

The Present Status and Development Plan in the Field of Climate Change Science in Korea analyzed by the IPCC-IV Reports

Yun-Ang Chung^{1,2}, Hyo-Sang Chung² and Chan-Su Ryu^{2†}

IPCC-IV 국가 보고서 분석에 의한 한국의 기후변화과학 분야의 현황과 발전방향

정연앙^{1,2} · 정효상² · 류찬수^{2†}

Abstract

The recent global warming may be estimated to give lots of impacts to the human society and biosphere of influencing climate change included by the natural climate variations through the human activity which can directly and/or indirectly play a major role of total atmospheric composition overall. Therefore it currently appears evidences such as hot wave, typhoon, and biosphere disturbance, etc. over the several regions to be influenced by global warming due to increasing the concentration of greenhouse gases in the atmosphere through inducing forest destruction, fossil fuel combustion, greenhouse gases emission, etc. since industrial revolution era. Through the working group report of IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) for climate change was analyzed by the individual country's current status and figure out the important issues and problems related to the future trend of climate change science with advanced countries preparedness and research, In this study, the first working group report of IPCC focuses on those aspects of the current understanding of the physical science of climate change that are judged to be most relevant to policymakers. As this report was assessed and analyzed by including the progress of climate change science, the role of climate models and evolution in the treatment of uncertainties. This consists of the changes in atmospheric constituents(both aerosols and gases) that affect the radiative energy balance in the atmosphere and determine the Earth's climate, considering the interaction between biogeochemical cycles that affect atmospheric constituents and climate change, including aerosol/cloud interactions, the extensive range of observations snow available for the atmosphere and surface, for snow, ice, and frozen ground and for the oceans, respectively and changes in sea level, the paleoclimate perspective and assessment of evidence for past climate change and the extension, the ways in which physical processes are simulated in climate models and the evaluation of models against observed climate, the development plans and methods of improving expert and building manpower urgently and R&D fund expansion in detail for climate change science in Korea will be proposed.

Key words : Climate Change Science, Greenhouse Gases, IPCC(Inter-Governmental Panel on Climate Change)

1. 서 론

최근 지구온난화에 따른 기후변화로 삼면이 바다로 둘러싸인 한반도는 집중호우, 폭설, 태풍 등, 급격한 기상변화로 재해기상 현상에 의한 재해가 급증하고 있다.

21세기에는 20세기보다 기후변화가 더 빠르게 진행될 것이며^[4-6] 향후 예상되는 급격한 지구 온난화는 인간 사회 및 생태계에 심각한 영향을 가져올 수 있고, 기후 변화 문제는 기후변화에 대한 세 분야(과학적 설명, 영향평가, 정책)의 균형적 활동이 요구된다. 이런 재해유발 현상을 신속·정확하게, 지속적으로 감시하며, 섬세한 분석을 통하여 최적의 예보로 기상재해 경감을 극대화하고, 지속발전을 위한 녹색성장의 가치를 높이는 기후변화과학의 역량 제고는 21세기 발전에 기여하는 중요한 원천 정책 방안의 하나로 필수적이다. 전 지구적으로 기후변화 주원인 물질인 CO₂ 농도는 지속적인

¹수도권 대기환경청 (Metropolitan Air Quality Management Office
Republic of Korea 34 Wongojan-ro, Danwon-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do)

²조선대학교 (375 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju 501-759, Korea)

[†]Corresponding author: csryu@chosun.ac.kr
(Received : January 27, 2011, Revised : March 16, 2011,
Accepted : March 21, 20110)

로 증가 중에 있다. 최근 10년간 전 세계적으로 CO₂의 연 평균증가량은 2.0 ppm이며, 2007년의 평균 농도는 383.1 ppm이었다. 이런 지구온난화 가스의 증가로 유발되는 기후변화가 심해지고, 극한기상이 전 지구적으로 발생하여 많은 인명의 손실과 재산피해를 유발하고 있다. 반면 우리나라에서 지난 9년간 연평균 CO₂ 농도 증가율은 약 2.4 ppm으로 전 지구평균보다 더 높은 수준에 있다. 2008년 우리나라의 이산화탄소 농도는 전년보다 1.4 ppm 증가한 391.4 ppm으로 나타났다.^[7,8]

