

대기-P8 역학적 downscaling을 이용한 상세 기후 모사 연구

안중배, 임은순*, 박정규¹, 윤원태¹
부산대학교 대기과학과, ¹기상청 기후예측과

1. 서론

지역 규모의 기상 예보 및 기후 예측을 위한 연구는 최근 10여년 동안 통계적 downscaling 기법의 개발과 지역 규모 모형(Regional Climate Model, RCM)을 이용한 다중 중첩화 (multi nesting) 등 역학적 downscaling 기법의 개발 그리고 또한 최근에는 대기 대순환 모형(AGCM)을 이용하여 관심이 있는 특정 영역에 대해서 수평격자 간격을 줄이거나 적분 간격을 줄임으로써 대규모 순환과 지역 규모 순환을 동시에 해결하려는 high/variable resolution time-slice 기법이 집중적으로 연구되면서 큰 발전이 있었다. 그럼에도 불구하고 격자세밀화에 따른 계산량의 급격한 증가와 격자 간격이 감소함에 따른 여러 가지 물리적 과정의 모수화 개선 그리고 검증에 위한 충분한 관측자료의 수립은 이러한 연구를 위해 선행되어야 할 어려움으로 남아있으며, 이로 인한 모형의 계통적 bias는 모형의 성능 향상을 위해서 반드시 해결되어야 할 부분이다.

계통적 bias(systematic error)는 모형의 물리적, 역학적 구성이 실제 대기와 다르기 때문에 나타나는 것인데 (Wallace, 1981), 특히 모형의 불확실성과 모형 지형의 비현실적 처방에 따른 모형의 계통적 bias는 모형에 의한 기상 예보 및 기후 예측을 어렵게 한다.

본 연구에서는 상세화된 모형을 장기 적분하여 모형이 갖는 계통적 bias를 추정하고 이를 통계적인 방법으로 보정하여 모형에 의한 예보의 향상 방안을 살펴보았다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 모형을 2000년 1월 1일부터 장기 적분하여 모형의 결과와 관측값을 비교하였다. 장기 적분을 위해서 하층 및 측면 경계 조건으로 주어지는 자료는 사실값(true value)이라 가정하여 모형이 생산한 결과와 관측과의 차이는 순수하게 모형의 불확실성에 의한 것이라 정의하였다. 분석에서는 임의의 물리적 변량을 기간에 대한 평균과 편차로 분리하여 각각 관측과 모형 결과에 적용하여 구한 후, 임의의 변량에 대한 관측값(또는 사실값)의 편차가 그 변량을 포함한 다른 여러 가지 변량들과 상관성이 있음을 먼저 보여 주었다. 본 연구에서는 이를 통하여 모형에 의해 생산되는 결과가 지역에 따라 관측과 계통적인 bias가 나타나고 있음을 보여 주고자 하였다. 연구에서는 변량들간의 상관 관계를 통하여 계통적 bias를 추정하고 이를 보정하였으며 다른 기간에 대한 적분 결과에 이 보정치를 적용함으로써 본 연구에 사용된 계통 bias의 추정 방법을 검증하였다.

본 연구의 수치실험에 사용된 모형은 PSU (Pennsylvania State University) / NCAR National Center for Atmospheric Research)에서 개발한 3차원 비정수 역학모형인 PSU/NCAR MM5V3이다. 모형의 수평 격자 간격은 5km이며 한반도의 남한만을 포함한 영역으로 구성되어 있다.

3. 분석 및 결과

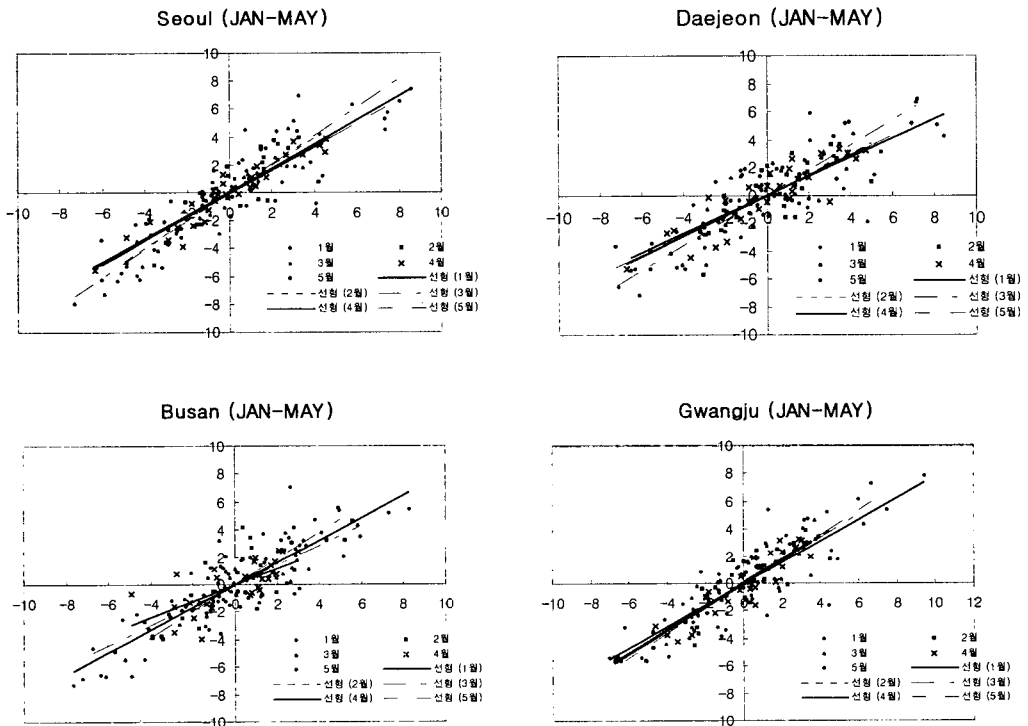


Fig. 1 Scattered diagram of temperature deviations between model and observation at Seoul, Daejeon, Busan and Gwangju, 2000.

