

가축분뇨처리시설의 시설비 및 운영비 조사 연구

허 덕 부 연구 위원
정 민 국 책 임 연구 원
김 창 길 부 연구 위원
유 철 호 수 석 연구 위원

빈

면

머 리 말

지난 10여년 동안 수질오염에 관한 국민적 관심이 증대하고 있는 가운데 가축분뇨가 수질오염의 한 요인으로 지적되어 왔다. 그 동안 정부는 가축분뇨의 처리를 위해 간이정화조나 퇴비장 등 많은 시설을 보급하여 왔지만, 수질 오염 발생원에 대한 규제가 강화되면서 지역적으로 또한 규모별로 설치된 시설이 제대로 활용되지 못하고 과다 투자된 사례마저 빈번하게 발생하고 있다.

그 동안 정부의 가축분뇨 처리에 대한 지원은 처리시설의 설치비에만 국한되어 왔으며, 운영에 대한 관리 및 지원은 미흡하였다. 이에 따라 시설비 또는 운영비 부담으로 인해 적자를 벗어나지 못하고, 가축분뇨를 효율적으로 처리하지 못하는 사례가 빈번하게 발생하고 있다. 뿐만 아니라, 가축분뇨 처리시설에 대한 정부의 일률적인 지원은 농가단위 또는 업체단위에서 설치비가 과다 또는 과소 평가되는 경우가 발생하고, 과다 또는 과소 평가된 상태에서 정부의 지원단가도 과대 또는 과소 책정되어 있는 상태이다.

이 연구는 위와 같은 문제점의 해결을 위하여, 가축분뇨를 처리하는 방법별로 그리고 농장의 여건을 고려한 사육유형별로 가축분뇨의 처리 시설비와 운영비를 조사하여, 정부의 지원단가와 방법을 현실에 맞도록 조정하여 가축분뇨처리가 원활하게 될 수 있도록 하는 것을 주 목적으로 하고, 덧붙여서 축산농가가 가축분뇨 처리시설 설치 및 운영에 활용할 수 있도록 지침을 마련하기 위하여 실시하게 되었다.

이 연구 결과가 농업정책 입안자나 축분비료 생산업체 그리고 농가에게 참고자료로 활용되기를 바라며, 이 연구를 계기로 환경오염을 효과적으로 줄이고 토양을 비옥하게 할 수 있기를 기대한다.

끝으로 이 연구를 수행하는 데 자료 협조와 현지조사에 기꺼이 응하여 주신 농가를 비롯하여, 축협중앙회, 민간 축분비료공장 관련자들에게 감사드린다.

2000. 1.

한국농촌경제연구원 장 강 정 일

빈

면

목 차

제 1 부 가축분뇨 처리시설의 시설비 및 운영비 분석

제 1 장 서 론	3
1. 연구의 필요성	3
2. 연구의 목적	4
3. 주요 연구내용	4
4. 연구 방법	6
5. 연구 범위	7
 제 2 장 가축분뇨 발생 및 처리시설 현황	8
1. 가축사육 및 분뇨 발생 현황	8
2. 가축분뇨처리에 대한 환경규제 현황	11
3. 가축분뇨 처리 시설 지원 현황	14
4. 가축분뇨 처리방법 및 운영현황	18
 제 3 장 가축분뇨 처리 시설비 및 운영비 분석	23
1. 가축분뇨 처리 시설비 및 운영비 분석	23
2. 축종별 처리시설별 가축분뇨의 처리비용 분석	29
 제 4 장 가축분뇨처리시설투자 및 운영 개선방안	42
1. 시설투자 개선방안	42
2. 운영 개선방안	43
3. 제도 개선방안	43

제 2 부 효과적인 가축분뇨 처리방법의 선택

1. 가축분뇨 처리에 있어서 제약	51
2. 가축분뇨 처리방법 선택의 전제조건	55
3. 각종 제약이 경영의사결정에 미치는 영향	56
4. 축종별 · 처리방법 및 체계별 비용 비교	58
 참 고 문 헌	 64
 〈부록 1〉 축분비료 생산상의 문제점	 66
 〈부록 2〉 축분비료의 유통현황	 69
 〈부록 3〉 축분비료 이용상의 문제점	 71
 〈부록 4〉 축분비료 이용에 관련된 건의사항	 74
 〈부록 5〉 축분비료 시장의 활성화 방안	 76

표 목 차

제 2 장

표 2-1	가축분뇨의 배출원 단위 및 성분 함량	9
표 2-2	축종별 분뇨 발생량 및 비료성분량(1998년 기준)	10
표 2-3	규제대상별 축산폐수배출시설 및 사육두수 규모	11
표 2-4	액비 살포시 농경지 확보 요구 면적	12
표 2-5	축종별 사업비 단가	16
표 2-6	가축분뇨처리시설을 위한 자금지원 현황	17
표 2-7	가축분뇨의 처리방법과 특징	18

제 3 장

표 3-1	축종별 처리시설의 단위면적(m ²)당 투입단가	26
표 3-2	가축분뇨처리 및 운반장비의 내용연수 및 단가 산정	28
표 3-3	액비화 시스템 설치비용(탱크용량 톤당 기준)	29
표 3-4	돼지분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비	30
표 3-5	젖소분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비	32
표 3-6	한우분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비	33
표 3-7	양계분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비	35

제 2 부

표 II-1	주요 분뇨처리방법의 비교	54
표 II-2	퇴비화처리 · 이용방식 선택의 전제조건	54
표 II-3	주요 뇨오수 처리 · 이용방법 선택의 전제조건	55
표 II-4	주요 뇨오수처리방법의 비교	56

표 II-5	각종 제약이 경영성장·발전을 둘러싼 의사결정에 미치는 영향 ...	57
표 II-6	축종별·가축분뇨 효율처리 규모 및 비용	62

부 록

부표 1-1	축분비료생산업체의 생산·판매상의 문제점 및 건의사항	68
부표 2-1	축분비료의 벌크 유통과 포장 유통의 비교	70
부표 3-1	경종농가의 축분비료 이용상의 애로사항	71
부표 3-2	축분 종류별 3요소 평균 성분함량	72
부표 4-1	경종농가의 축분 이용 관련 대정부 건의사항	74
부표 5-1	국내외 퇴비유해물질 관리기준	80
부표 5-2	축분비료의 기능과 역할	81
부표 5-3	유기질 비료의 종류 및 시용 효과	82
부표 5-4	정액보조와 정율보조의 농가구입가격 비교	86

그림 목 차

제 2 장

그림 2-1	가축분뇨처리시설 관련 정책자금 지원체계	15
--------	-----------------------------	----

제 3 장

그림 3-1	돼지 분뇨처리 스펙라인 비용함수의 계측결과	38
그림 3-2	젓소 분뇨처리 스펙라인 비용함수의 계측결과	40
그림 3-3	한육우 분뇨처리 스펙라인 비용함수의 계측결과	41

제 4 장

그림 4-1	축분비료 생산 및 이용의 문제점과 개선방향	46
--------	-------------------------------	----

제 2 부

그림 II-1	허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(양돈)	59
그림 II-2	신고규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(양돈)	59
그림 II-3	신고·허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(낙농)	60
그림 II-4	신고·허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(한우)	60
그림 II-5	신고·허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(양계)	61

부 록

부도 2-1	축분비료 유통체계	70
--------	-----------------	----

빈

면

제 1 부

가축분뇨 처리시설의 시설비 및 운영비 분석

빈

면

제 1 장

서 론

1. 연구의 필요성

- 지난 10여년 동안 수질오염에 관한 국민적 관심이 증대되면서 가축분뇨가 수질오염의 한 요인으로 지적되어 왔음. 환경부자료에 의하면, 1997년 기준 오염원 배출량 중에서 축산폐수는 0.9%를 차지하나 BOD(생물화학적 산소요구량) 발생량을 기준으로 한 수질오염 기여도는 15.1%를 차지하여, 가축분뇨가 수질오염 부하량이 높은 물질로 지적되고 있음.
- 그 동안 정부는 가축분뇨의 처리를 위해 간이정화조나 퇴비장 등 많은 시설을 보급하여 왔음. 그러나, 수질 오염발생원에 대한 규제가 강화되면서 기존 처리시설로는 규제수준을 만족시키기 어렵게 되었음. 그리고 지역적으로 또한 규모별로 설치된 시설이 제대로 활용되지 못하고 과다 투자된 사례마저 빈번하게 발생하고 있음.
- 또한, 정부의 가축분뇨처리에 대한 지원은 처리시설의 설치비에만 국한

되어 왔으며, 운영에 대한 관리 및 지원은 미흡하였음. 이에 따라 운영비 부담으로 인해 적자를 벗어나지 못하고, 가축분뇨를 효율적으로 처리하지 못하는 사례가 허다한 실정임.

- 뿐만 아니라, 가축분뇨 처리시설비에 대한 정부의 지원이 일률적이어서 농가 단위 또는 업체단위에서 부담하게 되는 설치비는 현실적으로 차이가 있음.
- 따라서, 가축분뇨의 처리방법 또는 체계별로 또한 농장의 여건을 고려한 유형별로 가축분뇨 처리시설비와 운영비를 조사하여, 정부가 가축분뇨처리시설에 대하여 효과적으로 지원 할 수 있도록 하고, 축산농가가 가축분뇨 처리시설 설치 및 운영비 산정에 활용할 수 있도록 기초자료를 마련하여, 가축분뇨의 처리가 원활하게 될 수 있게 하기 위하여 조사 연구가 필요하게 되었음.

2. 연구의 목적

- 이 연구의 목적은 정부의 가축분뇨처리 및 자원화대책에 의하여 추진하고 있는 가축분뇨 처리시설 사업의 시설투자비 단가와 운영비를 조사 분석하여 가축분뇨 처리시설의 설치 및 운영에 대한 정부지원 단가 현실화를 위한 기초자료를 제공하는데 있음.

3. 주요 연구내용

3.1. 가축분뇨 발생 및 처리시설 현황

- 가축사육 및 분뇨발생 현황
 - 축종별 규모별 사육현황 및 가축분뇨 발생현황

- 축산환경 문제의 현황

- 가축분뇨 처리에 대한 환경 규제 현황
 - 환경친화적 축산육성을 위한 지원정책

- 가축분뇨처리 시설 지원현황

3.2. 가축분뇨처리 시설비 및 운영비 분석

- 가축분뇨 처리방법 및 운영현황
 - 가축분뇨의 처리방법과 특징
 - 가축분뇨 처리방법의 운영현황
- 가축분뇨 처리 시설비 및 운영비 분석
 - 비용산정의 기준
 - 축종별 처리시설별 가축분뇨의 처리비용분석
- 가축분뇨의 처리방법별 투자 효율성 분석
 - 가축분뇨처리에 있어서 제약
 - 가축분뇨 처리방법 선택의 전제조건
 - 각종제약이 경영의사결정에 미치는 영향
 - 분뇨처리시설투자에 있어서 효율성 분석

3.3. 가축분뇨 처리시설 시설투자 및 운영 개선방안

- 규모별 처리방법별 적정 처리시설의 모색과 표준 시설비 산정

- 가축분뇨 정화 및 자원화 시설의 적정 기준단가 설정
- 정책적 지원 방법의 개선과 정책의 효율성 제고 방안

4. 연구 방법

4.1. 국내외 자료의 수집 · 분석

- 관련통계자료 : 농림부, 축산물생산비조사자료, 농림부 담당과 업무자료 등
- 관련 문헌 조사, 관련 업체 및 기관의 발표자료 조사

4.2. 현지조사

- 농가조사(190호 조사: 돼지 56호, 젓소 53호, 한우 78호, 양계 9호)
 - 조사 주요내용: 처리방법별, 축종별, 사육규모별 가축분뇨 발생량, 처리 방법, 시설비 및 운영비 등 조사

※ 주요 처리방법

- 자원화방법 : 퇴적퇴비화시설, 톱밥발효시설, 기계교반 발효퇴비화, 저장액비화 등
- 정화방류법 : 활성오니법, 산화구법, 간이 축산폐수 정화조 등

- 시설업체 조사
 - 축종별, 처리방법별, 시설규모별 시설비 및 운영비 견적

4.3. 제표 및 계량분석

○ 제표분석

- 처리방법별 · 축종별 · 규모별 처리시스템별 시설비 및 운영비 분석

○ 계량분석

- 축종별 규모별 스폴라인 분석
- 축종별 · 규모별 효율적 처리방법의 모색
- 축종별 적정처리규모의 분석 등

5. 연구 범위

- 신고 및 허가대상 규모의 양축농가에 국한함.
- 시설비와 운영비만을 대상으로 분석함.
- 정부지원대상 주요 가축분뇨 처리방법(7종)에 국한

제 2 장

가축분뇨 발생 및 처리시설 현황

1. 가축사육 및 분뇨 발생 현황

- 가축분뇨의 배출원은 가축의 분과 뇨의 발생량 그리고 세정수의 사용량을 더한 것임. 축종별 배출원단위는 성축 1두를 기준으로 젖소 45.6kg(세정수 사용), 돼지 8.6kg, 한우 14.6kg(세정수 미사용 기준)임.
- 돼지의 분뇨는 소의 분뇨 보다 질소와 인산 성분이 높으며, 칼리는 소의 분뇨가 높음. 소의 분에는 섬유소가 많고 분해가 비교적 쉬워 토양개량제로 적합하며, 돼지의 분뇨(비육돈 기준)발생량은 중량으로 1일 두당 평균 분의 양에 비하여 뇨의 양이 많음.
- 가축분은 생물학적 산소요구량(BOD)이 높아 적절하게 처리하지 않는 경우 환경오염원으로 작용함. BOD농도는 한우의 분이 약 25,000ppm, 젖소의 분이 약 21,000ppm, 돼지의 분뇨가 약 60,000ppm, 계분이 65,000 ppm

표 2-1 가축분뇨의 배출원 단위 및 성분 함량

축종	축산폐수 배출원단위(kg/두/일) ¹⁾					가축분뇨의 비료 성분함유율(%) ²⁾		
	분	뇨	분뇨발생량	세정수	계	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
한 우	10.1	4.5	14.6	0.0	14.6	0.4	0.2	0.5
젖 소	24.6	11.0	35.6	10.0	45.6	0.5	0.1	0.5
돼 지	1.6	2.6	4.2	4.4	8.6	0.5	0.8	0.4
닭	0.12	-	0.12	-	0.12	1.7	1.6	0.9

자료: 1) 오수 및 배출원단위는 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률” 시행령 제20조 3항 별표 5의 규정에 의한 것으로 돼지, 소·말, 젖소만을 포함시키고 있음(환경부 고시 제1999-110호(1999. 7. 8)).

2) 가축분뇨의 비료성분에 관한 자료는 김춘수, 최홍립, 강성모(1995).

임(한국과학기술원, 1990).

- 수질 오염원별 배출량 및 오염기여도 : 1997년 1일 배출되는 총수질 오염원의 배출량은 21,360 천톤 정도이며, 이중 생활오수가 76.2%(16,272 천톤)를 차지하고 있으며, 산업폐수는 22.8%(4,874 천톤), 축산폐수는 약 0.9%(200 천톤)를 차지함. 그리고 1일 BOD 발생량을 기준으로 한 환경오염 기여도 측면에서 보면, 생활오수가 44.7%, 산업폐수 40.2%, 축산폐수는 15.1%를 차지함. 가축분뇨는 상대적으로 배출량은 적으나 수질오염 부하량이 높은 유기성 물질임(환경부, 1999).
- 1998년 한우 2,383 천두, 젖소 539 천두, 돼지 7,544 천두, 닭은 85,847 천수로부터 발생하는 가축분뇨의 양은 총 35,027 천톤에 달하며, 이중 분은 21,790 천톤으로 전체의 62%를 차지하고, 뇨는 13,237 천톤으로써 38%를 차지함(표 2-1).
- 가축분뇨 발생량을 비료 성분량으로 환산하면 질소성분이 20만 7,561 톤, 인산이 18만 5,083톤, 칼리가 17만 8,615톤에 달함(표 2-2).

표 2-2 축종별 분뇨 발생량 및 비료성분량(1998년 기준)

구 분	사육두수 (천두)	연간 분뇨 발생량(천톤)			가축분뇨의 비료 성분량 (톤)		
		분	뇨	분뇨발생량	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
한 우	2,383	8,785	3,914	12,699	50,796	25,398	63,495
젖 소	539	4,840	2,164	7,004	35,019	7,004	35,019
돼 지	7,544	4,406	7,159	11,565	57,825	92,520	46,260
닭	85,847	3,760	-	3,760	63,922	60,162	33,841
계	-	21,790	13,237	35,027	207,561	185,083	178,615

주: 가축분뇨 발생량 및 비료 성분량 추정에 있어서 축종별 배출원 단위 및 비료성분 환산 지수는 <표 2-1>에서 제시된 수치를 이용하였음.

- 대가축의 사육두수는 1998년에 292만 2,000두로, 소의 사육두수는 농경지 1ha당 0.7두, 사료작부 면적에서는 1ha당 약 19두인 것으로 나타남. 가축사육두수 증가에 따른 사료 수요량도 크게 증가하고 있으나 국내 사료공급기반의 취약으로 수입량이 매년 크게 증가하고 있음.
- 환경친화적인 관점에서 대량의 가축분뇨를 생산적인 유기자원으로 재활용하기 위해서는 분뇨를 수거하여 저장하고 적절한 시기에 작물의 최대 흡수량(plant uptake) 이하로 경지에 살포하든지 축분비료공장으로 운반, 축분비료를 생산하여 적절한 가격에 판매될 수 있어야 함. 그러나, 가축분뇨를 부적절한 처리와 또는 과다 투입시 수질오염 및 악취문제를 발생시키게 되기 때문에, 이러한 오염문제를 관리하기 위해 환경에 대한 규제를 하게 됨.
- 양축가는 가축분뇨를 퇴비화 또는 액비화를 통해 유기성 자원으로 재활용하든 정화 처리하여 방출하든 축산경영에 있어서 소요되는 분뇨처리 비용을 생산비의 일부로 반드시 고려해야만 함.

2. 가축분뇨처리에 대한 환경규제 현황

- 현재 가축분뇨처리는 1999년 2월에 개정되어 8월 9일부터 시행되어오고 있는 ‘오수·분뇨 및 축산폐수 처리에 관한 법률(이하 오분법)’에 의해서 규제되고 있음. 축산폐수배출시설인 축사면적기준으로 축산농가의 가축사육규모에 따라 허가대상과 신고대상으로 단계적인 규제가 이루어지고 있음(표 2-3).
- 개정된 법규에서는 신고대상 미만의 소규모 축산농가에도 적절하게 가축분뇨를 처리하지 않고 공공수역으로 무단방류하는 행위는 할 수 없도록 관리의무가 부과되었음.
 - 불가피하게 가축분뇨를 축산폐수의 형태로 배출하는 경우 분과 뇨의 분리는 물론 저장시설 설치를 의무화하였으며, 시·군이나 민간의 위탁처리업체가 수거하여 축산폐수공공처리장에서 처리토록 함.
- 1998년 기준 가축분뇨처리에 대한 법적 규제대상농가는 85천호로 전체 양축농가 63만 8천호의 13.3%를 차지하고, 전체 가축사육두수의 97.3%를 차지함. 가축분뇨처리방법별 환경규제내용은 크게 정화처리, 액비화, 퇴비화 등으로 구별될 수 있음.

표 2-3 규제대상별 축산폐수배출시설 및 사육두수 규모

축종	신고대상 미만	신고대상	허가대상
소	100m ² 미만 (8두 미만)	100-900m ² (8-75 두)	900m ² 이상 (75두 이상)
돼지	50m ² 미만 (35두 미만)	50-1,000m ² (35-715두)	1,000m ² 이상 (715두 이상)
닭	150m ² 미만 (1,500수 미만)	150m ² 이상 (1,500수 이상)	-

주: ()는 참고두수임

- 정화처리와 관련해서는 정화처리시설물을 축산폐수공공처리시설, 축산폐수처리시설 등으로 분류하고 있고, 정화처리한 후 방류수 수질기준은 일반지역과 특정지역을 구분하여 규정하고 있음. 집단으로 가축을 사육하는 지역의 양축농가에서 발생하는 축산폐수를 처리하는 시설을 축산폐수공공처리시설이라 하며(오분법 제2조제10항), 방류수수질기준은 생물화학적산소요구량(BOD) 30ppm이하와 총질소 60ppm이하, 총인 8ppm이하로 규제됨. 개별 양축농가의 축산폐수 정화처리시설 방류수수질의 BOD기준은 일반지역에서 허가대상 규모의 경우 150ppm 이하, 신고대상 규모의 경우 500ppm이하로 규제되고, 특정지역에 있어서는 허가대상의 경우 50ppm이하, 신고대상의 경우 350ppm이하로 규제되고 있음.
- 축산폐수처리시설의 설치대상자가 저장액비화방법으로 가축분뇨를 처리하고자 하는 경우 6개월 이상 저장할 수 있는 저장조와 1개월 이상 저장 및 저류할 수 있는 저장조를 설치해야 하고, 축종별 두당 일정 규모의 초지 또는 농경지를 확보해야 함(오분법 시행규칙 제53조, 제76조). 액비살포시 기상 또는 토지의 결빙여부·경사도 등 모든 조건을 고려하여 부수적인 환경오염이 발생하지 않도록 하여야하고, 필요시에는 경운을 실시해야 함(표 2-4).

