

연구논문

가축분뇨의 자원화 용량 평가에 관한 연구

안태웅* · 최이송** · 오종민***

경희대학교 대학원 환경공학과 석사과정*, 경희대학교 환경연구센터 선임연구원**
경희대학교 환경·응용화학부 환경공학과 교수·환경연구센터·그린에너지센터***

(2008년 7월 14일 접수, 2008년 10월 21일 승인)

A Study on Recycling Capacity Assessment of Livestock Manure

Tae Woong Ahn* · I Song Choi** · Jong Min Oh***

Master's course, Dept. of Environmental Engineering, Kyung Hee University, SuWon, Korea*

Center for Environmental, Kyung Hee University, SuWon, Korea**

Center for Environmental, Center for Green Energy, Kyung Hee University, SuWon, Korea***

(Manuscript received 14 July 2008; accepted 21 October 2008)

Abstract

Reusing livestock manure have various advantages in securing soil organic resources, and since the costs needed for converting them into liquefied fertilizers are relatively moderate compared to normal treatment, such methods are necessary. In this study, the Recycling Capacity Assessment of Gyeonggi-do was carried out by comparing between the fertilizer demands for specific crops based on the cultivation areas and the amount of fertilizer resources that are generated from livestock manure. From this assessment, the possibility of obtaining resources by converting livestock manure into fertilizers were evaluated. The amount generated of Livestock Manure in Gyeonggi-do were evaluated by applying the emission units to the number of livestock manure. And from the amount generated of Livestock Manure, the amount of fertilizer produced from Livestock Manure were calculated by using the fertilizer a component rate. When considering the amount of fertilizer produced from Livestock Manure based on the type of livestock, N 6,626 ton/year, P₂O₅ 1,824 ton/year, K₂O 4,480 ton/year were produced from milk cow manure, while N 5,247 ton/year, P₂O₅ 2,772 ton/year, K₂O 2,879 ton/year, were produced from beef cattle manure. N 14,924 ton/year, P₂O₅ 7,205 ton/year, K₂O 6,750 ton/year were produced from pigs and N 12,651 ton/year, P₂O₅ 4,458 ton/year, K₂O 5,542 ton/year were produced by chickens. So the total amount of fertilizers that can be obtained from livestock manure were 3,668 ton/year Nitrogen, 16,259 ton/year phosphate and 19,651 ton/year kalium. And the total fertilizer demands in Gyeonggi-do were Nitrogen 27,200

ton/year, Phosphate 8,853 ton/year, and kalium 13,211 ton/year respectively. Nitrogen which had higher demands than production quantities were considered as limitation factors in crop growth. So the Recycling Capacity Assessment was carried out mainly based on Nitrogen. Since the Nitrogen quantities that can be provided by recycling livestock manure were 3,532 ton/year lesser than the Nitrogen demands, it is estimated that it would be desirable to convert livestock manure into resources. But in order to properly convert the entire livestock manure into organic resources, the seasonal situation that effects the nitrogen demands of crops along with the regional effects due to the industrial structures should be seriously analyzed. In addition, a system that can effectively produce and manage fertilizer should be established.

Keywords : Amount Generated of Livestock Manure, Recycling Capacity Assessment

1. 서론

인구증가에 따른 산업 활동으로 인한 오·폐수의 발생량이 증가하고 있으며, 이에 따른 인근 하천에의 오염물질 부하량도 증가하고 있다. 우리나라는 전국적으로 일일 약 2천만 톤의 오·폐수가 발생되고 있으며, 이 가운데 생활하수가 70%이고, 나머지는 산업폐수와 가축분뇨가 발생원인 것으로 조사되었다(환경백서, 2003). 실제로 우리나라는 가축 사육 농가 수는 줄어드는데 반해 호당 가축 사육 두수가 증가하여 규모적인 측면에서 기업화되는 추세이며, 이로 인하여 가축분뇨의 배출량도 대량화되고 있다. 또한 가축분뇨의 생물 화학적 산소요구량(BOD) 기준 오염부하량은 15%이며, 질소, 인과 같은 영양염류의 함량도 높은 유기물 영양원을 가지고 있는 부패성 물질로 가축 분뇨가 처리되지 않고 그대로 방류될 경우 생활하수보다 수질오염에 대한 영향이 크다. 김명운(2005)에 의하면, 가축분뇨는 그 특성상 일반 오폐수와는 달리 고농도 유기물과 질소, 인 등 영양염류를 함유하고 있어 국내에서 발생하는 총 오폐수의 발생량 중에서 차지하는 비율은 0.6% 내외에 불과하지만, 수계에 미치는 오염부하율은 25.8%에 달하는 것으로 보고하고 있다. 따라서 발생량이 증가하고 있는 이러한 고농도 가축분뇨가 제대로 처리되지 않고 공공수역에 방류될 경우 주변 하천 및 호수에 수질악화 및 부영양화를 초래하여 수계의 이용도를 떨어뜨리고, 식수원을 위협함과 동시에 토양 및 지하수의 오염을 가속시

킬 수 있다. 따라서 가축분뇨로 인한 공공수역의 수질을 개선하고 보호하기 위해서는 가축분뇨의 적절한 관리대책이 필요하다.

