

기후 변화에 따른 재난 경감방안의 경제비용 산정 사례연구



이 영 재
동국대학교 경영정보학과 교수

전 지구적 기후변화로 지난 100년간 지구 평균온도는 $0.67 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 상승하며 고산지역 및 극지방의 얼음질량 및 영구동토가 감소하고 있다. 또한 세계적으로 이상다우 및 이상소우가 증가하며 식물 개화시기 및 조류 알의 부화시기가 빨라지고 있다. 뿐만 아니라 가뭄과 홍수, 폭염, 이상고온 및 이상한파의 발생횟수가 증가되고 있다. 특히 태풍으로 인한 피해도 증가되고 있다. 한반도도 예외가 아니다. 지난 100년간 1.5°C 가 상승하여 지구평균 온도상승폭보다 약 2배가 상승하였다. 기상연구소 자료에 따르면 1920년대와 1990년대를 비교해 본 결과 여름철이 증가하고 겨울철이 감소하는 추세이다. 총 강우량은 크게 변화가 없지만 강우가 8월에 집중되고 4월 및 7월 강우량이 감소하는 경향을 보인다. 또한 봄꽃의 개화시기가 점차 앞당겨지고 있으며 이상 태풍, 호우, 폭풍에 의한 피해가 점차 증가하고 있다.

최근 발생하고 있는 이상적인 기후변화로 인한 장기적 및 단기적인 징후 및 재해에 대한 분석을 실시하고 재해의

가중요인을 추출, 분석하여 정책 및 제도를 수립하려 노력하고 있다. 이러한 정책, 제도 및 대응책 등을 개발하여 실현하고자 할 때 반드시 비용 대비 효과를 분석하여 경제성을 따져 보아야 한다. 경제성을 바탕으로 어떠한 대안이 가장 효과적인가를 판단하여 최적의 대안을 행동으로 옮겨야 하는 것이다.

그러므로 이 연구에서는 미국의 비용 중심의 접근방법, 일본의 상호의존성 해석 연구 그리고 미국, 호주, 일본, 우리나라의 비용/효과분석 기법을 연구하여 비용대비효과 분석 절차와 방법을 제안한다. 이러한 경제적 평가 방법을 하나의 사례연구를 선정하여 적용하여서 그 가능성을 진단하여 본다. 연구의 목적은 향후 기후온난화로 인한 재해 발생에 따른 대응책에 대한 경제성을 평가하기 위하여 경제성 평가 방법을 기초 연구하는데 있다.

시나리오에 의한 경제 비용 산정

경기도 파주시 문산읍 지역을 사례연구 대상으로 선정하여 재난 발생에 따른 손실 규모를 추정하는 과정과 동시에 비용 및 편익을 분석한다.

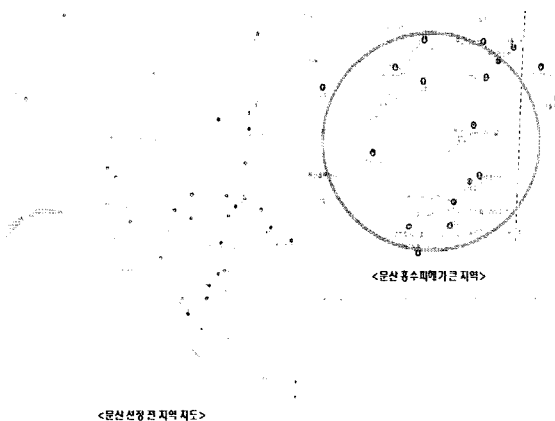
1. 문산읍 기본 현황

경기도 파주시의 중북부에 위치한 중심지 읍의 면적은 47.34km² (전 : 5.9km², 답 : 10.8km², 임야 : 18.3km², 기타 : 12.34km²)로 되어 있으며, 관할구역은 문산, 선유, 이천, 당동, 사목, 마정, 운천, 장산, 임진, 내포 등 10개리로 되어 있다. 문산읍의 인구는 2005년 12월 31일 기준으로 외국인 제외하고 27,866명이며 10,634세대가 있다. 문산읍은 동북 방향의 일부지역을 제외하고는 대부분 낮은 평야지대에 가깝고 임진강 물줄기가 동북쪽에서 남서 방향에 이르기까지 면 경계를 이루며, 그 지류인 운천천이 중앙을 가로질러 흐른다. 이러한 자연조건을 갖춘 까닭에 예로부터 농업과 어업이 발달하였으며 주요 농산물은 쌀이며, 임진강 연안에서 예전만큼은 아니지만 메기·뱀장어·잉어 등이 잡힌다. 축산업으로 한우·돼지·닭·오리 등이 사육된다. 건설업, 운수·창고 및 통신업, 금융·보험업 관련 업체가 분포한다. 자유로의 종착지이자 1번 국도인 통

