

기후변화의 경제학: 현존하는 위기와 잠재적 기회



유철상 |

고려대학교 공과대학 건축사회환경공학과 교수
envchul@korea.ac.kr



김하명 |

고려대학교 공과대학
건축사회환경공학과 석사과정
gkdudd185@korea.ac.kr

1. 기후변화의 현실

최근 20년간 전 지구적으로 온난화가 매우 두드러지게 진행되고 있다. 이산화탄소 등 온실효과를 유발하는 온실가스의 농도는 산업혁명 당시의 280ppm과 비교하여 2000년에는 370ppm으로 약 33% 증가하였으며(권원태, 2005), 지난 100여년 동안 지구의 평균기온은 0.6℃ 상승했다. 기온은 계속 상승하고 있는 추세이며, 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC)에 의하면 지금처럼 화석연료에 의존한 대량소비형 사회가 계속되는 경우 21세기말 지구 평균기온은 최대 6.4℃, 해수면은 18~59cm 상승한다고 예측하고 있다(그림 1).

20세기에 나타난 기후변화는 지역과 시기에 따라 복잡한 형태로 나타나지만 그 변화의 폭이 과거 일만 년 동안 나타난 변화의 폭에 비해 매우 크기 때문에 위협적이라고 할 수 있다. 과거 천년 동안 지구의 평균 기온은 0.2℃ 범위에서 변화한 것에 비해, 20세기

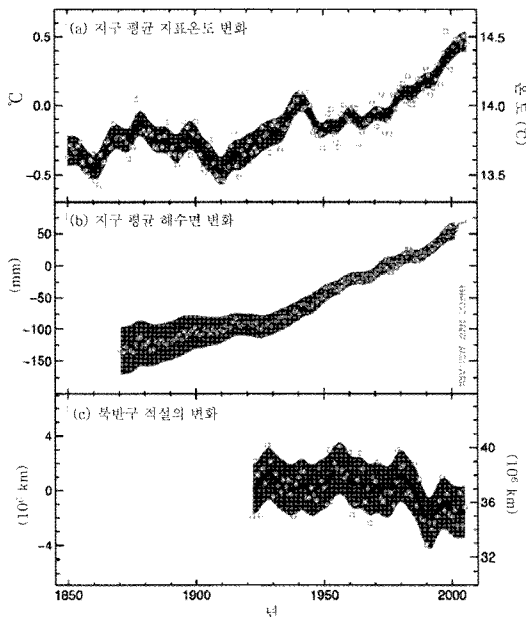


그림 1. 기온, 해수면 및 북반구 적설의 변화 (IPCC, 2007)

와 21세기에 걸쳐 적어도 2~6.4℃ 정도 온난화가 진행된다면, 생태계는 급격한 변화에 적응하지 못하고 파괴될 가능성이 매우 크다(권원태, 2005).

이처럼 기후가 크게 변하면서 지구촌 전체가 기상 이변으로 몸살을 앓고 있다. 이로 인해 발생하는 경제적 피해는 엄청나다. 독일의 뮌헨 재보험회사가 전세계의 기상재해 발생건수와 피해액의 변화 추이를 집계한 자료에 따르면, 1950년대에 20건, 피해액으로는 449억 달러 수준이던 기상재해가 해가 갈수록 증가해 1960년대에는 27건에 805억 달러, 1970년대에는 47건에 1,476억 달러, 1980년대에는 63건에 2,280억 달러로 늘었다. 1990년대에 들어서는 건수로는 91건으로 4.5배, 피해액은 7,036억 달러로 그

피해가 무려 15.7배나 증가했다. 집계가 불가능하거나 집계 대상에서 빠진 것을 포함한다면 피해 규모는 훨씬 클 것이다(조선일보, 2007년 5월 19일자).

경제적인 피해뿐만이 아니다. 지난 50여 년간 기상이변으로 인해 전 세계에서 삶의 터전을 잃은 환경난민이 약 1억 3,500만 명이나 발생하였다. 지난 2005년 8월 29일 허리케인 카트리나가 미국 남부 해안지대를 강타하여 뉴올리언스 지역의 제방이 붕괴되었다. 그로 인해 도시의 80%가 침수되고 80만 명의 이재민이 발생하였다. 2005년 7-8월 중 프랑스 등 유럽 각국에서는 폭염으로 인해 노인, 어린이 등 50여명이 사망하였다. 2006년 이탈리아에서는 눈 부족으로 스키대회가 무산되고, 1970년 공식 퇴치된 것으로 보고된 열대 질병인 말라리아가 발병되었다. 인도에서는 한파로 160여명이 동사하고, 브라질과 페루에서는 홍수와 산사태로 수천 명의 이재민이 발생하는 일도 있었다. 중국의 ‘룽 바우샤’ 마을은 황사로 인해 마을 자체가 소실되었으며, 방글라데시의 ‘보홀라섬’은 해수면 상승으로 면적이 절반으로 감소, 50만 명의 주민이 삶의 터전을 상실하였다(민승규와 강희찬, 2007).

한국도 예외는 아니다. 근대적인 기상관측이 시작된 이래, 1904년부터 2000년까지 관측된 20세기 기온자료를 분석해 보면, 평균기온이 1.5℃ 상승하여 한국의 온난화 추세는 전 지구적인 온난화 추세를 상회하고 있음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 겨울철 혹한과 관련된 발생빈도는 줄어들고, 여름철 폭서와 관련된 지수는 증가하는 경향을 보였다. 이로 인해 기상이변의 피해가 급증하고 있다. 1980년대 후반부터 기온이 상승하면서 태풍 등 기상이변의 빈도가 증가하였다. 여름철 호우재해의 발생빈도가 연평균 5.3회(1940-1970년)에서 8.8회 이상(1980-1999년)으로 증가하였으며, 이로 인한 경제적 피해규모 역시 확대되었다. 2002년 8월 말 발생한 태풍 ‘루사’로 인한 재산 피해규모는 총 5조 1,479억 원이었고, 2003년 9월에 발생한 태풍 ‘매미’로 인한 피해는 총 4조

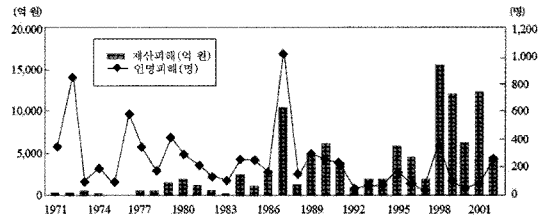


그림 2. 1971-2001년 우리나라 자연재해 피해 (www.kemco.or.kr)

2,225억 원이었다(소방방재청, 2008).

