

수자원 경제성 분석 입문(9)

심명필 (인하대학교 토목공학과 교수)

1. 시작하며
2. 물의 경제적 가치와 수자원경제
3. 수자원사업의 경제성분석
4. 편익·비용분석기법
5. 이자율과 할인율
6. 편익과 비용의 산정
7. 편익의 산정방법
8. 산업연관분석과 파급효과
9. 대안의 선정과 최적규모의 결정
 - 9.1 수자원사업의 계획과정
 - 9.2 대안의 선정
 - 9.2.1 대안수립의 일반원리
 - 9.2.2 대안수립의 절차
 - 9.2.3 대안의 비교분석과 종합평가
 - 9.2.4 대안의 비교분석과 종합평가
 - 9.3 최적 규모의 결정
10. 민감도 분석
11. 수요와 공급
12. 비용배분

9. 대안의 선정과 최적규모의 결정

9.1 수자원사업의 계획과정

어떠한 사업을 추진하는데 있어서 계획(planning)은 가장 중요한 과정이다. 수자원 계획은 이수, 치수 및 수환경 관리를 위해 필요한 수단을 결정하는데 근거가 있다. 일반적으로 수자원개발 사업은 다양한 이해 당사자들의 입장에서 실현하고 싶은 상태를 수렴하여 비전(vision)을 설정하면 이를 달성하기 위한 사업계획을 수립하여야 한다.

계획은 사업의 목표와 목적에 맞아야 하며 최종 결정에 이르기 위해 여러 가능한 대안의 평가를 거쳐 최적안을 선정하여 어떤 사업을 질서 있게 구상하는 과정으로 정의할 수 있다. 특히 효과적인 수자원 계획은 공학, 경제학, 사회학, 도시 및 지역계획학, 법학 등의 다양한 분야에서 몇 개 또는 전 분야에 기초한 방법론의 결합을 필요로 한다(Goodman, 1984).

다음은 'UN Planning Team'의 수자원계획에 대한 정의이다(Water Resources Project Planning, UN Water Resources Series, no.41, 1972).

"Planning aims are the optional use of available resources. Water resources development planning involves examination of short-term and long-term needs and ways to meet these needs. It involves the comparative evaluation of alternative solutions with respect to their technical, economic and social merits. ..."

수자원계획은 나라별 또는 지역별로 원하는 수준에 적합하여야 한다. 각각의 수준에 따라 추구하는 계획의 성격과 목표 및 목적이 서로 다르므로, 각기 다른 수준에서 수자원관리의 목적에 부합되게 수립되어야 한다. 일반적으로 계획의 요소들이 실질적인 가치를 결정하기 위해 환경적, 정치적, 경제적, 재정적, 사회적, 법적, 제도적 요건들이 입안에 고려되어야 한다. 계획과정에서 기본적인 어려움의 하나는 다양한 이해 당사자들 사이의 목적, 방법, 수단 등의 다양성과 상충되는 가치기준에 따른 갈등(conflict)과 이

를 조화하는 화해(conciliation)와 조정(mediation)이라 할 수 있다.

전통적으로 목표(goal)는 광의의 의미를 포함하고, 목적(objective)은 용수수요 및 홍수조절과 같은 문제점의 범주를 의미하는 것이 일반적이다. 수자원 계획에서는 “삶의 질 개선”과 같은 일반적인 사회적 관점을 목표로, 그리고 “순편익의 극대화” 같은 화폐적 또는 좀 더 특정한 표현을 목적으로 나타내기도 하나 특별히 구분하지 않는 경우가 보편적이라 할 수 있다(Goodman, 1984).

수자원 사업계획의 목표는 건설된 시설물이나 구조물적 또는 비구조물적인 요소들로 인하여 제반 환경을 개선하는 것에 있다. 일반적으로 하나의 사업은 한 개 또는 다수의 구조물적 또는 비구조물적 수단으로 이루어진다. 이러한 수단은 기술적 조건과 경제적, 재무적, 환경적, 사회적 및 법적 환경에 따라 시행 가능성이 좌우된다.

그림 9-1은 종합 계획과정에서 주어진 임무(mission)를 위하여 목표(goals)와 목적(objectives)을 설정하고 다양한 전략(strategies)과 구체적인 사업(activities or assignments)의 단계별 관계를 도식적으로 보여주고 있다(Grigg, 1985) 특히, 목표의 설정은 가장 근본적인 요소로서, 문제

에 대한 명확한 인식과 해답의 수행에 이르는 완전한 지식을 요구하며, 흔히 계획의 실패는 이러한 단계에서 불충분한 준비에서 비롯된다.

계획은 항상 미래지향적으로 장래상황의 전망과 예측은 필수적이라 할 수 있다. 수자원사업의 계획기간은 단기적으로는 10년, 장기적으로는 보통 20년~50년을 넘기도 하므로 예측은 아주 중요하다. 계획 수립에서는 예측의 불량으로 빚어지는 오판의 위험을 최소로 하여야 한다. 이러한 문제는 예측 값의 범위나 대안을 고려함으로써 해결하여야 한다(Linsley & Franzini, 1979). 예측과정에서 변동인자나 시나리오에 비추어 예측을 평가하고 미래의 각분을 준비함으로써 범위를 규정할 수 있다. 각종 대안 계획을 검토해서 미래 상태의 각기 다른 시나리오에서 그들이 어떻게 수행되는가를 알아보아야 한다.

