

전 세계 자연재해 추이 및 유형 분석



김 동 은 |
국립방재연구소 연구기획팀 연구원
dekim@nema.go.kr



최 우 정 |
국립방재연구소 연구기획팀 시설연구사
choiwj@nema.go.kr



심 재 현 |
국립방재연구소 연구기획팀장
shim1001@nema.go.kr

1. 서언

21세기 이후 최근 몇 년간 발생한 지진, 허리케인, 홍수, 가뭄, 산사태 등의 자연재해로 인해 전 세계적으로 엄청난 인적·경제적 손실이 발생하였다. 그러나 이러한 자연재해는 앞으로 전개될 수 있는 재해 위험 중 단지 일부에 불과할 수 있다.

재해 위험은 도시화, 세계화 등과 같은 과정에서 더욱 증가되었을 뿐만 아니라 기후 변화로 인하여 태풍, 가뭄, 홍수 등 재해위험에 급격한 영향을 줄 수 있는 기후 위험요인의 유형을 변화시키고 있기 때문이다. 이처럼 재해 위험 요인이 점차 증가하고

있는 가운데, 앞으로 재해 위험을 경감하기 위한 방안을 도출하기 위해서는 지금까지 발생한 재해의 추이 및 유형을 분석해 볼 필요가 있다.

재해의 추이 및 유형 분석을 통하여 기후변화, 도시화, 경제 개발 등과 같은 과정에서 초래될 수 있는 재해위험 및 취약성을 시간과 공간에 따라 분석해 봄으로써 전 세계의 재해 위험을 좀 더 잘 이해하고, 재해경감에 대한 정치·경제적 관심을 고조시키며, 재해위험경감과 관련된 국제기구의 정책과 전략을 효과적으로 실현할 수 있는 계기를 마련할 수 있기 때문이다. 이러한 맥락에서 본고는 재해경감을 위한 국제 전략기구(ISDR : International Strategy for Disaster Reduction)가 2007년에 발간한 재해위험경감보고서(Disaster Risk Reduction : 2007 Global Review)를 참고하여 전 세계 자연재해 추이 및 유형 분석에 관한 주요 내용을 정리하고자 한다. 재해위험경감보고서는 2007년 6월 5일~7일 스위스 제네바에서 개최된 재해위험경감을 위한 국제회의(Global Platform for Disaster Risk Reduction)를 위해 작성되었고, 향후 2009년 세계 평가보고서에도 포함될 계획이다.

우선 2007년 보고서에 소개된 재해위험요인 및 연도별 재해발생건수를 시간적·공간적 분포에 따라 분석해 본 다음 세계 재난통계 연구센터(CRED : Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)에서 발표한 1900년대부터 2005년까지의 전 세계 자연재해 발생건수를 재해 유형별로 분석한 자료를 통해 기후변화에 대응한 자연재해위험 경감을 위한 시사점을 도출해 보고자 한다.

2. 재해위험요인과 취약성

1975년에서 2005년 사이 약 30년 동안 전 세계적으로 2,317,395명이 자연재해로 인해 사망하였고, 이중 82%는 대규모 재해 20건(10,000명 이상의 사망자 발생)에 의해 희생되었다. 이를 통해 특정 지역이 위험요인에 과도하게 노출되어 있기 때문에 재해가 집중적으로 발생하는 것으로 추정할 수 있으나, 위험은 일반적으로 위험요인(hazard)과 취약성(vulnerability)의 함수로 산정되므로 위험요인에 대한 노출뿐만 아니라 취약성도 함께 고려할 필요가 있다. 가령 똑같은 위험요인에 노출되어 있다 하더라도 해당 지역의 취약성에 따라 사망자수도 달라질 수 있기 때문이다.

일반적으로 사망자수가 인적 취약성을 측정하는 대표적인 지표로 활용되고 있으나, 향후 국가별 상대적 취약성을 비교할 경우에는 사망자수 뿐만 아니라 사망자수를 증가 또는 감소시킬 수 있는 물리적, 사회적, 경제적, 정치적, 문화적 변수 등 다양한 요인을 함께 고려할 필요가 있다. 이와 마찬가지로 국가별 경제적 취약성을 비교할 경우에도 경제적 손실 뿐만 아니라 재해 대응과 관련된 경제적 회복력도 함께 고려할 필요가 있다.

