

PB7) 황사현상에 의한 먼지의 입경별 분포와 중금속 오염특성 A Study on the Concentration Distribution Characteristics of Air Pollutants by Yellow Sand Phenomenon

이용기 · 최양희 · 임홍빈 · 최승석 · 김종찬
경기도보건환경연구원

1. 서 론

한반도를 위시한 동북아 지역은 급속한 산업 및 경제적 활동 증가로 세계의 주요 오염지역으로 대두되고 있다. 대기오염물질의 이동확산은 어느 특정지역에서 광범위하게 확산되기 때문에 이에 따른 오염과 피해 사이에 시간과 공간적인 차이가 존재하고 있으며 인과관계도 불명확한 상황이다. 매년 봄 한반도를 위시한 동북아지역에 중국, 만주 등지를 기원으로 하는 황사가 빈번하게 발생되고 있고 황사와 함께 이동되는 대기오염물질들 역시 강한 서풍기류에 의해 북태평양까지 이동할 만큼 장거리 이동현상도 발생되고 있다¹⁾.

자연적인 토양발생원으로서의 황사는 그 입경분포가 주로 10 μ m 이상의 조대입자 군에 속하지만 대기에어로졸의 중요한 성분인 미세입자(PM-2.5 ; $dp \leq 2.5\mu$ m)로서 fine particulate matters(FPM))도 다량 포함하고 있어 이에 대한 관리규제와 기초연구의 필요성이 대두되고 있으며,²⁾ 이것은 햇빛을 산란, 흡수하게 되므로 하늘이 뿌옇게 보여 시정을 악화시키고 특히, 가시광선의 파장역인 1 μ m 이하에서 이러한 현상은 더욱 심하다.

도시대기 중 분진의 입경별 농도분포는 크게 다음과 같이 공기역학적 직경 2.5 μ m를 기준으로 양분적인 분류를 하는 것이 가능하다. 직경기준을 초과하는 조대입자(coarse particle)들은 주로 도로표면, 노천광, 불특정오염원, 농업활동 등을 위시한 여러 유형의 자연적인 오염원을 통해 방출된다. 반면 직경기준 이하의 크기에 속하는 미세입자(fine particle)들은 주로 자동차, 트럭, 버스와 같은 이동오염원과 화학적 공정 등과 같은 고정오염원을 포함한 여러가지 인위적 배출원으로 부터 방출된다.

본 연구는 황사와 관련된 분진의 분포특성을 도출하기 위하여, 입경별 분진간의 상대적 또는 절대적 관계에 대한 의미를 해석하였고 이들 자료를 통해 황사가 진행되는 단계에서 황사의 유입에 의한 분진의 크기별 분포와 이에 따른 중금속성분의 농도분포 등을 조사하여 황사의 구성인자들이 지닌 특성을 규명하고자 하였으며 이러한 기초연구를 통하여 장거리 이동 대기오염물질의 장기적인 정책 자료를 확보하고자 하는데 목적이 있다.

2. 연구 방법

조사기간 중 황사 발생은 8일 이었고 이 중에서 6일간의 자료를 활용하였다. SO₂ 등 일반대기오염물질은 연구원이 보유하고 있는 대기오염이동측정차량을 이용 측정하였고 Total Suspended Particulate(TSP)는 High Volume Air Sampler(Anderson)를 이용하였으며 미세입자는 PM2.5 Auto sampler(Tecora, Model, Sky Post PM)를 이용 16.7L/min의 유속으로 시료를 채취하였으며 실험에 사용된 여지는 pore size 2 μ m, 직경 47mm의 teflon filter(TEF-DISC)를 사용하였다. 이 여지는 낮은 바탕농도를 가지고 있어 XRF, INAA, ICP, IC, AAS 등의 방법으로 분석하기에 알맞은 여지로 알려져 있다.³⁾ 여지는 시료 채취전후로 항온, 항습 상태의 chamber에서 항량을 시킨 후 0.01mg의 감도를 가진 전자저울을 이용 무게를 달아 칭량 전후의 무게차로 PM2.5의 농도를 구하였다. 여지 위에 채취된 무기원소분석을 위한 전처리 방법은 미국EPA에서 고시한 CWA(Clean Water Act)의 microwave 을 이용한 질산 전처리 법을 수행하였다. 전처리가 끝난 시료는 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer, PERKIN ELMER, Model OPTIMA 3000)을 사용하여 Pb, Cr, Cd, Cu, Zn, Mn, Fe, Al, Ca, Mg, Na, K, Ni, Si 등 14개 무기원소성분을 분석하였다.