소방방재청 집계에 따르면 1960년대에 연간 1,067억 원이던 기상재해 피해액이 1970년대에는 1,748억 원, 1980년대에는 4,693억 원, 1990년대에는 6,852억 원, 2000년대 들어서는 2조 6,953억 원으로 급증했다. 경제성장으로 인해 부동산 가격이나 생산품의 가격 등이 올라서 화폐로 환산한 피해액이 더 커진 영향도 있겠지만, 기상재해의 발생건수나 파괴력이 과거에 비해 더 커진 것은 부인할 수 없다(조선일보, 2007년 5월 19일자).

이처럼 지구촌 기상이변이 잦아지면서 기후변화의 심각성에 대한 논의가 점증하고 있다. 2005년 미국 국립빙설자료센터(NSIDC)는 이미 최근 5년 동안 북극 빙하의 25%가 사라진 것으로 추정하였으며 반세기 안에 빙하가 완전히 사라질 수 있을 것이라고 경고하였다. 2007년 다보스 포럼에서는 기후변화가 핵심 주제로 부상하였다. 세계가 당면한 최우선과제로 기후변화를 지적한 비율이 2006년에는 포럼참석자의 9%에 불과했으나, 2007년에는 20%로 확대되었다. 메르켈 독일총리는 “기후변화와 에너지안보가 현재 지구촌의 최대 위협”이라고 주장하였다.

주요 선진국은 기후변화에 대한 종합적인 대책을 이미 시행 중이다. EU를 비롯해 미국 등 선진국들은 기후변화에 이미 발 빠르게 대응하여 EU는 온실가스를 1990년 대비 2005년에는 1.2%를 감축하였고, 2020년까지 온실가스를 20% 감축하기로 합의하였다. 미국의 부시 대통령은 연두교서에서 향후 10년 내에 대체에너지 개발을 통해 가솔린 사용량을 20%

축소하겠다고 천명하였다. 또한 미래의 재해를 예측할 수 있는 시스템 구축에도 노력을 기울이고 있다. 일본은 2007년부터 슈퍼컴퓨터인 '지구 시뮬레이터'를 본격 가동해 태풍, 홍수, 가뭄 등 기상이변을 예측하는데 활용하고 있다(민승규와 강희찬, 2007).

이제 한반도도 더 이상 지구온난화의 안전지대가 아니다. 기후변화의 속도는 갈수록 빨라지고 있으며, 하루빨리 전 지구적인 대재앙에 대한 대비를 하여야 한다. 화석에너지의 사용축소는 생산비용의 증가로 경쟁력 약화를 초래할 수 있지만 다른 시각에서 보면 새로운 비즈니스 기회가 창출되는 도약의 기회이기도 하다. 따라서 기후변화가 부정적 요인보다 긍정적 요인이 많을 수 있다는 점을 인식해야 한다(부기덕, 2003). 이것이 피할 수 없는 기후변화의 현실에서 우리가 취할 수 있는 현명한 선택이다.

2. 기후변화의 과학적 이해

지구의 기후 시스템을 움직이는 에너지의 대부분은 태양에서 공급된다. 이 태양에너지는 기후 시스템 속에서 여러 형태로 존재하는데, 이산화탄소와 같은 온실 가스는 태양으로부터 지구에 들어오는 짧은 파장의 태양 복사에너지는 통과시키는 반면 지구로부터 나가려는 긴 파장의 복사에너지는 흡수한다. 이 흡수된 에너지가 지표면을 보온하는 역할을 하여 지구 대기의 온도를 상승시키는 작용을 하는데 이것이 바로 온실효과이다.

기후시스템에서 온실효과는 필요하지만 지난 산업혁명 이후 꾸준히 증가한 온실가스로 인해 지구의 지표온도가 증가하게 되었고, 결국 지구온난화(global warming)라는 현상을 초래하게 되었다(민승규와 강희찬, 2007). 온실효과를 초래하는 여러 가지 온실가스 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 이산화탄소인데, 우리나라의 경우 이산화탄소 배출량이 세계 15위로 알려져 있다. 1위인 미국의 30%에 불과하지만 배

출량 증가속도는 1위에 가까운 것으로 조사되어 그 심각성을 더욱 가중시키고 있다.

가장 큰 문제는 인구증가와 산업화 진행에 따라 온실가스 배출량이 과거에 비해 급증하는데 반하여 산림훼손으로 온실가스 흡수원은 축소되고 있다는 데에 있다. 1990-1994년 화석연료에서 나온 가스 배출량이 서부 유럽에서는 3%, 북미에서는 5% 증가했는데, 이는 전 세계적으로 약 1억 톤이 늘어난 것이다. 1997년 기준으로 지구대기층에 쌓이는 탄산가스 농축량은 1,700억 톤 정도로 추정되어지는데, 이러한 온실가스는 30여만 개의 대형 핵발전소에서 나오는 것과 같은 양의 열을 내뿜는다(심재현, 1997). 이에 반해 온실가스의 흡수원인 열대산림이 1960-1990년에 멕시코, 브라질, 인도네시아 등지에서 20% 감소하였다는 사실은 사태의 심각성을 여실히 보여주고 있다.

이에 따라 2015년부터 온실가스 배출량을 해마다 줄이지 않으면 기후 변화에 따른 지구적 재앙을 막을 수 없다는 경고가 나왔다. 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC)는 세계 120개국 기후관련 과학자 등 2000여명이 참석한 가운데 태국 방콕에서 회의를 열고 '기후변화 완화' 보고서를 발표했는데, 이에 따르면 교토의정서가 규정한 이산화탄소, 메탄, 이산화질소, 과불화탄소, 수소불화탄소, 육불화황 등 6종류의 온실가스 배출량은 1970년부터 2004년 사이에 70% 늘어난 것으로 보고하였다. 또한 IPCC는 지구의 온도를 산업혁명 이전보다 2-2.4℃ 상승한 상태로 묶기 위해서는 2015년부터 온실가스 배출량을 줄이기 시작해 2050년에는 2000년 수준의 50-85% 이하로 낮추어야 한다고 주장하였다.

3. 기후변화로 인해 현존하는 위기

IPCC는 지구온난화란 '천재'가 아니라 '인재'라고 경고한다. IPCC는 지구온난화와 인간 행동간의

연관성에 대한 명확한 해답을 제시하는데 2007년 IPCC의 제4차 보고서에서는 기후변화가 인간 활동에 의해 발생했을 가능성을 90%로 추산하였으며, 이는 2001년 제 3차 보고서(66%)와 비교하여 24%나 상승한 수치이다.

