

# 1차시. 기후변화와 자연재해

## I. 기후변화의 이해

### 1. 기후변화란?

#### 1) 기후와 날씨

우리가 매일 아침 체크하는 날씨와 기후는 다릅니다. 날씨는 특정지역에서 시시각각 변화는 기상현상입니다. 일반적으로 이야기하는 날씨의 구성요소는 기온, 습도, 강수량, 풍향, 풍속 등이 있습니다. 그러나 기후는 일정한 지역에서 보통 30년 이상의 오랜 기간에 걸쳐 나타나는 날씨의 평균적인 상태를 의미합니다. 다시 말하면 날씨는 짧은 주기로 변하지만 기후는 위도, 바다와 육지의 분포, 지형 등에 영향을 받기 때문에 변화의 속도가 매우 느리게 나타납니다. 사람으로 비유하면 날씨는 그날그날의 기분이라고 할 수 있겠고 기후는 오랜 기간 동안 형성된 그 사람의 성격이라고 할 수 있습니다.

#### 2) 기후변화의 정의

- 기후를 과학적으로 표현하면 기후시스템(대기, 수권, 빙권, 육지표면, 생물권이 주요요소이며 이들 간의 상호작용으로 이루어진 복잡한 시스템)의 상태를 의미하며 “기후변화”는 이러한 기후시스템이 변하는 것을 의미합니다(기상청, 기후변화 핸드북)
- IPCC 정의: 기후변화는 장기간에 걸친 기후의 평균상태의 변동

### 2. 지구온난화와 기후변화의 원인

#### 1) 온실효과(Greenhouse effect)와 지구온난화

지구는 두꺼운 공기층인 대기층으로 둘러싸여 있으며 공기는 질소 78%, 산소 21%, 기타 1%로 구성됩니다. 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 등으로 구성되는 온실가스는 기타 1%에 포함됩니다. 지구에 도달하는 태양에너지를 100%라고 볼 때 대기에서 약 20%가 흡수되며 지표면에서 약 50%흡수, 나머지 30%는 지표에서 반사됩니다. 그리고 지표에 흡수된 양 중에 70%도 자연스럽게 지표에서 우주 밖으로 나가게 됩니다. 이 가운데 대기는 지구 밖으로 날아가는 에너지를 흡수하여 “자연적 온실효과”를 만들고 지구의 온도를 적절하게 유지시키는 담요의 역할을 합니다. 만약 지구 표면에서 방출되는 태양 에너지가 모두 날아가면 지구는 표면온도가 영하 18℃정도로 낮을 겁니다. 따라서 지구 표면의 막과 같은 역할을 하여 지구온도를 유지하는 온실가스는 반드시 필요합니다. 그러나 다양한 원인들, 특히 인간의 활동으로 인해 온실가스의 양이 필요이상으로 늘어나게 되고 이로써 지구로 들어왔다 나가는 태양에너지를 더 많이 가두어 지구의 온도가 지나치게 더워지는 현상이 발생하게 되고 우리는 이를 “지구 온난화”라고 부릅니다. 지구온난화의 지표인 지구표면 온도는 지난 100년동안(1906~2005년) 0.74±0.18℃상승하였습니다. 이러한 기온 상

승은 우리나라가 속해있는 북반구 고위도로 갈수록 크게 나타나고 있으며 해양보다는 육지가 더 빠른 상승을 보이고 있습니다.

