

기상기술정책

METEOROLOGICAL
TECHNOLOGY &
POLICY



"날씨 · 기후 공감"

칼럼

- 날씨공감포럼의 의의와 발전방향

정책초점

- [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향
- [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향
- [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안
- [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향
- [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성
- [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성
- [디자인] 생활디자인과 기후·기상과의 연계방안

논단

- 국민과의 '소통' - 어떻게 할 것인가?

뉴스 포커스

- 날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍 개최 후기

2009.12



기상청 Korea
Meteorological
Administration

『기상기술정책』

제2권 제4호(통권 제8호)

2009년 12월 24일 발행

등록번호 : 11-1360395-000017-09

ISSN 2092-5336

『기상기술정책』지는 범정부적인 기상·기후 분야의 정책 수요에 적극적으로 부응하고, 창의적인 기상기술 혁신을 위한 전문적인 연구 조사를 통해 기상·기후업무 관련 분야의 발전에 기여할 목적으로 발간 기획되었습니다.

본 『기상기술정책』지는 기상·기후 분야의 주요 정책적 이슈나 현안에 대하여 집중적으로 논의하고, 이와 관련된 해외 정책동향과 연구 자료를 신속하고 체계적으로 수집하여 제공함으로써 기상 정책입안과 연구개발 전략 수립에 기여하고자 정기적으로 발행되고 있습니다.

본지에 실린 내용은 집필자 자신의 개인 의견이며, 기상청의 공식의견이 아님을 밝힙니다. 본지에 게재된 내용은 출처와 저자를 밝히는 한 부분적으로 발췌 또는 인용될 수 있습니다.

원고모집

『기상기술정책』에서는 기상과 기후분야의 정책이나 기술 혁신과 관련된 원고를 모집하고 있습니다. 뜻있는 분들의 많은 참여를 부탁드립니다. 편집위원회의 심사를 통하여 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 지급하고 있습니다.

▶ 원고매수 : A4 용지 10 매 내외

▶ 원고마감 : 수시접수

▶ 보내실 곳 및 문의사항은 발행처를 참고 바랍니다.

☞ 더 자세한 투고방법은 맨 뒷편의 투고요령을 참고바랍니다.

『기상기술정책』 편집위원회

발행인 : 전병성

편집기획 : 국립기상연구소 정책연구과

편집위원장 : 조하만

편집위원 : 권원태, 김백조, 김성균, 서명석,
전용수, 조석준, 최영진

편집간사 : 김지영, 박소연

발행처

주소 : (156-720) 서울시 동작구 기상청길 45 기상청

전화 : (02) 6712-0235 팩스 : (02) 849-0668

E-mail : ni_pol@kma.go.kr

인쇄 : 미래미디어

Contents

특집 "날씨 · 기후 공감"

칼럼

- 날씨공감포럼의 의의와 발전방향 / 전병성 1

정책초점

- [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향 / 고상백 4
- [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향 / 이재학 20
- [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안 / 차두송 30
- [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향 / 김익근 42
- [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성 / 조명희 · 조운원 · 김성재 51
- [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성 / 김정배 61
- [디자인] 생활디자인과 기후 · 기상과의 연계방안 / 김명주 73

논단

- 국민과의 '소통' - 어떻게 할 것인가? / 김연중 89

뉴스 포커스

- 날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍 개최 후기 / 김정운 98

날씨공감포럼의 의의와 발전방향



전 병 성

기상청장

chunbs@kma.go.kr

‘하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼’이라는 캐치프레이즈는 국민의 눈높이와 국민의 처지에서 정책을 펴겠다는 기상청의 의지를 함축하고 있다. 정책은 국민을 위해 존재하기 때문에, 국민의 수요파악 및 의견반영이 없다면 소통의 부재로 성공적인 정책을 수립할 수 없다는 뜻이기도 하다. 더욱이 상대에 대한 신뢰와 믿음이 줄어들게 된다면 상호 오해가 깊어지고 비난과 무관심이 늘어남으로써 소통이 불가능해진다. 따라서 원활한 소통을 통한 대국민 신뢰제고는 기상정책 수립에서 가장 중요한 첫걸음이라고 할 수 있다.

하지만 기상청은 신문, 방송, 인터넷, 콜센터 등 여러 매체를 통해 예보중심 정보를 대부분 획일적으로 알리기만 했다. ‘양방향’이 내재된 ‘소통’의 진정한 의미가 무색할 정도였다. 특히 국민의 눈과 귀 역할을 하는 언론과의 관계를 개선하여 정책을 제대로 알리고 국민의 신뢰를 회복하는 게 기상청으로서는 매우 시급한 일이었다.

여러 설문 조사에 따르면, 기상정보의 다양성 측면

에서 ‘기상재해’ 다음으로 ‘기상정보 활용방법’의 필요성이 강조되었다. 이는 날씨정보가 대국민 서비스로 제공되지만, 단순한 재료(raw materials)에서 가치 있는 정보(valuable information)로 활용되기에는 아직 부족함이 있음을 나타낸다.

기상 정보의 수요자인 국민의 이러한 의견과 더불어 기후변화, 재해기상, 생활기상 등을 다양한 측면에서 재조명하고, 국민과 직접 접촉하여 날씨와 기후 정보를 전달함으로써 국민과의 소통을 강화하는 방향으로 패러다임의 전환이 필요했다. 이를 위해 지역민에게 그 지역의 기후 특성을 알리고, 생생한 현장의 목소리를 듣는 ‘찾아가는 토론회’를 열었다. 날씨공감포럼은 그렇게 탄생했다.

기상청은 지난 4월부터 수도권(서울, 인천, 수원), 영남권(부산, 대구), 호남권(광주, 전주), 충청권(대전, 청주), 강원권(강릉, 원주, 춘천), 제주권(제주) 등 광역지방자치단체별로 구분하여 차별화된 포럼을 개최하였다. 수도권의 경우 ‘날씨와 새들의 삶’, ‘날씨와 강’, ‘날씨와 녹색성장’, ‘날씨와 농업’ 등을 주제로

「날씨&Joy 포럼」을 열어 기후변화와 관련된 정부 주요 정책에 대한 이해를 높이고 기상 정보의 중요성에 대한 공감대를 형성하였다. 그 외 지방은 「날씨공감 포럼」을 통해 「날씨와 에너지」, 「날씨와 산림」, 「날씨와 건강」, 「날씨와 지역 기후」 등 지역 여건과 관심사에 초점을 둔 주제를 선정하고 다양한 지역인사들을 초청하여 기상과학과 기상청의 역할에 대한 긍정적인 여론이 조성되었다.

해당 주제에 관한 전문가, 언론, 학계, 산업계, 지자체, 유관기관, 시민단체 등 각계각층의 국민이 포럼마다 70여 명씩 참석하였다. 날씨가 우리 사회 및 경제활동 전반에 영향을 미치고 현대의 최첨단 과학장비를 모두 동원한다 하더라도 하늘의 변화무쌍한 조화를 정확하게 예측하는 데는 한계가 있다는 점에 모두들 공감했다. 향후 기상정보의 활용 범위를 넓히고 관련 정책의 수요를 미리 파악하는 기대 이상의 성과도 있었다.

총 93건의 신문·방송 보도가 잇따를 정도로 언론에서도 기상청의 찾아가는 대국민 소통 노력에 주목했다. 2009년 상반기 기상업무 대국민 만족도 조사에 따르면, 기상정보의 인지도 조사에서 레저·교통·건설·물류 등의 분야에 종사하는 주요 경제 주체들 중 3분의 2 이상이 기상정보 활용의 중요성을 높이 평가하였고, 제공된 기상 정보가 많은 도움이 되었다고 응답하였다. 예보뿐만 아니라 기후, 생활기상에 대한 수요도 20%를 차지할 정도로 날씨와 함께 살아가고, 날씨와 더불어 즐기는 생활문화의 하나로 날씨가 국민의 삶 속에 깊숙이 자리 잡고 있음을 알 수 있었다.

지난 11월 23일, 24일 이틀간 대전에서 날씨공감포럼 개최의 성과와 의의를 점검하고 향후 개선방안을 논의하는 「날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍」

이 열렸다. “처음엔 지금껏 한번도 하지 않았는데 왜 해야 하는지 의구심이 들었고, 과연 행사를 잘 할 수 있을까 하는 걱정도 있었지만 모든 게 기우였다. 날씨의 중요성을 새롭게 깨달은 유익한 자리였다는 참석자들의 찬사에 보람을 느꼈다.” 포럼을 준비했던 지방청과 기상대 실무자들의 고백은 국민에게 먼저 다가가는 기상청의 방향이 결국 옳았음을 의미한다.

2009년 12월 코펜하겐 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국 총회에서 각국은 기후변화가 불러올 심각한 재앙에 동의하면서도 온실가스 감축 목표를 자국에 유리한 방향으로 이끌기 위해 전쟁 아닌 전쟁을 벌였다. 전 지구적인 환경문제일 뿐만 아니라 국가간 경제전쟁의 도화선이 바로 기후변화임을 단적으로 보여주고 있다.

2010년 ‘기후변화’의 가치를 내걸고 포럼이 탈바꿈을 시도하는 것은 이러한 시대적 상황과도 맞물려 있다. ‘기후변화공감포럼(가칭)’은 날씨공감포럼으로 형성된 날씨에 대한 국민적 공감대 기반 위에서 기후변화에 대한 국민의 인식과 이해를 높이고, 생활과 문화 속에서 기후변화의 의미를 되새기는 공감의 자리가 될 것이다. 기후변화가 초래할 가공할 파괴력을 생생하게 보여주고, 선제적 기후변화 대응이 가져다 줄 녹색성장의 청사진을 제시하여 또다시 국민의 ‘공감’을 불러일으키리라 확신한다.

날씨공감포럼을 통해 확인한 지역 주민 중심의 기상 서비스 수요, 지역별 날씨와 기후변화 특성을 고려한 기상정책의 필요성 등 현장의 소중한 목소리는 국민과 함께하는 정책수립의 실마리를 제공할 것이다. 국민의 눈높이에 맞는 정책, 국민이 가치 있게 여기는 정책만이 국민의 신뢰를 얻는 최선의 길이다! 2009년 날씨공감포럼이 우리에게 준 교훈이자 기상청이 영원히 지향해야 할 방향이다.

정책 초점

[건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향 | 고상백

[해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향 | 이재학

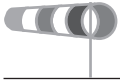
[산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안 | 차두송

[관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향 | 김익근

[도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성 | 조명희 · 조윤원 · 김성재

[에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성 | 김정배

[디자인] 생활디자인과 기후 · 기상과의 연계방안 | 김명주



[건강]

지구온난화가 건강에 미치는 영향

고 상 백

연세대학교 원주의과대학 부교수

kohhj@yonsei.ac.kr

I. 서론

지구온난화는 최근 수십년간 지구 표면 부근의 대기와 바다의 평균 온도가 높아지고 앞으로도 계속 높아질 것으로 예측되는 현상을 말한다. 즉, 지구의 기온은 과거 100년간 0.6-0.74 °C 상승한 것으로 알려져 있으며, 기후변화 대응을 위한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) 3차 보고서에는 향후 100년간 1.4 °C에서 5.8 °C가 더 상승할 것으로 예측하였고, 4차 보고서에서는 1.8 °C에서 6.4 °C가 더 상승할 것으로 예측함으로써 3차 보고서에 비해 최저 0.4 °C에서 최고 0.6 °C 더 높게 예측하였다.

이런 기온상승은 이산화탄소를 비롯한 온실가스의

증가 때문인 것으로 이해하고 있으며, 각종 지구적인 변화의 원인이 되고 있다. 지구온난화로 생긴 기후변화는 공기, 물, 식품의 질과 생태계, 농업, 경제 등의 변화를 초래하였고, 이는 사람들의 생활과 건강에 직간접적 영향을 미치게 된다.

기후변화로 인한 영향은 다양한 형태로 이루어지고 있다. 특히 건강에 미치는 영향을 분류하면 첫째는 기후변화에 의한 이상고온으로 사망자가 발생하고 있다. 둘째, 기상재해로 인한 손상, 사망 및 건강영향이 있다. 셋째, 매개곤충과 미생물 등으로 인한 감염성 질병이 증가하고 있다. 넷째, 기후변화로 인한 대기조성의 변화로 환경성질환이 올 수 있다. 다섯째, 기후변화로 올 수 있는 우울, 불안 및 외상성스트레스장애 등 정신질환이 있다.

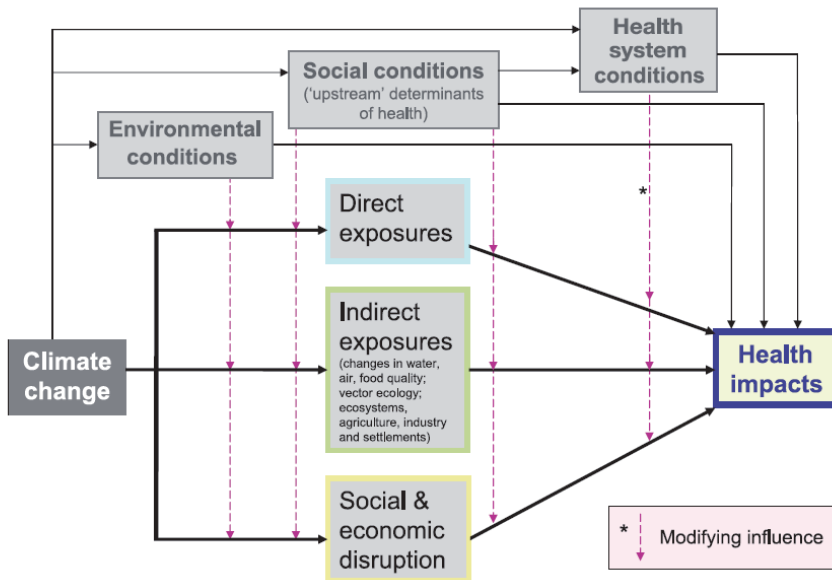
III. 지구온난화와 건강영향의 국제적 동향

지구온난화와 기후변화로 인한 건강영향을 규명하기 위한 국제적인 노력은 다양하게 이루어지고 있다. IPCC의 경우 1,2차 보고에서는 체계적이지 못했거나, 비정량적인 연구보고에 의존했지만 3차 보고서부터는 지구온난화로 인한 기후변화가 환경과 사회적 변화를 일으키고, 인구집단의 건강에 영향을 준다는 것을 이해하기 시작하였다. 인구집단의 건강은 기후변화가 사회 경제적 영향의 종합적 지표가 될 수 있음을 지적하였다. 특히 3차 보고서에서는 건강영향 부문을 크게 5개 분야로 구분하여 기후변화로 인한 영향을 기술하였다. 구체적으로는 ① 열 스트레스 ② 극단적 기상현상과 기상재난 ③ 대기오염 ④ 감염성 질환 ⑤ 영안문제이다. 4차보고서

에서는 기후변화 예측모델을 이용하여 미래의 부문별, 지역별 영향을 조망하였다(IPCC, 2001; IPCC, 2007).

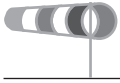
세계보건기구(WHO)는 기후변화로 인한 건강영향을 종합적으로 검토하였다. 건강에 영향을 미치는 요인을 구체적으로 나열하면 다음과 같다. ① 기후의 변이와 극단적 현상 ② 자연재해 ③ 매개숙주를 통한 감염성 질환 ④ 식품안전 ⑤ 수자원의 질과 양 ⑥ 도시의 질; 열 스트레스와 대기오염 ⑦ 사회적 혼란이다(WHO, 2006; WHO, 2000).

미국의 경우 글로벌 변화 연구프로그램(US Global Change Research Program; USGCRP)은 미국환경보호청(EPA)과 함께 기후변화로 인한 건강영향의



Source: IPCC, 2007

[그림 1] Schematic diagram of pathways by which climate change affects health.



핵심적인 이슈를 5개 분야로 정리하고 있다. 구체적으로 검토하면 ① 기온과 관련된 질병과 사망 ② 극단적인 기상현상과 관련된 건강영향 ③ 대기오염과 관련된 건강영향 ④ 수인성 식품관련 질병 ⑤ 매개 곤충이나 쥐에 의한 질병 등이다(장재연 등, 2003).

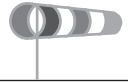
기후변화가 건강에 영향을 미치는 경로는 [그림 1]과 같다. 지구온난화에 의한 기후변화는 일부 사람들에게 직접적인 영향으로 건강에 영향을 주지만, 일부 사람들에게는 기후변화로 인한 수질, 음식 및 공기질의 변화 등의 간접적인 영향으로 건강에 영향을 주기도 한다. 또한 기후변화는 사회적 또는 경제적 타격으로 인해 건강에 영향을 미치기도 한다. 다

른 한편 기후변화는 환경적 조건, 사회적 조건 및 보건시스템에 거시적 영향을 주며, 이런 거시적 변화는 앞서 기술한 직접적·간접적 영향을 수정하는 요소로 작용하기도 한다.

기후변화와 관련된 국가별 건강영향은 [표 1]과 같다(IPCC, 2007). 국가별로 보고된 건강결과는 폭염과 관련한 사망자 수의 증가, 홍수로 인한 지역주민의 질병과 사망, 전염병의 증가, 대기오염 관련 질병의 증가 등을 보고하고 있다. 국가마다 다양한 결과를 보이고 있으나, 공통점은 지구온난화로 인한 건강영향이 심각하다는 점이다.

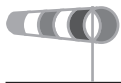
[표 1] National health impact assessment of climate change published.

Country	Key findings	Adaptation recommendations
Australia (McMichael et al., 2003b)	Increase in heatwave-related deaths; drowning from floods; diarrhoeal disease in indigenous communities; potential change in the geographical range of dengue and malaria; likely increase in environmental refugees from Pacific islands.	Not considered
Bolivia (Programa Nacional de Cambios Climaticos Componente Salud et al., 2000)	Intensification of malaria and leishmaniasis transmission. Indigenous populations may be most affected by increases in infectious diseases.	No considered
Bhutan (National Environment Commission et al., 2006)	Loss of life from frequent flash floods; glacier lake outburst floods; landslides; hunger and malnutrition; spread of vector-borne diseases into higher elevations; loss of water resources; risk of water-borne diseases.	Ensure safe drinking water; regular vector control and vaccination programmes; monitor air and drinking water quality; establishment of emergency medical services.



[표 1] 계속

Country	Key findings	Adaptation recommendations
Canada (Riedel, 2004)	Increase in heat wave-related deaths; increase in air pollution-related diseases; spread of vector-and rodent-borne diseases; increased problems with contamination of both domestic and imported shellfish; increase in allergic disorders; impacts on particular populations in northern Canada.	Monitoring for emerging infectious diseases; emergency management plans; early warning systems; land-use regulations; upgrading water and wastewater treatment facilities; measures for reducing the heat-island effect.
Finland (Hassi and Rytkonen, 2005)	Small increase in heat-related mortality; changes in phenological phases and increased risk of allergic disorders; small reduction in winter mortality.	Awareness-building and training of medical doctors.
Germany (Zebisch et al., 2005)	Observed excess deaths from heat waves; changing ranges in tick borne encephalitis; impacts on health care.	Increase information to the population; early warning; emergency planning and cooling of buildings; Insurance and reserve funds.
India (Ministry of Environment and Forest and Government of India, 2004)	Increase in communicable diseases, Malaria projected to move to higher latitudes and altitudes in India.	Surveillance systems; vector control measures; public education.
Japan (Koike, 2006)	Increased risk of heat-related emergency visits, Japanese cedar pollen disease patients, food poisoning; and sleep disturbance.	Heat-related emergency visit surveillance.
The Netherlands (Bresser, 2006)	Increase in heat-related mortality, air pollutants; risk of Lyme disease, food poisoning and allergic disorders.	Not considered
New Zealand (Woodward et al., 2001)	Increases in enteric infections (food poisoning); changes in some allergic conditions; injuries from more intense floods and storms; a small increase in heat-related deaths.	Systems to ensure food quality; information to population and health care providers; flood protection; vector control.
Panama (Autoridad Nacional del Ambiente, 2000)	Increase of vector-borne and other infectious diseases; health problems due to high ozone levels in urban areas; increase in malnutrition.	Not considered.
Portugal (Casimiro and Calheiros, 2002; Calheiros and Casimiro, 2006)	Increase in heat-related deaths and malaria(Tables 8.2, 8.3), food and water-borne diseases, West Nile fever, Lyme disease and Mediterranean spotted fever; a reduction in leishmaniasis risk in some areas.	Address thermal comfort; education and information as well as early warning for hot periods; and early detection of infectious diseases.



[표 1] 계속

Country	Key findings	Adaptation recommendations
Spain (Moreno, 2005)	Increase in heat-related mortality and air pollutants; potential change of ranges of vector- and rodent-borne diseases.	Awareness-raising; early warning systems for heatwaves; surveillance and monitoring; review of health policies.
Tajikistan (Kaumov and Muchmadeliyev, 2002)	Increase in heat-related deaths.	Not considered.
Switzerland (Thommen Dombois and Braun-Fahrlaender, 2004)	Increase of heat-related mortality; changes in zoonoses; increase in cases of tick-borne encephalitis,	Heat information, early warning; greenhouse gas emissions reduction strategies to reduce secondary air pollutants; setting up a working group on climate and health.
United Kingdom (Department of Health and Expert Group on Climate Change and Health in the UK, 2001)	Health impacts of increased flood events; increased risk of heat wave-related mortality; and increased ozone-related exposure.	Awareness-raising.

(Source: IPCC, 2007)

III. 기후변화로 인한 건강영향

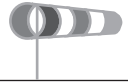
1. 기온과 관련된 질병과 사망

지구 온난화로 인한 기후변화 중 가장 대표적인 특징은 기온의 상승이다. IPCC 4차 보고에 따르면 기후변화로 인한 여름철의 평균기온 상승은 폭염일수의 빈도와 강도의 증가를 가져온다(IPCC, 2007).

기온의 상승은 다소 국가별 차이가 있지만, 전 세계적 인 현상이다. 특히 북극과 그 주변 지역에서 더 큰 기온상승이 나타나고 있다. 평균기온이 약간 상승하거나 기온의 변이가 약간 증가하여도 극단값을 보이는

날은 크게 증가할 수 있다. 여름철에 기온이 2-3 °C 증가하면 극단적으로 더운날의 발생빈도가 약 2배 가량 증가하는 것으로 알려져 있다(IPCC, 2001). 이와같이 기온이 평소에 비해 훨씬 높은 날이 지속되면 건강에 영향을 미치는데 이러한 현상을 폭염이라 한다. 예를들어 [그림 2]와 같이 2003년 프랑스 파리의 경우 8월 초에 일최온도 30 °C를 넘는 폭염이 발생하였는데, 이 시기에 사망자 수가 크게 증가하였다.

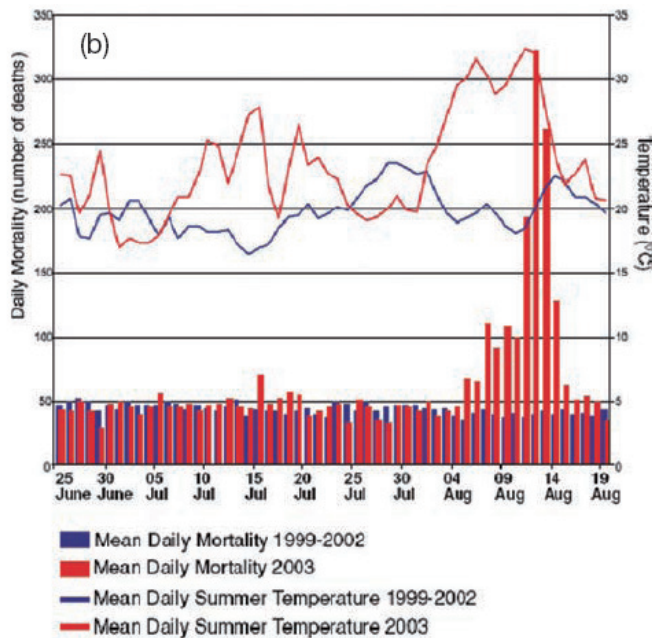
고온에 장기간 노출될 경우 사람은 항상성 유지를 위한 체열조절 능력이 감소하여 열경련, 열기절, 열피로, 일사병 등과 같은 고온 관련 질병이 발생한다.



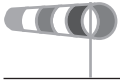
뿐만 아니라 갑작스런 고온은 사망에 이르게 한다. 최근 연구에 따르면 세계보건기구에서는 지구기온이 계속적으로 증가하면 극단적인 사례의 빈도와 강도가 증가한다고 지적하고 있다(WHO, 2003). 미국의 경우 매년 평균 240명 이상이 폭염과 관련하여 사망하고 있다(CDC, 1995). 1995년 시카고에서는 5일 동안 최고 기온이 34-40 °C인 폭염이 발생하였는데, 다른 해에 비교하여 사망자는 85% 증가하였고, 병원 내원율은 11% 증가하였다(CDC, 1995; Semenza 등, 1999).

영국에서는 통계적 모델을 이용하여 분석한 결과 1961-1990년에 비해 2020년에는 0.57-1.38 °C,

2050년에는 0.89-2.44 °C, 2080년에는 1.13-3.47 °C의 기온상승이 예측되었다. 이런 기온상승결과 매년 폭염관련 사망이 2050년에는 2,793명이 2080년에는 3,519명이 더 발생하는 것으로 예측되고 있다(Donaldson 등, 2001). 포르투갈의 경우도 2020년 1.4-1.8 °C, 2050년 2.8-3.5 °C, 2080년 5.6-7.1 °C로 기온이 상승할 경우, 100,000명당 열관련 사망자가 5.8-15.1명, 7.3-35.9명, 19.5-248.4명이 각각 증가할 것으로 내다봤다(Dessai, 2003). 독일의 경우도 폭염이 발생하여 열 관련 사망이 향후 20% 증가한다고 하였다(Koppe, 2005). 폭염과 관련하여 호흡기 질환으로 인한 사망률도 12.4% 증가하였고, 심장질환으로 인한 사망도 11.3% 증가한다고 보고하였다



[그림 2] The increase in daily mortality during the heatwave in early August. (Vandendorren and Empeureur-Bissonnet, 2005)



(Rooney 등, 1998). IPCC 4차 보고서에서 폭염은 사망률을 증가시킨다고 결론을 내리고 있다[표 2].

전 세계적으로 기온과 사망과의 관계를 연구한 많은 역학 연구에 의하면 기온과 사망은 U, J 자 형태를 보인다. 일반적으로 17-25 °C 사이에는 사망률이 낮고 이보다 기온이 높거나 낮을 경우 사망률이 증가한다.

국내에서도 기온과 사망과의 관계를 보면 30-32 °C 부터 사망이 증가한다고 보고하는 연구들이 있다(장재연 등, 2003). 특히 최고기온이 36 °C까지 오르면 최고기온이 30 °C일 때에 비해 약 50% 증가한다고 하였다. 임계기온과 사망에 관한 연구도 29.9 °C에서 1 °C 상승할 때마다 사망률이 3% 정도 증가하고, 폭염이 7일 이상 지속시 사망률이 9% 증가한다고 보고(김소연, 2004)하고 있다.

2. 기상재해로 인한 건강

기후변화에는 예외적 현상이 발생할 수 있다. 특히 지구온난화로 이러한 이상 현상은 그 빈도가 높아지고 있다. 일반적인 상태라고 생각하는 것으로부터 벗어난 극단적인 온도나 강수 또는 열대성 폭풍 등을 극단적 기상현상 또는 기상재해라 한다. 기상재해는 불규칙적이고, 무질서한 사건으로 예측하기 어려운 특성을 가지고 있다. 이러한 자연재해의 발생건수는 계속 증가 추세에 있고, 이로 인한 건강영향은 다양하게 나타날 것이다.

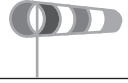
기상재해가 인간의 건강에 영향을 주는 경로는 매

우 복잡하고 상호 연관되어 있다. 기후변화에 따른 기상재해와 이로 인한 건강영향은 여러 범주로 구분할 수 있다(Noji, 1997). 구체적으로 보면, 육체적 손상과 사망, 영양상태의 부족, 피난시설의 수용인원 증가와 물 공급 부족, 호흡기질환과 설사환자 증가, 정신건강에 대한 영향, 수인성 질환 등 다양한 건강영향이 발생할 수 있다.

3. 감염성 질환의 증가

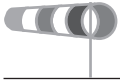
기후변화는 곤충, 설치류 등에 의한 전염병에 영향을 주는 요인 중의 하나이다. 기후변화는 대기의 구성에 영향을 미치고, 기후의 다양성에 영향을 미친다. 기온, 강수량, 습도의 변화에 영향을 미치게 되며, 이 변화는 원인 병원체와 매개동물, 인간에게 영향을 주며, 결과적으로 질병의 전파시기, 전파의 강도, 분포의 변화를 가져온다.

기후변화와 생태적 변화는 좀 더 구체적으로 보면, 곤충, 원인병원체, 동물의 서식지, 개체수, 번식 환경에 영향을 주며, 인간과의 접촉의 기회를 변형시킨다. 예를 들면 모기를 매개로 하는 감염병과 설치류를 매개로 하는 감염병은 기후변화의 영향을 쉽게 받는다. [표 3]은 매개곤충과 설치류에 의한 감염병 전파에 영향을 주는 기후요인을 정리한 것이다. 기온이 증가하면 매개동물이 병원균에 대한 감수성이 변화하고, 매개동물의 개체수가 증가하고 사람과의 접촉을 증가하여 감염병 발생률을 높일 수 있다(Grimstad와 Haramis, 1984; Reisen, 1995). 또한 강수량이 감소하면 물이 고여 있어 모기가 증식하고, 강물이 마른 곳에 매개 곤충이 증식할 가능성을



[표 2] Projected impacts of climate change on heat and cold related mortality.

Area	Health effect	Model	Climate scenario, time slices	Temperature increase and baseline	Population projections and other assumptions	Main results	Reference
UK	Heat-and cold-related mortality	Empirical-statistical model derived from observed mortality	UKCIP scenarios 2020s, 2050s, 2080s	0.57 to 1.38°C in 2020s; 0.89 to 2.44°C in 2050s; 1.13 to 3.47°C in 2080s compared with baseline	Population head constant at 1996. No acclimatisation assumed.	Annual heat-related deaths increase from 798 in 1990s to 2,793 in 2050s and 3,519 in the 2080s under the medium-high scenario. Annual cold-related deaths decrease from 80,313 in 1990s to 60,021 in 2050s and 51,243 in 2080s under the medium-high scenario.	Donaldson et al., 2001
Germany, Baden-Wuerttemberg	Heat-and cold-related mortality	Thermo-physiological model combined with conceptual model for adaptation	ECHAM4-OPYC3 driven by SRES A1B emissions scenario, 2001-2055 compared with 1951-2001		Population growth and aging and short-term adaptation and acclimatisation.	About a 20% increase in heat-related mortality. Increase not likely to be compensated by reductions in cold-related mortality.	Koppe, 2005
Lisbon, Portugal	Heat-related mortality	Empirical-statistical model derived from observed summer mortality	PROMES and HadRM2 2020s, 2050s, 2080s	1.4 to 1.8°C in 2020s; 2.8 to 3.5°C in 2050s; 5.6 to 7.1°C in 2080s, compared with 1968-1998 baseline	SRES population scenarios. Assumes some acclimatisation.	Increase in heat-related mortality from baseline of 5.4 to 6 deaths/100,000 to 2003 5.8 to 15.1 deaths/100,000 by the 2020s, 7.3 to 35.9 deaths/100,000 by the 2050s, 19.5 to 248.4 deaths/100,000 by the 2080s	Dessai, 2003



[표 2] 계속

Area	Health effect	Model	Climate scenario, time slices	Temperature increase and baseline	Population projections and other assumptions	Main results	Reference
Four cities in California, USA (Los Angeles, Sacramento, Fresno, Shasta Dam)	Annual number of heatwave day, length of heatwave season, and heat-related mortality	Empirical-statistical model derived from observed summer mortality	PCM and HadCM3 driven by SRES B1 and A1F1 emissions scenarios 2030s, 2080s	1.35 to 2.0°C in 2030s; 2.3 to 5.8°C in 2080s compared with 1961-1990 baseline	SRES population scenarios. Assumes some adaptation.	Increase in annual number of days classified as heatwave conditions. By 2080s, in Los Angeles, number of heatwave days increases 4-fold under B1 and 6 to 8-fold under A1F1. Annual number of heat-related deaths in Los Angeles increases from about 165 in the 1990s to 319 to 1,182 under different scenarios.	Hayhoe, 2004
Australian capital cities (Adelaide, Brisbane, Canberra, Darwin, Hobart, Melbourne, Perth, Sydney)	Heat-related mortality in people older than 65 years	Empirical-statistical model derived from observed daily mortality	CSIROMk2, ECHAM4, and HadCM2 driven by SRES A2 and B2 emissions scenarios and a stabilisation scenario at 450 ppm 2100	0.8 to 5.5°C increase in annual maximum temperature in the capital cities, compared with 1961-1990 baseline	Population growth and population aging. No acclimatisation.	Increase in temperature-attributable death rates from 82/100,000 across all cities under the current climate to 246/100,000 in 2100; death rates decreased with implementation of policies to mitigate GHG.	McMichael et al., 2003b

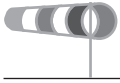


높일 수 있다(Wijesunder, 1988). 홍수나 해수면 상승 등이 매개곤충, 병원균 및 설치류의 서식지 및 생존에 영향을 주어 감염병 발생에 직간접적 영향을 줄 수 있다[표 3].

[표 3] Effect of climate factors on vector and rodent-borne disease transmission.

Climate Factor	Vector	Pathogen	Vertebrate Host and Rodents
Increased temperature	<ul style="list-style-type: none"> - Decreased survival, e.g., Cules, tarsalis (Reeves et al., 1994) - Change in susceptibility to some pathogens (Grimstad and Haramis, 1984; Reisen, 1995); seasonal effects(Hardy et al., 1990) - Increased population growth(Reisen, 1995) - Increased feeding rate to combat dehydration, therefore increased vector-human contact - Expanded distribution seasonally and spatially 	<ul style="list-style-type: none"> - Increased rate of extrinsic incubation in vector (Kramer et al., 1983; Watts et al., 1987) - Extended transmission season (Reisen et al., 1993, 1995) - Expanded distribution (Hess et al., 1963) 	<ul style="list-style-type: none"> - Warmer winters favor rodent survival
Decrease in precipitation	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in container-breeding mosquitoes because of increased water storage - Increase abundance for vectors that breed in dried-up river beds (Wijesunder, 1988) - Prolonged droughts could reduce or eliminate snail populations 	<ul style="list-style-type: none"> - No effect 	<ul style="list-style-type: none"> - Decreased food availability can reduce populations - Rodents may be more likely to move into housing areas increasing human contact
Increase in precipitation	<ul style="list-style-type: none"> - Increased rain increase quality and quantity of larval habit at and vector population size - Excess rain can eliminate habitat by flooding - Increased humidity increase vector survival - Persistent flooding may increase potential snail habitats downstream 	<ul style="list-style-type: none"> - Little evidence of direct effects - Some data humidity effect on malarial parasite developments in Anopheline mosquito host 	<ul style="list-style-type: none"> - Increased food availability and population size (Mills et al., 1999)
Increase in precipitation extremes	<ul style="list-style-type: none"> - Heavy rainfall events can synchronize vector host-seeking and virus transmission (Day and Curtis, 1989) - Heavy rainfall can wash away breeding sites 	<ul style="list-style-type: none"> - No effect 	<ul style="list-style-type: none"> - Risk of contamination of flood waters/runoff with pathogens from rodents or their excrement(e.g., Leptospira from rat urine)
Sea-level rise	<ul style="list-style-type: none"> - Coastal flooding affects vector abundance for mosquitoes that breed in brackish water(e.g., An, subpictus and An,sundaicus malaria vectors in Asia 	<ul style="list-style-type: none"> - No effect 	<ul style="list-style-type: none"> - No effects

Source: IPCC, 2001



그러나 감염병 발생에 영향을 주는 각각의 요인이 개별적으로 일어나는 것이 아니고, 실제로는 여러 요인이 동시에 나타나기도 하고, 삼림파괴, 도시화, 인공댐 건설 등 환경변화 요인이 동시에 영향을 주기도 하므로 그 인과관계를 명확히 하기는 어렵다.

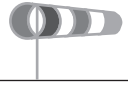
우리나라도 최근 기후변화와 관련성이 높은 감염병이 증가 추세에 있으며, 기후변화에 민감하지 않은 질병은 감소추세에 있다. 주로 쓰쯔가무시병, 말라리아, 세균성이질, 신증후군출혈열, 렙토스피라증, 발진열 등이 증가하는 감염병이다[표 4].

4. 대기오염으로 인한 건강영향

대기오염으로 인한 건강영향은 기후변화의 건강영향과 상관없이 오랜기간 환경보건 문제로 다루어져 왔다. 그러나 기후변화로 인해 대기조성의 변화, 대기 중 오염물질의 화학반응에 영향을 주기 때문에 대기오염이 기후변화의 건강문제 일부분으로 다루어지기도 한다. 또한 기후변화로 알레르기나 천식 유발 물질로 작용할 수 있는 꽃가루 등의 농도변화가 대기오염을 통하여 건강영향에 가중될 수 있다. 예컨대 기온이 증가하면 오존 관련 사망이 증가한 연구보고를 정리하면 [표 5]와 같다.

