

우리나라 가축분뇨처리 현황

Management of livestock manures in Korea

홍지형* 박금주*
정회원 정회원
J.H. Hong K.J. Park

1. 서론

우리나라 대부분의 축산농가는 겸업농가이며, 우의 경우 30두 이하의 소규모농가가 98%이며, 돼지 경우도 500두 이하의 농가가 90% 이상이다. 이러한 소규모 축산농가가 전국에 산재하여 효율적인 분뇨처리 대책이 어렵다(농림부, 1998). 1996년도 우리나라의 가축 사육두수는 한우가 2,844천두, 유우가 551천두, 돼지가 6,516천두, 닭 82,829천마리이며 이를 기준으로 연간 분뇨발생량을 추정하면 45백만톤이다. 이 가운데 65.6%(29백만톤)가 분이며 34.4%(16백만톤)가 뇨이다. 축종별로는 한우가 46.1%, 유우가 14.3%, 돼지가 31.6%, 닭이 8%로서 우의 분뇨량이 전체의 60.4%를 차지하고 있다(환경부, 1996).

우리나라 축산분뇨처리에 대한 문제는 분뇨처리시설의 가동율이 낮고, 축산농가의 방류수의 수질이 기준량을 초과하고, 분뇨처리시설 생산업계의 영세성을 들 수 있다. 또한 분뇨혼합물 처리를 위해 대량의 수분조절재를 사용함으로써 처리비용이 증대하고 있다(홍지형 외, 2000).

본 연구는 가축분뇨와 축사오수가 환경오염에 미치는 영향과 현재 축산분뇨 처리 방식의 특성을 고찰하고, 축종, 사육규모, 축사구조 및 지역적 특성에 적합한 경제적이고 실용적인 처리방법을 제시하는 그 목적이 있다.

2. 축산분뇨 발생량과 성상

축산분뇨 발생량은 연령과 체중에 따라 차이가 있으나, 1일 가축분뇨 발생량은 유우가 무게의 7~8%, 돼지가 무게의 5~6%, 닭이 무게의 7~9%가 배설된다. 축종별 1일 배설분뇨량과 BOD 부하량은 표 1과 같다. 성축 1두당 발생 부하량은 유우가 가장 크며, 유우는 분뇨 33kg/d, BOD 496g/d이며, 육용우는 분뇨가 16kg/d, BOD가 325g/d이다. 돼지는 분뇨가 6.4kg/d, BOD가 160g/d이다. 인간의 분뇨 1.5kg/d, BOD 13g/d와 비교하면 10~30배에 달한다. 유우는 분뇨발생량과 BOD부하량이 가장 크므로, 분뇨 혼합형 처리시설보다 분리형이 유리하다(한국과학기술원, 1993).

축산분뇨 성분조성은 사료 종류에 따라 변동되나, 평균적인 수치는 표 2와 같다. 축분에는 많은 비료성분이 함유되어 있으며, 생계분의 경우 질소가 1.66%, 인이 2.92%로서 돈분, 우분에 비하여 높다(박경규 외, 1996). 가축분뇨 성분차이는 고액분리 정도에 따라서 분뇨처리와 축산오수처리에 영향을 미친다. 축산분뇨의 물리화학적 특성은 표 3과 같다.

표 1. 축산분뇨의 발생량 및 BOD 부하량

가축종류	배설물	발생량 (kg/두,d)	BOD 부하량 (g/두,d)	BOD 합계 (g/두,d)
유우	분	21.9	456	496
	요	11.1	40	
육우	분	12.5	306	324
	요	3.8	18	
한우	분	12.7	311	328
	요	3.7	17	
돼지	분	2.4	144	160
	요	4.0	16	
닭	분뇨	0.14	9	9
인간	분뇨	1.5	13	13

자료: 한국과학기술원(1993)

