

기후변화, 불길한 징조, 그리고 기후위기



오재호 ▶▶▶
부경대학교 교수
joh@pknu.ac.kr

1. 2010년은 관측사상 가장 더운 해

2011년 1월 20일 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)는 2010년은 2005년과 더불어 관측 기록상 가장 더운 해로 나타났다고 발표했다(그림 1). 2010년 연평균 기온은 표준 기후값으로 사용하는 1961년에서 1990년 까지 30년 평균기온보다 0.53도 더 더웠다. 이는 2005년보다 0.01도 그리고 1998년보다는 0.02도 더 상회하는 수치이다. 이런 가장 더운 해 기록의 갱신은 장기적인 지구온난화의 결과이며, 이에 따른 이상기후 현상이 빈번해질 것이라 전망했다.

또 다른 증거로는 2010년 12월 북극해의 해빙면적이 가장 적었다는 사실을 꼽을 수 있다. 이는 북극해에서 1979년부터 2000년까지 12월 평균 해빙면적보다 $1.35 \times 10^6 \text{ km}^2$ 더 줄어든 것이 기록되었다. 북극해에서 앞으로 전망도 해빙면적이 지속적으로 줄어들 것이라는 견해가 지배적이다. 아울러 19세기 중엽부터 본격적으로 실시된 관측 기록상 지금까지 가장 더운 10년이 모두 1998년 이후에 나타났다는 사실도 현재 장기적으로 진행 중인 지구온난화의 명백

한 증거로 볼 수 있다(표1). 비록 지난겨울 우리나라를 비롯한 동아시아, 서부유럽, 미국 동부에서 이상한파가 나타나 지구온난화라는 말이 무색할 정도가 되었지만, 2010년의 기온 상승은 아프리카, 아시아의 서부와 남부 일부 지역, 그리고 그린란드를 비롯한 북극권에서 명백하게 나타났다. 대부분의 기후학자들

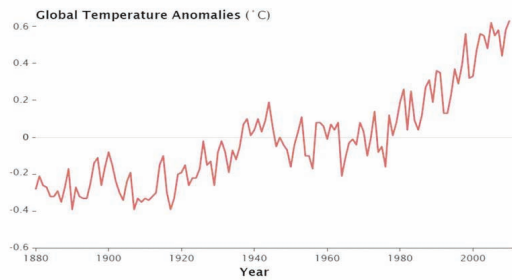


그림 1. 1880년부터 2010년 까지 전지구 평균기온의 20세기 평균기온에 대한 편차. 2010년이 2005년과 더불어 가장 더운 해로 나타났다. (자료: NASA Goddard Institute for Space Studies, GISS)

표 1. 가장 더운 10년 기록 값

가장 높은 연평균 기온을 기록한 해	20세기 평균값 13.9°C에 대한 편차 (°C)
2010	0.62
2005	0.62
1998	0.60
2003	0.58
2002	0.58
2009	0.56
2006	0.56
2007	0.55
2004	0.54
2001	0.52

은 지구온난화는 인간의 활동이 빚어낸 것이며, 올해의 기온이 최고기록을 갱신할 것인가의 여부 보다 장기적인 추세가 더 중요하다는 견해를 보이고 있다. 2000-2009년의 기온이 기온 관측 이래 가장 무더운 10년간이었다는 것이다.

2. 2010년은 재해·재난이 가장 컸던 해

2010년 한 해 동안 373건의 주요 자연재해로 인해 발생하였고 (표 2), 재산피해는 총 1090억 미국달러에 달하는 것으로 집계되어 자연재해로 인한 사망자와 경제적 피해 규모가 최근 20년 사이에 가장 컸다. 스위스재보험회사의 자료에 의하면, 2010년 자연재해와 인재로 전세계적으로 2180억 달러의 손실이 초래됐고, 이는 2009년의 2배 이상에 달하는 액수이다. 2011년 1월 24일, 벨기에 루뱅대학 (Université

catholique de Louvain) 부설 재난역학연구센터 (CREd, the Centre for Research on the Epidemiology of Disaster)가 발표한 보고서에 따르면 지난해 자연재해로 목숨을 잃은 사람의 수는 29만 7000명에 달했다. 2010년 1월 아이티에서 발생한 강진으로만 무려 22만 2500명 이상이 사망했고, 작년 여름 러시아의 폭염으로 인한 사망자도 5만 5736명으로 두 번째로 큰 인명피해가 발생했다. 유엔 재해경감 국제 전략사무국 (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR)는 2010년이 재해·재난에 의한 사망자수와 경제적 손실 등 두 측면에서 수 십 년간 최악의 해 가운데 하나였으며, 앞으로 전망은 무계획적인 도시 지역 확장과 환경악화, 기후변화 등으로 해가 갈수록 자연재해로 인한 피해규모가 더 커질 가능성이 크다고 지적했다.

