

20세기 이후 발생한 재난 특성 분석을 통한 미래 변동 추이 전망*

오재호, 허모량, 우수민

현재 우리는 과거에 비해 발달된 문명과 산업사회의 편익을 누리고 있지만, 여전히 인간의 예측 범위를 벗어나는 자연 재해와 재난으로 인해 인적, 물적 피해를 경험하고 있으며 더욱이 날로 심각성을 더해가고 있는 기후 변화의 위기에 직면하여 자연재해와 재난으로 인한 현대 사회의 불안감도 증폭되고 있다. 우리나라는 2008년 자연재해대책법에서 ‘재해’와 ‘재난’의 범위를 정의하고 이를 제도적으로 관리하고 있다. 본 연구는 20세기 이후 발생한 자연재해·재난의 통계자료와 사례들을 중심으로 이들의 특성을 분석하고, 이를 통해 미래 자연 재해·재난의 변동 추이를 전망하였다. 최근의 자연환경 변화가 가장 큰 요인으로 지적되고 있는 기후변화에 기인하는 것으로 볼 때, 미래의 기후변화 경향과 이의 결과로 발생하는 여러 가지 재해·재난의 모습들도 현재와는 차이가 있을 것으로 예상된다. 특히 지구 온난화가 단지 지구 평균기온의 상승을 의미하는 것이 아니라 이상기상의 출몰로 재해와 재난의 발생 가능성을 증가시키는 것으로 IPCC 보고서를 비롯한 여러 연구에서도 지적한 바 있다. 자연재해·재난의 특성 분석과 미래 전망은 과학자들이 국가 정책을 수립하는 사람들을 비롯한 사회 구성원들에게 위협이나 경고를 던지기 위한 것이 아니라 이를 이해하고 극복하기 위해 인류 전체가 가져야 할 책임의식의 고취와 장기적인 정책 거버넌스의 수립을 위한 기초 자료로 효용 가치가 있을 것이다.

주제어: 자연재해, 자연재난, 수문기상재해

1. 서론

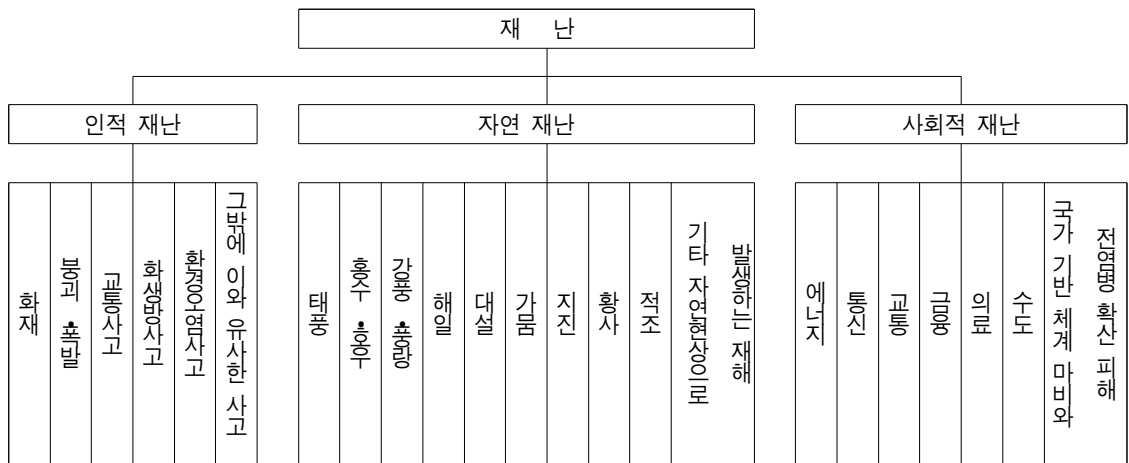
과거를 쉽게 망각하는 사람들은 다시 똑같은 실수를 반복하기 마련이다. 사람들은 과학자와 공학자들이 자연에 대해 많이 이해한다고 생각하지만 실상은 그렇지 않다. 더욱이 정책을 세우는 사람들은 과학자와 공학자들이 자연을 완전히 통제할 수 있다고 과신하고 있는 실정이다. 그러나 우리는 자연을 통제하기보다는 자연과 어우러져 살고 있다는 것을 알아야 한다. 임박한 재해를 피해보려는 많은 노력은 성과 없이 끝나는 경우가 대부분이었다. 재해도 크든 작든 모두가 자연의 한 부분이다. 예를 들어, 하천은 매년이라 할 수 없지만 2~3년마다 한 번씩은 범람한다. 서서히 방류되는 하천은 재해(disaster)를 자주 일으키지 않는다. 단지 인명이나 재산에 큰 피해를 일으켰을 때만이 재난으로 여긴

* 본 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2012-7150)의 지원으로 수행되었습니다.

다. 즉, 사람들이 사는 곳에 재난이 발생한다. 따라서 과거의 자연 현상으로 인한 재난 혹은 인간의 활동으로 인해 발생한 재난의 특징을 이해하고 이에 대응 하는 우리의 자세를 되돌아보는 것은 자연을 통제하려는 시도에 앞서 자연의 한 부분으로 인류의 삶이 조화를 이루기 위해 반드시 필요한 노력이다.

본 연구는 20세기 이후 발생한 재해와 재난의 특성을 세계 재난통계 연구센터(CRED¹⁾)와 국제 재난 데이터 베이스(EM-DAT²), 한국소방방재청 등의 통계 자료 및 발생 사례를 활용하여 분석하였다. 또한 미래의 자연환경 변화 중 기후 변동에 기인한 재난의 발생 추이를 전망하고자 하였다. 이러한 발생 특성 및 미래 변동 추이를 분석함으로써 재난에 대응하는 우리의 자세를 점검해 보는데 연구의 목적이 있다.

II. 이론적 배경 및 선행연구 검토



〈그림 1〉 재난 및 재난안전관리기본법에 의한 재난의 분류 (송윤석, 2009).

재난 발생 원인을 중심으로, <그림 1>에서 보는 바와 같이, 우리나라에서 재난·재해의 분류는 자연재난, 인적재난, 그리고 최근에는 사회적 재난을 추가하여 분류하고 있다(송윤석, 2009). 방재기본계획(2002)에 의해 기상재해는 저기압(Cyclone), 태풍(Typhoon), 홍수(Flood), 뇌우(Thunder storm), 한파와 열파(寒波 및 熱波; Cold and heat wave) 및 가뭄(Drought)으로 분류하고, 지질재해로서는 지진(Earthquake), 화산(Volcano) 및 바다에서 큰 파랑(波浪)을 먼 거리까지 전달하여 해일(海溢)을 유발하는 쓰나미(Tsunami) 등을 분류하고 있다.

2008년 12월 31일에 개정된 우리나라 자연재해대책법에서 ‘재해’는 ‘태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 폭풍, 해일(海溢), 조수(潮水), 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진(지진해일을 포함), 황사(黃砂) 그 밖에 이에 준하는

1) Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

2) Emergency Events Database

자연현상으로 인하여 발생하는 재해'로 정의되고 있다(자연재해대책법 제2조). 또 '재난'은 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 가뭄, 지진, 황사, 적조 그 밖에 이에 준하는 자연현상과 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화재방사고, 환경오염사고 그 밖에 이와 유사한 사고로 대통령령이 정하는 규모 이상의 피해를 일으키거나, 에너지, 통신, 교통, 금융, 의료, 수도 등 국가기반체계의 마비와 전염병 확산 등으로 국민의 생명·신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 정의하고 있다(대한민국 재난 및 안전관리기본법 제3조). 또 "해외재난"에 관해서도 정의하고 있는데, 대한민국의 영역 밖에서 대한민국 국민의 생명·신체 및 재산에 피해를 주거나 줄 수 있는 재난으로서 정부차원의 대처가 필요한 재난을 말한다.

재난과 관련된 선행 연구들은 재해 범위와 종류를 망라하여 광범위하게 진행되어 왔다. 이는 재난이 사람들의 생명과 재산에 직접적인 영향을 끼치며, 사회의 위기관리와 안정적인 성장을 위해 반드시 극복되어야 할 과제이기 때문이다. 재난의 복구와 극복을 위한 사회적 노력들이 주로 정부 주도의 프로그램의 적용, 행정 제도 개선을 통한 예방으로 진행되므로, 행정적·학적인 관점에서 재난관리에 대한 연구는 활발하게 전개되었다. 재난을 위기관리의 관점에서 접근한 연구로는 재난관리를 정의한 김경안·유충(1998), 국가차원의 재난관리 체제의 발전방향과 중앙정부와 지방정부의 역할, 예방 중심의 재난관리 확립(이주호, 2012) 관점에서 수행된 연구와 재난관리에 대한 인식에 대한 고찰(최희천, 2010) 등 다양하게 전개되었다.

한편, 재난의 발생 추이를 분석한 연구로 김동은 등(2008)이 있다. 본 연구에서도 일부 인용된 바와 같이 위 연구에서는 최근 30여년의 세계 재난 발생의 통계자료를 활용하여, 자연 재해의 유형별 발생 추이 분석을 통해 기후 변화에 따른 재해위험의 증가를 지적한 바 있다. 같은 연구로 전지구 재해 저감과 구호 기관(GFDRR³⁾)은 기술 보고서를 통해 재해의 정의, 빈도, 결과를 유형별로 정의하고 최근 15년(1991-2005년)간의 통계자료를 분석한 바 있다. 본 연구에서는 이들 선행 연구들의 세계 재난의 분석에 더하여 우리나라의 최근 재해 발생 특성과 추이를 분석하고 나아가 기후변화의 관점에서 미래 재난의 발생 추이를 전망하고자 한다.

III. 세계의 재해 · 재난 발생 특성

세계재난통계연구센터(CRED : Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)의 자연재해에 대한 세계적인 분류기준을 소개하면 크게 지질재해, 기상재해, 기후재해, 그리고 생물재해로 나누고 있다(<표 1>).

3) Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

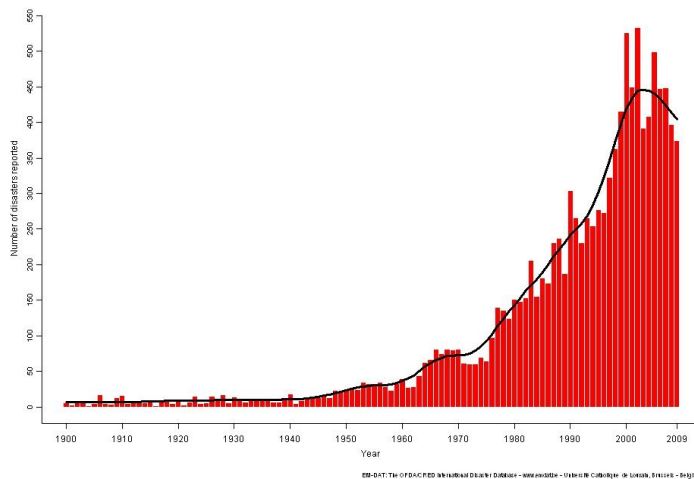
<표 1> 자연재해의 구분과 정의

자연재해 종류	정의	주요 재해 현상
지질재해	지질적인 요인에 의한 현상	지진, 화산, 지현변동에 따른 산사태
기상재해	수 분에서 수일 안에서 일어나는 비교적 짧은 시간의 중규모 기상현상에 의한 현상	폭풍
수문재해	물순환 또는 바람에 의해 나타나는 물순환의 이상현상	홍수, 강우로 인한 산사태
기후재해	여러 계절에서 수십 년에 걸쳐 나타나는 중규모에서 지구규모 이상기후 현상	이상기온, 가뭄, 산불
생물재해	살아 있는 세균이나 유해물질에 노출되어 나타나는 재해	전염병, 해충만연, 동물의 쇠도

1. 발생 현황

20세기 동안 계속되던 자연재해 발생의 상승 추세가 21세기에 접어들면서 하강 추세가 계속되고 있다(<그림 2>). 2009년도 이와 같은 21세기의 자연재해 발생의 감소 추세가 그대로 나타났다. 2009년은 그 전체인 2008년에 비해 자연재해 발생이 350회 정도 줄어들었고, 2000-2008년 평균에 비해서도 392회 정도 발생이 줄었다. 이와 같이 자연재해 발생 보고가 줄어든 원인은 주로 기상재해 발생이 줄어들었기 때문이다. 2009년에 기상재해는 85회 정도 발생했는데, 이는 2000-2008년 평균 발생횟수 108에 비하여 23회 적게 발생한 것이다. 물론 2009년에는 수문재해, 기후재해, 지질재해 모두 적게 발생하였다. 아프리카를 제외한 다른 모든 지역에서 이와 같이 자연재해 발생이 2000-2008년 평균에 비해 줄어들었다. 아프리카에서는 2009년 동안 2000-2008년 평균에 비슷하게 자연재해가 발생했다.

