

## 바람장의 시간 분해능과 SP 확산의 관련성

곽은영<sup>1</sup> · 박근영<sup>1</sup> · 류찬수<sup>2</sup>

### 요 약

본 연구는 확산모형의 계산에 필요한 바람장의 시간해상도의 타당성을 파악하고, 대기역학모형과 대기확산모형의 공간 분해능에 따른 시간분해능이 미치는 영향을 분석한 것이다. 연구결과, 수치실험에서 초기(24시)의 경우, 시간해상도에 따른 확산의 차이는 크지 않았으나 시간이 경과함에 따라 입자확산분포의 차이가 크게 나타났다. 또한, 3시간 이하의 높은 시간해상도의 경우 입자분포의 차이가 크지 않으나, 6시간보다 간격이 큰 자료를 이용할 경우, 황사 입자분포의 양적 측면에서 큰 차이를 보였다. 입력 바람장의 시간 간격이 큰 경우에 부유 입자는 지역의 주풍 성분을 따라 분포하였다. 한편, 시간간격이 작은 경우 주풍의 직각성분인 남북성분의 효과가 크게 나타났다.

### 1. 서론

최근 수년간 동아시아지역의 황사는 국가간의 오염 확산이라는 측면에서 매우 중요하게 취급되어지고 있다. 그러나 대부분의 연구가 침적연구의 차원에서 실시되어져왔다. 한편, 한반도의 경우 매우 복잡한 지형분포를 하고 있어서, 침적량의 분포를 정확히 추정하는데 어려움이 있다(정용승 등, 2000).

침적량의 예측연구에 기초적으로 사용되어지는 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 사용하여왔다. 그리고 최근의 경우 대기역학모형과 동역학적 결합을 통하여 오염물질 및 황사의 확산을 예측하고 있다(Lee and Kimura, 2001). 그러나 대기역학모형과의 동적인 결합은 대기역학모형의 계산부하가 확산모형자체의 계산부하보다 현저하게 크기 때문에 효율적인 확산예측에 많은 어려움이 있다. 따라서 대기역학모형에서 예측되어진 고해상도의 3차원 바람장을 일정한 시간간격을 두고, 확산 모형에 제공하여, 확산모형자체적인 계산을 통하여 단시간내의 확산 및 침적량을 예측한다. 이때 바람장 정보를 제공하는 시간해상도가 중요하게 된다.

본 연구에서는 확산모형의 계산에 필요한 바람장의 시간해상도의 타당성을 파악하고, 대기역학

<sup>1</sup>501-759 광주광역시 동구 서석동 375, 조선대학교 대학원

<sup>2</sup>501-759 광주광역시 동구 서석동 375, 조선대학교 교수

모형과 대기확산모형의 공간 분해능에 따른 시간분해능이 미치는 영향을 분석하였다.

## 2. 수치모형

### 1) 대기모형

기상장 산출을 위한 기상역학모형으로 CS U-RAMS(Regional Atmospheric Modeling System) 모형을 사용하였다. 이 모형은 비정수 레이놀드 평균된 원시방정식으로 구성되어 있다. 그리고 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, 동아시아 규모의 meso-beta 규모의 대기역학 현상에서 적용되고 있다.

### 2) 확산모형

이류확산모형으로는 라그랑지안 입자모형의 일동인 임의 확산모형(Random Walk Model) 을 사용하였다(이순환 등, 2002). 다수의 입자의 방출을 가정하는 임의 확산모형은 오일러 방식보다 수평 분해능이 높다.

## 3. 수치실험 설계

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 3, 6, 12 및 24 시간 간격의 시간 분해능을 가진 확산실험을 실시하여 황사 입자들의 분포를 분석하였다.

## 4. 연구결과

확산모형에서 24시간 후 3시간 간격으로 바람장 자료를 제공했을 때와 12시간 간격으로 바람장 자료를 제공했을 때의 황사입자의 밀도분포로 3시간 간격과 12 시간 간격의 입자확산분포 차이가 크지 않았다(Fig. 1).

72시간 후 황사입자의 밀도분포( Fig. 2)에서는 3시간 간격과 12시간 간격의 입자확산분포 차이가 크며, 12시간간격의 자료는 입자의 양적 측면에서 차이가 크다.

Fig. 3에은 51시간 후의 1시간 간격과 12시간 간격의 바람장을 나타낸 것이다. 1시간 간격의 경우 남서풍계열의 바람이 불어 남북성분의 효과가 크게 나타났고, 12시간 간격의 경우 서풍계열의 바람이 우세하였다.

