

대기-P8 중규모 모형을 이용한 한반도 상세 기온 모사 연구

안중배, 박정규^{1*}, 임은순, 차유미

부산대학교 대기과학과, ¹기상청 기후예측과

1. 서론

지구 환경의 변화를 예측할 수 있는 과학적 방법들 중 가장 정밀하게 구성된 것이 기후 모델링으로 알려져 있다. 전지구적으로 빈번히 발생하는 집중호우, 이상고온 현상과 엘니뇨의 강도 강화등 기후 변화라 일컬어지는 현상들의 예측을 위해 다양한 방법의 모델링 기법이 제시되고 있다. 그런데, 이러한 기후 변동은 대규모적으로 균질하게 진행되는 것이 아니라 지역에 따라 서로 다른 양상을 보이며 일어나고 있어 국지적인 기후 변화의 중요성이 인식되고 있다. 특히, 기후변화에 수반되는 수자원 및 농수산 자원의 변화에 현실적으로 대처하기 위해서는 적어도 지역적인 기온과 강수 패턴의 모사에 있어 고도의 정확성을 가지는 기후 모형을 개발하는 것이 필수적이다.

이러한 이유로 상세 지역 기후 변동에 대한 관심이 대두되고 있으며 지역별 기후 예측을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 상세 지역 기후 모형의 경우 공간 분해능의 세밀화에 따른 컴퓨터의 계산 및 저장 능력의 한계와 격자 간격이 감소함에 따른 여러 가지 물리모수화의 불완전함등이 극복해야 할 당면 과제로 남아있다. 지역 기후 모형의 경우 상세한 지역 기후의 모사와 예측을 위하여 모형의 격자를 작게 할수록 더 나은 결과를 얻어낼 수 있는 것은 사실이다(IPCC, 2001). 그러나 아무리 상세한 격자 모형이라 하더라도 지면의 물리적 성격이나 사용하고 있는 여러 물리적 과정에서의 불확실성이 체계적인 오차로 나타날 수 있으며 이는 모형의 성능 향상을 위해 반드시 해결해야 할 문제점으로 제시되고 있다.

본 연구에서는 중규모 모형인 Pennsylvania State University/National Center for Atmospheric Research Mesoscale Model 5 (PSU/NCAR MM5)를 이용하여 역학적 downscaling을 수행하였는데, IPCC 2001년 보고서에 의하면 현재 기후 예측을 위한 지역 규모 모형 격자 간격의 state-of-the-art가 10-20km라 하였으나, 본 연구에서는 5km의 상세 격자 체계를 갖는 지역 기후 모형을 구축하여 이를 장기 적분하였다. 역학적으로 downscaling된 모형에서 생산된 자료는 안등(2002)에 의해 제시된 선형적 상관관계로부터 구한 통계적 전이함수(transfer function)를 이용하여 모형이 갖고 있는 계통적 오차를 제거함으로써 상세한 국지 규모의 기온 자료를 생산하는 능력을 향상시키는 방안을 연구하였다.

2. 실험 방법

본 연구의 수치실험에 사용된 모형은 PSU(Pennsylvania State University) / NCAR (National Center for Atmospheric Research)에서 개발한 3차원 비정수 역학 모형인

PSU/NCAR MM5V3이다. 모형의 수평 격자 간격은 복잡한 지형적 효과가 잘 고려될 수 있도록 5km의 세밀 격자 체계로 설정하였으며, 모형의 지형은 이에 적합하도록 2분(약 3.75°) 간격의 상세 지형 자료를 이용하여 구축하였다. 이렇게 역학적으로 downscaling된 모형을 이용하여 1982년에서 1995년까지 GDAPS(Global Data Analysis Prediction System) 일평균 자료를 초기 및 경계 조건으로 처방한 총 14년간의 장기 적분을 수행하였다. 장기 적분으로 생산된 결과는 Table 1에서 나타낸 것과 같이 1982년-1989년과 1990년-1995년으로 이등분하여 1982년-1989년의 자료로부터 안동(2002)에 근거한 방법으로 보정계수를 구하여 1990년-1995년의 결과에 처방하고, 그 역으로 1990년-1995년에서 구한 보정계수를 1982년-1989년의 결과에 처방해 봄으로써 본 연구에 사용된 계통오차 보정 방법의 보편적 적용가능성을 평가하였다.

