

마을하수도 운영실태 및 개선방안

신대윤^{1*} · 배철호²

조선대학교 환경공학과¹, 환경관리공단²

A study on the management status of public small-scale sewage treatment facilities and the improvement

Dae-yewn Shin^{1*} · Chul-ho Bae²

¹*Department of environmental engineering Chosun university*

²*Environmental management corporation*

Abstract

In this study, the management and improvement of public small-scale sewage treatment facilities was investigated. In order to improve the effective management of the operation of small-scale sewage treatment facilities, treatment methods and the problems associated with sewage treatment were carefully addressed based on the data and literature.

The investigation results showed that sewer pipes in rural areas should be repaired to prevent sewage from leaking and small-scale operations should be required to have effective management for pollutant loads less than 50%. Also, new methods should be developed for low concentrations of sewage.

A law associated with FRP treatment facilities should be established and local governments need to supervise these operations to avoid insufficient and faulty construction.

It is recommended that new facilities are built with advanced treatment techniques when the old facility can not comply with nitrogen and phosphorous discharge limits.

Moreover, the study shows that nutrient and coliform treatment efficiency improves when abandoned facilities are renovated with the installation of nitrification/denitrification and disinfection processes or another advanced process.

Key words : sewage treatment plant, F/M ratio, nitrogen, phosphorous.

* Corresponding author E-mail : dysin@chosun.ac.kr

I. 서론

소득증대에 따른 생활수준 향상, 수세식 화장실의 보급 및 축산시설 증가 등의 영향으로 농촌지역의 하천들이 환경용량을 초과하고 있다. 농촌지역의 배수로 및 소하천의 수질이 악화되어 농업용수 등 수자원 확보에 어려움이 초래되는 실정이다.

공공수역의 수질을 보전하고 쾌적한 생활환경을 조성하여 농어촌 마을의 건전한 발전과 공중위생의 향상에 기여하기 일환으로, 정부에서는 1995년부터 2004년까지 10년 간 농어촌 특별세를 신설하여 농어촌 생활환경 개선사업의 일환으로 농어촌 하수도사업, 오염하천 정화사업, 면단위 하수도사업 및 마을단위 하수도사업을 추진해 왔다.

그러나 마을하수처리시설은 비법정시설로서 시설기준 등의 근거가 구체적으로 마련되지 않은 가운데 환경부, 내무부 및 농림부 등 부처에서 설치하여 관리해 왔으며, 1996년 7월 간이오수처리시설을 마을하수도로 개칭한 후부터 비로소 법정시설로 관리하게 되었다.¹⁾

한편 마을하수도 관련 법률은 1997년 3월 제5차 하수도법 개정 시 하수도법에 포함되었는데, 이로써 마을하수도가 공공하수도에 수용되는 근거가 마련되었고, 하수도 설치의 인가권한도 시·도지사에게 이양되었

다.

농어촌지역에 마을단위로 설치해 온 소규모 공공하수처리시설은 2001년부터 급속히 증가하였고, 2005년 말에는 1,200여개에 달하고 있다²⁾. 그러나 시설의 운영 및 관리기술이 부족하여 곳곳에서 운영상의 문제가 발생되고 있다.

본 연구에서는 농어촌마을에 설치된 공공하수처리시설을 효율적으로 운영관리하기 위한 개선방안을 모색하기 위하고자 한다. 이를 위하여 현장을 점검하여 설치현황, 처리공법, 운영실태 및 문제점 등을 파악하였으며, 관련 문헌과 자료를 분석하였다.

II. 연구방법

전국 마을하수처리시설의 운영실태를 조사하고 제도적 모순점과 문제점을 도출함으로써 관리운영의 개선방안을 마련하고자 한다. 이를 위하여 2006년 11월부터 2007년 5월까지 전국에서 운영되고 있는 마을하수도를 점검하였다.

1. 마을하수도시설의 일반현황

소규모 하수처리시설은 행정자치부, 농림부에서 농어촌생활환경개선을 위한 지원사업과 환경부의 공공수역의 수질개선을 위한 하수도사업, 관계 중앙행정기관 및 지자체에서 지역개발사업 등으로 설치하였다.

Table 1. Installation support field of sewage treatment plant(STP).

