

댐하류하천정비사업의 댐 운영개선 효과 경제성 분석 (II) -경제적 편익 및 비용분담률 분석

Economic Analysis of Dam Operation Improvement by Dam Downstream River Improvement Works (II)-Economic Benefit and Cost Allocation Analysis

유 승 훈* / 이 광 만** / 이 울 래***

Yoo, Seung-Hoon / Lee, Gwangman / Lee, Eul Rae

Abstract

Flood discharge capacity in a dam downstream reach has been decreased after dam construction because of the river cross section reduction impacted by farm lands, sand-bars and parking lots, etc. in river flood plains. Those obstacles being in the river inside areas have caused negative influences to the dam operation policy. Therefore, the dam downstream river improvement work associated with the dam operation improvement plan is under construction for removing reduction factors on the dam effective storage, assuring flood safety in the dam downstream river and incrementing dam operation benefits. But the project has issued some problems such as project feasibility, economic evaluation, cost allocation and benefit share, etc. Since a dam enterpriser has not committed such kind of project before, it is necessary to set up an objective analysis process and a quantitative financial valuation. This study examines the measurable economic benefits and the cost allocation of the project for the fairness between benefit owners (central government and water electricity enterprisers). As a result, the total economic benefit from 3 dams (Imha, Daechung and Youngdam Dam) accounts for 14.41 Billion Won/year. The financial valuation of K-water as a project enterpriser is approximately estimated at 40% of the total value and the government is 60%.

Keywords : river improvement work, economic benefit, financial valuation

요 지

댐이 건설된 이후 댐직하류 하천구간은 하천구역내 사유지 경락과 하상주차장 등의 입지, 사구가 발달하여 하폭감소에 의한 문제가 발생하였다. 특히 하천정비의 미흡으로 홍수시 하천통수능력이 감소하여 유역전반에 영향을 미치고 있다. 댐 운영조건도 일부 제약을 받고 있는데 이의 해소를 통한 댐 기능의 회복과 운영의 효율성 제고가 하천의 치수 안정성 확보와 함께 개선대책이 필요하였다. 따라서 댐 운영관리개선과 연계된 댐직하류 하천정비사업이 시행되고 있는데 사업의 타당성, 경제성 편익, 비용배분 및 투자비 회수방안 등과 같은 문제점이 제기되었다. 아울러 댐사업자가 하천사업을 주관한 사례가 없어 이들 사업에 대한 경제성 평가의 객관적 해석과 편익에 대한 정량화 방법의 개발이 요구되었다. 본 연구는 댐직하류 하천정비사업의 사업주체 (국가와 용수 및 발전사업자 등)간의 합리적인 건설비용 배분방법을 제시하고 그 적정성

* 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 교수 (e-mail: shyoo@seoultech.ac.kr)

Professor, Graduate School of Energy and Environment, Seoul National Univ. of Science and Technology, 172 Gongneung-dong, Nowon-gu, Seoul 139-743, Korea.

** 교신저자, K-water연구원, 수석연구원, 공학박사 (e-mail: lkm@kwwater.or.kr)

Corresponding Author, Head Researcher, K-water Institute, Daejeon 306-711 Korea

*** K-water연구원, 책임연구원, 공학박사 (e-mail: erlee@kwwater.or.kr)

Principal Researcher, K-water Institute, Daejeon 306-711 Korea

을 평가하고자 하였다. 평가결과, 시범 적용 3개 댐의 경제적 편익은 14,406.8백만원/년으로 추정되었고, 편익 중 사업시행자인 K-water의 재무적 가치는 40%, 정부의 공공성 편익은 60%로 분석되었다.

핵심용어 : 하천정비사업, 경제적 편익, 재무적 가치

1. 서론

최근 지구온난화, 엘니뇨 현상 등 이상기후에 의한 가뭄과 홍수 등 자연재해가 빈번히 발생하고 있으며, 우리나라에서도 이와 같은 환경변화로 매년 되풀이 되는 가뭄과 홍수가 점점 더 심각한 수준으로 발전하고 있다. 최근 10년간 하루 100 mm 이상의 강우 발생빈도가 10년 전에 비해 1.5배 가량 증가하였으며 집중호우, 태풍 등으로 인한 홍수 피해액도 크게 증가하였다. 이와 같은 상황에서 물 부족과 홍수에 대비한 이 치수의 중요성은 점점 더 증대되고 있다. 그럼에도 댐이 건설된 이후에 댐적하류 하천구간은 하천 구역내 사유지 경작과 비닐하우스, 하상주차장 등의 임지, 사주 발달에 따른 하폭 감소 등 댐적하류 하천정비의 미흡으로 홍수시에 하천통수능력이 감소하게 되었다. 이러한 댐 운영 장애요인과 수질오염 및 생태, 경관 훼손 등 하천 역기능을 초래한 요인들의 해소를 통하여 수자원 시설물의 계 기능 달성이 시급한 실정이다(박봉진, 2008).

이와 같이 댐 운영 제약조건의 해소, 댐 기능회복, 댐적하류 하천에 대한 치수 안정성 확보, 댐 운영의 효율성 제고 등을 위하여 댐 홍수조절과 댐적하류 하천의 연계 등 치수측면을 고려한 댐적하류 하천정비사업의 필요성이 제기되었다. 댐적하류의 하천정비를 시행하는 주요 내용으로는 치수와 이수 부분으로 나누어진다. 이중 치수부분은 댐의 방류영향을 직접적으로 받는 하류하천구간에서의 댐과 하천의 구조적 홍수방어 능력을 제고하고 이들 방안 중 경제적인 대안을 선택하여 사업을 추진하는 것이다(Duivendijk, 1999). 이수부분은 하천기능(친수, 생태, 회복과 저수(유량, 수질)관리대책의 수립을 주 내용으로 하며 댐의 저류기능 회복에 의한 관련 편익의 증대될 도 모하였다. 따라서 댐사업자는 댐적하류하천정비사업을 통해 하천의 홍수피해를 줄이고, 댐 본연의 기능을 정상화하여 용수공급과 수력발전 편익의 회복을 기대할 수 있다(유승훈 등, 2010).

