

## 경안천 유역 소규모 오수처리시설의 처리특성 및 효율개선방안

장영호<sup>†</sup> · 김극태 · 장덕진<sup>\*</sup>

경기도보건환경연구원

<sup>\*</sup>명지대학교 환경생명공학과

### Performance Characteristics and Improvement Suggestion of Individual Sewage Treatment in Kyangan Watershed

Young-ho Jang<sup>†</sup> · Keug Tae Kim · Deok-Jin Jahng<sup>\*</sup>

Institute of Health & Environment, GyeongGi-Do

<sup>\*</sup>Department of Environmental Engineering and Biotechnology, MyongJi university

(Received 18 June 2010, Revised 5 July 2010, Accepted 13 July 2010)

#### Abstract

It has been achieved 109.1 kg/d of BOD reduction that is equivalent to the amount of BOD loading discharged from 21,880 persons and dramatic decrease of the fallout ratio against water quality of effluent, from 42% to 9%, through technical support on ISTPs to be applied by the ISMSGGA at the upper area of Geongan river in Yong-In city. It was clearly revealed that the most efficient configuration for ISTP was a series of anaerobic tank, equalization basin, aerobic tank, sedimentation tank, and then effluent tank. Also, the major causes on the fallout ratio of ISTP resulted in the lack of management (67.5%) and imperfect facilities (32.5%). Then, when compared the quantity of water supply with the design capacity of ISTP, the design capacity was estimated as 1.8 or 2.4 folds larger than the real quantity of water supply so that it is essential to punctually consider the key factors such as an estimation methods, the specificity of commission operator and construction by high systematic technologies to improve the water quality for the future.

**keywords** : Design capacity, Efficient configuration, Individual sewage management system through government assistance (ISMSGGA), Individual sewage treatment plant (ISTP), Technical support

## 1. 서론

팔당특별대책지역 내 하수도 보급률은 2005년 기준 62.3%에 불과하고, 개인하수처리시설이 공공하수처리시설 용량의 90%에 해당하는 26,000개소가 넘는 지역에 산재되어 있어 팔당수질 악화의 주범으로 지목받아왔다(경기지역 환경기술개발센터, 2004).

공공수역의 수질개선을 위해서는 기본적으로 점오염원에서 배출되는 오염량을 줄이는 것이 가장 효율적이다. 팔당호 수계 유역은 하수처리장을 이용한 생활계 오염원 차단이 가장 확실한 방법임에도 불구하고 하수도보급률이 62.3%로 낮은 실정이다. 또한 이 지역은 지역개발을 우선시 하는 지자체와 환경보호에 무게 중심을 두고 있는 환경부의 의견차이로 하수도정비기본계획변경 승인이 지연되어 하수처리장 등 환경기초시설의 신·증설이 적기에 이루어지지 못하고 있다. 이로 인해 처리효율이 낮고 관리가 어려운 개별 오수처리시설(Individual Sewage Treatment Plant, ISTP)의 존도가 도시개발과 함께 증가하고 있다(장영호, 2008).

팔당호 인근지역 7개 시·군에는 2006년 말 현재 29,331개소의 개별오수처리시설이 산재해 있다(강동한 등, 2005a). 특히, 경안천 인근지역인 용인시(6,216개소)와 광주시(5,835개소)에 12,051개소가 밀집되어 있어, 향후 팔당호 및 경안천수계의 수질개선을 위해서는 주 오염원인 생활계 오염원(용인 : 60.9%, 광주 : 44.2%; 광주시, 2005)의 효율적 관리가 시급한 실정이다(환경부, 2006).

개별오수처리시설은 하수처리장과는 달리 원인자부담 원칙이 적용되어 공공기관 대신 수처리 전문성이 부족한 사업자가 주로 관리하고 있어 효율적인 관리를 기대하기에 다소 무리가 있으며, 또한 지자체에서도 수적으로 많고, 넓은 지역에 산재해 있는 개별오수처리시설을 체계적이고 과학적으로 관리하기 어려운 실정이다(강동한 등, 2005b).

