

## 자연재해 취약지역 인명피해 최소화 방안에 관한 연구

서정표\* · 조원철\*\*

### A Study on Measures to Minimize Human Damage in Natural Disaster Vulnerable Areas

Jung Pyo Seo\* and Won Cheol Cho\*\*

접수일자: 2014년 5월 8일/심사완료일: 2014년 6월 8일

**요약** 최근 기후변화 영향으로 인한 해수면 상승, 태풍내습, 돌발홍수, 국지성 집중호우, 산사태 및 연안지역 침수 등이 발생하여 자연재해로 인한 인명 및 재산 피해가 끊임없이 이어지고 있다. 이러한 경향은 도시화·산업화와 함께 이전에 안전했던 지역이 새로운 재해 취약지역으로 변화되면서 인적·경제적 피해를 증가시키는 요인으로 작용하고 있기 때문이다. 본 논문은 우리나라의 여름철 자연재해 취약지역에 대한 인명피해 최소화 방안을 마련하는데 그 목적을 두고 연구를 진행하였다. 이를 위해 취약지역에 대한 관리 실태와 피해 양상을 고찰하였으며 인명피해 사례 검토 및 통계분석을 실시하고, 문제점을 도출하여 인명피해 최소화방안을 구조적 대책과 비구조적 대책으로 제시하였다.

**핵심용어** 돌발홍수, 국지성 집중호우, 자연재해 취약지역, 구조적 대책, 비구조적 대책

**ABSTRACT** Due to the recent climate change impact, natural disasters occur due to sea surface rising, typhoon attacks, flash floods, local heavy rainfalls, landslides, and coastal area erosion, continuing to cause human and property damage. These impacts, coupled with urbanization and industrialization activities, are turning the previously safe areas into disaster-vulnerable areas, increasing human and economic damage. This paper aimed to prepare measures designed to minimize human damage in natural disaster vulnerable parts of South Korea in summer. Toward that end, how vulnerable areas were managed and what the damage was like were studied. Also, cases of human damage and statistics there of were reviewed and analyzed, relevant problems were derived, and thus structural and non-structural measures designed to minimize human damage were presented.

**KEYWORDS** flash flood, local heavy storm, natural disaster vulnerable area, structural measure, nonstructural measure

## 1. 서론

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있고 대륙성 기후와 해양성 기후의 영향을 받고 있어 계절별, 지역별 기상조건의 편차가 매우 심할 뿐만 아니라 6~9월에 연강수량의 2/3가 집중됨에 따라 재해 유발가능성이 높은 편이다. 그리고 전국토의 70%가 산지이고 동고서저의 지형으로 인해 대부분의 하천이 유로연장이 짧고 경사가 급해서 단시간의 집

중호우에도 일시에 많은 유량이 빠른 유속으로 흐르므로 하천 범람과 붕괴의 위험성이 상존해 있으며, 대부분의 지반이 화강암과 편마암이므로 산사태 유발 가능성이 높다. 또한 서해안과 남해안 지역은 바다의 만조 시기와 집중호우가 일치할 경우 역류현상이 발생할 위험이 있어 홍수에 대한 피해 잠재력이 크다(소방방재청, 2006).

최근 기후변화의 영향으로 해수면 상승, 폭우 등의 기상 이변들이 극명하게 드러나고 있는데, 통계에 따르면 1975년에서 2005년 사이 약 30년 동안 전 세계적으로 2,317,395명이 자연재해로 인해 사망하였고, 이 중 82%는 대규모 재해(10,000명이상의 사망자 발생)에 의해 희생되었으며 재해

\*정회원, 연세대학교 토목공학과 박사과정수료, 소방방재청 예방안전국  
(E-mail: sjp3123@yonsei.ac.kr/sjp3123@korea.kr)

\*\*정회원, 연세대학교 사회환경시스템공학부 교수

발생에 있어 기후 관련 재해발생 건수가 지질학적 재해발생건수 보다 훨씬 더 빨리 증가하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 1970년대 후반부터 나타나고 있는데, 이는 기후변화에 따른 돌발홍수, 국지성 집중호우, 산사태, 연안 지역의 침수피해 등의 증가에 기인하는 것으로 추정할 수 있다. 특히 도시화 및 이에 따른 환경파괴 등으로 이전에 안전했던 지역이 기후변화의 영향으로 새로운 기상재해 위험 지역으로 변화되면서 인적 및 경제적 취약성을 증가시키는 것으로 볼 수 있다(김도은 등 3인, 2008). 이러한 점에서 볼 때 우리나라의 경우에도 기후변화 영향에 취약한 지역을 찾아내어 인명피해 대책을 마련하는 것이 지속가능한 발전을 위해 중요한 요소라고 할 수 있어 연구를 수행하게 되었다.

취약성에 관한 선행연구로는 전상수 등 2인(2008)은 부산지역의 자연재해에 대한 취약성을 행정구역별, 시설물별에 따른 재산피해에 기초하여 분석하고, 시설물 및 환경의 위험도를 산정된 위험지수에 따라 판정하여 부산지역의 재해 취약지를 분석하였다. 손태석 등 4인(2010) 연구에서는 부산시 대표 도시화친인 온천천을 대상으로 미국환경보호청(EPA)에 의해 개발된 Storm Water Management Model (SWMM)을 온천천 유역에 적용하여 소유역을 나누고 주요 토출구를 구분한 후 소유역의 대표 우수관을 선정하여 강우에 의한 도시화친 내수 침수 위험 취약성을 분석하였다. 이민우 등 3인(2013) 연구에서는 우리나라의 유형별 홍수피해와의 관계분석을 통하여 홍수피해 특성을 구분하고 이를 고려한 지역별 홍수피해 취약성을 평가 할 수 있는 홍수피해 취약성 지수(Flood Damage Vulnerability Index; FDVI)를 제안하였다. 박무중 등 4인(2013) 연구에서는 도시 홍수에 직접적인 영향을 미치는 저지대 지역, 통수능력 부족 관저 유출곡선 지수 등에 대한 각 인자 값의 순위의 평균을 순위로 산정하여 산술적인 도시홍수 취약성 평가와 등가중치를 적용한 Promethee의 도수홍수 취약성 평가를 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 취약성과 취약성 평가에 대한 이론을 토대로 우리나라의 여름철 자연재해 취약

지역의 유형을 살펴본 후 이 지역에서 종종 발생 가능한 인명피해의 최소화 방안을 제시하고자 한다.