표 2-4 액비 살포시 농경지 확보 요구 면적

구분	초 지	농 경 지	
		논	밭
한(육)우	520m ² 이상/두 (157평 이상/두)	990m ² 이상/두 (300평 이상/두)	640m ² 이상/두 (193평 이상/두)
젖소	1,610m ² 이상/두 (487평 이상/두)	3,080m ² 이상/두 (933평 이상/두)	1,990m ² 이상/두 (603평 이상/두)
돼지	340m ² 이상/두 (103평 이상/두)	640m ² 이상/두 (193평 이상/두)	420m ² 이상/두 (127평 이상/두)

자료: 환경부고시 제 1999-110호(1999. 7. 8).

- 가축분뇨를 이용하여 축분비료를 생산·판매하고자 할 경우에는 비료관리법 제11조에 따라서 등록해야하며, 비료관리법에서는 유기질 비료와 부산물 비료의 공정규격을 구분하여 관리하고 있음. 「비료공정규격」에 따르면, 유기질 비료는 보통비료에 포함되어 있음. 부산물비료는 비료성분은 고려하지 않고 비료중의 유기물함량과 유해성분을 규제하고 있음. 축분비료는 부산물비료로 분류되며, 유기질 비료와 달리 비료성분은 규제를 하지 않는 반면 유기물 함량과 유기물 대 질소비율을 공정규격으로 설정·관리하고 있음.
- 가축분뇨처리의 환경규제 사항을 위반할 경우에는 배출부과금과 범칙금이 부과됨. 허가를 받은 양축농가가 방류수 수질기준을 초과하여 오염물질을 배출하는 경우 오염물질의 종류, 배출기간, 배출량 등에 의하여 배출부과금을 납부해야 함. 기본 배출부과금의 산정은 소의 경우 6두와 돼지의 경우 16두, 배출기간 20일 기준으로 하여 소의 경우 이들 기준 미만인 경우 30만원이고, 돼지의 경우는 40만원이 부과되며, 기준 이상일 경우 소의 경우 40만원 그리고 돼지의 경우 50만원이 부과됨(오분법 제29조, 시행령 제13조).
- 규제대상 규모의 축산경영에 있어서 관련 규제사항을 위반할 경우에는 범칙금이 부과됨(오분법 제53조, 제55조, 제56조, 제58조). 허가대상규모의 양축농가가 축사의 허가를 받지 않았거나 축산폐수처리시설을 정상적으로 운영하지 않은 경우 2년 이하의 징역이나 2천만원 이하의 벌금형을 받게됨. 신고를 하지 아니하고 재활용을 목적으로 축산폐수를 처리하거나, 신고대상자로서 축산폐수 처리시설을 설치 아니하고 축산폐수 배출시설을 사용하거나 축산폐수 처리시설을 정상운영하지 않는 경우 6개월 이하의 징역 또는 500만원 이하의 벌금을 받게 됨. 규정에 의한 신고 또는 변경신고를 한 자로서 규정에 의한 개선명령을 위반한 경우에는 200만원 이하의 벌금형을 받게 됨. 축산폐수시설 운영에 있어서

방류수 수질기준을 위반한 자와 축산폐수 처리시설 간이축산폐수 정화조를 그 관리기준에 적합하지 아니하게 유지·관리한 자 등에는 100만원 이하의 과태료가 부과됨. 신고대상규모 미만의 양축농가가 축산폐수 처리시설에서 배출되는 축산폐수를 처리하지 아니하고 공공수역에 방류시키는 경우에도 200만원이하의 과태료가 부과됨(오분법 제24조).

- 축분비료 생산에 있어서 비료공정규격에 정하여진 유해성분 최대 함유량을 초과한 부산물 비료를 생산하여 판매하는 경우 영업정지처분 또는 2천만원 이하의 과징금을 부과할 수 있음(비료관리법 제21조). 불량 부산물비료를 생산하여 유통시키다 적발되는 경우에도 2년 이하의 징역이나 1천만원 이하의 벌금을 부과할 수 있음. 생산된 축분비료의 출하전 검사를 하지 않거나 검사결과를 허위로 작성하는 경우 500만원 이하의 과태료를 부과할 수 있도록 규정되어 있음(비료관리법 제30조).

3. 가축분뇨 처리 시설 지원 현황

- 가축분뇨처리시설 지원을 명시한 근거법은 ‘축산법’ 제3조(축산발전시책의 강구)와 ‘오분법’ 제25조(축산폐수처리시설의 설치), ‘농어촌발전 특별조치법’ 제5조(농림어업 기계화 및 시설현대화 촉진)에 기초를 두고 있음. 현행 가축분뇨처리를 위한 시책방향은 퇴비화·액비화 중심의 가축분뇨 자원화에 중점을 두고 있고, 자원화가 어려운 경우 정화방류처리를 고려함.
- 지원정책의 수혜 대상자는 상수원보호규제 및 수질보전특별대책지역 등 특정지역(한강·낙동강·영산강·금강유역과 새만금지역 등)의 축산농가 및 ‘오분법’에 의해 축산분뇨처리시설을 해야할 대상농가에 우선 지

그림 2-1 가축분뇨처리시설 관련 정책자금 지원체계

개별시설	⇒	축분발효시설 저장액비화시설 정화방류시설 저류조 시설 부대 기계·장비	보조 50%이내 용자 30%이내 (용자조건 연4.5%, 3년거치 7년균분상환) 자부담 20%이상	농 어 촌 구 조 개 선 특 별 회 계
공동시설	⇒	축분퇴비시설 액비화시설 정화방류시설 분뇨운반장비		
톱밥제조시설	⇒	톱밥제조시설		
정착촌구조지원	⇒	퇴비화 시설 액비화 시설 분뇨운반장비	보조 100%	

원하고 있음(그림 2-1).

- 이외에도 기 설치된 농가의 노후기계설비 보완 및 4대강 유역의 특정지역내 소규모 축산농가의 축산분뇨시설도 지원해주고 있음. 이들 지원제도는 크게 보조·용자제도와 축산환경 컨설팅 등으로 구별될 수 있음.
- 가축분뇨 자원화를 위한 농림부의 정책지원 자금은 1992~98년까지 7,941억원(보조 3,481억원, 용자 3,320억원, 자부담 1,140억원)에 달함. 지원액 중 개별시설지원은 전체의 85%에 해당하는 5,750억원이고, 공동시설은 15%에 해당하는 1,024억원으로 179개소에 지원됨. 환경부에서 추진해온 축산폐수공공처리시설 설치사업비의 투자액은 1991~98년까지 41개시설에 2,245억원에 달함.

표 2-5 축종별 사업비 단가

단위: 천원/㎡(천원/두)

축종	돼지	한육우	젓소	닭	
				평사	케이지
단가	74 (103 : 출하두당 43)	30 (360)	33 (396)	21 (2.1)	34 (3.4)

- 가축분뇨 처리시설에 대한 지원단가는 축종별로 차이가 있음. 현재 단위 면적(㎡)당 지원단가를 결정하고 있으며, 돼지의 경우 단위면적(㎡)당 74천원, 한육우 30천원, 젓소 33천원, 닭의 경우는 시설형태에 따라 평사의 경우는 21천원, 케이지의 경우는 34천원임(표 2-5).
 - 면적당 단가를 상시사육두수 두당 단가로 환산하면, 돼지는 103천원, 한육우는 360천원, 젓소는 396천원, 닭은 평사와 케이지가 각각 2.1천원, 3.4천원에 해당함.
 - 돼지의 경우 출하두당 지원단가로 환산하면 43천원에 해당됨.
- 최근에는 축협중앙회는 해당 도와 협조하여 도당 1개소씩 지역축협을 선정하여 시범적으로 「축분퇴비유통센터」를 설립 운영하여 축분퇴비의 판매촉진에 기여토록 하고 있으며, 사업대상자가 가축분뇨처리시설의 관리방법 등 기술상담이 필요한 경우 축협중앙회·농어촌진흥공사의 전문 컨설팅팀 및 지역축협(또는 업종조합)의 축분처리 기술상담실을 활용할 수 있도록 하고 있음(농림부, 1999).
- 정책적 지원(표 2-6 참조)에 힘입어 1998년의 경우 가축분뇨처리시설 설치대상농가 82,647호 가운데 91.1%가 설치하였으며, 이중 자원화시설 설치비율이 75.6%, 정화방류시설이 15.6%정도를 차지하고 있는 것으로

표 2-6 가축분뇨처리시설을 위한 자금지원 현황

구 분			1992~'96	1997	1998	1999p
가축분뇨처리시설 지원사업 (농림부)	사업량(개소)		46,374	5,389	4,662	5,000
	사업비 (억원)	보조	1,788	811	882	616
		융자	2,364	463	493	334
		자부담	502	309	329	223
		계	4,655	1,583	1,704	1,173
축산폐수공공처리 시설설치 (환경부)	사업비 (억원)	투자	1,622	209	414	308

자료: 농림부(1999), 환경부(1999).

조사됨. 그러나 가축분뇨처리시설에 대한 관리소홀 및 처리기술 미흡 및 설치업체의 사후관리 미흡 등으로 기 설치된 시설의 가동이 부진한 상태에 있음.

- 이와 관련 일부 양축가들의 경우 전기료 및 인건비의 절약을 이유로 가동을 중단하거나, 또한 사육두수 증가시 시설을 확충해야 함에도 불구하고 기존시설을 그대로 이용함으로써 적정 처리량의 초과로 가축분뇨처리 시스템이 잘 운용되고 있지 못하고 있음. 또한 축산폐수공공처리시설의 경우 분뇨혼합에 따른 유입수의 높은 BOD 농도를 충분하게 고려하지 않고 설치되어 잘 운영되고 있지 못하고 있는 것이 현실임.
- 이밖에도 축분비료공장 설립의 경우에는 지역적 축산규모와 경종농가와 연계, 톱밥 등 수분조절재 조달 및 축분비료 판매 등에 대한 충분한 검토 없이 이루어져 공장운영에 어려움이 가중되고 있음.

4. 가축분뇨 처리방법 및 운영현황

4.1. 가축분뇨의 처리방법과 특징

- 가축분뇨의 처리 및 이용형태는 분과 뇨를 분리하는 경우와 혼합하여 처리하는 경우에 따라서 상이함(표 2-7 참조).

표 2-7 가축분뇨의 처리방법과 특징

상태	처리방법	공 정	적용대상	장 점	단 점	적용조건
노	액비법 (분+뇨)	전처리+투입조+ 저류조+저장조	돼지사육 소사육 말사육	조작이 단순 경비가 저렴	취급이 불편 계절적인 문제	모든 양축농가처리수를 액비로 이용 또는 방류
	활성오니법	전처리+투입조+ 저류조+저장조+ 폭기조	돼지, 소, 말	처리효율이 높다	유지관리에 기술과 경험이 필요 슬러지 처리문제	대규모 양축농가대상
	살수여상법	전처리+투입조+ 저류조+저장조+ 살수여상	돼지사육 소사육 말사육	소규모처리에 적합	처리효율이 저조	도시인근지역 기업형 양축농가 1, 2차처리 (냄새가 적다)
	산화지법	-	-	유지관리가 용이	시설면적이 크다	토지가격
	토양통과건조법 (토양침투)	전처리+침전조+ 토양침투여상	돼지, 소, 말	경비가 저렴	증발을 위해 구멍 난 파이프를 2-3년 마다 교체	지하수오염의 염려가 없는 지역 지하수 수위가 지표 면 으로부터 1.5m 이하인 지역
분	생분이용법	-	-	처리경비가 저렴	계절적인 문제	환경오염 우려
	퇴비화법	전처리+건조시 설(예비건조)+ 발효조	돼지, 소, 말, 오리	처리경비가 저렴	퇴비화를 위한 수분조절이 필요	퇴비이용가능한 농지, 초지가 확보
	매립처분법	전처리+ 건조시설+ 매립처분	돼지, 소, 말, 닭, 오리	처리가 간편	-	충분한 매립지 확보 축분의 퇴비화가 곤란한 지역
	화력건조법	-	-	취급이 용이 저장성이 좋다	연료비가 필요	
	온실건조법	-	-	경비가 저렴 처리조작이 용이	시설면적이 크다 건조가 불량	
	소각법	-	-	보조연료 불필요	잘 소각되지 않음	
기타	톱밥발효 돈사	-	돼지	분뇨악취 해소 위생적 사양관리 사고율 저하 폐기물 비료화	미생물관리 어려움 기존돈사개조비용 입식적 기생충 구제 톱밥구입	중소규모 양돈가 톱밥구입이 용이한 지역

- 분과 뇨를 분리하여 처리하는 경우 분은 대부분 퇴비화시키고 있으며 뇨는 액비화 시키거나 정화 방류하는 경우가 일반적임.
- 분과 뇨를 혼합하여 처리하는 경우 특히 양돈의 슬러리 돈사의 분뇨는 수분조절재를 많이 필요로 하는 퇴비화 방법이나 화력건조에 의한 방법 등이 많이 이용되고 있음.

4.2. 가축분뇨 처리방법별 운영현황

4.2.1. 액비화

- 저장액비 시설용량이 6개월이상 저장 보관할 수 있도록 보완하여야 하나 지금 현재 사용중인 대부분의 시설이 기존시설(3~4개월 미만 저장용량)을 이용하고 있음. 그리고 저장액비화 시설을 설치한 농가가 법규에서 정하는 액비 살포면적을 확보하고 있지 못함.
- 저장액비화 시설을 설치한후 시설관리를 하지 않고 방치함. 고�형분 처리시설을 이용하지 않고 생분을 방치하고 있어서 우천시 주변환경 오염의 원인이 되고 있음.

4.2.2. 톱밥(발효) 축사

- 톱밥발효돈사는 질병관리에 어려움으로 사용농가가 감소됨. 톱밥발효 돈사의 문제점을 극복하기 위하여 깔짚돈사 형태로 전환한 농가는 발생되는 분을 직접 농경지도 환원하고 있음
- 톱밥우사는 대부분 양호하게 운영되고 있음. 그러나 젖소의 경우 젖소가 대부분 운동장에서 머물고 있는 시간이 많아 톱밥축사의 기능을 못하고,

운동장은 젖소분뇨와 흙이 곤죽이 되어 주변 환경오염의 원인이 되고 있음. 착유실에서 발생하는 세척수 처리를 위해 간이정화조를 설치하였으나 관리가 되지 않아 방류수 수질기준에 미달함.

- 톱밥우사와 퇴비사를 동시에 지원하지 않아 분을 축사주변에 야적하고 있어 우천시에 환경오염의 우려가 있음. 톱밥우사 시설은 가축분뇨 처리시설인 퇴비사가 있어야 허가가 가능한데 퇴비사 없이 인허가 된 경우도 있음

4.2.3. 퇴비화

- 가축분뇨를 퇴비화 하는 방법에는 간이퇴비화, 교반식퇴비화, 통풍식퇴비화, 안정화방법이 있음. 간이퇴비화는 퇴비사를 이용하여 가축분뇨를 퇴비화하는 방법으로 수분조절재인 톱밥구입이 곤란하여 곤죽상태로 보관하여 퇴적할 경우 파리, 악취 등이 발생하여 주변 환경오염의 원인이 되고 있음. 많은 농가가 퇴비사를 가축분을 일시 저장하는 저장고로 이용하는 경우가 많음. 퇴비사 설계시 침출수가 나올 수 있도록 설계하여야 하나 배수호가 없어 침출수가 퇴비사 밖으로 유출되고 있는 실정임.
- 교반식 퇴비화는 가축분을 뒤집어 발효를 촉진시키는 방법으로 시설용량이 부족할 경우 가축분이 발효가 되지 못하는 경우가 발생함. 퇴비후숙을 위한 저장 창고 확보가 필요함. 교반기의 고장율이 많은 반면 A/S가 미흡하여 방치되는 경우도 있으며, 슬러리 상태의 분뇨를 무리하게 퇴비화함으로써 수분조절재 과다사용과 퇴비의 품질을 저하시키는 원인이 되고 있음. 겨울철에는 슬러리 상태의 축분뇨 처리효율(증발)이

20~30%정도 저하되어 전량 처리를 못하고 인근 농경지에 액비로 살포하는 경우가 많음. 교반식 발효시설은 고형분의 처리에는 적합하나 노와 함께 처리하는 것은 어려운 실정임. 초기 시설설치 후 가축 사육두수가 증가되는 경우 시설용량이 부족하여 발생하는 분뇨 전량 처리에 어려움을 겪고 있음.

- 통풍식 퇴비화는 분처리에는 문제가 없으나, 분뇨가 혼합된 상태의 처리는 곤란함. 분과 톱밥을 혼합하기 위한 장비나 기계장치가 필요함. 그리고 안정화 방법에 있어 신선한 분뇨를 수거하여 처리하는 경우 활용상의 문제점은 없는 반면 부숙이 진행된 돈분뇨는 안정화에 문제가 있음. 화학 반응후 천일 건조시 넓은 부지가 필요함. 화력건조기 이용시 유류비가 과다하게 소요되는 단점이 있으며, 석회의 품질에 따라 안정화 반응에 차이가 있음.

4.2.4. 건조

- 가축분뇨를 건조시키는데에는 일반적으로 화력건조와 하우스건조가 있음. 화력건조 방법은 가축분뇨 수거시 분뇨가 혼합된 것을 처리할 경우에는 톱밥, 연료, 전기비용이 과다하게 소요되며, 일반적으로 수분만 증발시키고 2차 부숙시설이 없음. 대부분의 농가가 비료 생산업자에게 톱밥 구입가격 이하로 처분하고 있는 실정임.
- 하우스 건조는 분뇨 건조장으로 시설을 설치하고 효율적으로 관리를 해야함. 그러나 관리가 제대로 이루어지지 못하여 우기시 수질오염의 원인이 되기도 함. 탈수가 불충분하게 이루어진 상태에서 농가의 퇴비로 공급되어야 하나 그렇지 못한 경우가 많음.

4.2.5. 정화처리

- 정화처리에는 활성오니처리시설, 간이정화조, 톱밥토양여과가 있으나 톱밥토양여과는 매우 드물며, 간이정화조는 방류수질강화로 소규모농가에서는 이용율이 낮아지고 있는 상태임.
- 활성오니처리시설은 운영비가 과다(5000두 규모의 경우 약품값만 월 200만원 정도)하게 소요됨. 활성오니법으로 처리하는데 희석수를 과다하게 사용하고 있으며, 방류수 수질관리가 미흡함.(양축농가의 무지) 시설 운영일지 미비로 사후관리 곤란
- 간이 정화조는 뇨오수 처리시설인 간이정화조를 설치하고 퇴비사는 설치되어 있지 않은 경우가 있음. 분과 뇨가 분리되지 않고 유입되어 처리효율이 낮음. 시설 설치후 관리를 하지 않아 정상가동이 되지 않음. 농가에서 전기료를 아끼기 위해서 폭기시설은 가동하지 않음. 신고대상 젖소 사육농가의 경우 착유실에서 나오는 오수를 처리하기 위하여 간이정화조를 설치하였으나 법규정을 몰라 정상적인 정화조 관리가 되지 못하고 있음.
- 톱밥+토양 여과는 겨울철에 살포장치인 파이프 동결로 인하여 가동을 하지 못하고 분뇨가 여과상 외부로 유출되어 환경오염을 유발함. 톱밥과 토양을 일정한 주기로 교체를 해주어야 하나 인력으로는 불가능하고 중장비를 투입하여야 함. 톱밥, 토양 여과상을 이용하여 뇨오수를 처리하기 위해서는 분과 뇨를 분리할 수 있는 전처리시설이 꼭 필요함. 겨울철에는 정상가동이 어려운 점이 있음.

제 3 장

가축분뇨처리 시설비 및 운영비 분석

1. 가축분뇨 처리 시설비 및 운영비 분석

1.1. 비용산정의 기준

- 농가들이 사용하고 있는 가축분뇨의 처리방법은 여러 가지 유형이 있으며, 같은 유형의 처리방법도 이의 설치, 운영상의 기술 등이 제각기 다른 것이 일반적임. 이에 처리방법을 일정한 유형별로 분류하고 제각기 다른 기술적, 여건적인 사항을 비용의 산출이라는 관점에서 비교를 목적으로 할 때, 비용산출의 항목이나 기술적, 농가의 여건 등을 일반화하기 위한 특별한 기준을 필요로 함.

