

동적 하천수질모형을 활용한 증가방류 모의



노 준 우 ▶▶▶

한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원
jnoh@kwater.or.kr



이 상 옥 ▶▶▶

한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원
lsu@kwater.or.kr



정 성 태 ▶▶▶

한국수자원공사 수자원연구원 위촉연구원
jst9711@kwater.or.kr

1. 서론

우리나라 하천은 하상계수가 높아 갈수기에는 자정능력이 급격히 저하되어 환경기초시설에만 의존한 수질보전대책에는 한계가 있다. 따라서 댐에 의해 조절되는 하천에서는 적절한 하천유지유량의 확보는 물론, 하류 하천의 수질악화와 사고에 대비한 댐 운영이 요구되며, 이를 기술적으로 지원할 수 있는 동적인 하천수질모형의 개발이 필요하다.

동적수질모형은 하천의 수질을 고려한 댐 용수공급 의사결정을 지원하기 위해 강우유출과 댐 방류량 증가와 같은 부정류 흐름상태에서 하천의 수질변화를 해석할 수 있는 비정상상태(unsteady state) 수질 예측을 위하여 개발되었고 최상류단에서의 유량변동

뿐만 아니라 지천의 유량 및 수질인자에 대한 시·공간적 변동을 모의할 수 있다. 본 고에서는 방류량 증가유무에 따른 수질변화 및 수질개선 효과분석과 연계하여 동적수질모형의 적용사례를 소개한다.

2. KoRiv1 동적수질 모의모형

KoRiv1 모형은 수자원연구원이 미 공병단에서 개발된 CE-QUAL-RIV1모형을 기반으로 동적상태의 수질모의를 수행하고자 개발한 모형이다. 본 모형은 수리 및 수질모형의 2가지 독립적인 모듈로 구성되어 있으며 full dynamic equation을 풀이한 수리해석 결과를 바탕으로 수질모의를 수행한다. 먼저 수리해석을 통해서 유량, 유속, 단면적, 수심 등의 수리학적 인자들을 파악한 다음 이를 기반으로 이송확산 방정식에 의한 수질해석을 수행하게 된다.

수리해석모형은 지하수와 같은 측면류 흐름과 다중 지류하천의 모의가 가능하며 경계조건 정의에 따라서 정상상태의 모의도 가능하다. 한편 수질해석은 수온, CBOD, 용존산소 등의 기본적인 수질인자 외에도 유기질소, 암모니아 질소, 질산성 질소, 유기인, 용존 인, 조류, 용존 철, 용존 망간 및 대장균의 12가지 수질 항목 모의가 가능하다.

모형의 GUI는 .Net framework를 기반으로 작성되었으며 수리 및 수질모형의 입력자료, 초기조건, 그리고 출력결과 조회창으로 구성되어 있다. 그림 1에 KoRiv1 수리해석 모듈의 입출력 자료처리 화면을 제시하였다. 수리해석에 필요한 자료로는 상하류 경계조건, 하천단면자료, 하도단면자료 등이 있으며 모의기간, 중력가속도, 그리고 노드개수 등의 기본적

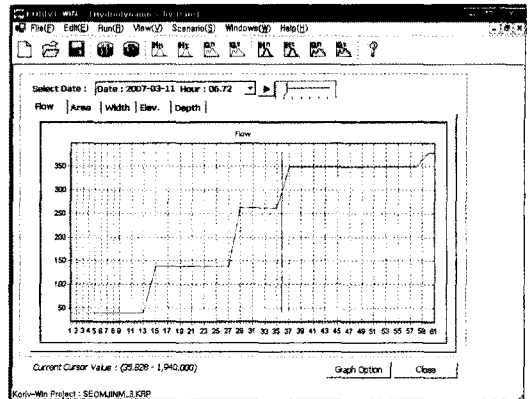
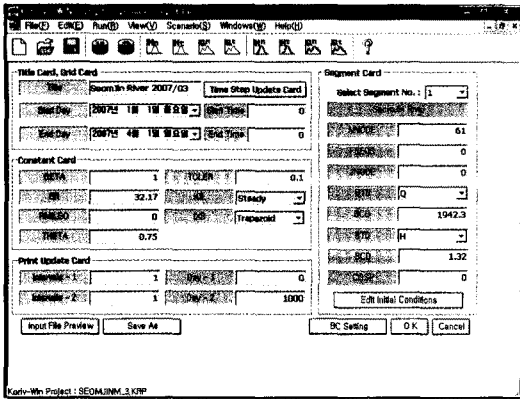


