

가축분뇨 자원화를 위한 이용실태 분석

유 덕 기*

The Possible Utilization of Animal Excrements

Yoo Duck-Ki*

〈 목 차 〉

ABSTRACT

I. 서 언

II. 가축분뇨특성과 자원화 문제점

III. 가축분뇨 이용 및 처리시스템의
실태분석

IV. 액비화를 위한 조직적 정책적

개선방안

V. 결 언

참고문헌

ABSTRACT

Regarding the dangers to soil, water and air, which come from current agricultural application measures for nitrogen, a sectoral approach for a non-polluting liquid manure utilization cannot be used any longer.

Slurry was not any longer considered as a tiresome waste produced of animal husbandry, but as a valuable fertilizer. The goal of the largest possible utilization of slurry on the farm was and still is in the foreground.

An integrated system approach has to be found, leading to a drastic improvement of nutrient utilization and hence to a considerably reduced nutrient use.

* 동국대학교 생명자원경제학과

Dept. of biological resource economics, Dongguk University

This can only be expected, if the organic manure can be applicated at times, when losses through leaching and volatilization can be minimized. The necessary investments for such concepts can clearly be reduced through cooperation.

Key Words : liquid manure, valuable fertilizer, possible utilization of slurry, integrated system, cooperation.

I. 서 언

80년대 후반 이후 농축산물시장의 개방화에 대응한 경쟁력 강화와 축산물 수요패턴의 변화에 따른 사육집중화는 60~70년대의 부업형태로 영위하던 축산업의 경제, 사회적 구조를 크게 변화시켰다. 특히 지난 10년간 축산업은 급속한 가축사육두수의 증가와 축산물 생산증가에 따라 가축사육의 규모화 집약화로 특징 되어 졌으며, 이로 인하여 축산집약도가 높은 지역에서는 가축분뇨의 과잉발생과 작물영양 과잉공급이 야기되었으며 환경친화적 순환농업 실천에도 많은 애로를 겪어 왔다.

또한 가축분뇨에 대한 환경오염 문제, 특히 지하수 및 수질오염, 대기오염과 온실효과에 대한 영향이 심각하게 제기되면서 농촌지역의 거주 및 휴양지로서의 기능저하와 안전식품공급에 이르기까지 가축분뇨의 환경오염도는 심각하고 광범위하게 제기되고 있는 실정이다. 특히 우리나라는 수도권과 대도시 근교지역중심으로 나타나고 있는 축산업의 집중화로 인하여 환경오염의 심각성은 선진국에 비하여 더욱 광범위하게 나타나고 있다.

그러나 가축분뇨에 의한 토양 및 수질오염 방지는 축산업 측면만의 문제로 외면되어서는 안될 것이다. 왜냐하면 가축분뇨는 폐수나 폐기대상물이 아닌 농업의 귀중한 자원이며 다양한 복합성분을 함유한 液肥로서 화학비료의 대체재로 평가되어야 하며 또한 액비의 가치평가를 통하여 경종 및 양축농가의 경영수익성을 향상시킬 수 있기 때문이다.

가축분뇨가 아무리 귀중한 유기자원이라고 할지라도 이를 철저히 수거, 관리하지 않으면 틀림 없는 환경오염 물질인 것이다. 따라서 가축분뇨를 막대한 시설과 비용을 투하하여 처리, 가공하는 것보다 농업 내에서 원천적으로 이를 수거 관리하여 유기자원으로서 활용도를 개선하여 무기질 肥料施用에 따른 비용절감과 오염을 대폭 감소시킬 수 있는 방안이 절실히 요구되고 있는 것이다.

따라서 가축분뇨로 인한 환경오염의 위험성을 최소화하고 환경친화적인 Recycling 체계 구축이란 목표를 설정하여야 할 것이며, 이러한 목표는 가축분뇨의 효율적 공급과 환경친화적인 液肥施用기준, 즉 작물 성장단계별 영양의 양적, 시간적 수요와의 균형이 이루어질 경우에 달성될 수 있을 것으로 본다. 또한 배출된 분뇨를 충분히 저장할 수 있는 시설과 환경친화적인 관리 및 이용을 위한 조직운영과 법적, 제도적 장치가 요구된다. 따라서 가축분뇨에 대한 종합적이고 체계적인 오염저감 및 자원화 방안이 요구되고 있으며 친환경농업 기반구축을 위한 액비 자원정책으로서 새로운 패러다임이 제시되어야 할 것이다.

이러한 목적을 위해 본 연구는 첫째, 가축분뇨의 경제적 물질적 특성과 이에 따른 환경오염 및 영향에 대한 문제점을 파악하며, 동시에 가축분뇨 자원화 목표와 당면된 과제를 제시하고 있으며 둘째, 우리 나라의 다양한 가축분뇨 이용 및 처리 시스템에 대한 실태를 분석, 그 특징과 경제적 효과 그리고 기술적 문제점을 시스템별로 비교 분석하여 가축분뇨 자원화를 위한 조직적 정책적 개선방안을 제시하고 있다.

II. 가축분뇨의 특성과 자원화 문제점

1. 가축분뇨의 물질적 경제적 특징

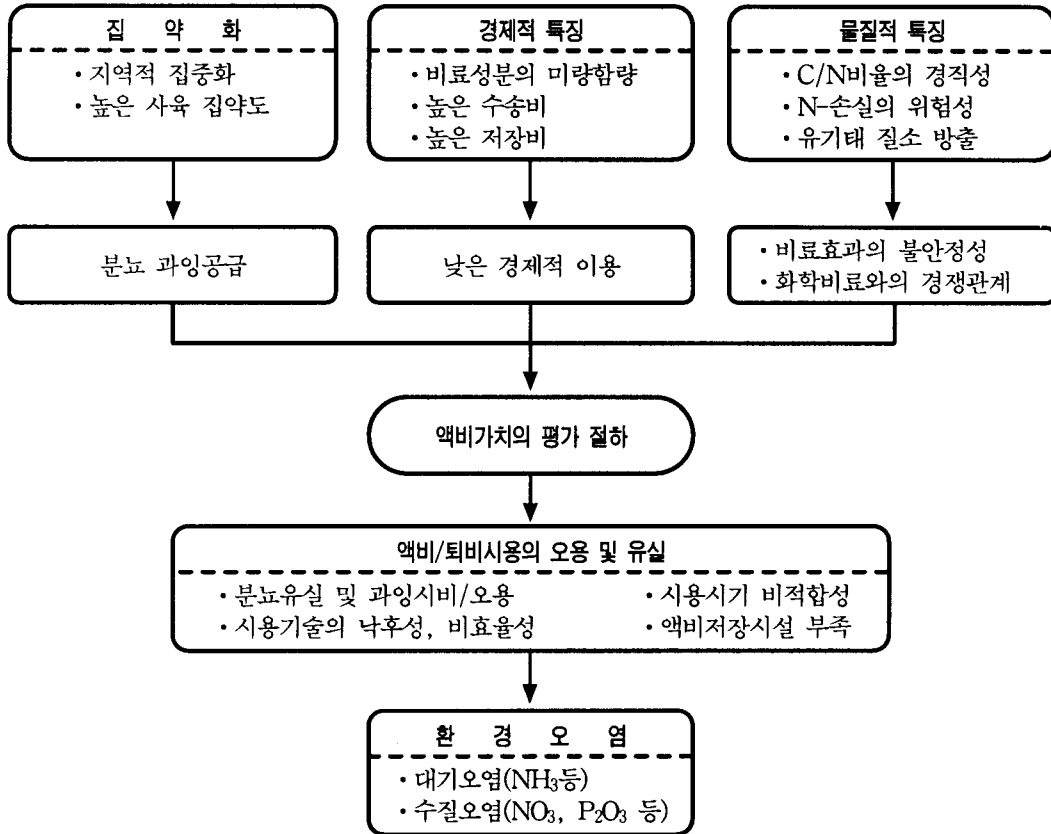
가축분뇨는 자연자원의 유기물질을 다량 함유한 완전한 작물영양 공급원임에도 불구하고 분뇨의 특징인 높은 전염 위험성, 수질오염과 토양오염, 메탄 및 암모니아 가스, 아산화질소 등 악취 및 환경 유해가스 방출의 주범이라는 부정적 이미지로 인하여 축산폐수로 처리함으로써 고비용 처리구조와 처리시설의 비효율성과 이용의 비 경제성 문제가 제기되고 있는 실정이다. 가축분뇨는 축종과 사료급여 기술, 처리 및 이용과정에 따라 성분함량에 많은 유동성을 가지고 있으며 질소순환의 다양한 오염인자로 작용하고 있다. 이에 따라 액비는 환경오염 및 작물이용에 불안정적 작용과 영향을 주고 있으며, 이와 같은 가축분뇨의 물질적 경제적 특성으로 인하여 환경오염의 주범으로 인식되어 왔다.

가축분뇨는 화학비료와 비교하면 비료성분이 상대적으로 적기 때문에 저장 및 수송가치가 적으며, 따라서 경제적 물질적 이용가치가 낮게 나타나게 된다.

또한 가축분뇨는 다량의 N-함량으로 NH₃의 손실 위험성이 높게 나타나고 있으며 비료성분의 이용가능성과 비료효과가 장기적으로 불확실한 특성을 가지고 있다.

이에 따라 농가의 액비에 대한 평가 격차가 크게 나타나고 있는 반면, 화학비료에 대해서는 광범위하게 이용되어 왔으며 풍부한 施用經驗으로 인하여 긍정적인 평가가 높게 나타나고 있다. 또한 N-비료의 최적시비에 대한 접근이 용이하여 화학비료의 시용기술에 적용되어 있는 실정

이다.



* C/N율 : 퇴비화 과정에서 요구되고 있는 미생물의 에너지원인 C와 영양원인 N의 비율로서 적정 C/N율은 25~30임.

〈그림 1〉 가축분뇨의 물질적 경제적 특징

그밖에 축산집약도가 높은 지역, 특히 도시근교지역의 사육규모의 집중화로 인하여 액비 살포 면적이 풍부한 지역 보다 그만큼 액비 사용가치와 수송 및 저장가치가 낮게 평가되고 있다. 이러한 요인에 의한 액비 사용가치의 평가절하는 유기질 비료사용의 비적합성, 사용기술의 비효율성으로 친환경 순환농업 이용에 경제성을 가지지 못하고 있으며, 결국 가축분뇨가 자원화 되지 못하고 환경오염의 주범으로 나타나고 있는 실정이다.

