

유량 변화에 따른 수질 오염도 분석

양우석, 김태균, 안원식

1. 서 론

우리사회는 급속한 경제성장으로 인하여 도시의 거대화, 경제구조의 대형화로 인한 용수의 부족현상과 오염물질의 배출량 증가는 하천의 유량을 감소시키고 오염부하량을 증가시키는 결과를 초래하게 되었으며, 오염방지시설이 미비하여 하천 및 하구 등의 오염이 급속하게 진행되어 왔다. 하천의 오염은 날로 심각한 경향을 보이고 있으며 생태계에 미치는 영향, 또한 막대하다. 이러한 하천오염을 유량 조절에 의한 적정수질의 유지 및 관리가 요구되고 있다. 이를 위해서는 오염원이 하천의 수질에 미치는 영향을 정량적으로 평가 또는 예측할 수 있는 수단이 필요하다. 이러한 수단으로서 수질모형을 사용하게 된다. 1960년대 후반부터 본격적으로 연구, 개발되기 시작한 수질모형은 가장 간단하면서도 신뢰도가 높은 QUAL2E(Brown and Barnwell, 1987)에서 부터 점점 복잡하고 상세한 모형으로 발전되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 현재 경기지역의 공업화로 인하여 오염화되고 있는 안성천 유역을 대상하천으로 설정하고 수질오염을 효과적으로 관리하기 위하여 현재의 수질을 파악하고, 수질을 적절히 관리하는 방법이 요구되는 바 이를 위해 QUAL2E 모형에 의해 안성천의 상류부에서 하류부까지 본류 전구간을 대상으로 수질오염 예측을 실시하였다.

1.1 연구방법

대부분의 오염물질은 유량의 증가에 따라 하천의 자정능력으로 인하여 오염도가 감

수원대학교 토목공학과 교수. 안원식.

수원대학교 토목공학과 강사. 김태균.

수원대학교 대학원 석사과정. 양우석.

소하는것이 원칙이나 우리나라의 하천들은 반대 현상을 보이고 있다. 대부분의 하천들이 유량이 증가하면 오염도도 역시 같이 증가함을 알 수 있다. 따라서 유량별 오염물의 정량적 산정을 위하여 경기도 안성천의 양령지역과 현천지역의 실측 자료를 이용하여 각각 오염물의 부하량을 구한 후 하천 유량별 오염물질의 부하량을 산정한 다음, 이에 대한 회기분석을 실시하여 유량별 오염물질 부하량간의 관계식을 구한 후 QUAL2E 모형을 이용하여 유량별 오염물질에 관한 희석유량을 구하고자 한다.

2. 대상 지역

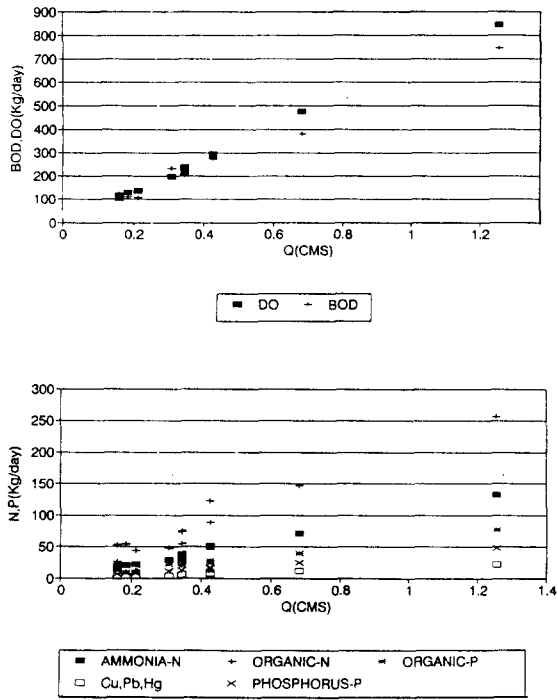
안성천은 유역면적이 1674.4km² 유로연장이 58.2km이며 경기도 안성군 삼죽면 내강리에서 발원하여 서해로 유입되는 강으로서 충청남도과 경기도의 경계선을 이루기도 한다. 북쪽으로는 평택군을 접하고 있고 동쪽으로는 안성시를 가로 지르고 있으며 남쪽으로는 충청남도과 접하고 있다. 따라서 근래 경기지역에 밀집되어 있는 공장지역들로 인하여 안성천의 수질오염의 가능성이 매우 높다고 사려되어지며, 경기지역의 상수원인 안성천의 수질오염을 방지하고 관리하는 차원에서 안성천의 수질예측은 그 중요도가 높다고 할 수 있다. 본 연구에서는 PC를 이용하여 수질을 예측하는 프로그램중 간편하고 신뢰도가 높다고 인정되는 QUAL2E를 이용하여 안성천의 수질예측 시도하였다.