경기도에서는 2005년부터 개별오수처리시설의 유지관리 문제점 해결을 위해 환경공영제(Individual Sewage Management System through Government Assistance, ISMSGGA)를 시행하고 있다. 환경공영제는 시설용량 4~200 m<sup>3</sup>/일의 오수처리시설을 대상으로 유지관리를 전문기관에 위탁하게 하고, 이에 필요한 비용을 민·관이 공동으로 부담(민 40%, 관 60%)하는 제도이다.

본 연구에서는 공동주택, 근린생활시설, 식당 등의 개별

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.

jh0424@gg.go.kr

오수처리시설 중 환경공영제 참여시설에 대하여 유지관리 실태 및 설계·시공 등의 문제점을 파악하고, 향후 수질개선 방안과 환경공영제 성공 정착을 위한 구체적인 방안을 마련하고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 대상시설 선정

경안천수계 중 용인지역은 생활계 오염원이 밀집되어 있으나 하수도보급률이 41.3%로 낮아 개별오수처리시설 의존도가 높다. 용인시 전체 개별오수처리시설은 총 6,216개소이며 그 중 3,706개소가 상수원수질보전 특별대책지역(이하 특별대책지역이라 함)내에 있다(용인시, 2008).

본 연구는 특별대책지역 내 개별오수처리시설 중 환경공영제 대상시설 2,025개소 중 환경공영제 참여시설 288개소를 연구대상으로 선정하였다.

연구대상 시설을 Table 1과 같이 업종별로 구분하였고, 각 시설별로 Table 2의 조사항목을 바탕으로 오수처리시설 처리방식과 업종별 원수특성, 유지관리방법 등 관리이력 카드를 작성하여 시설현황을 파악하였다.

**Table 1.** Classification of ISTP\* applied by ISMSGAs\* in Yong-In city

Classification	Number	Share (%)
Restaurant	94	32.6
Multiplex	91	31.6
Villa	70	24.3
Lodging	21	7.3
Nonprofit	7	7.3
Religion	4	1.4
Total	288	100

ISMSGAs\* (Individual Sewage Management System through Government Assistance),

ISTP\* (Individual sewage treatment plant)

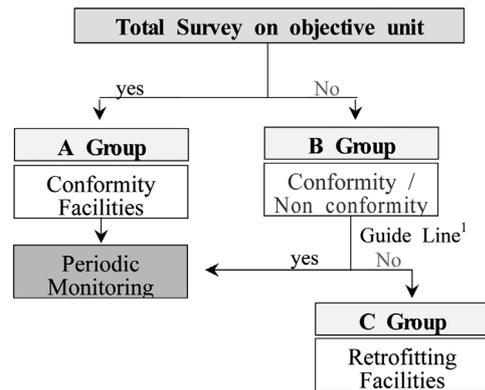
용인시 환경공영제 대상시설은 Table 1과 같이 음식점>근린생활시설>공동주택>숙박시설>비영리단체>종교시설 순으로 분포되어 있는 것으로 조사되었다.

**Table 2.** Survey on each ISMSGAs in detail

Classification	Items
Basic	name, business type, material, address, design flow, applied water flow, manager ets
Detail	process name, maintenance condition (anaerobic, storage tank, aeration tank, sedimentation tank, effluent tank) ets
Technical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improvement maintenance</li> <li>Improvement plant</li> </ul>

### 2.2. 수질개선 사업 추진체계

대상시설(288개 업소)에 대한 체계적인 관리 및 기술지원 효율성 제고를 위해 대상시설을 방류수수질기준 초과여부,



Guide Line¹ means BOD and SS concentration of 20 and 20 mg/L, respectively.

**Fig. 1.** Schematic diagram for technical support and systematic management.

시설물 완성도를 고려하여 대상시설을 방류수수질기준 이내 시설(A Group), 유지관리 방법 개선대상 시설(B Group), 시설개선 대상시설(C Group)로 구분하였으며, 구체적인 연구과제 수행 모식도는 Fig. 1과 같다.