2. 가축분뇨 자원화의 목표와 과제

가축분뇨에 의한 환경오염을 저감시키기 위해서는 다양한 분뇨 처리기술 개발, 지속적인 분뇨 자원화를 위한 Recycling 시스템 구축과 조직운영 및 이용기술에 대한 개선책이 요구된다. 분

뇨 자원화를 위한 조직운영 및 기술개발은 지역 및 농가의 가축분뇨 과잉공급 문제를 해소하고 생산 및 소비패턴의 변화에 적응하기 위한 지속적 환경농업의 실천을 가능하게 한다. 또한 가축질병의 위험성과 축산활동을 통한 악취발생을 저감시키고 가축분뇨의 N, P, K 성분유실을 방지할 수 있는 사료이용과 급여기술 개발을 위해서도 필요하다.

가축분뇨 자원화의 장기적 목표는 작물의 최적 영양공급과 액비의 질적 개선, 그리고 에너지 이용에 있다. 장기적 친환경 선진농업을 달성하기 위해서는 물론 주어진 생산방법과 생산규모에 대한 생태적 최적화를 추구하여야 한다. 따라서 액비성분의 효율성, 특히 N-성분의 효율성을 추구하여야 할 것이다.

이러한 목표를 추구하기 위해서는 다음과 같은 과제가 제시된다.

- ① N와 P를 함유한 사료급여의 최소화를 위한 축군의 유전적 성장잠재력을 극대화할 수 있는 사료급여기술을 개발(축종의 적량사료 급여화)
- ② 축사의 조기 분뇨처리, 환기 등을 통한 암모니아 방출의 최소화
- ③ 유기질 비료이용을 촉진, 가속화하기 위하여 분뇨의 고액분리화
- ④ 악취방출과 전염위험 방지 및 작물유해성물질을 완화 또는 제거하기 위하여 액비처리의 호기화와 혐기화
- ⑤ 토양보호를 고려한 살포차량 운행 및 표면근접, 주입식 살포를 통한 살포기술의 최적화
- ⑥ N-이용을 향상을 위한 시용시기의 최적화
- ⑦ 지역 및 작물별 적기 적량 시용으로 살포량의 최적화를 통하여 질산염의 수질오염 최소화에 있다.

따라서 친환경 농축산물 생산기반 구축을 위한 가축분뇨의 기술적 정책방안으로는 다음과 같이 요약된다.

- ① 악취, 암모니아 등 환경유해가스 방출저감 기술
- ② 질산염의 지하수 유입방지
- ③ 온실효과(유해)가스 발생저감기술
- ④ 에너지 절감기술
- ⑤ 액비경영 등을 통하여 경쟁력과 비용절감을 실현할 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

이러한 정책방안을 실현시킬 수 있는 가축분뇨 이용 및 처리기술개발의 목표는

- ① 환경오염을 완화시킬 수 있는 성분저감(부분처리) 및 성분유실방지(완전처리)
- ② 가축분뇨의 저장성, 수송성, 취급성 그리고 성분의 안정성과 균질성을 향상시킬 수 있는 기술 및 조직 운영

- ③ 악취 및 작물 유해물질 저감
- ④ 액비의 경영내·외적 이용 시에 질병전염위험 방지에 두어야 할 것이다.

액비이용 및 처리기술개발은 저비용으로 실질적 이용가능성을 가져야 할 것이며 노동경제적으로 유리한 액비이용 및 처리방법으로서 가능한 지역의 자금 자족적 액비경영이 되어야 할 것이다.

농업이 가축분뇨 처리부담에서 탈피하고 경제성과 환경친화적 영농활동이 이루어질 수 있는 가능성을 모색하기 위해서는 결국 가축분뇨 처리기술문제와 조직운영 문제가 제기된다.

액비 및 퇴비의 경제성은 발생량 정도 이상의 수요가 전제될 경우 나타나기 때문에 수요자와 공급자와의 연계시스템, 즉 환경친화적 경영내·외적 액비 및 퇴비이용을 위한 의사결정 및 평가가 가능한 조직운영 시스템 구축이 절실하다.

오늘날 가축분뇨 처리 및 자원화 과정에서 보면 다음과 같은 문제점이 제기되고 있다.

액비를 환경친화적으로 영농에 극히 제한적으로 활용하고 있는 이유는 작부체계와 연계된 작목별 시용계획 결여와 시용량과 시용시기의 기준 결여, 친환경적 시용에 요구되는 살포경지면적 제약과 지역적 액비수급의 불균형, 액비처리와 시용의 비효율성, 수송 살포의 비연계성 그리고 액비 성분평가에 있어서 N, P, K 중심으로 이루어지고 있어 액비의 중요한 특성인 유기질 가치와 토양중화효과에 따른 석회 보상가에 대한 평가를 소외하고 있기 때문이다.

또한 가축분뇨를 폐수로 규정해 처리사업중심으로 한 정책지원과 규제대상농가중심의 개별 처리 시설 지원, 악취 등으로 인한 액비살포의 배출규제중심의 법적 제약성과 경직성, 토양 및 작물 진단에 따른 액비평가 결여와 사육규모에 의존된 축분뇨 발생량 추정으로 가축분뇨의 양적 질적 평가의 부정확성 등은 액비의 환경친화적 자원화 및 이용을 제약하는 결과를 가져오고 있다.

Ⅲ. 가축분뇨 이용 및 처리시스템의 실태분석

본 장에서는 가축분뇨 자원화를 위한 농가의 효율적 조직운영 모델 개발 가능성을 모색하기 위하여 가축분뇨 과잉발생 농가 및 지역의 자원화 과정과 처리시스템의 시설구조와 기술 및 경제적 특징을 살펴보고 이들 시스템별 조직운영의 실태와 문제점을 파악 비교 분석하고 있다.

1. 조사대상의 선정 기준

우리 나라의 다양한 가축분뇨 이용 및 처리 시스템의 특징과 조직운영의 문제점을 파악 분석하기 위해서 조사대상 선정 기준을 다음과 같이 설정하였다.

- ① 이용 및 처리 시스템 운영형태가 서로 상이할 것.
- ② 이용 및 처리영역이 최소한 지역 또는 공동단위와 개별단위로 구분될 것.
- ③ 처리목표와 기술적 처리단계가 서로 상이할 것.
- ④ 처리공법 및 결과물이 가능한 서로 다양할 것.
- ⑤ 현장에서의 실질적인 조직운영과 처리성과를 가질 것.

이와 같은 기준에 의하여 조사대상을 가축분뇨 과잉발생 지역인 수도권 지역에서 3곳, 가축분뇨 과소 발생지역인 강원도 1곳, 그리고 축산단지화 되어있는 충남지역 2곳을 선정하였다. 5개 시설을 대상으로 2000년 12월~2001년 5월 사이에 현장조사와 함께 직접 인터뷰를 통하여 실태조사를 실시하였다.

2. 조사대상 처리시설의 일반적 특징

<표 1>에서 파악할 수 있는바와 같이 조사한 가축분뇨 이용 및 처리 시스템은 처리목표가 부분처리인 퇴비화와 액비화 그리고 완전처리인 정화로 크게 구분되고 있다. 이는 물론 지역 및 농가에서 발생하는 총 분뇨 모두를 퇴비 또는 액비로 이용할 수 없기 때문이다. 가축분뇨는 특히 수송비 부담과 살포의 위험 및 제약성으로 시스템 대부분이 퇴비화로 이루어지고 있으나 비료성분함량에 비하여 퇴비구입 비용의 부담과 완숙 및 균질성에 대한 품질문제, 환경 및 유기농업에 대한 인식 제고 등으로 액비화의 가능성이 점차 향상되고 있다.

모든 시설의 처리방법은 호기성 처리방식을 채택하고 있다. 이는 혐기적 발효의 경우 보다 수송 및 살포 그리고 취급의 용이성, 높은 판매성과 발효시간의 단축, 처리시설비 절감 등의 효과가 크기 때문이다. 그러나 호기성 처리과정에서 나타나고 있는 것은 미완숙 발효문제와 전염 위험성, 수분조절제의 지속적 확보 및 높은 구입비용 문제가 제기되고 있다.

수거처리 대상지역은 광역 및 거점 그리고 생산단지 중심으로 처리되고 있으며 광역중심 처리는 수송거리가 약 30km 내외이며 거점중심은 약 20km 내외, 단지 및 농가중심은 1km 내외로 이루어지고 있다.

액비화 시설의 경우 대부분 소규모 처리시설이며 수송비 부담으로 농가 및 단지중심으로 이루어지고 있는데 비하여 퇴비화 시설은 자체수송 및 전문업체에 위탁 수송되고 있어 처리용량이 규모화 되어 있으며 수송영역이 광역, 거점화되어 있다. 처리생산물인 퇴비의 판매영역은 대부분 타 郡 및 道지역까지 광역화되어 있다.

수분조절재인 톱밥은 구입 또는 자체 생산하여 이용하고 있으나 톱밥 구입가격이 퇴비판매 가

격에 근접하고 있어 퇴비화 시설경영에 큰 부담이 되고 있다.

수거대상 농가 수는 돈 사육두수가 800~1,500두 정도로 규모화된 개별농가 단위에서부터 호당 돈 사육규모가 1,500~2,000두 정도인 10~15농가로 구성된 단지농가 그리고 광역화된 불특정 다수의 농가로 형성되어 있다. 수거대상 농가의 사육규모와 공간적 분포는 처리시스템의 형태와 처리 및 수거비용에 결정적 영향을 미치고 있다(〈표 2〉 참조).

시설별 생산된 퇴비 및 액비의 시용기준은 자체적으로 마련하여 사용하고 있는 경우와 액비 및 퇴비 이용자 스스로 판단, 사용하고 있는 실정이다. 퇴비의 경우 작물별 시기별 시용량이 구체화되어 홍보되고 있으나 액비의 경우는 시용량이 30m³/ha에서 60m³/ha까지 다양하며 논과 밭의 시용량 격차도 크게 나타나고 있다. 액비 시용시기는 3~11월 사이에 이루어지고 있다. 특히 액비의 시용량과 시용시기는 환경친화적 농업 및 가축분뇨 자원화에 결정적 요인으로 작용하고 있으나 퇴비 및 액비 성분별 시용량과 시용시기의 지역적 계절적 작물별 가이드 라인과 시용규정이 설정되어 있지 않다.

