

| |
|----------------------|
| 발간등록번호 |
| 11-1480523-002655-01 |

 환경부
NIER-RP2015-369

수질오염총량관리제 단계평가 기준마련 연구

물환경연구부 유역총량연구과

박지형, 안기홍, 김석규, 오승영, 한미덕, 김옥선, 김용석, 류덕희

A Study on the Assessment Criteria for the Total Maximum Daily Loads Management System

Jihyeong Park, Kihong Ahn, Seokgyu Kim, Seungyoung Oh, Mideok
Han, Oksun Kim, Yongseok Kim, Doughee Rhew

Watershed and Total Load Management Research Division
Water Environment Research Department
National Institute of Environmental Research

2015



국립환경과학원
National Institute of Environmental Research

목 차

| | |
|--|----------|
| 목차 | i |
| 표목차 | ii |
| 그림목차 | iii |
| Abstract | iv |
| | |
| I. 서 론 | 1 |
| | |
| II. 연구내용 및 방법 | 2 |
| 1. 단계평가 사례조사 | 2 |
| 가. 단계평가 목적 및 방법에 대한 사례 조사 | 2 |
| 나. 사후관리에 대한 사례 조사 | 2 |
| 2. 단계평가 기준 및 사후관리 방안 마련 | 2 |
| 가. 자연증감, 개발실적, 삭감실적 등 부문별 평가 방법 도출 | 2 |
| 나. 사후관리방안 마련 | 2 |
| 3. 차기단계 연계방안 마련 | 2 |
| 가. 할당부하량 초과유형 분석 | 3 |
| 나. 차기단계 연계방안 마련 | 3 |
| | |
| III. 연구결과 및 고찰 | 4 |
| 1. 단계평가 목적 | 4 |
| 2. 3대강 수계 1단계 평가 | 4 |
| 가. 1단계 현황 | 4 |
| 나. 단계평가 흐름도 | 5 |
| 다. 할당부하량 평가 | 7 |
| 라. 수질평가 | 10 |
| 마. 할당부하량 초과 제재 | 11 |

| | |
|---------------------------------------|--------|
| 바. 문제점 및 한계점 | 14 |
| 3. 국외 사례조사 | 16 |
| 가. 미국 TMDL | 16 |
| 나. 일본 수질총량삭감제도 | 17 |
| 다. 독일 폐수배출규제제도 | 17 |
| 라. 영국, 프랑스 유역관리제도 | 17 |
| 4. 자연증감, 지역개발, 삭감목표 등 부문별 평가 방법 | 18 |
| 가. 오염원 조사 | 18 |
| 나. 오염부하량 산정 | 18 |
| 다. 오염부하량 평가 | 19 |
| 라. 자연증감 평가 | 21 |
| 마. 삭감실적 평가 | 22 |
| 바. 개발실적 평가 | 23 |
| 5. 사후관리 방안 | 25 |
| 가. 오염총량관리 불이행 제재 범위 | 25 |
| 나. 오염총량관리 불이행 제재 예외 검토 | 26 |
| 다. 오염총량관리 불이행 제재 기간 | 27 |
| 라. 제재 해소를 위한 삭감부하량 인정 방안 검토 | 28 |
| 6. 차기단계 연계방안 | 28 |
| 가. 페널티 부과 | 28 |
| 나. 페널티 산정 방법 | 29 |
| 다. 차기단계 연계방안 | 30 |
| IV. 결 론 | 32 |
| 참 고 문 헌 | 33 |

표 목 차

| | |
|---|----|
| <Table 1> Summary of unit watersheds for Nakdong, Geum and Yeongsan·Seomjin rivers | 5 |
| <Table 2> Allocation and reduction loading amount for Nakdong, Geum and Yeongsan·Seomjin river watersheds | 5 |
| <Table 3> The results of assessment of allocation loading amount for the first planning period | 8 |
| <Table 4> Difference between discharge and allocation loading amount for each watershed(Biochemical Oxygen Demand, BOD) .. | 8 |
| <Table 5> Number of unit watersheds and local governments where allocation loading amount is exceeded | 9 |
| <Table 6> Improvement ratio of water quality for the main unit watersheds(BOD) | 10 |
| <Table 7> The assessment results of water quality goal by unit watersheds(BOD) | 10 |
| <Table 8> The assessment result of allocation facilities of the pollution loading | 11 |
| <Table 9> Sanction status of non-performance local governments in the first planning period | 13 |
| <Table 10> Discharge flow ratio and BOD discharge load ratio from sewage pipe and manhole for the first planning period | 14 |
| <Table 11> Assessment results of the TMDL Management Implementation Plan in 2013 for the 4 major river watersheds (BOD) .. | 21 |
| <Table 12> Subsections for assessment of discharge loading amount .. | 21 |
| <Table 13> Calculation possibility of discharged load for local development project | 24 |
| <Table 14> Comparison between planning and assessment loading amount for regional development | 25 |
| <Table 15> Example of load offsetting method in case of compliance of | |

water quality goal. 27

<Table 16> Example of load offsetting method in case of exceedance of
water quality goal. 27

<Table 17> Load controllability coefficient for each load exceedance
factor 30

그 립 목 차

| | |
|---|----|
| <Figure 1> Assessment procedure of the TMDL Management System for the first planning period | 7 |
| <Figure 2> Summary of implementation assessment of the implementation planning region and water quality improvement planning region | 20 |
| <Figure 3> Comparison between reduction load amount in planning step and in assessment step | 23 |
| <Figure 4> Comparison between discharge load in the case of compliance of allotment load and in the case of exceedance of that .. | 29 |

Abstract

The TMDL(Total Maximum Daily Loads) Management System in Korea aimed to promote both the development and conservation of watershed. Therefore, establishing plan including allocation loading amount by unit watershed is assessed through comprehensive implementation assessment in the planning last year. Assessment results are used follow-up management measures such as limit of development and updating of TMDL Management Implementation Plans for the next planning period.

However, there is currently no detailed assessment criteria although it is important. The assessment criteria has to be prepared for smooth progress of the plan, because the criteria is applied to regional development(e.g. urban development projects, plan of industrial complex and plan of tourism complex) sanctions against local government where the discharge loading amount exceeded allocation loading amount by unit watershed of the last year.

We analysed the problems and the revealing issues on the assessment procedure of the TMDL Management plan for the first planning period(year 2004~2010) including each part such as survey of pollution source, calculation of discharge load, evaluation of water quality goal, regional development plan, and reduction plan, overload sanction, revocation of sanction and connection method of the current and next planning period for the Nakdong, Geum and Yeongsan·Seomjin river watersheds.

The assessment method is subdivided into each section such as total discharge loading amount, natural variation loading amount, reduction loading amount and loading amount for regional development to linking of the next planning period and to grasping causes excess. In addition criteria for overload sanction and revocation of sanction is suggested to

follow-up management measures. We also examined the penalty criteria considering discharge load controllability of local government and updating methods of the TMDL Management Implementation Plan for the next planning period. The proposed assessment criteria in this study can be secure reliability from the local government through assessment method for enhancing objectivity and can be substantially apply to the assessment of TMDL Management Plan for the second planning period.

I. 서 론

오염총량관리제(이하 ‘총량제’이라 한다)는 관리하고자 하는 유역의 말단지점에 달성가능한 수준의 수질(목표수질)을 정하고, 이를 달성·유지하기 위한 허용총량 범위내에서 오염물질을 줄여가며 지역개발을 유도하는 새로운 개념의 친환경적 선진 유역관리 방식이다.

총량제는 오염총량관리계획(이하 ‘총량계획’이라 한다)을 수립하고 연차별로 할당된 오염부하량에 대해 매년 이행 사항을 평가하여 총량계획 대비 달성여부를 확인하는 방식으로 추진된다. 이행평가 결과에 따라 할당부하량을 초과한 지역은 총량계획 변경 등을 통해 추가삭감계획 등의 후속조치를 담아 할당부하량 범위내로 관리토록 하고 있다. 또한, 단계가 종료되는 시점에 추진실적에 대한 전반적인 평가(이하 ‘단계평가’이라 한다)를 실시하여, 불이행 사항에 대한 제재 등의 사후관리 및 페널티를 포함, 추가 삭감계획을 반영한 차기단계 총량계획 변경을 통해 다음 단계와 연계하며 지속적인 수질개선과 지역개발 균형·유지도모하게 된다.

낙동강, 금강, 영산강·섬진강 수계(이하 ‘3대강 수계’라 한다)에서는 1단계 총량관리계획(2004~2010년) 종료 후 2011년도에 단계평가를 실시하였다. 하지만 총량제 시행 이후 처음 실시되면서 총량관리 불이행 제재 및 해소 등에 대한 사후관리방법과, 페널티 적용 및 총량시행계획 변경 등 차기단계 시행과의 연계성 등에 대한 명확한 기준이 정립되지 않아 일부에서 혼선을 초래하였다. 따라서 단계평가 결과에 따라 할당부하량 초과 지자체는 도시개발사업, 산업단지, 관광단지, 인구유발시설 등 일부 대규모 개발사업에 대한 승인·허가가 제한되는 제재가 동반되는 만큼 실질적이고 객관적인 평가 기준을 마련하여 단계평가 체계를 확립할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 1단계 평가를 수행하면서 겪었던 시행착오를 바탕으로 문제점 및 한계점을 파악하고 미국, 일본, EU 등 국외 사례조사를 통해 단계평가기준을 마련하고자 하였다. 여기에는 부문별 평가방법의 확립과 사후관리방안 및 차기단계 연계방안 등을 포함하고, 향후 실제 평가를 위한 가이드라인 마련

의 근거자료로 제공함을 목적으로 하고 있다. 이를 통해 유역관리 기반 정착을 위한 총량제의 체계적 확립 기술적 기반을 강화하는 계기가 될 것으로 기대된다.