지구 온난화로 인해 증가한 에너지가 지구 전체에 고르게 분산되지 못하는 현상이 발생하여 특정 지역의 기후가 변하고 심한 경우에는 기상이변이 초래된다. 예를 들면, 홍수와 한파, 빙하 및 빙산의 해빙, 해수면의 상승 등 환경이 점차 변화되어 식물의 개화시기가 빨라지고 철새들의 이동과 산란시기가 변화되는 등 자연 생태계에도 변화가 발생한다(민승규와 강희찬, 2007). 이러한 다양한 변화들 중 중요한 것들을 정리하면 다음과 같다.

3.1 극지방의 변화

가장 먼저 ‘얼음-반사율 피드백’을 생각해 볼 수 있다. 이는 태양빛 반사문제(albedo, 반사도)와 연관이 있는데, 모든 표면은 제각기 다른 반사율을 가지고 있다. 흰 표면은 모든 빛을 반사하기 때문에 반사율이 1이고, 검은 표면은 모든 빛을 흡수하기 때문에 반사율이 0이다. 지구의 반사율은 0.3 정도이며, 얼음과 눈으로 가득한 극지방의 반사율은 0.8 정도이다. 그런데 지구온난화로 인해 얼음이 녹아 바다가 되면 얼음의 반사율이 바다의 반사율로 바뀌게 된다. 다시 말해 0.8 정도의 반사율을 가진 극지방이 0.1도 채 안 되는 바다의 반사율로 바뀌게 되어, 최고의 반사체가 최악의 반사체로 변하게 되는 것이다(<http://www.korea.kr>). 그 결과 더 많은 얼음이 녹게 되고, 더 많은 바다가 드러나게 되며, 더 많은 태양에너지가 바다를 데우는데 사용되게 된다. 결국 지구온난화를 부채질 하여 기후변화를 가속화 시키는 셈이 된다.

또한 극지방의 얼음이 녹으면 해류가 바뀌어 전 지구적인 해류순환에도 커다란 영향을 미치게 된다. 기

온이 낮아 바닷물이 얼게 되면 염분이 얼음 바깥으로 빠져나와 잔물이 바다 아래로 가라앉게 된다. 이로 인해 지금까지 극지방에서는 엄청난 양의 바닷물이 해저로 가라앉고 열대 지방에서는 따뜻한 물이 극지방으로 이동하여 지구 전역의 바닷물이 순환하는 컨테이너 벨트가 만들어졌다. 그러나 극지방의 얼음이 녹아감에 따라 컨테이너 벨트의 원동력이 되는 잔물이 줄어들면, 해류 이동은 현저히 줄어들게 된다. 최악의 경우 해류순환이 중단되면 더운 지역은 계속 더워지고, 추운 지역은 계속 추워지는 현상이 발생하게 된다(<http://www.korea.kr>). 이는 에너지의 불균형을 심화시키며, 또 다른 기상이변을 초래하게 되는 것이다.

극지방이 녹기 시작하면 영구동토층이 대기 탄소를 뿜어낼 수도 있다. 이른바 ‘탄소와 기온의 피드백’이다(<http://www.korea.kr>). 온실가스와 관련해 영구동토층이 중요한 이유는 바다와 산림에 이어 가장 큰 탄소 저장고이기 때문인데, 영구동토층 위에서 자라다 죽은 식물은 낮은 온도 때문에 완전히 분해되지 못하고 영구동토층으로 밀려나 보관된다.

영구동토층이 녹기 시작하면 오랜 세월 동안 얼어 있던 유기물이 분해되기 시작하며 이산화탄소나 메탄이 배출된다. 북극 일부 지역에서는 이런 과정이 이미 진행되어, 메탄 배출량의 증가율이 60%에 달한다. 온실가스 배출이 늘어나면 온난화는 가속되어 탄소 배출과 기온은 서로 상승작용을 일으킨다. 전 세계 영구동토층에 얼마나 많은 탄소가 저장돼 있는지는 정확히 파악되고 있지 않지만 4,500억 톤에 달한다는 추정이 있다. 2004년 전 세계 이산화탄소 배출량이 490억 톤 가량인 점을 감안하면 막대한 양이다(<http://www.korea.kr>).

3.2 집중호우 및 물 부족

지구 곳곳의 집중호우가 증가하고 있다. 미해양대기국(NOAA)의 연구진들은 온실효과로 인해 기상현

상이 날이 갈수록 격해지는 현상을 보이고 있다고 말한다. 호주, 중국, 구소련 지역, 미국 등의 647개 관측소에서 지난 1930-1980년간의 기상자료를 수집해 분석한 결과 기온이 꾸준히 상승하고, 비가 올 때 마다 단기간에 집중적으로 내리는 현상이 갈수록 심화된다는 사실이 관찰됐다(심재현, 1997). 전체적인 강우량이 늘어났다는 증거는 없으나, 기온 상승으로 대기가 더워져 수증기를 갑자기 많이 포함할 수 있기 때문에 비가 단기간에 집중되는 경향이 늘고 있다고 밝혀졌다.

또한 지구온난화 현상은 물 부족 현상을 유발한다. 지구에너지의 교란으로 국지적 집중호우의 반대편에서 가뭄현상이 극심해 지고 있다. 스웨덴의 스톡홀름 환경연구소는 최근 유엔에 제출한 보고서를 통해 물

낭비에 대한 모종의 조치를 취하지 않으면 오는 2025년에 전 세계 인구의 3분의 2가량이 물 부족에 허덕일 것이라고 경고했다. 연구결과에 따르면 최근 20년 사이에 세계 인구는 38억에서 54억으로 급증했고, 전 세계의 물 소비는 3배로 늘었다(심재현, 1997).

단순히 강수량의 증가가 수자원의 확보에 도움이 되지 않을 수 있다는 점에도 주목해야 한다. 강수량의 증가만을 고려하면 그에 비례하여 수자원의 확보가 용이해지겠지만, 변동성도 같은 규모로 증가한다면 오히려 수자원의 확보에 방해가 될 수 있다. 강수의 변동성은 시간적인 측면에서 대규모 홍수와 가뭄의 불규칙적인 반복을 의미하며, 공간적인 측면에서는 특정지역에서 강우의 집중현상이 더 심해질 수 있음을 의미한다.

3.3 전염병의 확산

기후변화에 따른 전염병의 확산도 큰 문제가 되고 있다. 뉴욕타임스지(1998년 8월 10일자)는 기후변화와 질병의 상관관계를 지적하면서 지구온난화와 엘니뇨 현상이 겹치면서 세계 곳곳에서 콜레라, 말라리아, 이질, 뎅기열, 뇌염 등의 전염병이 크게 번지고 있다고 보도했다. 미국 하버드대 의대 폴립스타인 교수는 기온이 섭씨 2°C 올라가면 말라리아 모기의 신진대사도 2배 이상 늘어 동물에 대한 공격도 그만큼 잦아진다고 지적하였다. 지금과 같은 지구온난화 추세로는 이 모기의 활동면적이 지구표면의 42%에서 60%로 넓어질 것이라고 추정했다(중앙일보, 1998년 8월 12일자).