(표 1) 가축분뇨 이용 및 처리시설의 운영과 기술적 특징(2001년)

구 분	양평축협	피그랜드	파주처리장	호저생협	논산축협
위 치	경기 양평 옥천	경기 양평 양동	파주 봉암	원주 호저	논산 광석
설립연도	1994	1995	1999	2000	1994
조직운영형태	협동조합체	공동조직체	위탁전문업체	생활협동체	협동조합체
처리목표	부분처리	부분처리	완전처리	부분처리	부분/완전처리
처리단계	5단계	2단계	8단계	4단계	5-11단계
처리공법	톱밥발효처리	톱밥발효처리	종합처리(물리화학, 생물)	고온호기발효(TAO-Syst.)	톱밥발효/자연정화법
처리대상	돈/우분, 계분	돈분뇨	돈/우분뇨	돈분뇨	돈분뇨
처리목적	퇴비화	퇴비화	정화	액비화	퇴비액비정화
수거영역	거점중심(군)	단지중심	광역중심	단지중심(유기농업)	단지중심(양돈단지)
수거대상농가	71호(다수)	10호	다수	1호	15호(다수)
판매영역	광역화	지역외(道)	광역화	단지내	광역화
수분조절제	톱밥	톱밥	-	-	톱밥
시용기준	자체기준(퇴비 0.3~3.8t/ha)	-	농가임의기준(퇴비)	자체기준(액비 ; 30~60t/ha)	자체기준(액비 ; 50t/ha)
살포방법	농가자가살포	농가자가살포	자가/위탁	자가/위탁	자가/위탁
최대처리용량	50t/일	180t/일	200t/일	6m ³ /일	200t/일
년 최대용량	15,000t/년	54,000t/년	60,000t/년	1,800m ³ /년	60,000t/년
분뇨실처리량	12,000t/년	48,000t/년	45,000t/년	1,500m ³ /년	40,000t/년
가 동 율	80%	88%	75%	83%	67%
저장시설용량	240t	200t	900t	200m ² ×3동	1,000t
년 생산량 ;					
· 퇴비	88,374t/년	65,000t/년	5,400t/년	180t/년	12,000t/년
· 액비	-	-	-	1,600m ³ /년	10,000m ³ /년

사용량과 사용시기에 대한 가이드 라인은 매우 중요한 의미를 가진다. 왜냐하면 비료성분 이용률, 특히 N,-이용률에 결정적 영향을 주기 때문이며 퇴비 및 액비의 비료성분에 대한 작물이용에 따른 효율성을 최적화 하기 위해서는 생산물 성분함량의 안전성과 사용시기의 최적화가 필요하기 때문이다.

살포방법은 생산물 공급자 또는 수요자에 의하여 대부분 자가 또는 위탁살포하고 있으며 액비의 경우 최근부터 바큇차량에 의한 고압 살포기를 이용하고 있다.

4. 처리시설별 운영과 경제적 기술적 특징

조사대상 선정기준에서와 같이 축분뇨 이용 및 처리시설 운영 및 기술적 특성은 다양하게 나타나고 있다(표 1, 2) 참조).

1) 양평 축협

화학비료 중심의 영농에 따른 지력저하를 방지하고 고품질 농산물 생산을 도모하며 가축분뇨 재활용을 촉진하기 위한 목적으로 양평축협이 공동 퇴비장을 설치, 1994년부터 제품을 생산하고 있다. 가축분뇨 처리능력은 약 50 m^3 /일이며 포장능력은 100 m^3 /일인 양축축협의 수거 대상 농가는 71호이며 이중 약12%가 소 사육농가이며 85%가 양돈농가 나머지는 양계농가로 구성되어 있으며 조합원 및 비 조합원 구분 없이 지역 내 양축농가를 대상으로 수거대상을 점차 확대하고 있다.

각 농가는 4.5t 수거통을 비치하여 농가 요청 시에 가축분뇨 또는 톱밥 혼합분뇨를 수거, 퇴비화 하는 부분처리시설로 설치되어 있다. 처리공정을 보면 함수율이 80~90% 인 우분과 돈분, 제분을 수거하여 톱밥과 혼합, 함수율을 55~65% 로 감소시키는 수분 및 C/N율을 조절하는 과정을 거쳐 호기성 발효장에 투입, 약 15~20일간 폭기 및 교반작업을 하며 1차 발효과정을 가지게 된다. 이후 후숙 처리장으로 이동, 발효첨가제를 투입, 월 1~2회 주기적인 교반작업으로 3~4개월 동안 제2차 발효과정을 거친 이후, 20kg단위 포장과정을 통하여 판매가격 2,250~2,500원/20kg에 제품화하고 있다.

가축분뇨 수거료는 톱밥혼합인 경우 무상수거 및 유상매입하며, 사료거래농인 경우는 무상수거하며, 비 거래농인 경우는 함수율과 수송거리에 따라 수거료를 4,500원/ m^3 에서 13,500원/ m^3 으로 차별화하고 있다. 총 25.3억원의 시설투자를 하여 1일 50t규모의 처리용량을 가지고 있어 t당 투자시설비용은 약 16.9만원으로 나타나고 있다. 그 동안 적자경영을 하여 왔던 양평축협이 지역의 환경농업 인식제고로 인한 퇴비 소비증대에 따라 2000년에는 퇴비 생산량이 88,374t

으로 급상승하여 가동율이 80%에 달하고 있으며 퇴비 판매량이 1999년 7,111t에서 2000년 111,971t으로 급속히 증가되었다. 이러한 매출 성장으로 t당 12,000원의 처리비용을 상회하는 흑자경영으로 전환되어지고 있다.

퇴비 판매대상은 광역화되어 있으며 판매가격은 2,500원/20kg이며 조합원의 경우 약 10% 할 인하여 판매하고 있다.

생산자 단체인 협동 조합체로 시설 운영되고 있는 양평축협외의 공동처리장의 문제점을 살펴보면 - 온도변화에 따른 미생물 활동의 영향으로 미완숙 퇴비공급 및 이용가능성이 높아 토양의 역 기능적 영향을 주는 위험성이 있으며

- 처리 및 제조능력 이상의 과잉분뇨 수거 및 처리를 위한 퇴비 야적장 이용으로 우기시에는 침전수 및 성분유실 위험성이 높으며

- 수거분뇨 및 톱밥 혼합분뇨에 대한 목축 수분함량 검사만을 실시, 분뇨성분검사 및 위생검사가 소외되고 있어 농가의 우수품질 분뇨공급에 대한 차별화가 이루어지지 않으며 전염 위험성이 있음.

- 수분 조절재인 톱밥의 지속적 대량 공급 및 비용 부담

- 시설입지 선정 당시는 시설주변에 주거시설이 없었으나 현재 시설중심 500m 이내 주거 시설이 입지되어 처리과정에서 발생하는 악취에 대한 민원발생이 심각하게 제기되고 있다.

2) 피그랜드

지역에 분산된 양축농가 단지화 사업의 일환으로 1995년 양돈농가 10호가 정부지원 50%, 자부담 50%의 규모로 단지조성비 총 14억원을 투자, 주거시설이 없는 부지에 단지규모 약 17ha, 사육규모 약 20,000두의 양돈단지를 조성하였다.

분뇨처리 과정을 보면 농가 당 평균 2,000두의 비육돈에서 발생하는 분뇨 1일 약 13~14m³를 톱밥 4.5t과 혼합하여 농가 당 약 18t/일의 퇴비를 생산하고 있다. 톱밥혼합분뇨를 각 농가는 차량을 이용, 단지 내의 약 200t 규모의 공동야적장에 1일 총 180t 규모의 퇴비를 1차 수분조절 및 자연발효를 시킨 후, 4.5t 차량을 이용 38,000원/t의 가격에 벌크식으로 전문 수송 업체를 통하여 강원도 대관령 고랭지 채소농가를 대상으로 위탁 유통판매하고 있다.

이와 같은 2단계의 처리비용은 약 10,000원/t이며, 약13~14m³ 액비를 처리하는데 요구되는 톱밥은 4.5t이다. 그 결과 총 약 18t의 퇴비가 생산된다. 따라서 실제 돈분 퇴비화에 요구되는 톱밥의 구입가격은 최소한 40,000원/t으로 평가된다. 따라서 톱밥 구입비용과 퇴비 판매가격의 차액 인 2,000원/t의 손실이 발생되고 있다. 만약 톱밥 구입가격이 70,000원/t으로 상승한다면 처리비용은 17,500원/t으로 크게 상승되어질 것이다. 이러한 평가는 물론 처리비용의 100%가

톱밥 구입비용인 경우를 전제로 한 것이다.

톱밥 발효돈사가 특징인 피그랜드의 연 분뇨발생량은 48,000m³이며 퇴비 연 생산량은 약 65,000t이다. 따라서 분뇨 퇴비화에 따른 연간 손실 부담액은 1억3,000만원으로 나타나고 있으며 톱밥 구입가격상승 만큼 분뇨 처리비용의 부담은 가중될 것으로 보인다.

(표 2) 가축분뇨 이용 및 처리시설의 경제적 특징(2001)

구 분	양평축협	피그랜드	파주처리장	호저생협	논산축협
· 시설투자금 (정부지원)	25.3억원	14.0억원	98.0억원	1.3억원	43.0억원
(용자/농협지원)	50%	50%	80%	50%	30%
(자부담)	30%	-	-	30%	20%
· 시설투자비용 ¹⁾	20%	50%	20%	20%	50%
· 처리비용(원/t)	169,000원/t	26,000원/t	163,000원/m ³	72,000원/m ³	72,000원/t
· 처리비용(원/두) ²⁾	12,000원	10,000원	35,000원	2,000원/m	13,000원
· 수거료(원/m ³)	28,800원/두	24,000원/두	84,000원/두	4,800원/두	31,200원/두
· 생산물 :	4,500~13,300	-	10,000원*	-	6,000원/m ³ **
· 판매가격	완숙퇴비	미완숙퇴비	완숙퇴비	완숙액비	완숙퇴/액비
· 조합원			무상공급		
· 퇴비	2,250원/20kg	-	-	-	1,900원/20kg
· 액비	-	-	-	2,000원/m	2,000원/m ³
· 비조합원					
· 퇴비	2,500원/20kg	38,000원/t	-	-	2,500원/20kg
· 액비	-	-	-	5,000원/m	4,000원/m ³
· 유통형태	포장유통	벌크식 유통	벌크식 공급	바큘차량유통	포장/차량유통

1) : 가동율 100%, 가동일 300일 기준임. 2) : 돈 두당 기준임.

* 농가수거료 시지원 : 4,000원/m³, 자부담 : 6,000원/m³

** 생분뇨 수거료임.

그밖에 중요한 피그랜드의 돈분뇨 처리 문제점을 보면,

- 돈분뇨 및 퇴비의 성분검사 결여로 적정시용의 효율성 추구가 어려우며 높은 함수율과 퇴비 야적발효에 따른 침전물 발생, 성분유실 및 악취 문제가 제기되며
- 톱밥 발효처리로 취급성을 개선하였으나 판매지역의 장거리 수송비 부담으로 퇴비 판매가격이 저렴하게 형성되어 있으며
- 지속적이고 안정적인 퇴비 판로체계가 미 구축되어 있어 단지 내 퇴비누적으로 인한 환경오염의 위험성이 높게 나타나고 있다.
- 또한 퇴비 수요농가의 미완숙 퇴비 야적발효와 불균질화된 퇴비시용으로 인한 토양 및 작물 피해가 우려된다.

