

가축분뇨의 배출규제문제와 처리개선방안*

유 덕 기**

Regulation Problem and Technical Improvement for Livestock Manure Utilization

Yoo Duck-Ki*

(목 차)

ABSTRACT

I. 서 언

II. 가축분뇨 발생 및 배출규제

1. 가축분뇨 발생량과 사육집약도

2. 가축분뇨 배출규제와 문제점

III. 과잉분뇨 저감 및 처리개선방안

IV. 요약 및 결론

참고문헌

ABSTRACT

Nowadays liquid manure can no longer be regarded as a waste product, but as a compound fertilizer, which should be used as efficiently as possible, especially on the farm. Additionally, there is the intensified public discussion about environmental issues.

With respect to the ecological effects of the proper application of liquid manure, administrative regulations in the form of guidelines, decrees and ordinances have been established in region. It is questionable though, if such quantifying restrictions bring a reduction of ground water pollution, or if not through these measures new problems will be created, i. e. be temporarily postponed.

Moreover, in this Study, possible Operation and technical Improvement are presented.

Key Words : liquid manure, environmental issues, administrative regulations, quantifying restrictions, Operation and technical Improvement,

* 본 연구는 동국대학교 논문게재연구비 지원으로 이루어 졌음.

** 동국대학교 생명자원경제학과 교수

I. 서 언

급속한 경제성장과 도시인구 집중화 및 산업화의 과정에서 환경오염문제가 심각하게 제기되면서 정부는 수자원보호 및 수질개선에 대한 특별관리를 시작하게 되었다. 특히 가축분뇨가 수질 오염의 주된 요인으로 지적되면서 정부가 축산폐수 적정 관리대책을 수립하게 됨에 따라 가축 분뇨로 인하여 발생하는 환경오염은 규제와 감시를 받게 되었다.

축산폐수에 대한 규제법령은 1981년 제정된 환경보존법에 의하여 대규모 양축농가의 배출시설을 규제하였으며 1987년에 제정된 폐기물 관리법에 의하여 중규모 양축농가의 가축분뇨 정화처리시설의 설치를 의무화하여 왔다. 또 한편 환경처에서는 환경보존법 및 폐기물 관리법으로 축산폐수를 관리규제 하던 것을 1991년 3월 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률을 제정하여 축산폐수를 통합관리하고 있는 실정이다.

그밖에도 정부는 환경관계법령에 분뇨를 자원화할 수 있는 관계규정을 구체적으로 명시하여 추진하고 있는 유기농업의 정착과제에 가축분뇨 활용방안을 연계하여 추진하고 있는 한편, 유기질 비료화를 위한 공장 및 시설 등 가축분뇨 공동처리시설에 대한 지원을 확대하고 있다.

그러나 환경오염에 대한 정부의 규제가 엄격하게 실행되어 오고있음에도 불구하고 가축분뇨의 환경친화적 자원화를 위한 정책지원사업의 연계성이 결여되어 있으며, 특히 가축분뇨배출규제가 처리중심이며 축종별 사육규모와 시설면적중심으로 이루어지고 있어 환경친화적 액비자원화 촉진에 많은 문제점이 제기되고 있다.

따라서 본 연구에서는 가축분뇨의 발생량과 사육집약도의 공간적 불균형문제를 파악 분석하고 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행규칙에 의거하여 규제하고 있는 사육규모 및 시설면적에 대한 문제점을 파악, 정책적 개선방안을 모색하며, 또한 친환경 및 유기농업의 인프라구축을 위한 방안으로서 과잉분뇨의 저감 및 처리를 위한 기술적 가능성과 개선방안을 고찰하고자 한다.

II. 가축분뇨 발생 및 배출규제

1. 가축분뇨 발생량과 사육집약도

우리나라의 가축 사육두수는 1999/2000년 한우가 약 203만두, 젖소 54.1만두, 돼지 751만두, 그리고 닭이 1억1,400만두로 나타나고 있으며 액비사용 대상농지는 약 190만ha에 달하고 있다.

지역별 축종의 사육구조를 보면 한우의 경우 경북지역의 사육두수가 44만두로 가장 높게 나타나고 있으며 수도권지역에서는 젓소 20만두, 돼지 193만두, 닭 2,862만수를 각각 나타내고 있어 전국에서 가장 많은 사육두수를 나타내고 있다(〈표 1〉참조).

〈표 1〉 지역별 가축사육두수와 사육집약도(1999/2000)

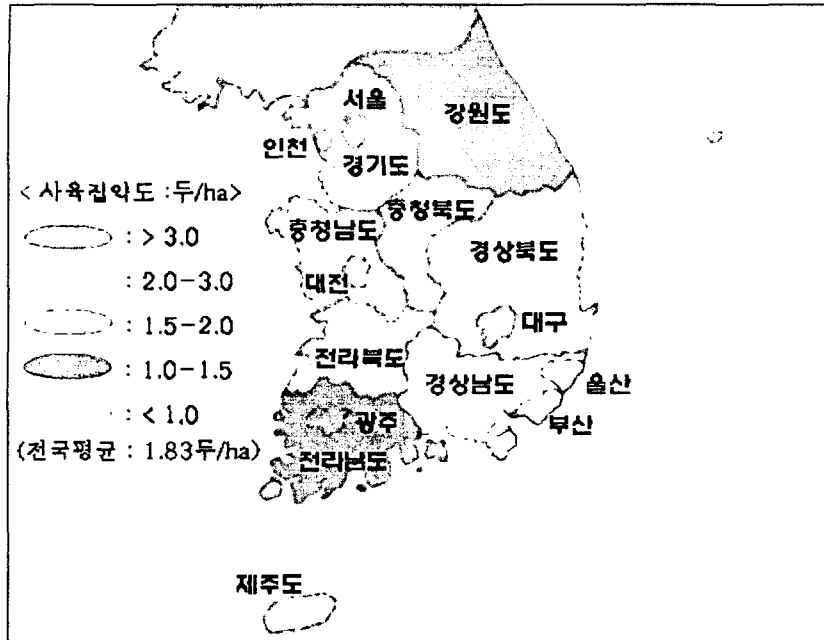
지 역	경지면적 (ha)	사 육 두 수				분 뇨 환산두수	사육집약도 (두/ha)
		한 우	젓 소	돼 지	닭(1000수)		
경기 / 인천	237,581	197,202	202,102	1,933,485	28,615.6	774,909	3.26
강 원	117,685	147,546	25,297	382,248	4,646.8	189,728	1.16
충 북	135,793	132,141	31,205	425,504	9,468.7	211,333	1.56
충남 / 대전	265,317	263,263	86,292	1,268,403	13,532.9	512,989	1.93
전 북	228,557	208,692	44,532	761,816	18,946.6	359,182	1.57
전남 / 광주	347,062	344,633	42,854	850,088	14,734.6	430,248	1.24
경북 / 대구	320,672	440,040	60,354	919,472	14,666.0	509,119	1.59
경남 / 부산	191,380	237,669	43,632	1,000,379	7,953.3	404,864	2.12
제주	58,707	26,895	5,237	352,593	1,470.3	93,699	1.60
전 국	1,902,754	2,034,081	541,505	7,510,988	114,034.7	3,486,070	1.83

* 경기 : 서울 포함, 경남 : 울산 포함.
 ** 축종별 두수당 년 분뇨발생량 : 한우 5.9m³, 젓소 12.1m³, 돼지 2.4m³, 닭 0.051m³.
 자료 : 시·군 통계연보, 1999/2000.

