

낙동강하굿둑 운영수위 변경에 따른 효과분석 연구



이상용 ●●●

한국수자원공사
낙동강통합물관리센터 대리
lsy@kwater.or.kr



이상진 ●●●

한국수자원공사
K-water연구원 책임연구원
sjlee@kwater.or.kr



이경환 ●●●

한국수자원공사
낙동강통합물관리센터장
khwan@kwater.or.kr



정기현 ●●●

한국수자원공사
낙동강통합물관리센터 팀장
khjung@kwater.or.kr

수시 유량을 효과적으로 분산시켜 피해를 저감시키는 동시에 해일과 같은 자연재해로부터 육상을 보호하는 기능을 가지고 있으며, 그 경관이 가지는 심미적 기능과 레크레이션 및 휴식기능 등을 제공하기 때문에 하천, 호소, 대륙붕, 산림 등 다른 생태계에 비하여 그 가치가 월등한 것으로 평가되고 있다. 그러나 하구의 가치가 인식되기도 전에 금강, 낙동강, 영산강 등 우리나라 주요 하구는 하굿둑 건설로 인하여 환경이 많이 변화되어, 이로 인해 발생하는 기수역의 왜곡과 생태계 단절 등 고유의 하구기능을 손상시켜 왔다는 우려가 지속되어 왔다.

본 기고에서는 4대강의 하구 중 조석간만의 차가 작아 지속적인 담수공급에 접근할 수 있는 조건을 갖춘 낙동강하구를 대상으로, 하굿둑 운영수위 변화에 따른 수문방류 지속시간과 시간적 방류 패턴 변화에 따른 해수·담수의 혼합에 따른 염분 변화를 검토하였다. 즉 상류지대에 침수피해가 없는 범위 내에서 운영수위를 탄력적으로 조정하여 하굿둑 수문개방시간을 확대하고 해수와 담수의 혼합시간을 증가시켜 담수충격을 완화하고 자연상태에 근접이 가능한 기수역 회복을 위하여 수문운영 개선 방안을 고찰하였다.

1. 머리말

하구는 생태적인 측면뿐만 아니라 자연재해의 방지나 공간이용의 측면에서 아주 중요한 자원이다. 하구에 발달된 습지의 토양이나 식물들은 홍

2. 대상지점 특성

국내유일의 조석/파랑 혼합 삼각주 형태의 낙동강 하구는 농업적 목적으로 활용되는 타 하구와는 달리 주변지역의 안정적 생·공용수 공급을 목적으로 하굿둑이 건설된 사실이 반영하듯이 개발압력이 높은 지역으로, 우리나라의 대표적 철새도래지로서 천연기념물 제179호로 지정됨에 따라 환경단체의 '자연보호' 압력 또한 크다. 낙동강하굿둑은 주변지역의 안정된 용수공급을 위하여 1987년 준공되었으며, 안동댐으로부터 하류방향으로 355km지점에 위치하며 부산광역시를 포함한 울

산, 온산, 마산, 창원 공업 단지의 용수를 공급한다. 낙동강 전 유역 생·공용수 수요의 80% 이상과 농업용수 수요의 약 30%가 하구지역에 집중되므로 이들 수요에 맞는 안정적인 수량공급이 절실히 필요하지만 환경적인 측면에서 하굿둑을 전후한 생태계의 단절로 인하여 하구 고유의 순환패턴이 변경되고, 회유성 어류의 이동이 제한되었다. 하굿둑 하류는 해양, 상류부는 담수 환경으로 분리되어 이에 따른 환경보호에 대한 관심이 높아지는 등 개발과 보전압력이 절묘하게 상충하고 있는 특이영역이다.



그림. 1. 낙동강하굿둑(좌안배수문)



그림. 2. 낙동강하굿둑(우안배수문)

3. 낙동강하굿둑 시설 및 운영 현황

3.1 시설 현황

낙동강하굿둑은 수문부 510m, 제방부 1,720m 등 총 연장 2,230m의 둑으로 지난 1987년 완공하여 바닷물의 역류를 막고 연간 7.5억톤의 신선한 용수공급과 강으로 단절된 동서지역간 연결 및 경제활성화 등 지역발전에 큰 견인차 역할을 하였다. 그러나 하굿둑이 준공된 이후에도 기후변화의 위협은 증대됨에 따라 신속한 홍수의 배제를 통해 제방안정성 및 제내지 침수피해 저감을 위하여 배수문 증설사업을 시행하여 2009년 착공하여 2013

년 완공하였다. 이로써 낙동강하굿둑은 좌안배수문 510m와 우안배수문 343m, 제방부 1,377m로 재탄생되었다.