가축분뇨를 톱밥과 혼합, 미완숙 퇴비를 벌크식으로 유통시키고 있어 시설 투자비용이 t당 26,000원으로 비교적 저렴한 처리 시스템을 가지고 있으나 처리비용이 액비 평가가치보다 높

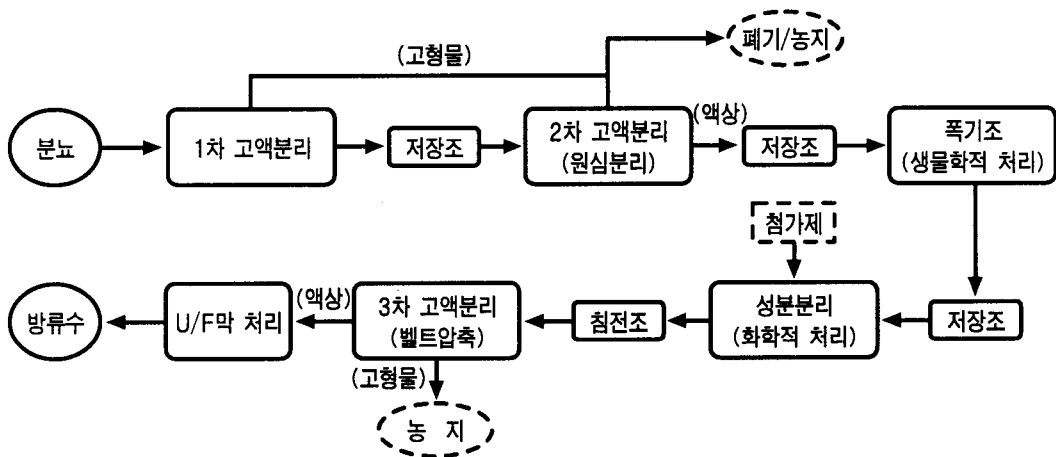
게 나타나고 있으며 돈 두당 분뇨발생량의 정화처리 시설비인 10,000원과 동일한 수준의 비용으로 나타나고 있다.

3) 파주 가축분뇨 처리장

파주시는 지역환경을 보호하고 청정지역을 유지한다는 목적으로 폐음식물 처리 및 소각장, 가축분뇨 및 인분을 처리할 수 있는 기초환경시설 단지화 사업을 추진, 1999년 12월 단지내 축산폐수 공동처리장을 총 시설투자비 98억원 중 市지원 80%, 업체 자부담 20%로 시설투자하여 전문처리업체에 의하여 위탁 처리하고 있다.

시설의 1일 최대 처리용량은 200 m^3 으로 연간 최대 약 60,000 m^3 의 처리용량을 가지고 있다. 이는 연간 소 분뇨발생 기준 약 5,000두, 돈은 약 25,000두의 분뇨발생량을 처리할 수 있는 시설규모로서 m^3 당 시설투자비용은 약 163,000원으로서 고도의 기술집약적 처리시설로 평가된다.

또한 돈 및 우분뇨 중심의 분뇨성분분리 처리율이 99.0% 이상으로 나타나는 완전처리 시스템으로서 물리적 생물학적 화학적 처리를 연계하여 복합처리를 하는 8단계의 호기성 처리방법을 채택하고 있다. 실제 1일 처리용량은 130 m^3 으로 약 75%의 가동률의 나타내고 있으며 연 분뇨처리량은 약 45,000 m^3 이며 처리비용은 약 35,000원/ m^3 이 소요되고 있어 연간 처리운영비가 약 13억7,000만원에 달하고 있다. 이는 돼지25,000두의 평균 생산비의 45.5%에 달하며 돈 두당 처리비용이 84,000원에 달하는 고비용 처리시스템으로 평가된다.



〈그림 2〉 파주시의 분뇨 완전처리 시스템

처리시설은 파주시 지역의 공간적 중심지에 위치하고 있으며 비 주거지역으로서 하천주변에 입지하고 있어 수송비를 절감하며 풍향과 기온 차가 크고 안개가 자주 형성되는 지역이어서 악취 및 먼지를 흡수할 수 있는 입지적 조건을 갖추고 있다.

처리 시스템의 운영 및 처리과정을 살펴보면 다음과 같다.

처리시설의 수거대상은 파주시 지역 신고대상 미만 농가이다. 그러나 실제 수거대상농가는 영세 양축농가로서 저장용량의 부실과 가축분뇨 손실, 소규모 분산된 축사시설, 수거차량운행이 어려운 도로사정 등으로 인하여 신고 및 허가대상 양축농가의 발생분뇨수거까지 확대하여 수거 전문업체에 위탁, 농가 수거요청의 경우 m^2 당 10,000원의 수거비로 15 m^2 및 5 m^2 의 바퀴차량으로 현장수거를 하고 있다.

수거된 분뇨는 전 처리과정에서 1차 혐잡물을 제거한 후 약 900 m^3 의 원수 저장조에 투입, 원심분리기를 이용, 고액분리를 한 후 액상물은 제2차 저장조를 경유, 폭기조에서 공기를 유입, 호기성 미생물을 활성화시킨 후, 3차 저장조에 저장시킨 액상물을 화학적 처리를 통하여 성분 분리 과정을 반복하여 침전물을 벨트압축으로 분리한 후, 고형물은 퇴비로 이용하기 위해 요청한 원에 및 과수농가들을 대상으로 벌크식 무상공급하며, 액상물은 최종 U/F막 처리를 통하여 방류처리하고 있다.

이러한 처리시스템은 가축분뇨를 축산폐수로서 완전 정화처리를 하고 있어 가축분뇨로 인한 환경부하량을 저감시키는데 큰 효과를 가질 수 있으나 가축분뇨 비료성분과 유기질 자원의 활용도가 극히 낮으며 경제적 효율성이 크게 떨어진다. 따라서 완전처리 시스템의 처리효과와 운영에 대한 심층적 경제적 효율성 분석이 요구된다. 특히 혐기적 처리를 통한 Bio-가스 및 전력 에너지 생산 시스템과 연계가능성에 대한 경제적 효율성에 대한 비교 분석이 요구된다.

파주시의 가축분뇨처리 시스템은 고비용 구조 이외에 다음과 같은 문제점이 제기된다.

- 가축분뇨 수거시에 교반작업 및 성분검사와 수거기록이 이루어지지 않고 있어 양축농가의 가축분뇨 질적 양적 관리가 결여되어 있으며 축종별 성분함량의 차별화도 되어있지 않아 처리 비용이 유동적이며 높게 나타나게 된다.
- 또한 고형물의 퇴비화에 있어서 성분검사에 따른 시용기준이 결여되어 있어 과잉시용으로 인한 성분유실 및 작물피해가 우려되고 있다.
- 수거와 처리체계가 분리 운영되고 있어 가축분뇨의 질적 차별화에 따른 수거지원제도와 처리 기술적 연계성이 결여되어 시설지원의 경제적 효율성이 낮게 나타나고 있다.
- 4단계의 고액분리 및 성분분리 시스템을 적용하고 있어 높은 시설투자 및 처리비용발생의 원인이 되고 있기 때문에 고성능 고액분리 시스템을 도입, 고액분리 단계를 축소할 필요가 제기된다.

그러나 전문처리업체를 지원, 위탁처리 및 경영하게 함으로서 처리 기술적 전문성과 경영개선 가능성을 추구할 수 있는 장점을 가지고 있다.

완전처리 시스템 도입에는 시설입지 선정이 매우 중요한 영향을 주게 된다. 왜냐하면 시설 투자비용이 높으며 경영 및 처리비용이 높게 나타나기 때문에 처리용량을 최대한 활용할 수 있어야 투자 및 경영의 효율성을 추구할 수 있기 때문이다. 따라서 가동률을 높이고 수송비를 절감할 수 있는 지역, 즉 사육집약도가 높은 지역이나 또는 분뇨밀도가 높은 지역에 입지 하여야 할 것이다. 처리 시스템의 가동률과 수송비를 최적화 할 수 있는 사육 집약도 또는 분뇨밀도 분석은 본 연구에서 제외하였다.

4) 호저 생활협동조합

1989년 호저지역에서 유기농업을 시작한 이후 유기농산물 직거래 및 생산면적이 확대되어 왔으며 1990년에는 호저 생활협동조합으로 법인체에 등록한 후, 2001년 현재 생산자 170농가와 소비자 189가구의 조합원으로 구성, 수도권지역의 생협과 협력하여 유기농산물을 공급하고 있다.

유기 농산물 생산능력은 현재 총 67농가로 수도작 재배면적 약 30ha, 원예 과수 등 밭작물 재배면적 약 50ha의 규모를 가지고 있으며, 1999년에는 환경농업 단지화 사업의 일환으로 13ha 규모의 유기벼 단지를 조성하였다. 환경농업육성책과 품질인증에 따른 유기농산물의 안정된 판로로 인하여 유기농업 단지화 사업을 확대하고 있다. 유기농업 단지화 시설을 촉진하고 환경 및 유기농업 실현을 위한 필수적 전제는 유기질 퇴비의 원활한 조달이었다.

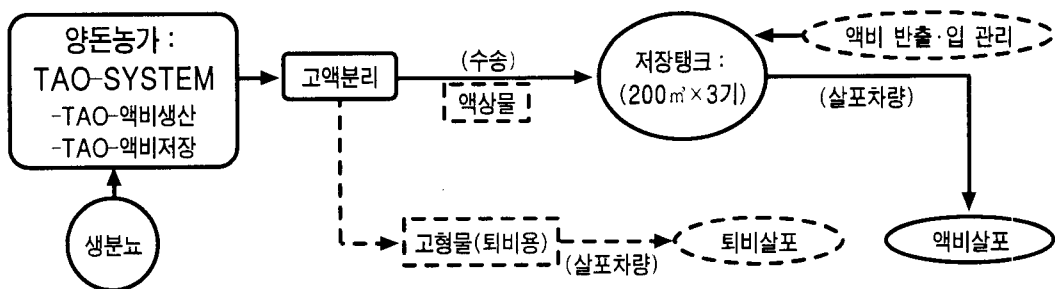
그러나 가축사육 집약도가 낮은 호저지역에서 증가되는 유기질 퇴비 수요를 충족하지 못하였고 또한 높은 수송비 부담은 생산비 증가를 가져오게 되었다.