본 연구의 공간적 범위로는 한반도 전역을 대상으로 하였으며, 시간적 범위로는 지난 1992-2012년간에 여름철에 발생하는 집중호우, 태풍 등의 자연재해를 대상으로 한정하였다. 연구의 방법으로는 문헌조사와 사례조사를 병행하였는데, 문헌조사에서는 자연재해의 취약성에 대한 고찰을 토대로 자연재해 취약지역 지정현황과 관리 실태를 살펴보았으며, 사례조사로는 자연재해 취약지역의 인명피해 실태와 사례를 분석하고 문제점을 구조적·비구조적 요인으로 도출하여 인명피해 최소화 방안을 그림 1과 같이 제시하였다.

## 2. 자연재해 취약지역 지정 및 관리실태

### 2.1 재해 취약성과 자연재해 취약지역 현황

재해 취약성과 관련하여 UNDP(2005)는 민감도(Sensitivity)와 적응능력(Adaptation Capacity)의 함수로 정의하였으며, Eq.(1)과 같이 나타내었다. 또한 UN(2005)에서는 재해 위험경감과 대응 문화의 축진의 출발점은 재난과 재해에 대한 물리, 사회, 경제, 환경적 취약성의 이해라고 주장하며 취약성 지표(indicator)의 개발을 강조하였다.

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

홍수에 대한 취약성은 홍수에 의한 영향 민감성을 평가할 수 있으며 홍수 방어 능력의 부족을 나타낸다고 할 수 있다. 그리고 기존의 많은 연구에서는 수해관련 위험에 대한 노출(Expose), 민감도, 적응능력의 함수를 이용해 Eq.(2)와 같이 취약성 평가를 하고 있다.

$$\text{취약성 평가} = f(\text{노출}, \text{민감도}, \text{적응능력}) \quad (2)$$

기후사상이 발생하기 이전에 주요 사회기반시설에 대한 취약성 평가를 통해 취약한 시설물을 파악할 수 있고, 이

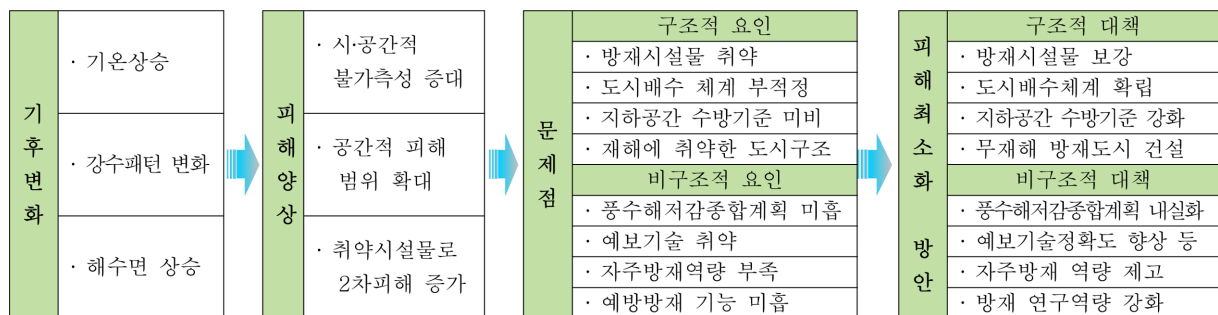


그림 1. 분석모형 및 연구절차

표 1. 자연재해 취약지역 유형과 내용

취약지역 유형	내용
하천범람	제방이 설치되지 않고 계획홍수위보다 낮은 하천변 저지대·유원지(야영장), 통수단면이 부족한 다경간 암거 또는 병목구간에 경간장 협소 교량 등이 설치된 하천(배수로)변 마을
하천급류	마을 또는 농사용 진입로로 이용되는 세월교, 징검다리, 낙차보 등 하천 시설물, 계획홍수위보다 낮은 교량 및 하상도로 등
산사태	임도 개설로 우수가 집중되는 계곡(소하천 등) 접한 마을(주택) 및 산림청에서 지정한 산사태 위험 지역 직 하류 주택 등
급경사지 붕괴	우기 시 지하수 용출 또는 낙석·법면유실, 배부름, 침하 등 변형현상이 발생하는 절개지와 접한 주택·공장 등
파도 휩쓸림	풍랑·해일발생시 파도가 덮칠 위험이 있는 해안지역 중 주민·관광객 등이 많이 이용하는 방파제, 갯바위, 선착장, 해안도로 등

들 시설물을 중심으로 피해가 발생하지 않도록 대비책을 마련할 수 있다(한국환경정책·평가연구원, 2010). 그러나 출현빈도를 가능하기 어려운 이상기상의 경우, 기상이변에 대한 취약성 또는 취약지구 등의 주체영역이 모호하기 때문에 기상재해에 그대로 노출되기 쉽다. 따라서 이상기상에 대한 취약성 또는 취약지구의 분석이 반드시 필요하며 취약유형을 도출하여 이를 구조적·비구조적으로 관리하는 것이 중요하다(서울시정개발연구원, 2010). 우리나라의 경우 특정유형의 재해취약지역에서 유사한 인명피해가 집중 발생하고 있으며 재해유형별로 보면 하천범람, 하천급류, 산사태, 급경사지 붕괴, 파도 휩쓸림 취약지역으로 분류해 볼 수 있으며 이를 요약 정리해 보면 Table 1과 같다(소방방재청, 2013).

