

## 충청남도 마을하수처리시설의 최적 설치방안

# Alternatives for Optimum Installation of Rural Sewage Treatment Facilities in Chungchongnam-do Province

이상진<sup>1</sup> · 정종관<sup>1</sup> · 임봉수<sup>2,\*</sup> · 허재영<sup>3</sup>

Yi, Sang-Jin<sup>1</sup> · Jung, Jong-Gwan<sup>1</sup> · Lim, Bong-Su<sup>2,\*</sup> · Huh, Jae-Young<sup>3</sup>

1 충남발전연구원

2 대전대학교 환경공학과

3 대전대학교 토목공학과

(2005년 5월 6일 논문접수; 2005년 7월 30일 최종 수정논문 채택)

### Abstract

This study was carried out to suggest the plans for installation of rural sewage treatment facilities through the analysis of these facilities installed in Chungchongnam-do Province. About 5% of all installation was carried out by the department of wastewater and related environment problems and the other case was carried out by the department of construction or residence. In wastewater caused by 250 and 300 persons, facilities capacity do not exceed about 50m<sup>3</sup>/d, caused by 2,500 and 3,000 persons, 500m<sup>3</sup>/d. Advanced sewage treatment process were first needed in the discharge area where affected the water environment greatly. However, in carrying out the water quality pollutant of the total amount management system in the other areas, they should be driven only over the scale of pollutant quota object facilities standard. Rural sewage must be included in the special accounts according to the regulations of local government, and sewage treatment cost should be collected to manage. Installation type uses integrating joint treatment method in case the distance among villages is short or one treatment facility independently.

**Key words:** Rural sewage treatment facilities, installation alternatives, advanced sewage treatment process, facility capacity, main department of management

**주제어:** 마을하수처리시설, 설치방안, 하수고도처리공법, 시설용량, 주관실과

## 1. 서 론

우리나라의 하수처리체계는 인구가 밀집된 도시

역에서 발생하는 생활하수를 처리하기 위한 하수처리 구역 內지역과 인구밀도가 낮아 공동으로 처리하기에는 여건이 부적합한 하수처리구역 外지역으로 크게 구분된다. 하수처리구역 內지역에서는 발생된 하수를

\*Corresponding author Tel: +82-42-280-2531, FAX : -82-42-284-0109, E-mail: bslm@dju.ac.kr (Lim, B.S.)

설치된 하수관거를 통하여 하수종말처리시설에 이송시켜 처리함으로써 별도의 규정을 정하지 않은 한 개별적인 처리시설을 설치하지 않고 있다. 그러나 하수처리구역 외지역에서는 생활하수와 분뇨, 축산폐수, 산업폐수 등을 처리하기 위한 시설을 설치하여 허용된 수질기준에 상시 만족하도록 운영하여야 한다. 이와 같이 일정한 단위지역에서 발생하는 하수를 함께 처리하는 공공처리시설과 발생원별 단일 시설에서 발생하는 하수를 각각 처리하기 위한 개별처리시설로 크게 대별할 수 있다. 공공처리시설로는 하수종말처리시설, 마을하수처리시설, 폐수종말처리시설, 분뇨처리시설, 축산폐수공공처리시설 등으로 구분되고, 개별처리시설로는 오수처리시설, 단독정화조, 폐수처리시설, 축산폐수처리시설 등으로 분류하고 있다.

소규모 하수처리시설이라 할 수 있는 마을하수도도 법적인 절차를 거쳐 공공하수도로 수용된 것은 1997년 3월 제7차 하수도법 개정시부터이다. 현행 하수도법에서 마을하수도의 정의는 발생한 하수를 수집하는 하수관거와 관거를 통하여 이송된 하수를 처리하는 시설을 포함하고 있으며, 설치 및 운영관리주체에 있어서도 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 공공하수도를 말하고 있다. 그러나 하수도법 개정당시 하수처리시설의 용량규모를 법령으로 정하지 않은 상태에서 '마을하수도사업 통합지침' (행정자치부, 1997)으로 1일 시설용량을 20m<sup>3</sup> 이상 500m<sup>3</sup> 미만으로 정하였다가 2001년 3월 제15차 하수도법 개정시 (환경부, 2001a) 50m<sup>3</sup> 이상 500m<sup>3</sup> 미만으로 법령에서 최소용량을 변경하는 등 구체적으로 규정하여 오수처리시설 및 하수종말처리시설과 구분될 수 있도록 하였다.

마을하수처리시설을 기초자치단체가 설치하고 관리함에 있어서 체계에 대한 종합검토가 부족한 가운데 아직도 중앙부처인 행정자치부·농림부·환경부 (행정자치부, 2004)에서 추진하는 농·어촌주거환경개선사업, 농·어촌생활환경정비사업(문화마을조성사업) 그리고 일반하수도사업을 통하여 마을하수처리시설사업이 이루어짐으로써 지방자치단체에서도 중앙부처의 업무성격에 맞추어 성과단위 중심으로 독립적인 설치 및 관리체계를 유지하고 있는 실정이다.

또한 처리시설에 유입하는 하수량은 시설용량보다 매우 적고, 유기물농도는 설계 요구치 보다 낮아서

처리효율이 떨어지는 등 상당수의 시설이 운영관리과정에서 여러 가지 문제점을 내포하고 있는 것이 현실이다. 이와 같이 마을하수처리시설의 사업은 기본성격에 대한 설정에도 불구하고 설치목적, 운영관리재원, 운영관리주체에 대한 실질적인 이행체계가 정립되지 않은 상태에서 지속적으로 추진되고 있다. 따라서 더 늦기 전에 마을단위로 설치하는 하수처리시설의 설치 및 운영관리 현황분석, 그리고 지속적으로 증가가 예상되는 마을하수처리시설의 일원화된 설치 및 운영관리체계의 토대마련이 필요하리라 판단하였다.