댐적하류 하천정비사업은 여러 측면에서 사업의 타당성 평가가 필요하다. 우선 댐적하류 하천정비사업은 시설물의 기능회복을 통한 추가적 편익의 추구가 가능하며, 공공성의 입장에서도 여러 효과를 기대할 수 있다. 즉, 시설물의 기능회복 측면에서는 생활용수, 공업용수 및 발전

용수의 증가로 수입증가를 기대할 수 있으며, 공공성의 측면에서는 홍수피해방지, 유지용수 및 농업용수의 증대 효과와 이로 인한 하천환경개선도 기대된다. 이에 소양강댐 등 32개 댐 하류하천을 대상으로 하천정비사업이 추진 중에 있다. 그러나 홍수조절 편익의 평가는 정확한 추정 이 어려우며(Plazak, 1985), 하천사업과 기존 댐 운영개선 의 연계성에서 사업의 주체, 비용부담자, 편익의 배분방법 등 여러 가지 해결해야 할 문제점이 대두되었다.

댐사업자가 주관이 되는 댐적하류 하천정비사업은 과거 사례가 없어 사업시행근거, 경제적 편익 산정, 비용배분방안 및 투자비 회수방안 등에 대한 명확한 설명이 어려운 점이 있다. 따라서 이런 문제해결을 위한 합리적인 방법론을 도출하고 객관성을 담보할 수 있는 분석방법이 필요하다. 이를 위하여 댐적하류 하천정비사업에 의한 경제적 편익의 개념을 정립하고 하천정비사업의 편익에 대한 정량화를 추진해야 한다. 특히 댐적하류 하천정비사업의 경제적 편익은 편익의 귀속 주체(국가, 지자체, 용수 및 발전사업자 등)간의 합리적이고 공정한 건설비 및 운영비 등 비용배분과 관련된 기준이 필요하다. 본 연구는 대청댐, 임하댐 및 용담댐 등 3개 댐을 시범사업으로 선정하여 댐적하류 하천정비사업에 따른 경제적 편익의 개념을 정립하고 하천정비사업의 경제적 편익을 정량화하고자 하였다. 또한 분석된 결과를 현재 계획되어 있는 국가와 Kwater의 적정 투자비 분담비율도 함께 검토하였다.

2. 경제적 편익의 분석 방법

2.1 댐적하류 하천정비사업의 경제적 편익 범위

댐적하류 하천정비사업과 같은 공공투자사업에서 편익을 판별하는 문제는 민간부문 투자사업과는 상이하다. 공공투자사업의 경우, 편익은 투자활동의 결과로 나타나는 모든 긍정적 효과를 포괄하여 국가 경제 전체적인 입장에서 파악되어야 한다. 이때 재화와 서비스는 물론 외부경제효과까지도 포함하게 된다. 일반적으로 댐적하류 하천정비사업에 따른 경제적 편익이 발생하는 부문은 크게 이수, 치수 및 환경부문으로 구분할 수 있다. 이중 재무적 평가가 어려운 환경부문을 제외하면 Table 1과 같이 정리할 수 있다. 이수부분은 용수부문과 발전부문으로 구분되며, 용수부분은 다시 생활용수, 공업용수, 농업용수 및 유지용

Table 1. Economic Benefits of the Dam Downstream River Improvement Works

대분류	중분류	소분류
이수부분	용수부분	생활용수
		공업용수
		농업용수
		유지용수
	발전부분	
치수부분	홍수피해저감 효과	

수의 4가지 범주로 세분화된다. 또한 치수부분은 홍수조절 측면을 의미한다.

2.2 수자원 사업의 경제적 편익의 추정방법

2.2.1 용수부분

용수는 인간의 생존과 산업생산 등에 있어서 필수적인 투입요소이다(Yoo and Yang, 1999; 유승훈, 2003). 따라서 경제활동의 원활화를 위해서는 용수공급을 위한 투자가 효율적으로 이루어지지 않으면 안 되며, 이와 관련된 의사결정에 있어서 용수의 경제적 가치는 필수적으로 이용된다(Gibbons, 1987; Young, 1996; 임해진 등, 2004). 다시 말해서, 용수공급의 경제적 가치 측정은 용수의 경제적 공익적 기능을 조화롭게 발휘할 수 있는 용수공급사업의 추진과 그 제원미련 및 분담 등의 기초자료로 활용될

수 있으며 용수개발 투자를 위한 시민들의 합의 형성에도 크게 이바지할 수 있다(기획재정부/한국개발연구원, 2003). 지금까지 용수의 경제적 가치를 평가할 수 있는 방법으로 제안되고 적용된 것들을 정리하면 Table 2와 같다.

이들 평가기법의 특징은 Table 3과 같이 요약할 수 있다. 이중 원가기준 접근법은 용수 소비자의 용수에 대한 지불의사액을 반영하지 못하며, 부가가치 접근법은 생산성이 큰 업종의 경우 용수의 가치를 과대평가할 수 있다. 평균가격 접근법은 시장이 왜곡되어 있지 않다면 소비자의 지불의사액을 반영할 수 있는데 발전생산자가 한국전력에 소수력으로 생산된 전기를 판매하는 가격이 이에 해당된다. 대체비용 접근법은 해당 용수를 공급하기 위한 다른 여러 대안 중에서 비용이 가장 작게 드는 대안에 대해 발생하는 비용으로 편익을 추정하는 기법이다. 과거의 예비타당성조사에서는 평균가격 접근법 및 대체비용 접근

Table 2. Methodologies to Estimate the Economic Value of Water

용수의 용도	적용 가능한 편익추정 방법론
생활용수	수요곡선 접근법, 생산함수 접근법
공업용수	잠재가격 접근법, 대안비용 접근법, 생산함수 접근법, 부가가치 접근법, 수요곡선 접근법
농업용수	잠재가격 접근법, 생산함수 접근법, 부가가치 접근법, 수요곡선 접근법
발전용수	잠재가격 접근법, 생산함수 접근법, 부가가치 접근법
유지용수	대체비용 접근법

Table 3. Properties of the Methodologies to Estimate the Economic value of water

구 분	특 정
수요함수 접근법	후생경제학에 근거한 후생 값
생산함수 접근법	생산함수이론을 이용하여 용수에 대한 역수요함수를 추정
원가기준 접근법	용수를 생산하기 위한 자원의 사용비용을 반영
평균가격 접근법	시장이 왜곡되어 있지 않다면 소비자의 지불의사액을 반영
대체비용 접근법	해당 용수를 공급하기 위한 다른 여러 대안 중에서 비용이 가장 작게 드는 대안에 대해 발생하는 비용으로 편익을 추정
부가가치 접근법	부가가치를 용수사용으로 나눠서 구함

근법이 널리 적용되었으나, 최근에는 경제학적 이론을 적용하여 추정된 지분의사액에 근거한 가치가 편익값으로 널리 사용되고 있다.