수자원계획의 방법론은 원리(principles), 기준(standards) 및 절차(procedures)로 구분되어질 수 있다(Goodman, 1984). 원리는 계획활동에 대한 광의의 정책구조를 제공하며, 계획을 위한 개념적 기초를 포함한다. 기준(또는 표준)은 대안 계획의 유리하거나 불리한 효과를 비교, 측정, 판단함에 있어서 일관성과 일률성을 제공한다. 절차는 효과 및 역효과 측정과 활동에 대한 비교를 포함하여 여러 수준에 계획활동을 수행하는 더 세부적인 방법을 제공하게 된다. 그러나 원리, 기준 및 절차는 모두 시간에 따라 변한다. 가장 기본적으로 원리는 느리게 변화하는 데 비해, 기준 및 절차는 자료 및 기법의 향상과 함께 상대적으로 빠른 변화가 있을 수 있다. 지침이란 용어는 표준 및 절차가 계획 입안자를 완전히 구속하지 않을 때 적용되는 것이다.

미국 수자원협의회(Water Resources Council : WRC)는 1973년 계획원리의 실행을 위하여 “원리와 기준(Principles and Standards for Planning Water and Related Land Resources : P&S)”을 수립하였고, 이러한 원리와 기준의 개념은 연방정부, 주(州) 또는 지방정부에 의해 일반적으로 수행되어지는 계획과 연구로 가장 상세히 표현된다. P&S는 1979년, 1980년 개정된 후 1982년에 폐지되었다.

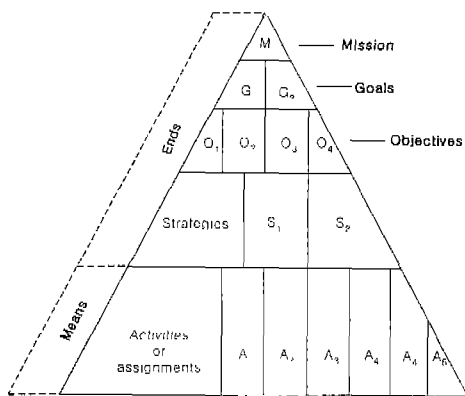


그림 9-1 Total planning process (From F. Burke Sheeran, Management Essentials for Public Works Administrators, American Public Works Association, Chicago, 1976.)

P&S는 폭넓은 정책구조와 계획론의 개념적인 기초를 포함하는 원리, 대안 계획의 유익한 효과와 역효과를 평가하는데 균일성과 일관성을 제공하는 기준 및 방법론을 지향하는 절차로 구성되었다.

P&S의 수립에 이어서 수자원협의회(WRC)는 1982년 "수자원과 관련 국토자원 실행 연구에 관한 원리와 지침(Economic and Environmental Principles and Guidelines for Water and Related Land Resources Implementation Studies : P&G)"을 승인하였다. 원리와 지침(P&G)은 공병단(USCOE), 개척국(USBR), TVA, 토양보존국(SCS) 등이 원리와 지침을 사용할 때의 실행연구에 대하여 서술하고 있을 뿐만 아니라, 수자원계획에 있어서 연방차원의 목적은 국가경제개발이며 이는 환경적인 제한요소와 기타 연방차원의 요구조항들에 직면할 것이라고 기술하고 있다. 연방차원의 수자원계획은 주(州)나 지방정부의 관심사에 민감하며 주 및 지방정부는 자유롭게 수자원개발사업을 발의할 수 있다.

9.2 대안의 선정

9.2.1 대안수립의 일반원리

대안의 선정에서 필수조건은 실행 사업이 다른 대안보다 우월해야 하며, 순편익이 최대가 되는 최적규모를 정의하여야 한다. 사업의 최적규모는 조사, 계획단계의 최종과정이라 볼 수 있다. 그러나 최적규모는 경제적 효율성만을 기준으로 할 수는 없다. 수자원 사업의 개발규모는 환경적, 정치적, 경제적, 재정적, 사회적, 법적 및 제도적 요소들에 좌우되지만, 실질적인 규모 결정은 인구 증가나 수요예측을 고려하여 결정하게 된다. 개발규모는 사업주체에 따라 달라질 수 있으며, 제반 여건에 따라서 개발규모는 조정될 수도 있다. 사업의 개발규모를 결정하는 과정에서 사업의 목표와 개발 편익 그리고 개발에 따른 부작용을 신중히 고려하여야 한다.

일반적으로 어떤 사업의 계획은 그 사업에 대한 필요성의 인식(Recognition of need for a project)에서 출발하며 목표를 설정하고, 문제점의 정의 및 정

치적인 동기 유발과정과 여러 대안의 평가 과정을 포함하게 된다. 다음 단계는 필요성을 충족시켜 줄 수 있는 실행가능한 대안의 예비지식을 제시하여야 한다. 여기서 대안(alternatives, alternative plans or alternative courses)이란 사업 목적에 부합하는 여러 계획들을 말한다. 대안을 분석할 경우 가장 중요한 문제는 대안 가운데 가장 최적의 투자안을 선택하고 최적규모를 결정하는 것이다. 대부분의 대안 분석은 ①들 또는 그 이상의 투자사업 비교, ②사업의 개발규모와 구성항목의 규모 비교, 그리고 ③투자사업이 있을 경우와 없을 경우의 비교(투자사업의 타당성 검토) 등으로 나눌 수 있다.

대안수립은 계획입안 과정의 한 단계로서 제안된 대안들을 평가하는 단계가 이어진다. 대안수립과정의 첫 단계에서 사업목적의 요소들은 필요성과 문제점으로 특성화된다. 또한 이 과정에서 사업지역에서의 자원의 가용성, 운영성 및 개발과 관련된 기타 효과 등이 평가되며 그 후 실제 설계와 대안들의 평가가 이어지게 된다. 개발에 대한 제약이 없거나 적을 경우 또는 개발 목적에 대한 반대가 적을 경우, 계획입안은 단일목적으로도 충분하다. 단지 계획이 요구수준을 만족시키는데 충분히 효율적인지를 검증할 필요가 있을 뿐이다. 이와 같은 단일목적의 계획은 좀처럼 발생하지 않지만 계획입안의 평가를 위한 지침이나 검증을 위해 참고될 수 있다.