3.2 운영 현황

낙동강 하류의 조위변동은 약 EL -1.23~1.64m(2012년 기준)로 하루 2회 간·만조가 발생하는데 낙동강하굿둑 운영관리 메뉴얼(2013, K-water)에 따르면 하굿둑 상류 수위는 EL +0.45~0.95m의 범위에서 운영하도록 추천하고 있다.

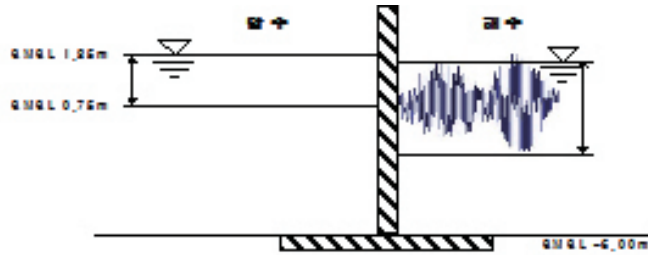


그림. 3. Operation level (SMSL = E.L + 0.3m)

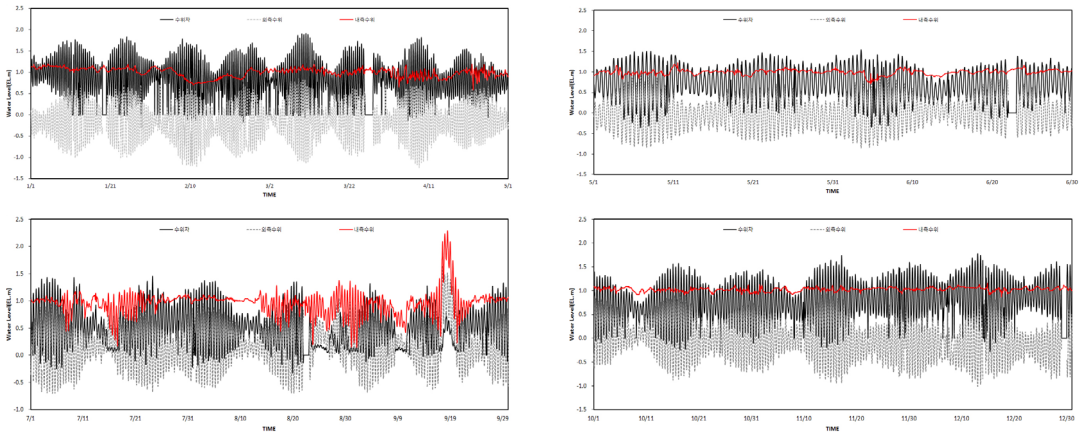


그림. 4. 내·외측 수위 및 수위차 시계열 (2012년, SMSL = E.L + 0.3m)

그러나 하굿둑 건설 당시 농경지 및 제방부의 침수방지, 상류 취수원의 취수제한, 바다의 평균 조위를 고려한 염분침투 방지 효과 등을 고려하여 Fig. 4와 같이 일반적으로 평균 운영수위는 EL + 0.7m로 운영된다.

또한 상류로의 염분침투를 방지하기 위하여 상·하류 수위차가 0.2m 이하일 경우 좌안 및 우안배수문을 폐쇄하는데 이때의 담수충격으로 인하여 해역의 염분농도가 불규칙하게 변화하고, 기수역 생태계의 교란이 지속되어 왔다.

4. 효과 분석

4.1 수문운영 방안

상류지대에 침수피해가 없는 범위 내에서 상류

수위를 상향 조정하여 하굿둑 수문개방시간을 확대하고 해수와 담수의 혼합시간을 증가시켜 자연 상태에 근접이 가능한 수문운영 개선 적용성 검토에 대한 평가가 필요하다는데 착안하여 운영 수위를 기존 EL + 0.7m에서 EL + 0.8m, EL + 0.9m, EL + 0.95m의 3가지 case로 상향 조정될 때로 구분하여 그 영향에 대하여 검토하였다.