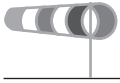
[표 4] Relationship between infectious disease and increased temperature.

Relationship of climate change	Increase	Decrease
High	Scrup typhus malaria shigellosis hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS Leptospirosis spotted fever (dengue fever) (leishmaniasis) (Vibrio vulnificus Sepsis)	
Low	epidemic parotitis (or mumps)	typhoid fever pertussis tetanus tuberculosis Leprosy [Hansen's disease] scarlet fever rabies(or hydrophobia) (enterohemorrhagic E. coli) (rubella) (legionilosis) (brucellosis)



[표 5] Projected impacts of climate change on ozone-related health effects.

Area	Health effect	Model	Climate scenario, time slices	Temperature increase and baseline	Population projections and other assumptions	Main results	Reference
New York metropolitan region, USA	Ozone-related deaths by county	Concentration response function from published epidemiological literature. Gridded ozone concentration from CMAQ (Community Multiscale Air Quality model).	GISS driven by SRES A2 emissions scenario downscaled using MM5 2050s	1.6 to 3.2 °C in 2050s compared with 1990s	Population and age structure held constant at year 2000. Assumes no change from United States Environmental Protection Agency (USEPA) 1996 national emissions inventory and A2-consistent increases in NOx and VOCs by 2050s.	A2 climate only: 4.5% increase in ozone-related deaths. Ozone elevated in all counties. A2 climate and precursors: 4.4% increase in ozone-related deaths. (Ozone not elevated in all areas due to NOx interactions.)	Knowlton et al., 2004
50 cities, eastern USA	Ozone-related hospitalisations and deaths	Concentration response function from published epidemiological literature. Gridded ozone concentrations from CMAQ	GISS driven by SRES A2 emissions scenario downscaled using MM5 2050s	1.6 to 3.2 °C in 2050s compared with 1990s	Population and age structure held constant at year 2000. Assumes no change from USEPA 1996 national emissions inventory and A2-consistent increases in NOx and VOCs by 2050s.	Maximum ozone concentrations increased for all cities, with the largest increases in cities, with currently higher concentrations 68% increase in average number of days/summer exceeding the 8-hour regulatory standard, resulting in 0.11 to 0.27% increase in non-accidental mortality and an average 0.31% increase in cardiovascular disease mortality.	Bell et al., 2007
England and Wales	Exceedance days(Ozone, particulates, NOx)	Statistical, based on meteorological factors for high pollutant days (temperature, wind speed).	UKCIP scenarios 2020s, 2050s, 2080s	0.57 to 1.38°C in 2020s; 0.89 to 2.44°C in 2050s; 1.13 to 3.47°C in 2080s compared with 1961-1990 baseline	Emission held constant.	Over all time periods, large decreases in days with high particulates and SO2, small decrease in other pollutants except ozone, which may increase.	Anderson et al., 2001



기후변화가 대기오염에 영향을 줄 수 있는 경로는 첫째, 기온이 올라가면 국소적 지역적 오염농도에 영향을 준다. 둘째 전력생산을 위한 연료소비의 변화와 같이 인위적 대기오염 배출량이 증가한다. 셋째, 대기중 자연 발생원의 배출량에 영향을 주며, 마지막으로 알레르기성 오염물질의 형태와 분포에 영향을 준다. 이렇게 형성된 대기오염은 호흡기질환, 심장질환, 천식 및 기타 알레르기성 질환을 증가시킨다.

장애가 점점 증가한다고 하였다.

예컨대 홍수의 경우 다양한 형태의 스트레스를 제공한다. 스트레스의 원인은 본인의 문제, 홍수 재발생에 대한 불안과 걱정, 가족을 잃은 것에 대한 충격, 집을 잃은 것에 대한 경제적 피해 등이다. 이러한 스트레스는 우울, 불안의 원인을 제공하기도 하며, 외상 후 스트레스 장애의 원인이 되기도 한다.

5. 정신질환

일반적인 정신질환은 흔히 불안, 우울증, 스트레스 등을 들 수 있다. 여러 연구에서 기후변화는 정신질환과 관련성이 있다는 보고가 많다. 특히 기상재난을 경험하고 다치거나 가족을 잃은 사람의 경우 정신

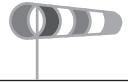
IV. 결론

IPCC 4차 보고서에서는 기후변화로 인한 건강영향에 대해 시급한 조치를 취해야 하는 단계라고 강조한 바 있다. 지구온난화에 따른 건강영향은 부정적

	Negative impact	Positive impact
Very high confidence		
Malaria: contraction and expansion, changes in transmission season	←	→
High confidence		
Increase in malnutrition	←	
Increase in the number of people suffering from deaths, disease and injuries from extreme weather events	←	
Increase in the frequency of cardio-respiratory diseases from changes in air quality	←	
Change in the range of infectious disease vectors	←	→
Reduction of cold-related deaths		→
Medium confidence		
Increase in the burden of diarrhoeal diseases	←	

Source: IPCC, 2007

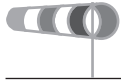
[그림 3] Direction and magnitude of change of selected health impacts of climate change.



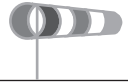
인 요소가 대부분이지만, 항상 부정적인 요소만 있는 것이 아니다(IPCC, 2007). 예컨대 저온에 의한 사망의 감소, 일부 지역의 경우는 오히려 감염병의 감소 등 긍정적 요소가 있다[그림 3]. 따라서 우리나라에서도 지구온난화는 피할 수 없으므로 기후변화 양상에 대한 적응대책이 필요하며, 긍정적 요소와 부정적 요소가 가져올 파장을 예측하여 기후변화로부터 발생할 수 있는 건강문제를 보호하기 위한 예방대책이 필요하다.

참고문헌

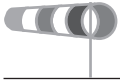
- 김소연, 2004: 기후변화로 인한 여름철 흡서현상이 사망률에 미치는 영향. 아주대학교 의학박사학위 논문.
- 장재연, 김소연, 조수남, 김명석, 백경원, 김진희, 2003: 한반도 기후변화 영향 평가 및 적응프로그램 마련. 환경부
- Anderson, K. and G. Manuel, 1994: Gender differences in reported stress response to the Loma Prieta earthquake. *Sex Roles*, 30, 9-10.
- Autoridad Nacional del Ambiente, 2000: Primera communication nacional sobre cambio climatico, Panama 2000 [First National Communication on Climate Change Panama 2000], ANAM, Panama, 136pp. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pannc1/index.html>.
- Bell, M.L., R.Goldberg, C. Hogrefe, P.L. Kinney, K. Knowlton, B. Lynn, J. Rosen-thal, C. Rosenzweig and J.A. Patz, 2007: Climate change, ambient ozone, and health in 50 US cities. *Climatic Change*, 82, 61-76.
- Bresser, A., 2006: The Effect of Climate Change in the Netherlands. Netherlands Environmental Assessment Agency, MNP, Bilthoven, 112pp.
- Casimiro, E. and J. Calheiros, 2002: Human health. Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts and Adaptation Measures - SIAM project, F. Santos, K. Forbes and R. Moita, Eds., Gradiva, Lisbon, 241-300.
- Casimiro, E., J. Calheiros, D. Santos and S. Kovats, 2006: National assessment of human health impacts of climate change in Portugal: approach and key finding. *Environ. Health Persp.*, 114, 1950-1956. doi: 10.1289/ehp.8431.
- Day, J.F. and G.A. Curtis, 1989: Influence of rainfall on *Culex nigripalpus*(Diptera: Culicidae) blood-feeding behavior in Indian River Country, Florida. *Annals of the Entomological Society of America*, 82, 32-37.
- Dessai, S., 2003: Heat stress and mortality in Lisbon, Part II. An assessment of the potential impacts of climate change. *Int. J. Biometeorol.*, 48, 37-44.
- Dessai, S., 2003: Heat stress and mortality in Lisbon, Part II. An assessment of the potential impacts of climate change. *Int. J. Biometeorol.*, 48, 37-44.
- Donaldson, G.C., R.S. Kovats, W.R. Keatinge and A. McMichael, 2001: Heat-and-cold-related mortality and morbidity and climate change. *Health Effects of Climate Change in the UK*, Department of Health, London, 70-80.
- Donaldson, G.C., R.S., Kovats, W.R. Keatinge, and A.J. McMichael, 2001: Heat-and cold-related mortality and morbidity and climate change. In *Health Effects of Climate Change in the UK*, Department of Health, London, United King dom.
- Grimstad, P.R. and L.D. Haramis, 1984: *Aedes triseriatus*(Diptera: Culicidae) and La Crosse virus, III: enhanced oral transmission by nutrition deprived mosquitoes. *Journal of Medical Entomology*, 30, 249-256.
- Grimstad, P.R. and L.D. Haramis, 1984: *Aedes triseriatus*(Diptera: Culicidae) and La Crosse virus, III: enhanced oral transmission by nutrition-deprived mosquitoes. *Journal of Medical Entomology*, 30, 249-256.
- Hardy, J.L., R.P. Meyer, S.B. Presser, and M.M. Milby, 1990: Temporal variations in the susceptibility of semi-isolated population of *Culex tarsalis* to peroral infection with western equine encephalomyelitis and St. Louis encephalitis viruses. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 42, 500-511.
- Hassi, J., M. Ryttonen, J. Kotaniemi and H. Rintamake, 2005: Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas. *Int. J. Circumpolar Health*, 64, 459-467.



- Hayhoe, K., 2004: Emissions pathway, climate change, and impacts on California, P, Natl. Acad. Sci. USA, 101, 12422.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Fourth Assessment Report. Climate Change 2007; Impact, Adaptation & Vulnerability.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Third Assessment Report. Climate Change 2001; Impact, Adaptation & Vulnerability.
- Kaumov, A. and B. Muchmadeliyev, 2002: Climate Change and its Impacts on Human Health, Dushanbe, Avesto, 172pp.
- Knowlton, K., J.E. Rosenthal, C. Hogrefe, B. Lynn, S. Gaffin, R. Goldberg, C. Rosenzweig, K. Civerolo, J.Y. Ku and P.L. Kinney, 2004: Assessing ozone-related health impacts under a changing climate. *Environ. Health Persp.*, 112, 1557-1563.
- Koike, I., 2006: State of the art findings of global warming: contributions of the Japanese researchers and perspective in 2006. Second Report of the Global Warming Initiative, Climate Change Study Group, Ministry of Environment, Tokyo, 165-173.
- Koppe, C., G. Gesundheitsrelevante Bewertung von thermischer Belastung unter Berücksichtigung der Kurzfristigen Anpassung der Bevölkerung und die lokalen Witterungsverhältnisse [Evaluation of Health Impacts of Thermal Exposure under Consideration of Short-term Adaptation of Populations to Local Weather] (in German). *Berichte des Deutschen Wetterdienstes* 226, Offenbach am Main 167 pp.
- Kramer, L.D., J.L. Hardy, and S.B. Presser, 1983: Effect of temperature of extrinsic incubation on the vector competence of *Culex tarsalis* for western equine encephalomyelitis virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 32, 1130-1139.
- McMichael, A.J., R. Woodruff, P. Whetton, K. Hennessy, N. Nicholls, S. Hales, A. Woodward and T. Kjellstrom, 2003b: Human Health and Climate Change in Oceania: Risk Assessment 2002. Department of Health and Ageing, Canberra, 128pp.
- Mills, J.N., T.L. Yates, T.G. Kaiazek, C.J. Peter and J.E. Childs, 1999: Long-term studies of hantavirus reservoir population in the southwestern United States. *Emerging Infectious Diseases*, 5, 95-101.
- Ministry of Environmental and Forest and Government of India, 2004: India's Initial National Communication to the United National Framework Convention of Climate Change. Government of India, New Delhi, 292 pp.
- Moreno, J., 2005: A preliminary assessment of the impacts in Spain due to the effects of climate change. *Ecce Project Final Report*, Universidad de Castilla-La Mancha, Ministry of the Environment, Madrid, 741 pp.
- National Environment Commission, Royal Government of Bhutan, UNDP and GEF, 2006: Bhutan National Adaptation programme of Action, National Environment Commission, Royal Government of Bhutan, Thimphu, 95pp.
- Noji, E. (ed.), 1997: *The Public Health Consequences of Disasters*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom and New York, NY, USA, pp468.
- Programa Nacional de Cambios Climaticos Componente Salud, Viceministerio de Medio Ambiente and Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, 2000: Vulnerabilidad y adaptacion de al salud humana ante los efectos del cambio climatico en Bolivia [Vulnerability and Adaptation to Protect Human Health from Effects of Climate Change in Bolivia]. Programa Nacional de Cambios Climaticos Componente Salud, Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, 111 pp.
- Reeves, W.C., J.L. Hardy, W.K. Reisen and M.M. Milby, 1994: Potential effect of global warming on mosquito-borne arboviruses. *Journal of Medical Entomology*, 31, 323-332.
- Regidor, E., 2004a: Measures of health inequalities: part 2. *J. Epidemiol. Commun. H.*, 58, 900-903.
- Regidor, E., 2004b: Measures of health inequalities: part 1. *J. Epidemiol. Commun. H.*, 58, 858-861.
- Reisen, W.K., 1995: Effect of temperature on *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) from the Coachella and San Joaquin Valleys of California. *Journal of Medical Entomology*, 32(5), 636-45.
- Reisen, W.K., 1995: Effect of temperature on *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) from the Coachella and San Hoquin Valleys of California. *Journal of Medical Entomology*, 32(5), 636-45.



- Reisen, W.K., R.P. Meyer, S.B. Presser, and J.L. Hardy, 1993: Effect of temperature on the transmission of Western Equine encephalomyelitis and St. Louis encephalitis viruses by *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 30, 151-160.
- Rooney, C., A.J. McMichael, R.S. Kovats, and M. Coleman, 1998: Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52, 482-486.
- Semenza JC, McCullough JE, Flanders WD, McGeehin MA, Lumpkin JR, 1999: Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med*, 16: 269-277.
- Thommen Dombos, O. and C. Braun-Fahrlander, 2004: Gesundheitliche Auswirkungen der Klimaänderung mit Relevanz fuer die Schweiz [Health Impacts of Climate Change with Relevance for Switzerland]. *Institut fuer Sozial- und Preventivmedizin der Universitaet Basel, Bundesamt fuer Gesundheit, Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft, Basel*, 85 pp.
- Vandentorren, S. and P. Empereur-Bissonnet, 2005: Health impact of the 2003 heatwave in France. *Extreme Weather Events and Public Health Responses*, W. Kirch, B. Menne and R. Bertolini, Eds., Springer, 81-88.
- WHO Regional Office for Europe, 2003: Heat wave response: Climate change and Adaptation Strategies for Human Health.
- WHO, 2000: Climate Change and Human Health: Impact and adaptation.
- WHO, 2003: Climate Change and Human Health.
- WHO, 2006: Climate Change and Adaptation strategies for Human health.
- Wijesunder, M.S., 1988: Malaria outbreaks in new foci in Sri Lanka. *Parasitology Today*, 147-150.
- Wijesunder, M.S., 1988: Malaria outbreaks in new foci in Sri Lanka. *Parasitology Today*, 4, 147-150.
- Woodward, A., S. Hales and N. deWet, 2001: Climate Change: Potential Effects on Human Health in New Zealand. Ministry for the Environment, Wellington, New Zealand, 27 pp.
- Zebisch, M., T. Grothmann, D. Schroeter, C. Hasse, U. Fritsch and W. Cramer, 2005: Climate Change in Germany. Vulnerability and Adaptation of Climate Sensitive Sectors. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Dessau, 205 pp.



[해양]

기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향

이 재 학

한국해양연구원 기후·연안재해연구부장

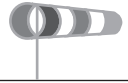
jhlee@kordi.re.kr

1. 머리말

기후변화에 의한 우리 주변에서의 변화는 생태계에서 먼저 감지되고 있다. 참다랑어가 제주도 연안에서 잡히고 동해안에서는 전에 없던 가오리가 출현하고 있으며, 난수성 및 냉수성 어종의 어획고가 각각 증가 및 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다. 이러한 변화는 육상생태계에서 보다 쉽게 접하고 있다. 육상식물의 개화시기에 대하여 기존의 교과서적인 설명이 정확하지 않은 상황이 많아졌다. 10월에 꽃망울을 터뜨린 개나리와 6월에 피는 코스모스를 볼 수 있다. 육상생태계 분포의 북향 이동 상태와 예측이 여러 연구 결과에서 제시된 바 있다(국립기상연구소, 2006; 농촌진흥청, 2007). 이러한 생태계의 변화는 한반도와 주변 해역이 아열대성으로 변하고 있다는 점을 시사하고 있으며 지구온난화로 표현되

기도 하는 기후변화에 대한 생물체의 적응 방식의 표출이라고 할 수 있다. 기후변화의 진행을 가정사실화 한 IPCC 보고서(IPCC, 2007; 그림 1)에서는 현재의 지구온난화의 주된 원인이 이산화탄소와 같은 온실가스의 증가이며 이는 자연적 요인보다는 산업활동 결과 등에 의한 인위적인 요인이 더 작용하고 있다고 제시하고 있다.

기후변화에 대응하는 정책을 마련하고 실천하는 것은 이제 세계 각국의 가장 시급한 현안사항이 되었으며 이러한 노력의 흔적이 국내외에서 점차 가시화되고 있다. 여러 형태의 기후변화 관련 국제회의가 반복 개최되고 있으며, 국내에서도 기후변화를 핵심 주제로 하는 회의가 자연과학계뿐만 아니라 인문사회과학 분야에서도 급증하는 추세에 있다. 이와 함께 현 상태의 온실가스의 배출량을 감소시키기

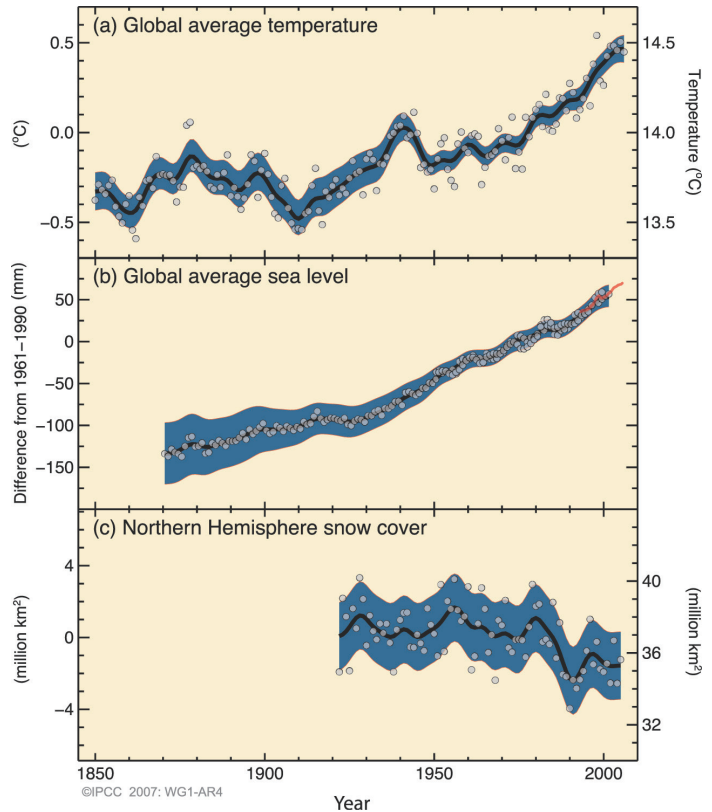


위한 요구에 대하여 세계 각국에서는 자국의 경제적 이해관계 때문에 그 진전이 더디기는 하지만 합의점 도출을 위한 노력을 계속하고 있다. 우리나라도 최근 이산화탄소 감축 목표를 설정하여 발표한 바 있으며 국제사회에서 기후변화 대응에 적극적으로 선도적으로 임하는 방향으로 선회하고 있다.

기후변화와 관련된 연구 및 정책 수립 등의 스펙트럼이 진단, 예측, 적응 및 완화 등의 용어로 구분될 만큼 광범위하지만 어느 하나도 소홀히 할 수는 없다. 그러나 국내의 경우 정부부처의 투자비용 규모를 볼 때 상대적으로 완화와 적응분야에 치중되어 있으며, 최근 들어서야 기후변화 과학 연구가 배경이 되는 진단과 예측분야에도 투자가 다소 증가하고 있는 경향이다. 이는 기후변화 자체의 원인이나 진행 과정보다는 기후변화에 따른 영향과 그 결과만이 인간 활동에 직접적으로 연결될 것이라는 판단과 함께 지나치게 경제논리의 입장에서 접근하기 때문일 것이다.

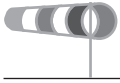
기후(氣候)의 용어 자체는 대기의 현상을 의미하지만 기후변화의 진행에 있어서는 해양의 역할이 절대적이다. 그러나 이러한 사실은 관련 전문가 집단에서만 그 이해의 폭이 넓으며 일반인들에게는 무관심 또는 이해의 폭이 매우 좁은 실정이다.

뿐만 아니라 국내의 전문연구자 집단에서조차도 기후변화의 기초과학 연구에 있어서 해양과 대기 분야가 각각 독자적으로 연구하는 경향이 강하며 상호 융합연구를 통한 실질적 연구는 매우 미진한 상태에 있다. 본고에서는 기후변화에 있어서 해양의 역할과 우리나라 주변 해역을 포함한 해양의 물리적 변화 상태를 설명하고 향후 해양-기후변화 연구 및 정책 방향에 대한 제언을 하고자 한다.¹⁾



[그림 1] 기후변화 경향을 보여주는 온도, 해수면높이 및 적설면적의 변화(IPCC, 2007).

1) 일반화 된 해양학적인 설명인 II, III장은 이 (2008)의 설명을 수정 전제하였음.



II. 기후변화에 대한 해양의 역할 및 반응

1. 기후변화 조절자로서의 해양

우리의 생활환경에서 접하게 되는 기후변화의 영향과 관련된 현상들이 대체로 이상 기상이나 육상 생태계의 변화이기 때문에 기후변화의 과정을 대기권의 현상으로 이해하기가 쉽지만 실제 기후변화의 실체는 해양이다. 해양은 기후변화 속도와 크기를 조절하는 능력이 지구상 어떠한 다른 요소보다 월등하기 때문이다. 해양이 기후변화 조절자인 이유는 해양과학적인 관점에서 세 가지 사실에서 설명된다.

첫째, 기후를 결정하는 큰 요소는 물, 열 및 이산화탄소를 비롯한 온실가스로 볼 수 있는데 해양은 이러한 요소들을 대기보다 월등하게 많이 함유하고 있다는 점이다. 해양은 지구 표면 전체 면적의 약 71% 정도에 대기, 육지 내부 및 얼음까지 포함한 지구상 전체 물의 약 97%를 가지고 있다. 또한, 1m 두께의 전체 해수가 포함한 열용량은 $1.48 \times 10^{21} \text{ J/}^\circ\text{C}$ 로 대기 전체의 열용량 $5.3 \times 10^{21} \text{ J/}^\circ\text{C}$ 과 비교된다. 전체 해양 표층의 3.6m 깊이까지의 해수의 온도를 1°C 상승시키는데 필요한 에너지로 지구상 대기권 전부를 1°C 상승시킬 수 있는 것이다. 즉, 지구온난화로 대기 전체가 1°C 올라가는 열로 일반적으로 대부분의 변화가 발생하는 해양의 표층 360m의 수온을 0.01°C 정도만 상승시킬 수 있는 것이다. 이는 해양이 지구상의 열을 안정적으로 흡수할 수 있는 조건을 가지고 있으며, 해양에서 해수 흐름의 속도가 바람의 속도보다 작지만 전 지구적으로 열을 분배하는 효율은 바다와 대기가 크게 다르지 않음을 의미

한다. 온실가스인 이산화탄소 용량도 대기보다 해양이 50배 정도 크며 인류가 방출한 이산화탄소를 최종적으로 흡수하고 있다. 이러한 특성 때문에 대기에서 변화가 빠르게 진행되더라도 해양은 대기의 변화를 흡수하여 지구 전체적인 변화의 속도를 느리게 하는 역할을 한다.

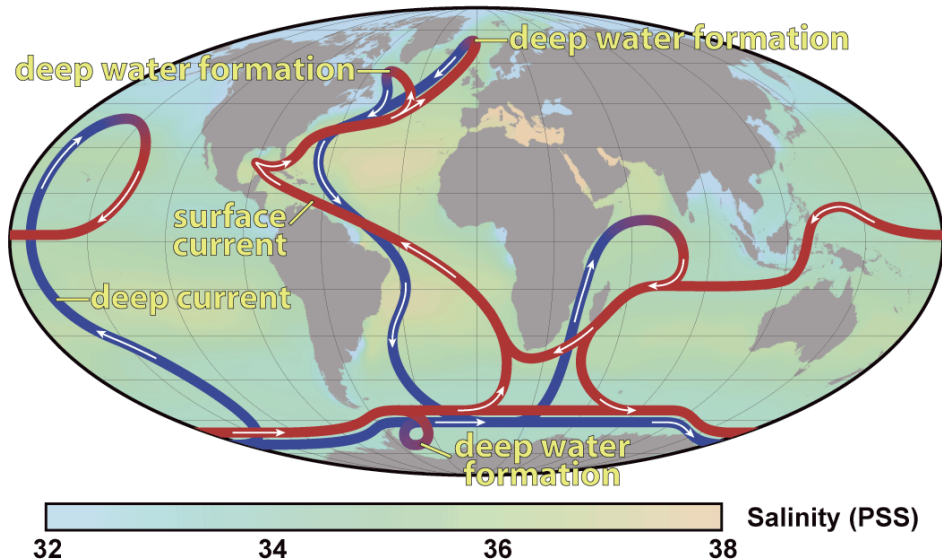
둘째, 해양은 자체 순환을 통하여 열과 온실가스를 전 해양으로 이동 재분배시킨다. 해수의 지속적인 흐름인 해류들은 서로 연결되어 큰 순환계를 형성한다. 해양의 순환계를 유지하는 원동력은 크게 바람과 해수 밀도의 차이 두 가지이다. 바람에 의한 흐름은 외력에 의한 역학적인 반응으로서 바다 상층의 운동을 주도한다. 우리가 흔히 말하는 해류들은 대부분 이 흐름이다. 반면 밀도 분포의 변화에 의해 유발되는 흐름은 열역학적인 기작으로 설명된다. 해수의 밀도는 수온과 염분에 의해 결정되어 수온과 염분이 변하면 밀도의 분포가 변하게 된다. 태양복사열, 강수와 증발, 결빙과 해빙, 육지로부터 강을 통한 담수 유입 등 바다와 대기 그리고 바다와 육지 경계에서 나타나는 현상들이 해수의 밀도 변화를 일으키는 요소들이다. 자연계의 유체는 밀도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며 해수도 마찬가지이다. 여기에 지구의 자전과 해저 지형에 의한 조정을 거치면서 대규모 순환계로 나타나게 된다. 북극의 그린란드 인접 해역과 남극의 웨델해 및 로스해 등에서는 결빙, 증발 및 바람 등의 영향으로 표층의 해수는 수온 감소와 염분 증가로 무거워져 해저면층으로 하강하게 된다. 즉, 심층수가 형성된다. 이 심층수는 전 대양으로 이동하며 중저위도 해역에서 상승하여 극지 해역으로 연결되는 순환계를 형성한다. 이를

열염순환(그림 2)이라 하며 순환형태의 모양에 비추어 컨베이어벨트라고도 부르는데 바람에 의한 표층 순환보다 매우 느려 수 세기에서 천년 단위의 시간이 걸린다. 빠른 운동이던 느린 운동이던 해양 운동은 해수내의 열과 온실가스 등을 수송하면서 이들을 바다 내부에 재분배한다. 기후변화는 이러한 해양순환계의 변화와 맞물려 진행된다.

셋째, 해수면에서는 바다와 대기 사이의 상호작용에 의하여 열과 온실가스의 교환이 일어난다. 해양-대기 상호작용은 시공간적 크기가 다양하다. 현열과 잠열 등의 열교환이나 미세한 기포 등의 거동이 관련된 기체의 교환 과정은 매우 작은 공간적 크기에

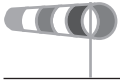
서 설명되지만 여름철 한반도의 국지적 호우의 원인의 하나인 황해상에서의 비구름의 발달이나 겨울철 서해안역의 폭설을 유발시키는 과정에 관여되는 해양-대기 상호작용은 보다 큰 공간적 크기로서 설명된다. 더 나아가 태풍의 발달 과정은 중규모 크기 해양-대기 상호작용의 전형적인 예다. 대형 해양-대기 상호작용으로 엘니뇨-남방진동을 들 수 있다. 태평양 적도해역은 서쪽과 동쪽의 부근의 해수면 온도가 크게 다르다. 인도네시아 부근의 서쪽은 연평균 29℃ 이상의 높은 수온을 보이는 반면 동쪽은 남미 연안을 따라 적도 쪽으로 흐르는 해류와 연안에서 심층의 해수가 표층으로 올라오는 용승현상으로 찬 해수가 유입되기 때문에 20~25℃ 정도로 서

Thermohaline Circulation



출처: Wikipedia

[그림 2] 열염순환 모식도. 파란색은 심층 해류를 나타내고 빨간색은 표층 해류를 나타내며 심층에서 표층 또는 표층에서 심층으로 이동하는 수직적 순환은 자오면순환을 경계를 의미함.



쪽에 비하여 훨씬 낮은 수온 분포를 보인다. 그런데 부정기적으로 동쪽해역에서 용승이 약해지면서 수온이 상승하게 되는 엘니뇨가 남방진동이라 일컫는 대기 기압배치의 변화와 동시에 발생한다. 엘니뇨 기간에는 적도해역에서 서쪽으로 부는 무역풍이 약해지며, 인도네시아와 호주는 강수량이 낮아져 산불 발생이 잦아지고 보통 건조하던 남미의 태평양 연안은 홍수가 나기도 한다. 해수면 온도 분포가 달라져 증발량의 형태가 변하게 되며 강우대의 위치가 이동하였기 때문이다. 엘니뇨의 영향은 태평양 적도뿐만 아니라 중위도 지역까지 미치는 것으로 밝혀졌으며 해양의 변화가 거의 전지구의 기상에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

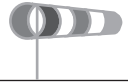
2. 기후변화에 따른 해양의 반응

IPCC 보고서에서는 보다 신뢰성 있는 과학적인 수치로 기후변화의 현실을 보고하고 있다. 지구온난화에 의한 해양에서의 영향으로 수온 상승, 해수면 상승, 빙하와 해빙의 감소, 해양생태계 교란 및 해양 산성화 등을 들고 있다.

여기에서 우리의 생활과 바로 연결되는 부분은 해수면 상승이다. 해수면의 상승은 수온 상승에 따른 해수의 열팽창과 육상 얼음의 해빙에 의한 담수 유입의 증가가 가장 큰 원인이며 국지적으로 해류, 기압과 바람 형태의 변화도 해수면 높이를 변화시키는 원인이 된다. 최근까지의 해수면 상승은 해빙보다 열팽창이 큰 원인으로 나타나고 있지만 앞으로는 해빙이 해수면 변화에 더 영향을 미칠 잠재력을 가지고 있다. 완만하게 진행되던 기후변화가 어느 시점에 급

격한 변화 양상으로 나타날 수 있음을 시사해주는 상황이다. 이는 아이러니하게 기후변화의 속도를 늦추게 하는 바다에서 더 크게 나타날 수도 있다. 남북극 빙하의 붕괴와 해빙 감소의 가속화 경향이 나타나고 있기 때문이다.

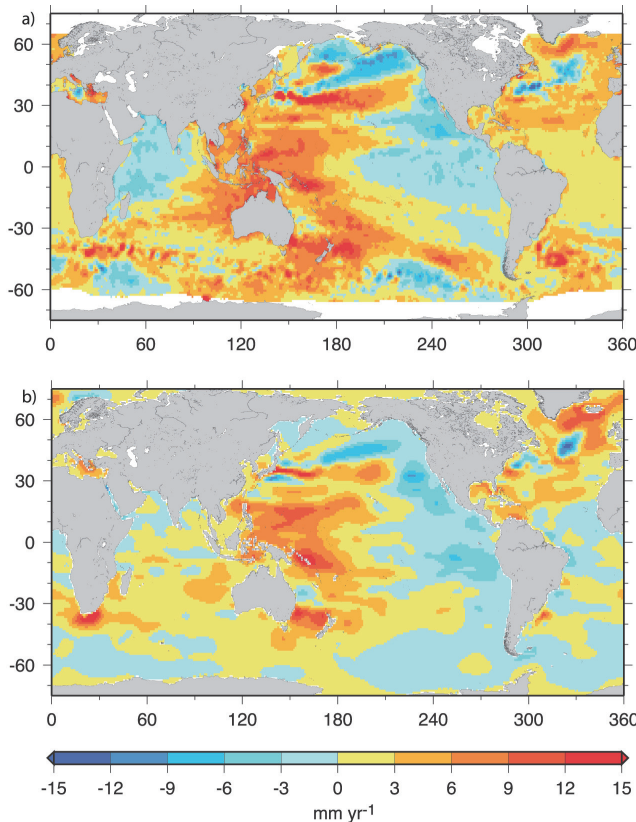
인공위성 관측으로부터 얻어진 해수면 높이의 시계열 자료들은 수위의 변화가 모든 해역에서 동일한 크기로 진행되지는 않으며 태평양의 경우 동쪽보다 서쪽에서 상승의 크기가 큼을 보여주고 있다(그림 3). 이러한 경향은 우리나라 해역의 실제 관측 자료에서 그대로 확인이 되고 있다. 한국해양연구원의 연구 결과 한반도 연안의 해수면 상승률은 최근 30년간 3.2 mm/년이며 1990년대 들어 6.5 mm/년으로 상승이 가속되고 있는 것으로 분석되었다(Kang et al., 2005, 2008). 이는 1961년 이후 지구 평균 해수면 상승률 1.8 mm/년이나 1993년 이후 3.1 mm/년 보다 2배 정도 큰 값이다. 우리나라 주변해역의 해면 수위 상승의 원인은 열팽창으로 보고 있다. 과거 100년 동안 동해의 표층 수온 변화는 해역별 편차가 크지만 평균 최대 약 2 °C 상승하였고, 1980년 중반 이후에 0.06 °C/년의 상승률을 보이고 있는 것과 궤를 같이하고 있다(Yeh et al., 2009; 한국해양연구원, 2008). 전지구 해양 표층수온의 평균 상승률이 2배에 해당되는 점도 일치한다. 이미 IPCC 보고서에도 기술된 바와 같이 동해 심층도 수온 상승 경향이 대양의 심층보다 뚜렷하며, 관측이 지속됨에 따라 변화의 크기도 대양에서보다 크다는 것이 확인되고 있다. 기후변화에 대한 반응에 있어 우리나라 주변의 해양이 전지구 평균보다 민감하다는 것을 의미한다.



전체 해양에 대한 영향으로 수온상승에 따른 열용량의 증가와 순환계의 변화를 들 수 있다. 해양에서의 열용량 증가는 급격해진 전지구적 물순환과 더불어 해양에 의해 기인된 악기상 빈도와 강도의 변동으로 나타날 가능성이 있다. 황해에서부터 발달된 비구름에 의한 한반도의 국지적 폭우나 슈퍼태풍 발생의 가능성이 제시되는 것은 이러한 변화에 근거한다. 순환계의 변화는 자오면순환(Meridional overturning

circulation; MOC)의 변동을 의미하며 장기적인 기후변화의 원동력 역할을 한다(다음 절 참조).

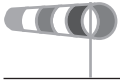
최근 해양 분야에서 관심이 높아지고 있는 해양의 변화는 해양 산성화(acidification)이다. 인위적으로 증가된 이산화탄소가 해양에 흡수 저장되면서 화학적 반응으로 해수의 pH가 낮아지고 있으며 이는 조개나 산호 등의 성장 환경에 영향을 주어 해양 생태계 변화의 원인이 된다. 해양산성화에 의한 생태계 변화는 수온상승에 의한 변화와는 다른 차원의 상황이다. 수온변화만을 본다면 대체로 해양 생태계의 분포경계도 육상에서와 마찬가지로 극지 쪽으로 이동하고 소위 백화현상의 원인의 하나를 제공하고 있지만 해양산성화는 보다 많은 해양생물의 멸종을 가져와 해양생태계의 교란이 보다 심화될 수 있다. 동해에서도 인위적 이산화탄소 흡수와 해양산성화가 보고된 바 있다(Park et al., 2008; Kim et al., 2009).



[그림 3] TOPEX/Poseidon 위성 고도 자료로부터 산출한 1993-2003년의 평균 해수면 수위의 변화 경향(위)과 열팽창에 의한 해수면 상승 정도(아래). 지금까지의 해수면상승은 수온상승에 따른 해수의 팽창효과가 큰 것임을 보여준다(IPCC, 2007).

