

# 금강하구역의 지속가능발전을 위한 제언

글 · 허재영 대전대·학교 토목공학과 교수

## 1. 서론

하구(河口, estuary)란 하천과 바다와의 접점으로서, 육지로부터 유출된 담수와 해수가 혼합되는 수역을 말하는데, 하천 내에서 조위의 영향을 받는 구간을 감조구간(tidal reach)이라 한다. 금강의 경우, 하구둑 건설이전에는 강경까지가 감조구간이었다고 한다.

하구는 하천유역에서 생산된 토사를 수송해 와서 해역으로 전달하는 관문으로서의 역할도 하며, 하천수의 영향으로 해수의 염분농도가 낮아져서 하구역의 독특한 생태계를 형성하기도 한다.

하구부의 흐름을 지배하는 요인은 구동력(驅動力)으로서의 하천류와 조석, 파(波)와 해빈류(海浜流), 장(場)의 경계로서의 지형, 그리고 하천수와 해수간의 밀도차이다. 특히, 육수와 해수의 염분이나 수온의 상이, 또는 부유물질의 농도분포 등에 기인하는 밀도차가 흐름의 구조, 특히 연직구조에 큰 영향을 주는 것이 하구부 수리현상의 특징이다.

하구역은 하천공학적으로도, 생태학적으로도 매우 복잡하고 특이한 현상을 유지하는 공간인데, 하구둑은 해역과 하천역의 접점에서 일어나는 다양한 현상을 물리적으로 차단함으로써, 이러한 복잡하고 특이한 하구역의 여러 가지 유형의 과정을 아주 단순한 과정으로 변화시키는 역할을 하고 있다.

하구둑으로 인하여 발생하는 생태계의 변화에 대한 우려가 커지고 있고, 용수의 확보를 목적으로 하여 건설된 하구둑의 효과적인 활용을 위한 논의가 세계적으로도 활발하게 전개되고 있고, 금강 하구둑에 대해서도 하구둑의 부분적인 개방 등과 하구역 개선에 대한 요구가 점점 커지고 있는 실정이다.

그러나, 하구둑에 저장된 수자원의 이용에 직접적으로 이해관계를 갖고 있는 당사자들은 부분적인 해수유통이라도 취수에 미칠 영향을 우려하여 반대하는 입장에 있는 것도 사실이다.

이 글에서는 금강 하구둑을 중심으로 한 하구역의 실태와 다양한 이해관계를 훼손하지 않는 범위내에서 수질 및 생태계를 개선할 수 있는 방안 등에 대해 논의하고자 한다.

## 2. 금강하구둑의 건설목적과 운영실태

금강하구둑은 1983년 11월~1988년 12월의 공사기간과 담수화과정을 거쳐 1994년 8월부터 운영에 들어갔다. 올해로 운영기간이 만20년이 되는 셈이다. 이 외에도 북측 도류제, 남측 도류제, 군장산단 서측 호안, 북방파제, 내항 투기장, 남방파제 등 대단히 많은 구조물이 금강 하구역에 설치되어 있으며, 새만금 매립지도 바로 인근해역에 있어서 해안류 변화와 생태계 변화 등의 문제가 금강 하구역에서 매우 복잡하게 연결되어 있다.

금강 하구둑은 농업 및 공업용수를 공급하고, 서해의 조석을 차단하여 침수피해와 염해를 방지하지는 것을 주 목적으로 하여 건설된 것이다. 그 외에, 도로 및 철도를 통하여 육운을 개선하고, 호반을 조성함에 따라 수변공원과 철새도래지 등의 관광자원을 창출하는 것을 목적으로 하고 있다.

금강 하구둑은 충남과 전북의 2개도와 군산, 익산, 김제, 완주, 서천, 부여의 6개 시군이 영향권내에 있으며, 물리면적은 43,000ha(전북 35,786ha, 충남 7,214ha)이고, 연간 3억6500만톤(농업용수 2억4400만톤, 공업용수 1억2100만톤)을 공급하는 것을 목표로 하여 건설되었다. 2009년 현재 금강호에서 2억600만톤(농업용수 1억7800만톤, 공업용수 2800만톤)의 용수를 공급하고 있다.

