

기본연구 2008-18

충청남도 가축분뇨처리 시설의 운영실태 분석 및 관리방안

이상진 · 어성욱 · 이상득 · 송영호

발 간 사

물은 사람은 물론 생명체의 생존과 직결될 뿐만 아니라 여가활동과 제품생산 등을 위해서 매우 중요한 요소이다. 그러나 사람의 직·간접적인 활동과정에서 사용된 물이 적정하게 처리되지 않아 수질오염으로 이어져 결국 사람이 이용할 수 있는 물의 양이 점점 부족해지고 있고, 생활수준의 향상에 따라 보다 더 깨끗한 물에 대한 국민들의 욕구는 지속적으로 증대되고 있는 실정이다. 반면, 경제발전에 따른 소득 수준의 향상과 더불어 육류 소비량이 급속히 증가하게 되었고, 이에 따른 가축사육과정에서 발생하는 가축분뇨는 고농도 유기물질을 함유하고 있어 미처리 후 배출시 공공수역의 수질오염을 가속화시킬 수 있는 요인이 함께 증가하고 있다.

우리나라의 농·산촌지역에는 크고 작은 규모로 가축을 사육하고 있으며, 충청남도의 경우 다른 자치단체 보다 단위면적당 가축사육 두수가 많기 때문에 가축사육으로 인한 공공수역이 수질오염에 상당부분 노출되어 있고, 결국 가축분뇨의 적정관리 없이는 생활용수의 상수원보호와 공공수역 물환경관리 시책의 실효성을 기대하기가 매우 어렵다고 볼 수 있다.

이러한 여건을 고려하여 충청남도는 가축분뇨를 포함한 오염물질 배출원 그 자체가 아닌 하천에 실제적으로 유입하는 오염물질을 종합적으로 관리하여 이수 및 생태목적에 적합한 수질로 개선·유지함으로써 궁극적으로는 이용가능한 물자원을 다양하게 확보하고자 자치단체 중 최초로 물통합관리를 선언하고 계획수립의 과정과 실행단계에 이르렀다. 이러한 시기에 오염물질부하량이 매우 많은 가축분뇨의 관리체계를 재정립하기 위한 연구는 시기적으로나 내용적으로 매우 돋보이는 연구결과라 할 수 있다.

끝으로 본 연구를 수행하는 과정에서 많은 자문과 협조를 아끼지 않은 관계 전문가와 현황

조사에 노력해주신 관련 공무원에게 깊은 감사의 뜻을 표한다. 무엇보다도 여러 가지 어려운 여건에서도 가축분뇨 처리시설의 운영관리 실태를 분석하고 관리방안에 관한 연구에 최선을 다한 이상진 박사와 함께 연구한 연구진의 노고에 고마움을 전한다. 모쪼록 가축분뇨 관리 정책에 많은 도움이 있기를 희망하며, 후속연구에 유익한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

2008년 12월 31일

충남발전연구원장 김용웅

연구요약

1. 연구 배경 및 목적

최근 가축사육이 대규모화, 전업화 및 집단화 추세로 인한 가축분뇨의 관리가 중요한 사회적 이슈(issue)로 등장하고 있다. 선진 주요 국가는 가축분뇨를 농업에 활용하기 위하여 농지에 기반을 둔 축산을 유도하고, 환경용량 범위 안에서 살포하도록 하고 있다. 일부 국가는 가축분뇨 발생지에서 이동거리 제한을 두거나, 환경용량을 초과하여 고밀도로 진행되는 가축사육지역은 사육을 제한하기도 하며, 사육과정에서 발생하는 악취 등을 함께 규제하고 있다.

가축분뇨는 악취와 해충이 발생할 뿐만 아니라 수질오염물질배출량은 동일유량 대비 생활하수 보다 67배가 많은 것으로 추정할 만큼, 공공수역 수질개선에 있어서 매우 중요하게 관리해야 한다. 특히, 충청남도의 경우 다른 광역자치단체 보다 단위면적당 가축사육 두수가 많아 가축분뇨 처리시설의 설치 및 관리에 상당한 어려움 있고, 가축사육으로 인한 공공수역이 수질오염에 상당부분 노출되어 있다고 볼 수 있다.

2. 주요 연구내용

우리나라 및 충청남도에 대한 가축분뇨처리체계, 가축분뇨공공·공동처리시설, 개별처리시설의 설치 및 관리현황, 처리공법, 법률·제도적인 설치절차 및 관리기준 등의 각종 자료를 조사하였다. 또한, 충청남도 지역에 설치·운영하고 있는 처리시설의 운영실태를 파악하기 위하여 현지조사를 실시하고 통계분석을 하였으며, 연구 내용의 신뢰향상을 위하여 연구심의회 및 워크숍 등을 개최하였다. 조사대상은 2008년 1월 기준으로 충청남도 16개 시·군에 설치하

여 운영 중인 가축분뇨공공처리시설 및 공동처리시설과 시설중 규모가 비교적 큰 개별 축산시설 일부를 포함하였다.

현장조사 과정에서 가축질병우려로 축산시설의 출입을 제한하여 현장조사가 제대로 실시하지 않은 시설도 있었고, 일부 축산시설의 경우 기록에 의한 자료관리가 이루어지지 않기 때문에 정확한 통계의 한계성을 고려한 조사 및 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 충청남도 총 세대(774,490세대)의 약 3%가 한우(22,031세대), 젓소(1,350세대), 돼지(1,790세대), 닭(500세대, 3,000수 이상 사육) 등을 사육하고 있으며, 최근 5년간 사육현황으로 사육세대수는 감소하는 반면, 젓소를 제외한 대부분의 축종에서 가축사육 두수가 증가추세에 있다. 충청남도 내 가축사육규모는 한우 및 육우가 26.5만 마리, 젓소 7.7만 마리, 돼지 170만 마리, 닭 2,033만 마리 정도로 한·육우 및 돼지 사육두수는 홍성군이 가장 많고 젓소는 천안시에서 가장 많이 사육하고 있다.

둘째, 운영 중인 가축분뇨공공처리시설은 6개소로 시설용량이 1,130m³/일이며, 가축분뇨공동처리시설은 4개소로 시설용량이 777m³/일이다. 한편, 시설용량이 50m³/일 이상인 개별배출시설은 천안 3개소, 아산 2개소, 논산 4개소, 홍성 3개소로 총 12개소(시설용량 합계 : 1,835m³/일)이다.

셋째, 가축사육시설은 대부분 악취 및 해충 발생을 차단하기 위한 구조가 매우 취약하고 상당수가 노후 된 시설로써 축산시설 주변에 많은 민원이 끊임없이 발생하고 있는 현실이며, 돼지사육시설이 다른 축종보다 악취와 수질오염문제가 심각하게 대두되고 있다.

넷째, 가축분뇨공공처리시설 6개소는 수거한 가축뇨를 대상으로 정화처리 하여 공공수역으로 방류하고 있으며, 논산계룡축산업협동조합의 경우 가축분과 뇨를 분리하여 가축뇨는 호기성 소화 후 액비로 자원화하며, 가축분은 발효·부숙(腐熟)후 부산물비료규격에 적합하여 판매하고 있다. 그 외 공동처리시설 및 개별처리시설의 경우 가축뇨는 정화처리 후 방류하고 가축분은 퇴비로 자원화하고 있다.

여섯째, 정화시설 운영에 있어서 공공처리시설의 경우 방류수 농도기준을 만족하며, 일부 공동처리시설 및 개별처리시설의 경우 수질분석 상태, 시설 설치상태, 운영관리 인력, 운영관리 미숙 등을 고려한다면 상시적으로 방류수 농도기준을 만족하기가 어려울 것으로 판단된다.

일곱째, 가축분뇨처리 비용에 있어서 시설용량, 처리공법, 연계처리 여부, 방류수 수질기준에 따라 매우 큰 차이를 보이지만, 공공처리시설은 16,000원/m³~32,000원/m³, 공동처리시설의

경우 8,000원/㎥~10,000원/㎥, 개별처리시설은 3,000원/㎥~7,000원/㎥정도이다.

여덟째, 공동처리시설 및 개별처리시설 중심으로 정화시설 및 퇴비사 시설이 노후 되어 있고, 시설의 운영관리가 미숙하거나, 처리되지 않은 가축뇨를 배출하는 사례가 종종 발생하고 있는 실정이다.

3. 결론 및 정책 제언

가축분뇨관리의 일차적인 목표는 농지에 환원되어 곡물과 사료를 생산하는 자원순환체계를 유지하는 것이 가장 바람직하므로 농작물에 필요한 퇴·액비를 생산하는 것이고, 이차적인 목표는 잉여량의 가축분뇨를 바이오에너지로 활용하거나 정화처리 하여 환경오염문제를 일으키지 않도록 하는데 궁극적인 목표를 두어야 합당하다.

첫째, 충청남도지역은 한우 및 육우는 34.2마리/㎢로 전국에서 가장 많고, 젖소 8.8마리/㎢, 돼지 204.5/㎢마리로 각각 2번째에 해당하는 등 단위면적당 가축분뇨에 의한 오염발생부하의 밀도가 전국에서 가장 높아 공공수역의 수질오염 노출가능성이 높다.

둘째, 단위면적당 가축사육 두수가 많아 자원순환체계를 유지할 수 없거나 정화처리의 한계를 초과하여 환경오염문제를 일으키는 지역은 가축분뇨처리 정책에 앞서 우선적으로 단위면적당 적정한 사육두수를 고려한 정책이 선행되어야 하므로 지역단위별 양분총량제 기반으로 단위 면적당 사육두수를 제한하거나 관리할 필요가 있다.

셋째, 가축분뇨를 자원화하기 위한 단기적 목표는 화학비료를 대신하여 농작물에 필요한 영양물질이 함유하도록 퇴·액비의 질적 개선과 함께 경제적 이용가치를 높여야 한다. 따라서 축산농가의 자경농지에 활용 후 잉여량의 가축분뇨를 전량 수거 후 퇴·액비로 생산하여 가축을 사육하지 않는 농업인의 농지에 퇴·액비가 유통될 수 있도록 읍·면단위 자원화센터의 설치·운영이 필요하다.

넷째, 가축분뇨를 자원화센터에 위탁하지 않거나 퇴·액비를 시용할 수 있는 자경농지를 확보하지 못한 경우에는 가축사육을 제한함이 타당하다. 그러나 가축분뇨 발생량이 많은 허가대상시설은 가축분뇨자원화를 의무화하되, 자원화를 할 수 없는 경우 가축뇨에 한하여 정화처리를 허용함이 바람직하다.

차 례

제1장 연구의 개요	1
제1절 연구 배경 및 목적	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 목적	3
제2절 연구 범위와 방법	4
1. 연구 범위	4
2. 연구 방법	5
3. 용어 정의	8
제2장 국·내외 가축분뇨 처리동향	10
제1절 우리나라 현황	10
1. 가축사육 현황	10
2. 가축분뇨의 관리	13
제2절 해외사례	22
1. 주요 국가별 가축분뇨관리 현황	22
2. 가축분뇨관리의 시사점	27
제3장 충청남도 가축사육현황 및 처리시설의 운영실태	30
제1절 가축사육 현황	30
1. 사육두수 및 발생부하량	30
2. 가축사육 제한지역	33
제2절 가축분뇨처리시설의 운영실태	36
1. 조사 및 분석방법	36
2. 운영관리실태	37
3. 처리시설 설치 및 운영관리문제 사례	50
제4장 가축분뇨의 관리방안	54

제1절 가축분뇨 특성 및 처리기술	54
1. 가축분뇨 발생특성	54
2. 가축분뇨 처리기술	57
제2절 처리시설의 설치 및 관리방안	77
1. 시설설치 기본방향	77
2. 시설설치 기준	79
3. 처리시설 설치·운영의 제도개선 방안	85
 제5장 결론 및 제언	 88
1. 요약 및 결론	88
2. 정책제언	89
3. 연구의 한계	91
 < 참고문헌 >	 92
< 부 록 >	95

표 차례

<표 2-1> 시·도별 가축사육 두수 및 발생부하량	10
<표 2-2> 시·도별 단위면적당 가축사육 두수 및 발생부하량	12
<표 2-3> 가축분뇨 발생량 추정	15
<표 2-4> 가축분뇨 연간처리현황	15
<표 2-5> 시·도별 허가대상 가축분뇨 처리현황	16
<표 2-6> 시·도별 신고대상 가축분뇨 처리현황	17
<표 2-7> 전국 운영 중인 가축분뇨공공처리시설	18
<표 2-8> 전국 설치중인 가축분뇨공공처리시설 현황	20
<표 2-9> 가축분뇨공동자원화시설 지원대상	21
<표 2-10> 우리나라와 외국의 가축분뇨 관리제도 비교	29
<표 3-1> 충남 시·군도별 가축사육 두수 및 발생부하량	30
<표 3-2> 충남 시·군별 단위면적당 가축사육 두수 및 발생부하량	32
<표 3-3> 충남 가축사육제한 지역 지정현황	34
<표 3-4> 대상시설 조사항목	36
<표 3-5> 조사대상 시설용량 및 처리공법	39
<표 3-6> 가축분뇨처리시설 운영관리 위탁현황	42
<표 4-1> 가축분뇨의 배출량 및 세정수 발생량	55
<표 4-2> 축종별 가축분뇨의 오염물질 농도	56
<표 4-3> 축종별 가축분뇨의 비료성분	56
<표 4-4> 가축분뇨의 자원화에 따른 제약요인	59
<표 4-5> 전국 가축분뇨공공처리시설 공법현황	68
<표 4-6> 가축분뇨배출시설의 허가대상 및 신고대상 구분기준	78
<표 4-7> 액비의 살포에 필요한 초지 또는 농경지의 면적	81
<표 4-8> 정화시설 방류수수질기준	81

그림차례

[그림 1-1] 연구의 흐름도	7
[그림 2-1] 시·도별 가축분뇨 발생부하량	11
[그림 2-2] 가축분뇨의 단위면적당 발생부하량	13
[그림 2-3] 우리나라 가축분뇨 관리체계도	14
[그림 2-4] 일본의 가축분뇨 처리체계	25
[그림 3-1] 충남 시·군별 가축분뇨 발생부하량	31
[그림 3-2] 충남 시·군별 가축분뇨의 단위면적당 발생부하량	33
[그림 3-3] 돼지사육시설 내·외부 전경	38
[그림 3-4] 가축분뇨처리시설 위치도	41
[그림 3-5] 가축분뇨 고액분리	42
[그림 3-6] 퇴비사 전경	44
[그림 3-7] 가축분 건조 및 부산물비료 포장	45
[그림 3-8] 가축분뇨공공처리시설 전경	47
[그림 3-9] 정화처리시설 전경	48
[그림 3-10] 노후화된 처리시설	50
[그림 3-11] 가축분뇨 관리소홀 사례	51
[그림 3-12] 부실한 침전지 관리	52
[그림 3-13] 가변식 이송관설치	53
[그림 4-1] 가축분뇨의 물리적 특성	58
[그림 4-2] 가축분뇨 자원화 시스템 기본공정도	59
[그림 4-3] 고온숙성액비화공정 개요	61
[그림 4-4] 액비살포 전경	62
[그림 4-5] 부산물비료생산 전경	65
[그림 4-6] 연료전지 공정의 원리	67
[그림 4-7] 가축분뇨 재활용 및 처리개념도	78
[그림 4-8] 가축분뇨공공처리시설 설치절차	84

제1장 연구의 개요

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

우리나라 환경기준은 대기, 소음, 수질 및 수생태계(하천, 호소, 지하수, 해역)분야로 나누어 설정하고 있다. 환경기준은 환경보전을 위하여 요구되는 수준을 수치적으로 표현한 것으로 그 자체가 규제기준은 아니며, 법적 구속력을 갖지 않는 환경정책과 환경행정의 목표이다. 정부는 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 환경여건의 변화에 따라 그 적정성이 유지되도록 환경기준을 설정하여야 하며, 광역시·도는 지역 환경의 특수성을 고려하여 조례로 확대·강화된 별도의 지역 환경기준을 설정할 수 있다. 이중 공공수역에 설정된 수질 환경기준의 유지·달성을 어렵게 하는 요인으로서는 사람의 생활과정에서 필연적으로 발생하는 생활하수가 가장 큰 요인으로 꼽히고 있으며, 간접적으로는 사람의 삶을 영위하기 위한 축산·농업·어업 활동 발생하는 가축분뇨 및 오·폐수와 일상생활에 필요한 제품을 생산하는 과정에서 발생하는 산업폐수 등이다.

경제발전에 따른 소득 수준의 향상과 더불어 육류 소비량이 급속히 증가되었고, 이러한 축산 제품의 수요를 충족시키기 위하여 정부는 축산장려 정책을 추진하여 가축의 사육두수가 급증하게 되었다. 가축사육은 농·축산가의 소득을 향상시킬 수 있는 반면, 가축사육과정에서 악취, 해충 번식, 동물소리(소음)등 생활환경적 피해를 유발할 수 있는 역기능이 공존하고 있다. 특히, 가축사육과정에서 발생하는 가축분뇨는 고농도 유기물질을 함유하고 있어 미처리 상태로 배출하면 지표수 및 지하수 오염, 토양오염을 가속시키고, 뿐만 아니라 질소와 인의

함유농도가 매우 높기 때문에 정체수역인 호소 및 연안지역의 부영양화를 초래할 수 있다.

우리나라는 1990년대 이후 축산시설에서 발생하는 가축분뇨로 인한 공공수역의 수질오염 문제가 대두되면서 가축분뇨를 효율적으로 관리하기 위해 가축분뇨공공처리시설 설치 및 퇴비화사업 등을 꾸준히 추진하여 왔다. 그러나 가축분뇨로 인한 악취와 수질오염 문제가 상존하고 있으며, 최근에는 가축사육이 대규모화, 전업화 및 집단화 추세로 인한 가축분뇨의 관리가 중요한 이슈(issue)로 등장하고 있다. 가축분뇨는 생활하수·산업폐수 등에 비하여 발생량은 적지만 수질오염물질(유기물, T-N, T-P 등) 농도가 매우 높다. 환경부 발표 자료(가축분뇨공공처리시설 성능평가 및 운영기술지원, 2007)에 따르면 가축분뇨 배출량이 전체 하·폐수 대비 0.6%정도에 불과하지만 공공수역에 배출시 미치는 오염물질 발생부하는 25.8%로 동일 유량 대비 '생활하수 보다 67배(BOD 발생부하량 기준)가 많은 것으로 추정'할 만큼, 공공수역 수질개선에 있어서 매우 중요하게 관리해야 한다.

우리나라 농·산촌지역에서 대부분 가축을 사육하고 있으며, 크고 작은 축산시설이 전국에 다양하게 산재되어 있다. 가축분뇨는 돼지사육으로 인한 돈(豚)분뇨가 주종을 이루며 사육시설의 형태, 사육습성, 개별 처리시설, 수거 및 이송방법 등에 따라 각 지역마다 배출 특성이 매우 다르다. 법규대상 미만의 소규모 가축분뇨를 관리하기 위하여 전국에 가축분뇨공공처리시설 52개소가 현재(2007년 7월) 운영 중이나, 시설용량 대비 낮은 가동률을 보이고 있으며, 공공하수처리시설에 연계 처리하는 시설을 제외하면 가동률은 더욱 낮은 실정이다. 가축분뇨 공공처리시설의 운영관리에 있어서 고액분리하지 않은 고농도의 돈분뇨 배출에 대한 이해 부족과 발생량 변화에 따른 대처 능력부족, 부적절한 설계 및 전문기술인력의 부족 등으로 공공처리시설의 일부는 방류수 농도기준을 초과하고 있는 실정이다. 또한, 방류수 농도기준을 달성하기 위한 무분별한 부가시설 및 과잉시설의 설치로 공정이 복잡해지고 처리비용이 상승하게 되는 결과를 초래하고 있다. 공동자원화 시설의 경우 가축분뇨를 가장 경제적으로 처리할 수 있으며 친환경농업과 연계될 경우 재활용 효과를 기대할 수 있으나 현실적으로는 지역별 환경용량을 고려하여야 하며 무분별하게 시비(施肥)할 경우 환경오염을 가중시키는 원인이 될 수 있다.

특히, 충청남도의 경우 다른 광역자치단체 보다 단위면적당 가축사육 두수가 비교적 많아 가축분뇨 처리시설의 설치 및 관리에 상당한 어려움 있고, 가축사육으로 인한 공공수역이 수질오염에 상당부분 노출되어 있다고 볼 수 있다. 결국, 가축분뇨의 적정관리 없이는 생활용수 확보를 위한 상수원의 보호와 공공수역 관리시책의 실효성을 기대하기가 매우 어렵게 된다.

2. 연구 목적

가축분뇨의 관리정책에 있어서 앞으로도 정화처리 위주의 가축분뇨공공처리시설과 자원화하기 위한 공동자원화 시설은 지속적으로 증가할 전망이다. 환경부 발표 자료에 따르면 2012년까지 소규모(신고대상 미만) 축산농가의 가축분뇨 처리를 위해 현재 추진 중에 있는 31개 시설을 조기에 완공하고, 공공처리시설 미설치지역에 16개 시설을 새로이 추진하는 등 약 4,000억 원을 투자하여 공공처리시설과 공동자원화시설 86개소를 신설하는 등으로 중규모 이하 농가(돼지 2,000두 이하)의 60%정도에 해당하는 가축분뇨를 처리할 계획이다. 한편, 농림수산식품부에서는 2012년 가축분뇨 해양배출 금지 및 자연 순환농업 활성화 대책의 일환으로 추진하고 있는 '가축분뇨 공동자원화사업'의 2008년 사업대상 15개소를 확정·발표하고, 2011년까지 70개소의 공동자원화시설을 설치하여 일일평균 7,000m³이상을 처리할 계획이다.

이와 같이 가축분뇨관리의 급격한 패러다임(paradigm)에서 본 연구과정을 통하여 충남지역의 가축분뇨 공공 및 공동처리시설, 개별배출시설의 운영관리 실태를 조사·분석하여 기존시설 및 향후에 설치될 가축분뇨처리시설에 대한 관리방향 설정과 유역관리 차원의 가축분뇨 관리시책을 마련토록 하는데 그 목적이 있다.

제2절 연구 범위와 방법

1. 연구 범위

가. 시·공간적 범위

2008년 1월 기준으로 충청남도 16개 시·군에 설치하여 운영 중인 가축분뇨 공공처리시설 및 공동처리시설을 대상으로 하였다. 또한, 허가대상 시설중 규모가 비교적 큰 개별 축산시설 일부를 포함하였다. 예비조사 및 본 조사를 거쳐 최종적으로 확정된 대상시설은 가축분뇨공공처리시설 6개소와 가축분뇨공동처리시설 4개소, 그리고 개별 배출시설이 12개소이다.

나. 내용적 범위

연구내용으로는 가축분뇨의 관리체계, 가축의 사육현황, 가축분뇨처리시설의 설치 및 관리 기준을 살펴보고자 한다. 또한, 충청남도 지역의 가축분뇨공공처리시설, 공동처리시설, 개별배출시설에 대한 설치 및 운영현황을 조사한 후 실태를 분석하고, 분석결과를 토대로 가축분뇨 공공처리시설과 공동처리시설 및 중·대규모의 가축분뇨 배출시설에 대한 효율적인 설치방안과 관리방안을 제시하려는 것이다.

본 연구에서 다루어지는 주요 내용은 다음과 같다.

- ① 국·내외 가축분뇨 관리체계
- ② 우리나라 및 충청남도 가축사육 현황
- ③ 충남 가축분뇨 공공 및 공동, 개별처리시설 운영 현황
- ④ 충남 가축분뇨 공공 및 공동처리시설 추진 현황
- ⑤ 시설 설치 및 운영현황 분석
- ⑥ 가축분뇨 처리시설 설치 및 관리방안

2. 연구 방법

가축사육현황과 처리시설의 관리방안 마련을 위하여 자료조사, 현지조사와 통계분석을 실시하였으며, 연구 내용의 신뢰향상을 위하여 연구심의회 및 워크숍 등을 개최하였다.

우리나라 및 충청남도에 대한 가축분뇨처리체계, 가축분뇨공공·공동처리시설, 개별처리시설의 설치 및 관리현황, 처리공법, 법률·제도적인 설치절차 및 관리기준 등을 살펴보기 위하여 정부 등에서 출간된 통계, 물환경 관련문헌, 가축분뇨관리와 관련된 법률 및 지침, 그리고 Internet Web Site를 통하여 각종 자료를 조사하였다. 또한, 충청남도 지역에 설치 및 운영하고 있는 가축분뇨공공처리시설, 가축분뇨공동처리시설, 개별 배출시설의 실태를 파악하기 위하여 조사표 양식에 따라 2008년 1월말 현황을 기준으로 현지조사를 실시하였다. 이러한 조사 분석결과와 가축분뇨처리시설과 관련된 문헌 및 연구자료 분석, 그리고 국·내외 물환경 관리 시책의 사례분석을 병행하여 효율적인 가축분뇨처리시설의 설치 및 관리방안을 제시하였다.

가. 자료조사

- 우리나라 가축분뇨의 관리체계에 대한 법률 및 지침검토
- 가축분뇨 공공 및 공동처리시설의 처리체계, 사업목표 및 재원, 시설의 설치 및 관리현황, 처리공법, 법률·제도적인 설치절차 및 관리기준
- 정부(환경부, 농림수산식품부) 및 충청남도에서 출간된 가축분뇨 관리시설 관련 통계, 물환경 관련문헌

나. 현황조사

- 충청남도 지역에 설치 및 운영하고 있는 가축분뇨 공공 및 공동처리시설의 전수조사, 시설용량 50m³/일 이상의 개별배출시설 실태를 파악하기 위하여 현황 조사표를 미리 작성
- 해당 시·군의 업무담당자가 설계서 등 각종 문헌자료 및 운영결과 자료 등을 기초로 하여 조사표 내용을 작성

다. 현지조사

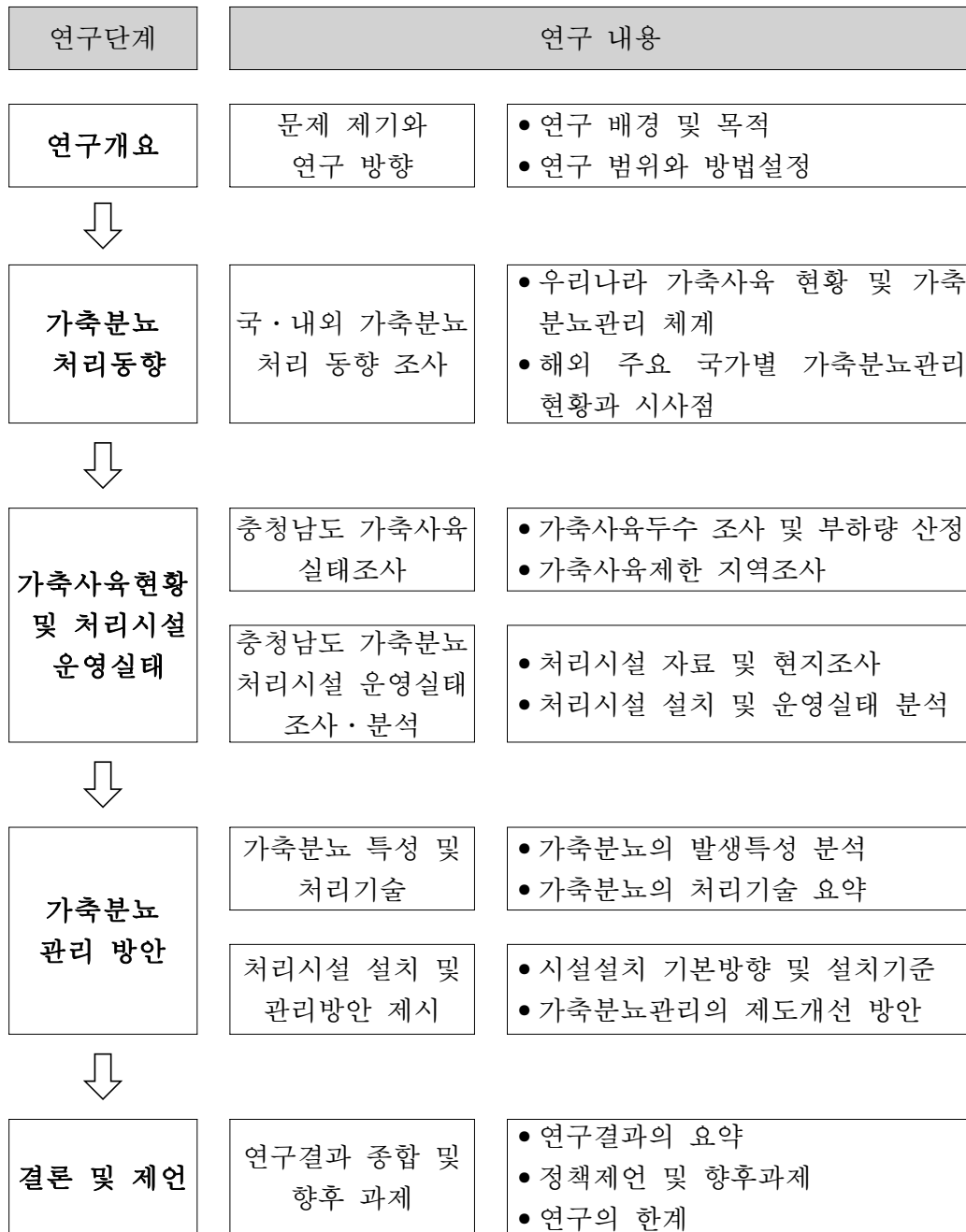
- 시·군의 업무담당자가 조사한 결과를 기초로 연구자가 추가적으로 현지조사 실시
- 주요 시설전경 및 운영현황에 대한 사진촬영

라. 통계분석 및 관리방안 마련

- 조사결과 오류 등을 확인 후 엑셀프로그램을 이용한 코딩
- 가축분뇨 공공 및 공동처리시설 현황을 토대로 설치현황, 처리공법, 설치사업비, 운영관리비, 방류수 수질농도현황 등을 통계적으로 분석
- 조사 및 분석결과를 바탕으로 가축분뇨 공공·공동처리시설 설치 및 운영현황을 비교 분석
- 기타 연구내용과 관련된 문헌·자료의 검토, 그리고 국·내외 물환경 관리정책의 Benchmarking을 병행하여 효율적인 시설의 설치 및 관리방안 제시

마. 연구심의회 및 워크숍 개최

- 추진단계 : 과제선정, 착수 연구심의회, 중간워크숍, 중간 연구심의회, 최종워크숍, 최종 연구심의회
- 참석대상 : 연구진, 전문가, 담당공무원, ENG업체, 축산관련 업체 등
- 토론 및 자문내용을 토대로 연구내용 보완·수정



[그림 1-1] 연구의 흐름도

3. 용어 정의

본 연구에서는 독자의 이해를 돕기 위하여 환경관련 법률 등에서 사용되고 있는 용어를 기초로 다음과 같이 정의하여 기술하고자 한다.

