

# 수질오염총량제

## 02. 수질오염총량관리 해외사례

## 1. 미국의 TMDL 제도

### 1) 제도 개요

미국은 1972년부터 점오염원에 대하여 기술적으로 달성 가능한 최소배출량을 지정하여 허가하는 국가배출량삭감제도(National Pollutant Discharge Elimination System, NPDES)를 시행하고 있다. NPDES 제도에도 불구하고 수질기준을 달성하지 못하는 수체가 발생하고 환경단체의 소송이 잇따르자 1992년부터 총량관리제도(Total Maximum Daily Load, TMDL)를 본격적으로 시행하였다.

미국의 총량관리제도는 대상 수역의 물이용 용도에 맞는 수질기준을 달성하기 위해 일일 허용 가능한 오염물질의 최대 부하량(TMDL)을 결정하고, 이 배출량 내에서 오염물질이 배출되도록 관리한다. 수질관리정책이 하.폐수 처리 및 배출허용기준, 비점오염원관리, 유해물질관리 등 기술위주의 수질관리에서 유역차원의 수질관리로 전환되는 것에 발맞춰, 총량관리제도 또한 수체를 훼손시키는 모든 행위를 대상으로 수질을 개선하기 위한 방법을 강구한다. 미국의 총량관리제도는 오염원, 오염물질, 지정수역 등 관리의 대상이 매우 넓다. 총량관리는 점오염원뿐 아니라 비점오염원까지 포함되며, 수치기준 및 서술기준을 포함하여 수질기준이 설정된 모든 오염물질이 총량관리 대상이다. 또한 수질기준을 초과하는 모든 수체가 총량계획의 수립대상이다.<sup>1)</sup>

### 2) TMDL 수행 절차

미국 TMDL 수행절차는 주정부가 오염된 수체를 조사하고 목록을 작성해서 EPA에 제출해서 승인을 받는 절차("303(d) Listing Process")와, 주정부가 우선순위가 높은 수체를 대상으로 TMDL을 수립하는 절차("TMDL Establishment Process")로 구성된다.<sup>2)</sup>

주정부는 기존의 수질관리방안으로 수질기준을 달성할 수 없다고 판단되는 수체를 파악하고 목록(303(d) list)을 작성하여 EPA에 보고한다. 목록에 등재된 수체 중에서 우선적으로 총량관리계획을 수립해야 하는 수체를 선정한다. 우선순위가 높은 수체를 중심으로 단계적으로 TMDL 계획을 수립한다. 해당수체의 환경용량이 결정되면 자연부하량과 안전율(margin of safety, MOS)을 고려하여 오염원별로 할당부하량을 설정한다.<sup>3)</sup>

총량관리계획의 이행을 위해 기존의 수질관리계획을 수정하고, 배출허가대상 시설의 관리를 강화하며, 비점오염원 관리 등을 추진한다. 점오염원에 대해서는 NPDES 제도를 통해 배출허용기준을 강화하며, 비점오염원에 대해서는 최적관리방안(best management practice, BMP) 등의 관리계획을 수립하여 이행한다.<sup>4)</sup>

주정부는 수질 모니터링 프로그램을 통해 TMDL 계획에 따른 점오염원 및 비점오염원의 관리여부, 비점오염원 관리 효과, 수질기준 달성여부 등을 모니터링 및 평가한다. 일반적으로 총량관리 단위는 지역적인 수계에서 이루어지며, 자연오염원, 점오염원, 비점오염원 등 모든 오염원을 대상으로 한다.<sup>5)</sup>

1) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.

2) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.

3) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.

4) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.

5) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.

