

## 충청남도 공공시설의 하수·분뇨·축산 슬러지 발생현황 및 처리방안

충남발전연구원 환경연구부 이 상 진

### I. 머리말

- 하수종말처리장, 폐수종말처리장, 분뇨처리장, 축산폐수공공처리장, 정수 시설 등 공공처리시설에서 발생하는 슬러지는 대부분 탈수 후 해양배출 또는 육상매립에 의존하고 있는 실정
- 공공수역 수질보전, 주민의 「삶의 질」 차원에서 환경기초시설 설치가 지속적으로 증가함에 따라 슬러지 발생량 또한 급증하는 추세
- 환경기초시설에서 발생하는 슬러지는 수분 및 유기성분이 다량 함유하고 있어 단기간 저장에도 부패로 인한 악취, 해충으로 인한 인근 주민의 혐오시설로 인식을 가속하고 이로 인한 공공시설 입지계획에 매우 불리하게 작용
- 좁은 토지여건 하에서 육상매립의 한계성, 해양오염의 심화 등으로 자원화 또는 안정적이고 무해한 처리방법을 도입하여 최종처분량의 획기적인 감량이 필요.
- 따라서 충청남도 공공시설에서 발생하는 슬러지는 시설특성 및 지방자치여건에 적합한 합리적인 관리 및 처분방안 마련의 필요성 대두.

### II. 슬러지 발생 및 처리현황

#### 1. 일반적 특성

- 충청남도의 경우 하수처리율이 매우 낮아 2000년 기준으로 볼 때 전국 하수슬러지 발생량의 약 1.5%, 분뇨 및 축산폐수공공처리시설 슬러지 발생량은 9.8%에 해당하며, 하수슬러지 재이용율이 63%를 상회하여 전국 평균(약 5%)보다 높고, 해양배출의 경우 36.6%로써 전국 평균보다 낮으며, 분뇨 및 축산폐수공공처리시설 슬러지는 전량 재이용하고 있는 실정임.
- 최근 환경기초시설 운영관리의 민영화, 폐기물관리법 개정('99)으로 슬러지처리방법은 초기 시설투자비용이 없고, 슬러지 관리가 비교적 용이하

고, 톤당 처리단가가 낮은 해양배출을 선호하는 경향을 나타냄.

- 슬러지 재이용은 수요처 한계성, 슬러지처리시설 설치 재원확보, 운영과정의 민원 및 유지관리비 소요 등의 이유로 여건이 점진적 악화.

## 2. 시설별 특성

### 가. 하수종말처리장

- 하수처리 및 슬러지발생 현황
  - 2001년말 기준 하수종말처리장 9개소 운영결과, 처리된 하수량은 일평균 247,510m<sup>3</sup>(년간 : 85,136,665m<sup>3</sup>)으로 하수 1톤당 약 0.04%인 연간 35,516톤의 하수슬러지가 발생하고, 하수처리과정에서 발생하는 슬러지량은 하수처리인구 1인 기준 연간 약 50kg으로 전국 평균과 비슷한 수준.
  - 2002년도 추가적으로 운영되는 하수종말처리장은 시설용량 기준 198,000 m<sup>3</sup>/일 (청양 3,800, 안면 1,600, 당진 15,000)으로 하수슬러지 발생량은 전년도에 비해 약 8%정도가 증가할 것으로 예측되며
  - 향후 2005년까지 하수처리율을 현행 33%에서 약 70%로 계획하고 있어 발생하는 슬러지량은 연간 73,466톤으로 2001년도 보다 약 2배 가량 증가될 전망.

<표 1> 충남 하수처리 현황 및 슬러지발생량

구분	하수종말처리 인구(명)	시설용량 (톤/일)	하수처리량 (톤/일)	슬러지발생량 (톤/년)	슬러지발생량 (톤/일)	비고
1999년	460,100	203,000	188,680	22,214	60.9	
2000년	460,100	228,000	227,877	25,922	70.0	
2001년	712,158	265,000	247,510	35,516	97.3	
2002계획	906,197	284,800	264,864	38,670	105.9	2001년
2005예측	1,338,090	548,500	510,105	74,475	204.0	기준추정

자료 : 환경부(2001,2001) 하수도통계, 충청남도 행정자료(가동기준)

주) 슬러지발생량(2002, 2005) : 시설용량×93%×0.04%×365

- 슬러지 처리현황
  - 2001년 기준 발생된 슬러지 35,516톤 중 약 91%에 해당하는 32,307톤을 유기질비료 등에 재이용하고, 나머지는 8.9%인 3,146톤을 해양배출에 의

