

# 해수도수에 의한 도시하천의 수질개선효과 연구

## A Study of Effects of Water Quality Improvement by Sea Water Conduction in the Urban River

손태석\*, 갈병석\*\*, 신현석\*\*\*,  
Tae Seok Shon, Byung Seok Kal, Hyun Suk Shin

### 요 지

하천의 효율적 이용에 대한 시민들의 인식 변화로 도시하천의 친수공간에 대한 관심과 이용증가 추세에 따라 도시하천의 수질개선이 필요한 실정이다. 특히 하천유량에 해수가 지배적인 하구가 바다에 접한 감소하천의 경우 해수도수에 의한 하천 수질개선방안들이 강구되고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 도시하천에 해수 유입에 따른 하천에의 영향을 분석하기 위해서 수질모의를 통해 수질개선효과를 분석하였다.

본 연구를 위하여 대상하천으로 도시하천이며 감소하천인 부산광역시 소재 동천으로 하였고, 수질모의모형으로 WASP7(Water Quality Analysis Simulation Program Ver. 7)과 RMA-4를 이용하여 수질분석과 대상물질의 이송과 확산을 분석하였다. 현재 동천의 경우 목표수질을 하천수질기준 중 DO 농도를 기준으로 하고 있어 본 연구에서도 DO 농도를 주 분석대상으로 하여 연구를 진행하였다. 동천의 WASP7 모형과 RMA-4 모형을 구축하고 현재 동천의 수질이 목표수질에 도달할 수 있는 적정 해수도수량을 산정하였다. 그리고 효율적인 수질개선을 위하여 도수한 해수를 분배하여 방류하는 방안을 검토하여 적정 분배지점과 적정 분배유량을 산정하였다. 향후의 연구에서는 염도 등 기타 수질항목의 검토가 필요하고, 본 연구에서 수행한 루틴은 다른 하천에서의 해수도수에 의한 수질개선효과 분석에 이용될 수 있을 것이라 판단된다.

**핵심용어:** 해수도수, 도시하천, WASP7, RMA-4, DO

### 1. 서 론

본 연구는 하천의 효율적 이용에 대한 시민들의 인식변화로 도심하천의 친수공간에 대한 관심과 이용증가 추세에 따라 하천의 수질개선이 시급한 실정이다. 수질개선대책으로 지하수 이용, 타 하천에서의 도수, 해수도수 등의 방안이 제시되고 있는데, 특히 하구가 바다에 접한 감소하천의 경우 하천유량이 해수가 지배적이어서 해수도수에 의한 하천 수질개선방안이 강구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 대상하천을 대표적 도시유역 감소하천인 부산시 동구 소재 동천으로 하여 해수도수에 의한 도시하천의 수질개선효과를 분석하였다.

해수를 도수하여 하천의 수질을 개선하는 연구와 사례는 국·내외로 극히 드문 실정이나 본 연구와 유사한 사례로 일본의 토거천 환경개선사업(평성17년)의 경우, 출도어항에서 해수를 도수하는 방법을 검토한 바, 도수량, 도수경로 등에 관하여 기본설계를 실시하고, 병행해서 도수에 의한 수질 개선 효과와 타 시설에의 과급영향 등을 시뮬레이션 해석을 하여 검증하였다.

본 연구에서는 수질모의를 위하여 WASP7과 RMA-4 모형을 선택하여 동천의 모형을 구축하

\* 비회원 · 부산대학교 공과대학 사회환경시스템공학과 박사과정 · E-mail: tsshon1@hanmail.net  
\*\* 정회원 · 낙동수환경방재기술원 연구원 · E-mail: kalbs@nwater.co.kr  
\*\*\* 정회원 · 부산대학교 사회환경시스템공학과 박사과정 · 부교수 · E-mail: hsshin@pusan.ac.kr

고 DO 개선에 초점을 맞추어서 분석하였다. 분석절차로 적정취수지점을 선정하여 적정해수공급유량을 결정하고 적정해수도수유량분배 방안을 모색하였다.

## 2. 모의 및 분석 개요

WASP7(Water Quality Analysis Simulation Program Ver. 7)은 DYNHYD 모형과 WASP7 모형으로 구성되는데 DYNHYD 모형은 수체의 수리적 특성에 대한 모형이며, WASP7 모형은 수체에서 오염물질의 반응과 이동을 모형화 한다. WASP7 모형을 구축하기 위해서는 모의 시간 및 유량계산방식 선택, 출력간격 설정, segment 구분과 각 segment별 물리적 자료 입력, parameter 선정 및 Time Function 설정, 유량과 수질 경계조건의 입력이 필요하다. 동천 본류에 대하여 9개 segment로 구분하였으며, 각 segment별로 물리적계수 및 오기 농도값, 각 segment 폭, 부피 등의 값을 입력하였다.

