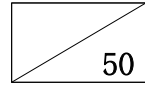


치수사업 경제성 분석 개선방안 연구

2001. 2

건설교통부



치수사업 경제성 분석 개선방안 연구

2001. 2

건설교통부

제 출 문

건설교통부장관 귀하

과 업 명 : 치수사업 경제성 분석 개선방안 연구

연구기간 : 2000년 4월 16일 ~ 2001년 2월 12일

연구기관 : 국토연구원

본 보고서를 2000년 4월 16일 귀 부와 체결한 “치수사업 경제성 분석 개선방안 연구” 용역의 보고서로 제출합니다.

2001. 2.

국토연구원장 이 정 식 (인)

<연구 수행자>			
◆ 책임연구원	국토연구원	연구 위원	김 광 목
◆ 연 구 원	국토연구원	책임 연구원	김 태 승
		책임 연구원	박 태 선
◆ 연구보조원	국토연구원	연 구 원	김 영 진
		연 구 원	이 영 지
◆ 보 조 원	국토연구원	주임연구조원	송 미 경
◆ 연 구 자 문			
동부엔지니어링	상	무	박 정 림
도화종합기술공사	이	사	전 세 진
남원건설엔지니어링	상	무	정 익 희
한국종합기술개발공사	상	무	양 수 배
금호엔지니어링	상	무	윤 종 우
(이상 가나다순)			

<제 목 차 례>

I. 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위 및 주요 내용	2
3. 연구 흐름도	4
II. 치수사업의 개요	7
1. 치수사업의 정의	7
2. 치수사업의 필요성	7
3. 치수사업의 내용	9
4. 하천개수 사업에서 경제성 분석의 중요성	10
4.1 하천개수 현황 및 문제점	10
4.2 경제성 분석의 중요성	11
III. 현황 및 문제점 분석	15
1. 치수사업의 특성	15
1.1 공공재적 성격	15
1.2 편익발생의 불가측성 및 비계량성	16
1.2.1 불가측성	16
1.2.2 비계량성	17
1.3 파급효과의 광범위성	17
1.4 시설 수명의 반영구성	18
2. 경제성 분석 이론	18
2.1 경제성 분석 지표	19
2.1.1 순현재가치	19
2.1.2 비용편익비	21
2.1.3 내부수익율	22

2.1.4 지표별 장·단점	23
2.1.5 하천개수 사업에의 적용	25
2.2 이자율 및 할인율	26
2.3 내구연한 및 잔존가치	27
2.4 편익	28
2.5 비용	29
3. 기존의 간편법 검토	30
3.1 분석의 목적	30
3.2 조사절차	31
3.3 간편법	38
3.3.1 편익산정	39
3.3.2 비용산정	42
4. 기존 분석방법의 문제점	43
4.1 방법론상의 문제점	43
4.2 편익 산정상의 문제점	44
4.3 비용 산정상의 문제점	47
5. 외국의 경제성 분석 사례	47
5.1 미국	47
5.2 일본	49
 IV. 경제성 분석 개선방안	 55
1. 개선의 기본방향 설정	55
1.1 경제성 분석과 투자우선순위의 분리	55
1.2 분석 범위의 확대	55
1.3 분석방법론의 보편화	56
1.4 시설이용 기회편익의 적극적인 고려	57
2. 분야별 개선방안	57
2.1 방법론의 개선	57
2.1.1 개요	57
2.1.2 적정 할인율	58
2.1.3 적정 분석기간의 산정	60

2.2 편익추정 개선방안	61
2.2.1 침수면적-피해액 곡선	61
2.2.2 항목별 편익의 추정	64
2.3 비용추정 개선방안	69
2.3.1 잔존가치의 고려	69
2.3.2 유지관리비의 적정화	69
2.3.3 비용의 현재가치화	70
2.4 사례분석	70
3. 투자우선순위 선정기준 강구	72
3.1 기본 원칙	72
3.1.1 사업의 효율성	73
3.1.2 사업의 형평성	73
3.1.3 사업의 일관성	73
3.2 적용기준	74
3.3 통합지표	76
IV. 결론 및 건의	83
1. 연구의 결과	83
2. 건의	86
참고문헌	87
부록	91

<표차례>

<표 2- 1> 전국 하천개수 현황('99)	10
<표 3- 1> 분석 지표별 특징 및 장·단점	24
<표 3- 2> 상황별 경제성 분석 방법	24
<표 3- 3> 감가상각율	28
<표 3- 4> 하천개수 사업의 편익	29
<표 3- 5> 가옥피해율	34
<표 3- 6> 농작물 피해율	35
<표 3- 7> 연평균 피해경감 기대액 산정방법	36
<표 3- 8> 항목별·지역별 피해계수	41
<표 3- 9> 내수침수로 인한 10a당 감수량	41
<표 3-10> 범람지역 피해조사 항목별 세부내용	50
<표 4- 1> 공공투자사업의 할인율	59
<표 4- 2> 공공투자사업의 분석기간	61
<표 4- 3> 도시의 유형별 구분	62
<표 4- 4> 도시유형별 침수면적-피해액 관계식	63
<표 4- 5> 각국의 인명가치 평가	64
<표 4- 6> 단위 침수면적당 손실 인명수	65
<표 4- 7> 침수면적당 발생 이재민수	66
<표 4- 8> 사례비교 결과	71
<표 4- 9> 투자우선순위 설정을 위한 적용기준	74
<표 4-10> 세부 기준의 상대가치화 방법	75
<표 4-11> 투자 우선순위 설정 사례	78

<그림차례>

<그림 1- 1> 과업수행 흐름도	4
<그림 2- 1> 치수종합계획의 구성	9
<그림 3- 1> 수자원과 교통시설의 공공재적 특성 비교	16
<그림 3- 2> 미국의 홍수피해 평가 절차도	48
<그림 4- 1> 통합지표 도출 절차	77

I . 서론

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

인간이 생존하기 위해서는 물이 필요하다. 때문에, 오래 전부터 인간은 하천 주변에 모여 살았으며, 주요 문명들도 대 하천을 중심으로 시작되었다. 그러나 물을 이용하기에 앞서 홍수와 같은 자연 재해로부터 인간의 생명과 재산을 보호하는 것이 선결요건이었다. 때문에, 상류에 댐을 건설하고, 하천에 제방을 쌓아 홍수 재해에 대비해 왔다. 이러한 치수사업은 최근에 이르러서 사회가 도시화·산업화되면서 하천주변의 토지이용이 고도화되고, 인구가 밀집되면서 홍수로부터 보호되어야 할 시설들의 직·간접적인 가치가 증가하였을 뿐만 아니라 이상기후의 영향으로 집중적인 호우와 가뭄이 빈발하고 있어 그 중요성이 더욱 증대되고 있다.

그 동안 우리 나라에서도 지속적으로 하천개수사업을 추진하여 왔으나 1999년 현재 전국 법정하천의 개수율은 70.3%에 불과한 실정이다. 특히, 전체 요개수 연장의 89%를 차지하고 있으며, 반복적으로 홍수피해가 발생하고 있는 지방 2급 하천의 개수율은 68%에 불과한 실정이다. 이처럼 하천개수 사업이 미흡했던 이유 중의 하나가 다른 사회간접자본 시설에 비해 경제성이 낮다는 것이었다. 때문에, 다른 공공사업에 비해 우선순위가 밀려 하천개수 사업에 대한 투자 비중이 상대적으로 적었던 것이다.

하천개수사업에 대한 경제성 평가는 1985년 하천시설기준에 마련된 경제성 분석 방법을 현재까지 적용하고 있다. 즉, 제방 축조를 통한 농토보호와 인가보호 효과를 편익으로, 제방축조 공사비

와 유지보수비를 비용으로 하여 비용편익 분석을 통해 하천개수 사업의 경제성을 분석하고 있다. 그러나 그 동안 경제적·사회적 여건이 크게 변하였기 때문에 분석기법의 보완이 필요한 실정이다. 특히, 사업의 경제성을 평가하는 과정에서도 세부적인 자료의 부족을 이유로 “간편법”이라는 형태로 편익을 산정하고 있다. 그러나 간편법은 분석대상이 소규모 사업지구 단위임에도 불구하고 편익산정에 이용되는 계수들은 시·도 단위로 되어 있을 뿐만 아니라 비용과 편익을 비교하는 방법도 다른 사회기반시설의 경제성 평가방법과 상이하다. 더구나 하천개수사업은 장래에 발생할 수 있는 자연재해로부터 사전에 인명과 재산을 보호하는 것이 목적이므로 단순히 투자효율성만으로 사업의 타당성을 평가할 수 없다는 점도 간과되어서는 안된다. 이러한 관점에서 기존 간편법의 문제점을 개선하고, 하천개수사업의 특성을 고려할 수 있는 보다 적절한 경제성 분석방법이 시급히 마련되어야 한다.

따라서, 본 연구에서는 하천개수사업의 투자특성을 분석하고, 기존 간편법의 문제점들을 분석함으로써 간편법의 문제점을 해결할 수 있는 보다 합리적인 분석 방안을 제시한다. 또한, 하천개수사업의 경제성 분석에 필요한 비용과 편익의 추정방법을 개선하고, 하천개수사업에 대한 적절한 할인율도 검토한다.

2. 연구의 범위 및 주요 내용

본 연구는 전국의 법정하천(국가하천, 지방1급 하천, 지방2급 하천)을 대상으로 하천정비계획에 따라 하천시설기준을 적용하고 있는 각종 하천개수 공사를 대상으로 한다. 연구의 주요 내용은

다음과 같이 크게 다섯 가지로 구분할 수 있다.

첫째, 하천개수사업의 특성을 분석한다. 이를 위해 경제적 효율성 측면과 사회적 형평성 측면에서 하천개수사업의 중요성을 검토한다. 또한, 다른 공공투자사업과 비교한 하천개수사업의 특성도 분석한다.

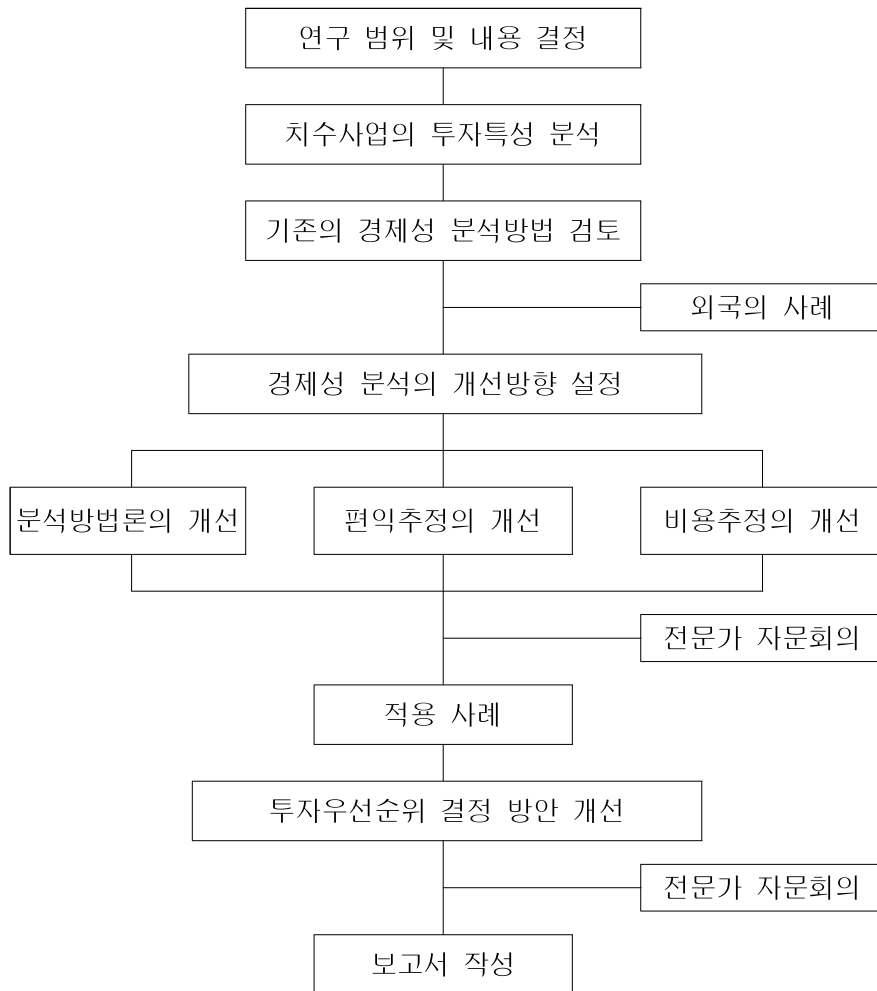
둘째, 기존 하천개수사업의 경제성 분석 방법의 문제점을 분석한다. 이를 위해 현재 하천개수사업의 경제성을 판단하기 위해 적용하고 있는 간편법의 한계를 검토한다. 또한, 외국의 치수사업 경제성 분석 방법을 검토한다. 이러한 분석을 통해 하천개수사업의 경제성을 평가할 때 고려해야 할 사항들을 정리한다.

셋째, 하천개수사업의 편익을 추정하는 방법의 개선방안을 강구한다. 이를 위해 과거 홍수피해 규모 및 홍수발생빈도를 편익산정에 고려하는 방법을 강구한다. 또한, 농토보호 및 인가보호를 포함한 각 편익항목별 산정 기준치들의 개선방안도 강구한다. 이외에 간접적인 편익으로 고려할 수 있는 항목들도 검토한다.

넷째, 하천개수사업의 비용을 추정하는 방법의 개선방안을 강구한다. 이를 위해 분석기간 종료후의 하천시설의 잔존가치를 고려하는 방법을 제시한다. 또한, 적정 유지관리비를 산정하는 방안도 강구한다.

다섯째, 경제성 분석 방법론의 개선방안을 제시한다. 이를 위해 하천개수사업의 성격에 적합한 사회적 할인율과 분석기간을 설정한다.

3. 연구 흐름도



<그림 1-1> 과업수행 흐름도

Ⅱ. 치수사업의 개요

Ⅱ. 치수사업의 개요

1. 치수사업의 정의

치수사업이란 국토의 보전과 개발, 이용, 환경 측면에서 홍수방어를 위해 하도의 홍수를 조절하고, 유역내 치수시설들을 정비하며, 유역개발에 따른 홍수 유출과 도시유출을 원활히 소통시킴으로써 유역이 가져야 할 유수·보수 기능을 유지시켜 장래에 발생할 홍수피해를 최소화시키는 것이라 할 수 있다.

치수사업은 현 상태에서 과거의 경험을 바탕으로 하여 장래의 불확실한 상황을 예측하여 계획을 수립해야 한다는 어려움이 있다. 여기서, 불확실한 상황이란 기후의 변화, 홍수피해 규모의 증대, 하천주변 토지이용의 고도화, 인구 증가 및 도시화에 따른 침수지역의 증대, 정치적·사회적 관심의 증대 등으로 인해 발생된다. 치수사업을 추진하기 위해서 수자원장기종합계획에서 매 10년마다 치수부문의 장기 계획을 수립하고, 예측된 결과가 실제상황과 다를 경우 5년마다 수정한다.

2. 치수사업의 필요성

현재까지 치수사업은 계획의 목표를 설정하고, 그 계획에 따라 제방 축조, 하도 확폭, 댐 건설 등을 통해 홍수를 조절하는데 주력해 왔다. 홍수피해를 최소화하기 위해서는 현재의 홍수방어 능

력을 평가하고, 이상 홍수에 대비하며, 댐의 홍수조절 능력을 증가시키고, 도시지역의 내·배수 시설을 증대시키는 등 하천과 유역이 일관되는 종합적인 관점에서 치수계획이 이루어져야 한다. 치수사업의 중요성은 다음과 같은 몇 가지로 요약할 수 있다.

우선 기상재해에 대비하기 위해 필요하다. 최근 빈발하고 있는 기상이변으로 인한 홍수 피해를 최소화하기 위해서는 안전한 제방을 건설하고, 토지이용이 고도화되고 있는 하천연안지역을 재정비하여야 한다. 또한, 하상을 준설하며, 우수지를 건설하여 내수를 배제시키는 등 다각적인 방안들이 필요하다. 하천개수 방식도 기존의 지구별 분산방식에서 수계별 일관 개수로 전환되어야 한다.

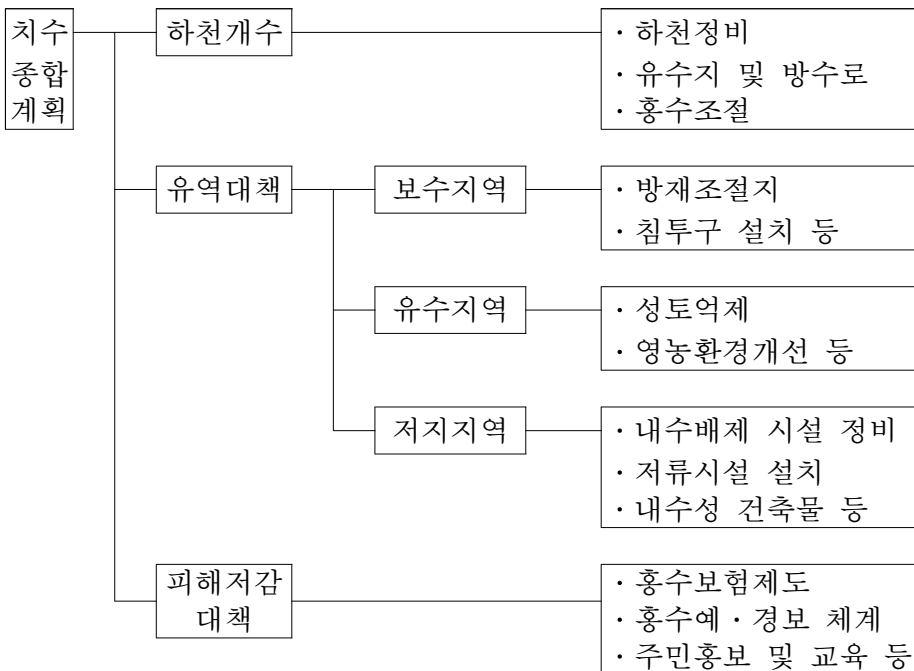
또한, 시설물의 안전성을 확보하기 위해서도 필요하다. 풍수해와 같은 자연재해로 인해 발생하는 각종 피해들은 인간의 생명을 위협하고, 각종 산업시설들에 피해를 주게 되며, 이로 인한 유·무형의 손실은 엄청난 정도에 이르고 있다. 따라서, 경제활동에 제약을 줄 수 있는 주요 사회간접시설에 대한 안전 관리와 홍수 방어 능력을 제고시키기 위해서도 치수사업은 필요하다.

더 나아가 안전하고 친환경적인 국토를 보전함으로써 국민들이 안심하고 생활할 수 있는 기반을 조성하기 위해서도 합리적인 치수사업이 추진되어야 한다. 최근 자연환경과 생태계 보전에 대한 국민적 인식이 증대되고 있으며, 이를 통해 쾌적한 삶을 영위하려는 다양한 노력들이 이루어지고 있다. 치수사업은 그 중 가장 기본적이고, 중요한 사업으로 인식되어야 한다.

3. 치수사업의 내용

치수종합계획은 크게 하천개수계획, 유역대책, 피해저감대책 등으로 구분할 수 있다. 하천개수 계획에는 제방을 쌓거나 하상을 준설하는 하천정비사업이나 유수지나 방수로의 설치 등이 포함된다. 유역대책은 보수지역, 유수지역, 저지지역으로 구분하여 각 지역의 특성에 적합한 대책들을 추진한다. 피해저감 대책에는 홍수보험이나 홍수 예·경보와 같은 대책들이 포함된다.

본 연구에서 이처럼 다양한 치수사업 분야중 하천 제방의 축조와 관련된 하천개수 사업의 경제성 평가방법을 중심으로 한다.



<그림 2-1> 치수종합계획의 구성

4. 하천개수 사업에서 경제성 분석의 중요성

4.1 하천개수 현황 및 문제점

앞에서 치수사업의 중요성을 간략히 살펴보았다. 하천개수사업은 다목적 댐 건설과 함께 치수사업에서 가장 직접적이고 중요한 홍수피해 방지수단이다. 때문에, 하천은 그 규모와 중요성을 고려하여 등급별로 구분하여 지정·관리하고 있다.

