

연구노트

기후변화 영향과 향후 적응대책방향에 대한 소고

최 광 호

남서울대학교 교양과정부

(2008년 3월 4일 접수, 2008년 6월 18일 승인)

Review on Impacts and Possible Adaptation Strategies for Climate Change

Kwang-Ho Choi

Namseoul University

(Manuscript received 4 March 2008; accepted 18 June 2008)

Abstract

According to IPCC fourth assessment report in 2007, global mean temperatures have risen by 0.74 degrees Celsius over the past 100 years. Moreover, in the recent 25 years, global mean temperatures have risen by 0.45 degrees Celsius, which is 2.4-times larger than those in the past 100 years. The evidences for climate change, such as sea level rise, arctic glacier melt, and desertification in Asia, have occurred and increased over the globe. In Korea, because regional climate has been changed, types of agriculture and fishery should be replaced. And as precipitation pattern behave differently from the past decades, water management would be more difficult, furthermore, atmospheric environment, related to concentrations for ozone, sulfate, etc., could be worse.

Nevertheless, we have only focused on greenhouse gas reduction duty for the Convention of Climate Change. Fortunately, in the fourth plan on climate change, we have planned to manage climate change more actively since 2007.

In Korea, the emission of carbon dioxide has increased about 1.9-times more, from 311million ton in 1990 to 591million ton in 2004. And also about 2 ppm rise every year for concentrations of carbon dioxide in the atmosphere. As a result, ecosystem, quality of water and atmosphere would be affected.

Here, the emission of greenhouse gases over the globe is examined, and the effect of greenhouse gases for climate change is reviewed from the results of previous studies. In addition, the countermeasures of mitigation and adaptation on climate change were discussed for the understanding.

Key words : Climate Change, Greenhouse Gas, Concentration, Adaptation

I. 서론

지난 10여년간 기후변화에 대한 우려의 목소리와 함께 많은 논의가 있어 왔지만 특히 지난해(2007년)는 기후변화 현상에 대한 이해와 함께 우리가 무엇을 해야 하는지를 분명히 제시할 한해라고 생각된다. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 제 4차 보고서(4th Assessment Report; AR4)(IPCC, 2007)를 통해 그동안의 괄목할만한 과학적 연구 성과들이 종합되었기 때문이라고 생각한다.

그 보고서는 과학적 깊이뿐만 아니라 지구 구석 구석에서 나타나고 있는 충격적인 현상들로 인해 전 세계의 이목을 받기 충분하였다. 그러한 관심은 IPCC와 엘 고어 전 미국 부통령이 기후변화에 대한 경각심을 고취시키는데 노력한 공로를 인정받아 노벨평화상을 공동 수상한 순간 최고조에 달하였다. 우리나라에서는 그동안 교토의정서의 의무 감축국(Annex-I)에 빠지기 위하여 모든 외교적 노력을 기울이는 소극적인 자세를 취해왔다. 이는 온실가스 삭감을 위해서는 에너지 효율이 상대적으로 낮은 우리나라로서는 경제활동에 미치는 여파가 크기 때문에 불가피한 조치였다고 생각되지만 경제규모가 세계 10위권 진입을 목전에 두고 있는 입장에서는 어딘가 아쉬운 면이 많았다. 어쨌든 지난 2007년 12월 인도네시아 발리에서 개최된 13차 기후변화협약 당사국총회(COP-13)에서는 기후변화 협상의 기본방향 및 일정을 담은 발리 로드맵이 채택되어 2012년 이후에는 선진국뿐만 아니라 개도국까지 온실가스 감축에 참여하는 방안을 향후 2년간 본격 논의(2009년 당사국 총회에서 최종 결정)하기로 되어 기후변화 대응을 위한 범지구적 파트너십 체제가 구축되었다고 본다.

그 동안 우리나라에서는 기후변화협약에 효과적으로 대응하기 위한 범정부 종합대책을 1999년부터 3년 단위로 수립·시행하여 왔으며 작년에 제3차 대책(05~07)이 마무리 되었으며 제 4차 대책을 5개년 계획으로 추진하기로 예정되어 있다.

본 연구에서는 IPCC 제 4차보고서와 그간의 국내외 관련 연구결과를 토대로 온실가스의 대기 중

농도 변화 추세와 기후변화에 미치는 영향을 고찰하고 이에 대한 적응대책에 대하여 검토하고자 한다.

II. 온실가스 농도의 변화 추이

1. 온실가스 배출량

표 1은 1990년부터 2003년까지 전체 온실가스의 대부분을 차지하는 CO₂의 배출량을 국가별로 나타낸 것이다. 그 동안 미국과 유럽의 선진국들이 온실가스를 대부분 배출해 왔으나 최근에는 중국, 인도, 브라질 등 인구가 국토면적이 넓은 국가에서 증가율이 두드러지고 있다. 특히 국제에너지기구(International Energy Agency ; IEA)에서는 중국이 연평균 10%내외의 경제성장률 그늘에 가려진 채 온실가스 배출량도 2009년경에는 미국을 제치고 세계 최대 배출국이 될 것이라는 전망도 있다(IEA 보고서, 2006). 또한 국가별로 강경조치를 취하지 않을 경우 2030년 석유 일일 평균사용량은 1.16억 배럴, 석탄은 59% 증가하는 등 세계 에너지 수요가 53% 정도 증가해 이산화탄소 배출량이 현재보다 55% 늘어난 441억 톤에 이르게 될 것이라고 경고하기도 했다.