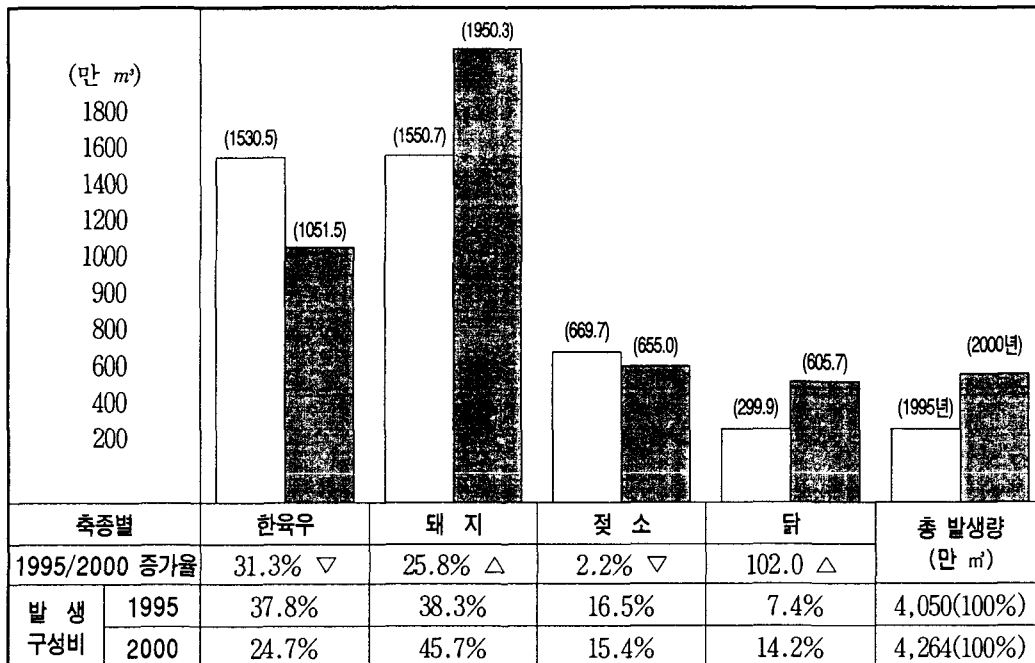
농지면적에 대한 가축사육 두수를 평가하기 위해서 축종별 배출량을 젓소 두 당 분뇨발생량을 기준으로 환산, 等量 평가하여 분뇨 환산두수를 산출하였다. 이를 농지 ha당 분뇨환산두수로 평가하여 가축사육 집약도를 분석하였다.

전국의 주요 축종별 사육두수를 분뇨 환산두수로 평가해보면 약 348.6만두에 달하고 있다. 지역별 분뇨 환산두수를 보면 수도권 지역이 약 77.5만두로 가장 높은 사육두수를 나타내고 있으며 충남지역이 약 51.3만두, 경북지역이 약 50.9만두로 그 다음 순위를 나타내고 있다. 가축사육 집약도는 농가 또는 지역의 ha당 가축밀도를 나타내고 있어 가축사육구조와 가축분뇨의 공간적 분석에 중요한 지표로 이용된다. 전국 평균 가축사육 집약도는 1.83두/ha를 보이고 있다. 이를 분뇨 발생량으로 평가하면 ha당 약 22m³/ha로 나타난다. 따라서 돈분뇨를 기준으로 환경친화적 살포량이 30m³/ha인 경우 약 8m³/ha의 액비수용 잠재력을 가지고 있다고 분석된다(〈그림 1〉 참조).

사육 집약도가 가장 높게 나타나는 수도권 지역은 약 3.3두/ha로 나타나고 있으나 이를 ha당 분뇨량으로 환산하면 약 39.5m³가 발생되고 있는 것으로서 환경친화적 액비 한계사용량에 근접하고 있는 것으로 나타나고 있다.



<그림 1> 도별 사육집약도(2000) (단위 : 분뇨환산두수/ha)



<그림 2> 축종별 가축분뇨 발생추이 (1995/2000년)

* 자료 : 유덕기(1997), 시·군 통계연보, 1999/2000.

그 외 타 지역의 사육 집약도는 상대적으로 낮게 나타나고 있으며, 특히 강원과 전남지역의 경우는 각각 1.16두/ha와 1.24두/ha의 낮은 사육집약도를 각각 보이고 있어 가축사육집약도의 공간적 불균형이 심화되어 있는 실정이다. 이는 가축사육이 대도시 근교지역에 집중되어 있으며 구입사료에 의존된 사육형태, 그리고 토지 및 노동집약적이고 사육밀도가 높은 양돈산업이 급속히 규모화 집약화되고 있기 때문인 것으로 파악된다.

<그림 2>는 1995~2000동안 축종별 가축분뇨의 발생량 추이를 나타내고 있다. 우리 나라 가축분뇨 발생량은 1995년 4050만 m^3 에서 지난 5년 동안 214만 m^3 가 증가된 4,264 m^3 에 달하고 있다. 동일 기간동안 우분뇨의 발생량은 오히려 감소하고 있는데 비하여 양돈과 양계농가의 규모화로 인하여 돈분뇨와 계분의 발생량은 각각 25.8%와 10.2%가 증가하고 있는 것으로 나타나고 있다.

따라서 돈분뇨의 발생구성비가 1995년에는 38.3%에서 45.7%로 급속하게 증가되고 있어 돈분뇨 과잉발생문제가 점차 심각하게 나타나고 있다.

2. 가축분뇨 배출규제와 문제점

가축분뇨는 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률(오분법)에서 가축이 배설하는 액체성 또는 고체성의 오염물질로서 축산폐수로 정의하고 있다. 분뇨처리시설 및 공공처리시설의 방류수 수질기준은 오분법 시행규칙 제9조에 의하여 규제하고 있다.

