

치수사업 투자우선순위 결정을 위한 기준 연구

A Study on the Criteria for Priority Decision in Flood Control Projects

이상철*, 최승안**, 이충성**, 김형수***, 심명필****

Lee, Sang Cheol / Choi, Seung An / Yi, Choong Sung / Kim, Hung Soo / Shim, Myung Pil

요 지

치수사업계획을 수립함에 있어서 계획의 결정권자들에게는 사업의 여러 대안을 선별하고, 여러 사업 중 어느 것을 먼저 시행해야 할 것인지는 가장 중요한 사항중의 하나이다. 이는 또한 치수사업이 국민의 생활에 직접 연관 되는 공공사업이 대부분임을 감안할 때, 국민 경제적 관점에서 중요한 사항이다.

또한 최근 자연환경과 생태계 보전에 대한 국민적 인식이 증대되고 있는 시점에서, 환경가치는 더 이상 간과될 수 없는 요인으로 부각되고 있으며, 형평성 차원에서 사회적인 영향에 대해서도 간과할 수 없게 되었다.

본 연구에서는 기존의 투자 우선순위 산정에 대한 방법들에 검토와 치수사업의 투자우선순위 결정을 위한 기준을 제안을 하였다.

핵심용어 : 치수사업계획, 경제성, 안전위험성, 지속가능성, 우선순위

1. 서론

치수사업계획을 수립함에 있어서 계획의 결정권자들은 사업의 여러 대안을 선별하고, 여러 사업 중 어느 것을 먼저 시행해야 할 것인지는 가장 중요한 사항중의 하나이다. 또한 국민들의 사회 활동 참여가 많은 현 시점에서 국가가 공공사업의 시행여부를 독단적으로 결정하기는 힘들다.

단위 지역(또는 유역)의 특성을 파악한 사업들간의 투자에 대한 우선순위를 결정하는 것은 사업의 계획단계에서 매우 중요하다. 또한 수자원 사업의 대부분이 막대한 자금과 시간이 소요되고 국민의 생활에 직접 연관되는 공공 투자사업인 점을 감안할 때, 우선순위의 결정은 국민 경제적 관점에서 볼 때 매우 중요한 부분이라고 할 수 있으며 사업의 시행시기와 선행해야할 사업을 결정함에 있어서 신중을 기해야 한다.

이제까지의 치수사업을 포함한 공공투자사업의 타당성 분석에서는 사업의 경제성 분석에 너무 치우쳐 사업들 간의 우선순위 산정과정의 단편적으로 진행되었으며, 사회적, 정책적, 환경적 등 여러 기준에 대한 평가가 고려되지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 기존의 투자우선순위결정방법에 대한 검토와 치수사업에서의 투자우선순위 결정을 위한 기준을 제안하였다.

2. 투자우선순위 결정을 위한 방법

2.1 홍수피해 잠재능을 이용한 방법

홍수피해잠재능(PFD, Potential Flood Damage)은 인구, 도시화율, 사회간접시설, 홍수피해액, 확률강우량, 개수율, 댐 및 저수지, 내수 등의 자료를 이용하여 특정 치수단위구역의 잠재적인 홍수피해 취약정도를 상대적인 수치로 나타낸 것이다(건설교통부, 2001a). 따라서 PFD는 치수단위구역별 홍수 피해의 취약성과 유발가능성 및 홍수방어능력을 포함하고 있으므로 현재 지역별 치수사업의 시급성(우선순위)을 평가하는 지표로 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

* 인하대학교 환경토목공학부 석사과정 · E-mail : g2031246@inhavision.inha.ac.kr

** 인하대학교 환경토목공학부 박사과정 · E-mail : g2021534@inhavision.inha.ac.kr

*** 인하대학교 환경토목공학부 조교수 · E-mail : sookim@inha.ac.kr

**** 인하대학교 환경토목공학부 조교수 · E-mail : shim@inha.ac.kr

2.2 회귀분석법(개선법)