Natural disasters reported 1900 - 2009



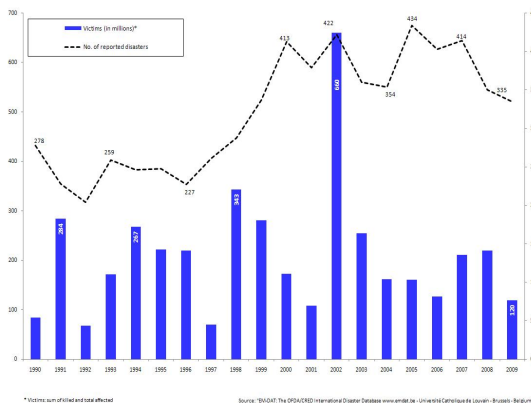
<그림 2> 1900년 이후 2009년 까지 자연재해 발생 추이
(EM-DAT, Annual Disaster Statistical Review 2009 – The numbers and trends. 2010).

일반적으로 자연재해의 발생, 피해자, 그리고 재산 손실 수치는 해마다 크게 변동한다. 이는 단 한 번의 자연재해가 인류사회에 미치는 영향이 매우 크기 때문이다. 예를 들면, 2002년 인도에 발생한 가뭄으로 3억 명 이상의 이재민이 발생했으며, 2004년 인도양에서 발생한 단 한차례의 쓰나미 현상으로 12개국에서 22만6408명이 사망했으며, 2008년 미얀마를 덮친 태풍 “나르기스(Nargis)”의 피해로 13만 8266명이 사망했다. 따라서 장기적인 전망을 이야기하기에는 해마다 변동성이 너무 크다.

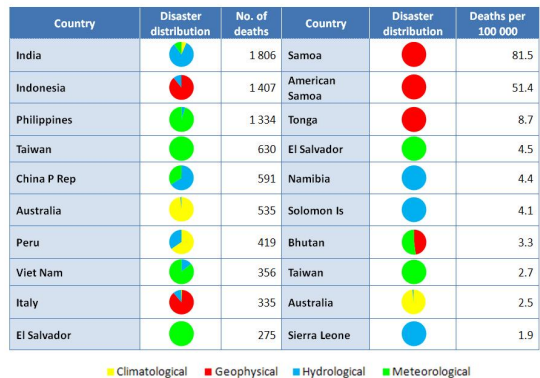
2009년에도 수문 관련 재해가 자연재해 발생 가운데 53.7%를 차지하면서 가장 흔하게 나타는 재해가 되었다. 그 다음은 기상재해로 25.4%를 차지하고 있다. 기상재해로 인한 이재민 발생은 대략 5천만 명으로 2000-2008년 평균 3880만 명 보다 좀 더 많이 발생했다<그림 3>. 이는 대부분 타이완, 중국, 그리고 필리핀을 덮친 태풍 “모라콧(Morakot)”, 필리핀과 베트남을 덮친 태풍 “페펑 (Pepeng)”과 열대 폭풍 “케사나(Ketsana)”, 그리고 방글라데시와 인도를 덮친 사이클론 “아이라 (Aila)” 때문이다. 물론 2009년 중국에서 발생한 폭설도 한 몫을 했다(CRED,2008).

2009년 기후재해의 발생은 전 년도에 비해 크지 않았다. 지질재해 또한 2000-2008년 평균 발생은 자연재해 전체 발생의 3.5%를 차지하는 것에 비해 2.7%로 다소 위축되었다. 하지만 중국의 시찬에서 발생한 지진으로 전체 자연재해 이재민의 21.7%를 차지하였다. 지진은 자연재해 가운데 가장 사망자를 많이 유발하며, 통계적으로 2000년부터 2008년까지 자연재해 사망자 발생 원인의 58.7%를 차지하고 있다. 그러나 2009년 지진으로 인한 사망자 발생은 17% 정도에 그쳤다. 한편 홍수로 인한 사망자는 32.4%를 차지했고, 폭풍으로 인한 사망자 발생은 31.0%이었다.

비록 전 세계적으로 2009년에는 그 전 해에 비해 자연재해의 발생이나 피해가 다소 줄어들었지만, 나라 별로 서로 다른 자연재해 요인과 서로 다른 종류의 피해가 발생했다(<그림 4, 5, 6>). 많은 가정과 지역에는 가족과 가축을 비롯한 재산에 여전히 치명적이었다. 자연재해에 취약한 많은 사람들이 보다 생동력있고 지속가능한 사회로 진입할 수 있도록 지속적인 관심과 노력이 필요하다.



<그림 3> 1990년 이후 2009년까지 자연재해 발생 수와 이재민 발생 추이 (EM-DAT, Annual Disaster Statistical Review 2009 – The numbers and trends, 2010).



<그림 4> 2009년 자연재해로 인한 사망자가 가장 많이 발생한 국가와 재해 종류 (EM-DAT, Annual Disaster Statistical Review 2009 – The numbers and trends, 2010).

Country	Disaster distribution	No.victims (millions)	Country	Disaster distribution	Victims/pop. (%)
China P Rep		68.8	Mongolia		19.7
Philippines		13.4	Guatemala		18.4
India		9.0	Namibia		16.6
Bangladesh		4.6	Philippines		14.8
Sudan		4.4	Sudan		10.7
Viet Nam		3.7	Taiwan (China)		10.0
Indonesia		2.9	China P Rep		5.3
Guatemala		2.5	Zambia		4.9
Taiwan (China)		2.3	Viet Nam		4.3
Brazil		1.9	Honduras		4.1

■ Climatological
 ■ Geophysical
 ■ Hydrological
 ■ Meteorological

Source: "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database www.emdat.be - Universit  Catholique de Louvain - Brussels - Belgium"

<그림 5> 2009년 자연재해로 인한 이재민이 가장 많이 발생한 국가와 재해 종류 (EM-DAT, Annual Disaster Statistical Review 2009 - The numbers and trends, 2010).

Country	Disaster distribution	Damages (US\$ Bn.)	Country	Disaster distribution	% of GDP
United States		10.8	Samoa		28.7
China P Rep		5.2	El Salvador		4.4
France		3.2	Tonga		3.6
India		2.7	Lao P Dem Rep		1.9
Italy		2.6	Burkina Faso		1.9
Indonesia		2.4	Fiji		1.6
Spain		1.9	Mongolia		1.2
Australia		1.5	Viet Nam		1.2
Japan		1.4	Honduras		0.7
Viet Nam		1.1	Costa Rica		0.7

■ Climatological
 ■ Geophysical
 ■ Hydrological
 ■ Meteorological

Source: "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database www.emdat.be - Universit  Catholique de Louvain - Brussels - Belgium"

<그림 6> 2009년 자연재해로 인한 재산손실이 가장 많이 발생한 국가와 재해 종류 (EM-DAT, Annual Disaster Statistical Review 2009 - The numbers and trends, 2010).

2. 발생 추세

지난 30년간의 통계자료를 살펴보면, 전 세계적으로 재해 발생 빈도는 증가한 반면, 사망자수는 상대적으로 일정한 수준에 머무르고 있는 것으로 나타났다. 이것은 전 세계적으로 위험에 대한 노출은 증가하고 있으나, 인적 취약성은 상대적으로 감소하고 있다는 것을 시사한다. 그러나 위험의 유형과 지역에 따른 인명피해 자료를 살펴보면, 이러한 인명피해 감소 원인은 최근 아프리카 지역에서 가뭄 피해가 감소했기 때문인 것으로 나타났다. 한편 지진과 같은 지질학적 재해는 여전히 증가하고 있기 때문에 지진 빈발지역의 인명피해는 다소 증가할 것으로 추정되고 있다.

인명피해는 기상재해 위험지역과 지질재해 위험 지역에서 매우 다르게 나타난다. 먼저 기상재해 위험지역에서의 사망자수를 살펴보면, 사회경제적 발전 수준이 높은 지역일수록 사망자수가 감소하는 것으로 나타났다. 즉 홍수, 태풍, 가뭄 등 기상학적 원인으로 인한 인명피해 위험은 경제적으로 낙후된 지역에 집중되는 경향이 있다. 이에 반해 지질재해 위험지역에서는 경제적으로 낙후된 지역보다 급속한 도시화를 통해 사회경제적 발전이 진행되고 있는 지역에서의 피해가 더 크다. 가령 지진 빈발 지역에서 도시화가 진행되고 있는 경우에는 건축규제나 개발 계획 통제에 어려움을 겪는 경우가 많기 때문에 이러한 지역에서 지진이 발생하게 되면 인명피해가 더 많이 발생하기 때문이다. 또한 지진 피해는 지진감지에서부터 피해 발생에 이르는 시간 이 매우 짧기 때문에 조기 경보 시스템 강화를 통해 예방할 수 있는 기회가 기상재해보다 훨씬 적기 때문에 인명피해 발생 규모가 매우 크다. 다만 미국 또는 일본처럼 내진설계기준이 잘 마련되어 있는 나라에서는 지진으로 인한 인명피해가 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

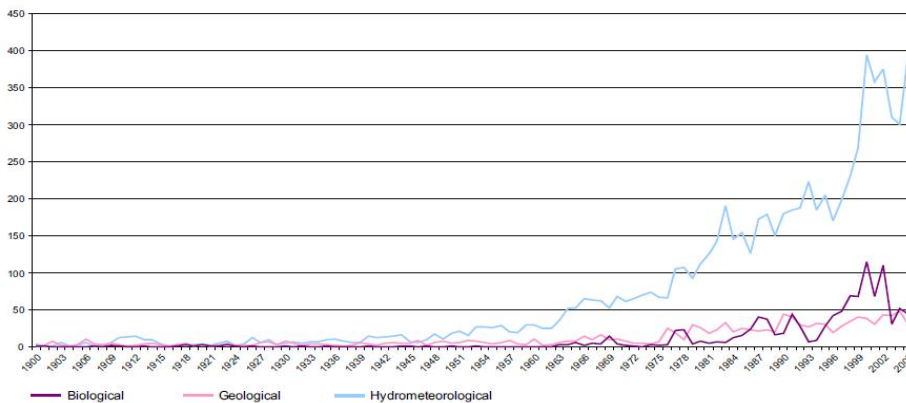
경제적 손실은 인명피해와 달리 기상재해 위험지역이나 지질재해 위험지역에서 유사한 방식으로 나타난다. 먼저 기상재해를 살펴보면, 기상재해가 발생 하면 사회경제적으로 개발된 지역에서 경제적 손실이 집중적으로 발생한다. 즉 사회경제적 발전은 재해저감과 조기경보시스템의 확충을 통해 기상재

해 위험과 관련된 인명피해를 줄이는데 어느 정도 기여 하지만, 경제적 손실을 줄이는데 별다른 도움이 되지 않기 때문이다. 특히 선진국일수록 기상재해 위험지역에서의 경제적 손실이 더욱 집중되어 나타나는 경향이 있다.