### 2.3. 오수발생량 및 BOD 배출부하량 추정

연구대상 시설의 수질개선 효과를 파악하고자 각 시설의 오수발생량을 추정하였으며, 오수발생량은 용수 사용량과 오수전환율을 고려하여 추정하였다. 상수도 공급지역의 용수 사용량은 상수도 사용량을 이용하였고, 지하수 사용지역의 용수사용량은 지하수 사용대장과 업종별 상수 사용량을 적용하였다. 오수발생량 추정의 신뢰성 향상을 위해 수계오염오염총량관리지침(국립환경과학원, 2004)의 잡배수 오수전환율(0.88)을 조사된 용수사용량에 곱하여 오수발생량을 추정하였다. 대상시설에 대해 유지관리 방법 개선 전·후와 시설 개선 전·후의 방류수 수질(BOD)을 이용하여 연구대상 시설의 BOD 배출부하 삭감량을 조사하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 대상시설 구분

경안천수계 상류지역의 특별대책지역은 경안천 양안을 중심으로 지정되었으며, 특별대책지역 내 개별오수처리시설 설치현황 및 환경공영제 대상 시설은 Table 3과 같으며, 용인시 환경공영제 참여율은 14.2%인 것으로 조사되었다.

용인시 환경공영제 288개 업소에 대한 전수조사 및 기술지원 결과를 Table 4에 나타내었다.

288개 업소 중 167개 업소는 업소특성에 적절한 시설물과 운영관리를 통해 방류수 수질기준 이내로 적절하게 운

**Table 3.** Number of ISTP and ISMSGAs within special management area of Yong-In city (unit : number)

Total : 3,706(2,025) <sup>1</sup>	
Interior sewer area	Outside sewer area
1,551(1,043)	2,155(982)

<sup>1</sup> indicates ISMGAS number

**Table 4.** Result by technical supports and systematic maintenance for ISMSGAS

Classification		Number
Total		288
A Group		167
B Group	Conformity	70
	Nonconformity	26
	C Group	25

영되고 있었으나 나머지 121개 업소는 수질기준을 초과하여 운영되고 있었다.

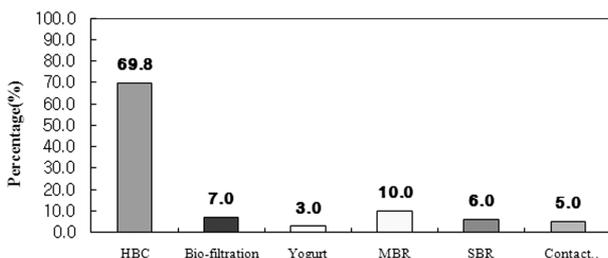
유지관리 방법 개선 대상시설(B Group) 121개소의 수질 개선을 위해 1차, 2차 기술지원을 실시한 결과 대상시설 중 70개소는 수질개선을 완료하였으나 26개 대상시설은 수질개선 정도가 미약하여 방류수수질기준을 초과하였다. 한편, 시설개선 대상시설(C Group) 25개소는 시설물의 완성도가 낮아 유지관리 방법 개선만으로는 수질개선에 한계가 있어 유지관리방법 개선과 시설개선을 병행하여 수질개선을 완료하였다.

**3.2. 개별오수처리시설 운영실태**

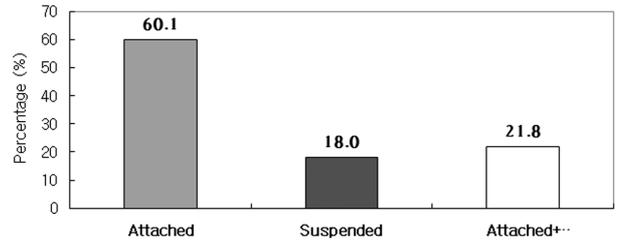
개별오수처리시설은 대부분 수 처리 전문지식이 부족한 건물주가 관리하기 때문에 유지관리가 용이하고 관리비가 적게 소요되는 공법이 요구되고 있다. 부착미생물 공법은 포기조에 접촉여재를 고정상 또는 유동상 방식으로 충전하는 처리공법으로 유지관리 용이성과 경제성면에서 활성슬러지공법보다 유리하여 개별오수처리시설에 많이 적용되는 것으로 보고되고 있다(Jenssen and Siegrist, 1990). 본 연구에서의 288개 업소를 조사한 결과 역시 Fig. 2와 같이 HBC (Hanged Bio-Contactor), Bio-filtration, 요구르트 공법 등 부착미생물 공법이 주를 이루고 있는 것으로 조사되었다.