사업명	농어촌주거환경 개선사업	농어촌생활환경 정비사업	하수도사업	지역개발사업
주관부처	행정자치부	농림부	환경부	자자체 등
근거법	농어촌주택개량촉진법	농어촌정비법	하수도법	관련법
개선사업 내용	자연마을 단위로 농어촌 환경개선지구 지정 후 각종 생활환경개선사업 시행	농어촌 지역에 신규 및 기존 마을 정비(농어촌 생활환경정비)를 위한 각종 생활환경정비사업 시행	일정 규모 이상의 하수를 최종처리하기 위한 하수처리시설 설치사업 시행	-

마을하수도는 시설규모에 따라 하수처리 능력 50 m³/day 미만, 50~500 m³/day 및 500 m³/day 이상의 시설로 구분되며, 하수도법에 따라 시설설치에 따른 협의, 인가 등의 과정을 거친 후 공공하수도로서 관리한다.^{2,3)}

시설현황은 50 m³/day 미만의 시설이 1,519개소(61.4%)이며, 그 중 전남이 317개소로 가장 많고, 전북 208개소, 충남 176개소, 경남 168개소, 대전 150개소, 강원 139개소 및 경북 132개소 등의 순이었다.

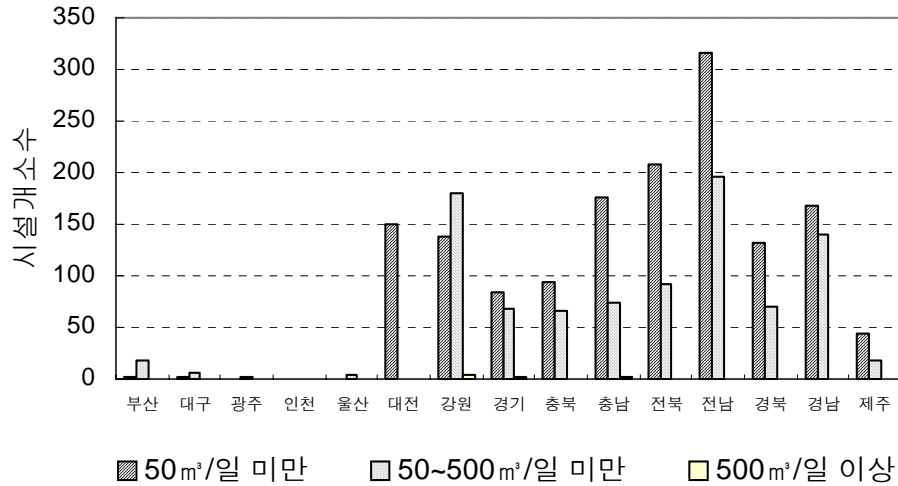


Fig. 1. The number of STP for each support field.

2. 마을하수도의 유입 방류수 수질분석

마을하수도 2,029개소에 대하여 유입수의 BOD, COD, 및 SS 농도 분포 현황을 조사하여 Table 2.2에 나타내었다. BOD, COD 및 SS의 유입농도가 각각 60 mg/L 미만인 경우 항목별 시설수의 비율은 각각 51.8%, 73.7%, 65.2%로 나타났다.

그리고 BOD, COD 및 SS의 유입농도가 100 mg/L 이상인 경우 항목별 시설수의 비율은 각각 28.8%, 6.6% 및 17.3%로 나타났다³⁾.

Table 2. Distribution of influent water quality.

항목	구분	현황		평균농도 (mg/L)	비고
		시설수	비율 (%)		
BOD	계	2,029	100	76.6	
	60 mg/L미만	1,051	51.8	30.9	
	60 ~ 100 mg/L 미만	394	19.4	79.6	
	100 mg/L이상	584	28.8	156.9	
COD	계	2,029	100	46.9	
	60 mg/L미만	1,496	73.7	30.3	
	60 ~ 100 mg/L 미만	400	19.7	75.0	
	100 mg/L이상	133	6.6	149.2	
SS	계	2,029	100	67.6	
	60 mg/L미만	1,322	65.2	27.7	
	60 ~ 100 mg/L 미만	355	17.5	75.8	
	100 mg/L이상	351	17.3	209.5	

유입수의 T-N농도가 30 mg/L 미만인 시설은 가장 많은 1,086개소로서 53.5 %이고, 평균 18.5 mg/L이었으며, 30 mg/L ~ 50 mg/L인 시설은 707개소로서 34.9 %, 50 mg/L이상 고농도로 유입되는 시설은 236개소로서 11.6 %이었다⁴⁾.

T-N농도가 높게 유입되는 지역은 분류식 하수관거가 설치되어 수세식 화장실의 오수가 직접 투입되기 때문이라고 판단된다.