## 3. 금강 하구역에서 발생하고 있는 문제

### 1) 하구둑 주변의 토사퇴적

군산지방해양항만청의 조사자료(서천군, 2008. 2)에 의하면 하구둑~군산 내항의 구간에서 8.4cm/년의 퇴적이 발생하고 있고, 군산 내항~장항항의 구간에서는 13.0cm/년의 퇴적이 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 또한, 국토해양부 4대강사업본부의 자료(국토해양부, 2011. 12)에 의하면 개야수로에서 7.7cm/년, 하구둑~군산 내항의 구간에서 21.5cm/년, 군산 내항~장항항의 구간에서 8.5cm/년, 도류제 사이에서 20.2cm/년의 퇴적이 발생하고 있는 것으로 조사되었다.

이와 같은 다량의 토사가 하구둑 내·외측에 퇴적됨에 따라 많은 문제가 야기되고 있다. 먼저 금강 하구 내·외측 토사의 퇴적으로 인하여 홍수예방 효과가 크게 감소할 것이 예상되고 있고, 항만내의 수심저하로 말미암아 항구의 기능이 현저하게 저하하고 있다. 또한, 이를 해결하기 위해서 매년 많은 사업비를 들여서 준설공사를 실시하고 있다.

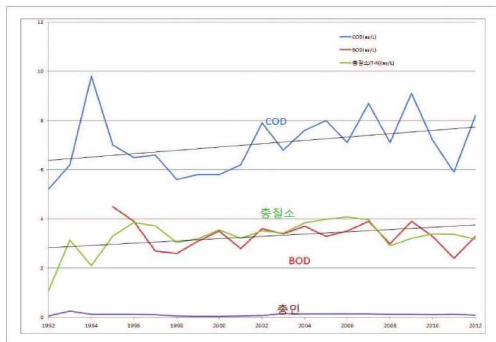
특히, 장항항은 1만톤급 2선석의 접안시설을 갖춘 무역항으로 지정되어 있으나, 퇴적된 토사 때문에 5천톤급의 선박만이 겨우 접안할 수 있는 정도로 항만의 기능이 축소되고 말았다. 이 외에도 어항의 경우 토사의 퇴적으로 기능을 거의 상실하여 이전이 불가피한 실정에 있다.

또한, 금강호 내측에 토사퇴적도 심각한데, 이러한 토사퇴적이 지속될 경우 수위상승으로 인하여 홍수 조절 기능이 약화될 것이 분명하며, 금강호에서 확보할 수 있는 용수량도 줄어들 수밖에 없는 실정이다.

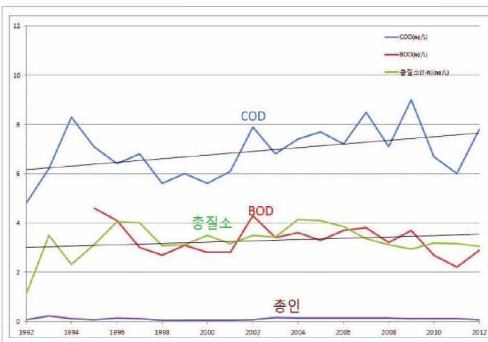
이러한 퇴적토사의 처리를 위해서는 준설을 실시하여야 하는데, 이 또한 또 다른 환경오염피해를 일으킬 수 있어서, 준설 이외의 방안을 마련할 필요가 있다.

## 2) 금강호의 수질변화

금강호의 수질은 대부분의 하구호에서 보는 바와 같이 시간이 지남에 따라 악화되는 추세를 보이고 있다. 수질은 평균치보다 극치가 중요한데, 경향을 보여주기 위한 일반적인 자료로서 연간 평균치를 사용하기도 한다. 연간 평균치자료를 보면, 해당년의 강우량, 일조량 등에 따라 값의 진폭이 있으나, BOD(생화학적 산소요구량)는 평균적인 변화는 그다지 보이지 않는다. 그러나, COD(화학적 산소요구량)와 총질소는 증가추세에 있다. <그림 1~그림 3>은 환경부가 측정한 금강 하구둑의 3개 지점에 대한 수질변화의 추이를 나타내고 있다. 이러한 추세대로 수질변화가 계속된다면 금강하구호의 물은 농업용수로 사용하기에도 부적합한 수질로 악화될 가능성이 크다.



