

## PA27) 2004년 3월 11일 황사 사례 특성 Characteristics of Asian Dust Event in 11 March 2004

김현탁 · 전영신 · 임주연 · 이상삼 · 남재철  
기상연구소 응용기상연구실

### 1. 서 론

우리나라는 봄철에 아시아 대륙의 건조지역과 사막, 황토고원 등에서 발원한 황사에 의해 대기 중 부유분진의 농도가 급격히 증가한다. 황사의 배출량은 발원지에서의 풍속과 지표면의 상태에 따라 주로 결정된다. 따라서 연중 어느 때나 이러한 발생 원인과 조건이 있으면 황사는 발생할 수 있다. 특히, 건조한 계절에 센 바람이 불면 황사가 발생하므로 발원지의 기상과 기후 조건에 따라 건조기인 3~5월에 자주 발생한다. 최근에는 만주지역과 내몽골지역 등으로부터 기원하는 황사도 빈번히 발생하고 있다(전영신 등, 2003). 황사가 발원하여 장거리 이동하는 동안 이동경로에 따라 각종 오염물질이 황사입자에 흡착하여 한반도의 대기질에 영향을 나타낼 수 있으며, 특히 중국의 서부 공업지역을 경유하면 더욱 심각한 대기오염현상을 일으킬 수 있다. 또한 이러한 황사현상은 아시아 지역에 국한되어 영향을 미치는 것뿐만 아니라 북미지역까지 장거리 이동하여 광범위하게 대기질(air quality)에 영향을 나타낸다(David et al., 2001; Husar et al., 2001; McKendry et al., 2001).

본 연구에서는 2004년 황사 사례 중 특히 중금속의 농도가 높았던 3월 11일 사례를 고찰해 보았다.

### 2. 연구 방법

PM<sub>10</sub>의 측정은 기상청(동작구 신대방동) 노장에서 고용량 시료 채취 장치(high volume air sampler)를 이용하여 대기중 PM<sub>10</sub>을 오전 9시부터 오후 6시까지 낮 동안 측정하였다. 분진 필터(8"×10")는 Whatman No. 41을 사용하였으며, PM<sub>10</sub> 시료의 포집 유량은 1.13m<sup>3</sup>/min으로 하였다. 2004년 포집된 PM<sub>10</sub>의 중금속 농도는 한국기초과학지원연구원(Korea Basic Science Institute)에 의뢰하여 분석하였으며, 관악산 측정소에서 β-ray 측정법에 의해 PM<sub>10</sub> 농도를 측정하였다.

황사입자수송모델은 3차원 이류, 확산, 건-습성침적 물리과정(In and Park, 2002; Westphal et al., 1987, 1988)을 포함하고 있으며, 기상자료는 기상청에서 생산하는 지역예보모델(RDAPS, 30km 수평해상도) 자료를 이용하였다. 또한 일기도와 NOAA 위성 영상은 기상청에서 제공하는 것을 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

3월 11일 PM<sub>10</sub>의 평균농도는 399.5 μg/m<sup>3</sup>로 나타났으며, 11일 오전 7시에 661 μg/m<sup>3</sup>로 최고 농도를 나타냈다(3월 10일 22시:황사주의보 PM<sub>10</sub> 500μg/m<sup>3</sup>이상). 또한 중금속 농도는 Al, Ca, Fe, Na, Mg, Mn이 각각 13.1, 8.8, 7.5, 1.9, 2.5, 1.9 μg/m<sup>3</sup>로 나타났으며, Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, Co가 각각 134.0, 24.1, 76.8, 18.4, 10.3, 0.7, 3.2 ng/m<sup>3</sup>로 나타났다. 강우나 연무 등 기상현상이 없었고, PM<sub>10</sub> 농도가 41.7 μg/m<sup>3</sup>로 대기가 깨끗했던 2003년 5월 15일의 중금속 농도와 3월 11일 중금속 농도를 비교해 볼 때 Mg 2.5배, Mn 95배, Cu 5.5배, Cr 7배, Ni 52배 높은 농도를 나타냈다. 2004년 3월 11일 발생한 황사의 경우 9일에 고비에서 발원한 것으로 사료되며(그림 1), 일기도와 황사예보모델에서 보는 바와 같이 황사가 발원한 이후 중국의 서부 공업지역을 경유하여 우리나라로 유입되는 것으로 나타났다(그림 1, 2). 또한 NOAA 위성 영상을 통해서도 황사가 한반도로 유입되는 것을 확인 할 수 있었다(그림 3). 황사는 3월 10일 19시 20분부터 11일 22시 45분까지 지속된 것으로 기상청에서 관측하였다. 따라서 황사는 발원지와 이동 경로에 따라 특성이 다르게 나타나는 것으로 사료된다.