부착미생물 공법으로 설치된 업소가 79%에 달하고 있으나 실제 순수 부착미생물 공법으로 운영하는 업소는 Fig. 3과 같이 60.1%를 점유하고 있는 것으로 조사되었다. 54개 시설(18.9%)은 업소 특성에 따라 부착미생물공법 운영체계에 부유미생물이 식중되어 운전되고 있었다.

이와 같이 부착미생물 공정으로 설치된 오수처리시설이 혼성공정(hybrid)으로 운영되는 원인은 1) 포기조 용량이 작게 설계된 경우, 2) 포기조에 접촉여재를 부족하게 충전한 경우, 3) 기본설계 시 원수 BOD 농도를 낮게 적용하여 포기조 유입 BOD부하가 높아 순수부착공정으로 운영되



**Fig. 2.** Various types of plants applied for ISMSGAS in Yong-In city.



**Fig. 3.** Types of microorganism growth applied for ISMGAS in Yong-In city.

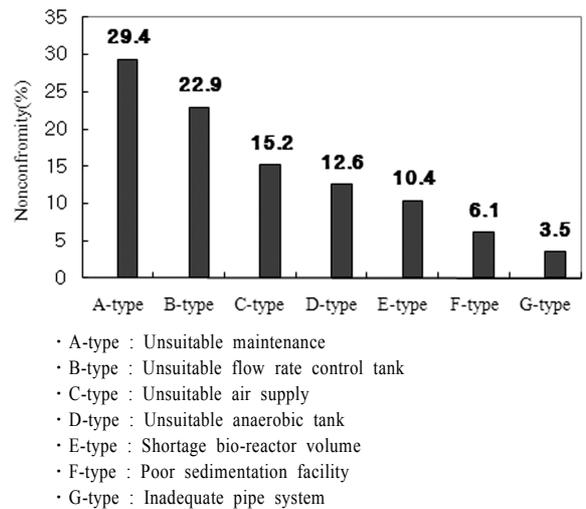
기에는 다소 무리가 있기 때문인 것으로 판단된다.

**3.3. 개별오수처리시설 운영특성**

**3.3.1. 방류수 수질 초과 원인**

개별오수처리시설의 방류수수질기준 초과원인은 Fig. 4와 같이 유지관리 전문성 부족과 기술적 완성도가 낮은 오수처리시설의 시공으로 구분할 수 있다.

개별오수처리시설의 방류수수질기준 초과 원인별로는 운영자의 유지관리미흡(29.4%), 유량조정조 운영미숙(22.9%), 부적절한 공기공급(15.2%) 등 67.5%가 처리시설의 부적절한 운영에 기인하고 있어 전문성을 갖춘 위탁관리가 무엇보다 중요한 과제임을 알 수 있었다.



**Fig. 4.** Conditions of various nonconformity types according to unsuitable maintenance and inadequate facilities.

또한 혐기부패조 용량부족(12.6%), 포기조 용량부족(6.1%) 등 처리시설 용량부족과 부적절한 침전조 및 배관설치 등 시설물 자체의 이상에 의한 방류수수질기준 초과시설이 32.5%를 차지하여 단위공정의 완성도를 향상시킬 수 있는 관련제도 정비가 시급한 것으로 나타났다.

**3.3.2. 업종별 원인 분석**

개별오수처리시설의 방류수 수질은 업종별 원수의 수질 및 배출 특성, 처리시설의 기술적 완성도, 유지관리 능력 등과 밀접한 관계가 있으며 업종별 기준 초과 현황은 Fig. 5와 같이 조사되었다. 오수처리시설 배출원의 업종별 기준초

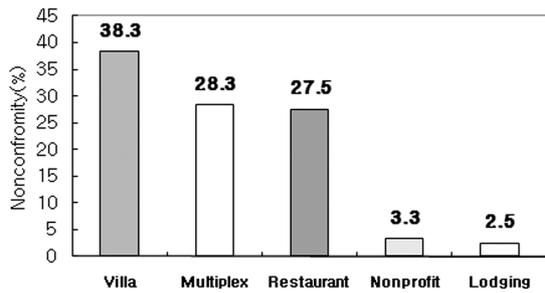


Fig. 5. Nonconformity ratio according to business types.