대안의 성립 요건으로서는 무엇보다도 타당성이 있어야 된다. 타당성이란 기술적 타당성은 물론이며 정치적, 경제적, 재정적, 법적 및 사회적인 타당성을 모두 일컫는 말이다. 또한 이러한 타당성의 검정은 계획 입안단계에서뿐만 아니라 진행과정에서도 실행해야 한다. 이는 추가적으로 수집되는 자료들로 인하여 어떤 대안들은 그 타당성을 상실할 수도 있기 때문이다.

국가 경제개발에 대한 최적의 계획은 "최대의 순편익"을 추구하는 것으로 이 개념은 계획 입안의 중요한 요소로 평가된다. 또한 계획목표 중 어떤 것을 희생하여 계획한 가치를 상승시키는 상충적인 관계를 이용하거나, 다른 제안 계획을 고려할 수도 있다.

이 경우 대안 계획의 유리한 효과와 불리한 효과를 비교, 측정, 판단하여 세부 계획을 비교한다. 이 때 이 절차를 “표준화 과정”이라 하는데 계획활동에 대한 광의의 정책 구조를 제공하며, 계획을 위한 기초적 개념을 수립하는 단계를 “원리화 과정”이라 할 경우 이것의 순차적 하위개념으로 볼 수 있다. 따라서 이와 같은 표준화 과정 즉 대안의 평가도 계획 입안 시 고려되어야 하는 사항이다. 계획 입안에 대하여는 다음의 두 가지 포괄적인 원칙을 제시할 수 있다. 여기서, 최적규모란 사업규모에 따른 순편익이 최대가 되는 규모를 뜻하며, 한계비용분석에 의하여 사업규모 변동에 따른 편익과 비용의 증분이 같도록 설정하는 것이다.

“원리와 기준(P&S)”은 국가경제개발(NED)계획을 수행하기 위한 대안을 수립할 경우 고려해야 할 네 가지 요소를 다음과 같이 열거한 바 있다. 이와 같은 요소는 구조물적 개발계획이나 프로그램 등이 고려될 경우 시작 단계에서 비구조물적 수단으로 준비하고 평가하는 것을 의미한다.

- 1) 완전성(completeness) : 계획효과의 실현을 위해 구체적 대안이 요구하는 투자와 능력을 설명하는 정도
- 2) 효과성(effectiveness) : 대안이 특정 문제를 해결하고 특정 기회를 제공하는 정도
- 3) 효율성(efficiency) : 대안이 환경보호와 양립하여 특정 문제의 해결 및 기회를 실현시키는 경제성 정도
- 4) 수용성(acceptability) : 법, 규칙, 공공정책과 양립한 대안의 실행 가능성

“원리와 지침(P&G)”은 사업목적에 합리적으로 극대화하고 대안의 효과에 대한 정보를 조직화하기 위해 체계적 방안을 제시하고 있는데, 국가경제개발(NED; National Economic Development)계정, 환경의 질(EQ; Environmental Quality)계정, 지역경제개발(RED; Regional Economic Development)계정, 기타 사회적 효과(OSE; Other Social Effects) 등 4가지 계정이 사용된다. 이와 같은 네 가지 계정은 한 계획이 인간의 환경에

대한 중요한 영향과 법에 의해서 요구되는 사회복지 효과 등 모든 것을 망라하고 있다. 추천된 계획은 가장 큰 순경제적 편익(net economic benefit)을 가진 계획이어야 하며 이중 계획은 주로 국가경제개발(NED)과 환경의 질(EQ)을 수자원 보존과 개발계획의 기본 목적도구로서 제시하고 있다. 각 계정에 있어서 대안의 효과는 계획이 시행되었을 경우(with)와 시행되지 않았을 경우(without)의 도출된 조건에 따른 차이에 의함을 명시하고 있다.

9.2.2 대안수립의 절차

대안의 설정이란 사업의 목적이 무엇인가를 파악하고 그 사업의 적절한 수행 시기를 결정하며 수행 방식을 수립하는 일련의 과정이라 할 수 있다. 한 가지 이상의 목적이 연관된 대안의 공식화 과정에서 요구되는 조건은 접근특성에 따라 다르다. 먼저 개별목적의 필요성 대신 다수 목적의 조화가 필요하다. 다음으로는 미래 경제, 인구의 변화, 미래의 환경 질적 수준 등에 대한 불확실성 또는 주어진 요소에 대한 만족성이 시간의 변화에 따라 달라지지만 이들 모두가 고려되지는 않는다. 그리고 제한된 자원, 기술적 제약과 법적 규제 등도 대안 수립에 영향을 미치는 인자이다.

가장한 미래와 무관하게 수행될 수 있는 대안이 최선의 대안이라 할 수 있다. 대안도 만족스럽지 못하다면 대안을 유연하게 재구성하여야 한다. 이것은 단계별로 건설하면 되는데 즉, 다음에 증축할 계획으로 소규모 댐을 축조하고 발전소의 터빈 부분의 설비만 갖추는 식이다. 미래를 구상할 때는 언제나 기술의 변동 가능성을 염두에 두어야 할 것이다. 대안을 수립할 때는 각종 대안이 가능하다는 사실에 유의하여야 한다. 사업을 수행하지 않는 것(do nothing)도 하나의 대안이다. 저수지 건설을 예로 들면, 댐이나 제방의 높이나 위치 등도 대안으로 가능하고, 또 홍수터규제와 같이 비구조물적 또는 관리상의 대안(nonstructural or management alternatives)이나 제도적 대안(institutional alternatives)도 고려될 수가 있다.

미국의 “원리와 지침(P&G)”은 4가지 계정을 바탕으로 단일 목적 사업의 경우 다음의 6개의 주요한 단계를 제시하고 있다.