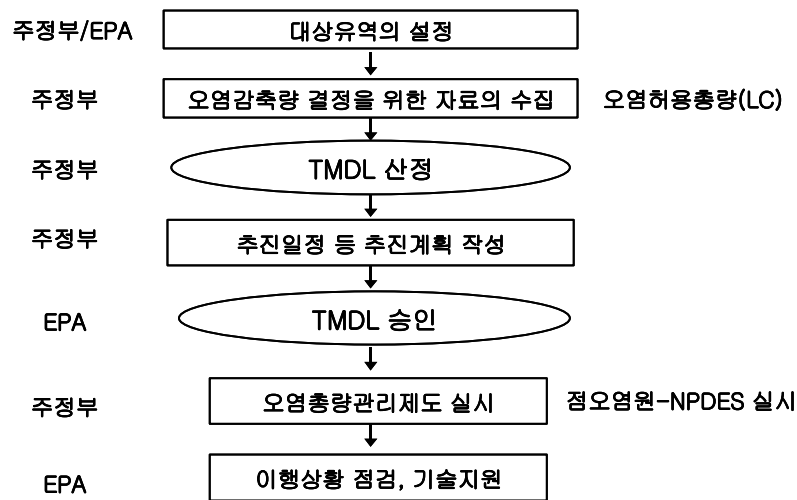


그림 1. 미국 TMDL 수행 절차

## 2. 일본의 수질총량규제제도

### 1) 제도 개요

일본의 배출허용기준은 현재 이용할 수 있는 하·폐수 처리기술 중에서 이용할 수 있는 최상의 기술을 근거로 하여 설정되는데, 배출허용기준만으로는 수질 환경기준을 달성·유지하기 곤란한 수역에 대해 총량규제제도가 이루어진다.

「수질오염방지법」 및 「세토(瀬戸)내해환경보전특별조치법」에 따라 인구와 산업이 집중되어 오염이 심한 폐쇄성 해역을 대상으로 총량관리를 시행하고 있다. 1979년부터 동경만, 이세만, 세토내해를 대상으로 5년 단위의 총량관리계획을 6차에 걸쳐 수립하여 추진하고 있다. 처음에는 화학적산소요구량(COD)에 대해서만 총량관리가 이루어졌다. 그러나 부영양화의 원인인 질소와 인에 대한 관리가 미흡한 문제가 지적되어, 제5차 총량규제부터 COD 외에 질소·인이 총량관리 항목에 포함되었다. 그리고 점오염원 외에 농지, 산림, 가축분뇨, 양식, 도시지역 비점오염원, 직접정화대책 등 비점오염원 관리에 대한 내용이 추가되었다.<sup>6)</sup> 총량관리지역에서는 공장·사업장의 폐수를 포함하여 모든 오염원에서 발생하는 오염부하량을 종합적·계획적으로 삭감하기 위한 노력이 진행된다. 총량관리계획에 해당하는 <총량삭감기본방침>은 「수질오염방지법」 등 관련법에 근거하여 환경성 장관이 수립하며, 오염부하량 감축 목표, 목표연도 및 삭감방안 등이 기본방침에 담긴다. 수질총량규제제도의 추진 결과 오염부하량 총량은 꾸준히 감소하였지만, 도쿄만, 이세만 및 오사카만의 환경기준 달성률은 아직 충분히 개선되지 않은 상황이다.<sup>7)</sup>

6) 국립환경연구원. 2001. 낙동강수계 오염총량관리제 시행방안 연구 요약보고서.

