

Study Note

우리나라 공공하수처리시설의 방류수 수질 관리체계 개선방안 고찰

- 미국, 일본, 유럽의 공공하수처리시설 방류수 수질 관리제도를 중심으로 -

정동환* · 최인철* · 조양석* · 정현미* · 권오상* · 유순주* · 엄익태** · 손대희**

국립환경과학원 상하수도연구과*, 성균관대학교 무배출형환경기술센터**

A Study on the Management System Improvement of Effluent Water Qualities for Public Sewage Treatment Facilities in Korea

Donghwan Jeong* · Incheol Choi* · Yangseok Cho* · Hyenmi Chung* · Ohsang Kwon* · Soonju Yu* · Icktae Yeom** · Daehee Son**

National Institute of Environmental Research*, Sungkyunkwan University**

요약 : 우리나라의 공공하수처리시설 방류수 수질기준을 마련하는데 있어 기준설정 근거를 명확히 하는 것과 하수처리시설의 운영조사를 근거로 적정성 여부를 검토할 수 있는 종합적인 기준설정 체계를 마련할 필요가 있다.

미국은 연방정부가 POTW에 대한 최소한의 항목과 기준의 가이드라인을 제시하며, 지방정부는 국가 가이드라인과 동일하거나 주별 특성을 반영하여 보다 엄격한 가이드라인을 제시하도록 하고 있다. 일본의 경우 하수도법상 방류수 수질기준에서 하수처리시설 구조 기술상의 기준을 만족하여야 하고 방류수 수질 기준과 공공수역으로의 배수기준을 동시에 적용하도록 하고 있으며 이에 대한 세부항목 및 기준은 지자체 조례로 규정하고 있다. 유럽의 경우 하수처리시설 방류수 수질기준은 공공수역에 대한 부영양화의 민감성에 따라 수질기준 항목을 차등하여 적용하고, 수계로 배출되는 오염물질 부하량에 따라 수질기준을 차등하여 적용하고 있다. 우리나라도 공공하수처리시설 방류수 수질기준 설정 시 미국 국가오염물질배출삭감제도 또는 유럽 통합환경관리제도에서와 같이 통계적 평균값 및 처리효율 또는 최적처리기술을 적용한 방류수 수질기준을 설정하는 체계를 도입하는 것이 필요하다.

주요어 : 방류수 수질기준, 환경기준, 하수처리시설, 국가오염물질배출삭감제도, 통합환경관리체계

Abstract : In recent years, Ministry of Environment (MOE) has been implementing a phased strengthening of the effluent standards for sewage treatment plants. In this regard, a comprehensive system should be developed to help check the appropriateness of such standards by specifying the grounds for standard-setting and investigating the current operation of sewage treatment plants

clearly. It is necessary to establish a new standard-setting system for the effluent that is in a closer connection with the environmental criteria and rating systems.

In the United States, the federal government provides guidelines on the least provisions and requirements for the Publicly Owned Treatment Works (POTWs). Local governments set the same or stricter guidelines that reflect the characteristics of each state. In Japan, the sewage treatment plants are subject to both the effluent standards and the discharge acceptable limits to public waters under the sewerage law. Specific requirements and limits are set in accordance with local government regulations. The European Union imposes sewage treatment plants with different provisions for effluent standards, depending on the sensitivity of public waters to eutrophication. The effluent standards for sewage treatment plants are classified by pollutant loads discharged to receiving waters.

MOE also needs to introduce systems for setting new parameter standards on a POTW effluent by applying statistical means and treatment efficiencies or optimal treatment techniques, as seen in the cases of the US National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) or the EU Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC).

Keywords : Effluent standard, Environmental criteria, Sewage treatment plant, National Pollutant Discharge Elimination System(NPDES), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)

I. 서론

하수처리시설은 주로 주거지역, 상업지역 및 공공 시설로부터 배출되는 생활하수를 대상으로 처리하는 시설을 말하며, 생활하수는 주로 부유물질, 생분해성 유기물, 질소 및 인 등의 성분을 함유하고 있어 생물학적 처리공정을 적용하고 있다. 공공하수처리시설은 이러한 하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지자체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설을 말한다(MOE, 2013a). 전국에서 시설용량이 하루 500 m³ 이상인 공공하수처리시설은 2012년 543개소이고 시설용량은 25,246천 톤/일로 조사되었으며, 2011년 496개소에 비하여 8.7% 증가하였다. 고도처리공법이 적용된 시설은 503개소(92.6%)이며, 시설용량 10만 톤 이상인 처리시설이 15,347천 톤으로 60.8%를 차지하는 것으로 나타났다. 하수처리시설에서 방류수 수질은 고도처리 전환 및 운영기술 발전 등으로 인하여 평균 BOD 방류수질 농도는 2011년 4.9 mg/L에 비하여 20% 개선되어 2011년에는 3.9 mg/L로 나타났다. 하수처리시설에서의 제거효율도 BOD 기준으로

2011년에 96.5%에서 2012년 97.3%로 개선되었다(MOE, 2013b).

환경부는 하수도 수질관리를 위하여 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 강화 및 TMS 설치 운영관리 개선을 지속적으로 추진하고 있으며, 방류수 수질기준의 체계적이고 합리적인 관리방안이 요구되고 있다. 공공하수처리시설 방류수 수질관리를 위하여 2012년 1월부터 시설용량별, 지역별, 항목별로 차등하여 수질기준을 강화하였다. 하지만 하수도 시설의 설치·운영·관리가 행정구역을 중심으로 이루어짐에 따라 수계별 수질관리 및 하수도 시설의 효율적인 설치와 운영관리가 어렵다. 현재 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 항목은 BOD, COD, SS, TN, TP, 총대장균군 및 생태독성 등 7 항목을 정하고 있으며 하수도 수질관리를 선진화하기 위해서는 기술에 근거한 방류수 수질기준과 공공수역에 하수처리시설의 방류수로 인한 인체 및 수생태계 영향을 고려하여 이화학적, 미생물학적으로 접근할 수 있는 신규 수질기준 항목 지정 및 기준 설정체계의 구축이 필요하다. 우리나라에서 산업폐수 발생량의 45%가 공공하수처리시설로 유입되고 있으며(NIER, 2011), 공공

하수처리시설에 유입하는 산업폐수는 폐수배출업종 구분없이 폐수배출허용기준(“나”지역 배출허용기준)을 획일적으로 적용하고 있기 때문에 폐수 특성을 고려한 하수처리 효율을 반영할 수 있는 합리적인 연계 유입수 관리방안이 필요하다(MOE, 2011).

이와 관련하여 미국, 일본, 유럽의 수질기준 및 관리체계 관련 자료를 토대로 국외 하수처리시설 방류수 수질기준 현황 및 제도를 조사하였으며, 국내·외 법령 및 연구 자료를 검토하고 국내·외 수질환경기준 현황 및 설정체계 등을 조사·분석하여 우리나라 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 및 항목 등을 고려한 방류수 수질기준 설정과 관리 체계에 대한 개선방안을 고찰하였다.

II. 국내 공공하수처리시설의 방류수 수질 관리체계 현황

국내 하수처리시설 방류수 수질기준은 1964년 10월 「공해방지법」에서 처음으로 신설되었으며, pH, BOD, SS, 총대장균군 항목에 대해 4가지(활성슬러지법, 살수여상법, 침전법, 기타) 처리방법별로 적용되었다(Table 1). 「공해방지법」에 제시된 기준은 1966년 8월에 「하수도법」이 신설되면서 「공해방지법」에서 이관되었으며, 1968년 1월 「하수도법 시행령」에서 제시하고 있는 방류수 수질기준은 「공해방지법」에서 제시된 기준과 동일하게 적용되었다. 이후 1983년 3월에 「하수도법 시행령」이 개정되면서 처리방법별로 구분없이 방류수 수질기준 항목(BOD, SS)만 제시되었다. 1993년 7월에는 방류수 수질기준 항목에

COD가 추가되었으며, 1996년 1월에는 「수질환경보전법 시행규칙」의 개정에 따라 방류수 수질기준(BOD, COD, SS)이 강화되었고 총질소(TN)와 총인(TP) 기준이 추가되었다. 2001년 10월에는 BOD, SS, TN, TP 수질기준 항목(4종)이 강화되었으며, 총대장균군(1종)이 신설되어 하수처리시설 방류수 수질기준 항목이 확대되었다. 2009년 7월 1일에 「하수도법 시행규칙」이 개정되면서 규모별로 기준이 차등 적용되었는데, 1일 하수처리용량 50 m³ 이상과 50 m³ 미만으로 구분하여 방류수 수질기준을 설정하였고, 이 기준은 2010년 12월 31일까지 적용되었다. 이때의 방류수 수질기준에서 특징적인 것은 하수처리시설 방류수 수질기준 항목 중 총질소와 총인은 겨울철(12월~3월) 기준을 각각 60 mg/L, 8 mg/L로 정하였고 2014년 12월 31일까지 적용한다. 2011년 1월에는 생태독성 항목이 추가되면서 항목이 확대되었다.

