

기상기술정책

METEOROLOGICAL
TECHNOLOGY &
POLICY



"기상 · 기후변화와 경제"

칼럼

- 기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 정책 방향

정책초점

- 기후변화에 따른 에너지정책
- 기후변화 대응이 경제에 미치는 영향
- 기후변화가 농업경제에 미치는 영향
- 기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정
- 기상산업 활성화와 과제
- 날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언

논단

- 기후변화와 새로운 시장

해외기술동향

- 기상정보의 사회·경제적 가치와 편익 추정
- 강수의 경제적 가치 평가 방법론

뉴스 포커스

- 기상정보의 경제적 가치 평가 워크숍 개최 후기

2009.9



기상청 Korea
Meteorological
Administration

『기상기술정책』

제2권 제3호(통권 제7호)

2009년 9월 25일 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

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



"기상 · 기후변화와 경제"

칼럼

- 기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 정책 방향 / 전병성 1

정책초점

- 기후변화에 따른 에너지정책 / 박현중 4
- 기후변화 대응이 경제에 미치는 영향 / 박종현 19
- 기후변화가 농업경제에 미치는 영향 / 김창길 30
- 기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정 / 김정인 43
- 기상산업 활성화와 과제 / 이만기 53
- 날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언 / 김동식 60

논단

- 기후변화와 새로운 시장 / 이명균 70

해외기술동향

- 기상정보의 사회 · 경제적 가치와 편익 추정 / 김지영 79
- 강수의 경제적 가치 평가 방법론 / 유승훈 86

뉴스 포커스

- 기상정보의 경제적 가치 평가 워크숍 개최 후기 / 이영곤 97

기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 정책 방향

전 병 성

기상청장

chunbs@kma.go.kr



우리는 흔히 아침에 잠자리에서 일어나면 먼저 창밖을 보면서 비가 오는지, 맑은지, 추운지, 더운지를 살핀다. 또한 많은 이들이 131기상전화 또는 TV 등을 통해 일기예보를 확인하고 하루를 시작한다. 이렇듯 우리에게 날씨에 대한 궁금증은 평상시 마시는 물과 공기처럼 자연스럽게 다가와 일상생활과 밀접하게 연관되어 있다. 그렇다면 평상시 우리가 접하는 기상에 대한 가치는 어느 정도 일까?

요즘 우리는 생수 1리터를 약 천 원 정도에 사고, 전화번호 안내를 받는데 120원의 비용을 지불하고 있다. 이와 비교하여 기상정보를 확인하는 도구로 131기상전화를 하게 되면 기본접속료로 39원이 들고, TV나 인터넷을 통해 일기예보를 확인하면 별도의 비용은 들지 않지만 조금의 시간과 수고가 필요하다. 이처럼 기상정보를 얻기 위한 비용이 생수를 사고 전화번호 안내를 받는 것만큼의 값어치를 하고 있는지를 생각해보자.

사실 직접적이고 단순하게 기상정보의 경제적 가치를 비교하는 것은 무리가 있다. 하지만, 세계기상기구(WMO)는 「기상에 대한 투자는 투자액의 10배 이상의 효과를 가져온다.」고 하였다(WMO 5차 장기계획 요약보고서, 2000). 그리고 기상정보의 비용 효과는 국가의 여건에 따라 달리 평가되고 있으나 중국에서는 30배, 미국은 8배의 경제적 이익을 창출하는 것으로 추산하고 있다. 즉, 기상정보의 가치는 단순히 얼마라고 산정되기보다는 어떻게 활용하는냐에 따라 가치가 달라진다고 할 수 있다.

과거에는 기상정보가 단순한 정보였지만 이제는 기상정보가 지식으로까지 그 의미가 확대되고 있다고 할 수 있다. 이처럼 기상정보에 대한 관심과 수요가 증가함에 따라 기상정보의 사회적, 경제적 활용도 및 파급효과도 증대하여 기상이 세계 경제의 80%를 좌우한다는 주장이 나오고 있다(Freidheim Schwarz, 2005).

우리나라의 경우 농업, 건설업, 소매업 등 기상에 민감한 영향을 받는 산업의 비중이 GDP의 52%로 미국의 42%보다 더 높다(강인식, 서울대학교, 2004)고 한다. 마르지 않는 자원인 기상은 곧 경제이다. 기상정보는 주위 환경을 훼손하지 않고 국가의 경쟁력을 높이는 중요한 자원인 것이다. 2008년 10월 '기상·기후산업 육성' 정책이 현 정부 100대 국정과제로 지정되었다. 국정과제는 정부의 주요정책으로 기상청에서는 기상정보의 경제가치 제고를 위하여 우선 예보의 정확도를 높이기 위하여 고품질 기상정보의 생산 및 전달체계 고도화를 추진하고 있다. 또한, 상세하고 정확한 기상정보에 대한 다양한 수요자의 요구에 체계적으로 대응하기 위하여 삶의 질에 직결되는 건강·환경 등 생활기상정보의 기술과 콘텐츠를 개발하고, 기상정보 활용 극대화를 위해 녹색성장 뒷받침이 되는 기상자원 활용 지도를 개발하고 있다.

아울러 「기상산업진흥법」을 제정(2009.12.10 시행)하여 기상산업의 지원 활성화와 기상정보의 유통 및 활용을 촉진하고, 기상감정사, 기상예보사, 기상건설업 및 기상장비업 등 새로운 제도를 도입하여 기상정보의 활용을 극대화하는 정부차원의 기상산업정책을 펴 나가고, 그리고 한국기상산업진흥원의 역할 및 기능 강화로 기상청이 보유 관리하는 기상

정보를 기상사업자가 편리하게 이용할 수 있도록 하여, 상품화 가능한 시장 지향형 기상기술 개발로 수요자의 정보이용을 유발할 수 있을 것이다.

기상산업에 대한 마스터플랜 및 연차별 시행계획을 수립하여 정책의 기본방향을 마련하고, 기상산업 발전과 경제적 가치 제고를 위한 연구·개발의 추진과 더불어 기상정보 우수 활용사례를 적극 발굴하고 포럼, 세미나 등을 통해 기상정보의 중요성을 널리 홍보해 나가는 한편, 또한 기상정보에 대한 산업별 기상정보 콘텐츠 및 솔루션 기술, 날씨경영전략모델링 기술, 산업별 기상경영 솔루션 기술 등 기상산업 기술 능력을 향상시킬 방침이다.

기상청은 이러한 기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 다양하고 새로운 정책을 꾸준히 펴나갈 것이며, 이를 통해 가정 및 개인에 있어서 기상정보를 확인하는 비용과 노력이 생수를 사거나 전화번호 문의에 드는 비용과 효과와 비교해도 결코 아깝지 않고, 또한 기업 활동에 있어서는 날씨정보를 활용하여 매출액 증대와 함께 고객만족도를 향상시킬 수 있는 더욱 더 가치 있는 정보가 되도록 지속적으로 노력할 것이다. 이러한 활동은 궁극적으로 기상정보가 사회 공공재적 가치뿐만 아니라 생명, 보건, 산업적 가치로 한층 더 중요성을 높이게 될 것이다.

정책 초점

기후변화에 따른 에너지정책 | 박현중

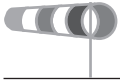
기후변화 대응이 경제에 미치는 영향 | 박종현

기후변화가 농업경제에 미치는 영향 | 김창길

기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정 | 김정인

기상산업 활성화와 과제 | 이만기

날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언 | 김동식



기후변화에 따른 에너지정책

박 현 중

지식경제부 기후변화정책과 사무관

phj0926@mke.go.kr

I. 기후변화 문제제기

인류의 화석연료 사용증가로 대기상의 온실가스 농도가 증가하고 지구의 평균기온이 상승하는 온난화 효과가 발생하였으며, 이로 인해 그린란드의 빙하가 녹고, 킬리만자로 산의 만년설이 사라지고 있다. 이는 비단 다른 나라에만 해당하는 이야기가 아니다. 기상청 기후변화감시센터는 금세기 중으로 우리나라 일부지역에서 겨울이 사라질 것이라고 예측하였다.

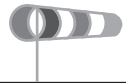
최근 세계자연보호기금(WWF)는 기후변화로 인해 북극의 해빙은 5년내에 완전히 녹아 없어질 가능성이 있고 이로 인해 전세계 해수면이 금세기말까지 1m 넘게 상승할 가능성이 있다고 경고하는 등 심각한 환경적, 경제적 피해를 우려하고 있다. 그동안 끝

임없이 발전과 개발만을 위해 환경을 등한시 해왔던 인류는 개발과 환경이 공존할 수 있는 방안에 대하여 고민하기 시작하였다.

전 세계적 경제 위기 상황에서도 기후변화 대응은 더 이상 미룰 수 없다는 것에 대해 모든 국가들이 공감하고 있으며, 개발과 환경이 공존할 수 있고 공존해야 한다고 인식이 확산되고 있다. 지구온난화의 속도만큼 “기후변화 대응, 저탄소 녹색성장”이라는 용어도 시간이 흐를수록 뜨겁게 달아오르고 있다.

II. UN 및 국제 협상 동향

1972년 ‘유엔 인간환경회의’(UNCHE)에서 기후변화 문제가 처음 제기되었다. 이후 지구온난화에 대한



범지구적 차원의 노력이 필요하다는 인식하에 1992년에 UN 기후변화협약이 채택되게 되었다.

1997년 '교토의정서' 채택을 통하여 선진국들에게 구속력 있는 온실가스 감축목표를 부여한 하였다. 2005년 2월 발효된 교토의정서는 선진국들은 1차 공약기간('08년부터 '12년까지) 동안 '90년 대비 평균 5.2%의 감축의무를 받으나, 우리나라는 당시 개도국의 지위를 인정받아 감축의무 대상국에는 포함되지 않았다.

제1차 교토의정서 공약기간이 2012년에 종료됨에 따라, 2007년 발리로드맵에 의거하여 Post 교토체제를 정립에 관한 국제협상이 금년 12월 코펜하겐에서 완료될 예정이다. Post-2012 체제는 더 많은 국가들의 감축 노력 참여가 요구되는 바, 교토의정서 비준을 거부한 미국 및 중국, 인도 등 주요 개도국들의 참여방안이 주요한 이슈이다. 그러나 개도국이 의무감축에 동참할 것을 주장하는 선진국과 선진국이 포스트 교토체제 하 의무감축수준 등에 먼저 합의하는 등 술선수범하기를 촉구하는 개도국간의 입장 차이가 커서 협상이 난항에 봉착하고 있다.

또한, 오바마 대통령이 주창해 미국이 리드하고 있는 17개 주요 배출국간의 주요국포럼(MEF : Major Economies Forum on Energy and Climate Change)을 통해 기후변화의 글로벌 리더십을 확보하고 있다. 지난 7월 이태리에서 열린 G8 정상회담에서는 스마트그리드 등 8대 기술을 혁신적 기술로 지정하였으며, 우리나라는 스마트그리드 이태리와 함께 선도국가로 지정되어 적극 추진하고 있다.

이러한 과정에서 범지구적 환경협약으로 출발한 기후변화협약은 각국의 경제논리에 입각한 경제협약으로 변하고 있다. 선진국들은 가장 비용이 낮은 온실가스 감축수단을 찾고 있으며, 감축 기술개발과 이전 그리고 지적재산권 보호 등의 문제도 최대의 이슈가 되고 있다.

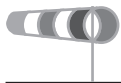
III. 우리나라 현황 및 그간의 대응노력

1. 우리나라의 현황

우리나라의 온실가스 배출량은 2006년 기준으로 우리나라 온실가스 배출량은 599.5백만tCO₂로 전년(594.4 백만tCO₂)대비 0.9%(5.1백만tCO₂) 증가하였으며, 선진국들의 의무감축기준년도인 1990년(298.1백만tCO₂) 대비해서는 101.1%(301.4백만tCO₂) 증가하는 등 연평균 4.5%의 증가세를 보이고 있다

우리나라 온실가스 총 배출량의 94.9%는 에너지부문(84.3%)과 산업공정 부문(10.6%)이 차지하고, 그중 에너지부문 총 배출량의 66.8%는 전환(발전)부문(35.5%)과 산업부문(31.3%)이 차지하고 있다.

우리나라의 온실가스 배출량 증가율은 '99년 이후 계속 둔화되었으나, '06년 소폭 증가세로 반전되었다. 이는 산업공정부문의 감소폭 둔화('05:△5.3%→'06:△1.8%) 및 폐기물 부문의 증가세로 전환('05:△9.5%→'06:2.9%)한 데 기인한 것으로 분석된다.

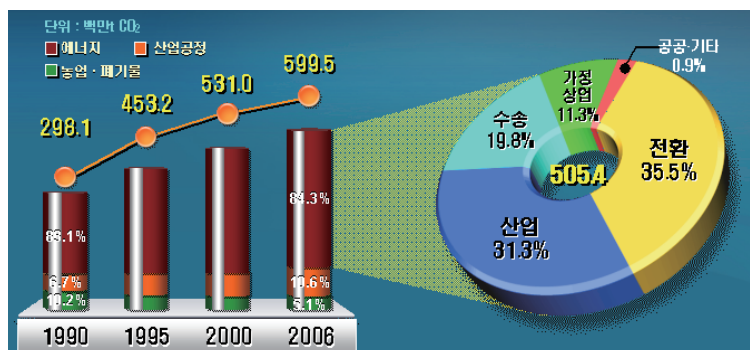


[표 1] 온실가스 배출 관련 주요지표 ('90~'06)

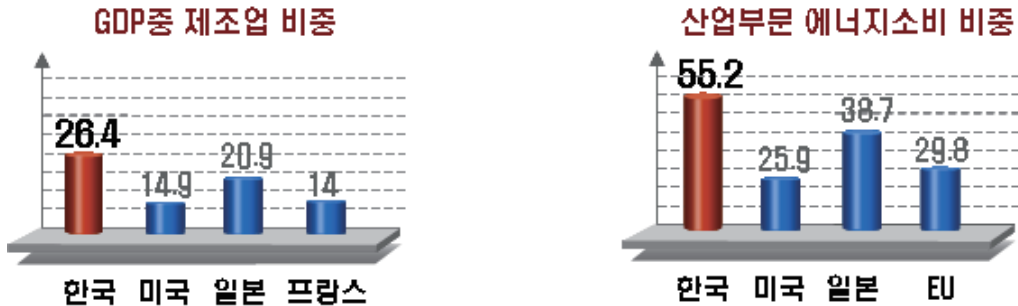
구분	'90	'95	'00	'05	'06	'90-'06 증가율(%)
온실가스 총배출량 (A) (백만 tCO ₂ eq)	298.1	453.2	531.0	594.4	599.5	4.5
인구 (B) (천명)	42.9	45.1	47.0	48.1	48.3	0.7
GDP (C) (10억, 2000 PPP 기준)	320,696	467,099	578,665	723,127	760,251	5.5
1인당 온실가스 (A/B) (tCO ₂ eq/인)	6.95	10.05	11.30	12.35	12.41	3.7
온실가스/GDP (A/C) (tCO ₂ eq/백만원, 2000)	0.93	0.97	0.92	0.82	0.79	-1.0

우리나라의 이러한 온실가스 배출량 증가에도 불구하고 우리나라의 높은 경제성장률, 제조업 중심의 경제구조 및 높은 에너지효율 등을 감안할 때, 단기간에 온실가스를 대폭적으로 감축하는 것은 쉽지 않은 실정이다. 우선 우리나라는 1990년 이후 급격한 경제성장을 해오고 있으며, 제조업 비중이 선진국에 비해 높다. 특히, 그 중에서도 에너지 다소비 업종(철강, 시멘트, 석유화학 등)의 의존도가 높은 실정이다.

더구나 일부 업종의 경우 물량기준으로 보면 에너지효율이 이미 세계적으로 높은 수준으로 올라 있어 추가 효율향상 여지는 크지 않다. 또한 탄소집약도(Carbon intensity, CO₂/TOE) 지표도 미국·독일·일본 등에 비해 우수한 수준으로 저탄소 에너지원 비중이 이미 상당한 수준에 올라와 있다.



[그림 1] 부문별 온실가스 배출량 추이 및 비중

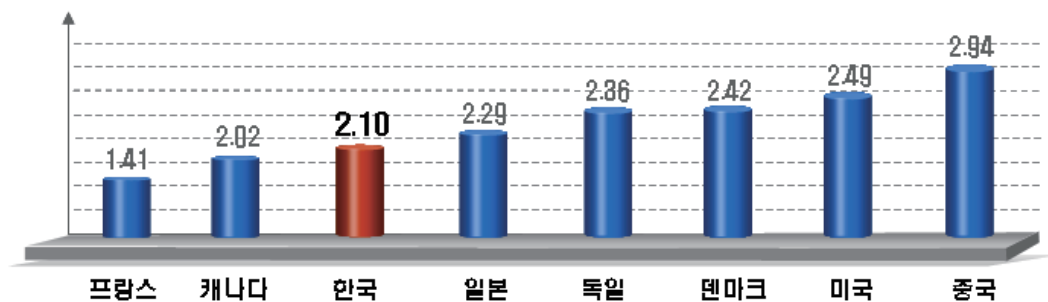


[그림 2] 제조업 및 에너지 소비 비중(%) 비교

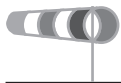
〈 주요 업종의 제품원단위 비교 〉

주요 업종	기준년	한국	일본	중국	미국	EU
철 강	'03년	105 (99*)	100	120	120	110
화 학	'03년	100	100	104	110	119
시멘트	'00년	131	100	152	177	130
제 지**	'05년	100	93	-	125	197(英), 102(獨)
발 전**	'05년	100	92	-	108	97(英), 110(獨)

* 포스코 자체 분석결과로서, 일본보다 제품원단위 효율이 우수한 것으로 나타남
 * 출처 : 일본 경단련 등
 ** 제지와 발전은 업종별 자체 통계 근거



[그림 3] 주요국가의 Carbon Intensity (tCO₂/TOE)



2. 그간의 대응노력

우리부는 온실가스 배출량 관리를 위한 국가 온실가스 배출량 관리 통계 시스템을 구축·운영해 오고 있다. 최종 수요단계의 온실가스 배출통계 1단계 DB 구축(2005~2007) 완료 이후 2단계 조사 착수할 예정이며 온실가스 배출량 통계의 신뢰도 제고를 위해 국가 고유의 온실가스 배출계수를 연차별로 개발을 지속 추진하고 있다.

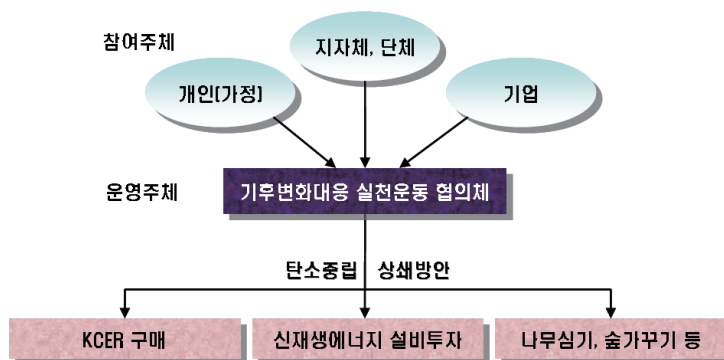
그리고 산업계의 온실가스 감축 촉진을 위한 여건 조성에도 적극 노력하고 있다. 산업계가 비용효과적으로 온실가스의 감축할 수 있도록 자발적 탄소시장을 개설(2007.12)하고 탄소펀드 조성(약 1,000억원), 배출권거래 전문기업 설립(2008.10) 및 탄소배출권 구매기준 제정(2008.12) 등 거래시스템도 개선

해 왔다. 그간 2005~2008년 동안 총 125건 287만 tCO₂ 온실가스 감축 실적을 인증 완료하기도 하였다. 특히 국내 감축실적의 글로벌화를 적극 추진하고 있으며, 이러한 노력의 결과 지난 2009년 1월 남부발전의 풍력발전 프로젝트로 인한 감축실적 미국 시장(CCX)에 등록된 바 있다.

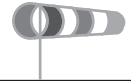
그러나 기후변화는 비단 정부의 역할만은 아니다. 정부의 지원과 함께 국민들의 자발적 참여가 공조하여야 국민들이 체감할 수 있는 가시적 효과가 나타날 수 있다. 이에 따라 우선 국민들의 자발적 온실가스 감축문화를 확산시키기 위한 토대를 만들어 나가고 있다. 기후변화 Week 행사 개최 및 탄소중립 프로그램 확대(2008.2~) 등을 통해 온실가스 감축에 대한 對국민 홍보를 강화하고 있다.

[표 2] KCER 년도별 등록사업 추진 현황 (건수, 만tCO₂)

구 분	2006	2007	2008	계
등 록	41(102)	62(104)	86(126)	189(332)
인 증	-	37(94)	88(193)	125(287)



[그림 4] 탄소중립 프로그램 체계도 개요



아울러 우리나라 온실가스 배출량의 약 00%를 차지하고 있는 산업부문의 적극적인 노력이 필요하다. 산업계는 작년 6월 철강, 석유화학 등 에너지 다소비 업종을 중심으로 2020년까지 2005년 기준으로 탄소집약도를 40% 개선하겠다는 자율적 온실가스 감축목표 수립·발표한 바 있다. 이를 위해 온실가스 저감기술에 대한 투자를 확대하는 등 적극적인 노력을 추진하고 있다.

산업화 전략인 「그린에너지산업 발전전략」 등을 발표하였다.

또한, 지난 7월에는 온실가스 감축 등을 반영한 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획을 발표한 바 있다. 이에 대한 국가의 정책지표로 지난 8월 국가 중기(2020년) 온실가스 감축목표를 발표하였다.

정부는 이러한 기후변화에 체계적으로 대응하고 글로벌 선도국가가 되기 위해 지난해 8월 15일 대통령께서 신국가발전 패러다임으로 저탄소 녹색성장의 비전을 제시한 이후 2030년까지의 20년 단위의 장기 에너지계획인 「제1차 국가에너지기본계획」을 수립하였으며, 그린에너지분야의 통합적인 기술개발 및

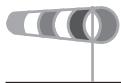
IV. 우리부의 기후변화 대응전략

1. 저탄소 에너지원의 비중 확대

우리나라는 에너지의 83%를 화석연료에 의존하고 있으며, 온실가스 배출량의 84.3%를 에너지부문이

시나리오	감축목표		감축정책 선택기준	주요 감축수단(예시) (각각은 이전 시나리오의 정책수단 포함)	감축량 의미
	BAU 대비	2005년 기준			
1	△21% (BAU 대비 1.71억톤 감축)	+ 8%	비용효율적 기술 및 정책	• 그린홈, 그린빌딩 보급 확대 • LED 등 고효율제품 보급 • 저탄소·고효율 교통체계 개편 • 산업계 고효율 공정혁신(green process) • 신재생에너지 및 원전확대 • 스마트그리드 일부 반영	2020년 인구전망치인 4,930만명이 모두 2,000cc 소나타를 이용할 경우 서울-부산간 17.4% 왕복
2	△27% (BAU 대비 2.23억톤 감축)	동 결	국제적 기준의 감축비용	• 지구온난화지수가 높은 불소계가스 제거 • 하이브리드카 보급 • 바이오연료 혼합비율 확대 • CCS(이산화탄소 포집 및 저장) 일부 도입	서울-부산간 22.7% 왕복
3	△30% (BAU 대비 2.44억톤 감축)	△4%	개도국 최대 감축 요구수준	• 전기차·연료전지차 등 차세대 그린카 보급 • 최첨단 고효율제품 확대 보급 • CCS 도입 강화	서울-부산간 24.7% 왕복

· 산림부문의 흡수량 제외



차지하고 있어 석유·석탄 등 화석에너지 의존도를 낮추고, 원자력·신재생에너지 비중을 대폭 확대한 최적 에너지 믹스를 구현할 필요가 있다.

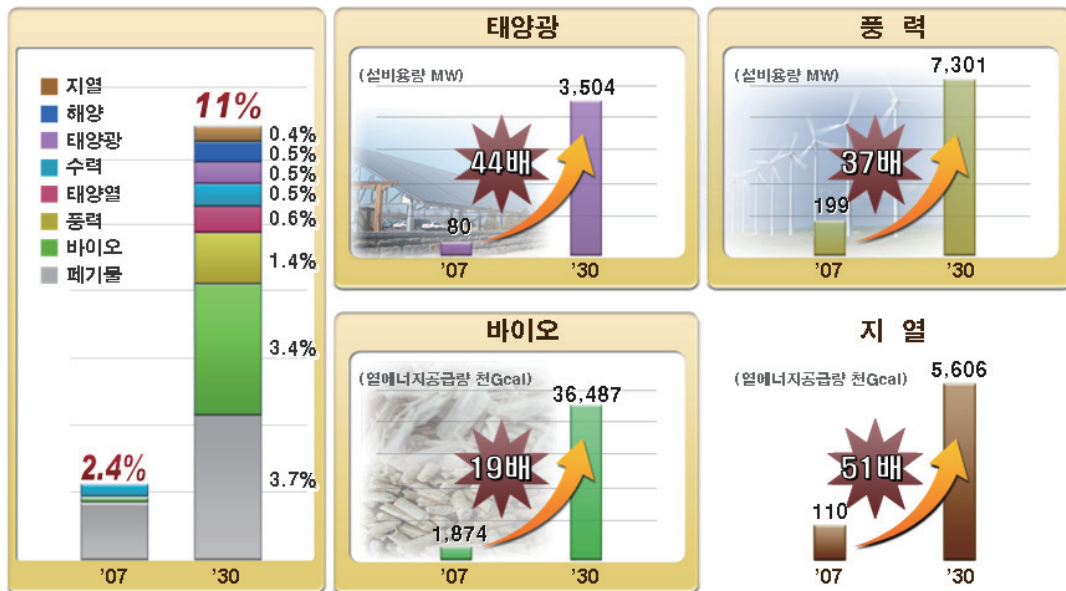
우선 정부는 신재생에너지 보급 비율을 2030년까지 11%로 확대해 나갈 계획이다.

이를 위해 신재생에너지 보급 촉진을 위해 RPS(신재생에너지 공급 의무화) 도입 등 신재생에너지촉진법 및 하위법령 개정을 추진하고 있으며, 국산 개발된 가정용 태양광발전, 태양열난방, 지열, 연료전지 등을 융복합한 '에너지 저소비형 그린홈 모델하우스'를 개관할 계획이다. 또한 금년에 태양광·태양열·지열 등 신재생에너지를 활용한 그린홈 16천호 보급을

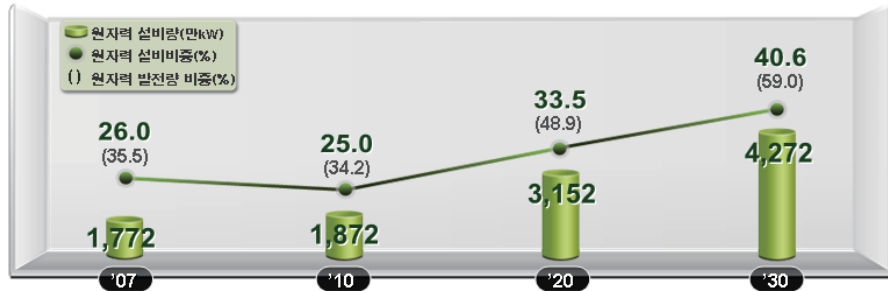
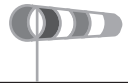
추진하고 있다. 아울러 마을·단지 중심의 그린빌리지도 광역지자체별로 1개씩 선정해 나갈 계획이다.

공공·민간건물 건설 및 신축시 신재생에너지 인증제도를 강화하여 신재생에너지 비중을 확대해 나갈 계획이다. 공공건물의 경우 현행 총 건축공사비의 일정 비율(5%) 이상 신재생 에너지 설비투자 의무화를 총 에너지부하량의 일정비율(5%) 이상 신재생 에너지 사용 의무화로 제도를 개선하고 민간건물의 경우 총 에너지사용량의 일정비율 이상을 신재생에너지로 공급하는 건축물을 인증하고 보급사업을 우대해 나갈 계획이다.

아울러 금년에 지자체와 공동으로 국산풍력발전 26



[그림 5] 신재생에너지 보급 비율



[그림 6] 원자력에너지 설비비중

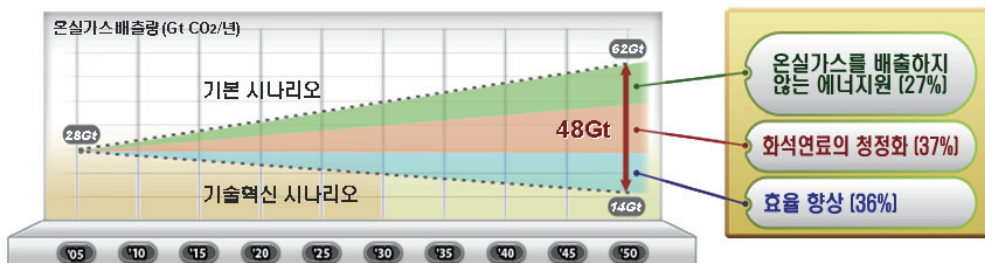
기(24MW)를 설치하고, 새만금에 40MW 국산 풍력발전단지 예비타당성조사를 추진하여 풍력 발전단지 조성 등 신재생에너지 보급도 확대하고 있다.

그리고 온실가스 감축에 적극 대응하고, 에너지 공급의 안정성을 제고하기 위해 원자력발전의 설비중을 2030년까지 41%로 확대해 나갈 계획이다. 금년 중 신울진 1·2호기를 차질없이 착공하고, 철저한 사전 조사 및 국민적 공감대 형성을 토대로 신규 원전부지를 적기에 확보해 나가고 지역공존형 발전소 건설을 위해 발전소 주변지역 개선방안을 마련

(2009.5월)하는 등 다각적으로 노력해 나가고 있다.

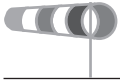
2. 그린에너지산업의 체계적 육성 추진

그린에너지 산업은 신재생에너지, 청정연료, 에너지 효율 향상 등을 통해 온실가스를 획기적으로 감축하는 에너지산업입니다. IEA는 그린에너지 기술혁신을 통해 2050년에 48기가톤(Gt)에 달하는 온실가스 감축이 가능할 것으로 전망하고 있습니다.



· 출처 : IEA

[그림 7] 온실가스 감축효과(IEA)



그러나 우리나라는 전 세계 시장점유율 1.4%, 선진국 대비 기술수준 50~85%이며, 신재생에너지 보급률은 주요국에 비해 낮은 수준이므로 선택과 집중으로 선진국과의 기술격차를 조기 해소하고, 기술개발과 시장창출을 연계하여 그린에너지산업을 적극 육성해 나갈 계획이다.

그린에너지산업 발전전략의 후속조치로 9대 기술을 포함한 15대 유망분야에 대한 기술개발 세부 로드맵을 수립할 계획이다. 국내기업의 투자방향에 기반하여 58개 전략품목과 이를 실현하기 위한 핵심기술 207개를 발굴하고 R&D 이후 사장되는 경우를 막기 위해 「기술개발→실증→상용화」에 이르는 산업화 방안을 강구해 나갈 계획이다.

또한 태양광·풍력·수소연료전지를 차세대 성장동

력으로 육성해 나가고 있다. 태양광 제조장비 국산화, 해상풍력, 발전용 수소연료전지 개발 등 8대 전략과제에 2009년 836억원 포함, 2012년까지 2,514억원을 투자할 계획이다. 특히, 금년에는 신재생에너지 펀드(2009년 1,000억원)를 조성하여 신재생에너지 분야에 중점 투자하고 신재생에너지 원천기술개발 역량 제고를 위해 대학·연구소의 10개 ‘원천기술연구센터’를 선정·육성할 계획이다.

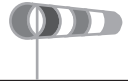
아울러 그린에너지산업 육성을 위한 인프라 구축에도 적극 신경 써 나가고 있다. 기존 4개의 에너지 R&D 전담기관을 통합하여 녹색성장의 핵심기관으로 육성 추진해 나가고 신재생에너지 보급에 장애가 되는 규제들도 적극 발굴·개선하고 지역주민의 수용성 제고도 지속적으로 추진해 나갈 계획이다.

[표 3] 15대 유망 분야

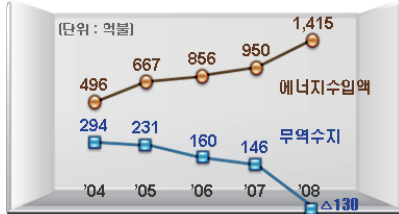
청정에너지생산	태양광, 풍력, 수소연료전지, IGCC(석탄가스화복합발전), 원자력
화석연료 청정화	청정연료, CCS(CO ₂ 포집·저장)
효율 향상	전력IT, 에너지저장, 소형열병합, 히트펌프, 초전도, 차량용배터리, 에너지건물, LED조명



[그림 8] 그린에너지 분야 R&D 투자 계획('09~'12년, 억원)



에너지의 97%를 수입에 의존, 83%가 화석연료



● '08년 에너지 수입액 1,415억불은 반도체+자동차+조선 수출액(1,109억불)을 상회

낮은 에너지 소비효율

* 에너지원단위(백만toe/\$전불, '07년 IEA)



[그림 9] 에너지수입 의존도 및 소비효율

3. 국가 에너지효율 향상 및 합리화 추진

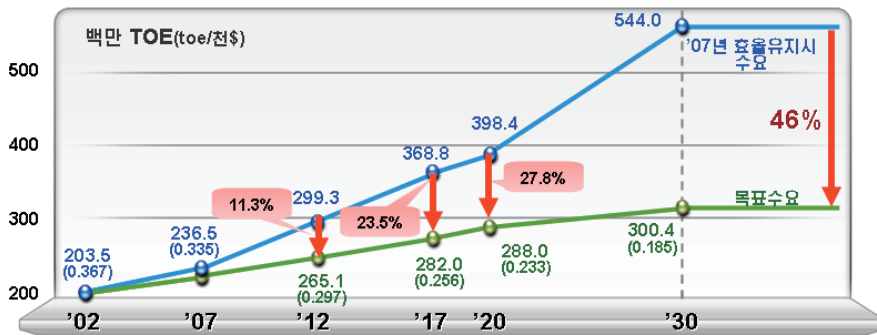
우리나라의 에너지 소비량은 상당한 반면, 에너지 효율은 선진국에 비해 아직 미흡합니다.

이에 따라 산업·수송·건물 등 에너지소비 전 부문별 수요관리 혁신을 통해 '12년까지 에너지효율 11.3% 향상시키고 2030년까지 46% 향상시켜 나갈 계획입니다.

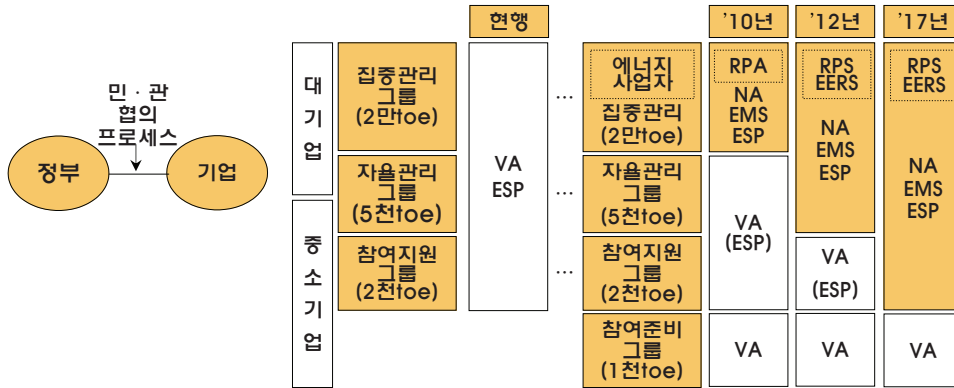
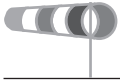
우선 산업부문의 에너지 효율 향상을 위해 중소기업

업의 에너지투자가 위축되지 않도록 2009~2010년 간 1만개 중소기업 에너지진단을 추진해 나갈 계획입니다. 아울러 2010년에 2만toe이상의 대규모 사업장부터 정부협약(NA) 제도를 도입하고 단계적으로 확대 추진해 나갈 계획이다.

수송부문에 대해서는 하이브리드차 등 그린카 기술 개발 및 보급 활성화, 자전거, 철도 등 친환경 교통수단 보급 확충 등을 추진해 나가고 있다. 특히, 지난 7월에는 녹색성장위원회에서 자동차연비 및 온실가스기준 개선방안을 발표하였다. 정부는 새로운 연비



[그림 10] 에너지효율향상 목표



[그림 11] 정부협약제도 추진계획

(17km/L 이상) 및 온실가스 규제기준(140g/km)에 대한 연차별 계획을 제시하고 업체는 연비 또는 온실가스 규제 중 보다 유리한 기준을 자율 선택하도록 함으로써 자동차부문의 기후변화 대응을 적극 독려하고 있다

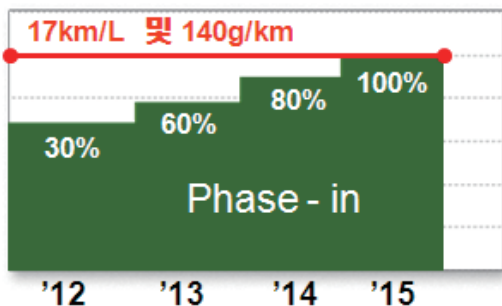
건물부문과 관련하여 「건물 에너지효율등급 인증 제도(자율적 선택) 적용대상을 현행 신축 공동주택(아파트)에서 2009년 신축 업무용 건물로, 2011년 기존 공동주택 및 업무용 건물로 확대해 나갈 계획입니다. 또한 건물 에너지효율등급 인증 취득 의무

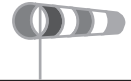
화 대상도 현행 공공기관 신축 공동주택에서 2009년 공공기관 청사로 2012년 일정규모 이상 신축 공동주택(부동산 매매거래시 에너지효율등급 서류 첨부 법제화)로 역시 확대해 나갈 계획입니다. 아울러 연면적 1만m² 이상의 대규모 건축물의 경우 연간 단위면적당 에너지소비량을 제한하여 설제토록 하는 제도도 도입을 추진 중이다.

기기부문과 관련하여 2013년까지 대표적 저효율기기인 백열전구는 단계적으로 퇴출하고, 2015년까지 LED 조명비중이 30%까지 달성될 수 있도록 추진해 나가겠다. 금년 중 연구 용역 및 업계 간담회를 거쳐 2010년 중 고시를 추진해 나갈 계획이다.

4. 기후변화대응 역량 제고를 위한 인프라 확충

기후변화에 대한 체계적 대응을 위해서는 국민들의 자발적 온실가스 감축 촉진을 위한 인프라 구축가 시급하며 아울러 온실가스를 비용효과적으로 감축



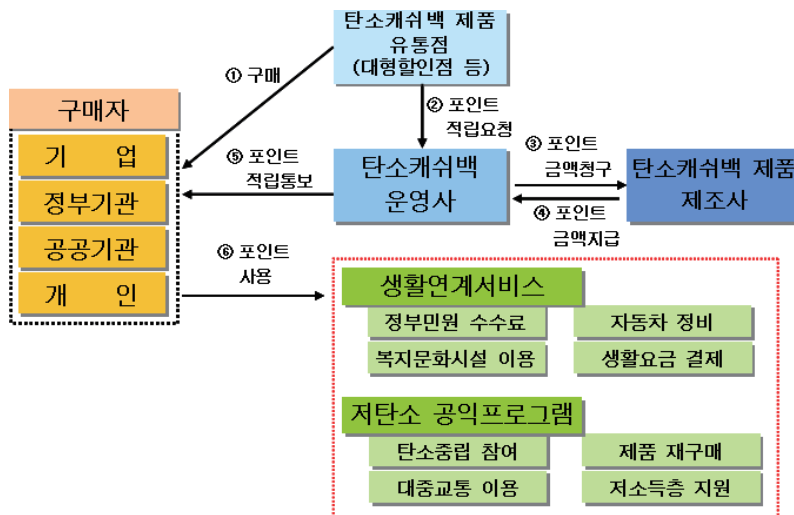


[그림 12] 국내 자발적 탄소시장 체계도

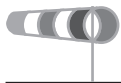
하기 위해서는 국내 탄소시장을 적극적으로 활성화시켜 나갈 필요가 있다.

