

2A1) 2002년 봄철에 관측된 황사사례에 대한 수치 모의 Numerical simulation of Asian dust event observed in spring 2002

인희진, 이은희, 박순웅
 서울대학교 지구환경과학부

1. 서론

2002년 봄철에는 예년에 비하여 황사현상이 자주 발생하였는데 특히 3월 21 - 22일 과 4월 7 - 8일에는 예전에 찾아 볼 수 없을 정도의 강한 황사가 한반도에서 관측되었다. 이 사례들로 인하여 황사로 인한 재해를 방지하기 위하여 황사의 정량적인 예보가 필요함을 인식하게 되었고 이를 위해서 황사의 발생과 수송과정에 대한 수치모델의 정립이 요구된다고 하겠다. 따라서 이 연구에서는 황사의 발생을 예측하고 정량적으로 예보하기 위한 모델을 구축하고 2002년 두 차례의 강한 황사 사례에 적용하여 그 모델을 개선하고자 한다.

2. 모델 개요

본 연구에서는 황사의 발생과 수송, 침착과정을 포함하는 3차원 오일러리안 모델을 이용한다 (In and Park, 2002a; In and Park, 2002b; Chung, 1996; Chun, 1996; Westphal et al., 1987). Fig. 1 은 모델의 영역을 보여준다. 격자 크기는 30 km x 30 km 이고 수평 전체 격자는 150 x 120 개로 구성된다. 연직으로 25층의 시그마 좌표계를 사용한다.

Fig. 1 의 색칠한 부분은 모델에서 선정한 황사의 발원지로서 이는 중국의 토양지도와 먼지 발생 보고 자료를 참조하여 고비, 모래, 황토, 혼합 토양의 4 가지 종류의 토양으로 구분하였다.

기상 입력 자료는 기상청의 정규 수치 기상 모델 결과를 제공받아 사용하였고 황사의 발생 양을 추정하는 방법은 In and Park (2002b) 을 따랐다.

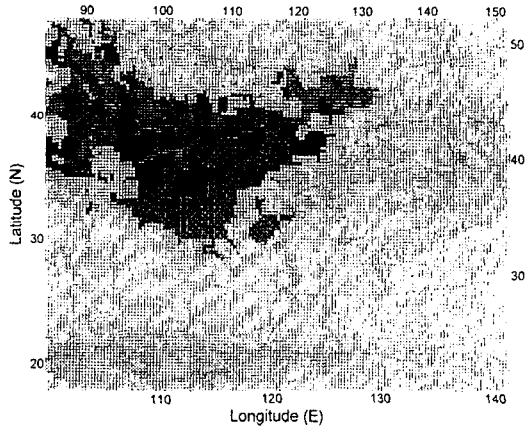


Fig. 1. Model domain and the delineated dust source region

3. 결과

남한지역에 대하여 평균한 PM₁₀ 농도의 모델 값과 관측 값을 Fig. 2 에 나타내었다. 모델 값과 관측 값 모두 3월 21일부터 증가하기 시작하여 최대지상농도가 21 일 12 UTC 경에 나타났다. PM₁₀ 농도가 1000 $\mu\text{g m}^{-3}$ 을 초과하는 경우 관측이 제대로 이루어지지 않았기 때문에 최대지상농도를 알 수 없으나 모델의 결과로는 최대농도가 약 1200 $\mu\text{g m}^{-3}$ 였다. PM₁₀ 농도는 22일 까지 점차 감소하여 23일에는 배경농도에 근접함을 알 수 있었다. 모델링 결과 한반도에서의 황사의 시작, 종료 그리고 최대농도가 나타나는 시작이

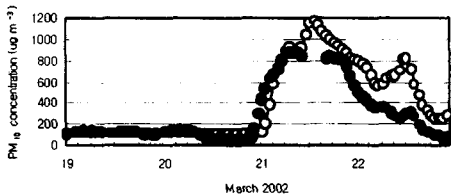


Fig. 2. The time series of modeled mean PM₁₀ concentration (○○○○) and the observed (●●●●) one in South Korea.