2.1 인명피해 및 경제적 손실 위험 추세

지난 30년간의 통계자료를 살펴보면, 전 세계적으로 재해 발생 빈도는 증가한 반면, 사망자수는 상

대적으로 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 가뭄피해가 감소했기 때문인 것으로 나타났다. 한편 지진과 같은 지질학적 재해는 여전히 증가하고 있기 때문에 지진 빈발지역의 인명피해는 다소 증가할 것으로 추정되고 있다. 이하에서는 각각의 자연재해 빈발지역에 따라 인명피해와 경제적 손실이 어떤 경향을 나타내는지에 대해 살펴보도록 한다.

2.1.1 인명피해

인명피해는 기상학적 위험지역과 지질학적 위험지역에서 매우 다른 방식으로 나타나는 것으로 알려져 있다. 먼저 기상학적 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 지질학적 위험지역에서의 사망자수를 살펴보면, 경제적으로 낙후된 지역보다 급속한 도시화를 통해 사회경제적 발전이 진행되고 있는 지역에서의 인명피해가 더 큰 것으로 나타났다. 가령 지진 빈발지역에서 도시화가 진행되고 있는 경우에는 건축규제나 개발 계획 통제에 어려움을 겪는 경우가 많기 때문에 이러한 지역에서 지진이 발생하게 되면

표 1. 국가 및 지역별 재해위험요인과 취약성 유형

재해요인 취약성	태풍	홍수	가뭄
인명 피해	동남아시아, 중미, 카리브해, 마다가스카르, 모잠비크	동남아시아, 남미	사하라 사막 이남 아프리카
경제적 손실	미국동부해안지역	유럽, 미국동부	유럽, 중동, 멕시코, 브라질 북동부, 중국 북동부

인명피해가 더 많이 발생하기 때문이다. 또한 지진 피해는 지진감지에서부터 피해 발생에 이르는 시간이 매우 짧기 때문에 조기 경보 시스템 강화를 통해 예방할 수 있는 정도가 기상으로 인한 재해보다 훨씬 적기 때문에 인명피해 발생 규모가 매우 크다. 다만 미국처럼 내진설계기준이 잘 마련되어 있는 선진국에서는 지진으로 인한 인명피해가 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

2.1.2 경제적 손실

경제적 손실은 인명피해와 달리 기상학적 위험지역이나 지질학적 위험지역에서 유사한 방식으로 나타나는 것으로 알려져 있다. 먼저 기상학적 위험지역에서의 경제적 손실을 살펴보면, 기상재해가 발생하면 사회경제적으로 개발된 지역에서 경제적 손실이 집중적으로 발생한다. 즉 사회경제적 발전은 재해저감과 조기경보시스템의 확충을 통해 기상학적 위험과 관련된 인명피해를 줄이는데 어느 정도 기여하지만, 경제적 손실을 줄이는데 별다른 도움이 되지 않기 때문이다. 특히 선진국일수록 기상학적 위험지역에서의 경제적 손실이 더욱 집중되어 나타나는 경향이 있다.

지질학적 위험지역의 경우 후진국이나 선진국보다는 개발도상국에서 경제적인 피해가 집중되어 나타나는 경향을 보이고 있다. 선진국의 경우 내진설계기준 등이 마련되어 있어 지진발생시 경제적 손실을 어느 정도 줄일 수 있다. 후진국의 경우에도 물적 기반 시설이 취약하기 때문에 지진으로 인한 경제적 피해가 그리 심각하지 않다. 반면 개발도상국의 경우 급격한 도시화로 인해 사회기반시설이 확충되면서 지진으로 인한 경제적 피해가 매우 크게 나타나

표 2. 재해 유형에 따른 위험 정도

구분	기상학적 위험 지역	지질학적 위험 지역
인명피해 위험	후진국에서 높음	후진국에서 높음
경제적 손실 위험	선진국에서 높음	개발도상국에서 높음

는 경우가 많다.

2.2 증가하는 기상재해 위험

최근의 자연재해 발생건수를 살펴보면 기후관련 재해발생건수가 지질학적 재해발생건수 보다 훨씬 더 빨리 증가하고 있는 것으로 나타난다. 이러한 경향은 1970년대 후반부터 나타나고 있는데, 이것은 대규모 재해로 인한 인명피해를 제외한 경우에도 기상학적 재해로 인한 인명피해가 지질학적 재해로 인한 인명피해보다 훨씬 더 빠르게 증가하고 있다는 것은 그림 1과 2를 통해 확인할 수 있다. 돌발홍수, 국지성 집중호우, 산사태, 연안지역의 침수피해 등과 같은 많은 기후 관련 위험이 국지적인 재해영향

