

가축분뇨처리의 경제성 분석*

김 창 길**

1. 서론
2. 가축분뇨의 성분과 경제적 가치
3. 가축분뇨처리에 대한 환경규제 및 시설 운영 실태
4. 가축분뇨처리의 경제성 분석
5. 결론

1. 서론

경제발전에 따른 소득증가로 식품소비 패턴의 변화와 쾌적한 환경에 대한 국민들의 요구도 증가하고 있다. 1980년대 이후 동물성 단백질 중심의 식품소비 고급화와 사양기술의 발달로 가축사육두수가 크게 증가하여, 축산업의 생산형태도 전통적인 소규모의 부업형 축산에서 기업형·전업형으로 규모화되고 있다. 전통적인 유축농업생산 시스템에서는

경종부문과 연계되어 자가사료에 의한 가축 사양과 작물생산을 위한 유기물 공급원으로 가축분뇨이용 등 자가경영권내에서 물질순환이 잘 이루어진다. 그러나 규모화 된 전업형 가축생산방식으로 바뀌면서 대량의 가축분뇨가 집중적으로 발생하게 되었으나, 규모확대에 대응한 농지확보가 병행되지 않아 자가경영권내에서 가축분뇨의 순환이용은 어렵게 되었다.

가축분뇨는 많은 유기물을 함유하고 있어 적절하게 처리하면 작물생산에 필요한 비료 성분을 공급하는 유용한 자원으로 활용될 수 있으나, 부적절하게 처리되는 경우 지하수나 지표수의 오염, 토양오염, 악취발생 등 환경오염원으로 작용하게 된다. 환경의 자정기능을 초과하는 대량발생의 가축분뇨처리에 있어서 오염부하를 최소화하는 처리방식은 상당한 비용지불이 수반되어야 하므로 가축분뇨처리문제는 양축가들의 이윤극대화를 위한 의사결정에 중요한 요인으로 대두되고 있다. 또한 환경 질에 대한 국민들의 관심이 높아

* 본 논문은 1999년 2월 26일 「한국형 환경친화적 축산업 발전 대책」이란 주제로 열린 '99 한국축산학회 춘계 심포지움의 주제발표 논문을 수정·보완하였음을 밝혀둔다.

** 책임연구원

지면서 가축분뇨처리에 따른 환경오염을 방지하기 위해 여러 가지 제도적 조치가 강구되고 있다. 특히 1999년 2월 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률(법률 제5864호)」의 개정으로 가축분뇨 배출에 대한 규제 및 단속이 한층 강화되면서 환경관리 측면에서 적절한 가축분뇨처리는 지속적 축산업 발전을 위해 선결되어야 할 중요한 과제로 부각되고 있다.

가축분뇨를 처리하는 방법에는 메탄가스로 이용하거나 사료화하는 방식, 정화 처리하여 방류하거나 액비 살포와 퇴비화를 통해 농경지에 환원하는 방식 등이 있다. 실제적으로 양축가들의 가축분뇨처리 문제 해결책으로 전자의 두 가지 방법은 제한적인 방법이고 정화처리 및 액비화·퇴비화 방법이 보편화되어 있다. 가축분뇨는 많은 유기물과 영양염류의 함량이 높아 정화처리 방식의 적용은 상대적으로 많은 처리비용이 소요되기 때문에 대부분의 가축분뇨처리 방식은 액비화·퇴비화를 통한 가축분뇨자원화 방향으로 추진해 오고 있다. 특히 이들 가축분뇨 자원화 기술은 이미 상당한 실용화 단계에 있고, 퇴비화 처리방식은 정책적 지원에 힘입어 농·축협과 영농법인 등에 의해 운영되는 축분비료공장이 전국에 걸쳐 설립되어 정착화 단계에 있다.

그러나 개별 양축가의 가축분뇨 자원화 시스템 도입에는 초기 설치비 및 운영비가 많이 소요되어 이들 시스템 도입을 기피하고 있고 설치된 처리시스템도 잘 운영되고 있지 못한 실정이다. 실제로 규제대상 양축농가에서 설치한 가축분뇨처리 시설의 적절한 운영

에 대한 문제가 제기되고 있고, 규제대상 미만 규모의 양축농가에서 발생하는 무처리 가축분뇨방출에 따른 환경오염문제가 심각하게 제기되고 있다. 이들 소규모 양축농가나 집단적으로 가축을 생산하는 지역에서 발생한 가축분뇨를 효과적으로 해결하기 위해 설치된 축산폐수공공처리시설은 처리해야 할 가축분뇨의 오염도 기준을 낮게 설정하거나 과도한 처리비용으로 효과적으로 운영되지 못하고 있다. 또한 여러 양축농가의 분뇨 처리문제를 동시에 해결하기 위해 설치된 축분비료공장은 과도한 생산비와 계절적 수요의 판매부진에 따른 재고누증, 공장 난립으로 인한 불량 축분비료와의 가격경쟁으로 인한 판로 문제, 높은 축분비료가격으로 작물재배 농가의 사용 기피 등으로 경영압박을 받고 있는 실정이다.

이러한 현실 여건을 감안하여 이 논문은 환경관리 측면에서 가축분뇨처리에 대한 환경규제의 내용과 축종별 양축농가의 가축분뇨처리 비용 및 축분퇴비공장의 경영수지 등 경제적 측면을 분석하는데 목적이 있다. 먼저 2장에서는 가축분뇨의 성분과 발생량 및 그 경제적 가치에 대해서 기술한다. 다음으로 3장에서는 가축분뇨처리에 대한 환경규제 및 처리시설의 운영실태를 살펴보고, 4장에서는 가축분뇨처리에 대한 경제분석으로 환경규제 하의 양축가의 의사결정 및 축종별 양축농가의 가축분뇨처리에 수반되는 투하자본, 소요노동력 및 처리비용과 축분퇴비공장의 운영주체별 경영수지 등을 분석한다. 끝으로 5장에서는 환경규제 및 가축분뇨처리의 경제성 분석 결과의 함축성을 기초로 결론을 제시한다.

2. 가축분뇨의 성분과 경제적 가치

2.1. 가축분뇨의 특성

가축이 섭취한 사료와 물을 체내에서 소화·흡수한 나머지가 체외로 배설되는 가축분뇨(livestock manure)의 발생량은 축종, 성장 단계, 체중, 사료급여, 기상요인 등에 따라 다르다(Loehr, 1984). 가축사양관리에 있어서 소화된 배설물, 소화되지 않은 사료, 그리고 가축생산을 위한 여타 폐기물(깔짚, 흘린 사료, 세정수, 음용수 등) 등의 혼합물을 가축폐기물(livestock waste)로 칭하고 있다.¹ 가축분뇨처리 문제를 다루기 위해서는 우선 분뇨의 발생량과 세정수의 사용량 등을 기준으로 한 가축분뇨 배설량 및 배출원단위(세정수 포함)를 설정해야 한다. <표 1>에서 보는 바와 같이, 축종별 배출원단위는 가축의 연령

에 관계 없이 1두를 기준으로 세정수가 포함되는 것소의 경우 45.6kg이고 돼지가 8.6kg이며, 세정수가 포함되지 않는 한우의 경우 14.6kg으로 규정하고 있다. 축종에 따른 분뇨의 성분을 보면, 질소와 인산 성분의 경우 돈분뇨가 우분뇨 보다 높은 함유율을 보이고 있고, 칼리성분에 있어서는 우분뇨가 돈분뇨 보다 높은 함유율을 나타내고 있다. 특히 우분에는 섬유소가 많고 분해가 비교적 쉬워 토양개량제로 적합한 것으로 분석되고 있고, 돈분뇨의 경우(비육돈 기준)는 1일 두당 평균 분량에 비하여 뇨의 양이 많은 것이 특징이다. 한편 닭의 경우는 뇨가 발생되지 않아 배출원단위로 규정되고 있지는 않으나, 계분은 전반적인 비료성분 함량이 높기 때문에 화학비료와의 대체효과가 높은 것으로 나타나고 있다(김춘수, 최홍립, 강성모, 1995).

1998년 12월말 기준 가축사육두수는 한우 2,383천두, 젓소 539천두, 돼지 7,544천두, 닭은 85,847천수로 이들 가축으로부터의 분뇨

표 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
한우	10.1	4.5	14.6	0.0	14.6	0.4	0.2	0.5
젓소	24.6	11.0	35.6	10.0	45.6	0.5	0.1	0.5
돼지	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, 젓소만을 포함시키고 있음(환경부고시 제1999-110호(1999. 7. 8)).