현재 농가에서의 가축분뇨 처리는 자가 및 공공 처리와 같은 정화처리와 비료생산 등과 같은 자원화, 축산농가에서 직접 수거하여 해양에 투기하는 방법 등을 통해 이루어지고 있다. 그러나 해양투기가 2012년에 전면 금지될 예정이고, 정화처리는 중·소규모의 농가에 재정적, 기술적 부담으로 작용할 수 있으므로 실효성을 거두는데 한계가 있다. 이는 가축분뇨의 성분 특성에 기인한 것으로 앞에서 언급했듯이 다량의 영양염류를 포함하고 있어 기술적 측면에서 처리하는데 어려움이 있고 처리비용 또한 고가이기 때문이다. 따라서 정부에서는 가축분뇨에 의한 오염현상을 억제하고 합리적으로 처리하기 위하여 가축분뇨의 자원화에 정책적 초점을 맞추고 있다. 즉, 가능한 한 무방류 방식의 자원화로 축산 농가를 유도하여 가축분뇨의 성분에 많이 포함되어 있는 유기질 성분을 토양에 환원시킴으로써 토양을 개량하고, 작물생산량을 늘리며, 특히 가축분뇨로 인하여 발생될 수 있는 공공수역의 수질 악화를 억제한다는 것이다. 실제로 가축분뇨는 화학비료 사용이 일반화된 1970년대 이전까지는 작물에게 유익한 영양원인 동시에 척박한 토양의 개량제로 활용되었으나, 그 후 급속한 산업발전으로 인해 화학비료 및 농약사용의 증가로 인하여 가축분뇨의 토양환원이 줄어들던 측면이 있다.

따라서 본 연구에서는 경기도의 통계자료를 이용

하여 가축분뇨 발생량 및 비료로 전환 시 N, P, K 각 성분별 발생량을 파악하였고, 경기도의 각 토지 이용별 및 작목별 필요로 하는 비료성분량을 조사하여 자원화 용량평가를 통해 비교·검토함으로써 경기도의 가축분뇨 자원화 가능성 및 방향을 제시하고자 하였다.

II. 가축분뇨 현황 조사

1. 가축사육두수 현황 조사

가축사육두수 현황을 표 1에 나타내었다. 가축사육두수에 대한 사육규모별 마리수는 허가대상이 1,957,908마리, 신고대상은 31,788,373마리, 신고미만은 2,221,550마리로 조사되었으며, 축종별 마리수는 젓소가 179,078마리, 한육우는 256,987마리, 돼지는 2,512,675마리, 닭은 33,009,091마리로 조사되었다.

2. 가축분뇨 발생량 현황 조사

가축분뇨 발생량 현황 조사는 경기도 가축사육두수를 이용하여 환경부고시 제1999-109호에 제시된 가축분뇨의 배출원단위(표 2)를 적용하였다. 그리고 식 1을 사용하여 가축분뇨 발생량을 산정하여 경기도 가축분뇨 축종별 발생량과 사육규모별 발생량을

표 2. 가축분뇨의 배출원단위(성별 사육두수비율 고려)

축종	평균체중(kg)	분뇨배설량(kg/두/일)			세척수(kg/두/일)	계
		분	뇨	계		
젓소	450.0	24.6	11.0	35.6	10.0	45.6
한육우	350.0	10.1	4.5	14.6	-	14.6
돼지	60.0	1.6	2.6	4.2	4.4	8.6
닭	-	0.10	-	0.1	-	0.1

*환경부고시 제1999-109호

제시하였다.

$$\text{가축분뇨 발생량} = \text{축종별 마리수} \times \text{가축분뇨의 발생원단위 (식 1)}$$

표 3에 나타낸 가축분뇨 축종별 가축분뇨의 세척수를 제외한 발생량은 돼지가 3,851,931 ton/year, 젓소가 2,326,940 ton/year, 한육우는 1,369,484 ton/year, 닭은 1,204,832 ton/year으로 조사되었다. 또한 사육규모별 가축분뇨 발생량은 허가대상이 4,345,296 ton/year으로 전체의 49.64%를 차지하고 있으며, 신고대상이 4,033,632 ton/year 46.08%로 조사되었으며 신고미만이 374,257 ton/year으로 전체의 약 4.28%를 차지하는 것으로 조사되었다. 가축분뇨 축종별 가축분뇨의 세척수를 포함한 발생량은 표 4에 제시하였으며, 돼지가 7,887,287 ton/year, 젓소가 2,980,574 ton/year, 한육우는 1,369,484 ton/year, 닭은 1,204,832 ton/year으로 조사되어 돼지의 발생량이 경기도 가

표 1. 가축사육두수 현황

구 분	총계(마리)	젓소(마리)	한육우(마리)	돼지(마리)	닭(마리)
총 괄	35,957,831	179,078	256,987	2,512,675	33,009,091
허가대상	1,957,908	85,197	96,781	1,775,930	0
신고대상	31,788,373	83,947	146,096	676,512	30,881,818
신고미만	2,211,550	9,934	14,110	60,233	2,127,273