## 2) 기후변화 원인

- 기후변화란 현재의 기후가 자연적 요인과 인위적 요인에 의해 점차 변화하는 것을 의미합니다.
- 앞에서 설명한 것과 같이 온실가스 농도의 증가 또한 자연적 또는 인위적으로 발생할 수 있습니다.
- 자연적 요인으로는 대기, 해양, 육지 등의 상호작용에 의한 변화, 화산분출에 의한 에어러솔의 영향, 태양활동의 변화, 지구 공전궤도의 변화 등이 있습니다. 특히 지구 공전 궤도는 10만년을 주기로, 지구의 자전축은 41000년을 주기로 조금씩 변화하고 이로 인해 지구가 받는 태양의 복사에너지가 주기적으로 변하합니다. 이러한 현상으로 지구의 기후가 변화한다고 알려지고 있습니다.(밀란코비치 주기) 화산이 폭발하면 화산재나 먼지 등 다양한 분출물이 대기에서 머물게 되고 이 때문에 지표에 도달하는 태양에너지를 차단하기 때문에 기후변화가 일어날 수도 있습니다. 1991년 일어난 필리핀 피나투보 화산 폭발은 2년간 지구 전체 기온이 1℃ 이상 내려가게 만들었다고 알려지고 있습니다.
- 인위적 요인으로는 산업화 이후 석탄, 석유, 천연가스 등 화석연료를 에너지원으로 사용하면서 대기 중 온실가스 농도의 급격한 증가를 첫 번째로 들 수 있습니다. 2004년도 온실가스 배출량은 1770년에 비해 약 70%이상 증가하였습니다. 인간이 배출하는 온실가스의 약 60%가 이산화탄소이며 인간활동 가운데 화석연료 사용, 숲훼손, 토지 개발 등으로 급격히 증가하고 있습니다.

온실가스 종류	산업혁명이전		2005년
이산화탄소	280 ppm	⇒	379ppm
메탄	715 ppb	⇒	1774ppb
아산화질소	270ppb	⇒	319ppb

- 또한 도시화와 산림파괴도 주요한 요인입니다. 숲은 동식물의 보금자리이기도 하고 생물다양성을 보존할 뿐 아니라 물과 탄소 순환을 담당합니다. 그러나 인간의 개발, 벌목 등으로 인한 숲의 파괴는 물과 탄소 순환에 큰 영향을 미쳐왔습니다. 특히 지난 30년간 목재 등 산림자원의 채굴과 개발 사업으로 남미 아마존강 유역만 해도 우림 면적이 705만km<sup>2</sup>에서 550만km<sup>2</sup>로 줄어들었고 이는 지구 전체 산소 공급량에도 영향을 미치고 있습니다.
- 최근 급격하게 변하고 있는 온실가스 증가로 인한 기후변화의 주원인은 바로 “인간”의 활동으로 발생하는 인위적인 요인이라고 볼 수 있겠습니다.

## 3. 기후변화 현상 및 영향

### 1) 기후변화 현상

IPCC(기후변화에 관한 정부 간 협의체)의 보고서에 의하면 지구평균기온과 해수온도의 상승, 광범위한 눈과 얼음의 용해, 지구평균 해수면의 상승이 관측 자료에서 분명히 나타나고 있다고 합니다.

- 과거 100년간(1906~2009)간 지구평균온도는 0.74°C(0.56~0.92°C) 증가, 최근 12년(1995~2006) 중 11년이 최고기록
- 최근 50년간 장기경향은 1.3°C/100년으로 과거 100년간 장기경향 0.74°C/100년의 2배임
- 전지구평균 해수면은 1961~2003년 1.8(1.3~2.3)mm/year 상승
- 1978년 이후 북극해빙면적 10년당 2.7% 감소, 여름은 7.4% 감소
- 강수량은 지역별 패턴의 변화로 아시아 북부와 중부 등의 지역에서는 증가, 아프리카 사헬지역은 건조해짐
- 1970년대 이후 열대 및 아열대 지역 가뭄 심화
- 더운 날, 더운 밤 및 열파의 발생 빈도 증가
- 호우 빈도 증가 및 대서양의 허리케인 강도 증가 경향
- 식물과 동물의 성장에도 영향을 미쳐 북반구의 식물 성장기간이 더 길어지고 철새의 이동 주기도 변화가 생겨 예전보다 늦게 따뜻한 곳으로 이동했다가 일찍 돌아오고 있으며 예전에는 열대지방에서 볼 수 있던 바다 생물들이 점점 북쪽으로 올라오고 있음