해 처리하고 있으나 통계적인 검증이 필요한 실정

- 하수종말처리장 운영평가시 슬러지의 발생량, 자원화, 처분방법 개선 등에 평가배점이 있어, 토지개량제, 복토재, 공업용원료 등으로 다각적인 노력을 강구 중이나, 슬러지처리비용 및 부산물 수요처의 한계에 직면

<표 2> 충남 하수슬러지 처리현황

구분	슬러지발생량 (톤/년)	재이용 (%)	육상매립 (%)	소각 (%)	해양배출 (%)	기타 (%)	미처분 (이월량)
1999년	22,214	16,807(75.7)	0(0.0)	0(0.0)	5,396(24.3)	0(0.0)	11
2000년	25,922	16,407(63.3)	0(0.0)	0(0.0)	9,480(36.6)	8(0.03)	27
2001년	35,516	32,307(91.0)	0(0.0)	0(0.0)	3,146(8.9)	0(0.0)	63

자료 : 환경부(2000,2001) 하수도통계, 충청남도 행정자료.

#### 나. 분뇨 및 축산폐수공공처리장

##### • 슬러지 발생현황

- 최근 분뇨, 축산폐수공공처리시설이 하수종말처리시설과 대부분 연계처리 됨으로써 하수슬러지에 포함되어 관리되는 양상을 보임
- 2001년 기준 하수종말처리시설과 연계되지 않고 단독으로 처리하는 분뇨처리시설 5개소에서 연간 120,085m<sup>3</sup> 처리되어 탈수슬러지는 투입분뇨의 약 2.3%인 2,764톤 발생되었으며
- 단독처리 하고 있는 축산폐수공공처리시설 3개소 중 정상가동 중인 2개소에서 연간 68,735m<sup>3</sup>이 처리되어 투입한 축산폐수의 약 11.1%인 7,603톤의 탈수슬러지가 발생

<표 3> 단독처리시설(분뇨, 축산) 슬러지 발생량(2001년도)

단독처리시설		시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	분뇨,축산처리량(m <sup>3</sup> )		슬러지발생량(ton)		비고
			일평균	년간	일평균	년간	
분 노 처리시설	논산시	120	116	42,340	2.99	1,091	계룡(출)포함
	부여군	70	55	20,075	0.94	342	
	서천군	90	42	15,330	1.25	456	
	홍성군	40	66	24,090	1.17	427	
	태안군	50	50	18,250	1.23	448	
축산폐수 공공처리 시설	공주시	250	98.9	28,785	10.5	3,052	2001.3.가동
	논산시	250	109.5	39,950	12.5	4,551	
	홍성군	250	-	-	-	87	시험가동

자료 : 환경부(2000,2001) 오수,분뇨및축산폐수 통계, 충청남도 행정자료

주) 공주시 축산폐수공공처리장은 291일 기준

- 2002년도에 하수종말처리시설과 연계처리되는 태안(안면읍)분뇨처리시설 1개소(시설용량 : 20m<sup>3</sup>/일) 추가운영 중으로 분뇨슬러지는 2001년도와 비슷한 수준으로 예측되며, 축산폐수슬러지의 경우 홍성군이 보강공사 후 2002. 1월부터 정상 가동하고, 공주시의 경우 가동기간이 75일이 추가되어 발생하는 축산폐수슬러지는 연간 약 6,300톤 증가예상
- 2005년까지 분뇨처리시설에서 슬러지 증가량은 크게 변화되지 않을 것으로 판단하며, 축산폐수공공처리시설은 금산군이 50m<sup>3</sup>/일로 연계처리 계획이며, 보령시는 150m<sup>3</sup>/일 신규계획으로 분뇨 및 축산폐수슬러지 발생은 2001년대비 약 1.8배 증가 전망.

<표 4> 충남 분뇨 및 축산폐수공공처리시설 슬러지 발생현황

구 분	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	슬러지발생량 (톤/년)	일일평균 발생량(톤)	비 고
1999년	1,341	10,441	28.6	
2000년	1,510	8,721	23.9	
2001년	2,400	11,240	30.8	
2002년	2,420	17,554	48.1	2001년 대비 추정
2005예측	2,620	20,854	57.1	

