

## 4F2) 동아시아 황사이동 예측과 관련한 기상장 시간분해능의 민감도에 관한 수치연구

### Numerical Study on Sensitivity of Temporal Resolution of Wind Field for Prediction of Yellow Sand Dispersion in East Asia

이순환 · 곽은영 · 류찬수

조선대학교 아시아몬순 · 기후환경연구센터

#### 1. 서 론

최근 수년간 동아시아지역의 황사는 국가간의 오염확산이라는 측면에서 매우 중요하게 취급되어지고 있다. 대부분의 황사연구는 침적량 예측을 주로 다루고 있는데, 한반도의 경우 매우 복잡한 지형분포를 하고 있어서 침적량의 분포를 정확히 추정하는데 어려움이 있다. 이러한 침적량의 예측연구에 기초적으로 사용되는 자료가 3차원의 바람장 예측자료이다. 지금까지의 황사 및 오염물 대기확산연구에 사용되는 바람자료는 한 지점의 관측치를 그 지역의 대표치로 간주하여 사용을 하거나, 지구규모의 바람장을 내·외삽을 하여 사용한 것이다.(Kim and Shin, 1991). 그러나 최근의 경우, 대기역학모형과 동역학적 결합을 통하여 오염물질 및 황사의 확산을 예측하고 있다 (이 등,2002).

이러한 대기역학모형과의 동적인 결합은 대기역학모형의 계산부하가 확산모형자체의 계산부하보다 월등히 크기 때문에 효율적인 확산예측에 많은 어려움이 있다. 그래서 대기역학모형에서 예측되어진 고해상도의 3차원 바람장을 일정한 시간간격을 두고, 확산 모형에 제공하여, 확산모형 자체적인 계산을 통하여 단시간내의 확산 및 침적량을 예측한다. 이때 바람장정보를 제공하는 시간해상도가 중요하게 된다. 그러므로 본 연구에서는 확산모형의 계산에 필요한 바람장의 시간해상도의 타당성을 파악하고, 대기역학모형과 대기확산모형의 공간 분해능에 따른 시간분해능이 미치는 영향을 분석하였다.

#### 2. 연구 방법

침적량의 계산은 기상장을 예측하는 기상장 예측모형, 발생원으로부터 입자의 이류확산을 계산하는 이류확산모형의 두부분으로 구성되어 있다.

기상장 산출을 위한 기상역학모형으로 CSU-RAMS(Regional Atmospheric Modeling System) 모형을 사용하였다. 이 모형은 비정수 레이놀드 평균된 원시방정식으로 구성되어 있으며, 격자 구조는 Arakawa C Grid를 사용하고 있다. 연직좌표계는 모델 도메인의 상층은 기압에 평행하고( $\sigma_p$ ), 하층은 지형의 굴곡을 따르는 지형준거좌표계( $\sigma_z$ )를 사용하는 Hybrid 좌표계를 이용하고, 변화가 큰 경계층을 조밀하게 하고, 상층으로 갈수록 간격이 큰 부등격자를 이용하였다. RAMS는 중규모순환장을 예측에 주로 사용되며, 해륙풍, 산곡풍등에 적용되어지고 있으며, 동아시아 규모의 meso-beta규모의 대기역학현상에서 적용되고 있다.

이류확산모형으로는 라그랑지안 입자 모형의 일종인 임의 확산모형(Random Walk Model)을 사용하였다. 다수의 입자의 방출을 가정하는 임의 확산모형은 오일러방식보다 수평분해능이 높다. 그러나 입자의 개수가 적어지면 통계적인 오차가 발생하는 단점이 있다. 그러므로 통계적인 오차를 극복할 수 있을 정도의 입자 갯수를 고려하여야 한다. 그리고 연직방향의 비선형성을 보정하기 위하여 시간차분으로 Matsuno 차분법을 이용하여 계산하였다.

연구기간은 황사일인 2002년 3월12일부터 3월26일까지의 14일이다. 중국 내륙지역에서 한반도 상공으로 유입되는 바람의 흐름을 볼 수 있으며, 이로 인해 본 연구에서 고려한 중국 내륙의 고비사막에서 입자 방출을 가정하였을 경우 이러한 기류의 영향으로 한반도 상공뿐만 아니라 일본의 내륙까지 입자들이 확산되어진다. 이때 수치실험은 바람장 자료가 1, 3, 6, 12, 24시간 간격의 시간 분해능을 가진 확산실험

을 실시하여, 황사입자들의 분포를 살펴보았다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 1, 3, 6 시간 바람장 자료를 이용할 경우 황사입자의 분포를 나타낸 것이다.

아시아 남부와 북부에서 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다.

1시간 자료와 3시간 자료를 이용한 수치실험의 경우, 전체적으로 비슷한 양상을 나타내고 있으나, 저위도지방의 확산 차이가 나타난다. 그리고 6시간 보다 큰 시간각격(c)의 바람장 자료를 이용한 경우, 그보다 작은 시간 분해능을 가진 실험(a,b)의 입자 분포도와는 많은 차이를 나타내고 있다. 그리고 이들의 차이는 아시아 남부와 북부지역이 다른 양상을 나타내었다. 이것은 아시아 남쪽과 북쪽기류패턴의 차이에서 기인한다.

그러므로 황사 및 오염물질 확산예측에 사용하는 바람장의 시간분해능은 확산예측의 공간분해능과 큰 관련성을 가지고 있고, 향후 미기상규모의 입자확산에 미치는 바람장의 시간분해능과 관계 역시 규명되어야 종합적이고, 체계적인 확산예측이 가능하리라 본다.

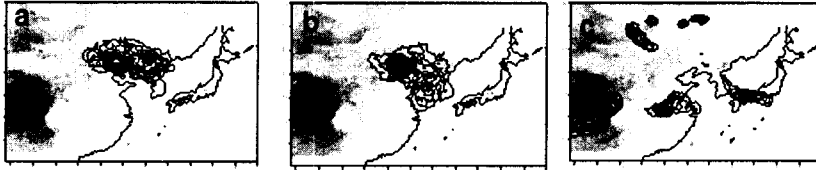


Fig. 1. Yellow-sand particle distribution at 48 hours after release under three different time resolution of wind data; a) 1hour, b) 3hour, and c) 6hour.

### 사 사

본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술개발사업의 하나인 “국지기상예측기술개발 과제”에서 수행된 것입니다.

### 참 고 문 헌

- 이순환, 이화운, 김유근 (2002) 복잡지형에서 도시화에 따른 대기오염확산에 관한 시뮬레이션, *한국대기환경학회지*, 18, 2 67-83
- Kim, H. K. and E. S. Shin.(1991) Influence of Yellow Sand on TSP in Seoul. IN *Emerging Issues in Asia, Proc. 2nd IUAPPA Regional Conf. on Air Pollution*, Seoul, Korea, Vol. II, pp. 1-7.