우선 국내 탄소시장의 활성화 및 글로벌 시장과의 연계를 추진해 나갈 계획이다. 자발적 협약(VA)에서 나아가 목표관리제도의 도입(2010) 등과 연계하여

국내 탄소시장의 배출권 거래기반을 마련하고, 그 간 자발적 감축실적(KCER) 운영을 위해 설치한 등록소, 인증원, 전문 검증기관 등을 활용하여 거래제의 도입을 위한 인프라도 구축해 나갈 계획이다. 또한 국내 온실가스 감축실적의 해외 시장(美 CCX 등) 수출 및 국제 기준의 연계 강화 등을 통해 국내



[그림 13] 탄소캐쉬백 제도 개요



탄소시장의 글로벌화도 촉진시켜 나갈 계획이다. 특히, ADB, World Bank, 수출입은행 등과의 탄소펀드 조성을 확대하여 온실가스 감축투자 사업 등이 적극적으로 추진될 수 있도록 노력해 나가고 있다. 이를 통해 중장기적으로 한중일 거래시스템을 연계하고 기후변화 대응협력을 강화하여 동북아지역을 글로벌 탄소시장 허브로 육성해 나가도록 하겠다.

또한 국민들의 자발적 온실가스 감축문화 정착에 주력에 나갈 계획이다. 우선 산업부문과 관련하여 2008년 6월 산업계의 자발적 온실가스 감축목표 발표에 따라 산업계의 참여 확대를 유도하는 한편, 산업별 특성을 고려한 감축 실천 프로그램을 마련토록 하겠다. 아울러 대한상의 등에서 실시하고 있는 기후변화 경쟁력 지수를 보완해 나가는 한편, 동 제도와 연계하여 기업들의 온실가스 인벤토리 구축 지원도 검토해 나갈 계획이다. 그리고 국민들의 자발적 온실가스 감축을 위해 탄소중립 프로그램 및 탄소 캐쉬백 제도 등의 적용 범위 및 연계 서비스 확대를 확대하여 국민참여형 실천운동으로 적극 전개해 나갈 계획이다.

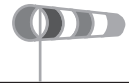
그리고 산업계의 기후변화대응 역량 제고를 위해 기후변화대응 산관학 포럼을 구성(2009.3)하여 국내외 기후변화정책 이슈에 대해 적극 대응해 나가고 있다. 앞으로도 국제협상 동향 및 국내 정책 등에 의견수렴 등을 통해 우리나라의 국익을 극대화시킬 수 있는 협상전략 및 정책대안을 수립해 나갈 계획입니다. 아울러 기후변화 특성화 대학원 및 CDM 검증원(에관공) 등을 통해 기후변화 대응 전문인력 양성도 추진해 나가겠다.

5. 맺음말

금년은 우리나라의 온실가스 감축여부 등을 결정하는 포스트 교토협상이 마무리되는 매우 중요한 시기이므로, 우리나라도 국익을 극대화하는 방향으로 포스트 교토체제 협상에 적극적으로 참여하고 유사한 입장(1인당 GDP, 경제성장 정도)인 주요국과의 국제협력을 강화해 나갈 계획이다. OECD 회원국인 우리나라의 온실가스 배출량과 경제규모 등을 고려할 때 온실가스 감축 의무부담 참여에 대한 국제사회의 압력은 점차 증가할 것으로 예상된다.

그러나 작년에 대통령께서 '저탄소 녹색성장'을 선언하신 바와 같이, 기후변화는 우리 경제에 위기인 동시에 미래 성장잠재력이 큰 신시장을 창출하고 선점할 수 있는 기회 요인이 될 수 있다. 그린 산업으로의 업종 전환, 신산업 개척을 통해 세계적인 경제 위기 속에도 아랑곳하지 않는 덴마크의 베스타스, 독일의 큐셀 등과 같이 사례들과 같이 우리나라도 기후친화기술에 대한 투자를 강화하고, 새롭게 열리는 녹색시장의 주도권을 차지하기 위한 글로벌 경쟁에 합류해 나가야 할 것이다.

코드 그린(Code Green)이란 책의 저자로 유명한 토머스 프리드먼은 "과거에는 탄소 소비의 성장에 기반을 둔 나라가 선진국이 되었지만, 미래에는 녹색·청정 에너지 기술을 장악한 국가가 세계의 패권을 쥐게 될 것"이라며 녹색혁명을 예견하고 있다. 영국, 독일 등 EU 국가들과 일본, 미국 등 선진국가들은 최근 도래한 글로벌 금융위기에도 불구하고, 신재생에너지 등에 대한 투자를 대폭 확대하고 있다.



우리나라가 21세기 새로운 녹색에너지 강국으로 자리매김할 수 있도록 정부는 신재생에너지 등 저탄소 에너지원의 비중을 확대하고 기후친화기술개발 및 보급에 앞장서는 한편, 에너지를 효율적으로 사

용할 수 있도록 에너지절약기술과 에너지절약 문화의 확산에 주력해나갈 예정이다. 아울러, 우리 산업 구조를 저탄소 녹색산업으로 전환하기 위해 관련 제도개선과 인프라 구축에 노력해나갈 것이다. 이와

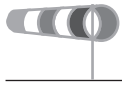
[표 4] 주요 국가 등의 중장기 감축 목표 및 추진동향

국가 및 지역	교토 및 단계	중기 목표 (2020)	장기 목표 (2050)
EU	-8%	90년대비 -20%(독자적) 90년대비 -30%(국제적 동참)	90년 대비 -60~-80% (국제적 동참)
영국	-12.5% (자체 목표 20%)	90년 대비 약 -26~-32%	90년 대비 -60%
프랑스	0%	-	90년 대비 -75%
독일	-6%	90년 대비 -40%	-
일본	-6%	부문별 접근방식에 기초한 목표 2009년 중 발표 (2008년 8월 비공식으로 2005년 대비 -14% 언급)	현재 수준 대비 -60~-80%
미국	-7% (비준 거부)	-	-
L-W Bill ¹⁾	-	2005년 대비 -20%	2005년 대비 -70%
캘리포니아	2010년까지 2000년 수준	1990년 수준	1990년 대비 -80%
RGGI ²⁾	2015년까지 2002-2004년수준	2019년까지 2002-2004년 대비 -10%	
캐나다	-6%	2006년 대비 -20%	2006년 대비 -60~-70%
호주	8% 증가	1990년 대비 -5~-15%	1990년 대비 -60%
중국	2010년까지 2005년대비 에너지원단위 20% 개선, 신재생에너지 비율 10% 달성 목표 선언		
APEC	비구속적 목표	에너지원단위 2030년까지 2005년 대비 25~40% 개선	
IPCC 4차 보고서		Global Peak 도달 시기	2000년 대비
		2.0-2.4℃ : 2000-15	-85%~-50%
		2.4-2.8℃ : 2000-20	-60%~-30%
		2.8-3.2℃ : 2010-30	-30%~(5%증가)

* 이 표의 수치는 모두 기준연도 대비 감축 비율을 나타냄

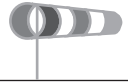
1) Lieberman-Warner Bill ('07.12월초 상원 Environment and Public Works Committee 통과)

2) Regional Greenhouse Gas Initiative



더불어 산업계도 기술개발 등을 강화하여 글로벌 경쟁력을 강화하고, 국민들도 합리적인 소비문화를 주도하는 주체로 인식을 전환하는 등 우리 모두의 역할을 한데 모아야 할 것으로 본다.

이제 녹색성장은 해도 되고 안해도 되는 것이 아니라 반드시 해야 하는 것이다. 정부뿐만 아니라 전 국민이 생활의 녹색혁명에 주도적으로 참여하여 우리나라가 세계적인 녹색성장의 모범국가가 되어야 할 것이다.



기후변화 대응이 경제에 미치는 영향

박 중 현

한국은행 조사국 산업분석팀 과장

wanna55@bok.or.kr

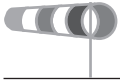
1. 머리말

기후변화(Climate Change) 문제가 최근 들어 국제 사회의 핵심논제로 부상하고 있다.

국제 연구기관들은 20세기 들어 이상기후로 인한 자연재해가 빈발하자 기후변화의 원인 규명에 나섰고 산업혁명 이후 화석연료 사용으로 인한 온실가스 증가가 지구온난화 즉 기후변화의 주된 요인임을 확인하였다. 이에 따라 온실가스 배출을 규제하여야 한다는 국제적 논의가 1992년 UN 주도의 기후변화 협약 채택으로 본격화되었고 1997년 선진국을 중심으로 강제적인 온실가스 감축 목표치를 설정한 교토의정서가 채택되면서 강화되었다. 우리나라는 의무감축 대상국에서는 일단 제외되었으나 OECD 국가로서의 경제력 및 온실가스 배출규모 등을 감안할 때 교토의정서상 감축기간이 종료되는 2013년

이후의 체제에서는 어떤 형태로든 온실가스 감축의무를 부과받을 것으로 예상된다.

이러한 온실가스 배출 규제는 지구환경 보전 차원에서 논의가 시작되었으나 최근에는 각국의 경제적 이해관계와 맞물리면서 경제문제로 확대되고 있다. 선진국을 중심으로 기후변화에 대응하기 위한 새로운 산업 창출 및 기존의 화석연료를 대체할 환경친화적 에너지 개발이 진행되면서 이를 선점하려는 각국의 경쟁이 확대되는 추세이다. 이와 같이 세계경제 환경이 변화하는 과정에서 우리나라는 온실가스 배출 규제를 통해 경제구조를 개편할 필요성이 있으나 아직까지 선진국에 비해 온실가스 감축 노력이 부족한 실정이다. 이에 본고에서는 기후변화 대응이 경제성장률에 미치는 영향을 검토한 후 이와 관련된 시사점을 찾아보고자 한다.



II. 기후변화와 경제

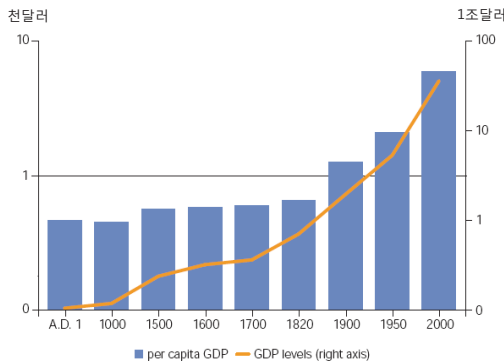
1. 기후변화 현황과 전망

1) 현 황

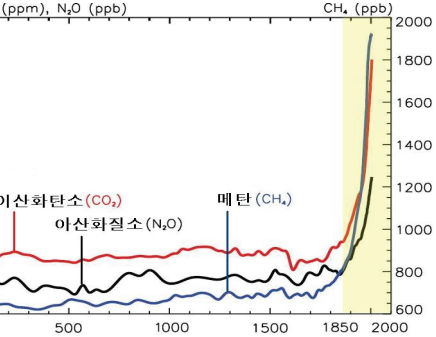
20세기 들어 기후변화는 지구환경 및 생태계 등에 피해를 주면서 인간생활 전반에 광범위한 영향을 미치고 있다. IPCC¹⁾의 보고서 'Climate Change 2007'에 의하면 지난 100년간(1906~2005년) 지구의 표면온도는 0.74℃ 상승하고 지구 해수면은 1961~2003년중 연평균 1.8mm 높아졌으며 북극의 빙하면적은 1978년 이후 10년마다 2.7%씩 감소하고 있다. 특히 정부 자료에 의하면 우리나라의 기후변화 진행속도는 세계 평균을 상회²⁾하고 있다고 한다.

이러한 기후변화로 인해 기상이변, 자연재해, 열대성 생물종의 복상 등 자연·생태적 변화가 발생할 뿐만 아니라 천식 및 아토피 환자수가 늘어나고 말라리아와 같은 전염성 질병이 크게 증가하는 등 우리의 건강에도 큰 영향을 미치고 있다.

이러한 기후변화의 주된 원인에 대하여 그동안 여러 논의가 있었으나 20세기 이후의 기후변화는 온실가스 증가에 따른 지구온난화(Global Warming)에 기인한다는 것이 과학적으로 확인되었다. 즉 국제 연구기관들은 화석연료 사용 확대로 온실가스가 지속적으로 빠르게 증가하면서 지구온난화 즉 기후변화가 발생한 것으로 파악하였다. 특히 IPCC는 보고서 'Climate Change 2007'에서 산업혁명 이후 화석연료 사용으로 온실가스가 증가하기 시작



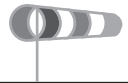
자료 : World Bank, The Growth Report



자료 : IPCC, Climate Change 2007

[그림 1] 세계 경제성장 및 대기중 온실가스 농도 추이

- 1) IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 1988년 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 의해 설립된 '기후변화에 관한 정부간 협의체'
- 2) 우리나라의 기온(6대도시 평균)은 지난 100년간(1906~2005년) 세계 평균의 2배가 넘는 약 1.5℃ 상승하였고 해수면(제주 지역)은 최근 40년간 세계 평균의 3배에 이르는 연평균 5.5mm 상승하였다.



하여 20세기 중반 이후 급증했다는 근거를 구체적으로 제시하였다. 동 보고서는 온실가스 배출량이 1970~2004년중 약 70% 증가하였으며 대기중 온실가스 농도는 2005년 현재 455ppm 수준인 것으로 추정하였다. 한편 온실가스의 대부분을 차지하는 이산화탄소(CO₂)의 대기중 농도는 산업화 이전 18세기 중반의 약 280ppm에서 2005년 379ppm으로 증가하였는데 이를 연평균으로 살펴보면 최근 10년간(1995~2005년 평균 1.9ppm/년) 증가 속도가 대기의 직접 관측이 시작된 이후 45년간(1960~2005년 평균 1.4ppm/년)보다 더 높아 대기중 CO₂ 농도가 빠르게 증가하고 있음을 알 수 있다.

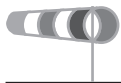
한편 산업혁명 이후 온실가스를 대량으로 배출하였던 선진국의 온실가스 배출량 비중은 최근 들어 점차 낮아지고 있는데 이는 1990년대 이후 빠르게 성장하고 있는 BRICs(브라질, 러시아, 인도, 중국)의 온실가스 배출량이 급격하게 증가하고 있는 데 주로 기인한다. 이렇게 신흥시장국의 온실가스 배출이 늘어나면서 온실가스 배출량에서 CO₂가 차지하는 비중도 완만하게 상승하고 있는데 이는 제조업, 수송 부문 등에서의 화석연료 사용이 크게 늘어난 데 기인한다. 우리나라의 온실가스 배출 현황을 여타 OECD 국가와 비교해 보면 배출량은 538백만CO₂ 환산톤으로 10위, 연평균 배출량 증가율은 4.3%로 OECD 국가중 가장 높은 수준이다.³⁾ 한편 GDP당 온실가스 배출량은 OECD 평균과 비슷하고 1인당 배출량 및 총에너지공급당 배출량은 OECD 평균보다 낮은 수준을 보이고 있다.

2) 전 망

IPCC에 따르면 현재와 같은 화석연료 중심의 성장이 지속될 경우 온실가스 배출 증가로 인해 금세기 말(2090~2099년)의 지구 평균기온은 1980~1999년 기간 대비 1.8~4.0℃, 해수면은 최대 59cm 상승할 것이며 설사 추가적인 온실가스 배출 없이 대기중의 온실가스 농도를 2000년 수준으로 유지하더라도 지구 평균기온은 꾸준히 상승하여 금세기말까지는 0.6℃ 정도 상승할 것으로 예상된다. 이는 기존에 배출된 온실가스가 대기중에 오랜 기간 잔존하면서 기후시스템 내에서의 상호 Feedback 과정을 통해 온도 상승을 유발하는 데 기인한다.

이와 같이 지구온난화가 지속될 경우 인류를 포함한 전체 생태계가 광범위한 피해를 입을 것으로 우려되며 특히 저위도·저개발 국가의 사회·경제적 비용이 막대할 것으로 예상된다. 환경 연구기관들의 보고서를 보면 지구의 평균기온이 2℃ 정도 상승할 경우 생물종의 약 20~30%가 멸종되고 저위도 지역의 작물 수확량 감소로 기아의 위험이 증가하며, 4℃ 상승시에는 세계 인구의 20% 정도가 물부족에 시달리는 등 기후변화에 의한 피해가 인류의 생존을 위협하면서 대륙간 대규모의 인구이동 등으로 재앙이 발생할 가능성을 경고하고 있다.

3) 배출량은 2005년 기준이며 배출량 증가율은 1990~2005년중 연평균 증가율이다.



2. 기후변화에 대한 대응

1) 국제사회의 관심 고조

산업혁명 이후 세계경제가 빠르게 성장하는 과정에서 발생한 지구환경문제⁴⁾는 20세기 들어 광범위하게 논의되었으며 특히 최근 들어서는 기후변화에 대한 대응 논의가 국제사회의 핵심 논제로 대두되고 있다.

2008년 7월 일본 Toyako에서 개최된 주요 8개국(G8) 회의에서 기후변화에 대한 국제적 대응을 핵심의제로 선정하였으며, 세계은행(World Bank)은 보고서 'The Growth Report'(2008)에서 기후변화를 전세계가 공동으로 대처해야 하는 새로운 경제 현안으로 규정하였고, 경제협력개발기구(OECD)는 2008년에 발표한 보고서 'OECD Environmental Outlook to 2030'에서 향후 수세기 동안 지구환경에 대한 도전이 지속될 것이며 이중 기후변화에 대한 대응이 가장 시급하다고 지적하였다. 한편 반기문 UN 사무총장은 2009년을 '기후변화의 해(The year of climate change)'로 선언하고 기후변화에 대한 시급한 대응의 필요성을 역설하였다.

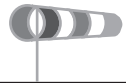
이와 같이 기후변화에 대한 국제사회의 관심이 고조되고 있는 이유는 기후변화가 특정지역에 국한되지 않고 각종 질병, 생태계 파괴, 물부족, 자연재해 등

광범위한 영향을 미치고 있어 지구환경이 복원 불가능한 상황으로 진전되면서 세계경제의 지속가능 발전을 위한 환경적 기반이 향후 수십년 내에 돌이킬 수 없을 정도로 악화될 가능성이 있기 때문이다. 여기서 주목할 만한 사실은 세계 각국이 지구환경 보전 차원과는 별도로 기후변화 대응을 위한 기술 개발 등을 통해 자국의 신성장동력 확충을 도모하고 있다는 점이다. 즉 기후변화의 주요 요인인 이산화탄소(CO₂) 배출에 대한 국제적 규제가 강화되면서 각국은 CO₂ 배출을 줄이려는 노력과 함께 기존 화석연료를 대체할 환경친화적 에너지 개발도 적극 추진하고 있다. 이러한 각국의 기후변화 대응 노력으로 새로운 기술 및 산업이 창출되고 있는데 이를 선점하기 위한 국가간 경쟁이 치열해 질 것으로 예상된다. 이렇듯 기후변화 문제는 환경문제에서 출발하였으나 각국의 경제적 이해관계가 맞물리면서 국제적인 핵심의제로 부상하였다.

2) 온실가스 배출 규제 논의

기후변화를 유발하는 온실가스 배출 규제에 대한 국제적 논의는 1992년 UN에 의해 '기후변화협약(UNFCCC)'이 채택된 이후 본격화되었으며 1997년 온실가스 배출의 책임이 큰 선진국을 중심으로 강제적인 온실가스 감축 목표치를 설정한 '교토의정서(Kyoto Protocol)'가 채택되면서 보다 강화되었다. 교토의정서 채택 이후 국제적 온실가스 감축 압력이 증대되면서 각국은 직접규제, 경제적 유인 제공, 자발적 협약 유도 등 자국의 실정에 적합한 온실가스 감축 노력을 전개하고 있다.

4) 지구의 환경문제에 대한 국제적 관심은 1972년 로마클럽의 보고서 '성장의 한계(The Limits to Growth)' 이후 고조되어 경제성장과 환경보전을 동시에 추구하기 위한 다양한 논의가 전개되고 있다.



이와 같은 다양한 온실가스 감축 수단 중에서 탄소세와 배출권 거래가 국제적으로 활발하게 논의되고 있다. 탄소세(Carbon Tax)는 석유, 석탄 등 화석연료에 함유된 탄소성분을 과세표준으로 삼아 화석연료 생산 및 이용에 부과되는 조세로 화석연료 사용을 억제하는 한편 화석연료를 대체하는 에너지 개발을 촉진하여 이산화탄소 배출을 억제하는 효과가 있다. 그러나 탄소세 도입은 에너지 가격 인상, 기업 부담의 증가 등으로 핀란드, 스웨덴, 덴마크 등 유럽의 일부 국가에서만 시행 중이다.

한편 배출권 거래는 교토메커니즘(Kyoto Mechanism)⁵⁾의 핵심 내용으로 배출권을 할당하고 거래하는 방식에 따라 총량거래방식(Cap-and-Trade)과 기준인정방식(Baseline-and-Credit)으로 구분할 수 있다. 총량거래방식은 거래 참가자별로 배출 한도(cap)에 따른 배출권을 할당한 후 할당된 배출권을 서로 거래(trade)하는 방식으로 이러한 거래가 이루어지는 곳을 할당량 시장(Allowance-based market)이라고 한다. 한편 기준인정방식은 기준배출량(baseline)을 설정하고 동 기준에서 감축된 만큼의 저감량인정분(credit)을 거래하는 방식으로 이러

한 거래가 이루어지는 곳을 프로젝트 시장(Project-based Market)이라고 한다. 이러한 배출권은 배출권거래소 및 장외시장(OTC) 등에서 현물 및 선도·선물, 옵션 등의 상품으로 거래되고 있으며 배출권 가격은 배출권 할당량, 국제 에너지 가격 등에 따른 시장의 수요와 공급에 의해 결정된다. 우리나라에는 아직 할당량 시장이 형성되어 있지 않으며 청정개발체제(CDM) 사업을 통해 획득한 배출권을 선진국에 판매하는 형태로 프로젝트 시장에 참여하고 있다.

3. 기후변화가 경제에 미치는 영향

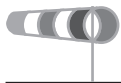
1) 기후변화 대응비용

기후변화로 인한 영향을 경제학적으로 접근하려는 연구는 영국의 경제학자인 Nicholas Stern의 보고서 ‘기후변화의 경제학(The Economics of Climate Change, 2006)’ 이후 확산되었다. Stern은 동 보고서에서 기후변화의 경제적 피해에 대해 심도 있는 분석을 실시하고 대기중 온실가스 농도를 500~550ppm 수준으로 안정시키기 위한 비용⁶⁾은 매년 세계 GDP의 약 1% 수준⁷⁾에 불과하나 기후변화 문제를 방지할 경우에는 매년 세계 GDP의 5~20%의 비용이 소요될 것으로 추산했다. 그 외에 여러 경제학자들도 기후변화에 대응하지 않을 경우

5) 교토의정서에서는 각국의 온실가스 감축 목표를 보다 원할하게 달성하도록 하기 위해 온실가스 의무감축 이행에 유연성(flexibility)을 부여하는 다음과 같은 세 종류의 교토메커니즘을 도입하였다. ① 공동이행(JI, Joint Implementation) : 선진국이 다른 선진국에 투자하여 달성한 온실가스 감축분을 자국의 감축실적으로 인정하는 제도, ② 청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism) : 선진국이 개발도상국에 투자하여 달성한 온실가스 감축분을 실적으로 인정하는 제도, ③ 배출권거래(ET, Emission Trading) : 온실가스 배출 할당량의 잉여분 및 JI, CDM 등 투자로 획득한 배출권에 대해 거래를 허용하는 제도

6) 시장충격(market impact)과 비시장충격(non-market impact) 모두를 포함하는 비용이다.

7) Stern은 2008.6월 기후변화가 예상보다 빠르게 진행되고 그 영향도 더욱 확대되고 있다고 평가하면서 온실가스 감축비용을 세계 GDP의 2%로 증가시켜야 한다고 수정 발표하였다.



[표 1] 시나리오별 온실가스 감축비용¹⁾ 비교

(%)

지역	Delayed ²⁾		All 2008 ³⁾		450ppm ⁴⁾	
	2030년	2050년	2030년	2050년	2030년	2050년
전세계	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9	-0.5	-2.5
OECD	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.2	-1.1
BRICs	-1.3	-1.4	-2.0	-1.6	-1.4	-5.5
기타국가 ²⁾	-0.7	-1.5	-1.6	-2.0	-0.9	-4.7

주 : 1) 기준 시나리오 대비 GDP 증가율

2) 모든 국가에서 2020년부터 탄소세 부과

3) 모든 국가에서 2008년부터 탄소세 부과

4) 대기중 온실가스 농도를 450ppm 수준으로 유지

자료 : OECD Environmental Outlook to 2030 (2008)

(inaction)에 막대한(significant) 비용이 소요될 것으로 경고하였다.⁸⁾

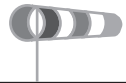
한편 OECD, IMF, IPCC 등의 국제기구에서도 기후 변화로 인한 최악의 상황을 방지하기 위해서는 기후 변화에 대응해야 함을 강조하고 대응에 소요되는 비용을 추정하였다.

OECD는 전세계가 온실가스 감축을 위한 특별한 조치를 취하지 않은 경우(Baseline Scenario)를 기준으로 하여 온실가스 감축정책 강도에 따른 경제적 비용을 추정하였다. 먼저 온실가스 감축을 위한 조치가 없을 경우에 온실가스는 2030년 및 2050년에 각각 2005년 대비 37% 및 52% 증가하고 지구 평균기온이 적어도 4~6℃ 상승하여 지구환경이

복원 불가능한 상태로 악화될 것으로 우려하였다. 한편 가장 바람직한 대책인 대기중 온실가스 농도를 450ppm으로 안정화시키는 경우 세계 GDP는 기준예측(baseline)보다 2030년에 0.5%, 2050년에는 2.5% 각각 줄어드는 것으로 분석되었는데 이는 2005~2050년중 세계 GDP의 연평균 증가율을 0.1%p 정도 낮추는 효과가 있다. 결론적으로 OECD 보고서는 국제적 공조를 통한 대응정책의 강도가 강할수록 비용이 증가하지만 현재로서는 감당할 수 있는(affordable) 수준이라고 지적하였는데 이는 기후 변화에 대한 대응이 빠를수록 비용이 줄어들고 성장잠재력의 훼손을 줄일 수 있음을 시사한다.

한편 IMF와 IPCC의 온실가스 감축비용 추정 결과를 보면 대체로 OECD의 추정치보다 더 많은 대응 비용이 산출되었는데 이는 각각의 적용모델이 다른 데다 기술수준, 인구증가율, 감축 정책수단 및 정부수입의 재분배 방식 차이 등에 따른 것으로 판단된다.

8) Kemfert & Schumacher(2005)는 기후변화에 대응하지 않을 경우의 소요비용이 2100년 기준 세계 GDP의 23% 수준으로, Nordhaus(2007)는 향후 250년 동안 기후변화에 대응하지 않을 경우의 피해 규모를 22.6조달러로 추정하였다.



[표 2] 기관별 온실가스 감축비용 비교

	규제 수준 (ppm)	GDP 손실(%)	
		2030년	2050년
OECD ¹⁾	450	0.5	2.5
	550	0.8	0.9
IMF ²⁾	550	-	2.6~2.8 ⁴⁾
IPCC ³⁾	445~535	3.0이내	5.5이내
	535~590	0.2~2.5	4.0이내

주 : 1) Environmental Outlook to 2030 (2008)

2) World Economic Outlook (2008)

3) IPCC 4th Assessment Report (2007)

4) 2040년 기준

자료 : IEA, World Energy Outlook (2008)

이와 같이 여러 경제학자와 국제기구의 연구결과를 종합해 보면 기후변화에 대응하기 위해 온실가스를 인위적으로 감축하는 경우 경제적 비용이 발생하나 대응이 빠를수록 비용은 줄어들고 성장잠재력 훼손도 방지할 수 있음을 알 수 있다. 즉 단기적으로는 경제적 손실이 더 클지라도 기후변화 대응을 통해 장기적으로 피해를 최소화할 수 있다. 한편 기후변화는 물가상승을 유발할 것으로 예상된다. 기후변화로 인한 폭염, 가뭄 등의 자연재해는 곡물가격 등의 상승요인으로 작용하며 기후변화 대응을 위한 기업의 비용 증대는 제품가격 상승으로 이어질 것이다. 즉 현재의 시장가격 체계 하에서는 반영되지 않던 환경비용이 물가에 반영되면서 물가상승⁹⁾ 압력이 증대될 가능성이 있다.

2) 기후변화 대응을 통한 새로운 기회의 창출

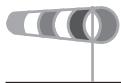
온실가스 감축을 위해서는 어느 정도의 비용이 발생하지만 기후변화에 대한 대응 및 규제는 새로운 산업과 일자리를 창출하는 기회도 제공한다. 온실가스 배출 규제에 창출되는 새로운 산업은 온실가스 배출 감축과 관련된 산업¹⁰⁾과 배출된 온실가스 처리와 관련된 산업¹¹⁾으로 구분할 수 있다. 먼저 온실가스 감축 관련 대표적인 산업인 신·재생에너지 산업은 아직 초기단계이지만 일부 선진국에서 빠르게 성장하고 있다. 이러한 빠른 성장세는 독일 등 EU 국가를 중심으로 두드러지는데 총1차에너지 공급에서 신·재생에너지가 차지하는 비중을 살펴보면 잘 나타난다.

한편 배출된 이산화탄소를 상품화한 배출권 거래 시장인 탄소시장(Carbon Market)의 전세계 거래규모가 2005년 109억달러에서 2007년 640억달러로

9) 이러한 환경(ecology) 요인에 의한 물가상승(inflation)을 '에코플레이션(ecoflation)'이라고 한다.

10) 신·재생에너지산업, 에너지 절약·효율개선 관련 산업, 화석연료의 청정화 산업 등이 있다.

11) 이산화탄소 포집 산업, 탄소배출권 거래 산업 등이 있다.



[표 3] 주요국의 신·재생에너지 공급비중¹⁾ 추이

(%)

	1995년	2000년	2005년	2007년	2008년 ^e	증가율 ²⁾
OECD	6.3	6.2	6.3	6.9	7.1	1.8
미 국	5.4	4.8	4.8	5.0	5.3	0.4
일 본	3.3	3.3	3.3	3.4	3.2	0.6
독 일	2.2	3.2	5.2	8.6	8.4	11.7
한 국	0.8	0.9	1.2	1.4	1.5	8.3

주 : 1) 총1차에너지 공급에서 신재생에너지가 차지하는 비중

2) 1995~2007년중 신재생에너지 공급 증가율

자료 : IEA, Energy Balance of OECD Countries 2009

크게 확대되었는데 특히 EU ETS¹²⁾를 중심으로 한 할당량 시장이 2007년 거래금액 기준으로 전세계의 78.7%를 차지하며 탄소시장의 대부분을 점유하고 있다.

이외에도 IT를 활용하여 온실가스를 저감하는 사업(Green IT), 에너지절약전문기업(ESCO, Energy Service Company) 등 제품의 생산 과정에서 에너지 절약 및 효율 개선과 관련된 산업뿐만 아니라 배출된 이산화탄소를 처리하는 이산화탄소 포집기술(CCS, Carbon Capture and Storage) 관련 산업이 등장하는 한편 탄소시장과 연계된 컨설팅, 배출권 거래 중개 등 온실가스 감축과 관련된 다양한 서비스업¹³⁾이 출현하고 있다.

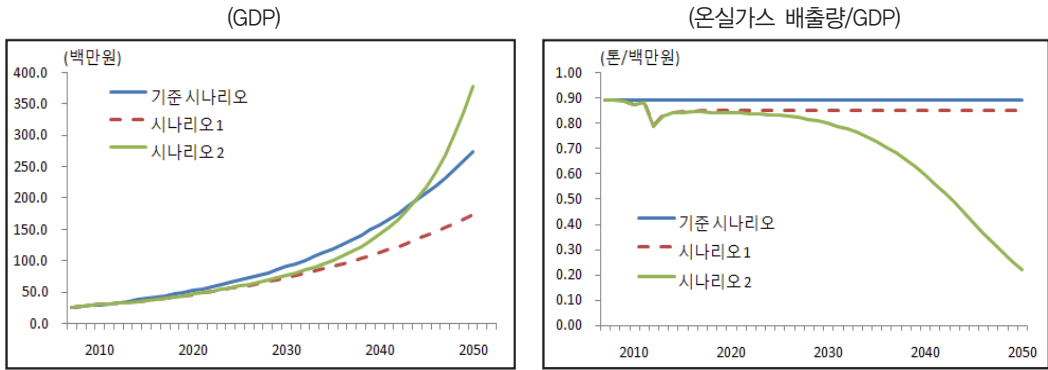
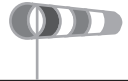
12) EU ETS(EU Emission Trading Scheme)는 EU가 역내 철강, 섬유, 전력 등 에너지 소비가 많은 산업의 1만 2천여 개 사업체를 대상으로 온실가스 배출권을 거래하는 시장으로 2005년에 출범하였다.

13) 포인트카본(PointCarbon), 에코시큐리티즈(EcoSecurities), 낫소스(Natsource) 등은 탄소시장에 특화된 대표적인 전문 컨설팅업체로 컨설팅 수입, 배출권거래 중개수수료, 유료정보 제공 등이 주요 수익원이다.

3) 기후변화 대응이 우리 경제에 미치는 영향 (실증분석)

세계적으로 확산되고 있는 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축 정책이 우리 경제에 미치는 영향을 분석해 보기 위해 합리적 기대 가정 하에 내생적 성장경로를 고려한 동태·일반균형(DSGE) 모형을 설정하고 세 가지 시나리오로 구분하여 실증분석을 하였다.

- ▶ **기준 시나리오:** 온실가스 배출 규제가 부과되지 않아 온실가스 배출이 경제주체의 의사결정에 아무런 영향을 주지 않는 상황
- ▶ **시나리오 1:** 2013년부터 온실가스 배출 규제를 받게 되어 배출권 거래제를 도입하고 온실가스 배출량을 기준 시나리오 대비 20% 감축
- ▶ **시나리오 2:** 시나리오 1에서 저탄소 제품의 상대가격이 고탄소 제품의 2.5배에서 매년 5%씩 하락하는 것으로 추가 가정



[그림 2] 시나리오별 GDP 및 온실가스 배출량 추이

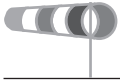
그 결과 온실가스 배출 규제는 단기적으로 생산 및 온실가스 배출량 감소를 유발하는 것으로 나타났다. 그러나 저탄소 중간재의 상대 단가가 하락하는 경우(시나리오 2)에는 장기적으로 생산증대 효과가 나타나고 생산대비 온실가스 배출량이 지속적으로 하락하는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 온실가스 배출 규제가 실시되더라도 저탄소 중간재의 상대 가격이 매우 높은 수준을 지속할 경우 저탄소 중간재에 대한 수요가 크게 증대되지 않는 데 기인한다. 즉 온실가스 배출 규제에 의한 저탄소 제품의 비용 부담 완화 효과가 고탄소 제품과의 가격 차이를 상쇄할 만큼 크지 않을 경우 온실가스 배출 규제가 부과되더라도 기존의 고탄소 제품에서 저탄소 제품으로의 수요이전이 발생하기 힘들다.

저탄소 중간재에 대한 수요가 확대되지 못하면 저탄소 제품 개발의 기대이익이 작아 관련 기술개발 투자가 부진하고 기술진보도 발생하지 못한다. 따라서 온실가스 배출 규제를 받는 상황에서 저탄소 제품에 대한 기술개발이 부진하면 온실가스 배출 규제는 기존 제품에 대한 비용상승 효과만 유발하여 생산

을 저해할 뿐만 아니라 기술발전 속도도 둔화된다.

따라서 저탄소 제품의 가격 하락 등으로 관련 수요가 확대되어야 저탄소 제품의 기술이 발전할 수 있으며 전체적인 기술수준도 높아질 수 있다. 이 경우에 경제 전체의 생산은 증가하는 반면 온실가스 배출량은 증가폭이 둔화되어 생산대비 온실가스 배출량이 적은 저탄소 경제로 이행할 수 있다. 결국 온실가스 배출규제에 따른 생산축소 효과를 줄이고 생산대비 온실가스 배출량이 적은 저탄소 경제로 이행하기 위해서는 저탄소 제품에 대한 투자 및 기술개발을 통한 가격경쟁력 확보가 꼭 필요하다고 할 수 있다. 다시 말해 기후변화에 대한 대응을 통해 새로운 기회를 창출하고 성장동력을 확충하기 위해서는 투자 확대를 통한 효율성 증진과 기술진보가 무엇보다 중요하다.¹⁴⁾

14) Nick Johnstone, Ivan Hascic & David Popp(2008)도 신·재생에너지 부문의 기술혁신에 있어서 환경정책(공공정책)의 중요성을 강조하면서 정부가 에너지세(탄소세) 등으로 확보된 재원을 신·재생에너지 R&D 투자지원 등으로 환원하는 정책을 추진할 필요가 있음을 지적하였다.



III. 맺음말

기후변화에 대한 국제적 논의는 일시적인 현상이 아니라 세계경제의 지속가능발전을 도모하기 위한 기초적 흐름으로 정착되고 있다. 세계 각국은 기후변화를 지구 환경보전 차원에서 뿐만 아니라 세계경제의 환경변화로 인식하고 이에 대한 대응책 마련에 적극적으로 나서고 있다. 선진국을 중심으로 저탄소 에너지 관련 투자¹⁵⁾를 큰 폭으로 늘려가고 있을 뿐만 아니라 미국의 신정부도 환경보호에 적극성을 보이는 점을 감안할 때 기후변화 대응의 국제적 논의는 더욱 가속될 가능성이 높으며 이에 따라 개도국에 대한 온실가스 감축압력 또한 강화될 것으로 예상된다. 기후변화에 대한 여러 불확실성이 아직 상존해 있지만 이러한 세계적 추세를 감안할 때 우리나라는 포스트-교토체제에서 어떠한 형태로든 온실가스 감축의무를 부과받을 것으로 예상되며 이에 대한 대응책 마련이 시급한 실정이다.

선진국에 비해 온실가스 감축을 위한 준비가 미흡한 우리나라는 무엇보다도 정확하고 신뢰성 있는 온실가스 배출량 산출을 위한 통계적 기반 구축이 필요하다. 이러한 통계적 기반이 구축되어야 현황 파악 및 전망의 정도를 높일 수 있으며 이를 통해 우리 경제에 적합한 온실가스 감축목표를 설정할 수

있을 것이다. 이와 관련하여 정부는 연내 자발적 중기(2020년 기준) 감축목표를 발표할 예정이다. 우리 경제가 감내할 수 있는 감축 목표치를 설정한 후 이를 점진적으로 실행해 나갈 경우 에너지 다소비형 산업구조인 우리 경제는 단기적인 충격을 피할 수 없겠지만 장기적으로는 선진국형 산업구조로 이행할 수 있는 기회가 될 것이기에 정부가 설정하게 될 감축목표 수준에 귀추가 주목된다.