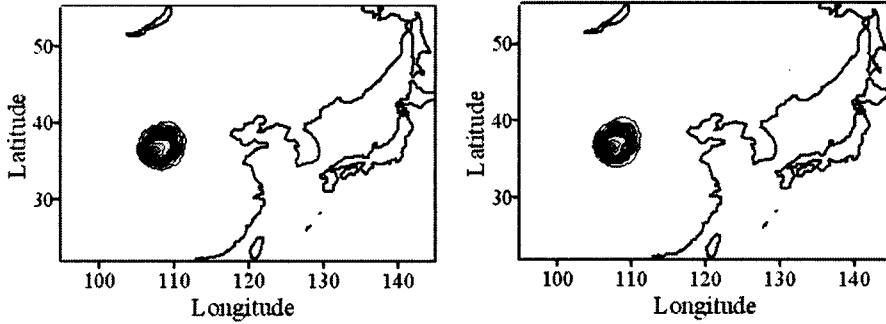


Fig.1. Particle density at 24hours after release wind data are inserted 3hour(left) interval and with 12hour(right) interval.

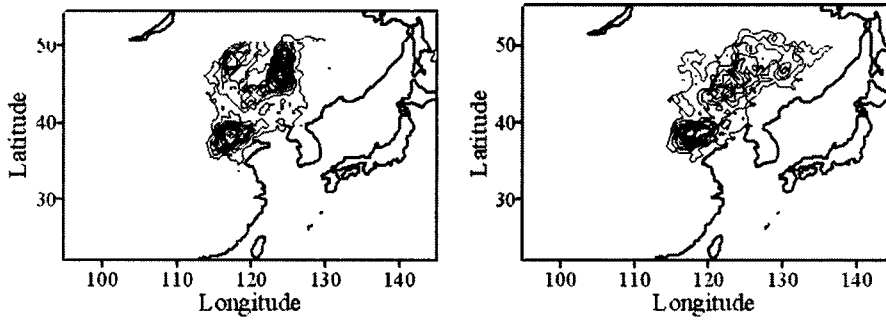


Fig.2. Particle density at 72 hours after release wind data are inserted 3hour(left) interval and with 12hour(right) interval.

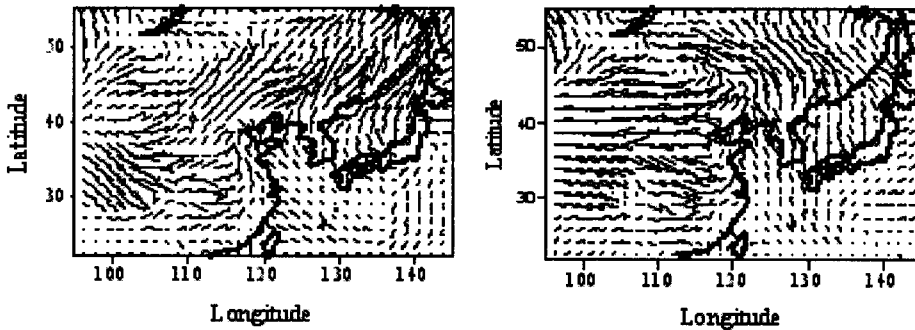


Fig. 3. Wind field at 51 hours after simulation start (left figure) interpolated wind of 1hour interval , (right figure) interpolated wind of 12 hour interval.

### 5. 요약 및 결론

대기역학모형과 확산모형의 결합을 통한 바람장의 시간해상도에 관한 수치실험을 실시하였다.

수치실험에서 초기(24시)의 경우, 시간해상도에 따른 확산의 차이는 크지 않았으나 시간이 경과함에 따라 입자확산분포의 차이가 크게 나타난다. 3시간 이하의 높은 시간해상도의 경우 입자분포의 차이가 크지 않으나, 6시간보다 간격이 큰 자료를 이용할 경우, 황사입자분포의 양적 측면에서 큰 차이를 나타낸다. 입력 바람장의 시간 간격이 큰 경우, 입자는 지역의 주풍 성분을 따라 분포한다(동아시아의 경우 서풍). 반면 시간간격이 작은 경우 주풍의 직각성분인 남북성분의 효과가 크다.

감사의 글 : 본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술개발사업의 하나인 "국지기상예측기술 개발" 과제에서 수행된 것입니다.

### 참고문헌

- [1] 곽은영, 이순환, 류찬수 (2003). 대기오염입자 확산에 따른 바람장 시간 분해능에 관한 수치연구, 한국지구과학회 추계학술발표회 *proceedings*, 128-129.
- [2] 이순환, 이화운, 김유근 (2002). 복잡지형에서 도시화에 따른 대기오염 확산에 관한 시뮬레이션, 한국대기환경학회지 18(2), 67-83
- [3] 전종갑, 예상욱, 곽용문, 정용승 (2000). 한반도에서 관측된 1998년 4월 황사의 특성 및 장거리 수송, 한국기상학회지, 36(3), 405-416.
- [4] 정용승, 김학성, 박기현, 전종갑, 첸 수젠 (2000). 1997~2000년에 관측된 황사의 농도와 부하량 및 시정(위성과 기상 분석), 한국기상학회지, 36(5), 583-600.
- [5] Lee S.-H. and F. Kimura (2001). Comparative studies in the local circulation induced by land-use and by topography, *Bound. Layer Meteorol.* 101, 157-182.