표 3. 세척수를 제외한 축종별, 사육규모별 가축분/뇨 발생량

구 분	젓소(ton/year)			한육우(ton/year)			돼지(ton/year)			닭(ton/year)			합계(ton/year)
	분	뇨	소계	분	뇨	소계	분	뇨	소계	분	뇨	소계	
허가대상	764,984	342,066	1,107,050	356,783	158,963	515,746	1,037,143	1,685,358	2,722,501	-	-	-	4,345,296
신고대상	753,760	337,047	1,090,807	538,583	239,963	778,546	395,083	642,010	1,037,093	1,127,186	-	1,127,186	4,033,632
신고미만	89,197	39,885	129,082	52,017	23,176	75,192	35,176	57,161	92,337	77,645	-	77,645	374,257
총 계	1,607,941	718,998	2,326,940	947,383	422,101	1,369,484	1,467,402	2,384,529	3,851,931	1,204,832	-	1,204,832	8,753,186

표 4. 세척수를 포함한 축종별, 사육규모별 가축분뇨 발생량

구 분	젓소(ton/year)	한육우(ton/year)	돼지(ton/year)	닭(ton/year)	총계(ton/year)
총 괄	2,980,574	1,369,484	7,887,287	1,204,832	13,442,177
허가대상	1,418,019	515,746	5,574,644	0	7,508,409
신고대상	1,397,214	778,546	2,123,571	1,127,186	5,426,517
신고미만	165,341	75,192	189,071	77,645	507,251

축분뇨 발생량 중 가장 큰 것으로 조사되었다. 또한 사육규모별 가축분뇨 발생량은 허가대상이 7,508,409 ton/year으로 전체의 55.86%로 가장 많은 발생량을 차지하고 있었으며, 신고대상이 5,426,517 ton/year으로 40.37%로 조사되었고, 신고미만이 507,251 ton/year으로 전체의 약 3.77%를 차지하는 것으로 조사되었다.

그림 1은 가축분뇨에 대한 축종별 발생량 비율을 나타낸 것이다. 조사 결과, 경기도 가축분뇨 발생량 비율은 돼지가 44.01%로 발생량이 가장 많은 것으로

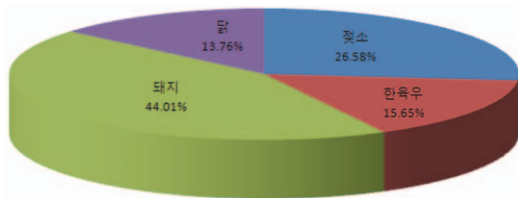


그림 1. 가축분뇨의 축종별 발생량 비율

표 5. 축종별, 사육 규모별 가축분뇨의 비료성분량

축종	비료성분량(%)					
	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	분	뇨	분	뇨	분	뇨
젓소	0.26	0.34	0.10	0.03	0.14	0.31
한육우	0.34	0.48	0.29	0.006	0.09	0.48
돼지	0.77	0.83	0.50	0.07	0.25	0.20
닭	1.05	-	0.37	-	0.46	-

* 축산기술연구소(2000)

조사되었고, 젓소 26.58%, 한육우 15.65%, 닭 13.76%로 조사되었다. 특히, 경기도에서 발생하는 가축분뇨는 돼지의 가축분뇨를 중심으로 자원화로 이용할 수 있는 방안을 모색해야 할 것으로 판단되며, 젓소와 한육우도 마찬가지로 가축분뇨에 대한 자원화가 필요할 것으로 판단된다.

3. 가축분뇨 비료성분 발생량 조사

가축분뇨 축종별, 사육규모별 가축분뇨에 의한 비료성분 발생량은 표 6에 제시하였다. 그리고 경기도 가축분뇨에 대한 축종별 비료성분 발생량은 가축분뇨 발생량에 가축분뇨의 비료성분량(표 5)을 곱하여 산정하였다.

$$\text{가축분뇨의 비료성분 발생량} = \text{가축분뇨 발생량} \times \text{가축분뇨의 비료성분량 (식 2)}$$

축종별 가축분뇨 비료성분 발생량은 젓소의 경우 N 6,626 ton/year, P₂O₅ 1,824 ton/year, K₂O 4,480 ton/year로 계산되었으며, 한육우의 경우 N 5,247 ton/year, P₂O₅ 2,772 ton/year, K₂O 2,879 ton/year로 산정되었으며, 돼지의 경우 N 14,924 ton/year, P₂O₅ 7,205 ton/year, K₂O 6,750 ton/year로 산정되었으며, 닭의 경우 N 12,651 ton/year, P₂O₅ 4,458 ton/year, K₂O 5,542 ton/year로 산정되었다. 또한, 사육규모별 가축분뇨의 비료성분 발생량은 허가대상의 경우 N

표 6. 축종별, 사육규모별 가축분뇨에 의한 비료 성분 발생량

구분	젓소(ton/year)			한육우(ton/year)			돼지(ton/year)			닭(ton/year)			합계(ton/year)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
허가대상	3,152	868	2,131	1,976	1,044	1,084	10,548	5,092	4,771	0.0	0.0	0.0	15,676	7,004	7,986
신고대상	3,106	855	2,100	2,983	1,576	1,637	4,018	1,940	1,817	11,836	4,171	5,185	21,942	8,542	10,739
신고미만	368	101	249	288	152	158	358	173	162	815	287	357	1,829	713	926
총 계	6,626	1,824	4,480	5,247	2,772	2,879	14,924	7,205	6,750	12,651	4,458	5,542	39,447	16,259	19,651

15,676 ton/year, P₂O₅ 7,004 ton/year, K₂O 7,986 ton/year로 산정되었으며, 신고대상의 경우 N 21,942 ton/year, P₂O₅ 8,542 ton/year, K₂O 10,739 ton/year로 산정되었으며, 신고미만의 경우 N 1,829 ton/year, P₂O₅ 713 ton/year, K₂O 926 ton/year로 산정되었다.