지질재해 위험지역의 경우 후진국이나 선진국보다는 개발도상국에서 경제적인 피해가 집중되어 나타난다. 선진국의 경우 내진 설계기준 등이 마련되어 있어 지진발생시 경제적 손실을 어느 정도 줄일 수 있고, 후진국의 경우에도 물적 기반 시설이 취약하기 때문에 지진으로 인한 경제적 피해는 그리 심각하지 않다. 반면 개발도상국의 경우 급격한 도시화로 인해 사회기반시설이 확충되면서 지진으로 인한 경제적 피해가 매우 크게 나타나는 경우가 많다.

최근의 자연재해 발생건수를 살펴보면 기상재해 발생건수가 지질재해 발생건수 보다 훨씬 더 빨리 증가하고 있는 것으로 나타난다(<그림 7>). 이러한 경향은 1970년대 후반부터 나타나고 있는데, 돌발 홍수, 국지성 집중호우, 산사태, 연안지역의 침수피해 등과 같은 많은 기후 관련 위험이 국지적인 재해영향과 재해를 증가시키는 것으로 추정할 수 있다.

특히 인위적인 도시화, 환경파괴, 토지개발 등의 사회경제적 변화로 인해 이전에는 안전했던 지역이 기후변화의 영향력과 결합되어 새로운 기상재해 위험지역으로 변화되면서 인적 및 경제적 취약성을 증가시키는 것으로 볼 수 있다.



<그림 7> 1900년부터 2005년까지 원인별 자연재해 발생 추이

※ 자료: <http://www.unisdr.org/disaster-statistics/pdf/isdr-disaster-statistics-occurrence.pdf>.

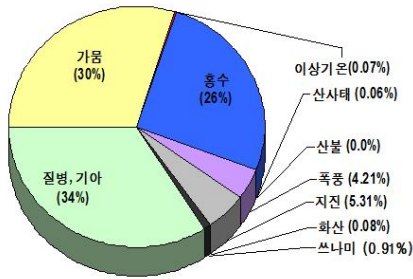
세계 재난통계 연구센터(CRED : Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)에서 1900년대부터 2005년까지 전 세계적으로 발생 한 자연재해의 유형을 구분하여 조사한 결과, 표 2와 같이, 홍수, 태풍, 가뭄, 산사태 등과 같은 수문기상학적(Hydro-meteorological Disasters) 자연재해의 발생건수가 가장 많은 것으로 나타나고 있다. 두 번째로 많이 발생한 자연재해는 지진, 지진해일, 화산 폭발 등과 같은 지질재해(Geological Disasters)이며, 세 번째는 전염병과 해충과 같은 생물재해(Biological Disasters)인 것으로 나타났다.

특히 <그림 7>과 같이 수문기상재해는 지질학적 재해에 비해 발생 건수가 빠른 속도로 증가하고 있고, 그로 인한 인명피해도 증가추세에 있는 것으로 나타나고 있다. 여기서 주목할 사항은 1900년대 초반 자연재해는 전 세계적인 통계치의 확보가 어려운 측면도 있겠으나 연평균 2.8회 발생한 것에 그 친 반면, 21세기 이후에는 연평균 355회로 엄청나게 증가하고 있다는 것이다. 이러한 수문기상재해 발생 빈도의 증가는 기후변화와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되며, 도시로의 인구집중, 각종 개발 사업, 해당국가의 재해대응능력 등 구조적, 비구조적 대책의 수립여부와 사전예방적인 예산 투입 여부 와도 직접 적인 관련이 있는 것으로 추정된다.

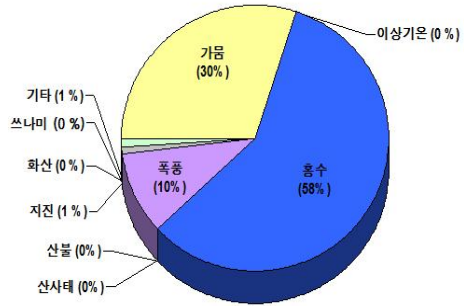
지난 1900년부터 2005년까지 105년 동안 아시아에서 이상기상 현상 또는 재난별 희생된 인명수의 분포를 보면<그림 8>, 가장 큰 희생을 가져온 것은 바로 34%를 차지하는 질병과 굶주림이다. 그 뒤 를 이어 가뭄과 홍수로 각각 30%와 26%를 기록하고 있다. 지진과 폭풍이 5.3%와 4.2%로 나타났다. 2005년에 동남아 많은 희생자를 몰고 왔던 쓰나미도 해마다 나타나는 현상은 아니기에 1%가 조금 못 미치는 기록을 보이고 있다. 가장 큰 부분을 차지하는 질병과 굶주림도 결국에는 이상기상으로 인해 악화되는 경우가 빈번한 만큼 주로 강수현상의 변동에 따른다고 해도 무리는 아닐 것이다. 이와 같은 현황은 그 피해를 본 사람들의 분포에서도 잘 나타나고 있다(<그림 9>). 1980년부터 2005년까지 25년 동안 재해 유형별로 나타난 이재민 수는 단연히 홍수에 의한 영향이 58%로 가장 크고, 가뭄이 그 다음으로 30% 정도가 된다. 나머지는 폭풍에 의한 피해가 10% 정도로 그 다음을 잇고 있다. 즉 홍수와 가뭄이 88%로 아시아에서는 강수 변동이 삶의 가장 큰 제약이 된다고 볼 수 있다.

<표 2> 자연재해 유형별 발생건수 분포(ISDR, 2007).

재해유형 년도	수문기상재해	지질재해	생물재해	총계
1900~1909	28	40	5	73
1910~1919	72	28	7	107
1920~1929	56	33	10	99
1930~1939	72	37	3	112
1940~1949	120	52	4	176
1950~1959	232	60	2	294
1960~1969	463	88	37	588
1970~1979	776	124	64	964
1980~1989	1498	232	361	2091
1990~1999	2034	325	361	2720
2000~2005	2135	233	420	2788



<그림 8> 1900년부터 2005년까지 105년 동안 아시아에 발생한 이상기상현상 또는 재난 별 희생된 인명 분포(EMDAT).

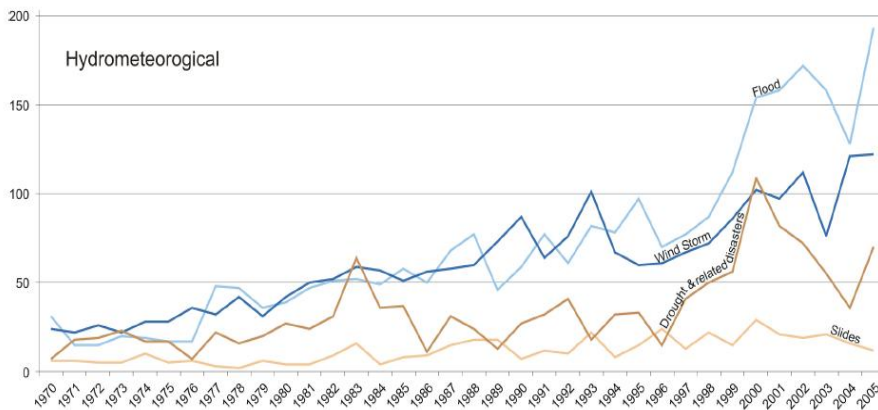


<그림 9> 1980년부터 2005년까지 25년 동안 아시아에 발생한 이상기상현상별 이재민 분포(EMDAT).

1) 유형별 발생 건수

(1) 수문기상재해(Hydro-meteorological disasters)

재해경감을 위한 국제 전락기구 ISDR의 통계자료를 통해 1970년부터 2005년까지 35년간의 수문기상재해의 발생 건수를 살펴보면, 그림 10과 같다. 발생의 빈도는 홍수, 폭풍우, 가뭄, 산사태의 순으로 나타났다. 홍수의 경우 1970년대 이후 지속적으로 증가추세에 있고, 1990년대 이후 급증하고 있으나, 산사태 발생건수는 큰 변화추세를 보이지 않고 있다. 홍수와 폭풍우의 빈도가 급격히 증가함과 동시에 가뭄의 빈도도 크게 증가하고 있는 점은 재해의 지역적 발생 현상 차이가 크다는 점을 의미한다. 또한 향후 수문기상재해로 인한 재난의 발생 가능성도 증가할 것으로 예상된다.

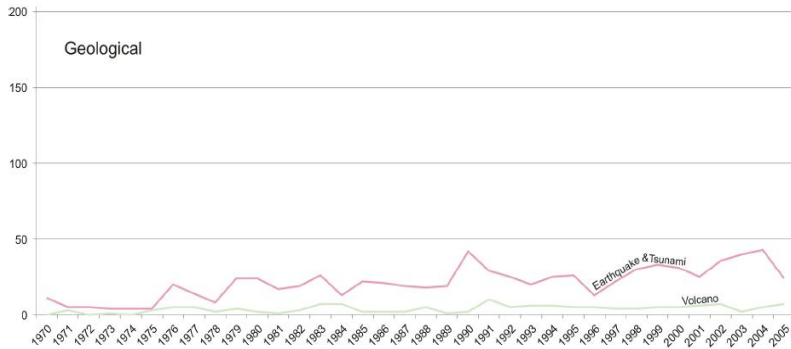


<그림 10> 1970년부터 2005년까지 수문기상재해를 초래한 현상별 발생 추이

※ 자료: <http://acpss.ahram.org.eg/ntsa/Media/File/2011/1/17/2011-634308777388693856-869.pdf>.

(2) 지질재해(Geological disasters)

그림 11에서 보는 바와 같이 수문기상 재해에 비해 변동의 폭이 크지는 않았으나, 화산에 의한 재해보다는 지진해일에 의한 재해 발생빈도가 다소 증가하고 있다. 특히 1990년대 이후 1995년 일본 교베, 1999년 터키, 대만, 그리고 2001년의 인도 구자라트 지역에서 진도 7이상의 대규모 지진이 있었다. 또한 2011년의 일본 대지진은 지진해일로 인해 엄청난 인명 피해와 경제적 손실을 초래한 바 있다.

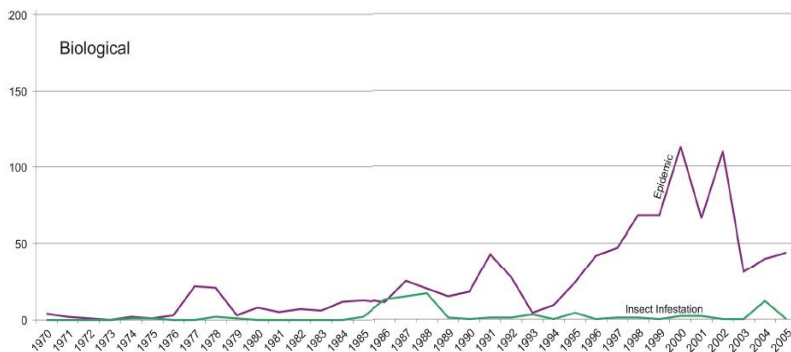


<그림 11> 1970년부터 2005년까지 지질재해를 초래한 현상별 발생 추이

※ 자료: <http://acpss.ahram.org.eg/ntsa/Media/File/2011/1/17/2011-634308777388693856-869.pdf>.

(3) 생물재해(Biological disasters)

생물재해는 전염병과 해충의 출몰로 구분할 수 있는데, 전염병의 발생 빈도만 1990년대 이후 증가하는 추세에 있다. 과거에 비해 의학은 눈부신 발전을 거듭하였으나, WHO가 지적한 바와 같이 지구 온난화로 인한 새로운 바이러스 종의 출현과 지역간, 국가간 원거리의 이동과 교류가 빈번해지면서 오히려 전염병의 확산도 용이해져 향후 생물재해 발생 건수도 증가할 것으로 예상된다.