3. 적용 및 결과

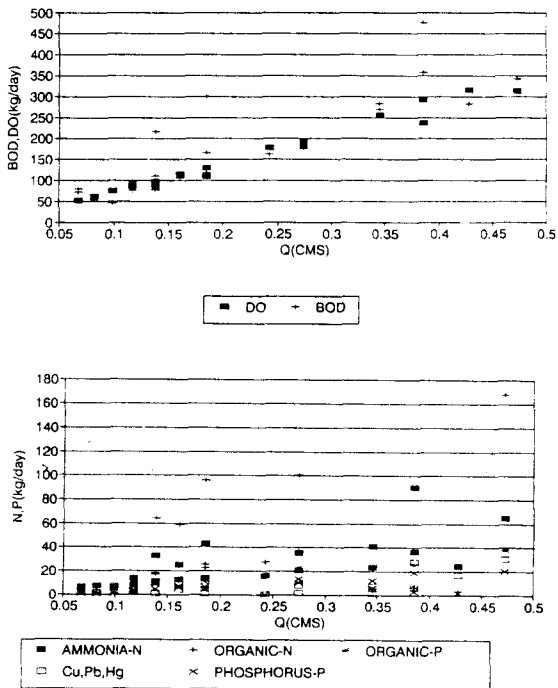
3.1 실측자료의 분석 및 오염부하량식

상류에 위치한 양령과 , 하류에 위치하고 있는 현천의 1990년 부터 1992년까지의 월별 실측 수질자료를 유량별 오염물질 부하량의 변화를 관찰하기 위하여 6월에서 9월까지를 우기로, 나머지 8개월을 건기로 구분하였으며 건기, 우기의 오염물 부하량 총량으로 산정하여 비교해보면 그림3-1과 같다.

그림3-1에서 (a) 는 양령에 대한 우기 동안의 오염물질별 총량을 나타내며 DO는 유량에 따라 증가하고 있으나 BOD는 일관성 없이 나타나고 있으나 대체적으로 유량이 증가함에 따라 증가함을 볼 수 있다.



(a)우기



(b)건기

그림3-1 양령의 유량별 오염물질 부하량

그림(b)는 건기 동안의 오염물질별 총량을 나타내며, 역시 N,P, 금속류 모두 유량이 증가함에 따라 증가함을 알 수 있고 하류로 갈수록 증가함을 볼 수 있다. 양령의 우기때보다 건기때 증금속의 부하량이 많아지고 우기때는 오염물질의 부하량이 유량이 많아짐에 따라 증가함을 보이나 건기때에는 불규칙함을 알 수 있다. 유량이 많아지면 자정능력에 의하여 오염물질의 부하량이 작아지는것이 원칙이나 지금까지 살펴본 바에 의하면 유량의 증가에 따라 오염물질의 부하량이 증가함을 알 수 있다. 이는 갈수기때 유량과 평수위때 까지의 영향을 고려했음으로 유량이 증가함에 따라 오염물질의 부하량은 선형관계로 증가하게 된다. 이러한 원인은 비점오염원의 영향과 유량이 많아짐에 따라 침전되어 있던 오염물질의 부유로 인하여 발생하는 현상으로 판단된다.

3.2 기간별, 유량별 오염도 예측 및 희석유량 산정

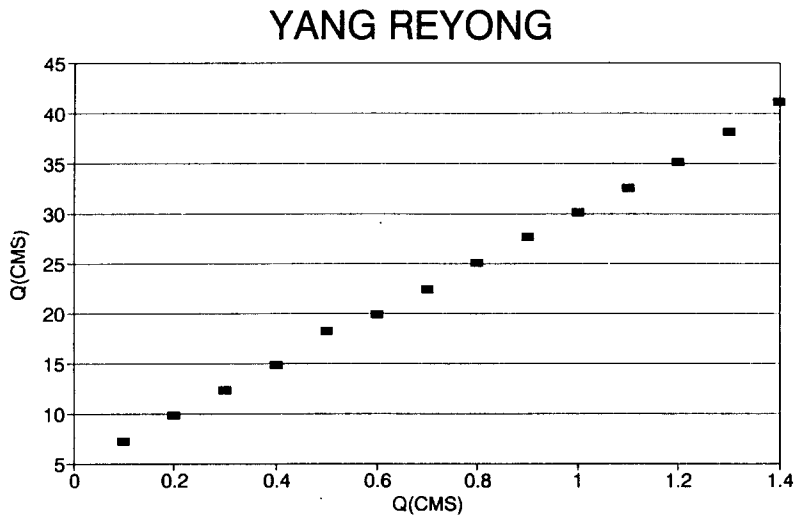
표3-1에서 각 기간별(우기, 건기)로 오염물질 부하량과 유량의 관계를 회기분석식으로 나타내었다.