- ① 수자원 사업에 대한 구체화, 연방의 사업목적과 주(州) 및 지방정부의 관점과의 부합과정 (Specify problems and opportunities)
- ② 수자원 투자 자원에 대한 상세한 명세 및 예측 분석 과정 (Inventory and forecast)
- ③ 대안 계획의 수립 (Formulate alternative plans)
- ④ 대안 계획에 대한 영향 평가 (Evaluate effects)
- ⑤ 대안 계획의 비교 (Compare alternative plans)
- ⑥ 대안계획 중 추천된 계획의 선택 (Plan selection)

이러한 과정은 특정 자료의 수집 등으로 인하여 대안의 재평가가 이루어질 경우 반복되어 수행될 수 있다. 대안의 선택은 대안의 효과를 비교하여 국가의 환경을 보호하면서 가장 큰 순편익을 갖는 대안을 선택한다. 이때에는, 미래의 화폐가치를 현재가치로 변환시키기 위하여 할인율을 사용하게 되며 분석기간은 각 사업에 대하여 동일하여야 한다. 의사결정에서는 위험도와 불확실성의 영역도 확인 또는 사용된다.

대안의 선정은 각각의 대안에 내포된 문제를 명확히 이해하고 다양한 접근방법을 필요로 한다. 그림 9-2는 수자원계획 과정에서 대안의 평가과정으로서 간과하기 쉬운 두가지 검사(checks) 단계를 보여주고 있다(Grigg, 1985).

하나는 대안 선정이 적절한 시점(time check)인가를 검사하는 것이다. 대규모 댐과 같은 수자원개발 사업은 시행되면 원점으로 되돌리기는 어렵다. 그렇다면 이러한 대안은 지금 수행되는 것이 타당한 시점인가? 결정을 수년 후로 미룰 수가 있는가? 등의 적절한 시점검사를 신중하게 고려하여야 할 것이다. 홍수조절계획을 예로 들면, 과거에는 기술자들이 구조물적인 방안을 고려하였고, 댐 연계운영이나 홍수터 관리, 홍수예경보시스템 구축 등의 비구조물적 방안

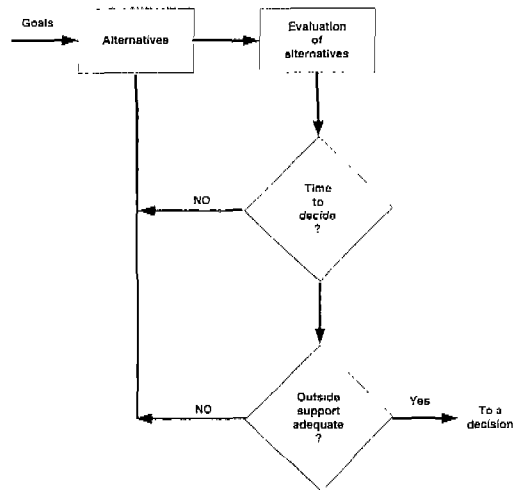


그림 9-2 대안선정 과정의 검사단계

상대적으로 비중을 낮게 두었다. 그러므로 훗날에는 더 낫은 대안이 존재할 수도 있다는 가능성을 배제할 수는 없다.

다른 단계는 지원검사(support check)로서 각각의 대안에 대해 다양한 이해 당사자들의 지지나 지원을 유도할 수 있느냐 하는 측면의 검사이다. 이러한 검사는 정치적 또는 전략적인 측면에서 다를 수도 있으며 근래 우리 나라의 수자원분야의 사업에 중요한 요소로 등장하고 있다. 동강의 영월댐 건설보류의 예에서 보듯이 지원검사의 부재는 사업 실패 원인의 하나로 지적될 수 있을 것이다.

9.2.3 대안의 비교분석과 종합평가

(1) 대안의 비교분석

대안을 분석할 경우 가장 중요한 문제는 대안 가운데 가장 최적의 투자안을 선택하고 최적규모를 결정하는 것이다. 대안에 대한 경제성분석은 경제적으로 유효한 결정을 위해 중요하다(Easter et al., 1991). 의사결정자들이 그들의 가능한 실행방안에 관하여 편견을 가진다는 것은 위험하며, 다른 전략의 비용과 편익 또는 의사결정 전의 투자를 알아야 한다. 이것은 결정이 단지 경제학적인 기초 하에 수립되어야 함을 의미하는 것은 아니며(Hufschmidt et al.,

1983), 사회적·환경적인 목적들이 적절하게 고려되어야 한다. 대부분의 경우, 모든 비용과 편익이 효율적으로 측정되어질 수는 없다. 의사결정자들은 만약 그들이 발전소 건설을 계획하거나 공업용 대신 관개용 물의 배분을 결정한다면, 사회에 어떤 비용이 들어가는지를 생각해야만 한다.

경제성분석의 두 가지 형태는 일반적으로 전략 또는 투자를 평가하는데 사용된다. 첫 번째로 가장 완벽한 것은 산정된 투자비용과 편익을 가장 높은 회수율(rate of return)을 얻을 것으로 보여지는 것을 결정하여 비교하는 편익·비용분석(benefit cost analysis: BCA 또는 CBA)으로 순현재가(NPV), 편익·비용비(B/C ratio), 내부수익률(IRR) 등의 장단점을 비교하여 이용한다. 만약 그 사업이 국가 경제에 크게 관련되어 있지 않고 비용과 편익의 정량화가 가능하다면, 편익·비용분석은 타당한 경제적 결정의 기초를 제공하게 된다.

