공</li> </ul>
캐나다	4R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Right Source</li> <li>• Right Rate</li> <li>• Right Time</li> <li>• Right Place</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양분 요구량에 근거한 양분 투입 (양분 균형 방정식 사용)</li> <li>• 4R 에 대한 적절한 관리 지침</li> </ul>	

## 2.2 농경지 내 양분관리를 위한 프로그램 조사

### □ PennState Extension 양분관리 프로그램 - Nutrient Management Plan

- Nutrient Management Plan (NMP)은 연방정부, 주정부 및 펜실베이니아 주립대학의 지원을 받아 운영되는 PennState Extension (비영리 교육기관)에서 배포하는 양분관리 프로그램으로 지역 주민과 농민이 쉽게 이용할 수 있도록 Microsoft excel과 word 기반으로 제작되었음 (그림 2-6).



<그림 2-6> PennState Extension의 양분관리 프로그램 (NMP)



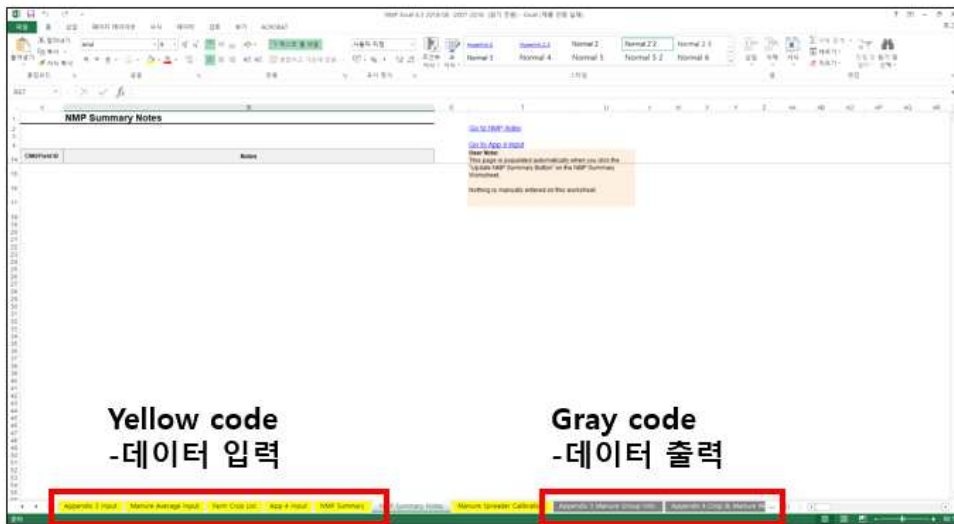
○ NMP는 각 시트를 색으로 코드화 하여 사용자의 편의를 제공함 (그림 2-7).



<그림 2-7> NMP color code의 종류

- Blue code는 사용자에게 정보를 제공하기 위한 시트로 해당 프로그램에 수록된 일종의 설명서라고 할 수 있으며, NMP 목차구성 (NMP index), 사용 개요 (NMP instruction), 펜실베이니아 지역의 양분 권장량 (N, K, P recommendation) 등이 해당 됨.
- Yellow code는 데이터 입력시트로 토양검정 결과, 분뇨 성분분석결과, 재배작물 및 재배지역 등 데이터를 사용자가 직접 입력해야하며 입력된 데이터를 바탕으로 최종 양분관리 계획이 수립됨 (그림 2-8).
- 또한, yellow code 시트는 데이터 입력 cell과 자동완성 cell로 구분되어 있어 데이터가 입력되면 특정 계수가 적용된 결과를 자동으로 출력함 (그림 2-9).
- Gray code는 yellow code에 입력된 데이터를 바탕으로 종합적인 양분관리 계획과 분뇨관리, 작물관리 및 양분관리 부록 등이 출력되는 시트로서 사용자의 입력은 요구되지 않고 프로그램 내 입력된 계산식에 의해 계산된 결과가 자동으로 출력됨 (그림 2-8).

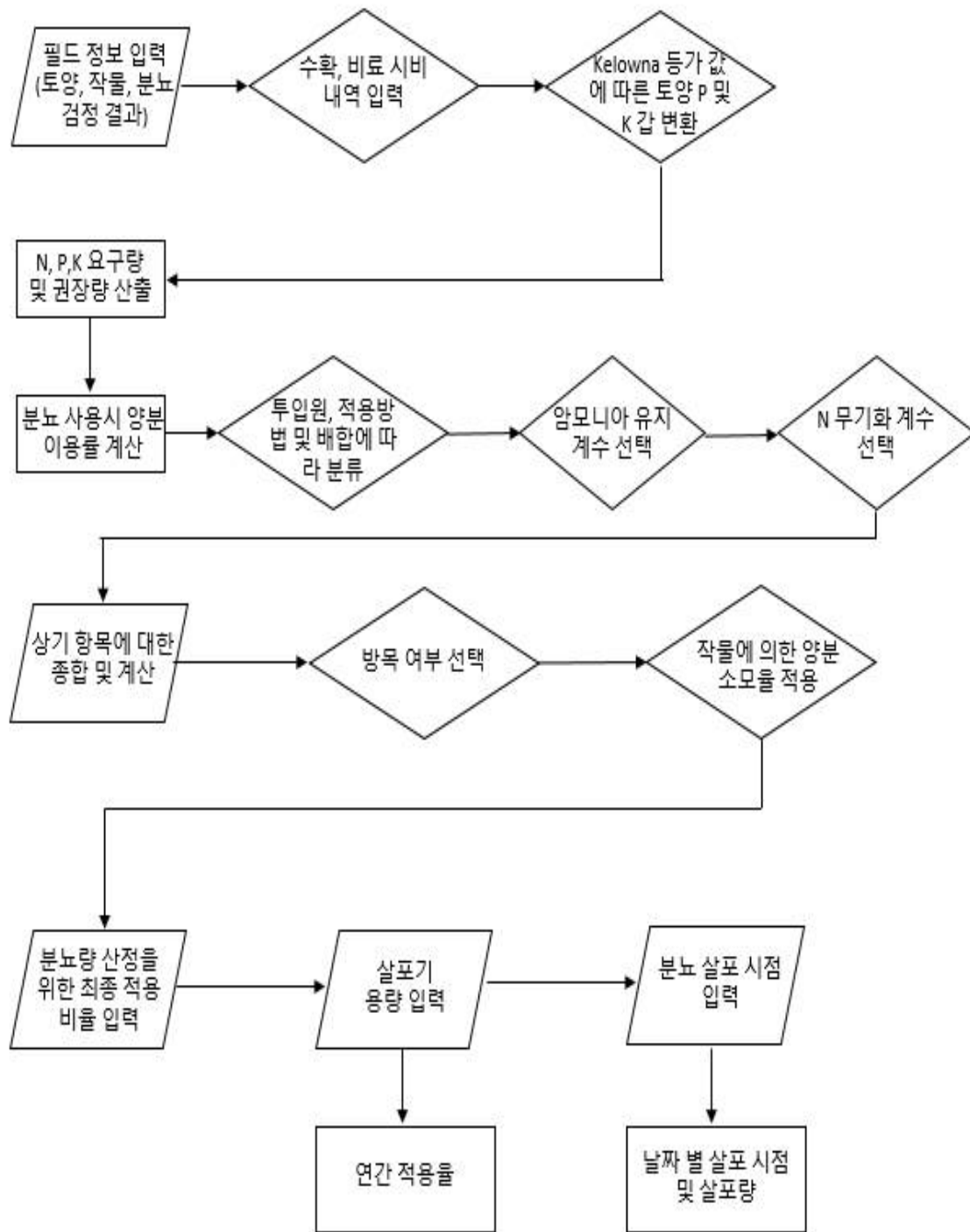
- Green code는 선택적으로 사용가능한 option이며 데이터 출력 (gray code)에 영향을 미치지 않는 (잔여 질소 계산기, 가축 체중 계산기 등이 해당).
- NMP 프로그램은 그림 5에 제시된 연산과정을 통해 양분관리계획이 산출되며 최종적으로 연간 토양 적용율, 추천 살포시점 및 살포량이 산출됨.



<그림 2-8> NMP program 및 color 코드

Manure Group Identification	Year	Manure Analysis	Laboratory Name	Manure Type	Manure Unit	Total Nitrogen	Ammoniacal N	Total Phosphorus	Total Potash	Percent Solids	PFC Value
Enter Manure Group Name in Appendix 3 Input	Average	Complete report date	Complete lab name	Select Manure Type	Select Manure Unit	Complete N	Complete NH4-N	Complete P2O5	Complete K2O	Complete percent solids	Complete PFC Value
ADD 1 year	1 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 2 years	2 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 3 years	3 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 4 years	4 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 5 years	5 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
Clear all years											
Enter Manure Group Name in Appendix 3 Input	Average	Complete report date	Complete lab name	Select Manure Type	Select Manure Unit	Complete N	Complete NH4-N	Complete P2O5	Complete K2O	Complete percent solids	Complete PFC Value
ADD 1 year	1 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 2 years	2 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 3 years	3 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 4 years	4 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
ADD 5 years	5 year ago			Select Manure Type	Select Manure Unit						
Clear all years											

<그림 2-9> Yellow code 시트 내 cell 구성



<그림 2-10> NMP Program의 양분관리 계획 산출 알고리즘

□ 해외 양분관리 정책 및 프로그램의 국내 적용

- 북미 및 유럽의 양분관리 방법은 발생하는 가축분뇨의 대부분을 자원화하여 처리하는 우리나라의 농업환경 현실에 부적합함.
- 해외에서 사용하는 양분관리 프로그램의 장점 및 시스템 구성을 차용하되 국내의 현실을 반영하는 노력을 통해서 우리나라 맞춤형 양분관리 시스템을 구축해나가야 함.
- 이상적인 양분관리는 양분수지가 제로를 나타내도록 (양분유입량 = 양분유출량) 양분의 유입원 및 유출원을 관리하는 것으로 국내 농업환경을 대상으로 한 정확한 양분수지의 산출이 선행되어야 함.
- 현재 국제적으로 통용되고 있는 대표적인 양분수지로는 OECD에서 매년 산출하는 농업환경 지표 양분수지 산정이 있으며, 양분수지 산정법의 분석을 통해 국내 농업환경 (특히 가축분뇨의 처리 현황)을 고려한 국내 양분수지 산정법 및 관리 매뉴얼의 개발이 요구됨.

## 제 3 장

### 제3장 선행 양분수지 산정식 분석

#### 1. OECD 양분수지 산정법

- 양분수지는 양분의 투입과 방출 즉 유출입 동향을 분석하는 것으로 농업환경으로의 부하 경감을 위해 최근 대두되고 있음.
- 양분의 투입은 화학비료, 가축분뇨, 유기질비료 등 인위적인 유입원과 생물학적 질소고정, 대기 침적 등 자연적인 유입원이 해당되며, 유출의 경우 작물의 생산 등 농업 환경에 영향을 미치지 않고 외부로 나가는 모든 항목이 고려되어짐.
- 우리나라가 가입되어 있는 OECD는 회원국을 대상으로 양분수지를 산출해 제시하고 있으며, 회원국별 농업 부문의 환경성과 및 문제를 분석·제시하고 있음.
- OECD에 따르면 2015년 기준 우리나라의 질소 수지는 222 kg/ha·년, 인 수지는 46 kg/ha·년으로 나타났으며, 이는 OECD 회원국의 평균 질소, 인 수지 대비 각각 3.4배, 7.7배 높은 실정으로 전체 1위에 해당함.
- 그러나 우리나라는 농경지가 적고, 집약적인 축산업을 하여 가축분뇨의 자원화율이 높으며 정화처리 등 가축분뇨 처리기술이 발달한 특징을 가지고 있어 농업 환경의 특징이 상이한 타 국가들과 같은 양분수지 산정식을 적용할 수 있는지에 대한 의문이 제기됨.
- 따라서 OECD 양분수지 산정법 및 산정식의 분석을 통해 우리나라 기준 양분관리 항목을 정리할 필요가 있음.

## 1.1 이상적인 양분관리를 위한 양분수지 산정항목

- Leip 등 (2011)은 이상적인 양분수지의 산출을 위해서 산정법 별 유출입 및 잔고항목을 다음과 같이 분류하였음 (표 3-1).
- 양분수지 산정법은 일정한 범위에서 진행되어지는 양분의 유입량 및 유출량을 파악해 양분의 잔고를 나타내는 것으로 대기, 물, 토양 환경 각각의 양분수지를 정확히 산출하기 위해서 필요한 항목들을 산정법 별 3 가지 범위로 나눠 구분하였음.
- 양분수지 산정법에는 정의된 범위에 따라서 Land budget(토지수지), Farm budget(농가수지), Soil budget(토양수지) 산정법이 있으며, 산정식 별 고려항목의 유무 및 분류에서 차이를 나타냄.
- OECD에서는 토지수지 산정법을 이용하여 각 회원국의 토양 내 질소·인 양분수지를 산정하였으며, 데이터의 확보 및 불확실성을 고려하여 현실적인 양분수지 산정식을 구성함.
  - 표 3-1에서 제시하고 있는 항목 중 Land budget과 Soil budget의 가장 큰 차이점은 가축분뇨 유래 양분의 유입량 산정 부분임.
    - \* Land budget: 가축분뇨 배설량 (발생한 가축분뇨 내 질소량)을 유입항목으로 선정
    - \* Soil budget: 가축분뇨의 농지 살포량 (농지로 유입되는 가축분뇨 내 질소량)을 유입항목으로 선정
      - 우리나라의 경우 가축분뇨 퇴·액비가 해당
      - 가축분뇨의 농지 살포량 = 가축분뇨 배설량 - (가축분뇨를 농지에 뿌리기 전에 배출된 질소가스 + 가축분뇨를 농지에 뿌리기 전에 용탈·유거된 양분량)

- 토양 내 질소는 유기물과 coupling하여 존재하기 때문에 유기물 함량이 포화되어 있는 기존 농경지의 경우 질소 농도 또한 포화되어 농도의 변화가 거의 없음. 또한 각 농경지 별 질소의 분석은 경제성 측면에서 실현가능하지 않아 토양의 질소 저장 변동량은 현행 OECD 양분수지 산정 항목에서 제외되었음.
- 토양으로부터 용탈·유거된 양분량의 경우 양분수지를 산정하는 지역의 강수량, 토양 종류, 토양 경사도, 하천과의 거리 등 지역 환경의 특성에 따라서 변화가 크기 때문에 OECD 양분수지 산정 항목에서 제외되었음.

<표 3-1> 양분수지 산정법별 질소 유출입 및 잔고 항목 (Leip 등, 2011)

항목	질소 유입 (Input)			질소 유출 (Output)			질소잔고 (Surplus)		
	농가	토지	토양	농가	토지	토양	농가	토지	토양
축산물 (고기, 우유 등)				X					
판매작물				X	X	X			
사료작물a					X	X			
광물비료	X	X	X						
사료제품 (농축사료)	X								
외부의 유기질 비료b	X	X	X						
가축분뇨의 순 수출입량 및 인출량c	X	X							
가축분뇨 배설량		X							
가축분뇨의 농지 살포량d			X						
작물잔재					X	X			
토양에 다시 흡수된/남겨진 작물잔재		X	X						
생물학적 질소고정량	X	X	X						
대기 침적량	X	X	X						
토양의 질소 저장 변동량e						X	X	X	
가축분뇨를 농지에 뿌리기전에 배출된 질소가스f							X	X	
가축분뇨를 농지에 뿌리기 전에 용탈·유거된 양분량							X	X	
토양에서 배출된 질소가스							X	X	X
토양으로부터 용탈·유거된 양분량							X	X	X

자료 : Farm, land, and soil nitrogen budgets for agriculture in Europe calculated with CAPRI(Leip 등, 2011)



□ Farm budget (농가수지 산정법)

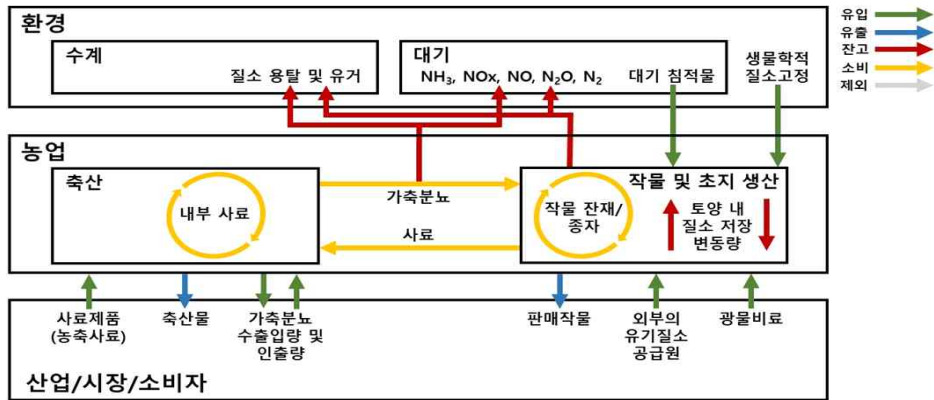
- 농가수준의 양분관리에 적합한 양분수지 산정법으로 농가 내 유입·유출되는 모든 양분을 고려함.
- 가장 통합적이고 유의미한 지표로 가축에게 급여되는 사료부터 수지 산출에 이용되어짐. 연구자들에 따르면 가장 정확한 추산방법임.
- 가축에 급여하는 사료부터 농가에서 출하를 통해 유출되는 축산물, 작물 생산량을 주요 유입·유출항목으로 삼고 있기 때문에 축산농가의 양분수지 이해도가 높음.
- 그러나 농가별 사료관련 데이터 (개별 사료의 종류, 사료 혼합 등 농가 별 급여 특징 등)는 사양 관행에 따라서 차이를 보이므로 관련 데이터의 확보가 어려움.
- 외국은 일반적으로 축산과 경종을 함께하는 복합농가로 이루어져 있어 Farm budget을 이용한 관리가 가능하며, 대표적으로 네덜란드의 MINAS가 농가 수준의 양분관리를 국가적으로 수행한 사례임.
- 우리나라의 경우는 축산농가와 경종농가가 대부분 분리되어 단독적으로 운영되고 있는 상황이므로 Farm budget을 이용한 농가단위 양분관리는 적합하지 않음.
- 또한 Farm budget의 경우 가축분뇨의 발생, 처리 등으로 인한 양분량 변화가 전혀 고려되지 않으므로, 가축분뇨 유래 양분의 삭감정책으로 인한 양분 유입·유출 변화를 파악하기 어려움 (가축분뇨 배설량, 가축분뇨 농지 살포량은 사료제품 항목에서 유래된 양분의 중간 매체이므로 산출하지 않음).

□ Land budget (토지수지 산정법)

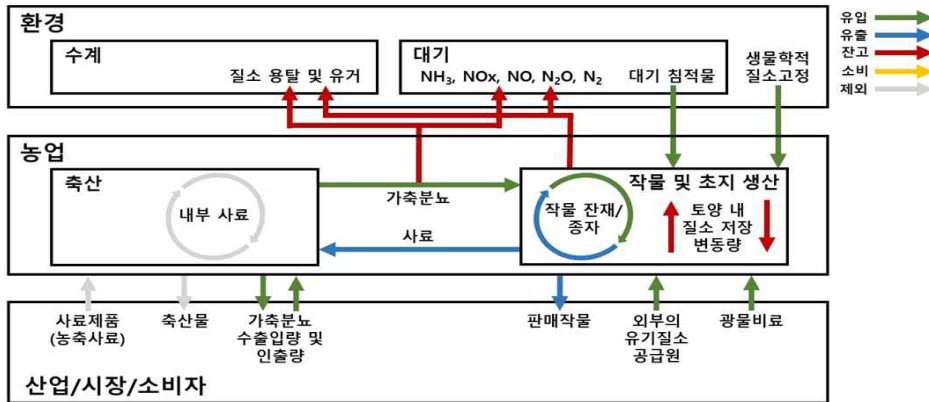
- 지역단위 양분관리에 적합한 양분수지 산정법으로 농업 환경 전반 (대기, 수계)의 양분이동을 고려하여 산출함.
- 일정 토지 내에서 유입·유출되는 항목을 고려하여 양분수지를 산정하며, 가축사육 및 관리 시와 분뇨의 배설 후 휘산되어지는 가스 등을 모두 포함하여 산정하기 때문에 온실가스 (GHG, green house gas)와 암모니아( $\text{NH}_3$ )의 배출량 추산치와 통일되어짐.
- Eurostat과 OECD 관련국들의 협의를 통해서 OECD 양분관리 산정법에 사용되고 있음.

□ Soil budget (토양수지 산정법)

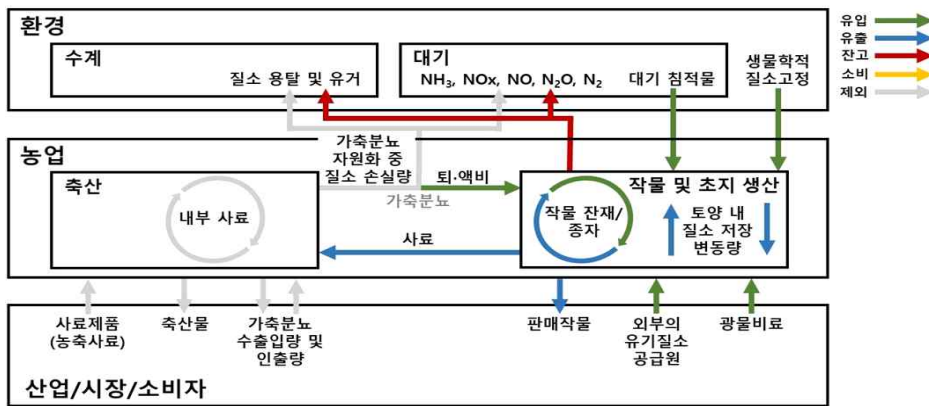
- 지역단위 양분관리에 적합한 양분수지 산정법으로 Land budget과 대부분 유사하지만 일정 토양을 기준으로 직접적으로 유입·유출되는 양분의 양만 고려함.
- 비료물질이 시비되는 토양(농경지)를 기준으로 하므로 시비되어지는 비료 및 가축분뇨 퇴·액비의 양분량이 요구되어지며, 토양에서 소실되어지는 양분의 양(대기 중 소실 포함)을 고려함.
- 토양으로 유입되기 전 소실되는 양분의 양을 고려하므로 토양에 시비됨으로써 물 환경으로의 용탈, 유출 위험이 높은 토양의 양분잔고를 파악하기에 용이함.
- 지역단위 및 토양의 양분관리에 적합한 양분수지 산정법임.



(a) 농가수지(Farm budget) 산정법



(b) 토지수지(Land budget) 산정법



(c) 토양수지(Soil budget) 산정법

<그림 3-1> 경계조건별 양분수지 분석 분석도

자료 : Farm, land, and soil nitrogen budgets for agriculture in Europe calculated with CAPRI(Leip 등, 2011)

## 1.2 OECD 양분수지 산정법 및 기타 연구자료 비교

### 1.2.1. OECD 현행 · 이상적 양분수지 산정항목

- OECD는 농업 환경에 유입되는 질소와 인의 양분수지 산출을 위해서 Land budget 산정법을 이용하고 있으며, 총 질소 및 총 인의 수지 산정법은 표 3-2와 같음.
- 현행과 이상적인 산정식은 세부항목에서 차이를 나타내는데, 이는 현행 양분수지 산정식에서 국가적 수준에서 현실적으로 확보하기 어려운 데이터를 제외하였기 때문임. 제외할 수 없는 필수 항목 내에서 정확한 국가단위 산출 계수가 존재하지 않을 시 OECD에서 선정한 default 값을 이용하여 산출하고 있음.
- 따라서 지역이나 특정 토지를 대상으로 양분수지의 적용 시에는 최대한 이상적인 양분수지 산정식을 차용하고 해당 범위의 농업환경을 대변할 수 있는 계수를 이용하여 양분수지를 산출함으로써 정확성을 높여야 함.

<표 3-2> 총 질소 및 인 수지의 산정법

총 질소 수지(GNB) 산정법		총 인 수지(PB) 산정법	
현행 수지 산정법	이상적 수지 산정법	현행 수지 산정법	이상적 수지 산정법
질소 유입량(INPUTS)		인 유입량(INPUTS)	
N1) 광물비료량 N2) 가축분뇨 생산량 N3) 가축분뇨의 순 수 출입량, 인출량, 저장량 N4) 기타 유기질 비료 량 N5) 생물학적 질소고정 량 N6) 대기 질소 침적량 N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	N1) 광물비료량 N2) 가축분뇨 생산량 N3) 가축분뇨의 순 수 출입량, 인출량, 저장량 N4) 기타 유기질 비료 량 N5) 생물학적 질소고정 량 N6) 대기 질소 침적량 N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량 N8) 작물잔재를 통한 유입량	P1) 광물비료량 P2) 가축분뇨 생산량 P3) 가축분뇨의 순 수출 입량, 인출량, 저장량 P4) 기타 유기질 비료량 P6) 대기 인 침적량 P7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	P1) 광물비료량 P2) 가축분뇨 생산량 P3) 가축분뇨의 순 수출 입량, 인출량, 저장량 P4) 기타 유기질 비료량 P6) 대기 인 침적량 P7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량 P8) 작물잔재를 통한 유 입량
N9) 총 유입량 = sum(N1,2,3,4,5,6,7)	N10) 총 유입량 = sum(N1,2,3,4,5,6,7,8)	P9) 총 유입량 = sum(P1,2,3,4,6,7)	P10) 총 유입량 = sum(P1,2,3,4,6,7,8)
질소 유출량(OUTPUTS)		인 유출량(OUTPUTS)	
N11) 작물 생산량 N12) 사료작물 생산량 N13) 작물잔재를 통한 유출량	N11) 작물 생산량 N12) 사료작물 생산량 N13) 작물잔재를 통한 유출량 N14) 토양의 질소 저장 변동량	P11) 작물 생산량 P12) 사료작물 생산량 P13) 작물잔재를 통한 유출량	P11) 작물 생산량 P12) 사료작물 생산량 P13) 작물잔재를 통한 유출량 P14) 토양의 인 저장 변 동량
N15) 총 유출량 = sum(N11,12,13)	N16) 총 유출량 = sum(N11,12,13,14)	P15) 총 유출량 = sum(P11,12,13)	P16) 총 유출량 = sum(P11,12,13,14)
질소잔고(SURPLUS)		인잔고(SURPLUS)	
N17) 총 질소잔고 = N9 - N15	N18) 총 질소잔고 = N10 - N16 N19) 총 대기질소잔고 = 질소 가스 배출량 N20) 총 수계질소잔고 = N18 - N19	P17) 총 인잔고 = P9 - P15	P18) 총 인잔고 = P10 - P16

자료 : Methodology and Handbook Eurostat/OECD(EU commission, 2013)

□ 양분수지 산정법의 항목

<표 3-3> 양분수지 산정법의 항목 및 산정방법 - 양분 유입

양분수지 산정 기준	구 분	항목	산정방법
양분 유입	N1	광물비료량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물리·화학적 산업공정을 통해 생산된 광물 형태의 양분들을 함유하고 있는 비료</li> <li>- 비료 생산·거래량이나 판매량 통계자료를 근거로 농업부문의 광물비료 사용량을 산정</li> <li>- 중복산정을 막기 위해 비농업부문의 광물비료 사용량 및 비축량을 반영하고 중간 생산량을 감안하여 보정하는 것이 권장</li> </ul>
	N2	가축분뇨 생산량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가축분뇨 내 양분량으로 연평균 개체수, 배설계수, 질소 사용 효율, 인 사용효율, 분뇨, 액체분뇨, 슬러리, 고체분뇨, 농가분뇨, 깔짚, 자릿깃 등의 요소를 토대로 가축분뇨 생산량을 산출</li> <li>- 연평균 개체수: 가축종류별 1년간 존재한 개체 수 (우리나라의 경우 통계청의 가축동향조사 내 가축사육두수 조사치를 이용)</li> <li>- 배설계수는 마리당 배설하는 연평균 양분량을 나타내는 계수로 가축이 배설하는 시점에 배설물에 들어있던 양분함량. 즉 가축의 사육, 분뇨 저장, 살포 시 휘발이나 깔짚 등으로 인해 추가된 양분은 제외</li> <li>- 특정년도의 가축종류별 총 질소 배설량을 구하려면, 질소 배설계수를 해당 가축범주의 연평균 개체수(AAP)에 적용</li> </ul>
	N3	가축분뇨의 순 수출입량, 인출량, 저장량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다른 나라로 수출입된 모든 가축분뇨량을 의미</li> <li>- 가축분뇨의 처리, 살포 등의 개념을 포함함. 바이오가스를 생산하거나 악취 발생을 저감시키는 처리를 한 경우 대부분은 처리 후 양분함량이 변하지 않음.</li> <li>- 가축분뇨 처리량은 처리 전 후 양분의 변동량 산정</li> <li>- 가축분뇨 처리방식에 따른 변동량은 가축분뇨량(t)에 처리방법별 질소계수(kg N/t)을 곱해 산출</li> </ul>
	N4	기타 유기질 비료량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가축분뇨가 아닌 유기물 비료로, 생활 퇴비, 하수슬러지, 바이오가스에 이용한 식물잔재, 작물잔재, 초지 사일리지 등 양분을 함유한 유기제품 등이 해당</li> <li>- 각 농지 살포량에 유기질 비료의 양분함량을 곱하여 계산함.</li> </ul>

<표 3-3> 양분수지 산정법의 항목 및 산정방법 - 양분 유입(계속)

양분수지 산정 기준	구 분	항목	산정방법
양분 유입	N5	생물학적 질소 고정량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 콩과작물과 풀-콩과작물 혼합초지, 비공생 유기체에 의한 생물학적 질소고정으로 주로 질소고정 박테리아가 관여하여 발생</li> <li>- 콩과작물별 생물학적 질소고정량 각 콩과작물의 재배면적에 콩과작물의 질소고정계수를 곱하여 산출</li> <li>- 토양 종류 별(논, 밭) 생물학적 질소고정량은 논과 밭의 면적에 토양 종류별 질소고정계수를 곱하여 산출</li> <li>- 콩과작물에 의한 생물학적 질소고정량은 콩과작물별 생물학적 질소고정량과 토양 종류에 따른 생물학적 질소고정량을 합산</li> </ul>
	N6	대기 질소·인 침적량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기의 질소·인 입자와 질소가스가 토양, 식생, 수체, 기타 표면에 침적되는 것</li> <li>- 강수현상에 의해서 발생하는 질소·인의 습성 침적과 침전이나 흡착 등의 복합적 대기현상에 의해서 발생하는 질소의 건성 침적</li> <li>- 중력으로 인한 침전으로 발생하는 인의 건성 침적</li> <li>- 대기 침적은 위치에 따라 다른 양상을 보이므로 참고면적의 정확한 대기 침적량 자료는 대개 존재하지 않음. 따라서 참고면적의 대략적 질소, 인 침적량은 면적에 헥타르당 국가평균 침적률을 곱해서 산출</li> </ul>
	N7	과종·식재용 재료를 통한 유입량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물을 생산하기 위한 재배면적을 이용하여 여러 작물의 과종을 통한 질소 유입량을 모두 합해 산출</li> <li>- 작물의 종자를 뿌림으로써 나타난 질소 유입량을 구하려면 작물의 과종량에 양분함량으로 변환시키는 계수를 곱하여 산출</li> <li>- 재배면적 데이터가 없을 시 과종한 총 면적을 의미하는 경작면적을 이용</li> </ul>
	N8	작물잔재를 통한 유입량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 먹거리나 사료 또는 산업적 생산(예 : 곡물, 사탕무, 감자 등)을 주목적으로 수확·가공·경작되는 작물 수확 후 남은 잔재와 부산물, 소각된 잔재에 의한 유입량</li> <li>- 소각의 경우 질소는 휘발되어 소실되어지나 인은 소실되지 않고 그대로 남는다고 가정</li> </ul>

<표 3-4> 양분수지 산정법의 항목 및 산정방법 - 양분 유출

양분수지 산정 기준	구분	항목	산정방법
양분 유출	N11	작물 생산량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물생산량이란 작물 저장 중의 손실량 및 폐기량, 농장에서 직접 소비되는 양, 시장에 판매하는 양 등을 모두 포함</li> <li>- 부산물과 작물잔재는 이 개념에서 제외</li> <li>- 작물생산에 따른 질소 수거량은 여러 작물의 생산으로 발생하는 질소 수거량을 모두 합하여 산출</li> <li>- 질소 수거량은 작물의 생산량에 계수를 곱하여 산출하며 작물생산량 자료는 각 국가별 작물통계자료를 이용</li> </ul>
	N12	사료작물 생산량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초지에서 생산된 잠재적 생체량인 총 초지생산량에 양분함량으로 변화시키는 계수를 적용하여 산출</li> </ul>
	N13	작물 잔재를 통한 유출량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물잔재를 농지에서 수거하면서 발생하는 질소·인수거량 합</li> <li>- 질소·인 수거량은 잔재의(순) 수거량에 작물 잔재의 질소·인 함량 계수를 곱하여 산출</li> <li>- 농지에서 다양한 작물 잔재의 소각에 따른 질소 수거량을 모두 합하여 유출량을 구할 수 있으며 잔재의 소각량에 잔재의 질소함량 계수를 곱하여 산출</li> </ul>
	N19	대기 질소잔고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기에 배출되는 질소는 그 기체형태에 따라 불활성 질소(N<sub>2</sub>)와 반응성 질소(NH<sub>3</sub>나 NO)로 구분</li> <li>① 가축사육 시설에서 발생하는 NH<sub>3</sub>와 N<sub>2</sub>O 배출량</li> <li>② 가축분뇨 저장시설에서 발생하는 NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O 배출량</li> <li>③ 가축분뇨 살포 시 발생하는 NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O 배출량</li> <li>④ 목초지 가축분뇨에서 발생하는 NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O 배출량</li> <li>⑤ 광물비료의 살포 시 발생하는 NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O 배출량</li> <li>⑥ 기타 비료(하수슬러지 등)의 살포 시 발생하는 NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O 배출량</li> <li>⑦ 작물잔재에서 발생하는 NO와 N<sub>2</sub>O 배출량</li> <li>⑧ 농지에서 농업폐기물 소각 시 발생하는 NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O 배출량</li> </ul>
	N20	총 수계 잔고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 총 잔고량에서 대기 질소잔고량을 제외하여 산출</li> <li>- 인의 경우 총 잔고량과 수계 잔고가 동일</li> </ul>



## 2. 국내·외 선행 양분수지 산출 방법 분석

### 2.1 양분 부하량 기준 양분관리

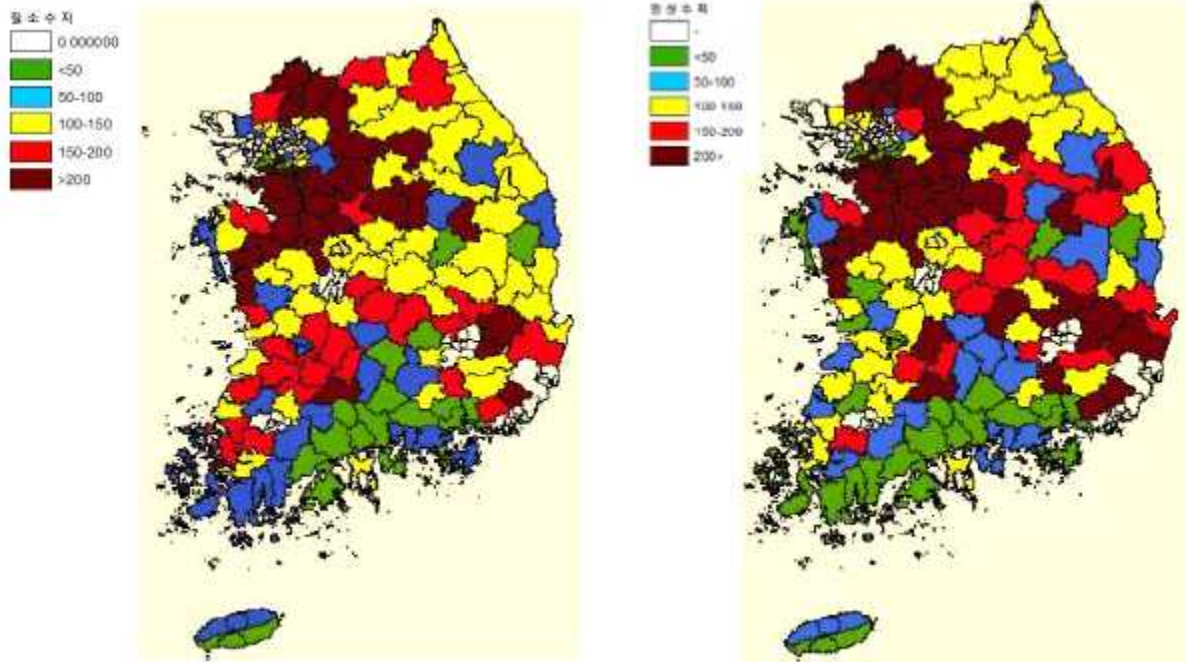
#### 2.1.1. 한국농촌경제연구원

- 양분 유입량, 유출량, 초과량을 산출하여 농경지 면적당 양분의 초과율을 제시함.
- 가축분뇨에서 발생한 양분에 자원화비율 및 손실률을 적용하여 Soil budget의 유입항목인 가축분뇨 농지 살포량을 반영함 (Soil budget 산정법과 유사)
- 지역별로 양분 초과율을 기준으로 우수 (50% 미만), 관심 (50~100%), 유도(100~150%), 특별관리 I 구역 (150~200%), 특별관리 2지역 (200% 초과)으로 나눠 양분관리를 실시하는 방안을 제안함 (한국농촌경제연구원, 2015).

<표 3-5> 한국농촌경제연구원 양분수지 산정식

		OECD/Eurostat	산정식
항목	유입	N1) 광물비료 공급량	그대로 사용
		N2) 가축분뇨 농지살포량	가축분뇨 발생량 x 가축분뇨비료성분함량 x 자원화비율 x 손실률 x 단위조정계수
		N3) 기타 유기질비료 공급량	유기질비료 투입량 x 유기질 비료의 양분함량
		N4) 총 유입량	sum (N1,N2,N3)
	유출	N5) 작물 생산량	작물별 재배면적 x 작물별 비료 성분 흡수율 (표준시비량) x 단위조정계수
	초과	N6) 총 양분잔고(GNS)	N4 - N5

자료: 양분총량제 도입방안 연구 (한국농촌경제연구원, 2015)



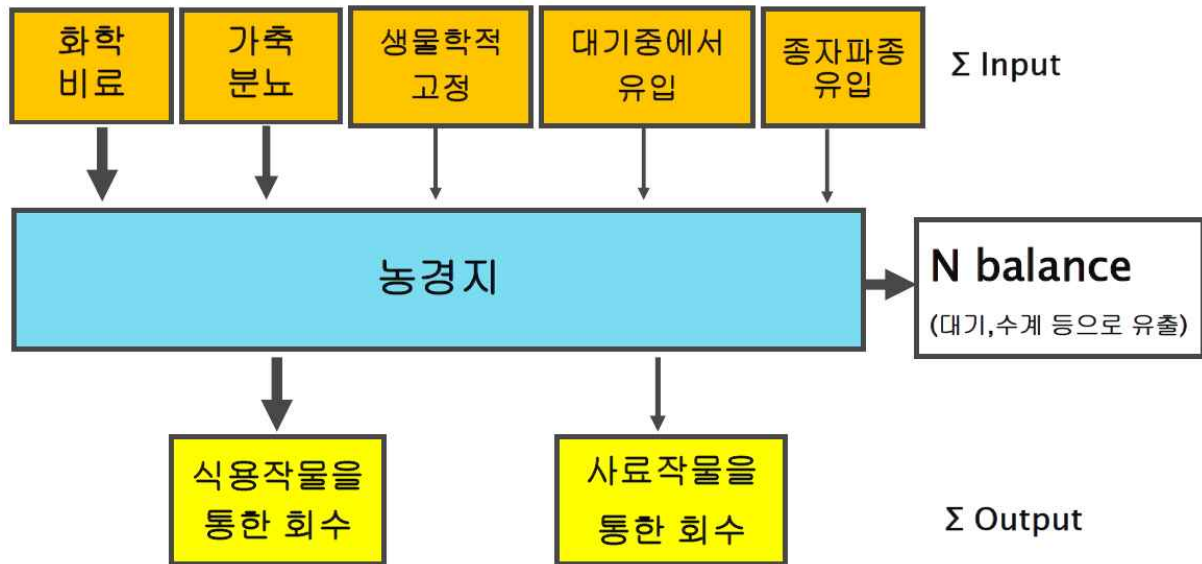
(a) 질소성분 초과율 (b) 인산성분 초과율  
 <그림 3-2> 전국 시군별 양분(질소·인산) 초과율 분포도

자료: 양분총량제 도입방안 연구 (한국농촌경제연구원, 2015)

## 2.2 양분수지 기준 양분관리

### 2.2.1. 국립농업과학원

- Soil surface balance 산정법 (Land budget)을 이용하며 OECD 양분수지 산출 시 국내 자료를 제공함.
- 가축분뇨의 인출량을 17%로 적용하여 유출량에 포함시킴.
- \*중장기 가축분뇨 자원화 대책 (농식품부, 2006) 내 가축분뇨 발생량 중 자원화되지 않는 비율인 17%를 적용함.



<그림 3-3> Nitrogen surface balance 개념도

자료: 우리나라 OECD 양분수지 산정 활동자료와 계수 현황 (국립농업과학원, 2018)

<표 3-6> 국립농업과학원 양분수지 산정식 (Soil surface balance, Land budget)

		OECD/Eurostat	Land budget 산정식
항목	유입	N1) 광물비료 공급량	화학비료 판매량 x 화학비료별 양분함량
		N2) 가축분뇨 발생량	가축사육두수 x 축종별 분뇨발생원단위
		N3) 생물학적 질소고정량	두과작물 재배 및 농경지 면적
		N4) 대기 침적량	강우에 의한 투입량
		N5) 파종/식재용 재료를 통한 투입량	작물(곡물, 유지작물, 서류)의 종자량
		N6) 총 유입량	Sum (N1,N2,N3,N4,N5)
	유출	N7) 작물 생산량	양분흡수량 (생산량, 농산물양분함량)
		N8) 사료작물 생산량	조지면적, 초지 면적당 생산량, 가축에 의한 초지 소비율, 초지 질소 흡수량
		N9) 농업 이외의 가축분뇨 처리량	산업폐기물로 처리되는 비율(17%) 고려
		N10) 총 유출량	Sum (N7,N8,N9)
	잔고	N11) 총 양분잔고(GNS)	N6 - N10

자료: 우리나라 OECD 양분수지 산정 활동자료와 계수 현황 (국립농업과학원, 2018)

## 2.2.2. 국립환경과학원

○ Land budget 산정법을 이용하였으며 국내 가축분뇨 처리방법 별 양분의 함량을 고려하였음.

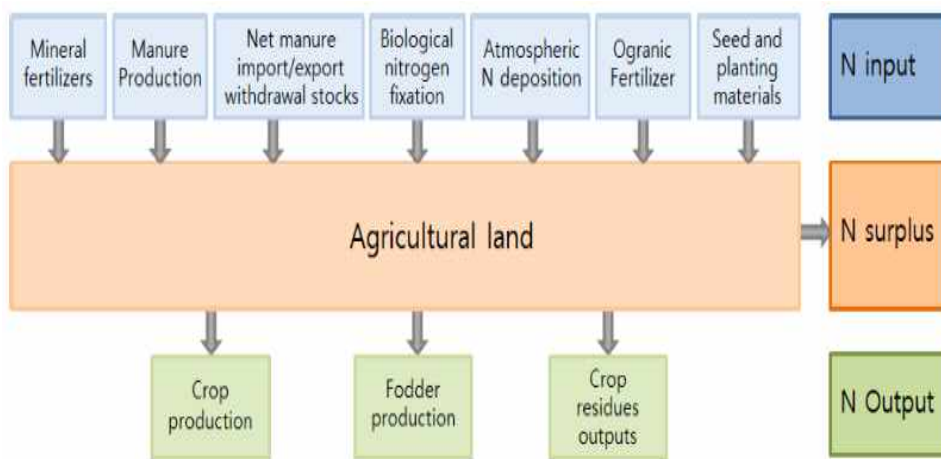
- \* 가축분뇨 생산량을 3개의 항목으로 세분화

- 정화처리되어지는 가축분뇨의 양
- 퇴비화 되어지는 가축분뇨의 양
- 액비화 되어지는 가축분뇨의 양

- \* 가축분뇨의 자원화과정 중 소실되는 질소가스의 경우 전량 대기잔고로 산출

- \* 비료물질의 토양 시비 시 대기중으로 소실되는 질소 휘산량을 산출

○ 작물생산량은 작물재배면적과 표준시비량을 이용하였으며, 작물 잔재는 고려하지 않음.



<그림 3-4> 농경지 질소 수지 분석 모형

자료: 국내 가축분뇨 자원화 특성을 고려한 OECD 질소수지 산정법의 지역단위 적용 연구 (임 등, 2017)

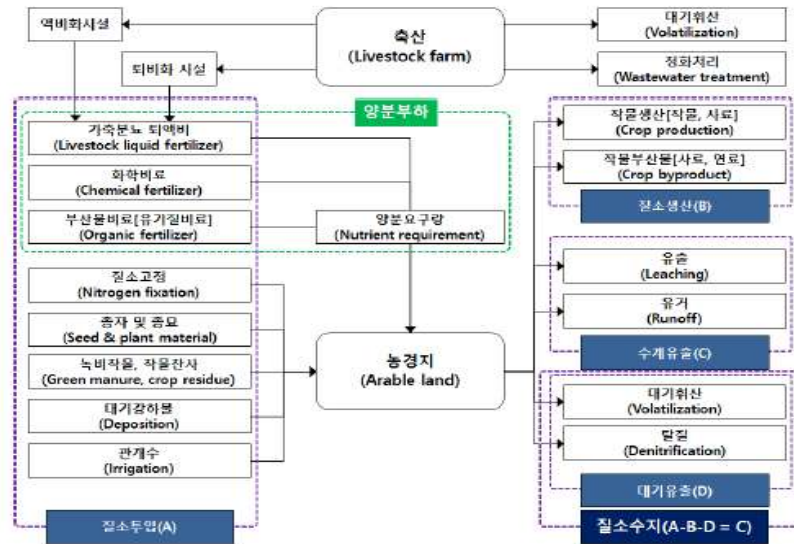
<표 3-7> 국립환경과학원 양분수지 산정식 (Land budget)

		국립환경과학원	산정식
항목	유입	N1) 보통비료 공급량	화학비료 판매량 x 화학비료 내 양분 함량
		N2) 가축분뇨 발생량	가축사육두수 x 가축분뇨 배출원단위x (가축분뇨 정화처리 비율, 가축분뇨 퇴비화 비율, 가축분뇨 액비화 비율) x 가축분뇨 내 양분 농도
		1) 정화처리되는 가축분뇨량	
		2) 퇴비화되는 가축분뇨량	
		3) 액비화되는 가축분뇨량	
		N3) 가축분뇨 퇴비, 액비 반·출입량	수입된 퇴액비 내 양분량 - [퇴비 수출량x 퇴비 내 양분 함량 + 액비수출량x 액비 내 양분 함량]
		N4) 기타 유기질비료 공급량	유기질비료 판매량 x 유기질비료 내 양분 함량
		N5) 생물학적 질소 고정량	콩과작물재배면적 x 콩과작물의질소고정계수
		N6) 대기질소 침적량	농경지 면적 x 질소 건습식량
		N7) 파종/식재용 재료를 통한 투입	작물종자의재배면적 x 작물종자의양분변환계수
	N8) 총 유입량	Sum (N1,N2,N3,N4,N5,N6,N7)	
	유출	N9) 작물 생산량	작물 재배면적 x 작물의 양분변환계수
		N10) 사료작물 생산량	사료작물의 재배면적 x 사료작물의 양분변환계수
		N11) 총 유출량	Sum (N9,N10)
잔고	N12) 총 양분잔고(GNS)	N8 - N11	
	N13) 대기질소잔고(aNS)	처리방법별 가축분뇨 양분량 - 처리된 가축분뇨 양분량 (중량감소율, 증발량, 처리물질 내 질소농도 고려, But사육과정에서의 농도변화 고려 X)	
	1) 정화 처리시설에서의 질소 감소량		
	2) 퇴비생산시설에서의 질소감소량		
	3) 액비생산시설에서의 질소감소량	시비된 비료량 x NH <sub>3</sub> 농도 x NH <sub>3</sub> 소실율 화학비료, 가축분뇨 퇴비 시비 시 질소 대기 배출량 (유기질비료, 액비는 소실계수 확보x)	
	4) 비료물질 별 시비과정 질소 대기 배출 (휘발)		
N14) 수계질소잔고(hNS)	N12-N13		

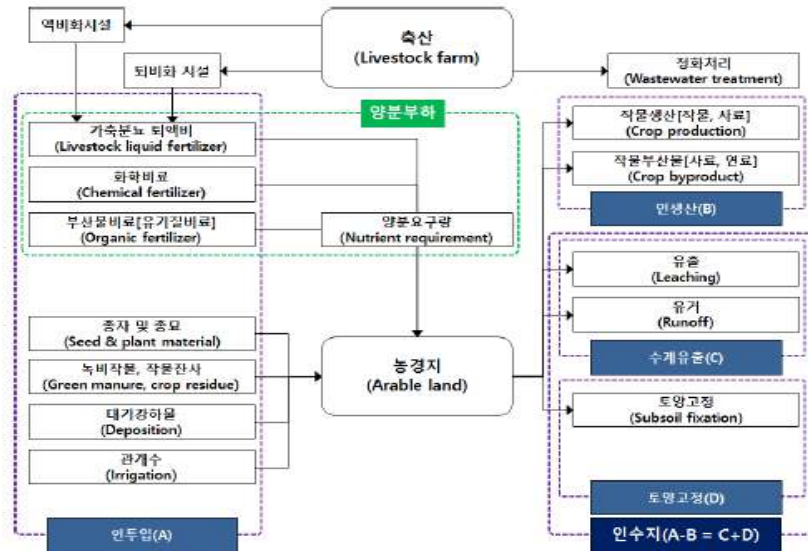
자료: 국내 가축분뇨 자원화 특성을 고려한 OECD 질소수지 산정법의 지역단위 적용 연구 (임 등, 2017)

### 2.2.3. 한경대학교 - 양분총량제 도입을 위한 기반조성 연구 (환경부 & 농림축산식품부, 2016)

- 국내 가축분뇨 자원화 상황을 유입 항목에 명확하게 제시하기 위해서 Soil budget 산정법을 적용하였음.
- 국내 토양으로 유입되는 가축분뇨 퇴·액비 내 양분량을 유입으로 선정하였으며, 양분조정계수를 이용하여 자원화 시 소실되는 양분을 고려해주었음.
- 유입 항목에 새롭게 농업용수에 의해서 수계로 유입되는 양분량을 신설하여 양분수지 산출 시 추가하였음.
- 유출 항목에서 사료작물의 경우 작물 생산량에 포함하였으며, 작물잔사 발생량으로 인한 유출량을 산출하였음.
- 유출 항목 내 비료의 시비 후 토양에서 휘산·탈질·용탈·유거되어지는 양분량 항목을 구성하였고, 물질수지식 및 모델링 방법을 이용하여 산출하는 것이 바람직하다고 보고함. 최종 양분수지 산출 시에는 제외하였음.
- 총 잔고 이외에 세부적인 잔고를 산출하지 않았으며, 이는 Soil budget 산정법을 이용하여 총 잔고가 농경지 (물+토양)로 유입되는 양분량이 같기 때문임.



(a) 질소수지 분석모델



(b) 인수지 분석모델

<그림 3-5> 국내 질소·인수지 분석모델(안)

자료: 양분총량제 도입을 위한 기반조성 연구 (환경부 & 농림축산식품부, 2016)

<표 3-8> 환경대학교의 양분수지 산정식 (Soil budget)

		국립환경과학원	산정식
항목	유입	N1) 보통비료 공급량	화학비료 판매량x 화학비료 내 양분 함량
		N2) 가축분뇨 발생량	가축사육두수 x 가축분뇨 배출원단위 x (가축분뇨 퇴비화 비율, 가축분뇨 액비화 비율) x 가축분뇨 내 양분 농도 x 양분부하조정계수
		2) 퇴비 내 양분량	
		3) 액비 내 양분량	
		N3) 기타 유기질비료 공급량	유기질비료 판매량 x 유기질 비료 내 양분 함량
		N5) 생물학적 질소 고정량	콩과작물 재배면적 x 콩과작물의 질소 공급량
		N6) 대기질소 침적량	작물재배면적 x 질소 강하계수
		N7) 파종/식재용 재료를 통한 투입	종자별 파종량 x 종자별 양분함량
		N8) 관개수 유입	작물재배면적(ha) x 0.3m x 4 x 관개수양분농도 (mg/L) x 1/1000
	N9) 총 유입량	Sum (N1,N2,N3,N4,N5,N6,N7,N8)	
	유출	N10) 작물 생산	작물 생산량 x 작물별 양분함량
		N11) 작물 부산물	작물 생산량 x 작물잔사 발생계수 x 작물잔사 내 양분 함량
		N12) 비료물질의 휘산·탈질량	대기 휘산: OECD 산출지표(휘발) 탈질: 국가 온실가스인벤토리 보고서 (NIR)
		N14) 총 유출량	Sum (N9,N10,N11,N12)
	잔고	N15) 총 양분잔고(GNS)	N9 - N14

자료: 양분총량제 도입을 위한 기반조성 연구 (환경부 & 농림축산식품부, 2016)



### 2.2.4. Sainju (2017) - 농업환경에서의 질소수지 결정

- 농업시스템에서의 질소수지는 농업 생산력과 토양 및 환경 품질의 지속 가능성을 나타냄.
- 유입원으로 화학비료, 대기중 침적량, 관개수, 생물학적 질소고정, 가축분뇨를 고려하였으며, 유출원으로는 작물생산, 바이오매스에 의한 질소제거, 유거, 용탈, 휘발, 탈질 등을 포함하여 질소수지를 산출하였음.
- 실험적으로 유입·유출량을 세분화하여 산정하였으나 지역단위나 국가단위의 적용 시 데이터 확보의 어려움으로 적용하기 어려울 것으로 판단됨.

<표 3-9> 선행연구의 양분수지 산정법 내 항목 구성

항목	수준 ( $kgN ha^{-1}$ )
<b>N 유입량</b>	
총 N 비료 비율	A
총 분뇨 적용	B
공생적인 N 고정	C
대기 N 침적	D
관개 용수	E
작물 종자에 의해 첨가된 N	F
비공생적인 N 고정화	G
총 N 유입량	$X = A + B + C + D + E + F + G$
<b>N 유출량</b>	
곡물 또는 바이오매스에 의한 N 제거	I
탈질화에 의한 N 손실	J
암모니아 휘발에 의한 N 손실	K
식물 노화에 의한 N 손실	L
기체로서의 N 손실 ( $NH_3$ 휘발 제외)	M
지표면 유출에 의한 N 손실	N
N 침출	O
토양 침식으로 인한 N 손실	P
총 N 유출량	$Y = I + J + K + M + N + O + P$
<b>총 토양 N</b>	
실험 초기 토양 총 N	Q
실험 종료 시의 토양 총 N	R
총 토양 N 변화	$Z = R - Q$
<b>N 균형</b>	
실험 기간 동안 N 균형	$N_b = X - Y - Z$
연간 N 균형( $kg Nha^{-1} yr^{-1}$ )	$N_b / \text{실험 기간 동안의 년수}$

자료: Determination of nitrogen balance in agroecosystems (Sainju, 2017)



## 제4장

### 제4장 양분수지 산정법의 국내 적용 한계점 및 개선방향

#### 1. 양분수지 산정법 별 비교 및 장단점 분석

- 국제적으로 사용되는 OECD의 양분수지 산정법을 우리나라에 적용 시 한계점 및 개선이 요구되는 부문과 보완 방법을 제시함.
- 양분수지 산정법의 국내 적용 시 최대한 적합한 산정법을 선정하기 위해 각 산정법 별 장·단점을 분석함. Farm budget의 경우 국내 축산 및 경종농가의 운영상황과 국가단위 및 지역단위 양분관리에 적합하지 않으므로 제외함.

#### 1.1 Land budget

##### □ 장점

- ① OECD 양분수지와 연계 가능
  - 유럽연합통계청 (Eurostat)과 OECD의 회의 결과를 토대로 선정된 산정법으로 우리나라에서 Land budget을 차용할 경우 OECD 양분수지와 산정식이 같으므로 상호간의 연계가 가능함.
- ② 농업 환경의 종합적인 양분수지 확보
  - Land budget은 가축분뇨의 발생량을 양분유입 항목으로 구성함으로써 가축분뇨의 저장·처리 시 대기중으로 휘산되는 모든 질소가스를 대기 잔고로 산정하고 있음. 따라서 대기+수계 (물+토양) 환경에 대한 질소와 인의 잠재적인 환경영향을 종합적으로 예측할 수 있음.

- 비록 오차는 있으나, 토양으로 양분의 유입 전 소실되는 온실가스(GHG)와 암모니아(NH<sub>3</sub>) 배출량 등을 확인할 수 있음.

③ 향후 대기관련 정책 시행 시 그대로 적용가능

- Soil budget과 비교할 때 대기 잔고의 산정 범위가 가축분뇨 발생 시 부터로 훨씬 넓기 때문에 추후 농업 대기환경을 대상으로 관리·규제 정책을 적용할 시 양분수지 산정식의 특별한 변경 없이 적용 가능함.

□ 단점

① 대기 질소잔고의 과다 산출

- Land budget의 대기질소 잔고의 산정 범위는 Soil budget에 비해 넓으며 국내 가축분뇨 처리시설의 상황을 고려할 때 대기잔고가 부정확하게 산정될 수 있음.  
- 현재 가축분뇨 자원화시설 및 농가에는 악취관련 민원 및 정책으로 인해서 축사악취 저감시설(탈취탑, 바이오커튼)이 설비되어 있으며, 이러한 악취 저감시설에 의해서 포집된 질소 가스는 대기 중으로 유출되지 않음.

② 축산업계의 위축 및 반발

- 양분 유입량 부문에서, 가축분뇨 처리량이 고려되지 않은 발생량 모두가 유입으로 산출되면서 양분유입 부문에서 퇴·액비 자원화 및 정화처리에 의한 감소가 고려되지 못함.  
- 현재 농업 환경분야의 가장 큰 화두는 축사 및 자원화시설 등에서 발생하는 악취로써 Land budget 산정법을 이용하여 과다산정된 대기질소잔고가 제시된다면일반인의 축산업계에 대한 부정적 인식 확산이 예상되며, 축산업계의 위축·반발의 소지가 있음.  
- NH<sub>3</sub>가 미세먼지를 발생시키는 전구물질이라고 연구된 바 다양한 지리적·산업적 요인이 존재하는 미세먼지 발생의 한 축으로 인식될 수 있음.  
- 현재는 대기를 대상으로 규제 등 정책을 수립·운영하지 않으나 일단 대기 질소잔고의 수치가 제시되어지면 타 산업계에서 수치를 축산업에 대한 공격 근거로 사용할 가능성이 높음.

③ 농업계의 삭감 노력 반영이 불가

- 토양으로의 양분유입과 악취감소를 위해서 축산업계에서는 자원화나 정화처리 시설, 고품질연료화 등을 운영 중임에도 불구하고 토양으로 유입되지 않는 질소 모두가 대기잔고로 산출되기 때문에 양분의 삭감 노력이 반영되지 않음 (총 잔고는 동일).

④ 대기질소 잔고에서 정화처리 시 질소의 소실량을 정확히 반영하지 못함

- 정화처리시설의 경우 생물학적 처리 전단에서 유·무기 응집제를 이용한 고액분리가 시행되어 다량의 질소가 고형물과 함께 제거되어짐. 현재 Land budget 산정법을 그대로 적용 시 대기로 휘산되지 않은 질소원이 모두 대기중으로 유출된 것으로 산정되므로 오류가 발생함. 고액분리로 인한 고형물 제거량과 정화처리공정에서 대기로 소실되는 질소량을 분류해 제시해야 함.

⑤ 가축분뇨 자원화과정 중 인의 소실량을 고려하지 못함.

- 농업환경으로 유입되지 않은 인의 양까지도 잔고로 산출됨.
- 가축분뇨 자원화 시 퇴·액비 내 인의 양은 퇴·액비사 벽과 바닥에 침착, 침적되어져 실제 토양으로 유입되는 양은 감소 (강원대학교, 2015)
- 가축분뇨 자원화과정 중 소실되어 농업환경으로 유입되지 않으나 Land budget을 이용할 경우 이를 반영할 수 없음.

⑥ 양분삭감 방안이 별로 없음

- 작물생산량 증대 및 가축분뇨 생산량 감축 이외에 양분잔고 삭감방안이 없음.
- 고품질 퇴액비, 정화처리, 고품질연료화 등도 삭감 방안이 될 수 없음.

## 1.2 Soil budget

### 장점

① 농경지 중심의 양분관리

- Soil budget은 토양(농경지)를 기준으로 양분수지를 산출함으로써 수계(물+토양)에 대한 잠재적인 환경영향을 상대적으로 정확하게 예측할 수 있음 (토양 환경에 집중).
- 가축분뇨의 처리 시 소실되어지는 양분은 제외되며, 토양으로 실제 유입되는 양분의 양이

산출됨 (퇴·액비, 정화처리 방류수 내 양분)

② 축산업계의 반발 및 위축이 적음.

- 가축분뇨의 처리 시 발생하는 질소의 소실량을 대기 잔고에 제시하는 Land budget에 비해 논란의 여지가 적음.

③ 가축분뇨 자원화 및 정화처리 시 소실되는 질소양분이 대기 잔고로 산출되지 않으며 시비 시와 토양에서 휘발되는 양만 대기 잔고로 산출됨.

- 정화처리 시 원분뇨에서 고액분리로 인해 제거되는 고형물 내 질소량과 생물학적 처리 시 발생하는 질소의 소실량이 제외되며 정화처리시설에서 고액분리 후 고형물을 퇴비화되는 분뇨의 양으로 반영

④ 가축분뇨 자원화 과정 중 인의 소실량 고려

- 국내 연구자료(농촌진흥청, 2015) 결과의 양분부하계수를 적용하여 가축분뇨 자원화 시 소실되는 인의 양을 제외하고 유입량을 산정할 수 있음.

⑤ 농업계의 양분삭감 노력이 직접적으로 반영

- 농업계에서 토양으로 유입되는 양분량을 삭감 할 시 (가축분뇨 자원화, 고형연료화, 정화처리) 유입 항목에 반영할 수 있어 삭감효과에 대한 이해가 용이함.

⑥ 가축분뇨 유래 질소가스 배출을 막기 위한 노력 반영

- 가축분뇨 발생 및 처리 중 배출되어지는 질소가스는 악취저감시설인 바이오 커튼, 탈취탑, 바이오 필터 등에 의해 포집되어 대기로의 배출량이 감소함.

- 생균제나 첨가제 등은 가축분뇨로부터의 악취물질 자체의 배출량을 낮춤. 이러한 대기로의 질소 배출 저감노력들의 반영이 가능

□ 단점

① 대기 대상 정책 수행 시 양분수지 산정법의 변경이 요구됨.

- Soil budget을 이용하여 양분수지를 산출할 경우 대기 잔고를 고려하는 범위가 토양 환경으로 제한적이므로 양분수지 산정법의 수정이나 변경이 요구됨.

② 가축분뇨 수출입량 항목 추가

- 정확한 농경지의 양분수지를 산출하기 위해서 생산된 가축분뇨 퇴·액비의 실제시비량을 파악해야함.
- Leip 등 (2011)에 따르면 Soil budget의 경우 가축분뇨 수출입량에 관한 산정항목이 존재하지 않으므로, 지역단위 양분관리 시 퇴·액비 자원화물질의 유출입을 고려할 수 있는 항목이 추가적으로 고려되어야 함.
- · ‘N3) 가축분뇨 수출입량’
- 현실적으로 농가 별 시비량을 확인하는 것은 어렵기 때문에 지역 외로 수출된 퇴·액비를 제외한 모든 양분이 지역 내에서 소비되는 것으로 가정해야 함 (Eurostat (2013), Methodology and Handbook 에 제시된 대체방안)

## 2. OECD 양분수지 산정법의 국내 적용 한계점 및 개선방향

### 2.1 OECD 양분수지 산정법의 국내 적용 시 한계점

- 대기 질소잔고의 과다산정 (악취저감시설에 의한 대기유출량 경감 고려 X)
  - Land budget을 사용하는 OECD 양분수지 산정법을 국내 적용 시 축산농가 및 가축분뇨 공동·공공처리시설에 설비되어 있는 악취저감시설 (탈취탑, 바이오커튼 등)에 의해서 포집되는 질소가스량을 고려하지 못하고 원분뇨에서 소실된 질소 전량이 대기중으로 휘산된 것으로 산출됨.
  - 따라서 CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> 등 대기오염 및 온실가스 배출원으로 사회적·환경적으로 제약을 받고 있는 축산업계의 어려움을 더욱 가중시킬 우려가 있음.
  - OECD 양분수지 산정법의 경우 정화처리 기술을 이용하여 제거되는 질소양분 전량이 대기잔고로 산정되는 부정확함이 있음 (고액분리 후 퇴비화 되는 질소 전량이 대기 잔고로 과다 산출됨).
- 작물잔재 관련 가용데이터의 신뢰성에 의문 존재
  - 양분 유출 항목 중 작물잔재의 경우 시장에 상품화 되어지는 경제작물의 부산물로서 작물의 재배 시 토양 외로 제거되어지므로 정확한 양분 유출량 산출을 위해 산정되어야 함.
  - 현재 우리나라의 경우 몇몇 연구보고서에서 생산된 작물 대비 잔사물질의 양을 추산할 수 있는 작물잔사 발생계수가 보고되고 있으나 가용데이터의 신뢰성에서 의문이 존재함.
- 질소저장 변동량 관련 가용데이터 부족
  - 현행 OECD 양분수지 산정식에서는 제외되어 있는 질소저장 변동량은 이상적인 양분수지 산출을 위해서 필요한 것으로 보고되고 있음.



- 그러나 현재 흙토람을 통해서 제공되고 있는 토양 내 양분함량의 경우 모든 농경지가 포함되어 있지 않으며, 제공되고 있는 자료들도 매해 최신화되는 것이 아니기 때문에 사용하기 어려움.
- 질소의 경우 토양 내 유기물에 결합하여 존재하는 특징을 가져 작물의 재배가 꾸준히 이루어진 농경지의 경우 유기물 함량 및 질소의 양분변동이 크지 않음.

## 2.2 OECD 양분수지 산정법의 국내 적용 시 개선사항

- 악취저감시설에 의해 경감되는 대기잔고량 반영
  - Land budget 산정법에서는 악취저감시설 (탈취탑, 바이오커튼, 바이오필터 등)에 의해 경감되는 질소량을 고려하지 못하므로 개선이 필요함.
  - Soil budget에서는 유입량 산정 시 처리된 가축분뇨 (퇴·액비)의 시비량이 고려되므로 악취저감시설에 의해 경감되는 대기 잔고량을 고려할 필요 없음.
  - 따라서 Land budget 산정법은 대기잔고량 산출의 세분화가 가능해 질 때 국내 적용이 가능할 것으로 판단되며, Soil budget의 경우는 바로 적용 가능할 것으로 판단됨.
- 자원화 방법·정화처리 반영
  - 현행 OECD 양분수지 산정식의 가축분뇨 생산량과 대기질소잔고 항목에서 국내의 가축분뇨 처리환경을 고려하여 가축분뇨 자원화 (퇴·액비) 및 정화처리 되어지는 가축분뇨 생산량을 구분할 필요가 있음.
  - 가축분뇨 처리방법에 따른 가축분뇨 생산량과 대기 질소잔고의 분류는 각 처리방법별 대기, 수계(물, 토양)환경으로 유입되어지는 양분량을 확인할 수 있게 함.
  - 향후 가축분뇨 처리방법의 세분화를 통해서 처리방법 별 각 환경의 양분수지에 미치는 영향을 파악하기 용이할 것으로 예상됨.

○ 반영의 예) 국내 양분수지 산정식의 항목 구성(표 IV-1 & IV-2 참조)

□ 데이터 가용성 반영

○ Land과 Soil budget 모두에서 농경지의 면적 및 작물 재배면적을 기준으로 산출하는 대기 침적량, 생물학적 질소고정, 파종 시 양분유입량은 공통적으로 산정 가능함.

○ 그러나 데이터의 가용성을 고려할 때 산출이 부정확하거나 현실적으로 불가능한 항목들이 존재함.

① 작물잔재로 인한 양분 유출

○ 작물잔재로 인한 양분유출 항목의 경우 잔재 발생량에 대한 연구 데이터의 확보 및 신뢰도 문제로 산출하는데 의문점이 있음.

○ 작물별 통계자료의 경우 벼만이 마이크로데이터가 존재하여 벧짚 발생량을 알 수 있으나 타 작물의 경우 작물별 작물잔사 계수에 대한 추가적인 연구가 요구되어짐.

\* 작물잔재 가용데이터의 미확보 시

· 작물생산에 의한 유출량만 계산

(작물생산량 x 작물별 양분함량)

→ 부정확 (유출량 과소 산출)

· 작물생산에 작물잔재에 의한 양분유출량도 포함

(작물재배면적 x 작물별 표준시비량)

→ 부정확 (유출량 과다 산출).

② 따라서 작물잔재에 의한 양분유출량은 데이터 확보 시까지 제외하는 것이 바람직.

○ 가용데이터의 부족 및 양분수지 내 영향력이 낮으므로 질소저장 변동량은 현시점에서 제외

○ 작물잔재 데이터의 불확실성으로 인해 현재 OECD에서 또한 작물잔재는 반영하지 않고 있음.

□ Soil budget → Land budget의 단계적 적용 고려

- 국내 현실 및 데이터 가용성을 고려하여 양분수지 산정법의 단계적 적용이 필요함.
- 데이터의 가용성과 악취저감 노력, 자원화 방법·정화처리 삭감방안 등을 고려하여 바로 적용 가능한 Soil budget을 선 적용하고, 추후 세부 데이터를 확보하여 Land budget을 후 적용하는 방안이 고려됨.
- 무엇보다 양분수지의 활용목적(정책적 판단)에 따른 판단이 중요함
  - \* Land budget: 농업 전체환경(대기+토양+물) 양분수지 관리
  - \* Soil budget: 농경지 및 물 환경 내 양분수지 관리



## 제 5 장

---

### 제5장 국내 적용 양분수지 산정법 정립

#### 1. 양분수지 산출을 위한 필수 항목

- 양분수지 산정식의 국내 적용을 위해서 양분수지 산정 항목의 선정이 필요함. 양분수지 산정항목은 기본적으로 OECD의 항목을 적용하였으며, 국내의 가축분뇨 처리방법 및 통계·계수의 가용성을 고려하였음.
- 양분관리를 위한 양분수지 산정법 선정과 관련하여 많은 이견들이 존재하나, 지역단위 양분관리를 위해서는 Land budget과 Soil budget 양분수지 산정법이 적합하다고 인정되는 바 두 양분수지 산정법의 산정식을 모두 개선하여 제시함.

#### 1.1 양분 유입 항목의 선정

##### 화학비료 공급량

- 화학비료 사용으로 인해 농업환경으로 유입되는 양분의 양

##### 가축분뇨 생산량 (Land budget)

- 가축의 사육 시 가축이 배설하는 분뇨양분의 양
- 국내 가축분뇨 처리현황을 반영하기 위해서 다음과 같이 나눠 세부산정 항목을 제시함. 다음 세 항목의 경우 처리가 되지 않은 원분뇨 내 양분으로 각각의 처리시설로 유입된

양분의 총량임.

- 정화처리 되는 가축분뇨 내 양분량
- 퇴비화 되는 가축분뇨 내 양분량
- 액비화 되는 가축분뇨 내 양분량

□ 처리된 가축분뇨 생산량 (Soil budget)

- 가축의 사육 시 가축이 배설하는 분뇨를 처리하여 생산된 물질 내 양분의 양
- 국내 가축분뇨 처리현황을 반영하기 위해서 다음과 같이 나눠 세부산정 항목을 제시함.  
다음 세 항목의 경우 처리가 되어 생산된 정화처리 방류수, 퇴비, 액비 내 양분으로 각각의 처리시설에서 배출된 양분의 총량임.
  - 정화처리 후 방류수 내 양분량
  - 생산된 퇴비 내 양분량
  - 생산된 액비 내 양분량

□ 가축분뇨 자원화 물질의 수출입량

- 타 지역 (국가)에서 유입되거나 타 지역 (국가)으로 유출된 가축분뇨 퇴·액비 내 양분의 양
- 타 지역 (국가)에서 유입된 양분의 양은 양(+)<sup>1)</sup>의 값으로, 타 지역 (국가)으로 유출된 양분의 양은 음(-)<sup>2)</sup>의 값으로 나타냄.