예를 들어, 생활용수 및 농업용수의 경우 각 용수에 대한 시장이 존재하므로 시장에서 관측된 자료를 이용하여 용수에 대한 수요함수를 계량경제학적으로 추정한 후, 추정된 식과 기초 자료에 근거함으로써 용수공급 편익을 계산할 수 있다 (유승훈과 박광섭, 2006; 이승섭과 유승훈, 2010). 하지만 시장에서 관측되는 용수수요곡선이 왜곡되어 있거나 관심대상 용수에 대한 시장이 존재하지 않는다면, 즉 비시장제적 성격을 가지는 용수에 대해서는 좀 더 특별하게 고안된 가치 측정방법을 이용해야 한다. 이러한 방법은 비시장제화에 대한 선호에 대해 경제주체에게 직접 물어보고 응답을 이끌어내어 분석함으로써 가치를 추정하는 조건부 가치추정법 (Contingent Valuation Method, CVM)이 최근의 예비타당성조사에서 활용되고 있다. 또한 농업용수에 대해서는 생산함수 접근법에 근거한 한계생산가치란 개념을 이용하여 공급편익을 산정하고 있다.

이들 방법 중 근래의 용수의 경제적 편익을 잘 나타내고 가장 많이 적용되고 있는 것은 수요함수 접근법 (demand curve approach)이다. 수요함수 접근법은 용수에 대한 수요곡선을 구할 수 있을 때 적용되며, 수요곡선의 아래 면적으로 용수의 가치를 계산하게 된다. 다른 재화들의 가격이 일정할 때, 관심대상 재화의 가격이 변하면 수요량도 따라서 변하게 된다. 이 재화에 대한 수요량과 가격 사이의 관계를 나타내는 적절한 수요곡선을 추정할 수 있다면 이 수요곡선의 높이는 한 단위의 재화를 얻기 위해 지불할 의사가 있는 최대 가격을 의미하는 한계지불의사액 또는 한계편익이 되며 용수의 수요곡선을 나타내는 Fig. 1을 통해 알 수 있다. 용수의 단위당 가격이 P_0 이고 수요량이 Q_0 일 때, 소비자가 Q_0 만큼을 수요하면서 얻게 되는 총 경제적 가치는 수요곡선 아래의 면적 $\square ACQ_0O$ 으로 계산된다. 또한 수요곡선 아래 면적 $\square ACQ_0O$ 중 소비자

의 총 지출 $\square PQ_0CQ_0O$ 을 뺀 면적 $\triangle AP_0C$ 은 소비자 잉여 (Consumer Surplus)가 된다. 즉 소비자 잉여는 빗금친 부분으로 용수공급의 경제적 가치는 소비자 잉여와 소비자 지출의 합으로 구성된다.

이때 중요한 과정은 Fig. 1에서 소비자 잉여 (CS)에 해당하는 $\triangle AP_0C$ 의 넓이를 어떻게 구할 것인가이다. 이와 관련하여 Muller (1985)는 이 삼각형의 면적을 계산할 수 있는 공식을 다음과 같이 제시하였다.

$$CS = \frac{P_0 Q_0 \left[\left(\frac{P_0}{P_0} \right)^{\epsilon+1} - 1 \right]}{(\epsilon+1)} \quad (1)$$

여기서, ϵ 은 용수수요의 가격탄력성이며, P_0 는 용수에 대해 지불할 수 있는 최대가격, 즉 해당 가격 이상에서는 더 이상 수요가 이뤄지지 않는 가격을 의미한다. 최근에는 Alexander et al. (2000)은 최대가격에 대한 정보를 요구하지 않으면서, 이 삼각형의 면적을 쉽게 추정할 수 있는 공식을 다음과 같이 개발하였다.

$$CS = - \frac{P_0 Q_0}{2\epsilon} \quad (2)$$

본 연구에서는 최근의 예비타당성조사 추세를 반영하여 여러 가지 경제적 편익 추정방법 중에서 가능한 수요함수 접근법과 같은 경제학적 기법에 근거하여 계산된 편익 추정값을 이용하되, 이러한 값이 가용하지 않은 경우에는 기존의 여러 연구사례를 참조하여 하천정비사업에 맞게 조정하는 편익이전기법을 적용하여 평가하였다.

2.2.2 발전부문

기회비용/한국개발연구원이 작성한 수자원 (댐)부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 「수자원 (댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구 (제4판) (2009)」에 따르면 발전부문의 경제적 편익은 다음 Table 4와 같이 시장가격 접근법, 행정적 결정가격 접근법 및 대체 비용 접근법 등

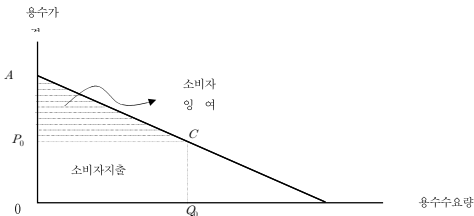


Fig. 1. Water Demand Function and Consumer Surplus

Table 4. Methodologies to Measure the Economic Benefits from Electricity Supply

산정기준	내 용
시장가격 접근법	자유시장의 원리가 적용되나 전력사업의 한계비용을 직접 반영하지는 않으며 미국의 경우에는 조정시장 가격(simulated market price)을 적용하며 전력회사 간의 도매협정가를 근거로 모의하여 결정
행정적 결정가격 접근법	사회적 필요성을 고려하여 제도적으로 결정하는 공공요금의 성격으로 상시발전은 하는 수력발전의 경우 발전의 구매가격이 이에 해당하며, 일반적으로 중·소수력에 의한 발전편익을 산정하는 데 사용
대체비용 접근법	대체비용 접근법은 대체화력의 건설 및 유지관리 비용을 포함하는 방법으로서 침투발전은 하는 수력발전의 편익산정에 사용

3가지 방법을 적용할 수 있다. 소수력발전으로 인한 편익을 결정할 때에는 이 중에서 한국전력공사의 구매가격이라 할 수 있는 행정적 결정가격 접근법에 근거하는 것이 가장 합리적이다.