두 번째 방법은 비용효과분석(cost effectiveness analysis)분석이다. 이 분석은 미리 결정된 목적 또는 목표를 취하는 최소비용 방법을 조사한다. 비용효과분석 경제적 회수율이나 편익에 관련된 어떤 정보도 제공할 수 없으나, 목적 또는 목표를 만족시키는 최저비용 방법을 확인할 수 있다. 이 방법은 전체적인 편익·비용분석을 수행하는 것과 비교하여 볼 때 최소비용의 해를 계산함에 있어서 시간소비가 적고 비용이 많이 들지 않는다. 그리고, 어떤 것을 해야 하는 방향으로 이루어져 왔다면, 이러한 형태의 분석은 좋은 비용에 기초한 결정 규칙을 제공한다. 주어진 지역 또는 일정 집단에 대해 상수도 또는 하수도 체계를 제공하는 것은 좋은 예이다. 비용효과 분석은 건설을 위한 형식 결정에 사용될 수 있으나, 그러나 어떤 경우에는 최소비용방법(least-cost method)이 건설을 정당화하기에 너무 많은 비용이 들 수도 있다.

효율적인 자원배분에 대해서 편익과 비용이 정확하게 계량화 될 수 있고, 자본이나 자원의 흐름에 아무런 장애가 없는 경우에, 효율성(efficiency: 최소자원으로부터 사회구성원이 누리는 총이익을 극대화시

키는 자원배분의 속성)에 근거한 적절한 방법은 편익이 비용을 초과하는 모든 사업을 구축하며 한계편익(marginal benefit)과 한계비용(marginal cost)이 같아지는 점까지 모든 사업을 발전시키는 것이라 할 수 있다. 그러나 이러한 해법이 만족되지 않는 몇 가지 이유는 다음과 같이 설명할 수가 있다(Smith & Castle, 1964). 한계비용은 산출량을 한 단위 증가시킬 때 총비용의 증가분으로 다음 절에서 최적규모의 결정과 함께 자세히 설명하기로 한다.

1) 순수한 효율성 기준(efficiency criterion) 만이 공공지출의 규모를 결정하는데 지배적이라 할 수는 없다. 공공 지출의 규모를 결정하는 또 다른 중요한 요소로는 순환적 안정(cyclical stability), 경제적 성장, 소득분배, 정부의 크기와 같은 공공복지의 중요한 차원을 들 수 있다. 이러한 이유 때문에 가능한 공공투자의 범위에 효율적인 예산의 제약조건이 있을 수 있다. 효율성은 이러한 제약조건들에 의해 설정된 한계 내에서 역할을 갖게 된다. 그러한 제약조건은 다음과 같이 기회비용(opportunity cost)을 설명할 수 있다. 여기서 기회비용이란: 여러 가능성중 하나를 선택했을 때 그 선택으로 인해 포기한 대가를 의미한다.

(a) 예산의 제약조건이 공공사업과 개인사업에서 서로 다른 한계 편익·비용비를 벗어 날 때, 한 사업으로부터 다른 사업으로 자본을 전환할 수 있는 기회비용이 생긴다. 즉, 이런 기회비용의 크기는 자본이 전환되는 방법이나 전환된 자본이 사용되는 자원의 수준에 따라 분명하게 달라지게 된다.

(b) 예산이 제한되는 한 적절한 사업이 수행될 수는 없다. 결과적으로 선행된 공공성격의 대안들은 기회비용이 있다. 엄밀히 말하면 이것은 한계편익이 한계비용과 같아지는 점까지 사업의 발전을 의미하게 된다.

2) 어떤 지역에서는 정부의 우선권 때문에 공공사업에 대해 대안이 될 수 있는 민자사업은 제외되거나 대체된다. 그러한 대체의 심각성은 민자사업을 통하여 얻을 수 있는 공공편익의 손실을 포함하고 있다는 것이다. 대체자본은 그 밖의 다른 곳에 사용되어지기

때문에, 그러한 대체된 기회비용은 일반적으로 민자사업의 발전을 통한 전체 편익과 같지 않다. 적절한 대체 기회비용이 있는 한계대안들에 비해 특별히 대체된 사업의 월등한 매력(superior attractiveness)이 있다. 민자사업의 대안들이 적합성을 가지는 범위는 자원의 사용 수준에 달려 있다.

3) 특정한 공공 프로그램은 수많은 가능 사업(예, 특정위치에 특정높이의 댐)으로부터 개별 사업의 선택으로 구성된다. 어떤 특정사업의 편익과 비용은 상호의존성(interdependent)을 가질 뿐만 아니라(즉, 어느 댐의 가치는 다른 댐이 건설되느냐에 달라진다), 어떤 사업은 서로 모순되는 비양립성(incompatible)을 가지고 있다. 이러한 비양립성은 두 가지 종류가 있다. 기술적인 문제를 예로 들면, 같은 장소에 두 개의 댐을 건설하거나 특정 댐의 증가분을 두 개의 서로 상충되는 목적을 위하여 동시에 이용할 수는 없다). 경제적인 문제의 예로서, x 단위의 전력을 필요로 하는 특정 자자체에서는 여러 장소와 여러 개의 수력발전소사이에서 선택을 할 수 있다. 그러나 모든 사업이 요구된 x 단위의 전력을 생산할 수 있다면, 어떠한 두 개의 사업도 경제적으로 양립할 수 없다. 이것의 중요성은 대안이 되는 사업 사이에서 수많은 선택을 복잡하게 만든다.

4) 각 사업의 이산화(discreteness) 문제는 각 사업의 해답의 찾기 위해서는 필수적이다. 이산화는 기술적인 이유에서도 요구될 뿐만 아니라, 이용 가능한 자료에 기초하여 편익과 비용의 크기 산정을 하게 되므로 이산화된 대안(discrete alternatives)들의 비교를 위해서도 필요하다. 이산화 문제의 예로서, 어느 위치에 세 개의 각각 다른 높이로 건설되는 댐을 가정해 보자. 가능한 댐의 높이는 제약조건내의 한계 내에서는 물론 연속적이지만, 분석 과정에서는 세 개의 이산화된(상호 비양립적인) 수준을 선택하여야 한다.

