

## 環境을 考慮한 댐 建設事業의 評價指數 導出: MAUT를 利用하여

郭 承 俊\* · 趙 勝 國\*\* · 劉 昇 勳\*\*\*

**논문초록** 본 연구의 목적은 댐 건설사업 평가에 있어 의사결정자에게 환경적 효과, 경제적 효과, 사회적 효과 등의 정보를 반영할 수 있는 방법론을 체계적으로 적용하고 이러한 방법론적 절차에 따라 다속성 지표를 개발하는 것이다. 본 연구에서는 댐 - 건설사업 평가를 위한 지표개발에 MAUT를 적용하였고, 댐 건설사업 평가관점은 계층적으로 설정되었다. 최종적으로 16개의 속성이 국내외 문헌연구와 수자원관련 전문가들을 대상으로 한 1차 설문을 통해 결정되었다. 속성들의 상대적 중요도인 가중치, 즉 다속성 지수는 16개 속성으로 구성된 2차 설문을 통해 개발되었는데 정규화된 다속성 지수는 산술평균과 기하평균으로 표현되었다. 본 논문은 수자원 관련 전문가들을 크게 관·학·연·환의 그룹으로 구분하여 각 그룹별로 다속성 지수를 도출하였는데, 그룹들은 그들의 내재 가치에 따라 각기 다른 중요도 순위를 갖고 있음을 드러냈다.

**핵심 주제어:** 댐 건설사업 평가, MAUT

**경제학문헌목록 주제분류:** Q2

\* 고려대학교 경제학과 부교수, e-mail: sjkwak@korea.ac.kr

\*\* 한세대학교 경영학과 조교수, e-mail: skcho@hansei.ac.kr

\*\*\* 호서대학교 경상학부 조교수, e-mail: shyoo@office.hoseo.ac.kr

## I. 서론

정부는 장래 부족이 예상되는 용수의 확보를 위해 그 동안 댐 건설을 진행해왔으며, 현재에도 신규 댐 건설을 추진하고 있다. 그런데 기존의 댐 건설은 경제적 논리가 중시되어, 댐 건설이 인간과 환경에 미치는 영향을 충분히 고려하지 않고 추진되었다. 그러나 최근 국민의 삶의 질이 향상되고 환경에 대한 인식이 변화함에 따라, 많은 사람들이 삶의 터전을 앗아가며 자연환경을 파괴하는 댐 건설을 반대하고 있다. 그 결과 지역주민, NGO 등이 반발하여 댐 건설 사업이 취소되거나 지연되고 있는 실정이다. 따라서 경제적 측면만을 고려하는 개발위주의 댐 건설사업은 앞으로 그 시행이 점차 어려울 전망이다.

이런 상황을 해결하기 위해서는 경제성 뿐만 아니라 지역주민의 입장과 환경영향 등을 종합적으로 고려하는 댐 건설사업의 평가모형을 개발해야 하고 이에 준해 댐 건설사업의 추진여부를 결정해야 한다. 즉, 댐 건설의 사회적·경제적·환경적 영향 등을 모두 고려하는 종합적인 평가를 통해 계획중인 댐 건설사업의 성과를 측정하고 그 결과에 따라 댐 건설여부를 결정하는 것이 필요하다.

본 연구의 목적은 댐 건설사업을 사전적으로 평가할 수 있는 지표(또는 지수)를 구성하는 데 있다. 즉, 본 연구는 평가자나 의사결정자가 중요하게 여기는 목적들을 식별하고, 댐 건설의 여러 속성들을 밝혀, 궁극적으로 의사결정에 기초가 되는 다속성 효용함수(Multi-Attribute Utility Function, MUF)를 구성하고 다속성 지수(multi-utility index)를 개발한다. 평가를 위한 지표를 설정하는 데 있어 이용될 수 있는 대표적 방법론으로는 다속성 효용이론(Multi Attribute Utility Theory, MAUT)이 있다.

MAUT는 평가자나 이해관련자가 지닌 효용에 분석의 초점을 맞추는 방법론이다. 통상적으로 MAUT는 해결하고자 하는 문제의 속성을 식별하고 이에 대한 분석을 통해 평가자가 지닌 개별속성에 대한 효용함수를 이끌어낸다. 다음으로 개별 속성들이 독립적이라는 가정하에 평가자나 이해관련자의 MUF를 도출하게 된다.

일반적으로 MAUT는 속성별 효용함수와 이에 따른 MUF의 도출에 비교적 많은 노력이 요구되지만, 일단 해당 문제에 대한 MUF를 구성하면 이에 대한 효용측면의 가치측정이 용이하고, 평가해야 하는 대안의 수가 비교적 많아도 이의 재계산이 매우 수월하다는 장점을 갖고 있다. 또한 새로운 대안의 출현에도 불구하고 기존의

모형을 수정하지 않고 대안이 지니고 있는 속성의 값을 파악함으로써 결과의 도출이 가능하다는 장점이 있다. 그런데 일반적으로 댐 건설사업, 특히 다목적댐 건설사업에서는 검토하는 대안의 수가 상대적으로 많다. 따라서 댐 건설사업을 평가하는 문제에 있어서는 MAUT의 적용이 비교적 바람직하다고 볼 수 있다.

본 연구는 MAUT를 적용하여 댐 건설사업의 타당성을 검토하고자 한다. 이를 통해 현실의 복잡한 상황에 직면한 의사결정자나 평가자에게 명확하고 적절한 자료를 제공하여 합리적인 의사결정을 지원할 것으로 기대한다. 참고적으로 본 논문은, 첫째, MAUT를 댐 건설사업에 적용한 국내 최초의 연구일 것이다.<sup>1)</sup> 둘째, 통상적으로 MAUT는 일인이나 수인의 전문가들을 대상으로 진행되는데 본 논문과 같이 1차 73명, 2차 35명 등과 같이 많은 전문가들을 대상으로 한 연구는 세계적으로 처음일 것이다. 이는 댐 건설사업과 같이 다양한 이해들이 충돌하는 사업에 MAUT가 합리적으로 적용될 수 있음을 보여주는 유력한 사례가 될 것이다. 셋째, 일반적으로 MAUT는 7~8개 이내의 속성만을 대상으로 적용된다. 본 연구에서는 16개의 속성이 고려되었는데, 사업의 성격상 불가피하게 많은 속성을 검토해야 하는 경우 본 연구는 좋은 전례가 될 것이다.<sup>2)</sup> 마지막으로 본 연구에서는 속성별 가중치의 신뢰구간을 bootstrap 방법으로 도출하였는데 이와 같은 시도는 역시 세계적으로 최초이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 다음 장에서는 MAUT의 개요를 간략히 살펴보고, 3장에서는 그 적용과정과 실증연구 결과를 설명한다. 4장에서는 본 연구의 결론을 정리하고 정책적 시사점을 제시한다.