본 연구의 목적은 하수처리구역 외지역에서 소규모 하천과 지류하천 등의 수질오염 방지를 위하여 농·어촌 마을단위를 중심으로 설치한 마을하수처리시설에 대해서 효율적인 설치방안을 제시하고자 한다. 이를 위하여 현재 충청남도에 설치되어 운영되고 있는 마을하수처리시설 현황을 조사하고 설치과정에서 나타난 문제점을 파악하고 실태분석을 통하여 향후 마을하수도사업의 효율적인 설치방안에 있어서 정책적인 주요 자료를 제공하는데 있다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구대상

충청남도 16시·군에서 각 성과별로 추진한 농·어촌주거환경개선사업 및 농·어촌생활환경정비사업의 부속사업 그리고 수질오염 우려지역 중심의 일반하수도사업 등으로 설치한 마을하수처리시설을 연구대상으로 하였다. 한편, 설치시기별로 마을하수처리시설이 설치되기 시작한 1994년부터 1997년 이전에 설치된 간이오수처리시설 등이 법률적인 절차를 거쳐 마을하수도로 개명된 마을하수처리시설, 1997년 이후부터 2003년 12월까지 설치된 마을하수처리시설, 그리고 시설기준 및 여건의 불합리한 점으로 아직까지 공공하수도인 마을하수도로 수용되지 못하고 있는 마을공동오수처리시설 등을 포함하고 있다.

### 2.2. 연구방법

본 연구는 충청남도 지역의 각 시·군에 설치되었거나 향후 설치될 마을하수처리시설에 대한 효율적인 설치방안을 제시하기 위한 것으로 우선, 우리 나라

및 충청남도에 대한 하수처리율, 하수처리체계, 마을하수도의 추진체계, 마을하수도 사업목표 및 재원, 마을하수처리시설 설치현황, 처리공법, 법률·제도적인 설치절차 등을 살펴보기 위하여 정부 등에서 출간된 통계, 수환경 관련문헌, 마을하수도와 관련된 법률과 지침 그리고 Internet Web Site를 통하여 각종 자료를 조사하였다.

한편, 충청남도 지역에 설치 및 운영하고 있는 마을하수처리시설의 실태를 파악하기 위하여 현황 조사표를 미리 작성하여 배부한 후, 해당 시·군의 각 실과별 마을하수처리시설 업무담당자가 마을하수처리시설에 대하여 설계서 등 각종 문헌자료와 현지방문 및 운영결과 등을 기초로 하여 2003년 12월 말 기준으로 조사표를 작성토록 하였다.

2004년 1월부터 4월까지 약 4개월 동안 항목별 내용을 설계서 등 각종 문헌자료와 현지방문을 통하여 작성토록 하였다. 그 이외 자료의 신뢰성 향상과 누락된 시설 및 조사항목의 보완을 위하여 충청남도로부터 마을하수도 협의현황과 환경부에서 발행한 오수·분뇨·축산폐수 통계를 추가적으로 수집하여 검토 및 정리하고, 일부 시설은 연구자가 현지방문을 병행하여 보완조사 하였다. 이러한 조사 및 분석결과를 바탕으로 마을하수처리시설과 관련된 문헌(국립환경연구원, 2001; 2002; 대전충남지역 대전환경기술개발센터, 2002) 및 연구자료의 분석을 병행하여 효율적인 마을하수처리시설의 설치방안을 제시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 마을하수도시설 실태조사

2003년 12월말 기준으로 **Table 1**은 사업의 추진형태로 구분한 것으로 충청남도내 사업지구별 마을하수처리시설 및 오수처리시설 197개 사업지구 중 농·어촌주거환경개선사업의 부속사업 추진한 사업지구 약 85%에 해당하는 168지구에 이를 만큼 월등히 많았으며, 문화마을조성사업의 부속사업으로 약 11%에 해당하는 18지구, 일반하수도사업 및 기타사업 등으로 11지구가 설치되어 운영 중에 있었다. 시·군별 사업지구 비교시 부여·보령·연기·청양지역이 비교적 많았으며, 계룡지역은 없었고, 당진·서산지역은 비교적 적었다.

**Table 1.** The present status of rural sewage treatment facilities classified by implementing projects

구분 시·군명	합 계	농·어촌주거	문화마을	일반하수도
		환경개선사업	조성사업	사업 및 기타
합 계	197	168	18	11
전 안 시	8	7	1	0
공 주 시	15	10	3	2
보 령 시	22	16	1	5
아 산 시	11	10	1	0
서 산 시	6	4	1	1
논 산 시	13	12	1	0
계 룡 시	0	0	0	0
금 산 군	9	8	1	0
연 기 군	21	20	1	0
부 여 군	24	20	3	1
서 천 군	8	7	1	0
청 양 군	21	18	3	0
홍 성 군	14	13	1	0
예산군	9	9	0	0
태 안 군	11	10	0	1
당 진 군	5	4	0	1

**Table 2**는 설치형태로 나타난 것으로 조사된 197개 사업지구 중 마을공동으로 1개의 하수처리시설을 설치하여 운영중인 사업지구는 148개 지구, 마을공동으로 처리시설을 설치하되 하수처리의 차집여건을 고려하여 2~3개의 시설로 분산처리하는 시설지구는 8지구, 또한 사업지구내 일부부분은 1~2개의 공동처리시설하고 일부부분은 각 가정별로 설치한 사업지역은 5지구였으며, 마을단위 공동처리 개념과는 무관하게 각 가정별로 오수처리시설을 설치한 사업지역은 36지구였다.