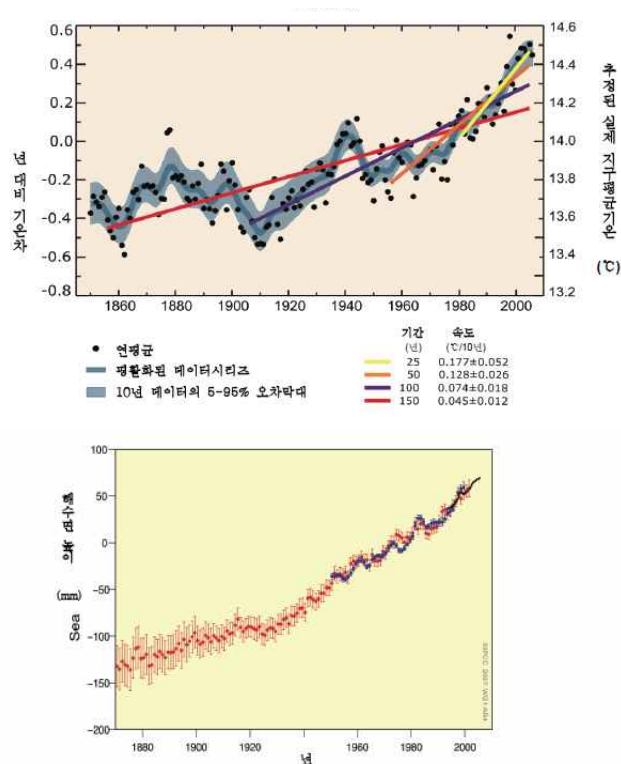


그림 1.17. 연평균 지구평균 해수면. 붉은색 그래프는 1870년부터의 해수면 필드. 파랑색은 1950년부터의 조위계 측정값. 검은색은 1992년부터의 위성 측고데이터로부터 재구성된 1961~1990년 기간의 평균 대비 해수면인. 오차막대는 90% 신뢰구간을 나타냄.

- 최근 지구촌에서의 기후변화 현상



남아메리카 파타고니아의 75년 전과 현재(출처: 열고어, 불편한 진실)



중국 윈난성 가뭄, 2010



2010년 파키스탄의 펀자브 주 코드아두 마을의 홍수



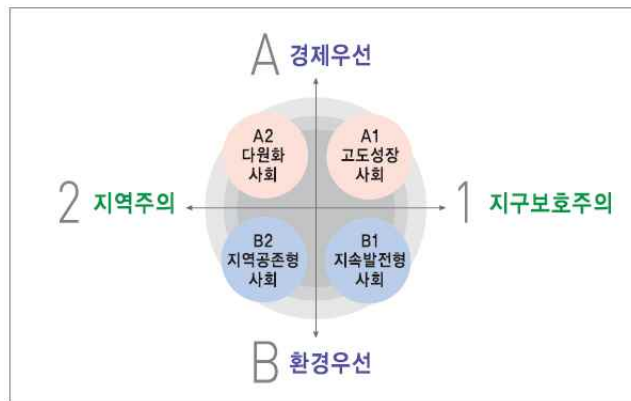
2009년 9월 필리핀 홍수

2) 우리나라에의 영향

- 우리나라는 지난 100년간 1.5°C 상승하였으며 이는 지구평균의 약 2배
- 연평균 해수면상승은 1.86mm/year(1964~2006)이고 특히 제주지역 해수면은 지난 40년간 약 22cm 상승하여 세계 평균의 3배에 이릅니다
- 최근 10년('94~'05)년간 폭염으로 인해 2,127명이 사망하였으며 기온상승으로 인해 말라리아 환자의 증가가 커짐
- 강우패턴 변화 및 극한 기후현상 증가: 강우일수는 14% 감소하고 강우강도는 18% 증가
- 집중호우 및 태풍이 빈번하게 발생하여 막대한 인명 및 재산피해 발생. 특히 2002년 8월 발생한 태풍 루사로 강릉지역에 하루 870mm의 비가 내리 일 최대 강수량 기록을 경신하였으며 인명피해 246명, 농경지 3만여 ha가 침수되는 등 5조원 이상의 재산 피해 발생

