

# 우리 나라 가축분뇨의 처리기술 현황



최 홍 립

서울대학교 농업생명과학대학 부교수

## 1. 가축분뇨 처리현황

### 가. 연간 가축분뇨 생산량

우리 나라 가축분뇨의 총발생량은 표 1과 같이 연간 약 43,375천톤 정도로, 이중 축분은 27,426천톤(63.2%), 뇨는 약 15,949천톤(36.8%) 정도로 발생량으로만 보면 분뇨보다 1.7배나 높은 것으로 나타났다. 축종별분뇨 발생량은 한우의 경우 18,936천톤(43.7%), 젖소 6,459천톤(14.9%), 돼지 14,149천톤(32.6%), 닭 3,831천톤(8.8%)으로 축우, 양돈에서 발생하는 분뇨가 전체의 3/4를 점하고 있다. 사육규모별로는 규제이하 농가 10,638천톤(24.5%), 간이대상 10,886천톤(25.1%), 신고대상 13,106천톤(30.2%), 허가대상 농가 8,745천톤(20.2%) 정도로 신고대상 이하의 농가에서 발생하는 가축분뇨가 총발생량의 약 80% 이상을 차지하는 것으로 보고되었다. 그러나 분의 경우 양이 많다 하더라도 중간단계기술로 퇴비가 가능하기 때문에 오히려 뇨오수의 처리가 문제가 되며, 특히 신고대상 규모의 양돈농가에서

발생되는 분뇨오수 혼합상태인 양돈슬러리의 적정 처리 문제가 향후 양돈산업의 장래를 결정할 정도로 심각하다.

표 1. 축종별·사육규모별 가축분뇨 생산량

축종	구분	계	사 육 규 모			
			규제이하	간이대상	신고대상	허가대상
한우	분	14,202	7,364	4,473	1,582	783
	뇨	4,734	2,455	1,491	527	261
	계	18,936	9,819	5,964	2,109	1,044
젖소	분	4,441	153	2,120	1,670	498
	뇨	2,018	69	964	759	226
	계	6,459	222	3,084	2,429	724
돼지	분	4,952	183	610	1,717	2,442
	뇨	9,197	340	1,133	3,189	4,535
	계	14,149	523	1,743	4,906	6,977
닭	분	3,831	74	95	3,662	-
총계	분	27,426	7,774	7,298	8,631	3,723
	뇨	15,949	2,864	3,588	4,475	5,022
	계	43,375	10,638	10,886	13,106	8,745

\*1일두(수)당 배설량 : 한우 20kg, 젖소 32kg, 돼지 6kg, 닭 0.14kg  
-자료 : 축산연('95)

### 나. 가축분뇨 처리시설 설치현황

우리 나라 가축분뇨 처리시설현황은 표 2와 같이 처리시설 설치대상 농가 83,378호중 85%인 71,157호가 시설을 설치, 운영하고 있으며, 사육규모별 설치율은 허가대상 99%, 신고대상 91%, 간이대상이 80%로 나타났다. 양축농가에서 설치한 처리시설별로는 자원화시설은 72%인 52,794호, 정화시설은 26%인 20,448호이며, 자원화시설로는 퇴비사, 톱밥축사, 저장액비화시설 등을 포함하며, 정화시설 설치농가의 96%가 간이축산폐수 정

화조를 설치하여 운영하고 있는 것으로 조사되었다. 적어도 통계상으로는 대상 축산농가 대부분이 처리시설을 운영하므로써 축산폐수가 생주공간의 오염의 원인이 되는 환경문제는 발생하지 말아야 함에도 불구하고 여전히 사회적 문제가 되고 있으며, 앞서서도 언급하였지만 이로 인해 축산업의 장애가 불투명할 정도이다. 이는 기본적으로 설치한 시설의 효율문제에 기인하는 듯하므로 우리 나라 축산환경에 맞는 처리시설의 개발이 무엇보다도 절실한 시점이다.

표 2. 가축분뇨 처리시설 설치현황

(단위: 호)

구 분	설치대상 (A)	설치농가 (B)	설 치 율 (B/A × 100) %	자 원 화 시 설				정 화 방 류 시 설		
				퇴비사	톱밥축사	저장액비	계	정화조	기타	계
허가대상	4,672	4,608	99	2,240	814	856	3,910(85)	628	70	698(15)
신고대상	30,953	28,211	91	12,321	6,057	4,855	23,233(82)	4,830	148	4,978(18)
간이대상	47,753	38,338	80	10,965	8,723	5,963	25,651(67)	12,239	448	12,687(33)
총 계	83,378	71,157	(85)	25,526	15,594	11,674	52,794(76)	17,697	666	18,363(26)

( )내는 설치 농가중 각 시설의 설치비율 %

-자료: 농림부('97)

### 다. 가축분뇨 처리상의 주요 문제점

#### 1) 경영적 측면

가) 가축의 사육규모가 돼지의 경우 '80년대에 호당 사육두수가 14.1두(100)에서 '97년도에는 212두로 15배나 증가되어 양돈농가들이 전업화 되어가고 있음을 보여주고 있으며, 돈분뇨의 처리비용은 현재 비육돈 생산비의 5~10% 범위를 차지하고 있어, 두당 7,000원에서 14,000원에 이를 정도로 처리비용이 점차 증가하고 있다.