우리나라의 CO₂ 배출량은 2003년을 기준으로 세계 10위이다. 그러나 1990년 대비 증가율은 세계에서 제일 높은 수준이며, 특히 연평균 증가율이 약 7.6%에 달하는 배출량의 급격한 증가를 기록하고 있다. 2000년 이후로는 대체로 증가율이 둔화된 상태이지만 이런 추세로 배출량이 증가한다면 오래지 않아 CO₂ 배출량이 세계 10위권 내로 진입할 전망이다.

현재 우리와 배출량 수준이 비슷한 이탈리아의 경우는 교토의정서의 부속서1(Annex-1) 국가로서 1차 공약기간(2008~2012)중 1990년 대비 8%를 삭감하여야 하나 약 13%가 증가된 수준이다. 이와 같이 교토의정서에는 국제협약에 의한 의무사항을 준수하지 못하였을 경우에 대한 확실한 제재수단이 없다는 문제점을 안고 있었다. 또한 미국과 중국 등 후발 공업국가들이 교토의정서에 반대 입장을 표하

Table 1. CO₂ Emissions trend in major countries

(unit : Million CO₂ ton, %)

Country	1990	1999	2000	2001	2002	2003	1990 based Increasing rate (%)
U. S.	4,843	5,529	5,688	5,614	5,652	5,729	18.3
China	2,256	2,961	2,982	3,055	3,271	3,719	64.9
Russia	2,023	1,473	1,514	1,516	1,503	1,527	-24.5
Japan	1,015	1,153	1,178	1,165	1,207	1,201	18.3
India	595	933	974	986	1,017	1,050	76.5
Germany	966	838	835	850	838	854	-11.6
U.K.	560	527	525	542	529	540	-3.6
Canada	430	507	529	521	532	553	28.6
Italy	400	423	425	426	433	453	13.3
Korea	226	397	428	442	452	448	98.2

(source : Key World Energy Statistics, 2005[IEA])

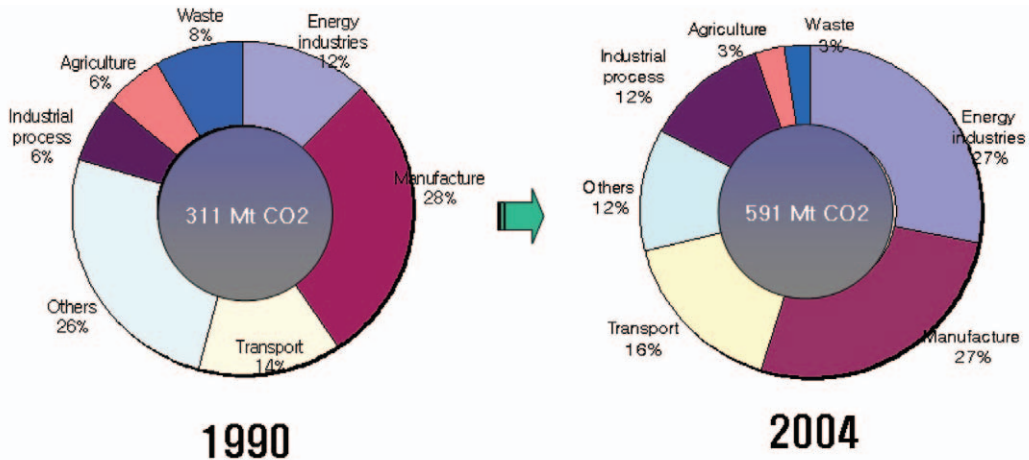


Figure 1. Emissions trend of CO₂ by source categories in Korea (source : Korea Energy Economy Institute, 2007)

면서 급기야 2007년 발리 로드맵의 형태로 변형되게 되었다. 어쨌든 온실가스 감축의 필요성은 전 세계가 공감하고 있으므로 머지않아 무역규제 등 강력한 제재수단이 포함된 의무사감 계획이 뒤따를 것으로 보인다.

그림 1은 우리나라의 CO₂ 배출량 변화를 비교한 것으로서 15년 동안 약 90%가 증가되었고 특히 발전 등의 에너지 산업과 산업공정부문의 증가율이 두드러짐을 알 수 있고 농업과 폐기물부문의 기여도가 낮아진 것을 통해 산업구조의 변화를 짐작할 수 있다.

2. 대기 중 농도 추이

그림 2는 우리나라 제주(고산) 및 태안에서 연속 측정된 CO₂ 농도의 변화를 나타낸 것으로서 우리나라에서 본격 측정하기 시작한 2000년 이후의 증가율은 매년 약 2ppm 정도인 것으로 확인되었다. 이는 전 지구 연평균 증가율 1.9ppm/년 보다 약간 높은 값으로써 우리나라는 전 지구적 측정소 특성 외에 한중일 3국의 영향을 일부 받는 지역급 (regional level) 특성과 특히 최근 10여년간 중국의 급속한 산업화에 따른 영향이 추가로 작용한 것으로 추정된다.