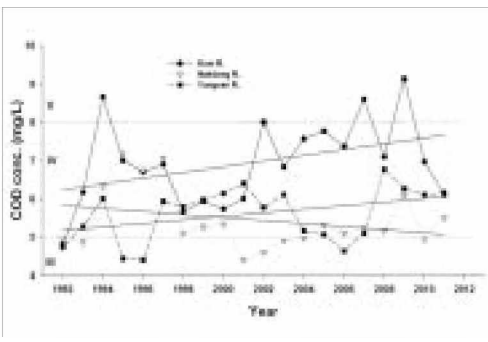
<그림 1> 금강 하구둑 1 지점의 수질변화



<그림 2> 금강 하구둑 2 지점의 수질변화



<그림 3> 금강 하구둑 3 지점의 수질변화



<그림 4> 금강, 낙동강, 영산강의 수질변화 추이

<그림 4>는 금강, 낙동강, 영산강의 하구호 수질의 변화추이(국토해양부, 2011. 12)를 비교한 것인데, 낙동강의 경우에는 COD가 감소추세에 있으나, 금강과 영산강의 경우에는 증가추세에 있다. 특히, 금강

은 영산강에 비해서도 수질이 상당히 악화되어 있음을 알 수 있다. 금강 하구호 수질개선의 필요성과 시급성을 보여주고 있는 것이다.

### 3) 수산업의 붕괴

하구 내·외측의 토사퇴적에 따른 생태계 훼손의 문제도 심각하다. 한국농어촌공사의 자체분석에 따르면 금강 하구호내의 토사퇴적은 연간 80만톤 정도이며, 금강 하구호에 유입되는 하천수의 수질이 개선된다 하더라도 하구호내에 퇴적된 퇴적물(유기물)의 분해에 따른 수질의 지속적 악화가 예상되고 있는 점도 간과할 수 없다. 또한, 기수역의 파괴로 인하여 생태계 순환의 고리가 차단되고, 이로 인한 하구역 수산업이 붕괴되고 있는 것도 매우 심각한 문제이다.

실뱀장어, 참게 등 회귀성 어종이 감소하는 등 생물다양성이 훼손되고 있으며, 과거의 자료에 의하면 전국 수산물 생산량은 연간 13.75%가 증가하고 있음에 반해, 금강하구의 경우에는 오히려 4.08% 감소하고 있는데(이창희 외, 2004), 이것은 생물다양성과 생태계 훼손의 실태를 보여주는 것이라 할 수 있다.

### 4) 금강 하구역 관리상의 문제

현재 금강하구의 관리체계는 국토교통부(하천관리), 해양수산부(연안관리), 농림축산식품부(농어촌공사, 용수관리), 환경부(수질관리) 등으로 나누어져 있어서, 종합적인 관리시스템이 없고, 수질관리 및 퇴적층의 관리도 종합적으로 관리되지 않고 있다.

이 외에도 선박의 출항시에 도류제를 우회하여 운항해야 함에 따라서 운항시간이 길어지고 이에 따라 유류비도 증가하는 등의 점도 지역의 현안문제로 되어있다.

### 5) 기타의 문제

군장국가산업단지계획 중에서 갯벌보호를 위하여 장항국가산업단지계획을 철회하고, 국립생태원, 국립해양생물자원관, 장항국가생태산업단지 조성으로 변경함에 따라 서천군의 입장에서는 상대적 상실감을 가지게 되는 문제와, 군장 국가산업단지의 효과적인 관리를 위한 시설(복방파제)의 건설과 이로 인한 해역의 지형변화(갯벌의 퇴적 가속화)도 현안문제로 대두되어 있다.

이 외에도 군산 해상신도시 건설로 인한 하구역 균형발전에 대한 저항도 있으며, 복측도류제(유부도부근) 해상풍력시범단지 조성에 따른 환경변화도 서천군의 입장을 더욱 완고하게 하고 있다.

금강 나룻배 운영에 대한 의견차이도 있다. 금강 하구역 주변의 대부분의 지자체는 찬성하고 있으나 군산시는 반대의 입장에 있으며, 금강하구역에 관한 군산시와 서천군간의 공동조사위원회의 구성에 대한 합의도 이루어지지 않고 있다.

