

수문조작에 의한 서낙동강 수질개선방안 연구

박재현, 박창근, 윤상훈, 이동기

1. 서낙동강 유역의 특성

서낙동강 유역의 면적은 303.09 km², 유로연장은 18.5 km에 이르는 구형을 이루는 유역으로 평균 수면적이 7.8 km²이며, 저수량은 1,840만 m³으로 농업용수로 사용하기 위해 설치한 수문에 의해 1년 중 대부분의 기간동안 수피가 정체되어 있으며, 특히 농업용수의 사용량에 따라 수위의 변화가 매우 심하며, 강우가 집중되는 하계(6월-9월)에 일시적인 방류에 의하여 수층의 교환이 한시적으로 일어나는 등 독특한 수문학적 특성을 가진다.

2. 서낙동강의 수질저하 원인

낙동강 본류에 비하여 서낙동강의 수질이 저하되는 것은 여러 원인들이 있을 수 있겠지만, 가장 큰 원인으로서는 상, 하류의 두 수문에 의하여 서낙동강 수역내 수피가 장기간 정체되기 때문이다. 수피가 정체되면 수역내 유속이 저하되는데, 이는 유사 퇴적특성에 직접적인 영향을 주게 되어 하상에 퇴적되는 유사 입경에 영향을 주게 된다. 서낙동강 내의 하상재료는 강물내 부유물질이 유속 저감에 의하여 침강하므로 실트질이 많은 사질토가 될 것으로 예상되며, 하상에 퇴적된 오니는 흐름에 의하여 이송되지 않으므로 계속하여 질소, 인, 중금속 등의 오염원이 누적되고, 결국 정체되어 있는 수피로부터 이들 오염원이 용출되어 6월에서 9월에 이르는 기간동안 녹조를 발생시키는 등 전반적인 수질지표가 악화된다.

3. 수량조절을 통한 수질개선 방안

위에서 언급한 수질관련 문제들은 자연 유하하지 않는 호소형 하천이 가
인제대학교 토목공학과

지는 공통적 특성이라 할 수 있다. 이를 해결하기 위한 가장 기본적 방안은 수문조작을 통하여 수역 내의 유속을 적절히 조절하고, 이를 통하여 수질개선을 확보하는 것이다. 현재 녹산 및 대동수문의 조절은 계획이 없는 실정이며, 특히 4월부터 10월까지는 수문조절을 거의 하지 않고 있어 과도한 영양염류의 유입, 긴 체류시간으로 인하여 녹조류가 번성하는 것으로 조사되고 있다. 지난 몇 년간 일부 수문조절을 통하여 수질개선이 시도된 적은 있으나 과학적 근거가 축적되지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 서낙동강내 실질적 수질개선을 이끌어 낼 수 있는 과학적 근거에 의한 수문조절방안을 연구하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

수문조작방안을 연구할 경우 다음과 같은 문제를 고려하여야 한다.

- 1) 수문개폐시 서낙동강 수역내 유황변화
- 2) 수위증대에 따른 침수문제
- 3) 수괴교환에 따른 저질 오염원의 용출영향

또한 원하는 수질개선 효과를 얻기 위해 수문조절을 할 경우 연구를 통하여 다음과 같은 내용을 결정해야 한다.

- 1) 수질개선을 위한 수역내 적정 유황결정
- 2) 적정유황 유지를 위한 유입, 유출량의 결정
- 3) 적정유황 유지를 위한 준설, 하도개선 등을 포함하는 하천정비계획
- 4) 유입, 유출량을 유지하기 위한 현 시설의 규모적정성 평가
- 5) 조위를 고려한 수문조작방안 결정
- 6) 홍수시 유역내 수량배제를 위한 수문조작방안 결정

4. 연구내용

- 1) 수문조작에 대한 서낙동강의 수리, 수문학적 특성연구
 - 수문조작에 대한 홍수파의 수문학적 분석
 - 2차원 흐름 및 수질에 관한 수치모형을 수행하여 유입, 유출량에 따른 수위 및 유속변화, 녹산수문에서 최대 유출량 가능량 산정
 - 흐름에 의한 지점별 수질변화 및 개선정도 평가
 - 홍수시 수역내 수위 및 유황특성 평가
 - 홍수시 침수피해면적별 유입, 유출량 평가
- 2) 대동, 녹산수문 수리모형실험
 - 홍수시, 평상시, 갈수시 수문조작에 의한 유입, 유출량의 산정

- 수문조작시 수위-유량곡선 측정
 - 최적안에 대한 수문(gate)의 설계조건 및 운영조건 제안
 - 녹산 수문조작시 염수침입 정도 및 대안 제안
- 3) 서낙동강의 수문 최적 운영방안 계획
- 2차원 수치모형과 수리모형실험 결과를 토대로 수질개선을 위한 수문조작방안 결정
 - 기존 수리구조물에 대한 정비
 - 홍수시 수문조작방안 결정

