

# 지속가능한 수질오염총량관리제도 발전을 위한 오염부하량의 관리방향



하성룡 >>>  
충북대학교 도시공학과 교수  
simplet@chungbuk.ac.kr

## 1. 머리말

지난 수십 년에 걸친 정부의 많은 수질개선 노력의 결과 한강을 위시한 전국 4대강 유역의 주요 하천수질은 지역별 차이는 보이나 전반적인 개선이 있었던 것으로 알려지고 있는 한편, 여전히 주요 상수원의 수질은 목표수준인 1급수(BOD 1 mg/l)를 달성하지 못하고 있다. 그간의 수질개선 노력의 목표설정과 추진방법에 문제점이 있었던 것이 아니냐는 사회적 문제제기가 설득력을 지니는 것도 당연한 결과라고 본다. 지역의 하천수질보전과 관리를 바라다보는 근본적인 시각에서 두드러진 문제점이 발견되고 있다. 즉 이제까지의 수질보전정책의 초점은 하수처리장을 위시한 각종처리시설로부터 방류되는 오염부하의 저감에 맞추어져, 지역주민이 공감 할 수 있는 하천수질환경의 적정한 수준유지를 위한 직접적인 노력과는 근본적인 차이를 지녔다. 따라서 정부가 그간 많은 예산을 투자여 노력해왔던 기존의 수질오염부하 저감을 위한 관리정책이 지역 상수원의 수질개선에 직접적이지도 효과적이지도 못했던 것이다.

한편, 이러한 물질적인 것 외에도 사회적 성장에 동반된 각종 여론형성 계층간의 수질환경에 관한 수용적 인식 차이에 기인한 자연환경보존 수준 및 개발에 관한 심각한 의견의 충돌 등도 노출되었다. 이와 같이 다

양해지고 광범위해진 지역수질환경개선 문제를 해결할 방법을 어떻게 도출해 낼 것인가? 이에 대한 세계 각국의 접근방법은 기존의 정책과는 관점을 달리한 생태적으로 건전한 하천유역관리의 개념에 기반을 둔 수질보전정책을 구현하는 데 집중하고 있는 양상이다.

우리가 지금 막 시작한 수질오염총량관리제도는 이러한 시대적 및 사회적 변화에 능동적으로 대응하고 있는 하나의 초동적이나 발전적인 시도로 볼 수 있다. 본 고에서는 현행의 수질오염총량관리제도를 시행함에 있어 가장 실질적인 요소인 오염배출부하량의 산정과 관련하여 비점원 배출부하량문제를 점검하고 지속가능한 제도의 발전을 위한 오염부하량 관리방안에 관하여 논의하고자 한다.

## 2. 현행 수질오염총량관리제도에서의 단위유역별 부하량 산정의 한계

### 2.1 단위유역 별 오염부하량 산정

새로이 한강을 제외한 3대강 유역에 의무적으로 도입된 수질오염총량관리제는 개별 배출원의 배출허용농도 규제형(technology-based control) 수준을 넘어서, 오염총량관리의 기준유역인 단위유역 별로 설정된 하천의 주요지점에서의 목표수질에서 허용하는 한도 내에서 상류역의 배출부하량을 해당 자치단체에서 자율적으로 관리할 수 있도록 한 오염의 총량관리형(water quality-based control) 정책수단을 기반으로 하는 제도이다. 정책의 정신을 실제에 적용키 위한 행위로서, 단위유역 상류 측 배수구역에 포함된 자치단체 들의 오염원에 오염총량을 할당하여

공공수역의 수질보전, 수자원 이용과 관련된 지역간 분쟁의 해소, 유역공동체의 경제적 및 환경적 형평성을 구현을 도모하고 있다. 그림 1은 현행 제도에서의 배출부하량 및 오염원 별 할당부하량의 산정절차를 나타낸 것이고, 한편 표 1은 부하량의 조사 및 산정에서 적용되고 있는 오염원별 점원부하량과 비점원부하량의 구분을 정의 한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, 현행 제도는 총량관리 단위유역의 오염원별 부하량을 할당하는데 기준유량 개념을 적용, 그 규모는 최근 10년 평균 저수량으로 하고 있다. 부하량 산정은 오염원 현황 조사결과에 기존의 발생원단위를 기준으로 발생부하량을 산정한 후, 오염원 별로 각기 적절한 부하저감(또는 처리)효과를 적용하여 실제로 오염원 밖으로 배출되는 배출부하량을 산정한다. 즉, 점오염원의 경우에는 오염원의 종류에 따라서 각각의 개별 처리 또는 공공하수 및 폐수처리장으로 이송되어 처리되고 방류되는 수질부하량을 배출부하량으로 규정

하며, 비점오염원의 경우, 해당 오염원에 설치된 적절한 오염배출저감시설(BMP) 등의 처리효과 등이 반영한 후에 배출부하량으로 전환된다. 특히, 토지계의 배출부하량 산정에는 해당 단위유역 내의 평균강우배출률의 개념을 적용하여 비점원 배출부하량을 산정한다. 이렇게 오염원 별로 산정된 배출부하량은 여러 경로를 통하여 하천에 도달하는 과정에서 다양한 원인으로 오염저감효과를 받게 된다. 이런 유역의 다양한 부하저감효과를 반영한 부하량이 유달부하량이다.

