

국내외 IP 동향보고서

# 수질오염 총량제 분석사업 시장현황과 문제

## 수질오염총량제 분석사업 시장현황과 문제

### 일본의 현황

- 1.시마Wm제작소 분석계측기기
- 2.일본하수도시설업협회

### 한국의 연구동향 및 문제점

- 1.수질오염총량제 대비 유역별 기초자료조사 설정을 위한 수질모델 및 기초자료
- 2.맞춤형 유역관리를 위한 수질오염총량관리제도 발전 방안
- 3.수질오염물질 감소의 편익 추정 -수질총량제하 가상배출권시장 개념의 적용-
- 4.수질오염총량제도의 개선 및 발전방향 연구

## 수질오염총량제 분석사업 시장현황과 문제

국내 IP 박순덕

### 일본의 현황

#### 1.시마쯔 제작소 분석계측기기

(<https://www.an.shimadzu.co.jp/enviro/water/online/soryo/kisei.htm>)

●수질총량규제는 폐쇄성 수역의 수질 환경 기준을 확보하기 위해서, 환경에 배출되는 오염 물질의 총량을 일정량 이하로 삭감하는 제도이다. 현재 대상이 되는 폐쇄성 수역으로 도쿄만, 이세만, 세토내해의 3수역이 지정되어 있으며 이 3수역 및 이것에 유입하는 하천 등에 배수하고 있는 사업소(공장, 하수처리장 등)이 규제 대상이 된다.

#### ■ 수질총량규제와 관련된 지정수역 및 지정 지역



(1)동경만



(2)이세만



(3)세토나이해

제5차 총량규제에 대해서는 기존 COD(화학적 산소요구량)을 지표와 유기오염 물질 외에 새로 질소·인을 오염 물질로 지정되었다. (2001년12월 1월에 시행된 수질 오탁방지법 시행령 일부 개정)

#### ■ 제5차 수질총량 규제에 대해서

2000년2월 중앙환경심의회는 “제5차 수질총량 규제 방식에 대한 "답신을 실시했다. 그 중에서, 기존의 COD에 가세해 새롭게 질소·인을 총량 규제의 대상 항목으로 하는 것이 적당하다고 정하였다.

### ※질소·인 총량 규제가 계획된 배경

폐쇄성 수역의 유기 오염은 유입하는 유기 오염(총량 규제 대상 COD)과 질소·인에 기인하는 내부 생산에 유래하는 유기 오염에서 형성됐으며 이 가운데 내부 생산에 유래하는 것이 전체 약 4할에 달한다. 이러한 이유에서 폐쇄성 수역의 수질 환경 기준 확보를 위해, 질소·인의 총량 규제가 계획되었다.

따라서 2000년10월 중앙환경심의회는 "수질에 관련된 화학적 산소 요구량의 총량 규제 기준 설정 방법의 개정 및 질소 및 인의 총량 규제 기준 설정 방법 및 오탁 부하량 측정 방법의 설정에 대해서 "답신을 하고 질소·인의 측정 빈도 등도 COD와 마찬가지로 하는 것이 적당하다고 정하였다. 이에 따라서, 중앙 환경심의회는 답신을 받아 관련 법령의 정비가 진행되었다.

①2001년 12월1일에 시행된 수질 오탁 방지법 시행령 일부 개정에서 수질 총량 규제의 대상 항목에 질소와 인이 추가되었다.

①2001년 11월28일 개정된 수질 오탁방지법 시행 규칙의 측정에 관한 조항에 질소와 인이 추가되었다.

①2001년 12월11일에 책정된 총량 삭감 기본 방침에서

1.2004년도를 목표 년도로 할 것

1.2002년 봄을 목표로 각 도도부현이 총량 삭감 계획의 검토 및 책정 및 총량 규제 기준의 설정을 실시할 결정되었다.

①2001년 12월13일 나온 환경성 고시 제74호~제78호)에는 질소·인(및 COD)의 업종별 기준치나 질소와 인산(및 배출 수 유량)의 계측 방법이 기재되어 배출 수 유량 400m<sup>3</sup>/일 이상의 사업소는 사실상 전 질소·전 인 자동 계측기 설치가 의무적으로 되었다.

## 2.일반사단법인(일본하수도시설업협회)

(<http://www.siset.or.jp/contents/?CN=100>)

### <목표>

1. 품질 확보  
시민이 안심하고 생활할 수 있도록 하수도 시설의 품질을 확보해 나간다.
2. 하수도의 가치의 발신  
홍보활동 등을 통해 하수도의 진정한 가치(벨류)를 발신해 나간다.
3. 다양한 관민 연계 추진  
하수도 사업의 보완자로서 사업체의 모든 요구에 응해 간다.
4. 새 기술의 개발과 보급  
격변하는 기후나 에너지 활용, 자원화 요구에 대응하는 제품을 개발해, ICT를 활용하면서 지방 재정의 건전화에 기여해 나간다.
5. 회원 기업의 발전  
협회 활동을 통해서, 회원 기업이 건전한 발전을 목표로 한다.

### <협회 비전>

관계 기관, 관련 단체등과 제휴하면서 사업을 운영하는 공공단체의 파트너로서 사람들의 생활을 지지해, 아름다운 수환경의 유지에 공헌한다.



### <당 협회 대처 범위>

부품의 공급이나 종래형의 설계·건설로부터, 운영, 경영계획의 지원 등, 시대의 요청에 대응해 갈 것이다.

### <협회 활동>

하수도의 지속과 진화를 목표로 다방면에 걸치는 활동을 전개하고 있다.

### <제언 활동 등>



국토교통성을 비롯한 각 지방 정비국 주요 지방공공단체에 대한 제언 활동(2017년도, 2018년도)을 실시하고 있다. 또한, 일본 하수도 사업단과도 여러 과제에 대해 정기적으로 의견교환을 실시하는 것과 동시에, 기술 자료의 제공 등을 실시하고 있다. 이 외, 지방 공공 단체와 자연재해 시 긴급 공사 협정 체결, 국제 규격(오니처리·이용)의 국내 사무국(ISO/TC275)을 운영하고 있다.

#### <세미나 개최>

"하수도 순환의 길"세미나, 학식 경험자·정책 담당자 등을 초청하여 공개 강좌 등 정기적으로 개최를 하고 있다.

#### <웹사이트 회원사 기술정보 공개>

Web사이트에서 협회 활동을 소개하는 것과 동시에, "기술 갤러리"에서는 회원 각사의 기술을 소개하고 있다. 또한, "활성오니 동물원"의 코너에서는 학교 선생님으로부터 호평을 받고 있다.

#### <기관지 '내일의 하수도' 발행>

하수도의 제일선의 현장에서 활동하고 있는 분의 최신 정보와 하수도에 관련된 다양한 화제를 올린 기관지를 1월과 7월 2회 발행하고 전국 하수도 관계자에게 신고를 하고 있다.

#### <하수도 포스터 등에 의한 홍보 활동>

9월10일 하수도의 날에 맞추어 국토교통성 하수도부, 하수도 홍보 플랫폼(GKP)과 연계하는 하수도 포스터 등을 작성하여 "하수도의 소중함"을 홍보하고 있다.

#### <아동·학생과 일반인에 대한 계발활동>

매년 봄, 초중학생 전용의 "소년 사진 뉴스"에 하수도 관련 화제를 알기 쉽게

전해, 하수도에 관한 개발 활동 등을 실시하고 있다.

#### <회원기업 일람>

- 처리장치: 수처리, 오니처리 등
- 풍수력: 펌프, 송풍기 등
- 전기: 수(水)변전, 계측장치 등

#### ◎정회원사 32개사

- 이시가키 주식회사 (처리장치, 풍수력)
- 에바라제작소 주식회사 (풍수력)
- 오르가노 주식회사 (처리장치)
- 쿠보타 주식회사 (처리장치, 풍수력)
- 미쯔비시공업 주식회사 (처리장치)
- JFE엔지니어링 주식회사 (처리장치)
- KOBELCO ECO-SOLUTIONS (처리장치)
- 신포니아 테크놀로지 주식회사 (전기)
- 신메이와공업 주식회사 (풍수력)
- 수도기공 주식회사 (처리장치)
- 水ing 엔지니어링(Swing Engineering)주식회사 (처리장치)
- 스미토모 중기계 엔바이로먼트 주식회사 (처리장치)
- 타쿠마 주식회사 (처리장치)
- 쓰끼시마 기계 주식회사 (처리장치)
- 쓰루미제작소 주식회사 (풍수력)
- 전업사 기계제작소 주식회사 (풍수력)
- 도쿄타 카다케 주식회사 (전기)
- 도시바 인프라시스템 주식회사 (전기)
- 토모에공업 주식회사 (처리장치)
- 도리시마제작소 주식회사 (풍수력)
- 니시하라환경 주식회사 (처리장치)
- 닛신전기 주식회사 (전기)
- 히타치제작소 주식회사(처리장치, 풍수력, 전기)

- 히다찌조선 주식회사 (처리장치)
- 후소우 주식회사 (처리장치)
- 마에자와공업 주식회사 (처리장치)
- 마루시마 아쿠아시스템 주식회사 (처리장치)
- 미쓰비시화공기 주식회사(처리장치)
- 미쓰비시전기주식회사 (전기)
- 메이덴샤 주식회사 (전기)
- 미터워터 주식회사 (처리장치, 전기)
- 야스카와전기 주식회사 (전기)

#### ◎찬조회원(6개사)

- 아쿠아인텍 주식회사 (처리장치)
- 에바라실업 주식회사 (처리장치)
- 오하라철공소 주식회사 (처리장치)
- 반스이 전기설비공업주식회사 (처리장치)
- 히로시마 메탈&매시너리 주식회사 (처리장치)
- 라사상사 주식회사 (풍수력)

#### ◎기술자료 기술갤러리(제품·기술 소개)

- √ 펌프·송풍기설비
- √ 수처리설비
- √ 오니처리설비
- √ 전기설비
- √ 방재관련설비

#### ◎이용시 주의점

- 회원 각사는 새로운 제품·기술 개발에 힘쓰고 있다.
- 기술갤러리는 하수도·수환경의 시설에 대해 각사의 제품·기술을 소개하는 것을 목적으로 하고 있다.
- 기술자료의 등록 판단은 각 회사에 의한 것이며, 등록하지 않은 회원이 소유하고 있는 경우도 있다.



- 기술내용, 상표 등은 등록회사에 귀속된다.
- 본기술 자료는 하수도 시설 기술 등을 가능한 한 검색하기 쉽게 소개하고 있다.
- 보다 자세한 자료는 각사 홈페이지에서 조회하기 바란다.
- 본 자료로 인해 손해가 발생한 경우, 배상 청구에는 응할 수 없다.

### ◎검색방법

이 기술 소개는 기술 분류 이름, 기술을 소개하는 회사명의 2방향으로 검색할 수 있다. (기술분류명, 회사명일람 중 어느쪽에서 검색하던 기술자료 내용 동일)

## ●● 한국의 연구동향 및 문제점

### 1.수질오염총량제 대비 유역별 기초자료조사 설정을 위한 수질모델 및 기초자료 이용석 강원지역환경기술센터

#### <연구의 필요성>

국내 수질관리는 기존의 처리시설 확대와 배출농도 기준을 강화하는 농도관리에서 수역이 지닌 환경용량을 고려하는 오염총량관리로 전환되고 있다. 수질오염총량제는 1998년 “팔당호 등 한강상수원 수질개선 특별종합대책”에서부터 지속되는 오염농도 증가에 대처하기 위한 방안으로 도입되었으며 1999년과 2000년에는 3대강수계 특별대책의 수립과 함께 현재 한강을 제외한 3대강수계에서 의무제로 시행되고 있다. 한강 수계가 총량관리를 처음 도입되긴 했지만 현재 임의제로써 시행되고 있다. 그러나 향후 한강수계도 3대강수계와 동일하게 수질오염총량관리제를 의무제로 전환하는 방안이 추진되고 있다. 총량개념의 수질관리에서는 많은 환경기초자료가 요구된다. 특히 유역 오염원에 의한 오염배출량과 하천 수질 및 유량은 수질과 유량 변동에 따른 총 유입부 하량 분석에 가장 기초되는 자료이다. 이에 따라 수계별로 환경기초자료에 관한 조사연구가 지속적으로 확대되어 왔으며 하천에서는 수질과 함께 유량 조사를 병행하고 있으며 수질오염총량관리제 기술지침은 지점별 연간 30회 이상의 수준에서 조사하도록 제시하고 있다. 경기도는 한강수계 수질오염총량관리제가 곧 의무제로 시행이 본격화 될 것으로 전망하고, 경기도내 약 600개 지점을 선정하고 각 지점당 연간 30회 이상의 수질

모니터링 조사연구를 시행해왔으며 2007년에 이미 1차년도 사업을 통해 기초자료 확보하였다. 수질조사 빈도는 대상 수역의 대표 수질을 평가하고 수질변동 특성을 파악하며 수질모델의 신뢰성에 연관되어 있다. 수질모델은 수역에서 실현 가능한 목표수질과 허용부하량을 산출하는데 사용되는 도구로써 구축과정에서 실측 수질을 기초로 보정하게 된다. 대표성이 있는 수질자료로 보정된 수질모델은 현실성 있는 목표수질 설정과 허용부하량 산출에 유리하다.

춘천시가 수질오염총량제에 따라 목표수질을 달성하면서도 지속가능한 개발여건을 유지하기 위해서는 관내 수계에 대한 대표성 있는 기초자료를 조사 확보해야 한다. 특히 적정 목표수질의 설정과 수역 환경용량 분석 및 허용부하량 산출을 위한 수질모델링시스템 구축 과정에도 환경기초자료가 요구된다.

#### <연구 목적>

본 연구는 춘천시의 합리적 수질관리를 목표로 관내 주요 하천에 대한 수질조사를 수행하여 대표성 있는 수질평가 자료를 확보하고 오염원에 기초하는 오염배출량을 산출하여 수질모델링시스템 구축에 활용할 환경기초자료를 조사하는 것이며 한강수계 수질오염총량관리제의 의무제 시행에 대비하여 목표수질 설정 및 환경용량 분석 등에 활용할 기초자료를 확보하는 것이 본 연구의 목적이다.