2012년 1월 1일부터 적용되고 있는 하수처리시설 방류수 수질기준은 항목에 대한 기준치 강화와 규모별, 지역별 기준 차등 적용 등의 변화가 있었다. 방류수 수질기준이 강화된 BOD, COD, SS, TP, 총대장균군은 기존에 적용되었던 방류수 수질기준보다 BOD, COD, SS의 경우에는 2배, TP은 I 지역 기준으로 10배 강화되었다. 또한 1일 하수처리용량 500 m³ 이상, 500 m³ 미만~50 m³ 이상, 50 m³ 미만으로 세분화하여 규모별로 구분 하였으며, 1일 하수처리용량 500 m³ 이상을 I~IV 지역으로 구분하여 하수처리시설 방류수 수질기준을 차등하여 적용하고 있다(I 지역 0.2 mg/L, II 지역 0.3 mg/L, III 지역 0.5 mg/L,

Table 1. The history of effluent standards for public sewage treatment facilities

Classification	1983.3	1993.7	1996.1	2001.10 ¹⁾	2009.7.1 ²⁾	2011.1	2012.1 ³⁾
BOD (mg/L)	30	30	20	10	10	10	5
COD (mg/L)	-	50	40	40	40	40	20
SS (mg/L)	70	70	20	10	10	10	10
TN (mg/L)	-	-	60	20	20	20	20
TP (mg/L)	-	-	8	2	2	2	0.2
Total Coliforms (ea/mL)	-	-	-	3,000	3,000	3,000	1,000
Bio-toxicity (TU)	-	-	-	-	-	1	1

1) Specific area, 2) 1 day sewer treatment capacity 50 m³ above, 3) I area standard (500 m³ above : I-IV area section)

※ Source : MOE, 1983-2012.

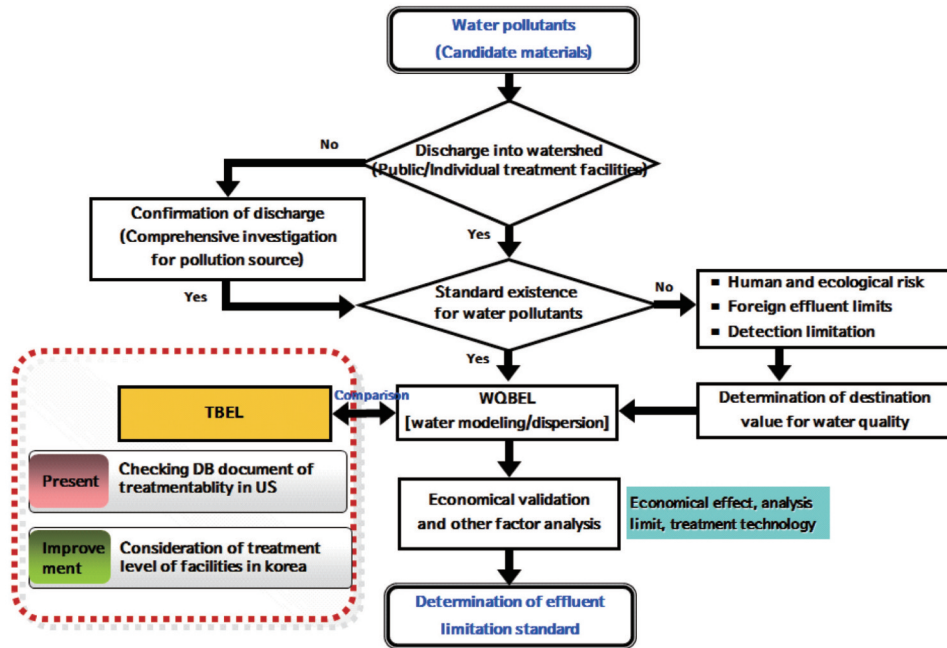


Figure 1. Determination framework of effluent limitation standard for industrial wastewater pollutants

※ Source : NIER, 2010.

IV 지역 2 mg/L).

현재의 획일적인 방류수 수질기준에서 수계 물이용 상황을 고려한 별도 수질기준을 설정할 수 있도록 「유역하수도정비계획(MOE, 2013c)을 시행하였으며 유역의 수질관리 목표를 고려한 강화된 유역별 방류수 수질기준을 적용할 수 있게 되었으나 적용할 수 있는 방류수 수질기준 설정체계가 수립되어 있지 않다.

하수처리시설 방류수 수질기준은 단계적으로 기준이 강화되고 확대되었지만 방류수 수질기준 강화 및 신설에 대한 설정근거가 명확하지 않고, 하수처리시설 방류수 수질기준 설정체계는 아직 마련되지 못하고 있다. 또한, 현재 하수처리시설 방류수 수질기준은 수질환경기준 및 방류수역의 수질 등급과의 연계성이 부족하므로 수질기준 개선을 위해 주기적이고 장기적인 적정성 검토와 신규 항목 지정을 위한 체계가 필요한 것으로 나타났다.

하수처리시설 방류수 수질기준 항목으로 설정하기 위해서는 산업폐수 배출허용기준을 설정하는 체계를 도입하는 것이 바람직하다. 즉 산업폐수에서 수질오염물질 지정이 제한된 수질유해물질은 수질근거 기

준과 기술근거 기준을 비교 검토하여 적합한 배출허용기준 설정체계를 결정하고 기술적·경제적 타당성 분석을 통하여 배출허용기준을 설정한다. 또한 배출이 확인되었지만 국내 수질 및 수생태계 환경기준이 존재하지 않는 수질오염물질의 경우, 인체 및 생태위해도, 외국기준치, 검출한계 등을 고려하여 특정수질유해물질의 수질기준치 설정 방안에 맞추어 잠정기준을 설정하고 이를 기준으로 수질근거 기준과 기술근거 기준을 비교 검토하여 적합한 배출허용기준 체계를 결정하고 기술적, 경제적 타당성 분석을 통하여 배출허용기준을 설정하게 된다(Figure 1).

III. 외국 공공하수처리시설의 방류수 수질 관리체계 현황

1. 미국

(1) 공공하수처리시설 수질 관리제도

미국은 1972년에 청정수법(Clean Water Act)의 국가오염물질배출삭감제도(National Pollutant

Discharge Elimination System, NPDES)에 의한 허가절차에 따라 공공수역별로 설정된 용도를 유지하기 위해 설정된 환경기준을 달성하기 위한 목적으로 지표수에 직접 오염물질을 배출하는 공공하수처리시설, 폐수처리시설, 각종 사업장 등 점오염원의 방류수 수질기준을 설정하고 오염물질의 배출허가 여부를 결정한다(EPA, 2010). NPDES는 대상 사업장의 수질을 평가하는 것 외에도 기술적·경제적 적정성 등 다양한 평가지표를 통해 개별사업장에 적합한 방류수의 항목과 기준을 설정한다. 공공하수처리시설은 본 NPDES 프로그램에 포함되나 가정에서 개별적으로 배출되는 개별 하수처리시설은 대상에서 제외하고 있다.

허가권자는 이 프로그램을 통하여 배출하는 물질, 하수처리기술, 최종적으로 배출하는 오염물질의 양을 신고하고, 연방정부와 주정부는 이용 가능한 오염물질 처리기술과 하수를 받아들이는 수계 보호와 수질유지를 고려하여 배출허용량을 허가해준다. 그러나 공공하수처리시설(Publicly owned treatment works, POTW)를 경유하는 간접배출, 관개용수, 준

설, 매립물질 및 불특정 배출원은 본 허가대상에서 제외된다. 특히 농업과 상업적 간접배출에 대해서는 국가 전처리 프로그램을 적용한다. 도시의 공공하수처리시설은 우선적으로 거주민과 상업시설로부터 발생하는 가정하수를 받는다. 비교적 큰 공공하수처리시설에서는 산업폐수도 연계하여 처리한다. 결과적으로 공공하수처리시설에서 관리되는 오염물질 종류에는 일반 오염물질인 BOD₅, TSS, Oil & Grease, 대장균 등과 특정산업 및 산업배출원에서 배출되는 독성오염물질까지 포함된다. 통상 공공하수처리시설은 침전, 생물학적 처리(살수여상, 활성슬러지 등), 소독 등으로 구성되어 운영된다(Figure 2).

미국 NPDES는 공공수역에 오염물질을 배출함에 있어서 EPA 또는 EPA로부터 권한을 위임받은 주정부의 허가를 필요로 한다. 허가 시 적용기준은 기술근거 기준과 수질근거 기준에 기초한 두 가지로 나뉘어진다. 이에 따라 기준은 오염원과 오염물질의 종류 및 오염원이 위치한 지역의 수질 상태에 따라 방류시설의 허가 수준과 정부가 원하는 오염 방지기술의 수준에 따라 다양하게 정해진다.

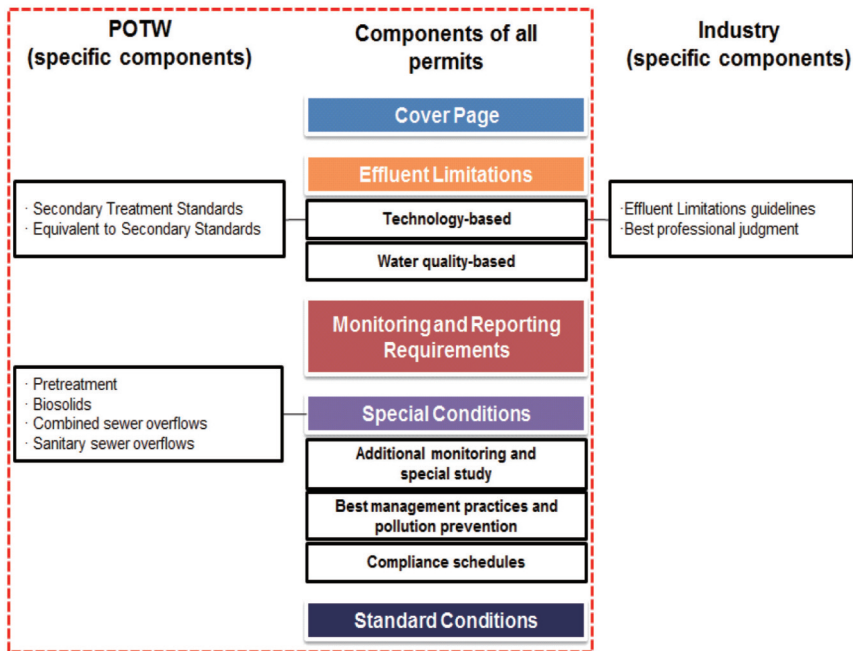


Figure 2. NPDES permit components

※ Source : EPA, 2010.