(2) 대안의 종합평가

대안 평가를 위한 여러 가지 잣대를 하나로 종합평가 하는 것은 그리 간단한 문제가 아니다. 일부의 평가결과는 계량화되어 나타나는 반면, 일부는 비계량화 되어 있기 때문에 양자를 종합하여 하나의 결론을

도출하는 것은 쉽지 않다. 특히 양측의 결과가 동일하지 않고 상반되는 경우는 더욱 그러하다. 따라서 다양한 평가기준들을 하나로 묶는 체계적인 방안이 강구되어야 한다. 하지만 다양한 평가기준들을 하나의 틀로 종합 평가하는 최선의 방법론이 아직까지 존재하는 것이 아니며, 경제성 분석을 포함한 여러 측면의 분석 결과를 종합하기 위한 다양한 방안이 연구되고 있다. 몇 가지 사례를 소개하기로 한다.

1) 사례 1 : 미국의 다목적 수자원사업 분석

공공사업의 의사결정과정에서 나타나는 모든 복잡성은 매트릭스 형태의 목표성취지수를 이용하여 비교적 단순하게 나타낼 수 있다. <표 9-2>는 목표성취도(goal achievement display)의 개념을 나타낸다. 이는 연관된 목적과 상호 영향을 미치는 군(group)들에 따른 대안을 실행할 때의 편익을 보여 주며 실행, 목적, 평가기준과 편익 등의 정보를 보여줄 수도 있다. 목표성취도는 의사결정권자에게 다양한 실행 과정이 그 목적에 대한 다른 범주의 사회적 군들에 미치는 긍정적 또는 부정적 영향을 보여주는 수단이라는 측면에서 중요성을 가진다. 편익을 측정하고 경제분석을 수행하는 어려움에도 불구하고 목표성취도는 관계군에 대한 주요한 의사결정 정보를 나타낼 수 있다.

투자사업의 세부추진계획 수립이나 기타 다른 목적 등에 유용한 정보를 제공하기 위해서 계획기관들은 경제적인 기준만으로 투자안의 장단점을 측정하여 우선순위를 평가하게 된다. 경제적인 순위를 설정하는 가장 보편적인 경제적인 지표들로 편익·비용비, 순편익, 투자수익율, 내부수익율 등이 있다. 그러나 투자사업의 경제성분석이 반드시 편익·비용비에 의거하여 의사결정을 하는 것은 아니다. 오히려, 투자사업의 상호의존성 여부와 예산제약의 여부를 고려해서 경제성분석을 선택하여야 한다. 수자원사업에 대한 의사결정은 근본적으로 정책적이라 할 수 있기 때문에 이러한 분석에 전적으로 기초하지는 않는다. 미국의 경우, 편익·비용분석이 적용된 연방관할의 수자원개발사업에서조차도 정부보조금에 의하여 경제성분석의 결과가 번복되는 경향이 있다.

표 9-2. 목표성취 매트릭스

프로젝트 목적	project A		project B		project C	
	+	-	+	-	+	-
GOAL I Group A Group B						
GOAL II Group A Group B						
GOAL III Group A Group B						

(2) 사례 2 : 다중기준분석(Multi-Criteria Analysis)

대규모 댐을 포함한 수자원개발 사업은 다른 공공 사업과는 달리 재해로부터 인명과 재산을 지키고 국가기반시설을 보호하는 역할을 하나, 한편으로는 주변지역의 환경·생태적 변화와 사회·경제적 문제 등을 초래할 수 있다. 따라서 대안의 선정을 위해서는 경제성 분석, 정책적 분석과 더불어 기술적 분석 및 환경성 검토까지도 고려할 필요가 있다.

다양한 분석결과들을 종합하기 위한 시도로써 다중기준분석을 들 수 있다(한국개발연구원, 1999). 그러나 다중기준분석을 적용하는 데에 다음과 같은 몇 가지 어려움이 있다. 첫 번째 문제점은 해당 개별 사업 하나만이 아니라 동 사업이 다른 사업과 비교되기 위해서 모든 사업간에 동일한 다중기준분석 지침이 마련되어야 할 것인 바, 그것이 가능한가 하는 의문이다.

두 번째로 제기되는 문제점은 분석하는 역할과 직접 투자여부를 최종 결정하는 역할이 완전히 구분되어야 한다는 문제 인식이다. 선진국의 사례를 보더라도 특정 사업에 대하여 재정투입 여부가 최종 결정되는 과정은 어떤 형태이든 정치적인 과정(political process)일 수밖에 없기에 어느 대안이 최적인가에 대하여 다양한 의견이 제기될 수 있다는 것이다.

셋째, 최종적으로 다중기준분석의 종합평가 결과는 간단한 매트릭스 표에 의해 요약·정리 표시되어

야 한다. 모든 분석의 결과를 하나의 표에 요약·정리하여 한눈에 평가결과를 파악할 수 있게 함으로써 보고서 작성이후의 의사결정 과정에서 보고서 메시지가 정확하게 전달되도록 할 필요가 있을 것이다.

3) 사례 3 : 세계은행의 수자원운영전략 수립지침서
세계은행(World Bank)과 UNDP의 후원을 받는 “수자원운영전략 수립의 공식화를 위한 지침서(A Guide to Formulation of Water Resources Strategy)”의 목적은 정책입안자를 위하여 전략과 제안 방법들의 일반적인 공식화 과정의 윤곽을 보여 주고 있다. 이러한 전략들의 공식화 과정을 통하여 국가, 지역 또는 지방단위의 수자원 운영전략을 준비하는 국가를 지원하는 것이다(World Bank, 1994).

