P-5

금강수계의 수질관리를 위한 QUAL-2E 모델의 적용(Ⅰ)

- 모델입력인자 산정 및 자생BOD 평가 -

김종구, 이지연
군산대학교 토목환경공학부

1. 서 론

금강은 전라북도 장수군 장수읍 용연리 신무산에서 발원하여 대청댐을 거쳐 대전, 공주, 부여 등의 중소도시를 통과하여, 군산과 장항 사이에 위치한 하구를 통하여 서해안으로 흐르는 유로 연장 412Km, 유역면적 9,886 km^2에 이르는 남한 제3의 하천이다(Chung,1983).

우리나라 4대 하천 중에서도 오염원이 상대적으로 적었던 금강은 수질이 우수하고 수량이 안정적인 편이었으나, 최근 들어 우리나라 중부권의 급속한 발전에 따른 용수수요의 증가 및 오염부하량의 증가로 인하여 수량확보 및 수질관리에 있어 문제가 대두되고 있다.

대청댐 이하의 금강 하류부는 경사가 낮아 유속이 지체되면서 수질이 저하되고, 금강 주변의 공단에서 배출되는 하·폐수 및 중소도시의 생활하수에 의한 영향을 직접 받고 있으며, 이로 인한 수계의 영양단계가 부영양화 단계로 진행되고 있어 종합적인 수질관리 대책수립이 시급한 실정이다.

금강 수질에 관한 최근 연구에서 금강 수질이 3등급을 초과하였으며, 영양염 농도수준이 부영양상태를 나타낸다고 보고(유등,1999)하고 있다.

우리나라에서 하천의 수질관리를 위해 일반적으로 이용하는 수질인자인 BOD는 크게 외부오염원으로부터 기인되는 유기물과 내부의 영양염을 이용하여 성장하는 조류에 의해 기인되는 자생유기물(자생BOD)로 나타낼 수 있다. 하천관리를 위하여 BOD의 부하를 감소시키기 위한 대안으로 이용되는 2차처리의 하수 및 폐수처리장 건설로는 하천 자체에서 유발되는 자생유기물을 처리할 수 없어 적절한 하천 수질관리대안이 되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 금강수질의 종합적인 관리 대안을 제시하기 위해서는 이러한 자생유기물을 고려하여 보다 정확한 장래의 수질 평가 및 예측을 해야 한다고 판단된다.

자생BOD에 관한 연구는 낙동강에서 식물플랑크톤의 생산이 BOD에 미치는 영향(이수웅,1995)과 낙동강에서의 자생 BOD를 고려한 수질관리 연구(신성교,1996; 백경훈,1998)가 있으나, 금강수계에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 QUAL2E모델을 이용하여 자생BOD를 고려한 금강 수질관리 대안을 제시하기 위한 기초조사로, 수질이 가장 저하되는 하계의 본류와 지류의 수질을 조사하고, 모델입력인자의 정확성을 위하여 배양실험을 통하여 영양염과 Chl.a와의 상관관계를 밝힘으로써 조류성장속도 및 반포화계수를 도출하며, 또한 Chl.a와 유기물항목간의 상관관계를 밝혀 조류에 의해 유발되는 자생 BOD평가하는 것이 목적이다.

2. 연구내용 및 방법

2.1: 대상유역 및 수질조사

본 연구는 금강하구둑을 기점으로 상류 130Km 지점에 위치한 대청댐까지의 중·하류역 구간을 연구대상으로 하였다. 현장조사는 본류 6개 지점과 지천 4지점을 대상으로 하계 갈수기인 6월에 수질조사를 실시하였다. 본류 지점은 대청조정지댐지점과 갑천과 미호천이 유입된 금남지점, 부여지점과 공주지점, 금강물이 저류되는 강경지점, 최하류부인 군산하구둑지점으로 정하였으며, 지천은 갑천, 미호천과 그 지류인 조천, 유구천으로 정하였다(Fig.1).

하천에서의 조류의 성장속도측정 및 배양실험을 위하여 공주와 부여지점에서 시료를 채수하여 실험실에서 분석을 행하였다.

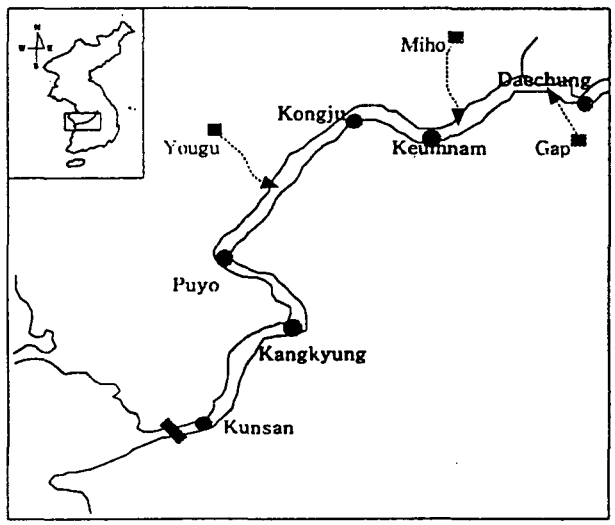

Fig. 1. Sampling stations in the Keum river.
(●:the Keum river, ■:Tributaries)

수질분석은 Standard method(1989)와 수질오염공정시험법(1994)에 의해 정량분석 하였다. 측정항목은 일반항목으로 수온, pH, DO, BOD, COD, SBOD, SCOD, TSS, VSS, Chl.a를 측정하였고, 영양염류로서 NH_4^+-N, NO_2^--N, NO_3^--N, PO_4^{3-}-P, TP, TKN를 측정하였다.