1999년 현재 우리 나라에는 3,896개소 30,217km의 하천이 있으며, 개수가 필요한 연장은 36,253km이다. 그 동안 지속적으로 하천개수사업을 추진하여 1999년 현재 전국의 하천개수율은 70.3%에 이른다. 등급별 개수율을 살펴보면 국가하천 94.1%, 지방1급 하천 85.0%, 지방2급 하천 67.6%이다.

<표 2-1> 전국 하천개수 현황('99)

단위 : km, %

구 분	개소수	하천연장	요 개수 연장	개수현황	
				개수 연장	개수율
국 가 하 천	62	2,795	2,914	2,742	94.1
지방1급하천	55	1,333	1,214	1,032	85.0
지방2급하천	3,779	26,089	32,125	21,715	67.6
계	3,896	30,217	36,253	25,489	70.3

그러나 국가에서 직접 관리하는 국가하천의 연장은 전체 법정 하천 연장의 9.2%에 불과한 반면, 시군에서 관리하는 지방2급 하천이 전체 연장의 86.3%를 차지하고 있다. 때문에, 전국의 중요한 수계 분류 구간은 하천개수가 어느 정도 이루어졌으나 놓여진 지역을 지나는 지방2급 하천들은 개수가 미흡하여 반복적인 홍수피

해가 발생하고 있는 실정이다.

또한, 하천개수 방식도 지구별 분산개수방식이어서 수계 상류에서 하류에 이르는 전체적인 관점에서의 효율성이 떨어진다는 점도 문제점이다. 따라서, 하천개수 사업에 있어서 수계 전체의 입장을 고려한 효율적인 개수 방식이 실현되어야 하며, 이를 위해서는 합리적인 기준에 따라 개수사업이 추진되어야 한다.

4.2 경제성 분석의 중요성

하천을 개수할 때에는 우선 하천정비 기본계획을 수립하고, 이 계획에 따라 하천정비 시행계획을 수립·추진하게 된다. 이때, 하천시설기준에 의해 각 개수사업 지구별 경제성을 판단하여 우선 순위를 정하고 있다.

그러나 현재 하천시설기준에서 제안하고 있는 경제성 분석 방법이 여러 가지 문제점들을 내포하고 있어 하천개수 사업의 경제성이 낮게 평가되고 있다. 때문에, 다른 사회간접자본시설에 비해 투자우선순위가 낮아 투자가 적게 이루어져 홍수피해가 반복되는 악순환이 반복되고 있다. 따라서, 이러한 하천개수 사업의 경제성 분석의 문제점들을 분석하고, 최근의 경제·사회적 여건변화를 고려한 합리적인 경제성 분석 방안을 제시하고자 하는 데에 본 연구의 중요성이 있는 것이다.

Ⅲ. 현황 및 문제점 분석

Ⅲ. 현황 및 문제점 분석

1. 치수사업의 특성

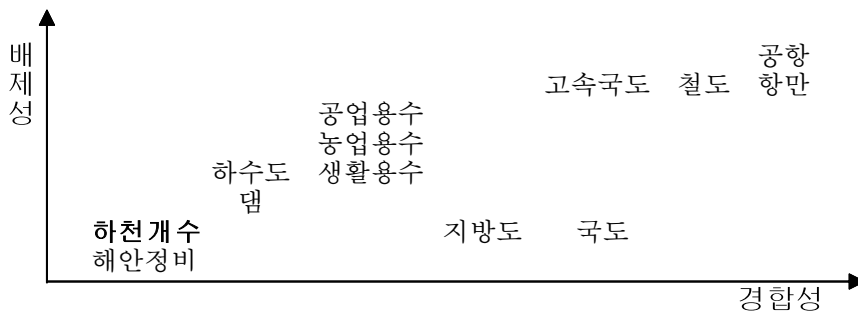
치수사업은 홍수피해를 방지하고, 친수환경을 조성하며, 용수를 공급하는 것이 목적이다. 이 중에서도 특히 하천개수 사업은 홍수피해의 방지가 주요 목적인데 할 수 있다. 치수사업의 특성은 다음과 같이 몇 가지로 요약할 수 있다.

1.1 공공재적 성격

치수사업은 공공의 이익을 목적으로 한다는 점에서 다른 사회 기반시설과 마찬가지로 공공재적 성격을 갖는다. 공공재의 일반적인 특성으로는 비경합성(non-rivalry)과 비배제성(non-excludability)을 들 수 있다. 여기서, 비경합성이란 어떤 사람의 소비가 다른 사람의 소비 가능성을 줄이지 않는 성격을 말하며, 비배제성이란 대가를 치르지 않은 사람의 소비를 배제할 수 없는 특성을 말한다.

이러한 일반적 특성에 근거하여 하천개수사업이 갖는 공공재적 특성을 살펴보면 비경합성 관점에서는 제방 축조를 통한 홍수방지 효과는 대상 재산 및 인명에 동일한 효과를 나타내며, 비배제성 관점에서는 면세자나 체납자에게만 사업효과를 보지 못하게 하는 방법이 없다는 것이 다른 공공재와는 다른 특성이라 할 수 있다. 이처럼 하천개수사업은 다른 사회간접자본에 비해 공공재적 성격이 훨씬 더 강하다. 특히, 비경합성이 훨씬 강하다.

다음 그림은 수자원 사업과 대표적인 공공재인 교통시설의 공공재적 특성을 비교한 것이다. 가로축은 경합성을, 세로축은 배제성을 기준으로 하였다. 그림에서 경합성이 크고, 배제성이 클수록 공공성이 적음을 의미한다. 즉, 그림에서 보는 바와 같이 하천개수 사업은 다른 수자원 사업이나 교통시설에 비해 공공성이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 하천개수사업이 갖는 공공재적 성격을 다른 공공재와 비교하여 설명하기 위한 대표적인 예로서 지방도나 국도를 들 수 있다. 지방도나 국도의 경우 요금을 징수하지 않는다는 점에서 배제성이 작기 때문에 하천개수사업과 마찬가지로 공공성이 크지만, 시설을 이용할 수 있는 용량이 한정되기 때문에 치수사업에 비해 경합성이 크다고 볼 수 있다.



<그림 3-1> 수자원과 교통시설의 공공재적 특성 비교

1.2 편익발생의 불가측성 및 비계량성

1.2.1 불가측성

하천개수사업의 또 다른 특성으로서 사업의 효과를 정확하게 예측하거나 계량화하기 어렵다는 것을 들 수 있다. 일반적으로 도로나 철도와 같은 교통시설이나 전기·통신 시설 등은 시설을 사용함으로써 편익이 발생하는 사용편익이기 때문에 편익의 발생

시기나 규모를 어느 정도 예측할 수 있다. 그러나 하천개수사업은 그 목적이 주로 홍수라는 자연재해를 방지하기 위한 것이며, 사업으로 인해 얻어지는 편익도 자연재해 방지로부터 얻어지는 것이기 때문에 사업으로 인한 편익의 발생 시기나 규모를 확인하기 어렵다.

1.2.2 비계량성

하천개수사업은 그 편익의 규모가 인명 보호나 각종 시설물 또는 농작물 등의 침수방지 정도로 나타난다. 그런데 인명손실은 시장가격이 존재하지 않기 때문에 화폐단위로 측정하기 곤란하다. 교통시설에서도 사고방지 효과에 따른 인명손실을 고려할 수 있으나 다른 편익에 비해 그 비중이 작은 편이다. 또한, 시설물이나 농작물도 시장가격은 존재하지만 침수 정도에 따른 피해액을 산정하기는 어려운 것이 현실이다.

1.3 파급효과의 광범위성

하천개수사업의 직접적인 효과는 해당 시설의 배후지역에서 발생하지만 그 파급효과는 사업 대상지역 뿐만 아니라 하류 지역에 이르기까지 매우 광범위한 지역에서 발생한다는 것이 다른 공공사업과의 차이점이라 할 수 있다. 더구나 하천개수사업의 목적이 홍수방지이지만 홍수는 다수의 개수지구들을 포괄하는 광범위한 지역에서 발생하기 때문에 사업대상지구의 경제성을 판단하기 위한 범위를 설정하기도 곤란하다. 이처럼 하천개수사업은 도로와 같은 교통시설과는 달리 파급효과가 크며, 이를 측정하기 어렵다는 것이 특징이다.

1.4 시설 수명의 반영구성

제방과 같은 하천시설은 최소한의 유지관리만 해주면 자연물적 성격을 유지하기 때문에 다른 사업에 비해 시설의 내구연한이 매우 길다는 것도 특징이다. 또한, 유지관리의 내용면에서도 도로나 철도와 같은 교통시설의 경우 시설의 기능을 유지하기 위해서는 지속적인 관리와 재투자가 필요한 반면 하천개수사업에서는 유지관리의 대부분이 구조물 자체의 자연물적 형상을 유지시키기 위한 것이라는 점도 다른 점이다.

2. 경제성 분석 이론

일반적으로 국가의 투자사업은 그 종류가 매우 다양하기 때문에 한정된 재원을 합리적으로 이들 사업에 투자하기 위해서는 사업별 투자우선순위를 정할 객관적인 기준이 필요하다. 따라서, 어떤 기준에 의해 사업별 경제성과 투자효과를 분석하고, 우선순위를 정하여 정부정책을 추진하게 된다. 이러한 관점에서 경제성 분석은 국가 경제적 관점에서 사업의 타당성과 효율성을 평가하여 투자우선순위를 결정하는 객관적이고 합리적인 기준이라 할 수 있다. 필요에 따라서는 경제성 분석에 사용된 각종 추정치의 오차를 보완하기 위해 주요 변수들의 변화가 경제성에 미치는 영향을 검토하는 민감도 분석을 실시하기도 한다.

경제성 분석은 편익과 비용을 동일한 가치로 환산하여 비교한다. 즉, 사업분석기간의 총편익과 총비용을 현재가치화하거나 연평균편익과 연평균비용을 기준으로 한다. 연평균편익과 연평균비

용은 사업기간 내에 발생하는 편익과 비용을 기준 년도의 가치로 환산한 후 모두 더하여 사업기간으로 나누어 산정한 연평균 가격을 의미한다.

2.1 경제성 분석 지표

일반적으로 경제성 분석의 지표로는 사업기간에 따른 할인율이 적용된 총비용과 총편익의 차인 순현재가치(NPV, Net Present Value), 할인된 총편익과 총비용의 비율인 비용편익비(B/C, Benefit/Cost Ratio), 할인된 총비용과 총편익이 같아지는 내부수익율(IRR, Internal Rate of Return) 등이 사용된다. 이 이외에 평균수익률(ARR, Average Rate of Return)이나 반환기간 산정법(PB, Pay Back period) 등이 있다. 그러나 평균수익률은 편익과 비용의 미래 가치를 할인하지 않기 때문에 자금의 시간적 가치를 설명하지 못한다. 또한, 반환기간 산정법은 투자액을 얼마나 빨리 절대가치의 화폐로 회수할 수 있는가를 추정하는 방법이지만 미래의 잠재적 이익을 무시하기 때문에 이 방법 역시 자금의 시간적 가치를 반영하지 못한다.

2.1.1 순현재가치

NPV(=B-C)는 대상사업이 정해진 기간 내에 가져다주는 편익과 비용의 차이에 관심을 두는 지표이다. 즉, 투자사업으로부터 장래에 발생할 편익과 비용의 차인 순편익을 현재가치화하여 합산한 것으로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$NPV = \frac{B_1 - C_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2 - C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} = \sum_{k=1}^n \frac{NB_k}{(1+r)^k} \quad (3-1)$$

여기서, B_k 는 k 년차에 발생하는 편익, C_k 는 k 년차에 발생하는 비용, NB_k 는 k 년차에 발생하는 순편익($= B_k - C_k$), n 은 분석기간, r 은 할인율이다.

잔존가치를 편익과 별도로 고려하는 경우에는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$NPV = \sum_{k=1}^n \left[\frac{NB_k}{(1+r)^k} + \frac{S_n}{(1+r)^n} \right] \quad (3-2)$$

여기서, S_n 은 잔존가치이다.

이 지표는 상대적인 기준이 아니기 때문에 경합되는 사업간의 우선순위를 결정할 때 혼란을 초래할 우려가 있다. 그러나 순편익은 규모가 비슷한 시설물을 서로 비교할 때 편리하며, 수자원 개발사업과 같이 자원개발의 여지가 제한된 경우에 유용한 척도가 된다.

또한, 위 식들에서 알 수 있듯이 현가를 계산하기 위해서는 할인율을 적절하게 결정하여야 한다. 때문에, 시장이자율이 안정되어 사회적 할인율에 대한 신뢰도가 높고, 초기투자비에 대한 조달능력이 충분한 상황에서 유용하게 이용되는 분석기법이다. 일반적으로 순현가가 0보다 작거나 같으면 사업안을 기각하는 것이 원칙이다. 예산에 대한 제약이 없을 경우 가장 높은 순현가를 나타내는 사업이 가장 높은 우선순위를 가진다. 예산이 제약받을 경우라도 예산 내에서 가장 높은 순현가를 보이는 사업이 가장 높게 평가된다.

따라서, 대형 투자자본이 정부와 같은 공익기관에 의해 보증되고, 그 이자율도 사업초기에 확정금리로 정해지는 공공사업의 투

자평가에 가장 적합한 방법으로서 선진국에서도 일반적으로 활용될 정도로 신뢰성이 높다.

2.1.2 비용편익비

B/C는 NPV와 비슷한 단일계산 분석으로서 정해진 기간 내에 분석대상사업에 투입된 비용대비 편익의 비율에 관심을 두는 지표이다. B/C는 투자사업으로 인하여 발생하는 편익의 연평균 현재가치를 비용의 연평균 현재가치로 나눈 것을 말하며, 이 비율이 클수록 투자효과가 크다. B/C는 투자자본의 효율성을 나타내며, 모든 조건이 동일할 경우 비용편익비가 높은 사업이 선택된다. 식으로는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{B}{C} = \sum_{k=1}^n \frac{B_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+r)^k} \quad (3-3)$$

이 기법은 단순히 편익과 비용의 절대규모에 관심을 두기 때문에 투자규모가 큰 사업이 유리하게 나타나는 NPV의 문제점을 피하고 여러 가지 사업을 객관적인 입장에서 비교할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 즉, 사업에 투자한 자본의 규모를 고려한 상태에서 편익의 크기를 확인할 수 있다. 예를 들어, 두 개의 사업이 NPV가 같은 경우라도 두 사업의 투자규모가 다르다면 규모가 작은 사업이 규모가 큰 사업에 비해 B/C가 크게 산정되기 때문에 두 사업에 대한 투자우선순위를 판단할 수 있다.

따라서, B/C는 초기투자비에 대한 부담이 있는 상태에서 여러 가지 투자대안이 있을 경우 각각에 대한 우선순위를 평가할 때 사용하는 기법으로서 단일한 투자대안에 대한 평가결과는 항상 NPV와 같다. 다만 이 기법은 비용과 편익의 항목선정에 따라 그

값이 변할 수 있기 때문에 사업의 성격이 다른 대안들을 비교할 경우 그 결과가 자의적으로 변화할 수 있다는 문제가 있다. 또한, 실제 비용과 편익의 크기가 표현되지 않기 때문에 B/C 하나만으로는 분석이 충분치 못하다. 사업 규모를 결정할 때 NPV와 B/C는 사업의 규모가 증가되면 어느 정도까지는 증가시킬 수 있으며, 이 경우 NPV가 최대가 되는 곳에서 사업규모를 결정할 수 있다.

2.1.3 내부수익율

IRR(B=C)은 비용편익비가 1이 되는 할인율을 의미하며, 순현재가치로 평가할 때는 순현재가가 0이 되도록 하는 할인율을 말한다. 식으로는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{B_1 - C_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2 - C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_k - C_k}{(1+r)^k} = \sum_{k=1}^n \frac{NB_k}{(1+r)^k} = 0 \quad (3-4)$$

이는 대상 사업이 정해진 기간 내에 가져다주는 수익률과 시장이자율과의 비교평가를 위해 사용되는 기법이다. 즉, 사업으로 인하여 발생하는 편익의 연평균 현재가치와 비용의 연평균 현재가치가 같아지는 할인율로서 허용최소 수익률을 초과할 경우 사업의 타당성이 있는 것으로 판단한다. 이 방법에서는 할인율이 최소투자수익률과 같을 경우 비용편익비가 1보다 작으면 사업계획을 기각하는 것이 원칙이다.

이 방법은 순현재가나 비용편익비를 구하는데 어떤 할인율을 적용해야 할지 불분명하거나 어려운 점이 많을 때 적용한다. 그러나 사업규모에 대한 정보가 반영되지 못하기 때문에 IRR만으로는 투자우선순위를 결정할 수 없다. 예를 들어, 시장이자율이 불

안정하여 정해진 기간동안 8%~10% 사이에서 불규칙하게 변한다고 할 때 NPV와 B/C를 계산하기 위해 할인율을 현재의 시장이자율인 9%를 사용했다면 그 결과를 신뢰할 수 없다. 따라서, 이 경우에는 IRR을 계산해서 그 값이 10%이상 나올 경우 사업의 타당성이 있으나 그렇지 않은 경우에는 구체적인 재검토가 필요하다고 할 수 있다. 따라서, IRR은 NPV나 B/C를 통해 사업의 타당성이 인정되지만 시장이자율이 불안정하여 그 결과를 확신할 수 없는 경우에 사용한다.

이 기법은 경우에 따라 한 개 이상의 값이 도출될 수도 있기 때문에 세 가지 방법 중 가장 신뢰성이 떨어진다. 따라서, 이 기법은 NPV나 B/C를 통해 타당성이 검증된 사업에 대해 보완적으로 평가하는 기법이라 할 수 있다. 분석과정에서 비용과 편익을 할인하는데 사용되는 이자율에 대한 논쟁을 피할 수 있다는 것이 장점이다. 내부수익률은 국제금융기관에서 차관공여를 위한 평가 지표로 널리 이용된다.

2.1.4 지표별 장·단점

일반적인 경제성 평가 방법으로는 비용편익비와 순현재가 분석방법이 사용된다. 그러나 실제비용과 편익의 크기를 알 수 없기 때문에 비용편익비 하나만으로는 분석이 충분하지 못하다. 또한, 비용편익비와 순현재가는 사업규모가 증가하면 어느 정도 증가될 수 있다. 이러한 경우 사업 규모를 순현재가가 최대가 되는 곳에서 사업규모를 결정할 수 있다. 사업의 내부수익율이 사업의 평가에 이용된 수익률보다 작을 경우 사업을 기각한다.

내부수익율은 비용편익비나 순현재가를 산정하는데 있어 어떤 할인율을 적용해야 할지 불분명한 경우에 적용한다. 그러나 이 방

법은 사업 규모에 대한 정보가 반영되지 않기 때문에 내부수익율만으로 투자우선순위를 평가할 수 없다는 것이 단점이다. 이러한 각 경제성 분석 방법별 특징과 장단점을 정리하면 다음 표와 같다.

<표 3-1> 분석 지표별 특징 및 장·단점

구분	특징 및 장점	단점
NPV	- 적용이 용이 - 유사한 규모의 대안 평가시 이용 - 방법별 경제성 분석결과가 다를 경우 NPV를 우선적용	- 사업규모가 클수록 NPV가 크게 나타남 - 자본 투자의 효율성을 모름
B/C	- 적용이 용이 - 유사한 규모의 대안 평가시 이용	- 사업규모의 상대적 비교곤란 - 편익이 늦게 발생하는 사업은 B/C가 작게 나타남
IRR	- 사업의 예상수익을 판단가능 - NPV나 B/C 산정시 할인율이 불분명할 경우 적용	- 사업기간이 짧으면 수익성이 과장됨 - 편익이 늦게 발생하는 사업은 불리한 결과 발생

대부분의 공공사업들은 사회복지를 향상시키기 위해 계획되지만 편익을 계량화하고 평가하기 어려운 경우가 많다. 편익과 비용의 상황에 따른 경제성 분석 지표들의 목표는 다음 표와 같이 요약·정리할 수 있다.