II. 연구내용 및 방법

1. 단계평가 사례조사

가. 1단계 평가 사례 및 문제점 조사

3대강 수계 1단계 오염총량관리 단계평가 방법과 동일하게 오염원의 자연증감(이하 ‘자연증감’이라 한다), 개발 및 삭감 실적, 할당부하량 등으로 구분하여 평가 사례 등을 분석하고 한계점 및 문제점을 도출한다.

나. 사후관리에 대한 사례 조사

1단계 평가에 따른 사후관리 방안(오염총량관리 불이행 제재 및 해소 등) 및 차기단계 연계 방안(페널티 적용 및 차기단계 총량계획 변경 등)의 내용 및 방법 등 국내외(미국, 일본, EU 등) 사례를 조사한다.

2. 단계평가 기준 및 사후관리 방안 마련

가. 자연증감, 개발 및 삭감실적 등 부문별 평가 방법 도출

오염원 및 기존년도 강우조건을 반영한 오염부하량 산정방법, 삭감목표부하량 평가 방법, 자연증감, 개발 및 삭감 실적 등 부문별 할당부하량 평가 기준(안)을 마련한다.

나. 사후관리방안 마련

할당부하량 초과지역에 대한 오염총량관리 불이행 제재 범위 및 기간, 제재 해소를 위한 삭감부하량 인정 방법 등을 마련한다.

3. 차기단계 연계방안 마련

가. 할당부하량 초과유형 분석

오염원 증가, 삭감 미이행, 지역개발부하량 초과 등 다양한 방법으로 할당부하량 초과 원인 및 초과정도(초과량 등)를 분석한다.

나. 차기단계 연계방안 마련

페널티 적용 및 차기단계 삭감계획에 포함된 삭감실적 인정 등으로 인한 총량 계획 변경 등에 대한 기준(기간 등)을 마련한다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 단계평가 목적

4대강 수계법에는 총량관리 기본계획의 지자체별 수계구간별 할당부하량을 초과한 경우 불이행에 대한 제재를 할 수 있는 조항을 두고 있어 이에 따라 할당량 초과 여부를 평가할 수 있는 근거가 된다.

또한 우리나라 총량제는 외국(미국, 일본 등)과 다르게 수질관리 정책의 궁극적인 목적인 수질개선 뿐만 아니라 지역발전을 동시에 고려하므로, 단계가 종료되는 시점에 추진실적에 대한 전반적인 평가를 수행하여 사후관리방안(오염총량관리 불이행 제재, 차기단계 총량계획 변경 등)을 통해 지속적인 수질개선과 지역발전의 균형·유지를 도모하는 것이다.

2. 3대강 수계 1단계 평가

가. 1단계 현황

3대강 수계 1단계 총량제는 수계별, 광역시·시·군별로 계획기간(2004~2010년)을 달리하여 시행하였다. 생물화학적산소요구량(BOD)을 대상물질로 동일하게 적용하였으며 3대강 수계 총 96개의 단위유역에 대해 목표수질 달성여부에 따라 시행계획지역과 수질개선사업지역으로 구분하여 시행하였다. 목표수질을 초과하는 시행계획지역은 할당부하량 준수를 위해 연차별 삭감계획과 개발계획을 수립하여 매년 이행평가를 실시하는 반면, 목표수질 달성지역인 수질개선사업지역은 시행계획 수립대상에서 제외되어 최종년도(2010년) 단계평가만 실시하였다.

<Table 1> Summary of unit watersheds for Nakdong, Geum and Yeongsan-Seomjin rivers.

| Classification | Number of unit watershed | | | |
|---|--------------------------|---------|------|--------------------|
| | Sum | Nakdong | Geum | Yeongsan · Seomjin |
| Implementation planning region | 42 | 14 | 18 | 10 |
| Water quality improvement planning region | 54 | 27 | 14 | 13 |
| Sum | 96 | 41 | 32 | 23 |

1단계 목표수질 설정시 낙동강 수계는 하류지역에 위치한 물금상수원 수질이 2급수 달성·유지를 목표로 설정하였고, 금강 및 영산강·섬진강 수계는 모든 지점의 수질이 계획수립 당시보다 개선되거나 유지되는 수준으로 목표수질을 설정하였다. 목표수질 달성을 위해 기준치 달성지역은 개발허용량을 부여하고 초과지역은 삭감부하량을 할당하였다.

<Table 2> Allocation and reduction loading amount for Nakdong, Geum and Yeongsan-Seomjin river watersheds.

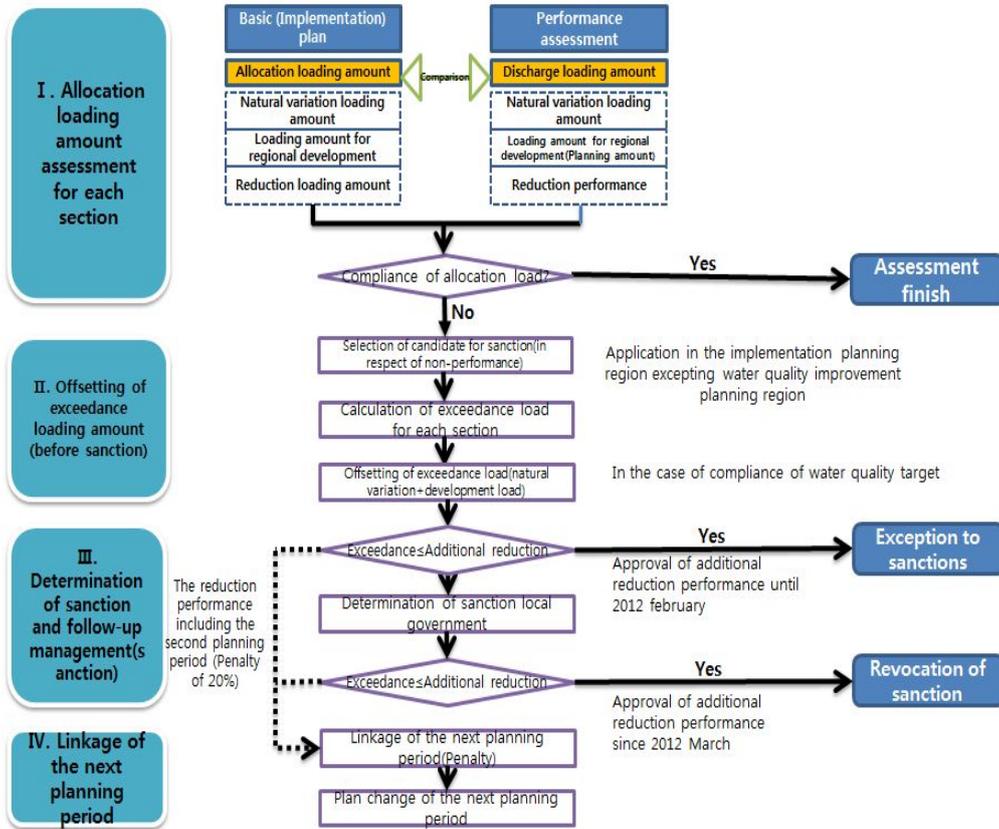
(Unit: kg/day)

| River watersheds | Discharge load (2002) | Allocation load (2010) | Reduction load | Reduction ratio(%) |
|------------------|-----------------------|------------------------|----------------|--------------------|
| Nakdong | 176,080 | 162,680 | 13,400 | 7.6 |
| Geum | 126,163 | 85,582 | 40,581 | 32.1 |
| Yeongsan·Seomjin | 51,105 | 35,708 | 15,397 | 30.1 |

나. 단계평가 흐름도

1단계 평가는 자연증감, 개발 및 삭감실적으로 구분하여 총량계획과 비교·평가하였다. 할당부하량을 초과한 지자체는 3대강 수계법 제16조에 의거하여 오염총량관리 불이행에 따른 제재를 받아야 원칙이나, 총량제 시행 후 첫 번째 단계 평가이고 제재관련 기준이 명확하지 않으며 파급영향을 최소화하기 위해 수질개선사업지역을 제외하고 시행계획지역만 제재 대상으로 하였다. 또한, 기본계획상 모델을 적용, 목표수질을 달성하는 범위 내에서 단위유역 및 지자체 간 자연

증감에 의한 초과량과 여유량을 조정하였고, 제재 직전까지 추가로 제출한 준공 연기 또는 2단계 삭감계획에 포함된 삭감실적, 추가 모니터링 자료 인정 등을 고려하여 최종 제재지역을 결정하였다. 오염총량관리 불이행 제재지역은 추가 삭감실적 제출 및 2단계 지역개발부하량의 축소 등을 통해 해소하였으며, 초과 해소를 위해 부과한 페널티, 추가 삭감계획 등을 반영하여 2단계 시행계획을 변경하는 절차로 진행되었다.



<Figure 1> Assessment procedure of the TMDL for the first planning period.

다. 할당부하량 평가

할당부하량 평가 결과, 3대강 수계 전체 단위유역(96개) 중 26개 단위유역이 할당부하량을 초과(초과율 27.1%)하였고, 초과율은 수질개선사업지역과 시행계획지역이 유사한 결과를 나타내었다.

