

기후위기*

- 국가위기관리 차원에서 대응 방안 제안 -

오재호, 우수민, 허모랑

2011년 11월 29일 기상청은 「新 기후변화 시나리오에 따른 미래 기후 전망 및 기후변화 영향」을 발표하였다. 전 세계적으로 탄소 배출 감축을 이행하지 않을 경우, 2050년 우리나라 기온 3.2도 상승하고, 강수량은 16% 증가하며, 해수면은 27cm 상승할 것으로 전망하고 있다. 이렇게 되면, 현재보다 고온현상은 2~6배 증가하고, 호우일수도 60% 증가할 것으로 예상하고 있다. 이는 우리나라뿐만 아니라 계속되는 지구온난화로 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 남동 아시아의 인구가 많은 해안지역은 바다와 강으로부터 위험에 직면하게 될 것이다. 기온 상승과 강수변화는 아시아 지역에서 농작물 생산 감소를 가져오고, 아시아 개도국 대부분 지역에서 수자원이 부족과 기근이 증가될 것으로 전망된다. 두 나라 이상의 영토에 하나의 강이 흐를 경우 물을 둘러싼 심각한 국제적 갈등문제로 부상할 것이다. 이러한 지구온난화와 수자원 부족은 전 세계적으로 국제 곡물 가격이 급등하는 애그플레이션 시대가 도래할 것이며, 세계적인 식량위기의 도화선이 될 수도 있다. 따라서 계속되는 지구온난화, 해수면 상승, 삼림파괴, 토양침식, 염분화, 침수, 사막화 등과 같이 장기간에 걸친 환경변화로 세계적으로 기후난민을 발생시키게 될 것이다. 궁극적으로는 이러한 기후위기는 전 세계적으로 기후전쟁으로 발전될 가능성을 무시할 수 없을 것이다. 우리나라도 기후변화에 따른 식량, 물, 에너지 위기에 대응하는 자구책을 마련하여 대처해야만 할 것이다. 그 대책의 하나로 지구온난화 및 기후변화에 따라 파생적으로 발생하는 이상기후 현상에 대한 실시간 감시하는 “기후변화에 관한 국가안보센터”를 운용할 것을 제안한다.

주제어: 기후변화, 기후 위기, 국가안보센터

1. 증가하는 자연재해

유엔 보고에 의하면 2010년 한 해 동안 전 세계에서 발생한 자연재해 숫자는 373회로 역사상 가장

* 이 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. 2011-0027707)입니다.

많이 발생한 해로 기록되었다고 한다. 2010년 동안 자연재해로 희생된 사람의 수는 아이티 지진에서 22만 5천명과 러시아 여름 폭염으로 5만 6천명 등, 거의 30만 명에 육박했다. 이런 숫자는 지난 20년 동안 가장 많은 희생자가 발생한 해로 기록되게 했다. 2월에 발생한 칠레 지진으로 300억 달러(미국)를 위시해서 여름에는 중국 남부에서 홍수와 산사태로 180억 달러(미국), 또 파키스탄에서 발생한 홍수로 95억 달러(미국) 등, 벨기에 루뱅대학교에 있는 CRED 센터는 2010년 동안 자연재해로 인한 전세계 재산 피해액이 무려 1100억 달러(미국)에 달했으며, 이재민 발생도 2억 명에 달했다고 한다. 이런 재산피해액은 2005년 허리케인 카트리나가 미국 멕시코만의 뉴올리언즈를 강타하여 발생한 1390억 달러(미국) 피해와 2008년 중국 시찬지역에서 발생한 지진으로 그 해 총 2000억 달러(미국) 보다는 적었지만, 나날이 그 규모가 커지고 있다. 반기문 유엔 사무총장의 재난특별 보좌관인 마거리타 발스트롬 씨는 도시의 난개발과 환경파괴가 이런 자연재난의 증가를 불러 온다고 하였다.

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. 2011년 여름동안 우리나라는 다른 동아시아지역과는 달리 많은 강수를 보였다. 특히 이번 여름철에는 다른 해에 비해 집중호우가 많이 발생하였는데(<http://media.daum.net/society/view.html?cateid=1067&newsid=2011072716163308670&p=yonhap>), 2011년 7월 27일 오전 6시부터 9시까지 서울에서 발생한 집중호우는 AWS 관측값 기준으로 관악 203mm, 서초 162mm, 강남 143mm 등 서울 남부지역에 매우 강한 강도로 비를 내려 서울 지하철 강남역과 사당역이 침수되고, 우면산 여러 곳에서 산사태가 발생하는 등 많은 피해를 일으켰다(<그림 1>).



<그림 1> 2011년 7월 27일 서울에서 발생한 집중호우 피해 상황

사당역 침수(좌상), 강남역 침수(우상), 우면산 산사태 (하좌), 합뉴스에서 종합한 우면산 산사태 피해 (하우)

※ 자료: 2011년 7월 27일 연합뉴스.