□ 유기질 비료 공급량

○ 유기질 비료 사용으로 인해 농업환경으로 유입되는 양분의 양

□ 생물학적 질소 고정량

○ 콩과작물 및 토양(논 + 밭)에 공생하는 미생물에 의해서 토양 내 양분으로 고정된 질소량

□ 대기 침적량

○ 대기중이나 강우속의 입자상물질 및 오염물질 내 질소와 인의 양

□ 파종·식재용 재료를 통한 유입량

○ 작물의 재배 시 종자 및 종묘 형태로 토양으로 유입되는 양분의 양

## 1.2 양분 유출 항목의 선정

### 작물생산량

- 농경지에서 작물의 생산(흡수 → 성장 → 재배)으로 인해 유출되는 양분의 양

### 사료작물 생산량

- 농경지에서 사료작물의 생산으로 인해 유출되는 양분의 양

### 작물잔재량

- 작물의 재배 시 발생하는 작물 부산물의 형태로 유출되는 양분의 양
- 작물잔재 종류별 농경지 유출 특성 및 작물잔재 생산량을 파악할 수 있는 자료 미비
- 정확한 양분 유출량 산출을 위해서 반드시 포함되어야 하나 관련 데이터의 확보 시 까지 적용 유보



### 1.3 양분 잔고 항목의 선정

총 양분잔고

- 양분 유입량에서 양분 유출량을 빼고 남은 양분의 양

총 대기 질소잔고 (Land budget)

- 가축분뇨의 저장·처리 시와 비료물질의 토양 시비 후 발생하는 휘발, 탈질로 인해서 대기중으로 소실되는 질소가스의 양

- 정화처리 중 질소 소실량
- 퇴비화 중 질소 소실량
- 액비화 중 질소 소실량
- 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량 (휘발, 탈질)

총 대기 질소잔고 (Soil budget)

- 비료물질의 토양 시비 후 발생하는 휘발, 탈질로 인해서 대기중으로 소실되는 질소가스의 양
- 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량

총 수계 질소잔고

- 총 양분잔고에서 총 대기 질소잔고를 빼고 남은 양분의 양

### 1.4 OECD와 개선된 질소수지 산정식의 구성 항목 비교

<표 5-1> OECD와 개선된 질소 수지 산정법

		OECD 질소수지 산정법 (Land budget)	국내 적용 개선된 질소수지 산정법	
		현행 총 질소 수지 산정법	Land budget	Soil budget
항목	유입	N1) 광물비료량	N1) 화학비료 공급량	N1) 화학비료 공급량
		N2) 가축분뇨 생산량	N2) 가축분뇨 생산량	N2) 처리된 가축분뇨 생산량
			1) 정화처리되는 가축분뇨 내 질소	1) 정화처리 방류수 내 질소
			2) 퇴비화처리되는 가축분뇨 내 질소	2) 퇴비 내 질소
			3) 액비화처리되는 가축분뇨 내 질소	3) 액비 내 질소
		N3) 가축분뇨의 순 수출입량, 인출량, 저장량	N3) 가축분뇨 수출입량	N3) 가축분뇨 수출입량
		N4) 기타 유기질 비료량	N4) 유기질 비료 공급량	N3) 유기질 비료 공급량
		N5) 생물학적 질소고정량	N5) 생물학적 질소고정량	N4) 생물학적 질소고정량
	N6) 대기 침적량	N6) 대기 침적량	N5) 대기 침적량	
	N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	N6) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	
	N8) 총 유입량	N8) 총 유입량	N7) 총 유입량	
	유출	N11) 작물 생산량	N9) 작물생산량	N8) 작물생산량
		N12) 사료작물 생산량	N10) 사료작물 생산량	N9) 사료작물 생산량
		N13) 작물잔재를 통한 유출량	N11) 작물잔재량	N11) 작물잔재량
		N15) 총 유출량	N12) 총 유출량	N12) 총 유출량
	잔고	N17) 총 질소잔고	N13) 총 질소잔고	N13) 총 질소잔고
			N14) 총 대기 질소잔고	N14) 대기 질소잔고
			1) 정화처리 중 소실된 질소	1) 비료 시비 후 토양에서의 소실된 질소 (취발, 탈질)
			2) 퇴비화 중 소실된 질소	
			3) 액비화 중 소실된 질소	
	4) 비료 시비 후 토양에서 소실된 질소 (취발, 탈질)			
	N15) 수계 질소잔고	N15) 수계 질소잔고		

<표 5-2> OECD와 개선된 인 수치 산정법

		OECD 인 수치 산정법 (Land budget)	국내 적용 개선된 인 수치 산정법		
		현행 총 인 수치 산정법	Land budget	Soil budget	
항목	유입	P1) 광물비료량	P1) 화학비료 공급량	P1) 화학비료 공급량	
		P2) 가축분뇨 생산량	P2) 가축분뇨 생산량	P2) 처리된 가축분뇨 생산량	P2) 처리된 가축분뇨 생산량
			1) 정화처리되는 가축분뇨 내 인	1) 정화처리 방류수 내 인	
			2) 퇴비화처리되는 가축분뇨 내 인	2) 퇴비 내 인	
			3) 액비화처리되는 가축분뇨 내 인	3) 액비 내 인	
		P3) 가축분뇨의 순 수출입량, 인출량, 저장량	P3) 가축분뇨 수출입량	P3) 가축분뇨 수출입량	
		P4) 기타 유기질 비료량	P4) 유기질 비료 공급량	P4) 유기질 비료 공급량	
		P5) 대기 침적량	P5) 대기 침적량	P5) 대기 침적량	
		P6) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	P6) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	P6) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	
	P7) 총 유입량	P7) 총 유입량	P7) 총 유입량		
	유출	P8) 작물 생산량	P8) 작물생산량	P8) 작물생산량	
		P9) 사료작물 생산량	P9) 사료작물 생산량	P9) 사료작물 생산량	
		P10) 작물잔재를 통한 유출량	P10) 작물잔재량	P10) 작물잔재량	
		P11) 총 유출량	P11) 총 유출량	P11) 총 유출량	
	잔고	P12) 총 인잔고 (대기+수계)	P12) 총 인잔고 (대기+수계)	P12) 총 인잔고 (대기+수계)	

## 2. 산정 항목 별 필요 정보

### □ 통계 및 연구자료 확보

- 국가 및 지역수준의 양분관리를 위해 각 항목별 양분수지 산출 지역의 특징을 포함하고 있고 국내에서 주기적으로 산정되어지는 통계자료의 이용이 합리적임.
- 그러나 국내 통계자료는 각 기관과 집계방식의 차이에 따라서 같은 항목 하에서도 서로 다른 수치를 제공하는 경우가 있는 바 양분관리에 사용되는 통계원은 관계 부처의 협의에 따라서 통일하는 것이 바람직함.
- 양분수지 산정식 내 각 선정항목의 산출 시 연구기관이나 선행연구에서 확립한 계수가 요구되어지며, 이 또한 양분수지 산정 시 합리적인 계수로 통일해야함.

<표 5-3> 개선된 질소 수지 산정법의 유입 항목별 필요 자료

	국내 적용 개선된 질소수지 산정법	통계 및 연구자료		
		자료	출처	추천
유입	N1) 화학비료 공급량	화학비료 소비량 (농림축산식품통계연보)	- 통계청 - 농식품부 - 시/군 지역통계 - 농협중앙회	농림축산식품부 / 농림 축산식품통계연보 (2017)
	N2) 가축분뇨 생산량 1) 정화처리되는 가축분뇨 내 질소 량 2) 퇴비화처리되는 가축분뇨 내 질소 량 3) 액비화처리되는 가축분뇨 내 질소 량	가축사육두수 (가축동향조사)	- 통계청 - 농식품부 - 시/군 지역통계	통계청 / 시·군 지역통계 (2016)
		가축분뇨 배출원단위	- 환경부 고시 (2008)	환경부 고시 (2008)
		가축분뇨 내 질소 농도	- 농진청 (2009)	농촌진흥청 (2009)
		가축분뇨 처리 비율	- 통계청 - 환경부 - 시/군 지역통계	관계부처합동 / 축산환경 개선 종합 대 책 (2018)
	N3) 가축분뇨 수출입량	가축분뇨 수출입량	- 지역단위 공동자원 화시설 - Agrix - 농협중앙회	농식품부(2017)
	N4) 유기질 비료 공급량	유기질비료 판매량 (비료사업통계요람)	- 농협중앙회	농협중앙회 (2018)
		유기질비료원 양분 함량	- 국립농업과학원 (2011)	국립축산과학원 / 사료 성분표 (2017)
	N5) 생물학적 질소고정량	· 콩과작물 생산면적 (농림축산식품통계연보) · 경지 (논/밭) 면적 (농림축산식품통계연보)	- 통계청 - 농식품부	농림축산식품부 / 농림 축산식품통계연보 (2017)
		· 콩과작물의 질소고정 계수 · 농경지의 질소고정계 수	- OECD - 연구자료	Eurostat (2013) Nam et al. (2002), Bashkin et al. (2002)
	N6) 대기 침적량	경지 (논/밭) 면적 (농림축산식품통계연보)	- 통계청 - 농식품부	농림축산식품부 / 농림 축산식품통계연보 (2017)
		질소 건습식량 계수	- 국립환경과학원 (2014) - 연구자료	국립환경과학원 (2014)
	N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	파종작물의 경지 이용 면적 (농림축산식품통계연보)	- 통계청 - 농식품부	농림축산식품부 / 농림 축산식품통계연보 (2017)
		파종작물의 양분 변환 계수	- OECD - 연구자료	Eurostat / Methodology and Handbook (2013)
N8) 총 유입량				

<표 5-4> 개선된 질소 수지 산정법의 유출 항목별 필요 자료

	국내 적용 개선된 질소수지 산정법	통계 및 연구자료		
		자료	출처	추천
유출	N9) 작물 생산량	· 작물 생산량	- 통계청 - 농식품부 - 시/군 지역통계	농림축산식품부 / 농림축산식품통계연보(2017)
		· 작물별 양분함량	- 국립농업과학원	국립축산과학원 / 사료성분표(2017)
	N10) 사료작물 생산량	· 사료작물 생산량	- 국립축산과학원	농촌진흥청 / 조사료(2017)
		· 사료작물의 양분함량	- 국립축산과학원	국립축산과학원 / 사료성분표(2017)
	N11) 작물잔재량	· 작물 및 사료작물 생산량	- 통계청 - 농식품부 - 시/군 지역통계	농림축산식품부 / 농림축산식품통계연보(2017) 농촌진흥청 / 조사료(2017)
		· 작물잔사계수	- 연구자료	국립농업과학원 (2013)
		· 작물잔사별 양분함량	- 국립농업과학원	-
N12) 총 유출량				

<표 5-5> 개선된 질소 수지 산정법의 잔고 항목별 필요 자료

	국내 적용 개선된 질소수지 산정법	통계 및 연구자료		
		자료	출처	추천
잔고	N13) 총 질소잔고			
	N14) 총 대기 질소잔고 1) 정화처리 중 질소 소실량 2) 퇴비화 중 질소 소실량 3) 액비화 중 질소 소실량	· 가축사육두수 (가축동향조사)	- 통계청 - 농식품부 - 시/군 지역통계	통계청 / 시·군 지역통계 (2018)
		· 가축분뇨 배출원단위	- 환경부 고시 (2008)	환경부 고시 (2008)
		· 가축분뇨 내 질소 농도	- 농진청 (2009)	농촌진흥청 (2009)
		· 가축분뇨 처리 비율	- 통계청 - 환경부	관계부처합동 / 축산환경 개선 종합 대책 (2018)
		· 가축분뇨 처리 방법별 양분부하계수	- 연구자료	강원대학교 (2015)
		· 방류수 수질기준	- 환경부령 (2015)	환경부령 (2015)
	4) 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량 (휘발, 탈질)	· 경지(논/밭) 면적	- 통계청 - 농식품부	농림축산식품부 / 농림축산식품통계연보(2017)
		· 비료물질의 휘발계수	- OECD - 연구자료	Bouwman et al. (2002)
		· 비료물질의 탈질계수	- 연구자료	CAO et al.(2006), Bashkin et al. (2002)
N15) 수계 양분잔고				

### 3. 산정 항목 별 통계 및 계수

- 양분수지 산정 항목별 세부적인 통계치와 적용 계수를 제시하였으며, OECD와 국가수준의 양분수지를 비교하기 위하여 제시된 OECD의 최신 양분수지 년도인 '15년도를 기준으로 양분수지 산정 시 필요정보를 확보하였음.

#### 3.1 화학비료 공급량

- 화학비료의 공급량은 화학비료가 소비되어 농경지에 시비되었거나 사용되지 않고 저장된 량을 모두 포함하는 개념으로 우리나라에서는 통계청과 농식품부, 지역의 통계자료를 통해 확인할 수 있음.
- Land budget과 Soil budget에 상관없이 화학비료 공급량 내 토양으로 시비되지 않고 창고 등에 저장되고 있는 화학비료의 양은 파악이 어려우므로 모두 토양에 적용된 것으로 가정함.

#### 3.2 화학비료 소비량

- 화학비료 소비량은 지역 농협중앙회에서 농민에게 판매된 내역으로 농협중앙회에서 통계자료를 제공하고 있음. 그러나 국가단위 화학비료 소비량은 농협에서 공급한 화학비료의 양 이외에도 시판비료의 양 (농협이외에서 소비된 양)을 합하여 제시하고 있음.
- 통계청 내 화학비료 소비량 통계자료는 성분별, 종류별로 제시되어지며 성분별 소비량은 판매된 화학비료 내 질소량을 의미하므로 양분수지 산정 시 화학비료 양분 함량을 추가적으로 고려하지 않고 직접 이용 가능함.
- 이외에 화학비료 종류별 소비량을 확보했을 경우 각 비료의 소비량에 해당 비료의 양분농도를 곱해서 산출할 수 있음.

- '18년 현재 화학비료 통계에서 지역단위(시/군) 통계현황을 파악한 결과 각 지역별 최신 통계현황은 '12 ~ '16년도로 일정하지 않은 것으로 나타나 지역단위 양분관리 시 통계청 데이터의 매해 업데이트나 다른 출처의 비료소비량 자료 확보가 필요함.

<표 5-6> 화학비료 소비량 (2015년 기준)

구 분	화학비료 유래 양분량 (ton/yr)	
	N	P
계*	243,028 (54,143)	38,554 (11,727)
서울특별시	301	51
부산광역시	1,185	199
대구광역시	1,313	27
인천광역시	2,225	308
광주광역시	1,788	296
대전광역시	751	134
울산광역시	1,128	134
경기도	17,080	2,760
강원도	13,782	2,151
충청북도	12,197	1,795
충청남도	27,585	3,603
전라북도	24,116	2,742
전라남도	35,824	4,003
경상북도	23,829	3,773
경상남도	16,550	2,421
제주도	9,231	2,205

\* 계는 시판비료를 포함한 양분량이며, ( )는 소비된 시판비료 내 양분량  
 자료 : 농림수산물통계연보 (화학비료 소비량 (농림축산식품부, 2017))

### 3.3 종류별 비료의 양분함량

- 비료의 종류로는 주요 양분수지 산출 양분인 질소와 인을 기준으로 크게 질소질, 인산질, 복합비료로 분리할 수 있으며, 국내에서 주로 소비되는 화학비료 내 양분함량은 다음과 같음.



<표 5-7> 화학비료 종류별 양분 함량

구 분	유안	요소	염화 암모늄	질산 암모늄	과석	중과석	용성 인비	용과린	복합 비료
N (%)	21.2	46.7	26.2	35.0	0	0	0	0	19.0
P2O5 (%)	0	0	0	0	16.0	45.0	17.0	20.0	19.0

자료 : 작물별 시비처방 기준 (국립농업과학원, 2010), 농사로 (농촌진흥청, 2017)

### 3.4 축분뇨 발생량 & 처리된 가축분뇨 생산량

#### 3.4.1. 가축분뇨 발생량 (Land budget)

- 가축 사육 시 가축이 배출하는 분뇨 내 양분량을 나타내며, 저장 및 가축분뇨 처리 중 소실되는 질소가스의 양을 모두 포함하는 개념임.
- 산정에 포함되는 주요가축으로는 경제가축인 한육우, 젓소, 돼지, 닭이 있으며, 우리나라는 가축동향조사(통계청)에 의해 매 분기별 가축사육두수가 제시되고 있음.
- 축종별 가축분뇨 배출원단위 (환경부 고시, 2008) 및 분뇨 내 양분농도(국립축산과학원, 2009)를 이용하여 경제가축 분뇨 유래 양분의 양을 확인할 수 있으며, 기타가축의 경우 배출원단위 및 분뇨 내 양분농도가 현재 연구되고 있으므로 추후 양분수지 산정식에 포함될 것으로 예상됨.

<표 5-8> 지역별 경제가축의 사육두수 (2015년)

구 분	마리수 (두)				
	계	한육우	젖소	돼지	닭
계	177,625,936	2,884,616	423,460	10,186,898	164,130,962
서울특별시	94	79	15	-	-
부산광역시	40,516	1,656	603	6,257	32,000
대구광역시	501,419	15,543	1,231	9,645	475,000
인천광역시	713,548	20,696	3,099	31,353	658,400
광주광역시	289,400	4,339	642	6,419	278,000
대전광역시	15,233	5,112	-	1,121	9,000
울산광역시	429,866	32,016	957	28,945	367,948
경기도	37,964,834	281,097	171,614	1,761,424	35,750,699
강원도	6,583,187	197,504	18,588	422,500	5,944,595
충청북도	13,426,145	207,770	23,055	592,806	12,602,514
충청남도	33,110,649	354,73	70,830	2,148,996	30,536,300
전라북도	27,570,430	341,455	34,286	1,215,603	25,979,086
전라남도	18,720,188	451,149	31,088	1,088,232	17,149,719
경상북도	24,625,151	646,162	36,973	1,201,562	22,740,454
경상남도	11,382,216	290,810	25,822	1,118,163	9,947,421
제주특별자치도	2,253,060	34,705	4,657	553,872	1,659,826

자료 : 농림축산식품통계연보 (농림축산식품부, 2016)

<표 5-9> 축종별 가축분뇨 배출원단위

축종	단위	분	뇨	세정수	합계	평균
소, 말	L/두/일	8	5.7	0	13.7	
젖소	L/두/일	19.2	10.9	7.6	37.7	
돼지	L/두/일	0.87	1.74	2.49	5.1	
산란계	L/1000수/일	124.7			124.7	105.1
육계	L/1000수/일	85.5			85.5	

자료 : 환경부 고시, 2008

<표 5-10> 분뇨 내 비료성분 함량

축종	단위	N			P		
		고형물	폐수	합계	고형물	폐수	합계
한육우	%	0.50	0.68	0.57	0.26	0.03	0.17
젖소	%	0.33	1.02	0.58	0.21	0.12	0.18
돼지(고)	%	0.96	0.80	0.85	0.36	0.04	0.15
산란계	%	1.39			0.27		
육계	%	1.19			0.13		
가금	%	1.29			0.20		

자료 : 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재산정 (국립축산과학원, 2009)

- 우리나라는 대부분의 가축분뇨가 퇴·액비 자원화 및 정화처리되고 있으므로 가축분뇨 발생량을 세 항목으로 나누어 제시하며, 각 축종 및 처리방법 별 처리비율을 활용하여 산출함.

<표 5-11> 축종별 자원화방법 별 가축분뇨 처리량 및 처리비율

2017년	축종별	전체	자체처리					공공(위탁)처리				
			계	퇴비화	액비화	정화처리	기타	계	퇴비화	액비화	정화처리	기타
처리량 (천톤/년)	한육우+젖소	21,151	19,505	18,260	415		830	1,646	1,245		101	300
	돼지	27,600	10,880	5,021	2,720	1,465	1,674	16,720	10,042	3,751	2,661	266
	닭	6,958	6,708	5,084	212		1,412	250	250			
처리비율 (%)	한육우+젖소	100	92	86	2		4	8	6		0	1
	돼지	100	39	18	10	5	6	61	36	14	10	1
	닭	100	96	73	3		20	4	4			

자료 : 가축분뇨 처리현황 (통계청, 2017)

### 3.5 처리된 가축분뇨 생산량 (Soil budget)

- 국내 현행법 상 가축이 배설한 분뇨를 바로 농경지에 시비하는 것은 금지되어있으며 반드시 가축분뇨 처리과정을 통해 부숙·정화되어 토양에 시비되거나 방류되어야 함.
- 저장 및 자원화, 정화처리 등 다양한 가축분뇨 처리과정을 통해 상당량의 양분이 소실(대기 소실, 내부 침적)되며, 이를 제외한 실제 토양 및 물 환경으로 유입되는 양분의 양을 산출하기 위한 양분부하계수의 확보가 요구됨.
- 강원대학교 연구팀에서는 농촌진흥청은 국책과제 ( 「가축분뇨 처리기준 강화에 대응한 정화처리 실태 및 양분 부하량 조사」, 2015)에서 128호의 실제 농가를 대상으로 퇴·액비 자원화과정 중 분뇨의 중량감소율과 증발율, 암모니아성 질소의 휘산으로 인한 최종 처리물질 내 양분 농도 변화를 분석하여 축종별 자원화방법별 양분부하계수를 산정함.
- 산정한 양분부하계수는 깔짚물질에 의한 양분 유입과 사육시설에서의 성분변화 까지도 고려함.
- Soil budget에서는 가축분뇨 유래 양분유입량을 실질적으로 토양에 유입되는 가축분뇨 처리물질의 시비량으로 설정하고 있으나 현 통계상에서 시비량의 확인이 어렵기 때문에 생산된 가축분뇨 처리물질 내 양분량이 모두 토양으로 시비되는 것으로 가정함.

<표 5-12> 국내 축종별 자원화방법별 가축분뇨 양분부하계수

구 분		부하계수	
		N	P
한	우	0.31	0.60
젖	소	0.60	0.66
돼지(고상) (퇴비)	교반 /송풍	0.48	0.96
	교반	0.69	0.94
	평균	0.59	0.94
돼지(액상) (액비)	장기폭기	0.26	0.08
	간헐폭기	0.7	0.15
	단순저장	0.67	0.91
	평균	0.48	0.38
가금	육계(깔짚)	0.31	0.22
	산란계(깔짚)	0.79	0.67
	산란계(건조)	0.33	0.47
	산란계(부숙)	0.44	0.48
	평균	0.47	0.46

자료 : 가축분뇨 처리기준 강화에 대응한 정화처리 실태 및 양분 부하량 조사 (강원대학교, 2015)

- 정화처리 방류수 유래 양분량의 경우 정화시설과 축산폐수 공공처리시설의 방류수수질기준을 이용하여 산출함. 방류수 수질기준의 경우 크게 허가대상과 신고대상, 특정지역과 기타지역으로 나누어져 각 항목의 기준이 제시되어 있음.
- 지역단위 양분관리 시 각 지역(특정지역, 기타지역), 정화처리시설의 구분(허가대상, 신고대상), 시설 구분(자가, 위탁)으로 나눠 방류수 수질기준을 적용하며, 본 연구에서는 자가와 위탁처리시설을 나눠 적용하였고 자가 정화처리시설의 기준은 각 조건의 평균값을 일괄적으로 적용함.

<표 5-13> 정화시설의 방류수수질기준

구분	항목	정화시설의 방류수수질기준	
		허가대상	신고대상
		mg/L	
특정지역	BOD	40	120
	SS	40	120
	T-N	120	250
	T-P	40	100
기타지역	BOD	120	150
	SS	120	150
	T-N	250	400
	T-P	100	100

자료 : 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 (환경부령 제750호) - 별표 4 (2015. 3. 25)

<표 5-14> 분뇨처리시설 및 축산폐수 공공처리시설의 방류수수질기준

구분	항목	정화시설의 방류수수질기준
		허가대상
		mg/L
분뇨처리시설	BOD	30
	COD	50
	SS	30
	대장균수 (개/mg)	3,000
	T-N	60
	T-P	8
축산폐수 공공처리시설	BOD	30
	COD	50
	SS	30
	대장균수 (개/mg)	3,000
	T-N	60
	T-P	8

자료 : 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 (환경부령 제750호) - 별표 4 (2015. 3. 25)

### 3.6 가축분뇨 수출입량

- 양분수지 산정단위 (국가, 지역)에 따라 유입·유출되는 퇴·액비 내 양분량을 파악하여 산출하며, 일반적으로 이동하여 보급되는 형태 및 통계 단위에 따라 퇴비는 포대 단위 (포대/년), 액비는 톤 단위 (ton/년)로 제공됨.
- 수출입되는 퇴·액비의 제품별 통계를 이용 시 보증된 성분 값을 적용하며, 제품별 세부통계의 확보가 어려울 경우 축종별 가축분뇨 이용 퇴비의 표준성분 (농업과학원, 2011)을 적용하여 산출함.

<표 5-15> 가축분뇨 별 목질혼합퇴비 내 총 성분량

목질혼합퇴비	질소	인산	칼리
	kg/ton		
우분뇨	6	6	6
돈분뇨	9	15	8
계분	9	19	10

자료 : 작물별 시비처방 기준 (국립농업과학원, 2010)

### 3.7 유기질비료 공급량

- 가축분뇨 퇴·액비를 포함하는 부숙유기질비료를 제외한 기타 유기질비료 유래 양분량을 산출하며, 현재의 국내 통계체계에서는 유기질비료의 소비량을 제시하고 있지 않음.
- 국내 유기질비료 유통은 크게 농협 공급량과 유기질비료 생산회사 공급량으로 구분되어지며, 대부분의 유기질비료의 판매는 농협에서 이루어지므로 농협의 내부 통계자료를 이용하여 유기질비료 유래 양분량을 산출함.
- 유기질비료의 성분함량으로는 대두박, 어분, 미강 등 주요 유기질비료 원료의 평균값을 이용하였음.

<표 5-16> 농협중앙회 유기질비료 공급현황 (2015년)

구분	유기질비료
	ton/년
계	535,851
서울특별시	2,736
부산광역시	3,517
대구광역시	3,211
인천광역시	4,484
광주광역시	2,425
대전광역시	2,043
울산광역시	1,424
세종특별자치시	-
경기도	37,832
강원도	46,166
충청북도	47,438
충청남도	44,975
전라북도	39,027
전라남도	84,632
경상북도	138,614
경상남도	46,202
제주특별자치도	31,125

자료 : 비료사업통계요람 (농협중앙회 내부자료, 2016)



<표 5-17> 주요 유기질비료원의 성분함량

구분	질소	인
	%	
어분	10.7	2.7
육골분	7.7	5.9
대두박	7.6	0.6
면실박	5.7	0.9
미강	2.2	1.9
혈분	13.3	0.1
유채박	5.8	1.4
소맥피	2.4	0.9
평균	6.9	1.8

자료 : 한국가축사양표준 사료성분표 (국립축산과학원, 2017)

### 3.8 생물학적 질소고정량

- 콩과작물 재배지의 질소고정 미생물과 경지 (논, 밭)에서의 비공생 유기체에 의한 생물학적 질소고정량을 산출하기 위해서 콩과작물의 재배면적, 경지면적 통계가 요구됨.
- 생물학적 질소고정은 각 경지의 환경요인 (기후)과 농사방식 (작물, 재배방법, 비료시비 등)에 따라서 편차가 크며 Eurostat에서 발간한 양분수지 산정법 안내서에서는 2010년에서 2011년 각 국의 생물학적 질소고정량의 편차를 종합하여 제시하고 있음.

<표 5-18> 생물학적 질소고정량 산정값 편차 (2010~2011)

계수종류	작물 종류	산정값 편차	중간값
		kg N/ha/년	
생물학적 질소고정계수	건콩류 (Dried pulses)	6-280	143.0
	대두 (Soya bean)	20-135	77.5
	펄스, 완두, 빈 (Pulses, peas, beans)	24-125	74.5
	녹색사료작물 (Green fodder)	10-190	100.0
	콩과식물 (Leguminous plant)	55-500	277.5
	목초 (Pasture)	55-500	277.5

자료 : Nutrient Budgets – Methodology and Handbook. 5ersion 1.02 (Eurostat, 2013)

- 특정 작물의 재배면적을 이용하여 산출하는 방법 외에 경지의 면적 (논, 밭)을 기준으로 산출하는 선행연구들도 제시되었음.
- 지역단위 양분관리 시 두과작물의 세부 경지면적을 확보하기 어렵다는 측면에서 전체 경지면적을 이용한 생물학적 질소고정량 산출이 적합할 것으로 판단됨.

<표 5-19> 국내외 생물학적 질소고정계수

계수종류	경지종류	산정값	참고문헌
		kg N/ha/년	
생물학적 질소고정계수	논	25	Takeda et al. (1991)
		35	Yun et al. (2008)
		45	Bashkin et al. (2002)
	밭	15	Bashkin et al. (2002)

### 3.9 대기 침적량

- 농업환경 내 질소·인의 대기침적량 산출을 위해 농식품부, 통계청, 시/군 지역통계 내 경지면적 통계와 질소·인의 대기침적계수가 이용됨.
- 국립환경과학원에서는 전국의 산성강하물 측정망 (40개 측정지점)에서 건·습성 시료를 채취하여 총 질소물질의 침적량을 제시한 바 있으며 약 10년간 누적된 데이터의 평균을 질소 건·습성 침적계수로 사용할 수 있음.

<표 5-20> 총 질소의 건·습성 침적계수

연도	총 질소의 건·습성 침적계수
	g N/m <sup>2</sup> /년
2005	1.29
2006	1.72
2007	2.58
2008	2.14
2009	2.49
2010	2.70
2011	3.31
2012	2.66
2013	2.83
2014	2.40
평균	2.41

자료 : Regional Scale 건습성 침적 연구 (I) (국립환경과학원, 2014)

- 국내 인 침적계수 연구로는 A. Reza 등 (2019)에서 양구군 해안면 유역을 대상으로 1년 이상 우수를 채취하여 걸쳐 대기 중 인 침적량 모니터링 연구를 수행한바 있음.

<표 5-21> 국내외 대기 침적계수

계수종류	양분종류	산정값	참고문헌
		kg N or P/ha/년	
대기 침적계수	질소	18	Park et al. (2002) Park & Lee (2002)
		15	Janine Kettering et al. (2012)
	인	0.59	Reza et al. (2019)

### 3.10 파종·식재용 재료를 통한 유입량

- 토양으로 유입되는 파종·식재용 재료에 의한 양분 유입은 농식품부, 통계청 시/군 지역통계 내 작물 재배면적 통계를 이용하며, 각 파종작물 별 질소·인 유입량을 적용하여 산출함.
- 파종작물 별 질소·인 유입량의 경우 Eurostat (2013)에서 19개국의 파종작물 유래 양분 유입량 자료를 제시하고 있음. 이 자료를 토대로 곡물, 두류, 근채류, 산업용 작물, 유지작물로 구분하여 평균값을 적용하였음.

<표 5-22> 과종작물을 통한 질소 유입량 분석 (2000-2010)

작물	자료제 출국가	과종 시 질소 유입율 (%)			작물생산량 중 비율 (%)		수확면적 당 질소유입량 (kg/ha)	
		average	min	max	average	median	average	median
곡류	19	79	37	95				
밀	19	39	21	56	4.3	4.6	4	4
보리	19	25	3	44	4.7	4.4	3	3.2
호밀	18	3	0	11	5.5	5	2.7	2.9
귀리	17	7	0	29	5.6	5.5	3	2.9
사료용 옥수수	12	5	0	17	3.2	0.6	4.4	0.9
라이밀	11	4	1	13	4.8	3.8	3.2	3.5
건조된 콩류	11	3	0	8	7.6	7.8	6.2	6
근채류	19	14	2	42				
감자 (서류)	18	14	2	42	10.5	9.4	8.6	8.2
산업용 작물	17	2	0	5				
유지작물	17	1	0	5	0.5	0.5	0.4	0.4

자료 : Nutrient Budgets - Methodology and Handbook. Version 1.02 (Eurostat, 2013)

<표 5-23> 과종작물을 통한 인 유입량 분석 (2000-2010)

작물	자료제 출국가	과종 시 질소 유입율 (%)			작물생산량 중 비율 (%)		수확면적 당 질소유입량 (kg/ha)	
		average	min	max	average	median	average	median
곡류	18	82	54	96				
밀	18	38	19	56	4.2	4.1	0.7	0.7
보리	18	27	7	50	4.4	4.3	0.6	0.6
호밀	17	3	0	12	5	4.6	0.6	0.6
귀리	16	8	1	30	5.2	5.5	0.6	0.6
사료용 옥수수	11	5	1	18	3.3	0.9	1.1	0.3
라이밀	9	4	1	13	4.8	4.9	0.6	0.7
건조된 콩류	10	2	0	6	7.9	9.5	0.8	0.9
근채류	17	11	3	35				
감자 (서류)	16	11	3	35	9.9	8.3	1.4	1.3
산업용 작물	14	1	0	3				
유지작물	15	1	0	3	0.5	0.4	0.7	0.7

자료 : Nutrient Budgets - Methodology and Handbook. Version 1.02 (Eurostat, 2013)

### 3.11 작물 생산량

- 작물생산으로 인한 유출량을 산출하는 방법은 산정방법에 따라 크게 두가지 방법을 나눌 수 있음.
  - ① 작물재배면적 & 작물별 표준시비량
    - 표준시비량은 작물의 양분이용률을 고려하여 실제 작물이 이용하는 양보다 많은 양분의 투입을 권고하므로 이를 사용할 경우 작물 생산으로 인한 양분유출량을 과하게 산정하게 됨.
  - ② 작물생산량 & 작물 내 양분농도
    - 생산기술의 발달 및 작물 내 양분함량의 변화 등을 고려한 과학적인 산출을 위해 적합한 방법임. 그러나 작물의 생산량 및 양분농도는 생산된 곡식이나 과일 등 작물에서 경제성이 있는 부분만 고려된 지표이므로 수확 후 폐기되는 작물잔재로 인한 유출량을 추가적으로 산출해야 함.
- 지역단위 양분수지 관리를 위해서 작물생산량과 작물 내 양분농도를 활용한 유출량 산출이 적합하다고 판단되며, 이를 위해 농식품부, 통계청, 시/군 지역통계의 작물별 생산량 통계를 확보하고 작물별 양분함량 (국가표준 식품성분표 - 국립농업과학원, 2016)을 적용하였음.
- 생산된 작물의 종류는 크게 벼, 보리, 두류, 잡곡, 서류, 채소류, 특용약용작물, 과수로 분리하였음.

<표 5-24> 작물별 생산량 (2015년)

구분	작물 생산량										
	벼	보리	두류	잡곡	서류	채소				특용약용 작물	과수
						과채류	엽채류	근채류	조미채소		
ton/년											
계	4,326,915	102,436	119,080	98,551	198,888	2,082,403	2,644,402	1,367,921	2,072,280	74,261	2,364,233
서울특별시	1,574	0	16	20	90	1,794	1,157	378	109	11	581
부산광역시	13,746	17	132	375	403	31,176	30,434	5,763	19,455	61	1,368
대구광역시	14,930	1,023	322	150	545	18,788	15,619	1,824	6,773	399	9,827
인천광역시	7,639	31	434	306	4,115	13,036	29,118	10,691	9,389	546	3,653
광주광역시	27,394	4,563	290	116	414	22,233	10,821	16,547	18,213	206	3,706
대전광역시	6,484	0	231	123	546	7,033	7,845	3,637	724	368	4,706
울산광역시	26,223	19	404	280	783	2,756	13,331	7,240	3,278	139	11,795
경기도	420,680	148	8,901	9,888	22,164	126,761	265,674	155,193	85,980	7,510	89,621
강원도	173,676	310	11,257	32,038	37,775	135,360	314,157	106,741	63,715	8,421	16,656
충청북도	215,115	79	16,948	27,491	10,824	144,237	185,600	32,645	36,770	8,459	160,008
충청남도	827,886	565	10,269	1,129	22,812	467,235	201,800	166,821	127,861	14,537	107,044
전라북도	700,591	30,777	11,108	3,487	24,009	198,596	232,462	144,882	136,325	9,921	82,154
전라남도	866,202	41,923	20,265	8,325	34,620	233,299	814,149	121,371	815,304	8,389	203,064
경상북도	589,466	2,040	20,011	6,278	21,989	362,747	249,686	74,360	251,474	10,757	763,459
경상남도	389,866	14,909	10,029	3,943	12,997	287,869	124,470	74,081	412,241	4,138	247,447
제주도	444	6,032	8,462	4,602	4,803	29,483	148,082	445,748	84,670	400	659,143

자료 : 농림축산식품통계연보 (농림축산식품부, 2016)

<표 5-25> 작물별 양분함량

작물		성분		평균성분	
		N	P	N	P
		%			
벼	벼	1.02	0.15	1.02	0.15
보리	보리	1.49	0.21	1.49	0.21
두류	콩	2.85	0.28	2.04	0.21
	팥	1.47	0.13		
	녹두	1.81	0.23		
잡곡	옥수수	0.61	0.05	1.40	0.05
	메밀	2.18	0.05		
서류	고구마	0.16	0.06	0.25	0.05
	감자	0.34	0.03		
채소 (과채류)	수박	0.13	0.01	0.17	0.05
	참외	0.25	0.05		
	딸기	0.13	0.03		
	오이	0.20	0.04		
	호박	0.17	0.15		
	토마토	0.16	0.03		
채소 (엽채류)	배추	0.18	0.02	0.28	0.03
	시금치	0.50	0.03		
	상추	0.18	0.04		
	양배추	0.27	0.04		
채소 (근채류)	무	0.24	0.04	0.22	0.05
	당근	0.16	0.04		
	우엉	0.42	0.09		
	토란	0.05	0.02		
채소 (조미채소)	고추	0.19	0.04	0.34	0.03
	파	0.19	0.03		
	대파	0.28	0.03		
	쪽파	0.28	0.04		
	양파	0.15	0.03		
	생강	0.16	0.03		
	마늘	1.12	0.04		
특용약용작 물	참깨	1.66	0.38	1.88	0.31
	들깨	1.81	0.36		
	땅콩	2.16	0.20		
과수	사과	0.05	0.01	0.09	0.02
	배	0.05	0.02		
	복숭아	0.10	0.02		
	포도	0.10	0.01		
	감귤	0.19	0.02		
	감	0.06	0.02		
	자두	0.08	0.01		

자료 : 국가표준 식품성분표, 제 9개정판 (국립농업과학원, 2016)

### 3.12 사료작물 생산량

- 사료작물 생산량의 경우도 작물생산량과 동일하게 산출방법을 나눌 수 있으며, 사료작물 생산량과 사료작물 내 양분농도를 활용하여 양분 유출량을 산출함.
- 생산된 사료작물은 크게 목초, 사료작물, 볏짚으로 분리하였으며, 사료작물의 경우 지역단위 생산량 통계를 확보하기 어려워 지역별 경지면적 비율을 이용하여 지역단위 생산량을 나눠주었음.

<표 5-26> 국내 사료작물 생산량 (2015년)

년 도	목초 생산량	사료작물 생산량	볏짚 등 생산량
	1,000 ton/년		
2015	246	1,999	2,231

자료 : 농림축산식품부 (2016)

<표 5-27> 사료작물 생산량 (2015년)

사료작물 종류	작물	성분 함량 (%)	
		N	P
목초	오차드그라스	0.31	0.04
	툴페스큐	1.31	0.20
	알팔파	2.57	0.25
	연맥	0.79	0.15
	티모시	1.32	0.16
	레드클로버	0.83	0.10
	리드카나리그라스	0.25	0.04
	버뮤다그라스	1.03	0.17
	평균	1.05	0.14
사료작물	청예 옥수수	0.36	0.09
	청예 수수-수단그라스 교잡종	0.22	0.04
	청예 보리	0.66	0.17
	청예 이탈리아 라이그라스	0.37	0.20
	청예 호밀	0.45	0.17
	평균	0.41	0.11
볏짚	볏짚	0.87	0.09

자료 : 한국가축사양표준 사료성분표 (국립축산과학원, 2017)



### 3.13 작물 잔재량

- 작물과 사료작물의 생산으로 인한 양분 유출량 산출 시 작물별 생산량과 양분함량을 이용하였으므로 작물잔재로 인한 양분 유출량도 함께 고려되어야 함.
- 그러나 국내의 신뢰성 있는 작물잔재량 통계 및 생산계수가 존재하지 않기 때문에 제외하고, 추후 통계의 확보 시 산정하는 것이 바람직함.

### 3.14 대기 질소잔고

- Land budget과 Soil budget의 산정 범위 차이로 인해 각 산정법 별 대기 질소잔고의 산정 항목에서 차이를 보임.
- 가축분뇨 퇴·액비화 및 정화처리 시 대기 중 질소 유출 (Land budget)
  - Land budget 산정법에서는 가축분뇨처리 중 발생하는 양분의 소실량이 모두 대기중으로 휘산되는 것으로 가정하여 산출하고 있음. 따라서 이를 보완하기 위해 유입 항목에서 분리하여 산출했던 가축분뇨 처리방법 별 대기로의 양분 소실량이 제시되어야 함.
  - 가축분뇨 퇴·액비, 정화 처리되어지는 가축분뇨 내 양분량에 처리된 물질의 양분량을 빼 산출함.
  - 액비화 및 정화처리의 경우 고액분리가 선행되어 액상물질을 대상으로 처리를 진행하므로 다음 항목에 의한 양분 이동을 고려해야 함.
    - 고액분리 후 고형물 내 양분
    - 생물학적 처리과정 중 슬러지 폐기물 내 양분
  - 고형물의 형태로 배출된 양분의 경우 모두 대기중으로 배출되지 않으며, 퇴비화, 소각, 매립 등의 처리과정을 거침.
  - 2017년 기준 가축분뇨 공공처리시설에서 배출되는 고형물의 대부분은 퇴비화(95% 이상 퇴비화, 위탁, 재활용 처리) 과정을 통해 자원화되므로 이를 대기 질소잔고 산출식에 반영함 (퇴비화되는 고형물내 질소량을 대기잔고에서 제외하고 유입항목의 퇴비화되는 분뇨의 양으로

산정).

○ 비료물질 (화학비료, 유기질비료, 가축분뇨 퇴·액비)의 토양 시비 후 대기 중 질소 소실 (Land budget & Soil budget)

- 양분 유입원인 비료물질들은 토양에 시비된 후에도 휘발, 탈질 반응으로 인해서 대기중으로 질소를 배출하며, 이 때 배출된 질소가스는 대기 질소잔고로 산정되어야 함.
- 각 비료물질의 토양 시비량에 대기 중 휘발 계수 및 대기 중 탈질 계수를 적용하여 산출하며, 관련 계수의 확보를 위해서 선행연구 결과를 조사함.

① 비료물질 별 대기 중 휘발 계수

- Bouwman 등 (2002)는 측정 시 조건과 방법이 각기 다른 선행연구자료 (148 개 연구 - 1,667 개 data set)를 대상으로 비료물질 별 휘발량을 평균값, 중간값, 통계적인 모델을 이용하여 휘발 계수를 도출함.

- 화학비료: 밭-14%, 논-20%, 고지대-14%

- 가축분뇨: 밭 - 23%, 논 - 17%

- Pan 등 (2016)은 양분관리와 농사 관행 등에 따라 발생하는  $\text{NH}_3$ 의 휘발을 확인하기 위해 824개의 측정치를 대상으로 메타분석을 실시하였으며, 각 지역별 시비된 화학비료 대비  $\text{NH}_3$  휘발율을 제시하였음.

<표 5-28> 전 세계 농경지에 적용된 질소질 비료에서의 질소 소실율 (NH<sub>3</sub> 형태)

대륙	NH <sub>3</sub> 형태로 소실된 질소		
	%		
	평균값	중간값	범위
아시아			
동아시아	15.9	13.3	1.7-48.0
남부아시아	30.7	21.9	3.0-56.7
동남아시아	16.1	14.5	14.4-19.5
오세아니아	16.0	18.5	2.0-30.0
유럽	13.0	10.6	0.9-29.8
북아메리카	17.5	15.3	0.6-64.0
남아메리카	14.2	13.3	1.7-31.8
평균	17.6	15.3	0.9-64.0

자료 : IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4 (IPCC, 2006)

- Klein 등 (2006)은 선행연구 분석을 통해 토양에 시비된 화학비료, 유기질비료, 가축분뇨에서 휘발되어 소실되는 질소계수를 확보하여 IPCC 기본값으로 설정함.

<표 5-29> 토양에서의 휘발로 인한 N<sub>2</sub>O (NH<sub>3</sub>-N + NO<sub>x</sub>-N) 배출량 기본값

배출종류	양분배출 종류	기본값
		(kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N)/(kg N applied) - 1
간접배출	화학비료 유래 휘발	0.10
	유기질비료 및 가축분뇨 유래 휘발	0.20

자료 : IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4 (IPCC, 2006)

- Sainju (2017)는 선행연구 분석을 통해 화학비료와 가축분뇨 유래 암모니아성 질소의 휘발율을 이용하여 대기 중 질소 휘발량을 산출함.

- 화학비료: 10-20%
- 가축분뇨: 15-30%

② 비료물질 별 대기 중 탈질 계수

- Cao 등 (2006)은 배추의 재배 시 (field test) 투입되는 질소질 비료의 종류 및 양에 따른 탈질량을 비교하였으며, 각 실험조건에서 탈질로 인한 질소의 소실은 총 질소 소실량의 4.33 ~ 8.55% 수준이었음.

· 화학비료 시비 시 탈질로 인한 질소 소실율: 6.44%

- Smil 등 (1999)은 선행연구 및 통계자료를 바탕으로 전 세계적인 질소의 유입-유출-수지 항목을 산출하여 질소 흐름을 분석하였음. 농업환경시스템 관련 계수의 경우 영향인자가 많기 때문에 범위로 나타내며, 화학비료, 가축분뇨 및 대기 중 침적 기준 탈질율은 10 ~ 15%임.

- Bashkin 등 (2002)은 한반도와 황해지역 내 질소의 생지화학적 수치를 제시하였으며, 1994 - 1997년의 국가 환경정보를 활용하여 양분수지를 분석하고 다음과 같은 탈질 계수를 도출함.

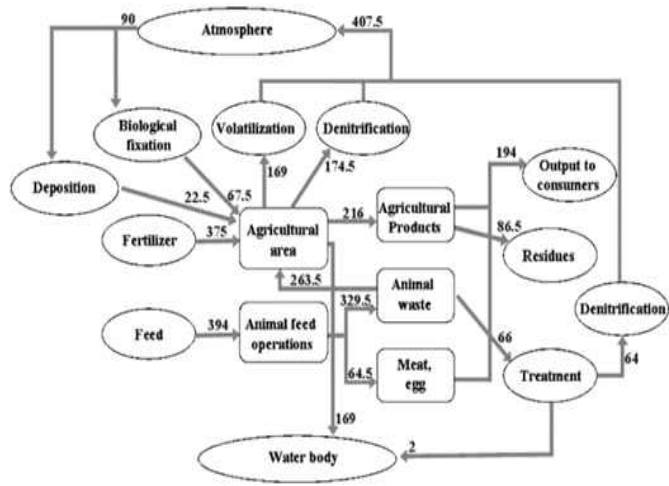
<표 5-30> 탈질원 및 농경지 종류 별 탈질율

계수종류	탈질원	농경지 종류별 탈질율	
		%	
		밭	논
탈질	화학비료	15	32
	가축분뇨	13	-
	농경지 (kg/ha·년)	3	

자료 : Nitrogen budgets for the Republic of Korea and the Yellow Sea region (Bashkin 등, 2002)

- Kim 등 (2008)은 우리나라의 농업활동, 생산활동, 산림 및 도시 지역활동으로 나누어 수계로 유출되는 질소량을 추정함. 국내·국제기관의 연구자료, 통계자료, 국내의 선행연구를 활용하여 질소 배출량을 예측하였으며, 농경지 유래 대기중 탈질율은 2.39%로 나타남.

양분 유출항목		유출율 %
유출	농업활동 제품	29.65
	취발	23.20
	화학비료	10.00
	가축분뇨	49.91
	탈질	23.95
	화학비료	27.84
	가축분뇨	20.00
	농경지	2.39



<그림 5-1> 토양에서의 취발로 인한 N<sub>2</sub>O (NH<sub>3</sub>-N + NO<sub>x</sub>-N) 배출량 기본값

자료 : Estimating riverine discharge of nitrogen from the South Korea by the mass balance approach (Kim 등, 2008)

- 특히 Land budget 산정법의 경우 현재 우리나라에서 정책적으로 지원하는 양분 삭감기술의 효과를 반영하기 위해서 대기 질소잔고 내 세부항목을 추가적으로 개발할 필요가 있음.

### 3.15 수계 잔고

- 총 양분잔고에서 총 대기잔고를 제외한 값으로 질소의 경우 총 질소잔고에서 총 대기질소잔고를 빼주며, 인의 경우 대기중으로 소실되지 않는 물질이기 때문에 총 인 잔고가 수계인[P]잔고와 동일함.

□ 양분수지 산정식에 사용된 계수

- 비료 및 가축분뇨를 제외한 기타 유입·유출 항목의 양분량을 산출하기 위해서 선행연구 문헌조사를 통해 다음 계수를 선정하였음. 빅데이터를 기반으로 전세계적으로 연구된 결과나, 혹은 국소적이지만 우리나라 내에서 연구된 결과를 기본으로 하였으며, 적절한 계수가 확보되지 않을 시 선행연구의 중간값이나 OECD 양분수지 산정 매뉴얼(Methodology and Handbook Eurostat/OECD)에 제시된 계수를 활용하였음.

<표 5-31> 개선된 양분수지 산출 시 적용된 유입·유출·잔고 항목의 계수

계수종류	구분	계수	단위	출처
생물학적 질소고정	두과작물	74.5~77.5	kg N/ha·년	Kremer, 2013 (OECD value)
	논	35	kg N/ha·년	Yun et al., 2008
	밭	15	kg N/ha·년	Bashkin et al., 2002
대기침적량	질소	24.1	kg/ha·년	국립환경과학원, 2014
	인	0.59	kg/ha·년	Reza et al, 2019
파종·식재용 재료에 의한 유입량	질소	표 0, 0에 제시		Kremer, 2013 (OECD value)
	인			
비료물질의 토양 시비 후 대기 소실계수	회밭			
	(a) 화학비료	14	%	Bouwman et al., 2002
	(b) 퇴비	23	%	Bouwman et al., 2002
	탈질			
	(a) 화학비료	6.44	%	Cao et al. 2006
	(b) 퇴비	13	%	Bashkin et al., 2002
	(c) 농경지	3	kg/ha·년	Bashkin et al., 2002

#### 4. 양분수지 산정식의 구성

○ 각 산정항목별 통계 및 계수를 적용하여 구성한 양분수지 산정식은 표 5-32, 5-33과 같음.

<표 5-32> 개선된 양분수지 산정식의 구성 (Land budget)

	Land budget 산정법 항목	항목별 산정식
유입	N1) 화학비료 공급량	화학비료 판매량 x 화학비료 내 양분 농도
	N2) 가축분뇨 생산량	가축사육두수 x 가축분뇨 배출원단위 x (가축분뇨 정화처리 비율, 가축분뇨 퇴비화 비율, 가축분뇨 액비화 비율) x 가축분뇨 내 양분 농도 *액비화와 정화처리 시 고액분리로 인한 고형물 내 양분은 퇴비화처리 된 것으로 고려
	1) 정화처리되는 가축분뇨 내 양분량	
	2) 퇴비화처리되는 가축분뇨 내 양분량	
	3) 액비화처리되는 가축분뇨 내 양분량	
	N3) 가축분뇨 수출입량	수입된 퇴액비 내 양분량 - [퇴비 수출량 x 퇴비 내 양분 함량 + 액비수출량 x 액비 내 양분 함량]
	N4) 유기질 비료 공급량	유기질비료 판매량 x 유기질비료 내 양분 함량
	N5) 생물학적 질소고정량	콩과작물 재배면적 x 콩과작물의 질소고정계수 + 논과 밭의 면적 x 경지 종류별 질소고정계수
	N6) 대기 침적량	농경지 면적 x 대기침적계수
N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	파종작물의 재배면적 x 작물종자의 양분변환계수	
N8) 총 유입량	Sum (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7)	
유출	N9) 작물생산량	작물 생산량 x 작물별 양분함량
	N10) 사료작물 생산량	사료작물 생산량 x 사료작물별 양분함량
	N11) 작물잔재량	작물 생산량 x 작물잔사 발생계수 x 작물잔사 내 양분 함량
	N12) 총 유출량	Sum (N9, N10)
잔고	N13) 총 질소잔고	N8 - N12
	N14) 총 대기 질소잔고	N2 - (축종 & 처리방법별 가축분뇨 내 양분량 x 양분(N&P) 부하계수) *액비화와 정화처리 시 고액분리로 인한 고형물 내 양분은 퇴비화처리 된 것으로 고려
	1) 정화처리 중 질소 소실량	
	2) 퇴비화 중 질소 소실량	
	3) 액비화 중 질소 소실량	
4) 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량 (휘발, 탈질)	비료종류 별 유래 질소량 x 대기중 질소 휘산율 (휘발 & 탈질)	
N15) 총 수계 양분잔고	N13 - N14	

<표 5-33> 개선된 양분수지 산정식의 구성 (Soil budget)

	Land budget 산정법 항목	항목별 산정식
유입	N1) 화학비료 공급량	화학비료 판매량 x 화학비료 내 양분 농도
	N2) 처리된 가축분뇨 생산량	가축사육두수 x 가축분뇨 배출원단위 x (가축분뇨 정화처리 비율, 가축분뇨 퇴비화 비율, 가축분뇨 액비화 비율) x 가축분뇨 내 양분 농도 x 축종 & 처리방법별 양분(N&P) 부하계수 *액비화와 정화처리 시 고액분리로 인한 고형물 내 양분은 퇴비화처리 된 것으로 고려
	1) 정화처리 방류수 내 양분량	
	2) 퇴비 내 양분량	
	3) 액비 내 양분량	
	N3) 가축분뇨 수출입량	수입된 퇴액비 내 양분량 - [퇴비 수출량 x 퇴비 내 양분 함량 + 액비수출량 x 액비 내 양분 함량]
	N4) 유기질 비료 공급량	유기질비료 판매량x 유기질비료 내 양분 함량
	N5) 생물학적 질소고정량	콩과작물 재배면적x 콩과작물의 질소고정계수 + 논과밭의 면적 x 질소고정계수
	N6) 대기 침적량	농경지 면적 x 질소 건습식량
	N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	작물종자의 재배면적 x 작물종자의 양분변환계수
N8) 총 유입량	Sum (N1,N2,N3,N4,N5,N6,N7)	
유출	N9) 작물생산량	작물 생산량 x 작물별 양분함량
	N10) 사료작물 생산량	사료작물 생산량 x 사료작물별 양분함량
	N11) 작물잔재량 (제외)	작물 생산량 x 작물잔사 발생계수 x 작물잔사 내 양분 함량
	N12) 총 유출량	Sum (N9,N10)
잔고	N13) 총 질소잔고	N8 - N12
	N14) 총 대기 질소잔고	비료종류 별 유래 질소량 x 대기중 질소 휘산율 (휘발 & 탈질)
	1) 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량 (휘발, 탈질)	
N15) 총 수계 양분잔고	N13 - N14	



## 제 6 장

### 제6장 개선된 양분수지 산정식을 이용한 양분수지 산출

#### 1. 개선된 양분수지 산정식의 국가단위 적용

- 개선된 양분수지 산정식을 이용하여 국가, 도 단위 양분수지를 파악하고 OECD의 양분수지와 비교하였음. OECD의 경우 양분수지를 2015년까지 제시하고 있으므로 개선된 양분수지 산정 시 2015년의 국내 통계를 적용하여 산출하였음.
- 국내의 양분수지 산출 시 OECD와 개선된 양분수지 산정법에 의한 양분수지를 비교하고자 OECD의 양분수지 산출 시 개선된 양분수지 산정법에서 사용하는 것과 동일한 계수를 적용해 주었으며, Land budget과 Soil budget을 모두 제시하여 산출되는 양분수지를 비교하였음.
- OECD와 개선된 양분수지 비교 (국가 단위 양분수지)
  - Land budget 기준, 국내의 양분 유입량은 645,551 ton N/년, 108,743 ton P/년으로 나타났으며, 양분 유출량은 110,616 ton N/년, 16,484 ton P/년으로 나타남에 따라 총 양분수지는 534,936 ton N/년, 92,260 ton P/년으로 산출되었음.
  - 국내의 양분잔고의 경우 총 대기질소잔고는 258,570 ton N/년으로 나타나 총 질소잔고 중 48.0%의 질소가 대기중으로 소실되는 것으로 확인되었으며 물 및 토양 환경에 영향을 미치는 총 수계 잔고는 276,366 ton N/년, 92,260 ton P/년으로 산출되었음.
  - 면적당 양분수지의 경우 312 ton N/ha, 54 ton P/ha로 OECD 양분수지와 동일한 값이 산출되었는데, 이는 동일 계수를 이용하여 양분수지를 산출하였기 때문임. 현재 보고되고

있는 OECD의 국내 양분수지 (OECD, 2018)는 222 ton N/ha, 46 ton P/ha로 개선된 양분수지 (Land budget)에 비해 낮았는데 이는 유기질비료 생산량 등 OECD 양분수지 산정식의 모든 항목을 고려하지 못했기 때문인 것으로 판단됨.

- 대기 잔고를 제외하고 토양과 물 환경에 영향을 미치는 총 수계 잔고를 기준으로 ha당 양분수지를 파악할 경우 164 ton N/ha·년, 54 ton P/ha·년으로 나타나 OECD 양분수지에 비해 질소는 27.3% 낮았고, 인은 17.1% 높은 값을 나타내었음.
- Soil budget 기준, 국내의 양분 유입량은 492,881 ton N/년, 86,224 ton P/년으로 나타났으며, 양분 유출량은 110,616 ton N/년, 16,484 ton P/년으로 나타남에 따라 총 양분수지는 382,266 ton N/년, 69,741 ton P/년으로 산출되었음.
- Soil budget 기준 ha당 양분수지는 225 kg N/ha·년, 40 kg P/ha·년으로 OECD에서 제시한 양분수지와 유사하게 산출되었으며, 총 수계잔고 기준 ha당 양분수지는 164 kg N/ha·년, 40 kg P/ha·년으로 나타나 총 잔고만을 고려하는 OECD 양분수지에 비해 수계(물+토양)에 영향을 미치는 양분을 정밀하게 확인할 수 있음.
- Land budget과 Soil budget 모두에서 우리나라의 양분수지는 양의 값을 나타내어 수용할 수 있는 양분의 양을 초과하는 것으로 나타났으며, 적절한 양분 삭감 방법의 적용을 통한 양분관리가 요구됨.
- 양분수지 산출 시 Land budget과 Soil budget 산정법의 가장 큰 차이는 가축분뇨 생산량 (처리된 가축분뇨 생산량)에서 나타나 총 양분수지 및 수계 양분수지에 반영되었음.
- Land budget와 Soil budget의 총 잔고를 비교한 결과, 질소와 인 모두에서 Soil budget의 양분수지가 Land budget에 비해 질소 수지는 약 28.5%, 인 수지는 24.4% 낮게 나타났으며, 이는 가축분뇨의 처리과정 중 소실된 양분량의 고려에 따른 결과임.
- Land budget와 Soil budget의 수계 잔고를 비교한 결과 질소는 동일한 수지를 나타냈으나, 인의 경우 Soil budget에서 현저히 낮은 값을 나타냄. 이는 가축분뇨 자원화과정 중 소실된 인은 농업환경으로 유입되지 않지만 Land budget의 경우 자원화 과정 중 인의 소실을

고려할 수 있는 항목이 없기 때문임. Soil budget의 경우 양분 유입 내 처리된 가축분뇨 생산량 항목에서 자원화과정 중 인의 소실량을 고려해주기 때문에 보다 정확히 수계(토양+물)로 유입되는 양분량을 파악할 수 있는 것으로 판단됨.

<표 6-1> OECD 및 개선된 양분수지 산정식을 이용한 국가단위 양분수지 (Land budget)

구분	OECD	개선된 양분수지 산정법	OECD		Land budget		
			질소	인	질소	인	
			ton N/년	ton P/년	ton N/년	ton P/년	
유입	N1) 광물비료량	N1) 화학비료 공급량	243,028	38,871	243,028	38,554	
	N2) 가축분뇨 생산량	N2) 가축분뇨 생산량	273,937	58,981	273,937	58,981	
		1) 정화처리되는 가축분뇨 내 질소량			10,749	1,473	
		2) 퇴비화처리되는 가축분뇨 내 질소량			242,831	54,663	
		3) 액비화처리되는 가축분뇨 내 질소량			20,357	2,845	
		N3) 가축분뇨의 순 수출입량, 인출량, 저장량	N3) 가축분뇨 수출입량				
		N4) 기타 유기질 비료량	N4) 유기질 비료 공급량	37,108	9,645	37,108	9,645
		N5) 생물학적 질소고정량	N5) 생물학적 질소고정량	47,37		47,37	
		N6) 대기 침적량	N6) 대기 침적량	40,265	986	40,265	986
		N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	3,861	577	3,861	577
	N8) 총 유입량	N8) 총 유입량	645,551	108,743	645,551	108,743	
유출	N9) 작물 생산량	N9) 작물생산량	74,613	10,998	74,613	10,998	
	N10) 사료작물 생산량	N10) 사료작물 생산량	36,002	5,486	36,002	5,486	
	N11) 작물잔재를 통한 유출량	N11) 작물잔재량 (제외)					
	N12) 총 유출량	N12) 총 유출량	110,616	16,484	110,616	16,484	
잔고	N13) 총 잔고	N13) 총 양분잔고	534,936	92,260	534,936	92,260	
	N14) 총 대기 잔고	N14) 총 대기 질소잔고			258,570		
		1) 정화처리 중 질소 소실량			10,575		
		2) 퇴비화 중 질소 소실량			131,510		
		3) 액비화 중 질소 소실량			10,585		
		4) 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량 (휘발, 탈질)			105,900		
		N15) 수계 양분잔고	N15) 수계 양분잔고	534,936	92,260	276,366	92,260
	<총 잔고> ha 당 양분수지 (ton N&P/ha·년)		312	54	312	54	
	<총 수계잔고> ha 당 양분수지 (ton N&P/ha·년)		312	54	161	54	

<표 6-2> OECD 및 개선된 양분수지 산정식을 이용한 국가단위 양분수지 (Soil budget)

구분	OECD	개선된 양분수지 산정법	OECD		Soil budget	
			질소	인	질소	인
			ton N/년	ton P/년	ton N/년	ton P/년
유입	N1) 광물비료량	N1) 화학비료 공급량	243,028	38,871	243,028	38,554
	N2) 가축분뇨 생산량	N2) 가축분뇨 생산량	273,937	58,981	121,267	36,462
		1) 정화처리되는 가축분뇨 내 질소량			174	47
		2) 퇴비화처리되는 가축분뇨 내 질소량			111,322	35,334
		3) 액비화처리되는 가축분뇨 내 질소량			9,771	1,081
	N3) 가축분뇨의 순 수출입량, 인출량, 저장량	N3) 가축분뇨 수출입량				
	N4) 기타 유기질 비료량	N4) 유기질 비료 공급량	37,108	9,645	37,108	9,645
	N5) 생물학적 질소고정량	N5) 생물학적 질소고정량	47,37		47,37	
	N6) 대기 침적량	N6) 대기 침적량	40,265	986	40,265	986
	N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	N7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량	3,861	577	3,861	577
N8) 총 유입량	N8) 총 유입량	645,551	108,743	492,881	86,224	
유출	N9) 작물 생산량	N9) 작물생산량	74,613	10,998	74,613	10,998
	N10) 사료작물 생산량	N10) 사료작물 생산량	36,002	5,486	36,002	5,486
	N11) 작물잔재를 통한 유출량	N11) 작물잔재량 (제외)			13,748	2,379
	N12) 총 유출량	N12) 총 유출량	110,616	16,484	110,616	16,484
잔고	N13) 총 잔고	N13) 총 양분잔고	534,936	92,260	382,266	69,741
	N14) 총 대기 잔고	N14) 총 대기 질소잔고			105,900	
		1) 비료 시비 후 토양에서의 질소 소실량 (휘발, 탈질)			105,900	
	N15) 수계 양분잔고	N15) 수계 양분잔고	534,936	92,260	276,366	69,741
	<총 잔고> ha 당 양분수지 (ton N&P/ha·년)		312	54	223	41
	<총 수계잔고> ha 당 양분수지 (ton N&P/ha·년)		312	54	161	41

## 2. 도 단위 개선된 양분수지 산정

- 산출된 국가단위 양분수지를 세부적으로 살펴보면, 도 단위에서 양분수지는 모두 과다하게 나타났으며 경상남도와 충청남도, 경기도는 타 시/도에 비해 월등히 높은 양분수지를 나타내 집중적인 양분관리가 필요할 것으로 판단됨.

### □ 질소 수지

- 세부 유입항목을 살펴보면 질소의 경우 화학비료는 전라남도 (35,824 ton N/년), 충청남도 (27,585 ton N/년), 전라북도 (24,116 ton N/년) 순으로 많은 양이 유입되고 있었으며, Land budget 기준 가축분뇨 생산량은 경기도 (51,025 ton N/년), 충청남도 (47,285 ton N/년), 경상북도 (41,97 ton N/년) 순, 유기질비료는 경상북도 (9,599 ton N/년), 전라남도 (5,861 ton N/년), 충청북도 (3,285 ton N/년) 순으로 많이 시비되는 것으로 나타났음.
- Soil budget 기준 처리된 가축분뇨 생산량은 경기도 (24,469 ton N/년), 충청남도 (21,653 ton N/년), 경상북도 (17,338 ton N/년) 순으로 나타났으며, 양분의 유입량은 Land budget 내 가축분뇨 발생량의 44.3% 수준이었음.
- 유출항목의 경우 작물 생산량은 전라남도 (16,17 ton N/년), 충청남도 (11,304 ton N/년), 전라북도 (9,839 ton N/년) 순으로 높게 나타났으며, 사료작물의 경우 시/도 단위 통계가 존재하지 않으므로 전체 생산량을 전체의 경지면적비로 나눠 산출하였음.
- Land budget 기준 총 잔고는 경상북도 (76,700 ton N/년), 충청남도 (76,262 ton N/년), 경기도 (70,849 ton N/년) 순으로 나타났으나, 농경지 면적 당 총 잔고의 경우 경기도 (404 ton/ha · 년), 충청남도 (349 ton/ha · 년), 충청북도 (309 ton/ha · 년) 순으로 나타났음.

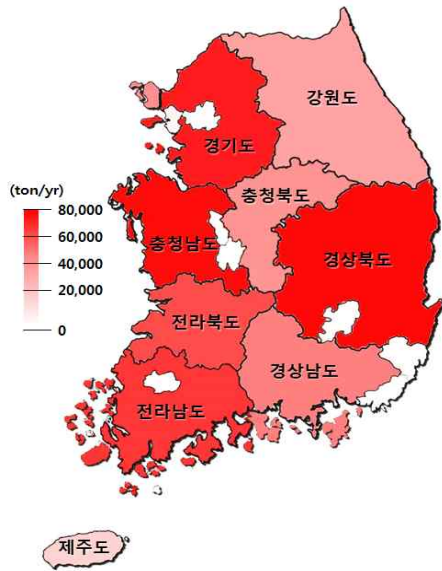
- Soil budget 기준 총 잔고는 경상북도 (7,086 ton N/년), 충청남도 (50,630 ton N/년), 전라남도 (44,780 ton N/년) 순으로 나타났으나, 농경지 면적 당 총 잔고의 경우 경기도 (253 ton/ha · 년), 충청남도 (231 ton/ha · 년), 충청북도 (216 ton/ha · 년) 순으로 나타났음.
- Land budget 기준 가축분뇨 유래 질소는 총 유입량의 47.0% 수준이었으며, Soil budget 기준 화학비료 유래 질소는 42.5% 수준을 차지하며, 가장 높은 질소 유입 기여도를 나타내었음.

#### □ 인 수지

- 인의 경우 화학비료는 전라남도 (4,003 ton P/년), 경상북도 (3,773 ton P/년), 충청남도 (3,603 ton P/년) 순으로 많은 양이 유입되고 있었으며, Land budget 기준 가축분뇨 생산량은 경기도 (10,893 ton P/년), 충청남도 (9,664 ton P/년), 경상북도 (9,493 ton P/년) 순, 유기질비료는 경상북도 (2,495 ton P/년), 전라남도 (1,73 ton P/년), 충청북도 (854 ton P/년) 순으로 많이 시비되는 것으로 나타났음.
- Soil budget 기준 처리된 가축분뇨 생산량은 경기도 (6,756 ton P/년), 충청남도 (6,058 ton P/년), 경상북도 (5,760 ton P/년) 순으로 나타났으며, 양분의 유입량은 Land budget 가축분뇨 발생량의 61.8% 수준이었음.
- 유출항목의 경우 작물 생산량은 전라남도 (2,231 ton P/년), 충청남도 (1,768 ton P/년), 전라북도 (1,489 ton P/년) 순으로 높게 나타났음.
- Land budget 기준 총 잔고는 경상북도 (13,918 ton P/년), 경기도 (13,035 ton P/년), 충청남도 (12,029 ton P/년) 순으로 나타났으나, 농경지 면적 당 총 잔고의 경우 경기도 (74 ton P/ha · 년), 제주도 (69 ton P/ha · 년), 충청남도 (55 ton P/ha · 년) 순으로 나타났음.

- Soil budget 기준 총 잔고는 경상북도 (10,185 ton P/년), 경기도 (8,897 ton P/년), 충청남도 (8,424 ton P/년) 순으로 나타났으나, 농경지 면적 당 총 잔고의 경우 제주도 (62 ton P/ha · 년), 경기도 (51 ton P/ha · 년), 충청북도 (40 ton/ha · 년) 순으로 나타났음.
- 가축분뇨 유래 인은 Land budget 기준 유입량의 61.0% 수준, Soil budget 기준 49.1% 수준을 차지하며, 가장 높은 인 유입 기여도를 나타내었음.
- 각 유출입 항목 및 양분수지를 비교해 본 결과 개선된 양분수지 산정식은 지역별 화학비료 및 유기질비료 사용량, 가축사육두수 (가축분뇨 발생량), 작물생산량 및 재배면적 등에 대한 영향을 확인하는 지표 및 지역단위 특징을 고려한 양분관리 정책 수립의 기반자료로 활용 가능할 것으로 판단됨.



