

# 지구온난화에 따른 한국에서 자연재해 발생 전망

오재호

부산대학교 환경대기학과

2007년 2월 2일에 발표된 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC<sup>1)</sup>) 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.

이렇게 되면, 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.

전지구 평균온도가 1℃ 상승하는 2020년대에는 양서류가 지구상에서 사라지고, 산호의 백화 현상이 만연할 것이다. 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.

아시아지역에서 히말라야 산의 빙하 용해로 홍수와 산사태, 수자원 파괴를 증가시킬 것이다. 특히 동남아시아의 빠른 경제 성장과 인구의 증가, 인구의 도시집중 등

은 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.

지구의 기후는 점진적으로 변하는 것이 아니라 당겨진 고무줄을 갑자기 놓는 것처럼 변한다. 대기 중에 온실가스가 증가함에 따라 축적된 스트레스로 인해 수 년 또는 수개월 만에 우리가 상상할 수 없는 엄청난 기후변화가 나타날 수도 있다. 자연이 갑자기 변화의 방아쇠를 당기면 이에 따른 기후도 막대한 에너지를 가지고 새로운 평형을 향해 급속하게 움직인다. 만약 본격적인 기후변화의 시기가 도래하면 과거 어느 때보다도 더 격렬한 환경변동을 경험하게 될 것이다. 이러한 예상은 최근에 발생한 예기치 못한 이상기후 현상들로부터 미루어 볼 때 이미 우리들에게 현실로 다가오고 있는지도 모른다.

2007년 5월 4일 태국 방콕에서 유엔정부간기후변화위원회(IPCC)는 기후변화로 인한 지구적 재앙을 막기 위해서는 앞으로 8년 후인 2015년을 정점으로 온실가스 배출량이 대폭 감소되어야 한다는 내용의 보고서를 발표했다. 보고서는 세계 지도자들에게 지구 온난화를 방지하기 위한 시간적 여유가 없다는 점을 경고하고, 전지구에서 기온과 홍수 발생의 위험수준 더 이상 단계로 들어가는 것을 막기 위해서는 세계총생산의 3%의 예산이 들어갈 것으로 예측하고 있다.

지구온난화를 지연시키기 위해서는 국가뿐만 아니라

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

우리 각 개인의 노력도 필요하다. 자가용 대신 버스 타기, 에어컨 1~2도 낮추기, 육식 줄이기 등 아끼고, 나누고, 검소하게 사는 생활양식과 습관의 작은 변화를 통해 온난화로부터 지구를 구하는데 일조할 수 있을 것이다.

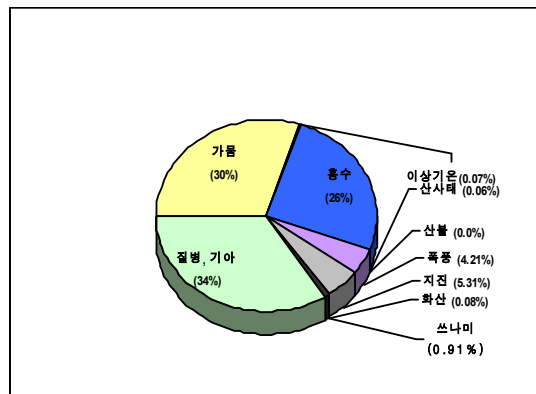
**주제어:** 지구온난화, 기후변화, 자연재해

### 1. 증가하는 이상기상 현상들

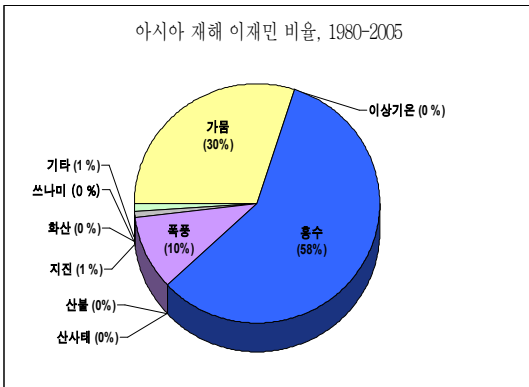
날씨는 매일 매일 일어나는 중요한 우리 생활의 일부이다. 대부분 우리에게 다가오는 날씨는 온화하지만, 지금 이 시각에도 세계 곳곳에서는 강한 비바람을 몰고 오는 대규모 소용돌이인 태풍, 그 보다는 규모면에서는 상대가 되지 않지만 피해지역을 초토화하는 토네이도, 도시 농촌을 가리지 않고 파괴를 몰고 오는 홍수와 집중호우, 굶주림과 함께 조용한 살인자로 다가오는 가뭄, 우리의 산업 활동을 마비시키기도 하는 폭설, 산사태와 한파, 최근에는 황사와 같은 먼지 폭풍이 새로운 기상재해로 등장하고 있다. 예를 들면, 1988년 북미 중부 곡창지대에서는 극심한 가뭄이 나타났고, 이곳의 젓줄인 미시시피강의 수위도 심각하게 낮아졌다. 이로부터 5년 후인 1993년 다시 이곳에 잦은 호우로 미시시피강 상류와 하류, 그리고 중서부에 산재한 미시시피강의 지류에서 홍수가 발생했다. 1990년대 초에 신문의 머리기사로 남부 아프리카의 가뭄으로 인한 식량부족 사태는 약 8천만 아프리카인을 기아에 빠트릴 것이라는 기사가 소개되기도 했다. 1995년 초 서유럽에서 발생한 엄청난 홍수는 네덜란드와 같이 자연재해에 잘 준비된 나라조차도 과학과 기술의 발전이 홍수로부터 사회를 안전하게 보호할 수 있다는 신념을 흔들리게 하였다. 이는 1970년대와 1980년대 캐나다 정부가 캐나다 초원지방은 가뭄걱정을 할 필요가 없다고 장담하던 때와 매우 다른 처지가 되었고, 결국 완벽한 자연재해 예방은 가능하지 않다는 사실을 깨닫게 되었다. 첫 번째 ‘세기의 엘니뇨’가 나타난 지 15년이 되는 1997-98년 두 번째의 ‘세기의 엘니뇨’가 다시

나타나 세계 곳곳은 다시 재해의 시대를 맞게 되었다.

지난 1900년부터 2005년까지 105년 동안 아시아에서 이상기상현상 또는 재난별 희생된 인명수를 보면 (<그림 1>), 가장 큰 희생을 가져온 것은 바로 34%를 차지하는 질병과 굶주림이다. 그 뒤를 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 2>). 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.