- ‘공공수역’이라 함은 공공을 위해 사용하는 수역을 말하며, 하천·호소·항만·연안해역과 이에 접속하여 공공용에 사용되는 지하수로, 농업용수로, 하수관거, 운하 등을 말한다.
- ‘생활하수(오수)’라 함은 농작물의 경작으로 인한 것을 제외하고, 사람의 생활이나 경제 활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물을 말한다.
- ‘가축’이라 함은 소·돼지·말·닭·젓소·오리·양·사슴 및 개를 말한다.
- ‘가축분뇨’라 함은 가축이 배설하는 분(糞)·뇨(尿) 및 가축사육과정에서 사용된 청소수 등이 분·뇨에 섞인 것을 말한다.
- ‘배출시설’이라 함은 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장·착유실·먹이방·분만실을 말한다.
- ‘처리시설’이라 함은 가축분뇨를 자원화하거나 정화하는 시설을 말한다.
- ‘자원화시설’이라 함은 배출시설에서 배출되는 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 바이오에너지 등으로 만드는 시설을 말한다.
- ‘퇴비’라 함은 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림수산식품부령이 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.
- ‘액비’라 함은 가축분뇨를 액체상으로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림수산식품부령이 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.
- ‘정화시설’이라 함은 가축분뇨를 침전·분해 등 호기성 생물학적 방법, 임의성 또는 혐기성 생물학적 방법, 물리·화학적 방법 또는 이를 조합한 방법으로 처리하는 시설을 말한다.
- ‘가축분뇨공공처리시설’이라 함은 지방자치단체의 장이 가축분뇨를 처리하기 위하여 설치하는 처리시설을 말한다.
- ‘가축분뇨공동처리시설’이라 함은 지방자치단체 장이 설치하는 이외의 시설로서 가축분뇨 배출시설 설치자 등이 공동으로 설치하는 처리시설을 말한다.

- ‘개별처리시설’이라 함은 가축분뇨공공처리시설 및 가축분뇨공공처리시설 이외의 시설로서 배출시설 설치자가 가축분뇨를 처리하기 위하여 단독으로 설치하는 처리시설을 말한다.
- ‘공공하수처리시설’이라 함은 하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 일정지역 안에서 발생하는 하수 및 오수를 공동으로 처리하기 위하여 설치 또는 관리하는 처리시설과 그 부대시설을 말한다.
- ‘발생부하량’함은 오염물질이 분해 및 처리되기 전 상태의 오염물질 양을 말한다.
- ‘배출부하량’이라 함은 발생부하량이 분해 및 처리과정을 거쳐 삭감된 후 또는 처리과정을 거치지 아니하고 공공수역으로 배출되는 오염물질의 양을 말한다.

제2장 국·내외 가축분뇨 처리동향

제1절 우리나라 현황

1. 가축사육 현황

가축 사육두수가 비교적 많은 축종인 한우·육우, 젓소, 돼지, 닭에 대한 ‘농림수산식품부’에서 발행한 통계로 살펴본 시·도별 사육현황은 다음 표와 같다. <표 2-1>에 나타난 바와 같이 전국적인 사육규모는 한우 및 육우가 220만 마리, 젓소 45만 마리, 돼지 960만 마리 그리고 닭이 11,936만 마리 정도로 한·육우의 사육 두수는 경상북도가 가장 많고 젓소, 돼지, 닭은 경기도지역에서 가장 많이 사육하고 있다.

〈표 2-1〉 시·도별 가축사육 두수 및 발생부하량

(2007년 12월 기준)

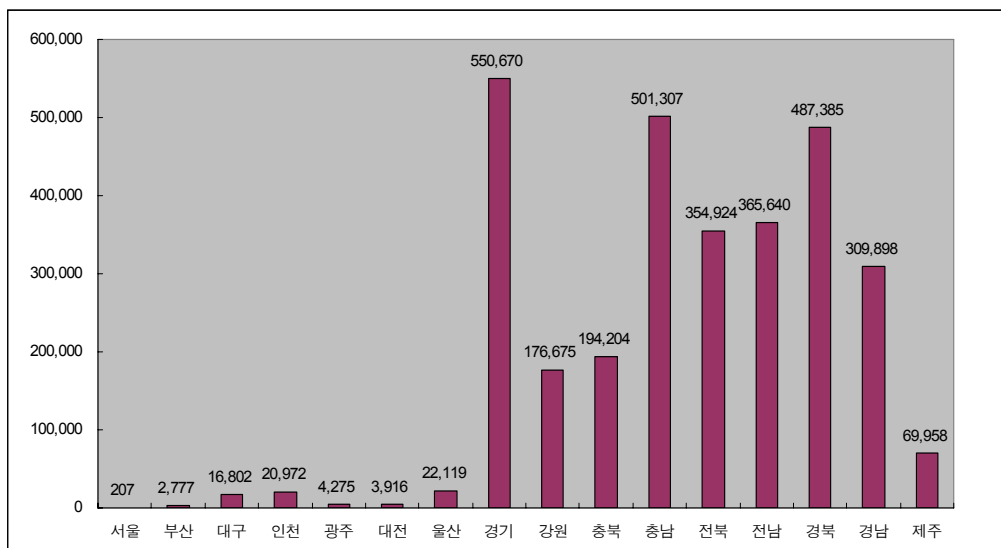
구 분	사육두수(마리)				발생부하량(kg/일)				
	한·육우	젓소	돼지	닭	합 계	한·육우	젓소	돼지	닭
전 국	2,200,573	453,403	9,605,831	119,365,107	3,081,729	1,161,903	252,092	1,047,036	620,699
서울특별시	284	102	0	0	207	150	57	0	0
부산광역시	1,516	735	10,926	72,500	2,777	800	409	1,191	377
대구광역시	17,869	3,121	30,234	449,400	16,802	9,435	1,735	3,296	2,337
인천광역시	16,334	3,714	59,038	739,980	20,972	8,624	2,065	6,435	3,848
광주광역시	4,630	693	7,770	115,000	4,275	2,445	385	847	598
대전광역시	6,128	23	3,140	62,500	3,916	3,236	13	342	325

울산광역시	24,949	1,097	54,341	463,913	22,119	13,173	610	5,923	2,412
경 기 도	195,647	180,974	1,873,973	27,400,708	550,670	103,302	100,622	204,263	142,484
강 원 도	176,077	18,341	462,050	4,451,009	176,675	92,969	10,198	50,363	23,145
충 청 북 도	159,935	23,218	549,533	7,105,825	194,204	84,446	12,909	59,899	36,950
충 청 남 도	294,268	76,031	1,758,754	21,530,056	501,307	155,374	42,273	191,704	111,956
전 라 북 도	233,921	36,075	1,118,242	17,205,228	354,924	123,510	20,058	121,888	89,467
전 라 남 도	339,595	33,142	908,076	13,255,048	365,640	179,306	18,427	98,980	68,926
경 상 북 도	458,559	41,530	1,166,770	18,268,702	487,385	242,119	23,091	127,178	94,997
경 상 남 도	245,164	29,700	1,166,213	7,081,038	309,898	129,447	16,513	127,117	36,821
제주특별자치도	25,697	4,907	436,771	1,164,200	69,958	13,568	2,728	47,608	6,054

자료 : 농림수산식품부, 홈페이지(<http://www.maf.go.kr/index.jsp>), 2008.3검색

위 표에서 제시한 축종에 대하여 가축분뇨 발생부하량을 산출하였다. 발생부하량은 ‘수계오염총량관리기술지침’(국립환경과학원, 2004)에서 제시한 BOD발생부하량 단위인 한우 및 육우 528g/마리·일, 젖소 556g/마리·일, 돼지 109g/마리·일, 그리고 닭 5.3g/마리·일을 적용하였다. 발생부하량 산출결과 경기도가 550,670 BODkg/일로 가장 많고 다음으로 충청남도, 경상북도, 전라남도 등의 순이다.

단위 : (BODkg/일)



[그림 2-1] 시·도별 가축분뇨 발생부하량

그러나 이와는 달리 시·도별 단위면적당(km²) 축종별 사육 두수를 비교한 결과 한우 및 육우는 충청남도가 34.2마리/km²로 가장 많고, 다음으로 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도 등의 순이다. 젓소의 단위면적당 사육 두수는 경기도가 17.8마리/km²로 가장 많고, 다음으로 충청남도, 전라북도, 인천광역시, 대구광역시 순이다. 돼지는 제주특별자치도가 236.3마리/km²로 가장 많고, 충청남도, 경기도, 전라북도, 경상남도 등의 순이며, 닭은 경기도, 충청남도 등의 순이다.

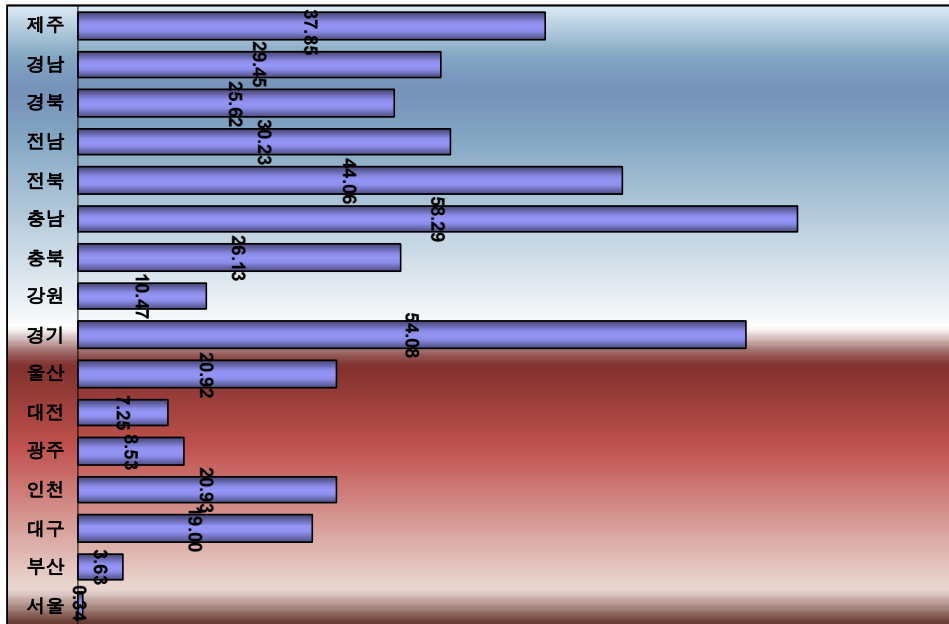
〈표 2-2〉 시·도별 단위면적당 가축사육 두수 및 발생부하량

구 분	사육 두수(마리/km ²)				발생부하량(BODkg/km ²)				
	한·육우	젓소	돼지	닭	합계	한·육우	젓소	돼지	닭
전 국	22.01	4.53	96.07	1,193.76	30.82	11.62	2.52	10.47	6.21
서울특별시	0.47	0.17	0.00	0.00	0.34	0.25	0.09	0.00	0.00
부산광역시	1.98	0.96	14.28	94.76	3.63	1.05	0.53	1.56	0.49
대구광역시	20.21	3.53	34.19	508.18	19.00	10.67	1.96	3.73	2.64
인천광역시	16.30	3.71	58.92	738.46	20.93	8.61	2.06	6.42	3.84
광주광역시	9.24	1.38	15.50	229.40	8.53	4.88	0.77	1.69	1.19
대전광역시	11.35	0.04	5.82	115.79	7.25	5.99	0.02	0.63	0.60
울산광역시	23.60	1.04	51.41	438.85	20.92	12.46	0.58	5.60	2.28
경 기 도	19.21	17.77	184.02	2,690.74	54.08	10.14	9.88	20.06	13.99
강 원 도	10.43	1.09	27.38	263.78	10.47	5.51	0.60	2.98	1.37
충 청 북도	21.52	3.12	73.94	956.06	26.13	11.36	1.74	8.06	4.97
충 청 남도	34.22	8.84	204.51	2,503.54	58.29	18.07	4.92	22.29	13.02
전 라 북도	29.04	4.48	138.83	2,136.01	44.06	15.33	2.49	15.13	11.11
전 라 남도	28.08	2.74	75.08	1,095.91	30.23	14.82	1.52	8.18	5.70
경 상 북도	24.10	2.18	61.32	960.19	25.62	12.73	1.21	6.68	4.99
경 상 남도	23.30	2.82	110.84	673.00	29.45	12.30	1.57	12.08	3.50
제주특별자치도	13.90	2.65	236.29	629.83	37.85	7.34	1.48	25.76	3.28

한편, 단위면적당 가축분뇨 발생부하량은 충청남도가 58.29 BODkg/km²·일로 가장 많고, 다음으로 경기도, 전라북도, 제주특별자치도 등의 순이며, 서울특별시가 0.34 BODkg/km²·일로 가장

적다. 이러한 결과는 서해유역에 위치한 충청남도, 경기도, 전라북도, 전라남도 등이 비교적 높다는 점을 주목할 필요가 있다. 특히, 충청남도 지역이 단위면적당 가축에 의한 오염발생부하량이 가장 높아 가축사육으로 인한 공공수역의 수질오염 노출가능성이 비교적 높다고 볼 수 있다.

단위 : (BODkg/일)



[그림 2-2] 가축분뇨의 단위면적당 발생부하량

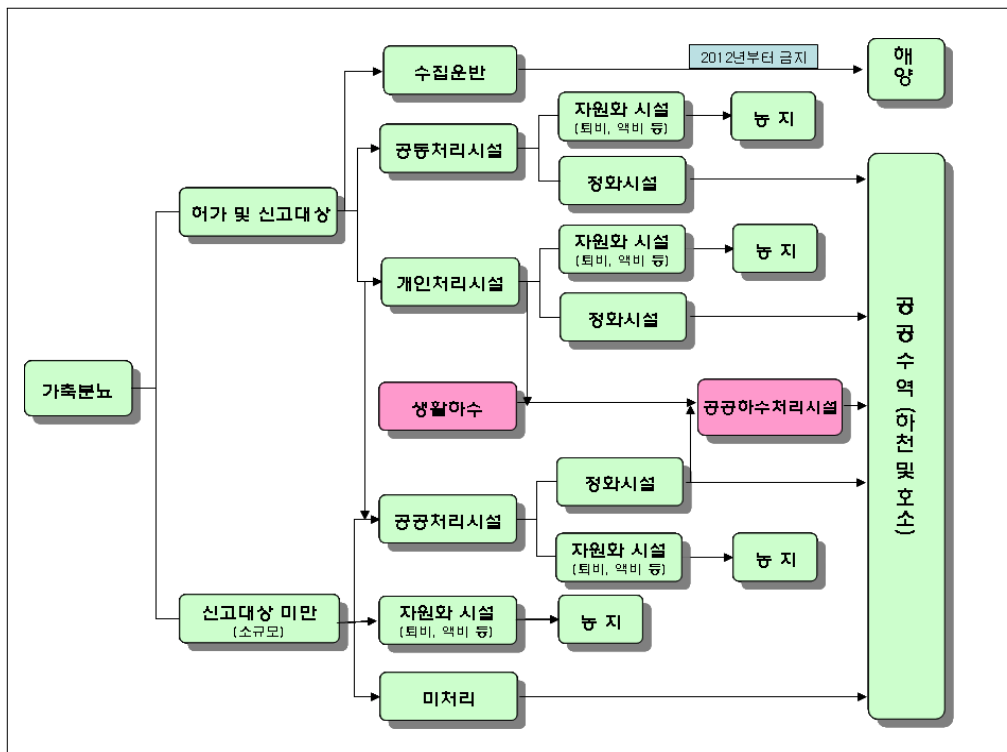
2. 가축분뇨의 관리

가. 가축분뇨 관리체계

가축분뇨로 인한 수질오염을 효과적으로 방지하기 위해서 「수질환경보전법」과 「폐기물관리법」에서 규정하고 있던 가축분뇨와 관련된 조항을 분리·보완하여 1991년 3월 8일에 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률」을 제정·공포하고, 그 이후 시행과정에서 나타난 미비점을 보완하기 위하여 3차('93. 12. 27, '97. 3. 7, '99. 2. 8)에 거쳐 법률을 개정·공포하여 시행하였다. 최근에는 친환경 축산기반의 조성과 수질오염방지를 동시에 추구하기 위하여 지

금까지 정화처리 위주의 공공처리시설을 퇴·액비 자원화시설을 우선적으로 설치토록 전환하고, 축산농가, 경종농가, 양돈협회, 농협 등이 참여하는 '지역단위 퇴·액비 유통센터'를 활성화하여 자원화를 촉진하고자 환경부와 농림수산물부는 2006년 9월 27일에 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」을 제정·공포(법률 제8010호) 2007년 10월 1부터 시행하고 있다.

법률에서 국가는 가축분뇨의 처리를 위하여 기술을 연구·개발·지원하고, 필요한 기술적·재정적 지원을 하도록 규정하고 있고, 시·도지사는 관할구역 안의 가축분뇨 관리 기본계획을 10년 마다 수립하여 환경부장관의 승인을 받아야 함은 물론 필요한 경우 기초자치단체를 기술·재정적으로 지원토록하고 있다. 한편, 기초 자치단체 장은 관할구역 안의 가축분뇨 발생현황을 파악하고 공공처리시설을 설치하는 등 가축분뇨로 인한 수질오염의 방지 및 가축분뇨의 자원화에 노력하여야 하며, 기본계획을 바탕으로 관할구역 안의 가축분뇨의 관리에 관한 세부계획을 수립하여 시·도지사에게 제출하여야 한다.



[그림 2-3] 우리나라 가축분뇨 관리체계도

나. 가축분뇨 발생 및 처리현황

농촌진흥청 발표자료(가축분뇨 자원화기술 연구성과, 2007)에 따르면, 가축사육두수 증가에 따라 가축분뇨가 증가추세에 있으며, '06년 말 기준 연간 총 43,915천 톤의 발생량 중에서 소·말이 42.3%, 돼지가 42.1%, 닭·오리 12.7%, 그 외 나머지 가축이 2.9%를 차지하는 것으로 밝히고 있다.

〈표 2-3〉 가축분뇨 발생량 추정

축 종	사육두수(천두)	1일 발생량(톤)	연간 발생량(천톤)
소·말	2,594	50,945	18,595(42.3%)
돼지	9,382	50,551	18,451(42.1%)
닭·오리	127,569	15,309	5,588(12.7%)
기타가축	13,941	3,510	1,281(2.9%)
계	-	120,315	43,915(100%)

가축분뇨의 처리방법에 따라 자원화(퇴비, 액비, 바이오에너지 등), 정화처리, 해양배출 등으로 나누어지고, 처리주체에 따라 개별처리, 공동처리, 공공처리로 구분할 수 있다. 발생한 가축분뇨는 대부분 퇴비 및 액비로 자원화(연간 36,553천톤, 83.3%)하고 있으며, 개별정화시설에 의한 처리 3.4%, 자원화 및 정화시설에 의한 공공처리가 6.4%정도이다. 2012년부터 전면 금지되는 해양배출은 가축분뇨 발생량의 약 5.9%이며, 돼지분뇨의 경우 발생량의 14%를 해양배출에 의존하고 있어 이에 대한 대책이 필요하다.

〈표 2-4〉 가축분뇨 연간처리현황

연간발생량 (천톤)	자원화		정화방류	공공처리	해양배출	기타
	퇴비	액비				
43,915 (100%)	35,253 (80.3%)	1,300 (3.0%)	1,472 (3.4%)	2,819 (6.4%)	2,607 (5.9%)	464 (1.1%)

① 개별 및 위탁처리

전국 가축분뇨 처리시설의 통계는 환경부에서 담당하고 있으나, 가장 최근 자료는 2004년에 발간한 통계로 2003년 말 기준 현황이다. 통계자료에 의하면 허가대상규모의 축산시설은 총 10,600시설이며, 경기도가 2,065시설로 가장 많고, 다음으로 경상남도, 충청남도, 경상북도, 전라북도, 전라남도 등의 순이다. 총 시설 중 92%에 해당하는 9,771시설은 처리시설을 설치하였고, 8%에 해당하는 829시설은 위탁처리하고 있다. 시·도별 세부 현황은 다음 표와 같다.

〈표 2-5〉 시·도별 허가대상 가축분뇨 처리현황

구 분	허가대상	처리시설 설치				위탁처리		
		계	정화처리	퇴비화	액비화	공공처리 시설유입	재활용 신고자	해양 배출
계	10,600	9,771	515	8,476	780	418	172	239
서울특별시	1	1	0	1	0	0	0	0
부산광역시	4	4	0	4	0	0	0	0
대구광역시	44	44	4	35	5	0	0	0
인천광역시	52	42	8	28	6	0	0	10
광주광역시	14	12	0	12	0	1	1	0
대전광역시	3	3	0	3	0	0	0	0
울산광역시	71	67	1	56	10	0	1	3
경 기 도	2,065	1,868	145	1,646	77	118	65	14
강 원 도	708	671	41	502	128	31	2	4
충 청 북 도	729	709	15	656	38	18	0	2
충 청 남 도	1,385	1,301	226	999	76	5	44	35
전 라 북 도	1,180	1,018	4	965	49	78	37	47
전 라 남 도	1,092	991	13	912	66	38	6	57
경 상 북 도	1,320	1,298	22	1,223	53	6	10	6
경 상 남 도	1,516	1,327	34	1,255	38	123	5	61
제주특별자치도	416	415	2	179	234	0	1	0

자료 : 환경부, 축산폐수처리통계, 2004.

한편, 신고대상규모는 총 42,678시설로 경기도가 8,515시설로 가장 많고, 다음으로 경상북도, 충청남도, 전라남도, 전라북도, 경상남도 등의 순이다. 총 시설 중 93%에 해당하는 39,484시설

은 처리시설을 설치하여 운영 중이고, 7%에 해당하는 3,120시설은 위탁처리하고 있으며, 74시설은 처리시설을 설치하지 않았다. 시·도별 세부 현황은 다음 표와 같다.

〈표 2-6〉 시·도별 신고대상 가축분뇨 처리현황

구 분	신고대상	시설설치				위탁처리			미설치
		계	정화처리	퇴비화	액비화	공공처리 시설유입	재활용 신고자	해양 배출	
계	42,678	39,484	1,076	35,841	2,567	2,026	879	215	74
서울특별시	10	10	1	9	0	0	0	0	0
부산광역시	88	83	5	75	3	0	0	0	5
대구광역시	389	388	12	327	49	0	0	1	0
인천광역시	322	270	17	228	25	0	0	38	14
광주광역시	100	100	0	100	0	0	0	0	0
대전광역시	122	122	0	118	4	0	0	0	0
울산광역시	633	579	18	508	53	47	1	6	0
경 기 도	8,515	7,555	494	6,488	573	621	326	13	0
강 원 도	3,152	3,059	55	2,718	286	46	47	0	0
충 청 북 도	2,710	2,549	85	2,351	113	58	53	1	49
충 청 남 도	5,953	5,266	246	4,630	390	493	138	54	2
전 라 북 도	4,730	4,119	41	3,967	111	385	192	34	0
전 라 남 도	5,459	5,393	1	5,180	212	22	25	19	0
경 상 북 도	6,088	5,820	20	5,434	366	171	88	9	0
경 상 남 도	4,005	3,769	72	3,427	270	183	9	40	4
제주특별자치도	402	402	9	281	112	0	0	0	0

자료 : 환경부, 축산폐수처리통계, 2004

② 공공처리

전국에 운영 중인 가축분뇨공공처리시설은 2007년 7월 기준으로 총 52개소이며, 시설용량은 10,215m³/일 이다. 시·도별 현황은 강원도 4개소 700m³/일, 경기도가 15개소(시설용량

2,420m³/일)로 가장 많고, 다음으로 전라북도 9개소(시설용량 : 3,990m³/일), 경상남도 8개소(시설용량 : 660m³/일)이며, 충청남도 및 전라남도가 각각 6개소(시설용량 1,130m³/일, 535m³/일), 충청북도 3개소(시설용량 : 500m³/일), 경상북도 2개소(시설용량 : 180m³/일)이고, 제주특별자치도에 시설용량 100m³/일인 1개소가 있다.

〈표 2-7〉 전국 운영 중인 가축분뇨공공처리시설

(2007년7월말)

구분	시·도명	시설명	총사업비 (백만원)	시설용량 (m ³ /일)	처리공법	구분	착공일	준공일
	합계			10,215				
1	강원	원주대명원	1,760	350	접촉산화법	연계	'90.06	'91.12
2	강원	철원	11,434	200	혐기성소화+MBR	단독	'95.11	'98.12
3	강원	홍천	4,889	50	BCS	연계	'97.05	'01.12
4	강원	횡성	4,433	100	액상부식법	단독	'96.12	'99.09
5	경기	화성	1,498	70	임의성발효공법	자원	'04.08	'04.11
6	경기	안성	7,900	100	BIOSUF	연계	'02.04	'04.06
7	경기	여주	10,279	130	BIOSUF	연계	'96.03	'98.01
8	경기	양평	13,704	150	BIOSUF	연계	'03.04	'04.02
9	경기	파주	9,300	200	액상부식법→BIOSUF변경(2006)	단독	'00.11	'01.12
10	경기	파주	10,437	60	퇴비화	단독	'01.05	'04.12
11	경기	포천	8,600	100	BCS-SBR	단독	'00.02	'02.02
12	경기	연천	7,500	150	액상부식법	연계	'97.09	'99.07
13	경기	남양주	12,294	100	B3	연계	'97.11	'00.12
14	경기	용인	42,989	1,100	HBR-2	연계	'02.05	'05.11
15	경기	시흥	5,949	20	물리적+생물학적	연계	'04.06	05.12
16	경기	광주	6,255	100	호기성소화+BCS	연계	'02.08	04.09
17	경기	가평	2,304	20	액상부식법	단독		'03.05
18	경기	이천	2,686	90	BIOSUF	연계	'92.12	'94.02
19	경기	의왕	2,653	30	BCS	연계	'05.04	'06.01
20	충북	청원내수	1,985	200	HBR	단독	'97.11	'00.01
21	충북	청원등곡	1,965	200	HBR	단독	'97.11	'00.01
22	충북	진천	6,013	100	SBR	연계	'99.10	'01.10

23	충남	공주	16,123	250	하이셈-AN	단독	'96.02	'01.02
24	충남	보령	9,424	80	BCS	단독	'04.08	'06.02
25	충남	아산	9,722	150	PID산화구	연계	'97.12	'00.07
26	충남	논산	7,876	250	액상부식법	단독	'94.12	'96.11
27	충남	홍성	16,995	250	하이셈소화조	단독	'95.05	'97.08
28	충남	예산	9,795	150	자연정화+HCR	연계	'97.02	'01.10
29	전북	익산	7,300	3,100	생물화학적처리공법	단독	'94.12	'97.08
30	전북	정읍	3,810	150	액상부식법	연계	'02.01	'98.11
31	전북	김제	9,689	200	액상부식법	단독	'95.12	'00.12
32	전북	완주	4,088	120	액상부식법	연계	'97.10	'99.03
33	전북	진안	8,219	100	액상부식법	단독	'96.10	'00.04
34	전북	무주	7,431	50	BCS	연계	'04.03	'05.09
35	전북	장수	7,198	70	B3	단독	'99.08	'01.01
36	전북	임실	9,848	100	KHTS공법	연계	'04.10	'96.09
37	전북	순창	7,000	100	액상부식법	연계	'98.02	'99.12
38	전남	순천	4,600	60	B3	연계	'03.01	'04.02
39	전남	나주	8,544	150	액상부식법	연계	'00.09	'03.01
40	전남	담양	3,692	50	HBR	연계	'96.12	'99.09
41	전남	구례	5,530	75	액상부식법	연계	'98.09	'00.10
42	전남	보성	6,647	70	HBR2	연계	'02.12	'05.01
43	전남	함평	7,280	130	액상부식법	연계	'96.12	'00.11
44	경북	안동	1,526	100	MDT+A20	연계		'94.12
45	경북	상주	6,596	80	액상부식법	단독	'99.12	'01.02
46	경남	김해	7,137	130	BCS/SBR	단독	'91.12	'00.07
47	경남	밀양	4,474	100	호기성소화	연계	'96.12	'00.11
48	경남	의령	8,617	100	RABC공법	연계	'97.01	'00.07
49	경남	함안	9,604	150	액상부식법	연계	'96.12	'03.10
50	경남	함양	7,980	100	액상부식법	연계	'97.12	'00.12
51	경남	산청	8,073	80	액상부식법	단독	'04.07	'06.05
52	제주	제주	11,699	100	하이셈공법+SBR	단독	'02.10	'06.02

자료 : 환경부, 홈페이지(<http://www.me.go.kr>), 2008. 3검색

한편, 설치 중인 가축분뇨 공공처리시설은 총 31개소로 시설용량은 3,415m³/일 이다. 시·도 별 추진현황은 다음 표와 같다.

〈표 2-8〉 전국 설치중인 가축분뇨공공처리시설 현황

(2007년7월말)

시설명		시설용량 (m ³ /일)	사업년도	추진현황	소재지	국고지원 (백만원)
합계(31)		3,415				
인천	강화	30	'05 신규	공사중	강화군 선원면 냉정리 1315-1,1443	2,405
	(2) 가좌	30	'03 신규	공사중	인천시 서구 가좌동 598	371
경기	여주	150	'05 신규	부지확보	여주군 여주읍 하리 15-2	7,662
	(2) 화성	70	'05 신규	부지확보	화성시 장안면 독정리 346	3,938
강원	원주	100	'03 신규	실시설계완료	원주시 우산동 산492-11	3,258
충북	괴산	60	'02 신규	공사중	괴산군 괴산을 대덕리	4,901
	(3) 보은	80	'04 신규	공사중	보은군 보은읍 금굴리	5,955
	청원등곡	220	'06 신규	실시설계중	청원군 부용면 등곡리 508번지(차일원)	470
충남	금산	40	'02 신규	실시설계중지	금산군 금산읍 신대리 52	2,560
	(3) 천안	120	'04 신규	공법선정중	천안시 성환읍 복모리 182	3,462
	당진	100	'06 신규	부지협의(농림부)	당진군 송산면 가곡리 500	1,095
전북	익산	700	'01 개선	중지(이주대책)	익산시 왕궁면 온수리 320-1	8,338
	(3) 부안	30	'06 신규	공사중	부안군 개화면 개화리 1451	839
	장수	100	'06 신규	실시설계중	장수군 장계면 금곡리 산15	5,753
전남	영암	70	'01 신규	고시준비중	영암군 군서면 도장리 1094	3,547
	(4) 무안	110	'02 신규	공사중	무안군 무안읍 성동리 차내	6,800
	나주 ₂	150	'02 신규	공사중	나주시 노안면 유곡리(나환자)	6,487
	해남	50	'04 신규	공사중	해남군 해남읍 남외리 550-1	7,836
경북	김천	70	'02 신규	공사중	김천시 대평동 850	4,160
	(7) 문경	70	'02 신규	공사중	문경시 영산동 99	4,329
	경산	100	'02 신규	공사중	경산시 대평동 55-1	4,160

	영천	100	'03 신규	실시설계완료	영천시 금호읍 구암리 752	3,600
	경주	150	'04 신규	공사중	경주시 강동면 호명리 473	3,572
	성주	50	'06 신규	기본및실시설계	성주군 성주읍 삼산리 551	510
	칠곡	45	'04 신규	공사중	칠곡군 약목면 동안리 577	3,478
(5)	합천	150	'01 신규	공사중	합천군 대양면 정양리 50	13,724
	진주	60	'02 신규	행정절차중	진주시 일반성면 운천리 354	3,120
	양산	70	'02 신규	용량제검토중	양산시 동면 금산리 656	2,877
	사천	40	'04 신규	실시설계완료	사천시 축동면 탑리 100	886
	창녕	100	'06 신규	민투사업자공모	창녕군 남지읍 시남리 산2	620
제주 (1)	남제주	200	'01 신규	공사중	서귀포시 대정읍 통일리 705	11,346

자료 : 환경부, 홈페이지(<http://www.me.go.kr>), 2008. 3검색

③ 공동처리(자원화)

지방자치단체가 설치·운영주체가 되어 소규모 농가(돼지 100두 미만)를 대상으로 가축분뇨를 직접 수거하여 정화처리 하는 가축분뇨 공공처리시설과 달리 농림수산물식품부 주관 '08년 가축분뇨 공동자원화시설 대상자는 전국에 15개소이며, 시설규모는 100m³/일 (20,000두 규모, 1천두 규모 20호 내외) 정도이다. 선정된 공동자원화시설 지원대상자는 다음과 같다.