표 2는 WDCGG에 등록되어 있는 국내 외 주요

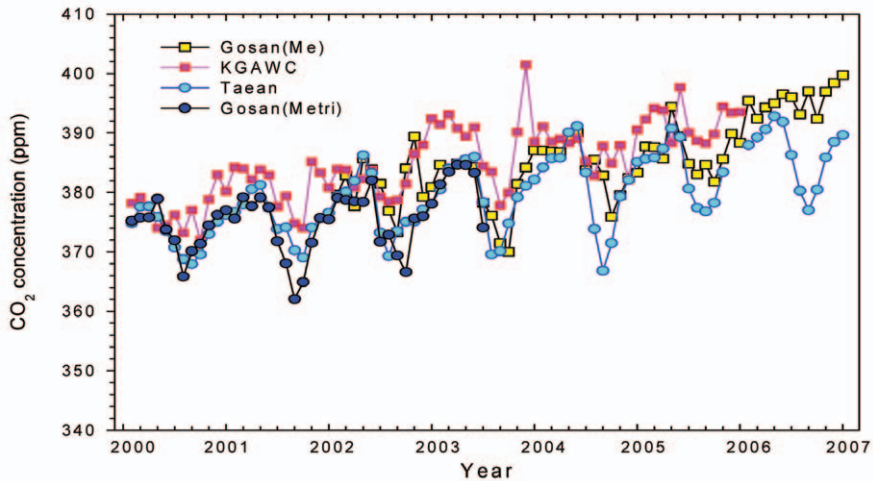


Figure 2. Concentration trends of CO₂ in Korea(source : NIER, 2007)

Table 2. Annual mean concentrations of CO₂ at Gosan and other monitoring sites in domestic and other countries

		Site	2002	2003	2004	2005	2006
domestic	Taeon		377.7	380.0	381.6	383.5 ¹⁾	386.7
	KGAWC		383.3	388.5	387.3	392.0	-
	Gosan (Metri*)		375.6	381.9 ²⁾	-	-	-
	Gosan (ME**)		381.3	381.0	384.5	387.2	395.5
abroad	Japan_Minamitorishima		373.8	376.6	378.2	380.7	383.7
	Japan_Yonagunijuma		375.5	378.3	380.0	382.5	384.6
	Japan_Ryori		375.9	378.6	380.3	382.5	385.3
	China_Waliguan		372.7	376.2	378.2	380.4	382.1
	USA_Mauna Loa		373.0	375.8	377.6	380.0	381.9
	USA_American Samoa		371.9	374.0	376.0	378.0	380.0
	USA_South Pole		371.7	373.7	375.4	377.6	379.2
USA_Barrow		374.3	377.6	378.1	381.1	384.1	

(source : WDCGG web site)

¹⁾ average for Jan. to Oct., ²⁾ average for Jan. to June

* Metri : Meteorological Research Institute

** ME : Ministry of Environment

관측소의 연평균 CO₂ 농도를 비교한 것이며, 그림 3은 지점마다 측정년도가 다르지만 1976년부터 2006년까지의 월평균 농도 변화를 비교한 그림이다(국립환경과학원, 2007). 인간과 식생활의 영향을 거의 받지 않는 지구급 배경대기 관측소(Global station)인 마우나 로아(Mauna Loa)의 경우는 한반도 배경대기의 경우 보다 낮은 값을 보였다. 또 해양에 위치한 하와이 지역은 고위도인 한반도 지역 보다 낮은 계절변화를 나타내었고 국내 온실가

스 관측소의 경우 식생의 영향으로 인한 계절 변동성이 크게 나타났다. WMO WDCGG에서 발간한 Greenhouse Gas Bulletin (No. 3:23 November 2007)에 의하면 2006년 이산화탄소의 전 지구 평균 농도는 381.2 ppm이며 1997년부터 2006년까지 지난 10년 동안에 나타난 연평균 농도 증가율은 1.93 ppm으로 나타났다. 제주도 고산 측정소에서 2002년부터 2005년까지의 연평균 농도 값으로 구한 연평균 증가율의 경우 2.1 ppm 정도로 1996년

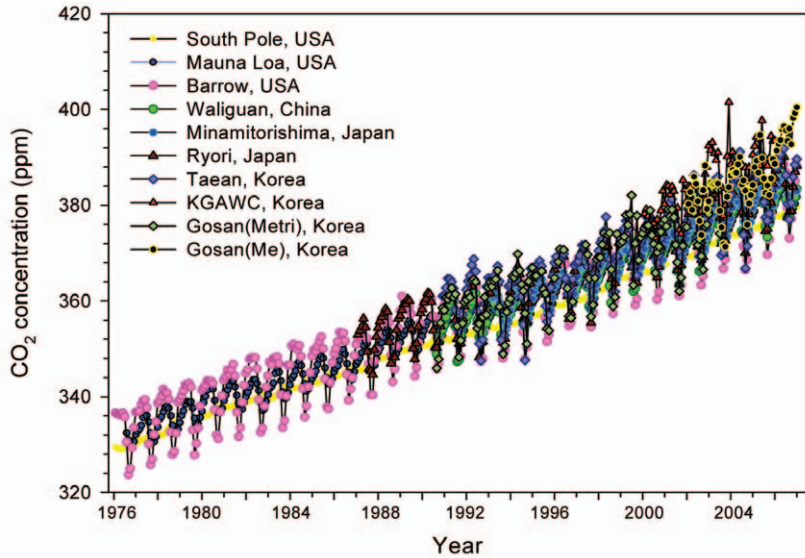


Figure 3. Variations of CO₂ concentration at different sites in domestic and other countries (source : NIER, 2007)