Fig. 1은 예를 들어 기온에 대하여 서울, 부산, 대전, 광주에서의 모형 결과와 관측의 편차에 대한 1월달부터 5월달의 상관관계를 나타낸 그림이다. 그림에서 보듯이 관측과 모사된 결과의 기온 편차는 매우 높은 양의 상관도를 가지고 있다.

각 월에 대한 상관 계수를 살펴보았을 때 계절적으로는 체계적인 모습을 보이고 있지 않다. 이는 모형의 결과가 계절에 관계없이 관측에 대하여 일정한 계통적 오차를 갖고 있음을 보여주는 결과이다. 이는 모형의 계통 오차가 계절적 영향보다는 국지적인 특성의 지형적 영향을 더 많이 받고 있는 것으로, 각 월의 보정 계수가 매 월마다 거의 유사한 지역적 패턴을 보이고 있다.(그림 생략). 그 이외의 다른 지역에 대한 결과에서도 지역별로 상관계수의 차이는 있으나 대부분의 지역에서 뚜렷한 양의 상관 관계를 보여주고

있다. 이러한 결과는 모형에서 보여지는 평균적인 계통 오차의 제거만으로도 모형의 모사 능력이 향상될 수 있음을 의미한다.

Fig. 2은 2000년 1월의 관측소(a) 및 AWS(b) 관측과 보정 전·후의 모형에서 모사한 평균 기온의 공간적인 분포를 나타낸 그림이다. 그림에서 보듯이 관측 자료로 이용된 측후소 및 관측소에서 관측한 결과는 자료의 밀도가 낮아서 지형적인 상세 구조를 나타내고 있지 못하다. 반면에 모형이 생산한 결과는 관측에서 보여지는 기온의 패턴을 비교적 잘 모사하면서 지역적으로 나타나는 국지적인 특성 또한 잘 표현하고 있으며 보정 전 관측에 비하여 과소모사되는 경향이 보정 후 크게 향상되었음을 알 수 있다. 이러한 모형의 결과는 전국 AWS를 이용한 1월의 상세 기온 분포와도 크게 일치하는 결과이다.

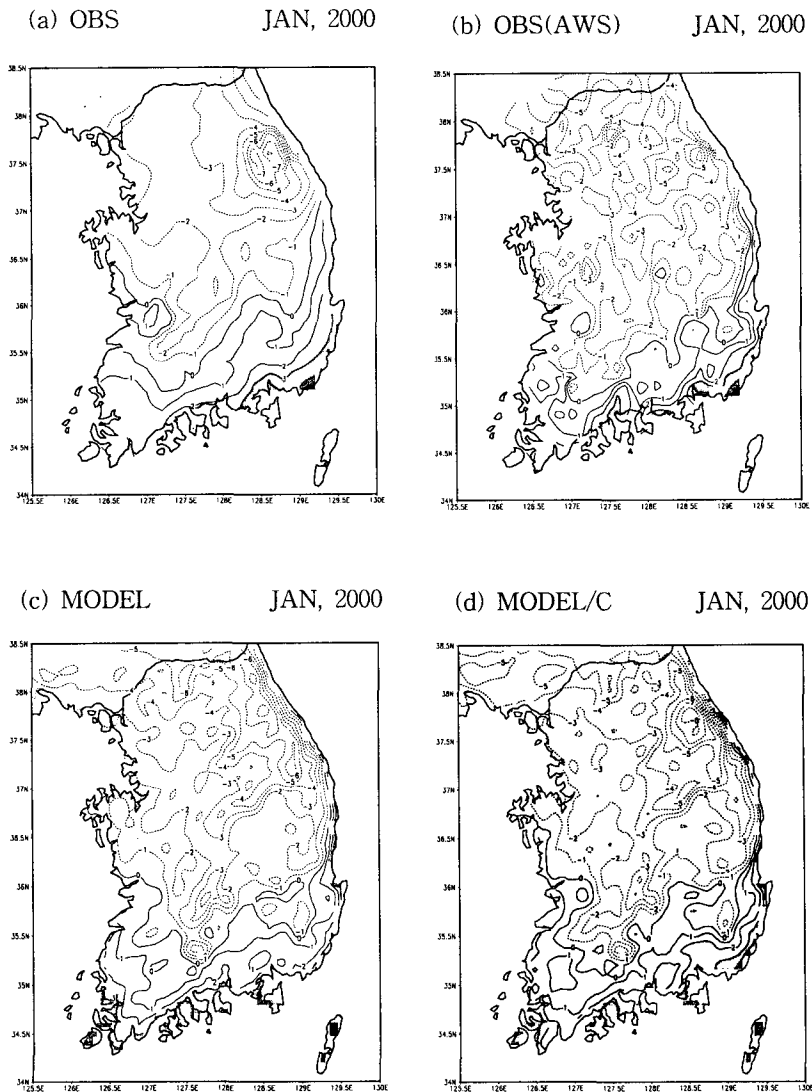


Fig 2. (a) observed(stations), (b) observed(AWS), (c) simulated without correction and (d) simulated with correction surface air temperature distribution for January, 2000.

참고문헌

Intergovernmental Panel of Climate Change(IPCC), 1996 : Climate Change 1995 : The Science of Climate Change. Eds. J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K., 572pp