수자원운영 전략을 수립함에 있어서, 많은 나라에서 수자원의 경제적 가치를 평가한다. 수자원의 효율적인 사용을 위한 수자원의 가격과 다른 경제적 동기들은 수자원의 사용과 분배결정의 지침상 결정적인 요소가 되며 대안실행에 따른 비용과 편익은 가능한 모든 곳에서 평가되어야 한다. 마지막으로, 사업의 재정과 비용회수는 미래 수자원개발의 제약조건이 될 수 있다. 사업의 재정적 요구 조건과 지속적인 관심은 비용회수를 위한 전략과 개인자본의 필요성을 강조하고 있다.

9.2.4 사업목적별 대안

수자원개발사업의 각각의 목적에 대하여 대안을

〈표 9-1〉 용수공급원의 특성

용수공급원	장 점	단 점
우수	· 시설이 거의 필요 없음 · 비교적 질이 좋음	· 기후에 영향을 받기 때문에 일정 공급량의 상시 확보가 어려움
지표수	· 다량이며 안정적인 공급 가능 · 지역에 따라 양질의 공급 가능 · 유기물에 의한 오염을 고려해야 함 · 목적에 따라 고가의 수송시설 필요	· 저수지 또는 저수시설 필요 · 처리시설 필요
지하수	· 유기물을 제외한 오염물이 자동으로 여과됨 · 좋은 대수층을 이용하면 수송 비용이 필요 없음	· 양수비용이 높음 · 대수층이 오염되면 복구가 어려움 · 대량 사용할 때 지반침하 우려
재활용 용수	· 물 사용의 효율성 향상 · 수요관리의 주요 방안	· 처리시설 및 비용이 높음 · 처리 정도에 따라 오염이 잔존

수립할 경우 고려해야 하는 일반적인 사항을 요약하면 다음과 같다.

(1) 생·공용수 공급사업

생·공용수 공급을 위한 기본 요구사항은 안정된 공급량의 확보와 적정수준의 수질유지이다. 대부분의 도시의 물 수요는 계절별, 시간대별로 많은 차이를 보여주며 이와 같은 수요의 변화는 물 공급원 또는 공급시설의 효율을 떨어뜨릴 수 있다. 이는 수요가 낮은 많은 시간동안 운영되지 않는 시설이 존재할 수 있기 때문이다. 따라서 이 경우 지표수를 주 공급원으로 하고 지하수를 첨두수요를 위한 보조 용수 공급원으로 하는 대안을 수립할 수 있다. 이처럼 두 가지 이상의 대안이 한 가지의 목적을 위해 결합하는 방안도 있다.

일반적으로 용수 공급을 위해서는 용수공급원의 종류, 공급량의 결정, 공급방법 결정 등의 세 가지 중요한 문제를 고려해야 한다. 이 세 가지 문제를 어떻게 고려해야 하는가에 따라 수많은 대안이 창출될 수 있으며 생·공용수 공급을 위한 용수 공급원의 특성에 따른 장단점을 〈표 9-1〉에 수록하였다.

용수공급사업의 편익을 측정하기 위하여 일반적으로 지불용의(willingness to pay ; WTP)의 기준이 채택된다. 인간의 생존을 위해서는 최소량의 물이 필요하기 때문에 용수를 얻기가 어려울 때는 그 가치는 한계를 넘어선다. 그러나 용수를 얻을 수 있는 대안

이 있다면 사용자가 지불하려는 가치는 대안의 최저 비용이 된다. 이와 같은 경우 편익은 대안으로 공급할 수 있는 최저비용이 된다.

만일 용수공급을 위한 대안 중에서 다목적댐을 선택한다면, 이 선택에 대해 수요자가 지불하고자 하는 '지불용의'는 다목적댐 선택에 따른 기회비용(동일한 수요를 해결하기 위해 다목적댐이 아닌 다른 수단을 선택함으로써 소요되는 비용)으로 간접적으로 표현될 수 있다. 아울러 공공(公共) 주도의 다목적댐의 대안이 될 수 있는 생·공용수 공급만을 위한 시설을 민간사업으로도 할 수 있다는 가정(제도적, 기술적 그리고 경제적)도 전제되어야 할 것이다.

(2) 홍수조절을 위한 사업

범람예상 지역의 수위-피해액 함수로부터 연평균 홍수피해액이 산정되면 이 피해를 최소화시킬 수 있는 대안을 입안한다. 홍수조절계획을 위한 대안들은 구조물적 대안과 비구조물적 대안으로 구분할 수 있다. 일반적으로 홍수조절계획은 이와 같은 대안 요소들이 두 가지 이상 고려되는 것이 보통이다.

① 구조물적 대안(structural measures)

구조물적 대안이란 각종 수리구조물을 이용하는 방안으로 댐이나 저수지의 건설, 하천개보수와 제방 축조, 유수지와 배수펌프장 건설, 홍수벽의 설치 등 시설물의 설치에 관련된 것을 의미한다. 홍수조절을 위한 가장 적극적인 대안의 하나는 상류지역에 댐 건

설에 의해 저수지를 계획하는 것이다. 그러나 저수지의 개발은 하천과 인근지반의 지형적 조건, 식생, 수질조건에 따라 다수의 대안이 수립될 수 있다.

② 비구조물적 대안(non-structural measures)

비구조물적 대안이란 홍수예경보시스템 구축, 저수지운영, 홍수터관리, 내홍수화(flood proofing), 구역화(zoning), 홍수보험 등이 고려될 수 있다. 예로서, 특히 짧은 기간동안 많은 양의 홍수가 예상되는 지역의 경우 자동 홍수예경보시스템의 수립이 대안이 될 수 있을 것이다.