III. 미래 해양변화 전망

기후변화 전문가들은 온실가스의 농도를 지금 상태로 안정화시키더라도 자연현상의 관성 때문에 지구온난화와 해수면 상승은 향후 수백 년 간은 지속될 것임을 강조하고 있다(IPCC, 2007). 산업화 이전보다 1.9~4.6 °C 정도의 온난



화가 수천 년 지속된다면 그린란드 얼음이 모두 사라지고 해수면은 극단적으로 수 m 상승할 것이라는 계산 결과를 제시하고 있다. 125,000년 전의 간빙기와 유사한 상황이 되는 것이다. 우리 세대가 경험할 상황은 아니지만 정말로 불편함을 넘어선 진실이 될 수 있다.

과거 기후기록은 현재의 지구온난화가 어느 시점에서는 지금과 반대의 경향으로 바뀔 것임을 예견하고 있다. 지구온난화와 지구한랭화가 반복되는 것이다.²⁾ 이러한 변화 과정에서도 해양의 영향은 절대적이다. 북반구의 예를 들면 계속된 지구온난화로 고위도 육지의 얼음이 녹음에 따라 많은 양의 담수가 대서양으로 유입되며 이 가벼운 물은 극지 바다에서 심층수의 형성을 약하게 하는 요인이 된다. 기온이 낮은 대기의 영향으로 해수가 차가워지더라도 염분이 낮아 해수가 가라앉을 만큼 무겁게 되지는 않기 때문이다. 이는 전 해양의 열염순환이 약해지는 것을 의미하며, 결국은 적도 해역에서 극지 해역으로의 열 수송량이 줄어들게 되므로 극지역의 수온과 기온이 하강하는 결과를 가져다준다. 즉, 한랭기로 바뀌게 되는 것이다. 이러한 과정은 빙하와 해저 퇴적물 시추 자료의 과거 기후 기록에 남아있다. 대표적인 예는 12,900-11,600년 전에 점점 따뜻해지던 지구의 온도가 갑자기 하강한 영저 드라이아스 사건이다. 온난화로 북반구의 빙하가 녹아 대서양으로 공급된 담수로 북대서양의 심해류가 사라지고 해양에서의 열수송이 정지되었으며 전 지구의 기온이

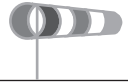
갑자기 한랭상태로 복귀한 것이다. 긴 시간의 틀에서는 빙하기와 간빙기는 앞으로는 되풀이 되어 발생할 것이며 이러한 기후변화의 뒤편에 해양의 역할이 중요하게 작용하는 것도 변함이 없을 것이다. 단지, 지금의 지구온난화 과정이 진행되는 시기에 몇 세대의 인류가 살아가고 있으며 하나의 과정을 실제 경험하고 있는 셈이다. 우리는 인류가 전에 경험하지 못하였던 크게 변화된 해양을 접하는 세대가 될 가능성도 있다. 영저 드라이아스 기록은 지구온난화 이후 북대서양이 냉각되는 데는 채 몇 년이 걸리지 않았음을 보여주기 때문이다. 서두르지 않는 기후라고 하면서도 극지해역에서 심층수가 만들어지는 과정을 ‘기후변화의 아킬레스건’이라고 하거나 빙하를 ‘기후변화의 시한폭탄’이라고 하는 기후학자들의 표현에 지구온난화에 대하여 해양의 역할이 절대적임이 나타나 있다.

IV. 해양-기후변화 연구에 대한 제언

1. 기후변화와 관련된 불확실성

기후변화와 관련된 연구와 대응의 가장 큰 장애 요인은 각국의 경제적 이해관계라 할 수 있다. 이의 배경에는 많은 부분이 불확실성에 근거한다. 대체로 세 가지 형태의 불확실성으로 분류할 수 있다. 첫째, 기후변화 원인의 불확실성이다. 현재의 기후변화가 인위적인 온실가스 증가에 의한 것이라는 IPCC (2007)의 보고나 과학적인 연구결과에도 불구하고 자연적 요인에 의한 온난화 경향의 주장도 끊이지 않고 있다. 기후변화를 논하는 시간적 크기가 짧아

2) 표현의 과장은 있었지만 2004년 미국 영화 ‘The day after tomorrow’는 이러한 상황에 근거한 것이며 해양의 영향 없이는 설명될 수가 없다.



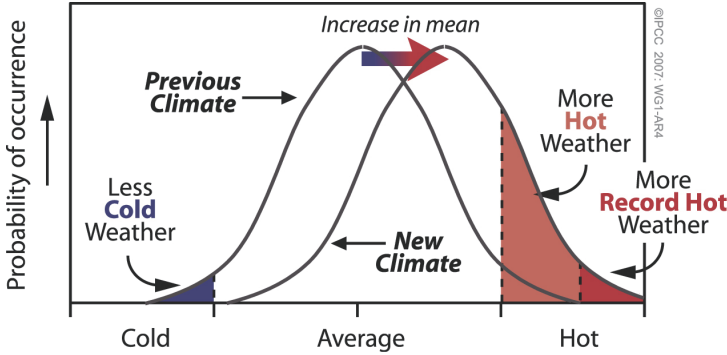
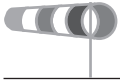
질수록 (예, 수십 년 단위) 자연적 변동성의 중요성이 높아지기 때문에 자연적 변동성을 간과할 수는 없으며 이 또한 무시할 수 없는 연구 대상이 된다. 둘째, 기후변화 예측의 불확실성이다. 현재의 과학적 능력으로는 기후계의 상태를 완벽하게 예측하는 것은 불가능하다. 현재 운용 또는 연구목적으로 이용되고 있는 어떠한 기후모델도 각각의 장단점이 있으며 여러 모델로부터의 예측 결과들을 이용한 앙상블 평균치에 신뢰를 더 주고 있다. 예측의 불확실성은 기후모델이 불완전성, 컴퓨터의 용량, 기후변화 과정에 대한 과학적 지식의 한계 등 여러 요인에 기인한다. 셋째, 기후변화 대응 정책의 불확실성이다. 이 불확실성 자체가 경제적 이해관계에 의존되지만 보다 근본적으로는 기후변화 예측의 불확실성 때문이라 할 수 있다. 해양과 관련된 적응 대책이 필요한 분야는 연안 취약성에 대비하는 것과 해양생태계 변화에 대처하는 것으로 구분되는데 해수면과 수온의 변화 예측치의 오류는 적응을 위한 지출경비의 손실과 직결된다. 온실기체의 감축으로 표현할 수 있는 완화부분의 정책 불확실성은 산업·경제적 영향에 따른 판단의 차이가 원인이지만 여기에도 기후변화 원인의 불확실성과 예측의 불확실성이 작용하고 있다. 온실가스 감축에 동의하고 있지 않는 국가들의 논리적 배경에 이들 불확실성이 나타나기 때문이다.

이러한 불확실성과 관련하여 IPCC(2007)는 해양과 관련된 불확실성을 제시하고 있는바 해양의 총구름량과 저층 구름양의 관측 자료, 태풍의 발생 빈도와 세기의 변화, 연안 해일의 변동 경향, 자오면 순환의 변동 경향, 육지빙하의 해빙에 따른 해수면 증가

정도 그리고 모든 면에 있어서 국지해역별 변화 전망 등이다.

2. 해양-기후변화 연구 방향과 장애요소

지구온난화가 우리나라 해양에 미치는 영향은 여러 방면에서 찾을 수 있다. 해수면 상승에 의한 연안 침수, 연안 침식, 해양 생태계 교란에 의한 어종 변화, 슈퍼태풍 발생과 폭풍해일 등이 기후변화 적응을 위해 대비해야하는 사항들이다. 양식업에서 원양어업, 연안 토목공사에서 연안방재, 연안 레저 활동에서 보험업까지 지구온난화 아래에서 부딪치게 될 해양과 관련된 경제 활동의 영역이 넓다. 기후변화 적응 정책 측면에서 특히, 고려의 대상이 되어야 하는 부분은 [그림 4]에 표시한 것과 같은 극단적인 경우이다. 연안에서의 극단적인 상황(예, 폭풍해일)은 발생 가능성의 불확실성이 높다고 하더라도 정책 대상에서 제외될 수 없는 사항이다. 기후변화의 연구 방향은 미래 변화 예측의 불확실성을 낮추는데 목표의 하나가 되어야 할 것이다. 이 불확실성을 제거하기 위해서는 기후변화 분야의 기초원천기술에 해당하는 기후모델과 기후변화 과학 연구의 뒷받침이 필요하다. 국내에서 다양한 기후계의 요소들을 통합한 모델연구가 부분적으로 수행되고 있지만 대기-해양-해빙 정도만이라도 완벽하게 결합된 모델을 소유하고 있지 못한 실정이다. IPCC(2007)에서 전망한 기후변화는 그 정도에 있어서 지역마다 편차가 크기 때문에 고해상도의 기후모델 연구가 필수적이다. 우리나라의 국지적 변화 전망을 외국의 연구자가 수행할 리가 없다.



[그림 4] 정규분포를 따르는 기후상태의 변화와 극단적 기온 상승의 효과를 나타내는 모식도 (IPCC, 2007).

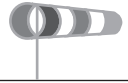
우리나라의 기후변화 연구를 목적으로 하는 해양 관측의 국제적 기여가 떨어지거나 기후변화 연구가 미진한 이유의 하나는 국내의 시스템 때문이라 할 수 있다. 관련 분야를 지원하거나 정책을 결정하는 조직의 현재 상태와 같은 다원화는 연구 방향 설정이나 국가의 장기 로드맵에 따른 기후변화 연구 실현에 효과적일 수 없다.

100년 단위 후의 기후변화를 예측하는 데는 인위적 요인의 변화를 추정하는 것이 기후모델 전문가들의 주된 연구 방향이지만 보다 실용적인 측면에서 필요한 수십 년 후의 단기 예측의 경우 자연적 변동성도 포함되어야 한다. 자연적 변동성의 분석은 대기와 해양이 갖는 고유의 변동성도 중요하지만 이들 사이의 결합적인 현상(예, ENSO 변동성)과 원격상관의 연구 방향이 하나가 되어야 할 것이다. 이를 위해서는 시나리오보다 현실적 사실에 근거해야하므로 해양과 대기에서의 현상의 과학적 이해가 해결되어야 하며 관측 자료의 생산이 필요하다. 대기에 비하여 절대적으로 자료가 부족한 해양에서 지속적인 시계열 자료 생산이 필수적이다. 국제 사회에서는 기후변화 감지 및 예측을 위하여 대양의 관측망을 확충하고 있다(OOPC, <http://ioc3.unesco.org/oopc/>). 이러한 해양 관측망 구축에 대한 국내의 기여는 국립기상연구소와 한국해양연구원이 참여하고 있는 국제 ARGO 프로그램(<http://www-argo.ucsd.edu>)을 제외하고 거의 없는 실정이다.

정책입안자들 사이의 의사소통과 연구자와 정책입안자 사이의 의사소통의 개선이 필요하다. 광범위한 국제사회에서의 기후변화 관련 활동에서 우리나라를 대표하는 참가자들도 해양을 포함한 다양한 기후계 요소들의 기초과학적 정보를 공유할 수 있도록 국제사회의 새로운 과학적 연구결과의 소개·교환을 위한 네트워크가 있어야 할 것이다.

V. 맺음말

기후변화에 대처하면서 경제위기에 벗어날고자하는 국내의 화두는 녹색성장이다. 이산화탄소 감축에 대한 국제적 합의가 가시화될수록 녹색성장의 틀을 기후변화 완화에서만 찾으려는 경향이 심화될 것으로 예상된다. 그러나 기후변화 연구와 정책에 있어서 경제적 효용성만 고려하여 그 열매를 찾자 한다면 넓고 견고한 밑받침 없이 금자탑의 꼭대기만을 찾고자하는 경우가 될 것이다. 우리의 수준에서 기후변화의 연구는 기초원천 연구와 실용연구



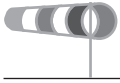
를 구분할 벽이 없다. 이는 실용연구를 뒷받침할 기초연구의 경험과 실적이 일천하다는 의미이기도 하다. 지구의 기후변화 과정에 대한 근원을 파고들수록 해양의 중요성이 나타남을 부정할 수 없기 때문에 해양-기후변화에 대한 지원 확대가 요구된다. 최근 들어 정부의 여러 부처에서 연구의 기회를 증가시키고 있음은 고무적이지만 부처간 기후변화 연구의 조정 능력의 한계로 불협화음이 나타날 때가 있다. 이를 극복하려면 국내의 해양-기후변화 연구 동향과 기후변화 연구의 공공성을 고려하여 중보투자자의 우려보다는 집중투자의 효과를 찾으려는 노력이 필요하다. 기후변화 연구와 정책 수립에 관련된 불확실성이 크기 때문이다.

2009년 9월에 개최된 제3차 세계기후컨퍼런스(WCC-3: www.wmo.int/wcc3/)에서는 향후 기후 예측과 서비스 강화를 정책 방향으로 제시하였으며 국제 해양학계에서는 이미 이러한 방향에 부응하는 조치를 취하고 있다.³⁾ 기후변화 연구를 위한 해양관측은 국제공동 협력 없이 불가능하기 때문에 우리나라도 국제적 기여의 측면에서뿐만 아니라 국내 기후변화 연구가 국제적 수준에 도달할 수 있도록 지속적인 지원이 있어야 할 것이다.

3) OceanObs'09 컨퍼런스(2009년 9월 21-25일, 베니스: <http://www.oceanobs09.net/>)는 세계 각국과 정부는 기존의 해양관측시스템의 지속적인 유지와 함께 2015년까지 해양물리 요소 및 이산화탄소 대양 관측망을 구축을 이행할 것을 촉구한바 있다.

참고문헌

국립기상연구소, 2006: 한반도 기후 100년 변화와 미래.
 농촌진흥청, 2007: 기후변화와 대응: 농업환경 영향평가 및 적응 대책.
 이재학, 2008: 바다, 지구온난화를 말하다, 해양과 문화, 17, 122-129. 해양문화재단.
 한국해양연구원, 2008: 기후변화에 따른 동해 해수순환과 중장기 변동 반응 및 예측 연구, BSPE 98004-2043-1, 291pp.
 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, Cambridge University Press, Cambridge, 996pp.
 Kang, S.K., J.Y. Cherniawsky, M.G.G. Foreman, Hong Sik Min, Cheol-Ho Kim, and Hyoun-Woo Kang, 2005: Patterns of recent sea level rise in the East/Japan Sea from satellite altimetry and in situ data, J. Geophys. Res., 110, C07002, doi:10.1029/2004JC002565.
 Kang, S.K., J.Y. Cherniawsky, M.G.G. Foreman, J.-K. So, and S.R. Lee, 2008: Spatial variability in annual sea level variations around the Korean peninsula, Geophys. Res. Lett., 35, L03603, doi:10.1029/2007GL032527.
 Kim, T-W., K. Lee, R.A. Feely, C.L. Sabine, C.T. Chen, H.J. Jeong, K.Y. Kim, 2009: Prediction of East/Japan Sea acidification over the past 40 years using a multiple-parameter regression model, Global Biogeochemical Cycles, (in press)
 Park, G.-H., K. Lee, P. Tischchenko, 2008: Sudden, considerable reduction in recent uptake of anthropogenic CO₂ by the East/Japan Sea, Geophysical Research Letters, 35, DOI:10.1029/2008GL036118.
 Yeh, S.-W., Y.-G. Park, H.-S. Min, C.-H. Kim, and J.-H. Lee, 2009: Analysis of characteristics in the sea surface temperature variability in the East/Japan sea, Prog. Oceanography, (in submission)



[산림]

기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안

차 두 송

강원대학교 산림환경과학대학장

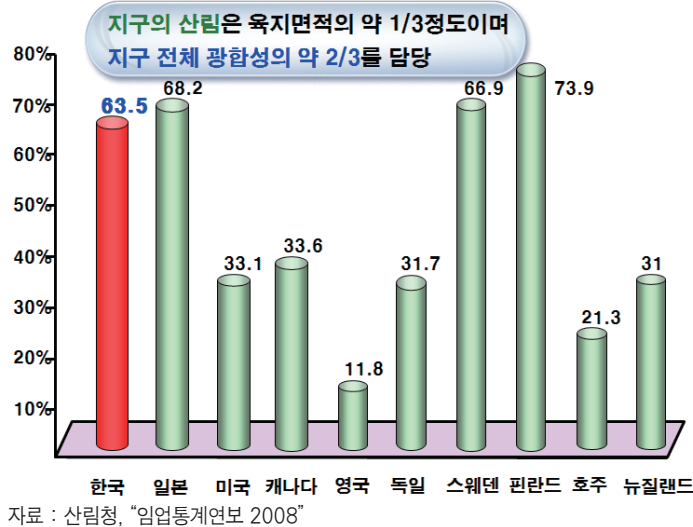
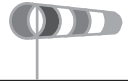
dscha@kangwon.ac.kr

I. 머리말

기후변화란 기후 시스템이 자연적 요인과 인위적 요인에 의하여 점차 변화하는 전체 자연의 평균 기후 변동을 말한다. 기후변화협약(UNFCCC)에서는 “직접적 또는 간접적으로 전체 대기의 성분을 바꾸는 인간 활동에 의한, 그리고 비교할 수 있는 시간동안 관찰된 자연적 기후 변동을 포함한 기후의 변화”로 정의하고 있다.

향후 금세기 지구의 최대 재앙 가운데 하나가 될 것으로 예상되는 지구온난화는 지난 20세기 동안에도 진행되어 왔지만, 최근 21세기에 들어 급격한 산업화로 인한 기후변화의 가속화에 따른 지구온난화로 북극해의 빙하가 엄청난 속도로 녹아내리고 있

으며 그린란드의 만년빙이 급속도로 줄어들고 있다. 2100년까지 지구 평균기온은 1.4~5.8 °C, 해수면은 9~88 cm 높아질 것으로 예측되며 이러한 상승 속도는 과거에 지구가 변해온 과정과 비교해 볼 때 무려 100배나 빠른 속도이다. 이러한 기후 변화의 심각성에 위기 위식을 느낀 세계 각국은 이제 범지구적 차원에서 친환경 정책 실행에 발빠른 행보를 보이고 있으며, 온난화의 주범인 온실가스 배출을 줄이는 것과 더불어, 온실가스의 흡수원으로서 산림의 중요성이 대두되고 있다. 지구상 산림은 전체 육지 면적의 약 3분의 1 정도이지만 산림은 지구 전체 광합성의 3분의 2가량을 담당하며 육상생태계 탄소의 80%와 토양 내에 있는 탄소의 40%를 저장하고 있다[그림 1].



[그림 1] 국토면적대비 산림면적.

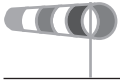
II. 기후변화의 요인

기후변화의 자연적 요인으로는 대기, 해양, 해빙, 육지와 이들의 특징인 식생, 반사도, 생물체와 생태계, 눈이 쌓인 정도, 육지얼음, 물 수지 등의 상호작용과 같은 내적요인 이외에, 화산분출에 의한 성층권의 에어로솔 증가, 태양 활동의 변화, 태양과 지구의 천문학적 상대위치 관계 등으로 태양 및 지구 복사의 변동과 같은 외적요인이 있다.

인간 활동에 의한 인위적 요인으로는 화석연료, 질소비료 사용, 폐기물 소각, 냉매, 세척제 및 스프레이 사용 등에 의한 대기 내 온실가스의 양적 변동, 인간의 활동으로 인한 도시화, 산업화로 대기의 에어로솔 변화, 공장부지, 주택단지 조성 등 과잉 토지 이용이나 장작과 숯 채취 등으로 인한 토지이용 변화, 도시화로 인한 고층 건축물의 등장 등의 토지피복



[그림 2] 기후변화의 자연적 요인: 화산폭발.



화석연료 사용



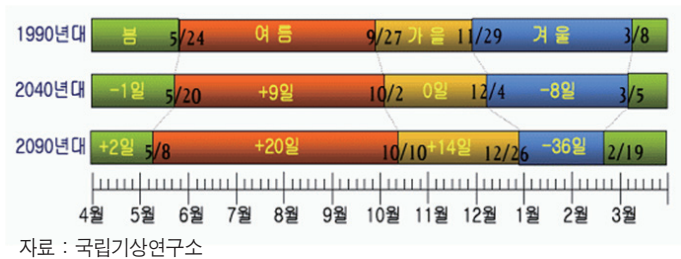
냉매이용



산림훼손

[그림 3] 기후변화의 인위적 요인.

변화, 도로 건설, 벌목, 농업의 확장, 댐감 등으로 인한 산림파괴로 산림의 기후 완화 및 물 순환 기능 영향에 의한 산림파괴 등이 문제가 되고 있다.



[그림 4] 서울의 계절 시작일 및 지속기간 변화 전망.

III. 기후변화(지구온난화)의 영향

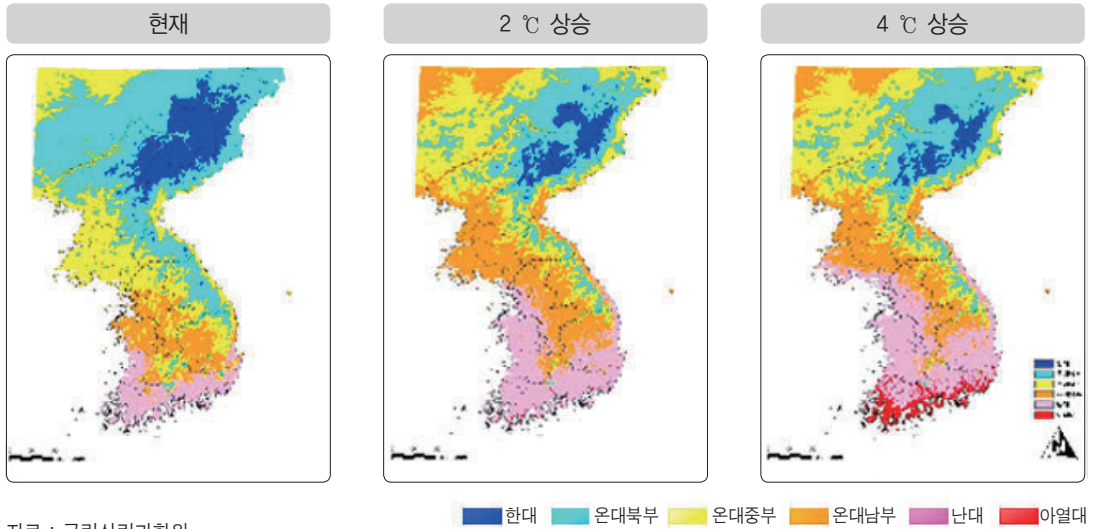
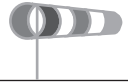
1. 계절의 변화

국립기상연구소에서 발표한 2040년대와 2090년대 전망자료에 의하면 여름철의 시작일은 5월 초순으로 빨라지고 종료일은 10월 중순까지 늦어짐에 따라

식목행사, 산불방지 등의 기간 조정이 필요한 만큼 계절의 변화가 진행되고 있는 것으로 나타났다.

2. 산림 식생대 이동

기온이 상승하면 북반구의 식생대는 남쪽에서 북쪽으로, 저지대에서 고지대로 이동하게 된다. 과학자들



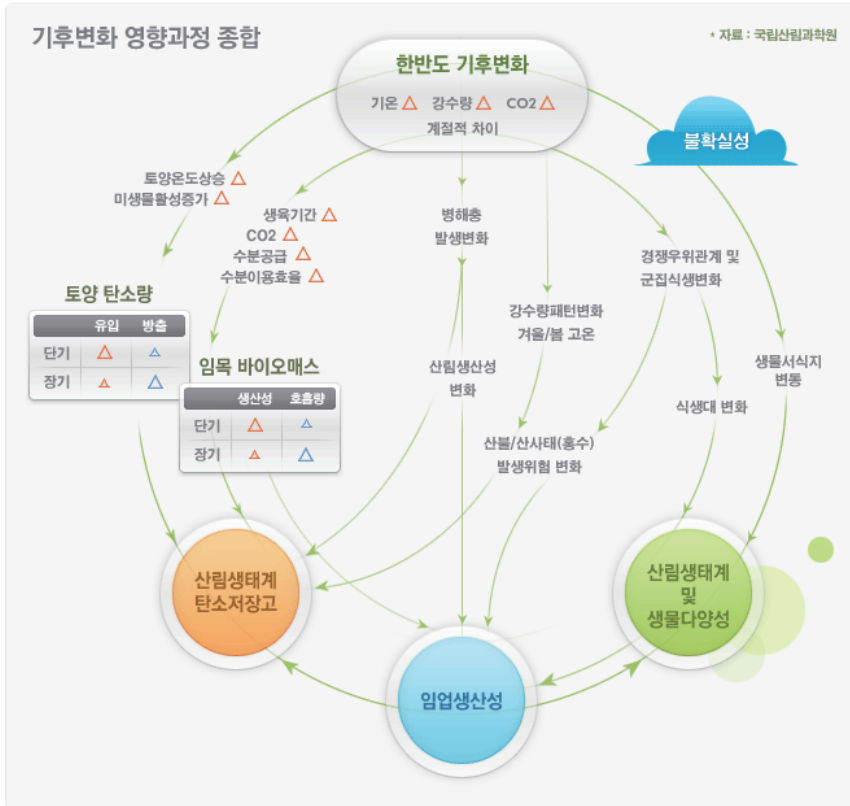
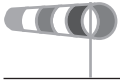
자료 : 국립산림과학원

[그림 5] 상승온도별 한반도 식생대 변화.

의 연구결과에 의하면 과거 수십~수백만년 전의 지질학적 시대에 수종의 이동속도는 100년 동안에 약 4~200 km인 것으로 밝혀지고 있지만, 평균기온이 1℃ 상승하면 중위도 지역의 경우, 현재 기후대는 북쪽으로 약 150 km, 고도는 위쪽으로 약 150 m 정도 이동하게 된다. 따라서 미세한 크기의 종자를 가진 식물을 제외하고는 현재 예상되는 기후변화의 속도를 따라 잡기가 쉽지 않을 것으로 예상된다. 또한 고산지대에만 서식하는 식물들도 분포하는 범위가 줄어들거나 소멸될 위험성이 높아지게 된다. 우리나라의 경우 연평균 기온이 2℃ 상승할 경우 남부 해안 지역에 분포하는 동백나무가 서울을 포함한 중부 내륙지역까지 생육이 가능하며, 난대 산림이 중부지방까지 확대되고, 4℃ 상승시 남한지역의 대부분이 난대 산림으로, 남부 해안지역은 아열대 산림으로 전환될 것으로 예측되고 있다.

3. 숲의 구조와 생산성의 변화

향후 기후변화 시나리오에 따르면, 한반도의 경우 기온이 상승하면서 강수량과 대기 중의 이산화탄소 농도가 늘어나게 된다. 그 결과 식물의 생장기간이 늘어나고 수분이용 효율도 증가하여 산림의 생산성이 증가하게 된다. 그러나 지구온난화가 지속되면 오히려 호흡량이 증가하고 토양과 산림유기물의 분해 속도가 빨라져 탄소의 배출량이 많아질 것으로 예측되고 있다. 즉, 산림생산성이 증가한다고 할지라도 산림생태계 차원의 탄소배출량이 증가할 가능성이 있는 것이다. 또한 나무는 수종별로 다른 생리적 반응을 가지고 있으므로 수종간에 경쟁력이 달라지고 식생천이의 진행방향도 바뀌게 된다. 결과적으로 현재의 식물 군집구조와는 다른 구조로 변하게 되며, 산림을 구성하는 수종도 침엽수에서 활엽수로 바뀔



자료 : 국립산림과학원

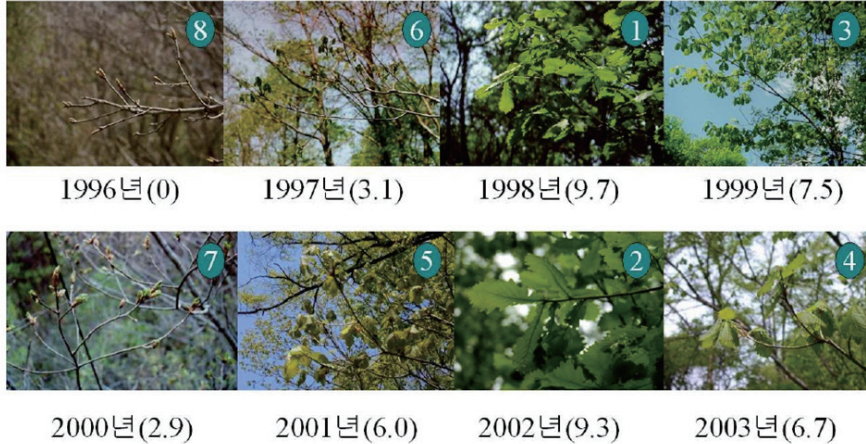
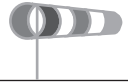
[그림 6] 산림에 미치는 기후변화 영향과정 종합.

것으로 예측된다. 이런 경우 그 숲의 생산성이 저하 될 가능성이 있는 것이다.

4. 생물계절(Phenology)과 다양성 변화

기후가 변화하면 나무에서 잎이 나오는 시기가 빨라지고 꽃이 피는 시기도 앞당겨지게 된다. 현재 우리나라를 포함한 온대지역에서는 대체로 평균기온 1℃가 상승할 때, 개화시기가 약 5~7일정도 빨라지고 있다.

나비류와 같은 곤충류의 발생시기가 앞당겨지고, 1년 동안 발생하는 횟수도 달라질 것으로 예상된다. 영국에서의 예로, 양서류가 17년 동안 연평균기온이 1℃ 상승함에 따라 연못에 출현한 시기가 9일 내지 10일 정도 빨라졌다는 연구 결과가 있다. 그리고 조류의 부화일수가 25년 사이에 9일 가량 줄어든 경우 등도 알려지고 있다. 야생동물의 경우, 기상조건보다는 서식지가 달라지거나 먹이자원(식물과 곤충 등)의 변화에 크게 영향을 받게 된다. 생태계는 생산자와 소비자 및 분해자가 상호 관련되어 먹이사

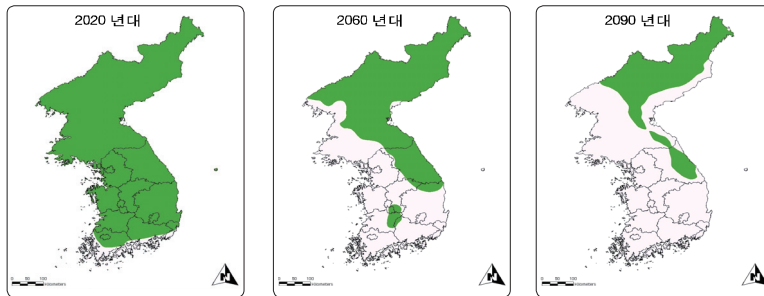


자료 : 임종환 & 신준환, 2005. 지구온난화에 따른 산림식생대. 자연보존 130: 8-17.
 [그림 7] 강원도 계방산에서 매년 5월 10일에 측정된 연도별 신갈나무 개엽 (잎의 평균 길이).

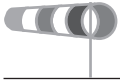
슬을 이루고 있기에, 식생대가 달라지고 식물과 곤충 등의 계절적 특성이 변화하면 야생동물의 행동 특성에도 영향을 미치게 된다. 게다가 생물 종별로 기후에 대한 반응이 다르고 잎이 나오고 곤충이 변태하는 것과 같은 현상에 영향을 미치는 요인이 기온 이외의 것도 있을 수 있다. 따라서 이러한 다양한 차이들로 인하여 먹이사슬과 생물다양성이 훼손될 수 있는 것이다.

5. 기후변화 시나리오에 따른 소나무림의 적정 생육분포 범위 변화

기후변화 시나리오를 적용하여 소나무림이 생활사를 완수하기에 적합한 분포범위를 보면 2060년대에는 강원도, 경북 북부산지, 지리산과 덕유산 등 높은 산지로 국한될 것으로 예상된다.



자료 : 국립산림과학원
 [그림 8] 기후변화 시나리오에 따른 소나무림의 적정 생육분포 범위 변화.



[그림 9] 산림재해.

6. 산림재해 발생 증가

지구온난화의 영향으로 가뭄, 폭염, 폭설, 집중호우 등 이상기후가 발생할 경우에는 이로 인한 산림재해의 발생이 증가하게 된다. 우리나라에서도 건조일수 증가로 최근 10년간 30 ha 이상 대형산불 49건 발생(강원도 23건, 26천 ha)하였으며, 집중호우 등으로

2000년대 산사태 피해가 과거대비 3배정도 증가한 것으로 나타났다.

또한 기온상승으로 인하여 아열대성 병해충 발생이 증가하고 있으며, 앞으로 그 빈도도 증가할 것으로 예상되고 있다. 온난화에 의한 새로운 병원체의 유입과 확산이 증가하고 있으며, 기후쇠약으로 인한



소나무류 푸사리움가지마름병



소나무 재선충 발생현장

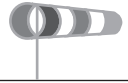


잣나무 털녹병



잣나무 잎떨림병

[그림 10] 수목의 피해를 초래하는 병해충.

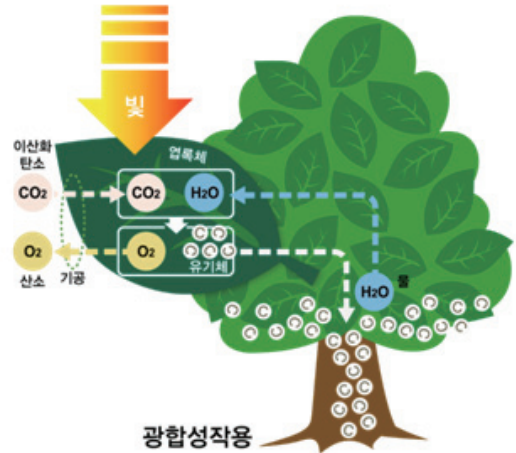


병해충 발생 또한 증가하고 있는 추세이다. 고산지대에서 구상나무 등 한대 식물종의 쇠퇴현상이 발견되고 있으며, 한해 병해의 고지대화가 진행되고 있는 실정이다.

IV. 기후변화와 산림의 역할

1. 산림의 탄소순환 - 산림생태계는 지구 탄소순환의 중추 역할을 담당

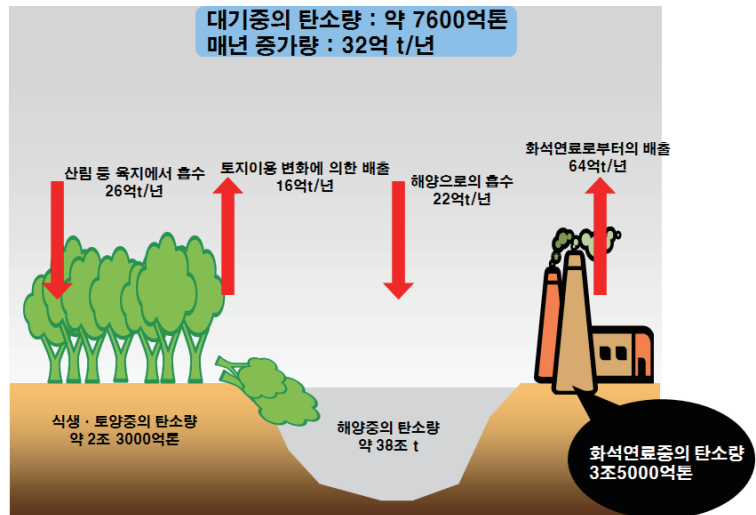
식물은 광합성을 통하여 온난화의 주요 원인인 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출하는 과정에서 나무와 토양에 탄소를 저장한다. 이렇게 저장된 탄소는 다시 식물의 호흡이나 유기물의 분해를 통하여 대기중으로 방출되는 것이다. 또한 식물은 에너지 흐름과 관련이 있는 물의 이동에도 중요한 역할을 한다.



자료 : 국립산림과학원

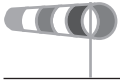
[그림 11] 산림의 광합성 작용.

숲 속의 식물은 잎으로 햇빛과 빗물이 지표면에 직접 도달하지 않도록 걸러주며, 광합성 작용과 증산작용을 통해 토양의 물을 대기중으로 내보내기도 한다. 이러한 작용으로 식물은 한낮의 높은 기온을 낮추는 등 미세기후를 조절하고 급격한 기상변화를 완화시키는 역할을 하기에 식물은 지구의 전체적인 기후시스템에 영향을 끼치게 된다.



자료 : 기후변화와 산림(산림청, 2009)

[그림 12] 산림의 지구온난화 방지효과.



지구의 산림면적은 육지 면적의 약 1/3정도이지만 지구 전체 광합성의 2/3가량을 담당하며, 육상 생태계 탄소의 80%와 토양 내에 있는 탄소의 40%를 보유하고 있다. 나무에 저장된 탄소량은 해양과 대륙에 비하면 많은 양은 아니지만, 대기와 교환되는 양이 매우 많고 기후변화와 인간 활동에 민감하게 반응하기 때문에 매우 중요하다.

이렇듯 산림은 온실가스를 흡수저장하고 다시 배출하는 과정으로 지구 기후시스템에 영향을 주게 되며, 동시에 산림은 지구의 물 순환 과정도 조절함으로써 에너지 분배에 영향을 끼치고, 결국 지구

의 기후상태에 영향을 미치게 되는 것이다. 더욱 중요한 것은 변화하는 지구의 기후에 의해 산림생태계가 영향을 받음으로써, 이와 같은 과정이 달라진다는 것이다.