#### <연구내용 및 범위>

춘천시 관내 하천수계를 대상으로 수질 및 수량 변화를 모니터링하고 현황 오염원 자료를 수집하여 대상수계 소유역별 오염부하량을 산정하며 춘천시 관내 북한강 수계 수질모델링 시스템에 활용성을 고려한 환경기초조사를 수행한다. 주요 연구 내용은 다음과 같다.

- 춘천시 관내 주요 하천의 수질변화모니터링
  - 조사대상 하천수계와 조사지점의 선정
  - 수질평가와 수질모델 구축을 고려한 수질항목 선정
  - 수질오염총량관리지침을 반영하는 수질 모니터링
- 소하천 유역별 오염 부하 특성 평가
  - 관내 오염원 수집자료 획득
  - 소유역별 발생 및 배출 부하량의 산정
  - 유달율과 소유역별 오염유출량 평가 및 검토

- 수질모델링시스템을 위한 기반자료 구축
  - 수질모델링시스템에 적합한 조사자료의 DB 구축
  - 춘천시 관내 수계에 대한 수질모델링시스템 구축

### <연구 범위>

- 공간적 범위로 춘천시에 포함되는 한강 단위유역을 고려하여 율문천, 만천천, 공지천, 팔미천, 강촌천 등 소하천 수계를 중심으로 선정된 주요 5개 소하천 및 해당 유역.
- 시간적 범위로 조사는 수질모니터링은 연구기간인 2008년 당해 연도이며 결빙기는 제외. 문헌수집 자료는 가능한 최근 년도 자료를 활용.

### <연구대상 및 지역현황>

#### 춘천시 개황

연구 대상지역인 강원도 춘천시는 경기도 동단에 접해있으며 수도권 생명수원인 팔당댐의 상류 수역에 위치하고 있다. 춘천시는 북한강과 소양강이 합류하고 3개의 댐을 포함하는 호반의 도시이다. 또한 춘천시는 경기지역 일부와 화천, 양구, 홍천, 인제 등 주변생활권의 사회적 중심 역할을 하고 있으며 관내에 6개 대학이 위치하여 교육 및 문화예술 기반이 잘 갖추고 있다. 특히 춘천시는 각종 행사와 관광 명소가 많아 국내외 방문객이 많으며 호반도시의 정서와 더불어 물환경 관리에 대한 인식도도 높다. 산업 경제적 측면에서 춘천시는 강원지역 삼각 테크노벨리 개발전략에 따라 정보·통신산업 및 생물·환경산업 등의 강원내륙권의 중추역할을 담당하고 있으며 지역의 문화인프라 구축을 통한 지식문화기반산업(CT)의 중심도시로의 부상을 도모하고 있어 지속적으로 물 관리의 중요성이 주목될 것으로 예상된다. 현재 국내에서 운영 중인 다목적댐의 총 수자원량은 약 86억 톤이며 연간 용수공급량은 약 100억 톤, 홍수조절 수량은 약 22억 톤, 발전시설용량은 약 100만kW이다. 기타 전국에 크고 작은 각종 단일목적댐(높이 15m 이상)이 800여개 있으며 저수용량은 다목적댐에 비교해 매우 적은 편이다. 이중 춘천시에 1개의 다목적댐(소양강다목적댐)과 2개의 발전댐(춘천댐, 의암댐)이 위치하며 춘천댐 북측 북한강 상류에 화천댐과 평화의 댐이 위치하고 있다. 춘천시와 인접 군에 위치하는 댐 현황은 <표 3-1>과 같다.

본 연구에서 조사하여 획득한 기초자료를 기반으로 수질모델링시스템을 구축하고 모델보정에 관한 연구를 수행하였다. 이에 부족한 자료는 환경부 자료를 활용

하였다. 수질모델의 보정 조건은 2005년 저수기 조건이다. 행정구역별 오염 배출부하량은 배출유형(점, 비점)에 따라 구분되었다. 소하천 유량은 단위유역 유량에 유역면적 비율을 적용한 비유량을 사용하였으며 조사연구에서 획득한 유달율을 배출부하량에 적용하였다. 비점원으로부터의 배출부하량은 산출된 강우 배출비를 적용하였다. 북한강 본류에 대한 BOD와 TP에 대한 수질항목별 모델 보정 결과를 실측수질과 함께 예측치의 오차는 약 30% 로 나타났다.

춘천권 수역에서 환경부 수질측정망으로 지정되어 매월 정기적으로 수질을 모니터링 하고 있는 수역은 북한강 본류 구간으로 춘천댐, 소양댐, 의암댐의 방류구 수역과 각 댐의 방류수 그리고 의암댐 하류에 위치한 춘성교 지점이다. 지류 하천으로는 공지천에서 상중하로 나누어 3개 지점 총 9개 지점에 대하여 매월 정기적으로 수질을 측정하고 있다.

## <연구결과>

### ●수질모니터링

#### 조사지점 및 조사기간

수질모니터링 연구에서는 유역이 넓고 오염원이 상대적으로 밀집하거나 그 수가 많다고 예상되는 유역을 중심으로 하천 유량 풍부하고 오염 유출에 따른 본류 수질에 영향이 예상되는 하천수계를 연구대상으로 선정하였다. 또한 유역개발이 많이 이루어진 경우와 향후 증가가 예상되는 하천 유역을 조사 대상 선정과정에서 고려하였다. 선정된 조사지점은 춘천시 관내 본류 하천을 제외한 5개 소하천이며 소하천의 말단부에 대하여 조사를 수행하였다. 조사기간은 2008년 4월~2008년 12월(8일 간격 년 29회)이며 결빙기는 제외하였다.

#### 수질모니터링 자료 분석

연구대상 하천에 대하여 조사한 측정 및 분석 결과를 기초로 하천별 수질변동 특성을 분석하였으며 평균, 최대, 최저, 중앙값을 계산하고 백분위수 및 이상치(outlier) 등 기본적 통계분석을 실시하였다. 분석결과는 표에 요약하였으며 표에 나타난 바와 같이 BOD의 경우 팔미천과 강춘천에서는 약 1mg/l 이하의 농도에서 분포하였으며 울문천이 2.1mg/l 로 가장 높은 것으로 조사되었으며 만천천과 공지천의 경우는 각각 약 2mg/l, 1.9 mg/l 의 수준에 있는 것으로 나타났

다. 조사기간 중 평균 하천 유량은 팔미천(C4) 지점이  $1.228\text{m}^3/\text{s}$ 로 가장 많은 것으로 나타났으며 만천천(C2)이  $0.369\text{m}^3/\text{s}$ 로 가장 적은 것으로 조사되었다. 전기전도도는 전제 지점에 대하여  $85.0\sim 368.0\mu\text{s}/\text{cm}$ 의 범위로 분포하며 C3(공지천)지점이 가장 높은 것으로 나타났고 C4와 C5의 경우 다른 지점에 비해 비교적 낮은 값이 나타나 생활, 축산 등의 하수에 의한 영향이 적은 하천으로 추정되었다. SS는  $0.2\sim 394.5\text{mg}/\text{l}$ 의 비교적 넓은 범위에서 분포하는 것으로 조사되었고 C3지점이 가장 높았다. C2(만천천)지점에서 나타난 높은 SS농도는 상류 유역에서 이루어지고 있는 신규 택지사업장의 나지면에서 강우시 토양 유실에 따른 영향으로 추정된다.

## ◎수질모델링 시스템 구축 연구

### 구축 모델의 원리

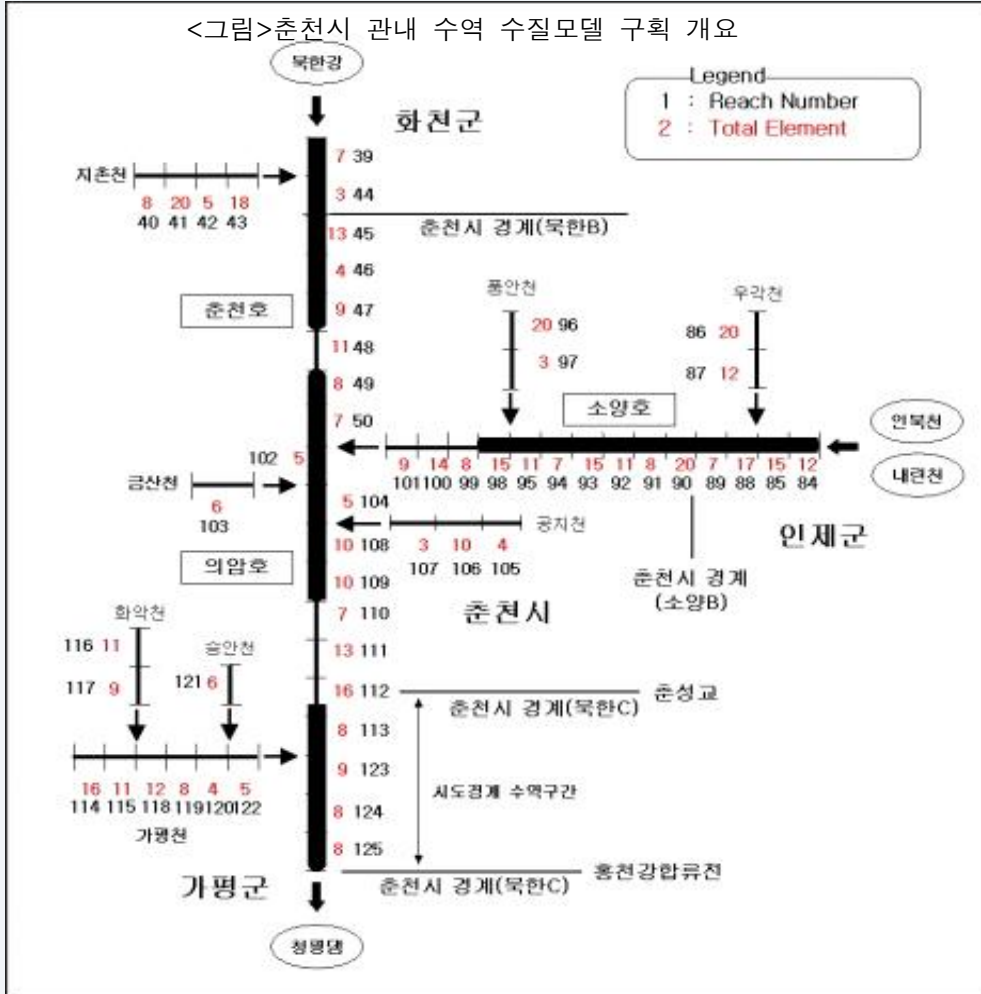
본 연구에 수질모델시스템 구축에 사용될 QUALME는 한강 및 낙동강 목표수질연구에 활용된 다인자 수질예측모델이다. 모델은 소유역별 오염부하량에 의한 모델 구축이 가능하다. 특히 내부생성에 따른 유기물 증가 등 우리나라 대형하천에서 나타나는 수리 및 수질변화 특성을 반영하고 있다.

### 수계 구획 및 전산자료 구축

연구대상 하천을 적용 모델에 적합한 구조로 전산화하기 위해 분류 하천 수계를 중심으로 유입하는 소하천 등 각종 경계조건을 검토하였다. 또한, 모델 대상수계에 대하여 분석한 소유역 자료와 하천의 수리 특성을 기초로 분류 및 지천 수역을 여러 개의 구간(Reach)으로 구분하였다. 모델구획에 반영한 주요내용은 아래와 같으며 그림으로 대상 수계 구획결과를 요약하였다.

- 모델 대상 수계의 하천 구조
- 단위유역, 표준유역, 소유역의 경계선
- 수역별 수리 특성 (호소구간, 하천구간)
- 오염 부하량의 유입과정 및 취수지점
- 보등의 하천구조물

결과에서와 같이 조사대상 5개 하천중 공지천은 하천구간별 세부 수질변화를 분석할 수 있도록 하천을 구획하여 포함하였으며 이를 제외한 4개 하천은 점 유입 조건의 소유역권으로 포함하였다.



◎수질모델 입력자료 구축

○기준유량

수질모델에 적용할 기준유량 조건을 분석하기 위해 수계의 주요 지점에 대한 과거 유황자료를 이용하여 파악하였다. 연구대상 수계 관련 주요 지점에 대한 1966년에서 2002년까지의 유황분석 평균 자료에서 풍수량은 1년 중 95일은 이보다 큰 유량이 발생하는 유량, 평수량은 185일은 이보다 큰 유량이 발생하는 유량, 저수량은 275일은 이보다 큰 유량이 발생하는 유량, 갈수량은 355일은 이보다 큰 유량이 발생하는 유량을 나타낸다.

&lt;표&gt;대상수계 관련 댐 및 하천의 평균 유황자료(1966~2002)

댐(하천)명	풍수량	평수량	저수량	갈수량
청평댐	9.62	4.67	1.98	0.62
의암댐	9.84	4.47	1.96	0.68
소양강	40.73	18.82	7.43	2.51
인북천	20.33	8.58	3.14	1.05
춘천댐	22.14	9.60	3.87	1.16
평화댐	16.27	6.58	2.48	0.88

&lt;자료&gt;한국수자원공사(WAMIS)

본 연구대상 수계에서 하천 유량은 자연적 현상이 아닌 댐 방류량에 의해 달라지는 특성을 지닌다. 따라서 기 하천 지점에서 측정된 유량을 사용하여 하천 유황을 분석과 함께 과거 2003년부터 2005년까지 3년간 대상 수계내 6개 댐에서 관측되어진 자료를 이용하여 대상 하천의 물수지를 분석하고 이를 기초로 저수기와 평수기 하천 유량을 추정할 자료를 이용하였다. 사용된 자료는 발생순위 50%인 평수기 유량으로써 방류수량 자료 중 발생빈도가 가장 높은 중앙값(Median)에 대한 평균 유량을 산출하여 적용하였다. 저수기 유량은 평수기 유량을 기초로 발생 순위 25%를 적용하여 결정하였다.

#### ○ 동리별 해당 소유역 점유율 정보 구축

동리별 오염 부하량을 구축 모델의 해당 구간에 입력하기 위해 동리별 해당 소유역의 점유율 자료를 소유역 분석 결과로부터 획득하고 구축 수질모델에 적합한 구조의 전산자료로 구축 하였다. 관련 자료는 전산부록에 첨부하였다.

