

# Panel Data 분석을 통한 홍수피해와 복구비 관계분석

## Panel Data Analysis between Flood Damage and Recovery Cost

박 두 호\* / 김 선 영\*\*

Park, Doo Ho / Kim, Sun Young

### Abstract

This paper addresses the correlation between the flood damage cost and recovery cost. National data (15 regions) for 20 years, panel data, has been analyzed for this test. Model specification of panel data analysis depends on the characteristics of data set and “fixed” or “random” effects model can be used. The results are represented in both models. As we expected all independent variables show positive relationship with recovery cost, except for the number of death and suffers. The damage of public facilities, such as rivers and road are the major factors on the damage and recovery cost, which means that flood damage can not be decreased without decreasing damages of public facilities from floods. Especially, the recovery cost is always higher than the damage cost and investment for flood control. Unlikely, government investment for flood control is the highest and recovery cost is the always lower than damage cost and investment in Japan. Which means that proper investment can reduce economic damage cost of flood and recovery cost.

**Keywords** : flood damage, recovery cost, panel data, fixed effects, random effects

### 요 지

본 연구는 패널자료 (15개 시도의 20년간 자료)를 이용하여 홍수피해 비용과 복구비와의 상관관계에 대한 분석을 시도하였다. 패널 분석은 자료의 성격에 따라 고정효과모형 또는 확률효과모형을 사용하지만 본 분석은 두 모형을 함께 추정하였다. 예상대로 모든 변수들은 복구비와 정의 상관관계를 보였지만 사망자수와 이재민 수는 유의하지 않거나 오히려 음의 상관관계를 보이기도 하였다. 그리고 공공시설의 피해가 가장 중요한 인자였다. 무엇보다 중요한 것은 우리나라의 경우 복구비가 피해액이나 투자액에 비해 항상 높다는 것이다. 우리나라와는 반대로 일본의 경우 복구비가 가장 낮고 투자비가 가장 높다는 점을 미루어 볼 때 결국 적절한 투자가 향후 홍수피해는 물론 복구비도 낮출 수 있다는 점을 확인할 수 있었다.

**핵심용어** : 홍수피해, 복구비, 패널자료, 고정효과, 확률효과

### 1. 서 론

현재 모든 인류가 공감하고 있는 가장 큰 이슈 중 하나

는 기후변화일 것이다. 이는 기후의 변화로 인해 초래되는 여러 충격들이 대부분 사회적 비용을 발생시키고 그러한 비용은 결국 국가경제에 커다란 영향을 미친다는 우려

\* 교신저자, 한국수자원공사 Kwater 연구원 책임연구원 (e-mail: dhpark@kwater.or.kr)

Corresponding Author, Principal Researcher, Kwater Research Institute, 462-1 Jeonmin-dong, Yusung-gu, Daejeon 305-730, Korea

\*\* 한국수자원공사 Kwater 교육원 팀장, 서강대 박사과정 (e-mail: dhpark@kwater.or.kr)

Head Manager, Kwater Academy, 462-1 Jeonmin-dong, Yusung-gu, Daejeon 305-730, Korea

에서 기인한다. IPCC의 기후변화 시나리오가 아니더라도 일반인인 우리조차 과거보다 평균 온도가 상승했음은 피부로 실감할 수 있는 사실이다. 일례로 30년 전 겨울철이면 도시 인근에서 쉽게 찾아볼 수 있던 크고 작은 재래식 스케이트장들이 이제는 찾아보기 어려운 광경이 되었다는 사실이 겨울철 온도상승을 단적으로 보여주는 것임을 생각해 볼 수 있다. IPCC 시나리오에 따르면 우리가 기후변화에 적절히 대응하지 않을 경우 지구의 평균기온 상승과 강수량의 증가로 지역별로 홍수와 가뭄 등의 기상재해가 증가할 것으로 예측하고 있으며 일부 단체와 언론들은 당장이라도 이로 인한 커다란 재앙이 인류에게 닥쳐올지 모른다는 위기감을 고조시키기도 한다.