이런 이상기후 현상이 우리나라에만 나타난 것은 아니다. 2011년 6월 북극해의 얼음 면적은 2010년에 뒤이어 가장 적은 해로 기록되었다. 남극주변에서도 6월과 7월에 해빙면적이 1979년에서 2000년까지 평균값보다 각각 0.6%와 0.5% 적은 것으로 기록되었으며, 이는 남극대륙 주변의 해빙면적을 관측한 이후 12번째로 가장 적은 것으로 나타났다(www.ncdc.noaa.gov/climate-monitoring). 영국은 6월의 경우 2001년 이후 가장 추운 6월을 보였으며, 7월은 1980년 이후 가장 온도가 낮았다. 6월에 이어 7월에도 미국의 남부와 동부에서 폭염과 계속되던 가뭄이 더욱 심각하게 계속되었다. 중국의 북부지방에서는 전 지역에 걸쳐 1951년 이후 2번째로 가장 더운 6월이 되었다. 남반구의 호주와 뉴질랜드에서는 서로 상반된 기온편차를 보였다. 호주의 북부지역에서 관측이 시작된 1950년 이후 가장 낮은 최적 기온이 나타난 반면에 뉴질랜드에서는 1909년부터 관측을 시작한 이후 3번째로 가장 더운 6월이 나타났다.

남아프리카공화국에서는 집중호우로 많은 지역에서 홍수를 겪었으며, 일부지방에서는 6월 한 달 동안 평년 보다 무려 10배가 넘는 강수를 기록하기도 했다. 중국의 중부와 남부 지역에서 6월에 나타난 집중호우와 홍수로 260여 명 이상이 희생되었고, 수 십 만 명의 이재민이 발생하였다. 특히 6월 8일에서 11일 까지 태풍 “사리카(Sarika)”의 영향으로 필리핀과 중국 남부지역 여러 곳에서 집중호우가 나타났다.

2011년 7월 계속되던 북극해에서 해빙의 수축은 마침내 7월 북극의 해빙면적이 1979년에서 2000년까지 7월 평균 면적에 비해 21.6%나 줄어든 것으로 나타났다. 이는 북극해빙 관측사상 가장 적은 면적이었다. 2011년 아프리카 북동부의 뿔 지역에서는 봄부터 비가 거의 오지 않아 1950-1951년 이후 가장 건조한 해들 가운데 하나가 되었다. 남반구에 위치한 칠레에서는 폭설이 3m 이상 내렸으며, 지난 20년간에 가장 많은 눈이 내렸다. 이웃한 아르헨티나의 수도인 부에노스아이레스에서는 7월 18일 하루 동안 83.0mm의 호우가 내려 관측사상 2번째로 비가 많은 7월로 기록되었다.

2011년 8월은 동태평양에서 소멸되던 라니냐현상이 다시 강화되기 시작했다. 2011년 여름이 시작되면서 줄어들던 북극해에서 해빙면적은 8월에는 1979년에서 2000년 까지 8월 평균 면적에 비해 28%나 줄어들어 2007년에 이어 가장 적은 해가 되었다. 남극대륙 주변 해빙도 관측사상 14번째로 가장 적은 면적을 차지했다. 6월부터 계속된 미국의 남부와 동부의 폭염은 미국 전역에 걸쳐 나타났으며 이로 인해 미국은 관측사상 2번째로 가장 더운 8월이 되었다. 호주에서 폭염이 계속되어 1950년 이후 5번째로 가장 더운 해가 되었다. 이와는 반대로, 이웃한 뉴질랜드에서는 8월 14-16일 한파가 발생하여 곳곳에 폭설현상을 보였다. 영국에서도 여름 내내 계속되던 서늘한 여름 끝에 스코틀랜드와 아일랜드에서는 1993년 이후 가장 서늘한 8월을 맞이했다.

동아시아에서 슈퍼태풍에 속하는 시속 250km의 강풍을 동반한 태풍 “난마돌(Nanmadol)”이 발생하여 필리핀을 강타하고, 8월 21-23일 대만을 거쳐 중국 남부에 상륙하면서 많은 피해가 발생했다. 대서양에서도 8월 20-29일 시속 195km의 강풍을 동반한 허리케인 “아이렌(Irene)”이 미국 동부 연안을 거쳐 북상하면서 미국 동부지방에서 많은 피해가 속출했다.

2011년 7월 이후 10월까지 태국의 중북부 지방에 계속된 호우로 태국에서 연평균 강수량 1500mm 보다 훨씬 많은 2000mm를 기록했으면, 북부지역에 위치한 치앙마이에서는 평년의 140%, 람퐁 200%, 람팡 180% 등 150~200%에 가까운 비가 내렸다. 이는 지난 50년 이래 가장 많은 강수량이다. 이로 인해, 태국 전국토의 70%가 물에 잠겼으며, 피해액도 약 18조원에 달할 것으로 추산되었다. 관광과 농업이 주요 산업인 태국은 대략 12% 정도의 식량 생산 감소를 예상하고 있으며, 관광 부진으로 인해 태국 당국은 5% 전후의 경제성장률을 2.5% 정도로 낮추었다.