<표 3-2> 상황별 경제성 분석 방법

상황 및 목표	순현재가	내부할인율	비용편익비
편익고정·비용최소화	최대 편익	최대 내부할인율	최대 비용편익비
비용고정·편익최대화	최소비용	최대 내부할인율	최대 비용편익비
편익 및 비용 가변적	최대(편익-비용)	최대 내부할인율	최대 비용편익비
예산한정·대안의 등급	자본 수지법(Capital Budgeting Method)		

2.1.5 하천개수 사업에의 적용

어떤 국가 사업계획의 입안과 평가는 다음과 같은 몇가지 기본 가정과 원칙에 따라 이루어져야 한다. 우선, 모든 계획은 국가가 계속 성장할 것이라는 기대 하에 사업에서 생산된 모든 재화는 장래 수요를 충족시키기 위해 소요될 것으로 가정하며, 입안과정에서 투자비의 조달능력은 고려하지 않는다.

또한, 모든 계획은 유·무형의 편익과 비용을 고려해야 하며, 다른 국가계획들과 상치되지 않아야 한다. 유형의 편익은 사업비용보다 커야 하며, 중심사업에 대한 타당투자액은 그 사업의 편익이나 가장 경제적인 대체안의 비용보다 적어야 한다. 개발규모는 국가 정책적인 고려가 없는 한 편익과 비용의 차가 최대일 때의 규모로 결정한다. 중심사업에 추가되는 각 용도의 편익은 최소한 각 용도의 비용보다 커야 하며, 총 사업비는 사업목적별 타당투자액의 합계보다 적어야 한다.

하천개수사업도 이러한 일반적인 원칙에 따라 수행된다. 즉, 가장 경제적이고 바람직한 개발규모는 편익과 비용의 차가 가장 클 때이며, 이때 최종 증가부분에 대한 편익증분과 비용증분은 같아진다. 비용편익비가 가장 크다고 해서 그 규모가 최적 개발규모는 아니다. 즉, 편익의 증가분이 비용의 증가분을 초과한다면 그 증가부분을 경제적으로 이용하지 못하는 결과가 되기 때문이다. 하천개수사업과 같이 막대한 사업비가 소요되는 사업의 경우에는 이러한 점이 더욱 중요하다.

또한, 최적 개발규모는 총편익이 총비용과 같아지는 점까지 연장되어서는 안된다. 즉, 비용의 증분이 편익의 증분보다 클 경우가 있기 때문이다. 최적규모에 대해서도 사업 전체에 대한 면밀한 경제성 검토가 이루어져야 한다.

2.2 이자율 및 할인율

전술한 분석방법들에 의해 사업의 타당성을 판단하기 위해서는 산정된 편익과 비용을 비교해야 한다. 그러나 대부분의 공공투자 사업은 편익과 비용이 동시에 발생하지 않는다. 즉, 비용은 사업 초기에, 편익은 사업 종료후 장기간에 걸쳐 발생된다. 이러한 시간 변화에 따른 문제점을 해결하기 위해서는 미래의 비용과 편익을 하나의 적절한 이자율로 할인하여야 한다.

이자율이란 어떤 특정기간 동안의 투자에서 발생하는 수익과 투자액과의 비를 말한다. 즉, 자금의 시간적 가치를 측정하는 수단으로서 자본의 기회비용이라 할 수 있다. 투자사업의 타당성을 평가할 때에는 이러한 이자율의 개념이 미래의 편익과 비용을 현재가치로 환산하는 할인율이라는 개념으로 적용된다.

공공투자의 경우 투자효과는 사업 종료 후 장기간에 걸쳐 나타나기 때문에 각 기간마다 비용과 편익의 가치가 다르다. 따라서, 비용과 편익을 동일한 관점에서 비교하기 위해서는 이들을 모두 현재가치로 환산하여야 한다. 미래에 발생하는 편익과 비용을 현재의 가치로 환산하는 수단으로 할인율을 사용한다.

이때 어떤 할인율을 적용하느냐에 따라 투자사업의 타당성이 평가되기 때문에 적절한 할인율을 결정하는 것은 매우 중요하다. 특히, 하천개수사업과 같이 비용은 사업초기에 투입되고, 편익은 사업 종료후 장기간에 걸쳐 지속적으로 발생하는 경우 할인율에 따라 사업의 경제성이 달라지게 된다.

할인율은 나라마다 다르다. 개발도상국은 8~10%, 선진국은 6% 내외이다. 우리 나라의 경우 댐시설기준에서는 8~10%, 다목적댐 타당성 조사에서는 8~12%, 예비타당성조사에서는 7.5%를

각각 제시하고 있어 명확하게 정립되어 있지 않은 실정이다. 현재 할인율은 중앙은행의 장기대출 이자율을 참고하여 관계당국과 협의하여 결정하며, 관례적으로 8~10%를 적용하도록 하고 있다.

2.3 내구연한 및 잔존가치

사업의 경제성을 평가할 때에는 그 사업의 효과가 얼마나 지속될 것인가 하는 것을 판단해야 한다. 이때 사업의 효과는 구조물이 제기능을 다하는가의 여부로 판단하는데 이는 구조물의 수명을 기준으로 한다. 구조물의 수명은 물리적 수명과 경제적 수명으로 구분된다. 물리적 수명이란 시설물이 노후되어 원래의 기능을 수행하지 못하게 될 때까지의 기간을 말하며, 경제적 수명(또는 내구연한)은 시설물의 경제적 가치가 낮아져 쓸모없게 될 때까지의 기간을 말한다.

공공투자의 경제성 분석에서는 시설물의 내구연한을 기준으로 사업분석기간을 결정해야 하며, 물리적 수명이 남은 시설물은 잔존가치로 평가하여 편익으로 고려해야 한다. 내구연한이 다른 여러 가지 설비와 시설물이 복합되어 있는 경우에는 분석기간 중에 수명이 끝나는 설비와 시설물에 대해서는 대체투자비를 계산해주어야 한다.

미국에서는 특별한 경우를 제외하고는 댐이나 저수지의 내구연한은 50~150년, 수력발전은 50~100년으로 하고 있다. 우리나라의 경우 댐건설및주변지역지원등에관한법률시행령 제27조(상각액) 별표 3에서 사업목적별 내구연한을 다음 표와 같이 제시하고 있다.

<표 3-3> 감가상각율

용 도 별	감가상각율(%)	내구연한	잔존가치(%)
발 전	2.00	45	10.0
생공용수	2.00	45	10.0
농업용수	1.82	55	0.0
홍수조절	1.25	80	0.0

2.4 편익

일반적으로 편익은 계량편익(tangible benefits)과 비계량편익(intangible benefits) 또는 직접편익(direct benefits)과 간접편익(indirect benefits)으로 구분할 수 있다. 계량편익은 그 가치를 금전적으로 나타낼 수 있는 유형의 편익을 말하며, 농산물의 증산이나 농경지나 건물의 홍수피해 방지액 등을 들 수 있다. 비계량편익은 금전적으로 평가하기 어려운 무형의 편익을 말하며, 홍수로 인한 인명피해나 주변환경의 개선효과 등을 들 수 있다. 비계량편익은 대부분 시장가격이 없기 때문에 정확한 금전적 평가가 어려우나 최근 여러 가지 계량화 기법들이 개발되고 있다.

직접편익은 사업의 효과를 바로 나타낸 것이며, 간접편익은 직접편익으로 인하여 발생하는 2차 편익을 말한다. 하천개수 사업의 경우 직접편익은 개수사업의 효과가 미치는 지역에서 개수사업으로 인해 절감되는 홍수피해액을 말한다. 좀 더 구체적으로는 하천개수로 인해 홍수로부터 보호되는 대지, 가옥, 농경지, 건물 등의 피해와 각종 내용물의 손실 피해 등을 들 수 있다.

간접편익은 개수사업으로 인해 증대되는 자산이용 고도화와 같은 경제·사회적 활동의 이익을 말하며, 준설비용의 감소액이나 지가상승액, 각종 구조물의 피해복구비 등을 들 수 있다. 사업의

목적에 따라 상대적인 비중이 다르기 때문에 직접편익과 간접편익을 명확하게 구분하기 어려우나 하천개수 사업으로 인해 발생하는 편익들을 직접편익과 간접편익으로 구분해 보면 다음 표와 같다.

<표 3-4> 하천개수 사업의 편익

구 분	편익의 종류 및 내용
직접 편익	인명, 농작물, 가옥, 농경지, 공공시설물, 기타 시설물, 하천시설물의 복구 등
간접 편익	자산이용 고도화, 지가 상승, 홍수관리 비용 절감, 토지이용 증가, 준설비용 감소, 비상계획비용 감소 등

간접편익은 홍수피해 지역의 주민들을 대상으로 하는 인터뷰나 시장분석 등을 통해 추정할 수 있으나 평가절차가 복잡하기 때문에 직접편익의 일정비율로 개략 추정하기도 한다. 미국에서는 홍수조절에 대한 간접편익은 직접편익의 5~20%를 적용한다. 또한, 뉴잉글랜드-뉴욕 통합위원회에서는 1938년 대홍수 후의 조사 자료를 근거로 직접피해에 대한 간접피해의 비율을 공업 1.2, 도시 1.5, 지방 0.2, 도로·철도 1.0으로 각각 제안하고 있다.

2.5 비용

하천개수사업의 경제성 평가에 필요한 비용 항목은 제방 및 부대시설에 대한 공사비, 용지보상비, 기타 관리비 및 예비비로 구분할 수 있다. 공사비는 구조물의 공사수량에 각 공종별 단가를 곱하여 개략 산정한다. 사업비 산정시 누락된 부분들은 관리비 및 예비비에 반영한다. 용지보상비는 현장조사결과와 1/5,000 지

형도상에서 계획홍수위를 기준으로 토지 및 지장물건 등을 구분하여 산정한다. 보상비 산정시 누락된 항목들은 예비보상비로 15% 정도를 계상하는 것이 일반적이다. 기타 관리비 및 예비비는 댐의 경우 유지관리 및 개·보수비는 공사비의 0.5%로 하고, 예비비는 총공사비의 10%로 산정한다. 보상관리비는 용지보상의 1%와 이설도로 공사비의 2%를 포함한 것으로 산정한다.

총사업비에는 조사·설계·시공·감리 등의 비용과 건설기간중의 이자도 고려해야 한다. 구체적인 공정계획이 없을 경우 건설기간의 $\frac{1}{2}$ 에 대하여 단리법으로 건설기간의 이자를 산정한다.

3. 기존의 간편법 검토

현재까지 하천개수 사업의 경제성을 평가하는 방법은 하천시설기준의 “하천경제조사”편에 자세히 설명되어 있다. 본 연구의 주요 목적이 기존의 경제성 평가방법을 개선하기 위한 것이므로 본 절에서는 간편법을 중심으로 하고 있는 기존의 하천개수 사업 경제성 분석방법에 대해 자세히 살펴본다.

3.1 분석의 목적

하천시설기준에서 “하천경제조사”는 하천에 관한 제반 시책과 관련되는 여러 가지 경제효과 중에서 경제와 관련된 것을 파악하기 위한 것이다. 즉, 하천사업이나 시책에 관련된 여러 가지 계획을 검토할 때에는 해당 사업의 효과를 어떻게 평가하는가 하는 것이 매우 중요하다. 때문에, 경제평가의 비중이 높은 분야의 시

책에 대해 하천경제 조사를 실시한다. 즉, 하천개수사업이나 댐 건설 사업에 대해서는 치수경제조사, 수자원개발사업에 대해서는 수리경제조사, 수질보전사업에 대해서는 수질보전경제조사를 실시한다. 아직까지 이들에 대한 구체적인 조사방법이 명확히 확립되어 있지 않기 때문에 본 연구에서 다루고자 하는 하천개수사업에 대한 경제성 분석방법이 다른 하천경제조사에도 적용되고 있는 실정이다.

하천개수사업의 경제성은 개수지구별로 경제적 평가가 가능한 것들을 편익으로 하고, 사업에 소요되는 공사비, 보상시, 시설의 유지관리비 등을 비용으로 하여 판단한다. 이때, 각 개수지구별로 경제성을 평가하여 동일한 수계내의 여러 사업지구에 대한 투자 우선순위와 적정투자규모를 결정한다. 이처럼 하천개수 사업의 경제성은 지구별로 비용과 편익을 계산하여 투자우선순위를 정함으로써 경제성 분석과 투자우선순위를 동일한 방법과 개념으로 평가하고 있다.

하천개수사업으로 인한 편익은 직접편익과 간접편익으로 구분한다. 직접편익은 치수사업을 실시함으로써 얻어지는 피해감소로부터 얻어지는 편익이며, 간접편익은 치수사업으로 인해 증대되는 경제·사회적 편익이다. 그러나 간접편익에 대한 조사방법이 확립되어 있지 않기 때문에 조사는 주로 직접편익을 파악하는 것으로 국한하고 있다.

3.2 조사절차

치수경제 조사는 어느 정도의 유량에 의해 어떤 구역이 얼마나 범람하느냐를 추정하여 범람 정도에 따른 피해 규모를 추정하고,

유량 규모에 연평균 생기확률을 곱하여 유량 규모에 따른 홍수로 인한 연평균 피해액을 산정한다. 이렇게 산정된 연평균 피해액과 계획 대상 치수시설에 대한 연평균 피해액을 산정하여 그 차를 구하면 피해경감효과가 된다. 치수경제 조사의 구체적인 절차는 다음과 같다.

1) 조사대상 유량규모의 설정

계획홍수량을 포함하는 발생가능한 최대홍수시의 홍수량을 최대로 하여 빈도별 홍수량 등을 토대로 5~6개 정도의 유량규모를 설정한다. 대개 20, 30, 50, 80, 100년이나 30, 50, 80, 100, 150년 또는 50, 80, 100, 150, 200년 정도로 설정한다.

2) 지반고 조사

지반고는 조사대상구역을 표고차 1m 간격으로 구분하여 실시함을 원칙으로 한다. 축척 1:5,000 및 1:25,000의 지형도를 이용하여 보간법에 의해 수행할 수도 있으나 종·횡단 측량을 실시하여 그 성과를 이용하는 것이 바람직하다.

3) 범람 수리 조사

유량 규모가 선정되면 예상범람구역을 추정하고, 지반고 조사 결과에 따라 예상범람구역의 등지반고의 지구별 침수심과 침수일수를 추정한다. 이때, 유량규모별 범람구역은 과거의 범람실적 등을 조사하여 종합적 관점에서 결정한다. 침수일수는 범람에 의한 자산종류별 피해율을 적용할 때 활용된다.

4) 범람구역 자산조사

이 조사는 전술한 유량규모별 홍수범람 구역도를 바탕으로 각 유량 규모에 대한 자산 종류별 자산액을 조사하는 것이다. 조사 대상은 가옥, 사업소, 상각자산, 재고자산, 농어촌 자산 등과 같은 일반자산, 하천, 도로, 교량, 농업용시설, 철도, 전신, 전화, 전력시설과 같은 공공토목시설, 농작물, 가축자산 등이다. 조사는 등지반고의 지구별로 실시하는 것이 원칙이다.

가옥자산은 가옥대장, 가옥과세대장, 기타 세무관련자산 및 도면 등으로부터 등지반고별 가옥 동수를 추정한 후 가옥 1동당 평균면적을 곱하여 등지반고별·지역별 가옥바닥면적을 추정하고, 여기에 단가를 곱하여 가옥자산액을 산출한다. 이때 단가는 건축통계 등의 자료에서 시군별 가옥 1㎡당 평가액을 구하여 사용한다.

가계자산은 우선 주민등록대장으로부터 읍면동별 세대수를 조사하여 읍면동별 전체 가옥수에 대한 등지반고별 가옥동수의 비율을 곱하여 등지반고별 구역별 세대수를 추정하고, 여기에 1세대당 가계 자산액을 곱하여 산정한다. 1세대당 가계자산액은 각 가정에 대한 설문조사로부터 구한다.

사업소의 상각자산이나 재고자산은 사업소통계조사, 산업체 분류별 사업소수 및 사업소별 종업원수를 조사하고, 공업통계, 법인기업통계, 상업통계 등의 자료에서 조사한 산업체 분류별 종사자 1인당 상각자산액 및 재고자산액에 종업원수를 곱하여 산정한다. 순수한 행정 및 사법관서에 대해서는 별도로 그 수와 직원수를 조사한다.

농어촌 자산은 읍면동의 농가대장이나 수산업협동조합의 자료로부터 산정한다.

농작물 자산은 도면상에서 전답별 경지면적을 구한 후 전답별 연평균 수확량을 구하고, 생산단가를 곱하여 산정한다. 이때 논은 벼 수확량, 밭의 경우는 주요 작물의 수확량을 기준으로 하여 단위면적당 곡종별 작물통계(시군통계연보 등)에 의하여 최근 5년간의 자료중 최대치와 최소치를 제외한 3년간의 평균값을 평년작으로 보아 적용한다. 생산단가는 벼의 경우 최근의 2등급 정부수매가격을, 기타 작물은 농수산물 유통월보와 같은 최근의 시도별 물가를 조사하여 적용한다.

공공토목시설의 자산은 시설의 관리자로부터 구한다.

가축자산은 해당 시군의 시군통계연보와 같은 통계자료에 의하여 조사지구 일원의 농가당 평균 가축사육현황과 평가액을 산정한 후 홍수규모별 범람구역의 농가수를 곱하여 산정한다. 평가액은 유통동향 자료 등을 이용한다.

5) 유량규모별 예상피해액 산정

이는 범람구역의 자산조사 결과에 따른 종류별 자산액에 종류별 피해율을 곱하여 산정한다. 이때 인명피해액, 기타 피해액, 간접피해액 등은 다음과 같은 방법으로 산정한다.

가옥 및 가계자산과 가축자산의 예상피해액은 등지반고별 자산종류별 자산액에 추정 침수심별 피해율을 곱하여 산정한다. 이때 이들 자산의 피해율은 모두 같다는 가정하에 다음과 같은 가옥피해율을 적용한다.

<표 3-5> 가옥피해율

구 분	소파	반파	전파	유실
침수심(m)	0~0.5	0.5~1.5	1.5~2.5	2.5 이상
피해율(%)	5.5	40.0	83.0	100.0

여기서, 피해상태의 구분 정의는 각각 다음과 같다. 소파(小破)는 파괴 정도가 경미하여 사용에 별다른 지장이 없는 경우, 반파(半破)는 기둥, 벽체, 지붕 등과 같은 주요 구조물들을 수리하여야 할 경우, 전파(全破)는 구조물이 그 형태는 남아 있으나 개축하지 않으면 사용하지 못하는 경우, 유실(流失)은 구조물이 완전히 유실되어 그 형태가 남아있지 않은 경우를 의미한다.

농작물의 예상피해액은 등지반고별 전답별 농작물 생산액에 추정 침수심 및 침수일수별 피해율을 곱하여 산정한다. 농작물 피해율은 세부적인 조사가 필요한 경우(중앙재해대책본부의 재해대책편람을 이용)를 제외하고는 다음 표에 의한다. 여기서, 유실·매몰은 피해율 100%를 적용하며, 급류의 중소하천의 피해율은 제시된 표의 값보다 크므로 다소 조정하도록 하고 있다.

<표 3-6> 농작물 피해율

침수시간 침수율	8시간~1일 이하	1일~2일	3일~4일	5일~7일	7일 이상
논(%)	14	27	47	77	95
밭(%)	35	51	67	81	95

농경지 및 공공시설물의 예상피해액은 다음 세가지 방법중 한 가지에 의해 산정한다. 첫 번째 방법은 과거 10년간의 총피해액과 공공시설물 피해액 또는 농경지 피해액과의 비율을 토대로 산정하는 방법이다. 두 번째 방법은 농작물 피해액에 과거의 농작물 피해액과 공공시설물 피해액 또는 농경지피해액의 비율을 곱하여 산정하는 방법이다. 세 번째 방법은 규모가 비슷한 다른 하천의 유량~공공시설물 피해액 또는 유량~농경지 피해액 상관곡선을 참고하여 산정하는 방법이다. 이 이외에도 인명피해, 정부

및 지자체에서 실시하는 응급복구 비용, 용자에 대한 이자, 운수, 통신, 전력, 수도 등의 공공서비스 공급의 중단, 사업소의 운영중단, 전염병으로 인한 피해, 기타 피해액, 간접 피해액 등은 “간편법”의 산정방법에 의해 산정한다. 이러한 피해액 산정방법은 주로 농촌지역에 대한 것이므로 도시지역에 대해서는 후술할 배율 계수 α 를 곱하지 않고, 지가상승에 따른 효과를 고려한다.