4.2 지속시간 및 저수용량 변화

낙동강하굿둑의 방류지속시간은 연중 수문개방시간을 일로 환산했을 때 250일로 수문 개도율은 68%(2012년 기준)정도이나, case1~case3 즉, 상류수위가 0.1~0.25m 상향되었을 때 수문 개도율은 74%~86%로 증가되는 것으로 분석되었다. 이에 따라 단위시간당 방류량은 7% 감소되지만 일

평균 방류지속시간은 16.4시간에서 20.8시간으로 증가(21%)하여 하류부에 연속적인 담수 공급으로의 접근이 가능한 것으로 분석되었다. 지속적인 담수공급은 식물플랑크톤의 증식을 촉진시키고 동물플랑크톤과 치어 등이 서식하는데 좋은 환경이 되며, 이와 같이 안정된 기수역이 확보되면 저서생물 및 회유성 어류 중의 다양화로 인한 철새의 먹이사슬이 충족되어 생태환경 개선으로 이어질 수 있다.

또한 저수용량 분석을 위하여 낙동강 하상단면(하굿둑~창녕함안보, 약 76km구간) 지형자료를 이용하여 하구호의 수위-용적 관계곡선을 Fig. 5과 같이 작성한 결과, 수위변화(0.1~0.25m)로

인해 저수용량은 현행(292백만톤) 보다 약 1.4%~3.8%(4백만톤~11백만톤)증가할 것으로 분석되었다.

4.3 염분농도 변화

담수공급으로 인한 해역의 염분변화를 분석하기 위하여 방류량과 염분도의 관계를 분석하였다. Fig. 6은 2012년의 유량 및 염분도의 시계열자료를 나타낸 것이다. 염분도 분포는 평균기시 27 ~ 35ppt, 홍수기시 0 ~ 27ppt 정도로 평상시 하굿둑 하류는 전형적 하구해역의 물리환경이며, 방류량이 커지면 염분도는 담수확산에 따라 점진적으

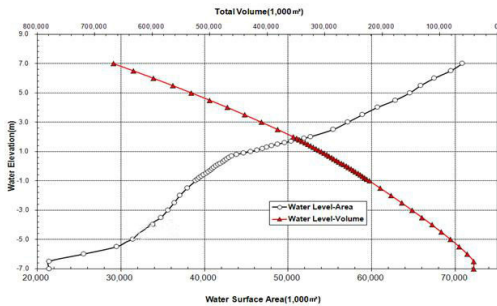


그림 5. 하굿둑 수위-저수용적 관계곡선

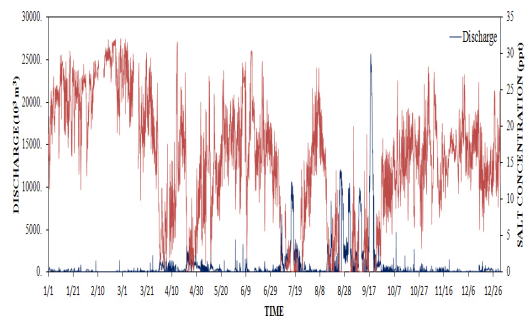


그림 6. 방류량 및 염분도 관계 (2012년)

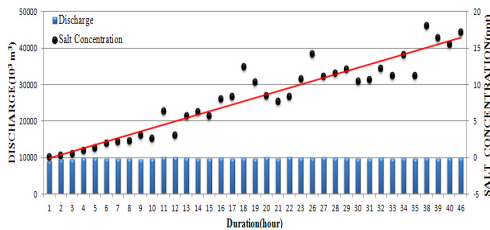


그림 7. 방류지속시간별 염분 변화(2012년)

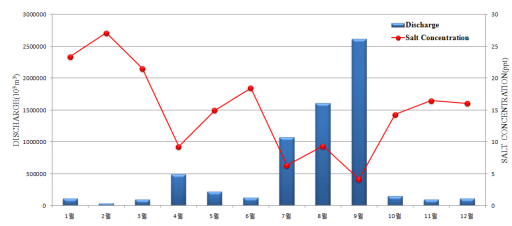


그림 8. 월별 방류량 및 염분 변화(2012)

로 낮아지는 경향을 나타내고 있다.