또한, 유입수의 T-P농도가 3 mg/L 미만인 시설은 가장 많은 1,109개소로서 54.3 %이고 평균 1.79 mg/L이었으며, 3 ~ 5 mg/L인 시설은 675개소로서 33.2 %, 5 mg/L 이상 고농도로 유입되는 시설은 245개소로서 12.1 %이었다⁴⁾.

한편, T-N, T-P가 낮은 농도로 유입되는 시설은 각 가정에 설치된 정화조를 거친 후 유입되거나, 하수관거 등이 정비되지 않아 우수, 지하수 등 불명수가 유입되고 있는 것으로 판단된다.⁴⁾

Table 3. Distribution of T-N and T-P concentration in influent.

항목	구 분	현 황		평균농도 (mg/L)	비 고
		시설수	비 율 (%)		
T-N	계	2,029	100	30.7	
	30 mg/L미만	1,086	53.5	18.5	
	30 ~ 50 mg/L미만	707	34.9	38.9	
	50 mg/L 이상	236	11.6	61.0	
T-P	계	2,029	100	3.09	
	3 mg/L미만	1,109	54.7	1.78	
	3 ~ 5 mg/L미만	675	33.2	3.89	
	5 mg/L이상	245	12.1	6.78	

3. 방류수 수질분석

전국 2,109개소 마을하수도의 방류수 수질을 분석하여 수질기준 초과여부를 조사하였으며, 모관침윤트렌치법 시설과 개선공사 등으로 시료채취가 불가능한 시설은 제외시켰다.

BOD의 경우 2008년 1월부터 적용된 특정지역 방류수 수질기준(10 mg/L이하) 초과비율은 50 m³/day 미만시설은 29.4 %, 50 ~ 200 m³/day 미만시설은 21.4 %, 200 ~ 500 m³/day 미만시설은 14.7 %, 500 m³/day 이상시설은 11.1 %이었다.

BOD 초과시설 중 50 m³/day 미만의 시설의 초과비율은 67.2 %이었고, 이 중간이오수처리시설의 초과비율은 82 %로서 마을하수도 초과비율 18 %보다 약 4배 이상 높게 나타났다.^{3,5,6,7.)}

Table 4. The number and percentage of exceeding the water quality for facilities capacity.

항목	구 분	시설 수	용량별 초과		초과시설에 대한 비율 (%)	평균 농도 (mg/L)
			시설수	비율 (%)		
BOD (기준: 10 mg/L 이하)	계	2,109	543	25.7	100	26.5
	50 m ³ /day 미만	1,240	365	29.4	67.2	27.5
	50 ~ 200 m ³ /day	751	161	21.4	29.7	25.1
	200 ~ 500 m ³ /day	109	16	14.7	2.9	20.1
	500 m ³ /day 이상	9	1	11.1	0.2	14.0
COD (기준: 40 mg/L 이하)	계	2,109	38	1.8	100	59.6
	50 m ³ /day 미만	1,240	29	2.3	76.3	59.2
	50 ~ 200 m ³ /day	751	8	1.1	21.1	62.0
	200 ~ 500 m ³ /day	109	1	0.9	2.6	54.2
	500 m ³ /day 이상	9	0	0	0	0
SS (기준: 10 mg/L 이하)	계	2,109	409	19.4	100	24.6
	50 m ³ /day 미만	1,240	247	19.9	60.4	26.3
	50 ~ 200 m ³ /day	751	135	18.0	33.0	23.1
	200 ~ 500 m ³ /day	109	26	23.9	6.4	16.6
	500 m ³ /day 이상	9	1	11.1	0.2	25.7
T-N (기준: 20 mg/L 이하)	계	2,109	793	37.6	100	31.4
	50 m ³ /day 미만	1,240	502	40.5	63.3	31.9
	50 ~ 200 m ³ /day	751	259	34.5	32.7	30.9
	200 ~ 500 m ³ /day	109	31	28.4	3.9	27.0
	500 m ³ /day 이상	9	1	11.4	0.1	22.5
T-P (기준: 2 mg/L 이하)	계	2,109	737	34.9	100	3.07
	50 m ³ /day 미만	1,240	493	39.8	66.9	3.15
	50 ~ 200 m ³ /day	751	223	29.7	30.3	2.92
	200 ~ 500 m ³ /day	109	21	19.3	2.8	2.90
	500 m ³ /day 이상	9	0	0	0	0

COD의 경우 2008년 1월부터 적용된 특정지역 방류수 수질기준(40 mg/L이하) 초과비율은 50 m³/day 미만시설은 1.84 %, 50 ~ 200 m³/day 미만시설은 2.3 %, 200 ~ 500 m³/day 미만시설은 1.1 %, 500 m³/day 이상시설은 0 %이었다.