우리나라도 매년 자연재해로 인한 막대한 재산피해를 보고 있으며 이러한 원인인 풍수해 중 가장 큰 피해를 초래하는 것이 홍수에 의한 것이다. 그렇다면 매년 홍수방어를 위한 막대한 예산 투자에도 불구하고 그 피해가 계속 증가하는 이유는 무엇일까? 최근 그 이유에 대해 전문가들은 IPCC의 예측처럼 지구 온난화에 따른 기후변화를 가장 큰 이유로 꼽으며 이와 같은 피해는 지속적으로 증가할 것으로 예측하고 있다. 물론 홍수피해의 증가는 우리나라에만 국한된 것이 아닌 연간 막대한 홍수방어 예산을 투입하고 있는 미국 역시 그 피해는 계속 발생하고 있는 추세이며 매년 평균적으로 10억 달러 이상에 달하고 있다(Ramires 등, 1987). 거의 매년 반복되는 홍수피해에 대해 단순 복구에 필요한 예산만을 기계적으로 투입하고 또 다시 홍수를 맞이하는 악순환을 되풀이하는 우리나라는 막대한 예산정책에도 불구하고 홍수로 인한 재산피해 증가를 보고 있는 선진국의 경우와 기후변화라는 외부효과는 우리가 현실점에서 반드시 주지해야 할 현상이다.

기후변화 시나리오는 이제까지의 홍수와는 비교도 안 될 대규모의 재해에 대해 암묵적으로 경고하고 있으며 이 같은 상황에서 정부는 이에 대한 적응 및 대응 정책을 수립해야 하는 시점임을 각성하고 있다. 그러한 정책들 중 가장 중요한 부분이 바로 정부의 홍수관련 예산부분이며 이는 현재 우리 정부의 예산 투입에 대한 적절성과 효과성에 대한 평가와 반성이기도 하다. 이러한 평가와 반성이 향후 우리정부의 홍수방어를 위한 예산정책에 아주 중대한 영향을 줄 수 있기 때문이다. 이와 같은 사실에도 불구하고 우리는 현재까지 홍수피해와 관련된 정부의 여러 예산투입에 대한 학술적인 분석에는 상대적으로 관심이 적었다고 할 수 있다. 홍수분석의 기본인 강우유출부터 최근 기상레이더 등을 이용한 강우예측까지 전통적인 홍수관련 연구와 최근 IT기술을 이용한 신개념의 홍수관련 연구들은 많이 수행되어 왔으나 아쉽게도 홍수

와 관련하여 투자하고 있는 막대한 예산이 효과적으로 투입되고 있는지, 홍수 유형별로 복구비는 어떻게 차이가 나는지 등의 홍수방어에 관한 경제적인 지표 연구는 거의 전무한 상태라고 할 수 있다.

이러한 견지에서 본 연구는 최근 20여 년간 전국 15개의 지역별 홍수피해 유형을 분석하고 이에 대한 복구비용과 유형별 피해액과의 상관관계 분석을 통해 향후 홍수방어를 위한 정책제언에 그 목적을 두고 있다.

## 2. 우리나라 홍수 피해 유형

홍수로 인한 재산피해는 1990년 이전에는 평균 약 5천 9백억 (2000년도 불변가격)이었던 것이 지난 10년간 (1991~2000) 그 피해액은 평균 약 8천 5백억 (2000년도 불변가격)으로 약 43% 증가하였다. 이 같은 피해액의 증가는 국민소득의 증가와 밀접한 관계를 가지는데 (Table 1), 경제성장에 따른 국민소득과 인구의 증가는 주거환경의 집단화와 부동산 가격의 상승을 초래해 결국 총 피해액이 증가하는 결과를 가져오는 것이다. 사망자수의 경우 당해연도 홍수 크기에 따라 달라질 수 있지만 전반적으로는 지속적인 감소 추세를 보이고 있음을 알 수 있으며 이재민수의 경우와 절대적인 침수면적 역시 줄고 있음을 알 수 있다. 건물과 선박피해는 비교적 변동이 없으나 두드러진 특징은 공공시설의 피해 크기와 피해액의 증가이다 (Table 1). 전체 피해액 중 공공시설의 피해로 발생하는 비율이 가장 크고\* 그 피해 중 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것이 하천 (소하천포함)과 관련된 피해로 약 38%를 차지하고 있다 (소방방재청, 2009). 이와 같은 특징들이 우리나라 홍수피해의 대략적인 유형이라 할 수 있다.

또 다른 특징은 최근 증가하고 있는 홍수피해 추세이다. 태풍 '루사'를 제외하더라도 1916~2000년 기간 동안 총 피해액을 기준으로 정한 10위까지의 피해액 순위에서 최근 1990~2000년 중 4년(1992, 1993, 1994, 1997)을 제외한 모든 년도가 10위에 포함되어 있다는 사실이다 (소방방재청, 2000). 즉 최근의 홍수는 발생 빈도도 높지만 그 피해액의 수준이 과거 어느 때보다 높으며 이와 같은 피해액의 증가는 단순 피해보다 높은 복구비의 증가를 의미하는 것으로 결국 정부의 치수 투자액도 증가하게 된다.