RMA-4 모형은 1973년 Norton, King과 Orlob에 의해 개발되었으며 수심방향의 농도 분포는 균일하다고 가정하는 유한요소 수질이송 수치모형으로, 계산 mesh 영역 안에서 보존성 및 비보존성 성분의 농도를 6종류까지 계산할 수 있다. 즉 이 모델은 수중환경에서 수심평균화된 이류-확산 과정을 모의하는 수질모형으로서 저수지, 강, 만, 연안지역에서 수용성 물질의 혼합과 이동의 물리적 과정을 조사하는데 사용된다. 동천은 569개의 elements와 1848개의 nodes로 mesh를 구성하고 RMA-2 모형을 먼저 구축하여 실행한 후 RMA-4의 경계조건 등을 입력하고 최종적인 모형의 실행 단계를 거친다.

## 3. 모의 결과 및 분석 결과

### 3.1 적정 해수용수 공급 유량 선정

유량방류 지점은 광무교 상류 복개종점에 대하여 지정하였으며 유량 조건은 저수량일 때 각각 30,000t/day, 50,000t/day, 60,000t/day를 일괄 방류하여 모의 결과를 분석하였다.

WASP7을 모의한 결과 DO의 경우 30,000t/day을 방류하였을 때 범5호교까지 5.0mg/L에 가까운 수질값을 보이며 이와 같은 수질 분포는 50,000t/day의 경우 범일교, 60,000t/day 또한 범일교까지 5.0mg/L에 가까운 값을 나타낸다. RMA-4 모형으로 적정 해수용수공급 유량 선정을 위한 모의를 실행하였다. 30,000t/day을 방류하였을 경우에는 범일교 지점까지 하천수질등급 II등급(약간 좋음)이나 50,000t/day 방류시 동천교 하류까지 하천수질등급 II등급(약간 좋음)의 결과를 보였다. 60,000t/day을 방류하였을 경우는 범일교 하류 지점까지 하천수질등급 II등급(약간 좋음)인 결과를 보였고 하구 구간에 수질개선효과를 보였다. 목표 수질이 동천 본류 구간의 하천수질등급 IV등급(약간 나쁨)인 것을 고려하면 50,000t/day 방류시와 60,000t/day 방류하였을 경우와 큰 차이를 보이지 않으므로 적정 해수용수공급 유량은 50,000t/day로 한다.