위생에 필수적인 물의 부족이나 더욱 빈발하는 폭우로 인한 물의 과잉은 모두 오염된 물과 음식을 통해 확산되는 설사성 질병을 증가시키게 된다. 세계건강기구(WHO)에 의하면 설사성 질병으로 인한 사망자는 연간 약 180만 명에 이르며, 설사성 질병은 아동 사망원인 중 2위를 차지하고 있다. 또한 기온의 증

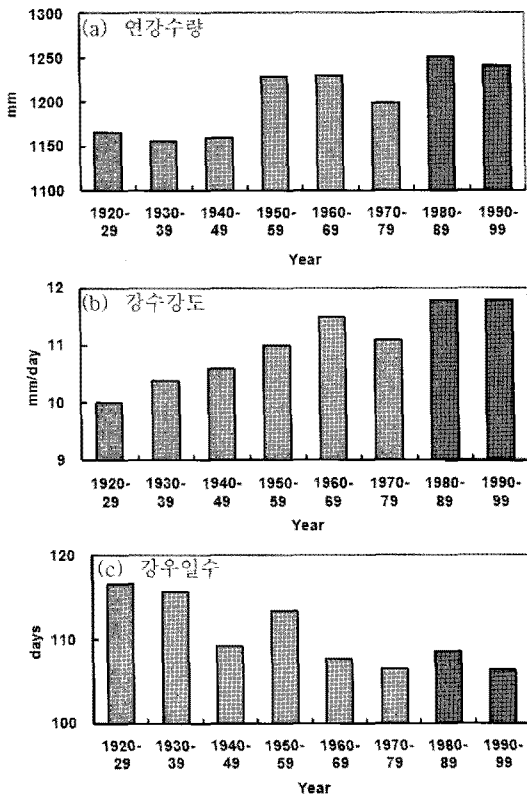


그림 3. 1920-2000년 강수변화 패턴 (LG 경제 연구원, 2005)

가는 지표면의 오존을 증가시키고 꽃가루 발생 시기를 앞당김으로써 천식을 유발시키고 있다(네이버뉴스, 2008년 4월 7일자).

지구온난화로 인해 폭염이 증가하면 그로 인한 사망자도 늘어난다. 기상청에 따르면 1990년부터 2000년 사이의 통계를 분석한 결과, 일 최고기온이 상승하면 그에 따른 사망자도 늘어나는 것으로 나타났다. 특히 폭서가 발생했던 1994년 7월과 8월에 사망한 사람은 모두 5,742명으로 전 해인 1993년 같은 기간의 4,754명, 다음해인 1995년 같은 기간의 4,953명과 비교했을 때 훨씬 많았다(서울신문, 2008년 12월 15일자).

특히 오존의 노출로 인한 폐조직의 파괴와 폐 기능의 약화, 폐에 대한 기타 자극 등은 호흡기 질환을 악화시킨다. 1990년부터 1995년까지 서울시를 대상으로 일 최고온도를 구간별로 구분한 후, 오존농도와 사망자수의 관계를 분석하였으며, 그 결과 28.9-38.6℃ 구간에서 오존 농도에 따른 사망자수의 증가 현상이 나타났다(한국환경정책평가연구원, 2003).

3.4 식량의 위기

유엔 식량농업기구(FAO)는 기후변화에 따른 빈번한 흉수와 가뭄은 곡물값 폭등으로 이어지고, 이로 인해 개발도상국들이 심각한 사회불안에 직면해 있다고 경고했다. 2007년 9월 시카고 선물 거래소에서 밀의 국제 시세는 같은 해 1월에 비해 60%나 오른 1부셸(약 35리터)당 8.86달러였다. 우유 등 낙농제품의 가격도 기록을 갱신하고 있으며, 이미 일부 나라에서는 곡물 가격 상승이 가계 부담을 더해주는 차원을 넘어 사회 불안을 조장하는 조짐까지 나타나고 있다(한겨레, 2007년 9월 7일자).

지구온난화로 인한 평균온도의 상승은 식품의 보관 및 유통 시 위생상의 위험 역시 증가시킨다. 기온은 식중독 발생에 영향을 미치며 또한 숙주요인, 병원체요인, 환경요인 모두에 영향을 미친다. 특히, 농

작물 생산은 기후변화에 극도로 취약해 기후변화로 인한 대규모 농작물 피해가 예상된다. 또한 축산의 경우에도, 집약적으로 사육하는 가축의 열 스트레스의 증가로 동물의 건강, 성장, 번식에 직접적인 영향을 미칠 수 있다(인터넷과학신문 사이언스타임즈, 2008년 7월 18일자).

한반도 기온이 4℃ 이상 상승하는 경우, 남부해안 지역 등은 겨울이 거의 없는 아열대성 기후권에 속하게 된다. 그렇게 되면 현재 남부지방에서 문제가 되고 있는 애멸구, 끝동매미충, 벼멸구 등의 주 발생지가 지금보다 더욱 북상하게 되어 중부지방에까지 확대될 가능성이 높다. 그에 더하여 한국에서 월동이 어려운 비래해충의 경우에도 온도가 상승함에 따라 월동이 가능하게 되어 정착해충이 될 가능성이 있다. 진딧물의 수가 증가하여 연중 빈번한 피해가 발생하게 될 것이고, 외래해충의 종류 또한 다양화되어 피해위험지역이 확대될 가능성도 높다. 이로 인해 농작물 생산량 저하 및 품질저하로 농업생산성이 나빠질 것으로 예상된다(부기덕, 2003).

중국의 경우는 더욱 우려스럽다. 중국에서 기후변화는 식량안보의 핵심이다. 중국이 기상이변으로 가장 우려하는 상황은 식량부족이기 때문이다. 중국은 1961-1990년에 비해 2030년까지 자국의 연평균 기온이 1.5-2.8℃ 상승할 것이라고 예상하는데, 그렇게 되면 북부지방의 사막화로 곡물생산량이 10% 감소할 우려가 있다. 곡물생산량 1% 감소 시, 이를 보충하려면 500만 톤의 곡물, 즉 세계 전체 곡물 거래량의 2.5% 수준을 수입하여 보충해야만 한다(민승규와 강희찬, 2007). 아시아 뿐만 아니라 전 세계 식량 시장에 어떤 영향을 미치게 될지가 크게 우려되는 대목이다.