2010년 1월 12일 한국시각 오전 6시 53분 9초

표 2. 2010년 10대 이상기후 발생현황

순위	이상기후사례	발생기간	주요내용
1	러시아-유럽-아시아 폭염	여름	러시아 서부를 강타한 폭염과 산불로 15,000명 이상 사망, 유럽과 아시아 도시들의 고온현상과 7월 중국에서 발생한 메뚜기 떼의 습격
2	관측기록상 가장 더운 해	1월-12월	관측사상 최고
3	파키스탄 대홍수	7월 하순-8월	비정상적으로 서쪽을 향해 이동한 아시아 몬순과 인더스강 상류지역의 폭우, 인더스강의 범람으로 1,600 명이 목숨을 잃고 수백만 명의 이재민 발생
4	엘니뇨에서 라니냐로 전환	봄철	광범위한 지역의 기상에 영향을 미치는 남방진동(ENSO)의 폭이 2010년 늦봄과 초여름에 관측. ENSO 변동폭이 2010년보다 더 컸던 해는 1973, 1983, 1998년에 불과
5	음의 값을 보인 북극진동	겨울 (12월-2월)	북반구 한파와 관련이 있는 북극진동(AO) 지수는 2010년 2월 -4.27을 기록. 이는 1950년대부터 시작된 관측 이래 가장 높은 음의 값임.
6	브라질 가뭄	2010년부터 2011년 초까지 지속	브라질 북부를 강타한 가뭄으로 아마존강의 가장 중요한 지류의 하나인 리오네그로(Rio Negro) 강의 수위가 관측을 시작한 1920년 이래 최저 값을 기록. 그 결과 아마존강 본류의 수위가 평년에 비해 3.6 m 이상 낮아짐.
7	북동 태평양에서 허리케인 발생 최소	5월 15일-11월 30일	북동태평양 허리케인이 유례없이 약화되어 최근 들어 가장 적은 수의 열대폭풍과 허리케인이 발생
8	기록적 북반구 적설면적 축소	1월-6월	2009년 12월에는 인공위성 관측이 시작된 1960년대 중반 이래 두 번째로 많은 강설량 기록. 그 결과 미국과 캐나다에서 봄철에 홍수 발생. 하지만 눈이 녹은 5-6월에는 북반구 적설면적이 관측사상 최대로 감소
9	기록적 북극해빙 면적 축소	9월 중순	2010년 북극해빙 면적이 490만 km ² 로 관측사상 세 번째로 적은 값임. 2010년 9월 북극해 항로는 지속적으로 해빙 상태를 유지.
10	중국 가뭄	2010년 상반기	100년 만에 중국 운남(Yunnam)성에 사상 유례가 없는 가뭄이 발생하여 농작물 피해와 물부족 사태 발생

(UTC), 월 11일 현지 시각 오후 4시 53분 9초에 북아메리카판과 카리브판의 경계인 엔리퀼로-프레인테인 가덴 (Enriquillo-Plaintain Garden) 단층선상에 위치한 아이티의 수도 포르토프랭스 인근 지표면으로부터 13 km 깊이에서 규모 7.0의 지진이 발생했다. 이로 인해 사망자는 22만 명이 넘었으며 부상자 수는 30만 명에 달하였다. 이에 이어, 2월 27일 칠레 산티아고 남서쪽 325km 해역에서 규모 8.8의 지진이 발생하였다. 이는 모멘트 규모 9.5의 1960년 발디비아 지진 이후 칠레에서 발생한 가장 강력한 지진이었다. 규모 8.8의 강진과 지진해일로 600명 가까이 숨지거나 실종되었으며, 이재민 80만 명이 발생하였다. 재산피해도 300억 미국달러에 달해 칠레 역사상 최악의 재난 피해로 기록되었다.

지진은 아시아에도 났었다. 4월 14일 중국 칭하이성 위수에서 발생한 규모 7.1의 강진으로 2천698명이 목숨을 잃고, 270 명이 실종되었다. 4월 같은 날 아이슬란드 남쪽 에이야프얄라요쿨(Eyjafjallajökull)에서 대형 화산이 폭발했다. 이 화산이 과거 마지막으로 폭발한 것은 1821년이며 1823년까지 계속되었다. 이

번 폭발로 화산재가 유럽 하늘을 덮쳐 공항 폐쇄가 속출했고 700만 명 이상의 여행객 발이 묶였다.

2010년 이상기후 현상은 세계 도처에서 연이어 발생했다 (그림 2). 2003년에 이어 2010년 여름엔 폭염이 러시아 상공에 자리 잡은 저지고기압(blocking high) 때문에 지구촌 북반구를 강타했다. ‘동토의 땅’ 러시아의 기온은 역사상 최고 기록인 43.8도까지 치솟았다. 유럽은 지난 500년간 이렇게 급격한 여름 기온 상승을 겪은 적이 없었다. 모스크바에서 낮 기온은 영상 38.2도를 기록했고 밤에도 기온이 크게 떨어지지 않았다. 폭염피해가 나타난 지역은 스위스 면적의 50배에 해당되는 약 2백만 km²에 달했으며, 건조한 날씨로 1백만 ha에 달하는 지역이 산불 피해를 입었으며, 곡물 생산에 약 25% 정도 수확이 감소되어 전체 피해는 약 150억 미국달러에 달했다.