1.1.1. 시설비 산정의 기준

- 설계비 및 가축분뇨 처리시설에 필요한 법적 요건을 갖추는데 소요되는 전용허가비 등의 비용은 제외함.

- 분뇨의 수집시설 중 스크레퍼는 장비구입비의 비용산정에서 제외함.
- 분뇨처리기계설비 장치를 위한 전기인입비는 비용산정에 포함시킴.
- 오삽, 소형 리어카와 같은 분뇨운반기구는 비용산정 대상에서 제외하였으며, 단, 로다, 포크레인 등 분뇨의 운반 및 혼합에 사용되는 장비는 계산에 포함시킴.
- 구축물이나 기계류의 경우 설치비와 구입비 지수를 이용하여 디플레이트하여 적용함.
- 구축물의 내용년수는 20년을 적용하였으며 그 외에 기계, 기구류는 내구년수 7년을 적용하여 감가상각을 하였고, 단 이의 이자는 계산치 않음.

$$\text{감가상각비} = [\text{구입가} - \text{잔존가액}(\text{구입가의 } 5\%)] / \text{내구년수}$$

1.2.2. 운영비 산정의 기준

- 로다, 포크레인 등 운반 혼합기구의 유류비, 전기료 등은 포함시킴.
- 스크레퍼 등 분뇨수집기구로 분류된 장비의 전기료, 유류대는 포함시킴.
- 특별히 분뇨처리에 추가로 소요되는 인건비는 포함하도록 하였으며, 활성오니법과 같이 운용에 전문인력이 소요되는 경우는 일고 노임 45,000원을 적용하였고, 또한, 인건비 계산시, 분뇨혼합에 필요한 총시간수를 1일 8시간을 기준으로 환산하여 포함시킴.
- 기계 및 구축물 수리비는 제외시킴.

- 톱밥발효돈사에서 톱밥비와 왕겨비는 시설비에서의 기준과 같이 적용함.
- 퇴비의 판매가액은 실제 판매가격과 자가이용분을 시장가치로 평가하여 포함한 수치임.
- 사료에 혼합하여 섭취하여 발효시키는 효소의 경우 사료의 급여량 계산시 축협중앙회의 『축산물생산비조사보고』 결과를 적용함.
- 분뇨처리 방법에 따라서는 사료적 효과나 약제비 절감효과 등 질병에 의한 효과 등이 있다고 알려진 방법이 있는 것도 있으나, 이들의 평가는 제외함.
- 전기료 산정의 경우 산업용 감종을 적용함.

1.2. 가축분뇨 처리시설 및 관련장비의 비용 산정

1.2.1. 가축분뇨 처리시설의 비용 산정

- 가축분뇨 시설투자에 대한 감가상각비를 계산하기 위해서는 시설별 투입금액과 취득후 폐기처분하기까지 유효하게 사용될 수 있는 내용연수가 정해져야 하나, 본 연구에서는 조사대상 농가에서 실제로 사용하는 유효연수의 평균치를 적용하였음.
- 가축분뇨 처리시설의 크기 및 투입금액은 양축농가의 입지적·경영적 여건 및 축종별로 크게 다른 것으로 조사되었음(표 3-1).

표 3-1 축종별 처리시설의 단위면적(㎡)당 투입단가

단위: 원/㎡

	한우	젓소	돼지	닭
퇴비사 (축분저장고)	65,047	122,558	124,194	83,600 ¹⁾
정화조 ¹⁾	126,654	232,600	135,527	-
액비저장고	177,000	164,000 ²⁾	178,000 ²⁾	-

주: 1) 축협중앙회 조사자료를 이용하여 재계산함.

2) 주로 사각베플설치식 시설이며 일부 원형법랑식이 포함되어 있음.

- 퇴비화 방식에 있어서 퇴비사나 축분저장고의 경우는 한우나 젓소의 경우 퇴비사당 면적이 240~510㎡ 정도이고 투자액은 860~3,012만원 정도이나, 돼지 퇴비사의 경우 분뇨혼합으로 321㎡에 발효시설을 갖추고 있어 3,642만원이 투입된 것으로 나타남.
- 정화조의 경우 한우와 젓소는 소규모의 간이정화조시설인 반면 돼지의 정화조는 130㎡로 1,762만원이 투입된 것으로 나타남.
- 액비저장고의 경우 최근 원형법랑식에 대한 관심이 높아지고 있으나, 아직까지는 원형법랑식보다는 사각형태의 콘크리트 구조시설이 많은 것으로 나타남. 한우의 축분저장고당 크기는 30㎡ 소규모로 532만원이 투입되었고, 젓소는 130㎡의 크기에 2,132만원이, 돼지는 140㎡에 2,490만원이 투입된 것으로 조사됨.

○ 시설별 처리시설의 단위면적당 투입단가를 비교해 보면, 축종별로 차이가 나타남.

- 퇴비사 및 축분저장고시설의 경우 한우와 닭에서 단가가 낮게 나타난 것은 한우는 젓소나 돼지에 비해뇨의 배출량도 적고 세정수를 사용할 필요가 없으며, 톱밥우사에서 이미 수분이 어느 정도 조절된 상태로 배

출되어 저장되기 때문에 퇴비사의 깊이가 깊을 필요가 없고, 시공도 복잡하지 않아 토목 및 건축공사비나 노무비, 기타잡비 등의 비용이 적어지기 때문이다.

- 정화조에서 찌소의 단위면적당 단가가 높게 나타난 것은 시설의 규모가 상대적으로 작기 때문이다.
 - 평균규모 : 찌소 20m', 한우 52m', 돼지 130m'
- 액비저장고와 정화조 시설의 경우 축종별로 시설의 방식이 다양하고, 단가의 변이가 커서 축종간 직접적인 비교가 어려워 부분적으로 본 연구 조사치와 축협중앙회 조사치중 기준을 통일하여 계산함.
- 액비저장고 시설의 경우 찌소에서 단위 면적당 단가가 상대적으로 낮게 나타났으나 큰 차이는 보이지 않음. 돼지의 경우 액비저장고 설치시 슬러리 돈사와 셋트로 시설하는 것이 일반적인데, 슬러리돈사를 포함할 경우 단위 면적당 단가는 310,000(사각베플식)~415,000원(원형법랑식) 정도로 조사됨.

1.2.2. 가축분뇨 처리 및 운반장비의 비용 산정

- 가축분뇨 처리 및 운반장비의 비용은 기종별·생산업체별로 크게 차이가 나며, 또한 축종별로 다른 것으로 나타남(표 3-2).
 - 가축분뇨처리에 있어서 주요기종으로 발효건조기의 경우 로터리식 30,000천원, 교반식 37,000천원, 스크류식이 40,000천원으로 동일기종에 있어서도 가동 형태에 따라 다른 것으로 조사됨.
 - 톱밥제조기의 경우 20마력이 11,000천원, 50마력은 18,000천원으로 조사되었고, 스크레퍼의 경우 복식의 경우 3,000천원으로 나타남.
 - 스키드로다의 경우 마력수에 따라 단가가 크게 달라 26마력의 경우 15,000천원에 달하는 것으로 조사됨.

표 3-2 가축분뇨처리 및 운반장비의 내용연수 및 단가 산정

기 종	단위 및 용량	수명 (연수)	단가 (천원)	비 고
축분발효건조기	1대(27.5 HP)	10	30,000	로터리식
	1대(21 HP)	10	37,000	교반식
	1대(20 HP)	10	40,000	스크류식
톱밥제조기	1대(20 HP)	7	11,000	
	1대(50 HP)	7	18,000	
스크래퍼(분뇨제거기)	1대(단식, 1.5 HP)	7	2,800	처리량 150톤/일
	1대(복식, 2 HP)	7	3,000	처리량 150톤/일
펌프	1대(7.5. HP)	5	1,400	크기900×400×500mm
스키드로더	1대(26 HP)	7	15,000	처리량 0.5톤/일
	1대(45 HP)	7	21,450	처리량 0.8톤/일
살포기(퇴비)	1대(35 HP)	8	4,900	처리량11톤/시간
살포기(액비)	1대(35 HP)	6	6,050	살포거리40m
살포차량	1대(5톤)	8	20,000	
경운기	1대	8	1,870	
리어커	1대	5	150	

자료: 한국축산시설환경기계협회, 「축산분뇨처리기 정보 편람」, 1999.

2.2.1. 경종농가를 위한 액비 저장탱크의 비용 산정

- 최근 양축농가와 경종농가를 연계한 액비화사업의 확대와 더불어 쌀 재배농가의 논에 설치되고 있는 액비저장 탱크(덮개포함)의 설치비용은 100톤 규모로 하는 경우 톤당 설치비는 119천원, 200톤의 경우 75천원, 300톤으로 하는 경우가 65천원으로 탱크의 규모가 커질수록 설치비용이 줄어드나 관리 효율성 측면에서 200톤 탱크의 설치가 추천되고 있음(표 3-3).

표 3-3 액비화 시스템 설치비용(탱크용량 톤당 기준)

항 목	액 비 저 장 탱 크 규 모		
	100톤	200톤	300톤
재료비	68,402	40,848	37,217
노무비	35,809	23,332	20,056
- 직접노무비	31,467	20,502	19,643
- 간접노무비 ¹⁾	4,382	2,829	2,432
경비	8,438	5,210	4,636
- 안전관리비 ²⁾	2,477	1,526	1,360
- 기타경비 ³⁾	5,961	3,684	3,276
순공사비	112,649	69,389	61,909
일반관리비 ⁴⁾	6,351	4,100	3,424
총설치비	119,000	74,780	65,333

주: 1) 간접노무비는 직접노무비의 13.8%를 적용(정부사업단가).

2) 안전관리비는 재료비와 직접노무비를 더한 총액의 2.48%를 적용.

3) 기타경비는 재료비와 직접노무비를 더한 총액의 5.72%를 적용.

4) 일반관리비는 순공사비의 5.89%를 적용함.

2. 축종별 처리시설별 가축분뇨의 처리비용 분석

2.1. 돼지분뇨의 처리비용 분석

- 조사된 양돈농가의 평균규모는 2,007두이며, 두당 평균 시설비는 39 천 원, 운영비는 15.5 천원으로 나타남(표 3-4).
- 퇴비화 방법을 사용하는 양돈농가의 경우 신고대상 규모(750두미만)의 평균시설비(표본수14개)는 비육돈 두당 38천원으로 조사되었으며, 허가 대상규모(750두이상)는 42천원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 두당 시

표 3-4 돼지분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비

처리시설		규모 (두)	시설비(원)				운영비(원)					퇴비 수입
			시설	기계	운반	계	감가 상각	노력	수분 조절	경상 비등	계	
퇴비화	신고	534	16,000	16,000	6,000	38,000	3,447	6,935	3,298	3,978	17,688	4,268
	허가	2,896	21,000	18,000	3,000	42,000	3,840	4,062	4,033	1,281	13,215	3,363
퇴비+ 액비화	신고	426	37,000	6,000	6,000	49,000	3,398	9,121	12,776	1,068	26,363	861
	허가	2,482	21,000	14,000	2,000	37,000	3,142	2,629	9,894	2,660	18,325	2,309
퇴비+정화	허가	2,260	24,000	14,000	2,000	40,000	3,148	2,267	3,819	2,736	11,970	4,984
액비화	허가	1,733	19,000	3,000	2,000	24,000	1,562	1,526	231	2,960	6,281	69
액비+ 건조	신고	465	8,000	3,000	10,000	21,000	2,205	3,708	0	2,217	8,131	0
	허가	1,175	21,000	15,000	6,000	42,000	3,895	1,729	7,428	5,080	26,263	306
평 균		2,007	22,000	14,000	4,000	39,000	3,325	3,911	5,976	2,331	15,542	2,723
표준편차		2,690	24,000	13,800	3,800	33,100	2,600	4,921	8,723	2,400	10,329	2,677

설비도 커지는 것으로 나타남. 운영비는 신고대상이 두당 17,688원이며, 허가대상이 13,215원으로 나타나, 규모가 커짐에 따라 운영비는 감소하는 것으로 나타남.

- 퇴비화와 액비화 방법을 병행하여 돈분뇨를 처리하는 농가의 경우 신고대상규모에서 시설비가 두당 49천원으로 나타났으며, 허가대상 규모에서는 37천원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 시설비는 감소하는 것으로 나타났음. 운영비는 신고대상규모가 두당 26,363원으로, 허가대상규모가 두당 18,325원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 운영비도 감소하는 것으로 나타남. 퇴비화와 정화방류를 병행하여 돈분뇨를 처리하는 농가는 대부분 허가대상 규모의 농가이며, 두당 시설비는 40천원으로 나타났으며, 운영비는 두당 11,970원으로 나타남.

- 순수하게 액비화 방법으로 돈분뇨를 처리하는 농가는 대부분 허가대상

규모의 농가이며, 두당 시설비는 24천원으로 나타났으며, 운영비는 6,281원으로 나타남. 그리고 액비화와 건조법을 병행하여 실시하는 경우 신고대상규모의 시설비는 21천원으로 나타났으며, 운영비는 8,131원으로 나타남. 그리고 허가대상규모농가의 시설비는 42천원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 두당시설비도 커지는 것으로 나타났으며, 운영비는 26,263원으로 나타나 운영비도 규모가 커짐에 따라 커지는 것으로 나타남.

- 종합적으로 보면, 신고규모의 경우 시설비와 운영비 면에서 모두 액비+건조처리가 가장 낮고, 퇴비+액비처리체계가 비교적 높게 나타남. 허가규모시설비의 경우 액비화 방법이 가장 낮고 퇴비화나 액비+건조방법이 비교적 높게 나타남. 운영비의 경우도 액비화 방법이 가장 낮은 반면, 액비+건조, 퇴비+액비 처리체계는 비교적 높게 나타남.
- 현재 적용하고 있는 시설비 기준단가는 출하두당 43,000원으로 조사치의 전체 평균 39,000원에 비해 다소 높지만, 양돈의 분뇨를 처리하는 일반적인 시설인 퇴비화와 퇴비화+액비화의 평균은 42,000원으로 나타나 현행 지원단가와 큰 차이를 나타내지 않음.

2.2. 젖소분뇨의 처리비용 분석

- 조사된 젖소농가의 평균상시사육규모는 60두이며, 상시사육 두당 평균 시설비는 492천원, 운영비는 173천원으로 나타남(표 3-5).
- 퇴비화 방법을 사용하는 젖소농가의 경우 신고대상 규모(75두 미만)의 두당 평균시설비는 434천원으로 조사되었으며, 허가대상규모(75두 이상)는 436천원으로 나타남. 운영비는 신고대상이 두당 165,903원이며, 허가대상이 150,538원으로 나타남.

표 3-5 젖소분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비

처리시설		규모 (두)	시설비(원)				운영비(원)					퇴비 수입
			시설	기계	운반	계	감가 상각	노력	수분 조절	경상 비등	계	
퇴비화	신고	50	208,000	88,000	139,000	434,000	39,742	35,271	77,808	13,081	165,903	120,202
	허가	95	106,000	154,000	176,000	436,000	49,451	31,254	118,939	6,521	101,690	11,608
액비화	신고	47	247,000	270,000	441,000	958,000	104,817	20,599	0	25,120	150,538	262,561
퇴비+ 액비화	신고	63	202,000	170,000	125,000	497,000	50,195	39,223	12,857	25,979	128,201	146,896
	허가	100	180,000	70,000	50,000	300,000	26,701	12,825	240,000	6,720	286,246	96,000
퇴비+ 건조	신고	53	51,000	236,000	288,000	574,000	72,703	78,750	84,133	5,333	240,920	76,133
평 균		60	198,834	129,300	164,356	492,490	48,500	37,844	74,690	12,369	173,403	120,385
표준편차		22	168,209	132,836	186,163	275,353	32,778	36,662	85,656	18,333	94,688	115,091

- 퇴비화와 액비화 방법을 병행하여 젖소분뇨를 처리하는 농가의 경우 신고대상규모에서 시설비가 두당 497,000원으로 나타났으며, 허가대상 규모에서는 300,000원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 시설비는 감소하는 것으로 나타났음. 운영비는 신고대상규모가 두당 128,261원으로, 허가대상규모가 두당 286,246원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 운영비는 증가하는 것으로 나타남. 퇴비화와 건조법을 병행하여 젖소분뇨를 처리하는 농가는 대부분 신고대상 규모의 농가이며, 두당 시설비는 574,000원으로 나타났고, 운영비는 두당 240,920원으로 나타남.
- 순수하게 액비화 방법으로 젖소분뇨를 처리하는 농가는 대부분 신고대상 규모의 농가이며, 두당 시설비는 958,000원으로 나타났으며, 운영비는 150,538원으로 나타남. 운영비에 액비 판매수입을 고려하면 오히려 흑자를 보고 있었음.
- 종합적으로 보면, 신고규모의 경우 시설비면에서 퇴비화가 상대적으로

낮게 나타났으며, 운영비면에서는 액비화가 가장 낮게 나타남. 반면, 퇴비+액비 처리체계는 시설비와 운영비가 모두 높게 나타남. 허가규모의 경우 시설면에서 퇴비화 방법보다 퇴비+액비 처리체계보다 비용이 적게 소요되지만 운영비면에서는 퇴비화방법이 경제적인 것으로 나타남.

- 현재 적용하고 있는 시설비 기준단가는 상시사육두수 두당 396,000원으로 조사치의 전체 평균 492,490원에 비해 13% 정도 낮은 수준으로 나타났지만, 젓소의 분뇨를 처리하는 일반적인 시설인 퇴비화와 퇴비화+액비화의 평균은 416,750원으로 나타나 현행 지원단가에 비해 5.2% 정도 높음.

2.3. 한우분뇨의 처리비용 분석

- 조사된 한우농가의 평균 상시사육 규모는 107두이며, 두당 평균 시설비는 357천원, 운영비는 143천원으로 나타남(표 3-6).
- 한우농가의 분뇨처리는 대부분 퇴비화하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 농가에 따라 정화 또는 건조법을 병행하여 실시하고 있음. 퇴비화 방법

표 3-6 한우분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비

처리시설		규모 (두)	시설비(원)				운영비(원)					퇴비 수입
			시설	기계	운반	계	감가 상각비	노력비	수분 조절	경상 비등	계	
퇴비화	신고	53	151,000	158,000	146,000	454,000	47,949	44,742	49,383	10,074	152,148	46,448
	허가	154	103,000	89,000	75,000	268,000	27,665	30,381	56,911	8,846	123,802	46,454
퇴비+ 정화	신고	65	146,000	0	37,000	182,000	11,419	19,253	78,265	0	108,937	46,617
	허가	240	128,000	0	77,000	206,000	16,476	20,291	23,964	0	60,730	37,545
퇴비+ 건조화	허가	127	154,000	272,000	85,000	512,000	60,397	190,528	40,449	8,398	82,772	58,649
평 균		107	126,000	119,000	112,000	357,000	37,499	44,966	52,190	8,459	143,113	45,552
표준편차		87	117,000	175,000	161,000	309,000	37533	84,712	50,146	22,442	117,918	44,288

을 사용하는 한우농가의 경우 신고대상 규모(75두 미만)의 두당 평균시설비는 454,000원으로 조사되었으며, 허가대상규모(75두 이상)는 268,000원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 두당 시설비는 감소하는 것으로 나타남. 운영비는 신고대상이 두당 152,148원이며, 허가대상이 123,802원으로 나타나, 규모가 커짐에 따라 운영비도 감소하는 것으로 나타남.

- 분은 퇴비화하고뇨는 정화방류하는 방법으로 처리하는 농가의 경우, 신고대상 규모에서 시설비가 두당 182,000원으로 나타났으며, 허가대상 규모에서는 206,000원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 시설비가 커지는 것으로 나타났음. 운영비는 신고대상규모가 두당 108,937원으로, 허가대상규모가 두당 60,730원으로 나타나 규모가 커짐에 따라 운영비는 감소하는 것으로 나타남. 퇴비화와 건조법을 병행하여 한우분뇨를 처리하는 농가의 두당 시설비는 512,000원으로 나타났으며, 운영비는 두당 82,772원으로 나타남.
- 종합적으로 보면, 신고규모의 경우 분과뇨를 분리하여 퇴비화+정화처리하는 체계는 분과뇨를 혼합하여 퇴비화하는 방법보다 시설비와 운영비 면에서 모두 크게 낮게 나타났으며, 허가규모의 경우도 같은 양상을 보임. 퇴비+건조의 처리체계는 시설비 면에서 가장 높지만 운영비 면에서 비교적 낮게 나타남.
- 현재 적용하고 있는 시설비 기준단가는 상시사육두수 두당 360,000원으로, 본 조사의 전체 평균 357,000원, 한우의 분뇨를 처리하는 일반적인 시설인 퇴비화 시설의 평균 361,000원에 근접한 수준으로 나타남.