양축농가의 축산폐수배출은 사육규모별로 차등규제하고 있으며 주요 상수원 및 하천유역의 소규모 축산농가에 의한 수질오염을 완화하기 위하여 오분법 제3조 및 47조에 의거하여 공공처리시설의 설치비용을 지방양여금에서 70%, 지방비에서 30%(도비15%, 시·군비 15%)가 지원되고 있다.

축산폐수 공동처리사업으로 1991년부터 신고대상 이하의 소규모 양축농가에서 배출되는 축산폐수를 공동으로 처리할 수 있도록 국고지원사업으로 2005년까지 100개소의 축산폐수 처리시설을 연차적으로 추진할 계획이다(<표 2> 참고).

<표 2> 축산폐수 처리시설 현황과 확충 계획

구 분	시 설 수	시설용량(m^3 /일)	사업비(백만원)	비 고
1991~96	52	9,410	1,952	
1997	5	650	356	
1998~2005	43	7,510	4,718	
계	100	17,570	7,026	

* 자료 : 환경백서, 1997.

또한 개별농가에도 가축분뇨 (간이)정화시설과 톱밥발효돈사 시설지원, 축산단체의 분뇨운반 장비 및 공동저장 탱크시설지원을 확대할 계획으로 있다.

최근에는 환경오염에 대한 정부의 규제가 엄격하게 실행되어 온 결과 1일 축산폐수 발생량은 202,260m³(1998년)에서 128,461m³(1999년)로 크게 감소되었다(정경수, 2001).

1990년대의 급속한 축산업의 규모화와 집중화로 인하여 허가대상 농가는 1991년 기준 9년 동안 연평균 약 40.5%, 신고대상농가는 16.2%의 증가를 보이고 있다. 특히 1995년 이후 규제 대상 농가수의 급속한 증가와 함께 배출규제의 강화로 인하여 축산폐수 무단 방류를 억제시키는 효과를 가져온 것으로 평가된다.

(표 3) 지역별 가축분뇨 공공처리시설 및 사업투자현황(1991~2000)

지 역 별	개 소	총 사업비 (백만원)	시설처리용량(m ³)			시설투자비용 (원/m ³)*
			처리용량/일	1일처리용량 /개소	처리용량*	
서울, 인천, 경기	10	57,755	2,615	261.5	392,250	147,240
강 원	4	15,515	700	175	105,000	147,762
충 북	4	22,213	700	175	105,000	211,552
대전, 충남	5	45,334	1,050	210	157,500	287,835
전 북	9	57,401	1,290	143	193,500	296,646
광주, 전남	1	3,520	75	75	11,250	312,889
대구, 경북	3	13,066	320	107	48,000	272,208
부산, 울산, 경남	5	26,248	610	122	91,500	286,863
계	41	241,052	7,360	180	1,104,000	218,344

* 시설가동율 : 50%, 가동일 : 300일/년을 기준으로 산출한 것임.
 ** 자료 : 환경관리연구소, 2000 환경산업총괄자료를 기초로 평가한 것임.

2000년 현재 가축분뇨 공공처리시설의 1일 총 처리용량은 7,360m³으로 나타나고 있다. 100%의 가동율에 365일 처리한다면 연간 총 처리능력은 2,686,400m³이다. 이 경우 시설투자비용은 89,730원/m³로 나타난다. 만약 50%의 가동율로 300일 가동한다면 연간 총 처리용량은 약 110만m³정도 된다. 이는 우리 나라 연간 총 가축분뇨 발생량의 약 2.6%정도를 처리할 수 있는 것으로 분석된다. 또한 m³당 시설투자비용은 평균 약 21.8만원으로 나타나고 있어 고비용 처리시스템으로 평가되며 처리비용도 평균 약 30,000원/m³정도에 달하고 있어 돈 두당 연간 분뇨발생량의 처리비용은 72,000원으로 나타나고 있다. 이는 돈 두당 평균생산비인 12만원의 약 60%에 해당된다.

양축농가의 축산폐수배출은 사육규모와 시설면적기준으로 허가대상규모와 신고대상규모로 차등하여 일반지역과 특정지역을 구분하여 규제하고 있다.

1999년 설치대상 농가의 총 82,647호 중 가축분뇨 처리시설을 설치한 농가는 91%에 달하고 있으며 이중 허가 대상농가는 99%, 신고대상의 경우 90%가 가축분뇨 처리시설을 설치한 것으로 나타나고 있다. 시설된 농가 75,356호 중 83%가 자원화로서 대부분 퇴비화 시설로 이루어져 있으며 17%는 정화시설을 설치한 것으로 나타나고 있다(〈표 4〉 참조).

〈표 4〉 규제대상농가의 가축분뇨 처리시설 설치 현황

구 분	설치대상	설 치 현 황			미 설 치
		자원화 시설	정화 시설	계	
신 고 대 상	74,667	55,552	11,907	67,459	7,208(10.0%)
허 가 대 상	7,980	6,932	965	7,897	83(1.0%)
계	82,647	62,484(83%)	12,872(17%)	75,356	7,921

* 자료 : 농림부(1999), 축산연감(2000) p.287.

〈표 5〉 규제대상별 축산폐수 배출시설 및 사육규모(1993/2000)

구 분	1993년				2000년				비 고		
	신고대상		허가대상		신고대상		허가대상				
	규모(두)	면적(㎡)	규모(두)	면적(㎡)	규모(두)	면적(㎡)	규모(두)	면적(㎡)			
축종별	일반 지역	소(말)	30~100	350~1,200	>100	>1,200	8~75	100~900	>75	>900	
		젖소	30~100	350~1,200	>100	>1,200	8~75	100~900	>75	>2,700*	*운동장 포함
		돼지	200~1,000	250~1,400	>1,000	>1,400	50~715	50~1,000	>715	>1,000	
		닭	>5,000	>500	-	-	>1,500	>150	-	-	
	특정 가축	>50	>600	>500	>700	-	<450	-	>450		
방류수 수 질	특정 지역	BOD	<500ppm		<50ppm		<150ppm		< 50ppm		
		T-N	-		-		-		<260ppm		
		T-P	-		-		-		< 50ppm		
	일반	BOD	<350ppm		(<150ppm)		<350ppm		<150ppm		

* 자료 : 김우영(1993), 최지용(1999), 정경수(2001), 축산연감(2000)의 자료를 보완 정리한 것임.

** 특정지역 : 수도법의 상수원보호지역, 상수원수취시설로부터 유효거리 4km이내의 상수원 상류지역, 환경정책 기본법의 특별대책지역, 수질환경보존법의 특정 호소수질관리구역, 지하수법의 지하수 보전지역, 자연공원법의 공원구역 및 공원보호구역을 의미함.