2.2 재해 취약지역관리 실태

우리나라에서 인명피해가 우려되는 재해취약지역에 대하여 관리 전담제 실시, 유형별 맞춤형 피해예방 대책 추진, 취약지역 주민통제 제도 운영, 신속한 재난정보 수집 전파체계 구축 운영 및 주민 안전의식 고취 등을 위한 홍보강화를 실시하고 있는데 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다(소방방재청, 2013).

첫째, 취약지역별 관리 전담제를 실시하고 있는데, 인명피해 위험지역 순찰, 출입통제, 주민대피 유도 등 현장 활동을 수행하는 관리책임자를 사전 지정하여 관리토록 하고 있다.

둘째, 취약지역 유형별 맞춤형 피해예방 대책을 추진하고 있는데, 하천급류 등으로 인명피해가 우려되는 하천·산간계곡 지역을 「위험구역」으로 설정하고 돌발성 인명피해가 우려되거나 과거 인명피해가 발생한 지역에 “경고표지판”을 설치하여 관리한다. 이와 함께 하천범람, 침수, 산사태, 급경사지 붕괴 등 재해로 인한 인명피해 예방을 위한 주민 대피계획을 수립하여 운영하고 있다.

셋째, 취약지역 주민통제제도 운영 강화를 위해 「재난 및

안전관리기본법」에 의거 재난발생 예견 시 위험구역을 설정하고 출입통제, 대피명령, 강제조치, 과태료부과 등의 인명피해 예방대책을 추진하고 있다.

넷째, 신속한 재난정보 수집·전파체계의 구축·운영으로 현재 사용 중인 예·경보시설을 점검하고 사용이 불가한 시설은 보수를 실시하여 상시 작동이 가능하도록 조치하고 있다. 그리고 산사태 위험지역 관리시스템을 활용, 산사태 위험지역 관리 및 현장대응 능력 제고를 위한 합동 모의훈련 등을 실시하여 비상사태에 대비하고 있다.

마지막으로 주민 안전의식 고취를 위한 홍보활동으로는 재해취약지역, 돌발성 위험지역을 대상으로 지역주민 및 외국인 등의 안전의식을 강화하기 위해 유선방송, 홈페이지, 지역신문, 현수막, 마을애플 등 각종 홍보수단을 활용하여 지속적으로 홍보함으로써 경각심을 고취하고 있다.

3. 인명피해 사례와 취약지역 관리의 문제점

3.1 재해 취약지역 인명피해와 사례분석

우리나라는 여름철 태풍과 집중호우에 의하여 발생하는 극한 호우사상으로 인하여 매년 심각한 자연재해가 발생하고 있다. 우리나라의 호우사상은 국지적이며 돌발적으로 발생하는 특징을 가지고 있으며, 지역마다 지형, 사회, 경제 등과 같은 여러 특성이 다르기 때문에 홍수피해는 지역별로 피해 규모 및 빈도가 큰 차이를 보이고 있다. 우리나라의 지난 20년간(1992~2011) 여름철에 자연재해로 인한 인명피해는 총 1,575명이 발생하였는데 피해 유형을 보면 Table 2와 같고, 인명피해가 발생한 피해유형을 분석해 보면 Fig. 2와 같이 하천범람(47%), 급경사지 붕괴(25%), 노후시설물 붕괴 순으로 발생하였다.

한편, Table 3과 같이 최근 3년간(2010~2012) 여름철에 168명의 인명피해(자연재해 102명, 안전사고 66명)가 발생하였는데, 2010년부터는 인명피해가 우려되어 재해취약지역으로 지정하여 특별 관리하는 지역이 아닌 지역에서도

표 2. 지난 20년간(1992-2011) 여름철 자연재해 인명피해 현황

(단위: 명)

계	하천 범람		급경사지 붕괴		풍랑·해일		건물 붕괴	축대 붕괴	감전	강풍 (비산물)	낙뢰	기타
	급류 휩쓸림	침수	산사태	절개지	선박 침몰	파도 휩쓸림 등						
1,575	685	56	368	24	145	71	73	25	37	17	15	59

※출처: 소방방재청 내부자료(\*기타: 저류지 붕괴(매물), 낙석·추락·맨홀 빠짐, 간판전도 등)

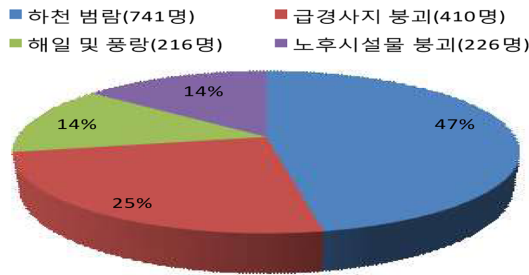


그림 2. 지난 20년간 여름철 자연재난 인명피해 현황분석

피해가 발생한 바 있었다(소방방재청, 2013). 특히, 자연재해로 인한 피해 102명중 62명(61%)이 급경사지 붕괴에 의한 피해로, 인명피해 유형이 과거(하천범람에 의한 급류·침수피해)와 달리 급경사지 붕괴 및 강풍(비산물 타격)에 의한 피해가 증가되는 추세를 보여주고 있다. 이와 함께 안전사고 66명중 46명(70%)이 물이 불어난 하천에 진입(횡단, 실족, 수영 등) 또는 논물 정비(실족)중 급류에 휩쓸린 개인 부주의에 의한 사고로 사전예방이 가능한 후진적 인명사고가 매년 발생하고 있는 실정이므로 이에 대한 대책이 시급하다.