## II. MAUT의 개요

대부분의 의사결정은 단일목적 혹은 단일속성이라기보다는 다목적 또는 다속성

- 
- 1) 그간 국내에서는 댐 건설에 있어 다양한 영향들을 종합적으로 고려하여 의사결정을 하기보다는 개발위주의 관점이 주로 적용되었기 때문에 MAUT의 적용사례가 없었다.
  - 2) 통상적으로 MAUT가 7~8개의 속성을 적용하는 이유는 일반인을 대상으로 하는 경우 그 이상의 속성을 적용하게 되면 인식상의 부담(cognitive burden)이 너무 커져서 적절한 가치판단을 하기 어렵기 때문이다. 반면 전문가를 대상으로 할 때는 일반적으로 속성의 수에 별다른 제약을 가하지 않는다(Goicoechea et al., 1982; Keeney, 1992; Lam et al., 1997). 다만 속성의 수가 적으면 판단하기에 용이하며, 속성의 수가 많으면 얻게 되는 정보가 많다는 점을 고려하여中间的 適當한 수준을 결정해야 한다.

의 형태를 띠고 있다. 일반적으로 다속성 의사결정문제는 여러 속성들에 의해 설명되는 대안들 간의 선택을 다룬다. 이러한 상황에서 의사결정문제의 최적해는 서로 상반되는 속성들에 대해 의사결정자의 효용을 극대화하여 구해질 수 있다. 이때 속성들 간의 상충 때문에 자연히 선호의 상충(trade-off) 문제가 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해 MAUT가 개발되었으며 이 방법은 von Neumann and Morgenstern(1947)에 의해 제시된 가정에 기초를 두고 있고, Keeny and Raiffa(1976)와 Keeny(1992) 등에 의해 구체적인 적용절차가 개발되었다.

MAUT는 각 속성에 대한 효용함수를 구하고 이를 체계적인 형태로 집합시키는 것으로 구체화된다. 즉, 각 대안의 속성들에 대한 평가치를 효용함수를 이용하여 구함으로써 문제해결을 시도하는 것이다. 이 때 각 대안의 속성들에 대한 평가치는 다음과 같이 구하게 된다.  $m$ 개의 속성( $x$ )으로 이루어진 대안  $i$ 의 효용, 즉  $U(x)_i = f(U_1(x_1), \dots, U_j(x_j), \dots, U_m(x_m))$ 에서 선형효용함수를 가정하는 경우,<sup>3)</sup> 대안  $i$ 의 속성  $j$ 에 대한 평가치를  $A_{ij}$ 라 하고  $W_j$ 를 속성  $j$ 에 대한 가중치(또는 중요도)라고 하면 대안  $i$ 의 평가치(또는 결과치)  $R_i$ 는  $R_i = \sum W_j A_{ij}$ 로 나타낼 수 있다.

즉, MAUT는 주관적인 느낌을(또는 가치를) 효용으로 계량화하면서 많은 속성들에 대한 평가치들을 하나의 평가치로 바꾸어 문제해결을 쉽게 하는 것이다. MAUT의 필수적인 과정은 상충되는 각 속성들 사이의 선호관계를 나타내는 가중치(weight)의 산출이며, 속성의 가중치는 각 속성의 중요도를 나타내는 것으로서 각 속성에 대한 의사결정자의 선호의 정도를 정량화하는 것이다.

전술했듯이 MAUT는 한 번에 하나의 속성씩 각 속성에 대한 효용함수를 도출한다. 따라서 의사결정자는 한 번에 하나의 속성에 대해서만 그의 선호도를 표시해 주면 되므로 이 방법은 평가작업이 매우 단순하며 그 결과 실용성이 매우 높다. 이는 사람들이 자극의 복잡성이 증가할 때 단순화 전략(simplifying strategy)에 의존한다는 의사결정이론의 결과와 일치한다. 또한 MAUT는 정량적 속성 뿐만 아니라 정성적 속성도 고려할 수 있고 위험(risk)에 대한 의사결정자나 평가자의 태도를 판별하고 이를 반영할 수 있다는 장점이 있다.

3) 여기서 대안은 모두  $n$ 개가 있다고 가정한다.

MAUT를 이용한 의사결정론적 접근방법은 지난 40여 년간 지속적으로 발전되어 왔는데, 특히 비용편익분석에 있어 무형의 외부성에 대한 측정문제가 중요하게 대두되면서 전력산업의 제문제 및 환경시설의 입지문제 등에 적용되어 왔다. 예컨대 Keeny and McDaniels(1992)은 배출가스 규제와 관련된 대안을 분석하였으며, Marttunen and Hamalainen(1995)은 수자원의 개발과 관련된 환경영향의 평가에 MAUT를 적용하였다. 또한 Kim et al. (1998)과 유승훈외(1998)는 전력산업의 입지선정에 대한 판단에 MAUT를 적용하였고, Kwak et al. (2000)은 MAUT에 근거한 조건부 가치측정법(CVM)을 사용하여 서울시 대기질의 속성별 가치를 측정하였다. EIA(1995)에서는 MAUT를 환경외부성을 다룰 수 있는 다섯 가지 대안 가운데 하나로 선정하기도 하였다. 뿐만 아니라 최근 환경 이외의 분야에서 대상의 다속성 지수의 도출 및 이를 이용한 가치판단에 MAUT가 적용되고 있다(유승훈외, 2000).

### Ⅲ. 鎔 建設事業에 대한 MAUT 실증연구 과정 및 결과

#### 1. MAUT의 적용과정

이론과 실제에 있어 여러 MAUT 적용절차가 존재하지만, 본 연구에서는 鎔 建設事業 평가에 대한 MAUT의 적용절차를 여섯 단계로 채택하였다.

##### 1) 목적과 속성의 식별

연구목적을 명확히 하고 이와 관련된 속성들을 결정하는 단계는 鎔 建設事業 평가에 직접적으로 연결되므로 가장 먼저 이루어져야 할 중요한 단계이다. 속성선택 기준에서 가장 중요한 것은 해당 속성이 계획단계에서 목적이 요구하는 범위에 포함되는가 여부이다. 즉, 분석의 범위를 어떻게 정하느냐가 문제인데 평가자나 이해관계자에게 직접적으로 중요한 문제들에 대해서만 검토하는 방식으로 한계를 정하는 것이 바람직하다.

鎔 建設事業의 평가에 MAUT을 적용하기 위해서는 우선 속성의 설정과 가장 관련이 있는 기본 목적을 명확히 하는 것이 필요하다. 鎔 建設事業의 기본적인 목적은 관점에 따라 다양하게 표현될 수 있겠지만 본 연구에서는 이를, 전문가들의 의견을 반영하여, 다음과 같이 설정하였다. 鎔 建設事業의 기본적인 목적은 환경적으

로 건전하며 지속가능한 수자원의 개발 및 관리를 통해 국민의 삶의 질을 향상시키고 경제발전에 기여하는 것이다.