자료 : 환경부(2000,2001)오수,분뇨및축산폐수 통계, 충청남도 행정자료

주) 2001년 대비 슬러지 증가량 산정

2002년 : (50,000m<sup>3</sup>/년+7,400m<sup>3</sup>/년)×11% = 6,314톤/년

2005년 : (57,400m<sup>3</sup>/년+30,000m<sup>3</sup>/년)×11% = 9,614톤/년

- 처리현황
  - 2001년 분뇨및축산폐수공공처리시설에서 발생하는 탈수슬러지는 100% 퇴비화 및 녹생토 등으로 재활용하고 있는 실정임.
  - 슬러지를 퇴비목적으로 농가 등에 공급하고자 하는 경우에는 재활용신고(부산물비료 등)를 한 자에게 공급하는 등 적법하게 처리하여야 하나, 일부는 일정기간 슬러지를 자체보관 후 수요발생시 주변 농가에 무상으로 공급.
  - 탈수슬러지 특성분석을 토대로 유기비료생산, 단위면적당 살포량, 살포방법, 재배작물의 영향 등 향후 집중적인 연구와 중·장기적인 처리대책이 요구됨.

<표 5> 충청남도 분뇨 및 축산폐수 슬러지 처리현황

구분	슬러지발생 량(톤/년)	재이용 (%)	육상매립 (%)	소각 (%)	해양배출 (%)	기타 (%)
1999년	10,441	7,718(73.9)	-	-	-	2,723(26.1)
2000년	8,721	8,716(99.9)	-	-	-	5(0.1)
2001년	11,240	11,240(100)	-	-	-	-

자료 : 환경부(2000,2001) 오수,분뇨및축산폐수 통계, 충청남도 행정자료

### III 슬러지 처리단가 및 경제성

- 슬러지 처리시설 설치 및 운영관리비
  - 슬러지처리방식의 경제성 검토는 단위공정에 대한 건설비, 유지관리비(운전비, 보수유지비, 인건비 등)의 비용검토가 필수적이나 검토항목별 객관적인 기준설정이 매우 어려움
  - <표 6>과 같이 시설용량 200톤/일 규모 비교시 건설비는 용융>소각>시멘트자원화>건조>고화>퇴비화 순이며, 톤당 운영비는 용융>소각>고화>시멘트자원화>건조 등의 순이나 일반적으로 처리용량이 증가할수록 단위 톤당 건설비 및 처리비용은 상대적으로 낮아짐.

<표 6> 처리방법별 슬러지 톤당 소요비용

구분	용융	소각	시멘트 자원화	건조	고화	퇴비화	매립	해양배출
건설비 (백만원)	30,000	20,000	10,360	8,000	4,914	4,495	-	-
톤당건설비 (천원)	150,000	100,000	51,800	40,000	25,000	23,000	-	-
톤당운영비 (천원)	94	59	53	43	54	18	40	25

주) 건설비 : 시설용량 200톤/일 규모 기준

자료 : 서울시 슬러지처리시설 타당성조사 및 기본계획, 1999.

- 충청남도의 경우 탈수슬러지 처리는 유기질비료 등으로 재활용하는 수집운반업체에 위탁하고 있으나, 처리방법별 수집운반업체에 톤당 위탁처리비용은 해양배출이 가장 낮고, 다음으로 유기질 비료, 녹생토 등 재활용, 매립, 소각 등의 순으로 나타났으며, 수집운반 비용은 슬러지 배출지점과 처리지점과의 거리에 따라 소요비용이 상당한 차이를 나타내고 있으나 톤당 약 20천원 수준임

<표 7> 처리방법별 슬러지 위탁비용

처리방법	수집운반/ton	처리비/ton	합계(원)/ton	비고
매립	20,000	50,000	70,000	V.A.T별도
소각	20,000	180,000	200,000	V.A.T별도
해양배출	17,000	15,000	32,000	V.A.T별도
재활용	15,000	23,000	38,000	V.A.T별도

자료 : 폐기물 수집운반업체의 견적단가

- 슬러지 처리시설 설치여건 및 경제성
  - 시·군당 슬러지(하수종말+분뇨및축산폐수공공) 발생량은 일일 8~15톤 수준이며, 충청남도 전체 슬러지 발생량은 2001년 일일 약 130톤에서 2005년에는 261톤으로 약 2배 정도로 증가할 전망
  - 대도시 지역에 비하여 공공시설에서 슬러지 발생량이 비교적 적어 단일 지구 처리시설 계획시 톤당 처리시설 설치 및 운영관리 비용이 높을 것으로 판단하며, 광역처리계획시 수집운반 비용이 상당히 소요
  - 2001년 기준 분뇨 및 축산폐수공공처리시설 슬러지 발생량은 하수종말처리시설 슬러지의 1/3수준으로 양적인 측면에서 중요시 다루어져야 함