6) 예상 연평균 피해경감 기대액(R') 산정

몇 개의 유량규모를 예상하여 어떤 유량규모와 그 다음 규모의 유량이 생길 수 있는 연평균 발생확률과 유량에 의한 예상피해액을 곱하여 연평균 예상피해액으로 한다. 어떤 유량규모와 그 다음 유량규모 사이의 유량이 발생할 연평균 확률은 대상하천의 유량~빈도곡선을 작성한 후, 유량규모별 초과확률을 구하여 각 초과확률간의 차를 계산함으로써 얻을 수 있다. 이때 빈도별 또는 유량규모별 피해액곡선을 그려 이 곡선으로부터 현 상태하에서 유량규모별 예상 연평균 피해경감 기대액을 산출한다.

<표 3-7> 연평균 피해경감 기대액 산정방법

유량규모	연평균 초과확률	연평균 생기확률	유량규모별 예상피해액	예상피해액	생기확률× 평균피해액 (6)=(3)×(5)	누계피해액 (7)=Σ(6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(3)×(5)	(7)=Σ(6)
Q_o	N_o	-	0	-		
Q_1	N_1	$N_o - N_1$	L_1	$(L_o + L_1)/2$		
Q_2	N_2	$N_1 - N_2$	L_2	$(L_1 + L_2)/2$		
...
Q_m	N_m	$N_{m-1} - N_m$	L_m	$(L_{m-1} + L_m)/2$		

배율계수 α 는 구체적으로 산출하여야 하는 경우를 제외하고는 3.72를 적용한다. 단, 배율계수를 고려하는 경우에는 지가상승은 고려하지 않는다.

최종적인 예상 연평균 피해경감 기대액은 앞에서 산정한 예상 연평균 피해경감 기대액에서 제방부지로 인한 연평균 피해액을 뺀으로써 산정한다. 제방부지로 인한 연평균 손실액은 다음과 같이 구한다.

$$M = 0.6 \times b \times L \times 0.001 \times Q_i \times W_i \quad (3-5)$$

여기서, M 은 제방부지로 인한 연평균 총손실액의 현재가치(원), W_i 는 kg당 농작물 가격(원/kg), Q_i 는 지역별 농작물 단위 생산량(kg/10a), b 는 제방부지의 폭(m), L 은 제방의 길이(m), i 는 1일 경우 미곡, 2일 경우 밭작물 또는 맥류를 의미낸다.

7) 유량 규모별 예상 치수사업비 산정

이는 어떤 유량에 대한 치수사업비를 산정하는 것으로써 용지비 등 보상비를 포함하는 총사업비에 자본회수계수를 곱하여 연평균 투자액을 산정한 후 연평균 유지관리 및 경상비를 더하여 구한다. 연평균 유지관리 및 경상비는 연평균 투자액의 0.5%를 적용한다. 연평균 투자액을 산정할 때 건설기간이 2년 이상일 경우에는 건설기간 중의 이자를 단리(單利)로 고려하여 계산한다.

8) 경제 효과 분석

하천개수사업으로 인한 경제적 효과는 전술한 여러 가지 분석 기법 중 다음과 같은 비용편익비를 이용하고 있다.

$$\frac{B}{C} = \frac{R-M}{K+O} = \frac{\alpha R' - M}{K+O} \quad (3-6)$$

여기서, R 은 총 홍수피해경감 기대액의 연평균 현재가치, M 은 제방부지로 인한 손실액의 연평균 현재가치, K 는 총 투자액의 연평균 현재가치, O 는 유지관리 및 경상보수비용의 연평균 현재가치로서 총 투자액의 연평균 현재가치의 5%로 가정한다. 이때, R 은 현 상태 하에서 연평균 홍수피해경감 기대액의 연평균 현재가치를 의미하는 R' 과 장래에 예측되는 자산증가에 대한 배율계수 α 의 곱($R = \alpha R'$)으로 산정할 수 있도록 하고 있다.

3.3 간편법

하천개수사업의 경제성 분석은 위 식에 의해 실시하고, 그 결과에 따라 적정투자규모를 결정한다. 또한, 수계 전체에 대하여 사업지구별로 계산한 경우에는 이 결과에 따라 사업의 투자우선 순위를 결정하도록 하고 있다.

이때, 현 상태 하에서 연평균 홍수피해경감 기대액의 연평균 현재가치를 의미하는 R' 은 원칙적으로 전술한 절차에 의하여 산정하여야 하나 세부적인 자료가 부족하여 계산이 불가능할 때에는 다음과 같은 간편한 방법에 의해 산정할 수 있도록 하고 있으며, 이를 “간편법”이라 한다.

$$R' = R_p - R_i \quad (3-7)$$

여기서, R_p 는 현 상태 하에서의 하천개수 이전의 연평균 홍수 피해액으로서 다음 식으로부터 산정한다.

$$R_p = P + H + D + S + F + T + E \quad (3-8)$$

여기서, P 는 연평균 인명피해액, H 는 연평균 농작물 피해액, D 는 연평균 가옥피해액, S 는 연평균 농경지 피해액, F 는 연평균 공공시설물 피해액, T 는 연평균 기타 피해액, E 는 연평균 간접피해액이다.

또한, R_i 는 현 상태 하에서의 하천개수 이후의 연평균 홍수피해액으로서 주로 내수피해액을 말한다. R_i 는 다음 식으로부터 산정한다.

$$R_i = S^* \times (1 + r) \times h \quad (3-9)$$

여기서, S^* 는 농작물 내수피해액, r 은 지역별 기타 내수피해계수, h 는 지역별 농작물의 연평균 현재가치 환산계수이다.

3.3.1 편익산정

간편법에서 편익은 총 홍수피해경감 기대액의 현재가치에서 제방부지로 인한 손실액의 연평균 현재가치를 뺀 것으로 본다. 여기서, R 은 현 상태하에서 홍수피해 경감 기대액의 연평균 현재가치 R' 과 장래에 예측되는 자산증가에 대한 배율계수 α 를 곱하여 산정한다. 이때, 구체적인 자료가 부족할 경우 R' 은 현 상태하에서 하천개수 이전의 연평균 홍수피해액 R_p 에서 현 상태하에서 하천개수 이후의 연평균 홍수피해액 R_i 를 뺀 것으로 계산할 수 있도록 하고 있다.

가. R_p 의 산정

현 상태 하에서의 하천개수 이전의 연평균 홍수피해액 R_p 는 인명피해, 가옥피해, 농작물피해, 농경지피해, 공공시설물피해, 기타피해를 포함하는 직접피해와 간접피해를 고려하여 산정한다. 각 항목별 계산방법은 다음과 같다.

연평균 인명피해액(P)은 침수면적 10a당 피해인수, 범람면적(10a 단위), 단위피해액(최근의 1인당 국민소득×기대 잔여수명)을 모두 곱하여 산정한다. 이때, 침수면적 10a당 인명피해는 각 시도 모두 동일하게 사망 0.001명, 부상 0.0009명을 적용한다. 단위피해액은 사망의 경우 최근의 1인당 국민소득을 적용하며, 부상의 경우는 사망의 10%를 적용한다. 기대 잔여수명은 14.0939년을 적용한다.

연평균 농작물 피해액(H)은 과거 최대 규모 홍수 발생시의 침수 지역 내 경지면적, 단위면적(10a)당 수확량, 농작물 피해율, 농작물 단가를 모두 곱하여 산정한다. 이때 농작물 피해율은 전술한 표를 적용한다.

연평균 가옥피해액(D)은 과거 최대규모 홍수 발생시의 침수면적 내 가옥수, 가옥 피해율, 피해지역의 동당 가격을 모두 곱하여 산정한다. 이때, 가옥피해율은 전술한 표를 적용하며, 동당 가격은 현지조사를 실시하여 최근의 가격을 적용한다.

이 이외에 연평균 농경지 피해액(S), 연평균 공공시설물 피해액(F), 연평균 기타 피해액(T), 연평균 간접 피해액(E)은 농작물 피해액에 다음 표와 같은 항목별·지역별 피해계수를 곱하여 산정한다.

<표 3-8> 항목별 · 지역별 피해계수

단위 : %

항목별 피해계수	서울	부산	경기	강원	충북	충남
농 경 지 피해계수	42.46	82.17	87.75	201.84	213.74	91.59
공공시설 피해계수	599.08	952.06	40.82	214.32	160.27	34.67
기 타 피해계수	36.54	227.70	3.84	17.54	1.28	2.55
간 접 피해계수	36.08	36.08	3.72	1.82	3.90	3.72
항목별 피해계수	전북	전남	경북	경남	제주	
농 경 지 피해계수	100.45	58.25	122.91	49.78	89.61	
공공시설 피해계수	51.99	48.93	63.02	36.70	36.04	
기 타 피해계수	1.88	17.07	4.37	6.80	26.81	
간 접 피해계수	3.72	3.72	3.90	3.72	1.85	

나. R_i 의 산정

현 상태 하에서의 하천개수 이후의 연평균 홍수피해액 R_i 는 농작물 내수피해액(S), 농작물의 연평균 현재가치 환산계수(h), 지역별 내수피해계수 r 을 이용하여 산정한다. 이때, 농작물 내수 피해액은 10a당 농작물의 내수 침수피해면적, 10a당 수확량, 농작물 단가를 모두 곱하여 산정하며, 내수침수로 인한 감수량은 다음 표를 이용한다.

<표 3-9> 내수침수로 인한 10a당 감수량

단위 : kg

구	분	논(또는 미곡)	밭(또는 맥류)
1년에 한번 정도 내수침수되는 지구		120	80
3~4년에 한번 정도 내수침수되는 지구		70	50
5~7년에 한번 정도 내수침수되는 지구		30	20

다. 총편익의 계산

총 편익은 현 상태하에서 홍수피해 경감 기대액의 연평균 현재

가치 R' 에 자산증가 배율계수 $\alpha (=3.72)$ 를 곱한 값에서 제방부지로 인한 홍수피해 경감기대액의 연평균 현재가치 M 을 뺌으로써 산정한다. 즉,

$$B = \alpha R' - M \quad (3-10)$$

여기서, 배율계수 α 에 대해서는 자세한 설명이 없으나 연평균 이자율 8%를 적용한 30년간의 경상편익 합의 평균으로 사료된다.

3.3.2 비용산정

간편법에서 비용은 총 투자액의 연평균 현재가치 K 와 유지관리 및 경상보수비용의 연평균 현재가치 O 를 더하여 산정한다. 즉, 경상사업비와 유지관리비의 합이다.

$$C = K + O \quad (3-11)$$

K 는 용지비를 포함한 연평균 투자액에 공사기간 동안의 단리 이자를 적용하여 계산한 값의 합을 공사기간으로 나눈 값으로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} K &= \text{총사업비} \times \text{자본회수계수} \\ &= (\text{용지비} + \text{보상비} + \text{공사비}) \times \frac{i(1+i)^L}{(1+i)^L - 1} \end{aligned} \quad (3-12)$$

여기서, i 는 이자율(연 8%), L 은 내구연한(년), n 은 총 공사기간이며, 유지관리비 O 는 연평균 투자액의 0.5%로 가정한다.

4. 기존 분석방법의 문제점

4.1 방법론상의 문제점

앞에서 살펴본 바와 같이 하천개수사업의 경제성을 판단하기 위해 현재 사용하는 방법은 다음과 같다.

$$\frac{B}{C} = \frac{R - M}{K + O} = \frac{\alpha R' - M}{K + O} \quad (3-13)$$

이 식은 크게 편익을 비용으로 나누는 형식을 취하고 있으며, 분자항은 시설물의 내구연한 동안의 연평균 편익을, 분모항은 공사기간 동안의 연평균 비용을 의미한다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 기존의 간편법은 방법론적으로 다음과 같은 몇 가지 문제점들을 내포하고 있다.

첫째, 연평균 편익과 연평균 비용만을 고려하기 때문에 할인율이나 분석기간 등이 구체적으로 반영되지 못하고 있다. 이러한 분석방법은 다른 사회간접자본 시설의 분석방법론과는 매우 다른 방법으로서 편익은 작게, 비용은 크게 산정되어 전체적인 B/C가 낮게 평가된다.

둘째, 연평균 편익과 연평균 비용도 경상가치의 단순평균에 불과하기 때문에 현재가치로서의 개념이 배제되어 있다는 것도 문제점으로 지적할 수 있다.

셋째, 연평균 경상가치의 산정기간도 편익은 30년, 비용은 공사기간으로 설정하고 있어 서로 다르다. 편익발생 기간을 30년으로 설정한 것에 대해서는 특별한 설명이 없기 때문에 정확한 사유는

알 수 없으나 다른 사회간접자본 시설의 경제성 분석기간을 일반적으로 30년으로 설정하고 있기 때문으로 사료된다.

넷째, 치수사업의 특성을 전혀 고려하지 못하고 있다는 점이다. 즉, 하천개수사업은 사업대상지구가 붕괴될 경우 그 영향이 사업대상지구 뿐만 아니라 하류의 상당한 지역에까지 큰 영향을 미침에도 불구하고 편익산정의 범위를 홍수로 인한 사업대상지구의 배후지로만 국한시키고 있다. 이처럼 분석 대상이 각 사업지구 단위로 설정되어 있어 홍수 발생의 광범위성을 전혀 고려하지 못하고 있다. 때문에, 방법론은 다른 사회간접자본 시설의 경제성 분석방법과 다르면서도 하천개수사업의 특성은 반영시키지 못하는 구조적인 문제점을 안고 있다.

4.2 편익 산정상의 문제점

기존의 간편법은 편익을 산정함에 있어서도 다음과 같은 여러 가지 문제점들이 있다.

첫째, 편익을 구성하는 직접피해액을 산정함에 있어 농경지 피해액, 공공시설물 피해액, 기타 피해액, 간접 피해액 등을 사업지구의 농산물 피해액과 관련시켜 산정하고 있다는 점이다. 즉, 이들 편익들은 농작물 피해액에 지역별·항목별 피해계수를 곱하여 산정하는 방법을 취하고 있다. 이러한 방법은 농작물 피해액과 이들 피해액과의 상관 관계가 규명되어야 설득력을 얻을 수 있다. 간편법을 설정할 당시에는 농작물 피해액이 상당한 정도였을 수 있으나 경제·사회의 급속한 발달과 산업화·도시화로 인해 농작물 피해액의 정도는 상대적으로 작아졌기 때문에 농작물 피해액을 기준으로 하여 다른 피해액과의 상관관계를 도출한다는

것은 매우 어려운 일이다. 단적인 예로서 최근 10년 동안의 재해 통계를 살펴보면 공공시설물의 피해가 가장 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다.

둘째, 가옥 피해액, 공공시설물 피해액, 기타 피해액의 계산 과정에서 시설의 복구비용만을 포함시킴으로써 시설 훼손에 따른 기회비용을 고려하지 않고 있다. 예를 들면 도로가 유실된 경우 도로의 복구비용뿐만 아니라 도로를 사용하지 못하기 때문에 발생하는 경제·사회적 편익의 감소는 고려되지 않고 있다.

셋째, 항목별·지역별 피해계수의 문제점이다. 이와 관련해서는 우선 지구별 편익 산정의 기준이 시·도로만 되어 있어 해당 지역의 지역적 특성을 충분히 반영하지 못하고 있다는 점을 들 수 있다. 최근 급격한 도시화로 인해 인구 100만을 넘는 광역시급 도시만 해도 서울시, 부산시, 대구시, 인천시, 광주시, 대전시, 울산시 등 총 7개에 이르고 있음에도 불구하고, 서울시와 부산시만을 다른 도와 구분하고 있다. 때문에, 예를 들면 대구시의 피해발생액이 경상북도내 다른 일반 군급 도시와 같은 정도로 다루어지게 되는 등 설득력이 떨어진다.

또한, 지역별 피해계수가 지나치게 포괄적이라는 점도 문제이다. 즉, 피해계수를 시도 단위로 설정하였기 때문에 지역간의 특성도 반영되지 않고 있다. 같은 도내의 지역이라 할지라도 도시지역과 산간지역이 있을 수 있는데 이러한 특성이 반영되지 못하고 있다. 피해계수가 지역별 특성을 반영하려면 최소한 시군 단위 정도로는 구분되어야 할 것이다.

아울러 시·도간의 피해 정도도 현실성이 없다. 즉, 기존의 피해계수를 살펴보면 서울시와 경기도의 공공시설물 피해계수가 약 15배 정도 차이나는 것은 최근의 현실과 많은 차이가 있다.

피해계수에 피해의 발생 빈도 개념이 없다는 것도 문제점이다. 즉, 10년에 1번 피해가 발생한 지역이나 매년 홍수피해가 발생하는 지역이나 동일한 피해계수를 적용한다는 것은 적절치 못하다.

넷째, 편익을 산정할 때 적용하는 배율계수의 문제이다. 간편법에서는 농촌지역의 경우에 향후의 자산증가를 고려하기 위하여 배율계수를 적용하고, 도시지역의 경우에는 지가상승을 고려하도록 하고 있다. 배율계수는 특별히 구체적으로 산정할 필요가 있는 경우를 제외하고는 3.72를 적용하도록 하고 있다. 전술한 바와 같이 배율계수로 3.72를 사용하는 이유는 명확하게 설명되어 있지 않으나 다른 사회간접자본 시설과 마찬가지로 제방에서 편익이 발생하는 경제수명을 30년으로 가정하고, 연평균 이자율 8%를 적용하여 산정한 것으로 사료된다.

그러나 배율계수를 적용하는 농촌지역의 경우 제방을 축조함으로써 보호되는 편익의 대부분이 논이나 밭이어서 과연 미래의 자산증가 정도가 예측한 정도에 이를 것인가 하는 의문이 생긴다. 더구나 평균현가의 배율이 3.72가되기 위해서는 향후 장기간 동안 실질성장률이 어느 정도 이상을 유지해야 한다. 그러나 2020년까지의 농림수산업의 예상 성장률이나 인구증가율은 이에 못미칠 것이라는 것이 일반적 견해이다.

이러한 여러 가지 문제점들로 인해 기존의 간편법으로 사업의 경제성을 분석할 경우 B/C가 낮게 산정될 수밖에 없다. 이로 인해 정부의 예산 배분시에도 다른 사회간접자본시설에 비해 우선순위가 낮게 평가됨으로써 하천개수 사업에 대한 투자가 적어져 홍수피해가 반복적으로 발생하는 악순환이 계속되는 하나의 요인이 되었다고 평가할 수 있다.

4.3 비용 산정상의 문제점

기존의 간편법은 비용산정에 있어서도 다음과 같은 문제점들이 있다. 첫째, 분석기간 이후에는 제방의 잔존가치를 전혀 고려하지 않는다는 점이다. 간편법에서 사용하고 있는 비용은 사업에 투입되는 연평균 사업비와 연평균 유지관리비의 합으로 볼 수 있는데 용지비와 공사비를 포함하는 모든 사업비를 고려함으로써 분석기간 이후에는 잔존가치가 전혀 없는 것으로 간주하고 있다. 그러나 용지비는 분석기간 이후의 잔존가치로 고려하여 현재가치로 할인된 부분만큼 사업비에서 제외하는 것이 일반적이다.