한편 본 연구에서는 <표 1>에 제시되어 있는 것과 같이 위와 같은 기본적인 목적 하에서 이·치수적 효과, 국민경제적 효과, 자연환경적 효과, 인간환경적 효과 등 네 개의 하위목적을 설정하였다. 그리고 이·치수적 효과는 다시 세 개의 하위속성으로 나뉘어 지고, 홍수조절 효과 및 용수공급 효과는 각각 두 개의 최하위속성이 있는 것으로 설정되었다. 이와 같이 최하위속성으로 16개 속성과 각각의 평가단위가 최종적으로 결정되었다.<sup>4)</sup> 결정된 댐 건설사업의 속성 및 평가단위는 <표 2>에 제시되어 있다.

<표 1> 결정된 댐 건설사업의 계층구조

구 분	주 항 목	세 부 항 목
1. 이·치수적 효과	1.1 홍수조절 효과	1.1.1 홍수피해 감소 효과
		1.1.2 자산이용의 고도화 효과
	1.2 용수공급 효과	1.2.1 생활·공업 용수의 공급 효과
		1.2.2 관개 효과
	1.3 비상용수공급 효과	
2. 국민경제적 효과	2.1 국가적 효과	2.1.1 전력생산 효과
		2.1.2 경제적 파급 효과
		2.1.3 댐 건설 및 유지의 재정부담 효과
	2.2 지역적 효과 : 관광 및 레크리에이션 제고 효과	
3. 자연환경적 효과	3.1 식물상 손실 효과	
	3.2 동물상 손실 효과	
4. 인간환경적 효과	4.1 생활환경적 효과	4.1.1 주민의 생활불편 효과
		4.1.2 수물민의 피해 효과
	4.2 사회환경적 효과	4.2.1 수물로 인한 지역경제 피해 효과
		4.2.2 문화유적지 및 유물 소실 효과
		4.2.3 주민의 개발 및 재산권 행사 제한 효과

최종적으로 선택된 속성 및 평가단위는 수자원 관련 전문가들을 대상으로 한 설문 및 면접을 통해 선정되었다. 이 과정은 다음과 같다. 먼저 광범위한 국내외 문

4) Lam et al. (1997)은 단일효용함수가 독립적이라고 가정한다면, MUF의 분산값은 속성의 수가 증가할수록 낮아진다고 하여 속성의 개수에 제한을 둘 필요는 없다고 하였다.

현조사를 통해 30개의 예비 속성들과 각각의 평가단위들을 선정하였다. 선정된 예비 속성 및 평가단위를 가지고 총 238명의 수자원공사 관계자, 관계 부처 공무원, 환경경제학자, 환경단체의 운동가 등을 대상으로 1차 설문을 실시하였다. 1차 설문 의 내용은 첫째, 각 속성의 적절성 여부, 둘째, 속성을 대표하는 평가단위의 선정 으로 구성되었다. 총 238명중에서 73명이 참여하여 약 30%의 응답률을 보였는데 다수의 전문가들이 적절하다고 선택한 항목을 최종 속성 및 평가단위로 결정하였 다.

〈표 2〉 속성의 평가단위 및 수준범위

속 성	단 위	가장좋은 수준	가장나쁜 수준
1.1.1 홍수피해 감소효과	홍수피해액의 경감(억원/년)	200	0
1.1.2 자산이용의 고도화효과	침수면적의 감소(만ha)	24	0
1.2.1 생활·농업용수의 공급효과	생·공용수공급량(억m <sup>3</sup> /년)	30	0
1.2.2 관개효과	관개용수공급량(억m <sup>3</sup> /년)	34	0
1.3 비상용수공급효과	비상용수공급량(억m <sup>3</sup> /년)	5	0
2.1.1 전력생산효과	발전량(GWh/년)	860	0
2.1.2 경제적 파급효과	부가가치 창출액(억원)	2,600	0
2.1.3 댐 건설 및 유지의 재정부담효과	댐 건설 및 유지 비용(억원)	0	8,000
2.2 관광 및 레크리에이션 제고효과	관광 및 레크리에이션 편익 (억원/년)	80	0
3.1 수물로 인한 식물상 손실효과	수물로 인한 식물종수의 감소(종)	0	300
3.2 수물로 인한 동물상 손실효과	수물로 인한 동물종수의 감소(종)	0	160
4.1.1 주민의 생활불편효과	교통불편액(억원/년)	0	220
4.1.2 수물민의 피해효과	수물민의 수(만명)	0	4
4.2.1 수물로 인한 지역경제 피해효과	수물피해액(억원/년)	0	880
4.2.2 문화유적지 및 유물 소실효과	소실 또는 이전되는 문화유적지 및 유물의 수(개)	0	60
4.2.3 주민의 개발 및 재산권 행사 제한효과	주민의 개발 및 재산권 행사 제한 건수(건/년)	0	30

## 2) 속성의 정량화

댐 건설사업의 속성 수준을 정량화하기 위해 속성의 영향과 관련된 기존 국내의 문헌들을 참고하였다. 또한 이를 위해 설문 및 면담을 실시하여 관련 전문가들의 의견을 충분히 반영하였다. 각 속성의 수준은 〈표 2〉에 나타난 바와 같이 평가자나

이해관련자가 사업의 시행에 있어 고려할 수 있는 수준에서의 최소 및 최대 허용범위로 결정되었다.<sup>5)</sup>

### 3) 가정의 적절성 확인

본 단계에서는 가정의 적절성 확인을 통하여 MUF의 함수적 형태를 도출한다. 따라서 여기서는 선호독립, 효용독립 및 선호의 가법성으로 구성되는 가치독립에 관한 테스트가 요구된다. 테스트 결과에 따라 이러한 여러 조건들이 만족되는 것으로 확인되면 가법적인 MUF를 상정하는 것이 타당하게 된다(Fishburn, 1965). 그러나 평가자들로부터 이러한 독립성 조건들이 만족하는가를 확인하기 위해서는 여러 단계의 길고 복잡한 검증과정을 거쳐야 하는 문제가 있다.

그런데 이와 같은 현실적인 제약을 고려할 때 가법적인 형태를 가정하고 논의를 진행시켜도 실제의 가치에 근사하는 것으로 여겨지고 있다. 이에 관해 Keeney(1992)는 실증연구의 관점에서 각 속성이 다른 속성에 대한 수단이 아니고, 즉 근본적(fundamental)이고, 속성들이 포괄적(comprehensive)이라면 독립성에 대한 검증없이 가법형 형태의 MUF를 사용해도 별 무리가 없다고 하였다. 따라서 대부분의 실증연구에서도 의사유도절차의 복잡성을 줄이기 위해 단순한 가법형 구조를 거의 항상 사용한다(von Winterfeldt and Edwards, 1987). 뿐만 아니라 가법형 함수는 다양한 상황에서 MAUT 연구의 기초로서 강건(robust)하고 보다 복잡한 승법형 함수의 출발점이 되기에 충분하다(McDaniels, 1996).<sup>6)</sup>

본 연구에서 사용되는 함수적 형태는 식(1)과 같다. MUF  $U$ 는 다음과 같이 댐 건설의 이·치수적 효과( $x_1$ ), 국민경제적 효과( $x_2$ ), 자연환경적 효과( $x_3$ ), 인간환경적 효과( $x_4$ ) 등 4개의 구성요소를 가지고 있으며 가법적인 구조를 가진다.