III. 가축분뇨에 대한 자원화 용량 평가 산정

1. 가축분뇨 발생량에 대한 자원화 용량 평가 방법

자원화 용량 평가란 가축분뇨의 발생량을 자원화 했을 경우 발생하는 질소 성분량과 각 지역의 재배작목별 시비면적에 대한 질소 필요량을 비교·검토함으로써 앞으로 가축분뇨 자원화 및 정화처리 방향을 설정하기 위한 것이다.

자원화 용량평가를 통해 앞으로 가축분뇨에 대한 자원화 및 정화처리 방향을 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 경기도 가축분뇨 발생량에 대한 자원화 용량평가는 작목별 시비에 필요한 질소 성분량을 월별로 평가하고 총 시비 가능한 질소량과 가축분뇨 발생량의 질소함유량을 비교하여 평가하였다.

자원화 용량평가는 경기도의 통계자료를 활용하여 전체 작목별 시비 면적을 조사하고 이를 토대로 필요 질소량을 산정하였으며, 가축분뇨로부터 발생하는 공급가능한 질소성분량은 가축분뇨 발생량을 토대로 환산하여 산정하였다. 결국 이 두 가지 값을 서로 비교하여 자원화 용량 평가를 실시한 것으로, 가축분뇨로부터 발생하는 질소량이 작물시비에 필요한 질소량보다 많은 경우에는 초과하는 양만큼 정화처리 해야 한다는 것을 의미하며, 반대의 경우는 자원화 용량이 남아 있으므로 자원화가 가능한 것을 나타낸다. 결국 자원화 용량 평가는 앞으로 가축분뇨를 자원화 할 것인지 정화처리 할 것인지를 결정하기 위한 평가방법으로 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 경기도 가축분뇨에 대한 자원화 용량 평가에서 최종적으로 산출된 질소성분량은 돼지의

분뇨 발생량으로 환산하였다. 본 연구에서 산출된 질소성분량을 돼지 분뇨 발생량으로 환산한 것은 현재 가축분뇨 처리에 있어 돼지에 의해 발생하는 가축분뇨의 처리가 가장 어렵기 때문이다. 그 이유는 돼지 섭취량 배설량이 약 70%이고 가축분뇨 처리비용 크고, 운반비용 크기 때문에 축산생산비의 상승원인이 되고 있기 때문이다.

가축분뇨 자원화 용량 평가 시 위에서 제시한 자료를 이용하여 다음과 같은 작업 및 흐름을 이용하여 자원화 가능량 평가 및 정화처리에 대해 필요한 양을 산정할 수 있다. 또한 질소 성분량과 질소 필요량 두 가지 지표가 질소를 자원화용량 평가방법의 기준지표가 된다. 그림 2에 가축분뇨의 자원화 용량 평가 수행 방법을 나타내었다.

- 적용 지역의 가축사육두수에 대한 통계적 자료 조사 및 발생량 산정
 - 적용 지역의 돼지, 젖소, 한우우, 닭 등에 대한 가축에 대한 조사
 - 적용 지역의 축종별 가축분뇨 발생량 산정
- 적용 지역에 대한 질소시비 허용면적을 조사
 - 적용 지역의 작물별 재배면적을 통계 자료를 이용해서 분석
 - 적용 지역의 작물별 시비요구량을 파악하여 조사

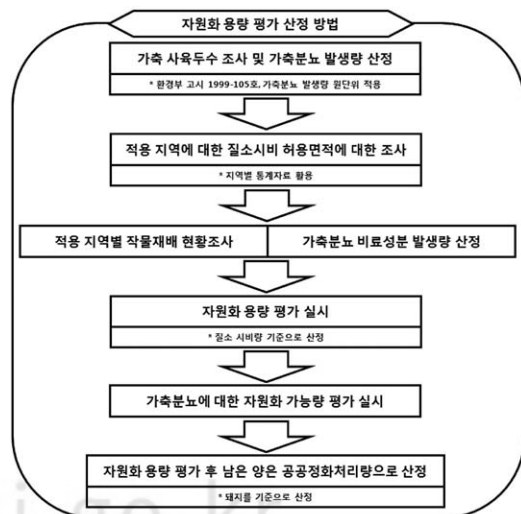


그림 2. 가축분뇨의 자원화 용량 평가 수행 방법

- 가축분뇨 발생량을 토대로 비료 성분 함유량을 비교 평가
- 적용 지역의 작물재배 현황 조사 및 가축분뇨 비료성분 발생량 산정
 - 적용 지역의 현장조사 및 통계자료를 이용하여 작물재배 현황을 조사
 - 적용지역에 대한 가축분뇨 발생량을 토대로 가축분뇨 비료성분 발생량을 산정
- 자원화 용량 평가 실시
 - 가축분뇨 공급량과 비료성분 시비 요구량에 대한 평가
 - 비료성분 과잉량 및 부족량 평가
- 자원화 용량 평가를 통한 가축분뇨 자원화량 및 정화처리량을 산정
 - 위에서 계산된 질소 시비량을 가축분뇨 발생량이 많은 돼지를 기준으로 환산하여 산정
 - 비료성분 월별 시비요구량 및 적산시비요구량 평가