#### ○ 오염 부하량 입력시스템 구축

오염 부하량을 오염원별로 구분 가능하도록 하였으며 동리별 오염부하량으로 입력시스템을 구축하도록 하였다. 구축된 오염원은 소유역 정보를 기초로 해당되는 모델의 구간(Reach)과 계산요소(Element)에 입력되도록 하였다.

#### ●수질모델링시스템 보정 연구

본 연구에서 조사하여 획득한 기초자료를 기반으로 수질모델링시스템을 구축하고 모델보정에 관한 연구를 수행하였다. 이에 부족한 자료는 환경부 자료를 활용하였다. 수질모델의 보정 조건은 2005년 저수기 조건이다. 행정구역별 오염 배출부하량은 배출유형(점, 비점)에 따라 구분되었다. 소하천 유량은 단위유역 유량에 유역면적 비율을 적용한 비유량을 사용하였으며 조사연구에서 획득한 유달율을 배출부하량에 적용하였다. 비점원으로부터의 배출부하량은 산출된 강우배출비를 적용하였다. 북한강 본류에 대한 BOD와 TP에 대한 수질항목별 모델 보정 결과를 실측수질과 함께 <그림4-49>에 요약하여 제시하였으며 예측치의 오차는 약 30%로 나타났다.

### ◎연구결과의 활용계획

본 연구가 수행한 5개 하천의 수질모니터링 조사 결과는 조사대상 소유역의 오염유출특성을 이해하는데 사용될 수 있으며 산출한 유역 배출부하량 자료와 함께 소하천 수질관리에 활용 가능하다. 특히 본 연구결과는 춘천시 관내 북한강 본류 수계를 중심으로 향후 구축될 수질모델링 시스템의 기초 자료로 활용될 것이다. 구축된 수질 모델링시스템은 춘천시가 수질오염총량관리에 대비하여 합리적 목표수질을 설정하거나 환경용량을 평가하고 적정 부하량을 분석하는데 이용할 수 있다. 수질 모델링시스템을 다양한 조건에 대한 실측 자료에 기초하여 구축하게 되면 모델로부터 도출된 적정부하량과 목표수질 달성여부 등 모델결과에 대한 신뢰가 배가된다. 본 연구에서 획득한 기초자료와 수질모델링시스템의 주요 활용 내용은 다음과 같다.

- 소유역별 주요 오염원 및 미지 오염원의 추적
- 소유역별 오염 유출 특성을 고려한 친환경 정책 입안
- 개발계획에 따른 수질변화 분석 및 정량적 평가
- 각종 수질개선 사업의 효과 분석 및 평가 자료.
- 오염 소유역의 공간적 위치를 고려하는 북한강 수질영향 예측
- 오염원별 기여도 분석 및 주요 오염원 평가
- 허용 부하량을 만족할 개발부하량 평가
- 수질오염총량이 제시하는 목표수질(환경용량)에 대한 적정성 평가
- 수질오염총량관리제를 위한 기본계획 내용 검토 수립
- 관내 합리적 수질관리 정책의 수립



## 2. 맞춤형 유역관리를 위한 수질오염총량관리제도 발전 방안

고려대학교 생명환경과학대학원 환경생태공학과 환경생태공학 전공 전차현 (2014년2월)

### ◎요약

그동안 수질오염총량관리 제도가 지역 및 수계 특성을 반영하지 못하고 수질오염에 대한 과학적인 원인 분석이 미흡하다는 등의 문제점들이 제기되고 있다. 또한 최근 4대강사업 및 도시화에 따른 불투수층 증가 등으로 수문학적 하천 환경이 변화됨에 따라 제도의 효율적인 추진을 위해서는 근본적인 개선이 필요한 실정이다. 따라서 이 연구는 수질오염총량관리 제도의 시행과정에서 제기된 문제점을 분석하고 발전방안을 마련함으로써 우리나라의 유역특성에 적합한 맞춤형 유역관리체계를 구축하는데 그 목적이 있다. 우리나라 수질오염총량관리 제도의 한계를 벗어나기 위해서는, 유역별 토지이용 특성을 반영한 신모델의 유역모형 구축, 오염원 원시자료의 해상도 제고, 안전부하량에 임야나 지하수에 의한 배경부하량 반영, 안전율의 탄력적 적용 등 과학에 기반한 효율적인 제도 운영이 필요하다. 또한, 현행 분류 관리 체제에서 지류별로 다양한 오염물질을 관리하는 지류총량제로의 전환 추진과 목표수질 설정 시 현재의 수질 고려 및 기초자치단체의 폭넓은 의견 수렴, 유역환경의 변화를 감안한 기준유량 적용기준 설정 등 유역 및 지역의 특성을 반영한 총량제 시행방안이 강구되어야 한다. 아울러, 수질개선을 위한 삭감방안으로는 이행평가 시 수질오염 원인을 철저히 조사하여야 하며, 도시 및 농촌지역 비점오염원의 삭감 실효성 확보, 하수관거 월류수 처리기술개발 등 삭감수단을 다각화할 필요가 있다. 마지막으로, 물 관련 계획들의 통합 및 연계성 강화 방안 마련과 총량전문기관을 육성하여 총량관련 자료의 신뢰성을 높이고 할당부하량 관리를 위해 할당대상 시설을 확대하는 등 수질오염총량관련 제도의 신속한 정비가 필요할 것으로 판단된다.

### ◎서론

우리나라는 수질오염을 예방하기 위해 생활하수, 산업폐수 등 각종 오염원에 대해 배출허용기준을 정하여 관리하여 왔으나, 1960년대 이후 도시화, 산업화 등으로 인하여 개별 오염원에서 배출허용기준을 만족하여도 하천에 유입되는 오염부하량은 증가하여 수질환경기준을 상회하는 등 수질개선에 한계가 노출되기 시작했다. 따라서 환경부에서는 상수원보호구역, 수변구역, 특별대책지역과 같이 수질

오염원의 입지를 규제하거나 건축면적 규제 방식에서 탈피하여 환경여건 변화와 수질관리의 새로운 패러다임으로 지역별 오염물질 배출총량을 설정·관리하는 방식인 수질오염총량관리제를 도입하게 되었다. 그러나 한강수계는 규제지역 주민들의 거센 반발로 1999년부터 임의제로, 3대강은 2002년부터 의무제 수질오염 총량관리제를 운영하고 있으며, 2010년 5월 한강수계도 지역주민 합의 하에 한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률(이하 “한강수계법 “ 이라 한다)을 개정하여 2013년부터 의무제로 전환하게 되었다.

본 연구에서는 수질오염총량관리 제도에 대한 이해와 우리나라의 수질오염총량제 시행성과를 평가하였다. 이를 토대로 최근 기후변화 등으로 인한 하천 환경의 변화와 도시화 및 토지개발에 따른 불투수층 증가로 인한 비점오염원 관리의 필요성이 증가하고, 물환경 복지에 대한 국민들의 요구 수준이 증가되는 여건에서 수질오염총량관리 제도의 발전방안을 마련함으로써 우리나라의 유역특성에 적합한 맞춤형 유역관리체계를 구축하는데 목적이 있다.

수질오염총량관리제도에 대한 이해는 4대강 수계법, 고시, 지침, 해설자료 등 문헌을 통해 조사·분석하였으며, 그간의 시행평가는 3대강 1단계외 한강 수계 임의제로 구분하여 평가하였다. 3대강 수계는 수질오염총량관리제 시행성과를 단위유역별 할당부하량<sup>1)</sup> 달성 여부와 목표수질 달성 여부를 평가하였으며, 그동안 지역주민과의 마찰로 인하여 3대강 수계와는 달리 임의제 총량제를 운영하였던 한강수계의 총량제 의무제 전환과정과 의무제 전환 후 2013년에 승인된 서울, 인천, 경기의 수질오염총량관리 기본계획 승인내용을 알아보고 한강수계의 유역특성을 고려한 개선방안을 검토하였다.

-----  
1) 부하량(1 kg/일) = 농도(1 mg/L) × 유량(1,000 m<sup>3</sup>/일)

## 제1절 수질오염총량관리제 개요

### 1. 수질오염총량관리제 개념

수질오염총량관리 제도는 관리하고자 하는 하천의 목표수질을 정하고 목표 수질을 달성·유지하기 위한 수질오염물질의 허용부하량(허용총량)을 산정하여 해당 유역에서 배출되는 오염물질의 부하량(배출총량)을 허용총량 이하로 관리하는 제도로서 자치단체에서 배출량을 줄이면 그에 해당하는 개발량을 더 가져갈 수 있으므로 수질보전을 위한 지자체의 노력 자체가 개발 인센티브로 작용하는 제도이다.

### 2. 수질오염총량관리제 의의

수질오염총량관리제는 과학적 기법을 사용하여 목표수질을 달성·유지하기 위한 유역별 오염물질 배출량을 정확히 산정하고, 이를 토대로 수질을 관리하기 때문에 배출농도 규제방식들에 비하여 좀 더 환경규제의 효율성을 제고할 수 있게 되는 것이다. 또한, 지역개발 계획과 오염물질 삭감 계획을 동시에 수립함으로써 지역경제의 활성화를 도모하고 지속가능성을 보장하는 중요하고 핵심적인 제도이며, 자치단체별, 오염자별로 오염부하량을 할당·관리하게 되어 오염자별 책임을 명확히 함으로써 효율적이고 광역적인 유역 관리를 할 수 있게 된다. 그 동안의 정책들이 행정관서 중심으로 결정·집행되었으나, 수질오염총량관리제는 상·하류지역 유역 구성원들간의 참여와 협조를 바탕으로 목표수질을 설정하고, 기본계획 및 시행계획을 수립하는 등의 절차가 진행되므로 지역주민들이 직접 참여하는 선진형 유역관리 제도이다.

### 3. 농도관리와 총량관리 비교

농도관리는 오염물질의 농도를 규제하는 방식이며, 총량관리는 오염물질의 총량을 규제하는 방식으로, 농도관리는 기준설정이 쉽고 집행이 용이한 반면규제효과가 미흡하고 소규모 배출자에게 불리하여 오염자간 형평성이 논란이 되고 있다. 이와 달리 총량관리는 규제의 효과가 높으며 오염자간 형평성이 유지되나 허용오염총량의 설정이 어렵고 집행에 있어서도 고비용이 초래되고 있다(표 1).

&lt;표1&gt;농도관리와 총량관리제도

구 분	농도관리	총량관리
규제 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>오·폐수 중 오염물질의 농도 규제 (농도 = 오염부하량/폐수량)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오·폐수 중 오염물질의 총량을 규제 (오염부하량 = 농도×폐수량)</li> </ul>
환경기준과의 관계	<ul style="list-style-type: none"> <li>간접적               <ul style="list-style-type: none"> <li>환경기준 및 지역여건에 따라 배출허용기준(농도) 차등 적용</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>직접적               <ul style="list-style-type: none"> <li>허용부하량 이내로 배출오염물질의 총량을 할당·규제</li> </ul> </li> </ul>
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>간단한 기준설정               <ul style="list-style-type: none"> <li>지역별로 기준농도만을 정하므로 기준설정이 용이</li> </ul> </li> <li>집행용이 저비용               <ul style="list-style-type: none"> <li>농도검사만으로도 기준준수 여부 확인 가능</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>규제의 효과가 높음               <ul style="list-style-type: none"> <li>오염물질이 환경용량이 하로 유지 되므로 환경기준 준수</li> </ul> </li> <li>오염자간의 형평성 도모               <ul style="list-style-type: none"> <li>배출량에 따라 차등 관리 (다량배출자에게 부담)</li> </ul> </li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>규제효과 미흡               <ul style="list-style-type: none"> <li>배출업소가 농 도기준을 준수 하더라도 배출총량은 많아져 환경기준 준수 곤란</li> </ul> </li> <li>오염자간 형평성 논란               <ul style="list-style-type: none"> <li>배출총량에 관계없이 동일농도 기준이 적용되어 소량배출 사업장에 다소 불리</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>허용오염총량의 설정 지난               <ul style="list-style-type: none"> <li>오염원현황 자료 등을 토대로 허용총량을 결정하여야하나, 입력정보 등의 불확실성 상존</li> </ul> </li> <li>집행의 어려움 및 고비용               <ul style="list-style-type: none"> <li>오염부하량산정, 수질 및 유량 조사 등에 인력과 예산 과다 소요</li> </ul> </li> </ul>

자료: 환경부, 2012, 「수질오염총량관리제도」

#### 4. 외국의 총량제 도입 사례

일본, 미국 등 선진국에서 수질오염총량관리제를 도입·시행하고 있으며, 일본은 1979년부터 인구와 산업단지가 집중된 동경만, 이세만, 세토내해 등 오염이 심한 폐쇄성 수역의 수질을 개선시키기 위하여 제1차 수질오염총량관리제를 적용한 이래 매 5년 단위로 총량관리계획을 시행하고 있다. 특히 미국에서는 원초적인 총량관리제인 TMDL(Total Maximum Daily Loads)제도하고 있으며, 비점오염원을 관리대상에 포함하는 등 기술적·제도적으로 볼 때 가장 선도적으로 수질오염총량관리 제도를 추진하고 있다(표2).

