

# EFDC-Hydro와 WASP7.2를 이용한 금강하류 2차원 동역학수리 및 수질 모의

## 2-Dimensional Hydrodynamic and Water Quality Analysis of Water Quality of the Geum River using EFDC and WASP7.2

서미진\*, 서동일\*\*, 이용성\*\*\*, 윤진호\*\*\*\*

MiJin Seo · DongIl Seo · YongSung Lee · JinHo Yun

### 요 지

본 연구에서는 금강의 하류부의 시간적 공간적 수질변화를 자세하게 분석하기 위하여 3차원 수리동역학 모델인 EFDC 와 비정상상태 수질모델인 WASP 7.2와 를 연계 적용하였다. 본 연구의 대상 구간은 금강하류 부중 대청댐 조절지 방류구 지점부터 공주의 정안천 유입 직전까지 총 48km의 구간이다. 하천의 수심별 수질은 일정하다고 가정하였으나 폭방향의 수질은 좌·중·우로 3개의 소구간으로 나누고 하천의 흐름 방향으로 나누어 전체적으로는 2차원적으로 구분하였다. 하천의 바닥 형상을 이용하여 모델 격자를 구성하였으며 수리모델은 건교부의 수위자료를 이용하여 보정하였고 수질자료는 환경부의 수질측정망 자료를 이용하여 보정하였다. 2차원 수리동역학-수질 연계모델링 결과, 대전 갑천이 유입되고 난 후의 청원지점에서 그리고 청주지역의 영향을 포함하는 미호천이 유입되고 난 연기 지점 그리고 본 연구의 최하류인 공주지점에서는 하천의 폭 방향으로 상당한 수질 차이가 있음을 확인하였다. 이는 대전 갑천 또는 청주 미호천 등이 유입된 이후 효과적으로 혼합되지 않는다는 것을 의미한다. 이는 해당지역의 수질시료 채취 위치에 따라 수질에 현격한 차이가 있을 수 있다는 것을 나타내며, 현재 환경부 수동측정망의 시료채취 방법을 고려하여 불때 하천 수질의 대표성을 나타낼 수 있는가 하는 문제의 차원에서 매우 심각하게 받아들여져야 할 것으로 생각된다. 한편, 현재 우리나라에서 시행되고 있는 오염총량관리제나 대부분의 환경영향평가에서는 하천의 폭 방향의 수질 차이에 대한 고려가 전무하며 이에 대한 전면적인 재검토가 시급하다고 판단된다.

**핵심용어 : EFDC, WASP7.2, 폭별 수질모의**

### 1. 서 론

자연계의 하천환경에는 복잡하고 다양한 수질변화 요인이 지속적으로 발생하며 이는 정확한 수질모의를 하는데 많은 어려움을 나타내고 있다. 본 연구대상 지역에서 금강으로 유입되는 주요 지류는 갑천과 미호천 이 있으며 이들은 금강의 수질에 결정적인 영향을 미친다.

본 연구에서는 수질에 영향을 미치는 요인들에 의한 금강 하류부의 시간적·공간적 수질변화를 자세하게 분석하기 위하여 모의구간 48km에 대해 폭방향으로 좌·중·우로 나누어 모의를 실시하였으며, 결과를 통하여 하천의 정확한 수질 모의 및 모델의 적용을 위해 필요한 요소에 대하여 토의하였다.