나) 가축분뇨의 발생지역 및 권역별 편중화로 수분조절재(톱밥 등) 및 생산퇴비 수급의 불균형을 이루고 있으며, 발생된 분뇨가 전량 경지에 환원

되는 것을 전제로 지역별 경지면적에 대한 가축분뇨중 N성분 부하량을 기준으로 비교해 보면 경기도의 경우 ha당 285kg으로 강원도의 100kg에 비하여 약 2.85배 높은 것으로 나타나고 있다.

다) 가축분뇨처리에 대한 축산농가의 인식수준이 미흡하여 축산의 규모화 속도에 걸맞게 환경보전에 대한 인식이 뒤따르지 못하고 있으며, 특히 가축분뇨 처리를 위한 비용지출에 극히 소극적이다.

#### 2) 기술적인 측면

가축분뇨를 이용하여 생산하는 양질의 유기질 비료는 작물에 유용한 비료원을 공급할 뿐만 아니라 토양개량 등의 효과도 높은 것으로 알려져 있으나, 가축분뇨 퇴비품질의 표준화가 미흡한 상태로

가축분 퇴비공장에서 생산되는 제품중 약 50%가 비료관리법의 공정규격에 미달되는 것으로 나타나 가축분뇨를 이용하여 제조된 유통퇴비의 품질이 표준화되어 있지 않다.

가) 가축분뇨 퇴비의 화학적 조성이 표준화되어 있지 않다.

나) 가축분뇨 퇴비에 대한 작물별 적정 사용량이 확립되어 있지 않다.

다) 가축분뇨 처리용량, 처리조건 및 사용규모, 면적 등이 설정되어 있지 않다.

라) 양축농가형 가축분뇨 처리시스템이 확립되어 있지 않다.

마) 가축분뇨의 퇴비화 및 정화처리시 계절적인 제한이 있다.

바) 축산뇨·오수 정화시설은 농가에서 이용하기에는 한계성이 있다.

사) 가축분뇨의 경지환원 기술체계가 확립되어 있지 않다

## 2. 가축분뇨의 처리방법 선택

우리 나라 축산농가에서 적용되고 있는 대표적인 가축분뇨 처리시스템으로 그림 1과 같이 분뇨를 축사내에서 처리할 것인가 또는 축사 밖에서 저류된 분뇨를 처리할 것인가에 따라 시스템을 분류할 수 있으며, 이를 다시 처리분뇨의 성상별로 ① 고액분리→고형물→퇴비화, ② 고액분리→액→수처리

③ 고액혼합의 공정으로 분류할 수 있다. 공정 ①로는 하우스 기계교반식, 퇴적송풍식, 반응조식 등의 퇴비화시스템과 화력건조식, 생석회반응시스템 등을, 공정 ②에는 활성오니법, 간이활성오니법, 액비화법, 하우스건조법 등을, 또한 공정③에는 특히 양돈슬러리 처리시스템으로 교반식 발효증발 시스템, 퇴비화-메탄발효 복합시스템, 여과-수처리 복합시스템 등을 들 수 있다. 축사내 분뇨처리는 대표적으로 깔감축사를 들 수 있으나, 제거된 혼합물이 다시 공정 ①로 보내져 퇴비화되기 때문에 여기서는 독자적으로 분류하지 않았다.

### 가. 가축분의 처리

가축분의 처리로서 대표적인 방법은 퇴비화로 하우스 기계교반식, 퇴적송풍식, 반응조식 등의 축분 발효시설이 있으며, 퇴비화 외에도 화력건조식, 생석회반응법 등이 있다. 가축분뇨의 퇴비화에 영향을 미치는 요인중 함수율은 65%내외, 재료중 산소의 구성비는 5% 이상, C/N비는 20~30정도가 적정범위로 알려져 있다. 가축분뇨를 퇴비화하는데 수분조절재로는 주로 톱밥이 이용되며, 물론 가공정도에 따라 다르지만 일반적으로 함수율 30%내외인 톱밥의 수분흡수율은 약 300% 정도로, 다른 수분조절재에 비하여 수분흡수율이 높아 양축농가에서 가장 많이 이용하고 있으며, 수요급증으로 현재에는 가공왕겨(팽연, 분쇄왕겨)가 톱밥대체재로 농가에서 이용하고 있다.

