

댐에 의한 비상용수 공급편익 산정 방안 연구

A Study on Estimating Emergency Water Supply Benefits by Dam

윤슬기¹⁾·김길호²⁾·여규동³⁾·심명필⁴⁾

Seul Ki Yoon, Gil Ho Kim, Kyu Dong Yeo, Myung Pil Shim

요 지

최근 기후변화의 영향일 것으로 추정되는 이상기온의 발생빈도가 잦아지는 상황에서 이에 대한 대책으로서 댐의 비상용량을 비상용수로 공급하는 방안이 조심스럽게 제기되고는 있으나 현재까지 국내에서는 비상용수에 대한 명확한 정의조차 제시되지 않는 등 다소 생소한 개념이라고 할 수 있다. 본 연구는 비상용수 공급의 국내·외 사례와 비상용수 공급편익 산정에 관한 국내·외 연구를 검토하여 댐에 의한 비상용수 공급의 가능성과 가치를 평가하는 것을 목적으로 한다. 비상용수의 수요는 정기적으로 발생하지 않는 특수한 경우이고 용수공급을 대체할 만한 대안이 거의 없는 극한 상황에서 발생한다. 그러므로 생·공용수의 편익산정 방법에 일반적으로 이용되는 대체시설비용법과 같은 편익산정 기법을 적용하는 것은 여의치 않을 것으로 판단된다. 그리하여 본 연구는 비상용량이 사용될 때의 갈수빈도와 갈수피해액의 관계를 설정하고 피해경감액을 추정함으로써 연평균 편익을 산출하는 방안을 검토하는 방안을 제안하고자 한다. 비상용수 공급편익의 합리적인 계량화하기 위해서는 적절한 이수안전도의 설정과 이에 따른 이수기능의 평가가 선행되어야 한다. 그러나 아직까지 갈수규모에 따른 비상용수 공급편익의 산정방법에 대한 명확한 기준이 마련되지 않은 실정이다. 따라서 향후 비상시 댐의 이수기능을 최대한 활용하고 이에 대한 올바른 가치평가를 위해서도 관련분야에 대한 기초연구가 시급히 이루어져야 할 것이다.

핵심용어 : 비상용수 공급편익, 비상용량, 갈수빈도, 갈수피해액, 이수안전도

1. 서론

이상기온이나 대규모 수질오염사고와 같은 비상사태가 발생하여 각종 용수의 공급이 제한되거나 중단되고, 이러한 문제를 통상적인 용수공급 체계로 해결하기 어려운 상황이 발생할 경우에는 긴급대책으로 댐에 저류된 비상용량의 공급을 고려할 수 있을 것이다. 최근 기후변화의 영향일 것으로 추정되는 이상기온의 발생빈도가 잦아지는 상황에서 이에 대한 대책으로서 댐의 비상용량을 비상용수로 공급하는 방안이 조심스럽게 제기되고는 있으나 현재까지 국내에서는 비상용수에 대한 명확한 정의조차 제시되지 않는 등 다소 생소한 개념이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 비상용수 공급편익(emergency water supply benefits)을 명확히 정의하고 비상용수의 편익산정 방향을 제시하고자 한다.

1) 인하대학교 사회기반시스템공학부 석사과정 · E-mail: salvia26@hanmail.net

2) 정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 박사과정 · E-mail: kims@inha.ac.kr

3) 정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 박사과정 · E-mail: yeokd@inha.ac.kr

4) 정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 교수 · E-mail: shim@inha.ac.kr

2. 비상용수 공급편익의 개요

본 연구에서는 기존 연구에서 비상용수 공급편익에 대한 정의를 참고로 하고, 편익산정의 방향을 고려하여 댐에 의한 비상용수 공급편익을 다음과 같이 정의하고자 한다. 즉, 비상용수 공급편익이란 극심한 수문학적 가뭄 또는 수질오염사고 등의 발생으로 물 수요가 급격히 증가하여 댐의 수위가 저수위까지 내려간 경우 저수위 이하의 비상용량을 공급하여 얻을 수 있는 편익을 말한다. 비상용수 공급편익을 바르게 이해하기 위해서는 우선 가뭄의 분류와 의미, 그리고 비상용량 및 비상상황에 대한 명확한 설정이 필요하다.