국제사회의 압력에 의해 과도한 온실가스 감축 목표치를 부과받는 것은 문제가 있지만 그렇다고 온실가스 감축을 실행하지 않을 경우 장기적으로 수출 경쟁력의 약화와 새로운 사업기회의 상실을 초래할 수 있다. 국제사회의 요구에 부응하고 경제의 지속가능한 발전을 도모하기 위해서는 장기적인 관점에서 범국가적이고 체계적인 대응체제 구축이 필요하다. 정부는 구체적이고 실현가능한 온실가스 감축 정책을 수립하고 이를 일관성 있게 추진함으로써 정책의 확실성을 제거해 나가야 한다. 아울러 정책 수립시 경제의 효율성뿐만 아니라 다양한 경제주체 간의 형평성을 고려하여 타격을 받게 되는 부문에 대한 지원과 함께 민간부문의 자발적 참여를 유도할 수 있는 인센티브를 제공할 필요가 있다. 이와 함께 민간 부문도 온실가스 감축이 미래세대의 지속적 성장을 위해 필요한 과제임을 인식하고 에너지 경영, 친환경 기술개발 투자 및 환경친화적 소비문화에 관심을 가져야 한다.

이와 같은 범국가적 노력과 함께 우리 경제의 지속가능한 발전을 도모하기 위해서는 온실가스 감축 관련 기술진보가 반드시 필요하다. 현재의 기술수준

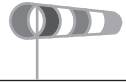
15) 신·재생에너지 개발 및 에너지효율화를 위한 투자를 포함한다.

세계 저탄소 에너지 관련 투자규모

(10억달러, %)

	2004	2005	2006	2007	2008
투자금액 (증감률)	35 (-)	60 (71.4)	93 (55.0)	148 (59.1)	155 (4.7)

자료 : REN21, Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009

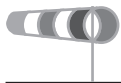


으로는 어떠한 정책노력 하에서도 온실가스 배출 규제에 의한 성장률의 하락이 필연적일 것이므로 기술 진보를 통해 이를 극복해 나가야 한다. 즉 온실가스 배출 자체를 줄이거나 배출된 온실가스를 효과적으로 처리할 수 있는 기술개발이 진전되어 새로운 에너지 등이 개발되고 상용화될 경우 경제구조의 획기적 변화와 함께 환경보전과 경제성장을 동시에 추구해 나갈 수 있다. 기술개발 초기단계에서는 가격 보조 등 정부 차원의 지원이 필요하며 동 재원을 마련하기 위해서는 탄소세를 도입할 필요가 있다. 아울러 소비자의 친환경 선택을 유도하는 수요관리를 통해 저탄소형 소비를 촉진시켜 관련 기술개발에 대한 기대이익이 창출될 수 있도록 하여야 한다.

환경문제에서 출발한 기후변화 대응이 경제문제로 확대되면서 세계 각국은 새로운 시장을 선점하려는 경쟁을 벌이고 있다. 에너지원이 목재에서 석탄으로 이행되면서 유발된 18세기의 산업혁명에 이어 21세기에는 저탄소 에너지로의 산업혁명(Low-carbon Industrial Revolution)이 전개될 가능성이 높다. 온실가스 감축을 통한 기후변화예의 대응은 우리 경제에 일시적인 충격을 줄 수도 있지만 자발적이고 효율적인 대책을 통해 우리 경제의 위상을 높일 수 있는 기회를 제공할 것으로 기대된다.

참고문헌

- Kemfert, C. and K. Schumacher, "Cost of Inaction in Climate Protection - Assessment of Costs of Inaction or Delayed Action of Climate Protection and Climate Change", 2005.
- Nick Johnstone, Ivan Hascic & David Popp, "Renewable Energy Policies and Technology Innovation: Evidence Based on Patent Counts", NBER Working Paper, No. 13760, 2008.
- Nordhaus, W.D., "The Challenge of Global Warming : Economic Model and Environmental Policy", 2007.
- IEA, "CO₂ Emission from Fuel Combustion 2008", 2008.
- , "Energy Balance of OECD Countries 2009", 2009.
- , "World Energy Outlook 2008", 2008.
- IPCC, "Climate Change 2007: Synthesis Report", 2007.
- OECD, "Environmental Outlook to 2030", 2008.
- REN21, "Global Trends in Sustainable Energy Investment 2009", 2009.
- World Bank, "State and Trends of the Carbon Market 2008", 2008.
- , "The Growth Report: Strategies for Sustainable Growth and Inclusive Development", 2008.



기후변화가 농업경제에 미치는 영향

김 창 길

한국농촌경제연구원 연구위원

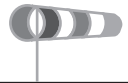
changgil@krei.re.kr

I. 서론

지구의 기후는 매년 변동을 반복하고 있으며, 최근 들어 지구 지표면 부근의 기온이 높아지는 온난화 경향이 확실해지고 있다. 이러한 지구온난화는 상당히 과학적인 근거를 통해 미래 사회의 변화를 주도할 메가트렌드로 제시되고 있으며 세계 곳곳에서 피부로 실감할 정도로 나타나고 있다. UN산하 IPCC(2007)의 「기후변화에 관한 제4차 보고서」에 따르면 지구온난화는 논란의 여지가 없을 정도로 명백하며 인간 활동으로 인한 온실가스 증가가 20세기 중반 이후 온난화를 일으켰을 가능성이 매우 큰 것으로 발표하였다. 특히 이 보고서에서는 지금과 같이 인류가 석유·석탄 등 화석연료에 의존하는 생활을 계속하면 21세기 말(2090~2099)에는 지구의 평균기온이 최대 6.4℃ 추가로 상승하고, 해수면

은 59cm까지 상승할 것이라고 경고하고 있다. 실제로 지난 100년(1906~2005)동안 지구의 평균기온이 0.74℃ 상승한 것으로 분석되었다. 우리나라도 지구 온난화의 영향으로 지난 100년간 평균기온이 1.5℃(겨울 1.9℃, 여름 0.3℃) 상승한 것으로 나타났다. 국립기상연구소의 기후변화 전망자료에 따르면(에너지원의 균형을 중시하는 A1B 시나리오 적용), 한반도의 기후가 세계평균보다 1.5~2℃ 높을 것으로 전망되고 있다.

지구온난화로 겨울이 짧아지고 여름이 길어지며 봄꽃 개화시기가 빨라져 농작물 재배적지가 변화하고 월동 병해충 피해가 증가하는 등 농업생산성 저하 현상이 발생하고 있다. 특히 사과 생산지의 경우 경북 대구에서 강원도 양구까지 북상한 것으로 나타나고 있다. 최근의 몇몇 연구들은 지구온난화가 농



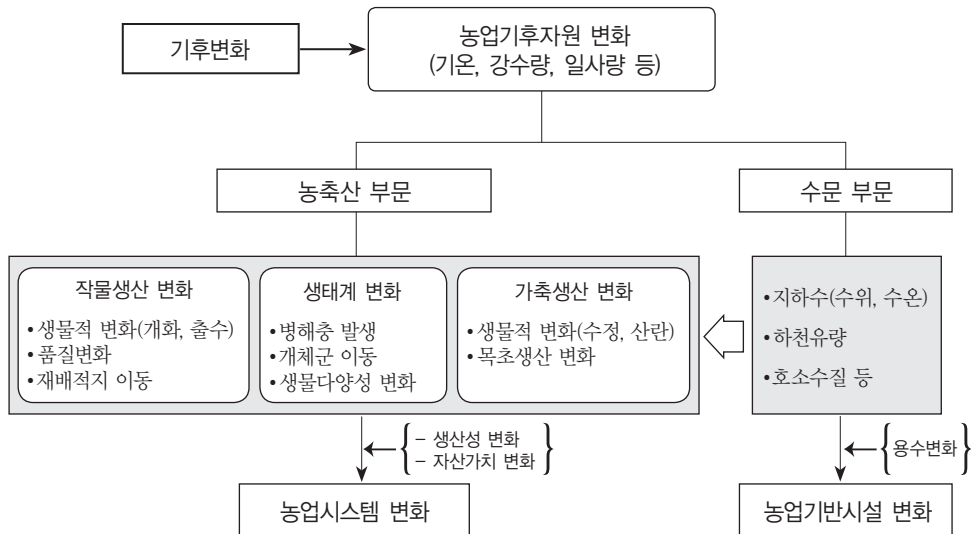
업생산에 부정적인 영향을 미칠 것이라고 지적하면서, 품종개량과 재배방식 개선 등과 같은 장기적인 대응의 필요성을 강조하고 있다. 한편 지구온난화에 따른 기온상승은 이모작 확대 등 작물 재배기간의 증가, 월동작물의 저온피해 감소 및 온실재배 농작물의 난방비 절감, 고온성 작물(망고, 키위, 유자 등)의 재배 가능지역 확대 등 긍정적인 측면으로도 작용한다. 이와 같이 기후변화는 특히 농업부문에 큰 영향을 미친다.

기후변화가 농업부문에 미치는 영향에 관한 과학적인 진단과 평가는 지구온난화의 부정적 위험을 최소화하고 위기를 기회로 활용하는 적응대책 수립의 기초자료가 된다. 이 논문에서는 기후변화가 농업경제에 어느 정도 영향을 미치는지 분석결과를 제시하고자 한다.

II. 농업부문의 기후변화 영향분석 이론

1. 개념적 접근

기후는 어떤 지역에서 어떤 기상현상이 오랜 기간 동안에 되풀이 되어 나타나는 평균적인 기상현상을 말한다. 농업은 그 지역의 기후에 적합한 작물을 선택하고 영농방법을 적용하여 생산 활동이 이루어진다. 따라서 농업은 기후의존적인 산업으로 지역특성이 두드러진 생명산업이다. 지역특성이란 그 지역의 풍토에 따른 생태계의 특성을 말하며, 기후는 지역의 물리적 특성을 대표하는 것 가운데 하나이다. 기후변화는 안정돼 있던 농업생태계를 교란시켜 기온, 강수량, 일사량 등 농업기후요소 변화를 통해 농작산부문과 수문부문에 영향을 미친다.



[그림 1] 기후변화가 농업부문에 미치는 파급영향 체계



기후변화가 농업부문에 미치는 파급영향에 대한 흐름을 보면, 우선 기후변화가 농축산부문에 미치는 영향으로 작물의 개화·출수 등 생물학적 변화와 품질변화, 재배적지 이동 등을 들 수 있다[그림 1]. 다음으로 농업생태계에도 영향을 미쳐 병해충 발생과 개체군의 이동 및 생물다양성에 영향을 준다. 또한 축산부문에는 수정과 산란 등 생물학적 변화와 목초생산에 영향을 미친다. 기후변화는 강수량, 증발, 토양수분 등의 변화를 통한 지하수 수위와 수온, 하천 유량, 호소 수질 등 수문 분야에도 영향을 미친다. 이와 같이 기후변화는 농업생산성과 농가수익 및 자산가치 등 광범위한 영향을 미쳐 농업시스템을 변화시키며 농업용수원의 변화 등으로 농업기반 시설에도 영향을 미친다.

농업부문의 기후변화 영향에 대한 계량적 분석은 주로 실험적이고 횡단면 분석을 중심으로 이루어져 왔다. 여기서의 실험적 분석은 농경제 시뮬레이션모형(agro-economic simulation models)을 기초로 하여 이루어지며, 기후수준 또는 이산화탄소와 같은 관련변수들을 조정하는 통제된 실험과 유사하고, 작물 생산량에 미치는 영향도 추정 가능하다.

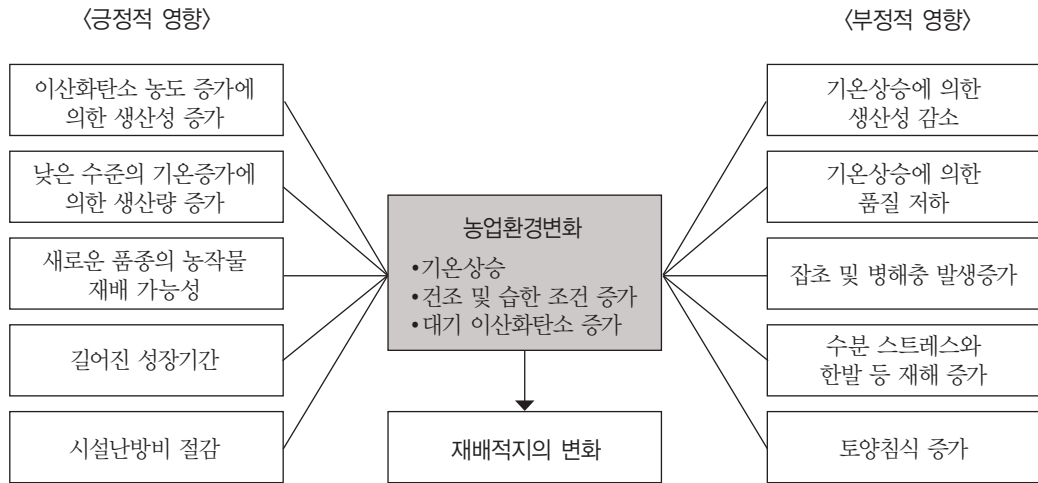
농업생태권역분석(agro-ecological zone analysis)은 기후변화에 따른 작물과 농업생태지역에서 발생하는 변화를 추적하는 작물시뮬레이션모형(약칭하여 작물모형)을 이용하여 이루어진다. 작물생육은 작물의 유전적인 특징, 재배기술, 환경(기후, 토양 등)의 세 가지 복합적인 작용에 의하여 결정된다. 작물시뮬레이션모형이란 이들 세 가지 요소를 입력하였을 때 작물의 생육과 수량 등을 미리 예측할 수 있

게 만든 컴퓨터 프로그램을 말한다. 작물모형을 이용하면 기후변화에 따른 작물생산량을 추정하고 분석할 수 있다. 미국에서 개발된 작물과 자원환경의 통합을 통한 작물추정(Crop Estimation through Resource and Environment Synthesis, CERES) 모형을 이용하면 아직 발생하지 않은 상황을 미리 예측하여 그 결과가 어떻게 나올 것인지를 사전에 알아볼 수 있다.

지구온난화에 따른 기온과 강수량 변화가 농업부문에 미치는 영향이 어떻게 이루어지고 어느 정도인지를 분석하기 위해 실험실에서의 연구와 모의실험연구, 포장에서의 현장연구 등 다양한 방법으로 이루어지고 있다. 실제로 기후변화가 농업에 미치는 영향은 관련변수에 따라 큰 차이를 보이기 때문에 정형화된 분석결과를 제시하기는 어렵다. 따라서 그동안 관련분야의 연구성과를 기초로 개념적으로 긍정적 영향과 부정적 영향으로 나누어 볼 수 있다[그림 2].

지구온난화의 긍정적인 영향으로는 이산화탄소 증가에 따른 시비효과로 작물의 생산성 증가, 새로운 고온성 작물(망고, 키위, 유자, 감귤 등)의 재배 가능 지역 확대, 작물재배 기간 증가로 인한 이모작 확대, 월동작물 저온피해 감소 및 시설재배 농작물의 난방비 절감 등을 들 수 있다.

지구온난화의 부정적인 영향으로는 기온상승에 따른 생육기간 단축으로 인한 작물 수량감소와 품질저하, 특히 사과와 당도저하 및 착색불량과 저장성 저하, 잡초 및 농작물의 병해충 활동 증대, 유기물 분해 촉진으로 인한 지력 저하, 강우 증가로 인한 토양



[그림 2] 온난화가 농업부문에 미치는 잠재적 영향

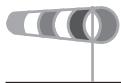
침식의 심화 등을 들 수 있다.

이밖에도 각 작물은 재배에 적합한 기후환경지역을 가지고 있어 기후가 변화하는 경우 작물의 재배한계선과 재배적지가 복잡함에 따라 주산지가 변동하게 된다. 주산지 변동은 지역별 위치에 따라 위기로 작용하기도 하고 기회로 작용할 수도 있어 긍정적·부정적 영향으로 구분하기가 어렵다.

2. 기후변화 영향 분석 이론

기온 및 강수량 등 기후요소 변화에 따른 작물생산 예측의 정량적 평가를 위해 분산된 과학적 지식을 통합·지원하는 통합평가모형이 활용되고 있으며, 장기간에 걸친 시간을 고려한 동태적인 모형이 주류를 이루고 있다. 대표적인 기후-작물 통합모형으로 CERES 모형과 기후변화 최적화모형 등을 들 수 있

다. 예를 들어 CERES-Rice 모형은 기상, 토양, 품종 특성 모수 및 재배관련정보를 이용하여 벼의 발육과 수확을 예측하는 모형이다. 이 모형은 크게 벼의 발육단계를 예측하는 생물계절 부문모형, 벼의 건물 생산 및 식물체 각 기관으로의 분배를 모의하는 성장 부문모형, 질소와 공급을 다루는 질소-수분의 동태적 부문모형 등으로 나누어진다. 이와 같이 세 가지 부문모형으로 구성된 CERES-Rice 모형은 기후변화에 따른 작물생산의 중장기 예측모형으로 2030~2100년의 쌀 생산량 예측에 널리 활용되고 있다(심교문 외 5인, 2008). 이밖에도 기후변화에 따른 작물생산 예측모형으로 농업생산시스템 시뮬레이션모형, 동태적 작물모형, 농업환경예측모형, 장기간에 걸친 토양 유기물 변동과 작물생장 및 탄소저장량을 예측하는 CENTURY 모형 등 여러 가지 모형을 들 수 있다.



3. 농업부문의 경제적 영향분석 접근방법

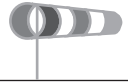
기후변화가 농업에 미치는 경제적 효과 분석을 위해서는 기후와 작물간의 관계를 설명하는 변수에 대한 과학적인 분석과 기후와 경제변수간의 관계에 대한 심층적인 분석을 필요로 한다. 기후변수와 작물 변수의 과거 자료에 의존하여 대부분의 분석이 이루어지고 있다. 기온상승과 강수량 변화에 따른 새로운 여건 변화를 상정하는 경우 실제로 나타날 수 있는 현상은 여러 가지 변수들에 의해 크게 영향을 받기 때문에 경제적 영향 분석에 상당한 어려움이 따른다. 또한 실제적으로 기후변화는 대체로 10년, 20년 등 수십 년 후의 가상적인 변화를 상정하여 분석하기 때문에 가격과 수익 등 미래변수 설정에도 어려움이 있어 여러 가지 가정조건을 설정하여 분석이 이루어진다. 기후변화의 경제적 영향 분석에는 상당한 제약이 따르지만, 이 분야에서 이루어진 분석모형을 종합하면 대표적인 모형을 크게 네 가지로 나누어 접근될 수 있다.

첫째, 작물반응함수와 생산함수 등을 이용한 농경제모형은 기후변화에 따른 농산물의 생산 단수와 비용 등에 미치는 영향을 추정하기 위해 이용된다. 기본적으로 이들 모형은 함수형태를 구체적으로 설정하여 접근하는 모수적 방법론(parametric method)과 함수형태를 설정하지 않고 접근하는 비모수(nonparametric) 또는 준모수(semi-parametric) 방법론이 적용되고 있다. 농경제모형은 여러 환경조건과 다양한 지역에서의 기후요소 변화가 농산물 생산성과 농가수익에 미치는 영향 등을 분석하는데 활용될 수 있다.

둘째, 속성가격(hedonic price) 모형은 기후변화의 영향은 자산가치에 반영되며, 현재 자산가격은 기후 파라미터 변화에 따른 토지가치의 가격 민감도를 추정하는 데 이용된다. 기후변화와 토지가치를 연계하여 경제적 영향을 분석하는 속성가격 모형으로 Mendelsohn, Nordhaus, and Shaw(1994)가 개발한 리카디안 모형(Ricardian model)을 들 수 있다.

셋째, 프로그래밍 시뮬레이션 모형은 가상의 조건을 설정하고 기후정보와 토지이용 정보를 활용하여 기후변화에 따른 최적 산출물 공급 및 투입물 수요를 추정할 수 있다. 농업부문모형을 이용하면 보전경운 등 온실가스 감축에 따른 다양한 지역에서의 균형 가격, 산출 수준, 이익 등을 도출할 수 있다. 특히 확률적 시뮬레이션은 다양한 지역에서 생산과 수익성에 대한 불확실성과 위험을 반영하여 평균 및 변이 지표의 변화 정도를 계측하는 데 적용되고 있다. 수리계획 프로그래밍 모형을 기후변화 영향분석에 적용하기 위해서는 기후요소와 환경변수 등에 대한 여러 가지 기술적 파라미터 값을 알아야 하기 때문에 기후-작물의 통합평가모형과 연계된 분석모형이 활용되고 있다.

넷째, 기후변화와 농업생산과 경제시스템을 연계한 연산일반균형 모형과 동태적 통합모형 등을 들 수 있다. 이들 모형은 기후변화가 농업부문의 성장과 국내총생산 등 거시적 영향을 계측하는데 활용되고 있다.

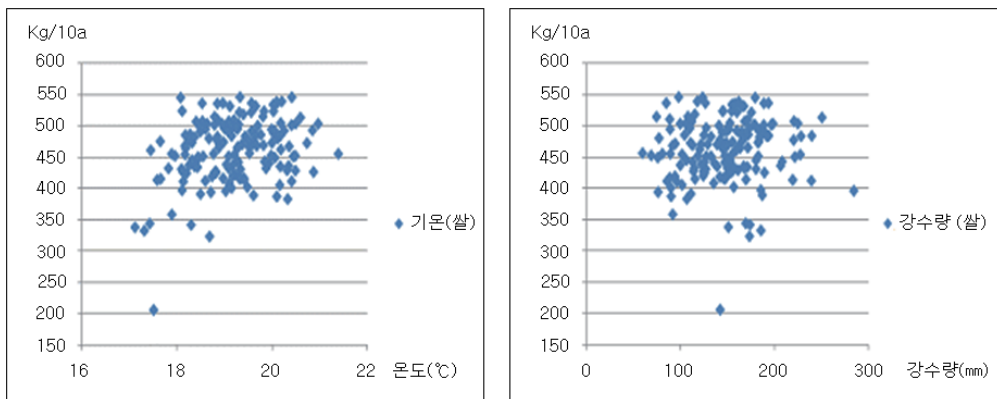


Ⅲ. 기후변화가 농업생산성에 미치는 영향 분석

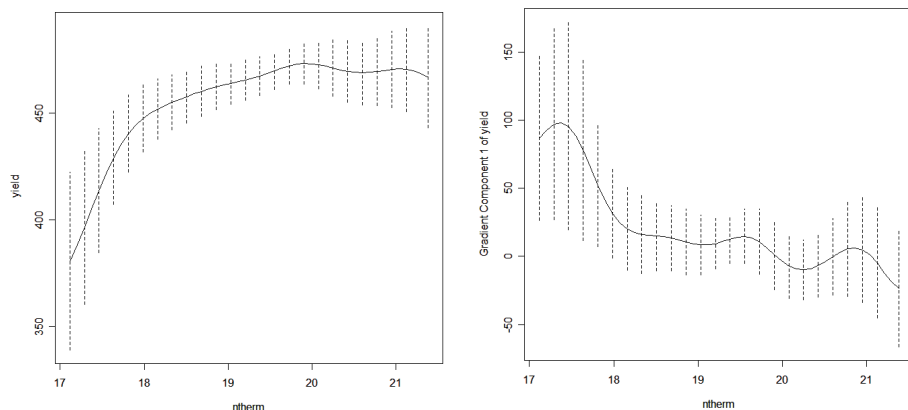
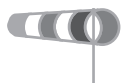
1. 기후변화에 따른 생산량 영향 분석

기온과 강수량 등 기후인자의 변화가 농업생산에 미치는 영향계측접근방법으로 특정 함수를 가정하여 회귀분석을 수행하는 모수적방법과 함수형태를 가정하지 않고 신축적으로 분석하는 비모수적 준모수적방법이 적용되고 있다. 비모수적 혹은 준모수적 분석법에도 매우 다양한 모형들이 포함되며, 각 모형은 특유의 장단점을 가지고 있어 이용하는 자료와 분석대상의 특성에 따라 이들 모형들 가운데 적절한 것을 선택할 수 있다. 이 논문에서는 비모수적 분석법 중에서도 가장 기본적인 분석법이라 할 수 있는 커널회귀분석(kernel regression)과 준모수적 분석법 중 가장 많이 사용되는 모형 가운데 하나인 부분선형모형(partially linear model)을 이용하였다.

농업부문의 대표 작목이고 관련 통계자료가 잘 구축된 쌀을 대상으로 기후변화에 따른 생산성 영향을 분석하였다. 분석자료는 전국 평균자료를 이용하는 경우 관측치수가 너무 적어 통계적 유의성 문제가 발생하기 때문에 주요 주산지에서의 연도별 자료를 혼합한 패널자료를 이용하였다. 경기, 충남, 전북, 전남, 경북 등 5개도를 대상으로 1975~2006년까지의 일반벼 자료를 이용하여 기온과 강수량의 기후변수에 따른 수량변화의 쌀 생산성을 분석하였다. 1990년대 이전까지는 통일벼와 일반벼가 동시에 생산되었고, 두 품종간 단위면적당 생산성이 큰 차이를 보이기 때문에 일반벼만을 대상으로 분석하였다. 벼의 생육기간인 4~10월 사이의 평균 기온과 평균 월간 강수량과 단위와와의 관계를 그림으로 나타낼 수 있다[그림 3]. 이상 관측치로 보이는 하나의 관측치에서 매우 낮은 생산성이 나타났고, 각 지역별로 1980년 냉해로 인해 낮은 생산성이 관측되었다. 전체적으로 기온이나 강수량과 생산성이 어떤 관계를 가지는지를 이 그림만으로 파악하기는 어려운 것으로 나타났다.



[그림 3] 쌀 단위와 기온 및 강수량과의 관계



[그림 4] 경작기간 평균 기온과 쌀 단수와의 관계

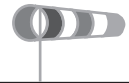
비모수적 커널함수 추정과 관련하여 4~10월의 평균기온과 단수와의 관계를 커널회귀분석하되, 연속 변수인 기온변수의 커널함수에 적용하여 추정한 결과 벼 성장기에 평균기온이 미치는 영향은 [그림 4]와 같이 추정되었다. 수직의 점선은 부스트래핑(추출회수 399회)을 통해 얻어진 각 예측치의 95% 신뢰구간을 나타낸다. 이 그림에서는 연평균 기온이 어느 정도 상승할 때까지는 기온이 오를수록 단수가 높아지지만 어느 수준 이상이 되면 기온 상승은 오히려 단수를 낮추는 역할을 하는 것으로 제시되고 있다.

기온변화와 쌀 수량과의 관계를 보았을 때 기온이 19℃를 넘게 되면 도합수의 신뢰구간이 0을 포함하게 되어 기온변화가 쌀 단수에 미치는 영향은 통계적으로는 0이라 할 수 있다. 한편 기온이 19℃ 이하인 경우 추정된 비모수모형의 도합수를 구해보면 평균 24.4kg로서 벼의 생육기간 동안 1℃의 기온 상승은 10a당 평균 24.4kg의 쌀 생산량이 증가함을

알 수 있다. 또한 기온이 20℃ 이상인 관측치에 있어서는 기온의 1℃ 상승은 10a당 쌀 생산량을 오히려 6.2kg 감소시키는 것으로 추정할 수 있다. 높은 기온 영역에서의 추가 온도 상승의 효과에 대한 통계적 신뢰성을 얻기 위해서는 향후 발생하는 기온변화를 반영하고 자료상의 온도분포를 더 늘리는 것이 필요할 것이다. 향후 기온상승이 쌀 단수를 감소시키는 효과에 대한 통계적 유의성은 약하나, 기온상승이 쌀 단수를 더 증가시키지는 않을 것이라는 점은 분명하다.

2. 농산물 생산의 중장기 전망

국립기상연구소의 2011~2100년 기간의 기후변화 시나리오를 기초로 CERES-Rice 모형을 이용하여 조생종(오대벼), 중생종(화성벼), 만생종(동진벼)을 대상으로 쌀 생산을 예측한 결과, 세 품종 모두 중장기(2011~2040년)에는 출수기가 7일 정도 빨라지고, 장기(2071~2100년)에는 최대 20일까지, 생리적 성



숙기는 최대 1개월까지 단축될 것으로 전망되었다. 또한 CERES-Rice 모형을 이용하여 한반도 기후변화 시나리오(A2 시나리오)에 따른 벼 생산성 변화를 분석한 결과에 따르면, 1971~2000년 평년기후도에서 시뮬레이션한 10a당 전국평균 쌀 수확량은 전국 평균 539kg이고, 도별로 보면 충남이 591kg으로 가장 높고, 강원도가 493kg으로 가장 낮았다[표 1].

지구온난화로 평년보다 온도가 2℃ 상승하는 경우 10a당 벼 수량은 전국평균은 515kg으로 평년보다 4.5% 감소하는 것으로 추정되었다. 도별로는 전남과 전북이 5.9~6.9% 감소하여 감소폭이 가장 크고, 충남과 충북은 2.4~2.7% 정도 감소하여 감소폭이 상대적으로 적을 것으로 나타났다.

온도가 평년보다 3℃ 상승하는 경우 10a당 전국평

균 벼 수량은 495kg으로 평년보다 8.2% 감소할 것으로 예측되었다. 도별로는 전라남도가 평년수량 대비 10.1% 감소로 감소폭이 가장 컸으며, 충청남도는 평년대비 7% 감소로 감소폭이 가장 적은 것으로 분석되었다.

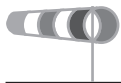
온도가 평년보다 5℃ 상승하는 경우 10a당 전국평균 벼 수량은 459kg으로 평년보다 14.9% 감소하는 것으로 분석되었다. 도별로는 전라남도가 19.4% 감소로 감소폭이 가장 컸고, 다음으로 충청남도가 16.2% 감소하는 것으로 예측되었다. 반면에 강원도는 10.2% 감소하는 것으로 추정되어 수량 감소폭이 상대적으로 가장 낮을 것으로 예측되었다. 이러한 생산량 감소는 온난화로 인한 등숙기간의 단축뿐만 아니라 고온에서의 임실을 저하 및 야간고온에 의한 호흡손실 때문인 것으로 분석되고 있다.

[표 1] CERES-Rice모형을 이용한 중장기 쌀 생산 예측

단위: kg/10a, %

도별	평년	2℃ 상승		3℃ 상승		4℃ 상승		5℃ 상승	
		수량	평년 대비	수량	평년 대비	수량	평년 대비	수량	평년 대비
강원	493	471	95.5	450	91.3	457	92.6	443	89.8
경기	520	501	96.3	480	92.3	470	90.4	449	86.5
경남	517	488	94.4	474	91.6	463	89.4	444	85.9
경북	550	532	96.7	506	92.1	503	91.5	481	87.6
전남	535	498	93.1	481	89.9	474	88.6	431	80.6
전북	531	500	94.1	487	91.7	472	88.8	456	85.8
충남	591	575	97.3	549	93.0	529	89.6	495	83.8
충북	523	510	97.6	484	92.5	494	94.4	457	87.3
평균	539	515	95.5	495	91.8	486	90.1	459	85.1

자료: 김창길, 심교문(2009).



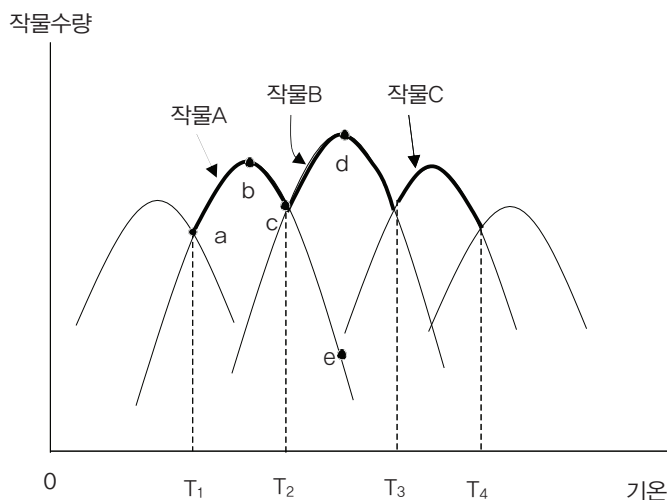
IV. 농업경제에 미치는 영향 분석

1. 리카디언 분석모형

기후변화의 경제적 영향분석 방법으로 작물생산함수를 이용한 농경제모형은 기후변화의 적응을 위한 작목전환과 투입요소 조정 등의 간접적인 영향을 반영하지 못해 과소추정의 문제를 발생시킨다. 서론에서 제시된 바와 같이 이러한 문제점을 해결하기 위해 리카디언 모형이 개발되었다(Mendelsohn, Nordhaus, and Shaw, 1994). 이 모형은 기후변화에 따른 미래 지대의 할인된 현재가치인 농지가격 변화를 추정함으로써 경제적 영향을 평가하는 방법이다. 기본적으로 기후가 변화함에 따라 바뀌는 모든 생

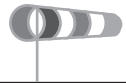
산요소를 감안한 장기적인 균형 상태에서의 토지가격은 토지이용에 따른 수익인 준지대(quasi-rent)를 나타내는 것으로 가정한다.¹⁾ 리카디언 모형은 기후변화 영향 계측과 관련하여 정확히 계측되거나 식별되기 어려운 적응을 포함시킬 수 있는 강점을 보유하고 있다. 따라서 농지의 가치나 수익변화를 계측하기 때문에 기후변화에 따른 작물의 생산성 변화와 같은 직접적인 영향뿐만 아니라 투입 생산요소의 대체효과, 농지 이용의 변화와 같은 간접적인 영향을 모두 고려할 수 있어 기후변화의 경제적 영향분석에 널리 활용되고 있다.

농경제모형과 리카디언 모형의 차이를 비교하기 위해 기온변화와 세 가지 작물반응 관계를 살펴보기



[그림 5] 기온변화와 작물수량 반응 관계

1) 준지대는 경제적 지대(economic rent)와 밀접하게 관련된 개념으로 단기적으로 고정된 요소에 대한 수익이나 장기적으로 수익이 사라진다는 개념으로 총수입에서 기회비용 또는 총가변비용을 공제한 것으로 생산자잉여(producer surplus)와 동일한 것으로 볼 수 있다.



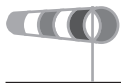
로 한다. 기후변화에 따라 [그림 5]에서 작물A의 재배 최적범위는 $T_1 \sim T_2$ 이며, 기온이 상승하면 농업인들은 작물A 대신 기온상승에 적응할 수 있는 대체작목으로 작물B를 선택할 것이며, 이 경우 작물B의 최적범위는 $T_2 \sim T_3$ 이다. 여기서 기온이 더 올라가면 농업인들은 작물B에서 작물C로 작목을 전환하게 되며, 작물C의 최적범위는 $T_3 \sim T_4$ 가 된다. 따라서 기온변화에 따른 작물반응의 실질적 민감도는 [그림 5]의 굵은 실선과 같이 개별 작물 반응의 포락선, 즉 가치함수의 형태를 나타내게 된다.

농경제모형인 작물의 생산함수 접근방식에 따르면 작물A의 경우 a에서 생산이 이루어지나 기온이 상승함에 따라 b에서 최고점에 도달하지만 기온이 상승하면 수량이 감소하여 c로 하락하고, 기온이 지속적으로 상승하면 e까지 줄어들게 된다. 그러나 작물A의 경우 c까지 줄어들게 되면 작물B로 작목전환이 이루어지고 생산은 c에서 d로 수량이 증가하게 된다. 리카디언 접근방식(Ricardian approach)은 기온상승에 따라 새로운 작목으로 대체되고 투입재의 조정 등을 통한 잠재적 적응의 과정을 반영한다. 이와 같이 기후변화에 따른 적응은 상당한 비용을 수반하며, 이들 비용은 경제적 손실로 볼 수 있다. 또한 적응은 자율적인 것으로 편익이 발생하거나 기대되는 경우에만 농업인들은 적응조치를 수용하게 된다. 따라서 적응은 비용과 편익으로 작용하기 때문에 단순한 생산량 문제가 아니고 농지가 치 또는 자본화된 순편익에 달려있다. 따라서 리카디언 방식은 기후변화에 따른 농업부문의 경제적 비용과 편익을 농지가치 변화에 의해 파악하는 방식이라고 할 수 있다.

2. 분석자료

기후를 예측하기 위해 김제, 당진 등 쌀 주요 생산지를 비롯하여 김장배추, 김장무, 고추, 마늘, 사과, 배의 주산단지 27개 시·군을 분석 대상지역으로 선택하였다. 모든 관측소의 기후정보가 각 시·군의 기후에 영향을 미친다는 가정 하에 1988~2007년까지 지속적으로 정보를 제공하는 관측소를 모두 포함하였는데, 전체 79개 관측소 가운데 57개소가 해당된다. 농업에 미치는 기후변화의 장기적인 영향을 측정하기 위해 각 관측소의 20년 자료 평균을 이용하였으며, 농업에 미치는 계절적인 영향을 반영하기 위하여 1월, 4월, 7월, 10월 등의 자료를 적용하였다. 즉 1월의 기온은 병해충 발생에 영향을 미치며, 7월의 기온과 강수량은 작물의 성장에, 10월은 작물수확에 큰 영향을 미치는 것으로 가정하였다.

리카디언 모형을 적용하기 위해 기후변수를 비롯하여 사회경제 변수와 농업생산에 영향을 미칠 수 있는 토양, 위치 등에 관한 자료를 이용하였다. 농지가격에 관한 자료는 한국농촌경제연구원 내부 자료를 이용하였다. 농지가격의 편익(bias)을 방지하기 위해 농업진흥지역 내의 농업지역만 대상으로 논 가격과 밭 가격을 평균하여 사용하였다. 농업총수입과 농작물수입은 통계청자료를 이용하였는데, 시·군별 자료가 없어 도단위 자료를 적용하였다. 지역별 1인당 GDP 역시 통계청에서 제공하고 있는 도단위 자료를 이용하였다. 염해답 비율, 습답 비율, 경사도, 배수등급 등은 한국토양정보시스템의 자료를 이용하였다.



3. 분석결과

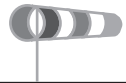
리카디언 모형의 추정은 농지가격을 기후변수, 기후변수의 제곱, 사회경제변수, 토양변수 등에 대해 대수-선형함수로 설정하여 회귀분석을 실시하였다. 농지가격은 농지로부터 나오는 농업소득의 미래가치 이외에 위치에 따른 미래 투자가치를 내포하고 있다. 따라서 지역의 농지가격 및 독립변수에 관한 자료가 전체에 미치는 영향을 차별하기 위해 모든 변수들의 자료에 농지면적 또는 농작물 수입으로 가중하여 회귀분석하는 가중회귀분석을 적용하였다. 회귀분석은 세 가지 모형으로 나누어 실시하였는데, 농지면적으로 가중한 농지가격을 기후변수로만 회귀분석한 경우(모형1), 다른 변수들을 포함하여 회귀분석한 경우(모형2), 그리고 농작물수입으로 가중한 경우(모형3)로 나누었다. 정도의 차이는 있으나 세 방식 모두 기후변수에 대해 비슷한 결과를 나타내는 것으로 분석되었다. 즉, 연평균 기온상승이 농지가격에 대해서는 부정적인 영향을 미치지만, 연간월평균 강수량은 긍정적인 영향을 보이는 것으로 나타났다. 기후변수와 다른 독립변수를 포함할 경우, 경지면적으로 가중한 결과와 농작물수입으로 가중한 결과가 모두 비선형관계를 가지는 것으로 분석되었다. 또한 기후변수의 2차 항이 양의 값을 가질 경우 경작 가능한 최저 기후가 있다는 것을 나타내는데, 그 기후에서 벗어나면 농지의 가치가 올라간다는 것을 의미한다. 반면 2차 항이 음의 값을 가질 경우, 농지의 가치를 최고로 하는 적정기후가 있다는 것을 나타낸다.