정부의 치수투자는 막대한 예산이 소요되며 그 예산은 앞으로 지속적으로 증가할 것으로 예측된다. 앞서 언급하였듯이 보다 합리적인 투자를 위해서는 수문자료

\* 2009년 재해연보에 제시된 공공시설 피해액은 전체 피해액의 80%를 상회하고 있다.

Table 1. Flood Damages in Korea (1984~2005)

Year	Death (#)	Suffers (#)	Innudation (area)	Building (\)	Ship (\)	Farm land (\)	Public facilities (\)	Others (\)	Total (\)
1984	265	364,231	140,380	125	9	260	1,700	1,413	3,507
1985	250	72,257	126,178	17	74	22	618	1,187	1,918
1986	156	99,114	87,855	27	34	23	553	2,669	3,306
1987	1,022	272,277	299,466	194	273	959	7,629	5,900	14,954
1988	143	5,066	17,470	8	21	147	1,151	369	1,696
1989	307	92,599	120,369	82	73	202	2,818	4,407	7,582
1990	257	203,314	129,314	124	41	605	3,718	4,255	8,744
1991	240	29,573	61,173	66	29	514	4,001	574	5,184
1992	40	965	13,969	1	14	18	197	85	316
1993	69	13,779	58,488	15	137	130	1,983	282	2,548
1994	72	11,852	6,275	7	55	138	1,091	639	1,930
1995	158	30,408	79,254	60	84	734	5,220	1,129	7,226
1996	77	18,686	47,967	174	10	630	3,896	916	5,626
1997	38	6,296	45,773	21	31	125	1,641	323	2,141
1998	384	30,308	91,628	386	13	1,052	12,263	2,100	15,815
1999	89	26,656	76,128	414	23	247	9,647	2,115	12,445
2000	49	3,665	53,092	114	81	64	5,305	891	6,455
2001	79	4,096	20,011	108	3	104	3,826	8,508	12,549
2002	270	71,204	53,073	1,147	35	4,368	48,777	6,202	60,529
2003	146	62,575	51,410	949	320	1,165	30,669	10,507	43,610
2004	14	30,348	56,875	80	5	170	5,110	6,843	12,210
2005	52	9,781	26,782	150	9	280	4,444	5,570	10,453

자료: 재해연보, 각년도

(hydrological data)를 근거로 한 홍수유형의 분석, 피해발생 및 복구비에 따른 대응전략이 요구된다. 홍수는 국토의 일정 지역에 한정되어 발생하는 것이 아니기 때문에 시도별 혹은 유역별 분석을 토대로 어디에 얼마만큼을 투자하는 것이 국가자원을 최적화하는 것인지를 사전에 결정해야 하는 것이다. 이러한 연구를 위해서는 양질의 자료가 요구된다. 즉 지난 수십 년 간의 홍수자료와 그 피해에 대한 복구비 및 예산투자에 대한 지역별 그리고 유역별 시계열 및 횡단면자료 (Panel Data)가 그것이다. 그리고 전년도 투자의 홍수방어효과에 대한 사회·경제적인 효과를 정량적으로 분석한 자료가 구축되어야 치수투자의 효율성을 검증할 수 있는 것이다. 물론 우리나라는 아직까지 이와 같은 구체적인 자료 구축이 부족한 실정이다.

따라서 현실적으로 볼 때 국가예산의 최적배분 및 투자를 위한 수해방지 투자규모를 산정하는 것은 어렵다고 볼 수 있다.

### 3. 자료 및 모형

#### 3.1 분석 자료

현재까지 재해연보에는 홍수 유형별 피해액과 복구에 대한 지역별 시계열 자료만 있을 뿐 이에 대한 전년도 투자에 관한 정보는 없는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 1차적으로 홍수 피해액과 복구비의 상관관계에 대한 분석을 통해 향후 홍수방지를 위한 정부예산 투자에 추가적으로 요구되는 자료와 정보를 도출하고자 한다. 본 분석

**Table 2. Flood Damage Percentages for Each Sectors (1984~2005)**

	Building	Ship	Farm Land	Public Facilities	Others	Total
Region 1	8.2	0.5	0.2	54.6	36.4	100
Region 2	3.0	5.8	0.1	39.9	51.0	100
Region 3	1.1	0.0	0.5	89.1	9.1	100
Region 4	3.6	1.3	2.6	37.0	55.4	100
Region 5	2.7	0.0	2.1	22.5	72.5	100
Region 6	0.9	0.0	2.4	39.3	57.1	100
Region 7	3.4	0.1	6.4	60.1	29.8	100
Region 8	1.2	0.3	5.0	63.5	29.8	100
Region 9	1.9	0.0	9.1	80.5	8.2	100
Region 10	1.1	0.3	7.0	62.6	28.8	100
Region 11	0.6	0.6	2.7	26.2	69.6	100
Region 12	1.5	0.8	3.2	52.2	42.0	100
Region 13	1.6	0.6	3.6	68.3	25.7	100
Region 14	1.0	0.5	4.7	69.2	24.4	100
Region 15	1.0	0.5	4.7	69.2	24.4	100
계	1.7	0.5	4.9	64.9	27.7	100