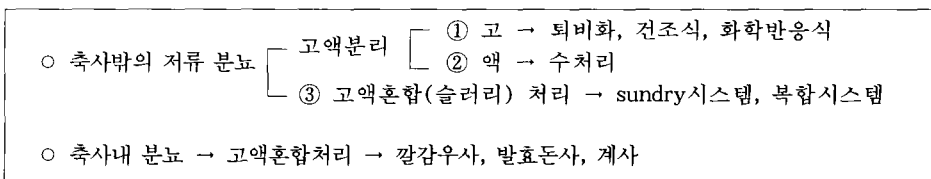


그림 1. 우리 나라에서 적용도기 있는 대표적 가축분뇨처리시스템

### 1) 기계교반 발효퇴비화

하우스 기계교반식 축분발효시설은 가축분을 수분조절재와 혼합하여 혼합물의 함수율을 약 65%로 조정한 후, 교반기(에스컬레이터, 로타리 등)를 이용하여 1일 1~2회 교반한 후 꺼내어 2차 발효를 실시한다. 축종별 발효조의 용량은 우사의 경우 100m<sup>2</sup>당 12m<sup>3</sup> 이상, 돈사 100m<sup>2</sup>당 15m<sup>3</sup> 이상, 계사 100m<sup>2</sup>당 5m<sup>3</sup> 이상으로 설치해야 한다. 발효기간은 약 30일 정도 소요되며, 작물생육 장애를 피하기 위하여 약 2개월 정도 2차 부숙시킨 후 농경지로 환원 또는 수분조절재로 재이용한다. 장점은 미생물에 의한 발효온도가 80℃까지 상승하며, 악취와 수분제거, 병원성 미생물 및 잡초 종자 등이 사멸되고 취급이 용이하게 된다. 그러나 약 1억원 이상되는 초기 시설비, 톱밥 구입비 등 과도한 운영비, 리그닌, 헤미셀룰로오스 등 톱밥의 난분해성 물질로 인한 퇴비품질 저하, 겨울철 외기 온 저하로 인한 낮은 발효효율 등이 문제점으로 지적되고 있다. 그러나 무엇보다도 심각한 것은 악취 포집시설이 없는 한 악취의 휘산으로 인한 민원 급증으로 이에 대한 적절한 대책을 강구해야 한다.

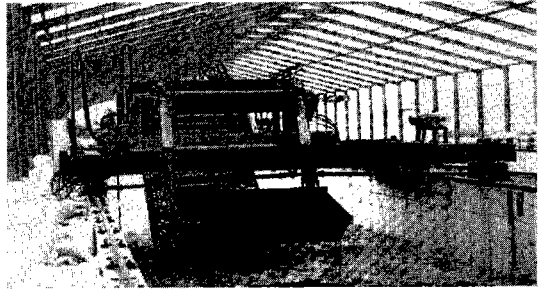


그림 2. 기계교반식 축분발효시설



그림 3. 퇴적송풍식 축분발효시설

### 2) 퇴적송풍식 발효퇴비화

퇴적송풍식 축분발효시설은 축사내에서 축분을 수거한 후 톱밥 등의 수분조절재를 첨가하여 혼합물의 함수율을 약 65%로 조정하여 발효조에 투입한 후 약 15일간 호기분해시킨 후 약 2개월간 2차 발효시키는 시설이다.

축종별 발효조 용량은 우사의 경우, 100m<sup>2</sup>당 7m<sup>3</sup> 이상, 돈사 100m<sup>2</sup>당 10m<sup>3</sup> 이상, 계사 100m<sup>2</sup>당 3m<sup>3</sup> 이상 되어야 한다. 장점은 기계적으로 단순하여 고장이 적고, 퇴적더미가 커(높이 1.8m) 겨울철 발효열의 상승과 보존은 교반식보다 비교적 유리한 편이다. 그리고 미생물에 의한 발효

온도가 80℃까지 상승하여 악취와 수분제거, 병원성 미생물 및 잡초 종자 등이 사멸되고 취급은 용이하지만 축분의 통기성 개선을 위한 적정량의 수분조절재 사용이 필수적이나 교반식은 함수율이 좀 높아도 교반방법에 따라 개선될 수 있다. 또한 교반식 발효시스템과 마찬가지로 톱밥의 난분해성 물질 잔류에 의한 퇴비품질의 저하, 악취 휘산, 겨울철 저효율 등의 문제가 있다.

### 3) 반응조 퇴비화

앞에서 언급한 기계교반식 또는 퇴적 송풍식 발효시설은 악취의 휘산으로 인한 민원 급증 및 외기 상에 따라 큰 폭의 효율편차, 다량의 톱밥사용으로 과도한 운영비 등이 문제점으로 지적되고 있다. 최근 이를 극복하기 위하여 톱밥절약형 밀폐 횡형 및 중형 반응조 발효시스템이 개발되어 산업화 단계에 있다.