일로와 각종 도로가 통과하는 교통요충지이자 남북교류의 길목에 해당하며, 서울특별시와 생활권을 같이하는 전 원도시의 성격을 강하게 띤다. 문산역을 통과하는 경의선 철도, 북서쪽에서 중앙남단을 지나는 37번국도, 이 외에도 359번, 364번 지방도가 읍의 서부를 연결하고 78번, 23번등의 시도가 사방으로 연결되어 편리하다. 문화유적은 사목리의 반구정과 황희선생 연당지 및 마정리의 자유의 다리와 국민관광지 임진각, 북한관·망배단·철도중단점과 미국군참전비·임진강지구 전적비 등 다양한 한국전쟁 관련 시설물이 있으며 교육시설은 초등학교 5개교, 중학교 2개교, 고등학교 2개교가 있다.

2. 수리 분석 (Hydraulic Analysis)에 의한 시나리오 설정

2100년 안에 슈퍼태풍이 온다고 가정하여 시나리오를 작성한다. 2038년 슈퍼태풍이 한반도를 강타하여 1,500mm~1,700mm의 기록적인 강우가 발생하였다. 문산천의 제방에 대한 기본 홍수량은 1,740mm로 설계되어 있으며, 문산읍의 낮은 지형과 동문천과 합류하는 지점의 특성을 가지고 있다. 문산읍 중심지에 8월 2일 22시부터 5일 04시까지 4일 동안 태풍의 영향을 받았다. 총 1,680mm의 강우량과 1시간 최대강우 67.6mm, 2시간 최대강우 132.6mm, 6시간 최대강우 338mm, 12시간 최대강우 477.1mm, 24시간 최대강우 546.2mm으로 최대 강우량을 기록하였다. 북한 지역에서 내리는 강우량과 임진강 및 한탄강의 수위 조절의 실패로 많은 양의 강우량이 유입되어 문산천 제방의 기본 홍수량의 수위를 넘어 문산 중심지로 범람하여 제방이 붕괴되어 침수되었다. 제방보다 낮은 문산읍의 경우 외수위 상승으로 자연 배수가 안 되고, 펌프장 규모의 부족 혹은 운영 실패 등으로 인한 외수범람으로 문산읍 중심지가 4~5m정도 침수되었다. 문산천이 국가 하천으로 구분되므로 제방의 빈도를 200년으로 하고, 기본홍수량이므로 1,740m³/sec 이므로, Levee failure, 1,740m³/sec



<그림 1> 문산읍 선정지역 지도

T(a)=200으로 선정하였다. Hydraulic Analysis에 의한 외수범람 시나리오 피해 예상은 다음과 같다.

가. 제방붕괴로 인한 주거 및 상가의 침수피해

문산읍 지역의 외수범람으로 내수범람과 제방의 붕괴로 문산 중심지 전체가 침수되어 주거 및 상가의 침수피해가 부분적으로 있었던 내수범람에 의한 시나리오 보다 큰 피해를 가져온다. 이와 같이 내·외수범람으로 4~5m이상 침수되어 주거 및 상가가 전부 잠겨 생활을 할 수 없게 되어 문산읍 중심지 전부가 전파되는 피해가 발생한다. 이는 문산읍 중심지인 문산리의 단독주택과 상업용 주택 토지가격으로 피해에 대한 경제적 산정을 한다.

나. 철도 및 교통도로의 유실 피해

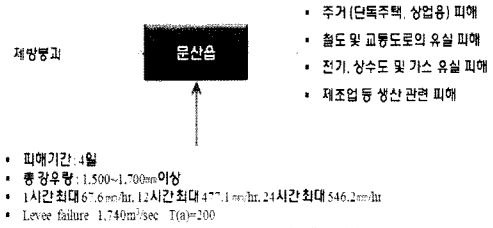
문산읍 중심지에 위치한 철도 및 도로가 유실되어 관광 및 철도화물이 운행을 못하는 피해가 발생하여 경제적인 피해가 발생한다. 이는 문산읍의 철도 1일 수입(여객, 화물)과 1번국도와 359 지방도로의 교통량과 문산읍에 등록되어 있는 차량인 승용차, 승합차, 화물차과 특수차 등의 1일 렌트 비용으로 피해에 대한 경제적 손실을 산정한다.