7) 일본 환경성 홈페이지. <https://www.env.go.jp/press/13882.html>

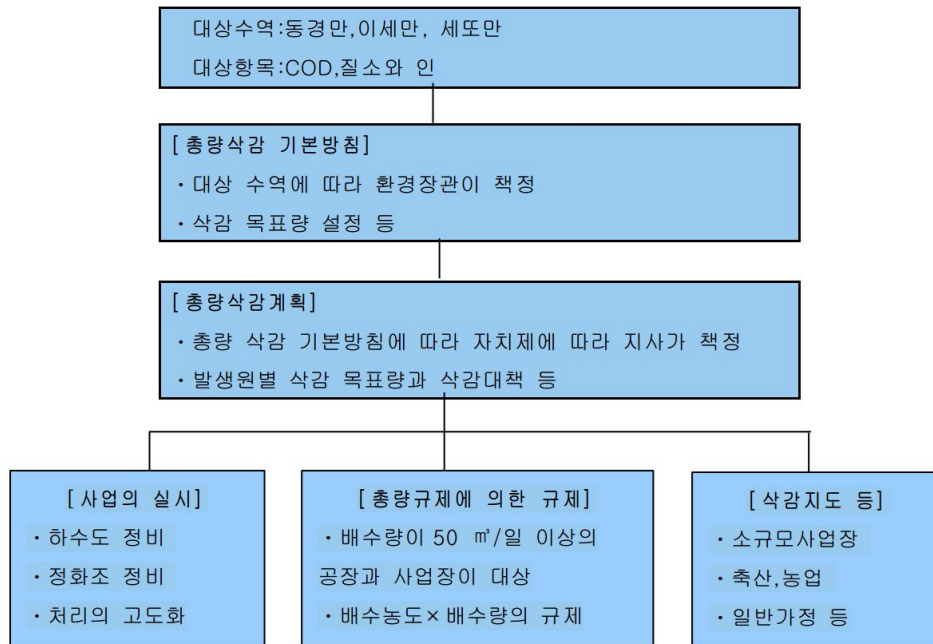


그림 1. 일본 수질총량규제제도 개요

자료: DICER, 2002. 일본 제5차 수질 총량규제의 개요

## 2) 총량삭감기본방침 주요 내용

총량삭감기본방침은 도쿄만, 이세만, 세또만 등 대상 유역별로 수립된다. 2014년도를 목표 연도로 하는 제7차 총량삭감기본방침에서는 도쿄만, 이세만, 오사카만에 대해서는 물환경 개선을 위해 오염부하량 삭감계획을 수립하였으며, 오사카를 제외한 세또만에 대해서는 현재의 수질이 악화되지 않도록 하는 차원에서 필요한 조치가 만들어졌다.<sup>8)</sup>

총량관리항목인 COD, 질소 및 인에 대한 발생원별 삭감 목표는 지자체(도도부 현)별로 정한다. 오염부하량 삭감 목표는 인구 및 산업 동향, 하수도 정비 전망, 하수처리 기술수준 등을 고려하여 실행 가능한 수준에서 설정된다.<sup>9)</sup>

지역		삭감 목표량 (2014년)	2009년
도쿄만	COD	177	183
	질소	181	185
	인	12.1	12.9
이세만	COD	146	158
	질소	115	118
	인	8.7	9.0
세또만 (오사카만)	COD	472 (116)	468 (118)
	질소	440 (103)	433 (104)
	인	27.4 (6.6)	28.0 (7.2)

표 1. 대상 수역·항목별 오염부하량 삭감 목표량 (단위: 톤/일)

8) 일본 환경성 홈페이지. <https://www.env.go.jp/press/13882.html>

9) 일본 환경성 홈페이지. <https://www.env.go.jp/press/13882.html>

오염부하량 삭감을 위해 다음과 같은 대책들이 추진된다.<sup>10)</sup>

- 하수도, 정화조, 농촌지역 하수시설 등 하수도 정비 및 고도화
- 사업장 실정에 따른 총량규제기준의 적절한 운용
- 환경 보전형 영농 추진, 가축분뇨 적정 관리 및 고도 이용 추진, 양식어장 개선 등
- 정보 공유·확산
- 갯벌(干潟)·해조류 양식장(藻場)의 보전·재생, 자연에 존재하는 영양분 및 먹이를 이용한 해조류 양식, 퇴적물 개선대책 추진 등

### 3. 유럽의 수질관리 제도

#### 1) EU 수질관리 정책

유럽연합(EU)은 수질오염총량관리를 직접적으로 시행하지는 않지만 총량관리 원칙에 적용하여 점오염원을 관리하고 있다. EU는 회원국들에게 인체 및 환경에 유해하지 않은 수준으로 수질기준을 설정하고, 이를 달성할 수 있도록 점오염원 및 비점오염원을 관리하는 수질 목표접근법(Water Quality Objective Approach, WQOA)을 시행할 것을 권고한다. 또한 총량 관리처럼 공공수역으로 방류되는 배출수의 최대 오염도를 설정하여 관리하는 배출한계접근법(Emission Limit Value Approach, ELVA)에 따라 오염원 관리지침이 만들어진다.<sup>11)</sup>