반응조를 밀폐, 단열시킴으로써 반응조내 환경

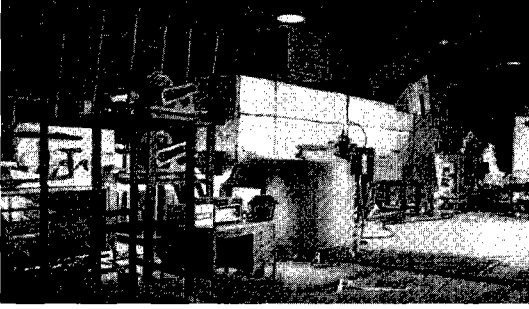


그림 4. 톱밥 질약형 횡형반응조 퇴비화시스템

을 연중 편차없이 일정하게 탈외기상 환경을 조성할 수 있으며, 밀폐로 인하여 악취를 쉽게 포집할 수 있으므로 이를 biofilter 배출구로 배출시켜 악취를 희석시킬 수 있다. 가축분의 함수율은 일반적으로 75% 내외이나 분의 수거과정에서 부분적으로 뇨오수와 혼합되어 함수율이 80% 이상 되는 경우가 많으므로 이를 퇴비화하기 위해서는 톱밥 등의 수분조절재로 혼합물의 초기 함수율을 65% 내외로 조정하는 것이 필요하다. 이때 batch 반응조 시스템을 적용할 경우 일정량의 톱밥이 처리 batch마다 필요하나, 서울대 축산환경실험실에서 재순환시스템을 개발, 밀폐반응조시스템에 접목시킴으로써 제거되는 최종산물을 일정한 기간 동안 수분조절재로 재사용함으로써 획기적으로 톱밥의 사용량을 1/5~1/10로 절감시킬 수 있는 장점이 있다. 향후 에너지의 사용량, 함수율 저하효율 등에 관하여 보다 심도있는 검증이 필요하다.

4) 화력건조시설

축분과 톱밥을 혼합한 후 화석연료를 열원으로 이용하여 계분, 돈슬러리 등을 화력건조시키는 방법으로 계분은 중소규모, 돈슬러리는 단지규모에서 적용하고 있으나, 퇴비화 개념보다는 강제건조에 가깝다. 중소규모 시설의 경우 처리시간이 짧고 (건조시간 : 75~80분/톤) 소요면적이 적으며

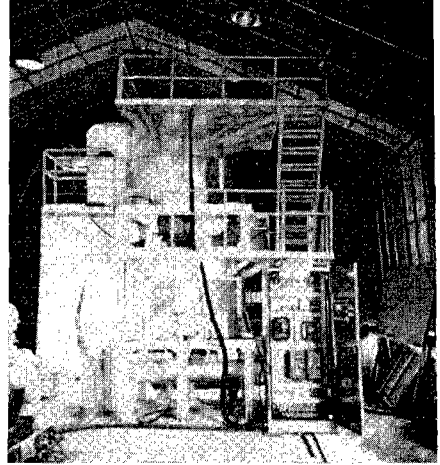


그림 5. 톱밥 질약형 증형반응조 퇴비화시스템

(약 3평) 설치비용이 약 25,000천원 정도 소요되어 일반 퇴비화시스템에 비하여 저렴하며, 화력건조과정에서 병원균을 사멸시키므로 위생적인 장점은 있다. 그러나 계분의 함수율이 75% 이상일 경우 수분조정을 위해 다량의 톱밥투입과 강제 급속건조에 따른 과도한 연료비 때문에 발효시설에 비해 처리비용이 월등히 높아지고, 또한 강제로 급속건조로 인한 최종산물의 퇴비로서의 안정성이 문제가 된다.

5) 생석회반응법

가축분뇨 발효시 수분조절재를 이용하지 않고 hydrated lime( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), 생석회( $\text{CaO}$ )를 축분 중량의 3~5%를 첨가하여 약 5분간 반응시키면서 안정화시키는 방법이다. 이론적으로는 반응과정에서 고열이 발생하여 혼합물의 온도가 50℃에 이르고, 이로 인한 탈수가 가능하며, 초기 pH도 12정도 유지할 수 있어 농경지환원시 산성화된 농경지를 중화시키는데 도움이 되며, 분입자가 생석회로 피복되어 악취를 저감시킬 수 있다고 보고되어 있다. 그러나 현장에서는 처리과정에서 강한 악취가 발생되며, 건조가 잘 되지 않아 효율적으로 돈분을 처리

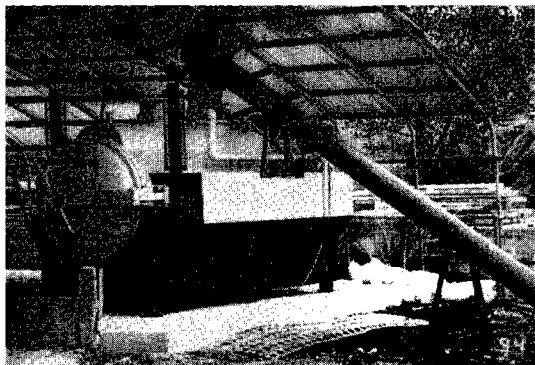


그림 6. 화력건조시스템



그림 7. 생석회반응법

하지 못하고 있다. 현재 이 방법을 선택한 일부 양돈단지에서는 처리효율이 낮아 시설운영에 어려움을 겪고 있다.

#### 나. 가축뇨·오수의 처리

가축뇨·오수의 처리는 주로 폐수정화방법에 의하며, 주로 물리적 처리, 화학적 처리 및 생물학적 처리로 나눌 수 있다. 이중 한 처리방법에 의한 처리효율보다는 축사에서 배출되는 가축뇨·오수의 물리·화학적 침전 및 호기성·혐기성 생물학적 처리 등으로 연계하여 복합시스템화함으로써 처리효율을 극대화할 수 있다.