자료: 재해연보, 각년도

**Table 3. Independent and Dependent Variables for Analysis**

Variables	Unit	Variable Name	Mean
Recovery Cost	1,000 won	rc	99,53,8631
Gross Regional Product	1,000,000 won	grp	20,431,625
Number of Death	person	dead	25
Number of Suffers	person	suffers	21,286
Innudated Area	jeongbo	fdarea	11,708
Building Damage	1,000 won	building	249,548
Farm land Damage	1,000 won	agland	21,593,317
Public Facilities Damage	1,000 won	pubfac	56,254,130
Others	1,000 won	others	14,199,213

에 요구되는 자료는 (Table 3)에 정리되어 있다.

모든 자료는 15개시도\*\*에 대한 1984년부터 2000년까지 17년간 자료로 횡단면 (cross-sectional)과 시계열 (time series) 자료가 합성된 패널 (Panel)자료이다. 패널자료는 횡단면자료와 시계열자료가 동시에 제공되기 때문에 분

석 결과에 대한 신뢰도가 횡단면자료나 시계열자료에 비해 상대적으로 높다고 할 수 있다. 그러나 이분산과 자기 상관 등 횡단면자료와 시계열자료가 내재하고 있는 단점도 동시에 지니고 있기 때문에 분석기법이 다소 복잡하다고 볼 수 있다.

### 3.2 분석모델

패널자료의 가장 일반적인 모델은 다음과 같다;

\*\* 1991년부터는 농작물 피해액에 대한 통계가 기타 피해로 구분되었기 때문에 그 이전의 농작물 피해액을 기타피해액에 합산하였다. 또한 울산광역시에 대한 통계는 1997년부터 시작되었기 때문에 자료의 일관성을 위해 모두 경상남도로 합산하였다.

$$Y = X\beta + \alpha_i + \eta \quad (i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T) \quad (1)$$

패널모델의 특징은 횡단면자료나 시계열자료와는 달리 오차항이 두 개라는 점이다.  $\alpha_i$ 는 시도별로 존재하는 관측할 수 없는 개별효과를 나타내고,  $\eta$ 는 일반적인 확률오차이다. 이 모델의 결정적인 문제점은  $\alpha_i$ 와 독립변수와의 잠재적인 상관관계이다. 결과적으로 만약 상관관계가 있으면 최소자승법(OLS)나 일반적최소자승법(GLS)을 통한 분석은 부정확한 결과를 유도할 수도 있다.

따라서 패널자료는 그 자료의 성격에 따라 “고정효과 모델(fixed effects model)” 혹은 “확률효과모델(random effects model)” 기법을 사용하는 것이 일반적이다. Hsiao(1999)는 규모가 큰 모수집단에서 추출된 개별효과를 통해 모수를 추정하는 경우 확률효과모델이 적합하다고 한 반면 단순히 개별효과에 대한 추정을 하는 경우에는 고정효과모형이 적합하다고 제안하였다. 확률효과모형은 다음의 과정을 통해 분석된다.

$$(Y - \theta \bar{Y}_i = \beta_0(1 - \theta) + \beta_1(X - \theta \bar{X}_i) + (1 - \theta)V_i + (\epsilon - \theta\epsilon_i))$$

where

$$\theta = 1 - \sqrt{\frac{\sigma_\epsilon^2}{T\sigma_v^2 + \sigma_\epsilon^2}} \quad (2)$$

만약  $\theta = 1$ 이면 고정효과 모형이 되는 것이고 만약  $\theta = 0$ 이면 단순회귀분석(OLS)이 되는 것이며  $\theta$ 는 항상 “0”과 “1”사이이다. 고정효과 모형은 다음과 같이 분석된다.

$$\bar{Y}_i = \beta \bar{X}_i + \alpha_i + \bar{\eta}_i \quad (3)$$

Eq. (1)에서 Eq. (3)을 빼주면 (within transformation) 아래의 식이 된다.

$$Y - \bar{Y}_i = \beta_1(X - \bar{X}_i) + \eta - \bar{\eta}_i \quad (4)$$

본 연구에서는 두 가지의 결과를 모두 제시하고자 한다. 분석의 구체적인 모델은 다음과 같다;