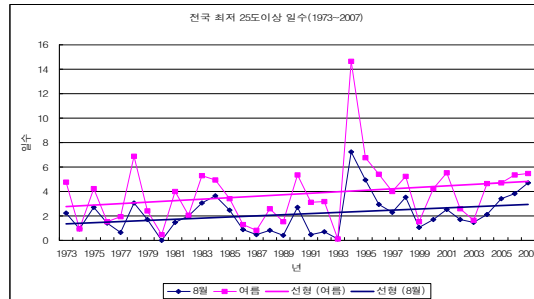
<그림 1> 1900년부터 2005년까지 105년 동안 아시아에 발생한 이상기상현상 또는 재난 별 희생된 인명 분포.



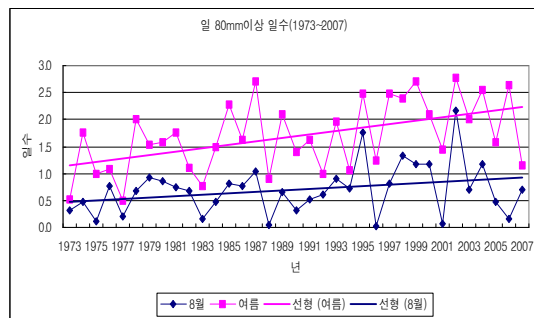
<그림 2> 1980년부터 2005년까지 25년 동안 아시아에 발생한 이상기상현상별 이재민 분포.

최근 우리는 기후가 많이 달라지고 있다는 것은 피부로 느낄 정도가 되었다. 장마가 종료된 후에 더 장마 같은 날씨가 계속되었다. 여기저기 내리는 집중호우에다 해마다 증가되는 열대야 현상은 누구도 정상적인 날씨라고 보기에는 많이 다르다는 것을 부인하기 어렵게 되었다. 1907년 관측 이래 가장 따뜻한 겨울을 보인 온난화 경향은 여름까지 계속되었다. 전국 60개 지점의 여름철(6, 7, 8월) 기상관측 자료를 분석한 결과 금년 여름은 평균기온이 평년보다 0.3℃ 높았다. 최고기온 35℃ 이상 발생일수는 1970년대 0.4일에서 금년 8월은 1.1일로 0.7일 증가 하였으며, 특히 열대야라 불리는 최저기온 25℃ 이상인 날은 금년 8월이 4.7일로 1970년대에 비해 3.1일 증가하였다 (<그림 3> 참조). 9월에도 평균기온이 평년보다 1.2℃ 높았다. 특히 11호 태풍 ‘나리’와 12호 태풍 ‘위파’의 영향으로 일부지역에서는 9월 중순에도 열대야가 나타나는 이상 늦더위 현상을 보이기도 했다. 1990년대부터 전형적인 장마 시기인 6월말에서부터 7월까지의 강수량보다 더 많은 비가 8월중에 내리고 있다. 6월중 강수량도 증가하고 있다. 또 한 내리는 비도 성격이 많이 달라지고 있다. 우리나라에 전역에 걸쳐 지속적으로 가늘게 내리는 비가 국지적으로 내리는 소나기 형태로 바뀌고 있다(<그림 4> 참조). 비가 내린 대기 보다는 퍼붓는다는 표현이 더 옳을 것 같다. 이에 따라 일부 언론에서 시작한 “케릴라성 호우”라는 말은 이제 어느 누구도 어

색하게 생각하지 않는 보편적인 용어가 된지 오래다.



<그림 3> 60개 지점의 8월 및 여름의 전국 최저기온 25℃ 이상인 평균 일수(1973~2007). 자료: 기상청.



<그림 4> 60개 지점의 8월 및 여름의 80mm 이상/일 강수량일수(1973-2007). 자료: 기상청 제공.

우리나라뿐만 아니다. 2007년 4월에는 유럽 전역에서 지금까지의 기록을 갱신하는 폭염으로 이탈리아를 비롯한 남부 유럽에서 산불이 기승을 부렸다. 급기야 8월에는 계속되는 폭염과 산불로 남부 유럽에서는 국가 비상상태가 발표되고, 일부 국가에서는 이에 적절히 대응하지 못했다고 정권퇴진이 요구되기도 했다 (<사진 1>). 유엔 산하 세계기상기구(WMO)의 발표에 의하면 지난 1월과 4월은 1880년 기록을 재기 시작한 이래 최고 기록을 보였다고 한다. 썩새 48도 이상의 폭염에 시달리던 파키스탄과 인도북부에서는 150여명 이상이 희생되었다. 또한 이 지역에서 최악의 몬순홍수로 인해 방글라데시, 네팔 등과 더불어 수 백 만 명이 피해를 입었고, 지난 6월 중국 남부에 내린 폭우와 산사태로 120명이 숨진 것을 포함해 약 1천400만 명이 홍수로 피해를 입었다. 지난 6월 27일에는 미국 텍사스 주 북부에 있는 오스틴에서는

하루에 460mm 라는 기록적인 강우를 보였으며 11명의 희생자가 발생했으며, 영국에서도 폭풍우로 강한 바람과 함께 기록적인 강수가 그곳을 연타했다. 이러한 기상재해는 계속해서 새로운 기록을 수립하고 있다. 이런 변덕스런 날씨를 우리는 어떻게 해석해야 하는가? 많은 기후학자들의 이러한 이상기상현상이 유례없이 빈번하게 발생하는 것을 지난세기부터 본격적으로 관측되기 시작한 지구온난화현상에서 그 원인을 찾고 있다.



<사진 1> 2007년 8월 25일 위성에서 본 그리스에서의 산불

## 2. 우리가 기후를 변하게 하는가?

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. 그러나 아무리 이들 이상기상현상의 발생이 지구온난화 추세처럼 일방적으로 나타나지는 않는다. 최근 수 십 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).

기후가 어떤 종의 출현과 멸망에 영향을 미친다는 아이디어는 찰스 다윈을 고려하면 새로운 것이 아니다. 이 개념은 인류사회에도 적용될 수 있다. 1995년 플로리다 대학 연구팀이 유카탄반도의 호수 침전물 속에서 마야 붕괴와 일치하는 오랜 가뭄의 흔적을 발견하면서 그 실마리를 찾았다. 또 다른 사례로, 중세의 기후 최적기(Medieval Warm Period)에는 그린란드는 산림은 없었지만 바이킹의 활동 근거가 될 정도로 충분히 따뜻했다. 하지만, 14세기 소빙하기(Little Ice Age)가 시작되면서 그린란드는 스스로 살기가 부적합한 곳으로 변했고, 1500년에 이르자 사람의 흔적은 완전히 사라졌다. 이러한 사실로부터 우리는 지금까지 한번도 기후변동으로부터 자유로운 적은 없었다는 것을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 이제 우리 인간이 지구의 기후를 변하게 하고 있다.