2.1 비상용수의 개념

비상용수를 정의하기 위해서는 가뭄의 분류와 의미를 명확히 알아야 한다. 일반적으로 가뭄은 비가 오랫동안 오지 않거나 적게 오는 기간이 지속되는 현상으로 인식되고 있으나, 가뭄현상은 정의하는 관점에 따라 다양한 기준을 갖게 되며, 이들은 서로 밀접한 상관성을 가지고 있다. 기상학적인 가뭄이 오래 지속되면 토양수분을 고갈시켜 농업가뭄을 유발시키며 하천이나 저수지의 수량을 감소시킴으로써 수문학적인 가뭄으로 이어지게 된다. 비상용수에 관한 기존 연구에서는 비상용수공급편익을 표 1과 같이 정의해왔다.

가뭄에 대한 정의는 많은 연구에서 내려진 바 있으나 대부분 가뭄을 다루는 목적에 따라 의미가 다르기 때문에 본 연구와 관련된 사항을 참고하기 위해서는 이들을 명확하게 구분할 필요가 있다. 일반적인 가뭄의 의미는 표 2와 같으며, 비상용수 공급편익을 정의하기 위해서는 수문학적 가뭄에 대한 정의를 주시할 필요가 있다.

표 1. 기존 연구의 비상용수 공급편익

정 의	출 처
◦비상용수공급 편익은 가뭄시 갈수용 댐이나 다목적댐의 사수용량의 비상방류를 통하여 얻을 수 있는 편익을 뜻한다.	수자원(댐)부문사업의예비타당성조사 표준지침 연구(제3판). 한국개발연구원, 2003
◦비상용수 편익은 갈수기에 비상용수를 공급하여 용수수요를 충족시켜 물 공급의 안정성을 제고하는 편익을 말한다.	댐의 편익산정 개선방안 수립. 한국수자원공사, 2003
◦댐은 가뭄 또는 한발로 댐저수위가 저하되어 정상적인 용수공급이 부족할 경우 하류지역의 갈수피해를 해소하기 위하여 비상용수공급설비를 갖추고 있다. 비상용수편익은 비상용수공급관을 통하여 공급되는 용수에 의하여 해소되는 갈수피해액을 말한다.	수자원개발사업의 경제성분석제도 개선에 관한 연구. 김수식, 2007

표 2. 가뭄의 일반적 정의

구 분	의 미
농업적 가뭄	농업에 영향을 주는 가뭄을 언급한 것으로 농작물 생육에 직접 관계되는 토양수분으로 표시하는 가뭄
수문학적 가뭄	물 공급에 초점을 맞추고 하천유량, 저수지, 지하수 등 가용수자원의 양으로 정의한 가뭄
기상학적 가뭄	주어진 기간의 강수량이나 무강수 계속일수 등으로 정의하는 가뭄
사회경제적 가뭄	사회나 산업이 요구하는 수준의 물 공급에 따라 정의하는 가뭄

비상용수 공급편익을 정의할 때 명확히 해야 할 부분 중 하나가 바로 댐의 비상용량 설정이다. 현재 국내 댐설계기준(건설교통부, 2005)에 따르면, 그림 1과 같이 저수위(Low Water Level, LWL) 아래의 저수량을 비활용용량(inactive storage)이라고 한다. 비활용용량이란 평시에는 이수 목적으로 쓰이지 않는 공간으로서 불용용량을 뜻한다. 비활용용량은 다시 사수위(Dead Storage Level, DSL)를 경계로 두 부분으로 나눌 수가 있는데 퇴사로 전혀 이용이 불가능한 아랫부분의 사수용량(dead storage)과 윗부분의 비상용량으로 나눌 수 있다. 비상용량의 경우 평시에는 사용하지 않으나 비상시에는 적절한 활용방안을 검토해볼 필요가 있으며 비상방류로를 통해 비상용량을 용수로 공급함에 따라 발생하는 편익을 기대해볼 수 있다.