<Table 3> The results of assessment of allocation loading amount for the first planning period.

| River watersheds | Number of unit watersheds | | | | | | | | |
|------------------|---------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------|------------|---|------------|------------|
| | Sum | | | Implementation planning region | | | Water quality improvement planning region | | |
| | Sum | Compliance | Exceedance | Sum | Compliance | Exceedance | Sum | Compliance | Exceedance |
| Nakdong | 41 | 36 | 5 | 14 | 12 | 2 | 27 | 24 | 3 |
| Geum | 32 | 21 | 11 | 18 | 11 | 7 | 14 | 10 | 4 |
| Yeongsan·Seomjin | 23 | 13 | 10 | 10 | 7 | 3 | 13 | 6 | 7 |
| Sum | 96 | 70 | 26 | 42 | 30 | 12 | 54 | 40 | 14 |

3대강 수계 BOD 전체 할당부하량 대비 배출부하량은 75.1%이며 축산계, 생활계 등 소규모 오염원의 자연증감량이 계획 대비 높게 배출되었으나, 이외의 오염원은 계획 대비 배출부하량이 적게 배출되었다. 초과지역 삭감계획 이행율은 67%으로 대부분이 1단계 최종년도(2010년)에 삭감계획이 집중되어 삭감이 행이 지연되거나 재원 미확보 등으로 취소된 경우가 많았다. 지연된 삭감이행은 대부분 2단계 총량계획에 반영되어 정상 추진중이나 재원 부족 등으로 일부 삭감계획은 추진이 보류되거나 완전 취소되기도 하였다.

<Table 4> Difference between discharge and allocation loading amount for each watershed(BOD).

| Contents | Sum (kg/day) | Nakdong (kg/day) | Geum (kg/day) | Yeongsan · Seomjin (kg/day) |
|------------------------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------------------|
| Allocation loading amount(A, 2010) | 283,970 | 162,680 | 85,582 | 35,708 |
| Discharge loading amount(B, 2010) | 213,322 | 105,711 | 74,272 | 33,339 |
| Difference(B-A) | △70,648 | △56,969 | △11,310 | △2,369 |
| Ratio(B/A) | 75.1% | 65.0% | 86.8% | 93.4% |

<Table 5> Number of unit watersheds and local governments where allocation loading amount is exceeded.

| Contents | Number of unit watershed (Number of local government) | | | | |
|---|--|-------|-----------------------|--------|--------|
| | Nakdong | Geum | Yeongsan · Seomjin | Sum | |
| Sum | 1) Growth of natural variation loading amount* | 4(26) | 4(16) | 1(6) | 9(48) |
| | 2) Nonperformance of reduction plan | 0(0) | 3(2) | 2(6) | 5(8) |
| | Both 1) and 2) | 1(1) | 9(17) | 9(16) | 19(34) |
| | Sum | 5(27) | 16(35) | 12(28) | 33(90) |
| Implementation planning region | 1) Growth of natural variation loading amount | 1(6) | 1(3) | 0(1) | 2(10) |
| | 2) Nonperformance of reduction plan | 0(0) | 3(2) | 2(6) | 5(8) |
| | Both 1) and 2) | 1(1) | 3(7) | 4(7) | 8(15) |
| | Sum | 2(7) | 7(12) | 6(14) | 15(33) |
| Water quality improvement planning region | 1) Growth of natural variation loading amount | 3(20) | 3(13) | 1(5) | 7(38) |
| | 2) Nonperformance of reduction plan | 0(0) | 0(0) | 0(0) | 0(0) |
| | Both 1) and 2) | 0(0) | 6(10) | 5(9) | 11(19) |
| | Sum | 3(20) | 9(23) | 6(14) | 18(57) |

* Natural variation loading amount = Total discharge loading amount of pollutant + Reduction loading amount - Loading amount for regional development

할당부하량을 초과한 지자체는 추가삭감 제시 또는 차기단계 지역개발부하량 축소 등을 통하여 초과량을 해소해야 하며, 3대강 수계법 제16조 규정에 의거하여 일부 대규모 개발사업 인·허가 제한 등 불이행에 대한 제재를 받았다.

라. 수질평가

3대강 수계 주요 상수원(물금, 대청호, 주암호)과 대표지점(수계 말단 등)은 2010년 수질이 2004년 수질에 비해 11.1~44.4% 개선된 것으로 나타났다.

<Table 6> Improvement ratio of water quality for the main unit watersheds(BOD).

| River washed | Unit watershed | Water quality goal | 2004 (A) | 2010 (B) | Ratio (% 1-B/A) | |
|------------------|----------------|--------------------|----------|----------|--------------------|--|
| Nakdong | Nakbon K | 3.0 | 2.7 | 2.4 | 11.1 | Drinking water resource (Mulgum) |
| Geum | Geumbon F | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 11.1 | Drinking Water resource (Daecheong Lake) |
| | Geumbon K | 3.0 | 4.6 | 3.1 | 32.6 | Representative point |
| Yeongsan·Seomjin | Bosung B | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 13.3 | Drinking Water resource (Juam Lake) |
| | Yongbon B | 5.6 | 9.0 | 5.0 | 44.4 | Representative point |

3대수계 96개 목표수질 지점 중 해수유통구간 4개를 제외하고 77개 지점에서 목표수질을 달성한 것으로 나타나 83.7%의 달성율을 나타냈다.

<Table 7> The assessment results of water quality goal by unit watersheds(BOD).

| River watershed | Sum | | | Implementation planning region | | | Water quality improvement planning region | | |
|------------------|-----|------------|------------|--------------------------------|------------|------------|---|------------|------------|
| | Sum | Compliance | Exceedance | Sum | Compliance | Exceedance | Sum | Compliance | Exceedance |
| Nakdong | 41 | 40(97.5%) | 1(2.5%) | 14 | 14 | - | 27 | 26 | 1 |
| Geum | 30 | 22(73.3%) | 8(26.7%) | 18 | 10 | 8 | 12 | 12 | - |
| Yeongsan·Seomjin | 21 | 15(71.4%) | 6(28.5%) | 10 | 4 | 6 | 11 | 11 | - |
| sum | 92 | 77(83.7%) | 15(16.3%) | 42 | 28 | 17 | 50 | 49 | 1 |

목표수질 초과 원인은 계획대비 자연증감 증가, 삭감계획 추진 지연 및 취소 등으로 분석되었다. 금강과 영산강·섬진강수계의 목표수질 달성율은 71.4 ~ 73.3%로 97.5%인 낙동강수계에 비해 상대적으로 낮게 나타났는데, 그 원인은

목표수질을 금강 및 영산강·섬진강수계는 모든 지점이 현재보다 악화되지 않도록 적용한 반면, 낙동강 수계는 수계구간에 따라 탄력적으로 설정하였기 때문에 판단된다.

<Table 8> The assessment result of allocation facilities of the pollution loading.

| Year | River watershed | Number of Allocation facilities | Number of facilities with compliance | Compliance ratio(%) |
|------|------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 2005 | Nakdong | 13 | 13 | 100 |
| | Nakdong | 49 | 46 | 94 |
| 2006 | Geum | 17 | 15 | 88.2 |
| | Yeongsan·Seomjin | 1 | 1 | 100.0 |
| 2007 | Nakdong | 63 | 60 | 95 |
| | Geum | 35 | 32 | 91.4 |
| | Yeongsan·Seomjin | 9 | 7 | 77.8 |
| 2008 | Nakdong | 82 | 78 | 95 |
| | Geum | 59 | 53 | 89.8 |
| | Yeongsan·Seomjin | 27 | 25 | 92.6 |
| 2009 | Nakdong | 101 | 97 | 96 |
| | Geum | 94 | 73 | 77.7 |
| | Yeongsan·Seomjin | 41 | 41 | 100.0 |
| 2010 | Nakdong | 122 | 121 | 99 |
| | Geum | 131 | 109 | 83.2 |
| | Yeongsan·Seomjin | 88 | 59 | 67.0 |

마. 할당부하량 초과 제재

1단계 최종년도(2010년) 평가에 따라 시행계획지역 중 20개 지자체에서 할당부하량을 초과한 것으로 나타났다. 낙동강 수계는 5개 지자체(대구, 양산, 의성, 창녕, 칠곡)이고 금강 수계는 7개 지자체(공주, 김제, 논산, 익산, 정읍, 청주, 청원)이며 영산강·섬진강 수계는 8개 지자체(광주, 나주, 담양, 순창, 장성, 하동, 함평, 화순)가 할당부하량을 초과하였다. 할당부하량을 초과한 지자체에 대한 오염총량관리 불이행에 따른 제재는 기본계획 적용 모델을 통해 목표수질을 만족하는 범위내에서 단위유역 및 지자체 간의 자연증감 조정, 2010년 이행평가 시 모니터링 자료 부재로 반영되지 못한 삭감실적과 제재 직전까지 이행된 삭감실적 추가반영, 2단계 총량계획상의 삭감계획으로서 제재 전에 기(既)준공된 삭감

실적 인정(페널티 20% 부과, 2단계 시행계획 변경 조건) 등으로 제재에서 제외 되었으며 최종적으로 6개 지자체(청원, 김제, 정읍, 광주, 나주, 장성)에 대해서 불이행에 대한 제재가 적용되었다.