지역 내 돼지 2,000두 정도를 사육할 수 있는 규모화된 한 양돈농가에서 발생하는 돈분뇨를 활용할 수 있는 방안을 모색하던 중 지역대학에서 개발한 액비 고온호기성 발효시스템(TAO-System)을 2000년에 도입, 양돈농가의 분뇨처리 고충을 경감시키고 유기농가의 유기질 비료 확보 및 구입부담을 경감시킬 수 있는 경종-양축농가의 협력방안을 마련하여 지역 순환농업체계를 구축하게 되었다.

지역 순환농업체계에 필요한 총 시설투자비용은 1억3,000만원이며 이중 정부지원 50%, 용자 30%, 자부담 20%로 시설 투자하여 TAO-시스템설비와 수송차량 및 살포기 구입과 액비 200 m³톤 규모의 저장탱크 3동을 설치, 운영하고 있다. 이에 따른 m³당 총 시설비용은 72,000원으로 나타나고 있다.

TAO-시스템의 원리와 액비 자원화과정을 보면, 양돈농가에 시설된 TAO(Thermoplastic

Aerobic Oxidation)시스템은 돈분뇨 저장조에 TAO 복합균제(생합성 미생물)를 첨가하여 악취 및 유기물을 1차로 저감 및 분해시킨 후, 액비 이송장치를 이용하여 고온호기성 발효기에 적정 분뇨(최대용량 6m³/일)를 투입, 초기에 전력으로 약 60℃정도로 가열, 수중폭기장치로 16~20 시간 증발 및 폭기화시켜 발효 및 감량화 시킨 후 생산된 TAO-액비를 양축농가에 의해 수송비의 최소화를 위해 살포대상 농지근교에 분산 설치된 저장탱크에 수송, 저장하게 되며 수요자인 유기농가에 의해 저장탱크에서 반출, 살포하고 있다.



〈그림 3〉 액비처리 및 공급시스템

돈분뇨의 액비화를 위한 처리비용은 2,000원/m³이며 이를 돈 두당 처리비용으로 환산하면 4,800원으로 평가된다. N₂-이용율 70% 기준으로 액비를 무기질 비료 환산가치로 평가하면 액비가치는 약 5,000원/m³이다. 액비 m³당 처리비용은 액비가치의 40%정도에 달하고 있어 액비의 높은 경제성을 나타내고 있다(〈표 2〉 참조).

이와 같은 저렴한 처리비용에 따라 조합원의 경우 자가수송 및 살포로 액비를 이용할 경우 무료이며 위탁수송 및 살포 시에는 2,000원/m³, 비 조합원인 경우 5,000원/m³으로 액비사용이 가능한 것이다.

액비 자원화 시스템의 지속적이고 안정적인 운영을 위해서는 경종-양축농가 상호간의 액비수급 안전 협약과 시설운영규칙을 마련하고 있다. 돈분뇨 발효액비 추진사업의 효율적 운영을 위한 협약의 주요 내용을 보면,

친환경농업 육성사업 대상자(61명)와 돈분뇨 액비 발효기 설치자(1명)는 돈분뇨 발효액비 운영 위원회를 설치하여 액비시행회의를 정기적으로 개최하도록 규정하고 있으며 운영위원회는 생산량과 반출량을 기록 비치 관리하도록 규정하고 있다. 양돈농가는 TAO-액비를 수송, 저장조에 반입하는 책임을 가지며 액비 저장탱크 관리자는 저장탱크를 관리하고 액비수송, 살포를 책임지도록 하는 역할 분담을 규정하고 있다.

운영경비에 대한 사항은 운영위원회를 통하여 시행하며 시설소유권은 친환경농업 호저지구 육성사업의 공동소유로 명시하고 있다.

액비사업을 구체화하기 위하여 공동시설의 운영규칙을 정하여 양돈농가를 포함 저장탱크 관리자 3인과 위원장 1인 총 5인의 임원을 구성하여 운영위원회의 사업을 추진하도록 규정되어 있다. 사업으로서는 액비시행회의의 정례화, 액비 반출입량 기록 비치, 액비 생산자와 저장조 관리자의 협약에 따른 권한과 책임을 수행토록 하고 있으며 액비사업수행에 따른 비용은 액비 생산자와 소비자가 공동부담하며 기타 운영경비는 운영위원회에서 정하여 시행토록 하고 있다. 그밖에 액비수송 시에 액비유출 방지와 살포시 민원최소화, 살포 후 경운작업을 명시하고 있으며 효율적 살포와 안전을 위해 2인 1조의 살포원칙을 제시하고 있다.

호저생협의 액비 자원화 이용 시스템을 통하여 다음과 같은 효과를 가지고 있다.

- 지역의 경종-양축농가의 순환농업 시스템 구축
- 돈분뇨의 완전 폐쇄적 자원화 가능
- 화학비료의 대체 효과로 비용 절감
- 환경 및 유기농업 촉진 및 생산기반 구축
- 전염 위험성 방지 및 잡초 종자번식 억제 효과 등이다.

액비의 자원화 시스템에서 가장 중요하게 제기되는 것 중의 하나는 액비의 계절적 수급 균형이며 환경친화적인 분뇨처리와 이의 완충적 작용을 할 수 있는 저장용량과 저장기간문제이다.

현재 호저생협의 돈분뇨 수급 실태를 분석해 보면,

비육돈 1,000두에서 발생하는 분뇨는 연 2,400 m^3 이며 TAO-발효액비 생산량은 연 1,800 m^3 이며 고형물(퇴비)은 연 약 200t으로 추정된다. 살포면적은 수도작 15ha, 밭 20ha, 기타 시설원에 소규모 정도이며 연 살포량은 수도작 30 m^3/ha , 밭 60 m^3/ha , 시설원예에 소량 사용하고 있어 총 살포량은 약 1,660 m^3 정도이다. 따라서 약 340 m^3 정도의 과잉액비가 발생되고 있다.

살포시기는 수도작과 밭작물의 경우 2~3월, 원예작물의 경우 파종 20~30일전 수시 살포하고 있다. 따라서 액비소비의 계절적 편중으로 인한 액비 과부족현상을 완화하기 위하여 액비 저장기간이 최소한 5~6개월 정도가 요구되기 때문에 액비 저장용량은 최소한 900 m^3 이상이 되어야 한다. 따라서 호저생협은 현재 약 300 m^3 이상의 저장시설 확대의 필요성이 제기되고 있다. 이러한 과잉분뇨발생 문제를 해소하기 위하여 액비 살포시기를 11월~12월까지 확대하고 있으며 고속발효액비 시스템 도입을 통하여 액비량 감소와 살포 이용시기를 확대하고 있다.

〈표 3〉 조사대상의 처리 시스템별 퇴비와 액비 및 처리수의 주요 성분함량 비교

주요성분		양평축협	피그랜드	파주처리장	호저생협	논산축협
퇴 비	N	12~20kg/t	-	-	-	14kg/t
	P	20~25kg/t	-	-	-	22kg/t
	K	20~25kg/t	-	-	-	11kg/t
	PH	7.0~8.0	-	6.0~7.0	-	8.2
	유기물	35~45%	-	-	-	36~48%
액 비	N	-	-	-	4.8kg/m ³	0.54kg/m ³
	P	-	-	-	1.4kg/m ³	0.17kg/m ³
	K	-	-	-	2.7kg/m ³	3.1kg/m ³
	PH	-	-	-	8.7	8.3
방류수	SS	-	-	30ppm	-	30ppm
	BOD	-	-	30ppm	-	30ppm
	COD	-	-	50ppm	-	45ppm
	T-N	-	-	60ppm	-	65ppm
	T-P	-	-	8ppm	-	10ppm

만약 양돈 사육규모가 최대 2,000두로 확대할 경우 액비의 수급 불균형과 과잉 액비발생과 사용문제는 더욱 심각하게 제기될 수 있기 때문에 액비의 환경친화적 이용이 가능한 수요 잠재력을 확대하거나 액비 적정수요에 적응한 사육규모를 실천할 수 있는 제도적 연계 시스템과 지역 내·외의 액비 물류 시스템개발도 검토되어야 할 것이다.

액비 자원화 시스템에서 또한 간과할 수 없는 것은 액비에 대한 수요자의 신뢰성 향상이다. 액비가 부족한 농가나 지역은 액비 수요잠재력은 크나 과잉액비가 발생된 농가나 지역에서 수요자가 없는 경우는 액비의 경제적 가치는 0이 된다. 따라서 액비 사용효과 홍보, 액비 성분 검사 및 지역별 작목별 적기 적량 사용기준 설정, 균질한 액비공급 시스템 및 충분한 용량의 공동저장 탱크시설을 통한 액비발효의 완숙성 도모 등은 액비 소비촉진을 위한 중요한 전제조건이 된다.

액비 자원화를 위한 호저생협의 협력 시스템의 문제점은 액비의 적기 적량 살포 가이드 라인이 설정되어 있지 않다는 점이다. 대부분 경험적 자체기준에 의해 사용하고 있어 액비 성분 이용에 대한 작물이용의 효율성 추구가 어려우며 작물피해 우려가 있는 것이다.

액비 및 퇴비, 그리고 방류수의 성분함량과 수질은 처리시설의 기술수준을 파악할 수 있는 기준이 된다. 가축분뇨를 완전처리 할수록 성분 및 유해물질함량이 적어지게 되며 처리기술수준이 높을수록 처리비용이 높게 나타나게 되는 것이 일반적이다.

따라서 처리기술수준이 낮으면서도 가축분뇨의 유기질 성분함량을 최대로 이용할 있는 환경친화적 자원화 가능성을 모색 할 경우 보다 경제성을 가질 수 있을 것이며 액비의 경제적 가치도 향상될 것이다.

5) 논산 축협

생산자 단체에 의해 운영되고 있는 논산축협의 유기질 비료사업은 부분 및 완전처리의 목표를 동시에 가지고 있다. 즉 액비화와 퇴비화, 그리고 정화처리를 통하여 액비 및 퇴비수급에 탄력적으로 적응할 수 있는 돈분뇨 자원화 시스템을 운영하고 있는 것이다.

논산축협은 1994년 돈분뇨 공동처리 사업의 일환으로 1차 유기질 비료공장을 설치 운영하였으나 처리 시스템의 기술적 문제로 실패한 후, 대규모 과잉분뇨발생으로 많은 애로를 겪어 왔다. 1998년 약 20,000평 규모의 광석 양돈수출단지를 조성하면서 총 시설투자비용 43억원 중 정부 보조금 30%, 용자 19%, 자부담 51%를 부담하여 1일 최대 200 m^3 , 연 약 60,000 m^3 의 돈분뇨를 처리할 수 있는 토양개량제 및 액비생산공장을 시설, 돈분뇨 처리과정에서 분리되는 고형물과 액상물을 액비화 퇴비화하여 상품화하고 있다. m^3 당 시설투자비용이 72,000원이 요구되었던 처리기술은 동경대학의 자연정화법을 기초로 국내기술과 접목하여 자체 개발한 환경보존형 자연정화법(Reactor-System)*에 의한 처리시설이다.