하천범람 취약지역에서 인명피해가 발생한 사례를 보면 2011년 7월 27일 △△시 소재 △△마을을 관류하는 소하천에 설치된 통수단면이 부족한 2경간 암거에서 통수능력을 초과한 유수가 일시에 유입되면서 마을진입도로로 범람한 급류에 휩쓸려 주민 1명이 사망하였으며, 제방이 설치되지 않는 미 개수 하천변에 하천기본계획상의 계획홍수위보다 낮은 곳에 형성된 마을 또는 주택피해로 인해 ○○군 소재 ○○소하천 및 △△소하천 범람으로 하천변 주택 2동이 급류에 유실되면서 거주자 2명이 사망하였다. 그리고 과거 하천범람에 의한 침수로 인명피해가 발생한 지역 중

제방 손상 등 하천정비 사업이 시행되지 않아 재 피해가 발생한 사례로는 ○○시 소재 ○○천 범람으로 ○○동 등 시가지 침수피해가 발생하여 주택에서 사전에 대피하지 못한 주민 3명이 사망하기도 하였다.

하천급류에 의한 돌발성 인명피해가 발생한 사례로는 강우 시 물에 잠기는 세월교·징검다리, 계획홍수위보다 낮은 교량과 마을 진입 또는 영농행위 등을 위해 차량·농기계·지역주민 통행로로 이용되는 취입보와 하천에 설치된 하상도로 및 주차장, 침수위험이 높은 제방겸용 도로에서 인명피해가 발생하였는데, 2010년 8월 10일 ○○구 소재 ○○천 하상도로를 주행하는 차량(7대)이 갑자기 불어난 물에 침수되면서 대피하지 못한 운전자 1명 사망한 사례가 있었다. 그리고 계획홍수위 보다 낮게 하천(계곡)변에 형성된 유원지, 야영장 등 피서객이 많이 모이는 장소도 재해 취약지역인데, 2006년 7월 15일 △△군 소재 △△야영장에서 갑자기 불어난 계곡물이 야영장으로 유입되면서 피서객 2명이 차량(2대)과 함께 급류에 휩쓸려 사망사고가 발생하였다.

산사태 취약지역으로는 산림청에서 지정한 산사태 위험 1~2등급 지역과 인접하여 주택, 펜션, 음식점 등이 형성되어 산사태 발생 시 매물·유실 피해가 우려되는 지역으로 2011년 7월 27일 ○○구 소재 ○○산 및 △△시 소재 △△산 산사태로 발생한 토석류에 의해 하류지역 주택·펜션이 매몰되면서 거주자 29명 사망하기도 하였다. 또한 임도 개설로 유수가 집중되는 계곡과 연접한 산기슭 주택 및 계곡 연장선이 하류마을을 관류하는 소하천(배수로)가 접한 마을(주택) 피해를 들 수 있는데, 2011년 7월 9일 ○○시 소재 ○○산 임도개설 구역 성토사면이 집중호우로 붕괴되면서 발생한 토석류가 계곡을 따라 하류지역 마을을 관류하는 소하천

표 3. 최근 3년간(2010~2013년) 인명피해 발생 유형

구분	자연재해										개인 부주의에 의한 안전사고									
	계	급경사지		하천범람		강풍 (비산물)	저수지 붕괴	주택 붕괴	축대 붕괴	맨홀 빠짐	계	하천구역내			배수로 (실족)	낙시 (실족)	선박 (실족)	공사장	추락	감전
		산사태	절개지	급류	침수							횡단	실족	수영						
계	102	55	7	14	7	11	3	1	3	1	66	24	6	4	12	1	4	5	8	2
2010년	14	1		4		6	3				13	6	3		3					1
2011년	78	52	5	10	7				3	1	39	15	3	4	7	1	4	3	1	1
2012년	10	2	2			5		1			14	3			2			2	7	

으로 유입, 소하천 주변 주택 등 건물을 덮쳐 4명 사망하였다.

급경사지 붕괴우려 취약지역은 『급경사지 재해예방에 관한 법률』에 의거 관리되는 지역 중 주택 및 도로와 연결하여 붕괴 시 인명피해가 우려되는 지역과 우기 시 지하수 용출 또는 사면 변형(낙석·토사유실, 배부름, 침하 등) 현상이 지속적으로 발생하는 지역의 직 하부에 주택(공장 등)이 위치하여 사면 붕괴 시 인명피해가 우려되는 지역으로, 2011년 7월 27일 △△시 소재 급경사지 붕괴로 발생한 토석류에 의해 공장 1동이 유실 되면서 근로자 4명이 사망하였으며, 2011년 7월 10일 □□시 소재 모지 석축 전도에 의한 추가 붕괴로 발생한 토석류에 의해 하류에 위치한 사찰 부속건물이 매몰되면서 거주자 2명 사망하기도 하였다. 이와 함께 철도 및 도로 비탈면에서 우기 시 지하수가 용출되거나 낙석·토사유실, 침하 배부름 등의 변형현상이 관측된 지점과 접한 곳에 주민이 거주하는 주거시설 이 있는 지역에서도 토석류 매몰로 인한 인명 피해가 종종 발생하기도 한다.

마지막으로 저수지 제방 붕괴우려 취약지역으로는 『저수지·댐 안전관리 및 재해예방에 관한 법』에 의거 관리되고 있는 저수지중 직하류에 마을(주택) 형성된 지역과 골프장 저류지 등이 직하류에 위치하여 제방 붕괴 시 수몰 또는 유실에 의한 인명피해 위험이 있는 주택 등이 해당되는데, 2010년 7월 24일 ○○군 소재 골프장 저류지 제방붕괴로 하류 주택 2동이 유실 되면서 거주자 2명 사망, 1명 실종되기도 하였다(소방방재청, 2013).