실제 유달부하량의 산정에는 유달계수라는 유역오염부하 전달함수가 적용된다. 현재, 일반적으로 사용되는 유달계수는 추정은 소유역별로 모든 오염원에서 집계된 점원 배출부하량 중 관거이송으로 처리장에서 적정하게 처리되는 양을 제외한 부하량(관거누수 또는 관거 미차집부하 등)과 비점원 배출부하량(실제의 경우, 거의 발생부하량과 동일한 수준)의 총합, 즉 소유역별 총배출부하량과 해당 소유역 하천에서 관측되는 수질

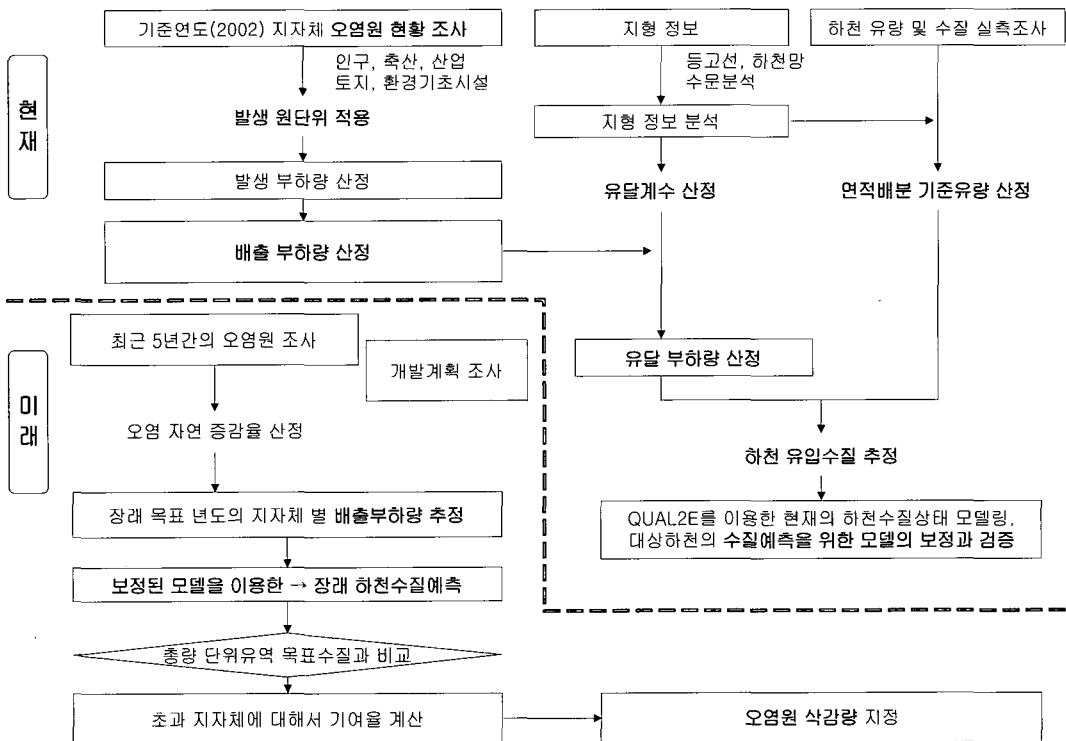


그림 1. 현행 수질오염총량관리제도에서 배출부하량의 및 할당부하량 산정 절차

표 1. 오염원 그룹별 점오염원 및 비점오염원 구분표

오염원 그룹	점오염원	비점오염원
생활계	가. 개별배출수 : 생활하수가 환경기초시설로 유입되지 않는 구역의 가정 및 영업장으로부터 공공수역으로 배출되는 생활계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 생활계 방류수 다. 관거월류수 : 관거월류수 중 생활계 월류수	가. 관거누수 : 관거로부터의 누수 중 생활계 누수
축산계	가. 개별배출수 : 개별축사로부터 처리 또는 미처리되어 공공수역으로 배출되는 폐수 성상의 축산계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로부터 방류되는 환경기초시설의 축산계 방류수 다. 관거월류수 : 관거월류수 중 산업계 월류수	가. 개별배출수 : 개별축사로부터 자원화 처리 또는 미처리되어 농지에 살포된 후 주로 강우에 의존하여 배출되는 고품질 성상의 축산계 배출수 나. 관거누수 : 관거로부터의 누수 중 축산계 누수
산업계	가. 개별배출수 : 개별배출시설로부터 처리되어 공공수역으로 배출되는 산업계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 산업계 방류수 다. 관거월류수 : 관거월류수 중 산업계 월류수	가. 관거누수 : 관거로부터의 누수 중 산업계 누수
양식계	가. 개별배출수 : 개별양식장으로부터 처리 또는 미처리되어 공공수역으로 배출되는 양식계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 양식계 방류수 다. 관거월류수 : 관거월류수 중 양식계 월류수	가. 관거누수 : 관거로부터의 누수 중 양식계 누수
토지계	가. 토지계 방류수 나. 관거월류수 : 관거월류수 중 토지계 월류수	가. 개별배출수 : 환경기초시설로 연결된 관거로 유입되지 않는 구역의 토지계 배출수 나. 관거누수 : 관거로부터의 누수 중 토지계 누수
매립계	가. 개별배출수 : 개별 침출수처리시설로부터 처리되어 공공수역으로 배출되는 매립계 배출수 나. 환경기초시설 방류수 : 공공수역으로 방류되는 환경기초시설의 매립계 방류수 다. 관거월류수 : 관거월류수 중 매립계 월류수	가. 개별배출수 : 침출수처리시설을 갖추지 않은 비위생매립지로부터 공공수역으로 배출되는 매립계 배출수 나. 관거누수 : 관거로부터의 누수 중 매립계 누수