5) 아무리 객관적으로 속성수준을 정하여도 과학의 수준, 인간 인식의 수준 등으로 인해 한계가 있다. 하지만 본 연구에서는 특정 댐 사업에 국한된 속성의 범위가 되지 않도록 다양한 댐 건설사업들을 검토하여 범위를 결정하였다. 물론 향후 좀 더 개선될 여지가 충분히 있다고 사료된다.

6) 또한 모든 상황에서 다수의 응답자들의 가치판단을 종합하기 위해서는 가법적 다속성 효용함수와, 뒤에 언급할, 위험중립적 단일속성 효용함수를 가정해야 한다. 왜냐하면 이 둘을 가정하지 않는다면 다수의 응답자료를 통합하는 것은 거의 불가능하기 때문이다.



$$U(x_1, x_2, x_3, x_4) = k_1 u_1(x_1) + k_2 u_2(x_2) + k_3 u_3(x_3) + k_4 u_4(x_4) \quad (1)$$

여기서  $k_i$ 는 주요 구성요소에 대한 비례상수로서  $\sum_{i=1}^4 k_i = 1$ 이고,  $U$ 와  $u_i$ 는 <표 2>의 범위에서 0과 1사이의 값을 갖는 것으로 정규화되어 있다.

이 · 치수적 효과의 효용함수  $u_1$ 은 홍수조절 효과( $x_{11}$ )와 용수공급 효과( $x_{12}$ ), 그리고 비상용수공급 효과( $x_{13}$ ) 등 3개 하위속성에 대해 가법의 형태이며, 홍수조절 효과의 효용함수( $u_{11}(x_{11})$ )는 2개 하위속성과 용수공급 효과의 효용함수( $u_{12}(x_{12})$ )는 2개 하위속성에 대해 각각 가법의 형태이다.

$$u_1(x_1) = u_1(x_{11}, x_{12}, x_{13}) = k_{11} u_{11}(x_{11}) + k_{12} u_{12}(x_{12}) + k_{13} u_{13}(x_{13}) \quad (2)$$

$$u_{11}(x_{11}) = u_{11}(x_{111}, x_{112}) = k_{111} u_{111}(x_{111}) + k_{112} u_{112}(x_{112}) \quad (3)$$

$$u_{12}(x_{12}) = u_{12}(x_{121}, x_{122}) = k_{121} u_{121}(x_{121}) + k_{122} u_{122}(x_{122}) \quad (4)$$

여기서  $\sum_{i=1}^3 k_{1i} = 1$ ,  $\sum_{i=1}^2 k_{11i} = 1$ ,  $\sum_{i=1}^2 k_{12i} = 1$ 이 만족되며,  $u_1$ ,  $u_{11}$ ,  $u_{12}$ 는 <표 2>의 범위에서 0과 1사이의 값을 갖는 것으로 정규화 되어 있다.

국민경제적 효과의 효용함수  $u_2$ 는 국가적 효과( $x_{21}$ ), 지역적 효과( $x_{22}$ ) 등 2개 하위속성에 대해 가법적이며, 국가적 효과의 효용함수  $u_{21}$ 은 3개의 하위속성에 대해 가법적이다.

$$u_2(x_2) = u_2(x_{21}, x_{22}) = k_{21} u_{21}(x_{21}) + k_{22} u_{22}(x_{22}) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} u_{21}(x_{21}) &= u_{21}(x_{211}, x_{212}, x_{213}) \\ &= k_{211} u_{211}(x_{211}) + k_{212} u_{212}(x_{212}) + k_{213} u_{213}(x_{213}) \end{aligned} \quad (6)$$

여기서  $\sum_{i=1}^2 k_{2i} = 1$ ,  $\sum_{i=1}^3 k_{21i} = 1$ 이 만족되며,  $u_2$  및  $u_{21}$ 은 <표 2>의 범위에서 0과 1사이의 값을 갖는 것으로 정규화되어 있다.

자연환경적 효과의 효용함수  $u_3$ 는 식물상 손실 효과( $x_{31}$ ), 동물상 손실 효과( $x_{32}$ ) 등 2개의 하위속성에 대해 가법적이다.

$$u_3(x_3) = u_3(x_{31}, x_{32}) = k_{31}u_{31}(x_{31}) + k_{32}u_{32}(x_{32}) \quad (7)$$

여기서  $\sum_{i=1}^2 k_{3i} = 1$ 이 만족되며,  $u_3$ 는 <표 2>의 범위에서 0과 1사이의 값을 갖는 것으로 정규화되어 있다.

인간환경적 효과의 효용함수  $u_4$ 는 생활환경적 효과( $x_{41}$ )와 사회환경적 효과( $x_{42}$ ) 등 2개의 하위속성에 대해 가법적이며, 생활환경적 효과의 효용함수  $u_{41}$ 은 2개의 하위속성에 대해 가법적이고, 사회환경적 효과의 효용함수  $u_{42}$ 는 3개의 하위속성에 대해 역시 가법적이다.

$$u_4(x_4) = u_4(x_{41}, x_{42}) = k_{41}u_{41}(x_{41}) + k_{42}u_{42}(x_{42}) \quad (8)$$

$$u_{41}(x_{41}) = u_{41}(x_{411}, x_{412}) = k_{411}u_{411}(x_{411}) + k_{412}u_{412}(x_{412}) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} u_{42}(x_{42}) &= u_{42}(x_{421}, x_{422}, x_{423}) \\ &= k_{421}u_{421}(x_{421}) + k_{422}u_{422}(x_{422}) + k_{423}u_{423}(x_{423}) \end{aligned} \quad (10)$$

여기서  $\sum_{i=1}^2 k_{4i} = 1$ ,  $\sum_{i=1}^2 k_{41i} = 1$ ,  $\sum_{i=1}^3 k_{42i} = 1$ 이 만족되며,  $u_4$ ,  $u_{41}$ ,  $u_{42}$ 는 <표 2>의 범위에서 0과 1사이의 값을 갖는 것으로 정규화되어 있다.

결국 최종적인 다속성 효용함수는 식 (11)과 같이 결정된다.

$$\begin{aligned} u(x_1, x_2, x_3, x_4) &= u(x_{111}, x_{112}, x_{121}, x_{122}, x_{13}, x_{211}, x_{212}, x_{213}, x_{22}, x_{31}, x_{32}, \\ &\quad x_{411}, x_{412}, x_{421}, x_{422}, x_{423}) \\ &= c_1u_{111}(x_{111}) + c_2u_{112}(x_{112}) + c_3u_{121}(x_{121}) + c_4u_{122}(x_{122}) + \\ &\quad c_5u_{13}(x_{13}) + c_6u_{211}(x_{211}) + c_7u_{212}(x_{212}) + c_8u_{213}(x_{213}) + \\ &\quad c_9u_{22}(x_{22}) + c_{10}u_{31}(x_{31}) + c_{11}u_{32}(x_{32}) + c_{12}u_{411}(x_{411}) + \end{aligned}$$

$$c_{13}u_{412}(x_{412}) + c_{14}u_{421}(x_{421}) + c_{15}u_{422}(x_{422}) + c_{16}u_{423}(x_{423}) \quad (11)$$

여기서  $\sum_{i=1}^{16} c_i = 1$ 이 만족되어야 한다.