일본에서도 연일 이어지는 폭염으로 5명이 열사병에 걸려 사망했고, 2,200여 명이 병원에서 치료를 받았다. 아랍에미리트에서는 낮 최고 기온이 45도를 기록하는 등 더위가 이어지자 갑자기 전력 사용량이 크게 늘었고, 이 때문에 정전사태가 발생해 많은 사람



그림 2. 2010년 전세계 이상기후 발생도 (출처: 2010년 이상기후특별보고서, 기상청)

이 냉방이 되지 않은 채 더위에 직면했다. 유럽과 미국도 기록적인 폭염을 겪었다. 우리나라에서도 8월에 만 6명이 폭염으로 숨졌고, 환자가 325명 발생했다.

비슷한 기간 남쪽 파키스탄에선 반대로 폭우가 쏟아져 최악의 홍수사태가 나면서 이재민이 2천만 명에 달했다. 7월 말 북서부지역에 집중된 폭우에 따른 홍수로 최소 1천800명의 사망자가 났으며 수십억 달러 상당의 저장식량과 미수확 농작물이 유실되었다 (그림 3). 파키스탄의 대홍수는 7월 하순부터 라니냐 영향으로 예상을 뛰어 넘는 집중호우로부터 시작되었는데, 이 호우의 원인으로 러시아에서 발생한 폭염과 영국에서 발생한 집중호우의 원인과 같은 맥락으로 러시아 위치한 저지 고기압 그리고 이 저지고기압 후면에서 제트기류의 위치가 변하지 않고 파키스탄 쪽으로 고정되어 흐르고 있었던 상황을 꼽고 있다 (Marshall, 2010). 페샤와(Peshawar)에서는 24시

간 동안 강수량이 274 mm를 기록했으며, 인더스 강 유역의 많은 지역에서 하루에 200 mm가 넘는 호우가 내렸다. 8월 중순까지 계속된 비와 인더스강의 범람으로 1781명의 희생자, 약 190만 채의 기옥이 파손되었다. 그리고 계속되는 홍수로 인해 2천만 명 이상의 이재민이 발생했고, 파키스탄의 농업지역 170만 ha의 경작지가 피해를 입었고, 20만 마리의 가축이 희생되었으며, 4백만 명이 식량부족에 직면하게 되었다.

2010년은 자연재해뿐만 아니라 사람 탓으로 인한 환경 재난도 이어졌다. 4월 미국 멕시코 만에서 영국 석유회사 BP의 해상 원유 시추시설이 폭발하여 불이 나면서 500만 배럴의 원유가 유출되었다. 이 사고로 미국 정부는 수십억 달러의 방제비용을 쏟아 부었으며, 사고 5개월 만인 9월에야 원유를 바다로 뿜어내던 시추시설의 유출 지점을 밀봉되었다. 10월에는 멕

