

기본연구 2007-01

# 충청남도 공공하수처리시설의 운영실태 분석 및 관리방안

이상진 · 어성욱 · 이상득 · 김홍수



# 발 간 사

도시 및 산업의 발달, 축산업 증가 등으로 많은 물이 사용 후 배출하여 주변지역이 오염되어 이용가능한 물의 양은 점점 적어지고 있는 반면, 생활수준의 향상으로 보다 더 깨끗한 물의 수요는 지속적으로 증대하고 있는 실정이다. 물의 순환체계로 볼 때, 이용된 상수는 곧 하수로 이어질 가능성이 매우 높다. 따라서 보다 깨끗한 상수원의 확보는 물론 건전한 생태계 유지를 위하여 발생하는 하수는 일정한 처리시설에서 처리하여 배출하여야 할 필연성을 갖게 된다.

하수처리의 기원은 바빌론과 고대 그리스 시대까지 거슬러 올라간다. 이러한 초기의 하수처리는 강이나 개울물의 이용과정에서 하수로 인한 콜레라나 장티푸스 등의 수인성(水因性) 질병을 예방하기 위함이었다. 근대적인 하수도는 19세기가 되어서야 서구에 도입되었고, 처리수의 재활용과 하천을 깨끗하게 유지하여 거주민의 심미적 안정과 삶의 질 향상을 추구할 목적으로 하는 효과적인 하수처리방법은 20세기 중반이 되어서야 시작되었다.

우리나라는 상수원(上水源)으로 주로 하천수 및 호소수를 이용하고 있으며, 상수원의 주요 오염원은 대부분 생활하수이다. 이에 따라 인구가 밀집된 읍단위 이상의 중·대도시 등에서 배출되는 생활하수는 대부분 공공하수처리시설을 설치하여 집중적으로 처리하고 있다. 그러나 충청남도의 경우 다른 광역자치단체에 비하여 공공하수처리시설의 설치가 부족하여 하천과 호소의 수질개선에 많은 어려움을 겪고 있다. 뿐만 아니라 공공하수처리시설을 자치단체가 설치하고 관리함에 있어서 체계에 대한 종합검토가 부족한 가운데 진행되고 있어 여러 가지 문제점을 내포하고 있는 현실이다. 이러한 시기에 공공하수처리시설의 일원화된 설치 및 운영 관리체계의 토대를 마련하고 최적의 관리방안을 도출하여, 향후 하수처리시설의 효율적인 설치 및 관리방안을 제공하기 위한 본 연구는 매우 의미가 있다고 볼 수 있다.

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

조사에 노력한 공공하수처리시설 운영자에게 깊은 감사의 뜻을 표한다. 무엇보다도 여러 가지 어려운 여건에서도 충청남도의 공공하수처리시설 운영관리 실태를 분석하고 관리방안에 관한 연구에 최선을 다한 이상진 박사와 함께 연구한 연구진의 노고에 고마움을 전한다. 모쪼록 하수처리시설의 설치과정과 관리에 있어서 많은 이해와 관련시책 및 후속연구에 유익한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

2007년 10월 31일

충남발전연구원장 김 용 응

# 목 차

<b>제1장 연구의 개요</b> .....	<b>1</b>
<b>제1절 연구 배경 및 목적</b> .....	<b>1</b>
1. 연구 배경 .....	1
2. 연구 목적 .....	3
<b>제2절 연구 범위와 방법</b> .....	<b>4</b>
1. 연구 범위 .....	4
2. 연구 방법 .....	5
3. 용어 정의 .....	5
<b>제2장 국·내외 하수처리 동향</b> .....	<b>7</b>
<b>제1절 우리나라 현황</b> .....	<b>7</b>
1. 하수처리 체계 .....	7
2. 하수처리시설 현황 .....	8
3. 하수처리시설운영 결과 .....	13
<b>제2절 해외사례</b> .....	<b>16</b>
1. 주요 국가별 하수처리체계 .....	16
2. 외국의 하수처리시설 방류수 농도기준 .....	19
<b>제3장 충청남도 공공하수처리시설의 운영실태</b> .....	<b>21</b>
<b>제1절 조사내용 및 방법</b> .....	<b>21</b>
1. 조사내용 .....	21
2. 조사방법 .....	21
3. 분석방법 .....	22

제2절 현황조사 결과 .....	23
1. 시설 설치현황 .....	23
2. 추진 중인 시설현황 .....	27
제3절 운영실태 분석 결과 .....	29
1. 일반운영 현황분석 .....	29
2. 공공하수처리시설 설치비용 분석 .....	34
3. 운영관리 현황 분석 .....	37
 제4장 공공하수처리시설의 관리방안 .....	 52
제1절 공공하수처리시설 설치방안 .....	52
1. 설치절차 .....	52
2. 설치방안 .....	55
제2절 공공하수처리시설 운영방안 .....	60
1. 운영기준 .....	60
2. 운영방안 .....	62
 제5장 결론 및 제언 .....	 68
1. 요약 및 결론 .....	68
2. 정책제언 .....	70
3. 연구의 한계 .....	73
 < 참고문헌 > .....	 74
< 부    록 > .....	75

# 표 목 차

<표 2-1> 우리나라 공공하수처리를 추이 .....	9
<표 2-2> 시·도별 공공하수처리율 현황(2005년) .....	11
<표 2-3> 하수종말처리시설 용량별 현황(2006년) .....	12
<표 2-4> 하수종말처리시설 처리공법별 현황 .....	12
<표 2-5> 전국 공공하수처리시설의 시설용량대비 유입하수량 비율 .....	13
<표 2-6> 운영방식별 운영비용 비교 .....	15
<표 2-7> 시설용량별 운영관리용 현황 비교 .....	15
<표 2-8> 운영방식별 운영인력 비교 .....	16
<표 2-9> 각국의 하수처리시설 방류수 농도기준 비교 .....	20
<표 3-1> 수계별 유역면적 및 하천현황 .....	22
<표 3-2> 시·군별 공공하수처리시설 운영현황 .....	24
<표 3-3> 수계별 공공하수처리시설 운영현황 .....	26
<표 3-4> 추진 중인 500m <sup>3</sup> /일 이상 공공하수처리시설 현황 .....	28
<표 3-5> 하수처리구역 안 인구밀도 현황 .....	29
<표 3-6> 시·군별 하수처리인구 현황 .....	31
<표 3-7> 시설별 설치비용 현황 .....	34
<표 3-8> 수계별 유입 및 방류농도 현황 .....	40
<표 3-9> 공공하수처리시설의 BOD <sub>5</sub> 삭감 현황 .....	41
<표 3-10> 공공하수처리시설의 COD <sub>Mn</sub> 삭감 현황 .....	42
<표 3-11> 공공하수처리시설의 T-N 삭감 현황 .....	43
<표 3-12> 공공하수처리시설의 T-P 삭감 현황 .....	44
<표 3-13> 처리수 재이용 현황 .....	46
<표 3-14> 규모별 하수처리단가 .....	47
<표 3-15> Group A의 시설별 하수처리단가 .....	47
<표 3-16> Group B의 시설별 하수처리단가 .....	48
<표 3-17> Group C의 시설별 하수처리단가 .....	49

<표 3-18> 운영주체별 평균농도 및 처리율 .....	50
<표 3-19> 운영주체별 하수처리단가 .....	50
<표 3-20> 운영주체별 항목별 운영비율 .....	50
<표 3-21> 운영주체별 운영인력 .....	51
<표 4-1> 충청남도 공공하수처리율 목표 .....	59
<표 4-2> 공공하수처리시설의 방류수 농도기준 .....	61



# 그림목차

[그림2-1] 우리나라 하수처리 체계도 .....	8
[그림2-2] 우리나라 공공하수처리를 변화 .....	10
[그림2-3] 방류수농도기준 초과율 .....	14
[그림2-4] 규모별, 연도별 하수처리 단가 .....	15
[그림3-1] 충청남도 4대수계 구분도 .....	23
[그림3-2] 공공하수처리시설 위치도 .....	25
[그림3-3] 수계별 공공하수처리시설 시설용량 .....	32
[그림3-4] 하수찌꺼기 처리방법 .....	33
[그림3-5] 공공하수처리시설 설치비용 관련성 .....	35
[그림3-6] 수계별 설치비용 재원구조 .....	36
[그림3-7] 수계별 공공하수처리시설 설치비용 .....	37
[그림3-8] 금강수계 시설용량대비 하수량 유입율 .....	38
[그림3-9] 삼교호수계 시설용량대비 하수량 유입율 .....	39
[그림3-10] 서해수계 시설용량대비 하수량 유입율 .....	39
[그림3-11] 수계별 BOD <sub>5</sub> 삭감량 .....	41
[그림3-12] 수계별 COD <sub>Mn</sub> 삭감량 .....	42
[그림3-13] 수계별 T-N 삭감량 .....	43
[그림3-14] 수계별 T-P 삭감량 .....	44
[그림3-15] 찌꺼기 처리비용율 .....	46
[그림4-1] 하수도정비기본계획 승인 또는 변경승인 흐름도 .....	52
[그림4-2] 공공하수도시설의 설치·변경·폐지인가 흐름도 .....	54
[그림4-3] 고도처리시설 설치사업 추진 절차도 .....	57
[그림4-4] 전국 공공하수처리시설의 시설규모별 처리비용 .....	65



# 제1장 연구의 개요

## 제1절 연구 배경 및 목적

### 1. 연구 배경

지구상에서 물은 여러 가지 형태로 존재하는데 부피로써 약 1,386백만km<sup>3</sup>이다. 이중 97.2%가 바닷물이고, 빙하나 빙산으로 1.76%, 지하수가 0.76%, 그리고 지표수(호소수 및 하천수 등)로 존재하는 물은 약 9만km<sup>3</sup>로 0.01%에 불과하고 이러한 지표수 중에서도 인간이 자원으로 사용할 수 있는 물의 양은 극히 일부에 지나지 않는다.

지역적으로 한정된 수자원을 활용함에 있어서 상류지역의 과다한 물의 사용이나 오염 활동은 하류지역 하천의 유량과 수질에 큰 영향을 미친다. 즉, 상류지역에서 과다한 물을 이용하고 오염물질을 배출할 경우 하류지역은 오염으로 인한 물 문제가 발생할 뿐만 아니라, 이용가능한 수자원의 양이 점점 부족해져 지역 상호간 갈등이 악화될 가능성이 있다.

물의 순환체계로 볼 때, 이용된 상수는 하수로 이어지고 하수는 곧 상수원의 일부분이 되는 연결고리를 가지고 있다. 이러한 순환체계에서 보다 깨끗한 상수원의 확보와 건전한 생태계 유지를 위하여 물 오염 원인의 대부분을 차지하는 생활하수는 처리시설을 설치하여 최소한 법률에서 정하고 있는 방류수 농도기준 이하로 처리한 후 재사용하거나 공공수역에 방류하여야 할 필연성을 갖게 된다.

물은 이용목적 및 수질에 따라 상수(上水)와 하수(下水)로 분류하고, 하수를 생활용수·공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 처리한 물을 중수(中水)로 분류 한다. 일반적으로 상수는 음용수, 생활용수, 공업용수 등으로 이용하기 위하여 하천수, 호소수 및 지하수 등의 상수원(上水源)으로부터 취수하여 이용목적에 맞도록 정수(淨水)한 물과 정수과정이 없더라도 취수한 물 자체가 생활용수 또는 이용목적에 적합한 물을 말하고 있다. 반면, 하수는 상수와 대별되는 개념으로 상수를 이용한 후 발생하는 생활오수, 가축분뇨, 산업폐수 등을 말하며, “하수도법”

에서는 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물(농작물의 경작으로 인한 것을 제외)과 건물·도로 그 밖의 시설물 부지에서 하수관거에 유입한 빗물 및 지하수까지 포함하여 ‘하수’로 정의하고 있다.

우리나라 하수처리체계는 인구밀도가 높은 지역에서 발생하는 생활하수를 공동으로 처리하기 위하여 설정한 하수처리구역 안지역과 인구밀도가 낮아 공동으로 처리하기에는 여건이 부적합한 하수처리구역 밖지역으로 구분된다. 하수처리구역 안지역에서 발생한 하수는 설치된 하수관거를 통하여 공공하수처리시설에 이송시켜 처리함으로써 별도로 규정하지 않은 한 개인처리시설을 설치하지 않고 있다. 그러나 하수처리구역 밖지역에서는 생활하수와 분뇨, 가축분뇨, 산업폐수 등을 처리하기 위한 시설을 설치하여 허용된 농도기준을 상시 만족하도록 운영하여야 한다. 이와 같이 일정한 단위지역에서 발생하는 하수를 함께 처리하기 위하여 자치단체에서 설치하는 공공처리시설과 발생원별 단일 시설에서 발생하는 하수를 각각 처리하기 위한 개인처리시설로 대별할 수 있으며, 공공처리시설로는 공공하수처리시설, 폐수종말처리시설, 분뇨처리시설, 가축분뇨공공처리시설 등이 있으며, 개인처리시설로는 오수처리시설, 정화조, 폐수처리시설, 가축분뇨의 자원화시설 및 정화시설 등으로 분류하고 있다.

충청남도의 경우 다른 광역자치단체와 마찬가지로 도시지역의 생활하수를 처리하는 공공하수처리시설을 설치하고 관리함에 있어서 상류에서 발생한 하수를 차집하여 처리 후, 하류로 방류하고 있어 하천이 건천화 되는 문제점이 발생하고 있다. 또한, 하수관거의 파손, 오점 및 부실시공 등은 지하수 오염의 원인이 되기도 한다. 그리고 상당수의 시설은 처리시설에 유입하는 하수량이 시설용량에 비하여 매우 적고, 유입하수의 유기물농도는 설계시 적용했던 예상농도 보다 낮아 처리효율이 떨어지는 등 시설의 운영관리과정에서 여러 가지 문제점을 내포하고 있는 것으로 알려져 있다.

일반적으로 사람의 일상 생활과정에서 발생하는 생활하수가 물 오염을 일으키는 주요 원인으로 일컬어지고 있다. 이와 같이 공공수역 수질개선을 위해서는 사람의 생활과정에서 발생하는 오염물질 관리가 매우 중요함에도 불구하고 충청남도의 경우 전국 16 광역시·도 중에서 공공하수처리율이 가장 낮다. 또한, 신 도청 이전, 기업도시, 행정중심복합도시(세종시) 등 대규모 개발사업의 진행정도에 따라 국지적으로 하수로 인한 오염물질 배출부하량이 크게 증가할 위협요인이 존재한다.

다행히도 2004년부터 충청남도 면적의 44.6%에 해당하는 금강수계 지역이 수질총량관리제를 실시하고 있고, 19.4%에 해당하는 삽교호수계에도 수질총량관리제 실시를 위한 준비과정에 있다. 따라서 생활하수를 중심으로 상당수의 오염물질 배출부하량을 삭감할 수 있는 공공하수처리시설을 지속적으로 설치할 예정이며, 또한 효율적인 유역관리를 위한 기능적 차원의 물 통합관리를 실현하는 과정에 있다. 이러한 여건으로 향후에는 생활계에서 발생하는 오염물질을 처리하기 위한 공공하수처리시설이 크게 증가하고, 노후된 시설을 중심으로 시설보강 및 염양염류 처리시설 등이 도입될 것으로 예상되기 때문에 공공하수처리시설의 설치·운영관리 현황을 분석하고, 관리방안을 마련해야 할 것으로 판단된다.

## 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 충청남도의 하수처리 현황 및 전망과 함께 하수처리구역에 설치한 공공하수처리시설의 운영 실태를 조사·분석하여 하수처리시설의 효율적인 설치 및 운영방안을 제시하는데 있다. 이를 위하여 충청남도에 설치되어 운영되고 있는 공공하수처리시설의 현황을 우선적으로 조사하여 설치 및 운영관리 과정에서 나타난 문제점을 파악하고 실태분석을 통하여 효율적인 관리방안을 제시하고자 하였다.

공공하수처리시설의 설치비용 분석, 운영관리 현황 분석 등을 통하여 하수도정비기본계획의 수립 절차와 공공하수처리시설의 설치과정을 수록하고, 충청남도 여건에 적합한 공공하수처리시설의 위치, 하수처리시설 규모, 소규모공공하수처리시설 설치방안, 공공하수처리 목표 설정, 공공하수처리율 산정방법 개선 등에 대하여 기술하였다. 또한, 공공하수처리시설의 법률적 운영기준을 수록하고, 하수관거 정비, 환경기초시설의 통합위탁 관리, 공공하수처리시설의 기술진단, 중·대형 오수처리시설의 관리, 공공하수처리시설의 운영비용 평가, 공공하수도 요금의 합리화 방안, 하수처리수의 재이용 확대방안, 방류수 수질농도 검사 등 충청남도 여건에 적합한 운영방안을 도출하여 설치예정시설에 대한 시설용량 및 처리공법의 적정성 등 공공하수처리시설의 합리적인 설치와 운영방안을 제안하고자 하였다.

이로써, 이미 설치된 공공하수처리시설에 대한 운영관리의 효율성을 제고하고, 또한 설치예정시설을 종합적인 시각에서 재검토함으로써 중복투자를 방지할 수 있을 것으로 기대된다. 더

나아가 하수도정비기본계획을 포함한 충청남도 하수관리 시책 및 물 통합관리에 대한 기본방향을 재정립할 수 있을 것으로 기대된다.

## 제2절 연구 범위와 방법

### 1. 연구 범위

#### 가. 시·공간적 범위

2007년 1월초 기준으로 충청남도 16시·군에 설치하여 운영 중인 시설용량이 일일 500m<sup>3</sup>이 상인 공공하수처리시설을 대상으로 하였다.

#### 나. 내용적 범위

연구내용으로는 하수의 처리체계, 공공하수처리시설의 설치 및 관리기준을 살펴보고, 충청남도 지역의 공공하수처리시설에 대한 설치 및 운영현황을 조사한 후 다양한 통계적 기법을 통하여 실태를 분석하고, 분석결과를 토대로 공공하수처리시설의 효율적인 설치 및 관리방안을 제시하는 것이다. 본 연구에서 다루어지는 주요 내용은 다음과 같다.

- ㉠ 우리나라 하수처리 체계
- ㉡ 주요 국가별 하수처리 동향
- ㉢ 충청남도 공공하수처리시설의 설치 및 추진현황
- ㉣ 일반운영 현황분석(처리구역 안 인구밀도, 하수처리인구 현황, 시설 위탁관리 현황, 연계 처리 현황, 찌꺼기처리 현황)
- ㉤ 운영관리 현황분석(수계별 시설용량 여유율, 오염물질 처리현황, 시설용량별 운영현황, 운영주체별 운영현황)
- ㉥ 공공하수처리시설의 설치방안(공공하수처리시설의 위치, 하수처리시설의 규모, 소규모

- 공공하수처리시설 설치방안, 공공하수처리 목표설정, 공공하수처리율 산정방법 개선)
- ㉔ 공공하수처리시설의 운영방안(하수관거 정비, 환경기초시설 통합관리, 기술진단, 하수처리구역 안 중·대형 오수처리시설의 유입배제, 공공하수처리시설의 운영비용 평가, 공공하수도 요금의 합리화 방안, 하수처리수의 재이용 확대방안, 수질농도 검사)

## 2. 연구 방법

본 연구는 충청남도 지역의 각 시·군에 설치되었거나 향후 설치될 공공하수처리시설에 대한 효율적인 설치 및 관리방안을 제시하기 위한 것으로 우선, 우리나라 및 충청남도에 대한 공공하수처리율, 하수처리체계, 처리시설의 설치 및 관리현황, 처리공법, 법률·제도적인 설치 절차 및 관리기준 등을 살펴보기 위하여 정부 등에서 출간된 통계, 물환경 관련문헌, 공공하수처리시설과 관련된 법률 및 지침, 그리고 Internet Web Site를 통하여 각종 자료를 조사하였다. 한편, 충청남도 지역에 설치 및 운영하고 있는 공공하수처리시설의 실태를 파악하기 위하여 2007년 1월초 기준으로 작성한 운영결과 조사표를 수집하여 정리하였다.

조사된 충청남도 공공하수처리시설의 현황을 토대로 설치현황, 처리공법, 설치사업비, 운영관리비, 방류수의 수질현황 등을 통계적으로 분석하였다. 이러한 조사와 분석결과를 바탕으로 공공하수처리시설과 관련된 문헌 및 연구자료 분석, 그리고 국·내외 물환경 관리시책의 사례 분석을 병행하여 효율적인 공공하수처리시설의 설치 및 관리방안을 제시하였다.

## 3. 용어 정의

본 연구에서는 현행 “하수도법”에서 사용되고 있는 용어를 기초로 독자의 이해를 돕기 위하여 다음과 같이 정의하여 기술하고자 한다.

- ‘생활하수(오수)’라 함은 농작물의 경작으로 인한 것을 제외하고, 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물을 말한다.

- ‘분뇨’라 함은 수거식 화장실에서 액체성 및 고체성 물질이 섞이어 오염된 물질과 개인하수처리시설(오수처리시설, 정화조)의 청소과정에서 발생하는 찌꺼기를 말한다.
- ‘하수’라 함은 생활하수와 생활분뇨, 그리고 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지에서 하수관거에 유입되는 빗물·지하수를 포함한다.
- ‘하수처리구역’이라 함은 발생하는 하수를 공공하수처리시설에 유입하여 처리하는 지역으로서 법률절차에 따라 시장·군수가 공고한 구역을 말한다.
- ‘하수시설’이라 함은 하수와 분뇨를 유출 또는 처리하기 위하여 설치되는 하수관거·공공하수처리시설·분뇨처리시설·중수시설·배수설비·개인하수처리시설 그 밖의 공작물·시설의 총체를 말한다.
- ‘하수관거’라 함은 하수를 공공하수처리시설로 이송하거나 하천·바다 그 밖의 공유수면으로 유출시키기 위하여 설치하는 관로와 그 부속시설을 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 부대시설로서 기존의 하수종말처리시설, 마을하수도(공공오수처리시설 포함)를 말한다.
- ‘개인하수처리시설’이라 함은 건물·시설 등의 설치자 또는 소유자가 당해 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 처리하기 위한 오수처리시설, 건물 등에 설치한 수세식 변기에서 발생하는 분뇨를 처리하기 위한 정화조 등을 말한다.
- ‘분뇨처리시설’이라 함은 수거한 분뇨를 침전·분해 등의 방법으로 처리하는 공공처리시설을 말한다.
- ‘중수시설’라 함은 건물·시설 등에서 발생하는 오수를 다시 처리하여 생활용수·공업용수 등으로 재이용하는 시설을 말한다.
- ‘공공하수처리율’이라 함은 일정한 지역에서 설치된 공공하수처리시설에 의해 하수를 처리하는 인구수를 해당지역 내 전체 상주인구수(주민등록인구수)로 나누어 100을 곱한 것을 말한다.



## 제2장 국 · 내외 하수처리 동향

### 제1절 우리나라 현황

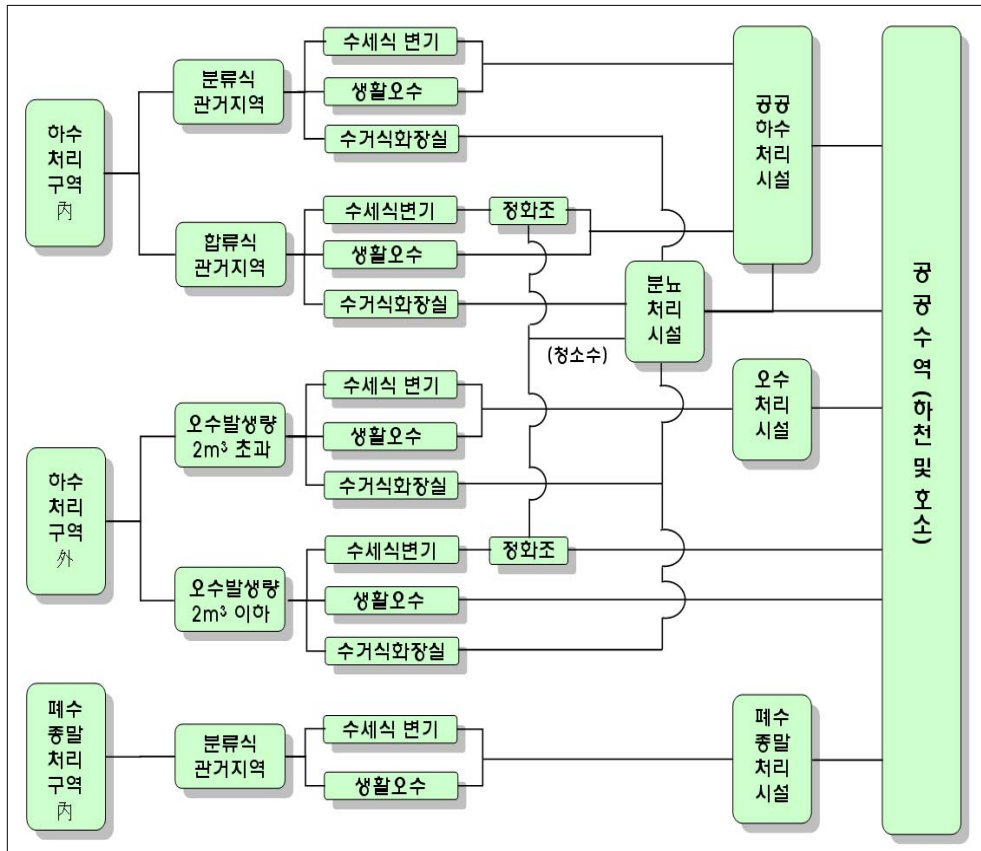
#### 1. 하수처리 체계

우리나라는 생활용수로 사용하기 위한 상수원(上水源)은 주로 지표수인 하천수 및 호소수를 이용하고 있으며, 지표수의 주요 오염원은 대부분 생활하수이다. 따라서 인구가 밀집된 중·대도시에서 배출되는 생활하수는 중앙정부와 자치단체에서 하수종말처리시설을 설치하여 집중적으로 처리하고, 소도시 또는 인구가 밀집된 지역으로 하수발생량이 일일 500m<sup>3</sup> 미만인 지역에서는 소규모하수처리시설인 마을하수처리시설을 설치하여 관리하여 왔다. 그 외 공공하수처리시설 등이 입지하기 어려운 지역, 하수종말처리시설 및 폐수종말처리시설이 입지하였으나 경제성 등으로 하수관거 설치가 곤란한 일부지역 등, 재정적·기술적 측면에서 하수종말처리시설 등 공공하수처리시설의 설치가 부적합한 지역에서 생활하수 발생량이 1일 1m<sup>3</sup> 이상인 건물 및 1m<sup>3</sup> 미만이라 하더라도 수세식 화장실을 설치하는 건물 등의 소유자는 단독 또는 공동으로 오수처리시설을 설치하여 관리하도록 하였다.