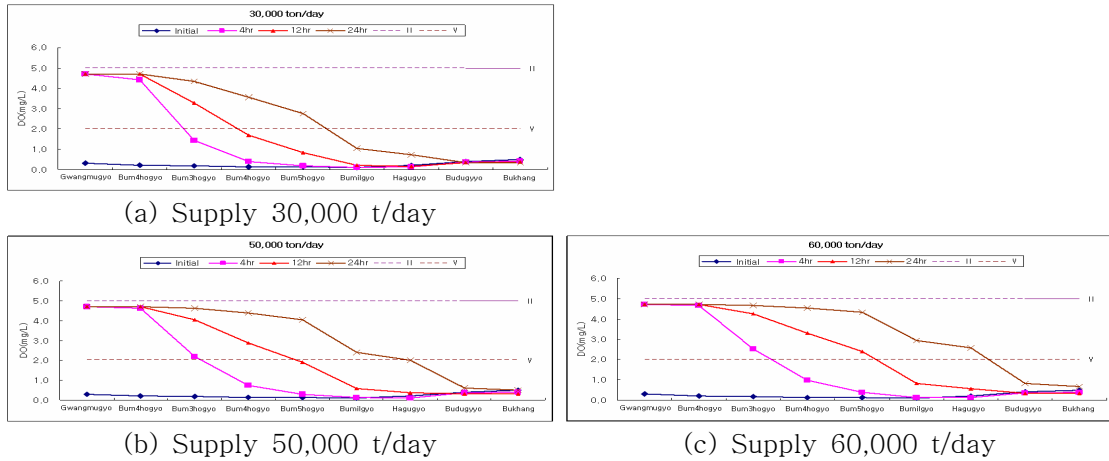


그림1. 적정 공급 유량 WASP7 모의 결과

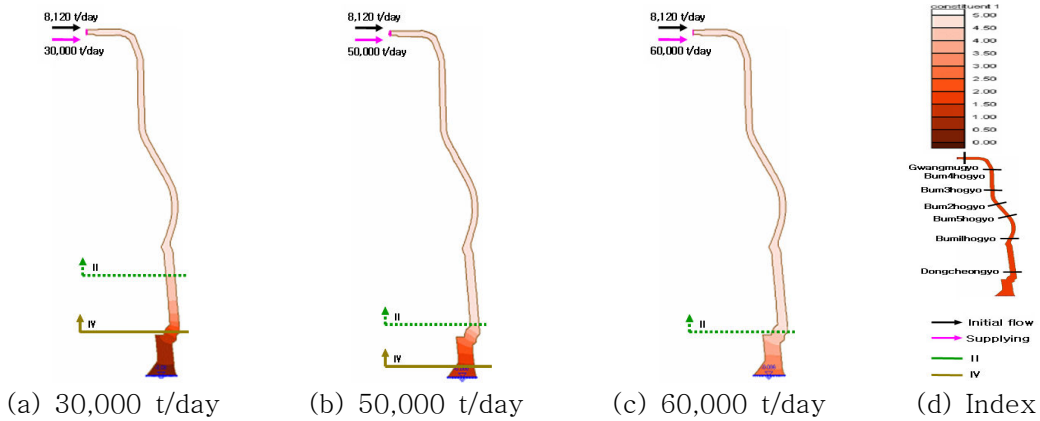


그림2. 적정 유량 공급 RMA-4 모의 결과

### 3.2 적정 해수용수 공급 유량 분배

선정된 적정 해수용수공급 유량인 50,000 t/day으로 효율적인 수질 개선을 위하여 분배지점을 찾고 분배 유량을 결정하였다. 분배지점은 광무교 상류 복개종점과 유량의 분배가 가능하고 유량 분배시 초기 DO 감소가 보이는 범4호교와 범3호교로 선정하였다. 분배유량은 저수량을 더하여 최상류 복개종점에서 30,000 t/day 을 방류하고 범4호교와 범3호교에서 표1과 같이 분배하여 방류한다.

표1. 분배지점 및 유량

CASE	Gwangmugyo	Bum4hogyo	Bum3hogyo
CASE 1	50,000 t/day	0	0
CASE 2	30,000 t/day	0	20,000 t/day
CASE 3	30,000 t/day	10,000 t/day	10,000 t/day

광무교 상류에서 50,000t/day를 방류한 경우 범3호교까지 수질개선효과가 크게 나타나다 범

3호교 이후부터는 그 변화되는 변화율이 작아짐을 볼 수 있다. 광무교에서 30,000t/day, 범3호교에서 20,000t/day를 방류한 결과 범 3호교 하류지역에서의 수질 개선효과는 개선되었으나 범3호교 상류지역에서의 개선 효과가 50,000t/day보다 좋지 못하였다. 따라서 이러한 수질 변화 양상을 반영하여 광무교에서 30,000t/day 범4호교에서 10,000t/day, 범3호교에서 10,000t/day를 방류하는 것이 비교된 CASE에서 가장 큰 효과를 나타냄을 볼 수 있었다.

