

우리나라 오염총량관리제의 발전 방향



서동일 >>

충남대학교 환경공학과 교수
seodi@cnu.ac.kr

실행하는 데에 있어서는 여러 가지 문제점이 발생하고 있다. 오염총량관리제의 시행의 문제점은 대략 환경부와 지방자치 단체간의 입장 및 의사소통에서 나타나는 문제와 오염총량제도가 안고 있는 기술적인 문제 등으로 대별된다. 본 고에서는 오염총량시행의 기술적인 문제에 대하여 토론하기로 한다.

1. 머리말

우리나라 환경부에서는 2001년의 한강수계 상수원 수질 개선 및 주민지원 등에 관한 법률, 2002년의 낙동강 수계 물관리 및 주민 지원 등에 관한 법률, 금강수계 물관리 및 주민 지원 등에 관한 법률, 영산강·섬진강 수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 등 4대강 특별법 제정과 함께 오염 총량 관리제도를 도입하여 추진하고 있다. 4대강 특별법의 주요 내용은 수변 구역의 지정 및 관리, 오염총량관리제의 실시, 주민지원사업의 실시, 환경기초시설의 설치 및 관리, 물이용 부담금 제도 등으로 구성되어 있다. 오염 총량 관리 제도는 한강 수계의 광주시에서 2004년 7월 최초로 시행하였으며 2005년 상반기 부산·대구의 시행계획이 승인되었고 대전과 충청남도에서는 2005년 중 승인을 목표로 시행 계획 수립을 추진하고 있다.

오염총량관리제도의 시행은 관리 목표 지점의 수질 목표를 달성하기 위하여 이루어진다. 환경부의 입장에서는 물관리 종합대책을 포함하여 그 동안 시행해온 각종 제도가 하천 및 호수의 수질관리에 크게 실효성이 없었다는 지적에 따라 오염총량제의 시행을 통해 실질적인 수질관리 전략을 마련하고자 하고 있다. 오염총량관리제는 기존의 수질 정책의 문제점을 개선할 수 있는 제도로서는 인식되고는 있으나 실제

2. 현행오염총량관리제의 시행상의 기술적인 문제점 및 제언

오염총량제는 갈수기, 정상상태에서 일차원적으로 흐르는 하천의 주요지점에서 BOD₅ 농도를 지표로 수질목표를 달성시키는 것을 골자로 하고 있다. 그러나 이러한 설정은 각 수계의 실제 오염문제와 다소 거리가 있을 수 있으며 환경부에서는 2010년 까지 시행되는 1차 오염총량관리 기간 내에 이러한 문제를 보완하는 방안을 모색하고 있다.

2.1 갈수기

오염총량관리제도의 기준 유량은 갈수기를 대상으로 하며 해당 하천의 Q275에 해당하는 수치를 사용으로 하고 있다. 예를 들어, 금강의 Q275는 과거 10년간의 대청댐 일유량자료를 평균하여 크기 순으로 나열하여 275 위에 해당하는 유량으로 선정되었다(대전광역시, 2005). 오염총량제의 준비 기간 중 금강에서 실측된 유량 자료 중 Q275와 가장 유사한 시기는 11월 - 3월의 사이의 동절기를 포함하는 경향이 있다.

한편, 그림 1은 1989-2004 기간 중 금강 상류의 용포와 옥천(지탄교) 두 지점과 금강 하류의 부여와 공주 지점의 월평균 BOD₅ 농도 분포를 나타내고 있다. 금강 상류는 월별 BOD₅ 농도 변화가 상대적으로

적고 8월의 농도가 다소 상승하는 경향을 나타내는 반면, 금강의 하류는 4~6월 사이에서 BOD₅ 농도가 다소 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 금강 상류와 하류의 오염부하 및 수문조건이 서로 크게 다르기 때문에 나타나는 현상이다. 금강 하류는 대전권의 갑천과 청주권의 미호천이라는 오염물질을 다량 포함하는 대형 지천들이 지속적으로 유입되고 대청댐의 방류량이 지배적인 희석 유량을 형성하면서 하류의 수질에 큰 영향을 나타내고 있다.