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

¹ “오수분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률” (법률 제 5864호, 일부개정 1999. 2. 8)에서는 ‘가축분뇨’를 가축이 배설하는 액체성 또는 고체성의 오염물질로 칭하고 있고, ‘축산폐수’는 가축분뇨와 축산폐수배출시설을 청소한 물이 가축분뇨에 섞인 것으로 정의하고 있다. 이들

용어규정과 관련하여 환경부의 폐기물처리 관련법규에서는 가축분뇨를 축산폐수로 규정하고 있고, 축산인들은 가축분뇨의 자원적 가치에 대한 축산폐수와의 혼용에 대해 비판적 의견을 제시하고 있다.

총발생량은 35,027천톤에 달하며, 이중 분은 21,790천톤으로 전체 발생량의 62%를 차지하고, 뇨는 13,237천톤으로써 38%를 차지하는 것으로 추정되고 있다. 축종별로는 한우와 돼지의 분뇨 배설량이 전체의 70% 정도를 차지하고 있다. 이들 가축분뇨 발생량을 비료성분량으로 환산하면 질소성분이 20만 7,561톤, 인산이 18만 5,083톤, 칼리가 17만 8,615톤에 이르는 것으로 추정된다(표 2 참조). 이들 비료성분량은 분뇨발생량을 기초로 한 최대치로 가축분뇨처리 방식 및 적용시기 등에 따라 성분량이 어느 정도 낮아지게 될 것이다.

가축분은 고농도 유기물로 높은 생물학적 산소요구량을 가지고 있어 적절하게 처리하지 않는 경우 환경오염원으로 작용하게 된다. 한우 분의 경우 BOD는 약 25,000 ppm, 젓소 분은 약 21,000 ppm, 돈분뇨는 약 60,000 ppm, 계분은 소보다 2~3배 높은 65,000 ppm으로 조사되고 있다. 특히 돈분의 경우 자료에 따라 통계의 편차가 심한 것으로 나타나고 있다(한국과학기술원, 1990).

일반적으로 하천 및 호수 등 지표수의 수질을 악화시키는 오염원은 크게 생활오수, 산업폐수, 축산폐수 등 세 가지로 분류되고 있

다. 이러한 수질오염원의 오염원별 배출량 및 오염기여도를 살펴보면 1996년 기준으로 생활오수는 1일 15,976천톤으로 총 배출량의 63.7%를 차지하고, 산업폐수는 1일 8,926천톤으로 35.5%를 차지하며, 축산폐수는 197천톤으로 총 배출량에서 차지하는 비율이 약 0.8% 정도를 차지하는 것으로 조사되고 있다(환경부, 1997). BOD발생량을 기준으로 한 환경오염 기여도 측면에서 보면 산업폐수가 전체 수질 오염원의 52.6%를 차지하고 생활오수는 39.3%를 차지하며, 축산폐수는 약 8.1%를 차지하는 것으로 나타나 가축분뇨는 상대적으로 배출량은 적으나 오염부하량이 높은 유기성 물질임을 알 수 있다.

2.2. 가축분뇨의 경제적 가치

가축분뇨의 경제적 가치에 대한 평가에 앞서 우선 환경경제학적 측면에서 오염원(pollutants)과 폐기물(wastes)을 구분하고자 한다. 어떤 수준 이상의 양이 추가될 때 환경의 질을 악화시키거나 저하시키는 물질(substance)을 오염원이라 하며, 이러한 개념 속에는 필연적으로 이들 물질이 독성을 갖는 다거나 자연적으로 해를 줌을 의미하는 것은

표 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
젓 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 환산지수는 <표 1>에서 제시된 수치를 이용하였음.

아니다.

비농업적 생산에 있어서 폐기물이란 생산 과정으로부터 초래되는 거의 가치가 없거나 전혀 가치가 없는 불필요한 잉여물질(superfluous material)로 정의된다(Merkel, 1981, p.4). 그러나 가축생산과정에 있어서 폐기물이란 가축에 의해 배설되는 물질로 만약 재 활용되는 경우 경제적 비용이 실제적인 수익을 보다 낮은 경우의 물질을 말한다. 다시 말하면 주어진 여건 하에서 가축분뇨가 경제적 측면에서 이용 가치의 타당성을 갖지 못함을 말한다. 이를테면 가축분뇨는 질소, 인산, 칼리와 같은 주요 3대 비료성분과 물리적·화학적 토양의 성질을 개선하는 토양조절제(soil amendment)로 이용될 수 있어 상업적 화학비료와 대체 또는 보완관계에서 수익 측면이 고려될 수 있다. 그러나 가축분뇨를 생산적인 유기물 자원으로 활용하기 위해서 양축가는 분뇨를 수거하여 저장하고 적절한 시기에 작물의 최대 흡수량(plant uptake) 이하로 경지에 살포하든지 축분비료공장으로 운반하여 축분비료를 생산하여 적절한 가격에 판매될 수 있어야 한다. 그러나 위에서 언급한 바와 같이 가축분뇨를 적절하게 처리하지 않을 경우 또는 과도하게 이용할 경우 높은 유기물 함량 및 암모니아 가스로 염류축적에 의한 토양악화, 호수·하천의 부영영화 등 수질오염 및 악취를 발생시키게 된다. 이러한 부적절한 가축분뇨처리를 막기 위해 환경규제가 부과되며, 환경규제하에서는 토양에 액비살포 또는 축분퇴비 살포시 자정능력 이상으로 주위의 물이나 공기에 오염을 시키지 않아야 한다. 따라서 양축가는 유기성 자

원으로 이용하든 정화처리하여 방출하든 양축경영에 있어서 소요되는 분뇨처리 비용을 고려해야만 한다. 가축분뇨는 메탄가스 발생원 또는 가축사료 등으로도 이용될 수도 있으나, 작물의 양분 공급원으로 경지에 살포하는 것이 가장 보편적인 방법이다.

가축분뇨의 비료성분과 화학비료 성분이 완전대체라는 전제하에서 가축분뇨의 비료상당액(fertilizer-equivalent value)은 가축분뇨의 비료성분 이용량과 관련 성분의 화학비료 가치에 의해 쉽게 계산할 수 있다.² 예를 들면 돼지 분뇨 1톤에 포함된 질소성분이 5kg, 인산성분이 8kg, 칼리성분이 5kg을 함유하고 있으므로 이를 화학비료가치로 환산하면 질소 1,325원, 인산 1,456원, 칼리 1,285원으로 총 4,066원에 상당하는 가치를 가지는 것으로 평가될 수 있다.³

이상에서 언급한 바와 같이 가축분뇨는 경제적 측면에서 정(正)과 부(負) 가치를 동시에 가지는 가변적인 특성을 가지며, 특히 가축분뇨의 경제적 가치는 분뇨 자체의 고정적인 비료성분 외에도 비료대체비용과 화학비료의 가격에 따라서 크게 달라질 수 있다(Glover, 1996). 화학비료의 가격이 높아질수록 가축분뇨의 잠재적 가치(shadow price)는 커지게 된다.

² 비료상당액 추정방식에는 단지 질소, 인산, 칼리의 3대 비료 성분만을 고려한 것이며, 그 밖의 유기물 증가, 미소양분량 공급 등의 긍정적 요인과 운반비 및 잠재적인 잡초발생 등의 부정적 요인은 고려하지 않았다.

³ 비료 성분별 가격(1998년 기준, 비료공업협회 제공)은 질소질 비료(요소) 265원/kg, 인산질 비료(용성인비) 182원/kg, 칼리질 비료(염화加里) 257원/kg을 적용하였다.