기후변수 이외의 독립변수들의 방향이 두 모형에서

일관성 있게 나타났다. 지역의 1인당 생산액과 인구증가율은 농지가격에 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 소득과 인구가 늘어날수록 농지에 대한 수요가 많아지고 결국 농지가격이 상승하는 것으로 해석할 수 있을 것이다. 한편 농업에 부정적인 요인으로 고려되는 토양의 침식성과 경사도는 농지가격에 대해 모두 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 상습피해지 비율의 경우 예상과 달리 농지가격에 대해 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그 이유는 전체 80개 가운데 53개 시·군에서 피해지가 없는 것으로 나타났으나, 농지가격이 상대적으로 높은 수도권의 시·군이 대부분 피해지역으로 포함되었고 비율도 높게 나타났기 때문인 것으로 해석된다.

대수선형모형을 바탕으로 추정한 결과 연평균 기온인 12.4℃에서 1℃ 상승하게 되면 모형2의 경우 농지가격은 약 1,455만원/ha 하락하는 것으로 나타났으며, 모형3의 경우 1,924만원/ha 정도 하락하는 것으로 분석되었다. 이 값은 각각 80개 시·군 평균 농지가격의 5.7%, 7.5%에 해당한다. 반면, 양의 효과를 나타내는 강수량에 있어서 연간 월평균 110.8mm에서 1mm 증가한다면, 즉, 연간 12mm 증가할 경우, 농지가격은 33만원/ha(모형2), 36만원/ha(모형3)씩 상승하는 것으로 나타났다.

환경부의 ‘기후변화에 의한 한반도 영향 예측 사례’에 따르면, 2020년 우리나라의 기온은 약 1.2℃ 상승하고 강수량은 11% 증가하는 것으로 예측하였다. 이 경우 기온상승에 따라 농지가격은 1,455~1,924만원/ha 하락하지만, 강수량이 증가하여 403~440만원/ha 상승하는 효과가 동시에 발생하게 된다. 따



라서 종합적인 영향은 농지가격이 약 1,343~1,868 만원/ha 감소한다고 할 수 있다.

기후변화에 따른 경제적 영향분석에 있어서 리카디언 분석방법은 완전경쟁 상태에서 적정 농지가격을 얼마나 정확하게 도출해낼 수 있는냐가 관건이다. 국토면적이 좁고 인구가 많은 나라에서는 토지 이용에 대한 요구가 매우 다양하게 발생하므로 순수한 미래가치를 반영하는데 어려움이 있고 오히려 과대평가될 가능성이 높다. 도시와 인접한 농지의 경우, 개발수요가 늘어나거나 투기적인 수요가 발생할 경우 적정한 토지 가격을 산정하기 어렵다는 문제점도 있다. 또한 우리나라와 같이 농지의 자유로운 거래가 제한된 경우에는 그 가치가 오히려 과소평가될 수도 있다.

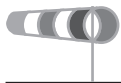
이상과 같은 여러 가지 제약에도 불구하고 리카디언 분석방법이 의미있게 평가되는 이유는 시장경제 이론에 적합하며, 기후변화에 따른 적응조치를 포함한 모든 요소들이 최적화된 것으로 가정하여 균형상태를 추정하기 때문이다. 다시 말해서 생산함수를 이용한 경제분석 방법은 최적화된 상태에서 기후변화의 영향을 평가하기보다는 기존의 상태에서 기후요소 변화에 따른 영향을 평가하는 것이므로, 리카디언 접근방법보다 경제학적인 함축성이 떨어진다고 볼 수 있다.

기후변화의 경제적 영향 분석에 있어서 자료의 제약으로 리카디언 분석은 정확한 추정치를 제시하는데 한계가 있다. 그러나 선행연구 결과에 따르면 일반적으로 기온이 올라가면 농업에 부정적인 영향

을 미치며, 강수량이 증가하면 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이 연구에서도 선행연구와 비슷한 결과를 도출함으로써 기후변화에 따른 영향을 계량적으로 나타낼 수 있게 되었다. 분명한 것은 기온과 강수량을 동시에 고려했을 경우, 기후변화가 농업에 미치는 영향은 부정적이라는 것이다. 따라서 변화하는 기후의 영향을 최소화하기 위해서는 재배작물 변경, 재배방법변화 등 적극적인 대응책이 필요하다.

V. 결론

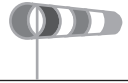
향후 농산물시장개방의 대외적인 요인과 국내경제의 산업구조 변동으로 인해 농업이 차지하는 비중이 줄어들고 있어 농업부문의 동태적인 여건 변동을 반영하는데 상당한 어려움이 있다. 이러한 현실적인 여건을 고려할 때, 기후변화가 농업부문에 미치는 경제적 영향은 시간적인 측면에서 보면 적어도 수십년이 소요되는 상당히 장기적인 변화와 조정과정을 거치기 때문에 계량화의 절대적인 값이 갖는 의미는 크지 않을 수도 있다. 이 논문에서 기후변화가 농업경제에 미치는 영향분석의 핵심은 주곡인 쌀의 생산성이 기온상승에 따라 감소한다는 것이다. 이러한 생산성 감소는 농가자산 가치에도 부정적인 요인으로 작용하여 농가경제에 상당한 경제적 손실을 발생시킬 수 있다는 점이다. 따라서 기후변화에 따른 경제적 손실을 최소화하기 위해서 지역별·작물별 재배적지 재편, 조기경보시스템 구축, 내재해성·고온적응성·지역적응성 품종개발, 농작물재해보험 확대 등의 적절한 정책 프로그램이 마련되어야 한다.



이 논문은 우리나라의 기후변화 여건을 고려한 경제적 분석에 한정하여 이루어졌다. 기후변화에 따른 농업부문의 영향분석과 관련하여 리카디언 모형을 적용한 인근국가(중국과 일본 등)와의 비교 분석에 관한 심층적인 연구가 필요하다. 이외에도 지역별 파급영향 분석을 위해 시·군단위의 환경적 변수와 사회경제적 변수에 관한 데이터베이스 구축이 필요하고, 이를 기초로 농가자산 및 농가수익 등 경제적 영향에 관한 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 국립기상연구소(2006). 「한반도 기후 100년 변화와 미래」, 기후연구팀.
- 권오상·김창길(2008). “기후변화가 쌀 단수변화에 미치는 영향: 비모수적 및 준모수적 분석.” 『농업경제연구』 49(4):45-64.
- 권원태(2008). “국제적 기후변화 현황,” 『국제평화』 5(1):37-63.
- 권원태(2005). “기후변화의 과학적 현황과 전망,” 『한국기상학회지』 41(2-1):325-336.
- 기상청(2008). 「기후변화의 이해와 기후변화 시나리오 활용(I)」.
- 김창길·심교문(2009). “기후변화가 농업부문에 미치는 영향,” 『농업전망 2009(I)」, 한국농촌경제연구원, pp. 295-322.
- 김창길, 이상민. “기후변화가 농업부문에 미치는 경제적 영향분석,” 『농업경제연구』 제50권 제2호(2009): 1-25.
- 농촌진흥청(2007). 「기후변화 대응: 농업환경 영향평가 및 적응대책」.
- 심교문 등(2006). 「기후변화 시나리오에 따른 벼 생육 및 생산성 평가」, 환경부·기상청 한국기후변화협약체(KPCC), 제4차 기후변화학술대회 발표자료, pp. 110-113.
- 심교문 외 5인(2008). “기후변화가 농업생산 환경에 미치는 영향,” 『기후온난화 대비 강원농업의 진로 탐색』, 제21회 강원농업 발전방안 심포지엄. 강원도농업기술원 pp. 43-71.
- 한화진 등(2007). 「기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III」, 연 구보고서 2007 RE-01, 한국환경정책평가연구원.
- 한화진 등(2008). 「국가 기후변화 적응 마스터플랜 수립 연구」, 환경부.
- Carraro, C. and A. Sgobbi(2008). *Climate Change Impacts and Adaptation Strategies in Italy: An Economic Assessment*, Eondazione Eni Enrico Mattei.
- Deschenes, O. and M. Greenstone(2007). The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather, *American Economic Review*, 97(1):354-385.
- IPCC, 2007. Climate Change(2007). *Synthesis Report, Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 기상청 역. 「기후변화 2007 -종합보고서」.
- Mendelsohn, R. W. D. Nordhaus, and D. Shaw(1994). “The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis,” *American Economic Review*, 84(4):753-771.
- Mendelsohn, R. and E. Massetti(2008). The Impact of Climate Change on US Agriculture, unpublished paper, Yale University.
- Zilberman, D., et al.(2004). “The Economics of Climate Change in Agriculture,” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 9:365-382.



기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정

김 정 인

중앙대학교 산업경제학과 교수

jeongin@cau.ac.kr

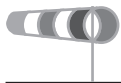
1. 정부의 온실가스 감축 목표에 대한 검토

정부는 온실가스 중기 감축목표의 설정을 위하여 3개의 감축 시나리오를 근거로 8월에 감축안을 발표한 바 있다. 2020년에 온실가스 배출량을 2005년 대비 각각 8% 증가, 동결, 4% 감소하는 시나리오 안이다. 이러한 안은 Annex - I 국가가 아니면서 최초로 공식적으로 자발적으로 감축 목표를 발표한 것에 전 세계가 의의를 두고 있다. 이러한 한국 정부가 자발적으로 발표한 이면에는 다양한 목적이 있다고 본다.

첫째는 한국의 경우 전 세계 적으로 볼 때 무역 규모가 10등 정도이고 온실가스 배출량이 2009년 기준으로 9등을 기록하는 나라이다. 동시에 1990년부터 2005년까지 OECD 국가 중 가장 빨리 온실가스

를 배출한 나라이며 일인당 배출규모는 2005년 현재 11.1 metric tonnes 으로서 러시아, 독일, 일본, 영국보다도 많이 발생하고 있다. 그러면서 의무 감축 국은 아닌 상태인 것이다. 이러한 것은 선진국으로부터 감축의무의 압박을 가장 많이 받게 하고 있다는 점을 인식하고 있는 것이다. 그래서 자발적으로 감축 목표를 발표하여 선제적으로 대응하는 인상을 외국에 주고, 선진국과 개도국의 가교 역할을 해보자는 의미도 있다고 본다.

두 번째는 정부가 제시한 시나리오별 온실가스 감축 수단을 보면 기술 중심의 그린 카, 그린 홈, 그린 제품을 통하여 달성하겠다는 것이다. 그러나 각 부문의 경제주체들이 실질적으로 감축을 위하여 부담해야 하는 비용은 제시하지 않고 일인당 평균 비용액만 제시하고 있다. 왜냐하면 자발적이라고 하더라



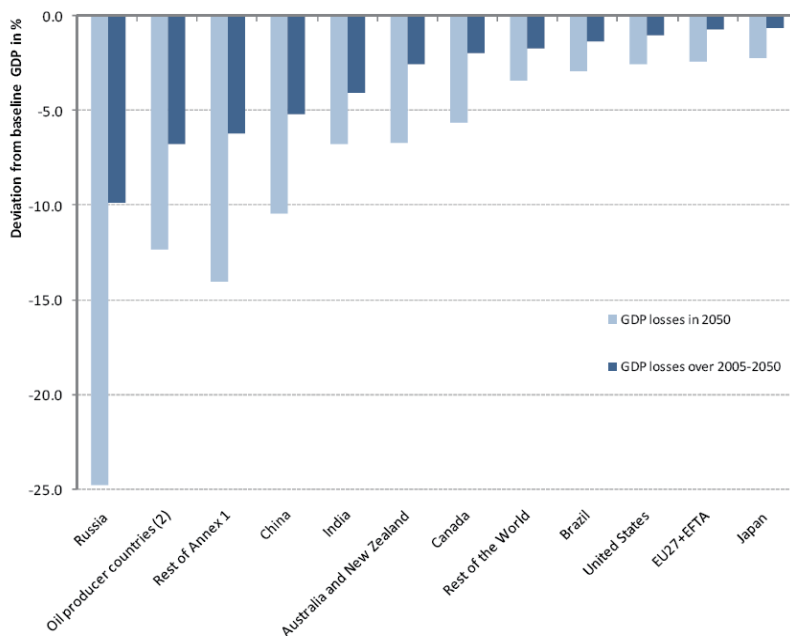
고 기업들은 규제에 받아들인다. 이는 곧 기업에게 는 비용을 의미하는 것이다. 그래서 기업들의 반응 은 부정적이며 시나리오 1을 가장 선호하고 있다.

세 번째는 유럽이나 미국으로부터의 국경세 조정의 위험에 대한 사전 방어전 이라고 해석하고 싶다. 유럽연합(EU)은 2013년 이후부터 온실가스 배출이 많은 제품의 수입규제를 강화하고, 미국은 2020년 부터 국제기준에 미달하는 수입 제품에 대해 새로 이 관세를 부과하는 법안을 하원에서 통과 시켰다.

지금까지의 온실가스 감축에 미온적인 감축 목표제 시나 행동은 국제사회 특히 유럽이나 미국으로 부터 상당한 외교적 공격을 받을 수 있으며 이는 무역 부분에서 가장 먼저 일어날 가능성이 높은 것이다.

II. 중장기 온실가스 감축에 따른 전 세계 국가 및 지역별 감축 비용 비교

이러한 모든 기후변화와 관련한 각국 정부의 시나리

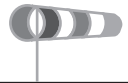


주: (1) 이 시나리오는 탄소세 도입, 또는 완전 경매에 의한 세계 배출권 거래 제도의 시행을 가정하였다. "2050년의 GDP 손실"은 2005년 대비 2050년 GDP의 %로 비용을 표시하고 있다. "2005-2050년의 GDP 손실"은 550ppm 시나리오상의 2005-2050년 동안 매년 GDP의 합계(감액되지 않은)와 기준 시나리오에서 GDP의 합계와의 차이(%)를 나타낸다.

(2) 지역은 중동, 알제리아-리비아-이집트, 인도네시아, 베네수엘라를 포함.

자료: OECD ENV-Linkages 모델, OECD, "Climate Change Mitigation: what do we do?," Climate Policy, pp. 26-31, 2008

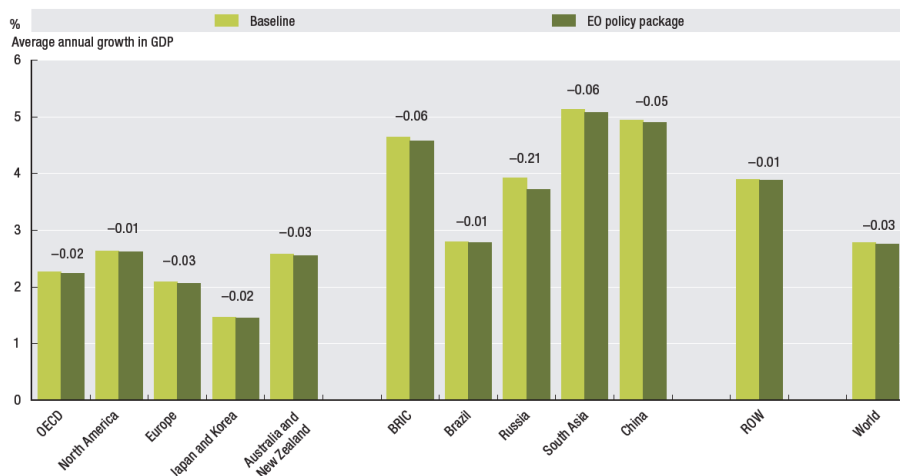
[그림 1] 장기적으로 온실가스 농도를 550ppm으로 안정시켰을 때의 지역별 비용과 기준 (baseline) 대비 GDP 손실) 비교



오와 정책 조치의 이면에는 얼마정도의 비용이 들것 인지를 가장 먼저 고려할 수밖에 없다. 감축 전략을 실행하는 나라들의 비용을 평가하는 것은 당연히 얼마만큼의 배출 감축을 초기와 그 후 기간에 걸쳐서 실행하느냐에 따라 크게 좌우된다. OECD의 최근 발표에 의하면(2008) 세계의 비용은 극소화되어 있고, 각국의 감축량은 관련국에 의해 지불된다고 가정한 감축 기준 시나리오(mitigation reference scenario)에 근거하여, OECD국가들은 비OECD국가들보다 GDP감소가 상대적으로 적게 될 것이라고 추정하는 분석하였다. 중국은 상대적으로 큰 충격을 받을 것이고, OPEC의 산유수출국들도 세계의 감축노력으로 인해서 유류 수요가 줄어 심각한 교역손실을 입게 될 것으로 전망하고 있다. 러시아는 에너지 수출에 대한 낮은 교역 조건과 산업 구조상 매우 높은 에너지 의존도를 낮추는 비용으로 인한 피해를 입을 것이다.(그림 1참조)

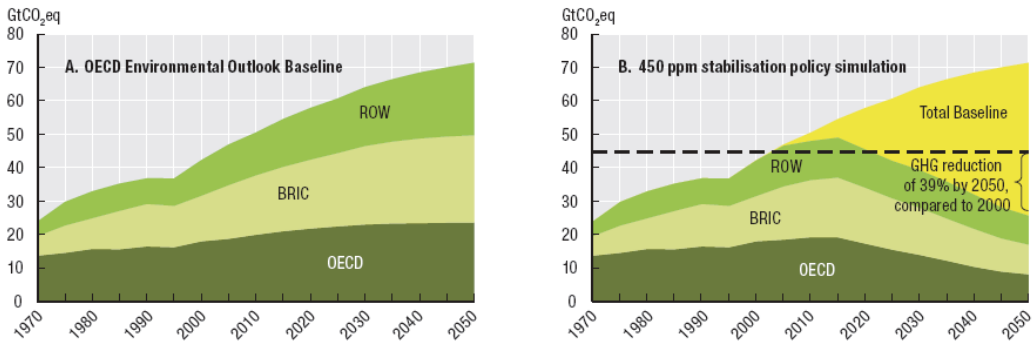
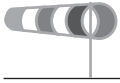
한편, OECD 보고서의 정책 시나리오는 환경문제에 대처하기 위한 정책과 기술은 이미 개발되었고 부담 가능하다는 것을 보여준다. 장기적으로 많은 환경문제에 대한 조기 대응으로 인한 편익은 비용보다 높을 가능성이 크다고 주장하고 있다. 예컨대 “OECD 환경전망 정책패키지”에서는 특정 정책 조치를 결합함으로써 주요 환경문제 중 일부는 2030년 세계 GDP의 1%가 조금 넘는 비용으로 달성이 가능하거나 2030년까지 연평균 GDP 성장률이 0.03% 정도 낮아지는 비용으로 해결될 수 있음을 보여주고 있다 (그림 2 참조). 그러므로 세계 GDP는 2030년에 현재와 비교하여 99%가 아닌 97% 증가할 수 있을 것으로 전망 하고 있다.

현재 논의되고 있는 가장 달성하기 어려운 목표 중 하나인 대기 중 온실가스 농도를 450ppm(이산화탄소 환산농도, CO₂eq)으로 안정화시키기 위해 필



출처 : OECD, “Environmental Outlook Baseline and Policy Simulations”, 2008

[그림 2] 지역 또는 국가별 연평균 GDP 성장률 전망, 2005-2030년



[그림 3] 온실가스 총 배출량(지역별), 1970-2050 년

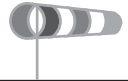
요한 또 다른 시나리오에서는 450ppm 목표 달성을 위하여 모든 국가가 2000년 수준 대비 2050년까지 온실가스 배출량을 39% 감소하는 조치를 취해야 함을 보여주었다([그림 3]). 이러한 조치는 아무런 조치를 하지 않았을 때보다 GDP를 2030년에 0.5%, 2050년에는 2.5% 감소시키며, 이것은 연평균 GDP 성장률의 0.1% 감소를 의미한다. 더 많은 국가와 산업부문이 기후변화 저감 대응에 참여할수록 더욱 저렴하고 효과적으로 전 세계 온실가스 배출량을 줄일 수 있다. 그러나 이러한 대응 비용은 지역별로 고루 분포되어 있지 않다. 이는 지구 기후를 보호하기 위한 국제협력의 틀 내에서 부담을 공유하는 메커니즘을 개발해야 할 필요성이 있음을 말해 준다. OECD 회원국이 주도적인 역할을 해야 하지만 신흥경제국, 특히 “BRICS” 국가(브라질, 러시아, 인도, 인도네시아, 중국, 남아공)와의 협력을 강화함으로써 더 저렴한 비용으로 공동의 환경목표를 달성할 수 있다.

[그림 3]을 통하여 보면 각 국가들의 경제적 비용이 다른 것을 보여주는 데 세 가지 정도의 시사점이 있다고 본다. 우선은 기후변화에 직접적인 영향을 받

는 많은 최빈국들에게 기후 변화 적응을 돕기 위한 국제적인 지원이 이루어져야 하지만, 이들 국가들은 자원뿐만 아니라 기후 변화의 충격에 적응할 수 있는 능력도 충분치가 않다는 것이다. 특히 기상 재난으로 인한 경제적 피해는 막대하여 근본적인 정책의 변화가 있어야 할 것이거나 국제사회의 지원이 절대적으로 필요하다.

특히 인도와 중국은 강력한 성장 잠재력을 가지고 있지만 동시에 불투명한 미래를 가지고 있다. 온실가스 배출량의 제한은 미래의 경제 성장에 장애가 될 수 있다. 또한, 절대적 수준으로 규정된 배출 목표 할당은 탄소 집약도(carbon intensity) 목표와 같이 완화된 목표 설정보다도 더 큰 위험이 될 수 있다. 마지막으로, OECD 내의 에너지 집약적인 부문에 대한 보상 매입(buy-in)은 향후 post-교토의정서의 신뢰성을 위해서는 필수적이 될 것으로 지적되고 있다 ([OECD, 2008] 참조).¹⁾

1) 여기서 보상 매입(buy-in)이란 배출거래제나 탄소세처럼 시장 기능에 의존하여 감축을 상대적으로 못하는 기업들에게 구입의 기회를 제공하여 감축 하도록 경제적으로 유도하는 것을 의미한다.

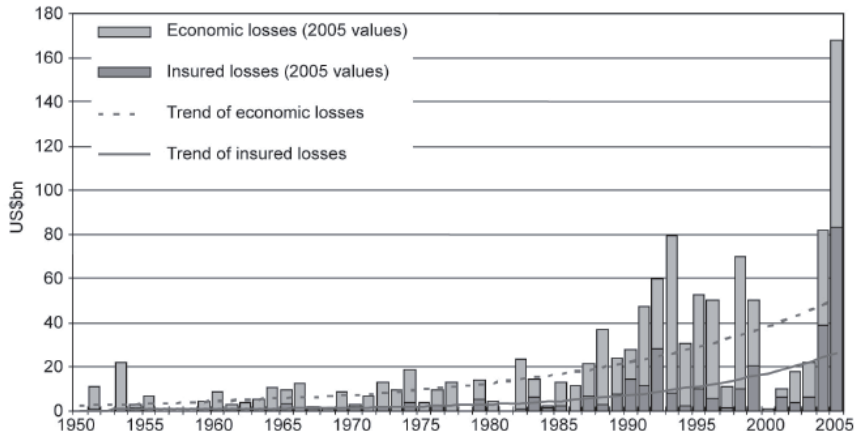


III. 기상 재난과 경제적 피해 비용

지금까지 많은 연구 보고서와 학술지에 발표된 감축 비용은 대부분 기술 도입이나 정책 수단의 도입에 따른 것을 포함하고 있다. 그러나 기후변화 문제가 점점 심각해지면서 이로 인한 기상 재난의 발생도 많아지고 있는데 이는 필연적으로 한 사회에 태

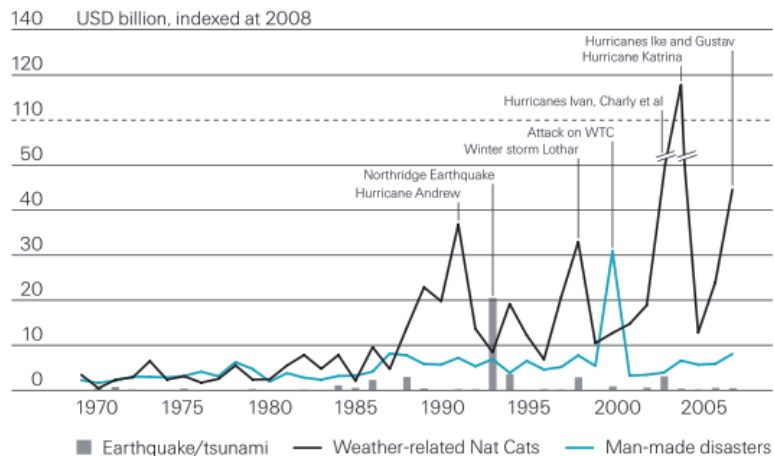
풍, 가뭄, 산불 사회간접 자본의 손실 등 막대한 경제적, 인명적 피해를 가져오고 있다.

독일의 세계적인 재보험사인 Munich Re사의 보고서에 따르면 자연재난 중 기상과 관련된 기상재난으로 인한 경제적 보상액 규모는 1996-2005년에 급증하였다. 이는 2002년 독일의 작센주(Saxony) 홍

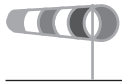


자료 : Munich Re(2006) NatCatSERVICE, Geo Risks Research

[그림 4] 대규모 기상 재난으로 인한 보상액 (1950-2005)



[그림 5] 기상 재난 및 인재 재난의 추이와 보험 보상액 (1950-2008)



수피해, 2003년 유럽에서 있었던 450년 만의 최고 폭염, 2005년 미국 루이지애나 허리케인 카트리나로 인한 피해로 인한 것이다. 2008년 스위스 재보험사의 발표에 의하면 세계적으로 311번의 기상 재난이나 인재가 있었는데 이중 137번은 기상 재난이었으며 174번은 사람의의실수로 일어난 것이다 2008년에만 240,500명이 죽었는데 대부분이 아시아에서 발생하였으며 총 경제적 피해 비용은 2,690억 달러였다. 그러나 보험으로 피해를 보상한 것은 20%에

지나지 않는다. 한편 중국의 스완성으로 인한 피해액은 1,240억원으로 추정 하고 있다.

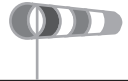
[표 1]은 2006년까지 발생한 기상 재난이나 다른 정 치적 테러로 인한 경제적 피해 중 가장 피해가 많 았던 상위 20개를 열거한 것이다. 20회 중 10회가 2000년 이후에 발생한 것이며 80% 이상이 기상으 로 인한 재난이었다. 총 480억 달러의 손실 비용 중 160억 달러가 보험으로 처리되었다.

[표 1] 기상재난이나 인재로 인한 경제적 피해 우선 순위 20위 (1990-2008)

U.S.\$ billion (indexed to 2006)	Event	Victims (Dead or missing)	Year	Area of primary damage
66.3³	Hurricane Katrina	1,326	2005	USA, Gulf of Mexico et al.
35.5	9/11 Attacks	3,025	2001	USA
22.9	Hurricane Andrew	43	1992	USA, Bahamas
19.0	Northridge Quake	61	1994	USA
13.6	Hurricane Ivan	124	2004	USA, Caribbean et al.
12.9	Hurricane Wilma	35	2005	USA, Gulf of Mexico et al.
10.4	Hurricane Rita	34	2005	USA, Gulf of Mexico et al.
8.6	Hurricane Charley	24	2004	USA, Caribbean et al.
8.4	Typhoon Mireille	51	1991	Japan
7.4	Hurricane Hugo	71	1989	Puerto Rico, USA et al.
7.2	Winterstorm Daria	95	1990	France, UK et al.
7.0	Winterstorm Lothar	110	1999	France, Switzerland et al.
5.5	Hurricane Frances	38	2004	USA, Bahamas
5.5	Storms and floods	22	1987	France, UK et al.
4.9	Winterstorm Vivian	64	1990	Western/Central Europe
4.9	Typhoon Bart	26	1999	Japan
4.4	Hurricane Georges	600	1998	USA, Caribbean
4.1	Tropical Storm Alison	41	2001	USA
4.1	Hurricane Jeanne	3,034	2004	USA, Caribbean et al.
3.8	Typhoon Songda	45	2004	Japan, South Korea

Sources: Wharton Risk Center with data from Swiss Re and Insurance Information Institute

자료: Swiss Re, "Natural Catastrophe and Man-Made Disasters in 2008," Sigma, NO2/2009



지난 25년간 자연재해로 인한 사망자의 95%는 개도국에서 발생하였다. 또한 자연재해로 인한 직접적인 경제손실(평균 연간 540억 달러)은 선진국과 비교하여 두 배 이상 큰 손실액을 기록하고 있다(Arnold and Kreimer, 2004). 이런 이유로 독일의 환경 단체인 German watch는 기후변화펀드체제(Climatic Change Funding Mechanism, CCFM)를 제안하였는데 전 세계, 전 지구적 보험체제를 만들자고 제안 하였으며, 보험 시스템을 운영하고 리스크를 관리할 수 있는 적절한 국제 기구를 만들어서 그 기구가 전적으로 책임지고 운영하도록 하는 방안이었

다. [표 2]에서도 보듯이 개도국에서 발생하는 자연재난로 인한 경제적 손실액은 급증하고 있으며 구호의 금액도 증가하고 있다.

[그림 5]는 2008년도 지역별 기상 재난의 수, 사상자수, 그리고 경제적 피해 비용을 보여주는 것이다. 그림에서 보듯이 아시아는 다른 해에도 마찬가지로 2008년도에도 가장 많은 건수와 사상자자수를 보여주었다. 다만 피해액에서 북미지역이 가장 많은 피해를 본 것으로 나왔다.

[표 2] 개도국에서 집계된 자연재난으로 인한 경제적 손실액(1987-2003)

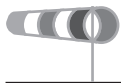
백만\$	1987-1989 평균	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
자연재난로 인한 경제적 손실액	24,540	24,790	37,007	24,384	43,321	19,424	45,926	43,711	27,228	71,967	40,822	12,071	16,659	13,084	20,292
긴급 구호 원조	232	349	797	853	1,072	1,144	1,010	977	714	919	1,456	1,179	1,081	1,276	1,938
집계된 손실총액	23,335	23,903	35,187	23,483	42,145	18,050	44,384	42,152	25,303	66,359	37,662	10,749	14,691	10,161	18,318

자료 : IMF Working Paper(2003), OECD(2005)

[표 3] 2008년도 기상 재난 수, 사상자수, 그리고 경제적 피해 비용 내용

Region	Number		Victims		Insured loss	
		in %		in %	(in USD m)	in %
North America	54	17.3%	1 230	0.5%	39 881	76.0%
Europe	45	14.5%	506	0.2%	5 806	11.1%
Asia	129	41.5%	235 276	97.9%	3 014	5.7%
South America	13	4.2%	534	0.2%	360	0.7%
Oceania/Australia	7	2.3%	4	0.0%	2 272	4.3%
Africa	29	9.3%	1 543	0.6%	426	0.8%
Seas/Space/Worldwide	34	10.9%	1 367	0.6%	745	1.4%
World total	311	100.0%	240 460	100.0%	52 504	100.0%

자료 : Swiss Re, "Natural Catastrophe and Man-Made Disasters in 2008," Sigma, NO2/2009



우리나라의 경우 최근 10년간 자연재해피해액 추이를 보면 2003년까지 피해액이 급증하다가 감소하는 경향을 보이고 있으나, 2007년을 제외하고 매년 약 2조원의 피해를 보이고 있다. 다만, 2007년도의 자연재해 피해액은 자료의 출처가 2007년도에 산정된 것으로 추후 자연재해 피해액이 산정되지 않은 것으로 판단된다.

우리나라의 경우, 태풍이나 집중호우에 대한 피해가 대부분을 차지하고 있다. 주요 자연재해 순위 중 주요 5위권의 자연재해의 종류를 보면 태풍이 대부분을 차지하고 있으며 피해액 및 사망 및 실종인원 또한 타 재해에 비해 큰 것으로 보아 이에 대한 집중적인 보험이 필요하다. 특히 4위를 차지한 집중호우의 경우 사망 및 실종인원이 1위인 태풍 RUSA에 비해 더 많은 것으로 나타나 피해 분석을 통한 심도있는

보상이 필요한 부분이다.

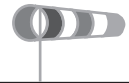
결론적으로 한국의 경우 태풍과 집중호우로 인한 피해가 많은데 안전하게 생활할 수 있는 보험이 절대적으로 필요하다. 풍수해 보험이 있기는 하나, 아직 홍보의 부족과 예산의 부족으로 많은 가입자를 확보하지 있지 못하다. 또한, 보험의 보상 범위도 제한적이다. 그러므로 국가 수준에서 '보험을 기반으로 하여 기후 리스크를 대비할 수 있는 재무 구조(insurance-based climate risk financing mechanism)'를 마련해야 한다. 기존의 피해에 대해 자연 재난으로 인한 경제적 손실의 약 90% 이상을 가정, 산업, 정부가 부담하고 있으므로 국가 차원에서 대책마련이 필요하다. 이를 위해서는 잠재적 경제 손실에 비해서 작은 부분이라 할 수 있는 고정된 보험료의 지출을 통해 리스크 관리가 가능하다. 고정

[표 4] 최근 10년간 연도별 자연재해 피해액(1998~2007)

(단위 : 천원)

연도	피해액	
	2007년 환산가격기준	당해년도 가격기준
1998년	1,824,738,968	1,582,810,838
1999년	1,436,236,723	1,219,681,099
2000년	744,850,515	645,451,053
2001년	1,456,901,883	1,256,167,568
2002년	7,113,959,344	6,115,292,608
2003년	5,016,873,816	4,408,240,944
2004년	1,319,631,069	1,230,435,901
2005년	1,102,378,978	1,049,839,252
2006년	1,994,842,752	1,942,983,755
2007년	251,810,876	251,810,876
합계	22,262,224,924	19,702,713,894

자료 : 소방방재청(2007), 「재해연보 2007」



[표 5] 과거 주요 호우 및 태풍 피해 현황의 우선순위 (1위~20위)

순위	호우 및 태풍	연도	이재민 (인)	사망 및 실종(인)	피해액(천원)	
					2007년도 가격기준	당해연도 가격기준
1	태풍 RUSA	2002년	63,085	246	5,988,605,309	5,147,917,215
2	태풍 MAEMI	2003년	61,844	131	4,805,472,226	4,222,485,994
3	집중호우 및 태풍 EWINIAR	2006년	2,790	62	1,883,389,734	2,834,428,129
4	집중호우	1998년	24,531	324	1,438,542,673	1,247,817,345
5	집중호우 및 태풍 OLGA	1999년	25,327	67	1,235,300,541	1,049,042,054
6	호우	2002년	8,107	23	1,068,068,820	918,131,949
7	집중호우	1990년	187,265	163	843,314,908	520,312,144
8	폭설	2004년	25,145	-	722,240,446	673,423,501
9	태풍 THELMA	1987년	99,516	345	688,455,206	391,297,894
10	집중호우 및 태풍 JANIS	1995년	24,146	65	632,830,366	456,252,049
11	집중호우	1987년	50,472	167	579,724,805	329,498,700
12	집중호우	1996년	16,933	29	574,354,356	427,530,669
13	대설	2005년	6,511	14	546,669,043	520,614,626
14	호우	1989년	54,041	128	496,879,828	294,338,865
15	태풍 GLADYS	1991년	20,757	103	364,642,478	235,722,087
16	호우	2005년	1,173	19	348,156,917	331,563,650
17	태풍 YANNI	1998년	4,827	57	316,885,188	274,871,814
18	호우, 태풍 PRAPIROON	2000년	1,927	28	290,865,536	252,049,858
19	집중호우	1984년	355,316	189	288,689,375	164,307,783
20	태풍 SARAH	1959년	373,459	849	283,395,084	66,170,542

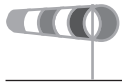
자료 : 소방방재청(2007), 「재해연보 2007」

된 보험료의 지출은 재난으로 인한 재정적 손실 문제를 해결할 수 있고, 자연 재해로 인한 국가 예산상의 불확실성을 줄일 수 있으며, 재해 후에 더욱 빠른 경제적 회복을 할 수 있는 이점이 있다.

전 세계의 재해 관련 손실 중 약 80%가 보험의 대상이 되지 않는다. 이러한 시장 실패에 대해서는 많은 이유가 있다. 보험업자의 관점에서 이는 높은 위험부담, 혹은 적은 규모, 믿을만한 위험 자료의 부

재, 사건 비용에서의 추가변동성을 포함 하고 있기 때문이다. 이에 반해 위험에 처한 사람들의 입장에서의 이유로는, 보험의 높은 가격, 진짜 위험의 오인, 재해 후의 정부 보조의 기대, 그리고 재정적 서비스의 배제가 있다. 개도국이나 한국의 경우 기후보험은 공공-민간 파트너십을 형성하여 운영하는 것이 가장 바람직할 것이다.

재난 리스크 자금조달 체제 안에 민간부문을 포함



[표 6] 재난 보험에서 공공부문과 민간부문의 역할 비교

기능	공공부문의 역할	민간부문의 역할
리스크(잠재 위험에 대한) 평가	자료수집, generic models	리스크 모델링
리스크 줄인 것에 대한 평가	규정 마련과 집행	상품을 기반으로 인센티브 제공
상품 설계	일반적인 규정 제시, 소비자 보호	상품 설계의 모든 단계에 참여할 수 있음
리스크에 대한 자금 조달 (흔치 않은 재난 대상)	보증 자금	리스크 자금
분배/마케팅	소비자 인식 향상, 높은 비용이 드는 부문들	다양한 방법으로(multi-channel)
손실액 관리	최소한으로	주된 역할 담당
운영	최소한으로	주된 역할 담당

자료: 기후변화와 보험(영문), Climate Change and Insurance, "Climate Policy(2006), vol(6) : 596-684.

시키는 것은 다양한 이점이 있다. 예를 들면, 리스크에 근거한 가격을 산정하는 것은 리스크의 내용을 구체화할 수 있는 효과적인 방법이다. 또한 민간 보험회사들은 비용효율적인 상품을 제공할 수 있고, 마케팅 및 이익분배를 위한 다양한 협력관계를 갖고 있다. 민간부문의 참여는 리스크 관련 자료, 자금 조달, 상품설계를 원활하게 해줄 수 있을 뿐만 아니라 운영면에서도 다양한 범위의 지원서비스를 제공할 수 있도록 한다.

참고 문헌

기상청 1971-2005년 간 기후재난 발생자료.

기후변화와 보험(영문), Climate Change and Insurance, "Climate Policy(2006), vol(6) : 596-684.

김정인, "기후재난에 따른 탄소 금융과 보험" www.gihoo.co.kr, 2007.