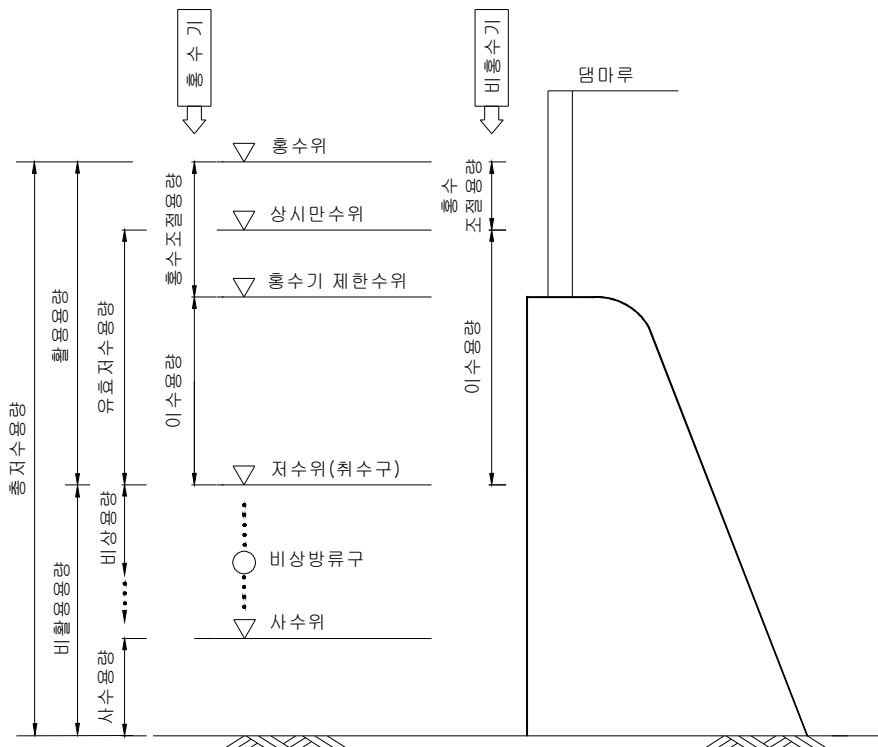


그림 1. 저수지 수위와 용량배분 (댐설계기준. 건설교통부, 2005)

2.2 비상상황의 설정

비상용수 공급편익에 관한 기존 연구에서는 갈수빈도와 갈수피해액의 관계를 통해 연평균 갈수 피해경감액을 구하고, 이를 비상용수의 편익으로 보았다. 여기서, 갈수빈도의 설정은 댐으로부터 물을 공급받는 수요측면에서 측정된 것으로서 댐 하류의 상황만을 고려한 값이다. 그러나 이 경우 댐의 수위와 댐 하류의 상황이 다를 수 있다는 문제가 있다. 댐에서는 비상용량을 사용해야할 만큼 수위가 내려가지 않은 경우에도 하류의 상황을 통해 갈수빈도에 따른 갈수피해액이 산정될 수 있고, 이것이 비상용수의 공급편익으로 포함되는 것이다. 이러한 문제를 해결하고 비상용량 사용에 따른 비상용수 공급편익을 산정하기 위해서는 비상상황의 기준이 명확히 설정되어야 한다. 본 연구에서는 비상상황을 크게 내용적 측면과 수요공급적 측면으로 분리하여 생각해 보고자 한다.

먼저, 비상상황은 그림 2와 같이 내용적 측면으로 생각해 볼 수 있는데 하나는 수량적 측면이고 다른 하나는 수질적 측면이다. 수량적 측면은 공급할 수 있는 물의 양이 부족한 경우를 말하며, 수질적 측면은 수질오염사고 등으로 수질이 일정수준이상 악화되는 경우라고 할 수 있다. 수질적 측면에서의 비상상황은 빈도 예측 및 피해액 산정의 어려움이 있어 현실적으로 편익산정이 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 비상상황을 수량적 측면에서 설정하였다.

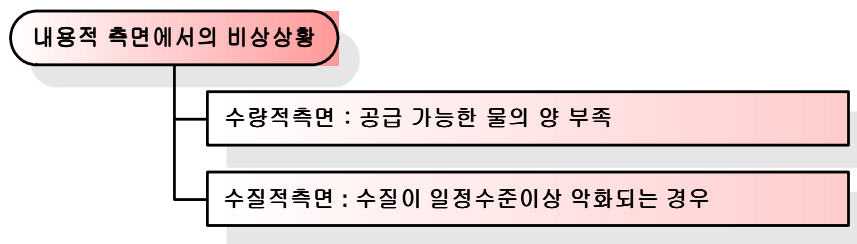


그림 2. 내용적 측면에서의 비상상황 분류

한편, 그림 3과 같이 비상상황을 수요공급 측면에서도 생각해 볼 수 있다. 비상상황의 수요측면이란 가뭄 등으로 댐 하류의 물 공급이 충분히 이루어지지 않는 경우를 말하고, 비상상황의 공급측면은 물을 공급하는 댐 입장에서 댐 수위가 저수위 이하로 내려가는 경우라 할 수 있다. 앞에서 언급했듯이 비상상황은 수요측면에서와 공급측면에서 다를 수 있다. 비상용수 공급 편익의 경우 저수위와 사수위 사이의 비상용량에 따른 편익을 구하는 것이므로 본 연구에서는 비상상황을 공급측면에서 설정하였다.