**Table 3**은 각 가정별로 설치한 오수처리시설을 제외하고 마을에서 발생하는 하수를 공동으로 처리하기 위하여 설치한 마을하수처리시설로서 161개 사업지구 172개소의 처리시설이 설치되었으며 시설용량별로 나타난 것이다. 충청남도의 각 시·군에 설치된 마을하수처리시설 중 현행 “하수도법” 규정(환경부, 2004b)에 의한 1일 처리시설용량이 50m<sup>3</sup> 이상 500m<sup>3</sup> 미만인 마을하수도 규모의 시설 수는 전체의 30%에 불과한 52개소이며, 시설용량의 합계는 5,005m<sup>3</sup>/일이었다. 이중 부여지역이 10개소로 가장 많고, 청양 6개소, 태안 5개소, 다음으로 공주·보령·금산·연기지역이 각각 4개소이며, 아산·서산·예산이 각각

**Table 2.** The present status of rural sewage treatment facilities classified by installation patterns

구 분	설치형태					
	합 계	마을공동 1개 시설	마을공동 2개 시설	마을공동 3개 시설	마을공동 + 개별가구	개별가구
시 · 군명						
합 계	197	148	7	1	5	36
천안시	8	8	0	0	0	0
공주시	15	11	0	0	0	4
보령시	22	11	3	0	4	4
아산시	11	11	0	0	0	0
서산시	6	6	0	0	0	0
논산시	13	3	0	0	0	10
계룡시	0	0	0	0	0	0
금산군	9	8	0	0	0	1
연기군	21	17	0	0	1	3
부여군	24	20	1	1	0	2
서천군	8	7	1	0	0	0
청양군	21	14	0	0	0	7
홍성군	14	10	0	0	0	4
예산군	9	6	2	0	0	1
태안군	11	11	0	0	0	0
당진군	5	5	0	0	0	0

3개소, 천안·논산이 각각 2개소, 서천·홍성지역이 각각 1개소였다. 그리고 당진지역의 5개소는 모두 마을하수도 규모보다 작은 시설이었다.

한편, 마을하수도 규모보다 시설용량이 작은 50m<sup>3</sup>/일 이하의 마을공동오수처리시설은 68%에 해당하는 117개소이며, 그리고 마을하수처리시설 이라기보다는 소규모 하수종말처리시설이라 할 수 있는 500m<sup>3</sup>/일 이상의 시설용량을 갖는 하수처리시설이 3개소로 주로 해수욕장지구 등 상가 중심으로 설치되어 운영 중이다.

### 3.2. 시설설치의 평가

#### 3.2.1. 처리공법별 설치현황

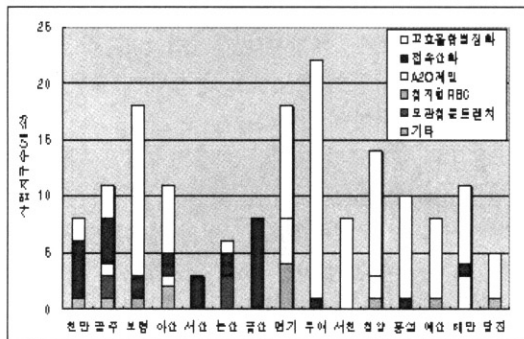
간선관거를 통하여 이송된 하수는 무엇보다도 방류수 수질기준에 적합하게 처리할 수 있는 구조이어야 한다. 마을하수처리시설의 경우 침사물·협잡물 및 슬러지 침전을 위한 물리적 처리, 용존성 유기물 제거를 위한 생물학적 처리가 주된 처리공정이며, 경우에 따라 방류수의 소독을 위한 화학적 공정이 도입되는 사업지구도 있다. 최근 오수처리시설 및 하수처리시설의 공법은 물리·화학·생물학적 또는 이들의 복합공정 등이 사용되고 있을 뿐만 아니라 T-N, T-P의 처리를 위한 새로운 공법이 개발되고, 또한 기존

공법을 변형하거나 여러 가지 공법을 혼합한 새로운 공법의 지속적으로 개발되는 등 생물학적 처리공법만 해도 국내에 소개·개발된 변형공법이 수십 종류에 이르고 있어 엄밀한 공법으로 분류하여 표현하기란 한계가 있을 수 밖에 없다.

Fig. 1은 행정구역에 따른 마을하수처리시설의 공법현황으로 개소수를 나타낸 것이다. 농·어촌주거환경개선사업 및 문화마을조성사업의 부속사업의 일환으로 각 가정별로 설치한 1m<sup>3</sup> 규모의 오수처리시설은 대다수가 고효율합병정화방식으로 설치되었으며, 마을공동으로 설치한 161개 사업지구 중 약 65%에 해당하는 104개 지구도 고효율합병정화방식으로 설치되었다. 이러한 고효율합병정화방식은 주로 호기성 미생물에 의한 처리방식으로 접촉산화법 또는 활성슬러지법과 접촉산화법을 혼재한 공법이다. 또한, 포기조 내에 침적시킨 담체의 표면에 부착 형성된 호기성 미생물 막을 이용하여 유기물을 처리하는 접촉산화법 계통으로 설치된 사업지구가 29개 지구이며, 모관침윤트렌치 공법이 5개 지구, 그리고 T-N, T-P 저감공정을 도입하여 고도처리로 불려지는 사업지구로 18개 지구가 있고, 침지형막 공정을 도입하여 처리하는 사업지구도 2개소였다.

**Table 3.** The present status of rural sewage treatment facilities classified by facility capacities

구분 시·군명	합 계		50 m <sup>3</sup> /일 미만		50 m <sup>3</sup> /일 이상~500 m <sup>3</sup> /일 미만		500 m <sup>3</sup> /일 이상	
	시설수 (개소)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	시설수 (개소)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	시설수 (개소)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	시설수 (개소)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)
합 계	172	11,286	117	3,221	52	5,005	3	3,060
천안시	8	341	6	189	2	152	0	0
공주시	11	708	7	246	4	462	0	0
보령시	23	3,315	17	331	4	624	2	2,360
아산시	11	396	8	202	3	194	0	0
서산시	6	480	3	120	3	360	0	0
논산시	3	254	1	24	2	230	0	0
계룡시	0	0	0	0	0	0	0	0
금산군	8	365	4	120	4	245	0	0
연기군	18	656	14	398	4	258	0	0
부여군	25	1,652	15	467	10	1,185	0	0
서천군	9	278	8	188	1	90	0	0
청양군	14	745	8	255	6	490	0	0
홍성군	10	335	9	266	1	69	0	0
예산군	10	319	7	151	3	168	0	0
태안군	11	1,328	5	150	5	478	1	700
당진군	5	114	5	114	0	0	0	0