#### 2) 독일 수질관리 정책

독일 또한 총량제를 직접적으로 시행하지는 않지만, 폐수배출허가제, 폐수부과금제 등 점오염원 관리제도를 총량관리 원칙에 따라 운영하고 있다. 허가관청은 공공수역의 목표수질이 달성가능하다고 확인될 때에만 폐수배출에 대한 허가를 발급한다. 폐수배출허가 시 공공수역의 목표수질인 II등급을 달성할 수 있는 범위에서 배출농도 및 배출량(유량)을 허가한다. 또한 허가관청은 최상의 가용기술을 고려하여 정한 오염물질 처리기준인 “최소요구기준” 이 내에서 배출량을 허가한다.<sup>12)</sup>

### 4. 중국의 오염총량관리제도

#### 1) 제도 개요

중국은 1996년부터 단계별(1996-2000, 2000-1005, 2006-2010)로 수질기준을 달성하기 위한 총량관리제도를 추진하고 있다. 2000년의 총량관리 목표는 1995년 수준으로 오염물질을 배출하는 것으로, 배출총량과 농도를 함께 관리한다. 유역단위로 배분된 배출부하량을 수질 모델을 이용해 각 도시와 지역에 할당하며, 해당 도시와 지역은 할당부하량을 준수할 수 있도록 총량관리를 이행하여야 한다.<sup>13)</sup>

10) 일본 환경성 홈페이지. <https://www.env.go.jp/press/13882.html>

11) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.

12) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.

13) 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.



## 2) Taihu 유역 총량제 사례<sup>14)</sup>

중국의 Taihu 유역에서 추진 중인 총량관리 사례를 보다 자세히 살펴보면 다음과 같다. 2007년 5월 중국 Taihu 호(湖) 북부 쪽에서 녹조류가 크게 번성하여 큰 사회문제로 비화되었다. 이에 2008년 5월 Taihu 호 유역을 관리하는 주정부는 오염물질의 총량관리가 포함된 Taihu 호 유역의 물환경 종합관리계획을 수립하였다.



그림 1. 2007년 5월 Taihu 호 녹조발생 사진

2015년 및 2020년을 목표연도로 하여 COD, 암모니아성 질소(NH<sub>3</sub>-N), 총인(TP), 총질소(TN)에 대한 목표수질을 다음과 같이 설정하였다.

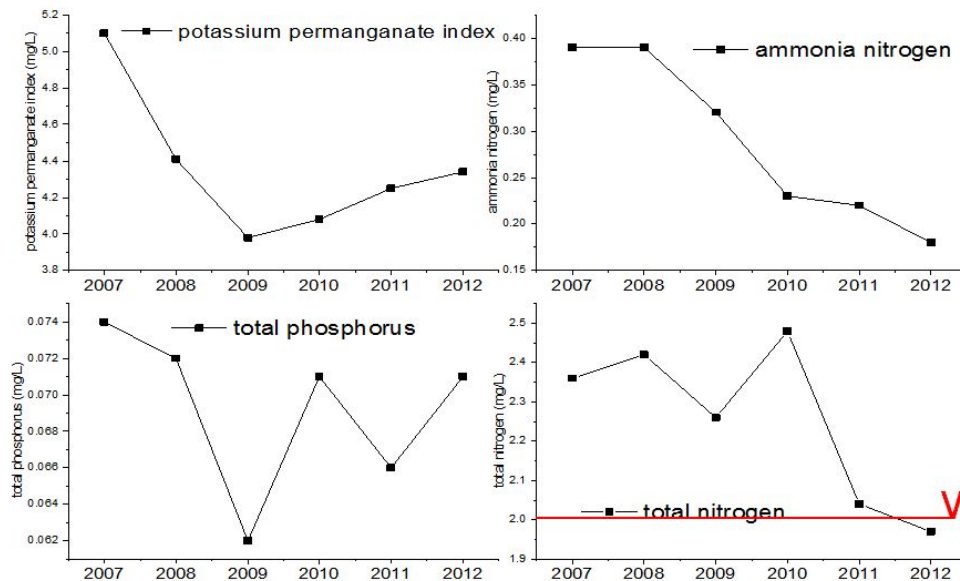
목표연도	목표수질 (mg/L)			
	COD <sub>Mn</sub>	NH <sub>3</sub> -N	TP	TN
2015년	III 등급	II 등급	0.06	2.2
2020년	II 등급	II 등급	0.05	2.0

그리고 수질모델을 이용해 수체가 수용할 수 있는 허용 가능한 오염부하량을 산정하였다. 위의 목표수질을 달성하기 위해 2015년까지 2010년 대비 COD, NH<sub>3</sub>-N, TP, TN의 부하량을 각각 5.7%, 7.5%, 22.8%, 10.2% 감축하는 목표를 설정하였다. 또한 2020년의 목표수질을 달성하기 위해 2020년까지 2015년 대비 COD, NH<sub>3</sub>-N, TP, TN의 부하량을 각각 17.6%, 22.0%, 23.2%, 36.0% 감축하는 목표를 설정하였다.