2. 자원화 용량 평가를 위한 작목별 시비요구량

자원화 용량평가를 하기 위해 작목별 시비요구량을 산정하였으며, 이에 대한 자료를 표 7에 작목별 시비요구량을 제시하였다. 본 연구에서는 자원화된 가축분뇨의 질소성분 함유량을 적용하여 산정하였으며, 질소성분의 휘산율은 40%(축산기술연구소, 2000)를 적용하여 산정하여 표 8에 나타내었다.

비료성분 시비요구량은 각 작물별 재배면적에 비료성분 시비기준량을 적용하여 다음 식 3에 의해 산정하였으며, 그 결과 질소시비요구량은 27,200 ton/year, 인산시비요구량은 8,853 ton/year, 가리시비요구량은 13,211 ton/year로 산정되었다.

$$\text{비료성분 시비요구량} = \text{작물별 재배면적} \times \text{비료성분 시비기준량} \times 10 / 1000 \quad (\text{식 3})$$

3. 가축분뇨 발생량에 대한 자원화 용량 평가 산정

가축분뇨 발생량에 따른 가축분뇨 자원화 용량 평가를 실시하였다. 자원화 용량 평가 결과, 가축분

표 7. 작목별 시비 요구량

구 분		질소시비 기준량(Kg/10a)	인산시비 기준량(Kg/10a)	가리시비 기준량(Kg/10a)	구 분	질소시비 기준량(Kg/10a)	인산시비 기준량(Kg/10a)	가리시비 기준량(Kg/10a)	
미곡	논 벼	11.0	4.5	5.7	채소류	호박	40.0	13.3	12.6
	밭 벼	0.1	-	-		참외	25.0	7.7	16.0
맥류	결보리	9.1	7.4	3.9		수박	20.0	5.9	12.8
	쌀보리	9.1	7.4	3.9		고추	19.0	11.2	14.9
	밀	9.1	-	-		마늘	25.0	7.7	12.8
	호밀	0.0	-	-		토마토	44.8	16.4	23.8
	맥주보리	7.8	7.4	3.9		딸기	19.0	5.9	10.9
잡곡	조	9.0	-	-		파	50.0	6.6	14.0
	수수	9.0	-	-		양파	0.0	7.7	15.4
	옥수수	17.4	3.0	6.0		상추	40.0	5.9	12.8
	메밀	6.6	-	-	생강	26.0	9.3	7.2	
두류	콩	3.0	3.0	3.4	시금치	75.0	5.9	11.9	
	팥	3.0	-	-	당근	40.0	9.6	12.2	
서류	고구마	5.5	6.3	15.6	과실류	사과	15.0	8.0	12.0
	감자	20.0	8.8	13.0		배	20.0	13.0	20.0
채소류	무	45.6	5.9	15.4		복숭아	13.0	7.0	10.0
	배추	54.2	7.8	19.8		포도	13.0	7.0	10.0
	양배추	90.0	9.0	21.8		감귤	28.0	40.0	28.0
	오이	43.7	16.4	23.8		감	25.0	12.0	24.0
						유자	25.0	16.0	20.0

표 8. 작물별 재배면적과 비료성분 시비요구량

구 분	재배면적(ha)	질소시비요구량(ton/year)	인산시비요구량(ton/year)	가리시비요구량(ton/year)
미 곡	111,093	12,184	4,984	6314
맥 류	350	32	24	13
잡 곡	1,918	276	46	93
두 류	8,657	233	213	241
서 류	4,777	397	324	721
채소류	29,130	12,634	2,394	4527
과실류	9,527	1,444	867	1303
계	165,452	27,200	8,853	13,211

노 자원화의 부족 과잉도를 제시하였으며, 가축분뇨 공급량에 따른 질소 시비요구량은 가축분뇨의 비료 성분율에 의해 산정되었다. 가축분뇨 비료 성분율을 통해 가축분뇨에 대한 축종별, 사육규모별 자원화량을 산정하여 표 9에 제시하였다. 가축분뇨 자원화량은 허가대상 및 신고대상 농가 100% 자원화를 고려하였으며, 질소 회산율은 40%(축산기술연구소, 2000)를 고려하여 산정하였다. 산정 결과, 가축별 질소성분 자원화량은 돼지가 38.72%, 닭이 31.46%, 젓소가 16.63%, 한육우가 13.18%로 조사되었으며, 가축별 인산성분 자원화량은 돼지가 45.24%, 닭이 26.83%, 젓소가 11.08%, 한육우가 16.86%로 조사되었으며, 가축별加里성분 자원화량은 돼지가 35.18%, 닭이 27.69%, 젓소가 22.60%, 한육우가 14.53%로 조사되었다.