3. 가축분뇨처리에 대한 환경규제 및 시설 운영실태

3.1. 가축분뇨처리에 대한 환경규제

가축분뇨를 적절하게 처리하지 않고 방류할 경우 수질오염 및 토양오염이 심화되므로 환경규제의 대상이 되고 있다. 가축분뇨처리와 관련된 본격적인 환경규제는 <표 3>에서 보는 바와 같이 1986년 6월 ‘환경보전법’ 개

정시 일정사육 규모 이상 양축농가에 대한 가축분뇨처리시설의 의무화 규정으로부터 시작되었고, 1991년 3월 부터는 ‘환경보전법’과 ‘폐기물관리법’으로 이원화된 축산폐수 관련 규정을 ‘오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률’(이하에서는 ‘오폐수법’이라 칭하기로 함)을 제정·공포하여 일원화하였다. 가축분뇨처리에 대한 사회적 관심이 증대되면서 규제가 강화되는 쪽으로 ‘오폐수법’이 개정되고 있다. 현재 가축분뇨처리에 대한 규제는 1999년 2월에 개정된 ‘오폐수법’에 의해서 규제되고 있다. 이 규제법률에서는 가축생산 활동으

표 3 가축분뇨처리제도 및 기준의 변천과정

시 기	주 요 내 용
1986. 6	<ul style="list-style-type: none"> • ‘환경보전법’에서 대규모(허가대상) 축산시설 규제 - 소: 1,200㎡ (100두)이상, 돼지: 1,400㎡(1,000두)이상
1986. 12	<ul style="list-style-type: none"> • ‘폐기물관리법’에서 중규모(신고대상) 축산시설 규제 - 소: 700-1,200㎡이상, 돼지: 500-1,400㎡이상, 닭: 1,000㎡이상
1991. 3	<ul style="list-style-type: none"> • ‘오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률’ 제정·공포 - ‘환경보전법’과 ‘폐기물관리법’으로 이원화된 축산폐수 관련 규정을 ‘오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률’로 일원화 - 신고대상시설규모의 하향조정(기준강화)하여, 소: 350-1,200㎡, 돼지: 250-1,000㎡, 닭: 500㎡ 이상
1993. 12	<ul style="list-style-type: none"> • ‘오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률’ 1차 개정 - 소와 돼지의 허가 및 신고대상 시설규모 하향 조정 · 허가: 소 900㎡이상, 돼지 1,000㎡이상 · 신고: 소 350-900㎡, 돼지 250-1,000㎡ - 특정지역 일정규모 이상 시설에 대한 간이정화조 설치 의무화
1995. 12	<ul style="list-style-type: none"> • ‘비료관리법’을 개정하여 가축분뇨 재활용 신고 및 지정조건을 간소화하여 가축분뇨의 자원화활용 방안 극대화
1997. 3	<ul style="list-style-type: none"> • ‘오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률’ 2차 개정 - 신고 및 간이정화조 설치대상 시설규모 하향조정 · 신고: 소 250-900㎡, 돼지 140-1,000㎡ · 간이: 소 100-200㎡, 돼지 50-140㎡, 닭 150-500㎡ - 간이정화조 설치대상을 특정지역에서 전국으로 확대 - 축산폐수배출시설에 젖소운동장 면적 포함시켜 축사면적의 3배 허용
1999. 2	<ul style="list-style-type: none"> • ‘오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률’ 3차 개정 - 규제미만 축산농가에 축산폐수를 공공수역에 배출하지 않도록 규제 강화 - 가축분뇨배출시설에 있어 간이대상을 폐지하고 신고대상으로 통합 - 축산폐수공공처리시설에 대해서도 개선명령 위반시 처벌규정 신설 - 축산폐수처리시설의 과태료 부과금액을 10만원 이하에서 40만원 이하로 강화

표 4 규제대상별 축산폐수배출시설 규모

축종	규제미만	신고대상	허가대상
소	100m ² 이하 (8두 미만)	100-900m ² (8-75 두)	900m ² 이상 (75두 이상)
돼지	50m ² 이하 (30두 미만)	50-1,000m ² (35-715두)	1,000m ² 이상 (715두 이상)
닭	150m ² 이하 (1,500수 이하)	150m ² 이상 (1,500수 이상)	-

로부터 배출되는 액체성 또는 고체성의 오염 물질을 축산폐수로 규정하고 오염원을 총량 개념으로 관리하기 위해 축사면적을 기준으로 규제미만, 신고대상 및 허가대상으로 구분하고 있다(표 4 참조).

정화처리, 액비화 및 퇴비화와 같은 가축분뇨 처리 시스템 적용시 각각에 대한 환경규제 및 규제 위반시의 벌칙은 다음과 같다.

3.1.1. 축산폐수 방류수 수질규제

축산폐수 정화처리시설을 설치할 경우 시설물은 크게 축산폐수공공처리시설, 공동축산폐수처리시설, 축산폐수 배출시설 등으로 분류되고 있고, 정화처리를 한 후 방류수 수질기준은 일반지역과 특정지역을 구분하여 규정하고 있다.⁴

집단적으로 가축을 사육하는 지역의 양축농가에서 발생하는 축산폐수를 처리하는 시

설을 축산폐수 공공처리시설이라 하는데(오폐수법, 제2조 제10항), 이 시설의 방류수 수질 기준은 생물화학적 산소요구량(BOD) 30ppm이하와 총질소 60ppm 이하, 총인 8ppm 이하로 규제된다(표 5 참조).

개별 양축농가의 축산폐수 정화처리시설의 방류수 수질의 생물화학적 산소 요구량 기준은 일반지역에서 허가대상 규모의 경우 150ppm 이하, 신고대상 규모의 경우 500ppm 이하로 규제되고, 특정지역에 있어서는 허가대상의 경우 50ppm 이하로, 신고대상의 경우 350ppm 이하로 규제되고 있다(표 5 참조).

3.1.2. 액비살포시 가축 두당 농경지면적 규제

축산폐수처리시설의 설치대상인 자가 저장 액비화 방법으로 가축분뇨를 처리하고자 하는 경우 6개월 이상 저장할 수 있는 저장조와 1개월 이상 저장 및 저류할 수 있는 저류조를 설치해야 한다. 또한 <표 6>에서 제시하는 바와 같이 축종별 두당 일정 규모의 초지 또는 농경지를 확보해야 한다(오폐수법 시행규칙 제53조, 제76조). 액비살포시에는 기상 또는 토지의 결빙여부·경사도 등 모든 조건을 고려하여 부수적인 환경오염이 발생하지 않도록 하여야 하고, 필요시에는 경운을 실시해야 한다.

⁴ '축산폐수처리시설'이란 축산폐수를 침전·분해 등 환경부령이 정하는 방법에 의하여 처리되는 시설을 말하며(오폐수법, 제2조 제8항), '축산폐수공공처리시설'은 집단적으로 가축을 사육하는 지역의 축산농가에서 발생하는 축산폐수를 침전·분해 등 환경부령이 정하는 방법에 의하여 처리되는 시설(오폐수법, 제2조 제10항)을 칭한다. 그리고 '공동축산폐수처리시설'이란 축산단지 등 밀집된 지역에 공동으로 설치된 축산폐수처리시설을 말한다(오폐수법, 제 25조의 제2항).

표 5 축산폐수처리에 있어서 방류수 수질기준(1999.12.31까지 적용)

단위: ppm(mg/l)

구 분		생물화학적 산소요구량	화 학 적 산소요구량	부 유 물질량	총질소	총 인	
축산폐수공공처리시설 ¹⁾		30이하	50이하	30이하	60이하	8이하	
축산폐수 처리시설 ²⁾	허가 대상	특정 지역 ³⁾	50이하 (50이하)	-	50이하 (150이하)	- (260이하)	- (50이하)
		기타 지역	150이하 (150이하)	-	150이하 (150이하)	-	-
	신고 대상	특정 지역 ³⁾	350이하 (150이하)	-	350이하 (150이하)	-	-
		기타 지역	500이하 (350이하)	-	500이하 (350이하)	-	-

주: 1) 축산폐수공공처리시설의 방류수 수질 기준에는 여기에서 제시된 것 외에도 3,000개/ml 이하의 대장균 균수 기준이 추가된다.

2) ()내는 2000년 1월 1일부터 적용되는 축산폐수처리시설의 방류수 수질기준임.

3) 특정지역은 수도법 제5조의 규정에 의한 상수원보호구역 및 동법 제3조제15호의 규정에 의한 상수원 수취시설로부터 유하거리 4킬로미터이내의 상수원상류지역, 환경정책기본법 제22조의 규정에 의한 특별대책지역, 수질환경보전법 제33조의 규정에 의한 특정호소수질관리구역, 지하수법 제10조의 규정에 의한 지하수보전구역, 자연공원법 제6조의 규정에 의한 공원구역 및 동법 제25조의 규정에 의한 공원 보호구역임.

표 6 액비 삼포시 농경지 확보 요구 면적

구 분	초 지	농 경 지	
		논	밭
한 우	520m ² 이상/두 (157평 이상/두)	990m ² 이상/두 (300평 이상/두)	640m ² 이상/두 (193평 이상/두)
젓 소	1,610m ² 이상/두 (487평 이상/두)	3,080m ² 이상/두 (933평 이상/두)	1,990m ² 이상/두 (603평 이상/두)
돼 지	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).