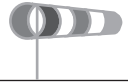
2. 탄소흡수원(산림은 이산화탄소 흡수원이자 배출원)

산림은 ha당 연간 탄소흡수량 1.98톤, 산소배출량 4.96톤으로 지구 탄소순환의 중추적 역할을 하는 커다란 탄소흡수원이다.



자료 : The Forest Foundation

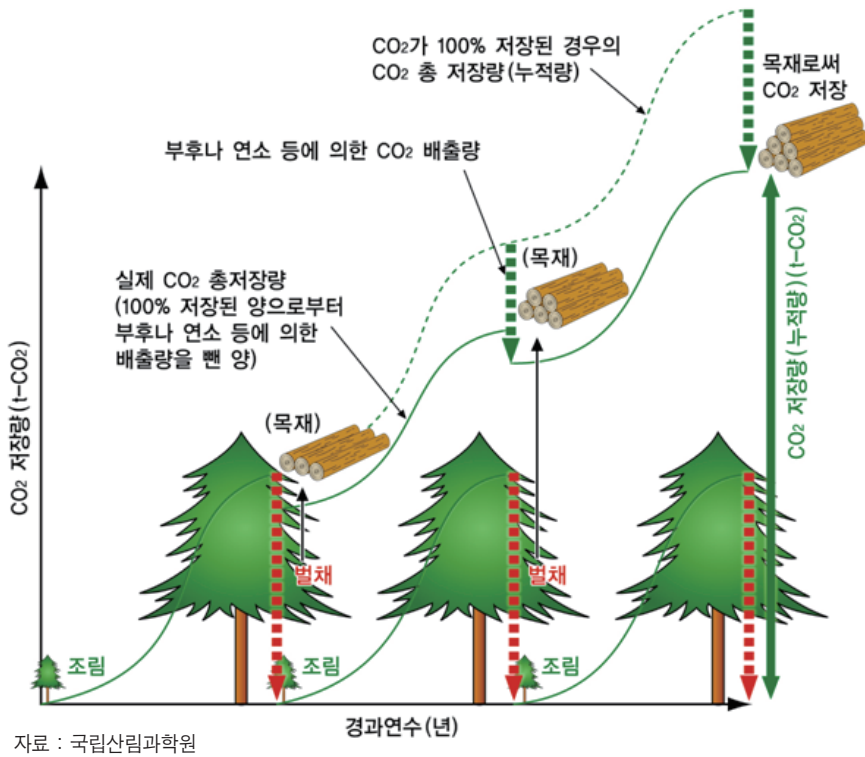
[그림 13] 탄소순환.



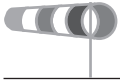
산림생태계의 주요 탄소저장고는 나무와 토양으로서 산림을 어떻게 관리하고 가꾸고 보전하느냐에 따라 지구온난화는 달라질 수 있다. 즉, 숲을 잘 가꾸고 보전하면 나무와 토양에 더 많은 탄소를 저장할 수 있는 것이다. 그러나 숲이 훼손되거나 온난화로 온도가 높아지면 나무와 토양에 있는 탄소가 대기 중으로 배출되기 때문에 결국, 지구온난화에 대응하기 위해서는 우선 산림의 훼손 및 타 용도로의 변경을 억제하여야 한다. 또한 훼손된 산림생태계는 복원하거나 복구하도록 하고, 산불이나 산사태와 같은 산림재해는 예방하도록 해야 하며, 더불어 산림경영을 통한 현존 산림의 보전이나 이산화탄소의 흡수·

저장 능력의 향상을 위한 조치도 필요하다. 탄소흡수량을 늘려나가기 위해선 유희토지 등을 조립해서 산림면적의 절대치를 확대하여야 하며, 산에 있는 나무의 부피(축적)를 늘려 탄소축적량을 증가시키고, 목재를 많이 이용하여 탄소를 고정시키고 타 원자재와 비교 배출을 저감 하여야 할 것이다. 또한 화석연료 대신 나무연료를 사용해서 이산화탄소 발생량을 저감 시켜야 한다.

우리나라 산림의 연도별 이산화탄소 흡수량은 연간 37백만 톤의 CO₂를 흡수('05년 기준)하고 있으며, 국가 온실가스 총배출량(591백만 CO₂톤)의 6.3%를



[그림 14] 목재의 성장과 이용과정에서 탄소의 축적.



흡수하고 있다. 배출량은 목재로 이용하기 위해 잘라냈을 때 배출되는 탄소량이며, 총 흡수량은 나무의 생장에 따라 탄소를 흡수하는 양에서 계산되었다. 벌채한 목재에도 탄소가 저장되지만 기후변화협약에서는 벌채를 배출로 간주하기 때문에 벌채한 목재는 배출에 포함되어 계산된다.

우리나라에서 일반 자가용 1대가 연간 배출하는 이산화탄소는 평균 8.1톤으로 소나무 숲 1ha가 흡수하는 양과 비슷하므로 자동차 1대를 보유하고 있는 사람은 산림 1ha 이상을 조성하여 잘 가꾸어야 할 것이다. 또한 목조건축은 탄소배출량에서 철근콘크리트조의 24%, 철골구조물의 35%에 불과하기에 목재건축재의 활용을 적극 장려하여야 할 것이다.

V. 맺음말

숲을 잘 가꾸고 보전하면 나무와 토양에 더 많은 탄소를 저장할 수 있을 뿐 아니라, 산림에서 생산된 목재는 훌륭한 탄소 저장고의 역할로서 매우 중요한 재생 가능 자원 될 것이다. 따라서 산림에 더 많은 탄소를 저장하기 위해서는 양적인 측면에서 산림 면적을 꾸준히 늘려나가는 노력이 필요하며, 아울러 산림을 훼손하거나 다른 용도로 전용하는 것을 가급적 억제해야 한다. 그리고 질적인 면에서도 산림이 최적의 기능을 발휘하여 이산화탄소를 흡수·저장하는 능력이 향상되도록 산림관리 방법도 개선해 나가야 할 것이다. 중장기적으로 기후변화에 적응하기 위한 숲의 종류, 영급 및 구조적 다양성을 도모하

[표 1] 연도별 산림의 온실가스 흡수량.

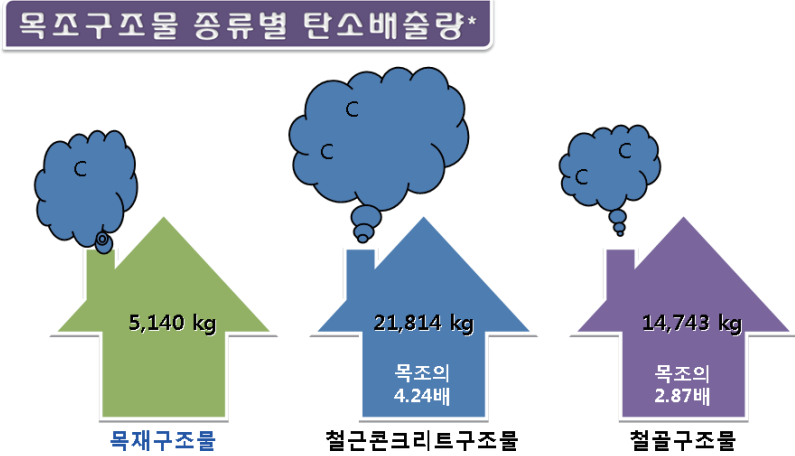
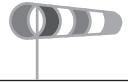
(단위 : 천CO₂)

연도	총 흡수량	배출량	순 흡수량
2000	45,222	3,792	41,431
2001	42,420	3,516	38,905
2002	41,383	3,642	37,742
2003	42,196	4,105	38,091
2004	40,367	4,536	35,831
2005	42,481	5,205	37,277

[표 2] 국내 주요 조림수종의 이산화탄소 흡수량.

(단위 : 천CO₂)

수종	총 흡수량
소나무	5.4
잣나무	9.6
낙엽송	10.4
상수리나무	11.8
신갈나무	12.5
백합나무	24.3



* 주택 1동 당 주요 구성재료로 제조시의 탄소배출량
 * 출처 : 녹색성장을 위한 산림경쟁력 강화(김남훈, 2009)

[그림 15] 목조구조물 종류별 탄소배출량.

여 빠른 환경변화와 외부교란에 대한 저항성과 회복력 증진을 도모해야하며, 산불, 산사태 등 산림재해의 예방체계 구축에도 노력해야 한다.

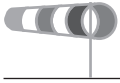
산림청에서는 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 줄여나가기 위한 ‘탄소 흡수원 확충기본계획’을 수립하고 2017년까지 총 5조1175억원을 투입하여 365만 ha에 대한 숲가꾸기 사업을 추진하고, 해외 조림을 통해 150만톤의 탄소를 확보할 계획이다. 그리고 한계농지와 도시지역에도 숲을 조성함으로써 탄소흡수는 물론 도시내 열섬 방지를 위해 노력하고 있으며, 숲가꾸기 등 산림작업으로 발생하는 부산물을 바이오에너지로 적극 활용하는 방안을 강구하고 있다.

이에 국민들도 기후변화에 대한 심각성을 확실히 인지하고 일상에서의 온실가스 배출 억제를 위한 실

질적인 지혜와 행동이 필요한 때이며, 산림의 보호와 육성에 더욱 관심을 가지고 숲을 가꾸어 나가야 할 것이다.

참고 문헌

국립기상연구소, 2009. 기후변화 이해하기2 -한반도의 기후변화 : 현재와 미래-(2009.3).
 국립산림과학원, 2006. 기후변화협약과 산림.
 국립산림과학원, 2006. 지구온난화와 산림 그리고 탄소나무 계산기.
 국립산림과학원, 2007. 기후변화협약 협상동향 및 산림부문대응 방향, 학술심포지움 자료집.
 기상청, 2008. 기후변화 2007 - 종합보고서, IPCC 제4차 평가보고서(Synthesis Report)번역서.
 기상청, 2008. 기후변화의 이해와 기후변화 시나리오 활용 1.
 김남훈, 2009. 녹색성장을 위한 산림경쟁력 강화
 산림청, 2009. 기후변화와 산림.



[관광]

기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향

김 의 근

탐라대학교 관광경영학과 교수

kek0539@hanmail.net

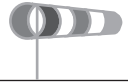
I. 머리말

“우리는 이 땅을 조상에게서 물려받은 게 아니라 후손에게서 빌린 것이다”라는 생텍쥐페리의 이 말은 우리가 자연을 진짜 주인인 후손에게서 빼앗고 있는 게 아닌지 성찰하도록 요구한다. 특히 산업화와 인간의 무차별적인 개발로 인하여 자연생태계는 파괴되고 이로 인하여 지구의 기후는 급속한 변화를 겪고 있다.

지구온난화가 계속된다면 100년 내 서울과 대전을 포함해 남한의 절반가량이 아열대 기후 지역으로 바뀔 것이라는 연구 결과가 나왔다. 기상청 기후변화감시센터는 2009년 9월 7일 “지구온난화가 지속된다면 2071-2100년에는 한반도 기온이 평년값(1971-2000년)에 비해 4℃ 올라가고, 강수량은

17% 증가할 것”이라고 전망했다. 이렇게 아열대 지역이 크게 확대된다면 남한의 절반 가량이 사실상 겨울다운 겨울이 사라진다는 의미이다. 또한 그동안 한국의 겨울은 점점 짧아져 1920년대에 비해 90년대 겨울이 약 30일 짧아졌고 반대로 여름은 20여일 늘어났다(중앙일보, 2009). 이러한 기후변화는 전 산업에 영향을 미치고 있으며, 정부에서도 이에 대처하고 완화하는 정책을 실행하기 위한 노력을 하고 있다.

특히 날씨에 따라 관광객 만족도가 변화하기 때문에 기후변화는 관광산업에 직접적인 영향을 미치는 중요 인자라 할 수 있다. 그렇다면 기후와 밀접한 관계를 갖고 있는 관광산업은 이러한 기후변화에 대처하기 위하여 어떤 노력을 펼쳐왔을까? 또한 기후변화를 완화시키기 위해 관광산업은 어떤 노력을 할



수 있을 것인가? 기후변화는 세계경제환경을 변화시켰으며 관광산업 또한 이에 대한 영향을 받을 수밖에 없다. 그러므로 본고에서는 기후변화와 관광의 상호 영향관계를 살펴보고 이에 따른 관광산업 발전전략을 제시해보고자 한다.

II. 기후변화와 관광

1. 관광산업이 기후변화에 미치는 영향

기후변화와 관광은 상호 매우 밀접한 관계를 가지며, 동시에 서로에게 영향을 미칠 수 있는 인자이다. 먼저 관광이 기후변화에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다.

UNWTO, UNEP, WMO 등에 따르면, 교통·숙박시설과 관광활동 등을 포함한 관광분야에서의 이산화탄소 발생량은 전 세계 이산화탄소 발생량의 약 5%를 차지하는데, 이중 대부분은 항공 교통수단과 밀

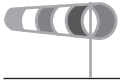
접한 관련이 있는 것으로 파악되고 있다. 2005년 지구온난화에 대한 관광부분의 영향 및 기여도는 5%에서 14% 정도로 추정되었으며, 이중 75% 정도가 교통수단으로부터 야기되었다고 조사되었으며, 특히 항공교통 분야의 경우 전체의 약 54-75%를 차지하는 것으로 조사되었다.

교통수단을 제외한 나머지 25%는 숙박시설에서 21%와 관광 활동의 4%로 구성되며, 이중 숙박시설의 50%는 에어컨이 소비하는 것으로 향후 이산화탄소 절감 노력 여부에 따라 손쉽게 절감할 수 있을 것으로 예상되고 있다. 장거리 대형버스, 기차 여행의 경우 전체 여행의 34%를 차지하지만, 탄소 배출의 13% 정도밖에 차지하지 않으며, 이와는 반대로 장거리 여행의 경우 전체 여행의 2.7%에 불과하지만, 탄소 배출량의 약 17%에 해당하는 탄소를 배출하고 있는 것으로 파악되었다. 즉, 이러한 수치는 관광분야에서의 탄소배출 절감에 대한 향후 방향성을 제시하는 자료로 활용할 수 있다.

[표 1] 관광분야의 CO₂ 배출량(2005).

구분		CO ₂ 배출량(Mt)	비율(%)	
관광분야(A)	교통(75%)	항공	515	40
		자동차	420	32
		기타	42	3
	숙박시설(21%)		274	21
	활동(4%)		48	4
	합계		1,302	100
지구전체(B)		26,400	-	
관광분야 점유율(A/B)		4.95%	-	

출처: UNWTO, UNEP, WMO(2008)



관광산업의 경우 날씨에 따라 관광객의 만족도가 변화하기 때문에 기후변화에 직접적인 영향을 받을 수밖에 없다. 하지만 관광객의 만족도를 향상시키기 위하여 다양한 시설을 건설하고, 접근성을 향상시키기 위하여 항공기 이용 및 다양한 교통수단이 이용되고 있기 때문에 현재 시스템을 그대로 유지한다면 탄소배출량이 지속적으로 증가하게 되고 이는 곧 기후변화에 악영향을 미치게 될 것이다.

2. 기후변화가 관광산업에 미치는 영향

관광은 기후변화에 민감한 산업이면서 기후 그 자체 뿐만 아니라 환경과 매우 밀접한 관련성을 갖기 때문에 기후변화의 영향을 직간접적 경로를 통해 받게 된다. 결국 기후변화로 관광활동과 목적지에 대한

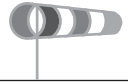
소비자의 선호가 바뀌고 국내외의 관광이동 흐름이 계절적·지리적으로 재편될 것이다.

예를 들어 미국 뉴잉글랜드 지방의 스키산업은 2001-2002년 따뜻한 겨울의 영향을 평년보다 스키시즌 단축(11%), 인공제설 비용 상승(35%), 방문객 감소(12%)로 운영수익이 19% 정도 감소한 것으로 보고되었다. 반면 위도와 고도가 높은 지역에서는 관광시즌이 길어지는 긍정적 효과가 나타날 수 있다. 그러나 기후변화의 부정적 영향은 국지적인 이득을 훨씬 초과하는 것으로 파악되고 있다. 기후변화는 직접적으로는 관광자원을 변화시키고, 간접적으로는 자연환경, 사회경제, 정책의 변화를 유발함으로써 관광객의 선호와 이동 흐름에 영향을 미치게 된다. 예를 들어 스키장은 시즌이 단축되고 제설

[표 2] 관광에 미치는 기후변화의 잠재적 영향.

구분	잠재적 영향
기온상승	- 스키장의 강설량 감소, 영업일수 감소, 인공제설 비용 상승 등으로 경영 여건 악화, 골프장의 영업일수 증가 - 휴가시즌이 여름 집중에서 봄/가을 분산, 휴가 목적지가 바다/해수욕장 중심에서 산악/계곡으로 분산, 겨울축제 등 자연자원 활용 지역축제의 취소 증가 및 개최시기 변화
기상재해	- 홍수, 태풍, 산불 등에 의한 관광자원의 훼손, 항공기 결항 증가 및 관광 인프라의 파괴 - 여행보험 상품 증가, 여행예약 취소 및 분쟁증가
물부족	- 관광산업과 농업 등 타산업 간 물 이용 갈등 발생 - 워터파크 등 물 사용량이 많은 사업체의 원가와 사용요금 상승
해수면 상승	- 연안침식, 모래사장 감소 등 관광매력 감소 - 워터프론트 개발 규제 강화 - 해파리, 갯녹음 증가 등으로 다이브, 스킨스쿠버 등 해양관광수요 감소
생태계 변화	- 동식물 분포, 농특산물 재배 변화로 지역 관광자원 변화 - 지역 특산물 이용 축제의 주제 및 개최시기 변화
기타	- 냉난방, 관수, 인공제설 비용 증가 등 관광사업자의 원가 상승, 소비자 이용요금 상승 - 도보, 자전거, 기차여행, 재생에너지 사용 숙박시설 선호 등 지속가능한 생태여행 증가 - 기후여행이 틈새시장으로 등장, 북극여행 등 돛투어(doom tour) 증가

출처 : 한국문화관광연구원(2009), 저탄소 녹색관광자원 개발 가이드라인 수립 연구.



비용이 증가하는 등 경영여건이 악화될 것이며, 눈, 얼음, 꽃 등 자연자원을 주제로 하는 축제는 쇠퇴하리라 예측된다. 또한 기상이변으로 인프라 파괴, 항공기 결항, 여행예약 취소 등이 증가할 것이며, 온실가스 배출 규제로 관광사업자의 원가 및 소비자의 여행비용이 증가할 것으로 예측되고 있다.

기후변화가 관광에 미치는 영향력은 업종과 지역에 따라 다른데, 일반적으로 고정자산에 대한 투자가 많은 기업일수록, 그리고 연안과 도서, 산악 지역 등 기후에 대한 의존도가 높은 지역일수록 기후변화에 취약하다. 따라서 기온 상승, 물 부족, 해수면 상승, 생태계 변화, 기상재해 등이 가져올 영향과 취약성 평가를 토대로 적응력을 향상시키고 적응 대책을 마련하여야 할 뿐만 아니라 환경 지향적 관광객이 증가하는 추세이므로 저탄소 관광상품을 개발하여 새로운 수요와 시장을 창출하고 선점하는 등 녹색성장의 기회로 활용하여야 할 것이다. 기후변화는 관광에 다양한 형태로 영향을 미칠 수 있으며, 그 영향은 직·간접적인 기후변화, 사회변화에 따른 영향과 관광객 이동에 대한 완화 정책의 영향으로 나눌 수 있다.

1) 직접적인 기후변화의 영향

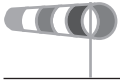
기후변화는 냉·난방, 인공눈 제조(제설), 관수, 보험비용, 음식과 물의 공급과 같은 다양한 관광사업자들의 운영비용에 큰 영향을 끼치며, 기후 변화로 초래된 관광 성수기 시즌(여름 해양 및 동계 스포츠 시즌 등)의 변화 등은 관광목적지에 대한 관광객들의 선호도 변화에 따라 관광지 간에 경쟁 관

계에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 관광객들의 기후 및 목적지에 대한 개인별 선호도 등과 관련된 불확실성은 목적지 마케팅에 있어서 지리적, 계절적으로 관광객의 분포를 다양하게 하고 확대하려는 계획을 수립하는데 보다 세밀한 주의 및 관심을 필요로 하고 있다. 기후변화에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)는 기후변화에 대한 연구의 결과로 폭염, 가뭄, 홍수 그리고 열대 사이클론과 같은 이상기후의 강도와 빈도가 증가하고 있다고 발표하였다. 이러한 변화들은 관광분야에 관광인프라시설 파손의 증가, 추가적인 긴급 대응 체계의 필요성, 보험이나 전기 및 수도 시스템과 같은 운영비용의 상승을 초래할 수 있다.



[그림 1] 이호해수욕장 야간개장 모습.

우리나라에서 기후변화로 인한 직접적인 사례를 살펴보면 제주의 경우 기온상승으로 인하여 겨울 관광시즌에 개최되던 한라산눈꽃축제가 사라지게 되었다. 또한 기온상승에 따라 수온도 상승하여 제주시에 위치한 이호해수욕장(이호테우해변)의 경우



해수욕장 개장일이 2007년에는 7월 1일, 2008년에는 6월 28일, 2009년에는 6월 20일로 변경되었다. 또한 기온과 수온상승으로 인해 2009년에는 최초로 해수욕장 야간 개장을 실시하였다. 또한 제주의 아름다운 해안으로 뽑히는 용머리해안의 경우 해수면 상승으로 인하여 해안절경의 훼손 및 관광객 입장의 어려움을 겪고 있다. 또한 기후변화는 기온 상승만이 아니라 이상기온현상을 포함하고 있는데 부산지역 해수욕장의 경우 여름 성수기 동안 장마가 지속되고 저온현상으로 인해 해수욕장 피서객이 2008년 3,489만 명에서 2,653만 명으로 24% 대폭 감소하는 현상을 나타냈다.

2) 간접적인 기후변화의 영향

관광지의 환경조건 역시 중요한 자원 요소 중의 하나이기 때문에 기후변화로 인해 야기된 환경변화는 관광분야의 국지적 혹은 지역적 관광목적지 수준에서 큰 효과를 초래할 것이다. 즉 수자원의 공급, 생

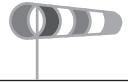
물학적 멸종 혹은 다양성의 훼손, 심미적인 경관 훼손, 농업 생산물의 품질 저하(특히, 와인 및 음식 관광의 경우), 자연 재해의 위험 증가, 해안의 침식과 침수 그리고 관광인프라 시설의 훼손과 같은 다양하고 심각한 변화를 유발하고 이는 관광분야에 치명적인 영향을 끼칠 것으로 예상된다. 기후변화로 야기된 환경변화가 관광분야에 미치는 간접적인 영향의 대부분은 부정적이며, 각 지역별로 지역적인 차이가 존재한다고 연구되고 있다. 즉, 산악이나 도서, 연안에 위치한 목적지가 영향을 크게 받을 것으로 예측된다. 이외에 부정적인 영향으로는 기온의 변화, 생물학적 멸종, 질병의 증가, 해수면의 상승, 가뭄 등으로 살펴볼 수 있다.

3. 기후변화에 따른 관광객 트렌드 변화

기후변화에 따른 영향은 산업 전반에서 나타나고 있으며, 이에 따라 기후변화에 대한 관심이 증대되



[그림 2] 기후변화에 따른 새로운 관광 트렌드 변화.



고 있다. 관광부문에서도 기후변화에 대한 관심이 증대되고 이에 대처하기 위한 전략과 기후변화를 완화시키기 위한 방안들이 모색되고 실행되고 있다. 하지만 주목할 점은 관광객들도 기후변화에 대한 인식이 높아지면 관광활동 자체에도 변화가 시작되었다는 점이다. 이는 관광객의 기호 및 욕구의 변화를 의미하며 곧 관광객 만족도 향상을 위해서는 관광객들이 인식하고 있는 기후변화에 따른 관광활동에 맞춘 관광활동 및 시스템을 구축하는 노력이 필요함을 의미한다. 대표적이 경우가 기후를 염두에 둔 여행(Traveling with Climate in Mind: 국제생태관광학회)이 새롭게 대두되고 있는데 이는 기존의 대중관광형태에 대한 대안으로 제시된 녹색관광(Green Tourism)의 형태에서 보다 더 기후변화에 대응하고 GHG(온실가스)를 완화하기 위한 방식으로 제안된 저탄소관광(Low Carbon Tourism)으로의 변화를 의미하고 있다.

이러한 트렌드 변화는 관광에 대한 욕구변화만으로 발생되었다기보다는 지구온난화와 기후변화에 대한 일반 대중의 관심이 증대되고 이에 적응하고 대처하기 위한 능동적 자세가 필요함을 인식하기 때문인 것으로 사료된다.

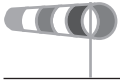
그러므로 관광산업 전 부문에서는 이러한 변화를 인식하고 이에 대처하는 노력이 필요할 것이다. 제주 관광에서도 이러한 변화가 새로운 관광매력상품을 이끌고 있는데 예를 들어 전국적으로 각광을 받고 있는 제주올레의 경우 제주의 문화적 요소와 자연적 요소를 결합한 상품이며 무동력 저탄소 배출 관광활동으로 인식되면서 더 많은 관심과 참여

를 이끌고 있다. 기존의 자동차를 이용한 제주관광을 벗어나 제주 해안가를 중심으로 하여 직접 걸으며 제주의 문화와 자연을 즐기는 제주올레 코스는 그 매력성과 저탄소 배출이라는 정책적 시사점으로 인해 전국적으로 트레킹(걷기) 코스 개발 붐을 이끌게 되었다.



[그림 3] 제주올레 방문객의 트레킹.

관광객들의 기후변화에 대한 인식 증대는 단순히 탄소배출량을 줄이는 것에서 그치는 것이 아니라 지역의 자연과 문화를 함께 지켜나가기 위한 활동들로 이어지고 있다. 탄소배출량에 따라 기부를 한다던가, 관광활동 중 물과 전기 사용량을 최대한 아끼고 지역주민들이 운영하는 식당 및 숙박업소를 이용하며, 지역주민들과 인간적 접촉을 하지만 그들에게 최대한 피해를 주지 않기 위한 관광활동들을 하고 있다. 이렇듯 기후변화는 관광목적지의 자연적 환경에만 영향을 미치는 것이 아니라 관광활동에 직접적 영향을 미치게 되었으며 이는 곧 관광부문에 전반적인 변화를 이끌게 된 것이다.



III. 기후변화에 따른 관광정책 방안

1. 새로운 관광트렌드 흡수

관광분야에서의 새로운 관광트렌드로 제시되는 것이 저탄소녹색관광으로서 기후변화로 야기되는 다양한 악영향을 최소화하려는 관광객의 관광 목적지 선택행동이라 할 수 있는데 이러한 관광시장이 지속적으로 성장할 것으로 예상되고 있다. 따라서 기후변화에 따른 관광행동을 정확하게 파악하기 위한 통계 방법의 모색이 필요하며, 문화관광객, 생태관광객, 저탄소관광객에 맞는 관광대상을 발굴하는 노력이 필요하다. 이와 관련하여 시행할 수 있는 정책을 살펴보면 다음과 같다.

- 태양광, 조력, 풍력 등 재생에너지 단지와 연계한 관광자원 개발
 - 재생에너지를 활용한 체험공간으로 에너지 테마파크, 에너지체험캠프 운영으로 관광객들이 기후변화와 녹색관광을 체험할 수 있도록 함
- 이산화탄소 배출량이 적은 교통수단 모델로의 전환 추진
- 자전거, 수소연료 및 전기 자동차만이 운행되는 탄소제로 관광단지 개발
- 환경파괴가 상대적으로 적은 녹색여행코스 개발
 - 도보, 자전거로 여행할 수 있는 코스 개발로 환경파괴 최소화

2. 인증제도의 적극적 활용

관광사업체와 관광목적지의 에너지 절감과 탄소배

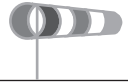
출 절감노력에 대한 정책적 인센티브의 제공과 이를 위한 인증제도의 도입 등 종합적인 대응책 마련이 요구되는데 구체적인 방안은 다음과 같다.

- 관광사업체에서 배출되는 탄소량과 에너지 절감 방법 모색
 - 탄소배출량이 적은 사업체에 대한 인센티브 제공
- 인증제도를 통해 환경친화적인 관광사업체에 대해 인지도 증대(Green Globe에서는 다양한 관광유형은 물론 호텔과 공원 등 다양한 산업분야에 대한 지속가능한 관광 인증프로그램을 도입하고 있음)

3. 관련 법규의 제정 및 정비

기후변화에 대처할 수 있는 관광자원의 개발에 관한 법률 제정이 필요하며, 이러한 법규는 강제적인 측면과 함께 관광사업체들이 적극적으로 참여할 수 있는 참여형 법률로 모색해야 한다.

- 환경친화적 관광지 및 관광단지 제도적 근거 마련 (지정요건, 리모델링 제도 등)
- 환경친화적 관광자원개발사업 사전 심의 및 평가, 환류 체계 마련
- 관광개발 사업에 대한 평가 강화 추진(친환경적이고 지속가능한 관광 개발에 대한 지원)
- 환경친화적 관광개발을 국가적으로 시행하기 위하여 중앙부처간, 지자체간 관광자원개발사업의 조정, 협력체계 강화 추진
- 여행상품 개발 시 여정에 따른 탄소배출량을 계산하고 이에 맞는 탄소세 부과



- 친환경적 관광시설 또는 저탄소 녹색관광을 실현할 수 있는 관광상품에 대한 제도적 지원 및 세금 혜택 부여
- 관광3법에 저탄소 녹색관광에 대한 조례 제정

4. 기후예측 프로그램의 개발

기후변화를 최소화하는 노력과 함께 예상되는 기후변화에 적절한 대응을 하는 것도 매우 중요하다. 이러한 측면에서 고려할 때 관광산업적 측면에서 기후변화에 대한 예측을 통한 관광객 만족 극대화 노력이 필요하다. 이에 대한 구체적인 방안을 살펴보면 다음과 같다.

- 세계기상기구의 “기후와 관광전문가팀”과 같은 관광관련 전문 기후기관 필요
- 각 지역의 특성을 세분화 및 통합화 시켜 단위 관광활동, 단위 관광지별로 활용할 수 있는 관광지수 개발 및 활용
- 특히 제주지역의 경우 지역별 날씨의 변화가 심하기 때문에 단위 관광지별 즉, 각 골프장, 각 관광시설에 따른 관광기후정보시스템 마련 필요
- 또한 단위 관광활동으로 패러글라이딩, 단순 투어, 낚시, 해수욕장별 수온 등을 세부적으로 제공할 수 있도록 해야 함
- 기후에 영향을 많이 받는 지역이벤트에 따른 맞춤형 기상정보 제공
- 기상은 바꿀 수 없지만 정확한 기상을 예측하여 제공함으로써 관광객의 만족을 극대화하고 관광수입을 확대시킬 수 있는 방안이 마련될 수 있음

5. 기후에 대처하는 공조체제 구축

효율적인 기후변화 대응 전략을 수립하기 위해서는 정부, 기업, 민간 간 효율적 역할 분담 필요하며 각각의 역할을 살펴보면 다음과 같다.

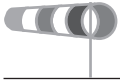
- 정부 : SOC 투자 등 인프라 구축 및 친환경 법규 마련
- 기업 : 녹색관광산업 발전을 위한 투자 및 고용 확대
- 민간 : 소비/의식주 등 생활 속의 녹색 혁신 주도

또한 지역의 여러 이해관계자들이 전폭적으로 참여하는 녹색관광을 실현할 때 실천적인 기후변화 대처 관광전략이 될 것이다.

- 지역의 다양한 이해관계자들(언론, 교육, 종교, 봉사, 환경, 시민사회, 업계, 농어업 등)에게 정보를 제공하고 녹색관광과 관련된 합의를 바탕으로 관련 정책을 수행함
- 이해관계자들 간 합의 도출 없이는 저탄소 녹색관광은 이론적 대안으로밖에 남을 수 없음

IV. 맺음말

기후변화 대응 정책이 실패하는 이유는 실행단계에서 자치단체와 기업체와의 소통문제와 재정문제 등에 기인함으로 자발적 참여가 실행되기가 용이하지 않기 때문이다. 따라서 구체적 과제를 포함한 정책 로드맵 제시와 함께 공공차원에서의 재정지원 프로



그램을 운영하는 것이 중요한 과제이다.

앞서 살펴본 바와같이 기후변화에 대처하고 관광전략방안들을 구체화하기 위한 노력들은 관광산업만이 아니라 환경을 보호하는 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 마지막으로 앞서 살펴보면 정책들이 성공적으로 실천되기 위해서는 다음과 같은 노력이 필요할 것이다.

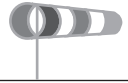
첫째, 관광사업체에서 단계적으로 기후변화 대응프로그램, 녹색성장 정책에 대응해 나가기 위한 방안 제시와 함께 자발적 참여가 가능하도록 인센티브 방안 모색이 필요하다.

둘째, 정부의 각 부처에서 추진하고 있는 정책지원 프로그램을 적극적으로 활용하여 각 지역의 여건에 맞는 사업을 정부 지원을 받도록 하여야 할 것이다.

셋째, 기후변화에 대응 녹색관광자원 개발 가이드라인이 새로운 규제가 되지 않도록 하는 노력이 필요하고 획일적 규제가 아닌 계획의 기능을 강화함으로써 다양한 방식으로 조화롭게 추진되도록 해야 할 것이다.

넷째, 지역 언론은 물론 시민들이 저탄소 녹색성장, 녹색관광의 필요성에 대한 정확한 인식 제고가 우선되어야 한다. 따라서 지방자치단체의 행정가, 사업자, 시민들을 대상으로 한 교육이 선행되어야 하며, 시민행동프로그램 추진, 추진협의체 구성, 사회적 기업 지원 등의 실질적인 녹색관광 실천을 위한 기반이 마련되어야 한다.

다섯째, 관광분야에 있어서 기후변화 대응과 저탄소 녹색성장을 효율적으로 추진하기 위해서 산업계, NGO, 학계, 관계 등이 협력을 하여 각각의 역할에 맞는 프로그램을 개발해 나가야 하며, 이를 위해서 정부의 적극적인 지원이 필요할 것으로 사료된다.



[도시기후]

대구의 도시 기후 및 열 환경 특성

조 명 희

경일대학교 위성정보공학과 교수

mhjo@kiu.ac.kr

조 윤 원

(주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소 연구원

ywjo@geocni.com

김 성 재

(주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소 연구원

sjkim@geocni.com

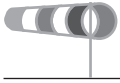
1. 서 론

오늘날 지구환경 문제가 점차 심각해짐에 따라 환경에 미치는 인간 활동에 대한 관심이 한층 더 고조되는 한편 도시화와 더불어 나타나는 도시기후 변화에 대한 관심도 점차 높아지고 있는 실정이다. 그리고 산업사회의 발달은 지속적인 도시인구 집중화 현상을 초래하며 대규모 도시개발은 급격한 토지피복 변화를 초래하였다.

이러한 무분별한 인공적인 개발은 도시의 내·외적 경관변화 뿐만 아니라 지형 및 기온상승, 바람장의 변화 그리고 대기오염 물질의 증가 등 복합적인 국지 기후 변화의 주요 원인이 되고 있다.

이러한 실정에서 피복변화에 따른 지표 열 변화를 탐지하기 위해서는 도시는 물론 그 주변지역에 이르기까지 조밀한 기상 관측망이 우선 필요하다. 종래에는 지상의 고정기상관측자료를 토대로 기상현상을 규명하여 왔으나 국내의 경우 기상관측망의 밀도가 도시지역의 기상 특성을 파악하기에 충분할 만큼 조밀하지 못한 것이 현 상황이다. 또한 대부분의 기상관측소 위치가 도심과 산업시설 등으로부터 분리되어 있고 시가지보다 높은 해발고도에 자리 잡고 있으므로 관측지점의 온도가 갖는 지역적 대표성이 문제가 되고 있기도 하다.

특히 지상의 고정기상관측 자료만으로는 도시 열 분포 특성을 충분히 규명할 수가 없어 이러한 문제점



을 보완하기 위해서는 보다 많은 인적·물적 관측자원이 요구되고 있어 현실적으로 국지기후에 관한 연구 수행에는 많은 어려움이 내재하고 있다. 그리고 이와 같은 문제점의 인식과 연구의 필요성은 절감하면서도 실제적인 연구는 부진한 편이며 그 범위가 대단히 한정되어 있다.

이러한 한계성을 극복하기 위해서 최근 위성 원격탐사자료를 이용한 국지기후 해석 연구가 많은 관심을 받고 있다. 위성 원격탐사자료는 위성으로부터 취득된 자료의 연속성, 광역성, 경제성이라는 특성을 기반으로 환경, 기상, 재해분야의 응용 GIS와의 연계를 통하여 그 활용 범위의 폭을 급속히 넓혀가고 있다. 특히 도시 미기후 해석에 있어서도 위성영상과 GIS와 같은 종합적인 공간정보기술을 활용한 다양한 연구가 이루어지고 있다.