2.2.3 홍수조절부문

하천정비기본계획상에 나타나는 치수경제성 편익분석의 치수편익 분석절차를 요약하여 정리하면 다음과 같다. 우선 홍수피해를 줄이기 위한 치수대책은 여러 가지가 있으나, 국가의 재원은 한정되어 있으므로 투자규모를 최소화하고 사업의 타당성과 우선순위를 정하는 재관적인 기준이 필요하다. 이를 위해 치수사업에 의한 효과를 나타내는 편익과 사업시행 및 유지·관리비용을 평가하는 것을 치수경제성 분석이라 할 수 있다. 댐적하류하천정비사업은 효율적인 홍수방어를 위하여 하류 확대, 호안 설치 등을 적용하고 있다. 따라서 하천정비사업을 대상으로 한 경제성 분석은 『치수사업 경제성분석 방법 연구(건설교통부, 2004)』에서 제시하고 있는 절차에 따라 수행하게 된다. 기획재정부/한국개발연구원이 작성한 수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 『수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제4판)(2009)』에 따르면 홍수조절효과를 건설교통부(2004)에서 개발한 다차원 홍수피해산정법을 활용하여 구하도록 하고 있다.

이의 절차는 조사단계로 과업구간내 홍수범람지구에 대하여 건물, 건물내용물, 농경지 및 사업소의 유형 재고자산 및 피해액 등을 조사 분석하여 하천개수에 대한 투자규모와 경제성을 분석한다. 치수경제성 분석의 절차는 총 6단계로 구성되어 있으며 분석절차는 아래와 같으며 치수사업 경제성분석 방법 연구(건설교통부, 2004)에서 제시한 절차이며 이 중 2단계인 유량규모별 피해액 산정이 중심이 된다. 1단계에서는 주거지역, 농업지역 및 산업지역 등으로 행정구역을 나누어 직접피해 항목별 원단위를 산정하고, 2단계에서는 해당지역의 침수심별 침수면적을 산정하게 된다. 3단계에서는 1단계와 2단계에서 산정한 항목별 직접피해 원단위와 침수심별 침수면적을 활용하여 홍수피해액을 산정하게 되며, 지역별 대상자산은

Table 5. Property Types in Estimation of Flood Control Benefit

지역특성	대 상 자 산
주거지역	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 : 일반세대의 주거용 건물 • 건물내용물 : 일반세대의 주거용 가재용품
농업지역	<ul style="list-style-type: none"> • 농경지 : 전 답 • 농작물 : 홍수에 있어서의 대표작물
산업지역	<ul style="list-style-type: none"> • 사업소 유형 재고자산 : 사업소 자산 중 토지를 제외한 생산설비나 재고자산

Table 5와 같다. 마지막 단계는 총 피해액을 산정하는 것으로 앞에서 산정한 주거지역, 농업지역, 산업지역에 대한 일반자산 피해액에 인명/이재민 피해액 및 공공시설물 피해액을 더하여 총 피해액을 계산하게 되며 침수면적 감소로 인해 발생하는 편익을 치수편익으로 산정할 수 있다.

2.3 기존 적용 사례

본 연구의 댐적하류 하천정비사업의 경제적 편익 추정과 관련하여 편익이진기법을 적용하기 위해 시 수행된 연구사례로 2000년 이후 기획재정부/한국개발연구원에서 시행한 한강하류권 급수체계구축 1차사업(2003년), 충남남부권 광역상수도 사업(2004년), 경북중부권 광역상수도 건설사업(2005년), 금강북부권 급수체계구축사업(2006년), 구미III단계 광역상수도사업(2008년), 한강하류권 2차 급수체계구축사업(2009년)의 6가지 예비타당성조사 결과를 조사 분석하였다. 이들 사업의 편익추정방법은 Table 6에 자세히 제시되어 있다.

3. 댐적하류하천정비사업 경제성 분석

3.1 적용 대상 댐의 부문별 효과

3개 댐의 댐적하류 하천정비사업으로 인해 발생하는 용수부문 효과는 용수공급 증가량이라 할 수 있으며, 본 논문(D)에서 제시하고 있는 사업이 없을 때의 용수공급량과 사업이 있을 때의 용수공급량을 이용하여 본 사업의 효과를 구하였다. 그러나 추정된 용수공급 증대 효과는

Table 6. Pre-feasibility Study Cases of Water Supply Projects

사업명	대상지역	편의추정 대상용수	편의 추정방법론
한강하류권 급수체계구축 1차 (2003년)	경기 동두천시, 고양시, 김포시, 파주시, 포천군	생활용수	- 수요함수 접근법 (소비자 잉여 계산) - 평균가격 접근법 (지방 및 광역 상수도 기준) - 원가기준 접근법 (지방 및 광역 상수도 기준)
충남남부권 광역상수도 사업 (2004년)	충남 금산군, 충북 무주군	생활용수	- 수요함수 접근법 (소비자 잉여 계산) - 평균가격 접근법 (광역상수도 기준) - 원가기준 접근법 (광역상수도 기준)
경북중부권 광역상수도 건설사업 (2005년)	경북 칠곡군, 의성군, 군위군	생활용수	- 수요함수 접근법 (소비자 잉여 계산) - 평균가격 접근법 (광역상수도 기준)
		수질개선	- 평가는 하지 않고, 정성적으로 언급
금강북부권 급수체계 구축 사업 (2006년)	충남 청양군	생활용수	- 수요함수 접근법 (소비자 잉여 계산)
	충남 천안시, 아산시	공업용수	- 수요함수 접근법 (소비자 잉여 계산)
	충북 청주시, 충남 청양군	수질개선	- 용수수질개선 관련 국내 CVM 연구 사례를 이용하여 편익이전 (benefit transfer)
구미III단계광역 상수도 사업 (2008년)	경북 구미시, 김천시, 칠곡군	생활용수	- 수요함수 접근법 (최대 지불의사액을 추정) - 평균가격 접근법 (광역상수도 기준)
		공업용수	- 평균가격 접근법 (광역상수도 기준)
한강하류권 2차 급수체계 구축 사업 (2009년)	경기 화성시, 평택시, 오산시, 안성시	생활용수	- 수요함수 접근법 (최대 지불의사액을 추정)
		공업용수	- 평균가격 접근법 (공업용수도 기준)