### 3.2 자연 재해취약지역의 문제점

최근 기상이변에 따른 국지성 집중호우의 빈발과 과거 기록을 경신하는 폭우 등으로 인해 여름철 자연재해로 인한 인명 피해 요인이 점증하고 있는데, 먼저 자연재해 취약지역 관리의 문제점과 관련한 구조적 요인으로는 다음과 같은 것이 있다.

첫째, 방재 시설물의 취약성이다.

대표적인 방재시설물로는 하천, 도로 저수지 등의 사회 기반시설이 있는데 하천정비 사업이 시행되지 않은 곳, 통수단면이 부족한 하천 또는 다경간 암거 및 교량 구조물, 계획홍수위 보다 낮은 고량과 세월교, 징검다리 및 하천변에 설치된 하상도로와 주차장 등에서 인명피해가 종종 발생하고 있다. 또한 산사태 우려지역과 인접한 인가와 급경사지 붕괴우려지역, 노후 저수지와 제방도 재해에 취약하다. 최근 10년간('02-'11년) 자연재해에 의한 사망자 684명 중 26%인 177명이 급경사지 붕괴 또는 산사태에 의해 발생하고 있으므로 이에 대한 대책이 필요하다. 지자체에서 관리하는 소규모 저수지 14,278개소 중 8,352개소(58%)가

60년 이상 경과된 노후시설로 평가되므로 이에 대한 대책 마련과 함께 저수지, 댐 등의 관리 주체가 국토부, 농림축산부, 지자체 등에 분산되어 유기적인 통합관리가 되지 않고 있다(국무총리실, 2011).

둘째, 도시 배수 체계의 부적정이다.

대부분의 도시내 하수관거가 오수처리 중심으로 계획 및 설치되어 우수 관거가 부족할 뿐만 아니라 하수관거의 설계 기준이 5-10년 빈도로 설치되어 있어 이를 초과하는 집중 강우가 내릴 경우 도심 침수피해가 빈발하고 있다. 또한 국지성 집중호우의 심화 및 도시화로 인해 불투수 면적이 서울의 경우 1962년 7.8%에서 2010년 48%로 증가함에 따라 우수의 단기 유출량 증대가 저지대 침수 피해를 가중시키고 있으므로 이에 대한 대책이 마련되어야 한다(국무총리실, 2011).

셋째, 지하공간 수방기준의 미비이다.

도심지에 건축되는 대부분의 대규모·고층 건축물은 지하공간이 상업시설, 복합공간 및 주차장 등으로 활용됨에 따라 집중호우가 있을 경우 물이 지하공간으로 일시에 유입되어 재해에 취약한데, 2010년 서울에서 약 3만 세대가 침수피해를 입었으며, 2011년 수도권 집중호우 때에는 지하층에서 미처 빠져 나오지 못한 근무자가 역사사고로 목숨을 앗아간 사례가 있으므로 이에 대한 대책이 강구되어야 한다. 또한 서울 등 대도시의 경우 전체 침수주택 중 반 지하 주거시설에서 매년 반복적으로 침수피해가 발생하는데, 2010년 9월 21일에 서울에서만 29,891세대의 침수피해가 있었다(국무총리실, 2011).

넷째, 재해에 취약한 도시 공간 구조이다.

최근 기후변화로 인한 집중호우의 증가와 함께 각종 도시개발로 인한 불투수 면적이 증가하고 있는 하천저지대의 개발에 따른 하천 계획 홍수위 보다 낮은 지형이 있으며, 도시화에 따른 인구 집중현상이 인명 및 재산피해를 가중시키는 요인으로 작용하고 있다. 이와 함께 방재시설물의 노후화 및 용량 부족 그리고 도심의 대형 지하공간 개발 등으로 재해에 취약한 도시 공간 구조가 형성되고 있으므로 이에 대한 대책이 마련되어야 한다.

다음은 자연재해 취약지역 관리의 문제점과 관련한 비구조적 요인이다.

첫째, 풍수해저감 종합계획의 미흡이다.

풍수해저감 종합계획은 현재 풍수해를 대상으로 지방자치단체에서 수립하는 우리나라 자연재해 예방분야의 최상위 방재계획이다. 그러나 현재 시행되고 있는 풍수해 저감 종합계획에서는 시설물 위주의 점적인 대책으로 도시계획과 연계가 되지 못해 실효성 저하가 우려되고 있다. 그리고

재해 유형별 적용할 수 있는 표준기법의 부재로 인해 지자체에서 혼선이 초래되고 있으며 농촌·도시지역 등 거주인구 밀도 반영없이 차별화되지 못한 대책수립은 물론 지역특성을 무시한 대책이 수립되고 있다. 또한 개별시설물 중심과 풍수해 원인별로 위험평가가 이루어져 시설물간의 관계성이 무시되고 있으며 토지이용 측면의 활용방법에 대한 연구나 지침 등이 미흡한 실정이다. 특히 하천재해의 경우 교량, 제방 등 하천시설물의 안전성 위주로 조사하여 위험지구를 선정하므로 주변지역 인명 및 재산피해 발생 가능성에 대한 검토 부족과 이상 강우 등으로 인한 잠재 위험 요인 고려 부족 등 다수의 문제점이 지적되고 있다(소방방재청, 2013).

둘째, 기상 예보의 취약 및 예·경보 시설의 부족이 문제이다.