구체적인 이행방안은 다음과 같다. 점오염원 관리를 위해 산업폐수 관리를 강화하고 도시 지역의 하수처리장의 처리수준을 높이는 등의 대책을 추진 중이다. 비점오염원 관리 및 생태계 보호를 위해 적정량의 비료를 시비(施肥)하도록 하며, 습지, 하천, 산림 등의 복원을 추진하고 있다. Taihu 호의 환경용량을 늘리기 위해 외부의 하천에서 하천수를 도수하여 Taihu 호에 공급하는 방안을 검토 중이다. 비구조적인 방법으로 Taihu 유역의 관리계획을 수립하였으며, 환경기준을 강화하고 제도적인 체계를 강화하는 작업이 진행되고 있다.

종합계획에서 계획한 투자의 90% 이상이 실제로 진행되었으며 다음과 같이 수질이 개선되었다.

14) Zhang, H. 2015. Pollutant Control of Taihu Basin. 7th World Water Forum. 2015.4.16.



Picture 2. 중국 Taihu 호의 수질 변화

## 5. 시사점

미국의 TMDL은 수질기준을 만족하지 못하는 모든 수체에 대해 모든 원인물질을 대상으로 총량계획을 수립한다는 장점이 있으나, TMDL 계획수립이 지연되는 수체가 많고 이행을 담보할 수 있는 장치가 미비한 한계도 존재한다. 일본의 수질총량규제제도는 관리대상 항목(COD, 질소, 인)이 우리와 유사하지만, 오염이 심한 폐쇄성 수역 세 곳을 대상으로 하며 환경성 주도로 총량관리계획을 수립한다는 점에서 차이가 있다. 유럽 국가에서 직접적으로 총량제를 실시하는 사례는 찾을 수 없었지만, 총량관리 개념에 입각하여 배출원에 대한 허가 제도가 작동하는 것으로 판단된다. 2007년 녹조발생이 심각했던 중국의 Taihu 호 유역에서는 유기물질 및 영양염류에 대한 총량관리계획을 수립하고 강력한 점 및 비점오염원 관리를 추진한 결과 수질이 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

나라마다 처한 사회·경제·환경적인 조건이 다르기 때문에 총량관리제도를 포함해 수질관리 정책 또한 나라마다 다른 모습을 보인다. 한국은 먹는 물을 포함해 용수공급을 거의 전적으로 지표수에 의존하고 있으며 1990년대 수질오염 사태에서 보듯 수질오염은 사회적으로 매우 민감한 문제이다. 따라서 한국의 총량제는 다른 나라에 비해 더 넓은 지역을 대상으로 하며, 개발계획 허가와 연동되므로 강력한 이행력을 가지는 특성을 보인다.

앞으로는 총량관리 대상항목을 확대하고, 국지적으로 문제가 되는 오염물질에 대해서도 총량관리를 할 수 있도록 하는 것이 환경부의 계획이다. 또한 청천 시 수질뿐 아니라 우천 시의 수질이 개선될 수 있도록 비점오염원에 대한 총량관리가 개선될 필요가 있다. 우리보다

먼저 총량관리를 시행하고 있는 미국 TMDL을 비롯해 해외 사례를 살펴보는 것이 위와 같은 요구에 대응하여 총량제를 보완·발전시키는데 도움이 될 것이다.

**[참고문헌]**

- 국립환경연구원. 2005. 외국의 수질총량관리제도 - 미국 TMDL 제도 소개.
- 환경부 물환경정보시스템. <http://water.nier.go.kr/front/waterPollution/policyInfo04.jsp>