표 2. 축산분뇨의 비료성분 함유율

가축종류	처리물	수분	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
우(분)	원재료(생)	81.9	0.43	0.38	0.29	0.45	0.18
	발효	72.8	0.67	0.60	0.85	0.63	0.23
	건조	31.2	1.11	1.72	1.23	-	-
우(요)	원재료	-	0.47	0.14	1.32	-	-
우(분뇨)	원재료	90.0	0.36	0.19	0.44	0.23	0.12
돼지	원재료	76.6	0.63	0.92	0.28	0.85	0.26
	발효	41.6	1.64	2.83	1.05	-	-
닭	원재료	65.4	1.66	2.92	1.79	5.60	0.87
	발효	61.5	1.40	2.58	1.15	2.55	0.24
	건조	12.5	3.78	4.95	2.03	8.30	1.29

자료: 축산기계 및 시설(1996)

표 3. 축산분뇨의 물리화학적 특성

수질항목 (mg/l)	분			요		
	한우	유우	돼지	한우	유우	돼지
BOD	24,500	20,800	59,900	4,600	3,600	4,000
COD	172,900	200,700	262,000	20,000	11,400	10,000
SS	156,800	118,700	183,000	35	25	425
VSS	132,600	105,000	161,300	30	22	340
TKN	6,100	4,700	9,800	5,000	4,200	4,500
T-P	3,400	2,200	4,200	310	250	320
Cl	1,400	2,000	1,300	1,800	1,600	1,500
함수율(%)	78.8	82.5	735	-	-	-
회분	212,000	175,000	-	4,000	3,800	-

자료: 한국과학기술원(1993)

축산분뇨 중에 오탁성분은 축분에 대부분 들어 있으며, 돈뇨의 경우 BOD가 4,000mg/ℓ, 돈분의 경우 59,900mg/ℓ로서 돈뇨에 비해 돈분의 경우가 15배이다. BOD부하량도 돈분은 144g/두·d, 돈뇨는 16g/두·d로서 90%가 돈분에 존재한다(한국과학기술원,1993). 따라서, 가축요오수처리외의 오탁부하량 경감을 위해서는 고액분리처리가 필요하다.

3. 축산요오(배)수 발생량 및 처리방법

축사에서 발생하는 축산요오수는 축산분뇨, 가축 음수 및 사료찌꺼기 등이 들어 있으며, 축사에서 배출되는 요오수 성상은 축사형태, 규모, 분뇨분리 작업, 청소방법 및 횟수, 사용하는 수량에 따라서 다르다. 일반적으로 축산요오수는 연속적으로 배출되지 않고, 하루에 1~2회 정도 축사를 청소할 때에 집중적으로 발생한다.

표 4. 축산 요오수의 발생량과 성상

가축종류	발생량(ℓ/두,d)		BOD(mg/ℓ)		COD(mg/ℓ)	
	평균	범위	평균	범위	평균	범위
유우	40	17~60	2,790	2,500~3,200	2,340	2,000~3,000
육우	33	30~40	2,900	2,700~3,000	2,430	2,000~3,000
돼지	12.4	6~33	2,510	1,290~5,000	1,680	760~3,000

자료: 한국과학기술원(1990)

축산 요오수의 발생량과 성상은 표 4와 같으며, 유우의 경우에 두당 오수 발생량은 17~60ℓ/d이며, 돼지는 두당 6~33ℓ/d를 배출한다. 축산요오수의 대부분은 세정수로서 두당 평균치는 유우가 40ℓ/d, 육우가 33ℓ/d, 돼지가 12.4ℓ/d이다. 표 4의 발생량 및 BOD 평균치에서 부하량을 계산하면 유우, 육우, 돼지의 BOD 부하량은 각각 112, 96, 31g/두·d로서 분뇨 BOD 부하량의 20~30%가 된다(표 1). 따라서, 퇴비화를 중심으로 하는 경우에 요오수 처리기술 개발과 보급이 필요하다.

가축요오수 처리는 분 가운데 들어 있는 BOD, SS성분의 혼입을 어느정도 저감시켜서, 처리 부하량과 발생량을 삭감하는 것이 중요하고, 부하의 양과 질을 저감시키기 위해서는 음수기의 개선, 유동사료의 이용 및 축사내부 세정방식 개선 등이 필요하다.