3.5 기타 여러 문제들

지구온난화로 인한 해수면 상승은 연안 저지대 및 습지의 범람 가능성을 증대시켜 연안침식, 폭풍, 해

일 및 홍수 위협의 증대, 표층수와 지하수로의 염분 침투 등의 피해를 줄 수 있다. 항구, 연안 도로, 철도, 빌딩과 같은 주요 사회기반시설과 연안산업 및 서비스 관광산업에 대한 위협으로 토지 및 건물 재산 가치 하락과 해수면 상승 영향에 대한 보호 비용 증대, 보험료의 증대, 정치적 제도적 불안 및 사회 동요 등이 유발될 수가 있다. 그에 더하여 직접적인 영향을 받을 주민 및 국가가 겪을 정치적, 경제적, 제도적, 문화적 스트레스도 상당히 클 것으로 예상되고 있다(부기덕, 2003).

또한 중국의 사막화로 인한 황사현상 증가는 비단 중국의 문제만이 아니다. 몽고의 고비사막과 중국의 황하 상류의 황토지대에서 오랫동안 가뭄이 지속되어 바람이 조금만 불어도 흙먼지가 일어나기 때문에 1980년대 전반까지만 해도 1년에 한두 차례에 그쳤던 황사현상이 최근에는 연간 10여 차례나 발생하고 있다. 사막화 또한 가속화 되고 있는 실정이다. 중국의 기존 사막지역은 전국토의 12.3% 인데, 지금 사막으로 변하고 있는 지역만 3.7% 인 35만km²이다. 서북 지역에서 확대되고 있는 사막은 매년 10km씩 북경 쪽으로 다가오고 있다(심재현, 1997). 특히 중국의 황사가 바람을 타고 우리나라로 올 때 중금속 공해물질을 싣고 오기에 우리의 건강을 더욱 위협하고 있다.

지구온난화로 인한 북서태평양 생태계의 변화로 급증한 해파리 떼가 해수욕장 피서객을 공격하는가 하면 서해에 주로 출몰했던 식인상어가 남해안에서 발견되기도 한다. 이는 지구 온난화에 따른 수온상승으로 바다 생태계가 바뀌면서 생기는 현상인데, 제주 서귀포시 중문해수욕장에서는 해파리에 쓰여 응급처치를 받는 피서객의 수가 나날이 증가하고 있다. 전북과 충남 서해안에 주로 나타났던 백상아리가 전남 여수 앞바다에서 까지 발견되어 남해까지도 식인상어 주의보를 확대하였다. 1995년 한반도에 처음으로 적조가 발생한 이후 점점 적조 발생 시기가 당겨지고 있으며, 동해 수온이 상승하면서 대표적 한류 어종인 명태 어획량은 1981년 17만 톤에서 2004년 64톤으

로 줄고, 오징어, 멸치, 고등어 3개 난류 어종의 어획량이 50만 톤 이상으로 연근해 어업 생산량의 50% 이상을 차지하고 있는 실정이다(동아일보, 2005년 8월 7일자).

4. 기후변화가 가져올 잠재적 기회

4.1 에너지 분야

앞으로 60-70년 후면 석탄을 제외한 대부분의 화석연료는 고갈될 것으로 예상된다. 전문가들은 21세기 중반이 되면 대부분의 에너지가 신재생에너지에서 나올 것으로 추측하고 있다. 현재 풍력발전, 태양광발전, 바이오 연료 등 신재생에너지 세계시장은 매년 20-40% 씩 성장하고 있으며, 그 규모는 연간 3,000억 달러에 이른다. 현재 세계는 '저탄소 경제'로 발돋움하고 있다(문하영, 2007).

신재생에너지 산업에 일찍 눈을 돌려 성공한 대표적인 나라는 덴마크이다. 1970년대부터 풍력발전에 눈을 돌린 덴마크는 현재 전 세계 풍력발전기 시장의 약 40%를 점유해 연간 30억 유로의 매출을 올리고 있다. 덴마크 국내 총발전량의 20%도 풍력발전으로 공급하며, 전체 인구 530만 명 중 2만 명을 고용하는 덴마크의 가장 중요한 산업의 하나가 되었다(조선일보, 2007년 5월 19일자).

독일에서는 축산분뇨 등을 이용한 바이오가스 시설이 빠른 성장세를 보이고 있다. 독일 북부지역 빌테마울의 바이오가스 시설은 하루 300톤 가량의 분뇨로 시간당 2.524mw의 전력을 생산하는데, 처리과정에서 나오는 유기농 액체비료는 인근농가들이 사용해 일거양득의 효과를 보고 있다. 독일은 이와 같은 신재생에너지 시설을 확대하여 2010년까지 에너지소비에서 차지하는 비율을 지난해 5.3%에서 2010년 10%로 끌어올린다는 계획을 세우고 있다(<http://www.korea.kr>).

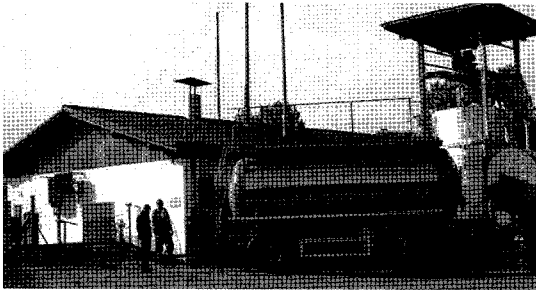


그림 4. 독일 농가의 바이오가스 발전소
(한겨레 신문, 2005)

브라질은 2003년 가솔린에 바이오에탄올 23%를 섞도록 법제화 했다. 네덜란드 국립환경연구소에 따르면 바이오에탄올은 가솔린에 비해 온실가스는 30%, 이산화탄소는 10% 감축하는 효과가 있다고 한다. 2006년 브라질은 바이오에탄올을 178억 리터 생산하여 '녹색 사우디아라비아' 라고 불릴 만큼 세계에서 두 번째로 많은 바이오에탄올을 생산해 냈다. 현재 브라질에서 생산되는 차량 10대 중 8대는 바이오에탄올과 가솔린을 동시에 사용할 수 있는 '플렉스 차량'으로, 브라질 전체 차량 중 20%를 차지하고 있다. 바이오에탄올 세계 1위 수출국인 브라질은 2011년까지 사탕수수 생산능력 확충에 62억 달러를 투자해 수출량을 늘릴 계획이다. 미국은 세계 1위 수출국인 브라질과 동맹을 맺고 바이오에탄올 확보 전쟁에 뛰어들었다. 향후 10년간 자동차연료 소비량을 20% 감축하고 에탄올 공급을 늘린다는 내용의 에너지장기계획을 세웠는데, 계획에 따르면 미국의 연간 에탄올 소비량은 현재의 200억 리터 수준에서 2017년 1,320억 리터로 늘어나게 된다 (<http://www.korea.kr>).