그림 1. 수리해석 Pre, Post-Processor

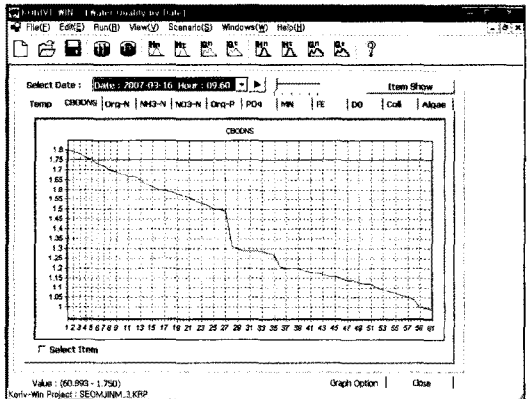
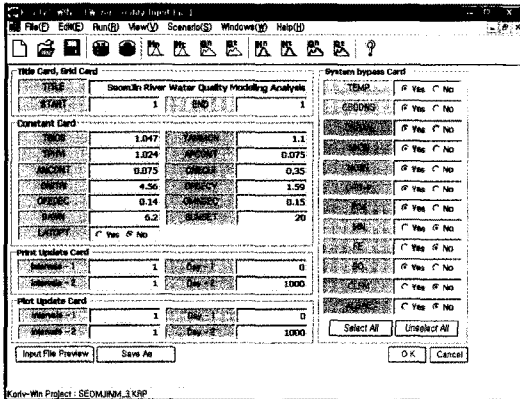


그림 2. 수질해석 Pre, Post-Processor

인 자료를 입력해 주어야 한다. 수리해석을 위하여 상하류단 경계조건 및 지류유입조건을 지정하고 이들에 대한 초기치를 지정한 후 모의를 수행하면 유량, 단면적, 수심 등의 항목에 대하여 지점별 혹은 날짜별로 그래프 및 텍스트 형태로 수리해석 결과를 얻을 수 있다.

수리분석결과를 확인한 다음 대상 수질항목을 지정하고 수질모의를 수행하게 된다. 그림 2로부터 총 12개의 수질항목에 대하여 모의가능함을 알 수 있으며 이들 수질인자별 반응계수 및 초기치를 입력한 후 모의수행을 거쳐 수리해석 모형과 마찬가지로 수질변동 분석결과를 지점별 혹은 시간별로 확인할 수 있다.

3. 모형의 적용

모형의 적용을 위하여 2008년 상반기 시행된 증기방류 사상에 대하여 한강, 금강, 낙동강, 및 섬진강 4대강 수계에 대하여 모형을 구축하였고 여기서는 섬진강 수계를 대상으로 모의결과를 제시하였다.

3.1 대상유역

섬진강 수계의 유역도와 모식도는 그림 3에 제시하였다. 모의 대상구간은 섬진강댐부터 하구까지 약 136km 구간을 선정하였으며 61개의 Node로 구성된 본류구간과 4개의 지류, 6곳의 수위 관측 지점을 고려하였다. 섬진강 수계의 주요하천을 살펴보면 섬진강 본

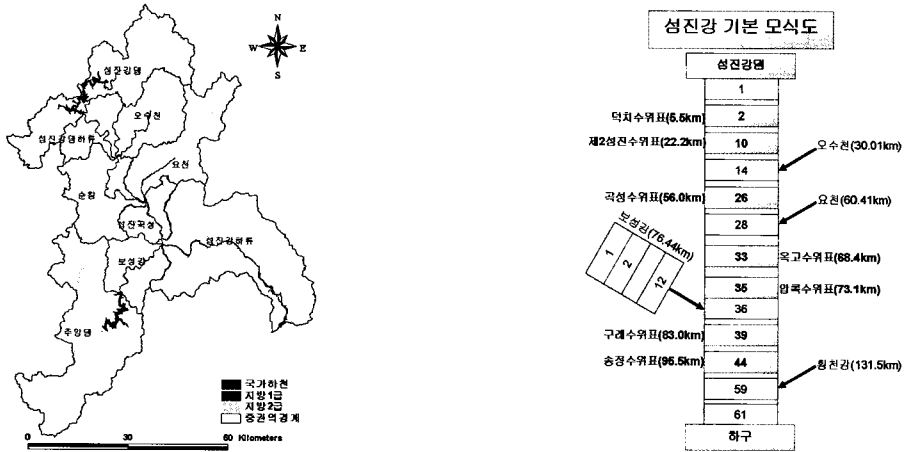


그림 3. 대상유역도 및 모식도

류, 요천, 보성강 등 국가하천을 비롯, 오수천 및 황천강 등 다수의 지방 1, 2급 하천들이 존재한다. 모식도에는 각 수위표 지점 명칭 및 유하거리, 댐으로부터 지류 합류점까지의 거리를 표시하였고 섬진강 본류로 유입되는 주요하천별 현황은 표 1에 정리하여 나타내었다.