〈표 2-9〉 가축분뇨공동자원화시설 지원대상

(2007년7월말)

순서	조합·법인	순서	조합·법인	순서	조합·법인
1	김제 에버그린	6	제주 이호축산	11	상주 양돈
2	담양 축협	7	청원 양돈	12	함양 양돈
3	경주 신라육부춘	8	순창 이애포크	13	경산 설천
4	이천 양돈	9	철원 두루미	14	서귀포 세미영농
5	제주 이애포크	10	거창 북부농협	15	김해 양돈

제2절 해외사례

1. 주요 국가별 가축분뇨관리 현황

가. 미국

- 하천 오염의 60%와 호소 오염의 45%가 약 39,000개소의 밀집가축사육지(concentrated animal feeding operations, CAFOs)가 주요 오염원이다.
 - 축산농가의 대형화, 밀집화로 인해 가축사육 지역 내에 많은 분뇨와 가축 폐기물 성분 농축
 - 가축분뇨 퇴비화량은 연간 6,100만 톤(1996)으로 화학비료 필요량 중 질소는 15%, 인은 42%가 대체 가능
 - 전체 AFO(animal feeding operations)중 85%가 250AU(animal unit)이하의 소규모 농가이나 전반적으로 규모가 커지고 있는 실정임
 - 대규모 사육시설은 가축 분뇨를 퇴비화 하여 토지에 적용하기에는 부적절한 비농업지역에 집중되어 있음
 - 저류조의 부실한 관리, 저장조의 부적절한 설계, 많은 강우 등으로 가축분뇨가 유출되거나 농경지에 살포한 과도한 가축 폐기물의 오염문제가 발생
- 가축분뇨 관리제도로서 가축분뇨와 폐기물로부터의 수질오염 저감을 위해 EPA와 USDA 공동으로 1999년 3월에 '가축사육을 위한 국가전략'을 수립하였으며, 2003년에 EPA는 가축분뇨 처리지침(EPA 2003 revisions to the National Pollutant Discharge Elimination System Permit Regulation and Effluent Limitation Guidelines and Standards for CAFOs)을 개정하여 발표하였다. 이에 의하면 '가축사육지(AFO)는 수질 오염 영향을 최소화하기 위해 기술적으로 바람직하고 경제적으로 실현가능하며, 지역 특성을 고려한 영양물질 관리계획(comprehensive nutrient management plans, CNMPs)을 개발하고 실행해야 한다.'고 규정하고 있다.

EPA는 현재 수질법(Clean Water Act, CWA)에서 규정된 국가오염물삭감시스템(National Pollutnat Discharge Elimination System, NPDES)허가와 유출지침서등 2가지 규제 프로그램을 운영 중이다.

- CAFOs 관리 전략은 2단계로 나누어져 있는데 2000년부터 2005년 까지 1단계 기간으로 정하고 EPA와 주정부에서 NPDES에 따라 CAFO 허가를 발급하였다. 2단계는 2005년부터 시작되었는데, EPA와 주정부는 축사에 대한 수정된 방류수 지침과 개정된 NPDES, 기타 새로운 정보에 근거하여 CAFOs에 NPDES의 재 허가를 시행할 예정이다. CAFO 허가시 비점 오염원 오염조절 프로그램과 및 총량규제프로그램을 반영하는데, EPA는 현재 CAFOs와 관련된 기존의 규제에 대한 검토 작업을 수행하고 있으며, 기존 규정 하에 발행된 허가서는 5년간 유효하다.
- EPA는 CAFOs 지역의 가축분뇨 방류수기준 및 농지의 시비기준을 정하여 관리하고 있다.

④ 방류수 기준

- 일반사항
 - 1,000AU의 CAFOs를 포함하는 모든 CAFOs에 대해서 방류수 기준을 적용한다.
 - 방류수 기준은 건조 분뇨를 배출하는 양계장에도 적용한다.
- 축사 및 분뇨 저장 지역
 - 돼지, 송아지 및 가금류의 CAFOs에 대해서 범람이 되지 않는 무방류 상태를 원칙으로 한다.
 - 가축분뇨의 취급 및 저장이 적절히 되는지에 대한 정기적인 조사를 실시한다.
 - 강우 유출수가 유입되는 저류지에 대해서는 수심측정기를 설치한다.
 - 죽은 가축에 의한 수질오염을 방지하여야 한다.
- 토지 적용 및 현장 밖으로의 분뇨 이송
 - 실제 농작물 생산량에 근거한 농작물의 영양소 필요량 및 토양내 영양소 함유량을 결정하여, 인산 기준으로 분뇨의 토지 적용 비율을 초과하지 않도록 CAFO 운영자에게 요구한다.
 - 지표수 100ft 내에 가축분뇨 배출을 금지한다.

⑤ 가축분뇨 시비기준

전통적으로 가축분뇨를 슬러리 액비로 초지에 살포하는 가축분뇨 관리방식을 채택하고 있으나, 최근 가축분뇨 과다 살포에 의한 토양, 인근수계 및 지하수오염에 등에 대한 관심이 높아지고 있어서, 환경오염을 최소화하려는 쪽으로 전환되고 있는 것이 특징이

며, 각 주마다 지역 실정에 알맞은 사용 기준과 방법이 적용되고 있다. 일부 주에서는 축종별, 작물별 및 분뇨 형태별 사용량 조건표를 만들어 농가에서 이용하도록 하는 지역도 있다.

공통적으로 적용할 수 있는 가축분뇨의 사용 기준은 아래와 같은 단위 면적당 가축분뇨 산출 식을 이용한다(Miller R., 1990).

$$10a\text{당 질소 시비량에 해당하는 가축분뇨환산} = \text{FGN}/[(\text{NC})(\text{NR})(\text{NA})(\text{ND})]$$

FGN : 작물별 질소 시비량(kg N/10a)

NC : 가축 생분중 질소 함량(kg N/1,000 kg)

NR : 분뇨 관리 상태에 따른 질소 잔류 비율

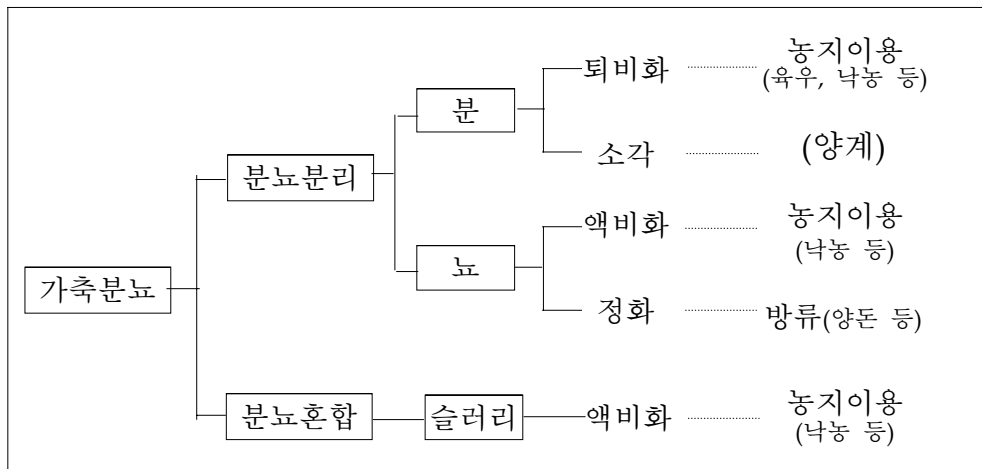
NA : 분뇨 중 질소의 시용 연차별 유효화율

ND : 시용 후 탈질량을 제외한 잔존 질소의 비율

- 가축분뇨 처분방법은 혐기성 또는 호기성 라군을 활용해 처리하고, 슬러지는 농토에 살포하고 있다. 최근의 연구는 악취조절과 영양물질 섭취개선에 주안점을 두고 있으며, 혐기성 분해와 퇴비화에 대해 많은 연구가 진행(혐기성 소화에 대한 연구가 EPA의 AgStar Program을 통해 재등장) 중이다. 또한, 가축분뇨 발생의 근원적인 저감을 위해 가축 사료급여 시스템 개선, Phytase(소화효소)같은 사료첨가제를 통해 인(P) 흡수력 증가, 유전공학적으로 조작된 옥수수 사료 등을 통한 급여 방법개선의 연구를 추진 중이고, 축사형태, 사육방법이 가축분의 영양성분 가치와 토양개량제로서의 가치에 직접적인 영향 미치며, 가축분의 수집·저장·처리방법에 대한 관리기술을 지속적으로 개발하고 있다.

나. 일본

- 가축사육에 따른 민원발생건수는 감소(소화 48년/약 10,000건→평성 9년/약 2,500건)
 - 축종별 민원발생건수는 돼지 34%로 가장 높고, 다음으로 젓소 33%, 닭 20%, 육성우 11% 순이며, 민원의 내용별로는 악취문제와 수질문제가 가장 많음
- 가축분뇨의 처리현황
 - 가축분뇨는 축종에 따라 성분 및 형상이 다르며, 처리방법도 축종에 따라 달라져야 하며, 자원의 유효활용 및 환경보전의 관점에서 보면 퇴비화 등의 처리에 의한 농지 및 초지 환원을 중요시 함



[그림 2-4] 일본의 가축분뇨 처리체계

■ 가축분뇨의 이용 현황

- 축산과 농업지역의 입지가 반드시 일치하지는 않아 퇴비수급에 지역간 불균형이 존재하며, 퇴비의 수요는 봄·가을에 집중되어 있어 연간 수급이 불균형
- 최근 소비자들의 유기농산물에 대한 관심이 고조되면서, 퇴비에 대한 관심이 증대되고 있음
- 퇴비 수급의 적정화를 위해서는 축산과 농가의 연계강화와 퇴비의 유통촉진이 중요함
 - 현재 전국의 퇴비센터(농림수산성의 보조사업 및 현 사업으로 설치한 것) 시설은 2,537개소
- 가축분뇨에 함유된 유기물과 영양소로 토양에 활성을 주고, 가축분뇨를 이용한 메탄가스 생성 등 에너지 이용도 중요함

■ 지역별 축산·분뇨 처리 현황

- 큐슈지방은 양돈 중심지역이며, 낙농은 홋카이도가 가장 큰 비중을 차지하고 있음
- 돈사에서 발생하는 고형물은 퇴비화하고,뇨는 정화처리하고 있으나 저류만 하고 있는 곳도 많이 있으며, 소규모 농가 등 일부는 미처리 방류
- 규제방법은 국가에서 수질오탁방지법을 정하여 규제하고 있으며, 지역은 조례로 관리하고, 수질오염이 심한 지역은 질소·인 규제
- 대규모 농가별 처리방법은 주로 활성슬러지법(복합라군법)을 이용

- 생활오수처리는 거의 완벽하나 가축분뇨의 처리는 기초단계에 있음

■ 가축분뇨에 관한 법규제 현황

- 가축분뇨에 관한 규제법으로는 「가축배설물의관리적정화및이용의촉진에관한법률」, 「폐기물의처리및청소에관한법률」, 「수질오탁방지법」, 「악취방지법」 등
- 최근, 지하수의 질산성 질소의 농도가 증대되고, 상수도 오염이 사회문제화 되면서 규제 대상에 대한 기준강화를 검토 중

다. 유럽연합(EU)

EU에서는 가축분뇨를 자연자원으로 정의하고, 그 기준을 정해 토양 환원을 통하여 환경보전의 목표에 도달하고자 한다. EU 위원회에서는 가축분뇨 살포시기를 제한하고, 일정 용량의 가축 분뇨 저장 시설의 설치를 의무화하도록 규제하고 있으며, 가축분뇨 살포량에 대해서는 기간과 연계된 상한치를 정해놓고 있다. EU의 가축 관련 주요 정책은 다음과 같다.

■ 질산염 관리령

EU소속 국가들의 질소로 인한 오염문제 해결방안으로 1991년 질산염 관리령(91/691/676 L375)을 내렸다. 질산염 관리령의 목적은 질산염 민감 지정지역(지하수의 질산염 농도가 50mg/L 이상 또는 우려가 있는 지역)에서 수질오염의 원인이 되는 질산염의 침투, 유출방지, 가축사육의 제한 등을 규정한 것이다. 이는 EU이사회에 의해 1992년 1ha 당 젖소 2두, 육우 4두, 비육돈 16두, 번식돈 5두 이내로 사육을 제한하는 것이다. 이는 각 회원국이 ① 환경 민감지역 지정, ② 우량농법 규정, ③ 동 지역에 대한 국내법의 입법화를 통해 1999년 12월 까지 실시계획을 수립하는 것이다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 지역 내에서 가축분뇨 및 화학비료의 사용량 제한, 사용 금지 시기 등의 설정
- 가축분뇨 저장 시설 설치의 의무화
- 지역 내 음용수 중의 질산염 농도 정기점검(연 1회), 하천, 연안 수역의 부영양화를 4년마다 점검
- 비료사용 금지시기, 토양, 기상조건 등을 고려한 시용
- 경사지 및 동결 농지에 대한 살포 금지
- 가축분뇨 처리시설, 지하수에의 침투 방지 대책 등의 수질오염 방지 조치 의무화
- 가축분뇨의 살포 제한은 최초 4년간 210kgN/ha/yr 이후에는 170kgN/ha/yr으로 상한

치 설정

■ 종합환경 관리령

종합환경 관리령(1995)은 질산염 오염이 고농도로 진행된 네덜란드, 덴마크, 독일 북부 등의 질산염 민감지역 내에서 고밀도 축산농가(가축단위 100이상/ha)를 대상으로 매체간(물, 토양, 공기) 종합적 접근을 통해 오염물질의 배출(가축분뇨 살포)을 최소화하는 특별 대책을 실시하게 하고, 고밀도 축산농가에 환경영향평가를 의무화(85/337/EEC 개정 1996. 6. 5)하였다. 또한, 장려금으로 ha당 사육두수 감소를 위한 직접 지원금을 지급한다. 비료 사용에 대한 규제로는 질산염에 대한 환경 친화적인 비료 사용, 지하수, 지표수 수질을 음용수 기준(50mg NO₃-N/L)으로 유지하는 것과 시·공간적 규제로서 겨울에는 시비 금지, 수원 주변 20m 이내는 사용금지 조치가 있으며, 축산시설의 분뇨 저장탱크에 대해 3~6개월 저장용량을 의무화하고 있다. 사용량에 대해서 무기질 비료는 상한 규제가 없으나 유기질 비료는 최고 170kgN/ha/yr로 사용량을 규제하고 있다.

2. 가축분뇨관리의 시사점

전 세계 주요국가의 가축분뇨의 관리제도 및 처리, 처분 방법 등은 대체로 유사한 것으로 파악되고 있다. 관리제도에서 국가 간 차이라면 정치·경제적 환경에 따른 약간의 차이점이 존재할 뿐이고, 대부분의 국가에서 가축분뇨는 부산물비료(퇴비)로써 농지에 환원되고 있으며 일부는 토양 개량제로 사용되고 있다. 그러나 일부 선진 국가들의 주된 가축분뇨 처리방법은 최근의 높은 에너지 비용을 감당하기 위해 메탄가스를 생산하는 혐기성소화방법을 주로 사용하여 농장자체의 에너지를 공급하는 것이다. 또 하나의 공통점은 수계의 수질관리를 위해 영양물질인 질소, 인 처리를 시행하는 경우 보조금을 지급하며, 폐수로부터 회수된 영양물질은 농지에 비료로 사용될 수 있도록 하는 것이다.

덴마크, 독일, 네덜란드 등의 일부 유럽 국가는 가축분뇨 처리를 위한 공동처리시설을 설치하여 운영하며, 이곳에서 생산되는 메탄가스와 액체비료를 상품화하여 판매하고 있다. 이러한 대형 공동처리시설의 경우 정부의 보조금을 통해 운영되며, 2000년대 초반까지 유럽에서는 약

40개소가 운영되는데 반해, 미국은 단지 2개소가 운영되고 있었다. 이러한 차이는 국가별 에너지 가격의 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

미국, 덴마크, 일본, 스웨덴, 네덜란드, 영국 등의 국가는 가축사육 농장에 영양물질 관리를 위한 특별규정을 제정하여 시행하고 있는데, 덴마크의 경우 농장의 가축에서 발생하는 영양물질을 수용할 수 있는 등가(等價)의 농지를 확보하도록 하고 있다. 밀폐형 혐기성 처리방법은 유용한 자원을 생산할 뿐만 아니라 가축사육으로 인한 주된 민원이 되는 악취발생을 감소시킬 수 있는 수단으로 이용되고 있다. 대부분의 국가에서 가축분뇨의 농지환원을 주로하고 있으나, 농지의 수용량 범위에서 살포기준을 규정하고 있으며, 일부 국가는 발생지에서 이동거리 제한을 두어 환경용량을 고려한 축산업을 유도하고 있다. 또한, 분뇨 배출권을 이용해 가축사육을 규제하는 국가도 있으며, 사육규제는 기본적으로 농지와 연계하고 있다.

주요국가의 가축분뇨관리 시사점을 요약하면 다음과 같다.

- ① EU 대부분 나라의 가축사육 밀도를 4LU/ha 이하로 규정하고 있으며, 우리나라는 이보다 훨씬 높은 수준이다. EU 주요국의 가축분뇨 저장기간은 평균 3~9개월 이고, 가축분뇨의 농지 사용량은 170~350kgN/ha/yr로 우리나라와 비슷한 실정이며, 가축분뇨의 살포 제한 시기는 대부분 수확 후부터 동절기 및 장마기간 이다.
- ② 대부분의 국가에서 가축분뇨는 농지 환원을 주로하고 있으며 농지의 환경용량 범위 안에서 살포하도록 살포기준을 마련하여 규제하고 있다. 일부 국가는 발생지에서 이동거리 제한을 두어 환경용량을 고려한 축산업을 유도하고 있다.
- ③ EU 일부 국가에서는 수질에 민감한 지역에 대한 가축분뇨 살포를 금지하고 있으며, 대부분의 국가에서는 기후 및 목초지 생육기간에 따라 살포를 제한하고 있다.
- ④ 살포량 제한 기준에 있어서 질소 기준 외에 인산과 칼륨도 제한대상으로 규제하고 있다.
- ⑤ 가축사육이 고밀도로 진행되고 있는 EU국가의 경우 가축사육을 제한하거나 기준년도 대비 가축분뇨 배출량삭감 목표를 설정하여 관리하고 있다.
- ⑥ 가축사육 규모에 따라 농지 의무 확보량을 관리함으로써 농지에 기반을 둔 축산을 유도하고 있다.
- ⑦ 가축사육지에서 냄새 등 악취에 대한 규제를 하고 있다.

〈표 2-10〉 우리나라와 외국의 가축분뇨 관리제도 비교

구 분	사육허가 기준	가축분뇨	사육규모	환경영향 고려
미국	가축사육두수와 수질영향에 따라 개별적 고려	종합적으로 고려	전업농, 대규모화 추세	수질, 대기, 토양오염 위주
일본/한국	축사 규모에 따라 규제	방류수 기준	전업농, 대규모화 추세	수질오염 위주
EU	토지에 기초, 일부 국가는 사육 규제	퇴비화 강조	가축사육 환경영향 고려 사육규모 감소	가축의 동물권 고려, 축산 유기농 개념 확산

제3장 충청남도 가축사육현황 및 처리시설의 운영실태

제1절 가축사육 현황

1. 사육두수 및 발생부하량

충청남도 총 세대(774,490세대)의 약 3%가 한우(22,031세대), 젓소(1,350세대), 돼지(1,790세대), 닭(500세대, 3,000수 이상 사육) 등을 사육하고 있으며, 최근 5년간 사육현황으로 사육세대수는 감소하는 반면, 젓소를 제외한 대부분의 축종에서 가축사육 두수가 증가하였다.

가축사육 두수가 비교적 많은 축종인 한우·육우, 젓소, 돼지, 닭에 대한 충청남도 2007통계연보로 살펴본 시·군별 사육현황은 <표 3-1>과 같다. 표에 제시한 바와 같이 충청남도 내 가축사육규모는 한우 및 육우가 26.5만 마리, 젓소 7.7만 마리, 돼지 170만 마리, 닭 2,033만 마리 정도로 한·육우 및 돼지 사육두수는 홍성군이 가장 많고 젓소는 천안시지역이 가장 많이 사육하고 있다.

〈표 3-1〉 충남 시·군도별 가축사육 두수 및 발생부하량

(2006년 12월 기준)

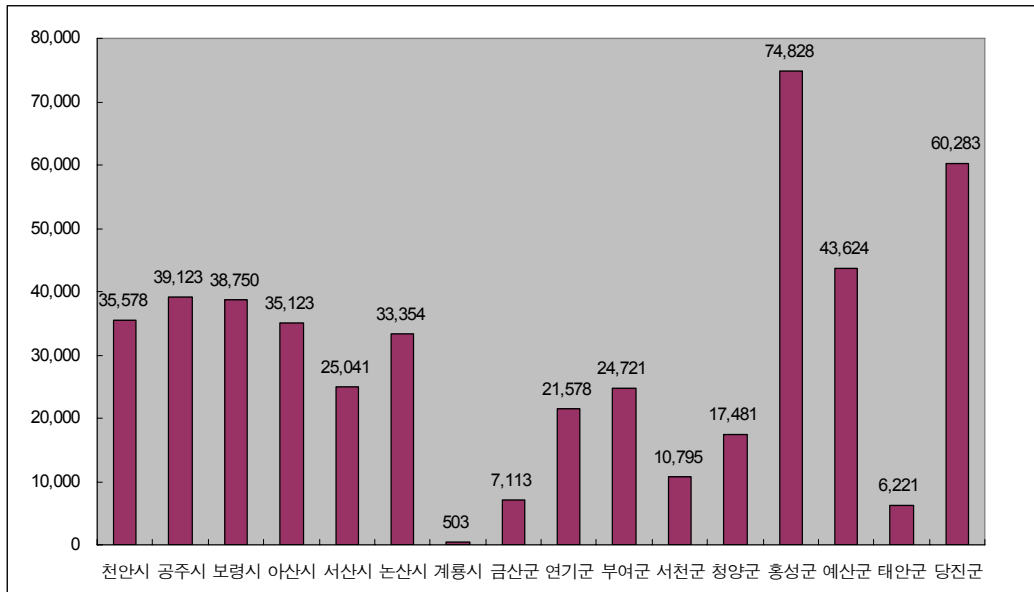
구 분	사육 두수(마리)				발생부하량(kg/일)				
	한·육우	젓소	돼지	닭	합계	한·육우	젓소	돼지	닭
합계	265,497	76,845	1,701,936	20,326,289	474,116	140,182	42,726	185,511	105,697
천안시	6,953	13,111	129,077	2,028,422	35,578	3,671	7,290	14,069	10,548
공주시	33,599	5,477	99,956	1,431,199	39,123	17,740	3,045	10,895	7,442
보령시	13,393	3,574	193,249	1,659,082	38,750	7,072	1,987	21,064	8,627
아산시	10,667	9,556	128,328	1,959,527	35,123	5,632	5,313	13,988	10,190

서산시	24,218	3,663	48,616	945,847	25,041	12,787	2,037	5,299	4,918
논산시	13,387	4,543	154,662	1,327,244	33,354	7,068	2,526	16,858	6,902
계룡시	547	77	1,508	1,349	503	289	43	164	7
금산군	5,644	1,920	19,690	176,724	7,113	2,980	1,068	2,146	919
연기군	14,459	3,680	59,394	1,042,916	21,578	7,634	2,046	6,474	5,423
부여군	14,752	2,551	60,501	1,715,183	24,721	7,789	1,418	6,595	8,919
서천군	7,660	1,383	17,267	788,434	10,795	4,044	769	1,882	4,100
청양군	16,560	656	33,782	901,957	17,481	8,744	365	3,682	4,690
홍성군	44,202	4,870	375,070	1,519,031	74,828	23,339	2,708	40,883	7,899
예산군	32,639	9,225	135,819	1,241,757	43,624	17,233	5,129	14,804	6,457
태안군	6,431	1,999	12,187	74,184	6,221	3,396	1,111	1,328	386
당진군	20,386	10,560	232,830	3,513,433	60,283	10,764	5,871	25,378	18,270

주) : '06년부터 답의 가축통계조사는 3,000수 이상을 기준으로 조사

자료 : 충청남도 홈페이지(<http://www.chungnam.net>), 2008.4검색

위 표에서 제시한 축종에 한정하여 가축분뇨 BOD 발생부하량을 산출한 결과, 홍성군이 74,828kg/일로 가장 많고 다음으로 당진군, 예산군, 공주시 지역 등의 순이다.



[그림 3-1] 충남 시·군별 가축분뇨 발생부하량(BODkg/일)

시·군별 단위면적당(km²) 축종별 사육두수를 비교한 결과, 한우 및 육우는 홍성군이 99.6마리/km²로 가장 많고 다음으로 예산군, 연기군, 공주시, 청양군 등의 순이다. 젓소의 단위면적당 사육 두수는 천안시가 20.6마리/km²로 가장 많고, 다음으로 아산시, 예산군, 당진군, 홍성군 순이다. 돼지는 홍성군이 844.9마리/km²로 가장 많고, 당진군, 보령시, 논산시, 예산군 등의 순이며, 닭은 홍성군, 당진군 지역 등의 순이다.

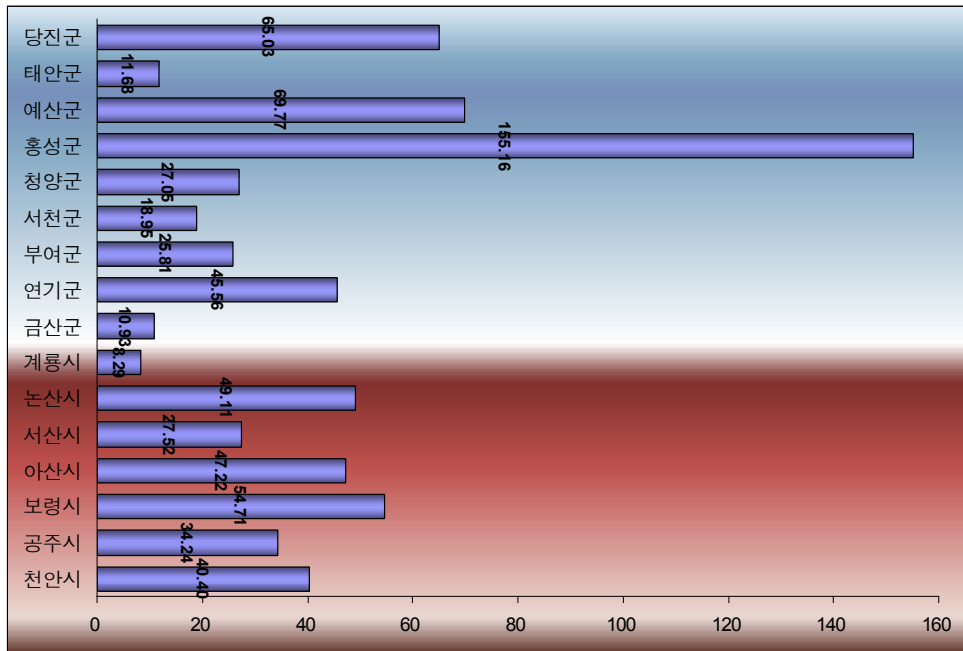
〈표 3-2〉 충남 시·군별 단위면적당 가축사육 두수 및 발생부하량

(2006년 12월 기준)

구 분	사육 두수(마리/km ²)				발생부하량(BODkg/km ² ·일)				
	한·육우	젓소	돼지	닭	합계	한·육우	젓소	돼지	닭
합계	30.87	8.94	197.90	197.90	43.87	16.30	4.97	21.57	1.03
천안시	10.93	20.61	202.89	202.89	40.40	5.77	11.46	22.12	1.06
공주시	35.72	5.82	106.28	106.28	34.24	18.86	3.24	11.58	0.55
보령시	23.54	6.28	339.65	339.65	54.71	12.43	3.49	37.02	1.77
아산시	19.67	17.63	236.69	236.69	47.22	10.39	9.80	25.80	1.23
서산시	32.71	4.95	65.66	65.66	27.52	17.27	2.75	7.16	0.34
논산시	24.12	8.19	278.68	278.68	49.11	12.74	4.55	30.38	1.45
계룡시	9.00	1.27	24.82	24.82	8.29	4.75	0.70	2.71	0.13
금산군	9.79	3.33	34.17	34.17	10.93	5.17	1.85	3.72	0.18
연기군	40.01	10.18	164.35	164.35	45.56	21.13	5.66	17.91	0.85
부여군	23.62	4.08	96.88	96.88	25.81	12.47	2.27	10.56	0.50
서천군	21.40	3.86	48.23	48.23	18.95	11.30	2.15	5.26	0.25
청양군	34.55	1.37	70.48	70.48	27.05	18.24	0.76	7.68	0.37
홍성군	99.57	10.97	844.88	844.88	155.16	52.57	6.10	92.09	4.39
예산군	60.13	16.99	250.22	250.22	69.77	31.75	9.45	27.27	1.30
태안군	12.74	3.96	24.14	24.14	11.68	6.72	2.20	2.63	0.13
당진군	30.67	15.89	350.26	350.26	65.03	16.19	8.83	38.18	1.82

단위면적당 가축분뇨 BOD 발생부하량은 홍성군 지역이 155.2 kg/km²·일로 월등히 많고, 다음으로 예산군, 당진군, 보령시 등의 순이다. 단위면적당 가축에 의한 오염부하밀도가 높다는 것은 가축분뇨로 인한 공공수역의 수질오염에 노출가능성이 비교적 크다고 볼 수 있다. 결국, 가축사육 두수가 많을 경우 일정부분 축산업의 소득의 향상을 가져올 수 있으나, 지나치게

과다하면 수질오염을 예방하기 위한 사회적 비용을 추가적으로 지불해야 하는 과제를 안고 있기 때문에 가축분뇨관리 정책에 앞서 우선적으로 단위면적당 적정한 사육두수를 고려한 정책이 선행되어야 한다.