#### 4) 단일속성 효용함수의 도출

단일속성 효용함수의 정확한 형태를 얻기 위해서는 먼저 특정 속성에 대한 평가자나 이해관련자의 위험태도가 결정되어야 한다. 위험태도가 결정된 후에 단일속성 효용함수의 일반적인 형태로부터 평가자들의 구체적인 개별속성함수가 식별된다. 일반적으로 식(12), (13), (14)와 같은 지수적 함수형태 또는 선형의 함수형태가 가정되며, 이러한 형태를 사용하는 것은 개별속성 효용함수를 추정하는 데 있어 강건(robust)한 것으로 알려져 있다(Keeney, 1992).

$$u(x) = a - b \exp(-cx) \quad (12)$$

$$u(x) = a + b(cx) \quad (13)$$

$$u(x) = a + b \exp(cx) \quad (14)$$

여기서  $a$ 와  $b$ 는  $u(x) \in [0, 1]$ 을 보장하는 0보다 큰 상수이며,  $c$ 는 증가함수에서는 (+)이고, 감소함수에서는 (-)인 상수이다. 또한  $c$ 는 식(12), (14)에서 위험기피도를 나타내며, 식(13)에서는 증가함수이면 1, 감소함수이면 -1이다. 식(12)는 위험기피적, 식(13)은 위험중립적, 식(14)는 위험선호적 효용함수를 나타낸다.

이론적으로 구간에 따라 증감이나 서로 다른 위험태도가 혼재된 보다 복잡한 효용함수의 형태를 결정할 수 있다. 하지만 여러 실증연구결과로 판단할 때, 단일속성 효용함수가 MUF의 구성요소로 사용되는 경우에는 복잡한 효용함수가 거의 요구되지 않는다(Keeney, 1992).

본 연구에서는 단일속성 효용함수를 얻기 위해 수자원 관련 전문가 11명을 대상으로 직접면접을 실시하였는데 모든 전문가들의 단일속성 효용함수들을 전부 게재하기는 힘들다. 따라서 연구의 편의상 본 연구에서는 단일속성 효용함수들을 식

(13) 과 같은 위험중립의 형태로 가정한다. 식 (13)에 <표 2>의 속성수준의 범위를 적용하여 가장 좋은 수준의 효용식, 가장 나쁜 수준의 효용식, 그리고 설문에서 유도한 확실성 등가(certainty equivalent) 식 등 세 개의 식을 연립하여 구한 댐 건설사업의 평가항목에 대한 단일속성 효용함수는 <표 3>과 같다.

#### 5) 속성의 상대적 중요성 평가

개별속성에 대한 효용함수를 도출한 후에는 각 속성의 상대적 중요성을 평가하여 이로부터 각 속성의 중요도, 즉 가중치를 도출해야 한다. 상대적 중요성을 평가하기 위해서는 설문 및 면담을 통해 자신이 선호하는 속성에 따라 속성들을 나열하고 이에 대해 점수를 매기도록 유도해야 한다.

이러한 과정을 수행하기 위해 본 연구에서는 가장 일반적으로 사용되는 이원비교법(pairwise comparison weighting)을 사용하였다.<sup>7)</sup> 이를 위해 각 평가자들은 모든 속성이 가장 나쁜 수준에서 가장 좋은 수준으로 개선된다고 할 때 가장 중요한 속성부터 가장 덜 중요한 속성까지의 순위를 먼저 결정한다. 그 다음에 모든 속성이 가장 나쁜 수준에서 가장 좋은 수준으로 개선된다고 할 때 가장 중요한 속성이 100점이라면 다음으로 (즉, 두 번째로) 중요한 속성의 점수를 첫 번째 속성의 100점과 비교하여, 즉 상대적인 중요성에 따라 부여한다. 다음 단계로 두 번째로 중요한 속성이 다시 100점이라 가정하고 세 번째로 중요한 속성의 점수를 두 번째 속성의 100점과 비교하여, 즉 상대적 중요성에 따라 부여한다. 이와 같은 방식을 가장 덜 중요한 속성에 대한 점수를 얻을 때까지 반복하면 된다. 이 경우 더 중요한 속성의 100점에 대해 덜 중요한 속성의 상대적인 중요도에 따라 감소하는 형태로 점수를 매기게 된다. 물론 동일한 정도의 중요성을 갖는 속성에 대해서는 같은 100점을 매길 수 있다. 독립성 조건의 충족을 위해 두 개씩 상대적 중요도를 결정하는 경우, 즉 고려하고 있는 두 속성을 제외한 나머지 속성들은 어떤 특정 수준에서 변화하지 않음을 지속적으로 주지시켰다.

참고적으로 면담과정에서 평가자들에게 중요성의 관점에서 먼저 순위를 매긴 후 상대적 중요도(relative importance)를 평가하고 그에 따라 점수를 부여하도록 하여 다속성 가치유도절차(Goicoechea et al., 1982)의 지침을 충실히 따랐다.

7) 일반적으로 스윙기법(swing weighting)이 이원비교법보다 바람직하지만 속성이 다수일 때는 이원비교법이 보다 정교한 결과를 유도한다(Goicoechea et al., 1982).

〈표 3〉 단일속성 효용함수

속 성	함 수
홍수피해 감소 효과( $x_{111}$ )	$u_{111}(x_{111}) = 0.00500(x_{111})$
자산이용의 고도화 효과( $x_{112}$ )	$u_{112}(x_{112}) = 0.04167(x_{112})$
생·공용수의 공급 효과( $x_{121}$ )	$u_{121}(x_{121}) = 0.03333(x_{121})$
관개 효과( $x_{122}$ )	$u_{122}(x_{122}) = 0.02941(x_{122})$
비상용수 공급 효과( $x_{13}$ )	$u_{13}(x_{13}) = 0.20000(x_{13})$
전력생산 효과( $x_{211}$ )	$u_{211}(x_{211}) = 0.00116(x_{211})$
경제적 파급 효과( $x_{212}$ )	$u_{212}(x_{212}) = 0.00038(x_{212})$
댐 건설 및 유지의 재정부담 효과( $x_{213}$ )	$u_{213}(x_{213}) = 1 - 0.00013(x_{213})$
관광 및 레크리에이션 효과( $x_{22}$ )	$u_{22}(x_{22}) = 0.01250(x_{22})$
식물상 손실 효과( $x_{31}$ )	$u_{31}(x_{31}) = 1 - 0.00333(x_{31})$
동물상 손실 효과( $x_{32}$ )	$u_{32}(x_{32}) = 1 - 0.00625(x_{32})$
주민의 생활불편 효과( $x_{411}$ )	$u_{411}(x_{411}) = 1 - 0.00455(x_{411})$
수물민의 피해 효과( $x_{412}$ )	$u_{412}(x_{412}) = 1 - 0.25000(x_{412})$
수물로 인한 지역경제 피해 효과( $x_{421}$ )	$u_{421}(x_{421}) = 1 - 0.00114(x_{421})$
문화유적지 및 유물 소실 효과( $x_{422}$ )	$u_{422}(x_{422}) = 1 - 0.01667(x_{422})$
주민의 개발 및 재산권 행사 제한 효과( $x_{423}$ )	$u_{423}(x_{423}) = 1 - 0.03333(x_{423})$