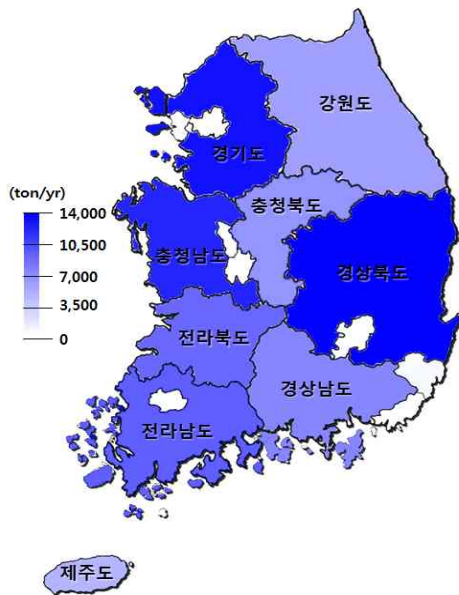


<Land budget>



<Soil budget>

<그림 6-1> 우리나라의 도 단위 질소수지 비교



<Land budget>



<Soil budget>

<그림 6-2> 우리나라의 도 단위 인수지 비교

<표 6-3> 도 단위 질소수지 (Land budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과중작물	계	작물생산		계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
								작물	사료작물					
	ton N/년							ton N/년			ton N/년			ton N /ha·년
경기도	51,025	17,080	2,620	4,932	4,228	380	80,265	6,495	2,921	9,415	70,849	39,859	30,990	404
강원도	13,238	13,782	3,197	2,744	2,585	228	35,774	4,286	963	5,249	30,75	13,450	17,076	285
충청북도	18,497	12,197	3,285	3,102	2,689	236	40,006	4,226	1,300	5,75	34,481	16,831	17,650	309
충청남도	47,285	27,585	3,115	6,724	5,273	604	90,585	11,304	3,018	14,323	76,262	40,362	35,901	349
전라북도	34,738	24,116	2,703	6,058	4,906	556	73,077	9,996	6,383	16,378	56,698	31,055	25,643	279
전라남도	32,283	35,824	5,861	9,091	7,346	821	91,226	16,17	11,620	27,772	63,454	33,089	30,365	208
경상북도	41,97	23,829	9,599	7,361	6,615	496	89,87	9,839	3,313	13,153	76,700	38,444	38,256	279
경상남도	24,018	16,550	3,199	4,389	3,658	346	7,160	7,209	3,975	11,184	40,976	21,875	19,102	270
제주도	6,618	9,231	2,155	1,27	1,510	64	20,830	2,655	1,938	4,592	16,238	7,130	9,108	259

<표 6-4> 도 단위 인수지 (Land budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과중작물	계	작물생산		계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
								작물	사료작물					
	ton P/년							ton P/년			ton P/년			ton P /ha·년
경기도	10,893	2,760	681	-	63	40	14,438	958	445	1,403	13,035	-	13,035	74
강원도	3,046	2,151	831	-	66	46	6,140	592	147	739	5,401	-	5,401	50
충청북도	3,964	1,795	854	-	129	54	6,796	592	198	790	6,006	-	6,006	54
충청남도	9,664	3,603	810	-	120	62	14,257	1,768	460	2,228	12,029	-	12,029	55
전라북도	7,183	2,742	702	-	180	104	10,912	1,489	972	2,462	8,450	-	8,450	42
전라남도	7,177	4,003	1,73	-	162	102	12,968	2,231	1,771	4,001	8,966	-	8,966	29
경상북도	9,493	3,773	2,495	-	90	60	15,910	1,488	505	1,993	13,918	-	13,918	51
경상남도	5,239	2,421	832	-	37	37	8,566	1,063	606	1,669	6,897	-	6,897	45
제주도	1,281	2,205	560	-	991	0	5,037	445	295	740	4,297	-	4,297	69

<표 6-5> 도 단위 질소수지 (Soil budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과중작물	계	작물생산		계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
								작물	사료작물					
	ton N/년							ton N/년			ton N/년			ton N /ha·년
경기도	24,469	17,080	2,620	4,932	4,228	380	53,708	6,495	2,921	9,415	44,293	13,303	30,990	253
강원도	5,565	13,782	3,197	2,744	2,585	228	28,101	4,286	963	5,249	22,87	5,777	17,076	213
충청북도	8,064	12,197	3,285	3,102	2,689	236	29,573	4,226	1,300	5,75	24,048	6,398	17,650	216
충청남도	21,653	27,585	3,115	6,724	5,273	604	64,953	11,304	3,018	14,323	50,630	14,730	35,901	231
전라북도	15,317	24,116	2,703	6,058	4,906	556	53,656	9,996	6,383	16,378	37,277	11,634	25,643	183
전라남도	13,609	35,824	5,861	9,091	7,346	821	72,57	16,17	11,620	27,772	44,780	14,415	30,365	147
경상북도	17,338	23,829	9,599	7,361	6,615	496	65,239	9,839	3,313	13,153	7,086	13,830	38,256	190
경상남도	10,418	16,550	3,199	4,389	3,658	346	38,560	7,209	3,975	11,184	27,376	8,275	19,102	180
제주도	3,112	9,231	2,155	1,27	1,510	64	17,323	2,655	1,938	4,592	12,731	3,623	9,108	203

<표 6-6> 도 단위 인수지 (Soil budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과중작물	계	작물생산		계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
								작물	사료작물					
	ton P/년							ton P/년			ton P/년			ton P /ha·년
경기도	6,756	2,760	681	-	63	40	10,300	958	445	1,403	8,897	-	8,897	51
강원도	1,879	2,151	831	-	66	46	4,974	592	147	739	4,235	-	4,235	39
충청북도	2,405	1,795	854	-	129	54	5,237	592	198	790	4,447	-	4,447	40
충청남도	6,058	3,603	810	-	120	62	10,67	1,768	460	2,228	8,424	-	8,424	39
전라북도	4,351	2,742	702	-	180	104	8,080	1,489	972	2,462	5,618	-	5,618	28
전라남도	4,405	4,003	1,73	-	162	102	10,195	2,231	1,771	4,001	6,194	-	6,194	20
경상북도	5,760	3,773	2,495	-	90	60	12,178	1,488	505	1,993	10,185	-	10,185	37
경상남도	3,327	2,421	832	-	37	37	6,654	1,063	606	1,669	4,985	-	4,985	33
제주도	890	2,205	560	-	991	0	4,646	445	295	740	3,906	-	3,906	62



## 제 7 장

### 제7장 양분관리 매뉴얼 개발 및 양분관리 방안 모색

#### 1. 지역단위 양분관리 매뉴얼 개발

##### 1.1 양분수지 산출 프로그램 예시

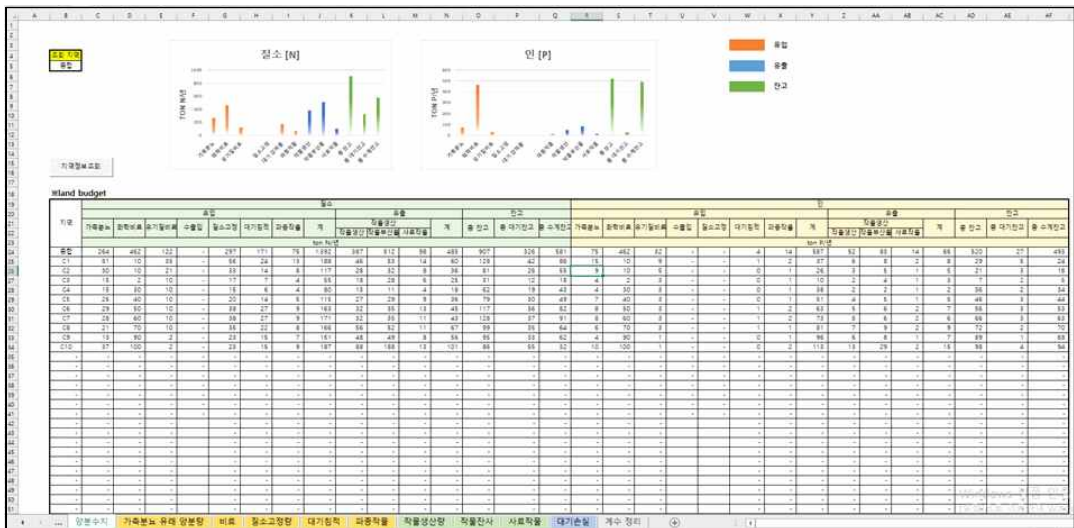
- 지역단위 양분관리 시 [입력 - 계산 - 산출]로 항목을 나누어 정리할 수 있는 프로그램의 예시를 다음과 같이 제시함.

지역조회	
C2	조회 닫기
<b>질소유입</b>	<b>질소유출</b>
가축분뇨	작물생산
화학비료	작물 부산물
유기질 비료	사료작물
질소고정	
대기 강하물	
파종작물	
질소 잉여량	질소 유통량
<b>인유입</b>	<b>인유출</b>
가축분뇨	작물생산
화학비료	작물 부산물
유기질 비료	사료작물
질소고정	
대기 강하물	
파종작물	
인 잉여량	인 잉여량
질소 수지	인 수지

<그림 7-1> 양분수지 산출 프로그램의 입력부

- 입력부는 양분수지 산출에 필요한 지역정보 (항목별 통계자료)를 입력하는 곳으로 시/군 통계, Agrix, 통계청의 수치를 연동하거나 개별 수치를 입력할 수 있어야 함.
- 계산부는 입력된 값을 이용하여 계산을 위한 준비 및 실행을 하는 곳으로 각 양분수지 항목별 산정식을 구성하고, 계수의 선택이 가능하도록 함. 특히 산출에 이용되는 계수의 경우 사용자가 쉽게 변경·수정할 수 있도록 하여 최신 개발·확립된 계수를 사용할 수 있도록 해야 하며, 산정식도 수정이 가능하도록 해야 함.

- 산출부는 입력된 값을 기반으로 프로그램 내 산정식 및 계수를 이용하여 자동으로 계산하며, 지역의 총 양분수지 및 종합 그래프를 도출하고, 입력된 데이터의 범위에 따라 세부적인 (행정단위) 양분수지도 내부적으로 확인 가능하도록 구성해야 함.
- 그림 <7-2>와 <7-3>의 예시에 따르면, 누적된 지역의 합산 양분수지를 그래프를 통해 확인할 수 있으며, 하단의 sheet 별 세부항목들의 산출값을 확인할 수 있도록 구성하였음.



<그림 7-2> 양분수지 산출 프로그램의 산출부

※가축분뇨 생산량		※지역별 화학비료 유래 양분량		※지역별 질소고정 유래 양분량		※지역별 작물별 양분량		※지역별 대기손실 양분량							
구분	계	유기질비료 유래 양분량		두류		계		Volatilization		Denitrification			TOTAL		
		계	N	계	비	보리	(a) Fertilizer	(b) Compost	(a) Fertilizer	(b) Compost	(C) Arable land				
계	18,429	5.5	122	계	134	계	92	10	계	82	29	60	16	-	186
C1	8,489	2.5	35	C1	38	C1	46	5	C1	6	6	1	3	-	17
C2	5,093	1.5	21	C2	23	C2	28	3	C2	4	4	1	2	-	11
C3	2,547	0.75	10	C3	11	C3	18	2	C3	2	2	0	1	-	5
C4	2,300	0.75	10	C4	11	C4	13	1	C4	6	2	4	1	-	12
C5	4,064	2.5	10	C5	11	C5	27	1	C5	7	2	5	1	-	16
C6	6,529	2.5	10	C6	11	C6	32	6	C6	8	3	6	2	-	19
C7	6,279	2.25	10	C7	11	C7	32	6	C7	10	3	8	2	-	22
C8	4,050	1.5	10	C8	11	C8	56	6	C8	11	2	9	1	-	24
C9	2,700	1.5	2	C9	2	C9	48	6	C9	13	2	12	1	-	27
C10	8,519	3.75	2	C10	2	C10	88	6	C10	14	4	13	2	-	33

<그림 7-3> 양분수지 산출 프로그램의 세부 항목별 산출부



## 1.2 양분수지의 기호화 및 세부 산정식

- 지역단위 양분수지 산출 프로그램의 개발에 적용하는 개선된 양분수지 산정식을 나타냈으며, 질소를 기준으로 세부적인 양분수지 항목을 기호화하고 세부 산정식을 나타냄.

양분 유입 - 화학비료 공급량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N1	화학비료 공급량	$N_{CF} = \sum S_{CF-N}$	NCF: 화학비료(광물비료) 질소 공급량 (ton N/년) SCF-N: 질산질비료 소비량 (ton N/년)

양분 유입 - 가축분뇨 생산량 (Land budget)

	항목	양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N2	가축분뇨 생산량 (Land budget)	$N_{LM} = N_{LM-PC} + N_{LM-SC} + N_{LM-LC}$	NLM: 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년) NLM-PC: 정화처리되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLM-SC: 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLM-LC: 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)
N2-1	정화처리되는 가축분뇨 내 질소	$N_{LM-PC} = \sum N_{LM_i} \times R_{PC_i} \times R_{SP(t)-N}$	NLM-PC: 정화처리되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLM: 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년) RPC: 정화처리 비율 (%) RSP(1)-N: 고액분리 후 액상물 내 질소 비율 (N %) i: 축종
N2-2	퇴비화되는 가축분뇨 내 질소	$N_{LM-SC} = \sum N_{LM_i} \times R_{SC_i} + N_{LM_i} \times R_{PC_i} \times R_{SP(s)-N} + N_{LM_i} \times R_{LC_i} \times R_{SP(s)-N}$	NLM-SC: 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLM: 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년) RSC: 퇴비화 비율 (%) RPC: 정화처리 비율 (%) RLC: 액비화 비율 (%) RSP(s)-N: 고액분리 후 고형물 내 질소 비율 (N %) i: 축종
N2-3	액비화되는 가축분뇨 내 질소	$N_{LM-LC} = \sum N_{LM_i} \times R_{LC_i} \times R_{SP(t)-N}$	NLM-LC: 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLM: 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년) RLC: 액비화 비율 (%) RSP(1)-N: 고액분리 후 액상물 내 질소 비율 (N %) i: 축종

양분 유입 - 처리된 가축분뇨 생산량 (Soil budget)

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N2	처리된 가축분뇨 생산량 (Soil budget)	$N_{LA} = N_{LA-PC} + N_{LA-SC} + N_{LA-LC}$	NLA: 처리된 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년) NLA-PC: 정화처리 방류수 내 질소 (ton N/년) NLA-SC: 퇴비 내 질소 (ton N/년) NLA-LC: 액비 내 질소 (ton N/년)
N2-1	정화처리 방류수 내 질소	$N_{LA-PC} = \sum (E_{LM-PC_i} \times R_{PC-IN_i} \times SE_{N-IN} + E_{LM-PC_i} \times R_{PC-PU_i} \times SE_{N-PU}) \times F_U$	NLA-PC: 정화처리 방류수 내 질소 (ton N/년) ELM-PC: 정화처리되는 가축분뇨량 (ton/년) RPC-IN: 정화처리(자가) 비율 (%) RPC-PU: 정화처리(공공처리시설) 비율 (%) SEN-IN: 방류수 수질기준(총 질소-자가) (mg N/L) SEN-PU: 방류수 수질기준(총 질소-공공처리시설) (mg N/L) FU: 단위조정계수 i: 축종
N2-2	퇴비 내 질소	$N_{LA-SC} = \sum N_{LM-SC_i} \times F_{NL-SC_i}$	NLA-SC: 퇴비 내 질소 (ton N/년) NLM-SC: 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) FNL-SC: 퇴비 양분부하계수 (%) i: 축종
N2-3	액비 내 질소	$N_{LA-LC} = \sum N_{LM-LC_i} \times F_{NL-LC_i}$	NLA-LC: 액비 내 질소 (ton N/년) NLM-LC: 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) FNL-LC: 액비 양분부하계수 (%) i: 축종

양분 유입 - 가축분뇨 수출입량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N3	가축분뇨 수출입량	$N_{TR} = \sum N_{IM_{ij}} - N_{EX_{ij}}$	NTR: 수·출입된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년) NIM: 수입된 질소 (ton N/년) NEX: 수출된 질소 (ton N/년) i: 퇴비 j: 액비
N3-1	수입된 퇴·액비 내 질소	$N_{IM_{ij}} = \sum (S_{IM_i} \times C_{SC-N} \times F_U) + (S_{IM_j} \times C_{LC-N} \times F_U)$	NIM: 수입된 질소 (ton N/년) SIM: 수입된 물질의 양 (ton/년) CSC-N: 퇴비 내 질소 농도 (N %) CLC-N: 액비 내 질소 농도 (N %) FU: 단위조정계수 i: 퇴비 j: 액비
N3-2	수출된 퇴·액비 내 질소	$N_{EX_{ij}} = \sum (S_{EX_i} \times C_{SC-N} \times F_U) + (S_{EX_j} \times C_{LC-N} \times F_U)$	NEX: 수출된 질소 (ton N/년) SEX: 수출된 물질의 양 (ton/년) CSC-N: 퇴비 내 질소 농도 (N %) CLC-N: 액비 내 질소 농도 (N %) FU: 단위조정계수 i: 퇴비 j: 액비

양분 유입 - 유기질비료 공급량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N4	유기질비료 공급량	$N_{OF} = \sum S_{OF_i} \times C_{OF-N_i} \times F_U$	NOF: 유기질비료 내 질소 (ton N/년) SOF: 유기질비료 공급량 (ton N/년) COF-N: 유기질비료 내 질소함량 (N %) FU: 단위조정계수 i: 유기질비료

양분 유입 - 생물학적 질소고정

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N5	생물학적 질소고정	$N_{NF} = \sum NF_{LE_i} + NF_{AL_i}$	NNF: 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년) NFLE: 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년) NFAL: 토양 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년) i: 지역
N5-1	두과작물 유래 생물학적 질소고정량	$NF_{LE} = A_{LE} \times F_{NF-LE} \times F_U$	NFLE: 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년) ALE: 두과작물 재배면적 (ha) FNF-LE: 두과작물의 평균 질소고정계수 (kg N/ha/년) FU: 단위조정계수
N5-2	토양 유래 생물학적 질소고정량	$NF_{AL} = (A_{RP} \times F_{NF-RP} \times F_U) + \{(A_{DF} - A_{LE}) \times F_{NF-DF} \times F_U\}$	NFAL: 토양 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년) ARP: 논 면적 (ha) ADF: 밭 면적 (ha) ALE: 두과작물 재배 경지면적 (ha) FNF-RP: 논 질소고정계수 (kg N/ha/년) FNF-DF: 밭 질소고정계수 (kg N/ha/년) FU: 단위조정계수

양분 유입 - 대기 침적량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N6	대기 침적량	$N_{AS} = A_{AL} \times F_{AS-N} \times F_U$	NAS: 대기 유래 질소 침적량 (ton N/년) AAL: 경지 면적 (ha) FAS-N: 대기 중 질소 침적계수 (kg N/ha/년) FU: 단위조정계수

양분 유입 - 파종·식재용 재료를 통한 유입량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N7	파종·식재용 재료를 통한 유입량	$N_{SC} = \sum A_{SC_i} \times F_{SC-N_i} \times F_U$	NSC: 파종·식재용 재료를 통한 유입량 (ton N/년) AAC: 파종작물의 재배면적 (ha) FSC-N: 파종작물의 질소 유입계수 (kg N/ha/년) FU: 단위조정계수 i: 파종작물

양분 유입 - 총 유입량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N8	총 유입량	$N_{IN} = N_{CF} + N_{LM} + N_{TR} + N_{OF} + N_{NF} + N_{AS} + N_{SC}$	NIN: 총 유입 질소 (ton N/년) NCF: 화학비료(광물비료) 질소 소비량 (ton N/년) NLM: 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년) NTR: 수·출입된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년) NOF: 유기질비료 질소 공급량 (ton N/년) NNF: 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년) NAS: 대기 유래 질소 침적량 (ton N/년) NSC: 파종·식재용 재료를 통한 유입량 (ton N/년)

양분 유출 - 작물 생산량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N9	작물 생산량	$N_{CP} = \sum PR_{CR_i} \times C_{CR-N_i} \times F_U$	NCP: 작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년) PRCR: 작물의 생산량 (ton/년) CCR-N: 작물의 질소 함량 (N %) FU: 단위조정계수 i: 작물

양분 유출 - 사료작물 생산량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N10	사료작물 생산량	$N_{FP} = \sum PR_{FC_i} \times C_{FC-N_i} \times F_U$	NFP: 사료작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년) PRFC: 사료작물의 생산량 (ton/년) CFC-N: 사료작물의 질소 함량 (N %) FU: 단위조정계수 i: 사료작물

양분 유출 - 작물잔재량 (데이터 미확보)

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N11	작물잔재량	$N_{RE} = \sum PR_{CR_i} \times F_{RE_i} \times C_{RE-N_i} \times F_U$	NRE: 작물잔재에 의한 질소 유출량 (ton N/년) PRCR: 작물의 생산량 (ton/년) FRE: 작물잔재발생계수 CRE-N: 작물잔재의 질소 함량 (N %) FU: 단위조정계수 i: 작물잔재

양분 유출 - 총 유출량

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N12	총 유출량	$N_{OUT} = N_{CP} + N_{FC} + N_{RE}$	NOUT: 총 유출 질소 (ton N/년) NCP: 작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년) NFP: 사료작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년) NRE: 작물잔재에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

양분 잔고 - 총 잔고

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N13	총 질소 잔고	$N_S = N_I - N_O$	NS: 총 질소 잔고 (ton N/년) NI: 총 질소 유입 (ton N/년) NO: 총 질소 유출 (ton N/년)



양분 잔고 - 총 대기 잔고 (1)

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N14	총 질소 대기잔고	$N_{S-A} = N_{LO-PC} + N_{LO-SC} + N_{LO-LC} + N_{LO-VD}$	NS-A: 총 질소 대기잔고 (ton N/년) NLO-PC: 가축분뇨 정화처리 시 소실되는 질소 (ton N/년) NLO-SC: 가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 질소 (ton N/년) NLO-LC: 가축분뇨 액비화 시 소실되는 질소 (ton N/년) NLO-VD: 비료물질의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)
N14-1	가축분뇨 정화처리 시 소실되는 질소	$N_{LO-PC} = \sum N_{LM-PC_i} - N_{LA-PC_i}$	NLO-PC: 가축분뇨 정화처리 시 소실되는 질소 (ton N/년) NLM-PC: 정화처리되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLA-PC: 정화처리 방류수 내 질소 (ton N/년) i: 축종
N14-2	가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 질소	$N_{LO-SC} = \sum N_{LM-SC_i} - N_{LA-SC_i}$	NLO-SC: 가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 질소 (ton N/년) NLM-SC: 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLA-SC: 퇴비 내 질소 (ton N/년) i: 축종
N14-3	가축분뇨 액비화 시 소실되는 질소	$N_{LO-LC} = \sum N_{LM-LC_i} - N_{LA-LC_i}$	NLO-SC: 가축분뇨 액비화 시 소실되는 질소 (ton N/년) NLM-SC: 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년) NLA-SC: 액비 내 질소 (ton N/년) i: 축종

양분 잔고 - 총 대기 잔고 (2)

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N14-4	비료물질의 토양 시비 후 질소 소실량	$N_{LO-VD} = N_{LO-VD(F)} + N_{LO-VD(C)} + N_{LO-VD(O)} + N_{LO-D(A)}$	NLO-VD: 비료물질의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년) NLO-VD(F): 화학비료의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년) NLO-VD(C): 퇴·액비의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년) NLO-VD(O): 유기비료 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년) (미확보) NLO-D(A): 농경지에서 탈질되는 질소 (ton N/년)
N14-4 (1)	화학비료의 토양 시비 후 소실되는 질소	$N_{LO-VD(F)} = N_{CF} \times F_{VO-CF} + N_{CF} \times F_{DE-CF}$	NLO-VD(F): 화학비료의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년) NCF: 화학비료 질소 공급량 (ton N/년) FVO-CF: 화학비료의 토양 시비 후 휘발 계수 (%) FDE-CF: 화학비료의 토양 시비 후 탈질 계수 (%)
N14-4 (2)	퇴·액비의 토양 시비 후 소실되는 질소	$N_{LO-VD(C)} = (N_{LA-SC} + N_{LA-LC}) \times F_{VO-CO} + (N_{LA-SC} + N_{LA-LC}) \times F_{DE-CO}$	NLO-VD(C): 퇴·액비의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년) NLA-SC: 퇴비화 내 질소 (ton N/년) NLA-LC: 액비화 내 질소 (ton N/년) FVO-CO: 퇴·액비의 토양 시비 후 휘발 계수 (%) FDE-CO: 퇴·액비의 토양 시비 후 탈질 계수 (%)
N14-4 (3)	농경지에서 소실되는 질소	$N_{LO-D(A)} = (A_{RP} + A_{DF}) \times F_{DE-AL}$	NLO-D(A): 농경지에서 탈질되는 질소 (ton N/년) ARP: 논 면적 (ha) ADF: 밭 면적 (ha) FDE-AL: 화학비료의 토양 시비 후 탈질 계수 (%)

양분 잔고 - 총 수계 잔고

항목		양분수지 산정식	각 기호 및 자료
N15	총 수계잔고	$N_{S-H} = N_S - N_{S-A}$	NS-H: 총 질소 수계잔고 (ton N/년) NS: 총 질소 잔고 (ton N/년) NS-A: 총 질소 대기잔고 (ton N/년)

## 2. 강원도 C시 대상 양분수지 산정방법의 적용 (Case study)

- 지역단위 양분관리를 위한 case study로 강원도의 한 지역을 선정하였으며 개선된 양분수지 산정식을 적용하여 세부 지역단위 양분수지를 파악하고 양분관리 방안을 모색함.

### 2.1 C시의 통계현황

#### □ 유입 항목

- C시의 화학비료 공급량은 통계청(성분별)자료 기준 질소 990 ton N/년, 인 160 ton P/년이었으며, 유기질비료 공급량은 농협중앙회 사업량 기준 1,724 ton N/년, 인 450 ton P/년으로 보고되었음.
- 화학비료 및 유기질비료 공급량의 경우 세부 행정구역별 통계가 존재하지 않으므로 시 전체의 공급량을 각 행정구역별 경지면적 비로 나눠 산출하였음.
- C시의 가축사육두수는 각 통계의 주체기관 별로 상이하였음. 지역단위 가축사육두수의 통계는 크게 시/군 통계, Agrix, 방역두수가 있으며, 시/군 통계의 경우 전체적인 사육두수만 보고하고 있었으나, Agrix는 면단위, 방역두수의 경우 농가단위로 가축사육두수를 보고하고 있었음.
- C시 기준 방역두수는 한우와 젓소를 소로 통합하여 보고하고 있었고, Agrix의 경우 농경지 및 가축사육농가가 많은 지역의 가축사육두수가 표시되지 않는 문제를 가지고 있었음. 따라서 본 연구에서는 각 자료의 신뢰성을 고려하여 농가단위 가축사육두수를 보고하고 있는 방역두수를 사용하였으며, 한육우 및 젓소의 양분유입량은 시/군통계의 한육우와 젓소 비율을 이용하여 나누었음.
- 생물학적 질소고정, 대기침적량, 파종/식재용 재료로 인한 유입량을 계산하기 위해 시/군 통계 내 작물 재배면적과 경지면적을 이용하였으며, C시의 경지면적은 3,179 ha였으며, 두과작물의 재배면적은 250 ha로 보고되었음.

- 가축분뇨 수출입량에 의한 유입량은 공동자원화시설에서 생산되는 퇴비와 액비로 나뉘지며, 퇴비는 농협중앙회의 퇴비 공급·판매량 통계, 액비는 가축분뇨 전자인계관리 시스템과의 연계를 통해 확보하거나, 공동자원화시설의 시비기록을 통해 확보해야하며, C시의 경우 공동자원화시설이 존재하지 않아 산출하지 않았음.

<표 7-1> C시의 비료물질 공급량

구분	화학비료 공급량 (성분별)			유기질비료 공급량		
	계	질소질	인산질	판매량	질소	인
	ton/년			ton/년	ton N/년	ton P/년
C시	1,358	990	368	24,814	259	68

자료 : 화학비료 공급량 성분별 (통계청, 2016); 유기질비료 공급량 (농협중앙회, 2017)

<표 7-2> C시의 가축사육두수

구분	가축사육두수			
	계	소	돼지	가금
	두			
C시	489,162	16,565	9,948	462,649

자료 : 가축사육두수 (방역두수, 2017)

<표 7-3> C시의 가축분뇨 발생량

지명		가축분뇨 발생량				
		계	한육우	젓소	돼지	가금
			ton/년			
C시	계	113,732	79,764	6,743	9,477	17,748
	C-1	0	0	0	0	0
	C-2	7,167	6,573	556	0	39
	C-3	12,718	7,016	593	0	5,109
	C-4	5,263	4,820	407	0	36
	C-5	3,593	3,231	273	6	83
	C-6	25,216	13,950	1,179	5,432	4,655
	C-7	2,399	173	15	0	2,211
	C-8	2,608	2,398	203	4	3
	C-9	5,801	3,034	256	2,477	34
	C10	831	756	640	0	11
	C-11	8,182	7,454	630	6	93
	C-12	10,194	7,791	659	1,553	192
	C-13	29,682	22,516	1,903	0	5,263
C-14	75	53	4	0	18	

□ 유출 항목

- C시의 작물생산에 의한 양분 유출량 산출을 위해 시/군 통계 내 작물 종류별 생산량을 이용하였으며, 사료작물의 경우 생산량 통계가 존재하지 않아 제외하였음.

<표 7-4> C시의 작물별 재배면적 및 생산량

구분	재배면적	생산량
	ha	ton/년
벼	1,445	7,236
보리(맥류)	8	14
두류	250	363
잡곡	469	2,179
서류	532	14,477
채소(과채류)	1,048	63,299
채소(엽채류)		11,456
채소(근채류)		2,900
채소(조미채소)		326
특용약용작물	102	70
과수	332	2,976

자료 : 작물별 재배면적 및 생산량 (시/군 통계, 2016)

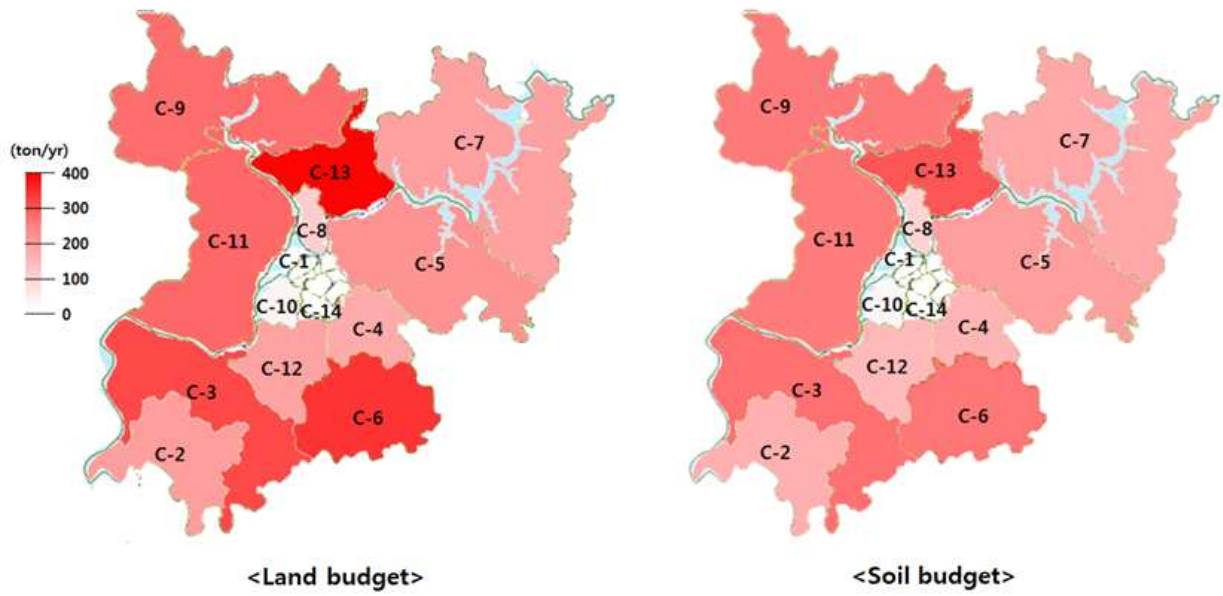
## 2.2 C시의 양분수지

- C시의 경우 소규모의 전업농이 약 1,300여 농가 존재하며, 가축사육두수 및 가축분뇨의 발생량에 따르면 한육우 사육농가가 다른 축종에 비해 다수 운영되고 있음.
- 발생된 분뇨의 처리가 까다롭고, 부하도가 높은 돼지 사육농가는 10농가가 운영되고 있으며, 대부분 중소규모로 C시 내 가축분뇨 공동자원화시설이나 공공처리시설이 없으므로 돼지 사육농가 중 1 곳이 국가의 지원을 받아 정화처리시설을 운영하여 주변 농가의 분뇨를 수거·정화 방류처리하고 있었음.
- C시의 양분수지를 산출한 결과 평균 양분수지는 Land budget의 총 잔고 기준 질소 2,194 ton N/년, 인 343 ton P/년, Soil budget의 총 잔고 기준 질소 1,722 ton N/년, 인 270 ton P/년으로 나타나 농업환경으로 과량의 양분이 유입되고 있는 것으로 나타남.
- Land budget 기준으로 질소의 유입항목에서 가장 큰 영향을 차지하는 항목은 화학비료 유입량으로 전체 유입량의 36.8%에 해당했으며, 다음으로는 가축분뇨 30.1%로 나타남.
- Soil budget 기준으로 유입원 별 기여도를 확인한 결과 처리된 가축분뇨 유래 질소량은 전체 유입량의 15.1% 수준인 것으로 나타나 축산농가가 농업환경의 양분 유입에 미치는 영향이 화학비료에 비해 약 3배 낮은 것으로 나타남.
- Land budget 기준으로 인의 유입항목에서 가장 큰 영향을 차지하는 항목은 가축분뇨 유입량으로 전체 유입량의 45.3%에 해당했으며, 다음으로는 화학비료로 37.3%로 나타남.
- Soil budget 기준으로 유입원 별 기여도를 확인한 결과 처리된 가축분뇨 유래 인의 양은 전체 유입량의 33.8% 수준으로 화학비료 보다 1.3배 낮은 기여도를 나타내는 것으로 산출됨.
- 각 산정방법별 질소, 인 양분수지 모두에서 유기질비료 유래 양분유입량이 높게 나타났으며, 이 지역의 삭감정책 수행 시 질소와 인의 종합적인 관리가 필요할 것으로 판단됨.
- 동/면단위별 총 양분잔고를 비교한 결과 C-13 지역에서 질소와 인 모두 가장 높은 것으로

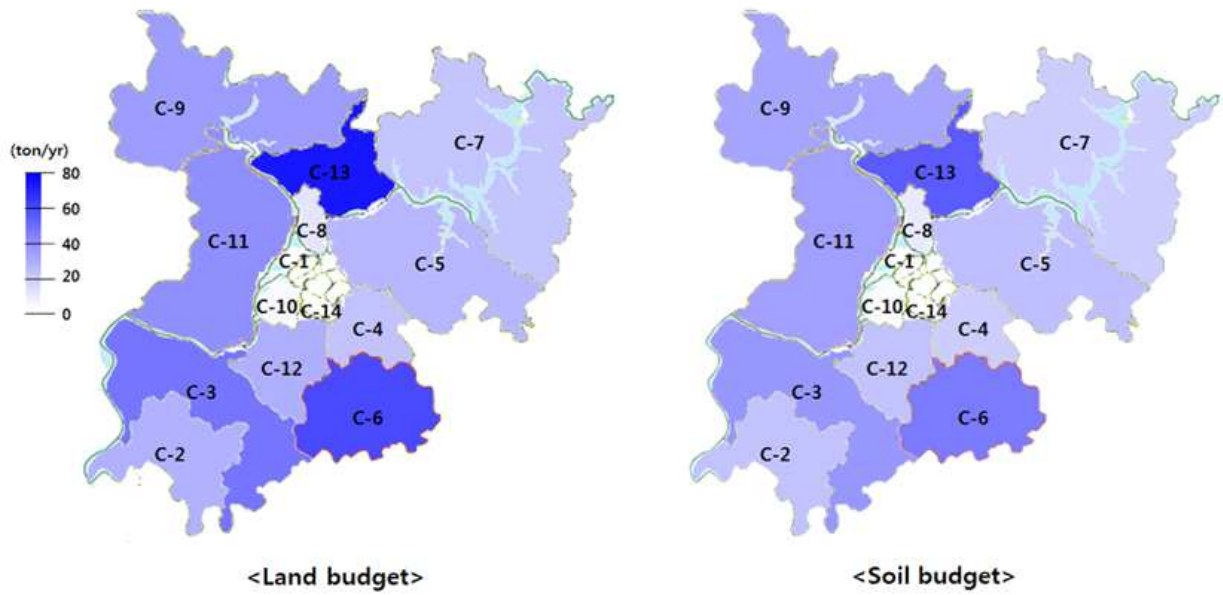


나타났음. 해당 지역의 양분유입원 별 유입량을 비교한 결과 가축분뇨 유래 양분량이 타 지역에 비해 높은 것으로 나타났으며, 화학비료와 유기질비료의 사용량도 C시의 동/면별 평균 사용량을 웃돌았음.

- 따라서 C-13 지역의 경우 전체적인 양분삭감 정책이 우선적으로 추진되어야 할 것으로 판단됨.
- 동/면단위별 농경지 면적당 양분잔고를 비교한 결과 C-7 지역에서 질소와 인 모두 가장 높았는데 이는 유입량에 비해 경지면적이 작기 때문인 것으로 판단됨. C-7 지역의 경우 유기질비료 유래 유입량이 월등히 높아 삭감이 요구됨.
- Soil budget을 기준으로 C시의 양분수지를 종합적으로 검토한 결과, 화학비료의 과다 공급 및 낮은 작물생산량이 양분수지를 과다하게 만드는 주요 원인으로 판단되며, 화학비료의 사용량을 삭감하고 지역 내에서 생산되는 가축분뇨 퇴·액비의 대체 시비가 적절할 것으로 판단됨.
- 개선된 양분수지산정법을 활용하여 지역단위 양분수지를 산출한 결과 통계자료의 미비와 계수 미확보로 인한 작물잔재량의 미 산출로 인해 지역단위 양분수지가 과다하게 산정된 것으로 판단됨.
- 지역단위의 정확한 양분수지 산출을 위해 화학비료 및 유기질비료, 사료작물의 지역단위(시/도, 동/면) 재배면적 등 세부 데이터를 정확히 확보할 수 있는 통계체계의 개선이 요구되어지며, 추후 연구를 통해 작물잔재를 고려하기 위한 계수의 확보가 선행되어야 할 것으로 판단됨.



<그림 7-4> C시의 동/면 단위 질소수지 비교



<그림 7-5> C시의 동/면 단위 인수지 비교

<표 7-5> C시의 질소수지 (Land budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과종작물	계	작물생산	사료작물 생산	계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
	ton N/년							ton N/년			ton N/년			ton N /ha·년
계	807	987	259	375	245	6	2,680	271	215	486	2,194	87	1,342	1.7
C-1	0	12	3	4	3	0	22	0	3	3	19	3	16	1.90
C-2	42	70	18	28	17	1	176	15	15	30	146	50	96	2.60
C-3	110	110	29	42	27	0	317	28	24	7	265	107	158	2.14
C-4	31	72	19	28	18	1	168	26	16	42	126	43	83	0.66
C-5	21	91	24	34	23	1	194	19	20	39	155	40	115	2.28
C-6	193	76	20	29	19	0	337	15	16	31	306	156	150	4.25
C-7	30	74	19	29	18	0	170	13	16	29	141	40	101	4.15
C-8	15	45	12	16	11	1	100	11	10	21	79	24	55	0.82
C-9	41	114	30	45	28	0	257	25	25	50	207	57	150	1.63
C-10	5	15	4	5	4	0	33	7	3	10	23	8	15	0.26
C-11	48	126	33	47	31	0	285	45	27	72	213	69	144	1.75
C-12	64	60	16	23	15	1	179	25	13	38	141	63	78	1.00
C-13	208	121	32	44	30	1	437	42	26	68	369	192	177	1.20
C-14	1	3	1	1	1	0	5	1	1	2	3	1	2	0.38

<표 7-6> C시의 인수지 (Land budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과종작물	계	작물생산	사료작물 생산	계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
	ton P/년							ton P/년			ton P/년			ton P /ha·년
계	194	160	68	0	6	1	428	7	33	85	343		343	0.24
C-1	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	3		3	0.30
C-2	12	11	5	0	0	0	29	3	2	5	24		24	0.43
C-3	23	18	8	0	1	0	49	5	4	9	40		40	0.32
C-4	9	12	5	0	0	0	26	5	2	7	19		19	0.10
C-5	6	15	6	0	1	0	28	3	3	6	22		22	0.32
C-6	43	12	5	0	0	0	60	3	3	6	54		54	0.75
C-7	5	12	5	0	0	0	22	2	2	4	18		18	0.53
C-8	4	7	3	0	0	0	15	5	1	6	9		9	0.09
C-9	9	18	8	0	1	0	36	5	4	9	27		27	0.21
C-10	1	2	1	0	0	0	5	1	0	1	4		4	0.04
C-11	14	20	9	0	1	0	43	7	4	11	32		32	0.26
C-12	17	10	4	0	0	0	31	4	2	6	25		25	0.18
C-13	51	20	8	0	1	1	81	8	4	12	69		69	0.22
C-14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		1	0.13

<표 7-7> C시의 질소수지 (Soil budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과종작물	계	작물생산	사료작물 생산	계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
	ton N/년							ton N/년			ton N/년			ton N /ha·년
계	335	987	259	375	245	6	2,208	271	215	486	1,722	380	1,342	1.19
C-1	0	12	3	4	3	0	22	0	3	3	19	3	16	1.90
C-2	15	70	18	28	17	1	149	15	15	30	119	23	96	2.12
C-3	47	110	29	42	27	0	255	28	24	7	203	45	158	1.64
C-4	11	72	19	28	18	1	148	26	16	42	106	23	83	0.55
C-5	8	91	24	34	23	1	180	19	20	39	141	27	114	2.07
C-6	88	76	20	29	19	0	231	15	16	31	200	50	150	2.78
C-7	14	74	19	29	18	0	155	13	16	29	126	24	102	3.71
C-8	5	45	12	16	11	1	90	11	10	21	69	14	55	0.71
C-9	20	114	30	45	28	0	236	25	25	50	186	36	150	1.47
C-10	2	15	4	5	4	0	30	7	3	10	20	5	15	0.22
C-11	17	126	33	47	31	0	254	45	27	72	182	38	144	1.49
C-12	26	60	16	23	15	1	141	25	13	38	103	25	78	0.73
C-13	82	121	32	44	30	1	311	42	26	68	243	66	177	0.79
C-14	0	3	1	1	1	0	5	1	1	2	3	1	2	0.38

<표 7-8> C시의 인수지 (Soil budget)

지역	유입							유출			잔고			
	가축분뇨	화학비료	유기질 비료	질소고정	대기침적	과종작물	계	작물생산	사료작물 생산	계	총 잔고	총 대기잔고	총 수계잔고	ha당 양분수지
	ton P/년							ton P/년			ton P/년			ton P /ha·년
계	120	160	68	0	6	1	355	7	33	85	270		270	0.19
C-1	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	3		3	0.30
C-2	7	11	5	0	0	0	24	3	2	5	19		19	0.34
C-3	13	18	8	0	1	0	39	5	4	9	30		30	0.24
C-4	5	12	5	0	0	0	22	5	2	7	15		15	0.08
C-5	4	15	6	0	1	0	25	3	3	6	19		19	0.28
C-6	28	12	5	0	0	0	46	3	3	6	40		40	0.56
C-7	2	12	5	0	0	0	20	2	2	4	16		16	0.47
C-8	3	7	3	0	0	0	13	5	1	6	7		7	0.07
C-9	7	18	8	0	1	0	34	5	4	9	25		25	0.20
C-10	1	2	1	0	0	0	4	1	0	1	3		3	0.03
C-11	8	20	9	0	1	0	38	7	4	11	27		27	0.22
C-12	11	10	4	0	0	0	25	4	2	6	19		19	0.13
C-13	30	20	8	0	1	1	60	8	4	12	48		48	0.16
C-14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		1	0.13

### 3. 지역단위 양분관리를 위해 실현가능한 삭감방안

- 양분 유입·유출·잔고로 분류되는 양분수지 산정식에서 양분 유출량을 늘리거나 유입량을 감소시켜 총 잔고를 감축하는 방안이 실제적 삭감방안이라 할수 있음.
- 지역단위 양분수지 삭감 효과를 적절히 적용할 수 있는 양분수지 산정법의 선정이 필요한 시점임.

#### □ 양분수지 산정법에서의 실제적 양분삭감방안

##### ○ 화학비료 사용량 감축

- 유입항목 중 화학비료 생산량의 감소로 총 양분수지의 삭감이 가능함.
- \* Land budget & Soil budget: 총 잔고의 삭감 가능
- 우리나라의 경우 OECD 양분수지산정법에 따르면 화학비료는 기축분뇨 다음으로 많은 양을 차지하고 있음.
- 경종농가의 경우 작물의 필요로 하는 양 이상으로 비료를 사용하는 경향을 보이고 있으므로 비료 시비처방의 체계화 및 퇴·액비 품질 향상 등 비료 사용량 감축을 유도할 수 있는 노력이 필요함.
- 정부에서 정책적으로 지원하는 경축순환농업단지의 조성을 통해서 퇴·액비의 화학비료 사용량 대체를 실현시켜 양분수지를 삭감할 수 있음.
- 그러나 경축순환농업단지는 지자체 내 일부 지역에 한정되는 방안으로 국내 토양 및 작물의 성장환경을 고려하여 화학비료 전량을 대체할 수는 없을 것으로 판단됨.

##### ○ 작물생산량 증대

- 유출항목 중 작물 생산량의 증가로 총 양분수지의 삭감이 가능함.
- \* Land budget & Soil budget: 총 잔고의 감소로 실제적인 삭감효과가 반영됨.
- 작부체계의 개선이나 휴경지의 최소화, 작물 육종을 통한 면적당 작물 생산량 증대 등을 통해서 양분의 유출을 확대할 수 있음.

- 조사료 단지 확대를 통해서 국내 가축사육 시 조사료 자급률을 높이고, 외국으로부터 수입하는 조사료 양을 절감하는 효과를 얻어 양분 삭감 가능함.

\* Land budget & Soil budget:

- 조사료 생산량 증대를 통한 양분유출량 증대로 총 잔고의 감소하므로 실제적인 삭감효과가 반영됨.
- 그러나 조사료 수입 저감에 따른 국내 양분 유입량 감소는 각 산정법에 고려할 항목이 없어 삭감효과를 반영하지 못함.

#### ○ 정화처리

- Land budget:

- \* 가축분뇨 발생량만을 유입 항목으로 설정했기 때문에 수계로의 양분유입량 감소를 나타낼 수 없으며, 따라서 총 잔고도 변하지 않음.
- \* 총 잔고의 변화 없어 실제적인 삭감효과 없음.
- \* 수계 잔고가 감소하며, 수계 잔고의 감소량 만큼 대기중으로 질소가 휘산된 것으로 가정되기 때문에 대기 잔고가 증가함.

- \* Soil budget:

- \* 가축분뇨의 정화처리 시 원분뇨 대비 방류수에는 거의 대부분의 양분이 제거되어지며 이를 통해 수계로의 양분유입량이 감소함.
- \* 수계로의 양분유입량 감소를 양분 유입항목 내 가축분뇨 시비량에 반영할 수 있어 총 잔고도 감소함.
- \* 총 잔고가 감소하여 실제적인 삭감 효과가 반영됨.



○ 고품질 퇴·액비화

- Land budget:

\* 정화처리와 동일하며 실질적인 삭감효과가 없음. 총 잔고는 변하지 않음.

- Soil budget:

\* 정화처리와 마찬가지로 가축분뇨의 자원화 시 생산된 퇴·액비 내에는 원분뇨 대비 상당량의 양분이 감소되어져 수계로의 양분유입량이 감소함

\* 정화처리와 동일하게 실질적인 삭감효과가 반영됨. 총 잔고가 감소함.

○ 고품연료화

- Land budget:

\* 정화처리와 동일하며 실질적인 삭감효과가 없음. 총 잔고는 변하지 않음.

- Soil budget:

\* 발생된 가축분뇨를 토양 시비 외에 에너지 생산을 위한 원료로 사용하므로 토양으로 유입되는 양분량이 감소

\* 토양으로 유입되지 않으므로 양분 유입항목 내 가축분뇨 시비량이 줄어들며, 총 잔고도 감소함.

\* 총 잔고가 감소하여 실제적인 삭감 효과 반영.

○ 질소·인 회수 후 재이용

- 가축분뇨 내에서 양분을 회수하여 화학비료 및 사료용 인산칼슘을 대체하므로 토양으로 유입되는 양분의 양이 감소하며 외국으로부터의 인광석 수입량 및 가축분뇨 유래 환경유입량 감소에 따른 양분삭감이 가능함.

\* Land budget & Soil budget: 화학비료 사용량의 감소로 인해 총 잔고가 감소하여 실제적인 삭감효과가 반영됨.

○ 분뇨생산량 감축

- 가축사육두수 제한은 축산농가의 생존권을 위협한다는 측면에서 최후의 양분수지 삭감 수단으로 가축분뇨 발생으로 인한 양분 삭감이 가능함.

- \* Land budget & Soil budget: 가축분뇨 발생량 및 가축분뇨 시비량의 감소로 인해 총 잔고가 감소하여 실제적인 삭감효과가 반영됨.

○ 퇴·액비 수출

- Land budget:

- \* 생산된 퇴·액비를 외국으로 수출함으로써 토양에 유입되는 양분량의 삭감이 가능함. 그러나 대기잔고는 감소하지 않음 (퇴·액비 생산 중 배출되는 질소가스 → 대기잔고)

- \* 수출한 퇴·액비의 양분량 만큼만 총 잔고가 약간 삭감됨.

- Soil budget:

- \* 수출한 퇴·액비의 양분량이 유입 항목 내 가축분뇨 시비량에서 제외되므로 총 잔고가 삭감됨.

- \* 총 잔고가 감소하여 실제적인 삭감 효과가 반영됨.

○ 가축분뇨 수출

- 원분뇨를 그대로 수출할 시 양분 유입량 감소함.

- \* Land budget & Soil budget: 총 잔고의 감소로 실제적인 삭감효과가 반영됨.

<표 7-9> 양분수지 산정법 별 양분 삭감방안 반영 여부

삭감방안	양분 삭감효과 반영 여부	
	Land budget	Soil budget
화학비료 소비량 감축	O	O
작물생산량 증대	O	O
정화처리	X	O
고품질 퇴·액비화	X	O
고형연료화	X	O
질소·인 회수 후 활용	O	O
분뇨생산량 감축	O	O
퇴·액비 수출	△	O
가축분뇨 수출	O	O

## 4. 국내 양분수지 산정식의 적용 시 산정법 별 보완사항

### □ Land budget

#### ○ 가축분뇨 처리 시 소실된 양분의 분류

- 처리 중 휘발되어 악취저감시설 (탈취탑, 바이오커튼 등)에 포집된 질소량

\* 연구수행을 통해 악취저감시설 포집량 및 대기 유출량에 대한 계수 필요

\* 산출 후 대기잔고의 삭감항목으로 추가

#### ○ 정화처리 과정에서 소실되는 질소의 잔고 분류

\* 정화처리 시 실시하는 고액분리 과정에서 분리된 고형물 내 질소량과 생물학적 처리과정에서 발생하는 질소 휘발량을 분리한 잔고산정이 요구

\* 현재 국립환경과학원의 특허에서는 소실된 질소량 모두가 대기잔고에 포함되는 것으로 되어있어 대기질소잔고 과다 산출이 우려됨.

\* 연구수행을 통해 고액분리 시 제거되어지는 질소량 및 대기 중 휘발된 질소량에 대한 계수 필요

\* 각 물질의 처리방안에 따른 잔고 분류 필요

□ Soil budget

○ 퇴·액비 시비량 통계

- Soil budget 적용 시 개별농가단위의 퇴·액비 생산 후 농경지로 유입되는 양의 통계가 필요

□ 공통사항

○ 가축분뇨 자원화(퇴·액비) 시 인의 소실

- 농진청 국책과제 수행 시 축종별 자원화방법별 양분 유입(원분뇨)와 유출량(퇴·액비) 비교결과, 퇴·액비 내 인은 유입된 인 보다 일반적으로 낮은 값을 나타냄.

\* 인은 대기 중으로는 이동하지 못하는 물질임.

\* 발생한 가축분뇨를 퇴비사와 액비조에 투입하여 특정 외부환경(토양 및 수계)과 격리시킨 후 자원화하는 우리나라의 가축분뇨 처리 시스템(closed system)상 낮은 인은 퇴비사와 액비조의 표면이나 바닥에 잔존해 있을 것으로 추정됨.

\* 축사 외부로 유출되지 않은 인의 경우 토양이나 수계 환경에 영향을 미치지 않으므로 인 조정계수가 고려되어야 한다고 판단됨.

○ 작물별 작물 및 작물잔재 생산비율 확보

- 현재 통계청에는 작물별 생산량이 제시되어 있으므로 작물 생산량 대비 작물잔재 생산량의 비(작물잔사계수)의 개발이 필요

○ 시비 후 토양에서 소실되는 양분량 산정

- 경지 종류별 탈질량

\* 국내 경지의 종류별 비율은 논 54.5%, 밭 45.5% 이며 (농림축산식품통계연보, 2017), 미국, 유럽 등과 달리 논 면적이 상당량을 차지하고 있음.

\* 일반적으로 논에서는 밭에 비해 탈질이 많이 일어난다고 보고되고 있으며,  $N_2O$ ,  $N_2$  등 경지 종류에 따라 대기 중으로 유출되는 질소가스 산출 계수가 필요함.

- 유입 양분별 소실되는 질소량

- \* 우리나라는 농경지에 화학비료, 유기질비료, 가축분뇨 퇴·액비가 주로 유입되어지며, 배출된 가축분뇨가 직접 농경지로 시비되는 외국의 상황과 다름.
- \* 토양 시비 후 양분종류에 따라 소실 (휘발·탈질)되는 질소의 양은 화학비료의 경우 선행연구에서 보고되고 있으나, 유기질 비료 및 가축분뇨 퇴·액비는 거의 없는 실정임.
- \* 국내 연구를 통해 유기질 비료 및 퇴·액비 시비 시와 시비 후 대기 중으로 소실되는 질소량을 파악해 산출 계수를 확보할 필요가 있음.

○ 유기질 비료 소비 통계 확보

- 유기질 비료의 경우 농협중앙회를 통해 주로 판매되고 있으나, 관련 소비량 통계가 내부자료로 통계청에 제시되고 있지 않으며, 농협 외 판매량의 확보가 어려워 통계체계의 개선이 요구됨.

## 제 8 장

# 제8장 양분관리에 대한 법 적용 검토

### 1. 검토 배경

- 양분은 작물재배에 필요로 하는 질소(N), 인산(P), 칼리(K) 등 성분을 의미하고, 양분은 주로 화학비료와 퇴·액비를 통해 토양에 공급됨
  - 비료관리법상 양분은 화학비료(보통비료), 농업·임업·축산업·수산업·제조업 또는 판매업 영위 과정에서 나온 부산물과 사람의 분뇨, 음식물류 폐기물 등을 이용하여 제조한 부산물비료 등을 통해 토양에 공급됨
  - 가축분뇨법상 양분은 가축분뇨를 원료로 하여 생산한 「비료관리법」에 따른 부산물비료 및 “가축분뇨법”에 따른 퇴·액비를 통해 토양에 공급됨
- 양분관리의 목적은 농업 생태계와 환경을 유지·보전하기 위해 지역단위 양분 투입과 반출을 조사·분석하여 지역 내 양분의 과부족을 최소화하기 위함이며, 구체적으로는 양분공급 과다 지역은 양분투입을 줄이고 양분이 부족한 지역은 외부로부터 양분을 투입하여 지역내 양분투입과 지출 수지가 균형을 이루게 하는 것임
- 양분관리가 실효성을 가지기 위해서는 지역단위 양분수지 결과를 토대로 중앙정부 차원에서 지역단위 양분관리 대상지역을 분류한 다음 지자체에서 지역 내 양분관리에 필요한 자료의 수집, 조사·분석을 정기적으로 수행하고 삭감 방안 등을 제시하기 위한 제도적 장치가 마련되어야 함
- 따라서 법 조문에 양분관리 조항 적용을 위해 관련 법률의 타당성을 검토코자 함

## 2. 양분관리 적용 대상 법률 검토

- 양분의 정의 및 양분관리의 목적에 비추어 현행 법률 중에서 양분관리를 적용하여 개정 가능한 대상 법률을 검토하였음

### 2.1 축산법

- 그동안의 축산법은 주로 가축의 개량, 축산물의 수급조절 및 가격안정, 축산업 허가, 유통개선 등에 대한 사항을 규정하여 왔으나 '18년 12. 31일부터 축산법 일부를 개정하여 축산환경을 정의하고 축산환경 개선을 법 목적에 추가하였음
  - “축산환경”이란 축산업으로 인해 사람과 가축에 영향을 미치는 환경이나 상태를 말하는 것으로 정의
- 이에 따라 농림축산식품부 장관은 축산환경 개선을 위해 5년마다 축산환경 개선 기본계획을 수립·시행하고 축산환경 개선 업무를 효율적으로 수행하기 위해 ‘축산환경개선 전담기관’을 지정할 수 있도록 하였음
- 또한 시·도시사는 5년마다 동 계획을 수립·시행하여 농식품부장관에게 보고하고 시장·군수는 1년마다 관내 축산환경개선 실행 계획, 시행 결과를 시·도시사에게 보고토록 하였음
  - 계획에는 축사의 설치·운영 현황과 개선, 축산악취, 분뇨처리 등 축산환경에 관한 현황과 개선, 그 밖에 농림축산식품부령으로 정하는 사항이 포함되어야 함
- 축산법 개정 내용을 검토한 결과, 개정 축산법의 축산 환경개선 사항은 축사, 악취, 분뇨처리에 국한되어 있고, 법 적용 대상자가 축산업관련 종사자이며 법의 내용이 양분관리 자료 수집에 필요한 작물재배현황, 토양 양분과의 연관성이 전혀 없어 법 체계상 축산법에 양분관리 조항을 두는 것은 어려움



## 2.2 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률

- 농림부·환경부 합동으로 가축분뇨 관리·이용 대책(2004)을 수립하면서 지역양분 총량제 도입을 검토하였고 이에 따라 '06년에 “가축 분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률”을 제정하였음
- 동법 제 7조(축사이전 비용 등의 지원)에 농림부장관은 농림부령이 정하는 바에 따라 주요 작목별 비료의 수요량, 농경지에 포함된 비료의 함량, 비료의 공급량 등을 조사할 수 있게 하였고, 조사 결과 농경지에 포함된 비료의 함량 및 비료의 공급량이 비료의 수요량을 초과하는 지역의 축산농가가 축사를 이전하거나 철거하는 경우에는 농림부령에 의거하여 그 축사의 이전비 또는 철거비 등을 지원할 수 있게 하였음
- '14년에 일부 개정하여 동법 제7조(가축분뇨실태조사 등)에 농림축산식품부장관, 환경부장관, 시·도지사, 특별자치시장 또는 특별자치도지사는 농경지에 포함된 비료의 함량, 비료의 공급량 및 가축분뇨 등으로 인한 환경오염의 실태 등을 조사(이하 "가축분뇨실태조사"라 한다)할 수 있게 하였음
- 또한 동법 제8조(가축사육의 제한 등)에서 환경부장관 또는 시·도지사는 동법 제7조에 의거하여 가축분뇨실태조사를 한 지역과 가축분뇨 등으로 인하여 수질 및 수생태계의 보전에 위해가 발생되거나 발생될 우려가 있는 지역의 경우 해당 시장·군수·구청장에게 해당 지역을 가축 사육 제한 구역으로 지정·고시하도록 요청할 수 있게 하였음
- 이상의 내용을 살펴보면, 현행 가축분뇨법에서 농림축산식품부 장관과 환경부장관이 농경지 함유 비료의 함량, 비료의 공급량을 조사하고, 비료의 공급량이 수요량을 초과하는 지역을 파악하며 지자체장이 가축분뇨실태 조사 지역 중 위해 발생우려가 있는 지역에 대해 사육제한 구역의 지정을 검토할 수 있기 때문에 가축분뇨법을 통해서 양분관리가 가능하다고 판단할 수는 있음
- 그러나 지자체의 환경부 소관 환경부서 또는 농림축산식품부 소관 축산부서에서 토양 중 비료의 함량, 가축분뇨 이외 비료의 수급현황, 작물 재배 종류 및 재배면적, 시비처방 등 양분관리에 필요한 구체적인 자료를 입수하는 것이 쉽지 않고 관련 전문지식도 부족하므로

지역 내 과학적인 양분지수 산정 작업을 추진하는 것은 어려울 것으로 판단됨

- 따라서 가축분뇨법에서는 향후 양분관리를 적용하는 타법의 조문 중에서 가축분뇨에 해당하는 항목에 대한 조사를 협조하고, 양분관리를 적용한 타법에서 밝혀진 양분관리 미흡 지역에 대한 삭감 등 규제 조치에 대한 사항을 가축분뇨법에 명시하는 것이 바람직함

## 2.3 비료관리법

- 비료관리법이 제정(1976년)된 이유는 비료의 품질향상과 수급의 원활 및 가격의 안정을 꾀하기 위함이었고 현행 법에서는 당초의 법 취지를 유지하면서 목적에 농업생산력 유지·증진과 농업환경 보호를 추가하였음.
- 비료관리법에서는 비료의 정의 규정을 두고 공정규격을 설정하여 관리하는 보통비료와 농림축산식품부 장관이 지정하는 부산물비료로 나누어서 관리하고 있음
  - 비료 : 식물에 영양을 주거나 식물의 재배를 돕기 위하여 흙에서 화학적 변화를 가져오게 하는 물질과 식물에 영양을 주는 물질 등을 말함
  - 보통비료 : 부산물비료 외의 비료로서 법에 따른 공정규격이 정해진 것을 말함
  - 부산물비료 : 농업·임업·축산업·수산업·제조업 또는 판매업을 영위하는 과정에서 나온 부산물, 사람의 분뇨, 음식물류 폐기물, 토양미생물 제제 등을 이용하여 제조한 비료로서 농림축산식품부장관이 지정하는 것을 말함
- '18년 현재 비료로 지정된 비종은 109개가 있는데 이중 보통비료가 78개, 부산물 비료가 31개가 있음

<표 8-1> 비료의 구분 및 종류(2018년 현재)

비료 종류		계
보통 비료	질소질 비료(17), 인산질 비료(6), 칼리질 비료(3), 복합 비료(12), 석회질 비료(10), 규산질 비료(7), 고토 비료(6), 미량요소비료(8), 그밖의 비료(9)	78
부산물 비료	부숙유기질 비료(9), 유기질 비료(18), 미생물 비료(1), 그밖의 비료(3)	31
합 계		109

자료 : 비료공정규격 설정 및 지정(농진청, 2018)

- '17년에 국내에서 판매된 화학비료는 성분기준으로 질소 244천톤, 인산 306, 칼리 154천톤이 있음

<표 8-2> 화학비료 생산량 및 소비량(2017년 현재)

구분	질소	인산	칼리	계
생산(천톤)	406	266	171	843
소비(천톤)	244	87	111	442
자급률(%)	166	306	154	270

자료 : 2018 농림축산주요통계(농림축산식품부, 2018)

- 화학비료는 생산 및 판매 통계가 제시되어 있지만 부산물 비료는 한국유기질비료산업협동조합 내부자료(2014)를 통해 연간 5천억원 이상의 시장 규모로 추정할 뿐 업체별 구체적인 생산량 및 판매처 정보는 없는 실정임
- 그렇지만 농림축산식품부에서 가축분뇨 등 부산물의 자원화 촉진과 토양환경 보전 및 지속 가능한 농업 추진을 목적으로 하는 친환경농자재 지원사업에서 유기질비료와 토양개량제 지원을 하고 있기 때문에 양분관리를 위한 통계자료의 확보가 가장 용이하다는 장점이 있음
- 또한 비료관리법 시행규칙에서 비료공정규격의 설정·변경이 필요하다고 인정하는 자가 농촌진흥청장에게 제출하는 서류의 재배시험 성적서에는 작물의 재배방법, 비료의 성분함량 및 시비량, 생육·수량, 토양·작물피해에 관한 조사 성적을 포함하게 되어 있고,
- 제출하는 서류의 제품 성분분석서에는 농림축산식품부장관이 지정한 시험연구기관에서 농촌진흥청장이 고시한 품질 검사방법에 따라 성분분석을 하고 그 결과를 적어야 하게끔 되어 있음
- 따라서 이러한 농촌진흥청의 업무내용을 참고할 때 비료와 작물 및 토양과의 관계를 종합적으로

로 검토·분석할 수 있는 조직 역량을 갖추고 있다고 판단되며 향후 국가적인 양분관리 수지 분석을 통해 OECD의 환경지표에 과학적이고 객관적으로 대응 할 수 있다는 장점이 있음

- 토양중 비료의 함량, 가축분뇨 이외 비료의 공급량, 작물 재배 종류 및 재배면적, 시비처방 등 구체적인 정보를 바탕으로 과학적인 양분지수 산정이 가능

- 이상의 내용을 종합적으로 검토하면 양분관리가 비료관리법의 목적에 있는 농업 환경보호와 부합함. 그러나 현행 비료관리법은 보통비료와 부산물비료의 공정규격 설정 및 비료생산업의 등록 및 관리에 중점을 두고 있기 때문에 양분관리의 구체적 사항을 비료관리법에서 다루기 위해서는 법 개정을 하여야 하며 이 경우 법률 명칭을 (가칭) 비료 및 양분관리법 또는 비료 및 토양관리법으로 개정하여 추진할 수 있음.

## 2.4 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률

- 동법의 목적은 농어업의 환경보전기능을 증대시키고 농어업으로 인한 환경오염을 줄이며, 친환경농어업을 실천하는 농어업인을 육성하여 지속가능한 친환경농어업을 추구하고 이와 관련된 친환경농수산물과 유기식품 등을 관리하여 생산자와 소비자를 함께 보호하는데 있음
- 또한 친환경농어업을 화학비료 등 화학자재를 사용하지 아니하거나 그 사용을 최소화하고 농어업 부산물의 재활용 등을 통하여 생태계와 환경을 유지·보전하면서 안전한 농수산물을 생산하는 산업으로 정의하고 있음
- 동법 제9조(농어업으로 인한 환경오염 방지)에서는 국가와 지방자치단체는 비료, 가축분뇨 등으로 인하여 발생하는 환경오염을 방지하기 위하여 비료의 작물별 살포기준량 준수, 가축분뇨의 방류수 수질기준 준수 및 폐수의 무단 방류 방지 등의 시책을 적극적으로 추진하여야 한다고 되어 있지만 하위규정에 구체적 시행계획은 제시하고 있지 않음
- 이상의 내용을 검토한 결과, 법 목적은 양분관리의 취지에 부합하지만 환경오염 방지에 해당하는 구체적인 농림축산식품부령이 없고 현재 법 운영이 친환경 농축산물 인증을 통한 친환경 농어업 육성에 중점을 두고 있어 법 적용대상자가 다르므로 동법에 양분관리 조항을 추가하는 것은 어려울 것임

### 3. 양분관리의 법 적용시 신설 조문(안)

- 현행 법률 중에서 양분관리를 적용하여 개정 가능한 대상 법률을 검토한 결과 법령 명칭 개정을 전제로 비료관리법이 가장 수용 가능성이 높다고 판단하였음

<표 8-3> 양분관리 적용 대상 법률의 장단점

장·단점	축산법	가축분뇨법	비료관리법	친환경농어업법
장점	- 축산농가 관리	- 현행 법에서 가축분뇨 실태조사 추진 - 비료공급량 초과지역 사육제한 가능	- 법 목적과 양분관리가 부합 - 양분 통계자료 확보 용이 - 전문성 기 확보 - OECD 농업환경지표 대응 용이	- 법 목적과 양분관리가 부합
단점	- 축사 및 분뇨처리관리에 국한 - 작물 및 토양정보 수집 곤란	- 가축분뇨 이외 비료 수급 자료 입수 곤란 - 토양, 작물재배 자료수집 전문성 부족	- 법 명칭 보완 필요 - 위임·위탁기관 필요	- 환경오염 방지에 대한 구체적인 하위규정 부재 - 친환경 농산물 인증에 치중하여 법 적용대상자가 다름

- 이 경우 비료관리법에 추가되어야 할 법 조문을 신·구조문대비표로 제시하였음
- 주요 내용으로 양분관리 도입에 따른 국가·지방자치단체의 책무, 양분관리 기본계획의 수립, 양분관리 실태 조사·평가, 양분관리 활성화 지원, 양분관리 정보시스템의 구축·운영, 양분관리 기관의 지정, 권한 또는 업무의 위임·위탁 업무 등을 포함하였음.
- 결론적으로 양분관리 업무가 제도화 되기 위해서는 지역단위 양분관리 매뉴얼의 보급, 양분관리 정보시스템 구축, 지자체 공무원에 대한 교육, 관련업 종사자에 대한 제도 홍보 등 선행되어야 할 사항이 많기 때문에 법 개정 이전에 충분한 절차와 기간을 가져야 할 것임

<표 8-4> 신·구조문대비표

현 행	개 정 안
<p>제1조(목적) 이 법은 비료의 품질을 보전하고 원활한 수급(需給)과 가격 안정을 통하여 농업생산력을 유지·증진시키며 농업환경을 보호함을 목적으로 한다.</p> <p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <p>&lt;신 설&gt;</p> <p>&lt;신 설&gt;</p> <p>&lt;신 설&gt;</p>	<p>제1조(목적) -----양분관리를 통해 농업환경을 보호함을</p> <hr/> <p>-----.</p> <p>제2조(정의)</p> <hr/> <p>-----.</p> <p>7. 양분이란 작물재배에 필요로 하는 질소(N), 인산(P), 칼리(K) 등 성분을 의미한다.</p> <p>제○조(국가·지방자치단체의 책무) ① 국가는 양분관리에 관한 기술을 연구·개발·지원하고, 지자체에 필요한 기술적·재정적 지원을 하여야 한다</p> <p>② 지방자치단체는 관할구역의 지역적 특성을 고려하여 양분삭감을 포함한 양분관리 정책을 세우고 적극적으로 추진하여야 한다.</p> <p>제○조(양분관리 기본계획의 수립) ① 시·도지사는 관할구역의 양분삭감을 포함한 양분관리에 관한 기본계획을 ○년마다 수립하여 농림축산식품부장관의 승인을 받아야 한다.</p> <p>② 시·도지사는 제1항의 기본계획에 따라 ○년마다 시·도 양분관리 개선계획을 세우고 시행하여야 하며, 농림축산식품부장관에게 보고하여야 한다.</p> <p>③ 시장·군수·구청장은 양분관리 개선</p>

<신 설>

<신 설>

기본계획 및 시·도 양분관리 개선계획에 따라 1년마다 시·군·구 양분관리 개선 실행계획을 세우고 시행하여야 하며, 시·도지사에게 보고하여야 한다.

④ 제1항부터 제3항까지의 계획에 포함되어야 할 사항은 다음 각 호와 같다.

1. 지역 양분관리 현황과 개선 실적에 관한 사항

2. 그 밖에 양분관리 개선을 위하여 농림축산식품부령으로 정하는 사항

제○조(양분관리 실태 조사·평가) ① 시·도지사 및 시장·군수는 양분관리와 관련된 정책을 효율적으로 수립·추진하기 위하여 농경지에 포함된 비료의 합량, 비료의 공급량, 재배작물의 면적과 작물 수확량, 가축분뇨 발생량, 가축분뇨 자원화율 등을 조사하여야 한다.

② 양분관리 실태의 조사목적별 조사항목, 조사대상 지역의 선정, 조사의 방법, 그밖에 필요한 사항은 농림축산식품부령으로 정한다.

제○조(양분관리 제도 활성화 지원) ① 농림축산식품부장은 양분관리제도 활성화를 위하여 양분관리제도의 홍보 및 교육·훈련사업을 추진하여야 한다.

② 농림축산식품부장관은 다음 각 호의 하나에 해당하는 자에게 예산의 범위에서 홍보 및 교육·훈련 사업 등에 필요한 자금을 지원할 수 있다.

1. 농업, 가축사육업 및 비료생산업 관련단

<신 설>

<신 설>

<신 설>

체

2. 양분제도 관련 교육 및 훈련기관

제○조(양분관리 행정지도 등) 가축사육업자, 비료생산업자, 경작농가는 시장·군수·구청장에게 농경지에 포함된 비료의 함량, 작목별 양분투입량 등에 대한 지도를 요청할 수 있다.

제○조(양분관리정보시스템의 구축·운영)

① 농림축산식품부장관은 다음 각 호의 업무를 수행하기 위하여 양분관리정보시스템을 구축·운영할 수 있다.

1. 지역 가축분뇨 발생량, 지역 가축분뇨배출시설 설치 및 처리실태 등의 자료수집에 관한 업무

2. 지역 재배작목, 토양중 비료성분 함량 정보의 수집에 관한 업무

3. 지역 비료생산량 및 판매량 정보의 수집에 관한 업무관리업무

② 제1항에 따른 양분관리정보시스템의 구축·운영에 필요한 사항은 농림축산식품부령으로 정한다.

제○조(양분관리 전담기관 지정) ① 농림축산식품부장관은 양분관리 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 양분관리 관련 기관을 양분관리 전담기관으로 지정할 수 있다.

② 양분관리 전담기관은 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 지역 양분관리 실태 지도·점검



<신 설>

2. 지역 양분관리 실태 개선을 위한 담당 공무원 교육 및 컨설팅

3. 양분관리 실태 개선 기술 개발·보급

4. 양분관리 실태 개선 전문인력 양성

5. 그 밖에 양분관리 실태 개선을 위하여 농림축산식품부장관이 정하는 업무

제○조(권한 또는 업무의 위임·위탁)  
농림축산식품부장관은 이 법에 따른 권한의 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 국립환경과학원장, 시·도지사, 시장·군수·구청장 또는 농촌진흥청장에게 위임하거나 양분관리 전담기관, 농협중앙회의 장에게 위탁할 수 있다.