5. 2차원 해석기법을 이용한 하천수리영향 검토

보다 정밀한 수리검토를 위하여 2차원 수리분석이 가능한 SMS (Surface-water Modeling System)를 사용하여 수위 및 유속분포를 계산하였다. SMS 모형은 지표수의 수리 모델링 및 해석을 위한 일종의 전·후처리 시스템으로서 모형의 수행을 위한 입력파일의 작성이나 결과해석을 위한 그래픽 가시화작업을 수행한다. SMS로 전·후처리를 할 수 있는 모형으로는, 미공병단이 제공하는 TABS-MD (GFGEN, RMA2, RMA4 RMA10, SED2D-WES), ADCIRC, CGWAVE, STWAVE, HIVEL2D 등과 FHWA에서 제공하는 FESWMS, WSPRO 등이 있으며, 각각의 모형에서 해석에 필요한 경계조건들을 비롯하여 유한요소망이나 유한차분망, 또는 단면자료 등은 SMS 내에서 생성되며, 각각의 프로그램에 적합한 파일 형식으로 저장된다.

5.1 RMA2모형의 개요

RMA2는 미공병단에서 1973년에 처음 개발된 이래로, 섬을 포함한 하천수로구간의 흐름, 교각 부근의 흐름, 유수단면 확대 및 축소부를 포함한 하천구간의 흐름 등, 하천, 저수지, 하구의 수리동역학적 해석에 널리 쓰여 왔다. 모형의 지배방정식은 Navier-Stokes 방정식과 연속방정식을 수심방향으로 적분한 2차원 천수방정식이다.

5.2 수치해석을 통한 서낙동강 유역의 유황 특성분석

RMA2 모형은 하상경사가 작은 경우를 가정하여 구성된 모형이므로, 하상경사가 비교적 큰 지천에 적용할 경우에는 가능한 범위를 좁게 잡아서 하상경사의 영향을 최소화하여야 한다. 한편 과업대상구간에서의 유속분포

를 정확히 모의하기 위해서는 흐름이 충분히 확립될 수 있도록 대상구간 상·하류로 충분한 길이를 확보하여 모의하여야 한다. 본 과업에서는 대동수문부터 녹산수문 까지를 모의구간으로 정하였으며, 대동수문과 조만강의 유입량을 각각 $5\text{m}^3/\text{s}$ 와 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 로 결정하여 RMA2모형으로 수치해석을 수행한 결과 김해교 상류지점서 야간의 수위상승이 관찰되지만 전체적으로 큰 변화는 없었으며, 대동수문 유입지점과 김해교, 녹산수문 유출지점에서는 약 $0.2\text{m}/\text{s}$ 의 유속을 보였다.

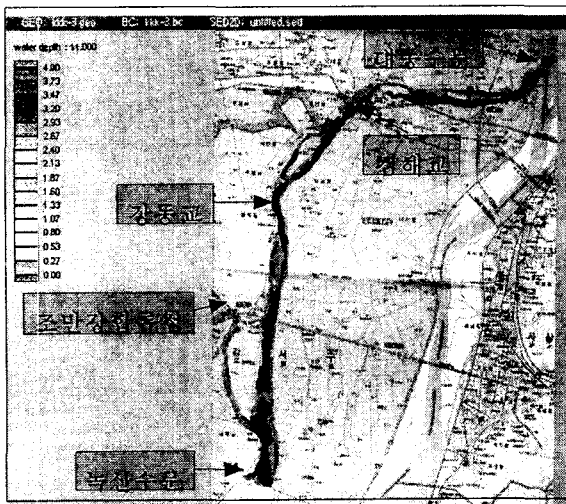


그림 5.1 과업구간의 유황 개요도



그림 5.2 전체 수위도 (EL.m)

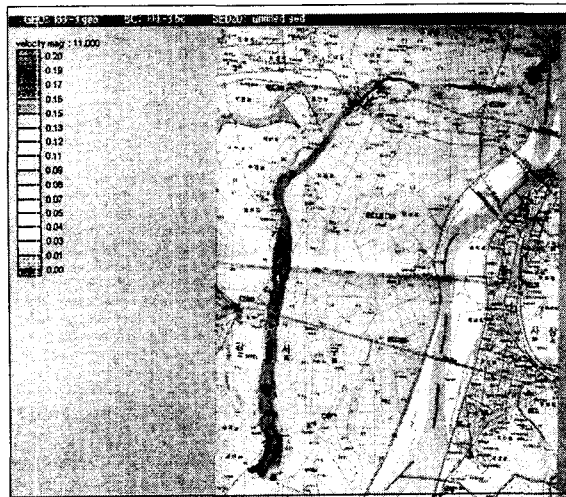


그림 5.3 등유속 곡선도 (m/s)



