

홍수피해에 따른 지역적 취약성 변화 분석

홍지혜* · 황진환**

Analysis on the Change of Regional Vulnerability to Flood

Ji Hea Hong* · Jin Hwan Hwang**

국문요약

최근 들어 강원도 및 경상북도 지역에서의 홍수 피해가 증가하고 있다. 우리나라의 강수 패턴이 변화하는 현실에서 적극적인 홍수 대책의 수립이 요구되고 있다, 본 연구는 환경 방재의 정책적 기반이 될 정확하고 정량적인 취약성 산정 근거를 제시하고자 한다. 본 연구는 과거 20년간 한반도에서 발생한 홍수의 피해액에 근거하여 홍수에 대한 취약성을 분석하였다. 1980년대에는 남부지방(경상남도, 전라남도)에서 침수와 범람으로 농경지 유실과 선박 부문에서 가장 큰 피해가 발생하였다. 이후에는 전체 피해액에서 남부지방에서의 피해가 차지하는 비율이 감소하고 중부지방(충청남도)은 점차 피해율이 증가하지만 전체 피해규모는 유지되는 경향을 보인다. 남부지방의 피해가 감소하는 것에 비해 북부지방(강원도, 경기도)과 산간지역(경상북도)의 홍수 피해율은 상대적으로 증가해 왔으며, 피해규모는 20년간 꾸준히 지속되고 있다. 남부지방의 과거 피해 발생요인이 침수인 것에 반해 경상북도와 강원도 지역의 피해는 침수면적과의 상관관계가 적어 침수보다는 다른 요인에 의한 공공시설물의 피해가 크다. 홍수 피해액이 홍수 피해의 영향과 이에 대한 대응조치가 동시에 작용하여 나오는 결과물이라고 할 때, 본 연구의 피해액을 이용한 취약성 평가는 향후 기후환경변화에 따른 간접적인 지표로 사용될 수 있다.

주제어 : 홍수, 피해액, 취약성, 기후변화, 환경방재

* 한국환경정책·평가연구원 (jhhong@kei.re.kr)

** 한국환경정책·평가연구원 (jinhwang@kei.re.kr)

ABSTRACT

Recently, the damage by fresh flood increases in Gangwon-do and Gyeongsangbuk-do of the north-eastern area of Korea. Even though the recent pattern of rain fall keeps changing, there is no strategy to mitigate damage by disaster. For the appropriate measure and policy for decreasing damage, an index for vulnerability is necessary to provide evidence of local climate change. The present work analyzes the flooding damage cost during the past 20 years. During 80's, the southern area of Korea was seriously damaged by over-floods on the agricultural ground. After that time, the loss and damage has decreased in the southern area but the middle part has shown slight but distinct increases of damage. The absolute coast of damage in the northern part has kept constant. However, the relative regional damage to the total country damage has kept increasing over 20 years in the same area. The surface area of floods is strongly correlated with the regional damage cost in the southern part but the north-eastern part has weak correlation between flooded area and cost. It implies that the recent damage in the north-eastern mountain area was not caused by flood itself but the other factors such as avalanches. The present work expects that the damage cost can be a good proxy value for index for climate change impact assessment.

Keywords : flood, flooding damage cost, vulnerability, environmental prevention of disasters

I. 서론

우리나라는 계절에 따라 강수 패턴 변화가 크다. 여름철의 강수량은 연 강수량의 40-60%에 해당되며, 짧은 시간에 국지적으로 비가 내리는 경우가 많다. 여름철 강수량은 장마가 최성기에 달하는 7월 중순과 늦장마기인 9월 초순에 극대값이 나타난다고 인식되었다. 그러나, 최근 그 경향이 변화하고 있다(고정웅 외, 2005, 이승호 외, 2004). 과거에는 7월의 장마와 9월 늦장마의 다우기, 8월의 소우기로 명확하게 구분되었으나 점차 8월의 소우기가 사라지면서 9월 초순까지 장마가 이어지고 있다. 서울의 경우 최근 30년(1971-2000년) 동안 강수량은 6월 중순 이후 꾸준히 증가하여 8월 상순에 극대값이 나타나고 이후에는 서서히 감소하는 강수 형태를 보여 준다. 또한 해수면 온도 상승으로 인한 대기 중의 수증기량 증가는 강우강도에 영향을 준다. 연 강수일수는 감소하였지만 연 강수량은 증가하였고(Choi, 2002), 약한 비의 비율은 감소하고 강우강도가 증가하고 있다(최영진 외, 2000).

월별 강수 패턴은 6월의 경우 충남, 충북 지역과 강원도 남부지역이 증가하였고 경기도 북부 및 강원도 북부 지역 그리고 전남 및 경남 지역이 감소한 지역으로 분류된다. 7월은 서울, 경기 및 전남 지역에서 증가를 보이며 8월에는 서울, 경기 지역이 증가하면서 전체적으로 증가하였다. 9월에는 강원도 지역에서 증가하였고 경남과 전남의 지역에서 감소한 것으로 보고되었다(김광섭 2006). 그럼에도 불구하고 아직 이러한 연구결과를 바탕으로 한 과학적 연구결과는 경제 사회적 요인 분석에 어려움이 따르며 결과적으로 정책 마련에 있어서 지역적 우선순위를 부여하는 데 한계가 있다.

여름철 홍수로 인한 저수지 붕괴, 도로 및 하천의 유실, 농경지, 가옥 등의 재산과 인명에 피해가 매년 반복되고 점점 심화되는 홍수강도로 인해 피해가 가중되고 있어서 이에 대한 적극적인 대책의 수립이 필요하다. 홍수와 기상 패턴의 변화와 더불어 이에 대한 지역의 적응능력은 변화하고 있다. 그러나, 정책 수립의 기반이 될 수 있는 적절한 기상 패턴의 변화와 적응정책을 포함한 능력을 고려하는 취약성 평가방법이 제시되지 못하고 있다. 취약성은 기상변화 영향과 이에 대한 대책 등 복합적인 요소들로 결정된다고 할 수 있다(UNDP, 2005). 그러나 원인 인자들이 정성적인 경우가 많아 정량적인 연구를 통한 합리적인 정책을 마련하는 데 어려움이 많다.

본 연구에서는 우리나라의 홍수 피해액에 근거한 지역적 취약성 변화를 연구하였다. 본 연구의 취약성 분석방법은 과거 홍수에 대한 많은 선행 연구들이 취약지역을 분석한 것과는 달리 광역행정구역별로 피해액에 기반하여 패턴변화를 분석한 점에서 차별성이 있다. 이를 통하여 과거의 우리나라 홍수 피해액의 변화가 주는 의미를 파악하고 지역적으로 홍수피해에 따른 취약성 정도의 변화가 과거 20년간 있었음을 파악하였다.