그러나 2006년 9월에 개정되어 2007년 9월부터 시행하는 “하수도법”에 따르면, 그간 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 이상인 경우는 하수종말처리시설로, 시설용량이 500m<sup>3</sup>/일 미만인 경우를 마을하수도로 구분하여 관리하던 하수처리시설이 규모에 관계없이 공공하수처리시설로 통칭하여 규정하고 있다. 즉, 하수처리구역 안에서 발생하는 생활하수는 자치단체에서 공공하수처리시설을 설치하여 관리하고, 하수처리구역 밖에서 오수를 배출하는 건물·시설 등을 설치하는 자는 단독 또는 공동으로 개인하수처리시설을 설치하여야 한다.

개인하수처리시설을 설치함에 있어서 하수처리구역 밖에서 1일 오수발생량이 2m<sup>3</sup>를 초과하는 건물 등을 설치하려는 자는 오수처리시설을 설치(처리용량 50m<sup>3</sup>이상인 경우 방류수농도를 2012년 1월부터 공공하수처리시설과 동일하게 강화하여 적용됨)하여야 하고, 오수발생량이 2

m<sup>3</sup>이하인 건물 등을 설치하려는 자는 오수처리시설 대신 수세식변기에 정화조를 연결하여 설치하여야 한다. 반면, 하수처리구역 안에서 분류식하수관거 연결지역은 개인하수처리시설을 설치하지 않지만, 합류식하수관거 연결지역에서 수세식 변기를 설치하려는 자는 정화조를 함께 설치하고 정화조배수관을 하수관거에 연결하여야 한다.



[그림2-1] 우리나라 하수처리 체계도

## 2. 하수처리시설 현황

하수도관련 법령의 변천사를 살펴볼 때, 1966년 8월에 공공하수도 설치 및 관리사항 등을 명시한 “하수도법”이 처음으로 제정된 이래, 1973년 2월에는 하수도 사용료 징수 및 타 용도

사용제한 등에 관한 내용으로 1차 개정되었다. 그 후 1982년 12월에 3차 개정을 통하여 하수도 정비기본계획 수립의 근거가 마련되었으며, 1994년 8월 6차 개정으로 물관리 일원화라는 정책적 결정에 따라 하수도업무가 당시 건설부에서 환경부로 이관되었다.

여러 차례의 법률·제도적 절차에 걸쳐 인구가 많고 인구밀도가 높은 지역에 하수관거와 공공하수처리시설 설치 등 생활하수를 중점적으로 관리해오던 “하수도법”이 그간 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률”에 의하여 관리하던 오수·분뇨 분야를 「하수도법」으로 통합하여 비효율성을 근본적으로 개선하는 내용으로 전면 개정하여 시행(2007년 9월 28일자)하고 있다.

2005년말 기준으로 공공하수처리시설(마을하수처리시설 포함) 및 폐수종말처리시설을 통하여 처리하는 하수처리인구를 총 인구로 나누어 산정한 공공하수처리율은 83.5%이며, 1992년도의 38.8%와 비교할 때 약 2배가 증가하였다. 전국에 가동 중인 500m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설은 294개소로 시설용량이 일일 22,469,495m<sup>3</sup>이고, 500m<sup>3</sup>/일 미만인 공공하수처리시설은 1,404개소이며 시설용량이 98,402m<sup>3</sup>/일 이다.

〈표 2-1〉 우리나라 공공하수처리율 추이

구 분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년
총인구(천명)	47,977	48,289	48,518	48,824	49,053	49,268
처리인구(천명)	33,843	35,369	36,760	38,449	39,924	41,157
처리시설(개소)	172	184	207	242(878)	268(1,153)	294(1,404)
공공하수처리율(%)	70.5	73.2	75.8	78.8	81.4	83.5
시설용량(천m <sup>3</sup> /일)	18,400	19,230	20,233	20,954	21,617	22,568

주) ( )는 마을하수도(500m<sup>3</sup>/일 미만인 공공하수처리시설) 시설수 임.

자료 : 환경부, 2005하수도통계, 2006



자료 : 환경부, 2005하수도통계, 2006

[그림2-2] 우리나라 공공하수처리율 변화

2005년말 기준 지역별 공공하수처리율을 비교할 때, 특·광역시 95.5%, 시지역 80.9%, 연안지역 77.5%, 농·어촌지역(군단위 이하) 35.8%로서, 단위면적당 배출부하량 삭감량 및 경제성의 이유 등으로 농·어촌지역의 공공하수처리율이 상대적으로 낮다. 한편 시·도별 공공하수처리율은 서울특별시(99.7%), 광주광역시(98.0%), 대구광역시(97.0%), 대전광역시(95.9%)순으로 높은 반면, 전라남도(60.1%)와 충청남도(53.9%)는 비교적 낮은 수준이다.

〈표 2-2〉 시·도별 공공하수처리율 현황(2005년)

(단위 : 명, %)

시·도명	총인구	공공하수 처리인구	공공하수처리 외 인구	공공하수 처리율
전 국	49,267,751	41,157,231	8,100,520	83.5
서울특별시	10,297,004	10,270,006	26,998	99.7
부산광역시	3,657,840	3,256,545	401,295	89.0
대구광역시	2,525,836	2,449,187	76,649	97.0
인천광역시	2,632,178	2,280,710	351,468	86.6
광주광역시	1,408,106	1,379,488	28,618	98.0
대전광역시	1,462,535	1,402,377	60,158	95.9
울산광역시	1,095,105	1,003,539	91,566	91.6
경 기 도	10,853,157	8,926,335	1,926,822	82.2
강 원 도	1,521,099	999,684	521,415	65.7
충청북도	1,501,674	1,092,755	408,919	72.8
충청남도	1,982,495	1,067,997	914,498	53.9
전라북도	1,895,500	1,344,157	551,343	70.8
전라남도	1,976,465	1,188,343	788,122	60.1
경상북도	2,711,900	1,647,396	1,604,504	60.7
경상남도	3,187,110	2,443,973	743,137	76.7
제 주 도	559,747	404,739	155,008	72.3

자료 : 환경부, 2005하수도통계, 2006

2006년도에 시설용량이 500m<sup>3</sup>/일 이상으로 건설된 공공하수처리시설은 55개소(신설50, 증설5, 시설용량 : 691천m<sup>3</sup>/일)로 전국에 총 344개소(시설용량 : 23,159천m<sup>3</sup>/일)가 가동 중에 있다. 2006년도에 건설된 시설용량이 500m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설은 10,000m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모 처리시설이 42개소로 대부분을 차지하였으나, 시설용량의 기준으로 보면, 10,000m<sup>3</sup>/일 이상의 중·대규모 처리시설이 신설용량의 절반 이상(315,000m<sup>3</sup>/일, 63.6%)을 차지하였다.

〈표 2-3〉 하수종말처리시설 용량별 현황(2006년)

(단위 : 천<sup>m</sup><sup>3</sup>/일)

구 분	계	1미만	1~5미만	5~10미만	10~50미만	50~100미만	100~500미만	500이상
개 소	344	51	83	51	87	24	35	13
시설용량	23,159.7	26.2	212.1	343.9	1,983.9	1,607.6	7,357.0	11,629.0
신설(개소)	50	16	20	6	4	3	1	-
신설(용량)	495.5	10.8	46.3	43.4	80.0	195.0	120.0	-

자료 : 환경부, '06년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석, 2007.7

운영 중인 500<sup>m</sup><sup>3</sup>/일 이상 공공하수처리시설의 처리공법별 현황을 살펴볼 때, 고도처리공법을 도입한 시설은 219개소(63.6%)로, 이중 SBR계열이 83개소(24.1%), A<sub>2</sub>O계열이 82개소(23.8%)로 나타나고 있으며, 2005년 대비 표준활성슬러지법 및 접촉산화법 시설은 감소한 반면, A<sub>2</sub>O, SBR 등 고도처리공법을 도입한 처리시설이 증가하였다.

〈표 2-4〉 하수종말처리시설 처리공법별 현황

연도별	구 분	계	소계	표준 활성	장기 포기	산화 구	회전 원판	접촉 산화	고도처리 공법			
									소계	A <sub>2</sub> O	SBR	기타
2006	개소	344	125	70	11	27	13	4	219	82	83	54
	구성비 (%)	100.0	36.4	20.3	3.2	7.8	3.9	1.2	63.6	23.8	24.1	15.7
2005	개소	294	142	83	11	26	13	9	152	66	53	33
	구성비 (%)	100.0	48.3	28.2	3.7	8.9	4.4	3.1	51.7	22.5	18.0	11.2

자료 : 환경부, '06년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석, 2007.7

### 3. 하수처리시설운영 결과

#### 가. 시설용량 대비 하수량 유입율

2006년말 기준으로 전국에 가동 중인 344개소 하수종말처리시설(시설용량 : 23,159천 $m^3$ /일) 중 6개월 이상 가동한 318개소(시설용량 : 22,949천 $m^3$ /일)에 유입하는 하수량은 18,246천 $m^3$ /일로 시설용량 대비 실제 유입하수량 비율이 50% 이상인 하수종말처리시설은 252개소(79.3%)이었다. 46개소 하수종말처리시설(14.5%)은 합류식 지역으로 불명수 유입, 지역개발로 인한 인구증가, 하수처리구역 확대 등으로 시설용량을 초과하여 하수가 유입하고 있으며, 7개소 하수종말처리시설은 20%미만으로 하수가 유입되고 있었다.

〈표 2-5〉 전국 공공하수처리시설의 시설용량대비 유입하수량 비율

구 분	계	20%미만	20~50%미만	50~100%미만	100%이상
개소(구성비,%)	318(100)	7(2.2)	59(18.5)	206(64.8)	46(14.5)
유입하수량(천 $m^3$ )	18,245.8	11.1	520.3	16,429.1	1,285.3

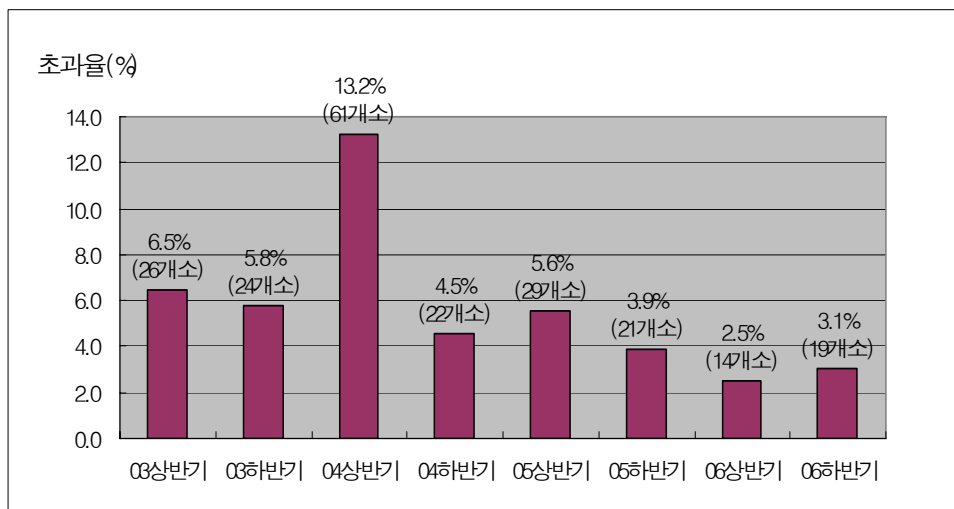
자료 : 환경부, '06년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석, 2007.7

#### 나. 유입농도 및 방류농도

환경부 자료에 따르면, 2006년 하반기에 지방자치단체에서 운영하고 있는 시설용량 500 $m^3$ /일 이상인 전국 320개소 공공하수처리시설에 대하여 유역(지방)환경청에서 지도·점검을 실시한 결과, 19개소(수질분석 618건의 3.1%)가 방류수 농도기준을 초과하였다. 이는 전년도 동기간의 기준 초과 처리장 21개소(3.9%)와 비슷한 수준이며, 강화된 방류수 농도기준이 2008년 1월부터 전국적으로 특정지역의 기준이 적용되면 농도기준을 초과하는 시설이 다소 늘어날 것으로 전망되고 있다. 방류수 농도기준을 초과한 원인으로는 운전방법 미숙 7개소, 고농도 폐수 유입에 따른 충격부하 발생 6개소, 소독설비 고장 및 기계설비 노후화 5개소, 고도처리시

설 공사로 인한 적정운전 곤란 1개소 등으로 나타났다.

공공하수처리시설에 유입하고 있는 하수의 오염물질 유입농도는 분류식 하수관거의 연차적인 공사 등으로 인하여 2005년도에 비해 다소 높아졌고, 방류농도 역시 약간 높아진 것으로 나타났다. 공공하수처리시설의 평균 유입농도는 BOD<sub>5</sub>의 경우 129.6mg/L, SS 127.4mg/L, T-N 32.4mg/L정도로 2005년도 대비 다소 높아졌고, 평균적인 방류농도는 BOD<sub>5</sub>경우 8.9mg/L, SS 5.8mg/L, T-N 15.9mg/L로 BOD<sub>5</sub>, SS는 전년 대비 약간 높아졌다.



자료 : 환경부, 보도자료, 2007.7.8

[그림2-3] 방류수농도기준 초과율

#### 다. 운영관리 비용 및 운영관리 방식

2006년 동안 총 66.8억m<sup>3</sup>의 하수를 처리하는데 5,846억 원의 운영비가 소요되었으며(m<sup>3</sup>당 처리비용 87.6원), 이중 인건비가 30%로 가장 많고, 전력비 19.3%, 개·보수비 17.0%, 찌꺼기 처리비 등의 순이었다. 운영방식은 민간 위탁관리가 60.4%(192개소) 지자체 직영이 39.6%(126개소)이고, 민간 위탁하는 경우가 지자체 직영보다 낮은(민간위탁 79.5원/m<sup>3</sup>, 지자체 직영 100.0원/m<sup>3</sup>)것으로 나타났다.



〈표 2-6〉 운영방식별 운영비용 비교

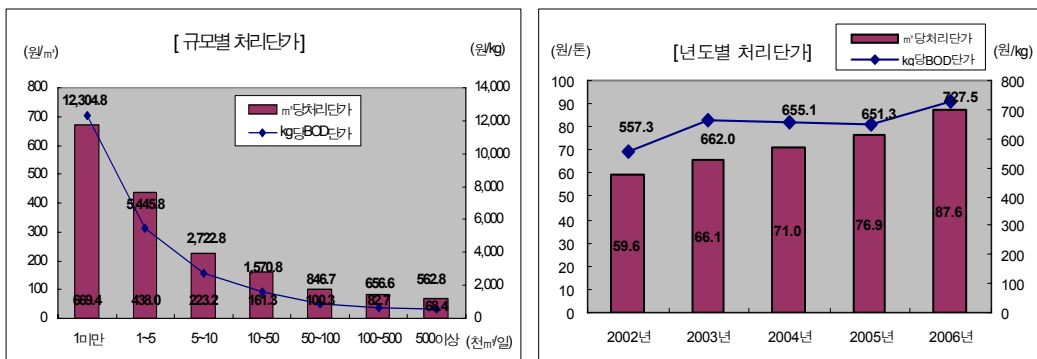
구 분	개소	천 $\text{m}^3$ /일		유지관리비 (백만원/년)	처리비용	
		시설용량	유입량		하수 (원/ $\text{m}^3$ )	BOD (원/kg)
계	318	22,949	18,246	584,635	99.2	824.5
민간위탁	192	14,540	11,082	321,098	79.5	635.5
자치단체	126	8,409	7,164	263,537	100.0	883.2

자료 : 환경부, 보도자료, 2007.7.8

한편, 시설용량별 운영관리비용을 분석한 결과, 유입하수  $1\text{m}^3$ 당 처리비용으로 50만 $\text{m}^3$ /일 이상인 시설은 68.4원, 1천 $\text{m}^3$ /일 미만 시설은 669.4원 소요되어 인건비, 전력비 등 기본비용 소요로 인하여 시설규모가 작을수록 처리단가가 높다. BOD 1kg당 처리비용으로 50만 $\text{m}^3$ /일 이상 시설은 562.8원, 1천 $\text{m}^3$ /일 미만 시설은 12,304.8원이 소요되었다.

〈표 2-7〉 시설용량별 운영관리비용 현황 비교

시설규모 (천 $\text{m}^3$ )	1미만	1~5미만	5~10미만	10~50미만	50~100미만	100~500미만	500이상
처리단가 (원/ $\text{m}^3$ )	669.4	438.0	223.2	161.3	100.3	82.7	68.4
BOD처리단가 (원/kg)	12,304.8	5,445.8	2,722.8	1,570.8	846.7	656.6	562.8



자료 : 환경부, '06년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석, 2007.7

[그림2-4] 규모별, 연도별 하수처리 단가

또한, 전체 운영관리 인력은 4,767명이며, 단위 천 $\text{m}^3$ 당 운영인력은 평균 0.21명이 근무(민간 위탁 0.19, 지자체 직영 0.24)하고 있었다. 조사결과 시설용량 큰 하수처리시설일수록, 민간 위탁하여 관리하는 하수처리시설 일수록 운영인력이 비교적 적게 소요되는 것으로 조사되었다.

〈표 2-8〉 운영방식별 운영인력 비교

구 분	시설수 (개소)	시설용량 (천 $\text{m}^3$ /일)	운영인력(명)					단위인력 (명/천 $\text{m}^3$ )
			계	행 정	기 술	기 능	기 타	
계	318	22,949	4,767	294	2,489	1,311	673	0.21
직접관리	126	8,409	2,048	106	635	1,132	175	0.24
민간위탁	192	14,540	2,719	188	1,854	179	498	0.19

자료 : 환경부, 보도자료, 2007.7.8

## 제2절 해외사례

하수처리체계가 비교적 발달된 주요 국가는 시설용량 면에서 중·소규모의 하수처리시설을 중심으로 하수처리 시스템을 구축하였거나 향후에도 중·소규모 중심으로 확충될 것으로 전망되고 있다. 이와 달리 우리나라는 대규모 시설용량의 공공하수처리시설에서 생활하수를 처리하는 비중이 매우 높은 실정이다.

### 1. 주요 국가별 하수처리체계

#### 가. 미국

금세기 초부터 활발하게 추진되어 온 미국의 공공하수처리율은 지역이 넓어 하수도 보급의 경제성이 전혀 없는 지역을 제외하면 거의 100%에 이른다고 할 수 있다. 또한, 하수로부터 질소와 인을 제거하는 시설은 지난 1970년대초 5대 호소의 수질보전을 위해 미국과 캐나다가

체결한 Detergent ban 협정을 계기로 도입이 본격화되었다. 질소 및 인의 제거가 전 지역에서 필요한 것은 아니기 때문에 부영양화가 우려되는 지역에서는 대부분 질소와 인의 제거기능을 갖추고 있지만, 전체적으로 질소나 인의 제거기능을 갖춘 시설은 약 20% 정도이다. 하수처리 시설 방류수에 대한 미국의 규제는 EPA에서 정하는 연방정부 차원의 기준과 EPA의 NPDES(National Pollution Discharge Elimination System)정책에 의하여 각 지역별로 제정되는 농도 및 총량개념의 기준에 적용을 받는다. EPA는 전국에 10개의 Regional Office를 두어 관리를 하고 주 정부마다 환경부서(예: Washington주의 Department of Ecology)가 있어 적절한 방류수 농도기준을 정하여 관리하고 있는데, EPA의 기준보다 지역의 특성을 고려한 지역 환경기준이 까다로운 것이 일반적이다. 질소와 인에 대한 기준은 필요한 지역에만 적용되며, 특히 질소는 부영양화가 우려되는 경우만 총질소를 규제하고 산소문제가 있는 경우에는 암모니아성 질소만을 규제하는 등 지역 특성에 맞는 방류수 기준을 적용하고 있다. 미국에서 생활 하수 처리는 ①가정 또는 개별 하수(Domestic or Individual Sewage) ②단지하수(Community) ③공공하수(Public or Municipal Sewage)의 세 가지 처리방식에 의하여 이루어지고 있다. 1980년도에 연방 전체의 하수처리시설 수가 15,000개소로 인구기준에 의한 공공하수처리율은 70%이었으나, 2000년도에는 90.6% 정도를 목표로 할 만큼 하수처리에 매우 심혈을 기울이고 있다. 시설규모에 있어서 190,000m<sup>3</sup>/일 이상의 대규모 하수처리시설은 96개소로 전체의 0.6%에 불과하고, 4,000m<sup>3</sup>/일 이하의 소규모 하수처리시설 수는 약 80%(처리수량 기준 8.4%)에 이를 만큼 소규모 시설이 많이 분포하고 있으며, 앞으로도 하수처리 수량기준의 약 40%를 담당하게 될 소규모 하수처리시설에 대한 수요는 점차 증대될 전망이다.

## 나. 영국

영국은 하수도 역사가 오래되어 1980년까지 총인구의 96%가 공공하수도에 접속되어 있을 만큼 공공하수처리율이 매우 높다. 전국의 하수처리시설 수는 약 8,000개소이며 시설규모별로 살펴볼 때, 인구 10만 이상인 지역에 약 100개소로 전체 처리인구의 약 45%가 처리되고, 인구 10만 미만의 처리시설 수도 약 700~800개소로 전체 처리인구의 약 45%를 차지하고 있으며, 나머지도 처리인구 1만 명 미만의 소규모 처리시설이다. 영국의 음용수는 하천 및 호소수를

이용하는 경우가 많기 때문에 수역의 수질을 결정하는 하수처리시설의 입지 및 방류수의 수질을 법으로도 엄격히 규제하고 있으며, 앞으로는 소규모 생활오수의 처리방법이 개발되고 실용화될 전망이다.

#### 다. 프랑스

프랑스는 전국을 6개 권역으로 구분하여 수질관리를 하고 있으며, 10,000개소 이상의 하수처리시설이 가동 중에 있다. 전체 하수처리시설의 약 25%가 고도처리시설로 되어 있으며, 활성슬러지공법에 의한 하수처리시설이 약 75%정도 차지한다. 하수처리시설의 관리는 기초지방자치단체에서 건설·운영하며, 독일과 마찬가지로 활성슬러지공법에 여재를 이용한 공정을 개발해 처리효율을 극대화시키고 있다. 또한, 유럽의 다른 나라에 비교하여 인구밀도가 낮고 인구의 35%가 시골지역에 거주하고 있어 처리능력이 5,000인 이하의 소규모 하수처리시설이 전체의 약 70%를 차지하고 있을 뿐만 아니라 대단히 많은 소규모하수처리시설(처리인구 800명 이하)이 분포하고 있고, 이러한 소규모 하수처리시스템은 최근에 큰 발전을 보이고 있다. 하수처리의 공법으로는 시설의 규모가 클수록 활성슬러지공법이 주로 적용되고 있으며, 시설 규모가 적은 경우에는 활성슬러지공법 외에 살수여상, Lagoon법 등이 적용되고 있다.

#### 라. 독일

독일은 1997년도에 공공하수처리율 95%를 달성하였으며, 구 서독 지역에만 하수처리시설 15,000개소 이상이 가동 중에 있다. 전체 하수처리시설의 약 10%가 고도처리시설로 되어 있으며, 활성슬러지에 의한 하수처리시설이 약 90%정도 차지한다. 하수처리시설의 관리는 기초지방자치단체에서 건설·운영하며, 활성슬러지공법의 포기조에 여재를 충진하여 처리효율을 극대화시키고 있다.

## 마. 덴마크

덴마크는 1997년에 이미 100%에 가까운 공공하수처리율을 달성하였으며, 현재 도시하수처리시설 1,657개소와 폐수처리시설 101개소가 가동 중에 있다. 전체 하수처리시설의 약 80%가 고도처리시설로 되어 있으며, 활성슬러지공법에 의한 하수처리시설이 전체의 약 20%정도를 차지한다. 심각한 적조문제를 해결하기 위해 Action Plan을 수립('87년 환경계획위원회)하고 질소와 인을 각각 50%와 80% 제거하기 위한 수단으로 1987년 10%의 고도처리율을 1997년 80%로 확충하여 운영하고 있다. 그리고 영양염류제거와 농경지의 비점오염원 물질의 제거, 대기 중의 질소산화물 저감, 국제적인 규제항목의 보강 등의 정책을 추진하여 종합적인 물관리 대책이 성공한 나라 중의 하나이다.

## 바. 일본

일본의 하수도 정비 사업은 유럽 및 선진국에 비하여 비교적 늦게 시작하여 상대적으로 낮은 처리율을 보이고 있다. 주로 도시지역의 주택밀집 지역에서는 공공하수도 등 대규모적인 집중처리방식을 기본으로 하고 있으며, 교외 등 주거가 산재해 있는 지역에서는 화장실의 수세화를 도모하기 위한 사업과 농촌에서의 농업용수의 수질보전 및 기능유지 목적의 일환으로 가정의 생활배수와 분뇨를 지역단위 공동플랜트에서 처리하고 있다. 또한 공동으로 처리하기에 여건이 불리한 지역의 단독 또는 공공주택의 경우에도 생활잡배수와 분뇨를 함께 처리할 수 있는 합병처리 정화조를 적극 보급하고 있으며, 이러한 시설은 상당수에 이르고 있다.

## 2. 외국의 하수처리시설 방류수 농도기준

우리나라 하수처리시설의 방류수 농도기준은 하수도법의 규정에 의하여 수계별, 지역별 특성을 감안한 차등기준을 적용하고 있다. 일본의 경우 국가 방류수 농도기준은 우리나라와 비슷한 수준이나, 지방자치단체별로 별도의 방류수 농도기준을 적용하고 있다. 그러나 이와는

달리 미국, 유럽연합 국가의 경우 방류수 농도기준은 각 지역별, 수계별 수용하천의 오염부하량에 따라 차등하여 적용하고 있다.