양돈단지 내 15농가에서 사육하는 규모는 약 25,000두~30,000두이며 연간 약 60,000 m^3 ~70,000 m^3 의 분뇨가 발생된다. 100% 슬러리 처리로 인하여 1일 처리량은 130 m^3 으로 제한하고 있으며 과잉분뇨는 톱밥발효 및 일부 해양투기를 통하여 처리하고 있다.

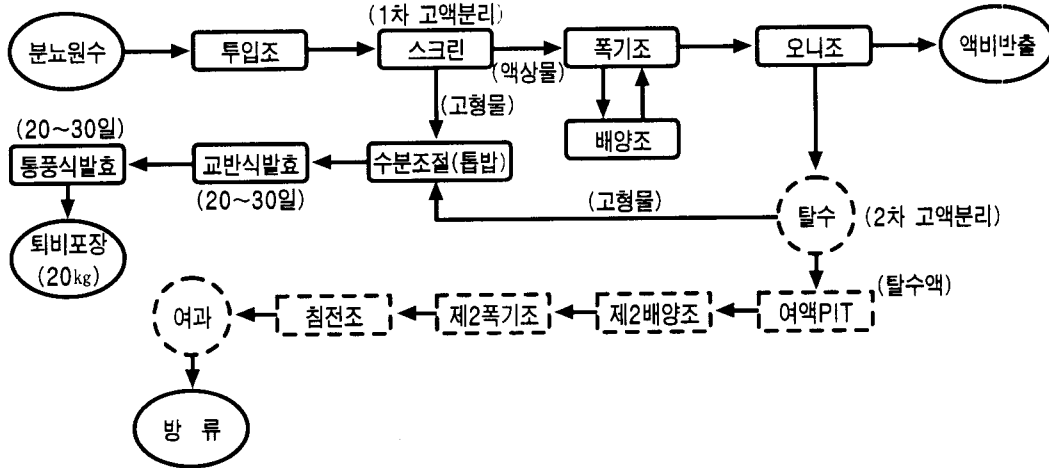
근교 연무 양돈단지 12농가의 30,000두 규모와 단지근교지역의 4농가의 10,000두 규모의 농가에 톱밥을 제조, 공급하여 1차 발효된 미완숙 퇴비를 수용, 발효 처리하여 퇴비화 하고 있어 총 처리규모는 약 65,000~70,000두 정도로서 처리능력을 가지고 있어 전국 최대규모이다.

돈분뇨 처리 시스템의 단계를 보면 퇴비의 경우 약 5단계와 9단계를 병행하고 있으며 액비는 5단계, 정화처리는 11단계를 통하여 99.9%의 완전처리로 방류되고 있다(<그림 4> 참조).

자연정화법에 의한 처리효과는 악취제거와 그리고 처리수의 재활용 및 슬러리의 퇴비화에 있다. 처리시스템의 특징을 보면,

- 100% 슬러리 돈사로 고농도의 원수(BOD와 SS가 50,000ppm)를 대상으로 무희석 처리하고 있으며
- 배양조의 Reactor-작용에 의한 고도의 자정능력과 살균능력을 보유한 유효 토양균군에 의해 정화 및 악취, 부식방지효과를 얻는 자연정화 시스템이며
- 처리 시스템에 추가 희석수 없이 자체적으로 리사이클 되고 있으며
- 단지 내 생산분뇨 이외에 지역의 과잉발생분뇨를 퇴비화 시킬 수 있는 지역중심 처리의 특징을 가지고 있다.

* Reactor-System : 정화작용이 강한 토양균군간의 대사물질과 유기물질사이에서 발생하는 토양화학반응에 의한 정화작용을 가집화한 시스템임.



(그림 4) 논산축협의 퇴비화 및 액비화/정화처리 시스템

1일 처리비용은 13,000원/㎡이며 이를 돈 두당으로 환산하면 31,200원으로 나타나고 있어 액비의 무기질 비료 환산가치보다 2.6배나 높은 비용으로 평가된다. 높은 처리비용을 절감할 수 있는 가능성은 정화처리용량을 감소시키고 액비화를 촉진하여 액비공급을 증가시키는 것이다. 액비는 1일 약 50㎡, 연간 10,000㎡ 정도 생산하여 조합원의 경우 2,000원/㎡, 비 조합원 4,000원/㎡에 수송 살포하고 있으며, 퇴비는 년 12,000t을 생산하여 조합원의 경우 1,900원/20kg, 비 조합원의 경우 2,500원/20kg에 판매하고 있다.

연간 액비공급량은 돈분뇨 처리량의 약 20% 정도에 달하고 있기 때문에 액비 공급량을 증가시킬수록 톤당 처리비용을 절감시킬 수 있을 뿐만 아니라 퇴비에 비하여 액비 판매수익의 상대적 증가를 가져올 수 있을 것이다. 특히 생산하고 있는 액비는 자연정화법에 의하여 처리되어 악취가 없으며 비료성분함량이 일반 발효액비보다 1/5~1/10 정도 저함량이기 때문에 비료효과는 물론 토양계량제로도 이용할 수 있어 수요확대 가능성이 높다(표 3) 참조).

액비시용은 자체기준에 의하여 수도작에 50㎡/ha 정도를 논산축협에서 위탁받아 살포하고 있으며 연중 수시살포를 하고 있다. 액비 수요확대를 통하여 비용절감과 판매수익 증대 그리고 현재 67%의 가동률을 80%정도로 향상시킬 경우 경제적 효율성은 더욱 향상시킬 수 있을 것이다.

분뇨수거는 단지화 시설로 자동 저장탱크에 유입되고 있어 수송비를 절감하고 있으며 생분뇨 수거비는 6,000원/㎡이며 단지 외의 지역에서 수분 조절된 퇴비는 무상처리하고 있으며 1차 발효된 퇴비는 60,000원/t에 지분, 처리하고 있다. 단지중심의 집단수거처리는 전염위험성과 처리용량의 과부하 위험성이 높게 나타나는 문제가 제기된다.

IV. 액비화를 위한 조직적 정책적 개선방안

1. 액비 공동이용조직 운영

현실에서 제기되고 있는 가축분뇨정책의 문제점은,

첫째, 가축분뇨를 환경친화적으로 토지에 환원, 유기자원으로서 이용할 수 있는 토지 수용잠재력을 가지고 있음에도 불구하고 가축분뇨처리 및 가공중심으로 2차적 자원화 및 폐기화 정책에 중점투자 지원하고 있어 상대적으로 고투자, 고비용 축산분뇨정책이 이루어지고 있으며,

둘째, 법적 규제 대상은 소수의 중 대규모 축산농가이며, 대다수의 소규모 양축농가에서 발생한 축산분뇨는 환경에 완전 개방되어 있으며 대책 및 지원 또한 대부분 소외되어 있는 실정이다.

셋째, 협소한 농지 및 사육시설에서 분뇨정화처리시설 설치는 농가경영외적인 경제적 부담으로 인식하고 있으며 충분한 분뇨처리시설을 갖춘 규모화 된 전문농가 역시 사육두수 증가에 따라 과잉발생된 분뇨를 처리할 수 있는 시설이나 토지환원을 위한 충분한 농경지를 가지지 못하고 있는 실정이다.

넷째, 축산폐수 공동처리시설의 운영 및 관리주체가 시장, 군수, 구청장으로 지정하고 있어 시설의 실질적 운영, 관리, 감독과 기술적 재정적 지원에 한계를 가질 수밖에 없으며,

다섯째, 환경오염대책은 물론, 연구지원사업 또한 대부분 가축분뇨 처리방법 및 당위성 그리고 분뇨처리의 기술적 측면에만 중점을 둔 반면, 소규모 양축농가에 적합한 가축분뇨 저장 및 자원화 방안에 대한 구체적이고 실질적인 연구는 전무한 실정이다.

여섯째, 특히 가축분뇨의 경지별, 작목별 적기 적량사용을 위한 기초적 연구와 법적 제도적 장치가 결핍되어 있는 실정에서 다수 양축농가는 가축분뇨 배출로 인해 환경오염의 원인자인 동시에 심각한 사회, 경제적인 피해자로 인식하고 있어 이들을 위한 대책수립 또한 시급한 실정에 있다.

일곱째, 다수 개별농가의 정화처리시설은 폐쇄적 순환을 위한 분뇨관리가 어렵고 가축사육규모 변화에 대한 적응 가능성이 매우 낮을 수밖에 없으며 처리시설 지원사업도 막대한 예산이 요구된다. 따라서 정책지원은 처리시설지원에서 저장시설지원으로 전환되어야 할 것이다.

이러한 문제를 본질적으로 해결할 수 있는 방안으로 제시할 수 있는 것은 가축분뇨 공동이용시설의 설치와 조직운영 그리고 이의 합리적 경영이라 하겠다.

가축분뇨 공동시설 운영은 분뇨발생 1차 단계에서 분뇨를 폐쇄적으로 수거, 저장, 관리하여 유기자원으로 최대한 활용함으로써 환경 및 수질오염을 원천적으로 방지하여 환경비용을 절감하고 농촌지역의 주거환경을 개선할 수 있는 최상의 방안이라고 본다.

아무리 과학적인 가축분뇨의 토양환원 프로그램을 개발한다 하여도 환경친화적인 저장시설과 관리·이용조직이 없다면, 그리고 액비이용 수요자가 없다면 환경친화적인 축산분뇨 Recycling 체계 구축을 달성하지 못할 것이다. 현실적으로 대부분의 양축농가는 물론, 전문화 규모화 된 기업농 역시 분뇨과잉 발생량을 수용할 수 있는 충분한 저장, 이용시설과 관리체계 및 조직이 없으며 시설용지 및 비용 또한 극히 부족한 실정이다. 따라서 지역적 축분 수급의 불균형 현상이 심각하게 나타나고 있는 현실에서 농가별 지역별 액비수급의 완충적 기능을 갖는 가축분뇨이용 및 관리의 조직화와 환경친화적 시설계획과 지원에 대한 연구는 더욱 시급히 요구되고 있다.¹⁾

가축분뇨의 환경오염 위험성이 가장 높은 경우는 분산된 소규모 축산시설과 사육 규모화에 따른 개별농가 또는 지역적 분뇨 과잉발생의 경우이다. 개별농가나 지역적으로 가축분뇨 과잉발생 시에 대처할 수 있는 방안은 예로, 군 단위 내 액비 수요·공급자간에 중개시장을 형성하거나 조직화하는 경우와 액비 수송, 살포까지 담당할 수 있는 소위 액비 물류시스템(액비은행) 구축, 그리고 과잉 발생한 가축분뇨를 가공 처리하여 퇴비화, 정화하는 고 비용처리의 경우를 고려할 수 있을 것이다.