#### 6) MUF의 구성

한 명의 전문가를 대상으로 MAUT를 적용한 경우, 단일속성 효용함수들을 가법의 형태로 합치기만 하면 된다. 하지만 다수전문가들을 대상으로 한 경우 다수의 MUF를 어떤 형태로 수렴시킬지에 대한 문제에 봉착하게 된다. 본 연구에서는, 전술했듯이, 각 전문가의 단일속성 효용함수를 위험중립의 형태로 가정하였다. 이 가정을 통해 개별 전문가들의 속성별 가중치를 산술평균과 기하평균의 방법으로 총합하여 총MUF를 구하였다(Bard, 1992). 참고적으로 기하평균은 산술평균에 비해 극단적인 값의 영향을 덜 받는다는 장점을 갖고 있다.

이와 같은 과정을 통해 도출된 속성의 중요도와 산술평균과 기하평균으로 구하여 정규화된 비례상수(가중치)의 값이 〈표 4〉에 제시되어 있다. 이를 통해 평가자들에게 가장 중요성을 갖는 속성이 주어진 속성의 범위내에서 (기하평균의 경우) 「생·공용수 공급 효과」, 「홍수피해 감소 효과」, 「관개 효과」, 「경제적 파급 효

과」, 「수몰민의 피해 효과」 등임을 알 수 있다. 기하평균의 경우 「주민의 개발 및 재산권 행사 제한 효과」, 「동물상 손실 효과」, 「관광 및 레크리에이션 제고 효과」 등은 평가자들이 가장 덜 중요한 속성으로 인식하고 있는 것으로 나타났다.

한편 비모수적(nonparametric) bootstrap 방법을 이용하여 각 가중치의 신뢰구간을 구할 수 있는데 이 과정은 다음과 같다. 특정 속성에 대한 전문가들의 가중치를 자료의 총 수만큼 임의로 복원추출하고 이를 통해 얻어진 가중치들을 산술평균이나 기하평균을 이용하여 통합한다. 해당 속성에 대해 이런 과정을 1,000번 반복하여 계산된 가중치의 경험적 분포(empirical distribution)를 도출하여 해당 속성의 가중치의 신뢰구간을 구한다. 이를 16개 속성에 대해 반복하여 가중치의 신뢰구간을 구할 수 있는데 95% 신뢰구간의 경우 그 결과는 <표 5>와 같다.

〈표 4〉 속성별 가중치와 중요도 순위

구 분 속성	산술평균		기하평균	
	가중치	순위	가중치	순위
1.1.1	0.11736	2	0.13193	2
1.1.2	0.06699	5	0.05470	7
1.2.1	0.12328	1	0.14982	1
1.2.2	0.08201	3	0.09115	3
1.3	0.04961	10	0.04963	8
2.1.1	0.05330	8	0.05508	6
2.1.2	0.06510	6	0.07004	4
2.1.3	0.04566	15	0.04139	12
2.2	0.03615	16	0.03901	14
3.1	0.05414	7	0.04465	10
3.2	0.04879	11	0.03678	15
4.1.1	0.05049	9	0.04842	9
4.1.2	0.06744	4	0.06775	5
4.2.1	0.04652	13	0.04310	11
4.2.2	0.04736	12	0.04007	13
4.2.3	0.04582	14	0.03648	16
계	1.00000		1.00000	

마지막으로 <표 5>에서 구한  $c_i$ 의 값과 각 효용함수의 비례상수에 대한 식들을 비

교하면 식(1)-식(10)에 있는  $k$ 의 값을 구할 수 있는데 그 결과는 <표 6>과 같다.

<표 5> 속성별 가중치의 신뢰구간

구 분	산술평균		기하평균	
	하한	상한	하한	상한
1. 1. 1	0. 10366	0. 13254	0. 11179	0. 15461
1. 1. 2	0. 05161	0. 08918	0. 04027	0. 07290
1. 2. 1	0. 11173	0. 13604	0. 13243	0. 16824
1. 2. 2	0. 07035	0. 09587	0. 07451	0. 10867
1. 3	0. 04094	0. 05961	0. 03993	0. 05987
2. 1. 1	0. 04587	0. 06144	0. 04278	0. 06719
2. 1. 2	0. 05541	0. 07437	0. 05807	0. 08366
2. 1. 3	0. 03497	0. 05595	0. 03137	0. 05253
2. 2	0. 03039	0. 04198	0. 03217	0. 04470
3. 1	0. 04162	0. 06722	0. 03259	0. 05830
3. 2	0. 03669	0. 06290	0. 02606	0. 05034
4. 1. 1	0. 04014	0. 06172	0. 03787	0. 06036
4. 1. 2	0. 05707	0. 07765	0. 05288	0. 08348
4. 2. 1	0. 03913	0. 05479	0. 03213	0. 05535
4. 2. 2	0. 03664	0. 05827	0. 02892	0. 05261
4. 2. 3	0. 03483	0. 05792	0. 02605	0. 04957

## 2. MAUT 실증분석의 유용성

지금까지 댐 건설사업 평가를 위한 지표개발에 MAUT를 적용하였다. 이제는 앞서 도출한 가중치와 MUF를 이용하여 평가자나 이해관련자들이 직면한 댐 건설사업의 대안들을 평가하고 이로부터 시사점을 얻고자 한다.

### 1) 댐 건설사업의 수평적 비교

본 연구는 댐 건설사업의 여러 프로젝트들에 대한 평가에 적용가능하다. 제시된 단일속성 효용함수의 값만으로는 어느 프로젝트가 우월한지 쉽게 판단할 수 없다. 하지만 총MUF를 구성하고 이의 효용함수값을 계산하는 경우 하나의 값을 얻게 되고 이 값을 이용해 다수의 프로젝트들에 대한 수평적 비교가 가능하게 된다.