복구비 =  $f(\text{지역총생산, 사망자수, 이재민수, 침수면적, 건물피해, 농경지피해, 공공시설, 기타피해})$

모든 설명계수는 복구비와 정(positive)의 상관관계가 있을 것이며, 특히 복구비가 상대적으로 많이 소요되는 건물피해, 공공시설 그리고 기타피해는 가장 중요한 설명변수가 될 것으로 예상된다. 물론 정부의 치수투자에 대한 효율성을 분석하기 위해서는 위에 제시한 변수 외에도 보다 다양한 정보가 요구된다. 시기별 그리고 지역별 홍수를 발생시킨 홍수량과 그 홍수로 인한 정확한 피해액, 지역별 치수투자액, 홍수유출모형을 통한 치수투자의 경제성 분석, 그리고 각 지역의 홍수방지에 대한 교육과 홍

보 수준 및 각종 사회경제적인 정보 등이 요구된다. 그러나 우리나라는 아직 이와 같은 정보 구축이 되어있지 않기 때문에 본 연구에서는 가장 기본적인 분석만을 시도하고자 한다. 이 분석을 통해 앞으로 요구되는 정보 및 자료 등을 제시할 수 있을 것으로 보여 진다. 또한 우리나라는 아직 이와 같은 성격의 연구가 없었기 때문에 본 연구가 홍수에 관한 사회경제적인 시각에 대한 시발점이 될 것으로 기대된다.

#### 4. 분석 결과 및 정책제언

홍수피해가 클수록 복구비는 증가하고 독립변수들 간의 정(positive)의 상관관계, 즉 이분산의 문제가 있게 마련이다. 이 같은 문제를 보정하기 위해 본 연구에서는 “White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance”를 이용하였다. 모든 독립변수는 복구비와 정(positive)의 상관관계가 있을 것으로 예상하였으나 두 모델 모두 사망자 수와 이재민 수는 부(negative)의 상관관계를 보이는 특이점을 보였으며 fixed effects model에서는 이재민의 수가, random effects model에서는 사망자수가 각각 복구비와 상관관계가 없는 것으로 분석되었다. 결과적으로 홍수로 인한 복구비는 인명피해 수와 관계가 없거나 오히려 인명피해가 증가할수록 복구비는 감소하는 것으로 드러났다. 이는 사망자 수나 이재민의 수는 일정 지역에 급작스런 돌발홍수 혹은 태풍의 피해로 발생하기 때문에 그 피해가 많더라도 복구비와는 크게 상관없이 나타나므로 보인다. 침수면적의 경우 fixed effects model에서는 복구비와 상관관계가 없지만 random effects model에서는 높은 정(positive)의 상관관계를 보이고 있다. 즉, 1정보의 피해가 발생할 때마다 625,000원 복구비가 소요되는 것이다.

예상대로 건물피해, 공공시설 그리고 기타피해는 복구비와 밀접한 정(positive)의 관계가 있는 것으로 보인다. 특히 두 가지 모델 모두에서 건물의 복구비는 피해액의 세배가 소요되는 것으로 나타났다. 공공시설의 경우 1억의 피해 발생에 1억 5천 이상의 복구비가 지출되었으며 농작물 피해가 포함되어 있는 기타피해액 역시 모델별로 조금의 차이는 있지만 1억의 피해에 대해 1억 1천 이상의 복구비가 소요되는 것으로 나타났다.

그리고 앞서 홍수의 피해와 국민소득이 함께 증가하고 있음을 설명하였다. 홍수피해의 증가는 곧 복구비의 증가를 의미한다. 본 연구의 분석 역시 이 같은 관계를 나타내고 있는데 두 모델 모두에서 지역 총생산의 증가는 복구비의 증가를 나타내고 있다. 또한 복구비의 증가는 정부 예산투자의 증가를 의미하기도 한다. 물론 본 연구에서는

Table 4. Results of Fixed and Random Effects Model

Variables	Fixed effects model		Random effects model	
	Coefficients	T-stats	Coefficients	T-stats
Constant			1,285,524	0.91
Gross Regional Product	0.4	3.59	0.169769	3.40
Number of Death	-158,482	-2.57	-70,540	-0.91
Number of Suffers	-93.9	-0.68	-1,044	-5.20
Innudated Area	-337.7	-0.72	625	3.17
Building Damage	3.0	2.51	3.0	3.35
Farm land Damage	-0.3	-1.61	-0.3	-2.46
Public Facilities Damage	1.6	27.91	1.5	44.64
Others	1.1	5.64	1.4	8.33
R <sup>2</sup>	0.954		0.941	
Adj-R <sup>2</sup>	0.950		0.939	