3.1.3. 축분비료의 성분 규제

가축분뇨를 이용하여 축분비료를 생산·판매하고자 할 경우에는 비료관리법 제11조에 따라서 등록해야 한다.⁵ 비료관리법에서는 유

기질 비료와 부산물 비료의 공정규격을 구분하여 관리하고 있다. 「비료공정규격」에 따르면, 유기질 비료는 보통비료에 포함되어 있고 보통비료는 비료중의 질소, 인산, 칼리와 같은 비료성분 그 자체를 공정규격으로 설정하

⁵ 비료관리법 시행령 제12조에 따르면 축산업을 영위하는 자가 당해업의 영위과정에서 나온 부산물을 처리하여 1일 평균 1.5톤이상의 부산물비료를 생산·판매 하고자 하는 경우에는

시설등록을 해야 하는 것으로 명시하고 있다. 비료관리법 및 시행령의 해설에 관해서는 농촌진흥청(1997), pp.143-193.

여 관리한다. 그러나 부산물 비료는 비료성분은 고려하지 않고 비료중의 유기물함량과 유해성분을 규제하고 있다. 비료관리법상 축분 비료는 부산물비료의 일종으로 유기질 비료와 달리 비료성분은 규제를 하지 않는 반면 유기물 함량과 유기물 대 질소비율을 공정규격으로 설정 관리하고 있다(표 7 참조).

3.1.4. 환경규제 위반시 벌칙

가축분뇨의 적절한 처리에 관한 환경규제 사항을 위반할 경우에는 배출부과금과 범칙금이 부과된다. 허가를 받은 양축농가가 방류수 수질기준을 초과하여 오염물질을 배출하는 경우 오염물질의 종류, 배출기간, 배출량 등에 의하여 배출부과금을 납부해야 한다. 기본 배출부과금의 산정은 소의 경우 6두와 돼지의 경우 16두와 배출기간 20일 기준으로 하여 소의 경우 이틀 기준 미만인 경우 30만원이고 돼지의 경우는 40만원이 부과되며, 기준이상일 경우 소의 경우 40만원 그리고 돼지의 경우 50만원이 부과된다(오폐수법 제29

조, 시행령 제13조).

규제대상 이상규모의 양축경영에 있어서 관련 규제사항을 위반할 경우에도 범칙금이 부과된다(오폐수법 제53조, 제55조, 제56조, 제58조). 앞에서 설명한 허가대상규모의 양축농가가 축사의 허가를 받지 않았거나 축산폐수처리시설을 정상적으로 운영하지 않은 경우 2년 이하의 징역이나 2천만원 이하의 벌금형을 받게 된다. 또한 신고를 하지 아니하고 재활용을 목적으로 축산폐수를 처리하거나, 신고대상자로서 축산폐수 처리시설을 설치 아니하고 축산폐수 배수시설을 사용하거나 축산폐수 처리시설을 정상운영하지 않는 경우 6개월 이하의 징역 또는 500만원 이하의 벌금을 받게 된다. 규정에 의한 신고 또는 변경신고를 한자로서 규정에 의한 개선명령을 위반한 경우에는 200만원 이하의 벌금형을 받게 된다. 축산폐수시설 운영에 있어서 방류수 수질기준을 위반한 자와 축산폐수 처리시설 간이축산폐수 정화조를 그 관리기준에 적합하지 아니하게 유지·관리한자 등에

표 7 축분비료의 공정규격

종 류	함유해야 할 주성분의 최소량	함유할 수 있는 유해성분의 최대량	기타 규격	비 고
퇴 비	유기물 25% 이상	비소 : 50 mg/kg 카드뮴 : 5 mg/kg 수은 : 2 mg/kg 납 : 150 mg/kg 크롬 : 300 mg/kg 구리 : 500 mg/kg	유기물대 질소비 50% 이하	음식물쓰레기는 원료의 30% 이내, 원료는 포장대에 표기하여야 함
건계분	유기물 20% 이상	비소 : 50 mg/kg 카드뮴 : 5 mg/kg 수은 : 2 mg/kg 납 : 150 mg/kg 크롬 : 300 mg/kg 구리 : 500 mg/kg	염산불용해물 30% 이하	계분을 단순 건조 한 것

자료: 농림부(1997).

계는 100만원 이하의 과태료가 부과된다.

축분비료생산에 있어서 비료공정규격에 정하여진 유해성분 최대함유량을 초과한 부산물 비료를 생산하여 판매하는 경우 영업정지 처분 또는 2천만원 이하의 과징금이 부과될 수 있다(비료관리법 제21조). 불량 부산물 비료를 생산하여 유통시키다 적발되는 경우에도 2년 이하의 징역이나 1천만원 이하의 벌금이 부과될 수 있다. 생산된 축분비료의 출

하진 검사를 하지 않거나 검사결과를 허위로 작성하는 경우 500만원 이하의 과태료가 부과될 수 있다(비료관리법 제30조).

3.2. 가축분뇨처리 시설 운영실태

가축분뇨처리 시설(1997년 기준)은 설치대상농가 84,285호 가운데 89%가 설치하였으며, 이중 자원화시설 설치비율이 80%, 정화방류시설이 20% 정도를 차지하고 있다. 가축

표 8 가축분뇨 처리시설 설치현황 (1997년말 기준)

구 분	설 치 대 상	설 치 농 가	설치 비율 (%)	자원화 시설				정화방류시설		
				퇴비화	톱밥 축사	저장 액비	계	정화조	기타	계
계	84,285	74,930	89	31,721	17,605	9,651	60,138 (80.3)	13,997	795	14,792 (19.7)
허 가 대 상	6,094	6,061	99	7,406	544	1,014	5,205 (85.9)	695	161	856 (14.1)
신 고 대 상	39,342	36,603	93	9,252	4,418	5,762	30,631 (83.4)	5,679	293	5,470 (16.3)
간 이 대 상	38,849	32,266	83	8,694	7,143	6,694	24,302 (75.3)	7,623	341	7,964 (24.7)

주: ()내는 설치농가중 각시설의 설치비율(%)을 나타냄.

자료: 농림부(1998)

표 9 가축분뇨처리 관련 위반건수 및 조치 결과

단위: 건수

연 도	위 반 건 수					조 치 결 과				
	계	미설치 미신고	무단 방류	폐수 유출	규격 미달 등	구속	벌금 과태료	개선 명령	시정 (경고)	기타
1995	1,562	340	205	304	713	8	405	822	1	326
사법기관	115	16	54	29	16	1	47	28	-	39
행정기관	1,447	324	151	275	697	7	358	794	1	287
1996	3,004	883	311	481	1,329	28	1,044	848	-	1,084
사법기관	482	172	119	97	94	15	350	42	-	75
행정기관	2,522	711	192	384	1,235	13	694	806	-	1,009
1997	1,669	283	313	527	546	15	776	404	257	217
사법기관	277	44	127	104	2	10	236	6	9	16
행정기관	1,392	239	186	423	544	5	540	398	248	201

자료: 농림부(1998).

분뇨의 자원화시설 설치비용은 비료화시설이 65%(49,326호), 액비화시설은 12.9%(9,651호)를 차지하고 있다. 그러나 정화처리시설은 관리미숙, 규격미달 등으로 자원화시설에 비해 가동률이 저조하다. 자원화시설의 가동률은 73.9%인 반면 정화방류시설은 16.7%에 불과하다(농림부, 1998).

가축분뇨처리 관련 1997년의 위반건수를 보면 미설치·미신고가 283건, 무단방류가 313건, 폐수유출이 527건 규격미달 및 기타가 546건으로 총 1,669건으로 조사되었는데, 이는 1996년 보다 44% 정도 줄어든 것이다(표 9 참조). 이는 주로 미설치·미신고와 규격미달 등의 위반건수가 크게 줄어든 데서 비롯된 것이다. 그러나 폐수유출의 위반건수는 오히려 전년도 보다 10% 정도 늘어났다. 가축분뇨 처리의 환경규제 위반에 대한 조치 결과를 보면 구속 및 범칙금 부과가 전체의 거의 절반 정도를 차지하는 것으로 나타났다.

4. 가축분뇨처리의 경제성 분석

4.1. 환경규제하의 양축가의 의사결정

가축 분뇨와 악취 등은 가축생산에 있어서 필연적인 부산물이다. 잠재적인 오염원으로 가축분뇨의 방출은 환경의 자정능력(assimilative capacity) 범위 내에서 사회적으로 수용된다면 큰 문제가 없다.⁶ 단지 자연환경의

자정능력을 초과하는 경우 환경오염문제가 발생되며, 가축분뇨의 적절한 처리를 위한 외부적 비용을 발생시키게 된다. 이러한 경우 가축분뇨의 방출과 악취문제를 환경경제학에서는 부의 외부성(negative externality)이라 일컬어지고 있고⁷, 이러한 부의 외부성을 치유하기 위해 여러 가지 경제적 유인책과 환경규제수단이 동원되는 것이다.