모형의 검증을 위해 사용된 관측 자료는 모형의 적분기간과 동일한 기간에 대한 65개 지상기상 관측소의 기온 자료이다.

Training period	Applied period
1982 -1989	1990 - 1995
1990 -1995	1982 - 1989

Table 1. Statistically downscaled period

3. 분석 및 결과

Fig. 1은 1982년-1989년의 1월 평균 기온에 대하여 (a)관측, (b)보정 전 결과, (c)1982년-1989년의 결과로부터 구한 보정계수로 보정한 결과와 (d)1990년-1995년의 결과로부터 구한 보정계수로 보정한 결과를 각각 나타낸 것이다. 보정 전 모형의 결과는 관측에 대하여 과소 모사되는 경향이 보여지고 있다. 그러나 보정 후 모형의 결과는 처방된 보정계수를 구한 기간에 상관없이 보정 전 관측에 비하여 과소모사되는 경향이 보정 후 크게 향상되었음을 알 수 있다. 본 연구에서 모형 결과의 검증을 위해 사용된 측후소 및 관측소에서 관측한 결과는 자료의 밀도가 낮아서 지형적인 상세 구조를 나타내고 있지 못하다. 반면 모형의 결과는 지형의 상세 구조를 따른 국지적인 특성 또한 잘 표현하고 있다.

Fig. 2는 1990년-1995년의 7월 평균 기온에 대하여 (a)관측, (b)보정 전 결과, (c)1982-1989년의 결과로부터 구한 보정계수로 보정한 결과와 (d)1990-1995년의 결과로부터 구한 보정계수로 보정한 결과를 각각 나타낸 것이다. 보정 전 7월의 모형 결과는 1월과 달리 관측에 대하여 뚜렷한 과대 모사 경향성을 보이고 있다. 하지만 1월과 마찬가지로 구분된 두 기간에 대하여 구한 보정 계수로 보정하였을 때 모든 경우에 있어 관측에서 보여지는 기온의 패턴을 적절히 모사하면서 관측에 대하여 과대 모사되는 경향이 상당히 감소하였음을 알 수 있다.

이는 모형이 관측에 대하여 일정한 계통적 오차를 갖고 있음을 보여주는 동시에 모형에서 구한 보정계수의 보편적 적용가능성을 제시해주고 있다. 더 많은 적분 결과에 대

한 검증을 통해 본 연구에서 사용된 오차 추정 방법에 대한 신뢰도를 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 이와 같이 역학적으로 downscaling한 모형의 불완전함을 통계적인 inversion을 통해 보완한다면 기상 예보 및 기후 예측의 정도를 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