기후변화에 의한 영향은 이미 전 세계적으로 발생하고 있으며, IPCC 제4차 보고서^[4-6]에 의해 과학적 근거가 제시되고 있다. 기후변화영향으로 인해 피해발생의 대규모화, 빈도의 증가 등 국가경제손실에 막대한 영향을 끼치고 있으며, 점차적으로 가속화 되는 것으로 IPCC에서는 전망하고 있다. 또한 기후변화에 따라 국가 정책 및 산업 등의 패러다임이 전환되었으며, 기후안보의 중요성이 점차적으로 부각되고 있다. 기후변화과학 정보를 활용하여 응용기술개발의 동기부여를 제공하고, 다양한 산업육성 지원과 사회·경제적으로 막대한 직·간접적 효과를 가져와 국가 '녹색성장 구현'에 핵심 요소로 작용하기 때문에 기후변화과학 정보생산의 필요성이 증대되고 있다.

2. 연구 목표 및 전략

전 세계와 우리나라의 미래 기후변화 전망을 살펴보면 전 세계적으로 최악의 경우, 21세기말 평균기온은 최대 6.4도 상승하고, 해수면은 최대 59 cm 상승할 전망이다. 특히 동아시아는 평균 기온이 3.3°C나 더 상승할 전망이다(SRES : Special Report on Emission Scenario는 경제 발전이 급속히 이루어지는 미래세계를 그리는 것으로 온실가스 배출 시나리오에서 CO₂ 농도가 720 ppm에 달할 것으로 예상: A1B 시나리오). A1B 시나리오에 의하면, 우리나라의 경우 21세기말 평균 기온은 평년 대비 4 상승하고, 강수량은 약 17% 증가할 전망이다.^[9]

본 연구 목표는 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 제1실무그룹 보고서에서 기후변화과학에 대한 선진국과 한국의 참여 현황을 분석하여, 선진국을 중심으로 진척되고 있는 분야별 핵심이슈와 문제점들을 파악하여 기후변화과학 분야에서 우리나라의 위상 제고 방안과 분야별로 활동할 전문가 양성을 도모할 필요가 있다. 이를 위하여 다음을 분석하였다.

가. 본 연구는 기후변화에 관한 IPCC-AR-4(Assessment Report-4)^[4-6]의 4차실무보고서 기후변화과학에

대한 선진국과 한국의 참여와 인용현황의 분석을 통하여 기후변화과학의 주요 핵심 이슈를 도출.

- 나. 기후변화과학 분야의 분석에서 한국의 강점분야와 취약분야를 구분하여 잠재가능성을 분석하여 역량 강화 방안을 도출.
- 다. 기후변화로 인한 전 지구환경시스템의 변화를 감지 및 관측하고, 이에 대한 영향 평가 및 대응 체계의 구조와 산업화의 연계 등을 고찰.
- 라. 취약분야의 참여 독려와 잠재력을 발휘하여 주로 AR-5를 대비하는 전략을 도출.
- 마. 기상청의 국제적 위상을 고양하며, 국제협력의 기틀을 구축하는데 선도적 리더십을 발휘할 수 있도록 과학적 능력 개발.
- 바. 기상청의 향후 지속발전을 위한 다양한 기후변화과학 분야에 대한 이슈를 선점하고, 예산과 인력 등을 포함한 종합적인 발전방안을 수립.

3. 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 제1실무그룹 보고서 현황분석

기후변화에 관한 정부간 협의체^[4-6]의 제1실무보고서는 약 6년간에 걸쳐 130여 개국에서 약 2,500명의 과학자가 참여하여 작성하였으며, 기후변화과학(WG1; Working Group1), 기후변화 영향·적응 및 취약성(WG2), 기후변화 완화(WG3)의 3개 보고서와 종합보고서(SPM; Summary for Policy Makers)로 구성되어 있다. IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)는 세계기상기구(WMO: World Meteorological Organization)와 유엔환경계획(UNEP: United Nations Environment Programme)에 의해 1988년 설립되었으며, 총 4번(1990년 First Assessment Report; FAR, 1995년 Second Assessment Report; SAR, 2001년 Third Assessment Report; TAR 및 2007년 Assessment Report-4; AR-4)에 걸쳐 평가보고서를 작성하였다.