II. 취약성 평가기법

본 연구에서는 UNDP(2005)의 취약성 평가방법을 단순화하여 우리나라의 과거 20년(1981~2000) 동안의 홍수 피해액을 통해 홍수해 취약성을 행정구역을 바탕으로 한 행정관리기준에 따라 평가하였다. 행정관리기준을 홍수해 취약성 평가의 공간적인 범위로 설정한 것은 홍수에 대한 방재대책이나 기후환경변화에 대한 대응정책이 기본적으로 행정구역에 따라 지역적 특색을 고려하여 수립되는 것이 바람직하며 관리차원에서 편리하기 때문이다.

UNDP 보고서에서 취약성은 민감도(Sensitivity)와 적응능력(Adaptation Capacity)의 함수로 정의되었다.

$$\text{취약성(Vulnerability)} = f(\text{민감도}, \text{적응능력}) \quad (1)$$

또한, IPCC 보고서(1996)에서는 취약성을

$$\text{취약성(Vulnerability)} = \text{위험도} - \text{적응} \quad (2)$$

이라고 정의하였다. 반면 IPCC(2001)는 기후변화의 영향을 평가하는 지표를 ‘인간의 활동에 의해 가장 영향 받지 않고 기후변화에 반응하는 것’으로 정의하였다(예: 나무의 나이테). 더불어 인간의 활동에 의해 영향을 받더라도 적당하게 평가할 수 있다면, 영향 평가의 지표로 설정할 수 있다. 본 연구에서는 위의 세 가지 방법을 고려하여 피해액에 따른 취약성 평가 기법을 사용하였다. 환경정책에서 일반적으로 취약부분을 파악하고 정책 및 관리방안을 마련하는 데 PSR(Pressure-State-Response)기법을 사용한다. 기존의 PSR 분석이 정성적인 결과 및 세부적인 요소를 파악하는 데 사용되었다면(이창희 외 2001), 본 연구에서는 홍수 등의 자연재해에서 PSR은 경제적인 측면에서 피해액으로 평가 가능할 것으로 가정하였다. 피해액이 영향, 상태, 대응의 결과로 나타난다면

$$\text{피해액} = h(\text{영향, 상태, 대응}) \quad (3)$$

으로 표현하여 3가지의 영향, 현재 상태, 그리고 그에 대한 대응체계의 함수로 표현할 수 있다. 과거 및 현재의 취약성이 피해액에 대한 함수 (g)라고 정의할 수 있다면, 피해액은 경제적인 취약성의 하나의 대체 값(Proxy value)라고 할 수 있다.

$$\text{취약성} = g(\text{피해액}) \quad (4)$$

물론 피해액은 이재민의 정신적 충격, 사망자 수나 환경과피 등 정량화하기 어렵고 가치를 평가하기 힘든 부분을 포함하지는 않았다. 정신건강, 인명피해 및 환경과피는 분명히 경제적 피해보다도 더 중요한 의미가 될 수 있다. 그렇지만, 경제 피해액에서는 이런 부분을 아직까지 정량화시켜 포함시키는 데 어려움이 있다. 특히 정신적 피해에 대한 산출 부분은 아직까지 국내에서 명료하게 제기된 연구결과가 없으며, 인명피해 부분의 액수로의 환산은 여러 가지 문제점들이 존재하여 이 연구의 범위에 벗어나므로 포함시키지 않았다. 이러한 피해액 중심의 방법은 향후 수자원 분야에서 통합적인 기후변화 영향 평가 기법에 사용을 염두에 두었다. 향후의 수자원 정책은 이수과 치수 부분이 동시에 평가되어 통합적인 계획수립이 필요하지만, 일반적으로 이수과 치수 부분에서 동일한 지수를 도입하기 위해서는 경제적인 지표가 무엇보다 중요하며 이것을 통해 상대적인 비교가 가능하기 때문에 정량적인 지표의 하나인 피해액이 중요한 시작점이 될 수 있다. 또한, 유역 단위의 연구가 아닌, 행정관리상의 경계를 중심으로 연구를 진행함으로써, 향후 지자체 단위의 세분화된 행정관리의 기초를 제공하고자 한다.

피해액을 이용해 영향에 대한 취약성을 평가하기 위해서 몇 가지를 고려해야 한다. 우선 고려해야 할 것은 영향 대상지역에서의 경제 성장이다. 동일한 지역의 경우 경제 성장이나 물가 상승과 같은 영향에 의해 피해액이 증가할 수 있으므로 다른 시간대의 값을 비교할 경우 적절한 재산정(discount)이 필요하다. 이를 위하여 본 연구에서는 경제 성장지수는 국내 총생산(GDP)을 이용하여 산정하고, 물가 상승분은 소비자 물가지수를 사용하여 표준화하였다. 또한 경제 성장에 따른 피해액 상승율을 고려하기 위해서 국내 총생산과 피해액 사이의 상관관계를 파악하였다. 국내 총생산이 증가하거나 감소할 때 피해액과 강한 상관관계를 보인다면, 이것은 경제변화에 따른 영향으로 해석할 수 있다. 그러므로 일련의 환경영향을 관측하기 위하여 먼저 국내 총생산과 피해액의 상관관계를 분석하였다.

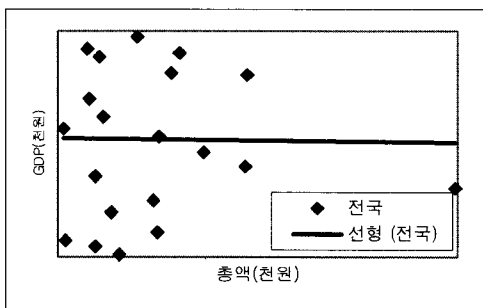
동일한 통계자료를 이용하기 위해서 과거홍수 피해액을 국가 수자원 관리 종합 정보 홈페이지에서 추출하였다(http://www.wamis.go.kr/). 그리고 통계청에서 제공한 '시도별/경제 활동별 지역 내 총생산 자료(2005년)'를 이용하여 각 시도별 총생산자료도, 역시 같은 출처에서 소비자 물가지수변동을 추출하였다. 각종 경제지표와 피해액 산정이 동시에 제공된 자료를 이용하는데 기간상의 제약으로 연구에서는 1981년부터 2000년으로 시간적 범위를 제한하여 분석하였다. 1981년 이전의 자료는 연구 대상기간의 자료와 비교하여 부족한 부분이 많으며, 2001년 이후 자료는 동일 출처에서 제공되지 않아 분석에서 제외하였다.