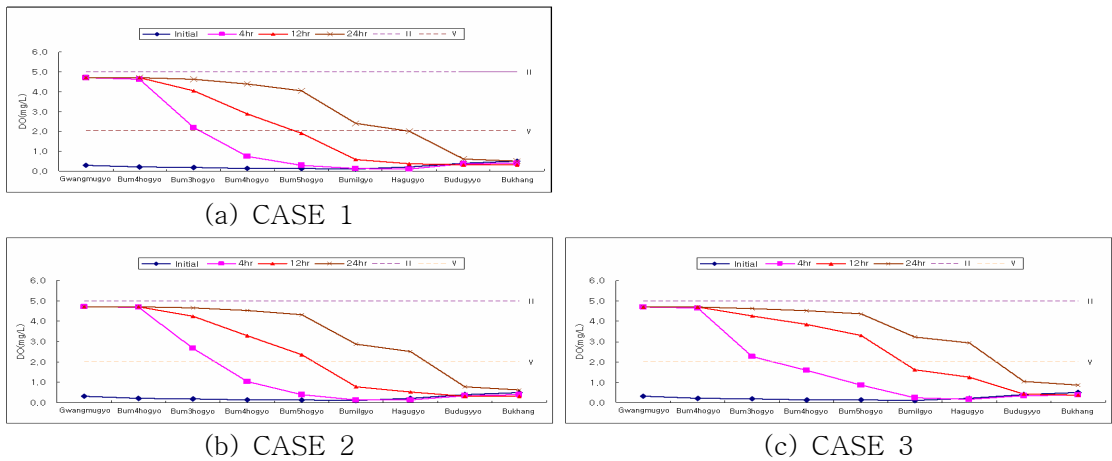


그림3. Case별 WASP7 모의 결과

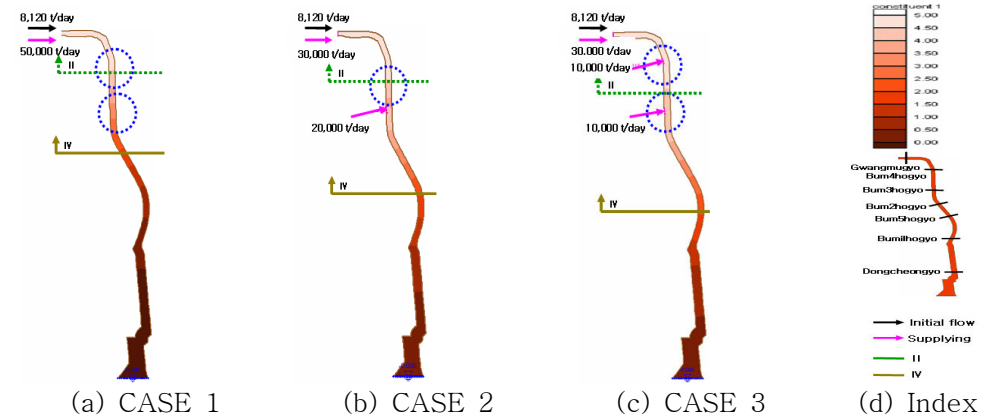


그림4. Case별 RMA-4 모의 결과

#### 4. 결론

적정해수용수공급유량을 산정하기 위하여 모의를 실시한 결과, 30,000t/day을 방류하였을때 범5호교까지 5.0mg/L에 가까운 수질값을 보이며 이와 같은 수질 분포는 50,000t/day의 경우 범 일교, 60,000t/day 또한 범 일교까지 5.0mg/L에 가까운 값을 나타낸다. DO의 수질 변화를 참고하였을 경우 동천의 목표수질이 동천 분류 구간에 대하여 IV등급인 것을 고려하면 50,000t/day 와 60,000t/day를 비교하였을 경우 두 유량에 대한 결과 값이 크게 차이를 보이지 않으므로 적정 공급 유량은 50,000t/day 로 하는 것이 타당하다고 판단된다.

적정 해수용수공급유량 분배를 위하여 모의를 실시한 결과, 광무교 상류에서 50,000t/day를

방류한 경우 범3호교까지 수질개선효과가 크게 나타나다 범 3호교 이후부터는 그 변화되는 변화율이 작아짐을 볼 수 있다. 광무교에서 30,000t/day, 범3호교에서 20,000t/day를 방류한 결과 범 3호교 하류지역에서의 수질 개선효과는 개선되었으나 범3호교 상류지역에서의 개선 효과가 50,000t/day보다 좋지 못하였다. 따라서 이러한 수질 변화 양상을 반영하여 광무교에서 30,000t/day 범4호교에서 10,000t/day, 범3호교에서 10,000t/day를 방류하는 것이 가장 큰 효과를 나타냄을 볼 수 있다.

본 연구에서는 DO에 초점을 맞추어 수질모의를 실시하였으나 추후 BOD, TN, TP 등 기타 수질항목의 분석과 해수를 도수하면서 야기되는 하천내 생물상의 변화 분석도 필요할 것이라 판단된다.

## 참 고 문 헌

1. 동천하천정비기본계획 보고서, 부산광역시, 2006
2. 동천 수질개선 및 종합정비계획 보고서, 부산광역시, 2007
3. 자연·사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안 연구, 건설교통부, 2007
4. 토거천해수도수로기본설계업무, 평성19년
5. 이남주, 박재현, 김영도, 류시완(2006) “ SMS를 이용한 서낙동강의 2차원 흐름및 확산거동 연구 ” 한국물환경학회. **대한상하수도학회 공동춘계학술발표회 논문집**
6. 이남주, 김영도, 권재현, 신찬기(2007), “수문운영에 따른 서낙동강 수질변화에 관한 이차원수치모의” **대한상하수도학회논문집**
7. 김정민, 최홍윤, 이연길, 박성천(2005), “SMS모델에 의한오염물질이송특성연구” **대한토목학회 정기학술대회논문집**
8. John E.E.Edward M.B and Venkat S.K(1996) " *Modeling flushing and mixing ina deep estuary.*" water, Air and soil pollution 012;345-353,1998
9. SMS. <http://www.ecgl.byu.edu/software/sms/info/smsinfo.html>(1998).