II. 우리가 기후를 변하게 하는가?

지금 이 시간에도 세계 곳곳은 이상기상 현상으로 피해가 발생되고 있다. 이러한 기상재해는 계속해서 새로운 기록을 수립하고 있다. 기후학자들은 이러한 이상기상현상이 유례없이 빈번하게 발생하는 것을 지난세기부터 본격적으로 관측되기 시작한 지구온난화현상에서 그 원인을 찾고 있다.

기후만이 변하는 것은 아니다. 아시아를 중심으로 도시로 인구가 몰려들면서 메가시티가 급속히 늘어나고 있다. 2007년 통계청은 “세계인구변화추이 보고”에서 세계 인구는 1804년에 10억 명, 1927년에 20억 명, 1960년에 30억 명, 1974년에 40억 명, 1987년에 50억 명에 이어 2050년에는 91억9천만 명에 이를 것으로 전망하였다(통계청, 2007). 2011년 10월 31일 현재 세계 인구는 70억 명에 도달하였다. 산업혁명 이후 폭발적으로 증가하고 있는 인류의 수는 더 많은 에너지와 자원의 소비를 필요로 하고 있다(<표 1>). 늘어나는 인구뿐만 아니라 열병처럼 번지는 서구화되는 생활양식은 더 많은 에너지를 필요로 하고 있고 이에 따라 풍요(affluence)와 인플루엔자(influenza)의 합성어인 미국병(Afflenza)이라는 신조어가 생겨났다. 그 결과 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(<그림 2>).

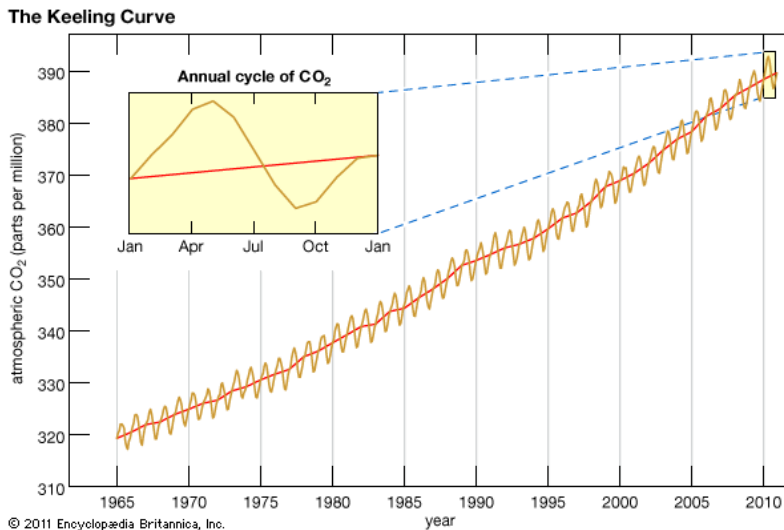
<표 1> 세계 및 한국인구 추이

(단위: 백만 명, %)

	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)

※ 출처: 통계청(2007).

인위적인 온실가스의 증가가 정말로 기후를 변화하게 하고 있는가? 만약 그렇다면 하, 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. 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.



<그림 2> 1958년부터 하와이 마우나로아 관측소에서 측정한 대기 중 CO₂ 농도 변화

※ 자료: Encyclopaedia Britannica, Inc.

대기 중 온실가스 농도는 산업혁명 이전에 단지 280ppm이었던데 비하여, 에너지 생성과 토지이용 변화를 포함하여, 인간의 활동에 따른 배출량 증가로 현재 430ppm 이다. 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 2>). 기후변화에 대항하는 활동이 없다면, 대기 중 온실가스의 농도는 계속 증가할 것이다. 그럴듯한 '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.

III. 미래 기후변화 전망과 위기

2007년 2월 2일에 발표된 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) 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(IPCC, 2007). 그러나 만약 온실가스 배출이 환경 친화적으로 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.

<표 2> IPCC에 따른 이산화탄소 배출 시나리오에 따른 기온과 해수면 상승

시나리오	CO2농도	기온 (°C)	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

※ 자료: IPCC(2007).