III. 홍수에 피해현황

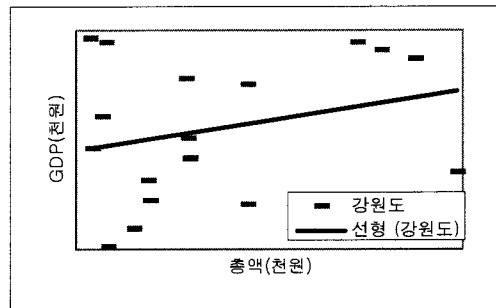
1. 경제성장에 따른 피해변화

홍수 피해액과 국내 총생산의 상관관계를 통해서 경제 생산능력 혹은 경제력이 홍수 피해에 미치는 영향을 알아보았다. 이를 위하여 지역의 홍수 피해액과 지역 총생산(통계청)을 이용하였다. 그림1에서 보여 주듯이 각 지역의 총생산과 피해액에는 상관관계가 없다. 즉, 경제 성장은 홍수 피해액의 감소나 증가와 연관관계를 갖지 않는다. 그림에 포함되지 않은 다른 지역도 역시 비슷한 결과를 보여 주어 특정한 상관관계가 없었다. 그림1에서 경기도의 총생산은 다른 지역보다 상당히 크다. 그럼에도 총생산과 홍수 피해액은 유의한 관계를 나타내지 않아 경제가 성장함으로 인한 홍수 피해의 증가 혹은 감소와 관계가 없음을 보여 준다.

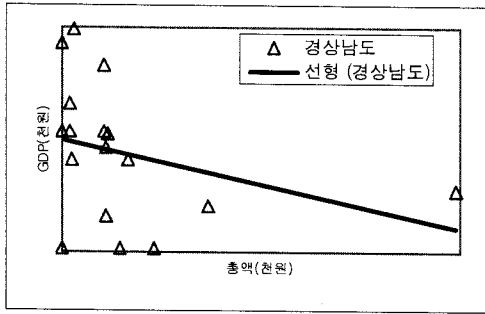
<그림1> 총생산과 홍수 피해액의 상관관계: 각 마크는 각 연도별 GDP와 피해액을 의미하며 실선은 선형회귀분석을 의미한다.



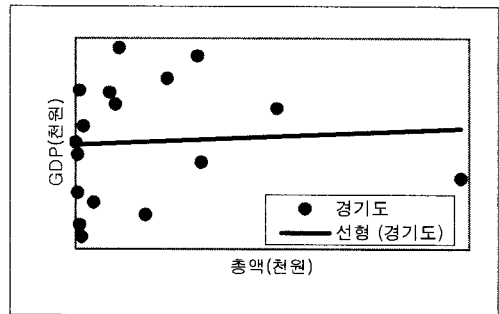
a. 전국



b. 강원도



c. 경상남도



d. 경기도

2. 홍수해 피해의 경향

1980-2001년의 홍수피해의 경향을 홍수 피해액을 통하여 파악하였다. 홍수피해액은 소비자 물가지수를 이용하여 2000년 기준으로 환산하여 동일한 화폐가치하에서 비교하였다. 전체적인 피해액 규모는 1987년을 포함해서 변동이 심한 편이지만, 특별히 전체 홍수 피해액이 증가하거나 감소한 것을 발견할 수 없었다(그림2). 전체 피해액 변동이 증가하는 추세로 여겨지지만, 그림상에서는 경향선(굵은 실선)에서 크게 증가추세를 보여 주지는 못하였다. 1987년의 피해액은 집중호우, 태풍 등의 자연적인 요소로 생각되지만, 1987년을 제외하고 지속적으로 나타나지 않는 20년 중에서는 1회적으로 나타났지만, 반복적으로 나타나지는 않는다.

<그림2> 홍수해 피해액 변동 (1981-2001년)

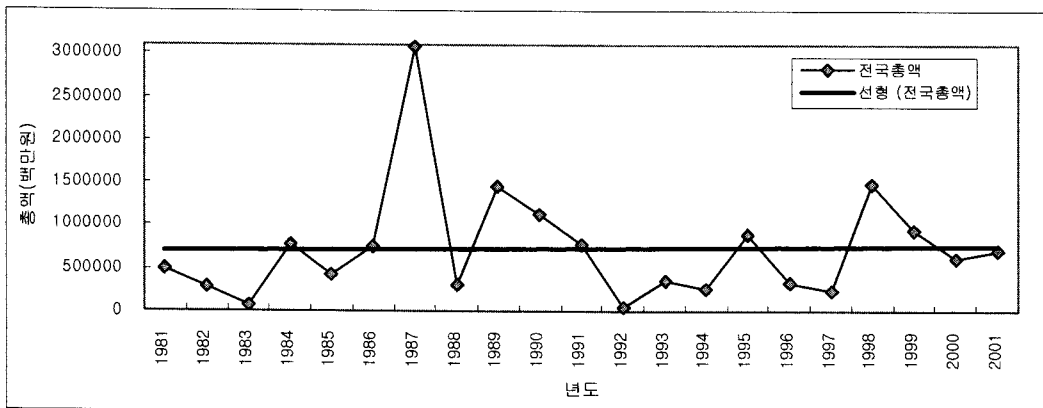
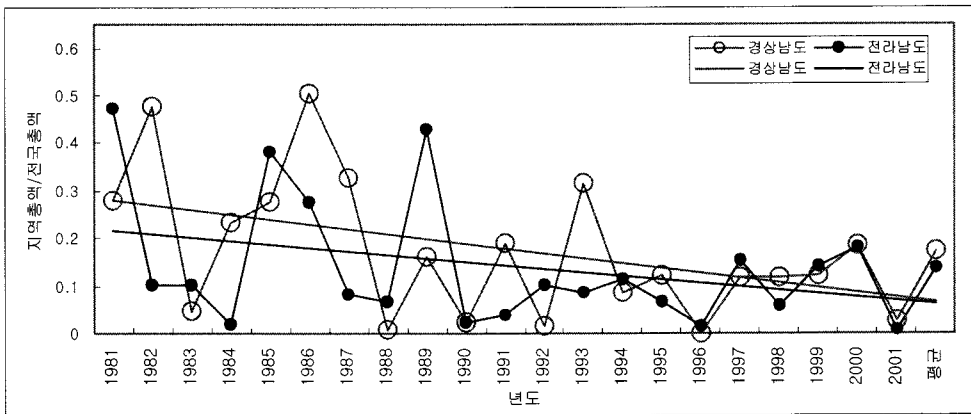


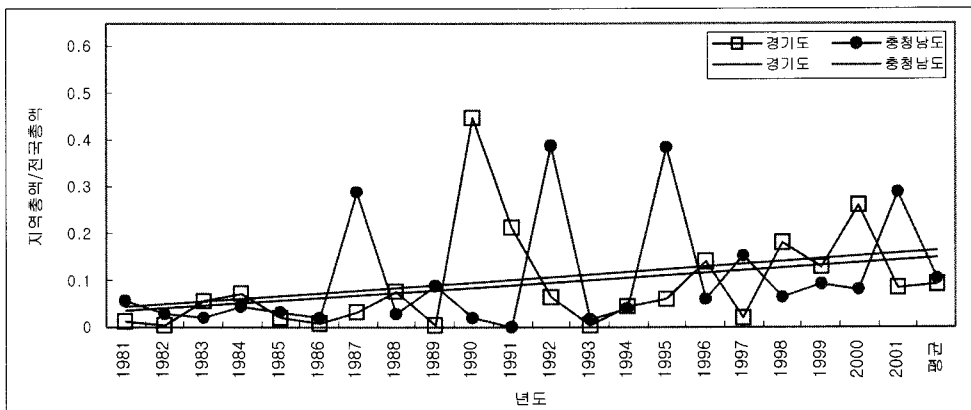
그림3은 특징적인 변화가 없는 전라북도와 충청북도를 제외한 각 지역별, 연도별 피해액