## 참고 문헌

---

- Bashkin, V. N., Park, S. U., Choi, M. S., Lee, C. B. (2002) Nitrogen budgets for the republic of Korea and the Yellow sea region, 57(1): 387–403.
- Bouwman, A. F., Boumans, L. J. M., Batjes, N. H. (2002) Estimation of global NH<sub>3</sub> volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands, Global Biogeochem. Cycles, 16(2): 1024.
- British Columbia Ministry of Agriculture (2017) Review of Nutrient Management Planning in British Columbia.
- Cao, B., He, F. Y., Xu, Q. M., Yin, B., Cai G. X. (2006) Denitrification losses and N<sub>2</sub>O emissions from nitrogen fertilizer applied to a vegetable field, Pedosphere, 16(3): 390–397.
- Eurostat (2013) Nutrient Budgets – Methodology and Handbook. Version 1.02. Eurostat and OECD.
- Fertilizer Canada (2018) 4R Nutrient Stewardship Planning Guide for Manitoba. (<https://fertilizercanada.ca>)
- IPCC (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4
- Kim, T., Kim, G., Kim, S., Choi, E. (2008) Estimating riverine discharge of nitrogen from the South Korea by the mass balance approach, Environ. Monit. Assess, 136: 371–378.
- Leip, A., Britz, W., Weiss, FF., de Vries, W. (2011) Farm, land, and soil nitrogen budgets for agriculture in Europe calculated with CAPRI, Environ. Pollut., 159: 3243–3253.
- Park, S. U. and Lee, Y. H (2002) Spatial distribution of wet deposition of nitrogen in South Korea, Atmos. Environ., 36: 619–628.
- Park, S. U., Lee, Y. H., Lee, E. H. (2002) Estimation of nitrogen dry deposition in South
- Reza, A., Eum, J., Jung, S., Choi, Y., Jang, C., Kim, K., Owen, J. S., Kim, B. (2019) Phosphorus budget for a forested–agricultural watershed in Korea, Water, 11(4): 1–12.

- Sainju, U. M. (2017) Determination of nitrogen balance in agroecosystems, *MethodsX*, 4: 199–208.
- Takeda, I., Kunimatsu, T., Kobayshi, S., Maruyama, T. (1991) Pollutants balance of a paddy field area and its loadings in the water system - syudied on pollution loadings from a paddy field area, *Jpn. Soc. Irring. Drain. Reclam. Eng.*, 153: 63–72.
- Tried & Tested (2013) Nutrient management plan.
- Won, S., You, B. G., Ra, C. (2015) Investigation of Hanwoo manure management and estimation of nutrient loading coefficients on land application, *J. Anim. Sci. Technol.*, 27(20).
- Won, S., Ahmed, N., You, B. G., Shim, S., Kim, S. S., Ra, C. (2018) Nutrient production from Korean poultry and loading estimations for cropland, *J. Anim. Sci. Technol.*, 60(3).
- Won, S., Shim, S., You, B. G., Choi, Y. S., Ra, C. (2017) Nutrient production from dairy cattle manure and loading on arable land, *Asian–Australas. J. Anim. Sci.*, 30(1): 125–132.
- Won, S., You, B. G., Shim, S., Ahmed, N., Choi, Y. S., Ra, C. (2018) Nutrient variation from swine manure to agricultural land, *Asian–Australas. J. Anim. Sci.*, 31(5): 763–772.
- 국립축산과학원 (2017) 한국가축사양표준 사료성분표.
- 국립환경과학원 (2014) Regional Scale 건습성 침적 연구(I).
- 남역현, 안상우, 박재우 (2011) 2008년도 대한민국 질소수지 연구: 비점오염증가 및 N<sub>2</sub>O발생량산정, *대한환경공학회지* 33(2): 103–112.
- 농림축산식품부 (2017) 2016 농림축산식품통계연보.
- 농림축산식품부 (2018) 2017 농림축산식품통계연보.
- 농촌진흥청 (2009) 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정.
- 농촌진흥청 (2010) 작물별 시비처방기준(개정증보판).
- 농촌진흥청 (2013) 농촌지역 바이오매스 자원의 순환활용기술 개발.
- 농촌진흥청 (2015) 가축분뇨 처리기준 강화에 대응한 정화처리 실태 및 양분 부하량 조사
- 농촌진흥청 (2017) OECD 농업환경지표(양분수지) 및 양분수지 2017 국가 통계로 활용.
- 농협중앙회 (2016) 2015년 비료사업통계요람.

농협중앙회 (2018) 2017년 비료사업통계요람.

윤동민, 박신형, 박재우 (2008) 2005년 대한민국 질소 유입 및 유출 수지, 대한환경공학회지, 20(1): 97-105.

임도영, 류홍덕, 정유진, 김용석, 이재관 (2017) 국내 가축분뇨 자원화 특성을 고려한 OECD 질소수지 산정법의 지역단위 적용 연구, 대한물환경학회지, 33(5): 546-555.

호남지방통계청 (2012) 사료작물(소사육용) 사례집.

환경부, 농림축산식품부 (2016) 양분총량제 도입을 위한 기반조성 연구.

환경부 (2017) 2015년 기준 가축분뇨 처리 통계.



## [부록] 양분수지 산정식

### 양분 유입

#### (1-1) 화학비료 공급량 (성분별 공급량 이용)

화학비료(광물비료) 질소 소비량 (ton N/년)

$$N_{CF} = \sum S_{CF-N}$$

$N_{CF}$ : 화학비료(광물비료) 질소 소비량 (ton N/년)

$S_{CF-N}$ : 질산질비료 소비량 (ton N/년)

화학비료(광물비료) 인 소비량 (ton P/년)

$$P_{CF} = \sum S_{CF-P}$$

$P_{CF}$ : 화학비료(광물비료) 인 공급량 (ton P/년)

$S_{CF-P}$ : 인산질비료 소비량 (ton P/년)

#### (1-2) 화학비료 공급량 (비료 품목별 판매량 이용)

화학비료(광물비료) 질소 공급량 (ton N/년)

$$N_{CF} = \sum S_{CF-N_{ij}} \times C_{CF-N_{ij}} \times F_U$$

$N_{CF}$ : 화학비료(광물비료) 질소 공급량 (ton N/년)

$S_{CF-N}$ : 질소질·복합비료 등 비료 종류별 공급량 (ton/년)

$C_{CF-N}$ : 비료 종류별 질소 함량 (N %)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 질산질비료

$j$ : 복합비료

화학비료(광물비료) 인 공급량 (ton P/년)

$$P_{CF} = \sum S_{CF-P_{ij}} \times C_{CF-P_{ij}} \times 0.4364 \times F_U$$

$P_{CF}$ : 화학비료(광물비료) 인 공급량 (ton P/년)

$S_{CF-P}$ : 질소질·복합비료 등 비료 종류별 공급량 (ton/년)

$C_{CF-P}$ : 비료 종류별 인산 함량 ( $P_2O_5$  %)

0.4364:  $P/P_2O_5$ , 인산-인 변환계수

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 인산질비료

$j$ : 복합비료

## (2) 가축분뇨 생산량 (Land budget)

### ① 가축분뇨 생산량

가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LM} = N_{LM-PC} + N_{LM-SC} + N_{LM-LC}$$

$N_{LM}$ : 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년)

$N_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$N_{LM-SC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$N_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$$P_{LM} = P_{LM-PC} + P_{LM-SC} + P_{LM-LC}$$

$P_{LM}$ : 가축분뇨 유래 인 (ton P/년)

$P_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$P_{LM-SC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$P_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

### ② 정화처리

정화처리되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LM-PC} = \sum N_{LM_i} \times R_{PC_i} \times R_{SP(l)-N}$$

$N_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$N_{LM}$ : 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년)

$R_{PC}$ : 정화처리 비율 (%)

$R_{SP(l)-N}$ : 고액분리 후 액상물 내 질소 비율 (N %)

$i$ : 축종

정화처리되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$$P_{LM-PC} = \sum P_{LM_i} \times R_{PC_i} \times R_{SP(l)-P}$$

$P_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$P_{LM}$ : 가축분뇨 유래 인 (ton P/년)

$R_{PC}$ : 정화처리 비율 (%)

$R_{SP(l)-P}$ : 고액분리 후 액상물 내 인 비율 (P %)

$i$ : 축종



### ③ 퇴비화

퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LM-SC} = \sum N_{LM_i} \times R_{SC_i} + N_{LM_i} \times R_{SC_i} \times R_{SP(s)-N} + N_{LM_i} \times R_{LC_i} \times R_{SP(s)-N}$$

$N_{LM-SC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)  
 $N_{LM}$ : 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년)  
 $R_{SC}$ : 퇴비화 비율 (%)  
 $R_{PC}$ : 정화처리 비율 (%)  
 $R_{LC}$ : 액비화 비율 (%)  
 $R_{SP(s)-N}$ : 고액분리 후 고형물 내 질소 비율 (N %)  
 $i$ : 축종

퇴비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$$P_{LM-SC} = \sum P_{LM_i} \times R_{SC_i} + P_{LM_i} \times R_{SC_i} \times R_{SP(s)-P} + P_{LM_i} \times R_{LC_i} \times R_{SP(s)-P}$$

$P_{LM-SC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)  
 $P_{LM}$ : 가축분뇨 유래 인 (ton P/년)  
 $R_{SC}$ : 퇴비화 비율 (%)  
 $R_{PC}$ : 정화처리 비율 (%)  
 $R_{LC}$ : 액비화 비율 (%)  
 $R_{SP(s)-P}$ : 고액분리 후 고형물 내 인 비율 (P %)  
 $i$ : 축종

### ④ 액비화

액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LM-LC} = \sum N_{LM_i} \times R_{LC_i} \times R_{SP(l)-N}$$

$N_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)  
 $N_{LM}$ : 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년)  
 $R_{LC}$ : 액비화 비율 (%)  
 $R_{SP(l)-N}$ : 고액분리 후 액상물 내 질소 비율 (N %)  
 $i$ : 축종

액비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$$P_{LM-LC} = \sum P_{LM_i} \times R_{LC_i} \times R_{SP(l)-P}$$

$P_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)  
 $P_{LM}$ : 가축분뇨 유래 인 (ton P/년)  
 $R_{LC}$ : 액비화 비율 (%)  
 $R_{SP(l)-P}$ : 고액분리 후 액상물 내 인 비율 (P %)  
 $i$ : 축종

⑤ 가축분뇨 생산량 (일괄 계산)

가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LM} = \sum N_{LF_i} + N_{LU_i}$$

$N_{LM}$ : 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년)

$N_{LF}$ : 가축분 유래 질소 (ton N/년)

$N_{LU}$ : 가축뇨 유래 질소 (ton N/년)

$i$ : 축종

- 가축분 유래 질소 (ton N/년)

$$N_{LF_i} = \sum H_{L_i} \times U_{F_i} \times C_{LF-N_i} \times 365 \times F_U$$

$N_{LF}$ : 가축분 유래 질소 (ton N/년)

$H_L$ : 가축사육두수 (두)

$U_F$ : 가축분 발생원단위 (L/두/일)

$C_{LF-N}$ : 가축분 내 질소 농도 (N %)

365: 연간 일수 (일/년)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 축종

- 가축뇨 유래 질소 (ton N/년)

$$N_{LU_i} = \sum H_{L_i} \times U_{U_i} \times C_{LU-N_i} \times 365 \times F_U$$

$N_{LU}$ : 가축뇨 유래 질소 (ton N/년)

$H_L$ : 가축사육두수 (두)

$U_U$ : 가축뇨 발생원단위 (L/두/일)

$C_{LU-N}$ : 가축뇨 내 질소 농도 (N %)

365: 연간 일수 (일/년)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 축종

가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$$P_{LM} = \sum P_{LF_i} + P_{LU_i}$$

$P_{LM}$ : 가축분뇨 유래 인 (ton P/년)

$P_{LF}$ : 가축분 유래 인 (ton P/년)

$P_{LU}$ : 가축뇨 유래 인 (ton P/년)

$i$ : 축종

- 가축분 유래 인 (ton P/년)

$$P_{LF_i} = \sum H_{L_i} \times U_{F_i} \times C_{LF-P_i} \times 0.4364 \times 365 \times F_U$$

$P_{LF}$ : 가축분 유래 인 (ton P/년)

$H_L$ : 가축사육두수 (두)

$U_F$ : 가축분 발생원단위 (L/두/일)

$C_{LF-P}$ : 가축분 내 인산 농도 ( $P_2O_5$  %)

0.4364: P/ $P_2O_5$ , 인산-인 변환계수

365: 연간 일수 (일/년)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 축종

- 가축뇨 유래 인 (ton P/년)

$$P_{LU_i} = \sum H_{L_i} \times U_{U_i} \times C_{LU-P_i} \times 0.4364 \times 365 \times F_U$$

$P_{LU}$ : 가축뇨 유래 인 (ton P/년)

$H_L$ : 가축사육두수 (두)

$U_U$ : 가축뇨 발생원단위 (L/두/일)

$C_{LU-P}$ : 가축뇨 내 인산 농도 ( $P_2O_5$  %)

0.4364: P/ $P_2O_5$ , 인산-인 변환계수

365: 연간 일수 (일/년)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 축종

## (2) 처리된 가축분뇨 생산량 (Soil budget)

### ① 처리된 가축분뇨 생산량

처리된 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LA} = N_{LA-PC} + N_{LA-SC} + N_{LA-LC}$$

$N_{LA}$ : 처리된 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년)

$N_{LA-PC}$ : 정화처리 방류수 내 질소 (ton N/년)

$N_{LA-SC}$ : 퇴비 내 질소 (ton N/년)

$N_{LA-LC}$ : 액비 내 질소 (ton N/년)

처리된 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$$P_{LA} = P_{LA-PC} + P_{LA-SC} + P_{LA-LC}$$

$P_{LA}$ : 처리된 가축분뇨 유래 질소 (ton P/년)

$P_{LA-PC}$ : 정화처리 방류수 내 질소 (ton P/년)

$P_{LA-SC}$ : 퇴비 내 질소 (ton P/년)

$P_{LA-LC}$ : 액비 내 질소 (ton P/년)

## ② 정화처리

정화처리 방류수 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LA-PC} = \Sigma (E_{LM-PC_i} \times R_{PC-IN_i} \times SE_{N-IN} + E_{LM-PC_i} \times R_{PC-PU_i} \times SE_{N-PU}) \times F_U$$

$N_{LA-PC}$ : 정화처리 방류수 내 질소 (ton N/년)  
 $E_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨량 (ton/년)  
 $R_{PC-IN}$ : 정화처리(자가) 비율 (%)  
 $R_{PC-PU}$ : 정화처리(공공처리시설) 비율 (%)  
 $SE_{N-IN}$ : 방류수 수질기준(총 질소-자가) (mg N/L)  
 $SE_{N-PU}$ : 방류수 수질기준(총 질소-공공처리시설) (mg N/L)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 축종

정화처리 방류수 내 인 (ton P/년)

$$P_{LA-PC} = \Sigma (E_{LM-PC_i} \times R_{PC-IN_i} \times SE_{P-IN} + E_{LM-PC_i} \times R_{PC-PU_i} \times SE_{P-PU}) \times F_U$$

$P_{LA-PC}$ : 정화처리 방류수 내 인 (ton P/년)  
 $E_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨량 (ton/년)  
 $R_{PC-IN}$ : 정화처리(자가) 비율 (%)  
 $R_{PC-PU}$ : 정화처리(공공처리시설) 비율 (%)  
 $SE_{P-IN}$ : 방류수 수질기준(총 인-자가) (mg P/L)  
 $SE_{P-PU}$ : 방류수 수질기준(총 인-공공처리시설) (mg P/L)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 축종

- 정화처리되는 가축분뇨량 (ton/년)

$$E_{LM-PC} = \Sigma H_{L_i} \times U_{A_i} \times R_{PC_i} \times R_{SP(l)-V} \times F_U$$

$E_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨량 (ton/년)  
 $H_L$ : 가축사육두수 (두)  
 $U_A$ : 가축분뇨 발생원단위 (L/두/일)  
 $R_{PC}$ : 정화처리 비율 (%)  
 $R_{SP(l)-V}$ : 고액분리 후 액상물의 부피 비율 (%)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 축종

### ③ 퇴비화

퇴비 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LA-SC} = \sum N_{LM-SC_i} \times F_{NL-SC_i}$$

$N_{LA-SC}$ : 퇴비 내 질소 (ton N/년)

$N_{LM-SC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$F_{NL-SC}$ : 퇴비 양분부하계수 (%)

$i$ : 축종

퇴비 내 인 (ton P/년)

$$P_{LA-SC} = \sum P_{LM-SC_i} \times F_{NL-SC_i}$$

$P_{LA-SC}$ : 퇴비 내 인 (ton P/년)

$P_{LM-SC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$F_{NL-SC}$ : 퇴비 양분부하계수 (%)

$i$ : 축종

### ④ 액비화

액비 내 질소 (ton N/년)

$$N_{LA-LC} = \sum N_{LM-LC_i} \times F_{NL-LC_i}$$

$N_{LA-LC}$ : 액비 내 질소 (ton N/년)

$N_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$F_{NL-LC}$ : 액비 양분부하계수 (%)

$i$ : 축종

액비 내 인 (ton P/년)

$$P_{LA-LC} = \sum P_{LM-LC_i} \times F_{NL-LC_i}$$

$P_{LA-LC}$ : 액비 내 인 (ton P/년)

$P_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$F_{NL-LC}$ : 액비 양분부하계수 (%)

$i$ : 축종

### (3) 가축분뇨 수출입량

수출입된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년)

$$N_{TR} = \Sigma N_{IM_j} - N_{EX_j}$$

$N_{TR}$ : 수·출입된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년)

$N_{IM}$ : 수입된 질소 (ton N/년)

$N_{EX}$ : 수출된 질소 (ton N/년)

$i$ : 퇴비

$j$ : 액비

- 수입된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년)

$$N_{IM_j} = \Sigma (S_{IM_i} \times C_{SC-N} \times F_U) + (S_{IM_j} \times C_{LC-N} \times F_U)$$

$N_{IM}$ : 수입된 질소 (ton N/년)

$S_{IM}$ : 수입된 물질의 양 (ton/년)

$C_{SC-N}$ : 퇴비 내 질소 농도 (N %)

$C_{LC-N}$ : 액비 내 질소 농도 (N %)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 퇴비

$j$ : 액비

- 수출된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년)

$$N_{EX_j} = \Sigma (S_{EX_i} \times C_{SC-N} \times F_U) + (S_{EX_j} \times C_{LC-N} \times F_U)$$

$N_{EX}$ : 수출된 질소 (ton N/년)

$S_{EX}$ : 수출된 물질의 양 (ton/년)

$C_{SC-N}$ : 퇴비 내 질소 농도 (N %)

$C_{LC-N}$ : 액비 내 질소 농도 (N %)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 퇴비

$j$ : 액비

수출입된 퇴·액비 내 인 (ton P/년)

$$P_{TR} = \Sigma P_{IM_j} - P_{EX_j}$$

$P_{TR}$ : 수·출입된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년)

$P_{IM}$ : 수입된 질소 (ton N/년)

$P_{EX}$ : 수출된 질소 (ton N/년)

$i$ : 퇴비

$j$ : 액비

- 수입된 퇴·액비 내 인 (ton P/년)

$$P_{IM_{ij}} = \Sigma (S_{IM_i} \times C_{SC-P} \times 0.4364 \times F_U) + (S_{IM_j} \times C_{LC-P} \times 0.4364 \times F_U)$$

$P_{IM}$ : 수입된 인 (ton P/년)

$S_{IM}$ : 수입된 물질의 양 (ton/년)

$C_{SC-P}$ : 퇴비 내 인 농도 ( $P_2O_5$  %)

$C_{LC-P}$ : 액비 내 인 농도 ( $P_2O_5$  %)

0.4364: P/ $P_2O_5$ , 인산-인 변환계수

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 퇴비

$j$ : 액비

- 수출된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년)

$$P_{EX_{ij}} = \Sigma (S_{EX_i} \times C_{SC-P} \times 0.4364 \times F_U) + (S_{EX_j} \times C_{LC-P} \times 0.4364 \times F_U)$$

$P_{EX}$ : 수출된 인 (ton P/년)

$S_{EX}$ : 수출된 물질의 양 (ton/년)

$C_{SC-P}$ : 퇴비 내 인산 농도 ( $P_2O_5$  %)

$C_{LC-P}$ : 액비 내 인산 농도 ( $P_2O_5$  %)

0.4364: P/ $P_2O_5$ , 인산-인 변환계수

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 퇴비

$j$ : 액비



#### (4) 유기질비료 공급량

유기질비료 내 질소 (ton N/년)

$$N_{OF} = \sum S_{OF_i} \times C_{OF-N_i} \times F_U$$

$N_{OF}$ : 유기질비료 내 질소 (ton N/년)  
 $S_{OF}$ : 유기질비료 공급량 (ton N/년)  
 $C_{OF-N}$ : 유기질비료 내 질소함량 (N %)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 유기질비료

유기질비료 내 인 (ton P/년)

$$P_{OF} = \sum S_{OF_i} \times C_{OF-P_i} \times F_U$$

$P_{OF}$ : 유기질비료 인 공급량 (ton P/년)  
 $S_{OF}$ : 유기질비료 공급량 (ton P/년)  
 $C_{OF-P}$ : 유기질비료 내 인 함량 (P %)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 유기질비료

### (5) 생물학적 질소고정

생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$$N_{NF} = \sum NF_{LE_i} + NF_{AL_i}$$

$N_{NF}$ : 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$NF_{LE}$ : 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$NF_{AL}$ : 토양 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$i$ : 지역

두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$$NF_{LE} = A_{LE} \times F_{NF-LE} \times F_U$$

$NF_{LE}$ : 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$A_{LE}$ : 두과작물 재배면적 (ha)

$F_{NF-LE}$ : 두과작물의 평균 질소고정계수 (kg N/ha/년)

$F_U$ : 단위조정계수

토양 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$$NF_{AL} = (A_{RP} \times F_{NF-RP} \times F_U) + \{(A_{DF} - A_{LE}) \times F_{NF-DF} \times F_U\}$$

$NF_{AL}$ : 토양 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$A_{RP}$ : 논 면적 (ha)

$A_{DF}$ : 밭 면적 (ha)

$A_{LE}$ : 두과작물 재배 경지면적 (ha)

$F_{NF-RP}$ : 논 질소고정계수 (kg N/ha/년)

$F_{NF-DF}$ : 밭 질소고정계수 (kg N/ha/년)

$F_U$ : 단위조정계수

## (6) 대기 침적량

대기 유래 질소 침적량 (ton N/년)

$$N_{AS} = A_{AL} \times F_{AS-N} \times F_U$$

$N_{AS}$ : 대기 유래 질소 침적량 (ton N/년)

$A_{AL}$ : 경지 면적 (ha)

$F_{AS-N}$ : 대기 중 질소 침적계수 (kg N/ha/년)

$F_U$ : 단위조정계수

대기 유래 인 침적량 (ton P/년)

$$P_{AS} = A_{AL} \times F_{AS-P} \times F_U$$

$P_{AS}$ : 대기 유래 인 침적량 (ton P/년)

$A_{AL}$ : 경지 면적 (ha)

$F_{AS-P}$ : 대기 중 인 침적계수 (kg P/ha/년)

$F_U$ : 단위조정계수

(7) 파종·식재용 재료를 통한 유입량

파종·식재용 재료를 통한 질소 유입량 (ton N/년)

$$N_{SC} = \sum A_{SC_i} \times F_{SC-N_i} \times F_U$$

$N_{SC}$ : 파종·식재용 재료를 통한 유입량 (ton N/년)

$A_{AC}$ : 파종작물의 재배면적 (ha)

$F_{SC-N}$ : 파종작물의 질소 유입계수 (kg N/ha/년)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 파종작물

파종·식재용 재료를 통한 인[P] 유입량 (ton N/년)

$$P_{SC} = \sum A_{SC_i} \times F_{SC-P_i} \times F_U$$

$P_{SC}$ : 파종·식재용 재료를 통한 유입량 (ton P/년)

$A_{AC}$ : 파종작물의 재배면적 (ha)

$F_{SC-P}$ : 파종작물의 인 유입계수 (kg P/ha/년)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 파종작물

## (8) 총 유입량

총 유입 질소 (ton N/년)

$$N_{IN} = N_{CF} + N_{LM} + N_{TR} + N_{OF} + N_{NF} + N_{AS} + N_{SC}$$

$N_{IN}$ : 총 유입 질소 (ton N/년)

$N_{CF}$ : 화학비료(광물비료) 질소 소비량 (ton N/년)

$N_{LM}$ : 가축분뇨 유래 질소 (ton N/년)

$N_{TR}$ : 수·출입된 퇴·액비 내 질소 (ton N/년)

$N_{OF}$ : 유기질비료 질소 공급량 (ton N/년)

$N_{NF}$ : 두과작물 유래 생물학적 질소고정량 (ton N/년)

$N_{AS}$ : 대기 유래 질소 침적량 (ton N/년)

$N_{SC}$ : 파종·식재용 재료를 통한 유입량 (ton N/년)

총 유입 인 (ton P/년)

$$P_{IN} = P_{CF} + P_{LM} + P_{TR} + P_{OF} + P_{AS} + P_{SC}$$

$P_{IN}$ : 총 유입 인 (ton P/년)

$P_{CF}$ : 화학비료(광물비료) 인 소비량 (ton P/년)

$P_{LM}$ : 가축분뇨 유래 인 (ton P/년)

$P_{TR}$ : 수·출입된 퇴·액비 내 인 (ton P/년)

$P_{OF}$ : 유기질비료 인 공급량 (ton P/년)

$P_{AS}$ : 대기 유래 인 침적량 (ton P/년)

$P_{SC}$ : 파종·식재용 재료를 통한 유입량 (ton P/년)

## 유출

### (1-1) 작물 생산량 (생산량 이용)

작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

$$N_{CP} = \sum PR_{CR_i} \times C_{CR-N_i} \times F_U$$

$N_{CP}$ : 작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

$PR_{CR}$ : 작물의 생산량 (ton/년)

$C_{CR-N}$ : 작물의 질소 함량 (N %)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 작물

작물 생산에 의한 인[P] 유출량 (ton P/년)

$$P_{CP} = \sum PR_{CR_i} \times C_{CR-P_i} \times F_U$$

$P_{CP}$ : 작물 생산에 의한 인 유출량 (ton P/년)

$PR_{CR}$ : 작물의 생산량 (ton/년)

$C_{CR-P}$ : 작물의 인 함량 (P %)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 작물

### (1-2) 작물 생산량 (표준시비량 이용)

작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

$$N_{CP} = \sum A_{CR_i} \times SA_{CR-N_i} \times F_U$$

$N_{CP}$ : 작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

$A_{CR}$ : 작물 재배면적 (ton/년)

$SA_{CR-N}$ : 작물별 표준 질소시비량 (kg N/10a/년)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 작물

작물 생산에 의한 인[P] 유출량 (ton P/년)

$$P_{CP} = \sum A_{CR_i} \times SA_{CR-P_i} \times 0.4364 \times F_U$$

$P_{CP}$ : 작물 생산에 의한 인 유출량 (ton P/년)

$A_{CR}$ : 작물 재배면적 (ton/년)

$SA_{CR-N}$ : 작물별 표준 인산시비량 (kg  $P_2O_5$ /10a/년)

0.4364: P/ $P_2O_5$ , 인산-인 변환계수

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 작물

### (2-1) 사료작물 생산량 (생산량 이용)

사료작물 생산을 통한 질소 유출량 (ton N/년)

$$N_{FP} = \sum PR_{FC_i} \times C_{FC-N_i} \times F_U$$

$N_{FP}$ : 사료작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)  
 $PR_{FC}$ : 사료작물의 생산량 (ton/년)  
 $C_{FC-N}$ : 사료작물의 질소 함량 (N %)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 사료작물

작물 생산을 통한 인[P] 유출량 (ton P/년)

$$P_{FP} = \sum PR_{FC_i} \times C_{FC-P_i} \times F_U$$

$P_{FP}$ : 사료작물 생산에 의한 인 유출량 (ton P/년)  
 $PR_{FC}$ : 사료작물의 생산량 (ton/년)  
 $C_{FC-P}$ : 사료작물의 질소 함량 (P %)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 사료작물

## (2-2) 사료작물 생산량 (표준시비량 이용)

사료작물 생산을 통한 질소 유출량 (ton N/년)

$$N_{FP} = \sum A_{FC_i} \times SA_{FC-N_i} \times F_U$$

$N_{FP}$ : 사료작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)  
 $A_{FC}$ : 사료작물 재배면적 (ton/년)  
 $SA_{FC-N}$ : 작물별 표준 질소시비량 (kg N/10a/년)  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 사료작물

작물 생산을 통한 인[P] 유출량 (ton P/년)

$$P_{FP} = \sum A_{FC_i} \times SA_{FC-P_i} \times F_U$$

$P_{FP}$ : 사료작물 생산에 의한 인 유출량 (ton P/년)  
 $A_{FC}$ : 사료작물 재배면적 (ton/년)  
 $SA_{FC-P}$ : 작물별 표준 인산시비량 (kg  $P_2O_5$ /10a/년)  
0.4364: P/ $P_2O_5$ , 인산-인 변환계수  
 $F_U$ : 단위조정계수  
 $i$ : 사료작물

### (3) 작물잔재량 (관련자료의 확보 시 사용)

작물잔재에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

$$N_{RE} = \sum PR_{CR_i} \times F_{RE_i} \times C_{RE-N_i} \times F_U$$

$N_{RE}$ : 작물잔재에 의해 유출되는 질소 (ton N/년)

$PR_{CR}$ : 작물의 생산량 (ton/년)

$F_{RE}$ : 작물잔재발생계수

$C_{RE-N}$ : 작물잔재의 질소 함량 (N %)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 작물잔재

\*작물잔재발생계수 (미확보); 작물잔재 별 질소 함량 (미확보)

작물잔재를 통한 인[P] 유출량 (ton P/년)

$$P_{RE} = \sum PR_{CR_i} \times F_{RE_i} \times C_{RE-P_i} \times F_U$$

$P_{RE}$ : 작물잔재에 의해 유출되는 인 (ton P/년)

$PR_{CR}$ : 작물의 생산량 (ton/년)

$F_{RE}$ : 작물잔재발생계수

$C_{RE-P}$ : 작물잔재의 인 함량 (P %)

$F_U$ : 단위조정계수

$i$ : 작물잔재

\*작물잔재발생계수 (미확보); 작물잔재 별 인 함량 (미확보)

### (4) 총 유출량

총 유출 질소 (ton N/년)

$$N_{OUT} = N_{CP} + N_{FC} + N_{RE}$$

$N_{OUT}$ : 총 유출 질소 (ton N/년)

$N_{CP}$ : 작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

$N_{FP}$ : 사료작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

$N_{RE}$ : 작물잔재에 의한 질소 유출량 (ton N/년)

총 유출 인 (ton P/년)

$$P_{OUT} = P_{CP} + P_{FC} + P_{RE}$$

$P_{OUT}$ : 총 유출 인 (ton P/년)

$P_{CP}$ : 작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton P/년)

$P_{FP}$ : 사료작물 생산에 의한 질소 유출량 (ton P/년)

$P_{RE}$ : 작물잔재에 의한 질소 유출량 (ton P/년)



## 잔고

### (1) 총 잔고

총 질소 잔고 (ton N/년)

$$N_S = N_I - N_O$$

$N_S$ : 총 질소 잔고 (ton N/년)

$N_I$ : 총 질소 유입 (ton N/년)

$N_O$ : 총 질소 유출 (ton N/년)

총 인 잔고 (ton P/년)

$$P_S = P_I - P_O$$

$P_S$ : 총 인 잔고 (ton P/년)

$P_I$ : 총 인 유입 (ton P/년)

$P_O$ : 총 인 유출 (ton P/년)

### (2) 총 대기잔고

총 질소 대기잔고 (ton N/년)

$$N_{S-A} = N_{LO-PC} + N_{LO-SC} + N_{LO-LC} + N_{LO-VD}$$

$N_{S-A}$ : 총 질소 대기잔고 (ton N/년)

$N_{LO-PC}$ : 가축분뇨 정화처리 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LO-SC}$ : 가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LO-LC}$ : 가축분뇨 액비화 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LO-VD}$ : 비료물질의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

#### - 가축분뇨 정화처리 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$$N_{LO-PC} = \sum N_{LM-PC_i} - N_{LA-PC_i}$$

$N_{LO-PC}$ : 가축분뇨 정화처리 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$N_{LA-PC}$ : 정화처리 방류수 내 질소 (ton N/년)

$i$ : 축종

#### - 가축분뇨 정화처리 시 소실되는 인 (ton P/년)

$$P_{LO-PC} = \sum P_{LM-PC_i} - P_{LA-PC_i}$$

$P_{LO-PC}$ : 가축분뇨 정화처리 시 소실되는 인 (ton P/년)

$P_{LM-PC}$ : 정화처리되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$P_{LA-PC}$ : 정화처리 방류수 내 인 (ton P/년)

$i$ : 축종

- 가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$$N_{LO-SC} = \sum N_{LM-SC_i} - N_{LA-SC_i}$$

$N_{LO-SC}$ : 가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LM-SC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$N_{LA-SC}$ : 퇴비 내 질소 (ton N/년)

$i$ : 축종

- 가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 인 (ton P/년)

$$P_{LO-PC} = \sum P_{LM-PC_i} - P_{LA-PC_i}$$

$P_{LO-PC}$ : 가축분뇨 퇴비화 시 소실되는 인 (ton P/년)

$P_{LM-PC}$ : 퇴비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$P_{LA-PC}$ : 퇴비 내 인 (ton P/년)

$i$ : 축종

- 가축분뇨 액비화 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$$N_{LO-LC} = \sum N_{LM-LC_i} - N_{LA-LC_i}$$

$N_{LO-LC}$ : 가축분뇨 액비화 시 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 질소 (ton N/년)

$N_{LA-LC}$ : 액비 내 질소 (ton N/년)

$i$ : 축종

- 가축분뇨 액비화 시 소실되는 인 (ton P/년)

$$P_{LO-LC} = \sum P_{LM-LC_i} - P_{LA-LC_i}$$

$P_{LO-LC}$ : 가축분뇨 액비화 시 소실되는 인 (ton P/년)

$P_{LM-LC}$ : 액비화되는 가축분뇨 내 인 (ton P/년)

$P_{LA-LC}$ : 액비 내 인 (ton P/년)

$i$ : 축종

- 비료물질의 토양 시비 후 질소 소실량 (ton N/년)

$$N_{LO-VD} = N_{LO-VD(F)} + N_{LO-VD(C)} + N_{LO-VD(O)} + N_{LO-D(A)}$$

$N_{LO-VD}$ : 비료물질의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LO-VD(F)}$ : 화학비료의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LO-VD(C)}$ : 퇴·액비의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LO-VD(O)}$ : 유기비료 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년) (미확보)

$N_{LO-D(A)}$ : 농경지에서 탈질되는 질소 (ton N/년)

· 화학비료의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

$$N_{LO-VD(F)} = N_{CF} \times F_{VO-CF} + N_{CF} \times F_{DE-CF}$$

$N_{LO-VD(C)}$ : 화학비료의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{CF}$ : 화학비료 질소 공급량 (ton N/년)

$F_{VO-CF}$ : 화학비료의 토양 시비 후 휘발 계수 (%)

$F_{DE-CF}$ : 화학비료의 토양 시비 후 탈질 계수 (%)

· 퇴·액비의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

$$N_{LO-VD(C)} = (N_{LA-SC} + N_{LA-LC}) \times F_{VO-CO} + (N_{LA-SC} + N_{LA-LC}) \times F_{DE-CO}$$

$N_{LO-VD(C)}$ : 퇴·액비의 토양 시비 후 소실되는 질소 (ton N/년)

$N_{LA-SC}$ : 퇴비화 내 질소 (ton N/년)

$N_{LA-LC}$ : 액비화 내 질소 (ton N/년)

$F_{VO-CO}$ : 퇴·액비의 토양 시비 후 휘발 계수 (%)

$F_{DE-CO}$ : 퇴·액비의 토양 시비 후 탈질 계수 (%)

· 농경지에서 소실되는 질소 (ton N/년)

$$N_{LO-D(A)} = (A_{RP} + A_{DF}) \times F_{DE-AL}$$

$N_{LO-D(A)}$ : 농경지에서 탈질되는 질소 (ton N/년)

$A_{RP}$ : 논 면적 (ha)

$A_{DF}$ : 밭 면적 (ha)

$F_{DE-AL}$ : 화학비료의 토양 시비 후 탈질 계수 (%)

### (3) 총 수계잔고

총 질소 수계잔고 (ton N/년)

$$N_{S-H} = N_S - N_{S-A}$$

$N_{S-H}$ : 총 질소 수계잔고 (ton N/년)

$N_S$ : 총 질소 잔고 (ton N/년)

$N_{S-A}$ : 총 질소 대기잔고 (ton N/년)

총 인 수계잔고 (ton P/년)

$$P_{S-H} = P_S$$

$P_{S-H}$ : 총 인 수계잔고 (ton P/년)

$P_S$ : 총 인 잔고 (ton P/년)

※ 용어 (Terminology)

산출	통계자료 (입력자료)	연구자료
NCF:화학비료(광물비료)질소소비량(tonN/년)	SCF-N:질산질비료소비량(tonN/년)	CcF-N:비료종류별질소함량(N%)
PCF:화학비료(광물비료)인공급량(tonP/년)	SCF-P:인산질비료소비량(tonP/년)	FU:단위조정계수
NCF:화학비료(광물비료)질소공급량(tonN/년)	SCF-N:질소질·복합비료등비료종류별공급량(ton/년)	CCF-P:비료종류별인산함량(P2O5%)
NLM:가축분뇨유래질소(tonN/년)	SCF-P:질소질·복합비료등비료종류별공급량(ton/년)	0.4364:P/P2O5,인산-인변환계수
NLM-PC:정화처리되는가축분뇨내질소(tonN/년)	RPC:정화처리비율(%)	RSP(I)-N:고액분리후액상물내질소비율(N%)
NLM-SC:퇴비화되는가축분뇨내질소(tonN/년)	RSC:퇴비화비율(%)	RSP(I)-P:고액분리후액상물내인비율(P%)
NLM-LC:액비화되는가축분뇨내질소(tonN/년)	RLC:액비화비율(%)	RSP(s)-N:고액분리후고형물내질소비율(N%)
PLM:가축분뇨유래인(tonP/년)	HL:가축사육두수(두)	RSP(s)-N:고액분리후고형물내인비율(P%)
PLM-PC:정화처리되는가축분뇨내인(tonP/년)	ELM-PC:정화처리되는가축분뇨량(ton/년)	UF:가축분발생원단위(L/두/일)
PLM-SC:퇴비화되는가축분뇨내인(tonP/년)	RPC-IN:정화처리(자가)비율(%)	CLF-N:가축분내질소농도(N%)
PLM-LC:액비화되는가축분뇨내인(tonP/년)	RPC-PU:정화처리(공공처리시설)비율(%)	UU:가축분발생원단위(L/두/일)
NLM-SC:퇴비화되는가축분뇨내질소(tonP/년)	SIM:수입된물질의양(ton/년)	CLU-N:가축분내질소농도(N%)
NLM:가축분뇨유래질소(tonP/년)	SEX:수출된물질의양(ton/년)	CLF-P:가축분내인산농도(P2O5%)
NLF:가축분유래질소(tonN/년)	SOF:유기질비료공급량(tonN/년)	CLU-P:가축분내인산농도(P2O5%)
NLU:가축분유래질소(tonN/년)	SOF:유기질비료공급량(tonP/년)	UA:가축분발생원단위(L/두/일)
PLF:가축분유래인(tonP/년)	ALE:두과작물재배면적(ha)	RSP(I)-V:고액분리후액상물의부피비율(%)
PLU:가축분유래인(tonP/년)	ARP:논면적(ha)	FNL-SC:퇴비양분부하계수(%)
NLA:처리된가축분뇨유래질소(tonN/년)	ADF:밭면적(ha)	FNL-LC:액비양분부하계수(%)
NLA-PC:정화처리방류수내질소(tonN/년)	ALE:두과작물재배경지면적(ha)	CSC-N:퇴비내질소농도(N%)
NLA-SC:퇴비내질소(tonN/년)	AAL:경지면적(ha)	CLC-N:액비내질소농도(N%)
NLA-LC:액비내질소(tonN/년)	AAC:과종작물의재배면적(ha)	CSC-P:퇴비내인농도(P2O5%)
PLA:처리된가축분뇨유래인(tonP/년)	PRCR:작물의생산량(ton/년)	CLC-P:액비내인농도(P2O5%)

PLA-PC:정화처리방류수내인(tonP/년)	ACR:작물재배면적(ton/년)	CSC-P:퇴비내인산농도(P2O5%)
PLA-SC:퇴비내인(tonP/년)	PRFC:사료작물의생산량(ton/년)	CLC-P:액비내인산농도(P2O5%)
PLA-LC:액비내인(tonP/년)	AFC:사료작물재배면적(ton/년)	COF-N:유기질비료내질소함량(N%)
PLA-PC:정화처리방류수내인(tonP/년)	FDE-AL:화학비료의토양시비후탈질계수(%)	COF-P:유기질비료내인함량(P%)
PLA-SC:퇴비내인(tonP/년)		FNF-LE:두과작물의평균질소고정계수(kgN/ha/년)
PLA-LC:액비내인(tonP/년)		FNF-RP:논의질소고정계수(kgN/ha/년)
NTR:수·출입된퇴·액비내질소(tonN/년)		FNF-DF:밭의질소고정계수(kgN/ha/년)
NIM:수입된질소(tonN/년)		FAS-N:대기중질소침적계수(kgN/ha/년)
NEX:수출된질소(tonN/년)		FAS-P:대기중인침적계수(kgP/ha/년)
PTR:수·출입된퇴·액비내인(tonN/년)		FSC-N:과종작물의질소유입계수(kgN/ha/년)
PIM:수입된인(tonN/년)		FSC-P:과종작물의인유입계수(kgP/ha/년)
PEX:수출된인(tonN/년)		CCR-N:작물의질소함량(N%)
PIM:수입된인(tonP/년)		CCR-P:작물의인함량(N%)
PEX:수출된인(tonP/년)		SACR-N:작물별표준질소시비량(kgN/10a/년)
NOF:유기질비료내질소(tonN/년)		SACR-P:작물별표준인산시비량(kgP2O5/10a/년)
POF:유기질비료인공급량(tonP/년)		CFC-N:사료작물의질소함량(N%)
NNF:두과작물유래생물학적질소고정량(tonN/년)		CFC-P:사료작물의질소함량(P%)
NFLE:두과작물유래생물학적질소고정량(tonN/년)		SAFC-N:작물별표준질소시비량(kgN/10a/년)
NFAL:토양유래생물학적질소고정량(tonN/년)		SAFC-P:작물별표준질소시비량(kgP2O5/10a/년)
NAS:대기유래질소침적량(tonN/년)		FRE:작물잔재발생계수
PAS:대기유래인침적량(tonP/년)		CRE-N:작물잔재의질소함량(N%)
NSC:과종·식재용재료를통한유입량(tonN/년)		CRE-P:작물잔재의인함량(P%)
PSC:과종·식재용재료를통한유입량(tonP/년)		FVO-CF:화학비료의토양시비후회탈계수(%)
NOF:유기질비료질소공급량(tonN/년)		FDE-CF:화학비료의토양시비후탈질계수(%)

PCF:화학비료(광물비료)인소비량(tonP/년)	FVO-CO:퇴·액비의토양시비후회발계수(%)
PLM:가축분뇨유래인(tonP/년)	FDE-CO:퇴·액비의토양시비후탈질계수(%)
PTR:수·출입된퇴·액비내인(tonP/년)	SEN-IN:방류수수질기준(총질소-자가)(mgN/L)
POF:유기질비료인공급량(tonP/년)	SEN-PU:방류수수질기준(총질소-공공처리시설)(mgN/L)
PNF:두과작물유래생물학적인고정량(tonP/년)	SEP-IN:방류수수질기준(총인-자가)(mgP/L)
PAS:대기유래인침적량(tonP/년)	SEP-PU:방류수수질기준(총인-공공처리시설)(mgP/L)
NCP:작물생산에의한질소유출량(tonN/년)	
PCP:작물생산에의한인유출량(tonP/년)	
NFP:사료작물생산에의한질소유출량(tonN/년)	
PFP:사료작물생산에의한인유출량(tonP/년)	
NFP:사료작물생산에의한인유출량(tonP/년)	
NRE:작물잔재에의해유출되는질소(tonN/년)	
PRE:작물잔재에의해유출되는인(tonP/년)	
NRE:작물잔재에의한질소유출량(tonN/년)	
PCP:작물생산에의한인유출량(tonP/년)	
PFP:사료작물생산에의한인유출량(tonP/년)	
PRE:작물잔재에의한인유출량(tonP/년)	
NS:총질소잔고(tonN/년)	
NI:총질소유입(tonN/년)	
NO:총질소유출(tonN/년)	
PS:총인잔고(tonP/년)	
PI:총인유입(tonP/년)	

PO:총인유출(tonP/년)		
NS-A:총질소대기잔고(tonN/년)		
NLO-PC:가축분뇨정화처리시설되는질소(tonN/년)		
NLO-SC:가축분뇨퇴비화시설되는질소(tonN/년)		
NLO-LC:가축분뇨액비화시설되는질소(tonN/년)		
NLO-VD:비료물질의토양시비후소실되는질소(tonN/년)		
PLO-PC:가축분뇨정화처리시설되는인(tonP/년)		
PLO-PC:가축분뇨퇴비화시설되는인(tonP/년)		
PLM-PC:퇴비화되는가축분뇨내인(tonP/년)		
PLA-PC:퇴비내인(tonP/년)		
NLO-SC:가축분뇨액비화시설되는질소(tonN/년)		
NLM-SC:액비화되는가축분뇨내질소(tonN/년)		
NLA-SC:액비내질소(tonN/년)		
PLO-PC:가축분뇨액비화시설되는인(tonP/년)		
PLM-PC:액비화되는가축분뇨내인(tonP/년)		
PLA-PC:액비내인(tonP/년)		
NLO-VD(F):화학비료의토양시비후소실되는질소(tonN/년)		
NLO-VD(C):퇴·액비의토양시비후소실되는질소(tonN/년)		
NLO-VD(O):유기비료토양시비후소실되는질소(tonN/년)(미확 보)		
NLO-D(A):농경지에서탈질되는질소(tonN/년)		
NLO-VD(C):화학비료의토양시비후소실되는질소(tonN/년)		
NCF:화학비료질소공급량(tonN/년)		
NLA-SC:퇴비화내질소(tonN/년)		



NLA-LC:액비화내질소 (tonN/년)		
NS-H:총질소수계잔고 (tonN/년)		
PS-H:총인수계잔고 (tonP/년)		



## Ⅱ. 환경 부담금 도입 방안

### 제 1 장

## 제1장 서 론

### 1. 연구 필요성과 목적

#### 1.1. 연구의 필요성

- 세계는 지금 개도국의 인구 증가, 도시화, 소득 증가에 따라 축산물 수요량이 급증하고 있다. FAO에서는 개도국의 2030년 축산물 수요량은 지금보다 80% 정도 증가할 것이라 하면서 개도국에서도 메가팜 조성과 같은 자본집약형 축산이 활발해지면서 생산성이 높아지고 유통시스템도 개선되어 갈 것이라 함. 다만, 축산의 지속성을 위해서는 지구온난화와 환경문제 등에 대한 축산업 종사자의 책임성도 함께 강조하고 있음.
- 그러나 이러한 성장 과정에 가축분뇨악취, 조류인플루엔자(AI)·구제역 등 가축질병, 축산물 안전 문제가 지속적으로 제기되어 왔고 사회·경제적 비용을 유발한 것도 사실임.
- 이에 따라 농식품부에서는 '12년부터 축산업 허가제를 도입·운영하고 있고, 환경부와 지자체에서는 축산농가 인근 주민의 환경권과 거주권을 보호하기 위하여 가축사육거리 제한이라는 새로운 입지기준을 설정하여 신규 축산농장의 설립과 이전 등을 제한하고 있는 실정임.
  - 이러한 제도는 축산업을 바라보는 외부 시각이 부정적이기 때문인데 분뇨악취, 병해충(닭 진드기 등)을 축산 농가가 제대로 비용을 들여 처리하려는 자구 노력의 미흡에 기인

- 즉, 환경측면에서는 밀식사육으로 분뇨가 과다 생산되고 있어 악취와 토양의 양분 과잉을 초래하고 있고 질병측면에서는 그물망, 울타리 등 기본적인 차단 방역 시설도 갖추지 않거나, 축사 소독을 제대로 하지 않는 사례가 지속적으로 발생되고 있으며, 축산물 안전 측면에서도 진드기 방제를 위한 청소소 소홀하면서 사용 기준을 숙지하지 않고 부적합한 살충제를 과다 사용하고 있다는 점이 지적되고 있음.
- 따라서 최근 정부에서는 그동안의 성장 중심 정책에서 앞으로 농업인의 삶의 질과 농촌 환경을 개선하면서 안전한 먹거리를 제공하여 농업·농촌의 지속가능성을 높여 나가겠다고 함<sup>1)</sup>.
  - 여기에는 지역의 양분수지 균형을 위해 화학비료 사용을 최소화하고 가축분뇨 퇴·액비의 적정 살포 유도 및 외부 양분투입을 감축시킨다는 프로그램이 있으며 지역내 축산 악취저감을 위해 악취저감 목표를 설정하고 저감시설의 설치 지원 등이 포함
- 환경부서의 정책수단도 국민의 환경의식의 변화와 함께 변화하여 1980년대에는 주로 행정 감독 및 제재를 통하여 사업장의 환경오염행위에 대해 강하게 규제하였으나 1990년대 부터는 산업계에 대한 지나친 규제가 국제경쟁력 저하를 초래한다는 취지에서 직접적인 규제는 완화하는 대신 부담금 제도와 같은 사전예방적인 환경관리 수단과 경제적 유인수단이 중점적으로 채택·시행되고 있음.
- 한편, 환경관련 부담금은 원인 유발자에게 지불 의무를 부여함으로써 행위의 책임성을 인식하게 하는 중요한 기능이 있지만 부담금의 단점은 최소화 하고 부과의 의의는 최대화 할 수 있는 지속가능성 있는 대안을 마련하는 것이 중요함.

## 1.2. 연구 목적

- 축산환경 부담금은 농업인의 삶의 질과 농촌 환경을 개선하여 농업·농촌의 지속가능성을 높여 나가기 위해 축산농가의 환경개선 노력을 촉구하는데 있음. 정부에서는 그동안 축산환경

1) 2018년도 농림축산식품부 업무계획. 2018.

개선을 위해 다양한 정책을 추진하였지만 이제부터는 일정부분 원인유발자의 책임성에 대한 검토를 해야 한다는 입장임.

- 따라서 본 연구의 목적은 국내 환경관련 부담금 부과 및 운영 실태를 조사하여 축산환경개선부담금 제도 도입의 적절성 검토와 함께 부담금 운용시 관련 법령과의 조화, 부담금의 귀속주체 설정, 부담금의 비용/편익 적정성, 부담금의 부과기준 및 사용용도, 부담금의 면제·감면 조항 등 제반 사항을 검토하는데 목적을 두었음.

## 2. 연구 내용과 방법

- 위와 같은 연구목적을 달성하기 위하여 다음과 같이 연구 내용을 설정함.
- 축산환경 관련 제도 운영 사례 조사·분석
  - 해외 축산환경 관련 제도·정책 동향 조사·분석
  - 축내 환경관련 부담금 운영 현황 조사·분석
- 축산환경 부담금 제도 도입에 따른 비용·편익 분석
  - 축산환경 부담금 도입시 정량·정성적 비용 및 편익 요소 선정 및 분석
- 축산환경 부담금 도입 및 운영 방안
  - 축산환경 부담금 도입 사유 및 제도 도입시 고려사항
- 축산환경 부담금 도입을 위한 구체적 세부사항 및 추진방향 제시
  - 부담금 조성 방식, 부담금 귀속 및 징수, 부담금 부과대상, 부담금 규모 산정, 부담금 징수, 부담금 사용 용도, 부담금 면제·감면요건 등
  - 축산환경 부담금 제도 도입 로드맵
    - \* 부담금 제도 관련 국내외 문헌 검토, 인터넷 조사 등
    - \* 축산환경 부담금(축산환경기금) 관련 설문 조사, 전문가 회의를 통한 의견 수렴, 생산자 단체 면담 조사



## 제 2 장

### 제2장 우리나라 축산업과 환경문제

#### 1. 축산업 여건

##### 1.1. 가축사육 현황

- 우리나라의 축산업 구조는 전반적으로 사육가구수 감소 및 사육두수의 완만한 정체 또는 감소세가 이어지고 있지만 사육 규모화 및 전업화 추세는 계속되고 있음.
- 축종별 사육두수 변화를 살펴보면 한우는 2015년 이후 안정세를 보이고 있고, 젓소는 시유 소비량의 완만한 감소를 반영하여 매년 수천두가 감소되고 있음.
- 돼지는 사육가구수의 급격한 감소에도 불구하고 사육두수가 오히려 증가하고 있는데 이는 가축 중에서 시설 규모화가 가장 잘 이루어지고 있다는 것을 반증하고 있음. 산란계는 계란 수급의 안정화, 육계는 계열화 구도로 인해 가구 수와 마리수가 일정부분 균형을 맞추어 나가고 있음.

<표 2-1> 주요 가축의 연도별 사육가구수 및 사육두수 변화

	구분	2007년	2009년	2011년	2013년	2015년	2016년	2017년
한우	사육가구수(호)	182,936	171,050	162,617	128,504	93,050	86,476	83,871
	사육두수(천두)	1,990	2,432	2,840	2,885	2,606	2,580	2,583
젓소	사육가구수(호)	7,889	6,854	6,075	5,896	5,588	5,416	5,247
	사육두수(천두)	456	442	402	421	418	406	401
돼지	사육가구수(호)	10,343	7,781	6,042	5,938	4,949	4,656	4,518
	사육두수(천두)	9,518	9,297	7,580	10,097	10,127	10,426	10,514
산란계	사육가구수(호)	1,867	1,715	1,465	1,228	1,155	1,086	1,007
	사육수수(천수)	56,069	61,586	61,346	62,043	70,188	69,838	62,383
육계	사육가구수(호)	1,627	1,785	1,771	1,610	1,733	1,672	1,615
	사육수수(천수)	66,720	75,998	81,882	77,207	89,068	87,951	87,380

자료 : 통계청

- 농촌의 인구 고령화는 축산농가의 고령화로도 나타나고 있는데 축산농가의 고령화율은 2010년 29.6%에서 2014년 34.5%로 4.9% 증가하여 전국 가구의 고령화율보다 더 빠른 증가세를 보이고 있음.

<표 2-2> 축산농가의 고령화 현황

구분	2010	2011	2012	2013	2014
전국 가구 고령화율	17.8	18.3	18.9	19.5	20.1
전체 농가 고령화율	46.4	48.6	51.3	53.5	55.7
축산 농가 고령화율	29.6	31.4	31.7	34.3	34.5

주) 고령화율 : 65세 이상 가구수 비율(%)

자료 : 통계청(농림어업 조사)

- 후계농 확보율을 조사한 결과를 볼 때<sup>2)</sup> 모든 축종에 걸쳐 후계농 확보율이 30% 미만에 불과한 실정인데 이러한 결과는 미래 축산업의 저투자 문제와 연결되어 장기적으로 축산업 생산기반의 약화 가능성을 시사하고 있음.
- 후계농을 구하지 못한 상황에서 고령 축산 농가는 시설과 설비에 대한 지속적인 투자가 어렵고, 농가의 과소투자는 축산업 생산성 향상, 질병 방역 개선, 분뇨처리 설비 개선 등에 부정적인 요인으로 작용하게 될 것임.

<표 2-3> 축산 후계농 확보율 조사 결과(%)

구분	한우	양돈	낙농	육계	산란계	육용오리
있음	9.8	29.9	29.9	14.9	24.1	13.0
없음	90.2	70.1	70.1	85.1	75.9	87.0
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료 : (사)한국축산컨설팅협회·수원대(2014)

2) (사)한국축산컨설팅협회·수원대학교. 2014. 축사실태 연구 분석



## 2. 축산 환경 현황과 문제점

### 1.1. 가축분뇨 처리 실태

- 그동안 농림축산식품부에서는 가축분뇨를 오염원이 아닌 자원(퇴·액비, 바이오가스, 고체연료 등)의 개념으로 보고 자원화를 위한 다양한 정책을 추진하여 왔음.
  - '04년 환경부와 농림부가 공동으로 가축분뇨의 관리 및 이용 대책을 수립하면서 2006년 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”을 제정하여 그동안 오분법에서 폐수로 취급하던 가축분뇨를 자원의 개념으로 전환
- 이에 따라 자원화시설의 확충, 관리강화, 기술지원 등 각종 제도 개선과 사업이 이루어졌지만 일부 축산농가의 부적절한 처리, 미부숙된 액비의 살포, 액비의 방치로 인한 중금속 문제 등으로 인해 경종농가에서 퇴액비의 사용을 기피하여 농지의 확보가 어려운 실정이었음.
- '06년에 흙도 살리고 축산도 살리자는 구호와 함께 “가축분뇨를 활용한 자연순환농업 활성화 대책”을 마련하여 축산농가가 양질의 퇴비와 액비를 경종농가에 제공하고 친환경농산물 판로 개척에 도움을 주는 상생의 구도를 구축하기 위해 지역축협과 단위농협의 자연순환농업 협약 체결 분위기를 조성하였음.
- '12년 가축분뇨의 해양배출 전면 금지 조치에 대응하기 위해 2007년에 “가축분뇨 해양배출 감축 5개년 계획”을 수립하여 공동자원화 시설을 확충하고 지자체별 해양배출 감축실태를 지속적으로 모니터링하여 2011년 말에 해양배출 물량 제로화를 달성하였음.
- '13년 “중장기 가축분뇨 자원화 대책”을 수립하여 공동자원화 및 에너지화 시설을 지속적으로 확충하고 기존의 노후시설 및 방류수 수질기준 강화에 따른 정화시설을 보완하는 한편, 공동자원화 시설의 비료생산업 등록 의무화, 개별 농가 시비처방서 제도화, 비료공정규격상 액비기준 현실화 등 다양한 과제를 추진하였음.
- 이와 함께 '91년부터 농가의 분뇨처리시설 개선을 위해 재정적으로 연간 1천 억원 이상의 정부자금과 4백 억원 정도의 지방비를 투입하여 왔음.

<표 2-4> 연도별 가축분뇨처리지원 사업 예산 규모

구 분	2014	2015	2016	2017	2018	평균
합 계	153,368	134,436	206,406	154,170	179,602	165,596
국 고	45,417	42,708	49,760	43,150	47,900	45,787
용 자	51,521	44,968	70,030	65,822	70,958	60,659
지방비	45,660	38,990	56,234	33,591	40,202	42,935
자부담	10,770	7,770	30,382	11,607	20,542	16,214

자료 : 농림축산식품부(2018)

- 이러한 정책 투입 효과를 살펴보면 액비 자원화 물량이 매년 지속적으로 증가하여 왔고, 공공처리장 처리 물량의 증가, 개별농가 처리 물량의 감소는 있었으나 퇴비 자원화 물량은 거의 변하지 않았음.

<표 2-5> 연도별 가축분뇨 발생량 및 처리 현황

연도	연간 분뇨발생량	자원화 물량		정화방류		해양 배출	기타 (증발 등)
		퇴비	액비	개별농가	공공 처리장		
2010	46,534 (100)	37,220 (80.0)	3,066 (6.6)	1,427 (3.1)	2,727 (5.9)	1,070 (2.3)	1,024 (2.2)
2011	42,685 (100)	34,393 (80.6)	3,003 (7.0)	1,527 (3.6)	2,057 (4.8)	767 (1.8)	938 (2.2)
2012	46,489 (100)	37,656 (81.0)	3,580 (7.7)	1,999 (4.3)	2,211 (4.8)	-	1,043 (2.2)
2013	47,235 (100)	38,132 (80.7)	3,997 (8.5)	1,552 (3.3)	2,510 (5.3)	-	1,043 (2.2)
2014	46,233 (100)	37,495 (81.1)	3,974 (8.6)	1,339 (2.9)	2,496 (5.4)	-	929 (2.0)
2015	46,530 (100)	37,244 (80.0)	4,747 (10.2)	1,064 (2.3)	2,977 (6.4)	-	499 (1.1)
2016	46,988 (100)	37,417 (79.6)	5,159 (11.0)	1,084 (2.3)	2,762 (5.9)	-	566 (1.2)

자료 : 농림축산식품부(2018)

- 가축분뇨 처리주체별 처리현황을 살펴보면, '16년 전체 분뇨발생량 46,988천톤 중, 공동자원 화사업장 84개소에서 처리되는 물량은 3,260천톤/년(6.9%), 액비유통센터 166개소에서 처리되는 물량은 1,185천톤/년(2.6%)으로 추산되어, 250개소의 자원화조직체에서 전체 발생량의 9.5% 수준이고, 공공처리장을 포함하면 13.1%임.

- 이러한 조사결과는 87%에 달하는 가축분뇨는 개별농가에서 처리되고 있으며 여전히 가축분뇨의 처리 미흡에 따른 미부숙 퇴·액비의 살포가 이루어질 수 있다는 우려를 내포함.

<표 2-6> 가축분뇨 처리 주체별 처리 현황 (천m<sup>3</sup>/년, %)

연도	발생량 (A)	자원화 조직				공공 처리장 <sup>2)</sup> (D)	처 리 비 율			
		공동자원화(B)			액비 유통센터(C)		B/A	(B+C)/A	D/A	(B+D)/A
		소계	퇴비	액비 <sup>1)</sup>						
2016	46,988	3,260	815	2,445	1,185	2,887 <sup>3)</sup>	6.9	9.5	6.1	13.1

주1) 액비화 처리물량에는 에너지화 시설(4개소)에서 처리되는 물량(102천m<sup>3</sup>/년) 포함.

2) 공공처리장 처리량 104개소/2,982천톤(정화 92개소/2,697천톤, 퇴액비 9/190, 에너지화 3/95)

3) 공공처리장(환경부) : 2,887천톤(정화처리 2,697천톤+퇴액비화 190천톤)

자료 : 농림축산식품부(2018)

## 1.2. 악취관리 실태

- 도시화가 빠른 진전과 함께 귀농·귀촌의 활성화, 공공기관 지방이전 등을 통한 도시민이 농촌지역으로 유입되면서 축산이 악취 등 지역 환경오염의 가장 큰 원인으로 지목받고 있음.
- 환경부(2017년)에 의하면 전체 악취민원 15,105건 중 축산시설 악취민원이 6,112건('16년 4,323건), 피민원업소수는 3,164개소('16년 2,557개소)로 민원 건수와 피민원업소가 전체 산업 중 가장 많은 비율을 차지하고 있음(민원건수 40.4%, 피민원업소수 55.1%)<sup>3)</sup>.
- 악취 발생 및 민원의 원인은 크게 축사, 분뇨저장, 처리과정, 미부숙 퇴·액비의 농경지 살포에서 기인한다고 볼 수 있음.
- 축사의 경우 개방형 농장에서 분뇨를 장기간 보관하고 있고 탈취시설의 미구비 또는 구비한

3) 환경부. 2019. 악취방지 종합시책

농가에서의 탈취시설 가동 미흡 등으로 악취가 발생하며 퇴·액비 살포과정에 있어서도 시비처방서 이상 과잉 시비하거나 살포후 미경운으로 인해 악취가 비산되어 지역사회뿐만 아니라 농업계 내부에서도 악취문제 해결요구가 높아지고 있음.

<표 2-7> 사업장별 악취 민원 상위업종 현황(2017년)

구분	총계	
	민원건수	피민원업소수
계	15,105	5,745
축산시설	6,112(40.4%)	3,164(55.1%)
폐기물 보관·처리시설	1,909(12.6%)	274(4.8%)
금속의 용융·제련시설	994(6.6%)	351(6.1%)
조립금속제품·기계·기기·장비·운송장비·가구 등의 표면처리시설	780(5.2%)	355(6.2%)
비료 및 질소화합물 제조시설	719(4.8%)	128(2.2%)
고무 및 고무제품 제조시설	606(4.0%)	34(0.6%)
도축시설, 고기 가공·저장처리 시설	380(2.5%)	87(1.5%)
아스팔트제품 제조시설	360(2.4%)	107(1.8%)
합성고무 및 플라스틱물질 제조시설	336(2.2%)	192(3.3%)
하수·축산폐수 처리시설	332(2.2%)	84(1.5%)
그 외 시설(상기 10개 시설 외 35개 시설)	2,577(17.1%)	969(16.9%)

자료 : 환경부(2019)

- 따라서 농림축산식품부에서는 축산을 둘러싼 악취문제를 2017년에 “깨끗한 축산농장 조성 추진 대책”을 수립하여 깨끗한 축산농장을 지정하고 개별농장 단위에서 광역단위로 악취저감 사업을 추진하고 있음.

<표 2-8> 연도별 축사시설 현대화사업 예산 규모

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	평균
합계	424,000	300,033	262,285	278,136	235,530	299,996
국고	63,200	53,322	28,257	16,244	9,744	34,153
용자	106,000	88,704	83,271	108,265	113,680	99,984
이차보전	212,500	122,500	122,500	122,500	65,000	129,000
자부담	42,300	35,507	28,257	31,127	47,106	36,859

자료 : 농림축산식품부(2018)

- 이와 함께 '09년부터 당초 가축 생산성 향상 목적으로 마련한 축사시설현대화 사업도 최근 들어 깨끗한 축산농장 지정, 광역 악취개선사업 참여에 우선 순위를 두고 있고, 지원의 내용도 악취저감시설, 경관개선시설 등 축산환경의 개선에 중점을 두고 있음.
- 그러나 환경부는 가축사육 제한지역 확대, 방류수 수질강화 등 환경규제를 지속하고 있고, 지자체에서는 가축사육 제한거리와 제한 지역을 조례로 제정하여 축사의 신증축을 제한하고 있는 등 축산업에 대한 인식 악화 속도는 농가의 자구노력 속도보다 더 빠르게 진행되고 있음.

### 3. 최근의 축산환경 관련 제도 및 정책

#### 3.1. 축산법

- 2018년 12월에 국회 본회의를 통과한 「축산법」 개정안 중 가장 주목할 만한 내용은 축산환경을 “축산업으로 인해 사람과 가축에 영향을 미치는 환경이나 상태를 말한다”라고 정의하였고 축산발전 시책 강구 분야에 포함시켰음.
- 법 42조 2에서 농림축산식품부 장관은 축산환경 개선을 위해 5년마다 축산환경 개선 기본계획을 세우고 시행하여야 하고, 이에 따라 5년마다 시·도지사는 농림축산식품부 장관, 시장·군수는 시·도지사에게 지역의 축산환경 개선계획과 시행사항을 농림축산식품부장관에게 보고하여야 함. 여기에는 축사의 설치·운영 현황과 개선에 관한 사항과 축산악취, 분뇨처리 등 축산환경에 관한 현황과 개선에 관한 사항이 포함됨.
- 또한 제42조 3에서 축산환경 개선 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제38조 2제1항에 따른 축산환경관리원 등 축산환경 관련 기관을 축산환경 개선 전담기관으로 지정하게 하였음.

- 이에 따라 앞으로 축산환경 개선 전담기관은 축산환경 지도·점검, 축산환경 조사, 축산환경 개선을 위한 종사자 교육 및 컨설팅, 축산환경 개선기술 개발·보급, 축산환경 개선 전문인력 양성 등을 추진하는 근거를 확보하였음.

### 3.2. 제 2차 악취방지 종합시책

- 환경부에서는 「악취방지법」 제3조에 따라 '19년 1월 제2차 악취방지 종합시책을 발표하였고 축산 농가와 관련된 주요 내용은 다음과 같음.
- 현재는 악취배출허용기준을 초과할 경우에 신고대상시설로 지정하고 있으나 '21년부터 악취배출 사전신고제를 도입하여 축사 등 악취민원 상위 배출원 부터 우선적으로 사전신고대상으로 지정하고 사전신고대상 악취배출원은 악취방지 조치를 의무화하면서 자발적 관리를 유도할 계획
- 현재 개방형 돈사 등의 경우 악취를 동반한 내부 공기가 창문 또는 환기구를 통해 그대로 배출되고 있지만, 배출구의 높이가 낮고(5m 이하) 강제 배기를 하지 않아 배출구에 배출허용기준을 적용하지 못하고 있어 '20년부터 신규 허가규모 돈사 등을 중심으로 축사형태를 개방형에서 밀폐형(악취포집·처리)으로 단계적 전환하도록 하고 설치기준을 마련할 계획
- '19년에 축사의 환기구, 창문 등 악취 배출구의 정의를 명확히 하고, 주변 악취영향과 동물복지 등을 고려하여 적정 배출허용기준을 재검토할 계획
- 가축사육제한구역 지정과 관련하여 입지 제한 범위는 조례를 제정한 시·군 행정경계에 국한되어 있어 인접한 시·군 간에 협의가 미흡할 경우 환경부 또는 시·도에서 가축사육제한구역 지정을 요청할 수 있도록 '19년에 제도 개선
- 밀폐화 등 현대화된 시설 구축 및 관리가 어려운 기존 축사 밀집지역에 대해 장기적으로 ICT와 결합된 악취 자동 관리 시스템 도입 사업 추진

## 제 3 장

### 제3장 축산환경 관련 해외 규제 사례

#### 1. 법적 규제 강화

- 해외 선진국 및 환경오염이 심각한 국가를 중심으로 환경오염 유발 원인 중 하나가 집약적 가축사육형태에서 발생하는 것으로 판단하고 있으며, 특히 사육규모 확대에 따른 환경관리 경각심이 고조되고 있음.

#### 1.1. 미국

##### 1.1.1 축산업 유래 환경오염 대응 제도

- 1899년 강·항만 보호법을 시초로, 1948년 연방 수질오염관리법(Federal Water Pollution Control Act : FWPCA)이 제정됨으로써 미국 연방정부가 본격적으로 공중보건을 위한 수질관리에 주의를 기울이게 되었음.
- 그러나, 이후 기존 법으로는 수질오염 감축 효과가 미흡하고 환경오염에 대한 사회적 우려가 커짐에 따라, '72년 연방 수질오염관리법을 강화하였음.
- 이후 몇 차례 수정과정을 거치면서 마련된 수질오염방지법(Clean Water Act, 1977)과 수질관리법(Water Quality Act, 1987)은 국가오염물질 배출규제제도(NPDES)의 근간이 되었음.

### 1.1.2. 국가오염물질 배출규제제도(NPDES)

- 수질오염을 적극적으로 방지하기 위해 마련된 국가오염물질 배출규제제도(NPDES)는 다양한 수질오염원에 대한 정의와 함께 관리대상을 지정하고 있으며, 이중 집약형 가축사육시설 (concentrated animal feeding operations: CAFO)도 규제대상으로 지정되어 있음.
- 수질오염방지법(CWA)에 따라 점오염원(Point source)<sup>4)</sup>으로 규정되어 있는 집약형 가축사육 시설의 기준은 가축들을 가두거나 사육하는 기간이 연중 총 45일 이상일 때 해당됨.

#### 1.1.2.1. NPDES 관리 주체

- 국가오염물질 배출규제제도 관리기관은 법집행국(Office of Enforcement and Compliance Assurance: OECA)과 수자원국(OW)으로 나누어져 운영되고 있음.
  - 수자원국(OW)은 주로 규정 준수 여부와 주정부 및 EPA 지역사무국의 허가서 발급 등 행정사항에 대한 관리·감독
  - 법집행국(OECA)은 각 주정부 및 지자체별 법집행기관과 함께 대상시설의 프로그램 집행·준수 활동 수준을 모니터링 함으로써 현장사항에 대한 관리 감독 및 프로그램 이행 평가 업무를 수행

#### 1.1.2.2. NPDES 관리내용

- 점오염원으로 규정된 시설은 정부의 허가 없이 운영할 때 불법 시설 및 행위로 간주되며 허가서 내 의무사항에 대한 규정 위반에는 민·형사 및 행정적 강제조치를 취함.
  - 집약형 가축사육시설 허가서 표준규정에는 기본적으로 허가서 내 모든 규정을 지키고 규정 위배에 대한 사전 신고의무 및 규정 위배 이후 변론에 대한 금지 조항을 포함
  - 환경오염방지에 대한 이행사항으로는 허가서에 명시된 환경에 악영향을 줄 수 있는 모든 오염물질 배출에 대한 저감 조치 및 사전예방 수행과 관련 정보의 기록 및 보관, 관리자의 현장점검을 위한 출입허용 의무가 있음

4) 수질오염방지법(CWA)에 따라 '점오염원'은 오염물질을 배출하고 있거나 배출할 가능성이 있는, 한정된 공간의 확인 가능한 개별 시설로 정의됨



<표 3-1> 집약형 가축사육시설 허가서 주요 표준규정

근거법 <sup>5)</sup>	규정명	규정내용
Section 122.41(a)	준수의 의무	해당 시설은 허가서의 모든 조건을 준수해야 한다. 준수하지 않는 행위는 수질오염방지법(CWA) 위반에 해당하며, 강제 집행, 허가서의 변경 혹은 해지, 혹은 허가서 갱신 신청 거부의 대상이 될 수 있다.
122.41(d)	오염물질 배출 저감의 의무	해당 시설은 인체나 환경에 악영향을 줄 수 있는 하폐수나 슬러지의 사용·폐기처분 행위, 즉 허가조건을 위반하는 이러한 행위를 예방하기 위해 모든 합리적인 조치를 취해야 한다.
122.41(e)	적절한 운영 및 유지관리	해당 시설이 허가서 요건을 준수하는 데 사용하는 모든 장비 및 처리 시스템을 적절히 작동하고 유지해야 한다. 또한 적절한 실험실 관리(laboratory controls)와 품질보증절차(quality assurance procedures)를 제공해야 한다. 백업 시스템 작동은 준수 이행을 위해 필요할 경우에만 의무화한다.
122.41(h)	정보 제공의 의무	해당 시설은 허가서 준수 여부를 판단하기 위해 필요한 정보, 또는 허가서를 변경, 취소, 재발급, 해지할 이유가 있는지 확인하기 위해 필요한 정보는 무엇이든 적절한 시일 이내로 제공해야 한다.
122.41(l)(6)	24시간 이내 보고하기	해당 시설은 인체 및 환경을 위협할 수 있는 위반 사실을 인지했을 경우, 24시간 이내로 구두 보고해야 한다. 또한 사건을 인지한 지 5일 이내로 위반 내용 및 원인, 예상되는 위반 지속 시간, 그리고 규정을 준수하기 위해 취해야 할 감소, 제거, 재발 방지 등의 조치에 관해 제출해야 한다.