오염총량관리 불이행에 따른 제재는 3대강 수계법 제16조 규정에 의거 도시 개발사업, 산업단지 개발, 관광지 및 관광단지 개발, 1~3종 폐수배출시설, 인구 집중유발시설(학교, 공장, 공공청사, 업무용건축물 등) 중 사업계획 면적이 환경 정책기본법에 따른 보전이 필요한 지역 내의 개발사업 규모에 해당되는 신규 승인·허가 등이 초과된 오염부하량이 해소될 때까지 제한하는 것이다. 제재 대상인 6개 지자체는 추가 삭감실적(비점오염저감시설 설치, 축산계 위탁처리, 환경기초 시설 설치 등) 및 지역개발부하량 축소 등으로 제재가 해소되었다. 제재 기간은 최소 1개월부터 최대 2년 1개월까지 제재된 것으로 파악되었다.

<Table 9> Sanction status of non-performance local governments in the first planning period.

| Watershed | Local government | Unit watershed | Revocation date | Revocation period | Revocation methods of sanction |
|------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--|
| Geum | Cheongwon-gun | Musim A Miho C | 2013.12.26 | 9 months | Recycling of livestock manure, enlargement of sustainable water resources and reduction load exchange between same unit watersheds |
| | | Miho B | 2013.04.04 | 13 months | Recycling of livestock manure, establishment of sewage treatment plant and enlargement of sustainable water resources |
| | Jeongeup-si | Dongiin A | 2012.06.28 | 3 months | Recycling of livestock manure and establishment of liquefied fertilizer facilities |
| | | Gobu A | 2012.04.28 | 1 month | Recycling of livestock manure |
| | Gimje-si | Gobu A | 2012.04.28 | 1 month | Recycling of livestock manure and establishment of liquefied fertilizer facilities |
| Yeongsan·Seomjin | Gwangju-si | Youngbon A | 2014.04.29 | 25 months | Establishment of non-point pollutants treatment facilities and establishment of sewage treatment plant |
| | | Youngbon C | 2013.08.05 | 17 months | Recycling of livestock manure, establishment of non-point pollutants treatment facilities, and reduction of development load |
| | Naju-si | Youngbon C | 2012.11.01 | 9 months | Establishment of liquefied fertilizer facilities and reduction of development load |
| | | Youngbon D | 2013.01.23 | 10 months | Reduction of development load |
| | Jangseong-gun | Hwangryong A | 2013.03.18 | 12 months | Establishment of sewage treatment plant, recycling of livestock manure, establishment of liquefied fertilizer facilities and reduction of development load |
| | | Youngbon D | 2012.12.27 | 9 months | Reduction of development load |

바. 문제점 및 한계점

1단계 총량관리 계획기간에는 오염부하량 산정을 위한 오염원 자료를 전국오염원조사와 별도 지자체 조사 자료 모두에 대해 인정하여 연차별 이행 및 단계 평가를 실시하였다. 이와 같은 결과로 자료 수집 기준 및 상이한 통계자료의 인용으로 자료 활용에 있어 대표성과 신뢰성에 대한 문제가 제기될 수 있다. 따라서 부하량 산정의 신뢰성 확보를 위해 일관된 오염원 자료의 활용은 과학적이고 체계적인 총량제 시행기반 강화 차원에서 반드시 필요하다.

강우조건 및 관거배출비가 변경되면 배출부하량 산정시에도 동일하게 적용되어 부하량 산정결과가 달라지게 된다. 즉, 동일한 오염원이더라도 강우 조건이 달라지면 배출부하량이 달라져 할당부하량 평가가 왜곡될 수 있다. 하지만 1단계 일부 수계지역에서는 매년 당해 강우조건 및 관거배출비를 사용하는 사례가 있었으며 이 결과로 할당부하량을 평가함에 있어 혼선을 야기한 바 있었다. 따라서 총량관리계획 대비 이행사항을 평가할 경우에 있어서는 계획 당시 기준으로 평가하여 강우 영향을 배제하는 것이 합리적일 것이다.

<Table 10> Discharge flow ratio and BOD discharge load ratio from sewage pipe and manhole for the first planning period.

| | Sewage treatment plant | Planning | Implementation assessment | | | | |
|---|-------------------------|----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Discharge flow ratio from sewage pipe and manhole | Jeungpyeong | 0.590 | - | 0.450 | 0.300 | 0.480 | 0.400 |
| | Damyang | 0.830 | 0.590 | 0.840 | 0.678 | 0.550 | 0.550 |
| | 1 st Gwangju | 0.500 | 0.600 | 0.547 | 0.469 | 0.461 | 0.461 |
| Discharge load ratio from sewage pipe and manhole | Jeungpyeong | 1.180 | - | 0.330 | 0.130 | 0.760 | 0.860 |
| | Damyang | 0.868 | 0.820 | 0.870 | 0.680 | 0.550 | 0.550 |
| | 1 st Gwangju | 0.894 | 0.734 | 0.762 | 0.611 | 0.511 | 0.682 |

또한, 1단계 평가 후 일부 초과 지자체와 전문가 등에서 목표수질과 할당부하량의 명확한 관계 규명 필요성을 제기하였다.

할당부하량은 기본계획 수립당시의 조건에서 수질모델을 이용하여 장래 예측된 결과를 토대로 산정되는 것으로 모델 기반에서는 목표수질과 할당부하량 관계의 모순이 있을 수가 없다. 하지만 실제 측정되는 수질은 유역에서 배출되는 부하량 뿐만 아니라 상류 수계 및 수문학적 영향을 동시에 받음으로써 할당부하량과 명확한 관계 설정이 어려울 수 있다. 그럼에도 불구하고 물환경정책 수단으로서의 총량관리는 수질개선이 궁극적 목적인 바, 측정 수질이 목표수질을 달성할 경우 이에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

개발실적 평가에도 한계가 있다. 일정규모 이상의 개발사업은 협의를 통해 개발부하량을 할당받아 관리한다. 문제는 협의받은 개발사업이 완공후 오염원이 증가하거나 사업 변경으로 할당받은 개발부하량을 초과 할 수 있다는 것이다. 1단계 개발실적 평가 시에는 완공 후 실제 배출되는 부하량이 아니라 협의 부하량으로 평가하였다. 보다 정확한 개발실적 평가를 위해서는 개발사업 완공 후 실제 배출되는 부하량으로 평가하는 것이 필요하다.

3대강 수계법 제16조에 따라 계획상 할당된 오염부하량을 초과한 지역에 대해서 오염총량관리 불이행 제재가 되어야 하나, 수질개선사업지역에 대해서는 할당부하량을 초과한 경우에도 불구하고 불이행 제재를 고려하지 않았다. 또한, 총량계획에 점과 비점 오염부하량으로 구분하여 할당하였는데 이행평가 및 단계 평가에서는 점과 비점을 통합하여 오염부하량을 평가하였다. 따라서 최종년도 할당부하량 평가는 계획단계에서 제시된 대상물질별, 오염원(점과 비점)별, 지자체 및 단위유역별로 평가할 필요가 있다.

3대강 수계 1단계 할당부하량 초과지역의 불이행 제재에 따른 해소 방법으로 추가삭감실적 및 지역개발부하량 축소 등을 제시하였다. 추가삭감실적 제시는 대부분 축산계 위탁처리 관련자료(위탁처리계약서, 반입·출대장 등) 제출로 삭감을 인정받아 제재가 해소 되었으나, 총량관리기술지침이 변경(2014.5)됨에 따라 배출경로의 불명확으로 부하량을 산정하지 않았던 것을 배출경로를 밝혀 최종살포(방류) 지역에 배출되는 것으로 산정해야 하므로 2단계 평가부터는 추가삭감실적으로 인정받을 수 없게 되었다. 또한, 추가 삭감량 인정을 위한 측정방법, 기간 및 횟수 등 구체적인 모니터링 기준 설정이 필요하다.

할당부하량 초과로 인해 차기단계 수질에 미치는 영향을 고려한 관계설정 및 규정이 미비하였다. 할당부하량 초과지역의 초과량 해소를 위해 2단계 삭감계획에 포함된 삭감실적을 인정받은 경우, 일률적으로 삭감량의 20%를 페널티로 적용하였다. 일률적 페널티 적용은 지역별 초과요인에 대해 관리 및 제어 가능성에 대한 여건을 충분히 고려하지 못하기 때문에 차기단계 영향 및 초과요인, 삭감여건 등을 고려한 페널티 차등적용 방법이 필요하다.

1단계 초과지역 중 2단계 삭감실적 인정으로 페널티 부여, 지역개발부하량 축소 등 2단계 시행계획 변경 조건으로 제재지역에서 벗어난 지역에 대한 시행계획 변경이 지연(○○시의 경우에는 페널티 적용 및 추가삭감계획 등에 대한 시행계획 변경이 2단계 기간이 끝나는 시점(2015.9.23.)에 시행계획이 변경)되거나 미이행(○○시의 경우에는 페널티 부여 등에 따른 시행계획이 변경이 2단계 끝나는 시점(2015.12.31)까지 이루어지지 않음)됨에 따라 차기단계와 연계가 부족하였다. 따라서, 차기단계 총량계획 변경에 대한 기준(기간 등)을 마련할 필요가 있다.

3. 국외 사례조사

가. 미국 TMDL

미국의 Total Maximum Daily Loads(TMDL)은 청정수법(Clean Water Act)에 따라 주정부가 이수목적 및 수질환경기준을 설정하고 수질환경기준을 초과하는 오염된 수계를 파악하고 오염물에 의해 손상되거나 위협받는 수체를 대상으로, 각 주정부에서 최대일일오염부하량을 조사 및 산정하여 오염원에 할당하고 할당된 오염부하량을 이행하기 위한 법적·재정적 계획을 수립 및 추진을 통해 목표수질 달성여부를 지속적으로 평가하는 제도이다.