가축뇨·오수에서 BOD농도의 대부분은 가축분

에 노출되어 획득한 것으로 돼지의 경우 BOD의 80%, 젓소는 90%가 축분이 원인이라고 알려져 있다. 따라서 축사내에서 분과 뇨의 분리수거가 100% 가능하다면 처리대상인 오염물질(BOD)은 약 10% 정도로서 필요한 가축뇨·오수 정화시설도 소형화할 수 있을 것이다. 그러나 현실적으로 축사내에서 이를 효율적으로 분리시킬 수 있는 시설이 개발되어 있지 않으며, 부가 설비가 경영에 미칠 경제적 부담도 고려되어야 한다.

#### 1) 활성오니법

활성오니법은 반응조의 환경조건을 적절하게 조성함으로써 수중 미생물이 유기물을 분해·산화시켜 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> 등의 산물로 안정화시킨다. 이 때 미생물은 질소를 세포증식에 이용한다. 활성오니법은 시설비 및 운영비가 높으나 처리효율면에서는 지금까지 알려진 시설 가운데 가장 많이 보급되어 있다. 그러나 유입원수의 처리 한계 BOD농도가 2,000mg/ℓ 로 알려져 있어, 유입원수의 농도가 이보다 높을 경우에 회석수를 투입하여 BOD를 낮추어야 하는 보다 근원적인 문제를 안고 있으며, 주로 2차 처리로 적용되고 있다. 활성오니법의 주요공정은 스크린 여과→침전→폭기→침전→방류의 단

구분	pH	온도	용존산소	영양상태
범위	6~8	20~30℃	1.0~2.0mg/ℓ	BOD:N:P=100:5:1



그림 8. 활성오니 처리시스템

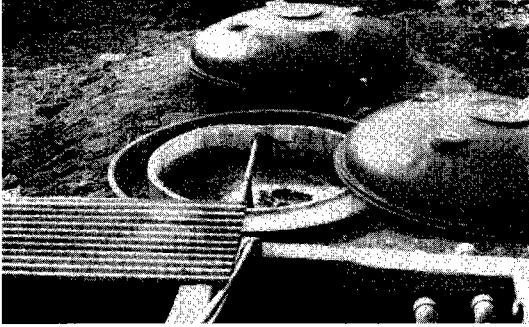


그림 9. 간이 축산폐수 정화조

계를 거친다. 활성오니법에서 폭기조내 적정 환경 조건은 다음과 같다.

### 2) 간이 활성오니법

간이활성오니법은 뇨·오수중 유기물을 수중 미생물에 의해 분해, 산화시키는 방법으로 기본 작동 기작은 활성오니법과 같으나 시스템이 좁은 공간내에 여러 기능을 할 수 있는 구조로 되어 있어 소규모 양돈농가에 적합한 시설이다. 간이 활성오니법의 주요 공정은 침전분리조→폭기조→순환조(접촉여재)→방류의 단계를 거치며 순환조에는 접촉여재를 충전시켜 미생물 부착을 극대화함으로써 유기물의 분해를 촉진시키는 역할을 한다. 최종 처리수의 수질은 관리의 여하에 따라 큰 차이를 나타내며 양호한 경우는 BOD 및 SS가 각각 45~500 및 16~32mg/l 정도로 방류된다

### 3) 액비화

대형 저류조에서 장기간 부숙시키므로 축산폐수를 정화하는 시설로서 정화된 최종 처리수를 액비로 사용하는 방법이다. 처리공정은 전처리(분뇨분리)→침전분리조→저장조→저류조→액비살포의 단계를 거친다.

축종별 발효조 용량은 한우사의 경우 100m<sup>2</sup>당 250 l, 낙농사 100m<sup>2</sup>당 400 l, 돈사 100m<sup>2</sup>당 860 l 를 기준으로 액비화 시설을 설치해야 하며,

저장액비화 방법을 이용시 축사내에서 축분과 뇨를 분리한 후 남은 뇨·오수만 저장조로 유입되도록 하는 방법과 분과 뇨·오수를 함께 저장조에 유입되도록 하며, 저장조에서 6개월 이상 저장 후 토양에 환원해야 한다. 따라서 대규모의 저장시설이 필요하며, 처리기간이 길고, 충분한 경지면적을 요하는 단점이 있다.