새만금을 포함한 금강 하구역에 대한 정부의 종합적인 관리계획이 없는 점도 금강 하구역을 둘러싼 문제를 해결하는 데 있어서 걸림돌이 되고 있다.

#### 4. 금강 하구역의 환경개선방안

##### 1) 금강호 문제 해결을 위해 고려해야 할 사항

- 가. 홍수예방 및 담수이용의 지속성을 확보할 수 있어야 한다. 금강 하구둑으로부터 얻을 수 있는 고조로 인한 피해 예방 및 담수 이용(연간 3.6억m<sup>3</sup>)의 지속성이 확보되는 범위내에서 문제의 해결방안을 찾아야 한다.
- 나. 기수역 회복을 통한 생태계 복원 및 연안어장의 회복이 이루어져야 한다.
- 다. 악화되고 있는 수질을 개선할 방안을 마련하여 농업용수의 지속성을 확보할 수 있어야 한다. 금강유역의 하수도 보급률은 2010년 현재 전북 80.8%, 충남 64.7%(2011 하수도통계, 환경부)로서 하수처리율을 향상시킬 수 있는 대책이 필요하다.
- 라. 철새도래지의 지속성확보와 신성리 갈대밭의 유지 및 복원도 중요한 과제이다.
- 마. 토사퇴적의 문제를 근본적으로 해결하여 수질개선과 항구 기능의 회복을 도모하여야 한다.

##### 2) 부분해수유통의 가능성

금강 하구호의 수질을 개선하고, 기수역을 회복하여 하구역의 생태계를 회복하기 위해서는 하구둑을 개방해야 한다는 점에 대해서는 대체로 동의하고 있는 것으로 보인다. 그러나 위에서 언급한 바와 같이 반드시 담수이용의 지속성이 확보되는 방향으로 하구둑의 개선을 추진하여야 한다.

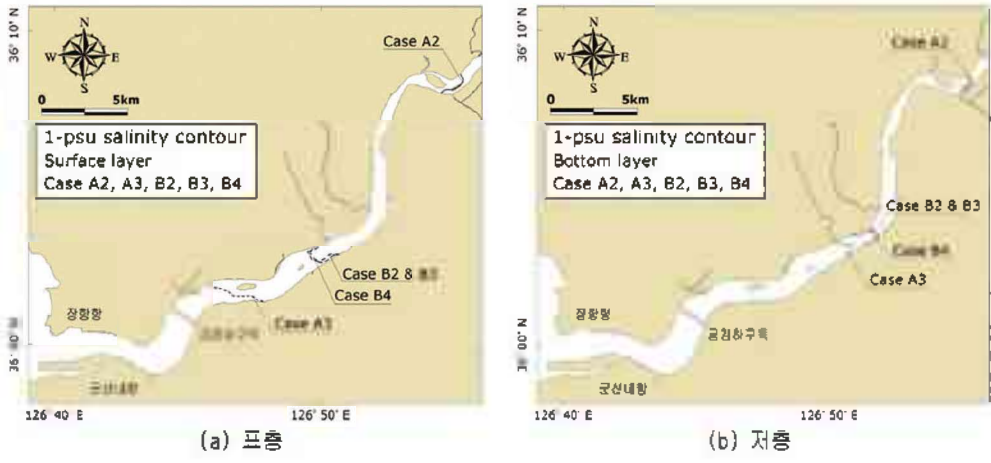
이에 대한 대안으로서 용수이용에 지장을 주지 않는 범위 내에서 하구둑의 수문을 부분적으로 개방하여 부분적으로 해수를 유통하는 방안을 생각할 수 있다.

국토해양부에서는 「금강하구역 생태계 조사 및 관리체계 구축 연구(Ⅱ)(2011. 12)」에서 부분적인 해수 유통의 가능성에 대해 검토하였으며, 서천군은 「금강하구 해수유통 염분확산 수치모형실험보고서(2013. 8)」에서 부분적인 해수유통에 관한 상세한 검토를 실시하였다.