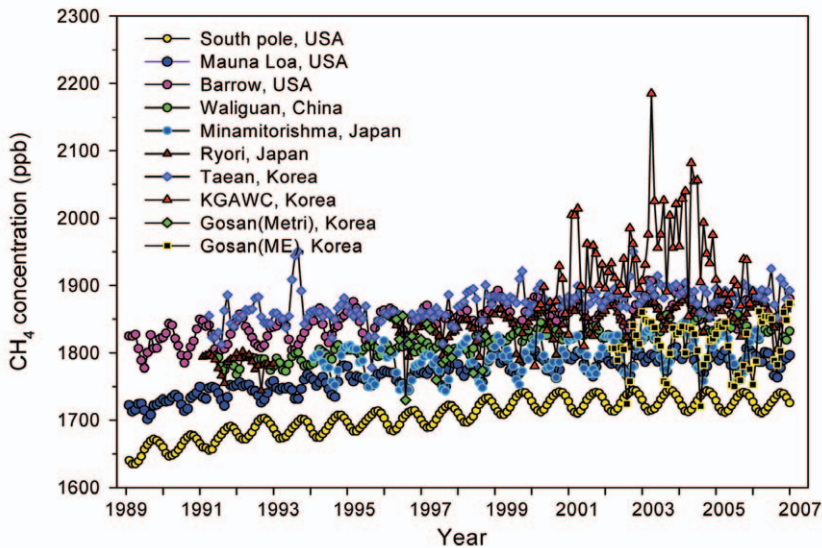


Figure 4. Variations of CH₄ concentration at different sites in domestic and other countries (source : NIER, 2007)

부터 2005년까지 지난 10년 동안에 나타난 전 지구 연평균 농도 증가율 (1.9 ppm/년)보다 약간 높게 나타났다.

그림 4는 또 다른 주요 온실가스인 메탄에 대하여 1989년부터 2006년까지의 월평균 농도를 나타낸 것으로서 계절적인 변화가 많이 나타남을 확인할 수 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 메탄의 평균 농

도는 여름에 가장 낮은 값을 나타내고 봄에 가장 높은 농도 값을 나타냈다. 이는 대기 중 메탄의 주요 배출원 중 하나인 농경지에서 농업 활동이 시작되는 시기인 봄철에 농도가 차차 증가하다가 농업 활동이 끝나는 시기에 농도가 낮아지는 경향을 보인다는 점에서(박기준 외, 2002) 계절적 증가원인을 알 수 있고 여름철에는 배출량도 많지만 광화학반

응이 활발하여 특히 OH 라디칼과의 반응에 의해 농도는 감소하는 것으로 알려져 있다(WMO, 2006, 정용승과 피터 탠스, 2000). 또한 일본 국립환경연구소(National Institute for Environmental Studies)의 Cape Ochi-ishi와 Hateruma 온실가스 관측소에서 측정한 메탄의 계절 변동에서도 여름에 가장 낮고 겨울에 가장 높은 농도를 나타냈으며 이는 여름에 메탄 배출원의 부족과 화학반응을 일으키는 OH 라디칼이 풍부하기 때문으로 설명하였다(Tohjima *et al.*, 2002). 그림 4에서도 남극은 북반구지역과 반대의 경향을 확인할 수 있고 농업 등 인간 활동이 활발한 북반구 지역에서는 그렇지 않은 농도변화폭이 남극보다 훨씬 큰 것을 알 수 있다.

III. 기후변화의 영향 및 전망

기후 변화는 인간의 경제 활동으로 인하여 유발된 것으로 1988년 IPCC가 창설되어 4차례의 보고서를 내며 기후 변화의 영향을 보고한 바 있다. 이 보고서에 의하면 기후변화의 영향이 인류생존을 크게 위협할 것을 경고하고 있다. IPCC 4차 보고서에 따르면, 지난 12년(1995~2006) 중 11년은 1850년 이후 지구표면온도 측정기록 중에서 가장 더운 12

년에 속한다. 1906년~ 2005년 지구 평균기온의 선형변화추세는 100년간 0.74℃(0.56~0.92℃)정도 증가된 것으로 확인하였으며 북반구 고위도로 갈수록 더 크게 나타나고 해양보다 내륙이 더 빠르게 온난화되고 있다고 보고하였다. 해수면 상승도 1961년 이후 1.8mm/y(1.3~2.3mm/y), 1993년 이후 3.1mm/y(2.4~3.8mm/y)로 상승하고 있으며 이는 열팽창과 빙하 등이 녹아서 나타난 현상으로 지적하였다. 다만 1993년~2003년 사이의 급속한 상승률이 10년 변동인지 장기적인 변화추세인지는 불분명한 것으로 알려져 있다.

1. 전 세계 및 우리나라의 기후변화와 전망

지난 100년간(1906~2005) 지구의 평균기온은 0.74℃ 상승한 것으로 밝혀졌다. 이는 지구의 온난화가 진행되고 있음을 보여준다. 그런데 1850년 관측 이래 가장 따뜻했던 12년 중 11년이 최근 12년 동안에 발생하여 지구온난화가 급격히 진행되고 있음을 알 수 있다. 현재와 같이 화석연료에 의존하여 인간 활동이 지속된다면 2100년경에는 지구의 평균기온이 6.4℃ 상승하고 해수면은 59cm상승할 것으로 IPCC 4차 평가 보고서(WG-1)는 전망하고 있다.