&lt;표 2&gt; 수질오염총량관리제 도입 외국사례

국 가	일 본	미 국
대상 지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>동경만 등 인구가 산업이 집중하여 오염이 심한 폐쇄성 수역</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>목표수질기준을 달성하지 못한 오염된 수계(51개주 수립완료)</li> </ul>
추진 상황	<ul style="list-style-type: none"> <li>'79년부터 매 5년 단위의 총량관리계획 시행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NPDES 실시( '72년부터, 점오염원 관리)               <ul style="list-style-type: none"> <li>※ NPDES(NATIONAL POLLUTANT DISCHARGE ELIMINATION SYSTEM) : 사업장별 오염물질량 관리제도</li> </ul> </li> <li>TMDL 실시( '92년부터, 비점오염원 관리를 포함)               <ul style="list-style-type: none"> <li>※ TMDL(TOTAL MAXIMUM DAILY LOADS) : 수질기준이 달성 가능한 수계의 최대 일일 오염부하량 관리</li> </ul> </li> </ul>
대상 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>COD, 질소, 인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수계마다 수질개선에 필요한 물질을 관리</li> </ul>
실시 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>기본방침 수립 (내각총리대신)</li> <li>삭감계획 수립(지자체)</li> <li>승인(내각총리대신)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TMDL 계획수립 지침 통보(EPA)</li> <li>TMDL 계획 수립(주정부)</li> <li>승인(EPA)</li> </ul>

자료: 환경부, 2012, 「수질오염총량관리제도

## 제2절 우리나라의 수질오염총량관리제 도입배경 및 운영 현황

우리나라는 1960년대 이후 도시화, 산업화 등으로 오염원 및 오염물질 배출량이 지속적으로 증가함에 따라 환경기초시설에 대한 투자를 지속적으로 확대하고 있으나, 수질은 아직도 크게 개선되고 있지 않다. 또한, 1인당 수자원량은 세계 평균의 1/11에 불과하고 몬순기후대에 속하여 겨울철 수량감소로 수질오염 악화 현상이 나타나고, 여름철에는 집중 강우와 고온으로 비점오염물질의 유입, 조류 과다 번식으로 수질이 오염되는 등 수질관리 여건이 좋지 않다. 우리나라는 하천 수계상에 상수원 대부분이 위치하여 있고, 대규모 상수원인 팔당호, 대청호, 물금 등은 하천의 중·하류 지역으로 택지, 산단 등 오염원밀집 지역내에 위치하고 있어 수질관리에 어려움이 있다. 그동안 정부는 각종 수질오염 사고를 계기로 맑은

물 공급 종합대책, 수질개선대책, 물관리 종합대책 등을 추진하였으나, 주로 기본적인 수질 관리 수단인 환경기초시설 확충, 정수장 시설 개선, 오염원 관리 강화 및 수질기준 강화 등의 정책을 펼친 것으로 과학적 기반이 약하고 시설 설치를 위한 재원 부족 등의 문제점을 지니고 있었다. 이러한 문제점의 근본적인 해결과 선진형 수질보전 정책을 추진하기 위하여 정부는 1998년~2000년에 4대강 수계별로 물관리 종합대책을 수립하였으며, 이때 물이용 부담금 제도, 수계관리위원회 구성, 수변구역 지정·관리 제도와 함께 배출총량을 관리하는 수질오염총량관리제도가 도입되었다. 이후 1999년~2002년에 제정된 4대강 수계법에 따라 한강을 제외한 낙동강, 금강, 영산강·섬진강 수계는 '04년부터 의무제로 수질오염총량관리제를 시행하고 있다. 한강수계는 임의제 총량제로서 광주시, 용인시, 이천시, 남양주시, 여주군, 양평군, 가평군 등 경기도내 7개 지자체에서 2012년까지 추진하였으며, '10년 5월 한강수계법이 개정되어 의무제로 전환됨에 따라 2013년 6월부터 우선적으로 서울·인천·경기지역에 의무제를 실시하고 점차적으로 강원·충북지역 등으로 확대될 계획이다.

### 제3절 수질오염총량관리제 추진체계

우리나라의 수질오염총량관리제 추진체계를 보면, 환경부장관은 수계의 이용 상황 등을 고려하여 주요 목표수질을 정하는데, 이를 위하여 총량제 시행에 필요한 기본 사항과 총량계획 수립방법 등을 규정한 오염총량관리 기본방침(이하 “기본방침”이라 한다)을 해당 수계관리위원회와 협의를 거쳐 수립한다. 오염총량관리 기본계획은 해당 시·도지사가 기본방침에 따라 수립하여 환경부장관에게 승인을 신청하고, 환경부장관은 각 수계별로 구성된 오염총량관리조사연구반<sup>2)</sup>의 검토를 거쳐 기본계획을 승인하게 된다. 목표수질을 초과한 유역의 특별·광역시장·시장·군수는 기본계획에 따라 시행계획을 수립하여 관할 시·도지사 또는 지방환경관서의 장의 승인을 받아 총량제를 시행하게 된다. 시행계획을 통해 오염부하량을 할당받은 환경기초시설 설치자, 사업장 등이 할당된 오염부하량을 초과하여 배출하는 경우 총량초과과금 부과, 개선명령 등의 제재를 받게 된다.

자치단체는 매년 5월말까지 시행계획에 대한 전년도 이행사항 평가보고서를 작성하여 지방환경관서의 장 및 수계관리위원회에 제출하여야 하며, 지방 환경관서의 장은 이행평가보고서에 대하여 오염총량관리조사연구반의 검토를 거치고 미 이행 사항에 대하여는 특별·광역시장·시장·군수에게 삭감대책 등의 필요한 조

치를 하도록 요구하고 있다. 시장·군수가 필요한 조치를 하지 않거나 기본 계획 또는 시행계획을 수립·시행하지 않는 시·도 및 시·군에 대해서는 도시개발, 산업단지 조성 등 각종 개발사업 제한과 폐수배출시설 설치 제한 등의 제재 조치를 한다(표 3)

2) 반원은 국립환경과학원장이 추천하는 소속 공무원과 시·도 추천 물관리 전문가로 구성

## 제4절 수질오염총량관리제 주요내용

### 1. 오염총량관리 기본방침

기본방침은 오염총량관리 기본계획 및 시행계획을 수립함에 있어 필요한 사항을 한강수계법 제8조제2항 및 낙동강·금강·영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률(이하 “3대강 수계법”이라 한다) 제9조제2항, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(이하 “수생태법”이라 한다) 제4조의2 제2항에 따라 환경부장관이 수계관리위원회와 협의를 거쳐 환경부 훈령으로 제·개정하고 있다. 기본방침에서 오염총량관리 계획기간은 낙동강, 금강, 영산강·섬진강 등 3대강 수계의 경우1단계는 '04.8~'10.12(낙동강수계 광역시부터 시작), 2단계는 '11.1~'15.12이며, 한강수계 1단계는 '13.6~'20.12(1단계 이후 10년 단위)이다. 량관리대상 물질은 효과성, 적용가능성 등을 오염총량관리조사연구반의 연구·검토를 거쳐 환경부장관이 수계관리위원회와 협의하여 결정하는데 4대강두 BOD, T-P(금강은 대청호 및 상류지역에 한함)를 대상으로 하고 있다. 기준유량은 총량관리 단위유역과 소유역별 오염부하량을 할당하는 기준이 되는 유량으로 BOD는 과거 10년 평균저수량<sup>3)</sup>으로, T-P는 과거 10년 평균저수량 및 10년 평균평수량으로 한다. 그러나, 최근 우리나라는 4대강 사업으로 인하여 하천 유량의 변화와 비점오염원의 증가가 뚜렷하므로 특정 유량조건을 기준유량으로 설정하는 방식의 개선이 필요하다. 총량관리 단위유역의 할당부하량 산정시 적용하는 안전율<sup>4)</sup>은 단위유역 기준 배출부하량<sup>5)</sup>의 10%로 하되, 총량관리 시행계획을 수립하지 않는 지역은 적용하지 않고 있으며, 총량관리계획 시행 중 2회 연속 목표수질 달성 및 기준 배출부하량 이내인 단위유역으로 계획기간 종료시까지 목표수질 달성이 예상되는 유역, 상류 수질 영향으로 총량관리 시행계획을 수립하는 지역은 안전율 5%를 적용한다. 그러나 안전율에 대한 정확한 근거가 미비하고, 모든 단위유역에 일률적으로 동일하게 적용하는 것보다는 단위유역의 특성을 감안한 안전율 산정방법이 고려되어야 할 것으로 판단된다.

3) 저수량(Q 275)은 연간 275일간은 이보다 내려가지 않는 유량, 평수량(Q 185)은 연간 185일간은 이보다 내려가지 않는 유량

## 2. 목표수질 설정

목표수질은 총량관리를 시행하는 계획기간 중 단위유역별로 목표하는 수질로서, 하천의 용도, 지역개발 정도, 환경기초시설 투자정도 등을 고려하여 각수계법에 의거 해당 수계의 환경용량 범위에서 설정한다. 시·도 경계지점의 목표수질은 환경부장관이 설정하고 오염총량관리조사연구반에서 검토한 후 환경부장관이 고시하게 되며, 시·도 관할구역의 수계구간은 시·도지사가 목표수질을 설정하여 환경부장관의 승인 후 시·도지사가 공고한다(표 4).

- 4) 수질모델링을 사용한 오염부하량 산정 과정에서 발생할 수 있는 불확실성을 보정하기 위하여 설정하는 비율
- 5) 기준유량 조건에서 목표수질을 만족할 수 있도록 수질모델링을 사용하여 계산된 단위유역의 배출부하량

<표 4> 목표수질 설정 대상 단위유역

구분	계	한강 수계	낙동강 수계	금강수계			영산강·섬진강 수계		
				금강	만경·동진강	영산강	섬진강	탐진강	
계	145	49	41	22	10	7	14	2	
시·도 경계	30	6	8	9	-	3	4	-	
시·도 관할	115	43	33	13	10	4	10	2	

## 3. 수질오염총량관리 기본계획 및 시행계획

수질오염총량관리 기본계획은 목표수질을 달성·유지할 수 있도록 단위유역별, 기초자치체별 오염물질의 할당부하량을 결정하는 계획으로, 특별·광역시·도지사가 수립하고 환경부장관은 오염총량관리조사연구반의 검토를 거쳐서 기본계획을 승인하게 된다. 계획기간은 3대강 수계의 경우 1단계는 '04년~10년까지, 2단계는 '11년~15년까지로, 3단계부터는 10년 단위로 수립하게 되며, 한강수계 1단계는 '13년6월11.1~'20년까지로 그 다음부터는 3대강 수계와 같이 10년 단위로 수립하게 된다. 기본계획에서는 수계내 단위유역별 오염부하량 할당<sup>6)</sup>, 단위유역내 기초자치단체별 할당부하량 결정, 지역개발계획의 구체적인 내용, 연차적 오염



부하량의 삭감계획으로 목표수질이 달성 가능한지를 검토하게 된다. 지자체의 삭감계획 대부분은 수질악화 지역의 정확한 원인규명에 다양한 삭감수단 발굴보다는 하수처리장 확충, 방류수 수질개선 등 정형화된 삭감 수단만을 추진하는 것이 문제라고 할 수 있다. 수질오염총량관리 시행계획은 목표수질을 초과하는 오염총량관리 단위 유역내 특별·광역시장·시장·군수가 오염총량관리 단위유역에 대한 목표수질 측정결과 2회 연속하여 목표수질을 초과한 단위유역에 대하여 수립한다. 시행계획의 계획기간은 기본계획의 계획기간과 동일하며, 시행계획 수립권자가 특별·광역시장인 경우는 지방환경관서의 장이, 시장·군수의 경우는 도지사(지방환경관서의 장과 협의)가 승인권자이며, 시행계획에는 오염원 그룹별 할당부하량, 개별오염원별 할당부하량, 연차별 지역개발계획, 연차별 삭감이행계획 등을 포함하여야 한다.

-----  
6) 오염부하량 할당은 단위유역별→기초자치단체별→오염원 그룹별→사업장별로 할당

#### 4.지자체의 이행사항 평가

시행계획을 수립·시행하는 특별·광역시장·시장·군수는 시행계획의 전년도 이행사항을 오염총량관리 시행계획 이행평가지침에 따라 평가하고 보고서를 작성하여 매년 5월말까지 지방환경관서의 장 및 수계관리위원회에 제출하여야 하며, 시장·군수는 관할 도지사를 거쳐 제출하도록 되어 있다. 하지만, 이행 평가시에는 삭감계획 이행여부 및 할당량 대비 배출부하량 만족 여부만을 확인하며 근본적인 수질오염 원인조사 등은 미흡한 실정이다. 지방환경관서의 장은 이행평가 보고서를 검토한 결과, 오염총량관리의 원활한 이행을 위하여 필요한 경우에는 특별·광역시장·시장·군수에게 개발사업인 허가 제한, 일정 규모이상 건축제한 등 필요한 조치나 대책을 취하도록 요구할 수 있으며, 이 경우 특별·광역시장·시장·군수는 특별한 사유가 없는 한 이에 응하도록 되어 있다

#### ◎우리나라의 수질오염총량관리제 시행성과 평가

3대강 수계 수질오염총량관리제 시행성과 평가는 제1단계 총량관리 계획기간동안의 단위유역별 할당부하량 준수여부, 총량제 시행 전·후 주요 상수원 대표지점의 수질변화 추이 및 단위유역별 목표수질 달성도를 통해 평가하였으며, 한강 수계는 임의제 하에서 시행된 경기도내 7개 시·군을 대상으로 오염부하량 증감 정

도 및 팔당 상류 경안천의 수질개선 정도로 평가하였다.

## 제1절 3대강 1단계( '04년~'10) 수질오염총량관리제 평가

### 1. 단위유역별 할당부하량 달성도 평가결과

3대강 수계 단위유역별 할당 부하량 달성도 평가결과 전체 96개 단위유역 중 26개 단위유역이 할당 부하량을 초과(초과율 27.1%)한 것으로 나타났다<sup>7)</sup>.

낙동강 수계의 경우 41개 단위유역 중 12.2%인 5개 유역이 할당 부하량을 초과하였으나, 금강·영산강 수계의 할당 부하량 초과율은 34.4%, 43.5% 수준으로 높게 조사되었다(표 5). 그러나, 일부 단위유역이 할당량을 초과하였으나, 3대강 수계별 하천으로 실제 유입되는 오염배출량은 전체 할당량의 75.1% 수준으로 적게 배출된 것으로 나타났다(표 6).