〈표 1〉 해수유통에 관한 예측 실험안(국토교통부, 2011)

구 분	실험안	해수유통	수문위치	개방 문수련)	내용
군산측 스분 유지	A1	×	군산측	유출 20	담수 유출, 해수유통 없음
	A1F	×		유출 20, 우입 20	상시 해수유통
	A2	●		유출 20, 우입 20	부분 해수유통
	A3	△		유출 20, 우입 20	부분 해수유통
서천측 스분 증설	31	×	군산측	유출 20	담수 유출, 해수유통 없음
	31F	×	서천측	유출 10	
	32	△	군산측	유출 20, 우입 5	군산측 부분 해수유통
			서천측	유출 10	
	33	△	군산측	유출 20	서천측 부분 해수유통
			서천측	유출 10, 우입 5	
34	△	군산측	유출 20, 우입 5	군산 및 서천측 부분 해수유통	
		서천측	유출 10, 우입 5		

※ × : 해수유통 없음, ● : 상시유통, △ : 부분유통, A1F, B1F : 홍수시 실험안



(그림 5) 수문의 개방에 따른 염분의 하도 내 유입범위(국토부, 2011)

국토해양부의 검토결과에 따르면, <그림 5>에서 보는 바와 같이, 수문의 개방정도에 따라 염수(바닷물)의 상류쪽 유입(소상)범위를 어느 정도 통제할 수 있으며, 염수의 유입범위를 하구둑으로부터 상류 5km까지로 통제할 수 있다면, 군산취수장(공업용수), 화양취수장, 서포취수장 등 3개 정도의 정수장이 영향을 받게 될 것으로 판단된다(그림 6).



(그림 6) 염수의 유입범위를 5km로 제한할 경우 영향을 받는 취수장의 위치

『금강하구 해수유통 염분확산 수치모형실험보고서(서천군, 2013. 8)』는 다양한 조건에 대한 수치모형 실험을 통하여 하구둑 상·하류의 수위차를 5cm 정도로 유지하는 경우, 염수의 유입범위(염분 확산범위)

가 1.2km~5.4km 정도로 된다는 것을 확인하고 있다. 물론, 수치모형실험이 갖는 한계는 분명히 존재하며, 따라서 추가적인 수리모형실험을 통하여 면밀하게 검토할 필요는 있다.

부분적인 해수유통을 통한 수질개선과 기수역의 회복은 그 규모가 부분적인 것이라 하더라도 금강 하구역의 건강성을 증진하는데 크게 기여할 것은 틀림없다.

이러한 사례는 우리나라가 하구둑 건설의 표본으로 삼아온 네델란드에서도 확인할 수 있다. 예를 들어, 네델란드의 잔트크리크 하구둑(Zandkeek dam)은 1960년에 건설되었으나, 수질 등의 문제 때문에 하구둑의 중간부분에 터널형식(3m×5.5m)의 통로(culvert)를 설치(2002~2004)하여 해수의 교환을 시도하여 수질개선을 이루어 내고 있다(그림 7).



그림 7) 잔트크리크 하구둑의 해수유통 터널(2004년)

### 3) 퇴적토사의 처리방안으로서의 배수갑문 증설의 필요성

금강 하구둑의 배수갑문은 30m×10.3m 규모의 20련으로 구성되어 있는데, 홍수시 금강 하구호로 유입된 토사(sediment)가 배수갑문을 통하여 해역으로 배출된다. 그러나, 배수갑문이 모두 좌안(군산쪽에 설치되어 있어서 우안(서천쪽)에서는 토사의 퇴적이 지속적으로 일어나고 있다. 바다쪽에서도 유사한 현상이 일어나고 있는데, 특히 서천쪽의 바다에서는 누적된 퇴적토사가 육지화(陸地化)되어가는 경향을 보이고 있으며, 이것이 바다 생태계에도 영향을 미치고 있음은 분명해 보인다.

이러한 토사퇴적의 문제를 해결하기 위한 수단으로서 하구둑의 우안(서천쪽)에도 배수갑문을 증설할 필요가 있다. 또한, 최근 기후변화에 따라 강수의 국지화 및 대규모화가 가속되고 있어서 금강 하구둑 건설당시의 설계홍수량보다 큰 규모의 홍수가 발생할 가능성이 커졌다. 특히, 대청댐에서 PMF(가능최대홍수량)에 대비하여 보조여수로를 2014년에 완공함에 따라서 금강의 최대홍수량은 기존의 홍수량에 비

해 현저하게 증가할 것으로 예측되므로, 홍수량 배제능력을 대폭적으로 확대할 필요가 있다. 이처럼 대규모의 퇴적토사와 증가된 홍수량에 대비하기 위한 배수갑문의 증설은 매우 중요하고 시급한 과제라 할 수 있다.