가축분뇨 배출에 대한 허가 및 신고대상 규제는 〈표 5〉에서와 같이 2000년 1월 기준으로 규모 및 면적 이외에도 방류수 수질기준이 대폭 강화되었다. 그러나 이와 같은 시설면적과 규모규제에는 많은 문제점이 제기되고 있다. 또한 규모화 된 개별 양축농가의 처리수 수질규제는 정기

적인 관리 및 감시가 반드시 전제되어야 하기 때문에 많은 시간과 노력 및 비용이 요구되고 있다.

축사면적과 규모에 대한 규제는 신고 및 허가대상농가 처리시설의 83% 정도가 자원화 시설로 설치되어 있음에도 불구하고 가축분뇨를 축산폐수로 규정하여 처리중심에서 규제되고 있다. 특히 축종별 분뇨 발생량과 가축분뇨의 N-발생량이 상이함에도 축종별 시설면적과 사육규모를 기준으로 규제되고 있어 동일지역의 신고 또는 허가대상농가도 축종에 따라 분뇨 및 N-발생량에 큰 차이가 나타나는 문제가 제기된다.

신고대상의 규모규제에 따른 연간 분뇨발생량은 축종별로 최소 47~240m³, 최대77~1,716m³의 차이를 나타내고 있으며, 특히 연간 가축분뇨의 N-발생량을 보면 최소 216~1,440kg, 최대770~10,296kg의 큰 차이를 보이고 있다. 규모규제 따른 허가대상의 연간 N-발생량이 소는 2,038kg, 젓소는 4,177kg, 돼지는 10,296kg의 축종별 큰 차이로 배출하고 있으나 동일한 허가 대상으로 규제 받고 있는 것으로 나타나고 있다(〈표 6〉 참조).

〈표 6〉 규모규제에 따른 신고/허가대상의 가축분뇨 발생량과 N-성분발생량 비교

구 분	분뇨발생량 (m ³ /년)	N-발생량 (kg/m ³)	사육규모(두수)		분뇨발생량(m ³ /년)		N-발생량(kg/년)	
			신고대상	허가대상	신고대상	허가대상	신고대상	허가대상
소	5.9	4.6	8~75	>75	47~443	>443	216~2,038	>2,038
젓 소	12.1	4.6	8~75	>75	97~908	>908	446~4,177	>4,177
돼 지	2.4	6.0	100~715	>715	240~1,716	>1,716	1,440~10,296	>10,296
닭	0.051	10.0	<1,500	>1,500	<77	>77	<770	>770

이와 같은 문제점이 제기되고 있는 것은 축종별 분뇨 및 N-발생량의 차이를 고려한 분뇨발생의 양적 질적 등량 평가가 소외되었기 때문이다. 환경친화적 농업육성과 가축분뇨의 자원화를 촉진하기 위해서는 단순히 축종별 사육규모나 사육밀도만을 기준으로 시설 및 사육규모를 규제할 것이 아니라 사육집약도의 개념과 액비 단위당 사육두수의 개념을 도입함으로써 시용면적과 연계한 액비의 환경친화적 농지환원을 촉진하고 양축농가도 자급비료로서 액비의 활용도를 향상시킬 수 있을 것이며 가축분뇨의 관리 및 처리시스템의 이용도와 개발을 촉진할 수 있을 것이다.

사육집약도는 액비시용 대상농지의 ha당 사육규모와의 관계이며 토지와 연계된 축산을 목표로 한 유기축산의 실현에 중요한 정책적 지표이기도 하다. 따라서 액비의 자원화를 위한 과제는 환경친화적 액비 시용기준 설정에 있으며 이의 효율적 이용을 위한 적기 적량 살포와 살포기술 개발 등에 있다.

환경친화적 액비시용의 중요한 기준은 특히 액비의 N-성분 이용기준에 있다. <표 7>은 환경친화적 N-시용기준을 기초로 축종별 분뇨발생량 및 N-발생량을 고려한 사육집약도를 이용, 환경친화적 적정 사육두수와 액비 시용량 그리고 축종별 액비단위와 분뇨 단위당 두수를 산출한 것이다.

액비성분 N-기준으로 ha당 180kg의 시용기준을 환경친화적 액비시용의 가이드 라인으로 설정하여 액비살포량과 사육규모를 분석한 결과를 보면 <표 7>과 같다.

<표 7> 축종별 환경친화적 적정 사육두수와 액비 단위당 두수

구 분	환경친화적 액비시용기준 : 180kg N/ha, 년			분뇨단위당 두수**
	적정사육두수(두수/ha)	액비최대살포량(m ³ /ha, 년)	액비단위*(LMU/ha)	
소	6.6	39	2.23	2.0
젖 소	3.2	39	2.24	1.0
돼 지	12.5	30	2.25	5.0
닭	353	18	2.25	237

* 액비단위(LMU) 1.0=액비 N-성분 80kg/년임.

** 젖소 두당 분뇨발생량을 기준으로 환산한 축종별 분뇨발생단위 두수임.

환경친화적 적정 사육두수는 소 6.6두/ha, 젖소 3.2두/ha, 돼지 12.5두/ha, 닭 353두/ha가 된다. 또한 축종별 액비의 최대 살포량은 우분뇨 39m³/ha, 돈분뇨 30m³/ha, 계분 18m³/ha로 각각 제한된다. 예로, 양돈농가가 만약 ha당 12.5두 이상의 사육규모를 가질 경우, 그만큼 과잉 분뇨가 발생되기 때문에 양돈농가는 살포면적 확대 가능성, 사육두수 감소, 저장탱크 시설용량 확보 또는 타 농가나 지역내·외로 액비 반출을 모색하거나 이를 단계적 또는 복합적으로 모색하여 과잉발생분뇨를 액비화 퇴비화 또는 정화처리방안을 결정하게 될 것이다. 즉 과잉발생 분뇨의 저감 및 처리 가능성을 농가 및 지역특성과 구조에 적응할 수 있는 다양한 가능성을 모색하여 최소의 비용으로 자원화 할 수 있는 방안을 마련할 수 있도록 정책적 제도적 장치를 마련하여야 한다는 것이다.

축종별 액비단위(LMU)는 180kgN/ha기준으로 축종별 분뇨 및 N-발생량, 그리고 적정 사육두수를 고려한 지표로서 모든 축종에서 2.23~2.25LMU/ha로 나타나고 있다. 이는 축종별 분뇨 발생과 N-발생량이 등량 평가되었기 때문이다. 따라서 LMU(liquid manure unit)는 모든 축산농가 또는 액비시용 지역의 중요한 정책적 제도적 지표로서 활용될 수 있게된다.