## IV. 슬러지 처리방안

### 1. 처리여건 검토

#### 가. 강 점

- 대도시 지역에 비하여 집적처리 보다는 분산처리로 인한 특정지역의 슬러지 처리로 인한 오염축적 집중화 미약
- 유기성슬러지를 입증된 비료제조 및 살포기술 개발시 농경지, 유�휴지, 산림 등이 많이 분포하여 토양환원 방법 가능
- 처리시설 입안시 부지확보 및 중간처리 후 부산물 처리에 비교적 유리
- 소규모 발생하는 유기성슬러지는 검증과정을 통한 생활폐기물소각시설과 혼합소각처리 여건 유리

#### 나. 약 점

- 광역처리계획 추진시 환경기초시설이 시·군별 산재되어 있어 슬러지

수집 운반장비 및 비용이 과다소요

- 자치단체의 재정자립도가 매우 낮아 슬러지 처리시설 및 운영과정에 소요되는 지방비 확보에 상당한 어려움 직면
- 하수종말처리장 등 환경기초시설이 대부분 민간위탁으로 유기성 슬러지 처리방안 위한 적극적인 추진분위기 전환이 어려움.
- 지방자치제도의 정착일로에서 설치운영 주체가 시장·군수의 자치권한으로 일률적 추진에 부분적인 한계에 직면

## **2. 향후 처리방안 및 시설 설치계획**

### **가. 슬러지 처리 우선원칙**

- 하수종말처리시설 : 시멘트자원화, 소각, 매립, 해양배출
- 분뇨, 축산폐수 : 유기질비료화, 소각, 매립, 해양배출

### **나. 시설 설치방안 (민자유치 포함)**

- 유기성슬러지를 이용한 유기질 비료제조시설
- 시멘트제조와 연계한 슬러지 건조시설
- 슬러지 연료화시설 및 소각시설
- 슬러지 고형화시설

## **3. 단계별 추진전략**

### **가. 단기전략(2003~2005년)**

- 환경기초시설 유기성 슬러지 발생량 및 성장조사
- 자원화된 슬러지의 수요처 D/B구축 및 슬러지 자원화 산업체지원육성
- 슬러지 처리방법별 환경성, 경제성 검토 및 자원화 지속추진
- 폐기물처리시설 민자유치 방안 계획검토
- 생활폐기물소각시설의 폐열을 이용한 슬러지 건조, 혼소방안 추진

### **나. 중·장기전략(2006 이후)**

- 폐수종말처리시설, 정수장 슬러지를 포함하는 유·무기성 슬러지 대책강구
- 공공시설 및 일반업체를 포함하는 유·무기성 슬러지 대책강구
- 유·무기성 슬러지 및 단계별 종합적인 폐기물처리시설 확충기반 구축

## V. 맺 음 말

- 하수처리율, 축산폐수공공처리율 상승에 따른 슬러지 발생량은 급격히 증가할 것으로 예측되며 하수슬러지를 포함한 유기성 슬러지의 자원화, 감량화를 위한 지원제도 마련이 필요.
- 정수장, 폐수종말처리장 슬러지, 준설토 등을 포함한 환경기초시설 등 일정 규모 미만의 수처리시설 운영과정에서 비교적 소량 발생하는 슬러지를 자체처리 하기위한 시설을 설치·운영하기 위하여는 재원, 기술력 등 한계성을 내포하고 있어 폐기물을 종합적으로 관리하는 대책마련이 필요
- 대도시 하수슬러지 발생 및 처리특성의 기준시각에서 탈피하여 중소도시의 슬러지 특성을 기준으로 하는 처리방안 마련이 필요
- 슬러지를 폐기물에서 자원이란 인식으로의 전환과, 재처리된 슬러지 자원의 수요에 맞추어 처리방법이 결정되어야 하며, 다양한 검증절차로 휴경지, 초지 및 농경지에 유기성슬러지 재활용방안 연구와 민간업체의 참여가능 분야인 토양개량제, 부산물 비료, 시멘트자원화 등 장려방안의 세부검토와 진지한 논의가 필요.
- 해양배출은 초기시설투자비, 발생된 부산물의 이차처리가 없고, 처리비용이 가장 적어 한시적 운영관리하는 민간위탁관리업체 특성상 해양배출을 선호하는 경향이 있어, 해양배출 보다 비교적 저비용으로 슬러지를 자원화하는 유인책 발굴 및 기술개발이 필요
- 자치단체에서 슬러지처리시설 설치비(현행 지방비 30%) 뿐만 아니라 운영관리비 재원확보가 어려운 점이 고려되어야 함.