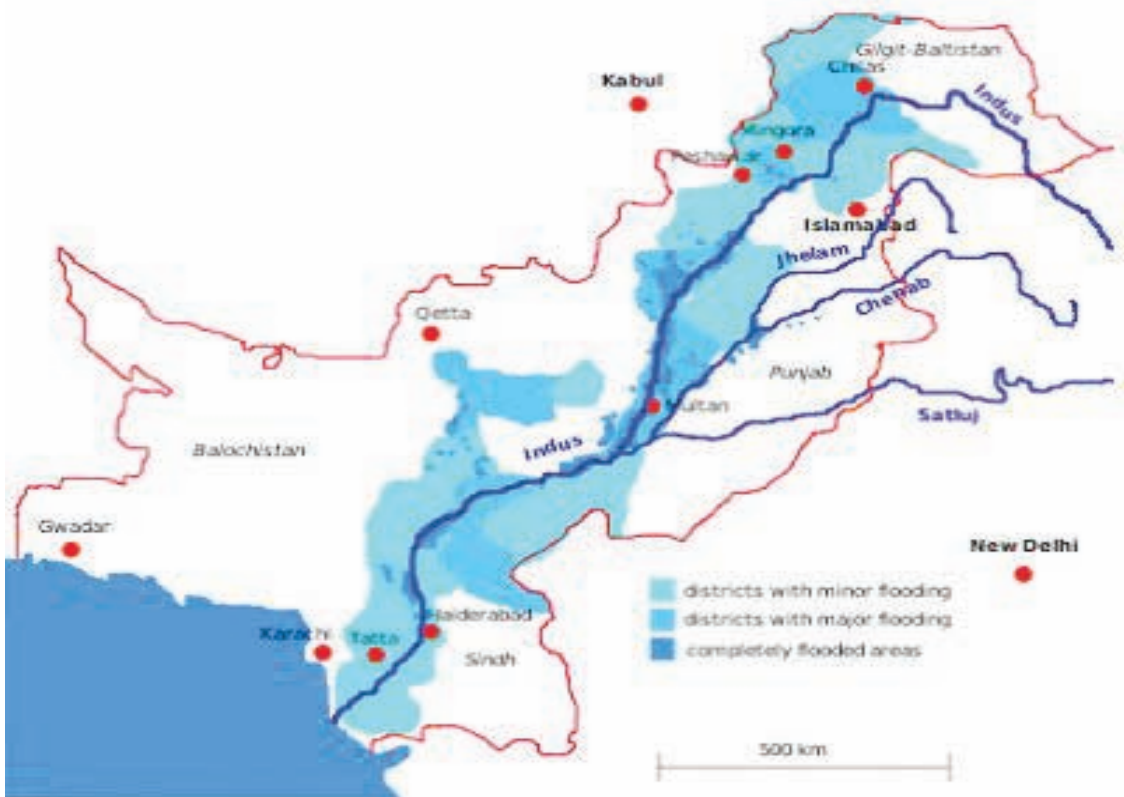


그림 3. 2010년 파키스탄 인더스강 유역의 홍수 범람도

시코만 기름 유출 피해 면적과 맞먹는 대형 사고가 헝가리에서 발생했다. 헝가리 서부 베스프렘 주 여커시에 있는 알루미늄 공장에서 보크사이트 정제 중 사용한 붉은색 슬러지를 저장한 저수조 댐이 터져 비소와 수은 등이 함유된 70만 m³ 이상의 유독성 슬러지가 유출되었다. 이 슬러지 유출로 7명이 사망하고 150여명이 다쳤다. 또 이 슬러지는 마르칼 강과 라바강을 거쳐 도나우 강 본류를 오염시켰다.

중국도 2010년 지진·홍수 등의 자연재해로 인해 4억3천만명의 이재민이 발생했으며, 5천340억위안(90조4천억원)의 재산피해를 입었다. 중국의 경우, 2010년은 2008년에 이어 사상 2번째로 자연재해가 많았던 해로 지난 4월 칭하이(靑海)성 강진을 비롯해 간쑤(甘肅)성 산사태, 윈난(雲南)성 가뭄 등 중국 전역에서 자연재해가 끊이지 않았다(그림 2). 한편 남아메리카의 브라질에서도 108년만의 대가뭄이 지구상에서 가장 넓은 열대우림지역인 아마존 지역을 휩쓸었다. 이 지역에서는 2005년 대홍수로 피해가 발생했던 지역이다. 계속된 가뭄으로 아마존의 다투리오네그로강의 수위가 13.63 m로 떨어졌는데, 이는 1902년 관측을 시작한 이후 가장 낮은 값이다. 더군다나 이 수위관측소에서는 2009년에는 29.77 m로 가장 높은 기록을 수립한 이후 일 년 만에 가장 낮은 기록을 갖게 되어 급변하는 기후를 대변하고 있다.

3. 2007년 IPCC의 지구온난화에 대한 전망과 그 이후 밝혀진 불편한 진실

2007년 2월 2일에 발표된 기후변화에 관한 정부 간협의체(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 배출이 환경 친화적으로 유지되면, 금세기말에 기온은 최소 1.1℃, 해수면은 18~38cm 상승할 것으로

전망하고 있다. 지역 규모의 변화로는 아래와 같은 것들이 있다.

- 온난화는 육지와 북반구 최고위도 지역에서 최대이며 남반구 바다와 북대서양 일부에서 최저로 나타날 것이다. 또한 눈 덮인 지역의 감소, 대부분의 영구동토 지역의 해동 깊이 증가, 해빙 범위 감소 등의 최근 관측 경향이 지속될 것으로 보인다(그림 4).
- 극심한 더위, 열파, 폭설의 빈도가 증가할 가능성이 높다.
- 열대성 저기압의 강도가 증가할 가능성이 크지만, 전 세계 열대성 저기압 발생회수가 감소하리라는 확신은 적다.
- 바람, 강수 및 기온 패턴의 변화를 동반한 온대성 폭풍 경로가 극쪽으로 편향한다.
- 고위도 지역에서는 강수량 증가 가능성이 매우 높으며, 대부분의 아열대 육지 지역에서는 강수량 감소 가능성이 높다는 것이 최근의 관측 경향으로 이어진다.

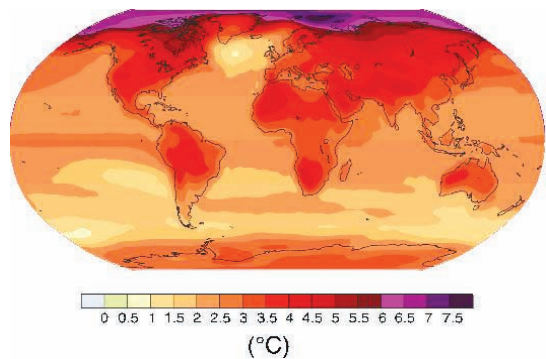


그림 4. 21세기 후반(2090-2099년)의 지표온도 변화 예측도 (IPCC, 2007). 이 그림은 A1B SRES 시나리오에 대한 다중-AOGCM 평균 예측결과를 나타내었다. 모든 온도는 1980~1999년 온도를 기준으로 상대적인 변화를 나타내었다.