<그림 12> 1970년부터 2005년까지 생물재해를 초래한 현상별 발생 추이

※ 자료: <http://acpss.ahram.org.eg/ntsa/Media/File/2011/1/17/2011-634308777388693856-869.pdf>.

전 세계적으로 발생한 자연재해를 유형 별로 추이를 살펴보면, 수문기상재해 발생의 증가세가 뚜렷한 것으로 나타났다. 이는 특히 기후변화의 영향에 의한 것으로 추정되고 있다(김동은 등, 2008). 즉 기후변화는 재해 위험유형 중 수문기상재해의 증가를 가져와 해당 지역의 인적 경제적 취약성을 심화시키는 것으로 보인다. 그렇다면 향후 기후변화로 인하여 재해 위험에 어떤 변화가 올 것으로 예측할 수 있는가?

첫째, 기후변화는 한파 또는 폭염, 태풍, 홍수, 가뭄 등과 같은 수문기상재해의 빈도나 강도를 변화시킬 것으로 예상된다. 2007년 기상연구소에서 발표 한 자료에 따르면, 우리나라에서도 강수일수는 줄어들고 있으나 총강수량과 강우강도는 증가한 것으로 나타나고 있다.

둘째, 과거 기후 위험에 대해 영향을 받지 않던 지역이 기후 위험에 노출되면서 과거에는 없던 유형의 재난이 발생하거나 그 규모가 커지는 경향을 보이고 있다. 한반도 지역은 점차 과우 지역으로 변화되고 있는 반면에 중국의 경우에는 연간 남한 면적의 2/3에 해당하는 지역이 비가 오지 않아 가뭄은 물론 사막화에 따른 황사를 유발시켜 우리나라에도 봄철에 영향을 미치고 있다.

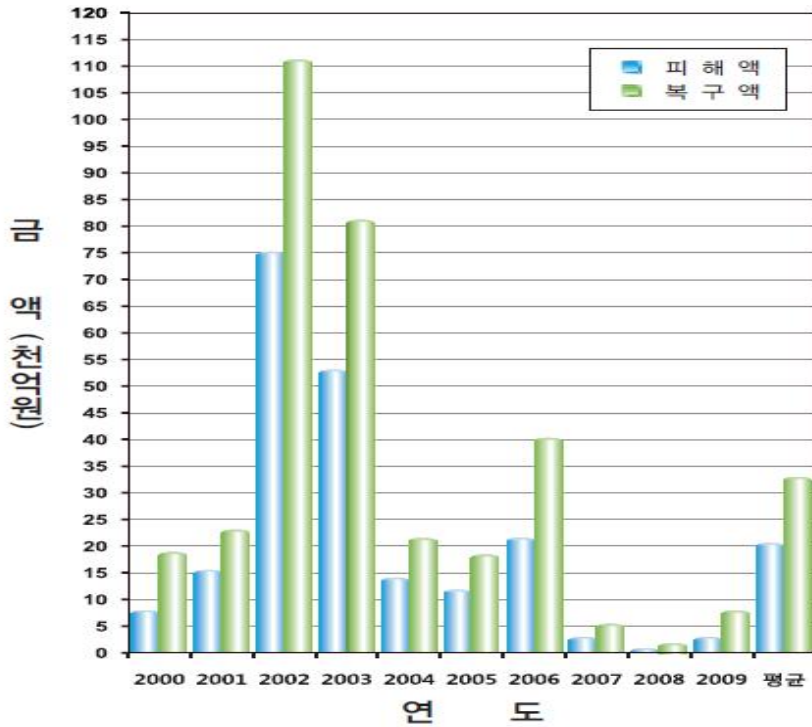
셋째, 해수면 상승과 빙하용해와 같은 기후변화로 인한 위험 요인에 의해 해당 지역의 취약성이 더욱 커지고 있다. 최근 남태평양 지역의 국가 투발루(Tuvalu)는 높아져 가는 해수면으로 인해 지하수는 염도가 높아 마실 수 없고 토양이 염분화되면서 농작물 재배가 불가능한 실정이다. 2002년부터 해마다 투발루(Tuvalu) 난민들을 뉴질랜드로 이주시키는 프로젝트가 진행되고 있다. 하지만 40세 이하에 뉴질랜드에 직장을 가진 사람만을 이민 대상으로 간주하고 있어 사실상 남아 있는 1만여 명의 사람들은 이도저도 못하는 상태이다.

이처럼 기후변화에 따른 수문기상재해 위험이 증가한 가운데, 우리는 2005년 미국 허리케인 카트리나(1,833명의 사망자 발생 및 1,250억 달러의 경제 적 손실 발생)의 경험을 통해 재해 예방과 대응능력을 가진 선진국에서도 예상치 못한 대규모 기상재해에 직면하게 되는 경우에는 많은 인명 피해 및 경제 적 손실을 입을 수 있다는 교훈을 얻었다. 따라서 우리나라에서도 향후 기후변화 대응방안을 마련하는데 있어서 수문기상재해위험 경감을 위한 방안이 반드시 고려되어야 할 것이다.

IV. 우리나라의 재난재해

1. 발생 현황

최근 10년(2000~2009)동안 자연재해 피해 및 복구비 변동을 살펴보면, 2002년 태풍 “루사” 그리고 2003년 태풍 “매미”에 의한 피해 및 복구비가 정점으로 이후 현재까지 점차 하강 국면을 보이고 있다(<그림 13>).



<그림 13> 2000년부터 2009년 까지 우리나라 자연재해 피해 및 복구비 변동

※ 자료: 소방방재청 재해연보(2009).

2009년도에는 7월 11~16일의 집중호우 등 총 18회의 자연재해가 발생하여 13명의 인명피해와 약 3000억원의 재산피해를 입었다. 이는 최근 10년간 평균 72명의 인명피해와 2조460억원의 재산피해 발생과 비교할 때 인명피해는 18%, 재산피해는 15%에 해당한다. 즉, 지난 10년간 평균보다 매우 낮은 자연재해가 발생하였다.

1) 태풍 및 호우

우리나라의 연대별 주요 자연재해 발생을 보면 다음과 같다.

(1) 1960년대

1961~1969년까지 자연재난으로 인한 연평균 사망·실종자는 265명, 재난 피해자는 97,239명이었으며, 재산 피해액은 772억 원으로 집계되었다. 1965년 7월 16일의 집중호우로 강우전선이 중부 지방에 머물면서 북한강 유역에 400~600mm의 강우를 발생시켰으며, 이로 인해 한강 유역 일대에는 1925년(을축년 대홍수) 이래의 대홍수가 발생했다. 남부 지방에서는 7월 22일에 집중호우가 발생하여 낙동강, 금강 하류, 섬진 강이 범람하여 큰 피해가 발생했다.

(2) 1970년대

1970년대 초에 4대 강(한강, 낙동강, 금강, 영산강) 유역 종합개발계획의 완료와 다목적 댐(남강, 안동, 대청)을 착공하여 재해 예방 대책에 크게 기여했으며, 1975년에 재해대책 업무가 내무부로 이관되면서 방재기본계획의 수립 및 조사 연구를 체계적으로 정비하게 되었다. 1979년 8월 27일 제11호 태풍 주디는 정제전선과 합세하여 제주도와 남부 지방에 300~500mm의 강우를 발생시켰으며, 이로 인해 많은 재산상의 피해가 발생했다.

(3) 1980년대

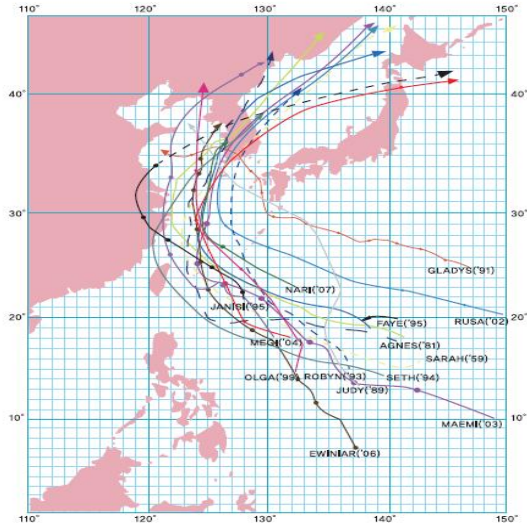
우리나라에서 1980년대는 눈부신 경제 발전을 이룩한 기간이지만 도시를 개발하는 과정에서 방재 개념을 경시한 채 각종 대형 토지개발사업이 가속화 되면서 자연재난에 의한 피해 규모도 대형화되기 시작했다. 1981년에는 방재조직을 내무부에서 건설부로 소속을 변경했고, 5개소의 다목적 댐(대청댐, 충주댐, 합천댐, 주암댐, 임하댐) 건설과 제2차 국토종합개발 계획의 수립 및 추진으로 많은 성과를 거두었다. 1987년 7월 15~17일의 태풍 셀마(Thelma)로 인해 많은 피해가 발생했다. 태풍은 최대 일강우량 216.8mm로 동해와 남해 지역에 많은 피해를 발생시켰으며, 345명의 인명 피해와 3,913억 원의 재산 피해를 발생시켰다.

(4) 1990년대

1990년 연초부터 9월 12일까지 서울에 2,287.1mm의 강우량을 기록해 관측 이래 동기간의 강우량최대 값을 경신했다. 한강 유역에는 9월 9일~11일까지 450~500mm의 강우가 발생했으며, 한강 상류 지역에는 360~480mm가 발생해 9월 12일 03:50 분경 경기도에 있는 일산 제방이 붕괴되어 고양군 전역이 침수되었으며, 남한 강과 달천강이 범람하여 1,300여명의 재난 피해자가 발생했다.

(5) 2000년대

1990년대 후반부터 시작된 국지성 집중호우의 영향으로 2000년대에 들어서면서 관측 강우량 값을 경신하는 강우가 발생했는데, 2002년 제15호 태풍 “루사”(2002. 8. 30-9. 1)의 영향으로 강원도 강릉시에는 하루(8월 31일) 동안에 870.5mm의 강우가 관측되었다(<그림 14>). 이 태풍은 전국적으로 246명의 인명 피해와 5조 1,479억 원의 재산 피해를 발생시켰다. 2003년에는 제14호 태풍 “매미”가 2003년 9월 12일 한반도에 상륙하여, 경상도를 중심으로 막대한 피해를 일으켰다. 사망·실종이 132명, 이재민 발생 6만 1천여 명, 그리고 재산 피해는 4조 7천억여 원(2003년 화폐가치 기준)에 달했다. 2007년 제 11호 태풍 “나리(NARI)”(2007.9.13~17)도 제주도에 큰 피해를 주었다. 2007년 9월 20일에는 제주특별자치도 전체에 특별재난지역이 선포되었으며, 인명 피해는 사망 13명, 부상 1명, 그리고 재산 피해는 1307억여 원에 달했다.



<그림 14> 2000년부터 2009년 까지 우리나라에 영향을 미친 태풍의 진로도

※ 자료: 소방방재청 재해연보(2009).

2) 가뭄

우리나라의 가뭄 발생 시기는 봄과 여름 사이에 주로 발생했으며, 1988년도의 강수량은 888mm로 극심한 한발을 초래하였지만 일부 지역의 농업 용수 부족 현상을 제외하고 생활·공업 용수는 기존 댐의 저수량과 지하수의 개발로써 극복할 수 있었다. 또한 1994년 7월까지의 강수량은 평년 강수량보다 훨씬 적게 내려 전국의 고갈된 저수지는 39%로서 6,963개소에 달했다.

3) 폭설

겨울철에 내리는 눈은 보통 12월중에 발생하며 지역적으로는 1~2월 또는 3~4월에 폭설이 내리는 지역도 있다. 눈이 오면 도시에서는 도로의 교통 소통에 지장을 초래하고, 농촌 지역에서는 비닐하우스, 축사 및 인삼 재배사 등에 피해를 일으키게 된다. 최근의 우리나라에 폭설로 인해 많은 피해가 발생한 해는 1990, 2001, 2004년으로 볼 수 있다.