과거에는 개개 소규모 양축농가가 가축분뇨를 배출하여도 자연환경에 의해 흡수되어 정화할 수 있었기 때문에 가축생산을 하는 경우 분뇨처리비용이 사적인 생산비용에 포함되지 않았고, 환경오염부하에 따른 사회적 비용도 큰 문제가 되지 않았다. 그러나 사육규모가 커지면서 가축분뇨의 배출은 자연적 정화처리의 한계에 부딪치게 되었고, 이는 오염원을 발생시키는 경계수준(threshold level)을 초과하게 되었다. 따라서 환경관리 측면에서 규제조치가 따르고 가축분뇨처리는 가축생산 과정에서 비용이 수반되는 중요한 의사결정 변수가 된 것이다.

축산경영에 있어서 가축분뇨처리 시스템은 가축생산시스템과 가축분뇨의 수거·저장·수송 및 처리 등과 작물생산 시스템을 동시에 고려하는 통합시스템(integrated system)

(1996)).

⁷ 가축생산 과정에서 부의 외부 효과를 발생시키는 요인으로는 크게 두 가지로 대별된다. 첫째로는 작물의 영양소 요구량 이상으로 살포하거나 시비하는 경우 과잉 질소와 인산 성분이 침투하거나 방출함에 따른 지표수 및 지하수 오염을 들 수 있다. 둘째로, 경지에 분뇨 살포와 축사로부터 암모니아 가스가 방출되어 인근 주민이나 지역에 악취 유발과 누적되는 경우 산성비의 요인을 들 수 있다(Kim, Chang-Gil, 1998).

⁶ 환경의 자정능력이란 환경의 중요한 기능인 폐기물 수용능력을 말하며, 사회적으로 큰 문제를 유발시키지 않는 범위 내에서 원활한 물질순환이 되는 상태를 말한다(Callan and Thomas

이다. <그림 1>에서 제시된 바와 같이 가축 생산과정은 크게 주산물인 고기, 우유, 알 등의 축산물과 가축분뇨, 깔짚, 가축 등 부산물로 대별된다. 가축분뇨처리시스템에 있어서 주요한 가축분뇨처리방식으로는 정화처리, 액비화 및 퇴비화로 나누어지며, 액비화 및 퇴비화 방식은 작물생산 시스템에 연결된다.

환경관리 측면에서 양축가의 경제적 의사 결정에 주된 관심사는 크게 환경오염 문제를 일으키지 않으면서 비용을 최소화하는 가축 분뇨처리 시스템을 선택하는 것이며 가능한 가축분뇨를 재활용하여 자원화하는데 있다. 이를 위해 양축가는 적절한 분뇨처리 시스템의 도입과 동시에 주어진 자원을 최대한 활용하기 위해 가축사육 두수를 줄이거나 늘릴 것인가와 투입재인 토지, 노동, 자본 등의 적절한 사용량을 결정해야 할 것이다. 이를

위해서 우선 분뇨처리시스템의 도입은 상당한 고정시설비가 투자되어야 하므로 총자본 투자액 가운데 분뇨처리에 투자되는 비중을 고려하게 될 것이다. 특히 분뇨처리 설비는 상당한 고정자본 투자가 요구되므로 일정규모 이상이 되어야 시설 가동은 물론이고 자본투자에 대한 회수가 가능하게 될 것이다. 다음으로 가축분뇨처리를 위해서는 상당한 노동력이 투하되어야 하므로 환경관리 측면에서 양축경영을 위해서는 총생산비에서 일정부분의 분뇨처리비를 고려해야만 할 것이다.

4.2. 축종별 분뇨처리의 경제성 분석

4.2.1. 개별처리방식의 비용분석

개별 양축가가 자원화 중심의 가축분뇨처리를 위해서는 시설비와 관리비 등 상당한

그림 1 가축생산 및 가축분뇨처리 시스템

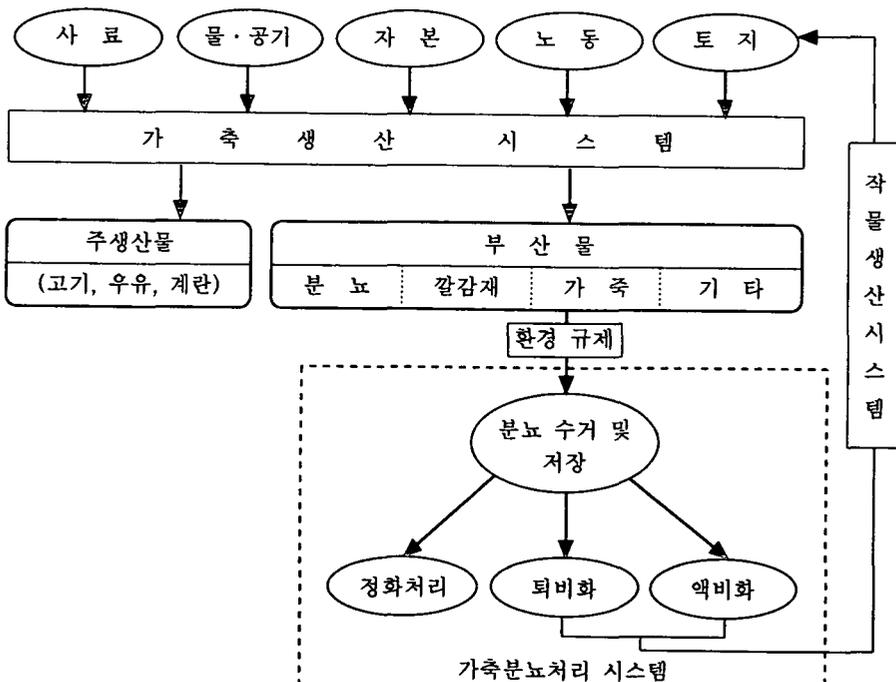


표 10 한우의 분뇨처리를 위한 자본투자 및 처리비용

		30두 이하	31~76두	77두 이상	평균(73두)
자본투자 (천원/호)	총자본투자액(A) ¹⁾	24,020	74,024	140,626	79,557
	건축비	12,680	44,039	95,545	50,755
	농기구	2,780	14,429	17,143	11,451
	분뇨처리(B)	8,560	15,556	27,938	17,351
	B/A(%)	35.6	21.0	19.9	21.8
노동투자 (시간/두)	총노동투하시간(C)	47.33	37.75	19.21	34.10
	사양관리	30.76	24.13	15.16	23.35
	분뇨처리(D)	16.57	11.62	4.05	10.75
	D/C(%)	35.0	32.5	21.1	31.5
처리비용 (두/원)	생산비(E)	2,080,125	2,022,750	1,790,280	1,964,385
	가축비	631,530	522,540	515,880	556,650
	사료비	772,380	747,675	688,050	736,035
	관리비	453,240	570,960	420,930	481,710
	분뇨처리비(F)	222,975	181,575	165,420	189,990
	F/E(%)	10.7	9.0	9.2	9.7

주: 1) 자본투자액에 토지 및 대동물에 대한 자본평가는 제외된 것임.

자료: 농촌진흥청 농업경영관실(1999).

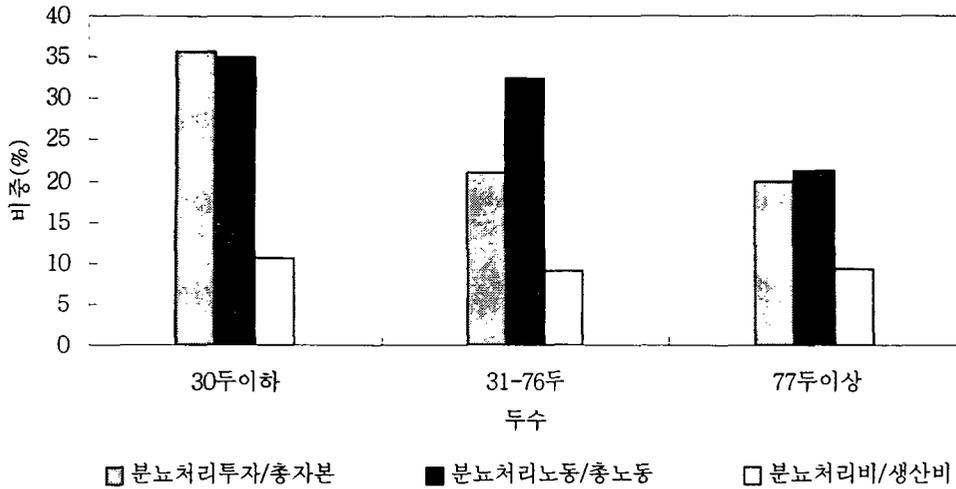
초기 자본투자와 분뇨의 수거·저장·운반·처리 등 일련의 작업이 요구되기 때문에 상당한 노동력을 필요로 한다. 축종별 분뇨처리를 위한 자본투자 및 처리비용은 경영규모에 따라 다른 것으로 나타났다. <표 10>에서 보는 바와 같이 한우사육의 경우 규모별로 보면 30두 이하의 규모에서 호당 분뇨처리를 위한 자본투자액은 856만원으로 총자본투자액의 35.6%를 차지하며, 31~76두의 경우 1,556만원으로 전체 투자비의 21%를 차지하고, 77두 이상의 경우는 2,793만원으로 전체 투자액의 19.9%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 한우사육의 분뇨처리를 위한 노동투하시간은 30두 이하의 경우 두당 17시간으로 총노동투하시간의 35%를 차지하고, 31~76두의 경우 두당 11시간으로 총노동투하시간의 32.5%를 차지하며, 77두 이상의 경우는 두당 4시간으로 총노동투하시간의 21.1%를 차지하