금세기의 중반까지는 연간 강물 유출량과 물의 가용성이 고위도 지역(및 일부 열대 습지)에서는 증가하고, 중위도 및 열대의 일부 건조 지역에서는 감소

할 것이다. 또한, 대다수의 반건조 지역(예: 지중해 유역, 미국 서부지역, 남아프리카, 브라질 북동부)은 기후변화로 인해 수자원 부족 문제를 겪을 것이다. 유출수와 수자원은 습윤 열대지역과 고위도 지역에서 10~40% 증가하지만 저·중위도와 반건조지역에서는 10~30% 감소하며, 가뭄 영향을 받는 지역이 늘어날 것으로 보고하였다.

표 3에 제시된 바와 같이, 전지구 평균온도가 1°C 정도 상승하는 2020년대에는 대략 4~17억 명이 물 부족의 영향을 받을 것이며, 2~3°C 정도의 기온 상승이 예상되는 2050년대에는 10~20 억 명이, 전지구 평균온도가 3°C 이상 상승되는 2080년대에는 11~32 억 명이 물부족에 시달릴 것이고 전세계 인구의 1/5 이상이 홍수의 영향을 받을 것으로 전망하였다. 농업생산에도 적지 않은 영향이 예상되는데, 중~고위도지역은 온도가 1~3°C 상승할 때 까지는 곡물 생산이 증가되나, 그 이상 상승하면 일부지역에서는 감소하고, 저위도 건조지역에서는 1~2°C 증가에 따라 농작물 생산량이 감소하여 기근이 우려된다(표 3 참조). 그러나 전지구적으로는 잠재생산량은 온도가 1~3°C 상승하면 증가할 것으로 보고 있다. 전지구 평균기온이 3°C 이상 상승하면 중고위도 지역의 농업 생산량이 감소함에 따라 3천~1억2천 만 명이 기근에 위협을 받을 것이다.

최근 IPCC(2007) 보고서 발표 이후 밝혀진 새로운

10가지 불편한 진실은 다음과 같이 정리할 수 있다:

1. 1889년부터 2006년까지 관측 데이터를 선형 회귀분석한 결과, 태양의 활동과 같은 자연적인 요인보다는 인간의 활동이 지구온난화의 주요 원인이 밝혀졌다. 태양의 활동이 지구온난화에 영향을 주었을 가능성은 10% 정도에 불과했다 (Lean J. and D. Rind, 2008).
2. 950년부터 1999년까지 50년간의 자료를 바탕으로 미국 서부지역의 물 순환시스템의 변화를 분석한 결과, 하천 유량, 겨울철 기온, 적설량 등에 영향을 미치는 요인의 60%가 인간의 활동이라는 사실이 입증되었다 (Barnett, T. et al., 2008).
3. 대기중 이산화탄소 농도는 IPCC가 예상했던 것보다 훨씬 빠른 속도로 증가하고 있다. 2000년부터 2007년까지 이산화탄소 농도는 매년 2ppm씩 증가해 그 속도가 1990년대에 비해 33%나 빠르다. 최근 자료를 종합해 기후변화 예측모델을 업데이트할 경우 21세기말 지구 온도는 5.2°C 증가하게 될 것이다 (과거의 예측모델에 따르면 2.4°C 증가) (Sokolov, A. et al., 2009).
4. 이산화탄소 배출량이 지금 당장 증가를 멈춘다 하더라도 앞으로 1000년간 지구의 기온은 계속 높은 상태를 유지할 것이다. 기후변화로 인한

표 3. 연대별 지구온난화 피해 전망

피해 분야	2020년대 (1°C 상승)	2050년대 (2~3°C)	2080년대 (3°C 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 홍수 영향
생태계	• 양서류의 멸종 • 산호의 백화현상 • 생물 종의 다양성 변화	• 20~30% 멸종위기	• 전 지구 생물의 대부분 멸종 • CO ₂ 배출에 의해 지리적 생물권 분포 변화
농업	• 대체로 전 지구적 농작물 수확 잠재력 증가 • 1~3천만명의 기근 위협		• 저위도 지역의 적응잠재력 증가 • 중· 고위도 지역의 수확량 감소 • 3~12천만명의 기근 위협
홍수	• 홍수와 폭우 위험 증가	• 3백만명의 홍수 위협	• 해안가의 30%이상 유실 • 15백만명 이상 홍수 위협
질병	• 알리지 및 전염성 질병 확산	• 영양 부족, 과다출혈, 심장관련 질병 증가 • 열파, 홍수 가뭄으로 사망증가	