<표 5> 3대강 수계별 할당부하량 준수 현황 (단위 : 개소수)

수계	계			시행계획지역			수질개선지역		
	계	달성	미달성	소계	달성	미달성	소계	달성	미달성
계	96	70 (72.9%)	26 (27.1%)	42	30	12	54	40	14
낙동강	41	36 (87.8%)	5 (12.2%)	14	12	2	27	24	3
금강	32	21 (65.6%)	11 (34.4%)	18	11	7	14	10	4
영산강	23	13 (56.5%)	10 (43.5%)	10	7	3	13	6	7

<표 6> 3대강 수계별 할당부하량 대비 오염배출량 비교 (단위 : kg/일)

구 분	계	낙동강	금강	영산강
할당부하량(A, '10년)	283,970	162,680	85,582	35,708
오염배출량(B, '10년)	213,322	105,711	74,272	33,339
증감량(B-A)	△70,648	△56,969	△11,310	△2,369
비율(B/A)	75.1%	65.0%	86.8%	93.4%

단위유역별 할당 부하량 초과원인은 첫째, 개발사업 이외에 해당수계 유역내 축산계·생활계 등 소규모 오염원의 자연증가량<sup>8)</sup>이 계획 대비보다 높게 배출됨에 기인한 것으로 나타났다. 할당 부하량 초과지역의 경우 축산계 오염원 장래 증감 추

이는 2.5% 감소할 것으로 예측되었으나, 오히려 실질적으로는 5.8% 가량 증가하였다. 이는 오염원 조사범위가 광범위하여 실질적이고 철저한 오염원 조사가 이루어지지 않은 결과라고도 볼 수 있어 오염원 기초자료의 정확도를 제고할 필요가 있다고 판단된다.

7) 국립환경원, 수계관리위원회, 2011, 「금강수계 제1단계 수질오염총량제 시행성과 평가」, 「남오강수계 제1단계 수질오염총량제 시행성과 평가」, 「형산강, 섬진강 제1단계 수질오염총량제 시행성과 평가」

8) 개발사업 이외에 해당수계의 유역에 오염원이 설치되거나 증가되는 양

두 번째는 할당 부하량 초과지역 대부분이 전체 삭감계획의 63%를 1단계 종료년도('10)에 추진할 계획이었으나 재원확보 등의 문제로 삭감계획 추진이 지연되었기 때문에 이중 31%만이 정상 추진되었으며, 지연된 삭감계획 대부분은 2단계 총량계획에 반영되어 정상추진 중이나 투자재원 부족 등으로 일부 삭감계획은 추진 보류 중이다. 환경부에서는 할당 부하량 초과 지자체에 대하여 개선대책을 수립하여 시행토록 하였고, 미이행시에는 3대강 수계법 제16조 규정에 의거 개발사업인·허가 제한 등 불이행 제재조치를 할 계획이며, 삭감계획 추진을 지연한 지자체에 대하여는 2단계 계획기간 중 할당 부하량 준수시점까지 각종 개발사업의 인·허가를 제한토록 하였다. 다만, 기본계획 수립시 자연 증감량이과소 예측된 일부지역에 대하여는 전체 할당 부하량을 초과하지 않고 목표수질을 달성 가능한 범위 내에서 단위 유역간 합리적인 조정방안을 검토하는 방향으로 병행하여 추진되었다. 할당 부하량을 초과한 수질개선사업지역(14개소)에 대해서도 추가 삭감계획 수립 등 할당부하량 준수를 위한 관리대책을 강구토록 조치되었으며, 목표수질이 달성·유지되는 수질개선사업지역은 오염 부하량 준수여부에 대해 별도 평가를 실시하지 않고 목표수질 준수여부만 모니터링하고 있다.

## 2. 목표수질 달성도 평가결과

3대강 수계에 목표수질이 설정된 주요 상수원(물금, 대청호, 주암호)과 대표 지점(수계 말단)의 '10년 수질이 '04년의 55.5%~88.8% 수준으로 모두 개선된 것으로 나타났다(표 7). 3대강 수계 96개 단위유역 중 해수 유통구간 4개 지점을 제외한 총 92개 단위 유역 중 83.7%인 77개 단위유역이 목표수질을 달성한 것으로 평가되었으며, 낙동강 수계는 수질개선사업지역 1곳을 제외한 40개 단

위유역이 모두 목표 수질을 달성하였고 금강·영산강 수계는 시행계획 수립지역 중 14개 단위유역이 목표수질을 달성하지 못하였으나, '04년 수질보다는 다소 개선된 것으로 나타났다(표 8).

단위유역별로 일부 오염물질 발생량이 증가하였음에도 불구하고 '10년 기준 3대 강 수계로 유입되는 총 오염배출량이 '02년의 60.4% 수준으로 감소(353,348 kg/일 → 213,322 kg/일, △140,025kg/일) 함에 따라 수질은 개선된 것으로 나타났다. 목표수질 초과지역 대부분은 할당부하량 초과에 기인한 것으로, 장래 예측 자연증가량이 계획 대비 약 10% 정도 증가하였고, 각종 삭감계획의 추진이 지연되었기 때문인 것으로 조사되었다. 과거 5년간('98년~'02년) 축산계 오염원 변화추이는 '98년 대비 1/2 수준까지 감소하는 추세였으나, '00년대 중반부터는 매년 증가하여 '10년말에는 '98년 수준으로 회복되어 자연증가량이 과소 예측되었고, 특히, 금강·영산강 수계지역의 목표수질 달성율(71.4%~73.3%)이 낙동강 수계(97.5%)와 대비하여 상대적으로 낮은 것은 당초 목표수질 설정시 모든 지점이 현재보다 악화되지 않도록 적용한 반면, 낙동강 수계는 수계구간별 탄력적으로 설정한 것으로 금강·영산강 수계가 목표수질 설정에 도전적으로 설정한 것에 기인하는 것으로 판단된다. 특히, 대청호 상류의 경우는 그동안 특별대책지역, 수변구역 등으로 각종 규제와 환경기초시설 투자로 수질은 유지하고 있으나, 점차 강화된 목표수질을 설정함에 따른 개발계획 추진의 어려움 및 타 수계와의 형평성 문제가 제기되고 있다.

## 제2절 한강수계 임의제 수질오염총량관리제 평가

한강수계는 '04년 광주시에서 최초로 임의제 수질오염총량관리제를 시행한 이후 팔당유역 인근 7개 지자체(광주·용인·남양주·이천시, 여주·양평·가평군)에서 임의제로 실시하고 있으며, 환경부에서는 '12년말을 기한으로 임의제 수질오염총량관리제가 종료됨에 따라 시행지역을 대상으로 그동안의 제도성과 등에 대한 분석을 위해 연구 용역을 시행중에 있으므로 간략하게나마 성과를 평가하고자 하며, 향후 성과평가 내용은 변경될 수도 있다. 한강수계에서 임의제로 수질오염총량관리제를 시행하고 있는 팔당인근 7개시·군은 수도권 지역 특성상 개발수요 등의 증가에도 불구하고 BOD로 볼때 '12년 기준 오염배출량은 34,019 kg/일로서 '06년 46,486 kg/일 대비 약73.2% 수준으로 감소하고 있다.(표10) BOD 수질은 팔당호 대표 유입하천인 경기도 광주시 경안천의 '06년 수질 4.4 mg/L가 '12년에는

2.7 mg/L로 약61.4% 수준으로 개선된 것으로 나타났다(표 11). 3대강 수계 의무제 및 한강수계 임의제 수질오염총량관리제에 대한 성과평가 결과, 할당부하량 대비 오염부하량이 적게 배출되고 있고 전반적으로 수계의 수질도 개선되고 있으므로 수질오염총량관리 제도의 궁극적인 목적은 달성하고 있는 것으로 판단되며, 향후 수질오염총량관리제 적용 수계의 특성을 고려하고 과학적인 방법을 통한 시행이 이루어진다면 보다 안정적인 정착과 수질개선이 이루어질 것으로 생각된다.<sup>10)</sup>

‘12년 부하량은 환경부에서 검토중인 관계로 추후 변경 가능

## ●한강수계 총량제 의무제 도입·추진경과 및 개선방안

### 제1절 한강수계 총량제 의무제 도입배경 및 경과

한강수계 수질오염총량관리제 도입 및 의무제 전환은 환경부와 관련 지자체, 지역주민과의 갈등으로 인하여 훌륭한 선진 물환경 정책임에도 시행 합의에 어렵게 도달했다. 환경부는 1999년에 한강수계법을 제정하여 의무제 수질오염총량관리제를 도입하려 하였으나, 경기도내 규제지역 주민들의 거센 반발로 인하여 임의제로 도입하게 되었다. 광주시가 ‘04년 최초로 총량관리계획을 승인 받아 시작하게 되면서 환경부는 ‘04년 6월부터 팔당호 상류 7개 시·군과 의무제 전환 협의를 실시하였지만 ‘07년 12월 이천시와 여주군에서 규제 완화를 요구하며 의무제 전환에 반대하여 논의가 중단되었다.

이후 경기도 팔당 상류 광주시 등 일부 시·군은 임의제하에서 총량관리계획을 승인받아 시행하고 있었으며, ‘08년 10월 국가경쟁력강화위원회에서 오염물질배출 시설에 대한 입지규제를 총량제 배출규제 중심으로 전환기로 결정하고 한강수계의 임의제 수질오염총량관리제를 의무제로 전환하기 위하여 ‘08년 11월에 환경부, 경기도가 참여한 팔당호수질정책협의회에서 팔당 상류 경기도 7개 시·군은 의무제 전환에 합의하였다. 이에 ‘09년 2월 환경부에서는 한강수계 수질오염총량관리제 의무시행에 대한 한강수계법 개정안을 만들어 한강수계 광역자치단체와 협의 중, 강원도와 충청북도는 수질오염총량관리제가 지역 발전을 저해한다며 반대의견을 총103건 제출하였다. 환경부는 총 20여회에 걸쳐 강원·충북지역과 방송토론회, 강원도 및 충청북도 방문 협의 등을 거쳐 ‘09년 4월 강원·충북 상류지역의 시행 시기는 2020년 5월 31일까지 서울·인천·경기지역의 5년간 시행성과를 평가하여 환경부장관이 정하는 날부터 시행하는 조건으로 의무제전환에 합의하게 되었다. 환경부는 ‘10년 5월 31일 낙동강·금강·영산강 등 3대강 수계에서 시행

하고 있는 수질오염총량관리제를 한강수계에 대해서도 전면적으로 시행토록 하는 내용의 한강수계법을 개정·공포하게 되었으며, 경기·강원·충북·경북 내 한강수계 단위유역 52개 시·군과 서울·인천시가 총량제 실시대상에 포함됨으로써 실질적인 통합 유역관리체제를 구축할 수 있게 되었다.

## 제2절 한강수계 총량제 의무제 시행

환경부에서는 '10년 11월 4일 유사한 체계와 내용으로 되어 있는 3대강 수계별 오염총량 관리 기본방침을 단일 기본방침으로 통합·정비함과 아울러, 동방침의 적용범위를 한강수계와 기타수계 등 수질오염총량관리제가 새로 시행될 수계까지로 확대하면서 오염총량관리 목표 및 관리대상물질 설정, 안전율 적용기준 등 수계별 일관된 기준적용으로 수질오염총량관리제 시행지역간의 일관성·형평성을 제고시켰다. '13년 6월부터 전격 시행될 한강수계 수질오염총량관리제의 총량관리 대상오염물질도 통합 기본방침에 의거 BOD와 총인(T-P)으로 확정되었다. 임의제에서는 경기도 광주·용인·남양주 등 7개 시·군만 '04년부터 BOD 수질오염총량관리제를 시행중이었으나, 환경부에서는 한강수계가 수도권 2천 4백만 주민의 주요 상수원인 팔당호와 잠실수중보가 입지하고 있으며, 특히 하절기에 인,질소 등 영양염류의 과다한 유입으로 녹조가 빈번하게 발생하고 하류지역으로 갈수록 총인 농도가 점차 높아지고 있는 실정을 감안하여 한강수계관리위원회 및 관련 시·도 등과의 조정과 협의를 거쳐 BOD 이외에 T-P까지 총량관리에 포함하기로 한 것이다. 그러나, 팔당댐의 연간 수질오염도 추이를 보면 BOD는 감소하고 COD는 증가하는 추세를 보이고 있는 상황에서 BOD를 총량관리대상 물질로 관리 할 필요가 있는지를 검토할 필요가 있다. 한강수계의 시·도지사는 기본방침에 따라 목표수질 달성을 위한 오염총량관리 기본계획을 '12년 5월말까지 수립해야 하고, 시장·군수는 이에 따른 시행계획을 '13년 3월말까지 각각 수립하도록 되어 있다. 환경부는 '11년 6월 14일 한강수계법 제8조제1항에 따라 한강수계의 목표수질 설정 수계구간 49개 유역의 유역명칭과 구간을 고시하였으며, 오염총량관리조사 연구반의 검토와 시·도지사와의 협의를 거쳐 서울·인천·경기의 경계 지점별 BOD와 T-P 목표수질을 확정·고시하였다. 한강수계 수질오염총량관리제 시행을 위한 시·도 경계지점의 목표수질은 '20년까지 달성해야 할 목표기준으로, 시·도지사는 관할구역 내 수계구간의 목표수질과 지자체별 배출허용총량을 정하는 오염총량 관리 기본계획을 '12년까지 수립하여 환경부장관의 승인을 거쳐 시행하도록 되어

있다. 서울시는 '12년 6월 20일에, 인천시는 '12년7월6일에, 경기도는 '12년7월25일에 기본계획 승인 신청을 하였으며 서울·인천시는 '13년9월11일에, 경기도는 '13년 5월 30일에 환경부의 승인을 받았다.

### 제3절 한강수계 특성을 반영한 총량제 개선방안

한강수계 총량제 의무제가 시행되면서 한강 및 3대강 수계, 기타 수계 등 수계별로 운영해 온 기본방침을 수계별 특성을 고려하지 않고 단일 기본방침으로 통폐합하여 2010년 10월 29일 수질오염총량 관리기본방침이 환경부 훈령으로 제정되었다. 기본방침은 오염총량관리대상 오염물질의 종류, 기준 유량 적용, 목표수질 설정 등 총량제 시행에 필요한 주요내용을 수록하고 있는 중요한 지침이나, 각 수계의 특성을 반영하지 못하고 획일적으로 운영하고 있는 측면이 있어, 한강수계의 유역특성을 고려한 좀 더 효율적인 수질오염총량제도가 시행되길 바라며 몇 가지 개선방안을 제시하고자 한다. 첫 번째, '13년 현재 한강수계 수질오염 총량관리제 기본계획이 승인된 서울, 인천, 경기와는 달리 최상류인 강원, 충북 일부 지역 중 청정수질 이하의 수질을 유지하고 있는 단위유역에서는 수질오염총량관리제를 시행하는 것보다는 지자체의 자발적인 수질개선을 유도할 필요가 있다. 수질오염총량관리제 시행에 있어 최근 5년간 BOD의 평균수질이 1 mg/L 이하(“매우 좋음” 등급)인 상류 오염원이 없는 단위유역은 청정지역으로서 총량제 시행 지역에서 제외하되, 평균수질 이하 또는 한강의 수질에 미치는 영향이 크거나 개발 잠재력이 높은 유역 등은 총량제 시행지역에 포함시켜야 될 것으로 판단된다(표 14).