을 보여 준다. 전라북도와 충청북도는 비교적 피해가 다른 곳에 비해 적으며 일정한 증가나 감소의 특징을 말하기는 어렵다 (그림4 참조). 지역 피해총액을 전국 홍수 총 피해액으로 정규화하여 비교하였다. 경상남도와 전라남도가 꾸준한 홍수 피해액 감소를 보이는 반면(그림3 a), 경기도와 충청남도의 홍수 피해액은 꾸준한 증가세를 보이고 있으며(그림3 b), 강원도와 경상북도의 경우는 홍수 피해액은 약간 증가하나 뚜렷한 증가세는 보이지 않는다 (그림3 c). 경상남도와 전라남도를 포함한 남부지방과 경기도, 충청남도가 속한 중부지방의 경우, 남부지방이 정규화된 피해액이 0.3에서 0.1 정도로 지속적으로 감소하는 반면, 중부지방은 0.05에서 0.1 이상으로 증가하고 있다. 그림3은 총 피해액에서 전반적인 변화는 나타나지 않아서 남부지방의 홍수 피해액 감소에 대해 중부지방에서 절대적인 홍수 피해액 증가를 보여 준다.

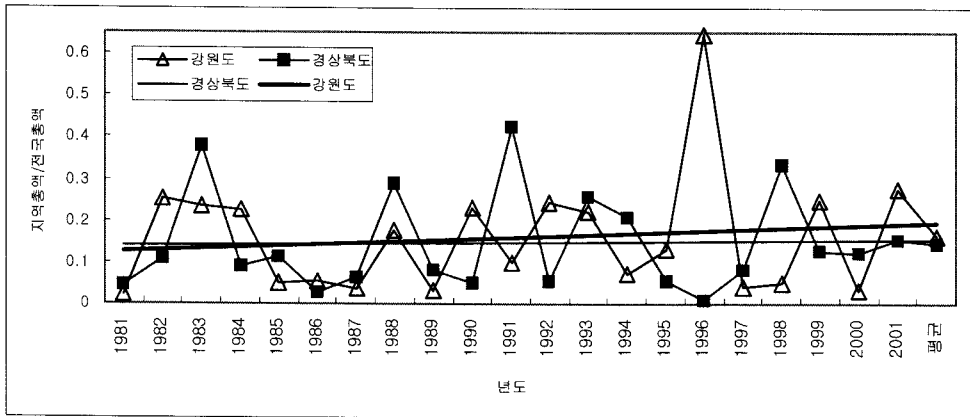
<그림3> 지역별 연도별 피해액 현황



a. 경상남도와 전라남도 연도별 피해액



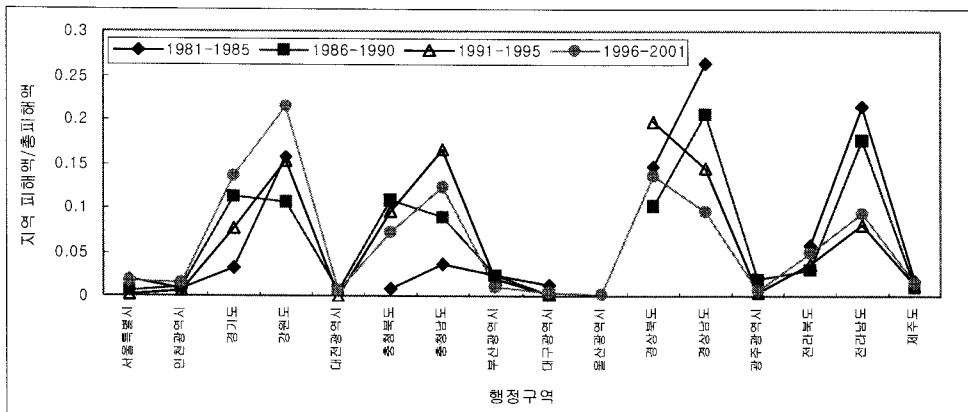
b. 경기도와 충청남도의 연도별 피해액



c. 강원도와 경상북도 연도별 피해액

광역시와 각 도의 상대적 피해액을 비교하여 보았다. 서울특별시, 인천광역시를 포함한 6개 광역시는 인구집중이 높고 산업 및 경제 집중도가 높음에도 불구하고 지난 20년간 홍수 피해율이 상대적으로 매우 낮다(그림4). 그것은 도시면적 자체가 각 도의 면적에 비해 상대적으로 작아 홍수 발생 가능성이 매우 작으므로 이에 따른 피해도 적었던 것으로 추론할 수 있다. 큰 홍수 피해율을 보이는 곳은 주로 강원도, 충청남도, 경상남·북도, 전라남도이며, 이 지역들은 광역시와 비교하여 넓은 면적을 차지하고 있다.

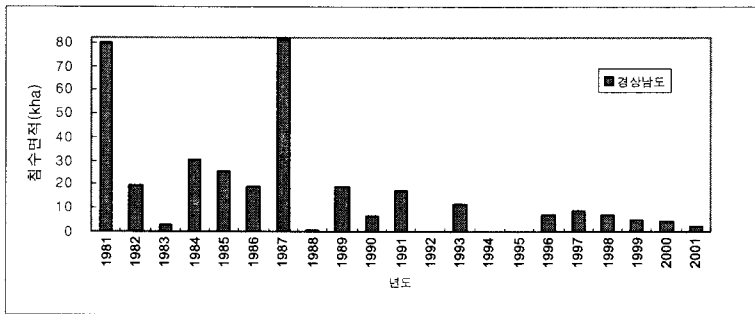
<그림4> 각 지역의 총 피해액 대비 지역 피해액



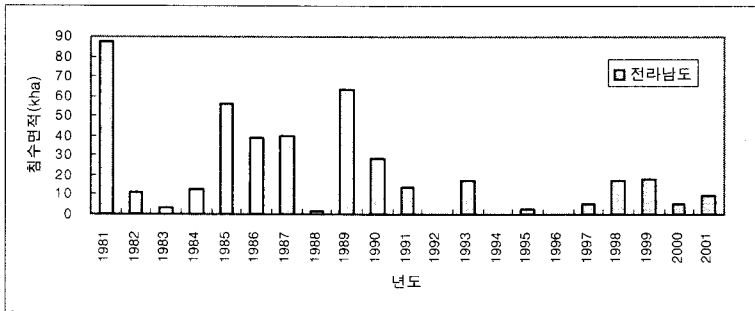
시간이 흐르면서 홍수에 의한 피해액은 뚜렷한 변화가 없으나, 침수면적은 감소하여 1990년대 후반의 총 침수면적은 1980년대의 침수면적의 1/2로 감소하였다. 1980년대에 큰 피해율을 보인 전라남도과 경상남도는 침수면적도 커서 홍수해로 인해 많은 지역이 침수