3.1. IPCC 제4차 평가보고서(실무그룹1) 기후변화과학 분야 Climate Change 2007: "The Physical Science Basis"분야(WG1) 보고서

이 보고서의 작성자 현황을 보면 기후변화과학 분야 보고서는 총 11장, 996쪽으로 구성되었으며 아래와 같다. 이 보고서를 작성하기 위하여 한국(2인), 미국(39인), 영국(18인), 중국, 일본, 중국 등 34개국에서 171명의 과학자가 참여하였다. 작성자그룹은 크게 협력 총괄자(CLA; Coordinating Lead Authors), 주저자(LA;

Lead Authors)와 감수자(RE; Review Editors)의 3 그룹으로 구성되었다. 여기서 CLA(총괄저자)는 전반적인 보고서의 조정 및 취합, 실무그룹 의장단에게 제출하는 일을 한다. LA(주저자)는 과학·기술·사회경제적 정보를 토대로 지정된 분야에 대한 초안을 작성한다. RE(감수자)는 전문가 검토과정을 위한 실무그룹/TF팀 지원 및 논쟁 이슈에 대한 진위 여부를 조언해 준다. CA(기여저자)는 LA를 지원하기 위한 기술적 정보(보고서 형태, 그림 등)를 지원한다. 마지막으로 ER(검토전문가)는 초안에 대한 검토 및 의견제시를 한다. CLA는 22인, LA는 122인, RE는 27인 총 171명이다. 한국에서 참여한 2인은 LA그룹으로 기상청 국립기상연구소 권원태 과장, 서울대 김구 교수이며, 그리고 편집자(Reviewer)로서 서울대 김경렬 교수가 참여한 바 있다.

3.2. IPCC 제4차 평가보고서 기후변화 영향·적응 및 취약성 Climate Change 2007: "Impacts, Adaptation and Vulnerability" 분야(WG2) 보고서

기후변화 영향·적응 및 취약성 보고서는 관측된 변화 및 반응에 대한 평가, 담수자원 및 관리, 생태계, 속성 및 재화와 용역 등 총 20장, 976쪽으로 구성되었다. 이 보고서를 작성하기 위해서 미국(28인), 영국(18인), 오스트레일리아(17인), 캐나다(15인), 러시아(10인), 독일(9인), 인도(8인), 중국·일본(6인), 필리핀·방글라데시(4인) 등 70개국 총 228명 참여하고 있다. 기후변화 영향·적응 및 취약성 분야 참여자는 3그룹으로 구분되었으며, CLA는 48인, LA는 131인, RE는 49인으로 구성되었다. 미국, 영국, 중국, 일본 등 70개국에서 총 228명의 과학자가 참여하였다. 한국의 참여저자나 감수자는 없었으나, 검토전문가(Reviewer)로 8명이 참여하였다(한국 환경 정책평가 연구원 채여라 박사, 부경대 김수암 교수, 기상청 권원태 과장, 질병관리본부 이희일 박사와 신영학 박사, 한국환경기술진흥원 이형선 박사, 국립수산물과학원 성기택 박사, 국토연구원 심우배 박사).

3.3 IPCC 제4차 평가보고서 기후변화 완화 분야 Climate Change 2007: "Mitigation of Climate Change" 분야(WG III) 보고서

기후변화 완화 분야 보고서는 장기적 관점에서의 완화와 관련된 문제, 에너지 공급, 수송과 기반시설, 지속발전과 완화 등 총 13장, 851쪽으로 구성되어 있다. 이 보고서를 작성하기 위하여 한국(1인), 미국(35인), 영국(9인), 일본(15인), 중국(13인), 캐나다와 인도(각 8인)

등 52개국에서 약 194명의 과학자가 참여하였다. 주요국 참여 현황을 살펴보면 다음과 같다. CLA는 25인, LA는 143인, RE는 26인 총 194명이었다. 한국의 참여자는 감수자(RE)로 국립기상연구소 권원태 과장과 검토전문가로 2명이 참여하였다(한국에너지경제연구소 강윤영 박사와 노동운 박사).

