

GE3

'99년 1월 황사 사례분석

The analysis of episode about yellow-sand during '99/1/25~1/26

한진석·김병곤·박진수·진형아·안준영·최양일

국립환경연구원 대기연구부 대기화학과

1. 서 론

황사는 중국북부의 건조한 황토지역에서 바람에 의해 비산된 미세한 모래먼지가 상층으로 상승하였다가 편서풍을 타고 장거리 수송되면서 서서히 침강하는 현상으로 일반적으로 봄철인 3~5월에 동북아시아에서 발생한다. 그러나 '99년 1월25일 ~ 26일에 발생한 황사현상은 과거 이러한 현상과는 달리 조기에 발생하였으며, 전국적인 규모로 진행되었다. 이러한 1월의 황사 발생 현상은 과거에 일부 지역에 한해서 5차례(1976년 1회, 1979년 2회, 1988년 1회, 1994년 1회) 정도 관측된 바 있었으나 이번 사례와 같이 전국적인 현상은 아니었다.

본 연구에서는 전국의 대기오염 측정망 자료(TSP)와 황사기간 동안 채취된 먼지자료를 이용하여 황사의 이동과 공간적 농도분포와 입경분포, 입경별 이온성분을 중심으로 한 황사시료의 물리·화학적 특성을 살펴보고자 하였다.

2. 본 론

2.1 황사의 이동과 공간적 농도분포

올해 황사가 1월에 조기 발생한 원인으로는 올 겨울 내내 중국 화북지역이 예년에 비해 3°C 이상 높은 고온을 유지했으며 강수량이 적었던 것이 주원인이었다. 황사의 발생 시기인 1월 25일의 경우 총먼지(TSP)의 시간평균 최고치가 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (서울 문래동, 안산 원시동, 마산 회원동 등)으로 예년('97년) 황사시의 농도(200~500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 훨씬 크게 나타났다. 그리고 황사기간중 강화 석모리 등의 총먼지의 시간평균농도를 살펴보면 1월 25일 9시부터 점차 상승하여(200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 오후 3시에는 826 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 이르렀으며 2시간후에는 100km 이상 떨어진 청주에서 최고농도(오후 5시)가 관측되었고 마산은 7시간 후에 최고치(오후 11시)가 관측되었다. 전체적으로 황사의 이동 패턴이 상층의 북서기류의 영향으로 북서쪽에서 남동쪽으로 이동하고 있었고, 1일 기준치인 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 시간이 6~11시간 정도 유지되었음을 알 수 있었으며, 25일 일평균치는 250~340 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준이었다. 겨울철에 일시적으로 황사가 발생하여 다른 때와는 달리 상당히 광범위한 영역에 걸쳐 한반도에 영향을 주었고, 고농도의 황사 사례가 한반도를 통과하는 데에 약 20시간 정도가 소요되었다.

2.2 황사시료 분석

황사기간 중 Dichotomous Air sampler로 채취한 시료에 대한 분석을 실시하였다. 전자현미경을 이용하여 채취된 시료를 300배, 1000배 촬영하여 입자의 크기 및 형태학적 특성을 조사하였으며, 토양입자에 주로 나타나는 결정형 금속산화물 입자인 3~10 μm 의 입자가 주종을 이루고 있는 것을 분석되었다. 또한 XRF를 이용하여 금속성분을 분석결과 Al, Si, Ca, Mg 등의 토양성분이 많이 검출되었다.

2.3 입경분포와 이온성분농도

입자의 입경분포를 알아보기 위하여 황사기간 동안 먼지입자개수기(Optical Particle Counter)를 이용하여 입자의 개수농도를 측정하여 분석을 실시하였다. 입자의 크기별 개수농도를 분석한 결과 평상시의 측정결과와는 달리 조대먼지에 해당하는 영역의 입자개수농도가 크게 증가하고 있는 것으로 나타났다. 이는 토양에서 비산된 자연발생 조대먼지가 상당부분 중국으로부터 우리나라까지 이동해왔다는 증거라고 할 수 있다. 위의 성분분석결과와 함께 살펴보면 주로 토양에서 발생한 성분들이 주를 이루었으며 입자크기가 큰 영역에 해당하는 부분이 평상시보다 상당히 크게 나타났다.