피해를 받아 왔음을 보여 준다. 1980년대에 피해액이 전라남도와 경상남도에서 높은 주요한 원인으로 침수피해를 들 수 있다. 그림5는 경상남도, 전라남도과 강원도의 침수면적의 변화를 보여 준다. 그림5의 연도별 피해액과 비교해 보면 전체 침수면적이 감소함에 따라 홍수 피해액도 감소하였다. 그림5에서 경상남도와 전라남도가 전국에서 가장 침수면적의 변화가 뚜렷한 지역이며 이외의 지역에서는 강원도의 경우와 마찬가지로 침수지역 변화는 상대적으로 경향이 보여지지 않는다. 강원도 지역의 침수면적 변화는 1986년과 1990년 피해액이 침수면적이 클 때같이 증가하는 경우를 제외하고 강한 상관관계가 없다.

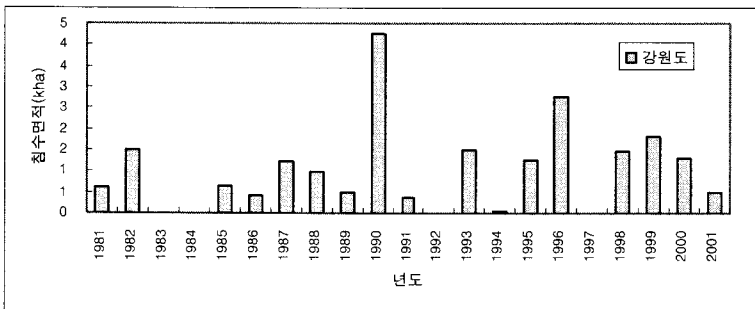
<그림5> 지역별 침수면적 변화



a. 경상남도의 침수면적 변화



b. 전라남도의 침수면적 변화

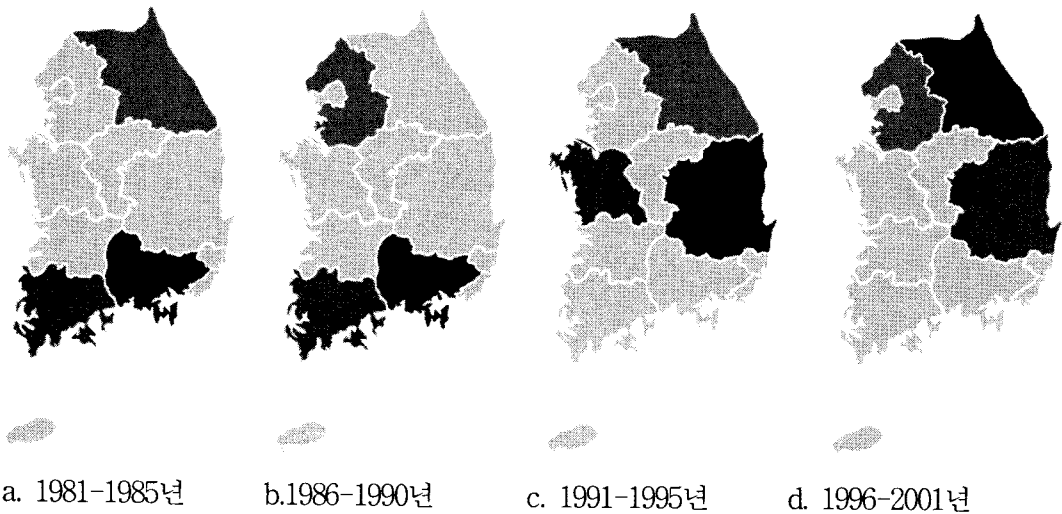


c. 강원도 지역의 침수면적 변화

그림6은 홍수해에 의한 피해지역 변화를 나타내며, 홍수 피해액이 큰 지역을 순위별로 나타내었다. 1980년대에는 남부지방 특히 경상남도가 홍수해에 대하여 높은 취약성을 보인다. 이후에는 홍수해에 취약한 지역이 점차적으로 북상하고 있다. 또한 서부지방보다 동부지방의 피해가 크며, 홍수 피해가 큰 강원도와 경상북도는 산지가 많은 지역이다.

홍수해 피해액의 변동(그림2)을 함께 고려하면, 5년 단위의 4개의 시간대에서 피해가 큰 상위 3지역에서 1981-2001년 동안의 상대적 피해순위는 지역에 따라 다른 변화양상을 보이고 있다. 1980년대에 피해가 가장 컸던 경상남도과 전라남도의 피해순위는 2000년대로 시간이 흐름에 따라 낮은 순위로 이동하고 있다. 강원도의 피해순위는 계속적으로 증가하고 있으며, 강원도보다는 작지만 경상북도의 피해순위도 증가하고 있다. 동부지역의 산지에 위치한 강원도와 경상북도와는 달리 상대적으로 산지가 적은 서부에 위치한 경기도와 충청남도는 1980년대보다 1990년대에 피해액이 크게 증가하였다.

<그림6> 과거 20년 동안의 홍수해로 인한 피해지역 변동

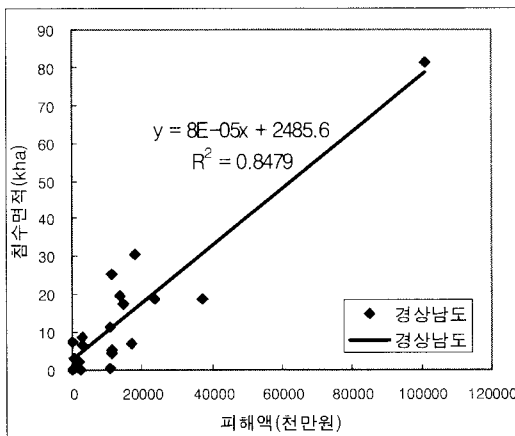


- 주) ■ 홍수 피해가 가장 큰 지역
 ■ 홍수 피해가 두번째로 큰 지역
 ■ 홍수 피해가 세번째로 큰 지역
 ■ 그 외 지역

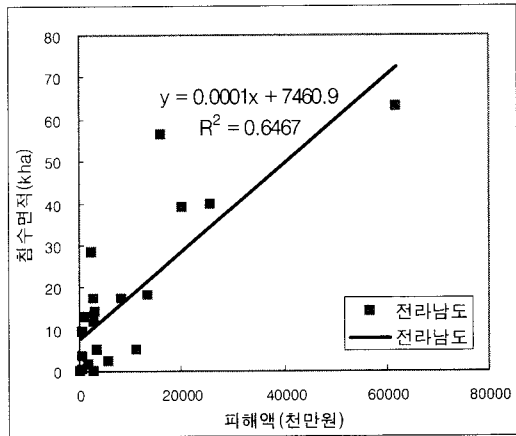
침수면적과 전체 피해액의 상관관계를 살펴보았다(그림7). 평가가 많은 경상남도, 전라남도에서 피해액과 침수면적의 상관계수는 경상남도 0.8479, 전라남도 0.6467 충청남도