4. IPCC 제4차 평가보고서 기후변화과학 분야에 인용된 논문의 현황 분석

4.1. IPCC 제4차 평가보고서 기후변화과학 분야에 인용된 논문을 분석

총 11장에서 인용된 총 논문 수는 6180편이고, 그중에서 한국인이 쓴 것을 인용한 논문은 40편에 이르므로, 이는 전체 인용 논문 수의 약 0.64%에도 미치지 못하는 수준인 것을 알 수 있었다.

대기성분과 복사강제력의 변화에서는 총 759편의 인용 논문 중 한국의 논문은 단지 3편만 인용되었는데, 에어러솔 분야^[10], 결합된 총 에어러솔에 대한 직접 복사강제력 분야^[11] 등에서 인용되었다. 지표 및 대기 기후변화(관측)는 총 804편의 인용 논문 중 한국의 논문은 단지 5편만 인용되었는데, 자유대기에서의 변화^[12], 대기순환의 변화^[13] 등에서 인용되었다. 해양기후변화 해수면 변화(관측)는 총 257편의 인용 논문 중 한국의 논문은 2편이 인용되었는데, 해양순환과 수괴의 국지적인 변화들^[14]과 아열대 대서양과 적도 대서양^[15]에서 인용되었다. 고 기후는 총 611편의 인용 논문 중 한국의 논문은 3편만 인용되었으며, 빙기-간빙기의 변동성과 역학^[16], 홀로세 간빙기^[17] 등에서 인용되었다. 기후 시스템 변화와 생지화학의 변화(관측)는 총 869 편 of 인용 논문 중 한국의 논문은 2편이 인용되었는데, 변화하는 육상 기후 시스템^[18] 등에서 인용되었다. 기후모델과 평가는 총 685편의 인용 논문 중 한국의 논문은 6편이 인용되었는데, 집합모델이 모의한 대규모 기후 변동의 평가^[19], 대기 regimes과 블로킹^[20] 등에서 인용되었다. 기후변화의 이해와 속성은 총 487편의 인용 논문 중 한국의 논문은 6편이 인용되었는데, 산업시대 이전의 기후변화에 대한 이해^[21], 산업시기 동안 기온 변화의 이해^[22] 등에서 인용되었다. 지역 기후전망의 변화(관측)는 총 610편의 인용 논문 중 한국의 논문은 13편이 인용되었는데, 아시아지역^[23], 그리고 몇몇 통합 주제온도^[24], 현재 기후를 모의하는데 있어서 모델의 기술^[25], 지역기후 전망 방법의 평가^[25] 등에서 각각 인용되었다.

5. 한국에서의 기후변화과학 분야에 대한 향후대책 등 발전 방안

5.1 국내 현황

우리나라는 기후변화과학, 기후변화 영향·적응 및 취약성, 기후변화 완화와 기후변화와 물 등에 대해 주로 기초적인 연구가 진행 중이거나, 학제 간 연구가 원활히 이루어지지 못하고 산발적으로 진행 중인 것을 알 수 있다. 그동안 기상청과 국립기상연구소에서는 국가과학기술위원회 2001년도 연구 사업별 평가(‘기후변화는 국내의 범부처적 대응과 국가간 협력이 필요하므로 기상청 국립기상연구소가 중심이 되어 수행하여야 함’)에 따라 3년(2002-2004년)에 걸쳐 장기 기후변화 전망 및 한반도 기후 시나리오 도출을 위한 기반 기술을 확보한 바 있으나 그 예산과 법적 지원은 미미하였다. UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change)에 근거한 대한민국 2차 국가보고서(2003)에서 농업, 산림, 해양수산, 재해, 수자원, 보건 등에서 나타날 수 있는 기후변화에 의한 취약성 및 영향평가를 추출하였다. 우리나라에서 기후변화과학의 연구 및 활동은 너무 시·공간적으로 제한적이고, 단편적이다. 고 기후에서부터 미래기후예측에 대한 전 지구 규모의 연구나 활동이 미흡하거나 전무하며, 기후변화과학에 대한 배경과 이해, 분석과 예측, 영향요소와 인자의 구분과 평가에도 저변의 연구나 실적이 미흡하다(그림 1 참조). 우리나라는 정부나 국민들도 기후변화에 대한 이해 및 중요성에 대한 인식이 부족하고 이의 대비도 무관심한 편이었다. 지구온난화에 의해 인위적 기후변화가 일어나고 있으며, 앞으로도 더욱 빠른 속도로 진행될 것으로 전망됨에도 불구하고, “불확실성”에 대한 부정적 시각이 존재하고 있다. 기후변화 영향은 직접적인 영향보다 간접적 영향이나 다양한 되먹임 과정이 맞물려서 이에 대한 심각성이나 중요성을 쉽게 인식하지 못하는 편이다. 지구환경시스템의 7개 권역인 대기권, 해양권, 빙하권, 토양권, 생태권, 수권 및 우주권에 대해 평면적으로는 전 지구적 규모, 지역적 규모, 그리고 3차원 공간적인 기후변화 요소와 인자의 분포와 이해, 분석 및 예측의 연구 활동과 실적이 미미하였다.