\* 비회원·충남대학교 환경공학과 석사과정·E-mail : mjseo1020@nate.com

\*\* 정회원·충남대학교 환경공학과 교수·E-mail : seodi@cnu.ac.kr

\*\*\* 비회원·충남대학교 환경공학과 석사과정·E-mail : macnb81@nate.com

\*\*\*\* 비회원·충남대학교 환경공학과 석사과정·E-mail : jinho-yoon@hanmail.net

## 2. 본 론

### 2.1 연구범위의 구성

본 연구는 3차원 수리동역학 모델인 EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code\_Hamrick, 1996)와 비정상상태 수질모델 WASP 7.2(Water Quality Analysis Simulation Program\_Wool and Ambrose, 2006)를 연계·적용하여 수행되었다. 모의구간은 대청댐 조절지 지점부터 공주의 정안천 유입 직전까지 총 48km를 기준으로 하였다. 하천의 소구간에서 수십별 수질 차이는 무시하였으며, 폭방향의 수질은 좌·중·우 3개의 소구간으로 나누고 하천의 흐름 방향으로 167개로 나누어 전체적으로 총 501개의 segment를 2차원적으로 구성하였다.

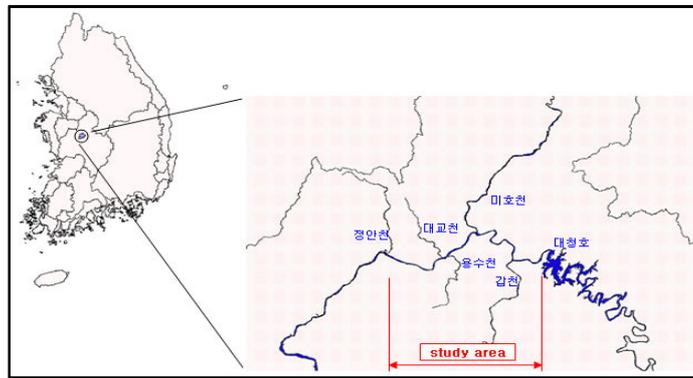


Fig 1. The study area in the Geum River watershed

### 2.2 EFDC의 적용

EFDC 모델의 입력 자료인 하상고도 자료는 금강 하천정비기본계획의 CAD자료를 이용하였으며 대청댐 방류량은 일일방류자료를 이용하였다. 기상자료는 청주기상청의 2005년 각 월의 평균자료를 이용하여 입력 자료로 사용하였다. 유량보정은 건교부의 매포·금남·공주수위표를 이용하여 각 지점의 실측수위와 비교하였으며 보정한 후의 결과는 다음과 같다.

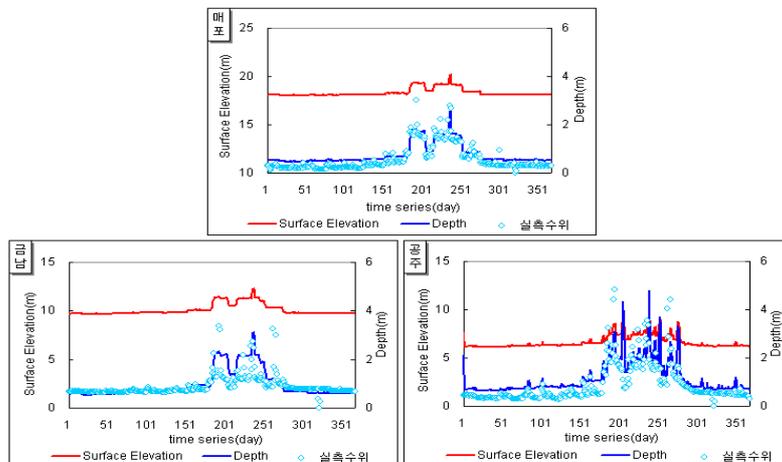


Fig 2. Result for water surface elevation calibration

## 2.3 WASP7.2의 적용 및 분석

WASP 모델을 수행하기 위한 입력자료는 「충청남도 금강 오염총량관리 기본계획 2004. 8」을 이용하였으며 지류(갑천, 미호천, 용수천, 대교천)의 유량자료는 용담댐의 영향이 존재하지 않던 1991년부터 2000년까지 대청댐 10년 평균유량을 이용하여 유역면적비로 산정하였다. 모의 시 수질 항목의 변화에 영향을 줄 수 있는 매개변수의 값은 모의결과와 실측수질과의 비교를 통한 시행착오적인 방법으로 산정하였다. 다음은 수질 보정의 결과를 나타낸다.