미국은 공공하수처리시설에 산업폐수를 연계하여 처리하는 배출시설에 대하여 NPDES 내 국가 전처리 프로그램(NPP, National pretreatment program)으로 공공하수처리시설의 원활한 운영을 위해 적절한 전처리를 하도록 하고 있다. 이에 따라 공공하수처리시설은 처리시설 내 작업자의 건강과 안전을 위협하고 운영에 방해가 되는 오염물질을 통제할 수 있는 권한을 가지고 있다. 즉, 공공하수처리시설 운영상 제한 또는 방해되는 오염물질이 유입되는 것을 금지하며, 국가오염물질배출삭감제도에서 허가 시 공공하수처리시설에 요구되는 유입량 또는 농도로 통과시킬 수 있는지 여부를 검토하고 하 · 폐수와 슬러지를 재활용 또는 재이용할 수 있는 기회가 증가하도록 하는 것이다.

미국의 전처리 기준은 업종별로 구분 적용되어 있으며, 처리기술 근거 배출허용기준을 적용한다. 일반적으로 기존 시설과 신규 시설에 대한 기준을 구분하여 설정하며, 이들 기준이 같은 경우도 있다. 특정 지역에 적용 가능한 지역 기준(Local limit)을 설정할 수 있는 체계가 세워져 있다(EPA, 1989). 공공하수처리시설에서 처리수질을 관리하기 위한 신규 폐수배출시설에 대한 전처리 기준(Pretreatment standards for new sources, PSNS)과 기존 폐수배출시설에 대한 전처리 기준(Pretreatment standards for existing sources, PSES)이 설정되어 있다.

미국의 전처리 기준을 보면, 주요 사업체(Industrial users)는 도시하수 등 공공하수처리시설로 유입되는 개별 폐수로 인해 공공하수처리시설의 처리를 방해하거나, 공공하수처리시설에서 처리되지 않고 수계로 배출되어 수계에 나쁜 영향을 주거나 발생하는 슬러지의 유용한 이용을 방해하지 않도록 해야 한다. 또한 공공하수처리시설이 준수해야 하는 수질기준을 고려하여 각 오염물질의 최대량(MAHL, Maximum allowable headworks loadings)을 계산한다. 대상 오염물질들은 최소한 비소, 카드뮴, 크롬, 구리, 시안, 납, 수은, 니켈, 은, 아연을 포함한다. 이 MAHL과 모든 오염물질의 근원을 조사 · 분석하여 산업체들로부터 받을 수 있는 최대량(MAIL, Maximum allowable industrial loadings)을 산정하고, 각 산

업체에게 허가되는 수질기준은 MAIL을 고려하여 정해진다. MAHL 또는 MAIL을 결정하기 위해서는 개별 오염물질의 확인, 오염 우려물질(POCs, Pollutants of concerns), 현재 공공하수처리시설의 부하량, 오염물질 제거효율, 현장 특성에 따른 방해물질의 농도 계산, 주요 사업체 현황, 가정, 기타 오염원의 파악이 필요하다. 또한 지역 규제기준을 산출하기 위해서는 공공하수처리시설의 유입수 및 유출수 오염물질 농도, 슬러지의 유해물질 농도 등의 자료와 유량과 슬러지 발생량 등을 정확히 파악해야 한다. 이러한 조사들을 통해 한 공공하수처리시설로 유입되는 각 폐수의 배출기준을 제시한다. 또한 폐수배출 시설별 규제 오염물질은 각 업종 특성에 따라 발생 가능한 항목이 선정되고 배출기준도 세분류 배출시설에 따라 개별적으로 적용된다.

(2) 공공하수처리시설(POTWs)의 방류수 수질기준

공공하수처리시설은 위에 언급한바 대로 NPDES의 개별 허가대상으로 포함되며, 또한 NPDES의 허가 절차에 따라 공공하수처리시설 방류수 수질기준이 설정된다. 국가(연방)에서는 공공하수처리시설에 대한 최소한의 항목과 기준의 가이드라인만 제시하고 있으며, 항목은 BOD₅, TSS, pH를 제시하고 있고, 방류수 수질기준은 농도 및 제거효율로 제시하고 있다. 미국의 주 정부에서는 국가 가이드라인과 동일하거나 보다 엄격한 가이드라인을 제시할 수 있으며, 주별 특성을 반영하고 있다. 개별 허가 시에는 주 정부의 가이드라인보다 높은 농도 또는 배출량으로 허가할 수 없다.

미국의 경우에는 공공하수처리시설의 방류수 수질기준에 대하여 차등화를 두고 있으며, 허가 시 규모에 따라 검토항목을 차등 적용하고 있다. 공공하수처리시설의 기준 배출량은 설계상 0.1 MGD(Mega gallon per day)이다. 미국 연방정부의 공공하수처리시설 허가 시 규모에 따른 검토 대상물질을 Table 2에 나타내었다.

미국은 공공하수처리시설 허가 시 규모에 따라 검토 항목 및 물질을 차등하고 적용하고 있으며, 설계 유량이 0.1 MGD 이하인 공공하수처리시설에는 2차

Table 2. Review substances according to application for permit

Classification	Not to exceed 0.1 MGD	0.1 ~ 1 MGD	Not less than 1 MGD
Parameters	BOD ₅ , TSS, pH	BOD ₅ , TSS, pH, NH ₄ ⁺ -N, Residual chlorine, DO, TKN, NO _x -N, P, TDS	BOD ₅ , TSS, pH, NH ₄ ⁺ -N, Residual chlorine, DO, TKN, NO _x -N, P, TDS, Hardness, Priority pollutants

처리기준 설정항목인 BOD₅, TSS, pH를 기본적으로 적용한다. 하지만 설계유량이 0.1 MGD 이상의 시설은 허가 신청서에 기본정보를 작성하고, 추가하여 시설 규모 및 산업폐수 유입 등을 작성하여야 한다. 또한 산업폐수가 유입되는 공공하수처리시설은 모니터링 결과 및 보고서를 작성하여야 하며, 전항목 분석 결과를 검토하여 수질유해물질 검출 시 WQBEL (Water quality based effluent limitation)을 적용한다. 또한 WQBEL을 통한 규제기준 또는 TMDL (Total maximum daily loads) 검토하여 최종방류기준을 설정한다. 이 때, 허가권자는 추가적인 모니터링을 요구하거나 생태독성 분석 등을 요구할 수 있다(Figure 3).

미국의 공공하수처리시설은 1972년 제정된 “Clean Water Act(CWA, 청정수법)”에 의해 대상 시설의 처

리기술에 기초하여 방류수 수질의 요구조건을 만족하도록 하였다. CWA 301조에 의하여 1977년 7월 1일까지 모든 공공하수처리시설에 대하여 2차 처리 (Secondary treatment) 수준을 만족시키도록 하였으며, 미국 EPA로 하여금 공공하수처리시설에 대한 2차 처리기준을 설정하도록 하였다. 그 결과로 미국 내 모든 공공하수처리시설에 적용하여 달성할 수 있는 방류수 수질기준이 설정되었다. 또한, CWA의 요구에 따라, EPA는 2차 처리를 수행하는 공공하수처리시설에 대한 성능평가를 통하여 Table 3에서와 같은 연방기준을 설정하였는데, 대상 오염물질 항목은 pH, BOD₅, TSS이다. 이 기준들은 기술근거 기준으로 시설별 기준 설정의 시발점이 되는 기준이다. 공공하수처리시설에 해당하는 기술근거 기준은 3가지로 일반적인 2차 처리기준(Secondary treatment

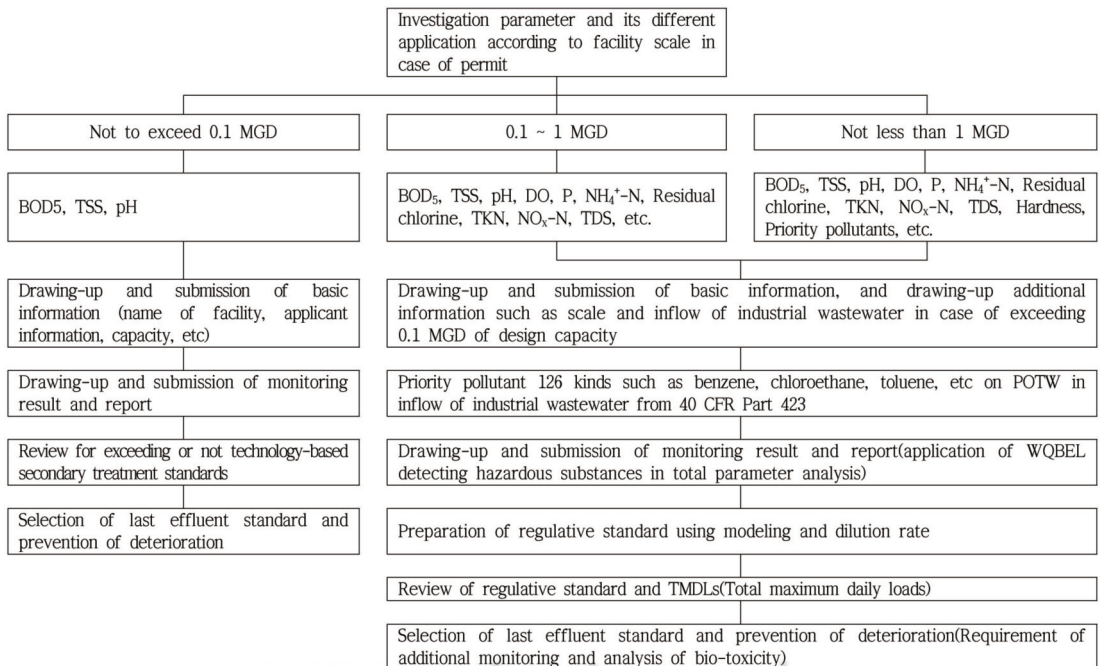


Figure 3. Permit flowchart for hazardous water quality substances of public sewage treatment facilities.