### 3) 기후변화 시나리오를 바탕으로 한 미래 전망

- 기후변화가 지속될 것으로 판단되며 미래의 기후변화에 대한 합리적 대비책 마련을 위해서는 기후변화에 대한 전망이 필요함. 이를 위해 기후시나리오를 바탕으로 미래를 전망해옴
  - 기후시나리오란? : 인류에 의하여 일어나는 기후변화의 잠재적인 영향을 조사하는데 사용하기 위해 구성된 미래기후에 대한 표현(IPCC)
- IPCC SRES(Special Report on Emission Scenarios, SRES)의 온실가스 배출시나리오



#### A1: 고성장 사회 시나리오(CO<sub>2</sub>: 675ppm)

- 고도 경제성장이 계속되어 세계 인구가 21세기 중반에 정점을 달한 후 감소하고, 신기술이나 고효율화 기술이 급속히 도입되는 미래사회
- 사회를 지배하는 에너지 핵심기술에 따라 3개 그룹으로 나눔
  - A1F1: 화석 에너지원 중시(970ppm)
  - A1T: 비 화석 에너지원 중시(540ppm)
  - A1B: 각 에너지원의 균형을 중시(720ppm)

#### A2: 다원화 사회 시나리오(CO<sub>2</sub>: 830ppm)

- 출생률의 저하가 매우 완만하여 세계 인구는 지속 증가
- 세계 경제나 정치는 블록화 되어 무역이나 사람, 기술의 이동 제한
- 경제성장은 낮고, 환경에의 관심도 상대적으로 낮음

#### B1: 지속 발전형 사회 시나리오(CO<sub>2</sub>: 550ppm)

- 지역간 격차가 적은 세계
- 21세기 중반 세계 인구가 정점을 달한 후 감소하나 경제구조는 물질 지향성이 감소하고 청정 자원 절약 기술 도입

#### B2: 지역 공존형 사회 시나리오(CO<sub>2</sub>: 600ppm)

- 경제, 사회 및 환경의 지속 가능성을 확보하기 위한 지역적 대책에 중점이 놓여지는 세계
- 세계 경제 인구는 A2보다 완만한 속도로 증가하나 경제발전은 중간단계에 머물러, B1과 A1의 줄거리보다 완만하지만 보다 광범위한 기술변화가 일어남