충분한 현장관측치(유량과 수질)의 확보가 어려운 경우에 발생하는 기존 유달계수 산정방식( $P_M = P_o \times K$ )이 지닌 기술적 한계의 극복 필요

충분한 유량과 수질자료가 확보되지 못한 유역은 어떻게 유달부하량 산정에 필요한 유달계수를 추정할 것인가?

토지이용특성이 상이한 두개의 인접유역의 경우, 인접유역의 유달계수를 산정한 후에 동일하게 유달계수를 적용

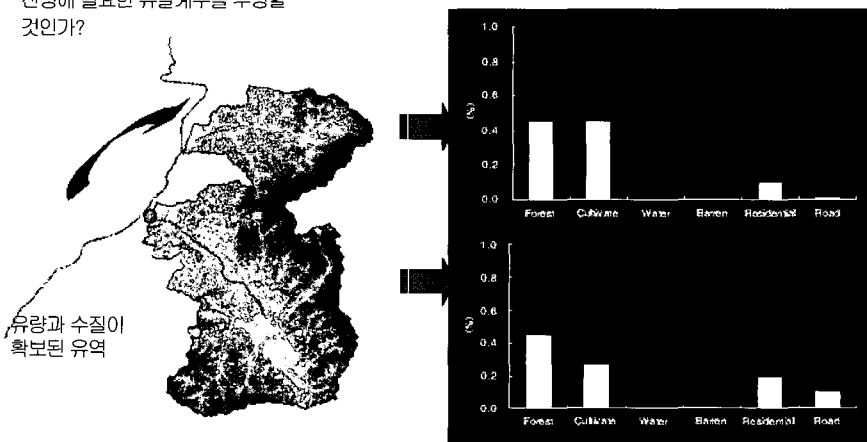


그림 2. 유량-수질 미계측 유역에 동일 유달계수 적용의 한계

과 유량의 곱인 관측된 부하량과의 비를 의미한다.

한편, 단위유역 별로 설정되는 목표수질과 실제로 하천에 유하(전달)되는 수질부하량은 전술한 바와 같은 배출부하량이 하천의 흐름방향을 따라서 유입되고, 하천이 지닌 수질반응학적 저장작용의 효과를 받은 결과이다. 따라서, 지천 별로 산정되는 유달부하량은 수질농도와 유량 관측결과를 지닌 지천의 경우에만 산정이 가능하다. 우리나라 하천의 환경부 수질관측점의 배치는 주로 오염총량 단위유역을 연결하는 국가하천을 중심으로 배치되어 있어, 많은 소유역의 유달계수 산정이 불가능한 형편이다. 그림 2는 유량과 수질정보가 확보된 소유역에 인접하고 있으나, 토지이용특성이 상이한 소유역에서 유량과 수질정보가 미비할 경우에 어떻게 유달계수를 구할 것인가에 관한 예시로, 기존의 수질관리계획에서는 인접유역과 동일한 유달구조를 지닌 것으로 가정하여 같은 값을 사용해왔다.

미계측지역의 유달계수산정의 어려움을 극복하기 위하여 유역이 지닌 유역형상계수( $S_f$ )를 도입, 유역오

염부하 전달함수 즉 유달계수를 산정하는 방법이 개발되었다(Ha, S. R. et al., 2001, 2003, 2005).

그림 2는 유역오염부하전달함수의 정의와 그를 이용하여, 산출한 유역형상계수를 이용한 유역오염부하 유달역계수( $\Phi$ )를 추정하기 위한 비선형전환함수를 산출하기위한 회귀분석결과이다. 그림 3을 이용하여 해당유역의 수질 또는 유량자료가 없을 때 유달계수를 구할 수 있다. 특히, 오염총량관리제의 도입에 따라 가장 큰 어려움이 바로 하천의 저수량(유량)관측자료의 빈약성에 있다. 유량자료와 수질자료를 비교해볼 때, 공간적인 시간적인 관측빈도의 경우 유량의 계측시간빈도가 관측빈도 압도적으로 높으나, 공간적 빈도의 수질자료의 경우가 압도적으로 많다. 이러한 불균형과 저수량시기의 유량자료 부족은 사실상 오염총량제도의 사활과 직접적인 관계가 있다.