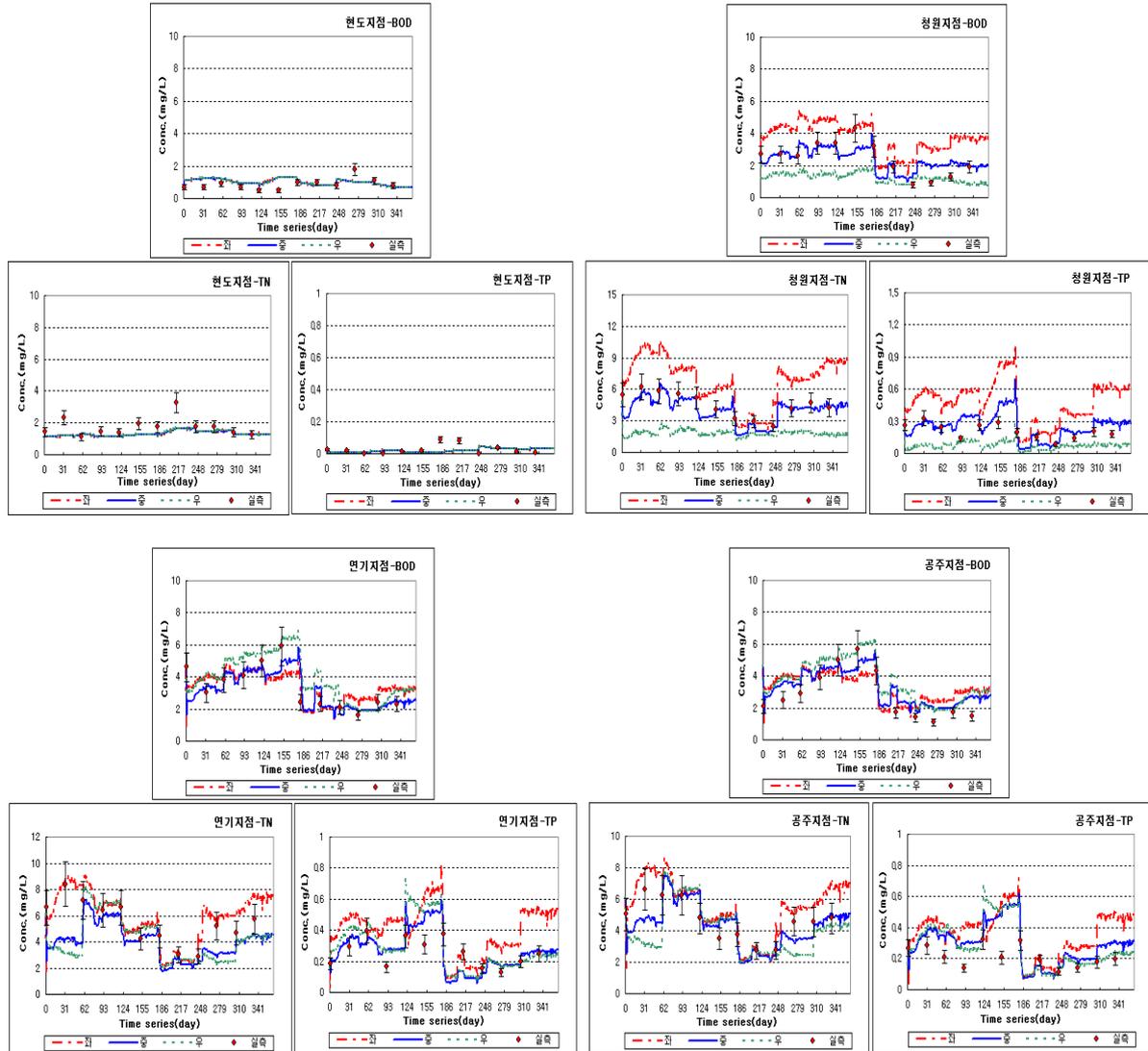


Fig 3. Results on Points in 2005

Fig. 3 에 나타난 바와 같이 상류 경계지역인 현도지점을 제외한 나머지 측정지점에서는 좌·중·우 폭별로 매우 큰 수질차이를 나타내는 것을 알 수 있다. 갑천이 유입된 후에는 갑천이 유입되는 좌안에서, 미호천 유입된 후에는 미호천이 유입되는 우안에서 수질 농도가 급격히 상승하는 것을 알 수 있으며 하류방향으로 흐르면서 확산 및 희석에 따라 하천의 폭방향으로 수질 차이가 점차 감소되는 것을 알 수 있다.

이러한 주요 지류의 유입에 의해 나타나는 하천의 폭별 농도의 차이가 반응에 소요되는 시간의 차이에

의한 것인지를 판별하기 위하여 폭별 체류시간을 비교해 보았다. 각 지점의 폭별 체류시간의 차이는 약간씩 존재하나 본 연구대상 지역의 전체적인 폭별 체류시간은 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 본 연구대상지역의 하상 경사가 비교적 큰 관계로 유속이 빠르기 때문에 나타나는 현상으로 분석된다.

따라서 본 연구 대상 지역은 주요 지류가 유입된 이후 하천 폭방향으로 심각한 수준의 농도차이가 존재하며, 이는 추후 대표성 있는 수질분석을 위해 매우 중요한 사항으로 간주되어야 한다고 판단된다.

### 3. 결 론

현재 우리나라는 대형 국책사업이나 수질관리 방안을 평가하는 데에 수질모델을 널리 사용하고 있으며 그 적용 범위도 증가되고 있다. 그러나 정확한 수질 모의를 위해서는 그에 필요한 자료 및 조사가 뒷받침 되어야 한다. 우리나라의 하천 수질자료와 유량 자료는 서로 상관관계가 없는 가운데 각각 수집되는 경우가 대부분이며 수질모델링 자료로서 함께 사용되기 어려운 경우가 대부분이다. 따라서 정확한 수질모의를 위해서는 모델에 필요한 적절한 자료의 입력이 필수적이며 현재의 수질측정방식은 목적에 따라 사용할 수 있는 방식으로 개선되어야 한다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. 건설교통부 대전지방국토관리청(2002), 금강 수계 하천정비기본계획 보고서