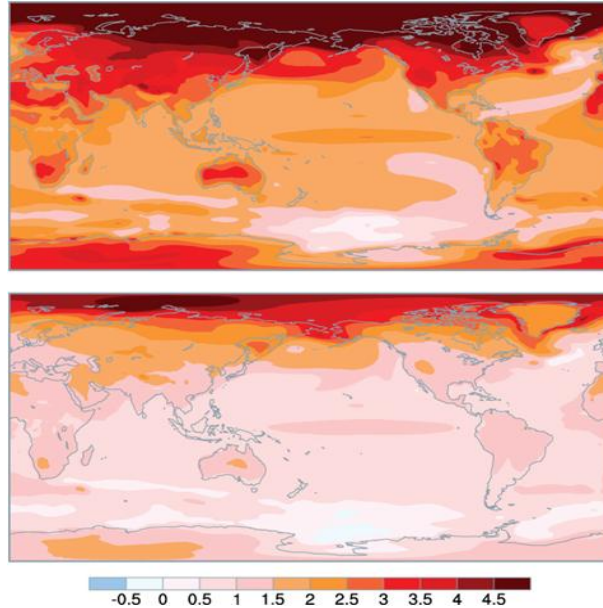
최초 인류가 지구에 등장한 이후 가장 큰 고통은 굶주림 이었다. 부실한 영양 상태는 인류의 평균 수명이 40세가 되지 못했다. 이를 해결한 것이 대략 10,000년 전에 일어난 농업혁명이다. 수렵과 채취

라는 원시적인 생활에서 식량을 재배하는 기술을 습득한 것이다. 그러나 이 농사는 인류에게 끝없는 노동을 필요로 했다. 이 고통스러운 노동에서 인류를 탈출시킨 것이 산업혁명이다. 즉, 기계가 우리의 노동을 대신하게 된 것이다. 이로 인해 우리는 식량을 더 풍부하게 확보할 수 있게 되었고, 자연스럽게 이는 인류의 수명 연장과 더불어 인구 폭발의 시작이 되었다. 그러나 이 기계문명은 화석연료를 필요로 하였고, 이제 이 화석연료 과다 사용이 우리의 존립을 위태롭게 하는 지경에 이르렀다. 즉 우리 인류는 목숨을 담보로 노동에서 탈출하였던 것이다. 세계보건기구(WHO, World Health Organization)에서는 기후변화 관련으로 매년 15만 명 정도가 희생될 것이라 예고했다(출처: Mother Nature Network, 2010년 9월 24일).

대기 중에 증가되는 온실가스가 이제 전 지구적으로 영향을 미치게 되었다. 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. 1950년부터 1999년까지 50년간의 자료를 바탕으로 미국 서부지역에서 하천 유량, 겨울철 기온, 적설량 등에 미치는 인간의 영향이 60%나 된다고 했다(Barnett, *et. al.*, 2008).

IPCC는 대기에 미치는 인류의 영향력이 750ppm 이산화탄소 수준에 도달하면 21세기 중반까지 지구의 평균기온은 약 섭씨 3도 가량 상승할 것이라고 결론지었다. 또한 지금과 같은 속도로 이산화탄소 농도가 증가한다면 21세기말 지구의 온도는 5.2C 증가할 것이다(Sokolov *et. al.*, 2009). 특히 주목할 것은 북극해에서 해빙 현상이 가속화 되면 해안으로부터 1,500km 떨어진 육상부의 토양에까지 더 많은 태양에너지가 도달하게 된다. 그 결과 영구동토층이 빠른 속도로 녹아 그 속에 갇혀있던 대량의 이산화탄소와 이산화탄소보다 21배나 더 강력한 온실가스인 메탄이 대기 중으로 방출될 가능성이 높다(Lawrence *et. al.*, 2008). 기후학자들은 이렇게 되는 상황을 다시 지구 기후가 되돌아 갈 수 없는 지구의 시한폭탄으로 생각하고 전 세계가 이 상황에 도달하지 않게 조치를 취하기를 주장하고 있다.

억제 노력을 통해 대기 중 이산화탄소 함유량을 450ppm까지 줄일 수 있다면 기온은 섭씨 2도 정도 상승에서 그칠 수도 있다(<그림 3>). 1750년을 기준으로 지구의 기온이 섭씨 2도 내지 2.5도 상승한다면 ‘정점’을 넘어설 위험이 급격히 증가한다. 일단 그 정점을 넘어선다면 적응을 위해 어떤 실행 가능한 정책을 세운다 해도 인류는 상상하지 못한 타격을 받을 것이라고 주장하였다.



〈그림 3〉 현재 기후에 비하여 21세기말에 예상되는 지구온난화

(상) 대기중 이산화탄소 농도가 750ppm 경우, (하) 성공적인 감축 정책으로 대기중 이산화탄소 농도가 450ppm으로 안정되는 경우.

※ 자료: Graphic courtesy Geophysical Research Letters, modified by UCAR.

IPCC 보고서에 따르면 <표 3>에 제시된 바와 같이, 전지구 평균온도가 1°C 정도 상승하는 2020년대에는 대략 4~17억 명이 물부족의 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. 대기 중 CO2 농도 증가와 지구온난화는 생태계에도 큰 영향을 미치는데, 전지구 평균온도가 1°C 상승하는 2020년대에는 양서류가 지구상에서 사라지고, 산호의 백화 현상이 만연할 것이다(<표 3> 참조). 전지구 평균온도가 2~3°C 증가하는 2050년에는 전 세계의 동물과 식물의 20~30%는 멸종 위기에 처할 것이며, 전지구 평균온도가 3°C 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~고위도지역은 온도가 1~3°C 상승할 때까지는 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 3~12천만 명이 기근에 위협을 받을 것이다.

