

ECHO-G/S 모형을 이용한 미래 기후변화 전망 산출

Future Climate Projection using ECHO-G/S

이효신 (기상연구소 기후연구실, bjmom@metri.re.kr)

백희정 (기상연구소 기후연구실, hjbaek@metri.re.kr)

권원태 (기상연구소 기후연구실, wontk@metri.re.kr)

러시아 정부가 온실가스 감축을 위한 '교토의정서'의 비준서를 기탁함에 따라 2005년 2월16일 교토의 정서가 공식 발효되었다. 우리나라는 개발도상국의 위치로 제1차 공약기간에는 구속적인 감축의무 부담은 없지만, 제2차 공약기간에는 선진국들이 우리나라에 구속력 있는 감축목표치를 설정하도록 요구하고 있다. 기후변화에 대한 과학적 자료와 연구가 미국, 영국, 호주 등에서 활발히 연구되고 있는 점을 고려하면, 우리나라도 기후변화 전망에 대한 객관적이고 과학적인 자료의 축적과 분석이 시급하다 할 수 있다. 특히 지역기후의 전망을 통하여 한반도의 기후변화에 대한 완화와 적응 정책 수립을 위한 과학적이고 객관적인 기초자료를 준비하고 제공해야 할 것이다.

미래기후 전망을 위한 시나리오 자료로 IPCC는 2000년에 IS92를 보강한 새로운 즉, 경제성장, 인구, 지역적, 전구적 관점에 맞는 이산화탄소 메탄, 산화질소 등의 배출량 추정에 근거한 SRES(Special Report on Emissions Scenarios, 2000)를 제공하고 있다. 기후는 실험자체가 불가능하므로 모형을 이용한 모의 실험을 통하여 예측을 수행한다. 이때 사용가능한 도구는 메모리가 다양한 대기/해양/해빙/식생 등의 상호작용을 동시에 다룰 수 있는 집합모형이며, 개발된 시나리오를 바탕으로 미래기후를 전망하게 된다. 즉, 전지구 집합모형을 이용한 시나리오별 실험은 전지구 시스템의 기후변화에 대한 전망을 가능하게 하며, 이 결과를 지역모형의 경계조건으로 활용하면 상세한 지역기후 시나리오의 산출이 가능하게 된다.

기상연구소는 독일 MPI에서 온실기체 효과를 포함할 수 있는 대기 해양 결합 모델(이하 ECHO-G)을 도입하여 SRES A2, B2 시나리오에 따른 전지구 기후변화 전망을 산출한 바 있다(기상연구소, 2003). 또한 이 자료를 바탕으로 한반도 지역기후 상세 시나리오를 자료를 생산하여 기온 강수량의 변화 추세를 분석하였다(기상연구소, 2004).

2004년에는 온실기체 뿐만 아니라 에어러솔 효과도 고려할 수 있는 최신의 모형(이하 ECHO-G/S)을 도입하여 보다 현실적인 모의 결과를 생산하고자 노력하였다. 모형은 KISTI의 NEC-SX6에 성공적으로 구축되었으며 지금까지 1860-2000년의 20C 기후모의 실험과 2000년의 강제력을 100년간 일정하다고 가정된 21C 안정화 모의 실험이 완료되었다.

본 연구에서는 20C 모의 결과(1860-2000년)와 관측을 비교·분석하여 집합 모형의 성능을 살펴보고, 선행연구(즉, 에어러솔 효과가 배제된 실험)의 시나리오 결과와 본 연구의 안정화 실험 결과를 분석하여 미래의 기온과 강수 등의 변동성을 전망하고자 하였다. 참고로, 본 연구를 통하여 생산된 자료는 IPCC

데이터 센터에 제공되어 IPCC 4차 보고서의 분석 자료로 이용되어 국제 협력에도 기여하게 될 것이다.

이 연구에서 사용된 ECHO-G 모형은 대기 해양 결합 모형으로 독일 막스 플랑크 연구소에서 도입하였다. ECHO-G는 대기 모형인 ECHAM4와 해양 모형인 HOPE 그리고 두 모형 사이의 결합은 OASIS라는 소프트웨어로 진행된다. 대기 모형 ECHAM4는 원시 방정식계 모형으로서 T30L19의 해상도를 가지고 있으며 ECMWF 모형으로부터 물리 과정을 수정하여 기후 변화 모의에 적합하도록 만들어진 모형이다. 해양 모형HOPE은 역시 원시 방정식계로서 T42L20의 해상도를 가지며 적도 지역의 분해능을 높인 격자 구조를 가지고 있다. 대기와 해양간의 플럭스 및 상태변수는 OASIS 소프트웨어를 통하여 이루어진다. 본 연구에서 사용한 ECHO-G/S는 ECHO-G의 대기모형에 에어러술의 수송과 침적 그리고 화학적인 성질 일부를 포함시킨 최신의 접합 모형이다.

본 연구에서는 ECHO-G/S 모형에 1860-2000년까지의 태양복사강제력, 화산폭발 효과, 온실기체 (이산화탄소, 메탄, 아산화질소)와 에어러술 (직접 및 간접효과), 대류권 오존을 강제력을 사용하여 20C의 기후 상태를 모의 하였으며, 이후 강제력을 2000년의 값으로 고정하여 100년간 적분한 20C 안정화 실험을 수행하였다. 모든 실험은 초기조건을 달리한 2가지 양상블 실험으로 구성되어 있다.

2100년까지의 미래 기후전망을 살펴보기 위해서 지표기온 및 강수량의 연평균 아노말리값을 전구와 동아시아(100-145E, 20-50-N) 지역에 대해 안정화 실험과 에어러술 효과를 포함하지 않는 A2, B2 시나리오 결과를 평균한 시계열을 그려보았다. 기후값(평년값)은 각 모형의 1961-1990년까지 30년을 사용하였다. 분석결과 2000년의 값으로 강제력이 고정된 경우에도 2040까지 지속적으로 기온이 상승하고 있었고, 기온의 상승이 완화된 2071-2100년 사이의 평균 기온은 평년에 비해 약 0.57℃ 정도 높았다. 동아시아 지역은 전구에 비해 내부 변동성이 크게 나타났고 2071-2100년에는 약 0.92℃의 상승을 보여 동아시아 지역이 전구평균 보다 기온상승이 높게 나타났다.

감사의 글

이 연구는 기상연구소 주요사업인 “기후변화협약대응 지역기후시나리오 활용기술개발 (I)”의 지원으로 수행되었다.

참고문헌

권원태, 신입철, 강성대, 백희정, 부경은, 임은순, 박수희, 고정웅, 구교숙, 이근희, 이효신, 최영은, 오현택, 2004:기후변화협약대응 지역기후 시나리오 산출 기술 개발 (II). 기상연구소