COD의 방류수 수질기준 초과비율이 BOD보다 현저히 낮은 이유는 수질기준이

BOD에 비해 4배 낮기 때문이라고 판단된다.

SS의 경우 2008년 1월부터 적용된 특정지역 방류수 수질기준(10 mg/L이하) 초과비율은 50 m³/day 미만시설은 19.9 %, 50~200 m³/day 미만시설은 18.0 %, 200~500 m³/day 미만시설은 23.9 %, 500 m³/day 이상시설은 11.1 %이었다.

T-N의 경우 2008년 1월부터 적용된 특정지역 방류수 수질기준(20 mg/L이하) 초과비율은 50 m³/day 미만시설은 40.5 %, 50~200 m³/day 미만시설은 34.5 %, 200~500 m³/day 미만시설은 28.4 %, 500 m³/day 이상시설은 11.4 %이었다.

T-P의 경우는 2008년 1월부터 적용된 특정지역 방류수 수질기준(2 mg/L이하) 초과비율은 50 m³/day 미만시설은 39.8 %, 50~200 m³/day 미만시설은 29.7 %, 200~500 m³/day 미만시설은 19.3 %, 500 m³/day 이상시설은 0 %이었다.

한편, 50 m³/day미만의 시설이 초과된 비율(용량별 초과 시설수 대비)은 BOD 67.2 %, COD 76.3 %, SS 60.4 %, T-N 63.3 % 및 T-P 66.9 %로서 초과비율이 매우 높으며,³⁾ 시설용량이 작을수록 초과비율이 높은 것으로 나타났다.

이는 규모가 작은 시설이 마을하수도로 전환되는 과정에서 시설이 개선되지 않았거나, 전문인력 부족 등으로 체계적으로 관리되지 않고 있기 때문이다.³⁾

또한, T-N의 초과비율은 37.6 % , T-P 34.9 %로서 다른 항목에 비해 높게 나타났는데, 이는 소규모 하수처리시설 중 질소인 처리를 위한 고도처리시설이 구비되지 않은 것으로 판단되므로 이들 시설에 대한 개량이 시급히 요구된다.

공법별 설치현황을 살펴보면, 부착생물법이 1,586개소(64.2 %)로 가장 많았으며, 부유생물법 390개소(15.8 %), 회분식 활성

슬러지법 182개소(7.3 %), 토양처리법이 269개소(10.9 %) 및 모관침윤트렌치법이 47개소(1.8 %) 등의 순으로 나타났다.

공법별 시설 누적용량 분포현황은 부착생물법이 94,747 m³/day(점유율62.2 %)로 가장 많았고 부유생물법 24,009 m³/day(점유율15.8 %), 토양처리법 16,313 m³/day(점유율10.7 %), 회분식 활성슬러지법 15,594 m³/day(점유율10.2 %) 및 모관침윤트렌치법이 1,611 m³/day(점유율1.1 %) 등의 순으로 많았다^{2,3)}.

마을하수도처리시설의 공법은 원리에 따라 접촉산화법, 고효율합병정화법 및 SBR과 A/O계통 등 고도처리공법으로 구분된다. 공법은 발생량, 수질특성 등 현지여건을 고려하여 처리효율이 높고 유지관리가 용이한 것이 도입되었으나, 최근에는 고도처리 기능이 강조되고 있다.^{6,7)}

접촉산화법은 무기성고형물이 배제하고, 고정상과 유기물의 접촉빈도를 높이기 위해 높은 교반강도가 요구된다. 유기물 처리효율이 높고 안정적이며, 자산화로 인하여 슬러지 발생량이 매우 적고 부하변동에 강하며, 탈질효율이 높은 편이다.

고효율합병정화법은 설치비와 유지비가 많이 들고 슬러지별킹으로 불안정하며, 숙련된 전문 인력이 요구된다. 자산화로 인하여 슬러지 발생량이 적고 부하변동에 강하며, 탈질효율이 높은 편이다.

SBR은 정치 및 방류공정시 SS유출 가능성이 높고, 자동운전이 가능하나 전문 인력이 요구되고, 시설비와 유지관리비가 많이 든다. 생슬러지가 발생되고 부하변동에 취약하며, 탈질효율이 낮은 편이다.

A/O계통은 중규모 이하 시설의 경우 설치비 및 유지비가 많지 않은 편이나, 슬러지별킹으로 수질이 빈번히 악화된다. 부패성 슬러지 발생량이 많고 부하변동에 취약하며, 탈질효율이 낮은 편이다.