토지피복 등의 공간 변화에 따른 기후변화와 관련한 연구로 박은주(2005)는 Landsat위성영상을 이용한 도시침지 확장 및 온도 변화탐지를 수행한 바 있으며, 홍재주(2005)는 도시공간 구성요소와 도시열섬현상의 관련성을 파악하였다. 그러나 열 환경 분석을 위해 주로 사용되어 왔던 Landsat TM/ETM+ 위성영상 자료가 2003년 5월 위성 센서의 고장으로 위성영상 자료의 사용이 불가피하게 됨으로써 다양한 열 밴드 영상을 이용한 지표 열 환경 분석에 대한 연구가 수행되었다.

기경석(2006)은 대도시 외곽지역 논경작지의 토지이용 및 피복변화에 따른 온도변화를 모형화 하였으며 이은주(2006)는 도시공간 구성요소와 열 쾌

적성과의 관련성 연구를 수행한바 있으며 옥진아(2006)는 토지이용변화와 도시환경 영향인자의 변화추이를 분석하였다. 최근 이성열(2007)은 도시지역 토지유형별 열환경 특성 분석에 관한 연구를 수행한 바 있으며, 차재규(2007)은 도시열섬현상 완화를 위한 녹지 네트워크 구축 방안에 관하여 연구와 조명희 등(2009)은 ASTER 영상과 AWS 관측자료를 이용하여 서울시의 열 환경의 분석에 대하여 연구를 수행한바 있다.

외국의 경우 Yuko Fukui(2003)은 ASTER 영상을 이용하여 도쿄 시가지의 지표온도 패턴에 대하여 분석한바 있고 최광영(2004)은 ASTER 열적외선 이미지를 이용한 미국 뉴저지 일대의 고온지역의 열섬현상 탐지를 수행하였다.

본 연구에서는 대구광역시의 도시성장에 따른 피복변화와 지표 열 환경 변화분석을 위하여 Landsat TM 위성영상과 ASTER(Advanced Spaceborne Thermal Emission Reflection Radiometer)의 열적외 밴드(TIR: Thermal Infrared) 자료를 이용하여 1987년부터 2005년의 약 20년간의 변화되고 있는 대구광역시의 피복변화에 따른 지표 열 변화 패턴을 분석하였다.

특히 고온지역에 대한 공간적 분포특성을 파악함으로써 토지피복 변화에 의한 도시 열 분포 변화를 보다 체계적으로 파악함으로써 도시의 내·외적 변화에 의한 도시공간정보의 변화를 시·공간적으로 해석하고자 한다.

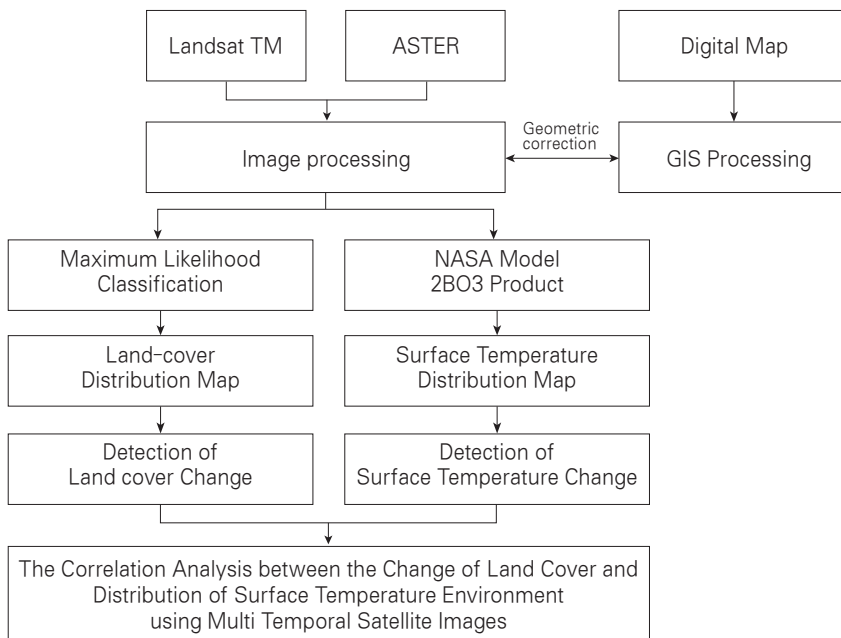
II. 연구자료 및 방법

본 연구에서는 대구광역시의 토지피복도 작성 및 지표면 온도 추출을 위하여 Landsat TM, ASTER 위성영상을 이용하였으며 위성영상의 촬영 시기는 1986년 4월 1일, 1997년 3월 31일, 2005년 4월 20일 촬영된 영상 3 Scene을 사용하였다.

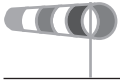
영상 전 처리에 있어 Landsat TM, ASTER 영상의 기하보정 과정에서 발생한 RMS(Root Mean Square) 오차는 0.3화소 이내로 처리하였고 기하보정의 마지막 단계인 재배열(Resampling) 및 내삽(Interpolation)에 있어서는 원래의 화소 값의 손실을 최소화하면서 처리 속도가 빠르고 화소 값의

변화가 가장 적은 최근린 내삽법으로 화상을 15 m × 15 m(ASTER), 30 m × 30 m(Landsat TM)로 재배열 하였다[그림 1].

열적외 밴드의 자료는 Landsat TM 열적외 밴드의 경우 NASA 모델을 이용하였으며 ASTER 영상의 경우는 2B03 Product를 사용하여 지표 열 분포도를 작성하였다. 2B03 Product의 경우 기본적으로 영상 취득 당시의 대기조건(emission, absorption, scattering)을 고려하여 보정을 수행한 영상으로 Kevin 온도에서 섭씨온도로 단순 변환을 이용하는 방법을 사용하였고 내삽법에 있어서는 Nearest Neighbor Method를 이용하여 90 m × 90 m로 재배열(Resampling)하였다[표 1].



[그림 1] 연구추진흐름도.



[표 1] 영상자료 및 처리방법.

Satellite Sensor	Spectral Resolution	Interpolation	Resampling
Landsat TM (1986년 4월 1일) (1997년 3월 31일)	Visible/Near infrared	Nearest Neighbor	30 m
	Thermal infrared	Nearest Neighbor	90 m
ASTER (2005년 4월 20일)	Visible/Near infrared	Nearest Neighbor	30 m
	Thermal infrared	Nearest Neighbor	90 m

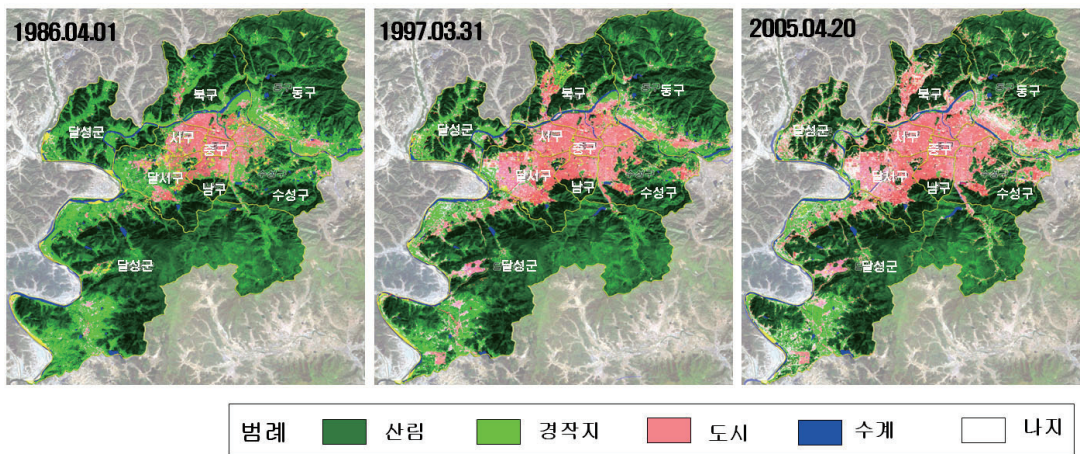
III. 대구광역시의 토지피복 및 지표 열 변화 분석

1. 도시성장에 따른 토지피복 변화 분석

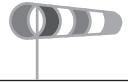
본 연구에서는 1987년 5월6일, 1994년 5월9일, 2003년 5월10일에 촬영된 Landsat 위성영상을 이용하여 대구광역시 전체(614.89 km²)에 대하여 1986년부터 2005년의 약 20년간 이루어진 도시성장에 따른 토지피복 변화를 분석하였다. 이를 위하여 위성영상 감독분류기법 중에서 최대우도법(MLC: Maximum

Likelihood Classification)을 이용하여 산림, 도시, 수계, 나지, 경작지(논, 밭)로 토지피복 분포도를 작성하였다(그림 2).

[그림 2]에서처럼 토지피복 분류 결과 1986년에는 도시지역인 중구를 중심으로 도시성장이 이루어졌지만 1997년, 2005년으로 점차 시간이 지남에 따라 북구와 서구의 도시 확장과 더불어 달서구에서도 도시 확장이 이루어지면서 대구시의 외곽지역도 도시화되어 가는 것을 알 수가 있었다.



[그림 2] 대구광역시 토지피복 분류도 작성.



도시성장에 따른 토지피복 형태별 면적 변화를 살펴보면 가장 변화가 심한 클래스는 도시지역과 경작지, 산림지역으로 나타났다. 1986년과 1997년 사이에는 경작지가 대부분 도시지역으로 변화된 것으로 나타났으며, 1997년과 2005년 사이에는 산림과 경작지가 도시지역으로 변화한 것을 알 수 있다. 이러한 변화결과를 살펴보았을 때 대구시의 도시의 발전 방향은 도심과 인접한 주위의 논, 밭 등 경작지를 대상으로 확장되고 있는 것을 알 수 있다.

지 클래스가 가장 많았던 달성군은 50.89 km²에서 31.51 km²로 동구는 21.12 km²과 9.80 km²으로 논, 밭 면적이 가장 많이 줄어든 것으로 확인되었으며, 달서구와 수성구, 북구도 급격히 줄어든 것을 확인 할 수 있다. 또한, 산림면적은 전체 구에서 지속적으로 감소되고 있는 것으로 나타났다.

2. 열적외 위성영상자료를 이용한 지표 열 환경 분포 변화

[표 2]에서처럼 1986년에서 2005년의 약 20년간 대구광역시의 구별 토지피복현황을 비교해보면 경작

Landsat TM band 6의 경우 몇몇 학자들에 의하여 band 6의 수치적 자료를 휘도로 바꾸는 절대

[표 2] 대구시의 구별 토지피복 현황 및 변화.

(단위: km²)

1986	동구	북구	서구	중구	수성구	남구	달서구	달성군
산림	138.93	59.51	2.45	0.07	49.71	7.31	32.73	336.35
수계	1.78	1.62	0.24	0.01	0.91	0.02	0.66	8.07
나지	0.93	0.28	0.34	0.08	0.61	0.25	1.13	3.46
논,밭	21.12	15.24	2.19	0.30	10.95	1.85	12.16	50.89
도시	21.46	18.36	12.56	6.71	14.90	8.45	17.27	27.38
1997	동구	북구	서구	중구	수성구	남구	달서구	달성군
산림	135.56	57.58	2.78	0.12	50.14	7.42	24.51	323.99
수계	1.86	1.57	0.34	0.01	0.59	0.02	0.26	7.39
나지	2.63	3.05	0.38	0.12	1.58	0.35	2.23	4.89
논,밭	14.10	6.81	0.21	0.05	7.58	0.18	6.93	34.11
도시	25.18	25.94	14.07	6.91	22.24	9.83	30.07	55.56
2005	동구	북구	서구	중구	수성구	남구	달서구	달성군
산림	132.79	52.93	2.22	0.16	48.34	7.13	23.52	318.92
수계	1.71	1.52	0.29	0.02	0.44	0.01	0.38	9.12
나지	2.25	1.65	0.49	0.14	1.04	0.30	2.31	5.84
논,밭	9.80	5.75	0.51	0.12	5.68	0.56	3.61	31.51
도시	30.30	32.80	14.13	6.64	26.29	9.74	33.88	61.45



보정식이 개발되어 있으나 본 연구에서는 정확도가 보다 향상된 NASA 모델을 이용하여 Landsat TM의 Thermal band로부터 지표온도를 추정하였으며 NASA 모델을 이용하여 지표온도를 추출하는 알고리즘은 다음과 같다.

Markham and Becker(1986)에 의하면 Landsat TM 영상을 이용할 경우 영상의 수치적인 값을 휘도와 같은 Science unit으로 바꿀 수 있는 식이나 상수가 요구되는데 즉, Digital Number(DN)를 Radiance 값으로 변환시키는 과정이 필요하다. 각 DN에 대해 방사적 그리고 기하학적으로 검정한 검정 값을 QCAL이라는 기호로서 나타내어 이용하였으며 이와 같은 사후 검정 값인 QCAL 값은 복사휘도로 전환하기 위한 특수 값으로서 6, 7, 8bit의 DN을 가진다.

TM의 방사적인 검정은 위성으로부터 전송되는 원 영상을 재배열함으로써 이루어지는데 이러한 검정된 수치영상 자료는 특정 기간 동안 지상에서 처리되는 모든 영상에 대하여 동일한 사후검정범위를 갖게 된다. 밴드들 사이의 상대적인 검정은 히스토그램 평활화 과정을 통하여 이루어진다. 수치영상의 QCAL값으로부터 복사휘도 $L_{\lambda}(w \cdot m^{-2} \cdot ster^{-1} \cdot mm^{-1})$ 로의 변환은 검출기의 최대(LMAX $_{\lambda}$), 최소(LMIN $_{\lambda}$) 복사휘도가 주어질 경우 식 1)과 같이 계산되어진다(John R. Jensen, 2000).

$$L_{\lambda} = \frac{(LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda})}{QCALMAX} QCAL + LMIN_{\lambda} \dots (1)$$

여기서 QCAL은 DN단위로 계산되므로 정량화된

복사에너지로서 QCAL MAX의 값은 255이며 입력 복사휘도가 LMAX $_{\lambda}$ 이상일 때는 출력데이터 값이 QCAL MAX가 되고 LMIN $_{\lambda}$ 이하의 입력복사휘도에 대한 출력은 0이 된다. Radiance 값 L_{λ} 을 NASA모델에 적용하여 절대단위 온도를 산출할 수 있어 즉 지구와 대기사이의 방사가 일정하다는 가정 하에 위성의 검정상수를 이용하여 식 2)로부터 지표온도 값을 구할 수 있다(John R. Jensen, 2000).

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \dots \dots \dots (2)$$

- where, T = temperature in degrees Kelvin
- L_{λ} = spectral radiance in $w \cdot m^{-2} \cdot ster^{-1} \cdot mm^{-1}$
- ln = natural logarithm
- K2 = calibration constant 2 in degree Kelvin
- K1 = calibration constant 1 in $w \cdot m^{-2} \cdot ster^{-1} \cdot mm^{-1}$

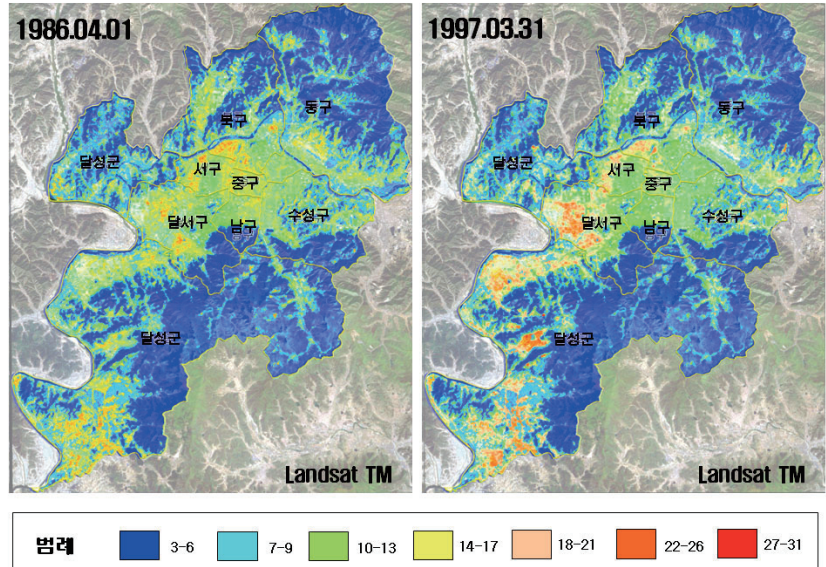
[표 3] 열적외 밴드의 조정계수.

Sensor	Constant 1- K1	Constant 2- K2
TM	607.76	1260.56
ETM+	666.09	1281.71

[그림 3]은 위의 Landsat TM 열 추출 수행절차를 적용하여 획득한 대구광역시 지표온도 분포도이다.

ASTER 2BO3 Product 영상은 TIR 데이터 값에 기본적인 대기 보정처리 후의 방사휘도 Product를 기초로 하여 열 적외 센서에 입사하는 열 적외 방사량으로부터 지표면 온도를 DN로 나타내는 영상이다. ASTER 2BO3 Product 영상은 영상 취득 당시의 대기조건(emission, absorption, scattering)을

고려하여 대기보정을 수행한 영상으로써 지표온도 추출에 있어서 보다 정확한 지표온도 Data를 취득할 수 있다. ASTER 2B03 Product 영상에서 표현되는 지표온도는 Kevin 온도이므로 섭씨온도로 단순 변환하여 지표온도 분포도를 작성할 수 있다(John R. Jensen, 2000).



[그림 3] Landsat TM 열적외 밴드기반 대구광역시 지표온도 분포도.

$$T = ATP / CC - CTC$$

여기서, T = Celsius temperature scale

ATP = ASTER Thermal Infra Red Products (2B03)

CC = Correction Constant (10)

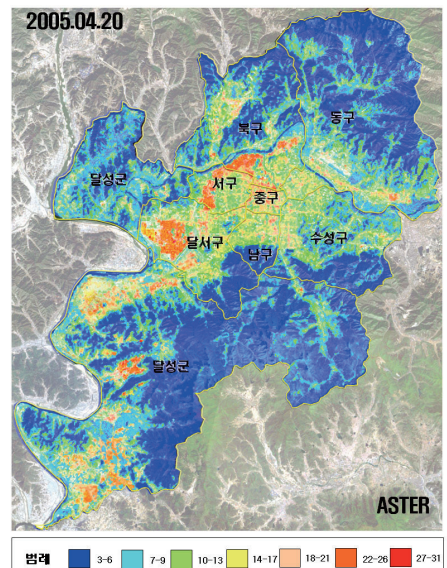
CTC = Celsius temperature scale Conversion

Constant (-273.15)

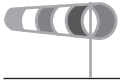
[그림 4]는 위의 ASTER 위성영상 열 추출 수행절차를 적용하여 작성된 대구광역시 지표온도 분포도이다.

3. Landsat TM, ASTER를 이용한 지표온도 분포 특성 분석

[표 4]에서처럼 대구광역시의 평균 지표 열을 살펴보면 다른 구에 비해서 중구 및 서구 지역이 높은 지표 열 분포대를



[그림 4] ASTER 2B03기반 대구광역시 지표온도 분포도.



[표 4] 대구광역시의 구별 평균 지표 열 현황.

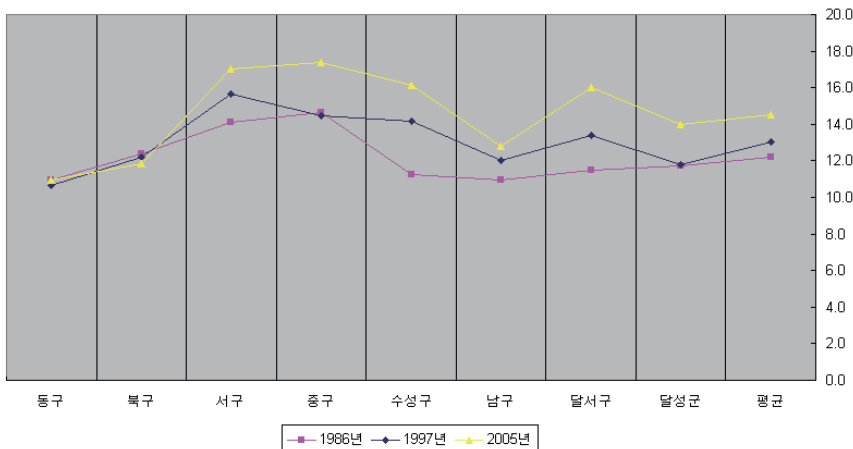
(단위: °C)

구 단위 촬영년도	동구	북구	서구	중구	수성구	남구	달서구	달성군
1986	10.9	12.4	14.1	14.7	11.2	10.1	11.5	11.8
1997	10.6	12.2	15.6	14.5	14.1	12.1	13.4	11.8
2005	10.9	11.9	17.1	17.4	16.1	12.8	16.1	14.0
평균	10.8	12.1	15.6	15.5	13.8	12.0	13.6	12.5

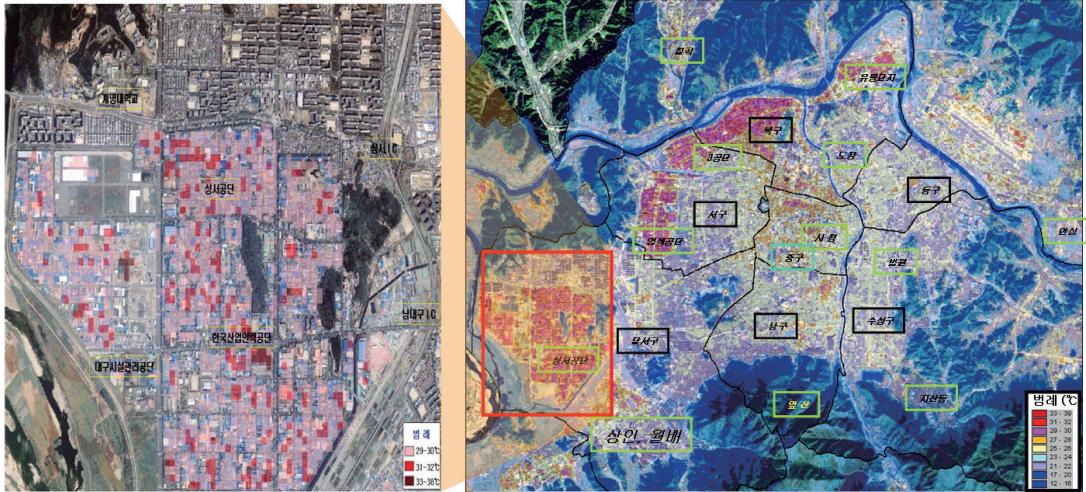
가지고 있는 반면 동구가 가장 낮은 지표 열 분포대를 나타내고 있는 것을 알 수가 있었다. 수성구와 달서구 같은 경우는 과거 1986년대에는 낮은 지표 온도 값을 나타내고 있었지만 최근 들어와서는 높은 지표 열 분포대를 가지고 있었다(그림 5). 그리고 대구시는 지형특성상 분지지역으로 인하여 도심의 평균 해발고도는 낮으며 기복이 없는 반면 외곽 지역은 산림으로 둘러 쌓여있어 도심의 중심지와 외곽지역의 지표온도차이가 크게 나타나는 것을 알 수가 있다.

[그림 6] 고해상 위성영상 자료(IKONOS-2)를 베이스 맵으로 하여 중첩분석을 수행하여 대구광역시의 고온지역 분포 특성을 파악해본 결과 달서구와 서구 그리고 북구 및 중구 일부에만 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

특히 [그림 6]에서처럼 대구광역시의 경우 고온지역(상위 3%)은 성서공단, 3공단 및 염색공단, 종합유통단지 등 공단지역에 집중적으로 치중되어 있는 것으로 나타났다.



[그림 5] 대구광역시 구별 지표온도 변화 그래프.



[그림 6] 대구광역시 고온지역 분포 특성.

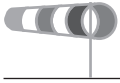
IV. 결론

본 연구에서는 최근 도시환경 특성을 고려한 새로운 도시계획 수요가 첨예한 관심사항으로 대두되고 있는 시점에서 다양한 위성원격탐사자료(Landsat TM, ASTER)를 이용하여 작성된 토지 피복 분포도와 지표온도 분포도를 바탕으로 다양한 도시공간간의 변화와 함께 도시지역 열 분포 특성을 보다 과학적으로 해석할 수 있는 기법 개발에 관한 연구를 수행하였다.

대구광역시의 토지피복분석 결과 1987년 기존의 도심지였던 중구, 남구, 서구를 중심으로 도심이 중심에서 외곽 쪽으로 확장되며, 수성구, 동구, 달서구, 북구 쪽으로 도시지역이 발달해가는 것을 알 수 있었고 도시지역의 확장이 주로 산림보다는 개발이 용이한 논·밭 등의 경작지를 중심으로 이루어지고 있

다는 사실을 확인할 수가 있었다. 줄어든 경작지 지역과 산림지역이 도시지역, 즉 주거·상업지역으로 편입된 것으로 파악되었다. 그중 달성군은 경작지와 산림지역이 주거·상업지역으로 27.38 km²에서 61.45 km²로 가장 많은 증가율을 보였으며 달서구와 수성구는 두 배에 가깝게 도시지역이 증가한 것으로 분석되었다.

대구광역시의 경년에 따른 지표온도 값의 분포대를 분석해 본 결과 상대적으로 높은 온도 값을 나타내는 지역이 꾸준히 증가하고 있는 것을 알 수가 있었으며 이는 상대적으로 지표온도가 낮은 산림 및 논, 밭 등 경작지와 같은 지표물이 도시화에 따른 지표물 변화에 따른 결과로 사료된다. 그리고 고온지역은 대부분이 공단지역으로 나타났으며 이는 공단에서 뿜어져 나오는 매연과 열기, 철근으로 제작된 공장 구조물 등에서 많은 열을 내뿜고 있는 것에 대한 결



과로 판단되며 지표 열 상승뿐만이 아니라 대기환경에도 많은 악영향을 미칠 것으로 사료된다.

이와 같이 본 연구 결과를 기초로 도심 온도상승을 억제 할 수 있는 근본적인 정책과 친환경적인 공간 조성 등 다양한 정책과 입안을 위한 기초 현장데이터로 활용할 수 있을 것으로 판단되며 향후 주기적인 영상 획득과 분석을 통하여 장기적으로 토지피복 변화 및 지표 열 변화 탐지가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

곽은주, 2005: Landsat 위성영상을 이용한 도심지확장 및 온도 변화탐지. 연세대학교 석사학위논문, 70 pp.

기경석, 2006: 대도시 외곽지역 논경작지의 토지이용 및 피복 변화에 따른 온도변화모형 연구. 서울시립대학교 석사학위논문, 95 pp.

이은주, 2006: 도시공간 구성요소와 열 쾌적성과의 관련성 연구, 한양대학교 석사학위논문, 78 pp.

이성열, 2007: 도시지역 토지유형별 열 환경 특성 분석에 관한 연구-수원시 이의동을 중심으로-. 협성대학교 석사학위논문, 110 pp.

옥진아, 2008: 토지이용변화와 도시환경 영향인자의 변화추이분석-용인시를 사례로-. 경희대학교 박사학위논문, 148 pp.

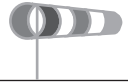
조명희, 조윤원, 김성재, 2009: 도시복원사업의 열 환경 변화 분석을 위한 ASTER 열적외선 위성영상자료의 활용. 한국지리정보학회 12(1), 73-70.

차재규, 정응호, 류지원 등 2007: 도시열섬현상 완화를 위한 녹지네트워크 및 바람길 구축, 한국지리정보학회지 10(1), 102-112.

최광영, 2007: ASTER 열적외선 이미지를 이용한 열섬 현상 탐지-뉴저지를 사례로-. 대한지리학회 춘계학술대회논문집, 56-56.

John R. Jensen, 2000: Remote Sensing of the Environment, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 230 pp.

Yuko Fukui, 2003: A Study on Surface temperature patterns in the Tokyo Metropolitan area using ASTER data, Geosciences Journal 7(4), 343-346.



[에너지]

태양에너지 소개와 보급의 필요성

김 정 배

국립충주대학교 에너지시스템공학과 교수

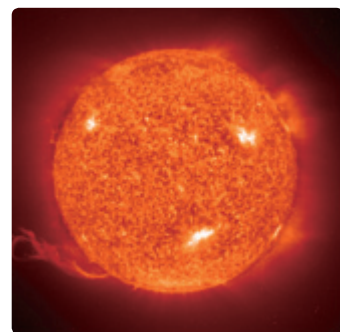
jeongbae_kim@cjnu.ac.kr

1. 태양과 인간 역사

지구 표면에 도달하는 태양의 복사(Radiation, 열복사: 유한한 온도의 물질에 의하여 방사되는 에너지)는 지구의 대기를 통과하면서 서서히 약해지게 되고, 그 에너지의 크기는 청명한 하늘에 태양이 머리 위에서 비출 때에 1㎡당 1,000 W 정도인 것으로 알려져 있으며 이 일사량 조건은 일반적인 태양 에너지 설계 기준으로 이용되기도 한다. 이러한 태양의 복사 에너지는 여러 자연적인 변환과정과 응용 과정을 통해 열에너지 혹은 전기에너지 등으로 변환될 수 있다.

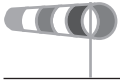
태양의 복사에너지는 다양한 방식으로 우리와 인연을 맺고 있는데, 식물의 광합성은 햇빛의 에너지를 화학 물질(산소와 탄수화합물)로 바꾸는데 활용되

기도 하고, 지표면과 바다를 데우거나 혹은 태양전지에 의해 전기로 변환되기도 한다. 이러한 차원에서 고려하면 석유를 포함한 화석연료들도 결국은 오랜 기간에 걸쳐 이루어진 광합성에 의해 태양의 에너지가 변환된 것으로 생각할 수도 있다.



출처: 위키피디아 백과사전 인터넷 홈페이지

[그림 1] 태양 사진.



태양 복사에너지의 많은 일사량의 파장은 자외선과 관련이 있는데, 이러한 자외선은 살균에 유용하며 가구나 물의 소독에 이용되기도 한다. 자외선은 특히 여름철에는 심할 경우 살갓을 태울 수도 있으며, 피부에서는 햇볕으로 비타민 D를 합성하기도 한다.

이러한 특성과 기능을 가지고 있는 태양은 인류의 역사에 있어서 만물의 역할을 관장하는 신으로 숭상되는 존재들 중에서 가장 강력한 신으로 경외의 대상이었던 태양신으로 존재하기도 하였다.

이렇게 우리 인류의 역사와 떼어 놓을 수 없는 존재

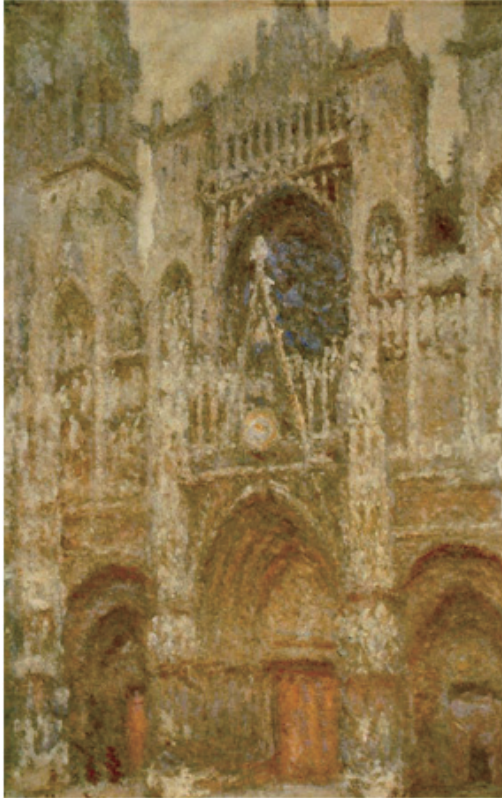
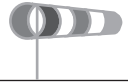
가 태양인 것이다. 이러한 인간과 태양과의 역사를 간략하게 다음과 같은 자료를 통해 이해하게 된다.

- 그리스 : 헬리오스(Helios) -> 아폴로(Apollo)
- 로마 : 솔(Sol)
- 이집트 : 아톤 (아멘호테프 4세)
- 아시리아 : 니니브
- 인도 : 사비트르 (베다 신화)

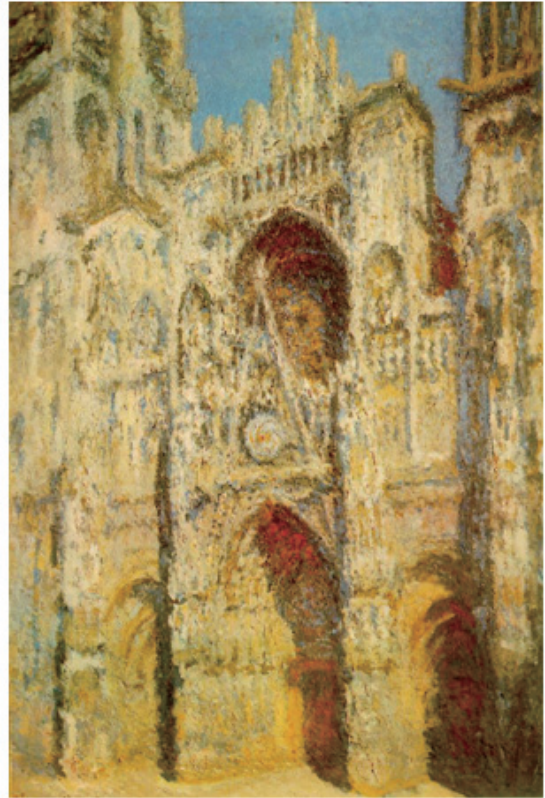
이와 함께, 신 중심의 세계에서 인간 중심의 세계로의 변화기인 르네상스 이후 다양한 주제의 서양회화에서 자주 등장하게 되는 태양과 그 역할, 그리고 태



[그림 2] Landscape with the Fall of Icarus (1558) by Peter Bruegel the Elder(1525-1569).



1892 Rouen Cathedral



1893 Rouen Cathedral

[그림 3] Claude Monet (1840-1926).

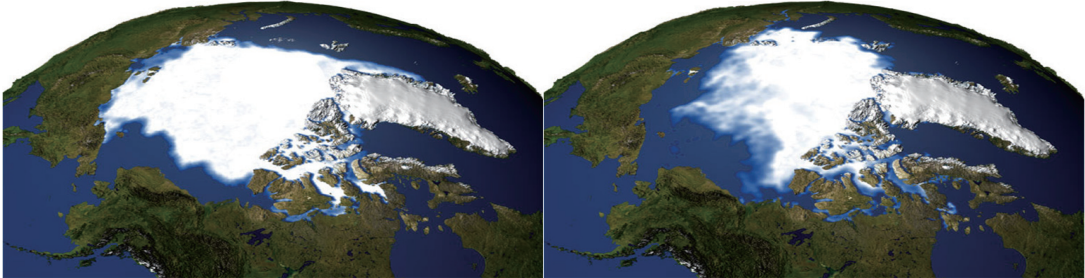
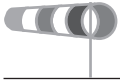
양 광선을 이용한 극적 효과를 활용하는 바로크 회화들, 빛의 변화에 따른 사물의 시각화를 추구한 인상파 시대를 통해서 인간과 태양과의 관계에 대한 관심도 높아지게 되는 역사적 특성이 있었다.

II. 지구온난화와 기후변화

1800년대 이후 급속히 진행된 산업화 시대로부터 엄청난 양이 이용되고 있는 화석연료는 결국 지구

의 대기를 불안정하게 만들었고, 이러한 불안정성의 증대는 주요인으로 온실가스 등의 발생으로 인하여 야기되는 지구온난화를 초래하는 등 다양한 형태의 기후변화를 통해 인류가 지구와 자연과의 관계를 재인식하게 하는 계기를 만들고 있다.

지구온난화를 막기 위한 범지구적인 다양한 인류의 노력이 결실을 맺어, 기후변화협약이라는 일차적인 성과를 거두게 된다.



[그림 4] 1979년과 2003년의 북극 얼음 위성 영상.

지구온난화에 따른 기후변화에 적극 대처하기 위하여 국제사회는 지난 1988년 UN총회 결의를 통해 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 “기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)” 설치하고, 1992년 6월에는 유엔환경개발회의(UNCED)에서 기후변화협약(UNFCCC)을 채택하였다. 대한민국은 1993년 12월 세계 47번째로 가입(2005년 5월, 189개국 가입)하였다.

이러한 기후변화협약의 기본 원칙은 “지구온난화 방지를 위하여 모든 당사국이 참여하되, 단 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국은 차별화된 책임”을 부가하고, 의무사항으로 “모든 당사국은 지구온난화 방지를 위한 정책/조치 및 국가 온실가스 배출통계가 수록된 국가보고서를 UN에 제출”하도록 요구하고 있다.