2007년 7월 11일 통계청은 세계인구변화추이 보고서에서 세계인구는 1804년에 10억 명, 1927년에 20억 명, 1960년에 30억 명, 1974년에 40억 명, 1987년에 50억 명에 이어 2007년 7월 1일 현재 66억7천만명으로 추정하였고, 2050년에는 91억9천만명에 이를 것으로 전망하였다(통계청, 2007). 산업혁명 이후 폭발적으로 증가하고 있는 인류의 수는 더 많은 에너지와 자원의 소비를 필요로 하고 있다(<표 1> 참조). 산업혁명이후 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 무지하게 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 변화시키고 있는가? 만약 그렇다면, 얼마나 심각하다는 말인가? 그렇다면, 결국에는 어떤 결과를 초래할 것인가? 이 문제에 대해서 어떤 조치를 취해야만 하는가? 이러한 질문들은 우리 인간 사회에 매우 중요한 사안이기, 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 불러 일으키고 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(IPCC<sup>2)</sup>) 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 것이라고 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 1> 세계 및 한국인구 추이 (통계청, 2007)**  
(단위: 백만명, %)

	1950		1975	
<세계>	2 535	(100.0)	4 076	(100.0)
선진국	814	( 32.1)	1 048	( 25.7)
개도국	1 722	( 67.9)	3 028	( 74.3)
아프리카	224	( 8.8)	416	( 10.2)
아시아	1 411	( 55.6)	2 394	( 58.7)
유럽	548	( 21.6)	676	( 16.6)
라틴아메리카	168	( 6.6)	325	( 8.0)
북아메리카	172	( 6.8)	243	( 6.0)
오세아니아	13	( 0.5)	21	( 0.5)
남한	19	( 0.7)	35	( 0.9)
북한	10	( 0.4)	16	( 0.4)

	2007		2025	
<세계>	6 671	(100.0)	8 011	(100.0)
선진국	1 223	( 18.3)	1 259	( 15.7)
개도국	5 448	( 81.7)	6 752	( 84.3)
아프리카	965	( 14.5)	1 394	( 17.4)
아시아	4 030	( 60.4)	4 779	( 59.7)
유럽	731	( 11.0)	715	( 8.9)
라틴아메리카	572	( 8.6)	688	( 8.6)
북아메리카	339	( 5.1)	393	( 4.9)
오세아니아	34	( 0.5)	41	( 0.5)
남한	48	( 0.7)	49	( 0.6)
북한	24	( 0.4)	25	( 0.3)

	2050	
<세계>	9 191	(100.0)
선진국	1 245	( 13.5)
개도국	7 946	( 86.5)
아프리카	1 998	( 21.7)
아시아	5 266	( 57.3)
유럽	664	( 7.2)
라틴아메리카	769	( 8.4)
북아메리카	445	( 4.8)
오세아니아	49	( 0.5)
남한	42	( 0.5)
북한	25	( 0.3)

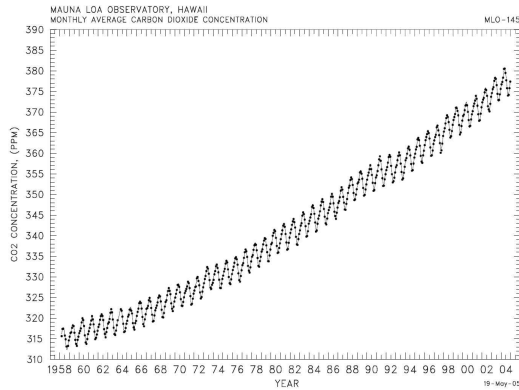
자료: UN(2007), 통계청(2006)

대기중 온실가스 농도는 산업혁명 이전에 단지 280ppm이었던데 비하여, 에너지 생성과 토지이용 변화를 포함하여, 인간의 활동에 따른 배출량 증가로 현재 430ppm이다. 온실가스의 연간 배출량은 여전히 증가하고 있다. 온실가스의 가장 큰 비중을 차지하는 이산화탄소의 배출량은 1950년과 2000년 사이에 약 연평균 2.5%로 증가했다. 2000년에 총 온실가스 배출량은 약 42Gt이었으며, 연간 약 2.7ppm의 속도로 농도가 증가하고 있다(<그림 5>). 기후변화에 대항하는 활동이 없다면, 대기중 온실가스의 농도는 계속 증가할 것이다. 그럴듯한

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

'business as usual' 시나리오에서, 2035년까지 550ppm에 이를 것이며, 연간 4.5ppm으로 증가하며, 가속화될 것이다.

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.



자료: <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo.htm>.

<그림 5> 1958년부터 하와이 마우나 로아 관측소에서 측정된 대기 중 CO2 농도 변화

### 3. IPCC의 새로운 전망

2007년 2월 2일에 발표된 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC<sup>3)</sup>) 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

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

유지되면, 금세기말에 기온은 최소 1.1℃, 해수면은 18~38cm 상승할 것으로 전망하고 있다. <표 2>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.

<표 2> IPCC 발표 이산화탄소 배출 시나리오에 따른 기온과 해수면 상승

시나리오	CO2 농도	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

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 3>에 제시된 바와 같이, 전지구 평균온도가 1℃ 정도 상승하는 2020년대에는 대략 4~17억 명이 물부족의 영향을 받을 것이며, 2~3℃ 정도의 기온 상승이 예상되는 2050년대에는 10~20억 명이, 전지구 평균온도가 3℃ 이상 상승되는 2080년대에는 11~32억 명이 물부족에 시달릴 것이고 전세계 인구의 1/5 이상

이 홍수의 영향을 받을 것으로 전망하였다.

대기 중 CO2 농도 증가와 지구온난화는 생태계에도 큰 영향을 미치는데, 전지구 평균온도가 1℃ 상승하는 2020년대에는 양서류가 지구상에서 사라지고, 산호의 백화 현상이 만연할 것이다(<표 3> 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 상호 연계와 관련하여 물, 식량공급, 생물다양성에 대해 부정적인 영향을 미칠 것으로 보고 있다.