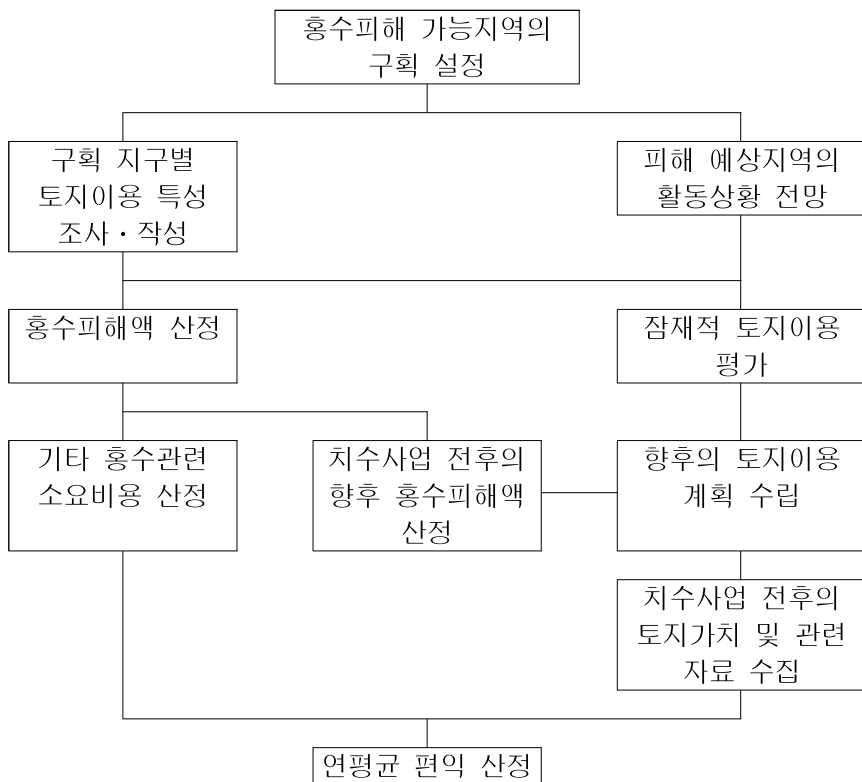
둘째, 운영 및 유지비용 산정의 부적절성이다. 즉, 연평균 운영 및 유지관리비를 연평균 투자비의 0.5%로 간주함으로써 공사기간에 따라 유지관리비용이 달라지는 문제점이 발생되어 감가상각비로서의 의미를 상실하고 있다. 즉, 동일한 사업이라도 공사기간이 길어지면 유지관리비가 낮게 산정되고, 공사기간이 짧아지면 유지관리비가 높게 산정되게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 연평균 투자비와 무관하게 적정한 유지관리비가 설정되어야만 한다.

5. 외국의 경제성 분석 사례

5.1 미국

미국에서는 연방홍수조절 사업(Federal Flood Control Project)을 평가할 때 대규모 범람원 관리와 홍수보험 프로그램을 고려하도록 규정하고 있다. 이때, 현재 추진되고 있는 홍수위험감소계획

과 기존 구조물의 실질적인 잔존 경제수명도 고려한다. 1973년에는 100년 빈도의 홍수에도 대비할 수 있도록 건축물에 대해 홍수 방어(flood proofing)조치가 도입됨으로써 범람원에서의 신규 활동이 허용되고 있다. 홍수조절편익에는 범람감소 편익, 집약적 편익, 자산이용 고도화 편익 등 크게 세 가지를 고려하고 있다. 범람감소편익에는 홍수조절로 인해 직접 보호되는 실질적인 대상 물건의 피해 감소, 홍수로 인한 소득의 손실, 홍수에 대비하기 위해 필요한 비상계획을 마련하는데 소요되는 비용 등을 고려하고 있다. 미국수자원협의회에서는 다음과 같은 절차를 거쳐 대규모 범람원이나 도시지역의 홍수조절편익을 산정하도록 하고 있다.



<그림 3-2> 미국의 홍수피해 평가 절차도

또한, 1992년에는 육군공병단에서 침수로 인한 일반자산(건물과 내용물 또는 재고품)의 연간 예상 피해액을 추정하기 위한 연구를 수행하였다. 이 연구는 1972년 펜실베이니아 지역에서 발생한 홍수로 인해 침수된 일반 자산을 대상으로 하였으며, 내용물의 가격, 건물가격 대비 내용물의 가격, 전체 가격에 대한 홍수피해의 정도, 침수심이 1, 4, 8, 12ft 일 때의 건물 및 내용물의 피해액 등 침수심과 피해 정도를 기준으로 하였다. 또한, 건물 바닥을 기준으로 건물과 내용물의 피해 정도를 침수심별 백분율로 각각 함수화하기도 하였다. 이러한 연구는 과거의 홍수로 인한 피해 정도를 다양한 기준과 방법으로 조사·분석함으로써 향후 발생할 홍수피해의 경제적 가치를 평가할 수 있다는 점에서 우리 나라에 서로 그 필요성이 검토되어야 할 것이다.

5.2 일본

일본에서는 해당 공동시설 및 전용시설의 설치에 의해 발생되는 편익의 차를 시가로 환산한 금액을 연평균 홍수조절 편익으로 간주한다. 이를 위한 구체적인 기준으로는 제방·호안·수제·하도의 피해복구에 필요한 비용의 절감액, 도로·교량·철도의 피해복구에 필요한 비용의 절감액, 침수로 인한 농작물의 감산이나 농경지의 유실 또는 매몰, 가옥 및 기타 재산의 피해 방지액, 하도내 토사 퇴적으로 인한 준설비 절감액 등을 고려하고 있다. 이러한 기준에 따른 편익을 산정하기 위해서 일반 피해와 하도 피해로 구분하여 유량 규모별 피해액 곡선을 작성한 후 연간편익을 산정하고 있다. 일반피해에 대해서는 유량 규모별로 범람지역을 설정한 후 최대침수심, 침수시간 등을 결정함으로써 유량 규모별

범람정도를 추정하고, 범람정도로부터 유량 규모별 예상 피해액을 산정한다. 이들 유량 규모별 피해액으로부터 일반 피해에 대한 유량 규모별 피해액 곡선을 작성한다.

도로·교량과 같은 토목시설이나 농경지·용수로·배수로와 같은 농업용 시설의 피해액은 과거의 실적 피해액과 당시의 유량자료를 조사하여 유량 규모별 피해액을 산정한다. 이를 위해 연도별로 공공토목시설과 농업용 시설에 대한 지수를 표로 제시하고 있다.

사업소의 영업정지 손실액은 영업이 정지된 날로부터 정상적으로 영업이 가능해진 날까지의 일수에 종업원 수와 부가가치액을 곱하여 산정하거나 일반자산 피해액과 사업소 피해액과의 관계곡선으로부터 구한다.

하도 피해에 대한 유량 규모별 피해액 곡선은 과거의 통계자료로부터 제방·호안·수제 등과 같은 하도시설의 피해복구비와 유량과의 관계를 조사하여 작성한다.

연간 편익은 유량 규모별 피해액 곡선으로부터 유량 규모별 홍수조절 효과액을 산정하여 해당 유량의 발생확률을 곱한 후 합하여 산출한다. 범람 지역에 대해서는 다음 표와 같은 내용을 대상으로 유량 규모별 예상피해액을 산정한다.

<표 3-10> 범람지역 피해조사 항목별 세부내용

항 목	세 부 내 용
일 반 자 산	가옥(주택·비주택), 가계재산(가정용품), 사업소 및 농·어가의 상각, 자산 및 재고품, 사업소의 영업 중지 손실
공공토목시설	하천시설을 제외한 도로·항만·도시·수도시설 등
농업용 시설	농지·관개 배수시설·농업용 도로 등
농 작 물	주 농작물

이처럼 기왕에 발생한 홍수에 대해 침수시설별로 침수심이나 침수일수를 기준으로 침수피해액을 산정하거나 유량 규모별로 홍수피해액을 조사해 놓으면 향후의 예상홍수피해액을 산정하는데 큰 도움이 된다. 또한, 계량화하기 어렵기 때문에 그동안 고려하지 않았던 여러 가지 편익항목들에 대해 지속적으로 계량화하여 고려하는 방안을 연구하여야 할 것이다. 아울러 현재의 간편법에서는 고려하지 않고 있는 시설의 잔존가치도 고려되어야 할 것이다.

IV. 경제성 분석 개선방안

IV. 경제성 분석 개선방안

1. 개선의 기본방향 설정

1.1 경제성 분석과 투자우선순위의 분리

경제성은 사업의 효율성을 측정하는 기준이 된다. 그러나 하천개수사업은 국민의 생명과 재산을 보호하고, 각종 산업을 지원하며, 국토환경을 보전하는 공공성이 큰 기본적인 사회간접자본 시설이기 때문에 단순히 사업의 효율성만으로 투자우선순위를 결정하는 것은 바람직하지 못하다. 즉, 현재의 간편법을 적용하여 사업지구별로 경제성을 분석하여 그 결과를 곧바로 투자우선순위로 하는 방법은 방법자체의 문제점뿐만 아니라 사업의 경제성이 낮게 평가되고, 하천이나 수계 전체의 입장을 고려하지 못한다는 문제가 있다.

따라서, 하천개수 사업의 경제성 분석은 하천이나 수계 단위, 최소한 시·군과 같은 보다 광범위한 지역을 대상으로 사업의 추진 여부를 판단하는 기준으로 활용하고, 사업지구별 투자우선순위는 경제성 분석결과 이외에 다른 요소들을 고려하여 종합적인 관점에서 결정하는 것이 바람직하다.

1.2 분석 범위의 확대

현재 적용하고 있는 경제성 분석 방법은 사업지구를 기본 단위로 하고 있다. 그러나 이는 사업의 파급효과가 사업대상 지구의

배후지뿐만 아니라 사업대상지구의 하류에 위치한 지역에까지 미친다는 하천개수사업의 특성을 고려하지 못한다. 또한, 개별 사업지구의 범위를 벗어나는 광범위한 지역에서 홍수가 발생하고 있는 현실과도 부합되지 않는다.

더구나 향후에 하천개수방식이 현재의 지구별 분산개수방식에서 수계별 일괄개수방식으로 전환될 경우 특정한 사업지구를 대상으로 실시하는 경제성 분석은 큰 의미를 갖기 어렵다. 만일 하천이나 수계 전체의 관점에서 하천개수사업의 타당성이 있다고 검토되었는데 특정한 개수지구의 사업성이 낮다고 해서 그 지구만 제외하고 개수를 실시한다는 것은 현실적으로 있을 수 없는 일이기 때문이다. 도로의 경우 사업의 경제적 타당성은 노선 전체나 지역 단위의 전체적인 교통망을 고려하여 판단하고, 사업지구별 우선순위는 별도로 산정하고 있다는 것은 하천개수사업에도 시사하는 바가 크다. 따라서, 하천개수사업의 경제성 분석도 앞으로는 수계 단위나 하천 단위로 실시하고, 편익 산정도 최소한 시·군 단위로 통합하여 실시하는 것이 바람직할 것이다.

1.3 분석방법론의 보편화

앞에서 살펴본 바와 같이 현재의 간편법은 식의 형태는 비용편익비의 형태를 취하고 있으나 그 자체가 여러 가지 문제점을 안고 있다. 따라서, 경제성 분석의 기본 틀을 다른 사회간접자본의 분석 방법과 동일하게 수정해야 한다. 또한, 하천개수사업이 공공성이 큰 사업이라는 점과 개수사업에 의해 축조된 제방이 반영구적인 구조물이라는 특수성을 감안하여 할인율이나 분석기간을 설정하여 모든 편익과 비용을 현재가치로 환산해야 할 것이다.

1.4 시설이용 기회편익의 적극적인 고려

전술한 바와 같이 시설의 내구연한은 경제성 분석에 있어 큰 의미를 갖는다. 이는 하천개수를 통해 축조된 제방의 수명이 반영구적이어서 후세대에 이르러서도 그 편익이 크게 감소되지 않는다는 것을 의미한다. 또한, 다른 시설에 비해 비배제성이 높기 때문에 장래에도 편익의 잠재력이 높은 시설이라는 것도 알 수 있다. 때문에, 시설의 손상으로 인한 편익의 감소를 기회편익으로 고려하는 등 편익의 대상을 보다 적극적으로 고려해야 할 것이다.

2. 분야별 개선방안

2.1 방법론의 개선

2.1.1 개요

기존의 간편법은 다른 사회간접자본 시설의 경제성을 분석하는 방법과 달라 비용은 크게 산정되고, 편익은 작게 산정됨으로써 전체적으로 경제성이 낮게 평가되는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하고, 다른 사회간접자본시설과의 형평성을 고려하기 위해서는 다른 사회간접자본 시설에서 적용하고 있는 것과 동일한 분석방법을 적용해야 한다. 이때, 하천개수사업의 특성을 고려하여 분석기간을 설정하고, 할인율 개념도 도입하여 비용과 편익을 현재가치화해야 한다. 다른 사회간접자본 시설의 경제성 분석에 사용되는 일반적인 비용편익비는 다음 식과 같다.

$$\frac{B}{C} = \sum_{k=1}^n \frac{B_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+r)^k} \quad (4-1)$$

여기서, B_k 는 k 년차에 발생하는 편익, C_k 는 k 년차에 발생하는 비용, n 은 분석기간, r 은 할인율이다.

2.1.2 적정 할인율

가. 할인율 산정의 일반적인 방식

공공투자 사업의 할인율을 결정하는 방법은 크게 시간선호율 방식, 투자수익률 방식, 요구수익률 방식이라는 세 가지로 구분할 수 있다. 시간선호율 방식은 개인이나 집단이 소비와 저축 중에서 어느 것을 선호할 것인가를 판단하는 기준의 개념이다. 투자수익률 방식은 사회 전체적으로 자본의 투자를 통해 기대할 수 있는 수익의 투자액 비율 개념이다. 요구수익률 방식은 주로 국가가 공기업에 대해 운영의 최저수준으로 요구하는 기준의 개념이다.

할인율 결정방식에는 이러한 여러 가지가 있으나 하천개수 사업과 같이 공공성이 큰 사업은 경제적 효율성 이외에도 국민들의 의사를 반영하는 여러 가지 다른 목표들을 추구하기 때문에 사회적 할인율은 사적 할인율보다 상대적으로 낮게 정의되는 것이 일반적이다. 여기서, 사회적 할인율이란 사회 전체의 소비형태에 대한 사회적 선호도를 나타내는 개념으로서 현재의 소비를 미래로 연기할 때 사회 전체가 보상받아야 하는 이자율을 의미한다.

나. 공공투자사업 할인율 산정 사례

우리 나라에서 공공투자사업의 할인율은 1980년대 후반까지는

13%가 적용되었고, 그 이후에는 10% 정도가 적용되어 왔으나 최근에는 7.5%를 적용하고 있다. 그러나 이것이 반드시 확정된 것은 아니며, 사업 부문별로 차별적으로 사용하는 것이 일반적이다.

<표 4-1> 공공투자사업의 할인율

연구자	할인율(%)	비고
구본영 · 문희화('78)	12.9	산업 한계수익율 기준
구본영('81)	13.0	경제학자의 경험치
최기련('85)	10.0	전력산업 공공투자
이 선 · 옥동석('87)	10.0	UNIDO, OECD, WB 할인율 종합
강광하 외('88)	8.5	전원개발사업, 시간선호, 투자수익 종합
최도성('98)	7.2~9.6(공공) 13~17(재무)	민간투자사업
김희석('99)	7.0(공공) 11.0(재무)	전원개발 투자사업

다. 치수사업의 할인율 산정

선진 외국에서는 일반 공공사업에 비해 전력이나 수자원 사업에 대해서는 상대적으로 낮은 할인율을 적용한다. 예를 들면 일본에서는 4% 이하, 영국에서는 6% 이하, 미국에서는 4~5%를 각각 적용하고 있다. 이는 전력이나 수자원은 생활의 필수재로서 최근까지 공기업에 의해 운영되던 것이기 때문에 시간선호율이나 투자수익률과 같이 일반 경제구조로부터 유추하기보다는 공공성을 고양하기 위한 요구수익률의 개념이 더욱 강하다는 것을 받아들이기 때문이다.

왜냐하면 시간선호율이나 투자수익률은 현 세대의 거래에서 결정되지만 내구연한이 긴 공공사업은 미래 세대의 후생에도 기여

하기 때문이다(Griffin, 1999). 우리 나라에서도 한국전력의 투자보수율은 3% 정도이다.

이처럼 다른 사업에 비해 비배제성이나 비경합성이 현저히 크고, 사업효과가 장기간에 걸쳐 지속적으로 발생하는 하천개수사업의 할인율은 일반 금융시장에서 적용되는 금리보다 상당히 낮아야 한다는 분석이 일반적이다. 하천개수 사업을 포함하는 향후치수사업의 할인율을 낮추어야 한다는 근거는 주로 다음과 같은 몇가지로 요약할 수 있다. 첫째, 농작물의 향후 식량 안보적 측면을 고려할 때 약 1%, 둘째, 인명이나 재산보호의 공공성 및 가치평가절상을 고려할 때 2%, 현세대와 후 세대간의 후생 배분을 고려할 때 2% 정도씩을 각각 감안하여 치수사업의 할인율을 다른 사회기반시설에 비해 최대 5% 정도까지 낮게 설정할 수도 있다.

그러나 일반 할인율이 8%로서 우리 나라와 비슷한 영국의 경우 3%, UNIDO에서는 4%를 적용하고 있다는 점을 감안할 때 향후 장기적 관점에서 하천개수사업의 최저 할인율은 약 3~4%에 이를 것으로 전망된다. 그러나 다른 사회간접자본 시설과의 형평성, 향후의 할인율 전망이 7.5%(최대 8%)라는 점, 높은 할인율을 적용한 보다 보수적인 관점에서의 경제성 검토라는 측면들을 고려하여 우선 7.5%를 적용하고, 향후 여건변화에 따라 단계적으로 낮추어 적용하는 것이 바람직할 것이다.

2.1.3 적정 분석기간의 산정

공공투자사업의 분석기간은 시설의 내구연한에 근거하여 설정하는 것이 일반적이다. 때문에, 우리 나라에서도 공공투자사업의 분석기간을 20~50년 사이에서 결정하고 있다.

<표 4-2> 공공투자사업의 분석기간

사 업	도로	철도	댐
분석기간	20	30	50

전술한 것처럼 기존의 분석방법론에 내재되어 있는 분석기간은 30년으로 사료되나 실제로 하천개수사업의 투자계획 수립과정에서 사용되고 있는 분석기간은 50년이다. 하천개수사업을 통해 건설되는 시설은 제방이 가장 중요한 부분을 차지하고 있으며, 그 밖에 수로·수문이나 호안 등을 들 수 있다. 이는 댐과 유사한 기능을 수행할 뿐만 아니라 하천개수사업이 가지는 후생 구조로 판단할 때도 장기적인 고려가 필요하다. 따라서, 하천개수 사업의 분석기간은 50년으로 설정하는 것이 바람직하다.

2.2 편익추정 개선방안

2.2.1 침수면적-피해액 곡선

하천의 범람으로 인한 예상피해액을 산정할 때 가장 큰 영향을 미치는 요소는 강우량과 침수면적이라 할 수 있다. 강우량과 침수면적은 서로 양(陽)의 상관관계를 가지지만 여러 가지 다른 특성들에 의해서도 영향을 받기 때문에 반드시 일치하지는 않는다. 따라서, 강우량이나 침수면적을 독립변수로 하여 인명·가옥·농작물·농경지·공공시설물 피해액 등과 같은 편익산정 항목들 사이의 관계식을 도출할 수 있다. 이때, 수계별, 시·도별 개수율 등도 변수로 고려할 수 있으나, 실제 검토 결과 큰 의미를 갖지 못하는 것으로 나타났다.

이러한 상관관계는 도시의 규모나 지역적 특성에 따라 큰 차이를 보이기 때문에 본 연구에서는 전국의 도시들을 다음과 같은

기준에 따라 대도시, 중소도시, 전원도시, 농촌지역, 산간지역이라는 다섯 가지 유형으로 도시별 특성을 구분하였다. 여기서, 대도시는 인구 100만명을 넘는 광역시급 도시, 중소도시는 인구 100만명 미만의 시급 도시, 전원도시는 인구 증가 등 여러 가지 여건변화로 인해 군 전체가 시로 승격된 도시, 농촌지역은 군급 도시중 인구 밀도가 500인/km² 이상이고, 임야가 70% 미만인 지역, 산간지역은 농촌지역 이외의 군급 도시로 설정하였다. 도시별 유형 구분은 부록에 수록하였다.

<표 4-3> 도시의 유형별 구분

구 분	적용된 기준
대 도시	인구 100만명 이상의 광역시급 도시
중소도시	인구 100만명 미만의 일반 시급 도시
전원도시	인구 증가 등으로 인해 군 전체가 시로 승격된 도시
농촌지역	군급 도시중 인구밀도 500명 이상, 임야면적 70% 미만인 도시
산간지역	농촌 지역 이외의 군급 도시

상관 관계를 도출하기 위해 최근 10년('89~'98)간의 “재해연보” 및 “건설교통 통계연보”상의 자료들을 이용하여 강우량, 침수면적, 인구밀도, 하천개수율 등을 변수로 하여 각종 피해액과의 관계를 검토하였으나 침수면적만이 가장 유효한 변수로 나타났다. 분석을 위한 추정방식은 독립변수와 종속변수간의 선형회귀 분석 방법을 이용하였다.