### 1.1.2.3. 위반 시 행정조치 사항

- 수질오염방지법(CWA)을 위반했다고 확인된 시설의 경우 NPDES를 시행하는 주는 해당 시설의 준수 기록(compliance history)을 검토하여 위반사항의 중요도, 빈도, 지속기간을 평가토록 함.
- 자체 모니터링 및 현장점검 자료 검토를 통해 위반수준이 명확하면 최종 집행조치 방식이 결정됨.
- 일반적으로 수질오염방지법(CWA)에 따라 해당기관은 허가서가 없는 상태에서 혹은 NPDES 허가 규정 위반에 해당하는 오염물질을 배출하는 처리시설을 상대로 민형사소송을 제기할 수 있으며, 위반 시 일일 최대 미화 32,500\$의 벌금을 징수토록 함.

5) 40 CFR(code of federal regulations) part

- 규정 불이행이 계속되는 경우 신속한 대응을 권고하고 있으며 행정조치의 범위는 행정 벌금 명령(최대 \$157,500)을 포함 또는 미포함 행정 명령과 유사 위반 억제 효과를 위해 민사 소송 및 형사 소추가 있음.

### 1.1.3. CAFO(concentrated animal feeding operations, 집약형 가축사육시설)

#### 가. CAFO의 정의

- CAFO는 높은 수준의 환경오염 발생원으로 지정되어 있으나, 환경오염원을 갖는 다른 산업과 마찬가지로 관리에 따라 육류, 유제품의 생산성 향상과 이를 통한 지역경제, 관련 산업 및 인프라 발전의 원동력으로 판단되어 오염관리와 지속발전의 양립이 필요한 산업으로 인정되고 있음.
- 이에 따라, 오염물질 배출원으로 규정된 AFO(animal feeding operation)의 또 다른 유형인 CAFO는 사육 규모를 기준으로 재분류 됨. 즉, 기존 AFO에 비해 현대화된 시설 조건에서 밀사를 통한 규모화로 인해 오염물질 배출량이 증가하므로 기존과 다른 수준의 관리기준이 요구되어 설정됨.
- CAFO 정의는 EPA에 의해 '76년 공포된 바 있고, 구체적 범위 지정 및 관리규칙은 산업 변화 및 시대적 요구에 맞추어 지속적으로 수정되어 '16년에 최종 변경된 바 있음.
- 약 21만 개소 이상 AFO 형태의 농장에서 CAFO 농장을 지정하는 기준은 축종 별 실제 사육두수에 의함. 또한 그 규모에 따라 대·중·소 집약형 가축사육시설로 나누어지며 규모별로 규제 수준이 달라짐.

<표 3-2> 집약형 가축사육시설 해당 기준

구분	대형 집약형 가축사육시설	중형 집약형 가축사육시설	소형 집약형 가축사육시설
육우/두	1,000 이상	300 ~ 999	300 이하
젖소/두	700 이상	200 ~ 699	200 미만
칠면조/수	55,000 또는 이상	16,500 ~ 54,999	16,500 미만
육계 및 산란계/수 (액체 분뇨처리 시스템 가동)	30,000 이상	9,000 ~ 29,999	9,000 미만
산란계 제외 가금/수 (액체 분뇨처리 시스템 미가동)	125,000 또는 이상	37,500 ~ 124,999	37,500 미만
산란계/수 (액체 분뇨처리 시스템 미가동)	82,000 또는 이상	25,000 ~ 81,999	25,000 미만

자료 : 40 CFR(code of federal regulations) 122.23.

#### 나. CAFO에 의한 환경보건 영향

- CAFO는 국지적이지만 대량 가축사육으로 인해 환경오염을 야기하게 되는데 오염원에 직접 영향을 받는 부분은 대표적으로 지하수, 지표수, 대기(악취)로 구분됨. 간접적으로 국민에게 영향하는 부분은 병원체 및 항생제 위험 고조 및 해충 발생·서식 등이 있다고 함.
- CAFO에서 발생하는 분뇨는 현지점에서 가장 높은 수준의 환경오염원으로 지목되고 있고 특히 수질 및 대기질에 직접적인 위해요인으로 작용하고 있음.
- '00년에 실시되어 '08년 결과가 도출된 EPA의 국립수질관리국(National Water Quality Inventory) 조사에서 29개 주의 지하수 수질오염이 CAFO에서 기인하였음이 보고<sup>6)</sup>되었고, 이는 전체 인구의 약 53%가 지하수를 식수로 의존하는 미국<sup>7)</sup>에서 국민보건 측면의 심각한 위해요인이 될 수 있다고 함.
- 지표수 또한 폭풍, 홍수 등 자연재해로 인한 분뇨 누출 형태를 제외하고도 농장작업에서 발생하는 근교 토지 침식과 오염된 지하수 및 공기를 통한 오염이 보고<sup>8)</sup>되었고, 1차 오염 후 부영양화에 따른 수생환경 균형에 혼란을 발생시킴으로 2차 오염을 유발<sup>9)</sup>할 수 있다고 함.

6) Congressional Research Service. 2008.

7) Environmental Protection Agency. 2004.

8) Environmental Protection Agency. 2001.

9) Spellman, F.R. & Whiting, N.E. 2007.

- 분뇨가 분해되면서 발생하는 유해가스과 악취는 인간과 가축의 건강에 직접적 위해요인이 되며 농장 근로자뿐 아니라 인근 거주자에게도 천식과 같은 폐질환 발생률을 증가<sup>10)</sup>시키며, 악취는 기상조건에 따라 약 4~10km까지 전해짐에 따라 관련 주민들의 생활방식에 악영향을 주는 부차적 문제를 발생<sup>11)</sup>시킨다고 함.
- 또한 기후변화의 주요인이 되는 온실가스 생성에서는 반추동물 소화과정이 아닌 분뇨에서만 발생하는 메탄 및 아산화질소량도 다량으로 조사되어 EPA는 분뇨관리에서 발생하는 메탄가스와 아산화질소를 산업 내 온실가스 상위 배출원 각 4위와 5위로 지정<sup>12)</sup>하고 있음.

<표 3-3> 집약형 가축사육시설에 의한 대기 오염물질

CAFO 배출가스	원인	특성	건강 유해성
암모니아 (Ammonia)	분뇨 내 미소화 유기질소 화합물 분해 시 생성	악취 및 자극성 냄새	호흡기 질환, 안구 및 피부에 화학적 화상, 심한 기침 등
황화수소 (Hydrogen Sulfide)	분뇨 내 미소화 단백질 및 함유 유기물 분해 시 생성	썩은 달걀과 같은 짙은 악취	눈 및 호흡기 점질의 염증 유발, 후각 신경 세포 손실 등
메탄 (Methane)	혐기성 조건 내 유기물 분해 시 생성	무색, 무취, 높은 가연성 및 온실효과	메탄 농도에 따른 건강 유해성은 낮음
먼지 (Particulate Matter)	사료, 깔짚 등 바닥재, 분뇨, 동물의 비듬, 가금류의 깃털, 깃털 유래 미립자 등	분뇨 가루, 사멸된 외피세포, 바이러스, 병원성·비병원성 세균 및 곰팡이 등	급성·만성 기관지염 및 호흡기 기능저하 유발, 폐기능 저하, 유기먼지 독성 증후군

자료 : Centers for disease control and prevention

10) Barrett. 2006.

11) Donham et. al. 2007.

12) Environmental Protection Agency. 2009.

## 1.2. 캐나다

- 캐나다 연방법에서는 집약적 가축산업에 대한 법적행위를 지방정부에 위임하고 있고, 근거 법령으로 지방정부가 가지는 통제 권한은 Constitution Act 1867, section 92에서 규정하고 있으며, 집약적 가축사육산업에 대한 규제 법령들의 연방법 근거는 federal Fisheries Act와 Canadian Environmental Act에 의함.
- 집약적 가축사육산업이 환경오염의 원인으로 지목하여 ILO(Intensive Livestock Operations)로 규정하고 있으나, 미국과 같은 구체화된 연방 기준이 없고, 캐나다 10개 주 중 8개 주정부에서 사육밀도를 기준으로 ILO 시설을 구분하고 있음.
- 미국과 마찬가지로 집약적 가축사육시설은 허가 및 승인을 받고 농가별 고유통제 번호 취득을 의무화하였으며, 이는 지방정부법에 따라 변동은 있으나 기본적으로 집약적 가축사육시설 표준 및 관리규정<sup>13)</sup>에 따라 부지선택, 건축 및 관리 조항 이행 등 운영전반에서 법적 책임과 이행을 요구함.
- 관리의무 불이행에 따른 법적처벌 수위 또한 지방정부법마다 다르지만 기본적으로 행정관리관 및 법집행인에게 민·형사상의 폭넓은 재량을 부여<sup>14)</sup>하고 있음.
- 지방정부법에 따라 주마다 벌금액수의 변동이 있지만, 처벌수위가 가장 강한 온타리오주의 경우 관리위반에 따른 심각한 환경오염 발생 시 법원판결에 따라 육백만에서 천만 달러의 벌금 부과를 명시<sup>15)</sup>하고 있음.

13) Standards and Administration Regulation, A. R. 267/2001. S.3.)

14) Agricultural Operations Practices Act, S.A. 2001, c. A-7, s. 3a(2)., Livestock Operations Act, S.N.B. 1998, c. L-11.01, s. 19(1).

15) Environmental Protection Act, R.S.O. 1990, c. E-19, s. 187(7)

### 1.3. EU(European Union)

#### 1.3.1. 축산업 유래 환경오염에 대한 제도

- EU 가입국들은 환경오염의 부작용 및 인간에게 미치는 영향을 감안하여 지속 가능한 농축산업은 좋은 환경조건의 뒷받침이 필요함을 전제로 2009년 Good agricultural and environmental conditions(GAEC) 제도 및 후속으로 Cross-compliance 제도를 수립하였음.
  - GAEC 제도 : Council Regulation 73/2009 신설, 1290/2005, 247/2006, 378/2007 개정
  - Cross-compliance 제도 : Council Regulation 1306/2013, Commission Implementing Regulation 809/2014, Commission Delegated Regulation 640/2014
- GAEC는 법적으로 농민을 위한 직접 지원 계획을 포함하며 Cross-compliance는 GAEC 일반 이행규율과 함께 법적관리 요구사항(SMR : Statutory Management Requirements)을 추가하여 요구사항 미이행시 지원수준 감소내용을 포함함.

#### 1.3.2. 제도 목적 및 구성

- 제도의 주요 목적은 환경을 고려하면서 지속발전 가능한 '통합형 농축산업발전 환경친화 제도' 구축으로 농민 소득 증가 및 산업발전에 기여함에 있음.

<표 3-4> 목적 분야 별 및 주요 이행내용

목적	이행 내용
수질오염	오염수준에 따른 수로 별 시설 분리
	관개를 위한 사용허가 대상 수자원일 경우, 허가 및 관리 절차 준수
토양오염	오염에 대한 지하수의 보호로써, 지하수로의 직접 배출 금지 및 오염물질 토양 통과 등을 통한 지하수 간접오염 방지
	농경지 및 방목지 침식방지를 위한 토지 및 가축관리
경관 유지관리	식물건강 관련 요구조건을 제외한 토양 내 적절한 수준의 토양 유기물 유지
	연못, 도랑, 울타리 나무 등 일련의 형태를 가진 경관 등에 대한 파괴 금지

자료 : The Good Agricultural and Environmental Conditions(GAECs) rule in Annex II of Council Regulation No. 1306/2013

- EU 가입국 전체 인구의 50% 이상과 토지의 90%에 영향을 미치는 농촌 관련 정책 수행을 위한 거대 자금조달 및 관리를 유럽농촌재정위원회(EAFRD : European Agricultural Fund for Rural Development)와 유럽농업보증기금(EAGF)에서 각각 수행하고 있음.
- 자금조달은 EU 가입국가별 예산, 통관세, 농산물시장 직접개입에 의한 수익 및 우유세<sup>16)</sup> 등에서 이루어 지며, 자금이용은 분야 별 관리지침에 따른 이행내용 준수 농가에 대한 직접지불(direct payment) 등의 방식을 통한 지원 방식임.
- 자금이용에는 국가별 특정지원을 위한 재정규정이 별도 마련되어 있어 기존 예산 한도의 10%까지 지정된 지원산업에 투입<sup>17)</sup>할 수 있음.

16) Article 43 of EC regulation No. 1306/2013

17) Article 41 of EC regulation No. 1782/2013

### 1.3.3. 축산 관련 주요 이행사항 준수시 지원 및 미이행시 불이익

- 가축 분뇨관리를 통한 수질오염 및 토양오염 방지
  - 가축 분뇨관리(분뇨 발생량, 질소농도, 분뇨 이용·판매량 등의 정보 기록) 미흡, 보관시설 미흡, 금지 기간 중 토양에 살포 등
  - 지하수 용출지 50m 이내 축분 보관, 지표수 인근 10m 이내 축분 보관, 과밀 방목 등
- 사양·질병관리 의무사항 준수
  - 정해진 기간 내 1, 2차 이표부착 및 혈통등록으로 가축식별, 등록제, 이력제 준수
  - 폐사 및 이표손실 등 돌발 상황 발생 및 등록관리 준수사항 위배시 유예기간 내 보완
  - 청결한 사육환경과 축종, 사양단계 및 성별에 따른 사육공간 제공 및 적극적인 질병관리 등
  - 개체 별 관리기록 정보 기록 및 보관 등
- 축산농가는 환경오염 및 동물복지 준수로써 지원금을 당해 정해진 EU 국가별로 업종 및 농가규모에 해당하는 지원금을 100% 받을 수 있음.
- 의무사항 미이행시 과실적 미이행과 의도적 미이행으로 나누어 불이익을 줌.
  - 과실적 미이행 : 적발 1건당 심각성 수준에 따라 1~5%의 보조금을 삭감하고, 동일한 의무사항의 반복적 미이행 발생시 직전 발생 삭감 수준의 3배를 삭감
  - 의도적 미이행 : 적발 1건당 심각성 수준에 따라 15~100% 보조금을 삭감하고, 심각성이 매우 높은 경우 다음해 보조금 지급 프로그램에 배제 가능
- 그렇지만 규정에 있는 불가항력 상황으로 인정되면 의무사항 미이행에 따른 불이익 조치를 유예함.
  - 관리인의 사망 또는 금치산 상태의 사고
  - 홍수 등과 같은 심각한 자연재해
  - 농장 내 축사가 파괴되는 수준의 사고
  - 농장 내 가축전염병 발생



## 2. 환경오염 세금 부과

- '16년 11월부터 194개국 대상 국제법으로 발효되고 있는 파리기후협약은 '17년 미국의 탈퇴에도 온실가스 감축을 통한 환경자원 보존을 쟁점화 하여 범세계적 동의하에 단계적으로 추진되고 있음.
- 축산물 생산 과정에서 발생 되는 온실가스는 세계 온실가스 생성의 14.5%를 차지함에 따라 축산물 생산뿐만 아니라 소비단계에서 세금을 추가적으로 부과하고자 하는 주장들이 제기되고 있고, 향후 인도 및 중국의 중산층 확대에 따른 축산물 요구량의 폭발적 증가가 예견되고 있어<sup>18)</sup> 육류세 도입 주장에 대한 관심도가 계속 높아지고 있는 상황임.
- 또한 최근<sup>19)</sup><sup>20)</sup> 옥스퍼드 대학의 NDPH(Nuffield Department of Population Health)를 비롯한 학자들은 온실가스 발생에 높은 비중을 차지하는 적색육에 세금을 부과하게 되면 적색육 총소비량을 낮출 수 있고, 이렇게 함으로써 온실가스 배출뿐만 아니라 대중보건 향상 및 질병에 대한 사회비용 감축 효과를 얻을 수 있다고 주장하였음.

### 2.1. 유럽의 육류세

#### 2.1.1. 덴마크

- '16년, 덴마크 윤리위원회는 온실가스 발생량 조절의 일환으로 적색육에 대한 추가세금 부여를 권고하는 보고서를 제출하였는데 적색육 소비에 대한 소비자 책임의식 부각 및 소비세의 윤리적 의무에 대해 서술되어 있음.
- 동 보고서의 주요 내용을 살펴보면 동물의 사료로 GMO 작물이 광범위하게 사용됨에 따라, 동물건강에 대한 부작용 발생과 인간이 섭취했을 경우의 부작용 발생을 우려하고 있음.

18) FAO, Livestock solutions for climate change, 2017.

19) Mitigation potential and global health impacts from emissions pricing of food commodities, 2016

20) Health-motivated taxes on red and processed meat: A modelling study on optimal tax levels and associated health impacts, 2018

- 또한 축산식품 생산이 다량의 온실가스를 발생시켜 지구온난화를 가속화 하기 때문에 적색육 소비량 감소가 생산량 감축으로 이어져 온실가스 발생량을 줄일 수 있다고 하며, 현재의 적색육 판매가격은 환경손상에 대한 복구와 같은 외부비용이 반영되지 않고 있어 판매가격이 실제 투입된 환경복구 비용을 감안하면 상당히 저렴하다고 판단하고 있음.
- 여기에 맞춰 덴마크의 야당인 대안당에서는 ‘17년에 쇠고기 소비자가격에 특별소비세로 kg 당 17크로네(한화 약 3,000원)의 추가금 부여를 제안<sup>21)</sup>한 바 있음.
- 덴마크 윤리위원회의 권고 내용에 대한 정부와 관련 업계의 반응은 부정적이며 의회에서도 거부되었음.
- 소비자의 반응 또한 이러한 시도는 오히려 사회적 불평등 악화를 초래할 것이라는 의견으로 부정적이었음.

### 2.1.2. 스웨덴<sup>22)</sup>

- 스웨덴농업위원회(Sweden's Agricultural Board)에서는 ‘13년에 식량에 대한 환경보전 세금 부과를 제안한 바 있음.
- 녹색당에서 온실가스 발생량 감소의 일환으로 쇠고기에 대한 소비세 부과 및 쇠고기 및 유제품 유통단계에 대한 세금부과를 제안함.
- 스웨덴의 쇠고기 생산 경쟁력이 타국 보다 낮기 때문에 사육농가에게 새로운 세금을 부과하여 사육농가의 이탈을 초래하는 것보다 소비자의 부담을 가중시키는 방식이 더 효과적일 것으로 판단하였고, 적색육에 부과할 잠정적인 세금을 kg 당 20크로나(한화 약 2,500원) 수준으로 제시하였음.
- 또한, ‘16년도 설문조사에 따르면, 시민의 25% 정도가 적색육 소비에 따른 추가세금 부과에

21) Alternativets skatteudspil, 2017. Available at: <https://alternativet.dk/old-files/2016/11/AlternativetsSkatteudspil.pdf>

22) Hållbar köttkonsumtion(지속 가능한 육류 소비), 2013

대해 긍정적이었음.

- 현재 스웨덴에서의 적색육 소비 관련 세금 제안은 스웨덴과는 다르게 정부와 의회에서의 부정적 인식이 낮고, 과세 대상이 될 국민의 지지도도 점차 증가하고 있는 상황임.
- 세금을 징수할 경우 사용 용도는 세수 총액의 절반 수준을 시민 복지에 사용하고 나머지 절반을 농업진흥 보조금으로 활용할 계획을 갖고 있음.

### 2.1.3. 독일

- '16년에 독일연방환경청((Federal Environmental Agency)은 육류 및 유제품 등 동물성 제품에 7% 부과하였던 세금(VAT)을 곡물, 채소 및 과일과 같이 19%로 인상하기를 제안하였음.
- 제안 사유로 다른 쇠고기 소비세 언급 국가와 마찬가지로 높아진 소비자 가격을 통해 소비량을 줄여 축산업에 의한 환경 및 기후변화에 끼치는 영향을 감소할 수 수 있음을 언급<sup>23)</sup>하였음.
- 그러나 축산물 소비량이 많은 일반 국민 사이에서 반대 의견이 높고, 독일 정치권 및 소비자 단체들의 적극적 반대로 인해 입법추진이 보류된 상태로서 현재 사회적 타협점 도출을 모색<sup>24)25)</sup>하고 있음.

---

23) <https://www.politico.eu/article/germany-pushes-for-tax-hike-on-meat-and-cheese/>

24) <http://www.taz.de/!5357388/>

25) <https://www.dw.com/en/should-there-be-a-meat-tax-to-fight-climate-change/a-45868996>

## 2.2. 중국의 환경보호세(环境保护税)<sup>26)</sup>

### 2.2.1. 추진목적

- 중국정부는 환경을 보호하고 오염물질 배출을 줄이며 생태문명 건설을 촉진시키기 위해 '16년 12월 '환경보호세법'을 제정하고, '18년 1월부터 공식적으로 시행됨.
- 환경보호세법은 중국 최초의 '녹색세제(綠色稅制)'이자, 생태문명건설을 추진한 단일 세법이라는 점에 의미가 있으며, 환경보호세로 거둬들인 세수는 환경보호산업 발전 기금을 설립해 오염물 처리 및 환경오염 방지시설 건설에 사용할 계획임.

### 2.2.2. 운영체제

- 환경보호세의 징수는 세무기관이 세수징수관리법 및 환경보호세법에 따라 징수하고, 관련 법에 근거하여 미신고나 체납에 따른 책임을 추궁할 수 있음.
- 환경보호 주무부서는 환경보호세법과 관련 환경보호 법률·법규의 규정에 따라 오염물의 모니터링 관리에 대해 책임을 가짐.
  - 환경보호 주무부서는 사업장의 환경보호 관련정보를 세무기관에 제출해야 하고, 세무기관은 납세인의 세금 관련 정보를 주무부서에 제출해야 함.
- 현급 이상의 지방 인민정부는 세무기관, 환경보호 주무부서와 그 밖의 관련 작업장과 협조하여 환경보호세 징수 관리를 강화하여 세금이 적시에 정액으로 입고되도록 보장해야 함.

---

26)

### 2.2.3. 환경보호세법 과세기준 및 단가

- 환경보호세 납세자는 환경을 향해 직접적으로 과세대상 오염물질을 배출하는 기업체·사업체와 기타 생산경영자이며, 과세대상 오염물질은 대기오염물질, 수질오염물질, 고체폐기물, 소음 등 4가지 오염물질을 지칭함.
- 축산농가의 경우 실제 감축이 불가능하거나 물질수지의 계산이 불가능한 소형 오염배출업체로서 수질오염물질 오염당량값에만 적용되고, 사육두수가 소 50마리, 돼지 500마리, 가금 5,000마리를 초과하는 축산농가에 과세함.
  - 가축은 돼지 사육두수를 기준으로 환산하며, 소 한 마리가 돼지 10마리, 가금 30마리가 돼지 1마리로 환산하여 수질오염 오염당량값을 적용함.
- 과세액은 성·자치구·직할시, 인민정부는 지역의 환경한계용량, 정화목표에 따라 세액을 상향조정할 수 있고 오염물질도 추가할 수 있도록 명시하고 있음.
  - 수질 및 대기오염물은 오염당량당 각각 1.4위안, 1.2위안, 고체폐기물은 톤당 5~1,000위안, 소음은 초과 데시벨을 기준으로 매달 350~11,200위안을 과세함.

<표 3-5> 중국 7개 지역의 오염배출비 징수기준

지역	베이징	톈진	상하이	장쑤	허베이	산둥	후베이
징수기준 (최저기준 대비)	8~9배	5~7배	3~6.5배	3~4배	2~5배	2.5~5배	1~2배

- 세액납부는 납세자가 배출량을 기준으로 월마다 세액을 계산하여 분기별로 오염물질 배출지의 세무기관에 자진 신고하고 납부함.

## 2.4. 덴마크의 광물성 인 세금(phosphorus tax)

### 2.4.1. 추진목적 및 경위

- 덴마크 정부는 '85년부터 농업 유래의 환경오염 대응 방안으로 국토의 질소 침적수준 완화를 정책적으로 관리하였고, 그 일환으로 가축분뇨와 유기질비료에 함유된 인(phosphorus) 성분 과다의 원인이 되는 가축사료에 대한 광물성 인 함유량 규제를 추진하였음.
- '99년에 농민 부담은 예외로 둔 질소 비료에 대한 세법 제정이 있었고, 동 시기에 사료의 영양성분에 대한 세금모델도 고려한바 있었으나, 인분해효소(pyrase) 첨가 등의 다른 대응책 이용으로 중단되었음.
- 이후, 덴마크 정부는 학자, 공무원 및 이익 단체 대표 등과 함께 '광물성 인 세금' 도입방안 수립을 위한 축적된 환경오염 연구자료의 적극 검토 및 공론화 등의 방법으로 합의점을 도출시켰고, 이를 바탕으로 정책제안 및 입안을 추진하였음.
- 덴마크 의회는 '01년 이후 세금인상 관련 입법은 보류하고 징수에 대한 보전을 고려한 형태의 입법 추진은 허용하였음. '04년 판매사료 내 인산염 량에 따른 세금 부가 지침이 근거법령<sup>27)</sup>을 바탕으로 제정되었음.

<표 3-6> 덴마크의 농업 유래 환경오염에 대응한 정책 추진 개요

시행연도	1985	1987	1991	1998	2001	2004
목적 및 추진 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질소 및 인 오염 관리</li> <li>- 분뇨 유출 및 사일리지 사료 침출수 관리 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수생환경 관리 1차</li> <li>- 분뇨 저장고 용량 확대</li> <li>- 경작시기 별 비료 이용 제한 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속가능 농업 추진</li> <li>- '80년 대 대비 질소 침출량 49% 감소</li> <li>- 축종·분뇨 별 비료 이용량 제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수생환경 관리 2차</li> <li>- '80년 중반 대비 질소 침출량 49% 감소</li> <li>- 산림·습지조성, 유기농법 전환 보조금 지급</li> <li>- 사료효율 향상을 위한 관리 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 암모니아 발생 관리</li> <li>- 모든 분뇨보관 밀폐화</li> <li>- 분뇨처리 현대화 보조금</li> <li>- 생태계 보전을 위한 농업확장 제한 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수생환경 관리 3차</li> <li>- '03년 대비 '15년 질소 침출량 13% 감소</li> <li>- 사료 내 광물성 인 과세 및 '15년까지 인여 광물성 인 50% 감축</li> <li>- 생태계 조성</li> </ul>

27) 91/294/EC, 91/676/EEC, OJ L 375, 31.12.1991, P.1., Action Plan III for the Aquatic Environment

## 2.4.2. 징수내용

- 덴마크에서 사료판매 시 사료 생산자 또는 판매업자에게 세금납부 의무가 발생되고, 무역을 통한 국외 사료 구입 시에는 수입업자에게 납세의무가 발생됨.
- 납부액 기준은 생산 이후 첫 판매 시 또는 사료 수입 시 해당사료 총량에 함유된 인(phosphorus) 중량 1kg 당 4크로네(약 700원) 징수로 일괄 책정되어 있음.
- 납부형태는 덴마크 국세청에 의해 거래 시 개별 징수되어 덴마크 재무부로 납부되며, 경감된 토지가치세에 대한 세수보완 및 환경관리제도 운영 재원으로 사용됨.

## 2.4.3. 제도시행 효과

- 사료 내 광물성 인 총량에 따라 세금을 부과하는 등 제도는 첫째, 사료 함유 광물성 인 감축에 따라 가축분뇨 내 인배설량 감소를 유도하였고 둘째, 환경오염 대응 정책자금으로 사용될 수 있는 세수확보 효과를 보았음.
- 사료 내 광물성 인 총량 제도 및 다양한 인 사용량 감축 정책에 따라 '01년 덴마크 농업에서 발생한 광물성 인 잉여량은 약 33,700 톤이었지만 '14년에는 약 16,000톤으로 감소<sup>28)</sup>하였음.
- 가축사료에 함유된 광물성 인 소비량 또한 '05년 대비 '15년에 약 15%(2,000톤)의 감소가 있었음. 이 기간 동안의 덴마크 전체 가축 사육규모는 비슷하였음.<sup>29)</sup>
- 광물성 인 세금으로 확보되는 세수는 연간 약 5천만 크로네(약 87억원) 수준이며, 부가적인 효과로 인소화율 향상 기술개발 및 적용에 따라, 비반추가축의 사료효율 향상이 보고<sup>30)</sup>되었음.

28) Vinther og Olsen. 2015.

29) Mikael Skou Andersen. 2017.

30) Mikael Skou Andersen. 2017.

### 3. 기금 조성

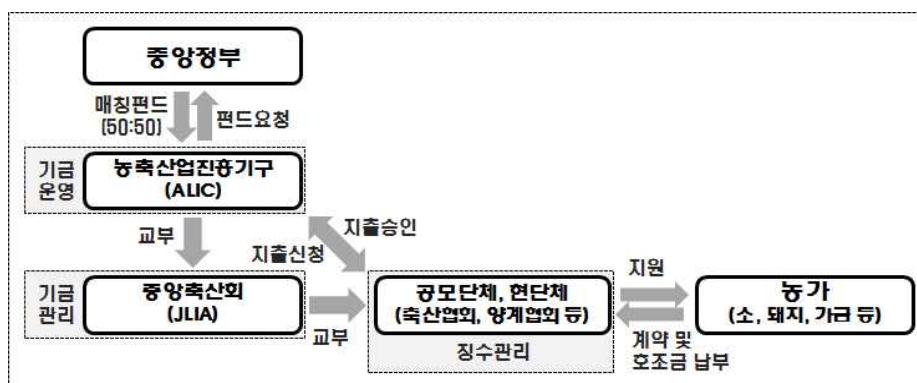
#### 3.1. 일본의 가축방역호조제도(家畜防疫互助制度)<sup>31)</sup>

##### 3.1.1. 추진목적

- 일본의 가축방역호조제도는 구제역, 고병원성 조류 인플루엔자 등 악성가축전염병이 발생했을 경우, 가축의 살처분 등에 의해 축산경영에 미치는 영향을 완화하기 위해 생산자 스스로 적립하고 악성가축전염병 발생 시 손해를 국가가 보조하여 지원하는 제도로서, 질병 발생농장 및 주변농장의 부담을 최소화하고, 농가의 경영 안정과 지속성을 도모하는데 목적이 있음.

##### 3.1.2. 운영체계

- 가축방역호조제도는 농가가 정부에서 정한 호조금을 현공모단체 또는 현단체에 납부하고, 정부는 농축산업진흥기구(ALIC)에 농가가 납부한 금액만큼 매칭펀드(50:50)하여 기금을 마련하며 질병발생 시 기금을 통해 호조금을 지원함.
- 가축방역호조제도의 운영주체는 ALIC이고, 징수주체는 공모단체 또는 현단체로 지자체의 장이 되고, 기금관리는 중앙축산회가 담당함.



<그림 3-1> 가축방역호조제도 운영체계

31) 일본가축방역기금 요약(www.maff.go.kr)



### 3.1.3. 사업내용

- 가축방역호조제도의 사업에는 호조금지원사업, 호조금지원인정사업, 가축방역호조 등 추진 사업 등이 있음.
  - 호조금지원사업 : 현공모단체 또는 현단체와 농가의 계약을 통해 가축전염병 발생 시 가축방역 및 살처분 매몰 비용 일부 지원 및 농가 경영재개를 위한 경영지원호조금을 지원
  - 호조금지원인정사업 : 질병발생 시 현지조사를 실시하고, 호조금 지원 인증위원회를 개최하여 호조금의 지원단가를 인정하며, 이에 소요되는 경비를 보조
  - 가축방역호조 등 추진사업(중앙추진사업) : 지자체의 공모단체는 중앙추진회의를 개최하고, 사업의 보급, 주도 및 연락규정 등을 실시
  - 가축방역호조 등 추진사업(중앙추진사업) : 지자체의 현 단체는 중앙추진사업이 원활하게 추진되도록 추진회의를 개최하고, 사업의 보급, 주도 및 연락조정 등을 실시

### 3.1.4. 농가 호조금 부과기준 및 단가

- 축종마다 예상되는 호조지원 금액에서 기구가 보조하는 금액을 공제한 금액을, 해당 사업 실시기간에 예상되는 계약대상두수로 나눈 액을 기준으로 하여 축종 및 구분에 따라 1두(수)당 호조금 납부액을 정함.
- 사업대상 축종은 소, 돼지, 닭, 메추리, 오리 등 이고, 소는 크게 유용우와 육용우로 구분되며, 돼지는 번식용종돈(암), 번식용종돈(수), 출하비육돈, 닭은 산란계(성계), 산란계(육성계), 육용계, 종계(성계), 종계(육성계)로 구분됨.
- 부과금에 대한 감면 요건은 별도로 마련되어 있지 않음.

<표 3-7> 일본 가축방역호조제도 요강 별표 5

축종	계약구분	가축 구분	농가 호조금 납부단가	참고(2017.11. 가격)
소		1. 유용우(물소(식용생산에 관한 것에 한함)을 포함) (1) 유용우(24개월령 이상의 것) (2) 유용우(24개월령 미만의 것)	1두당 235엔 1두당 95엔	북해도 유우 육성우(12.14) 511,380엔
		2. 육용우 (1) 육전용중번식암소(24개월령 이상의 것) (2) 육전용중번식암소(24개월령 미만의 것 및 육전용중번식암소가 될 것으로 예상되는 송아지 포함) 및 육전용중비육우(육전용중비육우가 될 것으로 예상되는 송아지 포함)	1두당 225엔 1두당 110엔	
		(3) 육전용중과 유용종의 교잡중(이하 교잡중)비육우(교잡중비육우가 될 것으로 예상되는 송아지 포함)	1두당 105엔	흑모화우(거세), 11월) 306kg 804,147
		(4) 유용중비육우(물소(식용생산에 관한 것에 한함)을 포함. 또한, 유용중비육우가 될 것으로 예상되는 소를 포함)	1두당 95엔	
돼지	가축형	1. 번식용중돈(암) 2. 번식용중돈(수) 3. 도축장에 출하되는 비육돈	1두당 120엔 1두당 120엔 1두당 30엔	비육돈 11월 지육kg당 580엔
	기업형	1. 번식용중돈(암) 2. 번식용중돈(수) 3. 도축장에 출하되는 비육돈	1두당 125엔 1두당 125엔 1두당 35엔	
닭	가축형	1. 산란계(성계 120일령 초과) 2. 산란계(육성계 120일령 이하) 3. 육용계 4. 종계(성계 120일령 초과) 5. 종계(육성계 120일령 이하)	1수당 4.5엔 1수당 2.0엔 1수당 0.1엔 1수당 5.5엔 1수당 2.5엔	계란 M, 11월 동경228엔 브로일러 325엔/kg
	기업형	1. 산란계(성계 120일령 초과) 2. 산란계(육성계 120일령 이하) 3. 육용계 4. 종계(성계 120일령 초과) 5. 종계(육성계 120일령 이하)	1수당 5.5엔 1수당 2.5엔 1수당 0.2엔 1수당 7.5엔 1수당 3.5엔	
메추리			1수당 5.0엔	
오리			1수당 2.0엔	
거위			1수당 2.0엔	
호로조			1수당 2.0엔	
칠면조			1수당 2.0엔	
타조			1수당 190엔	

## 3.2. 네덜란드 동물건강기금(Animal Health Funds) 제도<sup>32)</sup>

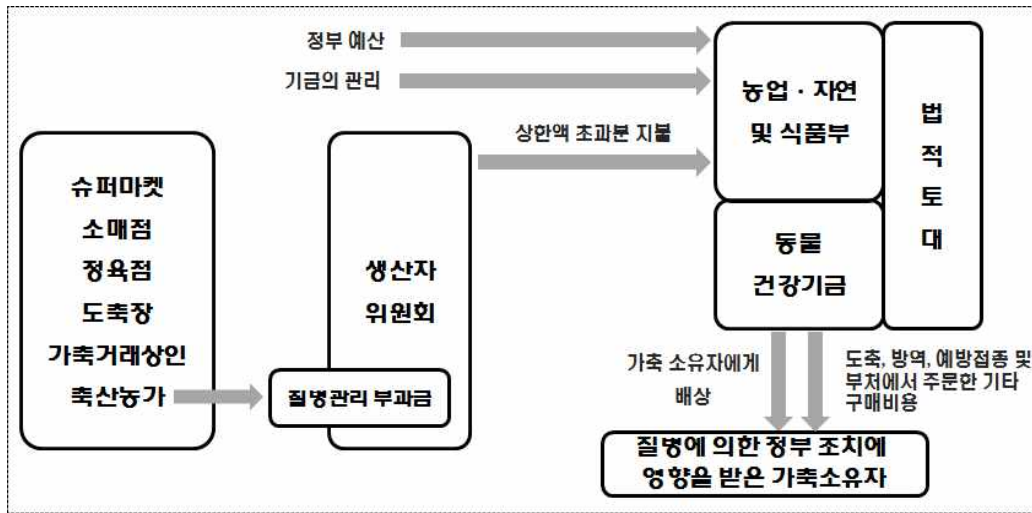
### 3.2.1. 추진목적

- 네덜란드 정부는 1992년 9월 24일 「동물건강복지법(The Animal Health and Welfare Act)」을 제정하고, 동법에 근거하여 중앙정부와 3개 품목 생산자위원회 간 합의를 통해 동물건강기금을 운영하고 있음. 이와 같은 기금을 활용하여 동물 질병 예방 및 퇴치 활동으로 발생하는 비용을 충당함.
- 가축소유자들은 매년 일정한 분담금을 지불해야 하고, 만약 가축질병이 발생하거나 그 피해규모가 클수록 분담금도 추가되어 증가하기 때문에 가축질병 발생에 대한 책임감을 갖도록 유도할 수 있음.

### 3.2.2. 운영체제

- 동물건강기금의 재원은 크게 생산자위원회, 네덜란드 정부, EU 3곳으로 구성됨. 질병 발생 시 정부가 가장 먼저 각종 방역비용과 보상액 등을 지불하고, 해당 품목의 생산위원회에게 필요한 비용 부담을 추후 청구함.
- 평시 예방적 방역활동 비용은 정부와 업계가 50:50으로 분담하고, 가축질병 발생으로 인한 비용은 생산위원회가 지불하기로 되어 있는 상한액 내에서 생산위원회가 전액 지불함. 상한액 초과분에 대해서는 정부와 EU가 지원하며, 상한액 초과분에 대해서는 사후 부담금 인상을 통하여 조달함.
- 기금의 관리와 해당 전염병 예방 및 통제 정책에 대한 책임은 농업·자연 및 식품부에서 가지고 있으며, 징수주체는 기업지원총국(Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland)으로 가축을 사육하는 농가에 납부해야 하는 동물건강부과금을 고지하고 해당 금액을 농가로부터 징수함.

32) 네덜란드 기업지원총국(<https://www.rvo.nl>)



<그림 3-2> 네덜란드 동물건강기금 운영체계

### 3.2.3. 사업내용

- 동물건강기금은 오염원 부담(지급), 가장 많은 혜택을 받는 수혜자가 가장 많이 지불, 비용을 감당할 수 있는 당사자에게 부과를 원칙으로 하며, 기금사용 활동은 다음과 같음.
  - 동물보건복지법(GWWD)에 명시된 동물질병의 통제
  - 전염성 동물질병의 발병 가능성을 줄이기 위한 예방 조치
  - 전염성 동물질병에 감염되었다고 의심되는 동물의 확보 및 검사
  - 전염성 질병이 발병한 농장에서 사육하는 동물 처분에 대한 보상
  - 모니터링 및 선별

### 3.2.4. 동물건강기금 부담금 부과기준 및 단가

- 일정 규모 이상의 돼지, 양, 염소, 가금류(육계, 산란계, 오리, 칠면조 등) 사육하는 농가는 농장의 크기, 가축사육 마릿수, 생산량 등에 의해 부담금(levy)이 결정됨.
- 돼지는 연 평균 5마리 이상을 사육하는 농가, 양과 염소는 26마리 이상, 가금류는 250마리 이상 사육하는 농가기준 충족 시 부담금을 납부함.
- 부담금은 가축 1마리당 부과되며, 부과금의 기준이 되는 사육두수는 양과 염소, 돼지, 소는 I&R시스템에 등록되어 있는 두수를 기준으로 하고, 가금류의 사육두수는 Avined시스템에 등록되어 있는 수수를 기준으로 함.
- 2018년 기준으로 돼지에 부과되는 부담금은 두당 0.1967유로, 양이나 염소는 두당 1.2275유로, 소는 현재 잔여기금이 많이 남아 있어 동물건강기금의 부담금을 지불하지 않고 있는 상황임.
- 질병 발생 시 관련자 모두 직간접적 피해를 입는 것은 업계가 잘 알고 있으므로 개인의 방역노력 정도에 따른 차등 부담은 없으며, 그 외에 다른 조건에 의한 감면도 없음.

#### 4. 시사점

- 축산환경에 미치는 부정적 영향을 관리하기 위한 국가별 제도·정책은 세 가지 유형으로 분류될 수 있음.
  - 첫째, 축산환경 의무사항 위반시 강력한 민형사 조치 또는 금전 불이익 부여
  - 둘째, 육류 소비세, 환경보호세, 광물성 인 세금 등 부과로 환경오염 저감 유도
  - 셋째, 원인유발자 집단에서 환경오염에 대한 자구책 방식의 기금조성으로 경각심 고조
- 미국·캐나다, EU 등 선진국에서 시행하고 있는 첫째 유형은 최초 원인유발자에 대해 엄벌에 처하는 법적 규제로서 국민 정서가 보편적으로 존중되는 정부에서 적용하기 적절한 형태이나, 한국은 아직 축산업의 외부경제와 외부불경제가 충돌하는 상황에 있고 외부효과 최소화 노력하는 축산농가의 자구 노력을 감안할 때 급진적인 규제강화 보다는 제도의 연착륙을 위해 단계적 도입이 필요할 것임.
- 둘째 유형으로 스웨덴·독일에서 소비자에게 육류세 부과, 중국에서 환경보호세 부과, 덴마크에서 광물성 인 세금 부과 등을 통해 축산업으로 인한 환경오염 저감을 직간접적으로 유도하는 규제임. 이와 같은 제도는 축산물이 유해물로 취급됨에 있어 생산자 측의 정서적 반발과 산업축소에 대한 우려가 클 것으로 보이고, 또한 소비자 측의 육류 소비에 따른 경제적 부담을 가중시킬 우려가 있음.
- 네덜란드·일본에서 시행되고 있는 셋째 유형은 축산업으로부터 기인하여 발생하는 환경오염 피해에 대한 사전예방을 위해 공동기금을 조성함으로써, 사회안전망을 확보하는 것으로, 이 유형은 앞선 유형들에 비해 이해관계자의 정서적 반발을 최소화할 것으로 판단되며, 어느 정도 부담금부과와 유사한 제도로 보임.
- 결론적으로 축산 선진국에서는 축산환경오염 방지를 위해 규제수단을 지속강구하고 있으나, 여전히 축산업 전반의 환경오염 방지를 위한 부담금 제도 도입은 실현되고 있지 않음. 따라서 우리나라의 축산환경부담금 신설을 위해서는 축산농가의 충분한 이해와 협조를 구하는 과정이 필요할 것으로 보임.

## 제4장

### 제4장 국내 환경관련 부담금 운영사례

#### 1. 부담금의 특성과 신설 요건<sup>33)</sup>

- 부담금은 부담금관리 기본법 및 각 법률이 정하는 바에 따라 부담자가 공공사업을 필요로 하게 만드는 원인을 제공하거나 특정사업으로부터 편익을 얻게 되는 경우에 부과되는 조세 외의 금전지급의무로 정의할 수 있음.
- 중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장, 행정권한을 위탁받은 공공단체 또는 법인의 장 등 부과 권한을 부여받은 자가 특정 공익사업과 관련하여 법률에서 정하는 바에 따라 부과하게끔 되어 있음(부담금관리 기본법 제2조).
- 부담금이 조세와 다른 것은 ① 부담금은 특정 공익사업의 경비에 충당하는데 반해 조세는 국가 또는 지자체의 일반수입을 목적으로 하고 있고, ② 부담금과는 달리 조세는 특정사업과 관계없이 일반국민 또는 주민에게 부과하며, ③ 부담금은 사업과의 관계 등을 기준으로 하여 부과하는 반면 조세는 담세능력을 기준으로 하여 부과함.

<표 4-1> 조세·목적세와 부담금의 차이

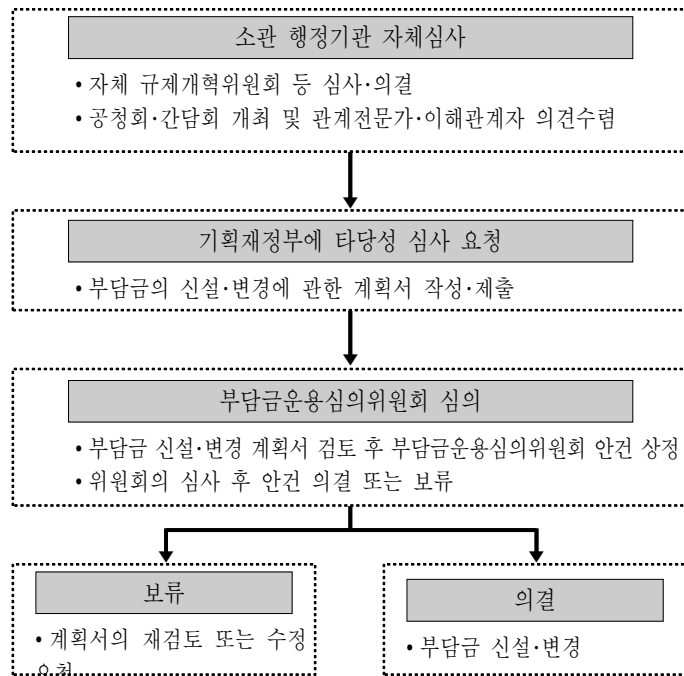
납세자	부과근거	지출용도	특성
부담금	특정이해관계자	특정용도(특별회계)	부과징수가 용이
목적세	담세력 여부	특정용도(특별회계)	부담자의 인적범위 다양
보통세	담세력 여부	지출의 자율성(일반회계)	안정적인 세원확보 우선

\* 자료 : 한국지방세연구원(2015). 지역기반 국가부담금의 지방이양 방안.

33) 기획재정부(2017). '부담금운용종합보고서'와 한국지방세연구원(2015). '지역기반 국가부담금의 지방이양 방안'을 참조하여 작성함.

○ 부담금 신설 또는 변경하기 위해서는 부담금 기본관리법에서 정한 다음의 심사기준을 충족하면 심의절차를 받게 됨.

- ① 부담금을 신설·변경할 명확한 목적이 있을 것, ② 부담금의 부과요건이 구체적이고 명확할 것, ③ 부담금 재원조성의 필요성과 사용목적의 공정성 및 투명성을 모두 갖추었을 것, ④ 기존의 부담금과 중복되지 않을 것, ⑤ 부담금의 부과가 조세보다 적절할 것, ⑥ 부담금의 존속기한이 목적 달성에 필요한 최소한의 기간으로 설정되어 있을 것(다만, 그 부담금을 계속 존속시켜야 할 명백한 사유가 있는 경우에는 그러하지 아니함) 등을 규정하고 있음.



자료 : 2016년도 부담금운용종합보고서(2017).

<그림 4-1> 부담금 신설·변경 시 심의 절차

○ 중앙행정기관은 규제를 신설 혹은 강화하고자 할 때 규제영향분석서를 작성해야하고, 규제영향분석서의 결과를 기초로 규제의 대상과 범위, 그리고 방법 등을 정하여 그 타당성을 자체심사 한 후, 규제개혁위원회에 심사를 요청함.



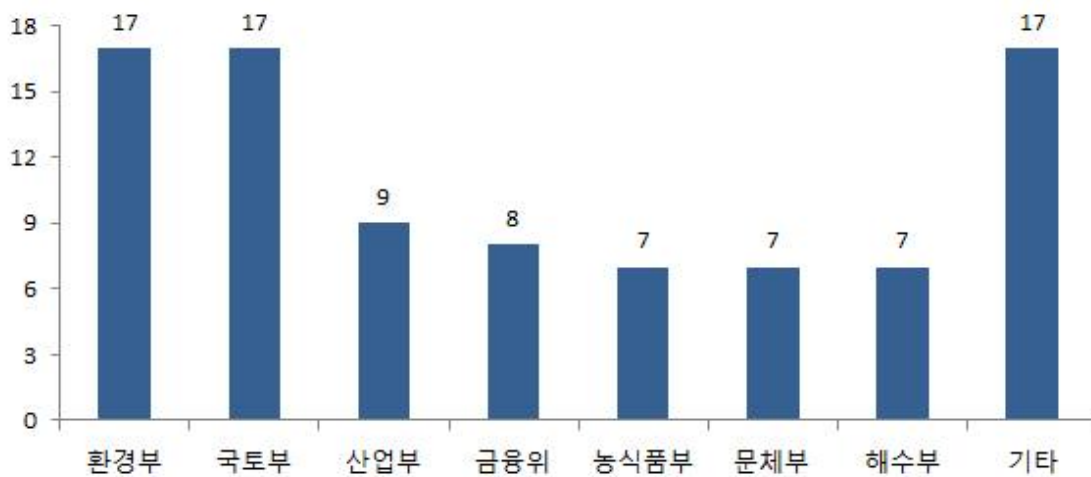
- 규제영향분석서는 규제의 필요성, 규제대안 검토 및 비용·편익 분석과 비교, 규제내용의 적정성 및 실효성 등으로 구성되며, 비용·편익 분석사례는 다음과 같음.

<표 4-2> 규제영향분석서 비용·편익 분석 사례

규제사무명	비용·편익 분석과 비교
원자력안전법시행령 신설강화 규제 (원자력안전관리 부담금)	<p>&lt;규제의 경제·사회적 편익의 분석&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 규제편익의 식별</li> <li>○ 기금 재원의 용도와 사용을 사전에 통제함으로써 원자력 안전에 대한 국민 신뢰도 향상에 기여할 것으로 기대함</li> <li><input type="checkbox"/> 편익의 수혜자</li> <li>○ 기금 재원의 용도와 사용으로 유발될 수 있는 국민 전체의 피해를 예방하고 기금의 사용에 대한 국민의 신뢰를 향상시킬 수 있으므로 규제 수혜 대상은 국민 전체라 할 것임</li> </ul> <p>&lt;규제의 경제·사회적 비용과 편익의 분석&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 규제에 의하여 추가적인 규제비용이 발생하지 않으며, 원자력기금 원자력안전규제계정의 사용에 대한 국민 신뢰 향상이라는 편익이 발생할 것으로 예상됨</li> </ul>
사행산업통합감독위원회법 시행령 신설강화 규제(중독예방치유 부담금)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 규제에 따른 부담금(비용)은 도박중독예방 및 치유행동을 위한 사업비 등 업종별 순매출액의 0.5% 범위에서 부과되는 비용으로서 약 218억여원(순매출액의 0.4%, 20% 감경기준 초과 시) 규모이며 도박중독으로 인한 사회·경제적 비용('09년 약 78조원)을 감안하면 극히 미미한 수준임</li> <li>○ 이는 도박중독 예방치유 및 홍보활동을 위한 최소한의 비용으로 사행산업의 과도한 확산 억제와 사행산업 건전화에 기여한다는 측면에서 비용 대비 편익이 클 것으로 추정되나 구체적 계량화가 어려움, 다만 시행과정에서 도박중독예방·치유 사업 등을 통한 치유의 개선 정도에 대한 계량화 기준을 만들고자 함</li> </ul>
군용비행장등 소음방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률 신설강화 규제(소음부담금)	<p>&lt;규제의 편익분석&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 규제의 편익분석</li> <li>○ 소음부담금은 국가가 부담하는 소음대책지역 지원에 관한 사항 중 일부를 담당함으로써 주변지역주민의 건강과 생활의 안정이라는 편익을 유발함.</li> <li><input type="checkbox"/> 비용·편익분석의 비교</li> <li>○ 이 규제에 나타난 비용·편익의 관계를 살펴볼 때, 그 규제의 내용이 소음부담금의 수인범위 이외의 추가적인 과도한 증가가 이루어지지 않는 한, 피해발생의 감소 등 사회적 직접편익의 우위가 있다는 점에서 적절한 규제조치로 볼 수 있을 것임.</li> </ul>
해양환경관리법개정안 신설·강화 규제 (방제분담금)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 규제 강화에 따른 비용은 없으며, 방제분담금 납부의무자에게 방제분담금의 납부의무를 충실히 이행하도록 하여 분담금으로 추진하는 오염사고에 대한 방제조치 등이 신속하게 이루어 질 수 있게 함으로써 해양오염을 최소화 할 수 있는 편익은 발생할 것으로 판단됨</li> </ul>

## 2. 국내 부담금 제도 운영 현황<sup>34)</sup>

- 2016년 기준 국내에서 운용중인 부담금 수는 총 89개이며 부담금을 소관 부처별로 구분하면, 환경부, 국토교통부가 17개, 산업통상자원부가 9개, 농림축산식품부 7개 등을 운용하고 있음.



<그림 4-2> 2017년도 부처별 부담금 수

- 2017년도 부담금 징수실적은 20조 1,561억 원으로 2016년보다 2.5% 증가하였음. 부처별로는 산업통상자원부가 4조 9,535억 원으로 가장 많았으며, 전체 징수실적의 24.6%를 차지함. 농림축산식품부는 1조 3,25억 원으로 6.6%를 차지함.

34) 2017년도 부담금운용종합보고서(기획재정부)의 내용을 인용함.

<표 4-3> 2017년도 부처별 부담금 징수실적 현황

(단위: 억 원, %)

순위	소관 부처	금액(구성비)		순위	소관 부처	금액(구성비)	
1	산업통상자원부	49,535	24.6	10	과학기술정보통신부	3778	1.9
2	금융위원회	33,846	16.8	11	중소벤처기업부	3395	1.7
3	보건복지부	29,690	14.7	12	산림청	1647	0.8
4	환경부	26,859	13.3	13	기획재정부	1016	0.5
5	농림축산식품부	14,279	7.1	14	해양수산부	1015	0.5
6	국토교통부	13,251	6.6	15	외교부	911	0.5
7	고용노동부	7,550	3.7	16	원자력안전위원회	889	0.4
8	문화체육관광부	7,478	3.7	17	행정안전부	206	0.1
9	교육부	6,139	3.0	18	식품의약품안전처	78	0.0
합계		19,706(100%)					

자료 : 2017년도 부담금운용종합보고서(2018).

- 2017년도에 징수된 전체 부담금 중 85.9%가 중앙정부의 기금(13조 8,120억 원)과 특별회계(3조 4,970억 원)의 수입으로 귀속되었고, 10.6%인 2조 1,355억원이 광역지방자치단체(1조 1,264억 원)와 기초지방자치단체(1조 91억 원)의 수입으로, 나머지 3.5%가 공공기관 등의 수입으로 귀속되었음.

<표 4-4> 2017년도 귀속주체별 부담금 귀속 내역

	중앙정부		지방자치단체		공공기관 등	합계
	기금	특별회계	광역	기초		
금액 (억 원)	138,120	34,970	11,264	10,091	7,117	201,561
비중(%)	68.5	17.3	5.6	5.0	3.5	100.0

자료 : 2017년도 부담금운용종합보고서(2018).

- 부처별 부담금 귀속내역을 보면 금융위원회, 기획재정부, 중소벤처기업부, 문화체육관광부의 부담금은 중앙정부와 공공기관으로 나누어 귀속되었으며, 환경부의 부담금은 중앙정부와 지방자치단체로 나누어 귀속되었으며, 과학기술정보통신부, 농림축산식품부, 보건복지부,

고용노동부는 모두 중앙정부의 기금으로 귀속되었음.

<표 4-5> 2017년도 부처별 부담금 귀속 내역

소관부처	부담금 합계	중앙정부		지방자치단체		공공기관 등
		기금	특별회계	광역	기초	
합계	201,561	138,120	34,970	11,264	10,091	7,117
금융위원회	33,846	32,534	-	-	-	1,313
기획재정부	1,015	853	-	-	-	162
과학기술정보통신부	3,778	3,778	-	-	-	-
교육부	3,395	-	-	3,190	205	-
외교부	1,016	1,016	-	-	-	-
행정안전부	206	-	-	194	12	-
문화체육관광부	7,478	7,246	-	-	-	232
농림축산식품부	13,251	13,251	-	-	-	-
산업통상자원부	49,535	26,839	19,398	1	-	3,297
보건복지부	29,690	29,690	-	-	-	-
환경부	26,859	9,042	7,685	2,785	7,347	-
고용노동부	7,550	7,550	-	-	-	-
국토교통부	14,279	-	6,240	5,090	2,522	427
해양수산부	911	601	-	4	5	301
산림청	6,139	4,832	-	-	-	1,307
중소벤처기업부	1,647	-	1,647	-	-	-
원자력안전위원회	889	889	-	-	-	-
식품의약품안전처	78	-	-	-	-	78

자료 : 2017년도 부담금운용종합보고서(2018).

### 3. 국내 부담금의 운영 현황 분석

#### 3.1 검토 대상 부담금의 종류

- 국내에서는 부담금이 조성될 경우 수입 대부분이 기금이나 특별회계로 귀속되어 관리되는 형태로 되어 있음. 해당 행정기관이 부담금을 통해 일반예산에 비해 안정적으로 사업비를 확보할 수 있기 때문임.
- 2018년 기준 국내에서 운영되는 부담금은 총 89개임. 이 중 기획재정부에서 원인유발자 부담금으로 분류한 부담금 29개를 선정하여 운영현황을 조사하였음.

<표 4-6> 부처별 원인유발자 부담금 종류

부처	부담금 명칭	개수
문화체육관광부	관광지 등 지원시설 원인자 부담금	1
산업통상자원부	광해방지 의무자 부담금, 특정물질 제조수입부담금, 안전관리부담금	3
환경부	대기배출부과금 및 통합배출부과금, 원인자부담금(수도법), 수질배출부과금 및 통합배출부과금, 생태보전협력금, 폐기물부담금, 재활용부과금, 원인자부담금(하수도법), 환경개선 부담금, 공공폐수처리시설 설치부담금, 재활용부과금(전기전자제품 및 자동차), 석면피해구제 분담금, 회수부과금(전기전자제품)	12
국토교통부	개발제한구역보전 부담금, 광역교통시설 부담금, 원인자부담금(도로), 혼잡통행료, 교통유발 부담금, 과밀부담금, 자동차사고 피해지원사업 분담금, 소음부담금, 기반시설 설치비용부과금	9
해양수산부	방제 분담금, 해양환경개선 부담금	2
원자력안전관리위원회	원자력안전관리 부담금	1
식품의약품안전처	의약품 부작용 피해구제 부담금	1
계		29

자료 : 2018년도 부담금운용종합계획서(2017).

- 부처별로는 환경부(12개)와 국토교통부(9개) 순으로 많았고 그외 산업통상자원부 3개, 해양수산부 2개, 문화체육관광부 1개, 원자력안전관리위원회 1개, 식품의약품안전처 1개였음. 농림축산식품부의 7개 부담금 모두 수익자부담금으로서 현황분석에서 제외하였음.

### 3.2 부담금의 부과 목적과 대상

- 원인유발자 부담금으로 분류한 29개를 선정하였고, 부담금들의 운영 특성 분석을 위해 부과 매체별, 부과 목적별, 부과 대상별로 분류하여 살펴보았음.

<표 4-7> 원인유발자 부담금별 부과 목적 및 부과 대상

부담금 명칭	부과 목적	부과 대상자
관광지 등 지원시설 원인자 부담금	건설행위자 부과로 관광지 합리적 개발	지원시설 건설 행위자
광해방지 의무자 부담금	광해방지사업금 안정적 확보로 광산 개발로 인한 광해요인 사전 방지	광산개발 사업자
특정물질 제조수입부담금	오존층 파괴물질의 배출 억제	특정물질 제조 및 수입업자
안전관리부담금	가스의 안전관리 및 유통구조개선	LPG 제조·판매·수입 및 LNG 수입업자
대기배출부과금 및 통합배출부과금	대기 피해방지를 위한 오염물질 배출억제	자동차, 선박 등 배출사업자
상수도 원인자부담금	상수도 시설의 유지나 손괴 예방	수도공사 및 손괴 원인 제공자
수질배출부과금 및 통합배출부과금	수질오염물질로 인한 수질 피해 방지	통합관리사업장 설치·운영자
생태보전협력금	생태계 훼손 최소화 및 자연환경 보전	대규모 개발사업의 사업자
폐기물부담금	폐기물 발생 억제 및 자원의 낭비 예방	유독물제품, 담배 등 제조·수입업자
재활용부과금	포장재 및 지정제품의 회수, 재활용 촉진	재활용의무생산자, 재활용사업공제조합
하수도 원인자부담금	공공하수도의 개축, 신설, 증설 재원 확보	공공하수도 공사 원인 제공자
환경개선 부담금	쾌적한 환경 조성에 기여	경유자동차 소유자
공동폐수처리시설 설치부담금	공동폐수처리시설 설치·운영 비용 부담	처리시설내 오염물질 배출 사업자
재활용부과금 (전기전자제품 및 자동차)	재활용 의무생산자의 재활용 촉진	전기·전자제품 제조·수입업자, 재활용사업공제조합
석면피해구제 분담금	석면으로 인해 건강피해자 및 유족 구제급여 지급 등 재원 확보	산업재해보상보험 대상 20인 이상 사업자, 모든 건설 사업장
회수부과금(전기전자제품)	전기·전자제품 판매업자 및 재활용사업공제조합의 회수 의무 이행 유도	전기·전자제품 제조·수입업자, 재활용사업공제조합
개발제한구역보전 부담금	개발제한구역의 보전과 관리	해제대상 개발사업자 등 개발 주체
광역교통시설 부담금	광역교통시설의 적기 공급으로 교통난 완화	택지 및 주택개발 사업자
원인자부담금(도로)	타 공사/ 행위로 인한 도로공사 비용 보전	타 공사/ 행위로 인한 원인유발자
혼잡통행료	대중교통 이용활성화, 대기질 개선 등	혼잡통행료 부과지역 진입 차량
교통유발 부담금	교통량 감축 유도 및 교통시설 확충	도시교통정비지역의 일정면적 시설물
과밀부담금	수도권 과밀 억제 및 낙후지역 개발 지원	수도권 인구집중 유발 대형건축물
자동차사고 피해지원사업 부담금	자동차사고 피해자 보상, 가족 지원 등	책임보험 가입 자동차 소유자
소음부담금	공항주변 주민의 소음 등 생활환경 개선	소음대책지역 공항 이용 항공사업자
기반시설 설치비용부과금	기반시설 유발하는 시설설치 및 용지확보	기반시설부담구역내 일정면적 건축행위자
방제 부담금	해양오염사고 효율적 대응 및 방제능력 확보	유조선/선박, 기름저장시설 소유자
해양환경개선 부담금	해양오염 방지 및 해양환경 복원	폐기물해양배출업자, 선박/해양시설 소유자
원자력안전관리 부담금	방사선재해로부터 국민 보호	원자력 관계 사업자
의약품 부작용 피해구제 부담금	의약품 부작용으로 발생하는 피해 구제	의약품 제조·수입업자

자료 : 2018년도 부담금운용종합계획서(2017).

- 부과금 대상 매체별 분류에서는 대기 2개, 수질 3개, 폐기물 4개, 자연환경 4개, 상하수도·기반 시설 3개, 교통 5개, 해양 2개, 국민안전 6개로서 국민 안전, 교통, 폐기물, 자연환경 순으로 많았음.

<표 4-8> 부담금 대상 매체별 분류

대상 매체	부담금 종류
대기	특정물질 제조수입부담금, 대기배출부과금 및 통합배출부과금
수질	수질배출부과금 및 통합배출부과금, 환경개선 부담금, 공공폐수처리시설 설치부담금
폐기물	폐기물부담금, 재활용부과금, 재활용부과금(전기전자제품 및 자동차), 회수부과금(전기전자제품)
자연환경	관광지 등 지원시설 원인자 부담금, 생태보전협력금, 광해방지 의무자 부담금, 개발제한구역보전 부담금
상하수도·기반시설	상수도 원인자부담금, 하수도 원인자부담금, 기반시설 설치비용부과금
교통	광역교통시설 부담금, 원인자부담금(도로), 혼잡통행료, 교통유발 부담금, 과밀부담금
해양	방제 분담금, 해양환경개선 부담금,
국민안전	안전관리부담금, 석면피해구제 분담금, 자동차사고 피해지원사업 분담금, 소음부담금, 원자력안전관리 부담금의약품 부작용 피해구제 부담금

- 부과금 부과 목적별 분류에서는 부담금의 오염물질 배출 억제 6개, 환경 보전 4개, 재활용 촉진 4개, 교통난 완화 4개, 복지·건강 증진 7개, 사업비용 부담 4개로서 복지·건강 증진과 오염물질 배출억제가 가장 많았음.

<표 4-9> 부담금 부과 목적별 분류

부과 목적	부담금 종류
오염물질 배출 억제	특정물질 제조수입부담금, 대기배출부과금 및 통합배출부과금, 환경개선 부담금, 공공폐수처리시설 설치부담금, 수질배출부과금 및 통합배출부과금, 방제 분담금
환경 보전	생태보전협력금, 개발제한구역보전 부담금, 광해방지 의무자 부담금, 해양환경개선 부담금
재활용 촉진	폐기물부담금, 재활용부과금, 재활용부과금(전기전자제품 및 자동차), 회수부과금(전기전자제품)
교통난 완화	광역교통시설 부담금, 혼잡통행료, 교통유발 부담금, 과밀부담금
복지·건강 증진	안전관리부담금, 기반시설 설치비용부과금, 소음부담금, 석면피해구제분담금, 자동차사고 피해지원사업 분담금, 원자력안전관리 부담금, 의약품 부작용 피해구제 부담금
사업비용 부담	상수도 원인자부담금, 하수도 원인자부담금, 관광지 등 지원시설 원인자부담금, 원인자부담금(도로),

- 부과금 부과 대상별 분류에서는 개발 행위자 6개, 오염물질 제조·판매·수입업자 6개, 오염물질 배출 사업자 7개, 시설 손괴 원인자 3개, 교통문제 유발 원인자 5개로서 오염물질 배출사업자가 가장 많았음.

<표 4-10> 부담금 부과 대상별 분류

부과 대상	부담금 종류
개발 행위자	관광지 등 지원시설 원인자 부담금, 광해방지 의무자 부담금, 생태보전협력금, 개발제한구역보전 부담금, 기반시설 설치비용부과금, 광역교통시설 부담금,
오염물질 제조·수입업자	안전관리부담금, 특정물질 제조수입부담금, 폐기물부담금, 재활용부과금, 재활용부과금(전기전자제품 및 자동차), 회수부과금(전기전자제품),
오염물질 배출사업자	대기배출부과금 및 통합배출부과금, 수질배출부과금 및 통합배출부과금, 공공폐수처리시설 설치부담금, 환경개선 부담금, 석면피해구제 분담금, 방제 분담금, 해양환경개선 부담금
시설 손괴 원인자	상수도 원인자부담금, 하수도 원인자부담금, 원인자부담금(도로)
교통문제 원인자	혼잡통행료, 교통유발 부담금, 과밀부담금, 소음부담금, 자동차사고 피해지원사업 분담금



### 3.3 부담금의 부과 및 징수

- 부담금의 부과 기관은 29개 부담금 중 6개 정도가 중앙정부에서 직접 부과하고 있고, 12개는 시·도(시·군·구) 단위의 지자체, 11개는 별도의 공공기관 등에서 수행하고 있음. 특징적으로, 환경부는 주로 시·도(시·군·구)와 한국환경관리공단에서 부과하고 국토부는 중앙정부와 시·도(시·군·구), 산업자원부는 공공기관 등을 부과기관으로 하고 있음.
- 원자력 안전관리위원회(원자력안전재단에서 징수)를 제외한 모든 부담금은 부과기관과 징수 기관이 동일하였음.

<표 4-11> 원인유발자 부담금별 부과 및 징수기관

부담금 명칭	부과기관			징수기관		
	중앙정부	지자체	공공기관 등	중앙정부	지자체	공공기관 등
관광지 등 지원시설 원인자 부담금		충남 보령시			충남 보령시	
광해방지 의무자 부담금			광해관리공단			광해관리공단
특정물질 제조수입부담금			정밀화학산업진흥회			정밀화학산업진흥회
안전관리부담금			한국석유공사			한국석유공사
대기배출부과금 및 통합배출부과금		시·도(시·군·구)		시·도(시·군·구)		
상수도 원인자부담금		시·도(시·군·구)		시·도(시·군·구)		
수질배출부과금 및 통합배출부과금		지방환경청, 시·도(시·군·구)		지방환경청, 시·도(시·군·구)		
생태보전협력금		시·도		시·도		
폐기물부담금			한국환경공단			한국환경공단
재활용 부과금			한국환경공단			한국환경공단
하수도 원인자부담금		시·도(시·군·구)		시·도(시·군·구)		
환경개선 부담금		시·도(시·군·구)		시·도(시·군·구)		
공공폐수처리시설 설치부담금			환경관리(주)			환경관리(주)
재활용부과금(전기전자제품 및 자동차)			한국환경공단			한국환경공단
석면피해구제 분담금	특별:환경부		일반:공단	특별:환경부		일반:공단
회수부과금(전기전자제품)			한국환경공단			한국환경공단
개발제한구역보전 부담금		시·군·구		시·군·구		
광역교통시설 부담금		시·도		시·도		
원인자부담금(도로)	지방국토관리청			지방국토관리청		
혼잡통행료		서울시		서울시		
교통유발 부담금		시·도		시·도		
과밀부담금		서울시		서울시		
자동차사고 피해지원사업 분담금	국토교통부			국토교통부		
소음부담금	지방항공청			지방항공청		
기반시설 설치비용부과금		시·도		시·도		
방제 분담금			해양환경관리공단			해양환경관리공단
해양환경개선 부담금	지방해양수산청			지방해양수산청		
원자력안전관리 부담금	원자력안전위원회					원자력안전재단
의약품 부작용 피해구제 부담금			의약품안전관리원			의약품안전관리원

자료 : 2018년도 부담금운용종합계획서(2017).

- 28개 부담금에 대한 귀속 주체는 6개 정도가 지자체 특별회계로 귀속되고 있고, 17개가 중앙정부의 특별회계와 기금으로 귀속, 2개가 중앙정부와 지자체 분담 귀속, 나머지 3개가 공공기관의 계정에 귀속되어 있음.

<표 4-12> 원인유발자 부담금별 귀속 주체 및 관리 계정

부담금 명칭	귀속 주체	귀속 계정	배분율(%)
관광지 등 지원시설 원인자 부담금	충남 보령시	대천·무창포해수욕장	100
광해방지 의무자 부담금	중앙정부	에너지 및 자원사업 특별회계	100
특정물질 제조수입부담금	중앙정부	산업기술진흥 및 사업화 촉진기금	100
안전관리부담금	중앙정부	에너지 및 자원사업 특별회계	100
대기배출부과금 및 통합배출부과금	중앙정부	환경개선특별회계	100
상수도 원인자부담금	지자체	상수도 특별회계	광역 : 21.2 기초 : 78.8
수질배출부과금 및 통합배출부과금,	중앙정부	환경개선특별회계	100
생태보전협력금폐기물부담금	중앙정부	환경개선특별회계	100
재활용부과금	중앙정부	환경개선특별회계	100
하수도 원인자부담금	지자체	하수도특별회계	광역 : 32.5 기초 : 66.4
환경개선 부담금	중앙정부	환경개선특별회계	100
공공폐수처리시설 설치부담금	중앙정부	환경개선특별회계	100
재활용부과금(전기전자제품 및 자동차)	중앙정부	환경개선특별회계	100
석면피해구제 분담금	중앙정부	석면피해구제기금	100
회수부과금(전기전자제품)	중앙정부	환경개선특별회계	100
개발제한구역보전 부담금	중앙정부	지역발전특별회계	100
광역교통시설 부담금	중앙정부 광역지자체	중앙 : 지역발전특별회계 광역 : 지방광역교통시설특별회계	중앙 : 40 광역 : 60
원인자부담금(도로)	중앙정부	교통시설특별회계	100
혼잡통행료	서울특별시	도시교통사업특별회계	100
교통유발 부담금	지자체	지방도시교통사업특별회계, 일반회계	특별 : 98.9 일반 : 1.1
과밀부담금	중앙/서울	중앙 : 지역발전특별회계 서울시 : 도시개발·주택사업 특별회계	중앙 : 50 서울 : 50
자동차사고 피해지원사업 분담금	공공기관 등	대한손해보험협회	100
소음부담금	중앙정부	교통시설특별회계	100
기반시설 설치비용부과금	지자체	기반시설부담구역특별회계	100
방제 분담금	해양환경관리공단	해양환경관리공단	100
해양환경개선 부담금	중앙정부	수산발전기금	100
원자력안전관리 부담금	중앙정부	원자력기금(원자력안전규계 계정)	100
의약품 부작용 피해구제 부담금	공공기관	한국의약품안전관리원	100

자료 : 2018년도 부담금운용종합계획서(2017).