농업생산에도 적지 않은 영향이 예상되는데, 중·고위도 지역은 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 3> 참조). 그러나 전지구적으로는 잠재생산량은 온도가 1~3℃ 상승하면 증가할 것으로 보고 있다. 전지구 평균기온이 3℃ 이상 상승하면 중·고위도 지역의 농업 생산량이 감소함에 따라 3~12천만명이 기근에 위협을 받을 것이다.

<표 3> 년대별 지구온난화 피해 전망

피해 분야	2020년대 (1℃ 상승)	2050년대 (2~3℃ )	2080년대 (3℃ 이상 상승)
수자원	<ul style="list-style-type: none"> <li>4~17억 명의 물 부족 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10~20억 명의 물 부족 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>11~32억 명의 물 부족 영향</li> <li>전 세계 인구의 1/5 이상 홍수 영향</li> </ul>
생태	<ul style="list-style-type: none"> <li>양서류의 멸종</li> <li>산호의 백화현상</li> <li>생물 종의 다양성 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20~30% 멸종위기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전 지구 생물의 대부분 멸종</li> <li>CO2 배출에 의해 지리적 생물권 분포 변화</li> </ul>

피해 분야	2020년대 (1℃ 상승)	2050년대 (2~3℃ )	2080년대 (3℃ 이상 상승)
농업	<ul style="list-style-type: none"> <li>대체로 전 지구적 농작물 수확 잠재력 증가</li> <li>1~3천만명의 기근 위협</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>저위도 지역의 적응잠재력 증가</li> <li>중·고위도 지역의 수확량 감소</li> <li>3~12천만명의 기근 위협</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해안가의 30%이상 유실</li> <li>15백만명 이상 홍수 위협</li> </ul>
홍수	<ul style="list-style-type: none"> <li>홍수와 폭우 위험 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3백만명의 홍수 위협</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>영양 부족, 과다출혈, 심장관련 질병 증가</li> <li>열파, 홍수 가뭄으로 사망증가</li> </ul>
질병	<ul style="list-style-type: none"> <li>알려지 및 전염성 질병 확산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>영양 부족, 과다출혈, 심장관련 질병 증가</li> <li>열파, 홍수 가뭄으로 사망증가</li> </ul>	

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 3> 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 4> 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.

또한 지역별로는, <표 5>에 제시된 것과 같이, 아시아 지역에서 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 있  
다. 그러나 북유럽에서는 농작지역의 증가, 수자원의 증  
가 등 기후변화로 인해 혜택을 누릴 수도 있을 것이다.

<표 4> IPCC WG1 시나리오에 따른 21세기 부문별 주요 영향

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 열대저기압 발생수 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	
부문별 주요영향	농업	◦추운 환경 농업 수확 증가 ◦따뜻한 환경 농업 수확 감소 ◦온대지역 수확 감소	◦농작물 위협, 토양침식, 농작지 개간, 수자원 활용능력, 벌목 감소	◦토양 질 악화, 농작물 위협, 가축 사망	◦농작물 위협 ◦비람으로 인한 나무 피해	◦관개 농업 및 수자원의 염분농도 증가	
	수자원	◦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/주거/사회	◦가열로 인한 에너지 수요 감소 ◦냉각화로 인한 에너지 수요 증가 ◦대기질 감소 ◦눈, 얼음의 영향 감소	◦온대지역 삶의 질 감소 ◦발전 효율 증가	◦홍수로 인한 주거, 상업, 운송, 사회의 혼돈 ◦도시, 시골 인프라의 압박	◦산업, 사회, 주거용 수자원 부족 ◦수력발전 감소 ◦인구이동 감소	◦홍수와 강풍으로 혼돈	◦토지사용의 재배치 비용과 해안가 보호 비용 ◦열대저기압의 영향과 비슷

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. 태평양 중부 지역에 위치한 도서 국가인 투발루(Tuvalu, 면적 26 km<sup>2</sup>의 9개의 산호도로 구성된 국가)는 지구온난화로 유발된 해수면 상승으로 일부 국민이 자신의 보금자리를 떠난 첫 번째 국가이다(<그림 6>). 투발루의 영토를 구성하는 산호도 중 8개의 산호도의 가장 높은 지점이 해수면 위 5m에 불과하다. 투발루 국민의 약 1/4은 이미 피난을 떠났으며 남아 있는 8,000명 역시 몇 년 이내에 투발루를 떠나야

할 전망이다. 또 2008년에는 파푸아뉴기니의 카터렛(Carteret)에 거주하는 약 2,000명이 해수면 상승으로 부젠빌 섬(Bougainville)으로 이주할 예정이다.

<표 5> 지구온난화에 따른 지역별 영향

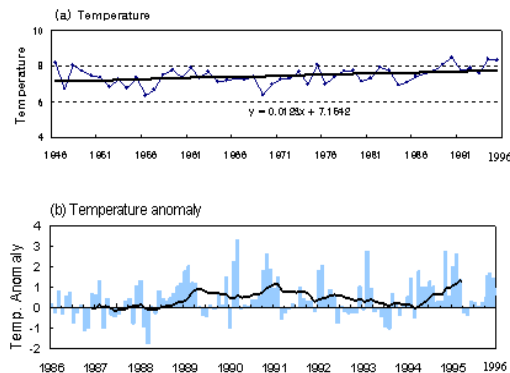
지역(Region)	영향(Impact)
아시아	<ul style="list-style-type: none"> <li>히말라야 산의 빙하 용해는 홍수와 산사태, 수자원 파괴를 증가시키며, 특히 대부분 지역은 수자원이 부족할 것으로 전망</li> <li>남, 동 아시아의 인구가 많은 해안 지역은 바다와 강으로부터 위협에 크게 직면해 있음</li> </ul>
도서지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>작은 섬들은 해수면 상승으로 해안 침식과 같은 해안 생태의 악화는 관광 지역의 매력을 감소시킬 가능성이 있음</li> </ul>
극지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>주된 생물리학적 결과로 빙하의 확장과 두께 감소, 해빙·영구동토층 팽창 정도 및 깊이 변화, 자연 생태계의 변화 등이 있음</li> <li>북극 거주지역에 대해, 설빙권에는 긍정적, 부정적 효과가 있을 것임</li> <li>양극지역에서, 특정 생태계와 거주 지역은 기후변화에 대해 중의 적응이 낮아지면서, 취약해 질 수 있음</li> </ul>
북미 서부	<ul style="list-style-type: none"> <li>유속이 감소하여, 현재 수자원의 수요는 2020년 이후 만족될 수 없으며, 연어는 서식지를 잃게 됨</li> </ul>
남미 브라질 동부	<ul style="list-style-type: none"> <li>2050년대까지 지하수의 70% 이상 감소</li> </ul>
벵갈만 지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도가 2°C 상승할 때마다, 방글라데시에서는 연간 최고치를 방출하여 홍수지역이 적어도 25% 이상 증가</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>2070년까지, 수력발전의 전기 생산 잠재력은 70%까지 감소</li> </ul>
아프리카 소말리아 인근지역	<ul style="list-style-type: none"> <li>질 좋은 물 공급과 위생 인프라가 없는 지역으로, 폭우로 인해 병원균 증가</li> </ul>