<표 14> 한강수계 총량제 제외(최근 5년간 “매우 좋음” 이하 유역) 예외 지역

유역명	구 간	예외(총량제 시행지역) 사유
가평 A	가평천 수계구간 (발원지 ~ 북한강 합류점 전)	발생 하수 대부분이 차집되어 북한D 단위유역으로 배출
홍천 A	홍천 수계구간 (발원지 ~ 북한강 합류점 전)	풍부한 유량과 넓은 유역면적을 가지고 있어 한강의 수량 및 수질에 영향
한강 C	단양군-제천시 경계점에서 충주댐 지점까지	충주호 개발계획 등 개발압력이 매우 높은 곳

자료 : 경기개발연구원 등 3개 기관, 2010, 「한강수계 수질오염총량의 관리 및 제도 시행방안」 ※ 단위유역 위치는 <그림 2> 한강수계 주요지점 목표수질 참조

두 번째, 한강수계에서 대상물질로 BOD, T-P를 선정하고 시행에 들어갔지만, 최근 팔당상수원 수질은 BOD는 감소하고 COD는 증가하는 경향으로 난분해성 유기물질 증가로 인한 상수원수의 질적 저하가 우려되고 있으므로 장기적 측면에서 볼 때 한강수계의 특성을 고려하면 BOD는 대상물질에서 제외하고 COD를 대상물질로 선정할 필요가 있으나, COD는 상수원수의 질을 평가하는데 유익한 지표이나 측정방법인 망간법(CODMn)의 산화율이 낮아 유기물의 지표로 이용하기에는 불완전하며, 산림 등의 배경농도가 높아 수질관리효과가 명확하지 않으므로 최근 수질환경기준에 포함된 TOC12)를 총량관리대상물질로 관리하여야 할 것이다(그림 3). 또한, 한강수계 단위유역별 유역의 특성과 오염원 분포현황 등 지역특성에 따라 단위유역별로 관리대상 오염물질을 선정하고 관리해 나갈 필요가 있다. 세 번째, 수질오염총량관리제의 궁극적인 목적은 환경과 개발을 동시에 고려함으로써 유역내에서의 지속가능한 개발여건을 조성하는 것으로 이를 위해서는 지속적인 삭감수단 발굴과 더불어 낙후지역에 대한 인센티브와 개발압력이 높은 지역의 할당부하량 해소를 위한 정책발굴이 필요하다. 물환경 관리기본계획에서 '15년부터 도입을 계획하였던 배출권거래제13)는 목표수질 범위내에서 오염물질 발생원인자 부담원칙에 근거한 것으로 지속적인 개발여건을 조성하고 낙후지역에 대한 인센티브를 제공하기 위한 정책적 대안이 될 수 있다.

### ●맞춤형 유역관리를 위한 수질오염총량관리제도 발전방안

환경부는 지난 10년간 수질오염총량관리제를 정착 확대시킴으로써 수질오염문제 해결의 패러다임을 전환하고 선진형 유역관리 체계를 구축하고자 노력하였으나, 지역 및 수계 특성을 반영한 수질개선에 미흡하였으며, 오염 수질에 대한 과학적인 원인 분석이 이루어지지 않고 명확한 대안을 제시하지 못하는 등 수질오염총량관리 제도의 한계가 노출되고 있다. 현 수질오염총량관리 제도의 한계 및 문제점이 무엇인지를 파악하고 그에 대한 개선방안을 마련하고자, 현재 실무를 담당하는 환경부, 국립환경과학원, 경기도 및 시·도 개발연구원 실무자들의 의견 수렴 과정과 각종 연구 발표자료 등을 토대로 비교·분석하여 발전방안을 정리하였다.

## 제1절 과학에 기반한 제도 운영

### 1. 물환경 여건 변화를 반영한 동적모델 적용

우리나라는 현재 온실가스 급증으로 인한 기후변화로 강우량에 영향을 미치고 4



대강 사업으로 인한 정체수역 증가 등으로 유량조건이 다양하여 다차원적인 오염물질 확산을 고려한 모델 적용이 필요하나, 10년간 평균 저수량 또는 평수량을 기준으로 단일유량 조건에서 일차원적인 오염물질 확산만을 고려하여 하천의 수질을 모의하고 이를 통해 총량제를 시행중에 있다. 비점오염원은 하천 수질에 미치는 영향을 유역별 토지이용 특성을 반영한 유역모형을 고려하여야 하나, 현행 총량제에서는 비점오염 배출부하량 산정 시 유역별 특성을 반영하지 않은 채 토지계 원단위만을 사용하여 적용하고 있는 실정이다. 향후에는 다양한 유량조건에서 다차원적인 오염물질 확산을 고려할 수 있는 동적모형을 사용하여야 하며, 전국적으로 획일적인 비점오염 원단위를 사용하던 것을 지양하고 유역별 토지이용 특성을 보다 잘 반영하는 유역모형을 적용하여 변화된 물환경 여건을 반영하고 수질 및 오염물질을 보다 구체적으로 모의하여야 할 것이다.

## 2. 오염원 원시자료의 해상도 제고

수질오염총량관리제는 오염부하량을 할당하여 관리하는 제도이므로 무엇보다도 신뢰성 있는 오염원조사와 발생한 오염물질이 수체로 배출되는 과정을 보다 정확하게 정량화하기 위한 오염원단위 및 각종 저감계수가 중요하다고 할 수 있다. 하지만, 오염원조사는 실질적인 유역단위의 오염원조사를 하기에는 조사범위가 너무 크며, 광범위한 오염원의 개별조사가 어려워 오염원단위를 기준으로 오염부하량을 산정하고 있어 오염원의 현재 특성이나 유출경로 등을 정확히 파악하여 반영하기가 미흡한 상태이다. 현재 오염원조사 기초자료는 오염원이 동리 행정단위로 조사되어 유역단위의 오염물질 배출량이 수체에 미치는 영향을 분석하기에 미흡하고, 오염원단위는 생활환경이나 수처리 기술개발에 따라 오염원의 특성이 변화하고 있으나 총량제에서는 10년 전에 조사된 표준원단위를 적용하여 오염부하량을 산정하고 있는 실정이며, 개별 오염원단위 산정 시 관련부서에서 개별적으로 각기 서로 다른 원단위근거자료를 사용하고 있어 일부 물관련 계획간 상이한 결과가 발생되고 있다. 또한, 발생한 오염물질이 배출되는 과정에서의 단계별 저감량을 표현하는 저감계 수도 일부 문제점을 내포하고 있다. 비점저감시설의 삭감효과를 산정하는 삭감 대상 부하비는 비점오염원의 초기 세척 효과를 충분히 반영하지 못하고 있으며, 가축분뇨를 공동자원화시설 등에 위탁하여 자원화 할 경우 퇴액비의 배출경로 파악이 어려워 최종 배출 부하량이 없는<sup>14)</sup> 것으로 산정하여 퇴액비가 농경지 등으로 살포되어 배출되는 2차 오염원을 반영하지 못하는 부적절한

배출경로를 적용하고 있는 상황이다. 오염원자료 신뢰성을 확보하기 위해 환경부에서는 전국 오염원조사 관리시스템 및 물환경 정보시스템 구축 등 행정정보의 연계 및 활용여건을 조성하고 있으나, 국가적 차원의 정보화 시스템은 자료의 수집과 축적에 주안점을 두고 추진되고 있는 반면 자료의 수집 주체가 되는 일선 시·군에서는 행정업무와 관련된 사항에 대한 비중이 높고 자료가 여러 부서에 산재되어 있어 기초적인 행정자료 외에는 관리 및 갱신이 시기적으로 적절하게 이루어지고 있지 않아 오염원 자료의 정확성과 신뢰성은 개별 시·군의 역량과 의지에 좌우되고 있는 실정이다. 따라서 총량관리 계획수립을 위해 기초적으로 확보되어야 하는 기초자료들의 관리 실태를 파악하고 담당공무원의 역량강화를 위한 지속적인 교육 그리고 담당자 교체에 따른 오염원 자료의 연속성이 차단되지 않도록 시스템을 정비하는 등의 노력이 필요하다.

-----  
14) 자료: 환경부, 2012, 「수질오염총량관리기술지침」

수계로 배출되는 오염물질의 정량적 평가의 정확성을 높이기 위해서는 오염원별 특성에 맞는 조사주기 및 방법 등을 정하고 이를 활용하여 주기적으로 원단위를 갱신하는 등 오염원단위 산정 및 관리체계를 마련하여야 한다. 더불어 비점오염원 삭감대상부하비, 가축분뇨 자원화처리비 등을 개정하여 적절한 배출계수를 산정하여야 하며, 지번별 오염원 조사를 통해 유역별로 정확한 오염원 자료를 확보하는 것이 필요하다.

### 3. 배경부하량 적용방안 마련

하천에 목표수질을 정하고 이를 달성토록 유역배출량을 관리하는 제도의 특성상 수질개선을 위한 삭감대안이 무엇보다 중요하지만, 임야나 지하수에 의한 배경부하량<sup>15)</sup>영향이 큰 경우에는 실행 가능한 삭감방안에도 한계가 있으나 현재의 총량제에서는 배경 부하량을 고려하지 못하고 있다. 배경농도는 주로 임야 등 자연상태 토지에서 강우에 의한 지표유출과 지하수 등에 의한 기저유출을 통해 하천으로 유입되는 오염물질에 의한 농도를 의미한다. 유역관리에서 배경농도가 하천수질에 미치는 영향을 적절히 파악하지 못하는 경우에는 전통적인 점오염원 위주의 수질 개선 노력에 집중하거나 육상 기인의 비점오염원의 배출저감에 과도한 노력과 비용을 투자하게 되어 중앙정부 또는 지방정부의 부담으로 작용할 수 있다.

-----

15) 인위적 오염원의 영향이 배제된 자연에서 배출되는 부하량

16) 자료: 국립환경과학원, 2012, 「수계별 TOC 배경 농도 조사 및 목표수질 달성도 평가」  
 BOD 0.4 mg/L COD 1.9 mg/L 수준으로 나타났으며, '13년 환경부 조사<sup>17)</sup>에 의하면 청미천유역의 기저유출량은 38%로 지하수내 인산염인이 0.08 mg/L포함된 것으로 확인되었으나, 배경 부하량에 대한 선행연구 및 삭감방안에 대한 기초연구가 부족하여 현재의 삭감계획은 축산분뇨 퇴비화 등 대부분 지표 유출수 관리방안에 중점을 두고 있는 현실이다. 향후에는 지표·기저유출에서 기인하는 배경부하량 및 특성을 정밀 조사하고 배경부하량 적용방안을 마련하되, 수계구간별 목표수질 설정시에는 배경농도를 고려하여야 하며, 오염부하량 할당시 안전부하량<sup>18)</sup>에 배경부하량을 반영함으로써 실제 삭감가능한 부하량에 대해서만 삭감계획을 추진토록 하고, 축산업, 농업 등 인위적 행위에 따른 오염은 삭감 노력을 유도할 필요가 있다.

-----

17) 자료 : 환경부, 2013, 「기저유출에 의한 하천오염영향 조사지침 마련」

18) 오염부하량과 수체·수질관계의 불확실성에 따른 부하량으로 주로 오염원조사 및 부하량 산정, 수질모델링, 지도점검의 불확실성 등을 포함

#### 4. 안전율의 탄력적 적용

현행 수질오염총량관리제에서는 단위유역의 할당 부하량을 산정하기 위하여 단위유역 기준배출 부하량의 10%를 안전율로 하며, 시행계획 미수립 지역에는 안전율을 적용하지 않도록 되어 있다. 하지만 예외적으로 시행계획 수립지역 중 목표수질을 2회 연속 달성하고 배출 부하량이 기준 배출 부하량 이내인 단위 유역 등의 경우는 안전율을 기준 배출 부하량의 5%로 하고 있다. 안전부하량은 조사 자료의 부족, 수질모델의 불확실성, 목표수질 설정 및 부하량 산정·할당의 불확실성 등의 이유로 결정토록 하고 있으나, 현행 10%에 대한 근거가 미약할 뿐만 아니라 각 유역별로 불확실성 정도가 서로 다른데도 동일한 안전율을 적용함에 따른 경직성 문제와 지자체에서는 과도한 안전율로 인하여 무리한 삭감계획을 수립하게 되며, 비점오염원 관리대책이 비용 대비 효과가 불분명하여 안전율을 확보하기 위해 주로 점오염원에 대한 삭감대책을 과다하게 적용하는 문제점 등이 발생하고 있는 실정이다. 따라서, 안전율의 적용 범위를 현재 수질, 목표수질 달성 여부, 점오염원 부하 밀도 등에 따라 0~10% 사이에서 다양하게 탄력적으로 운영할 수 있도록 기본방침의 개정이 필요할 것으로 판단된다.