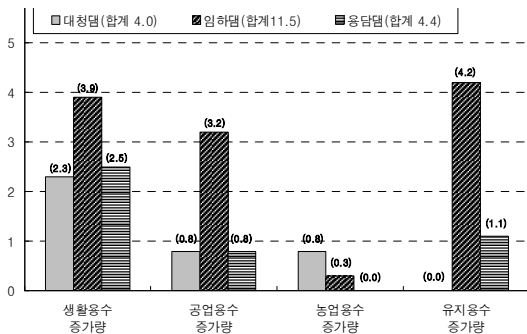


Fig. 2. Incremental Water Supply in Each Section

용수의 용도별로 구분된 것이 아니므로 각 댐의 용도별 계획공급량비율로 재배분하면 Fig. 2와 같다. 생공용수는 건설교통부 (2001)의 『발전설장기계획 (2001-2011)』에서

제시된 용도별 용수수요의 비율에 따라서 생활용수와 공업용수로 다시 배분하였다.

한편 댐직하류하천정비사업에 의한 발전량 편의 증가

Table 7. Increase in the amount of Hydropower Production

구 분	임하댐	대청댐	용담댐	합 계
증가된 발전량 (GWh/년)	5.3	5.9	9.6	20.8

Table 8. Expected Flood Damages in Downstream Reach of 3 Dams

하천	대상구간	재산피해 (억원)	침수피해 (ha)	이재민 (명)	비 고
용담댐	용담댐~무주남대천	1,930	1,519	214	(건교부, 2002; 2004)
대청댐	대청댐~미호천함류부	2004.8	2,175	2,594	('01~'05년, 대덕구 연건구 청원군)
임하댐	임하댐~낙동강함류부	309	2,015	265	('02년, '03년 안동시)

량은 본 논문 (I)에서 제시된 결과를 이용하였다. 이를 다시 정리하면 Table 7과 같고 이를 기반으로 사업 전체에 대한 경제성 분석을 실시하였다.

치수부분에서의 홍수조절 효과는 실시설계가 이루어진 하천에 대해서는 제시된 결과를 활용하였다. 실시설계가 진행되지 못한 댐의 직하류 하천에 대해서는 현재 가용할 수 있는 하천정비기본계획을 참조하여 하천개수전의 침수피해 등을 검토하였다. 하천정비기본계획에 나타난 침수피해 및 침수면적이 정비전 상황인 현재 발생할 수 있는 침수피해라고 판단하였다. 이를 위해 먼저 「댐직하류 하천정비사업기본계획보고서 (한국수자원공사/건설교통부, 2007)」에 나타난 각 대상구간별 댐직하류 하천 홍수피해현황자료는 Table 8과 같이 과거의 일정 기간 동안을 총계한 것들이다. 이에 하천정비기본계획외 자료들을 조사하여 빈도별 침수면적 및 피해액을 산정하였으며, 가능한 최근 조사된 자료를 이용하였다.

3.2 부분별 경제적 편익 추정

3.2.1 용수부분

생활용수 및 농업용수에 대한 경제적 편익 평가를 위해서는 광역상수도 평균가격을 이용하는 접근법과 생활용수 및 농업용수의 경제적 가치를 이용하는 접근법을 적용하였다. 최근에 한국개발연구원에서 수행한 2개의 예비타당성조사 사례인 구미III단계 광역상수도사업 (2008년) 및 한강하류권2차 급수체계조정사업 (2009년)의 경제적 편익 산정에서도 광역상수도 평균가격 접근법과 경제적 가치 접근법의 2가지를 병렬적으로 적용한 사례가 있다.

하지만 경제성 편익 분석에서 최종적으로 반영된 것을 경제적 가치로 「수자원 (댐)부분사업의 예비타당성조사 표준지침 연구 (제4판)」에서는 경제적 편익 추정시 수요 합수 접근법 같은 경제적 가치에 근거할 것을 지침으로 명시되어 있다. 농업용수 및 유지용수에 대해서는 기존 적용 사례를 참고하여 본 사업의 특성에 맞게 조정하여 경제적

편익을 산정하였다. 생활용수에 대한 광역상수도 평균가격은 원수의 경우 213.0원/m³이며, 정수의 경우 394.0원/m³을 적용하였다. 생활용수의 경제적 가치를 산정한 사례로 구미III단계 광역상수도사업 예비타당성조사 (2008)에서 구미시/김천시/칠곡군에 대해 453.39원/m³을 추정했으며, 한강하류권 2차 급수체계조정사업예비타당성조사 (2009년)에서는 화성군 798.57원/m³, 오산시 541.64원/m³, 평택시 595.44원/m³, 안산시 781.53원/m³을 도출한 바 있다. 5개 지역에 대해 추정된 경제적 가치의 평균값은 634.1원/m³이다 (이 값은 정수기준이므로 광역상수도 원수평균가격 대 정수평균가격의 비율을 이용하면, 원수기준으로 342.8원/m³).

결국 댐직하류하천정비 사업으로 인해 증가하는 생활용수 공급량 증가분은 정수가 아닌 원수이므로 원수에 대한 평균가격 및 경제적 가치를 적용해야 한다. 위의 2가지 접근방법을 이용하여 3개 댐에 대한 댐직하류하천정비 사업의 생활용수 공급증대 편익을 추정된 결과는 Table 9와 같다. 3개 댐에 대한 댐직하류하천정비 사업으로 인해 연간 약 18.53억원에서 29.82억원 사이의 생활용수 공급증대 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

공업용수에 대한 광역상수도 평균가격은 원수의 경우 213.0원/m³이며, 정수의 경우 394.0원/m³이다. 「수자원 (댐)부분사업의 예비타당성조사 표준지침 연구 (제4판)」에서는 농업용수의 경제적 가치를 산정하고 있다. 11개 산업군에 대해 추정된 경제적 가치의 평균값을 구해보면 5,583원/m³이다. 이 값은 정수기준이라 볼 수 있으므로 원수 기준 경제적 가치를 구하기 위해 광역상수도 원수 평균가격 213.0원/m³ 대 정수 평균가격 394.0원/m³의 비율을 이용하면, 원수 기준으로 3,018.2원/m³에 해당한다.