〈표 2-9〉 각국의 하수처리시설 방류수 농도기준 비교

국가	시설 및 공정	pH	BOD (mg/L)	COD <sup>5)</sup> (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균 균 수
한국 <sup>1)</sup> (’02)	특정지역		10	40	10	20	2	1,000
	기타지역		20	40	20	60	8	3,000
미국 <sup>2)</sup> (’93)	Socondary Tretment	6.0 ~ 9.0	30이하* 45이하** 제거율 85%이상*	-	30이하* 45이하* 제거율 85%이상*	-		
일본 <sup>3)</sup> (’94)	활성슬러지법 표준살수여상	5.8 ~ 8.6	20이하	-	70이하	60 (120) <sup>+</sup>	8 (16) <sup>+</sup>	3,000/cc 이하
	고속살수여상 개량폭기법	5.8 ~ 8.6	60이하	-	120이하			
	침전 및 1차처리	5.8 ~ 8.6	120이하	-	150이하			
독일 <sup>4)</sup> (’90)	처리장 규모 (kg BOD/일)	1,000 이하	-	30 <sup>#</sup> 45 <sup>##</sup>	120 <sup>#</sup> 180 <sup>##</sup>	0.5이하	-	-
		1,000 ~ 10,000	-	25 <sup>#</sup> 35 <sup>##</sup>	110 <sup>#</sup> 160 <sup>##</sup>	0.5이하	-	-
		10,000이상	-	20 <sup>#</sup> 30 <sup>##</sup>	100 <sup>#</sup> 140 <sup>##</sup>	0.5이하	-	-

주) 1. ‘하수도법’상의 방류수 농도기준임

2. 40 Code of Federal Regulations Parts, 133-Secondary Treatment Regulation

\* 30일 연속 채취한 시료의 산술평균치임

\*\* 7일 연속 채취한 시료의 산술평균치임

3. 전국의 수질규제치, 평성 5년·6년판 상, 하권 아이피-쓰-(日本)(1994)

+ ( )내는 일 최대농도

4. Alwis, T.P., "Sewerage in the Federal Repulic of Germany", 1990

# 24시간 연속채취한 시료의 산술평균치임

## 2시간 연속채취한 시료의 산술평균치임

5. 한국 : COD<sub>Mn</sub>, 독일 : COD<sub>Cr</sub>

## 제3장 충청남도 공공하수처리시설의 운영실태

### 제1절 조사내용 및 방법

#### 1. 조사내용

충청남도에 설치되어 운영 중인 공공하수처리시설의 현황을 조사하기 위한 조사표에 담겨진 내용은 다음과 같다.

첫째, 시설의 개요 부문으로 시설용량, 처리공법, 최초가동일, 사업기간, 사업비, 처리장부지면적, 처리구역면적, 처리인구, 방류수역, 운영관리 현황 등이다.

둘째, 유입 및 처리수질 현황으로 처리공정도, 설계 및 운영수질 상태, 하수발생량 현황, 유입수량 및 방류수량 현황, 공장폐수, 가축분뇨, 침출수 등 연계처리 현황 등이다.

셋째, 주요시설 운영현황으로 1차침전지, 포기조, 2차침전지, 소화조, 탈수기 등 주요 공정별 설계용량 및 실제 운전용량 등이다.

넷째, 하수찌꺼기의 연간 발생량 및 처리량, 처리방법, 처리비용 등이다.

다섯째, 기타사항으로 소독시설 설치현황, 처리 약품사용 현황, 처리비용 현황, 처리수 재활용 현황, 운영인력 현황 등이다.

#### 2. 조사방법

조사방법은 공공하수처리시설의 설치 및 운영현황을 파악하기 위하여 환경부 주관으로 해마다 실시하는 공공하수처리시설의 운영결과 조사표 중 2007년 1월초 기준으로 작성한 현황을 충청남도 수질관리과에서 수집하여 통계적으로 분석하였다. 그 이외 자료의 신뢰성 향상과 누락된 조사항목의 보완을 위하여 수질총량관리제 시행계획, 이행평가보고서와 함께 환경부

에서 발행한 하수관련 자료를 수집하여 검토 및 정리하고, 일부 시설은 현지방문을 통하여 보완조사 하였다.

### 3. 분석방법

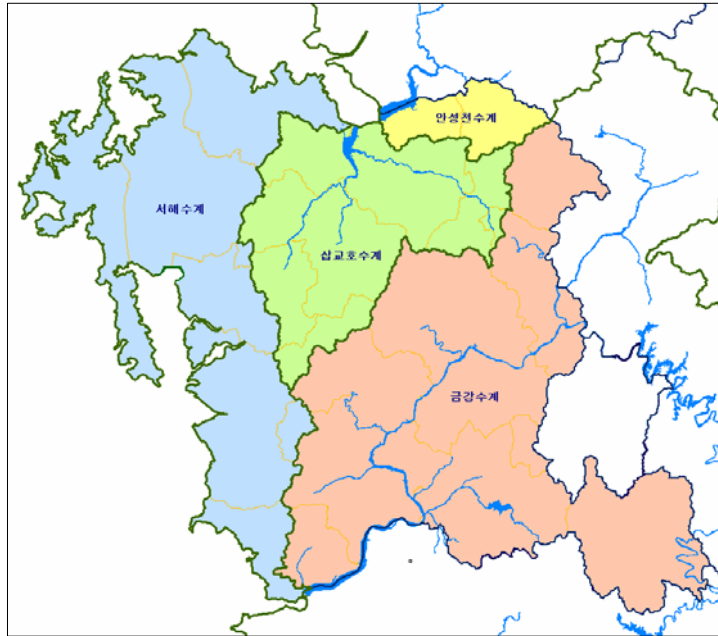
하수처리 현황을 수계별로 비교·평가하기 위해 충청남도 유역 전체를 하천의 유출여건 특성을 고려하여 금강수계, 삽교호수계, 서해수계 그리고 안성천수계로 구분하였다. 또한, 시설 용량에 따라 3개 그룹으로 구분하여 각종 운영관리 현황을 분석하였다.

〈표 3-1〉 수계별 유역면적 및 하천현황

수계별	유역면적		수 계 면적율(%)	하천연장(km)							
				계		국 가		지방 1급		지방 2급	
	(km <sup>2</sup> )	(%)		개소수	연 장	개소수	연 장	개소수	연 장	개소수	연 장
합 계	8,600.2	100	16시 · 군	546	3,000	9	267	11	130	526	2,603
금 강	3,831.7	44.5	천안(41.7%),공주(100%),논산(100%),계룡(100%),금산(100%),연기(94.0%),부여(91.0%),서천(47.7%),청양(74.1%)	289	1,682	5	191	9	101	275	1,390
삽교호	1,666.2	19.4	천 안 시 (30.8%), 아 산 시 (77.2%),연기군(6.0%),청양 군 (25.9%), 홍 성 군 (42.0%),예산군(96.6%),당진군(29.3%)	99	611	3	64	2	29	94	518
서 해	2,803.6	32.6	보 령 시 (100%), 서 산 시 (100%),부여군(8.8%),서천군(52.3%),홍성군(58.0%),예 산 군 (3.4%), 태 안 군 (100%),당진군(70.7%)	136	582	-	-	-	-	136	582
안성천	298.7	3.5	천 안 시 (27.7%), 아 산 시 (22.8%)	22	125	1	12	-	-	21	113

주) 유역면적 및 수계면적율 : 건설교통부, 홈페이지([www.wamis.go.kr](http://www.wamis.go.kr)(발취정리))





[그림3-1] 충청남도 4대수계 구분도

## 제2절 현황조사 결과

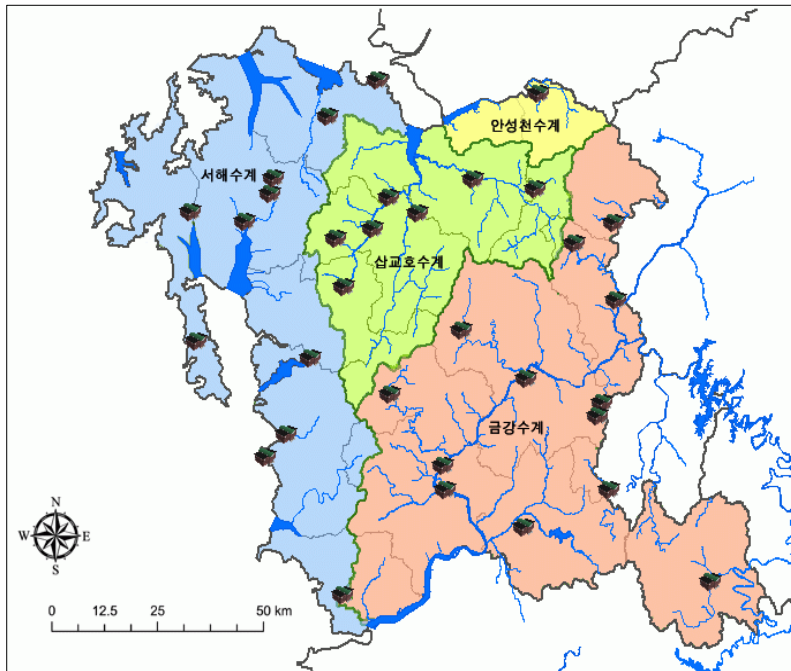
### 1. 시설 설치현황

2007년 1월초 기준으로 충청남도의 16시·군에 설치하여 운영 중인 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 이상의 공공하수처리시설은 총 32개소이며, 시설용량은 527,600m<sup>3</sup>/일이다. 시·군별 설치현황으로 공주시가 4개소로 가장 많고, 3개소인 시·군은 천안, 서산, 예산, 당진이며, 2개소인 시·군은 보령, 연기, 부여, 홍성, 태안이며, 그 외 시·군은 각각 1개소이다.

천안공공하수처리시설이 1994년 9월에 충청남도에서 최초로 가동하였으며, 32개소의 하수처리구역으로 지정된 면적은 총 144.79km<sup>2</sup>로 충청남도 전체면적의 약 1.68%에 이르고 있다. 그러나 산림, 농경지 등 실제적으로 하수처리의 필요성이 없는 지역을 제외한 대지면적(225.97 km<sup>2</sup>)의 약 64.1%가 하수처리구역으로 지정되었다.

〈표 3-2〉 시·군별 공공하수처리시설 운영현황

구 분	시 설 명 칭	시 설 위 치	최 가 동	시설용량 증설	처리장부지 면적(m <sup>2</sup> )	처리구역 면적(km <sup>2</sup> )
천안시	천안공공하수처리시설	신방동 702-1	1994. 09.	1차증설	126,050	28.19
	성환공공하수처리시설	성환읍 복모리 188-3	2005. 03.		40,616	10.37
	병천공공하수처리시설	수신면 발산리 302	2006. 12.		36,530	2.38
공주시	공주공공하수처리시설	봉정동 122	1996. 05.	2차증설	52,488	9.93
	유구공공하수처리시설	유구읍 만천리 287-1	2006. 01.		9,339	1.74
	공암공공하수처리시설	반포면 송곡리 459-32	2006. 01.		3,131	1.56
	동학사공공하수처리시설	반포면 온천리 433-184	2006. 01.		4,607	0.69
보령시	보령공공하수처리시설	대천동845	2001. 08.		92,600	5.33
	대천해수욕장공공하수처리시설	신흥동 1675	2005. 01.		20,400	2.87
아산시	아산공공하수처리시설	실옥동 283-5	1996. 07.		153,320	5.44
서산시	서산공공하수처리시설	양대동 801	1999. 12.		109,999	9.62
	도당공공하수처리시설	음암면 부장리 634	2006. 09.		1,766	0.05
	음암공공하수처리시설	음암면 도당리 954	2006. 09.		1,383	0.19
논산시	논산공공하수처리시설	등화동 534-1	2003. 08.		52,210	8.19
계룡시	계룡공공하수처리시설	두마면 왕대리 108	1995. 04.		24,500	3.98
금산군	금산읍공공하수처리시설	금산읍 신대리41	2000. 05.		22,661	2.20
연기군	조치원공공하수처리시설	조치원읍 죽림리 296	1998. 10.		41,227	3.98
	전의공공하수처리시설	전의면 동교리 3-2	2003. 04.		16,256	1.00
부여군	부여공공하수처리시설	부여읍 왕포리 175-10	2003. 03.		32,683	3.20
	백제재현단지공공하수처리시설	규암면 합정리 117	2006. 12.		9,201	3.30
서천군	서천공공하수처리시설	서천읍 군사리 819-8	2006. 02.		30,165	1.49
청양군	청양공공하수처리시설	청양읍 정좌리 129-1	2001. 12.		12,848	1.47
홍성군	홍성공공하수처리시설	홍성읍 내법리 34	2003. 01.		63,878	6.31
	광천공공하수처리시설	은하면 장척리 1157	2004. 07.		16,483	2.59
예산군	예산공공하수처리시설	예산읍 궁평리 259-1	2000. 07.		70,143	10.95
	덕산공공하수처리시설	덕산면 신평리 113-5	2004. 08.		20,710	2.25
	삽교공공하수처리시설	삽교읍 성리 251	2006. 01.		6,621	1.59
태안군	태안공공하수처리시설	태안읍 평천리 1190	2004. 08.		25,100	2.71
	안면공공하수처리시설	안면읍 승언리 349-96	2002. 03.		7,143	0.37
당진군	당진공공하수처리시설	당진읍 원당리 396-1	2001. 10.		40,206	2.96
	고대부곡지구공공하수처리시설	송악면 고대리 335	2002. 04.		42,438	4.72
	합덕공공하수처리시설	합덕읍 합덕리 405-2	2005. 06.		27,657	3.18
합 계	32개소				1,214,359	144.79



[그림3-2] 공공하수처리시설 위치도

한편, 수계별 운영 중인 공공하수처리시설의 시설수는 금강수계가 13개소로 가장 많고, 다음으로 서해수계 11개소, 삼교호수계 7개소, 안성천수계 1개소이다. 반면, 하수처리시설용량으로는 인구가 밀집된 천안시 및 아산시 지역의 생활하수를 처리하기 위한 비교적 규모가 큰 공공하수처리시설의 영향으로 삼교호수계가 전체 시설용량의 44.3%인 233,700m<sup>3</sup>/일이며, 다음으로 금강수계가 150,500m<sup>3</sup>/일이고, 서해수계 및 안성천수계가 각각 119,400m<sup>3</sup>/일, 24,000m<sup>3</sup>/일이다.

가동 중인 공공하수처리시설의 하수처리공법을 비교할 때, 수계별로 큰 차이가 없으나 비교적 오래된 시설과 시설용량이 클수록 표준활성슬러지법 및 변법이 많고, 시설용량이 작을수록 SBR, 접촉산화공법 계통이 많다.

〈표 3-3〉 수계별 공공하수처리시설 운영현황

구 분	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	하수처리공법	설치비용 (백만원)
금 강 수 계	병천공공하수처리시설	9,500	간헐포기접촉산화법+사여과지	50,932
	공주공공하수처리시설	35,000	표준활성슬러지법+HBR-II(무취고도처리시설)	49,204
	유구공공하수처리시설	3,400	SBR(ICRAS공법)	13,551
	공암공공하수처리시설	1,800	SBR(ICRAS공법)	10,127
	동학사공공하수처리시설	1,800	SBR(ICRAS공법)	8,576
	논산공공하수처리시설	20,000	표준활성슬러지법	54,513
	계룡공공하수처리시설	27,000	표준활성슬러지법	28,902
	금산읍공공하수처리시설	10,000	표준활성슬러지법	18,686
	조치원공공하수처리시설	20,000	DeNiPho	41,643
	전의공공하수처리시설	2,000	산화구법+고도처리	9,687
	부여공공하수처리시설	15,000	HBR-II(무취고도처리시설)	46,845
	백제재현단지공공하수처리시설	1,800	SBR(KIDEA)	7,784
	청양공공하수처리시설	3,200	RBC	13,464
	소계 : 13개소	150,500		353,914
삼 교 호 수 계	천안공공하수처리시설	150,000	DNR(생물반응)공법	119,265
	아산공공하수처리시설	36,000	표준활성슬러지법	29,216
	홍성공공하수처리시설	17,000	산화구법	38,427
	예산공공하수처리시설	22,000	표준활성슬러지법	31,594
	덕산공공하수처리시설	3,200	RBC	14,850
	삼교공공하수처리시설	2,000	SBR(C-TECH)	16,421
	합덕공공하수처리시설	3,500	Bio-SAC공법	31,741
	소계 : 7개소	233,700		281,514
서 해 수 계	보령공공하수처리시설	30,000	표준활성슬러지법	52,015
	대천해수욕장공공하수처리시설	11,000	ACS공법	16,260
	서산공공하수처리시설	30,000	간헐접촉산화	37,452
	도당공공하수처리시설	800	A <sub>2</sub> O+MEDIA(C.N.R)	3,605
	음암공공하수처리시설	600	A <sub>2</sub> O+MEDIA(C.N.R)	2,703
	서천공공하수처리시설	5,000	HDF	20,020
	광천공공하수처리시설	5,000	Denipho	22,075
	태안공공하수처리시설	9,000	Denipho	23,000
	안면공공하수처리시설	1,600	HDF	7,049
	당진공공하수처리시설	15,000	표준활성슬러지법	39,784
	고대부곡지구공공하수처리시설	11,400	MLF(표준활성슬러지순환변법)+화학응집침전	19,664
	소계 : 11개소	119,400		243,627
안 성 천 수 계	성환공공하수처리시설	24,000	DNR(생물반응)공법	70,800
	소계 : 1개소	24,000		70,800
합계	32개소	554,600		996,090

주) 설치비용 : 시설증설 및 고도처리 시설비용을 포함한 것임

## 2. 추진 중인 시설현황

충청남도에 2009년까지 신규시설로 추진 중인  $500\text{m}^3/\text{일}$  이상의 공공하수처리시설은 19개소로 시설용량은  $72,550\text{m}^3/\text{일}$ 이다. 또한, 기존 운영시설의 시설용량 부족으로 증설하려는 공공하수처리시설은 천안공공하수처리시설, 아산공공하수처리시설, 서산공공하수처리시설로 시설용량은  $70,000\text{m}^3/\text{일}$ 이다. 이로써 2009년까지 증가되는 공공하수처리시설의 시설용량은 총  $142,550\text{m}^3/\text{일}$ 로써 기존의  $527,600\text{m}^3/\text{일}$ 을 고려한다면 총  $670,150\text{m}^3/\text{일}$ 에 이를 전망이다.

충청남도의 경우 금강수계 지역의 수질총량관리제 실시로 인한 오염물질 삭감계획에 따라 인구수가 많은 면단위 소재지 중심에는 소규모 공공하수처리시설을 설치하고, 공주 및 연기지역에 걸쳐있는 행정중심복합도시(세종시)에는 중·소규모의 공공하수처리시설 4개소를 단계별로 설치할 계획이다. 삽교호수계는 곡교천을 중심으로 하천오염농도가 높아져 생활하수에 의한 수질오염을 개선하고자 중·소규모의 하수처리시설을 설치하고, 신 도청 예정지역을 중심으로 공공하수처리시설을 설치할 예정이며, 서해수계는 태안기업도시에 공공하수처리시설을 설치하고 연안지역의 수질개선을 위한 소규모 공공하수처리시설이 증가할 예정이다.

그 외 기존 운영 중인 공공하수처리시설의 염양염류(T-N, T-P 등)의 추가삭감을 위하여 도입하는 처리시설 공사로 보령, 아산, 서산, 금산, 부여공공하수처리시설 등이 있으며, 물 통합관리 시책 및 유역관리 추진계획에 따라 비교적 인구가 밀집된 마을지역에  $500\text{m}^3/\text{일}$  이하의 소규모 하수처리시설을 설치함으로써 공공하수처리시설은 급격히 증가할 전망이다.

〈표 3-4〉 추진 중인 500㎥/일 이상 공공하수처리시설 현황

(2006년 6월 현재)

구분	시설명	시설용량 (㎥/일)	사업계획 기 간	설치비용(단위 : 백만원)				
				계	국 비	도 비	시·군비	기 타
신 설	웅천공공하수처리시설	1,500	‘04~’07	17,865	9,468	2,519	5,878	
	대산공공하수처리시설	3,000	‘02~’08	15,679	8,311	2,210	5,158	
	정산공공하수처리시설	800	‘03~’07	8,809	6,166	1,322	1,321	
	만리포공공하수처리시설	2,000	‘03~’07	12,040	8,428	1,806	1,806	
	운산공공하수처리시설	750	‘05~’08	5,812	4,068	872	872	
	연무공공하수처리시설	8,400	‘06~’08	39,654	21,016	2,345	5,474	10,819
	장항공공하수처리시설	4,000	‘05~’08	15,532	8,232	2,175	5,125	
	몽산포공공하수처리시설	800	‘04~’07	9,520	6,664	1,428	1,428	
	연포공공하수처리시설	800	‘04~’07	5,173	3,621	776	776	
	학암포공공하수처리시설	600	‘05~’07	9,022	6,316	1,353	1,353	
	백사장공공하수처리시설	600	‘05~’07	5,383	3,768	807	808	
	신평공공하수처리시설	2,000	‘03~’08	16,666	11,666	2,500	2,500	
	송악공공하수처리시설	1,500	‘03~’08	11,966	8,376	1,795	1,795	
	중흥공공하수처리시설	700	‘03~’08	6,190	4,333	929	928	
	배방공공하수처리시설	14,000	‘04~’09	40,000	28,000	6,000	6,000	
	둔포공공하수처리시설	2,900	‘04~’08	21,900	15,330	3,285	3,285	
	성연공공하수처리시설	2,000	‘05~’08	9,591	6,714	1,438	1,439	
	추부공공하수처리시설	2,200	‘05~’09	11,164	8,732	366	366	1,700
	아산신도시공공하수처리시설	24,000	‘06~’09	105,000	17,626	3,336	3,776	79,825
증 설	천안3공공하수처리시설	30,000	‘05~’08	68,900	36,517	9,715	22,668	
	아산공공하수처리시설	30,000	‘01~’07	46,235	22,915	6,096	14,224	3,000
	서산공공하수처리시설	10,000	‘04~’08	24,092	12,769	3,397	7,926	
고 도 처 리	보령공공하수처리시설		‘06~’08	8,585	4,541	1,210	2,834	
	아산공공하수처리시설		‘06~’08	16,201	8,587	2,284	5,330	
	서산공공하수처리시설		‘02~’08	9,882	5,237	1,394	3,251	
	금산공공하수처리시설		‘05~’09	7,123	4,139	128	128	2,728
	부여공공하수처리시설		‘06~’07	5,504	2,917	774	1,813	

주) 아산신도시공공하수처리시설의 경우 설치비용은 하수관거(L=7.13km)를 포함한 금액임

자료 : 충청남도(수질관리과), 2007.

### 제3절 운영실태 분석 결과

#### 1. 일반운영 현황분석

##### 가. 처리구역 안 인구밀도

지정·고시한 하수처리구역 안에서 계획한 인구밀도는 평균적으로 9,350명/km<sup>2</sup>이나 2007년 1월초 기준의 인구밀도는 7,786명/km<sup>2</sup>으로 계획대비 처리구역 안의 인구가 매우 적은 편으로 설치당시에 과잉으로 추정하여 계획하였다고 볼 수 있다. 수계별로 살펴볼 때, 삼교호 수계가 9,187명/km<sup>2</sup>으로 가장 높고, 다음으로 안성천수계 8,400명/km<sup>2</sup>, 서해수계 6,882명/km<sup>2</sup>이고, 금강수계가 6,463명/km<sup>2</sup>으로 가장 낮다. 일반적으로 하수처리구역 안의 인구밀도가 낮을수록 처리인구당 하수관거설치비가 많아지고, 유입농도가 낮아져 오염물질 삭감율은 다소 떨어지는 경향이 있다.

〈표 3-5〉 하수처리구역 안 인구밀도 현황

구 분	시 설 명	처리구역 면 적 (km <sup>2</sup> ×1,000)	하수처리 인구(명)	처리구역 인구밀도 (명/km <sup>2</sup> )	계획인구 밀도(명/km <sup>2</sup> )
금강수계	병천공공하수처리시설	2,381	9,351	3,927	8,908
	공주공공하수처리시설	9,929	76,460	7,701	10,470
	유구공공하수처리시설	1,739	8,250	4,745	7,074
	공암공공하수처리시설	1,559	2,300	1,475	3,720
	동학사공공하수처리시설	694	1,160	1,671	8,357
	논산공공하수처리시설	8,190	46,659	5,697	7,184
	계룡공공하수처리시설	3,980	42,400	10,653	16,332
	금산읍공공하수처리시설	2,195	23,763	10,826	15,945
	조치원공공하수처리시설	3,982	35,500	8,915	11,552
	전의공공하수처리시설	1,000	5,118	5,118	5,118
	부여공공하수처리시설	3,201	19,490	6,089	8,475
	백제재현단지공공하수처리시설	3,300	2,300	697	10,697
	청양공공하수처리시설	1,473	9,203	6,247	8,350
소 계		43,623	281,954	6,463	9,943

삽교호수계	천안공공하수처리시설	28,190	345,900	12,270	11,930
	아산공공하수처리시설	5,438	93,000	17,102	17,102
	홍성공공하수처리시설	6,307	37,052	5,875	6,356
	예산공공하수처리시설	10,948	36,129	3,300	3,830
	덕산공공하수처리시설	2,246	4,386	1,953	10,523
	삽교공공하수처리시설	1,593	4,912	3,083	3,084
	합덕공공하수처리시설	3,183	10,595	3,329	3,638
	소 계	57,905	531,974	9,187	9,187
서해수계	보령공공하수처리시설	5,330	49,183	9,228	13,978
	대천해수욕장공공하수처리시설	2,865	6,100	2,129	2,129
	서산공공하수처리시설	9,623	90,524	9,407	11,431
	도당공공하수처리시설	54	1,556	28,815	45,370
	음암공공하수처리시설	192	1,301	6,776	9,219
	서천공공하수처리시설	1,485	11,890	8,007	8,970
	광천공공하수처리시설	2,590	9,919	3,830	4,777
	태안공공하수처리시설	2,705	17,460	6,454	9,943
	안면공공하수처리시설	368	2,545	6,923	27,658
	당진공공하수처리시설	2,957	34,670	11,725	14,436
	고대·부곡지구공공하수처리시설	4,721	1,204	255	2,277
	소 계	32,890	226,352	6,882	9,456
안성천수계	성환공공하수처리시설	10,370	87,110	8,400	5,545
	소 계	10,370	87,110	8,400	5,545

#### 나. 하수처리인구 현황

2007년 1월초 기준으로 공공하수처리시설에 의한 하수처리인구는 1,127,390명으로 충청남도 전체인구로 나눈 공공하수처리율은 56.3%이다. 그 외 500m<sup>3</sup>/일 미만인 소규모하수처리시설에서 처리하는 공공하수처리율 약 0.5%와 폐수종말처리시설에서 처리하는 하수처리율 약 0.3%를 고려한다면 총 하수처리율은 57%정도이다. 2005년말 기준 전국 공공하수처리율이 83.5%이고, 2008년 목표율 88.0%를 목표로 하고 있다는 점을 감안한다면 충청남도 평균 공공하수처리율은 매우 낮은 편이며, 상당수 시·군의 경우 50%를 밑돌고 있는 실정이다.

공공하수처리시설 설계당시 하수처리구역 안지역의 계획인구는 1,353,780명이었으나 계획인구율은 83.3% 정도로서, 관광지의 하수발생 특성과 목표 연도 등을 고려한다 하더라도 계획인구를 과대하게 추계함으로써 시설용량을 과대하게 설치하는 결과를 초래했다고 볼 수 있다.