과율은 공동주택(38.3%)>근린생활(28.3%)>음식점(27.5%)>비영리시설(3.3%)>숙박시설(2.5%)순으로 조사되었다.

공동주택의 기준초과율이 높은 이유는 기본 설계 시 스크린시설 및 혐기부패조를 고려하지 않아 원수에 포함된 고농도의 고형성분인糞이 생물반응조의 활성미생물에 충격을 주고 아울러, 스크린 설비가 취약하여 협잡물이 유량조정조에 과량 침적되어 유량조정조의 기능이 저하되기 때문이다. 그러므로 공동주택의 수질개선을 위해서는 혐기조 기능을 강화하고 유량조정조의 기능을 활성화 하는 방안이 충분히 검토되어야 할 것으로 판단된다.

음식점의 방류수수질기준 초과율이 높은 이유는 개별오수처리시설로 실제로 유입되는 원수 BOD농도가 설계농도(환경부고시 제2006-96호, 2006)보다 높기 때문이다. 중식의 경우 설계 BOD농도가 환경부 고시인 330 mg/L보다 2.4배나 높은 800 mg/L인 것으로 보고된 바 있다(강동한 등, 2005b). 그러므로 한정식 및 중식과 같이 원수 유기물질이 높은 업종은 혐기부패조를 설치하여 전처리 기능을 강화하고, 포기조 체류시간을 상대적으로 길게 유지할 필요가 있다. 반면에 숙박업은 업종 특성 상 원수 BOD농도가 낮아 빈 부하로 상태로 운전이 이루어지고 있어 타 업종에 비해 기준초과율이 낮은 것으로 조사되었다.

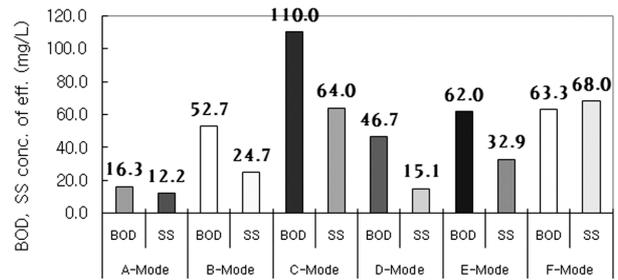
3.3.3. 운영 mode별 처리수질 비교

개별오수처리시설은 물리적인 단위공정, 생물학적인 단위공정들이 복합적으로 조합되어 있으며, 일반적으로 전처리설비(혐기부패조, 유량조정조)와 주 처리 설비(포기조, 침전조)로 구분된다.

Fig. 6은 업종에 관계없이 개별오수처리시설의 단위공정 조합에 따른 방류수 수질을 나타낸 것이다. 즉, 각 시설의 혐기조 有·無, 유량조정 기능, 침전조·침전분리조 적용 현황 등을 고려하여 각 공정조합에 따른 처리효율을 평가하였다.

유입수질은 작업종에 따른 차이는 다소 있으나 각단위공정별 적용된 유입평균수질은 227.8 mg/L BOD, 178.1 mg/L SS 의 10% 내외로 나타났다. 이를 바탕으로 오수처리시설에 가장 우수한 공정조합은 A-mode (혐기조, 유량조정조, 포기조, 침전조)로 조사되었으며 각 단위공정이 순차적으로 모두 구비되고 단위공정의 기능이 원활하게 수행이 될 경우 매우 안정된 처리수질을 보였다.