<표 3> 년대별 기온 상승에 따른 지구온난화 피해 전망

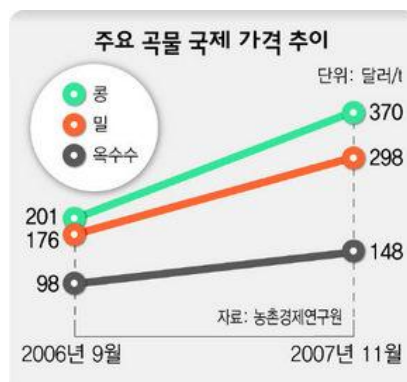
피해 분야	2020년대 (1℃ 상승)	2050년대 (2~3℃)	2080년대 (3℃ 이상 상승)
수자원	◦ 4~17억 명의 물 부족 영향	◦ 10~20억 명의 물 부족 영향	◦ 11~32억 명의 물 부족 영향 ◦ 전 세계 인구의 1/5 이상 홍수 영향
생태계	◦ 양서류의 멸종 ◦ 산호의 백화현상 ◦ 생물 종의 다양성 변화	◦ 20~30% 멸종위기	◦ 전 지구 생물의 대부분 멸종 ◦ CO2 배출에 의해 지리적 생물권 분포 변화
농업	◦ 대체로 전 지구적 농작물 수확 잠재력 증가 ◦ 1~3천만 명의 기근 위협		◦ 저위도 지역의 적응잠재력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

※ 자료: IPCC(2007).

1. 애그플레이션 시대가 도래했다.

애그플레이션(agflation)은 농업(agriculture)과 인플레이션(inflation)을 합성한 말로, 국제 곡물 가격 급등에 따라 세계적으로 벌어지고 있는 물가 상승을 표현한 신조어다. 쌀, 밀, 옥수수, 콩 등 국제 곡물 값이 급등세를 보이면서 국내 식료품값이 줄줄이 따라 오르는 것이다. 국제유가를 비롯한 에너지 가격 상승 못지않게 특히 서민 생활에 큰 부담을 준다. 곡물값 상승은 마치 도미노처럼 각종 식료품 가격 인상으로 이어질 것이다(http://www.hani.co.kr/arti/economy/economy_general/255870.html).

국제 밀값은 2005년 하반기 이후 지속적으로 오르고 있다. 2005년 9월 톤당 132.66달러였던 밀값은 올해 12월물 인도분 선물 가격이 125%나 급등해 298.44달러까지 치솟았다 (<그림 4>). 옥수수는 2005년 9월 톤당 82.63달러였으나, 올해 12월물 인도분 선물 가격은 147.73달러로 78.8% 급등했다.



<그림 4> 2006년에서 2007년 사이에 나타난 주요 곡물 국제가격 변동

※ 자료: 2007년 12월 9일 한겨레 뉴스.

에그플레이션의 원인은 다음과 같이 분석할 수 있다.

- 1) 공급에 비해 수요가 늘어났기 때문이다. 식용·사료용·에너지용 세가지 용도로 곡물이 사용되면서 수급 불균형이 심해졌다.
- 2) 농산물을 에너지원으로 쓰이는 바이오 에탄올 등 대체 연료 수요 증가
- 3) 에너지값 상승으로 곡물 생산·유통 비용의 증가
- 4) 지구 온난화에 따른 기상 이변으로 생산량 감소

경제협력개발기구(OECD)와 유엔의 세계식량농업기구(FAO)에서 발표한 ‘세계농업전망 2007~2016’에 따르면 에그플레이션이 앞으로 10년은 계속될 수 있다고 전망했다. 신흥 시장의 소득 증대에 따른 소비 증가, 바이오 연료용 수요 증가, 국제 유가 급등 등 구조적 요인이 바뀌기 어렵기 때문이다.

2. 물 부족

지구상에 점점 더 많은 사람들이 살게 될수록 이들이 사용하는 물의 양도 계속 증가하고 있다. 인류의 물 소비량은 지난 1940년대 이후 거의 4배나 늘어났다. 유엔의 환경보고서인 ‘지구환경전망 2000(GEO 2000)’은 수자원 부족 현상이 “전면적인 비상사태” 수준에 이르렀음을 지적하고 있다. 심각한 물 부족 현상은 이미 세계 여러 지역의 경제 발전을 방해하고 있으며 상황은 점점 더 악화되고 있다. 수자원을 둘러싼 긴장은 복잡한 이해 관계가 얽혀 언젠가 폭발할 가능성이 있는 국제 분쟁의 한 요소가 될 것이다.

수자원 문제를 검토하는 데는 세 가지 결정적인 문제가 존재한다.