[그림 3-2] 충남 시·군별 가축분뇨의 단위면적당 발생부하량(BODkg/km² · 일)

2. 가축사육 제한지역

기초자치단체 장은 지역주민의 생활환경보전 또는 상수원의 수질보전을 위하여 주거 밀집 지역으로 생활환경의 보호가 필요한 지역, 「수도법」 규정에 따른 상수원 보호구역, 「환경정책 기본법」 규정에 따른 특별대책지역 및 환경기준을 초과한 지역, 그 밖에 수질환경보전이 필요한 지역 등 가축사육의 제한이 필요하다고 인정되는 지역에 대하여 조례로써 일정한 구역을 지정할 수 있다. 가축사육제한 지역으로는 가축을 사육할 수 없는 '전부제한구역'과 일부 축종 및 사육두수를 제한하는 '일부사육제한구역'으로 구분되며, 예산군의 경우에는 가축사육제한 지역을 지정하지 않았다. 또한, 지정된 사육제한지역에서 기존의 가축을 사육하는 자에 대하여 축사이전 등 필요한 조치를 명할 수 있다.

〈표 3-3〉 충남 가축사육제한 지역 지정현황

구분	조례제정 여부	제한지역	
		전부제한구역	일부제한구역
천안시	○	성환읍, 성환1.3.4구(일부제한지역외 전지역), 성환2.5.6.7구(전지역), 대룡동, 대흥동, 오룡동, 문성동, 문화동, 성황동, 남산동, 사직동, 영성동, 원성1.2동, 성정1.2동, 와촌동, 성정동, 봉명동, 쌍용동(1,2통 제외) 신용동, 다가동, 청룡동, 청수동, 구성동(4,8통 제외) 신안동, 신안동, 안서동(1통) 부성동, 두정동(1,4,5통)	성환읍, 성환리1구(경부선철도 경계서쪽), 성환리4구
공주시	○	도시계획법에 의한 주거, 상업, 공업, 녹지지역(보전녹지지역만 해당), 상수원보호구역과 상수원 취수장으로 부터 유효거리 4km이내의 상류지역 관광지, 자연공원법에 의한 공원구역, 문화재보호구역	준도시지역의 취락지구 중(면소재지 100호이상 지역, 주택밀집 100호이상지역)
보령시	○	대천동(1~52통),죽정동(1통), 동대동(91~15통), 명천동(1~10통),궁촌동(1~2통), 내향동(2통), 신흥동(3.5.7.8통)	죽정동(2통), 동대동(1통), 화산동(1~2통), 신흥동(4.6통)
아산시	○	온천동	권곡동(1통 6~10반 제외, 3통2~11반 제외), 실옥동(2통), 방축동(1,2,3통 2~3반 제외), 용화동(1,3,7통), 풍기동(1통 2~3반, 5~6반 제외)
서산시	○	도시계획구역중 상업지역	도시계획구역중 주거지역
논산시	○	강경읍, 서창리, 중앙1.2리, 염천리, 태평리, 대흥1.2리, 연무읍, 안심1,2,7,9리, 동산2,7리, 마산1리, 금곡1,2리, 취암동, 반월1통~3통, 화지1통~4통, 내동4통~7통, 대교1통~5통, 부창1통~7통, 강산4통~5통	강경읍, 남교리, 북옥리, 홍교리, 황산1,2리, 연무읍, 동산3리, 죽평2리, 연산면, 청동2리, 연산4리, 취암동, 취암1통~8통, 관촌2통
계룡시	○	남전면, 금암동, 두마면, 염사리(3~21리)	두마면, 염사리(1.2리)
금산군	○	금산읍, 중도리(1.2.3.4.5.7 전지역), 중도6리(6리 91~96번지외 전지역), 하옥리(1.4리 전지역), 하옥리(2리(23~34번지,75~76번지, 220~374번지 제외 전지역), 하옥리(3리 100~160번지, 390~410번지, 441~450번지 제외 전지역), 상리(1.2.3.4.6.7.8리전지역), 상리(5리 산23번지, 316~357번지 제외 전지역), 아인리(1.2리 전지역), 아인리(3리 79~93)	

연기군	○	조치원읍, 원1.2리, 상1.2리, 평리, 교리, 정리, 명리, 남리, 침산1.2리, 신흥1.4리, 죽림리, 서창1.2리, 신안3리	변암리, 신안1.2리, 신흥2.3리, 봉산리
부여군	○	부여읍, 구아리, 관북리, 쌍북1.2리, 구교리, 동남리	쌍북리, 석목리, 가탑리, 규암면, 규암리, 외1.2리, 반산3리, 은산면, 신대1리, 은산1리, 홍산면, 남촌3리, 북촌3리, 규암면, 규암리, 외1.2리, 반산3리, 은산면, 신대1리, 은산1리, 홍산면, 남촌3리(도시계획구역 중 주거지역 및 상업지역)
서천군	○	서천읍, 군사리, 사곡리, 장항읍, 창선리, 신창리	서천읍 군사.사곡리 제외, 장항읍, 창선.신창리 제외, 한산면, 판교면, 비인면(도시계획구역 중 주거 및 상업지역), 마서면(준도시지역 또는 금강하구, 독위락 지역 300M이내), 서면(준도시지역 또는 춘장대해수욕장관광지 300M이내, 그 외 지역(준도시 지역))
청양군	○	청양읍, 읍내1.2.3.4.5리, 송방1리(93-1~105-1번지, 167~174번지, 178~178-6번지, 186-1~188-1번지), 송방2리(83-4번지, 83~89번지), 교월2리(85-1~113번지, 569-1~569-10번지), 송방1리(전부제한지역 외 지역), 송방2리 18~49번지, 55-2~55-4번지 58-1~62-1번지), 송방3리(156-5~168-8번지, 316-1~410번지)	
홍성군	○	홍성읍, 광천읍, 광천리, 신진리, 소암리(도시계획구역 내)	홍북면, 봉신리(동진① 주변부지경계선 200M이내, 온누리임대② 주변부지경계선 200M이내), 결성면, 성곡리(한용운선사 생가지 주변, 부지경계선 200M이내), 갈산면, 행산리(김좌진장군 생가지 주변, 부지경계선 200M이내)
예산군	-	-	-
태안군	○	전체 읍지역, 면지역(도시계획구역 중 상업지역)	면지역(도시계획구역 중 주거지역)
당진군	○	도시계획구역 중 상업지역	도시계획구역 중 주거지역

자료 : 환경부, 가축사육의 제한, 2008. 5월 검색(<http://www.me.go.kr/>)

제2절 가축분뇨처리시설의 운영실태

1. 조사 및 분석방법

조사대상은 2008년 1월 기준으로 충청남도 16개 시·군에 설치하여 운영 중인 가축분뇨 공공처리시설 및 공동처리시설과 가축분뇨처리시설용량이 50m³/일 이상인 개별 축산시설로 한정하였다. 운영 중인 가축분뇨공공처리시설은 6개소이며, 가축분뇨공동처리시설은 4개소이다. 한편, 처리시설 시설용량이 50m³/일 이상인 개별시설은 12개소로서 조사대상 시설은 총 22개소이다.

설치되어 운영 중인 가축분뇨공공처리시설, 가축분뇨공동처리시설 및 50m³/일 이상 개별배출시설의 현황을 조사하기 위한 주요내용은 다음과 같다.

〈표 3-4〉 대상시설 조사항목

구분	조사항목	비 고
시설개요	시설위치, 설치인가일, 설치년도, 시설용량, 처리방법, 사업비현황, 방류하천	
유입 및 처리현황	유입 및 처리공정도, 설계 및 운영수질, 실제 운영수질, 유입 및 방류수량 현황, 연계처리 현황, 재이용 현황	
주요시설 운영현황	저류조, 1차침전조, 포기조(생물반응조), 응집조, 2차침전조, 농축조, 소화조, 탈수기 등	
가축분 및 탈수찌꺼기 현황	연간 발생량, 처리현황, 재활용 현황 등	
기타사항	악취저감시설 현황, 소독시설 설치현황, 처리약품 현황, 운영비용 현황, 실험실 운영여부, 운영인력 현황 등	

가축분뇨처리시설의 설치 및 운영현황을 파악하기 위하여 시설용량 50m³/일 이상 시설에 대하여 2008년 5월에 시·군의 담당자에게 작성된 조사표에 따라 예비조사를 실시하였다. 조

사결과를 토대로 가축분뇨공공처리시설 및 가축분뇨공동처리시설 전체와 50m³/일 이상 개별 배출시설을 2008년 9월에 2차적으로 누락항목에 대하여 현장 방문하여 추가적인 조사를 실시하였다.

그러나 조사과정에서 가축의 전염병우려로 축산시설의 출입을 제한하여 현장조사가 어려운 시설도 있었고, 일부 축산시설은 운영관리자의 면접조사 결과마저도 대부분 기억 및 감각에 의존하기 때문에 자료의 신뢰성을 담보하기에 다소 미흡 것이 사실이다. 이러한 한계성에도 불구하고 큰 틀에서는 일정한 유의성 및 상관성이 있다고 판단되어 가축분뇨공공처리시설, 가축분뇨공동처리시설 및 50m³/일 이상의 개별 배출시설 등 3개 그룹으로 구분하여 처리시설의 현황을 비교·평가하였다.

2. 운영관리실태

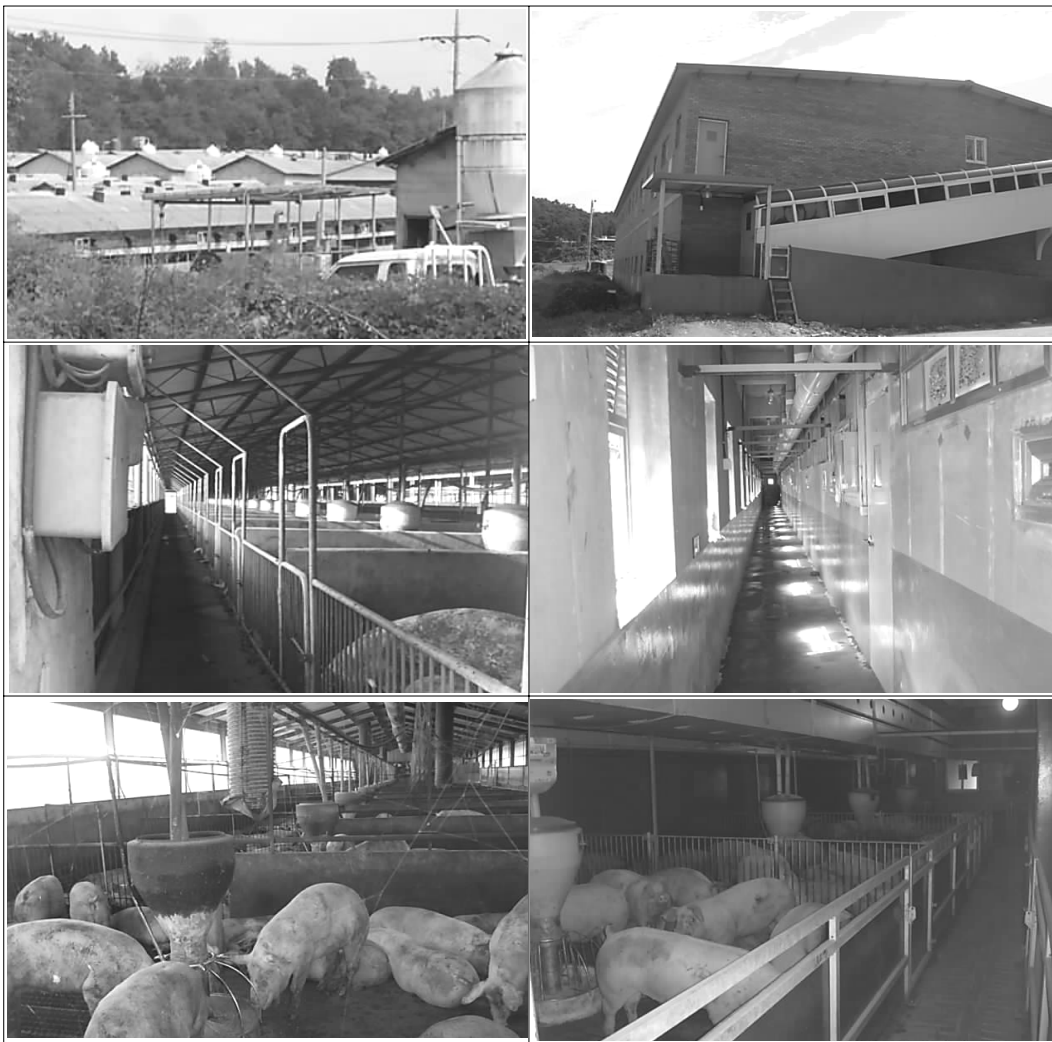
가. 가축사육 환경

가축사육과정에서 발생하는 악취는 주로 황화수소(H₂S), 암모니아(NH₃), 메틸메르캅탄(CH₃SH), 아민류((CH₃)₃N) 등이다. 가축사육시설은 대부분 악취 및 파리 발생을 차단하기 위한 구조가 매우 취약하고, 상당수가 노후 된 시설로써 축산시설 주변에 많은 민원이 끊임없이 발생하고 있는 현실이다. 그러나 일부시설은 현대화 시설로 사육환경이 매우 양호할 뿐만 아니라 축산시설에서 발생하는 악취를 저감하기 위한 시설을 갖춘 경우도 있다. 일반적으로 돼지사육시설이 다른 축종보다 악취와 수질오염문제가 심각하게 대두되고 있다.

돼지사육시설 안의 분뇨를 수거하기 위한 시설로 모돈(母豚)과 자돈(仔豚)의 사육시설인 경우 스크래퍼(scraper)형 돈사시설이 많고, 비육돈(肥育豚)의 경우 슬러리(slurry)형 돈사가 대부분이다. 또한, 대규모 축산시설의 상당수는 비육돈을 다른 축산농가에 위탁하여 사육하는 경우가 많고, 위탁사육 과정에서 발생하는 가축분뇨를 수거하여 함께 처리하는 경우도 있다. 슬러리형 돈사는 대부분 비육돈 출하(出荷)시 성장과정에서 발생한 분뇨를 청소수와 함께 섞여 고액분리가 되지 않은 슬러리 상태의 분뇨를 피트(pit)로 배출하게 되고, 스크래퍼형은 2~3

일 주기로 축사바닥에 설치된 스크래퍼로 가축분을 수거해 퇴비사로 이송하고, 가축뇨는 저장조에 유출하는 구조로 되어있다.

또한, 가축질병의 예방을 위하여 사료에 항생제를 혼합하여 사용하고, 축산시설 내부를 2~3일 간격으로 소독을 실시하는데, 이러한 약품 등은 가축분뇨의 정화처리에 있어서 유기물을 분해하는 미생물의 활성을 다소 어렵게 하는 요인으로 작용하기도 한다.



[그림 3-3] 돼지사육시설 내·외부 전경

나. 정화시설 용량 및 공법

운영 중인 가축분뇨공공처리시설은 6개소로 시설용량이 1,130m³/일이며, 가축분뇨공동처리시설은 4개소로 시설용량이 777m³/일이다. 한편, 시설용량이 50m³/일 이상인 개별배출시설은 천안 3개소, 아산 2개소, 논산 4개소, 홍성 3개소로 총 12개소(시설용량 합계 : 1,835m³/일)이다. 조사대상의 공동처리시설 및 개별처리시설은 모두 돈사시설에서 배출하는 가축분뇨이고, 중·소규모 가축사육시설에서 배출하는 가축분뇨를 수거하여 처리하는 공공처리시설 역시 대부분 돈사시설에서 배출하는 가축분뇨를 처리하는 시설이다.

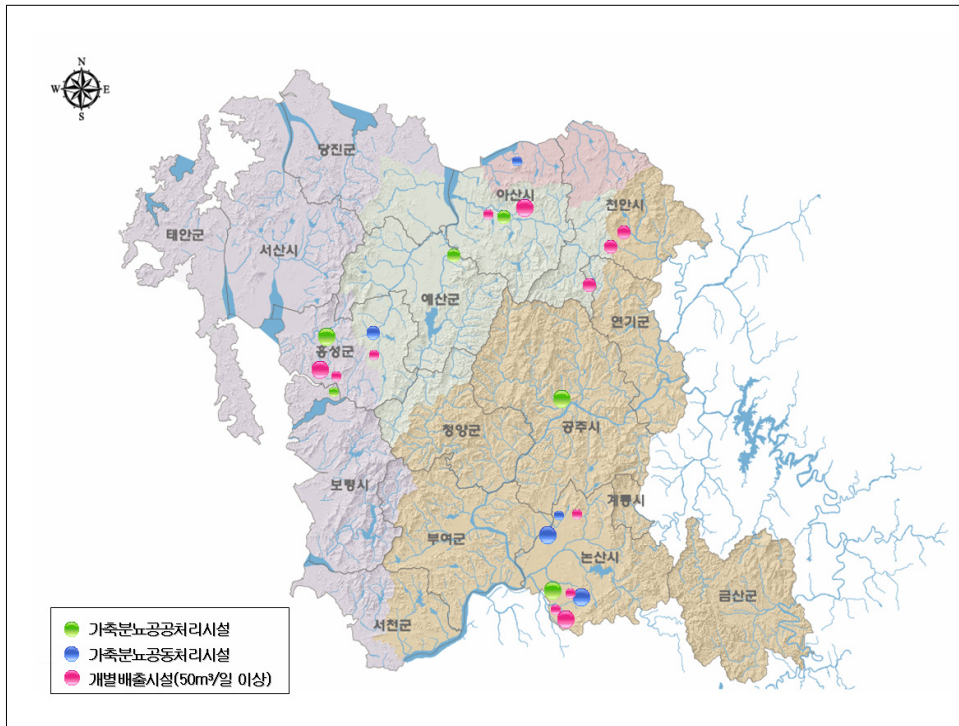
처리공법 현황으로 유입되는 가축분뇨의 농도는 일반적인 하수에 비하여 고형물 및 영양염류 농도가 매우 높아 용존성 유기물 뿐만 아니라 고형성 유기물을 분해하기 위하여 주 생물반응조는 체류시간이 10일에서 30일 정도에 이르기까지 매우 긴 장기폭기 형태로 운영되고 있으며, 방류수농도기준이 비교적 낮은 가축분뇨공공처리시설을 중심으로 영양염류를 제거하기 위하여 장기폭기법을 변형한 각종 공법으로 운영하거나 일부 공정이 추가되어 운영되고 있다. 공공처리시설의 생물반응조 주 공정이 대부분 호기성 공법인데 반하여 공주시 및 홍성군 공공처리시설은 1단계는 혐기성 소화조이고, 후속처리를 위한 2단계는 호기성 반응조를 채택하고 있다.

〈표 3-5〉 조사대상 시설용량 및 처리공법

구 분	시설명	위 치	시설용량 (m ³ /일)	가축분 처리방법	최초운영
가축분 공공처리시설	공주시가축분 공공처리시설	공주시 우성면 평목 50-4	250	하이셈	2006. 6
	보령시가축분 공공처리시설	보령시 천북면 신죽 890-32	80	BCS	2005. 11
	아산시가축분 공공처리시설	아산시 신창면 수장 48-18	150	PID산화구법	2000. 6
	논산시가축분 공공처리시설	논산시 연무읍 신화 51	250	액상부식법	1996. 5
	홍성군가축분 공공처리시설	홍성군 결성면 용호 434-4	250	하이셈	1995. 3
	예산군가축분 공공처리시설	예산군 예산읍 궁평 39-1	150	자연정화법+ HCR	2001. 10
소계	6개소		1,130		

가축분뇨 공동처리시설	연무양돈단지	논산시 연무읍 양지 127-1	307	장기폭기법	1995. 1
	논산계룡 축산업협동조합	논산시 광석면 중리 355-3	250	장기폭기법 (액비화 무방류)	1997. 12
	성광원 (한센신병집성촌)	논산시 광석면 울리 310	100	장기폭기법	1993. 3
	오서양돈영농조합법인	홍성군 광천면 가정 224-1	120	장기폭기법	2007. 12
소 계	4개소		777		
개별배출시설 (50m ³ /일 이상)	천안 K농산	천안시	150	장기폭기법	1995. 3
	천안 J조합	천안시	150	장기폭기법	1999. 5
	천안 D농산	천안시	165	장기폭기법	1981.
	아산 G영농	아산시	60	장기폭기법	1996. 8
	아산 F농장	아산시	450	장기폭기법	1985.11
	논산 P농장	논산시	250	장기폭기법	2002. 6
	논산 T농장	논산시	50	장기폭기법	1995. 10
	논산 D농장	논산시	50	장기폭기법	1994. 12
	논산 H농장	논산시	60	장기폭기법	1996. 12
	홍성 S농장	홍성군	100	장기폭기법	1989.
	홍성 E농장	홍성군	100	장기폭기법	2003.12
	홍성 G농장	홍성군	250	장기폭기법	2001. 7
소 계	12개소		1,835		

주) K농장, E농장 및 G농장은 위탁사육시설 농가의 가축분뇨를 수거 후 공동처리



[그림 3-4] 가축분뇨처리시설 위치도

다. 처리시설 운영방식 현황

가축분뇨공공처리시설은 중·소규모 축산시설에서 발생한 가축분을 가급적 자체적으로 퇴비화 하도록 유도하고, 저장조에 저장된 슬러리상태의 가축뇨를 수거차량에 의해 운반하여 처리하는 공정으로 방류수농도기준 또는 공공하수처리시설에 연계처리를 위한 수질농도기준을 만족하기위한 정화시설, 정화처리과정에서 발생된 슬러지의 탈수케익을 저장하기 위한 시설로 구성되어 있다. 반면, 가축분뇨공동처리시설과 개별처리시설은 가축사육시설과 연결하거나 인근에 위치하여 일차적으로 물리적 방법에 의한 고액 분리 후 가축분을 퇴비화 하는 퇴비시설과 가축뇨를 방류수 수질농도기준 이하로 처리하여 방류하기 위한 정화시설을 설치하여 운영하고 있다.



[그림 3-5] 가축분뇨 고액분리

시설 운영방식에 있어서 논산시 및 홍성군의 가축분뇨공공처리시설은 자치단체가 직접운영하고 있으며, 그 외 공공처리시설은 민간전문업체에게 운영관리를 위탁하고 있다. 오서양돈영농조합법인의 공동처리시설도 주변 중·대규모시설에서 발생한 가축분뇨를 관거와 수집운반차량에 의하여 이송하고 있으며, 정화처리시설과 축분퇴비시설을 각각 전문업체에게 운영관리를 위탁하고 있다. 반면, 연무양돈단지, 성광원, 논산계룡축산업협동조합은 정화시설과 축분퇴비시설을 자체적으로 운영하고 있다. 개별처리시설의 경우 1개 농장은 정화시설과 축분퇴비시설을 모두 전문처리업체에게 운영관리를 위탁하고 있고, 그 외 개별처리시설의 정화시설은 자체적으로 운영하지만, 축분퇴비시설은 발효 및 부숙후 가축분재활용자에게 처리를 무상으로 위탁하거나 비용을 지불하고 퇴비시설 전체를 위탁하는 경우도 있다.

〈표 3-6〉 가축분뇨처리시설 운영관리 위탁현황

구 분	시설명	시설구분		비고
		정화시설	축분퇴비시설	
가축분뇨 공공처리시설	공주시가축분뇨공공처리시설	전문업체위탁	-	탈수케익 처리위탁
	보령시가축분뇨공공처리시설	전문업체위탁	-	탈수케익 처리위탁
	아산시가축분뇨공공처리시설	전문업체위탁	-	탈수케익 처리위탁
	논산시가축분뇨공공처리시설	논산시직영	-	탈수케익 처리위탁
	홍성군가축분뇨공공처리시설	홍성군직영	-	탈수케익 처리위탁
	예산군가축분뇨공공처리시설	전문업체위탁	-	탈수케익 처리위탁
가축분뇨 공동처리시설	연무양돈단지	자체운영	자체운영	퇴비판매
	논산계룡축산업협동조합	자체운영(액비화)	자체운영	퇴비판매

	성광원(한센신병집성촌)	자체운영	자체운영	처리위탁
	오서양돈영농조합법인	업체위탁	업체위탁	업체위탁
개별배출시설 (50m ³ /일 이상)	천안 K농산	자체운영	업체위탁	처리위탁
	천안 J조합	자체운영	자체운영	처리위탁
	천안 D농산	자체운영	자체운영	처리위탁
	아산 G영농	업체위탁	업체위탁	업체위탁
	아산 F농장	자체운영	자체운영	처리위탁
	논산 P농장	자체운영	자체운영	처리위탁
	논산 T농장	자체운영	자체운영	처리위탁
	논산 D농장	자체운영	자체운영	처리위탁
	논산 H농장	자체운영	자체운영	처리위탁
	홍성 S농장	자체운영	자체운영	처리위탁
	홍성 E농장	자체운영	자체운영 (고속발효기)	처리위탁
	홍성 G농장	자체운영	자체운영 (고속발효기)	처리위탁

라. 가축분 처리현황

개별 및 공동처리시설의 가축사육시설에서 발생한 가축분과 슬러리 상태를 고액 분리한 가축분을 대부분 퇴비시설로 운반하여 수분조절재인 톱밥과 혼합하여 호기성 또는 준호기성 조건에서 약 6개월 이상 부숙기간을 거쳐 보관하고 있었으며, 일부는 수분조절제로 왕겨를 사용하기도 하고 있으나 퇴비수요자의 거부감으로 그 수와 양은 매우 적었다.





[그림 3-6] 퇴비사 전경

수분조절재를 혼합하지 않고 퇴비화 하는 경우는 비닐하우스 내 교반기를 설치하여 6개월 이상동안 장기간 교반하면서 수분을 증발시켜 과립상태로 퇴비화를 진행하는 경우도 있으며, 이와는 반대로 고속발효기를 설치하여 약 3일간의 건조 및 부숙기간을 거쳐 분말상태로 생산하는 경우가 있었다. 고속발효기를 이용하는 경우에는 단기간에 수분증발에 의한 가축분의 부피를 약 1/3로 감소시켜 퇴비를 생산하는 이로운 점이 있으나, 악취발생 저감을 위한 시설설치, 연료비 소요 및 돈모(豚毛)의 잔류로 퇴비사용자의 거부감이 발생하는 등의 문제가 공존하고 있다. 또한, 부산물비료(퇴비)는 함유하여야 할 주성분을 유기물의 최소량 비율로 규정하기 때문에 단위 퇴비 kg당 함유최대량으로 규정하고 있는 유해성분 중 구리(Cu) 300mg/kg, 아연(Zn) 900mg/kg 등의 기준을 초과하는 사례가 발생할 수 도 있다.

논산계룡축산업협동조합은 생산된 축분퇴비가 부산물비료 규격에 적합하여 비료제품으로 포장하여 판매하고 있다. 그렇지만 대부분의 경우는 축분퇴비를 부산물비료규격에 적합토록 비료를 생산하는 과정의 소요인력, 생산기술, 생산비용, 유통구조 등에 비하여 발생이윤이 적

기 때문에 대부분 발효 및 부숙후 재활용자에게 퇴비처리를 무상으로 위탁하거나 발효 및 부숙에 필요한 비용을 지불하고 퇴비시설 전체를 운영토록 하는 등으로 퇴비를 생산하여 이용자에게 무상으로 유통·공급하고 있다.

※ 현행 「비료관리법」 제3조 제2항 및 시행령 제1조의2항의 규정에 따라 축산업을 영위하는 자가 당해 업의 영위과정에서 나오는 부산물을 이용하여 ① 부산물비료를 생산하여 무상으로 유통·공급하는 경우 ② 1일 평균 1.5톤 이하의 부산물비료를 생산하여 판매하는 경우는 비료관리법을 적용받지 않음



[그림 3-7] 가축분 건조 및 부산물비료 포장

마. 유입수 및 방류수 농도 현황

가축분뇨공공처리시설은 공공하수처리시설에 연계처리 하는 경우는 매주 2회 이상, 단독처리 하는 경우는 매일 1회 이상 방류수 수질을 측정하여야 한다. 확인결과 공공처리시설은 법

를적 기준에 따라 방류수수질 분석은 물론, 처리공정의 관리를 위하여 유입수 및 주요공정별 자체적으로 측정하여 관리하고 있다. 자원화시설을 설치한 공공처리시설은 생산한 퇴비 또는 액비에 대하여 매월 1회 이상 성분검사를 하도록 하고 있으나, 충청남도에는 자원화시설을 설치한 공공처리시설이 없는 실정이다.

공공처리시설에 유입하는 가축분뇨농도는 축사관리의 환경적 요인과 가축분뇨 이용방식에 따라 많은 차이가 있으며, 처리장별, 수거 형태별, 수거시기 등에 따라 매우 다르게 나타내는데 대략 BOD 12,000~22,000mg/L, COD 4,000~14,000mg/L, SS 7,000~25,000mg/L, T-N 3,000~4,500 mg/L, T-P 200~600mg/L 정도의 범위이다. 공공하수처리시설과 연계처리하고 있는 아산시 및 예산군의 공공처리시설은 방류수 수질기준이 설정되지 않았지만 BOD 70~200mg/L, COD 300~600mg/L, SS 80~250mg/L, T-N 80~600mg/L, T-P 10~50mg/L 정도로 처리 후 공공하수처리 시설에 연계처리하고 있다. 한편, 단독처리하고 있는 공주시, 보령시, 논산시, 홍성군의 공공처리시설 방류수수질기준은 BOD 30mg/L이하, COD 50mg/L이하, SS 30mg/L이하, T-N 60mg/L 이하, T-P 8mg/L이하, 대장균군수 3,000개/mg이하로 규정되어 있으나 BOD 2~10mg/L, COD 15~30mg/L, SS 2~10mg/L, T-N 15~30mg/L, T-P 0.5~5mg/L, 대장균군수 100개/mg이하로 운영되고 있어, 시설보강공사 등 특정 조건을 제외한다면 방류수의 수질농도로 인한 문제는 없다.