#### 제2절 유역 및 지역 특성을 반영한 총량제 실시

## 1. 목표수질 설정시 형평성 고려

현재 3대강 수계의 제2단계 목표수질 대상물질은 1단계 BOD 항목에 T-P를 추가하였다. BOD 목표수질은 1단계 광역 시·도 경계지점의 목표수질과 동일하게 설정하였으며, T-P는 하천구간인 낙동강수계는 물금지역 기준(Ib, 0.02 mg/L), 영산강·섬진강수계에는 하구연(하류지역)(Ib, 0.02 mg/L), 금강수계는 대청호(Ia, 0.01 mg/L)를 기준으로 관리지점별 최종목표수질을 설정하여 이를 달성하는 조건의 단위유역별 목표수질을 설정하였다. 그러나 금강수계 대청호의 경우 수변구역, 상수원보호구역, 수질보전특별대책구역 등 각종 수질환경규제로 인한 개발규제와 환경기초시설 투자에 기인하여 비교적 깨끗한 수질을 유지한다고 할 수 있다. 하지만 개발규제와 수질개선 노력에 비해 목표수질이 오히려 강하게 설정됨에 따라 목표수질 설정의 형평성 문제와 함께 개발계획 추진에 어려움이 있어 상·하류 지역 갈등의 원인이 되기도 한다.<sup>19)</sup> 따라서, 수질이 양호한 지역에 대해선 총량제 시행을 유보하거나 목표수질을 완화하는 등의 인센티브를 부여하고 장기적인 목표수질 설정시에는 지역의 형평성과 목표수질 달성 가능성, 지역별 기술수준 및 비용 등을 고려하여 단계적으로 설정하여야 하며, 특히 총량관리 목표수질이 환경부와 광역지자체간 협의를 통하여 설정하고 있으나, 향후 목표수질 설정시에는 총량제 시행주체인 기초 자치단체의 폭 넓은 의견을 수렴하는 것이 바람직하다고 판단된다.

## 2. 지류 중심의 총량관리제 전환 필요

우리나라의 수질오염총량관리는 4대강 수계법에 따라 주요 상수원의 수질을 Ib(좋음) 또는 II(약간 좋음) 등급 물이 되도록 관리하는 것이 목표이기에 '04년부터 본류중심의 총량제를 실시하여 수질을 개선하고 있다. 그러나, 상대적으로 수량이 풍부한 대하천 수질개선에 집중하여 실제 생활에서 접하는 소하천에 대한 관리는 상대적으로 소홀한 것이 현실이다. 현재 우리나라 본류의 수질은 대부분 수질기준을 만족하고 있지만, 지류의 경우는 수질개선이 미흡한 실정이며, 실제 만경강 중권역의 경우 본류의 수질은 중권역 목표를 달성하고 있지만 지류 소하천인 익산천의 경우 기준의 3배정도 높은 수질을 보이고 있어, 앞으로 우리나라 수질오염총량관리는 법에서 정하고 있는 주요 상수원 외 추가적으로 소하천에 대한 총량관리가 필요하다. 또한 현재 총량관리 대상물질은 산소 고갈 문제에 따른 유기물지표인 BOD, 부영양화 예방을 위한 조류성장의 제한 인자인 T-P를 대상물

질로 정하여 4대강 수계에 대하여 적용하고 있으나, 현재 소하천의 수질은 대상 물질 외 다른 오염물질이 수질기준을 초과하고 있는 경우가 빈번하므로 친수공간의 확대 등에 따라 용수이용 목적이 레크레이션으로 전환되는 현실에서 지역 및 수계 특성을 고려하여 대장균군, 부유물질, TOC 등으로 총량관리대상 오염물질을 다양화 할 필요가 있다. 이와 같은 문제에 대한 해결책으로 우선 소하천 말단의 오염정도를 파악하여 소하천의 수질을 개선하고 아울러 수질오염 물질의 분류 유입을 통제함으로써 보다 효율적인 분류 및 지류 오염원 관리 정책을 시행하여야 하며, 분류의 경우는 종전처럼 상수원관리 목적에 따라 총량제를 운영하되, 지류에 대해서는 미국처럼 환경기준이 설정된 모든 오염물질이 TMDL(Total Maximum Daily Load)의 대상항목인 것처럼 우리나라도 지역 및 수계 특성을 고려하여 다양한 오염물질을 총량관리대상 물질로 선정한 총량제를 실시함으로써 분류 총량제와 지류 총량제로 이원화하여 시행하는 방안을 검토할 필요가 있다.

-----  
19) 자료: 배명순, 2011, 「수질오염총량관리제 시행의 문제점과 개선방안」

### 3. 기준유량 적용기준 재검토

기본방침에서는 기준유량을 적용함에 있어 BOD는 과거 10년간 평균 저수량으로, T-P는 과거 10년간 평균 저수량 또는 과거 10년간 평균 평수량 중 수질 악화 조건의 수량을 적용하도록 하고 있다. 총량관리에 있어 기준유량은 하천의 유량조건 중 수질이 가장 악화되는 시기의 수질을 개선하고자 하는 의미를 가지고 있다. 우리나라 총량제가 시작된 2000년대 초반의 BOD 하천 수질은 유량이 적은 저수량에서 수질이 악화되는 경향을 보였는데 이는 비강우시 하천의 수질이 하수처리장 방류수질에 직접적인 영향을 받았고 강수량 증가에 따라 하천 유량이 증가할수록 희석효과 등에 의해 수질이 좋아진 것으로 파악되어 총량관리 기준유량은 저수량으로 정하여 관리해 오고 있다. 하지만, 최근 하수처리장의 방류수 수질은 상당히 개선되고 있는 상황으로 금강수계 대전하수처리장의 경우 법적기준이 BOD, T-P 각각 5.0 mg/L, 0.3mg/L 임에도 '12년 570,280 m<sup>3</sup>/일 방류조건에서 방류수질은 BOD, T-P 각각 2.4 mg/L, 0.181 mg/L이며, 영산강수계 광주제1하수처리장은 '12년 551,791 m<sup>3</sup>/일 방류조건에서 방류수질은 BOD, T-P 각각 2.4 mg/L, 0.4 mg/L 으로 조사되고 있다. 하수처리장 방류수질의 개선으로 하천 수질에 대한 비점오염원의 영향은 점차 증가될 것을 고려하여, T-P의 경우 기준유량을 과거 10년간 평균 저수량 또는 과거 10년간 평균 평수량 중 수질악

화 조건의 수량을 적용하도록 한 바 있다.

따라서, 총량관리 기준유량은 그간 하천수질과 오염원과의 관계를 고려하여 하수처리장 방류수질의 의존에서 벗어나 다양한 수체손상 요인을 고려하여 재정비할 필요가 있다. 특히 강우패턴의 변화나 4대강 보의 운영 조건에 따라 하천의 유량은 과거와는 다른 형태로 나타날 수 있으며, 정체구간에 쌓인 오염물질이 내부생산에 의해 수질에 영향을 줄 경우 오염원의 변동과 상관없이 수질의 변동을 야기할 수 있다. 그러므로 총량제에서 기준유량 적용시에는 대상 하천이 정상 상태가 아닌 동적 상태의 조건부여나 연평균 개념의 유량조건 등을 적용하여 특정유량조건에서 발생할 수 있는 문제점을 최소화하는 방안 마련이 필요하다.

### 제3절 수질개선을 위한 삭감방안 마련

#### 1. 이행평가지 수질오염 원인규명

매년 연차별 시행계획에 대한 이행평가를 실시함에 있어 현행 규정상 원인조사를 하도록 되어 있으나, 분석방법 및 시기가 마련되어 있지 않고 실제 이행 평가시 원인분석은 어려운 상황으로 단순한 삭감계획 이행여부 또는 기준만족 여부만을 확인하는 수준으로서 향후 추진할 수 있는 대안을 마련하기는 어려운 실정이다. 이로 인해 실제 대부분의 삭감계획은 소하천별 수질평가를 위한 측정자료 부족과 소유역의 오염부하 정도를 평가하기 위한 오염원조사가 이루어 질 수 없어 수질오염에 대한 정확한 원인은 모른채 예산반영 및 설치가 용이한 공공처리시설 위주의 점오염원 삭감에만 집중하고 있다. 따라서 총량관리 이행평가 시에는 분류 및 지류에 대하여 LDC<sup>20)</sup>기법 등 외국사례를 적용하여 유량조건에 따른 수질 손상정도를 평가하여 지역 특성에 맞는 삭감계획을 추진함은 물론 환경기초시설, 비점저감시설 등 수질개선과 관련된 지자체 예산지원 시 우선순위 결정을 위한 참고자료로 활용하여야 할 것이다.

20) LDC(Load duration curve) : 일별 유량자료와 수질기준 자료로부터 부하량을 산정하여 이 부하량을 크기순으로 도식화한 곡선

#### 2. 비점오염원 삭감의 실효성 확보

총량관리 지역 내에 설치되는 비점저감시설의 대부분은 사업자가 개발 부하량을 적게 소진하기 위하여 설치하고 있으나, 사전·사후 관리가 미흡하여 비점 저감시

설 설치의 실효성에 대하여 의문이 지속적으로 제기되고 있다. 비점설치신고대상 외 사업으로서 총량 개발 협의시 설치된 시설인 경우, 수생태법상 시설설치 기준 및 사후관리 규정이 마련되어 있지 않으며, 사후관리로서 시설규모별로 실측조사 또는 유지관리대장을 작성토록하여 삭감량을 인정하고 있으나, 고비용 발생 문제, 형식적인 작성 등으로 정확한 삭감량 파악에 한계가 있다. 또한, 비점오염원 관련 정책 상 도로청소, LID<sup>21)</sup> 등을 장려하고 있으나, 수질오염총량관리제에서는 삭감량이 인정되지 않는 부분이 있어 지자체의 적극적인 유도에 지장을 초래하고 있는 실정이다. 따라서 총량관리 지역 내 비점저감시설 삭감량 인정 기준을 강화하여 시설의 적정 설치를 유도하고, 강화된 기준의 유지관리대장으로 비점저감시설의 평가를 실시하여야 하며, 도로청소·LID·기존 시설의 개선 등 다양한 삭감방안을 인정하여야 한다. 도로청소의 경우에는 비점 저감효율을 산정하여 총량제에 적용할 수 있도록 수계오염총량 관리 기술 지침을 개정하고, LID시설 삭감 인정 기준을 확대하여 개발사업협의 시에는 생태면적에 대한 인정율을 높이고 준공 후 증빙자료 제출을 통한 철저한 사후관리를 하여야 할 것이다. 도시 비점은 단위면적당 배출량이 높고 저감시설 설치 등이 용이하여 현재에도 저류조, 장치형 강우 유출수 저감시설, 불투수층 면적 저감 등 다양한 구조물을 통한 각종 저감방안이 추진되고 있으나, 농촌 비점오염원은 배출원이 광범위하여 시설의 설치가 어려우므로 비구조적이나 친환경을 고려한 유역구성원의 참여가 절실히 필요한 상황이나 비점오염원 삭감량 인정시 도시지역의 구조적인 삭감 방안만을 다루어 농촌 비점오염원 저감활동을 유도하는 데에는 한계가 있다. 이에 대한 대책으로는 농민이 시비량 절감, 저배출영농법 이용 등 친환경농법을 사용하거나 비점오염저감 작물을 재배하는 등 친환경적으로 경작토지를 이용할 것을 지자체와 계약할 경우 지자체 총량 삭감방안으로 인정하는 방안이 있으며, 토지계 기인 비점오염원은 도시 40%, 농촌 34%, 산림 26%인 점을 감안하여 농촌 및 산림의 비점오염원에 대한 별도의 관리 대책도 마련되어야 할 것이다.

21) 저영향개발(LID : Low Impact Development) : 개발로 인해 변화하는 물순환 상태를 자연 친화적인 기법을 활용해 최대한 개발이전에 가깝게 유지하는 토지이용계획 및 도시개발기법

### 3. 삭감수단의 다각화

현 수질오염총량관리 제도의 틀 안에서 적용되는 있는 삭감수단은 크게 공공처리시설과 비점삭감시설로 구분되며, 삭감계획에 대하여 제한된 기술적인인정범위

들 내에서 계획된 삭감수단이 얼마나 큰 효과가 있을지를 비용-효과측면에서 검토할 필요가 있다. 특히, 공공처리시설의 확충(처리구역 확대) 및 방류수 수질개선 등은 공공처리시설 관리현황이나 방류수 유입 하천의 수질 등을 종합적으로 검토하여 결정하여야 한다. 예를 들어, 개별오수처리시설을 공공처리시설로 연계 처리하는 경우 해당 공공처리시설의 관로 노후화 등으로 누수 되는 양이 많거나 합류식 관거의 월류량이 많은 경우에는 오히려 오염부하량이 증가 될 수 있으며, 다른 시·군에서는 효과적인 삭감수단일 수 있으나, 해당지역의 하천 수질에 대한 충분한 고려없이 적용하는 경우에는 오염부하량 감소에도 불구하고, 수질은 악화되는 현상이 발생할 수 있다. 따라서 각종 규제 하에서 하수처리구역이 가지는 장점만을 고려하고 공공처리시설 설치와 관련된 한정된 국고와 수계기금에 대한 고려 없이 처리시설 확충계획을 수립하는 경우, 지자체의 재정적 부담뿐만 아니라 목표수질 달성이 어려운 현실에 봉착할 수 있다. 수질이 악화된 지역은 그 원인을 규명하고 원인을 해소할 수 있는 삭감방안을 발굴하고, 수질이 양호한 지역에서는 수질에 영향을 최소화하는 삭감 방안 마련이 필요하다. 특히, “저탄소 녹색성장”은 장기적인 국가비전으로 이와 관련한 많은 정책적 이행수단이 시행되고 있으며, 폐자원의 에너지화 기술 등은 총량제도와 연계 가능한 삭감수단으로 활용 가능하다. 이외에도 발생원 저감기술, 발생된 오염물질의 재이용 기술, 하수처리 구역내 앞마당 수도꼭지 관리(강우 시 빗물 유입 차단), 하천경작지 및 고랭지 밭의 실태조사를 통한 비경작지 정리 등은 효과적인 삭감수단이 될 수 있으므로, 공공처리시설에 국한된 삭감방안에 대한 생각의 전환과 현재의 기술로 처리 가능한 오염물질(CSOS<sup>22)</sup> 등) 삭감 대책의 발굴이 필요하다.