가축요오수 주요 처리방법은 액상컴포스트화처리, 증발·농축처리, 정화처리 등이 있다. 합리적이고 경제적인 처리방식을 선정하는데는 지역, 입지·사회조건, 경영조건, 처리조건과 처리경비 등을 비교·검토하여, 이들 조건에 가장 알맞은 처리이용방식을 선정해야 된다.

축산요오수의 정화처리시설에서 방류수 수질기준은 표 5와 같다. 축산오수배출시설 규제 대상 범위에 속하지 않는 축산요오수 공공처리시설(허가 및 신고 대상 미만)에서 발생하는 축산오수를 처리할 수 있도록 지방자치단체에 축산오수공공처리시설을 설치·운영하도록 하고 있으나, 재정난을 이유로 시설 설치를 기피하고 있어 효율적인 운영이 어려운 실정이다. 개별농가에서 설치운영하고 있는 축산요오수 처리시설은 허가대상이 BOD 50~150mg/ℓ로

서 비교적 강화된 기준이나, 신고대상의 경우 방류수질기준이 낮아 BOD 150~350mg/l의 고농도가 오수가 하천에 배출되어 오염요인이 되고 있다(한국농촌환경연구회, 1998).

표 5. 축산오수 처리시설의 방류수 수질기준

자료: 한국농촌환경연구회(1998)

구분		BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	대장균군수 (개/ml)
축산오수 공공처리시설 ¹⁾		30	50	30	60	8	3,000
축산오수	특정지역 ²⁾	허가대상 ³⁾	50	50	260	50	
		신고대상 ⁴⁾	150	150			
처리시설	기타지역	허가대상	150	150			
		신고대상	350	350			

주 1) 축산오수 공공처리시설: 자치단체가 설치하여 운영하는 시설

2) 특정지역: 해당하는 법률로 정하는 지역. 상수도보전지역(수도법), 특별대책지역(환경정책기본법), 특정저수지수질관리구역(수질환경보전법), 공원보호구역(자연공원법), 지하수보전구역(지하수법), 청정지역(환경부장관이 고시)

3) 허가대상: 75두 또는 900m² 이상의 우마 사육시설, 715두 또는 1,000m² 이상의 돼지사육시설

4) 신고대상: 17~75두 또는 200~900m²의 우마 사육시설, 100~715두 또는 140~1,000m²의 돼지 사육시설, 500m² 이상의 닭 사육시설

4. 축산분뇨처리방법

1997년말 현재, 축산분뇨처리시설의 설치상황은 표 6과 같으며, 축산분뇨처리시설 설치대상 농가(8두 또는 100m²이상의 우마사육시설, 36두 또는 50m²이상의 돼지사육시설) 84,285호 가운데 약 89%가 시설을 설치·운영하고 있다. 축산분뇨처리시설 가운데, 퇴비화시설 및 톱밥축사 수가 증가되고 있으며 설치비율은 퇴비화가 42%이며 톱밥축사가 24%이며, 간이 정화조로서 저장액비화와 정화처리 등이 34%로서 구성되어 있다(농림부, 1997).

우리나라 축산분뇨의 주요 처리방법은 그림 1과 같다. 요와 세정수는 정화처리가 주요처리 방법으로 활성오니법, 톱밥·토양여과, 살수여상, 산화지 등이 사용되고 있으며, 분뇨혼합물은 액비, 톱밥축사, 발효증발, 화력건조, 안정화가 있으나, 퇴비화가 주요 처리방법이다. 분처리법은 퇴비화와 건조처리로서 발효, 화력건조, 하우스천일건조 등이다(홍지형 외, 1999).