공주가축분뇨공공처리시설



보령가축분뇨공공처리시설



[그림 3-8] 가축분뇨공공처리시설 전경

공동처리시설 및 개별처리시설의 경우 자원화시설(퇴비·액비)은 생산량과 처분내용을 기록하여야 하며, 허가대상 규모의 정화시설은 배출되는 방류수의 수질을 3개월에 1회 이상, 신고대상 규모인 경우 6개월에 1회 이상 스스로측정하거나 측정대행업자에게 측정을 위탁하여야 한다. 법률적으로 유입수는 농도를 측정해야하는 의무규정이 없기 때문에 몇몇의 시설을 제외하고 유입수의 수질농도를 측정하지 않고 있어 유입농도를 정확히 알 수 없으나, 대략적으로 BOD 30,000~50,000mg/L, COD 20,000~40,000mg/L, SS 30,000~50,000mg/L, T-N 3,000~8,800 mg/L, T-P 300~900mg/L 정도이다. 방류수는 법률기준에 따라 측정대행업 자에게 위탁하여 측정하고 있으며, 기록부 상에는 대부분 방류수 수질기준을 만족하고 있다. 그러나 정화시설 공정관리를 위해서 수질을 분석하기보다는 법률적인 규정 때문에 실시하는 것으로 판단되며, 가

축분뇨처리의 공정관리를 위해서는 최소한 주 2~3회 정도로 유입수, 포기조수, 방류수 등을 분석해야 할 것으로 판단한다.



[그림 3-9] 정화처리시설 전경(포기조 및 침전조)

바. 처리시설 설치 및 운영비용 분석

공공처리시설의 경우 시설용량, 처리공법, 연계처리 여부, 시설보강 횟수 등에 따라 설치비

용은 매우 큰 차이를 보이고 있으며, 시설이 비교적 복잡한 공정으로 설치한 공주시 및 홍성군이 2~3차의 보강공사 과정을 거쳐 각각 161억원, 178억원이 소요되었고 논산시가 4차 보강공사 과정을 거쳐 총 143억원이 소요되었다. 그 외 단독처리 하는 보령시공공처리시설과 연계처리하고 있는 아산 및 예산공공처리시설이 약 100억원을 투입하여 설치하였다. 인건비, 전력비, 약품비, 슬러지처리비 및 개·보수비 등을 포함한 연간 운영비용은 최소 6.5억원에서 최대 14.1억원 정도이며, 공공하수처리시설과 연계처리 하는 아산시 및 예산군의 공공처리시설이 각각 7.5억원 및 6.5억원 정도로 단독처리 하는 시설보다 적었다. 반면, 공공처리시설에 반입된 가축분뇨 톤당 처리비용은 최저 약 16,000원/㎥에서 최대 32,000원/㎥까지 편차가 매우 크게 나타났다. 시설별로 볼 때, 논산시공공처리시설이 16,000원/㎥으로 가장 적었고, 예산군공공처리시설 19,000원/㎥, 아산시공공처리시설이 20,000원/㎥원정도이며, 보령시공공처리시설이 32,000원/㎥으로 가장 많았다.

공동처리시설의 경우에서도 시설용량, 처리공법, 퇴비사 시설, 시설보강 횟수 등에 따라 설치비용은 매우 큰 차이를 보이고 있으며 약 10억~20억 정도의 규모이다. 연간 운영비용은 가축분뇨 반입 톤당 8,000원/㎥에서 10,000원/㎥정도이다. 한편, 시설용량 50㎥/일 개별처리시설의 설치비용은 약 0.5억원~20억원에 이르기까지 매우 다양하며, 설치비용은 주로 처리시설 용량에 따라 좌우된다고 볼 수 있다. 개별처리시설의 연간 운영비용은 약 3,000원/㎥에서 7,000원/㎥정도이다.

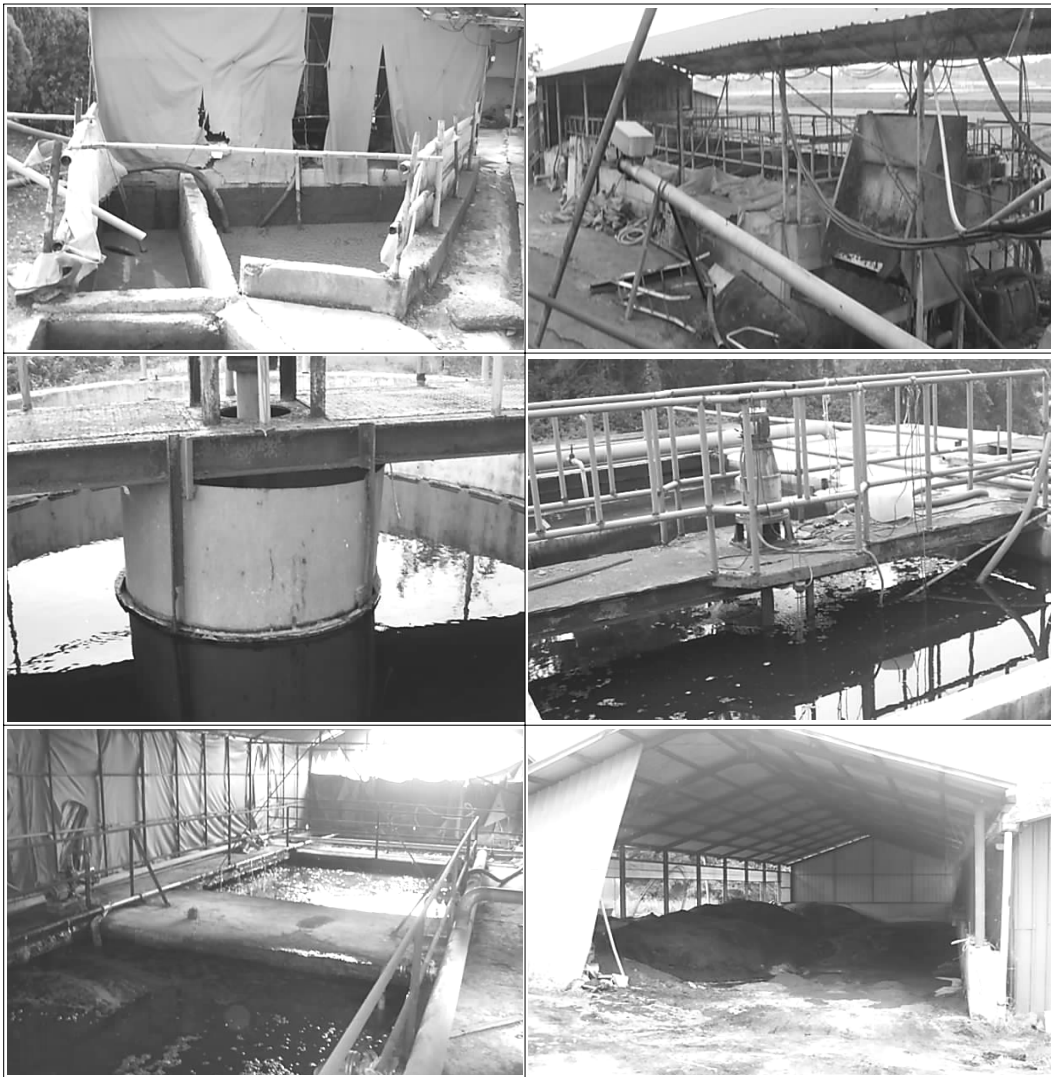
사. 운영관리 인력현황

운영인력은 처리공법, 가축분뇨처리량, 시설용량, 연계처리여부 등에 따라 다르지만 공공처리시설의 경우 시설별 약 7~13명 정도가 근무하고 있고, 공동처리시설의 경우 약 1~5명 정도가 시설을 운영하고 있다. 그러나 개별처리시설의 경우 1~2명 정도로 상시적으로 정화시설에 고정 배치한 경우도 있지만, 대부분은 가축사육 업무와 병행하여 근무하는 형태를 보이고 있다.

3. 처리시설 설치 및 운영관리문제 사례

가. 처리시설의 노후

가축분뇨의 경우 황화수소 및 암모니아 가스가 발생하여 철제품의 부식을 매우 빠르게 진행시켜 시설의 노후화 및 부식을 촉진시킨다. 이로 인한 시설관리자의 안전성에 문제가 있으며, 정화처리측면에서도 결코 바람직하지 않으나 개별처리시설을 중심으로 노후 된 시설이 존재하고 있어 시설개선이 요구된다.



[그림 3-10] 노후화된 처리시설

나. 시설관리 소홀

가축분뇨가 처리되지 않고 축산시설 외부로 유출될 경우 악취발생은 물론 공공수역의 수질 오염을 일으켜 환경적 측면에서 바람직하지 않으나 정화시설에 유입되지 않고 외부로 배출되는 경우와 유기물이 충분히 분해되지 않고 침전조를 거쳐 방류되는 사례, 지하수를 과대하게 섞어 희석에 의하여 농도를 낮추어 처리하는 사례가 있다.



[그림 3-11] 가축분뇨 관리소홀 사례

다. 침전지 관리 미숙

생물학적 정화시설은 장기간 포기조에서 용존성 유기물과 고형성유기물을 분해하고, 분해 과정에서 증식한 미생물 및 분해산물은 다음 단계인 침전조에서 중력에 의하여 고액분리 함으로써 정화처리가 완성된다고 볼 수 있다. 그러나 침전지에서 슬러지를 주기적으로 제거하지 않거나, 슬러지의 재부상 현상으로 고액분리 되지 않은 처리수가 정류벽(baffle)을 월류하여 배출되는 시설이 종종 목격되는 사례가 있다. 또한, 일부 침전지는 반송슬러지 및 잉여슬러지 펌프의 빈번한 고장을 이유로 침전지가 비어있는 경우, 포기시설을 설치하여 가동함으로써 침전에 방해할 유발하는 시설도 존재한다.



[그림 3-12] 부실한 침전지 관리

라. 이동식 이송관 설치

가축분뇨 정화시설은 특별한 경우를 제외하고 기본적으로 고정식으로 배관을 설치하여 미처리된 가축분뇨가 고의 또는 실수로 공공수역에 방류되지 않도록 하여야 한다. 그러나 시설조사과정에서 상당수의 정화시설은 고무 제품류의 가변식 이송관이 설치되어 있었다.





[그림 3-13] 가변식 이송관설치

마. 기타문제 사례

최근에 현대식 시설로 설치한 가축사육을 제외하고 거의 대다수 가축사육시설은 악취 및 해충 발생에 상당히 노출되어 있다. 뿐만 아니라 정화시설 및 퇴비화시설은 차폐되지 않았기 때문에 정화시설의 고액분리시설, 침수조, 유량조정조 등과 퇴비시설에서 악취 및 파리발생이 매우 심하여 영향권 주변에서 민원발생이 끊이지 않고 있는 실정이다. 일부 시설에서는 폐사한 가축을 정화시설 저류조 등에 그대로 방치하는 경우도 있기 때문에 가축질병관리차원에서 적절한 관리가 요구되기도 한다.

제4장 가축분뇨의 관리방안

제1절 가축분뇨 특성 및 처리기술

1. 가축분뇨 발생특성

가축분뇨는 고농도의 유기물질과 식물성장에 필요한 다양한 물질을 함유하고 있어 농작물 재배에 필요한 영양 공급원으로 활용될 수 있으나, 화학비료와 비교하면 토양에서 불안정한 작용과 비료성분이 상대적으로 적고, 취급성이 나빠져 저장 및 수송가치가 적어 경제적·물질적 이용가치가 낮다. 또한, 가축사육밀도가 높은 도시근교지역은 액비 및 퇴비 살포면적이 풍부한 지역보다 그만큼 가축분뇨의 시용가치와 수송·저장가치가 낮게 평가되고 있다. 결국, 상당수 지역에서 가축분뇨는 고비용 처리구조, 처리시설의 비효율성과 함께 친환경 순환농업에서도 경제성을 가지지 못하고 환경오염의 주범으로 나타나고 있는 실정이다.

가축분뇨의 배출량, 물리적 성상 및 화학성분은 축종, 연령 및 체중, 사료의 종류와 급여량 등에 따라 크게 변할 뿐 아니라 계절이나 축사관리(축사의 종류, 구조, 고액분리 유무, 청소 방법, 세척 수량, 소독) 등의 환경적 요인에 따라 많은 차이가 있다. 따라서 가축분뇨의 배출량과 성분을 간단히 규정하기란 쉽지 않기 때문에 환경요인의 변화 및 처리방법에 따라 성분분석이 요구된다. 돈사의 경우 스크레퍼(scraper)형 돈사와 슬러리(slurry)형 돈사가 있으며, 국내에 설치된 돈사의 상당수는 슬러리형 돈사구조이다. 스크레퍼형 돈사는 분과 뇨가 분리되어 배출되기 때문에 어느 정도 고액분리가 된 상태로 미제거된 일부의 가축분과 가축뇨 및 청소수가 주성분을 이루기 때문에 오염물질 농도가 낮은 것이 일반적이다. 그러나 슬러리형 돈사

의 경우 돼지를 출하하거나 이동시킬 경우 또는 필요시에만 돈사 하부에 설치된 피트(Pit)에서 일시적으로 분뇨를 혼합하여 제거하게 되어 오염물질의 농도가 매우 높을 뿐만 아니라 상당한 기간 동안 저류되어 있었기 때문에 분뇨의 혐기성 발효가 진행됨에 따라 입자성 물질이 다소 분해되어 점성도가 높아 고액분리가 어렵게 하는 요인으로 작용하기도 한다.

이와 같이 환경적 요인 등에 따라 변화하는 가축분뇨 발생특성을 조사하여 처리시설의 설치 용량 결정과 살포면적 확보기준, 지역단위 양분총량제 도입 등을 결정하기 위한 자료를 확보하기 위하여 농촌진흥청에서 1997년부터 2000년까지 3년간 축산농가 현장을 대상으로 조사한 축종별 분뇨배설량, 오염물질 함량, 비료성분 함량의 결과를 요약하면 다음과 같다.

〈표 4-1〉 가축분뇨의 배출량 및 세정수 발생량 (한우, 젖소, 돼지:L/두/일, 닭:g/수/일)

구 분		한우	젖소	돼지	산란계	육계
가축분뇨 배출량	분	10.1	24.6	1.6	127.4	90.5
	뇨	4.5	11.0	2.6	-	-
	계(A)	14.6	35.6	4.2	127.4	90.5
세정수(B)		0.0	10.0	4.4	127.4	90.5
가축분뇨 배출원단위(A+B)		14.6	45.6	8.6	127.4	90.5

주) 생애 표준체중 : 한우 350kg, 젖소 450kg, 돼지 60kg

자료 : 농촌진흥청, 가축분뇨 자원화기술 연구성과, 2007

〈표 4-2〉 축종별 가축분뇨의 오염물질 농도

(단위, mg/L)

구 분		BOD ₅	COD _{Mn}	SS	T-N	T-P
한우	분	26,539	71,610	152,482	2,614	602
	뇨	6,686	7,696	1,412	4,801	25
젖소	분	18,294	52,765	102,889	2,575	457
	뇨	5,455	8,089	593	3,401	13
돼지	분	68,187	63,146	254,257	8,518	2,152
	뇨	4,543	3,793	553	4,606	148

자료 : 농촌진흥청, 가축분뇨 자원화기술 연구성과, 2007

〈표 4-3〉 축종별 가축분뇨의 비료성분

(단위, %)

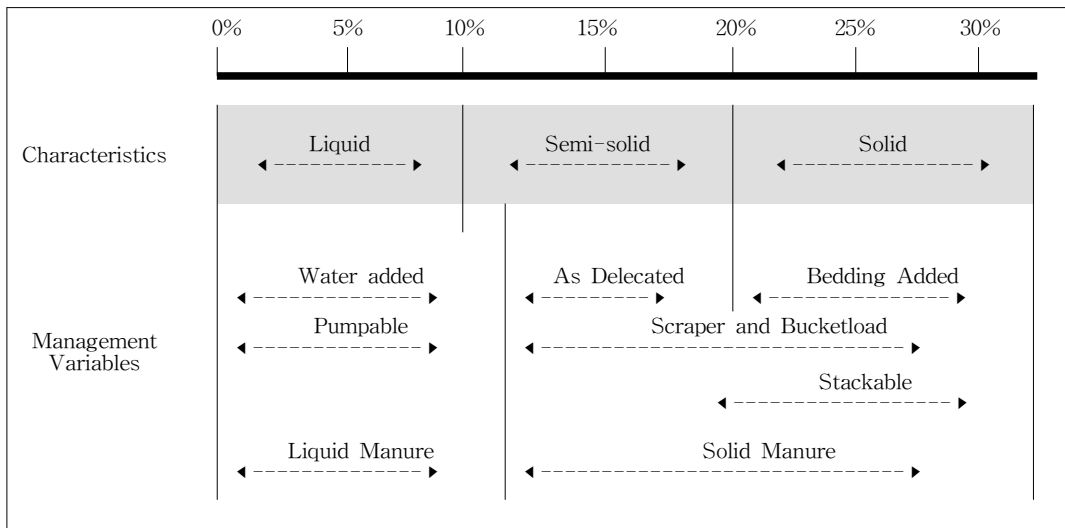
구 분		수분	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
한우	분	80.8	0.34	0.29	0.09	0.37	0.11
	뇨	95.4	0.48	0.006	0.48	0.01	0.04
젖소	분	83.9	0.26	0.10	0.14	0.20	0.01
	뇨	95.1	0.34	0.003	0.31	0.10	0.05
돼지	분	76.3	0.77	0.50	0.25	2.22	1.39
	뇨	98.1	0.83	0.07	0.20	-	-
닭	산란계	73.5	1.21	0.48	0.53	1.51	0.39
	육계	26.0	0.89	0.26	0.39	0.73	0.18

자료 : 농촌진흥청, 가축분뇨 자원화기술 연구성과, 2007

2. 가축분뇨 처리기술

가축분뇨는 농지에 환원되어 작물과 사료를 생산하는 밑거름이 되는 자원순환체계를 유지하는 것이 가장 바람직하므로 처리기술의 일차적인 목표는 균형이 잘 유지되도록 농작물에 필요한 비료(퇴·액비)를 생산하는 것이고, 이차적인 목표는 가축사육 두수가 많아 퇴·액비 활용 후 잉여량의 가축분뇨를 바이오에너지로 활용하거나 정화처리 하여 환경오염문제를 일으키지 않도록 하는데 궁극적인 목표를 두어야 합당하다. 그럼에도 불구하고 단위면적당 가축사육 두수가 많아 자원순환체계를 유지할 수 없거나 정화처리의 한계를 초과하여 환경오염문제를 일으키는 지역은 필연적으로 가축사육의 제한이 뒤따라야 한다.

가축분뇨를 고형물 비에 따라 액상(liquid), 반 고체상(semi-solid), 고체상(soild)으로 나눌 수 있으며, 고형물질 함유량이 8~10%이하까지는 대개 액체상 분뇨로 펌프의 사용이 가능하나, 고체상 또는 반 고체상의 가축분뇨는 스크레퍼 등으로 수거가 가능하다. 처리방법은 가축사육규모 및 방법, 축사시설구조에 따른 분뇨 분리방법, 축사 청소시스템 등의 지역적 여건 등을 고려하여 선택하여야 한다. 축산분뇨의 분리 또는 혼합여부에 따라 처리방법이 대별되는데, 분과 뇨가 분리될 경우 뇨는 일반적인 정화처리(물리, 화학적, 생물학적 처리) 후 방류 또는 액비로 이용되고, 분은 수분을 조절 후 자원화를 위한 부산물비료 또는 퇴비화 하여 토양에 환원시키는 방법이 일반적이다. 한편, 슬러리형 돈사 시스템이나 낙농시설과 같이 분뇨가 혼합 발생되어 고액분리가 어려운 경우에는 저장액비화 방법에 의해 혼합된 분뇨를 액비탱크에 6개월 이상 저장시켜 안정하게 부숙(腐熟) 후 토양에 살포하거나 고액분리장치 등으로 분뇨를 고액분리 후 정화처리 및 자원화 할 수 있다.

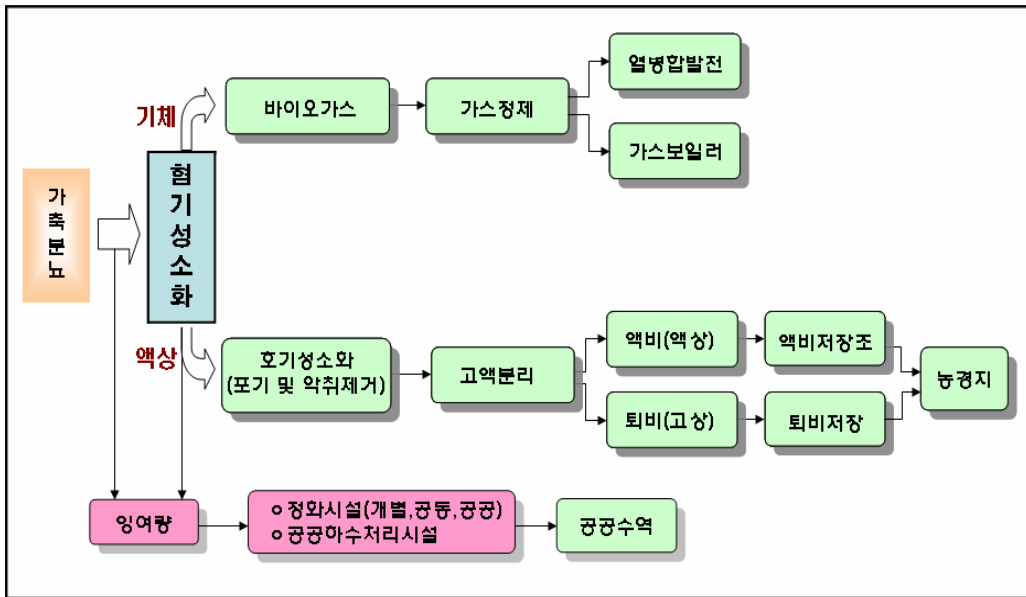


[그림 4-1] 가축분뇨의 물리적 특성

가. 자원화

화학비료 사용이 일반화되기 이전 가축분뇨는 인분과 함께 부업규모로 가축을 사육했던 시기에는 작물의 영양원 또는 토지개량제로 활용되었었다. 그러나 작물에 필요한 선택적인 성분 뿐만 아니라 취급성이 좋고 저장 및 수송가치 등 경제·물질적 이용가치가 높은 화학비료의 등장에 따라 이용이 점차 적어졌다. 최근 화학 비료에 대한 문제점의 인식과 축산 분뇨의 급증으로 인하여 환경을 오염시키는 물질로 취급되면서 가축분뇨의 재이용 측면이 대두되어 다시 부산물비료로 이용되고 있다. 하지만 안정화 과정을 거치지 않은 가축분뇨는 식물에 악영향을 미치며 토양에 침투되어 토양 및 지하수 오염이라는 부작용을 낳게 되고, 가축사육두수가 과도하게 늘어나 지역에 따라서는 농경지 면적 대비 이용량의 한계를 초과하는 지역이 발생하기 시작하였다.

따라서 발생한 가축분뇨를 자원화하기 위한 단기적 목표는 화학비료를 대신하여 농작물에 필요한 영양물질이 함유하도록 퇴·액비의 질적 개선과 함께 취급성, 저장성, 수송성 등 경제적 이용가치를 높여야하고, 장기적으로는 잉여량의 가축분뇨를 유기물의 분해과정에서 발생하는 바이오에너지 생산에 있으며, 그 이외의 여러 가지 환경적 요인에 의한 불균형에 따른 잉여량을 정화처리 하는데 있다.



[그림 4-2] 가축분뇨 자원화 시스템 기본공정도

가축분뇨의 비료적 가치는 각종 영양분을 골고루 함유하고 있고, 축종별 비료성분 함량은 계분>돈분>우분 순으로 높다. 가축분뇨와 화학비료의 주요 차이점은 ① 가축분뇨는 축종 등 각종 요인에 따라 성분이나 품질에 차이가 비교적 크다. ② 가축분뇨는 각종 영양분을 골고루 함유하고 있다. ③ 특정작물의 경우 가축분뇨의 성분을 분석하여 사용량을 결정하여야 한다. ④ 퇴비는 지효성이나 액비는 화학비료와 거의 동등한 속효성이다. ⑤ 가축분뇨는 화학비료에 비해 운송, 사용이 불편하다.

〈표 4-4〉 가축분뇨의 자원화에 따른 제약요인

고려사항		현황 및 문제점
생산물	퇴비가격	• 공동처리장 등 가축분뇨처리시설에서 생산된 부산물비료는 계절에 따라 가격 격차가 심함
	공급 및 자금	• 판매처가 일정하지 않아 판로확보가 어려움 • 후지불 대금결제방식이 대다수로서 자금 회수에 장시간이 소요됨
	액비	• 저장, 유통, 취급성이 용이하지 않음 • 시장가격이 형성되지 않아 대부분 무상으로 제공되고 있음
투	수분조절제	• 퇴비화시설이 증가함에 따라 톱밥수요량의 지속적인 증가로

입 요 소		종전의 톱밥생산량으로는 부족하여 가격이 상승함 • 지역별로 수급이 불균형하여 지역간 가격 격차가 큼
	고용 및 인력	• 가축분뇨 처리시설의 열악한 작업 환경으로 고용 노동력의 확보가 어려움 • 시설규모가 큰 기계식 퇴비화시설의 경우 전문인력 확보가 어려움
	토지구입비	• 대도시권에 인접사육지의 가축분뇨 처리시설 설치를 위한 토지구입 비용이 큼
	유지관리	• 시설설치비 및 암모니아 가스로 인한 시설 내구년수의 단축 등에 따른 시설의 재투자 비용이 높게 요구됨

① 액비화

액비란 가축의 분, 뇨 그리고 가축이 섭취하고 남은 사료, 짚과 청소수가 혼합된 것으로 보통 수분함량이 85%이상인 액상으로서 혐기상태 또는 호기적 교반상태에서 유기물의 분해가 종료되어 안정화된 것을 말한다. 분해방법에는 단순저장에 혐기성소화법 등을 사용하거나 호기성소화방법을 이용한다.

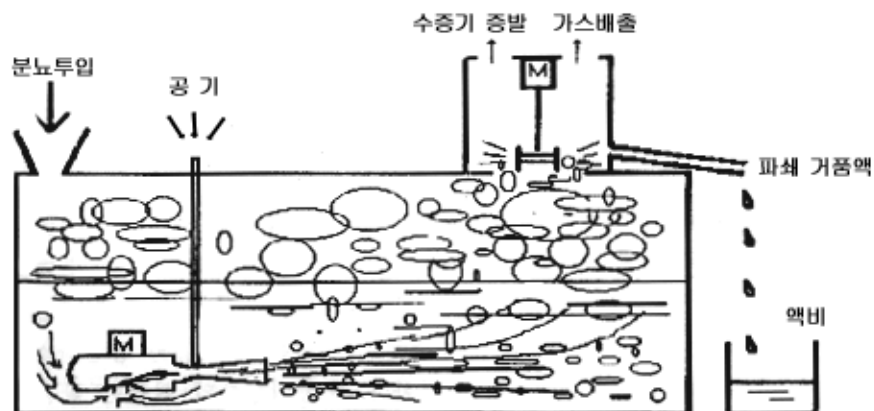
혐기성 소화시 액상물의 상태와 외부환경에 따라 2~6개월 부숙기간이 필요하며 유기물의 혐기성 분해과정에서 악취가 발생한다. 혐기성액비화 방법은 호기성 방법에 비해 공기를 공급하기위한 동력이 소요되지 않으며, 반응과정 중 부산물로 유용한 에너지인 메탄가스를 얻을 수 있다. 또한, 혐기성 반응의 특성상 미생물 성장에 질소, 인의 소비가 호기성에 비해 상대적으로 적어 생산된 액비는 질소, 인 함량 비율이 비교적 높아진다. 반면, 혐기성 반응은 미생물 성장속도가 느려 호기성에 비해 상대적으로 긴 체류시간을 필요로 하며, 이에 따라 반응조의 체적 및 소요 부지 공간이 커지는 단점이 있다. 일반적으로 대규모 축산농가나 밀집 축산지역과 같이 다량의 액상분뇨가 발생되는 경우는 부숙기간을 단축시키기 위해 호기성 소화방법이 많이 사용되고 있다. 호기성소화 즉, 액상퇴비화(liquid compost)는 공기를 충분히 공급하면서 교반해 주면 점진적으로 호기성 미생물이 번식하게 되는데, 액비 속에 질소(N) 및 인(P)화합물과 기타 악취물질(volatile organic compounds)을 효과적으로 분해시킨다. 또한, 호기성 미생물에 의해 열이 발생하게 되어 액비 내에 온도가 상승하면서 저온성 병원균 등이 사멸하게 된다.

㉠ 혐기성 액비화(저장 액비화)

가축분뇨를 단순 저장조에 장기간 보관하게 되면, 유기물질을 영양원으로 혐기성미생물이 서서히 증가되고 유기물은 유기산, 메탄가스로 저분자화 되는데 유기물의 함량은 약 4개월 정도면 유입초기에 비하여 1/2수준으로 감소된다. 이는 혐기성미생물에 의해 안정화 되어가는 것을 의미하며, 이후에는 매우 천천히 감소해서 6개월이 되면 더 이상 변화가 없을 정도로 된다. 즉, 6개월 정도면 분뇨내의 유기물질은 거의 안정화되고 질소, 인 등의 영양물질은 액비 내에 잔존되어 토양에 살포시 비료로 역할을 하게 된다.

㉡ 호기성 액비화

가축분뇨 중의 유기물을 미생물이 분해하는데 공기를 장기간 공급하여 호기성 미생물이 우점하게 하는 방법이다. 일반적으로 호기성소화시에 미생물에 의해 유기물이 분해되고 후속 침전지에서 고액분리를 통해 상등수를 방류하게 되는데, 액비 공정에서는 별도의 침전지를 두지 않고 방류하지도 않는다. 일반적으로 1개월 정도의 장기간의 수리학적 체류시간을 통해 미생물의 자산화를 유도하여 유기물질을 안정화시켜 액비를 완성하게 된다. 미생물의 호기성 분해시 생산되는 에너지는 열에너지로 전화되어 외부로 발산되는데, 반응조에 단열장치 하여 내부 운전온도를 고온으로 유지하는 방법이 자체발열 고온호기성 소화방법(auto thermal aerobic digestion, ATAD) 이며, 고온속성액비화공정이라고도 한다. 고온 액비화를 이용할 경우 액비 생산과정에서 대장균 사멸 등의 효과가 있으며, 고온 조건에서 미생물의 반응속도가 높아 생산시간을 저감시킬 수 있다.