3. 결 론

황사와 관련된 분진의 분포특성을 도출하기 위하여, 입경별 분진간의 상대적 또는 절대적 관계에 대한 의미를 해석하였고 이들 자료를 통해 황사가 진행되는 단계에서 황사의 유입에 의한 분진의 크기별 분포와 이에 따른 중금속성분의 농도분포 등을 조사하여 황사의 구성인자들이 지닌 특성을 규명하고 기초연구를 통하여 장거리 이동 대기오염물질의 장기적인 정책 자료를 확보하고자 수행한 본 연구에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

황사현상이 발생하면 TSP는 11배, PM10은 7.4배, PM2.5는 3.1배의 농도가 증가하여 TSP 증가율이 가장 높았다.

황사기간 중 무기원소의 농도분포 변화는 PM2.5 및 PM10 모든 영역에서 토양유래성분은 증가한 반면 인위적기원 성분은 오히려 감소하였으며, 유해중금속의 농도증가율은 PM2.5보다 TSP에서 높게 나타나 황사가 발생하면 유해중금속은 PM2.5이상의 조대입자에 많은 것으로 나타났다.

대기 에어러플의 농축계수를 비교한 결과 황사기간보다 평상시의 농축계수가 더 높았으며, 입자의 크기영역에서는 TSP보다 PM2.5에서 높은 E.F값을 나타냈다.

황사에 함유된 TSP와 무기원소의 상관분석을 시행한 결과 Ca, Mg 등 토양유래중금속의 상관성이 높게 나타났으며 황사의 침착량에 따라 유해 중금속원소인 Cr의 침착량이 영향을 받는 것으로 나타났다.

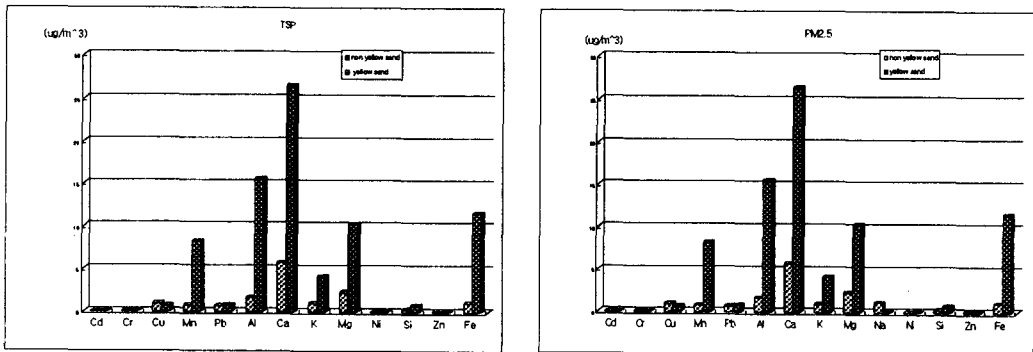


fig 1. Comparison of heavy metal concentration before and after the yellow sand.

황사기간 중 측정된 PM10의 평균농도는 대기환경기준을 초과하였으며 최고 6.6배의 높은 초과율을 나타냈으며 PM2.5는 미국기준치의 1.4배를 초과하는 수준이었다.

참 고 문 헌

1. Ta-Hsiung Lin, Long-range transport of yellow sand to Taiwan in Spring 2000 : observed evidence and simulation. Atmospheric environment, 2001, 35, pp5873-5882.
2. 김병화, 김동술, 수원지역 대기중 PM_{2.5}와 PM₁₀의 환경거동에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 2000, 16(2), pp89~101.
3. Chow, J. C. Measurement methods to determine compliance with ambient air quality standards for suspended particles, J. Air & Waste Manage. Assoc., 1995, 45, pp320-382.
4. Wu Xuefang. China national Atmospheric Environmental Planning Toward the 21st Century, 국립 환경연구원 2000년 환경의날 기념 국제세미나, 2000, pp31-48.
5. 이상인, 조석연, 심상규, STEM II를 이용한 한국과 중국동부지역의 대기오염물질 이동/확산/침착 모사에 관한 연구-II 한중간 SO₂와 sulfate의 이동에 관하여, 한국대기환경학회지, 1995, 11(5), pp163-170.