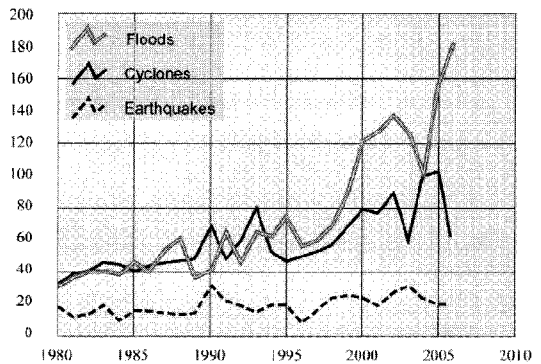


그림 1. 재해 유형별 발생 건수

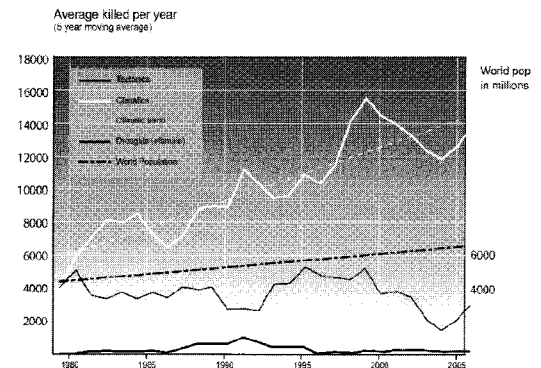


그림 2. 재해유형별 연도별 사망자수(대규모 재해 사망자수 제외)

과 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.

2.3 자연재해 추이 분석

2.3.1 주요 자연재해의 유형

세계 재난통계 연구센터(CRED : Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)¹⁾에서 1900년대부터 2005년까지 전 세계적으로 발생한 자연재해의 유형을 구분하여 조사한 결과 표 3과 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

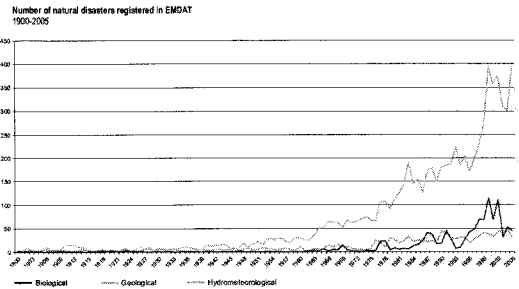


그림 3. 자연재해 유형 및 연도별 발생경향(1900~2005)

(Biological Disasters)인 것으로 나타났다.

특히 그림 3과 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 있었으나 연평균 2.8회 발생한 것에 그친 반면, 21세기 이후에는 연평균 350회로 엄청나게 증가하고 있다는 것이다. 이러한 수문기상재해 발생 빈도의 증가는 기후변화와 밀접한 관련이 있을 것으로 파악되며, 도시로의 인구집중, 각종 개발사업, 해당

표 3. 자연재해 유형별 발생건수 분포

재해유형 년도	수문기상 재해	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	1,498	232	361	2,720
1990~1999	2,034	325	361	2,720
2000~2005	2,135	233	420	2,788

1) 세계 재난통계 연구센터(CRED)는 1973년 설치된 비영리 연구단체로서 벨기에에 위치한 카톨릭대학 Louvain 캠퍼스내 공중보건대학내 설치되어 있으며, 1980년 세계보건기구(WHO)의 협력센터가 되었다. CRED의 설립목적은 공중보건이지만 대규모 재해의 사회경제적, 장기적인 영향 등에 대해서도 연구 중에 있다.

국가의 재해대응능력 등 구조적, 비구조적 대책의 수립여부와 사전예방적인 예산 투입 여부와도 직접적인 관련이 있을 것으로 추정된다.

2.3.2 자연재해 유형별 발생 건수

(1) 수문기상재해(Hydro-meteorological disasters)

ISDR의 통계자료를 참조하여 수문기상재해의 발생 건수를 살펴보면, 그림 4와 같이 홍수, 폭풍우, 가뭄, 산사태의 순으로 나타났다. 홍수의 경우 1970년대 이후 지속적으로 증가추세에 있고 1990년대 이후 급증하고 있는 것을 알 수 있다. 상대적으로 산사태 발생건수는 큰 변화추세를 보이지 않고 있다.

홍수와 폭풍우 발생 건수가 급증하고 전 세계적으로 전개되고 있는 각종 개발 사업으로 인해 위험에 대한 노출과 취약성이 증가하면서 향후 수문기상재해로 인한 인적 피해 및 경제적 피해가 증가할 것으로 예상된다.