본 사업으로 인해 증가하는 농업용수 공급량 증가분은 정수가 아닌 원수이므로 원수의 평균가격 및 경제적 가치를 적용해야 한다. 두 가지 접근방법을 이용하여 3개 댐에 대한 댐직하류 하천정비사업의 농업용수 공급증대 편익을 추정된 결과는 Table 10과 같다. 3개 댐에 대한 댐직하

Table 9. Economic Benefits of Municipal Water Supply (unit: million Won/m³/year)

구 분	생활용수 공급 증가량	평역상수도 평균가격 접근법 (213.0원/m ³)	경제적 가치 접근법 (342.8원/m ³)
대청댐	2.3	489.9	788.4
임하댐	3.9	830.7	1,336.9
용담댐	2.5	532.5	857.0
합 계	8.7	1,853.1	2,982.4

Table 10. Economic Benefits of Industrial Water Supply of Each Dam (unit: million Won/m³/year)

구 분	공업용수 공급 증가량	평역상수도 평균가격 접근법 (213.0원/m ³)	경제적 가치 접근법 (3,018.2원/m ³)
대청댐	0.8	170.4	2,414.6
임하댐	3.2	681.6	9,658.2
용담댐	0.8	170.4	2,414.6
합 계	4.8	1,022.4	14,487.4

류 하천정비사업으로 인해 연간 약 10.22억원에서 144.87억 원 사이의 공업용수 공급증대 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

농업용수는 무료로 공급되어 별도의 시장가격이 존재하지 않으므로, 경제적 가치에 근거하여 농업용수의 경제적 편익을 평가해야 한다. 수자원의 지속적 확보 기술개발사업단(과학교육부, 2007)은 농업용수의 경제적 가치를 추정한다. 다양한 가정 하에서 불확실성을 고려하여 농업용수의 가치를 산정하였는데, 평균값을 구하면 326.7원/m³이다. 3개 댐에 대한 델타치유 하천정비사업의 농업용수 공급증대 편익 추정결과는 Table 11과 같이 요약되며, 연간 3.59억원의 농업용수 공급증대 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

유지용수도 무료로 공급되어 별도의 시장가격이 존재하지 않으므로, 경제적 가치에 근거하여 유지용수의 경제적 편익을 평가해야 한다. 댐의 편익산정 개선방안 수립(한국수자원공사, 2003)에서는 용담댐 및 임하댐에 대해 유지용수의 경제적 가치를 산정하였다. 임하댐의 경우 유지용수 공급량이 215백만m³/년일 때, 유지용수 공급편익이 연간 108.20억원으로 추정되어 m³/당 유지용수 공급편익은 50.33원으로 추정되었다. 추정시점이 2003년이므로 소비자물가지수(2003년=93.946, 2009년 6월=112.6)를 이용하여 2009년 기준으로 변환하면 60.32원/m³이다. 용담댐의 경우 유지용수 공급량이 157백만m³/년일 때, 유지용수 공급편익이 연간 236.66억원으로 추정되어 m³/당 유지용수 공급편익은 188.32원으로 추정되었다. 추정시점이 2003년이므로 소비자물가지수(2003년=93.946, 2009년 6월=112.6)를 이용하여 2009년 기준으로 변환하면 225.71원/m³이다. 3개 댐에 대한 유지용수 편익 추정결과는 Table 12

Table 11. Economic Benefits of Agricultural Water Supply of Each Dam (unit: million Won/m³/year)

구 분	농업용수 공급 증가량	경제적 편익
대청댐	0.8	261.4
임하댐	0.3	98.0
용담댐	0.0	0.0
합 계	1.1	359.4

Table 12. Economic Benefits of River Maintenance Flow (unit: million Won/m³/year)

구 분	유지용수 공급 증가량	경제적 편익
대청댐	0.0	0.0
임하댐	4.2	253.3
용담댐	1.1	248.3
합 계	5.3	501.6

와 같고 5.02억원/년의 유지용수 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

3.2.2 발전부문

각 댐별 발전부문 경제적 편익을 추정하기 위해 본 사업으로 인한 발전량 증가분마다 각 댐별 2008년 발전량에 대한 평균 전력판매단가를 곱하여 구할 수 있다. 각 댐별 2008년 평균 전력판매단가는 Fig. 3에 제시되어 있는데, 대청댐, 임하댐, 용담댐 각각 145.42원/kWh, 147.16원/kWh, 123.08원/kWh이었다. 본 사업으로 인한 연간 발전량 증가 편익은 Table 13에 제시되어 있는데, 증가된 총 발전량

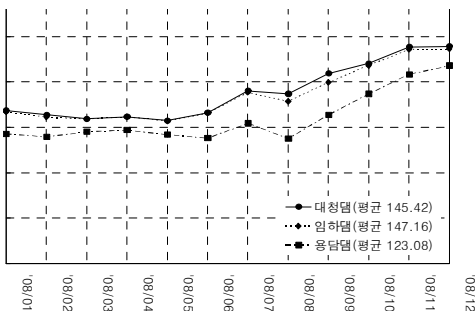


Fig. 3. Electricity Sale Price in 3 Dams in 2008 (Unit: Won/kWh)

Table 13. Economic Benefits of Hydropower Generation (unit: million Won/m³/year)

구 분	증가된 발전량 (GWh/년)	발전공급 증가편익 (백만원/년)
대청댐	5.9	858.0
임하댐	5.3	779.9
용담댐	9.6	1,181.6
합 계	20.8	2,819.5

은 20.8GWh이며 대청댐, 임하댐, 용담댐 각각 85.8억원, 7.8억원, 11.8억원으로 총 105.4억원에 달한다.