2.4. 양계분뇨의 처리비용 분석

- 조사된 양계농가의 평균규모는 30,000수이며, 두당 평균 시설비는 2,500원

표 3-7 양계분뇨의 처리방법별 두당 처리 시설비 및 운영비

처리시설	규모 (수)	시설비(원)				운영비(원)					퇴비 수입
		시설	기계	운반	계	감가 상각	노력비	수분 조절	경상 비등	계	
퇴비화	28,333	1,400	900	500	3,000	270	98	290	169	827	641
건조화	33,333	900	300	100	1,200	94	100	38	156	389	885
평 균	30,000	1,300	800	400	2,500	212	99	206	164	680	722
표준편차	10,606	1,200	800	400	1,700	160	65	205	62	351	466

운영비 평균은 680원으로 나타남. 운영비에 퇴비판매수입을 고려하면 약간의 흑자가 발생하는 것으로 나타남(표 3-7).

- 양계농가의 분뇨처리는 대부분 퇴비화하거나 건조시켜 판매하거나 자가 살포용으로 사용함. 퇴비화 방법을 사용하는 양계농가의 두당 평균시설비는 3,000원으로 조사되었으며, 운영비는 827원으로 나타났고, 건조시키는 방법을 이용하는 양계농가의 두당 시설비는 1,200원으로 나타났으며, 운영비는 389원으로 나타남.
- 현재 적용하고 있는 시설비 기준단가는 수당 평사 2,100원, 케이지사 3,400원으로, 평균적으로 볼 때 2,700원 정도인데, 본 조사의 수당 시설비 평균치인 2,500원과 비교할 때 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타남.

2.5. 가축분뇨 처리의 규모의 경제성 분석

2.5.1. 양돈

- 분뇨처리방법 또는 체계의 선택 즉, 시설투자에 관한 효율성을 검토함에 있어 그 수익성이 중요함. 그런데, 가축분뇨처리에 있어서의 투자에 관

해서는 수익이 정(+)인 경우는 매우 드물며 부(-)의 경우(즉, 비용)가 많음. 수익이 정이라고 할지라도 매우 낮은 경우가 많음. 이러한 점에서 일반적인 투자의 경우와 차이가 있고, 특히, 축산농가가 직면한 경영의 부조건, 특히 농장 주위의 조건이나 강한 규제는 때때로 과잉투자를 초래하기도 함.

- 분석에 있어서 이러한 모든 조건을 고려하기란 매우 어려우므로, 투자의 효율성과 비용함수 분석에 있어서는 이상과 같은 외부조건을 주어진 것으로 가정함. 즉, 지역의 여건에 따라 퇴비의 판매정도가 다르고 퇴비 가격의 수준도 달라 이하의 분석에서는 퇴비 판매수입 부분을 제외하고 순수비용 부분만을 대상으로 계산토록 함. 한편, 과잉 투자된 부분은 가능한 한 제외하도록 하였음(예를 들면, 현재 사용하고 있지 않은 것 등).
- 가축분뇨처리의 경제성을 논할 때 가장 관심을 가지는 부분이 규모의 경제성 존재여부임. 만일 규모의 경제성이 존재하는 경우 대규모 처리가 유리할 것이며, 현재의 구조개선 정책의 방향과도 조화될 수 있을 것임. 또한 공동처리의 진전도 예상할 수 있음.
- 무라타(村田)는 축산경영(특히 양돈)에 있어서 비용함수의 형태에 대하여 영세양돈단계(소규모), 농가양돈단계(중규모), 기업양돈단계(대규모)로 나누어, 각 규모 단계마다 최소비용규모가 존재한다는 점을 지적한 모델을 제시함¹⁾. 즉, 중소규모에서는 규모가 커질수록 단위당 분뇨처리 비용이 상승하며 대규모 구간에서는 적어지는 모델을 제시함.

1) 村田富夫, “養豚經營”, 磯部秀俊編, 「新編畜産經營學」, 恒星社厚生閣, 1974, p. 157

○ 이 연구에서는 무라타 모델을 적용하여 단계적 비용함수를 추정코자 함. 분석방법으로는 선형 스푼라인 분석(linear spool-line analysis)을 이용함. 이 모델을 적용한 이유는 무라타 모델과 같이 규모단계별로 다른 함수의 형태로 표현하는 데 효과적인 방법이기 때문이며, 아울러 손익분기점 분석과 관련하여 경영의 현실을 잘 반영할 수 있을 것으로 판단되기 때문임.

○ 모형의 구조는 다음과 같음.

$$TC = \alpha + \beta H + \gamma I + \delta J$$

$$\text{단, } H = A D1 + B \times G$$

$$I = C \times D2 + E \times D3$$

$$J = F \times D3$$

$$A = (X_t - X_0), X_0 = 0$$

$$B = X_1 - X_0$$

$$G = D2 + D3$$

$$C = X_t - X_1$$

$$E = X_2 - X_1$$

$$F = X_t - X_2$$

$D1, D2, D3$ 는 더미변수이며,

만일, $X_1 \leq X_t < X_2$ 이면, $D1 = 1$, 그 이외는 0

$X_2 \leq X_t < X_3$ 이면, $D2 = 1$, 그 이외는 0

$X_3 \leq X_t$ 이면, $D3 = 1$, 그 이외는 0

○ 추정된 비용함수식은 다음과 같음

$$TC = 19755739 \quad 41097.39 \text{ H} + 81365.95 \text{ I} + 7500.085 \text{ J}$$

$$(0.431) \quad (0.551) \quad (3.440) \quad (2.227)$$

$$R^2 = 0.67$$

○ 따라서,

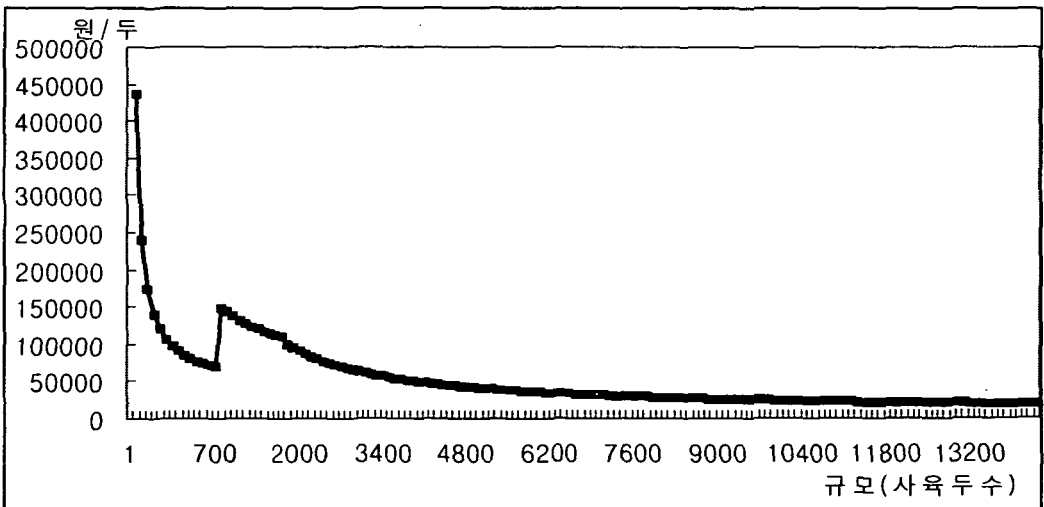
$X1 \leq Xt < X2$ 에서의 선형함수식은 $TC=19755739+41097.39 \text{ } Xt$

$X2 \leq Xt < X3$ 에서의 선형함수식은 $TC=50578489+81365.95 \text{ } Xt$

$X3 \leq Xt$ 에서의 선형함수식은 $TC=166214449+7500.085 \text{ } Xt$ 이 됨.

○ 분석결과 무라타가 제시한 모델은 우리나라의 양돈부문에 적용되는 것으로 분석되며, 750두($X1 \leq Xt < X2$) 이하의 소규모에서는 규모의 경제성이 나타나지만, 750두 이상 1,800두 규모($X2 \leq Xt < X3$)에서는 오히려 그 이하의 규모보다 높게 나타났으며, 1800두 이상 규모($X3 \leq Xt$)에서는 규모의 경제성이 나타남(그림 3-1).

그림 3-1 돼지 분뇨처리 스폴라인 비용함수의 계측결과



- 돼지 분뇨의 처리비용은 소규모에서 최저 69,000원, 중규모에서 최저 100,000원(1,800두), 대규모에서 소규모의 최저치인 69,000원 수준에 달하는 규모는 2,700두 규모인 것으로 나타났으며, 11,000두 규모에서 양돈분뇨의 처리비용이 두당 22,600원으로 나타나 효율적인 규모인 것으로 판단됨. 현실적으로 최대로 절감 가능한 두당 처리비용은 18,000원(15,000두)까지인 것으로 분석됨.

2.5.2 낙농

- 추정된 비용함수식은 다음과 같음.

$$TC = 2551982 + 107411.9 H + 23770.8 I + 58764.1 J$$

$$(0.338) \quad (0.645) \quad (3.308) \quad (3.106)$$

$$R^2 = 0.61$$

- 따라서

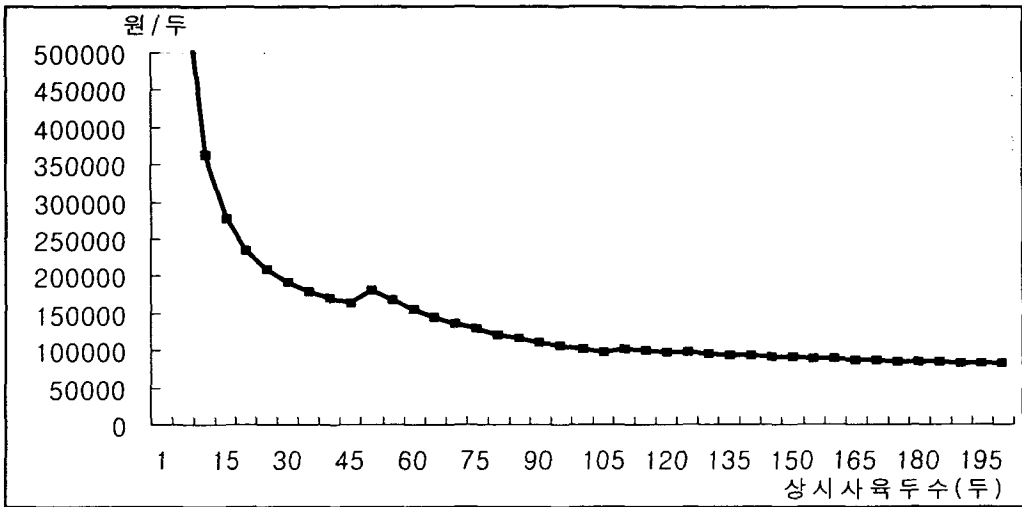
$X1 \leq X_t < X2$ 에서의 선형함수식은 $TC=2551982+107411.9 X_t$

$X2 \leq X_t < X3$ 에서의 선형함수식은 $TC=7922577+23770.8 X_t$

$X3 \leq X_t$ 에서의 선형함수식은 $TC=4810208+58764.1 X_t$ 이 됨.

- 분석결과 무라타가 제시한 모델은 낙농에는 적용되지 않는 것으로 분석되며, 50두($X1 \leq X_t < X2$) 이하의 소규모에서는 규모의 경제성이 나타나고, 50두 이상 55두 규모에서는 다소 높아지지만 55두 이상에서는 규모의 경제성이 나타남. 전체적으로 볼 때 젖소의 분뇨처리에서는 규모의 경제성이 나타나는 것으로 판단됨(그림 3-2).

그림 3-2 젖소 분뇨처리 스폴라인 비용함수의 계측결과



- 젖소분뇨의 처리비용은 소규모에서 최저 164,000원(50두), 중규모에서 최저 106,000원(95두), 대규모에서는 현실적으로 200두 규모에서 젖소분뇨의 처리비용이 두당 82,000원으로 나타남.

2.5.3. 한육우

- 추정된 비용함수식은 다음과 같음.

$$TC = 990923.8 + 12869.38 H + 16940.46 I + 22250.78 J$$

(0.132) (0.760) (2.374) (6.423)

$$R^2 = 0.71$$

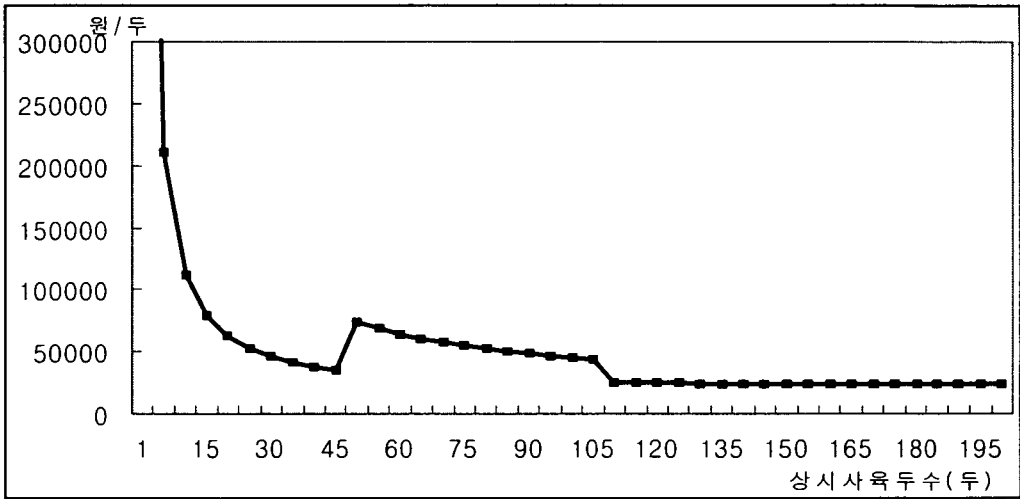
- 따라서

$X1 \leq X_t < X2$ 에서의 선형함수식은 $TC=990923.8+12869.38 X_t$

$X2 \leq X_t < X3$ 에서의 선형함수식은 $TC=2854774.4+16940.46 X_t$

$X3 \leq X_t$ 에서의 선형함수식은 $TC=2856574.4+22250.78 X_t$ 이 됨.

그림 3-3 한육우 분뇨처리 스포라인 비용함수의 계측결과



- 분석결과 무라타가 제시한 모델은 한육우에서도 적용되는 것으로 분석되며(그림 3-3 참조), 50두($X_1 \leq X_t < X_2$) 이하의 소규모에서는 규모의 경제성이 나타나고, 50두 이상 규모에서는 다소 높아지며 이후부터 규모의 경제성이 나타남. 전체적으로 볼 때 한육우의 분뇨처리에서는 신고규모에서 낮은 비용으로 처리 가능하지만, 허가규모가 되면 275두 규모까지는 신고규모의 최소 비용치에 비해 높게 나타남.
- 한육우 분뇨의 처리비용은 소규모에서 최저 32,700원(50두), 중규모에서 최저 48,000원(110두), 대규모에서는 현실적으로 275두 규모에서 소규모의 최소치인 48,000원, 이후 비용이 감소하여 최저 31,000원 정도의 처리 비용이 소요되는 것으로 나타남.

제 4 장

가축분뇨처리시설투자 및 운영 개선방안

1. 시설투자 개선방안

- 축산단지 조성을 통한 개별 농가의 공동처리 기준 완화
 - 단지조성 조건인 한우 3농가 이상, 양돈 5농가 이상 등을 철폐
 - 2농가 이상 협동으로 개별처리 할 경우에도 공동처리 기준을 적용할 수 있도록 공동처리의 단위조건 완화
- 축분처리 시설지원 기준을 규모별 세분화
 - 현재 축분뇨처리 규제 규모대상 구분이 규제미만, 신고대상, 허가대상으로 나누어져 있으나 최근 축산규모가 대규모화됨에 따라 현행의 규제규모를 더욱 세분화하여 시설비 지원단가 적용
- 시설비 지원이 상시 사육두수(축사면적)에서 효율적인 처리시설 규모를 기준으로 지원

- 현행 가축분뇨처리시설비 지원기준이 현행 축사면적(상시사육두수)을 기준으로 지원하고 있으나 장기적으로는 처리시설별 축종별로 효율적인 처리규모를 기준으로 지원

2. 운영 개선방안

- 퇴비화 시설의 운영을 활성화하기 위해서는 축분퇴비 유통 활성화
 - 축협이 축분퇴비 유통센타의 설립운영 활성화
 - 축산농가와 경종농가의 연계 강화
- 액비화 시설의 운영을 활성화하기 위해서는 액비살포 면적 확보 및 액비 유통의 활성화
 - 조사료 생산 지원시 액비시비와 연계하여 지원
 - 사료포, 답리작의 개발 지원
 - 경종농가의 액비 시비에 따른 인센티브 적용
- 정화방류시설의 효율적인 운영을 위해서는 축사에서 반드시 분과뇨를 분리하고, 처리시설의 용량을 초과하지 않는 범위 내에서 적절하게 운영하고, 반드시 전처리 또는 후처리 과정을 거치도록 해야 함.

3. 제도 개선방안

- 가축분뇨처리 시설자금 지원금리 인하 및 상환기간 연장
 - 현행 5%에서 선진국의 2-3%수준으로 하향 조정하고 거치 및 상환기간

기간도 축분처리시설의 내용연수와 비슷하게 설정할 필요가 있음.

○ 퇴비·액비살포 기준 교육 및 보급

- 기 작성된 퇴비 및 액비 살포 기준을 농가에 보급하기 위해 교육을 철저히 할 필요가 있음.
- 작목별 퇴비액비의 시비량 및 성분분석, 효과를 반드시 표기하여 유통하도록 해야 할 것임.

○ 가축분뇨 자원화의 활성화를 위한 지역단위의 축산농가와 경종농가의 리사이클링 연계 프로그램 개발 및 지원

- 가축분뇨의 효율적인 처리 및 토양의 산성화 방지 및 지력회복

○ 축분비료의 생산 또는 공급상의 문제점

- 1) 축분비료 공장의 적자가 누적되고 있음. 적자 누적의 이유는 축분을 수거하고 비료를 운송하는데 소요되는 비용이 많이 드는 데다가 외환위기 이후 유가마저 인상되어 유류비 부담이 커졌으며, 공장가동율이 낮아 고정비마저 크기 때문임. 뿐만 아니라, 축사에서부터 분과 뇨가 혼합된 상태로 수거되는 양이 많기 때문에 톱밥 등 수분조절재 비용도 많이 소요됨. 축분비료의 계절적 수요에 따른 재고부담 비용도 무시할 수 없는 수준임. 이외에, 현재 농협이 흙 살리기 운동 차원에서 추진하고 있는 축분비료의 수매단가가 생산비 이하에서 책정되어, 여기서 발생하는 손실이 경영적자의 한 요인이 됨.
- 2) 축분비료 판매상 애로가 있음. 전국에 산재되어 있는 경종농가와 생산공장간 연계가 원활하지 못하여, 축분비료공장이 판매망을 스스로 확보하는데 제약이 있고, 난립되어 있는 소규모 불법 퇴비제조공장에서 제조되어 싼값으로 판매되는 불량부산물비료에 가격경쟁에서 뒤짐.

- 3) 품질관리상의 문제임. 축분비료는 부산물비료의 일종으로 비료관리법상 비료에 함유되어 있는 유기질 대 질소비율과 수분함유량 만을 규정하고 있기 때문에, 이 비율을 맞추기 위해 불량 원료를 사용하는 일이 발생하기도 하며, 품질검사 없이 그대로 출고되는 경우 또한 비일비재함. 한편, 적정시비기준 없이 출고되기 때문에 농가가 사용하는 데 어려움을 겪는 문제도 있음.

○ 축분비료 수요측면의 문제점

- 1) 가격이 타 비료에 비해 비쌈.
- 2) 농작물 피해 등으로 품질에 대해 불신하고 있음.
- 3) 시비에 있어 노동력이 과다하게 소요된다는 사용상의 문제가 제기되고 있음.