기준 유량을 갈수기의 유량으로 가정한 것은 이 시

기에 유역의 오염 부하가 하천수질에 미치는 영향이 가장 심각할 것이라고 보는 것이나 순수한 수문분석에 의한 갈수기는 해당 유역에서 수질문제가 심각한 시기와 무관할 가능성이 매우 크다. 따라서 오염총량 관리제에서 기준 유량을 갈수기로 고정하는 것은 바람직하지 않으며 최소한 월별 분포를 분석하여 년중 가장 문제가 되는 시기를 선별하여 기준을 삼는 것이 바람직하다고 본다. 향후 유량 및 수질 변화는 년중 변화 특성을 고려하여 정책 결정을 하는 방향으로 유도되어야 한다고 본다.

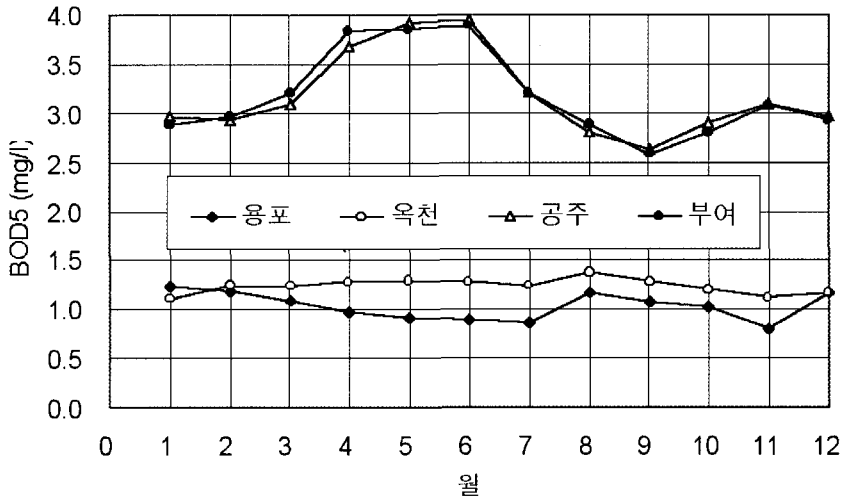


그림 1. 금강 상류와 하류의 BOD₅ 월별 수질 변화 경향(1989-2004)
- 환경부 물환경 정보 시스템(<http://water.nier.go.kr/weis>), 2005.,

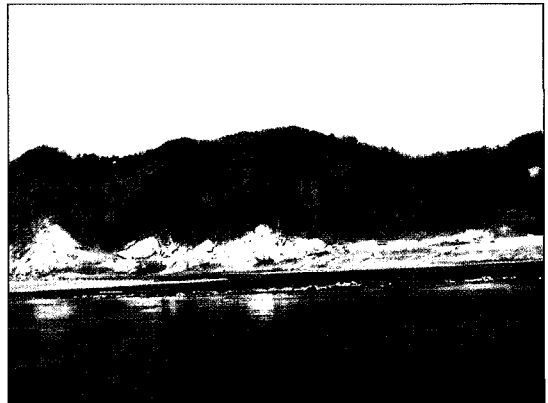
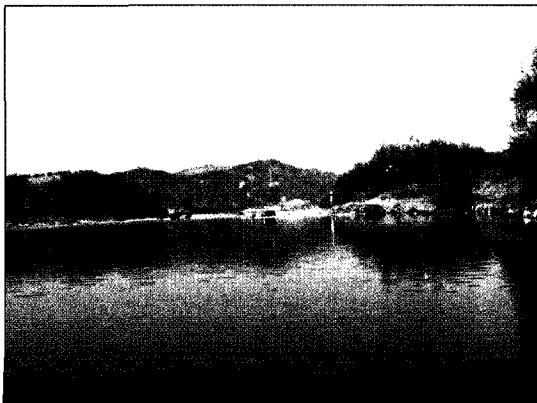