가축분뇨의 공급량 및 비료성분 시비요구량은 그림 3에 나타내었다. 가축분뇨 공급량은 축종별, 사육규모별 가축분뇨의 비료성분 연간 발생량을 12개월로 나누어 계산하였다. 경기도의 비료성분 과잉량 및 부족량은 그림 4에 나타내었다. 비료성분 부족과잉도는 가축분뇨 공급량에서 비료성분 시비요구량을 뺀 값으로 산정되었다. 질소 과잉량 및 부족

량은 4월에서 8월까지 부족한 것으로 나타났으며, 인산 과잉량 및 부족량은 5월과 6월에 부족한 것으로 나타났고,加里 과잉량 및 부족량은 5월과 6월에 부족한 것으로 나타났다. 과잉량과 부족량을 적절하게 지역별로 분배하여 효율적인 비료의 생산 및 유통을 관리 전담할 수 있는 제도적 장치가 필요할 것으로 사료된다.

비료성분 시비요구량 및 적산시비요구량은 그림 4에 나타내었다. 가축분뇨의 합리적 이용을 도출하기 위하여 경기도 가축분뇨의 자원화 용량 평가를 실시하였고 이를 통하여 나타난 경기도에서 발생하는 가축분뇨로부터 자원화를 통해 공급 가능한 질소량은 23,668 ton/year, 공급 가능한 인산량은 16,259 ton/year, 공급 가능한加里량은 19,651 ton/year인 것으로 나타났다. 또한 경기도에 시비 가능한 각 작목별 요구되는 질소시비요구량은 27,200 ton/year, 인산시비요구량은 8,853 ton/year,加里시비요구량은 13,211 ton/year로 산정되었다. 이중 공급 가능한 비료 성분인 질소가 가축분뇨로 공급하는데 충분하다고 판단되며, 이는 경기도의 가축분뇨를 자원화하여 공급 가능한 질소량이 질소 시비요구량보다 3,532 ton/year 만큼 적기 때문

표 9. 가축분뇨 자원화량(허가 및 신고 농가 100% 자원화 고려, 질소 회산율 40% 고려)

구분	젓소(ton/year)			한육우(ton/year)			돼지(ton/year)			닭(ton/year)			합계(ton/year)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
허가대상	1,891	868	2,131	1,186	1,044	1,084	6,329	5,092	4,771	0.0	0.0	0.0	9,406	7,004	7,986
신고대상	1,863	855	2,100	1,790	1,576	1,637	2,411	1,940	1,817	7,101	4,171	5,185	13,165	8,542	10,739
신고미만	221	101	249	173	152	158	215	173	169	489	287	357	1,097	713	926
총 계	3,975	1,824	4,480	3,149	2,772	2,879	8,955	7,205	6,757	7,590	4,458	5,542	23,668	16,259	19,651