분뇨단위당 두수는 농가 및 지역의 분뇨 발생량 분석과 사육규모 분석을 위한 지표로서 보다 정확한 분석을 위하여서는 축종의 연령별 사육단계별 분뇨발생량의 세분화가 필요하다.

특정지역의 경우는 액비의 N-성분 시용기준을 180kg N/ha에서 약 120kg N/ha으로 강화시킬

경우 액비단위는 1.5LMU/ha로 나타나며 이에 따라 축종별 ha당 액비 사용량과 적정 사육두수도 감소될 것이다.

우리 나라의 액비사용 관련규정은 가축분뇨의 적정관리를 위하여 사육두수 및 축종별 배출단위와 액비살포에 필요한 농지 및 초지면적을 고시하여 제정, 운영하고 있다. 사육두수 및 축종별 배출단위는 단위면적 당 사육가능두수의 개념이 아니라 규제대상규모의 양축농가에서 배출되는 방류수 수질기준을 초과할 경우, 배출 부담금을 산정하기 위한 기준으로 마련된 것으로서 배출부과금 산정시 가축분뇨의 1일 발생량을 사육두수에 축종별 배출한 단위를 곱하여 산출할 수 있도록 발생단위를 고시한 것이다.

〈표 8〉 정부의 축종별 가축분뇨 배출단위

축종별	분뇨발생단위(l/일, 두)
소 (말)	14.6 (5.3m ² /년)
젖 소	45.6 (16.6m ² /년)
돼 지	8.6 (3.1m ² /년)

* 자료 : 환경부 고시, 제1999-109호.
 ** ()는 축종별 연간 분뇨발생량임.

액비살포에 필요한 농지 및 초지면적에 대한 규정은 액비화 시설을 설치하고자 할 경우 확보하여야 할 최소한의 농지 및 초지면적으로서 1999년 7월부터 확대 조정되었다. 액비사용시에 요구되는 면적을 단위면적 ha당 두수로 환산하면 〈표 9〉와 같다.

〈표 9〉 액비사용시 요구되는 농지 및 초지면적

축종별	초지	농경지	
		논	밭
한 육우	19.0두/ha(100.7m ²)	10.0두/ha(53.0m ²)	15.5두/ha(82.2m ²)
젖 소	6.1두/ha(101.3m ²)	3.2두/ha(53.0m ²)	5.0두/ha(83.0m ²)
돼 지	29.1두/ha(104.8m ²)	15.5두/ha(48.0m ²)	23.6두/ha(73.2m ²)

* 자료 : 환경부 고시 제1999-110호의 두당 면적자료를 ha당 두수로 환산하였음.
 ()는 축종별 배출단위로 환산한 ha당 연간 가축분뇨 배출량임.

〈표 9〉에서 파악할 수 있는 바와 같이 액비화 시설을 허가할 경우 요구되는 경지면적에 대한 규제는 실제 농지별 ha당 가축분뇨량만을 고려하여 규정하고 있다. 즉 초지의 경우 약 100m²/ha~105m²/ha, 논은 약 48m²/ha~53m²/ha, 밭은 73m²/ha~83m²/ha로 규제하고 있는 것으로 분석된다. 이는 축종별 환경친화적 액비 사용기준인 우분뇨 39m²/ha, 돈분뇨 30m²/ha보다

우분뇨는 약 1,2~2,6배, 돈분뇨는 1,6~3,5배나 높은 액비량으로 규정되어 있는 것이다. 규제대상 단위면적 당 축종별 배설단위를 기준으로 하여 N-성분함량을 평가 분석해 보면 <표 10>과 같다.

<표 10> 규제대상 단위면적 ha당 N-성분 발생량

축종별	초지	농경지	
		논	밭
한우	463.2kg/ha	243.8kg/ha	378.1kg/ha
젖소	466.0kg/ha	243.8kg/ha	381.8kg/ha
돼지	628.8kg/ha	288.0kg/ha	439.2kg/ha

초지의 경우 ha당 463,2kg~628,8kg, 논은 243,8kg~288kg, 밭은 378,1~439,2kg으로 나타나고 있어 환경친화적 N-사용기준인 180kg/ha보다 무려 1,4~3,5배가 높게 규정되어 있는 것으로 분석된다. 이는 축종별 배출량과 경지별 사용량만을 고려하여 액비화 시설을 규제하고 있기 때문이다. 따라서 시설규제를 위한 사용대상 면적규제는 축종별 분뇨배출량과 사육규모를 고려하여 저장용량을 규제하는 것이 바람직하며 저장기간은 최소한 3~6개월 정도가 적정할 것이다. 따라서 액비화의 기본전제인 저장시설용량규제와 함께 환경친화적 액비사용을 촉진할 수 있도록 사용면적을 고려한 ha당 분뇨단위를 기준으로 한 액비사용규정을 마련할 수 있는 정책방향의 전환이 요구되고 있다.

처리중심에서 규정된 사육규모와 시설면적에 대한 가축분뇨 배출규제에서 자원화 중심의 사용기준으로의 규제 전환이 이루어질 경우 보다 과학적이고 효율적인 환경친화적 액비사용은 물론 액비수요 증대효과를 가질 수 있을 것이다. 이 경우 특히,

- 농가 및 지역의 분뇨 과부족 실태 분석에 의한 액비수급 정책이 가능하며
- 가축분뇨 이용 및 처리시설의 연계성 강화와 활용성이 향상될 것이며
- 환경친화적 사육규모와 액비 사용면적이 연계된 규제로 전환될 경우 액비의 자원화를 촉진, 환경 및 유기농업을 활성화시킬 수 있을 것이며
- 과잉분뇨 발생농가와 지역의 합리적 이용 및 처리시설의 효율적 지원이 가능할 것이며
- 양축농가의 법적 규제와 경제·사회적 부담을 크게 경감시킬 수 있을 것이다.

지금까지 가축분뇨 정책방향이 배출량 및 처리중심으로 규제되어 옴으로서 농가 및 정부의 재정적 부담은 커질 수밖에 없었던 것이다. 따라서 가축분뇨 정책은 환경친화적 자원화 중심의 액비화 정책에 우위성을 두어야 할 것이다.

현재 높은 사육집약도를 나타내는 농가 및 지역에서 과잉분뇨가 발생될 경우에도 액비의 환경

친화적 자원화 중심으로 규제전환이 이루어질 경우 과잉분뇨의 문제는 액비 수용잠재력이 높기 때문에 크게 해소할 수 있을 것이다.