기존의 수자원이나 하천정비기본계획 단계에서는 유량관측자료의 공간적 한계를 극복하기 위하여 대하천의 수위표지점에서 확보된 수위-유량곡선을 기반으

• 유역오염부하전달함수(유달계수),  $K$

$$P_M = P_O \times K \quad \text{----- (1)}$$

$$K = e^{-\Phi \cdot S_f} \quad \text{----- (2)}$$

여기서,  $S_f$ : 유역형상계수를 의미,

$\Phi$ : 유역 오염부하 유달 저항계수를 나타냄.

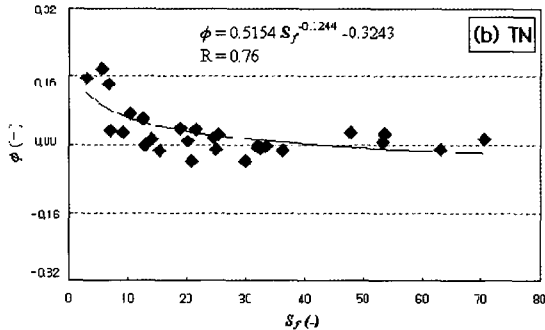
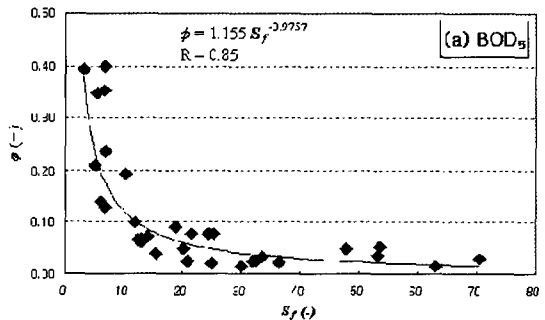
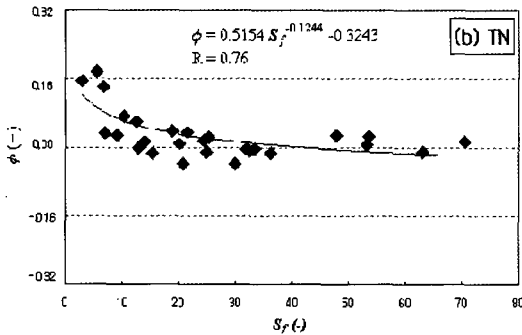


그림 3. 유역하천형상계수,  $S_f$ 를 이용한 오염부하전달함수,  $\Phi$ .(Ha, S. R. et al., 2003)

로 상류측 지점의 유량을 면적비례 등의 수법으로 해당 지점의 유량을 추정하여왔다. 현재의 수질오염총량제의 시행에서도 이러한 원칙은 그대로 준용되고 있는 형편이다. 유량과 수위와의 관계 특히 고수위에 관심이 상대적으로 높은 관심을 지닐 수밖에 없는 하천관리의 경우에는 그러하다 하더라도, 수질부하를 근간으로 하는 오염총량제의 경우에는 기준유량의 정도가 유달부하량과 목표수질 달성도 평가 등과 밀접한 관계를 지니는 물론, 궁극적으로 지역의 개발가능량의 산정에 영향을 미쳐 자치단체의 경제활동을 제한시킬 수 있다.

특히, 일평균 저수량을 기준으로 하는 수질부하량은 현재 우리의 유량관련자료의 실태를 고려 할 때, 매우 시급한 대책이 요구되는 부분이다. 이제 막, 3대강 유역의 수질오염총량관리 기본계획이 종료되어, 광역자치단체를 위시한 해당 기초자치단체들은 오염부하할당계획과 그 시행을 앞두고 있다. 현재의 자료한계를 극복하기 위한 각종 노력이 보장되어 우선은 제도가 시행될 것으로 보이나, 지속가능한 제도의 발전을 위해서는 자료의 안정적 확보를 위한 수량 및 수질 양측으로부터의 각별한 노력과 제도정립의 필요성이 요구된다.