최근 기후변화로 극단적인 위험기상 발생빈도가 증가하여 산사태와 사회기반시설 피해가 다양화·대형화 추세인데 시간당 30 mm이상 집중호우가 1980년대 44회, 90년대 52회, 2000년대 66회로 증가하고 있다. 피해 사례로는 2011년 7.26-28(3일간) 서울에 비가 588 mm내려 연강수량의 30-45%를 차지하였으며, 이로 인해 인명피해 46명(사망 18, 실종 2, 부상 26), 건물침수 25,346동의 피해가 발생한 바 있다. 그러나 기상예보 시스템간 연계 부족 등으로 위험 기상 상황에 신속한 대응이 곤란하였고, 수도권을 비롯한 지역별 위험기상 도달 2-3시간 전에 감시·예측을 위한 입체적 관측망 부족 등 기상예보의 취약점이 내재되어 있다(국무총리실, 2011). 또한, 자동 예·경보 시설, 자동 음성통보 등 재해예·경보 시설이 '96-'06년까지는 국고 지원으로 추진되었으나, '07년부터는 국고지원에서 제외되어 전액 지방예산의 투자로 인해 지방비 확보가 어려워 사실상 예·경보 시설에 대한 확충이 전무한 실정이므로 이에 대한 대책도 마련되어야 한다.

셋째, 자주방재 역량의 부족이다.

압축적 근대화 와 산업화에 따라 축적된 위험요인들이 압축적인 형태로 해마다 발생하고 있음에도 일반인들은 사회의 위험이 문제 있는 외부집단 또는 타자(the other)에 의해야기된다는 막연한 관념을 가지게 된다. 이러한 타자의 논리는 외부의 타자를 문제가 있는 사악한 집단으로 결합시켜, 자신은 그 위험에 책임이 없으며 이에 따라 자신은 위험으로부터 안전할 수 있다는 자아 안전성을 보호하기 위한 메커니즘으로 이해할 수 있다. 이러한 현상은 일반인에게는 사전 예방을 어렵게 하는 안전 불감증과 사후 특정인 또는 특정집단에 모든 책임을 전가하는 방식의 도덕적 해이(Moral Hazard)를 유발하는데, 우리는 1998년 지리산 호우피해에 대표적인 사례를 발견할 수 있다. 2008년에 소방방재청에서 실시한 국민안전 의식 및 사회 안전실태에 관한 여론조사

결과에 따르면 국민들의 안전의식 부족이 재난 및 재해가 발생하는 가장 큰 원인중의 하나로 나타나고 있으므로 이에 대한 대책도 시급히 마련되어야 한다(소방방재청, 2009).

넷째, 예방 방재기능의 미흡이다.

국가방재 예산에서 예방투자가 차지하는 비중은 한국의 경우 34.9%로 일본의 87.9%에 크게 못 미치는 수준인 것으로 분석되고 있다. 신국가방재시스템 백서(소방방재청, 2007)의 또 다른 연구결과는 재해예방투자가 사후복구에 비해 10배의 비용 절감효과가 있음을 보여준다. 2000-2020년 용인지역 홍수재해 예방대책의 경제성 분석(국립재난안전연구원)에서 나타난 경제적 효율성은 물론 이를 통해 지킬 수 있는 인명의 가치는 그 무엇과 비할 바 아니다(소방방재청, 2009).

#### 4. 인명피해 최소화 방안

자연재해 취약지역은 태풍, 호우 등 기상재해의 위험이 상존해 있는 지역이라고 할 수 있다. 그러므로 앞부분의 인명피해 사례지역에서 분석한 바와 같이 최근에는 자연재해 취약지역으로 지정하여 특별 관리하고 있는 지역뿐만 아니라 재해취약지역이 아닌 곳에서도 인명피해가 발생하는 경향이 증가하고 있으므로 인명피해 최소화를 위해서는 구조적·비구조적으로 대책을 함께 마련하여야 한다.

##### 4.1 구조적 대책

구조적 대책의 근본적인 목적은 홍수 등의 재해가 발생할 경우를 대비하여 유출량을 감소코자 댐을 건설하거나 하천정비, 우수유출 억제시설의 설치 및 기타 구조물을 이용한 재해저감대책으로서 여러 가지 구조적인 방법이 있으나, 본 논문에서는 방재시설물 보강, 도시배수 체계의 확립, 지하공간 수방기준 강화, 무재해 도시 건설 필요 등에 대해서 제시하였다.

첫째, 방재 시설물에 대한 보강이 필요하다.

우리나라의 하천 제방 등 방재시설물은 1960-70년대에 설치되어 구조적 결함으로 붕괴 위험이 높으므로 하천 제방을 비롯한 교량 등 위험 구조물에 대해 조기 정비가 추진되어야 한다. 이와 함께 세천, 소교량, 낙차공 등 소규모 재해 유발 시설물에 대한 정비기본계획을 바탕으로 정비사업이 조속히 추진되어야 한다. 그리고 아직까지 지방하천의 경우 홍수에 안전한 제방비율이 60%로 국가하천에 비해 홍수방어 능력이 상대적으로 취약하므로 지방하천의 정비율 제고가 시급하다(국무총리실, 2011). 또한 지방하천에 대해서 통상 50-80년의 설계빈도를 적용하고 있으나,

도시부 등 지방하천 주요 구간은 100년 이상의 설계빈도를 적용하는 등 빈도적용 기준의 세부화도 마련하여야 한다. 아울러 저수지, 댐 등에 대한 관리체계의 일원화와 함께 노후시설물의 보수 및 보강이 추진되어야 하며, 산사태 취약지역 및 급경사지 붕괴우려 지역의 정비도 조속히 추진되어야 한다.

둘째, 도시 배수 체계가 제대로 확립되어야 한다.

도시의 배수는 하수관거에 의해 좌우되며 그중 오수처리보다 우수 처리시설에 대한 확충이 우선되어야 한다. 이와 함께 기후변화 등의 새로운 강우패턴을 반영하여 강우 확률 변수를 종전의 5-10년 빈도에서 10-30년 빈도로 상향 조정하여 하수관거의 시설기준을 변경하여야 한다. 또한 도시 내 침투홍수량 저류를 통해 침수피해를 예방하기 위한 우수저류시설의 확충, 도시 내 빗물침투시설 및 대도심 빗물 배수터널의 확충, 빗물 저류조 설치 확대, 빗물 펌프장의 확충 등을 통해 도시 배수체계를 개선하여야 한다.