- 피해의 상당 부분은 이미 되돌릴 수 없는 지경에 도달했다. 오랫동안 바다는 태양에너지를 상당량 흡수함으로써 기온 상승을 억제해 왔지만 이제 그러한 효과는 약화됐으며 오히려 그동안 축적된 열을 방출함으로써 지구를 더 따뜻하게 하는 역할을 하고 있다. 대기 중 이산화탄소 농도가 450~600ppm까지 상승하면 세계 곳곳에서 강우량이 회복 불가능한 수준으로 줄어들 것이다 (Solomon, S. *et al.*, 2009). 이리하여 만약 대기 중 CO₂ 농도가 현재의 385 ppm 수준에서 600 ppm 수준으로 올라간다면 극지방의 빙하와 빙산이 급속히 녹아내려 해수면은 0.4~1m 상승하고, 1000 ppm을 넘어서면 해수면은 최대 2m 높아져 상당수의 섬과 해안 지대가 물에 잠길 것이다. 만약 이렇게 진행된다면 아무리 우리가 이제 CO₂ 배출을 억제한다고 하여도 지구온난화 문제는 사실상 '돌아올 수 없는 다리'를 건너게 되는 것이다. 즉, 일러도서기 3000년까지 지구온난화가 계속될 것으로 솔로몬 박사님은 전망하였다.
5. 북극바다에서 해빙 현상이 가속화 되면 해안으로부터 1,500 km 떨어진 육상부의 토양에까지 더 많은 태양에너지가 도달하게 된다. 그 결과 영구동토층이 빠른 속도로 녹아 그 속에 갇혀있던 대량의 이산화탄소와 메탄이 대기 중으로 방출될 가능성이 높다 (Lawrence D. *et al.*, 2008).
 6. 대기중 이산화탄소 농도가 2100년 700ppm에 도달할 경우(2008년 385.57 ppm), 하루 평균 기온은 미국 중서부와 남부유럽에서 40°C, 호주, 인도, 중동, 아프리카 일부 지역에서는 50°C를 초과하게 될 것이다 (Sterl, A. *et al.* 2008).
 7. 세계빙하관측서비스(WGMS: World Glacier Monitoring Service)의 조사에 따르면, 전 세계 아홉 군데의 산악지대에서 30개의 빙하가 녹아내리는 속도는 2004년부터 2005년까지 그리고 2005년부터 2006년까지 두 배 정도 증가했

다 (UNEP, 2008).

8. 970년부터 2004년까지 28,800개의 동식물 생태계와 829개의 물리적인 기후시스템의 변화양상에 대한 문헌자료를 메타 분석한 결과, 인간의 활동에서 비롯된 지구온난화가 이미 생태계와 물리적 시스템에 상당한 영향을 미치고 있다는 사실이 확인되었다 (Rosenzweig, C. *et al.*, 2008).
9. 캐나다 브리티시 콜롬비아 숲에서는 지구온난화에 따른 기온 상승으로 나무줄기의 껍질을 뚫고 들어가 영양분을 빼앗는 딱정벌레류 (beetles)의 개체수가 급속하게 늘어나고 있다. 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 브리티시 콜롬비아 숲생태계의 변화를 예측한 결과, 2003년 소규모 이산화탄소 흡수원이었던 숲이 2020년에는 매년 1,760만 톤가량의 이산화탄소를 방출하는 배출원으로 변모할 것으로 예상된다 (Kurz, W. *et al.*, 2008).
10. 인공적으로 닫힌 생태계(mesocosm)에서 플랑크톤 군집을 다양한 수준의 이산화탄소 농도에 노출시킨 결과, 2100년까지 이산화탄소 농도가 계속 증가하게 되면 열대지방의 바다에서 '죽음의 해역(dead zone)'이 50%가량 증가할 것으로 예측되었다. '죽음의 해역'은 산소가 부족해 생명체가 살기 힘든 바다에 붙여진 이름이다. 지금까지는 '죽음의 해역'이 비료나 하수의 유입에 따른 질소 농도의 증가 때문에 형성되는 것으로 알려져 왔다 (Oschlies, A. *et al.*, 2008).

4. 지구온난화를 2도로 멈추게 하려는 국제적인 노력

2010년 11월29일부터 12월10일까지 멕시코 칸쿤에서 '제16차 기후변화당사국총회'(COP-16)가 열렸다. 이 194개 국가의 당사국 대표들과 NGO, 산업체

등 1만여 명이 참석한 COP-16은 2013년 이후의 온실가스 목표가 과연 어떻게 설정될 것인가에 대한 지구적인 관심을 끈 회의였다. 2012년 말 효력이 끝나는 교토의정서 연장 문제를 합의를 이루기로 한 2009년 덴마크 코펜하겐에서 개최된 COP-15 합의의 성과를 마무리하고 2013년부터 적용되는 각 국가별 온실가스 2차 의무감축 목표를 설정하려 하였으나 합의에는 실패하였다. 결과적으로, ‘포스트-교토’ 이후의 온실가스 감축 목표 설정은 결국 실패하면서, 지구온난화의 고삐는 당분간 풀리게 되었다.

코펜하겐 협약이라는 불완전한 틀 속에서 이루어진 선진국들의 온실가스 감축공약은 유엔의 공식 절차와는 무관한 것이었다. 멕시코 칸쿤에서는 각 나라의 감축공약이 유엔의 공식문서로 남겨져 한층 더 구속력이 높아진 것으로 볼 수 있다. 하지만 온실가스 감축 책임문제를 둘러싸고 선진국과 개발도상국의 입장이 첨예하게 부딪히고 있기 때문에 법적 구속력을 가지는 합의에는 도달하지 못했다. 또 각 나라들이 제시한 온실가스 감축공약도 목표치와는 거리가 멀다. 지금까지 제시된 감축목표로는 지구 기온이 산업화 이전 보다 3.2℃ 증가할 것으로 예상된다. 지구온난화를 2℃ 이내에서 억제해야 한다는 과학자들의 견해와는 매우 큰 격차가 있는 셈이다 (Meinshausen *et al.*, 2009; Allen *et al.*, 2009).