〈표 3-6〉 시·군별 하수처리인구 현황

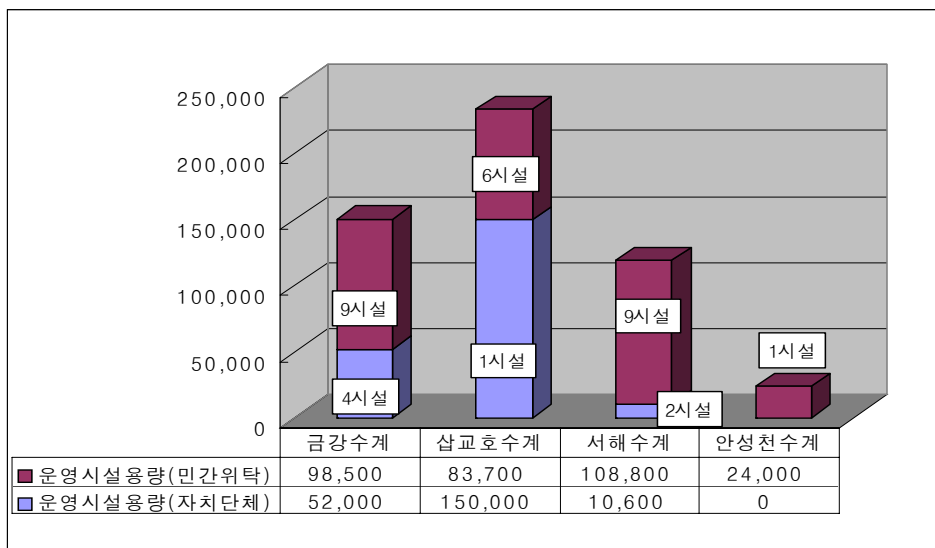
(단위 : 명, %)

구분	인구(A)	시 설 명	하수처리 인구(B)	하수처리 계획인구 (C)	계획대비 인구율 (B/C×100)	공공하수 처리율 (B/A×100)
천안시	531,193	천안공공하수처리시설	345,900	336,300	102.9	83.3
		성환공공하수처리시설	87,110	57,500	151.5	
		병천공공하수처리시설	9,351	21,209	44.1	
공주시	129,862	공주공공하수처리시설	76,460	103,960	73.5	67.9
		유구공공하수처리시설	8,250	12,300	67.1	
		공암공공하수처리시설	2,300	5,800	39.7	
		동학사공공하수처리시설	1,160	5,800	20.0	
보령시	108,526	보령공공하수처리시설	49,183	74,500	66.0	50.9
		대천해수욕장공공하수처리시설	6,100	6,100	100.0	
아산시	217,112	아산공공하수처리시설	93,000	93,000	100.0	42.8
서산시	152,279	서산공공하수처리시설	90,524	110,000	82.3	61.3
		도당공공하수처리시설	1,556	2,450	63.5	
		음암공공하수처리시설	1,301	1,770	73.5	
논산시	132,814	논산공공하수처리시설	46,659	58,835	79.3	35.1
계룡시	36,959	계룡공공하수처리시설	42,400	65,000	65.2	114.7
금산군	58,369	금산읍공공하수처리시설	23,763	35,000	67.9	40.7
연기군	84,107	조치원공공하수처리시설	35,500	46,000	77.2	48.3
		전의공공하수처리시설	5,118	5,118	100.0	
부여군	80,115	부여공공하수처리시설	19,490	27,128	71.8	27.2
		백제재현단지공공하수처리시설	2,300	35,300	6.5	
서천군	63,105	서천공공하수처리시설	11,890	13,320	89.3	18.8
청양군	34,405	청양공공하수처리시설	9,203	12,300	74.8	26.7
홍성군	90,242	홍성공공하수처리시설	37,052	40,089	92.4	52.1
		광천공공하수처리시설	9,919	12,371	80.2	
예산군	90,507	예산공공하수처리시설	36,129	41,927	86.2	50.2
		덕산공공하수처리시설	4,386	23,634	18.6	
		삽교공공하수처리시설	4,912	4,914	100.0	
태안군	64,082	태안공공하수처리시설	17,460	26,900	64.9	31.2
		안면공공하수처리시설	2,545	10,167	25.0	
당진군	127,167	당진공공하수처리시설	34,670	42,686	81.2	36.5
		고대·부곡지구공공하수처리시설	1,204	10,750	11.2	
		합덕공공하수처리시설	10,595	11,580	91.5	
합계	2,000,844	32개소	1,127,390	1,353,708	83.3	56.3

주) 1. 인구 : 충청남도 홈페이지(<http://www.chungnam.go.kr>), 2006년 12월 31일 기준  
 2. 계룡시의 공공하수처리율은 계룡대 상주인구를 하수처리인구수에 포함하여 계산된 것임

#### 다. 시설 운영방식 현황

공공하수처리시설의 운영방식을 분석한 결과, 32시설 중 7시설(용량 : 212,600m<sup>3</sup>/일)을 기초자치단체에서 직접 운영하고 있고, 25시설(용량 : 315,000m<sup>3</sup>/일)을 민간업체에게 위탁하여 관리하고 있으며, 신규시설을 중심으로 점진적으로 운영관리의 위탁하는 비율이 증가하고 있는 추세이다. 수계별로 살펴볼 때, 금강수계는 13시설 중 9시설(용량 : 98,500m<sup>3</sup>/일)이, 삼교호수계는 7시설 중 6시설(용량 : 83,700m<sup>3</sup>/일)이, 서해수계는 11시설 중 9시설(용량 : 108,800m<sup>3</sup>/일)이, 안성천수계는 1시설(용량 : 24,000m<sup>3</sup>/일)이 민간업체에게 위탁하여 관리하고 있다.



[그림3-3] 수계별 공공하수처리시설 시설용량

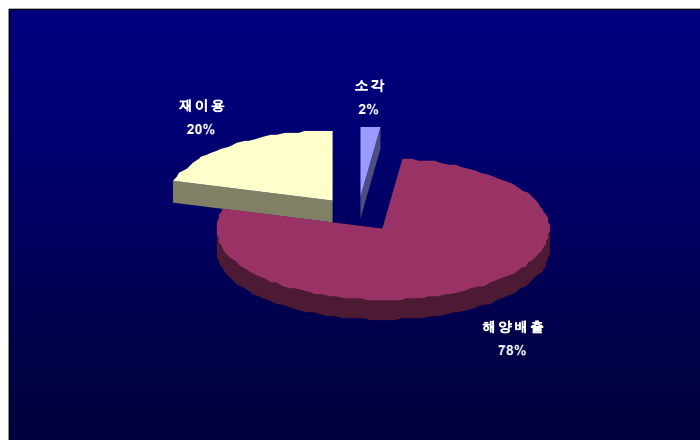
#### 라. 연계처리 현황

공공하수처리시설에 수거분뇨와 정화조찌꺼기, 공장폐수, 가축분뇨, 매립장침출수, 음식물배출수 등을 1차 처리 후 공공하수처리시설에서 재처리 하거나 직접투입하고 있으며, 연계처리 총량은 일일 3,029.1m<sup>3</sup>으로 총 하수처리량의 약 0.67%이다. 항목별 연계처리량으로 수거분뇨와 정화조찌꺼기 1,288.2m<sup>3</sup>/일, 공장폐수 553m<sup>3</sup>/일, 가축분뇨 306m<sup>3</sup>/일, 매립장침출수 813.3m<sup>3</sup>/일, 음식물배출수 68.6m<sup>3</sup>/일 정도이며, 각각의 연계처리비율은 0.28%, 0.12%, 0.07%, 0.18%, 0.02%로 전체 유입량에서 차지하는 비율이 낮은 편이다.

#### 마. 찌꺼기처리 현황

시설용량 500m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설의 하수처리과정에서 부산물로 발생하는 찌꺼기(탈수Cake)량은 연간 78,499ton(함수율 약 80%기준)이다. 이는 하수처리량 기준의 부피로 따져 보면 약 0.047%에 해당된다. 찌꺼기를 탈수한 Cake의 처리현황으로는 해양배출이 약 77.6%로써 대부분 해양배출에 의존하고 있고, 그 외 재활용 20.4%, 소각이 약 2.0%를 차지하며, 매립시설에 직접매립 하는 경우는 없다. 탈수 Cake 처리비용으로 연간 약 2,832,163천원이 소요되고, 처리방법별 소요비용은 소각이 4.4%, 해양배출 78.6%, 재이용 율이 약 17.1%를 차지하고 있다.

그러나 농림부(비료관리법)는 중 유해물질이 농작물을 통해 사람에게 미치는 영향을 우려하여 도시 하수찌꺼기를 퇴비의 원료로 사용치 못하도록 제한하고 있고, 환경부(폐기물관리법)는 온실가스 발생억제 및 재활용촉진을 위해 10,000m<sup>3</sup>/일 이상의 시설용량을 가진 공공하수처리시설에서 발생하는 찌꺼기의 직매립을 금지하고 있다. 또한, 해양수산부(해양오염방지법)는 '96런던협약 의정서 발효와 함께 폐기물의 해양배출기준(25개 항목)을 대폭 강화하여 시행됨에 따라 사실상 2012년부터는 하수찌꺼기의 해양배출을 금지하고 있어 육상처리기반을 확충하기 위한 체계적인 계획을 수립하여 추진해야 할 과제가 남아 있다. 이러한 여건에서 하수찌꺼기 처리·재활용방법으로 매립지 인근 지역은 고화처리 하여 복토재로 활용하는 방안, 농촌 지역 및 소량발생은 퇴비화 추진, 생활폐기물소각시설에 여유가 있는 지자체는 혼합 소각 등 지역적인 특성을 감안하여야 한다.



[그림3-4] 하수찌꺼기 처리방법

## 2. 공공하수처리시설 설치비용 분석

### 가. 시설용량별 설치비용

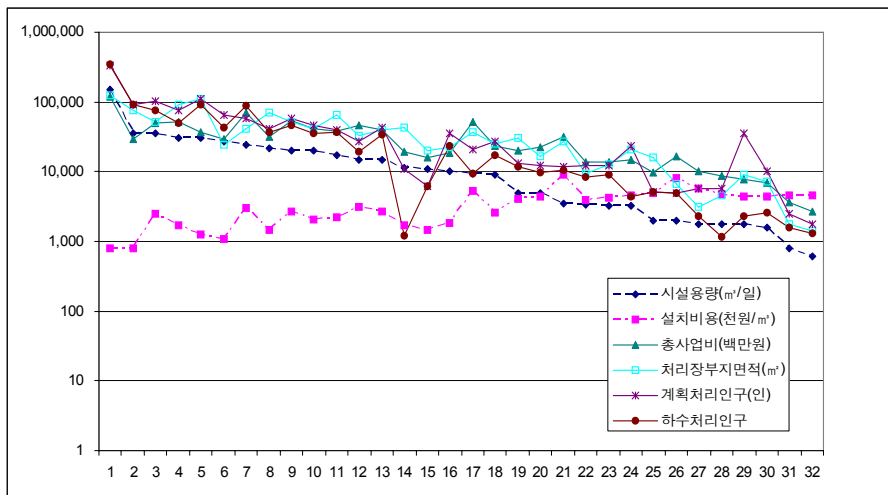
일반적으로 공공하수처리시설의 경우 설치년도 및 공사기간, 처리공법, 설치위치 등에 따라 설치비용은 달라질 수 있으나, 충청남도에 2006년까지 재원을 투입하여 설치한 시설용량 500 m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설의 설치비용은 다음과 같다.

〈표 3-7〉 시설별 설치비용 현황

구 분	시 설 명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	설치비용 (천 원/m <sup>3</sup> )	총사업비 (백만원)	처리시설 부지면적 (m <sup>2</sup> )
천안시	천안공공하수처리시설	150,000	795	119,265	126,050
아산시	아산공공하수처리시설	36,000	812	29,216	77,115
공주시	공주공공하수처리시설	35,000	2,460	49,204	52,488
보령시	보령공공하수처리시설	30,000	1,734	52,015	92,600
서산시	서산공공하수처리시설	30,000	1,248	37,452	109,999
계룡시	계룡공공하수처리시설	27,000	1,070	28,902	24,500
천안시	성환공공하수처리시설	24,000	2,950	70,800	40,616
예산군	예산공공하수처리시설	22,000	1,436	31,594	70,143
논산시	논산공공하수처리시설	20,000	2,726	54,513	52,210
연기군	조치원공공하수처리시설	20,000	2,082	41,643	41,227
홍성군	홍성공공하수처리시설	17,000	2,260	38,427	63,878
부여군	부여공공하수처리시설	15,000	3,123	46,845	32,683
당진군	당진공공하수처리시설	15,000	2,652	39,784	40,206
당진군	고대·부곡지구공공하수처리시설	11,400	1,725	19,664	42,438
보령시	대천해수욕장공공하수처리시설	11,000	1,478	16,260	20,400
금산군	금산읍공공하수처리시설	10,000	1,869	18,686	22,661
천안시	병천공공하수처리시설	9,500	5,361	50,932	36,530
태안군	태안공공하수처리시설	9,000	2,556	23,000	25,100
서천군	서천공공하수처리시설	5,000	4,004	20,020	30,165
홍성군	광천공공하수처리시설	5,000	4,415	22,075	16,483

당진군	합덕공공하수처리시설	3,500	9,069	31,741	27,657
공주시	유구공공하수처리시설	3,400	3,986	13,551	9,339
청양군	청양공공하수처리시설	3,200	4,208	13,464	12,848
예산군	덕산공공하수처리시설	3,200	4,641	14,850	20,710
연기군	전의공공하수처리시설	2,000	4,844	9,687	16,256
예산군	삽교공공하수처리시설	2,000	8,211	16,421	6,621
공주시	공암공공하수처리시설	1,800	5,626	10,127	3,131
공주시	동학사공공하수처리시설	1,800	4,764	8,576	4,607
부여군	백제재현단지공공하수처리시설	1,800	4,324	7,784	9,201
태안군	안면공공하수처리시설	1,600	4,406	7,049	7,143
서산시	도당공공하수처리시설	800	4,506	3,605	1,766
서산시	음암공공하수처리시설	600	4,506	2,703	1,383
합 계		527,600		949,855	1,138,154

총사업비, 처리장부지면적, 계획처리인구, 처리구역 내 인구 등이 많을수록 공공하수처리시설의 시설용량이 증가하는 경향이 있다. 반면, 시설용량이 증가할수록 설치비용(1,000원/㎥)은 낮았고, 31개소의 공공하수처리시설의 설치비용 분석결과에서 그 관련성은  $y = 93,109x^{-0.3882}$  ( $R^2 = 0.651$ )로 나타났다.

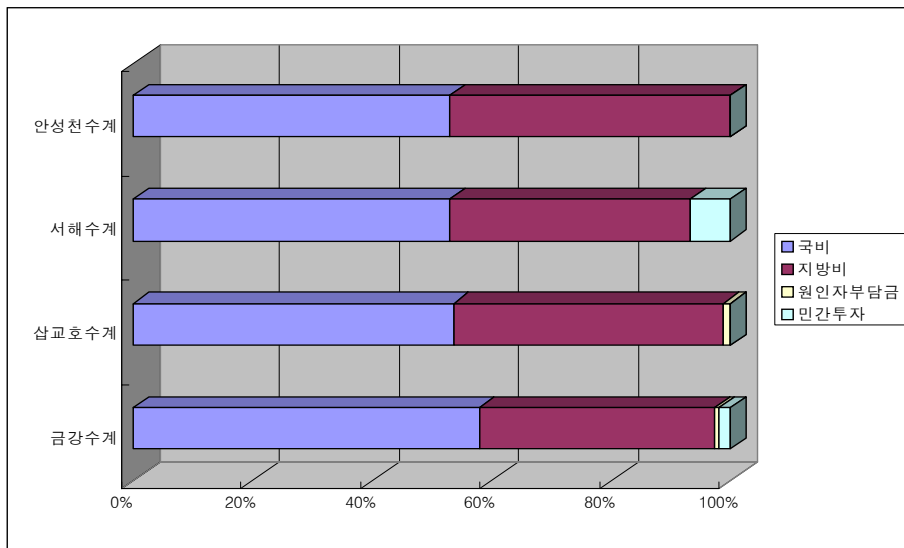


[그림3-5] 공공하수처리시설 설치비용 관련성

## 나. 설치비용 구조

공공하수처리시설의 설치비용의 재원구조는 국비, 지방비(도비 및 시·군비), 원인가부담금, 민간투자부분으로 분류할 수 있는데 약 97.0%가 국비와 지방비로 건설되었다. 공공하수처리 시설을 신규로 설치하거나, 기존처리시설을 고도처리로 시설을 개량하거나 소독시설을 설치 하는 경우, 읍지역과 면지역은 각각 53% 및 70%의 설치비용이 국고로 보조 된다. 한편 댐 (Dam) 상류지역에서는 읍지역의 경우 70%, 면지역에서는 80%가 국고로 지원되고 있다.

수계별 설치비용의 재원구조를 살펴볼 때, 국비의 경우 금강수계가 약 57.9%가 이고, 삼교 호수계 53.6% 나머지 수계는 53.0%이다. 원인가부담금의 비율은 금강수계 0.6%, 삼교호수계 1.2%이며, 민간투자비율은 금강수계 2.0%, 삼교호수계 6.7%이며, 서해수계와 안성천수계는 없다. 한편, 지방비는 약 40~47%로 수계별 다소간의 차이가 있다.

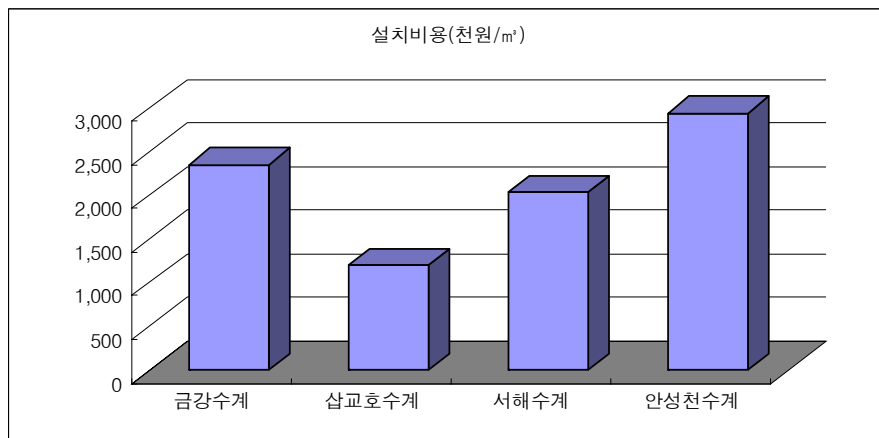


[그림3-6] 수계별 설치비용 재원구조

## 다. 수계별 설치비용

수계별 공공하수처리시설의 설치비용은 1개시설로 통계적 의미를 부여할 수 없는 안성천수

계를 제외하고 비교할 때, 금강수계가 방류수 농도기준이 다른 수계 보다 강화되어 고도처리 시설 도입 등으로 단위시설용량( $m^3/일$ )당 설치비용이 2,352천원으로 가장 많았다. 천안공공하수처리시설 등 시설용량이 큰 시설이 밀집한 지역인 삼교호 수계가 1,205천원으로 비교적 적었으며, 서해수계가 2,040천원 정도 이었다. 그러나 2008년부터는 금강수계 외 지역도 금강수계와 마찬가지로 방류수 농도기준이 강화되어 적용되기 때문에 신규시설과 보강사업 등으로 인하여 단위 시설용량당 시설설치비가 증가할 것으로 판단한다.



[그림3-7] 수계별 공공하수처리시설 설치비용

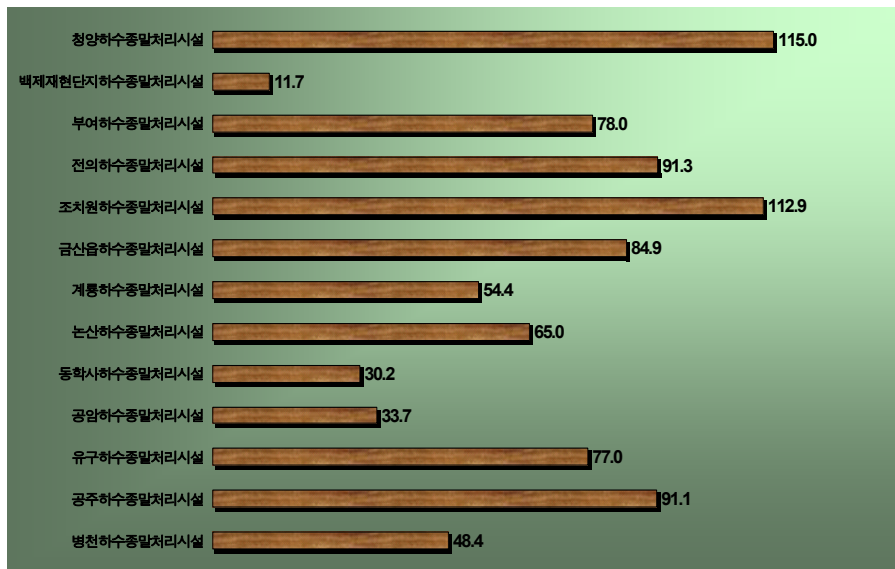
### 3. 운영관리 현황 분석

#### 가. 수계별 시설용량 여유율

2007년 1월초 기준으로 공공하수처리시설의 시설용량은  $527,600m^3/일$ 으로서 여름철 등 특정한 시기의 관광지 유동인구를 제외한 유입하수량은 일평균  $455,204.2m^3/일$ 이다. 즉, 시설용량대비 유입하수량 약 86.3%에 이르고 있으며, 상당수의 시설은 현시점에서 판단할 때 시설용량을 과대하게 산정하여 설치하였다고 볼 수 있다.

수계별로는 금강수계의 경우 13개소의 처리시설에 유입하는 비율은 평균적으로 77.4%이며, 청양 및 조치원공공하수처리시설은 시설용량이 부족한 반면, 나머지 시설은 시설용량이 과다

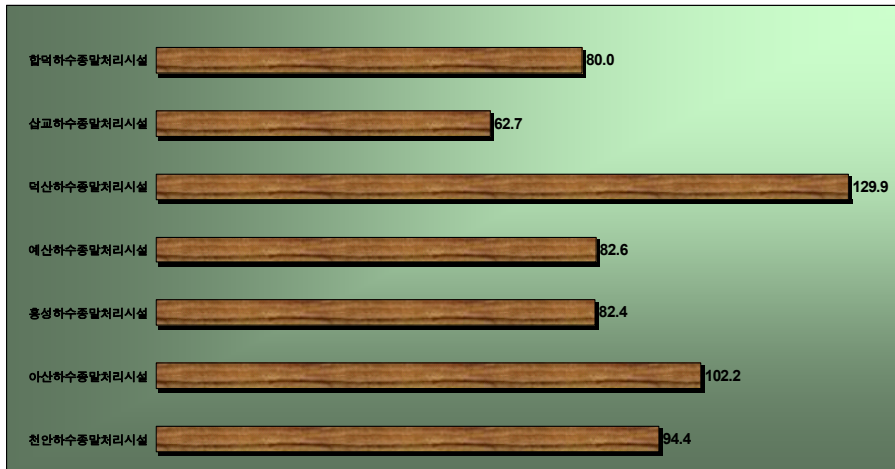
하다고 볼 수 있다. 특히, 관광지인 백제재현단지공공하수처리시설, 동학사공공하수처리시설에서 매우 큰 차이를 보이고 있으며, 계룡·공암의 공공하수처리시설은 시설용량이 매우 과다하다고 볼 수 있다. 그 외 논산공공하수처리시설은 강경읍에서 발생하는 하수를 차집하여 이송처리할 예정으로 하수량이 증가할 것으로 보이고, 동학사 및 병천공공하수처리시설의 경우 하수처리구역 안의 관로공사 진척도에 따라 하수유입량은 증가할 것으로 판단된다.



[그림3-8] 금강수계 시설용량대비 하수량 유입율

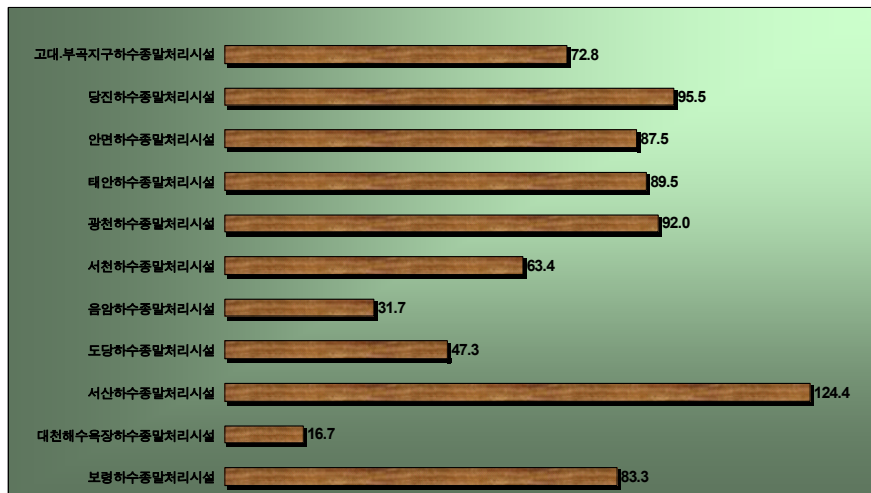
삼교호수계의 경우 7시설의 유입비율은 평균적으로 83.9%이며, 덕산 및 아산공공하수처리시설은 시설용량이 부족한 반면, 삼교공공하수처리시설은 시설용량이 과다하게 설치되었다. 아산공공하수처리시설은 2007년에 27,000m<sup>3</sup>/일(DeNiPho공법)의 시설을 증설할 예정이다.





[그림3-9] 삼교호수계 시설용량대비 하수량 유입율

서해수계의 경우 11시설의 유입비율은 87.4%이며, 서산공공하수처리시설은 시설용량이 부족한 반면, 서천·음암·도당 등 공공하수처리시설의 시설용량이 과다하다고 볼 수 있다. 그러나 서천공공하수처리시설은 하수차집구역 확대에 따라 하수유입량이 증가할 것으로 판단하고, 대천해수욕장공공하수처리시설은 여름철 관광객의 집중 유입을 기준으로 설치되었기 때문에 비수기 기준으로 보면 매우 과다한 시설이라 할 수 있다.



[그림3-10] 서해수계 시설용량대비 하수량 유입율

## 나. 오염물질 처리현황

### 1) 유입 및 방류수 농도

운영 중인 공공하수처리시설에 유입하는 하수량은 일평균 455,204m<sup>3</sup>이며, 재활용량을 제외하고 일일 437,469m<sup>3</sup>(96.1%)를 공공수역에 방류하고 있다.