회귀분석법 혹은 개선법이란 치수사업 경제성 분석 개선방안 연구(건설교통부, 2001b)에서 투자우선순위 결정을 위해 사용되었던 방법이다. 이 방법은 기존의 단순한 편익·비용비(B/C, Benefit-Cost ratio)에 사업의 형평성과 일관성이 추가된 방법이다. 사업의 형평성이란 다른 지역과 비교하여 크거나 작은 홍수가 발생하는 지역에 먼저 치수사업을 먼저 개수해야 하는 것을 의미한다. 즉, 효율성을 추구하는 과정에서 특정지역에 시설이 집중되어서는 안 된다는 것을 의미한다. 또한 일관성을 고려하는 이유는 치수사업이 유역의 전체에 걸쳐서 추진되는 것이 아닌 각 구간별로 추진되기 때문에 특정 구간의 사업이 완료되었다 하더라도 인접 유역의 사업이 마무리 되지 않았다면, 인접지역에 홍수가 발생할 수 있기 때문에 이에 대한 고려를 해주는 것이다.

회귀분석법에서는 이러한 세 가지(효율성, 형평성, 일관성) 원칙을 가지고 사업별 상대 수치를 계산한 후 그 값들을 비교·통합하여 투자에 대한 우선순위를 선정하는 방법이다.

2.3 영국의 우선순위평점시스템(Priority Scoring System)

영국의 우선순위평점시스템(Priority scoring system)은 DEFRA(The Department for Environment, Food and Rural Affairs)에서 사용하고 있는 투자우선순위 선정방법으로, 홍수와 연안 방어 사업을 지원하기 위한 사업수행의 지원보조금 제공의 선정과정에 직접적으로 사용하고 있는 방법이다.

우선순위평점시스템은 경제성(Economics), 인명(People), 환경성(Environmental)의 3가지 구성요소에 기반하며, 각 평점들을 합산하여 총 평점을 구하여 사업들 간에 비교 평가한다.

2.3.1 경제성(Economics)

경제성항목(Economics)은 편익·비용비(B/C)에 의한 경제성 분석을 기본으로 하고 있다. 경제성 분석은 자연재해에 인한 피해를 평가할 수 있는 가장 1차적이고도 직접적인 지표이며, 치수사업을 시행함에 따른 피해경감 효과를 정량적 수치로 나타낼 수 있기 때문에 보편적으로 이용한다.

경제성항목(Economics)에서는 국내에서도 적용하고 있는 편익·비용비(B/C)분석 자료를 이용한다.

2.3.2 인명(People)

우리나라 개선법의 형평성 항목과 비슷한 내용을 포함하고 있는 People 항목에서는 경제성 평가에서는 고려할 수 없는, 피해예상지역 거주민의 홍수에 대한 취약성 반응을 위한 항목이다. 이 스코어에서는 사람들의 직장소재지 보다는 거주하고 있는 지역에 초점을 맞추고 있다.

또한 홍수로 인한 생명에 대한 피해나 손실의 실제 위험을 평가하는 것은 매우 어려운 일이기 때문에, People 항목에서는 위험의 범위 지역내에 있는 사람들 중에서 피해에 대한 취약정도(궁핍에 기초한)를 반영하고 있다. 또한 피해에 대한 취약정도는 홍수에 대한 방어능력, 복구에 소비되는 시간, 복구비 등을 자료로 이용해야 한다. 그러나 실제로 이에 대한 자료를 얻기는 어렵기 때문에, 우선순위평점시스템에서는 지역에 따른 '경제적 궁핍의 정도(scale of economic deprivation)'의 자료를 이용해 People 항목에 이용하고 있다.

