

# 영산강하구둑에 의한 수리권 가용수량 증가에 관한 고찰

The Study of Water Availability Increments by Estuary Lake  
in YoungSan River

박희성\*, 최현근\*\*, 김창식\*\*\*

Hee Seong Park, Hyun Gun Choi, Chang Shik Kim

## 요    지

하구둑은 해수의 역류에 의한 염수침입을 방지하고 유역에 필요한 담수를 확보하기 위하여 건설되며, 하구둑에 의하여 하천의 하구에 담수호가 생성된다. 하구담수호에 의해 기존에 염해로 취수할 수 없었던 하천구간에서의 취수가 가능하게 되며, 하구담수호를 일정한 수위로 관리함으로써 상당량의 농업용수를 확보할 수 있다. 이와 관련하여 하구담수호에 의하여 확보되는 수자원량에 대해 설계 당시의 분석 자료들이 있기는 하지만, 대부분 연 총량의 형태로 나타나 있으며, 수리권과 관련하여 하구둑에 의하여 추가적으로 확보되는 수리권 가용수량이 얼마인지에 대한 분석은 거의 없다. 그것은 하구둑의 방류량이 댐의 방류량과는 달라서 조석의 영향을 매우 크게 받기 때문에 단순한 물수지 분석으로 이를 모의하기 힘들기 때문이다. 게다가 1일 2회의 조석이 발생하므로 1일단위의 물수지 분석은 어려운 현실이다. 그럼에도 불구하고 하구둑에서 많은 양의 농업용수 취수가 이루어지고 있다. 과연 얼마정도의 양이 수리권으로서의 역할을 할 수 있는지 모르고 임의적인 허가가 계속 부여될 경우, 갈수 시 용수공급의 안정성을 확보할 수 없게 될 것이다. 따라서 안정적인 용수의 공급을 위한 적절한 수리권 가용수량에 대한 추정 필요하다.

이에 본 연구에서는 영산강하구둑의 설시간 운영을 위하여 고 등(2004)이 개발한 “영산강하구둑 물관리 프로그램”的 기본적인 조위의 예측과 배수갑문의 방류량 산정기법 등과 수자원장기종합계획(2006) 수립 시에 사용된 장기간의 일자연유량을 이용하여 하구둑의 수리권 가용수량 추정 모형을 개발하고, 이를 영산강 하구둑에 의해 생성된 영산호에 적용함으로써 영산호에 의해 증가되는 수리권 가용수량에 대해 고찰하여 보았다.

**핵심용어 :** 하구둑, 유수사용허가, 허가가용수량, 수리권 가용수량, 물수지분석

## 1. 수리권 가용수량이란?

물은 그 공급량을 마음대로 조절할 수 없고 반복적인 재이용이 가능한 자원이기 때문에 수요가 공급을 초과한 상황에서는 서로간의 권리를 침해할 가능성이 매우 높아 분쟁이 일어나기 쉽다. 이러한 분쟁을 미연에 예방하고 물을 효율적으로 배분하기 위하여 각 나라들은 특별한 방법으로 수리권을 관리하고 있으며, 과도한 수리권의 할당을 제한하고 있다. 안정적인 공급량 보다 많은 수리권이 할당된다면 갈수 시 서로간의 권리가 침해받을 수밖에 없는 구조가 만들어지기 때문이다. 그렇다면 서로간의 권리를 침해하지 않는 적정한 유량이 존재할 것이며, 권리에 가용한 유량

\* 정희원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 선임연구원 · E-mail : hspark90@kict.re.kr

\*\* 정희원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원 · E-mail : hgchoi@kict.re.kr

\*\*\* 정희원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원 · E-mail : kkumzgy@kict.re.kr

을 정하는 것은 매우 중요한 일이 될 것이다. 이때 갈수 시 취수권리자들 간의 권리가 침해되지 않는 범위 내에서 안정적으로 공급이 가능한 최대한의 수량을 수리권 가용수량이라 하며, 하천정비기본계획에서는 단순히 가용수량이라고 표현하기도 한다. 현재 우리나라 실무에서는 댐이 없는 유역에 대해 10년 빈도의 자연갈수량을 수리권 가용수량으로 사용하고 있다.