는 것으로 나타났다. 이처럼 한우사육에 있어서 분뇨처리를 위한 자본투자액과 노동시간은 경영규모가 커질수록 줄어드는 것으로 나타났다(그림 2 참조). 한우사육에 있어서 가축분뇨 처리비용을 보면 30두 이하의 경우 두당 22만 2,975원으로 생산비 가운데 10.7%를 차지하고, 31~76두 경우 두당 18만 1,575원으로 생산비중 9.0%를 차지하며, 77두 이상의 경우는 두당 16만 5,420원으로 생산비의 9.2%를 차지하는 것으로 조사되었다.⁸

다음으로 돼지사육의 경우 호당 분뇨처리

⁸ 여기서 제시된 조사는 주로 가축분뇨처리 시설을 갖춘 한우농가를 대상으로 한 것이기 때문에 상대적으로 분뇨처리비용이 높은 것으로 나타나고 있다. 처리방법별로 차이를 보이나 유철호, 정민국(1995)의 조사결과에 따르면 한우의 경우 총생산비에서 가축분뇨처리비의 비중은 톱밥발효축사에서 4.7%, 퇴비사와 저장액을 결합한 경우는 6.8% 정도를 차지하는 것으로 나타났다.

그림 2 한우사육에 있어서 가축 분뇨처리의 비중



를 위한 자본투자액은 <표 11>에서 보는 바와 같이 713두 이하의 경우 5,032만원으로 총 자본투자액의 24.3%를 차지하며, 714~1,499두의 경우 1억 1,339만원으로 전체 투자비의 24.9%를 차지하고, 1,500두 이상의 경우는 2억 2,679만원으로 전체 투자액의 21.5%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 돼지사육에 있어서 분뇨처리를 위한 노동투하시간은 713두 이하의 경우 두당 0.54시간으로 총노동투하시간의 45.4%를 차지하고, 714~1,499두의 경우 두당 0.36시간으로 총노동투하시간의 36.0%를 차지하며, 1,500두 이상의 경우는 두당 0.34시간으로 총노동투하시간의 31.5%를 차지하는 것으로 나타났다. 이처럼 돼지사육의 경우에도 사육두수가 증가함에 따라 분뇨처리를 위한 노동투입시간이 줄어드는 것으로 나타났다(그림 3 참조). 돼지사육에 있어서 가축분뇨 처리비용을 보면 713두 이하의 경우 두당 13,604원으로 생산비 가운데 7.1%를 차지하고, 714~1,499두의 경우 두당 9,065원

으로 생산비 가운데 5.1%를 차지하며, 1,500두 이상의 경우는 두당 8,651원으로 생산비 가운데 5.0%를 차지하는 것으로 나타났다.⁹

이처럼 한우와 돼지의 사육에 있어서 환경관리측면에서 가축분뇨자원화를 위한 개별적 퇴비화 처리방식의 경우 초기에 고정시설투자로 상당한 자본투자와 가축분뇨의 수거·저장·운반·처리 등 일련의 작업에 상당한 노동력이 투하되는 것으로 나타났다. 특히 개별 양축가의 퇴비화처리 시스템의 경우 가축사육두수가 증가함에 따라 가축분뇨처리를 위한 자본 투자액과 노동투하시간이 줄어들어 규모의 경제성을 가지는 것으로 볼 수 있다. 또한 생산비 가운데 가축분뇨처리비의 비

⁹ 돼지의 경우 가축생산비에서 가축분뇨처리비의 비중을 관한 유철호, 정민국(1995)의 조사결과에서도 규모별, 처리시설별로 차이를 보이거나 퇴비사(기계발효사)의 경우 6.8%, 톱발발효축사의 경우 11.2%, 퇴비사(기계발효사)와 저장액비의 경우 6.4% 정도를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 송금찬 외(1995)의 연구에서는 5% 수준인 것으로 조사되었다.

중은 축종별로 차이가 있으나 한우의 경우 평균 10% 정도와 돼지의 경우 6% 정도 차지하는 것으로 나타나 환경관리 측면에서 양축 경영을 위해서는 10%내외의 가축분뇨처리비를 고려해야 한다는 점이다. 이들 비용은 가

축생산으로부터 발생하는 부의 외부효과를 줄이기 위한 환경오염 방지비용(abatement cost)으로 간주될 수 있으며, 적당한 규모의 양축경영과 분뇨처리기술을 발전시킴으로써 생산비에서 차지하는 비중을 더 낮출 수 있

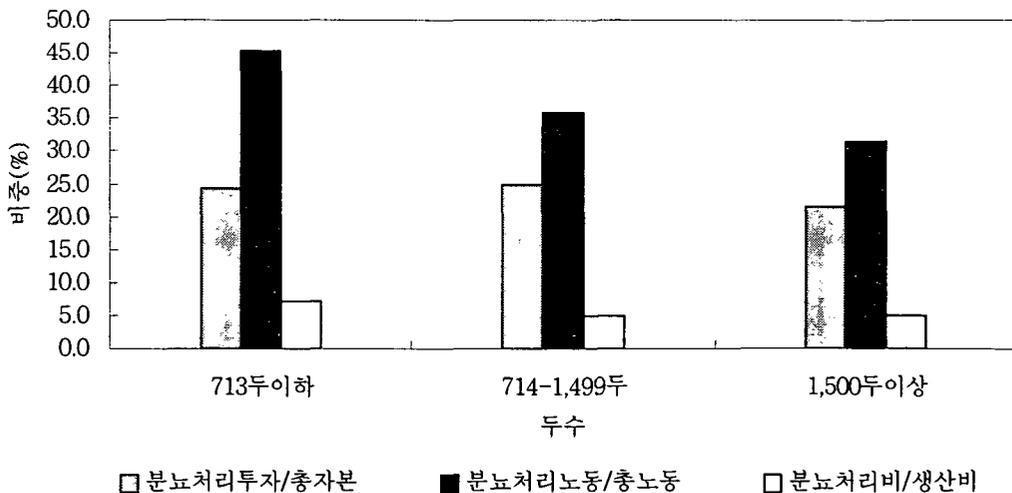
표 11 돼지사육의 분뇨처리를 위한 자본투자 및 비용

		713두이하	714~1,499두	1,500두이상	평균(1,311두)
자본투자 (천원/호)	총자본투자액(A) ¹⁾	206,820	455,257	1,053,444	571,840
	가축비	18,720	45,941	151,401	72,021
	건축비	126,252	273,201	647,056	348,836
	농기구	11,524	22,722	28,200	20,815
	분뇨처리(B)	50,324	113,393	226,787	130,168
B/A(%)		24.3	24.9	21.5	22.8
노동투자 (시간/두)	총노동투자시간(C)	1.19	1.00	1.08	1.09
	사양관리	0.65	0.64	0.74	0.68
	분뇨처리(D)	0.54	0.36	0.34	0.41
	D/C(%)	45.4	36.0	31.5	37.6
처리비용 (두/원)	생산비(E)	192,905	176,613	173,624	181,796
	가축비	56,673	51,694	51,125	53,164
	사료비	93,180	91,204	90,278	91,554
	관리비	29,448	24,650	23,570	26,638
	분뇨처리비(F)	13,604	9,065	8,651	10,440
F/E(%)		7.1	5.1	5.0	5.7

주: 1) 자본투자액에 토지 및 대동물에 대한 자본평가는 제외된 것임.

자료: 농촌진흥청, 농업경영관실(1999).