**Fig. 1.** The present status of rural sewage treatment facilities classified by treatment methods.

### 3.2.2. 인구당 시설용량

마을하수처리시설의 설계 및 공사에 있어서 시설용량은 공사비뿐만 아니라 향후 운영관리에 있어서 비용을 결정하는 매우 중요한 요인으로 작용되고, 지나치게 과대해질 경우 오히려 처리효율을 저하시키는 부정적인 요인도 함께 수반하게 된다. 처리시설의 용량결정은 하수발생량을 실측하여 결정하거나, 실측할 수 없는 경우는 목표년도까지 하수처리대상인구 결정하고 하수발생 원단위를 결정하여 하수처리 예정인구에 원단위를 곱하여 산정한다. 그러나 많은 시설지구

에서 인구예측을 과대하게 산출하고, 또한 하수발생 원단위를 비교적 높게 적용하여 하수발생량에 비하여 시설용량이 커지는 경우가 대부분인 것으로 판단한다. 전제한 바와 같이 목표년도는 향후 약 10~15년 정도를 고려하되 하수처리인구는 과거 5년간 변화에 따라 목표년도까지 인구를 추계하고, 하수발생원단위는 대부분 읍·면·리지역 임을 고려하여 170L/인·일 이하를 적용해야 적정한 용량이 산정될 것으로 보여진다. 환경부(2001b)에서 건축물 용도별 오수발생량 적용시 주거시설의 경우 170L/인·일로 적용하고 있다.

현재 운영중인 마을하수처리시설에 대하여 하수처리 인구당 시설용량을 산출한 결과 최저 126L/인·일에서 최고, 868L/인·일까지 다양하며, 거의 모든 시설에서 170L/인·일을 초과하고 있었다. 시설규모별 하수처리 인구당 평균적인 시설용량을 나타내고 있는데, 50m<sup>3</sup>/일 미만의 시설에서 약 277L/인·일 정도이고 50m<sup>3</sup>/일 이상인 시설은 약 314L/인·일 정도로써 50m<sup>3</sup>/일 이상인 시설에서 50m<sup>3</sup>/일 미만의 시설보다 약 37L/인·일 정도 용량이 크게 설치되어 있다. 이러한 결과로 볼 때, 특히 50m<sup>3</sup>/일 이상의 시설에서 실제 하수발생량 보다 시설용량이 과대하게 설

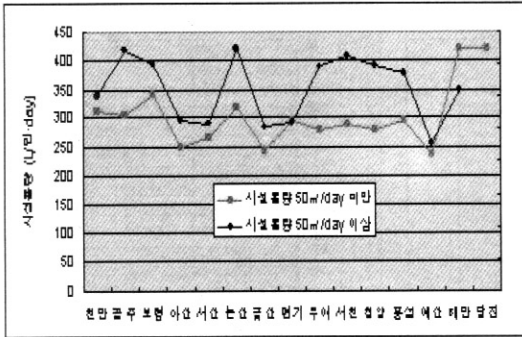


Fig. 2. Rural sewage treatment facilities capacity per capita day.

치된 것으로 판단되고, 실제 하수유입량 기준을 적용하거나 시설용량이 적정하게 산정하여 설치되었다면 현재 마을하수도 규모로 분류되어 있는 상당수는 마을공동오수처리시설로 분류될 수 있다고 볼 수 있다. Fig. 2는 하수처리 인구당 시설용량을 보여주고 있다.

### 3.2.3. 시설설치비용

마을하수처리시설의 설치재원은 대부분 국비(지방양여금 포함), 도비 및 시·군비로 사업목적에 따라 서로 다르게 비율을 정하여 투입되고 있으며, 경우에 따라서는 원인자부담금도 포함되기도 한다. 토지매입비를 제외한 하수처리시설, 하수차집관거, 설계용역비 등의 시설부대비용을 포함한 사업지구별 마을하수처리시설의 설치비용을 사업추진 방식에 따라 비교한 결과, 1일 하수처리능력 1m³당 농·어촌주거환경개선사업의 부속사업으로 추진한 경우 5,994천원이 소요되었고, 문화마을조성사업의 부속사업으로 추진한 경우에는 3,757천원이 소요되었으며, 기타사업으로 추진한 사업지구의 경우 시설수가 적고 설치시점의 차이가 많아 시설용량당 설치비는 통계적으로 큰 의미가 없는 것으로 판단된다.

또한, 설치방법에 있어서 마을공동으로 설치하지 않고, 가구당 1일 약 1m³의 처리능력을 갖는 개별 오수처리시설을 설치한 사업지구의 경우에는 약 5,830천원이 소요되어 농·어촌주거환경개선사업의 부속사업으로 추진한 경우보다는 다소 적으나 문화마을조성사업의 부속사업으로 추진한 경우보다는 많았다. 결론적으로 1m³당 평균적인 설치비용을 비교할 때, 마을공동으로 설치한 마을하수처리시설은 약 4,038

천원으로 각 가정별 설치한 오수처리시설보다 약 1,792천원이 적게 소요되었다.

### 3.2.4. 처리효율 비교

마을하수처리시설의 오염물질 처리효율을 파악하기 위하여 유입수 및 방류수에 대한 수질검사를 실시하여야 한다. 시료채취 시기는 강우시 또는 강우직후에 우수가 유입되거나, 하수발생이 적은 시간대(야간)의 하수가 유입·처리되어 방류되는 시간은 배제하고, 정상적으로 유입 또는 처리되는 시간대를 고려하여 가급적으로 복수시료채취방법에 준하여 유입수와 방류수를 채수하는 것이 바람직하다. 검사항목은 적어도 BOD, CODMn, SS, T-N, T-P 등과 대장균군수 등 총 6개 항목 이상을 월 1회 이상 각 시·군별 설치·운영중인 중심하수종말처리시설의 실험실에서 자체적으로 실시하는 것을 원칙으로 하며, 자체적인 수질검사가 곤란한 경우에는 측정대행업체 또는 보건환경연구원 등 전문기관에 위탁하여 수질검사를 실시할 수 있다.