- SRES 시나리오를 바탕으로 한 미래전망

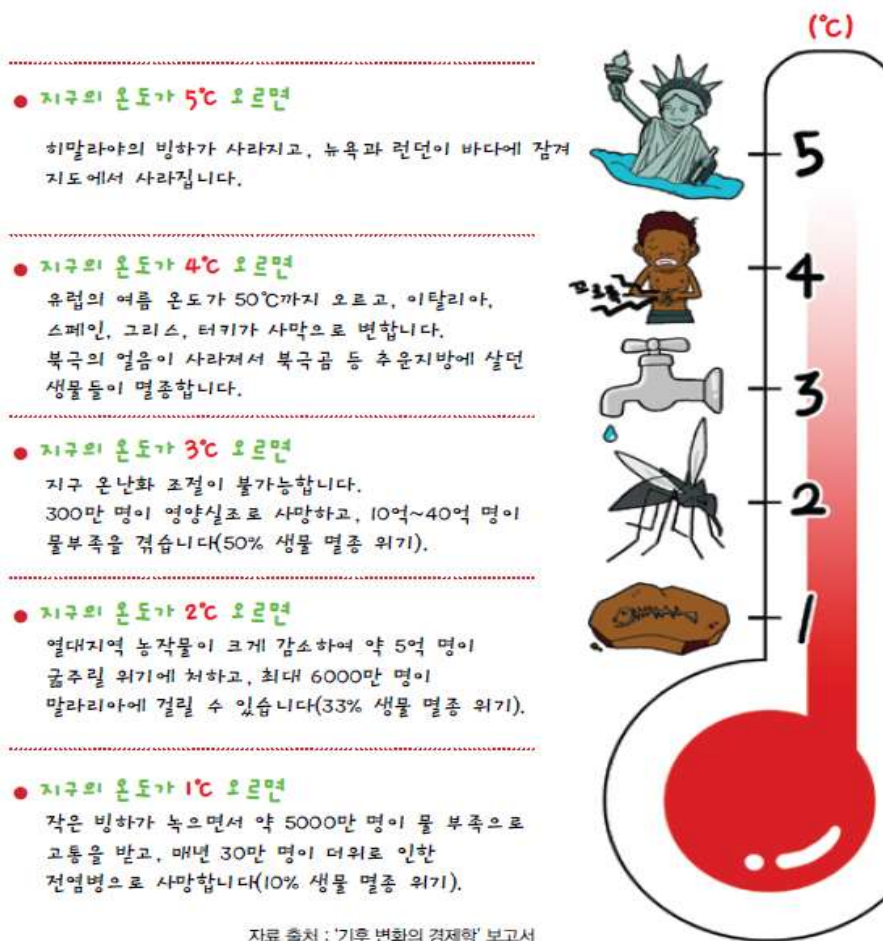
- 모든 온실가스 시나리오에서 향후 20년 동안 0.2°C/10년 비율로 기온상승
- 2100년 지구평균기온변화: 1.1~6.4°C(온실가스 배출량에 비례)
- 2100년 해수면 상승: 0.18~0.59m
- 기온은 육상과 북반구 고위대에서 가장 많이 상승하고 남극해와 북대서양의 일부에서 상승폭이 작음
- 고온극한, 열파, 호우빈도의 증가 및 태풍 세기 강화 전망
- 태풍, 허리케인의 세기가 강화될 가능성이 높음

○ IPCC RCP(Representative Concentration Pathways,RCP) 시나리오

IPCC 제 4차 보고서에 사용된 온실가스 배출시나리오(SRES) 자료의 노후화 및 해상도 문제를 보완하고 정확도 향상 및 다양한 부문에 이용할 수 있는 새로운 시나리오 도입 필요성 제기. IPCC 전문가회의를 거쳐 RCP 시나리오 개발 중

4) 기후변화 영향과 분야별 전망

□ 기후변화 영향과 전망



분야	2020년대 (1℃ 상승)	2050년대 (2~3℃ 상승)	2080년대 (3℃ 이상 상승)
수자원	■ 4억~17억 명 물 부족 영향	■ 10~20억 명 물 부족 영향	■ 11~32억 명 물 부족 영향 ■ 전 세계 인구의 1/5 이상 홍수 영향
생태계	■ 양서류의 멸종 ■ 산호의 백화현상 ■ 종 다양성 변화	■ 20~30% 멸종위기	■ 전 지구 생물의 대부분 멸종 ■ CO <sub>2</sub> 소스에 의해 지리적 생물권 분포 변화
식량	■ 대체로 전지구적 농작물 수확 잠재력 증가 ■ 1~3천만 명의 기근 위협		■ 저위도 지역의 적응잠재력 감소 ■ 중·고위도 지역의 수확량 감소 ■ 3~12천만 명의 기근 위협
해양	■ 홍수와 폭우 위험 증가	■ 3백만 명의 홍수 위협	■ 해안가의 30% 이상 유실 ■ 15백만 명 이상 홍수 위협
건강	■ 알러지 및 전염성 질병 확산	■ 영양 부족, 과다출혈, 심장 관련 질병 증가 ■ 열파, 홍수, 가뭄으로 사망 증가	

출처: 기상청(기후변화 핸드북, 2010)

- 종합적으로 기후변화는 인류의 적극적인 노력 없이는 더욱 심화될 것으로 예상되며 특히 취약지역이나 생태계에 대한 위험이 갈수록 증대될 뿐 아니라 극단적 기상현상으로 인한 자연재해의 발생빈도, 강도도 역시 증가될 것으로 예상되고 있다. 또한 지역 간 기후변화 영향의 차이가 존재해 저개발국가 및 취약계층의 위험과 취약성이 증가될 것으로 전망된다.