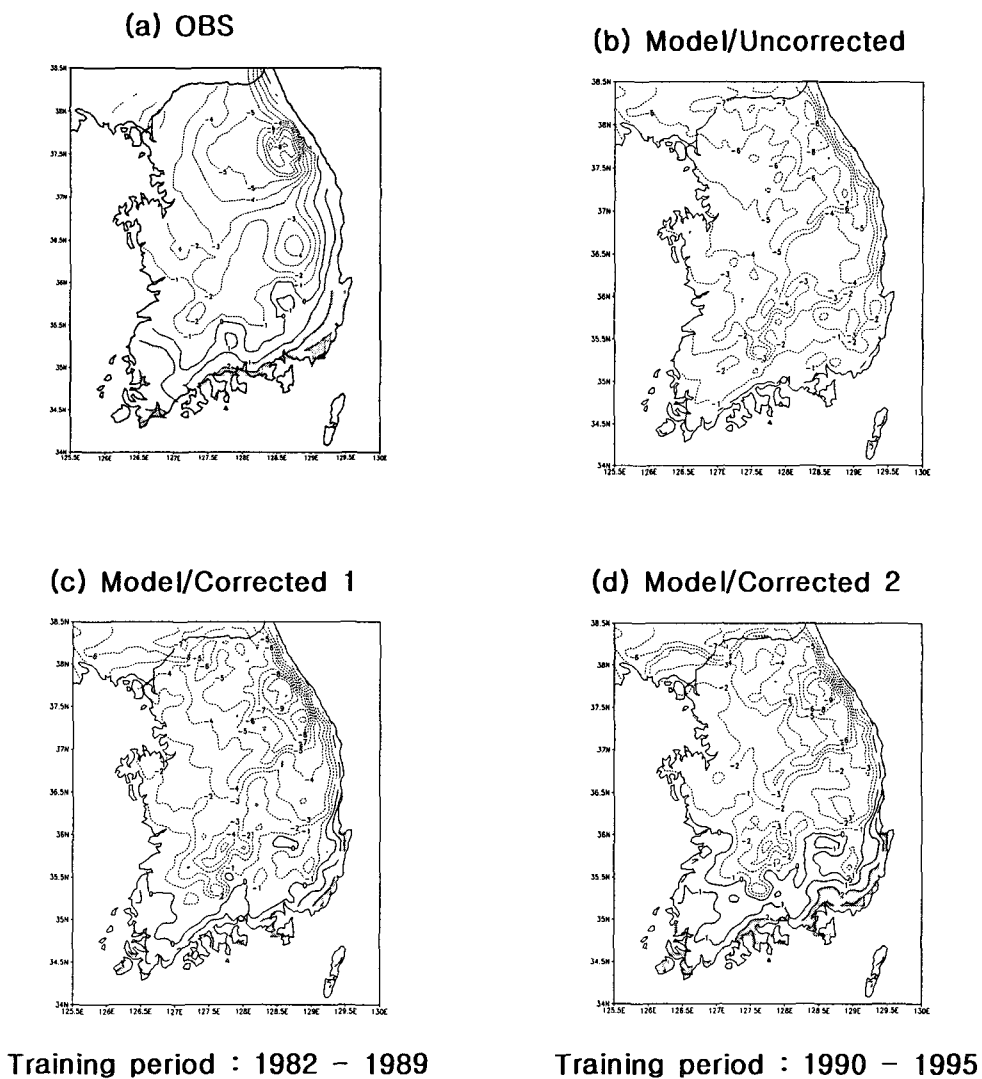
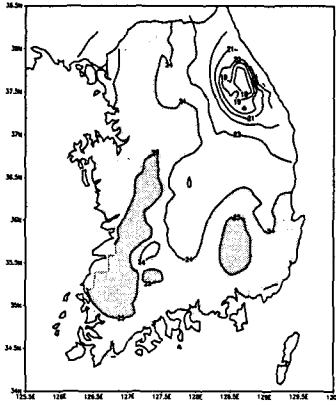
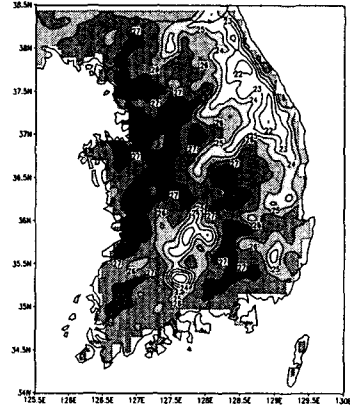


Fig 1. Monthly mean January temperature (1982-1989)

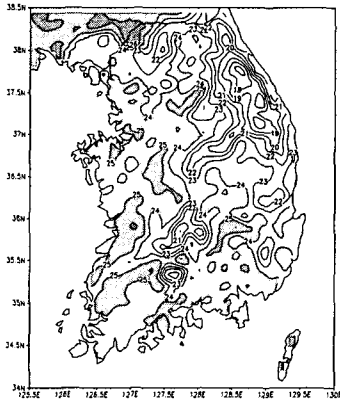
(a) OBS



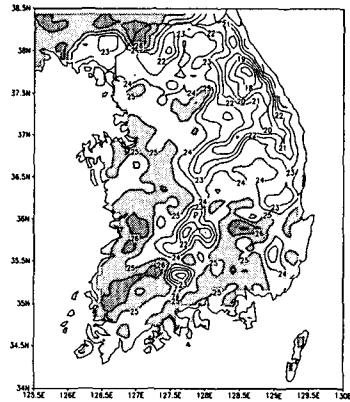
(b) Model/Uncorrected



(c) Model/Corrected 1



(d) Model/Corrected 2



Training period : 1982 - 1989

Training period : 1990 - 1995

Fig 2. Monthly mean July temperature (1990-1995)

참고 문헌

Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC), 2001 : Climate Change 2001 : The Scientific Basis. J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, C. A. Johnson, Cambridge Univ. Press, 881pp.

안중배, 박정규, 임은순, 2002 : 중규모 모형이 갖는 계통적 오차의 추정을 통한 상세 국지 기온 재현 연구. 한국기상학회지, 35(1), 69-80