한반도의 기온상승은 지난 100년간 1.5℃ 정도로

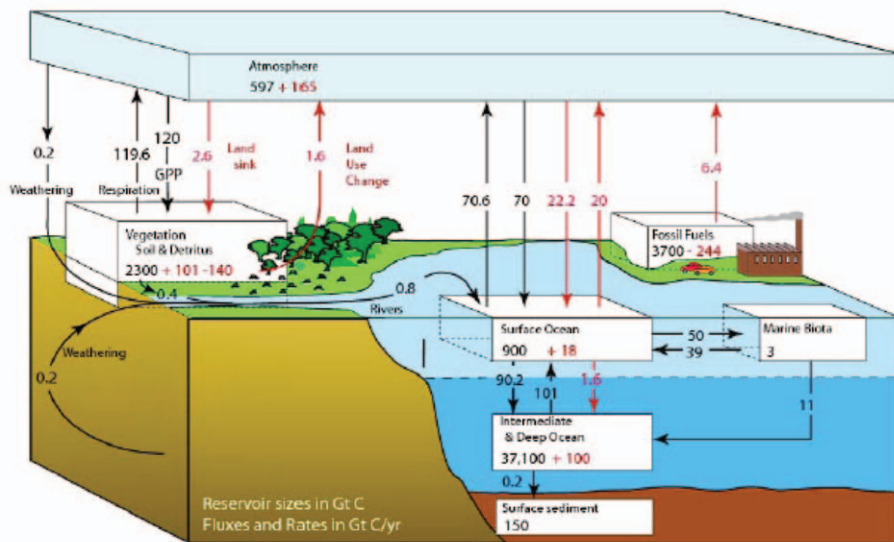


Figure 5. General scheme of carbon circulation model for climate change simulation (source : IPCC 2007)

씨 지구평균 0.74℃의 약 2배에 해당된다(기상연구소, 2004). 또한 제주지역의 해수면 상승은 지난 40년간 22cm로써 지구평균의 약 3배나 빠르게 진행되고 있다(국립해양조사원, 2006).

또한 국립기상연구소의 연구결과(권영아 등, 2007)에 따르면, 계절별 날짜수가 1920년대에 비해 1990년대에는 겨울은 19일이 줄고 여름은 16일이 늘어난 것으로 분석되었다. 아울러 2080년에는 기온이 5℃ 상승하고, 곡물 생산량은 17%가 증가하지만 홍수피해는 약 3배정도 늘어날 것으로 전망하였다. 강수량은 2050년에 현재의 17%정도가 증가할 것으로 예상하였으나 특히 집중호우 등 이상기상현상이 빈발할 가능성이 높은 것이 중요하다.

2. 환경에 미치는 영향

기후 변화는 전 세계 환경에 큰 변화를 가져오고 있다. 캐나다 동부 연안과 북극해에서는 바다표범의 보금자리인 유빙이 녹아내리면서 바다표범 새끼들이 폐죽음을 당하고 있다. 몰디브는 해수면의 상승으로 몇몇 저지대의 섬들을 포기하고 있다. 아프리카에서는 1인당 작물 생산이 81년 이래 12%나 떨어지는 등 토지의 황폐화와 사막화가 큰 위협으로 부상했다. 네팔은 지구 온난화에 의한 빙하의 해빙

으로 인해 호수가 확장되고 붕괴하여 빈번한 홍수가 일어나고 있다.

우리나라에서도 나타나는 기후변화(지구온난화)로 인해 생태계의 변화가 두드러진다. 그림 6에서 나타난 바와 같이 2050년에는 남해안과 제주도를 중심으로 약 14% 정도의 난온대림이 아열대림으로 바뀔 것으로 예상되고 있으며(김재욱과 이동근, 2006) 한라산의 고산식물이 멸종하는 등 생물다양성이 감소할 것으로 예상된다. 대구의 명산물인 사과의 재배지가 강원도 영월까지 확대되고 전남 보성의 녹차는 고성에서도 재배하고 있으며 제주의 한라봉이 바다를 건너 거제도에서도 수확되고 있는 실정이다. 봄의 전령사인 개나리와 진달래의 개화시기가 지난 80년간 약 20일 정도 단축되었으며 소나무 재선충이나 아카시아 황화현상 등이 증가하고 있는 것도 기후변화와 무관하지 않은 것으로 알려져 있다.

지구온난화는 농작물 생산량에도 영향을 주게 되어 기온이 5℃ 상승할 경우 벼 수확량은 15% 정도 감소하는 것으로 추정된다(한국 환경정책평가연구원, 2006). 해양에서는 명태, 대구 등 한대성 어종이 감소하고 오징어나 도미 등 난대성 어종이 증가하며, 적조 현상과 유해성 해파리 등이 빈발할 것

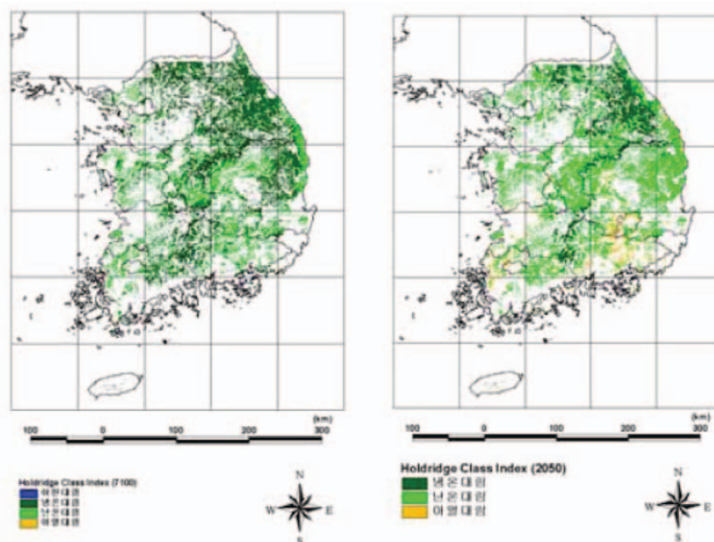


Figure 6. Predicted change of forestry zone by increase of temperature in Korea (source : Kim and Lee, 2006)

로 전망된다(그림 7).