### 4) 하우스 건조

하우스내의 바닥에 10~15cm 정도의 톱밥 등의 여재를 깔고 그 위에 뇨·오수를 살포한다. 일정간격으로 교반기로 여재를 교반하면서 톱밥내의 뇨·오수를 태양열과 자연바람을 이용하여 증발을 촉진하는 자연환기식 하우스 건조법과 하우스 천정에 환기팬을 부착시켜 여재면을 강제대류시키므로써 부



그림 10. 저장액비화법

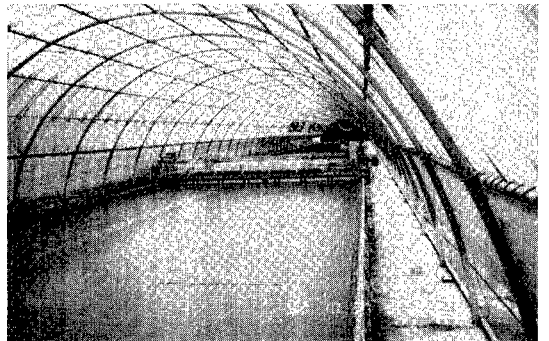


그림 11. 하우스 건조시스템

가적 증발을 유도하는 강제환기식 하우스 건조법이 있다. 일반적으로 플라스틱으로 피복한 자연환기식 하우스의 증발수량은 여름의 경우  $4.5 \sim 5.0 \text{kg/m}^2 \cdot \text{일}$ , 겨울의 경우  $1.5 \sim 2.0 \text{kg/m}^2 \cdot \text{일}$ 로 알려져 있으므로 강제환기식의 경우 증발수량은 이보다 높을 것으로 판단된다.

일반적으로 하우스 건조는 시설비 및 운영비가 저렴하고, 관리유지가 용이한 반면 건조면적이 넓어야 하며, 악취의 휘산, 장마 등의 기상적 요인으로 인한 낮은 증발효율, 미숙퇴비 등이 문제점으로 지적되고 있다. 그럼에도 불구하고 매우 경제적이기 때문에 노오수를 처리하는 시스템으로 점차 시설면적이 늘어나는 추세이다.

#### 다. 가축분뇨(슬러리) 혼합물의 처리

축종중 특히 양돈폐수의 수거시스템으로 스크레이퍼시스템과 슬러리시스템으로 두 가지를 대별할 수 있다. 최근 축산도 인력 부족현상이 심화됨에 따라 돈사의 피트(pit)를 슬러리로 시설하는 경우가 점차 늘어나면서 고액이 혼합된 양돈슬러리의 적정 처리문제가 현안으로 대두되었다. 기존 시스템으로는 소위 sundry system과 최근 축산기술연구소에서 pilot 규모의 돈슬러리의 퇴비화-에너지화 복합시스템과 서울대 축산환경실험실에서 여과-수처리 복합시스템 등이 있다.

##### 1) 교반식 발효증발시스템(sundry system)

최근 돈슬러리 처리시스템으로 가장 널리 설치되고 있는 시스템은 sundry 시스템으로 반개방식 하우스내에 기존의 교반식 축분발효 시설에 깊이  $0.8 \sim 1.2\text{m}$ , 폭  $4\text{m}$ , 길이  $30 \sim 100\text{m}$ 의 정도의 콘크리트 건조상위에 rail을 깔아 교반기가 지나면서 퇴적 톱밥층에 돈사로부터 이송된 돈슬러리를 일정량 살포하고, 교반장치로 교반하면서 하부로부

터 강제송풍을 행하여 증발을 유도하는 방법이다. 이 방법은 톱밥혼합물의 수분증발은 주로 유기물 부숙시에 발생하는 생분해열에 의한 것으로 판단된다. 그러나 과도한 톱밥소요량 및 생산퇴비의 판매 부진으로 운영비 부담이 가중되고 있으며, 반개방으로 인한 악취의 휘산으로 민원이 빈번하다. 그럼에도 이들 문제에 대한 대안이 없는 상황에서 슬러리 돈사를 이용하는 농가는 늘어날 전망이다.

슬러리 돈사는 제분작업이 필요없다는 장점 때문에 전업규모(비육돈 3,000두)이상 대부분의 농가에 적용되고 있으나, 배출 슬러리의 적절한처리 방법 부재로 경영상의 심한 압박을 받고 있는 상태이다(단지규모는 100% 슬러리 돈사를 적용하고 있음).

슬러리는 고농도 유기성분을 함유하여 정화처리가 곤란하고, 경지면적 부족과 계절적 사용시기의 제약으로 액비이용 또한 쉽지 않은 상태이다. 현재의 슬러리 처리방법은 1차적으로 92~96%의 높은 함수율을 발효와 건조가 용이한 함수율 65% 내외로 낮추기 위해 톱밥 등의 수분조절재로 혼합하여 2차적으로 기존의 교반식 발효시설이나 화력 건조시설을 적용하여 무방류 퇴비화하는 방식을 채택하고 있다(화력 건조식은 단지규모에서만 이용하

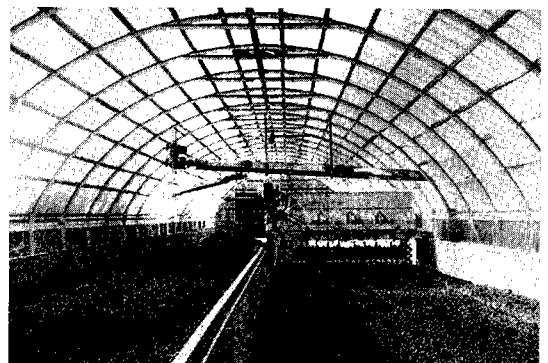


그림 12. 교반식 발효증발 시스템



고 있음). 따라서 톱밥 및 연료투입 과다로 처리비용은 돼지생산비의 7~14% (10,000~20,000원/두) 수준에 달하며 퇴비품질 또한 저조한 문제점을 안고 있다.