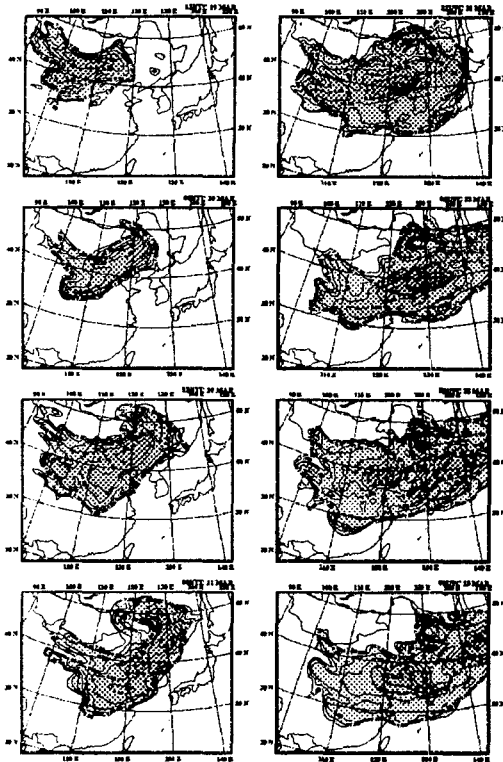


Fig. 3. Spatial distribution of vertically integrated TSP concentration expressed in common logarithm ($\mu\text{g m}^{-2}$).

관측과 잘 일치하였다. 그러나 모델에서는 3월 22일 2번째의 농도의 극값이 관측에서 보다 초과하는 것으로 나타났다.

Fig. 3은 연직으로 모두 적분한 TSP의 수평분포를 보인다. 많은 양의 황사입자가 3월 19일 내몽고고원과 북경의 북서쪽 훈센다크 사지에서 발생하여 21일 까지 저기압성 회오리의 움직임과 동반되어 남서쪽으로 이동하면서 북만주지역에서 남중국지역까지 길게 확장하였다. 이 먼지구름이 21일 한반도에 접근하기 시작하여 21일과 22일에 한반도에 크게 영향을 미쳤다. 황사입자 수평분포의 모델결과는 TOMS (Total Ozon Mapping Spectrometer) 위성의 입자지수 분포와 상당히 유사함을 보였다.

내몽고고원과 훈센다크 사지는 한반도에서 비교적 가까운 지리적 위치 때문에 여기서 발생하는 황사먼지가 1 - 2일의 짧은 시간동안에 한반도까지 이동해 올 수 있고 또한 큰 입자들도 이동해 올 수 있는 가능성이 크기 때문에 한반도에서 황사의 영향을 크게 받는 결과를 가져온다. 2002년 봄철에는 이 지역에서 황사가 많이 발생하였기 때문에 어느 해 보다도 강한 황사가 한반도에서 관측되었음을 모델 결과에서도 확인 할 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 부분적으로 기상청의 기상지진연구개발사업 『지역대기환경예측기술개발 (II)』 과 한국과학재단의 『신진연구자연수사업지원』의 연구비 지원으로 이루어졌습니다. 연구비지원에 감사드립니다.

참고 문헌

- Chun, Y. - S., (1996) Long range transport of Yellow Sand with special emphasis on the dust rise conditions in the source regions. Ph. D. dissertation. Department of Atmospheric Sciences, Seoul National University. 15pp, 40-43pp (in Korean).
- Chung, K. - Y., (1996) Numerical simulations of Yellow Sand events observed in Korea. Ph. D. dissertation. Department of Atmospheric Sciences, Seoul National University, pp. 47-54 (in Korean).
- In, H.-J. and Park, S.-U., (2002 a) Estimation of dust emission amounts for a dust storm event occurred on April 1998 in China. Accepted d to Water, Air and Soil Pollution.
- In, H.-J. and Park, S.-U., (2002 b) A simulation of long-range transport of Yellow Sand observed in April 1998 in Korea. Atmospheric Environment 36, 4173-4187.
- Westphal, D. L., Toon, O.B., Carlson, T. N., 1987: A two-dimensional Investigation of the dynamics and microphysics of Saharan dust storms. Journal of Geophysical Research 92, 3027-3049.