한국환경과학회 봄 학술발표회지 제10권(제1호), 89 - 91, 2001
Proceedings of the Korean Environmental Sciences Society Conference, May, 2001

대기-P9

해무의 수치적 예보를 위한 안개 모듈개발

안중배, 이해진*, 남재철[1], 서장원[1]
부산대학교 대기과학과, [1]기상연구소 해양 기상 지질 연구실

1. 서 론

안개에 관한 연구는 지금까지 많은 학자들에 의해서 진행되어 왔다. 선행 연구들은 크게 통계적인 방법과 수치모형을 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 일반적으로 통계적 방법에 의한 안개 예측은 predictor(안개)와 predictant(기상요소)간의 물리적 관계를 기본으로 이루어지나 관측자료의 양적·질적인 문제가 예측 결과에 반영되기 때문에 통계적 방법만으로 안개를 예측하는데는 한계가 있다. 따라서 모형을 이용한 안개 예측을 이 문제를 해결하기 위한 해결책으로 제시되고 있다. 일반적으로 모형에서 안개의 성장과 발달 그리고 소산 등을 적절히 모사하기 위해서는 안개 발생시 야기되는 여러 가지 미세 물리 과정, 즉 subgrid scale condensation processes, thermal cooling, turbulent transport, deposition of water on the soil 등에 관한 적절한 모수화가 필요하다(Wang *et. al.*, 1997; Gayno, 1995).

따라서 본 연구에서는 PSU/NCAR MM5를 이용하여 우리 나라 주변 해역에서 발생하는 해무 예측을 위하여 Gayno-Seaman 경계층 모형을 기본으로한 안개 예측 모듈을 개발하였으며, 안개의 객관적 예측 기틀을 마련하고자 한다.

2. 모형의 구조

본 연구에서 사용한 모형은 비정수계 중규모 모형인 PSU/NCAR MM5 version 3이다. 특히, 본 연구에서는 Gayno-Seaman 경계층 모형을 사용하였다. 이 방안은 First-order Blackadar 경계층 모형의 물리적 과정을 기본으로 난류 운동에너지의 예단을 위하여 난류속(turbulent flux) 모수화를 강화시킨 방안이다. 안개 모사에 있어서 난류의 적절한 표현은 아주 중요하다. 특히, 난류에 의한 연직 열수송과 수증기 수송은 안개층의 발달과 소산에 큰 기여를 한다.

또한 이제까지 대부분의 모형에서는 아격자 규모의 응결과정을 해결하기 위하여, "all or nothing" 의 개념이 적용되어왔다. 이것은 격자안이 포화가 되면 그 순간에 전체 격자에서 응결이 일어나는 것으로 일반적인 안개 형성을 고려하면 비현실적인 가정이다. 즉, 안개는 임의 순간에 갑자기 생기는 것이 아니라 지속적으로 대기가 포화에 이르면서 발생하게 된다. 이처럼 격자 규모보다 작은 규모의 수증기의 응결과정에 대한 모수화는 정확한 안개의 발생과 소산 등의 과정을 모사하는데 있어서 반드시 필요한 요소이다(Gayno, 1995).

따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 Gayno-Seaman 경계층 모형에 Sommeria and Deardroff(1977, 이하 SD)가 제시한 통계적 응결 방안(statistical cond ensation scheme)을 적용하여 안개의 LWC(Liquid Water Content)를 구하여, 그것이 안개 예측을 위한 객관적 기준이 될 수 있는가에 대하여 살펴보았다. SD는 안개의 LWC가 격자내의 평균 온도를 결정하는 요인임을 주장하였으며, LWC를 격자내의 난류와 수증기의 함수로 표현하였다. 이러한 응결 모수화 방안은 안개와 같은 층운형의 구름의 특성을 모수화 하는데 유용한 것으로 알려져 있다(Smith, 1990).