그림 2. 금강 하류 매포수위표 부근 및 청원 부근의 정체 수역

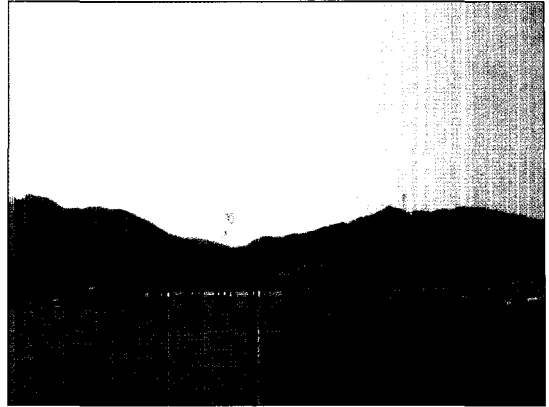


그림 3. 금강 하류 부강 및 미호천 합류 직전의 하천내 구조물

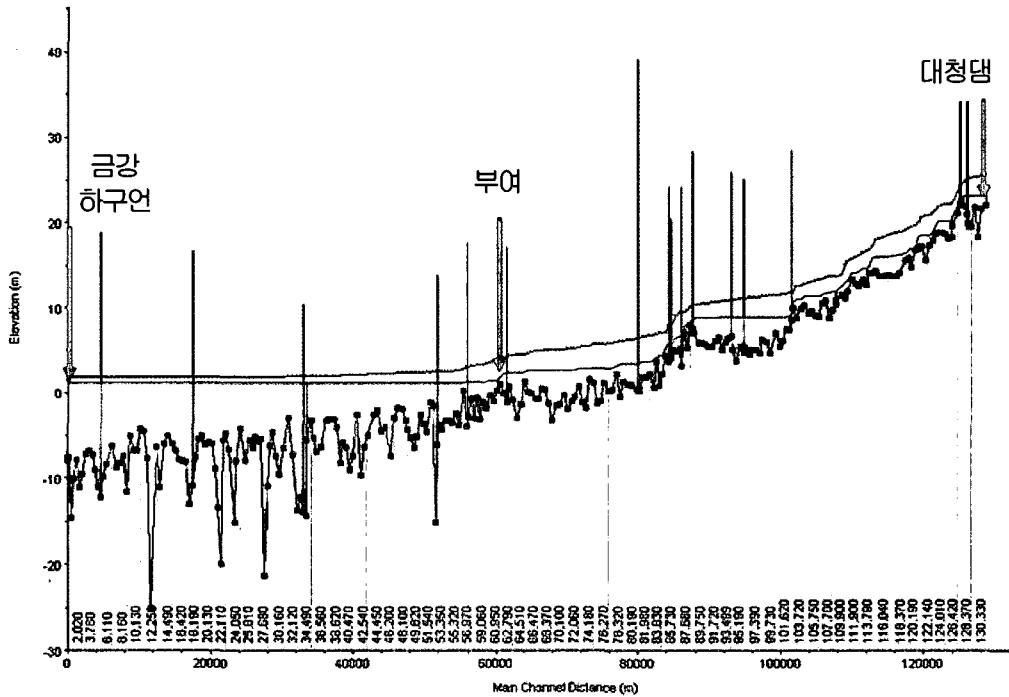


그림 4. HEC-RAS를 이용한 금강 하류의 수심 Profile 모의(서동일, 2004).