오염된 수계의 목록 작성 후 오염삭감량 결정을 위한 자료를 수집하고 TMDL을 개발(관리대상 오염물질 선정, 오염부하량 산정 및 예측, 삭감부하량 산정, 오염부하량 할당 등)한다. 점오염원은 NPDES 허가 프로그램을 통해 개별의 사업장에 대해 배출허용량을 결정 및 허가서를 발행하고 정기적 배출 농도 혹은

오염부하량을 측정하여 매달 EPA에 보고하며 초과시 부과금을 부여(별도의 이행평가 수단을 두지 않음)한다. 비점오염원은 주정부에서 수행하는 최적관리방안을 이용한 자발적 비점오염원 관리 프로그램을 통해 관리(정기적 또는 특별한 수질 측정에 의해 평가가 이루어짐)가 이루어진다. 수질이 개선되어 목표수질을 달성하고 오염될 가능성이 없다고 판단되면 TMDL의 대상물질에서 제외된다. 제외된 수체가 다시 수질환경기준을 초과하게 되면 TMDL을 다시 개발하거나 오염부하량을 산출하며 장기적으로 수질기준에 도달하지 못하는 경우는 원인 조사 및 수질환경기준을 재고려 한다.

나. 일본 수질총량삭감제도

일본의 수질총량삭감제도는 배출시설의 배출기준관리 제도로 규제대상 오염원에 배출허용량을 설정, 예외 없이 준수토록 하는 직접규제방식으로 진행된다. 사업장은 기존시설과 신규시설로 구분하여 업종별 총량규제 배출농도기준을 설정하며 개별사업장에 대하여 배출농도기준과 유출량을 지정하여 배출부하량을 할당, 오염부하량 측정 기록 의무를 부과하며 배출부하량 만족 여부에 따라 부과금 등 조치를 취한다. 총량규제기준 준수대상 공장 또는 사업장 이외에도 총량계획에서 설정한 배출부하량을 달성하기 위해서 필요하다고 인정되는 사업장에 대해 지도·권고, 사전조치명령 및 개선조치명령 등 수행한다.

다. 독일 폐수배출규제제도

폐수배출규제수단으로 배출 허가시 공공수역의 목표수질(II등급) 달성 범위 내에서 폐수배출량과 배출농도를 허가하며 연방물관리법에 의하여 허가관청은 폐수배출허가시 유입 공공수역이 목표수질 달성이 확인될 때까지 허가서 발급한다. 허가청은 폐수처리(최소요구기준) 이내에서 배출량(배출유량과 농도)을 결정하며 배출부하량을 최소화하기 위해 연간 배출한 모든 배출부하량에 대한 부과금을 부여(허가기준치 이내 배출량에도 부과)한다.

라. 영국, 프랑스 유역관리제도

EU의 통합오염예방 및 관리 지침과 환경보호법의 통합 오염관리규정에 따라

일정 규모 이상의 배출시설에 대하여는 매체를 통합적으로 고려한 환경영향을 평가하여 배출량을 허가한다. 허가된 배출량 이행 여부를 중앙정부와 지방정부에서 공동으로 지도·점검을 수행하며 위반시 개선명령을 내리고 이를 이행하지 않을 경우 법원에서 벌금을 부과한다.

상기와 같이 각 나라마다 다양한 총량관리 방법으로 시행하고 있으나 대체로 개별 배출원에 대한 배출 허가를 통해 총량관리가 이루어지고 위반시 부과금이나 개선명령 등을 통해 관리기준을 달성하도록 유도하고 있으며, 우리나라와 같이 개발할당량을 동시에 고려하고 있지 않아 지역개발 제한 등의 단계평가 후별도 제재 장치는 마련되어 있지 않은 것으로 판단된다.

4. 자연증감, 지역개발, 삭감목표 등 부문별 평가 방법

가. 오염원 조사

오염총량관리를 위한 오염원조사는 특별시·광역시·도 또는 시·군에서 조사하여 기본계획, 시행계획, 이행평가 및 단계평가에 활용한다. 환경부에서는 오염총량관리와 전국오염원의 조사방법 및 조사항목 등을 점진적으로 통일시킬 수 있는 기반을 마련하여, 전국오염원조사 자료의 신뢰성을 확보하고 조사기간을 단축하여 수질정책 수립과 오염총량관리 이행평가 등 적기에 활용할 수 있게 하였다. 따라서, 단계평가를 위한 오염원조사 자료는 전국오염원조사 자료와의 연계성을 유지시켜야 할 것으로 판단된다.

나. 오염부하량 산정

오염부하량은 오염원으로부터 직접 배출되는 개별 배출부하량과 공공처리시설의 관거로 유입되어 관거이송과정에서 배출되는 관거 배출부하량 및 처리 후 배출되는 방류부하량으로 구성된다. 배출부하량은 인구, 가축두수, 산업폐수, 토지면적 등 오염원과 강우량, 강우일수 등 강우조건에 따라서 산정한다.

단계평가 과정에서 계획당시와 오염원이 동일할지라도 강우조건에 따라 배

배출부하량이 달리 산정되어 오염부하량이 계획당시에 비해 왜곡될 우려가 있다. 이를 해소하기 위해서 강우조건은 총량관리계획 수립 시 할당부하량 산정 과정에서 활용된 강우조건, 평가방법 등 동일한 조건으로 단계평가에 적용하여야 한다. 또한 강우조건(유효강우량, 유효강우일수)에 의한 배출부하량 변화를 막기 위해 단계평가 시 관거배출비는 총량관리계획 상의 값을 활용하여 산정함이 타당하다.

다만 계획수립시와 동일한 관거배출비를 사용할 경우, 관거정비에 의한 삭감 효과를 고려하지 못하는 부분은 삭감부하량으로 별도 산정하여 해결할 수 있다.

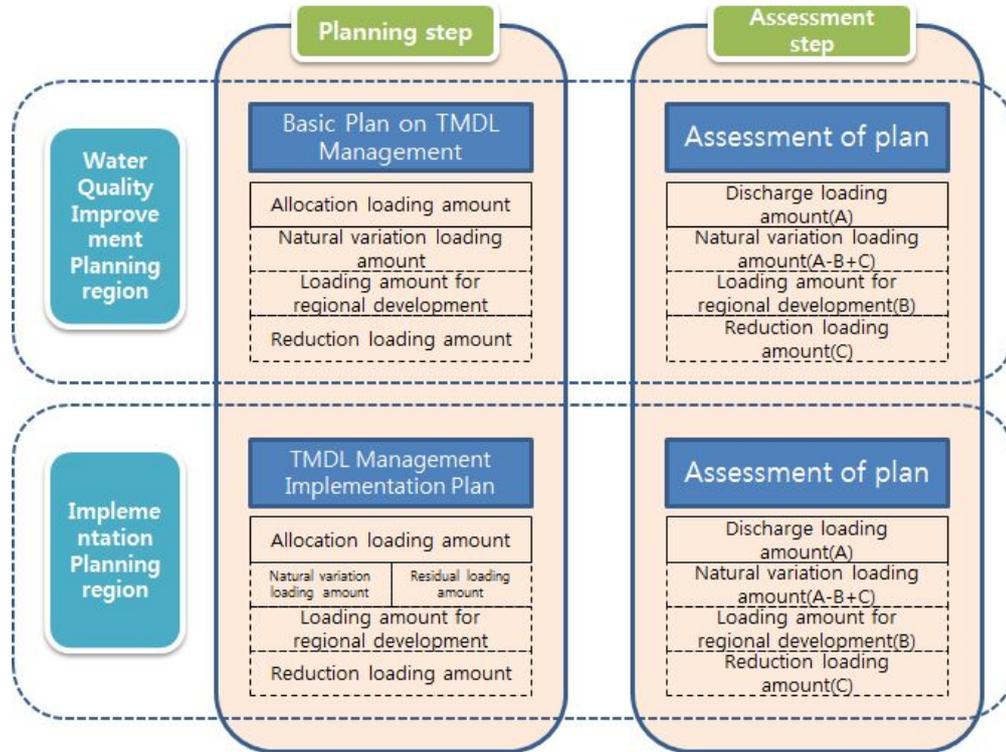
다. 오염부하량 평가

단계평가는 오염총량관리계획이 수립된 지역에 대해서 대상물질별, 오염원(점과 비점)별, 단위유역 및 지자체별 할당된 점과 비점으로 구분하여 오염부하량을 각각 평가한다.

수질개선사업지역은 기본계획에서 정한 점 및 비점 오염부하량으로 구분하여 자연증감, 지역개발부하량 및 삭감목표부하량을 단계평가의 자연증감, 개발 및 삭감실적과 비교·평가한다.

시행계획지역은 오염원별 자연증감, 잔여량, 지역개발부하량 및 삭감계획부하량을 단계평가의 자연증감, 개발실적, 삭감실적 등과 비교·평가한다. 시행계획 수립 시 잔여량(기본계획 대비 오염원 감소에 따른 자연감소 등으로 할당부하량보다 적게 배출되는 양, 즉 삭감후 최종배출부하량과 할당부하량의 차이)은 단계평가 시 자연증감에 포함한다.

단계평가에서 배출부하량은 개발 및 삭감실적과 자연증감이 포함된 양으로 배출부하량 산정시 하수관거정비사업, 비점저감시설 등 오염원조사 결과에 의해 산정되지 못한 양을 감하여 산정하여야 한다. 단계평가지 배출부하량(A), 개발실적량(B), 삭감실적량(C)이 파악되면 자연증감(A-B+C)은 배출부하량에서 개발실적과 삭감실적을 고려하여 산정한다.