- 징수율 통계가 제시된 15개 부담금의 3개년 평균의 부과금 징수율은 79% 수준으로서 매년 거의 비슷한 평균값을 나타내고 있음. 몇 개 부담금(60% 미만 4개)을 제외하고는 거의 90% 이상의 징수율을 보이고 있음.
- 부담금 징수율은 일반적으로 시설물 분야에서 높게 나타나며 징수율이 낮은 이유는 매우 다양한데 경영상 어려움, 공무원의 소극성, 사업장 이동, 발급 오류 등이 있음(한국환경정책평가연구원, 2012).

<표 4-13> 원인유발자 부담금별 징수율

부담금 명칭	부담금 징수율(%)			
	2014년	2015년	2016년	3개년 평균
광해방지 의무자 부담금	31.4	62.1	65.1	52.9
특정물질 제조수입부담금	98.4	100.7	100.2	99.8
안전관리부담금	100.0	100.0	100.0	100.0
대기배출부과금 및 통합배출부과금	85.2	99.1	85.1	89.8
원인자부담금(수도법)	94.3	93.1	92.8	93.4
수질배출부과금 및 통합배출부과금	16.6	11.0	14.8	14.1
생태계보전협력금	63.7	62.4	56.4	60.8
폐기물부담금	96.0	98.0	98.0	97.3
재활용부과금(자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률)	52.0	55.0	46.0	51.0
원인자부담금[하수도법]	96.9	96.1	89.9	94.3
환경개선 부담금	46.0	46.0	40.0	44.0
공공폐수처리시설 설치부담금	97.3	99.6	99.7	98.9
재활용부과금(전기전자제품 및 자동차)	99.0	89.0	99.2	95.7
석면피해구제 분담금	90.7	90.4	91.2	90.8
회수부과금(전기전자제품)	99.8	97.1	99.6	98.8
전체 평균	77.82	79.97	78.53	78.77

자료 : 2018년도 부담금운용종합계획서(2017).

### 3.4 부담금의 사용 용도

- 부담금 사용 용도를 살펴보기 위해 생태계보전 협력금과 광해(광산피해)방지 의무자 부담금을 예시로 제시하였음.
- 생태계보전 협력금은 생태계 보전과 복원을 위한 시설물 설치, 토지 매입, 품종 복원, 조사사업 등에 활용되고 있고,
- 광해방지 의무자 부담금은 광해방지 시설의 설치·운영, 광해 영향 조사·연구·기술개발·교육 사업을 수행하고, 한국광해관리공단 운영 지원을 하고 있으며, 광해방지사업에 필요한 용자지원사업을 하고 있음.

<표 4-14> 원인유발자 부담금 사용 용도(예시)

부담금 명칭	사용 용도
생태계보전협력금	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 생태계 생물종의 보전 복원사업</li> <li>2. 야생생물 보호 관련한 서식지의 보전기관의 지원</li> <li>3. 생태 경관보전지역관리기본계획의 시행</li> <li>4. 생태계 보전을 위한 토지 등의 확보</li> <li>5. 생태 경관보전지역 등의 토지 등의 매수</li> <li>6. 생태 경관보전 인접지역에서의 우수처리시설 등의 설치 지원</li> <li>7. 자연유보지역의 생태계 보전</li> <li>8. 생물다양성관리 계약의 이행</li> <li>9. 자연환경보전 이용시설의 설치 운영</li> <li>10. 우선보호대상 생태계의 보호 복원</li> <li>11. 생태통로 설치사업</li> <li>12. 생태계보전협력금을 돌려받은 사업의 조사 유지 관리</li> <li>13. 유네스코가 선정한 생물권보전지역의 보전 및 관리</li> <li>14. 그 밖에 자연환경보전 등을 위하여 필요한 사업으로서 대통령령이 정하는 사업</li> </ol>
광해방지 의무자 부담금	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 광해방지사업의 시행</li> <li>2. 광해에 따른 손해배상</li> <li>3. 휴지광산, 폐광산의 광해방지시설의 설치 운영 및 유지관리</li> <li>4. 광해로 인하여 주변환경에 미치는 영향 및 광해방지사업을 위한 조사, 연구 기술개발 교육</li> <li>5. 국내외의 광해방지를 위한 협력</li> <li>6. 제31조의 규정에 따른 한국광해관리공단의 운영</li> <li>7. 광업권자 또는 조광권자에 대한 광해방지사업을 위한 용자</li> <li>8. 그 밖에 광해방지를 위하여 필요한 사항으로서 대통령령이 정하는 사업</li> </ol>

### 3.4 부담금 징수 수수료 산정

#### 3.4.1. 부담금 징수 수수료 현황

##### 가. 국토교통부

- 개발제한구역 보전부담금이 소속되어 있는 국토교통부 소관의 부담금은 총 17개로 이 중 징수위임 수수료가 있는 부담금은 5개로 조사되었음.
- 개발제한구역 보전부담금은 시·군·구에 징수를 위임하는데 징수위임 수수료는 해제지역개발사업의 경우 징수액의 1%, 건축 인허가의 경우 징수액의 3%가 지급되어 통상 10% 내외인 타 부담금의 징수위임 수수료에 비하면 매우 낮은 수수료율을 적용받고 있음.
- 개발부담금은 징수위임을 시·군·구에 위탁할 때 징수위임 수수료는 지역발전특별회계로 귀속되는 금액의 7%가 적용됨.
- 광역교통시설부담금의 부과·징수는 각시·도가 담당하는데, 이를 시·군·구에 위탁할 수 있음. 이때 부과·징수 위임사무에 관한 수수료로 해당 시·군·구에 징수액의 3%를 지급하고 있으나 각 시도조례로 징수율에 따라 최대 10%까지 지급이 가능함.

<표 4-15> 국토교통부 소관 부담금의 징수수료 현황

구분	부과·징수기관(위임)	징수위임 수수료	비고
개발제한구역보전부담금	시·군·구	1%, 3%	
개발부담금	시·군·구	7%	특별회계의 7%
광역교통시설부담금	시·도 →시·군·구	3~10%	경기도, 조례로 10% 까지 추가
교통유발부담금	시 →군·구	30%	징수실적, 교통수요 관리실적에 따라 배분
시설부담금(산업입지)	사업시행자 →시·군·구	3%	

- 교통유발부담금의 부과·징수는 시장이 담당하며 조례에 따라 구청장 및 군수에게 부과·징수 업무를 위임할 수 있으며 이때 시장은 징수위임사무 비용으로 징수액의 30%까지 지급할 수 있음.

## 나. 환경부

- 환경부 소관의 부담금은 총 23개로 이 중 징수위임 수수료가 있는 부담금은 17개로 비교적 많은 사례가 있었음.
- 대기배출부과금은 징수비용으로 징수율에 따라 징수액의 7~13%를 지급받는데 징수율이 60% 미만인 경우에는 7%, 60~80% 미만인 경우에는 10%, 80% 이상인 경우에는 13%가 적용됨.
- 수질개선부담금은 시·도에 징수비용으로 징수금액의 20%를 지급.
- 수질배출부과금은 징수율이 60% 미만인 경우에는 징수액의 10%를, 60~80% 미만인 경우에는 15%를, 80% 이상인 경우에는 20%를 지급함.
- 생태계보전협력금은 부과·징수비용으로 사용할 수 있는 금액은 징수액의 10% 범위 내이므로 사실상 징수위임 수수료는 10%에 해당함.

<표 4-16> 환경부 소관 부담금의 징수수료 현황

구분	부과·징수기관	징수위임 수수료	비고
대기배출부과금	시·도	7~13%	징수율 60% 미만 7%, 60~80%: 10%, 80% 이상: 13%
수질개선부담금	시·도	20%	
수질배출부과금	시·도	10~20%	징수율에 따라 차등지급
폐기물부담금	한국환경공단	10%	
재활용부과금	한국환경공단	10%	
재활용부과금(전기/전자제품)	한국환경공단	10%	
총량초과부과금(기타수계)	시·도	10~20%	징수율 60~80% 미만 15%, 징수율 80% 이상 20%
총량초과부과금(한강)	한강유역환경청	10%	
회수부과금(전기/전자제품)	한국환경공단	10%	

- 폐기물부담금과 재활용부담금은 환경개선특별회계(국가)로 전액 귀속되며, 한국환경공단이 부과·징수 업무를 위임받아 실행하고 있음. 징수비용은 각각 징수액의 10%가 지급됨.

- 총량초과부과금(금강, 낙동강, 영산강·섬진강, 한강)은 부담금별로 각 수계의 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률에 따라 광역시장, 시장, 군수가 부과·징수하며, 환경개선특별회계(국가)로 전액 귀속되며 징수비용은 징수액의 10%를 지급함.
- 총량초과부과금(기타 수계)의 경우는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에 따라 배출부과금과 동일하게 10~20%의 징수비용이 징수율에 따라 차등 지급되도록 규정되어 있음.
- 재활용부과금(전기·전자제품)과 회수부과금(전기·전자제품) 역시 모두 환경개선특별회계(국가)로 귀속되며, 한국환경공단이 부과·징수 업무를 담당하고 있으며 징수비용은 징수액의 10%를 지급함.

### 3.2 부담금 징수 수수료 사용용도

- 징수위임 수수료 사용용도는 크게 3가지로 유형화할 수 있음. ① 명시적인 사용용도 규정이 없는 경우, ② 징수교부금 중 징수비용 비율을 지정한 경우, ③ 사용용도가 법규에 명시되어 있는 경우임.
- 첫 번째 징수위임 수수료에 대해 사용용도를 정하고 있지 않는 경우는 대부분의 부담금이 여기에 해당함.
- 두번째로 징수비용 비율을 지정한 경우로 생태계보전협력금과 해양생태계보전협력금은 징수교부금 중 20%(징수액의 10%)만 징수비용으로 사용하도록 정하고 있음.
- 세 번째로 징수위임 수수료의 사용용도를 법(시행령) 등에서 명확하게 규정하고 있는 것으로 농지보전부담금을 예로 들 수 있음. 즉, 법규에서(농지법) 농지보전부담금 부과결정 등에 따른 현지 확인 출장여비 및 농지보전·관리와 관련된 업무비용으로 우선 사용하도록 규정하고 있음.
- 구체적으로 「농지전용업무처리규정」에서는 관할 기관에 대해 농지관리업무 수행에 따른 인건비, 출장여비, 교육훈련·연수비, 인쇄·물품비 등에 우선 사용하도록 하고 있음.

#### 4. 시사점

- 국내에서 운영되고 있는 원인유발자 부담금을 부가 항목(분야), 부과 목적, 부과 대상별로 분류하여 축산환경 부담금과의 관계성을 살펴보았음.
- 부과 항목의 경우 대기와 수질, 부과 목적의 경우 오염물질 배출 억제와 환경 보전, 부과 대상의 경우 오염물질 배출 사업자에 해당함.

<표 4-17> 부담금 부과 항목, 목적, 대상

구 분	내 용
부과 항목(분야)	대기, 수질, 폐기물, 자연환경, 상하수도·기반시설, 교통, 해양, 국민안전
부과 목적	오염물질 배출 억제, 환경 보전, 재활용 촉진, 교통난 완화, 복지·건강 증진, 사업비용 부담
부과 대상	개발 행위자, 오염물질 제조·수입업자, 오염물질 배출 사업자, 시설 손괴 원인자, 교통문제 원인자

- 여기에 따르면 “축산은 대기와 수질에 영향을 미치는 오염물질 배출로 인해 환경보전을 저해하는 산업이기 때문에 그 오염물질을 배출하는 축산농가에 부담금을 부과해야 한다”라는 정의에 도달하게 됨
- 이러한 전제는 축산이 갖고 있는 경제·사회적 순기능 즉, 국민에게 양질의 단백질을 공급하고, 농촌지역의 경제를 주도하며 관련 산업의 일자리 창출에 큰 기여를 한다는 점을 평가절하하면서 오염 그 자체에만 중점을 두고 있다는 오해를 줄 수 있음.
- 특히 대다수의 축산농가가 농촌의 삶의 질 향상이라는 시대적 요구사항을 인식하여 농장의 환경을 개선코자 하는 자구 노력을 평가받지 못하고 부과금 부과 대상이라고 하는데 대한 자괴감과 함께 제도 마련에 비협조적이거나 저항의 우려가 있음.
- 부담금 제도의 정착률을 위해서는 비록 준조세인 부담금 형태라도 기금으로 편입하여 지자체 교부율을 높여 지자체 축산부서에서 축산농가의 환경개선 지원에 필요한 용도로 활용케 하거나, 자조금 형태로 자발적으로 거출하고 자율적으로 사용 용도를 정하게 함으로써 정부의 정책의 동참을 유도하는 방식을 검토해 볼 수 있음.



## 제 5 장

### 제5장 축종별 가축단위 산출

#### 1. 국내·외 가축단위 조사

- 가축단위는 가축이나 가금의 마리 수를 통계적으로 나타낼 때 각 가축의 마리 수를 그대로 나타내면 그 지역의 종합적인 가축 수를 다른 지역과 비교하기가 불편하므로 이를 보정하여 사용하는 목적을 갖고 있음.
- 과거에는 축산 선진국에서 축산업의 발전 정도를 비교하기 위한 기준으로 사용하였지만, 근래 들어 악취 저감, 양분관리 등과 같이 해당 지역의 환경 규제 관련 업무를 용이하게 하기 위한 수단으로 사용되고 있음.
- 축종별 가축단위를 산출하는 목적은 축종별로 축산환경 부담금의 부과기준 산정에 필요한 객관적인 지표를 도출하기 위함임.

#### 1.1 EU(Eurostat)

- EU의 가축단위는 LSU(Livestock unit) 또는 LU로 불리며 축산물의 생산량 확대 및 가축 생산성 확대와 함께 대기 및 토양 등 환경에 부담을 초래하고 있다고 판단하여 가축에 의한 환경 부하량을 정확하게 파악하기 위해 ha당 가축단위를 설정
- 각종 장려금의 수급 요건으로 가축 단위에 기초하여 사육 밀도를 제한하고 있고, 사료작물면적 1헥타르당 2LU를 기준으로 하여 1헥타르당 1.4LU이하의 농가에 대해서는 방목 경영 장려금이 교부되기도 하였음.

- 가축단위 계수는 연간 3,000kg의 우유를 생산하는 젖소 1마리의 평균 체중 1,000 lbs를 1 LSU로 설정함.

<표 5-1> EU의 가축단위

축종	사양 단계	가축단위
소	1년 미만	0.4
	1~2년 미만	0.7
	2년 이상 숫소	1.0
	2년 이상 미경산우	0.8
	젖소	1.0
	2년 이상 노산우	0.8
면양, 산양		0.1
말		0.8
돼지	20kg 미만 자돈	0.027
	50 kg 이상 후보돈	0.5
	기타	0.3
가금	육계	0.007
	산란계	0.014
	타조	0.350
	기타	0.03
토끼(종토)		0.02

자료 : Eurostat, Statistics Explained (<http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/>)

## 1.2 미국 - 위스콘신 주

- 미국 위스콘신 주에서는 사육시설의 크기를 규정하기 위한 기준으로 가축단위가 사용되어지고 있는데 가축 사육시설의 확장 승인을 받기 위해서는 600 lbs의 육우(=1 LSU)를 기준으로 하는 가축단위를 이용해 승인 요청을 해야 함.
- 위스콘신 주 정부에서 제시한 가축단위의 범위에 들면 사육시설을 확장할 수 있으며 12개월 후 다시 승인을 받아야함.

<표 5-2> 미국 위스콘신주의 가축단위

축 종	사양단계	가축 단위
젖소	착유 및 건유우	1.4
	미경산우 (800 lbs.~1200 lbs.)	1.1
	미경산우 (400 lbs.~800 lbs.)	0.6
	송아지 (400 lbs. 미만)	0.2
육우	거세우, 암소 (600 lbs.부터 출하)	1.0
	송아지s (600 lbs. 미만)	0.5
	수소	1.4
돼지	55 lbs.부터 출하	0.4
	55 lbs.이하	0.1
	모돈	0.4
	웅돈	0.5
가금	산란계	0.01
	육계	0.005
	산란계	0.033
	오리(수상)	0.2
	오리(육상)	0.01
	터키	0.018
면양, 산양		0.1

자료 : Wisconsin Department of Agriculture

### 1.3 미국 - 일리노이주, 미시건 주

- 일리노이주에서 가축단위(LSU) 계수는 각 성축의 평균체중을 1,000 lbs으로 나누어 결정함.
- 성축의 평균 체중은 University of Illinois Cooperative Extension Service의 지침에 따라 일리노이주 농무성에서 결정한 평균체중을 사용함.
- 미시건 주 또한 일리노이 주와 동일하게 체중을 이용해 가축단위를 산정하고 있으며 동일한 평균체중 사용으로 동일한 가축단위 계수를 사용하고 있음.
- 일리노이, 미시건 주 모두 번식우와 거세출하우의 무게를 기준으로 다른 축종의 가축단위 계수를 산정함

<표 5-3> 일리노이주와 미시건주의 축종 및 사양단계별 가축단위

축종/사양단계	가축단위
번식우 및 출하우	1.0
비육우	1.0
젖소 착유우	1.4
젖소 육성우	0.6
돼지(55 pounds 이상)	0.4
돼지(55 pounds 미만)	0.03
면양	0.1
산양	0.1
말	2.0
칠면조	0.02
산란계/육계	0.01~0.03
오리	0.02

가축 단위	50	250	500	750	1,000
축종/사양단계	두수				
거세출하우 및 비육우	50	250	500	750	1,000
젖소 성우	35	175	350	525	700
돼지	125	625	1,250	1,875	2,500
면양	500	2,500	5,000	7,500	10,000
말	25	125	250	375	500
칠면조	1,750	13,750	27,500	41,250	55,000
산란계/육계	5,000	25,000	50,000	75,000	10,000

자료 : EZregs (<https://extension.illinois.edu/ezregs/default.cfm>)

## 1.4 미국 - 미네소타 주

- 미네소타 주는 가축 사육시설의 크기를 정량화하기 위해 가축단위를 사용함
- 미네소타 주의 가축단위는 거세 출하우 또는 번식우가 배설하는 분뇨량을 가축단위 1.0로 표시함
- 미네소다주에서 설정한 가축단위를 초과하는 분뇨량을 발생하는 사육시설은 의무적으로 시설 등록을 해야 하고 가축단위는 축사 크기를 정량화하는데 이용되기도 하며 관련 규제를 시행하는 기준을 제시하기도 함

<표 5-4> 미국 미네소타주의 가축단위

축종	사양단계	가축 단위
젖소	성우 ≥ 1,000lbs	1.4
	성우 ≤ 1,000lbs	1.0
	육성우	0.7
	송아지	0.2
육우	거세출하우/번식우	1.0
	비육우 또는 육성우	0.7
	포유모우	1.2
	송아지	0.2
돼지	300 lbs 미만	0.4
	55 lbs ~ 300 lbs	0.3
	55 lbs 미만	0.05
닭	5 lbs 이상	0.005
	5 lbs 미만	0.003
터키	5 lbs 이상	0.018
	5 lbs 미만	0.005
기타	말	1.0
	면양	0.1
	오리	0.01

자료 : Minnesota Pollution Control Agency (www.pca.state.mn.us)

## 1.5 미국 - 매릴랜드 주

- 매릴랜드주는 양분관리법에 의해 농장의 가축 수가 가축단위 8에 해당하는 두수이거나 이를 초과할 경우 이에 해당하는 모든 농장은 양분관리 계획을 수립해야함
- 가축단위(=1 LSU)는 육우 1,000 lbs의 생체중을 기준으로 함.

<표 5-5> 미국 메릴랜드주의 가축단위

축종	가축 단위	축종/사양단위	가축 단위
말	1	육계	0.004
육우	1	오리	0.007
젖소	1.3	거위	0.01
면양	0.2	칠면조	0.02
산양	0.9	돼지 10-40 lbs	0.03
알팔카	0.1	돼지 40-220 lbs	0.13
라마	0.3	모돈	0.38
에뮤	0.1	타조	0.26

축종	가축단위 8에 해당되는 두수	축종	가축단위 8에 해당되는 두수
말	8	육계	2000
육우	8	오리	1200
젖소	6	거위	650
면양	40	칠면조	425
산양	90	돼지 10-40 lbs	267
알팔카	75	돼지 40-220 lbs	62
라마	25	모돈	21
에뮤	60	타조	30

## 1.6 덴마크

- 덴마크 농업 양분규제와 덴마크 질산염 관리 프로그램에서 가축단위는 가축사육을 위한 경지면적을 확보하기 위한 기준으로 사용됨
- 1LU를 100kg N과 동일하게 사용하여 양분(질산염)관리를 하고 있음.
  - 분뇨 내 질소함량 기준 100kg N = 1 LSU

<표 5-6> 덴마크의 가축단위

축종/사양단계	가축단위
소	
젖소(홀스타인종)	1.0
거세 육성우(0-6 개월령)	0.2
암컷 육성우(6-28 개월령)	0.38
암컷 육성우(0-28 개월령)	0.3
숫송아지(0-6 개월령)	0.08
숫송아지(6-도축, 440 kg)	0.15
숫송아지(0-도축, 440 kg)	0.23
젖소(저지종)	0.23
거세 육성우(0-6 개월령)	0.06
암컷 육성우(0-25 개월령)	0.3
숫송아지(0-6개월령)	0.08
숫송아지(6-도축, 440 kg)	0.19
숫송아지(0-도축, 440 kg)	0.28
포유모우(400-600 kg )	0.62
돼지	
포유모돈(4 weeks~7.2 kg)	0.22
자돈(7.2~30 kg)	0.03
비육돈(30~102 kg)	0.02
가금	
산란계	0.005
30 일령 육계	0.0002
35 일령 육계	0.0003
45 일령 육계	0.0006
기타	
면양	0.14
밍크	0.03

## 1.7 뉴질랜드

- 뉴질랜드의 가축단위는 양의 체중인 55kg(121lbs)을 기준으로 연간 사료 요구량을 구하기 위해 사용되어지고 있음

<표 5-7> 뉴질랜드의 가축단위

축종	체중(kg)	가축단위
면양	45	0.85
	55	1.00
	65	1.25
육우	400	4.4
	450	5.3
	500	6.3
젖소	350	6.1
	400	7.3
	450	8.0
산양	25-35	0.7
	30-60	0.7

자료 : <http://www.ruralfind.co.nz/about/rural-data-information/livestock-units/>



## 1.8 영국

- 농장에서 사육중인 가축의 사육밀도가 적정한지 확인하기 위한 수단으로 가축단위를 사용하고 있으며 가축의 사료 요구량에 기초하여 가축단위가 만들어졌음.
- 농장내 평균 가축단위를 농장에서 자체 확보하고 있는 방목지로 나누어 ha당 가축단위(사육밀도)를 계산하기 위함.
- 영국의 가축단위는 650kg(1,430 lb)의 젖소(착유우)를 기준으로 하였음.

<표 5-8> 영국의 가축단위

축종	가축단위
젖소	1.00
어미소	0.75
육성우	0.80
수소	0.65
기타	
0-1 년생	0.34
1-2 년생	0.65
2 년생 이상	0.80
저지대 면양	0.11
고지대 면양	0.08
산간지 면양	0.06
번식 면양(0.5~1년생)	0.06

## 1.9 한국

- 축종간 양분배설량을 비교할 수 있고 농가 및 지역단위에서 농경지 확보면적 대비 가축사육밀도를 쉽게 계산하기 위해 축종 및 사양단계별 가축단위 환산기준의 설정이 필요하였음.
- 가축단위가 설정되어 있지 않으면 농가위 및 지역단위 농경지 대비 사육밀도를 계산하기 곤란하여 자원화 및 지역 환경용량과 관련된 정보제공에 한계가 있음.
- 국립축산과학원에서는 한우 번식우와 착유우를 기준으로 하는 두개의 가축단위를 제시함.
- 가축단위는 1마리에서 하루 발생하는 양분배설총량 중 질소, 인 함량을 기준으로 계산하였으며 번식우와 착유우의 질소, 인 함량을 가축단위 1.0으로 설정하였음.

<표 5-9> 국립축산과학원의 가축단위

구분	축 종	양분배설총량 (g/일/마리)		LU당 마리수 (두/수)		가축단위	
		질 소	인 산	질 소	인 산	질 소	인 산
한우 번식기	○ 번식우(2세이상)	109	35	1.0	1.0	1.0	1.0
	한 우	112	32	1.0	1.1	1.0	0.91
	젖 소	241	84	0.5	0.4	2.0	2.50
	돼 지	37	21	2.9	1.7	0.34	0.59
	산란계	1.6	0.9	70.0	40.0	0.014	0.03
	육 계	0.8	0.7	135.0	51.0	0.007	0.02
젖소 착유기	○ 착유우(2세이상)	363	134	1.0	1.0	1.0	1.0
	한 우	112	32	3.2	4.1	0.31	0.24
	젖 소	241	84	1.5	1.6	0.67	0.63
	돼 지	37	21	9.8	6.3	0.10	0.16
	산란계	1.6	0.9	234.0	152.0	0.004	0.007
	육 계	0.8	0.7	448.0	195.0	0.002	0.005

<표 5-10> 가축 성장단계별 가축단위(LU) 기준(안) - 한우 번식우(2세이상) 기준

구분	성장단계	양분배설총량 (g/일/마리)		LU 환산계수 (한우번식우=1)		LU당 마리수 (한우번식우=1)	
		질 소	인 산	질 소	인 산	질 소	인 산
한 우	○ 육성우(수, 2세미만)	115.65	30.81	1.1	0.9	0.9	1.1
	(육성우, 수, 1세미만)	(106.51)	(28.38)	(1.0)	(0.8)	(1.0)	(1.2)
	(비육우, 수, 1-2세)	(134.30)	(35.78)	(1.2)	(1.0)	(0.8)	(1.0)
	○ 비육우(수, 2세이상)	139.70	38.44	1.3	1.1	0.8	0.9
	○ 육성우(암, 2세미만)	111.12	30.08	1.0	0.8	1.0	1.2
	(육성우, 암, 1세미만)	(106.51)	(28.38)	(1.0)	(0.8)	(1.0)	(1.2)
	(육성우, 암, 1-2세)	(117.90)	(32.58)	(1.1)	(0.9)	(0.9)	(1.1)
	○ 번식우(암, 2세이상)	109.09	35.40	1.0	1.0	1.0	1.0
	평 균	112.12	32.49	1.0	0.9	1.0	1.1
젓 소	○ 육성우(2세미만)	77.68	17.96	0.7	0.5	1.4	2.0
	(육성우, 1세미만)	(60.35)	(13.96)	(0.6)	(0.4)	(1.8)	(2.5)
	(육성우, 1-2세)	(94.41)	(21.83)	(0.9)	(0.6)	(1.2)	(1.6)
	○ 착유우(2세이상)	362.90	134.05	3.3	3.8	0.3	0.3
	평 균	240.91	84.39	2.2	2.4	0.5	0.4
돼 지	○ 6개월미만	36.43	20.30	0.3	0.6	3.0	1.7
	(2개월미만)	(13.58)	( 5.88)	(0.1)	(0.2)	(8.0)	(6.0)
	(2-4개월)	(45.33)	(24.88)	(0.4)	(0.7)	(2.4)	(1.4)
	(4-6개월)	(51.59)	(31.24)	(0.5)	(0.9)	(2.1)	(1.1)
	○ 6개월이상(임신돈)	41.27	27.48	0.4	0.8	2.6	1.3
	평 균	37.01	21.16	0.3	0.6	2.9	1.7
닭	산란계	1.55	0.88	0.014	0.025	70	40
	○ 3개월미만	0.81	0.69	0.007	0.019	135	51
	○ 3-6개월	1.78	0.83	0.016	0.024	61	43
	○ 6개월이상	2.06	0.93	0.019	0.026	53	38
	육 계	0.81	0.69	0.007	0.019	135	51
	평 균	1.41	0.80	0.013	0.023	77	44

<표 5-11> 가축 성장단계별 가축단위(LU) 기준(안) - 젖소 착유우(2세이상) 기준

구분	성장단계	양분배설총량 (g/일/마리)		LU 환산계수 (젖소착유우=1)		LU당 마리수 (젖소착유우=1)	
		질 소	인 산	질 소	인 산	질 소	인 산
한 우	○ 육성우(수, 2세미만)	115.65	30.81	0.3	0.2	3.1	4.4
	(육성우, 수, 1세미만)	(106.51)	(28.38)	(0.3)	(0.2)	(3.4)	(4.7)
	(비육우, 수, 1-2세)	(134.30)	(35.78)	(0.4)	(0.3)	(2.7)	(3.7)
	○ 비육우(수, 2세이상)	139.70	38.44	0.4	0.3	2.6	3.5
	○ 육성우(암, 2세미만)	111.12	30.08	0.3	0.2	3.3	4.5
	(육성우, 암, 1세미만)	(106.51)	(28.38)	(0.3)	(0.2)	(3.4)	(4.7)
	(육성우, 암, 1-2세)	(117.90)	(32.58)	(0.3)	(0.2)	(3.1)	(4.1)
	○ 번식우(암, 2세이상)	109.09	35.40	0.3	0.3	3.3	3.8
평 균	112.12	32.49	0.3	0.2	3.2	4.1	
젖 소	○ 육성우(2세미만)	77.68	17.96	0.2	0.1	4.7	7.5
	(육성우, 1세미만)	(60.35)	(13.96)	(0.2)	(0.1)	(6.0)	(9.6)
	(육성우, 1-2세)	(94.41)	(21.83)	(0.3)	(0.2)	(3.8)	(6.1)
	○ 착유우(2세이상)	362.90	134.05	1.0	1.0	1.0	1.0
	평 균	240.91	84.39	0.7	0.6	1.5	1.6
돼 지	○ 6개월미만	36.43	20.30	0.10	0.15	10.0	6.6
	(2개월미만)	(13.58)	( 5.88)	(0.04)	(0.04)	(26.7)	(22.8)
	(2-4개월)	(45.33)	(24.88)	(0.12)	(0.19)	(8.0)	(5.4)
	(4-6개월)	(51.59)	(31.24)	(0.14)	(0.23)	(7.0)	(4.3)
	○ 6개월이상(임신돈)	41.27	27.48	0.11	0.21	8.8	4.9
	평 균	37.01	21.16	0.10	0.16	9.8	6.3
닭	산란계	1.55	0.88	0.004	0.007	234	152
	○ 3개월미만	0.81	0.69	0.002	0.005	448	195
	○ 3-6개월	1.78	0.83	0.005	0.006	204	161
	○ 6개월이상	2.06	0.93	0.006	0.007	176	144
	육 계	0.81	0.69	0.002	0.005	448	195
	평 균	1.41	0.80	0.004	0.006	257	167

## 2. 각국의 가축단위 설정 기준 비교

### 2.1 양분기준 가축단위 설정

- 한국의 국립축산과학원, 미국의 미네소타 주, 덴마크는 양분관리 목적으로 가축단위를 설정하였음.
- 국립축산과학원은 질소함량기준, 인함량기준으로 한 가축단위를 착유우와 번식우 기준으로 제시하고 있지만 덴마크의 가축단위와 비교하기 위해 착유우와 질소함량을 기준으로 가축단위 계수를 작성하였음. 또한 미네소타 주와 비교하기 위해 착유우 분뇨발생량을 기준으로 가축단위 계수도 산정해보았음.
- 미네소타 주는 육우의 분뇨발생량 기준으로 가축단위 계수를 사용하고 있어 이를 착유우 분뇨발생량 기준으로 환산하였음.
- 덴마크의 경우 기준이 되는 축종이 없이 1 LSU = 100kg N으로 계수를 정하여 사용하고 있어 착유우의 가축단위 계수를 기준으로 다른 축종 계수를 환산하여 국립축산과학원과 미네소타 주와 비교하였음.

<표 5-12> 국가별 가축단위 비교(양분 기준)

구 분	양분 및 분뇨발생량 기준 나라			
지 역	한국(국립축산과학원)		미국 (미네소타 주)	덴마크
기준 축종	젖소	젖소	육우	-
가축단위 설정 기준	1 LSU = 362.9g N	젖소 분뇨발생량	육우 분뇨발생량	1 LSU = 100kg N
가축단위				
착유우(2세이상)	1.0	1.0	1.0	1.0
육성우(1~2세)	0.3		0.7	0.3
육성우(1세미만)	0.2		0.5	0.3
번식우(2세이상)	0.3	0.47	0.8	0.62
육성우(1~2세)	0.3		0.7	-
육성우(1세미만)	0.3	0.23	0.5	-
돼지(6개월이상)	0.11	0.09	0.3	0.02
돼지(4~6개월)	0.14	0.08	0.2	0.03
돼지(2~4개월)	0.12	0.07	0.03	-
닭(3~6개월)	0.005	0.003	0.002	0.0003
닭(6개월이상)	0.006	0.003	0.003	0.005

## 2.2 체중기준 가축단위 설정

- EU, 미국, 영국, 뉴질랜드는 축종별 체중을 기준으로 가축단위를 설정함
- 미국 매릴랜드, 위스콘신, 일리노이, 미시건 주의 경우 모두 육우의 체중을 기준으로 가축단위를 설정하여 사용하고 있고, EU, 영국은 착유우 체중기준, 뉴질랜드는 양(Ewe)의 체중을 기준으로 설정하여 나라별 기준이 상이하므로 객관적인 비교를 위해 착유우를 기준으로 환산하였음.

<표 5-13> 국가별 가축단위 비교(체중 기준)

구 분	체중기준 가축단위 산정 국가(미국은 주)					
지 역	Eurostat	미국 (매릴랜드)	미국 (위스콘신)	미국 (일리노이, 미시건)	영국	뉴질랜드
기준 체중	1,000 lbs	1,000 lbs	600 lbs	1,000 lbs	1,430 lbs	121 lbs
가축단위 설정 기준	착유우 체중기준	육우 체중기준	육우 체중기준	육우 체중기준	착유우 체중기준	양(Ewe) 체중기준
가축단위						
착유우(2세이상)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
육성우(1~2세)	-	-	0.79	-	-	-
육성우(1세미만)	-	-	0.43	0.43	-	-
번식우(2세이상)	1.0	0.8	0.71	0.71	0.8	0.8
육성우(1~2세)	0.7	-	0.36	-	0.32	0.5
육성우(1세미만)	0.4	-	-	-	0.34	-
돼지(6개월이상)	0.5	0.1	0.29	0.29	-	-
돼지(4~6개월)	-	0.02	0.29	-	-	-
돼지(2~4개월)	-	-	-	-	-	-
돼지(2개월미만)	0.027	-	0.07	0.02	-	-
닭(3~6개월)	0.007	0.003	0.003	-	-	-
닭(6개월이상)	0.014	-	0.007	0.007	-	-

### 3. 시사점

- 각국의 가축단위 설정 목적은 주로 농장 및 지역단위의 양분관리와 사육밀도 규제를 위한 것으로서 축산환경 부담금 산정의 기준으로 가축단위를 이용하는 것이 비교적 객관적이라고 판단하여 각국의 가축단위를 비교해 보았음.
- 국가에 따라 분뇨배설량, 질소·인산배설량, 체중을 기준으로 가축단위를 설정하고 있어 표준화시켜 비교한 결과 동일 축종에서도 많은 차이가 있어 평균값을 적용하는 것은 큰 의미가 없는 것으로 보임.
  - 이러한 이유는 동일 축종이라 하더라도 품종, 사양방식, 사료급여체계, 출하체중 등이 다양하기 때문
- 따라서 축산환경부담 산정에 가축단위를 이용하기 위해서는 우리 고유의 가축단위를 이용해야 하는데 국립축산과학원에서 2007년에 질소와 인산을 기준으로 하여 착유우 1단위에 해당하는 축종 및 사양단계별 가축단위를 제시한 바 있음.
- 그러나 가축단위 제시 이후 가축의 능력과 배출원 단위가 달라졌기 때문에 이 값을 축산환경 부담금 산정에 바로 적용하는 것은 논란이 따를 것으로 보임.
- 또한 여기에 제시된 가축 이외 축종에 대한 가축단위를 신설해야 하는 작업도 필요함. 본 연구에서는 국립축산과학원의 질소·인산 기준 평균값을 적용한 가축단위를 부담금 산정 규모 추정을 위한 참고자료로 활용하고자 함.

<표 5-14> 축산환경 부담금 산정 규모 설정을 위한 가축단위(예시)

축 종	가축단위			LU당 마리수(두/수)		
	질 소	인 산	평균	질 소	인 산	평균
착유우(2세이상)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
한 우	0.31	0.24	0.28	3.2	4.1	3.65
젖 소(육성우)	0.67	0.63	0.65	1.5	1.6	1.55
돼 지	0.10	0.16	0.13	9.8	6.3	8.05
산란계	0.004	0.007	0.0055	234.0	152.0	193.00
육 계	0.002	0.005	0.0035	448.0	195.0	321.50



## 제 6 장

# 제6장 축산환경 부담금 조성 및 활용 의견 조사

## 1. 조사개요

### 1.1. 조사대상

- 이해관계자 의견 조사를 위해 할당표본추출법을 활용하여 조사대상자를 선정하였으며, 조사 대상자는 ① 축산농가(46명), ② 소비자(10명), ③전문가(15명) 등 3가지 유형으로 구분하였고, 총 71명을 대상으로 조사를 실시하였음.
- 조사대상 유형별로 축산농가의 경우 한우, 양돈, 낙농, 육계, 산란계농가로 조사대상자를 구성하였고, 소비자는 일반소비자 및 소비자단체, 전문가는 정부 및 관련기관, 학계 등으로 구성하였음.

### 1.2. 조사방법

- 본 조사는 미니 델파이기법(Mini-Delphi Method)을 활용하였으며, 미니 델파이 기법은 양적인 방법에 의한 측정으로는 쉽게 결정될 수 없는 정책이나 쟁점이 되는 사회문제에 대하여 일련의 전문가 집단의 의견과 판단을 추출하고 종합하여 집단적 합의를 도출해 내는 델파이 기법 중 한 가지 방법임.

- 이 방법은 전문가 패널이나 위원회의 직접적인 토론을 구조화된 설문지의 형태로 대체하여 직접토론의 현실적인 어려움과 약점을 보완함으로써 다양한 정보와 의견을 교환할 수 있도록 면밀하게 계획된 설문지 조사를 반복 실시하여, 전문가들이 직접 모여서 논쟁을 하지 않고서도 집단의 합의된 의견을 유도해 낼 수 있는 방법임.
- Linstone과 Turoff(1975)는 델파이기법을 해결하기 힘든 복잡한 문제를 효과적으로 처리하기 위한 집단 의사소통을 구성하여 나가는 과정으로 파악하고 있으며, Helmer(1967)는 적절한 양적 연구방법론이 적용될 수 없고 전문가의 판단에 의존하여야 하는 상황에서 전문적 식견을 효과적으로 이용하기 위한 노력의 일환으로 그 개념적 특징을 정의내리고 있음.
- 이처럼 전통적인 의견 수집방법인 집단토론의 문제점을 최소화하기 위해 고안된 것이 델파이 기법이며, 델파이라는 이름은 고대 희랍신화 내용에서 아폴로 신이 미래를 통찰하고 신탁을 하였다는 신전 이름인 델파이를 따른 것임.
- 미니 델파이기법의 논리적 근거는 ‘한 사람의 의견보다 두 사람의 의견이 정확하다’는 계량적 객관의 원리와 ‘다수의 판단이 소수의 판단보다 타당하다’는 민주적 의사결정의 원리에 있음.
- 미니 델파이기법을 활용한 설문지 조사는 2회에 걸쳐 동일한 전문가 집단의 구성원을 대상으로 계속적으로 실시하며, 각 횟수별 설문지는 개별 전문가의 응답으로부터 도출된 의견이나 정보, 분석 결과 등과 같은 내용을 포함하는 설문지로 재구성됨.
- 질문과 결과 제시의 절차를 반복 시행함으로써 초기 질문단계에서의 전문가들의 이질적인 의견이나 판단은 질문의 횟수가 거듭될수록 동질성을 확보하게 되고, 결과적으로 일정한 합의에 도달하게 됨. 이처럼 델파이기법에서는 참여한 전문가 간의 직접적인 논쟁을 피하면서도 다른 전문가의 의견에 이의를 제기할 수 있는 기회가 허용됨과 동시에 모든 의견이

동등하게 취급됨으로써 토론자의 익명의 반응, 반복과 통제된 피드백, 통계적 집단반응이라는 특징을 가지고 있음.

- 위와 같은 미니 델파이 기법은 축산환경 부담금에 대한 이해관계자들의 다양한 의견을 조사·분석하고자 하는 본 연구에 가장 적합한 것으로 판단하였으며, 따라서 본 연구의 이해관계자 의견조사에 적용하였음.

### 1.3. 조사내용

- 설문조사는 구조화된 설문지를 활용하여 델파이 조사를 진행하였고, 조사대상 특성, 조사대상 전문성, 기금조성, 거출금액 및 기간, 기금활용으로 나뉘 모두 10개 문항에 대하여 조사하였음.
- 1차, 2차 델파이 조사는 모두 동일한 질문 항목 및 내용으로 조사하였으며, 1차 델파이 조사결과를 정리하여 동일한 조사대상자에게 피드백 한 후, 2차 조사를 실시하였음.

<표 6-1> 축산환경 부담금 조성에 대한 이해관계자 의견조사 설문지 내용

구분	주요 조사내용
조사대상 특성	1. 조사대상 유형별 분류
조사대상 전문성	2. 조사대상의 전문성
기금 조성	3. 기금조성의 중요도에 대한 의견
	4. 축산환경기금을 부담하는 주체에 대한 의견
	5. 축산환경 기금의 운영주체에 대한 의견
	6. 축산환경기금 조성대상 농가의 지역적 구분에 대한 의견
거출금액 및 기간	7. 축산환경기금의 가축 1단위(젓소 1두 기준) 당 연간 기금액에 대한 의견
	8. 축산환경기금 거출기간(시점)에 대한 의견
	9. 축산환경기금 거출 유예기간에 대한 의견
기금활용	10. 축산환경기금의 바람직한 활용방안에 대한 의견

## 1.4. 분석결과

### 1.4.1 조사대상 유형별 분류

- 조사대상자는 축산농가 46명, 소비자 10명, 전문가 15명으로 구성되어 있으며, 조사대상 총 인원은 71명임.
- 조사대상 유형별로 구성을 보면 축산농가는 한우농가 10명, 양돈 10명, 젓소 7명, 육계 9명, 산란계 10명이고, 소비자는 일반소비자 8명, 소비자단체 2명, 전문가는 정부 및 관계기관 11명, 연구기관 2명, 학계 2명으로 구성되어 있음.

<표 6-2> 조사대상자 유형별 분류

구분		빈도(명)	비율(%)
축산농가	한우농가	10	14.1
	양돈농가	10	14.1
	젓소농가	7	9.9
	육계농가	9	12.7
	산란계농가	10	14.1
	소계	46	64.8
소비자	일반소비자	8	11.3
	소비자단체	2	2.8
	소계	10	14.1
전문가	정부 및 관계기관	11	15.5
	연구기관	2	2.8
	학계	2	2.8
	소계	15	21.1
합계		71	100.0

### 1.4.2 조사대상자가 판단하는 본인의 축산분야 전문성에 대한 견해

- 조사대상자가 판단하는 본인의 전문성에 대한 견해를 조사한 결과 “대”로 높은 수준의 전문성을 갖는 부류는 44.4%, “중”으로 중간 수준의 전문성을 갖는 부류는 20.4%, 그리고 “소”로 낮은 수준의 전문성을 갖는 부류는 35.2%로 조사됨.
- 조사결과 전문성이 있다고(중간 수준 이상) 응답한 비율이 64.8%에 달하므로 축산환경 부담금과 관련된 본 설문조사에 대해 신뢰할 수 있는 응답이 이루어졌을 것으로 판단됨.
- 축산농가의 경우 전문성이 낮다고 응답한 비율이 40.5%로 높게 나타났으나, 축산환경 부담금과 직접적으로 관련되어 있는 집단으로 전문성 여부와는 상관없이 응답결과는 매우 중요한 의견으로 활용될 수 있음.

<표 6-3> 축산분야 전문성 정도 분포 현황

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
대 (높은 수준의 전문성)	15(40.5)	-	9(60.0)	24(44.4)
중 (중간 수준의 전문성)	7(18.9)	1(50.0)	3(20.0)	11(20.4)
소 (낮은 수준의 전문성)	15(40.5)	1(50.0)	3(20.0)	19(35.2)
합계	37(100.0)	2(100.0)	15(100.0)	54(100.0)

※ 무응답 : 17

### 1.4.3 축산환경 기금의 중요도에 대한 견해

- 조사대상자가 판단하는 축산환경기금의 중요도는 “대”로 매우 중요하다는 의견이 22.2%, “중”으로 보통으로 중요하다는 의견이 66.7%, “소”로 어느 정도 중요하다는 의견이 5.6%, 불필요하다는 의견이 5.6%로 나타남. 보통 이상으로 중요하다는 의견이 88.9%로서 축산환경 기금에 대해 상당히 긍정적인 것으로 나타남.
- 농가소비자전문가별로 응답자를 구분했을 시, 소비자집단에서는 응답자 모두(100%) 매우 중요한 것으로 인식하였고, 전문가집단에서는 매우 중요하다는 46.7%, 보통으로 중요하다는 인식이 40.0%로 중요성을 높게 평가하였으며 축산농가의 경우에도 매우 중요함이 8.1%, 보통으로 중요함이 81.1%로 중요성을 높게 평가함.
- 모든 응답자 집단에서 축산환경기금의 중요도가 높은 것으로 나타났으나, 중요도에 대한 심도는 타 집단에 비해 축산농가에서 상대적으로 낮게 나타남.

<표 6-4> 축산환경 기금의 중요도

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
대 (매우 중요함)	3(8.1)	2(100.0)	7(46.7)	12(22.2)
중 (보통 중요함)	30(81.1)	-	6(40.0)	36(66.7)
소 (어느 정도 중요함)	1(2.7)	-	2(13.3)	3(5.6)
불필요	3(8.1)	-	-	3(5.6)
합계	37(100.0)	2(100.0)	15(100.0)	54(100.0)

※ 무응답 : 17

#### 1.4.4 축산환경기금을 부담하는 주체에 대한 견해

- 축산환경기금의 부담주체에 대한 견해를 조사한 결과, “축산농가 단독부담”이 11.3%, “축산농가와 지방정부 공동부담”이 1.6%, “축산농가와 중앙정부 공동부담”이 12.9%, 그리고 “축산농가와 중앙정부 및 지방정부 공동부담”이 74.2%로 조사됨.
- 축산 환경문제 또한 다른 환경문제와 같이 축산농가만의 귀책이 아닌 사회·제도적 여건 하에서 공동의 책임이 있는 것으로 인식하고 있으며, 또한 기금 마련 시 축산농가로 부담이 편중되지 않도록 하기 위해 나타난 의견으로 판단됨.
- 축산농가·소비자·전문가별로 응답자를 구분했을 시, 모든 조사대상 집단에서 “축산농가와 중앙정부 및 지방정부 공동부담” 각각 70% 수준으로 가장 높았으나, 소비자와 전문가 집단에서 “축산농가 단독부담”에 대한 응답이 각각 30.0%, 26.7%로 나타났고, 축산농가에서는 “축산농가 단독부담”이 0%로 조사되어 부담에 대한 이해관계자들 간의 의견차이가 뚜렷하게 나타났음.

<표 6-5> 축산환경 기금을 부담하는 주체에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
축산농가 단독 부담	—	3(30.0)	4(26.7)	7(11.3)
축산농가와 지방정부 공동부담	—	—	1(6.7)	1(1.6)
축산농가와 중앙정부 공동부담	8(21.6)	—	—	8(12.9)
축산농가와 중앙정부, 지방정부 공동부담	29(78.4)	7(70.0)	10(66.7)	46(74.2)
합계	37(100.0)	10(100.0)	15(100.0)	62(100.0)

※ 무응답 : 9

### 1.4.5 축산환경기금을 운용하는 주체에 대한 견해

- 축산환경기금의 운용주체에 대한 견해를 조사한 결과, “지방 및 중앙정부기관 공동운용”이 58.7%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 “지방정부 기관운용”이 15.9%, “지방 및 중앙정부 기관 공동운용”이 15.9%, “자조금관리위원회와 같은 관련 민간기관 운용”이 15.7%, 그리고 “정부기관과 민관기관 공동운용”이 9.5%로 조사됨.
  
- 축산농가·소비자·전문가별로 응답자를 구분했을 시, 축산농가와 소비자집단에서는 “지방 및 중앙정부 기관 공동 운용”이 각각 76.3%, 70.0%로 가장 높게 나타남. 그러나 전문가 집단에서는 “자조금관리위원회와 같은 관련 민간기관 운용”이 40.0%, “정부기관과 민관기관 공동 운용”이 33.3%로 높게 나타남.
  
- 축산농가와 소비자 집단에서는 축산환경기금의 지역 간 균형적인 활용을 위해 “지방 및 중앙정부의 공동운영”의 필요성을 강조하는 것으로 판단되고, 전문가의 경우에는 기금의 효과적인 활용을 위해 축산현장 문제에 민감하고 빠른 대응이 가능한 민간기관을 활용한 운용의 필요성을 강조하는 것으로 판단됨.

<표 6-6> 축산환경 기금을 운용하는 주체에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
지방정부 기관 운용	5(13.2)	2(20.0)	3(20.0)	10(15.9)
중앙정부 기관 운용	-	-	-	-
지방 및 중앙정부 공동 운용	29(76.3)	7(70.0)	1(6.7)	37(58.7)
자조금관리위원회와 같은 관련 민간기관 운용	4(10.5)		6(40.0)	10(15.9)
정부기관과 민관기관 공동 운용	-	1(10.0)	5(33.3)	6(9.5)
합계	38(100.0)	10(100.0)	15(100.0)	63(100.0)

※ 무응답 : 8



### 1.4.6 축산환경 부담금 거출대상 또는 기준에 대한 견해

- 축산환경 부담금의 거출대상 및 기준에 대한 견해를 조사한 결과, “사육면적 기준”이 46.5%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 “사육두수 기준” 32.4%, “출하두수 기준” 14.1%, “사육등록 개체 수 기준” 7.0% 순으로 나타남.
- 농가소비자-전문가별로 응답자를 구분했을 시, 축산농가는 “사육면적 기준”에 대한 응답률이 69.6%로 가장 높고, 소비자 집단은 “사육두수 기준” 선택이 80.0%, 그리고 전문가 집단에서는 “사육두수 기준”과 “출하두수 기준”이 각각 40.0%와 33.3%로 나타남.
- 소비자와 전문가의 경우, 환경오염을 유발시키는 주체로서 가축의 개체수를 거출기준의 핵심으로 본 반면, 축산농가의 경우 아직까지 사육밀도를 최대로 하여 사육하는 경우가 많으므로 사육두수 기준보다 사육면적 기준을 선택한 것으로 판단됨.

<표 6-7> 축산환경 기금을 운용하는 주체에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
사육두수 기준	9(19.6)	8(80.0)	6(40.0)	23(32.4)
출하두수 기준	5(10.9)	-	5(33.3)	10(14.1)
사육면적 기준	32(69.6)	-	1(6.7)	33(46.5)
사육등록 개체 수 기준	-	2(20.0)	3(20.0)	5(7.0)
합계	46(100.0)	10(100.0)	15(100.0)	71(100.0)

※ 무응답 : 0

### 1.4.7 축산환경 부담금 거출대상 농가의 지역적 구분에 대한 견해

- 축산환경 부담금 거출에 있어 지역적 구분 단위에 대한 의견조사 결과, “전 지역 일괄”이 87.1%로 가장 높게 나타났고, “도별 구분”이 2.9%, “시군별 구분”이 10.0%로 나타남.
- 농가·소비자·전문가별로 응답자를 구분했을 시, 축산농가와 소비자는 “전 지역 일괄”에 대한 응답률이 각각 97.8%, 100.0%로 압도적으로 높게 나타났고, 전문가의 경우 “전 지역 일괄”과 “시군별 구분”이 각각 42.9%, 42.9% 양분화 된 견해를 나타냈음.
- 위와 같이 견해의 차이가 나타나는 이유는 축산농가와 소비자의 경우 축산환경 문제는 지역적으로 국한된 것이 아니라 전국적으로 해결해야할 문제로 인식하고 있으며, 이에 따라 부담금 거출도 전 지역에서 이뤄져야 함을 강조한 것으로 판단되고, 전문가의 경우에는 축산농가와 소비자와 같은 인식을 갖고 있는 반면, 지역적으로 축산으로 인한 환경오염이 심각한 지역이 존재함으로 대상지역에 대한 집중적인 관리가 필요함을 강조한 것으로 판단됨.

<표 6-8> 축산환경기금 조성대상 농가의 지역적 구분에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
전 지역 일괄	45(97.8)	10(100.0)	6(42.9)	61(87.1)
도별 구분	-	-	2(14.3)	2(2.9)
시·군별 구분	1(2.2)	-	6(42.9)	7(10.0)
합계	46(100.0)	10(100.0)	14(100.0)	70(100.0)

※ 무응답 : 1

#### 1.4.8 축산환경 부담금의 가축 1단위(젖소 1두기준)당 연간 거출액에 대한 견해

- 축산환경 부담금의 가축 1단위(젖소 1두 기준)당 연간 거출액으로 바람직한 금액에 대한 의견 조사결과, 10,000원이 41.4%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 5,000원 37.1%, 20,000원 14.3%, 30,000원 5.7%, 40,000원이 1.4% 순으로 나타남.
- 농가·소비자·전문가별로 응답자를 구분했을 시, 축산농가에서는 5,000원이 50%, 10,000원이 34.8%로 높게 나타났고, 소비자집단에서는 10,000원이 50%, 20,000원이 40.0%로 높게 나타났으며, 전문가집단에서는 10,000원이 57.1%, 5,000원이 14.3%로 높게 나타남.
- 이와 같이 5,000원에서 20,000원 사이에서 전체 응답자 중 92.8%가 적정 거출액을 선택하였으며, 이를 적정 거출액의 범위로 판단할 수 있음. 조사대상자 70명이 응답한 가축 1단위(젖소기준) 거출액의 평균값은 11,690원/두/년으로 나타남.

<표 6-9> 축산환경 부담금의 가축 1단위당 연간 거출액에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
5,000원	23(50.0)	1(10.0)	2(14.3)	26(37.1)
10,000원	16(34.8)	5(50.0)	8(57.1)	29(41.4)
20,000원	5(10.9)	4(40.0)	1(7.1)	10(14.3)
30,000원	2(4.3)	-	2(14.3)	4(5.7)
40,000원	-	-	1(7.1)	1(1.4)
50,000원	-	-	-	-
합계	46(100.0)	10(100.0)	14(100.0)	70(100.0)

※ 무응답 : 1

#### 1.4.9 축산환경 부담금의 거출 기간(시점)에 대한 견해

- 축산환경 부담금 거출시 적절한 거출기간에 대한 의견을 조사한 결과 “연도별 거출”이 82.6%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 “출하 시 거출”이 13.0%, “분기별 거출”이 4.3%로 조사되었음.
- 응답자를 농가소비자-전문가별로 구분했을 시, 축산농가와 소비자집단에서는 연도별 거출에 응답한 비율이 각각 91.3%, 100.0%로 가장 높았으며, 전문가집단에서는 출하 시 거출이 53.8%로 가장 높았으며, 연도별 거출 38.5%, 분기별 거출 7.7%순으로 조사됨.

<표 6-10> 축산환경 부담금의 거출 기간(시점)에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
연도별 거출	42(91.3)	10(100.0)	5(38.5)	57(82.6)
반기별 거출	-	-	-	-
분기별 거출	2(4.3)	-	1(7.7)	3(4.3)
출하 시 거출	2(4.3)	-	7(53.8)	9(13.0)
합계	46(100.0)	10(100.0)	13(100.0)	69(100.0)

※ 무응답 : 2

#### 1.4.10 축산환경 부담금의 거출 유예기간에 대한 견해

- 축산환경 기금 조성 시 유예기간으로 적정기간은 ‘3년의 유예기간 후 시행’이 50.7%, ‘1년의 유예기간 후 시행’이 29.9%, ‘2년의 유예기간 후 시행’이 16.4%, ‘6개월의 유예기간 후 시행’ 3.0% 순으로 응답되어 ‘3년의 유예기간 후 시행’을 가장 희망하는 것으로 조사되었음.
- 응답자를 농가·소비자·전문가별로 구분했을 시, 소비자와 전문가의 경우 ‘1년의 유예기간 후 시행’이 각각 70.0%, 64.3%로 높게 나타났으나, 축산농가의 경우 ‘3년의 유예기간 후 시행’이 67.4%로 가장 높게 나타남. 유예기간에 대하여 축산농가의 경우 축산환경기금 조성에 대해 많은 부담을 갖는 것으로 판단되고, 따라서 축산환경기금 조성 시 부담주체인 축산농가의 충분한 이해와 협조가 우선되어야 할 것으로 판단됨.

<표 6-11> 축산환경 부담금의 거출 유예기간에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
6개월의 유예기간 후 시행	1(2.3)	-	1(7.1)	2(3.0)
1년의 유예기간 후 시행	4(9.3)	7(70.0)	9(64.3)	20(29.9)
2년의 유예기간 후 시행	9(20.9)	-	2(16.4)	11(16.4)
3년의 유예기간 후 시행	29(67.4)	3(30.0)	2(50.7)	34(50.7)
합계	43(100.0)	10(100.0)	14(100.0)	67(100.0)

※ 무응답 : 4

### 1.4.11 축산환경 기금의 가장 바람직한 활용방안에 대한 견해

- 축산환경 기금 활용방안으로 ‘농장 환경개선 및 악취저감’이 51%, ‘기타’ 17%, ‘가축분뇨 처리지원’ 15%, ‘축산인식 개선’ 10%, ‘농업·농촌 발전지원’ 4%, ‘경축순환 활성화’ 3% 순으로 나타남. 이는 최근 축산관련 환경문제가 사회적 문제로 대두되면서 축산 환경개선 및 악취저감에 기금이 활용되길 바라는 것으로 판단됨.
- 소비자·전문가·축산농가별 응답자를 구분했을 시, 각 응답자 그룹 모두에서 ‘농장 환경개선 및 악취저감’에 대한 기금 활용이 가장 높게 나타났고, 각각 100%, 53%, 39%로 응답비율이 나타남. 이와 같은 결과는 소비자의 경우 축산 분뇨 및 악취문제 등으로 인해 축산업에 대한 부정적인 인식이 높기 때문으로 판단되고, 전문가와 축산농가 역시 축산환경 문제가 시급히 해결되어야 할 분야로서 인식하고 있기 때문으로 판단됨.

<표 6-12> 축산환경 기금의 가장 바람직한 활용방안에 대한 견해

(단위: 명, (%))

구분	축산농가	소비자	전문가	합계
농장 환경개선 및 악취저감	18(47.4)	10(100.0)	8(72.7)	36(61.0)
가축분뇨 처리지원	9(23.7)	-	2(18.2)	11(18.6)
경축순환 활성화	1(2.6)	-	1(9.1)	2(3.4)
농업·농촌 발전지원	3(7.9)	-	-	3(5.1)
축산인식 개선	7(18.4)	-	-	7(11.9)
합계	38(100.0)	10(100.0)	11(100.0)	59(100.0)

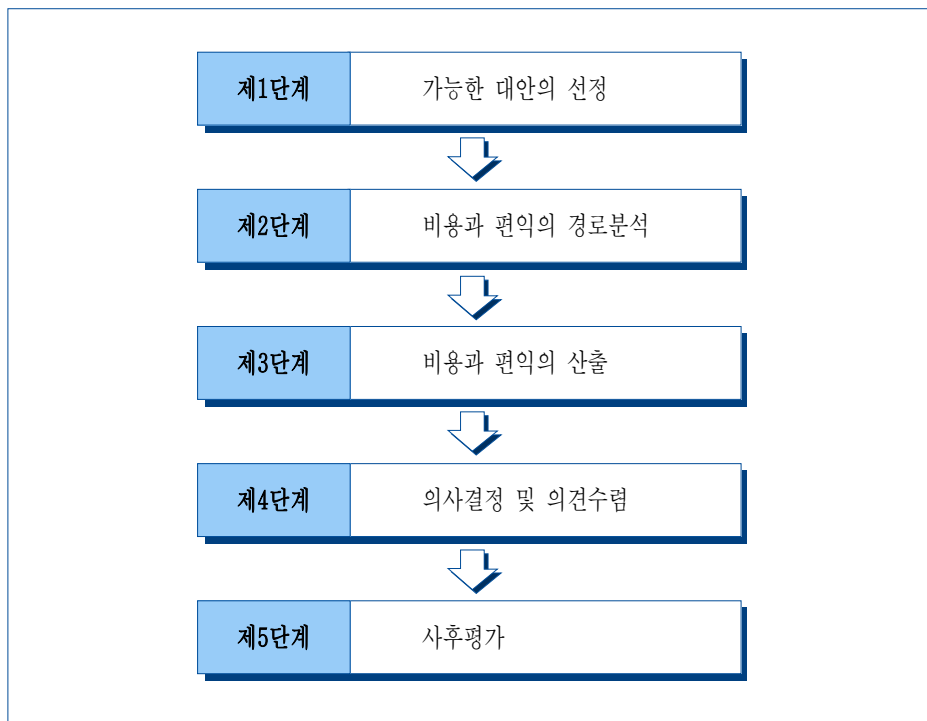
※ 무응답 : 12

# 제 7 장

## 제7장 축산환경부담금 비용편익 분석

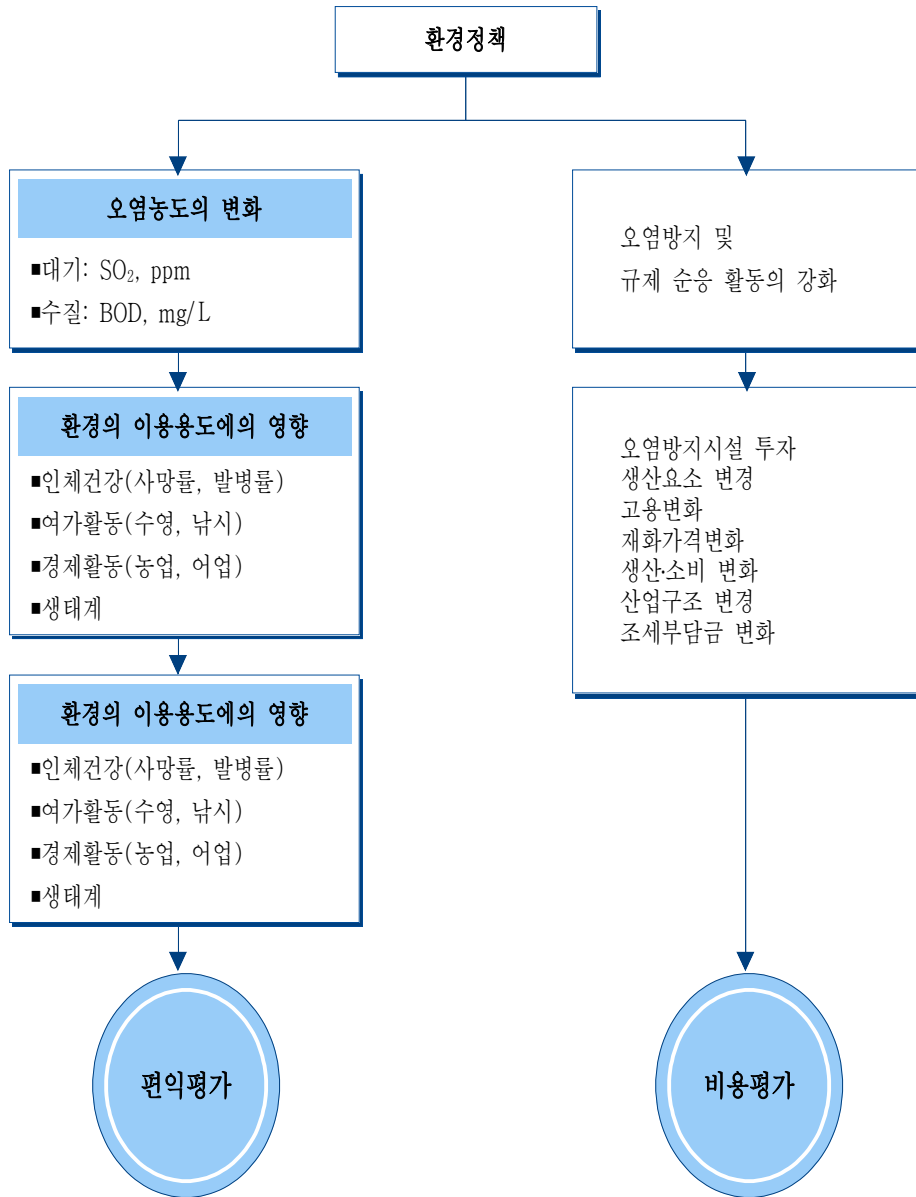
### 1. 환경정책 경제성평가 시행절차

- 경제성 평가의 실제 시행은 가능한 대안의 선정, 비용 및 편익의 경로분석, 비용과 편익의 산출, 의사결정 및 의견수렴, 사후평가의 5단계를 거쳐 이루어지게 됨.



<그림 7-1> 경제성평가의 시행절차

- 환경정책 경제성분석의 2단계 절차는 비용과 편익의 경로분석임.





## 2. 환경정책의 비용/편익 분석

- 정부의 정책목표를 달성하기 위한 여러 가지 정책대안에 대한 비용과 편익을 측정하고, 이에 기초하여 최선의 대안을 선택하기 위해 사용되는 기법으로 분석 구성항목은 관련 대국민경제 전체의 관점에서의 검토가 필요함.
  - 현실성을 고려한 실무적 요인을 분석수단으로 이용하여 정책의 실행가능성에 영향을 미치는 여러 사회·경제적 요인들을 고려
  - 정책실현을 기준으로 하여 주요 변수로서 시간 및 시기가 개입되며 각기 다른 시점 사이에 발생하는 편익과 비용을 비교하는 것이 중요

### 2.1 환경정책의 비용

- 환경정책의 비용 : 환경정책에 따른 사회적 비용으로 새로운 환경정책으로 인해 그 사회에서 발생하는 모든 기회비용의 총합으로 정의
- 사회적 비용에는 직접비용(Direct costs)과 간접비용(Indirect costs)있고 직접비용에는 준수비용, 정부규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용이 포함됨.
- 환경정책은 이러한 직접비용만을 유발하는 것이 아니라 생산성, 기술혁신, 시장구조 등에 대한 변화를 통해 다양한 비용을 발생시키게 되는데, 이러한 비용을 간접비용이라고 함.

<표 7-1> 직접비용의 종류

종류	비용 내역
준수비용	•신규시설에 대한 자본비용, •신규시설의 가동 및 유지비용, •폐기물 처리, 판매 및 재이용
정부규제비용	•훈련 및 행정비용, •감시 및 보고비용, •감독 및 이행비용, •허가비용
사회적 후생손실비용	•소비자 및 생산자 가격의 상승, •규제대상 경제주체가 부담하게 될 법적/행정적 비용
이전비용	•실업, •기업파산, •타산업으로의 자원이동, •거래비용, •생산과정 변동에 따른 조정비용

- 특히 사회적 비용의 추계와 관련하여 다음의 몇 가지 중요한 요소의 고려가 필요함.

- ① 사회적 할인의 적용 : 환경정책의 적용에 따라 발생하는 사회적 비용을 통해 비용편익분석을 실시할 경우 적절한 할인율을 적용할 필요가 있음
- ② 사회적 비용의 계량화가 어려움 : 비가역적 환경영향, 초장기적으로 발생하는 사회적 비용, 지역사회에 대한 사회경제적 파급효과 등은 구체적 계량화가 어려우므로 이를 감안하여 비용분석을 할 필요가 있음
- ③ 민감도 분석 실시 : 사회적 비용분석 추정값에는 불확실성이 내포되어 있기 때문에 사용된 자료와 모형의 특성과 한계에 따라 불확실성이 존재함. 이런 상태에서 민감도 분석을 통해 자료와 모형의 객관성을 검증
- ④ 환경정책의 시장파급효과를 단순화 : 특정 환경정책의 간접효과는 매우 다양므로 일반 균형적 분석에 의할 경우 많은 시장에 직간접적 영향을 주게 됨. 이 경우 계량화 작업을 위해서 일정 수준에서 그 파급효과를 단순화시키는 작업이 필요

<표 7-2> 환경정책의 비용추정방법 비교

추정방법	특징 및 장점	단점
직접준수비용 접근법	- 비교적 추정이 용이 - 객관적 자료에 기초 - 환경정책비용에 대한 비교적 타당한 근사치 제공 가능	- 경제적 파급효과가 큰 환경정책의 경우 비용과소추정 가능성
부분균형모형	- 전통적으로 가장 많이 쓰이는 접근방법으로서 분석비용 적정 - 후생감소비용에 대한 고려 가능	- 기본적으로 일개 시장만을 고려하므로 후생효과분석에 한계
다시장 모형	- 부분균형모형에 비해 보다 확장된 다수의 시장간 상호연계성 고려	- 다수의 시장을 고려하기는 하나 일반균형모형과 같은 시장간 환류효과를 종합적으로 고려 못함
일반균형모형	- 주어진 경제 전체에 대한 종합적 고려 가능 - 환경정책의 경제적 파급에 따른 비용추정에 다양한 효과를 모두 고려	- 추정비용이 가장 많이 소요 - 정책의 특성에 따라 일반균형모형을 적용할 필요 없는 경우도 있음

- 환경정책의 시행에 따라 발생하는 환경비용은 직접준수비용을 계산함으로써 추정할 수 있음. 이는 사회적 비용을 구하는 방법 중 가장 단순한 접근방식이라고 할 수 있음.
  - 이러한 접근방법은 특정 환경정책으로 인한 시장에서의 가격과 생산량 변화가 작을 경우 사회적 비용에 대한 근사치를 구하는 효과적인 방법이 됨

- 환경비용의 추정방법은 다시장 모형, 부분균형모형, 일반균형 분석방법 등이 있음.

## 2.2 환경정책의 편익

- 환경정책의 편익은 주어진 환경질의 개선 또는 특정 환경재의 공급으로 인해 발생하는 경제적 이익의 화폐가치로 정의할 수 있으며 환경정책의 편익을 이해하기 위해서는 환경의 가치에 대한 이해가 필요함.
- 환경의 가치=사용가치(use value)+비 사용가치(non-use value)
  - 사용가치 : 사람들이 환경을 실제로 이용함으로써 만족을 얻기 때문에 환경에 부여하는 가치
  - 비사용가치 : 사람들이 실제로 환경을 이용하지 않지만 환경의 존재 그 자체에 대해 부여하는 가치로 존재가치, 선택가치 및 유산가치 등으로 구분
- 비사용가치의 분류는 불가능하거나 현실적이지 않을 수도 있으나 환경정책의 편익의 올바른 추정을 위해서 가치에 대한 개념들을 확립할 필요가 있음.
- 환경편익을 실제로 계측하기 위해서는 환경개선으로 인해 발생하는 물리적 효과를 먼저 계측하고, 이어서 이들 물리적 효과를 화폐단위로 환산하는 절차가 필요함. 물리적 효과는 사망위험감소의 효과, 질병감소 효과, 쾌적함 효과, 자연생태계 보존효과로 구분할 수 있음.
- 환경편익을 추정하는 방법은 시장적 방법, 현시선호방법, 진술선호방법으로 구분할 수 있음.