0.8753으로 상관관계가 크나, 산간지역이 차지하는 비중이 많은 강원도와 경상북도는 각각 0.4625와 0.1817으로 상관관계가 매우 적음을 알 수 있다(표1). 경상남도과 같이 주로 평야에 위치하는 지역들은 침수면적과 피해액의 상관관계가 강하다. 경기도는 김포나 파주 등 침수 가능성이 높은 저지대들이 서쪽에 발달하였고, 임진강 및 한강 등 여러 강이 분포하여 상대적으로 침수에 의한 피해가 많았고 향후에도 침수에 대한 대응이 필요할 것으로 판단된다. 충남지역도 넓게 발달된 평야지대와 함께 금강이 존재하여 역시 침수에 의한 피해가 중요한 요소임을 알 수 있다. 충청남도과 경기도에서 홍수 피해액이 지속적으로 증가하는 것은 인구증가와 지역 경제의 활성화가 어느 정도 영향이 있었을 것으로 판단되지만, 자료에 의한 상관관계는 찾을 수 없었다.

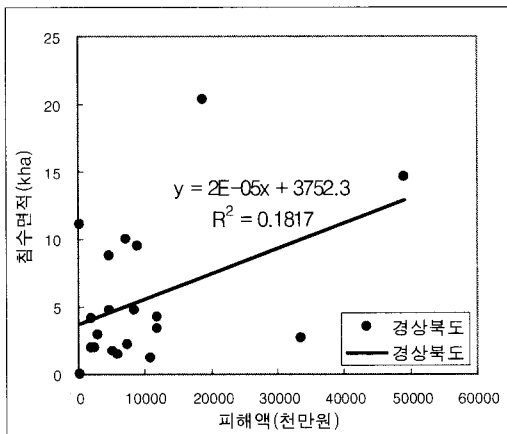
<그림7> 지역별 침수면적과 피해 상관관계



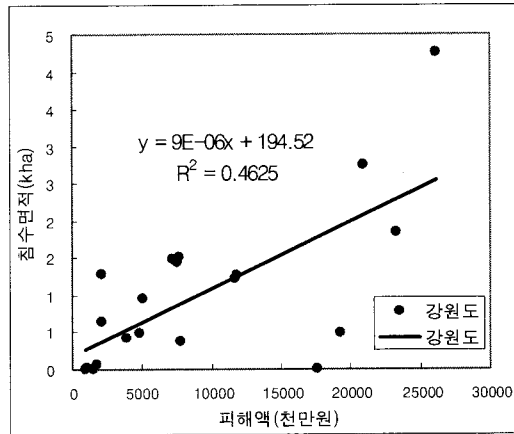
a. 경상남도



b. 전라남도



a. 경상북도



b. 강원도

〈표1〉 홍수 피해액과 침수면적 간의 상관관계

지역	상관계수
경상북도	0.1817
강원도	0.4625
전라남도	0.6467
경기도	0.652
경상남도	0.8479
충청남도	0.8753

전라남도가 경상남도나 충청남도보다 침수와 피해액의 상관관계가 적은 것은 선박에 의한 피해와 농지에 대한 피해가 크다는 점(그림9)으로 설명할 수 있다. 전라남도의 절대 침수면적이 많다고 하더라도 1980년대에 산업개발이 적었던 전라남도 지역은 침수의 피해가 농경지에서 주로 발생하였을 것이지만, 충청남도와 경상남도의 경우는 공공시설과 산업시설 등 침수에 의한 피해가 경제적인 부분과 강한 상호작용을 하였을 것으로 여겨진다. 종합적으로 과거의 홍수 피해는 침수에 의한 피해가 컸으며 점차적으로 이에 대한 조치가 취해짐에 따라 홍수 피해액이 감소하며 점차적으로 취약성이 감소했다고 할 수 있다.

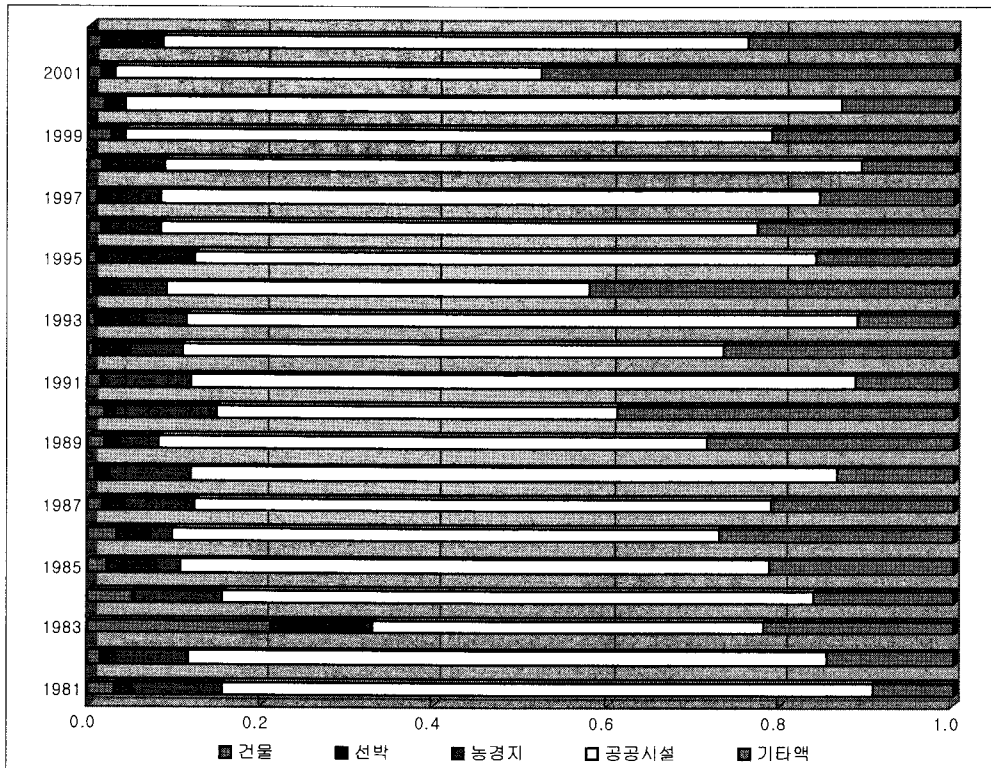
강원도와 경상북도는 침수면적과 피해액 사이에 매우 낮은 상관관계를 가지고 있다. 전체 피해발생이 침수보다는 그 외의 다른 이유로 발생하였다고 할 수 있다. 예를 들어 산사태로 인한 도로 유실, 하천의 교량 붕괴 등 침수와는 무관하게 발생하는 사고에 기인한 것이다. 이러한 결과는 과거에 남부지역에서 풍수를 대비하여 대응 방안이 상대적으로 집중되었고, 남부지역에 적절한 대응 방안이 강원도와 경상북도 지역에 적용되었고 좀 더 지역특성을 고려한 대응 방안이 필요함을 보여 준다. 향후 환경 방재 대책 수립 시에 지역적 특성을 고려하여 조치가 취해짐으로써 지역적인 취약성의 불균형을 조정해야 할 것이다.