표3-1 유량별 오염물질 부하량 관계곡선식

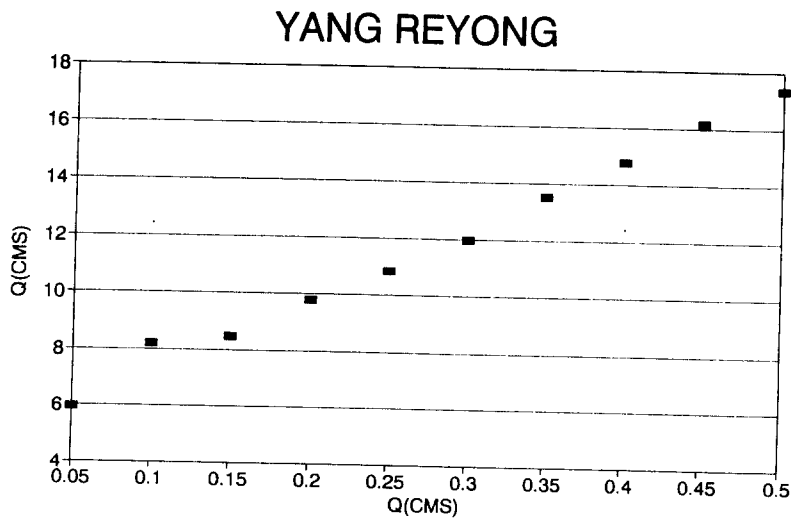
우기		건기	
DO	$Y=666.74X+6.845$	DO	$Y=795.3X+2.31$
BOD	$Y=603.95X+6.483$	BOD	$Y=642.3X+16.43$
ORGANIC-N	$Y=100.30X+7.64$	ORGANIC-N	$Y=144.26X+3.25$
AMMONIA-N	$Y=200.03X+5.43$	AMMONIA-N	$Y=374.24X-12.25$
ORGANIC-P	$Y=59.26X+1.4$	ORGANIC-P	$Y=85.08X+5.48$
PHOSPHORUS-P	$Y=38.46X+1.37$	PHOSPHORUS-P	$Y=41.58X+7.21$
Cu, Pb, Hg	$Y=19.52X+1.23$	Cu, Pb, Hg	$Y=65.76X+4.89$

표3-1에서 X는 독립변수로서 유량(CMS)이며 Y(kg/day)는 각 유량에 의해 영향을 받는 종속변수로서 각 오염물질의 부하량을 의미한다. 우기와 건기의 회기분석식을 비교하여 보면 회기분석식 모두가 우기보다는 건기때 기울기가 급함을 보이고 있음을 알 수 있다. 표3-1의 회기분석식을 이용하여 우기, 건기에 대하여 각각의 유량별 오염물질 부하량을 QUAL2E모형에 적용하여 우기의 경우에는 유량을 0.1CMS씩 증가시켜 1.4CMS까지의 유량별 부하량을 산정하고, 건기에는 0.05CMS씩 증가시켜 0.5CMS까지 유량별 부하량을 산정한 후, 이를 농도기준으로 환산한 다음에 QUAL2E에 적용하여 2급수 기

준으로 희석용수를 구하였으며, 하천유량별 희석용수를 도시해 보면 그림3-2와 같다.



(a)



(b)

그림3-2 하천유량별 희석용수

* 감사의 글 : 본 연구는 한구과학재단의 새만금유역 실시간 물관리를 위한 수자원 관리시스템 연구(과제번호 92-29-00-03)의 일부로서 수행되었음을 밝히며 연구에 많은 지원을 아끼지 않은 재단측에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) Brown, L.C. and Barnwell, T.O., The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS: Documentation and User Manual, EPA/600/3-87/007, U.S. Envir. Protection Agency, Envir. Res. Lab., Athens, GA., (1987).
- 2) Masch, F. D., and Associates, and the Texas Water Development Board. Simulation of Water Quality in Streams and Canals. Theory and Description of the Qual-1 Mathematical Modeling system., (1971).
- 3) U. S., E. P. A., Computer Program Documetation for the Stream Quality Model Qual-2., (1973).
- 4) U. S., E. P. A., Computer Program Documetation for the Enhanced Stream Water Quality Model QUAL2E., (1973).
- 5) 경기도, “안성천 하천정비 기본계획서”, (1988).
- 6) 전경수, 이길성, “QUAL2E 모형에 의한 한강수계 수질모델링”, 한국상하수도학회지, 제 1권, 제4호, (1994), pp.695-702.
- 7) 전경수, 이길성, “QUAL2E 모형의 한강수계 적용”, 한국상하수도학회지, 제1권, 제4호, (1994), pp.581-594.
- 8) 한국건설기술연구원, PC용 하천관리 모델의 발전 (1), 建技研 97-EE-113, (1987).
- 9) 韓國環境年鑑, (1984 - 1990).
- 10) 환경처, “환경 정책 기본법”, (1990).
- 11) 환경처, “환경보전법”. (1989).