

PA11) 울산에서 측정된 2007년 봄철 황사의 입경별 특성 분석 Analysis of Size Characteristics of Asian Dust in Ulsan, 2007

안 미 옥 · 이 병 규

울산대학교 건설환경공학부

1. 서 론

봄에 우리나라의 대기 중 입자상 물질은 국내의 오염원 이외에도 황사 때문에 증가하는 경향을 보인다. 최근 중국의 급속한 산업화와 산림 개발로 인해 토양유실 및 사막화가 급속히 진행되면서 황사 발생 지역과 황사량이 증가하고 있는 실정이다. 황사의 발원지에 따라 입자의 크기가 다르나, $20\mu\text{m}$ 보다 큰 입자는 조금 상승하다가 부근에 떨어지고, 그 이하는 부유하여 상층까지 올라가서 이동하게 된다. 그래서 우리나라에서 관측되는 황사의 크기는 $1\sim 10\mu\text{m}$ 범위이며, $3\mu\text{m}$ 내외의 입자가 가장 많은 것으로 알려져 있다. 황사가 사막화의 확대나 연료 벌채 등의 인위적인 요인을 가지고 있으나, 지질학적인 요인이나 기상학적인 요인도 강하게 작용하므로 이에 대한 분석을 바탕으로 한 대책 수립이 시급한 실정이다. 2007년 울산에서는 황사 경보가 발령된 3월 31일~4월 2일에 발생한 황사와 5월 25일~26일에 발생한 황사를 포함하여 두 차례의 황사가 관측되었다. 이에 본 연구는 2007년 봄철 울산에서 발생한 황사를 입경별 9단계로 분류하여 각각의 특성을 분석하고자하였다.

2. 연구 방법

샘플링은 황사가 예보된 후 울산의 주요 교통지점인 신복로타리와 온산비철급속공단의 중심에서 수행하였다. 최악의 황사라 불리는 3월 31일~4월 2일에 발생한 황사는 로타리 부근의 1층 건물 옥상에서 황사기간과 그 후를 일정시간 동안 샘플링 하여 서로 비교하였다. 5월 25일~26일에 발생한 황사는 황사가 최고점을 기록한 직후부터 샘플링을 시작하였으며 신복로타리와 비철급속공단에서 측정하였다. 입자상오염물의 입경별 시료채취는 유량이 $28.3\ell/\text{min}$ 인 8단 분진 분리 채취기(Ambient Cascade Impactor-Environmental Tisch)를 사용하여 이루어졌다. 시료포집에 사용된 필터는 Environmental Tisch의 Te-20-301이며 입경별 입자상오염물의 농도 분석은 샘플링 전, 후 Filter를 향온이 유지된 실험실에서 24시간 동안 데시케이터 안에서 항량 시킨 후, $\pm 0.00001\text{g}$ 까지 읽을 수 있는 전자저울을 사용하여 포집 전, 후의 무게차로 농도를 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 3월 31일부터 4월 2일까지 발생한 강한 황사기간과 그 황사가 지나간 후 보통의 대기환경(비황사기간)에서의 대기중 입자의 입경별 분포 비율을 나타낸 것이다. 강한 황사의 경우 입자의 크기가 $2.5\mu\text{m}$ 이상인 조대입자의 비율이 65%로서 전체의 절반이상을 훨씬 넘게 차지하였다. 비황사의 경우는 입자의 크기가 $2.5\mu\text{m}$ 이하인 미세입자와 $2.5\mu\text{m}$ 이상인 조대입자의 비율이 각각 42%와 58%를 차지하였다. 특히, $\text{PM}_{1.0}/\text{PM}_{2.5}$ 비율을 보면 황사 및 비황사기간 동안 각각 0.14 및 0.48로 황사기간에는 입자의 크기가 $1.0\mu\text{m}$ 이하인 (초)미세입자의 비율이 매우 감소하는 것으로 관측되었다. 그러나 황사 및 비황사기간 동안 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 조대입자의 비율은 각각 1.83 및 1.36으로 황사기간 동안에는 조대입자의 비율이 크게 증가 하는 것으로 확인된다.

Table 1. Comparison of fraction of particle size in ASD and Non-ASD.