자료 : 농촌진흥청, 가축분뇨 자원화기술 연구성과, 2007

[그림 4-3] 고온속성액비화공정 개요



[그림 4-4] 액비살포 전경

② 퇴비화

가축 분을 퇴비로 사용하기 위해서는 짧은 시간 내에 퇴비화와 부숙과정을 통해 안정화 시키는 공정이 필요하다. 현재 사용되고 있는 가축분의 퇴비화 공법에는 크게 호기성 퇴비화법,

혐기성 퇴비화법, 소석회를 이용한 안정화법 등이 있다. 이중에서 혐기성 퇴비화법의 경우 소요 시간이 오래 걸리고 발열 온도가 낮아 기생충 등이 완전히 사멸되지 않으며, 악취발생 등 문제점이 많아 호기성 퇴비화공법이 주로 개발되었다. 소석회법은 소석회와 축분을 혼합할 때, 발생하는 발열반응을 이용하여 기생충과 병원성균을 사멸시킨 후 건조시켜 퇴비화 하는 공정이다.

호기성 퇴비화는 고액분리 후 가축분을 대상으로 미생물을 이용하여 유기물을 분해시키는 방법으로서 미생물의 활성에 영향을 미치는 온도, 수분, 산소, pH, 영양분 등이 중요 인자로 작용한다. 가축분이 미생물에 의해 퇴비화 되면 대부분의 유기물은 물, 이산화탄소, 암모니아 등의 무기물로 전환하게 되고, 그 밖의 중간 생성물과 증식된 균체가 남게 된다. 퇴비화의 단계는 퇴비화과정 및 부숙과정으로 나눌 수 있다. 퇴비화과정은 초기에 중온에서 발효가 일어나며 단백질, 지방, 탄수화물이 분해되면서 pH가 낮아지고 유기물의 분해가 일어난다. 분해시 발열반응으로 온도가 45~60℃로 상승하여 고온성 세균이 증식되고 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스가 분해되면서 대기 중으로 CO₂를 배출시키며 pH는 증가하기 시작한다. 이후 탄소성 유기 물질이 감소되면서 C/N비가 떨어지고, 온도는 다시 40~45℃ 정도로 감소되며 pH 증가로 인하여 암모니아가 대기 중으로 배출한다. 최종적으로 상온 정도로 온도가 감소되고 C/N비가 낮은 안정적인 부식질의 물질이 되며 pH는 알칼리성이 되면서 퇴비화 과정은 거의 끝나게 된다. 부숙하는 과정에서는 퇴비화 진행 중 미처리된 부분이 계속적으로 분해되면서 안정화 된다. 산소공급을 위한 공기는 일반적으로 호기성 퇴비화에서는 가축분 체적당 5~15%가 적당 하며, 15%이상 공기를 공급하면 온도가 떨어지고 0.5% 이하는 혐기성 상태로 변화되어 부패 하게 된다. 함수율의 적정조건은 60~70% 범위이며, 수분량이 지나친 경우에는 톱밥이나 왕겨 등의 수분조절제(bulking agent)를 투입하여 적정조건을 유지시켜 주어야 한다.

㉠ 퇴비단 공법

축분을 수분조절제와 혼합하여 자연상태에서 발효시키는 공법으로서 주기적으로 뒤집거나 인위적으로 공기를 주입하여 호기성 상태를 유지시켜야 하며, 퇴비화가 완료되기 까지 상당한 시간이 필요하여 주로 소규모 시설에서 사용한다. 이 공법은 공사비와 유지 관리비가 저렴하나 부지면적이 많이 필요하며 악취 발생의 우려가 있다. 가축분에 벚짖, 톱밥, 왕겨 등의 수분조절제를 투입하여 적절히 수분함량을 조절한 후 1.2~1.5m 높이로 퇴적시

키면 자연적으로 유기물이 발효하여 온도가 상승하면서 퇴비화가 진행된다. 퇴적 후 2~3 주일이 경과하면 1회 뒤집기 작업을 실시하고, 이후 3~4주일째 2회 정도 뒤집기를 실시하면서 통기를 시킨다. 다시 1개월 후 뒤집기를 해주면 3~6개월 사이에 안정화되면서 퇴비가 완성된다. 수분조절재의 필요조건으로는 가축분에 포함하고 있는 수분을 잘 흡수할 수 있고 적당한 입도를 가져야 하며, 분해가 용이하고 농작물의 안전성을 위하여 유해물질이 포함되지 않아야 한다. 또한, 수분조절재는 구입가격이 저렴하며 적절한 산도를 가져야 한다.

⑥ 퇴비화 촉진법

퇴비화 촉진법으로는 퇴비단 하부에 통기관을 설치하여 공기를 공급하는 방법과 기계식으로 축분을 적절히 교반해 주는 방법으로 나눌 수 있으며 과다한 공기의 공급이나 지나친 교반은 열손실을 유발하여 미생물의 활성화에 역작용을 주게 된다.

- 기계교반식 발효법 : 돼지사육시설의 경우 대규모(2,000두 이상 사육) 이상의 농가에 적용 가능한 방법으로서 기계교반 방식으로는 소규모 퇴비화에 주로 사용되는 로타리식과 대규모 축분퇴비 제조시설 등에서 많은 양의 퇴비를 교반하는 에스컬레이터식이 있다. 분리된 축분을 1차 저장조에서 수분조절재를 혼합한 후 발효시설의 발효조로 운반하여 통기 및 교반 등으로 초기에는 30~40℃, 중기에는 70~80℃정도에서 1차 발효(15일간)후 퇴적장으로 옮겨 약 60~90일간 2차 발효시키는 방법이다. 악취포집 및 제어장치가 설치되지 않을 경우 퇴비 제조시 발생하는 악취 등으로 인한 민원문제 발생됨에 따라 밀폐형 발효시설의 개발이 요구된다.
- 퇴적송풍식 발효법 : 축분을 1차 저장조에서 수분조절재 등을 첨가하여 수분함량을 65%로 조정한 후 발효조로 운반하여 강제통기 등으로 1차 발효(15일간)후 퇴적장으로 옮겨 대략 60~90일간 2차 발효시키는 방법으로서 발효조의 온도는 재료 투입 1일경과 후 70~80℃까지 상승하였다가 서서히 온도가 감소되어 15일경에는 40~50℃정도 유지된다. 퇴비화 작업 중 철판망 사이에 수분이 많은 상태에서 계속작업을 하면 공기통로가 막힐 우려가 있으므로 발효조에 로더 등을 이용하여 안쪽부터 쌓아 나오며 과다한 퇴적은 피해야 한다. 축종별 발효조 용량은 소의 경우 축사 100m²당 7m³이상, 돼지의 경우는 100m²당 10m³이상 설치해야 한다.

㉔ 소석회혼합법

가축분을 10일 정도 자연 상태에서 건조시킨 후 안정화 반응조에서 분리된 가축분과 소석회를 20 : 1 비율로 혼합시킨다. 이때 발생하는 발열 반응으로 기생충 및 병원성 균을 사멸시킨 후 자연 건조기에서 건조 후 다시 열을 이용한 기계식 건조기에서 건조시켜 퇴비를 생산하는 공법이다. 이때 함수율 감소로 초기 축분 양의 30% 내·외가 퇴비로 생산된다.



[그림 4-5] 부산물비료생산 전경

③ 바이오에너지

가축분뇨의 퇴비화를 통한 재활용 비율이 증가하고 있지만 안정성 및 시장성의 한계를 극복해야 하는 문제점이 있으며, 재생가능 폐기물의 처리시설 설치에 NIMBY 현상 때문에 장소 선정에 어려움이 있는 실정이다. 이에 따라 선진국 및 국내에서는 다양한 신재생에너지원 중 바이오매스로부터 생산되는 바이오에너지의 보급이 급속하게 확산되고 있는 추세이다.

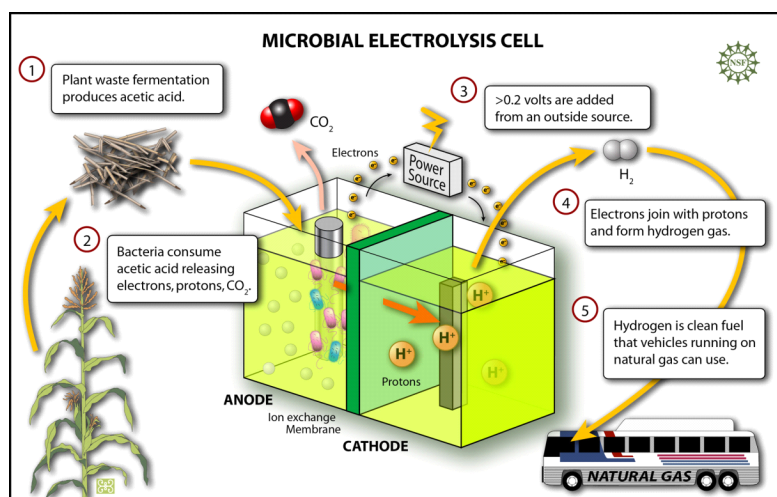
혐기성소화(anaerobic digestion)기술은 1900년대부터 산업용으로 이용되기 시작한 것으로 낙농업과 축산업이 발달된 유럽을 중심으로 발전되어 왔고 독일, 네덜란드, 덴마크, 영국 등이 우수한 기술수준을 보유하고 있다. 유기물의 농도가 높은 폐수에 대하여 매우 경제적인 기술이며 오랜 역사를 두고 지속적인 기술발전이 진행되고 있다. 현재 상용공정은 주로 1970년대 이후에 개발된 공법으로 잉여량의 가축분뇨를 혐기성소화과정에서 유효 에너지원인 메탄이 얻어지기 때문에 세계적으로 혐기성소화를 이용한 Biogas Plant 적용이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.

다양한 유기성 폐기물(가축분뇨, 음식물쓰레기, 분뇨, 하수오니 등)을 혐기성 미생물을 이용하여 발효시킴으로써 주로 메탄(CH_4 : 약 60%)과 이산화탄소(CO_2 : 약 40%)로 구성된 바이오가스(Biogas)를 얻을 수 있으며, 이 중 가축분뇨가 유효한 활용 방법 중 하나로 주목받고 있다. 바이오에너지는 가축분뇨를 활용할 경우 환경친화적 자원화 처리를 위하여 혐기성소화과정에서 발생된 바이오가스로부터 전기와 열에너지를 생산함과 동시에 메탄발효 후 남은 소화액은 비료성분이 남아 있기 때문에 액비로 이용할 수 있다.

우리나라는 1980년대부터 일부 보급되었으나 기술부족 등으로 실패해 오다가 2006년 시범사업완료 후 기술이 검증되어, 최근 바이오가스 생산시설을 설치·운영 및 보급이 확산되고 있는 추세이다.

1. 1990년대 농협 종돈사업소, 아산 금호양돈단지 등에서 혐기소화 메탄가스 생산시설을 설치하였으나 설계오류, 운영기술 부족 등으로 가동중단
2. 2001년 농진청 축산기술연구소에 “가축분뇨처리 및 바이오가스 이용기술”을 개발, 충남 성환에 설치하였으나 운영관리 조건이 맞지 않아 가동이 중단된 상태임.
3. 경기도 파주시에 가축분뇨 및 음식물쓰레기 복합 공공처리시설 운영 중 (축분 60톤/일, 음식물 20톤/일)
 - 1일 200 KW전력을 생산하여 자체 전력으로 이용 중
4. 충남 홍성군 광천읍 운영농장에 1일 10톤 처리 규모의 혐기소화시스템을 2008년 준공을 목표로 시운전 중
 - 현재 정상가동 중 (1일 전기 200 KW생산)
5. 산업자원부의 이상혐기공정의 바이오가스 생산시스템 시설 실증 연구사업 완료 - 축산연구소 10 KWh 설비
 - 산업자원부 실증 2004년 8월~2006년 7월까지 완료(대우건설 기술 연구소)
6. 산업자원부 에너지관리공단의 시범보급사업이 완료되어 성공적으로 시설 운영중
 - 1일 가축분뇨 20톤 규모 (경기도 이천시 백사면 모전영농조합에 설치 - 대우건설)
7. 2007년 신재생에너지 지방보급사업(산업자원부 에너지관리공단)중 “가축분뇨 혐기소화 바이오가스 설비 사업”이 확정되어 진행 중 (전라북도 무주군, 고창군, 정읍시에 각 각 1일 50톤 규모의 설비 공사 진행 중)

가축분뇨는 고농도 유기물을 함유하고 있으며, 고농도 유기물은 고농도의 에너지 함유를 의미한다. 최근 자원 위기상황과 세계적인 온실가스 관리계획에 따라 온실가스를 더 생산하게 되는 혐기성 방법을 대신하여 가축분뇨를 전기에너지로 직접 전환시키는 연료전지(microbial fuel cells, MFCs)를 생산하는 생물학적 기술이 개발되어 실용화 단계에 접어들고 있다. 연료전지는 가축분뇨 처리와 에너지 회수의 역할을 동시에 할 수 있는 새로운 형태의 생물처리 공정으로 연료전지 내부의 미생물학적 촉매 반응이 직접적으로 유기물질의 화학적 에너지를 전기 에너지로 전환시킨다.



자료 : U.S. National Science Foundation, CURRENT, 2007

[그림 4-6] 연료전지 공정의 원리

나. 정화시설

가축분뇨 정화처리 공정은 운영주체, 축종 및 시설규모에 관계없이 거의 유사한 처리방법으로 구성되어 있다. 일반적으로 가축분뇨는 부유물과 고형성 및 용존성 유기물질이 고농도로 함유되어 있기 때문에 우선 부유물과 고형성 유기물질의 일부를 물리적으로 분리하는 전처리 단계를 거쳐 가축분은 별도처리하고, 가축뇨를 대상으로 정화하여 방류하는 시설로 구분된다. 정화시설은 전처리단계에서 미제거된 고형성 유기물과 가축뇨 자체에 포함된 용존성 유기물을 분해하기 위한 생물반응 단계와 분해 후 침전지를 통하여 고액분리 단계를 거쳐 방류하게 된다. 그러나 난분해성 물질과 영양물질에 대한 규제가 없거나 영양염류에 대한 방류수농도

기준이 비교적 높은 개별처리시설 및 공동처리시설 달리 방류수 농도기준이 강화된 공공처리시설을 중심으로 미처리된 난분해성 유기물질과 영양염류를 추가적으로 제거하기 위한 후속 처리공정을 채택하고 있다.

가축분뇨를 자원화 후 잉여량을 정화하기 위한 기술은 처리대상에 따라 분 처리법, 뇨 처리법, 분뇨동시 처리법으로 분류할 수 있다. 그러나 정화처리를 위해서는 전처리과정을 통하여 어느 정도 고액 분리가 이루어진 가축뇨를 대상으로 하는 것이 일반적이다. 또한, 처리방법에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 처리로 구분되며 성분별로 보면 자연적인 침강·부상에 의한 분리가 가능한 오염물은 물리적 처리에 의해 제거되고, 수용성 오염물질 및 콜로이드(colloid)성 입자는 생물학적 처리방법으로 처리된다. 질소 및 인을 비롯한 유기물과 무기물은 생물학적 처리 또는 3차처리 과정에서 추가적으로 제거된다.

기준에 설치 운영되고 있는 정화처리 시설의 경우 전처리, 1차 생물학적 처리, 2차 생물학적 처리 및 슬러지 처리시설로 구성되는 것이 일반적이며, 대부분 물리적·화학적 및 생물학적 처리법을 조합한 형태로 운영된다. 최근에는 공공처리시설을 중심으로 생물학적 처리 후단에 여과시설을 도입하거나 난분해성 물질을 추가적으로 제거하기 위하여 오존, 펜톤 처리시설 등을 이용하고, 방류수 소독을 위한 시설이 도입되고 있는 실정이다.

〈표 4-5〉 전국 가축분뇨공공처리시설 공법현황

처리 공법	공법 보유사	운영중인 시설					설계적용 및 공사중인 시설		합계
		연계처리시설		단독처리시설		소 계	지역	개소수	
		지역	개소수	지역	개소수				
액상부식법	(주)파이닉스 R&D	구례, 나주, 연천, 완주, 정읍, 함안, 함양, 함평	8	가평, 김제, 논산 상주, 순창, 횡성, 진안	7	15	산청, 태백, 충주, 청원	4	19
자연정화법 +HCR	GNC 아카데미(주)	예산	1	-	0	1	-	0	1
B3공법	(주)대경 환경기술	남양주, 순천	2	장수	1	3	문경	1	4
BCS공법	(주)부강테크	광주, 무주, 의왕, 진천	6	김해, 보령, 포천	3	9	남제주, 보은, 사천, 영암	7	16

		홍천, 무안					영천, 칠곡, 천안(자원화)		
BIOSUF공법	(주)아쿠아테크	안성, 양평, 여주, 이천	4	파주	1	5	천안(정화)	1	6
HBR공법	(주)한미엔텍	담양, 용인, 보성	3	청원(등곡), 청원(내수)	2	5	나주(현애원), 해남	2	7
HYCEM공법	(주)하이셈텍	-	0	공주, 홍성, 북제주	3	3	-	0	3
KHTS공법	바이오메카(주)	-	0	임실	1	1	경주, 합천	2	3
MBR공법	(주)제닉스엔 지니어링	-	0	철원	1	1	괴산, 원주	2	3
PID공법	VEOLIA	원주, 아산	2	-	0	2	-	0	2
RABC공법	(주)환경시설 관리공사	의령	1	-	0	1	경산	1	2
기타	-	안동(MDT), 밀양(호기성)	2	익산 (활성슬러지)	1	3	-	0	3
합계	-	-	29	-	20	49	-	20	68 ¹⁾

주) 천안은 정화처리와 자원화가 2개의 공법적용 동시에 계획되었으므로 총 68로 산정

자료 : 환경부, 가축분뇨공공처리시설 현황, 2005

① 생물학적 1차 처리

기존의 정화처리 시설에서 주로 사용하고 있는 대표적인 1차 생물학적 처리시설은 호기성 공법과 혐기성공법이 있다. 이러한 시설의 주요 목적은 유입 원수 중에 함유된 고농도의 유기성 물질과 입자성 물질을 일정 농도이하로 감소시켜 다음 단계의 처리시설인 2차 생물학적 처리시설의 부하를 줄여 주는 역할을 담당한다. 호기성분해는 유입수 중의 유기물이나 입자성 물질을 호기성 미생물에 의해 이산화탄소, 물 등으로 분해하여 최종적으로 안정화 시키는 공정으로 일반적으로 10~20일 정도의 호기적 조건에서 체류 후 침전지에서 고액분리를 하는 방식이다. 호기성분해 효율에 미치는 영향 인자로는 유기물 부하, SRT, 온도, 용존산소량, 혼합정도, 슬러지 반송율 등이 있으며 이중에서도 부하가 적정치 못할 때 계절이 바뀌면서 온도의 변화가 심해질 경우 소화조에 다량의 거품이 발생할 수 있다. 혐기성공법은 고농도 유기성 폐수를 희석 없이 처리할 수 있으며 처리 부산물로 소화가스를 얻을 수 있어 이를 이용하여 소화조를 가온할 수 있는 장점이 있다. 혐기성공법은 산 생성단계와 메탄 생성단계로 나눌 수 있으나 각 단계가 확실히 구분되는 것은 아니며, 단일 반응조에서 동시에 진행되는 반응이다. 일반적인 혐기성공정은 재래식 소화조인 저율소화조와 고율소화조로 나눌 수 있다. 또한, 여재를

이용하는 혐기성여상(upflow anaerobic sludge blanket, UASB)등이 있으며 최근에는 주로 고율소화조나 혐기성여상법이 많이 사용되고 있다. 혐기성여상이나 UASB의 경우 처리 효율이 우수하고 짧은 체류시간으로 우수한 공정으로 인정받고 있으나 가축분뇨와 같은 입자성 물질이 지나치게 많은 경우에는 문제점이 있는 것으로 알려져 있다. 혐기성 공정의 운전을 위해서는 상당한 기술력이 요하며 반응조의 상태를 계속적으로 점검해야 하는 등 유지관리에 어려움이 있다. 운영과정에서 가온이 안 되거나 교반이 안 될 경우 처리 효율이 급격히 감소하며 유입 부하가 변할 경우 유출수 수질이 악화되는 등의 문제점을 안고 있다. 특히, 유입부하가 급증할 경우 반응조내 휘발성 산이 급증하게 되며, 이에 따라 pH가 감소되어 메탄균에 저해를 일으켜 반응이 중지되게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 알칼리도를 일정하게 유지시켜야 하며 유지가 안 될 경우에는 알칼리를 투입하거나 유입부하를 감소시켜야만 한다.

② 생물학적 2차 처리

국내의 대규모 가축분뇨 처리시설에서 사용하고 있는 2차 처리시설은 활성슬러지공법, 산화구법, 살수여상법, HAF(Hyundai anaerobic filter), 액상부식법, MBR(membrane biological reactor)공법 등이 있다. 초기에는 회석수로 농도를 낮춘 후 활성슬러지법을 이용하여 처리하였으나 회석수를 사용함에 따라 처리량이 늘어나는 문제점이 있고, 질소와 인의 경우 활성슬러지공법으로는 그 처리효율의 한계점을 안고 있다. 이는 1차 처리 시설인 혐기성 및 호기성 분해과정에서 유기물 제거가 주로 이루어지기 때문에 2차 처리시 C/N(carbon/nitrogen)비가 감소되어 질산화는 충분히 이루어지더라도 탈질반응에 필요한 유기물의 부족으로 탈질이 이루어 지지 않거나 효율이 떨어져 질소의 방류수 기준을 유지하기 어려움에 따라 외부 탄소원을 추가적으로 주입해야하는 문제점이 있다. 현재 적용되어지고 있는 주처리 공정인 생물학적 처리공법의 특징을 기술하면 다음과 같다.

① 활성슬러지법(activated sludge)

용존성 유기물을 공기(산소)공급에 의하여 호기성 미생물의 증식과 대사에 의한 분해로 처리하고, 증식된 미생물은 Floc 형태로 다음 단계인 침전조를 이용하여 고액 분리 후 일부는 포기조에 반송하며 잉여슬러지는 공정 외로 배출시켜 처리하는 방법이다. 지금은 이러한 표준활성슬러지법 외에 이를 응용한 계단식포기법(step aeration), 접촉안정법(contact stabilization), 변환포기법(modified aeration), 순산소법(pure oxygen), 고속포기

식침전법, 다단계포기법 등 여러 가지 활성슬러지 변법이 개발되어 적용되고 있다.

⑥ 장기포기법

장기포기법은 주 반응공정인 포기조의 슬러지 농도를 높임과 동시에 체류시간을 길게 하여 처리하는 공법이다. 포기조에서 체류시간이 길어지므로 포기시간도 연장됨에 따라 슬러지가 대수증식단계에서 내생호흡단계까지 포기조 내에 머물게 됨으로써 슬러지가 자산화 되어 최종 침전지에서 슬러지 발생량이 줄어드는 장점이 있다. 그렇지만 시설소요 부지가 넓고 운영과정에서 전력비가 많이 들며, 슬러지가 자산화 단계까지 이르러 침강성과 활성도가 떨어지는 경향이 있고, 질산화까지 진행되어 pH 저하를 가져오는 단점도 있다.

⑦ 회분식활성슬러지법(sequence batch reactor, SBR)

하나의 반응조에서 유입, 반응(포기), 침전 및 방류가 연속적으로 처리할 수 있도록 하는 공법이다. 특징으로는 유입부하변동에도 비교적 안정적인 처리를 할 수 있고, 연속적인 회분식이므로 포기시간과 침전시간 등 단위공정을 위한 운전인자의 변경이 용이하다는 점이다. 또한, 단일 반응조를 이용하므로 소요부지가 적게 요구된다는 장점이 있지만, 단일 반응조 내에서 유입, 반응, 침전, 방류 등의 여러 단계를 반복해야 하는 특성상 운전관리상 세심한 주의가 필요하다.

⑧ 산화구법(oxidation ditch)

1차 침전조를 설치하지 않고 생물반응조인 포기조의 형태를 종단흐름이 긴 장방형의 형태로 양끝 단면을 반원형으로 처리하여 흐름이 원활하게 하고, 중앙부를 격벽으로 분리하여 유로(流路)를 되도록 길게 하고 있다. 또한, 반응조에 기계식 포기장치를 설치하여 산소공급과 동시에 유로를 따라 순환할 수 있는 추진력을 얻도록 하고 있다. 이 공법은 유기물 부하를 비교적 저부하로 운전하므로 유입량, 수질변동 등이 일어나도 처리수질에 미치는 영향이 크지 않으며 포기장치의 간헐적 운전으로 탈질에 의한 질소 제거가 가능하다. 그러나 체류시간이 길어지고 수심이 얕아야 되므로 넓은 소요부지면적이 요구되며 겨울철 수온이 낮아 미생물의 활성이 저하되는 단점이 있다.

⑨ 접촉산화법(contacted aeration)

반응조(포기조) 내에 침적시킨 담체(media)의 표면에 부착된 호기성 미생물 막을 이용하여 유기물을 처리하는 공법으로 접촉포기법 이라고도 하며, 미생물의 유기물 산화시 소요되는 산소는 반응조 내에 산기장치로부터 공급된다. 이 공법의 특징으로는 반응슬러지의

양이 많지 않으며 때에 따라서는 반송이 필요 없고, 담체에 부착한 미생물의 종류가 다양하여 유량과 수질변화에도 비교적 안정적이고 운영관리가 어렵지 않아 많이 이용되고 있는 공법이다. 설계인자 및 시설구성 요소는 반응조의 형식과 담체의 성상 및 포기방법 등에 따라 여러 가지 공법으로 나누어지나 유기물 용적부하는 보통 $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 정도를 기준으로 한다.

㉠ 액상부식법

호기성소화공법의 변법으로서 기본적인 원리는 동일하다. 수거된 가축분뇨는 조대협잡물 제거기를 거치고 원심분리기로 고액분리 한 후에 2개의 저류조에 저류된 후 무산소조(탈질조)와 호기조(질산화조)로 구성된 생물반응조로 주입된다. 내부반송은 탈질조에서 질산화조로 순환펌프를 이용하여 약 6Q~8Q 정도로 이송하고, 질산화조에서 탈질조로는 자연유하방식으로 순환되도록 하여 질산화조에서 생성된 $\text{NO}_x\text{-N}$ 을 반송시키고 있다. 또한, 별도의 침전지가 없이 높은 MLSS를 유지하면서 운전하며 전량 화학적 응집을 하여 탈수 처리 하는 공법으로서 기존의 처리시설과 달리 침전과정 없이 소화액을 전량을 FeCl_3 같은 무기응집제를 투여하여 탈수 후 탈수액을 중화, 여과(모래, 활성탄 등) 후 방류하는 공정으로 구성되어 있다.

㉡ HAF(Hyundai anaerobic filter)

혐기성 여상의 일종으로서 반응조 내에 여재를 충전하여 혐기성 미생물을 부착 성장시켜 유기물을 처리하는 부착성장 공법이다. 유입수 중에 함유된 고농도의 유기물을 가수분해한 후 고분자의 유기산과 당, 아미노산 등으로 발효되며, 산생성 박테리아에 의해 저분자의 휘발성 산인 acetic acid, propionic acid, butyric acid 등으로 전환된 후 최종적으로 메탄 생성 박테리아에 의해 메탄과 이산화탄소로 분해·안정화되는 공법이다. 혐기성미생물 특성상 pH, 온도, 독성물질 등에 쉽게 영향을 받으며 정가동시 까지 상당한 기간이 소요되는 등 운전상의 애로가 있으며, 유기물의 농도가 낮은 경우에는 사용이 제한을 받는 문제점을 가지고 있다. 또한, 가축분뇨와 같은 고농도의 유기성 폐수를 일정 농도까지 감소시키는 적절한 공법이 될 수 있으나 질소와 인 같은 영양염류의 처리에는 효과가 매우 적으므로 처리를 위한 또 다른 처리공법이 요구된다. HAF의 경우 일반적인 anaerobic filter와는 달리 막힘현상의 방지와 다량의 미생물 확보를 위해 반응조 하부에 30~40%의 여유 공간을 두어 하부에는 혐기성 미생물의 granule층이 형성되어 있으며 상

부의 여재 충전층에 형성된 두터운 미생물 층으로 인하여 독성물질의 유입, pH의 저하, 온도 저하 등의 충격부하에 강하다. 그러나 HAF 역시 유입수의 SS가 높을 경우 막힘 문제는 발생할 수 있고 유입수의 유기물 농도가 낮을 경우 효율이 저하되며 영양염류의 처리는 미흡한 것으로 알려져 있다

㉔ BIMA 공법

혐기성소화조의 일종으로서 기존의 채래식 소화조의 교반 방식인 기계식이나 가스순환식이 아닌 가스 압에 의한 자동순환 교반이 가능하도록 구성되어 있고, 기본적인 반응 기작은 혐기성소화의 원리와 동일하다. 공법의 특징은 소화과정 중에 생성된 가스 압을 이용하여 교반을 함으로서 동력이 필요 없으며, 단일 반응조에서 산의 생성, 메탄 생성, 고액 분리가 가능하여 유지관리가 용이하다. 소화조 내부에 기계 등의 구동부분이 없어 고장이 적고 구동에 필요한 에너지가 필요 없다. 소화조내의 고액분리 기능이 높으며 배관 시설이 없어 막힘이 없다. 또한, 고농도의 SS상태에서도 처리가 가능하며, 소화조의 구성은 크게 산 생성부인 center tube와 메탄 생성부인 main chamber, 유입수의 도입부분인 upper chamber로 나누어져 있다.

㉕ MBR(membrane biological reactor) 공법

가축분뇨와 같이 고농도의 유기 물질뿐만 아니라 질소가 포함되어 있는 폐수를 처리하기 위하여 포기조와 침전조로 구성된 호기성 공정이 많이 설치되어 운전되고 있으며, 다양한 연구 및 공정 개발이 포기조를 중심으로 이루어지고 있다. 하지만, 호기성처리 공정에서의 보다 근본적인 문제는 포기조 보다는 침전조라고 볼 수 있다. 즉, 오염물질을 미생물 플러크로 변형시켜 중력 침전시킴으로 방류수질에 적합한 처리수를 얻는 호기성 처리 공정에서 운전 조건에 따라 미생물 플러크의 침강성이 악화될 경우 방류수질을 악화시킬 뿐만 아니라 포기조의 미생물 농도가 저하되어 전체 처리공정의 실패를 초래한다. 따라서 침강성 악화에 대한 근원적인 문제인 침전조를 분리막으로 대체하여 고액 분리하는 MBR 공법은 처리 수질을 안정적으로 유지할 수 있다. 이와 같이 분리막을 이용하여 고액분리하는 MBR 공법은 활성 슬러지의 침강성과 관계없이 안정적인 처리수를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 포기조 내의 미생물을 고농도로 유지할 수 있으며, 고형물질 체류시간(solids retention time, SRT)을 길게 운전할 수 있다. 따라서 공정상에서 발생하는 잉여 슬러지 양이 적고 포기조의 용량을 최소화시킬 수 있으므로 소요 부지가 적으며 증식 속도가 늦

은 질산화 균과 같은 미생물의 증식 및 고농도 유지가 용이함으로 질소 제거가 보다 효과적이다. 그리고 대부분의 부유물질과 유기물질, 대장균 군이 분리막에 의해 제거될 수 있어 소독공정이 필요 없고, 별도의 회석수 첨가 없이 무회석 처리가 가능하여 소요부지를 최소화 할 수 있다.