대기로 방출되는 CO₂는 해마다 증가되고 있지만 대기에서 제거되는 양은 제한적이다. 또 방출되는 양과 제거되는 양이 균형을 이룬다고 해도 지구의 기온이 평형을 이룬다고 생각하는 것은 큰 오산이다. 이미 대기 중에 방출된 CO₂로 인해 지구온난화를 수 백년 또는 그 이상 관성을 멈추지 않을 것이다. Meinshausen *et al.* (2009)의 연구결과에 의하면, 지구온난화를 2℃로 제한하기 위해서는 2000년부터 2050년까지 대기로 방출되는 CO₂ 양을 1조 톤으로 제한해야만 한다. 이 수치는 굉장히 여유가 있어 보인다 하지만 2000년부터 2006년까지 이미 2340억 톤을 방출한 상태이며, 이런 속도로 CO₂를 방출하게 되면 2030년이면 이미 한계 값에 도달할 것이다. 목

표 값에 맞추기 위해서는 일인당 해마다 CO₂ 배출을 1톤 미만으로 줄여야 한다. 현재 서유럽에서는 일인당 해마다 6톤의 CO₂를 배출하고 있으며, 미국은 19톤, 그리고 중국은 3톤을 배출하고 있다. 이런 점에서 볼 때, 지구온난화를 2℃로 제한하는 것은 세계 모든 나라에 고통이 될 것이다. 지금 이런 노력을 미룬다면 그 다음에 오는 고통은 더욱 커질 것이다.

COP-16 회의에서 다만 볼리비아를 제외한 193개국이 찬성한 2020년까지 연간 1000억 달러 규모의 녹색기후기금 조성과 지구평균 기온 상승은 산업화 이전 대비 2℃ 이내로 억제하기 위한 긴급한 행동을 촉구하는 합의는 채택되었다. 한편으로, 온실가스 감축 목표 설정에는 선진국과 개도국의 명확한 입장차이만 확인하게 되었다. 이번 COP-16이 기후변화대응에 관한 괄목할 만한 성과를 내지 못한 것은 미국과 중국으로 대변되는 첨예한 남북갈등 때문으로 볼 수 있다. 따라서 ‘포스트-교토’ 체제에 대한 온실가스 감축 목표 설정은 2011년 COP-17 회의 과제로 넘기게 됐다. 그 사이 지구온난화를 억제하려는 행동은 늦추어질 수밖에 없고, 지구의 온도는 계속 올라갈 것이다. 또 이에 따른 기록을 상회하는 이상기후 현상을 우리는 겪게 될 것이다.

5. 맺는말

2010년 지구촌 전역은 유달리 환경 재난으로 극심한 몸살을 앓았다. 지진, 폭염, 홍수 등 올 한해 지구촌을 덮친 자연 재해로 최소 25만 명이 이상이 희생되었다. 여기에 미국 멕시코 만에서 발생한 원유 유출 사고는 인명을 앗아간 것은 물론 피해가 생태계로 확산되며 환경에 거대한 재앙을 초래했다. 하지만 2010년 말에 멕시코 칸쿤에서 열린 COP-16에서 다소 미흡하지만 지구온난화에 대응하기 위한 새로운 기후변화 협정의 기초를 마련하였다. ‘포스트-교토’ 체제에 대한 온실가스 감축 목표 설정이 합의에 도달하지 못하고 2011년 COP-17 회의 과제로 넘기게 됨에 따라

우리나라가 온실가스 의무감축 국가에 포함되는 문제도 따라서 연기되었다. 2011년부터 온실가스 에너지 목표관리제 시행과 함께 배출권거래제를 도입하고자 했던 한국의 입장에서는 조금의 시간적 여유와 유연성을 갖게 됐다. 그렇다고 해서 한국이 온실가스 의무감축 부담에서 자유로워지는 것은 결코 아니다.