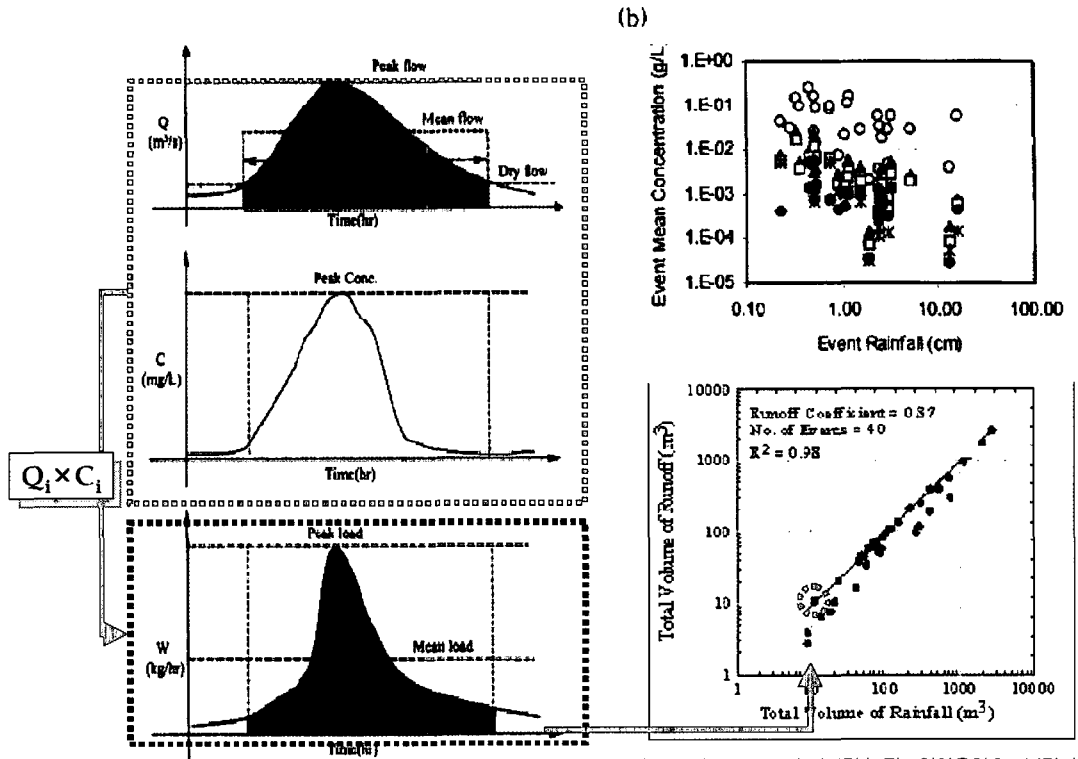
## 2.2 강우유출에 따른 비점오염원 배출부하량의 영향

수자원관리적 측면에서 볼 때, 우리나라에서는 지하수를 적극 활용하는 구미 국가와는 달리 지표 상에 존재하는 지표수(하천 또는 댐 저수지)를 주된 수자원으로 하고 있어, 지상에서 발생하는 각종 생산과 소비활동의 부산물인 수질오염부하가 상대적으로 쉽고 광범위하게 하천수계로 유입되고 있는 실정이다. 또한 좁은 유역면적에 우기에 집중된 강우 특성, 공간적으로 밀집된 도시개발 및 토지이용에 따른 높은 강우유출율과 도시의 하수도보급율 증가에 따른 하천유지유량의 급격한 감소 현상은 하천 지형학적으로 작은 형상계수를 지닌 우리의 하천유역이 지니는 수질정화기능(자연환경용량)을 더욱 더 약화시키고 있다.

한편 댐 저수지는 수온성층은 물론, 우수유출에 동반된 비중이 무거운 탁질성분은 저수지 내에 일시적인 수리학적 성층화를 유발시키고 있다(Ha, S. R. et al., 2004). 대량으로 유입된 오염부하의 내부축적은 상수원 수질의 2차 오염문제, 예로 질소와 인과의 농도불균형은 상수원 내 조류의 이상성장 및 자연유기용존물질(NOM)의 농도증가 등의 요인이 되고, 정수처리를 위한 염소반응과정으로부터는 이취·미 및 트리할로메탄의 형성가능(THMp) 위험성의 증가 등 연쇄적인 수질오염문제 유발가능성이 우려된다(Yu, S.J. Ha, S. R. et al., 2003a, 2003b, 2003c).

이상과 같이, 하천유역으로부터 배출되는 총오염부하량은 높은 생산활동에 따른 점오염원 배출부하량 뿐만 아니라 강우 시에 급증하는 강우유출에 따라 유역지표면으로부터 흘러 나오는 비점원 배출부하량도 정량적으로 산정되어 포함되어야 한다. 그러나, 현행 제도에서는 비점오염원으로부터의 비점원 배출부하량의 산정은 지극히 제한된 고려만으로 국한되어 있는 현실이다. 주된 원인으로, 현재 시행중인 제도가 관리하고자 하는 수질항목이 생물학적 산소요구량(BOD<sub>5</sub>)인 점과 강우유출과 같은 시간적 변화를 지닌 동적인 변화를 토대로 한 것이 아닌 월평균 오염규모를 대상으로 하는 정적인 수질상태를 전제로 하고 있다는 점이다. 최근, 국내에서도 여러 학자들에 의하여 추진되고 있는 것이 단일강우 기간 중에 유출되는 유량과 수질농도의 시간변화를 관측한 결과를 다수의 강우들에 대하여 축적하고 이를 토대로 해당유역의 강우유출량과 배출부하량과의 관계를 정의하고자 하는 것이 유역 강우평균오염농도(Event Mean Concentration, EMC)법이다.