<그림 6> 투발루의 지리적 위치(왼쪽)와 물에 잠기기 전(오른쪽, 위)과 후(오른쪽, 아래)의 투발루 모습

#### 4. 한반도에서의 전망

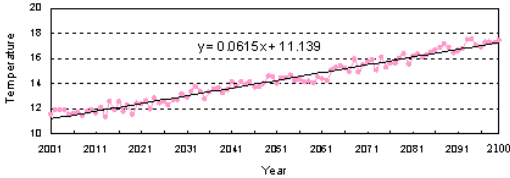
기온은 다른 기후 요소에 비해 인간 활동에 아주 민감한 변수이다. <그림 7>은 지난 100년 동안 연 평균 지표 기온과 평년값에 대한 1986년~1995년 까지 최근 10년간의 월 평균 아노말리를 보여주고 있다(권원태 등, 2004). 최근 10년간의 기온은 평년값(7.46°C)보다 약 0.48°C 정도 상승한 7.94°C로 나타나고 있다. 지난 50년간의 온도 증가율은 0.12°C/decade인 반면, 최근 10년간은 0.75°C/decade로 높은 증가율을 보인다. 평년의 월 평균 기온에 대한 1861년~1995년 월평균 기온 아노말리의 변화는(그림 7b) 대부분의 월 평균값은 지난 30년 평년값보다 높게 나타나고 있음을 보여준다. 이와 같이 전세계적으로 나타나고 있는 온난화 현상이 한반도 및 동아시아 지역에 서도 나타나고 있으며, 특히 최근에 더 높은 증가를 보이고 있음을 알 수 있다.



<그림 7> (a) 1946~1995년 동안 연평균 지표기온, (b) 1986~1995년 동안 지표기온 아노말리. 아노말리는 동아시아의 1961~1990년 사이의 평균으로부터 차이를 말한다.

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 8>에 나타내었다(기상연구소, 2003). 주어진 A2 CO2 시나리오에 따라, 앞으로 100년 동안 한반도 및 동아시아 지역은 0.61°C/decade 정도의 증가율로 온난화가 일어날 것으로 예상된다. 이러한 기온 증가는 전지구 평균 온난화에 비해 온난화의 진

행 속도가 빠른 것으로 나타난다(<표 6>). 전지구 평균 기온은 2090년대는 19.33℃로 2000년대에 비해 약 3.7℃ 상승하는데 반해, 한반도 및 동아시아 지역은 5.45℃로 전구 평균값에 비해 약 1.65℃ 정도 더 높은 값이다.



<그림 8> 동아시아에서 2001~2100년 동안 예상되는 연평균 지표기온 변화 추이.

<표 6> 2000년 대비 전지구 및 동아시아 지표기온 변화 추이

Temp.	Global		East Asia	
	mean	change	mean	change
2000s	16.21	-	11.71	-
2010s	16.39	0.18	12.02	0.31
2020s	16.65	0.44	12.56	0.85
2030s	17.11	0.90	13.34	1.63
2040s	17.48	1.27	14.06	2.35
2050s	17.78	1.57	14.3	2.59
2060s	18.35	2.14	15.08	3.37
2070s	18.78	2.57	15.71	4.00
2080s	19.33	3.12	16.53	4.82
2090s	19.91	3.7	17.16	5.45

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(<표 7>), 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 9>).

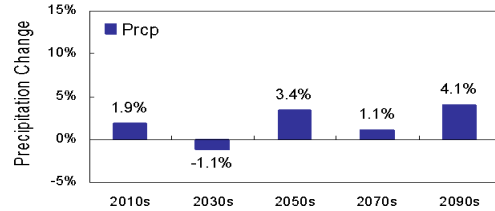
### 5. 지구온난화가 우리에게 재난을 불러올 것인가?

한반도는 '80년대 후반부터 기후변화로 인해 태풍 등

기상이변의 빈도와 피해 증가되어 왔다. 경제적 피해 규모가 '60년대 매년 평균 1천억원대에서 '90년대 6천억원, '00년 이후에는 2.7조원대로 확대되었다. <표 8>에서 보이는 것과 같이, 기후변화에 따른 금강유역에 대한 홍수 피해액 예측결과(KEI, '06) '70~2000년을 기준으로 '11~'40년에는 최고 169.1%, '51~'80년에는 최고 291.5% 증가될 것으로 전망되었다.

<표 7> 2000년 대비 전지구 및 동아시아 강수량 변화 추이

PRCP	Global		East Asia	
	mean	change	mean	change
2000s	2.85	-	2.68	-
2010s	2.86	0.4%	2.73	1.9%
2020s	2.86	0.4%	2.74	2.2%
2030s	2.87	0.7%	2.65	-1.1%
2040s	2.88	1.1%	2.61	-2.6%
2050s	2.88	1.1%	2.77	3.4%
2060s	2.9	1.8%	2.71	1.1%
2070s	2.91	2.1%	2.71	1.1%
2080s	2.93	2.8%	2.73	1.9%
2090s	2.95	3.5%	2.79	4.1%



<그림 9> 2000년 대비 동아시아 강수량 변화 추이. 단위는 %이다.

우리나라 인근 해역에서 평균적인 해면 상승은 연간 0.1~0.6cm으로 연안 지역 침수 가능성이 매우 커지고 있다(국립해양조사원 : '07). 부산연안에서는 지난 34년간('73~'06) 7.8cm 가 상승하여, 연간 0.2cm 상승한 것으로 나타났다. 제주연안은 매년 0.5cm씩 상승하여 지난 43년간('64~'06) 21.9cm 상승하였다. IPCC제 4차 보고서는 2100년 경 최대 59cm 상승을 예상하고 있다.