이미 언급한바와 같이 2000년 우리 나라 총 분뇨 발생량은 4,264만 m^3 이며 평균 m^3 당 처리비용은 18,000원 정도이다. 따라서 총 처리비용은 7675.2억원으로 나타나고 있다. 그러나 조사 분석한 공동이용조직의 액비화 시스템에 의한 처리비용은 m^3 당 2,000원으로 나타나고 있어 총 분뇨발생량을 액비화하는데 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.

Ⅲ. 과잉분뇨 저감 및 처리개선 방안

가축사육 집약도가 높으며 액비 살포면적이 제한되었거나 농지가 상대적으로 부족한 농가 및 지역은 가축분뇨가 과잉 발생되어 농가경영 및 지역농업에 경제·사회적 부담은 물론 친환경 농업실천과 환경오염 방지에 심각한 문제가 제기되고 있다. 따라서 분뇨과잉발생 농가나 지역은 환경친화적 분뇨 시용기준에 따른 지역 및 농가경영 특성에 적응할 수 있는 다양한 이용 및 처리 가능성을 모색해야 할 것이다.

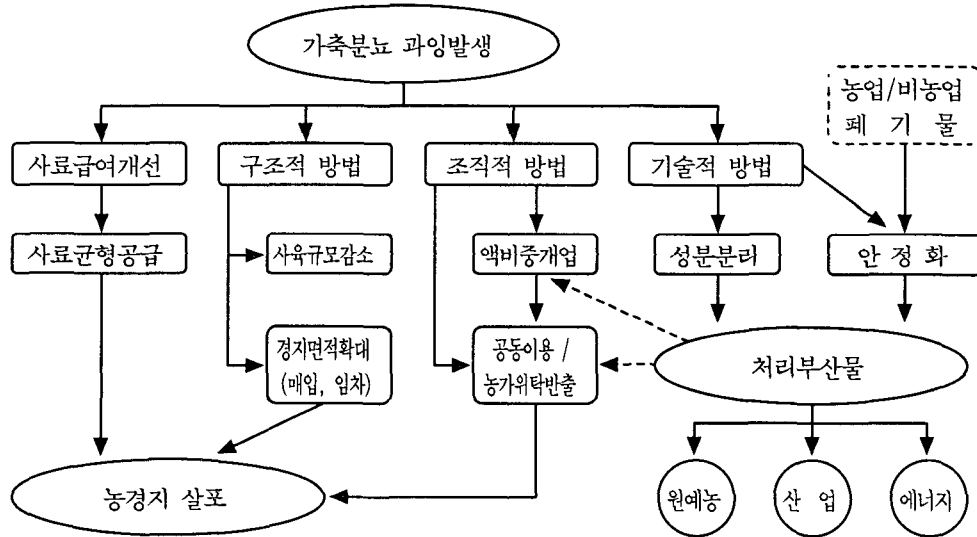
과잉발생된 분뇨의 저감방법으로는 액비이용과 분뇨저감 및 처리방법으로 크게 구분된다.

가축분뇨 이용 및 처리방법을 제시하면 다음과 같다.

- ① 분뇨이용 방법 :
 - 액비의 자가농지 살포 및 살포농지 확대
 - 지역 내의 액비 중개시스템 이용
 - 지역 외의 반출시스템 이용
- ② 분뇨저감 방법 :
 - 사료급여 저감 및 기술개선
 - 톱밥 퇴비화 방법
 - 왕겨 및 벚집 퇴비화 방법
 - 사육두수 감소 및 적정 두수사육 방법
- ③ 분뇨 가공처리 방법 :
 - 고액분리 및 방법
 - 분뇨 고형물 퇴비화 방법
 - 분뇨 고형물 건조 방법

- 분뇨 고형물 소각 방법
- 분뇨 고형물 혼연 방법
- 화학적 처리 방법
- 생물학적 처리 방법
- 정화처리 방법 등이 있다.

가축분뇨 과잉발생 농가 및 지역의 가축분뇨 문제의 대응방안을 체계화 해보면 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 지역 및 농가의 과잉발생분뇨 대응방안

1) 사료급여 기술 개선

사료급여기술은 분뇨발생 저감을 위한 기본방안으로서 두당 분뇨 발생량과 영양성분 유실을 저감시킬 수 있는 방법이다. P. Weiland(1997)의 분석결과를 보면 사료급여 개선으로 N, P의 유실을 약 20~30% 감소시킬 수 있는 것으로 나타나고 있다.

분뇨 발생량은 특히 사료종류와 급여방법에 따라 크게 의존되며, 이는 특히 분뇨 N-함량에 영향을 주게된다. 분뇨발생 저감은 1일 증체량을 향상시킬 수 있는 급여방법과 단기비육을 통하여 가능하며 공동급여 보다 개별급여 방법이 효율적인 것으로 분석되고 있다. 즉 성장 단계별 사육 목적별 사료급여의 차별화를 통하여 영양유실을 최소화하며, 특히 양돈의 경우 사료급여 기술을 통한 N, P의 배출저감 효과는 크게 나타나고 있다. 이를 위한 방법으로서,

- 사료업체의 과잉영양사료 공급을 지양하며
- 사육 및 비육 단계별 사료급여를 최적화하고
- 사료 효율성이 우수한 품종을 도입하며
- 사료 효소제를 첨가하여 소화 흡수율을 촉진시키며
- 조사료의 암모니아 처리로 약 46%의 질소 배출량 감소시키며
- 사육환경을 최적화 하는 것이다.

사료급여 기술을 통한 분뇨량 및 성분유출 저감은 액비이용 및 처리비용을 절감시킬 수 있으며 또한 악취방출 저감 효과를 가져올 수 있다. 이는 소규모 과잉분뇨 발생지역 및 농가에 효율적인 대응방안으로 평가된다.

2) 사육규모 감소

과잉발생 분뇨처리 및 수송비용이 높은 농가와 지역에서 고려할 수 있는 방안으로서, 점진적으로 사육규모를 감소시켜 친환경적 적정 사육두수를 유지하는 최상의 방법이다. 사육규모 감축에 따른 소득손실 여부는 액비 최대 처리비용으로 평가할 수 있다. 예로, 양돈농가의 경영소득이 30,000원/두, 돈분뇨 발생량이 0.75m³/두 일 경우 분뇨처리 최대 한계비용은 40,000원/m³로 평가된다. 그러나 양축농가 측면에서는 소득감소 우려가 높으며 사육규모 감소로 인하여 사료산업 및 축산물 처리업의 비용상승 요인에도 영향을 주기 때문에 기대효과는 크게 나타나지 않을 것이다.