다. 전기, 상수도 및 가스 유실 피해

태풍의 영향으로 많이 강우로 4~5m정도의 침수가 발생하면서 통신, 상수도 및 가스가 공급이 중단되는 유실 피해가 예상된다. 이는 문산리의 세대 당 1일 추정 소득액과 문산읍의 1일 생산액을 가지고 피해 산정을 한다.

라. 제조업 등 생산 관련 피해

문산읍 중심지의 철도와 도로가 유실되어 제조업의 활동이 모두 중단되어 큰 피해가 크게 발생한다. 이는 문산읍의 제조업 사업체수와 문산읍 제조업사업체 1일 추정 생산액을 가지고 피해 산정을 한다.



<그림 2> 제방붕괴 시나리오

3. 손실 분석 (Loss Analysis)

상습 침수지역인 문산읍 중심지를 대상으로 주거, 산업 및 상가, 교통 등의 재난으로 경제적 손실이 있는 것을 대상으로 적용하고자 한다. 파주시 2005년 기준 사업체 기초통계조사 보고서를 참조하였다.

3.1 문산읍 세대 및 인구수

문산읍의 총 세대 수는 10,634세대이며, 인구수는 외국인을 제외하고 27,866명이다.

[표 1] 문산읍의 세대수 및 인구수

(단위 : 세대/명)

문산리	당동리	선유리	임진리	운천리
3,671/9,742	2,073/5,765	2,946/7,295	101/278	598/1,449
사목리	마정리	장산리	내포리	이천리
154/419	380/1,021	160/460	230/656	321/781

3.2 문산읍 제조업 사업체수

문산읍의 제조업 사업체수는 13개이며 파주시의 1%에 해당된다. 월 평균 종사자수는 282명이며, 퇴직금의 제외한 연간급여액은 6,311,000,000원이다. 문산읍의 연간 생산액은 45,208,000,000원(1일 123,857,535원)이며, 연간 출하액은 44,848,000,000원(1일 122,871,233원)이다.

3.3 교통

가. 철도수송 (문산역)

문산역의 철도수송은 연간 승차인원이 884,853명(1일 승차인원 2,425명)이며, 연간 강차인원은 1,227,093명(1일 강차인원 3,362명)으로 여객수입이 연간 1,040,330,000원(1일 여객수입 2,850,219원)의 수익이 발생한다. 또한 철도의 연간 화물발송톤수는 7,600톤이며, 연간 화물도착톤수는 10,772톤으로 연간 철도화물수입 252,869,000원(1일 화물수입 692,792원)이 발생한다.

나. 자동차 교통량(건설교통부 2005년도 교통량 통계연보 기준)

문산읍을 지나가는 도로로 국도는 1번과 37번, 지방도는 359호선과 364호선, 국지도는 78호선, 23호선으로 이루어지며, 12시간과 24시간 교통량은 아래 표 7과 같다.

[표 2] 문산읍의 도로교통량

도로	교통량	
	12시간	24시간
1번국도 (대지동 - 문산읍)	22,195대	30,965대
1번국도 (문산읍 - 자유교)	5,836대	7,609대
37번국도 (전곡읍 - 문산읍)	9,282대	11,798대
359호선 지방도 (맥금동 - 문산읍)	2,510대	3,403대
364호선 지방도 (문산읍 - 법원면)	5,018대	6,932대
78호선 국지도 (백석리 - 문산읍)	4,666대	6,296대
23호선 국지도 (성도 IC - 문산 IC)	15,709대	20,161대
23호선 국지도 (문산 IC - 자유 IC)	3,158대	3,738대

3.4 문산읍 지방세 징수액

문산읍의 지방세 징수액은 연간 총 15,133,250,000원이며, 이는 도세 8,928,759,000원 과 시군세 6,204,491,000원을 합산한 금액이다. 문산읍의 세대수가 10,634세대로 세대 당 세부담액은 추정소득액 4,743,667원에서 세율 30%를 적용한 금액인 1,423,101원으로 산출된다. 또한 문

산읍의 1인당 세부담액은 543,072원으로 문산리의 추정 총소득액은 17,414,001,557원 (1일 발생 추정총소득 47,709,594원)이다.