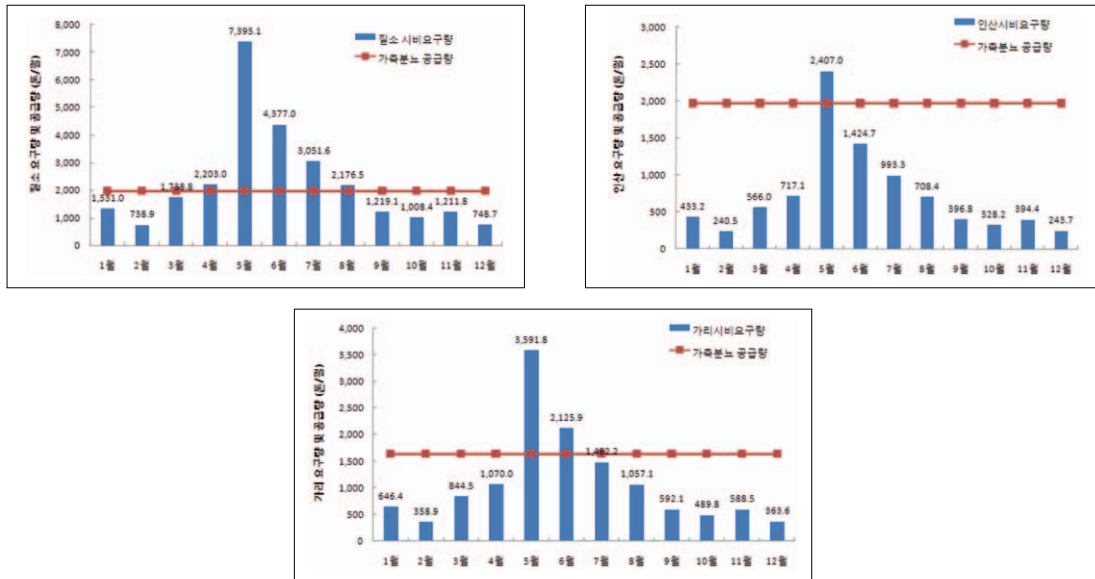


그림 3. 가축분뇨의 공급량 및 비료성분 시비요구량

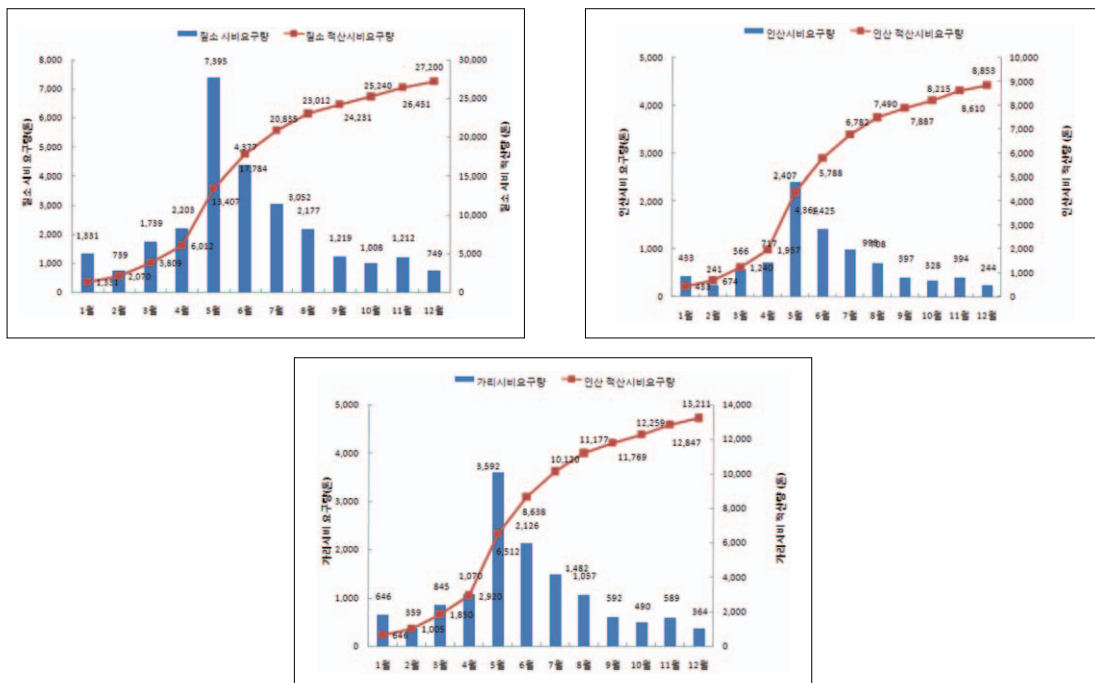


그림 4. 비료성분 시비요구량 및 적산시비요구량

에, 경기도에서는 가축분뇨를 통해 자원화 할 수 있는 여력이 있다고 평가된다. 다만 가축분뇨 발생량을 전량 자원화하기 위해서는 질소시비요구량의 작물생산에 따른 계절적 영향 및 시군별 산업구조에

따른 지역적 영향 등에 대한 면밀한 검토가 선행되어야 하고, 효율적으로 비료의 생산 및 유통을 관리 전담할 수 있는 제도적 장치가 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결론

본 연구는 가축분뇨에 대한 효율적인 자원 순환의 개념으로 접근하였으며, 자원화 용량 평가 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 가축분뇨 축종별 가축분뇨의 세척수를 포함한 발생량은 돼지가 3,851,931 ton/year, 젓소가 2,326,940 ton/year, 한육우는 1,369,484 ton/year, 닭은 1,204,832 ton/year으로 조사되었다. 또한 사육규모별 가축분뇨 발생량은 허가대상이 4,345,296 ton/year으로 전체의 49.64%를 차지하고 있으며, 신고대상이 4,033,632 ton/year 46.08%로 조사되었으며 신고미만이 374,257 ton/year으로 전체의 약 4.28%를 차지하는 것으로 조사되었다. 경기도 가축분뇨 축종별 가축분뇨의 세척수를 포함하지 않은 발생량은 돼지가 7,887,287 ton/year, 젓소가 2,980,574 ton/year, 한육우는 1,369,484 ton/year, 닭은 1,204,832 ton/year으로 조사되어 돼지가 발생량이 큰 것으로 조사되었다. 또한 사육규모별 가축분뇨 발생량은 허가대상이 7,508,409 ton/year으로 전체의 55.86%를 차지하고 있으며, 신고대상이 5,426,517 ton/year으로 40.37%로 조사되었으며 신고미만이 507,251 ton/year으로 전체의 약 3.77%를 차지하는 것으로 조사되었다. 향후 가축분뇨 발생량이 많은 돼지에 대한 효율적인 관리 및 이용이 필요할 것으로 판단되며, 자원화로 유도하여 가축분뇨를 비료로써 자원화하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2. 축종별 가축분뇨 비료성분 발생량은 젓소의 경우 N 6,626 ton/year, P₂O₅ 1,824 ton/year, K₂O 4,480 ton/year로 계산되었으며, 한육우의 경우 N 5,247 ton/year, P₂O₅ 2,772 ton/year, K₂O 2,879 ton/year로 산정되었으며, 돼지의 경우 N 14,924 ton/year, P₂O₅ 7,205 ton/year, K₂O 6,750 ton/year로 산정되었으며, 닭의 경우 N 12,651 ton/year, P₂O₅ 4,458 ton/year, K₂O 5,542 ton/year로 산정되었다. 또한, 사육규모별 가축분뇨의 비료성분 발생량은 허가대상의 경우 N

15,676 ton/year, P₂O₅ 7,004 ton/year, K₂O 7,986 ton/year로 산정되었으며, 신고대상의 경우 N 21,942 ton/year, P₂O₅ 8,542 ton/year, K₂O 10,739 ton/year로 산정되었으며, 신고미만의 경우 N 1,829 ton/year, P₂O₅ 713 ton/year, K₂O 926 ton/year로 산정되었다.