① HYCEM 공법

가축분뇨를 원심분리기로 고액을 분리시킨 후에 2개의 저류조를 거쳐 하이셈이라는 혐기와 무산소조를 결합한 소화조에 주입된다. 소화조에서는 메탄가스와 아울러 후단의 질산화조에서 형성된 NO_x-N을 반송시켜 동시에 탈질 시키는 것을 특색으로 하고 있다. 하이셈조의 하부는 혐기조, 상부는 무산소조로 운영되는데 상부에는 다공성 ceramic media를 충전 하고 있다. 하이셈을 거친 가축분뇨는 4지의 질산화 포기조를 거친 후 1차침전지에서 침전후 침전된 슬러지를 하이셈조에 반송은 하지 않으나 상등수는 하이셈조의 윗부분으로 유입수의 3배가량 반송되어 탈질을 유도하고 있다. 1차침전조에서 유출한 상등수는 SBR(sequencing batch reactor)에 의해 탈질 시키고 있으며, 이 때 methanol을 주입한다. SBR을 거친 후단에 난분해성유기물을 추가적으로 제거하기 위해 오존접촉조 및 media를 활용한 미생물 부착공법을 사용하고 있다.

② NIX-MBR 공법

가축분뇨를 종합처리기로 협잡물을 제거시킨 후에 유량 조정조를 거쳐 가압부상으로 고형물질을 거른 후에 생물 반응조로 유입된다. 4지의 무산소조와 5지의 호기조가 있으며 무산소조 3은 용존산소농도를 기준으로 on-off 시켜 energy를 절약하며 질산화 시키고, 무산소조 4는 인위적으로 시간을 조정하여 탈질과 질산화를 도모하고 있다. 호기 1, 2, 5조는 계속적으로 공기를 주입하며 호기 5조 이후는 UF membrane으로 고형물질을 제거 시키킨다. UF는 2일에 1회씩 약 4m³/일로 물세척을 하며 세척수는 농축조로 유입된다. UF처리수는 fenton산화를 시키며 후단의 침전지로부터 인발된 농축슬러지 상등수는 슬러지 처리과정 중의 반송수와 함께 생물 반응조로 유입시키고 농축슬러지는 탈수기로 이송하여 처리한다. 침전지 상등수는 모래여과와 활성탄여과를 거쳐 방류한다.

③ BCS 공법

고액분리 한 가축뇨는 생물반응조에 유입시킨다. 생물반응조는 무산소, 호기조건을 형성 시켜 탈질과 아울러 질산화를 시키고, 무산소 기간에 methanol을 주입시켜 탈질효과를

증진시킨다. 생물반응조 이후에 잔류되는 COD를 제거하기 위해서 오존을 주입하고 BAF를 거쳐 방류한다. BAF의 하단은 무산소, 상부는 공기 주입으로 운전되며 하단에는 methanol을 주입하여 미제거된 NOx-N을 제거시키고 있다. 상부의 공기주입에 의해서는 미제거된 COD와 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 을 호기적 환경에서 제거시키고 있다. BAF는 주기적으로 역세척을 하게 되는데 역세척수는 SBR로 재유입 시킨다. 부상분리 등으로부터 생산된 슬러지는 슬러지 저류조를 거쳐 탈수기로 유입되며, 탈리액은 저류조 이후의 부상분리조로 이송시킨다.

① B3 공법

바실러스 속 세균을 사용하는 공정으로 바실러스균은 모양이 단간균 형태이며, 성장이 적합하지 않은 환경에서는 포자를 만드는 그람양성 통성 혐기성세균이다. 이 공정은 바실러스균의 포자형성 특성을 이용하여 유기물, 질소 및 인의 제거효율을 향상시킬 수 있고, 슬러지의 침강성도 향상시킬 수 있다. B3공법의 반응조는 4실로 구분되어 있으며, 반응조 4실에서 1실로 슬러지를 반송하는 내부반송과 침전지에서 반응조 1실로 슬러지반송에 의해 1실의 바실러스 속 세균의 균체수를 증가시킬 수 있다. 미생물의 우점화를 위해 제1실에 bio-tonic 이라는 일종의 종균제를 주기적으로 주입하도록 하고 있다. 내부반송과 슬러지반송을 유입수량에 대한 비율로 각각 0~100% 정도의 슬러지를 순환시키며 운전하는 방법으로 바실러스 속 세균을 우점화 시키는 방법이다. 반응조의 운전방법은 1실에서 4실로 진행함에 따라 공기공급량을 점차 감소시키는 점감포기로 운전한다. 또한, 유기물, 질소 및 인의 제거는 대부분 1실에서 진행됨으로 1실 이후에는 영양분이 부족한 상태인 빈 영양상태가 되어 바실러스 속 세균의 성장에 열악한 환경이 조성됨으로 세균은 점차 포자화로 진행되거나 또는 포자를 형성하고, 침강성이 좋은 포자와 포자 이외의 슬러지가 함께 침전지로 유입되면서 고액분리가 쉽게 일어나게 된다.

② HBR-II 공법

미생물 배양조에서 배양된 통성 혐기성 토양미생물 균인 바실러스 속의 균류를 가축분뇨 처리 전 공정에 투입하여 유기물, 영양염류 및 악취를 제거하는 공법이다. 생물반응조는 혐기조와 간헐포기조로 구성되어 있으며 F/M비 0.1~0.3kg, MLSS농도 3,000~6,000mg/L 및 체류시간 7~8일로 설계된 생물반응조는 유입유량 대비 100~200%의 내부 반송을 수행 한다. 생물반응조 유출수는 침전지로 유입되며 침전된 슬러지는 슬러지 수집기에 의하

여 모아진다. 침전된 슬러지 중 일부는 배양조로 이송되고, 잉여슬러지는 저류조로 이송되며, 반송슬러지(일처리 유량의 200% 반송)는 생물반응조로 다시 이송된다.

㉒ BIOSUF 공정

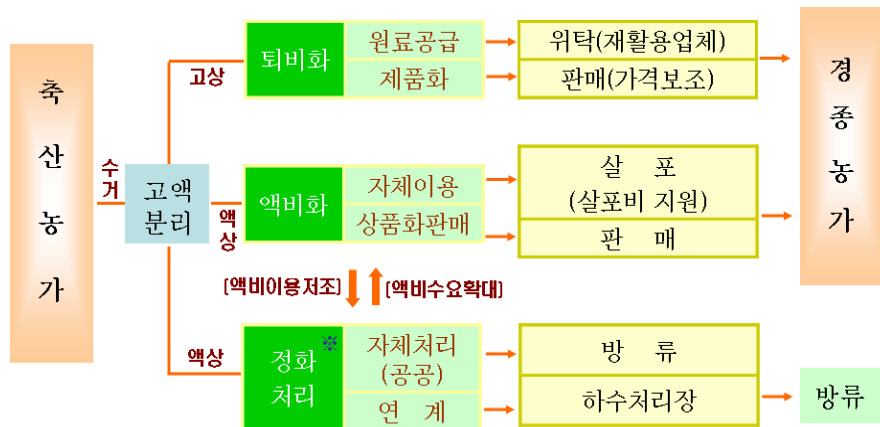
탈질조-질화조로 구성된 생물 반응조에서 유기물 및 질소를 제거한 후 한외여과막을 이용하여 고액분리시켜 처리하는 공정이다. 질화조에서 탈질조로 3~5Q 정도 내부반송을 실시하고, 전탈질 구조로 되어 있어서 유입수를 탄소원으로 이용할 수 있으나 부족분에 대해서는 외부탄소원을 주입하여야 한다. 질화조에서 가압순환조로 이송된 슬러지는 가압 펌프에 의하여 한외여과막으로 압송되어 고액분리되며, 투과수는 후속처리공정으로 이송되고, 농축수는 가압순환조 및 탈질조로 반송된다.

제2절 처리시설의 설치 및 관리방안

1. 시설설치 기본방향

가축분뇨의 관리는 법률적 절차에 따라 기본계획을 바탕으로 관할구역 안의 가축사육 전망, 가축분뇨 발생 및 처리현황 파악, 유역별 환경특성 등을 종합적으로 고려하는 가축분뇨의 관리에 관한 세부계획을 수립하여 추진함을 기본전제로 하여야 한다. 그러나 대부분의 자치단체는 가축분뇨관리에 관한 세부계획을 수립하지 않았거나 수립하였다 하더라도 행정적 절차를 이행하는 형식에 불과한 실정이다.

가축분뇨 처리시설의 설치·운영주체에 따라 개별처리, 공동처리, 공공처리로 구분할 수 있다. 가축분뇨의 관리에 있어서 가장먼저 고려하여야 할 사항은 법률에서 처리의무대상으로 규정하고 있는 허가 및 신고대상시설과 비 법규 대상시설을 총 망라하여 해당지역의 환경여건과 축산농가에서 자경농지에 환원이 가능하도록 퇴비 또는 액비 등으로 활용하는 방안을 우선적으로 고려하여야 한다. 법률에서 정하고 있는 가축분뇨처리 의무대상(허가대상 및 신고대상)은 자체 또는 공동으로 처리시설(퇴비·액비시설, 바이오에너지, 정화시설 등)을 설치하여 적정하게 처리 하여야 한다. 반면, 신고대상 미만인 비 법규 대상시설은 가축분뇨의 처리의무는 없지만, 자경농지 등에 최대한 환원될 수 있도록 하여야 한다. 자치단체는 비법규 대상시설을 중심으로 가축분뇨를 수거하여 처리할 수 있는 가축분뇨공공처리시설의 설치·운영방안을 마련하여야하며 이 경우에도 자원화(액비, 퇴비, 바이오에너지)를 우선적으로 고려하여야 한다.



※ 처리시스템은 지역여건 및 관련자 협의를 통해 다양한 모델 선택

자료 : 환경부, 가축분뇨관리 정책방향(가축분뇨관리 합동연찬회), 2007.2

[그림 4-7] 가축분뇨 재활용 및 처리개념도

퇴비 및 액비화한 가축분뇨를 농지에 적당량을 시용하면 토양의 이·화학성이 개선되고, 토양미생물의 활성화와 환경부하를 경감시킬 수 있음은 물론, 화학비료를 대신하여 작물에 필요한 적정량의 양분을 공급할 수 있다. 그러나 퇴·액비와 과다 시용할 경우와 부숙되지 않은 퇴·액비는 토양의 물리 특성을 악화시키고, 시용된 퇴·액비가 유출될 경우 하천을 오염시키거나 지하로 침투하여 지하수 오염을 일으키게 된다. 특히, 충청남도의 경우 단위면적당 사육밀도가 높기 때문에 공공수역으로 가축분뇨의 노출가능성이 매우 크다고 볼 수 있으며, 농지 및 초지의 살포 여건이 충분하지 못한 지역에서는 먼저 적정한 사육밀도를 유지하도록 양분총량제를 실시하거나, 추가적인 사회적 비용을 지불하더라도 정화처리 방법의 공공처리시설을 함께 고려해야만 한다.

〈표 4-6〉 가축분뇨배출시설의 허가대상 및 신고대상 구분기준

구분	가축 종류	일반지역	수질보전특별대책지역
허가대상 배출시설	돼지	축사 면적 1,000㎡ 이상	축사 면적 500㎡ 이상
	소	축사 면적 900㎡ 이상	축사 면적 450㎡ 이상
	젖소	축사 면적 900㎡ 이상 또는 운동장 면적 2,700㎡ 이상	축사 면적 450㎡ 이상 또는 운동장 면적 1,350㎡ 이상

	말	축사 면적 900㎡ 이상	축사 면적 450㎡ 이상
신고대상 배출시설	돼지	축사 면적 50㎡ 이상 1,000㎡ 미만	축사 면적 50㎡ 이상 500㎡ 미만
	소	축사 면적 100㎡ 이상 900㎡ 미만	축사 면적 100㎡ 이상 450㎡ 미만
	젖소	축사 면적 100㎡ 이상 900㎡ 미만 또는 운동장 면적 300㎡ 이상 2,700㎡ 미만	축사 면적 100㎡ 이상 450㎡ 미만 또는 운동장 면적 300㎡ 이상 1,350㎡ 미만
	말	축사 면적 100㎡ 이상 900㎡ 미만	축사 면적 100㎡ 이상 450㎡ 미만
	닭·오리·양	축사 면적 150㎡ 이상	-
	사슴	축사 면적 500㎡ 이상	-
	개	축사 면적 60㎡ 이상	-

주) 수질보전특별대책지역

1. 「수도법」 제3조제17호에 따른 수도시설로부터 유하거리(流下距離) 4킬로미터 이내의 상류지역과 같은 법 제7조에 따른 상수원보호구역
2. 「환경정책기본법」 제22조제1항에 따른 특별대책지역
3. 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항, 「낙동강수계물관리및주민지원 등에관한법률」 제4조제1항, 「금강수계물관리및주민지원등에관한법률」 제4조제1항 및 「영산강·섬진강수계물관리및주민지원등에관한법률」 제4조제1항에 따른 수변구역
4. 「자연공원법」 제2조제1호에 따른 자연공원과 같은법 제25조에 따른 공원보호구역
5. 「지하수법」 제12조에 따른 지하수보전구역
6. 그 밖에 「환경정책기본법 시행령」 별표 1 제3호에 따른 수질 및 수생태계의 환경기준을 등급 I로 보전하여야 할 필요성이 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역

2. 시설설치 기준

가. 개별 및 공동처리시설

가축분뇨처리시설 설치기준에 있어서 공공처리시설과 달리 개별처리시설과 공동처리시설의 설치기준은 차이가 없이 동일하다. 즉, 가축 사육규모가 허가대상 및 신고대상 시설을 운영하는 자는 가축분뇨를 처리할 수 있는 시설을 설치하여야 하며, 필요한 경우 처리시설을 공동으로 적합한 배출시설의 설치계획을 갖추어 시장·군수에게 규모에 따라 반드시 허가받거나 신고를 하여야 한다. 그러나 예외적으로 가축분뇨공공처리시설이나 「하수도법」 규정에

의한 분뇨처리시설에 가축분뇨를 유입·처리하거나 그 처리를 위탁하는 경우, 재활용신고자 또는 가축분뇨처리업자에게 가축분뇨의 처리를 전량 위탁하는 경우에는 처리시설을 설치하지 않아도 된다.

가축분뇨의 처리방법에 따라 자원화시설(퇴비화시설, 액비화시설) 및 정화시설 등으로 분류할 수 있으며, 가축분뇨의 저장·보관이 필요한 경우 빗물에 가축분뇨가 유출되지 않도록 비가림시설이나 가축분뇨 유출방지턱을 설치하여야 하고, 배출시설 중 운동장을 설치하는 경우에도 가축분뇨 유출방지턱을 설치하여야 한다.

- ① 퇴비화시설은 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 농림수산물부령이 정하는 기준에 적합하여야 하고, 배출시설에서 배출되는 가축분뇨를 1개월 이상(툽밥 등 수분조절재를 사용하는 경우에는 2개월 이상) 건조·발효할 수 있는 퇴비화시설을 설치하여야 하며, 발효시설 등은 수분이 증발하기 쉬운 구조로 설치하여야 한다. 또한, 생산된 퇴비를 최종 처분하기 전까지 저장할 수 있는 퇴비저장시설을 갖추어야 하며, 생산된 퇴비를 처분하기 전까지 퇴비저장시설에 보관하고, 퇴비저장시설 내에 빗물·지표수 등이 유입되지 않도록 하여야 한다.
- ② 액비화시설은 가축분뇨를 액체상으로 발효시켜 만든 비료성분이 농림수산물부령이 정하는 기준에 적합하여야 하며, 축사에서 발생한 가축분뇨를 6개월 이상 저장할 수 있는 저장조를 설치하여야 한다. 다만, 교반장치(攪拌裝置: 섞는 장치)가 설치되지 않은 저장조를 설치하는 경우에는 2단으로 설치하여 가축분뇨가 1단계 저장조를 거쳐 2단계 저장조에 유입되도록 하여한다. 1단계 저장조는 가축분뇨를 6개월 이상, 2단계 저장조는 가축분뇨를 1개월 이상 저장할 수 있는 용량이어야 한다. 또한, 액비를 살포하기 위한 초지 또는 농경지를 확보하여야 하며 구체적인 면적기준은 <표 4-7>과 같다. 한편, 액비의 살포기준에 있어서 경사지 등에서 액비가 흘러내리지 않도록 하여야 하며, 토양이 얼거나 비가 오는 경우와 주거시설과 200m 이내로 근접된 지역에서는 원칙적으로 살포를 금지하여야 한다. 액비화시설에서 충분히 부숙(腐熟)시켜 악취를 제거한 액비는 살포와 더불어 흙을 갈거나 로터리작업을 하여 토양 속으로 잘 스며들 수 있도록 하여야 하며, 염류가 토양에 축적되는 것을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

〈표 4-7〉 액비의 살포에 필요한 초지 또는 농경지의 면적

(단위 : m²/마리)

구 분	초 지	농 경 지	
		논	밭·과수원
소 · 말	520 이상	990 이상	640 이상
젖 소	1,610 이상	3,080 이상	1,990 이상
돼 지	340 이상	640 이상	420 이상

- ㉔ 정화시설은 가축분뇨를 침전·분해 등 호기성 생물학적 방법, 혐기성 또는 혐기성 생물학적 방법, 물리·화학적 방법 또는 이를 조합한 방법으로 처리하는 시설로써 분(糞)과 요(尿)로 분리·저장할 수 있는 시설을 설치하여야 하며, 정화시설의 방류수 수질기준은 <표 4-8>과 같다.

〈표 4-8〉 정화시설 방류수수질기준

(단위:mg/L)

구 분	허가대상		신고대상	
	특정지역	기타지역	특정지역	기타지역
BOD	50 이하	150 이하	150 이하	350 이하
SS	50 이하	150 이하	150 이하	350 이하
T-N	260 이하	850 이하	850 이하	-
T-P	50 이하	200 이하	200 이하	-

비고 : 1. 이 표에서 특정지역은 영 제12조제1호부터 제5호까지 및 제8호에 해당하는 지역 또는 구역으로 한다.

2. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 배출시설의 설치신고를 한 자가 설치한 처리시설의 방류수수질기준 항목 중 생물화학적 산소요구량은 1,500mg/L 이하로 한다.

가. 돼지 사육시설 : 면적 140m² 미만

나. 소(젖소는 제외한다) 사육시설 : 면적 200m² 미만

다. 젖소 사육시설 : 축사면적 200m² 미만 또는 운동장 면적 600m² 미만

라. 말 사육시설 : 면적 200m² 미만

마. 닭·오리·양 사육시설 : 면적 500m² 미만

바. 사슴 사육시설 : 모든 사슴 사육시설

사. 개 사육시설 : 모든 개 사육시설

3. 기타지역이 특정구역으로 변경된 경우에는 변경 당시 그 지역에 설치된 처리시설에 대하여 그 변경일부 터 3년까지는 기타지역의 방류수수질기준을 적용한다.

가축분뇨처리시설의 설치기준

(가축분뇨의 관리 및 이용에 관한법률 시행규칙 별표2)

1. 구조물의 천장·바닥 및 벽은 누수되거나 빗물·지표수 등이 유입되지 아니하도록 방수재료로 만들거나 방수재를 사용하여야 한다.
2. 구조물은 토압, 수압, 자체중량, 그 밖에 무게에 견딜 수 있는 구조이어야 하며 부식되거나 변형되지 아니하는 재료를 사용하여야 한다.
3. 점검, 보수 및 오니·스컴·찌꺼기의 청소를 쉽고 안전하게 할 수 있는 구조이어야 한다.
4. 펌프 등 기계류는 계속하여 가동될 수 있는 내구성이 있는 구조로 하되 소음과 진동을 방지할 수 있어야 한다.
5. 가축분뇨의 배관은 막힘, 역류 및 누수를 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
6. 가스배출장치는 이물질이 유입되지 아니하고 발생가스가 충분히 배출될 수 있도록 설치하여야 한다.
7. 악취가 날 우려가 있는 부분은 밀폐하거나 악취를 방지할 수 있는 시설을 설치하여야 한다. 다만, 약품 등을 이용하여 악취를 제거할 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
8. 가축분뇨의 유입량이 증감되어도 처리시설에는 일정량이 유입되어 처리기능에 지장을 주지 아니하는 구조로 설치하여야 한다(생물학적 처리방법, 물리·화학적 처리방법의 경우에만 해당한다).
9. 배출시설에서 배출되는 가축분뇨를 1개월 이상(똥밥 등 수분조절재를 사용하는 경우에는 2개월 이상) 건조·발효할 수 있는 퇴비화시설을 설치하여야 하며 발효시설 등은 수분이 증발하기 쉬운 구조로 설치하여야 한다(퇴비화방법의 경우에만 해당한다).
10. 퇴비화시설을 설치한 경우에는 생산된 퇴비를 최종 처분하기 전까지 저장할 수 있는 퇴비저장시설을 갖추어야 한다. 이 경우 퇴비저장시설은 퇴비가 외부로 유출되거나 빗물·지표수 등이 유입되지 아니하는 구조이어야 한다.
11. 액비화시설에는 축사에서 발생한 가축분뇨를 6개월 이상 저장할 수 있는 저장조를 설치하여야 한다. 다만, 교반장치(攪拌裝置: 섞는 장치)가 설치되지 아니한 저장조를 설치하는 경우에는 저장조를 2단으로 설치하여 가축분뇨가 1단계 저장조를 거쳐 2단계 저장조로 유입되도록 하여야 하며, 1단계 저장조는 가축분뇨를 6개월 이상, 2단계 저장조는 가축분뇨를 1개월 이상 저장할 수 있는 용량이어야 한다.
12. 가축분뇨의 처리방법상 가축분뇨의 저장·보관이 필요한 경우에는 빗물로 가축분뇨가 유출되지 아니하도록 비가림시설이나 가축분뇨 유출방지턱을 설치하여야 하고, 배출시설 중 운동장을 설치하는 경우에는 가축분뇨 유출방지턱을 설치하여야 한다.

나. 가축분뇨 공공처리시설

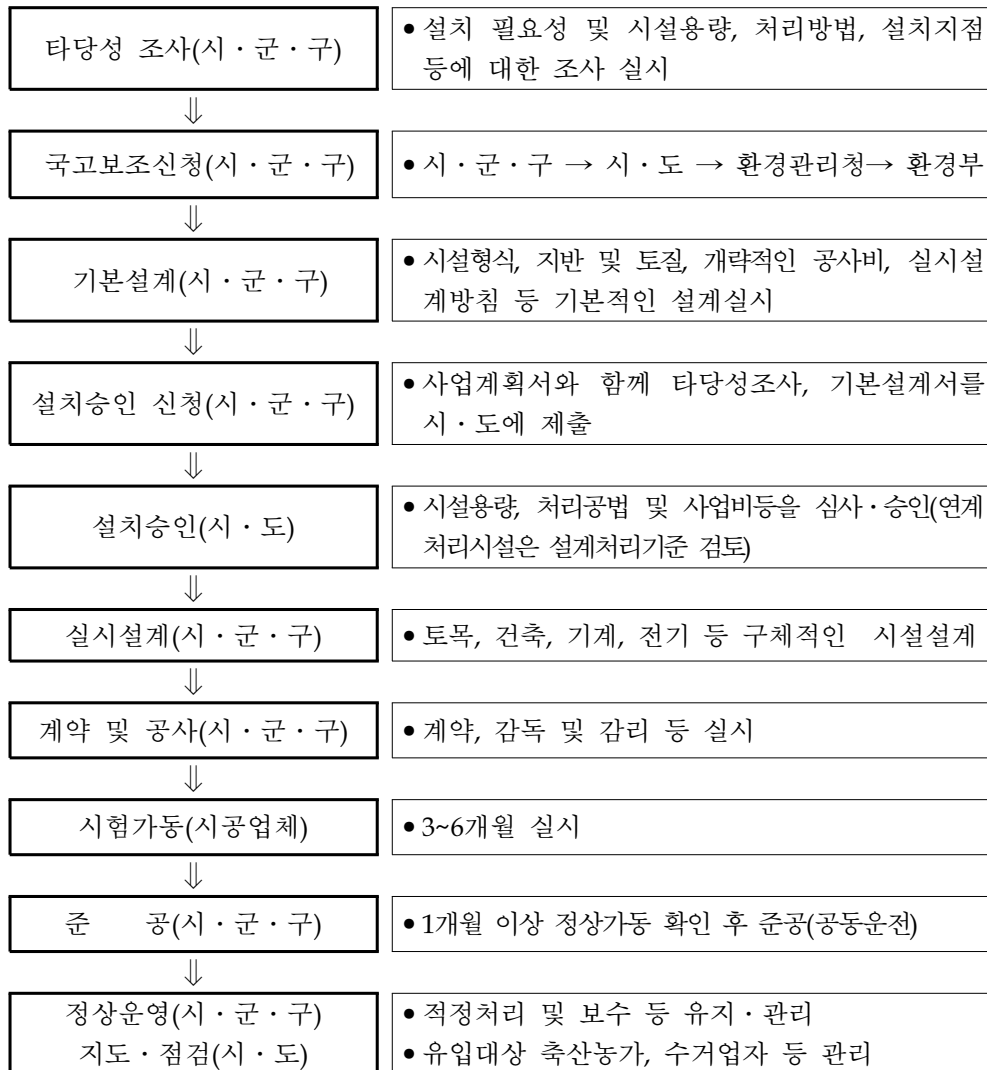
법규대상 미만의 소규모 축산농가에서 발생하는 가축분뇨를 처리하기 위하여 자치단체장은 공공처리시설을 설치할 수 있다. 설치지역은 공공하수처리시설 또는 분뇨처리시설의 부지나 이에 인접한 장소 또는 소규모 가축분뇨 배출시설이 밀집되어 있는 곳으로 주변 하천에 심각한 환경오염을 일으키거나 일으킬 우려가 있다고 판단되는 곳에 설치함을 원칙으로 한다.

또한, 공공처리시설의 위치는 축산현황을 감안하여 수거와 운반이 편리한 지역으로 선정하되, 시설설치로 인한 민원 발생이나 주변 수계에 미치는 영향 등을 감안하여 환경에 미치는 영향이 최소화될 수 있는 장소를 선정하여야 한다. 설치방법에 있어서 주요 처리과정의 구조물은 2계열 이상이 되도록 하여 고장 등에 대비할 수 있도록 하여야 한다.

정화처리 위주인 가축분뇨공공처리시설은 전체 가축분뇨 발생량에 비해 시설 수가 부족하고 기술적인 문제로 비정상 운영되는 사례가 많으며, 그 처리량은 우리나라 전체 가축분뇨 발생량(43,915천 m^3 /년)의 6.4%에 불과한 실정이다. 초창기의 가축분뇨 공공처리시설은 소규모 가축사육 시설을 대상으로 운영되는 저장액비시설에 의해 고액분리를 거친 상등액 처리를 원칙으로 설치되었으나, 수거 시스템과 농가의 인력난 등으로 고형물 농도가 높은 가축분뇨가 유입되어 처리에 많은 문제점이 대두되었다. 그럼에도 불구하고 공공수역의 수질관리에 있어서 가축분뇨 공공처리시설은 오염물질 삭감량이 많기 때문에 매우 중요한 환경시설로 분류된다. 또한, 전국 4대강 수계의 수질오염총량관리제 시행에 따라 발생부하량이 많은 가축분뇨의 발생오염 부하를 낮추기 위한 각 지자체의 노력으로 가축분뇨 공공처리시설은 더 늘어날 것으로 전망되고 있다.

향후 설치될 가축분뇨공공처리시설은 설치하기에 앞서 지역내 분뇨처리시설 등 환경기초시설이나 농·축협 등의 비료화시설의 활용 방안 등 재활용하는 방안을 우선적으로 강구하고, 발생량이 재활용 범위를 초과하는 경우 법규제 대상 미만을 대상으로 지역특성 및 경제성, 환경성 등을 검토하여 구체적인 처리방법과 용량을 결정하여야 한다. 시장·군수가 가축분뇨공공처리시설을 설치하고자 하는 경우 필요성 여부, 설치장소, 처리방법, 처리용량 등에 대한 타

당성을 먼저 조사하여야 한다. 설치타당성조사서에 포함되어야 할 주요사항은 토지이용 현황 및 경작시 사용되는 비료(화학비료, 가축분뇨를 이용한 부산물비료, 기타 비료 등 구분)사용 현황, 하천수계 및 이수현황(상수원보호지역, 주요 취수장 현황 등 포함), 축산 현황 및 전망, 가축분뇨처리 현황, 기존 가축분뇨공공처리시설 및 환경기초시설에 관한 사항 등이다.



[그림 4-8] 가축분뇨공공처리시설 설치절차

3. 처리시설 설치·운영의 제도개선 방안

가. 가축분뇨자원화센터 설치·운영

원자재 값 상승, 화학비료의 지원금 중단 등으로 화학비료의 가격이 급등하고, 뿐만 아니라 화학비료의 과다사용으로 인한 부작용으로 가축분뇨 자원화가 활성화될 전망이다. 그러나 완전히 부족되지 않은 가축분뇨를 농지에 살포하여 악취발생을 유발하거나 화학비료와 달리 일정 이상에서는 저장 및 수송이 어렵고 적정 살포량, 살포기술 등에 매우 많은 한계성이 있어 가축분뇨의 유통 및 활용성이 떨어지고 있다.

따라서 축산농가의 자경농지에 활용 후 잉여량의 가축분뇨를 전량 수거후 퇴·액비로 활용이 가능하도록 제품을 생산하여 가축을 사육하지 않는 농업인의 농경지에 퇴·액비가 유통될 수 있도록 가축분뇨자원화센터(공공처리시설 및 공동처리시설)의 설치·운영이 필요하다. 자원화센터는 퇴·액비를 생산하고, 수용농가의 토양조건 및 재배작물에 따라 적정 시비량을 효율적으로 살포할 수 있는 시설, 장비, 인력 등을 갖추도록 재정적 지원이 수반되어야 한다. 가축분뇨 퇴·액비 유통범위가 지나치게 넓은 경우 수집운반비용이 과대해지므로 가축사육밀도가 높은 지역을 중심으로 읍·면단위에 설치함이 바람직할 것으로 판단한다. 동시에 잉여량을 처리하기 위한 정화시설도 함께 설치할 필요가 있으며, 잉여량은 대부분 부정기적, 한시적으로 발생할 수밖에 없기 때문에 별도의 정화처리시설 보다는 읍·면단위공공하수처리시설 등과 연계처리토록 공공하수처리시설 설치단계부터 고려되어야 한다.