수계별로 산술평균한 항목별 유입과 방류농도를 분석한 결과, BOD<sub>5</sub>는 120.2mg/L가 유입하여 5.3mg/L로 방류하고, COD<sub>Mn</sub>의 경우 77.8mg/L가 유입하여 8.5mg/L로 방류하고 있다. 한편, T-N은 27.986mg/L가 유입하여 11.890mg/L로 방류하고, T-P는 4.679mg/L가 유입하여 1.183mg/L로 방류하고 있다. 이러한 결과로 볼 때, 현재 공공하수처리시설의 방류수 농도기준이 특정 지역으로 지정한 금강수계의 경우 BOD<sub>5</sub> 및 SS 10mg/L이하, COD<sub>Mn</sub> 40mg/L이하, T-N 20mg/L이하, T-P 2mg/L이하인 점을 고려한다면 방류수농도기준을 만족하고 있다. 기타지역으로 지정된 금강수계 외지역의 방류수 농도기준이 BOD<sub>5</sub> 및 SS 20mg/L이하, COD<sub>Mn</sub> 40mg/L이하, T-N 60mg/L이하, T-P 8mg/L이하 인 점을 고려한다면 삽교호수계, 서해수계, 안성천수계에서도 방류수 농도기준을 만족하고 있다.

수계별 운영 중인 공공하수처리시설에 유입하는 오염물질 농도와 처리 후 방류하는 오염물질의 농도는 다음과 같다.

〈표 3-8〉 수계별 유입 및 방류농도 현황

구 분	유 량(m <sup>3</sup> /일)		BOD <sub>5</sub> (mg/L)		COD <sub>Mn</sub> (mg/L)		T-N(mg/L)		T-P(mg/L)	
	유입량	방류량	유입 농도	방류 농도	유입 농도	방류 농도	유입 농도	방류 농도	유입 농도	방류 농도
금강수계	116,422	111,135	99.1	5.2	78.5	7.4	24.766	10.488	4.233	1.047
삽교호수계	218,757	210,796	154.1	6.2	91.0	10.0	32.241	13.809	4.980	1.307
서해수계	104,565	102,388	130.3	4.3	72.2	8.7	30.411	12.517	5.252	1.278
안성천수계	15,460	13,150	45.8	10.2	38.1	10.3	30.411	12.517	2.077	1.046
합계(평균)	455,204	437,469	120.2	5.3	77.8	8.5	27.986	11.890	4.679	1.183

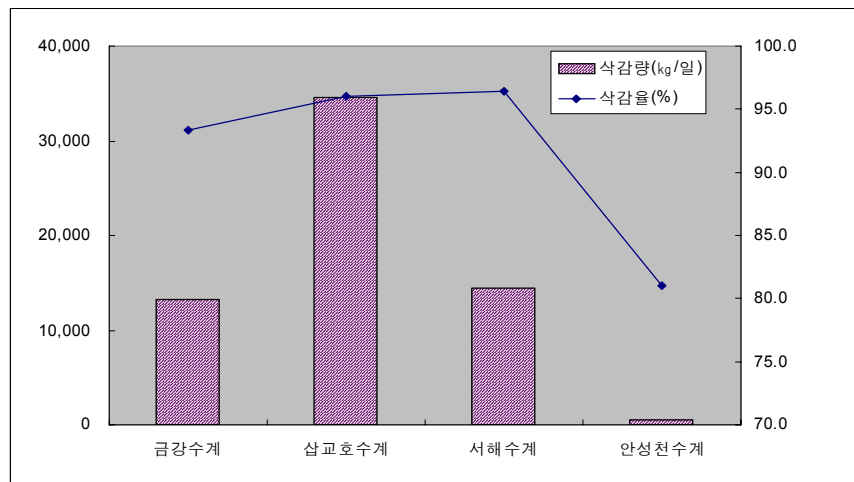
## 2) 삭감량 및 삭감율

### 가) 유기물질

운영 중인 공공하수처리시설에 유입하는 BOD<sub>5</sub> 부하량은 총 66,010kg/일이며, BOD<sub>5</sub> 삭감율은 공공하수처리시설별로 81%~98% 범위를 보이고 있으나 평균적으로는 94.6%이다. 수계별 BOD<sub>5</sub> 삭감율 현황은 금강수계의 경우 93.3%로 삭감량은 13,193kg/일이고, 삼교호수계는 96.0%로 삭감량은 34,555kg/일이다. 서해수계는 96.4%로 삭감량은 14,489kg/일이고, 안성천수계는 81.1%로 삭감량은 574kg/일이다.

〈표 3-9〉 공공하수처리시설의 BOD<sub>5</sub> 삭감 현황

구 분	평균유입 농도(mg/L)	평균방류 농도(mg/L)	유입부하량 (kg/일)	삭감량 (kg/일)	삭감율(%)
금강수계	99.1	5.2	13,867.0	13,192.9	93.3
삼교호수계	154.1	6.2	36,284.3	34,554.8	96.0
서해수계	130.3	4.3	15,150.6	14,488.5	96.4
안성천수계	45.8	10.2	708.1	573.9	81.1
합계(평균)	120.2	5.3	66,010.0	62,810.1	94.6

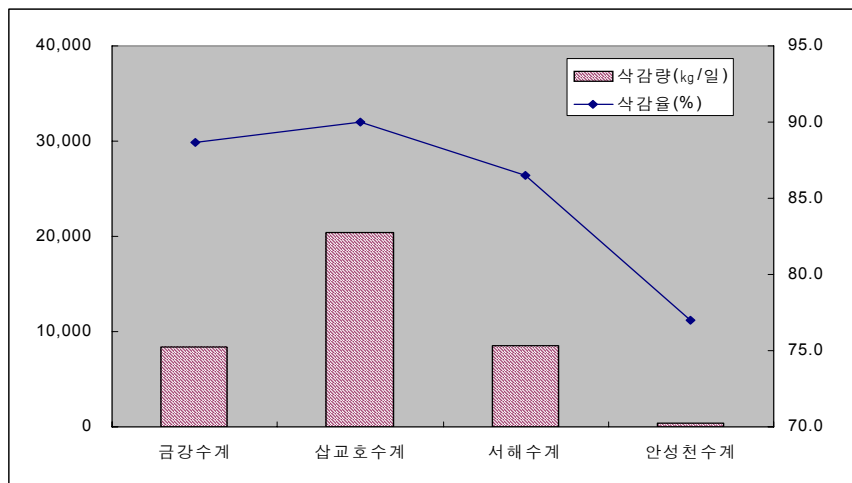


[그림3-11] 수계별 BOD<sub>5</sub> 삭감량

한편, COD<sub>Mn</sub> 유입부하량은 총 42,248kg/일이며, COD<sub>Mn</sub> 삭감율은 공공하수처리시설별로 74%~96% 범위를 보이고 있으며, 평균적으로는 87.8%로 BOD<sub>5</sub>보다 다소 낮았다. 수계별 COD<sub>Mn</sub> 삭감율 현황은 금강수계의 경우 88.7%로 삭감량은 8,443kg/일이고, 삼교호수계는 90.0%로 삭감량은 20,364kg/일이다. 서해수계는 86.5%로 삭감량은 8,493kg/일이고, 안성천 수계는 77.0%로 삭감량은 454kg/일이다.

〈표 3-10〉 공공하수처리시설의 COD<sub>Mn</sub> 삭감 현황

구 분	평균유입 농도(mg/L)	평균방류 농도(mg/L)	유입부하량 (kg/일)	삭감량 (kg/일)	삭감율(%)
금강수계	78.5	7.4	9,430.9	8,442.5	88.7
삼교호수계	91.0	10.0	22,839.2	20,364.3	90.0
서해수계	72.2	8.7	9,389.3	8,492.8	86.5
안성천수계	38.1	10.3	589.0	453.6	77.0
합계(평균)	77.8	8.5	42,248.4	37,753.1	87.8



[그림3-12] 수계별 COD<sub>Mn</sub> 삭감량

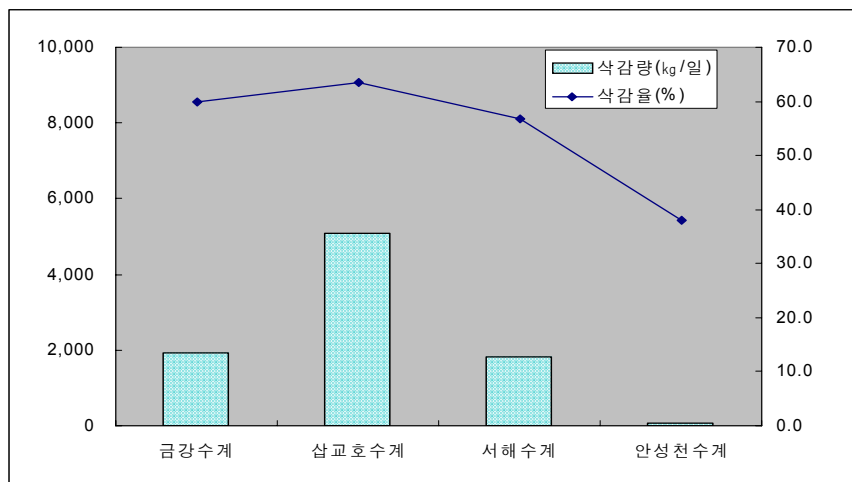
#### 나) 총질소

운영 중인 공공하수처리시설에 유입하는 T-N 부하량은 총 8,896kg/일이며, T-N 삭감율은 공공하수처리시설별로 24%~82% 범위를 보이고 있으며, 평균적으로는 58.9%이다. 수계별

T-N 삭감을 현황은 금강수계의 경우 59.8%로 삭감량은 1,921kg/일이고, 삼교호수계는 63.5%로 삭감량은 5,076kg/일이다. 서해수계는 56.7%로 삭감량은 1,820kg/일이고, 안성천수계는 37.9%로 삭감량은 79kg/일이다.

〈표 3-11〉 공공하수처리시설의 T-N 삭감 현황

구 분	평균유입 농도(mg/L)	평균방류 농도(mg/L)	유입부하량 (kg/일)	삭감량 (kg/일)	삭감율(%)
금강수계	24.766	10.488	3,340.2	1,921.2	59.8
삼교호수계	32.241	13.809	8,162.7	5,076.4	63.5
서해수계	30.411	12.517	3,238.1	1,819.9	56.7
안성천수계	13.390	9.776	207.0	78.5	37.9
합계(평균)	27.986	11.890	14,947.9	8,896.0	58.9



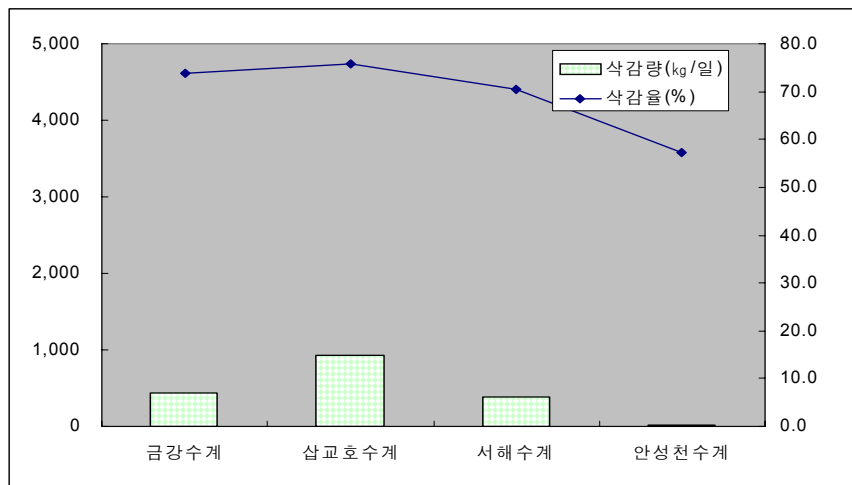
[그림3-13] 수계별 T-N 삭감량

#### 다) 총인

운영 중인 공공하수처리시설에 유입하는 T-P 부하량은 총 2,263kg/일이며, T-P 삭감율은 공공하수처리시설별로 32%~92% 범위를 보이고 있으며, 평균적으로는 72.5%이다. 수계별 T-P 삭감율 현황은 금강수계의 경우 73.8%로 삭감량은 437kg/일이고, 삼교호수계는 75.7%로 삭감량은 922kg/일이다. 서해수계는 70.4%로 삭감량은 383kg/일이고, 안성천수계는 57.2%로 삭감량은 18kg/일이다.

〈표 3-12〉 공공하수처리시설의 T-P 삭감 현황

구 분	평균유입 농도(mg/L)	평균방류 농도(mg/L)	유입부하량 (kg/일)	삭감량 (kg/일)	삭감율(%)
금강수계	4.233	1.047	559.9	437.1	73.8
삼교호수계	4.980	1.307	1,122.9	921.8	75.7
서해수계	5.252	1.278	548.3	382.8	70.4
안성천수계	2.077	1.046	32.1	18.4	57.2
합계(평균)	4.679	1.183	2,263.2	1,760.0	72.5



[그림3-14] 수계별 T-P 삭감량

#### 다. 시설용량별 운영현황

총 32시설을 시설용량 규모별로 분석하기 위해 500m<sup>3</sup>/일 초과 ~ 5,000m<sup>3</sup>/일 미만(Group A, 14시설), 5,000m<sup>3</sup>/일 초과 ~ 20,000m<sup>3</sup>/일 이하(Group B, 10시설), 20,000m<sup>3</sup>/일 초과~ (Group C, 8시설)의 3개 그룹으로 분류하였다.

#### 1) 설치비용

공공하수처리시설의 단위 시설용량당 설치비용은 Group A가 5,088.3천원/m<sup>3</sup>으로 시설설치

비용이 월등히 높았고, 다음으로 Group B는 2,536.3천원/ $m^3$ , Group C가 1,182.1천원/ $m^3$ 으로 시설용량이 작을수록 단위 시설용량당 설치비용은 많이 소요된다.

## 2) 처리구역 인구밀도

공공하수처리시설에 유입하는 하수처리구역 안의 그룹별 평균적인 인구밀도는 Group A가 3,513인/ $km^2$ 으로 낮았고, 다음으로 Group B는 5,854인/ $km^2$ , Group C의 평균적인 인구밀도는 9,793인/ $km^2$ 로 시설용량이 큰 그룹일수록 하수처리구역 안의 인구밀도가 높다.

## 3) 실험실 운영

시설용량이 작은 그룹에서는 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub>, T-N, T-P 등을 상시분석하기 위한 실험실을 거의 운영하지 않고 시·군단위의 중심하수처리장에서 분석하고 있다.

## 4) 소독시설 운영

하수처리 후 방류수 소독을 위한 시설설치는 대부분 2003년부터 2006년 사이에 총 32시설 중 20시설이 설치되어 운영 중이며, 37.5%에 해당하는 12시설은 소독시설이 설치되지 않았다. 소독의 방법으로는 자외선 소독이 18시설로 대부분이고, 그 외 차아염소산나트륨 1시설, 전해 소독 1시설이다.

## 5) 처리수 재이용 현황

하수처리 후 처리장 안에서 세척수, 냉각수, 청소수, 희석수 등으로 사용되는 재이용은 연간 5,631천 $m^3$ 으로 하수처리량의 3.5%에 해당되고, 비교적 시설용량이 큰 Group에서 재이용율이 높았다. 한편, 방류수를 중수도로 이용하거나, 농업용수 및 하천유지용수 등으로 재활용하는 양은 하수처리량의 약 7.5%에 해당하는 11,986천 $m^3$ 로 상당량이 농업용수로 활용되고 있으며, 시설용량이 작은 Group A에서 재활용율이 높았다.

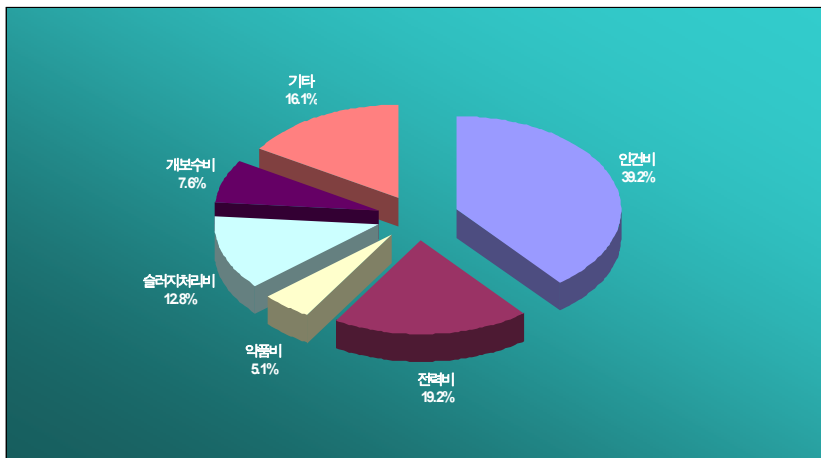
〈표 3-13〉 처리수 재이용 현황

구분	장내용수 재이용 (천㎥/년)	장외용수재이용(천㎥/일)				
		합 계	중수도	농업용수	유지용수	기타
Group A	229 (2.6)	1,868(21.4)	0(0.0)	713(8.2)	1,155(13.3)	0(0.0)
Group B	1,306 (3.5)	2,944( 8.0)	0(0.0)	829(2.2)	2,100(5.7)	15(0.0)
Group C	4,096 (3.6)	7,175( 6.3)	527(0.5)	5,927(5.2)	472(0.4)	248(0.2)
합 계	5,631 (3.5)	11,986( 7.5)	527(0.3)	7,469(4.7)	3,727(2.3)	263(0.2)

주) ( )안은 하수처리량에 재이용량의 % 임

## 6) 하수처리비용

하수처리비용은 인건비가 39.2%로 가장 많이 차지하였고, 다음으로 전력비 19.2%, 찌꺼기처리비 12.8% 등의 순이었으며, 그 외 연료비, 보험료, 일반관리비, 이윤, 부가가치세 등이 포함되는 기타항목이 약 16.1%를 차지하였다. 일반적으로 시설용량이 작은 그룹에서 인건비가 차지하는 비율이 높았고, 시설용량이 큰 그룹에서 찌꺼기처리비가 차지하는 비율이 높았다.



[그림3-15] 찌꺼기 처리비용을

### 가) 그룹별 처리비용

공공하수처리시설의 운영관리비용을 고려할 때, 처리한 하수량 1㎥당 처리비용이 낮을수록, 오염물질 삭감 kg당 비용이 낮을수록, 오염물질 삭감 kg당 시설용량이 작을수록 경제적으로 유리하다고 볼 수 있다.



- ① 처리한 하수량 1m<sup>3</sup>당 처리비용은 평균적으로 138.9원이었으며, 시설용량이 작은 Group A에서는 356.6원인 반면, 시설용량이 큰 Group C에서는 105.7원으로 약 3.4배에 달하고 있다.
- ② BOD<sub>5</sub>삭감 kg당 처리비용은 평균적으로 1,003.4원이었으며, 시설용량이 작은 Group A에서는 4,980.7원인 반면, 시설용량이 큰 Group C에서는 687.0원으로 약 7.3배에 달하고 있다.
- ③ BOD<sub>5</sub>삭감 kg당 시설용량은 평균적으로 8.7m<sup>3</sup>이었으며, 시설용량이 작은 Group A에서는 20.9m<sup>3</sup>인 반면, 시설용량이 큰 Group C에서는 7.3m<sup>3</sup>으로 약 2.8배이다.

〈표 3-14〉 규모별 하수처리단가

구분	하수처리단가		시설용량 (m <sup>3</sup> /삭감BOD <sub>5</sub> kg)
	(원/처리량m <sup>3</sup> )	(원/삭감BOD <sub>5</sub> kg)	
Group A	356.6	4,980.7	20.9
Group B	190.2	1,788.9	12.8
Group C	105.7	687.0	7.3
평 균	138.9	1,003.4	8.7

#### 나) 시설별 처리비용

- ① 하수처리 시설용량이 500m<sup>3</sup>/일 초과 ~ 5,000m<sup>3</sup>/일 미만인 Group A의 시설별 하수처리 단가 및 BOD<sub>5</sub>삭감 kg당 시설용량은 다음과 같다.

〈표 3-15〉 Group A의 시설별 하수처리단가

구 분	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리방법	하수처리단가		시설용량 (m <sup>3</sup> /제거 BOD <sub>5</sub> kg)
			(원/처리량m <sup>3</sup> )	(원/제거BOD <sub>5</sub> kg)	
서천공공하수처리시설	5,000	HDF	178.6	3,006.9	26.5
광천공공하수처리시설	5,000	DeNipho	300.3	7,361.4	28.2
합덕공공하수처리시설	3,500	Bio-SAC공법	402.2	5,471.5	21.2
유구공공하수처리시설	3,400	SBR(ICRAS공법)	401.4	9,910.6	32.2
청양공공하수처리시설	3,200	RBC	638.3	16,976.9	33.6
덕산공공하수처리시설	3,200	RBC	163.2	2,025.4	11.7

전의공공하수처리시설	2,000	산화구+고도처리	342.9	2,948.8	12.4
삼교공공하수처리시설	2,000	SBR(C-TECH)	395.4	1,709.5	7.0
공암공공하수처리시설	1,800	SBR(ICRAS-공법)	839.2	18,403.7	65.3
동학사공공하수처리시설	1,800	SBR(ICRAS-공법)	912.4	62,070.1	226.3
백제재현단지공공하수처리시설	1,800	SBR(KIDEA)	165.6	1,051.4	54.9
안면공공하수처리시설	1,600	HDF	213.6	2,053.9	11.0
도당공공하수처리시설	800	A <sub>2</sub> O+MEDIA(C.N.R)	844.0	3,779.8	28.3
음암공공하수처리시설	600	A <sub>2</sub> O+MEDIA(C.N.R)	1,752.6	8,544.9	46.1
합 계(평균)	35,700		356.6	4,980.7	20.9

② 하수처리 시설용량이 5,000m<sup>3</sup>/일 초과 ~ 20,000m<sup>3</sup>/일 이하인 Group B의 시설별 하수처리단가 및 BOD<sub>5</sub>삭감 kg당 시설용량은 다음과 같다.

〈표 3-16〉 Group B의 시설별 하수처리단가

구 분	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리방법	하수처리단가		시설용량 (m <sup>3</sup> /제거 BOD <sub>5</sub> kg)
			(원/처리량m <sup>3</sup> )	(원/제거BOD <sub>5</sub> kg)	
논산공공하수처리시설	20,000	표준활성슬러지법	196.1	1,067.2	9.1
조치원공공하수처리시설	20,000	DeNiPho	98.4	932.8	8.8
홍성공공하수처리시설	17,000	산화구법	225.2	2,297.6	12.9
부여공공하수처리시설	15,000	HBR-Ⅱ	194.6	3,771.6	26.3
당진공공하수처리시설	15,000	표준활성슬러지법	186.0	1,376.7	8.9
고대·부곡지구공공하수처리시설	11,400	MLF+화학응집침전	205.6	2,279.9	15.6
대천해수욕장공공하수처리시설	11,000	ACS공법	628.6	5,897.3	54.4
금산읍공공하수처리시설	10,000	표준활성슬러지법	353.0	4,358.3	14.8
병천공공하수처리시설	9,500	간헐포기접촉산화 법+사여과지공법	110.4	1,447.1	29.6
태안공공하수처리시설	9,000	DeNipho	123.9	1,301.2	11.7
합 계(평균)	137,900		190.2	1,788.9	12.8

③ 하수처리 시설용량이 20,000m<sup>3</sup>/일 초과인 Group C의 시설별 하수처리단가 및 BOD<sub>5</sub>삭감 kg당 시설용량은 다음과 같다.

〈표 3-17〉 Group C의 시설별 하수처리단가

구 분	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	처리방법	하수처리단가		시설용량 (m <sup>3</sup> /제거 BOD <sub>5</sub> kg)
			(원/처리량m <sup>3</sup> )	(원/제거BOD <sub>5</sub> kg)	
천안공공하수처리시설	150,000	DNR	96.6	678.9	7.5
아산공공하수처리시설	36,000	표준활성슬러지법	84.9	335.6	4.0
공주공공하수처리시설	35,000	표준활성슬러지법 +HBR-Ⅱ	107.6	1,114.3	11.4
보령공공하수처리시설	30,000	표준활성슬러지법	103.8	637.4	7.4
서산공공하수처리시설	30,000	표준활성슬러지법	102.6	625.9	4.9
계룡공공하수처리시설	27,000	간헐적축산화	167.8	784.2	8.9
성환공공하수처리시설	24,000	DNR	194.1	5,451.2	51.3
예산공공하수처리시설	22,000	표준활성슬러지법	109.9	701.9	8.5
합 계(평균)	381,000		105.7	687.0	7.3

#### 라. 운영주체별 운영현황

민간자본유치로 추진한 경우 계약기간이 약 20년이고, 그 외 경우는 약 3~5년간 운영관리를 계약하고 있다. 민간자본유치로 추진한 공공하수처리시설을 포함한 민간업체에게 위탁하는 경우와 자치단체에서 직접 운영하는 경우로 구분하여 비용을 분석한 결과는 다음과 같다. 다만, 천안공공하수처리시설의 경우 시설용량 및 하수처리량 차이가 많아 비교분석에서 제외하였다. 통계적 의미를 부여하기 위해서는 시설용량별, 처리공법별, 하수유입특성, 연계처리여부, 방류수 재활용여부 등 종합적인 여건을 비교하여야 하지만, 표본수의 제약여건으로 단순히 비교하였다.

##### 1) 방류수 농도 및 처리율

민간업체에서 처리하는 경우와 자치단체에서 처리하는 경우 방류수농도 및 오염물질의 처리율은 자치단체가 운영하는 경우가 비교적 좋았으나 큰 차이는 없었다.

〈표 3-18〉 운영주체별 평균농도 및 처리율

구 분		평균 농도(mg/L)					처리율(%)				
		BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Mn</sub>	SS	T-N	T-P	BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Mn</sub>	SS	T-N	T-P
민간업체	처리전	119.3	76.3	138.0	27.775	4.382	95.5	88.7	96.7	57.4	73.5
	처리후	5.3	8.6	4.6	11.828	1.162					
자치단체	처리전	118.9	81.6	150.2	27.694	5.863	96.2	90.7	97.4	54.9	76.5
	처리후	4.6	7.6	3.8	12.488	1.381					

## 2) 하수처리 비용

하수처리단가를 비교한 결과 처리한 하수량 1m<sup>3</sup>당 처리비용, BOD<sub>5</sub>삭감 kg당 처리비용이 민간업체에서 운영하는 공공하수처리시설에서 낮게 나타나 자치단체에서 운영하는 경우보다 경제적으로 유리하며, BOD<sub>5</sub>삭감 kg당 시설용량도 민간업체의 경우에서 낮게 나타났다.