이러한 관계를 지역의 토지이용 특성변화가 수질부하 배출에 반영될 수 있도록 지속적인 정보를 구축할 때 비로서 비점오염원으로부터 배출부하량을 산정할 수 있는 것이다. 그림 4는 국내의 연구 결과들을 이용하여 그 연산과정을 저자가 모식화 시킨 예이다. 이와 같은 유역의 강우량-EMC관계 함수를 이용하여 강우유출에 따른 비점원 배출부하량을 산출하는 함수의 예가 그림 5이다.



주) 정하영 등, 2002, 유역별 강우유출수의 수질분포 조사연구

주) 김건하 등, 2003, 우리나라 농지·임야유역으로부터의 강우유출수 EMC 부하 분석 및 추정

그림 4. 유역 강우평균오염농도(EMC)를 이용한 유역 비점원 유달부하량 산정개념도

❖ 배출유량의 산정 함수

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} = \frac{\left( P - 0.2 \left( \frac{1,000}{CN} - 10 \right) \right)^2}{P + 0.8 \left( \frac{1,000}{CN} - 10 \right)}, S = \frac{1,000}{CN} - 10$$

P : total annual depth of precipitation(mm/yr),

S : potential infiltration(mm/yr)

❖ 배출부하량의 산정 함수

$$Loda(kg/yr) = A(1,000,000m^2) \times EMC(mg/L) \times Q(mm/yr) \times 10^6(kg \cdot m \cdot L/mg \cdot mm \cdot m^3)$$

그림 5. 유역 강우량-EMC관계함수를 이용한 비점원오염부하 배출량산정의 함수 예

### 3. 비점오염부하의 배출억제를 고려한 오염총량 관리제의 발전방향

#### 3.1 하천유량과 수질관리의 연계성 확보와 건전한 지역하천 감시체계

바람직한 목표수질 설정과 삭감부하량의 할당을 위한 전제로는 우선, 하천수질오염의 원초적인 원인을 제공하는 유역 깊숙한 각종 오염원으로부터 오염부하량을 이동시키는 경로인 지천에서의 수질 및 유량변화를 감시하고 체계적으로 확보할 수 있는 노력이 요구된다. 이를 구현할 수 있는 동력은 중앙정부나 유역환경청, 또는 광역자치단체 수준의 노력에 대한 효율성보다는 기초자치단체 또는 지역의 연구기관 및 시민사회단체들과 연대한 노력이 더욱 효과적 임은 이미 구미의 환경선진국들의 성공적인 경험으로부터도 자명하다. 따라서 이러한 지역수준의 광범위하고 건전한 감시체계가 조직적으로 운영될 수 있는 사회체계를 만들고 그들의 기술적, 행정적인 지원방안을 수립하는 것이 요구된다. 한편, 하천 수질에 관한 정보의 축적에 비하여 기술적으로나 현실적으로 많이 미흡한 수준인 저유량 시기에서의 유량정보의 확보가 필요 한데, 이에 대한 노력은 중앙정부를 위시한 관과 학계가 연대하여 그 대책마련을 시급히 강구해야 한다. 우리나라의 만연된 분할주의적 사고로는 현재 우리가 직면해 있는 새로운 물 관리정책의 성공은 담보되지 못한다. 정부부처간의 전통적인 업무분장의 틀을 벗어나 수자원관련 정보와 수질자료의 관리에 대한 보다 효과적이고 효율적인 연대운영체계의 수립이 이루어져야 한다. 이제는 관리기관의 신설 또는 일원화에 대한 진부한 논의보다는 여하여 현재의 체계를 활용하는 지혜를 도출하는 가에 이 문제의 해결방안이 존재한다. 한편, 하천유량은 한정된 자원이며 유역의 상·하류를 관통하는 연속성을 지닌다. 따라서 그 이용에 관하여는 자연히 많은 이해당사자가 존재하게 된다. 한 예로, 광역상수도 사설의 투자대비 운용률을 향상시키기 위하여 현재 추진 중인 광역상수

도연계운영체계 수립에 관한 노력은 그 목적이 지닌 긍정적인 면을 고려하더라도, 3대강 유역에서 거의 동시에 시행되고 있는 수질오염총량관리제와 연계해서 생각할 때 많은 상충사안이 내재하고 있다. 전술한 바와 같이 오염총량제도는 지역의 경제적 개발을 해당지역의 하천이 지닌 자정능력의 범주 내에서 지속가능 하도록 규제하는 제도이다. 하천의 수질은 유역으로부터 배출되어 유달된 오염부하량과 해당 하천수체 내를 흐르는 유량과의 관계에서 결정되는 상태량이다. 광역상수도연계운영체계의 기본 구상은 상수원이 존재하는 지역의 수자원을 광역적 차원에서 타 지역과 연대한 공간적 물 이동을 전제로 한다. 따라서 매우 면밀한 검토결과를 토대로 그 운용이 이뤄져야만 하천이 지닌 자정작용(환경용량)의 열화를 방지할 수 있다. 지역개발의 규제는 주민의 삶을 강제하는 요소이며, 하천유량의 풍족 또는 부족 여부는 하천수질의 목표달성을 직접적으로 좌우하게 된다.