## II. 기후변화의 대응 노력

### 1. 기후변화에 대한 대응

기후변화에 대한 대응노력은 크게 두 가지로 구분할 수 있습니다.

- 완화(Mitigation): 온실가스 배출을 감축하기 위한 노력들을 의미하며 온실가스 농도를 낮추어 기후변화의 정도를 줄이는 것을 의미
- 적응: 기후변화로 인해 향후 20~30년 동안 어떠한 완화 활동이 이루어지든 기후변화의 부정적인 영향을 발생할 것입니다. 따라서 기후변화의 부정적인 영향에 미리 대비하여 이를 감소시키고 기후변화로 인해 발생할 수 있는 기회(긍정적인 영향)가 있다면 이를 활용하는 것을 기후변화적응이라고 합니다. 적응활동들은 단기간에 취약성을 감소시키는 데 효과적입니다. 그러나 적응능력은 사회경제적 환경과 밀접하게 연관되어 사회에 따라 차이가 있습니다.
- 기후변화 대응은 적응과 완화 대책을 모두 포함하고 함께 상호보완적으로 작동할 때 기후변화에 대한 위험에 현명하게 대처할 수 있습니다. 또한 대응과정 중에 지속가능성, 형평성 및 위험을 고려한 위기관리 과정이 포함되어야 합니다.

### 2. 기후변화에 대한 국제적 대응

1) 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)

IPCC는 1988년 세계기상기수(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 기후변화 문제에 대처하기 위해 설립. 1992년 3개 실무그룹(WG1, WG2, WG3)과 1개 태스크포스팀으로 구성. WG1은 기후변화에 대한 과학적 이해, 기후모델링 등 연구. WG2: 기후변화 영향평가, 적응 및 취약성 분야 연구, WG3는 배출량 완화, 사회경제적 비용편익 분석 등 정책 분야연구. 전세계 과학자가 참여하여 기후변화 추세 및 원인규명, 기후변화에 따른 생태학적, 사회경제학적 영향 평가 및 그에 대한 대응을 분석한 보고서 발간. 현재까지 4차(2007) 보고서 발간하였고, 5차보고서가 추진되고 있음



2) 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)

- IPCC의 연구결과, 기후변화 문제를 해결하기 위해 범지구적 공동노력 필요성 제기하여 리우 유엔환경개발회의에서 기후변화에 관한 국제연합기본협약 채택 (1992). 온실가스로 인한 기후변화를 방지할 수 있는 수준으로 ‘온실가스 농도를 안정화’하는데 목적을 두고 있음. 제3차 당사국총회(1997)에서 교토의정서를 채택 함으로써 선진국에 대한 법적 구속력 있는 온실가스 감축의무 부여. 부속서 I 국가(38개국)는 1차 공약기간(08~12년) 만료시까지 1990년 대비 평균 5.2% 감축 의무 부담.
- UNFCCC의 최고 의사결정기구로서 당사국총회(COP: Conference of the Parties)를 두고, 협약의 이행과 논의는 당사국 합의로 결정한다. 당사국총회의 의사결정 지원을 위해 과학기술자문부속기구(SBSTA)와 이행부속기구(SBI)를 설치 운영

Ⅲ. 기후변화와 자연재해와의 관계 및 자연재해 추세 알아보기

1. 기후변화와 자연재해

- 지구온난화에 따른 기후변화 영향은 다양하게 발생하고 있습니다. 특히 북극 및 남극지대 기온상승, 빙하감소, 홍수, 가뭄 및 해수면 상승 등 이상기후 현상에 의한 자