### 2) 버켓 엘리베이터 교반식 발효 시스템

최근 널리 보급되고 있는 시스템으로 중소규모와 일부 전업규모 양돈농가에 적용되고 있다. 버켓 엘리베이터 교반방식을 적용하고, 발효상에 왕겨를 미리 충전시켜 둔 상태에서 매일 일정량씩 슬러리만을 살포하고, 6개월 후에 충전된 왕겨를 반출하여 부숙퇴비로 사용하는 시스템이다. 왕겨를 이용하므로 톱밥 부족문제를 어느 정도 해결하고 있으며, 왕겨 소요량 역시 비교적 적게 소요된다는 것이 장점이다. 그러나 왕겨의 흡수율이 낮아 단시간에 다량 처리가 불가능하고 구조물이 반개방식으로 되어 있어 악취 휘산에 관한 민원이 빈번하다.

### 3) 퇴비화-에너지화 복합 시스템

현재 개발중인 시스템으로서 양돈단지 규모용으로 보다 효율적인 발효증발 및 메탄가스생산 장치를 개발·결합하여 발효열을 주에너지로하고 메탄가스를 보조 에너지로 이용 증발량을 극대화 시키려는 시스템을 Pilot 제작 실험중에 있다. 발효증발장치는 왕겨로 충전되며 함수율이 높은 조건에서도 호기성 발효가 지속되며, 메탄가스생산 혐기 반응조는 겨울철 저온에서도 고효율의 가스를 발생토록 고안되었다(축산기술연구소, '96~'98).

### 4) 여과-수처리 복합시스템

축산현장에서 문제가 되는 양돈슬러리의 BOD 농도는 약 10,000~30,000mg/l 에 이르러 이를 수처리하기에는 현실적으로 어려움이 있다. 일반적으로 돈슬러리를 처리하기 위하여 희석수를 첨가하여 BOD농도를 약 2~3000mg/l 로 조정한다. 이런 경우에 희석수라는 자원을 낭비하는 것은 차

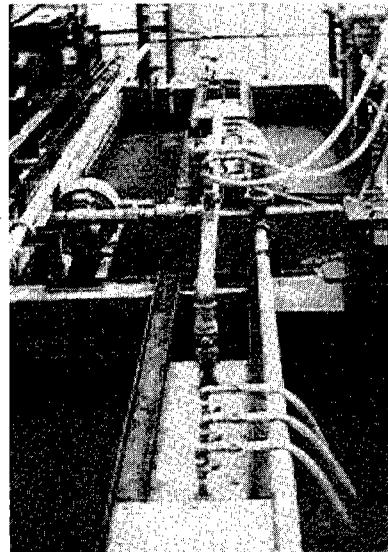
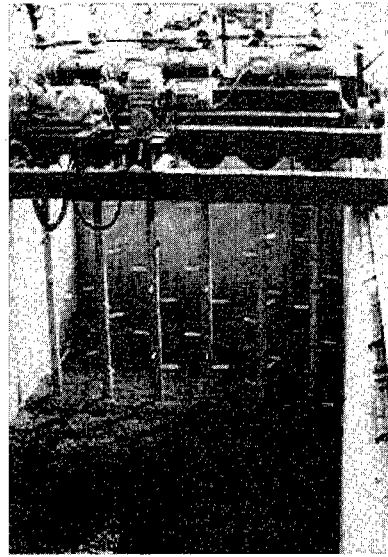


그림 13. 퇴비화-에너지화 복합시스템

차하고라도 처리량이 몇 배나 늘어나기 때문에 따라서 처리시설의 용량이나 처리공간, 응집제 등의 소요량도 늘어나게 마련이다. 그러므로 이러한 단점을 보완하기 위하여 수처리시스템에 유입되는 원수의 BOD농도를 처리한계수분으로 저감시키기 위한 전처리시스템으로 여과조를 개발하여 공정화하

였다. 1차 여과조를 거친 돈슬러리의 BOD농도는 약 50% 이상 감소되어 수처리시스템으로 유입되면 SS는 화학반응조에서 응집제에 의하여 제거되며, 포기조에서 bioceramic 여재에 의하여 미생

물 부착능력이 뛰어나 잔여 BOD의 90% 이상 처리되면 최종 방류 또는 재사용되기 전에 filter를 거쳐 잔류물질을 제거하여 방류수질기준을 충족시킨다.