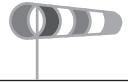
이러한 협약을 강력하게 실행하기 위한 또 하나의 노력으로 발의된 교토의정서는, 최근 온실가스 감축을 통한 탄소배출권 시장을 형성하고 있다. 탄소배출권은 온실가스 의무감축 국가가 해당 기간 동안 감축하지 못했을 때, 온실가스 배출량이 상대적

으로 적은 나라나 의무감축국가가 아닌 나라로부터 탄소배출권을 사오는 것을 의미하며, 교토메커니즘¹⁾을 통해 교토의정서에 온실가스 감축의무 국가들의 비용 효과적인 의무부담 이행을 위해 제시하는 것이다.

III. 태양 복사와 태양에너지 자료

태양이 지구에게 전달하는 에너지의 크기는 지구

- 1) 교토의정서에 의한 온실가스 감축은 현재 탄소배출권 시장 형성
 - 탄소 배출권 : 온실가스 의무감축 국가가 해당 기간 동안 감축하지 못했을 때, 온실가스 배출량이 상대적으로 적은 나라나 의무감축국가가 아닌 나라로부터 탄소배출권을 사오는 것
 - 교토메커니즘 : 교토의정서에 온실가스 감축의무 국가들의 비용효과적인 의무부담 이행 위해 제시
 1. 공동이행제도(Joint Implementation) : 선진국 A국이 선진국 B국에 투자하여 발생된 온실가스 감축분을 A국의 감축 실적으로 인정
 2. 청정개발체제(Clean Development Mechanism) : 선진국 A국이 개도국 B국에 투자하여 발생된 온실가스 감축분을 A국의 감축 실적으로 인정
 3. 배출권거래제(Emission Trading) : 온실가스 감축 의무국들에 키퍼를 부여한 후, 동 국가간 키퍼 거래 허용

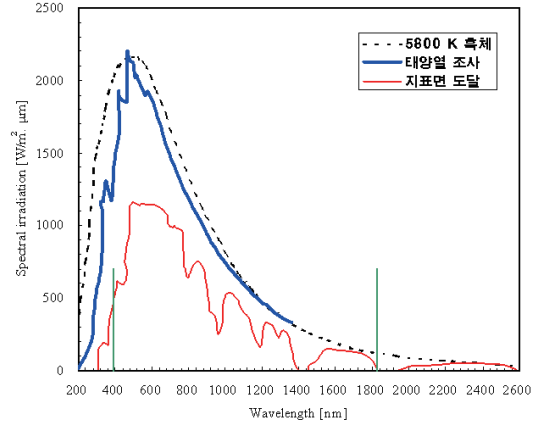


전체 소비전력의 약 1만배에 해당하는 1.7×10^{14} kW이다.

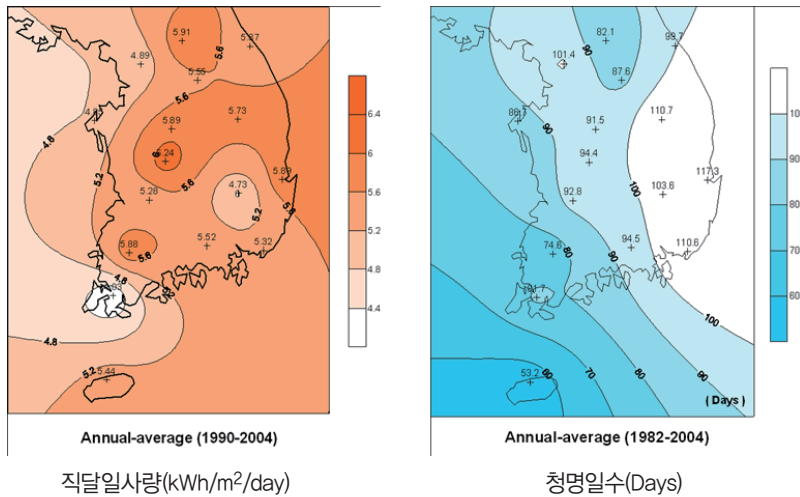
지표면에 도달하는 태양복사는 지구 밖에서의 에너지인 $1,370 \text{ W/m}^2$ 의 에너지가 대기권에서의 산란, 흡수 등의 현상으로 인하여 감소하게 되고, 이렇게 감소된 에너지를 가지고 지표면에 도달하는 일사량은 직달일사량과 확산(산란)일사량 성분으로 구분된다.

태양에서 지표면에 도달하는 일사량은 [그림 5]와 같이 나타나는데, 복사광선의 파장에 따른 강도(Intensity) 특성은 [그림 5]에서와 같이 가시광선 영역(파장이 400-700 nm의 영역임)에서 가장 강함을 알 수 있다.

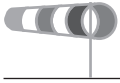
국내에서 태양에너지를 이용하는 태양열 시설과 태양열 발전 및 태양광 발전시설의 보급 확대에 인하여, 국내 위치별 태양에너지의 조건에 대한 자료가 상세하게 필요하게 되었다. 이러한 태양에너지의 특성을 측정하기 위한 국내의 각 지역별 22개소로부터 측정되는 태양에너지의 자료로부터 일사량과 청명일 등의 관련 자료를 얻을 수 있다.



[그림 5] 지표면에 도달하는 태양복사.

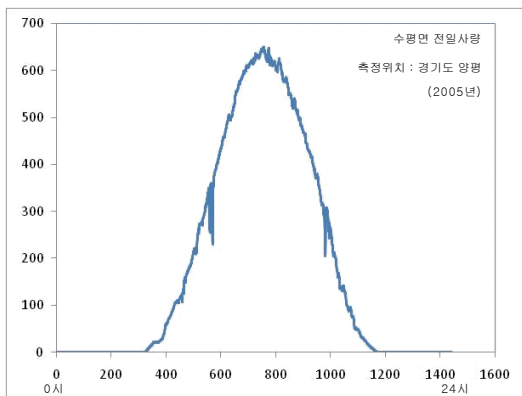


[그림 6] 우리나라 일사량과 청명일 지도.



전국평균 일사량은 약 3,040 kcal/m²/day인데, 이는 일본(3,050 kcal/m²/day)과 유사하다. 남한 면적에 대한 총 일사에너지는 110억²⁾ TOE 정도이고, 일사량이 적은 지역은 수원(2,690), 서울(2,762) 등이며, 많은 지역으로는 목포(3,330), 진주(3,325) 등이다. 계절별로는 5월(4,246 kcal/m²/day)이 가장 많은 달이며, 12월이(1,655 kcal/m²/day)가 가장 적은 일사량을 가진 달이다.

중요한 것은 지표면에 도달하는 에너지가 매일 기상 조건에 따라 달라지기도 하지만, 실제로는 하루 24시간 동안에도 달라지는 것을 우리는 이미 경험적으로 알고 있다. 아래의 [그림 7]은 2005년 겨울 경기도 양평지역에서 실제 측정된 수평면 전일사량의 값을 시간대 별로 보여주고 있다. 이러한 결과를 미리 알고 있어야 명확한 에너지 평가가 가능하고, 이를 이용하는 시스템의 특성을 정확히 예측할 수 있다.



[그림 7] 특정 지역의 특정일의 수평면 전 일사량.

2) TOE : 석유 1톤을 연소할 때 발생하는 에너지, Tonnage of Oil Equivalent

IV. 태양에너지의 이용

지구온난화를 방지하기 위한 다양한 노력의 일환으로 범지구적인 노력의 가장 두드러진 특징은 신·재생에너지의 이용을 극대화하고자 하는 것이다.

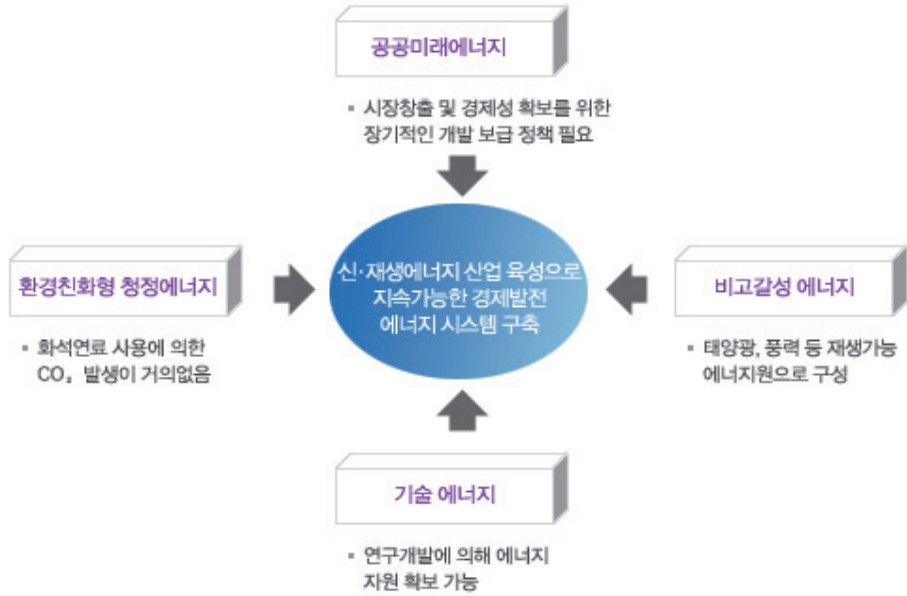
우리나라는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조의 규정에 의거 "기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하여 재생가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지"로 정의하고 11개 분야로 구분하고 있다.

- 재생에너지 : 태양광, 태양열, 바이오, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열(8개 분야)
- 신에너지 : 연료전지, 석탄액화가스화 및 중질잔사유가스화, 수소에너지 (3개 분야)

이러한 신·재생에너지의 가장 중요한 특징은 지속 가능한 에너지 공급체계를 위한 미래에너지원이라는 것이다. 우리나라에서 제시하고 있는 상세한 특징은 아래의 [그림 8]과 같다.

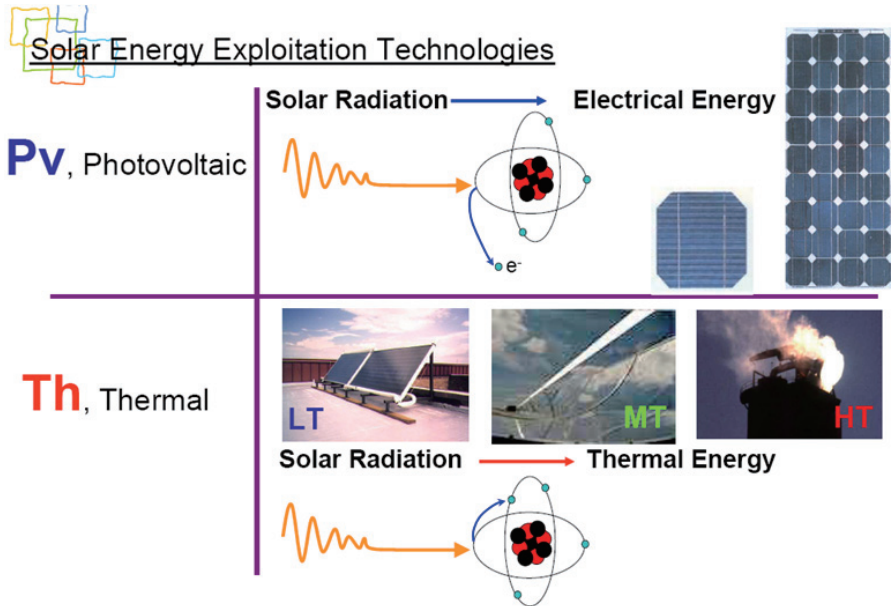
이러한 신·재생에너지의 중요성은 과다한 초기투자의 장애요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 선진 각국에서는 신재생에너지에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진하고 있다.

그리고, 최근 유가의 불안정·기후변화협약 규제 대응 등 신·재생에너지의 중요성이 재인식되면서 에너지

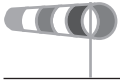


출처: 에너지관리공단

[그림 8] 신재생에너지의 상세 특성.



[그림 9] 태양에너지 이용 기술.



공급방식의 다양화 요구에 대응하기 위하여 기존에
너지원 대비 가격 경쟁력 확보시 신·재생에너지산업
은 IT, BT, NT 산업과 더불어 미래산업, 차세대산업
으로 급신장이 예상된다. 또한 현 정부에서 강력하
게 추진하고 있는 녹색성장이라는 화두에 항상 대
응 공존하는 것이 신·재생에너지이기도 하다.

11가지의 다양한 신·재생에너지원 중에서 현재 가
장 각광을 받고 있는 태양에너지 분야는 먼저, 태양
에너지가 지구에서 가장 많이 확보할 수 있는 재생
에너지 자원³⁾이기 때문이다. 또한 태양에너지 분야
중에서 태양전지를 포함한 태양광 분야는 기존의 국
내 관련 산업 인프라 활용성과 산업 발전에 따른 효
과가 탁월할 것으로 예상된다.⁴⁾ 이와 함께, 2009년
발표된 국가 에너지 기본계획에 따라 수립된 그린에
너지산업 발전전략에서 제시한 신·재생에너지 3대
전략분야⁵⁾에 집중적 R&D를 통해 2012년까지 선진
국과 동등한 기술수준 확보하고자 “Breakthrough
Technology 개발” 분야에 태양광 분야를 포함시켜
추진 중이기도 하다.

이렇게 중요한 태양에너지를 이용하는 대표적인 분
야는 태양에서 지구의 지표면으로 도달하는 복사에
너지를 직접적으로 전기로 변환하는 태양광 분야와,
복사에너지를 열로 변환하여 그 열을 이용하는 태
양열 분야로 구분된다.

V. 태양열 분야

태양에너지를 직접적으로 활용하는 것으로는 신재
생에너지원 중에서는 태양열과 태양광 분야가 있다.

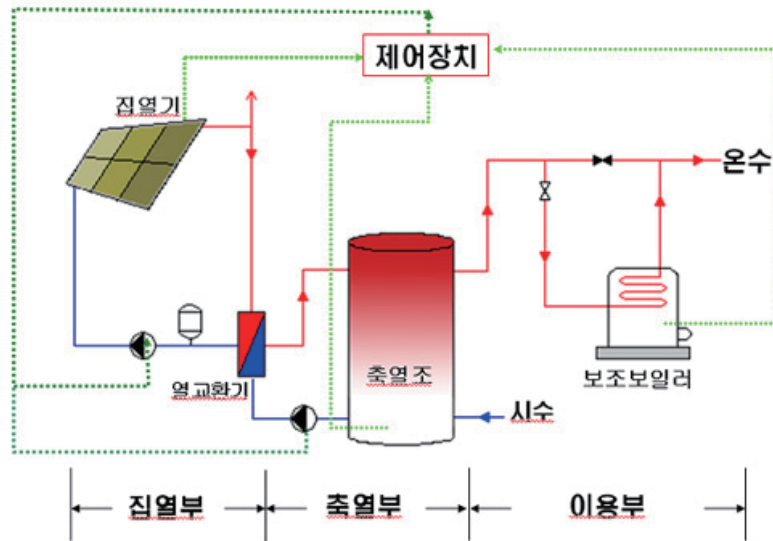
먼저, 태양에너지를 열로 변환하여 이용하는 태양열
분야는 태양광선의 파동성질을 이용하는 태양에너
지 광열학적 이용분야로 태양열의 흡수·저장·열변
환 등을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 활용
하는 기술들을 의미한다.

태양열 이용기술의 핵심은 태양열 집열기술, 축열기
술, 시스템 제어기술, 시스템 설계기술 등이 있고, 이
러한 태양열 시스템의 구성은 아래와 같다.

- 집열부 : 열 시점과 집열량이 이용시점과 부하
량에 일치하지 않기 때문에 필요한 일종의 버퍼
(buffer) 역할을 할 수 있는 열저장 탱크
 - 이용부 : 태양열 축열조에 저장된 태양열을 효
과적으로 공급하고 부족할 경우 보조열원에 의
해 공급
 - 제어장치 : 태양열을 효과적으로 집열 및 축열하
고 공급, 태양열 시스템의 성능 및 신뢰성 등에
중요한 역할을 해주는 장치
- ※ 태양열에너지는 에너지밀도가 낮고 계절별, 시
간별 변화가 심한 에너지이므로 집열과 축열기
술이 가장 기본이 되는 기술임

태양열 시스템은 열매체의 구동장치 유무에 따라
서 자연형(passive) 시스템과 설비형(active) 시스템
으로 구분된다. 전자는 온실, 트롬울과 같이 남측의

3) Renewables 2007 Global Status Report, <http://www.ren21.net/globalstatusreport>
 4) 3차 신재생에너지 기본계획(08년 12월12일)
 5) 신재생에너지 3대 전략분야 : 태양광, 풍력, 수소연료전지



출처: 에너지관리공단

[그림 10] 태양열 시스템 구성.

창문이나 벽면 등 주로 건물 구조물을 활용하여 태양열을 집열하여 이용하는 장치이며, 후자는 집열기를 별도로 설치해서 펌프와 같은 열매체 구동장치를 활용해서 태양열을 집열하는 시스템으로 보통 후자를 흔히 태양열 시스템이라 한다. 집열 또는 활용온도에 따른 분류는 일반적으로 저

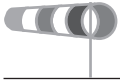
온용, 중온용, 고온용으로 분류하기도 하며, 각 온도별 적정 집열기, 축열방법 및 이용분야는 다음과 같다.

태양열을 이용하여 고온의 열을 얻고, 이를 통해 전기를 생산하거나 수소를 생산하기 위한 화학공정에

구분	자연형	설비형		
		저온용	중온용	고온용
이용온도	60 ℃이하	100 ℃이하	300 ℃이하	300 ℃이상
집열부	자연형시스템	평판형집열기	진공관형집열기 PTC형집열기 CPC형집열기	Dish형 집열기 Power Tower 태양로
축열부	공기, Tromb Wall	저온축열	중온축열	고온축열
적용분야	건물난방, 온실	건물난방 및 급탕, 농수산분야	건물냉·난방, 산업공정열, 폐수처리	열발전, 우주용

출처: 에너지관리공단

[그림 11] 태양광 발전.



활용하고자 하는 다양한 연구가 진행되고 있음이 깊어 인식해야 한다.

VI. 태양광 분야

태양광 발전(PV, Photovoltaic)이라는 용어는 최근 급격하게 국민들에게 회자되는 용어이다. 태양광 발전이라는 용어는 실리콘 반도체 등으로 구성된 태양 전지에 빛이 닿으면 전기를 발생하는 현상을 이용하여 햇빛을 직접 전기로 변환하는 발전방식을 의미한다. 영어로는 Photovoltaic 광(Photo-)와 기전력 있는(Voltaic) 시스템의 합성어이다.

태양광 발전의 장점은 아래와 같다.

- 환경적합성 : 배가스, 폐열 등 환경 오염과 소음이 없음 (석탄 화력발전 대비 약 240 g-carbon/kWh 절감)

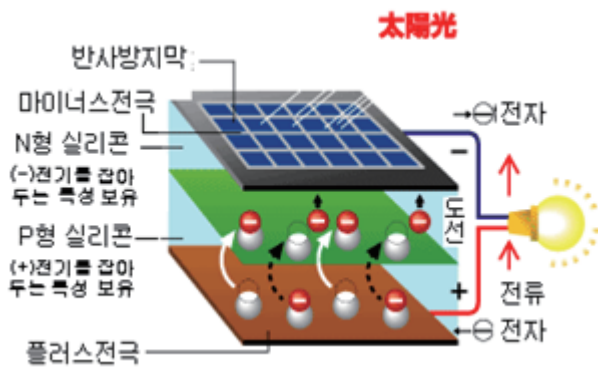
- 에너지창출효과 : 기존발전방식-에너지 소비형, 20-30년간 에너지 창출
- 모듈화 : 발전용량의 신축성, 발전시설의 유동성
- 단기건설기간 : 수요증가에 신속 대응 가능
- 부하 패턴 적합성 : Peak-cut 경감, 공급 예비 감소에 효과적 대응
- 무보수성, 고신뢰성 : 무인 자동화 운전 가능, 운전 비용 절감

이와 함께 다양한 단점도 아래와 같이 가지고 있다.

- 대면적 필요 : 일사량에 의존, 대규모 발전에 대면적이 필요
- 이용률 낮음 : 야간, 우천시에 발전 불가능
- 불안정성 : 일사량 변동에 따라 출력이 불안정
- 고전류 출력 불가능 : 공급가능 전류의 한계, 급격한 전력수요 대응 불가

특히, 현재 신재생에너지 보급의 거의 대부분을 태양광 발전이 차지하고 있는데, 이러한 현상은 우리나라만의 상황이 아니라 전 세계적인 현상이기도 하다.

이러한 현상으로 태양광 시장은 지난 8년간 고속성장을 지속하고 있고, 국내에서도 국내에 설치된 사업용 태양광발전소가 일사조건이 좋은 광주, 전남, 남해안 지역을 중심으로 2007년말 현재 사업용 발전소는 전국 200개소, 발전용량은 39 MW 정도를 기록하고 있다.



출처: 에너지관리공단

[그림 12] 태양광 발전.

태양광 분야 산업의 발전 파급효과가 큰 만큼 다양한 지자체에서 관련 기술 개발, 업체 유치 및 보급 촉진에 노력하고 있다. 대표적으로 충청북도에서는 4대 전략산업으로 태양광 산업을 선정하고, 태양광 산업을 육성하기 위하여 “아시아 솔라 밸리 조성”이라는 비전을 내걸고, 이를 달성하기 위한 아래와 같은 세부 실행 전략을 수립하여 적극적으로 추진 중이기도 하다.

- 그린 홈 100만호 보급 사업⁷⁾
- 지방 보급 사업⁸⁾
- 용자 및 세계 지원
- 공공 건물 설치 의무화
- 발전 차액 지원제도
- 정부와 에너지 관련 공기업 간의 신·재생에너지 공급 개발 투자 협약

- 기업유치를 통한 태양광기업 집적화
- 태양광 관련 인력양성 및 R&D사업 지원 확대
- 태양전지 종합기술지원센터 건립
- 태양광 발전보급 사업 확대
- 태양광산업 특구지정 추진

Ⅶ. 신재생에너지 보급 정책

정부에서 추진 중인 녹색성장을 위한 다양한 노력의 일환으로 신·재생에너지의 적극적인 보급을 위한 정책들이 강도 높게 추진되고 있다.

이러한 보급을 위한 다양한 정책들은 아래와 같다.

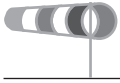


[그림 13] 2007년말 국내 태양광 발전소 현황.

- 일반 보급 보조사업⁶⁾

6) 신규 개발 기술의 보급기반 조성 및 상용화 설비의 시장 조성, 확대를 위해 설치비의 일부 보조('09년 139억 지원)

7) 기업의 안정적 투자환경을 조성하고 수출전략분야로 육성하기 위해 2020년까지 그린홈 100만호
 8) 지역특성에 맞는 환경친화적인 신재생에너지 공급체계 구축을 위하여 지방자치단체가 주관하여 실시 (정부지원 + 지자체)



VIII. 미래 지향적 태양 도시

신·재생에너지는 최근 엄청난 화두로서 우리 모두에게 다가오고 있지만, 현실적으로 에너지 절약과 이용에 대한 국민의 관심은 표면적으로는 높으나 현실적인 간극이 엄연히 존재하고 있다.

이러한 간극을 극복하기 위한 다양한 노력들이 관련 단체나 시민 활동을 통해 시도되고 있으며, 최근 서울시에서는 “서울시 신·재생에너지 랜드마크 건설 계획”을 발표하고, 이를 추진 중에 있다.

이러한 신·재생에너지를 포함한 에너지 절약과 이용 노력의 롤(Role) 모델로서 제시되는, 세계 에너지 환경 전문가들로부터 ‘태양의 도시’, ‘세계의 환경수도(首都)’로 불리는 독일 프라이부르크시(Freiburg市)는 인구 21만명의 소도시이지만 유럽 녹색 에너지 혁명의 메카이자 에너지 절약의 모범 도시이다.

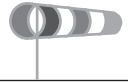
도시의 행정 조직의 강력한 리더십과 주민들의 공동의 이익실현이라는 명제의 구현을 통해 중앙정부의 다양한 지원책을 이끌어 내었고, 이러한 다양한 노

력을 통해서 미래 지향적 태양 도시를 건설함으로써 최고의 에코시티로서 발돋움 하였다.

또한, 신재생에너지 선진국들의 국민들의 에너지에 대한 중요성의 인식과 이를 실천에 옮기는 실행력을 우리나라 국민들도 견지하여, 거의 대부분의 에너지 원을 수입하고 있는 나라 국민으로서의 책임감과 의무감을 다시금 느낄 수 있기를 희망한다.

이러한 희망의 예로 최근 자주 거론되고 있는 전라북도 부안군 등롱마을은 아주 작은 노력이 어떤 결실을 맺을 수 있는 가를 보여주는 대표적인 “에너지 자립 마을”이라 할 수 있다. 에너지의 중요성과 그의 인식에 따른 작은 실천이 이제는 남의 일이 아님을 깨달아야 할 것이다.

국내에서도 많은 지방자치 단체들이 적극적으로 추진하고자 하는 의지를 천명하고 이를 실천하고 있으므로, 우리나라에도 프라이부르크 시와 같은 전 세계적으로 널리 알려지는 환경 도시(마을)가 탄생할 수 있기를 또한 희망해 본다.



[디자인]

생활디자인과 기후·기상과의 연계방안

김 명 주

조선대학교 미술대학장

mjkim@chosun.ac.kr

I. 서론

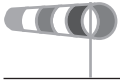
최근 지속가능한 사회(sustainable society)의 추구는 정치·경제·사회·문화 및 기술 등 사회의 다방면에서 폭발적으로 증가하고 있다. 지속가능한 사회의 추구는 우리 인류의 생존의 문제이며, 따라서 영역과 분야에 상관없이 모든 인류가 향후 가장 주안점을 두고 추진해야 하는 영역이라고 할 수 있다.

최근 디자인분야에서도 지속가능한 디자인(sustainable design)에 대한 관심이 높아지면서, 날씨·기상·기후와 연계하여 천연자원에너지를 이용한 친환경성향이 강한 제품들이 등장하고 있다.

기본적으로 날씨·기상·기후는 제품에서 사용할 수

있는 자연에너지를 제공한다는 측면에서 향후 미래지향적인 제품들에 광범위하게 적용될 수 있다. 따라서, 디자인분야에서 날씨·기상·기후와의 연계는 친환경을 넘어서 지속가능한 사회를 구축하는데 있어서 선도적인 역할을 수행해 줄 수 있을 것으로 본다.

이에 본 고에서는 날씨·기상·기후가 우리 주변의 생활용품에 나타나고 있는 현황들을 구체적인 사례를 들어 살펴보고자 하며, 아울러 기후(날씨, 환경)를 보호하기 위한 디자인분야에서의 접근방법을 제시함으로써 향후 지속가능한 사회의 구축에 대해 디자인과 기후·기상과의 연계방안을 모색해 보고자 한다.



II. 기후(날씨, 환경)를 보호하기 위한 디자인

인류는 등장과 더불어 도구를 사용해 왔고, 그러한 도구는 산업혁명과 더불어 매우 다양하고 복잡한 제품으로 발전하였으며, 현재에 와서는 인류에게 주는 긍정적인 영향만큼이나 우리사회에 많은 부정적인 영향을 주고 있는 것도 사실이다.

제품이 우리사회에 주는 부정적인 영향들을 살펴보면 첫째, 오염(CO₂ 가스, 기후변화, 지구온난화, 건강을 해치는 유해환경 조성 등) 둘째, 쓰레기의 배출 및 환경오염(쓰레기 매립, 수질 오염, 수자원 부족 등) 셋째, 거주지역의 손실(열대 다우림의 손실, 비재생 자원의 고갈, 도시 스프롤현상 등) 등 매우 다양한 영역에서 도출되고 있다.

이러한 부정적인 영향들을 고려하지 못한다면, 향후 우리가 거주하고 있는 환경의 황폐화는 가속화 될 것이며, 이는 인류의 생존마저 위협하는 심각한 상황에 직면하게 될 것이다.

따라서 제품의 부정적인 영향을 최소화할 수 있는 디자인 및 제품개발이 요구되고 있으며, 다음에서 제시되는 사례들을 통해 날씨·기상·기후와 연계하여 제품의 부정적 영향을 최소화시키며, 지속가능한 사회의 구축을 위한 미래지향적인 방안들을 모색해 본다.

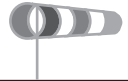
III. 날씨·기상·기후 관련 생활용품 디자인

일상생활에서 크게 의식하지 못하였던 날씨·기상·기후 정보들은 실제로 잘 활용한다면 지구의 환경 보호측면에서 매우 바람직하고 미래지향적인 제품들을 개발할 수 있다. 실제로 많은 기업들이 날씨·기상·기후에 대한 정보들을 제품에 적극적으로 반영하면서, 우수한 제품론칭과 아울러, 기업의 이미지는 물론 수익까지 향상시키는 사례들을 종종 살펴볼 수 있다. 다음은 생활용품들에 어떻게 작용해 왔으며 향후 기상산업의 잠재가치 발굴을 위한 디자인 사례들을 살펴본다.

최근에는 LCD 디스플레이를 채용하여 효과적인 그래픽처리로 음성중심의 고전적인 라디오 형식에서 벗어나 사용자 중심으로 변화되고 있음을 보여주고 있다.



[그림 1] 최근의 Weather Radio 디자인경향.



새로운 브랜드로서 장마철 습기제거 기능의 계절상품으로 한국시장에서 일거에 히트상품으로 성공을 거둔 대표적인 기후상품인 「물먹는 하마」의 출현도 좋은 사례이다.

기후·기상·날씨와 밀접한 기능성 소재의 출현과 친환경소재로서 패션감각과 어우러진 패션제품들로 진화되고 있다.



[그림 2] 기능성 친환경소재의 패션제품.

영국이 낳은 세계적인 ‘버버리’는 비를 차단하면서도 통풍이 잘되고 체온을 유지시켜주는 보온성을 지니고 있는 합리적 디자인이 배경이기도 하지만 무엇보다 습하고 비가 자주 오는 영국의 기후를 바탕으로 탄생되었다고 볼 수 있다.

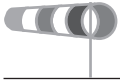


[그림 3] 버버리의 유래.

샘소나이트 여행 가방은 기후와 온도차로 인한 환경변화에 대한 피해를 최소화시켜 물에 빠져도 방수가 될 만큼 습한 환경에서도 눅눅하지 않게 옷을 보호해준다는 컨셉이 오늘날 명품 여행용 가방으로서 인정받는데 큰 역할을 하고 있다.



[그림 4] 샘소나이트 가방의 디자인 사례들.



청호나이스의 이과수 얼음정수기는 열대성 기후인 데다 주요 강의 70% 이상이 세균으로 오염돼 대다수 주민이 생수나 정수기를 사용하는데 얼음까지도 함께 먹을 수 있는 정수기라는 점으로 어필해 인기몰이하면서 인도네시아 정수기 사업부문 시장점유율 1위를 목표로 하고 있다.



[그림 5] 청호나이스의 이과수 얼음정수기.

이집트에서는 LG의 스팀 다이렉트 드라이브 세탁기가 잘 팔린다. 이 제품은 이집트에서 처음 소개되는 스팀 기능의 세탁기로 악취, 주름제거, 미세먼지 제거 등의 다양한 기능을 갖춰 상류층 여성들에게 인기가 높다. 물론 가격은 비싼 편이지만 연중 비가 오지 않는 사막기후와 미세먼지가 많은 이집트 지역에서 스팀 세탁기는 세탁 시간을 크게 줄여주고 있다는 평가다.

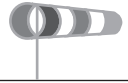
LG전자는 최근 중동 지역 12개국에 부유층을 공략하기 위한 지역특화 에어컨 '타이탄(Titan)'을 출시했다. 거인을 뜻하는 '타이탄'이라는 애칭으로 강력한 냉방성능을 강조하는 뜻에서 붙여졌고 50도를

넘나드는 폭염으로 강력한 냉방에 대한 요구가 많고 사막 먼지와 건조 기후로 호흡기 질환에 시달리고 있기에 에어컨과 공기청정·가습역할을 하는 에어크루저 기능을 더해 개발되었다.

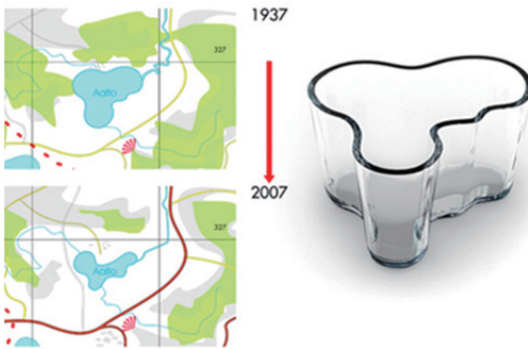


[그림 6] LG전자의 중동형 에어컨.

LG전자는 중동 사람들이 김치처럼 발효음식인 대추야자를 즐겨 먹는다는 점에 착안, 김치냉장고를 변형시킨 대추야자 냉장고 제품으로 일교차가 큰 중동 지역 기후를 감안, 대추야자 보관에 적합한 -25℃에서 3.5℃까지 온도조절이 가능하여 사우디아라비아, 이란, 아랍에미리트 등 중동지역 전역으로 시장을 확대해나가고 있다.



기후변화에 관한 디자인(Climate Design)공모전에서 체코 디자이너 얀 츠티베르트니크(Jan Čtvrtník)의 사보이 화병(Droog Aalto)이 수상작으로 선정되었는데 그는 매우 명확하면서도 세련된 방법으로 디자인을 풀었다. 그가 말한 단 한마디의 작품 설명은 “기후 변화로 인해 자연이 변화되었으니 자연에서 영감을 받은 디자인 작품은 재설계해야 하지 않겠습니까?” 이었는데 핀란드 호수가 작아지는 지형 변화를 모티브로서 지구온난화에 관심을 불러일으킨 작품이다.



[그림 7] 지구온난화의 경각심을 일깨우는 화병 디자인.

[그림 8]은 재활용 플라스틱을 소재로 제작되어 이슬의 수집과 수분의 증발을 막아 관개 급수의 양을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 잡초로부터 농작물을 보호할 수 있도록 하였다. 가뭄이나 물자원이 부족한 지역을 위해서 고안된 시스템으로 경제적이며 식물 작황 후 재사용도 가능하게 디자인 되었다.

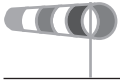


[그림 8] 이슬 수집장치의 사용 사례.

IV. 지속가능한 사회를 위한 디자인방안

최근 지구환경보호에 대한 시민들의 인식이 사회 전반적으로 증가하고 있다. 기업측면에서 보면, 지속가능성은 비용, 품질, 배달, 서비스등과 비교하여 기업의 경쟁우위로 작용할 뿐만 아니라, 지속가능성 인식이 높은 기업들에 대해 소비자의 이미지와 인지도 동반상승하면서, 기업에게도 새로운 부가가치 창출의 기회요인으로 작용하고 있다.

이러한 기업의 수익적 측면이외에도, 지구환경보호에 대한 정부의 규제의 상승, 범지구적 환경보호운동의 증가, 기후변화에 대한 국제협약(교토협약 등, 종의 보존에 대한 국제협약 등)의 움직임도 지속가능성에 대한 관심을 높게 하는 이유라고 할 수 있다.



전술한 바와 같이 디자인분야에서도 지속가능성에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다. 그 이유는 환경파괴에 대한 디자인의 역할에 대한 책임의식이 높아지고 있기 때문이다. “지속가능한 디자인(sustainable design)개발이란 환경을 파괴하지 않는 친환경인 제품과 서비스를 디자인하는 것”으로 자원의 재활용, 유해물질 배출의 최소화, 에너지소비효율성의 극대화, 지속가능한 기술의 개발, 내구성의 극대화, 태양·풍력과 같은 천연에너지의 활용 등을 통해 비재생자원 소비의 최소화, 폐기물 양산의 최소화, 건강하고 생산적인 환경의 조성 등을 목표로 하고 있다. 다음은 이러한 지속가능한 디자인의 사례들을 볼 수 있다.

1. 자원의 재활용

Steelcase의 생각하는 의자는 필요한 부분만 주문해서 5분 이내에 조립 가능하며, 아울러 재료의 사용에 있어서도, 99% 재료재활용(\$900) 벤젠, 납, 수은, 솔벤트 등 화학물질을 전혀 사용하지 않고 있다.



[그림 9] Steelcase의 생각하는 의자(Think' chair).

애플컴퓨터는 액정수은사용율 0%, 비산사용율 0%와 더불어 100%재생가능한 부품을 사용하고 있다.



[그림 10] 애플의 재생컴퓨터.

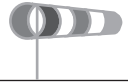
캔과 알루미늄 등 100% 재활용재료로 만들어진 휴대폰, TV, 모니터 등으로 활용되며 지구의 환경보호에 관심있는 소비자를 타겟으로 만들어진 제품이다.



[그림 11] NOKIA의 그린폰.

2. 유해물질배출의 최소화

수은의 사용을 80%이상 줄여, 인체에 유해한 물질배출율을 0%에 근접하게 하고 있으며, 형광물질응축의 극대화로 내구성을 67%이상 향상시킨 제품으로 양 끝의 그린캡은 에너지와 환경을 생각하는 Sustainable design의 메타포로서의 역할을 하고 있다.



[그림 12] PHILIPS의 ALTO FLORENCE LAMP.