기후변화는 전지구 기후대의 불균형을 야기하여 이상기후가 나타나게 된다. 우리나라의 경우는 여름철 태풍의 발생빈도나 강도가 점차 증가되어 피해를 입고 있다. 그 피해액은 매 10년마다 3.2배씩 증가하는 것으로 추정된다. 또한 계절성 집중폭우로 인하여 수많은 사람들이 목숨을 잃거나 이재민이 발생되고 있다. 2006년 강릉 지역을 중심으로 한 강원도에 내린 600mm 이상의 집중폭우가 대표적인 사례라 할 수 있다.

이러한 기상변화는 환경에도 많은 영향을 미치게 되어 미세먼지와 오존농도 등 대기질을 악화시키고 있고, 황사발원지의 확대로 인해 매년 황사발생횟수 및 강도가 심해지고 있는 실정이다. 기온이 상승하면 휘발성 유기화합물(VOC)의 증발량이 많아져 여름철에 자주 발생하는 광화학 스모그현상이 봄철과 가을철까지 확대될 가능성이 높아지게 되어 오존오염이 증가될 것으로 예상된다. 황사의 경우도 과거에는 대부분 봄철에만 발생되던 것이 최근에는 겨울철에도 자주 발생되고 그 강도역시 강해지고 있는 현상을 기후변화에 의한 영향 때문이라는 주장이 더욱 설득력을 얻고 있다.

또한 하천 수량의 증가로 토양 유실로 인한 탁수

발생이 증가하고 수질악화로 물고기 폐사와 부영양화가 나타난다. 아울러 폭염에 의한 영향으로는 혹서가 7일 이상 지속시 사망률이 9% 이상 증가된다는 연구(김소연, 2004)가 있으며, 말라리아 등 전염병도 늘어날 것으로 전망된다. 산불 발생빈도가 늘어 애써 가꾼 산림과 국립공원이 한순간에 불타버린 사례가 최근 강원도 일대에서 빈발하고 있다.

지구온난화는 겨울철 난방비를 절감시키는 효과가 있는 반면 여름철에는 냉방 수요를 증가시키게 된다. 에너지 효율면에서 난방보다 냉방이 불리한 점을 감안한다면 가정용 에너지 사용비도 추가로 지불해야할 형편이다. 또한 온실가스 감축을 위해 화석연료를 청정연료로 대체해야 하므로 발전비용도 증가하게 된다. 산업 구조 역시 고효율 에너지화가 시급히 요구될 뿐만 아니라 의류 산업이나 계절 산업(에어컨, 맥주 및 청량음료 등)의 소비 패턴이 달라지고, 스키장 개장일수가 감소하고 인공강설비용이 증가되며 다양한 야외 레저 활동이 증가하게 된다.

간접적인 영향으로는 기상재해로 인해 도로나 철도, 해상운송장애가 발생되거나 유지보수비가 증대되고 있다. 또한 건물의 에너지 효율 및 안전기준 강화로 건축비용이 증가되는 것도 고려할 수 있

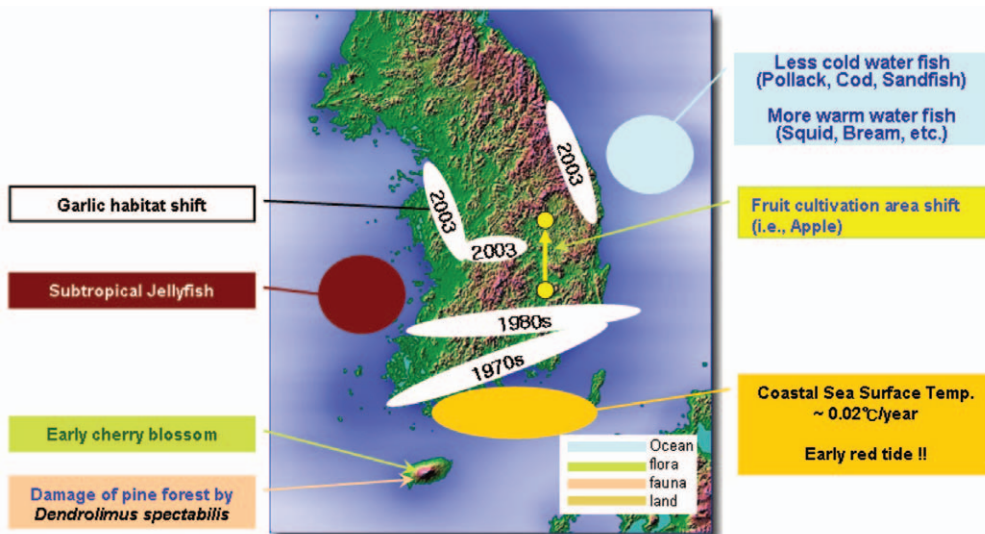


Figure 7. Impacts of climate change over the Korean Peninsula (source : mixed data from mass medias, 2007)

며 지반침하 및 건물붕괴 등에 대비한 보험 비용이 증가하게 된다. 한편으로는 탄소펀드 등 새로운 금융상품이 확대되고 온실가스 감축사업과 관련된 금융 상품이 증대될 것으로 예상된다.