반면에 유량조정을 실시하지 않고 침전분리조가 적용된



- A-Mode : Settling tank, Anaerobic tank, Flow regulation(○)
- B-Mode : Settling and separation tank, Anaerobic tank, Flow regulation(○)
- C-Mode : Settling and separation tank, Anaerobic tank, Flow regulation(×)
- D-Mode : Settling tank, Anaerobic tank, Flow regulation(×)
- E-Mode : Settling tank, Anaerobic tank(×), Flow regulation(○)
- F-Mode : Settling tank, Anaerobic tank(×), Flow regulation(×)

Fig. 6. Water quality characteristics of effluents according to various system modes.

C-Mode의 처리수질이 가장 불량하였다. C-Mode가 처리수질이 불안정한 원인은 침전분리조의 슬러지 수집기능이 침전조에 비해 떨어지고 유량조절을 하지 않을 경우 운전미생물에 영향을 주게 되어 생물반응조 운영의 안정성이 저하되기 때문인 것으로 판단된다.

개인하수의 고도처리를 위해서는 협잡물 제거용 혐기전처리시설, 유량조정조 및 침전조의 적성설치가 개인하수처리시설에서 선결되어야 한다(신형순 등, 2008).

결론적으로 오수처리시설을 안정적으로 관리하기 위해서는 전처리 기능인 혐기부패조에서 고농도 유기물질에 대한 완충능력을 강화, 유량조정조의 유량조절 기능을 활성화 및 생물반응조의 체류시간을 충분히 확보하는 것이 가장 중요한 요소인 것으로 판단된다. 아울러 침전분리조 보다는 침전조를 설치하여 침전된 슬러지의 반송 및 폐기 그리고 월류부하를 안정적으로 유지할 수 있도록 침전조의 구조를 개선하는 것 또한 중요한 요소인 것으로 조사되었다.

3.4. 오수처리시설 실태 분석

일반적으로 개별오수처리시설은 70%이상 부착미생물공법을 적용하고 있으므로 원수 BOD 부하가 낮거나 체류시간이 길수록 유지관리에 유리하다고 알려져 있다(국립환경연구원, 1999).

개별오수처리시설의 용량산정에는 환경부 고시 제2006-96호가 기준으로 이용되고 있으나 공동주택을 제외한 영업용 개별오수처리시설의 실제 오수발생량은 영업실적과 밀접한 관계가 있다. 환경부 고시의 업종 별 개별오수 산정량과 실제 오수 발생량의 차이를 예측하기 위해 업종 별 상수사용량을 오수전환률(0.88)을 적용하여 평가한 결과 Table 5와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구과제의 대상지역인 용인시는 광주, 이천 등 인근 지자체 보다 경제활동이 왕성한 지역이기 때문에 영업오수 실제 발생량은 타 지역에 비해 많을 것으로 예측된다. 용인지역에 적용된 영업오수 설계용량과 실제 오수발생량을 비교한 결과 설계용량이 1.8~2.4배 정도 큰 것으로 조사되었다. 이는 대부분의 개별오수처리시설 설계용량이 실제 발

**Table 5.** Conversion ratio of tap water to sewage at each business type

Classification	Tap water	Design flow	Design flow/ Real flow
Multiplex	1	2.09	2.38
Restaurant	1	1.96	2.22
Villa	1	1.62	1.84
Lodging	1	1.62	1.84

· Conversion factor(0.88) was used for calculation

생량 보다 크게 산정되고 있음을 의미한다.

수 처리 기술적인 측면에서는 설계용량이 발생량보다 크면 유지관리에 유리하다. 그럼에도 불구하고 실제 개별오수처리시설의 방류수수질기준 초과율이 40%를 상회하고 있어 개별오수처리시설 수질개선을 위해서는 향후 개별오수처리시설 설치, 운영, 위탁관리 등 오수분야 관련제도를 일부 보완해야 할 것으로 판단된다.

결론적으로 개별오수처리시설의 처리효율을 향상시키기 위해서는 용량산정 방식의 재조정과 처리수질을 안정적으로 유지할 수 있는 개별오수처리시설 등록 제품(FRP재질)이 시공 및 관리될 수 있는 구체적인 방안 마련이 시급하다.