그러나 대부분의 마을하수처리시설 운영관리에 있어서 방류수 수질측정은 어느 정도 실시하고 있으나, 유입수질의 경우 측정의무 규정이 없어 상당수의 시설에서 측정하지 않고 있거나 측정하고 있는 시설이라 하더라도 연간 1~2회 정도에 그치고 있고, 또한 분석을 위한 시료의 채수 시간대가 적정하지 않아 유입수질을 대표한다고 볼 수 없다고 판단된다. 따라서 유입농도는 향후 분류식 하수관거로 마을하수처리시설과 연결될 것으로 가정하여 기존 도시하수의 일반적인 농도범위라 할 수 있는 BOD 150mg/L, T-N 20mg/L, T-P 3mg/L(최의소, 2001)와 유사하게 일률적으로 적용하고, 방류수 농도는 각 시·군에서 측정한 결과를 토대로 각각의 처리효율을 비교하였다.

오염물질 제거효율은 처리공법, 유입수질, 기후조건, 운영관리자의 노력여하 등에 따라 많은 차이가 있을 수 있으나, Fig. 3에서 보는 바와 같이 BOD 경우 약 85~95% 제거효율을 보이고 있었으며, T-N과 T-P의 경우는 일부 특정 시·군을 제외한다면 약 30~60% 범위를 나타내고 있었다. 마을하수처리시설의 시설용량을 1일 50m³ 미만과 50m³ 이상으로 구분하여 BOD, T-N 그리고 T-P의 제거효율을 비교한 결과 큰 차이는 점을 발견할 수 없었다. 이(2002;

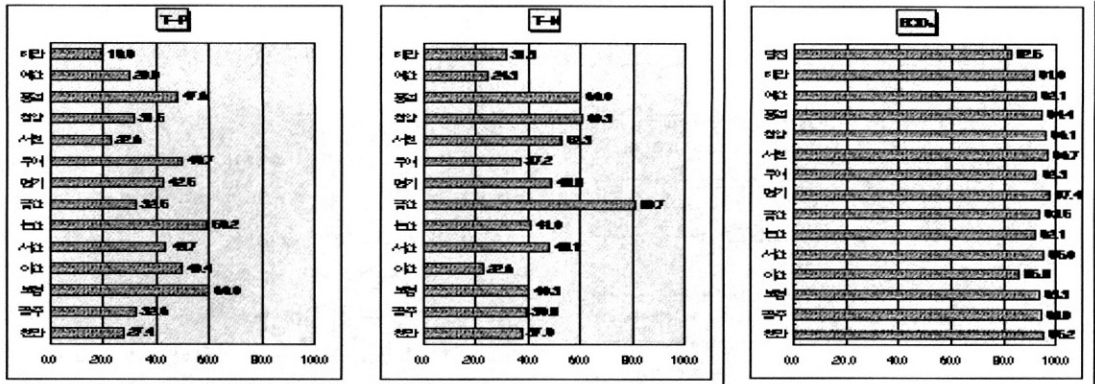


Fig. 3. Comparison of treatment removal efficiency rates by water quality items.

2004)의 연구에 의하면 마을하수처리시설의 경우 COD 59~73%, BOD 82%, SS 78%, T-N 30~33%, T-P 13~31%로 영양소 제거효율은 저조한 편이다.

3.2.5. 설치주체

마을하수처리시설을 설치하고 관리함에 있어서 기본계획 수립 이후 실시설계 및 공사 그리고 운영관리는 하수도담당 실과에서 추진하여야 함에도 불구하고 아직도 중앙부처인 행정자치부·농림부·환경부 등에서 추진하는 농·어촌주거환경개선사업, 농·어촌

생활환경정비사업, 일반하수도사업 등에 따라 중앙부처의 업무성격에 맞추어 각 시·군의 사업주관 실과 중심으로 독립적인 설치 및 관리체계를 유지하고 있는 실정이다.

Table 4는 마을하수처리시설의 161개 사업지구 중 하수도 설치 및 운영관리 주체를 행정구역별로 나타내고 있다. 하수업무 담당부서(환경관련과 포함)에서 설치한 시설지구 수는 5%에 해당하는 8개 지구에 불과하며, 나머지 95%는 농·어촌주거환경개선사업 및 농·어촌생활환경정비사업 등에 따라 건설과 및 주택과 등 사업주관 실과에서 추진하고 있다. 운영관리는

Table 4. Rural sewage treatment facilities classified by competent department of installation and operation

시·군명	구분	사업지구	설치주관 실과		운영관리 주관		
			非하수관련실과	하수(환경)관련실과	非하수관련실과	하수(환경)관련실과	위탁관리
합계		161	153	8	75	78	8
천안시		8	8	0	0	7	1
공주시		11	11	0	4	7	0
보령시		18	17	1	17	0	1
아산시		11	11	0	0	9	2
서산시		6	5	1	0	4	2
논산시		3	3	0	1	2	0
계룡시		0	0	0	0	0	0
금산군		8	8	0	0	8	0
연기군		18	14	4	0	17	1
부여군		22	22	0	22	0	0
서천군		8	8	0	8	0	0
청양군		14	13	1	9	4	1
홍성군		10	10	0	2	8	0
예산군		8	8	0	8	0	0
태안군		11	11	0	0	11	0
당진군		5	4	1	4	1	0

최근에 이르러 하수도 담당부서로 이관되거나 민간업체에 위탁관리로 전환되고 있는 추세이나, 아직까지도 약 47% 정도인 75개 지구는 마을하수처리시설을 설치한 사업주관 실과에서 순회관리하거나 또는 마을이장 등에게 관리를 위탁하고 있는 것이 현실이다.