3.2 모의조건

방류량 변화에 따른 동적 수질변동을 파악하고자 2

표 1. KORIV1 모의 유입지류 현황

하천명	하천등급 (km)	유로연장 (km)	하천연장	유역면적 (km ²)
섬진강	국가	223.86	173.3	4959.79
오수천	지방1	37.65	22.0	370.95
요천	국가	60.00	17.9	485.70
보성강	국가	120.3	46.8	1246.70
황천강	지방2	32.85	30.0	158.43

차례에 걸쳐 실시된 증가방류기간에 대하여 모의를 실시하였다. 모의 대상기간은 3/7 ~ 3/21까지, 그리고 4/23 ~ 5/7까지로 선정하였다. 수리모형 (KoRiv1H) 모의시 사용된 상류단 경계조건은 실측방류량을 사용하였으며, 증가방류를 실시하지 않을 때의 유량은 플러싱방류 전·후의 유량을 선형 보간하여 산정하여 두가지 사상에 대하여 비교분석하였다. 섬진강 수계의 유량변동양상은 그림 4에 제시하였고 1차 방류기간동안 0.1 m³/s ~ 3.2 m³/s에 달하는 증가방류가 실시되었으며, 2차 방류기간동안의 방류량 증가는 최대 1.9 m³/s에 달하는 것으로 파악되었다.

3.3 모의결과

1, 2차에 걸쳐서 실시한 증가방류시 모의수행을 실시하였으며 모형의 검보정 결과를 그림 5에 나타내었

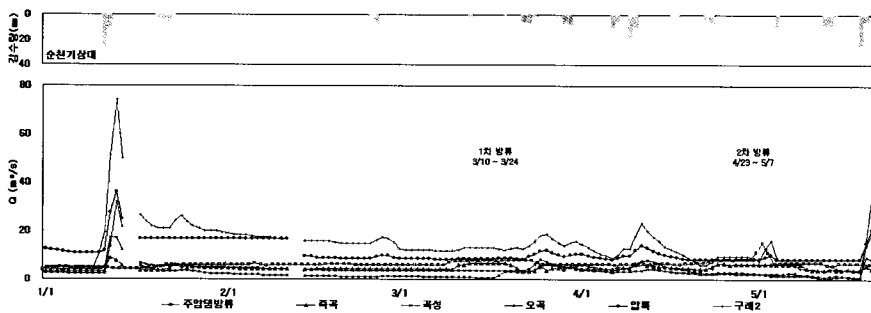


그림 4. 주암(본)댐 방류량 및 위치별 유량

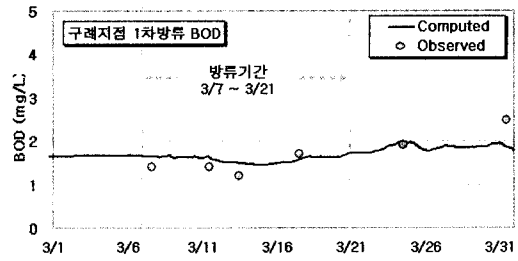
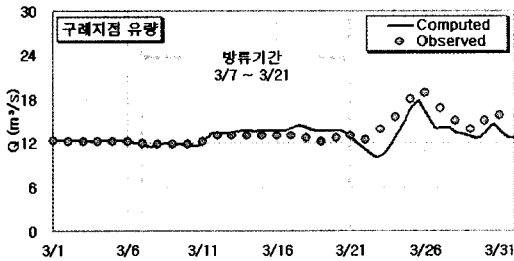


그림 5. 구레 수위표지점에서의 수리 및 수질모의결과 비교

표 2. 구레 지점에서의 수질 개선 효과

단위 : %

항목	1차 방류				2차 방류			
	BOD	DO	TN	TP	BOD	DO	TN	TP
최소	0.5	0.83	0.03	0.10	0.6	0.1	0.01	0.2
최대	11.1	0.93	16.4	17.7	6.0	1.0	9.1	6.5

다. 보성강 합류직후인 구레수위표 지점에 대하여 모의결과를 실측치와 비교하여 나타내었으며 증가방류 유·무에 따른 BOD, DO, TN, TP에 대한 농도를 비교 표 2에 제시하였다. 분석결과 수질 항목별로 차이는 있으나 섬진강 본류의 수질은 전반적으로 모의시 고려된 수질항목에 대하여 개선효과를 보이고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

본 고에서는 수자원연구원에서 개발한 동적하천수질모형인 KoRiv1을 활용하여 저수지 방류량 변화에

따른 수질변동을 모의하였다. 모형의 적용을 위하여 상반기에 실시된 증가방류시 섬진강 수계를 대상으로 수리 및 수질모의를 실시하였으며 실측치와 비교를 통하여 모형의 적용성을 입증하였다. 이러한 모의결과를 바탕으로 증가방류 유무에 따른 수질개선정도를 서로 비교 분석하였으며 BOD, TN, TP등 주요 수질항목에 있어 방류량 증가에 따른 수질개선효과를 정량적으로 분석, 제시하였다.

KoRiv1 모형은 하류단 수질사고에 대비한 저수지 운영을 지원하고자 개발된 모형이다. 모의결과를 시간별로 Table 혹은 및 그래프 형태로 제시할 수 있어 저수지운영자 입장에서 하류하천의 유량 및 수질변동을 신속하게 파악할 수 있다. 이러한 장단기 수질분석을 통하여 하류하천의 수질을 고려한 저수지운영에 그 활용도가 매우 높을 것으로 기대된다.