UN의 수자원개발계획에서 홍수조절사업의 편익을 평가하는 대안은 홍수보호로 인한 토지의 증가가치에 기초한다. 이러한 방법은 범람예상지역 토지의 현재 시장가치와 예상되는 사용에 대한 조사와 연구가 이루어져야 한다. 토지는 홍수의 위험도에 따라 다른 가격을 형성하게 되며, 편익은 다양한 종류의 용도로부터 총합되어진다. 토지의 시장가치가 토지의 생산성을 충분히 반영한다면 이 대안방법은 홍수조절편익을 측정하는 신뢰할 수 있는 수단이 되지만, 기존의 도시지역에서 투기적인 요소를 분리하기 어려운 점이 있으며 개발비용은 향상된 생산성과 토지의 시장가격에서 공제되어야 한다.

(3) 수력발전 사업

수력발전의 장점은 재생에너지인 물을 이용한다는 것이며 원하는 기간에 운영하는 기동성을 들 수 있다. 환경문제에 대한 사회적 인식이 높아감에 따라 수력발전의 대안으로는 같은 발전용량의 화력이나 LNG 발전소가 될 수 있다. 근래에는 특히, 일산화탄소 배출규제의 환경오염과 기동 및 운전특성을 고려하여 LNG 발전을 대안으로 설정하는 것이 바람직하다.

비록 최적의 입지조건을 갖는 지역에 이미 기존의 발전시설이 운영되고 있다 할지라도 발전시설용량의 확대나 조정지 댐의 새로운 소수력발전 시설의 부착을 고려할 수 있다. 아울러 발전을 주목적으로 하는 경우라면 양수발전을 고려할 수가 있으며, 근래에는 새로운 발전 설비인 저수두용 발전 설비가 개발되고 있으므로 기존의 저수지에 대하여도 수력발전설비의 부착을 고려할 수도 있다.

소수력발전사업을 예로 들면, 수력발전 설비의 대안으로는 상당량의 유량이 일정기간 확보할 수 있을 때 이용하는 수로식 발전소(run-of-river plant), 유량의 변화가 심하고 계곡을 경제적으로 이용할 수 있을 때 설립되는 저수식 발전소(storage plant)와 국내 여건상 경제성이 높은 것으로 알려진 터널식발전소 등을 들 수 있다(심명필 등, 1991).

(4) 내륙주운 사업

주운에 대한 편익은 수송대안수단(alternative means of transport)의 비용을 비교함으로써, 사업의 유무에 따른 주운에 의한 절감에 의하여 측정된다. 수로에 의한 수송은 느리고 기상악화 때문에 지연될 수도 있으며 하천상태의 불안정은 수심과 갈수 및 유속에 있어서 불리한 조건을 유발할 수도 있다. 대체운송수단이 존재하지 않는 일부 ECAFE국가들에서는 주운개발이 가장 편리하고 경제적인 수단이다.

내륙주운의 경우 형태에 따라 개수로(open channel), 잠문-댐(lock-and-dam), 운하(canal) 등으로 분류할 수 있다. 주운계획이 수립되면 대안은 주로 다양한 설계인자(준설 깊이가 깊어지면 운항비용이 감소)의 trade-off를 최적화 하는데 있다. 개수로형과 운하형의 개발조건은 다음과 같은 요구 사항을 만족시켜야 한다. 첫째로 주운에 필요한 충분한 유량이 확보되어야 한다. 둘째로 부선(barge) 교통을 감당할 수 있는 충분한 크기가 필요하며 하천형태의 급격한 변화가 없어야 하며 유속은 느려야 한다. 셋째로 바닥과 제방의 재질이 양호해야 한다. 또한 준설과 하도의 직선화 방안도 고려하여야 한다(Linsley와 Franzini, 1976).

(5) 수질개선 및 하천유지용수 사업

수질개선 사업은 하천, 지하수, 바다 등 각 영역에서 각기 다른 문제와 결부하여 이루어지는 것이 보통이다. 하천수질의 경우 개선대안은 희석과 오염원 통제라는 두 가지 방법으로 요약될 수 있다. 희석에 의한 하천수질개선 방법은 댐 하류의 하천오염 부하량이 증가할 경우 댐의 방류를 통해 이루어지는 방안으로서 고전적이며 소극적인 방법으로 알려져 왔다.

하천 오염원 통제의 경우 주로 점오염원(point

source)처리에 사용되는 방법이다. 점오염원은 하수나 공장폐수 등의 방류와 같이 방출 경로가 일정한 오염원을 의미하며 강우 등의 영향으로 오염원이 강으로 유입되는 비점오염원의 경우도 점오염원을 처리하는 시설로 유입되도록 설비토록 해야 한다. 저수지 수질의 경우 폭기가 하천에 비해 부족하고 바닥에 유기성 퇴적물이 형성됨에 따라 용존산소가 감소되는 특징이 있다.

근래에 들어서는 하천유지유량은 하천의 수질개선과 하천 고유의 갈수량 유지, 어류 등과 수생생물의 생태계 보호, 정서함양 공간의 하천경관, 그리고 하류부 지하수 취수를 위한 지하수위 유지 등의 복합적

인 기능을 가지고 있다. 하천유지유량은 하천의 보전 및 복원 등을 위한 자연적 기능, 그리고 이수관리와 하천환경관리를 바탕으로 하천개발과 이용을 위한 인위적 기능을 유지하고 관리하는데 필요한 최소한의 하천유량이라 할 수 있다(건설교통부, 1999). 하천의 상하류에 건설되는 댐, 저수지, 그리고 취수를 위한 유량전환 시설은 하천유량의 자연양상을 변화시키게 된다. 예로서, 안정적인 하천유량의 유지 또는 확보는 하천변의 식생과 수생생물의 생태계 서식처를 유지하여 동식물을 보전하고, 자연 휴식공간을 조성하고 자연과 어우러진 다양한 하천문화를 제공하게 된다. 🌿