Table 3. Secondary treatment standards of public sewage treatment facilities

Parameters	30-day average	7-day average	30-day removal
pH	Within the limits of 6.0 ~ 9.0		-
BOD ₅	Not to exceed 30 mg/L (or 25 mg/L as CBOD ₅)	Not to exceed 45 mg/L (or 40 mg/L as CBOD ₅)	Not less than 85%
TSS	Not to exceed 30 mg/L	Not to exceed 45 mg/L	

※ Source: EPA, 2010.

Table 4. Equivalent to secondary treatment standards of public sewage treatment facilities

Parameters	30-day average	7-day average	30-day removal
pH	Within the limits of 6.0 ~ 9.0		-
BOD ₅	Not to exceed 45 mg/L (Not to exceed 40 mg/L as CBOD ₅)	Not to exceed 65 mg/L (Not to exceed 60 mg/L as CBOD ₅)	Not less than 65%
TSS	Not to exceed 30 mg/L	Not to exceed 45 mg/L	

※ Source: EPA, 2010.

standards), 2차 처리 인정기준(Equivalent secondary treatment standards)과 주별 2차 처리 조정기준(Adjustments to equivalent to secondary Standards)이 있다.

1977년 현재 운영되고 있는 공공하수처리시설에 대하여 달성가능한 정도의 자료와 보다 엄격한 주정부의 기준 및 주정부 수질근거 기준에 부합하는 수준을 고려하여 기준을 설정하였다. BOD₅는 CBOD₅로도 기준을 정하고 있는데, 이것은 공공하수처리시설 처리과정에서 발생될 수 있는 질산화에 의한 산소요구량을 배제하기 위함이다. CBOD₅는 BOD₅에 비해 10% 이상 낮게 정하고 있다. 또한 BOD₅와 TSS에 대하여 처리효율 즉 85% 이상으로 기준을 설정함으로써 시설의 정상적인 가동에 의한 BOD₅와 TSS 처리를 요구하고 있다. 그러나 살수여상이나 안정지의 경우 많은 양의 BOD₅와 TSS를 처리할 수 있음에도 불구하고 지속적으로 일반 2차 처리기준을 만족시키지 못하는 경우가 발생하였다. 특히 소규모 생활단지의 시설은 많은 양의 오염물질을 처리할 수 있음에도 기준을 만족시키기 위해서는 비용이 많이 드는 신규 시설의 도입이 요구되어 미국 의회는 시설설치지원금 프로그램을 개정하여 EPA로 하여금 살수여상 또는 안정지와 같은 생물학적 처리에 대한 기준을 변경하게 하였다. 모든 공공하수처리시설이 이에 해당되는 것은 아니며 3가지 기준 조건을 만족해야 한다. 공공

하수처리시설의 2차 처리 인정기준을 Table 4에 나타내었다.

- 기준 1(지속적인 2차 처리기준 초과): 적절한 유지관리를 통하여 2차 처리 인정기준을 만족시킬 수 있음을 입증하여야 하며, 한 항목만 해당될 경우 한 항목에 대해서만 적용
 - 해당 항목이 최근 2년간 처리에서 95번째 백분위수(95th Percentile)가 30일 평균 기준에 만족해야 함
 - 예기치 않은 상황, 우회배출, 조작실수와 기타 비정상 상태의 자료는 제외함
- 기준 2(주처리 공정): BOD₅와 TSS가 주공정인 살수여상 또는 안정지에서 대부분 처리되어야 함
- 기준 3(생물학적 처리 규정): 도시하수 처리에 있어서 혐기성 또는 호기성 처리방법으로 적어도 30일 평균 65% 이상의 BOD₅의 제거효율을 달성하여야 함

EPA는 위 3가지 조건을 만족하여야만 2차 처리 인정기준의 적용이 가능하며, 과부하 또는 구조적 결함이 부적절한 운영 결과로 이어지기 때문에 해결방법은 개선 공사이지 기준 조정이 아님을 명확히 하고 있다. 이와 더불어 90% 이상의 SS 제거효율을 가지며, 30일 평균 BOD₅ 기준 45 mg/L를 만족하는 안정지에 한하여 각주별로 별도 허용기준을 설정하였다. 또한, 각 주별로 지리적, 기후적, 계절 변화에 따

Table 5. Effluent standards of public sewage treatment facilities in Massachusetts

Parameter	30-day average	7-day average
pH	Within the limits of 6.0 ~ 9.0	
BOD ₅	Not to exceed 30 mg/L (25 mg/L as CBOD ₅)	Not to exceed 45 mg/L (40 mg/L as CBOD ₅)
TSS	Not to exceed 30 mg/L	Not to exceed 45 mg/L
TP	Not to exceed 1 mg/L	Not to exceed 1 mg/L
E. Coli.	Not to exceed 14,000 /100 mL	Not to exceed 14,000 /100 mL

※ Source: Massachusetts Water Resource Authority.

Table 6. Effluent standards of Hyperion treatment plant in California

Parameter	Units	Average Monthly	Average Weekly	Maximum Daily	Instantaneous Minimum	Instantaneous Maximum
Major Wastewater Constituents						
BOD ₅	mg/L	30	45	-	-	-
TSS	mg/L	30	45	-	-	-
pH	-	-	-	-	6	9
Oil & Grease	mg/L	25	40	-	-	75
Settleable Solids	mg/L	1	1.5	-	-	3
Turbidity	NTU	75	100	-	-	225
Marine Aquatic Life Toxicants						
Copper	ug/L	16	-	140	-	160
Chlorine Residual	ug/L	28	-	112	-	840
Ammonia as N	mg/L	8.4	-	34	-	84
Human Health Toxicants - Carcinogens						
Beryllium	ug/L	0.46	-	-	-	-
Chlordane	ug/L	0.0003	-	-	-	-
DDT	ug/L	0.024	-	-	-	-
PAHs	ug/L	0.12	-	-	-	-
PCBs	ug/L	0.0003	-	-	-	-
TCDD equivalents	pg/L	0.055	-	-	-	-

※ Source: California Regional Water Quality Control Board, 2005.

Table 7. Effluent standards for main area in America

Areas	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	Remarks
Chesapeake Bay Tributaries Maryland	-	-	8.0	2.0	-
Puget Sound Budd Inlet, Washington	30	30	4.01)	-	-
Florida, AWP ²⁾	5	5	3	1	-
Pad Dam, MWD ³⁾ Southern California	-	-	10(Winter), 1(Summer)	1.0(Winter), 0.1(Summer)	-
Great Lakes Drainage Basin	-	-	-	1	-
Lower Susquehanna River Basin	-	-	-	2	-
Lower Potomac River Basin	-	-	-	0.2	-
Hookers Point WWTP ⁴⁾ Florida	5	5	3(Annually average)	7.5	-
Reno-Sparks WWTP, Florida	20	20	5	0.4	Monthly average
River Oaks AWT, Florida	2	2	1.2	0.4	TMDL application

Table 7. Continued

Areas		BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	Remarks
Largo WWTP, Florida		5	5	8(Annually average), 12(Monthly average), 18(Weekly average)	-	NH ₃ -N 2(Monthly average), 3(Weekly average)
Fayetteville WWTP, Arkansas	Apr.~Nov.	5	5	-	1	2
	Dec.~Mar.	10	10	-	1	5
Landis Sewerage Authority WWTP, New Jersey		30	30	0.5(NH ₃ -N), 10(NO ₃ -N)	-	Monthly average
Palmetto WWTP, Florida		5	5	3	1	Monthly average
Eastern Service Area WWTP, Florida		5	5	3	-	Monthly average
		8	8	5	-	Monthly average

1) Total inorganic nitrogen, 2) Advanced wastewater treatment, 3) Municipal waste discharge, 4) Wastewater treatment plant

※ Source: Reardon, R.D., 1993; Sedlak, R.I., 1991.

른 성능의 변동성에 대하여 최대허용농도로써 살수 여상은 BOD₅와 TSS에 대하여, 안정지는 BOD₅에 대하여 주별 허용기준(Alternative state requirements)을 적용할 수 있도록 하고 있다.

미국은 지역특성을 고려하여 방류수 수질기준을 설정하고 있으며, Table 5에 나타난 바와 같이 각 주별로 가이드라인을 참고하여 공공하수처리시설 기준을 설정하고 있다. 또한, 국가(연방) 가이드라인에 제시한 항목 이외에도 지역에 따라 수질유해물질에 대한 기준을 마련하고 있다. Table 6에 미국 캘리포니아의 예를 나타내었다.

미국은 각 주마다 EPA의 지침에 따라 수질환경기준을 유지할 수 있도록 오염부하량이 할당되며, 같은 주에서도 기초자치단체(County)별, 위치별, 처리기술수준에 따라 방류수 수질기준을 상이하게 적용하고 있다(Table 7).