(1) 1990년 1월 28일~2월 1일

전국적으로 많은 눈을 내린 기압골이 영동 지방으로 이동하면서 강원도 지방에 폭설을 내렸다. 이 기간 동안에 내린 눈의 양은 강릉 138.1cm, 대관령 130.0cm, 삼척 120.0cm를 기록했는데, 피해가 가장 극심한 강원도 양양군 현남면에 최고 257cm가 기록되었다. 이러한 폭설로 인해 인명 피해 2명, 재산 피해 자 410명이 발생했으며, 재산 피해액도 210억여 원이 발생했다.

(2) 2001년 1월 7일~9일

겨울철의 평년 기온은 예년과 비슷했으나 이때의 눈 구름의 영향으로 1월 15일에 서울의 최저 기온이 -18.6°C까지 떨어졌다. 찬 대륙성 고기압이 동해 중부 해상에 중심을 두고 있으면서 찬 공기와 따뜻한 공기가 중서부 지방에서 만나면서 형성된 온난전선으로 인해 남부 지방에는 비가 왔으며 중부 지방에는 많은 눈이 왔다. 이로 인한 최대 적설량으로 대관령 87.7cm 태백 42.5cm 추풍령 32.8cm, 대전 24.8cm 및 서울 15.6cm 였다. 이로 인한 총 6,590억 원의 재산 피해가 발생했다.

(3) 2004년 3월 4일~5일

이 기간 동안에 발생한 강설량은 서울지역 18.5cm 대전지역 49cm ,문경 지역 49cm 및 보은 39.9cm의 기록적인 폭설이 내렸다. 전국에서 집계된 최종 재산 피해액은 6,065억 원이었다.

4) 지진

우리나라에서는 지진으로 인해 피해가 발생한 경우는 매우 드물다(<표 3>). 1978년 10월 7일 오후 6시 21분부터 약 3분 9초간 충남 홍성군 홍성읍 지역에서 규모 5.0의 지진이 발생하여 부상 2명과 3억 원의 재산 피해가 발생했다. 재산 피해 는 건물 파손 118동, 성곽 25m 학교 9개교의 149교실이 파손되었다.

<표 3> 우리나라의 주요 지진 발생 현황(한국과학기술한림원, 2008).

번호	지진명	발생일	규모	특 성
1	속리산	'78.9.16	5.2	감지범위 200km, 일부 낮은가옥피해
2	홍 성	'78.10.7	5.0	감지범위 200km, 부상2, 가옥파괴 118동
3	의 주	'80.1.8	5.3	감지범위 300km
4	백령도	'03.3.30	5.0	인천 백령도 서남쪽 약 80km 해역
5	울 진	'04.5.29	5.2	경북 울진 동쪽 약 80km 해역

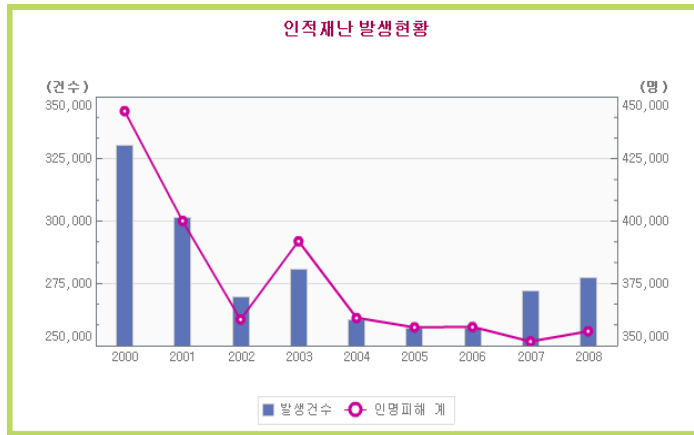
2. 인적재난

인위재난의 개념에 대해서는 나라 마다, 학자의 견해에 따라, 법률상 정의에 따라 다양하게 사용되고 있으며, 현재까지도 학문적으로 통일되지 않은 채 사용하고 있다. 이처럼 인위재난의 정의가 절대적 개념으로 확립되지 않고 시대와 사회적 환경 변화에 따라 유동적이고 상대적인 개념으로 정의되어 작은 사고까지 인위재난의 범주에 넣는 경우도 있다. 하지만, 2004년 제정 공포된 현행 재난 및 안전관리기본법 제3조 제1항은 재난의 개념을 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고, 그 밖에 이와 유사한 사고로 대통령이 정하는 규모 이상의 피해로 국가 또는 지방자치단체 차원의 대처가 필

요한 인명·재산의 피해와 이에 준해 소방방재청장이 재난관리를 위해 필요하다고 인정하는 인적 재난 그리고 에너지, 통신, 교통, 금융, 의료, 수도 등 국가기반 체계의 마비와 전염병 확산 등으로 인한 사회재난까지를 포함하고 있다.

이와 같이 재난의 개념이 확대하게 된 배경에는 2002년 ‘루사’, 2003년 ‘매미’, 2004년 ‘메기’ 등의 자연재난과 2003년 2월 18일 발생한 대구지하철 화재사고, 2003년 1월 25일 발생한 인터넷 대란 등의 각종 재난이 빈번히 발생함에 따라 재난의 예방·준비·대응·복구 체제를 분산적 관리 체계에서 통합적 관리 체계로 전환하여 국민의 생명과 재산 피해를 최소화하려는데 기인한다.

지난 10년(2000~2008) 동안 인위재난의 발생 추이는 2000년에 대략 35만 건 발생에 피해자가 45만 명 정도 발생한 것을 정점으로 점차 발생수와 피해자 규모가 점차 줄어들고 있다. 다만 2007년 이후는 다시 증가 추세를 보이고 있다(<그림 15>).



<그림 15> 2000년부터 2009년 까지 우리나라 인적재난 발생현황

※ 자료: 소방방재청 재해연보(2009).

1) 화재사고

주요 화재사고인 1999년 10월 30일 인천시 중구 논현동 히트노래방 화재사고는 화기 취급 부주의로 발생하여 인명 피해 137명(사망 57명, 부상 80명)과 재산 피해 64백만 원이 발생했다. 또한, 2003년 2월 18일 방화에 의해 발생한 대구광역시 중구 중앙로역 대구 지하철 화재사고는 인명 피해 340명(사망 192명, 부상 148명)과 4,768백만 원의 막대한 재산상의 피해를 남겼다.

<그림 16>에서 보는 바와 같이, 연도별 화재사고 발생 추이를 살펴보면, 1999년에는 3만3000여 건에 인명 피해 2370명이 발생했으나, 2003년에는 31,372건에 인명 피해 2,833명(사망 744명, 부상 2,089명), 재산 피해 151,688백만 원이 발생하는 등 2007년 이후 화재사고는 매년 급속하게 증가하는 추세를 나타낸다.

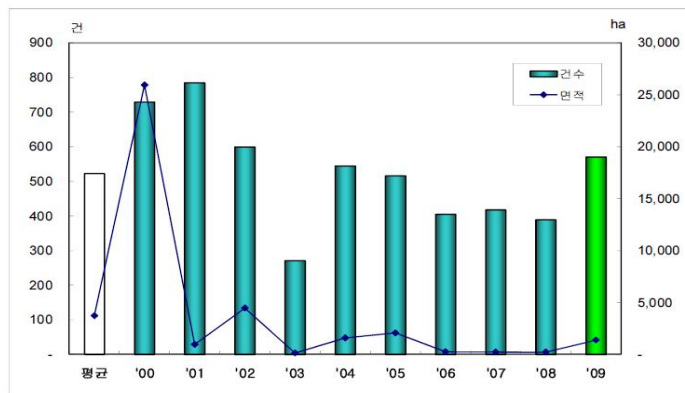
2) 산불사고

산불사고의 특징은 발생 빈도나 피해 내용면에서 일정한 형태로 증감하는 추세보다는 해마다 기상 여건 및 여러 가지 조건에 따라 변동이 심하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 그림 17에서 보는 것과 같이, 2000년도에 발생한 산불은 729건에 25,607ha의 면적이 피해를 입혔으며, 다음 해인 2001년도는 발생 건수는 56건이 증가한 785건이었으나 오히려 피해 면적은 24,644ha가 감소한 963ha로 나타났다. 이와 같이, 산불 피해 현상은 산불사고에 가장 큰 영향을 미치는 변수인 건조한 날씨와 강풍 때문이라고 할 수 있다. 건조한 날씨가 산불 발생 빈도에 영향을 준다면, 산불의 대형화는 바람의 강세(풍속)에 비례한다고 하겠다. 그 예로 2000년 동해안 산불 발생일인 4월7일 07:00경 삼척지역의 풍속은 14~20m/s 로 10명(사망 1명, 부상 9명)의 인명 피해와 17,107ha의 소중한 산림이 황폐화되었다.



<그림 16> 2000년부터 2009년 까지 우리나라 화재발생 및 인명피해 현황

※ 자료: 소방방재청 재해연보(2009).



<그림 17> 2000년부터 2009년 까지 우리나라 산불발생 및 피해 면적 현황

※ 자료: 산림청 산불통계연보(2009).

V. 미래의 재난·재해

1. 기후환경의 변화와 전망

지금 현재에도 세계 곳곳은 이상기상 현상으로 피해가 발생되고 있다. 이러한 기상재해는 계속해서 새로운 기록을 수립하고 있다. 많은 기후학자들의 이러한 이상기상현상이 유례없이 빈번하게 발생하는 것을 지난세기부터 본격적으로 관측되기 시작한 지구온난화현상에서 그 원인을 찾고 있다. 최근 수십 년간의 기후자료를 분석하면 그 속에 다년간에 걸친 기후변동의 특성을 찾을 수 있다. 비교적 주기가 짧은 기후변동의 요인은 대략 화산폭발, 상층 편서풍 순환의 변화, 또 엘니뇨/남방진동(ENSO) 현상 등으로 그룹 지을 수 있다. 미래의 장기적인 이상기상 발생을 예측하는데 지구온난화 같은 장기적인 기후변화와 더불어 짧은 주기의 기후변동의 이해가 매우 중요하다. 그 이유는 온실기체에 의한 지구 온난화와 같은 비교적 긴 주기의 기후변화의 신호가 짧은 주기의 기후변동의 신호 속에 묻혀 구별하기가 쉽지 않기 때문이다. 물론 이 짧은 주기의 기후변동도 미래에 예상되는 지구 온난화라는 장기적인 기후변화와 더불어 기후 시스템에 지속적으로 영향을 미칠 것이다(오재호, 1999).

2007년 7월 11일 통계청은 세계인구변화추이 보고에서 세계 인구는 1804년에 10억 명, 1927년에 20억 명, 1960년에 30억 명, 1974년에 40억 명, 1987년에 50억 명에 이어 2007년 7월 1일 현재 66억7천만 명으로 추정하였고, 2050년에는 91억9천만명에 이를 것으로 전망하였다(통계청, 2007). 산업혁명 이후 폭발적으로 증가하고 있는 인류의 수는 더 많은 에너지와 자원의 소비를 필요로 하고 있다(<표 4> 참조). 또한 대기 구성성분 중에 이산화탄소의 양이 처음에는 0.7 ppm/년으로, 그리고 나중에는 1.5 ppm/년의 속도로 지속적으로 증가되었다. 물론 대기 구성성분의 백만 분에 1.5는 대단히 적은 양이다. 그러나 극지방의 얼음 속에 갇혀있는 과거의 공기 방울을 조사하여 보면 이 숫자는 약 2만 년 전의 마지막 빙하시대 이후 가장 높은 수치이다.