3.5 문산읍 아파트 단지

문산읍의 아파트 단지는 17개소로 문산리에 8개 39동으로 2,758세대가 살고 있으며, 선유리에 3개, 당동리에 6개소가 있다.

3.6 문산읍 시장

문산읍 시장은 문산리의 문산시장, 문산 5일장과 선유리의 선유시장이 있다.

3.7 문산읍 문산리 표준지 공시지가 (건설교통부 2007.1.1 기준)

[표 3] 문산리 표준 공시지가

(단위 : 천원/㎡)

형태	최고값	최저값	평균
단독주택	750	320	535
상업용 주택	3,650	1,100	2,375
주상용	1,270	720	995
아파트	840	673	756
답	1,180	330	755
잡종지	860	-	860

3.8 기타

문산읍의 산업대분류별 사업체 총괄 사업체수는 1,682업체로 종사자 4,823명으로 이루고 있다.

또한 문산읍의 산업별 사업체 및 종사자수는 제조업은 75개 413명, 전기가스 수도 사업은 1개 66명, 건설업은 36개 136명, 도소매업은 463개 936명, 숙박 및 음식점업은 413개 941명, 운수업은 177개 426명, 통신업은 2개 91명, 금융 및 보험업은 18개 267명, 부동산 및 임대업은 106개 180명, 사업서비스업은 21개 52명, 공공행정, 국방, 사회

[표 4] 문산읍의 산업대분류별 산업체

형태	문산읍 사업체 (단위: 업체 수 / 종사자 수)
회사법인	62/997
기타법인	45/729
비법인	34/67
개인 업체	1,541/3,030
단독	1,644/4,115
공정(지사)	33/554
본사(본점)	5/154

보장행정은 5개 104명, 교육 서비스업은 66개 514명, 보건 및 사회복지사업은 32개 171명, 오락, 문화 및 운동관련 서비스업은 86개 211명과 기타공공 수리 및 개인서비스업 181개 315명으로 구성되어 있다. 그리고 문산읍의 법정 관광지로는 마정리의 임진각으로 연간 관광객 수는 1,746,554명 (1일 관광객 수 4,785명)이다.

4. 리스크 정량화 (Risk Quantification)

리스크 정량화는 시나리오를 미국의 편익비용분석 방법을 적용하여 경제적으로 타당성이 있는가를 볼 수 있다. 앞의 손실 분석에서 문산읍의 경제적 손실 요소들을 분석하여 산정된 금액은 표 5와 같이 정리할 수 있다. 이를 통해 내수범람 시나리오와 제방붕괴 시나리오에 대한 피해 요소를 정의하여, 피해가 발생한 기간 동안의 피해액을 추정하고 이는 표 6과 같다. 그리고 빈도별 피해금액을 산정하기 위해 아래와 같은 모델을 적용하여 피해범위와 빈도별로 편익비용분석을 통해 경제적으로 타당성이 있는지 보고자 한다.

[표 5] 문산읍의 요소별 피해액 산정

구 분		금 액	비 고
문산리 면적	3,86km ²	- 문산천 하류 11.6km ² 국가하천으로 관리	
문산천	유로 면적	188.2km ²	- 전체 제방 길이 23,373m
	유로 연장	29.2km	* 문산리 중심지 근접 제방길이 1,318m 제방 건설비 34억 원/1km (감사원)
문산리 인구	9,742명 (3,671세대)		
문산읍 제조사 업체 1일 추정 생산액	13개	123,857,535원	-
철도 1일 수입	여객	2,850,219원	
	화물	692,792원	
자동차 1일 교통량	1번국도	30,965대	
	359지방도	3,403대	
문산리 세대 당 1일 추정 소득액	-	47,709,594원	-
문산읍 등록 차량대수	승용차	8,536대	차량 1일 평균 렌트 비용 (정상기준) 소형 75,000원 중형 116,000원 대형고급 264,000원 승합, RV 166,334원 외제차 481,667원 평균 220,601원
	승합차	1,182대	
	화물차	2,447대	
	특수차	12대	
	계	12,177대	
문산리 추정 주택가격	세대수×추정 평균 주택가격	5,341,305,000원	문산리 추정 평균 주택가격 (단독 및 상업용 주택) 1,455,000원/㎡ (1세대 당)