에너지모니터가 드라이버에게 지속적으로 연료의 효율적 사용에 대한 feedback 자료를 제공함으로써 연료의 소비를 40%이상 줄이고 있다.



[그림 14] TOYOTA의 Prius.

3. 에너지소비 효율성의 극대화

프론트로딩방식으로 68%의 물절약과 67%의 에너지사용 감소로 연간 \$150정도의 비용을 줄이는 효과가 있다.



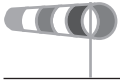
[그림 13] Whirlpool의 프론트로딩(드럼)세탁기.

4. 지속가능한 기술의 개발

모든 부품이 나사나 접착제를 사용하지 않고 밀거나 당기면 탈부착이 가능하도록 하여 제조립이나 재제조가 용이하도록 한 제품이 등장하고 있다.



[그림 15] Intel의 모듈러 제품.



5. 내구성의 극대화

평균수명 50년, 내구성이 높으며 리필을 통한 장기간 사용으로 사용연한이 높으며, steel과 알루미늄 등 재료의 100% 재활용이 가능하다.



[그림 16] ZIPPO 라이터.

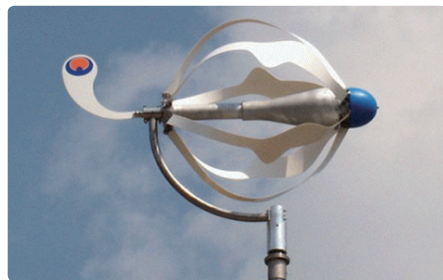
Entrohy 카펫은 어떤 방향이나 어떠한 각도에서도 적용할 수 있어, 부분적인 파손이나 오염시에 아무런 제약없이 손 쉽게 부분적인 교체가 가능하여 오랜 기간 동안 사용이 가능하다.



[그림 17] Interface FLOR의 entrohy 카펫.

6. 태양·풍력 에너지의 활용

가정에서 사용하거나 상업적 용도로 위해 디자인한 소형 풍력 터빈으로, 스웨덴 기업이 제작 생산. 벤투리관(venturi) 원리를 이용해 터빈의 여러 날개 안으로 바람이 유입됨으로써 작동하는, 고효율 저소음의 장치이다. 여섯 개의 곡선형 날개가 터빈 중앙의 축을 회전하며 구(球) 형태를 이루어 내며, 날개를 통해 작은 공간 안으로 대량의 바람이 유입되기 때문에 '에너지 불'은 작은 바람이 불 때도 효율을 유지할 수 있다.



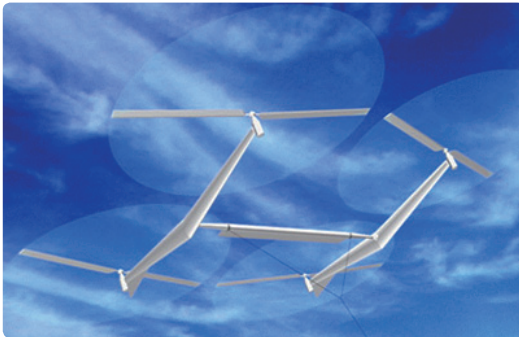
[그림 18] 약한 바람에도 효율이 좋은 '에너지 불'.
(<http://www.homeenergy.se/vindkraft.aspx>)

가벼운 바람에도 에너지를 얻을 수 있다는 점에서 단연 그 우수성을 자랑한다. 또한 이 일본산 풍력 발전기는 통상적인 디자인보다 수직 공간이 좁은 게 특징이다. 칼날 모양의 독특한 디자인 덕에 미세한 진동에도 그 효율이 증대돼, 시속 8 m/h의 바람으로도 43%의 동력을 얻을 수 있다. 초대형 풍력 발전 단지보다는 소규모의 발전에 맞게 고안된 디자인으로, '2006 굿 디자인 어워드'의 최종 후보작에 올랐다.



[그림 19] 소규모 풍력발전기 '루프윙'.
(<http://www.loopwing.co.jp>)

높은 하늘에 띄워 고속의 바람을 이용한다는 이점을 지닌 풍력 터빈으로 마겐 에어 로터보다 더 높은 고지를 겨냥하는 이 '비행 발전기'는 최고 지상 3만 피트 높이까지 띄울 수 있다.



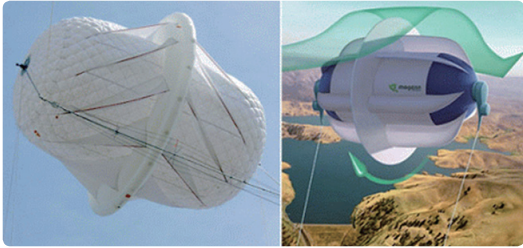
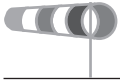
[그림 20] Sky Windpower사의 '비행 발전기'.
(<http://www.skywindpower.com/ww/index.htm>)

미국의 발명가 덕 셀섬(Doug Selsam)은 여러 개의 풍력 터빈을 한데 결합하는 방법을 개발하였다. 보통의 터빈은 큰 디자인에 강력한 동력을 발휘하지만, 가격이 비싸고 설치가 어렵다는 단점이 있다. 셀섬은 여러 개의 회전날개를 하나의 축에 연결하는 방식을 채택하였고, 이러한 아이디어를 통해 저렴한 가격의 작은 터빈 디자인이 도출되었다.



[그림 21] 스카이 서펜트 (Sky Serpent).
(<http://www.selsam.com>)

공기주입식 비행선을 이용해 제작한 풍력 터빈으로, 헬륨을 가득 채운 비행선을 지상에 매달아 200-300 미터 항공에 띄워 놓은 모습이다. 고도가 높을수록 바람이 세기 때문에, '마겐 에어 로터'는 50%에 가까운 에너지 효율 확보가 가능하다. 수백만 와트의 발전량을 자랑하는 한편, 기존의 지상형 디자인보다 작동에 드는 비용은 훨씬 저렴하다는 장점도 지니고 있다.



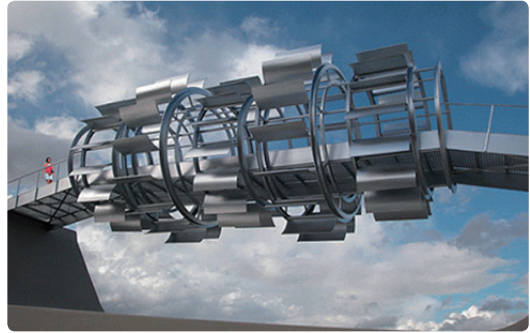
[그림 22] 비행선형 풍력발전기 '마겐 에어 로터'.
(<http://www.magenn.com>)

'하이 미니'는 단연 작고 소박한 규모의 풍력 발전기라 할 수 있다. 한 손에 쥘 수 있을만한 포켓 사이즈의 장비로, 소형 플라스틱 날개를 이용해 생산해 내는 전기는 소량이지만, 휴대폰이나 MP3 플레이어 처럼 작은 기기의 전력을 충당하기에는 충분하다.



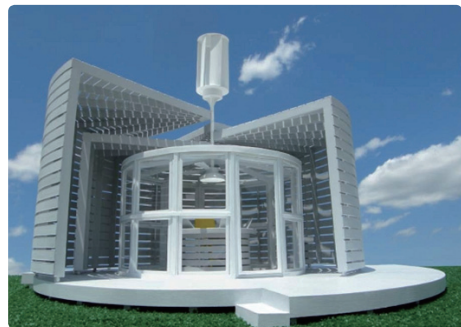
[그림 23] 초소형 풍력발전기 '하이 미니'.
(<http://www.hymini.com>)

건축가 마이클 얀첸(Michael Jantzen)이 디자인한 '풍동 인도교'는 단순한 터빈 이상의 풍력 발전기를 겨냥한 구상안으로 수평의 풍력 터빈 여러 개를 이용한 것은 '에어로캠' 모델과 유사하지만, 인도교를 감싸듯이 터빈을 배열한 디자인이 특징이다.

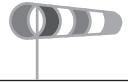


[그림 24] 풍동 인도교(Wind Tunnel Foot Bridge).
(<http://www.humanshelter.org>)

이 조립식 구조는 지속적으로 재생 가능한 목재 제품과 자연친화적 소재로 만들어졌다. 높이 14피트, 넓이 26피트. 중심에는 스틸과 유리를 사용하고 태양 빛의 양을 조절하거나 내부에 있는 사람들의 프라이버시를 위해서 중심 원통 주변으로 여단을 수 있는 4군데의 목재 창문이 있고 전기를 자체 생산할 수 있는 작은 풍력 터빈을 사용하고 있다. 풍력발전이 원활하지 못할 경우 자체적으로 태양열 패널이 작동하여 터빈을 돌리며 자체 생산 에너지는 지하 배터리에 저장된다. 이러한 혁신주의는 많은 잠재력을 가지고 있어서 사무실, 자연친화 주택, 요가 센터 등 다양한 분야에 이용이 가능하다.



[그림 25] 풍력 터빈(Wind Turbines).
(<http://www.humanshelter.org>)

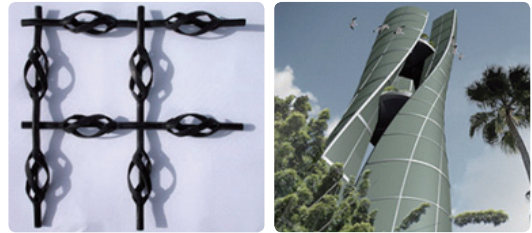


런던의 '엘리펀트 & 캐슬(Elephant & Castle)' 지역에 새로 건설 중에 있는 이 주거용 타워의 경우, 꼭대기에 세 개의 대형 터빈이 설치될 예정이다. 디자인이 어우러진 친환경적 개발로 해당 지역의 쇠신을 겨냥한 프로젝트로, 9미터 길이의 터빈 세 개와 함께 중수도(中水道) 용수 재활용 시스템과 지역난방 구조를 완비하게 될 이 빌딩은 런던 최고의 '지속가능한 개발' 사례로 등극할 전망이다.

멕시코의 디자이너 아구스틴 오테기(Agustin Otegui)가 개발한 풍력 터빈은 '나노' 수준의 규모를 보여준다. '나노 벤트 스킨'은 일련의 초소형 터빈이 한데 결합된 직물의 형태를 이루고 있어, 빌딩이나 차량 등 다양한 용도에 사용 가능하다. 개개 터빈은 미량의 전력을 생산할 뿐이지만, 전체의 효과는 대단해서 대형 터빈과 맞먹을 정도이다. 초소형의 단순한 디자인 덕분에 태양 전지판처럼 거의 어디에나 자유자재로 응용할 수 있다.



[그림 26] 풍력발전을 도입한 건축물들.
(<http://www.hamiltons-london.com>)

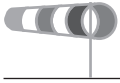


[그림 27] 나노 벤트 스킨(Nano Vent Skin).
(<http://nanoventskin.blogspot.com>)

세계에서 처음으로 돌아가는 빌딩인 다이내믹 타워(Dynamic Tower)가 혁신적인 디자인과 기술로 타임지 선정 '올해의 최고 발명품 50'에 선정됐다.

이태리 건축가 데이빗 피셔(David Fisher)가 설계한 다이내믹 타워는 각 층이 독립적으로 돌아가면서 형태와 외관이 계속해서 바뀌는 건물이다.

다이내믹 타워는 환경친화적이며, 완전 자가발전 되도록 설계된 첫 건물이며, 각 층 사이에 수평으로 배치한 풍력 터빈을 가지고 있으며, 돌아가는 층 지붕에는 광전지가 배치되어 있어 태양광 에너지를 생산한다.

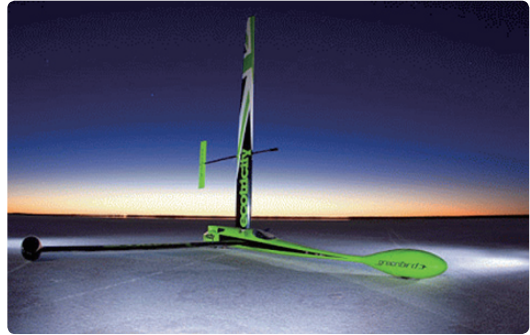


다이나믹 타워는 100% 공장에서 맞춤 제작한 후 현장에 설치한 최초의 고층 건물이기도 하다. 이러한 방법은 환경적으로 깨끗한 건설현장을 만들 뿐 아니라, 현장 사고를 줄여주며 시공 시간과 비용을 줄여주는 많은 장점을 가지고 있다.



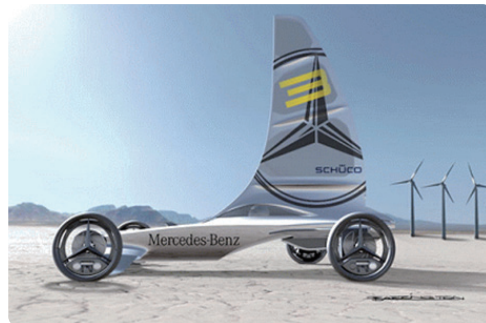
[그림 28] 2008 최고 발명품에 선정된 '다이나믹 타워'.

'그린버드(Greenbird)'는 세계에서 가장 빠른 풍력 자동차라는 타이틀을 지닌 고성능 공기역학 자동차로 탄환을 연상시키는 디자인의 이 차량은 육지는 물론, 빙상에서도 사용이 가능하고 견고한 돛을 통해 바람을 공급 받아, 실제 바람보다 3-5배나 높은 속도로 달릴 수 있다.



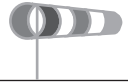
[그림 29] 풍력자동차 '그린버드(Greenbird)'.
(<http://www.greenbird.co.uk>)

상어처럼 생긴 반짝이는 외양의 '포뮬러 제로 (Formula Zero)'는 에너지 효율성을 고려한 자동차 경주대회 '로스앤젤레스 챌린지(Los Angeles Challenge)'를 위해 탄생한 차량이다.



[그림 30] 메르세데스 벤츠의 풍력 자동차.
(<http://www.mercedesbenz.com>)

이 '가로등 자동차'는 주행 용도로 사용하지 않을 때에는 허공으로 높이 치켜 올려 가로등 기능으로도 쓸 수 있는 태양전기 자동차이다.



[그림 31] 가로등 자동차(Car on a Stick, 2008).
(<http://www.rosslovegrove.com>)

이 2인승 자동차는 상판에 여러 개의 '고효율 태양 전지'가 장착되어 있는 '최첨단 e-카(e-car)'로, 약 120 km/h의 놀라운 속도로 110 km를 달릴 수 있다.



[그림 32] 2인승 태양전기 자동차.

혼다에서 생산한 이 태양전기 자동차는 매년 호주에서 열리는 태양전기 자동차 경주대회, 월드 솔라 챌린지(World Solar Challenge) 출전을 목적으로 제작되었다.

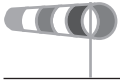


[그림 33] 고속용 태양전기 자동차, 혼다.



[그림 34] 태양전기 트럭(Solar-Truck).

이 자전거 디자인의 포인트는 앞쪽에 설치되어 있는 유선형 태양열 전지판의 각도를 조절해 최대한의 햇빛을 모을 수 있다는 것이다. 이 혁신적인 자전거 디자인으로 래리 천은 제12회 국제자전거디자인대회에서 수상의 영예를 안았다.



[그림 35] 태양전기 자전거 디자인, 2008.

이 택시용 차량은 인력거처럼 페달을 밟아야 할 경우도 생기지만, 필요한 에너지의 75%는 태양열 발전기를 통해 공급한다. 최고 30 km/h의 속도를 낼 수 있으며, 올해 하반기에 시판될 예정이다.



[그림 36] 태양전기 '인력거 택시' (2008).

한 번에 최대 120명의 승객을 수용할 수 있는 이 배는 디젤 연료를 사용한다면 무려 5톤의 이산화탄소와 10.5킬로의 산화질소가 배출될 테지만, 태양열을 이용한 자급자족적 동력을 이용하고 있다. 크리스토프 베링이 설립한 기업 '솔라 랩(Solar Lab)'은 함부르크뿐 아니라 다른 도시들의 선박 역시 선보이고 있다.



[그림 37] Hamburg Solar Shuttle.
(<http://solarlab.org>)



[그림 38] 페달과 태양전기 겸용 보트.

미 항공우주국이 '태양 전동 전익기(全翼機)'라 표현한 이 항공기는 높은 고도에서 장시간 비행하는데 적합한 디자인이다. 2003년 6월 비행 중 고장으로 추락하기 전까지, '헬리오스'는 약 9만 7천 피트 상공을 비행함으로써 프로펠러 항공기 부문 세계 기록을 수립하였다.



[그림 39] 태양전기 비행기 '헬리오스(Helios)'.

이 전동 잔디깎이는 100% 충전시 최대 40분 동안 작동시킬 수 있으며, 태양 전지판을 보조 충전용으로 사용할 경우 작동 시간을 50%까지 늘릴 수 있다.



[그림 40] 태양전기 '잔디깎이'.

태양에너지의 활용과 LED 조명산업은 에너지 절약 및 친환경 산업으로 CO₂ 감축과 기후변화협약에 대응할 수 있는 매우 중요한 산업이 될 것이다.

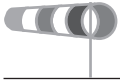


[그림 41] Solar+LED의 가로 시설물들.

V. 결론

앞서 살펴보았듯이 날씨·기상·기후는 인간의 작은 편의 생활용품에서부터 인류의 생존을 결정짓는 거대한 문제까지 밀접하게 연관되어 있다. 과거에는 기후가 인간의 활동에 지대한 영향을 미치지 않았지만, 현재는 거꾸로 인간의 활동이 기후에 막대한 영향을 미치면서 인류 스스로의 생존을 위협하고 있는 상황에 이르고 있다.

이러한 기후와 환경변화는 인류의 생존을 위해 정치, 경제, 사회, 문화, 기술, 법률 등 총체적인 노력을 통해 극복해야 하며, 아울러 디자인도 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 최근 지속가능한 디자인(sustainable design)의 개념이 디자인분야에서 폭넓게 확장되면서, 자원의 재활용(recycling), 폐기물의 축소, 지속가능한 기술의 개발 및 응용, 태양광



및 풍력 등의 천연자원의 활용 등을 통해 기후 및 환경보호에 적극적으로 대처해 나가고 있으며, 친환경 디자인은 최대의 디자인이슈로 떠올랐다. 기업측 면에서도 친환경 디자인개발은 단순히 기후와 환경을 보호하는 기업의 사회적 책임뿐만 아니라 수익창출을 위한 새로운 경쟁우위요소로서 인식되어지고 있다. 그것은 기업의 환경친화 정책은 소비자가 구매를 할 때 중요한 선택요소가 될 가능성이 크기 때문에 보다 친환경적인 전략을 모색하고 채택하는 것이

경쟁우위 확보에 도움이 되기 때문이다.

지속발전 가능한 사회를 이룩하기 위해 향후, 날씨·기상·기후 등이 가지고 있는 원천가치를 인류공영을 위한 산업적 가치로 전환하는데 역할을 담당할 기상청과 기상산업 관계자 모든 분들과 함께 디자인분야의 노력도 더욱 가속화 될 것이며, 행복한 미래사회구현의 견인차역할을 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

국민과의 '소통' - 어떻게 할 것인가?

김연종

단국대학교 언론홍보학과 교수

2000yon@dankook.ac.kr

1. 공감으로 들어가며

최근 몇 년 사이에 소통이란 말을 자주 듣게 되었다. 미국산 쇠고기 수입을 둘러싼 촛불시위 사태 이후 대통령의 입에서부터 나온 소통의 부재라는 말은 정부가 하는 일을 국민이 제대로 이해하지 못하고 있다는 문제인식에서 비롯하였다.

하지만 그날 이후 소통에 대한 인식은 많이 높아졌지만 정부가 국민과 제대로 소통하고 있는지는 의문이 든다. 정부와 국민 간의 가슴이 뻥 뚫린듯 한 상호이해는 여전히 부족해 보이기 때문이다. 이는 어쩌면 정부의 소통에 대한 이해의 부족에서 비롯된 것은 아닐까 생각한다. 소통을 정부정보의 올바른 전달로 이해하고 있다면 그것은 소통의 궁극적 지향점과 동떨어져 있다고 할 수 있기 때문이다. 물

론 올바른 정보전달은 소통의 선결 사항이다. 하지만 필요충분의 조건은 아니다. 올바른 정보를 주어서 이해의 폭을 넓히는 것도 중요하지만 궁극적인 소통은 국민과 정부가 하나가 되어 함께 국가적 문제들을 대처해 나갈 때 비로소 완결된다고 할 수 있다. 다시 말해, 이상적인 소통이란 정보의 공유, 이해와 공감, 행동의 일체성이 모두 함께 어우러지는 경지를 말한다.

국민들에게 기상정보를 전달하는 기상청의 경우도 소통의 중요성과 필요성은 공감하고 있다 생각되지만 그것을 제대로 이해하고 있을까. 과거처럼 기록이나 자료, 일방적인 안내, 고지, 통고를 주요 소통의 방법으로 생각하고 이를 보다 효율적으로 운영하기 위한 방법에 몰두하고 있지는 않을까. 그렇다면 기상청 또한 소통, 즉 사람과 사람이 하나가 되

는 문제를 풀어내는데 여전히 먼 길을 돌아갈 수밖에 없을지 모른다.

소통이란 내가 알고 있는 정보를 얼마나 잘 전달하는가의 단순한 문제가 아니다. 상호간의 관계와 이해, 상황 등 복잡한 요소들이 작용하고 있기 때문이다. 가령 내 마음이 넘친다는 이유만으로 사랑을 고백하는 것과 상대가 내 사랑을 받아주는 것과는 거리가 있다. 아버지와 아들의 소통은 말을 얼마나 잘하는 것에 달려있는 것이 아니라 한번 안아주고 어깨를 도닥겨려 주는 것이 보다 효과적인 소통의 방법이다. 아버지가 무슨 일을 어떻게 하고 있는지 설명하는 것도 중요하지만 궁극적으로는 아들의 마음을 위로하는 것이 목적이 되어야 한다. 마찬가지로 기상청이 제공하는 정보가 대 국민 일방적인 정보전달에 머물러 있다면 국민과의 소통은 결국 날씨가 맞고 틀리는 것 이상의 공감대 형성이 어렵다고 할 수 있다.

현대사회에서 날씨의 생활과 불가분의 관계에 있다. 날씨정보의 중요성에 공감하는 분위기가 확산되는 이때가 날씨에 대한 새로운 인식전환이 필요한 시기이다. 날씨에 대한 인식전환을 위해서 날씨공감포럼과 같이 기상청도 국민들에게 소통할 수 있는 기상청의 변화를 시도할 필요가 있다. 그렇게 할 때, 기상청의 기능이 날씨에 대한 정보를 일방적으로 전달하는 차원에서가 아닌 비로소 국민과의 화해와 소통에 기반을 둔 상호이해의 공감차원으로 발전할 수 있을 것이다. 홍보 또한 일방향이 아닌 쌍방향으로 이루어져야 한다는 말이다.

그렇다면 기상청은 국민과 어떻게 소통할 것인가?

국민과 소통하는데 걸림돌은 무엇이며 소통의 실제적 해결 방안은 어떻게 모색해 볼 수 있을까? 이 같은 질문에 대한 답을 찾기 위해 커뮤니케이션, 즉 소통이 무엇인지, 그리고 그것을 어떻게 효율적으로 수행할 수 있을 것인지를 살펴보는 일은 중요하다고 할 것이다. 이 글은 소통을 사람과 사람 사이의 이해와 공감으로 전제하고 이를 위해 어떻게 해야 할 것인가를 소통의 본질과 핵심을 위주로 살펴 보는데 있다. 흔히 소통능력을 말하기 능력으로 이해하는 경우가 있으나, 소통은 개인의 스피치 능력과 다르다. 짧은 시간 만에 개인의 말하기 능력은 향상시킬 수 있지만 소통은 이해와 접근법이 다르다는 점에서 소통에 대한 근본적 이해와 성찰, 그리고 말과 소통의 차이에 대한 이해가 필요하리라 생각한다. 이해를 돕기 위한 글이니 만큼 쉽게 쓰여졌음을 이해해 주기 바란다.

II. 커뮤니케이션의 본질과 핵심요소

1 커뮤니케이션 본질

커뮤니케이션은 소통이라는 말로 번역된다. 간단히 말하면 '상호간의 이해' '상대방과 공감하기' '상대방과의 나눔과 교감' 이라는 의미이다. 그런데 우리는 흔히 커뮤니케이션(communication)을 사전적으로 '전달, 통신, 연락' 등으로 이해하는 경우가 많다. 그러다보니 소통을 잘하기 위해 말하기를 배우고자 한다. 하지만 이는 소통의 의미를 송신자 중심의 일방향적 정보전달로 이해한 잘못된 발상이다.

사실 말을 잘하는 것이 소통을 잘하는 것은 아니다. 오히려 말을 잘해서 국민들로부터 신뢰감을 받지 못했던 정치인을 우리는 여럿 보아왔다. 소통은 말보다는 마음을 움직이는 일에 가깝다고 할 수 있다. 메시지로 나타나지는 않지만 느껴지고 확신이 들게 될 때, 우리는 비로소 소통에 성공했다고 할 수 있다. 이런 시각에서 보면 현대사회, 특히 국민의 주권이 향상되고 정보해독력이나 이해력이 증진된 사회에서는 더 이상 일방향적인 송신자 중심 사고는 소통의 걸림돌로 작용할 수밖에 없다. 본래 커뮤니케이션의 어원도 라틴어 커먼(common)과 그 동사형 커뮤니카레(communicare)에서 어원을 찾을 수 있는데, 커뮤니카레는 즉 ‘함께 만들다’는 의미이다. 소통이 원활해지기 위해서는 송신자나 수신자가 함께 소통을 위해 참여하고 노력해야 한다는 것이다.

그렇다면 커뮤니케이션, 즉 소통은 어떤 속성을 가지고 있을까. 그 특성을 하나씩 살펴보자. 커뮤니케이션, 즉 소통은 첫째, ‘진행형’이라는 사실을 인식하는게 필요하다. 정적으로 머물러있는 것이 아니라 진행 중인 동적인 과정이며 커뮤니케이션의 각 요소가 살아 움직이는 유기체로 피드백(feedback)에 따라 순간순간 변화한다는 것이다. 사람도 변하고 상황도 변하고 매체도 변하기에 사랑 고백의 방법이나 내용도 달라져야 한다는 말이다. 시대가 바뀌는데 과거의 전통적인 메시지 전달법을 고수한다면 소통의 효율성이 떨어질 수밖에 없다는 것을 시사하고 있다.

둘째는 커뮤니케이션은 ‘상호 연관적’이다. 메시지를 주고받는 사람이 서로 연결되어있고 이들의 관계는 상대적이라는 말이다. 다시 말해 내가 하는 것에 따

라 나도 그만큼 하겠다는 것이다. 사랑을 생각해보면 남녀관계는 정확히 여기에 해당한다. 내가 얼마만큼 내게 헌신하는가에 따라 나도 그만큼 상응하는 노력을 하겠다는 것이다. 매우 이기적인 것 같지만 어떻게 보면 합리적인 선택과 행동가치라고 할 수 있다. 국민의 여론을 살피고, 여론에 맞추어 국정의 방향을 조정해가는 것이 정치이듯, 국민의 요구와 바람, 필요에 맞추어 기상청의 정보제공 방식도 변화해야 할 필요가 있다는 말이다. 상대를 배려하지 않는 커뮤니케이션의 행위는 일방적이거나 무례함 등으로 나타나서 결국 외면을 받을지 모른다.

셋째, 커뮤니케이션의 특징은 ‘복합적’이다. 커뮤니케이션 참여자는 사실 온몸으로 커뮤니케이션을 한다. 머리, 감정만 따로 움직이는 것이 아니라 감정과 이성, 육체와 정신을 동시에 작동하며 행위한다. 대화를 한다는 것은 사실 말을 듣는 게 아니라 그 사람의 표정이나 자세, 옷차림, 손짓 등을 함께 보고 듣는 행위이다. 가령 영화 한편을 볼 때도 영상과 음향을 통해 내용을 받아들이는 것 뿐 아니라, 과거의 경험, 감정상태, 지식, 신체상태 등 복합적 요소가 메시지의 해석과 내용 이해에 작동하고 있음을 우리는 쉽게 알 수 있다. 정부가 발표하는 메시지를 메시지만으로 듣는 사람은 많지 않다. 의도가 있는지, 추구하고 지향하는 것은 무엇인지, 발표 내용은 신뢰할 만한 것인지 온갖 지성과 감성, 경험 등이 정보해석에 동원된다. 우리가 사람을 평가할 때도, 그가 하는 말을 전부로 여기지 않는다. 그가 하는 말의 내용도 중요하지만, 그가 평소의 나에 대한 태도가 어떠한지, 과거의 행적은 어떠한지, 그의 말에 일관성은 있는지 등을 평가하고 판단한다. 때문에 말은 말만으

로 독립적으로 기능하는 것이 아니라, 평소 상대방과의 관계나 인식정도에 따라 그 말의 신뢰성 여부가 결정된다는 점을 주의해야 한다.

넷째는 커뮤니케이션은 '상징적'이다. 상징 부호를 통해 의미를 전달한다는 것이다. 물론 가장 많이 사용하는 상징은 문자와 언어이다. 하지만 말 외에 모든 것이 메시지가 될 수 있다. 실제로 우리는 오감으로 상대를 인지하고, 옷차림, 악수할 때 힘, 웃는 스타일, 냄새, 걸음걸이 등으로 상대의 메시지를 전달받는다. 나에게 호감을 보이는지, 관심이 있는지, 말보다는 다른 정보가 더 중요해지는 경우가 많다. 옷차림도 커뮤니케이션의 전략이 될 수 있고, 나를 향해 먼저 인사를 했다는 이유만으로 공연히 그 사람에게 호감이 가는 경우가 그것이다.

물론 상징을 사용하는 일은 결코 쉽지 않다. 적절하게 사용해야 하기 때문이다. 상징을 잘못 사용하면 의도한 목적과 달리 의미의 손실, 왜곡 현상이 발생할 수 있다. 가령 정부정책의 이해를 돕고자 정보를 제공하였는데, 그것이 오히려 불리한 여론으로 형성되는 경우가 있을 수 있다. 정보제공의 유무, 어떤 정보를 제공할 것인가 등의 선택은 그래서 더욱 신중할 필요가 있다.

다섯째는 '목적적'이다. 소통은 필연적으로 어떤 효과를 발생시킨다. 의도적이든 비의도적이든 결과가 그렇게 나타난다는 것이다. 하지만 메시지를 보내는 송신자가 어떤 목적을 가지고 소통을 시도하는가를 인식하는 것은 매우 중요하다. 자신의 소통 목적이 학습인지, 관계를 추구하는 것인지, 도움을 주거나

영향을 미치기 위한 것인지, 단지 유희의 목적으로 행하는 것인지 분명히 해야 한다는 것이다. 소통 자체에 매달리다 보면 자신의 소통 목적을 잃어버리는 경우가 많기 때문이다.

마지막으로 커뮤니케이션은 '반복불가'의 특성을 지닌다. 한번 뱉은 말은 회수하기 어렵다. 한번 전달한 정보를 수정하기란 거의 불가능하다. 때문에 정보전달에 있어 신중해야 함은 말할 필요가 없다. 그것이 정부차원의 정보라고 하다면 검토와 확인 작업이 필수적일 뿐 아니라 거듭 강조되어야 한다는 것이다.

2 커뮤니케이션 핵심요소

이와 같은 속성을 지닌 커뮤니케이션은 누가 어디에서 어떻게 해야 하는 것일까. 소통을 행함에 있어 고려할 문제는 무엇이며 어디에 주안점과 초점을 모아야 하는 것일까. 상대방의 이해와 공감을 일으키기 위한 효과적인 커뮤니케이션의 핵심요소들은 무엇이 있을까. 소통의 핵심요소를 점검해 보도록 하겠다.

첫째, 커뮤니케이션은 상황을 고려할 필요가 있다. 상황이라 하면 흔히 시·공간적 요소와 사회심리학적 상황으로 구분할 수 있는데, 물리적 상황은 장소, 시간적 상황은 시기와 시간, 심리적 상황은 상대와의 관계로 쉽게 설명할 수 있다. 가령 상대가 누구냐에 따라, 어디에서 언제 만나느냐에 따라 우리는 옷차림을 달리 고려하게 된다. 정부가 좋은 뉴스를 국민에게 제공하고 싶다면 월요일 아침, 뉴스의 집중도가 높은 날을 선택하는 것이 좋을 것이고, 그

것이 부정적인 정보라면 가능한 한 주말에 흘려서 관심을 분산시키는 것이 홍보의 요령이다. 커뮤니케이션은 이렇듯 항상 특정한 시간과 공간이라는 상황 속에서 발생한다. 그리하여 커뮤니케이션의 성패를 결정하는 중요변수로 작동한다. 일기정보는 이른 아침이나, 늦은 밤 사람들의 궁금증을 유발한다. 이미 해가 중천에 떠있거나 비가 내리고 있는 상황이라면 사람들의 정보욕구는 감소할 수밖에 없다. 시간과 장소에 맞추어 우리는 어떤 정보를 제공할 것인가. 전략적인 메시지 접근법이 필요하다 할 것이다.

두째, 커뮤니케이션은 메시지를 보내는 사람과 받는 사람이 필연적으로 존재한다는 점이다. 누군가는 메시지를 보내고 누군가는 받는다는 말이다. 그렇다면 누가 보내고 누가 받는지를 꼼꼼하게 챙겨볼 필요가 있다. 우리는 흔히 소통보다 정보 자체의 질이나 내용에 더 몰두하는 경향이 있다. 하지만 소통의 당사자를 고려하지 않는 소통은 실패하기 쉽다. 교수의 성향을 맞추지 못한 답안이나 리포트는 좋은 결과를 내기 어렵다. 꽃을 좋아하지 않는 연인에게 전해지는 꽃의 아름다움은 무력하기 짝이 없다. 같은 맥락에서 누가 메시지를 보낼 것인가도 고려해야 한다. 송신자의 선택은 영업사원의 능력에 따라 회사 매출이 달라지는 것과 같다. 메시지가 동일하다 해도 그것을 누가 누구에게 적절히 전달하느냐가 소통의 핵심이다.

세째, 부호(Encoding)와 해독(Decoding)의 방법론이다. 앞서 커뮤니케이션은 복합적으로 작동한다고 했다. 상징의 사용에 유념해야 한다는 것이다. 메시지를 어떻게 구사할 것인가의 고려도 필요하고, 그

것이 어떻게 해독될 것인지도 염두에 뒀야 한다. 다시 말해, 내가 원하는 소통의 효과를 극대화하기 위해 메시지를 적절하게 구성하고 표현방법을 개발하는 것은 필수적이라고 할 수 있다. 물론 이것은 말의 유창함을 말하는 것이 아니다. 너무 유창한 언변이 오히려 역작용 일으킬 수도 있으며, 적절한 침묵이 훌륭한 메시지 수행능력이 된다. 상황에 맞추어 적절한 메시지를 구사하는 능력은 효과적인 소통을 위해 필수불가결하다.

넷째, 채널(Channel)이다. 동일한 메시지라 하더라도 어떤 채널을 사용하느냐에 따라 커뮤니케이션의 결과가 달라진다. 사랑고백은 여전히 문자보다 편지가 좋다. 편지가 갖는 낭만적 속성 때문이다. 텔레비전 보다는 라디오를 선호하기도 한다. 그 경우엔 아마도 밤늦은 시간이 아닐까 싶다. 신문이나 잡지도 성격이 다르다. 매체마다의 속성과 특징, 메시지 전달의 효력이 다르다는 말이다. 정보제공은 단순히 내가 가진 메시지의 전달이 아니라, 이렇듯 어떤 매체를 선택할 것인지, 한 번에 한 가지 매체를 활용할 것인지, 동시에 다매체를 활용할 것인지 등을 고려해야 한다. 어떤 매체를 선택하느냐에 따라 광고 효과가 달라진다는 말을 들어보았다면 매체 선택에 신중해야 한다는 말은 빈말이 아니다. 이것은 어떤 선물을 주느냐에 따라 사랑고백의 결과가 달라지는 것과 같다.

다섯째, 피드백(Feedback)이다. 피드백은 상대의 반응을 말한다. 반응은 긍정적인 것도 있고 부정적인 것도 있으며, 적극적, 소극적 또는 즉시적, 지연적인 것도 있다. 내가 보낸 메시지에 보내온 긍정적인 피

드백은 나로 하여금 자존감을 높여주고, 일의 열성을 북돋아주는 데 비해, 부정적인 피드백은 자존감을 상하게 만들고, 일하고 싶은 욕구를 감소시킨다. 때문에 피드백은 그 자체가 문제가 아니라, 그것을 어떻게 받아들여서 긍정적이고 발전적인 방향으로 활용하는가가 더 중요하다. 국민의 반응이 시원치 않음에도 내가 가던 길을 고집한다면 그것은 국민에 봉사하는 기관의 태도는 아니다. 국민과 호흡한다는 말은 그들의 반응에 민감하고 귀기우려 그들의 요구와 필요를 충족시켜줄 수 있도록 노력하는 일이다. 교수에게도 좋은 강의란 학생들의 반응을 고려하여 적절하게 강의수준과 내용을 조절하는 것이 핵심이다.