### 3.3. 설치방안

#### 3.3.1. 설치형태

마을단위의 하수처리계획은 마을지역에서 발생하는 생활하수를 공동처리할 것인지를 결정하는 계획으로써 상위계획, 자연적 조건, 지리적 조건 및 환경조건 등에 따라 경제적이고 합리적인 설치가 되도록 해야 한다. 마을하수처리시설은 시·군별 수립된 하수도정비기본계획에서 마을하수도 처리구역으로 지정된 지역을 대상으로 설치하여야 함을 기본전제로 하되, 농·어촌주거환경개선사업 및 농·어촌생활환경정비사업의 부속사업 일환으로 시행하는 경우는 “농·어촌주택개량촉진법” 및 “농·어촌정비법”에서 정하는 바에 따라 선정하도록 되어있다.

마을하수처리시설의 설치방법에 있어서 마을과 마을사이의 거리가 가까울 경우에는 하수관거로 연결하여 하나로 통합하는 공동처리방식의 구조로 설치함이 바람직하고 거리가 지나치게 멀어 경제성이 낮아지는 경우는 마을별 하나의 하수처리시설을 설치하게 된다. 그럼에도 불구하고 일부의 경우 1개의 사업지구 에 2~3개의 마을공동처리시설을 분리하여 설치하거나, 마을공동처리시설을 설치하고 일부 가정은 개별 오수처리시설 설치한 경우도 있으며, 혹은 공동처리 시설과는 전혀 무관하게 각 가정별로 오수처리시설을 설치하는 등 지나칠 만큼 다양하고 소규모적으로 추진되고 있다고 보여진다. 이와 같이 지나치게 작은 규모로 분산설치 하는 경우는 오히려 설치비용이 증가할 뿐만 아니라 운영과정에서 필요한 인력 및 유지관리비용 등 여러 가지 문제가 발생될 수 있으므로 1일 하수발생량이 50m<sup>3</sup>(약 100가구 정도) 미만으로 예측되는 지역인 경우에는 인근 마을과 함께 처리하는 방식으로 계획하고, 관거길이 등 이송거리의 문제로 집중처리가 곤란한 경우에는 사업지구의 우선순위를 재검토할 필요가 있다고 본다.

또한, 수질오염물질의 발생원 중심적 차원에서 농·어촌지역을 대상으로 소규모 공동처리방식인 마

을하수처리시설이 도입된 기본 취지에서나 설치비용 및 운영관리 측면에서 비추어 볼 때, 사업지구별 각 가정별로 오수처리시설을 설치하는 방식은 결코 바람직하지 않을 것으로 판단한다.

#### 3.3.2. 설치주관

마을하수처리시설의 설치지역은 하수도법에 의하여 이미 수립된 ‘하수도정비기본계획’을 기초로 마을하수도 처리구역으로 지정된 지역을 대상으로 하거나 농·어촌주거환경개선사업 및 농·어촌생활환경정비사업의 부속사업 일환으로 시행하는 경우, 그리고 수질오염방지사업이 시급한 지역을 대상으로 마을하수도사업계획서를 미리 작성하여 도지사와 협의한 때에 마을하수도를 설치할 수 있다. 마을하수도는 환경부장관에게 인가를 받아야하는 하수종말처리시설과는 달리 도지사와 설치를 협의하도록 되어있다. 그러나 마을하수도는 중·대규모의 하수종말처리시설 용량보다는 비록 작지만 농·어촌 지역의 면소재지 및里 단위의 하수처리 기본방향을 설정하고, 생활하수로부터 발생하는 유기성오염물질 배출부하량을 초기에 저감하여 소하천을 오염으로부터 보호하는 매우 중요한 역할을 하기 때문에 수질오염물질의 총량관리적인 시각과 방류수계의 수환경 특성을 고려한 명확한 기준을 설정하여 도지사가 승인하는 규정으로 변경함이 바람직하다고 판단된다.

마을하수처리시설의 설치주체는 기초자치단체로 농·어촌주거환경개선사업 및 농·어촌생활환경정비사업의 주관 실과에서 기본계획, 실시계획, 공사 등 설치를 완료할 때까지 대부분의 과정을 담당하고 있다. 운영관리 또한 하수도 업무를 담당하는 실과(환경관련과 포함)가 아닌 사업의 주관 실과에서 담당하는 경우가 많아 시설용량, 처리공법 등 설계 및 설치과정 뿐만 아니라 운영관리 측면에서도 상당한 문제점을 노출하고 있다.

따라서 마을하수처리시설의 설치지구는 사업을 주관하는 실과에서 하수도 및 환경영무를 담당하는 실과와 협의하여 선정된 후, 시·군별 수립하는 하수도정비기본계획에 마을하수도 처리구역 및 설치계획을 반영하여 추진하거나, 마을하수처리계획을 전체적인 시각에서 사업량을 정하고 우선순위를 명확히 설정하여 추진함이 바람직하다. 설정된 사업의 순서에 따라



사업주관 실과에서는 기본계획을 수립하고 이후의 세부적인 설계, 공사, 운영관리 등 모든 과정은 하수도 및 환경업무를 담당하는 실과에 인계하여 추진하여야 할 것으로 판단된다.

### 3.3.3. 하수처리공법

현행 1일 처리용량이  $50\text{m}^3$  이상  $500\text{m}^3$  미만인 마을하수도의 방류수 수질기준 적용에 있어서 하수도법에서는 명확히 규정하지 않고 있으나 개정된 마을하수도사업 통합지침에서 권장하고 있는 기준에 따라 BOD  $10\text{mg/L}$  이하, COD  $40\text{mg/L}$  이하, SS  $10\text{mg/L}$  이하, T-N  $20\text{mg/L}$  이하, T-P  $2\text{mg/L}$  이하, 대장균군 수  $1,000\sim 3,000$ 개/mL 이하로 유지될 수 있도록 시설을 설치해야 한다. 그러나 처리하기 전 하수자체의 T-N농도가  $20\text{mg/L}$  이하인 경우도 많고, T-N의 방류농도가  $20\text{mg/L}$  정도라면 1일 시설용량이  $50\text{m}^3$ 인 마을하수처리시설에서 최대 T-N의 배출량은  $1\text{kg/일}$  정도에 불과하며, 실제 하수유입량은 시설용량보다 매우 적게 유입되고 있다. 또한, 고도처리공정을 도입하지 않은 마을하수처리시설이라 하더라도 이미 살펴본 바와 같이 하수에 포함된 BOD 제거과정에서 COD, T-N, T-P 등도 일정부분 함께 저감되는 상관성이 있다. 더욱이 1일 시설용량이  $50\text{m}^3$  미만의 마을공동오수처리시설은 오수처리시설의 방류수 수질기준(환경부, 2004a)에 따라 BOD와 SS의 2개 항목을 규정하고 있을 뿐만 아니라 비록  $50\text{m}^3/\text{일}$  이상으로 하수도법에 의한 방류수 수질기준을 적용한다 하더라도 겨울철(12월~3월)에는 적용하지 않고 있다.