2. 충청남도(2004), 충청남도 금강 오염 총량관리 기본 계획
3. 금강수계관리위원회(2005), 모형 parameter 정보 DB화 1년차(연차) 보고서(초안)
4. 금강수계관리위원회(2006), 정상·비정상 모델링 기법개발 및 적용성 평가 2년차(최종) 보고서
5. 건설교통부 대전지방국토관리청(1992), 금강 수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정 보고서
6. 유하나(2007), 3차원 수리동역학 모델 EFDC 및 수질모델 WASP7.2 동시적용을 통한 정상상태 수질모델링 오차원인 분석, 충남대학교 환경공학과 석사학위 논문
7. 서동일, 이정우(2005), WASP7.0을 위한 3차원 수리 모델, EFDC-Hydro(Environmental Fluid Dynamics Code)의 활용에 관한 연구, *대한환경공학회 춘계학술대회*, Vol.2005, No.0, pp. 431-436.
8. Chapra, S. (1997), Surface water quality modeling, McGraw-Hill Inc
9. EPA (1985), Rates, Constants, and Kinetics Formulations In Surface Water Quality Modeling(Second Edition)
10. Paul M. Craig (2004), User's manual for EFDC\_Explorer: A Pre/Post Processor for the Environmental Fluid Dynamics Code(<http://www.epa.gov>)
11. The Water Quality Analysis Simulation Program, WASP6 User's Manual, Robert b. Ambrose et al, (<http://www.epa.gov>)