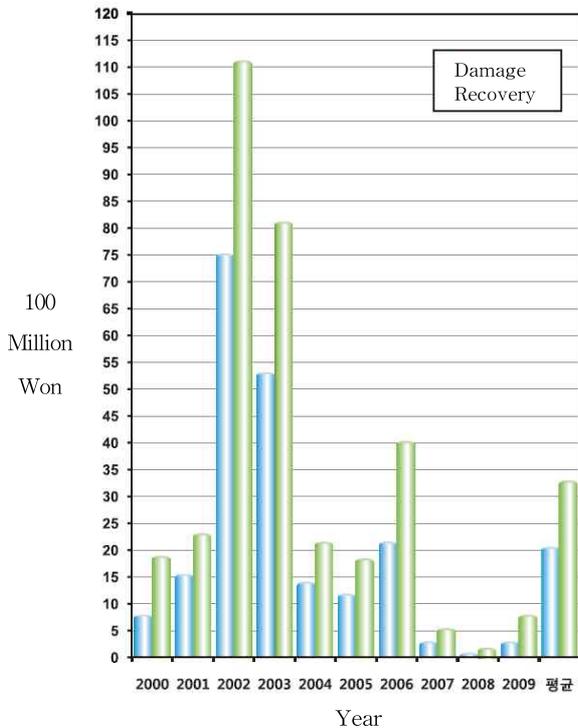


Fig. 1. Flood Damages and Recovery Costs for Last 10 Years (소방방재청, 2009).

지역별 정부예산투자에 대한 정보가 없기 때문에 국민소득수준 증가와 정부예산과의 관계 및 적정투자수준을 도출해 낼 수는 없었으나 복구비를 예산투자의 일부로 가정했을 때 국민총소득의 0.04% 정도가 치수를 위한 투자로 유추될 수 있다.

최근 10년간의 홍수 피해과 복구비와의 관계를 보더라도 이 같은 추세를 알 수 있는데 평균 피해액이 약 2조 정

도이고 복구비는 거의 3.5조에 육박하고 있다(소방방재청, 2009)는 점이다. 그렇다면 우리나라보다 홍수와 태풍 피해가 훨씬 많은 나라인 일본의 경우, 치수투자와 복구비예산집행의 관계를 보면 흥미로운 점을 발견할 수 있다. 우선 치수사업비의 절대예산 자체가 복구비보다 많다는 점이다. 특히 1998년까지는 지속적으로 치수 투자비가 증가하고 있으며 복구비는 1986년을 기점으로 급격히 줄어들고 있음을 알 수 있다. 우리나라의 경우 복구비가 항상 피해액보다 훨씬 높다는 사실과 비교하면 상당히 대조적이다. 홍수로 인한 피해는 당해연도의 수문사상에 의해 달라지기 때문에 특정 경향을 보일 수는 없으나 최근 우리나라의 경우 지속적으로 증가하고 있는 반면 일본의 경우는 그 같은 추세를 보이고 있지 않다. 또한 낮은 복구비와 1987년 이후에는 매년 비슷한 수준을 유지하고 있다. 홍수 피해액과 비례적으로 증가하고 있는 복구비를 보이는 우리나라의 경우와는 대조적이고 우리나라는 왜 복구비가 가장 높은지에 대한 많은 의문이 생긴다. 두 개의 그래프를 비교해보면 투자비, 피해액 그리고 복구비의 관계가 완전 반대인 것을 알 수 있고 일본의 경우 무엇보다 분명해 보이는 것은 지속적이고 적절한 투자가 결국 홍수에 대한 적절한 방어수단이 되고 있으며 결국 복구비도 적게 소요된다는 점이다.

Stern (2007)에 따르면 OECD 국가들이 향후 기후변화로 지불해야할 적응비용이 \$15~\$150 billion에 달할 것으로 예측하고 있다. World Bank (2009) 역시 개발도상국을 대상으로 기후변화에 적응하기 위한 비용을 산정한 결과 \$28~\$100 billion에 달할 것이라고 추정하였다. United Nation Framework Convention on Climate Change