<Figure 2> Summary of implementation assessment of the implementation planning region and water quality improvement planning region.

할당부하량 초과 및 준수 원인은 매우 다양함에도 불구하고 기존의 기본평가 항목인 자연증감량, 삭감 및 개발부하량만으로 분류하여 평가할 경우 다양한 원인별 분석 및 평가에 한계점이 있다. 실질적으로 1단계 단계평가시 자연증감 부분에 대해서는 오염원 예측의 불확실성 등으로 단위유역간 혹은 지자체간 상쇄를 적용하는 등 유연한 평가방법을 적용하였다.

그러나 자연증감은 총 배출부하량에서 차지하는 비중이 큰 만큼 할당부하량의 초과와 준수에 미치는 영향 또한 크다(Table 11 참조). 따라서 자연증감에 의한 부하량을 제어가능성(Controllability)을 고려한 세부항목별로 구분하여 평가하고 해당 결과 등을 페널티 적용 등에 활용함이 바람직하다.

세부항목별 평가가 이루어질 경우 할당부하량 초과/준수에 대한 구체적 원인분석 및 해석이 가능하기 때문에 조치방안 수립이 용이하고, 제어가능한

오염원에 대한 적극적인 관리를 유도한다는 측면에서 긍정적 효과를 기대할 수 있다.

<Table 11> Assessment results of the TMDL Management Implementation Plan in 2013 for the 4 major river watersheds (BOD).

| Implementation assessment | | Compliance (n=99) | Exceedance (n=14) |
|---|-------------|-------------------|-------------------|
| Natural variation loading amount | Exceedance | 23(23.2%) | 14(100.0%) |
| | Compliance | 76(76.8%) | 0(0.0%) |
| Reduction loading amount | Exceedance | 19(19.2%) | 0(0.0%) |
| | Compliance* | 80(80.8%) | 14(100.0%) |
| Loading amount for regional development | Exceedance | 2(2.0%) | 0(0.0%) |
| | Compliance | 97(98.0%) | 14(100.0%) |

* Including no reduction plans

<Table 12> Subsections for assessment of discharge loading amount.

| Assessment sections | Subsections for assessment | |
|---|--|---|
| Loading amount for regional development | Actual exceedance discharge load for development projects | |
| | Nonperformance of reduction plan(cancellation, delay and reduction) | |
| Reduction loading amount | Decrease of reduction loading amount due to pollutant variation | |
| | Increase in discharge loading amount from allotment facilities | Deterioration of effluent water concentration |
| Natural variation loading amount | Increase in discharge loading amount from effluent facilities more than 200m ³ /day | |
| | Increase in loading amount of other pollutant source(water used, livestock head, etc.) | |

라. 자연증감 평가

자연증감은 최초년도 기준오염원 배출량과 최종년도 자연증감 변동부하량의 합으로 정의(시행계획수립지역에서는 잔여량을 자연증감에 포함)된다.

- 총량계획 자연증감 : 할당부하량 + 삭감목표(계획)부하량 - 지역개발부하

량

- 단계평가 자연증감 : 배출부하량 + 삭감부하량(실적) - 지역개발부하량(실적)

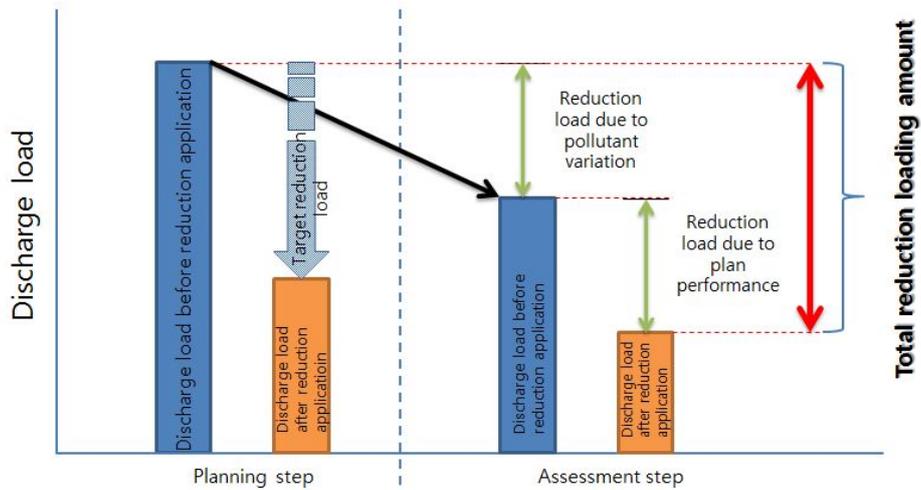
자연증감 평가는 오염총량관리계획과 단계평가의 자연증감을 비교·평가하며 단계평가 시 배출부하량에는 하수관거정비사업, 비점저감시설 등 오염원 조사 결과에 의해 산정되지 못한 양을 고려하여 산정한다. 자연증감 평가는 세부적으로 오염원 그룹별로 ① 할당시설 ② 할당가능시설(할당시설 외 200 m²/일 이상) ③ 기타 오염원 등으로 구분하여 분석·평가한다. 할당시설 평가에서는 자연증감, 개발, 삭감을 구분하여 평가하며, 자연증감에 대해서는 추가적으로 유량 및 수질에 의한 변동요인을 구분하여 분석·평가한다.

마. 삭감실적 평가

계획수립시 삭감계획량 산정은 삭감전배출부하량(삭감대상부하량)과 삭감시설을 통해 삭감후 배출부하량의 차로 산정된다. 예를 들어 하수처리시설 방류수 수질개선의 의한 삭감계획량은 방류수 수질개선전 방류부하량에서 방류수질개선 후 방류부하량의 차로 산정한다.

오염총량관리계획의 삭감계획량과 단계평가 삭감부하량은 삭감전 배출부하량(계획대비 실제 오염원 변화량)에 따라 차이가 발생되므로 이에 대한 기준이 필요하다. 삭감실적은 환경기초시설 신·증설 및 처리공법 개선, 관거정비, 비점저감시설 신설 등 삭감계획에 대한 이행실태를 조사하고 최종년도까지 완공 또는 사용 개시된 삭감시설의 삭감부하량을 산정하여 평가한다. 단계평가에서 오염원 변화량을 고려하지 않고 삭감실적을 평가 할 경우, 삭감계획을 이행했음에도 불구하고 삭감실적이 과소하게 평가될 수 있으므로 삭감실적 평가는 계획대비 삭감대상량 증감을 고려하여 평가한다.

- ① 계획이행여부에 의한 삭감량=단계평가 삭감전 배출량-단계평가 삭감후 배출량
- ② 삭감대상량 증감에 의한 삭감량 = 총량계획 삭감전 배출량 - 단계평가 삭감전 배출량
- ③ 삭감실적 = 계획이행여부에 의한 삭감량 + 삭감대상량 증감에 의한 삭감량
= 총량계획 삭감전 배출량 - 단계평가 삭감후 배출량



<Figure 3> Comparison between reduction load amount in planning step and in assessment step.

바. 개발실적 평가

개발실적 평가는 개발사업 추진에 따른 개발주체·규모·위치, 오염부하량 및 오염물질 배출경로, 연계처리 용량 등의 자료를 오염총량관리계획상 개발계획, 누적관리대장, 건축물 인·허가대장 등과 비교하여 평가한다. 개발사업으로 인한 배출부하량은 오염원(인구, 물사용량, 토지이용형태, 축산두수 등), 배출경로, 처리농도 등의 자료와 각종 통계자료를 활용하여 산정할 수 있을 것으로 판단되며, 개발실적 평가시 오염원 그룹별로 적용가능성을 Table 13과 같이 나타내었다.

다만 개발실적 평가시 개발사업의 공간적 범위(토지 지번 등)가 불명확하거나, 시설의 증축 및 증설계획으로 기존시설에 의한 배출부하량과의 분리가 곤란한 경우에 한해 개발계획(협의) 당시 기준으로 산정할 수 있는 여지를 둘 필요가 있다.

오염원별로 개발계획 당시와 오염원 조사자료(2014년)를 활용하여 산정한 예는 Table 14와 같다. 일부 개발사업의 경우 계획수립 당시에 비해 개발사업으로 인한 배출부하량이 높게 산정되는 사례가 있으므로, 평가단계에서 실질적인 배출부하량 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한, 평가단계에서 오염원 조사가 적절하게 이루어지지 않을 경우 계획단계보다 배출부하량이 높게 산정되는 사례가 있으므로 개발실적과 관련된 오염원 조사시 주의가 필요하다.