여섯째, 커뮤니케이션은 필연적으로 소음(Noise)을 발생시키는 점에 주목할 필요가 있다. 이때 소음이란 송신자와 수신자 사이의 원활한 소통을 방해하는 모든 요소를 가리킨다. 다시 말해, 물리적 잡음, 시끄러운 장소, 추위와 더위, 선글라스 등 유형의 것도 있고, 청각장애, 불분명한 발음, 말투, 사투리, 배타적 태도나 편견 등 개인의 성향이나 태도에 따른 무형의 것도 있다. 소통의 효과를 극대화하기 위해서는 소음을 차단하는데 주력할 필요가 있다. 가령 프레포즈를 하기 위해 조용한 장소를 모색하는 것처럼, 효과적인 대국민 소통을 위해서는 그들이 갖고 있는 부정적인 선입견이나 오해, 이해부족 등을 먼저 선결해야 한다. 기상청은 국민과의 소통에서 어떤 방해요소를 갖고 있는가? 그것은 간단히 해소될 수 있는 것인가, 아니면 시간이 필요한 것인가 국민과의 소통을 가로막는 요소들을 스스로 점검해 볼 필요가 있다.

일곱째, 소통을 원활히 하기위한 경험의 공유를 들 수 있다. 이는 소통에 있어 참여자가 같은 경험을 가지고 있다면 소통이 매우 쉬워진다는 점을 가리키는 것이다. 반대로 공통의 경험이 없다면, 커뮤니케이션은 어렵다는 것이다. 가령 자국민에 비해 외국인과 소통하는 일은 쉽지 않다. 국민과 달리 일일이 설명을 해주어야 하기 때문이다. 음식하나를 먹더라도 이거저거 설명하느라 밥이 어디로 들어가는지 몰랐던 경험은 겪어본 사람만이 안다. 자국민간에도 어려움이 없는 것은 아니다. 문화적 차이, 신분 차이, 세대별 차이란 이런 경험의 차이를 말한다. 노사협상, 남북회담이 어려운 것은 서로간의 경험이 다르기 때문이다. 기상청이 국민과의 소통이 어렵다면 서로가 나눈 경험이 일천해서 그런 것은 아닐까 생각해 본다. 가끔 아버지 일터에 자녀가 현장체험을 하는 경우가 있는데, 이해증진에 이만큼 좋은 것은 사실 없다. 기상청을 직접 눈으로 보고 일기예보가 어떤 과정을 통해 전달되는지를 체험한다면 이처럼 좋은 소통방법은 없다. 경험의 공유는 과거의 일이 아니라, 현재와 미래에도 소통을 위한 핵심사항이다.

마지막으로 커뮤니케이션의 효과, 즉 영향을 언급하지 않을 수 없다. 앞서 커뮤니케이션은 목적을 갖는다고 했다. 효과란 이러한 목적을 세가지 차원에서 재구성한 스펙트럼이다. 만약 우리가 누군가와 소통을 한다면 그것은 필연적인 효과를 발생시킨다. 물론 그 효과는 단기적이거나 장기적으로 나타날 수 있다. 효과의 차원은 인지적 효과, 태도와 의견의 변화, 행위나 행동의 변화이다. 가령 뉴스를 보게 되면 그것이 전달한 사건이나 상황을 알게 되고(인지), 그 사건에 대한 자신의 견해가 생기며(의견, 태도),

비슷한 상황에서 내가 어떤 행동을 할지 영향을 받는다(행위). 물론 의도하지 않았음에도 결과가 나타나는 경우도 있다. 옆에서 얼핏 들은 정보가 때로 중요한 선택의 지침이 되기도 한다. 화장품 가게에서 종업원들끼리 나누는 대화를 듣게 된다면 그 정보는 상품 선택의 중요한 기준이 될지 모른다.

이러한 소통의 효과를 송신자의 입장에서 다시 재구성해 보면, 우리가 누군가와 소통한다는 것은 단순히 그에게 정보를 제공하는 것이 목적인지, 그의 의견이나 태도를 바꾸는 것이 목표인지, 아니면 나아가 그의 행동변화를 촉구하는 것인지를 잘 구분할 필요가 있다는 것이다. 막연히 정보를 제공하는 것만으로 소통이 될 것이라는 기대는 막연하고 불투명한 소통의 방법이 되기 쉽다는 것이다.

이렇게 볼 때, 전체적으로 소통을 잘한다는 것은 자신과 타인에 대해 얼마나 잘 알고 있으며, 내용을 물론, 그 내용을 어떻게 전달할 것인가의 방법을 고려하는 일이며, 시간과 장소 등의 상황은 물론 상대의 반응에 얼마나 적절히 대처하는 능력을 포함한다. 뿐만 아니라, 그들과의 공통점을 고려하고, 내가 어떤 목적으로 커뮤니케이션을 하고 있는지 목적도 면밀히 살펴보아야 한다. 때문에, 좋은 커뮤니케이터란 상황을 잘 고려하고, 가장 최적의 메시지를 구사하는 사람이며, 적절한 피드백에 맞추어 메시지의 내용이나 완급을 조율하며, 가장 효과적인 메시지 전달력으로, 주어진 시공간 하에서 의도한 목적을 달성하는 사람을 말한다. 기상청의 대국민 소통은 이러한 맥락위에서 그 방법을 하나씩 살펴보아야 할 것이다.

III. 기상청의 소통방법

유홍준의 「나의 문화유산답사기」에 보면 “사랑하면 알게 되고, 알게 되면 보이니, 그때 보이는 것은 예전과 같지 않다”는 말이 있다. 사랑하게 되면 그 사람에게 대해서 더 깊게 알게 된다는 것이다. 여기서 사랑은 서로 간의 관계를 의미한다. 나와 상대방이 연결되어야 한다는 말이다. 무심하고 무관심하다면 사랑은 발생하지 않는다. 그렇다면 어떻게 하면 그가 내게 관심을 갖게 할 수 있을까? 어떻게 하면 국민이 기상청에 관심을 갖게 되고, 나아가 기상청을 사랑하게 될까?

커뮤니케이션은 송신자가 수신자에게 메시지를 보내는 행위로 시작한다. 이때, 올바른 소통이 이루어지기 위해서는 먼저 송신자와 수신자간의 이해가 전제되어야 한다. 누가 이 메시지를 보냈는지 그는 신뢰할 만한지, 이 정보를 있는 그대로 받아들여야 하는지 그런 판단여부는 서로간의 평소 인식이 중요하게 작동한다.

그러한 맥락에서 소통을 위한 첫 번째 순서는 송신자 스스로 자기의 현재 모습을 제대로 점검해 보아야 할 필요에 있다. 자신이 가진 신뢰성의 정도는 얼마만큼인지, 상대방이 자신에 대해 좋은 인상이나 경험을 가지고 있는지, 또 스스로의 장점과 단점, 한계는 무엇인지 자신이 가진 속성들을 꼼꼼이 들여다보아야 한다는 것이다. 그리하여 문제가 있다면 그것을 교정하고 장점은 발전시키는 것이 소통의 효율성을 높이는 지름길이 된다. 기상청의 경우를 보면 현재 기상청에 대한 국민의 인식수준과 평가, 이

미지는 어떤지, 서로간의 소통의 걸림돌은 없는지, 혹 나의 소통 방법에 문제는 없는지 등을 살펴보아야 할 것이다.

자신에 대한 점검이 끝나면 다음으로 수신자에 대해 보다 자세히 알 필요가 있다. 국민이 기상청에 대해 무엇을 알고 있는지, 그들의 지식이나 이해의 정도는 얼마나 되는지, 공감을 위한 개선의 여지는 있는지 등을 살펴보아야 한다. 믿어지지 않겠지만 국민 누구는 혹 기상정보를 KBS나 MBC가 자체적으로 수집하여 전달하고 있는 것으로 오해하고 있는 경우는 없는지 등도 확인해 보아야 한다. 이러한 점검이 이루어져야 소통을 위해 무엇이 선결 요인인지 찾아낼 수 있을 것이다.

그렇다면 현재 기상청에 대한 국민의 인식은 어느 정도일까. 멀리 물어볼 필요없이 내 수준에서만 이야기 해보자. 사실 난 기상청에 대해 일기예보 수준 이상의 인식을 갖고 있지 않다. 대부분의 국민들도 기상청에 대해서 가지고 있는 인식이나 정보의 수준이 일기예보를 넘어서기 힘들 것이다. 그런 이유로 내게 기상청은 일기예보 하는 곳이다. 다시 말해 일기예보 수준을 기상청의 수준으로 단순화하고 있다는 것이다. 때문에 일기예보가 맞고 안 맞고를 기상청의 능력이라고 생각한다. 일기예보가 틀리면 기상청에 대해 원성을 쏟는 이유이다. 물론 잘 맞는다고 그 능력을 칭찬해주는 데도 인색하지만 말이다. 기상청 담당자들로서는 억울하고 답답한 일일 것이다. 하지만 국가기관에 대해 국민이 특별히 감사하지 않는 것은 어쩔 당연할지 모른다. 공무원의 역할과 기능은 본래 그렇게 하라고 주어진 것이라는 생각 때

문이다. 기상청 관계자로서는 기분이 좋을 리 없다. 하지만 그게 보통 국민의 인식 수준이다.

그런데, 기상청을 국민들은 싫어할까? 다행인 것은 일기예보에 대해 불평은 할지언정 기상청을 특별히 싫어하는 사람도 없다는 점이다. 분명히 이것은 기회이다. 다시 말해 기상청과 국민간의 좋은 소통이 얼마든지 가능할 수 있다는 희망이다. 사실 기상청은 정치적인 색깔을 가지고 있는 기관이 아니고, 특별히 호불호를 결정할만한 요인도 가지고 있지 않다. 그리고 매일매일 예보가 맞기도 하고 틀리기도 하기 때문에 여기에 대한 평가자체를 하기도 어렵다. 국민들이 기상청에 기대하는 소통수준은 매우 단순하고 목적적이다. 일기예보의 주체나 예보가 이루어지는 과정에는 관심이 없으며 어찌되었든 결과만 취하려고 한다. 결과가 틀리면 주체에 대한 비난이 일순간에 향하는 이유이다. 하지만 한 가정에서도 가장이 사업에 실패했다고 해서 당장 가장을 비난하지는 않는다. 평소 가장에 대한 신뢰감이 있고 가장이 어떻게 가정을 이끌어왔는지를 가족들이 잘 이해하기 때문이다.

국민들이 기상청에 기대하는 요구수준은 사실 오늘 우산을 가져가야 할 지 말아야 할 지, 옷을 두껍게 입어야 할 지 얇게 입어야 할 지와 같은 매우 단순한 정보이다. 이러한 국민들의 기상청에 대한 인식과 기대수준은 기상청이 국민과의 소통을 그런 방식으로 길들여온 결과이다. 사정은 있겠지만 5분 정도의 시간에 전국의 날씨를 전달하는 것 외에 기상청에 대해 우리는 아는 것이 없다. 기상청은 날씨 예보 외에 어떤 일을 하는 곳인가? 알려진 것이 없다

고 기능과 활동이 없다는 말은 아닐 것이다. 만약 다른 활동을 하고 있다면 알려주고 이해와 공감의 폭을 넓혀야 한다.

위와 같은 보편적 인식하에 기상청이 국민과의 원활한 소통을 위해 무엇을 해야할 지를 커뮤니케이션의 입장에서 다음과 같이 몇 가지로 제안하고 결론을 대신하고자 한다.

첫째, 기상청은 자신이 하는 일을 알려주어야 한다. 현재처럼 일기예보가 기상청으로 등식화되는 한 기상청의 존재는 드러나지 않는다. 그런데 존재를 드러내지 않고는 사랑의 대상이 될 수 없다. 존재가 인지되어야 님도 되고 적도 되는 법이다.

둘째, 이를 위해서는 다양한 채널을 활용하여 기상청에 대한 기사와 프로그램, 활동 등을 보여주어야 한다. 기상관련 프로그램을 개발하거나 방송사의 프로그램 기획단계에 참고할 수 있도록 정보를 제공, 협조를 구해야 한다. 사실 국민들은 과학정보에 대해 의외로 관심이 많다. 그 관심의 일단을 충족시킬 수 있다면 기상청이 가진 정보만으로도 얼마든지 국민을 매혹시킬 수 있을 것이다. 가령 기상예보가 어떤 과정을 통해 이루어지는지도 보여주고 이해를 구해야 한다. 틀리는 이유는 무엇이며 한계와 어려움은 무엇인지 이해를 구해야 할 필요가 있다.

셋째, 이러한 정보와 인식 확신을 위해서는 기상청

의 내부 인사가 나서도 좋지만, 외부의 오피니언 리더들을 개발, 그들을 적극적으로 활용할 필요가 있다. 그들이 이미 기상청에 대해 사전지식이 풍부하다면 좋겠지만, 만약 그렇지 못하다면 그들이 경험의 폭을 넓혀주고 기상청이 하는 일을 새롭게 인식할 수 있도록 도와주어야 한다. 하여 그들 스스로가 기상청의 대변자가 되도록 해야 한다. 만약 그들이 자신이 가진 지위와 영향력을 통해 기상청을 대신하여 일기예보가 틀릴 수밖에 없는 변수에 대해서 설명해 줄 수 있다면 국민들의 기상청에 대한 이해도는 훨씬 높아질 수 있을 것이다.

넷째, 국민과의 보다 직접적인 접촉 채널을 확보할 필요가 있다. 삶의 체험 현장은 아니더라도 방문, 견학, 체험, 봉사 등의 여러 방법을 통해 국민들이 기상청을 직접 가서 볼 수 있는 기회를 제공해 주어야 한다. 유흥준의 말처럼 보게 되면 알게 되고 알게 되면 사랑이 싹트는 법이다.

대국민 소통, 너무 어렵게 생각할 필요가 없다. 정부 차원에서 행해지는 홍보(Public Relations, PR)란 피할 것은 피하고 알린 것만 알린다는 의미가 아니다. 그렇게 해서 국민과의 소통이 성공할리 없다. 홍보는 공중과의 관계를 의미한다. 국민과의 관계가 개선될 때, 정부와 국민과의 소통은 쉽게 풀리게 된다. 소통은 얼마나 적절한 수단을 사용하는가에 달려있는 것이 아니라, 그 둘 사이의 관계가 어떤가에 달려 있다는 점을 인식할 필요가 있다.

날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍 개최 후기

김 정 윤

국립기상연구소 정책연구과 연구사

yjk@kma.go.kr

I. 서 론

국민 생활 속에 날씨정보의 영향력이 확대됨에 따라 날씨와 기후정보에 대한 국민들의 수요가 점차 다양해지고 있다. 기상청은 국민들의 날씨에 대한 가치와 인식의 패러다임을 전환하고 지역현장의 목소리를 찾아가서 듣는 ‘날씨공감포럼’을 2009년 5월부터 전국 5개 지방청을 순회하며 개최하였다. 이번 포럼을 통하여 얻어진 다양한 지식과 정보를 상호 공유하여 한층 발전된 국민소통 강화 방안을 도출하고 향후 기후변화에 대한 대국민 인식과 이해 증진을 위한 「기후변화공감포럼(가칭)」을 체계적으로 추진하기 위하여 ‘날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍’을 2009년 11월 23~24일 양일간 대전 스파 피아호텔에서 개최하였다.

II. 워크숍 주요내용

이번 워크숍은 기상청장을 비롯하여 본청, 연구소 및 지방청 날씨공감포럼 관계자들이 참석한 가운데 날씨공감포럼 발전을 위한 정책 방안에 대해 주제발표와 토론을 하였다[그림 1].

1. 주제발표

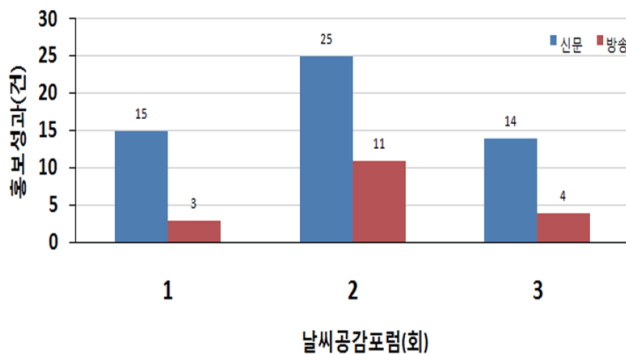
김백조 과장(국립기상연구소)은 날씨공감포럼의 주요성과로 ① 지역민들의 생생한 목소리를 찾아가서 듣고 생활 속 기상에 대한 중요성을 상호 인식할 수 있는 소통의 장 마련, ② 과거 일방적인 날씨지식에 대한 이해요구에서 탈피하여 새로운 기상문화 창출을 위해 국민들과 상호 공감할 수 있는 소통방법을



[그림 1] 「날씨공감포럼 발전을 위한 정책워크숍」기념사진 및 분임토의.

로의 전환, ③ 기상·기후 정보 중요성에 대한 인식의 저변 확대와 기상정보의 무한한 활용가능성 및 국민생활과의 밀접한 관련성을 재인식 할 수 있는 계기 마련 등을 꼽았다. 특히, 이번 포럼을 통하여 기상업무에 대한 대국민 만족도 상승, 기업의 기상정보 활용에 대한 중요성을 높이 평가하는데 긍정적인 역할을 하였다.

또한, 주요 언론 매체를 통한 '날씨공감포럼' 홍보실적은 방송 18회, 신문 54회로 집계되었다[그림 2].



[그림 2] 날씨공감포럼의 언론홍보 실적.

정금융 서기관(기상청 대변인실)은 '지역포럼 홍보 활성화 방안'이라는 주제발표에서 그동안 개최된 포럼의 언론홍보 내용을 방송과 신문으로 나누어 분석하였다. 방송을 통한 홍보는 방송시간대와 뉴스순위, 방송내용, 방송횟수로 분석하였고, 신문은 지면위치(1면/사회면/기타 등), 기사비중, 기사분량, 주제발표/토론 소개 유무, 인터뷰 유무, 보도시점 등으로 나누어 분석하였다. 그 결과, 여러 매체에 보도된 우수사례는 강원(청)이 개최한 제3회 날씨공감포럼으로 '지구온난화가 건강에 미치는 영향'이란 주제발표가 다수의 언론을 통해 보도되었다고 설명하였다. 주요기사별 분석에서 선정된 우수사례는 부산(청)이 개최한 제2회 날씨공감포럼으로 '대구의 기후변화'라는 주제발표에서 연도별, 지표별 변화 수치화를 통해 표물, 지도, 그래프가 뒷받침됨으로써 많은 신뢰도를 얻었다고 밝혔다. 마지막으로 '날씨공감포럼' 관련보도를 유도한 우수사례는 '디자인과 기상산업의 만남'이라는 주

제로 개최된 광주(청)의 제1회 포럼있으며, 기상청장 인터뷰와 연계하여 많은 언론홍보가 이루어 졌다고 선정이유를 설명하였다.

2. 초청강연

김연중 교수(단국대학교 언론홍보학과)는 최근 국민과의 소통에 대한 중요성이 새롭게 인식되고 있는 상황에서 '날씨에 대한 공감 커뮤니케이션'이라는 주제의 초청강연을 하였다. 이번 강연에서는 국민들로부터 좀 더 신뢰 받는 기상청이 되기 위해 필요한 세 가지 의견을 제시하였다: ① 커뮤니케이션의 필수요소인 과정보다 목적에 부합되게 정보 생산, ② 복잡한 설명보다 단순하게 정보 전달, ③ 상황보다 호의적으로 다가 설 것.

또한 국민들이 국가차원에서 기상청에 가지고 있는 기대치를 커뮤니케이션 관점에서 보면, 매우 목적적이라고 지적하였다. 일반적으로 국민들은 과정이 어찌되었든 결과만 취하려고 하고 과정에 대해서는 주목하지 않는다. 오늘 우산을 가져가야 될 지 말아야 될 지, 옷을 두껍게 입어야 될 지 얇게 입어야 될 지와 같이 매우 단순한 사항을 중시한다. 따라서 기상청이 국민과 소통을 하기 위해서는 복잡한 과정을 어떻게 단순화 시켜서 설명할 것인지의 문제와 무지와 상황에 대한 관점의 문제가 있다. 기상청은 국민에게 봉사를 하는 조직으로 뭔가를 더 많이 알려주고 싶어 한다. 그러나 국민은 직접 경험하지 않으면 기상청에 대해 알 수가 없으며, 기상청에 대해 알지 못하면 호감이 생기지 않기 때문에 커뮤니케이션이 되지 않는다. 그렇기 때문에 국민들에게 많은 경험

을 할 수 있는 기회를 제공하여 기상청을 이해할 수 있도록 해야 한다. 또한, 오피니언 리더들에게 기상청에 대한 다양한 경험을 하게 해주고, 일기예보가 틀릴 수밖에 없는 변수에 대해서 설명을 해주어야 한다. 마지막으로 기상청을 대언해 줄 수 있는 사람을 찾아서 그 사람들이 언론의 주목을 받게 된다면 기상청에 대한 이해가 높아질 수 있다고 제안하였다.

3. 분임토의

지방청별 '날씨공감포럼' 개선방향에 관한 토의에서는 포럼의 체계적 기획 및 지방청 역할 확대, 포럼의 진행 내실화에 대해 의견들이 제시되었다. 또한 각각의 지역 특색에 맞는 주제선정 및 포럼개최 지역의 다양화, 포럼시간의 조정, 지역 주요기관 및 단체 등을 대상으로 소규모 발표자를 3~4인으로 한 심포지엄 등 다양한 회의 방식이 언급되었다.

분임토의는 '2010년도 기후변화공감포럼(가칭) 발전 방안'을 주제로 참석자들이 세 개의 그룹으로 나누어 자유토론 형식으로 진행되었다. 2010년 포럼에는 ① 기관단체 뿐만 아니라 산업계, 여성단체, 스포츠계, 환경단체, 농업 및 어업 종사자 등 그 지역의 특성에 맞는 참석자 선정, ② 포럼 추진일정을 연초에 미리 계획·통보하여 지방청이 발표자 선정 및 장소 섭외 등 제반 준비를 충분히 할 수 있는 기간 확보, ③ 포럼 참석자들이 기상청에서 주최한 포럼의 의미를 잊지 않도록 사후관리 강화, ④ 지방자치단체에서 운영 중인 기후변화대책위원회를 포럼과 연계시켜 지자체 사업과 포럼간의 상생효과 창출, ⑤ 포럼 운영 시 국립기상연구소에서 일괄 용역(한국기상산

업진흥원)을 줌으로써 통일성 있는 프로그램 운영이 필요하다는 의견이 제시되었다.

포럼 주제발표에 대해서는 “새만금 개발에 의한 기후변화” 등과 같이 지역민에 관심 있는 주제 선정이 필요하며 해수온이 올라가면 해수면이 얼마가 상승되고 지형이 어떻게 변화된다는 결과까지 발표할 수 있는 발표자를 선정해야 한다는 제안도 있었다. 또한 행사기간을 조정하여 봄에는 황사, 여름의 집중호우, 가을의 태풍, 겨울의 폭설 등 시의성에 맞는 주제 선정이 필요하다는 의견이 나왔다. 그 외에 주제발표 시 지역 기후변화 영향 및 현황 등에 대한 연구 결과가 정량적으로 표출되어야 한다는 의견도 논의되었다.

III. 맺음말

올해 수도권 및 지방기상청 소재 주요 도시를 순회하면서 개최된 ‘날씨공감포럼’은 기상청 최초로 날씨

와 관련된 다양한 주제에 대해 국민들의 생생한 의견을 찾아가서 경청하고 서로 공감할 수 있는 장을 마련했다는 점에서 매우 의미가 크다. 이번 정책 워크숍은 이러한 행사가 일회성으로 그치지 않고 더욱 내실을 기하고 발전하기 위한 냉철한 반성과 함께 다양한 분야의 의견을 체계적으로 정리할 수 있는 계기가 되었다.

‘날씨공감포럼’에 이어 2010년에 수도권을 포함한 각 지방에서 순차적으로 개최되는 ‘기후변화공감포럼(가칭)’에서는 보다 많은 지역민들이 참여하여 기후변화에 대한 지역 현황 및 관련 산업 발전방향에 대해 논의될 예정이다. 향후 포럼에는 이번 정책 워크숍에서 논의된 내용들이 잘 반영되어 지역민의 의견이 실제 기후변화와 관련한 지역발전 정책에 활용될 수 있기를 기대해 본다.

기상기술정책지 발간 목록

창간호, 제1권 제1호(통권 창간호), 2008년 3월

칼 럼	·기후변화 대응을 위한 기상청의 역할	권원태	3-11
정책초점	·기후변화감시 발전 방향	김진석	12-18
	·미국의 기상위성 개발현황과 향후전망	안명환	19-38
	·기상산업의 위상과 성장가능성	김준모	39-45
	·최적 일사 관측망 구축방안	이규태	46-57
	·국가기상기술로드맵 수립의 배경과 의의	김백조, 김경립	58-61
논 단	·A New Generation of Heat Health Warning Systems for Seoul and Other Major Korean Cities	L.S. Kalkstein, S.C. Sheridan, Y.C.Au	62-68
해외기술동향	·프랑스의 에어로솔 기후효과 관측 기술	김상우	69-79
	·일본의 우주기상 기술	김지영, 신승숙	80-84

기상산업의 현황과 전략, 제1권 제2호(통권 제2호), 2008년 6월

칼 럼	·기후변화시대, 기상산업 발전상	봉종현	1-4
정책초점	·기상산업의 중요성과 전략적 위치	이중우	5-13
	·기후변화가 산업에 미치는 경제적 영향과 적응대책	한기주	14-22
	·기후경제학의 대두와 대응 전략	임상수	23-33
	·기후변화와 신재생에너지 산업	구영덕	34-45
	·기상산업 육성을 위한 정책대안 모색	김준모, 이기식	46-54
	·미국 남동부의 응용기상산업 현황	임영권	55-64
	·최근 황사의 특성 및 산업에 미치는 영향	김지영	65-70
논 단	·A brief introduction to the European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST)	Radan Huth	71-81
	·우주환경의 현황과 전망	안병호	82-92
해외기술동향	·유럽의 기후변화 시나리오 불확실성 평가 : EU(유럽연합) 기후변화 프로젝트를 중심으로	임은순	93-103
	·미국 NOAA의 지구 감시 현황	전영신	104-107

항공기 관측과 활용, 제1권 제3호(통권 제3호), 2008년 9월

칼 럼	·기상 관측 · 연구용 항공기 도입과 활용	정순갑	1-5
정책초점	·무인항공기 개발 현황 및 응용 방안	오수훈, 구삼옥	6-18
	·해외 기상관측용 항공기 운영 및 활용 실태	김금란, 장기호	19-34
	·항공기를 이용한 대기물리 관측 체계 수립 방안	오성남	35-45
	·효과적인 항공기 유지 관리 방안	김영철	46-56
	·공군에서의 항공관측 현황과 전망	김종석	57-66
	·항공기를 이용한 대기환경 감시	김정수	67-74
	·항공/위성 정보를 활용한 재해 피해 조사	최우정, 심재현	75-84
논 단	·유/무인항공기를 이용한 기후변화 감시	윤순창, 김지영	85-93
해외기술동향	·미국의 첨단 기상관측 항공기(HIAPER) 운영 현황	김지영, 박소연	94-99
	·미국의 탄소 추적자 시스템 개발 현황 및 전략	조천호	100-108
	·미국의 우주기상 예보와 발전 방향	곽영실	109-117
뉴스 포커스	·한국, IPCC 부의장국에 진출	허은	118-119

기상기술정책지 발간 목록

전지구관측시스템 구축과 활용, 제1권 제4호(통권 제4호), 2008년 12월

칼 럼	· 전지구관측시스템(GEOSS) 구축과 이행의 중요성	정순갑	1-5
정책초점	· GEO/GEOSS 현황과 추진 계획	엄원근	6-21
	· GEOSS 구축을 위한 전략적 접근 방안	김병수	22-31
	· GEO 집행위원회에서의 리더십 강화 방안	허 은	32-39
	· 국내의 분야별 GEOSS 구축과 발전 방안	신동철	40-41
	- 재해 분야	박덕근	42-44
	- 보건 분야	이희일	45-47
	- 에너지자원 분야	황재홍, 이사로	48-50
	- 기상 및 기후 분야	이병렬	51-53
	- 수문 및 수자원 분야	조호섭	54-56
	- 생태계와 생물다양성 분야	장임석	57-58
- 농업 분야	이정택	59-62	
- 해양 분야	김태동	63-67	
- 우주 분야	김용승, 박종욱	68-71	
논 단	· Taking GEOSS to the next level	José Achache	72-75
해외기술동향	· GEOSS 공동 인프라(GCI) 구축 동향	강용성	76-83
	· 최근 주요 선진국의 GEO 구축 현황	이경미	84-95
뉴스 포커스	· 한국, GEO 집행 이사국 진출	이용섭	96-97

기상장비의 녹색산업화 전략, 제2권 제1호(통권 제5호), 2009년 3월

칼 럼	· 녹색산업으로서의 기상장비 산업 육성 정책 방향	전병성	1-3
정책초점	· 기상장비의 산업여건과 국산화 전략	김상조	4-13
	· 기상장비 수출 산업화를 위한 성공전략	이종국	14-21
	· 기상레이더 국산화 추진 방안	장기호, 석미경, 김정희	22-29
	· 기상레이더의 상용화 현황과 육성 방안	조성주	30-41
	· 기상장비의 시장성 확보 전략 및 방향	이부용	42-51
논 단	· 외국의 기상레이더 개발 동향과 제언	이규원	52-72
해외기술동향	· 유럽의 기상장비 산업 현황: 핀란드 바이살라를 중심으로	방기석	73-80
	· 세계의 기상장비 및 신기술 동향	김지영, 박소연	81-89

기후변화와 수문기상, 제2권 제2호(통권 제6호), 2009년 6월

칼 럼	· 기후변화에 따른 수문기상 정책 방향	전병성	1-3
정책초점	· 기후변화와 물환경정책	김영훈	4-15
	· 기후변화에 따른 물 관리 정책 방향	노재화	16-27
	· 기후변화에 따른 하천 설계빈도의 적정성 고찰	김문도, 정창삼, 여운광, 심재현	28-37
	· 수문기상정보를 활용한 확률강우량 산정 방안	문영일, 오태석	38-50
	· 수문기상학적 기후변화 추세	강부식	51-64
	· 기상정보 활용을 통한 미래의 물관리 정책	배덕호	65-77
	· 이상가뭄에 대응한 댐 운영 방안	차기욱	78-89
논 단	· 기후변화의 불확실성 해소를 위한 대응방안	양용석	90-110
해외기술동향	· 미국의 기상-수자원 연계기술 동향	정창삼	111-121
	· NOAA의 수문기상 서비스 및 연구개발 현황	김지영 · 박소연	122-131
	· 제5차 세계 물포럼(World Water Forum) 참관기	김용상	132-140

기상기술정책지 발간 목록

기상 · 기후변화와 경제, 제2권 제3호(통권 제7호), 2009년 9월

칼 럼	· 기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 정책 방향	전병성	1-3
정책초점	· 기후변화에 따른 에너지정책	박현중	4-18
	· 기후변화 대응이 경제에 미치는 영향	박종현	19-29
	· 기후변화가 농업경제에 미치는 영향	김창길	30-42
	· 기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정	김정인	43-52
	· 기상산업 활성화와 과제	이만기	53-59
	· 날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언	김동식	60-69
논 단	· 기후변화와 새로운 시장	이명균	70-78
해외기술동향	· 기상정보의 사회 · 경제적 가치와 편익 추정	김지영	79-85
	· 강수의 경제적 가치 평가 방법론	유승훈	86-96
뉴스 포커스	· 기상정보의 경제적 가치 평가 워크숍 개최 후기	이영곤	97-103

날씨 · 기후 공감, 제2권 제4호(통권 제8호), 2009년 12월

칼 럼	· 날씨공감포럼의 의의와 발전방향	전병성	1-3
정책초점	· [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향	고상백	4-19
	· [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향	이재학	20-29
	· [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안	차두송	30-41
	· [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향	김의근	42-50
	· [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성	조명희, 조윤원, 김성재	51-60
	· [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성	김정배	61-72
	· [디자인] 생활디자인과 기후 · 기상과의 연계방안	김명주	73-88
논 단	· 국민과의 '소통' - 어떻게 할 것인가?	김연중	89-97
뉴스 포커스	· 날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍 개최 후기	김정윤	98-101

『기상기술정책』 투고 안내

투고방법

1. 본 정책지는 기상기술 분야와 관련된 정책적 이슈나 최신 기술정보 동향을 다룬 글을 게재하며, 다른 간행물이나 단행본에서 발표되지 않은 것이어야 한다.
2. 원고의 특성에 따라 다음과 같은 5종류로 분류된다.
(1) 칼럼 (2) 정책초점 (3) 논단 (4) 해외기술동향 (5) 뉴스 포커스
3. 본 정책지는 연 4회(3월, 6월, 9월, 12월) 발간되며, 원고는 수시로 접수한다.
4. 원고를 투고할 때는 투고신청서, 인쇄된 원고 2부, 그림과 표를 포함한 원본의 내용이 담긴 파일(hwp 또는 doc)을 제출하며, 일단 제출된 원고는 반환하지 않는다. 원고접수는 E-mail을 통해서도 가능하다.

원고심사

1. 원고는 편집위원회의 검토를 통하여 게재여부를 결정한다.

원고작성 요령

1. 원고의 분량은 A4용지 10매 내외(단, 칼럼은 A4용지 3~5매 분량)로 다음의 양식에 따라 작성한다.
 - 1) 워드프로세서는 ‘아래한글’ 또는 ‘MS Word’ 사용
 - 2) 글꼴 : 신명조, 글자크기 : 본문 11pt, 표·그림 10pt
 - 3) 줄간격 : 160%
2. 원고는 국문 또는 영문으로 작성하되, 인명, 지명, 잡지명과 같이 어의가 혼동되기 쉬운 명칭은 영문 또는 한자를 혼용할 수 있다. 학술용어 및 물질명은 가능한 한 국문으로 표기한 후, 영문 또는 한문으로 삽입하여 표기한다. 숫자 및 단위의 표기는 SI규정에 따르며, 복합단위의 경우는 윗 첨자로 표시한다.
3. 원고 첫 페이지에 제목, 저자명, 소속, 직위, E-mail등을 명기하고, 저자가 다수일 경우 제1저자를 맨 위에 기입하고, 나머지 저자는 그 아래에 순서대로 표시한다.
4. 원고의 계층을 나타내는 단락의 기호체계는 I, 1, 1), (1), ①의 순서를 따른다.
5. 표와 그림은 본문의 삽입위치에 기재한다. 표와 그림의 제목은 각각 원고 전편을 통하여 일련번호를 매겨 그림은 아래쪽, 표는 위쪽에 표기하며, 자료의 출처는 아랫부분에 밝힌다.
예) [표 1] [표 2]...[그림 1] [그림 2]

※ 출처:


6. 참고문헌

1) 참고문헌 표기 양식

- 참고문헌(reference)은 본문의 말미에 첨부하되 국내문헌(가나다 순), 외국문헌(알파벳 순)의 순서로 정리한다.
- 저자가 3인 이상일 경우, '등' 또는 'et al.'을 사용한다.
- 제1 저자가 반복되는 경우 밑줄(_)로 표시하여 작성한다.

2) 참고문헌 작성 양식

- 단행본 : 저자, 출판년도: 서명(영문은 이탤릭체). 출판사, 총 페이지 수.
(예) 홍성길, 1983: 기상분석과 일기예보. 교학연구소, 521pp.
Sutton, O.G., 1953: Micrometeorology. McGraw-Hill Book Co., 333pp.
- 학술논문 : 저자, 출판년도: 논문명. 게재지(영문은 이탤릭체), 권(호), 수록면.
(예) 허창희, 2006: 서울에서 1954-2005년 동안 관측된 설날 귀성에 따른 일교차의 변화. 대기, 16(1), 49-53.
Seinfeld, J., et al., 2004: ACE-Asia: Regional climatic and atmospheric chemical effects of Asian dust and pollution. Bull. Amer. Meteor. Soc., 5(3), 367-380.
- 학술회의(또는 세미나) 발표논문 : 저자, 발표년도: 논문명, 프로시딩명(영문은 이탤릭체), 수록면.
(예) 신경섭, 2005: 기상청 디지털예보 개발 및 운영계획. 한국기상학회 봄철 학술대회 논문집, 2-5.
Song, I.-S., and H.-Y. Chun, 2005: Impacts of convectively forced internal gravity waves in Whole Atmosphere Community Climate Model (WACCM). Proceedings of the Spring Meeting of the Korean Meteorological Society, 58-59.
- 인터넷자료 : 웹 페이지 주소
(예) <http://www.kma.go.kr/>



하늘을 친구처럼,
국민을 하늘처럼

Meteorological Technology & Policy

Volume 2, Number 4

서울시 동작구 기상청길 45
Tel. 02-6712-0235 / Fax. 02-849-0668
<http://www.kma.go.kr>