2.3.3 환경성(Environmental)

환경성항목(Environmental) 항목은 '모든 사업들이 동식물 서식지의 유지를 위해서, 최소한의 환경적 배려를 해야 한다'는 목적을 이루기 위해 고려된 항목이다. 때문에 환경성항목에서는 사업 후 자연 환경에 부가적 이득을 제공하게 되는 사업에 더 많은 점수를 주고 있다. 또한 이 항목에서는 정부에서 실행하고 있는 환경과 관련된 정책인 생물학적 다양성 실행계획(BAP, Bio diversity Action Plan)에 대한 것도 고려하여 점수화 시키고 있다. 이 항목에서는 정부의 생물학적 다양성 실행계획의 장려, 적절한 홍수관리와 연안 관리 사업으로 인한 방목 초지, 갈대밭과 같은 생물 서식지에 대한 고려 등을 포함하고 있다. 표 1은 환경성 항목의 평점에 대해 설명하고 있다.

표 1. 환경성 항목의 평점

기준(Criteria)	평점(Score)
보호될 동식물서식지 지정구역으로 평점 산정 (SSSI* 지정지역)	$25 \times \text{area}(\text{ha}) / \text{cost}(\text{£k}) \times 1.5$
그 외 지정구역	$25 \times \text{area}(\text{ha}) / \text{cost}(\text{£k}) \times 1.0$
생물학적 다양성 실행계획 포함지역	$25 \times \text{area}(\text{ha}) / \text{cost}(\text{£k}) \times 2.0$
생태 평점 합	항목별 평점 합, 평점범위 : 0 to +12 (생태 서식지가 없을 시는 0)
사업으로 인해 보호되는 문화유산 지정구역으로 평점 산정	추가점수:
1등급 혹은 2등급 혹은 별도 지정 문화재	2
2등급 혹은 그 외	1
총 환경성 평점	생태평점과 문화재평점의 합으로서 상한은 12점이다.

* SSSI(Sites of Special Scientific Interest) : 자연생태계의 현재와 미래세대, 종의 지리적적범위와 다양성, 지질-지형적 특성들의 보호를 위해서 지정한 특정지역
자료 : Grant Aid for Flood and Coastal Defence Capital Projects(DEFRA, 2002)

2.4 국내방법과 영국방법의 비교

영국의 우선순위평점시스템은 투자우선순위 결정을 위해 경제성, 인명, 환경성의 세 가지 기본 원칙을 적용하여 각각 평점을 산정하고, 총 평점을 토대로 사업의 우선순위를 결정하고 있다. 이러한 산술적인 수치를 제공하는 방법은 국내의 항목별 가중치 선정과정의 주관적 요소를 배제할 수 있어서, 정책 결정자나 국민들의 동의를 얻는데 보다 쉽게 접근할 수 있다. 또한 사업 중심으로 여러 사업의 시행에 있어 먼저 시행해야 할 사업의 우선순위 산정에 중점을 두는 국내 방법과는 달리, 사업시행 전후의 변화에 중점을 두어 우선순위를 결정(평가항목에서 사업시행 후의 변화에 많은 점수를 부여)하기 때문에 국내 방법에 비해 장기적인 안목을 가지고 사업에 대한 평가를 할 수 있다. 특히 인명 항목에서는 피해에 대한 취약도(궁핍에 기초한)를 세부평가항목으로 이용하고 있는데, 이는 지역의 경제적 능력차이로 인해서 피해에 대한 대응정도가 달라지는 것에 대한 문제의식이 바탕이 되고 있으며, 사회적 형평성 차원에서 고려되는 항목들이다.

영국의 우선순위 방법에서 중점적으로 살펴 볼 사항은 환경에 대한 고려이다. 이는 사업을 시행함에 있어 환경에 대한 영향을 고려하는 것으로, 사업으로 인한 자연 생태계의 파괴에 중점을 둔 것이 아닌 사업 후 자연 생태계가 얻는 편익에 기초하여 평가하고 있다. 그리고 주목할 만한 사실은 환경성 평점을 경제성 평점의 최대 60%까지 가중치를 주고 있다는 것이다. 이러한 가중치는 사회의 일반적 가치를 바탕으로 하여야 하며 사회적 합의가 이루어져야 하는 것으로서 각 사회마다 조금씩 달라질 수도 있다. 현재 우리나라도 환경과 관련하여 환경영향평가를 실시하고 있다. 그러나 이는 환경에 중대한 영향을 미치는 계획, 사업 등에 대한 평가를 하기 때문에 모든 사업들에 대한 평가는 불가능하다. 이에 기존의 투자우선순위 결정 부분에서 미리 환경에 대한 고려를 하는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한 영국의 우선순위 방법에서처럼 지역의 경제적 능력차이로 인한 피해에 대한 취약도의 고려도 필요하다고 생각된다.