5.2 향후대책 등 발전 방안

기후변화 과학에는 외에 영향평가나 대응 체계의 구축, 적응 조치에 대한 필요성 및 방안이 논의되었으나, 이에 대한 연구 개발은 거의 진행되지 못하였다. 적응 분야 투자와 지속적이고 안정적인 기후변화 연구 및

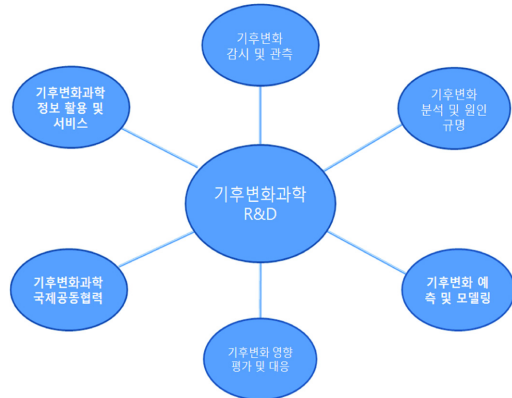


그림 1. 기후변화과학연구와 정보지원.

Fig. 1. The support system for Climate Change science research.

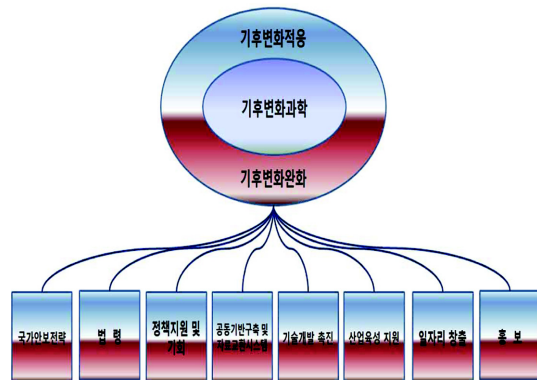


그림 2. 기후변화과학의 개념과 범위.

Fig. 2. The ranges and concepts of Climate Change Science.

정책 수립을 위한 법적, 제도적 장치도 미흡하였다. 대한민국 2차 국가보고서에 따르면 기후변화 관련 연구 중 5%만이 적응 부문이며, 대부분 이산화탄소 감축을 위한 완화 분야 연구에 대부분 치중하고 있다. 기후변화는 인간사회 및 자연 생태계로 구성된 복합시스템에 영향을 미치므로, 영향평가를 위해서는 다분야의 협력 체계가 유지되어야 한다. 그림 2에서 기후변화과학, 기후변화 영향·적응 및 취약성, 기후변화 완화와 기후변화와 물 등 분야는 지구환경시스템 7대 권역이 서로 맞물려서 상호작용을 하고 있다. 따라서 다 학제간 통합 연구를 수행할 수 있는 제도적 장치가 필요하며, 적응방안 도출 및 실용화를 위한 정책-연구-이해 당사자들 간의 체계적 연계가 구성되어 지속적인 정보 교류와 대화의 장이 필연적으로 마련되어야 한다.