분석결과는 다음 표에서 보는 바와 같이 적합도가 최소 0.44, 최고 0.95였다. 중소도시 지역은 적합도가 상대적으로 다소 낮게 나타났으나 전체적으로 적합도가 약 0.6이상으로 나타났다. 따라서, 침수면적과 건물 피해액, 농경지 피해액, 공공시설물 피해액, 기타 피해액 사이에 상관성이 있다고 판단하여 도시유형별로 이

들 회귀분석의 결과를 채택하였다.

그러나 이재민 피해, 인명 피해, 농작물 피해액의 경우 도시 유형별로 일관되게 적절한 함수가 도출되지 않았다. 따라서, 침수면적-피해액 관계식보다는 원단위를 사용하여 피해액을 산정하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

<표 4-4> 도시유형별 침수면적-피해액 관계식

단위 : 백만원, ha

대 상 지 역	변 수	상수항	침수면적항	적합도
대 도시 지역	건 물	0.23294	$0.245 s^2$	0.63
	농 경 지	0.09896	$0.288 s^2$	0.91
	공공시설	0.53365	$0.149 s^2$	0.55
	기 타	0.03835	$1.741 \sqrt{s}$	0.44
중소도시지역	건 물	0.55283	$0.182 s^2$	0.52
	농 경 지	0.63246	$0.150 s^2$	0.50
	공공시설	0.85311	$0.060 s^2$	0.45
	기 타	0.12471	$0.356 s^2$	0.54
전원도시지역	건 물	0.13849	$0.302 s^2$	0.78
	농 경 지	0.00528	$0.353 s^2$	0.80
	공공시설	0.38754	$0.215 s^2$	0.51
	기 타	0.11562	$0.310 s^2$	0.64
농 촌 지 역	건 물	0.01164	$0.286 s^2$	0.95
	농 경 지	0.11744	$0.226 s^2$	0.84
	공공시설	0.38670	$0.157 s^2$	0.63
	기 타	0.49185	$0.130 s^2$	0.62
산 간 지 역	건 물	0.41041	$0.271 s^2$	0.72
	농 경 지	0.64000	$0.165 s^2$	0.65
	공공시설	0.67713	$0.148 s^2$	0.50
	기 타	0.27659	$0.332 s^2$	0.72

주 1 : s = 침수면적(ha)/도시유형별 평균침수면적(ha)

2 : 평균침수면적(ha) : 대도시 875.3, 중소도시 303.0, 전원도시 1,001.4, 농촌지역 761.2, 산간지역 139.6

2.2.2 항목별 편익의 추정

가. 인명 손실

인명 손실로 인한 피해액은 지금까지 침수면적 10a당 희생자수에 분석연도의 국민소득과 희생자의 잔여수명을 곱하여 계산하였다. 이는 “지불의사접근법”과 “인적자본접근법”이라는 인명손실 계산방식 중 인적자본접근법에 기초한 것이다. 그러나 이러한 계산식에 적용되는 원단위들은 과거의 자료를 토대로 하여 산정된 수치이다. 더구나, 최근 선진외국에서는 점차 지불의사접근법을 적용하는 추세이다. 지불의사접근법을 적용하고 있는 나라는 미국, 스웨덴, 뉴질랜드, 영국 등이고, 인적자본접근법을 적용하고 있는 나라는 우리 나라를 비롯하여 일본, 독일, 벨기에, 프랑스, 네덜란드 등이다. 그러나 표에서 보는 바와 같이 우리 나라의 경우 인명 손실의 가치를 상당히 저평가하고 있다는 사실을 알 수 있다.

<표 4-5> 각국의 인명가치 평가

단위 : 천 달러

나 라	평가방법	평가액
미 국	지불의사접근법	2,600
스 웨 덴	지불의사접근법	1,236
뉴질랜드	지불의사접근법	1,150
영 국	지불의사접근법	1,100
독 일	인적자본접근법	928
벨 기 에	인적자본접근법	400
프 랑 스	인적자본접근법	350
네덜란드	인적자본접근법	130
일 본	인적자본접근법	416
한 국	인적자본접근법	220

자료 : 재정학, 1994, 이준구

따라서, 보다 면밀한 검토를 거쳐 우리 나라도 지불의사접근법으로 전환할 필요가 있다고 사료된다. 다만, 이를 위해서는 어느 정도의 시간이 소요되기 때문에 본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 인명손실을 계산하였다.

$$\text{인명손실액} = \text{침수면적당 손실 인명수(명/ha)} \times \text{손실 원단위(원/명)} \times \text{침수면적(ha)} \quad (4-1)$$

여기서, 손실원단위는 1998년 불변 가격으로 사망 2억5천만원/명, 부상 2천만원/명을 적용하였다¹⁾. 또한, 단위 침수면적당 손실 인명수는 과거 30년간의 자료로부터 다음 표와 같이 제시하였다.

<표 4-6> 단위 침수면적당 손실 인명수

단위 : 명/ha

구 분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
사 망	0.004	0.004	0.001	0.002	0.002
부 상	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002

자료 : 재해연보, 1990~1999, 행정자치부

나. 이재민 피해 손실

지금까지 이재민 발생으로 인한 손실 피해액은 고려되지 않았으나 해당 이재민의 근로 곤란으로 인한 기회비용이 존재하므로 별도로 고려하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 연구에서는 이재민 피해를 다음과 같이 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{이재민 피해액} = & \text{침수면적당 발생 이재민(명/ha)} \times \\ & \text{대피일수(일)} \times \text{일평균 국민소득(원/명} \cdot \text{일)} \\ & \times \text{침수면적(ha)} \end{aligned} \quad (4-2)$$

1) 자료 : 도로투자효과분석 및 고속도로 중기투자계획 연구, 2000, 국토연구원

여기서, 대피일수는 최근 10년간의 재해연보를 참고하여 평균 10일로 산정하였으며, 일평균 국민소득은 1998년 현재의 국민소득을 365일로 나누어 2만7천원으로 산정하였다. 또한, 침수면적당 발생 이재민 수는 과거 30년간의 자료를 평균하여 다음 표와 같이 제시하였다.

<표 4-7> 침수면적당 발생 이재민수

단위 : 명/ha

구 분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
이재민수	1.85	1.17	0.27	0.37	0.98

다. 농작물 피해액

농작물 피해액은 현재 사용하고 있는 간편법에서와 같은 방법으로 산정한다.

라. 공공시설물 피해액

공공시설물 피해액은 앞에서 제시한 침수면적-피해액 관계식을 이용하여 직접적인 피해액을 산출할 수 있다. 그러나 도로나 교량과 같은 공공시설물이 피해를 입을 경우 그 시설을 이용하지 못하게 됨에 따른 간접편익(기회편익)이 발생되므로 이를 고려해 주어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 공공시설물 피해액을 다음과 같은 식으로 산정하였다.

$$\begin{aligned}
 \text{공공시설물 피해액} &= \text{침수면적-피해액 관계식에 의한 피해액} \\
 &\times (1 + \text{교통시설의 손실 기회비용율} + \\
 &\quad \text{하천시설물의 손실 기회비용율})
 \end{aligned}
 \tag{4-3}$$

여기서, 교통시설의 손실 기회비용율은 다음과 같은 방법으로 산정하였다.

$$\begin{aligned} \text{교통시설의 손실 기회비용율} &= \text{도로손실액} / \text{공공시설물 손실액} \\ &\times \text{도로 복구기간} \times \text{연평균 도로이용편익} / \text{투입액} \approx 0.31 \end{aligned} \quad (4-4)$$

공공시설물의 손실액에 대한 도로손실액의 비율은 최근 10년간 재해연보상의 자료를 평균하여 0.2로 산정하였으며, 투입액 대비 연평균 도로이용편익은 국토연구원의 관련연구²⁾결과로부터 3.1로 산정하였다. 도로의 복구기간은 홍수피해 발생 즉시 이루어지는 응급복구와는 다른 개념으로서 피해를 입은 도로가 정상적인 기능을 회복하는데 소요되는 기간으로서 본 연구에서는 약 6개월(0.5년)로 가정하였다. 교통시설의 손실 기회비용율은 이러한 세 가지 계수들을 모두 곱하여 0.31로 산정하였다.

또한, 하천시설물의 손실 기회비용율은 다음과 같은 방법으로 산정하였다.

$$\begin{aligned} \text{하천시설물의 손실 기회비용율} &= \\ &\text{하천시설물 손실액} / \text{공공시설물 손실액} \times \\ &\text{하천시설의 복구기간} \times \\ &\text{연평균 홍수피해액} / \text{투입액} \approx 0.66 \end{aligned} \quad (4-5)$$

최근 10년간의 재해연보상의 자료를 평균하여 공공시설의 손실액 중 하천시설의 손실액 비율은 0.25, 하천사업에 대한 투입액 대비 연평균 홍수피해액은 5.3으로 산정하였다. 하천시설물의 복

2) 자료 : 도로투자효과분석 및 고속도로 중기투자계획 연구, 2000, 국토연구원

구기간 역시 홍수피해 발생 즉시 이루어지는 응급복구와는 다른 개념으로서 피해를 입은 시설물이 정상적인 기능을 회복하는데 소요되는 기간으로서 본 연구에서는 약 6개월(0.5년)로 가정하였다. 하천시설물의 손실 기회비용율은 이러한 세 가지 계수들을 모두 곱하여 0.66으로 산정하였다.

따라서, 예상침수지역 내에 교량이나 도로가 포함될 경우 과거의 홍수피해 정도와 교량이나 도로의 규모를 감안한 예상복구 기간 등이 결정되면 침수면적-공공시설물 피해액 관계식을 이용하여 이들의 피해로 인한 간접편익을 추정할 수 있다.

예상침수지역 내에 도로만 포함되고, 도로의 복구에 6개월 정도가 소요될 것으로 판단되면 도로의 손실 기회비용율 0.31을 고려하여 공공시설물로 인한 직·간접 피해액이 침수면적-공공시설물 피해액 관계식의 1.31배가 된다. 동일한 조건에서 예상침수지역 내에 교량만 포함될 경우 교량의 손실 기회비용율 0.66을 고려하여 공공시설물로 인한 직·간접 피해액이 침수면적-공공시설물 피해액 관계식의 1.66배가 된다. 도로와 교량이 모두 심각한 손실을 입어 복구에 약 6개월 정도가 소요될 것으로 가정할 경우 이들 공공시설물로 인한 직·간접 피해액이 침수면적-공공시설물 피해액 관계식의 1.97배가 된다. 복구기간이 6개월 보다 짧거나 길 것으로 판단될 경우 앞서 제시한 산정식들에 복구기간을 년단위로 환산하여 대입하면 간접피해계수를 산정할 수 있다.

마. 건물, 농경지, 기타 피해액

건물 피해액, 농경지 피해액, 기타 피해액 등은 앞서 제시한 침수면적-피해액 관계식을 이용하여 계산할 수 있다.

2.3 비용추정 개선방안

2.3.1 잔존가치의 고려

치수시설은 그 내구연한이 도로나 철도와는 달리 반영구적이기 때문에 경제성 분석기간 이후에도 초기 투자비의 상당부분이 계속 그 기능을 유지한 채 남게 된다. 따라서, 이렇게 남아 있는 가치는 경제성 분석과정에서 분석종료 연도에 차감하고, 이를 현재 가치화해야 한다.

하천전문가들의 의견을 종합해볼 때 하천시설물별 잔존가치는 축제공 80%, 호안공 10%, 구조물 0%, 보상비 100% 정도로 판단된다. 따라서, 적정한 유지관리가 이루어진다는 전제하에 사업비를 기준으로 한 하천시설의 잔존가치(salvage cost)는 약 60% 정도로 평가될 수 있다. 이러한 판단은 도로의 경우 용지보상비를 제외한 20년 후의 잔존가치를 15% 내외로 계산하고 있는데 이를 고려할 경우 잔존가치는 약 50%에 이른다는 점을 감안하면 적절한 판단으로 사료된다.

2.3.2 유지관리비의 적정화

유지관리비란 기존 시설물이 정상적인 기능을 유지하기 위해 필요한 일상적인 활동에 소요되는 비용으로 정의된다. 따라서, 하천시설의 유지관리비에는 내수침수 방지를 위한 배수펌프장의 인건비나 전력비와 같은 운영비 개념도 포함되어야 한다. 기존 간편법에서는 유지관리비를 연평균 투자액의 0.5%로 계산하고 있으나 분석기간을 50년으로 설정하고, 유지관리비를 시설의 감가상각비 개념으로 파악한다면 적정한 연평균 유지관리비는 총 사업비에서 하천시설의 잔존가치를 차감한 사업비의 약 2% 정도로

설정하는 것이 적정할 것이다. 이러한 판단은 유료 도로의 일반적인 유지관리비가 보상비를 제외한 총 사업비의 약 2% 정도라는 사실과 비교해 보면 적절한 것이라 할 수 있다.

2.3.3 비용의 현재가치화

기존 간편법은 사업비를 경상가격으로 산정한 후 공사기간으로 나눠 연평균 비용을 산정하고 있으며, 유지관리비도 연평균 유지관리비가 그대로 비용으로 고려하고 있다. 그러나 이러한 방식을 따를 경우 비용을 과대하게 평가하게 되므로, 공사기간에 따라 사업비를 적정 배분한 후 현재가치화하는 방법으로 바뀌어야 할 것이다.

2.4 사례분석

이상에서 하천개수 사업의 경제성을 판단하기 위해 현재 적용되고 있는 간편법의 방법론적 문제점, 편익 산정상의 문제점, 비용 산정상의 문제점 등을 종합적으로 분석하였다. 또한, 이러한 문제점을 해결하기 위해 각종 자료들을 이용하여 침수면적-피해액 관계식을 도출함으로써 피해항목별 편익을 산정하는 방법도 제시하였다. 본 절에서는 기존의 간편법과 본 연구의 개선방안을 비교하여 보고자 한다.

비교를 위해 대도시, 중소도시, 전원도시, 농촌지역, 산간지역이라는 도시유형별 구분에 따라 비교를 위한 도시를 선정하였다. 이때, 비교 대상 도시가 어느 한 곳에 집중되지 않도록 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 유역의 도시들이 가급적 골고루 선정되도록 배려하였다. 선정된 지구는 대도시 지역은 낙동강 유역의

학장천 중 부산지역, 영산강 유역의 황룡강 중 광주 지역, 중소도시 지역은 달천 중 충주시와 골지천의 태백시, 전원도시 지역은 안성천의 안성과 임진강의 파주, 농촌지역은 섬진강의 임실, 섬강의 황성, 한탄강의 철원, 산간지역은 무주, 홍천, 평창 등 총 13개 지역을 선정하였다. 비교를 위해 선정된 대상 하천의 사업지구에 대한 자료는 다음 표에 정리하였다.

<표 4-8> 사례비교 결과

구 분	수 계	하천명	지역	사업비 (억원)	농토 보호 (ha)	홍수 빈도 회/년	간편법 적용한 B/C	제안식 적용한 B/C		
								r=10%	r=7.5%	r=4%
대 도시 지 역	낙동강	학장천	부산	39.50	13.0	0.833	4.86	4.75	6.50	11.80
	영산강	황룡강	광주	30.60	34.7	0.666	0.29	5.29	7.24	13.15
중소도시 지 역	한 강	달 천	충주	62.40	40.3	0.625	0.53	1.81	2.48	4.50
		골지천	태백	41.20	77.3	0.555	2.82	2.51	3.44	6.24
전원도시 지 역	한 강	안성천	안성	45.54	47.4	0.500	1.09	1.29	1.77	3.21
		임진강	파주	299.80	587.6	0.769	2.10	0.42	0.58	1.05
농 촌 지 역	섬진강	섬진강	임실	608.10	564.1	0.700	0.04	0.31	0.43	0.77
	한 강	섬 강	황성	161.68	235.6	0.455	1.35	0.60	0.83	1.50
	한 강	한탄강	철원	72.05	66.3	0.280	1.56	0.77	1.06	1.92
산 간 지 역	금 강	금 강	무주	131.69	147.9	0.476	1.98	2.09	2.86	5.19
	한 강	홍천강	홍천	469.28	288.5	0.385	0.11	0.78	1.06	1.93
	한 강	평창강	평창	170.34	171.1	0.476	1.33	1.74	2.38	4.32

자료 : 각 하천정비기본계획

비교를 위해 사업비는 모두 1998년 현재가격으로 환산하였으며, 개수물량 대비 공사비가 작게 산정된 지구는 전국 미개수 하천지구에 대한 일제 조사를 실시한 “치수사업중장기계획 수립연구(2000.2, 국토연구원)”의 등급별 km당 단가를 적용하여 수정·보완하였다. 참고로 하천등급별 km당 평균공사비는 국가하천 16.2억원, 지방1급하천 9.3억원, 지방2급하천 5.5억원이다.

또한, 공사기간은 5년, 공종별 사업비는 일반적으로 적용되는 개략적인 비율을 기준으로 축제공 60%, 호안공 10%, 구조물공 5%, 보상비 20%, 기타 5%로 구분하였다. 보다 자세한 분석절차는 부록에 수록하였다.

분석결과 대부분의 분석 지역에서 B/C가 현저히 증가하여 본 연구에서 제시한 개선안이 향후 하천개수사업의 경제성 분석을 평가하는 대안으로 활용될 수 있는 가능성이 높다는 것을 알 수 있다.

3. 투자우선순위 선정기준 강구

전술한 바와 같이 현재에는 간편법을 이용하여 산정된 지구별 B/C를 기준으로 지구별 투자우선순위를 결정하고 있다. 즉, 경제성 분석과 투자우선순위를 같은 개념으로 사용하고 있다. 그러나 경제성 분석을 통하여 사업 전체에 대한 경제적 타당성이 입증되면 개별 사업지구의 투자우선순위는 B/C 이외에도 지역적 특성과 여러 가지 여건들을 종합적으로 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 본 연구에는 이러한 관점에서 논리성에 입각하여 다음과 같은 투자우선순위 결정방법을 제시한다.

3.1 기본 원칙

투자우선순위를 결정할 때 하천개수사업의 공공적 특성을 고려하여 개수 대상구간 및 지역의 효율성, 형평성, 일관성을 종합적으로 고려할 수 있는 방법을 강구한다.

3.1.1 사업의 효율성

공공사업의 투자우선순위를 선정할 때 가장 중요한 요소는 사업의 효율성이라 할 수 있을 것이다. 비용편익비는 바로 이러한 효율성에 기초하여 사업으로부터 제기되는 각종 직·간접 편익과 비용을 현재의 화폐가치로 환산하여 어느 사업이 더 효율성이 있는지를 판단하기 위한 것이다.

3.1.2 사업의 형평성

하천개수사업은 기본적으로 사회구성원 모두가 최소한의 후생을 누리기 위해 필요한 필수적인 생활기반시설사업이다. 이러한 생활기반시설의 공급에는 “사회적 최저수준(Civil Minimum)의 보장”이라는 원칙이 적용되어야 한다. 이는 효율성을 추구하는 과정에서 특정지역에 시설이 집중되어서는 안된다는 것을 의미하기 때문에 지역간·수계간에 최소한의 형평성이 보장돼야 한다.

하천개수 사업의 경우를 예로 들면 특정한 지역의 하천개수율이 지나치게 낮거나 지나치게 높을 경우 이러한 형평성의 원칙에 위배된다고 할 수 있다. 또한, 특정한 지역에서 자주 홍수가 발생하거나 다른 지역에 비해 큰 홍수가 발생한다면 형평성 차원에서 우선 개수하는 것이 타당할 것이다.

3.1.3 사업의 일관성

현재 하천개수 사업이 각 구간별로 추진되고 있기 때문에 특정한 구간의 사업이 완료되었다고 하더라도 그 인접한 부분의 사업이 완료되지 못할 경우 인접 지역에서 홍수피해가 발생할 수도 있다. 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 하천별 또는 수계별로 하천개수 사업이 추진되어야 한다. 사업의 시너지

(Synergy) 효과를 극대화하고, 사업의 외부효과를 없애기 위해서 반드시 사업간 일관성을 고려해야 한다.