2.2 하천의 수리학적 특성

정상상태의 수질 모델로 가장 보편적으로 사용되는 QUAL2E 모델(USEPA, 1995)에서는 정상상태의 하천에서는 Manning 공식을 이용하거나 HEC-RAS(USCOE, 2002) 등의 수리모델을 이용하여 추정된 유속-유량($u=aQ^b$), 수위-유량($h=cQ^d$) 관계곡

선을(Chapra, 2003) 통해 유속을 역산한다. 이러한 계산은 하상의 단면이 일정하며 1차원적인 흐름이 형성되는 경우를 전제로 한다. 그러나 그림 2에 나타난 바와 같이 금강 하류에는 퇴적물 또는 인위적인 원인에 의해 형성된 정체수역이 다수 발견되며, 그림 3과 같은 하천내 구조물이 하천의 흐름 특성에 큰 영향을

미치기도 한다. 또한 그림 4에 나타난 바와 같이 부여-금강 하구언 구간은 심한 정체현상 및 역류현상이 자주 관찰되고 있다. 특히 금강 하구언과 같은 경우, 하천의 흐름은 하구언의 수문운영에 따라 크게 영향을 받게 되며 이러한 경우 하천의 흐름은 계산의 편이상 1차원적 흐름으로 가정했던 경우와 큰 차이를 나타낼 수 밖에 없다. 하천의 유속은 오염물질의 체류시간과 직결되고 이는 곧 오염물질의 반응에 소요되는 시간에 영향을 미치게 되며 수질예측에 중요한 오차의 원인을 제공할 수 있다.

하천의 수리 계산을 위해서는 하천의 경사, 구배, 수심분포, 구조물 등 물리적인 조건에 대한 자료가 지속적으로 갱신되고 관리되는 것이 우선적으로 필요하다. 우리나라에서는 국토관리청이 관장하여 하상 측량 결과를 주기적으로 발표하고 있지만, 실제로는 하천의 흐름에 영향을 미치는 각종 행위에 대한 적극적인 감독, 허가, 관리를 통하여 관리되고 갱신되는 자료가 필요하다고 본다. 또한 하천의 수리특성 분석은 댐, 보, 하구언 등과 같이 인위적으로 유량관리가 행해지는 지역에 대하여서는 정확한 운영자료를 확보하여 이를 반드시 수리 계산에 포함시키도록 해야 한다.

2.3 하천의 유량 자료

우리나라 하천의 유량측정은 홍수통제에 초점이 맞추어져 있으며 따라서 갈수기의 유량자료는 신뢰도가 매우 문제가 된다고 한다. 그러나 갈수기라 하여도 대형 하천에서는 유량을 쉽게 측정할 수 있는 경우가 거의 없으며, 대부분 수위표에 의존하는 형편이다. 금강 유역에서는 각종 연구사업등을(예, 프런티어 사업) 통하여 유역모델 이용하는 수문자료가 생성되기는 하나, 오염총량관리제의 유역 구분과 서로 달라 직접적인 활용이 불가능한 형편이다. 소형하천의 경우에도 약간씩만 강우가 발생하여도 직접 측정이 매우 위험하거나 건천화된 하천 또는 수심이 매우 얇은 하천에서는 유속 및 유량측정이 불가능 경우가 매우 많이 발생하고 있다. 또한 오염총량관리제에 실제로 사용되

는 유량자료는 수질 시료의 채취 시 동시에 이루어지는 것이 바람직 하나 상기한 문제들로 인하여 정확한 실측에 많은 어려움을 겪고 있다. 유량 실측이 원활하지 못한 상황에서 정확한 물질수지를 산정하는 일은 불가능해질 수 밖에 없으며 이러한 자료 현실은 오염총량관리제의 기본을 흔들 수 있는 일이다.