2. 일본

(1) 공공하수처리시설 수질 관리제도

일본의 하수처리시설은 일반 가정이 오염원이 되는 생활환경 항목 중 SS, BOD, 대장균군을 관리지표로 정하여, 유기성 오염물질에 대한 방지나 역학적 안전성을 확보하고 있다. 최근에는 부영양화 방지도 중요하여 질소와 인을 제거하는 시설이 증가하고 있다. 하수처리시설은 생활환경 항목에 대한 효율적인 제거시설을 목적으로 건설되기 때문에 일반 사업장

에 부과되는 배수기준과 더불어 생활환경 항목에 대하여 보다 엄격한 방류수 수질의 기술기준과 처리시설 구조의 기술기준이 하수도법에 규정되어 있다. 폐쇄성 수역으로 방류하는 고도처리 하수처리장에서는 더욱이 질소와 인의 규제기준을 적용받고 있다(JAWE, 2011).

하수처리시설은 일반 가정뿐만 아니라 공장 등 각종 사업장의 폐수도 유입된다. 이러한 사업장은 하수도 사용요금도 지불하는 대신에 공공수역에 방류하는 경우에 적용되는 배수기준이 면제된다. 그러나 하수처리시설은 생활환경 항목만이 처리가 가능하므로 건강항목에 대해서는 원칙적으로 처리능력을 갖추지 않는다. 그래서 하수처리시설에서는 특정 사업장에 대해서는 하수배제 제한기준을 적용하고 있다. 또한, 하수처리시설 내 처리기능에 영향을 주는 수질에 대해서는 제해시설의 설치 등에 관한 조례기준을 만들어 대처하고 있다(JAWE, 2011).

일본은 환경성이 정하고 있는 47개 지역 자치구역간 공유수면을 제외한 자치구역내의 수체에 대해서는 자치정부가 수질기준을 수립할 의무가 있으며, 중앙정부의 수질기준이 자치지역내의 수질을 관리하는데 불충분하다고 판단되면 자치정부는 보다 엄격한 기준을 적용할 수 있도록 하고 있다.

중앙정부에서 국가 전체에 적용하는 방류수 수질기준을 정하고 있고, 이를 참고하여 지자체는 별도의 조례로 방류수 수질기준을 적용하고 있다. 기준은 하수도법상 방류수 수질기준과 총리부령의 배수기준을

Table 8. Effluent standards and technology level of sewage treatment facilities in Japan

pH	E. Coli (ea/cm ²)	SS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	Methods	
5.8 ~ 8.6	Not to exceed 3,000	Not to exceed 40	Not to exceed 10	Not to exceed 10	Not to exceed 0.5	Circulated nitrification-denitrified membrane separation activated sludge method(only coagulant addition), A ₂ O method(only organic matter and coagulant addition) using jointly rapid filtration	
					0.5~1	Circulated nitrification-denitrified membrane separation activated sludge method(only coagulant addition), A ₂ O method(only organic matter and coagulant addition) or circulated nitrification-denitrification method(only organic matter and coagulant addition) using jointly rapid filtration	
					1~3	Circulated nitrification-denitrified membrane separation activated sludge method(only coagulant addition), A ₂ O method(only organic matter addition) or circulated nitrification-denitrification method(only organic matter addition) using jointly rapid filtration	
					-	Circulated nitrification-denitrified membrane separation activated sludge method, A ₂ O method(only organic matter addition) or circulated nitrification-denitrification method(only organic matter addition) using jointly rapid filtration	
				10~20	Not to exceed 1	A ₂ O method(only coagulant addition) or AO activated sludge method using jointly rapid filtration(only coagulant addition)	
					1~3	A ₂ O method using jointly rapid filtration or circulated nitrification-denitrification method(only coagulant addition) using jointly rapid filtration	
					-	A ₂ O method or circulated nitrification-denitrification method using jointly rapid filtration	
				-	Not to exceed 1	A ₂ O method(only coagulant addition) or AO activated sludge method using jointly rapid filtration(only coagulant addition)	
					1~3	A ₂ O or AO activated sludge method using jointly rapid filtration	
					-	Conventional activated sludge method using jointly rapid filtration	
				10~15	Not to exceed 20	Not to exceed 3	A ₂ O method or circulated nitrification-denitrification method(only coagulant addition)
					-	-	A ₂ O method or circulated nitrification-denitrification method
-	Not to exceed 3	A ₂ O or AO activated sludge method					
-	-	-	Conventional activated sludge method				

※ Source: Japan MOHLW, 2012.

고려해서 정한다. 하수도법상 방류수 수질기준은 처리시설 기술별 기준으로 설정되어 있으며, 공공하수처리시설은 하수도법상 방류수 수질기준과 공공수역으로의 배수기준을 동시에 적용을 받는다. 사업장이 공공하수처리시설로 폐수를 유입시킬 때에는 배수기준을 충족시켜야 하며, 이를 수용하는 하수처리시설은 하수도법 상 방류수 수질기준과 수질오염방지법상의 배수기준이 고려된 지자체 조례의 방류수 수질기준을 준수하여야 한다.

(2) 공공하수처리시설의 방류수 수질기준

일본에서 환경기본법은 환경보전의 이념과 원칙을

나타내는 것이다. 실제 보전을 위해서 다양한 법률이 제정·시행되고 있다. 환경기본법에는 사람의 건강을 보호하고, 생활환경을 보전하고 유지할 수 있도록 바람직한 수질오염에 관한 「환경기준」을 규정하고 있다. 그 달성을 위해 공장 및 사업장은 수질오염방지법의 「배수기준」으로 규제를 받고 있으며, 일반가정의 생활하수는 「하수도법」에 의해 규제를 받고 있다 (JAWE, 2011). 일본 하수도법(2012) 제8조에는 “공공 하수도에서 하천, 공공수역, 해역에 방류되는 공공 하수도의 방류수 수질은 하수도법 시행령에서 정하고 있는 기술상의 기준에 적합한 것이어야 한다.”

고 명시되어 있다.

하수도법 시행령(2012) 제5조 제2항에는 하수처리 시설의 방류수 수질기준에 대하여 기술상의 기준을 제시하고 있다. 하수처리시설 방류수 수질기준은 국토교통성령·환경성령으로 정하는 방법에 의해 검정된 수치를 적용하며, 항목별 기준은 pH 5.8~8.6, SS 40 mg/L 이하, 총대장균군 3,000 개/cm³ 이하로 제시하고 있다. 또한 BOD, 질소, 인은 하수도법 시행령 제5조 제2항에 규정하고 있는 하수처리시설 계획 방류 수질을 만족해야 하는 것으로 나타나 있다. 또한 고도처리 공법이 도입된 하수처리시설에서의 질소와 인 함량에 따른 수질기준은 처리시설 구조의 기술상의 기준으로 정해진 수치인 질소 함유량 20 mg/L, 인 3 mg/L를 넘어서는 안되며, 수치가 정해져 있지 않는 경우에도 질소 20 mg/L, 인 3 mg/L를 방류수 수질기준으로 한다.

일본은 하수처리시설 방류수 수질에 대하여 기술

상의 기준(제8조)과 처리시설 구조기술 상의 기준(제6조)을 명시하고 있으며, 이러한 기준은 생활환경 항목에 포함된 오염물질을 적극적으로 제거하도록 하고 있다. 각 자치정부는 자치지역 내 수질악화를 방지하기 위해 중앙정부의 수질기준보다 엄격한 기준을 수립할 수 있으며, Table 8에는 일본의 하수도법상 방류수 수질기준 및 처리시설 구조의 기술기준을 나타내었다.

동경도의 경우 공해방지 조례에 따라 수질유해물질이 포함된 방류수 수질기준을 정하여 적용하고 있는데 수질유해물질의 경우 배수기준 항목으로 기준도 배수기준에 준하여 설정되어 있다. 결과적으로 일본은 하수처리시설에 산업폐수가 유입될 경우 각 지자체가 산업폐수를 고려하여 관리 항목을 확대하고 이에 따른 방류수 수질기준을 정하여 관리하고 있음을 알 수 있다(Table 9).

Table 9. Effluent standards of sewage treatment facilities in Tokyo (Unit: mg/L)

Classification	Enforcement ordinance of sewage law(article 6 and clause 1)	Discharge standards of Water Quality Pollution Protection Law	Ordinance of Tokyo for pollution protection	
pH	5.8~8.6	Out of sea area: 5.8~8.6, Sea area: 5.0~9.0	5.8~8.6	
Temperature (°C)	-	-	Not to exceed 40	
BOD ₅ ¹⁾	15 ²⁾	160(Daily average 120)	New standard ³⁾ 15	Existing standard 25
COD ¹⁾	-	160(Daily average 120)	New standard ³⁾ 15	Existing standard 35
SS	40	200(Daily average 150)	New standard ³⁾ 10	Existing standard 60
Total Coliforms (ea/cm ³)	3,000	Daily average 3,000	3,000	
n-Hexane (Mineral oil)	-	5	5	
n-Hexane (Animal-plant oil)	-	30	30	
Total nitrogen	- ²⁾	120(Daily average 60)	New standard ⁴⁾ 20	Existing standard ⁴⁾ 30
Total phosphorous	- ²⁾	16(Daily average 8)	New standard ⁴⁾ 1.0	Existing standard ⁴⁾ 30
Phenol	-	5	5	
Fluoride	-	Out of sea area: 8, Sea area 15	Out of sea area: 8, Sea area 15	
Copper	-	3	3	
Iron(soluble)	-	10	10	
Zinc	-	2	2	
Hexavalent chromium compounds	-	0.5	0.5	
Manganese(soluble)	-	10	10	
Chromium	-	2	2	
Cyanide compounds	-	1	1	
Cadmium and its compounds	-	0.1	0.1	