2.2. 모델 입력인자 산정

가. 식물플랑크톤의 영양염류 섭취속도 및 비성장속도

식물플랑크톤의 영양염류 섭취속도 및 비성장속도 측정을 위하여 부여와 공주지점에서 채수 후 실험실로 운반하여 동물 플랑크톤의 포식을 막기 위하여 200μm net로 여과하여 동물플랑크톤을 제거한 다음 사용하였다. 식물성 플랑크톤의 성장에 필요한 영양

염 보충을 위하여 여기에 무기영양염(NH_4Cl, K_2HPO_4)을 첨가하여 실시하였다. 빛은 항온기내에 조명시설을 설치하여 조도 7000lux이상으로 하였고 수온은 항온기를 이용하여 25℃로 일정하게 유지시켰다. 무기영양염은 초기실험농도가 암모니아성 질소의 경우 40μM 이상, 인산인의 경우 5μM 이상 되도록 주입하였다. 영양염을 첨가한 후 Chl.a 및 영양염의 초기농도를 측정한 다음 12시간 간격으로 계속 반복하여 측정하였다.

질소와 인의 섭취율(uptake rate : V)과 반포화상수(Ks)는 Michaelis -Menten식으로 구하였으며, 최대섭취율(Vmax)과 반포화상수(Ks)값은 직선식으로 변형하여 계산하여 구하였다.

나. 자생BOD 평가를 위한 배양실험

금강에서의 자생BOD 평가를 위하여 배양실험을 통하여 조류와 BOD와의 관계를 조사하였다. 공주와 부여에서 채수한 시수에 대하여 영양염을 공급한 조건 및 공급하지 않은 조건에서 11일간 배양 실험을 실시하였다.

영양염 공급을 위해 N을 0.6ppm. P를 0.15ppm을 첨가한 시료수와 첨가하지 않은 시료수를 20ℓ 유리병에 10ℓ씩 채운 다음 BOD부란기에 넣어 배양실험을 하였다. 빛은 형광등을 사용하여 조도 7000lux이상이 되게 하였고, 온도는 약 25±0.5℃로 일정하게 유지하였다. 배양 후 조류의 성장에 맞춰 24시간 간격으로 측정하였고, 측정항목으로는 Chlorophyll a, BOD, COD를 측정하였다.

3. 결 론

자생BOD를 고려한 금강 수질관리 대안을 제시하기 위한 기초조사로서, 하계의 금강 본류와 지류의 수질특성을 조사하고, 영양염과 Chl.a와의 관계를 통한 조류성장속도 및 반포화계수의 도출과 Chl.a와 유기물항목간의 상관관계에 의한 자생 BOD를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

금강의 하계 수질은 BOD의 경우 3~4급수에 해당었고, 하천수의 영양상태가 매우 높아 부영양하천의 특성을 나타내고 있었다.

지천의 오염부하량은 부여지점에 대해 미호천이 BOD 64.07%, 암모니아 질소가 26.36% 그리고 인산인이 46.08%인 것으로 나타나 금강의 수질에 가장 큰 영향을 미치는 지천으로 나타났다.

조류에 의한 영양염 섭취속도를 산출한 결과 암모니아 질소에 대해서는 0.4400 $\mu g \cdot at/l/hr$ 이고 인산염 인에 대해서는 0.1652 $\mu g \cdot at/l/hr$로 최대섭취속도를 나타내었다.

조류에 의한 비성장속도는 암모니아 질소의 경우 1.2525 hr^{-1}로 나타났으며 인산인의 경우 1.5177 hr^{-1}로 비성장속도를 나타내었다.

자생BOD를 평가하기 위한 배양실험 결과, Chlorophyll a의 BOD로의 전환율이 0.045~0.073(평균 0.063)을, COD로의 전환율이 0.137~0.182(평균 0.151)의 계수값을 나타내었다.

4. 참고문헌

Chung,J.Y., J.H. Lee and H.S. An., 1983, Circulation Dynamics of the Keum River Estuary Ⅰ. Variability of the Salinity Boundary Layer. J. Oceanogr. Soc. Korea, 18(2).

유선재,김종구,권태연,이석모, 1999, 금강의 부영양화 현상에 관한 연구, 한국환경과학회지, 8(2), 155~160.

최병현, 1993, 금강하류부 수질변동에 관한 연구. 전북대학교 환경공학과 석사학위논문

이수웅, 1995, 낙동강에서의 Chlorophyll a 와 BOD와의 상관관계. 석사학위논문, 부경대학교.

신성교, 1996, 자생 BOD를 고려한 낙동상의 수질관리. 석사학위논문, 부경대학교.

백경훈, 1998, 낙동강유역의 수질오염 부하량산정. 석사학위논문, 부경대학교.

APHA, AWWA, WPCF, 1989, Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 th ed.

Michaelis.L and M.L.Menten, 1913, Biochemiche zeitschrift, 49.

Thomann,R,V., D.M.Toro and D.J.O'Connor, 1974, Preliminary model of potomac estuary phytoplankton. ASCE, J. Environ. Engr.div, Vol 100.

Di Toro.D.M. and J.F.Connolly, 1980, Mathematical models of water quality in Large lakes. Part Ⅱ.

Salas.H.J. and R.V.Thomann, 1978, A steadystate phytoplankton model of Chesapeake bay. Journal WPCF, Vol 50, No 12.