유량 실측은 많은 인력과 장비가 소요되는 사업이며 오차의 범위가 매우 큰 경향이 있다. 대하천의 경우에는 상류댐 방류량, 주요하천 유역의 상수도 사용량 및 자연유량 그리고 지하수 유입량 등을 면밀하게 검토하여 순차적으로 산정하는 것이 더욱 정확할 수도 있다. 소하천인 경우에는 보의 유출구에서 weir 공식을 이용하여 간편하게 계산 할 수도 있다고 본다. 그러나 시기별 유량은 강우에 의한 연속모의가 가능한 수문모델을 이용하는 것이 바람직하다고 생각하며, 유역의 오염부하량을 함께 산정할 수 있는 유역모델을 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

2.4 수질항목

오염총량관리제는 목표지점의 수질개선을 목적으로 시행되고 있다. 목표지점의 수질 문제는 물고기의 폐사, 녹조현상, 미생물 오염, 중금속 오염 등 매우 다양할 수 있으나 현행의 오염총량관리제는 BOD₅ 농도만을 지표로 사용되고 있다. BOD₅는 어느 특정 물질이 아니며, BOD병 내부에서 5일 동안 소모된 산소 농도를 측정된 수치이다. 이 과정에는 유기물, TKN, 또는 기타 산소를 소모할 수 있는 물질들이 영향을 미치며 실험중 용존산소의 변화는 원수내의 오염물질 조성 특성에 따라 크게 달라진다. 따라서 BOD₅는 질량보전의 법칙이 적용되기 난해한 특성을 지니고 있다. 엄격한 의미에서는 유기물의 지표로서 총유기탄소(TOC)를 사용하는 것이 이상적이나, 현재의 조건에서 TOC(Total Organic Carbon) 측정장치는 매우 고가이고 관리하기 어려운 장비이며, 그나마 대학의 실험실등에 비치되어 있는 기계들도 용존성 총 유기탄소(TDOC: Total Dissolved Oxygen Demand) 밖에 측정할 수 없는 경우가 대부분이다.

따라서 TOC를 측정 대상 항목으로 하는 것은 현재의 여건에서는 어렵다고 본다. 다만 이러한 필요성을 계기로 TOC 측정 기기의 국산화 및 단가를 낮추는 사업이 진행될 수도 있다고 본다. 그러나 현재로서는 오염총량관리제의 대상항목은 주요 오염문제의 원인 이면서 현재의 기술로서 측정이 비교적 용이한 인, 질소 또는 총부유물질 등이 대상에 포함되는 것이 바람직하다고 본다.

2.5 오염부하의 산정

오염총량관리제에서 유역의 오염부하는 기존의 원단위 방법을 세분하고 월평균 강우량을 이용하여 비점오염부하의 영향을 고려함으로써 유역의 발생 오염부하를 산정하는데 정밀도를 대폭 추가하였다. 여기서 수계에 도달하는 유달부하는 실측 부하와 배출부하(발생부하-삭감부하)의 비를 이용하여 유달률을 구하고 산정하는데, 실제로는 실측치를 사용하는 것과 마찬가지로 효과를 나타낸다. 그러나 어느 유역의 유달률은 해당 유역의 지형, 크기, 토지피복, 토양 특성 그리고 수문특성에 따라 시간적으로 공간적으로 변화하는 양이다.

현재 사용되는 수정 원단위 방법은 발생오염부하를 산정하는 데에는 중요하게 사용될 수 있을 것으로 보이나 유역의 유달부하를 보다 정확히 산정하기 위해서는 유역 모델을 사용하는 것이 바람직하다고 생각한다. 수질 모델링에 있어서는 정밀도 보다는 정확도가 더욱 중요한 변수이다.

2.6 인력

환경부는 기본계획을 수립하는 과정에서 주요지점의 수질목표를 설정하게 되며, 지방자치단체들은 이를 달성하기 위한 오염총량관리 시행계획을 수립하여야 한다. 수질목표와 시행계획은 동전의 양면과 같이 상호 불가분의 관계를 가지고 있으면서 확연한 입장의 차이가 있게 마련이다. 또한 환경부는 가장 완벽한 지침서를 제작하여 제공하려 하나, 결국 실제로 필요한 자료는 일선의 담당자들이 조사하여 제공하여야 한다.