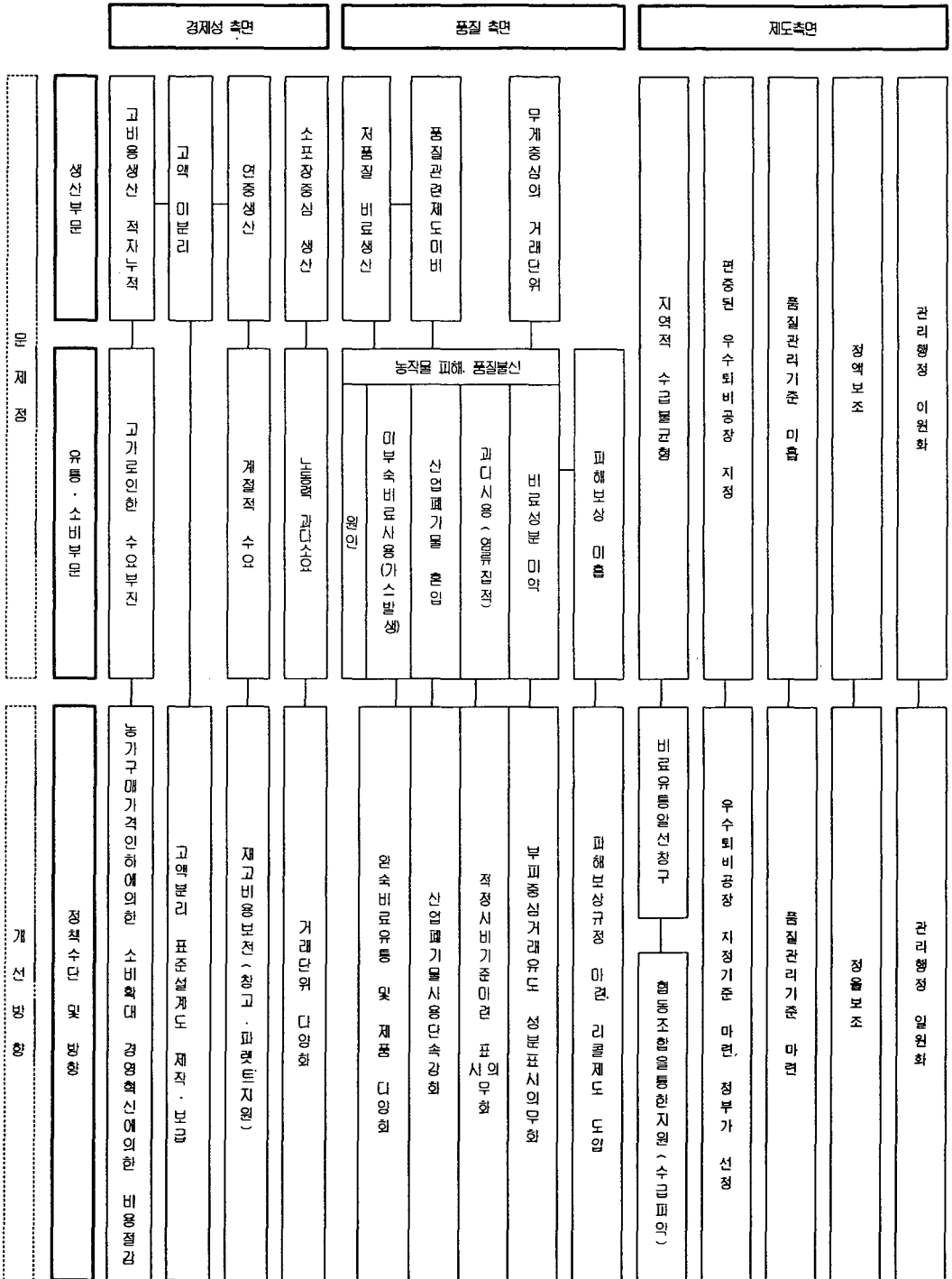
○ 제도상의 문제점

- 1) 축분비료 보조방법의 개선 필요
- 2) 공정한 우수퇴비공장의 지정 필요
- 3) 피해보상규정의 마련 필요

○ 축분 퇴비화 정책의 기본방향

- 생산측면, 수요측면, 제도측면의 세 측면의 문제점들을 종합적으로 볼 때, 축분비료 생산 및 이용 활성화를 위해서는
 - 1) 생산비가 절감되어야 하며
 - 2) 수요자(경종농가)의 구매가격이 낮아져야 하고
 - 3) 철저한 품질관리가 이루어져야 하며
 - 4) 제도적 개선이 필요함.

그림 4-1 축분비료 생산 및 이용의 문제점과 개선방향



- 따라서, 축분비료 생산 및 이용 활성화의 기본방향은
 - 1) 경영혁신을 통한 생산비 절감
 - 2) 농가구매가격 인하를 통한 축분비료 소비 확대
 - 3) 철저한 품질관리를 통한 소비자 신뢰도 제고
 - 4) 제도적 지원체계의 확립으로 설정되어야 함.

- 이러한 기본방향 하에서, 각 부문에서 나타난 문제들을 경제성측면, 품질측면, 그리고 제도측면으로 나누어 정리한 후, 생산부문에서 나타난 문제점과 관련된 수요부문의 문제점, 그리고 양 부문의 문제를 동시에 해결하기 위한 정책 수단 혹은 개선방향을 연계하여 종합적으로 본 것이 <그림 4-1>임.

- 경제성 측면에서 생산부문에서 축분비료의 고비용 생산으로 인한 경영적자 때문에 생산자입장에서는 비싼 가격에 팔 수밖에 없고, 이는 축분비료의 수요측면에서 가격이 높다는 문제와 연계됨. 이를 해결하기 위해서는 수요자 구매가격 인하를 통한 소비확대라는 정책방향이 성립할 수밖에 없음. 또한, 부분적인 문제이기는 하지만, 생산비를 절감하기 위한 방법 중의 하나로 축사에서부터 분과 뇨(고액)를 분리하여 수분조절재의 사용량을 줄여야 하는데, 이에 대한 지원책으로는 축사표준설계도를 보급하는 방안을 찾을 수 있을 것임.

빈

면

제 2 부

효과적인 가축분뇨 처리방법의 선택

빈

면

1. 가축분뇨 처리에 있어서 제약

- 가축의 분뇨로 초래되는 외부 불경제 때문에 각종 제도적인 제약이 있음. 수질오염 방지법이 그 대표적인 예임. 그렇지만, 반드시 제약이 아닌 제약에 의한 보조나 융자 등의 제도도 있음. 경영내적인 제약으로는 가축분뇨처리방법의 기술적 적용조건 즉, 기술적 제약과 경제적 제약이 있음. 지역적 그리고 입지적 조건에 따라 그 처리방법 또는 체계는 상이해지며, 축사구조에 따라서도 달라짐.
- 경영은 가축분뇨처리문제에 관한 환경적 영향의 대소에 의해 분뇨의 처리를 어디까지 할 것인가를 결정함. 이 결정은 분과 뇨를 분리하여 처리할 것인가 아니면 혼합하여 처리할 것인가 하는 의사결정에 영향을 미치게 됨. 아울러, 처리방법이나 체계를 선택할 때에도 수분조절재(톱밥 등) 등의 공급조건 등을 비롯하여 지역적 조건, 제도적 제약, 기술적 제약조건까지 생각하여 경제성을 고려하게 됨.
- 축산농가가 분뇨처리방법 또는 처리체계를 선택할 때 이상과 같은 각종 제약하에서 자기가 가지고 있는 토지의 면적이나 자본액, 퇴비 판매가능성, 수익성 등 그 경제성을 고려하여 선택하게 됨. 축산농가의 입장에서 주어진 조건하에서 고려할 수 있는 처리방법 또는 처리체계는 극히 제한된 숫자 내에서 선택하게 됨. 이 때도 분뇨처리의 적정규모와 경영관리의 적정규모와의 차가 발생하기 때문에 효율적인 방법이나 체계를 선택하는 데는 더욱 제약이 됨.

1.1. 환경적 제약

- 가축분뇨로 인한 환경오염 때문에 인근 주민의 민원이 빈번하게 발생하

고 있음. 축산 중에서도 양돈에서 가장 심각하게 나타나고 있으며, 그 주요 원인은 수질오염과 악취임.

- 그리고, 최근의 농촌 시가지화, 혼주화의 진전, 환경보전 의식의 고취, 가축 사육규모의 확대 등 환경오염 문제와 연계된 요인이 점점 많아지고 있음. 이러한 경영 외부로 부터의 환경적 요인 때문에 경영의 성장·발전은 크게 제약받게 됨.

1.2 제도적 제약

- 우리나라 공해규제의 원칙은 발생자 부담원칙임. 사업자는 공해방지에 협력할 의무가 있으며, 축산농가도 가축분뇨를 적정하게 처리하도록 의무 지워져 있음.
- 한편, 공해방지에 대한 기본적이고 종합적인 시책의 실시는 국가와 지자체가 담당하여야 할 몫이며, 국가나 지방자치체는 지도사업의 실시 그리고 공동이용시설의 설치·조정을 행함. 이러한 것은 축산환경정책에 있어서도 변함이 없음. 그런데, 가축분뇨의 환경오염 부하량이 타산업의 그것보다 높고, 수익성도 낮기 때문에 기업단위로서의 경영에 압박요인이 되고 있음. 따라서 가축분뇨처리에 관한 제도적 지원은 비교적 많음.
- 그러나 가축분뇨는 유기물을 많이 포함하고 있기 때문에 리사이클 이용을 진전시킬 필요가 있음. 이러한 인식은 환경보전 및 자원의 효율적 이용이라는 국가적 관점뿐만 아니라 경영을 안정화시킨다는 경제적 관점에서도 중요함.
- 이상의 인식으로 우리나라의 축산환경 보전대책도 지역축산농가의 조직

화, 집단화를 통해 축산농가와 경종농가와의 제휴를 촉진하고, 가축분뇨의 효율적 처리를 도모할 수 있도록 추진되고 있음.

1.3. 기술적 제약

- 축산농가는 분뇨처리방법을 선택할 때 분과 뇨를 분리하여 처리할 것인지 아니면 혼합하여 처리할 것인지에 대한 문제에 부딪히게 됨. 이러한 선택은 다양한 조건이나 제약 하에서 이루어질 것이지만, 어느 방법을 선택하는가에 따라 처리방법도 비용도 크게 차이가 나게 됨.
 - 축사의 구조나 일상 사양관리, 분뇨의 분리여부에 따라 처리하여야 할 용량이 달라짐. 특히 청소수나 음수의 혼입은 처리용량을 크게 좌우함. 또한 발효를 촉진시키기 위해서는 수분조절제가 필요한데, 이를 위해 수분조절제를 사용하면 용량이 커지게 됨. 즉, 같은 방법이라 할지라도 실제 적용하는 방법에 따라 처리비용의 격차는 커질 수밖에 없음.
 - 한편, 분처리방법이나 분뇨 혼합처리방법에서는, 이를 강제 발효하여 퇴비화할 것인가, 건조처리(자연발효)하여 퇴비화할 것인가 두 가지 방법이 있으며, 그 기술적 특성에 따라서도 적용을 위한 조건이 틀려지게 됨. 그 중에서도 관심이 큰 것은 경제성과 관계가 있는 필요경지 면적이나 수분조절제의 필요성 등인데, 방법에 따라 고정비와 변동비가 크게 차이를 나타냄.
- ※ 각종 환경적, 제도적, 기술적, 경제적 제약조건은 퇴비화 방법을 선택하는 의사결정에도 영향을 미침. 다음 <표 II-1>은 주요 분처리 방법을 비교한 것으로, 그 중에서도 퇴비화방법의 특징과 선택의 전제조건을 표시한 것이 아래 <표 II-2>임.

표 II-1 주요 분뇨처리방법의 비교

처리방법			적용조건			이점	문제점
			필수	축종	지역		
액상كم포스트			환원가능경지 확보	주로 낙농	전국	조작 단순, 경비저렴	살포시 유출, 악취
오수정화처리			방류가능지역	주로 양돈	전국	조작 단순	배수기준, 생물처리 는 계절적 제약
건조처리	화력건조		특히 없음	주로 양계	전국	취급간단, 저장성 양호	경비 높고, 악취
	천일건조		햇별이 잘 드는 곳	전축종	온난 지역	처리간단, 경비저렴	경지 많이 필요, 악취, 계절적 제약
퇴비화	퇴적 발효	간이 퇴적	소량 처리, 수분조절 (70%이하)	전축종	전국	경비저렴, 트러블 거의 없음	발효기간 장기, 퇴비품질 불안정
		통기 발효	수분조절 (70%이하)	전축종	전국	시설비 비교적 저렴, 트러블 거의 없음	통기방식에 따라 발효 차이 발생
	교 반 통 기 발효	개방 형발효	수분조절 (70%이하)	전축종	전국	생력화 가능, 단기간 퇴비화, 대량처리가능, 퇴비품질 안정	고장빈번, 생산비 높음, 악취의 우려
		밀폐 형발효	수분조절 (60%이하)	주로 양계	전국	생력화 가능, 단기간 퇴비화, 필요부지 소규모, 위생적, 탈취용이	높은 경비, 악취 유출

표 II-2 퇴비화처리 · 이용방식 선택의 전제조건

검토사항	검토내용	비고
입지, 기후조건	지형, 기후, 온도, 일사량, 강우(설)량, 풍향과 풍량 등	겨울철 기상조건, 특히 천일건조 병행의 경우
사회적 조건	주변의 환경(주택, 기타) 등	특히 악취대책
퇴비 이용계획	연간 필요량과 이용시기, 부숙정도, 이용형태 및 판매 가격 등	봄가을, 완숙도, 판매형 태(벌크 또는 포장)
퇴비 생산계획	퇴비원료의 종류와 형상, 연간처리량, 퇴비의 수분과 품질, 생산량	축종, 수분, 계절성
부자재의 확보	종류와 연간 필요량, 가격, 확보의 난이성, 향후 수 급 · 가격 전망	톱밥, 왕겨등, 잔류물질 의 퇴비이용 여하
시설 및 기계	구조, 기능 및 성능, 취급의 난이도, 내구성 및 가격, 러닝 코스트	생산코스트와 판매가격
노동력과 자금	관리운영체제와 노동력, 투자가능액	생산코스트와 판매가격
생산비	상각비, 수리비, 원료 및 부자재비와 전기료, 인건비 등	판매가격(수지계획)

2. 가축분뇨 처리방법 선택의 전제조건

- 뇨나 분뇨의 혼합물에서 분리된 액체물 또는 축사에서 나온 잉여수 등은 동시에 뇨오수로 저류조를 거쳐 각각 다른 방법을 통해 오니를 제거, 희석(조정, 폭기나 침전 등의 공정)시켜 법적 기준 이하의 농도로 방류 또는 이용함. 또한 남아있는 오니와 고형분은 다른 처리를 거쳐 이용됨.
- 각종 환경적, 제도적, 기술적, 경제적인 제약은 각각의 뇨처리·이용방법을 적용할 때도 영향을 미침. 다음 <표 II-3>과 <표 II-4>는 뇨오수 처리방법 선택의 전제조건과 그 중 뇨오수 정화처리법을 비교한 것임.

표 II-3 주요 뇨오수 처리·이용방법 선택의 전제조건

처리이용방법		액상컴포스트처리	증발·농축처리	정화처리	비고
환경적 제약	입지환경	주변에 주택이 없는 지역	주변에 주택이 없는 지역	특히 없음	악취발생
	적용지역	전국	남부 온난지역	전국	
	환원경지	필요 (성우 1두당 15-40a)	불요 (동기에는 확보 요)	불요(잉여오니 환원경지 확보)	
	처리수의 방류	불요	방류 어려운 지역	방류가능지역	
기술적 제약	주요 대상축종	젖소, 돼지	돼지, 젖소	돼지, 젖소	
	규모조건	소-대규모	소-중규모	중-대규모	소 규모에 서는 비용 커질 우려
	처리수	소량-다량	소량-중량	중량-대량	
	처리노동력	다(특히 살포노동력)	소	다	
	처리기술	특히 없음	특히 없음	운전기술	
	시설면적	소	중-대	소-중	
경제적 제약	시설비	소-중	중-다	다	
	유지관리비	소-중	중-다	다	
문제점		악취대책, 살포시 유출방지(특히 우기)	악취대책, 증발능력향상 (특히 동기)	N,P의 제거, 시설 · 유지비 절감, 잉여오니의 처리	

자료: 上野克美, “牛の糞尿處理方法の選定”, 「畜産の研究」 44(1), 養賢堂, 1990을 수정·보완

표 II-4 주요 뇨오수처리방법의 비교

처리방법		적용규모	처리목표	BOD제거율	필요경지규모	유지관리		건설비용
						기술	비용	
활성오니법		연속식: 대-소	방류	90-95%	소 (산화구법은 중)	어려움	대	대
		회분식: 소-중					중	중-대
생물막법	살수여상법	소-대규모	방류	80-90%	소	중	중	중
	회전원판법	소-대규모	방류	80-90%	소	중	소	중
	접촉산화법	소-대규모	방류	80-90%	소	중	중	중
폭기식 라군법		소-대규모	방류	80-90%	대	쉬움	중	대

자료: 代永道裕, “汚水處理對策の基本”, 「畜産の研究」 44(2), 養賢堂, 1990.2, p.65

- 그러나, 이상과 같은 제약 이외에도 일상 사양관리 방법에 따라서도 처리하여야 할 뇨오수의 양은 크게 달라짐. 즉, 돈사의 바닥이나 분뇨구의 구조, 분뇨의 반출방법, 깔짚의 종류나 사용량 등 분뇨분리의 양호성, 급수기의 구조나 급수기에서부터 흘린 물의 혼입량 정도, 세정수, 빗물의 혼입 등 잉여수의 혼입량, 특히 여름철 돈사내 환경이나 사육밀도 또는 급여 사료와 급여·급수 방법 등의 차이가 처리하여야 할 뇨오수의 양을 크게 좌우하며 처리경비의 차를 가져오게 됨. 따라서, 적절한 가축분뇨 처리방법의 선택, 경영관리방법 개선의 중요성은 강조하지 않을 수 없음.

3. 각종 제약이 경영의사결정에 미치는 영향

- 가축분뇨에 의한 외부 불경제는 다음과 같이 농가의 의사결정에 영향을 미침. 첫째, 폐업하느냐 아니면 계속하느냐? 둘째, 농가의 입지를 이동할 것인가 아니면 분뇨처리장의 입지를 이동할 것인가? 셋째, 분뇨를 처리할 때 개별적으로 처리할 것인가 공동으로 처리할 것인가? 등에 관한

의사결정을 함. 한편, 가축분뇨를 처리하는 데 있어서 내부 불경제는 주로 사양관리방법의 개선에 관한 의사결정에 영향을 미침.

- 제도적, 기술적 제약은 처리의 정도, 처리방법 및 체계뿐만 아니라 자금조달의 가능성까지 분뇨처리에 관련된 매우 광범위한 의사결정에 영향을 미치게 됨. 다양한 처리방법 또는 체계 중에는 제도적, 기술적 제약을 만족시키는 방법 또는 체계는 많지 않음. 농가는 가능한 처리방법 또는 체계를 대상으로 각각의 경제성을 고려하여 선택하게 됨. 물론 각각의 제약조건은 서로 물려있어 선택은 보다 어려워짐. 먼저 환경적 영향과 제약을 고려한 후에 제도적, 기술적 제약을 거쳐 경제성을 따지게 되는 것이 일반적일 것임.

표 II-5 각종 제약이 경영성장·발전을 둘러싼 의사결정에 미치는 영향

(1) 환경적 제약	내적 제약 (내부불경제)	사양관리방법의 개선에 관한 의사결정
	외적 제약 (외부불경제)	주변환경(경지주변인지 또는 주거활동 밀집지역인지)→입지에 관한 의사결정(농장의 입지, 처리장의 입지, 공동처리에 관한 의사결정)
(2) 제도적 제약	법규, 제도, 사업	처리의 정도, 처리체계의 결정, 자금조달의 가능성
(3) 기술적 제약	축사구조 (처리방법과 체계)	분뇨의 분리 또는 혼합처리 ← 환경적 제약
	수분조절재의 공급조건	지역적 조건 또는 경제적 조건 ← 기술적 조건(수분조절재 사용여부의 결정) → 선택된 방법의 제약 → 방법·체계의 선택
	지역적 조건	제도적 제약 → 기술적 제약 → 규모 결정
(4) 경제적 제약 (경제성)	토지, 자본, 판로	투자, 퇴비 판매 가능성(판로) → 수익성 ← 지역적 조건 → 투자를 위한 의사결정의 범위 → 경제성(비용, 수익), 환경적, 제도적, 기술적 이용가능성과 외부로의 영향 → 제약조건 하에서의 투자의 효율성

주: 화살표의 방향은 영향의 방향을 나타냄.

- 이상의 검토로부터 다음과 같은 점을 알 수 있음. 첫째, 환경적 제약 특히, 외적 제약은 주로 경영의 존폐, 입지에 관한 의사결정에 영향을 미치며, 둘째, 제도적 제약은 주로 관련 기술체계의 선택과 자금조달에 관련된 의사결정에 영향을 미침. 셋째, 기술적 제약은 주로 규모와 비용에 관한 의사결정에 넷째, 경제적 제약은 주로 투자와 수익성에 관한 의사결정에 영향을 미친다는 것임.