## 2. 연구의 필요성 및 개요

하구둑은 해수의 역류에 의한 염수침입을 방지하고 유역에 필요한 담수를 확보하기 위하여 건설되며, 하구둑에 의하여 하천의 하구에 담수호가 생성된다. 하구담수호에 의해 기존에 염해로 취수할 수 없었던 하천구간에서의 취수가 가능하게 되며, 하구담수호를 일정한 수위로 관리함으로써 상당량의 농업용수를 확보할 수 있다. 이와 관련하여 하구담수호에 의하여 확보되는 수자원량에 대해 설계 당시의 분석 자료들이 있기는 하지만, 대부분 연 총량의 형태로 나타나 있으며, 수리권과 관련하여 하구둑에 의하여 추가적으로 확보되는 수리권 가용수량이 얼마인지에 대한 분석은 거의 없다. 그것은 하구둑의 방류량이 댐의 방류량과는 달라서 조석의 영향을 매우 크게 받기 때문에 단순한 물수지 분석으로 이를 모의하기 힘들기 때문이다. 게다가 1일 2회의 조석이 발생하므로 1일단위의 물수지 분석은 어려운 현실이다. 그럼에도 불구하고 하구둑에서 많은 양의 농업용수 취수가 이루어지고 있다. 과연 얼마정도의 양이 수리권으로서의 역할을 할 수 있는지 모르고 임의적인 허가가 계속 부여될 경우, 갈수 시 용수공급의 안정성을 확보할 수 없게 될 것이다. 따라서 안정적인 용수의 공급을 위한 적절한 수리권 가용수량에 대한 추정 필요하다.

이에 본 연구에서는 영산강하구둑에 의해 생성된 하구담수호인 영산호를 대상으로 수리권 가용수량을 추정할 수 있는 물수지 분석모형을 개발하여 적용함으로써, 영산호에 의해 갈수 시 증가하는 수리권 가용수량이 얼마인지를 추정하여 보았다.

## 3. 영산호 수리권 가용수량 추정 모형의 구성

댐은 사수위 이상의 물을 방류하고자 할 경우 언제든지 수문을 열어 방류를 할 수 있는 반면, 하구둑은 댐과는 달리 조석에 따라 하루 중에도 방류를 할 수 있는 시간이 극히 제한되어 있다. 또한 외조위와 내수위가 시간에 따라 지속적으로 변하고 이것이 방류량에 직접적인 영향을 주므로 실제 방류시간동안에도 그 유량은 지속적으로 변하게 된다. 이러한 하구둑의 방류량을 모의하려면 조위에 따른 일별 방류량을 별도로 모의해야하며, 이를 위해서는 조위를 예측할 필요가 있다. 또한 조위는 1일에도 두 번의 변화를 갖고 있으므로 일단위로 물수지를 분석하여 하구둑의 가용유량을 추적하는 것은 불가능하며, 최소 1시간이하의 시간단위로 분석해야한다.

하구담수호의 물수지 분석과 관련된 연구로는 고 등(1004)이 수행한 영산강하구둑 물관리 프로그램 개발이 있으며 해당 연구의 주요목적은 홍수시 및 갈수시 영산강하구둑의 실시간 운영을 위한 것이다. 비록 이것이 실시간 운영을 위한 것이라 할지라도 기본적인 조위의 예측과 배수갑문의 방류량 산정 기법 등은 장기간의 과거자료에 대한 하구둑 모의에 충분히 활용할 만한 가치가 있다. 따라서 본 과업에서는 영산강 하구둑 물관리 프로그램 개발에서 사용된 조위예측 방법 및 수문 조작 방법 등 주요 모의 알고리즘을 이용하여 수자원장기종합계획(2006, 건설교통부) 수립 시에 사용된 장기간의 일자연유량을 대상으로 하구둑의 물수지 모형을 개발하여 하구둑의 수리권 가용수량 추정에 적용하였다.