수위 상승에 따른 방류량 및 방류시간의 변화가 낙동강하구 기수역의 염분도에 끼치는 영향을 분석한 결과는 Fig. 7과 같다. 하굿둑 방류량이 일정

(약10,000m³)한 수문자료를 수집하고 염분변화의 추이를 관찰한 결과 방류 지속시간이 증가함에 따라 염분도는 점진적으로 상승(0.09 ~ 18.06 ppt)하는 것으로 분석되었다.

또한 염분 변화 모의결과, 운영수위를 0.95m로 개선하였을 때 염분도가 전체적으로 가장 낮게 나타났으며 외해로 갈수록 내측 수위 증가에 따른 염분 농도 변화가 낮아져 영향이 희박해지는 것을 알수 있다.

따라서, 하굿둑 운영수위를 상승시켰을 때 단위 시간당 방류량은 감소하지만 일평균 방류지속시간은 증가하여 하굿둑 하류의 급격한 염분농도 변화를 완화(담수충격 완화)시키는 효과가 있을 것으로 판단된다.

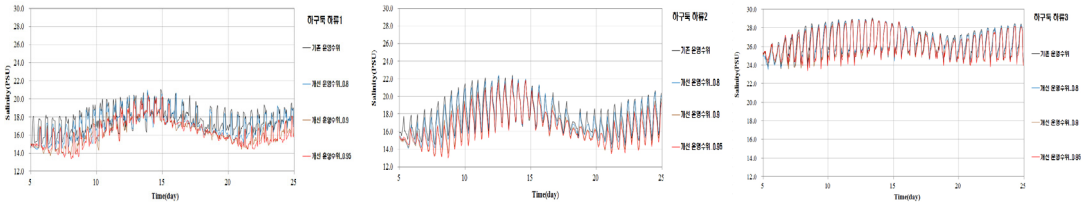


그림. 9. 염분 변화 모의결과 (하굿둑 하류 1,2,3 지점)

5. 결론

하굿둑 수문운영 개선에 따른 지속시간 및 염분도 영향 등 분석을 실시하여 해역에 지속적으로 담수를 공급하고 기존의 담수충격을 완화하여 기수역 확보방안을 위한 기초정보를 제공하고자 한 검토 결과는 다음과 같다.

첫째, 담수와 해수의 자연스러운 교환을 인위적으로 차단하는 하굿둑은 수리, 수질 뿐만아니라 생태 환경을 크게 변화시키기 때문에 고유의 하구기능을 손상시키는 것이 불가피하지만 효율적인 수문운영으로 어느 정도 개선이 가능하다. 낙동강하굿둑의 방류지속시간을 분석한 결과 수문운영 변화영향(EL 0.8~0.95m)로 수문개방 확률을 21%이상 증가 시킬 수 있어 기존의 담수충격을 상당히 완화할 수 있을 것으로 분석되었다. 아울러, 수위변화(0.1~0.25m)로 인해 저수용량은 현행(292백만톤) 보다 약 1.4%~3.8%(4백만톤~11백

만톤)증가할 것으로 분석되었으며 이는 상류의 취수안전도 증가에 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

둘째, 담수공급으로 인한 해역의 염분변화를 관찰하기 위하여 방류량과 염분도의 관계를 분석하였다. 염분도는 평수기시 27~35ppt, 홍수기시 0~27ppt 정도로 평상시 하굿둑 하류는 전형적인 연안하구역의 수리환경을 보여주고 있으며, 수위 상승에 따른 방류량 및 방류시간의 변화가 낙동강 하구 기수역의 염분도에 끼치는 영향을 분석한 결과 방류량이 일정(약10,000m³)할 때 방류 지속시간이 커짐에 따라 발생하는 염분도는 점진적으로 상승(0.09 ~ 18.06 ppt)하는 것으로 분석되었다. 이것은 하굿둑 운영수위를 상승시켰을 때 단위 시간당 방류량은 감소하지만 일평균 방류지속시간은 증가하여 하굿둑 하류의 급격한 염분농도 변화를 완화시키는 효과를 가져온 것으로 분석되어, 운영수위를 개선하면 하굿둑 하류부에 자연상태에 가까운 기수역 확보가 가능함을 확인하였다.💧