<표 7-3> 환경정책의 편익추정 분석 사례

저자	분석대상	분석방법	주요 분석결과
권오상(2000)	경기도 광고산 입구	CRM	광고산입구 야산의 보존가치 : 약 150억원
김도영(1992)	서울시 대기질	특성가격법	연평균 TSP농도가 1 $\mu$ g 감소 : 서울시 가구당 12만원
임영식·전영섭 (1993)	서울시 오존농도	특성가격법	평균 오존농도가 0.03ppm에서 0.02ppm으로 감소 : 가구당 21만원
산림청 임업연구원 (1991)	국립공원과 기타 산림휴양지	여행비용법	속리산이 방문객에게 제공하는 가치 : 1인 1회당 5천원~22천원
이성태(1998)	대구 팔공산	여행비용법	팔공산의 가치 : 약 10조원
이광석(1997)	농촌 전체	여행비용법	농촌이 도시민의 여행지로서 제공하는 가치 : 1인 1회당 13만~36만원
전건홍(1998)	휴전선 일대의 생태계	CVM	연평균 약 10억 5천만원
장호찬(1994)	광릉 수목원의 크낙새	CVM	1인당 23천원~51천원
김연수(1994)	서울시 관악산과 시민의 숲	CVM	관악산과 시민의 숲이 방문객에게 제공하는 가치 : 1인 1회당 각각 30천원, 6천원
유병국(1998)	강화도 남단갯벌	CVM	1인당 29천원
신영철(1997)	서울지역을 통과하는 하천수질	CVM	물놀이가 가능한 수준으로 수질 개선 가치: 연간 약 2,834억원

<표 7-4> 편익추정의 접근법

접근법	주요분석모형	적용대상
시장적 방법	•피해함수(damage function)	•식량, 연료, 목재, 섬유 등 생태계가 제공하는 시장적 편익
	•생산함수(production function)	
	•비용함수(cost function)	
현시선호법	•휴양수요모형(recreational demand models)	•휴양가치, 경관가치
	•특성임금모형(hedonic wage model)	•사망위험성 감소, 질병위험성 감소
	•특성가격모형(hedonic price model)	•쾌적함, 휴양가치, 경관가치
	•회피행위모형(avoiding behavior model)	•사망 및 질병위험성, 쾌적함, 휴양 및 경관, 생태계보존, 시설물보존
진술선호법	•가상가치평가법(contingent valuation method)	•모든 종류의 편익
	•가상순위평가법(contingent ranking method)	•모든 종류의 편익

### 3. 축산환경부담금 비용편익분석

#### 3.1. 축산환경부담금 비용편익항목

- 축산환경부담금의 비용편익분석을 위해 비용은 축산환경부담금의 연간 사용액(39,257백만원)으로 가정하고 편익은 축산환경부담금 사용시 직접적으로 나타나는 직접편익과 직접편익에 의거해서 나타나는 간접편익으로 구분하였음.
- 축산환경부담금은 경축순환농업지구 조기 정착 지원, 가축분뇨 공동자원화 시설 확충 지원, 지역단위 나눔축산 및 축산 바로알리기 운동 지원, 깨끗한 축산농장 지정 사업 사전·사후관리 지원, 축산환경 개선 기술 개발 지원, 축산환경 개선 전담 기관 지원, 축산환경 개선 관련 시설·장비 리스 사업 용자 지원을 목적으로 사용하고자 함.

<표 7-5> 축산환경부담금 비용·편익 항목

비용	편익	
	직접편익	간접편익
1. 경축순환농업지구 조기 정착 지원	1. 퇴액비 사용에 따른 편익	1. 국민 삶의 질 향상에 따른 편익
2. 가축분뇨 공동자원화 시설 확충 지원	2. 에너지화에 따른 편익 가. 바이오가스 나. 가축분뇨 고체연료	가. 환경보전 나. 안전한 축산물 공급
3. 지역단위 나눔축산 및 축산 바로알리기 운동 지원	3. 자원회수(인)에 따른 편익	2. 연관산업 경제적 파급효과에 따른 경제적 편익
4. 깨끗한 축산농장 지정 사업 사전·사후관리 지원		3. 고용증대에 따른 편익 가. 자원화시설확대에 따른 고용증가
5. 축산환경 개선 기술 개발 지원		나. 사업관리 인원 확대에 따른 고용증가
6. 축산환경 개선 전담 기관 지원		다. 연관산업 유발효과에 의한 고용증가
7. 축산환경 개선 관련 시설·장비 리스 사업 용자 지원		4. 축산농가 환경시설개선에 따른 생산성증가 편익

- 축산환경부담금 사용에 따른 직접편익은 가축분뇨자원화시설에서 나오는 퇴액비 사용에 따른 편익, 바이오가스, 가축분뇨 고체연료의 전력대체 편익, 가축분뇨이 인 회수 등에 따른 편익으로 구분할 수 있음.

- 축산환경부담금 사용에 따른 간접편익은 환경보전, 안전한 축산물 공급에 따른 국민 삶의 질 향상, 연관산업에 대한 경제적 파급효과, 고용유발효과, 축산농가 환경시설개선에 따른 생산성 증가 등 편익으로 구분할 수 있음.

### 3.2 편익분석

#### 3.2.1 직접편익

##### 가. 가축분뇨 퇴·액비 자원화에 따른 편익

- 축산환경부담금을 통한 가축분뇨처리지원사업의 효과는 가축분뇨 발생량에서 자원화되는 물량의 가치를 평가하여 판단할 수 있음. 퇴·액비로 자원화되는 가축분뇨는 경지환원을 통해 친환경농업과 연계되어 토양의 활성을 높이고 작물수량을 지속적으로 유지하는데 중요한 역할을 함.
- 편익은 자원화된 가축분뇨의 경제적 가치를 계측하여 사업의 효과성을 검증함.

<표 7-6> 가축분뇨 배출원단위 및 비료성분 함유율

구분	가축분뇨 배출원단위(kg/두/일)					비료성분 함유율(%)		
	분	뇨	분뇨발생량	세정수	계	질소	인	칼리
한우	8.0	5.7	13.7	0.0	13.7	0.4	0.2	0.5
젖소	19.2	10.9	30.1	7.6	37.7	0.5	0.1	0.5
돼지	0.87	1.74	4.2	2.49	5.1	0.5	0.8	0.4
산란계	0.12		0.12		0.12	1.7	1.6	0.9
육계	0.8		0.8		0.8	1.7	1.6	0.9

자료: 환경부, 2016. 가축분뇨공공처리시설 설치 및 운영관리지침.

허덕, 2011. 축산업 선진화 방안-친환경축산업 현황과 전망-, 전문가 간담회 자료.

- 가축분뇨는 질소, 인, 칼리(칼륨) 등 중요한 비료성분을 함유하고 있고, 퇴·액비는 화학비료를 대체할 수 있어 친환경 농산물 생산의 자재로 활용이 가능함.
- 자원화 처리된 가축분뇨의 경제적 가치는 축종별 비료성분 함유율을 적용하여 축종별 가축분뇨 발생량에서 비료성분 배설량을 계산한 후, 화학비료의 가격을 적용하여 계측함.

- 2017년 축종별 가축분뇨 발생량은 돼지 분뇨 발생량이 2,098만 톤, 소 분뇨발생량 1,510만톤, 젓소 562만톤, 산란계 331만톤, 육계 266만톤 임.
- 축종별 가축분뇨 발생량에서 비료성분의 비중을 적용하면 질소 성분 배설량은 267천 톤, 인 성분 배설량은 271천톤, 칼리 성분 배설량은 218천 톤으로 계산됨.
- 비료성분 배설량을 화학비료 가격을 적용하면 질소 비료로서의 가치가 1,342억 원, 인 비료의 가치는 1,667억 원, 칼리 비료의 가치는 1,071억 원으로 '17년 우리나라에서 배출된 가축분뇨에서 자원화된 가축분뇨의 비료성분의 경제적 가치는 총 4,082억 원으로 추정됨.
- 가축분뇨의 자원화 비율을 연간 2% 높인다고 가정하면 8,164백만원의 대체 효과가 있다고 판단됨.

<표 7-7> 자원화된 가축분뇨 비료성분의 경제적 가치 추정결과

구분	질소	인	칼리	계
자원화된 가축분뇨 비료성분 배설량 (톤)	295,034	299,311	241,343	
경제적 가치(백만원)	134,240	166,867	107,108	408,215
대체가치(2%)	2,685	3,337	2,142	8,164

#### 나. 가축분뇨 에너지화에 따른 편익

- 농식품부에서는 가축분뇨 공동자원화 사업의 일환으로 에너지화 시설 설치를 지원하고 있으며, 환경부는 기존공공처리시설 설치사업의 일환으로 환경순환형 가축분뇨 공공처리사업을 지원하고, 기존 지자체 대상의 가축분뇨 통합관리센터 사업을 농축협대상으로 전환하여 에너지화 시설 설치를 지원하고 있음.
- 현재 시행되고 있는 가축분뇨 에너지화 사업은 바이오에너지와 가축분뇨 고체연료화 사업으로 구분할 수 있음.
- 바이오에너지사업의 경제성을 분석하는 경우 환경부 공동자원화시설의 경우 과도한 초기투자비와 운영비로 인하여 사실상 경제성이 낮게 평가될 수 있는 사업상 특성이 있으며, 특히

시설운영의 목적이 바이오에너지 생산 목적보다는 가축분뇨의 안정적인 처리에 일차 목적이 있는 시설이라는 점에서 시설운영주체의 바이오에너지 생산효율에 대한 관심이 낮을 수 있음.

- 바이오에너지의 발전소 1기당 전력대체편익은 575백만원으로 산정되어 총 5기가 건설된다고 가정하면 전력 대체편익은 총 2,875백만원으로 나타났음.

<표 7-8> 바이오 에너지 전력대체 편익

시설용량	100톤/일(가축분뇨 70톤 + 음식물 30톤)			
전력대체	발전량 (MWh/년/기)	SMP (원/kWh)	금액 (백만원/년/기)	총금액(5기) (백만원)
	3,000	191.67	575	2,875

주 : SMP : 2017년 월가중평균단가(한국전력공사)

- 가축분뇨 고체연료로 대체가능한 에너지원은 일반적으로 소각 보일러의 형태에서 소비되는 연료는 대부분 대체 이용이 가능한 상황임.
- 특히 화석연료 중에서는 발전소로 수입 공급되는 유연탄과 시설채소 하우스에서 난방용 에너지로 사용되는 무연탄의 대체가 가능한 것으로 판단되며, 신재생에너지 중에서는 목질류로 우드칩, 성형탄, 임산연료, 목재펠릿, 폐목재의 대체 이용이 가능하고, 하수슬러지 고형연료, 바이오고형연료(Bio-SRF)와 같은 유기성 폐자원과 생활폐기물, 폐기물 고형연료(RDF), 플라스틱 고형연료(RPF), 타이어 고형연료(TDFI), 고형연료(SRF) 등과 같은 폐기물 고형연료의 대체이용이 가능함.
- 유연탄은 대부분 발전용, 제철용, 시멘트용 연료로 이용되고 있으며 전소 소각로에서 연소되는 특성이 있으며, 신재생에너지원 중 유사 고형연료 제품들은 대부분 발전용, 제철용, 시멘트용 연료의 혼소 소각로에서 연소되는 특성이 있음.
- 특히 목질류의 우드칩, 성형탄, 임산연료, 목재펠릿, 폐목재와 같은 유사 고형연료 제품에 대해서는 대규모 이용시설 이외에 농가주택, 공공시설, 시설채소 하우스 등 소규모 소각 보일러로 연소·이용되는 특성이 있음.



- 가축분뇨 고체연료의 발열량과 수분함량을 가축분뇨 고체연료 품질기준인 3,000 kcal/kg, 20%로 각각 설정하였을 때, 무연탄 대체 가능량은 2,819천 톤, 유연탄은 188,184천 톤으로 나타나 가축분뇨 고체연료로 충분히 대체할 수 있는 잠재량을 지니는 것으로 나타남.
- 또한 가축분뇨 고체연료와 유사한 품질 특성을 보이는 신재생에너지원 중 우드칩을 대체할 수 있는 양은 6,356천 톤, 성형탄을 대체할 수 있는 양은 831천 톤, 바이오폐목재를 대체할 수 있는 양은 6,371천 톤, 하수슬러지 고형연료를 대체할 수 있는 양은 1,383천 톤, Bio-SRF를 대체할 수 있는 양은 17,576천 톤으로 추정됨.

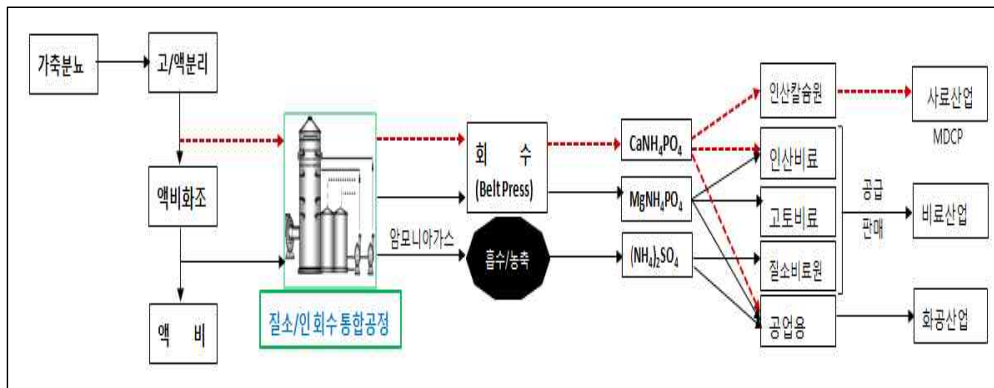
<표 7-9> 가축분뇨 고체연료시설의 편익

시설 용량 50톤/일			
화석대체		REC 1.0	
편익	산출근거	편익	산출근거
612.261 억원	발전소 유연탄 대체효과 : 유연탄 가격 \$57.98/톤(FOB), 1,117원/\$ 적용, 유연탄발열량 5,950 kcal/kg(대한석탄공사 2016년 공시 평균가격)	629,345 억원	연료의저위발열량(Kcal/일) × 0.35%(발전효율) ÷ 860 kcal × 1.0(가중치) ÷ 1,000 × 300일(년가동시간)

- 따라서 국내 가축분뇨 발생량을 고려할 때, 기존 유사 고형연료의 보급량을 기준으로 가축분뇨 고체연료의 충분한 잠재적 사용 가능량을 확보하고 있는 것으로 평가됨.
- 가축분뇨고체연료시설 1개소(시설규모 : 50톤/일) 운영을 가정한 결과 화석원료대체편익은 612백만원, REC 편익은 629백만원으로 나타남.

## 다. 인(P) 자원 회수에 따른 편익

- 우리나라는 자원빈국이면서도 인[P] 자원순환경제가 비활성화 되어있어 사용되는 모든 인 자원을 수입에 의존함에 따라 자원보유국들의 정치적·경제적 이슈에 따른 자원안보 불안정성이 크므로 수입되는 인을 대체하기 위해 인 자원순환경제체계의 구축을 통한 자원안보 확보 및 가축분뇨 유래 양분의 정밀관리를 위한 실용기술 개발이 요구되어짐.
- 국가 차원의 인 자원안보 확보를 위해서는 가축분뇨에서의 인 회수기술 개발·실증·보급이 필요하며, 회수된 인의 산업적 적용 및 활용을 위한 정책 마련 및 가축분뇨 유래 인 자원순환체계 확립이 요구됨.
- 전 세계적으로 인의 재이용 및 대체물질개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있고, 우리나라는 비교적 가축분뇨 처리를 위한 기반 시설이 잘 갖춰져 있기 때문에 공동자원화 및 공공처리시설을 대상으로 한 가축분뇨 내 인 회수기술·정책의 시행 및 확대 잠재력이 큰 국가임.



<그림 7-2> 가축분뇨 인회수 산업화 모델

- 국내 인 소비량의 16% 이상을 차지하는 경종농가는 퇴·액비에 비해서 이동 및 살포가 편리하고 계절적 수요에 영향을 받지 않는 무기질비료를 선호하기 때문에 전 국토의 양분균형을 유지하고 자원화된 가축분뇨 내 양분의 효과적인 활용을 위해서는 경종농가의 수요를 반영하여 제품화하여 야만 그 활용도를 제고할 수 있으며 시장에 안착할 수 있을 것으로 판단됨.

- 비료원료나 사료원료로 사용하기 위해 외국으로부터 수입한 인광석 및 인산칼슘 원가는 연간 약 3,000억원이며 (지경부, 2008년), 수입한 인광석을 원료로 사용하여 제품을 생산하는 시장규모는 이에 수십 배가 될 것으로 추산됨.
- 매년 공공처리시설과 공동자원화시설 중 질소인회수시설 계획 중인 5개소로 유입되는 액상처리량을 기준으로 연간 P 회수량은 95톤으로 추정되고 이 물량을 인산비료로 판매되고 있는 인광석 비용(1,000원/kg)으로 환산하면 편익은 연간 9천 5백만원으로 추산되었음.

<표 7-10> 가축분뇨 인회수시설 설치시 광물성 인 대체 효과

가축분뇨 처리 현황	매년
공동자원화 및 공공처리시설(개소)	5
공공처리시설 개소당 일일 액비처리량(m <sup>3</sup> /일)	100
액상 처리량 (m <sup>3</sup> /년)	182,500
P 회수 (g/m <sup>3</sup> )	225
인산칼슘회수량(톤/년)	95
인광석(1,000원/kg) 비용 대체 효과 (천원/년)	95,000

### 3.2.2. 간접편익

#### 가. 국민 삶의 질 향상에 따른 편익

- 국민 삶에 대한 질 향상에 대한 편익을 환경개선으로 인한 편익과 안전한 축산물 공급으로 인한 편익으로 구분하여 언급하고자 함.
- 환경개선으로 인해 발생하는 편익은 질병감소 효과와 자연생태계 보존 효과가 있는데 이러한 편익은 다른 편익과의 결합성이 존재하여 환경개선효과가 2중, 3중으로 계측될 여지가 있고 정량화하기 어려움 문제가 발생함.
- 축산환경개선을 통한 안전한 단백질 공급으로 국민 건강 증진에 기여하게 됨. 살충제와

항생제 문제가 없는 안전한 먹거리 제공으로 국민건강 증진에 기여할 수 있음.

- 소비자들은 안전한 축산물에 대한 추가 지불의사(CVM)를 살펴보면 무항생제축산물은 최소 2%, 최대 100%, 평균 17.4%를, 유기축산물은 최소 2%, 최대 100%, 평균 23.0%를 지불할 용의가 있다고 나타났음<sup>35)</sup>.

<표 7-11> 친환경축산물 추가지불 정도

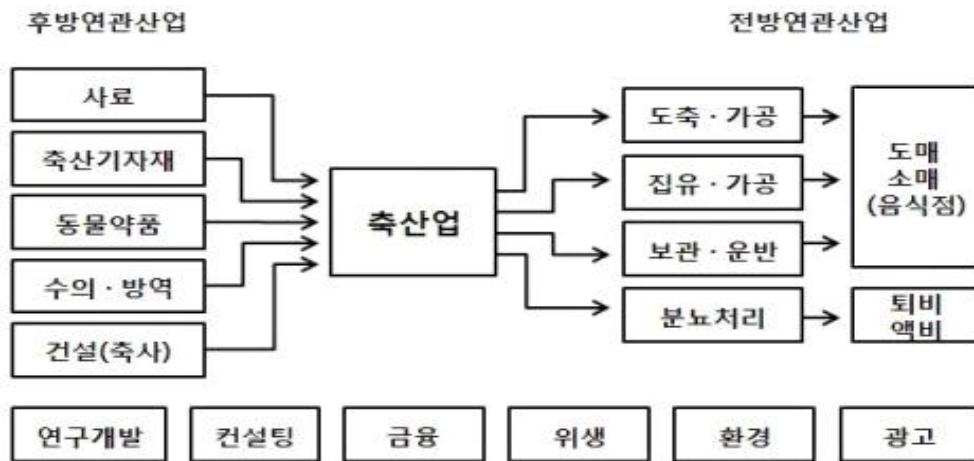
	N	최소값	최대값	평균	표준편차
무항생제축산물 추가 지불비율	287	2	100.0	17.368	15.689
유기축산물 추가지불비율	285	2	100.0	22.99	19.951

- 안전한 먹거리에 대한 국민의 추가지불정도가 20%로 나타나 축산환경개선을 통한 안전한 축산물공급은 국민의 추가적 편익으로 산정할 수 있음.

#### 나. 연관산업 경제적 파급효과에 따른 경제적 편익

- 축산 연관 산업은 축산업의 원료와 재료 공급하는 후방 연관 산업과 축산물을 이용·가공하는 전방 연관 산업으로 크게 구분할 수 있으며, 축산업과 전·후방 연관 산업의 모든 부문에 걸쳐 있는 기타 관련 산업으로 구분할 수 있음.
- 후방 연관 산업은 사료산업(배합사료, 단미사료, 조사료), 축산기자재산업, 동물약품산업, 수의 및 방역산업, 축사건설업 등으로 구분할 수 있으며, 이외에 전력, 가스, 수도 등도 후방 연관 산업으로 분류할 수 있음.
- 전방 연관 산업은 도축가공 산업, 집유가공 산업, 보관·운반 산업, 분뇨처리 산업과 음식점을 포함한 도·소매, 퇴비·액비 산업 등으로 구분할 수 있음. 이외에 축산업을 중심으로 전·후방 모든 부문에 걸쳐 있는 연관 산업인 연구개발, 컨설팅, 금융, 위생, 환경, 광고 등으로 구분할 수 있음.

35) 석희진, 친환경축산물 차별화를 위한소비자 구매행동 분석, 2015.2, 건국대학교 박사학위논문



<그림 7-3> 축산업 전후방 산업

- 축산업과 축산 연관 산업의 총생산액은 축산업 16조 7,290억 원, 전방연관산업(육류 및 육가공품, 낙농품) 21조 2,000억 원, 후방 연관산업(농림수산물, 사료, 동물약품, 축산기자재) 18조 9,699억 원으로 기타 연관 산업들을 계산하지 않아도 최소 56조 8,989억 원 이상일 것으로 추정됨<sup>36)</sup>.
- 축산환경부담금 도입에 의한 환경개선으로 각종 규제에 따른 축산업 생산액의 감소를 막을 수 있는 편익이 나타날 수 있음. 예를 들면, 축산업의 감소율을 0.1% 낮춘다면 569억 원의 축산 연관 산업 편익의 증가를 예상 할 수 있음.

#### 다. 고용증대에 따른 편익

- 고용증대는 자원화 시설 확대에 따른 고용증가, 축산환경부담금 관리조직 구성에 따른 고용증가, 연관산업에 의한 고용증가로 구분할 수 있음.
- 산업별 취업유발계수는 해당 산업의 생산이 10억 원 증가하였을 경우의 취업 유발효과인데, 산업연관분석결과 10억 원의 생산증가에 따른 낙농의 취업자 유발계수는 22.4명이었으며, 육우가 23.5명, 양돈이 23.3명, 가금이 21.9명, 기타축산이 18.1명이었음.

36) 지인배외, 축산업의 후방연관산업 구조와 발전방안, 한국농촌경제연구원, 2012.12

- 이러한 취업유발계수는 농림수산품의 39.9명과 음식점 및 숙박의 30.9명 다음으로 높은 수준으로 축산업이 타 산업에 비해 상대적으로 높은 취업유발효과가 있는 것으로 나타났으며, 축산환경부담금의 사용에 따라 고용증대의 효과가 나타날 것으로 판단됨.

#### 라. 축산농가 환경시설개선에 따른 생산성증가 편익

- 축산농가 환경개선사업과 유사한 축사시설현대화사업은 한·미 FTA를 비롯한 동시다발적 FTA 추진과 DDA협상 재개 등 대외개방 확대에 대응하여 축사시설 개선을 통한 가축폐사 감소와 생산성 향상으로 축산농가의 소득 증대 및 국제 경쟁력 도모하기 위해 추진되는 사업임.
- 축사시설현대화 사업의 편익은 축산농가의 생산성 증가로 나타낼수 있는데 “돼지의 모돈 마리당 연간출하두수”, “산란계의 산란율”, 그리고 “두당 우유 생산량” 등을 들 수 있음.
- 축사시설현대화 사업의 혜택을 받은 대부분(99.4%)의 농가들은 생산성 향상과 인건비 절감 등으로 효과가 나타났다고 응답함. 축사시설현대화 사업에 대한 효과 분석에서도 나타나듯이, 축사시설현대화 사업을 통해 생산성(마리당 원유생산량 향상, 모돈 마리당 출하두수 증가)이 전반적으로 개선된 결과를 보이고 있음.
- 양돈의 경우, 축사시설현대화 사업은 폐사율을 35.18% 감소시키는 효과가 있는 것으로 분석됨. 폐사율 감소로 MSY는 28.78% 증가시키는 것으로 분석되었으며, 1등급 출현율은 5.92% 증가한 것으로 나타남. 반면, 마리당 농장근무인력은 9.87% 증가시키고, 1인당 일평균 근무시간은 5.21% 증가시킨 것으로 분석됨.
- 낙농의 경우, 축사시설현대화 사업이 농장 근무 인력을 12.9% 감소시키는 효과가 있는 것으로 분석되었고, 1인당 일평균 근무시간은 9.95% 감소시키는 효과가 있는 것으로 분석됨. 두당 원유생산량은 5.67% 증가, 인공수정율은 3.11% 증가, 평균산차수는 1.88% 감소시킨 효과가 있는 것으로 분석됨.
- 가축분뇨시설 지원사업 역시 축사시설현대화 사업 효과분석 사례와 같이 생산성 증가 편익이 나타날 것으로 판단됨.

### 3.2.3. 편익-비용분석 종합

○ 이상에서 언급한 방식을 적용한 편익-비용분석의 결과는 다음과 같음.

<표 7-12> 환경부담금 비용편익결과

구 분		분석결과(백만원)	
편익 및 비용	직접편익	퇴액비 사용에 따른 편익	8,164
		에너지화에 따른 편익	
		- 바이오가스	2,875
		- 가축분뇨 고체연료	1,242
	자원회수(인)에 따른 편익	95	
	편익계	12,376	
	비용	39,257	
타당성 지표	BCR(BC비율)	0.32	

○ 분석결과에 대한 판단기준

- B/C비율(BCR) :  $B/C \geq 1$  경제적 타당성이 있음
- $B/C < 1$  경제적 타당성이 없음

○ 따라서 본 연구에서 산정된 비용과 편익의 종류 및 규모를 전제로 하는 경우 축산환경부담금의 BC비율이 1보다 낮게 나타나 경제적 타당성 수준을 충족하고 있지 않는 것으로 나타남.

○ 그러나 외부불경제를 완화하지 않았을 때 가축 사육 두수가 감소한다고 가정하고 감소비율을 매년 1%라고 하였을 때의 축산업 생산액 감소액은 매년 2천억원이 되고 생산유발효과 감소액(축산업 생산액의 1.23배)까지 포함하면 4천 4백 60억원이 감소되는 것으로 추정할 수 있음.

○ 따라서 비록 비용편익이 1보다 작게 나타났으나 축산환경 부담금의 경제적 효과는 정량할 수 없는 간접적인 편익을 함께 고려하여야 할 것으로 사료됨.

<표 7-13> 축종별 사육 두수 1% 감소 가정시 생산액 변화 추정

구 분		2017년	1% 감소액 및 두수
전체	생산액(10억원)	20,123	201.2
한우	생산액(10억원)	4,439	44.4
	사육두수(천두)	2,583	25.8
젖소	생산액(10억원)	35	0.3
	사육두수(천두)	401	4.0
돼지	생산액(10억원)	7,338	73.4
	사육두수(천두)	10,514	105.1
닭	생산액(10억원)	2,377	23.8
	사육두수(천두)	149,763	1,497.6

- 한편, 부담금 신설에 필요한 법령 제정을 위한 규제영향분석서에는 비용·편익 분석 및 비교결과를 제시하게 되어 있는 바, 제 4장에서 언급한 여러가지 부담금 사례를 참고할 때 정량적인 편익 결과가 크게 중요하지는 않을 것으로 보임.



## 제 8 장

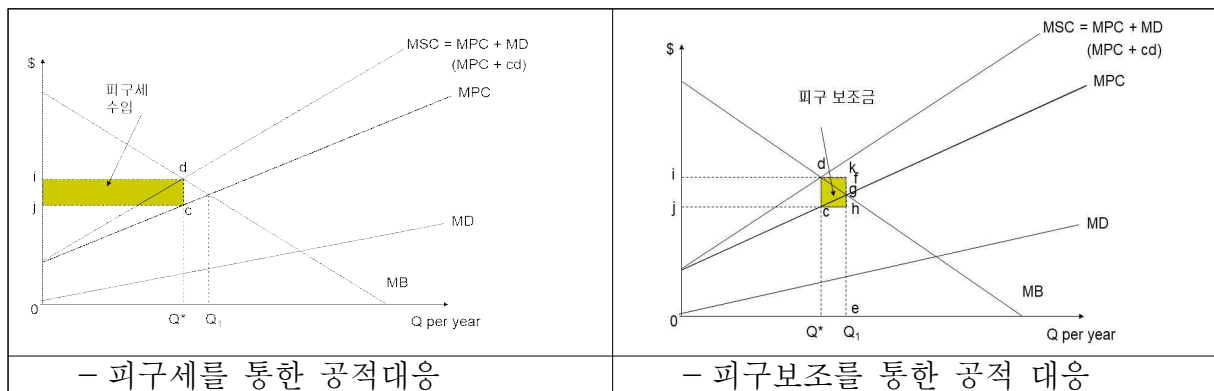
# 제8장 축산환경 부담금 도입 및 운영 방안

## 1. 축산환경부담금 도입 사유

### 1.1 이론적 배경<sup>37)</sup>

- 환경경제학에서 널리 사용하는 피구세(Pigouvian Tax) 또는 교정적 조세(Corrective Tax) 이론을 축산에 적용하면, 농가에서 가축 사육과정 중에 발생하는 단위 생산비를 사적(私的) 한계비용 (Marginal Private Cost, MPC)이라 하고 여기에 외부자가 부담하는 비용(외부비용)을 한계피해비용(Marginal Damage, MD)이라 하며 이 두 가지 비용을 합한 비용을 축산활동으로 인한 사회적 한계비용(Marginal Social Cost, MSC)이라 간주할 수 있음.
- 이론적으로 최적 균형점(Q\*)은 축산활동으로 인한 사회적 한계비용과 한계편익(Marginal benefit, MB)이 만나는 지점, 즉 부정적 외부효과가 거의 없어야 함. 그러나 축산농가의 생산단계에서 유발하는 부정적 외부효과는 생산비에 포함되지 않으므로 사적 한계비용은 사회적 한계비용 보다 항상 낮은 위치에 있게 됨.
- 이러한 부정적 외부효과 즉, 외부불경제는 시장자체의 기능에 의해서 자원이 효율적으로 배분되지 못하고 과잉생산 또는 과소생산 되는 시장실패로 인해 거래당사자가 아닌 제3자에게 대가없이 손실을 미치는 사회후생이 감소하게 되는 문제가 발생하게 됨.

37) 한국조세연구원(2011). '복지재원 조달 정책에 관한 연구'를 중심으로 정리함.



주 : 한계 편익(MB, Marginal Benefit), , 사회적 한계비용(MSC, Marginal Social Cost), 사적 한계비용 (MPC, Marginal Private Cost) 7

<그림 8-1> 환경 부담 완화를 위한 공적 대응

- 축산업의 생산단계에서의 외부불경제를 한국농촌경제연구원(2013)<sup>38)</sup>에서는 인근 주민이나 지역사회에 주는 부정적인 외부효과라고 하였고, 환경오염과 가축질병으로 인한 피해로 유형화한 바 있음.

<표 8-1> 축산업의 외부불경제 분류

대분류	세부 분류	사례
환경오염	분뇨로 인한 수질오염	토양, 지표수 및 지하수 오염
	악취 발생	축사관리 및 분뇨처리 미흡
	농촌 경관 훼손	노후화 축사
	지구온난화	메탄가스 발생
가축질병 피해	소음 공해	가축의 울음소리
	질병 발생 우려	인수공통전염병
	정부 재정 지출	방역 및 보상비 지출 증가
	지역사회 경제적 피해	이동제한

자료 : 한국농촌경제연구원, 2013

- 그러나 축산업의 생산단계에서의 외부효과는 외부불경제만 있는 것이 아니라 다음과 같은 외부경제가 있음.
  - 첫째, 식량안보 기능으로서 세계적인 식량공급 위기에 대응하여 국민에서 안전한 축산물을 안정적으로 공급하기 위해 적정 규모로 유지하는데 일익을 담당하고,

38) 한국농촌경제연구원.2013. 축산업의 외부효과와 정책방안

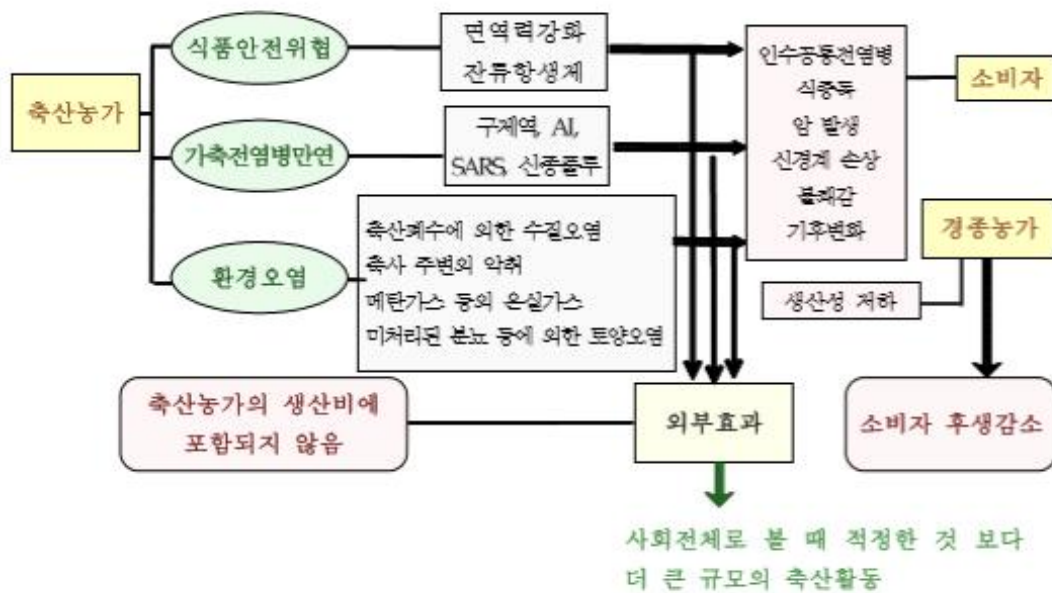
- 둘째, 양질의 퇴·액비를 토양에 환원하여 토양의 비옥도를 높이고 화학비료 위주의 농업으로부터 탈피하는 경축순환농업의 실현에 필요하며,
  - 셋째, 목장의 푸른 초원, 거울철 사료작물 재배지 조성을 통한 농지 보전과 동물 체험 등 낙농·축산이 주는 유소년 정서 함양 및 도시민 여가 선용의 기회를 제공하며,
  - 넷째, 농촌지역의 주요 소득원으로서 농촌경제를 활성화하고 농촌과 도시의 균형발전에 주도적인 역할을 함
- 그러나 이러한 외부경제효과에도 불구하고 축산업의 생산단계에서 유발하는 부정적 외부효과가 생산단계 비용에 포함되지 않기 때문에 소득향상을 위해 규모의 경제에 집착하게 되어 이로 인해 과생되는 각종 사회·경제적 비용이 과도한 외부효과를 발생시키는 악순환, 즉 시장실패가 일어나게 됨.
- 더욱이 농촌지역의 도시화와 함께 도시민의 귀농·귀촌이 활성화 되면서 축산이 생소한 주민들의 각종 민원에 시달리는 상황에 직면하게 되면서 축산환경을 우려하는 측에서는 이러한 부정적 외부효과를 최소화하기 위해서는 일정부분 축산농가가 사회적 책임을 담당해야 할 필요가 있다고 판단하고 있음.
- 즉 부담금과 같은 유인을 통해 축산농가가 사회적 한계비용을 자신의 사적비용으로 인식하여 부정적 외부효과를 최소화하는 노력(내부화 작업)에 적극적으로 임해야 하는 분위기 조성이 필요할 것이라 보는 것임.

## 1.2. 축산업의 외부불경제 유발 원인

- 국민경제의 발달로 국민 1인당 축산물소비량이 증가하고 국내산 축산물에 대한 소비자 신뢰가 높아짐에 따라 축산업이 규모화·전업화 되면서 축산농가의 노동생산성 향상에는 기여하였지만 가축분뇨의 투입과 이용의 균형이 무너지면서 전통적인 자원순환 고리가 손상되어 경축순환농업이 어려워지고 있음.
- 또한 '14년부터 매년 AI와 구제역이 발생하여 사회경제적 비용을 유발하고 있고 달걀에서 살충제가 기준치 초과 검출되어 축산물 안전성에 대한 국민 신뢰 및 축산업의 대국민 이미지가

저하되고 있는 실정임

- 축산업 생산단계에서의 외부불경제 유발 요인은 크게 환경오염, 가축질병, 식품안전 등 3가지<sup>39)</sup>로 요약할 수 있음.



<그림 8-2> 축산업의 생산단계 외부효과(전북대, 2011)

### 가. 환경오염

- 가축분뇨로 인한 악취와 과다 양분투입에 의한 토양 양분 과잉 및 수질오염을 유발할 수 있고, 제대로 관리하지 못한 축산시설은 농촌경관을 훼손할 수 있으며, 주변의 지가 하락을 초래할 수 있고, 가축사육으로 인한 메탄가스 등으로 지구온난화의 원인으로 작용할 우려가 있음.
- 구체적으로는 축산농가에서 축산업 허가·신고 이후 처리능력보다 많은 가축을 사육하여 분뇨가 과다생산되고 있는 반면 거의 대부분의 분뇨가 개별 농장에서 처리되는 반면, 처리시설

39) 전북대. 2011. 환경제약에 따른 한우산업 대응 시스템 구축 방안

및 자원화 능력이 부족하고 부속되지 않은 퇴·액비 생산 및 살포로 악취가 유발되는 외부효과를 야기하고 있음.

- 또한 축사형태가 개방형 구조로 되어 있고 슬러리 돈사 등 악취제어를 위한 충분한 시설조건을 갖추지 못하고 있음.
- 김정익(2005)은 미국 노스캐롤라이나주 크레이본 카운티의 양돈농가가 주택가격에 미치는 외부불경제를 분석한 결과, 양돈농가와 1.75마일 이내에 있는 주택가격이 하락하였다고 하였음.
- 그동안 많은 축산농가에서 생산성 향상을 우선하고 축산환경개선은 후순위로 취급하여 왔음. 농장내 축산환경을 저해하는 요소를 발굴하고 부족한 시설개선에 충분한 투자를 하고 시설의 운영에 주력해야 했지만 자금 부족 등 이유로 완벽한 환경제어가 어려워 외부효과를 야기할 수 밖에 없음.

## 나. 가축 질병

- 밀집 사육환경에서 가축은 질병에 쉽게 노출되고 전염성도 빨라 대규모 전염성 가축질병이 발생할 경우 국가 전체가 혼란에 겪고 정부에서는 문제 해결을 위해 살처분보상금 및 생계안정자금, 방역 및 매몰비용 등을 지출하고 있음.
- 또한 질병 발생시 축산물 공급이 축소되면서 가격 상승에 따른 소비자 피해가 발생하고 이동통행제한 등으로 지역사회의 경제적 활동이 위축되는 결과를 초래함.
- 참고로 한국농촌경제연구원(2006)<sup>40)</sup>에서는 가축질병으로 인한 농가 피해액으로 가축질병에 따른 직접 손실액, 가축폐사 손실액, 방역치료비, 소비위축으로 인한 손실액 등을 합쳐 연간 손실액이 2조원에 달한다고 하였음
- 또한 가축질병의 방제수단으로 사용되고 있는 폐사축 처리, 렌더링과 매몰처리 등의 과정에서 다양한 환경오염을 일으켜 소비자에게 피해를 입히는 외부효과를 유발하고 있음.

40) 한국농촌경제연구원. 2011. 가축질병의 경제적 영향 분석

- 그럼에도 불구하고 아직까지 다수의 농가에서 기본 방역시설·소독시설 미구비, 소독 등 방역조치 소홀로 인해 조류인플루엔자(AI)구제역 등이 빈발하여 사회경제적 비용을 유발하고 있는데 그물망, 울타리 등 기본적인 차단 방역 시설도 갖추지 않거나, 축사 소독도 제대로 하지 않는 사례가 지속적으로 발생하고 있음.
  - 특히, 일부 오리, 토종닭 농장은 차단 방역 시설이 열악하고 축사시설현대화사업 지원 대상임에도 불구하고 시설 개선 노력 미흡

## 다. 식품 안전

- 가축의 밀집사육 등 비위생적인 사육환경 등이 축사 내 진드기 및 질병 발생을 가중시키는 반면 농가에서는 진드기 방제를 위한 청소·소홀하면서 사용 기준을 숙지하지 않은 상황에서 부적합한 살충제를 과다 사용하는 문제가 발생하여 축산물 안전에 대한 소비자 불신 및 후생감소를 초래함.
- 또한 질병예방을 위한 항생제 사용으로 가축의 생산성을 향상시키는 측면이 있으나, 가축분뇨를 통해서 항생제가 배출되어 항생제 내성이 발생되거나 이와 관련한 질병의 발생으로 외부효과가 초래되는 사회적 문제를 야기하고 있음.

### 1.3 축산업의 외부불경제 해소 수단

- 선행 연구에서 외부불경제를 해소하는 수단으로 오호성(2002)<sup>41)</sup>은 정부의 직접 규제, 시장 유인을 통한 간접규제, 정부의 직접 생산으로 구분하였고, 권오상(2007)<sup>42)</sup>은 사적교섭을 통한 해결, 사법적 해결, 제도·행정적 규제로 구분하였으며, 한국농촌경제연구원(2013)에서는 두 연구결과의 분류를 참고하여 자발적 내부화, 사적교섭, 정부의 직접 개입, 정부의 간접개입, 정부의 직접 생산 등 다섯가지로 분류한 바 있음.
- 본 연구에서 축산업의 생산단계 외부불경제의 이론적 배경과 외부불경제 유발 원인을

41) 오호성. 2002. 자원·환경경제학. 법문사

42) 권오상. 2007. 환경경제학. 제2판. 박영사

종합적으로 검토한 결과, 자발적 내부화는 외부경제로 인해 이득을 보는 쪽에서 외부불경제를 유발하는 자에게 외부효과에 대한 비용을 지불함으로써 시장균형을 모색하지는 방법으로 이상적이지만 외부경제로 인해 이득을 보는 쪽에 대해 외부불경제에 추가적인 비용을 지불케 할 마땅한 유인책이 없다는 한계가 있음.

- 또한 사적 교섭의 경우 이해당사자들간 협상을 통해 외부효과 문제를 해결한 일부 사례가 있지만 외부불경제 문제는 더욱 심화되고 있기 때문에 근본적인 해결책이 될 수 없음.
- 따라서 여기에서는 그동안의 정부 정책을 바탕으로 정부의 지원, 정부의 직접 규제, 정부의 간접규제로 분류하여 수단별 검토를 하고자 함.

### 가. 정부의 지원

- 정부에서는 그동안 축산업의 생산단계에서의 외부불경제를 최소화하기 위해 분뇨의 적정 처리 및 악취시설 설치를 통한 농장 악취 최소화에 노력하고 경관을 개선하여 왔음.
- 구체적으로는 매년 중앙정부 1천억원, 지방정부 400억원의 예산을 투입하여 가축분뇨처리시설지원(1991), 자연순환농업 활성화(2006), 가축분뇨공동자원화시설 확충(2007), 광역악취 개선지원(2017) 사업이 계속 추진하고 있고, 축사시설현대화(2008)사업도 국고, 융자, 이차보전을 합하여 매년 2,500억원 정도의 예산이 투입되고 있음. 또한 '15년부터는 축산환경관리원을 설립하여 취약농가에 대한 컨설팅지원을 집중 수행하고 있음.
- 또한 정부예산을 투입하여 축산업 종사자에 대한 의무교육을 실시하는 노력을 통해 외부불경제를 최소화하여 왔음<sup>43)</sup>.

<표 8-2> 축산관련종사자 의무교육 과목별 농가 경영 도움정도

구분	축산법규	가축방역 질병관리	친환경복지 축산환경	HACCP	현장실습	자율선택과목
평균	4.19	4.46	4.38	4.07	4.00	3.89

43) 한국축산경제연구원. 2018. 축산관련종사자교육 운영개선을 위한 연구

주) 리커트 5점 척도(1: 전혀 도움이 되지 않는다 ~ 5: 매우 도움이 된다)로 평가방식 적용  
 자료 : 한국축산경제연구원(2018)

- 이럼에도 불구하고 농촌지역이 급속도로 도시화되고 삶의 질 향상을 추구하면서 축산에 대한 외부의 부정적인 인식이 해소되지 않고 있고 오히려 악화되고 있는 실정이지만 이러한 외부효과를 단기간 내에 해소하기 위한 추가적인 예산 확보가 쉽지 않은 실정임.
- 예를 들어 2천두 규모 양돈 농장에서 분뇨처리에 필요한 시설비가 336백만원이라고 할 때 이 농장의 악취로 인한 민원에 대응하기 위해서는 157백만원이 추가 소요되지만 악취제어를 위한 충분한 지원과 투자가 단기간 내 이루어지지 않으면 외부불경제가 해소되지 않게 됨.

<표 8-3> 2천두 양돈농장의 분뇨처리 및 악취저감시설 투자액(예시)

(관행) 2천두 양돈 농장의 분뇨처리 시설비(천원)				
액비저장탱크 (564톤)	기계설비, 배관	퇴비사 (52.5m <sup>2</sup> )	전기공사 (69.2kwh)	계
77,900	199,000	48,000	11,500	336,400(68.2)
(환경개선) 악취저감을 위한 추가 시설비(천원)				
액비순환	퇴비사 밀폐	액비화조 밀폐	악취저감 장치	계
40,000	53,000	24,000	40,000	157,000(31.8)
총 투자비(관행 + 환경개선)				493,400(100)

- 이밖에도 축산농가의 질적 수준향상, 깨끗하고 아름다운 축산농장 확대, 체험농장 등 을 통한 소비자 인식제고, 경축순환농업 성공모델 발굴, 악취관리시스템 강화, 스마트 축사 확대 보급 등 축산농가 수준의 사적 내부화를 지원해야 하는 추가적인 과제가 산적해 있어 정부의 지원만으로는 외부불경제를 해소하기에는 한계가 있음.

## 나. 정부의 직접 규제

### 1) 축산환경 관련 규제 현황

- 환경 관련 정부 규제는 제도 또는 행정 방침을 통해 원인 유발자로 하여금 정책부처가



정한 환경기준을 준수하도록 하는 방법임. 여기에는 법령에서 정한 일정한 환경기준을 원인 유발자가 준수하도록 하는 직접 규제와 각종 부담금과 같이 경제적 유인을 통해 환경개선을 유도하는 간접규제로 나눌 수 있음.

- 축산농가의 생산단계 외부불경제와 관련하여 직접 규제를 하고 있는 법령은 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률(가축분뇨법)”, “악취방지법”, “축산법”, “가축 전염병 예방법” 등이 있음.

### 가) 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률

- 가축분뇨법상 벌칙 조항으로는 배출시설 허가를 받지 않은 자로서 가축분뇨 또는 퇴·액비를 처리시설에 유입하지 않고 배출하는 시설을 설치하거나, 퇴·액비화 기준에 부적합한 퇴·액비를 생산하여 사용하거나 다른 사람에게 주는 행위 등에 대해서는 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처하도록 되어 있음.
- 배출시설 허가를 받은 자가 거짓 또는 부정한 방법으로 변경허가를 받아 배출시설을 설치·변경하거나 그 배출시설을 이용하여 가축을 사육한 자 등에게는 2년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처하고, 축사의 이전 등 조치명령을 이행하지 아니한 자에게는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처하며 배출시설 및 처리시설 준공검사를 받지 않고 배출시설 및 처리시설을 사용한 자에게는 300백만 이하의 벌금에 처하는 등 위법 행위의 경중에 준하여 벌칙을 부여하고 있음.
- 과태료 부과규정을 살펴보면, 배출시설(축사 및 분뇨처리장)을 설치한 자가 방류수 수질기준을 위반하여 방류하거나 퇴·액비화 기준에 맞지 않는 퇴·액비를 생산하는 자 등에 1천만원 이하의 과태료를 부과하고 있고, 처리시설의 설계·시공 규정을 위반하여 설계·시공을 한 경우 등에 5백만원 이하의 과태료를 부과하고 있으며, 배출시설 변경신고를 하지 않은 경우 등에는 1백만원 이하의 과태료를 부과하고 있음.

<표 8-4> 가축분뇨법령의 과태료 부과기준

위반행위	근거 법조문	과태료 금액		
		1차 위반	2차 위반	3차 이상 위반
가. 법 제11조제1항에 따른 허가를 받아 처리시설을 설치한 자가 방류수수질기준을 위반하여 방류한 경우	법 제53조 제1항제1호			
1) 방류수 농도가 방류기준의 1.1배 미만		100	150	200
2) 방류수 농도가 방류기준의 1.1배~1.3배 미만		150	200	300
3) 방류수 농도가 방류기준의 1.3배~1.5배 미만		200	300	400
4) 방류수 농도가 방류기준의 1.5배~2.0배 미만		400	600	800
5) 방류수 농도가 방류기준의 2.0배 이상		600	800	1,000
나. 법 제11조제1항에 따른 허가를 받아 처리시설을 설치한 자가 퇴·액비화기준에 맞지 않게 생산한 경우	법 제53조 제1항제1호			
1) 퇴·액비 성분이 퇴·액비화기준의 1.1배 미만		100	150	200
2) 퇴·액비 성분이 퇴·액비화기준의 1.1배~1.3배 미만		150	200	300
3) 퇴·액비 성분이 퇴·액비화기준의 1.3배~1.5배 미만		200	300	400
4) 퇴·액비 성분이 퇴·액비화기준의 1.5배~2.0배 미만		400	600	800
5) 퇴·액비 성분이 퇴·액비화기준의 2.0배 이상		600	800	1,000
6) 퇴비 또는 액비의 성분이 퇴비액비화기준 중 부숙도에 적합하지 않은 경우		100	150	200
마. 법 제11조제2항 또는 제3항에 따른 변경신고를 하지 않거나 거짓, 그 밖의 부정한 방법으로 변경신고를 하고 배출시설을 변경하거나 그 배출시설을 사용한 경우	법 제53조 제3항제1호	50	70	100
바. 제12조의2제1항부터 제3항까지에 따른 처리시설의 설치기준 등에 적합하지 않게 처리시설을 설치하거나 그 처리시설을 사용한 경우	법 제53조 제3항제2호	50	70	100
사. 법 제12조의2제4항에 따른 설치명령을 이행하지 않은 경우	법 제53조 제3항제3호			
1) 법 제11조제1항 또는 제2항에 따라 허가 또는 변경허가를 받거나 변경신고를 한 자가 위반한 경우		50	80	100
2) 법 제11조제3항에 따라 신고 또는 변경신고를 한 자가 위반한 경우		30	50	80
5) 법 제27조제1항 또는 제2항에 따른 재활용 신고 또는 변경신고를 한 자가 위반한 경우		50	70	100
타. 법 제17조제3항에 따른 관리기준에 적합하지 않게 배출시설·처리시설을 설치·운영한 경우	법 제53조 제3항제5호	200	300	500
1) 법 제11조제1항 또는 제2항에 따른 허가 또는 변경허가를 받거나 변경신고를 한 자가 위반한 경우		50	70	100

## 나) 악취방지법

- 악취방지법에서는 주로 신고시설에 대해 벌칙조항을 두고 있어 축산농가의 배출시설 및 처리시설은 해당되지 않지만 환경부의 제 2차 악취방지 종합 시책('09.1)에 의하면 '21년부터 축사 등 상위 배출원 부터 우선적으로 악취배출 사전신고제를 도입할 계획에 있어 이 시기에 대한 벌칙 조항이 마련될 것으로 보임.
- 따라서 축산시설의 경우 악취관리지역으로 지정되지 않는 한 아직은 신고시설이 아니기 때문에 배출되는 악취가 배출허용기준을 초과하고 권고 조치 위반을 할 경우에만 200만원 이하의 과태료를 부과하고 있음.

<표 8-5> 악취방지법령의 과태료 부과기준

(단위: 만원)

위반행위	근거 법조문	과태료 금액		
		1차 위반	2차 위반	3차 이상 위반
가. 법 제8조제1항 후단 및 제8조의2제2항 후단에 따른 변경신고를 하지 않거나 거짓으로 변경신고를 한 경우	법 제30조 제2항제1호	50	70	100
나. 법 제14조제2항에 따른 조치명령을 이행하지 않은 경우	법 제30조 제1항제1호	100	150	200
다. 법 제16조의2에 따른 기술진단을 실시하지 않은 경우	법 제30조 제1항제2호	100	150	200
라. 법 제17조제1항에 따른 보고를 하지 않거나 거짓으로 보고한 경우 또는 자료를 제출하지 않거나 거짓으로 제출한 경우	법 제30조 제2항제2호	50	70	100

## 다) 축산법

- 금번에 개정 공포한 축산법(18.12.31)은 가축전염병 발생을 미연에 방지하고 축산환경관리 강화를 목적으로 하여 축산업 허가 및 가축사육업 등록요건을 강화하였음. 축산업 허가등록자에 대한 정기점검 및 보수교육 주기를 단축하고 과태료 부과 상한액을 1천만원으로 상향 조정하였음.
  - 미등록 가축사육업 경영, 축산업 휴업·폐업 미신고, 시정명령 미이행, 준수사항 위반, 정기점검 거부·방해·기피, 교육 의무 위반 등
- 축산업 변경 허가를 받지 않은 경우에는 과태료를 부과하도록 하였음.
  - 허가받은 법인의 대표자 변경, 사육시설 면적 10%이상 증가, 부화능력 10%이상 증가, 부화대상 알, 가축의 종류, 취급품목 변경 등

## 라) 가축전염병 예방법

- 가축전염병 예방법에서 가축전염병이 발생하거나 퍼지는 것을 막기 위하여 가축의 소유자등에게 가축 검사, 주사, 주사·면역표시, 약물목욕, 면역요법, 투약 등의 가축방역업무에 대한 조치를 위반하거나, 가축의 소유자등이 수의학 또는 축산학에 관한 전문지식을 갖춘 방역관리 책임자를 두지 않은 경우에는 1천만원 이하의 과태료를 부과하고 있음.

<표 8-6> 가축전염병 예방법령의 과태료 부과기준

위반행위	근거 법조문	과태료 부과금액		
		1회 위반	2회 위반	3회 이상 위반
가. 법 제3조의4제3항 또는 제4항을 위반하여 방역시설을 갖추지 않은 경우	법 제60조 제1항제1호	100	200	500
사. 가축의 소유자등이 법 제5조의2제1항에 따른 방역관리 책임자를 두지 않은 경우	법 제60조 제1항제3호의3	200	400	1,000
차. 법 제7조제4항(법 제8조제3항에서 준용하는 경우를 포함한다)에 따른 가축방역관 및 가축방역사의 검사, 예찰을 거부·방해 또는 회피한 경우	법 제60조 제1항제3호의5	100	200	500
카. 법 제15조제1항에 따른 명령을 위반한 경우	법 제60조 제1항제4호	200	400	1,000
타. 법 제16조제1항을 위반하여 가축 또는 가축의 알의 출입 또는 거래기록을 작성·보존하지 않거나 거짓으로 기록을 한 경우	법 제60조 제1항제4호의2	50	200	300
파. 법 제16조제5항에 따른 명령을 위반한 경우	법 제60조 제1항제4호	50	200	300
하. 법 제17조제1항에 따른 소독설비 또는 방역시설을 갖추지 않은 경우 1) 가축사육시설(50제곱미터 이하는 제외한다)을 갖추고 있는 가축의 소유자등	법 제60조 제1항제5호	100	400	800
거. 법 제17조제2항 또는 제3항을 위반하여 소독을 하지 않은 경우 1) 가축사육시설을 갖추고 있는 소유자등	법 제60조 제2항제3호	50	150	300
너. 법 제17조제6항을 위반하여 소독실시기록부를 갖추어 두지 않거나 거짓으로 기재한 경우 1) 가축사육시설을 갖추고 있는 소유자등	법 제60조 제2항제4호	50	150	300
터. 법 제17조의6제1항을 위반하여 방역기준을 준수하지 않은 경우	법 제60조 제1항제5호의7	100	200	500
초. 법 제51조제1항에 따라 보고해야 하는 자가 보고를 하지 않거나 거짓으로 보고를 한 경우	법 제60조 제2항제12호	50	100	200

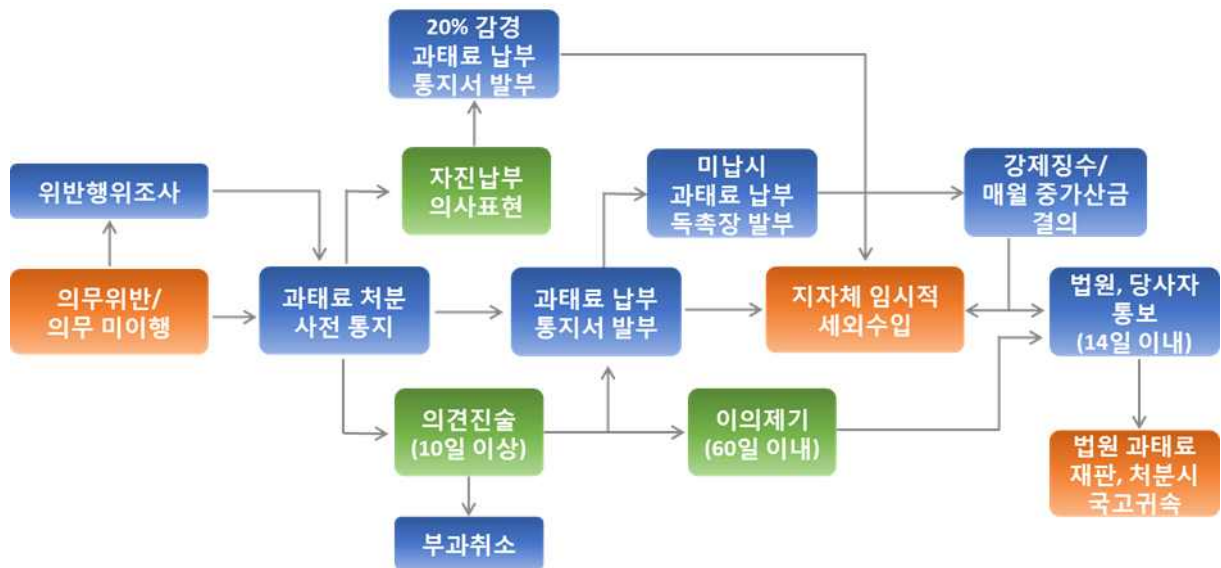
- 가축사육시설(50제곱미터 이하는 제외한다)을 갖추고 있는 가축의 소유자가 소독설비 또는 방역시설을 갖추지 않은 경우에는 8백만원 이하를 부과하고, 중점방역관리지구내 가축사육업자가 전실(前室), 울타리·담장 등 방역시설을 갖추지 않은 경우, 가축방역관 및 가축방역사의 검사, 예찰을 거부·방해 또는 회피한 경우, 죽거나 병든 가축의 발견 및 임상관찰과 축산관계시설을 출입하는 사람 및 차량 등에 대한 방역기준을 준수하지 않은 경우 5백만원의 과태료를 부과하고 있음.

## 2) 과태료 부과 및 징수 실태<sup>44)</sup>

- 상기 검토한 축산환경 및 가축질병 관련 모든 법령상 과태료는 대통령령으로 정하는 바에 따라 시·도지사, 시장·군수·구청장 등이 부과·징수하도록 되어있음.
- 우리나라의 과태료 부과 및 징수통계에 대한 구체적인 자료가 없어 연간 과태료 부과 및 징수규모를 정확하게 알 수 없지만 주요 질서위반 행위에 대해 지자체에서 부과·징수한 과태료 통계에 의하면 '08년 현재 부과금액 대비 징수율은 41.2%로 나타났으며 가장 많은 과태료 부과금액 분포는 5백만원으로 나타났음.
- 지자체에서의 과태료 부과는 규제 담당부서에서 단속 등을 통하여 이루어지고 징수, 독촉, 체납 업무는 보통 세무부서에서 담당하는데 세무부서는 지방세 징수 업무가 주를 이루고 있고 과태료는 지방세의 수입 담당업무 중 일부에 불과함.
- 과태료를 부과하고 징수하는 절차는 매우 복잡함. 우선 과태료 처분 사전통지를 하고 이때 당사자에게 10일 이상의 기간을 정하여 의견 제출 기회를 주어야 함. 자진 납부자에게는 대통령령에 따라 20%를 감경할 수 있음. 사전통지를 통해 의견제출 절차를 마친 후 위반자에게 서면으로 과태료를 부과함.
- 이때 위반자는 이의제기를 할 수 있으며 부과가 잘 못된 경우 부과 취소를 하며 부과가 정당한 경우 법원에 통보 후 법원에서 각하 결정하는 절차를 거침.
- 기한내 납부하지 않으면 가산금 또는 증가산금을 적용하며 과태료 체납시 국세 또는 지방세 체납처분의 예에 따라 강제징수 절차를 실시함.

---

44) 한국행정연구원, 2010. 과태료의 효율적 징수 방안



<그림 8-3> 과태료 부과징수 흐름도

- 현행 과태료 제도의 주된 문제점은 지자체의 부과건수가 많아 과태료 부과자료 취합, 부과 누락, 중복, 과다, 과소 등의 예방업무에 치중되어 있고 체납처분의 행정절차도 독촉, 채권확보 등에 치중하는 등 행정력의 소요가 많은 반면 담당 인력 부족으로 체납처분 활동이 미흡하다는 점에 있음

### 3) 축산업 외부불경제 관련 과태료 부과 검토

- 상기 관련 법령에서 부과하는 과태료의 유형을 보면 허가받은 배출시설 및 처리시설의 경우 관리기준에 부적합한 설치 및 운영, 처리시설의 방류수 농도 및 퇴·액비화 품질 기준 위반, 배출시설 및 처리시설 변경신고 위반 및 허위 신고 등이 있고, 가축사육업자의 경우에는 시정명령 미이행, 준수사항 위반, 정기점검 거부·방해·기피, 교육 의무 위반, 방역처리·소독시설 및 미설치, 허위 거래기록 및 소독 허위기재 등이 있음.
- 축산업의 생산단계 외부불경제에 대한 사회적 관심이 높아짐에 따라 축산법의 경우와 마찬가지로 관련 법령에서 차츰 과태료의 부과사항이 많아지고 부과금액은 증가할 것으로 예측됨.

- 직접적인 규제는 해당 위반사항 발생시 즉각 제재 조치를 취할 수 있기 때문에 그 효과가 신속하고 예측가능하다는 장점은 있지만, 이러한 제도를 통해 국가 전체의 외부불경제를 최소화하기 위해서는 단속부서에서 원인유발자들의 규제 위반에 대한 사전 정보를 충분히 갖고 있어야 하는데 현실적으로 단속인력의 부족, 전문성 미흡, 원인유발자의 정보제공 비협조와 함께 감시에 소요되는 집행비용이 과다하게 소요되어 과태료 부과 실효성에 한계가 있음.
- 또한 위반자에 대한 과태료 부과 조치를 취하는 경우에도 위반자가 법원에 이의를 제기하여 막대한 시간과 비용이 드는 법정 투쟁으로 가기도 하며, 과태료 징수금액은 지방세외수입으로서 징수액이 축산환경 개선사업 목적으로 별도 집행되기도 쉽지 않음.
- 그나마 과태료 부과제도를 통한 직접적인 규제가 실효성을 얻기 위한 수단으로 부과금액의 증액과 단속강화를 통한 부과건수의 확대를 들 수 있음.
- 환경부 소관 법령(2017년 현재)의 과태료 부과금액을 참고하면, 소관 법령의 과태료 부과금액은 1천만원이 24개로 가장 많고, 다음으로 3백만원(22개), 5백만원과 1백만원(각각 20개), 2백만원(12개)을 차지하고 있어 축산농가 해당 개별 법령에서 과태료 부과금액을 대폭 증액하기에는 일정 부분 한계가 있을 것임.
- 과태료 부과건수의 경우에도 지자체의 한정된 인력과 전문성, 이해관계자의 반발 등을 고려할 때 인위적으로 확대하는 것은 현실적으로 어려울 것임.

#### 다. 정부의 간접 규제

- 우리나라에서는 '90년 이전까지 직접규제 위주의 환경정책수단이 주로 이용되어 왔으나, '90년 이후부터 간접규제를 본격적으로 도입하여 각종 정책 집행과 관련하여 과거의 권력적인 강제적 수단 대신에 부담금을 통한 시장 지향적 정책 수단에 의존하려고 하고 있음.
- 벌과금과 같은 직접규제가 통제 지향적이고 경직적이며 규제효과가 직접적으로 나타난다고 한다면, 간접 규제는 유도적이고 신축적이며 규제효과가 간접적으로 나타나는 특징이 있음.



또한 간접규제는 환경오염이나 질병 발생 자체를 억제하는 예방효과를 갖는 사전규제수단이  
라 할 수 있음.

- 대표적인 간접규제인 부담금은 외부불경제 요소에 대한 가격을 매김으로써 원인 유발자들이  
환경개선 시설 설치나 관리에 필요한 기술 투입 또는 비용투자 등 자신의 여건에 따라  
최선의 선택을 내릴 수 있도록 함.
- 정부 입장에서는 직접규제를 하지 않으면서 외부불경제를 최소화하는 효과를 얻게 되는  
목적에 가지게 되는데 가장 큰 장점은 원인 유발자의 합리적 선택을 허용하면서 정책목표의  
원활한 수행을 위한 재정수입을 확보할 수 있고 간접적으로 행정의무이행을 강제하는 기능을  
한다는 점임.
- 예로서 환경친화축산농장, 깨끗한 축산농가, 동물복지농가, 유기축산농가, 경축순환농업지구  
참여 농가, 농장 HACCP 참여농가 등을 축산환경부담금 감면 요건으로 부여하게 되면  
원인 유발자의 자발적인 환경개선 및 방역 노력을 기대할 수 있게 되고 정부는 부담금  
수입을 통해 이러한 농가 지정에 필요한 자금과 기술을 지원할 수 있음.
- 이를 위해서는 정부가 축산업의 생산단계 외부불경제를 단기간 내에 해소하기 위해 직접적인  
규제를 최소화함과 동시에 직접지원에 필요한 예산 확보를 하는 것이 갈수록 어려워 지고  
있다는 사실에 대해 원인유발자와 인식을 공유해야 할 것임.
- 축산환경부담금이 시행될 경우 국민·소비자 또는 환경관련 부처에 축산농가의 부담금 수용  
등 자구 노력을 널리 알리는 효과를 부수적으로 얻게 될 것임.
- 부담금의 단점으로는 부담금이 낮게 책정되는 경우에 소기의 규제효과를 거둘 수 없을  
뿐만 아니라, 최소부담으로 합법적 행정의무 위반 행위를 조장할 우려가 있으므로 부담금  
제도가 정착된 이후에는 부담 금액을 상향 조정하여 효과성을 제고할 필요가 있음.

## 라. 축산업의 외부불경제 해소 수단간 비교

- 축산업의 외부불경제 해소 수단으로 정부 지원, 정부 직접규제, 정부 간접규제로 분류했을 때의 수단별 적합성 판단 기준을 환경개선 효과, 비용부담, 형평성으로 구분 제시하였음.

### 1) 개선 효과성

- 개선 효과의 경우 정부 직접규제는 비용은 많이 소요되지만 비교적 단순하고 효과가 즉시 나타나므로 제시한 수단 중에는 목표 달성에 가장 효과적이지만 현행 법령의 벌과금 규정을 강화한다 하더라도 집행의 실효성 문제가 여전히 상존하므로 직접 규제만 가지고는 목표 달성의 극대화에는 한계가 있음. 또한 문제 발생 이후 사후적으로 처벌이 가해지기 때문에 문제 발생의 사전 예방 효과는 간접 규제 보다는 효과성이 다소 미흡함.
- 정부 지원의 형태로 보조사업으로 추진되고 있는 축사시설 현대화, 가축분뇨 처리시설 지원, 양질의 퇴·액비 생산 및 이용 활성화 지원사업은 그동안 지속적으로 지원했던 사업으로서 혜택을 받은 규모화·전업화 농가의 경우에는 목표 달성과 사전 예방 효과성이 우수하다고 할 수 있음.
- 그러나 모든 농가가 고루 지원혜택을 받았다고 할 수 없고 지원받은 농가의 경우에도 일정기간이 지나면 반복적으로 시설 개보수를 해야 하는 등 외부불경제 문제를 해소하지 못하고 있어 향후에도 계속 지원을 해야 하는 문제점을 안고 있음.
- 정부 간접규제인 축산환경부담금은 환경개선 유도를 통한 사전예방적인 효과가 기대되나, 목표 달성도는 부담금 책정 규모, 부담금 사용 용도의 명확성과 함께 축산농가와의 인식 공유 정도에 따라 달라지므로 부담금 제도에 대한 사전 홍보가 충분히 이루어 져야 할 것임.

<표 8-7> 축산업의 외부불경제 해소 수단간 적합성 판단 기준

구분	정책 수단	개선 효과		비용 부담		형평성
		목표달성	사전예방	비용 효율성	집행 용이성	
정부 지원	가축분뇨 처리시설 지원 퇴·액비 이용 활성화 지원 축사시설 현대화 지원 축산농가 환경/방역 컨설팅 지원	+	+	+	++	+
정부의 직접 규제	벌과금(가축분뇨법, 악취방지법, 축산법, 가축전염병예방법 등)	++	+	+	-	+
정부의 간접 규제	축산환경부담금	+	++	+	+	++

주 : 매우 효과적 : +++, 효과적 : ++, 보통 : +, 미흡 : -

## 2) 비용 부담

- 정부의 지원이나 규제에 따른 외부불경제를 개선하는 사회적 편익을 객관적으로 정량화하고 비용 효율성을 추정하는 것은 매우 어려움. 다만 환경부(제2차 악취방지종합시책, 2018)에서 앞으로 10년 이내 악취 민원을 절반 이하로 줄이겠다는 계획에 근거하여 향후에는 효과성 판단기준으로 악취민원 감소율을 활용할 수 있을 것임.
- 환경개선이나 질병예방(가축방역·위생)과 관련한 정부 지원사업 자체는 비교적 적절한 것으로 평가받고 있지만 축산시설에 대한 악취 민원이 증가하고 몇 년 간격으로 전염병의 반복 발생에 따른 외부불경제가 초래되고 있어 지원사업이 비용 효율성 측면에서 효과적이었다고 할 수는 없을 것임.
- 정부지원사업은 모듈화된 지침에 따라 효과적으로 수행되고 있기 때문에 집행 용이성 측면에서는 우수하다고 할 수 있음.
- 정부의 직접 규제에 대응하기 위해 다수의 축산농가에서는 비용을 투입하여 가축분뇨 처리 적정화, 악취 방지, 질병차단 등 외부효과를 최소화하는 노력이 있어 왔고 이 단계에서는 비용 효율성이 높다고 할 수 있음. 그러나 만약 규제를 다시 강화할 경우 축산농가가 비용을 추가 투입하는 만큼 외부불경제 개선 효과는 크게 높아지지 않을 것이므로 비용효율성이 높다고 할 수는 없음. 또한 과태료 부과를 위한 단속과 과태료 집행에 행정비용이 많이 소요된다는 단점이 있음.

- 간접규제인 축산환경부담금의 비용 효율성은 부담금 징수금액, 부담금 사용 용도의 적절성에 따라 달라지됨. 부담금이 기금에 편입되어 내외부 고객의 요구사항을 반영하여 자율적으로 운용되면 신속적인 사업 발굴이 가능하고 외부불경제 등 여건 변화에 탄력적으로 대응하는데 용이하기 때문에 비용 효율성이 높아지는 장점을 갖고 있음. 다만, 부담금의 징수, 감면, 환급 업무가 수반되므로 정부지원보다는 집행 업무가 더 소요될 것임.

### 3) 형평성(공정성)

- 형평성은 정부의 정책에 따른 편익이 사회 구성원 간에 얼마만큼 공정하게 배분되는 가를 다루는 것으로 효율성과는 상충되는 관점에서 효과성을 보게 됨.
- 축산업의 외부불경제를 해소하기 위한 그동안의 정부 지원사업에 대한 혜택은 정부의 축산업 경쟁력 제고 정책에 따라 규모화·전업화 농가가 규모미만의 농가에 비해 더 많이 받았다고 할 수 있음. 이에 따라 외부불경제 문제는 자금 여력이 없는 규모미만 농가에서 더 많이 발생되고 있다고 추정할 수 있음.
- 정부 직접규제의 경우에도 규모화·전업화 농가는 규제강화에 적절히 대응할 자본, 기술, 지식을 갖고 있지만 규모미만 농가는 대응 능력이 떨어지기 때문에 행정 벌칙을 당할 가능성이 상대적으로 더 높아지므로 외부불경제를 선순환 방식으로 해소하기가 어렵게 될 것임.
- 축산환경부담금은 어떤 부담금 조성 대안을 택하더라도 사육규모 비례적으로 징수하게 될 것이고 자금의 사용처도 축산 전체의 외부불경제를 해소하는데 주로 활용될 것이기 때문에 규모미만 농가가 갖는 상대적 박탈감을 줄여 주고 부담금 조성에도 협조하는 분위기가 조성될 것임.