### 3.1 물수지분석의 기본가정

모의의 단순화를 위하여 영산호 상류의 댐과 같은 저류구조물이 없는 것으로 가정하였으며, 따라서 영산호의 유입량은 자연유출량만 존재하는 것으로 가정하였다. 이는 우리나라의 경우, 실무에서 댐이 없는 유역에서의 수리권 가용수량을 (자연유량에 대한) 10년 빈도의 갈수량으로 사용하고 있기 때문이다. 하구둑의 방류량 모의는 10분 단위로 실시하였으며, 이때 유입량은 1일 동안 동일한 유량이 지속적으로 유입되는 것으로 가정하였다. 담수호에서의 증발 및 침투 손실은 무시하였으나, 담수호 표면 강우로 인한 수위상승은 별도로 고려하였다. 담수호 구역 내에서 취수는 농업용수만을 고려하였으며, 농업용수의 사용 시기는 4월에서부터 10월까지로 가정하였다. 또한 농업용수의 경우 강우 시에는 양수를 하지 않는 특성이 있으므로 10mm 이상의 강우에서는 용수 취수를 하지 않는 것으로 가정하였다.

하구둑의 관리수위와 사수위 및 관리 방법은 영산강하구둑관리규정(1999, 한국농촌공사)의 내용을 사용하였다. 하구둑의 관리수위는 -1.43m로 보았으며, 하구둑의 운영은 해당 관리수위를 지속적으로 유지하기 위한 방법으로 행하여진다고 보았다. 배수갑문의 조작은 모든 갑문이 동시에 조작되며 일부개방은 하지 않는 것으로 보았고, 하구둑에서의 사수위는 -9.43m로 보았다.

### 3.2 하구담수호의 일별 물수지분석 모형

단위시간당 상류로부터 담수호로 유입되는 유량을  $I$ 라고 하고, 10분 단위의 방류량 모의를 통해 산정된 담수호의 방류량을  $O$ , 담수호 표면강우량을  $P$ , 취수량을  $Q$ , 담수호의 저수량을  $S$ , 담수호의 저수변화량을  $\Delta S$ 라고 하면, 담수호의 저수변화량  $\Delta S$ 는 다음과 같은 물수지방정식으로 나타낼 수 있다.

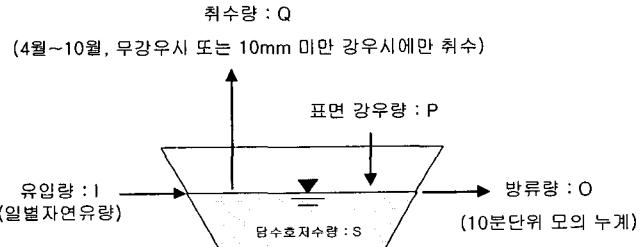


그림 1 하구둑 물수지 분석 개념도

$$\Delta S = S_{i+1} - S_i = I_i + P_i - O_i - Q_i$$

여기서 첨자는 시간단위를 표현하는 것이며, 그림 1은 이러한 과정을 도식적으로 표현한 것이다.

방류량  $Q$ 는 갑문이 열려있을 경우 외조위와 내수위의 차이에 의하여 발생하는 것으로서 그 양은 외조위와 내수위를 10분 단위로 모의하여 매 10분간의 방류량을 산정한 후 24시간 동안 누계하여 산정하였다. 외조위의 모의와 방류량 모의 부분은 영산강하구둑 물관리 프로그램(2004, 한국농공학회 학술발표회 논문집)에 사용된 부분을 그대로 사용하였으며, 방류량 모의 시 지속적으로 수위가 변하므로 담수호수위의 추적단위는 10분 단위로 이루어졌다.

### 3.3 일별 물수지 모의에 의한 수리권 가용수량 추정 모형

앞에서 만들어진 물수지 모의 모형을 이용하여 수리권 가용수량을 산정하는 것은 몇 가지 제약에 따른 최적화 과정을 거쳐 이루어진다. 수리권의 특성상 지속적으로 동일한 양을 취수할 수 있어야 한다는 점을 고려한다면, 취수량  $Q$ 는 일정한 상수형태로 유지되어야 하며, 이 값의 최대값이 곧 수리권 가용수량이 된다. 따라서 앞서 구성된 모형에 다음과 같은 제한 조건과 목적함수를 설정하고 Newton 법에 의하여 조건을 만족하는 최대취수량을 추정하였다. 이때 담수호의 10년 빈도 갈수위는 매년 크기 순으로 355순위의 수위를 선택하여 연갈수위로 하고, 다시 연갈수위를 크기 순으로 나열하여 직선보간을 통해 10년 빈도에 해당하는 순위의 값을 구하여 사용하였다.