Table 5. Comparison for operation, maintenance and disposal efficiency.

항 목	접 촉 산 화 법	고효율합병 정화	고도처리 공법		
			SBR 계통	A/O 계통	기타
처리효율 및 안정성	용존 유기물 처리 효율이 높고 안정적 처리	슬러지별킹으로 처리수질이 빈번히 악화	정치 및 방류 공정 시 SS 등의 유출 가능성	슬러지별킹으로 처리수질이 빈번히 악화	우수
경제성 및 운영·유지·관리비	미생물에 따라 조절되고, 공정이 단순하고, 부지, 설치비, 유지관리비가 적게 소요됨	대규모시설에서는 유리하나 중소규모시설에는 단위 처리용량당 시설비와 유지관리비가 많이 소요됨	자동 운전 되도록 순회점검 수가 적고, 단위 처리용량당 시설비와 유지관리비가 많이 소요됨	중 규모 이하의 처리시설에서는 토목구조물과 유지관리비, 부지비용 등을 고려할 때 오히려 경제적이다	소규모시설에 많이 채택되나 부지가 많이 소요되고, 토목구조물의 공사비 소요가 매우 큼
운영인력	무기고형물 배출량 및 높은 기강도 포함	숙련된 전문인력 포함	자동화 가능, 전문인력 포함	숙련된 전문인력 포함	용이
부하변동에 대한 대처능력	우수	우수	약함	약함	우수
질산화, 탈질효율	높음	높음	낮음	낮음	높음
슬러지 발생량	내생 호흡에 의해 자산화되므로 슬러지 발생량 적음	내생 호흡에 의해 자산화되므로 슬러지 발생량 적음	부유성장식이므로 생 슬러지 발생	부패성 슬러지 발생되고, 발생량이 많음	내생 호흡에 의해 자산화되므로 슬러지 발생량 적음
시설물 유지보수의 편리성	관리는 용이하고 보수는 어려움	시설물 유지보수 용이	시설물 유지보수 용이	시설물 유지보수 편리	시설물 유지보수 편리

4. 국내외 하수처리 비교

과거에는 대규모 하수처리공정에 적용되는 활성슬러지법이 소규모시설에도 그대로 도입되었으나, 최근 패키지화된 처리공법과 자연정화 처리공법 등이 실용화되는 추세이다.

회전원판법, 부패조, 산화지 및 토양정화법 등이 시공비가 저렴하고 효율적이며, 유지관리가 용이하여 농촌지역 소규모하수처

리에 많이 적용되고 있다^{8,11,12)}.

국외의 경우, 국가별, 지역별로 독특한 공법들이 개발되어 적용되고 있으며, 소규모 하수처리장이 많은 편이다.^{11,12)}

국내에는 접촉산화법과 모관침윤트렌치법이 주로 사용되고 있는데, 농촌지역도 부지 여유가 별로 없고, 산간지대는 토층이 낮고, 평야지대는 지하수위가 높은 점 등을 고려하여 국내 실정에 적합한 공법이 개발되어야 할 필요가 있다.

Table 6. The method of waste water treatment for each country.

국가	소규모 하수처리방식
미국	소요부지의 제약을 적게 받고 건설비를 낮추는 방향으로 연구가 진행되고, 안정화지(Stabilization pond), 라군(Lagoon), 고정상 생물막법 등과 부패조와 토양침윤트렌치법을 병합법이 적용됨
일본	1970년대부터 농촌집단취락배수사업을 체계적, 장기적으로 수행하여, 주택 밀집지역을 집중처리하고, 소규모마을은 합병정화조를 도입하여 생물학적공정과 활성매디어를 이용한 고도처리 시스템을 적용함
네덜란드	100인 이하 마을에는 기술의 신뢰도, 유지관리, 환경영향 및 경제성 측면에서 우수한 부패조와 토양침윤트렌치병합법 혹은 살수여상법 등이 주로 사용됨
프랑스	5,000인 이하 하수처리장의 약 70 %가 활성슬러지, 라군, 살수여상법이며, 소규모 하수처리장에는 1980년 이후 주로 라군(Lagoon)이 도입되는 추세
호주	개량 부패조와 간단한 호기성 처리 후 농지 및 정원수로 환원

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 유입 부하량의 불균등

농어촌지역은 지역적 특성 및 생활여건 상 아침, 점심, 저녁 등 식사시간에 하수발생량이 집중된다. 따라서 안정적으로 처리하기 위해서는 하수를 유량조정조에 저장하여 균등하게 분배하는 것이 필수적인데, 유량조정조가 설치되어 있지 않거나, 가동하지 않는 경우, 또는 기능을 이해하지 못하여 정상적으로 운영하지 못함으로써 반응조, 침전조 등 후속처리공정이 제 역할을 다하지 못하고 있다.