<Table 13> Calculation possibility of discharged load for local development project.

| Pollutant | Planning | Assessment | Probability |
|---------------------|--|--|-------------|
| Human life-related | · Population | · Population for each a lot number | ○ |
| | · The total amount of water used by domestic population | · The total amount of water used by domestic population for each a lot number | ○ |
| | · The total amount of water used by business population and standard effluent concentration for each business establishments | · The total amount of water used by business population for each business site and monitoring(or planning) effluent concentration for each business establishments | △ |
| | · Effluent route - Combined sewer system, separated sewer system, and small-scale sewage treatment | · Actual effluent route | ○ |
| | · Planning effluent concentration | · Monitoring effluent concentration or legal concentration standards | △ |
| Livestock-related | · Livestock head | · Livestock head | ○ |
| | · legal regulation classification(permission, registration, etc.) | · legal regulation classification(permission and registration, etc.) | ○ |
| | · Discharge route | · Actual discharge route | ○ |
| | · Planning discharge concentration | · Monitoring discharge concentration or legal concentration standards | △ |
| Industry-related | · Planning wastewater quantity of effluents from factories | · Wastewater quantity of effluents from factories | ○ |
| | · Effluent route - Individual treatment or and linkage treatment, etc. | · Actual effluent route · Calculation of actual discharge loading amount is difficult in the case of a lot of effluent route in a factory. | △ × |
| | · Planning effluent concentration | · Monitoring effluent concentration or legal concentration standards | △ |
| | | · Utilization of a cadaster use | △ |
| Landuse-related | · Area for each the category of land | · Calculation of actual discharge loading amount is difficult in the case of absence of a lot number information. | × |
| | · Non-point pollutants treatment facilities | · Utilization of monitoring results according to "the guideline on performance assessment of the TMDL Management Implementation Plan" | △ |
| Aquaculture-related | · Feeding volume or site area | · Feeding volume or site area | ○ |
| | · Planning effluent concentration | · Utilization of generated amount of load in the case of absence of monitoring effluent concentration | △ |
| Land fill-related | · Planning wastewater quantity of effluents | · Monitoring wastewater quantity of effluents | ○ |
| | · Planning wastewater concentration of effluents | · Monitoring wastewater concentration of effluents | ○ |
| Common | · Pollution sources before completion of development projects | · Pollution sources before completion of development projects | △ |
| | · Facility expansion | · If discrimination of the existing and the new facility is difficult, actual discharge loading amount can not calculate. | × |

○ : possible, △ : partially possible, × : impossible

<Table 14> Comparison between planning and assessment loading amount for regional development.

| Pollutant (Examples) | Planning | | Assessment | |
|--|---|-------------------------|--|-------------------------|
| | Contents | BOD load (kg/day) | Contents | BOD load (kg/day) |
| Human life-related (OO Apartment construction) | Domestic population : 308 Amount of water used by domestic population : 61.0m ³ /day Sewage discharge by business population : 3.7m ³ /day Treatment type : Separate sewer system | 1.22 | Domestic population : 253 Amount of water used by domestic population : 43.3 m ³ /day Sewage discharge by business population : 0.3m ³ /day Treatment type : Separate sewer system | 0.89 |
| Livestock-relate d (OO livestock barn establishment) | Species : Domestic fowl Head : 20,000 Treatment type : Recycling of livestock manure | 9.36 | Species : Domestic fowl Head : 65,000 Treatment type : Recycling of livestock manure | 30.42 |
| Industry-related (OO factory establishment business) | Wastewater discharge : 23.0m ³ /day Treatment type : Individual treatment Effluent concentration : 12.0mg/L | 0.28 | Wastewater discharge : 43.4m ³ /day Treatment type : Individual treatment Effluent concentration : 1.6mg/L | 0.07 |
| Landuse-related (OO-ri general warehouse construction) | Upland(2,048m ²), Paddy (2,906m ²) ⇒ Warehouse site(4,954m ²) | 0.42 | Upland(2,048m ²), Paddy (2,906m ²) ⇒ Warehouse site(4,954m ²) | 0.42 |
| Aquaculture-rela ted (OO-ri fish farm establishment) | Feeding volume : 2.74kg/day | 0.68 | Site area: 3,697 m ² Feeding volume : No investigation | 27.15 |

5. 사후관리 방안

가. 오염총량관리 불이행 제재 범위

3대강 수계법 제16조 1항에 의해 수계구간별 할당부하량을 초과한 지자체는 도시개발사업, 산업단지 개발사업, 관광지·관광단지 개발사업, 규모 이상의 건축물 등 시설물의 설치에 대한 승인·허가가 제한된다. 따라서 수계구간별

할당부하량 초과는 단위유역별·지자체별·대상물질별(BOD, T-P)·오염원별(점, 비점)로 각각 할당부하량을 평가한 후, 초과지역에 대해서는 환경영향평가서 부동의 하는 방법 등으로 제재가 이루어질 수 있다.

나. 오염총량관리 불이행 제재 예외 검토

단계평가를 통해 할당부하량을 초과한 경우, 해당 단위유역의 목표수질 달성여부, 여유량 및 초과량 상쇄, 추가 삭감실적 및 모니터링 자료 제출 등을 검토함으로써 초과량을 해소할 수 있는 방안을 고려할 수 있다.

1단계의 경우 최종 배출부하량 중 자연증감으로 인한 초과에 한해서는 제도가 첫 시행되고 자연증감 관리의 어려움을 고려하여 단위유역내 목표수질이 만족하는 범위에서 지자체간, 단위유역간 상쇄·조정 등을 허용하였다. 또한 삭감부문 초과량에 대해서는 제재 직전까지의 추가삭감 실적 확보 및 차기단계의 삭감실적(추가삭감에 한하여 지자체간, 단위유역간 조정)을 활용하여 불이행에 대한 제재에서 벗어났다.

한편 본 연구에서는 1단계 사례를 토대로 총량제의 궁극적 목적이 수질개선에 있는 만큼, 실제 측정수질의 목표수질 달성도를 평가하여 초과량의 상쇄, 조정 범위를 차등 적용하는 방안을 검토하였다. 즉 목표수질을 달성할 경우 단위유역 내 지자체의 초과 배출량을 점, 비점 혹은 지자체간 조정을 통해 해소하고(Table 15), 목표수질을 초과했을 경우 해당 지자체의 초과량 조정 범위를 관리가 어려운 자연증감의 점, 비점 전환에만 국한(Table 16)시켜 목표수질 달성여부에 따라 해소 범위를 차등 적용함으로써 목표수질과 할당부하량과의 연계성을 고려하였다.

1단계와 같이 단계 최종년도 이행평가 및 단계평가 완료시점이 차기단계 시작년도 말로 예상되는 바, 제재 시점까지 추가 삭감실적 및 기존 삭감시설의 추가 모니터링 자료 제출 등에 따른 삭감부하량을 인정하여 초과량 해소하는 방법은 그대로 적용 가능한 것으로 보인다.

<Table 15> Example of load offsetting method in case of compliance of water quality goal.

| Unit watershed | Water quality goal | Local government | Whole discharge loading amount in BOD(kg/day) | | | |
|----------------|--------------------|------------------|---|----------|-----------------|-----------------------|
| | | | Point | Nonpoint | Offsetting load | Final exceedance load |
| A | Compliance | a | -10.0 | 10.0 | -10.0 | 0.0 |
| | | b | 10.0 | -5.0 | -10.0 | 0.0 |
| | | c | 5.0 | -10.0 | -5.0 | 0.0 |
| | | Sum | 5.0 | -5.0 | -25.0 | 0.0 |

※ If water quality goal by unit watershed is not established, that can be substituted allocation loading amount as assessment standard (Special countermeasure area is an exception)

<Table 16> Example of load offsetting method in case of exceedance of water quality goal.

| Unit watershed | Water quality goal | Local government | Natural variation loading amount in BOD(kg/day) | | | |
|----------------|--------------------|------------------|---|----------|-----------------|-----------------------|
| | | | Point | Nonpoint | Offsetting load | Final exceedance load |
| A | Exceedance | a | -10.0 | 10.0 | -10.0 | 0.0 |
| | | b | 10.0 | -5.0 | -5.0 | 5.0 |
| | | c | 5.0 | -10.0 | -5.0 | 0.0 |
| | | Sum | 5.0 | -5.0 | -20.0 | 0.0 |

※ If water quality goal by unit watershed is not established, that can be substituted allocation loading amount as assessment standard (Special countermeasure area is an exception)

다. 오염총량관리 불이행 제재 기간

단계 최종년도 할당부하량을 초과하게 되면 오염물질은 기준보다 더 배출하게 됨에 따라 추가로 더 삭감해야 차기단계 할당부하량을 만족하게 되므로 초과량 상쇄 등 제재 예외 등을 고려한 후 최종 초과한 만큼 삭감부하량 확보시까지 제재하는 것이 타당할 것이다.

라. 제재 해소를 위한 삭감부하량 인정 방안 검토

환경기초시설 등 준공에 따른 삭감부하량은 모니터링 등 이행평가 방법(이행평가 기준고시)에 따라 삭감부하량을 산정하여 인정받는 것이 원칙이다. 하지만 준공후 모니터링 기간까지 1년여의 기간이 소요됨을 감안하여, 제재 해소를 위한 삭감량 인정에 있어서는 준공시점 등에 의해 모니터링 자료 부재 시 법적 방류농도를 적용하는 방법도 검토될 수 있을 것이다. 비점저감시설은 기본계획 수립시의 기존년도 이후 추가시설에 대해 삭감부하량으로 인정 가능하되 유지·관리 증빙자료(유지관리실적 대장, 이행모니터링 자료 등)의 지속적 제출을 전제로 하여 비점삭감량 인정에 유연성을 확보할 필요가 있다.