셋째, 지하공간에 대한 수방기준이 강화되어야 한다.

우선 시가지 침수 발생 시 인명피해를 막기 위해서 각종 방재시설의 설치와 함께 안전한 대피로가 확보되도록 하여야 한다. 하천변 저지대의 침수 위험 지하공간에 대한 침수 예상 분석을 실시하고 체계적인 수방기준의 수립과 공사중 침수피해에 대한 사전점검을 철저히 시행하여야 한다. 특히, 반지하 주택의 침수문제 해결을 위한 중장기 대책의 수립이 필수불가결하며, 지하 공간 침수 방지를 위한 수방 기준 대상을 민간 건축물 및 지하 주차장 등까지 확대 적용하여야 한다. 아울러 도심 지하공간의 상업시설, 복합공간 등의 침수사고 방지를 위해 연면적 1만 m<sup>2</sup> 이상의 건축물을 건축할 경우 지하출입로(차량 통행로 포함)에 빗물 차단막 설치를 의무화하여야 한다(국무총리실, 2011).

넷째, 재해에 강한 무재해(Disaster Free City) 방재도시가 건설되어야 한다.

모든 도시는 도시화가 진행될수록 자연재해 피해 잠재 능력이 증가할 것으로 예상되므로 해당 도시의 치수안전도 등을 분석하고 취약지역에 대한 홍수 및 태풍 등 자연재해 피해 최소화 방안이 마련되어야 한다. 이를 위해 자연적 요인, 사회적 요인, 정책적 요인, 시설적 요인 등을 종합한 자연재해 피해지표를 개발하여 재해에 강한 무재해 방재도시가 조성될 수 있도록 하고 도시의 지속적인 관리가 이루어져야 한다. 그리고 물 순환이 잘 이루어지는 건전한 수환경을 확보코자 저류 및 침투시설을 적극적으로 설치하고 자연과 조화된 구조물적 대책의 방재기준을 강화하며 비구조물적 인 대책의 적극적인 추진과 함께 IT기술을 활용한 도시통합 방재시스템 구축도 서둘러야 한다(국토연구원, 2006).

## 4.2 비구조적 대책

기존 방재시설물에 대한 보강, 도시배수체계의 정비 등을 통한 구조적 대책만으로는 재해피해를 경감시키는데 한계가 있음을 인식하고, 소프트웨어적인 비구조적 재해대비 능력 향상이 시급이 요구되고 있는 실정이다. 따라서 인명피해 최소화를 위해서는 풍수해 저감 종합계획의 내실화, 예보기술의 정확도 향상, 자주방재 역량 제고 및 방재연구 역량 강화가 절실하게 필요하다.

첫째, 풍수해저감 종합계획의 내실화이다.

지방자치단체에서 수립하는 자연재해 예방분야의 최상위 방재계획으로서 위상을 강화하기 위해서는 우선명칭을 풍수해 저감종합계획 보다 자연재해 저감 종합계획으로 변경하여 자연재해대책법상 모든 자연재해를 총 망라한 계획이 되도록 그 기능을 강화해야 한다. 또한 자연재해저감 종합계획의 점적인 계획을 탈피한 면적이고 입체적인 재해경감대책이 수립되도록 실효성 확보방안이 강구되어야 한다. 그리고 재해유형과 지역특성을 고려한 계획수립이 되어야 하며 모든 자연재해를 대상으로 인명과 재산피해 최소화를 위한 잠재적 위험 요소 등을 상세하게 검토·분석하여 내실 있는 계획이 수립되도록 개선되어야 한다.

둘째, 예보기술의 정확도 향상 및 재해 예·경보시스템의 확충이 요구된다.

예보기술에 대한 정확도 향상을 위해서는 기상관측의 입체적 관측망의 확대구축이 절실하고, 기상예측용 슈퍼컴퓨터가 확대 도입되어 하는데, 슈퍼컴퓨터 도입현황에서 미국이 277대, 중국과 일본이 각각 21대와 16대인 것에 비해 한국은 2대로 약 0.4%의 비중을 차지하며 미미한 수준을 보였다. 이와 함께 기상이변 대응을 위한 기상연구소의 2010년도 R&D 예산이 우리나라가 169억 원이며 미국이 3,451억 원, 일본도 391억 원으로 우리의 21배, 2.3배 수준으로 매우 미흡하므로 이에 대한 확대 투자가 필요하다(현대경제연구원, 2010). 그리고 산간계곡, 유원지 등 여름철 행락객이 많은 재해취약지역을 대상으로 재해 예·경보의 신속한 전달을 위한 자동경보시설, 재해문자 전광판 등의 추가 설치가 시급하다.

셋째, 자주 방재역량의 강화이다.

2011년 여름철 호우기간 중 인명사고 117명(자연재해 63, 안전사고 57)이 발생한 것을 원인 분석한 바에 의하면 하천횡단, 논물관리, 갯바위 낚시행위 등 개인부주의에 의한 안전사고가 다수 발생하였는데, 이는 사전통제와 홍보부족에 기인한 것으로 국가차원의 재난홍보의 체계적 관리가 필요하다는 것을 시사해 주고 있다(국무총리실, 2011). 방재 역량을 강화하기 위해서는 재해방송의 내실화, 홍보책