_____, 지속가능 금융과 보험, 인바이로 넷, 2005

농림부, 농업기반공사 "농업방재시설의 효율적 조성과 관리를 위한 농업재해 특성평가" 2004.11

농림부, 한국농촌공사 "2006년 풍수해 극복 사례집" 2006.12

소방 방재청 "국가재난관리 고도화사업 워크샵 (추진경과 및 결과검토)" 2006.11

소방 방재청, 한국지방행정연구원 "재해복구자금 조성 및 활용 방안" 2004.6

서상덕, "자연재해복구지원 체계 및 개선방안" 2006년 풍수해 대비 수리시설물 재해예방 Workshop 2006.4

연합뉴스, 2006.7.26, "호우피해 1조8천억원, 복구비 3조원 전망"

유럽위원회, "기후변화와 전 쟁 승리" 보고서, 2004

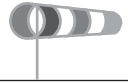
정영환, "국가 재난 관리 표준화" En journal 2007 7.8월 호,

정예모, 삼성지구환경연구소, "날씨정보 돈 된다" ,2006

Munich Re, TOPICS GEO 2005, 2006.2

NatCatservice, 2006.

Swiss Re, 2007, Constrained World- Insurance as a Facilitator of Emissions Reductions, IEA



기상산업 활성화와 과제

이 만 기

인제대학교 대기환경정보공학과 자문 및 초빙교수

envlmk@inje.ac.kr

조선후기 평양의 붕이 김선달은 한양의 허풍선에게 대동강 물을 4,000량에 팔아 먹었다. 4,000량이면 당시 황소 60 마리를 살 수 있는 거액이었다고 한다. 김선달은 분명 자기 소유물도 아닌 대동강 물을 팔아 먹었으니 사기꾼임에 틀림없어 비난받아 마땅하다. 물론 당시에도 대동강가에서 사대부집에 물을 길어다 주고 돈을 받는 물장수가 있었지만 물장수가 받은 대가는 대동강 “물값”이 아니라 물을 길어다 주는 “노임”이라고 볼 때 물 자체를 팔아 먹은 붕이 김선달과는 분명 구분된다.

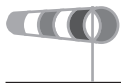
뒤돌아 보면 불과 20~30년 전까지만 해도 우리나라 사람들이 물을 사 마신다는 것은 생각조차 못했지만 지금은 거의 일반화된 현상이다. 물론 그 때나 지금이나 수돗물이 있었고 오히려 지금의 수돗물 질이 훨씬 좋아졌음에도 말이다.

기상산업과 관련하여 붕이 김선달을 거론하는 것은 김선달의 부정적인 “행위”가 아니라 어떻게 보면 현 상황에서는 그의 적극적인 “발상”에 주목해 볼 필요가 있기 때문이다.

I. 경제사회 발전에 따른 신산업의 출현

현대 과학기술이 발전됨에 따라 산업구조가 변화하고 생활수준이 크게 향상되었다. 생활수준의 향상은 “건강”하고 “안전”하며, “쾌적”하고 “편리”한 삶에 대한 인간의 욕구를 증대시켰다.

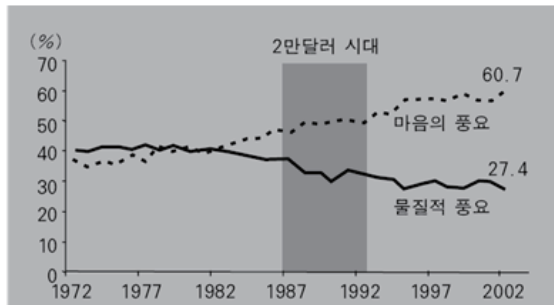
일본 내각부가 조사한 바에 따르면 1987년에 일본인들의 경우 1인당 국민소득 2만 달러 시대에 들어서면서 삶의 가치가 「물질적 풍요」에서 「마음의 풍요」로 변화하였다.



우리나라도 경제, 교육수준의 전반적 향상으로 국민들의 삶의 질에 대한 욕구가 급속히 증가하는 추세이다. 2003년 통계청이 조사한 바에 따르면 건강에 대한 관심이 '98년 36.7%에서 '02년에는 44.9%로 급증한 반면에 경제문제에 대한 관심은 '98년 30.5%에서 '02년 24.5%로 감소하였다.

이와 함께 재해안전, 식품안전에 대한 우려가 증가하였다. '08년도의 사회안전에 대한 인식도 조사에 따르면 태풍, 지진 등 자연재해에 대하여는 17.3% 만이 안전하다고 느꼈으며, 먹을거리에 대하여는 국민 69%가 불안감을 가지고 있는 것으로 나타났다.

「안전한 삶」, 「쾌적한 삶」, 그리고 「편리한 삶」에 대한 욕구가 증대하면서 무엇보다도 기상분야가 다른 어떤 분야보다 관심의 대상이 되고, 또한 방재측면에서 뿐만 아니라 각종 산업, 여가활동 등 여러 분야에 걸쳐 미치는 영향이 급격히 커지게 되었다.



자료: 일본 내각부, 일본의 국민생활에 관한 여론 조사, 1972~2002년 각 년도

[그림 1] 일본인의 삶의 가치 변화 추이

특히 우리나라의 경우 '05년 하반기 주5일 근무제가 본격적으로 시행되면서 기상에 대한 국민들의 관심이 너무 예민하다 싶을 정도로 부각되었다.

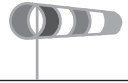
[표 1]은 미국 등 주요 선진국과 우리나라의 1인당 국민소득 비교표이다.

일본의 경우 2만 달러 진입시점부터 마음의 풍요와 함께 Wellbeing에 대한 관심이 고조된 점을 볼

[표 1] 1인당 국민소득 국제 비교

국가	1만 달러 달성 시점	2만 달러 달성 시점	3만 달러 달성 시점	4만 달러 달성 시점	2006년 1인당 국민소득(달러)*
미 국	1978	1988	1997	2004	44,970
일 본	1981	1987	1992	-	38,410
독 일	1979	1990	2004	-	36,620
프랑스	1979	1990	2004	-	36,550
핀란드	1980	1988	2004	2006	40,650
스웨덴	1977	1988	2004	2005	43,580
한 국	1995	2007	2015(예상)	-	18,372

* 2006년 1인당 국민소득 : World Bank, World Development Indicator, 2007



때 우리나라가 2만 달러 시대에 진입한 '07년(1인당 GNP : 2만 45 달러)에 기상예보에 대한 국민들의 관심이 두드러지게 커진 것은 사회 전체적인 흐름에서 볼때 예외 현상이라고 할 수 없다.

현대의 과학기술 발전을 통하여 인류가 궁극적으로 추구하는 것은 아마도 부와 건강(Wealth and Health)일 것이며, 이것이 LOHAS(Lifestyle of Health and Sustainability)의 핵심일 것이다.

LOHAS 를 이루기 위하여는 무엇보다도 기상이 중요하고 날이 갈수록 인류의 삶을 영위하는 데 있어 그 중요성은 커질 것이다.

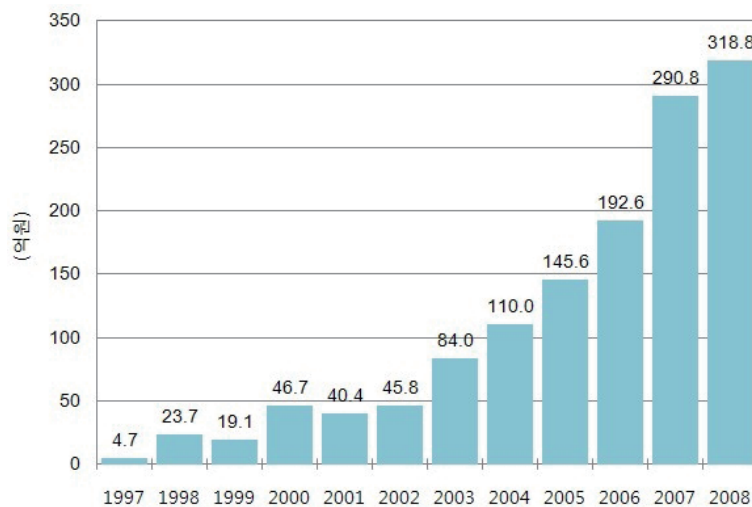
이에 따라 기상이 종래와 같이 단순한 생활날씨 정보에 그치는 것이 아니라 이를 활용한 산업분야 즉 “기상산업(Weather Industry)”이 새로운 Blue

Ocean 으로 부각되고 있다. 미국, 일본 등 기상선진국에서는 이미 기후를 포함한 기상산업이 핵심 미래 성장산업으로 자리잡아 가고 있다.

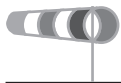
이러한 맥락에서 볼 때 정확하고 신속한 기상정보의 생산 및 전달과 함께 기상정보를 산업화하고 기상 및 기후분야에서의 신산업을 창출하므로써 현재 우리가 추구하고 있는 녹색성장의 구동력을 확보하는 적극적인 전략과 노력이 필요하다 하겠다.

II. 우리나라 기상산업의 현실과 전망

우리나라의 경우는 '97년 기상법 개정을 통하여 민간기상사업자 제도가 확립된 후 특화 기상서비스를 활용한 날씨경영 분야가 날로 확대되어 왔으며, 현재는 조선, 제조업, 마케팅 및 보험분야까지 확대되



[그림 2] 연도별 기상산업 매출액 현황



고 있다. 이에 따라 기상사업자의 매출액 증가세도 뚜렷하다. 현재 12개 민간기상사업자의 년 매출액 규모가 '97년 4억 7천만원 정도에서 '08년에는 318억 8천만원의 매출을 올려 절대 규모면에서는 68배 증가하였다.

[그림 2]에서 보는 바와 같이 '03년 이후에는 매출액 증가율이 30% 이상을 나타내고 있다. 그러나 지식집약적이고 부가가치가 높은 기상정보 활용사업(기상정보 가공판매사업) 분야는 '08년도 기준 12%에 불과하고, 많은 부분이 외국의 기상장비 도입·판매가 차지하고 있다.

광의로 기상컨설팅도 기상정보 활용사업으로 본다 하더라도 전체 기상산업중 순수한 기상정보 활용사업은 36.7%에 불과한 실정이다.

이제까지의 기상청 주최 “날씨경영대상”과 “대한민국 기상정보대상”의 수상사례를 볼 때 초기에는 기상정보의 기업경영 활용부문이 전부였으나 최근에는 기상사업자의 기상정보 가공·판매 등 기상정보의 부가가치 증대부문의 규모가 확대되는 상황이다.

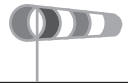
그러나 내용면에서 보면 전체 년 매출액 중 기상정보의 가공판매 비율은 '05년 15%에서 '06년에는 12%, '07년에는 11%로 점점 떨어지는 추세를 보이다가 '08년도에는 12%로 약간 상승하는 추세이다. 반면에 선진 외국의 현황을 살펴보면 먼저 미국의 경우 기상사업자 수 350여개에 기상분야의 예산규모는 '06년도 기준, 년간 16억 5천만~18억 달러 수준이다. 미국의 경우는 기상산업 발전을 위한 민관

협력을 촉진하기 위하여 '90년부터 연방정부가 민간 기업에 기술을 이전토록 하는 법적 기반을 마련하고 정부지원금으로 연구개발을 수행한 기관의 기술은 민간부문에서 라이선스를 통해 기술을 이전받을 수 있도록 하고 있다.

일본의 경우는 '93년 기상예보업무의 자유화 이후 기상산업이 꾸준히 확대되어 기상산업 규모는 '06년도 기준, 60개 기상사업자가 6,500억원의 매출을 올리고 있다.

이외에 캐나다의 경우는 기상사업자 50여개사에 550~650억원 정도의 매출액을 보이고 있고, 영국의 경우는 영국 기상청(MetOffice)이 책임운영기관화 되어 특정 고객에게 유상으로 맞춤형 기상정보를 제공하는 수익사업을 직접 수행하고 있어 민간기상사업자와는 경쟁체제하에 있음에도 17개의 민간기상사업자가 연 600억원 정도의 매출을 기록하고 있다.

반면에 우리나라는 앞서 기술한 바와 같이 '08년 기준, 12개의 민간기상사업자가 연간 약 319억원 정도의 매출액을 올리고 있어 선진국에 비해서 크게 미약할 뿐만 아니라 우리나라의 경제규모나 다른 산업분야와 비교하더라도 극히 취약한 실정이다. 민간기상사업자의 영세성으로 인하여 고품질의 기상서비스 창출역량이 부족하다 보니 기상사업 중 부가가치가 높은 기상정보의 활용분야 매출액 비율은 앞서 기술한 바와 같이 감소추세에 있는 반면에 기상장비 분야의 매출액 비율은 26%('05) → 54%('06) → 61%('07)로 급증하는 추세를 보이다가 '08년도에는 44%로 감소하였으나 여전히 높은 비율을 나타내고 있다.



앞으로 날이 갈수록 기후변화 및 이상기상 현상의 빈발, 그리고 기상이 인류의 삶에 미치는 영향이 커져 기상산업시장은 급속히 확대될 것이다. 국내시장만 보더라도 '07년에 기상청이 실시한「기업의 기상정보 Needs에 대한 기획연구」에 따르면 전체 조사대상기업중 약 45%의 기업에서 전체 매출액의 0.1~1% 범위에서 유료 기상정보 이용 의사를 나타내었다. 이를 토대로 추정하여 보면 현재의 제반 여건 아래서도 기상정보 시장 규모는 약 400억~4,000억원 정도이다. 이 금액은 기상산업진흥법에 의한 기상산업 중 기상장비사업이나 기상감정사업은 제외된 것이어서 그 분야까지 포함하면 전체 기상산업 규모는 더욱 커질 것임에 틀림없다.

III. 우리의 과제와 제언

금년 6월, 기상산업진흥법이 제정되어 기상산업 활성화를 위한 법적 기반은 구축되었다고 할 수 있다. 우리나라에서 기상산업이 선진국에서 처럼 미래 성장산업으로 자리매김 되기 위한 해결과제와 추진방안을 검토해 보기로 한다.

첫째는 기상전문가를 위시하여 관련기관들이 기상분야에서의 관심의 폭과 시야를 넓혀야 한다.

이제까지는 관심과 노력이 주로 기상예보에만 집중되었었다고 해도 과언이 아니다. 그렇다 보니 일반 국민들도 예보의 정확성에만 과도하리만치 예민해지는 경향이 있어왔다. 아무리 현대의 과학기술이 발전한다 하더라도 기상예보에 있어 100%의 정확도

를 이룰 수 없고, 특히 우리나라와 같이 기상변화가 많은 중위도권에 위치한데다가 3면이 바다이고 산과 계곡 등이 많은 지리적, 지형적 여건하에서는 아무리 노력해도 한계가 있을 수 밖에 없다.

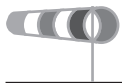
물론 재해예방과 양질의 삶을 위하여는 예보 정확도 향상에 최선의 노력을 기울여야 하지만 그것만이 전부인 것처럼 인식되어서는 안된다.

우리 삶에 미치는 기상의 영향이 커지고 기후변화 등으로 기상에 대한 관심이 높아지는 상황아래서 금년에 제정된 기상산업진흥법 시행을 기폭제 삼아 우리나라 기상계에서는 기상산업 발전에 대하여 口頭禪이 아닌 구체적이고 좀 더 적극적인 노력을 경주해야 한다.

둘째는 그동안 연구발표나 토론회 등에서 자주 제기되었지만 기상정보의 경제적 가치에 대한 일반 국민 등 기상정보 사용자의 인식제고와 기상에 대한 과학적 접근방법의 모색이다.

물론 기상정보의 정확성과 신속성 등에 대한 신뢰도가 어느 정도 전제되어야 하지만 아직까지 기상정보의 경제적 가치에 대한 사회 전반의 인식이 낮고 이렇다 보니 기상정보의 유료사용에 대한 거부감도 존재한다. 이는 무엇보다도 기상정보는 공공재로서 국가가 무상으로 제공해야 하는 정보라는 인식이 팽배해 있기 때문이다.

이러한 상황을 개선하기 위하여는 무엇보다도 국민들에게 크게 영향을 미치는 언론부터 기상부문에



투자를 아끼지 말아야 한다. 방송사의 경우 TV 나 라디오 공히 거의 매 뉴스시간 말미에 기상정보를 시청자들에게 제공하고 있다. 그럼에도 불구하고 대부분의 언론기관의 경우 기상정보의 경제적 가치와 중요성, 그리고 과학적 접근에 대한 인식이 낮은 것이 우리의 현실이다. 이렇다 보니 방송사의 경우 1-2 명의 기상전문기자 외에 기상방송의 거의 전부를 담당한다 해도 과언이 아닌 기상캐스터들 대부분이 비전공자여서 기상청이 제공하는 자료를 토대로 간단한 그래픽 처리 등을 한 후 방송하므로 기상정보 전달에 있어 한계가 있고, 또한 몇 년 지나지 않아 새 얼굴로 바뀌기 십상이다.

또한 대부분의 언론사에서 기상분야는 사회부 소속 기자가 담당하고 있다. 그러다 보니 기상예보가 빗나갔을 경우 과학적 접근보다는 사건, 사고 시각에서 보도하는 경향이 많다.

미국, 일본 등 선진국의 경우 각 방송사에서는 해당국의 기상청 정보를 그대로 전달하는 데 그치는 것이 아니라 독자적으로 기상전문가를 활용하여 심층적으로 분석, 가공하여 시청자들에게 질 높은 기상정보를 제공한다. 일부 기상캐스터들의 경우는 뉴스 앵커 못지않은 대우를 받기도 하고, 기상캐스터가 인기 직종이기도 하다.

미국의 경우 기상분야의 시장규모는 '06년 기준, 18억 달러 정도로서 그중 약 20%정도가 TV 등 언론기관에서 지출하는 비용이다. 전체 기상분야 종사자 약 6,500여명 중 약 1,400여명이 소위 “미디어 기상” 분야에 종사하고 있는 상황이다.

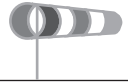
셋째는 기상산업을 초기단계부터 국내시장이 아니라 해외진출을 염두에 두고 조직적, 체계적으로 추진해야 한다.

기상산업진흥법에서 기상산업으로 분류한 4가지 분야 중 상대적으로 취약한 기상감정부문을 제외한 3 분야, 즉 기상예보, 기상컨설팅 및 기상장비분야는 전략적으로 추진한다면 승산이 있다고 본다.

기상예보 및 기상컨설팅분야의 경우 앞서 기술한 바와 같이 예보하기 어려운 지리적, 지형적 여건하에서 쌓은 예보경험, AWS의 전국관측망과 종합기상정보시스템(COMIS)의 성공적 구축 운영, 기상슈퍼컴퓨터 운용 경험 등을 토대로 개발도상국들에게 우리의 기술과 경험을 전수할 수 있을 것이다. 기상예보 및 기상컨설팅분야는 기상정보의 경제적 가치 및 유료사용에 대한 인식문제가 개선된다면 국내시장도 크게 성장할 수 있을 것으로 전망된다.

국내에서 충분히 검증된 우리나라의 “교통카드시스템”이 중앙아시아에 수출되고, 신도시 건설 개념이 중동 국가에 수출되는 사례가 좋은 Benchmarking이 될 수 있다.

기상장비분야의 경우는 더 유리한 위치라 할 수 있다. 우리나라의 첨단 IT 기술을 각종 기상장비에 접목한다면 핀란드의 Vaisala 등 외국의 기상장비업체들과 충분히 경쟁이 가능할 것으로 판단된다. 기상장비의 국내시장이 한계가 있으므로 해외 수출에 초점을 맞추고 추진해야 할 것이다.



넷째는 한국기상산업진흥원이 제 역할을 해야 한다.

아직은 우리나라 민간기상사업자의 역량이 취약하기 때문에 기상산업진흥원이 좀 더 적극적으로 업무를 개발하고, 기상분야에서의 KOTRA 기능을 하면서 KOICA 등과 긴밀히 협력하여 조직적으로 추진할 필요가 있다. 이제까지와 처럼 기상청의 위탁업무 수행에 그친다면 기상산업진흥원의 미래도, 우리나라 기상산업의 활성화도 기대하기 어렵다.

다섯째는 기상전문인력이 도전정신을 발휘해야 한다.

기상청이든 학계든 기상분야에서 근무하다 창업한 사례는 극히 드물다. 100여년이 넘는 기상청 歷史, 그리고 적지 않은 기상전문인력들이 기상예보나 관측, 또는 연구현장에서 많은 경험을 쌓았지만 그 경험을 산업화로 연결시킨 사례는 거의 전무하다해도 과언이 아니다.

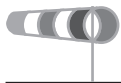
기상관련 학과에서 배출되는 학생들의 거의 유일한 수요처가 기상청인 것이 우리의 현실이고, 그렇다 보니 기상관련 학과의 중요성이나 장래 전망에도 불구하고 전국의 200개가 넘는 4년제 대학중 기상관련학과가 설치되어 있는 대학은 7개에 불과하며, 배

출되는 인원도 년 250여명 정도에 그치고 있다. 다른 분야를 보면 거의 모든 대학에 학과가 개설되어 있을뿐만 아니라, 학,연,관에서의 경험을 바탕으로 창업한 사례가 기상분야와 비교할 때 월등히 많다.

기상산업진흥법의 시행과 더불어 기상관련 전문인력들의 도전정신이 발휘된다면 기상분야에서의 고용창출과 아울러 우리나라의 기상산업 활성화에도 큰 기여가 될 것이다.

예전에는 우리나라에서 치안 또는 보안(Security)은 경찰의 고유전담업무로 생각했었고, 보안을 이용한 영리사업은 생각조차 하지 않았었다. 그러나 지금 보면 기초 치안은 경찰이, 부가치안 즉 시설보안이나 경호 등의 업무는 누구든지 원하면 관련업체를 통하여 서비스를 이용할 수 있다. 전세계 보안시장은 장비 및 서비스를 합쳐 매년 8% 씩 성장해 2010년에는 총 900억 달러에 이를 것으로 예측된다고 한다.

보안분야의 발전 궤적이 기상산업 활성화에 있어 참고가 될 수 있을 것이고 이 또한 긍정적으로 본 붕이 김선달의 발상과 같은 맥락이라 할 수 있을 것이다.



날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언

김 동 식

케이웨더 대표이사

kdsik@kweather.co.kr

I. 기상정보 활용의 중요성

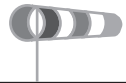
1. 날씨가 산업에 미치는 영향

국내 산업의 70~80%가 날씨로부터 직·간접적으로 영향을 받고 있다. ‘날씨가 시장을 움직인다’는 말이 있을 정도로 날씨가 산업에 미치는 영향력은 실로 엄청나다. 실제 2004년 미국 상무부의 ‘날씨가 경제에 미치는 영향 분석’ 결과를 보면, 미국 GDP의 10%가 날씨에 직접적인 영향을 받고, 간접적인 영향을 받는 것까지 합치면 42%에 이른다고 한다. 2008년 미국 GDP가 약 14조 달러에 이르는 것을 감안하면 약 5조 9천억 달러 규모의 산업이 날씨에 영향을 받는 것이다. 일본의 경우 2004년 아사히은행이 GDP의 51%가 직·간접적 영향을 받는다고 했다. 우리의 경우 2004년 서울대와 삼성지구환경연구소가

발표한 자료에 따르면, 국내 GDP의 52%가 직·간접적 영향을 받는다고 했다. 이를 근거로 2008년 국내 GDP의 10%를 적용하면 약 100조원 정도가 날씨에 직접적인 영향을 받는 것으로 추정할 수 있다. WMO가 ‘날씨에 대한 투자는 투자액 대비 10배 이상의 효과’가 있다고 밝힌 것에서 보듯, 국가와 기업은 기상정보 활용을 통해 상당한 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 기회를 찾을 수도 있는 것이다.

2. 기상정보 중요성에 대한 기업의 관심 증대

기후변화 시대를 맞아 기상정보는 단순히 재해예방 수단의 차원을 넘어 기업의 고부가가치를 창출하는 필수적인 요소로 인식되고 있다. 날씨를 어떻게 관리 하느냐의 문제가 기업의 주요 관심 사항이 되고



있을 뿐만 아니라, 기업경영에 기상정보를 다양한 형태로 활용해 날씨로 인해 발생하는 리스크를 최소화하고 이익을 창출하고 있다.

기상부문에 대한 투자대비 편익이 국가별로 다소의 차이가 있는 것을 고려하더라도 기상정보 활용을 통한 경제적 파급효과는 약 5~10배에 이르는 것으로 이종우 교수는 분석했다. 특히 산업이 고도로 발달한 선진국일수록 그 효과가 큰 것으로 추정되는데, 우리나라의 경우 기업들이 기상정보 활용을 통해 얻을 수 있는 경제적 효과는 약 1조원으로 기상정보의 활용을 통한 매출상의 이익은 약 3~7배 증가할 것으로 분석되고 있다.

3. 기상정보 활용을 통한 기상산업 발전

전 지구적 기후변화로 산업구조와 기업경영에 미치는 날씨의 영향이 증가하고 있어 기상정보 활용의 중요성은 이제 사회, 경제 등 여러 분야로 확대되고 있다.

선진국들은 정부와 민간이 협력하여 다양해지는 기상 수요에 맞춰 기상서비스를 고도화하는 방식으로 이를 대처하고 있다. 우리나라도 산업분야는 물론 국민들의 기상수요가 다양해지면서 1997년 민간기상사업제도를 마련하여, 특정수요자가 필요로 하는 기상정보에 대해서는 민간기상사업자가 이를 담당하게 했다. 이 결과 기상시장의 매출규모는 97년 4억 7천만원에 불과했지만 해마다 지속적으로 상승하여 2008년에는 318억원에 이르고 있다. 그러나 미국은 기상사업자 450여개에 시장규모 1조 5천억원, 일본은 60여개에 3,000억원으로 각국의 경제규모를 감

안하더라도 기상선진국에 비해 우리나라 기상산업 시장규모는 미약한 수준이다.

기상산업진흥법 시행을 앞두고 있는 시점에서 기상정보의 중요성에 비해 그간 침체된 기상산업 활성화를 위해 현재 시장에서 기상정보 유통의 문제점을 검토하고, 이의 해결을 위한 정책적 대안을 제시하고자 한다.

II. 기상정보를 활용한 기업의 날씨 경영

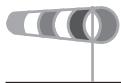
1. 날씨 경영이란?

날씨의 영향을 많이 받는 유통, 레저, 식음료 및 여타 산업분야에서는 기업 실적을 좌우하는 중요 매출변수로 날씨가 한 부분을 차지하면서, 이를 전략적으로 이용하여 제품의 매출을 극대화 하고 기업의 이윤을 증가시키는 중요 정보로 활용하고 있다. 즉 기상상황의 변화에 따라 소비자의 욕구와 구매행태 변화를 기업의 경영 전략에 반영하기 위한 이른바 날씨 경영이 전개되고 있다.

다시 말해 '날씨 경영'은 날씨를 기업 경영과정에 접목시키는 것으로 의사결정 단계에서 날씨의 영향을 고려하거나 적극 활용함으로써 경영의 효율을 높이려는 것으로 볼 수 있다.

2. 날씨 경영의 실제

국민소득의 증가에 따라 기상정보의 수요는 증가하



는 추세에 있다. 2006년 조사에서는 일반 국민의 75.6%가 하루에 1회 이상 기상정보를 접하는 것으로 나타났는데, 날씨에 일상생활에 직·간접적으로 영향력을 끼치는 주요 요소로 작용하고 있다.

기상정보는 유통과 건설, 농·어업, 패션, 에너지, 레저, 교통 등에 이르기까지 산업별로 활용되는 정도가 다양하다. 원자재구매, 생산량조절, 제품판매, 재고관리, 신제품개발, 수요예측, 마케팅과 광고 등에 적용해 기상정보를 산업 전반에 걸쳐 매우 다양하게 활용하고 있다.

미국, 일본을 비롯한 선진국에서는 날씨가 산업전반에 미치는 영향을 체계적이고 과학적으로 분석하여 공공부문은 물론 기업경영에 기상정보를 효율적으로 활용하는 것이 이미 일반화되어 있다. 우리나라도 날씨를 기업 경영에 도입해 생산, 판매계획 그리고 마케팅 전략 등에 활용하는 곳이 점차 증가하고 있다.

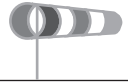
기후변화에 따른 위험 요인의 등장으로 대다수의 산업분야가 날씨로부터 상당한 영향을 받게 되면서, 기업들은 날씨에 대해 보다 적극적인 관심과 대처를 해야 할 상황에 놓여 있다. 수익 증대만이 목적이 아닌 기업 경영의 전 단계에 도사리고 있는 날씨의 위험을 관리할 수 있는 장치가 필요하게 된 것이다. 이러한 과정에서 기업들의 날씨 경영 도입은 지극히 자연스러운 것으로 볼 수 있다.

3. 날씨 경영 사례

유통 및 제조업체들은 생산 및 판매량 등을 조절하여 불필요한 재고를 줄여 이익을 증대시키며, 건설업체들은 공사기간 단축으로 비용 및 원가를 절감하고, 의류업체들은 계절별 상품기획을 통하여 덤핑을 최소화하며, 레저 및 관광업체들은 날씨에 따른 실내외 행사 이벤트와 입장객 및 투숙객 수를 예측하여 효과적으로 경영단계에 활용하고 있다.

또한 기업들은 날씨보험에 가입하여 만약의 손해에 대비하기도 한다. 날씨보험은 태풍, 집중호우, 폭설 등 각종 악기상으로 인한 막대한 피해를 보상받기 위해 도입한 제도로서 날씨에 따른 손해에 대하여 보험회사가 피해금액을 지급해주는 상품으로, 기존에는 주로 기업에서 판촉행사에 특정 날씨조건을 내걸고 경품행사를 시행할 때 그 비용을 보험사가 지급해 주는 '상금보상보험' 정도에 불과했으나 이제는 그 규모를 확대해서 '날씨금융상품'으로 등장하게 되었다.

이와 같이 여러 산업분야에서 기업의 경영활동에 날씨를 효과적으로 관리하는 방식으로 기업은 미래를 예측하고 날씨로 인한 기상재해 관련 안전사고를 미연에 방지하고, 경비 절감을 통하여 매출을 증대시켜 기업의 목표를 배가할 수 있는 다양한 전략들을 구현하여 기업의 이익과 고객만족은 물론 기업의 사회적 책임을 다할 수 있다고 본다.



III. 날씨 경영 활성화를 위한 과제

1. 기상정보에 대한 정부의 인식 제고

기상정보가 재해예방 및 공공의 복리증진에 기여하는 공익적 정보로서 가장 우선되어야 하는 것은 이론의 여지가 없다. 그러나 기상정보는 공공재이자 민간재의 성격을 띠고 있다. 일반 국민 생활에 필요한 기상정보는 공공재 성격을 띠게 되지만, 기업이나 개인이 기상정보를 활용하여 부가가치를 만들고자 할 경우에는 민간재로 볼 수 있다. 문제는 기상정보에 대한 공공재 인식이 강해 본래의 가치가 낮게 평가되고 무료라는 인식으로 기상사업자들이 기상정보를 시장에 유통시키는데 매우 어려운 점에 직면해 있다는 것이다.

그러나 현대사회에서 공공재의 범위는 축소되어 가고 있는 것이 두드러진 현상이다. 그 이유는 공공재가 근본적으로 이윤을 목적으로 하는 시장에서 효율적으로 생산되고 공급될 수 없기 때문에 정부는 국민들로부터 최소의 세금을 거둬 필요한 공공재를 공급하고, 필요에 따라서는 민간사업자에게 보조금 등을 지원하여 공공재의 생산을 유도하기도 한다. 정부가 직접 공공재를 생산하거나 공공재에 대한 소비자의 선호를 밝혀 낼 수 있는 시스템 구축이 요구된다. 즉 세금을 최소화 할 수 있는 규모 정도로 수요자에게 공급을 하고 이외의 소비에 대해서는 수요자 부담 원칙으로 민간사업자를 활용하는 것이다. 일례로 치안분야의 경우 현재 상당부분 민간보안업체에서 치안을 담당하고 있다. 늘어나는 치안 수요를 국가에서 일일이 감당하기 어렵기 때문

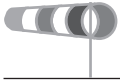
에 경비·보안업체를 통해 민간 치안 영역을 담당하게 하고 있다.

이처럼 현대에 이르러 공공재에 대한 개념은 점차 변화되는 양상을 띠고 있다. 기상정보를 생산하는 기상청이 국민의 세금으로 운영되는 정부기관이라 부가가치 생산을 적극적으로 고려하지는 못하겠지만, 기상정보의 용도를 공공재로만 한정하기 보다는 기상사업자를 활용하여 기상정보가 보다 많은 부가가치를 생산하도록 하여 국가 발전에도 기여할 수 있다는 생각을 정부가 우선적으로 가져야 할 것이다.

2. 기상정보에 대한 국민의 인식 제고

기상정보의 경제 가치에 대한 국민 인식을 분석한 삼성지구환경연구소에 의하면 기상정보 생산을 위하여 투입된 비용과 정보사용으로 얻은 편익의 비율(B/C ratio)이 0.67:1로 나타나 미국이나 호주 등에서 분석한 약 4:1의 비율에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기상정보가 공공재로 무료로 제공되는 것과 기상정보에 대한 신뢰도가 낮아 유료 정보로의 가치로 평가를 하지 않는 것이 원인으로 판단된다. 국민들의 인식이 기상산업 발전의 지연 요인으로 작용하고 있는 것이다.

그러나 국민들은 기상에보가 확률로 발표된다는 것과 기상상황이 수시로 변화된다는 것에 유의해야 한다. ‘70%의 확률로 비가 온다’는 기상정보가 있다면 ‘비가 온다’는 예보 이면에 존재하는 나머지 30%의 확률에 대한 대비도 해야 하고, 변화되는 기상상황을 수시로 확인할 필요도 있다. 정보를 습득함에 있어



너무 수동적인 자세를 취해 단순히 비가 왔느냐 안 왔느냐에 초점을 두고 국민들이 기상정보 본래의 가치를 제대로 활용하지 못하는 면은 국가적 손실이 아닐 수 없다.

3. 기상정보에 대한 기업의 인식 전환

과거 날씨에 대한 기업의 경영환경에서 중요한 요소임에도 불구하고 천재지변, 통제할 수 없는 요소로 치부되어 왔으나, 지금은 날씨에 대해 '투자'해야 할 대상으로 인식하고 있으며 이는 점차 확산되는 추세이다. 그러나 상당수 기업들은 여전히 이를 불필요한 비용으로 치부하는 면이 없지 않다.

성공적인 날씨 경영을 위해서는 다른 기업보다 먼저 날씨 경영의 보이지 않는 경쟁력을 확보하고, 새로운 기상정보 활용 기법을 기업경영에 접목시켜 날씨로부터 기업이 입게 될 이득과 손실비용을 따져 정확한 분석과 진단을 행하는 것이 무엇보다 중요하며, 특히 날씨로 인한 손해를 최소화 할 수 있는 방안으로 날씨보험을 적극 활용하여 기업 경영에 전략·전술적으로 활용하는 방안도 강구하여야 한다.

IV. 기상산업 활성화를 위한 정책 제언

1. 기상청과 기상사업자의 역할 분담

1) 기상정보 생산과 유통 역할 분담

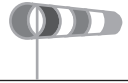
기상정보가 국민의 생명과 재산을 보호하는 공공

의 역할을 다하면서 국가 산업 발전의 원동력이 되는 고부가가치의 정보로 활용되기 위해서는 기상청과 기상사업자간의 역할 분담을 명확히 하여, 기상정보의 생산과 유통의 효율을 높이고 효과를 극대화해야 할 것이다. 그러나 지금까지 많은 시행착오를 거쳤음에도 현재 민관의 역할이 모호한 상황에 놓여 있어 민간 기상 시장의 확대가 이루어지지 못하고 있다.

가장 바람직한 방향은 기상정보 생산은 기상청이, 유통은 기상사업자가 맡도록 역할을 명확하게 분담하여 기상산업 활성화를 유도해야 할 것이다. 미국에서는 공공과 민간의 역할 분담을 명확화 하는 「미국 기상청(NWS)와 기상산업-공공·민간 파트너십」 기준서를 발간하여 상호간 발생할 수 있는 혼란을 최소화하고 있다. 우리도 미국의 사례와 같이 구체화된 기준으로 명문화하여 민관이 담당해야 할 역할을 정립해야 기상산업의 기상정보 시장이 확립될 것이다.

바람직한 민관의 역할을 정리하면 아래와 같다.

- 기상청은 정확한 기상정보의 생산에 역량을 집중하기 위한 수치예보 기술개발, 관측자료 수집 및 품질 관리, 기상지식 보급 및 기상인력의 교육, 훈련 등의 업무에 집중하는 한편, 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 방재기관에 재해기상정보를 제공하고 민간 영역을 최대한 보장하도록 한다.
- 기상사업자는 기상청에서 생산된 기상정보를 신속하고 정확하게 유통될 수 있도록 하면서, 기상정보가 부가가치 창출을 위한 각종 기상콘텐츠 개발 및 제 공에 전력을 기울인다.



2) 기상정보 전달 체계 정비를 통한 기상서비스 향상

대다수 국민들은 기상사업자가 제공하는 기상정보도 기상청이 제공하는 것으로 알고 있다. 이처럼 국민 대다수가 이용하는 신문, 포털은 물론 유·무선 매체를 통해 기상사업자는 기상청 기상정보 유통을 맡고 있어, 기상정보가 신속하고 효과적으로 국민들에게 서비스되기 위해서는 기상청은 기상사업자에게 가장 최신의 업데이트 된 정보를 최우선적으로 빠르게 제공해 주어야 기상청 기상정보의 품질을 보장할 수 있다. 또한 기상사업자가 기상청 기상정보를 효과적으로 유통, 전달할 수 있도록 기술적으로 뒷받침 할 수 있는 가장 최신의 프로그램도 지원되어야 한다.

그러나 기상청은 기상청이 직접 전달하는 기상정보 서비스만이 기상청의 의무이고 기상정보의 전달 방법이라고 인식하여 기상청에서 직접 서비스하는 전달체계만 최우선시 하고 있어 기상사업자에게 제공되는 기상정보는 방재기관, 언론사 등보다 우선 순위에서 가장 뒤쳐져 기상사업자가 최고의 품질을 유지한 기상정보를 보다 많은 곳에 유통하는 데 많은 어려움을 겪고 있다.

기상청은 기상청이 직접 제공하는 방재기관뿐만 아니라 기상사업자가 기상청의 기상정보 유통을 맡고 있는 많은 지자체, 언론, 포털을 포함한 많은 수요자가 있다는 것을 인식하여야 한다. 만일 기상청이 기상청 홈페이지를 통해서 직접 기상정보를 국민들에게 전달하려고 한다면 악기상시 기상청 홈페이지 접속 폭주로 인한 국민의 불만을 해결할 수 없을 것이

나, 기상청이 기상사업자에게 실시간으로 업데이트 된 기상정보를 우선 제공하고 기상사업자가 제공하는 많은 기상서비스에 최신의 기상청 기상정보를 업데이트하게 하면 훨씬 국민의 기상정보 고객만족도를 높이는 데 효과적일 것이다.

더욱이 시행을 앞두고 있는 기상산업진흥법은 기상정보의 출처를 명기하도록 하고 있으므로 기상청은 이제 기상청이 기상정보를 직접 제공하는 데만 모든 역량을 투입하기보다, 어떻게 하면 많은 기상사업자를 통해 유통되는 기상정보에 대하여 출처가 기상청이라고 명시된 기상정보의 품질을 관리하여 국민들에게 보다 효율적으로 기상정보를 제공할 것인가에 관심을 두어야 할 것이다. 이렇게 한다면 기상청은 대국민 기상서비스 만족도를 높일 수 있고, 기상사업자는 안정적으로 시장 활성화에 나설 수 있을 것이다.