4. 축종별 · 처리방법 및 체계별 비용 비교

- 축종별 가축분뇨처리에 있어서 규모가 커짐에 따라 두당 처리비용이 대부분 감소하고 있음에 따라 규모의 경제효과가 나타남. 그러나 양돈분뇨처리에 있어 허가대상규모에서 퇴비화와 액비화를 병행하여 처리하는 경우 규모가 커짐에 따라 두당 처리비용이 오히려 증가하고 있는 양상을 보임. 허가대상의 경우 양돈분뇨를 처리하는 데에 있어 규모에 관계없이 액비화하는 것이 비용면에 있어서 효율적이며, 다음은 퇴비화와 정화방류를 병행하는 것이 경제적인 것으로 나타남. 신고대상규모의 경우, 액비화하는 것이 가장 효율적이며, 다음으로 액비화와 건조하는 것이 경제적인 것으로 분석됨.
- 젖소 분뇨처리에서 신고대상규모의 경우 35두미만에서는 퇴비화 하는 것이 가장 효율적이지만 그 이상의 규모에서는 퇴비화와 건조시설을 병행하여 처리하는 것이 경제적인 것으로 분석됨. 허가대상의 경우 퇴비화하는 것이 가장 경제적인 것으로 분석됨. 그리고 한우농가의 신고대상규모(60두 미만)에서는 퇴비화와 정화방류를 병행하여 처리하는 것이 효율적이지만 그 이상 규모에서는 퇴비화 하는 것이 더 경제적인 것으로

분석됨. 허가대상규모에서는 퇴비화 하는 것보다는 퇴비화와 정화방류를 병행하여 처리하는 것이 경제적인 것으로 분석됨. 양계분뇨의 경우 퇴비화하는 것보다 건조시키는 비용면에서 가장 효율적인 것으로 분석됨.

그림 II-1 허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(양돈)

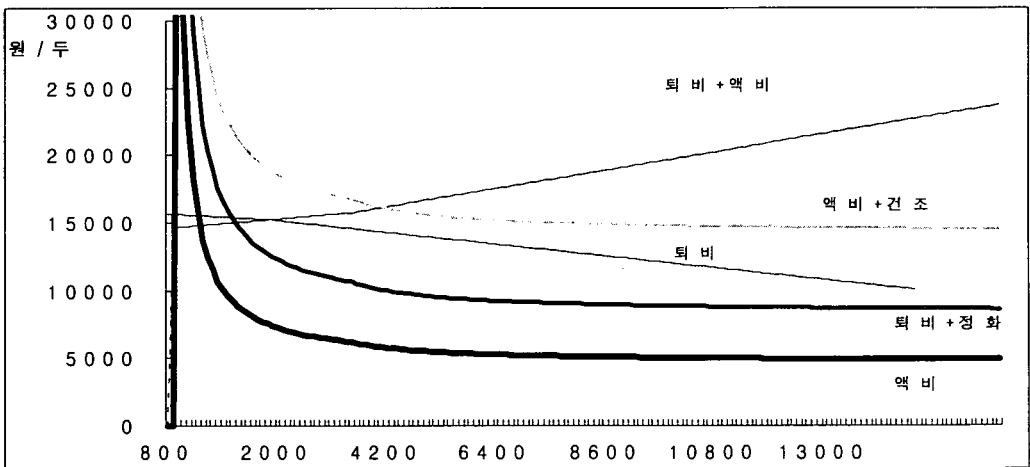


그림 II-2 신고규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(양돈)

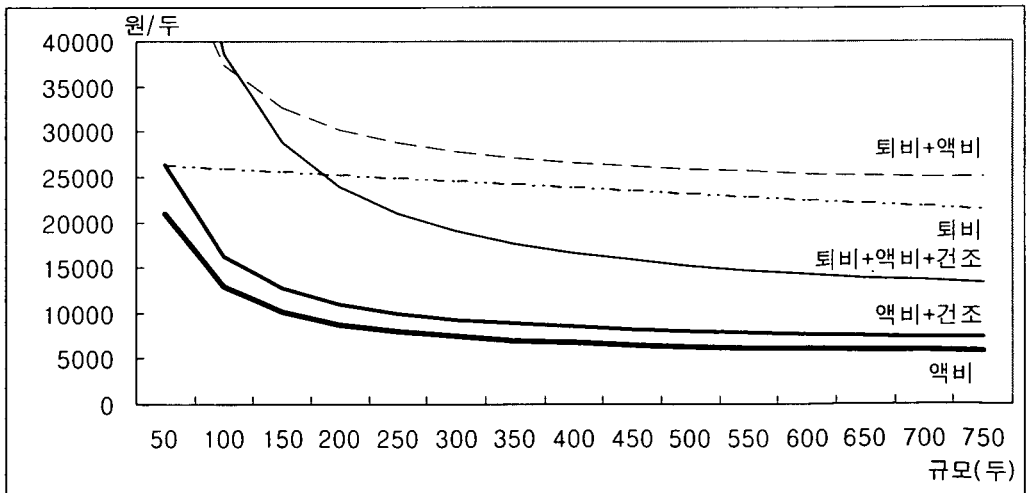


그림 II-3 신고 및 허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(낙농)

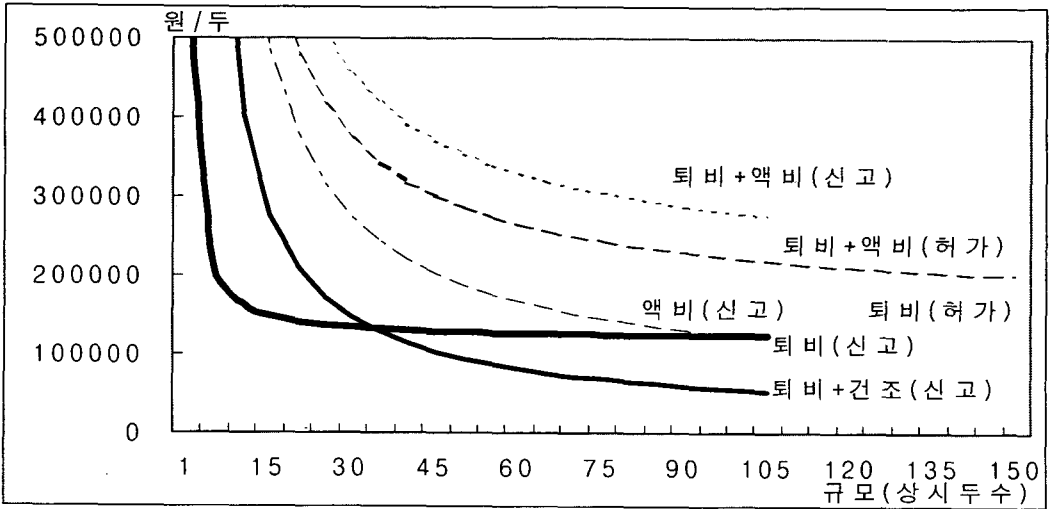
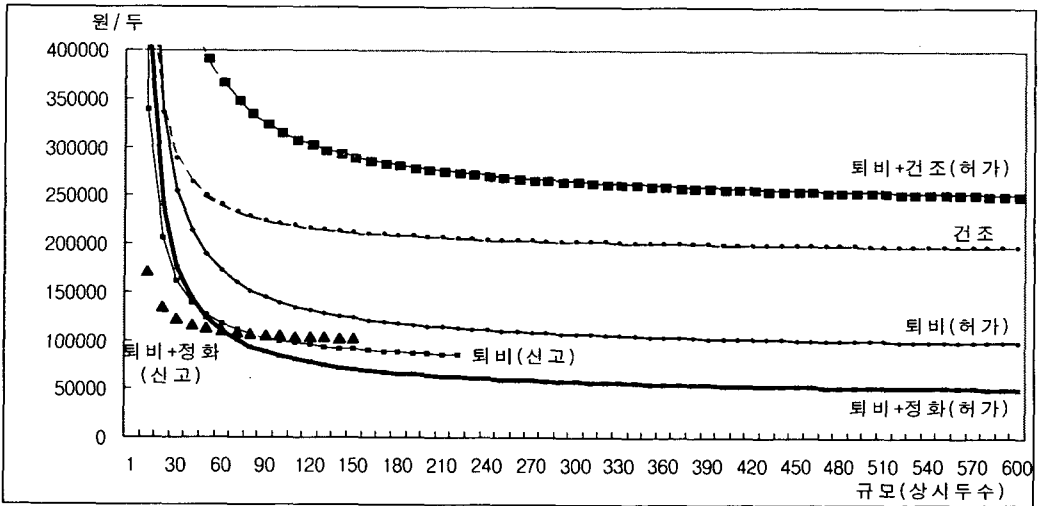
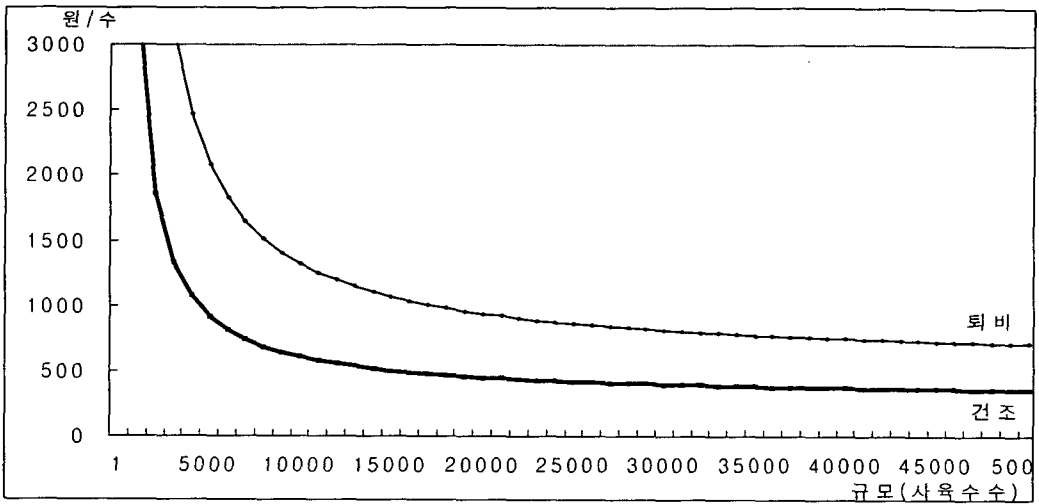


그림 II-4 신고 및 허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(한우)



- 축종별 처리방법별 효율적인 처리규모 및 비용을 분석한 결과 양돈분뇨 처리에 있어 신고대상규모의 퇴비시설의 경우 750두 규모에서 두당 처리비용이 21,500원으로 가장 낮은 것으로 분석되었으며, 액비시설은 250두규모에서 처리비용이 7,965원으로 가장 낮은 것으로 분석됨. 퇴비와

그림 II-5 신고 및 허가규모의 가축분뇨처리방법의 단위당 비용 비교(양계)



액비화방법을 병행하여 처리하는 경우 350두 규모에서 처리비용이 27,100원으로 가장 낮은 것으로 예측됨. 허가대상 규모농가의 경우 퇴비화 시설을 이용하는 경우 15,000두 규모에서 처리비용이 10,000원으로 가장 낮은 것으로 추정되며, 액비화의 경우 2,400두 규모에서 처리비용이 5,800원으로 가장 낮은 것으로 추정됨. 퇴비화와 정화방류를 병행하여 처리하는 경우 6500두규모에서 두당 처리비용이 10,520원으로 가장 낮게 나타나는 것으로 추정됨.

- 낙농분뇨처리에서 신고대상규모에서 퇴비화하는 경우 25두 규모에서 처리비용이 137,000원으로 가장 낮은 것으로 나타났으며, 액비화는 신고대상규모의 한계치인 75두에서 처리비용이 140,100원으로 나타났고, 100두 규모에서 124,160원으로 가장 낮게 추정됨. 퇴비화와 액비화를 병행하여 처리하는 경우 75두에서 299,000원으로 나타났으며, 100두 규모에서 277,000원이 최저비용으로 추정됨. 허가대상규모에서 퇴비화하는 경우 150두 규모에서 처리비용이 187,900원으로 가장 낮게 추정되었고, 퇴비와 액비를 병행하는 경우 105두 규모에 220,000원으로 가장 낮게 추정됨.

표 II-6 축종별·가축분뇨 효율처리 규모 및 비용

단위: 두, 원/두

규모		양돈		낙농		한육우		양계	
		효율 규모	비용	효율 규모	비용	효율 규모	비용	효율 규모	비용
신 고 규 모	퇴비	750	21,500	25	137,000	60 (130)	117,500 (9,200)	40,000	748
	액비	250	7,965	75 (100)	140,100 (124,160)	-	-	-	-
	퇴비+액비	350	27,100	75 (100)	299,000 (277,000)	-	-	-	-
	액비+건조	300	9,350	-	-	-	-	-	-
	퇴비+액비+건조	650	14,250	-	-	-	-	-	-
	퇴비+건조	-	-	75 (100)	68,500 (53,750)	-	-	-	-
	퇴비+정화	-	-	-	-	50	112,000	-	-
	건조	-	-	-	-	75	230,000	25,000	419
허 가 규 모	퇴비	15,000	10,000	150	187,900	270	108,600	-	-
	액비	2,400	5,800	-	-	-	-	-	-
	퇴비+액비	-	-	105	220,000	-	-	-	-
	퇴비+정화	6,500	10,520	-	-	300	57,400	-	-
	액비+건조	6,000	15,000	-	-	-	-	-	-
	퇴비+건조	-	-	-	-	400	258,500	-	-
	건조	-	-	-	-	200	207,000	-	-

주: 양계는 5,000수 이상 신고규모(허가규모가 따로 없음)

- 한육우의 경우 신고대상규모에서 퇴비시설을 이용하여 가축분뇨를 처리하는 경우 60두 규모에서 두당 처리비용이 117,500으로 가장 낮게 나타났으며, 퇴비화와 정화방류를 병행하여 처리하는 경우 50두 규모에서 처리비용이 112,000원으로 가장 낮게 나타남. 허가대상 규모에서 퇴비화하

는 경우 270두 규모에서 처리비용이 108,600으로 가장 낮게 추정되었으며, 퇴비화와 정화방류를 병행하는 경우 300두규모에서 처리비용이 57,400원으로 가장 낮게 추정됨. 그리고 양계의 경우 퇴비화를 이용하여 계분을 처리하는 경우 40,000수 규모에서 수당 처리비용이 748원으로 가장 낮은 것으로 추정됨.

참 고 문 헌

- 1) 김강식 외, 「수출돈 생산단지의 분뇨처리시설 표준화에 관한 조사연구」, 한국육류수출협회, 1995. 12.
- 2) 김춘수, 최홍림, 강성모, 「가축분뇨처리시스템 개선 및 시스템 기술개발」, 농촌진흥청, 1995.
- 3) 농림부 축산국, 「축산분뇨처리 및 자원화 대책」, 1992.
- 4) 유철호, 허 덕, 이석호, 「가축분뇨 및 축산폐수 처리대책에 관한 연구」, 한국농촌경제연구원, 1990. 12.
- 5) 유철호, 허 덕, 송성완, “가축분뇨 액, 퇴비의 생산 및 유통촉진방안에 관한 연구”, 「가축배설물 처리 및 이용에 관한 연구」, 한국농촌경제연구원, C92-14, 1992. 12.
- 6) 유철호, 정민국. “가축분뇨를 이용한 유기질비료의 생산과 유통 촉진방안”, 한국농촌경제연구원, 「축산폐수처리에 관한 연구」, C94-5, 1994. 6.
- 7) 유철호, 정민국, “가축분뇨처리 및 이용실태 조사연구”, 「94 축산분뇨처리에 관한 연구」, 건국대학교동물자원연구센터, 1995. 10.
- 8) 환경부 수질국, 「1999년 업무보고자료」, 1999.

- 9) 許 徳, “經營成長・發展の制約としての糞尿處理の經濟性に關する分析”,
「養豚經營の成長・發展と國際競爭力強化に關する研究」, 日本 京都大
學 大學院 博士學位論文, 1995
- 10) 今村 洋, “環境保全型農業の現状と今後の方向”, 「農業と經濟」, 農業と
經濟社, 1997. 10.
- 11) 佐佐木 忠正, “堆肥の土地還元における地域農業の確立を目指して” 「農
業と經濟」, 農業と經濟社, 1997. 10.
- 12) 農林水産省, JA全中, JA全農, 「環境保全型農業」, 家の光協會, 1997
- 13) 志賀一一,]] 「農耕地の有機物受け入れ容量と畜産廢棄物」,酪農總合研究所,
1994
- 14) 兒島俊弘, “畜産廢棄物の外部不經濟とその内部化の問題點”, 「農業總合研
究」, 第29券 第2號, 1975. 4.
- 15) 農政調査委員會, 「家畜ふんの流通利用」, 日本の農業 90・91, 1974
- 16) de Mol, Rudi M. and van Beek, Paul, “An OR Contribution to
theSolution of the Environmental Problems in the Netherlands
Caused by Manure.” European Journal of Operational Research, 52,
1991.
- 17) Park, Chan S. and Gunter P. Sharp-Bette, Advanced Engineering
Economics, New York : John Wiley & Sons Inc, 1990

<부록 1> 축분비료 생산상의 문제점

1. 생산기술상의 문제

- 생산기술 측면에서, 축분비료를 제조하는 장비 및 기계시설도 설치한지 4~5년이 지나 노후화된 상태인데다가, 축분비료에서 발생하는 암모니아 가스 때문에 기계 및 시설이 빠르게 부식되어 조기에 노후화됨.
- 뿐만 아니라, 축사에서부터 분과 뇨가 혼합된 상태로 운송·반입되기 때문에 악취가 발생하여 공장 인근 주민의 민원이 발생하기도 하며, 축분비료를 제조하기 위해 수분을 조절할 때 수분조절재로 쓰이는 톱밥이 많이 소요됨. 이에 따라 톱밥구입의 어려움이 가중되고 있음.
- 해결 방안에 관한 비료업체 및 농가 건의사항
 - 축분비료 공장에서는 시설장비의 사후관리체제 구축 및 내구성 기자재를 개발하여 줄 것을 요구하고 있음.
 - 고액분리형 축사표준설계도 개발·보급, 대체 수분조절재 개발 등을 건의하였음.

2. 경영 및 판매상의 문제

- 경영 및 판매측면에서는, 축분수거료가 많이 지출되고, 유류가격 인상으로 인한 부담, 가동을 저조로 인한 고정비용 증가, 수분조절재 비용 증가, 산업용 전기료 부담, 시설의 노후화에 따른 수리비 증가, 계절적 수요에 따른 재고비용 부담 등 생산비가 상승하는 요인들이 많음.
- 판매에 있어서도 외상판매분이 많아 자금회수에 어려움을 겪고 있음.

- 농가가 그들이 재배하는 작물의 생산비를 절감하기 위해서 축분비료 대신 가격이 싼 화학비료를 선호하며, 불량 비료 생산업체가 난립되어 있기 때문에 이들과의 가격경쟁에서 뒤져 판매가 부진한 실정임.
- 해결방안에 관한 비료업체 및 농가 건의사항
 - 1) 정부가 운영비와 손실부분을 보조·지원해 줄 것
 - 2) 재고부담을 경감하기 위해 창고 및 보관용 파렛트를 지원해 줄 것
 - 3) 부산물 비료의 거래에 있어 산업폐기물 등 불량원료를 사용하는 업체를 강력하게 단속해 줄 것

3. 지원제도상의 문제

- 지원제도 측면에서는 농협이 흡살리기 운동차원에서 수매하기 위해 책정된 축분비료 가격이 생산원가보다 낮기 때문에 적자가 누증되고 있음.
- 농협 지원물량 배정시에도 공정성이 결여되어 있음. 아울러, 수매한 비료대금이 적시에 공급되지 않기 때문에 이자부담만 가중되는 결과를 낳고 있음.
- 축분비료 처리 및 이용에 관련하여 행정관리 담당부서가 농림부와 환경부로 이원화되어 있어 문제 발생시 책임소재가 불분명하기 때문에 불만의 원인이 되고 있음.
- 현재 축분퇴비는 무게단위로 거래되기 때문에 발생하는 무게를 맞추기 위해 출하하는 축분비료에 물을 뿌려 무게를 맞추는 경우도 발생하여 농작물 피해의 원인으로 작용하기도 함.