국제사회에서 각 국가들의 상대적 이익을 우선시하는 국제사회의 속성을 본다면 이런 불투명한 온실가스 저감 정책으로 현재 진행 중인 지구온난화를 2도로 억제하려는 세계 각국의 열망이 쉽게 이루어지지 않을 것이다. 이런 상황에서 우리나라는 어떻게 해야 하나? 우리나라는 선진국과 개발도상국 사이의 다리 역할을 자처하고 있기에 앞으로 기후변화대응에 관한 선도적인 노력이 더욱 필요하다. 우리나라는 이미 저탄소 녹색성장 기본법을 통해 온실가스 감축 목표를 설정하고, 온실가스, 에너지 목표관리제를 시행하고 있는 만큼 바뀌는 국제사회의 변화에 보다 능동적인 준비를 하고 있다고 본다. 하지만 이런 온실가스 저감노력이 지구온난화를 충분히 억제하지 못하는 경우를 대비하여 상대적으로 부족한 기후변화에 대한 우리의 적응대책도 준비하여야 한다. 기후가 더워지는 것은 문제가 아닐 수도 있다. 이미 열대지방에도 많은 사람들이 살고 있기 때문이다. 하지만 기후변화

에 따라 우리 국민 모두에게 필요한 물, 식량, 그리고 에너지를 제공하지 못하는 경우 기후변화는 우리의 위기로 대두될 것이다. 따라서 이제 기후변화 문제는 이제 과학적인 전망 차원을 벗어나 물안보, 식량안보 그리고 에너지안보 등 국가 안보 차원에서 대응책을 강구해야 할 때가 되었다. 2011년 3월 영국의 경제학자 스티븐은 기후변화에 따른 물과 식량부족으로 세계적인 전쟁이 발발할 수 있다고 이야기하고 있다. 미국의 국토안보부에도 기후변화 문제에 대응하기 위한 실무팀을 가동하기 시작했다. 우리도 이제 기후변화 문제를 국가안보적인 차원에서 대응책을 마련한다면, 이들 물, 식량, 그리고 에너지는 서로 종속적인 면이 많기에, 신뢰성 있고 모두가 공감할 수 있는 미래 수자원과 식량자원에 대한 전망과 대책이 그 바탕이 될 것이다.

6. 사사

이 연구는 기상청 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업 (RACS_2011-4015)의 지원으로 수행되었습니다. 🌊

참고문헌

1. Allen, M. R., D. J. Frame, C. Huntingford, C. D. Jones, J. A. Lowe, M. Meinshausen, and N. Meinshausen, 2009: Warming caused by cumulative carbon emission: the trillionth tone. *Nature*, 458 (7242): 1163-1166 DOI: 10.1038/nature08019
2. Barnett, T. P., D. W. Pierce, H. G. Hidalgo, C. Bonfils, B. D. Santer, T. Das, G. Bala, A. W. Wood, T. Nozawa, A. A. Mirin, D. R. Cayan, and M. D. Dettinger, 2008: Human-induced changes in the hydrology of the western United States. *Science*, 319:1080.
3. IPCC, 2007. Climate change 2007: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Forth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

4. Kurz, W. A., C. C. Dymond, G. Stinson, G. J. Rampley, E. T. Neilson, A. L. Carroll, T. Ebata, and L. Safranyik, 2008: Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, vol. 452.
5. Lawrence, D. M., A. G. Slater, R. A. Tomas, M. M. Holland, and C. Deser, 2008: Accelerated Arctic land warming and permafrost degradation during rapid sea ice loss. *Geophysical Research Letters*, vol. 35.
6. Lean J. and D. Rind, 2008: How natural and anthropogenic influences alter global and regional surface temperatures: 1889 to 2006. *Geophysical Research Letters*, vol. 35.
7. Marshall M., 2010: Frozen jet stream links Pakistan floods, Russian fires. *New Scientist*, 10 Aug 2010. <http://www.newscientist.com/article/mg20727730.101-frozen-jet-stream-links-pakistan-floods-russian-fires.html>
8. Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, S. C. B. Raper, K. Frieler, R. Knutti, D. J. Frame, and M. R. Allen, 2009: Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C. *Nature*, 458 (7242): 1158–1162 DOI: 10.1038/nature08017
9. Oschlies, A., K. G. Schulz, U. Riebesell, and A. Schmittner, 2008: Simulated 21st Century's increase in oceanic suboxia by CO₂-enhanced biotic carbon export. *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 22.
10. Rosenzweig, C., D. Karoly, M. Vicarelli, P. Neofotis, Q. Wu, G. Casassa, A. Menzel, T. L. Root, N. Estrella, B. Seguin, P. Tryjanowski, C. Liu, S. Rawlins, and A. Imeson, 2008: Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453:353–357.
11. Sokolov, A., P. H. Stone, C. E. Forest, R. Prinn, M. C. Sarofim, M. Webster, S. Paltsev, C. A. Schlosser, D. Kicklighter, S. Dutkiewicz, J. Reilly, C. Wang, B. Felzer, J. Melillo, and H. D. Jacoby, 2009: Probabilistic forecast for 21st century climate based on uncertainties in emissions (without policy) and climate parameters. *Journal of Climate*, DOI: 10.1175/2009JCLI2863.1.
12. Solomon, S., G.-K. Plattner, R. Knutti, and P. Friedlingstein, 2009: Irreversible climate change because of carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (DOI: 10.1073/pnas.0812721106).
13. Sterl, A., H. Dijkstra, W. Hazeleger, G. J. van Oldenborgh, M. van den Broeke, G. Burgers, B. van den Hurk, P. J. van Leeuwen, and P. van Velthoven, 2008: When can we expect extremely high surface temperatures? *Geophysical Research Letters*, vol. 35.
14. UNEP, 2008: Press Release. 2008. 3. 16.