그림 3 돼지 사육에 있어서 가축분뇨처리의 비중



을 것이다.

4.2.2. 축분공동퇴비화 방식의 운영성과 분석

가축분뇨 방출로 인한 환경오염을 방지하고 가축분뇨의 위탁처리로 양축농가의 운영비 절감 및 토양개량제로의 재활용 촉진을 목적으로 1993년의 공동퇴비제조장 지원사업을 시작으로 본격적인 가축분뇨자원화사업이 착수된 이래, 공동퇴비화시설인 부산물비료 생산 등록업체는(이하에서는 '축분비료공장'으로 칭함) 416개에 이른다. 이들 생산업체의 구성을 보면 유기조합 및 영농조합법인이 운영하는 공장이 345개로 82.9%를 차지하고, 다음으로 농협운영 공장이 61개로 14.7%를 차지하며, 축협운영 공장은 10개로 2.4%를 차지하고 있다(농협중앙회, 1998). 이들 축분비료공장 운영의 실태조사를 기초로 연간 축분비료의 생산 및 판매능력을 보면, <표 12>에서 보는 바와 같이 운영주체별로 연간생산량은 개인공장이 7,560톤, 축협공장이 5,416톤, 농협공장이 2,028톤으로 조사대상 공장전체로는 4,968톤에 달하며, 연간 판매량은 개인공장이 6,228톤, 축협공장이 6,108톤, 농협공장이 1,512톤인 것으로 나타났다.¹⁰

축분비료의 생산단가는 운영주체별로 생산여건과 제품의 질에 따라 큰 차이를 보여 포당 생산단가는 축협운영공장의 경우 3,552원, 농협운영공장의 경우 2,655원, 개인운영공장의 경우 2,378원으로 나타났다. 특히 농·축협운영공장의 경우 공장별로 큰 격차의 생산

단가를 나타내 축협운영공장의 경우 포당 생산단가의 표준편차는 축협운영의 경우 872원으로, 농협운영공장의 경우 804원으로 나타났고, 개인운영공장의 경우 포당 생산단가의 표준편차는 389원으로 여타 생산업체보다 그 폭이 적은 것으로 나타났다. 축분비료 생산업체별 생산단가 구성요인을 살펴보면 노임비가 17~20%를 차지하여 업체별로 큰 차이는 없으나, 원료비의 경우 축협의 경우 24.4%를 차지하나, 개인공장의 경우는 47.9%를 차지하는 것으로 나타났다. 관리비에 있어서는 축협운영공장의 경우 58.1%로 가장 높은 비중을 차지하고 있고, 농협운영공장은 44.9%를 차지하는 것으로 나타난 반면, 개인운영공장의 경우는 31.8%에 불과한 것으로 나타났다(그림 4 참조). 이는 축협공장의 경우 대부분이 4~6년이 지나 노후화 및 부식화에 따른 과다한 수리비 지출과 과다한 시설투자비용에서 비롯된 것으로 보이며, 이에 더하여 생산자 단체라는 조직의 속성을 어느 정도 반영하는 것으로 사료된다(허덕, 김창길, 정민국, 1998).

축분비료공장 운영의 수익성(1997년 기준)을 보면 축협운영공장의 경우 생산단가가 포당 3,552원인 반면 판매단가는 2,764원으로 포당 787원의 손실이 발생하는 것으로 나타났다. 농협운영공장의 경우는 생산단가 2,655원이고 판매단가 2,222원으로 포당 433원의 손실이 발생하였으며, 개인운영공장의 경우는 포당 생산단가 2,378원, 판매단가 2,231원으로 포당 147원의 손실이 발생된 것으로 조사되었다. 조사대상 공장 전체로 보면 포당 생산단가는 2,806원, 판매단가는 2,377원으로 포

¹⁰ 축분비료 생산업체는 농협운영 9개 업체, 축협운영 7개 업체, 유기조합 및 영농조합법인이 운영하고 있는 9개 공장 등 총 25개를 조사대상으로 하였다(허덕, 김창길, 정민국, 1999).

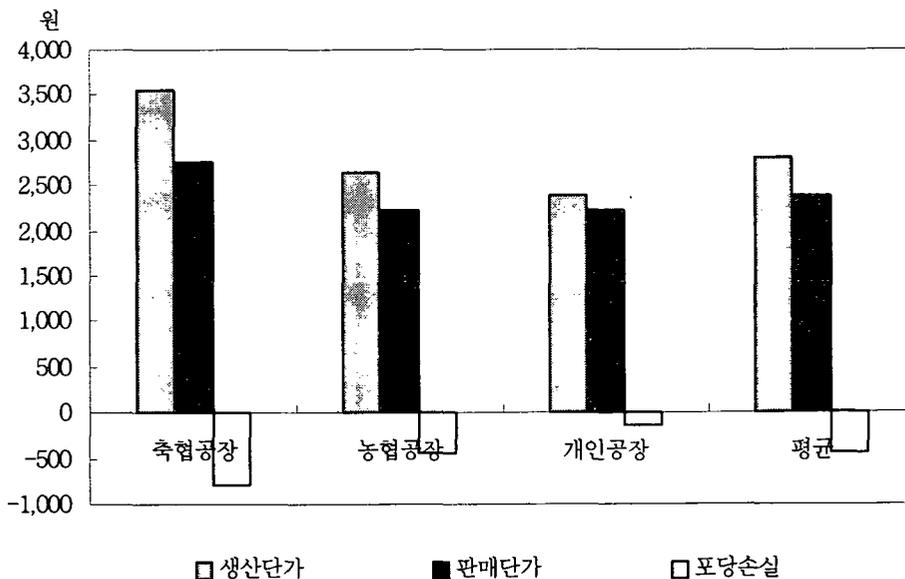
표 12 축분비료공장의 생산업체별 운영 실태

구분	축협공장	농협공장	개인공장	평균	
생산량 판매량 (톤/연)	분뇨수거량	10,531	3,488	9,744	7,712
	축분비료생산량	5,416	2,028	7,560	4,968
	축분비료판매량	6,108	1,512	6,228	4,497
	연말재고량	2,191	446	1,000	1,134
생산비 판매가 (원/포대)	생산단가 (구성비) (표준편차)	3,552 (100.0) (872)	2,655 (100.0) (804)	2,378 (100.0) (389)	2,806 (100.0) (834)
	- 원료비 (구성비)	868 (24.4)	1,007 (37.9)	1,139 (47.9)	1,016 (36.2)
	- 노임비 (구성비)	623 (17.5)	456 (17.1)	483 (20.3)	512 (18.2)
	- 관리비 (구성비)	2,061 (58.1)	1,192 (44.9)	756 (31.8)	1,278 (45.6)
	판매단가 (표준편차)	2,764 (406)	2,222 (272)	2,231 (145)	2,377 (366)
	포당손실	-787	-433	-147	-429

주: ()내에 있는 생산단가의 구성비는 %기준임.

당 429원의 손실이 발생하는 것으로 나타났 경우 더 이상 축분비료공장 운영에 어려움이
다. 이러한 분석결과는 적자발생이 지속되는 가중되어 공장이 폐쇄되거나 아니면 생산단

그림 4 생산업체별 축분비료공장의 생산단가, 판매단가 및 포당손실



가를 낮추기 위해 불량 투입재의 사용과 미발효된 축분비료가 생산될 가능성이 높음을 암시한다. 따라서 기존의 축분비료공장이 정상적으로 운영되기 위해서는 경제적 유인책이 필요하며, 이에 더하여 생산단가를 낮추기 위한 공장의 경영혁신과 소비자인 경종농가의 축분퇴비이용 촉진을 위한 다양한 대책이 요구된다.

5. 결론

가축분뇨는 화학비료가 본격적으로 사용되기 시작한 1970년대 이전까지만 해도 대부분의 양축농가는 환경의 자정능력 범위에서 자체처리가 가능하였다. 그러나 가축 사육두수 증가에 따라 집약적·기업적 생산구조로 변하면서 규모확대에 대응한 농지 확보가 병행되지 않아 가축분뇨의 자가경영권내의 순환이용에 지장이 생기게 되었다. 이밖에도 가축분뇨의 자원화를 위해 축분비료공장에서 생산되고 판매되는 축분비료(부산물비료)는 높은 가격과 낮은 비료성분 함량으로 작물재배 농민들에게 축분비료 이용증대를 위한 유인이 되지 못하고 있다. 특히 여러 가지 유기물을 보유한 가축분뇨는 적절하게 처리하지 않고 방류할 경우 수질, 토양, 공기 오염 등 환경오염원으로 작용하게 된다. 최근 환경의 질에 대한 국민들의 관심사가 확대되면서 환경관리 측면에서 적절한 가축분뇨처리를 위한 제도적 장치들이 강화되고 있다. 이에 따라 양축가들의 이윤극대화를 위한 의사결정에 있어 가축분뇨처리 문제는 중요한 요인이 되

고 있다. 또한 정책담당자들은 가축생산과 자정능력간의 균형관계인 지속성(sustainability) 유지를 위한 친환경적 축산업 발전을 위한 규제적 조치 및 경제적 유인책 개발에 관심을 기울이고 있다.