【표 6】 문산읍의 예상 피해추정 산출액

(단위 : 원)

구분	첫 번째 시나리오	두 번째 시나리오
	(재난기간 2일)	(재난기간 4일)
① 문산읍 생산액	247,715,070	495,430,140
② 철도수입	7,086,022	14,172,044
③ 문산리 세대 당 소득	95,419,188	190,838,376
④ 수도, 전기, 가스 비용	343,134,258	686,268,516
⑤ 문산읍 차량 렌트 비용	5,372,516,754	10,745,033,508
⑥ 문산리 중심 근접 제방 건설비	8,962,400,000	4,481,200,000
⑦ 문산리 주택가격	5,341,305,000	5,341,305,000
⑧ 문산리 배수펌프장	4,000,000,000	4,000,000,000
합 계	24,369,576,292	25,954,247,584

이에 대한 문산읍의 각 시나리오의 빈도별 피해 산정은 해당되는 요소의 피해액의 합을 50%, 100%의 피해 정도에 대한 빈도별로 피해액 산정하기 위하여 아래와 같은 공식을 적용하여 금액을 산정한다. 이 공식은 각 시나리오에 해당하는 요소들의 전체피해액에 빈도별(T)로 계산된다. 아래 식은 Rudolf Faber의 FLOOD RISK ANALYSIS 참고하였다.

$$E(L) \cong \sum_{T=1}^{\infty} L(T) \times \frac{1}{T(T+1)}$$

(T=Return Period, L=Loss)

시나리오는 외수 범람으로 제방이 붕괴되어 내수침수가 같이 발생하여 이로 인한 피해는 주거 및 상가, 철도 및 도로 그리고 전기, 상수도 및 가스가 유실되었으며, 제조업 및 생산에 피해가 발생한다. 이에 대한 피해추정을 위해 표 6에서 요소별로 산정한 피해 산정액을 적용하였으며, 해당되는 요소로는 문산읍의 생산액과 철도 수입, 문산리의 세대 당 소득과 수도, 전기, 가스비용 그리고 문산읍의 차량 렌트 비용과 문산리의 주택가격으로 피해가 발생한 4일 동안의 피해액이 100%일 때 100년, 200년 빈도로 금액을 추정하였으며, 추정된 금액은 표 7과 같다.

【표 7】 제방붕괴 시나리오의 피해 100%일 때 빈도별 추정액

(단위 : 원)

	100%		
	피해추정	100년	200년
① 문산읍 생산액	495,430,140	49,052	12,324
② 철도수입	14,172,044	1,403	353
③ 문산리 세대 당 소득	190,838,376	18,895	4,747
④ 수도, 전기, 가스 비용	686,268,516	67,947	17,071
⑤ 문산읍 차량 렌트 비용	10,745,033,508	1,063,865	267,289
⑥ 문산리 주택가격	5,341,305,000	528,842	132,868
합 계	17,473,047,584	1,730,104	434,852

다음은 시나리오에 대한 피해가 50%때 100년, 200년 빈도별 추정된 금액이며, 추정된 금액은 표 8과 같이 산정된다.

【표 8】 제방붕괴 시나리오의 피해 50%일 때 빈도별 추정액

(단위 : 원)

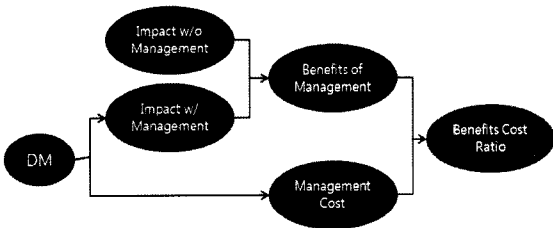
	50%		
	피해추정	100년	200년
① 문산읍 생산액	247,715,070	24,526	6,162
② 철도수입	7,086,022	702	176
③ 문산리 세대 당 소득	95,419,188	9,447	2,374
④ 수도, 전기, 가스 비용	343,134,258	33,974	8,536
⑤ 문산읍 차량 렌트 비용	5,372,516,754	531,932	133,645
⑥ 문산리 주택가격	2,670,652,500	264,421	66,434
합 계	8,736,523,792	865,102	217,527

5. 비용편익 분석 (Cost-Benefit Analysis)

내수 범람과 외수범람으로 제방붕괴의 시나리오의 재난 발생에 대한 경제적 비용 산정의 분석 방법으로 미국의 비용·편익분석 방법을 가지고 시나리오에 대한 분석을 하고자 한다.