그러나 액비이용면적이 포화상태로 나타나며 축산경영소득보다 높은 처리비용이 요구될 경우에는 시용면적을 고려한 사육규모규제를 적극 검토하여야 할 것이다.

3) 액비살포 대상농지 확대

과잉발생 분뇨를 환경친화적 시용기준에 의하여 장·단기적으로 자가농지 및 살포대상 농지를 매입, 임차 또는 경종농가와와의 반·출입계약 등으로 확대하여 액비화를 추구하는 방법이다.

4) 액비 중개시스템 도입

과잉분뇨 발생농가 및 지역에서 액비 수요농가에게 과잉분뇨를 중개하며, 필요시에 액비 수송 및 살포를 중개하여 액비의 공간적 수급 및 분배기능을 하게 된다. 이러한 시스템 운영은 액비를 화학비료 환산가치로 평가할 경우 가능할 것이며 수송거리가 멀수록 액비가치가 그만큼 적어지기 때문에 수송거리는 약 10~20km 이내의 거점중심의 지역에서 경제성을 가질 수 있을 것이다.

5) 액비 공동이용 조직 운영

과잉분뇨 발생농가와 지역은 물론 적정 사육규모를 가진 농가와 지역에서도 액비화를 위해서는 반드시 5~6개월 정도의 저장용량을 가진 저장처리 시설이 요구된다, 왜냐하면 분뇨 공급은 지속적인데 비하여 살포량 및 시기가 제한적이며 최소한의 완숙발효 기간이 요구되기 때문이다.

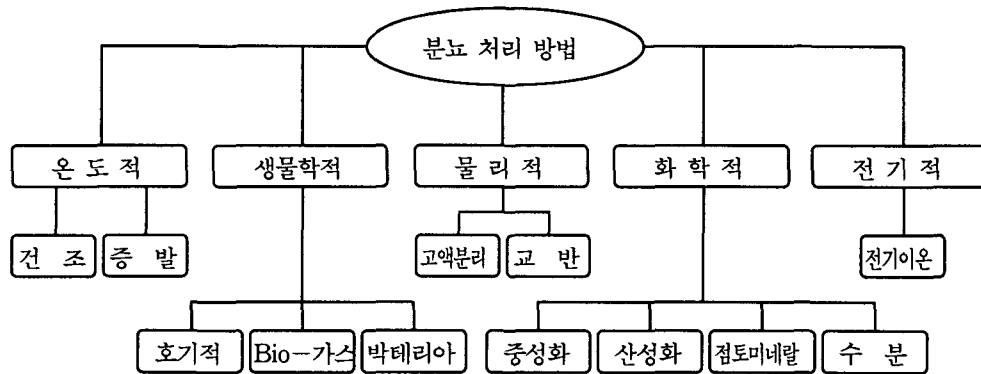
규모화 집약화 된 농가 및 지역의 경우 저장 및 처리시설 지원으로 개별 저장탱크시설을 설치 운영할 수 있으나 신고 및 규제대상 농가의 경우 시설용지 부족과 비용부담, 시설허가 및 입지의 법적 규제 등으로 일정 용량의 저장시설 설치가 이루어지지 못하고 있다.

따라서 공동이용 저장탱크시설 운영을 위한 조직화를 통하여 시설투자의 효율성과 저장 및 수송, 시설 입지적 문제를 해소하고 액비 자원화 및 순환농업을 위한 농가별, 지역별 조직연계를 촉진, 액비 자원화의 경제적 효율성과 환경친화적 액비이용 및 저감 시스템을 구축할 수 있는 방안이다.

6) 분뇨 처리방법(완전처리와 부분처리)

과잉발생분뇨의 처리목표는 기술적으로 실현 가능하며 경제성을 가진 기술로서 지속적으로 액비성분 함량을 저감 분리하는데 있다. 따라서 분뇨처리는 크게 부분처리와 완전처리로 구분된다. 처리기술 개발 및 도입은 저렴한 처리비용으로 실질적인 이용 가능성과 투자의 경제성을 가져야 할 것이며 액비 수용잠재력이 있는 경우에는 가능한 액비화를 촉진할 수 있는 방법이 되어야 할 것이다.

액비처리 방법은 크게 온도적, 생물학적, 물리적, 화학적 그리고 전기적 처리방법으로 분류되고 있다. 이러한 처리방법을 체계화 해보면 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 가축분뇨 처리 방법

분뇨의 부분처리는 분뇨성분, 특히 N-이용률을 향상시키고 성분유실 가능성을 저감시켜 비료의 효율성을 제고시키며 가축분뇨의 물질적 특성을 개선하는 목적으로 처리되어야 할 것이다.

따라서 액비처리에 요구되는 조건은 :

- 악취오염도 최소화
- 성분함량의 동질성
- 작물수용성 제고
- 분뇨건물함량 저감
- 비료성분의 흡수력 향상
- 탈진산화 또는 N-부동화 방지를 위한 탄소함량 저감 등이다.
- 균질성과 유량성의 개선
- 잡초원 및 병원균제거
- 비료성분 유실 방지
- 암모니아 손실저감을 위한 토양침투성 제고
- 액비 부피감량

특히 고액분리는 액비화와 정화처리를 위한 가장 필수적이고 기본적인 처리방법으로서 분뇨를 물리적으로 고형물과 액상물로 분리시키는 방법이다. 고액분리의 목적은 침전물과 슬러리 형성을 저감시켜 액비 살포시간과 살포 에너지를 절감하도록 액비유량(흐름)을 개선하고 유기질 질소를 분리하여 NH₃ 함량을 높이며, 작물 성장점 고사 원인인 점액성을 저감시켜 작물 수용성을 향상시키는데 있다.

그밖에도 약 10~18%의 액비부피를 감소시켜 중량을 600kg/m³ 정도를 저감시킬 수 있으며, 동시에 N, P, K의 성분을 20~50%까지 분리시키는 효과를 가지고 있을 뿐만 아니라 살포후 NH₃ 방출저감, 토양내 N-고정화를 완화시키는 효과를 가지고 있다. 또한 액비량을 감소시켜 줌으로서 수송비 절감과 판매 가능한 퇴비화를 위한 고형물 생산을 가능하게 한다.

고액분리 효과는 물론 분리방법, 액비 저장기간, 분뇨종류와 건물함량에 따라 다르게 나타난다. 특히 장기간 저장된 분뇨의 고액분리 성과는 생분뇨 보다 낮게 나타나기 때문에 저장조 투입 전에 고액분리를 하여야할 것이다.

전기이온 및 열처리 방법은 높은 에너지 소모와 처리효과에 대한 논란이 진행되고 있어 극히 제한적으로 이용되고 있다.