- 1) 강수량은 결코 전 세계에 고르게 분포되어 있지 않다. 따라서 모든 사람들이 똑같이 쉽게 물을 이용할 수 있는 것이 아니다. 결국 문제는 오늘날 일부 지역에서 이미 극심한 물 부족 현상이 나타나고 있는 사실이다.
- 2) 지구 인구는 계속 늘어날 것이다. 그런데 강수량은 앞으로도 같은 수준을 유지할 것으로 예상되기 때문에, 인구 증가는 곧 각자에게 돌아가는 물의 양이 적어진다는 것을 의미한다.
- 3) 지구 육지 면적의 절반에 약 간 못 미치는 지역을 점유하는 261개의 수계(水系)를 2개국 이상이 공동으로 사용하고 있다. 또 적어도 10개의 강은 6개국 이상의 영토를 통과한다. 대부분의 중동국가는 대수층을 함께 이용하고 있다. 이는 국제적인 협력이 붕괴되는 경우에는 수자원 문제로 인한 국제분쟁이 발생할 소지가 있다는 것을 암시한다.

IV. 기후난민과 기후전쟁

기후변화에 의한 피해는 지진이나 산불, 해일 등 자연재해보다 심각하다. 아프리카 대륙의 사하라 이남지역과 인도, 중국 등 아시아 지역은 급속하게 사막화가 진행되면서 많은 사람들이 대대로 살아왔던 터전을 버리고 유랑자로 전락하고 있다. 갈수록 심각해지는 환경난민 문제는 한 국가 내에서 더 이상 처리가 불가해지면서 조만간 국가 간의 분쟁을 유발할 수도 있는 국제적인 이슈로 발전할 것이다(진재운, 2007 : 95).

기후난민(climate refugee)은 “이상 기후, 대규모 자연재난, 인위적인 환경 파괴 등의 환경을 주된 요인으로 인해서 생존을 위협 받고 국적국을 떠난 이들”을 말한다. 노먼 마이어스 옥스퍼드대학 환경생태학 교수는 “최근 10년간 2,500만 명의 기후난민이 발생했다”고 밝혔고, IPCC는 상황이 더욱 악화되어 2050년까지 기후난민이 지금까지의 6배 수준인 1억 5,000만 명에 이를 것으로 추정했다(출처: 중앙일보, 2009. 3. 4).

기후난민이 발생하는 환경위기는 전형적으로 세 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째는 기후온난화, 해수면 상승, 삼림파괴, 토양침식, 염분화, 침수, 사막화 등과 같이 장기간에 걸친 환경변화, 둘째는 지진, 화산폭발, 홍수, 허리케인, 계절풍, 해일, 토네이도 등과 같은 갑작스런 자연재해, 그리고 셋째는 산업적·화학적 재난과 같은 환경사고이다. 지구온난화에 따른 숲의 감소, 대기오염으로 인한 기후변화와 산성비, 자원고갈, 물 부족, 사막화 등 자연환경의 파괴가 기후난민의 발생을 가속시키고 있는 것이다. 또한 유독성 폐기물 및 방사능 오염도 기후난민을 발생시키는 원인이 되고 있다.

2002년 9월말 요하네스버그에서 열린 지구정상회의에 제출된 UN보고서는 지구온난화와 관련 있는 기후변화 조짐들이 명백해 졌다면서, 그 일례로 아시아와 아프리카 지역에 가뭄이 극심해지고 빈발하며, 해수면이 상승하는 현상을 지적했다. 또한 지구촌의 물 부족상황이 갈수록 악화돼 기름보다도 물로 인한 분쟁이 급증할 것으로 우려한다.

2002년 8월 UN후원으로 스웨덴 스톡홀름에서 개막된 연례 세계 물 포럼(World Water Forum)에 제출된 보고서에서는 향후 25년 내에 전 세계 인구 3분의 2가 물 부족으로 고통을 받을 것이라고 경고하며, 각국의 적극적인 대처노력을 강조하였다. 현재 사막화는 전 대륙에서 공통적으로 일어나고 있는 현상이다. 사막화의 직접 원인은 강수량이 수분 증발량에 미치지 못하기 때문이다. 하지만 문제는 가뭄과 같은 기상조건만으로 사막화가 발생하는 것이 아니라는데 있다. UN사막화방지협약기구(UNCCD)는 사막화에 대하여 “마주잡이 벌채와 개간 등 무분별한 개발로 지구의 회복능력이 파괴된 탓”이라고 결론짓고 있다. UN은 “사하라 사막의 이남 지역에서만 2020년까지 6천만 명의 난민이 북아프리카의 해안도시나 유럽으로 이동할 것”이란 전망을 내놓았다. 또한 기후난민은 여러 가지 요소들이 복합적으로 작용하여 생존조건이 악화되고, 이로 인하여 자신의 삶의 터전을 떠나야 하는 경우가 많다.