재해 발생 기간의 총 피해액에서 방재시설이 있었을 때를 비교하여 편익(Benefit)을 산출하여 방재투자비용으로 나누어 편익비용비율(Benefits Cost Ratio) 으로 분석하

는 미국의 재해 관리를 위한 CBA(CBA for Disaster Management) 방법이며 그림 3과 같다.



<그림 3> 재난관리에서 비용편익분석

가. 재난경감시설로 인한 영향력 (Impact with Management)

외수범람으로 내수범람과 제방붕괴로 인한 시나리오에서 문산리의 배수펌프장과 제방의 방재비용을 포함하여 재해기간 4일에 대한 피해 추정액을 산정하였다. 피해가 100%로 100년, 200년 빈도별로 금액을 추정하였으며, 이는 표 9와 같다.

[표 9] 방재시설이 있는 경우 피해가 100%일 때 빈도별 추정액 (단위: 원)

	100%		
	피해추정	100년	200년
① 문산읍 생산액	495,430,140	49,052	12,324
② 철도수입	14,172,044	1,403	353
③ 문산리 세대 당 소득	190,838,376	18,895	4,747
④ 수도, 전기, 가스 비용	686,268,516	67,947	17,071
⑤ 문산읍 차량 렌트 비용	10,745,033,508	1,063,865	267,289
⑥ 문산리 중심 근접 제방 건설비	4,481,200,000	443,683	111,473
⑦ 문산리 주택가격	5,341,305,000	528,842	132,868
⑧ 문산리 배수펌프장	4,000,000,000	396,040	99,502
합 계	25,954,247,584	2,569,727	645,627

다음은 시나리오에 대한 피해가 50%일 때 100년, 200년 빈도별 추정된 금액이며, 추정된 금액은 표 10과 같이 산정된다.

[표 10] 방재시설이 있는 경우 피해가 50%일 때 빈도별 추정액 (단위: 원)

	50%		
	피해추정	100년	200년
① 문산읍 생산액	247,715,070	24,526	6,162
② 철도수입	7,086,022	702	176
③ 문산리 세대 당 소득	95,419,188	9,447	2,374
④ 수도, 전기, 가스 비용	343,134,258	33,974	8,536
⑤ 문산읍 차량 렌트 비용	5,372,516,754	531,932	133,645
⑥ 문산리 중심 근접 제방 건설비	2,240,600,000	221,842	55,736
⑦ 문산리 주택가격	2,670,652,500	264,421	66,434
⑧ 문산리 배수펌프장	2,000,000,000	198,020	49,751
합 계	12,977,123,792	1,284,864	322,814

나. 재난경감시설의 편익 (Benefit of Management)

재해가 발생한 4일 동안 100% 피해를 입었을 경우에 산정된 피해 금액은 25,954,247,584원이며, 방재시설이 있는 경우 피해 금액은 100년, 200년 빈도별로 2,569,727원과 645,628원으로 편익(Benefit)은 각각 17,470,477,857원과 17,472,401,956원이다. 이와 같은 방법으로 피해가 50%일 경우 편익(Benefit)은 8,735,238,928원과 8,736,200,978원으로 산정되며, 표 11과 같다.

[표 11] 제방붕괴 시나리오의 빈도별 편익 산정

(단위: 원)

	100%		50%	
	100년	200년	100년	200년
Impact w/o Management	17,473,047,584		8,736,523,792	
Impact with Management	2,569,727	645,628	1,284,864	322,814
Benefit of Management	17,470,477,857	17,472,401,956	8,735,238,298	8,736,200,978

다. 재난경감 시설비용 (Management Cost)

외수범람으로 내수범람과 제방이 붕괴되어 문산읍 중심지에 침수 및 유실 피해가 있는 시나리오에서 피해를 줄이기 위하여 방재시설로 문산리의 배수펌프장과 제방비용을 Management Cost로 하였다. 배수펌프장의 비용 40억 원과 문산읍 중심지에 해당되는 제방비용인 4,481,200,000원으로 하여 총 Management Cost는 8,481,200,000원으로 한다.

라. 편익비용 비율 (Benefit-Cost Ratio)

재해 기간인 4일 동안의 피해액에서 제방시설이 있는 경우의 피해액으로 구한 편익(Benefit)을 Management Cost로 나누어 Benefit-Cost Ratio를 산정하였다. 피해가 100%일 경우 각각의 100년, 200년 빈도별에 대한 Benefit-Cost Ratio는 100%일 경우 2.05991과 2.06013이며, 50%일 경우 1.02995와 1.03007로 표 12와 같다.