3. 치수사업 투자우선순위 결정을 위한 기준

본 연구에서는 치수사업시의 투자우선순위 결정을 위해서 주요 평가기준을 경제성, 안전위험성, 지속가능성으로 나누었다. 경제성 기준에서는 일반적으로 경제적 효율성을 산정할 때 쓰이는 비용편익 분석을 세부평가기준으로 선정하였다. 안전위험성 기준에서는 홍수피해잠재능(PFD, Potential Flood Damage)과 장기위험도(long term risk)를 세부평가기준으로 선정하였다. 또한 지속가능성 기준에서는 생태자연도등급과 지역낙후도를 세부평가기준으로 선정하였다. 그림 1은 치수사업 투자우선순위 결정기준의 계층도이다.

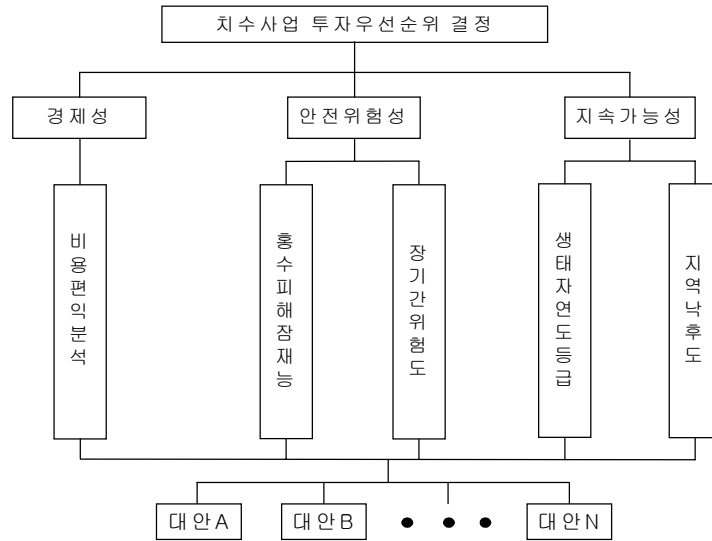


그림 1. 치수사업 투자우선순위 결정 기준 계층도

3.1 경제성 기준

사업의 경제적 효율성을 분석하는 경제성 분석은 사업들의 비용과 효과를 분석하여, 투자의 최적화를 기하고 우선순위를 정할 객관적인 기준의 하나이다. 경제성 분석에 대한 검토로는 주로 순현재가치(NPV, Net Present Value)분석, 편익·비용비(B/C, Benefit-Cost ratio), 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return) 분석을 통해 이루어진다. 그러나 일반적으로 편익·비용비(B/C)를 많이 사용하고 있다(한국개발연구원, 2003).

3.2 안전위험성 기준

수자원 사업과 같은 대규모투자사업은 1차적으로 경제적 효율성이 판단의 기준이 되지만 공공성이 강한 측면으로 인해 형평성을 고려하지 않을 수 없다. 즉, 홍수로 인한 피해의 가능성이 높은 지역에 대해서는 경제적 효율성만을 기준으로 삼기에는 사회·문화적으로 문제가 있기 때문이다. 이에 본 연구에서는 투자우선순위 결정 시 홍수피해 밀도가 높은 피해 중심지역을 고려하기 위하여 홍수피해잠재능과 장기간위험도를 세부평가 기준으로 선정하였다. 수자원장기종합계획(건설교통부, 2001a)에서 사용된 홍수피해잠재능은 지역간 잠재적 홍수피해 취약 정도를 판단할 수 있기에 본 연구의 위험성의 세부평가 기준으로 사용하였다.