인위적인 온실가스의 증가가 정말로 기후를 변하게 하고 있는가? 만약 그렇다고 하면, 얼마나 심각하다는 말인가? 궁극적으로 어떤 결과를 초래할 것인가? 이 문제에 대해서 어떤 조치를 취해야만 하는가? 이러한 질문들은 우리 인간 사회에 매우 중요한 사안이기에, 이 질문에 답하려는 노력은 바로 흥미진진하고 많은 다른 의견을 가질 수 있는 과학적 논쟁으로 발전되어 왔다. 이러한 기후학적 논쟁은 과학적 견해 차이를 넘어 많은 부분이 정치적인 소용돌이 속에서 시련을 겪어 왔다. 비록, 시간이 흘러 과학자들 간에 인간의 활동이 지표 기온이 상승한데 대해 적어도 부분적인 책임이 있다는 사실에 대해 어느 정도 공감대가 조성되기는 하였어도 기후변화에 대한 다양한 의견 차이와 혼란은 여전히 의문을 불러일으키고 있다. 이런 상황이 지속되는 이유 가운데 하나는 기후변화 문제에 대해 다양한 기득권층의 이해득실(利害得失)이 과학적인 증거를 아전인수(我田引水)격으로 해석하려 하기 때문이다. 2007년 2월에 발표한 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC⁴) 제2실무그룹의 제4차 평가보고서에

의하면, 지구 표면의 온도 상승은 90% 이상이 인간 활동에 의해 유발됐으며, 2006년까지 지난 100년간 지구 표면 온도가 섭씨 0.74도 상승했고, 해수면이 1993년부터 2003년까지 매년 3.1mm씩 상승했다는 등의 내용을 담고 있다. 이 보고서는 또 금세기 안에 지구표면 온도가 섭씨 1.8-4.0도 상승할 것으로 예측했다. 특히, 이 보고서는 '90% 이상'이라는 구체적인 수치로 지구온난화에 대한 인간의 책임을 명시했다. 이는 6년 전인 2001년에 나온 IPCC의 제3차 보고서는 지구온난화가 인간 활동에 의해 발생했을 가능성을 66%로 봤으나(IPCC, 2001), 그동안 과학적 연구에서 인간 활동이 온난화의 주범임을 확실히 했다.

<표 4> 세계 및 한국 인구변동 추이 (통계청, 2007)

(단위: 백만명, %)

	1950		1975		2007		2025		2050	
<세 계>	2,535	(100.0)	4,076	(100.0)	6,671	(100.0)	8,011	(100.0)	9,191	(100.0)
선 진 국	814	(32.1)	1,048	(25.7)	1,223	(18.3)	1,259	(15.7)	1,245	(13.5)
개 도 국	1,722	(67.9)	3,028	(74.3)	5,448	(81.7)	6,752	(84.3)	7,946	(86.5)
아프리카	224	(8.8)	416	(10.2)	965	(14.5)	1,394	(17.4)	1,998	(21.7)
아 시 아	1,411	(55.6)	2,394	(58.7)	4,030	(60.4)	4,779	(59.7)	5,266	(57.3)
유 럽	548	(21.6)	676	(16.6)	731	(11.0)	715	(8.9)	664	(7.2)
라틴아메리카	168	(6.6)	325	(8.0)	572	(8.6)	688	(8.6)	769	(8.4)
북아메리카	172	(6.8)	243	(6.0)	339	(5.1)	393	(4.9)	445	(4.8)
오세아니아	13	(0.5)	21	(0.5)	34	(0.5)	41	(0.5)	49	(0.5)
남 한	19	(0.7)	35	(0.9)	48	(0.7)	49	(0.6)	42	(0.5)
북 한	10	(0.4)	16	(0.4)	24	(0.4)	25	(0.3)	25	(0.3)

※ 자료: UN(2007); 통계청(2006).

지금까지 온실가스 배출량은 경제 발전에 기인해 왔다. 1인당 CO2 배출량은 시간과 국가에 따른 1인당 GDP와 크게 연관이 있다. 북아메리카와 유럽은 1850년 이래 에너지 생산으로 인한 CO2 배출량의 약 70%를 야기했다. 그러나 대부분의 미래 배출량 증가는 오늘날의 개도국에서 나올 것이다. 그 이유는 선진국보다 인구와 GDP 성장이 빠르고, 에너지 집약적인 산업의 비중이 증가하고 있기 때문이다. 중국이라는 한 국가가 증가의 1/3 이상을 차지할 것이다(IPCC,2007).

2. 미래의 재난재해의 모습

2007년 2월 2일에 발표된 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC) 제2실무그룹의 제4차 평가보고서에 의하면, 화석연료에 의존한 대량소비형의 사회가 계속된다면, 1980~1999년에 비하여 금세기말(2090~2099년)의 지구 평균기온은 최대 6.4℃, 해수면은 59cm 상승한다고 전망하였다. 그러나 만약 온실가스

4) IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change(1988년 세계기상기구와 유엔환경계획이 공동 설립)

배출이 환경 친화적으로 유지되면, 금세기말에 기온은 최소 1.1℃, 해수면은 18~38cm 상승할 것으로 전망하고 있다. <표 5>는 IPCC에서 발표한 이산화탄소 배출 시나리오에 따른 기온과 해수면 상승을 비교해서 보여주고 있다.

기후변화에 따른 자연계에서 관측된 영향으로는 수권, 생물권, 해양 등에서 다양하게 나타났으며, 그 예로는 홍수의 위험을 가진 빙하호의 확장 및 증가, 산과 영구동토 지반의 불안정 증가 및 산악지역의 눈/산사태 증가, 북극·남극의 식물군과 동물군의 변화, 철새 이동, 산란, 개화 등의 초봄의 이른 시작 그리고 고위도 해양에서 플랑크톤, 해조류, 어류의 극한 이동 등을 지적하고 있다.

또한, 이 평가보고서에서는 기후변화예측 모델을 이용하여 미래의 부문별, 지역별 영향을 전망하였다. 부문별로는, 유출수와 수자원은 습윤 열대지역과 고위도 지역에서 10~40% 증가하지만 저·중위도와 반건조지역에서는 10~30% 감소하며, 가뭄 영향을 받는 지역이 늘어날 것으로 보고하였다. 표 6에 제시된 바와 같이, 전지구 평균온도가 1℃ 정도 상승하는 2020년대에는 대략 4~17억 명이 물부족의 영향을 받을 것이며, 2~3℃ 정도의 기온 상승이 예상되는 2050년대에는 10~20 억 명이, 전지구 평균온도가 3℃ 이상 상승되는 2080년대에는 11~32 억 명이 물부족에 시달릴 것이고 전세계 인구의 1/5 이상이 홍수의 영향을 받을 것으로 전망하였다.

<표 5> IPCC 발표 이산화탄소 배출 시나리오에 따른 기온과 해수면 상승(IPCC, 2007)

시나리오	CO2농도	기온 (℃)	해수면 (m)	비고
B1	550 ppm	1.8(1.1~2.9)	0.18~0.38	· 자연 친화적
A1T	540 ppm	2.4(1.4~3.8)	0.20~0.45	· 비화석 에너지원
B2	600 ppm	2.4(1.4~3.8)	0.20~0.43	· 자연 친화적(지역적 수준)
A1B	720 ppm	2.8(1.7~4.4)	0.21~0.48	· 균형적 발전
A2	830 ppm	3.4(2.0~5.4)	0.23~0.51	· 발전 지향적
A1FI	970 ppm	4.0(2.4~6.4)	0.26~0.59	· 에너지원이 화석연료에 집중

대기 중 CO2 농도 증가와 지구온난화는 생태계에도 큰 영향을 미치는데, 전지구 평균온도가 1℃ 상승하는 2020년대에는 양서류가 지구상에서 사라지고, 산호의 백화 현상이 만연할 것이다(<표 6> 참조). 전지구 평균온도가 2~3℃ 증가하는 2050년에는 전 세계의 동물과 식물의 20~30%는 멸종 위기에 처할 것이며, 전지구 평균온도가 3℃ 이상 증가하는 2080년대에는 전 지구 생물의 대부분이 멸종되거나 지리적 분포에 큰 변화를 예상하고 있다. 따라서 지구온난화는 생태계 구조와 역할, 종의 상호연계와 관련하여 물, 식량공급, 생물다양성에 대해 부정적인 영향을 미칠 것으로 보고 있다.

농업생산에도 적지 않은 영향이 예상되는데, 중~고위도지역은 온도가 1~3℃ 상승할 때까지는 곡물 생산이 증가되나, 그 이상 상승하면 일부지역에서는 감소하고, 저위도 건조지역에서는 1~2℃ 증가에 따라 농작물 생산량이 감소하여 기근이 우려된다(<표 6> 참조). 그러나 전지구적으로는 잠재생산량은 온도가 1~3℃ 상승하면 증가할 것으로 보고 있다. 전지구 평균기온이 3℃ 이상 상승하면 중고위도 지역의 농업 생산량이 감소함에 따라 3~12천만 명이 기근으로 위협을 받을 것이다.

<표 6> 년대별 지구온난화 피해 전망(IPCC, 2007)

피해분야	2020년대 (1℃ 상승)	2050년대 (2~3℃)	2080년대 (3℃ 이상 상승)
수자원	◦ 4~17억 명의 물 부족 영향	◦ 10~20억 명의 물 부족 영향	◦ 11~32억 명의 물 부족 영향 ◦ 전 세계 인구의 1/5 이상 흉수 영향
생태계	◦ 양서류의 멸종 ◦ 산호의 백화현상 ◦ 생물 종의 다양성 변화	◦ 20~30% 멸종위기	◦ 전 지구 생물의 대부분 멸종 ◦ CO2 배출에 의해 지리적 생물권 분포 변화
농업	◦ 대체로 전 지구적 농작물 수확 잠재력 증가 ◦ 1~3천만명의 기근 위험		◦ 저위도 지역의 적응잠재력 증가 ◦ 중·고위도 지역의 수확량 감소 ◦ 3~12천만명의 기근 위험
홍수	◦ 홍수와 폭우 위험 증가	◦ 3백만명의 홍수 위험	◦ 해안가의 30%이상 유실 ◦ 15백만명 이상 홍수 위험
질병	◦ 알러지 및 전염성 질병 확산	◦ 영양 부족, 과다출혈, 심장관련 질병 증가 ◦ 열파, 홍수 가뭄으로 사망증가	

기후변화와 해수면 상승으로 전세계 해안의 30%가 침수 위험에 처할 것이며, 해수면온도가 1~3℃ 상승하면 산호 백화현상 증가하고, 2080년대에는 해수면 상승으로 수백만 명이 홍수 위험에 노출될 것으로 전망하고 있다 (<표 6> 참조). 이에 따라 금세기 말에는 해안과 강하구 지역의 산업, 거주 및 사회가 매우 취약하게 되며, 특히 이는 가난한 사회에 더욱 치명적일 것으로 보고 있다(<표 7> 참조). 기후변화로 혜택을 받는 몇몇 추운 지역을 제외하고는 대부분 지역에서 적응 능력이 떨어진 사람들에게 대해 각종 전염병과 지상오존의 증가로 영양결핍, 출혈, 심장병, 전염병 등이 증가하고, 열파, 홍수, 가뭄 등으로 사망자가 증가하며, 질병 매개체 분포의 변화를 예상하고 있다.