Table 9. Continued

Classification	Enforcement ordinance of sewage law(article 6 and clause 1)	Discharge standards of Water Quality Pollution Protection Law	Ordinance of Tokyo for pollution protection
Lead and its compounds	-	0.1	0.1
Arsenic and its compounds	-	0.1	0.5
Organophosphorous	-	1	1
Mercury, alkyl mercury and other compounds	-	0.005	0.005
Alkyl mercury	-	Not to be detected	Not to be detected
PCB	-	0.003	0.003
Trichloroethylene(TCE)	-	0.3	0.3
Tetrachloroethylene(PCE)	-	0.1	0.1
Dichloromethane	-	0.2	0.2
Carbon tetrachloride	-	0.02	0.02
1,2-Dichloroethane	-	0.04	0.04
1,1-Dichloroethylene	-	0.2	0.2
cis-1,2-Dichloroethylene	-	0.4	0.4
1,1,1-Trichloroethane	-	3	3
1,1,2-Trichloroethane	-	0.06	0.06
1,3-Dichloropropane	-	0.02	0.02
Tthiuram	-	0.06	0.06
Simazine`	-	0.03	0.03
Thioencarb	-	0.2	0.2
Benzene	-	0.1	0.1
Selenium and its compounds	-	0.1	0.1
Boron and its compounds	-	Out of sea area: 10, Sea area: 230	Out of sea area: 10, Sea area: 230
1,4-Dioxane	-	0.5	0.5
Ammonia, ammonium compounds, nitrite compounds, nitrate compounds	-	Sum of NH ₄ -N × 0.4 + NO ₂ -N + NO ₃ -N < 100	-
Dioxin (pg-TEQ/L)	Enforcement regulation for Dioxin measure special treatment law(article 1)		
	10		

- 1) 수질오탁방지법의 COD의 기준은 시바우라 · 아리아케 · 카사이 · 스나쵸우 · 모리에사키 물재생센터에 적용하며, BOD의 기준은 그 외 물재생센터에 적용됨.
 - 2) 하수도법 시행령 “처리 시설 구조의 기술상 기준” 중 BOD, 질소 함유량, 인 함유량에 대해서는 계획 방류 수질로 공공(유역)하수 관리자가 정할 수 있으며, 계획 방류 수질은 아리아케 지역은 BOD:12 mg/L, 질소:18 mg/L, 인:1.0 mg/L, 우키마 지역은 BOD:12 mg/L, 질소:18 mg/L, 인:1.0 mg/L, 히가시오구 · 오치아이 · 나카노 · 코스게 · 나카가와 · 싱가포르 시에서는 BOD 13 mg/L로 적용하고 시바우라 · 미카와 시마 · 스나쵸우 · 모리에사키 · 미야기 · 카사이에서는 BOD 15 mg/L로 적용함.
 - 3) 모든 시설에 질소 및 인의 처리 기능을 갖춘 고도처리시설과 그 후단에 여과시설 또는 여과시설과 동등한 처리 기능을 가진 물재생센터는 신설 기준을 적용함.
 - 4) 모든 시설에 질소 및 인의 처리 기능을 갖춘 고도처리시설 기능을 가진 물 재생 센터는 신설의 기준을 적용함.
- ※ Source: Department of sewer system in Tokyo, 2012.

3. 유럽연합(EU)

(1) 공공하수처리시설 수질 관리제도

유럽연합은 수질기준을 유지하고 배출수의 관리를 위해, EU 수질기준을 준수하기 위한 법령체계(EU

Water quality standards), 배출기준치에 관한 법령 체계(EU Emission limit value), 다른 법령과 수단에 관한 체계(Other legislations and measure)의 통합적인 수질관리 접근을 하고 있다. 또한 유럽연합

의 도시하수처리시설에서 배출되는 방류수는 최소한의 적절한 조건을 준수해야 하는데, 이는 수용 수계의 민감성(Sensitivity)에 의존한 지역과 해당수계로 배출되는 오염물질부하량에 따라 배출기준을 차등 적용하고 있다. 유럽연합(EU)에서는 일반지역과 민감 지역에 대하여 처리용량에 따라 규정되어 있으며, 각 국가별 별도기준을 따로 규정하고 있다.

유럽은 1996년 9월에 통합환경관리체계(Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC)와 관련된 지침서를 채택함으로써 오염예방에 대한 법령 기반을 마련하게 되었다. 유럽연합(EU) 협의회에 의해 9월 24일 채택된 본 지침서는 같은 해 10월 30일부터 효력이 발생하기 시작하였고, 회원국들은 지침 이행에 필요한 법률, 규정 및 행정조항을 1999년 10월 30일까지 의무적으로 마련해야 하였다. 기존 시설의 경우 지침서 일부 조항에 대해서는 2007년 10월 30일까지 과도기로 정하였다(KEI, 2007). 본 지침은 기존 영국이 추

진하던 통합관리체계(Integrated Pollution Control, IPC)에 입각한 것으로, 오염물질 저감에 더해 오염물질의 배출을 사전에 예방하여 근본적으로 환경오염을 피하는 것을 목적으로 하고 있으며, 이를 위해 환경에의 통합적인 접근을 시도하고 있다. 통합적 접근은 특정 산업활동에도 적용되는데, 통합적 접근이란 대기, 물과 토양 등 매체들에 미치는 환경 영향이 총체적으로 검토되며, 영향으로부터 높은 수준으로 환경 전체를 보호하기 위해 허가조건들이 마련되어야 함을 의미한다. 즉, 산업활동에서 통합환경관리체계(IPPC)는 다양한 종류의 배출과 폐기물의 생산을 막는 것을 목표로 하며, 이것이 현실적으로 불가능할 경우 적절한 수준으로 감소시킨다. 또한 IPPC는 산업활동이 중단된 지역을 복원하는 등 초기의 허가업무를 넘어서는 통합적인 접근을 모색하고 있다.

통합환경관리체계 지침은 사업장에 의한 대기(Directive 96/61), 수질, 토양오염 방지 및 최소화를

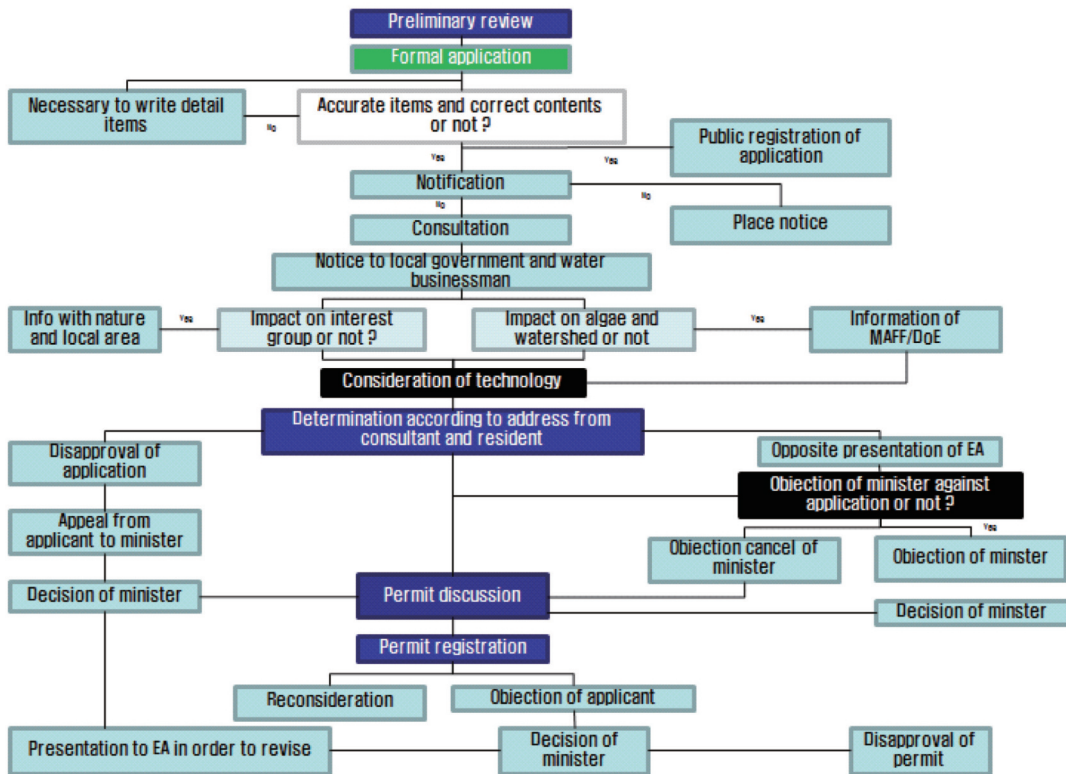


Figure 4. Discharge permit procedure in UK

※ Source: Water quality in the European Union, 1991.

위해 배출시설의 설치 허가와 이러한 시설의 운영 시 BAT을 적용하도록 하고 있다. 여기서 통합적이라는 의미는 배출시설 허가 시 해당 사업장의 대기, 수질, 폐기물 자원이용의 효율성, 소음, 위험성 관리 등 모든 환경성을 고려한다는 뜻이다 이 지침의 대상 업종은 에너지산업, 금속제품의 제조와 가공, 광업, 화학공업, 폐기물 관리업 및 펄프제지업, 가죽 제혁, 도살장, 닭과 돼지의 대량 사육, 인쇄, 코팅, 드레싱, 방수처리, 페인팅, 세척, 사이징, 침투 등 유기 용매를 사용하는 공장 또는 전자흑연 생산 공장 등으로 광범위하다.