3.2.3 치수부문

본 사업으로 인한 홍수조절 편익을 산정하기 위해 『용담댐적하류하천정비사업실시계획보고서 (국토해양부/한국수자원공사, 2008)』에서 산정된 홍수조절 편익 자료를 활용하였다. 즉 사업으로 인한 침수감소 면적에 용담댐에 대해 구해진 침수 단위면적 (ha)당 침수피해액을 곱하여 홍수조절 편익을 추정하였다. 원래는 각 댐별로 단위면적당 정확한 침수피해액을 산정하여야 하나, 현실적으로 대청댐 및 임하댐에 대해 침수피해액을 객관적으로 산정하기에는 너무 많은 추가적인 작업이 필요하기에 차선택으로 용담댐 사례를 확대 해석하였다. 추후 각 댐별로 보다 정확한 단위면적당 침수피해액 산정 연구가 후속작업으로 수행되어야 할 것이다. 침수감소 면적에 의해 추정된 결과는 댐적하류하천정비사업기본계획 보고서 (건설교통부/

Table 14. Economic Benefits of Flood Control

구 분	침수감소 면적 (ha)	홍수조절 편익 (백만원)
대청댐	41.57	1,841.4
임하댐	68.25	3,023.2
용담댐	41.90	1,856.0
합 계	151.72	6,720.6

한국수자원공사, 2007)에 제시하고 있으며, 총 151.72ha에 달한다. 이로 인한 홍수조절 편익은 Table 14와 같이 대청댐, 임하댐, 용담댐 각각 18.41억원, 30.23억원, 18.56억원으로, 총 67.2억원으로 추정되었다.

4. 경제적 편익의 종합화

앞의 결과를 이용하여 생활용수 및 공업용수의 편익을 평균가격을 이용한 경우와 경제적 가치를 이용한 경우로 구분하여 종합화하면 Table 15와 같다. 3개댐 댐적하류 하천정비사업에 따른 경제적 편익은 연간 128.87억원에서 274.82억원에 달하는 것으로 분석되었다. 생활용수 및 공업용수에 대해 평균가격 접근법 적용 (① 및 ③)시 대청댐은 34.5억원, 임하댐은 55.1억원, 용담댐은 39.3억원의 편익이 발생하여 전체 128.9억원이 발생하였다. 또한 생활용수 및 공업용수에 대해 경제적 가치 접근법 적용 (② 및 ④)시 대청댐은 60.0억원, 임하댐은 149.9억원, 용담댐은 65.0억원으로 전체 274.8억원이 발생하는 것으로 나타났다.

Table 15. Summary of Economic Benefits of Dam Downstream River Improvement Works: Type 1 (Unit: million won/year)

		구 분	대청댐	임하댐	용담댐	합계	
이수 부문	용수 부문	생활용수	평균가격①	489.9	830.7	532.5	1,853.1
			경제적 가치②	788.4	1,336.9	857.0	2,982.4
		공업용수	평균가격③	170.4	681.6	170.4	1,022.4
			경제적 가치④	2,414.6	9,658.2	2,414.6	14,487.4
		농업용수	261.4	98.0	0.0	359.4	
	유지용수	0.0	253.3	248.3	501.6		
	소계	① 및 ③	921.7	1,863.6	951.2	3,736.5	
		① 및 ④	3,165.8	10,840.3	3,195.4	17,201.4	
		② 및 ③	1,220.2	2,369.8	1,275.7	4,865.7	
		② 및 ④	3,464.4	11,346.5	3,519.9	18,330.7	
	발전부문		858.0	779.9	1,181.6	10,541.6	
치수부문 홍수조절		1,841.4	3,023.2	1,856.0	6,720.6		
합계	① 및 ③		3,621.0	5,666.8	3,988.8	13,276.5	
	① 및 ④		5,865.2	14,643.4	6,232.9	34,463.6	
	② 및 ③		3,919.6	6,173.0	4,313.3	22,127.9	
	② 및 ④		6,163.7	15,149.6	6,557.4	35,592.9	

Table 16. Summary of Economic Benefits of Dam Downstream River Improvement Works: Type 2 (Unit: million won/year)

		구 분	대청댐	임하댐	용담댐	합계
K-water	생활용수 공급편익		489.9	830.7	532.5	1,853.1
	공업용수 공급편익		170.4	681.6	170.4	1,022.4
	발전편익		858.0	779.9	1,181.6	2,819.5
	소 계		1,518.3	2,292.2	1,884.5	5,695.0
국가	생활용수 공급편익		298.5	506.2	324.5	1,129.3
	농업용수 공급편익		261.4	98.0	0.0	359.4
	유지용수 공급편익		0.0	253.3	248.3	501.6
	홍수조절 편익		1,841.4	3,023.2	1,856.0	6,720.6
	소 계		2,401.3	3,880.7	2,428.8	8,710.8
합 계		3,919.6	6,173.0	4,313.3	14,405.8	

한편 이들 편익의 경제성 분석을 귀속 주체를 국가와 Kwater로 구분하여 편익을 배분하면 다음과 같다. Kwater는 공기업으로서 용수 판매수입을 통해 영업활동을 영위하므로 생활용수 공급편익, 공업용수 공급편익, 발전편익의 3가지 경제적 편익의 귀속주체가 될 수 있다. 국가는 공익적 역할을 수행하므로 용수공급으로 인해 수입이 발

생하지 않는 농업용수 및 유지용수, 치수부문 홍수조절 편익의 귀속주체가 될 수 있다. 생활용수 공급편익의 경우, 평균가격 수준은 Kwater에게 귀속되는 것이며, 경제적 가치와 평균가격의 차이만큼은 공익적으로 발생하므로 국가에게 귀속되는 것으로 볼 수 있다. 공업용수 편익의 경우, 앞서 「수자원 (댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지

침 연구(제4판)에 근거하여 편익을 산정하였지만 과대 평가된 측면이 있어, 실제 적용하기는 어려워 한강하류권2차 급수체계조정사업 예비타당성조사(2009년)에서 적용한 평균가격 접근법을 고려했다. 이를 결과를 바탕으로 Table 15의 편익을 귀속주체별로 재구성하면 Table 16과 같다.