표 4. 재해취약지역 세부 재해유형별 지정 및 관리방안

취약 유형	재해유형	예상 피해	취약 유형	재해유형	예상 피해
도심저지대	내수배제불량	주택침수	급경사지	사면붕괴	도로매몰
도심저지대	내수배제불량	지하도침수	급경사지	사면붕괴	주택매몰
세월고	하천급류	급류 휩쓸림	노후축대	옹벽붕괴	주택매몰
징급다리	하천급류	급류 휩쓸림	공사장 절개지	사면붕괴	주택매몰
하상도로	하천급류	급류 휩쓸림	해안저지대	해일	침수
낙차보	하천급류	급류 휩쓸림	방파제	해일/파도	파도 휩쓸림
하천산책로	하천급류	급류 휩쓸림	선착장	너울성파도	파도 휩쓸림
하상주차장	하천급류	급류 휩쓸림	해안도로	해일/풍랑	파도 휩쓸림
하천유원지	하천급류	급류 휩쓸림	갯바위	해일/풍랑	파도 휩쓸림
야영장	계곡급류	급류 휩쓸림	하천변저지대	하천범람	시가지(마을)침수
급경사지	산사태	주택매몰	위험저수지	제방붕괴	주택매몰(마을침수)

자의 제작 및 보급 등이 필요하지만 평상시부터 재해의 위험성을 인지하고 이에 대처할 수 있도록 교육 및 홍보체계를 구축하여야 한다.

넷째, 예방 방재의 실현을 위한 방재연구 역량이 강화되어야 한다.

재해 예방은 아무리 강조해도 지나치지 않는다. 사후약방문이 아닌 재해 사전 예방을 위해서는 무엇보다 예방방재에 대한 조사 연구와 방재 기능의 연계가 중요하다. 이를 위해서는 방재기술에 대한 학술 조사와 연구 및 관련 기술의 개발과 함께 방재 전문 인력의 양성이 필수적이다. 아울러, 예방 방재의 실현을 위한 방재분야 R&D의 투자 확대가 선행되어야 한다.

### 5. 결 론

도시화, 산업화 그리고 최근의 기후변화 영향으로 인해 과거에 안전했던 지역이 새로운 자연재해 취약지역으로 바뀌면서 각종 재해 발생으로 인한 인명피해 유발요인이 증가되고 있어 이를 최소화하기 위한 방안 마련이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 지난 20년간(1992~2011) 여름철에 발생한 자연재해 인명피해 현황과 취약지역별 인명피해 사례분석을 통해 인명피해 최소화 방안을 구조적 대책과 비구조적 대책으로 양분하여 제시하였다.

본 연구에서 제시한 자연재해 취약지역의 인명피해 최소화를 위한 구조적 대책으로는 ① 방재시설물에 대한 보강 ② 도시배수체계의 확립 ③ 지하공간에 대한 수방기준의 강화 ④ 재해에 강한 무재해 방재도시 건설을 언급하였고, 비구조적 대책으로는 ① 자연재해 저감 종합계획 수립의 내실화 ② 예보기술의 정확도 향상 및 재해 예·경보시스템의 확충 ③ 자주방재역량 강화 ④ 예방방재 실현을 위한

방재연구 역량 강화를 제시하였다.

끝으로 본 연구는 각종 자연재해의 위험요인이 상존해 있는 취약지역의 인명피해 최소화를 방안이므로 자연재해 취약 유형을 더욱 상세하게 분류하고 재해 유형별 예상피해에 대한 대책을 강구하는 것이 급선무라고 판단되므로 일선 지방자치단체에서는 표 4와 같이 재해취약지역의 세부 재해 유형별 지정 및 관리방안을 마련하여 보다 적극적인 재해저감대책을 시행하여 주길 제안한다.

### 참고문헌

1. 국무총리실 재난관리 개선 민관합동 TF (2011), 기후변화 대응 재난관리 개선 종합대책.
2. 국토연구원 (2006), 행정중심복합도시 방재기본방향, 미래형 행정중심복합도시 건설: 자연과 사람이 어우러지는 안전한 도시 심포지엄, 2006. 5. 24.
3. 김동은, 최우정, 심재현 (2008), 전 세계 자연재해 추이 및 유형분석, 한국수자원학회지, 제41권 2호, pp.56-62.
4. 박무중, 송영석, 주진걸, 박민규 (2013), 도시홍수 취약성 평가에 관한 연구, 한국방재학회논문집, 제13권 5호, pp. 297-305.
5. 서울시정개발연구원 (2010), 기상이변에 대한 서울시 취약지역 대응방안, pp.77-79.
6. 소방방재청 (2006), 재해 사전예방 강화 및 투자확대 방안, pp.39-40.
7. 소방방재청 (2007), 신국가 방재시스템 백서, pp.168-169.
8. 소방방재청 (2009), 재난관리 60년사, 536-537.
9. 소방방재청 (2013), 인명피해 우려 재해취약지역 지정·관리 지침.
10. 소방방재청 (2013), 풍수해저감 종합계획 현재&미래 발전구상 세미나, 2013. 05. 28.
11. 손태석, 강동호, 장종경, 신현식 (2010), SWMM을 이용한 도시지역 내수침수 취약성 평가, 한국방재학회논문집, 제10



- 권 4호, pp. 105-117.
12. 이민우, 김태웅, 문건우 (2013), 우리나라의 지역별 홍수피해 특성을 고려한 홍수피해 취약성 평가, **한국 방재학회논문집**, 제13권 4호, pp. 245-256.
  13. 전상수, 장현민 (2008), 부산시 U-City모델구축을 위한 재해 취약지 분석, **한국방재학회논문집**, 제8권 2호, pp. 65-73.
  14. 한국환경정책·평가연구원 (2010), 기후변화 적응 강화를 위한 사회기반시설의 취약성 분석 및 대응방안 연구 II, pp. 50-81.
  15. 현대경제연구원 (2010), 최근 기상이변의 과급영향 및 과제-취약지역의 재해 대처능력 제고해야, 통권 417호.
  16. UNDP (2005), *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change : Developing Strategies, Policies and Measures*. New York : Cambridge University Press.
  17. UN (2005), *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*, UN ISDR.