IPPC 허가 절차를 보면, IPPC의 목적은 산업활동으로부터의 오염을 통제하기 위해 통합적 접근을 도입하는 것이고, 그 목표는 “대기, 물 그리고 토양으로의 배출을 막고, 막는 것이 불가능할 경우는 감소 시킴으로써 전체 환경을 보호하기 위한 높은 수준의 보호”를 달성하고자 하는 것이다. 이를 위해서 BAT에 기반을 둔 허가조건을 결정한다.

IPPC의 규제과정은 많은 요소들로 구성되어 있는데, 이는 환경부서나 지역당국으로부터 허가를 받기 위한 신규 및 기존 사업자를 구분하여 구체적으로 규

제가 적용된다. 허가는 사업자의 허가신청서 접수로부터 시작되며, 신청서를 접수한 허가기관은 다양한 법적 자문단과 협의를 시작한다. 사업자는 일반인의 참여를 최대한으로 유도하고, 하나 이상의 지역신문과 중앙지에 사업 활동의 세부내용과 위치를 일반인의 의견이 형성될 수 있는 장소에 대한 정보와 함께 공개해야 한다. 이런 IPPC 허가제도가 올바르게 시행되고 있는 영국의 배출 허가절차는 Figure 4와 같으며, IPPC 제도와의 가장 큰 차이점은 법적인 자문단 활용보다는 전담 담당자 지정에 따른 허가검토의 강화에 있다.

(2) 공공하수처리시설의 방류수 수질기준

유럽연합의 방류수 수질기준은 도시폐수처리 지침 UWWTD(Urban Wastewater Treatment Council Directive, 91/271/EEC)에 따라 도시폐수와 산업폐수의 집수, 처리, 배출에 관한 관리에 있어 적절한 규제를 수행하고 있다(Table 10). 이 지침은 수계의 오염을 방지하고 한 회원국의 수역에서 일어난 도시폐수의 불충분한 처리가 다른 회원국의 수역에 끼칠 수 있는 악영향을 최소화하여 물환경을 보호하는 것을

Table 10. Effluent standards of sewage treatment facilities in EU(Unit: mg/L)

Parameters	Standard values	Removal (%)
BOD ₅ (20°C) without nitrification ¹⁾	25 mg O ₂ /L	70-90(40°C)
COD	125 mg O ₂ /L	75
TSS	35 ²⁾ mg/L	90
	Not to exceed 35 mg/L (>10,000 P.E.) ³⁾	Not less than 90 (>10,000 P.E.)
	Not to exceed 60 mg/L (>2,000~10,000 P.E.) ³⁾	Not less than 70 (>2,000~10,000 P.E.)
Effluent water quality condition of urban wastewater ⁴⁾ treatment plant discharging to apprehensive area like to eutrophication area		
TN	15 mg N/L (10,000-100,000 P.E.), 10 mg N/L (>100,000 P.E.)	70~80
TP	2 mg P/L (10,000-100,000 P.E.), 1 mg P/L (>100,000 P.E.)	80

1) BOD₅와 대체 변수와의 관계가 성립 가능하면 다른 변수로의 대체가 가능한데, 대체 변수로는 TOC(Total Organic Carbon), TOD(Total oxygen demand)임
 2) 갯벌에서 배출되는 TSS 분석은 여과된 시료로 수행하나, 비여과된 시료에서의 TSS 농도는 150 mg/L를 초과해서는 안됨
 3) 저온으로 인해 효과적인 생물학적 2차처리의 적용이 어려운 고산지대에 위치한 수역으로의 배출시에 적용되는 덜 엄격한 처리기준
 4) 가정하수 또는 가정하수와 산업폐수의 혼합, 또는 강우유출수
 5) 폐수처리장의 생물학적인 반응조의 운영 시 12°C 이상의 수온 조건에 일 평균치는 20 mg N/L를 초과해서는 안됨
 6) 1 P.E.(Population equivalents): 60 g O₂/day의 5일간 BOD(BOD₅)에 해당하는 생물분해 가능한 유기물의 부하 7) 총 칼달 질소(유기질소+NH₃), 질산성 질소(NO₃-N), 아질산성 질소(NO₂-N)의 합
 ※ Source: Water quality in the European Union, 1991.

목적으로 한다. 그러나 이 방류수 수질기준은 권장사항(Option)이며, 유럽연합 회원국들은 자국의 환경에 따라 별도의 방류수 수질기준을 적용하고 있다.

유럽연합은 수질기준을 유지하고 배출수의 관리를 위해, EU 수질기준을 준수하기 위한 법령체계(EU water quality standards), 배출기준치에 관한 법령체계(EU emission limit value), 다른 법령과 수단에 관한 체제(Other legislations and measure)의 통합적인 수질관리 접근을 하고 있다.

유럽연합의 도시하수처리시설에서 배출되는 방류수는 최소한의 적절한 조건을 준수해야 하는데, 이는 수용 수계의 민감성(Sensitivity)에 의존한 지역과 해당수계로 배출되는 오염물질부하량에 따라 배출기준을 차등 적용하고 있다. EU에서는 일반지역과 민감지역에 대하여 처리용량에 따라 규정되어 있으며, EU 가입 국가별 별도기준을 따로 규정하고 있는 것이 특징이다.

IV. 우리나라 공공하수처리시설의 방류수 수질 관리체계 개선방안 고찰

1. 국내 · 외 공공하수처리시설의 방류수 수질 관리체계 비교

미국과 유럽 여러 국가 등은 하수처리시설의 방류수 수질기준을 설정하기 위하여 기술근거와 수질근

거 기준을 동시에 적용하고 있으며, 수질유해물질 관리를 위하여 유입될 수 있는 모든 항목에 대하여 항목별 모니터링과 생태독성 모니터링 방법 등을 적용하고 있다. 우리나라와 비슷한 일본은 하수처리시설을 운영하고 있는 지자체별로 보다 엄격한 방류수 수질기준을 설정할 수 있으며, 산업폐수가 유입되는 하수처리시설은 수질오탁방지법상의 배수기준을 적용받도록 하고 있다.

미국은 하수처리시설에서 규모별 적용항목을 차등화하고 있는데 모니터링 물질을 규모에 따라 확대하여 적용하고 있으며, 유럽도 이와 유사한 방법으로 적용하고 있다. 이에 비하여 우리나라는 모든 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 항목이 BOD, COD, SS, TN, TP, 총대장균군, 생태독성으로 설정되어 있으며, 일률적인 적용을 하고 있다. 또한 산업폐수가 유입되는 하수처리시설임에도 불구하고 수질유해물질에 대한 수질기준은 적용되고 있지 않고 있다. Table 11에 미국, EU, 일본의 하수처리시설에 대한 방류수 수질기준 설정체계와 항목에 대하여 나타내었다.

유럽연합의 경우에는 하수처리시설 규모별로 원단위를 구분하여 방류수 수질기준을 차등화하고 있으며, 일본은 기술근거 기준 적용방식을 고려하여 처리 기술별로 달리 적용하고 있는 것으로 조사되었다. 국

Table 11. Management system and parameters of effluent standards in foreign countries and Korea

Classification	Korea	America	EU	Japan
Management	<ul style="list-style-type: none"> - Not having specific management system - General technology-based standard(BPT, '04 Research) - TP application different from area with WQBEL 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprehensive permit system application in NPDES for POTW - Standard presentation on basic 3 parameters in federal government - Individual standard: TBEL, WQBEL 	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfaction of target water quality(WQBEL) - Technology-based Approach - Assessment for treatment technology 	<ul style="list-style-type: none"> - Not having specific management system (Mixing TBEL and WQBEL)
Parameters	<ul style="list-style-type: none"> - 7 parameters such as BOD, COD, SS, TN, TP, E. Coli. and Bio-toxicity 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoring parameters by scale 400 m³/d below(3 ea), 4,000 m³/d below(10 ea), 4,000 m³/d above (11 ea + Hazardous water quality materials) - Toxic data in inflowing industrial wastewater - Variability of nitrogen management: Ammonia nitrogen, TKN, NOx-N, etc - Chloride, TDS, DO, etc 	<ul style="list-style-type: none"> - Parameter difference by scale(Source unit better than sewer flowrate) - BOD₅, COD, SS, TN, TP - Deference of parameter standard by nation: Ammonia nitrogen (Germany) - Including permit standard in inflowing hazardous water quality materials 	<ul style="list-style-type: none"> - pH, E. Coli., SS, BOD₅, TN, TP - Application of technology-based treatment facilities - POTW apply simultaneous to effluent standard of sewage treatment facility and effluent limitation standard of industrial wastewater

Table 12. Difference of effluent standards in foreign countries and Korea

Classification	Korea	America	EU	Japan
Standard difference	<ul style="list-style-type: none"> - Difference of area (500 m³/d above facility classified I-IV area) - Difference by scale (Different application of some parameters) 	<ul style="list-style-type: none"> - Different application of pollutant parameters and standards by facilities' capacity - Consideration of local watershed of specific-characteristics (WQBEL) - Different application of standard by state and season 	<ul style="list-style-type: none"> - Different application of parameter and standard according to treatment capacity - Different application concerning about sensitivity of watershed - Not to exceed 10,000 P.E by facility scale: No regulation of nitrogen and phosphorous 	<ul style="list-style-type: none"> - Different application of standard to reflect technological level according to treatment method - Different application of effluent limitation standard according to outflow watershed, new and existing facilities

Table 13. Effluent standard values and units in foreign countries and Korea

Classification	Korea	America	EU	Japan
Standards values	<ul style="list-style-type: none"> - Not to be daily average and maximum, weekly average - 3 hour average in establishing TMS 	<ul style="list-style-type: none"> - Application of average value by treatment technology level (7 days, 30 days) - Simultaneous application of concentration and removal - Production/flow-based limitation 	<ul style="list-style-type: none"> - Application of daily and monthly average value - Daily average ≤ Monthly average × 2 times - Simultaneous application of concentration and removal - Consideration of temperature condition about total nitrogen (UK) 	<ul style="list-style-type: none"> - Application of concentration standard without areal difference - Not to be daily average and maximum, weekly average
Standard units	<ul style="list-style-type: none"> - Concentration unit 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentration unit - Consideration of weight 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentration unit - Consideration of weight - Consideration of total effluent flowrate 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentration unit

내·외 하수처리시설 방류수 수질기준 차등에 대한 비교를 Table 12에 나타내었다. 국내의 방류수 수질 기준은 500 m³/일 이상 시설 중 BOD, COD, TP, 총대장균군(I 지역만 구분)에 대하여 지역별로 구분하고 있으며, 미국, 유럽연합과 일본의 경우에는 지역수계 특성, 시설 규모별, 처리용량 등 다양하게 차등하여 적용하고 있다.