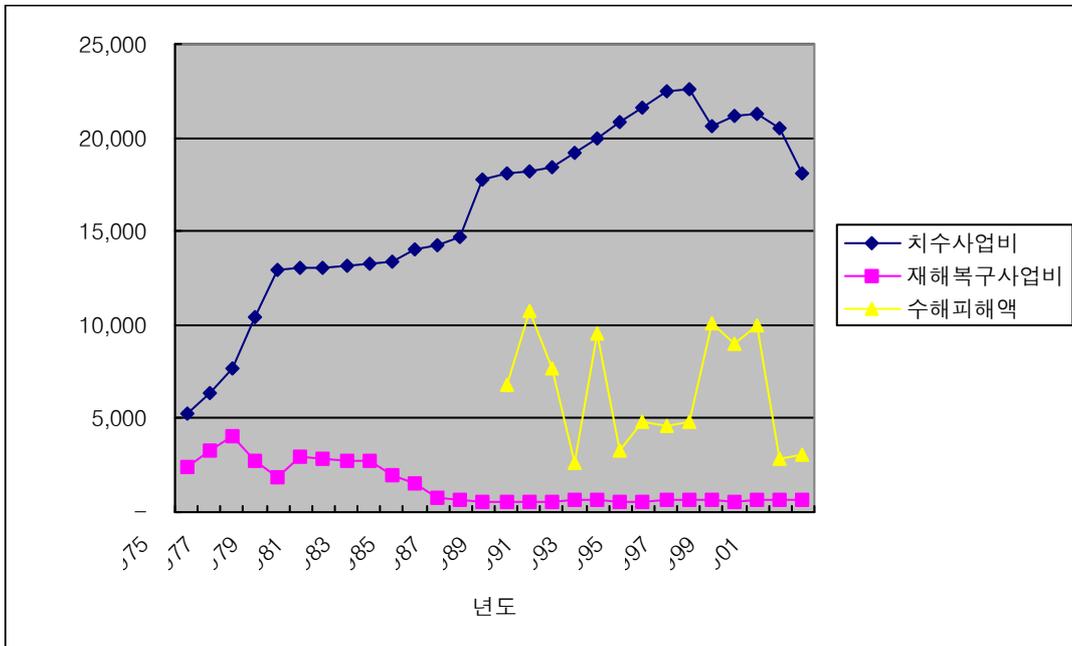


Fig. 2. Investment, Damage and Recovery Cost of Japan (일본 국토교통성, 각년도)

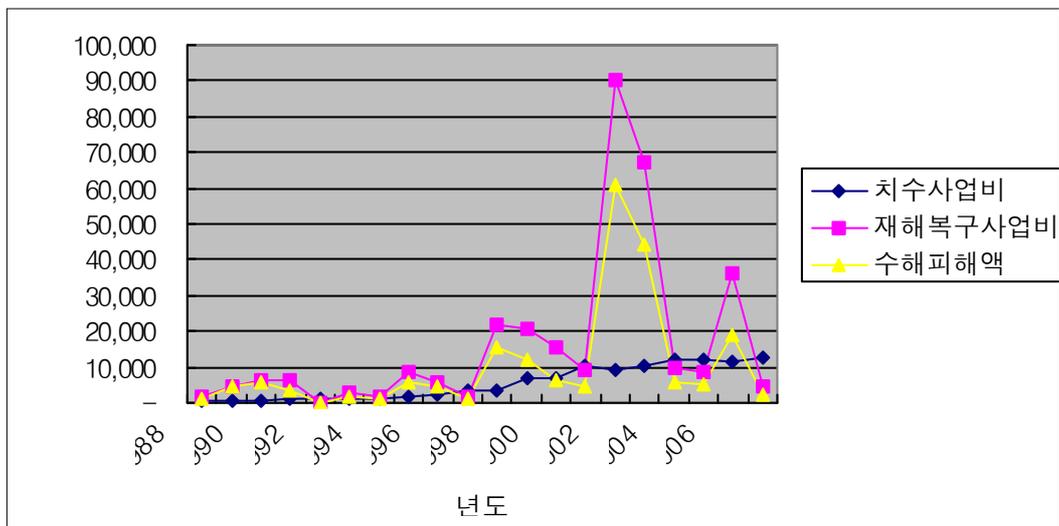


Fig. 3. Investment, Damage and Recovery Cost of Korea (소방방재청, 각년도)

(UNFCCC, 2007)도 전지구적으로 기반시설 분야에 \$8~\$130 billion의 적응비용이 요구될 것으로 전망하였다. 그리고 그와 같은 적응비용의 상당부분이 물관리와 관련된 비용일 것이다. 물론 분석의 조건과 방법이 다르고 기후 변화라는 불확실성이 있기 때문에 이 같은 결과가 얼마나 신뢰성이 높은지는 아무도 알 수 없으나 최근 우리나라에서 발생한 홍수 피해를 근거로 판단하면 홍수피해를 줄이기 위한 적응비용이 만만치 않을 것임은 분명하다. 전문가들의 예측에 따르면 우리나라도 기후변화로 인해 이제까지의 것보다 훨씬 강도 높은 홍수가 올 수 있다고 경고하고 있으며 현재 정부는 이 같은 홍수에 대응하기 위해