발효처리 방법은 기계식과 수동식 발효조가 있으며, 개방형 퇴비화처리 장치의 로터리 장치에 의한 기계식 발효조는 15~30일의 단기간에 처리가 가능하고 발효온도도 60℃ 이상이 되어 수분제거, 병원성 세균, 잡초종자 등이 사멸되는 등의 완숙한 처리물로서 재 이용이 가능하나, 암모니아 가스의 대기오염, 설치비용의 고가, 기계부식에 의한 고장 등이 문제이다. 그러나, 중소규모 축산농가용 발효퇴비화시설은 개발되지 못하여 보급률이 낮다.

표 6. 축산분뇨 처리시설의 설치현황

가축종류	퇴비화 시설	저장 액비화	톱밥축사	정화조	기타	설치개소	설치율(%)
우	20,625	4,778	15,574	8,744	908	50,629	87
돼지	6,475	4,865	1,720	5,219	664	18,943	95
닭	4,621	8	311	34	384	5,358	83
합계	31,721	9,651	17,605	13,997	1,956	74,930	89

자료: 농림부(1997)

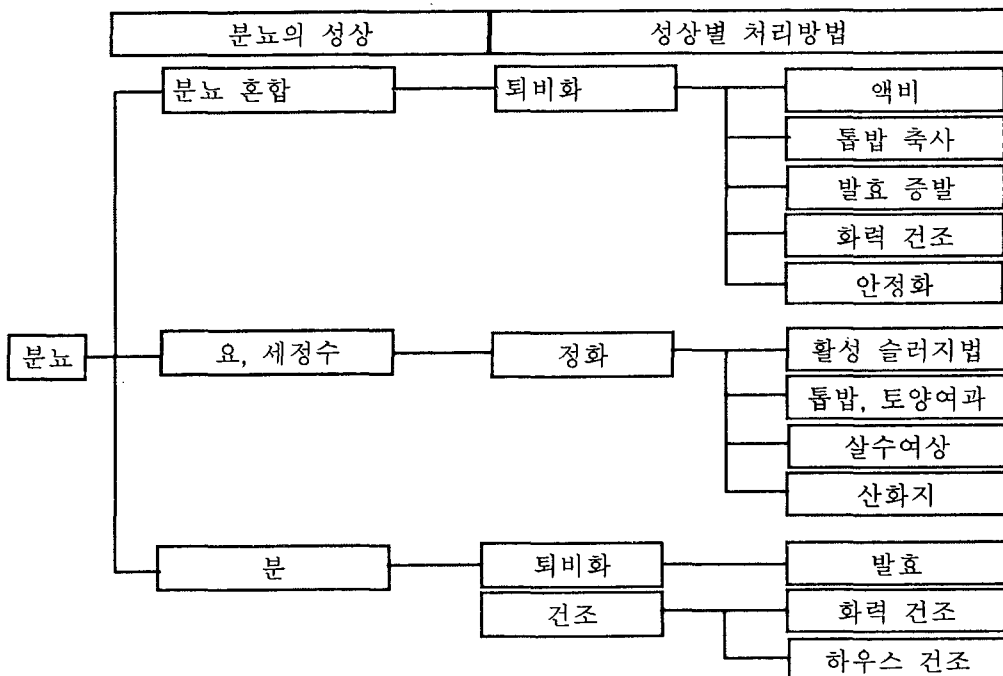


그림 1. 축산분뇨의 처리방법

건조처리 방법은 화력건조와 천일건조가 있으며, 화력건조는 계분건조에 적절한 방법으로 1m³당 약 80분간 건조하면 수분제거가 가능하나, 연료비가 많고, 악취발생이 문제가 된다. 하우스천일건조는 수분함량과 분량이 작은 소규모 양계농가에서 태양에너지와 바람에 의해 처리하고 있으나, 좋지 않은 기상조건에 따라서 미숙퇴비 생산 가능성이 높다.