[표 12] 피해에 대한 빈도별 편익비용 비율

(단위 : 원)

	100%		50%	
	100년	200년	100년	200년
Benefit of Management	17,470,477,857	17,472,401,956	8,735,238,928	8,736,200,978
Management Cost	8,481,200,000	8,481,200,000	8,481,200,000	8,481,200,000
Benefit-Cost Ratio	2.05991	2.06013	1.02995	1.03007

표 12를 보면, 두 번째 제방붕괴 시나리오의 경우 역시 [편익/비용]비율이 1.0보다 큰 것을 알 수 있으며, 첫 번째 시나리오 같이 높은 경제적 타당성을 보이고 있다.

연구요약

기후 온난화에 따른 자연재해에 대한 경감 대책들이 제시 될 때 경제적 평가 방법에 대한 연구 필요성이 제기 되었다. 사이몬의 의사결정 프로세스에 의하면 최적의 대

안을 선택하기 위해서 정보수집 단계와 설계 단계를 거쳐야 한다. 특히 설계 단계는 모델 구성이 필수 불가결한 요소이다. 개발된 재해 경감 대안들 중에서 최적의 대안을 선택하기 위해 경제적 평가 모델이 필요하다. 이 모델이 비용 대비 효과 분석이라는 Cost Benefit Model이다.

이 모델은 편익이라는 요소와 비용이라는 요소를 이용하여 그 비율이 1 보다 크면 그 대응책은 경제성이 있다고 판단한다. 이 연구에서 리스크를 기반으로 한 비용 대비 편익을 분석하기 위해 리스크 관리에 대한 기본구조를 제시 하였다. 리스크 관리 기본구조는 시스템 정의, 위험구명, 시나리오 개발 그리고 시나리오에 따라 대응책이 없는 피해규모와 대응책이 가미된 피해규모를 비교하여 편익을 산정하고 아울러 대응책 구현에 따른 비용과 비교하는 프로세스이다.

재난 발생 시 리스크 관리 프레임워크에 의하여 사례연구 대상인 문산읍의 피해 요소들을 정의하고 내수범람과 제방붕괴 시나리오에 피해요소들을 적용하여 피해에 따른 손실규모를 추정하였다. 그리고 피해에 따른 추정피해액과 방재시설 설계빈도별로 추정된 피해금액을 가지고 방재시설에 대한 비용을 적용하여 미국과 일본에서 제시된 편익·비용분석 방법을 통해 추정된 값이 경제적으로 타당성을 가지고 있는가를 분석하였다. 사례연구 내용을 요약하면 다음과 같다.

내수 범람 시나리오와 제방붕괴 시나리오를 설정하여 문산읍에 대한 손실규모를 산정 하였다. 아울러 제방건설과 배수펌프장 설치라는 대응책에 대한 비용효과분석(CBA)을 실시하였다. 문산읍 사례연구를 통하여 손실규모를 산정하기 위한 몇 가지 입력변수를 고려하였다.

문산읍 사례연구에서 산업 및 상가(문산읍 생산액, 문산리 세대 당 소득, 수도/전기/가스 비용), 교통(철도수입, 문산읍 차량 렌트 비용), 주거 및 상가(문산리 토지가격)를 손실액을 추정하기 위해서 입력 변수로 사용 하였다. 특히 주거 및 상가 건물 피해 규모를 산정하는데서 평균공시지가 라는 토지가격을 이용하였다. 그런데 이 토지

가격이 너무 크기 때문에 시나리오에 따른 손실규모를 산정하는데 별로 차이를 보이지 않았다. 토지가격을 대입할 것이 아니라 실제 건물 시가를 반영해야 정확한 비용 대비 효과 분석이 이루어질 것 같다.

UNDRO(1991년)에 의하면 자연재해에 따라 영향을 미치는 경제적 및 사회적인 변수는 주거, 산업/비즈니스생산, 농작물 손실과 사회적 기반시설 피해, 교통망 붕괴, 통신망 시설 파괴이다. Messier(2006년) 등에 의하면 범람에 의한 피해 형태로 직접적 요인과 간접적 요인으로 구분하였다. 직접적 요인으로 재산피해(건물, 콘텐츠, 기반시설)와 인명손실과 사상자 그리고 생태계 피해이다. 간접적 요인으로는 산업생산 손실, 교통 붕괴, 비상대응 비용, 생존자 취약성 증가, 재난 후 생존 복구의 불편함을 들었다.