오염총량관리제에서는 유역의 각종 기초 자료, 오염부하 발생 및 이동 특성 그리고 물의 양적 질적 변화 특성 등을 이해하는 전문가적인 지식을 요한다. 경우에 따라서 담당자들의 업무가 더 많아 지는 것은 물론이고, 과중한 업무로 인하여 실질적인 조사가 어려울 가능성도 존재한다. 우리 나라의 경우처럼 순환보직 제도가 적용되어, 해당 분야의 담당자가 수시로 교체되는 경우, 업무의 파악에 많은 시간이 낭비될 가능성이 또한 존재한다. 이에 따라 환경부는 관련 인력을 충원하고, 국립환경연구원에는 오염총량지원센터를 운영하고, 지원시스템을 제작하는 등의 사업을 적극적으로 추진하고 있다. 기술적인 발전 및 관리를 위해서는 지역 현장의 현실을 반영하는 것이 매우 중요하며, 따라서 지역 센터의 운영을 적극적으로 고려하는 것이 바람직하다고 본다. 이를 위해서는 기존의 4대강 물환경연구소를 활용하는 방안, 4 대강 환경청을 활용하는 방안, 지역환경센터를 활용하는 방안, 해당 지방자치단체의 연구기능 활용하는 방안 또는 별도의 기관을 신설하는 방안 등 매우 다양한 안이 존재할 수 있다. 그러나 여기서 가장 중요한 것은 중앙이 되었던 지방이 되었던 어떠한 기관이 업무를 관장하는 것이 중요한 것이 아니고 그 일을 감당할 수 있는 전문인력이 확보되는 곳에서 업무를 수행하는 것이 중요하다. 아직도 우리는 관련 인력이 턱없이 부족하다.

3. 맺음말

본 고에서는 오염총량관리제의 기본적인 상황에 우선적으로 중요한 문제점들만 거론하여 토론하여 보았다. 위에 기술한 내용 외에도 반드시 해결해야 하는 문제들이 다수 존재하나, 기본적인 것들이 해결되지 않는 상황에서는 많은 이야기를 거론하는 것은 큰 의미가 없다고 본다. 그러나 우리 나라의 오염총량관리제는 이제 그 첫발을 내디딘 것에 불과하며 초기부터 완벽한 제도가 수립되기는 어렵다고 본다. 오염총량관리제를 본격적으로 실시하는 나라는 세계적으로

는 미국과 우리나라 그리고 일본의 동경만 일대 등 그 수가 매우 제한적이므로 이 제도는 향후 지속적으로 보완되어야 할 필요가 있다.

오염총량제에 대하여 대부분 총론은 좋으나 각론이 어렵다 한다. 경우에 따라서는 오염총량관리제의 시행에 있어 중앙정부와 지방자치단체, 또는 지방자치단체간의 감정적인 의견대립에 의해 사업의 진행이 지연되거나 애초에 의도하였던 바와는 다르게 발전되는 경우가 발견되기도 한다.

오염총량관리제의 발전을 위해서 우리는 앞으로 할 일이 너무 많다. 오염총량관리제의 건설적인 발전을 위해서는, 중앙정부와 지방자치단체는 물론이고 수질, 수리, 수문, 생태 전문가들이 함께 열린 마음으로 지혜를 모으고 부담을 나누는 일이 매우 중요하다.

참고문헌

- 서동일(2004). 물관리 의사결정 지원을 위한 수질예측 모형 개발 - 실시간 물 관리 운영 시스템 구축 기술 개발, 21세기 프런티어 연구사업 1단계 최종보고서.
- 대전광역시(2005). 대전광역시 금강 오염총량관리 기본 계획(개요).
- Chapra, S. and G. Pelletier(2003). QUAL2K, A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Documentation and User Manual.
- USEPA(1995). QUAL2E Windows Interface User's Manual.
- USCOE(2002). HEC-RAS River Analysis System.