또한, 자원화센터 설치 후 퇴·액비 생산에 있어서 가축분뇨 뿐만 아니라 사람의 생활분뇨를 포함한다면 생활분뇨처리비용 절감과 함께 양질을 부산물 비료를 생산할 수 있을 것으로 기대한다. 이를 통하여 일차적으로 읍·면 단위 안에서 발생하는 가축분뇨 뿐만 아니라 생활분뇨를 포함한 분뇨의 수거·자원화, 퇴비·액비의 판매 및 유통관리 등을 포함하여 자원화가 활성화 되도록 하고, 더 나아가 연접한 시·군 단위까지 유통범위를 통합하여 운영할 수 있리라 판단한다.

나. 규모별 축산시설 및 가축분뇨처리시설

가축사육시설은 부적정 요소가 많은 시설이므로 가축을 사육하고자 하는 경우 최소한 악취와 해충발생을 저감토록 노력하고, 가축분뇨가 공공수역으로 직접 배출되지 않도록 해야만 한다. 현행 법률에서 축종별 사육면적이 돼지 50㎡, 소·말·젖소 100㎡, 사슴 500㎡, 닭·오리·양 150㎡, 개 60㎡미만인 경우 가축분뇨 관련 신고의무가 없고, 동시에 처리시설을 설치하지 않아도 된다. 따라서 법률적으로는 신고대상 기준을 더욱 강화할 필요가 있고, 신고대상 미만의 소규모 축산시설에서 배출되는 가축분뇨는 현행 법률적으로는 처리의무가 없어 사회·환경적 문제를 유발하므로 자경농지에 전량 활용토록 하는 등 공공수역에 배출하는 것을 근원적으로 차단하여야 한다. 특히, 30L/일 이상 가축분뇨를 활용시 최종적으로는 호기적조건을 유지하여 악취가 발생하지 않도록 선 조치 후 자경농지 한하여 재활용토록 할 필요가 있다.(현행 법률 제27조 및 시행규칙 26조에 따라 신고대상 미만으로 1일 400kg 이상을 재활용 목적으로 처리하는 경우 시장·군수에게 신고하여야 함) 가축분뇨의 처리의무가 없는 소규모 축산시설로써 신고대상 미만이라 하더라도 악취 및 해충을 예방을 위한 조치가 필요하고, 발생한 적은 양의 가축분뇨를 공공처리 또는 공동처리 할 때 이송하는 과정에서 여러 가지 문제를 유발하고 경제적인 면에서도 효율적이지 않다고 판단하기 때문에 가급적 퇴·액비를 사용할 수 있는 자경농지를 확보하지 못하는 경우는 신고대상 미만규모의 시설에서 가축사육을 제한함이 바람직하다고 판단한다.

신고대상 규모의 가축분뇨 처리시설은 대다수 톱밥발효시설과 3단계부패탱크로 불리는 혐기성소화시설이 설치되어 있다. 톱밥발효시설은 가축뇨가 톱밥에 흡수되어 수분은 증발하고 가축분은 톱밥과 함께 유기물이 분해된 후 퇴비로 활용하게 되고, 혐기성소화시설은 가축뇨를 대상으로 3단계부패탱크를 설치하여 자경농지 또는 임차농지에 액비로 활용토록 처리시설을 설치하였다. 그러나 당초 목적과 달리 톱밥발효시설은 톱밥가격 상승에 따라 돈사내부에 주기적 공급이 어려워 가축분뇨 유출사례가 빈번하고, 혐기성소화시설은 단순히 일정기간 저장 후 공공수역에 상등수를 방류하는 형태이거나, 일정기간 부숙시켜 액비를 생산하였다하더라도 충분히 유기물이 분해되지 않아 살포과정의 문제점 등으로 농지에 환원되지 못하고 있는 실정이다. 또한, 신고대상 규모의 정화시설의 운영에 있어서 특별한 처리기술을 보유하지 않고, 축산농가에서 자체 정화처리하기란 기술적·재정적인 한계가 있다. 따라서 신고대상 규모인 경

우에는 자원화 시설을 갖추어 자경농지에 퇴·액비로 사용하도록 하고, 잉여량은 전량 재활용 신고업체, 자원화센터 또는 공공처리시설 및 분뇨처리시설 등에 위탁처리 토록 의무화하여 궁극적으로는 신고대상 규모시설에서 가축분뇨가 공공수역으로 직접 유출되지 않도록 하여야 한다.

허가대상의 대규모시설을 중심으로 가축분뇨 발생량이 많은 시설은 자체적으로 가축분뇨를 부산물비료 규격에 적합한 퇴·액비를 생산하여 판매 또는 수요자에게 공급토록 하여야 한다. 가축분뇨의 자원화에 있어서 기본적으로 화학약품사용을 하지 않는 물리적시설에 의하여 고액분리가 필요하며, 가축분은 퇴비를 생산하고, 슬러리 상태 및 가축뇨의 액비화 기준은 현행 혐기성 및 호기성 소화에 관계없이 6개월 동안 저장할 수 있는 시설과 부숙기간이 필요하도록 하고 있으나 호기성 소화의 경우 약 1개월 정도면 대부분 유기물 분해단계가 종료되고, 악취 발생이 거의 없는 안정화단계이므로 호기성소화조는 2계열로 각 반응조별 최소 1개월 이상동안 교대로 소화과정과 저장과정을 거쳐 액비로 활용할 수 있도록 하여야 한다. 허가대상 규모에서 자원화를 할 수 없는 경우에는 가축뇨를 대상으로 정화처리를 허용하되, 가축분뇨의 정화처리는 매우 높은 전문성이 요구되므로 수질환경기사 등 전문인력을 확보하여 운영하거나 해당인력을 갖춘 전문처리업체에게 위탁관리토록 하여야 한다. 또한, 자원화 및 정화처리가 불가능한 경우에는 재활용신고업체, 자원화센터 또는 공공처리시설 및 공동처리시설 등에 여건에 따라 처리비용을 지불하고 위탁토록 하여야 한다.

다. 가축분뇨 자원화시 고려사항

퇴비화를 위해서 사용하는 수분조절재로 대표적인 톱밥의 경우 공급량이 부족하여 가격이 상승하고 수급불균형으로 인하여 수입하거나 난분해성이 있어 퇴비화기간이 오래가는 왕겨를 사용하는 등 많은 어려움이 있다. 또한, 퇴비화의 기간이 길어짐에 따라 퇴비사가 부족하고 관리비가 증가하는 등으로 퇴비생산기간을 줄여 재활용함에 따라 부적절한 미숙퇴비의 토양 살포가 이루어지고 있다. 이러한 미숙퇴비의 살포는 토양의 스펀지 현상을 야기해, 농작물 뿌리의 활착을 어렵게 하고 있으며, 수입톱밥의 경우 높은 염분농도로 인하여 토양염해가 일어나는 등 퇴비의 본래목적과 달리 토양오염원인으로 작용하고 강우시 유출에 의한 수질오염을 일으킬 수 있음을 고려하여야 한다.

제5장 결론 및 제언

1. 요약 및 결론

우리나라는 가축사육밀도가 OECD 국가 중 4번째 (OECD report, 1998)에 해당될 만큼 가축사육 수가 많은 나라인 동시에 충남지역은 전국에서 단위면적당 가축의 사육밀도가 가장 높은 지역이다. 가축사육으로 인한 농가소득은 일정부분 보장되지만 악취, 질병, 동물소리(소음), 지표수 및 지하수 오염 등 생활환경적 피해에 대한 사회적 비용을 추가적으로 감당해야만 한다. 따라서 본 연구는 가축사육과정에서 발생한 가축분뇨의 관리체계를 재정립하고 처리시설의 설치 및 운영 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 2008년 1월초 기준으로 충청남도에 설치하여 운영 중인 가축분뇨공공처리시설, 가축분뇨공동처리시설 및 시설용량 50m³/일 이상의 개별처리시설의 운영관리 실태를 조사하고 분석하였다. 연구과정에서 밝혀진 주요 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 충청남도는 단위면적당 축종별 사육두수를 비교한 결과 한우 및 육우는 34.2마리/km²로 전국에서 가장 많고, 젓소 8.8마리/km², 돼지 204.5/km²마리로 각각 2번째에 해당하는 등 단위면적당 가축분뇨에 의한 오염발생부하 밀도가 가장 높아 공공수역의 수질오염 노출가능성이 비교적 높다.

둘째, 운영 중인 가축분뇨공공처리시설은 6개소로 시설용량이 1,130m³/일이며, 가축분뇨공동처리시설은 4개소로 시설용량이 777m³/일이다. 한편, 시설용량이 50m³/일 이상인 개별배출시설은 천안 3개소, 아산 2개소, 논산 4개소, 홍성 3개소로 총 12개소(시설용량 합계 : 1,835m³/일)이다.

셋째, 가축사육시설은 대부분 악취 및 해충 발생을 차단하기 위한 구조가 매우 취약하고 상

당수가 노후 된 시설로써 축산시설 주변에 많은 민원이 끊임없이 발생하고 있는 현실이며, 돼지사육시설이 다른 축종보다 악취와 수질오염문제가 심각하게 대두되고 있다.

넷째, 가축분뇨공공처리시설 6개소는 수거한 가축뇨를 대상으로 정화처리 하여 공공수역으로 방류하고 있으며, 논산계룡축산업협동조합의 경우 가축분과 뇨를 분리하여 가축뇨는 호기성 소화 후 액비로 자원화하며, 가축분은 발효·부숙후 부산물비료규격에 적합하여 판매하고 있다. 그 외 공동처리시설 및 개별처리시설의 경우 가축뇨는 정화처리 후 방류하고 가축분은 퇴비로 자원화하고 있다.

다섯째, 정화시설 운영에 있어서 공공처리시설의 경우 방류수 농도기준을 만족하며, 일부 공동처리시설 및 개별처리시설의 경우 수질분석 상태, 시설 설치상태, 운영관리 인력, 운영관리 미숙 등을 고려한다면 상시적으로 방류수 농도기준을 만족하기가 어려울 것으로 판단된다.

여섯째, 가축분뇨처리 비용에 있어서 시설용량, 처리공법, 연계처리 여부, 방류수 수질기준에 따라 매우 큰 차이를 보이지만, 공공처리시설은 16,000원/㎥~32,000원/㎥, 공동처리시설의 경우 8,000원/㎥~10,000원/㎥, 개별처리시설은 3,000원/㎥~7,000원/㎥정도이다.

일곱째, 공동처리시설 및 개별처리시설 중심으로 정화시설 및 퇴비사 시설이 노후 되어 있고, 시설의 운영관리가 미숙하거나, 처리되지 않은 가축뇨를 배출하는 사례가 종종 발생하고 있는 실정이다.

2. 정책제언

가축분뇨는 농지에 환원되어 곡물과 사료를 생산하는 밀거름이 되도록 하는 자원순환체계를 유지하도록 하는 것이 가장 바람직하므로 처리기술의 일차적인 목표는 균형이 잘 유지되도록 농작물에 필요한 비료(퇴·액비)를 생산하는 것이고, 이차적인 목표는 가축사육 두수가 많아 퇴·액비 활용 후 잉여량의 가축분뇨를 바이오에너지로 활용하거나 정화처리 하여 환경오염문제를 일으키지 않도록 하는데 궁극적인 목표를 두어야 합당하다. 이와 같이 단위면적당 가축사육 두수가 많아 자원순환체계를 유지할 수 없거나 정화처리의 한계를 초과하여 환경오염문제를 일으키는 지역은 필연적으로 가축사육의 제한이 뒤따라야 한다.

일부 내용은 법률과 관련지침에 반하는 내용도 포함되어 있지만, 단위면적당 사육밀도가 높은 충청남도의 현실을 고려하여 연구한 사항이기 때문에 합리적이고 타당한 사항에 대하여 정책에 반영할 수 있도록 하고, 필요하다면 관련 법률과 지침 등이 함께 개정되길 희망하면서 다음과 같이 제언한다.

첫째, 단위면적당 가축에 의한 오염부하밀도가 높다는 것은 가축분뇨로 인한 공공수역의 수질오염에 노출가능성이 비교적 크다고 볼 수 있다. 결국, 가축사육 두수가 많을 경우 축산업으로 인한 소득의 향상을 가져올 수 있으나, 지나치게 과다하면 수질오염 등 환경오염을 예방하기 위한 사회적 비용을 동시에 지불해야 하는 과제를 안고 있기 때문에 가축분뇨처리 정책에 앞서 우선적으로 단위면적당 적정한 사육두수를 고려한 정책이 선행되어야 하므로 지역단위별 양분총량제 기반으로 단위 면적당 사육두수를 제한하거나 관리할 필요가 있다.

둘째, 가축분뇨를 자원화하기 위한 단기적 목표는 화학비료를 대신하여 농작물에 필요한 영양물질이 함유하도록 퇴·액비의 질적 개선과 함께 취급성, 저장성, 수송성 등 경제적 이용가치를 높여야 한다. 따라서 축산농가의 자경농지에 활용 후 잉여량의 가축분뇨를 전량 수거 후 퇴·액비로 생산하여 가축을 사육하지 않는 농업인의 농지에 퇴·액비가 유통될 수 있도록 읍·면단위 자원화센터(공공처리시설 및 공동처리시설)의 설치·운영이 필요하다.

셋째, 신고대상 최소면적기준을 더욱 강화할 필요가 있고, 비록 신고대상 미만의 가축분뇨는 현행 법률적으로는 처리의무가 없어 사회·환경적 문제를 유발하므로 자경농지에 전량 활용토록 하는 등 공공수역에 직접적으로 배출하는 것을 엄격히 차단하여야 한다. 특히, 30L/일 이상 가축분뇨를 활용시 최종적으로는 호기성조건을 유지하여 악취가 발생하지 않도록 선 조치 후 자경농지 한하여 재활용토록 할 필요가 있고, 액·퇴비를 시용할 수 있는 자경농지를 확보하지 못한 경우는 신고대상 미만규모의 시설에서 가축사육을 제한함이 바람직하다.

넷째, 신고대상 규모인 경우에는 자원화 시설을 갖추어 자경농지에 퇴·액비로 사용하도록 하고, 잉여량은 전량 재활용신고업체, 가축분뇨자원화센터 또는 공공처리시설 및 분뇨처리시설 등에 위탁처리 토록 의무화 하여야 한다. 즉, 가축분뇨를 특별한 처리기술을 보유하지 않고, 축산농가에서 자체 정화처리하기란 기술적·재정적인 한계가 있어 정화하여 방류하는 시설은 현실적으로 많은 문제가 있기 때문에 혐기성 또는 호기성소화의 자원화 시설을 갖추되, 혐기성소화의 경우 악취발생 여건 등을 고려하여 최종적으로는 호기적 조건으로 안정화 후 시용할

자경농경지에 퇴·액비로 사용토록 의무화할 필요가 있고, 시용할 자경농경지확보가 어려운 경우는 처리비용을 부담하고 위탁처리 할 수 있도록 의무화해야 할 것으로 판단한다.

다섯째, 허가대상의 대규모시설을 중심으로 가축분뇨 발생량이 많은 시설은 자체적으로 가축분뇨를 부산물비료 규격에 적합한 퇴·액비를 생산하여 판매 또는 수요자에게 공급토록 하여야 한다. 자원화를 할 수 없는 경우에는 가축노를 대상으로 정화처리를 허용하되, 가축분뇨의 정화처리는 매우 높은 전문성이 요구되므로 수질환경기사 등 전문인력을 확보하여 운영하거나 해당인력을 갖춘 전문처리업체에게 위탁관리토록 하여야 한다. 또한, 자원화 및 정화처리가 불가능한 경우에는 재활용신고업체, 가축분뇨자원화센터 또는 공공처리시설 및 공동처리시설 등에 여건에 따라 처리비용을 지불하고 위탁함이 바람직하다.

3. 연구의 한계

가축전염병 감염우려로 축산시설의 출입을 제한하여 현장조사가 어려운 부분도 있었고, 일부 축산시설의 경우 기록에 의한 자료관리가 상시적으로 이루어지지 않아 사실상 정확한 통계가 이루어 지지 않은 한계성을 갖고 있다. 또한, 개별처리시설 중 신고대상, 규제미만의 소규모시설까지 현장조사를 실시하지 못한 점과 여러 가지 제약조건으로 악취문제를 다루지 못한 점은 이 연구의 한계점으로 남기 때문에 후속연구에서 다루어지길 희망한다.

참고문헌

1. 환경부, 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한법률, 2007
2. 국립환경과학원, 수계오염총량관리기술지침, 2004
3. 농촌진흥청, 가축분뇨 자원화기술 연구성과, 2007
4. 박종웅 외, 돈사 형태 및 계절별 축산폐수의 특성에 관한 연구, 한국폐기물학회지, Vol. 20, No. 2, 162-168(2003)
5. 환경부, 가축분뇨공공처리시설 성능평가 및 운영기술지원, 2007
6. 대구경북개발연구원, 달성군 축산폐수 관리방안 연구, 2003
7. 동화기술, 농축산 폐기물의 퇴비화, 1995
8. 충청남도, 통계연보, 2007
9. 농림부, 농협중앙회, 가축분뇨자원화시스템 평가, 2006
10. "Tour Visiting Biogas Plants in Denmark 21-26 February 2004" Central Kazakhstan Education Biogas Center, March 2004, 8 pages. Accessed on the Internet at (http://www.inforse.org/europe/kz_biogas.htm on May 1, 2006.)
11. "Environmentally Efficient Technologies in Agriculture" Danish Institute of Agricultural Sciences, (<http://www.ecoinnovation.dk/Topics/Research+and+technology/Danish+Institute+of+Agricultural+Sciences/>, accessed May 1, 2006)
12. "Mastering Manure Management. An Ecological and Economic Viable Concept for 100% Fermentation, Advanced Oxidation and Ultra Filtration of Pig Manure" LIFE - Environment, 2005 Projects, European Commission, Accessed on the Internet on April 24, 2006 at (http://europa.eu.int/comm/environment/life/infoproducts/lifeenvcompilation_05_highres.pdf.)

13. "Promotion of Biogas for Electricity and Heat Production in EU Countries. Economic and Environmental Benefits of Biogas from Centralised Co-digestion" University of Southern Denmark, et. al., web page
(<http://websrv4.sdu.dk/bio/probiogas.htm> accessed on May 11, 2006)
14. Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, Institute of Agricultural Sciences, web page (http://www.agrsci.org/navigation/om_djf, accessed May 11, 2006)
15. "nitrogen and odours destruction, and sterilisation of manure spreadings (Smelox process)" LIFE -Environment project. Accessed on the Internet on April 28, 2006 through. <http://europa.eu.int/comm/environment/life/project/Projects/index.cfm>, using
16. "COLIZ -Prevention of animal dejections related pollutions" LIFE -Environment project, Accessed on the Internet on April 28, 2006 through
(<http://europa.eu.int/comm/environment/life/project/Projects/index.cfm>)
17. Ergebnisse des Biogas-Messprogramms [Results of the Biogas Measurement Program], Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft [Federal Research Institute for Agriculture, Germany], 2005, 164pages. Downloaded from the Internet
(<http://www.fnr-server.de/cms35/index.php?id=1205&idtitel=223>)
18. "Environmentally friendly phosphorus removal in anaerobe effluent by means of the struvite process" LIFE -Environment project, Accessed on the Internet on April 28, 2006 through.
(<http://europa.eu.int/comm/environment/life/project/Projects/index.cfm>, using the search term of "anure"a)
19. U.S. EPA, Review of Emmision Factors and Methodologies to Estimate Ammonia Emmisions from Animal Waste Handling, EPA/600/R-02/017(2002)
20. Federal Register, Rules and Regulations, Vol.68, No. 29, 7265-7269(2003)
21. U.S. EPA, Managing Manure Nutrients at Concentrated Animal Feeding Operations, EPA-821-B-04-009(2004)
22. U.S. GAO, Animal Agriculture Waste Management Practices, Report to U.S. Senate,

GAO/RCED-99-205(1999)

23. Integrated Environmental Technology Series, Biofuels for Fuel Cells, Edited by Piet
Lens, IWA Publishing(2007)

24. U.S. NSF, CURRENT, (2007)

〈 부 록 〉

■ 부산물 비료공정규격(농촌진흥청고시 제2007 - 3호, 2007. 4. 20)

비료의 종류	함유하여야 할 주성분의 최소량(%)	함유할 수 있는 유해성분의 최대량	기타규격	비 고
그린(1급)퇴비 (신설 : '02.12.31)	유기물 40	비 소 25mg/kg 카드뮴 25mg/kg 수 은 1mg/kg 납 75mg/kg 크 롬 150mg/kg 구 리 200mg/kg 니 켈 25mg/kg 아 연 500mg/kg	○ 유기물대 질소의 비 40이하 인 것 ○ 염분(NaCl) : 1.0% 이하 ○ 수분(H ₂ O) : 45% 이하	1.<별표1>의 1.사용가능한 원료 사용 2.부숙도 측정을 위하여 자가발 열온도측정법 또는 유식물 검정법을 병행하여 검토 할 수 있다.
퇴 비	유기물 25	비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg 구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '02.1.31)	○ 유기물대 질소의 비 50이하 인 것 ○ 염분(NaCl)1.0%이 하 ○ 수분(H ₂ O)55%이하로 하되 5%단위로 자율 보증할 수 있다. (개정 : '02.1.31, '07.4.20)	1.퇴비의 원료로 사용가능한 물질과 사용이 불가능한 물질은 별표1과 같다.(개 정:'97. 7. 19) 2.가축분이 50% 이상 포함된 비료에 한하여 축종별로 『가축분퇴배(우분, 돈분, 계분 등)』 표기 가능('07.4.20개정) 3. 부숙도측정을 위하여 기계 적인 측정법을 병행하여 검 토할 수 있다.(개정'07.4.20)
부숙겨	유기물 25	비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg (개정 : '96. 7. 4) 구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '03. 8. 5)	유기물대 질소의 비 50이하 인 것	겨를 70%이상 사용한 것 (개정:'97. 7. 19)
재		비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg (개정 : '96. 7. 4) 구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '03. 8. 5)	○ 수분 30%이하 인 것 ○ 염 산 불 용 해 물 30%이하인 것	초·목회에 한함 (개정:'00.4.10)

분뇨잔사	유기물 25	비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg (개정 : '96. 7. 4) 구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '03. 8. 5)	○ 습식산화(濕式酸化) 잔사이외 처리물은 기생충 감염여부에 대한 시험을 실시 하여야 함. ○ 유기물대 질소의 비 50 이하 인 것	분뇨잔사에 한함 (개정:'00.4.10)
부 업 토		비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg (개정 : '96. 7. 4) 구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '03. 8. 5)	○ 염 산 불 용 해 물 30%이하 인 것 ○ 유기물 대 질소의 비 50이하 인 것	부업토에 한함 (개정:'00.4.10)
아미노산발효부 산비료(액)	질소전량 : 4 (개정 :'96.1.10)			원료는 조미료 생산시 발생 하는 아미노산발효 부산물 (액)을 중화처리한 것에 한 함.(개정:'00.4.10)
부산동물질 비료(액) (신설:'02.11.8)	질소전량 : 6			원료는 식품첨가물인 엘-시스 틴 생성시 발생하는 아미노산 액에 한함.
가축분뇨발효 비료(액) ('02.12.31 신설) ('04.10. 2 개정)	질소전량 : 0.3	비 소 5mg/kg 카드뮴 0.5mg/kg 수 은 0.2mg/kg 납 15mg/kg 크 롬 30mg/kg 구 리 50mg/kg 아 연 130mg/kg 니 켈 5mg/kg	○ 염분(NaCl) : 0.3% 이하 ○ 수분함량 : 95% 이상	1.저장기간 및 시설 : 충분한 발 효시 까지 저장, 호기성 발 효의 경우 폭기·교반장치 및 저장시설 200M/T이상 설치 2.살포시기 : 겨울철 및 장마 기 제한 3.살포지 : 민가에서 200m 이상 격리지역 4.농경지밖으로 유출금지 5.냄새 악취강도(관능법) : 2수준 대기환경보전법 악취발생제 한 규정에 준함
건 계 분	유기물 20	비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg (개정 : '96. 7. 4)	염산불용해물 30% 이하인 것	계분을 단순 건조한 것 (개정:'97.7.19)

		구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '03. 8. 5)		
건조축산 폐기물	유기물 25	비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg (개정 : '96. 7. 4) 구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '03. 8. 5)	유기물 대 질소의 비 50이하 인 것	건조축산폐기물에 한함 (개정:'00.4.10)
부숙왕겨 또는 부숙톱밥 (개정:02.1.31)	유기물 30	비 소 50mg/kg 카드뮴 5mg/kg 수 은 2mg/kg 납 150mg/kg 크 롬 300mg/kg (개정 : '96. 7. 4) 구 리 300mg/kg 니 켈 50mg/kg 아 연 900mg/kg (개정 : '03. 8. 5)	유기물 대 질소의 비 70이하 인 것	왕겨 또는 톱밥을 70%이상 사 용한 것 (개정:'02.1.31)
토양미생물제제 (미생물효소) 및 토양활성제제 비료	보증미생물의 속명·종명,균 수(cfu/g,ml) ('05.3.19개정)			1. 비료관리법 시행규칙 제3 조 제2항의 규정에 의한 시험 연구기관에서 재배 시기 또는 지역을 달리하 여 2번 이상의 시험결과 에 따라 등록 2. 보관조건, 유통기간, 안전 관리상 주의사항을 보증 표에 표기('05.3.19개정)

<별표 1>

퇴비의 원료로 사용 가능한 물질과 사용 불가능한 물질

1. 사용 가능한 원료

원 료 범 위	비 고
1. 농림부산물류(짚류, 왕겨, 미강, 녹비, 농작물잔사, 낙엽, 수피, 톱밥, 목편, 부엽토, 야생초, 폐사료, 한약재찌꺼기, 이탄, 토탄, 갈탄, 깻묵류 및 기타 유사물질 포함), 사업장(골프장 등)잔디예초물('06.1.6개정)	○ 페인트나 락카가 처리된 폐목재 제외 ○ 폐기물관리법 시행령 별표1의 지정폐기물이 함유된 MDF등의 폐목분 제외(개정 : '07.4.20)
2. 수산부산물(어분, 어묵찌꺼기, 해초찌꺼기, 게껍질, 해산물도매 및 소매장 부산물포함)	○ 폐수처리오니 제외
3. 인·축분뇨등 동물의 분뇨(인분뇨 처리잔사, 구비, 우분뇨, 돈분뇨, 계분, 기타 동물의 분뇨)	
4. 음식물류 폐기물('03. 8. 5 개정)	
5. 식료품 제조업·유통업 또는 판매업에서 발생하는 동·식물성 잔재물(도축, 고기가공 및 저장, 낙농업, 과일 및 야채, 통조림 및 저장가공, 동식물 유지류 빵제품 및 국수, 설탕 및 과자, 배합사료, 조미료, 두부 및 기타)	○ 폐수처리오니 제외 (개정 : '02.1.31)
6. 음료품 및 담배 제조업에서 발생하는 동식물성 잔재물(주정, 소주, 인삼주, 증류주, 약주 및 탁주, 청주, 포도주, 맥주, 청량음료, 담배제조업 및 기타)	○ 폐수처리오니 제외 (개정 : '02.1.31)

2. 사전 분석검토 후 사용 가능한 원료

원 료 범 위	비 고
1. 식료품 제조 및 판매업(수산포함)에서 발생하는 폐수처리오니 2. 음료품 및 담배 제조업에서 발생하는 폐수처리오니 3. 종이제조업에서 발생하는 부산물 및 폐수처리오니 4. 읍·면단위 농어촌지역 생활하수오니 5. 제약업에서 발생하는 부산물 및 폐수처리오니('02. 12. 31 개정) -물리적추출, 발효 단순혼합, 무균조작으로 제조하는 과정에서 발생하는 경우 6. 화장품제조업에서 발생하는 부산물 및 폐수처리오니('02. 12. 31 개정) 7. 기타 위항과 유사한 것 중 퇴비원료로 활용가치가 있는 물질('06.1.6개정)	○ 퇴비의 원료로 사용하고자는 자가 제시한 폐수처리공정에 첨가되는 물질의 종류 특성과 오니중의 이화학적 성분, 재료의 토양오염 및 분해성의 자료를 농업과학기술원장이 검토한 후 지정 고시 ○ 합성 및 특수약품품을 제조하는 과정에서 발생하는 폐수처리오니는 제외 ('02. 12. 31 개정)

3. 사용 불가능한 원료

원 료 범 위	비 고
<ol style="list-style-type: none"> 1. 산업용 화합물 제조업 및 기타 화학제품제조업 부산물 및 폐수처리오니(‘02. 12. 31 개정 “제약포함” 삭제) 2. 고무제품 및 플라스틱 제조업 부산물 및 폐수처리오니 3. 제1차 금속 제조업 부산물 및 폐수처리오니 4. 조립금속 제품, 기계 및 장비제조업 부산물 및 폐수처리오니 5. 석유제조 및 정제업 부산물 및 폐수처리오니 6. 가죽 및 모피제품 제조업 부산물 및 폐수처리오니 7. 비금속광물 제품 제조업 부산물 및 폐수처리오니 8. 육상운수 및 자동차 부산물 및 폐수처리오니 9. 수선업 및 세탁업 부산물 및 폐수처리오니 10. 인쇄, 출판 및 사진처리업 부산물 및 폐수처리오니 11. 전기업 부산물 및 폐수처리오니 12. 도시 및 공단지역 폐수처리오니 13. 기타 사용불가로 명시된 폐기물과 유사한 물질도 포함 	

■ 집 필 및 자 문 ■

연구책임 : 충남발전연구원 환경생태연구부 연구위원 이 상 진 공학(환경)박사

협동연구 : 우송대학교 철도건설환경공학과 교수 어 성 욱 공학(환경)박사

(주)송현R&D 대표이사 이 상 득 공학(환경)박사

충남 서산시의회 전문위원 송 영 호 공학(환경)박사수료

연구자문 : 대전대학교 환경공학과 교수 배 병 욱 공학(환경)박사

중부대학교 도시행정학과 교수 최 정 석 행정학박사

기본연구 2008-18 · 충청남도 가축분뇨처리시설의 운영실태 분석 및 관리방안

글쓴이 · 이상진, 어성욱, 이상득, 송영호 / 발행자 · 김용웅 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2008년 12월 31일 / 발행·2008년 12월 31일

주소 · 충남 공주시 금홍동 101 (314-140)

전화 · 041-840-1201, 041-820-1114(대표) / 팩스 · 041-820-1219

ISBN · 978-89-6124-059-8 93500

<http://www.cdi.re.kr>

©2008. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.