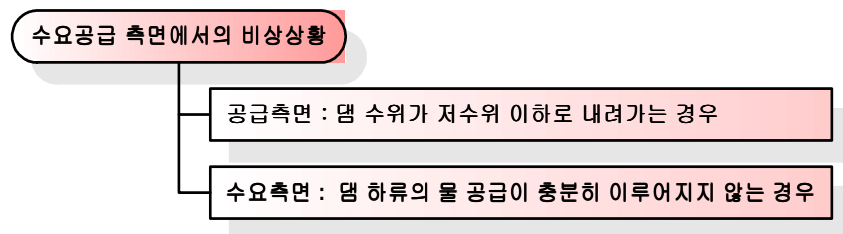


그림 3. 수요공급 측면에서의 비상상황 분류

3. 비상용수 공급편익 산정

비상용수의 수요는 정기적으로 발생하지 않는 특수한 경우이고 용수공급을 대체할 만한 대안

이 거의 없는 극한 상황에서 발생한다. 그러므로 생·공용수의 편익산정 방법에 일반적으로 이용되는 대체시설비용법과 같은 편익산정 기법을 적용하는 것은 여의치 않을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 그림 4와 같이 갈수빈도와 비상용수 공급 전후의 갈수피해경감액을 곱하여 비상용수 공급편익을 산출하는 방안을 제시하고자 한다.

본 연구는 비상상황을 공급적측면에서 설정하였으므로 산정의 첫 단계로 댐의 수위가 저수위 이하로 내려갈 때의 갈수빈도와 갈수피해액을 조사한다. 갈수피해액은 비상용수 공급 전후로 나누어 산정한 후, 그 차를 갈수피해경감액으로 한다. 따라서 댐의 수위가 저수위까지 내려가는 비상상황에서의 갈수빈도와 갈수피해경감액의 곱은 비상용수 공급편익이 된다.

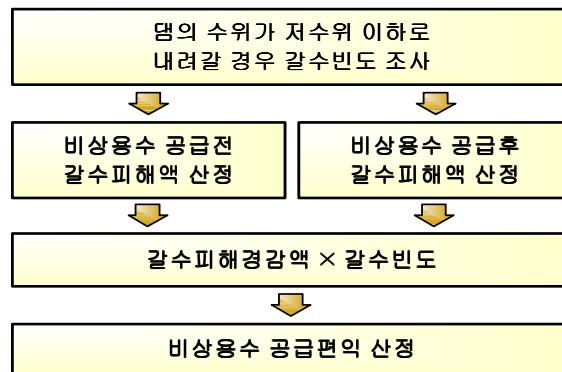


그림 4 . 비상용수 공급편익 산정

4. 결론 및 향후과제

댐에 의한 비상용수 공급편익을 산정하기 위해서는 먼저 비상상황의 설정기준이 명확해야하며 이에 따라 비상용수가 정의되어야 한다. 본 연구에서 설정한 비상상황이란 댐에서 물을 공급하는 측면으로 댐의 수위가 저수위 이하로 내려가는 경우를 말한다. 이러한 비상상황이 발생할 때, 비상용수 공급을 통한 갈수피해경감액을 갈수빈도를 분석하여 획득한 확률과 곱하여 비상용수 공급편익을 산정할 수 있을 것이다.

비상용수 공급편익의 합리적인 계량화를 도모하기 위해서는 적절한 이수안전도의 설정과 이에 따른 이수기능의 평가가 선행되어야 한다. 그러나 현재로서는 갈수규모에 따른 비상용수 공급량의 편익화에 대한 명확한 기준이 마련되지 않은 실정이다. 그러므로 향후에는 댐의 비상시 이수기능의 최대 활용과 이에 대한 올바른 가치평가를 위해서도 관련분야에서 기초연구가 시급히 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부의 연구비 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 한국수자원공사(1998). 수자원개발의 경제성 분석모델 개발.
2. 한국수자원공사(1998). 다목적댐 운영 실무편람.
3. 한국수자원공사(2003). 댐의 편익산정 개선방안 수립.
4. 건설교통부(2005). 댐설계기준.