또 다른 하나는, 강우시의 비점원 오염부하 배출특성정보 구축을 통한 오염총량관리 단위유역별 강우-EMC관계 곡선의 설정을 위한 적극적이고 효과적인 전략 수립과 그 이행사업이 이루어져야 한다. 이 사항에 있어서는 단위유역의 토지이용특성과 점원 및 비점원 오염원의 분포특성, 그리고 지역의 수문학적 특성 등이 고르게 반영된 조사전략을 수립된 후에 이행이 되어야 한다. 많은 선진국의 사례에서 오염총량관리와 연계되어서 언급되고 있는 점은 어떤 오염지표를 어느 정도의 수준으로 관리해야 하는 가하는 수질관리 지수의 설정이다. 하천수질관리의 수준은 매우 객관성을 지닐 것으로 생각되고 있으나, 사실은 이와 달리 매우 주관적이며 지역의 인문·사회적으로는 물론이고 자연환경적인 요인에 의해서도 그 정도가 매우 큰 차이를 보이는 것이 일반적이다. 따라서 후술하는 바와 같이 지역의 이해관계자들간의 합의에 의하여 결정되는 것이 바람직하다. 그러나, 물은 한 곳에 머물지 않고 아래로 흐르는 것이므로 하천을 통하여 상호 의존되어 있는 상·하류 지역간의 이해 관계도 원만히 만족할 수 있는 제도적 배려가 필요하다. 이상

논한 바와 같이, 강우유출에 병행되어 배출되는 비점원 오염부하를 포함한 총량관리목표대상 수질항목의 수질은 시간을 따라 변화하며 오염원으로부터 하류 쪽으로 이동하며 변화를 계속한다. 이러한 수질의 동적인 특성을 간과하고 정적인 가정하에서 오염총량관리를 지속적으로 발전시킬 수는 없다. 적절한 수준의 유량과 오염원에 관한 정보가 축적되어 제도적 기반이 될 수 있는 수준에 달하였을 때 지금의 정적 개념에 의한 관리정책은 동적인 관리형태로 전환되어야 한다. 이를 지원 할 수 있는 기술적 수준은 이미 사회적 요구를 수용할 수 있는데 도달해 있다. 문제는 전술한 바와 같은 제도적 보완과 과학적 기초자료의 수집 및 관리체계의 시급한 정비에 있다. 또한 그간 정부가 주도하여 지속적으로 추진하여온 점원오염부하저감정책은 성공적으로 추진된 바, 우리의 하수도 보급율은 이미 선진국의 수준에 접근하고 있다. 그러나 여전히 넓은 공간적 분포와 강우라고 거대하고 시간적으로 집중된 에너지에 의하여 배출되는 점원부하량을 발생원으로부터 유달과정을 통하여 효과적이고 지속적으로 삭감과 동시에 관리할 수 있는 기술체계의 발전은 아직 초기적 수준에 머물러 있다.

### 3.2. 수질오염총량관리의 지속가능한 발전을 위한 지역협의체 구성의 필요성

수질개선을 위하여 요구되는 기본적인 인식은 무엇인가? T. Sueishi(1982)는 근본적인 수질개선을 위해서는 인간과 수자원환경과의 관계에 대한 인식정립의 필요성을 언급하며 인간(Homo-sapience)을 오염배출적 존재(Homo-disposal)로 정의하였다. 그에 의하면, 인간을 태생 시각부터 주변환경에 울음소리(소음)와 배설물(폐기물·수질)을 배출하며 성장과 더불어 차츰 사회·경제적 활동역량을 확대하는 과정에서 필연적으로 주변공간은 물론 지구 범위의 광역적 환경자원의 개발과 폐기에도 깊은 관계를 만들게 된다(T. Sueishi, 1994). 한편, 지역의 수자원이 우리의 자원개발욕구와 그 산물을 수용하는 데는 일

정규모의 한계가 존재한다는 주장이 “수자원환경용량”이다. 이 개념의 근거에는 수자원의 수질오염 정화능력의 존재를 인정하고 그 한계는 수자원이 위치한 공간적, 생태학적, 수리·수문학적, 그리고 물리·화학적 등의 환경적 상태에 따라 결정된다는 생각한다. 최근에는 그 용량의 규모를 파악하기 위한 다면적인 학술적 노력이 이뤄지고 있으나, 그 대부분은 수자원이 지닌 자연환경적인 수용능력(Carrying capacity) 추정에 집중되고 있다(J. NIES, 1988). 여기에 추가하여 지역주민의 수자원 수질개선을 위한 물질적 및 인식적 수준향상 노력도 함께 고려된다면, 한층 더 인간의 태생적 오염배출적 존재성과 수자원의 내재적 환경용량이 조화된 “실질적인 지역수자원 환경용량”의 개념이 만들어 질 수 있을 것으로 본다. 이 개념에는 수자원 수질저하의 원인제공자인 주민과 그 행위의 수용체인 수자원 간에 존재하는 하나의 사회·생태적 체계가 설정되어 있으며, 지역 주민의 일상적 생활(개발과 폐기)이 수자원의 수질변화에 미치는 역동적 관계가 깔려있는 것이다. 이러한 새로운 인간-수질환경 시스템간의 긴장된 관계의 인식이 범 지역적 및 유역적 범위에서 정립되고 보편화 될 때 비로서 “형평성이 확보된 균형적 지역 수자원수질 개선”이 이뤄 질 수 있다고 본다.