〈표 3-19〉 운영주체별 하수처리단가

구분	하수처리단가		시설용량 (m <sup>3</sup> /삭감BOD <sub>5</sub> kg)
	(원/처리량m <sup>3</sup> )	(원/삭감BOD <sub>5</sub> kg)	
민간업체	155.4	1,363.0	9.1
자치단체	174.2	1,523.9	10.0

## 3) 항목별 운영비용 비율

항목별 운영비용 비교시, 민간업체에서 운영하는 경우 인건비, 찌꺼기처리비와 기타(연료비, 보험료, 부가가치세, 일반관리비, 이윤 등) 전력비 등의 비율이 높았고, 자치단체에서 운영하는 경우는 인건비, 전력비, 약품비 등의 비율이 높았다.

〈표 3-20〉 운영주체별 항목별 운영비율

(단위 : %)

구분	합계	인건비	전력비	약품비	찌꺼기 처리비	개·보 수비	기타
민간업체	100.0	43.8	16.6	2.9	10.0	4.4	22.3
자치단체	100.0	50.9	22.9	3.2	6.1	8.0	8.9

#### 4) 운영인력

운영인력 비교시 민간업체에서 운영하는 경우, 시설용량 천m<sup>3</sup>/일당 1.10명이고, 자치단체의 경우 0.97명으로 자치단체가 약간 적었다. 직종별로는 민간업체에서 기계, 환경, 전기분야 비율이 높은 반면, 자치단체는 비정규 인력 등이 많았다.

〈표 3-21〉 운영주체별 운영인력

(단위 : 명/천m<sup>3</sup>/일)

구 분	합 계	행정직	토목	기계	전기	화공	환경	기타
민간업체	1.10	0.10	0.03	0.32	0.20	0.01	0.29	0.14
자치단체	0.97	0.06	0.06	0.08	0.06	0.02	0.14	0.42

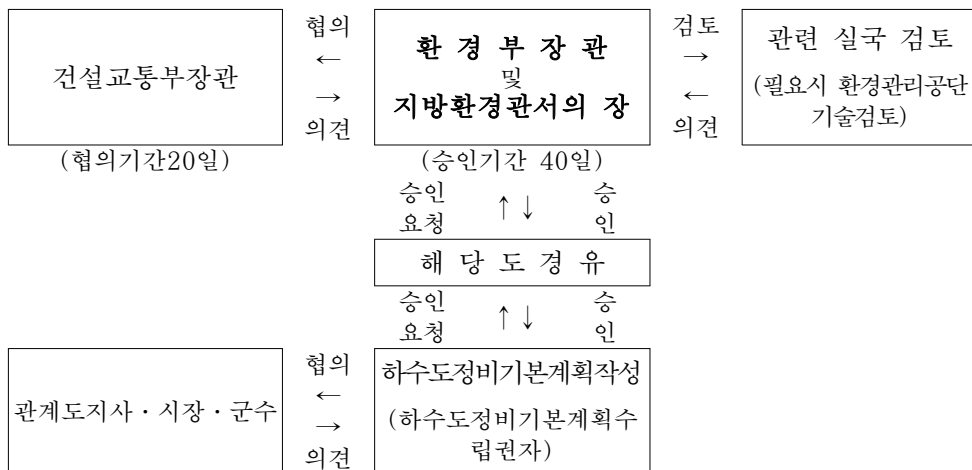
## 제4장 공공하수처리시설의 관리방안

### 제1절 공공하수처리시설 설치방안

#### 1. 설치절차

##### 가. 하수도정비기본계획 수립

시장·군수는 사람의 건강을 위해 필요한 공중위생 및 생활환경의 개선과 “환경정책기본법”에서 정한 수질환경기준을 유지하기 위하여 관할구역 안의 유역별로 하수도정비 및 관리에 관한 사항 등이 포함되도록 하는 하수도정비기본계획을 20년 단위로 수립하여 환경부장관의 승인을 받아야 하며, 승인을 받은 후에는 5년마다 하수도정비기본계획의 타당성 여부를 검토하여 이를 반영(변경계획 수립 등)하여야 한다.



자료 : 환경부, 하수도정비기본계획수립지침, 2007.9

[그림4-1] 하수도정비기본계획 승인 또는 변경승인 흐름도

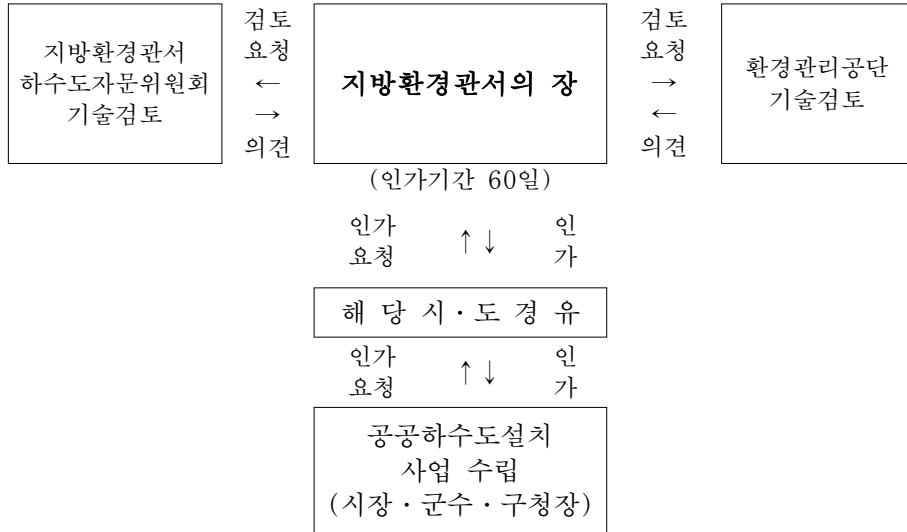
그러나 대부분의 대도시 지역은 물론 중·소도시까지 생활하수 처리를 위한 공공하수처리 시설을 설치하여 가동 중에 있거나 공사 중 또는 설계를 완료한 상태이기 때문에 현행의 하수도정비기본계획의 포함내용 및 수립절차에 있어서 상당부분 개선이 필요하다. 즉, 향후에 설치할 공공하수처리시설은 농·어촌 중심의 소규모하수처리시설이거나 기존시설의 노후 및 염양염류 추가처리에 따른 시설개선이 주류가 될 전망이다. 따라서 물관리 중·소권역계획, 자치단체 환경보전계획 등에서 물환경관리 전반에 관한 각종계획에 하수도분야를 포함하여 기본적인 계획이 수립될 수 있도록 강화하고, 하수관리의 구체적인 사항은 공공하수도시설의 기본설계 및 실시설계에서 다루는 것이 시간적·경제적으로 유리할 뿐만 아니라 물통합관리 및 유역관리 측면에서 바람직할 것으로 판단한다.

#### 나. 공공하수처리시설의 설치

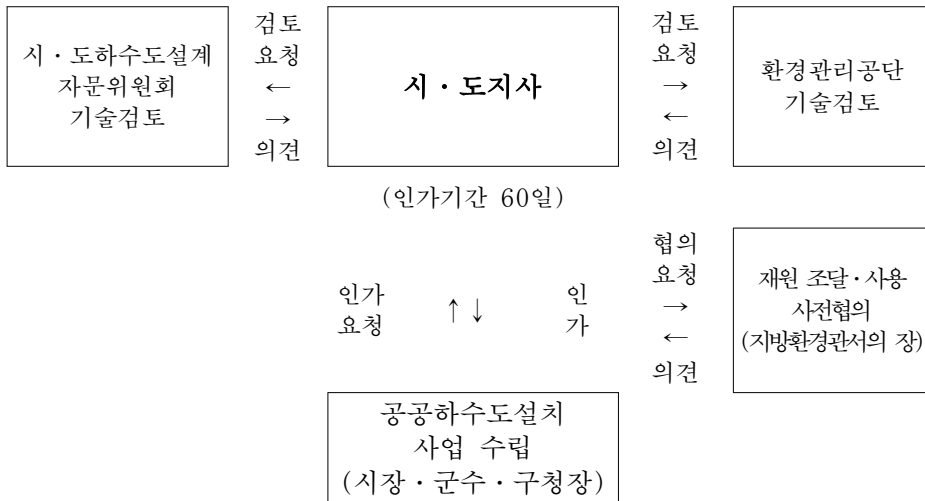
공공하수도관리청은 하수도정비기본계획에 따라 공공하수처리시설을 설치하고자할 때는 환경관리공단 또는 지방환경관서 하수도자문위원회(시·도하수도설계자문위원회)의 자문결과와 건설기술심의위원회 심의결과를 보완하여 실시설계한 후에 설치인가를 신청하여야 한다. 또한, 하수도사업을 민간투자사업 방식으로 발주하는 경우에는 “민간투자법” 제15조의 규정에 의한 실시계획 승인 전에 지방환경관서의 장 또는 시·도지사와 협의하여야 한다.

공공하수도관리청이 인가를 받은 설치사업을 변경(경미한 사항 제외) 또는 폐지하고자할 때는 지방환경관서의 장 또는 시·도지사의 변경 또는 폐지인가를 받아야 하며, 시·도지사는 국가의 보조를 받아 설치하는 공공하수도에 대하여 고시 또는 인가(협의 포함)를 하고자 하는 때에는 그 설치에 필요한 재원의 조달 및 사용에 관하여 지방환경관서의 장과 미리 협의하여야 한다.

<지방환경관서장의 인가>



<시·도지사의 인가>



자료 : 환경부, 공공하수도시설 설치사업 업무지침, 2007. 10

[그림4-2] 공공하수도시설의 설치·변경·폐지인가 흐름도



## 2. 설치방안

### 가. 공공하수처리시설의 위치

하수처리시설은 무엇보다도 하수관거를 통하여 유입하는 하수를 방류수 농도기준에 적합하게 처리할 수 있는 구조이어야 한다. 처리용량의 결정에 있어서 인구 변화를 고려하여 장차 증가 또는 감소될 하수량에 적합하도록 결정하여야 하며, 규모 및 배치는 계획한 하수량을 적절히 처리할 수 있도록 하여야 한다.

공공하수처리시설의 위치는 도시계획, 유역의 특성, 토지이용 현황, 방류수역의 물이용 현황 등을 고려하고, 시설설치비, 운영관리비 등의 경제성과 생태계보전을 위한 환경성 등을 종합적으로 검토하여야 한다. 또한, 관거에 유입된 하수가 가급적 자연유하 방식으로 처리시설에 이르도록 하류지대에 설치하는 것이 유지관리 비용 등의 측면에서 바람직하다. 뿐만 아니라 처리시설의 각 반응조 간 수두 차이에 의한 이송이 가능하도록 적절한 수리경사도를 유지함으로써 전력소요량의 상당부분을 차지하는 펌프설비 등을 최소화 할 수 있어 관리비용을 절감할 수 있다. 처리수 역시 공공수역에 자연유하로 방류할 수 있도록 설치하는 것이 유리하다.

일반적으로 처리시설의 위치는 자연유하식의 경우는 처리구역의 하류가 되고, 펌프압송식의 경우는 중류 또는 상류에 위치하게 되는데, 하수 유입관거의 지표위 등을 고려하여 홍수시 침수의 우려가 없는 곳이며, 지반 침하가 없고 지질조건은 시설의 하중을 견딜 수 있는 곳이어야 한다. 또한, 전력 및 수도 등 관리를 위한 기반시설의 확보가 가능하며 장래 시설확장 공간의 확보가 용이하고 처리수의 방류가 가능한 곳에 위치하여야 한다.

### 나. 하수처리시설의 규모

공공하수처리시설의 설치는 궁극적으로 하수처리구역 안에서 발생하는 하수를 깨끗하게 처리하여 이수목적에 적합하도록 공공수역을 관리함은 물론 생태적으로 건강한 물환경을 유지·조성하는데 목적을 두고 있다. 도시 중심지역 관류(貫流)하천의 건천화를 방지하기 위하여 다량으로 하·폐수가 발생하는 몇몇의 시설을 공공하수처리시설 방류수 농도기준과 동일하게 처리한 후

하천에 방류토록 계획하고, 그 외 하수처리구역 안에서 발생한 생활하수와 생활분뇨 및 찌꺼기(오수처리시설, 정화조)등을 함께 처리할 수 있는 공공하수처리시설로 계획함이 바람직하다.

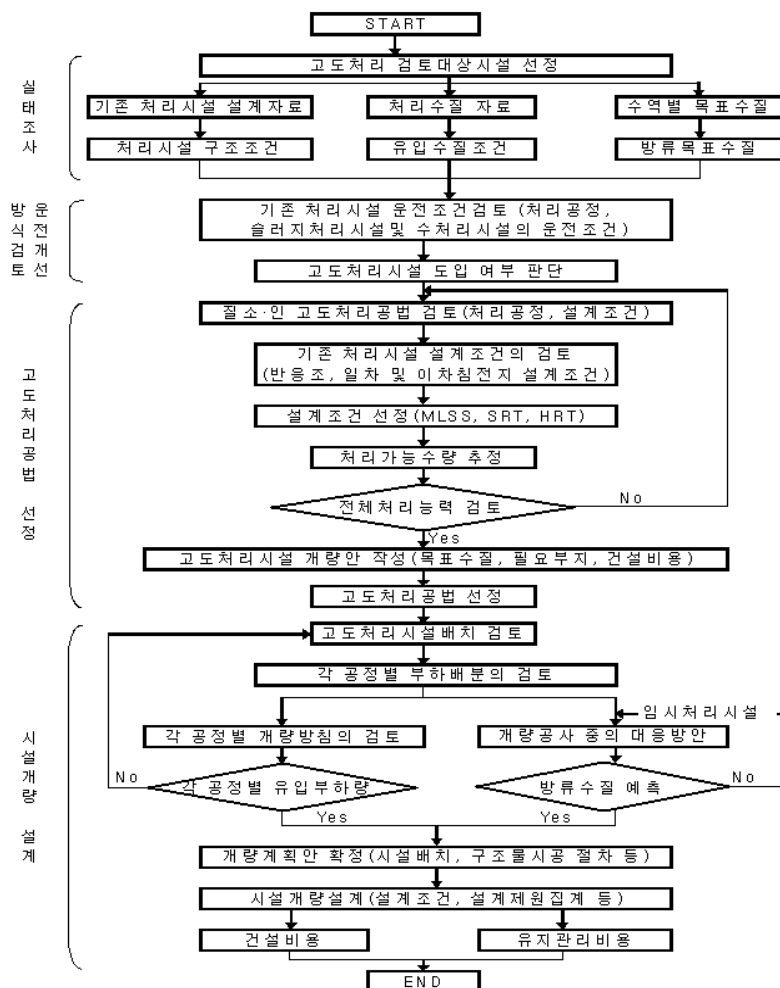
충청남도의 공공하수처리시설의 설치규모로 볼 때, 1999년까지 설치된 시설은 6개소로 평균  $50,667\text{m}^3/\text{일}$ 이며, 2000년 이후 26개소가 설치되었고 그 규모는 평균  $8,831\text{m}^3/\text{일}$ 이다. 즉, 도청이전, 혁신도시, 행정도시 등 신도시 개발과 도시의 확장에 따른 시설증설 등 특별한 경우를 제외한다면 대규모의 시설은 거의 완료하였고, 중규모 시설은 가동 또는 공사 중이라 할 수 있다. 따라서 충청남도에 설치될 공공하수처리시설은  $500\text{m}^3/\text{일}$  미만의 소규모시설을 중심으로 설치될 예정이기 때문에 하수처리 계획, 처리공정 등 하수관리 정책에 있어서 소규모 시설의 특성을 집중적으로 고려하여야 한다.

또한, 설정한 하수처리구역에서 발생하는 하수처리를 위한 공공하수처리시설을 계획함에 있어서 하수관거 설치 및 유지관리의 효율성 확보, 하수처리구역 안에 위치한 소하천의 건천화를 방지하는 등 자연생태계보전을 위해 분산처리방식으로 계획함이 바람직하다. 그러나 규모의 경제를 고려하지 않은 채, 분산처리방식을 지나치게 강조한 나머지 한 곳의 하수처리구역에 하나의 하수처리시설을 계획하여야 한다는 의미는 아니다. 즉, 하수처리시설용량이 작을수록 단위 하수처리량에 비하여 시설설치비용은 물론 운영관리 비용이 상당히 증가하기 때문에 배수여건, 방류수역, 처리공법, 경제성, 사회적 수용여부 등을 종합적으로 고려하여 하수처리시설의 규모를 정하여야 한다.

#### 다. 소규모공공하수처리시설 설치방안

중·대 도시지역에 설치한 공공하수처리시설보다 시설규모가 비교적 작은  $500\text{m}^3/\text{일}$  미만의 공공하수처리시설은 대부분 상주인력이 배치되어 있지 않고 일정기간을 주기로 순회관리하고 있으며, 공공수역에 배출하는 오염물질은 중·대규모의 공공하수처리시설에 비하여 총량적으로 매우 적다. 이러한 사항을 고려한다면 소규모하수처리시설의 처리공법은 일차적으로 유기물질과 부유물질 처리에 초점을 맞추어 유지관리하기에 간단한 공정을 도입하여 설치함을 기본으로 하는 것이 타당하다. 그러나 일부시설의 경우 규모가 매우 작은 시설임에도 불구하고 무리하게 고도처리공법을 도입함으로써 오히려 시설이 복잡해져 운영을 어렵게 하고, 유지관리비가 높아지고 있다.

농·어촌지역에 설치할 50m<sup>3</sup>/일미만의 소규모공공하수처리시설은 기계적인 장치에 의한 처리보다는 토양미생물 및 수생식물 등을 이용한 처리시설을 계획함으로써 자정능력을 적용한 기능을 향상시킨다면 설치뿐만 아니라 운영과정에서 매우 유용하리라 판단한다. 즉, 하수 발생량이 적은 지역에서 유기물 제거과정에서 영양염류도 함께 제거되고, 소량의 인(P)성분 및 질소(N)성분은 토양미생물 및 자생하는 수생식물의 성장기에 영양염류로 흡수되어 상당부분 제거되며, 휴경 논 또는 주변 공지를 이용하여 부들, 미나리, 부레옥잠 등 영양염류의 흡수가 뛰어난 수생식물을 재배하여 방류수 중의 영양염류를 제거할 수 있다.



자료 : 환경부, 공공하수도시설 설치사업 업무지침, 2007. 10

[그림4-3] 고도처리시설 설치사업 추진 절차도

따라서 충청남도 지역에 설치할 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모하수처리시설은 운전조작이 비교적 간단하고 순회점검으로도 시설이 유지될 수 있으며, 특히 운영관리비가 저렴한 공법의 적용이 무엇보다 필요하다. 이러한 여건에 부합하는 소규모하수처리공법은 활성슬러지공법(Activated Sludge), 접촉산화공법(Contacted Aeration) 또는 회분식연속반응공법(Sequencing Batch Reactor)에서 크게 변형되지 않는 공법을 적용하거나, 하수발생량이 소량인 경우는 토목 구조물 및 기계적 장치에 의한 시설을 최소화 한 자연적 처리시설(수중미생물+토양미생물+수생식물)을 고려함이 바람직하다.

소규모공공하수처리시설은 해가 갈수록 급증하는 시설로 인한 인력소요에 따른 인건비 절감을 위하여 근래 혁신적으로 발전하고 있는 원격제어기술 도입이 무엇보다 중요하며, 인터넷 등 최신 각종 통신기술을 이용한 원격감시·제어 설비 도입은 무인자동화 운전이 가능하기 때문에 하수처리단가를 획기적으로 줄일 수 있다. 이러한 원격 감시·제어설비 도입시 시설이 간단한 공정일수록 유리하며, 새로이 설치되는 시설에는 설계단계부터 반영하여 적용될 수 있으나 기존시설은 상당한 보수가 필요한 과제를 안고 있는 것이 사실이다.

소규모공공하수처리시설은 지면아래에 설치함으로써 지온(地溫)으로 겨울철 미생물활성을 위한 최저수온을 유지하고, 유리한 수리경사도 확보 및 외관상 혐오시설이란 인식을 예방할 수 있고 주민 친화적인 시설로 바람직할 것으로 판단된다. 유입하는 하수량 및 수질은 일변화가 심하고 유동인구가 많은 관광지 등은 변화가 더욱 심할 수 있으므로 충분한 균등조(유량조정시설)를 설치하여 미생물의 충격부하를 최소화하도록 노력해야 한다. 소규모공공하수처리시설의 설치방법에 있어서 마을별 하나의 하수처리시설을 설치하거나 마을과 마을사이의 거리가 가까울 경우에는 하수관거로 연결하여 하나로 통합하는 공동처리방식의 구조로 설치함이 바람직하다. 지나치게 작은 규모로 분산설치 하는 경우는 오히려 설치비용이 증가할 뿐만 아니라 운영과정에서 필요한 인력 및 유지관리비용 등 여러 가지 문제가 발생될 수 있음을 고려하여야 한다. 또한, 현재 하수량기준에 따라 토목, 기계시설을 설치하여 소규모하수처리시설을 설치하였으나 인구감소로 인하여 하수유입량이 감소함에 따라 운영중단으로 인한 홍물로 전략하는 등 원상회복 및 경관관리에 어려움이 따를 수 있음을 상시 고려하여야 한다.

## 라. 공공하수처리 목표설정

공공수역의 수질개선을 위해서는 사람의 생활과정에서 발생하는 오염물질 관리가 매우 중요함에도 불구하고, 충청남도의 경우 공공하수처리율이 약 57%정도로 전국 16 시·도 중에서 가장 낮다. 따라서 현재 추진하고 있는 도시지역 중심으로 부족한 공공하수처리시설의 신설 및 증설이 필요하고, 노후시설을 중심으로 지속적인 개량사업도 함께 수반되어야 함은 물론, 동시에 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모공공하수처리시설을 지속적으로 추진하여 한다. 소규모공공하수처리시설에 있어서 유역별 효율적 관리를 위하여 현재 각 시·군별 설치하는 체계에서 벗어나, 오염물질의 발생량 및 배출량이 큰 지역, 물오염 방지가 시급한 지역, 물오염 예방효과가 큰 지역, 예정구역의 인구밀도가 1,000인/km<sup>2</sup>이상으로 하수발생량이 50m<sup>3</sup>/일인 지역 등의 기준에 따라 우선순위를 설정하는 소규모공공하수처리시설 설치 및 운영계획을 수계별로 수립하여 추진하는 것이 바람직 할 것으로 본다.

〈표 4-1〉 충청남도 공공하수처리율 목표

구분	2008년	2009년	2010년	2015년	2020년
계획인구 (천명)	2,041	2,060	2,080	2,300	2,500
하수처리인구 목표(천명)	1,470	1,545	1,664	1,932	2,125
공공하수처리율 목표(%)	72	75	80	84	85

주) 1. 계획인구(천명) : 충청남도 제3차계획 수정계획(안)에서 전망한 인구임

2. 공공하수처리율(%) = 하수처리인구 ÷ 계획인구 × 100

※ 하수처리인구 = 공공하수처리시설인구(하수종말처리시설+마을하수처리시설)+폐수종말처리시설인구

자료 : 충청남도, 충청남도제3차종합계획 수정계획, 2007

## 마. 공공하수처리율 산정방법 개선

공공하수처리율은 하수도정책 뿐만 아니라 유역관리, 환경정책, 도시정책 등에서 매우 중요하게 사용하는 지표다. 일반적으로 산림지역, 농경지 등 매우 낮은 인구밀도지역에서 배출하는 생활하수의 분해정도가 자연 수용능력이 가능한 범위라면 공공하수처리의 필요성이 거의

없고, 배출지점 인근의 유역환경을 위하여 각 가정별 개인하수처리시설(오수정화시설, 정화조)을 설치하여야 한다. 현행 공공하수처리율 산정방식은 자치단체별 공공하수처리인구를 주민등록인구로 나누어 산정하는 방식이다. 즉, 인구밀도가 매우 낮은 지역은 전제한 바와 같이 공공하수처리의 필요성이 매우 낮음에도 불구하고 공공하수처리율 산정에 포함하여 산정하기 때문에 하수도 정책에 필요한 직접적인 지표로서의 활용이 객관적이지 못하다.

따라서 하수도정책의 근간이 되는 공공하수처리율 산정에 있어서 자치단체별 또는 수계별 공공하수처리인구를 일정한 기준에 따라 공공하수처리를 하여야할 지역의 총인구로 나누어 공공하수처리율을 산정함이 바람직할 것으로 판단한다.

## 제2절 공공하수처리시설 운영방안

### 1. 운영기준

#### 가. 시설관리기준

공공하수처리시설은 강우·사고 또는 처리공법상 필요한 경우를 제외하고 공고된 하수처리 구역 안의 설치계획에 따라 공공하수처리시설에 유입시키지 아니하고 하수를 배출할 수 있는 시설을 설치하거나 하수를 배출할 수 없다. 또한, 시설을 개량하기 위하여 부득이한 경우로서 관계 유역환경청장과 미리 협의한 경우를 제외하고 하수를 최종방류구를 거치지 아니하고 배출하거나 배출할 수 있는 시설을 설치하는 행위를 할 수 없다. 그 외 누구든지 공공하수도를 손괴하거나 그 기능에 장애를 주어 하수의 흐름을 방해하여서는 안 된다.

#### 나. 방류수 농도기준

공공하수처리시설의 방류수 농도는 최소한 “하수도법”의 규정에 의한 공공하수처리시설의 방류수 농도기준 이하로 상시 만족할 수 있도록 운영하여야 한다. 한강, 낙동강, 영산강·섬진강 수계와 마찬가지로 충청남도 면적의 약 45%를 차지하는 금강수계 지역에서는 2004년 1월

부터 특정지역기준을 적용하여 왔고, 금강수계 이외의 지역은 기타지역기준을 적용하여 왔으나, 2008년 1월부터는 충청남도를 포함한 전국의 모든 지역이 특정지역기준으로 변경하여 사실상 강화된 배출농도 기준을 적용하게 된다.

그러나 이와는 별도로 특별한 경우에는 “하수도법”에서 정하고 있는 기준보다 보다 더 엄격한 농도기준을 만족해야 한다. 즉, 기존에 운영하던 시설과 신규로 설치하는 공공하수처리시설은 국가 물환경관리기본계획, 금강물관리종합대책, 환경영향평가제도 및 수질오염총량관리제 시행에 따른 할당량 등에 따라 별도의 기준을 마련할 수 있으며, 이 경우에는 특정지역기준인 BOD<sub>5</sub> 10mg/L이하, COD<sub>Mn</sub> 40mg/L이하, SS 10mg/L이하, T-N 20mg/L이하, T-P 2mg/L이하, 대장균군수 1,000~3,000개/mL이하의 기준보다 더 낮게 운영할 수 있도록 하여야 한다.