- 제한조건 : 담수호의 10년 빈도 갈수위  $> -1.43 - h$   
( $h$ 는 관리수위 이하의 가용수심으로서  $0 \leq h \leq 8$ )
- 목적함수 : Maximize(취수량)

## 4. 물수지 분석결과 및 고찰

개발된 가용수량 추정 모형에 대해  
수자원장기종합계획(2006, 건설교통부)  
에서 사용되었던 일별 자연유출량(1966  
년부터 2003년)을 유입량으로 사용하여,  
가용수심에 따른 수리권 가용수량을 추  
정하여본 결과, 가용수심에 따른 수리권  
가용수량의 관계는 그림 2 와 같은 관계  
를 갖는 것으로 나타났다.

수심이 0m 인 경우는 상류에서 유입  
되는 자연유량만이 가용한 경우이며, 가  
용수심이 증가할수록 수리권 가용수량도  
따라 증가한다. 이때 추정된 수리권 가  
용수량에서 하구둑 설치이전부터 수리권  
으로 가용했던 자연하천의 기준갈수량을 빼내면 영산호에 의하여 추가적으로 가용한 수리권량이  
될 것이다. 따라서 실질적으로 가용한 수심이 2~4m 정도인 것을 고려한다면, 영산호에 의하여 추  
가적으로 가용하게 되는 수리권량은 대략  $12.7 \sim 19.1 \text{m}^3/\text{초}$  정도라고 보여 진다.

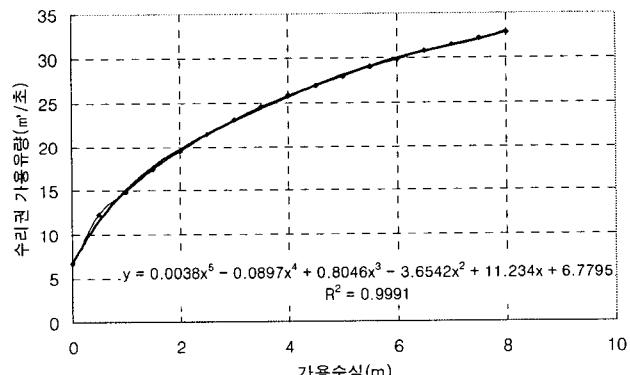


그림 2 가용수심에 따른 수리권 가용수량(영산호)

## 5. 결 론

현재 실무에서는 하구담수호에 의해 증가되는 수리권 가용수량이 얼마인지 정확히 모르고 있 는 경우가 많으며 수자원계획에서도 하구담수호에 의해 확보되는 수량은 무시되는 경우가 많다. 비록 하구담수호에 의해 확보되는 유량이 하구담수호 구역 내에서만 활용이 가능한 것이라 하더라도 하구담수호는 매우 큰 수자원 공급원이다. 이에 의해 확보되는 가용수량의 정확한 파악은 수자원의 효율적인 배분에 꼭 필요한 것이라고 사료된다. 본 연구에서는 영산강하구둑 물관리 프로그램(2004, 한국농공학회 학술발표회 논문집)에 사용된 모듈들을 기반으로 엑셀을 이용하여 하구

답수호에 의해 증가되는 수리권 가용수량을 추정할 수 있는 모형을 개발하고, 이를 영산호에 적용하여 본 결과, 영산호에 의하여 대략  $12.7 \sim 19.1 \text{m}^3/\text{초}$  정도 수리권 가용수량이 증가하는 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 건설교통부 영산강홍수통제소 학술연구용역인 “영산강·섬진강 권역 하천유수사용 관리시스템 구축” 연구에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. 고광돈 외 4명(2004), 영산강하구둑 물관리 프로그램 개발, 2004년도 한국농공학회 학술발표회 논문집
2. 건설교통부(2006), 수자원장기종합계획(2006 ~ 2020)
3. 건설교통부 영산강홍수통제소(2006), 영산강·섬진강 권역 하천유수사용관리시스템 구축
4. 건설교통부 하천관리팀(2006), 하천유수사용허가 업무 매뉴얼