환경관리 측면에서 축종별 개별 양축농가의 분뇨처리의 경제성을 분석한 결과 전체투자액에서 가축분뇨처리 투자의 비중은 한우 사육의 경우 평균 21.8%를 차지하며, 돼지 사육의 경우 평균 22.8%로 나타났다. 또한 사양관리를 위한 전체 노동력 가운데 가축분뇨에 투입하는 비중은 한우의 경우 평균 31.5%를 차지하고 돼지의 경우 37.6%를 차지하는 것으로 나타났다. 가축생산비 가운데 가축분뇨처리비의 비중은 한우의 경우 평균 9.7%를 차지하고 돼지의 경우 5.7%를 차지하는 것으로 나타났다. 따라서 환경관리 측면에서 양축경영을 하는 경우 축종별로 차이가 있으나 생산비 가운데 10% 내외의 가축분뇨 처리비용을 반드시 고려해야 한다. 또한 분뇨처리 시설비 등으로 상당한 고정설치비가 소요되고 규모증가에 따라 노동력 투입이 감소하므로 효율적인 양축경영을 위해서는 축종별로 적정규모의 가축사양이 이루어져야 할 것이다.

한편 여러 양축농가의 가축분뇨처리 문제를 동시에 해결하기 위해 설립되어 운영되고 있는 축분비료공장의 경우 운영주체에 따라 생산하는 축분비료 20kg 포당 140~790원 정도의 손실이 발생되고 있는 것으로 나타났다. 축분공동퇴비화 방식이 양축농가의 가축분뇨처리를 위해 비용절약적이고 또한 양질의 토양개량제 공급이라는 측면에서 우선 정상적인 공장운영이 가능할 수 있도록 하는 경제

적 유인책이 필요하다. 경종농가가 구입하는 축분비료에 대해 포당 일정분의 정액보조를 지급하는 현행 '축분비료차손보전제도'는 축분비료의 생산 및 소비 측면을 활성화시키는 주요한 정책수단이 되고 있다. 이에 더하여 분석결과에서 제시된 바와 같이 축분비료공장의 운영주체에 따라 생산단가가 크게 다른 것으로 나타나고 있으므로 단가를 낮추기 위해 효율적으로 운영되고 있는 축분공장의 경영성과를 참고하여 목표관리(bench marking)가 요구된다. 이밖에도 생산된 축분비료가 이를 필요로 하는 경종농가에게 적정가격에 공급될 수 있도록 생산과 소비를 연결해 주는 효과적인 축분비료 유통관리체계가 수립되어야 할 것이다.

끝으로 향후 국내 축산업을 환경친화적이고 지속적으로 발전시키기 위해서는 가축생산에 따른 분뇨발생으로부터 유발되는 환경오염을 저비용으로 미연에 방지하는 기술개발의 실용화와 수입사료곡물 위주의 가축생산체계에 있어서 정상적인 물질순환을 위해 가축분뇨를 이용하여 제조한 국내 축분비료의 수출 등 다각적인 대책이 마련되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김강식 외. 1995. 「수출돈 생산단지의 분뇨처리 시설 표준화에 관한 조사연구」, 한국육류수출협회.
- 김춘수, 최홍림, 강성모. 1995. 「가축분뇨 처리시스템 개선 및 자원화기술 개발」, 농촌진흥청.
- 김창길. 1999. 「환경관리측면에서 축산업의 경제성 평가」, 「한국형 환경친화적 축산업 발전 대책」, '99한국축산학회 춘계 심포지움 Proceedings, 건국대학교, pp.39-62.
- 농림부. 1997. 「비료공정규격」.
- 농림부 축산정책과. 1998. 「축산분뇨처리 보완대책」.
- 농림부 축산정책과. 1999. 「축산분뇨 처리 및 자원화 대책」.
- 농림부, 축협중앙회. 1999a. 「1999년도 축산분뇨처리 기술상담원 교육」.
- 농림부, 축협중앙회. 1999b. 「1999년도 축산분뇨처리시책 및 기술교육」.
- 농협중앙회. 1998. 「농협지정 부산물비료 우수생산업체 운용기준과 명부」.
- 농촌진흥청. 1997. 「환경농업을 위한 퇴비제조와 이용」, 표준영농교본-89.
- 농촌진흥청. 1999. 농업경영관실, 축종별 가축분뇨 처리비용, 내부자료.
- 농촌진흥청 축산기술연구소. 1997. 「새로운 가축분뇨처리기술」.
- 송금찬, 박민수, 홍철선, 이철희. 1996. 「양돈경영의 분뇨처리 방법별 경제성 연구」, 농촌진흥청, 농업경영관실, 「1995년도 연구사업보고서」, 농업경영연구보고 제56호, pp.104-120.
- 유철호, 허 덕, 송성완. 1992. 「가축분뇨 액, 퇴비의 생산 및 유통촉진방안에 관한 연구」, 「가축배설물 처리 및 이용에 관한 연구」, 한국농촌경제연구원, C92-14, pp. 1-60.
- 유철호, 정민국. 1994. 「가축분뇨를 이용한 유기질비료의 생산과 유통 촉진방안」, 한국농촌경제연구원, 「축산폐수처리에 관한 연구」, C94-5, pp.3-60.
- 유철호, 정민국. 1995. 「가축분뇨 처리 및 이용실태 조사연구」, 「'94축산분뇨처리에 관한 연구」, 건국대학교 동물자원연구소, pp. 27-108.
- 유철호. 1995. 「축산발효비료의 유통활성화 방안」, 「축산분뇨처리사업 기술교본」, 농림수산부, pp.113~135.

- 천동원 외. 1998. "가축분뇨 처리의 효율화 방안 연구," 「1997년도 연구사업보고서」, 농업경영연구보고 제59호, 농촌진흥청 농업경영관실, pp.423-443.
- 축협중앙회. 1997. 「가축분뇨처리 업무지침」, 컨설팅 97-13.
- 축협중앙회. 1998. 「1997년도 축산물생산비조사 보고」, 조사보고 98-1.
- 한국과학기술원. 1990. 「전국분뇨적정관리 대책 연구」.
- 허덕, 김창길, 정민국. 1999. 「축분비료의 생산 및 이용 활성화 방안」, 연구보고 R390, 한국농촌경제연구원.
- 환경부. 1998a. 「환경통계연감」 제11호.
- 환경부. 1998b. 「1997년 환경백서」.
- Badger, Daniel. 1975. "Economics of Substitution and the Demand for Beef Feedlot Wastes: One Alternative for Solving Environmental Quality Programs," *Managing Livestock Wastes, Proceedings 3rd International Symposium on Livestock Wastes -1975*, American Society of Agricultural Engineering, Urbana, Illinois, pp.30-32.
- Callan, Scott J. and Janet M. Thomas. 1996. *Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Applications*, Chicago: Irwin.
- Christensen, L.A. et al. 1981. *Managing Animal Wastes: Guidelines for Decisionmaking*, U. S. Department of Agriculture, Economic Research Service, ERS-671.
- Fleming, Ronald A. and Bruce A. May 1997. Babcock. Resource or Waste?: The Economics of Swine Manure Storage and Management. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Working Paper 97-WP178.
- Glover, Teresa. June 1996. "Livestock Manure: Foe or Fertilizer?" USDA, ERS, *Agricultural Outlook*, pp.30-35.
- Kim, Chang-Gil. "An Economic Analysis of Environmental Regulations on Swine Waste Management." *Journal of Rural Development*, 21(Summer 1998): 49-71.
- Loehr, R.C. *Pollution Control for Agriculture*, 2nd ed., Orlando: Academic Press, Inc., 1984.
- Merkel, James A. 1981. *Managing Livestock Wastes*. Connecticut, Westport: AVI Publishing Company, Inc.,
- Sutton, A.L. et al. 1994. "The Environmental Impacts and Economics of the Collection, Storage, and Treatment of Swine Manure." in Meeting the Environmental Challenge, National Pork Producer Council, Environmental Symposium, November 17-18, 1993, Minneapolis, Minnesota, pp.127-136.