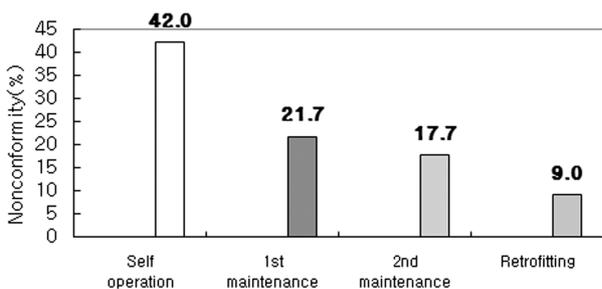
즉, FRP재질의 등록된 제품의 재질검사와 성능검사의 실효성을 담보할 수 있는 제도적 보완이 시급한 과제이며 아울러, 개별오수처리시설을 관리하는 위탁관리자의 수 처리 전문성을 높일 수 있는 구체적인 방안이 필요하다고 판단된다.

**3.5. 개별오수처리시설 배출부하량 삭감**

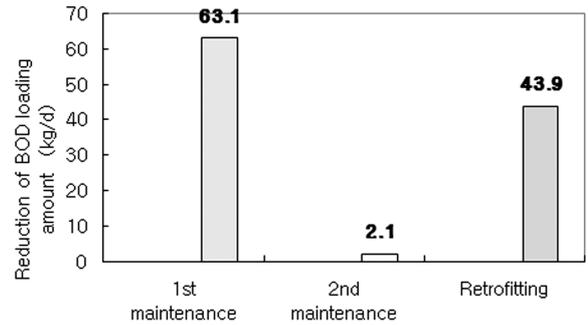
개선 대상 시설들에 대한 수질개선 사업은 1차적으로 수처리 전문지식을 바탕으로 유지관리 방법 개선을 통해 수질개선을 추진하였다. 방류수수질기준을 초과한 B Group은 유지관리 방법 개선을 통해 수질개선 사업을 추진하였으며, C Group은 시설개선을 통해 방류수질 개선이 추진되었다.

개선사업이 추진됨에 따라 방류수수질기준 초과율은 Fig. 7에 예시된 바와 같이 사업 수행전 42%에서 최종단계에는 9%로 현저하게 개선되었다.

개선 유형별로는 대상시설 288개소 중 위탁관리자 관리를 통한 167개소(58.0%)가 방류수수질기준을 달성할 수 있었고, 위탁관리자와 기술공유 방식에 의해 기준 초과시설 121개소(42.0%) 중 1차 기술지원 사업을 통해 59개소(방류



**Fig. 7.** Decrease of nonconformity ratio by technical support and systematic maintenance.



**Fig. 8.** Reduction of BOD loadings by proper support and maintenance.

수수질기준 초과율 : 21.7%), 2차 기술지원 사업을 통해 11개소(방류수수질기준 초과율 : 17.7%)에 대해 수질개선을 완료할 수 있었다. 그리고 최종적으로 시설개선 사업을 통해 25개소의 수질개선을 완료하여 방류수수질기준 초과율을 9%까지 개선하였다.

유지관리 방법 개선 및 시설개선 사업을 통한 BOD 삭감량은 Fig. 8에 나타내었다. BOD 삭감 부하량은 대상시설 각각의 오수발생량을 토대로 사업진행 절차에 따라 개선된 방류수 농도를 곱하여 산정하였다.

1, 2차 유지관리 방법 개선을 통해 각각 63.1, 2.1 kg BOD/d를 삭감하였으며, 시설개선을 통해 43.9 kg BOD/d를 추가로 삭감하여 연구과제 수행(환경공영제 사업)을 통해 최종 109.1 kg/일 BOD를 삭감하였다.