3. 지역에 따른 피해유형

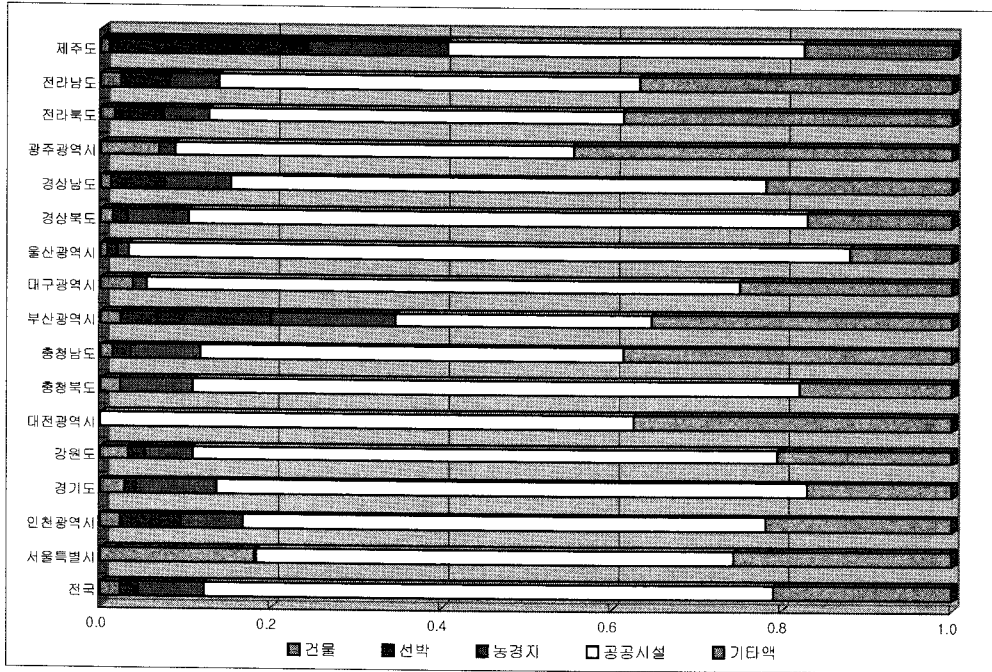
홍수로 인해 많은 다양한 부문에서 재산 피해가 발생한다. 건물, 농경지, 선박, 공공시설, 기타로 구분하여 홍수로 인한 재산상 피해를 나타내었다. 가장 피해가 크게 발생하는 것은 공공시설이라고 할 수 있다(그림8). 공공시설에 대한 피해는 전체 피해액의 50%가 넘고 특히 최근에 농업 피해액이나 선박 피해액이 조금 감소하는 경향을 보이는 반면 공공시설에

대한 피해는 변화가 없는 것으로 보인다. 최근 피해율이 높은 경상북도, 경기도, 강원도에서의 공공시설 피해액은 다른 지역에 비해 공공시설의 피해가 크다(그림9). 부산과 제주도에서는 공공시설과 함께 선박의 피해가 크고, 부산은 농경지 부분에서의 또한 피해가 큰 것으로 보아 낙동강하구의 침수피해가 심했을 것으로 예상된다. 전반적으로 해안에 인접한 지역에서 선박의 피해비율은 농경지 침수에 의한 피해만큼이나 커서 선박을 위한 해안 접안 시설 등에 대한 보호가 강화되어야 한다. 서울특별시와 광주광역시 등 해안과 접하지 않은 도시 지역에서는 건물에 대한 피해가 상당히 높다. 특히 1999년부터 2001년까지는 농경지 부분이 상대적으로 작고 오히려 건물에 대한 피해가 큰 것으로 집계되었다.

<그림8> 연도별 전체 피해액 분류



<그림9> 지역별 피해액



IV. 토의

최근 20년간의 홍수해로 인한 피해액을 조사하였다. 20년 동안 홍수로 인한 피해가 뚜렷한 증가세를 나타내지 않았으나 피해 경향은 변화하고 있다. 과거의 홍수 피해가 남부지방에서 주로 일어났다면 최근 경향은 강원도와 경상북도의 산간지역을 중심으로 한 북부지방에서의 피해가 증가하고 있다. 전체 홍수 피해액에서 뚜렷한 증가는 나타나지 않고 남부지역의 홍수 피해액이 줄었다면 상대적으로 북부지역이 홍수에 대해 더욱 취약해졌음을 유추할 수 있다. 과거에 홍수에 대한 많은 대책이 침수지역을 줄이는 방향으로 수립되었고, 그 결과 남부지방을 위주로 취약성이 낮아졌고 이에 따라 국가적으로 동일한 대응 방안이 적용되었다는 가정하에서 북부지역에서 홍수에 대한 취약성은 상대적으로 덜 경감되었다. 이것은 최근 발생하고 있는 산간지역에서의 국지성 호우와도 관계가 깊지만, 현재 침수나 범람 예방차원의 방재전략과 함께 북부지역의 홍수로 인한 재난에 대한 방안이 홍수 패턴변화에 따른 정책 및 대응방안의 변화가 필요하다는 것을 예상해 본다.

또한 전체적인 피해 유형을 볼 때 가장 취약한 부분은 공공시설이라고 할 수 있다. 이런 공공시설에는 교량, 길, 제방 등의 시설들이 포함되며, 이런 시설물들의 피해는 침수보다는 주로 돌발적인 호우나 태풍같은 기상이변에 의하여 발생할 개연성이 크다. 강원도, 경기도 및 경상북도 지역에서 특히 공공시설에 대한 피해액이 크다는 것은 공공시설에서의 홍수해 방어에 대한 적극적인 정책이 마련되어 전체적으로 취약성을 낮추어야 함을 시사한다. 최근 들어 지속적으로 강원도와 경상북도에 공공시설, 교량, 도로 등이 건설되고 있으므로 이러한 시설물들에 대한 적절한 조치가 필요하다. 경상남도나 전라남도도 추가적인 공공시설물들이 들어서고 있지만, 이런 지역에서의 공공시설물들은 산사태나 국지성 호우에 비교적 산간지역보다 덜 취약하다고 할 수 있다. 특히 1999년부터 2001년까지는 농경지 부분이 상대적으로 작고 오히려 건물에 대한 피해가 큰 것으로 집계되었다.