○ 해결방안에 관한 비료업체의 건의사항

- 1) 구매가격을 생산비 이상에서 책정하여 줄 것
- 2) 공정한 배분기준의 마련 및 자금을 적시에 공급하여 줄 것
- 3) 무계단위의 거래를 부피단위로 전환할 수 있도록 법률을 개정하여 줄 것
- 4) 행정업무 담당부서를 일원화하여 줄 것

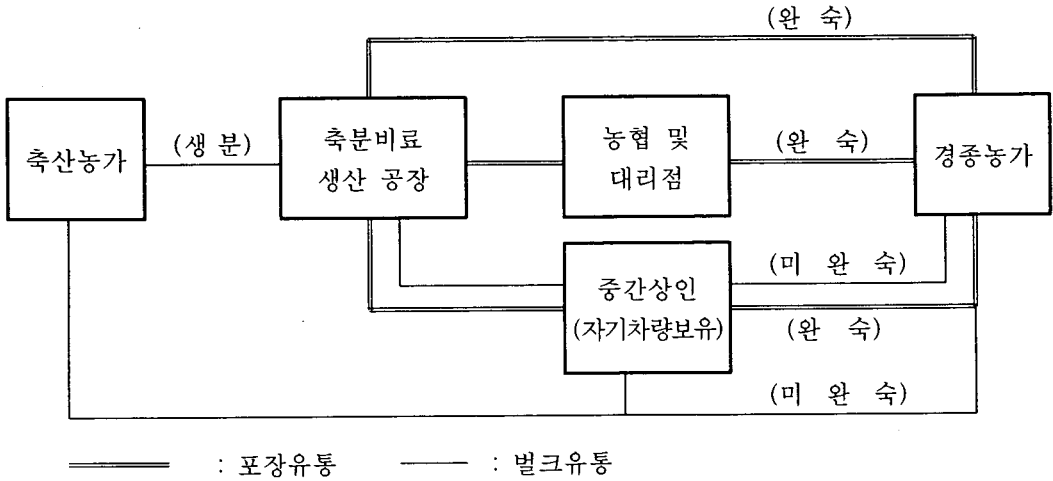
부표 1-1 축분비료생산업체의 생산·판매상의 문제점 및 건의사항

구분	문 제 점	건 의 사 항
생 산 기 술	• 장비 및 기계시설의 조기 노후화 - 암모니아 가스로 인한 부식 심화 • 수거분뇨의 함수율과다로 다량의 조절제 필요 - 톱밥구입 어려움 가중 • 악취발생으로 공장근처 주민의 민원 발생	• 시설장비의 사후관리 체제 구축 및 내구성 기자재 개발 • 고액분리형 표본 설계도 보급 및 축사개선, 대체수분 조절제 개발
경 영 및 판 매	• 물가상승 및 원가상승에 따른 경영 압박 - 축분수거료의 과다 지출 - 유류가격 상승에 따른 원가상승 - 대규모 고정자산투자에 따른 과다 지출 - 톱밥 등 수분조절재의 확보 및 가격상승 • 산업용전기로 부과에 따른 비용지출 압박 • 설비장비의 노후화에 따른 수리비 증가 • 외상판매분에 대한 자금회수에 어려움 • 농가의 생산비 절감을 위한 화학비료 선호 • 계절적 수요로 인한 재고량 증가와 자금난 악화 • 비료생산업체 난립에 따른 불량품거래에 따른 판매부진	• 정부 운영비 지원 및 경영혁신 - 농가로 부터의 분뇨수거료 배정 • 화학비료차손보전제도의 축분비료 지원 전환 확대 • 재고누적분 보관요 파레트 지원 • 부산물거래에 있어 규정에 입각한 강력한 단속 요망
지 원 제 도	• 농협의 구매가격이 생산원가 보다 낮아 출혈 판매로 인한 적자 누증 • 가축폐기물처리·관리 환경부와 농림부로 이원화 • 비료관리규정에 의한 무계단위로 설정함에 따른 문제 • 농협지원물량 배정시 공정성 문제 • 농협계약시 적시의 자금공급이 이루어지지 않고 이자부담 가중	• 구매가격 생산비 수준으로 조정 • 행정관리 일원화 • 무계단위거래→ 부피단위 거래 • 공정한 배분기준 마련 • 적시 자금공급

<부록 2> 축분비료의 유통현황

- 축분비료는 축산농가를 통한 유통경로와 축분공동처리장을 통한 유통경로로 이원화되어 유통되고 있음. 양축농가를 통한 축분비료 유통은 첫째, 양축농가, 경종농가, 둘째, 양축농가, 중간업자, 경종농가의 경로를 가지며, 축분공동처리장을 통하는 축분비료 유통은 첫째, 축분공동처리장, 경종농가, 둘째, 축분공동처리장, 중간판매업자, 경종농가, 셋째, 축분공동처리장, 대리점, 경종농가, 넷째, 축분공동처리장, 농협, 경종농가의 경로를 가짐.
- 축분공동처리장에서 농협을 경유하여 경종농가에 보급되는 경로는 1998년 농협의 흙살리기 운동과정에서 형성되었음. 농협은 우수축분비료 생산업체를 선정하여, 포장단위의 축분비료를 납품받아 경종농가에게 자체예산으로 포당 1,000원을 정액보조하여 판매하고 있음.
- 축분비료 유통은 다양한 특징을 가지는데, 유통단위는 20kg 또는 30kg를 1포대로 하는 포장단위와 4.5톤 트럭 등을 단위로 하는 비포장의 벌크식으로 양분화 되어 있음.
- 축분비료의 유통은 완숙발효비료 유통과 미완숙발효비료 유통으로 구분되며, 완숙발효비료는 축협 및 농협 등에서 포장단위로 유통되고 있으며, 미완숙발효비료는 축산농가 등에서 중간판매업자를 통하여 벌크식으로 유통되고 있음.
- 포장단위 거래의 유통경로는 대개 축협, 농협의 축분 공동 처리장에서 일반화되어 있으며, 비포장 벌크식 거래는 축산농가, 민간업체에서 중간판매업자를 경유하는 경우에 일반적임.

부도 2-1 축분비료 유통체계



- 축분비료의 가격형성에 있어서 벌크식은 대부분 1,000원 미만 가격으로 유통되고 있으며, 20kg 포장단위는 대부분 2,000원 이상 가격으로 거래되고 있음.
- 이상과 같이 축분비료의 발효정도와 가격수준이 다양함에 따라 경종농가의 축분비료 소비에 있어서도 포장단위 구매, 벌크 구매, 포장단위·벌크식 혼합 구매 등 여러 가지 유형의 소비패턴을 가짐.

부표 2-1 축분비료의 벌크 유통과 포장 유통의 비교

구분	벌크식 유통	포장식 유통
유통단위	45톤 트럭 등 차 단위	20kg 포대 중심
비료의 특성	미숙 발효	완숙발효
주요 유통경로	양축농가 - 중간상인 경로	농·축협 축분비료 공장 경로
20kg당 거래가격	1,000원 미만	2,000원 이상

<부록 3> 축분비료 이용상의 문제점

- 농가가 축분비료에 대하여 느끼는 애로사항 중 가장 높은 비율을 차지하는 것은 가격과 품질에 대한 불만인 것으로 나타남. 조사결과 농가의 축분비료 이용에 있어 애로사항의 비중을 보면 가격이 비싸다는 가중치가 51.5%, 품질을 신뢰할 수 없다는 가중치가 30.1%로 나타났다.
- 축분비료 이용에 있어 제기되는 문제점을 구체적으로 살펴보면 다음과 같음.

부표 3-1 경증농가의 축분비료 이용상의 애로사항

구분	빈도수(회)		가중치(%)
	1순위	2순위	
가격이 비싸다	94 (70.7)	10 (13.0)	51.5
품질이 낮다	23 (17.3)	43 (55.8)	30.1
노동력 과다 소요	10 (7.5)	11 (14.3)	9.8
암모니아 가스 발생	3 (2.3)	10 (13.0)	5.9
기타	3 (2.3)	3 (3.9)	2.8
소계	133 (100.0)	77(100.0)	100.0

주: 가중치= (1순위×2 + 2순위×1) / 3

1) 상대적으로 높은 가격

- 축분비료는 질소, 인산, 칼리 등 비료 3요소이외에도 유기물이 함유되어 있어 토지를 비옥하게 할뿐만 아니라 토양의 산성화를 개선시켜주는 기능이 있음. 이러한 축분비료의 가격은 부숙정도와 유통형태에 따라 다양하다. 대체로 벌크로 유통될 경우 20kg당 1,000원 미만이며, 포장 유통일 경우 2,000원 이상임.

- 대부분의 경종농가는 포장 축분비료를 선호하지만 질소성분량을 기준으로 질소 20kg에 해당되는 축분비료 가격은 5만6천원 이상이지만 질소를 화학비료로 구입할 경우 9천원에 불과하여 경종농가들은 축분비료의 좋은 점을 인정하면서도 가격이 비싸다고 생각하고 있음. 그러나 축분비료의 유기물을 고려할 경우 단순한 질소성분량만을 기준으로 가격을 비교하는 데에는 한계가 있음.

2) 축분비료 시용기준 미비

- 농촌진흥청에서는 작물별로 다르지만, 대략 10a당 1,000~5,000kg 정도의 퇴비 시비를 추천하고 있음. 그러나 대부분의 농가에서는 축분비료 중 비료함량을 전혀 고려하지 않고 질소를 기준으로 시비함에 따라 인산과 칼리의 토양 중 과다집적현상 발생하고 있으며, 염류장해 등으로 인하여 작물생육에 피해를 주는 경우가 발생하고 있음.
- 작물의 비료 요구량은 질소(N)가 가장 크며, 그 다음이 칼리(K), 인산(P)이다. 그러나 축분비료 성분함량은 인산(P)이 가장 많으며, 그 다음이 질소(N), 칼리(K)임.

부표 3-2 축분 종류별 3요소 평균 성분함량

종류	수분	질소	인산	칼리
계분	66.7	1.73	1.65	0.47
돈분	75.2	0.90	1.49	0.19
우분	80.0	0.41	0.56	0.09
축분비료	41.5	1.01	2.03	0.65

자료: 농촌진흥청, 환경농업을 위한 퇴비제조와 이용, 1997.12

3) 미부숙 불량 축분비료의 유통

- 축분을 비료화 하는데 소요되는 부숙 기간은 자연상태에서 6개월, 기계식 비료화 시설에서 80일 정도임. 그러나 대부분의 축분비료제품의 부숙기간이 20~40일 정도여서 부숙 상태가 양호하지 못함. 특히, 무허가로 유통되는 축분비료는 부숙도에 대한 기술적 개념이 없을 뿐만 아니라 품질에 대한 규제도 없어 사용농가의 피해가 발생하고 있음.
- 농가조사결과, 축분비료에 의한 농작물 피해 원인 중 가스발생 및 미부숙비료의 사용이 41.9%를 차지하여 가장 큰 비중을 보였으며, 다음으로 산업폐기물의 혼입에 따른 피해가 32.3%를 차지하고 있음.
- 비료관리법에서는 퇴비원료의 수분함량을 65%이내로 규정하고 있음. 그러나 양돈의 경우 돈사 대부분이 분과 뇨가 혼합되는 슬러리 구조로 되어 있어 혼합된 분뇨를 비료화 하는 데에는 톱밥 등 수분조절제가 많이 사용됨. 이에 따라 생산된 축분비료의 유기물에 대한 질소비율(OM/N ratio)이 기준치를 초과하는 문제가 발생하고 있음.

〈부록 4〉 축분비료 이용에 관련된 건의사항

- 농가조사결과 정부에 건의할 사항 중 가장 높은 빈도를 보인 것은 축분비료 가격인하 또는 보조금 지원확대이며, 다음으로 품질향상 및 최적시비량 마련, 산업폐기물비료에 대한 단속의 순임. 그리고 기타로는 펠렛판매, 포장 개선, 포대 반납시 보상, 관내 비료공장 설치, 농협에서 벌크단위로 축분비료 공급, 축분비료내 염분제거, 축분비료 구입정보에 대한 홍보요망, 축분비료 살포농기계 지원 등을 건의하였음.
- 축분비료는 다량의 유기물을 함유하고 있는데, 이는 토지의 비옥도를 결정짓는 매우 중요한 요인임. 우리나라 토양의 유기물함량은 1920년대 논의 4.4%, 밭이 3.4%였으나 1997년 현재는 논의 2.7%, 밭은 2.4%에 불과한 실정임. 축분비료성분 중 유기물은 식물양분 공급원이 되며, 토양의

부표 4-1 경종농가의 축분 이용 관련 대정부 건의사항

구분	빈도수(회)		가중치(%)
	1순위	2순위	
가격인하	43 (32.3)	11 (19.3)	28.0
보조금 지원 확대	25 (18.8)	8 (6.0)	14.5
품질향상	22 (16.5)	22 (38.6)	23.9
비료 범위 확대	13 (9.8)	1 (1.8)	7.1
최적 시비량 마련	5 (3.8)	2 (3.6)	3.7
원료표시	4 (3.0)	0 (0.0)	2.0
산업폐기물 단속	2 (1.5)	2 (3.6)	2.7
기 타	19 (14.3)	11 (19.3)	15.9
소 계	133 (100.0)	57 (100.0)	100.0

*가중치 = (1순위×2 + 2순위×1) / 3

이화학성을 개선시키고, 토양중 물질순환기능을 제고시켜 생물학적 토양 완충기능이 강화된다. 또한 토양중 미생물의 활성이 증가되어 유해물질의 분해, 제거 및 안정화시키는데 중요한 역할을 수행함.

- 이에 따라 많은 경종농가가 축분비료의 시비에 대한 필요성을 크게 느끼고 있으며, 농협에서도 흙살리기 운동차원에서 축분비료 사용의 활성화를 위한 운동을 전개하고 있음. 따라서 축분비료는 가축분을 방류하지 않고 자원으로 재활용한다는 측면과 토양의 환경을 보전한다는 측면 등 환경 친화적인 기능이 강하다는 사실을 고려하여 그 가치가 평가되어야 함.
- 축분비료를 소비하는데 있어 가격문제, 품질문제, 불량퇴비문제, 유통서비스문제 등 많은 문제가 산재해 있음. 축분비료의 이용 활성화를 위해서는 이러한 문제에 대한 심도 있는 검토와 함께 개선을 위한 다각적인 노력이 필요함.

<부록 5> 축분비료 시장의 활성화 방안

1. 농가구매가격 인하를 통한 축분비료 소비확대

1) 축분비료에 대한 가격 보조로 경종농가 소비 확대

- 축분비료의 생산비가 판매가격에 비해 높아, 대부분의 축분비료공장이 적자상태임. 축분비료 시장활성화를 위해 적자부분을 정부가 보전한다면, 그 수준은 생산비와 농가구입가격의 차이만큼이 되어야 할 것임.
- 축분비료의 평균 생산비는 포당(20kg) 2,806원 정도인데 비해 조사농가의 평균 구입가격은 1,955원, 축분비료공장의 평균 판매가격은 1,955~2,764원 정도로 포당 210~1,567원 정도의 적자가 발생하고 있는 셈이며, 경종농가의 최대 지불의향가격 포당 2,339원을 기준으로 하더라도 포당 467~1,183원의 손실이 발생하는 것으로 분석됨.
- 분석결과를 기초로 볼 때, 축분비료 시장의 활성화를 위해 정부가 차손부분을 보조한다면, 그 수준은 포당 619~1,419원 정도인 것으로 계산됨.
- 축분비료 시장이 활성화되어 축분비료의 판매량이 많아지게 되면 축분의 수거비용, 운송비용, 유통비 등 유동비용 뿐만 아니라 고정비용 등을 절약할 수 있게 되므로 생산비를 낮출 수 있을 것임.
- 영세한 축분비료 제조업체가 난립되어 건전한 축분비료공장의 손실도 매우 큰 상태인 바, 적정규모에 의한 원료확보가 필요함. 따라서, 비료업계에 대한 구조조정으로 구조적인 적자 해소 및 무분별한 축분비료의 유통을 방지한다면, 축분비료공장의 가동을 제고로 이어지게 되어 생산

비 수준은 더욱 낮아질 것으로 판단됨.

2) 창고 및 파렛트 지원으로 축분비료 저장·보관에 대한 부담 경감

- 축분비료는 연중생산되지만 소비는 봄과 가을로 한정되어 있어 계절적인 재고적체가 불가피하므로 이에 대한 지원이 있어야 할 것임.
- 축분공동처리시설에 대한 기존의 지원방식은 생산시설에 대해서만 지원되었기 때문에 생산된 비료를 저장, 보관할 수 있는 시설이 절대적으로 부족한 상황임.

3) 축분비료 생산비 절감 대책 강구

- 장기적으로 축분비료 생산공장은 효율적인 경영관리기법을 도입, 경영혁신을 이룩하여 생산비를 절감하여야 함. 동시에, 축분비료의 원료가 되는 가축분뇨의 수분함량에 따라 수거료를 차별적으로 징수하여 수분조절재 비용을 절감하여야 할 것임.
- 기계장치를 수시로 점검하고 관리를 철저히 하여 장비의 노후화를 방지하며, 축분비료공장 내부의 인건비 절감을 위하여, 축분 수거인력 및 차량에 대해서는 외부위탁(outsourcing)하는 방법을 고려할 수 있음.

2. 포장축분비료 완속유통 의무화, 제품다양화·등급화

1) 미부속 축분비료 유통으로 인한 농작물 피해 방지

- 별크로 축분비료를 구입한 농가에서는 구입한 축분비료를 일정기간(3-4

개월) 재발효시킨 후 경지에 투입하고 있어 농작물 피해가 적으나, 포장 상태의 축분비료는 농가 입장에서는 완전발효 된 것으로 인식하고 있기 때문에 미부숙 축분비료가 토양에 투입될 경우 암모니아 가스 발생으로 인해 작물 생육이 지연되거나 고사하는 경우가 발생하고 있는 것으로 밝혀짐.

- 현재에도 포장 축분비료는 완숙된 퇴비를 유통시키는 것이 관행화되어 있고, 제도상으로도 완숙 유통을 목적으로 수분함량 및 구성성분을 규정하고는 있지만, 경제적 이유로 잘 지켜지지 않고 있는 것이 현실임. 따라서, 최소한 포장되어 유통되는 축분비료는 완숙된 것만 유통되도록 하고, 관리를 철저히 하여 농작물에 대한 피해를 최소화해야 할 필요성이 있음.

2) 벌크 유통의 경우 비가림시설 설치 의무화

- 벌크상태로 유통되는 축분비료의 경우는 대부분 야적하여 보관하기 때문에 우기에 환경을 오염시키는 요인이 되고 있음. 환경오염을 방지하기 위해서는 축분비료의 야적상태 방치는 방지해야 할 것이므로, 최소한 비가림시설을 설치하여야 할 것임.

3) 품질의 규격화와 제품의 다양화로 농가 선택 폭 확대

- 축분비료는 생산공장마다 비료의 원료배합비나 생산공정이 달라 품질이 서로 다를 수밖에 없음. 예를 들면, 군위축협이나 남제주축협의 축분비료화 방법은 타 축분비료 공장의 톱밥발효식 비료화 방법과는 달리 석회안정화법이며, 이러한 방법으로 만들어진 비료는 양분공급의 역할뿐만 아니라 토양개량 역할에서도 차이가 큼.

- 수요측 입장에서조차 경종농가별로 축분비료를 사용하는 작목이 서로 다르고, 각 작목 및 농가의 특성상 원하는 품질 및 성분이 서로 다를 수밖에 없음. 예를 들면, 고추, 마늘 등의 특정 작목에 전용으로 사용할 수 있는 비료가 필요하고, 노지와 하우스 등 시설설치 여부에 따라서도 투입되는 양과 질이 다르기 때문에 축분비료도 차별화된 제품을 생산할 필요가 있음.
- 이러한 측면에서 축분비료의 제품을 다양화하여 농가의 선택 폭을 확대하여야 할 것임. 그러나, 농작물 피해 등의 우려가 있는 한, 품질을 규격화할 필요가 있음. 단, 규격화는 최소한으로 하되 농작물 피해를 방지할 수 있는 방향, 즉, 성분, 원료 등에 대한 규격화 정도는 설정되어야 할 것으로 판단됨.

3. 품질관리기준, 적정시비기준의 마련 및 성분 등 표시 의무화

1) 비료의 유효성분, 유해성분 및 부속도에 대한 종합적인 품질관리

- 현재 시중에서는 품질이 좋은 축분비료와 불량한 축분비료가 아무런 차별이 없이 유통되고 있음. 제도적으로는 축분비료안에 함유되어 있는 성분(특히 유해물질)에 대한 구분조차 없이 취급됨. 앞으로 축분비료 품질을 철저히 관리하려면, 이들을 차별화하여 발전적인 방향으로 유도하도록 하여야 할 것임.
- 외국의 경우는 품질을 차별화하여 유통시키고 있는 경우가 많음. 일례로, 미국의 경우 축분비료를 품질에 따라 A급과 B급으로 나누어 A급에 대해서는 유해물질 관리기준이 더욱 엄격함. 물론 A급 축분비료는 비싼

가격에 판매되고 있음. 네덜란드의 경우도 퇴비, 깨끗한 퇴비, 매우 깨끗한 퇴비 등 청결도에 따라 3단계로 구분하여 퇴비속의 유해물질을 관리하고 있음. 벨지움의 경우는 사용용도에 따라 농경지용과 공원용으로 구분하여 농경지에는 보다 높은 품질의 퇴비를 사용하도록 규정하고 있음.