3) 기상업무의 민간 이양을 통한 효율성 제고

기상청은 국가 기상업무와 관련하여서도 그동안 직접 수행한 많은 기상서비스를 직접 하려고 하기 보다는, 자체 업무 효율을 높이고 사업 효과를 극대화하는 차원에서 기상청 내부적으로 비효율적이라 판단되는 부분은 선택과 집중을 통해 기상산업진흥원, 기상사업자에 과감히 이양하는 것도 고려해 볼 적하다. 이를 테면 산업기상정보서비스, 모바일 서비스, 관측소 위탁운영, 「날씨ON」 인터넷 방송 등의 민간 이양을 통해 업무의 효율성을 제고하고 더불어 기상산업의 시장을 확대하는 것도 적극 고려할 시점에 놓여 있다.



4) 공공-민간부분 유통 영역 구분 명확화

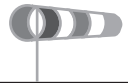
기상정보를 제공 받는 수요자의 성격에 따라 이를 국가에서 담당해야 할 영역인지 민간시장의 영역인지를 명확히 할 필요가 있다. 실제로 1997년 민간 예보사업제도가 시행된 후에 민간 기상정보 시장은 공공-민간부분의 영역 구분이 명확히 되지 않아 시장의 확대되지 못하고 오히려 축소되고 있다. 그간 기상청은 방재기관, 지자체 이외의 유관기관과 영리 목적의 공사는 물론 일반업체에 대하여도 공동연구나 상호협력을 위한 MOU라는 이름으로 기상정보를 무상으로 제공하여, 기상사업자가 해당 기관과 맺고 있던 계약이 해지된 사례가 발생하는 등 민간이 담당해야 할 시장 영역이 축소되는 결과를 초래한 경우가 있었다. 또한 현재 지방기상청에서는 영리를 추구하는 많은 지역 기업체에게 기상정보를 무료로 직접 제공하고 있다. 그런데 이럴 경우 공익의 개념과 범위가 다소 모호하고 과도하게 확대되어 민간 시장이 확대되고 활성화 되는데 지장을 받게 된다. 기상청에서 기상정보를 직접 제공하는 기상정보는 무료이기 때문에 기상정보를 특정 목적을 위한 수요처에게는 사용자 부담의 원칙에 따라 유료로 제공한다는 민간 시장의 기본 원칙이 무너지게 되어 민간 기상 시장의 근본이 무너지게 되는 것이다. 즉, 기상사업자가 기상법에 따라 유료로 서비스하고 있는 영리기관에 기상청이 MOU를 맺고 기상정보를 무료로 직접 제공하기 시장한다면 이는 민간 시장 축소뿐만 아니라 근본적인 기상서비스의 민관 역할 분담과 특정 기상정보는 무료가 아니고 유료라는 근본적인 인식변화는 불가능해 질 것이다.

실제로 미국, 일본 등의 선진국의 경우에는 보도기관이라 하더라도 영리가 목적인 경우에는 민간사업자가 담당하도록 하고 있다. 따라서 기상청도 그동안 뜨거운 감자처럼 그동안 원칙 없이 기상청에서 담당하고 있는 많은 기상정보 제공업체를 재정비할 필요가 있다. 만일 기상청이 당장 기상정보를 제공하지 않으면 해당 기관의 반발 때문에 정비를 못하고 있다면, 어느 정도의 유예기간을 두고라도 이를 하루속히 체계적으로 정비해야 할 것이다. 더불어 기상청이 앞으로는 유관기관과 업무제휴를 맺더라도 기상정보의 제공은 명확한 공공-민간부분 유통 영역 구분에 위배되지 않도록 하되, 만약 유관기관이 영리기관일 경우 유관기관과 기상청, 기상사업자가 3자가 업무제휴를 통해 기상정보는 기상사업자가 제공할 수 있도록 제도적 보완을 통해 유통 시장이 축소되는 것을 막아야 할 것이다.

기상청이 기상정보 활용 촉진을 위한 노력과 시장 확대를 위한 노력은 하되, 앞으로 기상사업자의 시장이 영향 받는 일은 없도록 확실히 공공-민간부분 유통 영역에 대한 원칙을 지켜야 민간 시장이 지속적으로 확대될 수 있을 것이다.

5) 기상정보의 부가가치 창출 역량 강화

기상정보가 무료라는 사회적 인식은 우리 국민은 물론 기업에게도 기상정보의 가치를 평가절하 하는 가장 근본적인 원인이 되고 있다. 이는 기상정보의 가치분석이 미흡한 결과로 기상산업은 물론 국가와 산업분야에도 큰 손실이 아닐 수 없다.



같은 기상정보라 하더라도 산업분야에 어떻게 적용되고 활용되는가에 따라 그 가치는 크게 달라진다. 생활기상, 농업기상, 재해기상 보다는 부가가치가 큰 산업기상, 금융기상에 대한 연구개발을 통해 다양한 산업분야에 적용될 수 있도록 하여, 기상콘텐츠사업과 기상감정, 기상컨설팅, 기후영향평가, 날씨보험, 날씨파생상품 등 다양한 파생 사업 개척을 통해 기상정보가 고부가가치 지식산업으로 자리매김할 수 있도록 해야 할 것이다.

이를 위해서는 기상청과 기상사업자는 기상전문가뿐만 아니라 보다 많은 각 산업분야의 전문가들과 함께 기상정보의 기상학적인 가치 창출보다 날씨가 다양한 산업분야에 미치는 메커니즘에 대해 체계적으로 규명하고, 실제 산업에 활용될 수 있는 서비스와 솔루션을 연구개발 하는 데 더 많은 노력과 관심을 기울여야 할 것이다. 기상정보가 단순히 공공재라는 인식을 넘어 각 산업 특성에 맞도록 활용될 수 있도록 하여 사회, 경제적 부가가치를 창출하는데 민관의 노력이 동반되어야 할 것이다.

6) 기상정보 정확도와 기상서비스 만족도 향상

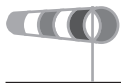
기상청의 기상정보 정확도는 86% 정도로 미국, 일본 등 선진국에 비해 뒤지는 수준이 아님에도 국민들의 체감 정확도는 이에 미치지 못하는 68% 정도이다. 기상서비스에 대한 국민들의 신뢰가 높지 않다. 특히 최근 빈발하고 있는 악기상에 대한 국민 만족도는 매우 낮는데, 시장의 인식 또한 국민들과 크게 다르지 않다.

현실적으로 기상정보 정확도를 크게 향상시키는 것은 어렵기 때문에 기상서비스에 대해 만족도를 높이는 방법이 우선적으로 고려되어야 할 것이다. 기상청과 기상사업자는 기상정보의 정확도 향상에 대한 노력뿐만 아니라 기상예보가 틀릴 수도 있다는 것을 기상예보의 근본 개념을 알리고 이를 이해시키기 위한 홍보와 교육이 필요하다. 수요자들이 기상정보를 단순히 ‘정보’로 받아들이는 것이 아니라 ‘가치판단의 기준’으로 활용될 수 있도록 하고, 기상예보의 올바른 이해를 위한 기상청과 기상사업자들의 노력이 병행되어야 할 것이다.

2. 기상청과 기상사업자의 파트너십 강화

1) 기상서비스 향상을 위한 민관의 정책적 동반관계 정립

기상청과 기상사업자는 기상 업무에 대한 역할을 나누어 더 좋은 기상서비스가 되도록 한다는 것이 민간예보사업제도의 근본 취지임에도 불구하고 지금까지는 기상청과 기상사업자는 오히려 서로에게 중복적인 투자와 경쟁적인 업무로 인해 비효율적인 면이 적지 않았다. 기상사업자가 기상청의 민관 역할분담 정책에 따라 특정 기상서비스를 개발하여 상용화 하고 있는 서비스에 기상청이 뒤늦게 뛰어 들어 대국민 서비스를 무료로 제공한다면, 이는 중복투자일 뿐만 아니라 민간 시장을 근본적으로 존재할 수 없게 하는 것으로 볼 수밖에 없을 것이다. 일례로 기상사업자가 모바일, 메신저를 통해 날씨 서비스를 개발하여 제공하고 있음에도, 기상청이 이러한 서비스를 시행하는 사례가 재발된다면 결국 기상



시장은 성장하지 못하고 오히려 퇴보하게 되어 결과적으로 기상시장이 축소되는 선례가 될 것이다. 또한 시장에서는 기상분야는 불확실한 분야로 어떠한 투자와 외부의 관심을 유도할 수 없으며 기존의 기상사업자도 새로운 사업을 개발하고 서비스 하려는 동기가 사라져 기상시장에서 떠나가는 악순환이 계속 될 것이다.

따라서 기상청과 기상사업자는 상호간 존중되어야 할 파트너로 양자간 상호협력을 통하여 기상산업이 활성화될 수 있도록 해야 할 것이다. 새로운 기상서비스부터는 사업의 기획단계에서부터 민관 어느 쪽이 더 효율적으로 담당할 수 있는지 대해 사전에 충분히 검토하고 협의하여, 선택과 집중을 통한 역할 분담과 업무의 효율화를 이루어야 할 것이다. 이를 통해 기상청은 기상서비스 향상을 도모하고 기상사업자는 시장 참여 기회를 확대하는 일석이조의 효과를 얻을 수 있을 것이다.

2) 기상사업자의 성과가 기상청의 성과로 반영될 수 있는 제도 마련

기상청과 기상사업자의 서비스가 중복되지 않도록 하기 위해서는 무엇보다도 기상사업자가 기상청의 경쟁자가 아니라 파트너라는 인식 변화를 이끌 수 있도록 기상사업자가 서비스하는 기상서비스도 기상청의 업적으로 평가 받을 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요하다. 하지만 현재는 기상사업자가 성과는 기상청 담당자에게는 오히려 국회사, 언론에서 기상청을 공격 받게 하고 중복 서비스를 기상청에서 직접 수행하게 만드는 부담으로밖에 평가받지 못하고

있다. 즉, 기상산업의 발전은 기상청 담당자에게는 아무런 동기부여가 되지 못하고 있는 것이다.

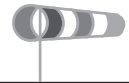
따라서 기상산업분야에서 이루어진 결과물이 기상청의 성과로 인정되도록 하는 제도적 보완이 뒷받침되어야만 기상산업 활성화가 이루어 질 수 있을 것이다.

3. 기상산업 육성 강화

1) 기상산업진흥원의 역할 강화

기상청과 기상산업계의 오랜 숙원이던 기상산업진흥법이 제정 공포되어 시행을 목전에 두고 있어 기대가 된다. 그러나 기상산업진흥원은 현재 운영 구조상 기상산업진흥 사업 부재로 인해 산업 진흥의 역할을 수행하기보다 자체 운영경비를 충당하기 위해 기상청 용역사업 수행과 기상장비 검정료를 대폭 인상하는 등 기상사업자에게 오히려 부담을 안겨주고 있으며, 기상사업자에게는 기상산업진흥원의 존재가 또 다른 경쟁자로의 인상을 주었던 것이 사실이다.

이에 기상산업진흥법을 통해 설립의 법적 근거가 마련된 만큼 진흥원이 앞으로는 제 역할을 다 할 수 있도록 만반의 준비를 하여야 할 것이다. 기상산업진흥원은 앞으로 기상산업진흥법에 따라 그동안 기상청에서 직접 수행해 온 많은 업무의 위탁 운영을 담당하게 되겠지만, 무엇보다 중요한 것은 기상산업진흥원의 가장 근본적인 목적인 기상산업 진흥이 무엇보다도 최우선시 되어야 할 것이다. 이를 위해 기상



산업진흥원은 기상산업계의 애로 사항과 건의사항 등을 파악하여 상시적으로 기상청에 전달하여 해결하고, 민간 기상시장을 확대하는 기상청과 기상산업계의 가교역할을 할 수 있도록 제도적 장치를 마련하여야 할 것이다.

2) 기상산업기술 R&D 지원

기후변화라는 거대한 패러다임 속에서 기상산업이 녹색성장의 동력 산업이자 미래지향적 산업으로서 육성되기 위해서는 산·학·연이 공동으로 참여하는 통합적 전담기구 마련과 기상산업기술개발 연구자금이 필요하다. 산업에서 활용될 수 있고, 민간에서 필요로 하는 기상산업기술 분야에 대한 연구를 전담할 수 있는 전문기관을 통해, 자연재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호, 시장 지향성 기상기술개발을 통한 고부가가치 창출, 기후변화에 대응하는 고부가가치 전략산업으로 발전할 수 있도록 하는 장기적인 안목이 필요하다.

특히 기상산업분야 R&D는 기상·기후분야와 같은 수준의 평가방법이 아닌 별도의 평가기준을 마련하여 일선 현장에서 활용 가능한 분야에 집중 지원될 수 있도록 기획연구 등의 방안도 강구하여야

하겠다. 또한 연구분야의 내용도 기상청에서 Top-Down 방식으로 주어져서는 안 되며, 기상사업자들이 민간기상분야 현장에서 필요로 하는 기술분야를 우선 선정하도록 하는 방안이 강구되어야 할 것이다.

3) 기상정보 활용 확대를 위한 유인책 마련

해마다 기상재해로 인한 인명과 산업시설 피해 등을 복구하기 위해 천문학적 비용이 투자되고 있다. 최근 많은 기업들이 작업현장과 시설물의 피해를 예방하기 위해 기상관측장비를 직접 설치하고 이 정보를 활용하고 있다. 이와 같이 기업 활동에서 기상정보의 중요성이 증대되어 기업의 자체적인 노력으로 재해예방과 날씨 경영에 상당한 효과를 얻고 있다. 따라서 정부가 에너지 절약을 유도하기 위해 광고·캠페인, 세제혜택 부여 등 각종 인센티브를 제공하고 있듯이 산업현장에서 기상장비를 설치하고 기상정보를 활용할 경우, 현재의「기상정보대상」시상에 더하여 가칭 W(Weather)마크 인증제도 도입 등을 통해 날씨경영에 따른 각종 세제혜택 등 인센티브를 제공하여 기상정보의 적극 활용을 위한 유인책 도입도 검토되어야 할 것이다.

기후변화와 새로운 시장

이 명 군

계명대학교 에너지환경계획학과 교수

myecosys@gmail.com

1. 기후변화는 모든 문제의 종합판

한 나절이나 하루 등 단 기간의 기상현상을 우리는 날씨라 부르고, 기온이나 강수량 등 날씨를 구성하는 여러 가지 특징들을 30년 이상 평균하여 한 지역의 기상적 특징을 나타낼 때 기후라 부른다. 최근 전세계의 관심을 끌면서 각종 정상회담 및 경제포럼

등에 가장 중요한 의제로 등장하는 기후변화는 대표적인 지구환경문제로서 기후변화에 어떻게 대응하고 이를 기회로 활용하는가 하는 것이 앞으로 국가의 경쟁력과 직결된다고 말하여 지고 있다. 우리나라가 2008년 대통령의 8.15 경축사를 통해 국가 장기비전으로 내세우고 있는 ‘저탄소녹색성장’ 역시 그 핵심은 에너지 문제와 기후변화 대응에 기여할

수 있는 신기술, 신산업의 육성을 통해 온실가스 발생이 적은 방법으로 일자리를 창출하고 국가의 신성장 동력을 확보하여 중장기 경제발전을 도모하는 것이다. 그리고 그 과정에서 국민의 삶의 질 제고와 환경개선을 하는 것이다.



자료: 환경부, 녹색성장으로 가는 길, 2008

[그림 1] 저탄소녹색성장의 3가지 중심축

기후변화는 1980년대 전세계적인 이상기후, 특히 미국과 유럽에서 발생한 기상재해로 인해 학자들의 연구 대상에서 벗어나 일반대중의 관심을 끌게 되었으며, 이후 대표적인 지구환경문제로 떠올랐다. 그러나 온실효과와 이로 인한 지구온난화에 대한 연구는 19세기 중반에 이미 시작이 되었다. 1861년 틴달(Tyndale)은 대기의 구성 성분이 조금만 변해도 서로 다른 온실가스의 상대적인 온난화 효과에 의해 지구의 기후가 변할 것이라고 주장하여 이미 온실가스 및 자연적인 온실효과의 존재를 인식하고 있음을 알 수 있다. 그로부터 한 세대가 지나서 1896년 스웨덴의 아레니우스(Arrhenius)는 대기 중의 온실가스 농도가 증가하면 지표의 평균 기온이 상승할 것이며 대기 중 이산화탄소의 농도가 세 배가 되면 지표 평균 기온이 섭씨 9도 가량 증가할 것이라고 계산하였다. 오늘날 슈퍼컴퓨터를 이용한 기후 모델들이 내놓은 결과와 비교해 보아도 놀랄만큼 정확한 계산이 아닐 수 없다. 그 이후 한동안 온실효과는 별다른 관심을 끌지 못하였으나, 1938년 영국의 칼렌다(Callendar)가 영국 왕립기상학회에서의 발표를 통해 지구의 평균 온도가 점점 상승하고 있으며, 화석

연료의 사용이 대기 중 이산화탄소의 농도를 증가시키고, 이것은 다시 지표평균기온의 상승을 가져올 수 있다고 주장하였다.

1980년 대 들어 빈발하기 시작한 기상재해 및 여름 기온의 상승은 학자들의 연구 대상에만 머물렀던 기후변화를 정치적인 문제로 끌어 들여 UN 주도하에 국제협약을 탄생시켰다. 역사상 가장 더웠던 10년의 해가 모두 1990년대 이후에 포함되어 있으며, 최근에도 거의 매년 최고 평균기온의 기록을 갈아치우고 있다. 기후변화는 이제 환경 문제 뿐 아니라 에너지, 식량 및 경제 문제와도 연계되어 연일 언론에 오르내리지 않는 날이 거의 없게 되었다. 미국은 부시행정부 하에서 자국 산업의 보호 및 개도국의 온실가스 배출 저감 불참을 이유로 들어 선진국의 온실가스 배출 목표를 정량화 한 교토의정서에서 탈퇴하였으나, 미국 국방성 및 정보기관은 기후변화를 국가 안보와 연결시켜 다루면서 기후변화에 대한 대응이 늦는다면 앞으로 미국의 국익에 부정적인 영향을 미칠 것이라고 경고하고 있다.



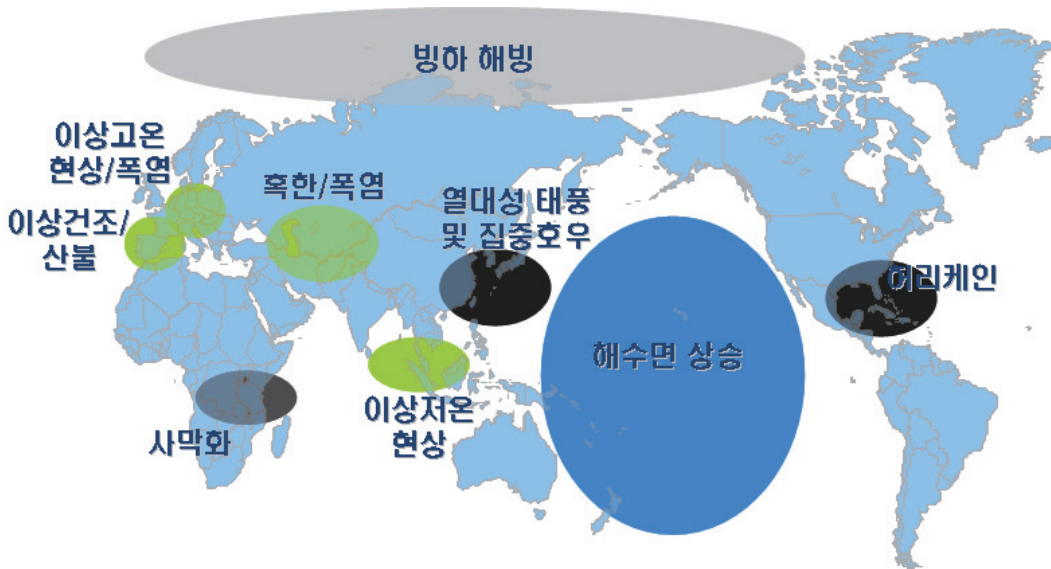
자료: Munich Re, Annual Review: Natural Catastrophes 2004, 2005

[그림 2] 1970년대와 80년대 대규모 기상재해의 예

영국의 가디언지가 2004년 2월 22일자로 인용한 미국 국방성 보고서¹⁾에 따르면 현재와 같은 추세로 기후변화가 진행된다면 적도에서 극지방으로 에너지를 운반하는 해류의 흐름에 이상이 생겨, 기상재해가 증가하고, 기상재해의 증가는 에너지, 수자원, 식량 확보를 위한 국가 간의 갈등을 증폭시켜 궁극적으로는 전쟁 및 핵무기 확산의 위험을 증대시킬 것이라고 경고하고 있다. 급격한 기후변화가 초래할 수 있는 위험은 현재 미국이 대외 정책의 최우선 의제로 삼고 있는 에너지확보와 핵무기확산 방지에 부정적인 영향을 미치게 될 것이므로 보다 전향적인 기후변화에 대한 대응이 필요함을 지적하고 있다. 또한 2007년 5월 12일자 뉴욕 타임스 보도에 따르면

미국의 최고 정보책임자인 마이클 맥코넬이 미 하원 정보위원회에 보낸 서한에서 미국 정보기관이 기후변화가 미국의 안보에 갖는 의미를 평가하고 분석하는 것은 당연하다고 진술하고 있음을 전하고 있다.

기후변화 문제는 각국의 이해관계가 복잡하게 얽혀 있을 뿐 아니라 일반적인 환경 문제보다 해결을 더 어렵게 하는 각종 특성을 두루 갖추고 있다. 첫째, 기후변화는 불가역적인 특성(irreversibility)을 갖고 있다. 일반적인 대기나 수질, 토양 오염은 비용과 노력의 투입에 따라 비교적 짧은 시간 안에 해결을 기대할 수 있으나, 기후변화는 일단 발생하면 원상태로 되돌리기가 거의 불가능하다고 할 수 있다. 한,



자료: Schwartz and Randall 보고서의 그림을 변형

[그림 3] 기후변화로 인한 각종 기상재해

1) Schwartz P. and Doug Randall, October 2003, An abrupt climate change scenario and its implications for United States National Security

두 세대의 단기간에 걸친 노력으로 해결될 문제가 아닌 것이다. 둘째, 기후변화는 지구상의 모든 것에 영향(universality)을 미친다. 그 영향이 부정적인가, 긍정적인가 또는 어느 정도인가의 차이가 있을 뿐 지구상에 존재하는 어떤 것이라도 그 영향을 피해갈 수는 없다. 셋째, 수많은 학자들의 계속되는 노력에도 불구하고 기후변화를 둘러싼 불확실성(uncertainty)은 쉽게 제거되지 않고 있다. 기후변화에 따른 온도나 강수량의 변화를 좁은 지역 안에서 예측하는 것은 아직 어려운 일이며, 구름이나 에어로졸이 어떻게 영향을 미칠 것인지에 대해서도 합의된 연구결과가 나오지 않고 있다. 넷째, 공공재의 비극(the tragedy of the commons)이라는 특성을 갖고 있다. 공공재는 주인이 없기 때문에 누구나 먼저 사용하려는 유인이 있으며, 그 결과 빨리 소모되고 빨리 더러워진다. 지구의 대기도 특정한 주인이 없기 때문에 대기를 보호하고 정화하기 위해 투자와 노력을 먼저 취하는 것을 꺼려하고 남이 먼저 행동하기를 바라고 있다. 전형적인 무임승차(free rider)의 문제가 발생하는 것이다. 기후변화협약이 역사적 책임과 경제적 능력에 따른 ‘공동의 그러나 차별화된 원칙(common but differentiated responsibility)’을 표방하고 있으면서도, 선진국이든 개도국이든 먼저 책임 있는 행동을 회피하고 있는 것도 이와 무관하지 않은 것이다. 다섯째, 대안 기술의 미숙(immaturity of alternative technologies)이라는 문제점도 안고 있다. 성층권 오존층 파괴 물질을 규제하는 몬트리올 의정서의 경우 대체물질의 개발에 의해 CFC의 사용 및 생산의 감소가 비교적 용이하였다. 그러나 기후변화에 가장 크게 영향을 미치는 온실가스인 이산화탄소는 대부분이 화석연료의 사

용으로부터 발생하기 때문에 기존의 화석연료를 대체할 수 있는 신재생에너지가 광범위하게 상용화되거나 발생한 이산화탄소를 효과적으로 포집, 처리할 수 있는 기술이 필요하지만 아직 만족할 만한 성과를 내지 못하고 있다. 끝으로, 지구적인 문제 해결에 필요한 통합과 조정을 위한 단일 정부가 존재하지 않는다(no sovereign government). 기후변화는 전지구적인 공동 노력이 필요하지만, 각자가 서로 다른 이해관계로 얽혀 있어 이에 대한 조정과 조율이 극히 어렵다. 190여개에 달하는 기후변화협약 당사국들이 일 년에 두 차례 모여 벌이는 협상만으로는 신속하고 책임 있는 대응을 기대하기는 어려운 형편이다.

이와 같은 특성들 때문에 국제 사회가 문제 해결에 어려움을 겪으며, 더디게 협상을 진행하고 있는 동안 기후변화로 인한 기상재해는 점점 발생 빈도가 높아지고 파괴력이 커져가고 있으며, 경제적 손실 또한 급증하고 있다. 영국의 경제학자 니콜라스 스톤이 2006년에 발표한 스톤보고서에 의하면 지금이라도 기후변화에 대한 즉각적인 대응이 이루어질 경우 2050년까지 매년 전세계 총생산의 1%를 지출하여 문제를 해결할 수 있지만, 아무 조치도 취하지 않는다면 기후변화로 인해 매년 총생산의 5~20%에 달하는 피해를 입을 것이라고 경고하고 있다.

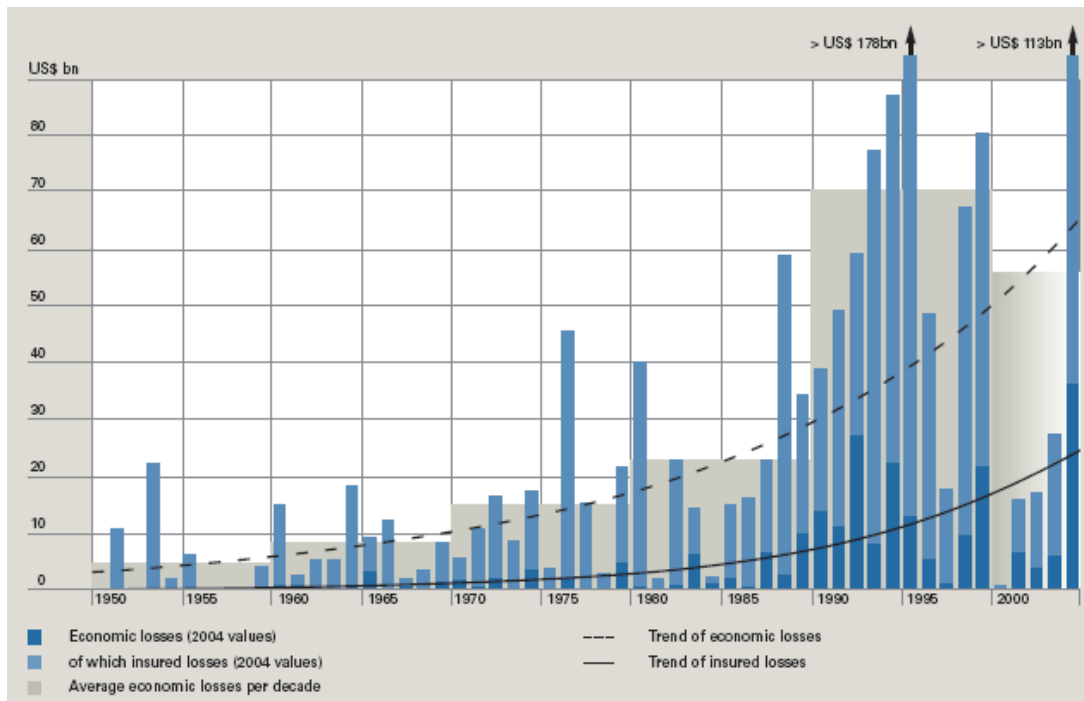
II. 기상재해의 급증

다음 그림은 독일의 뮌헨 재보험회사가 과거 50여 년간 집계한 전세계의 기상재해 발생건수와 피

해액의 변화 추이를 보여 준다. 1950년대에 건수로는 20건 피해액으로는 449억 달러이던 기상재해가 해가 갈수록 증가하여, 1960년대 27건에 805억 달러, 1970년대 47건에 1476억 달러, 1980년대 63건에 2280억 달러로 증가하였고, 1990년대에 들어서는 1950년대와 비교하여 건수로는 91건으로 4.5배, 피해액은 7,036억 달러로 무려 15.7배나 증가하였다(2004년 불변가격). 경제적 손실의 추이를 나타내는 추세선을 보면 해가 갈수록 손실이 기하급수적으로 증가하는 경향을 볼 수 있다. 이것은 집계가 가능한 피해액만을 추산한 것이고, 아예 집계가 불가

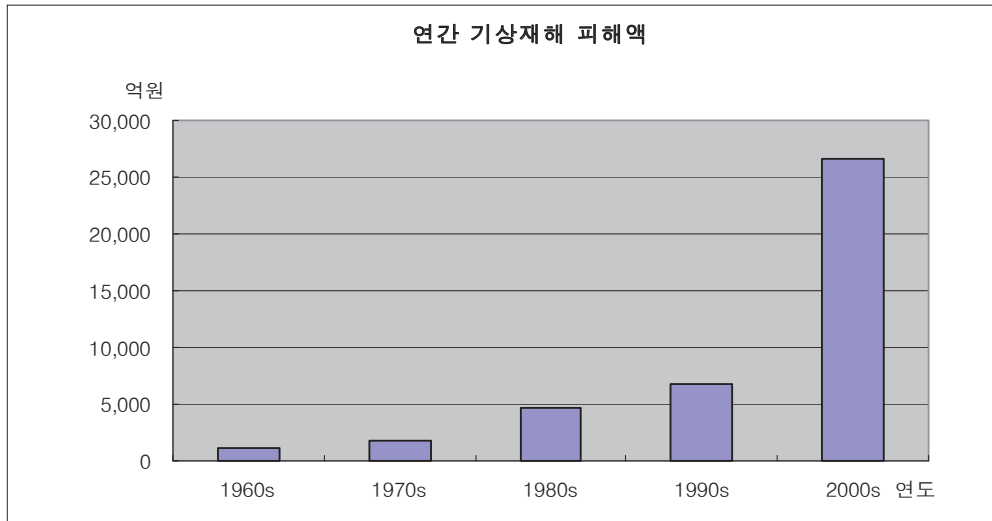
능하였거나 집계 대상에서 빠진 것들을 포함한다면 그 피해는 이보다 훨씬 클 것이다.

우리나라도 해가 갈수록 기상재해에 의한 피해건수와 피해액이 급증하고 있다. 소방방재청 집계에 따르면 1960년대에 연간 1,067억원이던 기상재해 피해액이 1970년대에는 1,748억원, 1980년대에는 4,693억원, 1990년대에는 6,852억원, 그리고 2000년대 들어서는 2조 6,953억원으로 급증하였다(2005년 불변가격). 이것은 그 동안 경제 규모가 성장하여 기상재해의 피해를 입은 자산이나 재화의 가치가 상승



자료: Munich Re, Annual Review: Natural Catastrophes 2004, 2005

[그림 4] 전세계 기상재해에 의한 피해 규모 (단위: 10억 달러)



자료: 소방방재청, 재해연보, 2005

[그림 5] 연간 기상재해로 인한 피해액 (단위: 억원)

하고, 또 피해지역에 포함된 피해대상이 더 많아져서 화폐로 환산한 피해액이 더 커진 이유도 있겠지만, 기상재해의 발생빈도나 파괴력이 과거에 비해 더 커진 것은 부인할 수 없는 사실이다.

III. 새로운 시장, 새로운 기회

급증하는 기상재해는 경제 및 사회 전반에 걸쳐 부정적인 영향을 끼치지만 기후변화의 영향은 지역이나 산업에 따라 차별적이다. 지구 전체적으로는 부정적인 영향이 더 크겠지만, 지역이나 산업별로 세분하여 보면 기후변화에 의해 긍정적인 영향을 받는 지역이나 산업도 있다는 것이다. 지역별로는 적도 근방에 위치한 나라들의 기후가 경제활동 및 생활에 불리한 방향으로 변할 것이 예상되고 산업구조

나 대응기술, 투자재원의 면에서도 기후변화에 취약성을 보이고 있다. 반면 고위도 지역에서는 기후가 온화해 지면서 오히려 농산물 생산이나 경작 가능한 작물의 종류가 증가하며, 여름이 길어지고 겨울이 짧아짐에 따라 관광산업에 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 예상되고 있다. 산업별로는, 화석 연료에 의존도가 높으면서도 온실가스를 감축할 기술이나 대체 에너지원의 확보가 곤란한 화력발전, 석유화학, 철강, 시멘트 산업 등은 불리하고, 신재생에너지 산업이나 온실가스 배출권을 잘 활용할 수 있는 기업에게는 오히려 기후변화가 사업 확장의 계기로 작용할 수 있을 것으로 생각된다.

신재생에너지 산업에 일찍 눈을 돌려 성공한 대표적인 사례가 덴마크의 풍력산업이다. 기후변화와 무관하게 1970년대부터 풍력발전 기술 개발 및 보급을

시작한 덴마크는 현재 전세계 풍력발전기 시장의 약 40%를 점유하고 있다. 풍력발전기 생산의 90%를 해외시장에 수출하고 있으며, 연간 30억 유로 이상의 매출을 올리고 있다. 우리나라에 설치된 풍력발전기도 상당수가 덴마크 회사인 베스타스의 발전기를 채택하고 있다. 덴마크에서 풍력산업은 전체 530만 인구 중에서 2만명을 고용하는 가장 중요한 산업의 하나가 되었고, 덴마크 총발전량의 20% 이상을 풍력으로 공급하고 있다. 기후변화가 진행됨에 따라 에너지절약 및 온실가스 감축에 초점을 맞춘 사업들도 향후 유망한 산업으로 부상하고 있다. 2007년 4월16일자 뉴스위크에 따르면 도요타의 하이브리드가 프리우스는 시장을 급속히 넓혀 전세계 하이브리드 자동차 시장의 선두 지위를 공고히 하고 있으며, 영국의 슈퍼마켓 체인 테스코는 앞으로 5년간 총 10억 달러를 투자하여 매장에 공급되는 전력을 풍력으로 공급하고, 식품품들의 운송거리를 표시하여 기후변화에 민감한 소비자를 사로잡을 계획이라고 한다. 또한 기후변화로 인해 수자원 부족이 예상되는 지역에서는 해수담수화사업이 앞으로 유망한 사업이 될 것으로 예상하고 있다. 현재 전세계에서 가장 큰 담수화공장을 운영하고 있는 프랑스의 '베올리아 워터 (Veolia Water)'사는 스페인에서 1억2천8백만 유로의 계약을 따냈으며, 중국의 간수성에서 16억 유로의 수처리 공장을 건설하기로 계약하였다. 가뭄이나 수해, 고온에 견디는 종자를 개발하는 종자공급회사나 각종 질병치료제 및 백신을 개발하는 제약회사 또한 기후변화로 인하여 수익을 거둘 것으로 기대되는 분야이다.

기후변화에 공동으로 대응하기 위한 국제적 노력

으로 탄생한 국제협약에는 기후변화협약과 교토의정서가 있으며, 그 중에서도 구속력을 갖는 선진국의 온실가스 배출 저감을 규정하고 있는 교토의정서에 의해 온실가스 배출권을 거래하는 탄소시장이 새로 탄생하였다. 온실가스 배출권이란 온실가스를 배출할 수 있는 권리로서 탄소배출권이라고도 말한다. 화석연료에 포함된 탄소는 연소과정에서 이산화탄소가 되어 대기 중으로 방출되고, 이렇게 방출된 이산화탄소는 기후변화를 초래하는 온실가스 중에서도 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 알려져 있다. 선진국들은 2008년부터 2012년의 5년 동안 연간 배출할 수 있는 온실가스 총량을 할당 받았으며, 할당량 이상으로 배출 하려면 다른 나라로부터 필요한 만큼 배출권을 구매하여야 한다. 2004년부터 본격적으로 형성되기 시작한 탄소시장은 2004년에 시장 규모 5억7천만 달러에서, 2005년 100억 달러, 2006년 300억 달러, 2007년 640억 달러, 2008년 1260억 달러로 4년 사이에 220여배 급증하였다. 앞으로의 시장 규모에 대해서도 세계은행은 2010년 1,500억 달러의 시장이 형성될 것으로 예측하고 있으며, 알리안츠 그룹은 2025년에 적게는 500억 유로, 많게는 8000억 유로의 시장이 형성될 것으로 내다보고 있다. 또 네덜란드의 다국적은행인 ABN AMRO는 그 어떤 상품시장보다 탄소배출권 시장이 커질 것으로 확신하고 있다.

개도국에서 진행되는 청정개발체제(CDM) 사업을 통해 공급되는 배출권인 CER의 가격은 1차 CER을 기준으로 할 때 이산화탄소 1톤당 2004년에 5.15 달러에서, 2005년 6.99 달러, 2006년 11.12 달러, 2007년 13.47달러, 2008년 16.76달러로 계속 그 가격이

[표 1] 탄소배출권 가격 추이 (단위: \$/tCO₂e)

	2005년	2006년	2007년	2008년
1차 CER	6.99	11.12	13.47	16.76
EUA	24.70	22.13	23.82	29.71

자료: 세계은행 자료를 이용해 재구성

상승하고 있다. EU 배출권거래제를 통해 거래되는 배출권인 EUA의 가격은 2005년 24.70달러를 시작으로, 2006년 22.13달러, 2007년 23.82달러, 2008년 29.71 달러를 기록하여 CER보다는 안정적인 모습을 보이고 있으나 2008년의 경우는 2007년에 비해 약 25% 가량 오른 것을 알 수 있다.

탄소시장도 여느 시장과 마찬가지로 수요와 공급에 의해 형성되고, 구매자와 판매자의 거래에 의해 가격이 결정된다. 탄소배출권을 필요로 하는 구매자는 교토의정서와 EU 배출권거래제에 의해 온실가스 감축의무를 지는 선진국들이며 그 중에서도 일본, 네덜란드, 영국, 스페인, 이탈리아가 큰 비중을 차지하고 있다. 개도국에서 배출권을 공급하는 주요 공급

자는 중국, 인도, 브라질, 멕시코, 말레이시아 등이다. 최근의 자료를 바탕으로 개도국의 온실가스 감축 사업인 청정개발체제 사업 등록 현황을 살펴보면, 등록건수나 배출권 공급량 모두 중국이 단연 수위를 달리고 있으며 그 뒤를 인도가 쫓고 있다. 한국도 사업건수로는 세계 10위, 배출권 발행량으로는 3위의 배출권 공급자로 활동하고 있다. 한국을 포함한 상위 5개국이 전체 배출권의 93% 이상을 공급하여 온실가스배출권 시장에서도 부익부 빈익빈 현상이 나타나고 있다.