국내·외 하수처리시설 방류수 수질기준 현황을 Table 13에 나타내었다. 국내 하수처리시설의 방류수 수질기준은 일평균 및 최대치, 월 평균치가 없으며, 수질 TMS(Tele-monitoring system, 수질원격감시체계) 설치 시 3시간 평균값을 적용하고 있는 것으로 나타났다. 미국의 경우에는 처리기술 수준별 평균치(7일, 30일)를 적용하고 있으며, 농도 및 제거율을 동시에 적용하고 있는 것으로 조사되었다. 미국과 유럽연합(EU)은 하수처리시설 방류수 수질기준이 Peak 개념보다는 평균치로 기준값을 적용하고 있으며, 농도와 제거율을 동시에 적용하고 있다. 또한 농도 및 배출량을 고려하는데, 배출량은 필요 시 수계 영향을 고려하고 수질기준 기준 및 TMDL 등에 적용

하고 있는 것으로 조사되었다.

2. 우리나라 공공하수처리시설의 방류수 수질 관리 체계 개선방안

미국, 유럽, 일본 등은 유입폐수에 대하여 전처리 기준을 설정하고 있으며, 허가 항목으로 포함하여 관리하고 있는데 반하여 국내의 경우에는 하수처리시설로 유입되는 수질유해물질 관리를 위한 제도나 법적 규제가 마련되어 있지 않고 있다. 더욱이 공공하수처리시설에서 배출되고 있는 수질유해물질에 대한 정보를 수집할 수 있는 모니터링 체계도 갖춰져 있지 않는 상태이다. 공공하수처리시설에 유입되는 산업폐수는 폐수배출업종 구분 없이 폐수배출허용기준('나'지역 배출허용기준)을 획일적으로 적용하고 있기 때문에 폐수 특성, 하수처리 효율을 반영할 수 있는 합리적인 유입관리 방안이 필요하다. 현재 우리나라에서는 산업폐수 연계처리에 따른 공공하수처리시설에 대한 영향 및 수질에 대한 고려가 되고 있지 않는 실정이다.

미국 등 외국의 공공하수처리시설에 대한 방류수

수질 관리체계를 비교 검토한 결과, 우리나라에 적용 가능한 공공하수처리시설에 대한 방류수 수질 관리 체계 개선 방안은 다음과 같다. 첫째, 우리나라는 평균값, 처리효율 등 처리기준, 2차 처리기준 등 미국과 같은 논리적인 방류수 수질기준을 설정하는 체계가 마련되어 있지 않으므로 논리적인 설정체계를 도입할 수 있도록 제도를 정비하는 것이 필요하다. 둘째, 우리나라의 경우 2013년 수질오염총량관리제도의 생활계 오염부하량을 저감하고 유역의 수질환경기준을 합리적이고 효과적으로 달성하기 위해 유역 하수도 개념을 도입하였다. 이에 따라 개별 공공하수처리시설에 대한 방류수 수질기준을 설정할 수 있도록 유역별 방류수 수질기준을 설정하는 방법론을 마련하는 것이 필요하다. 셋째, 산업폐수를 공공하수처리시설로 유입시켜 연계·처리하는 경우 현재는 산업폐수 배출허용기준 '나'지역 기준을 준수하는 산업배출수를 하수처리시설에서 처리할 수 있도록 하고 있으나 보다 세부적인 수질 관리체계를 마련하는 것이 필요하다. 즉 하수처리시설로 유입되는 산업폐수에 대해 장기간 수질유해물질을 모니터링하고 그 결과를 바탕으로 앞서 언급한 유역별 또는 지자체별 방류수 수질기준 항목과 한계치를 정하여 관리하는 것이 바람직하다고 판단된다.

V. 결론

최근 우리나라의 하수처리시설 방류수 수질기준은 단계적으로 기준이 확대·강화되고 있어 이에 대한 기준 설정 근거를 명확히 하고 하수처리시설의 운영 실태 파악을 통하여 기준의 적정성 여부를 검토할 수 있는 종합적인 기준설정 체계를 마련할 필요가 있으며 수질환경기준 및 방류수역 수질등급과의 연계성을 반영하는 하수처리시설 방류수 수질기준을 설정하는 위한 체계를 마련하는 것이 필요하다.

미국은 연방정부가 POTW에 대한 최소한의 항목과 기준의 가이드라인을 제시하며, 지방정부는 국가 가이드라인과 동일하거나 주별 특성을 반영하여 더 엄격한 가이드라인을 제시하도록 하고 있다. 일본의 경우 하수도법상 방류수 수질기준에서 하수처리시설

구조 기술상의 기준을 만족하여야 하고 방류수 수질 기준과 공공수역으로의 배수기준을 동시에 적용하도록 하고 있으며 이에 대한 세부항목 및 기준은 지자체 조례로 규정하고 있다. 유럽(EU)의 경우 하수처리시설 방류수 수질기준은 공공수역에 대한 부영양화의 민감성에 따라 수질기준 항목을 차등하여 적용하고, 수계로 배출되는 오염물질 부하량에 따라 수질 기준을 차등하여 적용하고 있다.

우리나라도 향후 공공하수처리시설 방류수 수질기준 신규 항목 설정 시 미국 국가오염물질배출삭감제도 또는 유럽연합 통합환경관리제도에서와 같이 통계적 평균값 및 처리효율을 도입하거나 최적처리기술을 적용한 방류수 수질기준을 설정하는 체계를 도입하는 것이 필요하다.

이용문헌

- 국립환경과학원. 2010. 수질유해물질 확대지정 및 배출허용기준 설정 연구.
- 국립환경과학원. 2011. 산업폐수 유입시 공공하수처리시설의 효율적인 처리방안 연구.
- 동경도 하수도국. 2012. 사업개요(평성24년).
- 일본수환경학회. 2011. 일본의 수환경행정.
- 한국환경정책평가연구원. 2007. 통합적 환경관리 체계 구축을 위한 방안 연구.
- 환경부. 2011. 산업폐수의 공공하수처리시설 연계 처리지침.
- 환경부. 2013a. 하수도법.
- 환경부. 2013b. 2012년도 공공하수처리시설 운영관리실태평가 결과.
- 환경부. 2013c. 유역하수도정비계획 수립 지침.
- California Regional Water Quality Control Board. 2005. NPDES Permit No. CA0109991.
- Massachusetts Water Resource Authority. Authorization to discharge under the National Pollutant Discharge Elimination System. USA.
- Reardon, R.D. 1993. Overview of current practice in biological nutrient removal.

- Sedlak, R.I.(editor) 1991. Phosphorus and nitrogen removal from municipal wastewater. Lewis Publishers.
- U.S. EPA. 1989. Industrial user permitting guidance manual.
- U.S. EPA. 2010. NPDES permit writers' manual.
- Water quality in the European Union. 1991. Council Directive of 21 May 1991 concerning urban wastewater treatment (91.271/EEC).
- Ministry of Environment(MOE). 2011. Guideline for link-treating industrial wastewater into public sewage treatment facilities.
- MOE. 2013a. The sewer system law.
- MOE. 2013b. The results of assessment for management of public sewage treatment facilities in 2012.
- MOE. 2013c. Guideline on establishment of watershed sewer maintenance plan.
- National Institute of Environmental Research (NIER). 2010. A study of strengthening for water toxic substances and deriving effluent limits.
- NIER. 2011. A study of effective treatment measures of public sewage treatment facilities in inflow of industrial wastewater.
- Reardon. R.D. 1993. Overview of current practice in biological nutrient removal.
- Sedlak, R.I.(Editor). 1991. Phosphorus and nitrogen removal from municipal wastewater. Lewis Publishers.
- U.S. EPA. 1989. Industrial user permitting guidance manual.
- U.S. EPA. 2010. NPDES permit writers' manual.
- Water quality in the European Union. 1991. Council Directive of 21 May 1991 concerning urban wastewater treatment (91.271/EEC).

References

- California Regional Water Quality Control Board. 2005. NPDES Permit No. CA0109991.
- Department of sewer system in Tokyo. 2012. Overview of the project(Heisei 24).
- Japanese association of water environment (JAWE). 2011. Administration of water environment in Japan.
- Korea Environment Institute(KEI). 2007. A study of measures for building integrated environmental management system.
- Massachusetts Water Resource Authority. Authorization to discharge under the National Pollutant Discharge Elimination System. USA.