시설이 잘 못 설계되어 유입수의 유량이 많이 부족하거나 계획수질(BOD 200 mg/L)에 훨씬 미달되는 저 농도로 유입되는 것도 큰 문제이다. 저 농도의 원인은 하수관거 미비 및 정비 불량에 따른 불명수의 유입영향이라고 볼 수 있다.

유량이 적거나 유입수가 낮은 시설을 효율적으로 운영하기 위해서는 소규모로 운전할 수 있도록 시설을 개선하고, 불명수가 유입되지 않도록 하수관거를 정비하며, 저농도 하수를 처리할 수 있는 공법을 개발하여야 한다.

또한 마을하수도를 보다 효율적으로 운영하기 위해서는 법적규제가 체계적이고 구체화되어야 한다. 일본과 같이 지방자치단체별로 지리적·계절적 특성을 반영하여 방류수 배출기준을 제정하여 관리하는 것도 한 가지 대안이 될 수 있다. 이 경우 자치정부는 수질오염을 방지하기 위해 중앙정부보다 엄격한 수질기준을 수립할 수 있는 권한을 가져야 할 것이다.

위 사항을 종합하면 지방자치단체별로 지리적·환경적 특성을 고려하여 수질기준을 제정하도록 법규를 정비하고, 설계유량에 미달되거나 유입수 오염부하가 설계치의 50%미만으로 유입되는 시설을 효율적으로

운영하기 위해서는 소규모로 운전할 수 있도록 시설을 개선하고, 불명수가 유입되지 않도록 하수관거를 정비하며, 저농도 하수를 처리할 수 있는 공법이 개발되어야 한다.

2. FRP 하수도 제작 및 설계·시공 문제점

간이오수처리시설은 대부분 하수도법에 의한 설치기준 및 시설관련 법규, 하수도시설기준, 하수도시설 설치사업 업무처리지침 등에 적합하게 설치하지 않고 기성제품을 그대로 사용함으로써 공정이나 시설용량이 부적합하여 방류수 수질기준을 준수하지 못하고 있는 곳이 많다.

FRP재질로 설치된 마을하수처리시설은 공사기간이 단축되고 설치비가 저렴하다는 이유 등으로 지역특성을 고려하지 않고 설치된 경우가 많기 때문에, 재질의 두께·구조·규격의 기준이 미달되는 등 처리시설이 제 기능을 발휘하지 못하기 때문에 방류수 수질기준을 초과하는 경우가 많다.

특히 유량조정조는 만들어져 있으나 시간적으로 균등 분배하는 펌프가 설치되어 있지 않고, 경판 두께 및 접합부위가 부적합하여 유량조정조의 기능이 부실하여 후속처리공정의 기능이 저하되어 방류수 수질기준을 초과하고 있다.

FRP 처리시설의 구조·규격·성능 및 재질기준 등에 대한 관련법규가 제정되지 않으므로써, 설치 시 재질검사, 설계도서, 설치기준의 부합여부 등에 대한 지방자치단체의 행정절차와 기술적 대응이 미흡한 것도 불량시설이 운영되는 주요 원인이라고 할 수 있다.^{4.14)}

위 사항을 종합하면 FRP 처리시설의 구조·규격·성능 및 재질기준 등에 대한 관련법규를 제정하여, 지방자치단체가 설치에 대한 재질검사, 설계도서, 설치기준의 부합여부 등을 행정적, 기술적으로 지도 감독함으로써 부실 시공하거나 부실 운영되지 않도록

록 하여야 한다.

3. 방류수 수질기준 강화와 준수의 어려움

정부에서는 2008년 1월부터 전 지역에 대해 BOD 10 mg/L, COD 40 mg/L, SS 10 mg/L, T-N 20 mg/L, T-P 2 mg/L 등 강화된 방류수 수질기준을 적용할 계획이다.