3.2 적용기준

이러한 세 가지 기본원칙에 따라 하천개수 사업의 투자우선순위를 설정하기 위해 다음 표와 같이 각 원칙별 적용기준을 선정하였다. 효율성의 기준으로는 통상적으로 사용하는 비용편익비 이외에 최근 10년간 시군별 홍수피해 빈도와 1회당 평균 홍수피해액을 추가로 선정하였다. 형평성의 기준으로는 수계별 하천개수율, 시도별 하천개수율, 홍수피해 발생 빈도, 최대 홍수 피해액 등을 선정하였다. 하천개수율은 일반적으로 치수사업의 추진이 시도나 수계 단위로 이뤄지기 때문에 시도별·수계별 형평성이 해당 주민의 관심사항일 것이라는 점을 고려한 것이다. 홍수피해의 발생빈도와 최대 홍수피해액은 홍수발생의 규모와 빈도라는 점을 동시에 균형있게 고려하기 위한 것이다. 일관성 기준으로는 1:5,000 도면으로부터 수계 본류에 직접 유입하는 제 1지류와 기개수된 두 개의 사업지구 사이에 끼어 있는 개수지구를 일관성 판단의 기준으로 사용하였다.

<표 4-9> 투자우선순위 설정을 위한 적용기준

원칙	세부기준
효율성	· B/C
형평성	· 수계별 하천개수율 · 시도별 하천개수율 · 홍수피해 빈도 · 최대 홍수피해액
일관성	· 수계 본류에 직접 유입되는 제1지류 · 기개수 구간의 인접구간

이러한 기준들을 이용하여 투자우선순위를 설정하기 위해서는 각각의 기준을 적절한 방법으로 상대가치화하여 하나의 지표로 만들어야 한다. 본 연구에서는 상대가치화하는 방법으로서 일관성과 관련된 기준을 제외한 모든 지표의 평균을 “1”로 하는 방법을 사용하였다.

즉, 지구별 기준 값들을 각 기준들의 전국평균값으로 나누어 모든 기준이 전국 평균을 1로 하는 분포를 갖도록 하였다. 다만, 일관성 지표는 전국평균값이 없기 때문에 각각의 기준에 해당하는 지구는 1, 해당하지 않는 지구는 0으로 하는 더미변수로 활용하였다.

세부기준들을 상대가치화 하는 방법은 다음 표에 정리하였다. 참고로 1999년 현재 전국 평균 하천개수율은 70.3%이고, 최근 10년간의 통계로부터 전국 평균 홍수발생빈도는 4.5회/년, 1회당 홍수피해액은 40억원/회, 평균 B/C는 1.3이다.

<표 4-10> 세부 기준의 상대가치화 방법

구	분	방 법
효율성	비용편익비(B/C)	- 해당 지구의 B/C를 전국 평균으로 나눈 값
형평성	하천개수율(수계)	- 해당지구가 속해 있는 수계의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	하천개수율(시도)	- 해당지구가 속해 있는 시도의 개수율을 전국 평균 개수율로 나눈 값의 역수
	홍수발생빈도	- 해당 지구의 최근 10년간의 홍수발생 빈도를 전국 평균으로 나눈 값
	최대 홍수피해액	- 해당 지구의 최근 10년간의 최대홍수 피해액을 전국 평균으로 나눈 값
일관성	제1지류 여부, 인접구간 여부	- 두 개의 기준 중 하나에 해당되면 1, 해당되지 않으면 0

3.3 통합지표

이러한 기준과 방법에 따라 상대가치화 된 각 기준들을 실제로 적용하여 투자우선순위를 결정하려면 이들을 통합하여 하나의 지표로 만들어야 한다. 상대가치들을 통합할 때 각각 얼마만큼의 가중치를 부여할 것인가 하는 것이 문제시된다. 이와 관련해서 본 연구에서는 다음과 같은 방법을 사용하였다.

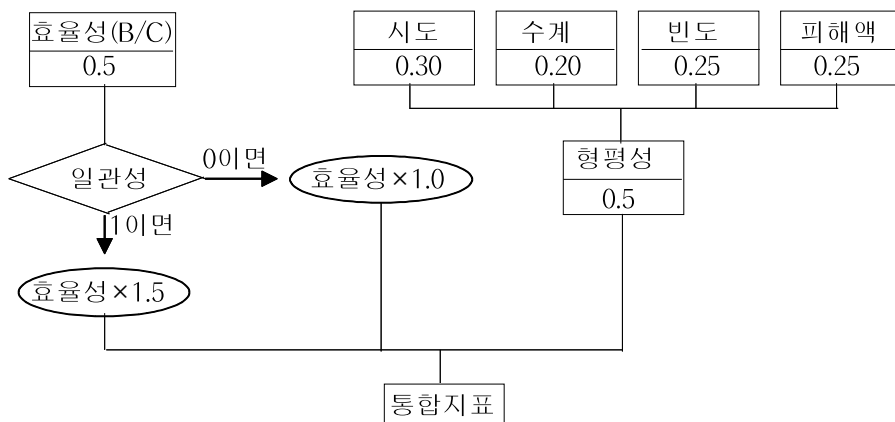
첫째, 효율성 지표와 형평성 지표의 통합과정에서 두 지표에 어느 정도의 가중치를 부여할 것인가 하는 것은 치수사업의 성격상 효율성과 형평성 중에 어느 것에 더 높은 비중을 두어야 할 것인가라는 가치판단의 문제와 결부된다. 이에 관해서는 1999년 국토연구원에서 수행한 “SOC 종합투자조정계획 수립연구”에서 시행한 전문가 설문조사를 활용할 수 있다. 이 조사에서 수자원에 대해서는 효율성과 형평성에 대해서 각각 5.5와 4.5의 가중치를 부여하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 그러나 하천개수사업은 수자원 분야 중에서도 상수도나 댐과는 달리 형평성이 더욱 강조되는 사업이라는 점을 감안하여, 본 연구에서는 효율성과 형평성에 대해 각각 0.5씩의 가중치를 주었다.

둘째, 형평성 지표를 구성하는 인자들간의 비중을 어떻게 결정할 것인가 하는 것이다. 우선, 홍수 피해액은 작지만 자주 홍수가 발생하는 지구를 우선 개수할 것인가 아니면 자주 발생하지는 않지만 한번 피해가 발생하면 큰 피해가 발생하는 지구를 우선 개수할 것인가 하는 것을 명확하게 판단하기는 매우 어렵기 때문에 이들에 대해 동일한 비중을 부여하였다. 마찬가지로 이유로 하천개수율과 홍수의 규모(발생빈도와 피해액)도 같은 비중을 부여하였다. 그러나 수계의 하천개수율과 시도의 하천개수율에 대해서는 현재 추진중인 하천개수 사업의 대부분을 차지하고 있는 지방2급

하천의 경우 재정지원이 대부분 시도를 통해 이루어진다는 점을 감안하여 수계보다 시도에 상대적으로 높은 가중치를 부여하였다. 따라서, 본 연구에서는 시도별 하천개수율, 수계별 하천개수율, 홍수발생빈도, 최대 홍수피해액을 각각 0.30 : 0.20 : 0.25 : 0.25의 비중을 부여하였다.

셋째, 일관성 지표를 어떤 비중으로 어떻게 활용할 것인가 하는 것이다. 이는 일관성 지표가 결국 하천개수지구가 전체적인 개수사업의 효과를 더욱 극대화시키는데 기여한다고 판단하여 일관성 지표가 1인 사업에 대해서는 효율성 지표의 값을 50% 증가시키는 방안을 제시하였다.

이러한 과정을 거치면 각 사업지구별로 전체 평균이 1인 통합지표를 산정할 수 있다. 따라서, 이 지표를 이용하여 각 지구별 투자 우선순위를 설정할 수 있다. 그러나 이 지표가 1이 넘는지의 여부가 사업의 타당성을 결정하는 기준은 아니다. 왜냐하면 통합지표의 값이 1이라는 것은 대상사업지구 중 평균적 중요성을 가지는 사업이라는 것을 의미하기 때문이다. 다만, 이 지표로부터 각 지구별 사업의 우선순위를 확인할 수 있다.



<그림 4-1> 통합지표 도출 절차

이상에서 설명한 방법을 예를 들어 좀 더 구체적으로 살펴보자. 다음 표는 통합지표를 이용한 투자우선순위 선정방법의 사례이다. 사례에서 볼 수 있듯이 각 지구별로 개수율, 피해빈도, 피해규모, B/C, 일관성 지표가 제시되면 그에 따라 통합지표를 계산할 수 있고, 계산된 통합지표를 이용해 투자우선순위를 결정할 수 있다.

<표 4-11> 투자 우선순위 설정 사례

구 분	개수율(%)		피해빈도 (회/년)	피해규모 (억원/회)	효율성 B/C	일관성	
	수계	시도				제1지류	인접여부
A지구	68.8	60.2	5	38	1.7	○	×
B지구	54.6	63.3	2	50	1.1	×	×
전국평균	70.3		4.5	40	1.3	-	-

먼저 A지구의 예를 살펴보자. A지구의 효율성과 형평성은 각각 다음과 같이 계산할 수 있다. 이때 A지구가 분류로 유입되는 제1지류이므로 효율성에 50%를 가산한 1.5를 곱하여야 한다. 계산결과로부터 A지구의 통합지표는 효율성과 형평성을 합한 약 1.52가 된다.

$$\text{효율성} = 0.5 \times 1.5 \times 1.7 / 1.3 = 0.9807$$

$$(\text{"일관성" 있으므로 "효율성"} \times 1.5)$$

$$\begin{aligned} \text{형평성} &= 0.5 \times (0.30 \times 70.3 / 60.2 + 0.20 \times 70.3 / 68.8 \\ &\quad + 0.25 \times 5 / 4.5 + 0.25 \times 38 / 40) = 0.5350 \end{aligned}$$

다음으로 B지구의 예를 살펴보자. B지구의 효율성과 형평성은 각각 다음과 같이 계산할 수 있다. 이때 B지구는 분류로 유입되거나 다른 개수지구 사이에 인접해 있지도 않으므로 효율성에 1.0을 곱한다. 계산결과로부터 B지구의 통합지표는 효율성과 형평

성을 합한 약 0.94가 된다.

$$\text{효율성} = 0.5 \times 1.0 \times 1.1 / 1.3 = 0.4231$$

(“일관성” 없으므로 “효율성”×1.0)

$$\begin{aligned} \text{형평성} &= 0.5 \times (0.30 \times 70.3 / 54.6 + 0.20 \times 70.3 / 63.3 \\ &\quad + 0.25 \times 2 / 4.5 + 0.25 \times 50 / 40) = 0.5160 \end{aligned}$$

이러한 결과로부터 A지구의 투자우선순위를 높게 평가할 수 있으므로 A지구를 먼저 개수하는 것이 바람직할 것이다.

V. 결론 및 건의

IV. 결론 및 건의

1. 연구의 결과

치수사업은 다른 사회간접자본 시설에 비해 공공성이 매우 크다. 특히, 하천개수 사업은 해당 사업지구 뿐만 아니라 그 하류지역에까지 광범위한 영향을 미치는 특성이 있다. 때문에, 하나의 하천이나 수계 전체의 입장에서 개수사업의 경제성을 검토하는 것이 바람직하다. 현재까지 하천개수 사업의 경제성을 개수 지구별로 분석하였고, 분석방법인 간편법도 많은 문제점을 갖고 있었기 때문에 다른 사회간접자본시설에 비해 하천개수사업의 경제성이 낮게 평가되고, 투자가 미흡하여 반복적인 홍수피해가 발생하는 악순환이 계속되어 왔다. 따라서, 본 연구에서는 하천개수 사업의 경제성 분석에 중점을 두어 이러한 문제점을 해결할 수 있는 개선된 분석 기법을 제안하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 하천개수 사업의 특성이다. 하천개수 사업은 다른 사회간접자본 시설에 비해 공공성이 매우 큰 반면 언제 어디서 발생할는지 모를 홍수로 인한 피해를 방지하는 것이 목적이기 때문에 발생 편익을 예측하고, 계량화하기 어렵다. 그러나 사업이 미치는 영향은 사업대상지구를 포함하는 광범위한 지역에 이르기 때문에 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 더구나 하천개수로 인해 건설된 시설은 다른 사회간접자본시설에 비해 그 수명이 반영구적이라는 특성을 갖는다.

둘째, 현재 하천개수 사업의 경제성을 판단하는 기준이 되는

간편법은 방법론 자체부터 다른 사회간접자본시설의 분석 방법과 다를 뿐만 아니라 비용이나 편익을 산정하는 방법에 있어서도 많은 문제점이 지적되었다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 기존의 간편법을 방법론, 편익의 산정, 비용의 산정이라는 세 부분으로 구분하여 개선방안을 제시하였다.

검토결과 방법론은 다른 사회간접자본시설의 분석방법과 동일한 방법으로 적절한 할인율과 분석기간을 적용함으로써 비용과 편익을 현재가치화한 후 경제성을 분석해야 할 것이다.

편익산정에 이용되는 각종 계수들도 현재의 논리적 문제점들을 해결하고, 경제·사회적 여건을 고려하여 개선시켜야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 대도시, 중소도시, 전원도시, 농촌지역, 산간지역이라는 다섯개 도시유형별로 침수면적-피해액 관계식을 도출시킴으로써 보다 합리적이고, 간단한 방법으로 편익을 산정할 수 있도록 하였다.

편익산정에 중요한 역할을 하는 할인율도 사업의 투자효과가 장기간에 걸쳐 발생되고, 시설물의 잔존가치도 높은 하천개수 사업의 특성을 고려할 때 장기적으로 약 3~4%에 이를 것으로 전망된다. 그러나 다른 사회간접자본시설과의 형평성, 향후의 할인율 전망이 7.5%(최대 8%)라는 점, 높은 할인율을 적용한 보다 보수적인 관점에서의 경제성 검토라는 측면들을 고려하여 우선 7.5%를 적용하고, 향후 여건변화에 따라 단계적으로 낮추어 적용하는 것이 바람직할 것이다. 또한, 제방의 기능을 고려할 때 댐과 유사한 기능을 가지므로 분석기간은 50년으로 설정하여야 한다.

비용산정과 관련해서는 분석기간인 50년 이후에도 제방의 잔존가치를 약 60% 정도로 평가할 수 있으며, 유지관리비도 총 사업비에서 잔존가치를 차감한 비용의 2% 정도로 설정하는 것이 바

람직하다. 또한, 분석기간 동안의 경상가격을 합하여 공사기간으로 나누어 연평균 비용을 산정하고 있는 현재의 방식에서 공사기간에 따라 사업비를 적정하게 배분한 후 현재가치화시키는 방법으로 개선되어야 한다.

셋째, 투자우선순위 결정방법의 개선이다. 현재에는 간편법을 이용하여 사업지구별 B/C를 산정하여 이를 투자우선순위로 판단하고 있다. 그러나 경제성 분석과 투자우선순위는 분리하는 것이 바람직하다. 즉, 투자우선순위는 B/C외에도 개수 대상지구의 효율성이나 다른 지역과의 형평성, 그 대상 지구의 특성을 나타내는 일관성 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 본 연구에서는 이러한 원칙들을 모두 포괄할 수 있는 새로운 통합지표를 통해 투자우선순위를 설정하는 방법을 제시하였다.

넷째, 본 연구에서 제안한 개선된 경제성 분석방법의 적용성을 검토하기 위해 전국을 대상으로 도시유형별 사업지구를 선정하여 기존의 간편법에 의한 결과와 제안식에 의한 결과를 비교해 본 결과 동일한 조건에서도 새로운 방법에 의한 경제성이 높은 것으로 나타났다.

마지막으로 본 연구에서 제안한 침수면적-피해액 관계식은 침수면적과 밀접한 상관성을 가진 것으로 분석되었다. 그러나 산간 지역에 위치한 소하천의 경우 침수면적 없이 제방만 붕괴되거나 포락되는 경우가 발생한다. 또한, 최근에는 홍수방지 목적이외에 주변지구의 환경을 개선시킬 목적으로 하천개수를 추진하는 경우가 있다. 이러한 경우 본 연구의 제안식을 적용할 수 없게 된다. 때문에 본 연구의 제안식을 이용할 때 현장답사와 아울러 전문가들의 경험적 판단을 병행함으로써 개별 사업지구의 특성을 충분히 반영하여야 할 것이다.

2. 건의

하천개수는 많은 예산이 소요되는 사업이다. 때문에 한정된 예산으로 보다 효율적인 사업효과를 얻기 위해서는 다른 사회간접 자본 사업에 비해 경제성이 더욱 중요시 된다. 더구나 하천개수 사업은 그 사업 효과가 각 대상지구에만 국한되지 않고 하류에까지 영향을 미치기 때문에 사업의 추진방식이나 투자우선순위를 결정할 때에도 더욱 신중하여야 한다. 본 연구에서는 효율적인 하천개수 사업의 추진과 경제성 분석을 위한 건의 사항을 다음과 같이 정리하였다.

첫째, 간편법에 의해 각 사업지구별 B/C의 산정결과에 따라 투자우선 순위를 결정하여 개수하는 현재와 같은 지구별 분산 개수 방식으로는 하천 상하류간 또는 수계 전체의 사업 타당성을 얻기 어렵다. 따라서, 본 연구에서 제안하고 있는 바와 같이 경제성 분석과 투자우선순위 결정 방법을 각각 분리하고, 하천별 또는 수계별로 하천개수사업을 추진하여야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서는 최근의 통계자료들을 토대로 하여 침수면적-피해액 관계식과 경제성 분석에 필요한 여러 가지 원단위들을 산정·제안하였다. 그러나 이러한 자료는 향후 발생할 홍수의 특성뿐만 아니라 경제·사회적 여건 변화와 밀접하게 관련되어 있기 때문에 약 10년마다 이러한 여건 변화를 분석하여 필요할 경우 계수들을 조정하는 작업이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 건설교통 통계연보, 1990-1999, 건설교통부
2. 골지천 하천정비 기본계획(보완), 1997.9, 강원도
3. 금강·진안천 하천정비 기본계획 보고서, 1996.11, 전라북도
4. 달천 하천정비 기본계획(보완), 1996.9, 건설교통부
5. 댐건설및주변지역지원등에관한법률 시행령, 법제처
6. 도로투자효과분석 및 고속도로 중기투자계획 연구, 2000, 국토연구원
7. 섬강 하천정비 기본계획, 1986.4, 강원도
8. 섬진강 수계 종합정비 계획(하천정비 기본계획), 1989.12, 건설부
9. 수자원 개발의 경제성분석 모델개발, 1998.9, 한국수자원공사
10. 수자원부문 사업의 경제성 분석 표준지침 연구, 1999.12, 한국개발연구원
11. 안성천 치수대책조사 하천정비 기본계획(보완), 1994.12, 건설부
12. 영산강 수계 종합정비계획(하천정비 기본계획), 1989.12, 건설부
13. 이준구, 1994, 재정학
14. 재해연보, 1990-1999, 행정자치부
15. 치수사업 중장기 계획 수립 연구, 2000.2, 건설교통부
16. 평창강 하천정비 기본계획 보고서(통합본), 1987.12, 강원도
17. 하천관리체계 개선방안 연구, 1999.2, 한국수자원공사
18. 하천시설기준, 1993.12, 건설부
19. 학장천 하천정비 기본계획, 1989.7, 부산직할시