2010년 상반기에서 러시아와 유럽에서 발생한 폭염과 산불은 러시아와 우크라이나에서 밀 수출을 중지시켰고, 세계 최대 밀 생산국인 중국에서는 200년 만에 최악의 가뭄이 발생하여 식량위기를 초래했다. 호주, 남미, 그리고 미국 남부지방에서 발생한 100년 만의 가뭄으로 2010년 곡물가격은 2000년

에 비해 2.5배 상승했다. 2010년 아프리카 북부 튀니지에서 시작되어 리비아, 이집트, 예멘, 바레인, 이란 인도를 거쳐 중국까지 영향을 미친 재스민 혁명의 확산도 기후변화가 그 원인이다. 중국 발 기후 변화 피해는 아프리카와 중동국가를 넘어 전 세계적인 식량위기의 도화선이 될 수도 있다.

급기야 2011년 3월 11일 영국의 경제학자 스텐경은 지구온난화가 조절되지 못하면 세계 3차 대전으로 발전될 수 있다고 말했다(<http://climateprogress.org/2011/03/11/nicholas-stern-climate-inaction-risks-global-war/>). 또 같은 달 16일 미국 나폴리타노(Napolitano) 장관은 기후변화문제가 이제 국토안보부(Department of Homeland Security)의 임무이라고 선언했다(<http://dailycaller.com/2011/03/16/the-department-of-homeland-security-climate-change/#ixzz1GoC3o1T5>). 급기야 유엔의 안전보장이사회는 지구온난화가 세계 평화를 위협하고 있다고 했다. 2011년 9월 강수량과 국제분쟁을 조사한 코스티겐 박사는 기후변화가 이제 더 많은 전쟁의 원인이 되고 있다고 분석했다(Thomas Kostigen's Impact Investor Archives, 2011년 9월 2일). 2009년 미국 중앙정보국(CIA)는 기후변화와 국가안보 센터를 조직했으며, 2011년 9월 지구온난화 정보를 국가 1급 비밀로 취급하기 시작했다(<http://www.digitaljournal.com/article/311879#ixzz1YvhkizER>). 미국, 일본과 유럽 국가들은 계속된 경제 불황으로 기후변화 문제에 관해 실제적인 조치를 마루는 까닭에 세계는 기후전쟁을 향해 나아가고 있는 실정이다.

V. 종합 및 제언

기후변화로 인해 기상이변이 지구촌 곳곳에 발생하고 있으며, 우리나라를 비롯한 동아시아 지역은 약 3°C의 기온상승과 더불어 홍수나 가뭄과 같은 극한기후의 발생이 크게 늘어날 것이다. 이는 우리의 식량, 물, 에너지 안보를 위태롭게 할 것이다. 이제 우리나라의 경제규모와 국가이익은 한반도에 국한되지 않고 전 세계의 상황에서 자유롭지 못하다. 이에 따라, 우리의 안목을 세계 감시로 넓혀야 식량위기, 에너지 위기에서 살아남을 수 있다. 따라서 전 세계적으로 곳곳에서 일어나는 기후변화로 인한 이상기상 현상에 대해 우리는 어떻게 대처해야 할 것인가 하는 문제가 관건일 것이다.

기후변화는 전 세계적인 문제임으로 온실가스 감축 등 국제적으로 공동 대응을 원칙으로 하나, 무엇보다 가장 중요한 것은 기후변화에 따른 식량, 물, 에너지 위기는 나라마다 상황이 달라 각 국가가 스스로 자구책을 마련하여 대처해야만 한다. 이제 기후변화가 국내뿐 아니라 각 국가의 이익과 직·간접적으로 연계되어 있는 문제이므로, 지구온난화 및 기후변화에 따라 파생적으로 발생하는 이상기후 현상에 대한 실시간 감시 시스템을 구축하여 전세계 이상기후 발생과 세계적인 식량작황 상황, 자연재해에 따른 정치적 불안, 그리고 에너지자원의 변동 등 국가이익에 영향을 미칠 수 있는 상황을 수집·분석하고 그 기후변동에 따른 변화 동향을 사전 파악하여 대처할 수 있는 종합적인 감시시스템인 “기후변화에 관한 국가안보센터”를 운용할 필요가 있다.

전세계적으로 정책결정자뿐만 아니라 일반 대중에게 지구온난화의 심각성을 알리는 방안으로 기후 위기지수(Climata Crisis Index, CCI)가 개발되었다 (오재호, 2010a, b). 기후위기지수는 대기중 이산화탄소 농도, 지표 기온, 식량, 에너지 및 물의 안보지수, 그리고 각 나라마다 위기관리 수준 등의 6개 요소를 기반으로 개발되었다. 기후위기지수 계산에 필요한 입력 변수는 명확하고, 단순하지만 포괄적이고, 측정할 수 있거나 객관적이어야 하며, 일반시민이 상식적인 수준에서 이해하기 쉬워야 한다. 아울러 이 들 자료는 가용성, 접근성, 안전성 등을 고려하여 선택되었다. 기후위기지수는 기본적으로 0 과 100 사이의 값을 가지도록 설계되었다. “기후위기지수”에서 100의 의미는 그 나라가 위기 상황으로 접어드는 것을 의미하고 있다. 따라서 이 “기후위기지수”는 세계 각국의 기후위기 정보 획득하는 수단으로 활용될 수 있다.