화석에너지 사용량 감소에 대한 추세를 신사업 기회로 활용하는 것도 매우 중요하다. 선진기업들은 고효율 제품 개발 등 에너지 효율 개선을 차세대 기업 경쟁력의 핵심으로 설정하고 있다. 선진국을 중심으로 고효율 제품에 대한 시장이 눈에 띄게 확대되었는데 미국의 하이브리드 자동차 시장은 5년 만에 20배 이상 성장하였다. 도요타의 하이브리드 차량(가솔린

엔진과 전기모터를 동력원으로 사용하고 제동 시 낭비되던 에너지를 흡수함으로써 연비와 배기가스 문제를 개선하는 자동차) 역시 2003년 4만대에서 2006년 30만대 판매로 그 수요가 꾸준히 증가하고 있다 (이기훈, 2005). EU의 경우 에너지 고효율(A등급) 제품의 시장점유율이 1993년 2% 수준에서 2003년 45% 까지 상승하였다(민승규와 강희찬, 2007).

4.2 수자원 분야

기후변화로 인한 강우패턴의 변화는 수자원 공급의 안정성에 영향을 미친다. 우리나라는 연평균 강수량이 세계평균의 1.3배에 달하지만, 대개 장마철과 태풍기간에 집중되어 있어 갈수기에는 수자원 이용에 대한 대책이 시급한 물 부족 국가이다. 게다가 기후변화로 인해 강수량은 증가하지만 강수일수가 줄어들고 있어 홍수와 가뭄 발생이 동시에 증가하고 있는 실정이다.

먼저, 태풍이나 홍수로 인한 피해를 방지, 복구하기 위한 건설공사의 증대는 건설업에 대단히 긍정적인 요소로 작용할 것으로 예상된다. 이상기후가 건설업에 미치는 영향을 거시적으로 분석한 연구결과에 의하면, 1981-1985년의 5년 동안 재해 복구사업의 공정별 내역은 하천 62.7%, 도로 28.0%, 모래방지사업 3.6%, 해안 3.3% 등이었다(한기주, 2007). 전국적으로 보면, 태풍을 포함한 호우가 하천 및 도로에 미치는 영향이 매우 큰 것이다. 따라서 이상기후 현상은 건설업의 사업량을 크게 확대시키는 기회로 작용할 것이다.

기후변화로 인해 수자원 부족이 예상되는 지역에서는 해수 담수화 사업이 유망할 것으로 전망된다. 현재 전 세계에서 가장 큰 담수화 공장을 운영하고 있는 프랑스의 베올리아 워터사는 스페인에서 1억 2,800만 유로짜리 계약을 따냈으며 중국의 간쑤성에 16억 유로짜리 물 처리 공장을 건설하기로 계약했다 (조선일보, 2007년 5월 19일자).

수자원 공급의 안정성과 효율성을 위한 빗물이용 시스템도 주목받고 있다. 빗물저장과 이용에 관한 기술이 새로운 녹색산업으로 부상하고 있는 것이다. 빗물이용 시스템을 통해 빗물을 효과적으로 관리함에 따라 미약하나마 홍수저감에 도움이 되고, 또 도시지역의 건전화 방지도 어느 정도 도움이 될 수 있다. 비상시 소방용수나 화장실 용수 등 요긴하게 사용될 수도 있다(www.greenkorea.org). 2001년 정부에서 수도법을 개정함에 따라 종합운동장, 실내체육관 등 지붕 면적이 2,400㎡ 이상이고, 관람석수가 1,400석 이상인 시설물을 신축하거나 증축하는 경우 빗물이용시설을 의무적으로 설치, 운영하도록 하였다(http://geomarine.kr). 이로 인해 빗물을 집수하는데 필요한 배관자재나, 필터, 저장용기, 수처리의 기능적인 사업상품을 개발하는 사업 등이 새롭게 각광 받게 되었다.

4.3 파생사업 분야

기후변화 및 기상이변 관련 새로운 파생사업 분야에 주목할 필요도 있다. 선진국에서는 배출권 거래와 청정개발체제(CDM) 사업 등 관련 비즈니스가 급성장하고 있으며 ESCO(Energy Service Company)의 약자로 온실가스 감축을 위해 기업의 에너지 설비투자 및 운영을 대행하는 사업(사업, 탄소관련 컨설팅, CDM 중개 비즈니스, 온실가스 감축 인증 서비스 등 온실가스 감축을 지원하기 위한 비즈니스가 확대될 계획이다. 또한 기상재해에 따른 복구사업, 기상정보 제공, 기상 컨설팅 등 기후관련 서비스에 주목할 필요가 있다. 특히, 날씨보험, 날씨파생상품, 재해채권(Cat Bond) 등을 포함하는 날씨파생보험상품은 기업이나 국가, 지자체의 기상재해로 인한 피해위험을 분산하기 위해 널리 활용되고 있다. 미국 시카고상업거래소에 의하면 날씨파생상품 거래액은 2003-2004년 47억 달러에서 2005-2006년 452억 달러로 증가하였다고 한다(민승규와 강희찬, 2007).

또한 탄소펀드에도 주목해야 한다. 세계 탄소시장의 거래규모가 급증할 것이라는 전망에 따라 지구온난화 펀드나, 탄소펀드, 대체에너지펀드와 같은 신규 상품들이 유망한 투자처가 될 것이다. 탄소시장의 안정적인 운영을 위해서 탄소펀드의 운영이 필수적인데, 탄소펀드는 여러 온실가스 감축 사업의 리스크를 분산시키고 유동성을 공급함으로써 시장발전에 필수적인 역할을 한다. 전 세계적으로 탄소펀드는 2007년 3월 약 58개 정도 운영되고 있으며, 규모는 약 120억 달러로 추정되고 있다(문하영, 2007).

4.4 농업 분야

지구온난화에 따른 평균기온의 상승은 새로운 농업의 기회를 만들어 주고 있다. 농업활동이 불가능한 지역이 가능한 지역으로 바뀔 수 있고, 또한 일모작만이 가능한 지역이 이모작이 가능한 지역으로 바뀔 수 있다. 예를 들어, 대서양 북단에 위치한 그린란드는 기후변화로 인해 상업적 농사가 가능해졌다. 그린란드 지역은 북방 한계선, 즉 농작물이 자라날 수 있는 한계지점에 아슬아슬하게 걸쳐 있는 곳인데, 기온이 상승하면서 피오르드의 얼음 땅이 녹아 농사가 가능해진 것이다. 밭에서는 양배추, 콜리플라워, 상추 등을 재배하고, 비닐하우스에서는 딸기 재배도 가능하다. 기후변화가 그린란드 지역에 농업의 희망이 된 것이다(경향신문, 2008년 9월 24일자).