-----  
22) CSOS(Combined Sewer Overflows):합류식 하수관거에서 우천시 월류하는 하수

#### 제4절 총량관련제도 정비

##### 1. 물관련계획간의 통합 및 연계성 강화

현재 환경부내 물환경관련계획은 국·과별로 세분화되어 관리되고 있으며 각각의 법정계획을 수립·운영하고 있다. 물환경 정책 국내 물환경 정책과에서는 물환경관리계획, 유역총량과는 수질오염총량관리계획, 수생태보전과는 비점오염원관리계획, 상하수도국내 수도정책과는 상수도정비계획, 생활하수과는 하수도정비계획 및 물재이용계획을 담당하고 있다. 이러한 계획들은 부서별로 세분화되고 있어 통합된 관점을 유지하지 못해 행정적으로 비효율을 초래하고 있는 실정이다.<sup>23)</sup> 유역을



기반으로 하는 관리계획은 수생태법에 따른 물환경관리계획과 4대강 수계법에 따른 총량관리계획으로 구분되어 시행되고 있는데, 물환경관리계획은 유역을 대권역, 중권역, 소권역으로, 총량계획은 수계별 단위유역으로 유역을 구분하고 있어 실행적 관리유역인 중권역과 단위유역은 유역범위 및 말단 지점이 달라 두 계획간의 연계가 어려운 현실이다. 계획인구 추정방법에서도 외부인구 유입률 및 인구산정 방법 등에서 하수도정비기본계획과 수질오염 총량관리계획과의 차이가 있어 하수처리장 신·증설을 위한 용량산출에 차이를 보이고 있다. 수질오염총량관리제를 실시함에 있어 각 법정계획과의 연계가 가장 중요하나, 각 계획에서 다루는 유역 단위와 계획인구 추정방식, 하수처리장 시설용량 산정방식, 오염부하원단위, 관리대상 오염물질 등이 서로 상이하며, 계획에 제시된 환경기초시설 투자사업 규모 및 계획도 각각 달라 수질오염총량관리 정책 추진에 어려움이 있다. 따라서, 무엇보다도 가장 우선적으로 추진해야 할 과제로는 물환경 관련 유사계획을 통·폐합하고 계획간 위계 정립 및 조정, 계획간 연계성 강화, 계획내용, 목표연도, 범위 등을 통일하여 새로운 하나의 유역환경관리계획을 수립하는 방안도 검토할 수 있을 것이다.

-----  
23) 자료: 경기.강원.충북개발연구원, 2010, 「한강수계 수질오염총량의 관리 및 제도 시행방안」

## 2. 총량전문기관 육성

현재 수질오염총량관리 기본계획·시행계획·이행평가보고서 작성, 배출삭감 시설 모니터링 등을 실시함에 있어 지자체는 용역 위탁 시 경험이 많은 용역기관(업체)을 선호하나 경험 있는 기관(업체)이 한정되어 있고 그에 따라 사업수행 능력이 없는 기관(업체)에 재위탁하는 사례가 빈번히 발생하고 있어 방대하고 전문적인 내용을 다룸에 따른 사업 완료시기 지연이나 부실한 결과물 제출 등의 문제가 발생하고 있다. 총량관련 자료의 질적 제고, 총량계획의 안정적 운영 및 적기 이행 도모를 위해서는 각 지자체별 국·공립대학, 발전연구원 등을 활용한 총량전문기관을 육성하거나, 수질 및 유량 측정 등을 위한 시설 및 장비를 갖추고 용역 수행에 필요한 기술 자격을 소지한 자로 기술인력을 갖춘자에게 대행자격을 부여하는 총량관리대행업을 신설할 필요가 있다.

## 3. 할당대상시설 지정 확대

수질오염총량관리제에서는 특정시설에 대하여 오염물질을 할당하여 관리할 수

있도록 법제화가 되어 있으며 할당된 오염부하량을 초과 배출하는 경우 초과분에 대해서 부과금으로 환수하고 있다. '04년부터 현재까지 할당대상시설<sup>24)</sup> 지정현황을 보면 대부분의 공공환경기초시설은 할당대상시설로 지정되어 관리되고 있으나, 민간개별배출시설에 대해서는 1일 방류량 또는 폐수배출량이 200톤 이상인 개인 하수처리시설 및 산업폐수 배출시설에 대하여만 할당대상시설로 지정·관리하고 있다. 3대강수계 1단계 수질오염총량관리제 시행성과 평가결과를 보면, 많은 단위 유역에서 공공환경기초시설이 아닌 소규모 배출시설의 배출량 증가로 할당량을 초과하고 있는 것으로 나타났으므로, 1일 배출량 200톤 미만시설에 대하여도 관리를 철저히 할 필요가 있다. 또한, 총량제 시행으로 추진되는 개발사업의 상당 부분이 당초 예상된 개발규모보다 증가하는 경우 할당량을 준수하기 위해 이행을 담보한 삭감계획을 수립하는 경우가 빈번하나, 개발 사업의 경우 이행사항 불이행 시 제도적인 제재조치가 없어 불이행 사항에 대한 부담은 지자체 몫으로 돌아가고 있다. 그러므로 장기적으로는 개발사업을 지정할당시설로 포함하여 관리하는 방안이 필요하나 현재의 할당시설 관리체계로는 모든 개발 사업을 단 시일 내 지정시설로 관리하는 것은 국가나 지자체의 행정력 부담으로 작용할 수 밖에 없으므로, 향후 점진적으로 모든 개발사업을 지정할당시설로 관리하고 그 의무를 부여할 수 있는 제도가 마련되어야 할 것이다.

-----  
24) 자료:한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률시행규칙(3대강도유사) 제8조의12

### ●결론

최근 기후변화와 4대강 사업 등으로 인해 강우시 유량 체류시간 수심 등 하천환경이 변화됨에 따라 물환경관리 여건도 변화될 것으로 전망되며, 도시화 토지개발에 따른 불투수층 증가로 인한 강우시 유출속도 증가 등에 따라 비점오염원관리에 대한 필요성이 증대되는 등 수문학적 하천 환경의 변화가 증가하였다. 아울러, 수질오염총량관리 제도를 운영하는 과정에서 현 제도가 지역 및 수계 특성을 반영한 수질개선은 미흡하고 오염수질에 대한 과학적인 원인 분석이 이루어지지 않고 있으며, 비점저감시설에 대한 사후관리가 철저히 이루어지지 않아 비점저감시설 설치의 실효성에 의문이 제기 되는 등 복잡하고 다양한 문제점들이 나타나고 있다. 따라서 본 연구는 우리나라의 수질오염총량관리제 시행 이후 제기된 여러 가지 현안을 해소하고 국내 유역특성에 적합한 맞춤형 유역관리체계구축을 위한

수질오염총량관리제의 발전방안을 아래와 같이 도출하였다. 우선, '13년부터 총량제 의무제가 시행되는 한강수계는 다음과 같이 제안하고자 한다. 첫째, 강원, 충북 지역 일부 청정수질 이하의 단위유역에는 총량제 시행보다는 자발적인 수질 개선 유인제도를 시범으로 실시할 필요가 있다. 둘째, 팔당상수원의 수질이 BOD는 감소하고 COD는 증가하는 경향이 있으므로 TOC를 총량관리 대상물질로 관리하여야 할 것이다. 셋째, 총량제 시행으로 인한 인센티브 제도로 오염물질 발생 원인자 부담원칙에 근거한 상·하류간 배출권 거래제도를 도입하는 방안도 있을 것이다. 그리고, 4대강 수계 전체 총량제의 발전방안으로는 다음과 같이 제안하고자 한다. 첫째, 유역별 토지이용 특성을 반영한 신모델의 유역모형을 구축하고, 오염원단위 산정 및 관리체계를 마련하여 오염원 원시자료의 해상도를 제고하여야 하며, 오염부하량 할당 시 임야나 지하수에 의한 배경부하량 적용방안 마련과 목표수질 달성 여부 등에 따라 안전율을 탄력적으로 적용하는 등 과학에 기반한 효율적이고 탄력적인 제도 운영이 필요하다. 둘째, 현행 본류 관리에서 탈피하여 지류별로 다양한 오염물질을 관리하는 지류 총량제 전환 추진과 목표수질 설정시 현재의 수질을 충분히 고려하되 기초자치단체의 폭넓은 의견을 수렴하고 유역환경의 변화를 감안한 기준유량 적용기준 설정 등 유역 및 지역의 특성을 반영한 총량제를 실시하여야 한다. 셋째, 이행평가 시에는 수질오염원인 조사를 철저히 하여 수질 특성 및 유역의 오염원을 정확히 진단하고, LID시설 삭감인정 기준 확대와 도로 청소 등을 비점 삭감방안으로 인정하며, 발생원 저감기술, 하수관거 월류수 처리 기술 등 다각적인 삭감기술을 발굴하는 등 수질개선을 위한 다양한 삭감방안을 마련하여야 한다. 넷째, 물환경 관리계획, 하수도정비계획 등 물 관련 유사 계획들은 합리적으로 통합하고 총량 관련 자료의 질적 제고를 위해 총량전문기관 육성 또는 총량관리대행업 신설 등 총량관련 제도를 정비할 필요가 있다.

### 3.수질오염물질 감소의 편익 추정 (수질총량제하 가상배출권시장 개념의 적용)

한국환경경제학회 2014년

서경대학교 외래교수, 서경대학교 이효창,한택환

본 연구는 수질오염물질에 대한 가상적 배출권거래시장을 상정하여 균형배출권 가격을 도출함으로써 수질개선에 따른 편익을 추정하려고 시도하였다. 우리나라에서는 낙동강수계를 비롯하여 주요 수계에 수질오염물질 총량관리제도가 실시되고 있다. 사회적으로 바람직한 배출총량을 결정함으로써 국민과 정부는 암묵적으로 수질오염물질의 경제적 가치를 결정한 것과 같다고 할 수 있다. 각 지자체별로 수질오염물질 배출상의 제약으로 인하여 희생된 경제적 기회비용이 발생할 것이며 이 기회비용의 크기가 수질오염물질의 경제적 가치이기 때문이다. 이 가상적 배출권거래시장에서의 균형가격을 수질 총량제하의 수계전체의 배출총량과 지자체별 할당에 의하여 암묵적으로 결정된 수질오염물질 배출의 단위당 가치라고 해석할 수 있다. 배출량과 편익의 관계로부터 한계순편익함수를 도출하고 지자체별 배출허용총량을 이용하여 개별배출권 초과수요함수를 구성하여 균형배출권가격을 도출하였다. 추정 결과 배출권시장의 균형배출권가격이 1,409.3원/kg·BOD으로 추산되었다. 이는 외국의 사례와 비교하여 적절한 수준이라 평가되며 이러한 배출권가격은 수질 오염물질의 단위당 경제적 가치를 산정하여 수질 변화를 수반하는 사업의 B/C분석에 직접적으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

### 4.수질오염총량제도의 개선 및 발전방향 연구

광운대학교 홍승환 2013년

수질오염총량제는 본래 과학적이고 기술적인 수단의 총체이나, 아직까지는 국내 시행이 초기 단계로 보다 기술적이고 합리적인 결정을 유도할 수 있는 제도개선 및 시행방안에 대한 논의가 지속적으로 필요한 분야이다. 특히 기존제도 시행하는 과정에서 제기되어 왔던 목표설정의 원칙과 적용의 유연성, 지역 형평성의 고려, 실질적인 이행 수단의 시도는 물론 과도하게 복잡한 기술 및 제도적 체계도 합리적이고 효율적으로 재편될 필요가 있다. 본 연구는 수질오염총량제에 대한 수계오염총량관리 기술지침의 산정방법과 시행의 문제점들을 파악 및 진단·분석하여 수질오염총량제의 개선방안을 제시함을 목적으로 수행하였으며, 연구 결과를 토대로 총량관리제의 제도개선과 성공적인 제도 정착에 기여할 수 있도록 강구하고자 하

였다. 수계오염총량관리 기술지침의 수질오염총량 산정 및 시행과정은 생활계 배출부하량의 경우 환경기초시설의 처리구역과 미처리구역으로 구분하고 처리구역은 우수와 오수를 함께 배제하는 합류식 관거 사용인구와 우·오수를 분리하여 배제하는 분류식 관거 사용인구로, 미처리구역은 재래식화장실(수거식), 단독정화조, 우수처리시설 사용인구로 세분화하여 산정하고 있다. 또한, 토지계 배출부하량은 토지로부터 유출된 오염물질이 합류식관거 또는 분류식관거에 침투되어 환경기초시설로 유입되는 차집 구역과 미차집 구역으로 구분하여 각 구역에서 획일화된 지목에 따라 산정하고 있다. 수계오염 총량관리 기술 지침에 제시된 산정 및 시행방법을 통해 본 결과, 생활계(산업계 및 매립계 등) 산정방법에서는 저감시설로서 지자체 및 자체적으로 운영하는 환경기초시설로 한정되어 있다. 또한, 토지계 산정방법에서는 발생 부하량 산정 시 실제 토지이용을 고려하지 않고 획일화되고 다양성이 부족한 지목을 적용하여 과학적·기술적으로 목표수질에 도달할 수 있는 한계성을 보이고 있다. 수질오염총량제의 개선을 위해서는 생활계 및 산업계 등 점오염원의 경우 오염총량관리지역의 담당 시행청이 해당 구역의 지역개발사업을 하고자하는 자에게 환경기초시설 외의 다양한 저감시설을 유도하여 수질오염총량 관리구역의 수질개선을 할 수 있도록 해야 한다. 즉, 수계오염총량관리 기술지침 상에 우수 무방류 시스템 및 중수도 활용, 절수설비 기기 설치 등의 저감방안을 제시하여 삭감 부하량을 산정할 수 있는 과학적 기법의 연구가 필요하다. 토지계의 경우 기술적으로 수질관리가 이루어 질 수 있도록 하기 위해서는 발생 부하량 산정 시 기존의 획일화된 방법을 탈피하여 현재 토지이용을 고려한 세분화되고 다양한 발생부하원단위를 통해 수질오염총량제를 시행하여야 할 것으로 사료된다. 연구 결과를 종합해 볼 때, 수질오염총량제의 목적인 수계 관리를 위해 꾸준한 관심과 관리가 필요하고, 향후 지속적인 연구를 통해 수질보전과 지역개발의 목표를 달성해야 할 것으로 생각된다. 그 외 시행착오로 나타날 수 있는 문제점들은 체계적이고 구체적으로 개선되어야 할 것으로 사료된다

# 국내외 IP 동향보고서