<표 7> IPCC WG1 시나리오에 따른 21세기 부문별 주요 영향(IPCC, 2007)

현상과 경향	대부분 지역에서, 더 따뜻하거나 덜 추운 낮/밤, 더 따뜻하거나 종종 더운 낮/밤	대부분 지역 열파 증가	폭우지역 증가	가뭄의 영향 증가	강한 열대지압 발생 증가	해수면 상승 증가	
21세기 가능성	99% 이상 Virtually certain	90%이상 Very likely	90% 이상 Very likely	66%이상 Likely	66% 이상 Likely	66% 이상 Likely	
주요 영향	농업	◦추운 환경 농업 수확 증가 ◦따뜻한 환경 농업 수확 감소	◦온대지역 수확 감소	◦농작물 위험, 토양 침식, 농작지 개간, 수자원 활용능력, 벌목 감소	◦토양 질 악화, 농작물 위험, 가축 사망	◦농작물 위험 ◦바람으로 인한 나무 피해	◦관개 농업 및 수자원의 염분농도 증가
	수 자원	◦눈이 녹아 수자원에 영향	◦수자원 수요 증가	◦토질 악영향과 담수 오염	◦더 많은 수자원 압박	◦정전으로 인한 수자원 혼선 야기	◦염수 유입으로 담수 활용 감소
	보건	◦추운 환경 노출 감소로 사망률 감소	◦열관련 사망률 위험 증가	◦홍수, 산사태로 인한 피부염과 알러지, 전염병 증가	◦식량 위험 증가 ◦물과 식량 관련 질병 증가	◦수자원, 식량으로 인한 위험 증가	◦홍수로 인한 사망 증가 ◦스트레스 관련 질병 증가
	산업 /	◦가열로 인한 에너지 수요 감소	◦온대지역 삶의 질 감소	◦홍수로 인한 주거, 상업, 운송, 사회의	◦산업, 사회, 주거용 수자원 부족	◦홍수와 강풍으로 혼돈	◦토지사용의 재배치 비용과 해안가 보호

주거 / 사회	◦냉각화로 인한 에너지 수요 증가 ◦대기질 감소 ◦눈, 얼음의 영향 감소	◦발전 효율 증가	혼돈 ◦도시, 시골 인프라의 압박	◦수력발전 감소 ◦인구이동 감소		비용 ◦열대저기압의 영향과 비슷
---------	--	-----------	-----------------------	----------------------	--	----------------------

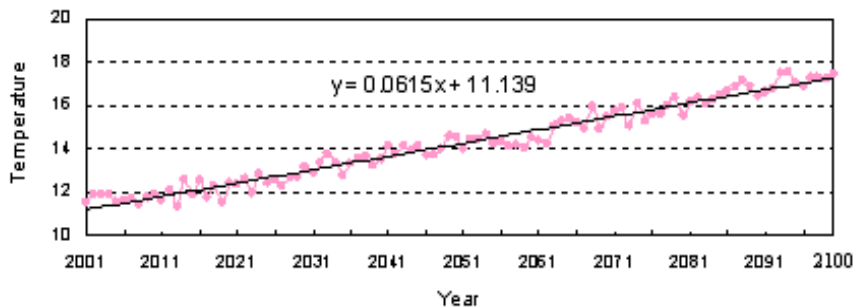
또한 지역별로는, 표 8에 제시된 것과 같이, 아시아지역에서 히말라야 산의 빙하 용해로 홍수와 산사태, 수자원 파괴를 증가시킬 것이다. 특히 동남아시아의 빠른 경제 성장과 인구의 증가, 인구의 도시집중 등은 기후변화에 대해 더욱 취약하게 하여 남·동 아시아의 인구가 많은 해안지역은 바다와 강으로부터 위협에 직면하게 될 것이다. 기온 상승과 강수변화는 아시아 지역에서 농작물 생산 감소를 가져오고, 아시아 개도국 대부분 지역에서 수자원이 부족과 기근이 증가될 것으로 전망된다. 아프리카에서는 농작에 적합한 지역이 감소하고, 농작물 성장기간이 줄어들어 농작물 수확 잠재량의 떨어질 것이다. 이에 따라 기근의 위험은 더욱 증가될 것이다. 남부유럽에서는 아프리카와 마찬가지로 열파의 증가, 농작물 수확량 감소, 산불의 주기 증가 등의 부정적인 측면이 있다. 그러나 북유럽에서는 농작지역의 증가, 수자원의 증가 등 기후변화로 인해 혜택을 누릴 수도 있을 것이다. 해수면 상승은 범람, 폭풍우 급증 등으로 소규모 섬에 치명적인 영향을 미칠 것이다. 작은 섬들은 해수면 상승으로 인해 해안 침식과 생태의 악화로 관광 지역의 매력을 감소시킬 것으로 전망하였다.

<표 8> 지구온난화에 따른 지역별 영향(IPCC, 2007)

지역(Region)	영향(Impact)
아시아	◦ 히말라야 산의 빙하 용해는 홍수와 산사태, 수자원 파괴를 증가시키며, 특히 대부분 지역은 수자원이 부족할 것으로 전망 ◦ 남, 동 아시아의 인구가 많은 해안 지역은 바다와 강으로부터 위협에 크게 직면해 있음
도시지역	◦ 작은 섬들은 해수면 상승으로 해안 침식과 같은 해안 생태의 악화는 관광 지역의 매력을 감소시킬 가능성이 있음
극지역	◦ 주된 생물리학적 결과로 빙하의 확장과 두께 감소, 해빙· 영구동토층 팽창 정도 및 깊이 변화, 자연 생태계의 변화 등이 있음 ◦ 북극 거주지역에 대해, 설빙권에는 긍정적, 부정적 효과가 있을 것임 ◦ 양극지역에서, 특정 생태계와 거주 지역은 기후변화에 대해 종의 적응이 낮아지면서, 취약해 질 수 있음
북미 서부	◦ 유속이 감소하여, 현재 수자원의 수요는 2020년 이후 만족될 수 없으며, 연어는 서식지를 잃게 됨
남미 브라질 동부	◦ 2050년대까지 지하수의 70% 이상 감소
벵갈만 지역	◦ 온도가 2℃ 상승할 때마다, 방글라데시에서는 연간 최고치를 방출하여 홍수지역이 적어도 25% 이상 증가
유럽	◦ 2070년까지, 수력발전의 전기 생산 잠재력은 70%까지 감소
아프리카 소말리아 인근지역	◦ 질 좋은 물 공급과 위생 인프라가 없는 지역으로, 폭우로 인해 병원균 증가

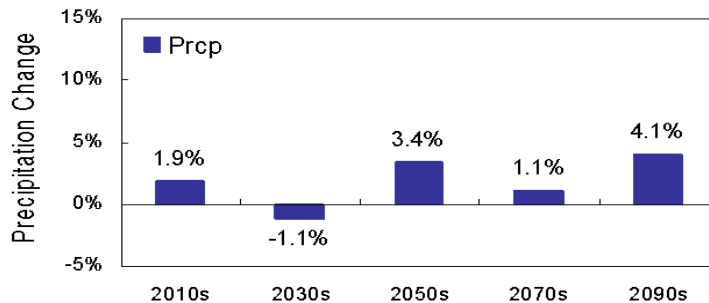
3. 한반도에서의 전망

기온은 다른 기후 요소에 비해 인간 활동에 아주 민감한 변수이다. 한반도 및 동아시아 지역의 기온 변화 특성분석에 이어 온실가스 증가 시나리오에 따른 지역 기후 모델이 예측한 한반도 및 동아시아 지역의 100년(2001년~2100년)간의 연평균 지표 기온을 그림 18에 나타내었다(기상연구소, 2003). 주어진 A2 시나리오에 따라, 앞으로 100년 동안 한반도 및 동아시아 지역은 0.61℃/decade 정도의 증가율로 온난화가 일어날 것으로 예상된다. 이러한 기온 증가는 전지구 평균 온난화에 비해 온난화의 진행 속도가 빠른 것으로 나타난다(<표 6>). 전지구 평균 기온은 2090년대는 19.33℃로 2000년대에 비해 약 3.7℃ 상승하는데 반해, 한반도 및 동아시아 지역의 증가는 5.45℃로 전구 평균값에 비해 약 1.65℃ 정도 더 높은 값이다.



<그림 18> 동아시아에서 2001~2100년 동안 예상되는 연평균 지표기온 변화 추이(기상연구소, 2003).

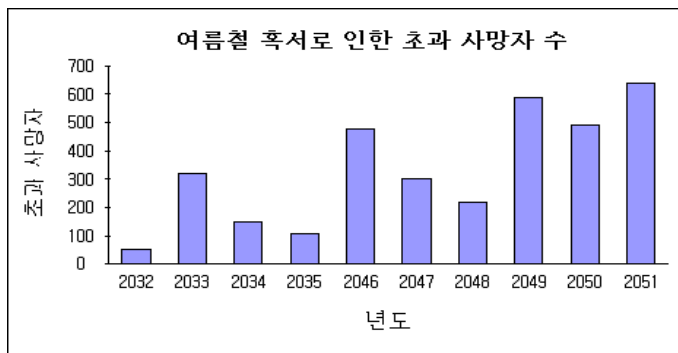
한반도 및 동아시아 지역의 연평균 강수량은 100년에 0.07 mm/day 정도로 증가하는 경향을 보이고 있다. 하지만 이러한 증가 폭은 아주 미비한 양으로 증가라고 말하기는 어려울 것 같다. 전구 평균 강수량은 2000년대에서 2090년대로 갈수록 꾸준히 증가하는 반면, 한반도 및 동아시아 지역은 2010년대는 2000년대에 비해 1.9%증가, 2030년대는 1.1%감소, 2050년대는 3.4%증가를 보이며 20년 주기로 강수의 변동성이 나타남을 알 수 있다(<그림 19>).



<그림 19> 2000년 대비 동아시아 강수량 변화 추이(단위 : %)(기상연구소, 2003).

한반도는 '80년대 후반부터 기후변화로 인해 태풍 등 기상이변의 빈도와 피해가 증가되어 왔다. 경제적 피해 규모가 '60년대 매년 평균 1천억원대에서 '90년대 6천억원, '00년 이후에는 2.7조원대로 확대되었다. 최근 기후변화에 따른 급강유역에 대한 홍수피해액 예측 연구결과(한국환경정책평가연구원, 2006) '70~2000년을 기준으로 '11~'40년에는 최고 169.1%, '51~'80년에는 최고 291.5 % 증가될 것으로 전망되었다.

지구온난화는 노인이나 어린이 등 사회적 약자에게 치명적일 수 있다. 기후변화로 인해 발생하는 여름철 이상고온으로 인한 초과사망자수는 기상재해로 인한 사망(실종)자에 비해 2배에 달할 것으로 전망하고 있다(한국환경정책평가연구원, 2005). 2032~2051년 동안 기후변화로 인한 여름철 고온인 날 수 증가로 초과사망자 수는 증가할 것이다. 그림 20은 서울지방에서 여름철 고온으로 인한 사망자 추정된 것이다. 2032~2051년 동안 지구온난화로 인해 여름철 고온인 날 수 증가로 초과사망자 수는 증가하여, 2050년경에는 사망자가 500명을 상회할 것으로 전망되었다.



〈그림 20〉 서울에서 여름철 고온으로 인한 사망자 추정

※ 자료: 한국환경정책평가연구원(2005).

재해의 대형화와 새로운 위험인 폭염과 해수면 상승으로 인한 재해는 해안변 저지대, 하천변 저지대, 지하 공간, 산기슭 등 국토 취약공간에 있는 주민, 기반시설, 건축시설의 위험이 높아지고 있다. 기후변화에 따른 집중호우, 태풍 등에 의한 홍수, 산사태 등으로 인해 해안변, 하천변, 산기슭 등에 거주하는 주민들이 큰 영향을 받고, 특히 고령자, 유아, 저소득층은 홍수뿐 아니라 가뭄, 폭염 등 기후변화에 따른 재해 전반에 취약하다. 기반시설은 집중호우, 태풍, 폭염 등에 의해 도로, 철도 등의 교통시설과 물 공급시설이 영향을 크게 받으며, 특히 해안변, 하천변, 지하공간의 교통시설이 취약하다. 건축시설은 폭염, 가뭄으로 인해 건물의 냉방에너지와 물수요 증가가 전망되며, 특히, 집중호우, 태풍, 산사태 등으로 인해 해안변, 하천변에 있는 건축시설이 취약하다.

기후변화로 인해 대형화, 다양화되고 있는 재해위험에 효과적으로 대응하여 피해를 경감하기 위해서는 개별적, 구조물적 방재대책과 함께 토지이용과 연계한 공간계획을 통한 통합적 대응, 위기관리를

통한 사전대피체계구축, 협력적 거버넌스 구축 등이 필요하다.