20. 한강수계 치수기본계획(하천정비 기본계획), 1992.5, 건설부
21. 한탄강 하천정비 기본계획, 1997.10, 강원도
22. 홍천강 하천정비기본계획 보고서, 1990.12, 강원도
23. SOC 종합투자조정계획 수립연구, 1999, 국토연구원
24. David W. Hughes and David W. Holland, "Economic Impacts, Value Added, and Benefits in Regional Project Analysis Comment", American Journal of Agricultural Economics, Vol. 75, Page 759-762, August 1993
25. Jerry A. Hausman, "Exact Consumer's Surplus and Deadweight Loss", The American Economic Review, Vol. 71, No. 4, Page 662-676, September 1981
26. Julian M. Alston and Douglas M. Larson, "Hicksian vs. Marshallian Welfare Measures : Why Do We Do What We Do", American Journal of Agricultural Economics, Vol. 75, Page 764-769, August 1993
27. Paul R. Portney, "The Contingent Valuation Debate : Why Economists Should Care", Journal of Economics Perspective, Vol. 8, No. 4, Page 3-17, Fall 1994
28. Peter A. Diamond and Jerry A. Hausman, "Contingent Valuation : Is Some Number Better than No Number?", Journal of Economics Perspective, Vol. 8, No. 4, Page 45-64, Fall 1994
29. Ronald C. Griffin, "The Fundamental Principles of Cost-Benefit Analysis", Water Resources Research. Vol. 34, No. 8, Page 2063-2071, August 1998

부록

1. 시군별 평균 홍수피해 주기	91
2. 경제성 분석 개선안 적용 절차	94
<표 부록- 1> 시군별 도시유형 및 평균 홍수 피해 주기	91
<표 부록- 2> 연차별 사업비 투입비율	94
<표 부록- 3> 연차별 사업비 투입계획	95
<표 부록- 4> 침수면적	96
<표 부록- 5> 인명보호 편익 산정예	96
<표 부록- 6> 이재민 발생 방지 편익 산정예	97
<표 부록- 7> 도시유형별 평균 침수면적	98
<표 부록- 8> 기준가격('98)	98
<표 부록- 9> 관련 편익 산정예	98
<표 부록-10> 경제성 분석 산정예	100
<표 부록-11> 경제성 분석 산정결과	101

부록

1. 시군별 평균 홍수피해 주기

<표 부록-1> 시군별 도시유형 및 평균 홍수 피해 주기

단위 : 년/회

도시명		주기	도시유형	도시명		주기	도시유형
서울	서울시	1.8	대도시	강원	광주군	2.6	농촌지역
부산	부산시	1.2	대도시		안성군	2.2	농촌지역
대구	대구시	1.4	대도시		양주군	1.9	농촌지역
인천	인천시	1.2	대도시		양평군	1.9	농촌지역
광주	광주시	1.5	대도시		여주군	1.4	농촌지역
대전	대전시	1.8	대도시		연천군	2.1	농촌지역
울산	울산시	1.5	대도시		포천군	3.2	농촌지역
경기	고양시	1.6	중소도시		화성군	1.3	농촌지역
	과천시	2.2	중소도시		강릉시	1.9	중소도시
	광명시	1.7	중소도시		동해시	1.9	중소도시
	구리시	2.2	중소도시		삼척시	1.8	중소도시
	군포시	1.9	중소도시		속초시	3.6	중소도시
	김포시	1.6	전원도시		원주시	1.9	중소도시
	남양주시	1.9	전원도시		춘천시	2.1	중소도시
	동두천	2.1	중소도시		태백시	3.6	중소도시
	부천시	1.6	중소도시		고성군	2.9	산간지역
	성남시	3.6	중소도시		양구군	3.2	산간지역
	수원시	2.2	중소도시		양양군	2.9	산간지역
	시흥시	1.5	전원도시		영월군	1.9	산간지역
	안산시	1.5	중소도시		인제군	2.4	산간지역
	안양시	3.6	중소도시		정선군	1.9	산간지역
	오산시	1.5	중소도시		철원군	3.6	농촌지역
	용인시	1.6	전원도시		평창군	2.1	산간지역
	의왕시	1.8	중소도시		홍천군	2.6	산간지역
	의정부시	2.9	중소도시		화천군	3.6	산간지역
	이천시	1.5	전원도시		횡성군	2.2	농촌지역
	파주시	1.3	전원도시	경남	거제시	2.2	전원도시
	평택시	1.5	전원도시		김해시	1.3	전원도시
	하남시	2.2	중소도시		마산시	1.5	중소도시
	가평군	2.2	농촌지역		밀양시	1.2	전원도시

(계속)

도시명		주기	도시유형	도시명		주기	도시유형
	사천시	1.3	전원도시	전남	청송군	3.2	농촌지역
	양산시	1.4	전원도시		칠곡군	1.5	농촌지역
	진주시	1.4	중소도시		광양시	1.7	전원도시
	진해시	1.9	중소도시		나주시	1.3	중소도시
	창원시	1.3	중소도시		목포시	1.8	중소도시
	통영시	1.6	중소도시		순천시	1.5	중소도시
	거창군	3.6	농촌지역		여수시	3.6	중소도시
	고성군	1.4	농촌지역		여천시	1.4	중소도시
	남해군	2.1	농촌지역		강진군	1.5	농촌지역
	산청군	1.5	산간지역		고흥군	1.5	농촌지역
	의령군	1.3	농촌지역		곡성군	1.8	농촌지역
	창녕군	1.2	농촌지역		구례군	1.9	농촌지역
	하동군	1.4	농촌지역		담양군	1.7	농촌지역
	함안군	1.3	농촌지역		무안군	1.4	농촌지역
	함양군	4.1	산간지역		보성군	1.5	농촌지역
	합천군	1.2	농촌지역		신안군	1.5	농촌지역
경북	경산시	2.4	중소도시		여천군	1.4	농촌지역
	경주시	1.8	중소도시		영광군	1.5	농촌지역
	구미시	1.3	중소도시		영암군	1.4	농촌지역
	김천시	1.9	중소도시		완도군	1.7	농촌지역
	문경시	1.8	중소도시		장성군	2.4	농촌지역
	상주시	1.7	전원도시		장흥군	1.4	농촌지역
	안동시	1.5	전원도시		진도군	1.5	농촌지역
	영주시	1.9	전원도시		함평군	1.5	농촌지역
	영천시	2.9	중소도시		해남군	1.4	농촌지역
	포항시	2.4	중소도시		화순군	2.2	농촌지역
	고령군	1.7	농촌지역	전북	군산시	1.5	중소도시
	군위군	3.2	농촌지역		김제시	1.5	전원도시
	봉화군	2.9	농촌지역		남원시	2.2	전원도시
	성주군	2.2	농촌지역		익산시	1.4	중소도시
	영덕군	2.9	농촌지역		전주시	1.5	중소도시
	영양군	2.6	농촌지역		정읍시	1.4	전원도시
	예천군	1.7	농촌지역		고창군	1.5	농촌지역
	울진군	3.6	농촌지역		무주군	2.1	산간지역
	의성군	1.8	농촌지역		부안군	1.5	농촌지역
	청도군	2.9	농촌지역		순창군	2.4	농촌지역

(계속)

도시명		주기	도시유형	도시명		주기	도시유형
충남	완주군	1.4	농촌지역	충북	예산군	1.8	농촌지역
	임실군	1.8	농촌지역		청양군	1.5	농촌지역
	장수군	4.1	산간지역		태안군	1.5	농촌지역
	진안군	1.9	산간지역		홍성군	1.8	농촌지역
	공주시	1.7	중소도시		제천시	1.7	전원도시
	논산시	1.6	중소도시		청주시	2.9	중소도시
	보령시	1.5	전원도시		충주시	1.6	중소도시
	서산시	1.5	전원도시		괴산군	1.7	농촌지역
	아산시	1.7	전원도시		단양군	1.8	농촌지역
	천안시	2.1	중소도시		보은군	2.4	농촌지역
	금산군	1.8	농촌지역		영동군	2.2	농촌지역
	당진군	1.5	농촌지역		옥천군	1.8	농촌지역
	부여군	1.6	농촌지역		음성군	1.8	농촌지역
	서천군	1.7	농촌지역		진천군	1.7	농촌지역
	연기군	1.6	농촌지역		청원군	1.5	농촌지역

자료 : 재해연보, 1971-1999, 행정자치부(30년 평균)

2. 경제성 분석 개선안 적용 절차

본 연구의 제안 결과는 다음과 같은 방법으로 EXCEL 등과 같은 프로그램을 이용하여 손쉽게 전산화 할 수 있다. 본 절에서는 산정 예와 적용기준을 들어 개선안의 적용방법을 자세히 설명한다. 굵은 글씨만 자료를 기입하고, 나머지는 계산식으로 작성하면 된다.

2.1 연평균 비용산정

- 공정에 맞추어 공사기간을 설정한다.
 - 본 예제에서는 5년으로 설정하였다.
 - <표 부록-2>
 - 공정에 맞춰 연차별 · 공종별 사업비 투입비율을 설정한다.
 - 연차별 “계” = 각 연차별 사업비 계 / 총 사업비 × 100(%)
- ※ 2차 연도의 연차별 사업비 산정예
- $$= 2,394.7 / 11,205.9 \times 100(\%) = 21.4 \%$$

<표 부록-2> 연차별 사업비 투입비율

단위 : %

구 분	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	계
축 제 공	0	20	50	30	0	100.0
호 안 공	0	10	20	40	30	100.0
구조물공	0	10	10	50	30	100.0
용지보상비	70	30	0	0	0	100.0
기 타	20	20	20	20	20	100.0
계	17	21	34	24	4	100.0

○ <표 부록-3>

- "계"란에 총 사업비를 공종별로 구분하여 기입한다.
- 연차별 · 공종별 투자액 = <표 부록-3>의 "계"란의 공종별 사업비×<표 부록-2>의 공종별 · 연차별 사업비 비율

※ 2차 연도 축제공 사업비 산정예

$$= \text{축제공 사업비} \times \text{2차 연도 축제공 사업비 투입비율}$$

$$= 7,145.2 \times 0.2 = 1,429.0 \text{ 백만원}$$

<표 부록-3> 연차별 사업비 투입계획

단위 : 백만원

구 분	계	1차 연도	2차 연도	3차 연도	4차 연도	5차 연도
축 제 공	7,145.2	0.0	1,429.0	3,572.6	2,143.6	0.0
호 안 공	996.1	0.0	99.6	199.2	398.5	298.8
구조물공	100.2	0.0	10.0	10.0	50.1	30.1
용지보상비	2,632.1	1,842.5	789.6	0.0	0.0	0.0
기 타	332.3	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5
계	11,205.9	1,909.0	2,394.7	3,848.3	2,658.7	395.4

2.2 연평균 유지관리비 산정

○ 연 평균 유지관리비 = (총사업비 - 잔존가치) × 0.02(2%)

$$- \text{잔존가치} = 0.80 \times \text{축제공 사업비} + 0.10 \times \text{호안공 사업비}$$

$$+ 0.00 \times \text{구조물 사업비} + 1.00 \times \text{용지보상비}$$

$$\text{※ 잔존가치} = 0.80 \times 7,145.2 + 0.10 \times 996.1 + 1.0 \times 2,632.1$$

$$= 8,447.9 \text{ 백만원}$$

$$\text{※ 연평균 유지관리비} = (11,205.9 - 8,447.87) \times 0.02$$

$$= 55.2 \text{ 백만원}$$

2.3 연평균 편익산정

- 설계빈도에 따른 예상침수면적을 도시유형에 따라 기입한다.
- <표 부록-1>로부터 대상도시의 홍수빈도율을 선정한다.

<표 부록-4> 침수면적

단위 : ha

대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역	계
5.45	0.0	0.0	0.0	0.0	5.45

○ 인명보호 편익

- 인명보호 편익 = 단위 침수면적당 손실인명(명/ha)×침수면적(ha)×기준가격(원/명)×홍수빈도율
 - 기준가격('98) : 사망 250백만원/명, 부상 20백만원/명
 - 단위 침수면적당 손실 인명 : 본문 <표 4-6> 적용
- ※ 인명보호 편익(사망) = $0.004(\text{명/ha}) \times 5.45(\text{ha}) \times 250$
 백만원/명 $\times 0.556 = 3.03$ 백만원
- ※ 인명보호 편익(부상) = $0.002(\text{명/ha}) \times 5.45(\text{ha}) \times 20$
 백만원/명 $\times 0.556 = 0.121$ 백만원

<표 부록-5> 인명보호 편익 산정예

단위 : 백만원

구분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역	계
사망	3.03	0.0	0.0	0.0	0.0	3.03
부상	0.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.12

○ 이재민 발생 방지 편익

- 이재민 발생 방지 편익 = 침수면적(ha)×단위 침수면적당 이재민 수(명/ha)×대피일수(일)×일평균 국민소득(만원/일·명)×홍수빈도율

- 기준가격('98) : 일평균 2.7만원/명·일
- 단위 침수면적당 이재민 수 : 본문 <표 4-7> 적용
- 평균 대피일 수 : 10일

※ 이재민 발생편익 = $5.45(\text{ha}) \times 1.85(\text{명/ha}) \times 10\text{일} \times 2.7\text{만원/명} \cdot \text{일} \times 0.556 = 151\text{만원} = 1.51\text{백만원}$

<표 부록-6> 이재민 발생 방지 편익 산정예

단위 : 백만원

구분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역	계
이재민	1.51	0.0	0.0	0.0	0.0	1.51

○ 농작물 피해 방지 편익 : 간편법과 같은 방식으로 산정

※ 본 예제에서는 농작물 피해가 없는 것으로 가정하였다.

○ 건물, 농경지, 공공시설, 기타 피해 방지편익

- 본문 <표 4-4>의 회귀식을 적용

※ 대도시 지역의 건물피해 방지편익

$$= [0.23294 + 0.245 \times (5.45/875.3)^2] \times 206.8 \times 0.556$$

$$= 26.8\text{백만원}$$

※ 875.3은 대도시 지역의 평균 침수면적<표 부록-7>, 206.8은 대도시 지역의 평균 침수피해액<표 부록-8>, 0.556은 홍수빈도율

<표 부록-7> 도시유형별 평균 침수면적

단위 : ha

대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
875.3	303.0	1,001.4	761.2	139.6

자료 : 재해연보, 1990-1999, 행정자치부(10년 평균)

<표 부록-8> 기준가격('98)

단위 : 백만원

구 분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
건 물	206.8	59.5	153.2	206.7	234.6
농 경 지	245.9	220.6	413.2	933.0	741.1
공공시설물	3,668.7	2,370.1	3,541.4	5,370.3	7,381.7
기 타	1,476.0	782.3	1,004.3	325.1	611.9

자료 : 재해연보, 1990-1999, 행정자치부(10년 평균)

<표 부록-9> 관련 편익 산정예

단위 : 백만원

구 분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역	계
건 물	26.8	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8
농 경 지	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
공공시설물	1,088.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1,088.5
기 타	427.5	0.0	0.0	0.0	0.0	427.5
계	1,556.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1,556.3

○ 총 편익 산정

- 총 편익 = 인명보호 편익(사망, 부상) + 이재민 발생방지 편익 + 농작물 피해방지 편익 + 건물 피해방지 편익 + 농경지 피해방지 편익 + 공공시설 피해방지 편익 + 기타 피해 방지편익

$$\text{※ } 1,561.0 = 3.03 + 0.12 + 1.51 + 0.0 + 1,556.30$$

- ※ 만일 예상침수지역 내에 도로나 교량이 있으면 예상피해복구기간을 고려하여 이들 공공시설로 인한 간접피해를 구하여 공공시설 피해방지 편익에 곱한다.

2.4 경제성 분석 결과

○ 연평균 사업비

$$= [\text{건설기간(5년 가정)의 공종별 사업비 계}] + [\text{편익발생기간(50년)의 공종별 사업비 계}] - [\text{공종별 잔존가치의 계}]$$

· 축제공의 연평균 사업비 산정예

$$= [0 + (1,429 + 3,573 + 2,144) + 0] + [(0) \times 49] - [(7,145.2 \times 0.8)]$$

$$= 1,429.8 \text{백만원}$$

$$= \text{축제공} + \text{호안공} + \text{구조물공} + \text{용지보상비} + \text{기타 연평균 사업비}$$

$$= 1,429 + 896 + 100 + 0 + 332 = 2,758$$

○ 연평균 비용의 현재가치

$$= \Sigma[(\text{연평균 공사비} + \text{연평균 유지관리비}) \times \text{현가계수}]$$

$$= \Sigma[(1,909 + 0) \times 0.930 + (2,395 + 0) \times 0.865 + \dots + (0 + 55) \times 0.020$$

$$+ (-8,447.9 + 55) \times 0.019] = 9,552 \text{백만원}$$

○ 연평균 유지관리비

$$= \text{부록 “2.2 연평균 유지관리비 산정” 에서 산정된 연평균 유지관리비} = 55.2 \text{백만원}$$

○ 연평균 편익의 현재가치

$$= (1,561 \times 0.648 + 1,561 \times 0.603 + \dots + 1,561 \times 0.019) = 14,108 \text{백만원}$$

○ 현가계수

$$= \frac{1}{(1+r)^k} \quad \text{여기서, } r : \text{할인율, } k : \text{해당 년}$$

○ 순현금 유입

$$= \text{연평균 편익} - \text{연평균 비용}$$

$$\cdot \text{1연차의 순현금 유입 산정예 } 0 - 1,909 = -1,909 \text{백만원}$$

<표 부록-10> 경제성 분석 산정예

단위 : 백만원/년

구	분	합 계	건 설 기 간				
			1	2	3	4	5
①	연평균 사업비	2,758	1,909	2,395	3,848	2,659	395
	축 제 공	1,429	0	1,429	3,573	2,144	0
	호 안 공	896	0	100	199	398	299
	구 조 물 공	100	0	10	10	50	30
	보 상 비	0	1,842	790	0	0	0
	기 타	332	66	66	66	66	66
②	연평균유지비	0	0	0	0	0	0
③	연평균 비 용						
	③=①+②	5,516	1,909	2,395	3,848	2,659	395
	③의 현재가치	9,552	1,776	2,072	3,098	1,992	275
④	연평균 편 익	78,049					
	④의 현재가치	14,108					
	현 가 계 수		0.930	0.865	0.805	0.749	0.697
	순 현금유입		-1,909	-2,395	-3,848	-2,659	-395

(계속)

구	분	편익 발생(50년 동안)					
		6	7	8	9	10	11
①	연평균 사업비	0	0	0	0	0	0
	축 제 공	0	0	0	0	0	0
	호 안 공	0	0	0	0	0	0
	구 조 물 공	0	0	0	0	0	0
	보 상 비	0	0	0	0	0	0
	기 타	0	0	0	0	0	0
②	연평균유지비	55	55	55	55	55	55
③	연평균 비 용						
	③=①+②	55	55	55	55	55	55
	③의 현재가치	36	33	31	29	27	25
④	연평균 편 익	1,561	1,561	1,561	1,561	1,561	1,561
	④의 현재가치	1,011	941	875	814	757	705
	현 가 계 수	0.648	0.603	0.561	0.552	0.485	0.451
	순 현금유입	1,506	1,506	1,506	1,506	1,506	1,506

(계속)

구 분	편익 발생(50년 동안)					
	50	51	52	53	54	55
① 연평균 사업비	0	0	0	0	0	-8,447.9
축 제 공	0	0	0	0	0	-5,716.2
호 안 공	0	0	0	0	0	-99.6
구 조 물 공	0	0	0	0	0	0
보 상 비	0	0	0	0	0	2,632.1
기 타	0	0	0	0	0	0
② 연평균유지비	55	55	55	55	55	55
③ 연평균 비 용						
③=①+②	55	55	55	55	55	-8392.7
③의 현재가치	1	1	1	1	1	-157
④ 연평균 편 익	1,561	1,561	1,561	1,561	1,561	1,561
④의 현재가치	42	39	36	34	31	29
현 가 계 수	0.027	0.025	0.023	0.022	0.020	0.019
순 현금유입	1,506	1,506	1,506	1,506	1,506	9,954

○ 경제성 분석 지표 산정

- $B/C = \text{연평균 편익의 현재가치} / \text{연평균 비용의 현재가치}$
 $= 14,108 / 9,552 = 1.48$
- $NPV = \text{연평균 편익의 현재가치} - \text{연평균 비용의 현재가치}$
 $= 14,108 - 9,552 = 4,556 \text{ 백만원}$
- $IRR = \text{연평균 편익의 현재가치와 연평균비용의 현재가치가 같아지는 할인율} = \text{EXCEL에서 함수식-재무-IRR 이용}$
 $= IRR(A:B, 0) = 10.6\%$
 - A는 편익발생 시점의 순현금유입
 - B는 편익발생 종점의 순현금유입

<표 부록-11> 경제성 분석 산정결과

B/C	1.48
NPV	4,556 백만원
IRR	10.6%
실질할인율	7.5%