3. 실험 방법

본 연구에서는 해무가 빈번히 발생한 기간을 모형의 적분기간으로 선정하여 1999년 7, 8월에 대하여 적분을 수행하였다. 적분은 00UTC부터 다음날 12UTC까지 매 36시간씩 적분을 수행하였으며, 초기치 문제(Initial Problem)를 제거하기 위하여 00UTC부터 12UTC의 결과는 제외하고 분석에 이용하였다. 1990년부터 2001년 4월까지 매시간 관측된 기상 자료를 검증자료로 사용하였으며, 검증지점으로는 해무로써의 검증이 가장 용이한 울릉도를 선정하였다.

4. 결과 및 토의

1999년 7월, 8월 기간에 대하여 수치 적분한 결과를 살펴보았다. 모형에서 모사된 LWC가 0.03g/kg이상인 기간과 관측된 안개 발생기간이 대체적으로 일치함을 보였다(그림 미제시). 또한 LWC뿐 아니라 상대습도의 시간전개에서도 관측과 유사한 모습을 찾을 수 있는데, 모사된 상대습도가 95%이상을 나타내었던 기간과 관측된 안개 발생기간과 일치하고 있음을 보였다(Fig.1). 이것은 모형에서 모사된 LWC와 상대습도가 안개 예측의 기준으로써의 가능성을 보여줌을 의미하는 것이다.

그러나 모형에서 나타난 LWC와 상대습도를 안개 예측의 기준으로 설정하기 전에 반드시 선행되어야 하는 것이 있다. 그것은 관측으로부터의 신뢰성 확보이다. 일반적으로 관측에서 나타나는 안개 특성을 이해하고, 이것을 기본으로 모형에 객관적 기준을 설정함으로써 보다 정확하고 객관적인 안개 예측 기준을 설정하게 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 1990년에서 2001년 4월까지의 관측된 시간별 자료를 이용하여 관측에서 나타난 일반적인 특성을 살펴보고 이것을 이용하여 모형에서 나온 결과에 적용하여 안개의 객관적 예측을 위한 기준을 마련하였다.

5. 사사

"이 연구는 과학기술부에서 시행하는 민군겸용기술사업의 "체계운용을 위한 가상해양환경 분석기술" 과제로 수행된 것입니다. "

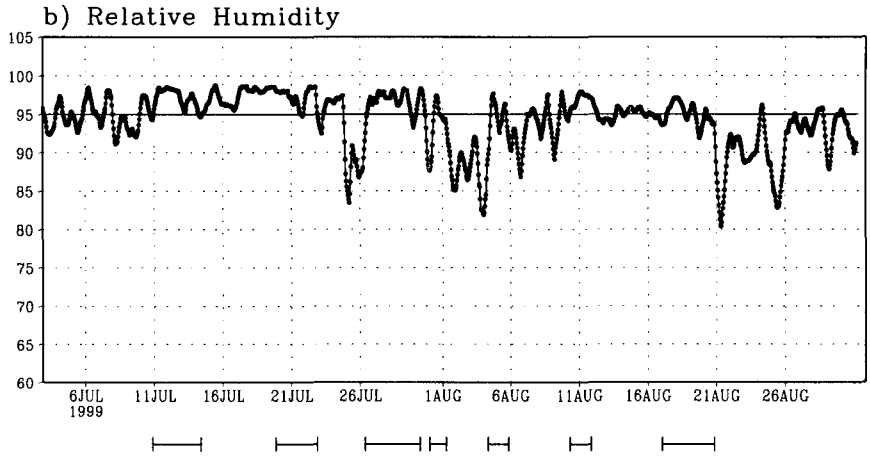

Fig. 1. Evolution of simulated Relative Humidity at the lowest model level in Ulungdo during july-august, 1999.

참고문헌

Gayno, G. A., 1995 : Development of a higher-order, fog-producing boundary layer model suitable for use in numerical weather prediction. M. S. Thesis, Dept. of Meteor., The Pennsylvania State University, 104 pp.

Sommeria, G., and J. W. Deardorff, 1977: Subgrid-scale condensation in models of non-precipitating clouds. *J. Atmos. Sci.*, **34**, 344-355.

Smith, R. N. B., 1990 : A scheme for predicting layer clouds and their water content in a general circulation model. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* **116**, 435-460