미국의 CIA가 그랬듯이 우리나라도 이제 기후변화 문제를 국가위기관리 차원에서 다루어야 할 때가 되었다. 전 세계에서 발생하거나 앞으로 발생할 수 있는 기후변화를 감시하는 “기후변화에 관한 국가안보센터”를 설립하여 기후변화로 인한 식량 안보, 물 안보, 그리고 에너지 안보에 대한 위기 상황을 조기 예측하여 대응할 수 있게 함으로써 우리나라가 앞으로 예상되는 기후전쟁에서 살아남을 수 있는 대응책을 강구해야 할 때가 되었다.

참고문헌

- 오재호. 2010a. 기후위기지수 산출방법 및 시스템. (특허 제10-1055291호).
- 오재호. 2010b. Method and System for Producing Climate Crisis Index. (국제특허).
- 진재운. 2007. 한반도 환경대재앙 산사담. 2007년 4월 25일. ISBN: 9788992235167: 288.
- 통계청. 2007: 세계인구의 날에 즈음한 세계 및 한국의 인구현황. 2007년 7월 11일 통계청 보도자료.
- Barnett, T. *et. al.*, 2008. Human-Induced Changes in the Hydrology of the Western United States. *Science*. 319: 1080.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Lawrence D. *et. al.*, 2008. Accelerated Arctic land warming and permafrost degradation during rapid sea ice loss. *Geophysical Research Letters*. 35: 1-6.
- Sokolov, A. *et. al.*, 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

吳載鎬: 서울대학교 기상학과를 졸업하고 오레곤 주립대학에서 대기과학 석사와 박사학위(논문 : Physically-based general circulation model parameterization of clouds and their radiative interaction)를 취득하였으며, 현재 부경대학교 환경대기과학과 교수로 재직 중이며, 국가위기관리학회 회장직과 대통령자문 녹색위원회 의원, 부산시 녹색위원회 기후·에너지분과 위원장, 한국슈퍼컴퓨팅협의회 회장직으로 활동하고 있다. 주요관심분야는 환경대기, 기후변화 연구, 기상 재난관리, 고해상도 수치모델링 등이며, 주요 저서로는“기후변화 교과서”, “녹색성장 바로 알기”, “지방자치단체의 재난대응론”, “재난관리론” 등이 있으며, 최근 참여한 논문으로는 “SWMM과 FLUMEN을 이용한 수영·망미 저지대의 침수 분석(2010)”, “지자체 방재 대책을 위한 풍수해 정보 시스템 구축 방향(2010)”, “기초지방단체의 재난관리 역량 강화방안: 강릉시 사례를 중심으로(2008)” 등이 있다 (jhoh@pknu.ac.kr).

禹受旻: 부경대학교 환경대기과학과 박사과정 연구원으로 활동하고 있다(sumin@climate.pknu.ac.kr).

許모랑: 부경대학교 환경대기과학과 박사과정 연구원으로 활동하고 있다(morangher@gmail.com).

투 고 일: 2011년 12월 28일

수 정 일: 2012년 01월 28일

게재확정일: 2012년 02월 14일

Climate Crisis

– Countermeasures for National Emergency Management

Jai Ho Oh, Su Min Woo, Mo Rang Her

November 29, 2011 KMA was released “Future climate projection and impact of climate change by new climate change scenarios”. Unless carbon emissions is implemented globally, it would be occurred rise in temperature by 3.2 degree, increase of precipitation by 16%, rise of sea level by 27cm over Korea in 2050. Then it is projected the twice or six times higher temperature and increase in number of rainfall days by 60%. Continuous global warming would be occurred the floods and landslides, destruction of water resources over the Asia region as well as in Korea. Especially, rapid economic growth, population increase and urban concentration of the population in Southeast Asia make vulnerable for climate change and population of many coastal areas in South East Asia would be faced in danger from the sea and the river side. The rise in temperature and precipitation would be reduced crop production and it is predicted the water shortages and famine in the most Asian developing countries. These global warming and water shortages around the world from rising international grain prices will be coming ‘agflation era’, the global food crisis could be the fuse. Thus, long-term environmental changes such as continued global warming, rising sea levels, destroy of forests, soil erosion, salinity, flooding, desertification would be occurred the climate refugees. Ultimately, these climate crises around the world cannot ignore the possibility of climate war. So we have to develop the plan to manage the crisis of food, water and energy due to the climate change. One of those measures, "National security center on climate change" is proposed to operate for monitoring the abnormal climate phenomena in real time in accordance with global warming and climate change.

Key word: climate change, climate crisis, national security center