6. 결 론

가. IPCC 제4차 평가보고서에서 기후변화과학 분야에 인용된 논문을 분석한 결과, 총 11장에서 인용된 총 논문 수는 6,180편이고, 그중에서 한국인이 쓴 것을 인용한 논문은 40편에 불과했다. 이는 전체 인용 논문 수의 0.64%에도 못 미치는 아주 낮은 수준이며, 각 실무 보고서의 주 저자와 감수자 참여율도 0.2%에도 미치지 못하는 매우 낮은 수준이었다. 이 것은 우리나라가 그동안 기후변화과학 관련 문제에 대하여 총체적으로 매우 안이하게 대처하고 있었다는 것을 보여주는 결과이다.

나. 기후시스템 상태 및 기후에 영향을 주는 요소를 철저히 파악하고 기후변화 예측 능력을 개발하여, 기후변화협약 대응을 위한 기후변화 진단 기술 개발, 모델의 불확실성을 줄이는 노력을 기울여야 한다. 기후변화의 과학적 메커니즘 및 영향을 평가하고, 기후변화과학에 관한 통합된 연구 및 국내외 이해당사자와 광범위한 연대를 구축하여야 한다. 이를 위해 인력 양성을 위한 특정 기후변화과학 전담 교육기관을 지정하여 인력의 원활한 양성, 기상청 내에 기후변화과학에 대한 여론 형성을 주도하여, 기후변화의 통합적 평가와 완화 및 적응정책을 수립하는 기후변화과학을 전담하는 팀을 확충하거나 신설, 국립기상연구소에는 국내외에서 기후변화 분석과 원인규명과 기후변화 예측 및 모델링을 주도하여 전문가 그룹을 중심으로 기후변화과학 전담연구팀을 확충하거나 신설해야 한다. 이를 위한 인력은 5년에 걸쳐 총 100여명의 수준으로 신속히 확보하여 최대한 시너지 효과를 두도록 유도한다.

다. 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)의 제1실무그룹 보고서 현황분석을 통한 분야별 핵심이슈 현황, 구별과 문제점에 대한 해결방안과 기후변화과학 분야의 전문가 참여를 독려하도록 예산과 정책지원을 한다. 국가기관에서 예산은 5년에 걸쳐 1,200억 원의 소요 예산을 확보한다. 이 예산의 배정은 기후변화 감시 및 관측 분야에는 35%인 약 420억 원, 기후변화 분석 및 원인규명에는 20%인 240억 원, 기후변화 예측 및 모델링 분야에는 20%인 240억 원, 전 지구 환경변동 모니터링 시스템 개발 분야에는 15%인 180억 원, 그리고 활용 및 서비스 분에 각각 10%인 120억 원의 예산을 배분하여 연차적으로 앞에서 기술한 기후변화과학 연구 선진화 우선순위에 맞춰 투자한다.

라. 기후변화과학 연구에 대해 후발주자인 한국으로서는 시급히 IPCC AR-5에서 기후 변화과학 분야의 연구를 활성화할 필요가 있으며, 국제경쟁력을 강화하여야 한다.