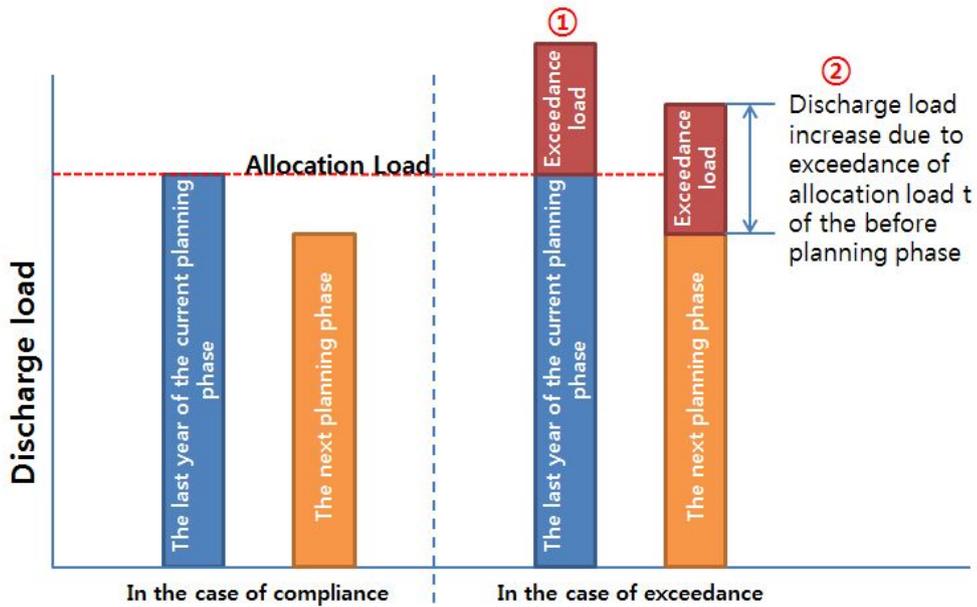
또한 시행계획 변경에 따른 차기단계 할당부하량 조정을 전제로 지정된 할당시설의 방류수 수질 강화에 따른 추가 삭감부하량을 인정할 수도 있을 것이다. 점과 비점 삭감부하량 전환은 평가단계 기준유량 조건에 따라 전환계수를 적용하여 허용할 수 있을 것으로 판단된다(전환계수는 저수기준 점:비점 = 1:6.67, 평수기준 점:비점 = 1:2). 최근 연구, 검토중인 강우시 오염물질 유출 감소효과가 있는 도로청소의 경우 초과량 해소용으로 활용할 수 있는 방안도 고려할 수 있다.

6. 차기단계 연계방안

가. 페널티 부과

현(現)단계 할당부하량 초과(Figure 4의 ①부분)에 대해서는 불이행에 대한 제재를 적용하도록 하고 있으나, 현 단계의 초과가 당해 초과량에 대한 삭감과 차기단계 할당량 준수 조건(삭감)을 모두 이행하기 전까지 (현 단계 준수 대비) 높은 부하량(Figure 4의 ②부분)을 배출시켜 차기단계에 지속적으로 영향을 미칠 수 있다. 그럼에도 불구하고 해당 내용에 대한 페널티 규정이 미비한 상태이다. 이에 따라 현(現)단계 할당부하량 초과원인별 삭감여건을 고려하여 차기단계에 적용할 수 있는 방안 마련이 필요하다. 1단계(3대강 수

계) 평가시 할당부하량 초과지역의 초과량 해소를 위해 2단계 삭감계획에 포함된 삭감실적을 활용할 경우 일률적으로 20%의 페널티를 적용하였는데 1단계에서 적용된 방법 이외에 지역별 초과율, 할당부하량 초과에 대한 삭감여건을 고려하여 페널티 적용 방안의 제시가 필요하다.



<Figure 4> Comparison between discharge load in the case of compliance of allocation load and in the case of exceedance of that.

나. 페널티 산정 방법

할당부하량 초과로 인해 해당지역에 적용할 페널티 적용방법은 첫째, 할당부하량 초과가 단위유역내 수질 등에 미치는 영향정도를 고려하여 산정해야 한다. 즉, 점·비점 전환기준 계수가 반영된 ‘지자체별 할당부하량 초과율’을 적용하여 산정할 수 있다. 둘째, 초과요인별 관리 및 제어 가능성을 고려하여 산정해야 한다. 이와 같은 요소를 고려한 페널티 부하량 산정방법은 아래 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\cdot \text{페널티부하량} = \text{페널티 대상부하량} \times \text{단위유역내 지자체별 초과율} \times \text{관리 및 제어가능성을 고려한 차등계수}$$

- 페널티 대상부하량 = 초과량 - 단계내 추가삭감(인정)량(모니터링 자료 제출 등 삭감실적 제출)
- 초과율 = $\frac{\text{점초과량} + \text{비점초과량} \times 0.15(\text{저수}) \text{ 또는 } 0.5(\text{평수})}{\text{점할당부하량} + \text{비점할당부하량} \times 0.15(\text{저수}) \text{ 또는 } 0.5(\text{평수})}$
- 관리제어 가능성을 고려한 차등계수(안) = $\frac{\sum \text{세 분류별 초과량} \times \text{차등계수}}{\sum \text{세 분류별 초과량}}$

<Table 17> Load controllability coefficient for each load exceedance factor.

| Load exceedance factors | | Load controllability coefficient | | |
|-------------------------|---|----------------------------------|----------------|----------------|
| Sections | Subsections | Good (1.0) | Fair (0.5~0.8) | Poor (0.1~0.5) |
| Regional development | Actual exceedance discharge load for development projects | ○ | | |
| Reduction | Nonperformance of reduction plan(cancellation, delay and reduction) | ○ | | |
| | Decrease of reduction loading amount due to pollutant variation | | | ○ |
| Natural variation | Increase in discharge loading amount from allocation facilities | ○ | | |
| | Deterioration of effluent water concentration | | | ○ |
| | Increase in effluent discharge amount from effluent facilities more than 200m ³ /day | | ○ | |
| | Increase in loading amount of other pollutant source(water used, livestock head, etc.) | | | ○ |

다. 차기단계 연계방안

1단계 초과량 해소를 위해 2단계 삭감계획에 포함된 삭감실적을 인정받은 OO시는 2단계 완료시점(2015년 9월)에 시행계획을 변경하였고, OO시의 경우에는 2단계 종료까지도 시행계획을 변경하지 않아 2단계와의 연계 불가한 상태이다. 따라서, 초과된 할당부하량 해소를 위해 차기단계 삭감계획에 포함

된 삭감실적 인정에 따른 삭감계획 추가 및 지역개발부하량 축소, 페널티 부여 등을 포함한 오염총량관리계획(기본·시행계획) 변경 기한 규정 등 기준 마련이 필요하다.

IV. 결 론

우리나라 총량제는 수질관리 정책의 궁극적인 목적인 수질개선 뿐만 아니라 지역발전을 동시에 고려하므로, 지속적인 수질개선과 지역발전의 균형·유지를 위해서는 단계 종료시점에 추진실적에 대한 전반적인 평가를 수행하여 시행 성과를 분석하고 사후관리 및 차기단계와 연계할 필요가 있다.

또한 할당부하량을 초과한 경우, 일부 대규모 개발사업의 승인·허가가 제한되는 만큼 단계평가에 대한 실질적이고 객관적인 기준을 마련하고자 하였으며 주요 결과는 다음과 같다.

1. 부하량 산정을 위한 오염원 자료는 일관성 확보를 위하여 전국오염원 조사 자료와 연계하는 것이 타당하며, 부하량 산정시 강우 및 관거배출비는 기본계획 당시 조건으로 적용하여 부하량 평가의 적정성을 부여하는 것이 바람직하다.
2. 배출부하량을 자연증감, 개발 및 식감 부하량으로 각각 구분하여 평가하는 방법을 확립하고, 자연증감량에 대해서는 관리 및 제어가능성을 고려하여 할당대상시설, 200m³/일 이상의 배출시설, 기타 오염원 등 세부항목별로 구분, 평가하는 법을 제안하였다. 이에 따라 할당부하량 초과/준수의 구체적 원인 분석과 조치방안 수립, 제어가능한 오염원에 대한 적극적 관리 유도 등의 긍정적 효과가 기대된다.
3. 총량제의 안정적 추진 차원에서 할당부하량 초과시 불이행 제재 예외를 1단계 사례의 연속선상에서 준용하되, 목표수질 달성여부에 따라 단위유역 내 지자체에서 초과량 조정을 차등 적용하는 방안에 대해 검토함으로써 목표수질과 할당부하량에 대한 위계를 재정립하였다.
4. 차기단계와의 연계방안에서 페널티 적용은 현 단계 할당부하량 초과가 차기단계 단위유역 내 수질에 미치는 영향과 초과요인별 관리 및 제어가능성을 고려한 차등 적용 방법을 제안하여, 1단계 일률적 적용방식에서 지역 여건에 맞는 합리적인 부과가 될 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

1. 환경부, 수질오염총량관리 기본방침, 2013, 1-15.
2. 환경부, 오염총량관리시행계획 이행평가기준, 2014, 1-7.
3. 한강수계관리위원회, 오염원조사 표준화 및 선진화 체계 구축(오염원조사 자료 표준화방안 연구), 2011, 1-117.
4. 국립환경과학원, 행정기관 기초조사 자료를 연계한 오염원조사 시스템 개발(I), 2013,
5. 국립환경과학원, 수질오염총량관리기술지침, 2014, 1-104.
6. 국립환경과학원, 낙동강수계 1단계 수질오염총량제 시행성과평가 최종보고서, 2011, 1-547.
7. 국립환경과학원, 금강수계 1단계 수질오염총량제 시행성과평가 최종보고서, 2011, 1-501.
8. 국립환경과학원, 영산강·섬진강수계 1단계 수질오염총량제 시행성과평가 최종보고서, 2011, 1.1~8.18.
9. 국립환경과학원, 한강수계 임의제 수질오염총량제 시행성과평가, 2013, 1.1~4.17.
10. 국립환경과학원, 선진외국 수질오염총량제의 국내 적용을 통한 제도 선진화 연구, 2013, 1-128.