우리 나라의 경우 대부분의 처리시설이 호기적 발효처리 시스템으로 운영되고 있다. 이에 비해 혐기적 발효처리 시스템은 높은 시설 투자비용과 경영 및 기술적 부담으로 도입하지 못하고 있는 실정이다.

그러나 혐기적 발효시스템은 액비를 안정화시키며 Bio-가스생산과 에너지화의 가능성, 악취 저감과 액비 균질화 및 유량 개선, 작물영양 흡수력 증진과 액비의 기술적 특징을 크게 개선하는 효과를 가지고 있다. 또한 가축분뇨 이외에 농업 및 비농업 부문의 산업폐기물 반입에 따른

수입과 가스 및 에너지 생산 판매수입이 가능하기 때문에 장기적으로 경제적 분석과 함께 적극적인 도입 가능성을 모색해야 할 것이다.

과잉분뇨 저감 및 처리기술 개발은 지역내 자급 자족적 액비경영이 우선적으로 검토되어야 한다. 즉 농가간 지역간 액비의 과부족 발생에 따른 수급불균형을 균형화 하여 액비의 자원화를 위한 정책적 법적 제도적 장치를 마련하여야 한다. 이를 위해서는 무엇보다 환경 친화적 액비 사용 가능성을 향상 시켜야 하며 액비수급의 시간적 공간적 균형을 위한 조직운영 및 정보기술 시스템 개발이 요구된다.

V. 요약 및 결론

- 분뇨환산두수로 평가한 가축사육 집약도는 1.83두/ha이며 2000년 현재 분뇨환산 두수는 350만두에 달하고 있다. 이러한 가축사육규모에서 발생한 분뇨는 연간 총 4,264만 m^3 가 발생되고 있으며, 돈분뇨 중심으로 발생량은 지속적으로 증가되고 있다.
- 과잉액비정책의 장기적 방안은 자원화와 에너지화가 가능한 완전처리시스템이 고려되어야 할 것이며 처리능력이 부족한 경우는 예로, 면적과 연계된 사육규모규제 도입도 고려하여야 할 것이다. 중단기적 정책방안으로는 부분처리를 통하여 과잉발생된 분뇨의 양과 성분을 저감 시켜야 할 것이다.
- 분뇨의 시간적 공간적 수급불균형과 액비 과부족의 완충적 기능을 가진 액비 공동이용조직은 액비 사용잠재력, 즉 액비 사용가능면적이 확대될수록 액비의 경제적 가치를 보다 향상시킬 수 있는 방안이기 때문에 액비경영의 가장 기본적인 정책방안으로 분석된다.
- 가축분뇨의 정책과 지원이 처리 및 가공시설에 집중되고 있어 막대한 재정적 투자와 지원에 비하여 고투자, 고비용의 자원화방안이 이루어지고 있다. 가축분뇨의 토지환원을 위한 자원화는 액비의 수용잠재면적이 완전 고갈되었을 경우 차선택으로 분뇨처리 및 가공 가능성을 고려할 수 있을 것이다.
- 가축분뇨 정책사업이 시설 목적물 중심으로 이루어지고 있으며 사업주체가 정부나 시장, 군수, 구청장으로 국한하고 있어 시설의 관리와 운영 그리고 기술적 경영이 비효율적이며 비신축적이며 분뇨발생에서부터 수거, 운반, 저장, 살포 또는 처리 및 가공에 이르는 과정이 연계되어 관리되지 못하고 있다. 또한 액비사용에 대한 단체장들의 인식에 따라 법적 사용

규제가 지역에 따라 상이하게 이루어지고 있다. 따라서 가축분뇨 배출규제에서 환경친화적 액비 시용규제로 법적 규제가 전환되어야 할 것이다.

- 정책사업과 지원은 가축분뇨 발생에서 자원화하기까지의 전 과정이 환경친화적으로 연계되어 폐쇄적이고 안전하게 자원순환이 이루어질 수 있어야 하며 그 가능성과 효과를 검토하여 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 조직운동을 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. 또한 시설규제를 위한 시용대상 면적규제는 축종별 분뇨배출량과 사육규모를 고려하여 저장용량을 규제하는 것이 바람직하며 저장기간은 최소한 3~6개월 정도가 적정할 것이다. 따라서 액비화의 기본전제인 저장시설용량규제와 함께 환경친화적 액비시용을 촉진할 수 있는 면적을 고려한 ha당 분뇨단위를 기준으로 시용량을 규제할 수 있는 정책방향의 전환이 요구되고 있다.

참고문헌

- 김우영, 축산폐수 처리이용과 대책, 오성출판사, 1993.
- 김창섭, 정부의 가축분뇨 자원화 지원정책, 월간양돈 제17권 4호, 1995.
- 서운수 외, 배출시설 규제 방안의 적정화를 위한 연구, 국립환경연구 보건소, 1981.
- 유덕기, 환경농업정책방향과 개선방향, 환경농업과 지역농업에 관한 심포지움, 동국대학교 지역발전연구부 학술세미나, 1998.
- _____, 가축분뇨 공동이용의 조직운영규정과 시설설계에 관한 연구, 제8권 1호, 1999.
- _____, 가축분뇨 공동이용과 환경친화적 적정사육두수, 한국유기농업학회지, 제5권 2호, 1997.
- _____, 가축분뇨자원화를 위한 이용실태분석, 한국유기농업학회지, 제10권 2호(예정), 2002.
- 유재일, 축산분뇨의 이용실태와 자원화 방안, 한국 유기농업학회 심포지움, 1995.
- 유철호 외, 가축폐수처리에 관한 연구, KREI, 1994.
- 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.

- 농경연(KREI), 축산배설물 처리 및 이용에 관한 연구, 1992.
- 농수축산신문, 한국축산연감, 2000.
- 환경관리연구소, 환경산업총람, 2000.
- 축협중앙회, 한국축산연감, 각 연도.
- 농진청/농과원, 친환경농업을 위한 가축분뇨 퇴비·액비 제조와 이용, 1999.
- 농진청, 2010년을 향한 축산기술연구 비전과 과제, 축산기술연구소, 2000.
- 환경부, 오수·분뇨 및 축산폐수처리 통계, 1995.
- _____, 환경부 고시 제1999-109호, 110호, 1999.
- 환경청, 환경백서, 각 연도.
- 일본 농림성 축산국, 가축배설물의 처리와 이용, 1978.
- 농림부, 농림통계연보, 각 연도.
- _____, 축산분뇨 자원화 추진실적 및 계획, 2000.
- WEILAND, P.: Stand und Perspektive der Güllebereitung in : Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung, KTBL. 242, 1997.