〈표 6〉 각 효용함수의 비례상수 값

비례상수	산술평균	기하평균
$k_1$	0.43925	0.47723
$k_2$	0.20021	0.20552
$k_3$	0.10293	0.08143
$k_4$	0.25763	0.23582
$k_{11}$	0.41969	0.39107
$k_{12}$	0.46736	0.50493
$k_{13}$	0.11294	0.10400
$k_{21}$	0.81944	0.78936
$k_{22}$	0.18056	0.18981
$k_{31}$	0.52599	0.54832
$k_{32}$	0.47401	0.45168
$k_{41}$	0.45775	0.49262
$k_{42}$	0.54225	0.50738
$k_{111}$	0.63662	0.70691
$k_{112}$	0.36338	0.29309
$k_{121}$	0.60052	0.62174
$k_{122}$	0.39948	0.37826
$k_{211}$	0.32488	0.33079
$k_{212}$	0.39681	0.42064
$k_{213}$	0.27831	0.24857
$k_{411}$	0.42814	0.41680
$k_{412}$	0.57187	0.58620
$k_{421}$	0.33300	0.36022
$k_{422}$	0.33901	0.33489
$k_{423}$	0.32799	0.30489

이는 상충하는 다수의 속성들을 모두 고려해야 하는 복잡한 의사결정의 상황에서 효용이라는 기준을 가지고 각 속성의 효용이 평가되고 나아가 각 속성의 중요도를 반영하여 이들이 결합되며 결국 하나의 MUF 값이 도출되는 것을 보여준다. 앞에서 언급했듯이 불확실성 하에서는 기대효용이 큰 프로젝트가 선호되는 프로젝트이다. 또한 위와 비슷하게 단일 프로젝트에 대해서도 특정 속성의 변화에 대한 민감도 분석(sensitivity analysis)을 실시하는 데 MAUT가 활용될 수 있다.



## 2) 그룹별 총MUF의 활용

댐 건설사업 평가에 대한 2차 설문대상자 중 그룹별 총MUF 연구에 사용된 응답자의 수는 직접면접자들을 포함하여 35명에 달하였는데 이를 그룹화하여 크게 관·학·연·환경단체로 나눌 수 있었다. 여기에서는 관·학·연·환경단체의 그룹별 가중치를 산정하여 각 프로젝트별 수평적 비교를 하고자 한다. 이러한 논의를 통해 다음과 같은 정책적 시사점을 얻을 수 있다. 첫째, 그룹별 가중치 산정을 통해 관·학·연·환경단체 각 그룹이 댐 건설사업의 속성 16개에 대해서 어떠한 가치 판단을 하고 있는지 분석할 수 있다. 둘째, 평가자들의 그룹별 총MUF를 통해 각 프로젝트에 대해 어떠한 시각을 갖고 있는지 판단할 수 있다. 셋째, 그룹별 가중치의 중요도에 대한 차이는 향후 댐 건설사업평가를 위한 속성의 선정에 있어 다양한 이해관련자의 의견을 종합적으로 수렴할 필요가 있음을 시사할 수 있다.

그룹별 가중치의 결정은 앞에서 논의한 방식과 동일하게 이루어진다. 즉, 그룹별 가중치는 다수의 전문가들을 관·학·연·환경단체의 그룹으로 구분하여 각 그룹에 속한 개별 전문가들의 가중치를 도출하고 이를 산술평균이나 기하평균으로 통합하여 구한다. 각 그룹에 대한 기하평균에 의한 가중치는 <표 7>과 같다.

<표 7>을 보면 관계, 즉 정부는 속성 중 「생·공용수 공급 효과」, 「홍수피해 감소 효과」, 「관개 효과」를 중요하게 여긴다. 반면 관계는 「댐 건설 및 유지의 재정부담 효과」, 「문화유적지 및 유물 소실 효과」, 「동물상 손실 효과」를 상대적으로 덜 중요하게 여긴다.

학계는 「생·공용수 공급 효과」, 「홍수피해 감소 효과」, 「관개 효과」를 중요하게 여기며, 「동물상 손실 효과」, 「관광 및 레크리에이션 제고 효과」, 「자산이용의 고도화 효과」를 상대적으로 덜 중요하게 여긴다. 특히, 학계는 관계가 가장 덜 중요하게 여긴 「댐 건설 및 유지의 재정부담 효과」를 상대적으로 중요하게 여겨 댐 건설의 기회비용적 성격을 중시함을 나타냈다.

연구계는 「홍수피해 감소 효과」, 「생·공용수 공급 효과」, 「자산이용의 고도화 효과」를 중요하게 여기고, 「주민의 개발 및 재산권 행사 제한 효과」, 「수몰로 인한 지역경제 피해 효과」, 「주민의 생활불편 효과」 등 인간환경적 효과를 상대적으로 덜 중요하게 간주했다. 관·학·연은 공통적으로 「홍수피해 감소 효과」, 「생·공용수 공급 효과」, 「관개 효과」 등 이·치수적 효과를 중요하게 여겼다.

〈표 7〉 그룹별 가중치 도출(기하평균)

구 분	관계		학계		연구계		환경단체	
속성	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
1. 1. 1	0. 13429	2	0. 12383	2	0. 14472	1	0. 02945	11
1. 1. 2	0. 07153	4	0. 03125	14	0. 09421	3	0. 00825	16
1. 2. 1	0. 16916	1	0. 15328	1	0. 13397	2	0. 05113	7
1. 2. 2	0. 10123	3	0. 08297	3	0. 08931	4	0. 03105	9
1. 3	0. 04373	10	0. 04437	11	0. 05298	8	0. 02772	12
2. 1. 1	0. 04772	9	0. 04095	13	0. 07256	6	0. 02964	10
2. 1. 2	0. 06937	5	0. 06071	6	0. 07799	5	0. 01229	15
2. 1. 3	0. 02514	16	0. 06964	5	0. 04512	9	0. 02235	13
2. 2	0. 03596	12	0. 03031	15	0. 04361	11	0. 04574	8
3. 1	0. 03318	13	0. 04528	10	0. 05353	7	0. 13596	3
3. 2	0. 03189	14	0. 02945	16	0. 04414	10	0. 14311	1
4. 1. 1	0. 03834	11	0. 05921	7	0. 03093	14	0. 12476	4
4. 1. 2	0. 06561	6	0. 08103	4	0. 03667	12	0. 13949	2
4. 2. 1	0. 05964	7	0. 04246	12	0. 02749	15	0. 09789	5
4. 2. 2	0. 02527	15	0. 05416	8	0. 03399	13	0. 08810	6
4. 2. 3	0. 04796	8	0. 05111	9	0. 01879	16	0. 01307	14
계	1. 00000		1. 00000		1. 00000		1. 00000	

환경단체는 「동물상 손실 효과」, 「수물민의 피해 효과」, 「식물상 손실 효과」 등을 중요하게 여겨 자연환경적 효과와 생활환경적 효과를 중시하는 경향을 보였다. 반면 「자산이용의 고도화 효과」, 「경제적 파급 효과」, 「주민의 개발 및 재산권 행사 제한 효과」 등을 덜 중요하게 여겼다. 속성에 대한 중요도의 차이는 각 그룹의 내재된 가치를 반영하는 것으로 판단된다.

관·학·연·환경단체가 댐 건설사업을 평가하는 데 있어 내재한 가치관의 차이는 총MUF를 도출해 하나의 효용값으로 다수의 프로젝트들을 수평적으로 비교하는 경우 순위의 결정에도 영향을 미칠 수 있다.

#### IV. 결론 및 정책적 시사점

본 연구의 목적은 댐 건설사업 평가에 있어 의사결정자에게 적절한 정보를 제공

할 수 있는 방법론을 체계적으로 적용하고 이러한 방법론적 절차에 따라 다속성 지표를 개발하는 것이다.