기후변화에 의한 해수면 상승과 홍수의 빈발로 인해 해변이나 하천 가까이 건물을 짓는 것은 갈수록 위험한 일이 되고 있고, 그에 따른 보험료도 상승할

[표 2] 청정개발사업 상위 국가 사업건수 및 기발행 배출권 현황 (기발행 배출권에 의한 순위)

순위	국가	사업건수	비중	기발행 배출권 (MtCO ₂ /년)	비중
1	중국	1804	39.3%	144.8	45.7%
2	인도	1168	25.5%	68.9	21.8%
3	한국	67	1.5%	43.0	13.6%
4	브라질	347	7.6%	33.5	10.6%
5	멕시코	156	3.4%	5.8	1.4%
	소계	3542	77.2%	296.0	93.1%
총 사업건수/기발행 배출권		4588	100.0%	317.9	100.0%

주: 2009. 8. 1 현재

자료: UNEP Risoe Centre, CDM pipeline의 자료를 이용하여 재구성

것이다. 기온상승과 건조한 기후에 의한 산불의 위험이 갈수록 증대되어 우리의 생명과 재산을 위협할 것이다. 최근 유럽, 북미, 아시아 등 전세계 곳곳에서 빈발하는 산불을 단순한 우연이나 사고로 치부하기에는 그 피해와 영향이 너무도 크다. 기후변화는 기상재해에 의해서만 우리 생활에 영향을 끼치는 것이 아니라, 산업 및 경제구조의 변화를 통해서도 우리에게 큰 영향을 끼칠 것이다. 과거에 배출된 온실가스에 의해 이미 진행되고 있는 기후변화로 인한 영향은 되돌리고 피할 수 있는 것이 아니라, 우리가 적응하여 더불어 살아야 할 것이다. 그러나 이보다 더 심각하게 진행되어 인류와 자연생태계의 생존을 위협할 만큼의 급격한 기후변화를 억제하기 위해서는 지금까지와는 다른 노력을 기울여야 한다. 기후변화에 대한 적응과 기후변화를 억제하기 위한 노력은 우리에게 지금까지와는 다른 생활방식과 생산 및 소

비를 요구할 것이다. 특히 온실가스 총량 배출 규제를 받는 기업들은 자신들에게 필요한 온실가스 배출권을 확보하지 못 할 경우 기존 사업의 확장이나 신규 사업의 진출이 불가능하게 될 것이다. 따라서 앞으로 온실가스 배출권의 확보는 기업의 경쟁력 확보는 물론 생존 자체와 직결된 문제라고 할 수 있다. 기후변화와 온실가스 배출권이라는 환경 변화에 적응하고 이것을 이용하는 기업과 나라는 새로운 기회를 맞을 것이고, 그렇지 못한 기업과 나라는 커다란 위기를 맞게 될 것이다. 불편하더라도 에너지를 적게 쓰는 생활, 에너지효율을 높여 온실가스 배출을 줄이는 신기술, 온실가스 배출을 줄이거나 아예 없애는 새로운 에너지기술 등 전세계의 모든 나라, 모든 사람이 자신들의 입장에서 필요한 행동을 취할 때 기후변화에 의한 재앙을 방지하고, 새로운 시장에서 새로운 기회를 만들어 갈 수 있으며 후손에게 지속 가능한 사회를 물려 줄 수 있을 것이다.



기상정보의 사회·경제적 가치와 편익 추정

김 지 영

국립기상연구소 정책연구과 기상연구관

jykim@kma.go.kr

1. 기후변화로 인한 자연재해 피해가 늘어나고 있다.

현대 사회가 고도의 지식정보화 사회로 접어들어 감에 따라 날씨와 기후 정보의 가치가 점차 증대되고 있다. 또한 전지구적 기온 상승에 따른 이상기상 현상의 빈발로 그에 따른 인명과 재산 피해가 점차 늘어나고 있는 추세이다. [그림 1]은 독일의 세계적 재보험 회사인 Munich Re에서 발표한 1950년부터 2008년까지의 대규모 자연재해(카테고리 6)의 발생 빈도를 나타낸 것이다(Munich Re, 2009). 여기에는 지진이나 화산폭발과 같은 지구물리적 원인에 의한 재해, 태풍이나 폭풍 등 기상학적 원인에 의한 재해, 해일과 홍수 등 수문학적 원인에 의한 재해, 폭염이나 가뭄, 산불 등 기후학적 원인에 의한 재해 등이 포함되어 있다. 이에 따른 경제적 피해액도 1990년

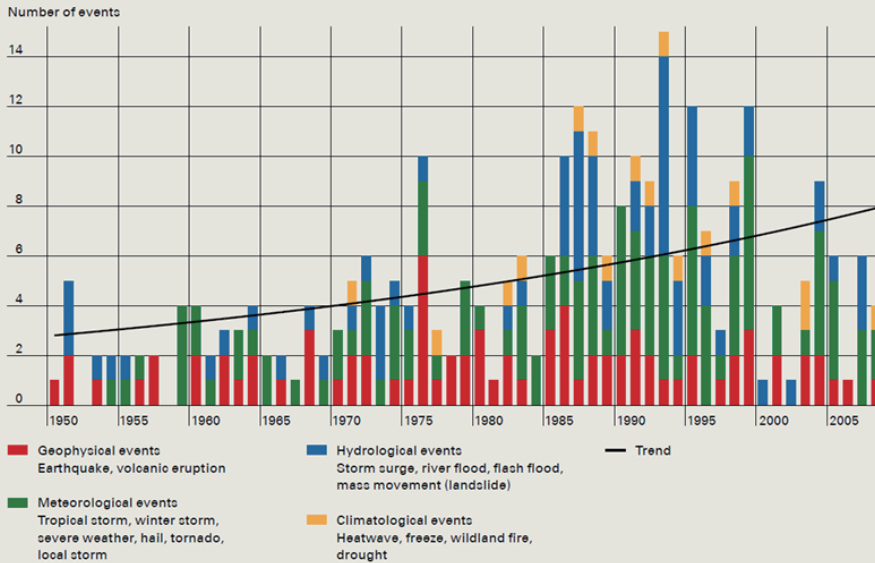
이후에 두 차례나 2000억달러를 넘는 해(1994년과 2005년)가 나타나는 등 전세계적으로 엄청난 피해를 입은 바 있으며, 지난 해에도 약 1500억 달러 정도의 피해를 입은 것으로 산출되었다[그림 2].

위에서 언급한 바와 같은 극단적인 기상과 기후 현상으로 수많은 사람들이 목숨을 잃거나 경제적 손실을 입은 사례는 지금까지 수없이 반복되어 왔다. 대부분의 자연재해에 대하여 그 발생빈도가 잦아지고, 강도가 커지며, 지속성이 길어질 것으로 예측되고 있다. 이는 대기 중 온실가스 농도의 증가에 따른 지구 온난화가 크게 작용한 결과로서 이해되고 있다. 그리고 온실가스의 대기 중 농도를 줄이기 위한 국제사회의 노력이 계속되고 있다. 자연에서 일어나는 기상 또는 기후현상을 인위적으로 제어하는데는 여러 가지의 과학적 시도(예를들어, 인공강우, 안개



Number of great natural catastrophes, 1950–2008

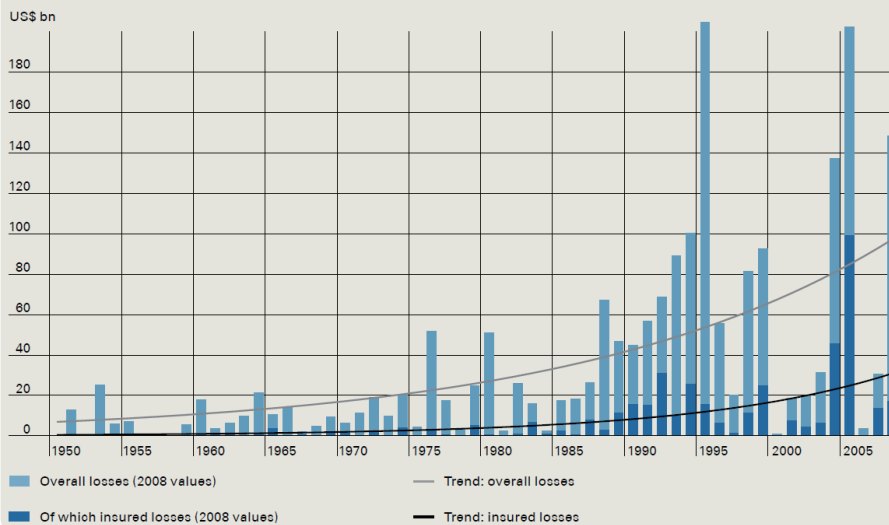
The chart shows for each year the number of great natural catastrophes (Category 6), divided up by type of event.



[그림 1] 전지구적 자연재해의 발생빈도 변화 경향(Munich Re, 2009)

Overall losses and insured losses from great natural catastrophes, 1950–2008

The chart presents the overall losses and insured losses – adjusted to present values. The trend curves verify the increase in Category 6 catastrophe losses since 1950.



[그림 2] 전지구적 자연재해에 따른 피해액 변화 경향(Munich Re, 2009)



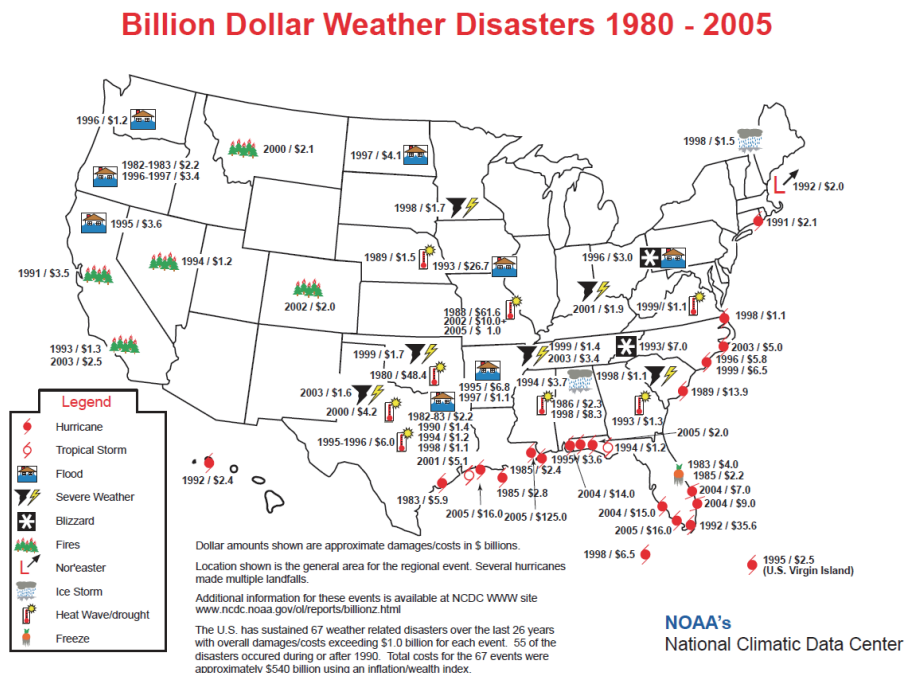
소산, 태풍제어 등 기상조절(weather modification) 등)에도 불구하고 분명 한계가 있다. 그러나, 각종의 기상/기후현상과 정보가 사회·경제적으로 어떻게 영향을 미치는가를 정확하게 이해하고 이를 체계적으로 객관화함으로써 자연재해로 인한 피해는 최소화하고 사회·경제적 편익은 극대화시킬수 있을 것이다. 이 연구에서는 날씨와 기후정보가 사회·경제적 편익 향상을 위하여 어떻게 기여하고 있는지에 대하여 국외의 동향을 중심으로 소개하고자 한다.

사결과를 나타낸 것이다. 그림의 좌측 하단에 표시된 바와 같이 허리케인, 열대성 폭풍, 홍수, 폭풍우, 눈보라, 대형 산불, 폭염/가뭄 등에 의한 피해지역, 시기, 현상, 피해액을 나타낸 것이다. 이러한 분석을 통하여 어느 지역이 어떤 현상에 취약한지 또 그 피해 규모는 어떠한지를 자세하게 파악할 수 있다.

II. 날씨와 기후 예측 정보의 가치와 추정방법

아래의 [그림 3]은 1980년부터 2005년까지 10억 달러 이상 규모의 기상재해 발생에 대한 NOAA의 조

나 날씨와 기후에 대한 예측정보는 이들 정보가 사람들의 의사결정에 영향을 미칠 때 가치를 가지게 된다.



[그림 3] 1980년부터 2005년 사이에 미국에서 발생한 10억달러 규모 이상의 기상재해 발생 현황 (재해 종류, 시기, 피해금액의 공간적 분포). [출처 : NOAA]



또한 더 나은 정보일수록 사람들은 더 나은 결정을 할 수 있고, 이를 통하여 사회·경제적 편익(또는 혜택)을 얻을 수 있게 된다. 주어진 기상정보를 어떻게 이용하고 의사결정에 반영하는가에 따라 심지어는 개인의 목숨을 잃을 수도 있고 구할 수도 있다. 또한 위험기상으로 인한 경제적 피해를 가능한 범위 내에서 최소화 할 수도 있다. 기상정보는 일상생활 속에서 각 개인의 매일매일 계획을 세우는데도 영향을 미친다. 대표적인 예로서, 추위와 더위의 정도에 따라 야외활동 시 어떠한 옷을 입을 것인지를 결정해야 하고, 강수의 유무에 따라 우산을 휴대하여야 할 것인가를 결정해야 한다. 또한 경제활동의 상당 부분은 일기상황에 따라 깊은 관련성을 가지고 있다.

날씨와 기후 예측정보가 어느 정도의 가치를 지니는가를 어떻게 추정할 수 있을까? 이에 관하여 다음과 같은 몇 가지 방법이 사용되고 있다. 간단히 소개하면, 첫째로, 의사결정 모델링에서 기상예측 정보를 넣었을 때와 넣지 않았을 때의 차이를 조사하고, 이들 각각의 의사결정에 따른 예측된 결과(consequences)를 비교하는 것이다. 둘째, 사람들에게 설문조사를 통하여 기상예측 정보에 대한 가치 추정치를 얻는 것이다. 셋째, 실제 관측된 사례로부터의 자료를 조사하는 것인데 예보나 특보가 있었던 경우와 없었던 경우에 대한 기상현상의 관측된 효과를 조사하는 것이 그 대표적인 예라 할 수 있다. 실제로 미국에서는 의사결정 모델을 농업이나 전력 생산, 수산 분야에 적용하고 있다. 설문조사를 통한 방법으로는 일반인들이 자신이 사용한 예보자료의 가치를 산정한 결과를 분석함으로써 가능하다. 관측 자료를 활용한 사례는 태풍(또는 허리케인)이나

폭염 특보의 가치산정에 적용된 바 있다.

III. 날씨와 기후 예측 정보의 가치와 편익 추정 결과

생명을 위협하는 날씨에 관한 예보는 높은 가치를 지니는 것으로 알려져 있다. 미국에서 허리케인과 연관된 날씨예보와 특보, 응급대응은 연간 약 30억 달러의 가치가 있는 것으로 분석되었는데, 여기에는 인명 손실의 예방효과가 전체의 약 2/3를 차지한다. 폭염과 연관된 날씨예보와 특보, 응급대응은 미국 필라델피아 단일 시에서 3년에 걸쳐 약 50억 달러의 가치가 있는 것으로 평가된 바 있다. 날씨에 민감한 경제활동에 대한 편익과 가치추정 연구결과도 수행된 바가 있다. 미국의 각 가정에서 사용된 날씨 예측정보의 가치는 매우 높은 것으로 평가된 바 있다. 미국의 1억 5백만 가구(households)가 매일 최소한 1회 이상의 날씨 예보를 사용한 것으로 조사되었으며, 이에 대한 평가 방법으로서 대표적인 표본조사 기법(즉, contingent valuation and conjoint analysis)이 사용되었다. 그 결과 미국의 가정에서 사용된 예보의 연간 가치는 총 114억 달러로 추정되었다.

거의 대부분의 경제활동이 날씨의 영향을 받고 있다. 미국 GDP의 약 30%(약 3조 달러)가 직간접적으로 날씨의 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 이는 재정부에서부터 소매에 이르기까지 영향을 받는 분야와 범위가 매우 다양하다. 또한 미국 GDP의 약 10%(약 1조 달러)가 직접적인 영향을 받는데 여기에는 농업, 에너지, 항공, 건설, 옥외 레크리에이션, 수산업 등이



포함된다. 농업과 수산업 분야에 대한 ENSO 예보의 편익 추정 결과에 따르면 미국의 농업은 연간 2억~3억 달러, 멕시코의 농업은 연간 1000만~2500만 달러의 편익을 낸 바 있고, 세계 농업은 최소한 연간 4억 500만~5억 5000만 달러 정도의 편익을 낸 것으로 추정되고 있다. 미국의 곡물 저장은 연간 2억 달러, 세계의 쌀 재고품은 연간 230억 달러의 편익을 본 것으로 추정된다. 또한 ENSO 예측으로 미국 북서지역의 연어 수산은 연간 약 100만 달러의 편익을 본 것으로 알려져 있다.

경제활동에 대한 예보의 가치 평가에 대한 연구 사례는 그리 많지 않은 편이다. 지금까지 이 분야에 대해서는 날씨 예측의 가치를 산정하는데 의사결정 모델을 사용하는데 주로 초점을 맞추어 왔다. 주로 농업, 수산, 전력 등의 분야에 대해서 연구가 수행된 바 있다. 전력 생산에 대한 날씨 예보의 편익 조사는 주로 여름 날씨가 무덥고 일기변화가 심한 미국의 남동부 지방에 집중되어 비용절감 차원에서 이루어졌다. 생산비용 절감효과는 연간 1억 5500만 달러 정도가 된다. 이는 생산된 1 메가와트시 당 0.061 달러 정도의 편익에 해당된다. 만일 예보가 완벽하다면 약 70% 정도의 비용절감 효과를 얻을 수 있는 것으로 조사된 바 있다.

[그림 4]에는 미국 NOAA의 홈페이지에 소개된 각 산업 분야 별, 기상/기후 현상별, NOAA의 주요 업무 영역 별 비용과 편익 산출 결과를 나타낸 것이다. 세부적인 내용은 각 분야 별로 너무 방대하기 때문에 본 연구에서는 생략하기로 하고, 다만 전체적인 부분을 간단히 요약하여 기술하고자 한다.

먼저 분야별로 구분이 되는데 이는 기후, 생태계, 날씨와 수문, 상업과 수송으로 대별되어지며, 각 분야 별로 사용자가 누구냐에 따라, 극단적인 날씨나 기후 이벤트에 따라, NOAA의 업무영역에 따라 비용과 편익이 연구논문이나 보고서 등의 근거를 가지고 상세하게 소개되어 있다. 사업 분야(business sector)에서의 주요 사용자 그룹으로는 농업, 건설, 건설, 에너지, 엔지니어링/인프라, 보험, 법률, 기상학, 소매/제조업, 관광, 운송, 미디어, 수자원/수문 등이 있다. 또한 공공일반 사용자로는 일반 소비자, 보건, 교육(K-12), 대학 등이 있고, 정부 측 사용자로는 국방성, NASA, 기상청, 지역/주 기후센터, 주/지방정부 농무성, 운수성, 환경성, 항공청, DHS(국토안전성), USGS, 등이 있다. 극단적인 날씨나 기후 이벤트로도 구분 되어 비용과 편익 분석이 이루어졌다. 대표적인 현상으로는 허리케인/열대성 폭풍, 호우/홍수, 눈과 얼음, 극단적 기온, 뇌우/강풍, 가뭄, 엘니뇨/라니냐, 대규모 산불, 해양산성화, 해빙, 연안침식 등이 있다. NOAA의 관측 시스템에 따라서는 지상 관측의 경우 ASOS, COOP, CRN, GSN, USHCN 등이 있고, 해양관측으로는 TOGA, 모델링 분야에서는 일반 모델링과 NOMADS 등이 있으며, 레이더 분야에는 NEXRAD, LIDAR 등이 있고, 위성 분야에서는 GOES/GOES-R, POES/NPOESS, 정보시스템으로는 IOOS, 상층대기에 대해서는 IGRA 등이 있다.

위에서 간단하게 언급된 사항에 대한 보다 자세한 사항은 NOAA 홈페이지(<http://economics.noaa.gov/>)를 방문하면 관련 근거자료와 함께 비용 편익에 대한 구체적 수치를 참고할 수 있다.



Extreme Events - Coastal Erosion / Inundation · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Coral Bleaching · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Drought · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - El Niño / La Niña · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Heavy Rain & Flooding · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Hurricane & Tropical Storm · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Ocean Acidification · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Sea Ice Melt · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Snow and Ice · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Temperature Extremes · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Thunderstorm & High Winds · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - Wild & Forest Fire · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products	Observing Systems Land Surface - ASOS · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - COOP · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - CRN · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - GSN · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - USHCN · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products Marine Surface - TOGA · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products Modeling - General Modeling · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - NOMADS · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products RADAR - NEXRAD · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products Satellite - GOES / GOES-R · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products - POES / NPOESS · Overview · Benefits · Costs · Decision-Making · Data/Products
---	--

[그림 4] NOAA Economics 홈페이지에 게시된 각 분야별 비용과 편익 <http://economics.noaa.gov/>

IV. 맺는 말

이상에서 살펴 본 바와 같이 지난 수 십년 간에 걸쳐 전지구적으로 자연재해의 발생빈도와 피해규모가 점차적으로 증가하고 있는 것으로 파악되고 있다. 작년에는 1500억 달러 정도의 피해가 발생하여 역사상 세 번째로 많은 피해를 입은 것으로 조사되었다. 이에 따라 날씨와 기후 예측 정보의 사회·경제적 가치와 편익을 추정하기 위한 다양한 시도가 최근들어 활발하게 이루어지고 있다. 기상학, 기후학, 경제학, 사회학, 통계학 등 다양한 분야에 걸친 다학제적 연구가 이루어지고 있는 것이다. 우리가 살고있는 한반도도 기후변화의 안전지대로는 볼 수 없다. 태풍 매미와 루사 등에 의한 피해, 강원지역을 중심

으로 지속된 가뭄, 중부와 남부지방에서 발생한 국지성 집중호우 등 거의 매년 기상재해가 발생하고 또한 많은 인명과 재산 피해를 보고 있다. 기상정보의 사회·경제적 가치와 편익에 대한 체계적인 분석과 추정 결과를 바탕으로 보다 효과적인 R&D 정책을 세우고, 각 재해 유형 별 관련 기관간의 유기적 협력이 강화될 필요가 있다.

사사

이 연구는 기상청의 주요사업 “기상기술전략개발연구”(NIMR-2009-B-6)의 지원으로 수행되었다. 자료 수집을 도와 준 국립기상연구소 정책연구과 박소연 연구원에게 감사드린다. 이글은 미국 NOAA의 수석



경제학자인 Rodney F. Weiher의 발표자료 및 그 밖의 참고자료를 중심으로 작성한 것이다. 자료를 제공하여 준 여러 전문가들에게 감사드린다.

참고문헌

<http://economics.noaa.gov/>

Munich Re, 2009 : Topics Geo 2008, 50pp.

Weiher, R. F., 2005 : Valuing Weather Forecasts, International Workshop of the American Meteorological Society, Jan, 2005 at San Diego, California.



강수의 경제적 가치 평가 방법론

유 승 훈

호서대학교 해외개발학과 교수

shyoo@hoseo.edu

I. 서론

최근 지구온난화에 따른 기상변화로 인해 비가 제 때 내리지 않는 경우가 자주 발생하면서, 강수의 중요성이 더욱 커지고 있다. 부족한 강수량은 국민생활에 큰 불편을 초래할 뿐만 아니라 더 나아가 국민의 생명과 재산상의 피해를 더 크게 만들 수 있는 것은 주지의 사실이다. 물론 강수량이 지나치게 많아도 문제이지만, 현재 중요하게 문제가 되는 것은 일부 지역에서 강수량이 지나치게 작아 생활용수, 농업용수, 농업용수의 부족을 야기하여 국민의 기본적인 생존권 및 산업생산의 기반을 위태롭게 한다는 것이다.

따라서 강수의 중요성을 조명해 보면서 강수량 확보를 위한 투자의 논리적 근거를 확보하기 위해서는

강수의 경제적 가치에 대한 정보가 필수적으로 요구된다. 여기서 강수의 경제적 가치는 강수의 가치를 돈으로 계산함을 의미하는 것으로, 화폐단위로 평가된 강수는 화폐단위로 평가된 다른 재화들과 수평적인 비교가 가능하게 된다. 예를 들어, 용수가 부족한 지역에서 강수를 추가적으로 확보하기 위해 빗물을 모은다던지 혹은 인공강우를 내리게 하는 정책을 시행할 수 있다.

이러한 정책은 분명히 '좋은' 일이다. 하지만 단지 좋다는 것만으로는 충분하지 못하다. 왜냐하면 이러한 정책의 시행을 위해서는 국민의 세금이 투입되어야 하기 때문이다. 정부의 재원이 풍부하다면 '좋은' 일은 뭐든지 다 하는 것이 바람직할 것이다. 하지만 현실은 그렇지 못해 세금을 써야 할 곳은 많지만 쓸 수 있는 세금은 한정되어 있다. 따라서 어



편 정책을 시행할 때는 과연 돈을 들여서 그렇게 할 만한 가치가 충분히 있는지를 꼼꼼히 따져볼 필요가 있다. 그러자면 강수가 얼마나 값어치가 있는지를 알아내야 한다.

이때 정책의 시행에 투입되는 비용보다 추가적으로 확보되는 강수량의 가치(편익)가 더 크다면 이 정책의 시행은 사회적으로 바람직하게 된다. 하지만 반대의 경우라면 바람직하지 않은 정책이 될 것이다. 편익에서 비용을 차감한 것으로 정의되는 순 편익이 영보다 큰 지 작은 지 따지는 것을 경제성 분석 혹은 비용-편익 분석이라 하며, 이것이 영보다 큰 경우에만 정책의 시행은 정당화될 수 있다(Brent, 2006). 이렇게 강수의 경제적 가치는 제한된 자원을 효율적으로 사용하기 위해 순 편익이 영보다 큰 정책만 수행하도록 하기 위한 근거로 사용될 뿐만 아니라, 강수를 추가적으로 확보하자는 주장을 보다 설득력 있고 논리적으로 만드는 데도 중요한 역할을 하게 된다.

이에 본 고에서는 강수의 경제적 가치 평가 방법론에 대해 소개를 하고자 한다. 이를 위해 먼저 II절에서는 강수의 경제적 가치에 대해 정의를 하고 개념적으로 몇 가지 구분을 할 것이다. 다음으로 III절에서는 강수의 경제적 가치를 평가하기 위한 방법론을 소개할 것이다. 크게 경제학적 방법 및 비경제학적 방법으로 구분하여 설명한 다음에, 경제학적 방법을 다시 현시선호 접근법과 진술선호 접근법으로 구분할 것이다. 강수의 경제적 가치가 가지는 3가지 측면에 대한 논의는 IV절에 제시할 것이다. 마지막 절은 결론으로 할애한다.

II. 강수의 경제적 가치

1. 경제적 가치의 의미

경제학의 아버지 아담 스미스(A. Smith)는 물과 다이아몬드의 역설을 통해 경제이론을 명쾌하게 설명한 적이 있다. 이 세상에서 물보다 더 귀중한 재화를 찾아보기 힘든데도 당시 어느 지역에서나 물값은 거의 공짜나 다름없었다. 반면에 단지 장식용으로만 사용되었던 다이아몬드는 천정부지의 가격수준에서 거래되고 있음이 바로 역설이란 것이다. 그는 이러한 현상을 설명하기 위해 재화의 희소성과 교환가치라는 개념을 도입하였다. 즉, 물을 사용함으로써 얻게 되는 가치는 크지만 흔하기 때문에 그 가치만큼 값을 치르지 않아도 쉽게 구할 수 있다는 것이다. 하지만 사막지역을 통과하고 있는 대상이나 바다에서 조난당한 사람의 경우에는 이야기가 달라지게 된다. 여기서는 마실 수 있는 물이 귀하기 때문이다.

본 고에서 논의되는 가치는 경제적 의미의 가치로서 신고전학과(neo-classical) 후생경제학에 근거하고 있다(Freeman, 1993). 후생경제학의 기본적인 전제는 경제활동의 목적이 사회를 구성하는 개인들의 복지를 증진시키는 것이며 주어진 상황에서 각 개인의 복지 수준이 어느 정도인지를 가장 잘 판단할 수 있는 사람은 바로 자기 자신이라는 것이다. 각 개인의 후생은 시장에서 거래되는 재화에 대한 소비뿐만 아니라 맑은 물, 깨끗한 환경과 같이 시장에서 거래되지 않는 재화에 대한 소비에도 의존한다.

또 하나의 기본적인 전제는 어떤 개인이 한 재화의



소비를 감소시키면 그 개인은 후생의 감소 없이 다른 재화의 소비를 증가시킬 수 있다는 것이다. 이것을 대체가능성이라고도 하는데 재화간에 서로의 교환비율이 있다는 의미로 경제적 가치 개념의 핵심이다. 예컨대, 어떤 개인이 외식비를 한 달에 만원을 줄여 용수가 부족한 지역에서 강수량을 추가로 확보하기 위한 투자에 기여이 내고자 한다면 이 사람이 강수량 추가 확보사업에 두는 경제적 가치는 만원이 된다. 이렇게 어느 한 재화의 소비를 줄여 다른 재화의 소비를 늘린다면 그로부터 우리는 사람들이 이러한 재화에 두고 있는 가치를 알 수 있다.

2. 경제적 가치의 종류

강수의 경제적 가치는 크게 사용가치(use value)와 비사용가치(non-use value)로 구분할 수 있다. 사용가치는 강수가 인류의 생산 및 소비 행위와 직접적으로 관련되면서 발생하는 가치이다. 강수량의 증가로 인해 강의 수질이 개선되어 어종이 늘어나 이전보다 더 많은 물고기를 낚음으로 인해 발생하는 가치나 강수로 인해 나무들이 잘 자란 산 속의 맑

은 공기에서 느껴지는 쾌적함과 관련된 가치가 이에 해당된다.

비사용가치는 사용가치 이외의 가치를 통틀어서 지칭하는 것으로 강수를 직접 소비하거나 혹은 소비하리라는 기대가 없어도 그것의 확보와 존재에 대해 만족을 얻는다면 이를 비사용가치로 볼 수 있다. [표 1]에 제시된 바와 같이, 비사용가치는 크게 선택가치(option value), 존재가치(existence value), 유산가치(bequest value)로 세분할 수 있다.

현재는 직접적으로 이용되지 않고 있어서 사용가치는 없지만 미래에 이용가능성이 있는 경우 자원이 갖고 있는 가치를 선택가치라 할 수 있다. 즉 현재는 사용하지 않는 자원이 미래에 사용될 가능성이 있다고 판단되는 경우에 그 자원을 지금 훼손하게 되면 미래의 선택 폭이 감소하게 되고 따라서 그 만큼의 비용이 미래에 발생할 수도 있다는 의미이다. 존재가치란 사람들이 비록 강수를 직접 사용하는 것에 대해 혹은 직접적인 편익을 얻는 것에 대해 생각해 본 적이 없다 하더라도 그것들이 존재한다는

[표 1] 강수의 경제적 가치의 종류

가치의 종류		항 목
사용가치 (use value)		각종 용수의 수원으로 활용, 농민들의 농업활동에 활용, 하천 수질의 개선, 하천의 건천화 방지 등을 위해서
비사용가치 (non-use value)	선택가치 (option value)	비록 현재 당장은 강수를 이용할 계획이 없어도 앞으로 이용할 가능성이 있으므로(기회가 되면 이용하기 위해서)
	존재가치 (existence value)	비록 내가 앞으로 강수를 이용할 가능성이 없어도 단지 강수가 잘 확보되는 것이 타인이나 자연을 위해 좋아서
	유산가치 (bequest value)	우리의 후손들에게 우리가 누리는 강수의 혜택을 똑같이 받게 하기 위해서

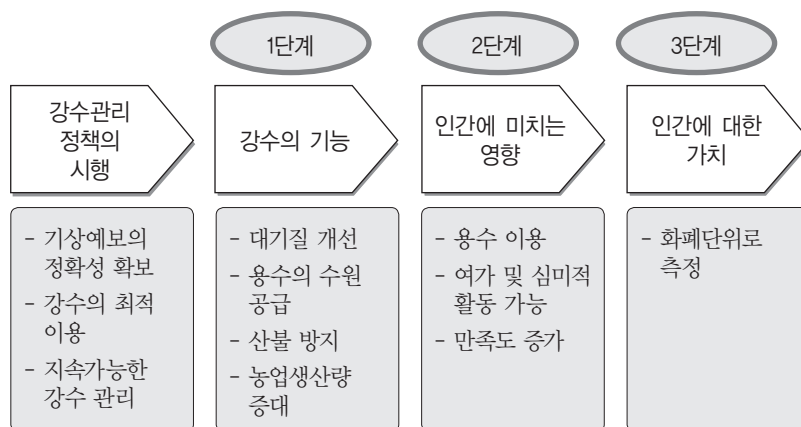


것을 단지 아는 것과 관련된 가치를 의미한다. 따라서 어떤 자원을 현재 이용하고 있지도 않고 미래에도 이용할 의사가 없는 경우라도 그 존재 자체만으로도 의미를 갖는다고 생각하는 경우의 가치를 존재가치라 한다. 예를 들면, 비록 내가 앞으로 강수를 이용할 가능성이 없어도 단지 강수가 잘 확보되는 것이 타인이나 자연을 위해 좋아서 어떤 가치를 느낄 수 있기 때문에 이러한 경우 존재가치가 존재한다고 할 수 있다.

유산가치란 미래 세대를 위하여 자원을 보존하는 것 자체로 어떤 가치를 갖는 경우를 말한다. 예를 들어, 미래 세대에 문제가 될 것으로 예상되는 지구온난화가 가뭄을 초래하는 것을 막기 위해 현재 자신의 소비를 줄여 온실가스 저감기금 조성에 기여 동참하고자 하는 사람의 경우 기금에 내고자 하는 금액을 유산가치로 볼 수 있다.

3. 강수의 경제적 가치가 발생하는 과정

강수관리 정책의 시행으로 인해 경제적 가치가 발생하는 과정을 예시하면 [그림 1]과 같다. 1단계는 주로 자연과학의 영역에 해당되는 것으로, 강수관리 정책으로 인해 강수의 다양한 기능이 제공된다. 2단계에서 이러한 강수의 기능이 인간에 미치는 영향과 관련된 부분으로 통상 경제학자가 관련 정보를 수집하게 된다. 따라서 2단계까지는 자연과학자와 경제학자의 유기적 협동 연구가 필요하다. 3단계에서는 경제학적인 가치평가 모형이 요구된다. 강수의 관리가 미치는 영향과 그에 대한 평가는 인간의 반응에 의존하기 때문에 인간의 의향 또는 행동을 반영할 수 있는 경제학적 모형의 개발이 요구되는 것이다. 따라서 강수의 관리가 인간의 활동과 후생에 미치는 영향을 제대로 이해해야 이러한 분석이 제대로 수행될 수 있을 것이다.



[그림 1] 강수의 경제적 가치가 발생하는 과정



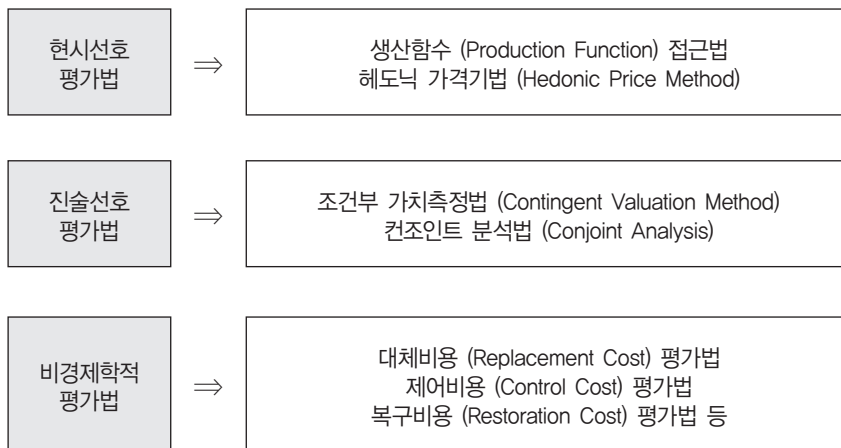
III. 강수의 경제적 가치 평가 방법론

1. 방법론의 구분

강수의 경제적 가치를 평가할 수 있는 방법론은 [그림 2]에 제시된 바와 같이 크게 경제학적 방법론과 비경제학적 방법론으로 구분된다. 경제학적 방법론은 소비자의 선호가 현시된 자료를 이용하는 현시선호 평가법(Revealed Preference Method)과 소비자의 선호에 대한 설문조사를 통해 얻은 자료를 이용하는 진술선호 평가법(Stated Preference Method)으로 구분된다. 비경제학적 평가법에는 대체비용(Replacement Cost) 평가법, 제어비용(Control Cost) 평가법, 복구비용(Restoration Cost) 평가법 등이 있다.

2. 비경제학적 평가법

앞서 언급하였듯이 비경제학적 평가법에는 대표적으로 대체비용 평가법, 제어비용 평가법, 복구비용 평가법 등이 있다. 첫째, 대체비용 평가법은 강수를 대체할 수 있는 수단의 구득 및 집행과 관련된 비용을 강수의 경제적 가치에 대한 대용값(proxy)으로 사용하는 기법이다. 강수의 가치를 직접 측정하기 어려운 경우, 강수가 제공하는 기능을 담당할 수 있는 대체시설을 갖추고 유지하는 비용으로부터 강수의 경제적 가치를 구한다. 예를 들어, 특정 지역에 강수가 부족하여 물부족 사태가 발생했다고 할 때, 비상급수차에 대한 투자 및 운영비 자료를 이용하여 강수의 경제적 가치를 계산할 수 있다. 또한 강수가 하천의 유량을 늘려 수질을 개선시킨다면, 수질을 개선할 수 있는 하수처리시설의 설치 및 운영 비용을 통하여 강수의 경제적 가치를 구할 수 있다.



[그림 2] 강수의 경제적 가치 평가 방법론의 구분



제어비용 접근법은 강수의 기능이 훼손되었을 때 강수와 동일한 기능을 하도록 하는 시설을 갖추어 기능 훼손을 제어하는 데 소요되는 비용을 가지고 강수의 경제적 가치를 평가하는 기법이다. 예를 들어, 강수는 대기오염을 정화하는 효과를 가지며 이에 대한 경제적 가치를 추정할 때, 대기오염 물질 배출을 제어하기 위한 매연여과장치, 탈황시설, 집진시설 등을 갖추고 운영하는 데 소요되는 비용을 이용할 수 있다.

복구비용 접근법은 강수와 동일한 기능을 하도록 원가를 복구하는 데 소요되는 비용에 근거하여 강수의 경제적 가치를 추정하는 기법이다. 예를 들어, 강수는 산불을 방지하는 기능을 가지고 있는데, 산불로 산림이 훼손되었을 때 산림을 복구하는 비용을 산정하여 이를 강수의 산불방지 기능이 가지는 경제적 가치로 볼 수 있다.