기존 댐들의 비상여수로사업은 물론 다양한 하천사업을 하고 있다. 그러나 다른 무엇보다 문제는 정부 예산 투입에 대한 적절성이다. 홍수라는 불확실성 높은 외부조건에 대응한 정부의 투자가 바로 효과를 보기는 어렵지만 장기적으로는 그 같은 투자의 효과가 어느 정도 나타나야 하는 것이고 일본의 사례에서 볼 수 있듯이 이 같은 사실은 분명해 보인다. 그리고 무엇보다도 시급한 것은 우리나라의 높은 복구비 비중의 원인에 대한 면밀한 검토이다. 재해가 발생하여 복구비가 투입된 곳에 또다시 비슷한 재해가 발생하고 또 다시 복구를 해야 하는 만성적이고 반복적인 재해가 발생하는 경우도 있어 확률적 문제를 제외하

고도 이 같은 예산의 투입은 결코 효율적이라고 보이지 않는다.

## 5. 결론

본 연구에서는 보다 충분한 정보를 제공해주는 특성을 갖는 Panel Data를 통해 15개 시도의 25년간 홍수피해 유형을 분석하고 홍수 피해액과 복구비의 상관관계를 분석하였다. 홍수피해는 수문사상에 따라 해마다 달라지기 때문에 일반적인 추세를 발견하기 어려웠으나 홍수피해가 발생하는 유형과 그 복구비와의 상관관계를 분석해봄으로써 향후 치수사업 대안은 물론 피해복구와 관련된 정책 제언을 시도하고자 하였다. 분석결과를 보면 우리나라의 홍수피해는 주로 공공시설에 의한 피해가 70~80% 정도를 차지하고 있고 복구비의 증가를 초래하는 가장 중요한 원인도 바로 공공시설의 피해였다고 할 수 있으며 사망자 수나 이재민 수 등은 모형 내에서 유의하지 않거나 오히려 부(negative)관계를 보이기도 하였다. 결론적으로 우리나라는 홍수로부터의 피해와 복구비를 줄이기 위해 가장 시급한 것이 공공(특히 하천 및 소하천 등)시설에 대한 시설물 안전성 확보라고 할 수 있다. 이는 결국 하천(소하천) 등 공공시설물이 홍수로부터 피해가 발생하지 않도록 사전적인 투자가 요구되는 부분이다. 그러나 아쉬운 점은 우리나라는 상대적으로 사전적인 투자가 상대적으로 너무 부족하다는 것이다. 일본의 경우에는 투자비가 가장 높고 그다음이 피해액이고 가장 낮은 것이 피해복구에 소요되는 예산이다. 그러나 우리나라의 경우에는 복구비가 가장 높고 치수투자비가 가장 낮은 구조를 갖고 있다. 단적으로 말하기 어렵지만 일본의 경우에는 사전적 투자가 집중적으로 되어왔기 때문에 상대적으로 피해가 적었고 결국 거기에 소요되는 복구비도 적게 소요된 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 매년 피해액보다 복구비가 훨씬 높은 우리나라의 기형적인 구조는 이해하기 힘들다. 이는 분명 효과적인 국가예산의 운용은 아니라고 생각되며 일본의 예처럼 사전적인 투자는 단기적으로 더 많은

예산이 소요될 수 있지만 장기적으로는 홍수로 인한 피해를 줄이게 되고 궁극적으로는 매년 천문학적으로 지출되고 있는 홍수복구비 예산을 줄일 수 있는 첩경이라고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 한국건설교통기술평가원의 2009 건설기술혁신사업인 ‘기후변화에 의한 수문 영향분석과 전망’과제에 의해 지원되었습니다.

## 참고문헌

- 소방방재청 (1984~2009), 재해연보.  
 일본 국토교통성, 하천관계사업비(각년도). ([http://www.mlit.go.jp/river/toukei\\_chousa/kasen/jiten/toukei/bim17p2.html](http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/toukei/bim17p2.html))  
 Hsiao, C (1999). Simple Regression with Variable Intercepts In *Analysis of Panel Data*. Econometric Society Monographs, Vol. 11, pp. 25-70.  
 Ramirez, J., Adamowicz, L.W., Easter, K.W., and Graham-Tomazl, T (1987). “An Ex-Post Analysis of Flood Control: Benefit Cost Analysis and the Value of Information”, Staff Paper pp. 87-37, University of Minnesota.  
 Stern, N (2007). “*The economics of climate change-the Stern review*”, Cambridge University Press.  
 UNFCCC (2007). *Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*.  
 World Bank (2009) *The Cost to Developing Countries of Adapting to Climate Change*.

논문번호: 10-099	접수: 2010.11.18
수정일자: 2010.12.15/12.20	심사완료: 2010.12.20