농어촌지역에 설치된 소규모 공공하수처리장의 경우 대부분 접촉산화법, 고효율합병정화법, SBR계통 공법, A/O계통 공법 등이 도입되어 있으나, 50 m³/day 미만인 시설의 초과비율은 50 m³/day 이상 시설보다 훨씬 높은 BOD 67.2 %, COD 76.3 %, SS 60.4, %, T-N 63.3 %, T-P 66.9 %로써 개정된 방류수 수질기준을 초과하는 곳이 많을 것으로 예상된다. 다행히도 소규모 하수처리시설 중 50 m³/day 미만의 시설수 비율은 61.4 %로 절반 이상을 차지하고 있으나 누적 시설용량은 28.4 %로 비율이 그다지 높지 않다.

고도처리시설이 아니거나, 기능이 미비한 시설, 노후화된 시설 및 유지관리 상태가 불량한 시설 등은 수질기준을 충족하기 어려우므로, 고도처리공정으로 시설을 교체하거나 고도처리시설의 도입, 시설 및 운영방법의 개선 등을 통한 처리효율의 향상이 이루어져야 한다.⁷⁾

고도처리공법의 도입에 있어서도 법적으로 적합한 공법이 있는 반면, 객관적 기술검증의 절차를 거치지 않은 공법들이 있어서, 지자체의 공법선정에 혼란이 초래되고 유지관리가 어려우며 처리효율이 저하되고 있는 실정이다⁹⁾.

기 설치된 대부분 마을하수처리시설들이 수질기준을 충족시킬 수 없어서 교체하거나 보완하여야 할 형편이므로 예산을 절감하고 하천의 목표수질을 앞당겨 달성하기 위한 차원에서, 정부가 농어촌지역에 도입된 하수처리시설을 기술적·경제적 측면에서 종합

적으로 평가하여 방류수 수질기준을 준수할 수 없는 공법을 과감하게 퇴출시키고, 도입할 수 없게 행정력을 집중하는 것도 검토할 필요가 있다.

지역 및 유입수질을 고려하여 고도처리 공법 중 방류수 수질기준을 충족하고 유지관리가 용이하며 처리효율이 높은 공법을 발굴하여 기존 처리시설을 교체하거나 보완 개선해 나가는 지혜가 필요하나, 지방자치단체들마다 선별할 수 있는 전문 인력이 부족하고 부실한 공법을 보유한 업체들이 기술개발보다는 실적위주의 과도한 영업을 하고 있는 것이 문제이기 때문이다.

운영은 대부분 처리시설에 상주하는 인원이 없이 무인운전하거나 주기적으로 순회 점검하는 형태로 유지되고 있으며, 지방자치단체들마다 운영에 전문지식이 요구되는 시설로부터 용이한 시설까지 수십 가지의 공법이 다양하게 도입되어 유지관리에 어려움이 많다.

한편 많은 소규모 하수처리시설이 방류수 수질기준을 충족시키지 못하고 시설 개선이 이루어지지 않는 현실임에도 불구하고, 전국적으로 산재해 있고 배출수량이 소량이기 때문에 방류수역에 미치는 영향은 그다지 크지 않으나, 겨울철에는 하천유량이 적고 처리효율이 낮아 수질오염이 우려된다.

특히 상수원 상류에 설치되어 있거나 축산폐수를 병합하여 처리하는 경우 방류수수질을 유지하지 못할 경우 유입하천을 오염시키고, 주민건강에 악영향을 미칠 수 있으므로 개선이 시급하다.^{6,7)}

위 사항을 종합하면 농어촌지역의 소규모 하수처리시설을 효율적으로 운영하기 위해서는 운영중인 시설을 정부가 종합적으로 평가하여 방류수 수질기준을 준수할 수 없는 공법을 퇴출시키고, 우수한 공법을 도입하도록 기술지침을 마련하고, 고도처리시설이 아니거나, 기능이 미비한 시설, 노후화된 시설 및 유지관리 상태가 불량한 시설 등은

고도처리공정으로 교체하거나 고도처리시설의 도입, 시설 및 운영방법의 개선 등을 통하여 처리효율을 제고하여야 한다.

4. 전문인력 부족 및 행정의 이원화

마을하수처리시설은 숫자가 많을 뿐만 아니라 시설들 간의 거리가 멀고 다양한 공법으로 설치된 반면, 운영인력이 태부족하거나 운영능력을 갖추지 못한 곳이 많고, 전문지식이 요구되는 공법을 도입하고도 전문가를 충원하지 않아 효율이 저하되거나 기능이 마비된 곳들이 많다.