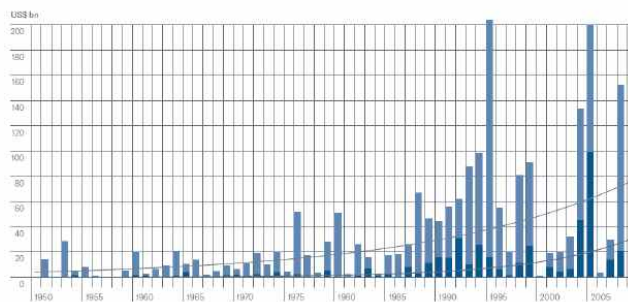


연재해의 증가가 두드러지고 있다. 전세계적으로 1966년, 1997년 라인강 홍수, 1995년 중국 홍수, 1998년 및 2000년의 동유럽 홍수, 2000년 모잠비크 및 유럽홍수, 2004년 방글라데시 홍수 등 전 지구적으로 집중호우와 폭풍우에 의한 홍수가 빈발하고 있음(UNFCCC, 2005). 홍수와 더불어 가뭄현상도 심각하며 특히 아프리카 지역에서 심각하게 발생하여 니제르, 차드호 및 세네갈 지역에서는 전체 이용가능한 물의 양이 40%~60%나 감소하고 있으며 남북서부 아프리카지역에서의 사막화현상도 가속화되고 있는 실정

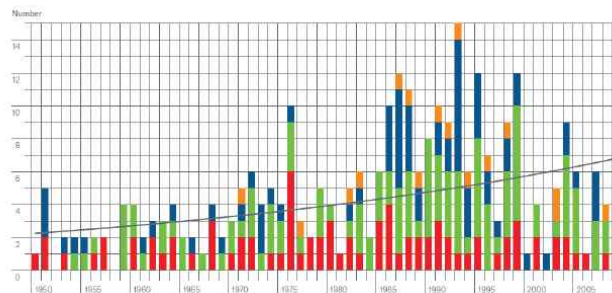
- 다양한 학자들에 의해 이루어진 기후변화 전망 결과 역시 기후변화로 인한 극한 기후현상 증가로 자연재해의 빈도 및 강도가 커질 것으로 예상되고 있다. 또한 재해취약지역에서의 개발 증가 등으로 자연재해로 인한 피해가 증가될 것으로 예상되며 이에 대한 준비가 반드시 필요한 상황이다. 기후변화로 인한 부정적인 영향을 최소화하기 위한 적응 노력의 가장 중심부에 자연재해에 대한 적응이 바탕을 이루고 있다는 것도 이러한 이유에서이다.

## 2. 전세계의 자연재해 및 피해 추세

- 전세계적으로 대규모 자연재해의 발생횟수와 피해액이 지속적으로 증가하는 추세. 1995년과 2005년의 경우 전지구적 자연재해 피해액이 2000억 달러 이상 이었고, 2008년에도 약 1500억 달러의 피해가 발생
- 1991년~2000년 2,565건에서 2001년~2010년 3,968건으로 1.5배 증가 추세를 보이며, 사망자 역시 74만 명에서 1.6배 증가한 122만 명으로 집계됐음