한 가지 강조해야 할 점은 경제학적 평가법을 우선적으로 적용하여 강수의 경제적 가치를 평가하되, 경제학적 평가법의 적용이 시간과 비용이란 관점에서 용이하지 않을 때에 한해 비경제학적 평가법이 적용되어야 한다는 것이다. 즉 강수의 경제적 가치를 평가할 때는 경제학적 평가법이 항상 우월하며, 경제학적 평가법을 적용하기가 어려울 때에 한해 제한적으로 비경제학적 평가법을 적용할 수 있다. 하지만 비경제학적 평가법으로부터 도출된 값은 한계가 있을 수 있다. 예를 들어, 비경제학적 기법에서는 비사용가치를 반영할 수 없으며, 실제의 피해나 혜택과는 무관하게 대체하거나 제어하거나 복구하는 데 소요되는 비용에 근거하므로 경제학적 관점에서 편

익으로 사용하는 데 문제가 있어 비용-편익 분석에 직접적으로 반영하기에 어려움이 따른다.

3. 경제학적 평가법

강수는 시장에서 거래가 되는 재화라기 보기 어려우므로 비시장재화(non-market goods)의 성격을 가진다. 앞서 언급하였듯이, 강수의 질이나 양 변화에 대한 개개인의 후생변화를 화폐단위로 추정하기 위해서는 강수의 직접적인 거래를 관찰하는 것이 불가능하므로, 시장재화(market goods)를 이용하여 간접적으로 편익을 추정하거나 가상적인 시장을 만들어야 한다. 사람들의 행동으로 나타난 선호를 바탕으로, 즉 현시된 선호에 기반하여 비시장재화의 가치를 추정하는 전자의 방법을 현시선호 평가법이라 할 수 있다. 강수의 경제적 가치를 추정하는 데 적용할 수 있는 현시선호 평가법으로는 생산함수(Production Function) 접근법 및 헤도닉 가격기법(Hedonic Price Method)이 있다.

헤도닉 가격기법은 강수를 주택이나 토지 가격의 내재적 속성으로 보고 이 속성에 대한 잠재가격(implicit price)을 구하는 방법이다(Englin, 1996). 예를 들어, 주택의 크기, 종류, 학군 등 주택특성변수 및 근린변수의 값이 모두 동일한 2채의 주택이 있을 때, 한 주택 인근에서는 강수량이 적당하고 다른 주택 인근에서는 강수량이 부족하다면, 두 주택 가격 사이의 차이를 강수의 경제적 가치로 볼 수 있다. 다른 조건은 다 같은데 강을 조망할 수 있느냐 여부에 따라 아파트 가격의 차이가 나는 것과 같은 이치이다.



[표 2] 경제학적 평가법의 구분

구 분	현시선호 평가법	진술선호 평가법
직접적 추정법	경쟁시장에서의 가격	조건부 가치추정법
간접적 추정법	헤도닉 가격기법 생산함수 접근법	컨조인트 분석법
특징	시장에서의 거래행위 관찰 사후적 평가법	가상적 시장 이용 사전적 평가법

생산함수 접근법은 기업이 제품을 생산을 하는데 있어서 강수를 투입요소로 활용한다면 또는 가계가 원하는 서비스(Maddison, 1998)를 만들어내는 데 있어서 강수를 투입요소로 활용한다면 강수 한 단위의 추가적인 투입이 생산을 얼마나 늘리는지를 경제학적으로 따져서 강수의 경제적 가치를 추정하는 기법이다. 더 나아가 국가적 관점에서 강수의 경제 성장에 어떠한 영향을 미치는지도 따져볼 수 있다 (Barrios et al., 2008).

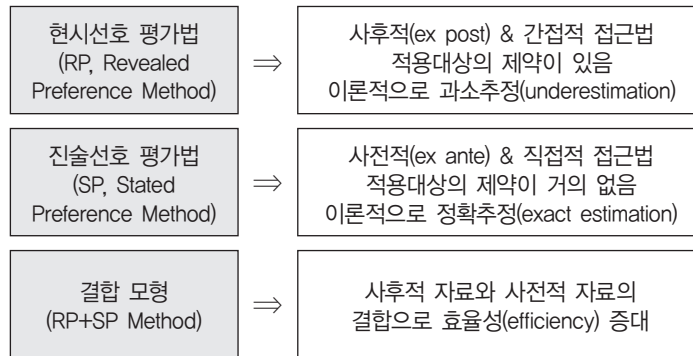
반면에 현시된 선호를 관측하기 어려울 때나 그 선호가 정확하다고 보기 어려울 때, 가상적인 시장에 사람들을 몰입시키고 그 상황에서 가상적인 거래를 어떻게 할지를 질문하고 이에 대해 대답한 선호, 즉 진술된 선호를 이용하여 환경가치를 추정하는 방법을 진술선호 평가법이라 한다. 이 방법으로는 조건부 가치추정법과 컨조인트 분석법이 대표적이다. 조건부 가치추정법은 편익을 직접적으로 추정하기 때문에 직접적 접근법이라 할 수 있으며, 컨조인트 분석법은 간접적으로 편익을 유도한다는 측면에서 간접적 접근법이라 할 수 있다.

[표 2]는 이러한 관계를 요약하고 있다. 현시선호 평

가법은 시장에서의 거래행위 관찰에 근거하고 있으므로 사후적인 평가방법이라 할 수 있으며, 진술선호 평가법은 시장에 존재하지 않는 재화에 대한 가상적 시장을 이용하므로 사전적 평가법이라 할 수 있다. 그런데 현시선호 평가법 중에서 헤도닉 가격기법은 강수가 주택이나 토지의 내재적 속성이어야 적용이 가능하여 적용 사례는 잘 없는 편이다. 또한 생산함수 접근법도 적용사례가 많지 않다.

현시선호 평가법과 진술선호 평가법을 비교해 보면 [그림 3]과 같다. 현시선호 평가법은 적용에 있어서 진술선호 평가법보다 비용이 적게 소요되지만, 적용 대상에 있어서 제약이 있으며, 비사용가치를 반영할 수 없기 때문에 이론적으로 과소추정의 가능성을 안고 있다. 반면에 진술선호 평가법은 고비용이 요구되지만, 이론적으로 정확하며 적용대상의 제약이 없는 편이다. 최근에는 현시선호 평가법에 사용되는 자료와 진술선호 평가법에 사용되는 자료를 합쳐서 경제적 가치를 평가하는 결합 모형 접근법이 대두되었으나, 분석상의 복잡함 때문에 적용사례는 많지 않은 편이다.

따라서 고비용의 단점이 있기는 하지만, 이론적으



[그림 3] 경제학적 평가법의 장단점

로 볼 때 진술선호 평가법이 현시선호 평가법에 비해 바람직하다고 할 수 있으며, 이런 이유 때문에 연구 현장에서는 조건부 가치추정법(Arrow et al., 1993)이나 컨조인트 분석법(Louviere, 1998)과 같은 진술선호 평가법이 널리 적용되고 있다(NOAA, 2002). [그림 4] 및 [그림 5]는 각각 조건부 가치추정법 및 컨조인트 분석법의 개요, 적용절차, 장점을 요약하고 있다.

IV. 강수의 경제적 가치에 대한 3가지 측면

강수의 경제적 가치에 대해 강수를 전주기적 관점에서 보면, [그림 6]과 같이 ① 강수관련 기상정보의 경제적 가치, ② 강우로 인한 영향 및 어메니티 가치, ③ 강수로 조성된 용수의 경제적 가치의 3가지 측면에서 평가할 수 있다.

첫째, 강수관련 기상정보의 경제적 가치는 기상정보를 투입요소로 활용하는 경우와 산출물로 활용하

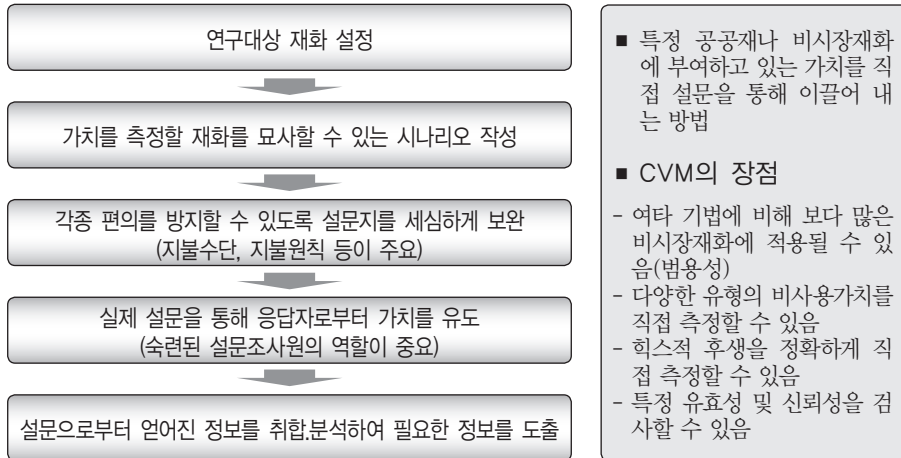
는 경우로 구분하여 살펴볼 수 있다. 농수산업, 병과업계, 음료업계, 건설업 및 레저산업 등이 기상정보를 투입요소로 활용하는 경우에 해당되며, 기상정보를 생산요소로 하는 산업의 생산함수를 이용하여 한계생산가치(value of marginal product)를 도출할 수 있다. 기상정보를 산출물로 활용하는 경우는 기상 정보제공 서비스 업체나 언론 및 포털 등이며, 산출물 자체가 가져오는 부가가치 또는 수익계산을 통하여 기상정보의 경제적 가치를 평가할 수 있다.

둘째, 강수는 미세먼지 농도를 낮추는 등 대기질을 개선할 수 있으며, 댐의 저수율을 제고함으로써 수자원 확보에 기여한다. 아울러 농업용수 확보에도 큰 영향을 미치며, 가뭄이 발생한 지역에서는 가뭄해갈에 기여한다. 또한 강수는 산불발생을 예방하는 효과도 상당하며, 하천의 건천화를 방지함으로써 어메니티 가치를 발생시킨다.

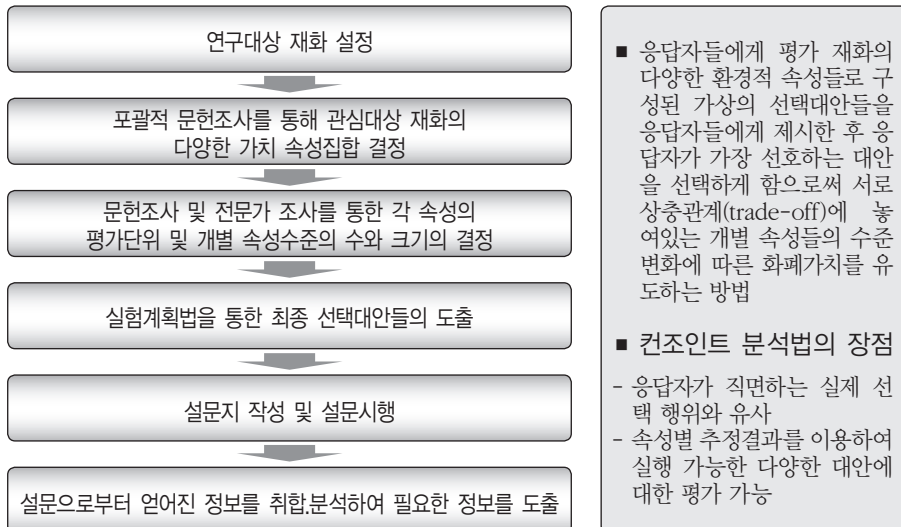
셋째, 용수는 크게 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수, 휴양용수 등으로 구분할 수 있으며,



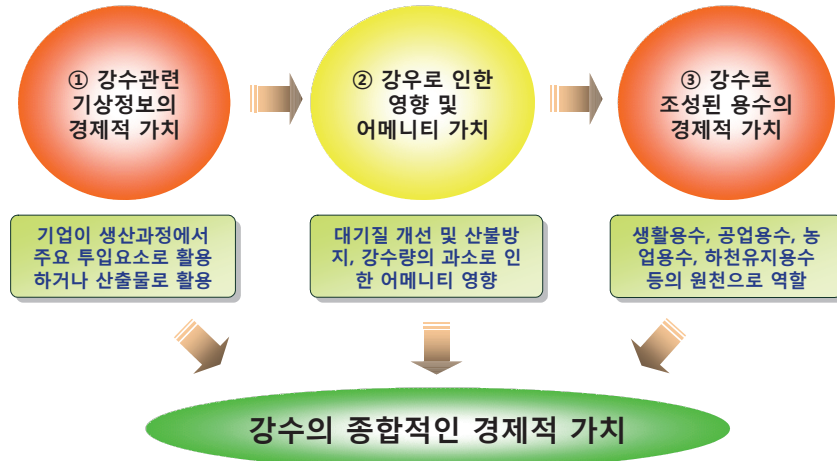
강수는 이러한 용수의 원천으로서 중요한 역할을 하게 된다. 따라서 각 용수의 경제적 가치를 구하여 적절한 조정을 가하면 강수의 경제적 가치도 구할 수 있다.



[그림 4] 조건부 가치측정법의 개요



[그림 5] 컨조인트 분석법의 개요



[그림 6] 전주기적 관점에서 바라 본 강수의 경제적 가치의 3가지 측면

V. 결론

강수는 인간의 생존과 산업생산 등에 있어서 필수적인 투입요소인 바, 강수의 진정한 금전적 가치를 따져보는 것도 기상정책 분야의 중요한 작업이다. 강수 관련 정책의 효과적인 시행을 위해서는, 정책 시행으로 얻을 수 있는 이익과 발생하는 비용을 비교하는 경제성 분석이 중요하게 요구되는데, 이때 강수의 경제적 가치는 필수적인 정보로 활용된다. 아울러 강수의 경제적 가치 평가는 강수의 경제적·공익적 기능을 조화롭게 발휘할 수 있는 기상정책의 추진과 그 재원마련 및 분담 등의 기초자료로 활용될 수 있으며 투자를 위한 국민적 합의형성에도 크게 이바지할 수 있을 것이다.

반면에 산림자원, 농경지 자원, 토양자원, 지하수 자

원, 수자원과 같은 타 부문에 비해 강수의 경제적 가치 측정에 대한 연구는 크게 미흡한 실정이다. 예를 들어, 산림청에서는 공공재로서의 산림의 중요성을 강조하기 위해 산림의 공익적 기능을 수원함유 기능, 대기정화 기능, 토사유출방지 기능, 산림휴양 기능, 산림정수 기능, 토사붕괴방지 기능, 야생동물 기능으로 구분하여 화폐단위로 평가하고 있다. 또한 농촌진흥청에서는 농경지의 공익적 기능을 수원함유 기능, 토양유실저감 기능, 상징적·사회적 기능으로 구분하여 화폐단위로 평가하고 있다.

따라서 강수가 가지고 있는 공익적 기능에 대한 가치를 체계적으로 측정하여 강수 관련 정책에 대한 투자방향과 투자규모를 가늠할 수 있는 근거자료로 활용해야 한다. 나아가 이 작업은 정기적이고도 지속적으로 추진되어야 할 것이다.



참고문헌

- Arrow, K., R. Solow, P. R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner and H. Schuman (1993), "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation," *Federal Register*, 58, pp. 4601~4614.
- Barrios et al. (2008), Trends in Rainfall and Economic Growth in Africa: A Neglected Cause of the African Growth Tragedy, CEA 42nd Annual Meetings, University of British Columbia, Vancouver.
- Brent, R. (2006), Applied Cost-Benefit Analysis, 2nd Eds., Edward Elgar.
- Englin, J. (1996), Estimating the Amenity Value of Rainfall, *The Annals of Regional Science*, 30, 273-283.
- Freeman III A. M. (1993), The Measurement of Environmental and Resource Values, Resources for the Future, Washington, D.C.
- Louviere, J. J. (1988), Conjoint Analysis Modeling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity, *Journal of Transport Economics and Policy*, 10, pp. 93-119.
- Maddison, D. (1998), The Amenity Value of Climate : The Household Production Function Approach, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment Working Paper GEC 98-08.
- NOAA (2002), Economic Value of Current and Improved Weather Forecasts in the U.S. Household Sector.

기상정보의 경제적 가치 평가 워크숍 개최 후기

이 영 곤

국립기상연구소 정책연구과 연구사

yglee71@korea.kr

I. 서론

최근 지구온난화에 따른 기후변화로 전 지구 물 순환 패턴이 변화함에 따라 홍수, 태풍, 가뭄 등 위험 기상의 피해가 증가하고 수자원이 양적·질적으로 나빠질 것으로 전망되고 있다(IPCC, 2007). 이러한 기상재해 및 기후변화가 산업과 사회전반에 미치는 영향이 크게 증가하고 있어 기상이 사회·경제에 주는 영향을 정량적으로 파악해야할 필요성이 증가하고 있다(양영민 등, 2004).

그러나 기상정보에 대한 사회·경제적 영향 평가는 태풍과 집중호우에 따른 풍수해 등 피해 및 복구비 산정 등 주로 부정적인 부분에 대하여 제한적으로 평가되어 왔다. 따라서 기후변화에 따른 미래의 물 부족 사태에 대해 체계적으로 대응하기 위해서는

강수 및 태풍으로 인한 부정적 측면뿐만 아니라 물 부족을 대비한 수자원 확보 및 사회·경제적 편익에 대해 두 현상에 대한 기상정보의 가치를 종합적으로 산정할 수 있는 기법 개발이 필요하다.

II. 워크숍 주요내용

기상청은 2009년 7월과 8월에 각각 「강수의 경제적 가치평가 워크숍」과 「태풍의 사회·경제적 영향에 관한 워크숍」을 개최하였다. 두 워크숍에는 국내 경제, 수문, 해양 등 다양한 부처 및 대학의 전문가들이 참석하여 가뭄 후의 단비와 태풍에 대한 특성과 이와 관련된 기상정보의 사회·경제적 영향을 종합적으로 토론하였다.

1. 강수의 경제적 가치평가 워크숍

2009년 7월 1일에 서울 공군회관에서 개최된 「강수의 경제적 가치평가 워크숍」은 국내 학계 및 기관 전문가 93인이 참석하여 강수의 경제적 가치 및 평가에 대한 주제발표와 가치평가 프로세스 개선을 위한 패널토의 순으로 진행되었다[그림 1].

1) 주제발표

김백조 과장(국립기상연구소)은 2009년 4월 20~21일 강수 사례가 가뭄해갈(1,573억원), 댐과 저수지의 용수확보(140억원), 산불방지(9억원), 오염물질 제거에 따른 대기질 개선(2,913억원) 등 강수의 긍정적 측면에서 총 4,635억원의 가치가 있는 것으로 산정하였다[그림 2]. 또한 댐 등 대규모 저수시설이 없는 제주도를 제외한 남한에 최근 30년(1979~2008) 동안 전국 57개 기상관측소에서 관측된 연평균 총강수량은 1,343mm이고 이중 장마기간 강수량은 364mm

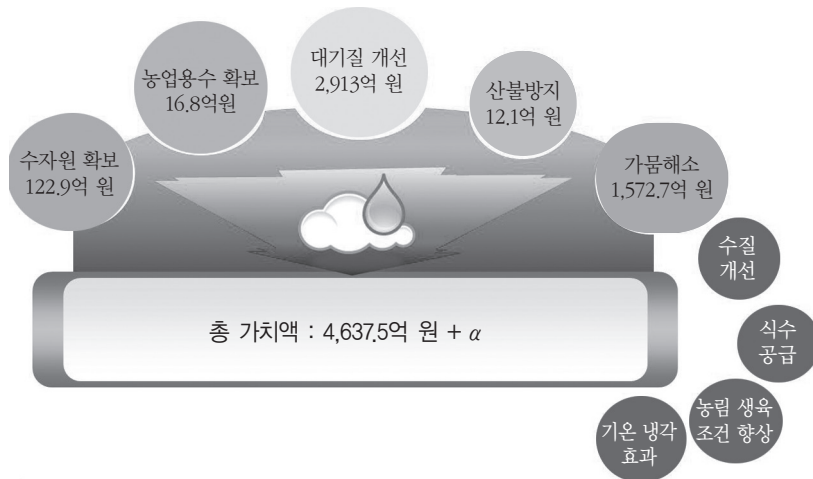
(연평균의 약 27.1%)로 나타났으며, 이들을 농업 또는 공업용수(용수단가 : 48원)로 환산할 경우 각각 9,097억과 2,470억원의 가치가 있는 것으로 추산하였다.

박상덕 교수(강릉원주대학교)는 2009년 2월 강원남부 태백지역의 가뭄에 따른 주민들의 고통비용을 산정한 결과 가구당 약 80만원이 산정되었으며 이번 가뭄피해가 용수공급시스템 기능저하에 따른 구조적 인제요소를 강하게 지닌 자연재해로 평가하였다.

차기욱 팀장(한국수자원공사)은 댐 사업측면에서 강수의 경제적 가치가 강수 10mm 당 9300만m³의 수자원이 확보되며 약 16.1억원의 수익이 발생하는 것으로 산정하였다. 그 외에도 수력발전, 수질개선, 이취물질감소, 염수침입방지에 각각 18.6억 원, 14.5억 원, 7.3억 원, 1.8천만 원의 직접적 경제이익이 있는 것으로 추정하였다.



[그림 1] 「강수의 경제적 가치평가 워크숍」패널토의 및 주요 참석자



[그림 2] 2009년 4월 20~21일 강수 사례의 경제적 가치

유승훈 교수(호서대학교)는 시간적 관점에서 강수의 경제적 가치를 ① 기업의 생산과정에서 강수 관련 기상정보의 가치평가, ② 대기질 개선 등 환경 측면과 강수량의 과소로 인한 어메니티(amenity) 영향 평가, ③ 생활용수, 공업용수, 농업용수 등 용수의 원천으로서 강수의 역할 평가 등 강수의 전주기적(시간적) 영향 및 어메니티 가치 평가가 필요하다는 의견을 제시하였다.

2) 패널토의

황필선 센터장(한국수자원공사)은 강수 1mm가 내릴 경우 우리나라에 약 1억 톤의 물이 확보되고 그 중에 27%인 2,700만 톤만 이용가능하다고 설명하였다. 따라서 강수의 가치를 정확히 진단하고 수자원의 이용률을 끌어올릴 수 있는 방안을 강구한다면 사우디아라비아와 같이 해수담수화 시설 등 2,000억 원 정도의 다른 대체 시설 없이 국가적 부를 쌓을 수

있는 좋은 기틀이 될 것으로 생각된다고 밝혔다.

배덕효 교수(세종대학교)는 강수의 경제적 가치 평가에 대한 방법론 개발이 굉장히 시급할 것으로 생각되고 이것이 토론회로 끝날 것이 아니라 향후 지속적으로 지원이 되어서 빠른 시간 내에 강수에 대한 경제적 가치 평가가 누가 봐도 객관적으로 할 수 있는 방법론이 제시 되도록 모든 관계자들이 함께 노력하자고 제안하였다.

이재응 교수(아주대학교)는 강수의 가치 평가에 대한 연구가 국내외적으로 많지 않은 중요한 연구라고 평가하면서 가치 평가 과정에 시공간적인 접근뿐만 아니라 선행강우 정도를 고려해야하는 필요성을 얘기하였다. 또한 토지이용상태에 따른 구분, 선행강우에 따른 구분, 총량은 동일하다 하더라도 강우강도가 달라짐에 따른 세부 기준을 마련한다면 좀더 객관적인 측면에서 강수의 가치평가가 이루어질

것이라고 제안하였다.

이정형 교수(동아대학교)는 강수의 가치평가 항목을 어떻게 개발하느냐에 따라서 평가액 산정이 달라지므로 평가 항목의 개발에도 세심한 배려가 요구된다고 설명하였다. 따라서 개발되어진 각종 시나리오, 각종 설문 문항 등에 대해서도 주의를 기울이고 강수 가치 평가에 있어서 한국적인 평가기법을 포함해야 함을 역설하였다.

권오상 교수(서울대학교)는 강우의 가치가 매우 중요하지만 강우에 대한 신뢰도를 높이고, 사용하고, 처리하고, 관리하는 것이 중요하다고 밝혔다. 또한 관련 정책과 연계될 수 있는 경제적 가치 평가가 이루어져야 하며 그러기 위해서는 다학제적 연구가 매우 중요하다고 설명하였다.

2. 태풍의 사회·경제적 영향에 관한 워크숍

2009년 8월 21~22일에 제주도 서귀포KAL호텔에서 개최된 「태풍의 사회·경제적 영향에 관한 워크숍」은

국내 태풍 및 수문, 해양, 환경 등 다양한 분야의 전문가 91인이 주제발표와 패널토의를 통하여 최근 태풍의 발생 특성 및 태풍의 사회·경제적 영향에 대해 논의하였다[그림 3].

1) 주제발표

김태룡 센터장(기상청)은 2009년에 발생한 태풍이 7월과 8월에 각각 2개와 4개로 평년 4개와 5.5개에 비해 적게 발생하였으며 이는 저위도 지역의 상층 기류를 감소시키는 흐름에 의해 태풍으로 발달하는 열대저기압의 수가 적기 때문이라고 설명하였다.

김백조 과장(국립기상연구소)은 1950년대 이후 한반도에 상륙한 태풍의 주 상륙 지역이 서해안에서 남해안으로 바뀌고 있으며 중국대륙을 거치지 않고 해양 상에 지속적으로 머물다가 한반도로 상륙하기 때문에 태풍의 강도가 강해지고 그 빈도도 증가하고 있다고 설명하였다. 최근 6년간(2002~2007년) 한반도 영향 태풍(17개)으로 인한 사회·경제적 영향에 대해 일반적으로 태풍의 혜택으로 생각되어



[그림 3] 「태풍의 사회·경제적 영향에 관한 워크숍」패널토의 및 주요참석자

지는 수자원확보(7,103억원), 대기질 개선(918억원), 적조발생 억제(31억원) 측면에서 총 8,052억 원의 사회·경제적 가치가 있는 것으로 산정하였다. 따라서 최근 6년 동안 연간 약 2조원의 태풍 피해액(근거: 소방방재청, 2007)를 고려해 볼 때 태풍의 혜택은 그 피해액의 최소 약 8%에 달하는 것으로 추정되었다[그림 4].

심재현 실장(국립방재연구소)은 중앙과 지방의 역할 분담, 지역주민의 참여 강화, 실용 과학적 연구기능 강화를 연계한 선진형 홍수방어 패러다임의 도입 및 홍수방어 대책에 대한 사회·정치적 파급효과와 경제성, 지역특성, 주민선호도를 함께 고려한 종합적인 검토에 대한 필요성을 제시하였다.

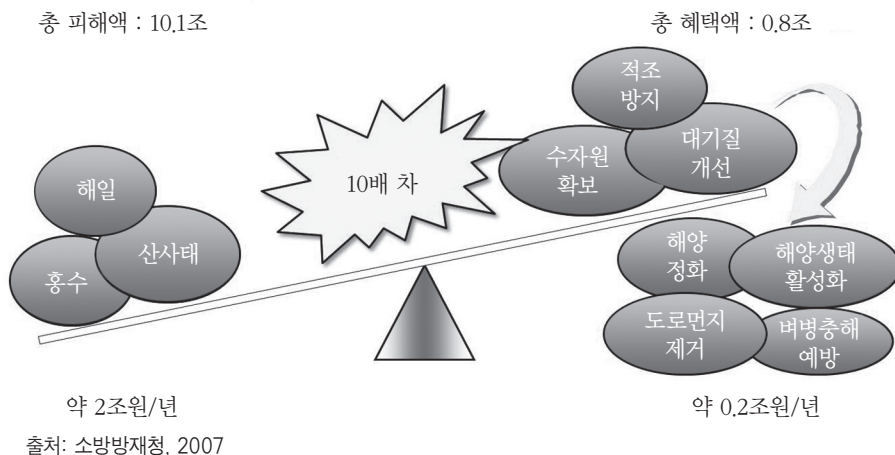
권순덕 교수(전북대학교)는 2000년 이후 태풍의 강한 바람에 의한 피해가 증가함에 따라 각기 상이한

시설물 기준의 통일을 위한 국가 기본 풍속지도의 작성이 필요하고, 지역별 상세시설기준 마련 및 피해 시 즉각적인 복구를 위한 국가 위험도 지도의 작성이 필요하다고 역설하였다.

김정수 과장(국립환경과학원)은 최근 5년간(2004-2008년) 우리나라에 영향을 준 19건의 태풍이 대기질에 미치는 영향을 조사한 결과 미세먼지의 개선 효과가 크게 나타나고 태풍 영향권 하에서는 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 내외까지 낮아진다고 설명하였다.

서영상 과장(국립수산과학원)은 태풍에 의한 적조 발생 억제는 적조 발생의 시기(초기, 성기 이후)에 따라 태풍의 영향이 다르게 나타나고 있음을 제시하였다. 특히 태풍 올리와(9719), 바트(9918), 루사(0215)의 경우 강한 물리적 혼합, 수온 하강, 집중

2002-2007년 발생 태풍 기준



[그림 4] 태풍의 재해와 혜택 측면에서의 경제적 가치

호우로 인한 토사 유입으로 적조 소멸이나 활력 저하에 기여한다고 밝혔다.

황필선 센터장(한국수자원공사)은 최근 1998~2008년 한국수자원공사 자료를 분석한 결과 전국에 걸쳐 100mm 이상 강우량을 기록한 태풍이 상륙한 해(98, 99, 00, 02, 03, 04, 06, 07년)의 경우 연간 다목적댐에 유입된 수자원은 200억 톤으로 다목적댐의 연 평균 유입량 180억 톤보다 20억 톤(경제적 가치는 760억 원정도)이 증가한 것을 의미한다고 설명하였다.

2) 패널토의

패널 토의에서 전문가들은 대부분의 국민들이 태풍이 가져오는 피해만을 주로 생각하고 있으나 이제는 태풍의 혜택에 대한 측면에서 물을 가져와서 우리의 생명선을 유지하고 있다는 연장선에서 토의가 필요하다고 설명하였다.

이동규 교수(서울대학교)는 과학적으로 태풍의 이득을 가져올 수 있는 방안 및 이러한 이득을 가져올 기술, 국가적으로 추진해야할 정책에 대한 토의의 필요성을 제기하였다.

권혁조 교수(공주대학교)는 태풍에 의한 손해는 얼마이고 이득은 얼마인지에 대한 명쾌한 답이 없으므로 어떤 사례에 대해 어떠한 대비를 하면 피해액이 얼마였는데 얼마로 줄어들었다라는 식의 시물레이션 연구를 통해 정량적인 값에 대한 연구가 필요(손익에 관한 구체적인 접근 필요)하다고 역설하였다.

신철오 박사(한국해양수산개발원)는 해양 분야에서 태풍을 볼 때는 재난·재해의 특성을 먼저 살펴볼 수밖에 없으며 폭우에 의한 항만이나 시설물 피해, 연안시설물(방파제), 어장시설물, 레저와 관련된 손실, 인명피해 등 재난·재해가 다양하게 발생하는 측면에서는 (+)적인 요인보다 (-)적인 측면이 막대하다고 밝혔다. 또한 수질변화에 대한 측면에서는 태풍이 오기 전과 오고 난 후를 비교해보면 수질개선 효과는 상당히 크고 저층의 퇴적물이 흩어지면서 나타나는 효과에 대한 강도가 어떠한 수산물을 생산하고 있는냐에 따라 다르게 나타난다고 설명하였다. 마지막으로 적조 방지 및 제거에 대한 부분에 대해서는 적조 제거에 대한 비용을 역산해서 구할 수는 있지만 전체적인 금액 자체는 크지 않을 것이라고 추정하였다.

강광규 박사(한국환경정책평가연구원)는 수도권 대기질 개선 특별대책에 따라 현재 서울의 미세먼지농도(PM10)가 55~60 μ g인데 2014년까지 40 μ g으로 낮추는데 투자하는 총 금액이 7조원 정도이며, 매년 7천억 정도가 투입되고 있다고 밝혔다. 따라서 미세먼지를 60 μ g에서 40 μ g으로 낮추는데 7조원이 들어간다는 것을 역산하면 태풍이 대기질을 개선에 대한 편익이 7조원 정도라고 추론을 해볼 수 있다고 설명하였다. 이외에도 중국에서 날아오는 황사가 한반도에 끼치는 피해가 3~5조원 정도일 때 태풍이나 황사 모두 우리에게 어떠한 피해를 주고 어떠한 편익을 가질 수 있는지를 정확한 추정과 발표를 통하여 누적시켜서 연구경험을 축적하는 것이 필요하다고 역설하였다.

박종길 교수(인제대학교)는 현재 미국에서는 Hazard 모형 속에 태풍이 오는 경우에 태풍에 의한 강풍 피해와 호우에 의한 피해액을 2층짜리 주택과 비교하여 지붕, 창문 등의 파손이 어느 정도 있을 것인지를 계산하여 그 구조물의 가격을 산정하여 실제 피해액을 산정하고 있다고 밝혔다. 그러나 우리나라는 국가가 재해를 복구하기 위한 비용을 산정하는데 기준이 없고 예산의 일정 부분을 복구비용으로 산정하고 있는 상황이라고 설명하였다.

최충익 교수(강원대학교)는 태풍으로 인한 손익계산을 보다 정확하게 하기 위해서는 ① 단순 계산이 아니라 태풍의 진로와 인구 밀도에 따른 손익계산이 필요하고, ② 손익계산에 대한 범위에 있어서 태풍의 직접적인 영향인지 파생적(간접적)인 영향인지를 구분하여 비용 산정을 해야 하고 ③ 임팩트에 대한 파급효과는 태풍의 손익계산을 하기 전에 어떻게 해야 할 것인가에 대해 생각해 봐야한다고 제시하였다.

조인호 기자(MBC제주방송)는 국민들의 눈높이에 맞추어 좀 더 상세하고 적극적으로 태풍의 손익에 대해 홍보하여야 하며 기상청과 언론과의 언어 사용에 있어서 의사소통에 대한 개선을 주문하였다.

III. 맺는말

21세기 기후변화로 인한 물 부족, 수자원 고갈, 대기질 악화 등 우리가 직면할 문제와 관련하여 기존 알

려진 강수와 태풍에 대한 부정적인 면보다는 긍정적인 효과를 이해하고 이를 극대화하기 위한 시도가 이제껏 없었다. 따라서 이번 두 워크숍을 통하여 국민들이 강수와 태풍의 피해만을 생각하기 보다는 두 현상이 가져다주는 다양한 혜택에 대해서 생각해볼 수 있는 인식 전환의 계기가 되었다.

또한 워크숍에 참석한 각계의 전문가들은 한국의 특성에 맞는 강수와 태풍에 대한 종합적인 가치산출 평가 프로세스 개발을 위하여 다학제적 연구를 지속하기로 결의하였다. 이는 기상정보에 대한 사회·경제적 측면에서 종합적으로 이해할 뿐만 아니라 기상청의 업무영역 확대 및 국민의 공공 편의 증진에 대한 기여도의 범위를 확대하는 것을 의미한다.

마지막으로 강수와 태풍 외에도 황사와 장마와 같은 재해적 특성이 강한 현상의 기상정보에 대해서도 체계적이고 종합적인 가치평가 산정 기준 및 프로세스 개발이 지속될 수 있도록 다양한 분야에서 연구가 활발히 지속되기를 기대한다.

참고문헌

IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Scientific Basis, Cambridge University Press, 896 pp.

양영민, 강인식, 유진호, 안경희, 2004: 기상정보가 사회 경제에 미치는 영향과 효과분석. 『한국기상학회지』, 40(2), 37-62.

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	허 은	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

『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:

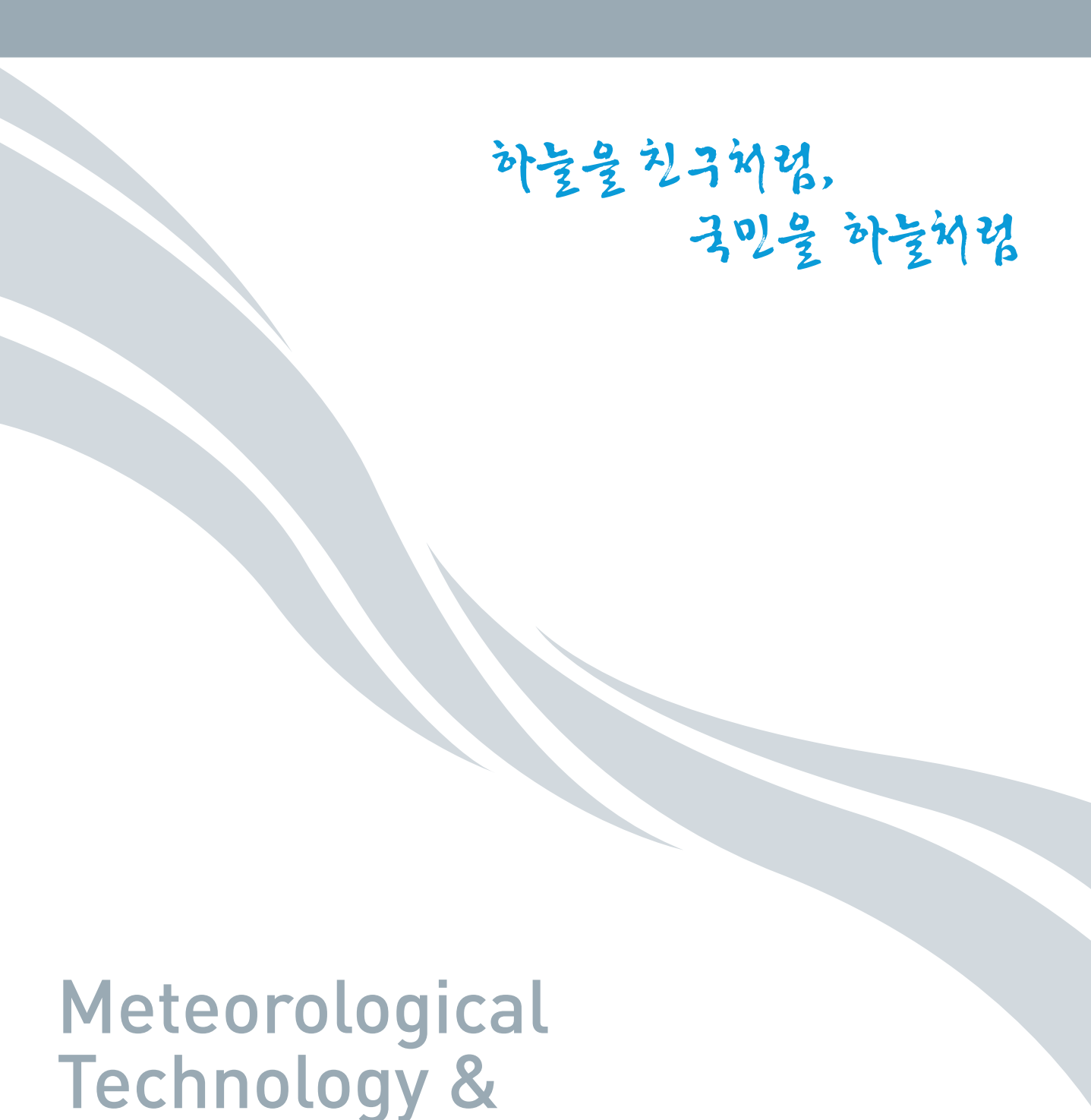
6. 참고문헌

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 3

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