그림 5.4 등유속 곡선과 유속벡터 (대동수문)



그림 5.5 등유속 곡선과 유속벡터 (김해교)

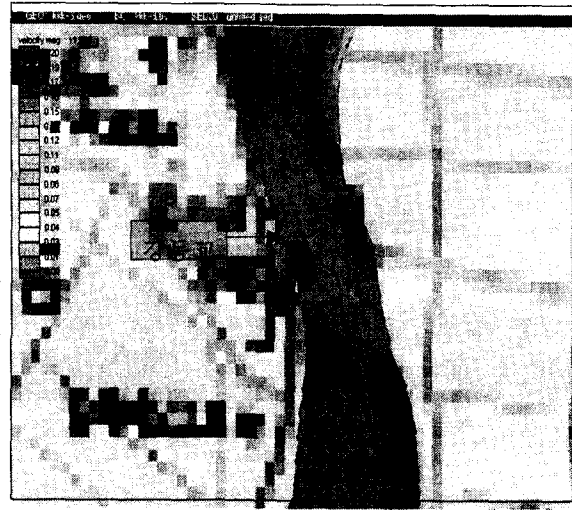


그림 5.6 등유속 곡선과 유속벡터 (강동교)

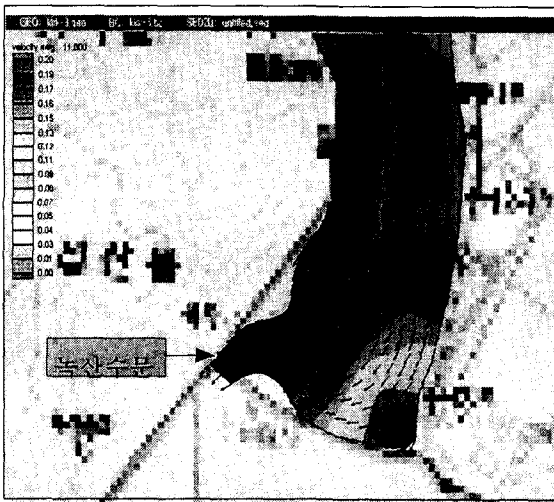


그림 5.7 등유속 곡선과 유속벡터 (녹산수문)

6. 과업을 통한 기대효과

수질관측자료에 의하면 구포교의 수질이 서낙동강 수질보다 양호한 것으로 판단되어지며, 대동수문을 통하여 낙동강 본류수를 서낙동강으로 공급할 경우 낙동강 본류와 유사한 수질을 확보할 수 있을 것으로 예상할 수 있으며, 또한 수역내 일정한 유속을 확보함으로써 저질 오염원 용출의 원인이 되는 오염원의 퇴적을 방지할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위하여는 대동수문과 녹산수문의 시스템적 연계운영방안이 마련되어야 한다. 따라서

본 과업 수행을 통하여 다음과 같은 결과를 기대할 수 있다.

- 1) 수문조작에 대한 수리. 수문학적 분석을 통하여 서낙동강 수역내 수위분석이 가능하며, 특히 홍수시 각 지점별 수위를 예측하고 침수피해를 줄이기 위한 대안수립의 기초자료를 확보할 수 있다.
- 2) 2차원 흐름 및 수질에 관한 수치모형을 수행하여 유입, 유출량에 따른 지점별 수질변화 및 개선정도를 평가할 수 있으며, 수질개선을 위한 최적 유하량을 제안할 수 있다. 또한 수문조작시와 홍수시 서낙동강 수역내의 유황을 분석하고, 수리구조물의 개선방안을 제안할 수 있는 기초자료를 확보할 수 있다.
- 3) 수문조작에 관한 수리모형 실험을 통하여 수문조작에 따른 수위-유량 곡선을 확보할 수 있으며, 이를 이용하여 수문의 최적 운영조건을 결정할 수 있다.
- 4) 낙산 수문에 관한 수리모형 실험을 통하여 수문조작시 염수침입 정도를 파악하며 이에 대한 운영조건, 수문 구조변경 등의 대안을 제안할 수 있다.

위에서 언급한 바와 같이 체계적 연구가 이루어지지 않은 서낙동강 수역에 대한 수문조작에 의한 수질개선방안 연구를 통하여 서낙동강 유역의 수질개선을 이룰 수 있을 것으로 예상할 수 있으며, 뿐만 아니라 수질개선을 통하여 쾌적한 생활공간 및 여가공간을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 맥도강과 같이 수질문제로 버려진 공간을 다시 시민이 활용할 수 있는 여가공간으로 되찾을 수 있을 것으로 기대된다.