Table 16을 이용하여 K-water와 국가 사이에 편익이 배분되는 비율을 계산하였다. 각 델별로 약간의 차이는 있지만, 전반적으로 볼 때 Kwater 대 국가의 부담비율은 39.5% 대 60.5%로 분석되었다. 따라서 임하, 대청 및 용담댐의 사례에서는 Kwater 대 국가의 부담비율을 대략 40% 대 60% 수준으로 적용되는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

5. 결론

많은 댐들이 하류하천의 통수계약조건으로 할당된 유효저수용량을 충분히 활용하지 못한 상황에서 댐 영향권 내 하류하천을 댐의 정상적 운영을 위한 관리영역으로 포함시켜 문제를 해결하고자 하는 행위가 진작에 이루어져야 했다. 댐으로 인해 변화된 하천을 정비하고 기초 생태계를 복원하며 홍수피해를 저감시켜 사회적 안정성을 높임과 동시에 댐의 정상적 기능을 확보하여 추가적인 용수공급과 발전편익 효과를 도모하는 것은 매우 중요한 과제 중 하나였다. 본 연구는 이와 같은 점에 착안하여 하천정비사업에 의한 댐에서의 효과를 추정하고 경제적 분석을 실시하여 그 타당성을 확인하고자 하였다. 이를 위해 하류의 하천조건을 고려한 댐의 홍수조절 정도에 따른 유효저수용량의 설정과 관련 접근방법을 개발하여 이수편익 추정방법을 제시하였고 치수와 이수편익을 근거로 하천정비사업과 댐 운영편익에 대한 경제성을 평가하였다.

특히 대청댐, 임하댐, 용담댐 3개 댐을 시범사례로 선정하여 댐직하류 하천정비사업에 따른 경제적 편익의 개념을 정립하고 직접 추정하고자 하였다. 편익항목으로 생활용수 공급편익, 공업용수 공급편익, 농업용수 공급편익, 유지용수 공급편익, 발전편익, 홍수조절 편익 등을 고려하였다. 분석결과, 대청댐은 연간 39.1억원, 임하댐은 연간 61.7억원, 용담댐은 연간 43.1억원의 경제적 편익이 발생하여 3개 댐을 합하면 댐직하류 하천정비사업의 경제적 편익이 연간 144억원에 달한다. 각 델별로 약간의 차이는 있지만, 비관리장이면서 하천정비사업을 담당할 댐사업자인 K-water 대 국가의 부담비율은 39.5% 대 60.5%로 분석되었다. 따라서 임하, 대청 및 용담댐을 대상으로 할 경우 사업자인 K-water 대 국가의 사업비 부담비율인 40% 대 60%가 적절할 것으로 판단되었다. 특히 댐직하류

하천정비사업에 대해 비용분담을 현재 K-water와 국토부가 4:6으로 합의하여 진행하고 있는 점은 편익의 주체별 귀속 비율이라는 측면에서 나름 합리적인 수 있다. 만약 편익의 주체별 귀속비율이 4:6에서 크게 괴리되어 있다면 현행 비용분담을 크게 수정해야 하지만 본 연구는 그럴 필요가 없다는 점을 잘 보여주고 있다.

참고문헌

- 건설교통부(2001). 댐건설장기계획(2001-2011)
 건설교통부(2002). 금강수계하천정비기본계획.
 건설교통부(2004). 금강상류(초강합류점~용담댐)하천정비기본계획보고서
 건설교통부(2004). 치수사업 경제성분석 방법 연구:다차원 홍수피해산정방법.
 건설교통부/한국수자원공사(2007). 댐직하류 하천정비사업 기본계획 보고서.
 과학기술부(2007). 수자원 및 기술가치평가 시스템 구축, 수자원의 지속적 확보기술개발사업단.
 국토해양부/한국수자원공사(2008). 용담댐직하류하천정비사업 실시계획보고서.
 기획재정부/한국개발연구원(2003). 수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판), 공공투자관리센터.
 기획재정부/한국개발연구원(2003). 한강하류권급수체계구축 1차사업예비타당성조사보고서.
 기획재정부/한국개발연구원(2004). 충남 남부권 광역상수도 사업 예비타당성조사보고서.
 기획재정부/한국개발연구원(2005). 경북중부권광역상수도 건설사업 예비타당성조사보고서.
 기획재정부/한국개발연구원(2006). 금강북부권 급수체계구축사업 타당성제검증 보고서.
 기획재정부/한국개발연구원(2008). 구미III단계 광역상수도사업 예비타당성조사 보고서.
 기획재정부/한국개발연구원(2009). 수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제4판), 공공투자관리센터.
 기획재정부/한국개발연구원(2009). 한강하류권급수체계구축 2차사업예비타당성조사보고서.
 대덕구 연기군 청원군('01~'05). 체해연보 5개년 총계.
 박봉건(2008). "우리나라 하천정비의 새로운 패러다임, 2008년 하반기 물 종합 기술 연찬회.
 안동시(2002, 2003). 체해연보상의 임하연 통계치.
 어승섭, 유승훈(2010). 공급용수의 소비자 잉여와 경제적 가치 추정, 국토연구, 제65권, pp. 151-162.

유승훈 (2003). "대진 충남지역의 물소비와 지역경제성장."

국토연구, 국토연구원, 제39권, pp. 117-129.

유승훈, 박광섭 (2006). 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익 추정, **한국수자원학회 논문집**, 한국수자원학회, 제39권, 제12호, pp. 1057-1066.

유승훈, 이광만, 이윤래 (2010). 2010 **한국수자원학회 학술발표회**.

임혜진, 유승훈, 박승준 (2004). "한국에서의 물 소비와 경제성장: 오차수정모형을 이용하여" **수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제37권, 제10호, pp. 869-880.

한국수자원공사 (2003). 댐의 편익산정 개선방안 수립

Alexander, D.L., Kern, W., and Neil, J. (2000). "Valuing the consumption benefits from professional sports franchises." *Journal of Urban Economics*, Vol. 48, pp. 321-337.

Duivendijk, J.V. (1999). Assessment of Flood Management Options, Prepared for Thematic Review IV. 4, World Commission on Dams.

Gibbons, D.C. (1987). *The Economic Value of Water*. Washington DC: Resources for the Future.

Müller, R.A. (1985). *The Socioeconomic Value of Water in Canada*. Research Paper #5, Environment Canada.

Plazak D.J. (1985). "FLOOD CONTROL BENEFITS REVISITED." *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 112, No. 2, pp. 265-276.

Yoo, S.-H., and Yang, C.-Y. (1999). "Role of water utility in the Korean national economy." *International Journal of Water Resources Development*, Vol. 15, pp. 527-542.

Young, R.A. (1996). *Measuring Economic Benefit for Water Investment and Policies*. Washington, DC: The World Bank.

논문번호: 11-037	접수: 2011.04.04
수정일자: 2011.07.01/08.12	심사완료: 2011.08.12