본 연구에서는 댐 건설사업 평가를 위한 지표개발에 MAUT를 적용하였으며, 댐 건설사업 평가관점은, 환경적으로 건전하며 지속가능한 수자원의 개발 및 관리를 통해 국민의 삶의 질을 향상시키고 경제발전에 기여한다는 기본적인 목적 하에, 계층적으로 설정되었다. 최종적으로 16개의 속성이 국내외 문헌연구와 수자원관련 전문가들을 대상으로 한 1차 설문을 통해 결정되었다. 속성들의 상대적 중요도인 가중치, 즉 다속성 지수는 16개 속성으로 구성된 2차 설문을 통해 개발되었는데 정규화된 다속성 지수는 산술평균과 기하평균으로 표현되었다.

실증분석결과, 기하평균의 경우, 평가자들에게 가장 중요성을 갖는 속성은 주어진 속성의 범위내에서 생·공용수 공급 효과, 홍수피해 감소 효과, 관개 효과 등의 순으로 나타났다. 한편 16개 속성 중 주민의 개발 및 재산권 행사 제한 효과, 동물상 손실 효과, 관광 및 레크리에이션 제고 효과 등이 가장 덜 중요한 속성으로 나타났다.

본 연구는 수자원 관련 전문가들을 크게 관·학·연·환의 그룹으로 구분하여 각 그룹별로 다속성 지수를 산정하였는데, 그룹들은 그들의 내재 가치에 따라 각기 다른 중요도 순위를 갖고 있음을 드러냈다.

본 연구는 속성의 결정에 따른 과학적 평가지표개발을 통해 체계적인 평가 및 의사결정 방법론을 제시하고 있다. 여기서 과학적 평가지표개발은 주관성을 지양하고 객관적 투명성을 확보하는 의미를 갖고 있다. 댐 건설사업에 대한 새로운 평가 및 의사결정 체계의 도입이 요구되는 상황에서 본 연구가 채택한 MAUT 접근이 잠재적 유용성을 갖는다고 사료된다.

한편 속성의 중요도 및 가중치 결정에 있어 관·학·연·환경단체로 구분하여 산정한 그룹별 다속성 지수에서 각 그룹은 상이한 결과를 나타냈다. 이런 차이는 댐 건설사업의 평가를 위한 속성결정에 있어 관련자의 다양한 의견을 수렴할 필요가 있음을 보여준다.

그리고 댐 건설사업의 객관적 평가를 위해서는 정량적인 연구결과를 활용하여 명시적인 평가결과가 도출되어야 하는데 이를 위해서는, 특히 댐 건설의 부정적인 효과에 대한 지속적인 조사·연구가 요망된다. 본 연구를 수행하면서 가장 곤란했던 점이 댐 건설의 부정적인 영향에 대한 과학적인 자료가 부족하였다는 것이다. 평가

지표개발의 객관적 투명성을 확보하기 위해서는 댐 건설의 여러 효과들에 대한 과학적인 조사와 연구가 선행되어야 한다. 또한 본 연구의 속성수준 결정의 한계, MUF 구성에서 가법형 함수가정의 한계, 단일속성 효용함수의 도출에서 위험중립적 함수가정의 한계, 다양한 이해당사자들의 (특히 환경단체의) 견해가 정밀하게 반영되지 못한 한계, 설문시 무응답의 문제 등은 향후 개선될 필요가 있다.

#### ■ 참 고 문 헌

1. 유승훈 · 박승준 · 김태유, "환경관련 의사결정을 위한 환경영향지수: 전력산업을 중심으로," 자원경제학회지, 제7권, 제2호, 1998, pp. 11-135.
2. 유승훈 · 김준상 · 김태유, "전파자원 관리에 대한 의사결정분석: 다속성 효용이론의 적용을 중심으로," 정보통신정책연구, 제7권, 제1호, 2000, pp. 59-84.
3. Bard, J. F., "A Comparison of the Analytic Hierarchy Process with Multiattribute Utility Theory: A Case Study," *IEE Transactions*, Vol. 24, 1992, pp. 111-121.
4. Energy Information Administration(EIA), *Electricity Generation and Environmental Externalities: Case studies*, DOE/EIA-0698, Washington, D.C., US Department of Energy, 1995.
5. Fishburn, P. C., "Independence in Utility Theory with Whole Products Sets," *Operations Research*, Vol. 13, 1965, pp.28-43.
6. Goicoechea, A., Hansen, D. R., and L. Duckstein, *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications*, New York, John Wiley & Sons, 1982.
7. Keeney, R., *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision-Making*, Harvard University Press, 1992.
8. \_\_\_\_\_ and H. Raiffa, *Decisions with Multiple Objectives: Preference and Value Tradeoffs*, New York, John Wiley & Sons, 1976.
9. \_\_\_\_\_ and T. L. McDaniels, "Value-focused Thinking about Strategic Decisions at BC Hydro," *Interfaces*, 22, 1992, pp. 94-109.
10. Kim, T. Y., Kwak, S. J. and S. H. Yoo, "Applying Multi-Attribute Utility Theory to Decision-Making in Environmental Planning: A Case Study of Electric Utility in Korea," *Journal of Environmental Planning and Management*, 51, 1998, pp. 597-609.
11. Kwak, S. J., Yoo, S. H. and T. Y. Kim, "A Constructive Approach to Air Quality Valuation in Korea," *Ecological Economics*, 38, 2001, pp. 327-344.

12. Lam, P., Moskowitz, H., Eppel, T. and J. Tang, "Decomposition, Interdependence and Precision in Multiattribute Utility Measurement," *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 6, 1997.
13. Marttunen, M. and R. P. Hamalainen, "Decision Analysis Interviews in Environmental Impact Assessment," *European Journal of Operational Research*, 87, 1995, pp. 551-563.
14. McDaniels, T. H., "A Multiattribute Index for Evaluating Environmental Impacts of Electric Utilities," *Journal of Environment Management*, 46, 1996, pp. 57-66.
15. von Neumann, J. and O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, 1947.
16. von Winterfeldt, D. and W. Edwards, *Decision Analysis and Behavioral Research*, Cambridge University Press, 1987.

## The Development of a Multi-Utility Index for Assessing Large Dam Projects

Seung-Jun Kwak\* · Seung-Kuk Cho\*\* · Seung-Hoon Yoo\*\*\*

### Abstract

This study tries to elicit a method in evaluating large dam construction projects using the MAUT approach that provides information to the decision maker for comparing and selecting among complex alternatives when uncertainty is present. In doing so, the environmental, social, and human impacts of dam constructions are stressed as the economic consequences based on the preferences of numerous experts. Thus, this study develops "a comprehensive index of assessment" that may be useful for policy making of dam construction.

**Key Words:** assesement of dam projects, MAUT

---

\* Associate Professor, Department of Economics, Korea University

\*\* Associate Professor, Department. of Business Administration, Hansei University

\*\*\* Associate Professor, School of Business and Commerce, Hoseo University