3. 적응대책 방향

적응대책 수립을 위해서는 정확한 장래예측과 영향평가가 요구된다. 정확한 예측을 위해서는 기후 및 대기환경 통합 예측 시스템과 기후변화에 가장 큰 영향을 주는 것으로 알려진 탄소의 순환 모델링 구축이 시급하다. 이를 이용한 모의시험은 기후변화와 각 부문별 영향 인자 사이의 과학적 예측이 가능하게 되고, 이를 기반으로 지역과 생태계가 변하는 기후조건에 대응할 수 있도록 적응대책을 수립할 수 있다. 선진국에서는 활발한 예측연구를 통해 IPCC 평가보고서에 반영시키기 위한 노력을 하고 있으며, 우리나라에서도 아직은 미흡하지만 기상청과 여러 대학 및 연구기관을 중심으로 장래 온실가스 배출시나리오에 따른 장래 전망을 IPCC의 시나리오에 따라 향후 100년까지의 예측모델링을 실시하고 있다. 다만 이러한 연구활동은 장래 예측을 중심으로 이루어지고 있으며 그러한 전망에 따른 적응대책 마련을 위한 모델링분야는 다양한 분야에서 이루어져야 함에도 아직은 시작단계에 머물고 있다. 아울러 이러한 예측 기술이 발전하기 위해서는 관련분야 연구는 물론 전문가들이 참여하는 포럼이 활성화될 필요가 있다. 영향예측에는 생태계 및 생활 전반에 대한 상세한 정보가 있어야 하지만 우리의 현실은 매우 미흡한 실정이므로 각종 기초정보 확보부터 시작하여야 한다. 다양한 분야의 통계자료를 이용하여 부문별 영향평가를 실시하여 그를 통해 피해규모, 비용효과, 복원가능성 등을 종합 분석하여 적응대책의 우선순위를 결정할 필요가 있다.

현재까지 알려진 영향을 바탕으로 우리가 우선적으로 준비해야할 적응대책으로는 다음과 같은 사항을 들 수 있을 것이다. 먼저 극한 기상현상 발생에 대비한 모니터링 네트워크를 보강하므로써 취약지역을 선정·관리하여야 할 것이다. 예컨대 해수면

상승이나 해안침식에 대한 감시시스템 구축과 하천 주변 제방 및 배수시설 보강 등이 될 수 있다.

육상 생태계에서는 멸종 위기종 조사 및 보호대책 수립과 새로운 작물 재배 보급, 잠재적 병충해에 대한 방제대책 수립이 포함 될 수 있을 것이고 해양에서는 어종의 변화에 따른 어업방법 개선과 함께 녹조현상 등 해양오염에 대한 대비가 마련되어야 할 것이다. 아울러 대기질, 수질/수자원, 건강 등 환경·보건분야에 대한 대책이 마련되어야 하고 특히 에너지 관리에 대한 획기적인 전환이 절실히 요구된다.

기후변화의 원인과 대책은 바로 에너지 문제와 가장 밀접한 관계가 있기 때문이다. 현재 많이 검토되고 있는 bio-fuel과 같은 저 CO₂ 배출 에너지대책은 전 세계 곡물 가격 증가 등 수급 불균형을 야기시키는 부작용이 있고 원자력은 또 다른 환경오염의 우려가 있으므로 신중해야 할 것이다. 근본적인 에너지 전환정책은 반드시 CO₂ 무배출(zero-emission)에너지의 개발이 되어야 할 것이다. 현재 실용화 되었으나 비용효과 등에서 효율이 낮은 풍력, 조력, 태양력에 대해 효율 극대화를 위한 투자도 새로운 각도에서 추진할 필요가 있을 것이며, 장기적으로는 현재 존재하지 않는 전혀 새로운 에너지 기술의 발견이 우리 인류가 함께 추구해야할 과제일 것이다. 또한 이러한 노력에는 정부는 물론 지자체 및 기업, 일반국민들 모두가 함께 참여하여야 한다. 제주도에서는 기후변화에 자발적으로 대처하기 위한 동반자로서 2012년까지 GHG 배출량을 2005년 대비 10% 감축하는 등의 계획을 가지고 환경부와 협약(2007. 7월)을 체결하였고, 과천시에서도 2015년까지 5%를 삭감하기로 협약(2007. 8월)을 맺은 것은 큰 의의가 있다고 할 수 있을 것이다. 우리나라는 취약성이나 기후위험의 측면에서 볼 때 매우 영향을 많이 받는 지역에 속하지는 않으나, IPCC SRES A2 시나리오를 규모축소(down-scaling)하여 볼 때 2100년까지 한반도 평균기온이 5~6℃ 증가할 것으로 예측하므로 이에 대한 대비가 필요하다. 기후변화의 과학적 이해에 대해 검토하

는 WG1에 의해 이미 전 지구적으로 나타나는 온도 변화는 99%이상의 확실한 현상(virtually certain)으로 밝혀졌다. 따라서 사태의 심각성을 깨닫고 적극적인 적응대책에 대한 검토가 요구된다. 그러나 아직까지 우리의 적응대책은 자생적 적응수준에 머물고 있다고 볼 수 있다. 이를 위해 기후변화에 대한 적응, 완화 기술개발, 과학적 연구에 관한 균형 잡힌 자료들을 가지고 있어야 하겠다.