각 지역의 지리적 특성에 따라 피해부문이 다르다. 강 하구와 해안에 접한 부산광역시에서는 선박의 피해가 크고, 농경지 부분에서의 또한 피해가 큰 것으로 보아 낙동강하구의 침수피해가 심했을 것으로 예상된다. 전반적으로 해안에 인접한 지역에서 선박의 피해비율은 농경지 침수에 의한 피해만큼이나 커서 선박을 위한 해안 접안 시설 등에 대한 보호가 강화되어야 한다. 특별시, 광역시 등 도시화된 지역들은 건물에 대한 피해액이 크다는 것을 알 수 있다. 서울특별시와 광주광역시에서는 건물에 대한 피해가 상당히 높다. 전체적인 경제 규모가 비슷한 경기도와 서울특별시를 비교하면, 상대적으로 서울의 피해액이 경기도 지역보다 적다. 이것은 경기도 지역이 서울특별시보다 면적이 넓고 산간지역을 포함하여 서울보다 더 취약하다고 할 수 있다.

결과적으로 홍수해에 대한 취약성을 낮추기 위해서는 지역적인 성격을 고려한 방재대책이 필요하다. 기존 지역에 대한 범람과 침수 등에 맞춰진 치수대책과 함께 산간지역에서의 공공시설물들의 홍수해 취약성을 낮추는 방안이 필요할 것이다. 또한, 도시지역에서의 건물의 피해를 최소화하려는 구체적인 방안이 필요할 것이다. 경기도, 경상남도 및 충청남도는 침수에 의한 피해에 대해 취약하며, 전라남도는 선박에 대한 피해와 함께 침수에 대한 영향을 복합적으로 받고 있으나, 경상북도와 강원도는 침수보다 도로 및 교량 등 공공시설의 피해가 큰 지역적 홍수해 피해 특성을 나타낸다. 이러한 지역별 특성에 따라 취약한 부분을 보완할 수 있는 환경 방재 전략의 수립이 필요하다.

V. 결론 및 향후 연구방향

본 연구를 통해 최근 20년간의 홍수해로 인한 피해액을 조사하여 보았고, 피해의 뚜렷한 증가세보다 피해 경향이 변화하였음을 알 수 있었다. 홍수 피해에 대한 취약 지역이 남부지방에서 강원도와 경상북도의 산간지역을 중심으로 이동하고 있다. 피해 유형을 볼 때 취약한 부분은 교량 등 사회간접자본을 포함한 공공시설이라고 할 수 있으며 피해는 침수 보다는 주로 돌발적인 호우나 태풍같은 기상이변에 의하여 발생할 개연성이 크다. 특히 최근의 강원도, 경기도 및 경상북도 지역에서 공공시설에 대한 피해액이 크다는 것은 공공시설에서의 홍수해 방어에 대한 적극적인 정책이 마련되어 전체적으로 취약성을 낮추어야 함을 시사한다. 각 지역적 성격에 따라 강 하구와 해안 인접지역에서 선박의 피해와 함께 농경지 침수피해가 심했을 것으로 예상되지만, 선박의 피해비율은 농경지 침수에 의한 피해만큼이나 커서 선박을 위한 해안 접안 시설 등에 대한 보호가 강화되어야 한다. 이를 통하여 홍수해에 대한 취약성을 낮추기 위해서는 지역적인 성격을 고려한 피해를 최소화하려는 구체적인 방안이 필요할 것이다.

본 연구는 홍수해에 대한 취약성 평가를 홍수 피해액이라는 지수로서 시도하였다. 기후변화로 인한 수리·수문 분야의 취약성 평가 항목은 매우 다양하다. Levina and Adams의 보고서(2006)에서는 수리·수문 분야에서 기후변화로 인한 취약한 다양한 항목들을 제시하였다. 물 부족, 홍수, 재난 발생 및 수질 저하 등의 항목을 제시하였지만, 우리나라 환경에 적합한 지수를 선정하여 취약성을 분석하는 것에는 한계가 있다. 향후 연구로는 홍수와 같은 재난은 정량적인 지표인 피해액을 이용한 현 연구와 같은 취약성 분석이 향후 물 부족, 홍수, 재난 및 수질부분 등에서 정량화될 수 있는 지표연구로 확대되기를 기대한다. 피해액과 같은 구체적인 수치가 제공되기 힘든 가뭄이나 수질 악화 등의 부분에서는 정량화할 수 있는 구체적 인자를 찾아 내는 작업이 통합적 기후변화 영향 평가연구와 함께 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 건설교통부. 2006. 「수자원장기종합계획(2006-2020)」.
- 고정웅 외. 2005. “한반도 우기의 강수 특성과 지역 구분” 「한국기상학회지」 41: 101-114.
- 건설교통부, 수자원공사. 2003. “과거홍수피해액” <http://www.wamis.go.kr/> (2006년 6월)
- 권원태 외. 2002. “최근 한국의 10년 기후특성 분석” 「한국기상학회 2002년 봄 초청강연 및 학술발표회」 451-454.
- 김광섭 2006. “관측자료에 의한 기후변화 수자원 영향의 통계적 평가” 「수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, 2단계 2차년도 결과발표회」.
- 이승호 외. 2004. “한국의 여름철 강수량 변동-순별 강수량을 중심으로” 「대한지리학회지」 39(6): 819-832.
- 이창희 외. 2001. 「하구·석호 육해전이수역 통합환경관리방안 연구」 서울: 한국환경정책·평가연구원, 한국해양수산개발원.
- 최영진. 2000. “한국의 여름철 일 강우강도 변화 경향” 「한국기상학회 2000년 가을학술발표회」 339-341.
- 통계청. 2005. “소비자물가지수” <http://kosis.nso.go.kr/> (2006년 6월).
- _____. 2005. “ 시도별/경제활동별 지역내 총생산” <http://kosis.nso.go.kr/> (2006년 6월).
- _____. 2006. “구시군별/내외국인별 주민등록인구” <http://kosis.nso.go.kr/> (2006년 6월).
- Choi. 2002. “Trends in Daily Precipitation Events and Their Extremes in the Southern Region of Korea” 「Korea Soc. Environmental Impact Assessment」 11: 189-203.
- Levina, E. and H. Adams. 2006. 「Domestic Policy Frameworks for Adaptation to Climate Change in the Water Sector: Part I: Annex I country」 EU: IEA/OECD.
- IPCC. 1996. 「Climate Change 1995: The Science of Climate Change」 in J. T. Houghton et al.(eds.) New York: Cambridge University Press.
- _____. 2001. 「Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability」 Third Assessment Report.
- UNDP. 2005. 「Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures」 New York: Cambridge University Press.