또한, 공공하수도의 설치에 관한 경과조치에 따라 기존의 “하수도법” 시행 당시 “농어촌정비법” 또는 “농어촌주택 개량촉진법”에 따라 설치된 마을하수도로서 1일 하수처리용량이 50m<sup>3</sup> 미만인 오수처리시설 역시 2010년 1월부터 공공하수처리시설로서 동일한 방류수 농도기준을 적용하고 50~500m<sup>3</sup>/일 규모의 공공하수처리시설은 2008년 1월부터 특정지역 기준을 적용한다.

그러나 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모하수처리시설의 경우 ‘소규모공공하수처리시설 설치방안’에서 기술한 바와 같이 활성슬러지공법, 접촉산화공법, 회분식연속반응공법 등 범용화 된 처리공법에서도 영양염류(N, P)는 상당부분 제거가 되고 있으며, 고도처리공법 도입에 따른 설치 및 운영과정에서 여러 가지 문제점을 유발하고 있다. 또한, 단위 재화 투여당 영양염류의 추가제거 양이 총량적으로 매우 적기 때문에 불가피한 경우를 제외한다면 기타지역의 기준을 적용함이 합리적일 것으로 판단한다.

〈표 4-2〉 공공하수처리시설의 방류수 농도기준

구 분	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	대장균군수 (개/mL)
특정지역기준	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	3,000 이하
기타지역기준	20 이하	40 이하	20 이하	60 이하	8 이하	

주) 가. 특정지역기준을 적용받는 지역 외의 지역은 기타지역기준을 적용하되, 2008년 1월 1일부터는 특정지역 기준을 적용한다.

나. 특정지역기준을 적용받는 경우에도 겨울철(12월 1일~3월 31일)에는 총 질소 와 총 인에 대하여는 기타 지역기준을 적용한다.

다. 다음 각 지역의 대장균군수에 대하여는 방류수수질기준을 1,000개/mL로 적용한다.

- 1) 「수질환경보전법 시행규칙」 별표 9에 따른 청정지역
- 2) 「수도법」 제7조에 따른 상수원보호구역 및 그 경계구역으로부터 상류로 유하거리(流下距離) 10km 이내의 지역
- 3) 「수도법」 제3조제17호에 따른 취수시설로부터 상류로 유하거리15km 이내의 지역

자료 : 환경부, 하수도법, 2007.

## 2. 운영방안

### 가. 하수관거 정비

공공하수처리시설의 효율성 제고를 위하여 우선 규모가 큰 공공하수처리시설을 중심으로 지선과 간선하수관거 정비는 물론 배수설비 연결 등 하수관거 정비사업을 지속적으로 추진하여 지하수위가 낮은 지역에서는 하수관거 안의 하수가 지하로 누출되지 않도록 하여야 하고, 동시에 외부에서 하천수, 지하수 등이 하수관거 안으로 유입되지 않도록 하여야 한다.

충청남도에 설치된 상당수의 공공하수처리시설은 유입하는 오염물질의 농도가 낮은 편이다. 유입농도가 낮을 경우 생물학적 처리공정에서 많은 운전 장애를 초래 할뿐만 아니라 처리비용측면에서도 결코 바람직하지 않다. 유입농도가 낮은 이유는 대부분 불명수(빗물, 계곡수 및 지하수 등) 유입이 원인이며, 불명수 유입량 증가는 시설용량의 초과로 이어지기도 한다. 따라서 낮은 농도로 유입하는 경우와 시설용량을 초과하는 공공하수처리시설에 대하여, 우선 분류식하수관거 중심으로 지·간선 관거 설치 및 배수설비 연결 등 하수이외의 불명수 유입량의 최소화를 위한 노력이 필요하고, 합류식 하수관거 지역은 분류식하수관거 정비사업의 지속 추진과 동시에 오수와 계곡수의 분리벽 설치 등으로 유입량 저감, 유입수 농도 증대사업 추진이 필요하다.

### 나. 환경기초시설의 통합위탁 관리

분석결과에서 나타났듯이 운영관리비 중 인건비가 차지하는 비율이 높으므로 운영관리비 절감을 위해서는 IT기술을 이용한 유역별, 시·군별 원격감시·제어 통합관리시스템 구축하고, 경영마인드를 도입한 하수처리시설 운영을 위하여 방류수농도기준 초과, 처리비용 과다소요 등 운영관리의 효율성이 떨어지는 중·대규모의 공공하수처리시설은 민간위탁관리방식으로 전환할 필요가 있다. 동시에 소규모공공하수처리시설(마을하수도규모), 산업단지폐수종말처리시설, 분뇨처리시설, 가축분뇨공공처리시설까지 함께 위탁함이 바람직하다. 더 나아가 폐기물매립시설, 소각시설, 폐기물재활용시설 등 환경시설을 통합관리 할 수 있는 환경지방공사의 설립을 검토할 필요가 있다고 본다.



## 다. 공공하수처리시설의 기술진단

"하수도법" 제20조 규정에 의하면 공공하수도관리청은 종전의 마을하수처리시설 규모 이상인 시설용량 50m<sup>3</sup>/일 이상인 시설은 매 5년마다 기술진단을 하여야 한다. 기술진단 방법은 자체적으로 실시하거나 대행기관으로서 환경관리공단에 한하고, 기술진단 결과 공공하수관리청이 필요하다고 인정하는 경우에 정밀진단을 할 수 있다. 즉, 기술진단 결과의 후속조치로 필요한 경우에 정밀진단을 할 수 있으며, 이러한 정밀진단이 필요할 때 환경관리공단을 포함한 엔지니어링 활동주체인 법인(상하수도 분야 또는 수질관리 분야), 기술사사무소(상하수도 분야 또는 수질관리 분야)에게 대행할 수 있도록 함으로써 사실상 필요한 기술진단은 엔지니어링활동주체 법인이나 기술사사무소 등 지역 환경관리업체의 참여를 제한하고 있는 실정이다.

그러나 시설용량 50m<sup>3</sup>/일 미만은 물론, 50~500m<sup>3</sup>/일 규모의 시설(종전의 마을하수처리시설)은 처리시설 공정이 비교적 복잡하지 않고 Compact한 시설이 대부분이기 때문에 자체적으로 기술진단을 실시하거나 하수도법 시행규칙 제76조<sup>주1)</sup>에서 규정하고 있는 공공하수도시설 관리업무를 위탁할 수 있는 지역 업체에게 경쟁을 통한 기술진단을 위탁함으로써 지역의 경제발전과 물환경관리 기술발전을 함께 유도할 수 있을 것으로 판단한다.

다만, 정밀진단이 필요한 시설과 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 초과하는 시설은 고도처리시설 도입

---

주1) 제76조(공공하수도시설 관리업무를의 위탁) 영 제42조제2항 제7호에서 "환경부령으로 정하는 기관"이란 다음 각 호의 기관을 말한다.

1. 「건설산업기본법」에 따른 토목건축공사업자인 법인
2. 「엔지니어링기술 진흥법」에 따른 건설 부문 상하수도 분야 또는 환경 부문 수질관리 분야의 엔지니어링 활동주체인 법인
3. 「기술사법」에 따른 건설 부문 상하수도 분야 또는 환경 분야 수질관리기술사 사무소
4. 「환경기술 개발 및 지원에 관한 법률」에 따른 수질 분야 방지시설업에 등록한 법인
5. 개인하수처리시설관리업의 등록을 받은 자, 개인하수처리시설설계·시공업의 등록을 받은 자 중 다음 각 목의 자본금과 기술인력을 보유한 자
  - 가. 자본금이나 재산
    - (1) 법인인 경우: 자본금 2억 5천만원 이상
    - (2) 개인인 경우: 재산평가액 5억원 이상
  - 나. 기술인력
    - (1) 수질환경산업기사나 폐기물처리산업기사 이상의 자격을 가진 자 1명 이상
    - (2) 화공산업기사 이상의 자격을 가진 자 1명 이상
    - (3) 유통유산업기사, 생산기계산업기사, 전산응용가공산업기사, 기계조립산업기사, 건설기계산업기사, 정밀측정산업기사, 계량기계산업기사, 계량전기산업기사, 계량물리산업기사 또는 기계공정설계기사 이상의 자격을 가진 자 중 1명 이상
    - (4) 전기산업기사 이상의 자격을 가진 자 1명 이상

등 시설공정이 비교적 복잡할 수 있고, 방류량이 많아 총량적으로도 배출량이 많아져 시설관리가 매우 중요하기 때문에 기술진단 대행을 환경관리공단을 포함한 엔지니어링 활동주체인 법인(상하수도 분야 또는 수질관리 분야), 기술사사무소(상하수도 분야 또는 수질관리 분야) 등으로 한정함이 바람직하다고 본다.

#### 라. 하수처리구역 안 중·대형 오수처리시설의 유입배제

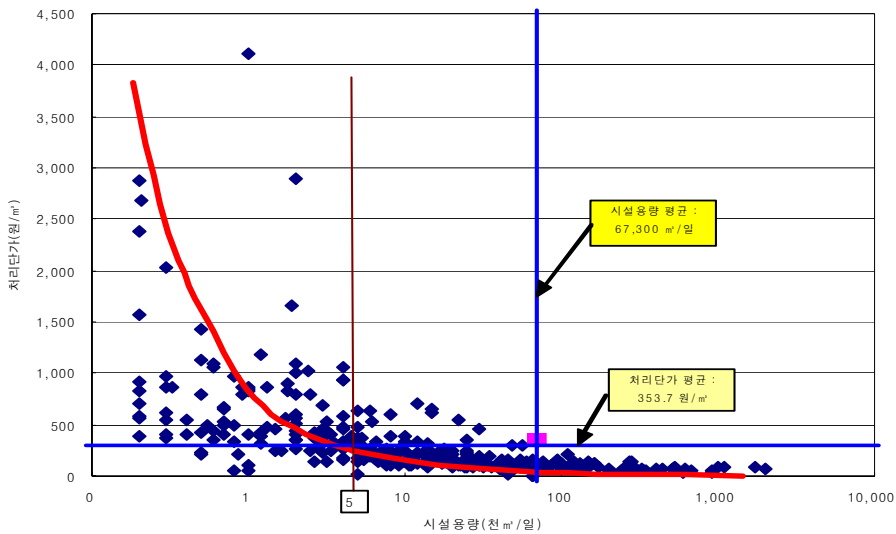
도시지역 관류(貫流)하천의 건천화 방지를 위해서 일부 자치단체는 중·대형 공공하수처리시설의 방류수를 하천의 상류로 이송하여 하천유지용수를 확보하려는 경우가 많은데 중수도 이송시설의 설치비는 물론 압송에 따른 전력비소요 등 유지관리비용 차원에서도 바람직하지 않다. 하수처리구역 안에서 아파트 단지, 공공건물, 산업시설, 학교, 공공기관 등  $200\text{m}^3/\text{일}$  이상 배출하는 개인하수처리시설인 오수처리시설은 수질오염총량관리 시행지역에 위치한 경우 분기 1회( $200\text{m}^3/\text{일}$  이상~ $700\text{m}^3/\text{일}$  미만) 또는 매월 1회( $700\text{m}^3/\text{일}$  이상) 배출부하 할당량 준수의 이행여부를 확인하기 위해 정기 지도·점검을 실시하고 있다. 또한, 기존시설과 새로이 설치하는  $50\text{m}^3/\text{일}$  이상 오수처리시설의 경우 방류수농도를 2012년 1월부터 공공하수처리시설과 동일하게 강화하여 적용되기 때문에 시설관리·점검을 통한 방류수를 인근 하천에 직접 방류함으로써 공공하수처리시설 증설을 억제하고 하수유입량 감소에 따른 처리비용을 절감할 뿐만 아니라 도시지역 관류하천의 건천화를 방지할 수 있다고 본다.

#### 마. 공공하수처리시설의 운영비용 평가

시설용량  $500\text{m}^3/\text{일}$  이상인 전국 공공하수처리시설의 유입하수  $1\text{m}^3$ 당 처리비용은 최소 8.0원에서 4,119.6원에 이르기 까지 편차가 매우 크게 나타나고 있으며, 평균적인 하수처리단가  $353.7\text{원}/\text{m}^3$ 이다. 시설용량이  $5,000\text{m}^3/\text{일}$  미만에서 하수처리단가는 시설용량이 작을수록 급격히 증가하고,  $5,000\text{m}^3/\text{일}$  이상에서는 하수처리단가가 완만하게 감소하는 등 하수처리단가는 시설용량의 규모에 기인하는 바가 가장 큰 요인으로 분석되며, 일반적으로 시설용량이 클수록

하수처리단가가 낮고 시설용량이 작을수록 하수처리단가가 높다.

시설용량 규모별로 하수처리단가를 비교할 때, 시설용량 5,000m<sup>3</sup>/일 미만 Group에서는 전국평균이 410.5원/m<sup>3</sup>이고 충남평균이 356.6원/m<sup>3</sup>이다. 20,000m<sup>3</sup>/일 미만 Group에서도 전국평균 202.5원/m<sup>3</sup>이지만 충남평균이 190.2원/m<sup>3</sup>으로 충청남도가 상대적으로 낮다. 150,000m<sup>3</sup>/일 미만 Group에서도 마찬가지로 전국 평균이 113.3원/m<sup>3</sup>반면, 충남평균은 105.7원/m<sup>3</sup>으로 전국 평균보다 충청남도의 하수처리단가가 낮게 분석되었다.



[그림4-4] 전국 공공하수처리시설의 시설규모별 처리비용

#### 바. 공공하수도 요금의 합리화 방안

공공하수처리시설의 운영관리재원은 기본적으로 공공하수도를 이용하는 자에게 하수배출량에 따라 부과·징수한 하수도 사용요금과 시·군비, 특별대책지역, 광역상수원 상류지역 등 수계에 따라 지원하는 수계관리기금 등이 있다. 공공하수처리시설을 정상적으로 운영하기 위하여 소요재원 마련은 필수적인 사항이다. 충청남도의 2007년 1월초 기준 500m<sup>3</sup>/일 이상의 하수처리구역 안에서 공공하수도를 이용하는 자에게 부과·징수한 비용으로 설치운영비를 충당하는 평균적인 하수도요금 현실화율은 29.3%로 매우 낮다. 또한, 16시·군의 평균 재정자립도

역시 35.3%로 매우 낮음에도 불구하고, 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모공공하수처리시설의 처리구역의 경우에는 하수도사용료를 전혀 부과하지 않는 등 상당부분을 시·군비로 충당하고 있는 실정이다.

공공하수처리시설을 이용하는 자에게 요금을 징수하고 있으며 ‘오염원인자 부담’에 따라 개인하수처리시설의 경우 설치비와 운영관리비를 모두를 건물소유자가 부담하는 법률적 원칙을 고려할 때, 소규모공공하수처리시설 역시 중·대규모의 시설과 마찬가지로 중앙 및 기초자치단체에서 재원을 투입하여 설치한 공공시설로서 하수도사용료를 부과·징수함이 타당할 것으로 판단한다. 그러나 일부 농·어촌 지역의 경우 생활환경이 도시지역 등에 비하여 매우 하므로 사회적 형평성을 고려하여 도시지역의 하수도사용료는 현실화율에 근접하도록 인상하고, 농·어촌지역의 하수도사용요금은 일정부분 감면하는 제도 도입이 필요하다고 본다.

#### 사. 하수처리수의 재이용 확대방안

“하수도법” 규정에 따라 시설용량 5,000m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설은 하수처리량의 5%이상을 공업용수·화장실용수·살수용수·세차용수·청소용수·조경용수 등으로 재이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급하여야 하며, 재이용수를 공급받는 자에게 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 요금을 받을 수 있다.

2006년 기준 전국적으로 연간 하수발생량의 약 7.7%에 해당하는 491백만m<sup>3</sup>을 재이용하였다. 충청남도에 설치된 공공하수처리시설에서 하수처리 후 처리장 안에서 세척수, 냉각수, 청소수, 희석수 등으로 사용되는 재이용은 3.5%에 해당되고, 방류수를 중수도로 이용하거나, 농업용수와 하천유지용수 등으로 재활용하는 양은 약 7.5%로서, 총 하수량의 약 11%를 재이용하고 있다. 그러나 처리장 밖에서 재활용 용도는 농업용수와 하천유지용수로 한정되고 있어 대규모 택지개발, 도시 재개발지역 및 토지구획정리사업 지역의 경우에는 처리수를 수세식 화장실용수, 소방용수 등으로 재이용하거나, 인근지역에 산업단지 및 공장이 있는 경우에는 처리수를 냉각수, 세척수 등 공업용수로 활용하는 방안을 마련하는 등 재활용 대상을 확대방안이 필요하리라 판단한다.

#### 아. 수질농도 검사

“하수도법”의 규정과 운영관리상 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설은 매일 1회 이상, 500m<sup>3</sup>/일 미만~50m<sup>3</sup>/일 이상인 시설은 주 1회 이상, 50m<sup>3</sup>/일 미만인 시설은 월 1회 이상 방류수 수질기준으로 설정하고 있는 6항목(BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub>, SS, T-N, T-P, 총대장균군수)에 대하여 유입수와 방류수에 대하여 수질분석을 실시하여야 하고, 산업폐수 등의 다량유입으로 독성물질에 대한 수질검사가 필요하다고 판단될 경우에는 이에 대한 검사를 병행하여 실시하는 방안을 강구토록 하고 있다.

또한, “금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한법률”에 의하여 금강수계의 경우 시설용량 2,000m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설은 BOD<sub>5</sub> 또는 COD<sub>Mn</sub> 연속자동측정기기, 유량연속자동 측정기, 자료 수집장치(Data logger)를 설치하여 방류수농도를 측정하여야 하며, 장래에 대비하여 pH, SS, T-N, T-P 연속자동측정기기 및 자동시료채취기를 동시에 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다. 또한, 오염총량관리시행 이외 지역에 대하여는 환경부의 폐수종말처리시설 및 공공하수처리시설에 대한 수질원격감시체계(TMS) 구축계획 및 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”에 따라 1단계로 10,000m<sup>3</sup>/일 이상의 공공하수처리시설에 대하여 pH, BOD<sub>5</sub> 또는 COD<sub>Mn</sub>, SS, T-N, T-P 연속자동측정기기와 유량자동측정기(적산유량계), 자료 수집장치, 중간자료수집기(FEP) 등 부대시설을 부착하여 자동측정기기로 측정·기록된 자료가 수질원격감시체계(TMS) 관제센터에 전송이 가능하도록 하여야 한다.

하수처리시설의 시설관리에 있어서 수질농도분석은 방류수 농도기준 만족여부 뿐만 아니라 하수처리과정의 각 반응조에 대하여 여러 가지 항목의 분석이 필요하다. BOD<sub>5</sub>의 경우 방류수 역의 DO농도 관리를 위하여 중요한 유기물의 지표이지만, 주요 반응조 운영관리에 있어서는 5일전의 값이기 때문에 큰 역할을 하지 못하고 있다. 따라서 시설별 유기물제거의 주요 반응공정의 공정관리를 위해서는 COD<sub>Mn</sub>과 BOD<sub>5</sub>간의 상관성을 토대로 COD<sub>Mn</sub> 항목을 중점적으로 분석할 필요가 있다. 동시에 시설용량이 500m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설은 배출부하량이 많아 방류수역에 미치는 영향이 비교적 크게 작용하므로 운영관리, 시설진단, 고도처리 도입여부 및 고도처리시설의 적정성 운영여부의 판단을 위해 유입수, 주요 반응조, 방류수 등에 대하여 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, PO<sub>4</sub><sup>+</sup>-P 추가하여 분석할 필요가 있고, 방류수 재이용의 목적을 고려한 항목에 대하여도 주기적인 검사가 필요하다.

## 제5장 결론 및 제언

### 1. 요약 및 결론

본 연구는 충청남도에 설치한 공공하수처리시설의 운영 실태를 조사·분석하여 하수처리시설의 효율적인 설치 및 운영방안을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 2007년 1월초 기준으로 충청남도에 설치하여 운영 중인 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설을 운영관리 실태를 조사하고 분석하였다. 연구과정에서 밝혀진 주요 내용을 요약하면 다음과 같다.

가. 충청남도에 설치하여 운영 중인 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 이상의 공공하수처리시설은 총 32개소이며, 시설용량은 527,600m<sup>3</sup>/일 이다. 삼교호수계가 전체 시설용량의 44.3%인 233,700m<sup>3</sup>/일 이며, 다음으로 금강수계가 150,500m<sup>3</sup>/일 이고, 서해수계 및 안성천수계가 각각 119,400m<sup>3</sup>/일, 24,000m<sup>3</sup>/일이다. 32개소의 하수처리구역으로 지정된 면적은 총 144.79km<sup>2</sup>로 대지면적(225.97km<sup>2</sup>)의 약 64.1%가 하수처리구역으로 지정되었다.

나. 공공하수처리시설에 의한 하수처리인구는 1,127,390명으로 충청남도 전체인구로 나눈 하수처리율은 56.3%이다. 그 외 500m<sup>3</sup>/일 미만인 소규모하수처리시설에서 처리하는 하수처리율 약 0.5%와 폐수종말처리시설에서 처리하는 하수처리율 약 0.3%를 고려한다면 총 하수처리율은 57%정도로 전국하수처리율 평균보다 매우 낮은 편이며, 상당수 시·군의 경우 50%를 밑돌고 있는 실정이다.

다. 공공하수처리시설의 운영방식을 분석한 결과, 32시설 중 7시설(용량 : 212,600m<sup>3</sup>/일)을 기초자치단체에서 직접 운영하고 있고, 25시설(용량 : 315,000m<sup>3</sup>/일)을 민간업체에 위탁하여 관리하고 있으며, 신규시설을 중심으로 점진적으로 민간업체에게 위탁하는 비율이 증가하고 있다. 수계별로 살펴볼 때, 금강수계는 13시설 중 9시설(용량 : 98,500m<sup>3</sup>/일)이,

삼교호수계는 7시설 중 6시설(용량 : 83,700m<sup>3</sup>/일)이, 서해수계는 11시설 중 9시설(용량 : 108,800m<sup>3</sup>/일)이, 안성천수계는 1시설(용량 : 24,000m<sup>3</sup>/일)이 민간업체에게 위탁하여 관리하고 있다.

라. 단위 시설용량당 설치비용은 Group A(500m<sup>3</sup>/일 초과 ~ 5,000m<sup>3</sup>/일 미만)가 5,088.3천원/m<sup>3</sup>으로 설치비용이 월등히 높았고, Group B(5,000m<sup>3</sup>/일 초과 ~ 20,000m<sup>3</sup>/일 이하)의 경우 2,536.3천원/m<sup>3</sup>, Group C(20,000m<sup>3</sup>/일 초과)는 1,182.1천원/m<sup>3</sup>으로 시설용량이 작을수록 총 비용은 적으나 단위 시설용량당 설치비용은 많이 소요된다.

마. 공공하수처리시설에 유입하는 하수량은 일평균 455,204m<sup>3</sup>이며, 재활용량을 제외하고 일일 437,469m<sup>3</sup>(96.1%) 처리수를 공공수역에 방류하고 있으며, 방류수 농도기준을 만족하고 있다. 수계별로 산술평균한 항목별 유입과 방류농도를 분석한 결과, BOD<sub>5</sub>는 120.2mg/L가 유입하여 5.3mg/L로 방류하고, COD<sub>Mn</sub>의 경우 77.8mg/L가 유입하여 8.5mg/L로 방류하고 있다. 한편, T-N은 28.0mg/L가 유입하여 11.9mg/L로 방류하고, T-P는 4.7mg/L가 유입하여 1.2mg/L로 방류하고 있다.

바. 운영 중인 공공하수처리시설에 유입하는 BOD<sub>5</sub> 부하량은 총 66,010kg/일이며, 삭감율은 시설별로 81%~98% 범위이며 평균적으로는 94.6%이다. COD<sub>Mn</sub> 유입부하량은 총 42,248kg/일이며, 삭감율은 74%~96% 범위를 보이고 있으며, 평균적으로는 87.8%로 BOD<sub>5</sub> 보다 다소 낮았다. T-N 유입부하량은 총 8,896kg/일이며, 삭감율은 24%~82% 범위를 보이고 있으며, 평균적으로 58.9%이다. T-P 유입부하량은 총 2,263kg/일이며, 삭감율은 32%~92% 범위를 보이고 있으며, 평균적으로 72.5%이다.

사. 방류수를 재활용하는 비율은 약 11.0% 정도이다. 이중 처리장 안에서 세척수, 냉각수, 청소수, 희석수 등으로 사용되는 재이용은 연간 5,631천m<sup>3</sup>으로 하수처리량의 3.5%에 해당되고, 방류수를 중수도로 이용하거나, 농업용수 및 하천유지용수 등으로 재활용하는 양은 하수처리량의 약 7.5%에 해당하는 연간 11,986천m<sup>3</sup>이다.

아. 일반적으로 시설용량이 클수록 하수처리단가가 낮고 시설용량이 작을수록 하수처리단가가 높으며, 시설용량 규모별로 하수처리단가를 비교할 때, 시설용량 5,000m<sup>3</sup>/일 미만 Group에서는 전국평균이 410.5원/m<sup>3</sup>이고 충남평균이 356.6원/m<sup>3</sup>이다. 20,000m<sup>3</sup>/일 미만 Group에서도 전국평균 202.5원/m<sup>3</sup>이지만 충남평균이 190.2원/m<sup>3</sup>으로 충청남도가 상대적으로 낮다. 150,000m<sup>3</sup>/일 미만 Group에서도 마찬가지로 전국평균 113.3원/m<sup>3</sup> 반면, 충남평균은 105.7원/m<sup>3</sup>으로 전국평균보다 충청남도의 하수처리단가가 낮았다.

## 2. 정책제언

충청남도에 설치한 500m<sup>3</sup>/일 이상인 공공하수처리시설의 설치 및 운영관리 실태분석 결과와 하수관련 법률 및 지침 등을 검토한 결과를 토대로 다음과 같이 제언한다. 물론, 현행 “하수도법”과 관련 지침에 반하는 내용도 일부 포함되어 있지만, 농·어촌지역의 특수성과 현실성을 고려한 공공하수처리시설의 설치 및 관리방안에 관하여 연구한 사항이기 때문에 현실적으로 합리적이고 타당한 사항에 대하여 법률과 지침이 개정되길 희망하고 있다. 또한, 필요한 부분은 충청남도 및 시·군의 자치조례 제·개정을 통한 바람직한 방향으로 하수관리 시책이 전개되기 바라며, 실태분석을 통한 공공하수처리시설의 관리방안에 대하여 요약한 결과는 다음과 같다.