IV. 결 론

지구상 온실가스의 대부분을 차지하는 CO₂의 대기 중 농도변화의 추세는 지난 100년간(1906~2005년)을 놓고 볼 때 계속해서 증가하고 있다. 더군다나 최근 들어 증가율이 급격히 증가하는 나라들이 많아지고 있다. 우리나라는 1990~2004년까지는 증가율이 세계 1위이며 2000년 이후의 증가율도 전 지구 연평균 증가율을 상회하고 있다. 농도 변화가 일어난 기간 중 전 지구와 우리나라의 기온은 꾸준히 상승해 왔다. 메탄의 경우도 겨울이 여름보다 평균농도가 높은 것으로 나타나 겨울의 기온이 그리 낮지 않고 포근하여 지구 온난화를 부추기는 것으로 생각된다. 이는 온실가스가 지구의 기온을 상승시키는 주된 원인임을 알 수 있다.

이와 같이 온실가스의 대기 중 농도 증가는 이상 기후를 일으키고, 빙하를 녹여 생태계를 변화시키며 해수면을 높이고 빈번한 홍수를 발생시킨다. 또한 토지의 황폐화와 사막화를 이루기도 한다. 따라서 현재의 기후변화에 대한 대책으로는 원인제거, 즉 온실가스 '배출량 삭감(reduction)' 노력과 CO₂의 대기 중 체류시간이 50~200년 정도이므로 기후 변화 현상이 이미 돌이킬 수 없는 상황이라면 이에 대처해 나가는 '적응(adaptation)'이 있다.

우리나라는 현재까지 기후변화의 영향이 크게 나타나지 않고 있지만 점차 가속화 될 것이라는 점이다. 이는 적응대책 수립에 최소한 5년 이상이 소요되는 것을 감안한다면 지금부터 최선을 다해 실행에 옮겨 국가적인 어려움에 직면하지 말아야 하겠

다. 적응대책 수립을 위해서는 기후 및 대기환경 통합 예측 시스템과 지구 온난화에 가장 큰 영향을 주는 것으로 알려진 탄소의 순환 모델링을 통한 정확한 예측과 영향예측이 필요하다. 기후변화 제4차 정부종합대책에서는 기존의 온실가스 감축을 위주로 하는 기후변화협약 대응에서 영향예측을 통해 대응 및 적응 방안 마련을 포함하는 실질적인 기후변화 대응체제로 추진하기로 한 것은 선진국 진입을 눈앞에 둔 우리로서는 당연한 조치라고 판단된다. 이와 아울러 일반 국민들도 대중교통의 이용이나 가정에서의 에너지 절약을 생활화 하는 것들이 가장 중요한 기후변화에 대처하는 방안이 될 것으로 확신한다.

감사의 글

이 논문은 2007학년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다. 아울러 많은 자료를 제공해 주신 국립환경과학원의 김정수 지구환경 연구소장께도 감사의 뜻을 전합니다.

참고문헌

- 국립해양조사원, 2006, 보도자료-'08.1.8
- 국립환경과학원(NIER), 2007, 한반도 배경대기 중 온실가스 농도 변동 특성 분석(I).
- 권영아, 권원태, 부경운, 2007, 우리나라 자연 계절 길이 변화, 제5차 기후변화 학술대회 초록집, 116-119.
- 기상연구소, 2004, 한반도 기후 100년 변화와 미래 전망.
- 김소연, 2004, 기후변화로 인한 여름철 폭서현상이 사망률에 미치는 영향, 아주대학교 의학박사학위 논문.
- 김재욱, 이동근, 2006, 지역기후모형을 이용한 산림식생의 취약성 평가에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지, 9(5), 32-40.
- 박기준, 최재천, 박상순, 오성남, 2002, 안면도에서

- 측정한 온실가스 (CH₄, N₂O, CFCs)의 변동 특성 연구, 한국기상학회 학술발표회, 12(3), 498-502.
- 에너지경제연구원, 2007, 온실가스 배출 통계 D/B.
- 정용승, 피터 펜스, 2000, 한국 태안반도의 온실기체 모니터링, 한국기상학회지, 36(1), 25-34.
- 한국환경정책·평가연구원, 2006, 기후변화 영향 평가 및 적응시스템 구축 II.
- IEA, 2006, Key world energy statistics.
- IPCC, 2007, IPCC WG-I Fourth Assessment Report and SPM, Climate Change 2007, The Physical Science Basis.
- IPCC, 2007, IPCC WG-II Fourth Assessment Report and SPM, Climate Change 2007, The Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability.
- IPCC, 2007, IPCC WG-III Fourth Assessment Report and SPM, Climate Change 2007, Mitigation of the Climate Change.
- Tohjima, Y., T. Machida, M. Utiyama, M. Katsumoto, Y. Fujinuma, and S. Maksyutov, 2002, Analysis and presentation of in-situ atmospheric methane measurements from Cape Ochiishi and Hateruma Island, *Journal of Geophysical Research*, 107, D12, 4148-4159.
- WMO, 2006, WDCGG DATA SUMMARY, WDCGG No. 30.
- WMO, 2007, Greenhouse Gas Bulletin No. 3:23.

최종원고채택 08. 04. 28