3. 가축분뇨의 합리적 이용을 도출하기 위하여 가축분뇨의 자원화 용량 평가를 실시한 결과, 가축분뇨로부터 자원화를 통해 공급 가능한 질소량은 23,668 ton/year, 공급 가능한 인산량은 16,259 ton/year, 공급 가능한 가리량은 19,651 ton/year인 것으로 조사되었다. 또한 경기도에 시비 가능한 각 작목별 요구되는 질소시비요구량은 27,200 ton/year, 인산시비요구량은 8,853 ton/year, 가리시비요구량은 13,211 ton/year로 산정되었다. 이 중 공급 가능한 비료 성분인 질소가 가축분뇨로 공급하는데 충분하다고 판단되며, 이는 경기도의 가축분뇨를 자원화하여 공급 가능한 질소량이 질소시비요구량보다 3,532 ton/year 만큼 적기 때문에, 경기도에서는 가축분뇨를 통해 자원화 할 수 있는 여력이 있다고 평가된다. 다만 가축분뇨 발생량을 전량 자원화하기 위해서는 질소시비요구량의 작물생산에 따른 계절적 영향 및 시군별 산업구조에 따른 지역적 영향 등에 대한 면밀한 검토가 선행되어야 하고, 효율적으로 비료의 생산 및 유통을 관리 전담할 수 있는 제도적 장치가 필요할 것으로 사료된다.

4. 본 논문에서 제시한 자원화 용량 평가를 이용하여 가축분뇨 자원화 용량 평가 검토 시 각 시군에서 필요한 가축분뇨 자원화량을 산정할 수 있을 것으로 사료된다.

본 논문에서 제시한 결과에 대해 경기도 가축분뇨의 축종별 마리수와 가축별 발생량 조사에 대한 정확한 파악이 중요할 것으로 판단된다. 따라서 가축분뇨 자원화 용량 평가는 정확한 통계 자료 조사 및 분석이 중요하며, 이를 통해 정확한 가축분뇨 자원화량이 산정될 수 있을 것으로 판단된다. 본 논문에서 제시한 자원화 용량 평가를 통한 자원 순환의

관점에서 경제적, 환경적 측면을 동시에 고려할 수 있을 것으로 판단된다. 가축분뇨의 자원화량을 산정하여 자원화가 활성화 되면 바람직한 가축분뇨 자원화 방향을 설정하는데 중요한 역할을 할 것으로 사료된다. 향후 가축분뇨 발생량이 많은 지역에 대한 자원화 용량 평가 연구가 지속적으로 필요할 것으로 사료되며, 이를 통해 가축분뇨에 대한 관리 및 이용이 효율적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김정대, 박준석, 2002, 강원도내 가축분뇨의 오염 현황 및 퇴비화 가능성 검토, 한국유기성폐 자원학회, 10(1), p75-86.
- 이기상, 이용복, 이 연, 윤홍배, 2007, 지력과 토양 유기물(가축분퇴비의 역할), 한국토양비료 학회, 30, 33-43.
- 경기지역환경기술개발센터, 2005, 양주시 축산폐수 발생에 따른 처리실태 조사 및 공공처리 시설 설치 타당성 검토에 관한 연구, 김명운, p23-25.
- 환경부, 1999, 사육두수 및 가축별 배출원단위, 환경부 고시 제1999-109호.
- 농림부, 2000, 가축분뇨의 분리 및 정화 기술 개발, 아주대학교, p51-65.
- 농림부, 2000, 가축분뇨 자원화 및 이용기술 개발, p3-45.
- 한국환경정책·평가연구원, 2001, 지역특성별 축산 폐수관리모델 개발에 관한 연구.
- 한국농촌경제연구원, 2000, 가축분뇨 자원화 촉진을 위한 제도개선연구.
- 최염순, 1999, 축산분뇨 처리 및 자원화 대책.
- 한국가축분뇨자원화협회, 정광용, 1998, 가축분뇨의 합리적인 자원화방안 - 저장액비 살포면적 확보 방안.
- 농촌진흥청, 1994, 가축분뇨의 자원화와 환경보전 : 가축분뇨의 비료적 가치와 농경지 활용방안.
- 대구경북연구원, 2003, 달성군 축산폐수 관리방안 연구.
- 농업과학기술원, 1999, 작물별 시비처방기준.
- 경기도, 2008, 가축분뇨 관리 및 이용 기본계획, p267-356.
- Harada, Y., 1996, Animal manure recycle system and its utilization in Japan. Proceeding of the 8th AAAP Animal Science Congress. 99-108.
- Archer, J. R., 1988, Crop Nutrition and Fertilizer Use, 2th edition. Farming Press Kimited.

최종원고채택 08. 10. 22