수문현상에서 통상 본질적으로 내재해 있는 수문학적 위험도인 장기간 위험도는 어떤 특정 기간동안 목표 수위를 한번 이상 초과할 확률을 말한다. 일반적으로 그 기간은 과업 구성성분들에 대해 예측된 수명 즉, 재현기간의 개념을 말하지만, 홍수피해 경감 계획 속에 내재된 위험도는 대중과 결정권자에 의해 결정될 수도 있다. 장기간 위험도는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$R = 1 - [1 - P(X \geq x_{Capacity})]^n$$

여기서 $P(X \geq x_{Capacity})$ 는 x (최대 수위 또는 유량)가 어떤 특정 용량($x_{Capacity}$)을 초과할 확률이며, R 은 사상 $x \geq x_{Capacity}$ 가 적어도 n 년에 한번 발생할 확률이다. 위의 식에서 용량(Capacity) 대신 재현기간 T 를 이용하면 $P(X \geq x_T) = 1/T$ 가 되며, 장기간 위험도를 재현기간과 관련하여 이해하면 될 것이다(건설교통부, 2002b).

3.3 지속가능성 기준

수자원 관리에서의 지속가능성이란 생태적 지속성, 사회적 지속성, 경제적 지속성으로 나눌 수 있다. 생태적 지속성은 수자원 개발과 이용이 생태계(수계)의 생산성과 적응성, 그리고 재생산 능력을 손상시키지 않는 범위 내에서 이루어지는 것을 의미한다.

사회적 지속성은 수자원 개발에 의해 사회적 규범체계가 급격히 붕괴되거나 소멸되지 않는 범위내의 점진적인 개발을 의미한다. 또한 경제적 지속성은 수자원 정책의 최종목표가 사회의 최종적인 후생증가이므로 이를 통해 얻을 수 있는 사회적 편익이 최대가 되는 수준의 수자원 관리를 의미한다(건설교통부, 2002a).

본 연구에서는 생태적 지속성을 평가하기 위한 항목으로 환경부에서 제작한 생태자연도의 생태자연도 등급을 선정하였으며, 사회적 지속성의 평가를 위해서는 한국개발연구원(KDI, Korea Development Institute)에서 예비타당성 평가를 위해 개발한 지역낙후도 지수를 선정하였다. 그러나 경제적 지속성은 앞에서의 경제성 기준과 그 내용이 중복되기 때문에 지속가능성 기준에서는 생략하였다.

생태자연도는 자연생태계의 구조와 기능을 체계적으로 이해하는데 필요한 자연경관, 생물분포현황 및 토지이용현황에 대한 정보를 지도상에 종합적으로 표현한 것으로 산·하천·습지·호소·농지·도시·해양 등에 대하여 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치등에 따라 등급화하여 작성된 지도로서 자연경관 및 생물의 희귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 1등급, 2등급, 3등급으로 구분하여 작성되었다(환경부, 2002). 표 2는 생태자연도 등급에 대한 기준을 나타내고 있다.

표 2. 생태자연도 등급기준

생태자연도 등급	기준 (자연환경보전법 제 34조)
1등급	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멸종위기야생종·식물 또는 보호야생동·식물의 주된 서식지·도래지 및 주요 이동통로가 되는 지역 ○ 생태계가 특히 우수하거나 경관이 수려한 지역 ○ 생물의 지리적 분포한계에 위치하는 생태계 지역 또는 주요식생의 유형을 대표하는 지역 ○ 생물다양성이 특히 풍부한 지역 ○ 자연원시림 또는 이에 가까운 산림 및 고산초원 ○ 자연상태 또는 이에 가까운 하천·호소·강하구·갯벌 및 해양
2등급	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1등급 기준에 준하는 지역으로서 장차 보전의 가치가 있는 지역 ○ 1등급 권역의 외부지역
3등급	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1등급 권역, 2등급 권역 및 별도관리지역으로 분류된 지역외의 지역
별도관리지역	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산림법 제67조제1항의 규정에 의한 천연보호림 ○ 자연공원법 제2조제1항의 규정에 의한 자연공원 ○ 문화재보호법 제6조의 규정에 의하여 천연기념물로 지정된 지역 ○ 조수보호 및수렵에관한 법률 제4조제1항의 규정에 의한 조수보호구 ○ 국도이용관리법시행령 제7조제2호의 규정에 의한 수산자원보전지구