본 과제 수행으로 얻어진 연구결과를 환경공영제 사업에 활용한다면 수질오염총량관리제 시행과 더불어 환경공영제 사업이 생활계오염원의 효율적인 삭감방안으로 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

**4. 결론**

본 연구 과제를 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 개별오수처리시설의 방류수 수질기준 초과 원인은 유지관리 미흡(67.5%)과 시설물 완성도 저하(32.5%)로 조사되었으며, 향후 수질개선을 위해서는 위탁관리자의 전문성 제고와 기술적 완성도가 높은 제품의 생산, 판매 및 시공이 이루어질 수 있도록 제도 보완이 필요할 것으로 판단된다.
- 2) 개별오수처리시설의 처리수질을 확보하기 위해서는 전처리 시설(혐기부패조, 유량조정조)을 완비하고, 주 처리공정인 포기조 및 침전조 기능 활성화가 필요하며, 혐기조, 유량조정조, 포기조, 침전조 형태의 시스템 구성이 가장 안정적인 처리수질을 얻을 수 있었다.
- 3) 개별오수처리시설의 상수사용량과 설계용량을 비교한 결과 설계용량이 1.8~2.4 배 정도 크게 산정되고 있어 향후 산정방식의 재조정이 필요함을 알 수 있었다.
- 4) 환경공영제 대상시설(288개소)에 대한 기술지원과 시설개선을 통해 1일 109.1 kg BOD를 삭감하여 경안천 수질개선에 크게 기여하였으며, 향후 본 연구에서 제안한

개별오수 관리시스템을 환경행정에 집중한다면 생활계 오염원의 배출부하량 삭감에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

- 5) 자가관리 형태의 오수처리시설 운영방식은 적절한 관리가 어려워 공공수역에 생활계 오염원에 대한 배출부하량을 가중시키고 있어 향후 하수처리장의 건설을 통한 오염원 차단과 더불어 하수관거 설치가 비경제적인 지역에 대해 환경공영제 시행은 생활계 오염원 차단에 효과가 있을 것으로 판단된다.
- 6) 특별대책지역에 포함된 하수처리 구역 내 개별오수처리시설(3 m<sup>3</sup>/일 이하) 484개 시설은 하수관망 정비를 통해 우선적으로 하수처리장 유입을 추진하고, 200 m<sup>3</sup>/일 이상 대용량 시설(142개소)에 대해서는 관리감독 강화가 필요하다. 아울러 하수처리구역 내 1,043개 환경공영제 대상시설은 하수처리장 시설개선 완료 후 소규모시설부터 단계적으로 연계처리를 추진하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 7) Fig. 8에 나타난 바와 같이 특별대책지역에 포함된 하수처리 구역 외 개별오수처리시설(2,155개소) 중 설계용량이 200 m<sup>3</sup>/일 이상 대용량 시설(82개소)은 관리감독을 강화하여 배출부하량을 관리하고, 4 m<sup>3</sup>/일 이상 200 m<sup>3</sup>/일 이하 설계용량인 환경공영제 대상시설(982개소)에 대해서는 수질개선 효과가 큰 지역을 중심으로 대용량부터 개선사업을 추진하는 것이 사업의 효과를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 강동한 외 공편(2005a). 개인하수처리 시설 배출특성 연구. 경기도보건환경연구원.
- 강동한, 신행순, 김종수, 권보연, 최시립, 장영호, 김미정 (2005b). 음식접객업종별 오수배출특성 파악을 통한 적정 설계 연구. 경기도보건환경연구원보, 17, pp. 163-172.
- 경기지역 환경기술개발센터(2004). 오수처리시설 기술지원 사업 최종보고서. 경기도.
- 광주시(2005). 광주시 수질오염총량관리계획.
- 국립환경연구원(1999). 정화조 현장설치 및 유지관리 교육.
- 국립환경과학원(2004). 수계오염총량관리기술지침.
- 신행순, 김요용, 최일우, 김미정, 장영호, 민윤기, 김극태, 강동한(2008). 개인하수처리시설 고도처리공정 연구. 공동 추계학술발표회 논문집, 대한상하수도학회·한국물환경학회, pp. 254-255.
- 용인시(2008). 용인시 수질오염총량관리계획.
- 장영호(2008). 생물·전기화학반응의 혼합기술을 응용한 소규모 하수 고도처리 연구. 박사학위논문, 명지대학교.
- 환경부(2006). 건축물의 용도별 오수발생량 및 단독정화조 처리대상인원 산정방법.
- Jenssen, P. D. and Siegrist, R. L. (1990). Technology assessment of wastewater treatment by soil infiltration system. *Wat. Sci. Tech.*, 22(34), pp. 83-92.