참고문헌

- [1] IPCC-1, "PCC-1 First Assessment Report(FAR). Climate Change-The Report of the IPCC Scientific Assessment Working Group", p. 199, 1990.
- [2] IPCC-2, "PCC-2 Second Assessment Report(SAR). Climate Change 1995: The Science of Climate Change.-Contribution of Working Group I", p. 563, 1995.
- [3] IPCC-3, 2001 : IPCC-3 Third Assessment Report (TAR). Climate Change 2001: The Scientific Basis-Contribution of Working Group I., p. 882, 2001.
- [4] IPCC-4, 2007 : IPCC-4 Assessment Report-4(AR-4). Climate Change 2007: Working Group I, "The Physical Science Basis", p. 996, 2007.
- [5] IPCC-4, 2007 : IPCC-4 Assessment Report-4(AR-4). Climate Change 2007: Working Group II Report, "Impacts, Adatation and Vulnerability", p. 938, 2007.
- [6] IPCC-4, IPCC-4 Assessment Report-4(AR-4). Climate Change 2007: Working Group III Report "Mitigation of Climate Change". p. 854, 2007.
- [7] 기상청, "미래기상 · 지진기술비전 2040", p. 169, 2009.
- [8] 기상청, "기후변화과학 원천기술 고도화 방안 보고서", p. 309, 2009.
- [9] 기상청, "기후변화 대응 과학분야 연구개발 발전전략에 관한 연구", 2007.
- [10] C. E. Chung, V. Ramanathan, D. Kim, and I. A. Podgorny, "Global anthropogenic aerosol direct forcing derived from satellite and groundbased observations", J. Geophys. Res., Vol. 110, D24207, doi:10.1029/2005JD006356. 2005.
- [11] B. G. Kim, S. E. Schwartz, and M. A. Miller, "Effective radius of cloud droplets by ground-based remote sensing: Relationship to aerosol", J. Geophys. Res., Vol. 108, doi:10.1029/2003JD003721, 2003.
- [12] B. J. Sohn and E. A. Smith, "Explaining sources of discrepancy in SSM/I water vapor algorithms", J. Clim., Vol. 16, p. 3229, 2003.
- [13] I. Simmonds, K. Keay, and E. P. Lim, "Synoptic activity in the seas around Antarctica", Mon. Weather Rev., Vol. 131, p. 272, 2003
- [14] Y. O., Kwon and S. C. Riser, "North Atlantic Sub-tropical Mode Water:A history of ocean-atmosphere interaction 1961-2000", Geophys. Res.Lett., Vol. 31, L19307, doi:10.1029/2004GL021116, 2004.
- [15] Y. O. Kwon, K. Kim, Y. G. Kim, and K. R. Kim, "Diagnosing longterm trends of the water mass properties in the East Sea (Sea of Japan)", Geophys.

- Res. Lett., Vol. 31, L20306, doi:10.1029/2004GL020881, 2004.
- [16] S. I. Shin, "A simulation of the Last Glacial Maximum climate using the NCAR CSM", *Clim. Dyn.*, Vol. 20, p. 127, 2003.
- [17] J. H. Kim, "North Pacific and North Atlantic sea-surface temperature variability during the Holocene", *Quat. Sci. Rev.*, Vol. 23, p. 2141, 2004.
- [18] J. Hong, T. Choi, H. Ishikawa, and J. Kim, "Turbulence structures in the near-neutral surface layer on the Tibetan Plateau", *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 31, L15106, doi:10.1029/2004GL019935, 2004.
- [19] T. C. Chen and J. H. Yoon, "Interdecadal variation of the North Pacific wintertime blocking", *Mon. Weather Rev.*, Vol. 130, p. 3136, 2002.
- [20] Lee, M.-I., I.-S. Kang, J.-K. Kim, and B. E. Mapes, "Influence of cloud-radiation interaction on simulating tropical intraseasonal oscillation with an atmospheric general circulation model", *J. Geophys. Res.*, 106, p. 14219, 2001.
- [21] S. J. Kim, G. M. Flato, G. J. Boer, and N. A. McFarlane, "A coupled climate model simulation of the Last Glacial Maximum, Part 1: Transient multi-decadal response", *Clim. Dyn.*, Vol. 19, p. 515, 2002.
- [22] S. K. Min, A. Hense, and W. T. Kwon, "Regional-scale climate change detection using a Bayesian decision method", *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 32, L03706, 2005.
- [23] K. O. Boo, W. T. Kwon, and J. K. Kim, "Vegetation changes in the regional surface climate over East Asia due to global warming using BIOME4", *Il Nuovo Cimento*, Vol. 27, p. 317, 2005.
- [24] C. H. Ho, J. J. Baik, J. H. Kim, and D. Y. Gong, "Interdecadal changes in summertime typhoon tracks", *J. Clim.*, Vol. 17, p. 1767, 2004.
- [25] W. T. Kwon, "The Development of Regional Climate Change Scenario for the National Climate Change Report (II)", METRI Technical Report MR030CR09, Meteorological Research Institute, Seoul, Korea, p. 502, 2003.