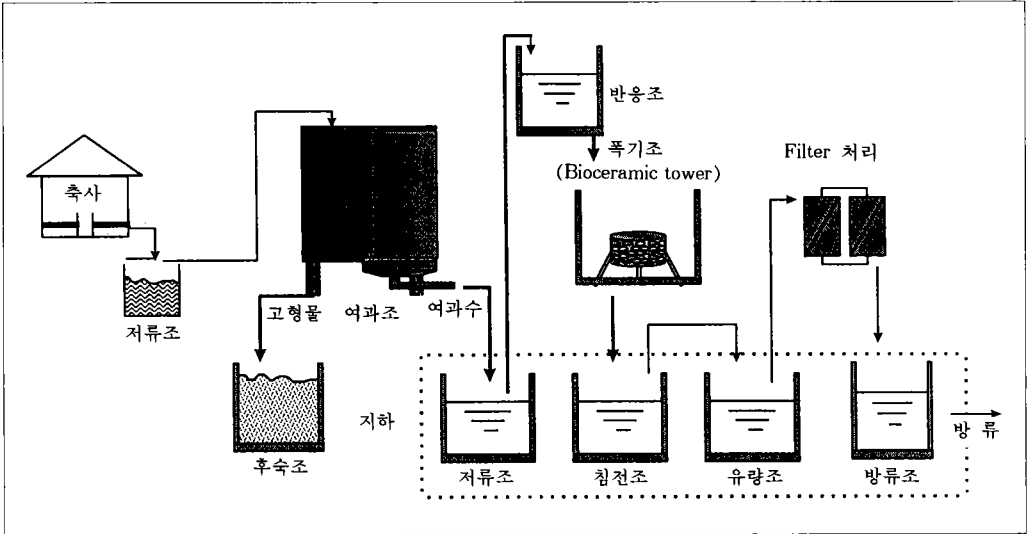


그림 14. 여과-Bioceramic 복합공정시스템

### 3. 요약

현재의 가축분뇨처리 형태와 축종별 적용대상은 표 3과 같이 분류되며, 축분 퇴비화·뇨수 정화 방식의 고액분리 형태에서 분뇨혼합물의 동시처리 즉, 깔감축사(소, 돼지), 슬러리 발효 퇴비화를 통한 무방류 시스템으로 변화되는 추세이다. 이러한 현상은 최근의 방류수질 규제강화에 따른 무방류화·저비용·단순화를 지향하고 있으며, 무방류화의 가장 큰 걸림돌은 톱밥과 같은 수 분조절재 부족이라 할 수 있다. 현재 이용되고 있는 주요 시스템별 개선안은 다음과 같다.

- 주요 처리시스템 적용의 문제제기
  - 축분발효시설

- 톱밥 등 부자재 무이용을 위한 축분의 예비 건조시설 이용
- 교반식 발효기의 악취확산방지를 위하여 밀폐형 하우스 및 강제환기 장치 설치에 의한 악취 포집 및 탈취
- 중소규모 발효시설 개발
- 화력건조
  - 예비건조를 통한 톱밥, 연료비용 절감
  - 악취방지 장치부착 의무화
- 활성오니 정화시설
  - 시설 운전관리 단순화
  - 1차 고액분리를 통한 유입수 오염부하량 감소 및 균일화

○ 깔감측사

- 경제적으로 흡수를 극대화할 수 있는 수분조절재의 조합비 결정 및 혼합물을 깔감으로 재이용 기술개발

○ 슬러리 발효퇴비화 시설

- 톱밥 등 수분조절재 사용량 절감기술
- 증발량 극대화 기술개발 및 소요에너지 최소화 기술개발

우리 나라는 사계절이 뚜렷하여 외기상에 따라 편차가 심하며, 고밀도 사육 및 지역적 편중성, 경지면적 협소, 고비용 시장구조 등의 축산환경을 고려한다면 근원적으로 가축분뇨문제 해결한다는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 이는 저공해 사료개발에 서부터 분뇨가 발생단계에서 분리, 수거할 수 있는 수거시설, 고효율 분뇨처리시스템의 정립, 액비 및 퇴비의 가공, 토양환원되었을 때 작물생장장애, 액비, 퇴비의 유통, 가축분뇨처리 정책 및 규제법 등의 각 분야에서 복합적 노력이 필요하다.

표 3. 가축분뇨 처리시설 형태와 적용대상 가축

구분	시 설 형 태	축		종
		소	돼지	
분처리	1. 발효건조시설 ○ 기계식 - 로타리식 교반식 - 에스컬레이터 교반식 - 송풍 퇴적식 ○ 수동식 - 간이교반 퇴적식(노지형, 피트형)		○	○
	2. 건조시설 ○ 화력건조 - 회전교반기온식 : 감압장치 유·무 - 이송직화식 ○ 일광건조 - 교반기조, 단순건조, 건조후 퇴적발효	○		○
	3. 생석회 반응 안정화			○
	4. 자연발효	○	○	
분뇨처리	1. 활성오니 정화			○
	2. 간이식 활성오니 정화	○	○	
	3. 톱밥 토양여과	○	○	
	4. 토양여과			○
	5. 3단(다단식)저장 간이정화	○	○	
	6. 액비화(단순저장, 폭기저장)	○	○	
	7. 하우스 증발건조			○
분뇨 동시 처리	1. 깔감 측사(돈사·우사)	○	○	
	2. 슬러리 액비화	○	○	
	3. 에스컬레이터 교반식 발효시설	○	○	
	4. 버켓 엘리베이터 교반식 발효시설	○	○	
	5. 토비화-에너지화 복합시스템			○
	6. 여과-Bioceramic 시스템			○