유역 내의 하천은 하나의 망으로 서로 연결되어 상류로부터 배출되는 모든 오염물질을 하류로 이동시키는 물론 이동 중에 수질오염개선의 효과도 함께 지닌다. 따라서 효과적인 하천수질개선을 위해서는 오염의 발생과 하천으로의 배출행위의 억제노력을 위한 정보수집을 위한 유역 내에 존재하는 오염원 파악과 감시 그리고 하천 망의 원점인 상류 측 지류에서의 수질오염관리체계 수립 및 원활한 운영이 전제되어야 한다. 맑고 건전한 윗물을 지닌 하천은 원활한 생태적인 하천자정능력이 작용하여 깨끗하고 지속가능한 자원으로서의 물을 우리 사회에 제공할 수 있는 것이다. 또한 지속가능한 지역경제의 발전을 위해서는 수자원 이용에 관한 지역적 합의를 도출 할 수 있는 사회적 틀을 지녀야 한다. 지역 수자원의 질적 및 양적



이용과 관련된 행위는 지역의 이해당사자간의 사회자원의 가치에 대한 인식의 호혜적 이해 위에 이뤄져야 하며, 이런 인식 위에서 구성원간의 의견과 가치의 공유를 위한 토론의 장이 됨과 동시에 지역공동체의 합의적 수질보전 및 개선체계로서의 “수질정책협의회”와 같은 조직의 설립이 필요하다. 4대강 수질개선 정책의 기초가 된 “수질오염총량관리제”의 빠른 정착과 건전한 발전은 지역 수질개선을 위한 합의적 접근과 인간-환경에 대한 기장된 관계의 보편적 인식 속에서 만이 기대될 수 있는 것이다.

## 6. 맺음말

물은 유역에서 발생하여 유역을 따라서 관통하는 하천을 따라 하류로 흘러간다. 그 과정 중에 우리의 개발과 생활의 터전이 되며 우리가 자연에 돌리는 오염부하를 유달 또는 저감시키는 기능을 동시에 지닌다. 본 고에서는 수질오염총량관리제도의 한계를 점검하고, 그 한계를 극복하기 위한 기술적 및 정책 및 인간-환경계의 동적인 연계성을 고찰하였다. 지속가능한 제도의 발전 전략을 수립하는데 전제되어야 할 점들을 구체적으로 제시하였다. 특히 하천수질오염총량관리적 측면에서 가장 중요한 요소임에도 불구하고, 현 제도가 제한적으로만 반영하고 있는 우천시 비점원오염부하에 관한 기술적 사항과 제도적 반영방안에 대하여 지역적 합의를 토대로 한 방안을 제시하였다.

## 참고문헌

1. 유순주, 하성룡 등(2003 a). “Characteristics of Aqueous Organic Matter and Disinfection By-products(DBPs) Formation Potentials in Guem River.” 한국물환경학회지, 제19권 제6호, pp. 707-713
2. Ha, S. R. and M. S. Bae,(2001). “Effects of land use and municipal wastewater treatment changes on stream water quality,” J. of Environmental Monitoring and Assessment System, Vol. 70, pp. 135-151
3. Ha, S. R. and M. S. Bae,(2003). “Nonlinear regression approach to Evaluate Nutrient Delivery coefficient in Trans-Boundary Watershed With Observation Data Limited,” J. of Environmental Science and Engineering, Vol. 5, pp. 65-71
4. Ha, S. R. and S. Y. Kim,(2004). “A bathymetry data acquisition system for two dimensional reservoir model CE-QUAL-W2 using a component based GIS,” Proc. of Korea-Japan Joint Symposium on GIS, Tokyo, Japan
5. Ha, S. R. and M. S. Bae,(2005). “GIS-based influence analysis of geomorphological properties on pollutant wash-off in agricultural area,” Water Science and Technology, Vol. 51, No. 3-4, pp. 301-307
6. Japanese NIES(1988). Proc. of 1st symposium on aquatic carrying capacity and its application, Japanese Government.
7. Yu, S. J. and Ha, S. R. et al.(2003 b) “Relationship between allochthonous DOC concentration and a specific UV254 absorbance(SUVA) at a meso-stratified reservoir,” J. of Water and Environment Technology, Vol.70, No.1, pp. 111-117
8. Yu, S. J. and Ha, S. R. et al.(2003 c) “Relationship between aquatic organic matter and DBPs by allochthonous effect in meso-stratified reservoir,” Proc. Int’l conf. on sustainability of Water Resources, Vol.1, No.1, Asian Waterqual 01(No.1&2 combined), pp. 111-117
9. 末石富太郎(1982). 環境學への道, 思考社
10. 末石富太郎(1994). 環境計劃論, 森北出版株式會社