이에 비하여 가축분뇨 공동이용은 충분한 축분저장 및 처리시설을 가지지 못한 다수의 농가들이 분뇨를 퇴비 또는 액비로 이용하기 위하여 공동저장 시설을 설치하여 조직적으로 관리·운영하는 공동체를 조직, 구성하는 경우로서, 가축분뇨로 인한 환경오염을 1차 단계에서 방지하며 적기 적량 시용을 관리함으로써 2차 오염을 방지하는 역할을 담당하는 경우이다. 액비 공동이용은 신고대상 이하의 소규모 축산농가의 분뇨방출까지도 방지할 수 있으며 사육규모 변화로 인한 액비 과부족 발생문제는 물론 액비발생 및 시용의 계절적 불균형을 완화시킬 수 있는 완충적 기능을 가지고 있다는 것이다.²⁾

개별농가의 가축분뇨 처리가 효율적이고 환경친화적으로 이루어지지 못하고 있는 이유를 보면,

1) 유덕기, 가축분뇨의 공동이용과 환경친화적 적정사육두수, 한국유기농업학회지, 5권2호, 1997.

2) 전계서 참조.

- 1) 충분한 분뇨저장 및 처리시설을 위한 축사공간 또는 시설공간 부족
- 2) 전문축산농가의 입지 선정 또는 규모화에 따른 분뇨악취 등의 민원문제 제기
- 3) 필요한 저장시설 설치 및 입지의 법적 규제
- 4) 소규모 양축농가들의 장기적 경영 비전 결핍
- 5) 액비의 저장, 처리시설을 위한 개별농가의 투자비용 부담
- 6) 사육규모 변화에 따른 가축분뇨 처리 및 저장 관리의 경직성 등이다.

가축분뇨 공동이용은 이러한 현실적 문제점을 해소할 수 있는 최선의 방안으로 제시할 수 있을 것이다.

가축분뇨 공동이용의 당위성을 살펴보면 다음과 같다.³⁾

- 1) 높은 시설비용이 요구되는 분뇨 저장시설을 부족한 축사공간에 설치할 필요가 없으며,
- 2) 가축사육 단지화와 악취오염에 따른 지역 주거환경의 폐해를 최소화시킬 수 있으며,
- 3) 분뇨정화 처리시설 투자에 따른 장기적 비용발생 부담을 경감할 수 있다.
- 4) 또한 양축농가와 경종농가와의 부산물 거래의 활성화와 효율적 이용이 용이하며
- 5) 분뇨저장 및 관리의 기술적 투입이 용이하여 시설운영 및 투자비용을 절감할 수 있다. 특히 공동이용 조직내의 분뇨수거차량과 농기계 및 고가의 분뇨이용 및 관리 기구의 공동이용이 가능하기 때문에 액비를 적기에 수거, 운반 적량 살포, 이용이 용이할 뿐만 아니라 차량 및 기술 노동투하의 시간적, 계절적, 투하계획수립은 물론 분뇨저장 및 관리비용을 크게 절감할 수 있다.
- 6) 양축농가의 장기적 경영계획수립이 가능하며 다수의 개별농가의 사육규모화에 따른 단기간의 분뇨저장 및 처리시설 용량 부족에 대한 문제점을 해결할 수 있다. 즉, 사육 규모화에 따른 분뇨과잉 발생시에 액비 공동이용 또는 조합과의 저장·공급계약으로 해소할 수 있다.
- 7) 소규모 분산적 중·소규모 축산농가의 정화처리 시설투자와 지원에 따른 재정적 부담을 크게 경감할 수 있을 뿐만 아니라 규제대상 규모이상의 축산농가 또한 환경오염 방지는 물론 가축전염병 확산 방지에 필수적인 기술적 분뇨처리 비용부담을 경감시킬 수 있다.
- 8) 분뇨과잉 발생 및 시용이 이루어지고 있는 상수원 및 자연보호지역은 농가의 사육규모 규제나 분뇨처리시설 지원보다 액비 공동이용의 조직을 운영, 지역환경 개선 및 농업구조 개선 사업의 일환으로 저장시설지원을 촉진하는 것이 가축분뇨유출을 완전 폐쇄할 수 있으며 자금지원의 효율성을 향상시킬 수 있을 것이다.

따라서 가축분뇨 공동이용은 친환경농업을 위한 경종·양축농가의 선택사항이 아니라 필수적 전제조건이다.

3) 전계서 참조.

2. 액비 중개시스템 도입

액비 중개시스템은 부족한 시용면적으로 인하여 액비시용이 제한되어 있으나 액비수용 가능성을 가진 근거리 지역 내에서 가축분뇨가 과잉 발생하였을 경우 국지적으로 액비 분배기능을 가진 중개업에 의하여 농가간의 액비 불균형을 완화할 수 있는 시스템이다.

독일은 지역내 액비 과부족 발생문제를 완화하고자 1989년 액비 중개시스템(Gülle-börse)를 처음 도입한 후 Westfalen-Lippe지역에서만 14개소 액비 중개시스템을 운영하고 있으며 약 15,000농가의 회원이 가입되어 있다.

대규모 양계 및 양돈단지화가 되어 있는 Vechta지역에서는 액비이용조합을 운영하여 과잉분뇨를 중개하며 지역간 농가간의 분뇨수급 및 분배기능을 하는 액비 중매 역할과 기능을 하고 있다.

액비 중개시스템의 주체는 일반적으로 농기계 링과 영농 헬퍼 시스템이며, 중심사업은 과잉액비 중개이고 중개할 수 있는 최대량은 농가 당 500m³로 제한하고 있다.

분뇨발생이 과잉된 양축농가는 시용면적을 확보하여 승인을 받은 액비 중개업으로부터 액비반출 중개를 보장받게되며 액비 중개업은 액비수송을 하지 않고 필요시에 액비수송 및 살포를 전문업체에 위탁 중개하고 있다.

액비중개는 근교지역을 중심으로 농가간에 이루어지며 수송거리가 20km이상을 넘지 않고 있다. 그 이유는 액비의 경제적 가치가 수송거리에 따라 하락되어 수송 및 살포비용부담이 커지기 때문이다.

액비 거래가격은 양축농가와 액비 중개업간의 거래에서 형성되며 일반적으로 약 2,400원/m³ (4,-DM/m³)이며 NH₄-N기준으로 약 600원/m³(1,-DM/kg)정도이다. 액비가격은 화학비료 대체가격으로 형성되고있어 액비중개업에 액비수요가 증가되고 있는 실정이다.

3. 액비은행(액비 물류시스템)

액비은행은 과잉발생된 분뇨를 액비가 부족한 지역으로 중개 분배하여 지역간 액비 불균형문제를 완화하는 기능을 담당하는 시스템이다.

이와 같은 기능을 가진 액비은행은 특히 네델란드에서 잘 운영되고 있다. 네델란드정부는 지역

간 장거리 액비수송시스템을 구축하여 현재 총 6개의 액비은행을 운영하고 있으며 지역간 액비 분배기능을 담당하고 있다.

지역간의 액비분배기능을 수행하기 위해서는 장거리 수송기능을 가져야 하기 때문에 수송시스템과 분배시스템을 분리하여 운영하고 있다.

액비은행의 수송 및 분배시스템은 3단계의 연계시스템으로 다음과 같이 특징되어 있다.

- 수송단계 ; 규모화 된 축산단지에서 경종농업단지로 대형 수송탱크 차량을 이용하여 장거리 수송기능을 수행하는 단계
- 저장단계 ; 수송된 액비는 살포대상농지근교에 있는 이동 가능한 컨테이너에 저장하는 기능을 수행하는 단계
- 살포단계 ; 저장된 액비는 수요농가의 신청에 의해 적기 적량 액비를 살포하며 살포 후 작업을 동시에 진행하여 악취 및 환경오염을 저감시키고 작물의 N-이용율을 향상시킬 수 있도록 한다.

액비은행의 과제와 기능은 ;

- 액비수거 ; 과잉분뇨가 발생한 농가는 정부주체의 액비은행에 수거 매입 신청하게 되며 액비은행은 이를 의무수거 매입하고 있음. 이로서 지역간 액비수급 실태를 용이하게 파악 조정 관리하고 있음.
- 액비중개 ; 액비은행은 수송기능을 갖지 않으며 중계업무만 담당하고 있음.
- 저장시설 임대 ; 액비의 지역간 수급불균형을 완화할 수 있도록 반입지역(경종농업지역)에서 저장시설(컨테이너)을 임대함.
- 액비집적 ; 액비은행은 축산농가로부터 수거한 분뇨를 지역적으로 분산된 저장시설을 이용하여 액비를 집적할 수 있는 액비 수용시설망을 운영하고 있음.
- 정보 및 지도사업 ; 액비은행은 축산 및 경종농가를 대상으로 액비이용에 대한 기술 및 지도 교육과 정보사업을 수행하고 있다. 양축농가대상 지도사업의 핵심은 가축분뇨 발생저감에 있으며, 경종농가를 대상으로 한 정보 및 지도사업은 환경친화적 액비이용과 적기 적량 작물시용에 있다. 그밖에 액비이용의 경제적 효율성을 지도, 상담하여 액비수요를 촉진시키고 있다.

이러한 액비수급의 광역적 분배기능으로 인하여 지역간 질병전염위험성을 우려할 수 있으나 현재까지 액비은행을 통한 질병전염실태는 전혀 파악되지 않고 있으며 질병전염위험성을 방지하기 위하여 최소저장기간 90일을 유지하고 있으며 액비의 수송 전후에 방역을 실시하며 분뇨반출입시 분뇨위생검사를 실시하고 있다.

이와 같은 지역 또는 농가의 가축분뇨 과부족 발생과 수용잠재력, 환경친화적 적정사육두수와 N-발생량 및 액비단위에 대한 공간적 분석은 가축분뇨의 환경오염을 방지하기 위한 지역유형별 투자의 우선 순위를 제시하고 있을 뿐만 아니라 가축분뇨 자원화를 위한 지역간, 농가간 액비의 유기적 이용을 가능하게 할 수 있는 공동체적 지역 물류체계 구축은 물론, 가축분뇨 공동이용의 조직과 운영, 시설입지와 규모, 공동이용형태와 축종별 가축분뇨의 시용에 따른 액비의 경제적 가치평가를 위한 중요한 분석자료로 활용할 수 있을 것이다.