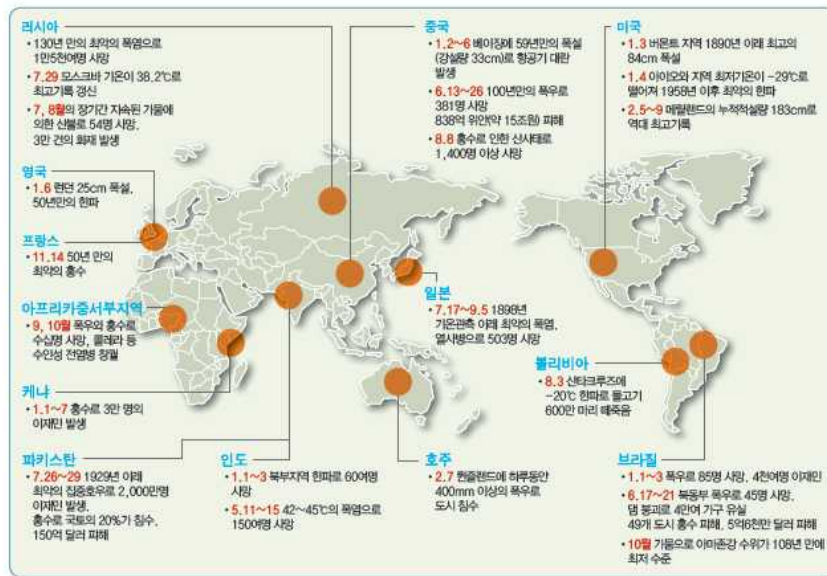


[그림 2-2] 1950년 이후 전지구적 자연재해로 인한 경제적 손실액(단위: 10억 달러). 열은 막대와 짙은 막대는 전체 및 보험 손실액을 각각 의미하고 실선은 1950년 이후 각각의 증가 경향을 나타냄<sup>4)</sup>



[그림 2-1] 1950년 이후 대규모 자연재해의 연도 별 발생 횟수  
(녹색: 태풍, 폭풍, 우박, 토네이도 등 기상 현상. 황색: 폭염, 결빙, 산불, 가뭄 등 기후 현상.  
청색: 홍수, 산사태 등 수문현상. 적색: 지진 화산 분출 등에 지구물리적 현상 횟수를 의미)<sup>3)</sup>

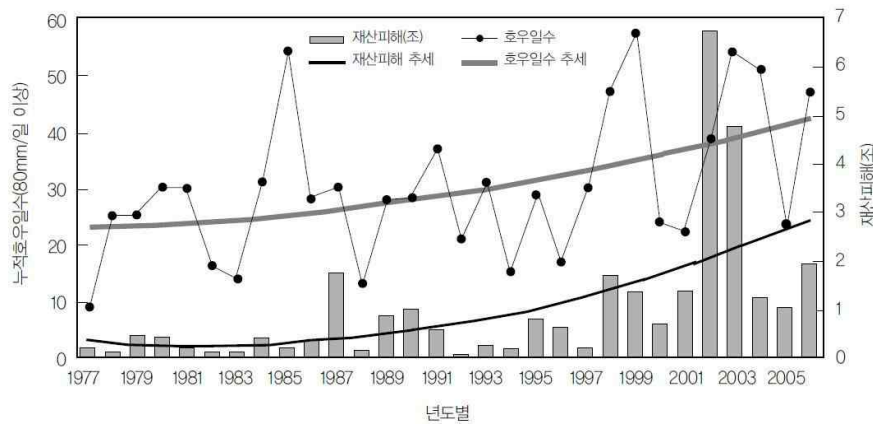
출처: Munich Re(2010) TOPICS GEO-Natural catastrophes 2009 analyses, assessments, positions



[그림 2-3] 2010년 전세계 이상기후 발생 분포도(12월 13일 현재)

### 3. 우리나라의 자연재해 및 피해 추세

- 우리나라는 특히 80mm이상의 집중호우일수가 증가되어 왔음
- 우리나라는 연평균 12회 정도의 자연재해가 발행해왔으며 최근 10년간(2000~2009) 인명피해 72명과 1조 7천억 원의 재산피해 발생



- 특히, 1998년 이후 이상강우의 빈도가 잦아졌으며 강도 또한 강해져 계획빈도 이상의 홍수가 자주 발생하여 지속적인 하천 및 수계 정비사업에도 불구하고 홍수피해액은 증가함
- 풍수해로 인한 피해가 전체 자연재해 피해의 90%이상 차지
- 또한 최근 대규모 태풍, 집중호우 빈발하여 태풍피해액 매 10년 단위로 3.2배 증가하고 80mm/일(12시간) 이상의 집중호우 일수도 90년 대비 2000년대는 2.1배 증가.



출처: 신국가방재시스템 백서(2007)

- 최근 발생한 자연재해



서울, 2001년



부산, 2009



2010년 서울 광화문



2011년 강릉 폭설



2011년 우면산 산사태



2011 춘천 사태