한반도에서는 따뜻해진 날씨로 인해 농업유망지역이 북상하고 있는 추세이다. 1970년-1980년대에 전국 사과 생산량의 20%를 차지했던 영천사과의 생산량이 지금은 3%로 줄어들었다. 평균기온이 올라가면서, 대구 근교 남부권에서 북상을 시작, 안동, 봉화, 영주, 청송 등 경북 북부지역을 지나 충청도의 충주와 강원도의 영월, 양구 지역까지 올라갔다. 최근 들어서 강원도 영월군은 현재 50여ha에 불과한 사과 재배면적을 2010년 지금의 2배, 2016년 4배 수준까지 늘리는 한편 기후 변화와 토양 등 지역적 특성을 최

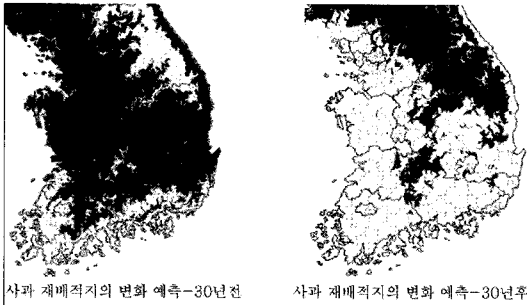


그림 5. 사과 재배적지의 변화 예측 (www.rda.go.kr)

대한 살려 고품질의 사과를 생산할 계획이다 (<http://miso.yeskisti.net>). 영천의 사과 산업이 강원도 영월 및 양구 등의 지역으로 이전하고 있는 것이다(그림 5).

제주 명물인 한라봉의 재배지역은 전남 고흥과 경남 거제를 거쳐 전남 나주까지 올라왔다. 오히려 제주보다 북쪽인 나주가 일교차가 커 당도와 저장성이 뛰어나 각광을 받고 있다. 이에 따라 제주도는 대체작물로서 아열대 작물인 무화과와 뉴질랜드 열대과일인 골드키위를 몇 년 전부터 생산하고 있다. 이처럼 남부지방은 감귤, 유자, 참다래 등 난지과수의 유망 재배지역으로 탈바꿈하고 있다 (<http://miso.yeskisti.net>).

그러나 기후변화의 영향으로 인해 식량생산량은 오히려 감소하고 이에 따라 가격의 상승이 초래될 가능성이 높다는 관측도 많다. 이러한 전망을 기초로 하면, 특히 영세 농업의 경우는, 위험분산의 방안이 매우 제한적일 수밖에 없어, 큰 타격이 불가피 하다. 결국 농업분야도 대규모 기업화가 될 수밖에 없는 여건이 조성되고 있는 것이다.

4.5 기타 전통적 산업분야

부동산시장에서는 에너지 소비를 50% 이상 줄이는 미래형 주거형태 ‘그린빌딩’의 건축이 유망한 사업으로 자리 잡아 가고 있다. 미국에서는 2007년 들

어 환경친화건물 붐이 더욱 거세지고 있어서 뉴욕 맨해튼 남부 하류지역에서 개발되고 있는 2,500만 달러 이상 규모의 50여개 프로젝트 모두가 환경 가이드라인에 맞춰 시행되고 있다. 미국 그린빌딩협회는 최고등급 그린빌딩 LEED 인증을 얻기 위해서 평균적으로 일반 건축비의 5% 정도만 추가하면 된다고 밝히고 있기 때문에 그린빌딩이 매매 가격 및 임대료의 상승여력을 충분히 갖추고 있다는 평가를 받고 있다 (문하영, 2007).

제주도와 남해안을 중심으로 기후의 변화가 뚜렷해짐에 따라 일본 가고시마 또는 중국 하이난처럼 이국적인 분위기를 조성할 수 있는 관광 리조트를 우리나라에도 만들 수 있을 것이다. 또한 건설업계에서는 방바닥의 온수배관에 냉수를 순환시킴으로써 냉방비용을 줄이는 사업이 이미 실시되고 있으며, 방수방습 및 부식 방지를 위한 도료사업도 인기를 끌 것으로 예상된다(<http://miso.yeskisti.net>).

패션 분야에서는 기후 마케팅에 대한 연구가 모색되고 있다. 아열대 날씨를 고려해 간절기 상품의 출고시기를 1-2주 정도 늦추는 방향을 모색하고 있고, 색깔이나 길이는 가을용, 소재는 여름용으로 하는 ‘퓨전 제품’에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 기후가 고온 다습화 됨에 따라 얇은 소재의 정장 수요가 늘어날 것이며, 다품종 소량생산으로의 맞춤형 체제가 진행될 것으로 예상된다(한겨레신문, 2007년 8월 14일자).

가전업계에서는 디자인 혁신과 더불어 기후대응을 같은 비중으로 두고 제품개발 계획을 모색하는 것으로 알려지고 있다. 에어컨의 경우 체온관리와 열대야 패턴 기능을 갖춘 기능성 에어컨이 출시되었고, 세탁기는 건조기능이 내장된 일체형 세탁기가 판매되고 있다. 그리고 식품분야에서는 식품안전을 위해 기존의 상온 유통방식에서 냉장 유통 방식으로 전환하는 냉장차량의 수요가 늘어날 것으로 전망하고 있다(구영덕, 2008).

계다가 기온이 상승하면 세제의 사용이 비례하여

증가한다고 한다. 여름철에 6-8월의 전국 평균기온이 1℃ 상승하면 에어컨, 맥주, 청량음료, 의료품의 소비가 약 5% 증가하는 것으로 조사되었다. 청량음료의 소비 증가는 또한 청량음료 용기 재료인 알루미늄 수요 증가를 유발하여 알루미늄 산업에 긍정적 요인으로 작용하게 된다(한기주, 2007).

영국의 슈퍼마켓 체인인 테스코는 앞으로 5년간 총 10억 달러를 투자해 매장의 전력공급을 풍력발전으로 전환하고 식료품이 매장에 진열되기까지의 운송 거리를 표시해 기후변화에 민감한 소비자를 사로잡을 계획이라고 한다. 기후변화에 초점을 맞춘 사업이 유망산업으로 부상하고 있는 것이다(조선일보, 2007년 5월 19일자).

가뭄이나 수해, 고온에 견디는 종자를 개발하는 종자공급회사나 각종 질병치료제와 백신을 개발하는 제약회사 또한 기후변화로 인하여 수익을 거둘 것으로 기대된다. 세균성 이질 및 말라리아 등과 같은 질병을 예방할 수 있고 경고할 수 있는 시스템 구축 사업 또한 유망할 것으로 예상된다(조선일보, 2007년 5월 19일자).