대부분 농·어촌지역에 설치된 마을하수처리시설의 방류지역은 도심지역과 달리 소하천 및 농수로이기 때문에 농경지, 하천, 수로, 토양 및 수생식물 등 자연정화 또는 자정능력을 적용한 기능을 향상시키면 경제적으로도 매우 유용하리라 판단한다. 즉, 마을하수처리시설에서 방류된 소량의 T-N, T-P는 자생하는 수생식물의 성장기에는 중요한 영양염류로 흡수되어 상당부분 제거되며, 휴경 논 또는 주변 공지를 이용하여 부레옥잠이나 영양염류의 흡수가 뛰어난 수생식물을 재배하여 방류수 중의 인성분 및 질소성분을 제거할 수 있다.

물론, 방류수역의 수환경관리 위하여 시설규모에 관계없이 T-N과 T-P 항목을 처리하는 계획은 바람

직하다고 볼 수 있다. 그러나 충청남도의 각 시·군은 마을하수처리시설의 설치 및 운영비용 확보에 기본요건이 되는 재정자립도가 매우 낮고, 대도시지역에서 약 90% 이상을 보이고 있는 하수처리율과는 달리 43%정도 밖에 이르고 있지 못한 상황에서 우선적으로는 유기물제거에 선택과 집중이 필요하다고 판단된다. 또한, 고도처리 공정의 도입으로 인한 각 반응조, 기계류 및 이송관로 등이 지나치게 많아져 시설설치비, 운영관리비가 과도하게 소요되고, 운영관리가 복잡해져 이로 인한 운영관리의 소홀 및 시설의 방치로 이어질 수 있음을 고려해야 한다.

따라서 이러한 점을 종합적으로 고려하고, T-N, T-P의 제거목적이 호소 등 및 해양의 조류성장 억제에 주목적이란 점을 감안한다면, 규모에 관계없이 모든 마을하수처리시설에 고도처리공법 도입은 바람직하지 않다고 판단된다.

다만, 방류지역이 상수원으로 이용되는 호소유역과 연안지역에 설치되는 마을하수처리시설과 마을하수처리시설에서 방류하는 T-N, T-P로 인하여 공공수역의 수환경관리에 커다란 영향을 초래할 경우 규모에 관계없이 고도처리공법이 우선적으로 도입되어야 한다. 그러나 그 이외의 지역에서는 지나치게 작은 시설용량에 고도처리공법을 도입하기보다는 수질오염총량관리제 시행 시 오염물질 할당대상시설 기준 이상으로 한정하는 등 매우 신중하게 추진해야 할 것으로 판단된다.

### 3.3.4. 시설용량결정

농·어촌지역의 마을하수는 하수량과 하수의 농도에 있어서 계절별, 요일별 변화는 물론 특히, 시간대별 변화가 심하기 때문에 대부분의 공법에서는 발생하수를 수량적으로나 농도적으로 균질화 할 수 있는 충분한 균등조(유량조정조)의 설치가 필수적인 요소라 판단하고 있다. 또한, 유량조정조에서 주 반응조인 포기조 및 침전조에 24시간 동안 균일하게 이송시켜 물리적 변화를 최소화함으로써 미생물 및 침전조에 주는 충격을 최소화하여야 한다.

그러나 현재 운영중인 마을하수처리시설에 대하여 하수처리인구당 시설용량을 산출한 결과 최저  $126\text{L/인} \cdot \text{일}$ 에서 최고  $868\text{L/인} \cdot \text{일}$ 까지 다양하며, 대부분의 시설용량은 약  $250\sim 350\text{L/인} \cdot \text{일}$  정도로써 실제

유입되는 하수량 보다 시설용량이 과대하게 설치되어 있다고 볼 수 있다. 이와 같이 하수량에 비하여 시설용량이 지나치게 큰 경우에는 주 반응조에 이송되는 하수량은 일정하게 연속적이지 못하여 여러 가지 부작용을 유발하는 등 결코 유익하지 않을 뿐만 아니라 시설설치비와 운영관리비 증가로 이어지는 것이 현실이다. 이러한 관점에서 본다면 마을하수처리시설은 마을에서 발생하는 하수의 양보다 시설용량이 커서도, 그렇다고 작아서도 안되는 매우 중요한 결정인자이다. 따라서 마을하수처리시설의 시설용량은 현재 존재하는 마을인 경우 발생하는 시간대별 하수량과 농도를 사전에 충분히 조사한 자료를 적용함을 원칙으로 하고, 새로운 마을을 조성하는 지역이거나 증가되는 인구에 대한 하수량의 결정은 해당지역에서 상수도 및 지하수 등 총 물사용량에 하수전환율을 고려하거나, 건축물의 용도별 오수발생량 산정방법(환경부, 2001b)에 따라 읍·면지역의 1인당 1일 하수발생량은 170L 이하의 범위에서 적용하여야 적정하리라 판단된다.