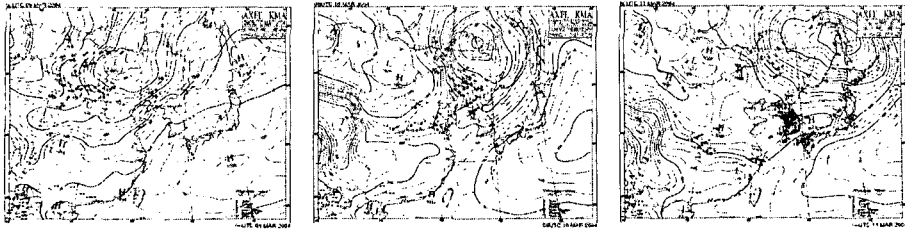


Fig. 1. Surface weather charts on 06UTC 9, 10, and 11 March 2004.

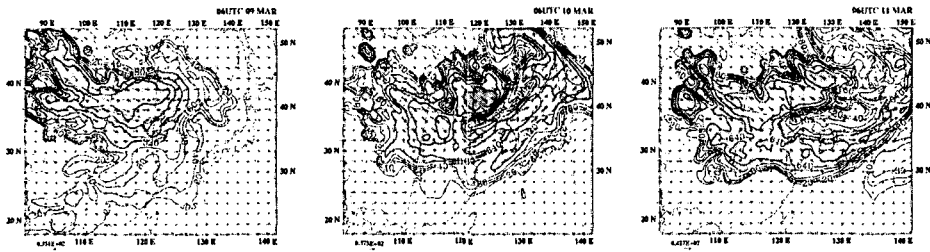


Fig. 2. Spatial distribution of the vertically integrated TSP concentration expressed in common logarithm ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) with the wind vector at the height of 1,500 m.



Fig. 3. NOAA satellite images on 10:07UTC 9, 05:01UTC 10, and 03:13UTC 11 March 2004.

## 사 사

본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술개발사업의 하나인 "황사 감시 및 예측기술개발(I)"과제의 일환으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- 전영신, 조경숙, 김영화, 이종국 (2003) 만주에서 발원한 황사 현상, *한국기상학회지*, 39(2), 251-263.
- David, M.T., J. F. Robert, L. W. Douglas (2001) April 1998 Asian dust event: A southern California perspective. *J. Geophys. Res.*, 106(D16), 18371-18379.
- Husar, R. B. et al. (2001) Asian dust events of April 1998. *J. Geophys. Res.*, 106, 18317-18331.
- In, H.-J., S.-U. Park (2002) A simulation of long-range transport of Yellow Sand observed in April 1998 in Korea. *Atmospheric Environment*, 36, 4173-4187.
- McKendry, I. G., J. P. Hacker, R. Stull, S. Sakiyama, D. Mignacca, and K. Reid (2001) Long-range transport of Asian dust to the lower Fraser Valley, British Columbia, Canada. *J. Geophys. Res.*, 106(D16), 18361-18370.
- Westphal, D. L., O. B. Toon, and T. N. Carlson (1988) A case study of mobilization and transport of Saharan dust. *Journal of Atmospheric Science*, 45, 2145-2175.