또한 Anderson air sampler를 이용하여 각 입경별로 채취한 시료의 이온성분을 황사기간('99/1/25)과 평상시('99/1/28)와 비교하여 분석하였다. 황사기간동안 SO_4^{2-} , NO_3^- , Ca^{2+} 의 농도가 조대 입자영역에서 평상시 보다 높게 나타나고 있었다. 이는 황사현상 시 아황산가스 등과 같은 기체상 오염물질이 이동하는 과정에서 입자상물질의 표면에 흡착 반응한 결과인 것으로 추정된다.

참 고 문 헌

- 한진석 등 1997 : 장거리이동 대기오염물질의 공간분포 및 변화에 관한 연구(I,II), 국립환경연구원 보고서.
 문길주 등 1997 : 동북아 대기오염 장거리 이동과 환경협력방안에 관한 조사(II), 한국과학기술원 보고서.

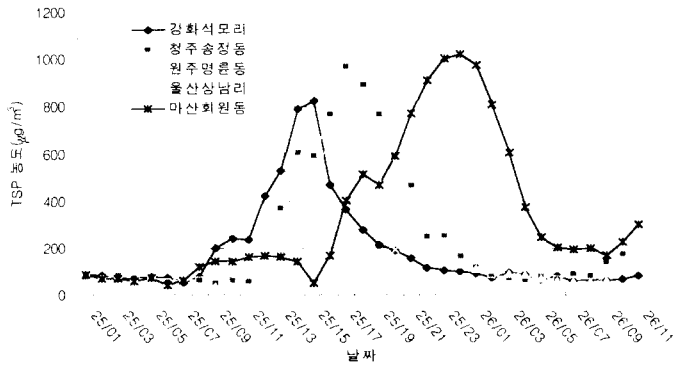


Fig. 1. 황사 영향권의 시간에 따른 이동(TSP, '99/1/25~1/26)

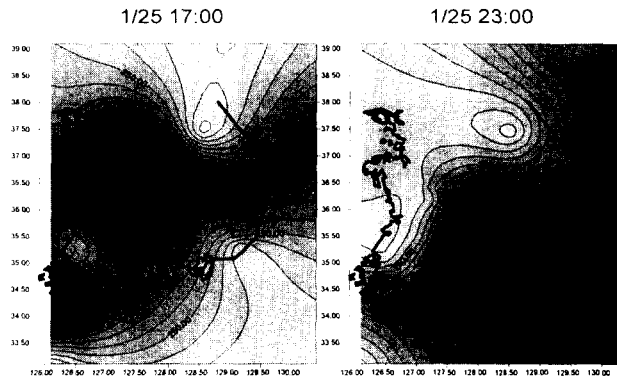


Fig. 2. 황사의 이동과 공간적 농도분포

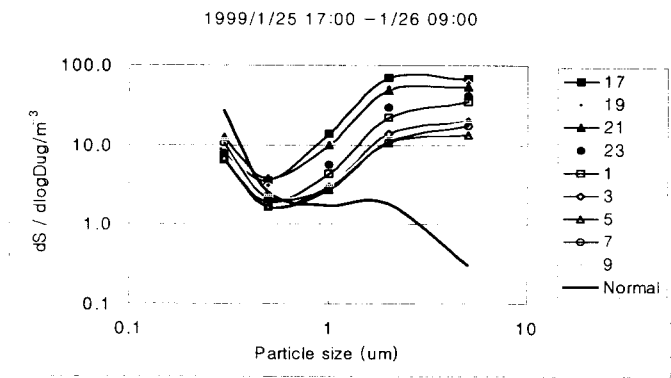


Fig. 3. 입경분포의 변화

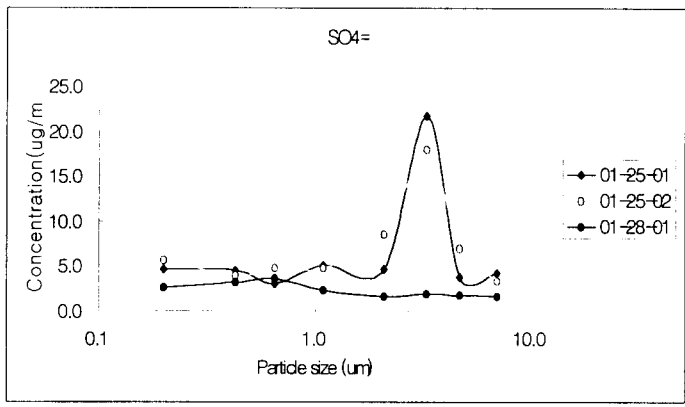


Fig. 4. 입경별 이온성분 농도(SO_4^{2-})