이와 같은 결과로 추론할 때, 해당마을의 유동인구를 배제한 상태에서 여유율을 감안하더라도 250~300명(약 100가구)에서 발생하는 하수의 처리를 위해서는 약 50m<sup>3</sup>/일 규모를 초과하기 어렵고, 2,500~3,000명(약 1,000가구)에서 발생하는 하수처리를 위한 마을하수처리시설의 시설용량은 약 500m<sup>3</sup>/일 규모를 초과하기 어렵다고 볼 수 있다.

### 3.3.5. 설치재원확보

마을단위 하수를 처리하기 위한 설치비는 시설의 규모, 공법 등 여러 조건에 따라 달라질 수 있으나, 일반적으로 처리시설의 부지매입비용을 제외한다면 하수관거의 설치비는 약 40~80천원/m 정도 소요되고, 하수처리시설은 4,000~6,000천원/m<sup>3</sup>·일 정도 가 소요된다.

마을하수의 간선관거를 포함한 마을하수처리시설의 설치재원은 사업추진방식에 따라 서로 다르며, 행정자치부 주관사업으로 실시하여 농·어촌주거환경개선사업의 부속사업으로 추진하는 경우 마을하수처리시설에 필요한 전액이 지원되고, 농림부에서 주관하는 농·어촌생활환경정비사업의 부속사업으로 추진하는 경우 사업지구당 2억원을 정액 보조하고 있으

며, 환경부의 일반하수도 사업으로 추진하는 경우에는 70%를 국고(양여금 포함)에서, 15%는 도비에서 지원 받고 나머지 15%는 시·군비로 재원을 마련하고 있다(국무총리 수질개선기획단, 2004).

그러나 2005년부터 양여금제도가 폐지되는 등 중앙정부 및 지방자치단체 예산의 편성체계가 달라져 마을하수처리시설의 설치재원 확보가 용이하지 않을 것으로 판단되며, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 수립된 사업계획에 따라 마을하수처리시설의 설치 및 운영관리에 필요한 예산의 확보가 필수적 요인으로 대두되고 있다.

## 4. 결 론

하수처리구역 외지역에서 충청남도에 설치된 마을하수처리시설에 대한 문제점을 파악하고 실태분석을 통하여 최적의 설치방안을 제시하면 다음과 같다.

1) 마을하수처리시설의 오염물질 제거효율은 처리공법, 유입수질, 기후조건, 운영관리자의 노력여하 등에 따라 많은 차이가 있을 수 있으나, BOD 경우 약 85~95% 제거 효율을 보이고 있었으며, T-N과 T-P의 경우는 약 30~60% 범위를 나타내고 있었다. 마을하수처리시설의 시설용량을 1일 50m<sup>3</sup> 미만과 50m<sup>3</sup> 이상으로 구분하여 BOD, T-N 그리고 T-P의 제거효율을 비교한 결과 유사하였다.

2) 마을하수처리시설의 161개 사업지구 중 하수 및 환경관련 실과에서 설치한 시설지구 수는 5%에 해당하는 8개 지구에 불과하며, 나머지 95%는 농·어촌주거환경개선사업 및 문화마을조성사업 등에 따라 건설과 및 주택과 등 사업주관 실과에서 추진하고 있었다.

3) 마을하수처리시설의 시설용량은 1인당 1일 하수발생량은 170L 이하의 범위에서 적용하여야 적정하다고 판단할 때, 해당마을의 유동인구를 배제한 상태에서 여유율을 감안하더라도 250~300명(약 100가구)에서는 시설용량이 약 50m<sup>3</sup>/일 규모가 적정하고, 2,500~3,000명(약 1,000가구)에서는 시설용량이 500m<sup>3</sup>/일을 초과하지 않도록 하여야 할 것으로 판단된다.

4) 방류지역이 상수원으로 이용되는 호소유역인

경우에 새로이 설치되거나 보강공사 실시하려는 모든 마을하수처리시설은 규모에 관계없이 고도처리공법의 도입이 필요하다고 판단되나, 그 이외의 지역에서는 고도처리공법을 일률적으로 도입하기보다는 수질 오염총량관리제에서 오염물질 배출부하량 할당대상의 시설기준 이상으로 한정하는 등 신중하게 추진해야 한다.

5) 마을하수처리시설의 설치방법에 있어서 마을별 하나의 하수처리시설을 설치하거나 마을과 마을사이의 거리가 가까울 경우에는 하수관거로 연결하여 하나로 통합하는 공동처리방식으로 설치함이 바람직하다. 1일 하수발생량이 약 50m<sup>3</sup> 미만으로 예측되는 지역인 경우에는 인근 마을과 함께 처리하는 방식으로 계획하고, 각 가정별로 오수처리시설을 설치하는 방식은 제한되어야 한다.

## 참고문헌

- 국립환경연구원 (2001) 마을하수처리시스템 구축에 관한 연구(1), pp.79-86.
- 국립환경연구원 (2001) 마을하수처리시스템 구축에 관한 연구(1), pp.69-85.
- 국무총리 수질개선기획단(관계부처 합동) (2004) 물관리종합대책 실천계획.
- 대전충남지역 대전환경기술개발센터 (2003) 마을단위하수처리시설 운영관리 및 소하천 환경정비 개선방안, pp. 25-28.
- 이창균, 임봉수 (2002) 마을하수처리시설의 처리특성과 효율, *상하수도학회지*, 16(4) pp. 499-498.
- 이창균, 정급희, 고장석, 임봉수 (2004) 마을하수처리시설의 현장가동효율 실증실험에 관한 연구, *대전대학교 환경문제연구소 논문집*, 8, pp. 61-73.
- 최의소 (2001) *상하수도공학*, 청문각, 서울, p.191.
- 행정자치부·농림부·환경부 (1997) 마을하수도사업 통합 지침(개정).
- 행정자치부·농림부·환경부 (2004) 마을하수도사업 통합 지침(개정).
- 환경부 (2004a) 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률.
- 환경부 (2004b) 하수도법, 제2조(정의).
- 환경부 (2001a) 하수도법률 제6451호.
- 환경부 (2001b) 고시, 제2001-168호, 건축물의 용도별 오수 발생량 및 단독정화조 처리대상인원 산정방법.