## 2. 축산환경부담금 제도 도입시 고려 사항

### 2.1 축산발전기금과의 관계

- 축산발전기금은 축산법 제 43조에 나타나 있는 바와 같이 축산업의 발전과 축산물 수급을 원활하게 하며 가격을 안정시키는데 필요한 재원을 확보하는데 설치 목적을 두고 있음.
- 축산발전기금의 재원은 정부의 보조금 또는 출연금, 한국마사회의 납입금, 축산물 수입이익금, 차입금, 대체 초지조성비, 기금운용 수익금 등으로 구성되어 있음<sup>45)</sup>.

<표 8-8> 2017년 축발기금의 사업비 집행실적 내역

사업명	집행액(백만원)	세부사업	집행액(백만원)	비율(%)
	1,013,595		1,013,595	100
축산물수급관리	132,296	축산자조금	26,000	2.56
		축산물수급관리	105,533	10.41
		축산물유통정보실용화	763	0.08
축산기술보급	52,437	가축개량 지원	52,437	5.17
축산업경쟁력제고	524,153	사료산업 종합지원사업	61,566	6.07
		말산업육성지원	34,587	3.41
		농가사료 직거래활성화지원	420,000	41.44
		축산물 직거래활성화지원	8,000	0.79
친환경축산지원	211,749	조사료 생산기반 확충	102,704	10.13
		가축분뇨처리지원	109,045	10.75
축산물위생안전	50,871	축산물품질관리	33,749	3.33
		도축검사운영	15,472	1.53
		축산물HACCP지원	1,650	0.16
가축방역	42,089	가축위생방역지원	42,089	4.15

자료 : 농림축산식품부(2017)

- 축산법상 축산발전기금은 축산업의 구조개선 및 생산성 향상, 가축과 축산물의 수급 및 가격 안정, 가축과 축산물의 유통개선, 사료의 수급 및 사료자원의 개발, 가축 위생 및

45)

방역, 축산 분뇨의 자원화·처리 및 이용, 축산자조금 지원 등에 사용할 수 있도록 용도를 정하고 있음.

- 2017년 축산발전기금의 사업내용을 살펴보면, 축산물수급관리, 축산기술 보급, 축산업경쟁력 제고, 친환경 축산 지원, 축산물 위생안전, 가축방역사업의 세부사업비로 약 1조 136억원을 집행하였고, 친환경 축산 지원사업내 가축분뇨 처리지원사업에 1천 9십억원을 지출하여 총 사업비의 10.75%를 차지하였음.
- 이에 따라 축산환경개선기금이 타법 또는 축산법에 설치될 경우 기금 사용 용도가 중복되지 않도록 현재의 축산발전기금내 가축분뇨처리지원사업은 축산환경개선기금 사업으로 이관되어야 할 것임.

## 2.2 축산환경부담금 조성 방식

### 2.2.1. 중앙정부 기금(축산법)

- 중앙정부의 재정은 일반회계,특별회계 및 기금으로 구성되는 데 일반 회계는 조세를 주된 재원으로 하고, 특별회계는 특정한 목적을 달성하기 위하여 특정한 세입으로 특정 사업에 지출하기 위해 별도로 설치하는 예산임.
- 그러나 이러한 원칙에만 집착할 경우 다양한 행정수요를 충족시키기 어렵고 여건변화에 탄력적으로 대응하기 어렵기 때문에 특정부문의 육성과 개발을 촉진하기 위한 원활한 자금 지원의 필요성 때문에 법률로서 예산외의 별도의 기금을 설치 할 수 있도록 제도화 한 것임.
- 기금은 출연금, 부담금 등 특정세입과 지출이 연계되는 점에서 특별회계와 유사하지만 자율성과 탄력성이 보장되는 점에서 차이가 있음.
- 기금을 신설하기 위해서는 국가재정법 제14조에 규정하고 있는 ① 부담금 등 기금의 재원이 목적사업과 긴밀하게 연계되어 있을 것, ② 사업의 특성상 신속적인 사업추진이 필요할 것, ③ 중·장기적으로 안정적인 자원조달과 사업추진이 가능할 것, ④ 일반회계나 기존의

특별회계·기금보다 새로운 특별회계나 기금으로 사업을 수행하는 것이 더 효과적일 것 등 기준에 적합해야 함.

- 축산환경 부담금은 축산환경개선이라는 목적이 분명하고, 축산환경개선을 위해 다양한 사업이 추진되어야 하며 부과대상이 축산농가로 특정되며, 사업을 탄력적으로 수행하기 위해서 기금으로 운영되는 것이 합당하다고 판단되므로 기금의 신설 요건에는 부합한다고 봄.
- 이 경우 현행 축산법에 있는 축산발전기금의 설치 목적은 “축산업을 발전시키고 축산물 수급을 원활하게 하며 가격을 안정시키는 데에 필요한 재원을 확보”하기 위함으로 되어 있어 축산법내 부담금 부과 목적에 부합하는 별도의 (가칭) 축산환경 개선 기금을 설치하는 것이 타당하다고 봄.

<표 8-9> 기금과 예산의 차이점

구 분	일 반 회 계	특 별 회 계	기 금
법적 근거	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 예산회계법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 개별 법규</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 개별 법규</li> <li>▪ 기금관리기본법</li> </ul>
설치사유	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국가의 일반적 재정활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 특정세입으로 특정 세출 충당</li> <li>▪ 특정사업운영</li> <li>▪ 특정자금 보유운용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 특정목적 및 시책추진을 위해 특정 자금을 운용할 필요가 있는 경우</li> </ul>
재원조달 및 운용형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 공권력에 의한 조세 수입과 무상적 급부가 원칙</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 일반회계와 기금의 운용형태 혼재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 출연금, 부담금 등 다양한 수입원으로 용자사업 등 사업수행</li> </ul>
수입과 지출의 연계	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 특정한 수입과 지출의 연계 배제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 특정한 수입과 지출의 연계</li> </ul>	
확정절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 사업부서 예산요구, 예산부서 예산안편성, 국회 심의·의결</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 정부의 기금운용부서 계획 수립, 및 국회 심의·의결</li> </ul>
집행절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 집행과정에서도 합법성에 입각한 통제가 가해짐 - 예산의 목적외사용 금지원칙</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 집행과정에서는 합목적성 차원에서 자율성과 탄력성을 보장</li> </ul>

## 2.1.2 중앙정부 기금(사료관리법)

### 가. 검토 배경

- 앞에서 언급한 중앙정부 기금은 가축단위를 근거로 지자체에서 축산농가에 부과 및 징수를 하고 축산자조금은 도축·도계 기준 및 농가의 자발적 납부 체계를 가지고 있음.

- 중앙정부 기금은 이력제를 실시하고 있는 소에 대한 거출은 용이하지만 돼지, 닭 등 가축은 축산농가에서 사육하고 있는 마리수를 정확하게 파악하기 어렵다는 단점이 있음.
- 축산자조금은 소와 돼지의 거출률은 높지만 닭고기와 계란의 거출률이 낮고 자조금에 가입하지 않고 있는 축종을 감안할 때 무임승차 농가가 많을 것이라는 문제점을 안고 있음
- 한편, 축산환경부담금은 축산농가 뿐만 아니라 사료로서 원인을 제공하는 업체에서도 일정 부분 부담 원칙을 적용할 필요가 있음. 또한 판매되는 사료에 부담금을 적용할 경우 모든 축종에 거출하는 것이 용이해지고 농가의 무임승차를 최소화할 수 있는 부수적 효과를 얻게 됨.
- 그러나 사료판매 금액에 부담금을 부과할 경우 부담금 귀속 및 부과주체, 부과 기준, 징수 방법, 축산농가와 의 분담비율, 사용 용도 등 검토해야 할 사항이 매우 많음.
- 따라서 일본의 배합사료가격안정기금 운영 방식을 살펴보고 국내 상황을 감안한 부담금 조성 방식을 제시하고자 함.

#### 나. 일본의 배합사료가격안정기금 제도<sup>46)</sup>

- 일본의 배합사료가격안정기금은 배합사료가격 급등에 따른 축산경영자의 경영부담을 완화하기 위한 것으로 배합사료가격이 일정수준 이상으로 인상되었을 때 그 인상분을 축산경영자만 부담하는 것이 아니고, 사료업계와 정부가 지원하여 3자가 함께 분담함으로써 축산경영자의 어려움을 덜어주는 제도임.
- 매 분기별로 적립금을 모았다가 가격 상승 시 교부금을 지원해 주는 보험적 성격의 기금 제도로서 통상보전기금과 이상보전기금으로 구성되어 있음.
- 통상보전기금은 축산경영자와 배합사료업체의 적립금에 의한 민간기금이고, 이상보전기금은 사료원료가격의 급등 시 통상보전을 보완하기 위해 정부와 배합사료업체의 적립금을 통해 축산경영자에게 그 인상분의 일부를 지원함. 따라서 축산환경부담금의 성격상 통상보전기금 위주로 살펴보겠음.

46) 한국축산경제연구원. 2012. 국내외 양돈배합사료 시장조사 및 사료가격 안정제도 도입방안 연구



- 통상보전기금은 3개의 민간기금(전농기금, 축산기금, 전일기금)으로 구성되어 있으며, 각 기금은 축산경영자와 농축협·배합사료업체가 일정 기준에 따라 적립금을 적립하였다가 발동 요건에 따라 일정금액을 축산경영자에게 보전하고 있음.
- 통상보전기금의 운영주체는 (사)전국배합사료공급안정기금(전농기금), (사)전국축산배합사료가격안정기금(축산기금), (사)전일본배합사료가격·축산안정기금(전일기금)이 있음.
  - 전농기금과 축산기금은 전농과 축협전국연합회가 정부의 지침이나 지원이 없이 자체적인 사업으로 '68년부터 시작되었고, 일반배합사료업체에서도 '74년 기금운영의 필요성에 공감하여 전일기금이 만들어져, 민간기금은 현재와 같이 3개의 기금(전농기금, 축산기금, 전일기금)으로 운영
- 동 기금은 회원사들이 출자금을 각출하여 그 이자로 기금사무국의 운영비를 조달할 수 있게 하였으나 '75년 사료가격 상승의 계속될 것으로 예상되어 정부에서 제도 정비를 추진하여 이상보전적립금을 조성하였음. 동 사업을 담당할 조직으로 (사) 배합사료공급안정기구를 설치하고 이 조직에서 3개의 기금을 관장하는 역할을 담당함.
- 기금의 납부는 분기별로 이루어지고 교부금은 발동요건이 충족되면 가격 인상분의 전부 또는 일부를 가축사육업자의 계좌로 교부함.
- 기금의 적립단가는 '17년 기준 배합사료 톤당 1,800엔(가축사육업자 600엔, 가입회원 300엔, 계약회원 900엔)이며 과거 적립금 단가를 평균하면 배합사료 공장도 가격의 2.8% 수준이었음.
- 대부분 기금에서 가축사육업자의 부담비율은 1/3이며 나머지는 전농이나 배합사료업체 측에서 부담하고 있음. 이러한 이유는 가축사육업자가 있어야 배합사료 업체도 존립한다는 인식을 갖고 있기 때문임.
- 기금 가입대상인 가축사육업자는 해당 가축으로 소, 돼지, 닭, 메추리를 일정규모 이상 사육하고 있어야 하는데. 젓소 1두 이상, 비육우 1두 이상, 종돈 2두 이상, 비육돈 5두 이상, 산란계 100마리 이상, 육용계 500마리 이상, 메추리 1,000마리 이상으로 하고 있음.

## 다. 배합사료 판매금액에 대한 부담금 도입 검토

- 축산환경부담금을 축산농가와 함께 배합사료업체에게 부담을 검토하는 이유는 “가축사육업자가 있어야 배합사료 업체도 존립한다”라는 일본의 배합사료가격안정기금 부담 취지와 인식을 함께 하기 때문임.
- 한편, 덴마크에서는 인에 의한 환경오염 방지를 위해 정부, 축산농가 및 이해관계자의 협의를 바탕으로 '05년부터 사료용 광물성 인산염 kg당 677원(0.53유로)의 세금을 부과한 이후 약 15% 정도 인산염 사용량이 감소하여 환경경제학적으로 효과적인 결정이었다고 자체 평가한 바 있음.
- 사료관리법의 사료공정서에 의하면 배합사료는 양축용 배합사료, 섬유질배합사료, 대용유용 배합사료, 프리믹스용 배합사료, 기타 동물·어류용 배합사료로 분류되어 있으며 여기에 관련된 협회·기관은 사료협회, 농협 축산경제, 대용유사료협회, 단미사료협회, 조사료협회가 있음.
- 일본에서는 배합사료가격안정기금을 법률적 근거없이 정책사업 지원을 기금과 연계하여 가입을 의무화하고 있지만 여기에서 다루어질 배합사료 판매금액에 대한 부담금은 현행 부담금 제도의 틀 안에서 검토되어야 할 것임.

<표 8-10> 배합사료의 범위 및 관련 협회·기관

구 분		관련 협회·기관
양축용 배합사료	고기소, 젓소, 돼지, 닭, 말, 면·산양, 개, 사슴, 오리, 칠면조, 꿩, 오소리, 타조, 뉴트리아 등	사료협회, 농협축산경제
양축용 배합사료	농가 자가배합사료 원료	사료협회, 농협사료
대용유용 배합사료	축우용, 양돈용, 대용탈지분유, 대용유장분유, 유청대용품,	대용유사료협회
반추동물용 섬유질 배합사료	고기소, 젓소, 기타반추동물	사료협회, 단미사료협회, 농협축산경제, 조사료협회
프리믹스용 배합사료	-	-
기타동물·어류용 배합사료	실험용 동물, 애완용 동물, 사육하는 동물, 양식용 어류, 기타	-

### 2.1.3. 축산자조금

- 자조금 제도란 특정사업의 수행으로 혜택을 받는 자가 그 사업의 효과를 인식하고 사업에 소요되는 비용을 자발적으로 부담하는 제도를 말함. 법 제정(2002년) 당시에는 「축산물의 소비촉진 등에 관한 법률」이었으나 2006년에 법의 목적과 내용이 분명히 나타날 수 있도록 법 제명을 「축산자조금의 조성 및 운영에 관한 법률」로 변경하였음.
- 거출금의 종류를 축산업자가 축산단체에 자발적으로 납부하는 임의거출금과 의무적으로 납부하는 의무거출금으로 구분하고, 축산단체는 거출금 조성시는 임의거출금과 의무거출금 중 하나를 선택하여 조성하도록 하였음.
- 축산자조금의 운영상 혼란을 방지하도록 의무거출금을 주요 재원으로 한 의무자조금과 임의거출금을 주요 재원으로 한 임의자조금으로 나누고, 의무자조금에는 대의원회 및 의무자조금관리위원회를 두고 의무자조금 사무국을 둘 수 있도록 하며, 임의자조금에는 임의자조금 위원회를 두도록 하였음.
- 축산자조금 거출금액은 한우는 두당 2만원, 돼지는 두당 1,100원, 우유는 판매우유 리터당 2원, 육계는 1.5원에서 30원, 계란은 산란중추 10원, 산란성계와 종계는 80원으로 책정하여 운영되고 있음.



<그림 8-4> 축산자조금 운영체계

<표 8-11> 축산자조금의 거출금액, 수납대상자 및 징수수료

자조금 명칭	거출금액	수납대상자	징수수료
한우	등급관정을 받은 한우 1두당 2만원	도축장 대표자	1두당 2만원의 3%, 5%, 7% 차등 지급
돼지	등급관정을 받은 한우 1두당 1,100원	도축장 대표자	거출금의 7%(77원/두) 이내
우유	판매우유 1리터 당 2원	집유장 대표자	리터당 0.06원(2원 * 3/100)
육우	등급관정을 받은 육우 1두당 1만 2천원	도축장 대표자	거출금의 7%(840원/두)
육계	육계(3), 삼계(1.5), 재래닭(4.5), 육용종계(30)	도계장 대표자	거출금의 5%
계란	산란성계 80원, 산란종계 80원, 산란중추 10원	도계장 대표자, 농가직접 거출	-

## 2.2 부과금의 귀속 및 징수

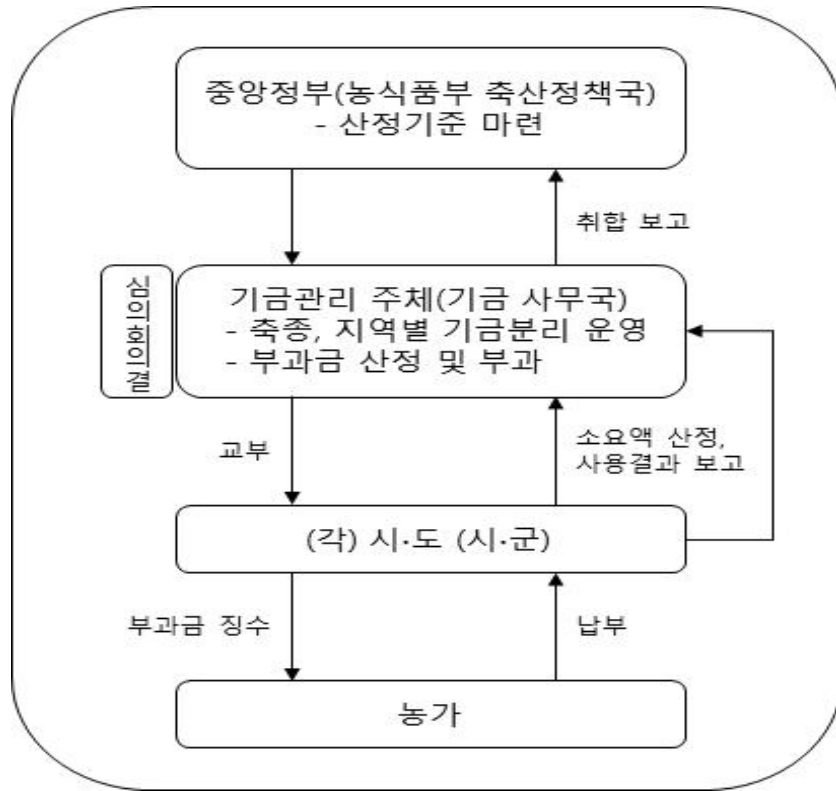
### 2.2.1. 중앙정부 기금(축산법, 대안 1)

- 현행 부담금의 귀속주체 귀속내역을 보면 중앙정부의 기금으로 귀속되는 금액의 비율이 총 부담금 귀속금액의 68.5%로서 가장 많았고 다음으로 중앙정부의 특별회계 17.3%로 귀속되고 있지만, 지출내역을 보면 부담금의 본래 목적보다 광범위하게 쓰이고 있는 실정임.
- 거의 모든 원인유발자 부담금은 부과기관과 징수기관이 동일하였고, 환경부 소관의 부담금은 시도와 한국환경공단에서 징수하게 하였음. 그러나 이 경우에도 다른 부서와 마찬가지로 귀속주체는 환경부였고 주로 환경개선특별회계 계정으로 귀속되어 있음.
- 환경부의 예를 들면 부담금을 사업체에 부과하고 이를 징수한 시도지사나 시장군수에게 징수교부금을 교부하고 있는데 교부기준을 보면 일부 부담금은 징수액과 관계없이 징수교부율을 운영하고 있고 일부 부담금은 징수율에 따른 차등 교부율을 적용하고 있음.
- 환경개선부담금의 경우 징수율 제고를 위해 교부금을 징수금액의 10%로 하되, 징수율 60% 초과하는 시·군에는 30% 범위에서 교부금 추가지급을 시행하고 있음.

<표 8-12> 환경부 소관 징수교부금 교부기준

구 분	부과근거	징수교부금(지급기준)
수질개선 부담금	먹는물관리법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 징수액의 60%</li> <li>- 시도 : 20%</li> <li>- 제조업체소재지</li> </ul>
대기배출 부담금	대기환경보전법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 징수액 60% 미만 : 7%</li> <li>• 징수율 60%~80% 미만 : 10%</li> <li>• 징수율 80% 이상 : 13%</li> </ul>
폐수배출 부과금	수질 및 수생태계 보전에 관한법률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 징수액 60% 미만 : 10%</li> <li>• 징수율 60%~80% 미만 : 15%</li> <li>• 징수율 80% 이상 : 20%</li> </ul>
환경개선 부담금	환경개선비용 부담법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기본 : 징수액의 10%</li> <li>- 징수율 60% 초과시 추가지급(30%범위)</li> </ul>

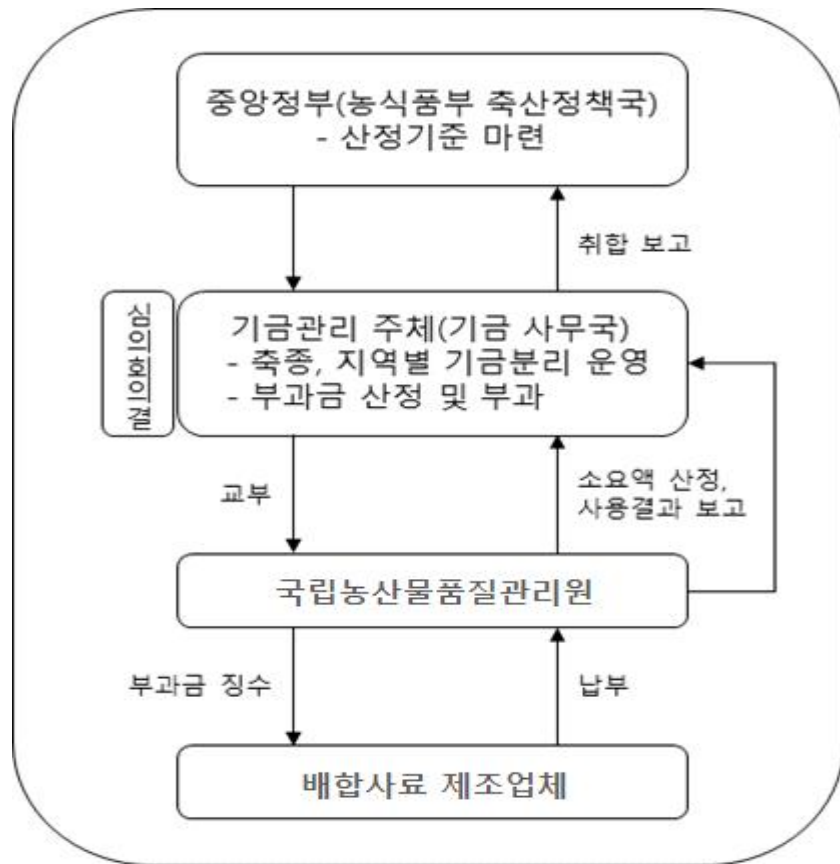
- 즉, 국가사무를 지방이 이양 받아 수행하면 주민들의 민원을 수렴하여 신속하게 지역주민의 후생수준 개선에 반영할 수 있어 정책수행의 효율성이 증대될 수 있고 부과목적의 달성도도 제고될 수 있다고 함.
- 그러나 축산환경 부담금의 경우 지자체에 이양을 하게 되면 (가칭)축산환경세 등 조세의 의미가 강해지고, 축산환경 개선 원래의 목적보다는 지역주민의 의견을 반영한 시책이 수립될 가능성이 있고 이 과정에서 축산농가가 반발할 가능성이 있음.
- 따라서 축산환경 부담금의 부가 및 징수주체를 시·도(시·군)으로 할 경우, 지자체의 징수율을 극대화 하기 위해 교부비율이 높은 타 부담금을 참고하여 교부금을 징수금액의 60% 이상으로 책정하는 것이 바람직할 것임.
- 한편, 축산법 개정으로 축산환경관리원을 축산환경 개선 전담기관으로 지정함에 따라 환경부의 사례를 적용하여 기타 공공기관인 축산환경관리원을 부과 및 징수주체로 하는 방안을 검토할 수 있으나 현재 기관의 규모 및 영향력에 비추어 볼 때 아직은 이른 것으로 판단됨.



<그림 8-5> 중앙정부 기금(축산법)의 부담금 관리 체계도

### 2.2.2. 중앙정부 기금(사료관리법, 대안 2)

- 과거 배합사료 관련 협회·기관에서는 사료판매량에 대한 자조금 거출이 어렵다는 입장을 언급한 바 있음. 구체적으로는 ① 전국적으로 사료업체와 거래하고 있는 2천개 이상의 중간유통점을 거출기관으로 관리해야 하고, ② 외상거래가 많아 자조금 회수시기와 납부시기가 일치하지 않으며, ③ 자가배합사료의 경우 유통단계 거출이 불가능 하며, ④ 농가와와의 분쟁을 미연에 방지할 수 있는 법적 장치가 없다는 점을 제시하였음.
- 그러나 상기의 경우는 자조금 거출기관 대상을 배합사료 중간유통점으로 하였을 때를 가정한 것으로서 축산환경부담금의 경우에는 부과대상 당사자가 배합사료업체라는 뚜렷한 차이가 있음.



<그림 8-6> 중앙정부 기금(사료관리법)의 부담금 관리체계도

- 즉, 사료업체에서 판매되는 제품에 대해 부담금을 부과하면 중간유통 단계 거출 문제를 해소할 수 있고 외상거래로 인한 우려도 없으며 사료관리법에 필요한 법적 근거를 마련하여 거출할 수 있음.
- 배합사료업체에 대한 부담금의 부과주체로 타 부담금의 경우와 같이 시도(시·군)을 검토해 볼 수 있으나 사료제조업체가 전국적으로 고루 분포되어 있는 것이 아니고 사료제조업체 위치가 축산 현장과는 무관한 곳이 많아 교부금과의 관계를 따져 볼 때 사료업체가 위치한 지자체만을 부과 및 징수기관으로 하는 것이 적절하지 않다고 생각됨.
- 공공기관 등은 해당사항이 없으며, 마지막으로 검토해 볼 수 있는 것이 중앙정부 직접 부과방식임. 농림축산식품부의 농산물품질관리원은 배합사료 검정업무를 맡고 있고 전국적



으로 부과 및 징수업무를 담당할 수 있는 지원이 있어 예시와 같이 사료관리법에 법적 근거를 부여한다면 해당 업무를 수행하기에 적절하다고 생각됨.

- (예시) 사료관리법 제○조(축산환경부담금 부과 등) ① 농림축산식품부장관은 축산환경개선의 재원을 조성하기 위하여 농산물품질관리원으로 하여금 배합사료업체에게 배합사료판매량에 따라 축산환경부담금을 부과·징수할 수 있다.
- 농산물품질관리원을 부과 및 징수기관으로 할 경우에도 각각의 사료업체에 부과하는 축산환경부담금은 사료업체 분담금액과 축산농가 분담금액을 합한 금액이므로 사료업체와 축산농가의 분담 비율을 책정해야함
- 우선 타 부담금의 부과방식을 참고하여 배합사료 판매에 대한 축산환경부담금 부과양식(예시)를 살펴보면 배합사료업체에서는 정기적으로 판매한 제품물량과 책정된 부담금 요율을 곱한 다음 전년도 물가상승률 등 가격변동지수를 감안한 부담금 산정지수를 적용하여 납부금액을 산출할 수 있음

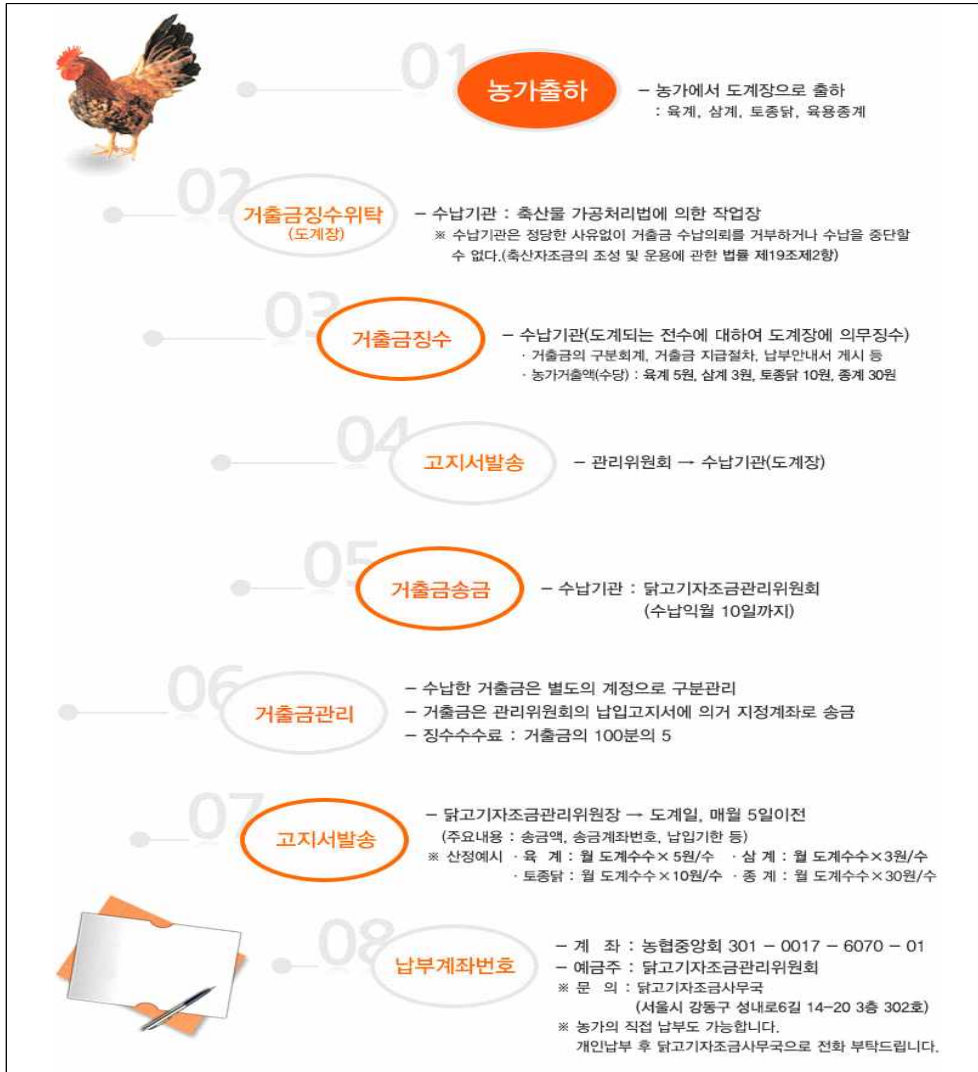
<표 8-13> 배합사료판매에 대한 축산환경부담금 부과 양식(예시)

<b>축산환경부담금 부과대상 배합사료 출고 실적서(예시)</b>							
제출인	상 호		전화번호		법인등록번호		
	주 소				사업자등록번호		
	대표자 성명				대표자(개인사업자) 생년월일		
축산환경 부담금 산출 명세	① 제품명	② 수량	출고단위	③ 부담금 금액(요율)	④ 부담금 산정지수	⑤ 부담금 납부금액(원) (② × ③ × ④)	⑥ 연간 총매출액 (천원)
<p>「○○○○○법률 시행령」 제○조제○항 및 같은 법 시행규칙 제○조에 따라 축산환경부담금 부과대상 배합사료제품 출고 실적서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">년      월      일 (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: center;">제출인</p> <p>○○○○○ 귀하</p>							

- 사료업체는 배합사료 출고실적서와 함께 농산물품질관리원에 부담금 계정 관리, 서류정리 및 보관 등에 소요되는 운영관리비를 제한 금액을 축산환경부담금으로 납부함.
- 농산물품질관리원에서는 납부된 금액 중에서 감면 농가 및 부담금 부과 제외 농가에 대한 환급 추진 등 징수금액의 일부(징수액의 10% 미만)를 행정비용으로 공제하고 기금사무국에 납부함.

### 2.2.3. 축산 자조금(대안 3)

- 축산자조금은 축종별 자조금관리위원회에서 거출대상과 1두(수)당 거출금액을 정하여 수납 대행(거출)기관에 거출금 징수를 위탁함. 관리위원회에서 납입고지서를 발부하면 수납기관에서는 월별로 거출금을 송금하고 징수수수료는 수납시에 공제하고 납입함.



<그림 8-7> 육계자조금 운영 체계

- 2017년도 축산자조금의 집행 금액은 약 646억원으로서 전 축종에서 소비홍보 지출이 가장 많았고 다음으로는 교육 및 정보 제공과 수급안정 순이었으나 육우자조금과 계란자조금은 수급안정이 두 번째 순위의 지출항목이었음.

<표 8-14> 2017년도 축산자조금의 항목별 집행실적

(단위: 천원)

	소비홍보	유통구조	교육 및 정보 제공	조사연구	수급안정	운영비 및 기타비용	계
한우	9,935,866	1,913,036	4,732,026	565,227	4,746,462	2,520,189	24,412,809
한돈	9,274,450	562,694	5,437,150	732,319	3,577,641	2,458,248	22,042,505
우유	8,389,907	-	2,048,158	195,262	-	677,169	11,310,497
육우	628,200	-	81,400	50,000	618,000	200,025	1,602,000
계란	1,422,924	822	458,545	189,716	607,057	193,837	2,872,901
닭고기	2,121,133	-	621,788	347,565	541,561	347,961	3,980,010
계	31,772,480	2,476,552	13,379,067	2,080,089	10,090,721	6,397,429	66,196,338

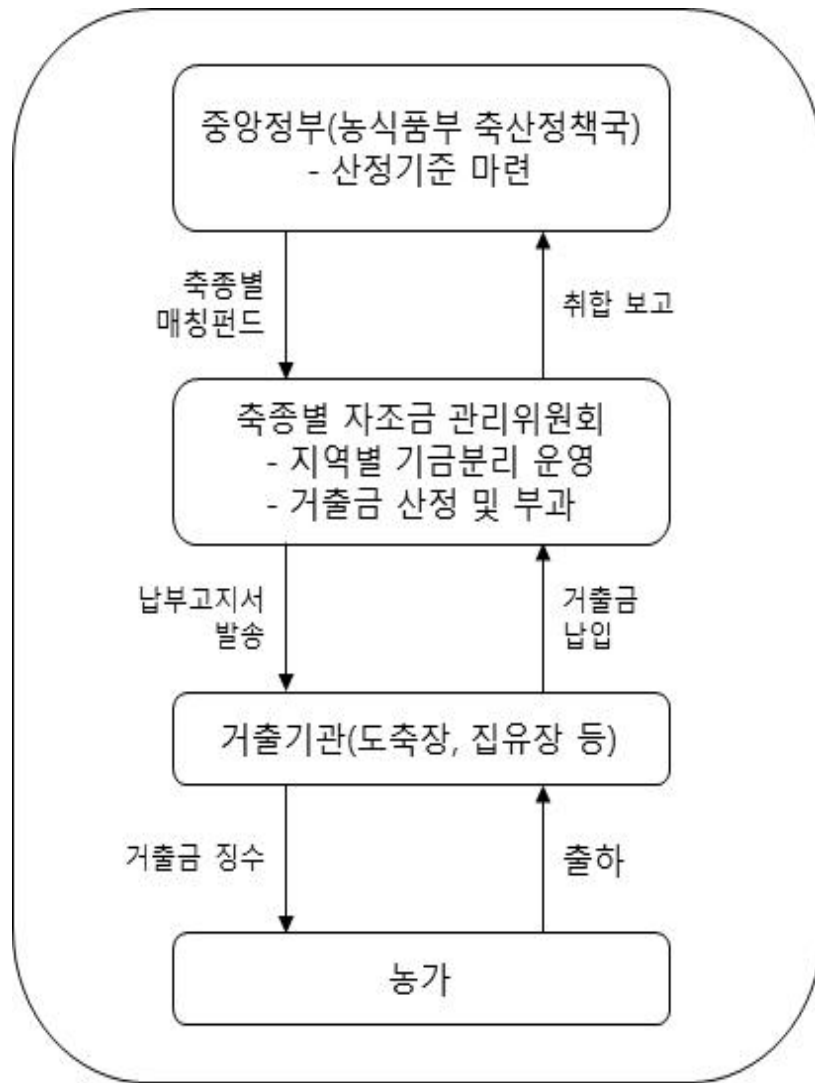
자료 : 농림축산식품부(2017)

- 현재 주요 축종은 의무자조금으로 운영하고 있는데 한우, 돼지, 젓소 등 가축의 거출률은 93% 이상을 차지하고 있으나 닭고기 자조금은 '18년 10월 현재 22%, 계란자조금은 거출 자조금 중 도계장에서 거출한 비율이 15%에 불과하고 85%가 농가에서 직접 거출하고 있음. 이러한 일부 축종의 거출실적 부진은 무임승차 농가가 많다는 것을 의미하고 있으므로 별도로 축산환경개선 자조금을 신설하는 것은 매우 어려울 것이라는 것은 의미함.
- 따라서 현행 축산자조금법을 개정하여 자조금의 용도에 축산환경 개선을 추가하여 축산환경 개선 금액을 조성하여야 거출 거부 현상을 완화할 수 있음.

<표 8-15> 축산환경개선 자조금 조성시 축산자조금법 개정(안)

현행	개정(안)
제4조(자조금의 용도) ① 자조금은 다음 각 호의 사업에 사용하여야 한다. 1. 축산물 소비촉진 홍보 2. 축산업자, 소비자, 중도매인등과 수납기관에 대한 교육 및 정보제공 3. 축산물의 자율적 수급 안정, 유통구조 개선 및 수출활성화 사업 4. 축산물의 소비촉진, 품질 및 생산성 향상, 안전성 제고 등을 위한 조사와 연구 5. 자조금 사업에 대한 경제성 평가	제4조(자조금의 용도) ① 자조금은 다음 각 호의 사업에 사용하여야 한다. 1. 축산물 소비촉진 홍보 2. 축산업자, 소비자, 중도매인등과 수납기관에 대한 교육 및 정보제공 3. 축산물의 자율적 수급 안정, 유통구조 개선, <u>축산환경 개선</u> 및 수출활성화 사업 4. 축산물의 소비촉진, 품질 및 생산성 향상, 안전성 제고, <u>축산환경 개선</u> 등을 위한 조사와 연구 5. 자조금 사업에 대한 경제성 평가

- 축산환경개선 금액을 포함한 자조금 제도의 연착륙을 위해서는 현재의 자조금 거출 실적 제고를 위해 거출대상의 변경, 무임승차시 법적 제재 강화를 강구해야 하고 임의 자조금 대상 축종이나 자조금 가입을 하지 않는 축종에 대한 별도의 거출 방안을 모색해야 자조금 납부에 협조적인 축산농가의 적극적인 참여를 유도할 수 있을 것이라 판단됨.



<그림 8-8> 축산자조금 거출 및 관리 체계도

### 2.3. 부담금의 부과 대상

#### 2.3.1. 중앙정부 기금(축산법, 대안 1)

- (부과 대상) 축산법 제 22조에 규정하는 가축의 사육시설 면적이 50제곱미터를 초과하는 소·돼지·닭 또는 오리 등 사육업과 종축업, 부화업, 정액 등 처리업을 경영하는 자
- (부과 제외) 가축 사육시설의 면적이 10제곱미터 미만인 닭, 오리, 거위, 칠면조, 메추리, 타조 또는 꿩 사육업과 말 등 농림축산식품부령으로 정하는 가축의 사육업을 경영하는 자

### 2.3.2. 중앙정부 기금(사료관리법, 대안 2)

- (부과 대상) 사료관리법 시행규칙에 의한 ‘사료 등의 기준 및 규격’에서 고시한 배합사료의 용도 중에서 양축용 배합사료, 프리믹스용 배합사료, 대용유용 배합사료, 반추동물용 섬유질배합사료 제조업자의 배합사료 판매 금액(공장도 가격)
- (부과 제외) 가축 사육시설의 면적이 10제곱미터 미만인 닭, 오리, 거위, 칠면조, 메추리, 타조 또는 꿩 사육업과 말 등 농림축산식품부령으로 정하는 가축에 대한 배합사료판매금액

### 2.3.3. 축산 자조금(대안 3)

- (부과대상) 「축산자조금의 조성 및 운용에 관한 법률」 제2장 제18조에 명시된 의무거출금 납부 대상자

## 2.4. 부담금의 규모 산정

### 2.4.1. 중앙정부 기금(축산법, 대안 1)

- 부담금의 규모 산정을 위해서 우선 착유우를 1로 했을 때의 축종 및 사양단계별 가축단위를 설정하였음.
- 다음으로 농가, 소비자, 전문가를 대상으로 한 축산환경 부담금의 지불의사를 조사한 결과, 젓소 1두당 평균 11,690원으로 책정되었고 여기에 따라 각 축종 및 사양단계별 두당 부과금을 산정하였음.
- 통계청의 2018년 3/4분기 가축사육 두수 자료를 활용하여 각 축종 및 사양단계별 부과금액을 산출한 결과 한우 101.6억원, 젓소 33.7억원, 돼지 166억원, 산란계 57억원, 육계 34억원이었고 총 부과금액은 392억원으로 나타났음.
- 참고로 2017년 4개 축종 자조금관리위원회의 집행실적 금액과 비교하면 상기 총 부과금액은 자조금 총 집행실적(646억원)의 60.7% 수준이었고 축종별로는 한우 41.6%(자조금 244억원), 젓소 29.8%(자조금 113억원), 돼지 75.5%(자조금 220억원), 산란계 198%(자조금 29억원), 육계 85.4%(자조금 40억원) 수준이었음.
- 한우, 젓소의 경우 거출률이 높아 자조금 거출액 대비 부과금액은 30~40% 수준 밖에 되지 않았지만 돼지의 경우 거출률이 높았음에도 75.5% 수준으로 높은 것은 돼지의 양분배설량, 즉 가축단위가 상대적으로 높게 나타났기 때문임.
- 산란계와 육계의 자조금 거출액 대비 부과금액이 높은 이유는 타 축종에 비해 현저히 낮은 징수율 때문임.
- 한편, 가축단위가 11년 전에 제시되었다는 점과 함께 여기에 포함되지 않는 축종이 있으므로 축산환경 부담금 도입이 가시화 되면 가축단위의 재설정이 검토되어야 할 과제임.



<표 8-16> 가축별 두당 부과금액 산정표

(단위: 두, 원, 천원)

품종	성별/ 품종	성장단계	두당가축단위	두당부과금(원)	사육두수(두)	부과금액 (천원)
한우	암	1세미만	0.25	2,923	400,664	1,170,940
		1-2세	0.25	2,923	403,152	1,178,211
		2세이상	0.3	3,507	1,092,743	3,832,249
		소계				1,896,559
	수	1세미만	0.25	2,923	416,813	1,218,135
		1-2세	0.35	4,092	424,233	1,735,749
		2세이상	0.35	4,092	251,531	1,029,139
		소계				1,092,577
합계					2,989,136	10,164,426
젖소		1세미만	0.15	1,754	74,900	131,337
		1-2세	0.25	2,923	72,833	212,854
		2세이상	1	11,690	259,337	3,031,649
		합계				407,070
돼지		2개월미만	0.04	468	3,618,510	1,692,015
		2-4개월	0.15	1,754	3,598,490	6,309,952
		4-6개월	0.18	2,104	3,313,215	6,971,667
		6개월이상	0.13	1,520	1,071,531	1,628,405
		합계				11,601,746
닭	산란계	3개월미만	0.0035	41	12,534,511	512,849
		3-6개월	0.0055	64	10,700,181	687,968
		6개월이상	0.0065	76	59,302,367	4,506,090
		소계				82,537,059
	육계	전체	0.0035	41	83,277,630	3,407,304
합계					165,814,689	9,114,212
총계					180,812,641	39,256,519

## 2.4.2. 중앙정부 기금(사료관리법, 대안 2)

- 연간 배합사료 생산량을 추정할 때 농가자가배합용 원료사료와 프리믹스용 배합사료를 양축용으로 포함시키고 어류·실험용 동물배합사료는 배합사료 생산량에서 제외시켰음. 그 결과 국내 배합사료 생산량은 21,675천톤으로 추정되었음.
- 사료의 소화율이 축종 및 사료품질에 달라지지만 50%~90%(평균 70%)의 범위에 있으므로 사료 섭취량의 약 30%가 분으로 배설된다고 볼 때 배합사료업체 분담비율을 30% 정도로 설정하는 것이 적절하다고 생각됨
- 예로서 농산물품질관리원에서 2017년 배합사료 생산량 21.7백만톤에 사료 kg당 3원(공장도 가격의 1% 미만)을 부과하면 부담금 총액은 651억원이고 이 중 축산농가 분담금(70%)은 456억원, 사료업체 분담금(30%)은 195억원이 됨.

<표 8-17> '17년 현재 배합사료 연간 생산량 및 추정 공장도 가격

구 분	축종	2017년 생산량(천톤)	kg당 공장도가격(원)
양축용 배합사료	고기소	4,567	380
	젖소	1,191	460
	돼지	6,365	549
	닭	5,432	426
	오리	383	447
	기타	371	470
	소계	18,309	(가중평균) 462
농가 자가배합사료 원료+프리믹스		600	
대용유용 배합사료		51	3,000
반추동물용 섬유질 배합사료 (‘16년 현재)	농협 계통사료	779	320
	사료협회 소속	643	
	단미사료협회 소속	1,194	
	조사료협회 소속	99	
	소계	2,715	
계	21,675		-

자료 : 배합사료는 농림축산식품부 공표자료(2018), 섬유질배합사료는 축산경제연구원(2017) 자체 수집자료

\* 기타동물·어류용 배합사료 생산량 241천톤은 어류, 실험용, 애완동물로서 제외

### 2.4.3. 축산 자조금(대안 3)

- 2017년 4개 축종 자조금관리위원회의 집행실적 금액은 646억원이고 한우, 젓소, 돼지는 거출률이 높지만 산란계와 육계의 자조금 거출률이 현저히 낮고 오리자조금은 아직 비활성화된 상태임.
- 향후 제도 도입시 축산자조금의 형태로 축산환경 부담금의 거출금액이 높아질 요인과 낮아질 요인이 동시에 존재하고 있음. 낮아질 요인은 징수율, 면제 및 감면대상 농장수의 확대가 있고 높아질 요인은 여기에 포함되지 않은 오리, 육우 및 기타 축종을 포함할 경우임.
- 또한 축산환경 개선 용도로 자조금이 추가 조성되면 축산환경 개선 기금에서 정부출연금이 지원되면서 자조금의 집행 규모가 확대될 것으로 예상됨.

### 2.5. 부담금의 사용 용도

- (중앙정부 기금) 정부에서는 징수한 축산환경 개선 기금을 사업목적에 부합하면서 지자체의 축산환경 부담금 징수액과 비례하여 교부해야 하지만 중앙정부에서 추구하는 축산환경 정책목표를 달성하는 것이 매우 중요함.
- ① 경축순환농업지구 조기 정착 지원
  - 경축순환농업지구 지정 및 운영 활성화를 위해서는 우선적으로 경축순환농업 모델을 구축해야 하고, 동 모델을 전국적으로 보급해 나가는데 있어 필요한 구축자금 및 지정 이후 소요되는 운영자금의 일부를 지원
  - 작물과 토양에 적절한 양분투입을 위해서는 양분관리 통합프로그램 구축 및 지역별 양분관리 실태조사에 필요한 인력 및 운영자금의 지원
- ② 가축분뇨 공동자원화 시설 확충 지원
  - 축산농가의 가축분뇨 자체 처리가 한계에 달하고 있어 미부숙 퇴비살포, 슬러지 축적, 야적 등으로 악취발생, 수질 및 토양 오염의 우려를 사전 차단하기 위해 공동자원화시설의 확충 및 기 지원한 공동자원화 시설의 운영활성화 지원

③ 지역단위 나눔축산 및 축산 바로알리기 운동 지원

- 축산인 자발적인 후원으로 (사) 나눔축산 운동본부에서 환경책임 운동, 상생협력

<표 8-18> 나눔축산 운동본부의 주요 활동 내용

구분	사업내용
환경책임 운동	깨끗한 우리 마을 만들기 캠페인, 청정축산 구현 범 축산인 결의대회, 축사 주변 환경 살리기, 4대강 주변 환경 살리기, 우수농가 선정 시상 및 우수사례홍보, 미허가축사 적법화 컨설팅 등
상생 협력 사업	경종농가와 함께 하는 축산물 나눔행사, 나눔축산 대학생 봉사활동 후원사업, 어려운 경종농가 돕기, 재난지역 긴급 지원 등
상호 이해 증진	축산업 이해 증진을 위한 축산 현장체험, 소비자 와 함께하는 우리축산 바로알기 토크 콘서트, 축산인식개선을 위한 공중파·학술대회·캠페인, 축산물 이용 가정간편식 요리경연 대회 등
봉사 후원 활동	지역사회 소외계층을 위한 축산물 나눔행사, 따뜻한 겨울나기 지원, 저소득층 청소년 및 아동, 노인 복지 지원, 나눔축산과 함께하는 희망나눔 한방의료봉사, 후계 축산인을 위한 장학금 지원 등
홍보 활동	나눔축산운동 홍보 부스 운영, 나눔축산운동 실천 우수사례 지면 홍보, 소셜네트워크 활용 축산 바로알리기

- 사업, 상호이해 증진 사업, 봉사 후원활동, 홍보사업 등을 추진하고 있으나 한정된 수입으로 사업의 확산 및 과급효과에 한계가 있으므로 지역단위 나눔축산 및 축산 바로알리기를 대대적으로 추진하기 위한 자금 지원

④ 깨끗한 축산농장 지정 사업 사전·사후관리 지원

- 2017년 깨끗한 축산농장 지정 사업을 추진한 이래 2017년에 1,029농가, 2018년 10월 현재 786 농가가 지정을 받아 현재까지 1,815농가가 지정받아 당초 목표대로 추진되고 있음

- 농가수 확대 등 사업의 성공적인 정착을 위해서는 지정 이전에 축사, 가축분뇨 처리, 악취 저감, 경관 등에 대한 사전 컨설팅, 지정 이후 사후 컨설팅이 마련되어야 하므로 지정 사업 내실화에 필요한 경비 지원

⑤ 축산환경 개선 기술 개발 지원

- 축사 및 가축분뇨에 의한 악취 저감, 가축분뇨 퇴·액비의 품질 고급화, 가축분뇨 퇴·액비 이용 활성화를 하기 위한 경제적인 시설, 장비 및 운영에 필요한 현장 투입형 기술의 지속적인 개발에 소요되는 자금 지원

⑥ 축산환경 개선 전담 기관 지원

- 환경부에서 징수한 환경관련 부담금을 환경개선특별회계를 통해 한국환경공단의 운영을 지원하는 사례를 참고할 때 축산법 개정(안)에서 축산환경 개선 전담기관의 운영에 필요한 자금 지원을 (가칭) 축산환경개선기금에서 지원 가능

⑦ 축산환경 개선 관련 시설·장비 리스 사업 용자 지원

- 리스사업은 많은 비용이 소요되는 축사 및 분뇨처리 환경의 개선에 필요한 시설을 국가가 비용을 우선 제공하여 설치토록 하고, 농가는 일정기간 동안 비용을 나누어 상환하며, 상환 종료후 농가의 소유가 되도록 지원하는 사업으로서 일본 축산환경정비기구의 대표적인 사업임.
- 동 사업은 농가의 신용도와 사업계획, 세금계산서 등에 근거하여 보험회사가 보증하고, 무담보로 자금을 지원하여 농가에 필요한 시설을 설치하도록 지원함으로써 농가의 초기 비용부담을 없애 단기간에 전체 축산농가의 환경을 개선하는데 매우 효과가 있는 것으로 판단됨.
- 축산환경정비기구의 전문가 그룹이 유기적으로 관여토록 함으로써 농가가 안심하고 시설을 운영할 수 있어서 시설의 효용성이 매우 높음
- 일본의 사례를 참고하여 정부 기금에서 축산환경 개선 전담기관에서 관련 사업을 추진하도록 하는 근거 마련이 필요

- (축산 자조금) 현재의 축산자조금법의 사용 용도에 축산환경 개선사업을 포함하게 되면 자조금관리위원회에서 지역단위 나눔축산 및 축산 바로알리기 운동 지원, 축산환경 개선 기술 개발 연구사업, 깨끗한 축산농장 지정 촉진 컨설팅 지원, 깨끗한 축산농장 우수사례 발굴 및 홍보 사업, 지역별 축산농장 사육환경 실태 조사 등 사업을 추진할 수 있게 됨.

## 2.6. 부담금의 면제·감면 요건

### ○ 축산환경 부담금 면제 요건

- 가축전염병 발생 등 기타 사유로 인해 축사내 가축이 존재하지 않은 기간

### ○ 축산환경 부담 감면 요건

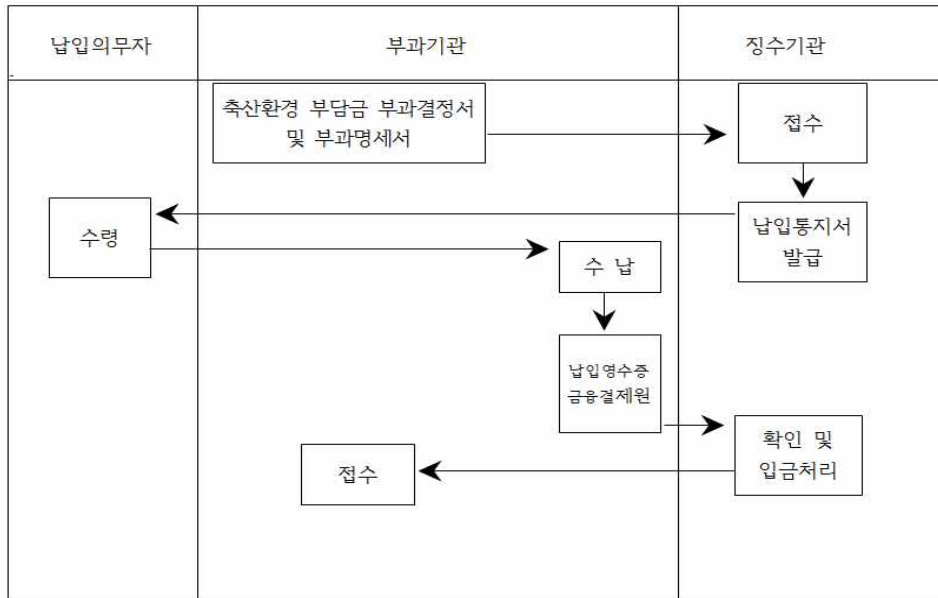
- 환경친화축산농장 지정 농가(감면율 50%) : 가축분뇨법 제9조에 근거를 두고 축산법상 가축사육 밀도 준수, 가축사육환경개선, 가축분뇨 자원화 및 농경지 환원, 조정수 식재 등 자연친화형 축사 조성, 약취저감시설 설치·가동 등에서 가장 수준이 높은 농가
- 깨끗한 축산농장 지정 농가(감면율 30%) : 정부의 2025년 깨끗한 축산농장 1만호 지정 목표에 맞추어 환경친화축산농장보다 낮은 수준의 가축 사양관리(사육밀도·사료), 환경오염 방지, 주변경관과의 조화 등에 노력한 농가
- 동물복지, 유기 축산농장 지정 농가(감면율 50%) : 가축의 건강 상태, 건강관리 노력, 사육시설 및 환경, 사료 등에 중점을 두고 지정하고 있음. 동 농장이 깨끗한 농장으로 지정받은 경우 10% 추가 감면
- 산지생태 목장 지정 농가(감면율 30%) : 정부의 산지생태목장 조성사업 대상자로서 동 농장이 깨끗한 농장으로 지정받은 경우 10% 추가 감면
- 경축순환농업지구 참여 농가(감면율 30%) : 양질의 퇴·액비를 경종농가 농가에 공급하는 경축순환농업 지구사업 조성에 참여하는 축산농가로서 깨끗한 농장으로 지정받은 경우 10% 추가 감면
- 농장 HACCP 지정 농장(감면율 10%) : 차단방역, 시설관리, 위생관리에 중점을 두고 지정하고 있음. 깨끗한 농장으로 지정받은 경우 10% 추가 감면
- 우수 종축업체, 정액등처리업체 인증 농가(감면율 10%) : 축사 소독 및 청결도, 주변 환경 등도 평가하여 인증하고 있음. 깨끗한 농장으로 지정받은 경우 10% 추가 감면

## 2.7. 축산환경부담금 징수 수수료 산정

- 대부분의 부담금이 10% 이상의 징수위임 수수료율을 채택하고 있는 것으로 나타나고 있음. 징수교부금이 있는 총 30개 중에서 16개 부담금이 10%의 수수료율을 채택하고 있으며, 6개 부담금은 10% 보다 많은 수수료율을 적용하고 있음.
- 그러나 개발제한구역 보전부담금을 비롯하여 개발부담금, 시설부담금(산업입지), 원인자부담금(수도법), 폐수종말처리시설 부담금, 학교용지부담금, 영화상영관 입장권 부과금 등 7개 부담금은 10% 미만을 보이고 있음.
- 축산환경부담금은 자조금의 경우 기존의 거출수수료를 적용하면 되지만 지자체가 부과할 경우 사육규모 확인이 필수적이어서 부담금 산정을 위한 별도의 부과·징수 업무가 수반됨에 따라 최소 10%의 징수수수가 필요할 것으로 사료됨. 사료판매금액에 대한 징수수료율 산정은 세부적인 업무과약을 통해 추후 결정되어야 할 것으로 사료됨.

## 2.8. 축산환경부담금 징수절차

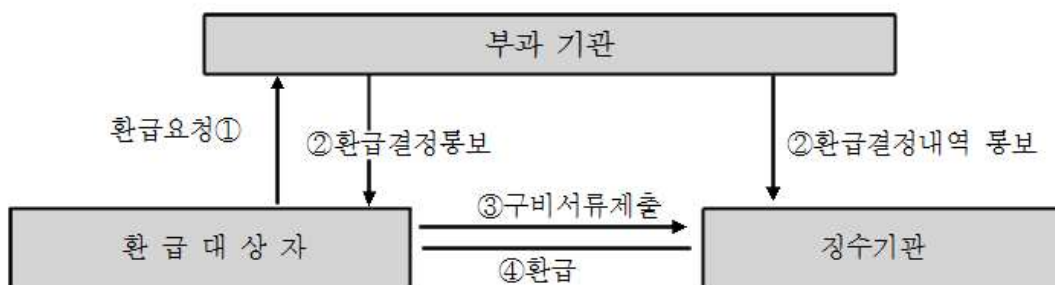
- 축산환경부담금 징수는 관할 기관에서 축산환경부담금 부과 결정을 하고 이에 따른 부과명세서를 징수기관에 발송하면 징수기관은 납입통지서를 축산농가에 발부하고 축산농가는 이를 납부하는 절차를 가지게 됨.



<그림 8-9> 축산환경부담금 징수 절차

## 2.9. 축산환경부담금 환급

- 축산환경부담금 환급은 축산환경부담금의 환급사유가 발생시 환급대상자는 관할청(시군)에 환급관련 서류를 구비하여 환급신청을 하고 관할청은 확인 후 징수기관과 환급대상자에게 환급결정내역을 통보하고 징수기관은 환급하는 절차임.



<그림 8-10> 축산환경부담금 환급 절차



- 축산환경부담금 환급 사유는 축산환경부담금을 낸 농가가 감면조건을 추후 충족하는 경우와 과오납의 경우 임.
- 관할청은 납부의무자가 축산환경부담금으로 납부한 금액 중 과오납입한 금액이 있거나 환급하여야 할 금액이 있으면, 축산환경부담금 환급금으로 결정하고, 이를 축산환경부담금 납부자와 징수기관에 각각 통지함.
- 축산환경부담금 환급금을 통지하는 때에는 축산환경부담금 환급금과 함께 환급가산금을 함께 통지함.

## 2.10. 축산환경부담금의 수용성

- 축산환경 부담금 제도가 아무리 좋은 취지와 목적을 갖는 제도라고 할지라도 이를 받아들이는 구성원, 즉 축산농가의 수용성이 높지 않으면 제도 시행 효과를 기대하기 어려우며, 따라서 축산환경 부담금 제도 시행에 앞서 부담금 제도에 대한 축산농가의 수용성이 고려되어야 함.
- 축산환경 부담금 제도가 축산업의 생산단계 외부불경제를 해소하기 위한 축산농가의 지구적인 노력을 추진하는데 목적을 갖는 제도, 즉 생산단계 외부불경제 해소를 위한 사업들에 필요한 경비의 일부를 축산농가가 부담토록 하는 제도임에도 불구하고, 축산농가 입장에서는 새로운 납세의무를 부과하는 제도로 오인하여 부담금 제도 도입을 반대할 수 있음.
- 또한 축산환경 부담금 제도 도입에 대한 축산농가의 찬성으로 제도가 시행될 경우 축산농가 입장에서는 부담금을 납부하고 있음에도 불구하고, 부담금 납부 전과 동일하게 가축분뇨·악취 관리를 과거와 같이 지속해야 한다는 것에 대한 불만을 제기할 수 있으며, 이로 인해 축산농가에서 가축분뇨·악취에 대한 관리가 소홀해 지거나, 관리 책임에 대한 면제를 요구할 수도 있음.
- 따라서 축산환경 부담금 제도를 도입함에 앞서 축산농가를 대상으로 설명회 또는 공청회 등을 개최하여 축산환경 부담금 제도의 목적과 내용, 범위를 충분히 이해시키고 공감대를 형성함으로써 축산농가의 부담금 제도에 대한 수용성을 제고할 필요가 있음.



## 제 9 장

# 제9장 축산환경 부담금 제도 도입 로드맵

### 1. 중앙정부 기금(축산법, 대안 1)

- (제도 도입여건 조성) 농림축산식품부에서 축산환경부담금을 부과하여 축산환경 개선 기금의 형태로 집행하기 위해서는 우선 부담금 관리 기본법 제6조에 의거하여 기획재정부에 축산환경 부담금 신설에 관한 계획서를 제출하여 타당성 심사를 받아야 함.
  - 기재부 부담금운용심의위원회에서 부담금 신설의 목적, 부과요건, 중복성 여부 등을 검토
- 여기에 따라 부담금 산정기준, 귀속주체 및 관리계정, 징수주체, 사용용도를 충분히 검토함.
- 부담금 산정기준과 예상 부과금액 산출을 위해서는 가축단위를 재설정 해야 하고 축산농가의 가축사육실태 조사표를 마련함.
- 부담금 신설 계획서 작성을 위한 T/F 구성
- (제도 도입 준비) 심의회 의결후 축산법에 “축산환경개선 기금” 조항을 신설하는 개정안을 마련하고 입법 예고함.
- 축종별 부과기준의 정확성을 높이기 위해 현장 검증 추진
- “축산환경개선기금” 심의위원회를 구성하고 기금 운용 방안 의결
- 축산환경 부담금 부과 및 축산환경 개선기금 운용 매뉴얼을 제작하고 지자체 교육 및 홍보

- (제도 도입 초기) 축산법 개정 이후 “축산환경개선 기금” 운영 하위규정 제정
- “축산환경개선 기금” 심의위원회를 통한 부담금 산정기준, 사용용도 확정
- (제도 안정기) 부담금 징수

	제도 도입여건 조성기	제도 도입 준비기	제도 도입초기	제도 안정기
	2019~2020년	2021년	2022년	2023년
법률체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 관리 기본법 검토</li> <li>축산환경부담금 신설 타당성 심사(기재부)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산법 개정 입법예고</li> <li>- 축산환경개선 부담금 관련 조항</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산법 개정 및 하위규정 제정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 징수</li> </ul>
통계보완	<ul style="list-style-type: none"> <li>가축단위 재설정</li> <li>축산농가 사육실태 조사표 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축종별 부담금 부과기준 검증</li> </ul>		
운영/관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>전담조직 지정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 심의위원회 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 심의위원회 운영</li> <li>- 부담금 사용용도 확정</li> </ul>	
제도개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 산정 기준</li> <li>징수주체, 운영주체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산환경개선 부담금 운용 매뉴얼 작성 및 교육</li> </ul>		

<그림 9-1> 축산환경 부담금(중앙정부 기금) 도입 로드맵

## 2. 중앙정부 기금(사료관리법, 대안 2)

- (제도 도입여건 조성) 농림축산식품부에서 축산환경부담금을 부과하여 축산환경 개선 기금의 형태로 집행하기 위해서는 우선 부담금 관리 기본법 제6조에 의거하여 기획재정부에 축산환경 부담금 신설에 관한 계획서를 제출하여 타당성 심사를 받아야 함.
  - 기재부 부담금운용심의위원회에서 부담금 신설의 목적, 부과요건, 중복성 여부 등을 검토
- 여기에 따라 부담금 산정기준, 귀속주체 및 관리계정, 징수주체, 사용용도를 충분히 검토함.
- 예상 부과금액 산출을 위해서 배합사료 업체의 전년도 축종별 배합사료 판매량 및 공장도 가격을 파악하고 축산농가와와의 분담비율을 책정함.
- 부담금 신설 계획서 작성을 위한 T/F 구성
- (제도 도입 준비) 심의회 의결후 사료관리법에 “축산환경개선 기금” 조항을 신설하는 개정안을 마련하고 입법 예고함.
- 농림축산식품부에서는 “축산환경개선 기금” 심의위원회를 구성하고 기금 운용방안 등 심의 의결
- 축산환경부담금 부과 및 축산환경 개선기금 운용 매뉴얼을 제작하고 징수기관 교육 및 홍보
- (제도 도입 초기) 사료관리법 개정 이후 “축산환경개선 기금” 운영 하위규정 제정
- “축산환경개선기금” 심의위원회를 통한 부담금 산정 및 기금 사용용도 확정
- (제도 안정기) 부담금 징수

	제도 도입여건 조성기	제도 도입준비기	제도 도입초기	제도 안정기
	2019-2020년	2021년	2022년	2023년
법률체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 관리 기본법 검토</li> <li>축산환경부담금 신설 타당성 심사(기재부)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사료관리법 개정 입법예고 - 축산환경개선 부담금 관련 조항</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사료관리법 개정 및 하위규정 개정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 징수</li> </ul>
통계보완	<ul style="list-style-type: none"> <li>전년도 배합사료 판매량 및 사료공장드 가격 조사</li> <li>배합사료 업체와 축산농가와외 분담비율 책정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산물 부담금 부과기준 검증</li> </ul>		
운영/관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>전담조직 지정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산환경개선기금 심의위원회 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산환경개선기금 심의위원회 운영 - 기금 사용용도 확정</li> </ul>	
제도개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>부담금 산정 기준</li> <li>징수주체, 운영주체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>축산환경개선 부담금 부과 및 기금 운용 매뉴얼 작성 및 교육</li> </ul>		

<그림 9-2> 축산환경 부담금(배합사료 판매 기금) 도입 로드맵

### 3. 축산자조금(대안 3)

- (제도 도입여건 조성) 농림축산식품부에서 축종별 자조금관리위원회에 축산환경 개선에 필요한 자조금 조성 지원 협조 요청
- 축종별 자조금위원회에서 농식품부 요청 사항 심의 의결
- 농림축산식품부에서는 축산자조금법내 목적과 자조금의 용도에 축산환경개선을 추가하는 개정안을 축종별 자조금위원회와 협의하여 마련하고 의견수렴 추진. 이와 동시에 축종별 두당 부과기준을 산정함
- 농림축산식품부에서는 징수율이 낮은 자조금에 대해서는 거출대상자 변경을 추진
- (제도 도입 준비) 농림축산식품부는 축산자조금법을 개정한 다음, 축종별 자조금위원회와 협의하여 구체적인 거출액 사용용도 확정 및 자조금 납부 개정 내용을 홍보
- (제도 도입) 축종별 자조금위원회에서는 축산환경 개선 사업의 본격 추진 및 동 사업의 집중적인 홍보

	제도 도입여건 조성기	제도 도입준비기	제도 도입
	2019년	2021년	2021년
법률체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 축산자조금법 개정안 마련</li> <li>- 목적 및 용도에 축산환경 개선 추가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 축산 자조금법 개정</li> </ul>	
통계보완	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 축종 별 두당 부과기준 산정</li> </ul>		
운영/관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 자조금관리위원회 의결</li> <li>▪ 거출 대상자 변경 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 거출액 사용용도 확정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 축산환경개선 사업 추진</li> </ul>
제도개선		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 자조금 납부 개정 내용 홍보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 축산환경개선 사업 홍보</li> </ul>

<그림 9-3> 축산환경 부담금(축산자조금) 도입 로드맵





## 참고 문헌

---

- FAO. 2017. “Livestock solutions for climate change”
- OECD. 2012. “Livestock Diseases: prevention, control and compensation schemes”
- OECD. 2010. “Managing animal diseases risk: incentives and governance of external effects”
- OECD. “Workshop on Risk Management in Agriculture. Paris”
- Oxford. 2018. “Health-motivated taxes on red and processed meat: A modelling study on optimal tax levels and associated health impacts”
- Oxford. 2016. “Mitigation potential and global health impacts from emissions pricing of food commodities”
- Sweden's Agricultural Board. 2013. “Hållbar köttkonsumtion”
- Congressional Research Service. 2008. Animal waste and water quality: EPA regulation of concentrated animal feeding operations (CAFOs).
- Environmental Protection Agency. 2004. Water on tap: A consumer’s guide to the nation’s drinking water.
- Environmental Protection Agency. 2001. Environmental assessment of proposed revisions to the national pollutant discharge elimination system regulation and the effluent guidelines for concentrated animal feeding operations.
- Spellman, F.R. & Whiting, N.E. 2007. Environmental management of concentrated animal feeding operations (CAFOs). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Barrett, J.R. 2006. Hogging the air: CAFO emissions reach into schools. Environmental Health Perspectives 114(4), A241.
- Donham, K.J., Wing, S., Osterberg, D., Flora, J.L., Hodne, C., Thu, K.M., et al. 2007. Community health and socioeconomic issues surrounding CAFOs. Environmental Health Perspectives 115(2), 317-320. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/>

PMC1817697/pdf/ehp0115-000317.pdf

- Ferguson, D. D., Smith, T. C., Hanson, B. M., Wardyn, S. E., & Donham, K. J. (2016). Detection of airborne methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* inside and downwind of a swine building, and in animal feed: potential occupational, animal health, and environmental implications. *Journal of agromedicine*, 21(2), 149-153.
- Vinther, F. P., & Olsen, P. 2013. *Næringsstofbalancer og næringsstofoverskud i landbruget 1991/92-2011/12*.
- Mikael Skou Andersen. 2017. Animal feed mineral phosphorus tax in Denmark. IEEP(Institute European Environmental Policy) report.
- Environmental Protection Agency. (2009). Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2007. Retrieved from <http://epa.gov/climatechange/emissions/usinventoryreport.html>
- 고려대학교 산학협력단. 2017. 개별법상 과태료 조항에 대한 정비 필요성 연구.
- 기획재정부. 2018. 2017년도 부담금운용종합보고서.
- 기획재정부. [http://investpool.go.kr/kor/policy/fiscal\\_policy/budget/view02.jsp](http://investpool.go.kr/kor/policy/fiscal_policy/budget/view02.jsp), 2017.11.20.
- 네덜란드 기업지원총국(<https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/dieren/dierziektepreventie/diergezondheidsfonds/pluimvee>, 2018.02.27.)
- 네덜란드 정부(<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/11/Overzicht-omloopsnelheden-pluimvee.pdf>, 2018.02.26.)
- 대한상공회의소. 환경관련 핵심규제 현황 및 개선 방안.
- 부담금운용평가단. 2017. 부담금평가
- 송하성·곽채기·나상민. 2007. 부담금운용 효율화를 위한 제도개선 방안 연구. (사)경기미래발전연구원  
기획예산처 용역보고서.
- 영국 정부. (<https://www.gov.uk/guidance/compensation-for-animals-culled-to-control-animal-diseases>, 2018.03.01.)
- 유럽정책뉴스(<https://www.politico.eu/article/germany-pushes-for-tax-hike-on-meat-and-cheese/>, 2017.05.01.)

일본가축방역호조기금 요강([www.maff.go.kr](http://www.maff.go.kr))

충남연구원. 2016. 환경 관련 부담금의 자치재원화 방안.

한국농촌경제연구원. 2013. 축산업의 외부효과와 정책방안.

한국농촌경제연구원. 방역부담금 도입 등 방역재원 확충방안.

한국지방세연구원. 2012. 환경관련 부담금의 효율적 운영을 위한 지방세 전환 방안.

한국지방세연구원. 2015. 지역기반 국가부담금의 지방이양 방안.

한국행정연구원. 2010. 과태료의 효율적 징수방안.

한국행정학회. 2009. 환경규제의 역사적 흐름 고찰 및 합리적 개선 방안 연구.

한우자조금관리위원회. 2011. 환경제약에 따른 한우산업 대응시스템 구축 방안.