가. 대부분의 대도시 지역은 물론 중·소도시까지 생활하수 처리를 위한 공공하수처리시설을 설치하여 가동 중에 있거나 공사 중 또는 설계를 완료한 상태이기 때문에 현행의 하수도정비기본계획의 포함내용 및 수립절차에 있어서 상당부분 개선이 필요하다고 본다. 즉, 향후에 설치할 공공하수처리시설은 농·어촌 중심의 소규모하수처리시설이거나 기존시설의 노후 및 염양염류 추가처리에 따른 시설개선이 주류를 이루기 때문에 물관리 중·소권역계획, 자치단체 환경보전계획 등에서 통합적인 유역관리 관점으로 하수도분야를 포함한 계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단한다.

나. 충청남도에 설치될 공공하수처리시설은 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모시설을 중심으로 설치



될 예정이기 때문에 하수처리 계획, 처리공정 등 하수도 시책에 있어서 소규모 시설의 특성을 집중적으로 고려하여야 한다. 시설규모가 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모하수처리시설은 원격 감시·제어로 가능할 정도로 운전조작이 비교적 간단하며, 순회점검으로도 시설이 유지될 수 있고, 운영관리비가 저렴한 공법의 적용이 무엇보다 필요하다. 특히, 농·어촌지역에 설치할 50m<sup>3</sup>/일미만의 소규모공공하수처리시설은 토목구조물 및 기계적인 장치를 최소화하고, 토양미생물 및 수생식물 등을 이용한 처리시설을 계획함으로써 자정능력을 적용한 기능을 향상시킨다면 설치뿐만 아니라 운영과정에서 매우 유용하리라 판단한다.

다. 공공수역의 수질개선을 위해서는 사람의 생활과정에서 발생하는 오염물질 관리가 매우 중요함에도 불구하고, 충청남도의 공공하수처리율은 약 57%정도로 전국 16시·도 중에서 가장 낮다. 따라서 현재 추진하고 있는 도시지역 중심으로 부족한 공공하수처리시설의 신설 및 증설이 필요하고, 노후시설을 중심으로 지속적인 개량사업도 함께 수반되어야 함은 물론, 동시에 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모공공하수처리시설을 지속적으로 추진하여야 한다. 소규모공공하수처리시설에 있어서 유역별 효율적 관리를 위하여 현재 각 시·군단별 설치하는 체계에서 벗어나, 오염물질의 발생량 및 배출량이 큰 지역, 물오염 방지가 시급한 지역, 물오염 예방효과가 큰 지역, 예정구역의 인구밀도가 1,000인/km<sup>2</sup> 이상으로 하수발생량이 50m<sup>3</sup>/일인 지역 등의 기준에 따라 우선순위를 설정하는 소규모공공하수처리시설 설치 및 운영계획을 수계별로 수립하여 추진하는 것이 바람직 할 것으로 본다.

라. 하수처리용량이 50m<sup>3</sup>/일 미만인 공공하수처리시설은 2010년 1월부터 공공하수처리시설로서 동일한 방류수 농도기준을 적용하고 50~500m<sup>3</sup>/일 규모의 공공하수처리시설은 2008년 1월부터 특정지역 기준을 적용한다. 그러나 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 미만의 소규모하수처리시설의 경우 고도처리공법 도입에 따른 설치 및 운영과정에서 여러 가지 문제점을 유발하고, 단위 재화 투여당 영양염류의 추가 제거량이 총량적으로 매우 적기 때문에 불가피한 경우를 제외한다면 기타지역의 기준을 적용함이 합리적일 것으로 판단한다.

다. 공공하수처리율은 하수도정책 뿐만 아니라 유역관리, 환경정책, 도시정책 등에서 매우 중요하게 사용하는 지표다. 낮은 인구밀도지역에서 배출하는 생활하수의 분해정도가 자연 수용능력이 가능한 범위로 공공하수처리의 필요성이 매우 낮은 지역은 공공하수처리율 산정에서 제외하고, 자치단체별 또는 수계별 공공하수처리인구를 일정한 기준에 따라 공공하수처리를 하여야 할 지역의 총인구로 나누어 공공하수처리율을 산정함이 바람직 할 것으로 판단한다.

바. 충청남도에 설치된 상당수의 공공하수처리시설은 유입하는 오염물질의 농도가 낮은 편이다. 유입농도가 낮을 경우 생물학적 처리공정과정에서 많은 운전 장애를 초래 할뿐만 아니라 처리비용측면에서도 결코 바람직하지 않다. 오염농도가 낮은 이유는 대부분 불명수(빗물, 계곡수 및 지하수 등)유입이 원인이며, 불명수 유입량 증가는 시설용량의 초과로 이어지기도 한다. 따라서 낮은 농도로 유입하는 경우와 시설용량을 초과하는 공공하수처리시설에 대하여, 우선 분류식하수관거 중심으로 지·간선 관거 설치 및 배수설비 연결 등 하수이외의 불명수 유입량의 최소화를 위한 노력이 필요하고, 합류식 하수관거 지역은 분류식하수관거 정비사업의 지속 추진과 동시에 오수와 계곡수의 분리벽 설치 등으로 유입량 저감, 유입수 농도 증대사업 추진이 필요하다.

사. 공공하수처리시설의 운영관리비 중 인건비가 차지하는 비율이 높으므로 운영관리비 절감을 위해서는 IT기술을 이용한 유역별, 시·군별, 원격감시·제어 통합관리시스템 구축하고, 경영마인드를 도입한 하수처리시설 운영을 위하여, 방류수농도기준 초과, 처리비용 과다소요 등 운영관리의 효율성이 떨어지는 중·대규모의 공공하수처리시설은 민간위탁관리방식으로 전환할 필요가 있다. 동시에 소규모공공하수처리시설(마을하수도 규모), 산업단지폐수종말처리시설, 분뇨처리시설, 가축분뇨공공처리시설까지 함께 위탁함이 바람직하며, 더 나아가 폐기물매립시설, 소각시설, 폐기물재활용시설 등 환경시설을 통합관리 할 수 있는 환경지방공사의 설립을 검토할 필요가 있다고 본다.

아. 시설용량 50m<sup>3</sup>/일 이상인 시설은 매 5년마다 기술진단을 하여야 하며, 대행기관으로서 환경관리공단에 한정하고 있다. 그러나 시설용량 50m<sup>3</sup>/일 미만은 물론, 50~500m<sup>3</sup>/일 규

모의 시설(중전의 마을하수처리시설)은 처리시설 공정이 비교적 복잡하지 하고 Compact한 시설이 대부분이기 때문에 자체적으로 기술진단을 실시하거나 공공하수도 시설 관리업무를 위탁할 수 있는 지역 업체에게 경쟁을 통한 기술진단을 위탁함으로써 지역의 경제발전과 물 환경관리 기술발전을 함께 유도할 수 있을 것으로 판단한다.

자. 도시지역 관류하천의 건천화 방지를 위해서 일부 자치단체는 중·대형 공공하수처리시설의 방류수를 하천의 상류로 이송하여 하천유지용수를 확보하려는 경우가 많은데 중수도 이송시설의 설치비는 물론 압송에 따른 전력비소요 등 유지관리비용 차원에서도 바람직하지 않다. 따라서 하수처리구역 안의 아파트 단지, 공공건물, 산업시설, 학교, 공공기관 등 200m<sup>3</sup>/일 이상 오수를 배출하는 건물은 공공하수처리시설의 방류수 농도기준과 동일하게 적용하는 오수처리시설을 설치·운영토록 하여 인근 하천에 직접방류토록 함으로써 공공하수처리시설 증설을 억제하고 하수유입량 감소에 따른 처리비용을 절감할 뿐만 아니라 도시지역 관류하천의 건천화를 방지할 수 있다고 본다.

### 3. 연구의 한계

시간적 제약과 연구인력, 비용 등의 제약으로 시설용량 500m<sup>3</sup>/일 미만 공공하수처리시설 및 분뇨처리시설의 실태분석과 하수처리구역 밖지역에 대한 생활하수의 관리현황을 함께 분석하지 못하였다. 또한, 공공하수처리시설의 하수관거 설치 및 관리현황을 함께 분석하지 못함을 아쉬움으로 남고 있어 이에 대한 후속연구가 이루어지기를 기대한다.

## < 참고문헌 >

1. 환경부, “세계물의 해” 자료집, 2003
2. 환경부, 하수도법, 2007
3. 이상진, 충청남도 마을하수처리시설의 실태분석 및 관리방안, 2004
4. 환경부, '06년 하수종말처리시설 운영관리실태 분석, 2007.7
5. 환경부, 下水道施設 運營・管理業務處理 統合指針(改正), 2006
6. 환경부, 하수도시설운영·관리업무처리통합지침, 2007.
7. 환경부, 2006하수도통계, 2007
8. 환경부, 공공하수도시설 설치사업 업무지침, 2007.10
9. 환경부, 하수도정비기본계획수립지침, 2007.9
10. 환경부, 하수도사업 민간투자 업무처리지침, 2007.10
11. 환경부, 국가 물 수요관리 종합대책, 2007.9
12. 환경부, 국가하수도종합계획('07~'15) 2007
13. 환경부, 소규모 하수도사업 통합지침, 2007.11

# 부 록

## 1. 충청남도 공공하수처리시설 설치 및 운영현황(500㎥/일 이상)

(2007년 1월초 기준)

시·군·명	시 설 명	시설위치	시설용량 (㎥/일)	처리공법	최초가동일
천안시	천안공공하수처리시설	천안시 신방동 702-1	150,000	DNR(생물반응)공법	94년9월
	성환공공하수처리시설	천안시 성환읍 복모리 188-3	24,000	DNR(생물반응)공법	05년3월
	병천공공하수처리시설	천안시 수신면 발산리 302	9,500	간헐포기접촉산화법+사여과지공법	06년12월
공주시	공주공공하수처리시설	공주시 봉정동 122	35,000	표준활성슬러지법+BR-II(무취고도처리시설)	96년5월
	유구공공하수처리시설	공주시 유구읍 만천리 287-1	3,400	SBR(ICRAS공법)	06년1월
	공암공공하수처리시설	공주시 반포면 송곡리 459-32	1,800	SBR(ICRAS공법)	06년1월
	동학사공공하수처리시설	공주시 반포면 온천리 433-184	1,800	SBR(ICRAS공법)	06년1월
보령시	보령공공하수처리시설	보령시 대천동 845	30,000	표준활성슬러지법	01년8월
	대천배수욕장공공하수처리시설	보령시 신항동 1675	11,000	ACS공법	05년1월
아산시	아산공공하수처리시설	아산시 실목동 283-5	36,000	표준활성슬러지법	96년7월
서산시	서산공공하수처리시설	서산시 양대동 801	30,000	표준활성슬러지법	99년12월
	도당공공하수처리시설	서산시 음암면 부장리 634	800	A <sub>2</sub> O+MEDIA(C.N.R)	06년9월
	음암공공하수처리시설	서산시 음암면 도당리 954	600	A <sub>2</sub> O+MEDIA(C.N.R)	06년9월
논산시	논산공공하수처리시설	논산시 등화동 534-1	20,000	표준활성슬러지법	03년8월
계룡시	계룡공공하수처리시설	계룡시 두마면 왕대리 108	27,000	간헐접촉산화	95년4월
금산군	금산읍공공하수처리시설	금산군 금산읍 신대리 41	10,000	표준활성슬러지법	00년5월
연기군	조치원공공하수처리시설	연기군 조치원을 죽림리 296	20,000	DeNiPho	98년10월
	전의공공하수처리시설	연기군 전의면 동교리 3-2	2,000	산화구+고도처리	03년4월
부여군	부여공공하수처리시설	부여군 부여읍 왕포리 175-10	15,000	HBR-II(무취고도처리시설)	03년3월
	백제재현단지공공하수처리시설	부여군 규암면 합정리 117	1,800	SBR(KIDEA)	06년12월
서천군	서천공공하수처리시설	서천군 서천읍 군사리 819-8	5,000	HDF	06년2월
청양군	청양공공하수처리시설	청양군 청양읍 정좌리 129-1	3,200	RBC	01년12월
홍성군	홍성공공하수처리시설	홍성군 홍성읍 내법리 34	17,000	산화구법	03년1월
	광천공공하수처리시설	홍성군 은하면 장척리 1157	5,000	Denipho	04년7월
예산군	예산공공하수처리시설	예산군 예산읍 궁평리 259-1	22,000	표준활성슬러지법	00년7월
	덕산공공하수처리시설	예산군 덕산면 신평리 113-5	3,200	RBC	04년8월
	삼교공공하수처리시설	예산군 삼교읍 성리 251	2,000	SBR(C-TECH)	06년1월
태안군	태안공공하수처리시설	태안군 태안읍 평천리 1190	9,000	Denipho	04년8월
	안면공공하수처리시설	태안군 안면읍 승언리 349-96	1,600	HDF	02년3월
당진군	당진공공하수처리시설	당진군 당진읍 원당리 396-1	15,000	표준활성슬러지법	01년10월
	고대부곡공공하수처리시설	당진군 송악면 고대리 335	11,400	MLF(표준활성슬러지순환변법)+화학응집침전	02년4월
	합덕공공하수처리시설	당진군 합덕읍 합덕리 405-2	3,500	Bio-SAC공법	05년6월

시 설 명	총사업비(백만원)					처리시설 부지면적 (㎡)	계획처리 인구(인)	처리구역 인구(인)	하수처리 인구(인)	처리구역 인구밀도 (인/㎢)
	합계	국비	지방비 (도비및 사·군비)	원인자 부담금	민간 투자					
천안공공하수처리시설	119,265	62,184	57,081	0	0	126,050	336,300	345,990	345,900	12,270.3
성환공공하수처리시설	70,800	37,500	33,300	0	0	40,616	57,500	87,110	87,110	8,400.2
병천공공하수처리시설	50,932	27,735	23,197	0	0	36,530	21,209	9,351	9,351	3,927.3
공주공공하수처리시설	49,204	27,237	21,967	0	0	52,488	103,960	76,460	76,460	7,700.7
유구공공하수처리시설	13,551	7,182	1,910	0	4,459	9,339	12,300	8,250	8,250	4,744.9
공암공공하수처리시설	10,127	7,095	1,420	0	1,612	3,131	5,800	2,300	2,300	1,475.3
동학사공공하수처리시설	8,576	4,610	929	1,990	1,047	4,607	5,800	1,160	1,160	1,671.5
보령공공하수처리시설	52,015	27,568	24,447	0	0	92,600	74,500	49,183	49,183	9,227.6
대천해수욕장공공하수처리시설	16,260	8,493	0	0	7,767	20,400	6,100	6,100	6,100	2,129.1
아산공공하수처리시설	29,216	15,044	14,172	0	0	77,115	93,000	93,000	93,000	17,101.9
서산공공하수처리시설	37,452	18,732	18,720	0	0	109,999	110,000	92,400	90,524	9,407.0
도당공공하수처리시설	3,605	2,002	1,603	0	0	1,766	2,450	1,927	1,556	28,814.8
음암공공하수처리시설	2,703	1,501	1,202	0	0	1,383	1,770	1,426	1,301	6,776.0
논산공공하수처리시설	54,513	28,892	25,621	0	0	52,210	58,835	57,208	46,659	5,697.1
계룡공공하수처리시설	28,902	21,496	7,406	0	0	24,500	65,000	34,370	42,400	10,653.3
금산읍공공하수처리시설	18,686	10,118	8,568	0	0	22,661	35,000	24,000	23,763	10,826.0
조치원공공하수처리시설	41,643	22,388	19,255	0	0	41,227	46,000	35,500	35,500	8,914.9
전의공공하수처리시설	9,687	5,218	4,469	0	0	16,256	5,118	5,118	5,118	5,118.0
부여공공하수처리시설	46,845	31,856	14,989	0	0	32,683	27,128	19,490	19,490	6,088.7
백제재현단지공공하수처리시설	7,784	3,892	3,892	0	0	9,201	35,300	2,300	2,300	697.0
서천공공하수처리시설	20,020	10,610	813	0	8,597	30,165	13,320	10,968	11,890	8,006.7
청양공공하수처리시설	13,464	7,139	6,325	0	0	12,848	12,300	9,203	9,203	6,247.4
홍성공공하수처리시설	38,427	20,366	18,061	0	0	63,878	40,089	37,052	37,052	5,874.7
광천공공하수처리시설	22,075	11,700	10,375	0	0	16,483	12,371	9,919	9,919	3,830.3
예산공공하수처리시설	31,594	16,727	14,867	0	0	70,143	41,927	36,129	36,129	3,300.1
덕산공공하수처리시설	14,850	5,598	5,768	3,484	0	20,710	23,634	4,386	4,386	1,952.8
삼교공공하수처리시설	16,421	8,732	7,689	0	0	6,621	4,914	4,912	4,912	3,083.1
태안공공하수처리시설	23,000	12,190	10,810	0	0	25,100	26,900	20,460	17,460	6,453.8
안면공공하수처리시설	7,049	2,240	4,809	0	0	7,143	10,167	2,545	2,545	6,923.3
당진공공하수처리시설	39,784	21,086	18,698	0	0	40,206	42,686	34,670	34,670	11,724.7
고대부곡공공하수처리시설	19,664	12,893	6,771	0	0	42,438	10,750	1,204	1,204	255.0
합덕공공하수처리시설	31,741	22,218	9,523	0	0	27,657	11,580	10,595	10,595	3,328.6

시 설 명	방류수역		운영형태	하수 유입량		하수 처리량		실 험 실 운영여부	연계처리량 (m³/일)
	1지류	최종		일평균 (천 m³/일)	연 간 (천 m³/년)	일평균 (천 m³/일)	연 간 (천 m³/년)		
천안공공하수처리시설	곡교천(천안천)	삼교호	천안시	141.6	51,676.0	140.1	51,143.0	운영	469.0
성환공공하수처리시설	성환천	안성천	(주)환경시설공사외1인	15.5	5,643.0	13.2	4,798.0	운영	0.0
병천공공하수처리시설	미호천(병천천)	금 강	(주)환경시설공사외1인	4.6	1,679.0	4.2	1,533.0	운영	0.0
공주공공하수처리시설	금 강	금 강	(주)건양기술공사	31.9	11,632.0	31.9	11,632.0	운영	134.5
유구공공하수처리시설	유구천	금 강	공주환경(주)	2.6	955.2	2.6	951.5	운영	543.0
공암공공하수처리시설	용수천	금 강	공주환경(주)	0.6	221.3	0.6	220.6	유구처리장 공동	0.0
동학사공공하수처리시설	용수천	금 강	공주환경(주)	0.5	198.5	0.5	197.5	유구처리장 공동	0.0
보령공공하수처리시설	서 해	서 해	(주)환경시설공사	25.0	9,172.0	25.0	9,027.0	운영	174.0
대전해수욕장공공하수처리시설	남포방조제	서 해	대전그린워터(주)	1.8	672.5	1.9	691.9	보령처리장 공동	0.0
아산공공하수처리시설	곡교천	삼교호	(주)대우건설	36.8	13,353.0	35.4	12,910.0	운영	676.0
서산공공하수처리시설	청지천(간월호)	서 해	(주)남원건설외1	37.3	13,618.0	37.3	13,618.0	운영	216.9
도당공공하수처리시설	간월호(해미천)	서 해	(주)남원건설외1	0.4	46.2	0.4	46.2	서산처리장 공동	0.0
음암공공하수처리시설	간월호(해미천)	서 해	(주)남원건설외1	0.2	23.2	0.2	23.2	서산처리장 공동	0.0
논산공공하수처리시설	논산천	금 강	논산시	13.0	4,745.0	12.0	4,380.0	운영	12.0
계룡공공하수처리시설	갑천(두계천)	금 강	(주)태영외1	14.7	5,372.0	14.2	5,168.0	운영	4.4
금산읍공공하수처리시설	봉황천	금 강	금산군	8.5	3,099.0	8.3	3,044.0	운영	39.7
조치원공공하수처리시설	미호천(조천)	금 강	연기군	22.6	8,241.0	21.6	7,892.0	운영	63.4
전의공공하수처리시설	미호천(조천)	금 강	연기군	1.8	666.5	1.4	505.0	조치원처리 장 공동	1.6
부여공공하수처리시설	금 강	금 강	(주)건양기술공사외1	11.7	4,283.0	11.0	4,042.0	운영	0.0
백제문화단지공공하수처리시설	합정천	금 강	(주)건양기술공사외1	0.2	82.0	0.2	76.0	부여처리장 공동	0.0
서천공공하수처리시설	판교천	서 해	서천엔바이로	3.2	1,157.4	3.2	1,157.4	운영	0.0
청양공공하수처리시설	지 천	금 강	(주)환경시설공사	3.7	1,343.0	2.5	925.0	운영	48.0
홍성공공하수처리시설	삼교천	삼교호	롯데기공외1인	14.0	5,213.0	12.0	4,890.0	운영	86.0
광천공공하수처리시설	홍보호	서 해	롯데기공외1인	4.6	1,714.0	4.4	1,587.0	홍성처리장 공동	0.0
예산공공하수처리시설	무한천	삼교호	(주)태영외1	18.2	6,635.5	16.5	6,009.3	운영	335.0
덕산공공하수처리시설	삼교천	삼교호	(주)태영외1	4.2	1,517.3	3.4	1,239.4	예산처리장 공동	0.0
삼교공공하수처리시설	삼교천	삼교호	(주)태영외1	1.3	457.5	1.2	453.6	예산처리장 공동	0.0
태안공공하수처리시설	부남호(태안천)	서 해	태안군	8.1	2,940.0	8.1	2,940.0	운영	0.0
안면공공하수처리시설	승연2호저수지	서 해	태안군	1.4	511.7	1.4	511.7	태안처리장 공동	20.0
당진공공하수처리시설	석문호(당진천)	서 해	(주)대우건설	14.3	5,227.0	12.5	4,564.0	운영	75.2
고대.부곡공공하수처리시설	아산만	서 해	(주)대우건설	8.3	3,034.0	8.1	2,951.0	운영	130.4
합덕공공하수처리시설	석우천	삼교호	(주)대우건설	2.8	1,024.0	2.2	818.0	당진처리장 공동	0.0

시 설 명	탈수케익 처리량(톤/Y)					하수처리단가		운영인력 현황	
	합계	소각	매립	해양배출	재이용	(원/m³)	(원/제1BODkg)	정원(명)	현원(명)
천안공공하수처리시설	34,885	0	0	34,093	792	96.6	678.9	25	24
성환공공하수처리시설	1,981	0	0	1,981	0	194.1	5,451.2	12	12
병천공공하수처리시설	196	0	0	0	196	110.4	1,447.1	8	8
공주공공하수처리시설	5,086	0	0	2,248	2,838	107.6	1,114.3	17	17
유구공공하수처리시설	440	0	0	440	0	401.4	9,910.6	9	10
공암공공하수처리시설	32	0	0	32	0	839.2	18,403.7	9	10
동학사공공하수처리시설	32	0	0	32	0	912.4	62,070.1	9	10
보령공공하수처리시설	3,398	110	0	3,272	15	103.8	637.4	12	12
대전해수욕장공공하수처리시설	184	0	0	184	0	628.6	5,897.3	5	5
아산공공하수처리시설	6,879	255	0	4,051	2,573	84.9	335.6	24	24
서산공공하수처리시설	4,155	0	0	0	4,155	102.6	625.9	17	17
도당공공하수처리시설	0	0	0	0	0	844.0	3,779.8	0	0
음암공공하수처리시설	0	0	0	0	0	1,752.6	8,544.9	0	0
논산공공하수처리시설	1,235	0	0	0	1,235	196.1	1,067.2	21	25
계룡공공하수처리시설	2,525	0	0	2,525	0	167.8	784.2	13	14
금산읍공공하수처리시설	941	0	0	941	0	353.0	4,358.3	15	14
조치원공공하수처리시설	2,533	0	0	0	2,533	98.4	932.8	10	9
전의공공하수처리시설	281	0	0	0	281	342.9	2,948.8	4	4
부여공공하수처리시설	911	0	0	375	536	194.6	3,771.6	12	12
백제사원지공공하수처리시설	10	0	0	0	10	165.6	1,051.4	3	3
서천공공하수처리시설	367	0	0	367	0	178.6	3,006.9	5	6
청양공공하수처리시설	312	0	0	0	308	638.3	16,976.9	9	9
홍성공공하수처리시설	5,321	0	0	5,321	0	225.2	2,297.6	14	14
광천공공하수처리시설	266	0	0	266	0	300.3	7,361.4	7	7
예산공공하수처리시설	1,512	973	0	459	54	109.9	701.9	12	12
덕산공공하수처리시설	61	61	0	0	0	163.2	2,025.4	3	3
삼교공공하수처리시설	198	147	0	69	8	395.4	1,709.5	3	3
태안공공하수처리시설	568	0	0	568	0	123.9	1,301.2	7	7
안면공공하수처리시설	103	0	0	103	0	213.6	2,053.9	3	2
당진공공하수처리시설	3,075	0	0	3,075	0	186.0	1,376.7	13	13
고대부곡공공하수처리시설	520	0	0	520	0	205.6	2,279.9	7	7
합덕공공하수처리시설	493	0	0	0	493	402.2	5,471.5	5	5



## 2. 충청남도 주요 공공하수처리시설의 인공위성 사진



천안시 공공하수처리시설



공주시 공공하수처리시설



보령시 공공하수처리시설



아산시 공공하수처리시설



서산시 공공하수처리시설



논산시 공공하수처리시설





계룡시 공공하수처리시설



금산읍 공공하수처리시설



조치원 공공하수처리시설



연기전의 공공하수처리시설



부여군 공공하수처리시설



서천읍 공공하수처리시설





청양읍공공하수처리시설



홍성읍공공하수처리시설



예산군공공하수처리시설



예산덕산공공하수처리시설



당진공공하수처리시설



고대·부곡공공하수처리시설



## ■ 집 필 자 ■

연구책임 · 충남발전연구원 환경생태연구팀 이상진 연구위원

공동연구 · 우송대학교 철도건설환경공학과 어성욱 교수

(주)승현R&D대표이사 이상득 공학(환경)박사

충청남도수질총량관리센터 김홍수 연구원

## 기본연구 2007-01 · 충청남도 공공하수처리시설의 운영실태 분석 및 관리방안

글쓴이 · 이상진 외 3인 / 발행자 · 김용웅 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2007년 10월 31일 / 발행 · 2007년 10월 31일

주소 · 대전광역시 중구 용두동 112-1 동아일보빌딩 5-6층 (301-745)

전화 · 042-820-1180(환경생태연구팀) / 팩스 · 042-820-1129

ISBN · 978-89-6124-019-2 93300

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

©2007. 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.