4. 정책적 개선방안

현재 정부에서 추진하고 있는 가축분뇨 정책사업은 환경오염 방지와 가축분뇨의 자원화 그리고 소규모 축산농가의 분뇨처리시설 설치에 대한 농가의 경제적 부담경감에 목적을 두고 1990년 이후부터 중 소규모 양축농가의 간이 정화조와 (건조)퇴비사 시설과 이의 효율적 이용방안으로 가축분뇨 공동처리시설과 운반 및 공동저장탱크 시설설치를 지원하고 있는 실정이다.

또한 환경부에서는 양축농가에서 발생한 가축분뇨를 수거하여 처리할 수 있는 부락 또는 지역단위의 공동처리 시설(가축분뇨 발효시설, 계분 비료공장) 설치를 지원, 가축분뇨를 유기질 비료화 하는 자원화사업을 추진하고 있다.

가축분뇨 자원화를 위해서 요구되고 있는 정책적 방안을 보면,

첫째, 가축분뇨는 환경오염원인 축산폐수가 아닌 유기자원으로서의 정책적 인식전환을 전제로 한 액비 정책사업 및 지원이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 가축분뇨 수용가능 면적이 있는 한, 액비형태로 토지에 환원하는 1차적 가축분뇨 자원화 가능성을 최대한 활용할 수 있어야 할 것이다.

셋째, 정책사업과 지원은 가축분뇨 발생에서 자원화하기까지의 전 과정이 환경친화적으로 연계되어 폐쇄적이고 안전하게 자원순환이 이루어질 수 있어야 하며 그 가능성과 효과에 따라 사업이나 조직단체, 지역 및 지방자치단체에 지원하여야 할 것이다. 이를 위해서 환경친화적 분뇨 자원화 촉진할 수 있는 법적 제도적 장치를 마련하여야 할 것이다. 예로, 가축분뇨 공동시설 조직운영을 위한 규약 및 규정제정, 액비 시용규정과 저장기간, 시설입지 및 설치규정 등을 마련하고 지역특성에 알맞은 분뇨 자원화 프로그램을 개발하여 홍보, 보급하며 이에 대한 육성 지원기준을 설정하여 이를 충족한 지역 및 단체와 사업을 선정하여 과감한 시설 및 운영자금을 지원하여야 할 것이다.

넷째, 환경 기초시설로서 가축분뇨 공동이용시설을 위한 설치 및 지원은 정부 및 기초단체가, 조직운영 및 관리는 축산농가가, 이용은 양축 및 경종농가 그리고 분뇨처리 및 가공은 전문업체가 주체가 되어 상호간 유기적 협조체제가 이루어지도록 지원하여야 할 것이다. 1차적 가축분뇨 자원화를 위해서는 물론 양축농가와 경종농가의 협력에 의한 지역복합 및 양축·유기농업의 순환구축이 전제되어야 할 것이다.

다섯째, 가축분뇨 공동이용시설은 물론 정부가 설치하여 다수 양축농가가 일정한 규정에 의하여 안정되고 지속적이며 효율적으로 운영할 수 있는 조직 또는 조합인가를 심사하여 임대하는 경우도 고려할 수 있을 것이다. 이 경우는 특히 영세 소규모 분산적인 가축사육지역에서 우선적으로 고려해야 할 것이다.

여섯째, 개별 가축분뇨시설에 대한 지원은 지금까지의 정화처리시설지원중심에서 탈피하여 액비의 폐쇄적 시설관리를 원칙으로 저렴한 시설비와 노동력 절감이 가능한 지상축사, 지하분뇨저장의 슬러리 축사를 도입할 수 있는 축사시설 계량사업 지원으로 전환하여야 할 것이다. 이 경우는 전문화된 양축농가를 우선 대상으로 지원되어야 할 것이다.

V. 결 언

지난 10년간 가축 사육두수와 축산물생산이 급속히 증가한 반면, 사육농가의 감소는 경지규모의 확대 없이 가축사육의 규모화와 집약화를 초래하게 되었다.

이로 인하여 가축사육 집약도는 대도시 근교지역을 중심으로 급속하게 증가하게 되었으며 가축분뇨의 과잉발생과 작물 과잉시용으로 환경오염 문제가 심각하게 제기되어 왔다.

가축분뇨는 특히 수질 및 지하수 오염과, 온실효과를 가져오는 환경유해가스 방출 등 축산업의 심각한 경영문제와 함께 환경오염의 주범으로 문제가 제기되어 왔다. 이에 따라 환경정책사업이 진행되면서 가축분뇨의 배출규제가 강화되어 왔으며 막대한 재정투자를 통하여 가축분뇨 처리사업과 지원책이 이루어져 왔다.

그러나 가축분뇨 정책사업이 축산폐수로 규정하고 고비용 고투자의 처리중심으로 진행되어 왔으며 투자의 효율성 또한 달성하지 못하고 있는 실정이다. 가축분뇨는 축산폐수로 처리되는 폐기대상이 아니라 다양한 작물영양을 함유한 복합비료로서 자원화 할 수 있는 액비이다. 특히 액비는 환경오염 및 유기농업을 추구하기 위해서 필수적으로 요구되는 화학비료의 대체재로서 작물시용의 필요성과 경제성을 가지고 있다. 따라서 향후 가축분뇨정책은 환경오염원이 아닌 친환경농업을 위한 새로운 패러다임을 모색하여 순환농업시스템 구축을 촉진시켜야 할 것이다.

- 2000년 우리 나라 총 분뇨 발생량은 4,264만 m^3 이며 평균 m^3 당 처리비용은 18,000원 정도이다. 따라서 총 처리비용은 7,675.2억원으로 나타나고 있다. 그러나 조사 분석한 공동이용을 통한 조직적 액비화 시스템에 의한 처리비용은 m^3 당 2,000원으로 나타나고 있어 총 분뇨발생량을 액비화 하는데 요구되는 총 처리비용은 852.8억원 정도로 나타나고 있다. 이는 우리 나라 2001년 분뇨 및 축산폐수 세출 예산액인 882억원 보다 적은 비용으로 나타나고 있어 액비화 정책의 중요성을 잘 대변하고 있다(유, 2001).
- 액비 자원화 정책의 중요한 전제는 시간적 또는 계절적 액비수급의 균형화에 있다. 환경 친화적 액비이용과 적기 적량시용 그리고 충분한 분뇨의 발효기간을 위하여 요구되는 것은 액비 저장탱크 시설의 확보와 저장용량이다.
- 액비의 환경친화적 이용에 영향을 주는 결정 요인은 액비의 살포방법과 적기 적량 살포에 있다. 액비의 적기 적량 살포는 지역별 작목별 그리고 액비의 종류와 성분 함량 등에 따라 영향을 받게 되지만, 가장 중요하고 시급한 것은 액비의 시간적 공간적 수급균형을 위한 시스템 구축에 있다.
- 과잉분뇨 저감 및 처리기술 개발은 자급 자족적 액비경영이 우선적으로 검토되어야 한다. 즉 농가간 지역간 액비의 과부족 발생을 균형화 하여 액비의 자원화를 위한 정책적 법적 제도적 장치를 마련하여야 한다. 이를 위해서는 무엇보다 환경 친화적 액비시용 가능성을 향상 시켜야 하며 액비수급의 시간적 공간적 균형을 위한 조직운영 및 정보기술 시스템 개발이 요구된다.
- 액비 공동이용조직은 액비 시용잠재력, 즉 액비 시용가능면적이 확대될수록 액비의 경제적 가치를 보다 향상시킬 수 있는 방안이기 때문에 액비경영의 가장 기본적인 정책방안으로 인식된다.
- 액비 공동이용조직을 위해서는 농가 및 지역의 공간적 액비 수급불균형을 완화 할 수 있는 물류시스템(액비은행)과 중개시스템의 도입이 전제된다.

액비자원화를 위한 최상의 목표는 환경친화적 액비 수용잠재력을 최대로 활용하는 것이며, 이로서 액비의 경제적 가치를 극대화하는 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 액비정책은 처리중심에서 액비화 중심으로 전환하여야 할 것이며 액비화에 따른 적기 적량 시용문제와 악취발생 저감기술 도입 등을 적극 검토하여야 할 것이다. 왜냐하면, 액비는 축산폐수가 아닌 중요한 농업자원이며 환경 및 유기농업의 생명자원이기 때문이다.

참고문헌

- 유덕기, 가축분뇨 공동이용의 효율적 경영방안, 한국유기농업학회지, 제6권2호, 1998.
- , 가축분뇨 공동이용의 조직운영규정과 시설설계에 관한 연구, 제8권1호, 1999.
- , 가축분뇨 자원화를 위한 공동이용조직에 대한 농가선호도 분석연구, 아산사회복지재단 연구보고서, 2001(미발표).
- , 가축분뇨 공동이용과 환경친화적 적정사육두수, 한국유기농업학회지, 제5권2호, 1997.
- , 축산분야에 있어서 온난화영향평가 및 요인분석, 한국유기농업학회지, 제8권2호, 2000.
- 유재일, 축산분뇨의 이용실태와 자원화 방안, 한국 유기농업학회 심포지움, 1995.
- 정경수, 효율적 축산오염방지 지원정책, 농업경영·정책연구, 제28권1호, 2001.
- 정영일 외, 환경보전 및 안전성 제고를 위한 축산시스템 구축방안, 농정연구포럼, 2001.
- 최지용 외, 국토환경용량을 고려한 축산오염관리방안 연구, 한국환경정책·평가연구원 연구보고서, 99-02, 1999.
- 허 덕 외, 축분비료에 대한 수요반응과 이용 활성화 방안, 농업경영·정책연구, 제28권1호, 2001.
- 농진청/농과원, 친환경농업을 위한 가축분뇨 퇴비·액비 제조와 이용, 1999.
- 농진청, 2010년을 향한 축산기술연구 비전과 과제, 축산기술연구소, 2000.
- 일본 농림성 축산국, 가축배설물의 처리와 이용, 1978.
- HARTUNG, E. : Kompostierung von vorgetrocknetem Geflügelkot, Landtechnik, 55, Hohenheim, 2000.
- LEMPE, G. : Gemeinschaftsgüllebehälter, Landtechnik, 46, Eppingen, 1991.
- KTBL : Umweltverträgliche Verwertung von Festmist, Arbeitspapier 182, 1993.
- DÖHLER, H. : Perspektiven für neue Verfahren zur Behandlung und Verwertung von Flüssigmist : in Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung, KTBL. 242, 1997.
- ten HAVE, P. : Stand der Güllebehandlung in den Niederland in : Umwelt - verträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung, KTBL. 242, 1997.
- LEMPE, G. : Gemeinschaftsguellebehaelter. Landtechnik. 1991.
- WEILAND, P. : Stand und Perspektive der Güllebereitung in : Umwelt - verträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung, KTBL. 242, 1997.