자료 : 제2차 자연환경종합 GIS-DB 구축사업 완료보고서(환경부, 2002)

지역낙후도 기준은 국토의 균형적 발전을 고려하기 위한 기준이다. 이는 수자원 사업들의 대부분이 막대한 자금이 투자되는 사업이므로 균등한 지역개발을 위해서는 형평적 차원에서의 사업에 대한 투자가 필요하기 때문이다.

본 연구에서는 한국개발연구원에서 예비타당성 평가를 위해 개발한 지역낙후도 지수를 권장한다. 표 3 에서 보면 KDI의 지역낙후도 지수는 인구, 산업, 지역기반시설, 교통, 보건 사회보장, 행·재정 기타의 평가지표를 이용하여 각 지역의 낙후도를 상대 평가할 수 있기 때문이다.

표 3. 지역낙후도 선정지표

부 문	자료항목	측정방법
인구	인구증가율	최근5년간 연평균 인구증가율
산업	제조업인구 비율	(제조업종사자수÷인구)×100
지역 기반시설	도로율	(법정도로연장÷행정구역면적)×100
교통	승용차 등록대수	(승용차 등록대수÷인구)×100
보건 사회보장	인구당 의사수	(의사수÷인구)×100
	노령화지수	(65세이상÷14세이하인구)×100
행·제정 기타	재정자립도	(지방세+세외수입÷일반회계 세입총계)×100 (최근 3년간 평균)
	도시적 토지이용 비율	[지목상(대지+공장용지+학교용지)÷행정구역면적]×100

자료 : 수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)(한국개발연구원, 2003).

4. 결론

지금까지의 치수사업의 우선순위 평가에는 단편적인 자료를 이용한 해석 데이터에 의존하여 치수사업의 우선순위결정을 수행해왔다. 그러나 최근의 환경·생태에 대한 관심과 환경 피해로 인한 경제적, 사회적 손실 등이 발생함에 따라 환경적, 사회적으로인용 의사결정과정에서 간과할 수 없는 요인이 되고 있다.

이에 본 연구에서는 기존의 경제성 분석에 치우쳐있던 투자우선순위 결정에 위험성과 지속가능성 평가기준을 추가하여, 치수사업 있어 효율적인 투자가 이루어지도록 다기준의 우선순위평가를 제시하였다.

아직 각 평가기준들에 대한 정량화문제와 가중치에 대한 문제를 안고 있지만, 앞으로의 투자우선순위 결정에 있어서는 경제성 분석에 의한 단편적 기준에서 벗어나 사회적, 환경적으로도 지속가능한 발전을 목표로 하는 평가가 이루어져야 한다고 사료된다.

감 사 의 글

본 연구는 수자원공사 유역조사단 『금강유역조사 하천환경생태계를 고려한 치수경제성 분석 연구 용역』에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부(2001a). 수자원장기종합계획(Water Vision 2020).
2. 건설교통부(2001b). 치수사업 경제성 분석 개선방안 연구.
3. 건설교통부(2002a). 지속가능한 수자원 관리전략(안).
4. 건설교통부(2002b). 하천시설물 설계시 신뢰도 분석 개념 도입에 관한 연구.
5. 환경부(2002). 제2차 자연환경종합 GIS-DB 구축사업 완료보고서.
6. 한국수자원공사(2002). 기존댐 합리적 용수배분을 통한 수리권 조정 방안 연구.
7. 한국개발연구원(2003). 수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구.
8. DEFRA(2002). Grant Aid Flood and Coastal Defence Capital Projects.