지구온난화는 노인이나 어린이 등 사회적 약자에게

치명적일 수 있다. <표 9>에 제시된 것과 같이, 기후변화로 인해 발생하는 여름철 이상고온으로 인한 초과사망자 수는 기상재해로 인한 사망(실종)자에 비해 2배에 달할 것으로 전망하고 있다 (한국환경정책평가연구원, '05). 2032~2051 동안 기후변화로 인해 여름철 고온인 날 수 증가로 초과사망자 수는 증가할 것이다. <그림 10>은 서울 지방에서 여름철 고온으로 인한 사망자 추정한 것이다. 2032~2051 동안 지구온난화로 인해 여름철 고온인 날 수 증가로 초과사망자 수는 증가하여, 2050년경에는 사망자가 500명을 상회할 것으로 전망되었다.

<표 8> 금강유역 홍수 피해액 예측  
(단위 : 백만원)

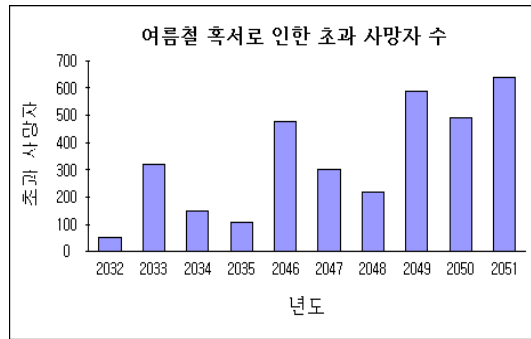
유역명	홍수피해액 (기준 년도 (1970~ 2000))	홍수피해액 (2011~2040)		홍수피해액 (2051~2080)	
		피 해 액	변 화 율 (기 준 년 도 대 비)	피 해 액	변 화 율 (기 준 년 도 대 비)
무주 남대전 합류점	95	114	21.15	227	140.53
보청천 합류점	95	109	15.21	137	45.71
성연천	106	138	30.40	151	42.77
소원면	195	270	38.63	278	42.93
만경 강상류	80	94	16.50	126	56.46
동진강	63	171	169.06	249	291.53

<표 9> 여름철 폭서로 인한 사망자수

년도	여름철 폭서로 인한 초과사망자 수					기상재해로 인한 사망(실종)
	서울	대구	인천	광주	합계	
1994	738	161	134	50	1,083	72
1995	40	71	15	18	144	158
1996	66	57	22	22	167	77
1997	130	20	28	14	192	38
1998	0	14	1	11	26	384
1999	129	3	28	8	168	89
2000	61	14	46	9	130	49
2001	52	46	34	15	147	82
2002	29	16	18	7	70	270
2003	0	3	0	1	4	-
합계	1,245	402	326	154	2,127	1,219

자료: 한국환경정책평가연구원, '05.

기후변화는 산림생태계의 구조와 기능의 변화를 유발시킨다. 구조적인 측면에서는 식물의 분포와 생육범위가 변하여 산림식생대가 달라지고, 미생물과 곤충의 생리생태가 변하여 병충해의 발생추이가 달라지며, 야생동물의 생리생태가 변하여 그들의 동태와 습성이 달라지게 된다. 한반도 평균기온이 6°C 상승할 경우 금세기말 우리나라는 기존의 산림생물들이 고사되거나, 고립되는 등 멸종위기에 처하게 될 것이다(신준환과 임중환, 2003).



자료: 한국환경정책평가연구원, '05.

<그림 10> 서울에서 여름철 고온으로 인한 사망자 추정

유럽과 미국 등지에서 과거 지사적인 수종 이동 속도는 100년 동안에 약 4~200km이었다. 그런데 평균기온이 1°C가 상승하면 현재의 기후대는 중위도지역의 경우 위도로는 극지방 쪽으로 약 150km, 고도로는 위쪽으로 150m정도 이동하는 것에 해당된다(IPCC, 1997). 평균기온이 2°C 상승할 경우 기후대는 극방향으로 위도 150~550 km, 고도 150~550m 로 이동할 것이다. 과거 기후변화에 따른 수목의 이동속도를 보면 1세기에 4~200 km 정도이었는데 산림훼손과 같은 토지이용변화에 따른 서식지 분할이나 환경오염과 같은 다른 환경적 압력이 함께 작용하는 상황에서 이렇게 빠른 기후변화속도에 생물종들이 서식지 이동이나 적응에 상당한 어려움을 겪을 것으로 예상된다. 따라서 미세한 크기의 종자를 가진 식물을 제외하고는 인간의 보조 없이는 수종의 이동속도가

현재 제시되고 있는 기후변화속도에 미치지 못할 것으로 보인다.

작물생산을 좌우하는 3대 기후자원은 태양에너지, 온도, 물이다. 태양에너지와 온도는 높은 정의 상관성이 있으므로, 대부분의 경우, 온도와 물의 공급여하로 농업 생산량이 달라진다. 기후변화 시나리오에 의하면 금세기말(2081~2090)에는 전국 평균 벼 수량은 14.9%(80.2kg/10a) 감소할 것으로 전망하고 있다(한국환경정책평가연구원, '96). 남서해안지대가 20.1%(108kg/10a)로 가장 높은 감소율을 보일 것이며, 쌀의 주생산지인 전라남도는 19.4%(104.9kg/10a)로 감소폭이 가장 높을 것으로 보인다.

사과는 현재보다 2°C만 올라간다고 하여도 현재의 사과 주산지의 일부는 폐원의 위기에 몰릴 수도 있다(임재현과 이인복, 2002). 현재 우리나라에서 사과는 연평균기온 13.5°C 이하인 곳에서 재배되고 14°C 이상인 곳에서는 재배하지 않는다. 현재 대구의 연평균기온이 13.2°C이고, 칠곡은 12.3°C인데, 2°C가 상승되면 각각 15.2°C, 14.3°C가 되어 사과의 재배 부적지가 된다. 사과는 자발휴면에 요구되는 온도는 7°C 이하로서 0.6~4.4°C가 알맞다고 알려져 있다. 이 휴면에서 깨는 데 요구되는 저온기간은 1,400시간이다. 여기에 만족할 수 있는 곳은 연평균기온 13°C 이하로서 겨울 온도가 내륙 또는 분지의 특징을 지닌 곳이어야 한다. 배, 복숭아, 포도, 단감은 안전재배지역이 확대될 것이다. 남부해안 가까운 곳에는 참다래와 같은 난지과수의 재배가 일반화되고, 제주도는 아열대과수 재배가 가능할 것이다