(그림 8) 퇴적토사와 배수갑문 증설의 필요성

### 5. 금강 하구역 문제의 해결을 위한 종합적인 접근방안

지금까지 검토한 사항을 종합하고, 금강 하구역의 지속가능한 발전을 도모하기 위한 몇 가지 사항을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 금강 하구역의 문제는 수질의 악화, 심각한 생태계 훼손 및 지형변화(퇴적) 등이며, 이들은 시급히 해결해야 할 과제임에 분명하다. 문제 해결에 대한 당위성은 충분하다. 그러나, 무엇보다 지역간의 이해관계를 감안하여 공동발전의 목표를 공유하는 일이 중요하다.
- 2) 용수의 지속적인 확보가능성을 검토한 결과, 금강에서 흐르는 물로 공업용수 및 농업용수 3.65억 m<sup>3</sup>/년을 충분히 공급할 수 있다.
- 3) 금강 하구둑은 부분해수유통을 통하여 하구역의 생태계 복원 및 지형복원 등의 문제를 해결할 수 있으며, 용수공급에도 지장을 주지 않는 범위내에서 실행가능하다. 예를 들어 부분적인 해수유통의 방법으로서 하구둑 중간부분에 터널을 설치하고 하구둑 내·외간 수위차를 적절하게 유지하면 해수의 유입을 효과적으로 조절할 수 있다.



단, 구체적인 사항에 대해서는 추가적인 연구(수리모형실험)가 객관적이고 공정한 기관에서 수행될 필요가 있다.

- 4) 금강 하구둑은 염수유입을 막을 뿐 아니라, 고조나 해일 등을 막는 데 효과적이므로 하구둑의 운영은 적절하게 유지할 필요가 있다.
- 5) 우안(서천쪽)에 과도하게 퇴적된 퇴적토사를 해결하기 위하여 우안(서천쪽) 제방에 배수갑문을 신설할 필요가 있다.
- 6) 또한, 대청호 보조여수로의 완성에 따라 침수피해 등의 재해예방을 위해 금강 하구둑 배수갑문의 증설이 반드시 필요하다.
- 7) 새만금은 금강하구역과 공학적으로도, 문화적으로도 밀접한 관계가 있으므로 금강하구역은 새만금을 포함하여 광역적으로 접근할 필요가 있다.
- 8) 이해당사자라 할 수 있는 군산시, 서천군의 협력이 절대적으로 필요하며, 이를 위하여 양 지자체가 공동으로 조사위원회(공동조사위원회)를 구성할 것을 제안한다(이미 제안되어있다).
- 9) 가능하다면 새만금을 포함한 금강하구역의 광역발전방안을 양 지자체의 동의하에 마련하고, 그 틀 안에서 각종 발전계획을 수립·추진할 것을 제안한다. 양 지자체의 협력관계를 손상하지 않고 친환경적으로 발전할 가능성을 모색하면 양 지자체의 지속가능한 상생발전을 도모할 수 있을 것이다.
- 10) 현재 금강하구의 관리체계는 국토교통부(하천관리), 해양수산부(연안관리), 농림축산식품부(농어촌공사, 용수관리), 환경부(수질관리) 등으로 나누어져 있어서, 종합적인 관리시스템이 없고 수질관리 및 퇴적층의 관리도 종합적으로 이루어지지 않고 있다. 따라서 금강하구역의 종합적인 관리 시스템이 절실한 실정이다.

하구역은 정부의 여러 부처가 관련되어있으므로, 총리실 등의 정부기관에서 종합적인 관리시스템을 마련할 필요가 있다.

#### 참고문헌

1. 이창희 등, 지속가능한 하구역 관리방안 I (KEI2004/RE-03/연구보고서), 한국환경정책평가연구원, 2004
2. 서천군, 금강 살리기 사업에 따른 금강하구 해수유동 방안 검토보고, 2008. 2
3. 국토해양부, 금강하구역 성태처 조사 및 관리체계 구축 연구(I), 2011. 12
4. 환경부, 2011 하수도통계, 2012
5. 서천군, 금강하구 해수유동 영문확산 수치모형실험보고서, 2013. 8