공간계획을 통한 통합적 대응을 통해 기후변화에 따른 재해를 경감하기 위해서는 토지이용계획, 교통시설계획, 하천, 하수도 등 기반시설계획, 공원·녹지계획 등이 연계되어야 하는데, 이것은 도시계획을 통해 실현될 수 있다. 이를 위해 현행 도시계획의 각 부문별 계획을 연계하고 기후변화 재해 위험저감 계획요소를 포함하는 기후변화 대응 통합지침 마련이 필요하다. 또한, 현행 도시계획에 홍수 위험도분석 절차를 도입하여 토지이용계획 수립 전에 홍수 위험도를 평가함으로써 해안변, 하천변 저지대, 산기슭 등 도시 취약공간에 인구 유인을 방지하고 교통시설 등의 효율적 배치를 도모해야 할 것이다.

한편, 대형화되고 있는 재해에 대응하여 현재의 구조물 설계빈도를 일정 규모 상향할 필요성은 있으며, 구조물 방어목표를 초과하는 재해에는 주민의 신속한 대피를 유도하여 인명 피해를 최소화해야 한다. 이를 위해 재해정보의 신속한 전달체계와 예경보 시스템을 구축하고 주민들이 실시간으로 재해정보를 공유할 수 있도록 해야 할 것이다. 과거 재해실적과 미래 위험을 예측한 재해 지도를 작성·보급하고 대피소를 사전에 지정 및 관리하여 재해 발생 시 주민들 스스로 안전하게 대피할 수 있는 사전대피체계를 구축해야 한다. 특히, 고령자, 유아, 장애인 등 재해 취약계층을 파악하여 관리하고 재해 발생 시 재해 취약계층의 대피를 돕는 체계 구축이 필요하다.

또한, 기후변화는 불확실성이 높고 그 파급효과가 특정지역 및 이해집단에 국한되지 않기 때문에 다양한 이해당사자들을 포괄하는 협력적 거버넌스 구축이 필요하다. 이를 위해 중앙-부처 간, 중앙-지방정부 간, 정부와 민간 간의 관계 등을 고려한 거버넌스의 설계와 역할분담방안을 마련해야 할 것이다.

VI. 종합 및 제언

1. 재해에 대한 대응자세: 문제는 우리들이다.

자연현상이 인명이나 재산의 피해를 일으킬 수 있는 곳에 재해의 위험은 언제나 존재하고 있다. 오지에서 발생하는 지진, 화산분출, 산사태, 홍수, 태풍, 돌풍 등과 같은 현상들은 단지 자연 현상의 일부일 뿐이다. 문제는 우리 인간들이 이와 같은 자연현상에 의해 재해를 입을 수 있는 곳에 살고 있을 때에 발생한다. 수억 년 동안 지구상에서 늘 일어났던 이 자연현상은 아무런 죄가 없으며 문제는 이 자연현상에 노출되어 있는 우리들인 것이다.

농경사회에서 산업사회로 들어오면서 연안을 중심으로 도시가 발달하고 커짐에 따라 사람들의 생활기반구조는 더욱 고착화되어 재해에 노출될 수밖에 없었다. 도시에는 주거, 수송체계, 통신망 등이 구축되었으며 이외에도 주택, 상가, 공장, 도로, 교량, 댐, 상수도 등의 체계가 갖추어졌다. 이러한 상황

에서 자연재해가 엄습한다면 우리들은 자연과 싸워야 할 것이다. 사람들은 강물이 범람할 수 있는 범람원 위에 자신들이 살고 있다는 사실도 모른 채, 홍수에 의한 범람을 막기 위해 제방을 쌓는다. 여러 경제적인 이유에서 재해에 위험한 연안이나 범람원에 주거지를 형성하여 왔다. 이러한 지역에 커다란 자연재해가 일어나면 우리들은 자연을 통제할 수 없다고 불평을 하지만 자연에는 전혀 문제가 없으며 바로 우리들이 문제인 것이다. 우리들은 이러한 장소가 인명과 가옥에 피해를 줄 수도 있는 자연 재해(natural hazards)의 위험에 노출되어 있다는 것을 알면서도, 이러한 사고가 자신에게는 일어나지 않을 것이라고 생각하기 때문에 이러한 위험을 감수하면서 하루하루를 생활하고 있는 것이다.

2. 자연재해에 대한 사회적 책임의식의 부족

자연재해로 인해 인명피해가 있는 경우에도 이에 대한 사람들의 기억은 불과 몇 년도 가지 않으며 이와 같은 재해가 다시 일어날 수 있다는 사실을 쉽게 잊어버리게 된다. 자연재해에 대한 사회적 책임의식이 위와 같다면 우리들은 자연재해의 위험을 줄이기 위해 별로 할 수 있는 것이 없다고 스스로 단념하는 것이 쉬울 것이다. 사람들은 다른 사람들의 탐욕이나 오판으로 인해 발생한 피해 때문에 자신의 세금이 사용되는 것을 원치 않는다. 사람들은 가능한 한 세금을 덜 내길 원 함으로, 대부분의 사람들은 방재를 위해 투자되는 비용을 절감시키는 데에 동의할 것이다. 방재대책 수립과 관련한 문제들 중 많은 부분들이 정책적인 문제이다. 정치인들은 자신의 지역구민들에 대한 봉사를 조건으로 선출된다. 정치인들의 정책적 결정은 지역구민의 삶의 질 향상이나 재당선의 목적하에서 이루어진다. 대규모 국민사업에 소요되는 예산책정에는 모든 계층의 사람들이 직접적인 영향을 미치게 되며 이에 따라 일반 국민들을 대상으로 해당 사업의 중요성과 효과에 대한 계몽이 필요하다. 그러나 행정 관료들은 지역구민이 원하는 방향에 따라 정책을 수행하여야 하기 때문에 궁극적인 결정권은 국민에게 있다.

자연재해에 관해서는 일반 시민뿐만이 아니라 특정 단체나 기관 등에 속한 사람들 모두에게도 개인적인 책임(personal responsibility)이 부과되어야 한다. 사람들이 재해위험지역에 살지 않게 된다면, 그 이익은 우리들 모두에게 돌아오게 된다. 우리들은 자연재해의 결과(consequences)를 인정하는 사람들이 자연재해의 과정과 방재의 효과에 대해서도 잘 이해할 수 있도록 도움을 주어야 한다. 결론적으로 자연재해의 단기적인 득실을 논하기보다는, 장기적인 미래(long-term future)에서 자연재해를 이해하고 방재대책을 수립하여야 할 것이다.

참고문헌

권원태, 김준, 류상범, 민경덕, 민승기, 신임철, 양진석, 엄향희, 오재호, 이동규, 이승호, 이우진, 이장

- 렐, 이현영, 전종갑, 조영순, 최영은, 허창회(공저). 2004. 한국의 기후. 서울: 기상청 기상연구소, 기상연구소. 2003. 온실가스 증가로 인한 한반도 주변의 기후변화 탐지. 온실가스저감기술개발사업 최종보고서.
- 기상청: 기후변화 2007: 과학적 근거. 서울: 기상청.
- 김경안, 유충. 1997. 재난대응론. 서울: 반.
- 김동은, 최우정, 심재현. 2008. 전 세계 자연재해 추이 및 유형 분석. 한국수자원학회지. 41(2): 56-61.
- 김주철, 김정곤, 이상진, 맹승진. 2011. 찌타롬 유역의 수해 방재를 위한 강우-유출 모의 및 확률론적 예측. 한국위기관리논집. 7(5): 99-108.
- 박정임. 2005. 기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책 마련. 한국환경정책평가연구원.
- 소방방재청 중앙재난안전대책본부. 2010. 재해연보 2009. 서울소방방재청.
- 송윤석. 2009. 대도시 재난관리체계의 유형별 효율화 비교분석. 한국외국어대학교 대학원 박사학위논문.
- 오재호. 1999. 기후학 II: 변화하는 기후. 대우학술총서 429. 서울: 아르케.
- 오재호, 우수민, 허모량. 2012. 기후위기: 국가위기관리 차원에서 대응 방안 제안. 한국위기관리논집. 8(2): 201-214.
- 이주호. 2012. 지방정부 재난관리 예산과정의 지대 추구 분석: 기대-성과 불일치 연구방법의 적용을 중심으로. 한국정책학회보. 21(1): 191-217.
- 최희천. 2010. 재난관리 단계의 기존 인식에 대한 비판적 고찰: 복구단계의 비교를 중심으로. 한국위기관리논집. 6(1): 201-218.
- 통계청. 2007. 『세계인구의 날』에 즈음한 세계 및 한국의 인구현황. 2007년 7월 11일 통계청 보도자료.
- 한국과학기술원. 2008. 우리나라 지진재해 저감 및 관리대책의 현황과 개선 방안 연구보고서.
- CRED. 2010: *Annual Disaster Statistical Review 2009: The Numbers and Trends*. Femke Vos Jose, Rodriguez Regina, Below D. Guha-Sapir Copyright © 2010 Centre for Research on the Epidemiology of Disasters.
- EMDAT Homepage. 2012. *The OFDA/CRED International Disaster Database*. <http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>, accessed in November 2012.
- GFRDD. 2010: Disaster Types and Impacts. *Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters*. The World Bank, 339-344. http://www.gfdr.org/sites/gfdr.org/files/Disaster_Types_and-Impacts.pdf
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg2_report_impacts_adaptati

on_and_vulnerability.htm.

ISDR. 2007: 재해경감을 위한 국제 전략기구(ISDR: International Strategy for Disaster Reduction)가 2007년에 발간한 재해위험 경감보고서(Disaster Risk Reduction: 2007 Global Review).

Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. L. Miller. eds. 2007: *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, USA.: Cambridge University Press.

吳載鎬: 서울대학교 대기과학과를 졸업하고 미국 오레곤 주립대학에서 이학 석사와 박사학위(논문: Physically-based General Circulation Model Parameterization of Clouds and Their Radiative Interaction.)를 취득한 후, 부경대학교 환경대기과학과 교수로 재직 중이다. 국가위기관리학회장, 한국기상학회장을 역임한 바 있고, 대통령자문 녹색위원회 위원, 한국슈퍼컴퓨터협회의 회장으로 활동하고 있다. 주요 저서로는 환경대기과학(2012), 기후변화 교과서(2011), 녹색성장 바로알기(2011) 외 20여권의 저서와 다수의 논문이 있다.(jhoh@pknu.ac.kr)

許모랑: 부경대학교 환경대기과학과 박사과정 수료 후 연구원으로 활동 중이다(morangher@gmail.com).

禹受旻: 부경대학교 환경대기과학과 박사과정 수료 후 연구원으로 활동 중이다(sumin@climate.pknu.ac.kr).

투 고 일: 2013년 01월 03일

수 정 일: 2013년 01월 24일

게재확정일: 2013년 01월 26일

Trend and Prospect of Natural Disasters after the 20th Century through the Characteristic Analysis

Jai Ho Oh, Mo Rang Huh, Su Min Woo

We are enjoying an opulent lifestyle in an advanced culture and industrial society. Nevertheless, It is getting more serious that our suffering caused by unexpected disasters with human and his prosperities. We face to the crisis of the global warming. However, The anxiety about the future will be amplified in current society. Since 2008, Korean government has built the Countermeasures against Natural Disasters Act. According to this act, “Disaster” should be under control as following the legal definition. In this study, The characteristics of disaster after the 20th century was analysed using the statistic data. The prospect in near future could be shown as that some kind of changes might happen a new possibility. Especially, The climate changes can bring about the severe climatological phenomena and the accompanying to changes of Earth environments as mentioned of IPCC report. Finally, we should utilize this results as the basis source of establishing the governance and encouraging the sense of obligation for reduction of the disaster impacts.

Key words: natural disaster, hydro-meteorological disaster, climate change