우리나라 근해 수온은 1968년부터 1997년까지 30년간 동해는 0.62°C, 남해는 0.61°C, 서해는 0.88°C 상승하였다. 해수면 기온상승은 비브리오균 등 미생물의 증식을 일으키고 해수나 해산물을 통한 질병발생의 가능성을 증대시킬 것이다. 앞으로 예상되는 북태평양에서 지구온난화에 따라 아열대 어종의 번성과 아한대권 어종의 쇠퇴가 가장 뚜렷하게 나타날 것이다. 특히 명태어업과 연어어업이 가장 심각하게 타격을 받으리라고 생각되는데, 북태

평양 해류의 흐름에 변화가 생겨 명태와 연어가 서식할 수 있는 냉수괴의 분포가 지금보다 훨씬 줄어들 것으로 보인다(김수암 등, 2003). 이에 따라 연어의 서식처는 북태평양에서 베링해 혹은 북극해로 옮겨질 것이며, 명태를 비롯한 대구, 베링해 가자미, 청어 등의 냉수성 어종은 베링해의 일부분에 그 분포가 국한될 것으로 보인다. 하지만, 온수성 어종인 다랑어류는 그 세력이 지금보다 현저히 넓어질 것이다.

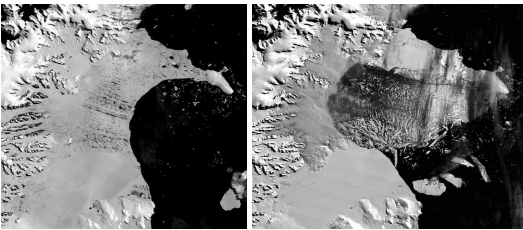
더욱 심각한 것은 지구온난화에 따른 해양순환의 붕괴 가능성이다. 지구상에서 열을 이곳저곳으로 분배하는 해양순환은 세계도처의 일기를 좌우한다. 해양순환에 이상이 생기면 기후도 당연히 변하게 된다. 계속되는 극지방의 온난화는 이 해양순환을 약화시킬 수 있으며, 북대서양 해류는 어떤 한계 값을 넘어서면 갑자기 순환 자체가 붕괴될 수 있다. 이미 이런 조짐은 여러 차례 보고되고 있다. 2003년 4월 26일에 지구온난화 연구를 위해 북극해의 얼음 위에 설치한 러시아의 북극-32 기지가 지난 3일 오후 5시쯤(현지시각) 얼음 기반이 녹으며 갈라져, 주연구소 건물이 바닷물에 휩쓸려 떠내려갔다(<그림 11> 참조). 이제 북극이 녹고 있는 것이다. 남극도 마찬가지다. 2003년 초 불과 2개월 만에 서울의 여름도보다 더 큰 해빙이 붕괴되었다(<그림 12> 참조). 그러면 북극해는 얼음이 녹아 흘러드는 소금기가 없는 담수의 홍수를 맞게 된다. 이런 과정을 통하여 극으로 흐르는 해류가 점차 약해지면서 지구는 또 다시 빙하기라는 위기에 빠질지도 모른다. 2004년 2월 보도로 알려진 미국 백악관에 비밀리 제출되어진 마살보고서는 이러한 위기가 20년 내에 일어날 수 있음을 경고하고 있다.

지구의 기후는 점진적으로 변하는 것이 아니라 당겨진 고무줄을 갑자기 놓는 것처럼 변한다. 대기 중에 온실가스가 증가함에 따라 축적된 스트레스로 인해 수년 또는 수개월 만에 우리가 상상할 수 없는 엄청난 기후변이가 나타날 수도 있다. 자연이 갑자기 변화의 방아쇠를 당기면 이에 따른 기후도 막대한 에너지를 가지고 새로운 평형을 향해 급속하게 움직인다. 만약 본격적인 기후

변화의 시기가 도래하면 과거 어느 때보다도 더 격렬한 환경변동을 경험하게 될 것이다. 이러한 예상은 최근에 발생한 예기치 못한 이상기후 현상들로부터 미루어 볼 때 이미 우리에게 현실로 다가오고 있는지도 모른다.



<그림 11> 2003년 러시아의 북극 과학기지 '북극-32'의 조난되기 전 모습.



<그림 12> 붕괴 직전의 남극대륙 라센(Larsen) 빙하 (2002년 1월 31일 위성사진)과 붕괴되는 남극대륙 라센(Larsen) 빙하 (2002년 3월 7일 위성사진). 불과 2달만에 서울 전체 면적보다 더 넓은 빙하가 붕괴되었다.

## 5. 토의 및 결론

2100년 우리나라의 기후를 상상해 보자. 두 가지 형태가 있을 수 있다. 첫째는 인류가 21세기 동안에도 계속 화석 연료를 이용하여, IPCC의 예측대로 기후가 변해 가는 것이다. 겨울은 예전보다 춥지 않을 것이나, 어김없이 찾아오는 겨울에 내리는 강설량은 과거보다 훨씬 많을 수도 있다. 습윤해진 대기로 인해 눈은 한 번에 무릎까지 내릴 경우도 생길 것이다. 여름은 예전보다 5~10℃ 정도 더 덥고, 습할 것이다. 따라서 오늘날 우리가 겪고 있는 이상난동과 같은 현상은 더 자주 반복될 것이다. 지금보다 자주 엄청난 게릴라성 폭우가 휩쓸기도 하고, 전례 없는 혹독한 가뭄에도 시달릴 것이다. 2002년 태풍 '루사'와 동반하여 나타난 폭우는 하루에 870mm라는 기록을 세

웠다. 만약 지구온난화가 지속된다면 이러한 폭우는 강원도 지역에만 국한되지 않고, 서울을 가로지르는 한강 유역에서도 충분히 나타날 가능성이 높아지고 있다.

두 번째는 인류가 화석연료에 대한 의존을 급격히 줄이거나 아예 이용하지 않는 경우이다. 자동차들은 연료 전지나 건전지 또는 수소에 의해 동력을 공급받는다. 석탄, 석유를 대신하여 탄소 함유량이 낮은 천연가스가 환경 친화적인 연료로 이용될 것이다. 화석연료는 계속 이용되겠지만, 공장과 산업시설에서는 사용이 중단된다. 이러한 모든 노력에 의해 대기중 이산화탄소의 농도는 안정될 것이다. 그러나 어쨌든 기후는 변한다. 첫 번째 시나리오 보다 변화가 심하진 않았지만 두 번째 역시 동일한 방향으로 변화할 것이고, 사람들은 변화된 환경에 적응을 해야 한다. 그 이유는 오늘날 온실기체 방출이 완전 중단된다 하더라도, 여전히 온난화가 발생할 것이다.