안정화처리 방법은 발효할 때에 수분조정제로 사용되는 석회(CaO)를 축분중량의 3~5%를 첨가하여 약 5분간 반응시키는 방법으로 처리시간이 짧아서 대규모공동처리시설에 적합하나, 고온건조기 탈취장치에서 발생하는 배수처리비용과 처리효율이 낮은 문제점이 있다. 한편, 석회순도가 처리에 영향을 미치므로 시설운영이 쉽지 않다(農文協, 1995).

우리나라에서 사용되는 분뇨혼합물처리 방법은 증발발효, 톱밥축사, 메탄발효 등이 있다.

증발발효는 오타쿠하원을 근원적으로 삭감시키는 방법으로 분뇨의 자원화가 가능하다. 그러나, 수분이 많을 때에 수분조절제 사용이 증가하거나, 겨울철에 발효처리시간이 길어지고, 탈취처리시설이 필요하다. 톱밥축사는 축사바닥에 톱밥을 깔아서 분뇨를 축사 외부에 배출하지 않고서 자원화가 가능한 양질의 유기질 비료를 얻게 한다. 이 방식은 사육규모에 관계없이 적용이 가능하나, 톱밥, 볏짚, 왕겨 등의 수분조절제 구입이 어렵고, 발효가스와 발효열이 가축에게 스트레스를 준다. 메탄발효는 분뇨의 에너지원으로 활용을 가능케 하며 동시에 폐액은 액비화 또는 정화처리가 가능하다. 액비화처리는 포장환원 면적이 먼저 확보되어야 하고, 정화처리는 하천의 방류수 수질기준에 맞도록 2차 처리시설을 구비해야 된다.

5. 요약 및 결론

가축분뇨처리 시스템은 가축배설 분뇨량, 조성, 성상 등을 검토하여 축종별, 사양방식별, 분의 성상, 경영규모, 입지조건 등에 따라서 고품물처리, 분뇨혼합물처리 및 요오수처리 등의 분뇨처리 방법을 결정해야 된다.

축산분뇨처리의 고도화를 위해서는 분뇨의 분리 및 처리량의 최소화, 공동처리화 등이 필요 불가결하며, 분뇨처리는 분에 들어있는 수분을 어떻게 효율적으로 증발시킬 것인가가 처리기술의 관건이 되고 있다.

축산환경보전을 위한 연구개발의 지속적 추진, 소규모 축산농가의 요오수 공동처리, 설치자금 지원방법 개선, 축산폐기물 자원화 신규사업 설치에 있어서 적정처리시설의 설치지도 등에 관한 기술·관리면 및 제도적 측면의 개선 등이 해결되어야 할 과제이다.

6. 참고문헌

1. 농림부. 1998. 가축통계, p.9~21.
2. 농림부. 1997. 축산분뇨처리시책 추진방향, 축산분뇨처리사업 홍보교육자료집 p. 5~6.
3. 박경규 외. 1996. 축산기계 및 시설, 문운당, 서울.
4. 한국과학기술원. 1993. 소규모 축산폐수 처리장치 개발.
5. 한국과학기술원. 1990. 전국 축산분뇨 적정관리 대책 연구.
6. 한국농촌환경연구회. 1998. 농촌지역 생활하수 등의 처리실태 및 개선방향, 발표자료집.
7. 환경부. 1996. 환경백서, p.148~151.
8. 홍지형 외. 2000. 우리나라 가축배설물 관리대책, 축산시설학회 발표논문집, p. 113~19.
9. 홍지형 외. 1999. 축산폐기물 자원화, 동화기술, 서울.
10. 押田敏雄 外.1998. 畜産環境保全論 養賢堂, 日本.
11. 農文協 編. 1995. 畜産環境對策大事典, 農山漁村文化協會, 日本.
12. Dewi, I. Ap.(Ed.) 1994. Pollution in livestock production systems, CAB Int'l, U.K.
13. Martin, A. M.(Ed.) 1991. Biological degradation of wastes, Elsevier Applied Sci., U.K.
14. Matsunaka, T.(Ed.) 1997. Environmentally friendly management of farm animal waste, Proc. of international workshop on environmentally friendly management of farm animal waste, Sapporo, Japan.