운영요원에게 전문기술을 교육시키더라도 다른 업무와 병행하여 업무를 분장하거나 인사발령으로 담당자가 교체되는 경우가 많아 체계적으로 관리되지 못하여 시설관리가 부실해지고 효율이 저하하고 있다.¹⁴⁾

이와 같은 운영상의 문제점을 해소하기 위해 최근 많은 지방자치단체들이 마을하수도 운영을 하수처리시설업체에 위탁하는 경우가 늘어나고 있다. 이러한 과정에서 지방자치단체가 시설의 교체, 보관을 적극적으로 이행하고, 위탁업체가 전문 인력을 충분히 갖춰서 정상 가동하여 방류수 수질기준을 유지하는 것이 바람직한데, 오히려 부적격업체에 위탁함으로써 운영의 난맥상을 연출하는 사례가 발생하기도 한다.

마을하수처리시설을 효율적으로 운영하기 위해서는 처리시설의 설계에서 유지관리까지 하수도업무를 전담하는 부서를 두고 전문 인력을 배치할 뿐만 아니라, 시설의 계획단계부터 담당자를 임명하여 설계, 시공은 물론 운영책임까지 맡기고, 전문기술을 함양토록 교육하며, 다른 업무를 겸임하거나 타부서로 전출되지 않도록 배려하여야 한다.

IV. 결 론

농어촌마을에 설치된 공공하수처리시설

을 효율적으로 운영관리하기 위한 개선방안을 모색하기 위하여, 현장을 점검하여 설치현황, 처리공법, 운영실태 및 문제점 등을 파악하고 관련 문헌과 자료를 분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 지방자치단체별로 지리적·환경적 특성을 고려하여 수질기준을 제정하도록 법규를 정비하고, 설계유량에 미달되거나 유입수 오염부하가 설계치의 50% 미만으로 유입되는 시설을 효율적으로 운영하기 위해서는 소규모로 운전할 수 있도록 시설을 개선하고, 불명수가 유입되지 않도록 하수관거를 정비하며, 저 농도 하수를 처리할 수 있는 공법이 개발되어야 한다.
2. FRP 처리시설의 구조·규격·성능 및 재질 기준 등에 대한 관련법규를 제정하여, 지방자치단체가 설치에 대한 재질검사, 설계도서, 설치기준의 부합여부 등을 행정적, 기술적으로 지도 감독함으로써 부실 시공하거나 부실 운영되지 않도록 하여야 한다.
3. 운영중인 시설을 정부가 종합적으로 평가하여 방류수 수질기준을 준수할 수 없는 공법을 퇴출시키고, 우수한 공법을 도입하도록 기술지침을 마련하고, 고도처리시설이 아니거나, 기능이 미비한 시설, 노후화된 시설 및 유지관리 상태가 불량한 시설 등은 고도처리공정으로 교체하거나 고도처리시설의 도입, 시설 및 운영방법의 개선 등을 통하여 처리효율을 제고하여야 한다.
4. 처리시설의 설계에서 유지관리까지 하수도업무를 전담하는 부서를 두고 전문 인력을 배치하여야 한다. 시설의 계획단계부터 담당자를 임명하여 설계, 시공은 물론 운영책임까지 맡기고, 전문기술을 함양토록 교육하며, 다른 업무를 겸임하거나 타부서로 전출되지 않도록 배려하여야 한다.

참 고 문 헌

1. 환경부, 하수도시설 운영관리 업무처리 통합지침, 2005.
2. 환경부, 마을하수도 종합관리 대책 등에 관한 연구, 2005.
3. 환경부, 마을하수도 종합관리 대책 등에 관한 연구, 2007.
4. 한국상하수도협회, 하수도 시설기준, 2005.
5. 환경부, 하수도시설 설치사업 업무처리 일반지침, 2005.
6. 농림부, 환경부, 마을하수도사업 통합지침, 2007.
7. 환경부, 하수도시설 설치사업 업무처리 일반지침, 2007.
8. 日本下水道協會, 全懸域汚水適正處理構想策定 マニコアル(案),11~15券號, 1993.
9. 快適な水環境の創出に向けて, 村田恒雄 編著 下水の高度處理技術, pp.23~235, 2005.
10. 장준영, 성안당 수질환경 공학요론, pp. 25~132, 2005.
11. Crities R.W. and Tchobanoglous G., Small and Decentralized Wastewater Management Systemrs, McGraw Hill, pp. 56~235, 1998.
12. Ingildsen P. and Olsson G. Get more out of your wastewater treatment plant-complexity made simple, Danfoss Analytical, pp.15~265, 2001.
13. Tchobanoglous, George, 伎報堂, 下水の處理 處分 再利用 pp.51~223, 1993.
14. 환경부, 공공하수도시설 유지관리 실무 지침서, 2005.