5. 결론

20세기에 나타난 기후변화는 지구촌 전체가 기상 이변을 겪게 했다. 전 지구적으로 평균기온이 꾸준히 상승하고 있고, 강수패턴이 변화하고 있다. 이는 온실가스 증가로 인한 온난화 현상에서 기인한 것이며, 이로 인해 경제적, 인명피해가 나날이 증가하고 있는 실정이다. 따라서 기후변화는 세계가 당면한 최우선 과제로 꼽히고 있으며 기후변화에 발 빠르게 대처할 종합대안 마련이 시급한 상황이다.

기후변화로 인해 세계가 직면한 위기에는 여러 가지가 있다. 온도 상승으로 인해 증가한 에너지의 불균형은 극지방에서 얼음-반사율 피드백과 탄소-기온 피드백을 가속화 시키고 있으며, 지구 곳곳에 집

중호우와 물 부족 현상을 심화시킨다. 전염병의 확산과 각종 해충으로 인간의 건강이 위협받고 있고, 식량부족, 식량값 폭등은 사회불안을 조장하는 원인이 되고 있다. 중국의 황사현상은 이제 중국을 넘어 동아시아의 문제로 확산되고 있으며, 북서태평양의 생태계 변화는 우리나라의 전반적인 수산경제에 커다란 영향을 미치고 있는 실정이다.

기후변화는 위기와 더불어 여러 가지 새로운 기회 역시 잠재하고 있다. 저탄소 경제로 발돋움하기 위해 신재생 에너지 시장의 규모가 나날이 확대되고 있고, 풍력발전을 비롯한 바이오 가스 시설, 바이오 연료 등은 미래의 에너지로 각광 받고 있다. 에너지 효율 개선을 위한 고효율 제품 개발은 새로운 사업 기회로 이용될 수 있다. 수자원 분야에서는 해수담수화 사업을 비롯하여 빗물이용시스템이 주목받고 있으며, 날씨파생보험상품 시장도 새롭게 부상하고 있다. '그린 빌딩' 바람이 불고 있고, 따뜻한 날씨로 인해 복상하는 농업지역은 새로운 작물재배로 큰 수익을 올리고 있다.

기후변화에 대응하는 방법은 나라마다 조금씩 다르지만 한 가지 분명한 것은 효과적인 온실 가스 감축을 위해 범지구적인 대응이 필요하다는 것이다. 배출권 거래제와 청정개발체제를 통해 온실가스 감축에 힘쓰고, 중장기적인 기후변화 대책을 세움으로써 기후변화에 유연하게 대응해야 할 것이다. 기후 재난은 먼 남의 나라 얘기가 아니라 바로 우리 앞에 놓인 당면 과제이다. 기후변화라는 위기를 기회로 전환할 수 있는 슬기로운 지혜가 필요한 때이다.

참고문헌

- 권원태 (2005). "기후변화의 현황과 전망." 국토, 국토연구원, 제281호, pp. 7-8.
 구영덕 (2008). "지구온난화의 공격을 받고 있는 한반도." Techno Leaders' Digest, 한국과학기술

- 정보연구원, 제196호, pp. 6-7.
- 문하영 (2007). 기후변화의 경제학, 매일경제신문사, pp. 128-129.
- 민승규, 강희찬 (2007). “기후변화에 어떻게 대응할 것인가?” CEO Information, 삼성경제연구소, 제 596호, pp. 1-19.
- 부기덕 (2003). “지구온난화가 국내경제와 산업에 미치는 영향.” 대은경제리뷰, 대은경제연구소, 제 188호, pp. 41-42.
- 소방방재청 (2008). 2008 주요통계 및 자료, p. 313.
- 심재현 (1997). “지구온난화와 자연재해.” 물과 미래, 한국수자원학회, 제30권, 제4호, pp. 98-101.
- LG경제연구원 (2005). 2006년 산업의 기회와 위협, p. 37.
- IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 17.
- 이기훈 (2005). “기후변화협약과 환경친화형 자동차 개발.” KAMA저널, 자동차공업 협회, 제197호.
- 한기주 (2007). “기후변화가 산업부문에 미치는 경제적 영향.” KIET 산업경제, 제108권, 제1598-9461호, pp. 52-66.
- 한국행정연구원 (2008). “기후변화 대응과 녹색성장 패러다임을 통해 나아갈 방향: 그린IT를 통한 국가 경쟁력 선진화.” Webzine, 제9/10호
- 한국환경정책평가연구원 (2003). 한반도 기후변화 영향평가 및 적응프로그램 마련: 지구온난화로 인한 건강피해 가능성 조사 및 피해저감 정책방향에 관한 연구, 환경부, pp. 136-139.
- 경상일보 (2007). “기후변화 대책 철저히 하자.” 4월 5일.
- 경향신문 (2008). “그린란드, 초록을 꿈꾸는 백색의 땅...기온 올라 농사 가능.” 9월 24일.
- 네이버뉴스 (2008). “건강에 미치는 기후 변화의 5가지 주요 영향.” 4월 7일.
- 동아일보 (2005). “요즘 바다 속이 왜 이리저.” 8월 7일.
- 동아일보 (2007). “기후(氣候)의 복수.” 1월 28일.
- 동아일보 (2007). “온실가스 2030년엔 최고 90% 급증.” 5월 5일.
- 서울신문 (2008). “뜨거워진 한반도 전염병이 몰려온다.” 12월 15일.
- 인터넷과학신문 사이언스타임즈 (2007). “탄소배출권 거래시장 규모 급팽창.” 7월 18일.
- 인터넷과학신문 사이언스타임즈 (2008). “기후변화...식품안전 위협요소로 등장.” 7월 18일.
- 조선일보 (2007). “‘남 얘기’ 같은 지구온난화, 한국 경제에 미치는 영향?” 5월 19일.
- 중앙일보 (1998). “지구온난화와 기후변화에 의한 전염병.” 8월 12일.
- 중앙일보 (2008). “눈 갈아 엮지 않고 뱀씨 뿌려 ‘친환경’.” 11월 6일.
- 한겨레신문 (2005). “독일농가 축산분뇨로 발전...수천만원 소득.” 10월 26일.
- 한겨레신문 (2007). “곡물 값 폭등에 개도국들 ‘휘청’.” 9월 7일.
- 한겨레신문 (2007). “열대야...게릴라성 호우... ‘한반도 여름’ 아열대 났아간다.” 8월 14 일.
- 한국일보 (2008). “기후변화, 위기인가 기회인가.” 6월 12일.
- <http://www.korea.kr>
- <http://miso.yeskisti.net>
- <http://geomarine.kr>
- <http://www.greenkorea.org>
- <http://www.nema.go.kr>
- <http://www.rda.go.kr>
- <http://www.kemco.or.kr> ☺