부표 5-1 국내외 퇴비유해물질 관리기준

단위: mg/kg

유해 물질	네덜란드			미국 (워싱턴주)		벨지움		한국	일본
	퇴비	깨끗한퇴 비	매우 깨끗한 퇴비	A	B	농경지 용	공원 용		
수은	2	0.7	0.2	8	17	5	5	2	2
카드뮴	2	1	0.7	2	39	1	5	5	5
비소	25	15	5	20	20	-	-	50	50
납	200	120	65	150	300	600	1000	150	150
구리	300	90	25	750	1500	100	500	500	-
크롬	200	70	50	600	1200	150	200	300	-
니켈	50	20	10	210	420	50	100	-	-
아연	900	280	250	1400	2800	1000	1500	-	-
코발트	-	-	-	-	-	10	20	-	-

자료: 농촌진흥청, 「환경농업을 위한 퇴비제조와 이용」, 1997

2) 축분비료의 종류, 성분, 시용효과, 과다사용에 따른 부작용, 사용상의 주의점 등을 포장에 표시 의무화

- 농업과학원의 자료에 따르면, 축분중에는 수분이 66.7~80%정도 함유되어 있고, 비료성분으로 질소가 0.41~1.73%, 인산 0.56~1.65%, 칼리 0.09~0.47% 정도 함유되어 있다고 함. 이를 원료로 축분비료를 제조하는 경우 수분은 41.5% 정도로 크게 줄지만, 비료성분은 늘어나는 것으로 발

표되었음. 그런데, 축분비료에 사용하는 원료가 되는 축분의 종류나 배합비, 그리고 수분조절재를 비롯한 부재료의 배합비율 등에 따라 그 성분적인 차이가 크게 발생함.

○ 축분을 원료로 하여 만들어진 축분비료는 그 기능과 역할이 단순히 작물에 필요한 비료성분, 필요 양분을 공급하는 데서 그치지 않고, 토양의 단립형성이나 투수성, 보수성, 양이온 치환능력 등을 제고시키는 등 토양의 이화학성을 개선하기도 하고, 토양중의 중소 생물이나 미생물 증가 또는 안정화, 물질순환기능, 생물적 완충기능 등을 증대시키는 등 토양의 생물학성을 개선하는 효과도 있음.

○ 축분을 원료로 하는 축분비료는 그 종류가 많고, 이들 효과도 제각기 차이가 있음. 또한, 축분 이외에 혼합하는 부원료의 종류에 따라 퇴비, 구비류, 목질류 혼합퇴비, 나무껍질 퇴비류, 왕겨퇴비류, 도시쓰레기 퇴비류, 식품산업폐기물 퇴비류 등으로 구분할 수 있고, 석회안정화법에 의해 만들어진 축분비료는 따로 분류됨. 대부분의 축분비료는 톱밥을 수분조절재로 사용하고 있어 목질류 혼합퇴비의 범주에 속한다고 할 수 있음.

부표 5-2 축분비료의 기능과 역할

식물양분 공급원으로서의 효과	토양의 이화학성 개선 효과	토양중의 생물학성 개선효과
• 다량 요소의 공급원, 미량 요소의 공급원 • 완료적, 지속적, 누적적 양분 공급 효과 • 이산화탄소 방출 • 성장 촉진 물질 공급	• 토양 단립의 형성하여 공극 분포, 투수성, 보수성, 통수성, 내침식성 등의 개선 • 양이온 치환 능력 증대	• 중소 생물, 미생물 증가 및 안정화 • 물질 순환기능 증대 • 생물적 완충기능 증대 • 유해물질의 분해 제거

자료: 농업과학원

부표 5-3 유기질 비료의 종류 및 시용 효과

유기물명		원재료	시용효과			사용상주의
			비료적	화학적 개량	물리성 개량	
퇴	비	뽕짚, 보리짚, 야채류	중	소	중	안전하게 사용 가능
구비류	우분류	우분뇨+뽕짚류	중	중	중	비료효과를 고려하여 시용량 결정
	돈분류	돈분뇨+뽕짚류	대	대	소	
	계분	계분+뽕짚류	대	대	소	
목질류	우분류	우분뇨+톱밥	중	중	대	미숙목질과 충해가 발생하기 쉬움
혼합	돈분류	돈분+톱밥	중	중	대	
퇴비	계분	계분+톱밥	중	중	대	
나무껍질퇴비류		나무껍질,톱밥을 주체로 한 퇴비	소	소	대	물리성 개량 효과가 큼
왕겨 퇴비류		왕겨를 주체로 한 퇴비	소	소	대	물리성 개량 효과가 큼
도시쓰레기 퇴비류		가정의 부엌쓰레기	중	중	중	유리, 이물질 혼입에 주의
식품산업 폐기물		식품산업의 폐기물과 수분조절제	대	중	소	비료효과를 고려하여 시용량 결정

자료: 농촌진흥청, 「환경농업을 위한 퇴비제조와 이용」, 1997.

- 톱밥 등 목질류를 혼합하여 만든 축분비료는 토양의 물리성 개량에 탁월한 효과를 보여 주고 있으며, 축분에 뽕짚 등 구비류를 혼합하여 만든 축분비료는 물리성 개량보다는 비료적, 화학적 시용효과가 큼. 목질류 혼합퇴비는 비료적 효과와 화학성 개량효과도 타 퇴비에 비해 떨어지지 않음.
- 이러한 차이를 소비자가 알 수 있도록 포장에 표시하여야 할 것임. 제각기 다른 종류의 축분비료가 제각기 다른 역할을 하는 데도 불구하고 동일하게 취급된다면, 축분비료의 고급화를 유도한다는 정책의 방향에도 상충되며, 축분비료 공장의 입장에서조차 제품을 전문화하거나 고급화해야 할 유인이 주어지지 않음.

3) 공장단계에서의 품질검사 강화

- 암모니아 가스의 발생정도는 축분비료의 완숙도를 반영한다고 할 수 있음. 즉, 축분비료에서 발생하는 암모니아 가스를 측정하는 것은 간접적으로 축분비료의 완숙정도를 검사할 수 있는 방법임. 농작물에 대한 피해의 원인 중 가장 큰 것이 암모니아 가스에 의한 것으로 나타난 바, 이러한 피해를 줄이기 위해서는 공장에서 출고되기 전부터 암모니아가스 측정을 의무화할 필요가 있음. 암모니아 가스를 측정하는 방법 중에는 비용이 크게 소요되지 않는 간이측정방법도 있어, 이의 시행에는 큰 문제가 없는 것으로 판단됨.
- 낱 등 토양을 오염시키는 중금속류의 함유량 측정 및 표시를 의무화하여 농작물 피해를 최소화하도록 노력해야 함.

4) 축분비료 유통 알선창구 개설

4.1) 지역조합내 알선창구를 개설

- 지역적으로 가축의 사육밀도가 다르고, 가축에서 발생하는 축분의 양도 다르며, 발생한 축분을 수용할 경지의 면적도 다름. 즉, 경기지역에서는 경지면적에 비해 가축의 사육밀도가 높은 반면, 전라남도의 경우는 가축사육밀도가 상대적으로 경지면적에 비해 낮음. 축분비료의 지역적 수급 불균형을 해소하기 위해서는 전국 단위의 수급조정으로 광역유통이 이루어져야 함.
- 이러한 전국차원의 조정은 단위조합으로서는 하기 힘든 부분임. 따라서, 지역조합내에 축분비료 알선창구를 개설하여 지역내 수급을 연계함과 동시에, 농·축협이 중앙회가 전국적으로 수급을 파악하여 각 지역조합에

연결시켜주는 역할을 담당하도록 하는 방법이 바람직한 것으로 판단됨.

4.2) 산림지 및 도시의 가로수 등 축분비료 소비처 개발

- 현재 축분비료의 소비처는 시설채소, 과수, 화훼 등 경종농가에 국한되어 있음. 그러나 우리나라 국토면적의 70% 정도가 산지로, 산림에 대한 수요가 매우 클 것으로 판단됨. 실제로 일본에서는 축분비료를 산림지에 시비하는 경우가 적지 않음.
- 과거 액비의 상태로 산림지에 가축분뇨를 살포하는 시도가 이루어졌고, 지금도 일부 산림지에 이용하고는 있음. 가축의 분과 뇨를 액비의 상태로 산림지에 살포하는 방법이 활성화되지 못한 이유는 액비를 살포할 때 발생하는 악취 등으로 인해 주민들의 민원이 큰 이유였음. 산림지에 액비가 아닌 완숙된 축분비료를 투여한다면, 이러한 문제는 해결될 것으로 사료됨. 아울러, 도시의 가로수도 역시 식물이어서 축분비료의 수요처로 볼 수 있음.
- 산림지에 관련된 업무를 하는 생산자단체에는 임업협동조합, 인삼업 협동조합 등이 있음. 도시의 가로수는 각 도·시·군 관공서의 도시 가로수 담당부서가 있다. 이들과 염가공급계약을 체결하여 축분비료의 소비를 확대시킬 필요가 있음.

4.3) 협동조합에 품질검사 등의 기능을 부여하고 조합을 통해 지원

- 농협, 축협, 임협, 인삼협 등 수요자의 조직인 조합에 축분비료에 대한 품질검사 등의 기능을 부여하여 수요자가 원하는 품질을 공급할 수 있도록 하고, 자금을 조합을 통해 지원함으로써 수요자의 거래력을 향상하도록 함. 아울러 조합은 관할 지역내의 수요를 파악하여 계약하며, 파

악된 수급상황은 중앙회를 통해 과소를 조정함.

- 수급파악의 방법으로는 첫째, 협동조합에 신청된 양과 공급계약량(실질 수급량)을 기준으로 파악하는 방법이 있는데, 이는 단기적으로 시행될 수 있는 방법일 것임. 둘째, 지역별 작목별 경지면적에 작목별 표준투입량, 지역별 분뇨발생 및 공동처리장 가동능력(잡채 수급량) 등까지 파악하여 전국적인 수급의 틀에서 조정하는 방법이 있음. 나아가서 전국적인 수급상황을 정보화하여 연계하도록 하는 것이 바람직할 것임. 이러한 방법은 중장기적으로 시행이 가능할 것으로 판단됨.

5) 지원방법의 개선

5.1) 정액보조를 정율보조로 전환

- 축분비료에 대한 가격보조사업은 보조분 만큼 경종농가에게 이득이 돌아갈 뿐만 아니라, 생산자인 축산농가 또는 축분비료공장에게도 판매확대라는 유인이 주어지게 됨. 그렇지만 자금을 지원하는 방법에 따라 그 효과가 커질 수도 있고 제한될 수도 있음. 이론적으로 정액보조는 일반적 성격의 사업에 적용할 때 효율성이 발휘되는 반면 정율보조는 누출효과(spill-over effect)가 있는 특정적 성격의 사업에 적용할 때 효과적인 방법으로, 자원배분의 효율성은 정액보조 방법보다 정율보조 방법이 높음.
- 생산자(축분비료공장)의 입장에서 보면, 현행과 같이 정액보조를 할 경우 단순히 판매가격의 인하라는 효과만 있을 뿐으로, 가격이 비싼 높은 품질의 축분비료를 생산하는 생산자보다 가격과 품질이 낮은 축분비료 생산자에게 상대적으로 큰 영향을 미치게 됨으로써, 품질고급화 및 제품

부표 5-4 정액보조와 정율보조의 농가구입가격 비교

구분	정액보조		정율보조	
	보조전 가격	보조후 가격	보조전 가격	보조후 가격
보통축분비료	3,000원/포	2,000원/포	3,000원/포	2,000원/포
고품질 축분비료	5,000원/포	4,000원/포	5,000원/포	3,350원/포

* 지원수준 포당 1,000원 가정

차별화에 대한 유인이 주어지지 않음.

- 작목별로 수요량에 대한 가격탄성치가 탄력적인 점으로 미루어 볼 때, 농가단위에서의 구매가격이 낮을수록 소비의 확대 폭이 큰 것으로 나타남. 이러한 점으로 유추해 보면, 현행과 같이 정액보조를 할 경우 생산비가 높고 품질이 좋은 비료에 대해서는 구매기피현상이, 생산비가 낮고 품질이 좋지 못한 값싼 비료의 소비는 증가할 가능성이 높음.
- 실제로 현행과 같이 포당 1,000원 정도의 가격보조를 정액으로 할 경우와 정율로 보조하는 경우 실제 경종농가가 구입하는 가격은, 품질이 높아 비교적 가격이 비싼 고품질 비료에 혜택이 커지게 됨.

5.2) 정부와 협의하여 거래알선 수수료 결정

- 협동조합을 통해 축분비료를 공급할 경우, 축분비료공장이 직접 수요자인 경종농가에게 공급하는 방법에 비해 조합이 품질검사를 실시할 수 있으므로 사용에 대한 안전성 및 신뢰도는 높일 수 있으나, 관리비용이 소요된다는 문제가 있음. 그러나, 축분비료공장이 직접 수요자를 찾아야 하는 등 그 이외의 문제에 대해서는 대부분 조합이 유리한 조건에 있음. 관리비용은 정부와 협의하여 낮추는 방법이 있을 것으로 사료됨.

6. 피해보상 규정 마련 및 리콜제도의 도입

6.1) 피해보상 규정의 마련

- 불량 비료가 농경지에 투입되었을 경우 그 피해는 일차적으로는 농작물 피해와 더불어 토양을 오염시키는 이차적 피해가 발생하게 되는 데, 이를 복구하는 데는 상당한 시간과 비용이 소요됨. 그럼에도 불구하고 조사된 농작물 피해사례에 있어서 피해에 대한 보상을 받은 경우는 매우 드뭄. 협동조합을 통해서 구입한 축분비료에 대해서는 농작물에 대한 피해가 발생하였을 경우 보상조치를 할 수 있는 근거와 보상규정을 마련할 필요가 있음.

6.2) 리콜제도의 도입

- 시비전에 축분비료에 대하여 미발효, 악취, 산업폐기물, 중금속 함유 등 문제 발생의 우려가 있을 경우 제품을 교환하여 주거나 환불조치가 가능하도록 하여야 할 것임. 이렇게 하여 농작물과 토양오염의 피해를 최소화함과 동시에 축분비료 공장이 품질관리를 강화할 수 있는 계기를 제공하여야 함.

7. 기타 관련제도의 개선

7.1) 포장단위의 다양화

- 현재 축분비료는, 부분적으로 25kg이나 30kg 포장도 있지만, 대부분 20kg 포장으로 생산·유통되고 있음. 때문에 넓은 농경지에 기계로 살포할 경우에는 소포장을 일일이 개봉하여 시비하여야 하기 때문에 매우 번잡함. 작업이 기계화된 농가들은 대포장 혹은 벌크 유통을 요구하고 있음. 반면, 노령화된 농가는 20kg 포장도 무겁다는 의견을 제시하였음. 이들에게는 더욱 작은 포장이 필요할 수도 있음. 이러한 점은 공장별로 사

업성 검토 위에 시행되어져야 할 부분임.

7.2) 거래단위를 무게중심에서 부피중심으로 전환

- 축분비료 공장에서 발효시켜 생산된 축분비료가 저장과정에서 2차발효로 인해 수분이 증발하여 무게가 줄어들게 됨. 이에 따라 무게를 맞추기 위해 완숙비료에 수분을 첨가하여 유통시킴으로써, 농가가 구입하여 시비할 때 포장된 축분비료 내에서 2차발효가 일어나 악취 등 문제를 발생시키는 경우가 종종 발생함.
- 이러한 불합리한 점은 현행과 같이 무게중심의 거래에서 부피중심의 거래로 전환하여 해결할 수 있을 것임. 퇴비는 부숙도에 따라 또한 사용목적에 따라, 공정에 따라 각기 수분함량이 다를 수 있으므로 무게로 거래한다는 것 자체가 문제점을 내포하고 있는 것임.

7.3) 우수퇴비업체 선정기준 마련

- 농협이 흙살리기 운동차원에서 자체적으로 지원하는 사업의 일환으로 경종농가에 축분비료를 보급하기 위하여 우수퇴비공장을 선정하여 납품을 받고 있음. 그런데, 선정된 우수퇴비공장을 보면, 농협과 축협이 운영하는 대부분의 축분비료공장과 일부 민간회사가 포함되어 있음.
- 그러나, 농협 소유의 축분비료공장이 그다지 효율성도 높지 않고, 판매가격 수준도 낮은 편이어서 이들이 생산한 축분비료가 반드시 우수하다고 만든 할 수 없음. 이처럼, 우수퇴비업체를 선정하는 기준이 불명확하여, 축분비료를 구입하는 농가에게 혼란만 가중시키고 있는 것이 현실이며, 축분비료 공장들 간에도 농협이 구매하는 가격이 생산비보다 낮아 그 가격에 맞는 제품을 납품할 수 있는 공장은 오히려 품질관리가

잘 안된 제품일 가능성이 높음. 또한 농가조사에서도 우수 퇴비업체로 선정된 업체와 선정되지 않은 업체간의 축분비료 품질의 차이가 크게 나타나지 않는 것으로 조사되었음.

- 향후 정부의 사업으로 확대하여 실시할 경우 이러한 불합리한 점은 품질 및 각종 조건에 대한 기준을 정하고 선정에도 정부가 개입하여 가능한 한 공정성을 기해야 할 것으로 봄.

7.4) 축분비료 수출에 대한 제도적 지원

- 축분비료의 판매상 애로를 수출에 의해 해결할 수도 있음. 실제로 1998년초 김해 양돈조합에서 6만톤 정도(수출액 3,225만달러)를 미국으로 수출 한바 있음.
- 가축을 사육하기 위해 사료곡물을 대부분 외국으로부터의 수입하여 조달하는 현실을 감안할 때, 국내에서 발생한 가축분뇨를 해외로 되돌려야 한다는 엔트로피 환원의 논리와 지역(국가)적 수급 불균형 해소라는 논리가 성립될 수 있음. 이러한 측면에서라도 축분비료의 수출은 적극 추진되어야 할 것임.
- 그런데, 수출에 있어 지속적인 수출 판로 확보상의 어려움이 지적되고 있으며, 수출선도 다양화할 필요가 있다. 지속적인 수출시장 확보를 위해서는 보다 철저한 정보수집과 지원책이 병행되어야 하고, 일본 등 다른 나라로의 수출시장 확대를 위해 노력해야 할 것으로 보임. 이를 위해서는 해외에 나가 있는 수출상사나 국가기관과의 협조체제를 구축하여 정보의 수집에 노력할 필요가 있음.

- 수입국(미국)으로부터 600g의 고급화된 세(細)포장을 요구하고 있어 이를 제조하는데 상당한 비용이 소요되고 있는 바, 이에 대한 일부 지원이 검토되어야 할 것임.

7.5) 관리행정의 일원화 및 효율화

- 현행 제도하에서는 축분비료에 관련된 관리업무를, 일부 농가 및 공장단계는 농림부가, 농가단계의 일부와 공장단계 이후 그리고 산업폐기물 감독 관리업무는 환경부에서 담당하고 있음. 이러한 행정관리상의 이원화 문제 때문에, 축분비료공장에서는 관할 감독기관의 중복으로 불만을 표출하고 있으며, 축분비료에 산업폐기물 등의 혼입으로 경종농가에게 피해가 발생한 경우에도 관련 사업을 적극적으로 추진하여야 할 관련 부서는 책임소재만을 논하는 경우가 많음. 이에 따라, 축분비료에 대한 관리업무를 조정할 필요성이 제기 되어 왔음.
- 대안으로 농림부는 시설 및 운영관련 지원 및 조치를 담당하고, 산업폐기물을 비료화할 경우에 한하여 환경부와 협조체제를 갖추어 공동으로 감독·관리를 하고, 환경부는 최종단계의 검사 및 규제를 담당함이 바람직할 것으로 판단됨.

7.6) 고액분리 축사표준설계도 제작 보급 및 관련기술의 개발

- 가축분뇨를 고액 미분리상태로 수거하여 비료화하는 경우 수거시 누출로 인한 민원발생, 위생상태 불량, 수분조절제의 소요량 증가 등의 문제를 야기하게 됨. 따라서 축사단계부터 가축의 분과 뇨, 즉 고액을 분리할 필요가 있음. 이를 위해서는 현재 정부가 추진하고 있는 축사표준설계도 제작보급사업의 일환으로 고액분리 축사표준설계도를 제작하여 보급함이 바람직함.

- 이 밖에도 가축분뇨처리와 관련하여 기초적인 연구가 계속되어야 할 것임. 가축분뇨의 고액분리를 포함하여 가축분뇨의 효과적 처리시설 개발 연구, 분뇨분리 축사 또는 처리방법 개발 연구, 대체 수분조절재 개발 연구, 축분비료의 고급화 연구, 적정 비료투입량 연구 등이 필요함.

빈

면

연구보고 C2000-6

가축분뇨처리시설의 시설비 및 운영비 조사 연구

등 록 제5-10호(1979. 5. 25)

인 쇄 2000. 3.

발 행 2000. 3.

발행인 강정일

발행처 한국농촌경제연구원

130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102

전화 02-3299-4000 팩시밀리 02-965-6950 <http://www.kreisun.krei.re.kr>

인쇄처 경희정보인쇄(주) 02-2263-7534(代)

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다.
무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.