향후 기후 온난화로 인한 자연재해 피해를 경감하기 위한 대응책의 비용효과 분석을 하여 경제성을 평가한다. 이때 두 가지 경우에서 피해 규모를 산정하는데 어떠한 입력 변수를 고려할 것인가는 매우 중요하다. 아울러 피해규모를 수치화 시키는 것도 어려운 일이면서도 의사결정에 꼭 필요한 일이다. 고려해야 할 입력 변수는 다음과 같다.

- ☞ 주거 및 상가 건물 피해(반파 및 전파 경우 어떻게 피해액을 산정할 것인가?)
- ☞ 산업 및 비즈니스로 인한 생산 손실
- ☞ 교통망 마비로 인한 피해규모
- ☞ 수도/전기/가스/통신 등의 인프라 붕괴로 인한 피해규모
- ☞ 순차산업연관으로 인한 피해규모
- ☞ 관광수입 손실 및 농작물 손실

이러한 변수들에 대해서 피해규모를 계량화 시키는 방법을 계속 연구할 필요성이 제기 되었으며 문산읍 사례 연구에서 그 가능성을 찾아보았다.

편익·비용 분석 방법은 미국의 경우 구체적인 결과 값을 가지며, 일본의 경우 단순한 방법을 이용한 추상적인 값을 제시함으로써 미국의 편익·비용 분석 방법이 일본의 경우 보다 재해대응책이나 재난 관리에 있어 더 타당하다고 볼 수 있다.

향후 몇 년간 기후 온난화에 따른 재해 경감 대책이 제시 될 전망이다. 따라서 이러한 대책들에 대한 경제성 평가는 반드시 필요하다. 왜냐하면 우리나라 재난관리에 대한 최적의 대책을 구현하려는 정책수립자의 의사결정에 중요한 역할을 하기 때문이다.

참고문헌

- [1] 하인봉, 기후변화 및 온실가스 배출감축 사업의 환경영향 분석, 산자부, 09/2006.
- [2] 한국환경정책평가연구원, 기후변화협약 대응체제 연구, 환경부, 04/2002.
- [3] IPCC 최종보고서(기상정보도자료), 기상청, 04/2007.
- [4] 정현채, 지구 온난화 현상에 따른 한국 각 지역의 기온과 강수량 변화 및 그 이외 기상 변화 현상들의 관찰들과 대처 방안, 한국태양에너지학회 논문집, 05/2001.
- [5] 조광우, 지구 온난화에 따른 한반도 주변의 해수면 변화와 그 영향에 관한 연구, 한국환경정책평가연구원, 12/2001.
- [6] 한기주, 기후변화가 산업부문에 미치는 경제적 영향, 09/2007.
- [7] 서애숙, 김태균, 이정미, 기후변화와 자연재해, 한국방재학회지, 2006.
- [8] 삼성지구환경연구소, 기후변화의 현상 그 영향과 대처방안, 그린삼성 계간사보지, 07/2002.
- [9] 東京大學 工學係 研究科 社會基盤學專攻 上田孝行 教授 공간적 응용 일반균형 분석을 이용한 거대한 재해의 경제평가, 12/2005.
- [10] 防災科學技術研究所 永松 伸吾, 재해와 지역 경제: 거대한 재해에 향한 대책의 장기전략, 2007.
- [11] John E. Hay / 와이카드大學 [國際地球變動研究所]學術顧問(뉴질랜드), 茨城大學 地球變動適應科學 研究機關 特任教授, 기후 변동: 과거·현재 그리고 미래, IPCC第4次評 價報告, 11/2006.
- [12] (獨) [國立環境研究所 社會環境 시스템 研究領域 上席 研究官 原沢 英夫, 온난화를 초래하는 심각한 영향 대응책은?, 11/2004.
- [13] 日本國 氣象庁, 세계의 최근 이상기상과 기상재해, 2005.
- [14] Rudolf Faber, Flood Risk Analysis, 2006.
- [15] A Framework for Evaluating the Cost-Effectiveness of Mitigation Measures.pdf
- [16] Economic and Financial Impacts of Natural Disasters.pdf