Sampling date	PM _{1.0} / PM ₁₀	PM _{2.5} / PM ₁₀	PM _{2.5-10} / PM ₁₀	PM _{1.0} / PM _{2.5}	PM _{2.5-10} / PM _{2.5}
ASD(3.31~4.2)	0.05	0.35	0.65	0.14	1.83
Non-ASD(4.3)	0.20	0.42	0.58	0.48	1.36

그림 1은 2007년도 울산에서 관측된 서로 다른 기간에 발생한 황사를 각각 교통밀집 지역과 비철금속 공단에서 측정된 입자상오염물질의 입경별 농도를 나타낸 자료이다. 총 농도의 차이가 있으므로 패턴을 분석하기 위하여 5월 황사는 보조 Y축을 이용하여 나타내었다. 5월 황사는 3월 황사와는 다소 다르게 입자의 크기가 2.1~3.3 μm 부근에서 농도가 가장 높게 나타났고, 미세입자와 조대입자가 비슷한 비율을 보인다. 평소 온산공단의 봄철 입자상오염물질은 0.7~1.1 μm 사이의 입경에서 가장 높은 농도를 보이는데 5월에 측정된 황사의 경우 1.1~2.5 μm 사이의 미세입자와 4.7~9 μm 사이의 조대입자 영역에서 큰 농도 증가가 관측된다.

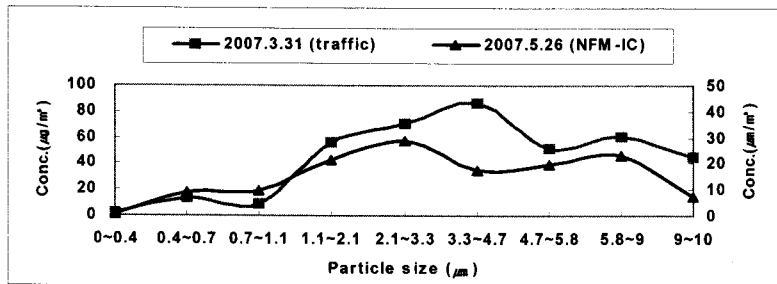


Fig. 1. Size distribution of ASD at Traffic area & NFM-IC area.

그림 2에는 2006년 4월 8일에 울산의 신복로타리에서 측정된 황사농도의 입경별 분포와 2007년 3월 31일에 같은 장소에서 측정된 황사농도의 입경분포를 비교하여 나타내었다. 그림 3에는 2006년 4월에 발생한 황사의 역궤도 추적 분석 결과를 나타내고 있는데, 울산에 도착되기 전 육지와 바다의 경로를 모두 거친 관계로 두 지역의 영향을 상당히 받은 것으로 추정된다. 그림 2에서 보면 같은 장소에서 측정된 두 황사의 입경별 특성이 유사한 것을 볼 수 있다. 따라서 2007년 3월 31일 울산에서 관측된 황사도 2006년 4월 황사와 유사한 발생원과 역궤적을 가질 것으로 추정된다.

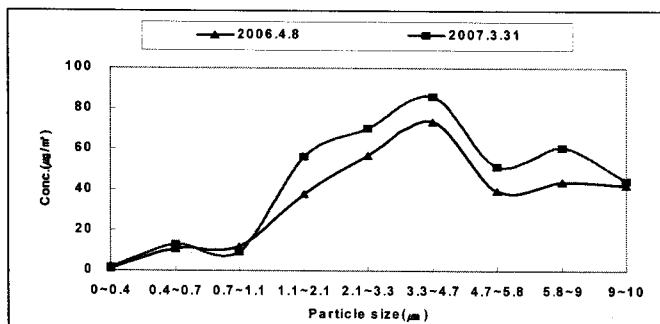


Fig. 2. Size distribution of 2006 ASD and 2007 ASD.

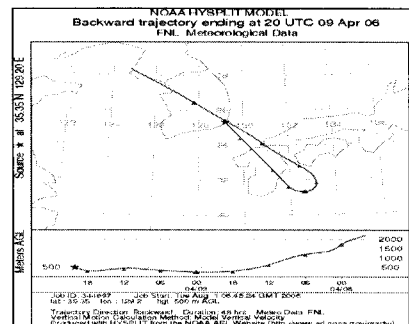


Fig. 3. Backward trajectory of ASD, 4/8 2006.

참 고 문 헌

- 김애리 (2006) 2006년도에 발생한 울산지역 황사의 입경별 농도 분포 특성연구, 한국대기환경학회지 추계학술대회 논문집, 377-378.
- 이병규 (2003) Comparison of particulate matter characteristics before, during, and after Asian dust events in Incheon and Ulsan, Korea, Atmospheric Environment, 1535-1545.
- 이병규 (2004) Analysis of regional and temporal characteristics of PM10 during an Asian dust episode in Korea, Chemosphere, 63, 1106-1115.
- 전나영 (2003) 울산에서 황사와 산성오염물질의 이동과 농도 분포 특성 연구, 울산대학교 대학원 석사학위논문.