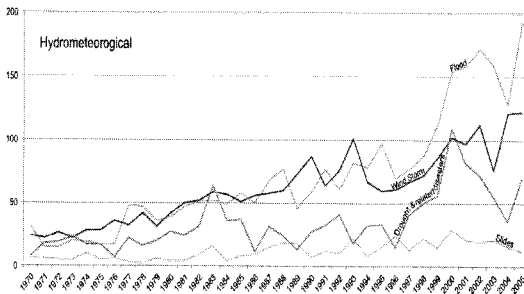


그림 4. 전 세계 수문기상재해의 연도별 유형별 발생추이 (1970~2005)

(2) 지질재해(Geological disasters)

지질재해의 발생 건수는 그림 5와 같이 지진 및 지진해일, 화산 순으로 나타났다. 지질 재해의 발생 건수는 수문기상 재해 발생 건수와 비교할 때 그다지 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타나고 있으나 1995년 일본 고베지진, 1994년 미국 노스리지 지진,

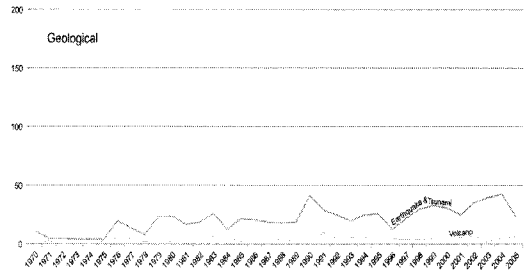
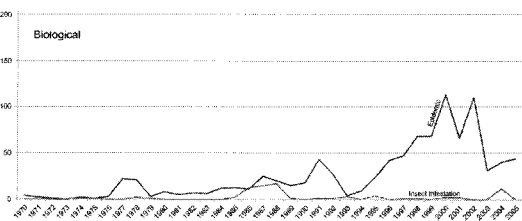


그림 5. 전 세계 지질재해의 연도별 유형별 발생추이 (1970~2005)

1999년 터키 이즈미트, 대만의 치치 지진 등은 엄청난 인명 피해와 경제적 손실을 초래한 바 있다.

(3) 생물재해(Biological disasters)

생물재해 역시 지속적인 증가 추세를 보이고 있는데, 그림 6과 같이 전염병과 해충의 출몰 순으로 나타났다. 특히 1990년대 이후 전염병에 의한 발생건수가 많았던 이유는 아프리카 지역의 내전과 기근 등으로 인한 생활환경의 악화에 의한 것으로 추정된다. 향후에도 국가 간 이동과 교류가 빈번해지면서 생물재해 발생 건수도 증가할 것으로 예상된다.



※ 자료출처 : Disaster statistics, ISDR, 2007)

그림 6. 전 세계 생물재해의 연도별 유형별 발생추이 (1970~2005)

3. 결론 : 기후변화에 따른 재해 위험의 변화

지금까지 전 세계적으로 발생한 자연재해를 유형별로 살펴보고 그 추이를 간략히 살펴보았다. 그 결

과 수문기상재해 발생의 증가세가 뚜렷한 것으로 나타났다. 이는 특히 기후변화의 영향에 의한 것으로 추정되고 있다. 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 발표한 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 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

셋째, 해수면 상승과 빙하용해와 같은 기후변화로 인한 위험 요인에 의해 해당 지역의 취약성이 더욱 커지고 있다. 최근 남태평양 지역의 국가 투발루(Tuvalu)²⁾는 높아져 가는 해수면으로 인해 지하수는 염도가 높아 마실 수 없고 토양이 염분화되면서

농작물 재배가 불가능한 실정이다. 2002년부터 해마다 75명씩 난민들을 뉴질랜드로 이주시키는 프로젝트가 진행되고 있다. 하지만 남아 있는 1만여 명의 사람들은 언제 닥칠지 모르는 재앙으로 불안하게 살고 있다고 한다.

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

참고문헌

국립방재연구소, 기후변화에 따른 국내의 대응체계 연구, 2007.12

ISDR, Disaster Risk Reduction : 2007 Global Review, 2007.3

<http://www.unisdr.org/disaster-statistics/occurrence-trends-century.htm> 🌐

2) '8개의 유인도'란 뜻의 투발루는 현재 2개 섬이 바다아래 잠겨 6개의 섬만 남아 있는 상황인데, 매년 2월이면 국토의 3분의 1이 침수되어 사람이 살 수 없다고 한다. 투발루에서 가장 안전한 고지대는 수도 푸나푸티의 해발 5미터 언덕에 불과하다고 한다.