위의 두 시나리오는 매우 이론적이며, 기후전문가들은 실제로 다양한 기후변화가 일어날 것이라고 믿고 있다. 온실기체 방출을 규제하는 것은 경제, 정치 구조는 무수히 많은 상충되는 이해를 가짐으로, 기후 그 자체만큼 복잡하다. 기후 협약과 교토의정서를 이행하기 위해 막대한 노력과 적지 않은 지적, 외교적 수단이 동원될 것이다. 내년부터 교토의정서가 효력을 발휘한다 하더라도, 대기 중 온실가스의 농도를 안정화하는 데는, 오랜 시간이 필요할 것이다. 결과적으로, 많은 전문가들은 정치, 경제적인 지연으로 인해 21세기 말 온실가스의 농도는 산업화 이전의 두 배 정도가 될 것으로 보고 있다.

이제 기후가 과거와는 달라진 것일까? 돌이켜 보면, 지난 100여 년은 세계 각국이 경쟁하듯이 '산업화'라는 괴물을 위해 빠른 속도로 지구환경을 변화시켰다. 그 결과 6천5백만 년 전 중생대 백악기 후반 공룡이 멸망할 때와 같은 지구환경의 급변을 우려하는 시각이 곳곳에서 대두되고 있다. 현재 우리 주변에서 일어나고 있는 기후학적 사건들은 46억 년 전에 지구와 대기가 처음으로 형성되면서 계속된 지구 역사 대 단원의 제일 마지막 부분에 해당된다. 지구가 탄생한 시점에서 대략 10억 년이 지

나면서 지구상에는 생명체들이 등장했고, 이 생명체들의 생존의 결과로 대기의 조성성분도 변해 왔다. 즉, 생명체가 대기의 조성성분을 조절해 왔다는 것을 말한다. 지구상에 인간이 존재하기 전에도 지구의 환경 변화는 수십억 년 동안 계속돼 왔다. 그 후 많은 세월이 흐른 후, 기후 변화는 인류 진화의 원동력이 되었고, 오늘날 우리가 이런 모습을 하게 된 바로 그 배경이 되었다. 다른 생명체와 마찬가지로, 인류도 이 세상에 등장하면서 바로 날씨와 기후에 종속되어 살아 왔다. 이제 인류는 처음으로 그들 자신의 운명을 결정할 지도 모를 기후시스템을 전 지구적으로 교란시키고 있다.

누구도 자연재해의 위기로부터 자유롭지 못하다. 그러나 우리는 우리 생명과 생태계가 위협에 빠질 때는 속수무책으로 기다리고만 있을 수는 없다. 내일을 위하여 국가 차원에서 정치적으로 행정적으로 환경정책을 개발하여 화석 연료도 줄이고 환경개선이 되는 방안을 모색하여야 할 것이다. 그리고 지방자치단체마다 세부적인 추진 전략을 마련하여야 하며, 그리고 언론과 국민들도 각 가정 또는 개인별로 전구를 에너지 절약형으로 바꾸고, 현관을 재활용하고, 대중교통 수단을 이용하고, 친환경적인 에너지를 이용하고, 컴퓨터를 비롯한 사용하지 않는 가전기기의 전원을 끄고, 육식을 줄이는 등 개인 탄소 소비계획을 세우고 일일 온실가스 배출적 역제를 실천하는 등 범 국민적 아나바다운동<sup>4)</sup> 동참하는 것도 급격한 기후변화를 완화하는 실천적 방안이 될 것이다.

### <참고문헌>

▷ 기상연구소. 2003: 온실가스 증가로 인한 한반도 주변의 기후변화 탐지. 온실가스저감기술개발사업 최종보고서. 380.  
▷ 권원태, 김준, 류상범, 민경덕, 민승기, 신임철, 양진석, 엄항희, 오재호, 이동규, 이승호, 이우진, 이장렬, 이현영, 전종갑, 조영순, 최영은, 허창희(공저). 2004: 한국의 기후, 기상청. 기상연구소. 417.

▷ 김수암, 장창익, 오재호, 오임상, 이장욱, 김형근, 강형구, 강수경, 강수연, 김옥연, 김정희, 박원선, 서영일, 서현주, 손동화, 양윤선, 윤상철, 이만우, 이성일, 2003: 동해의 수산자원과 한반도 기후 변동의 역학관계에 관한 연구. 해양수산부 특정연구보고서. 201.  
▷ 신준환, 임종환. 2003: 기후변화가 한반도 산림생태계에 미치는 영향과 대응방안. 2003년 기후변화 포럼 및 학술대회-기후변화와 환경 그리고 우리 사회. 환경부기상청/기상연구소. 2003년 8월 28-29일. 서울. 82-100.  
▷ 오재호. 1999: 기후학 II: 변화하는 기후. 대우학술총서 429. 아르케. 서울. 461pp.  
▷ 임재현, 이인복. 2002: 지구온난화에 대비한 사과원의 수체생육 반응 및 생태정보의 정량적해석. 원예연구소 2002년도 원예시험 결과보고서(CD). 상록사.  
▷ 통계청. 2007: 『세계인구의 날』에 즈음한 세계 및 한국의 인구 현황. 2007년 7월 11일 통계청 보도자료.  
▷ IPCC. 2001. *Climate change 2001: The scientific basis. Contributions of working group 1 to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* J. T. Houghton et al. Cambridge University Press. Cambridge. UK.

**吳載鎬:** 1988년 미국 오레곤주립대학교에서 기상학 박사학위를 취득하고(논문: Physically-based general circulation model parameterization of clouds and their radiative interaction. Department of Atmospheric Sciences), 현재 부경대학교 환경대기과학과 교수로 재직 중이며, 기상청 예보국 자문위원, 기후전문위원, 정보화관리관실 자문위원, 기상산업육성자문위원회 자문위원을 역임하고 있다. 또한 KOREN 사용자협의회회장, 과학앰베서더, 한국제4기학회 부회장, 한국기상학회 평의원, 한국선도망협회 이사로 활동중이며, 2005년 대한민국 근정포장을 수상하였다. “인간은 기후를 지배할 수 있을까?”, “슈퍼스톰”, “지구환경과학” 등 10여 편을 저·역술하였으며, 30여 편의 SCI 논문을 비롯하여 60편의 논문을 국내외 유명 학술지에 발표하였다. (jhoh@pknu.ac.kr)

4) “아나바다운동”란 사용할 수 있는 물건을 뒤 물림하는 것, 즉 아껴 쓰고, 나눠 쓰고, 바꿔 쓰고, 다시 쓰는 운동을 말한다.