

PA10) 3 Stage, 4 Stage Filter Pack 측정방법 비교 및 제주 고산지역 대기 중 입자상, 가스상 물질의 분포특성

Comparison Study of 3 Stage and 4 Stage Filter Pack Monitoring Method and Characteristics of Chemical Species in Gaseous and Aerosol Phase at Gosan

안준영 · 홍유덕 · 한진석 · 김현재 · 이종길 · 심재형 · 신선아 · 공부주
 국립환경과학원 대기환경과

1. 서 론

대기중 입자상물질은 dust, sea-salt, fossil fuel, biomass 그리고 대기중 화학반응에 의한 생성 등 매우 다양한 발생원으로부터 대기중으로 방출되므로 이들 입자들의 크기에 따른 물리·화학적 특징을 파악하는 것은 중요하다. 주로 조대입자에 존재하는 것으로 알려진 토양성분등과 해염입자들의 성분을 파악하기 위해서는 PM₁₀ 입자의 sampling이 필요하며, 오염물질의 장거리 이동현상이나 대기중 화학반응 등을 연구하기 위해서는 PM_{2.5} 입자의 sampling이 중요하다. 현재 동아시아 지역은 이들 PM₁₀, PM_{2.5} 입자의 연구가 매우 활발하게 진행되고 있으며 봄철 중국으로부터 불어오는 황사(Asian Dust)로 대표되는 대기오염물질의 장거리 이동현상에 대한 연구 또한 매우 활발하게 진행되고 있다. Impactor 포집방법과 Cyclone 포집방법이 입자의 관성(Inertia)을 이용하여 PM₁₀, PM_{2.5} 입자를 측정하는 대표적인 방법이다. Impactor의 경우 큰 입자의 재비산 문제와 sampling 효율을 높이기 위해 사용되는 grease 등으로 인한 문제점이 있으며, Cyclone의 경우 내부의 난류로 인한 효율 저하 등이 문제점이나 두 방법이 입자의 화학성분을 분석하기 위해 다양한 Filter를 사용할 수 있는 multi-stage Filter Pack의 장착이 가능하기 때문에 널리 사용되고 있다. 이번 연구에서는 PM₁₀, PM_{2.5} 입자 각각에 대해서 Cyclone이 부착된 3 Stage Filter Pack 측정방법과 적은 유량(1, 2 l/m) 장시간 sampling하도록 고안된 Open face 측정방법 및 Impactor를 사용하여 sampling 4 Stage Filter Pack 방법을 비교하여 보았으며 sampling된 입자 및 가스성분의 화학적 성분을 분석하여 제주 고산지역 입자상의 특징을 알아보고자 하였다.

2. 연구 방법

측정방법 비교 및 PM_{2.5}, PM₁₀ sampling을 위한 filter pack은 그림 1, 2와 같이 구성하였다. Cyclone 방법의 경우 2.5, 10 μ m Cyclone(URG-2000-30UB)에 3 stage teflon filter pack, 유량계, 펌프로 구성하여 5/16일부터 30일까지 매일 16.7 l/m의 유량으로 sampling 하였다. Open face 4 Stage Filter Pack 측정방법은 2개의 filter pack에 각각 1, 2 l/m의 유량으로 5일씩(3회, 5/16~20, 21~25, 26~30) sampling 하였으며 Impactor 방식은 10 l/m 유량으로 매일 sampling 하였다.

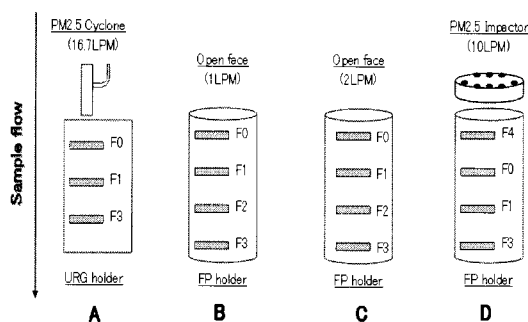


Fig. 1. Schematic view of filter pack system.

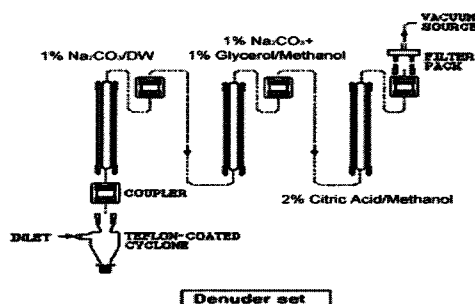


Fig. 2. Schematic view of Denuder system.

Filter는 F0-Teflon filter(PTFE), F1-Nylon filter(Polyamide), F2-Alkali filter(impregnated by K_2CO_3), F3-Acid filter(Quartz fiber, impregnated by H_3PO_4), F4-Dount filter(2500QAT-UP)를 사용하였으며 입자상용 filter는 sampling 전·후에 동일한 데시케이터에서 24시간 이상 보관한 후 마이크로밸런스(Mettler, AT201)를 사용하여 무게를 측정하였다. 또한 무기성분의 분석을 위해 증류수로 추출한 후, IC(Dionex, DX-2000)를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 3에 각 측정방법에 대한 측정기간 동안의 입자상물질의 질량농도를 나타내었다.

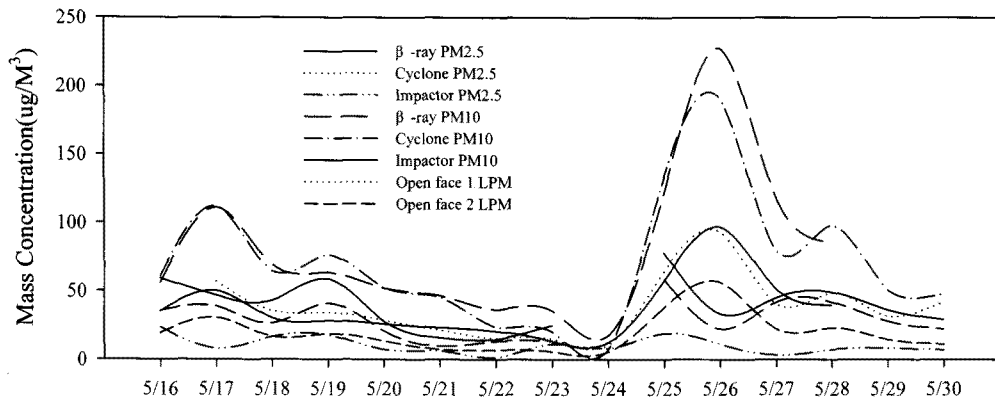


Fig. 3. Daily variations of Aerosol mass concentration at Gosan, Jeju (2007. 5/16~20).

질량농도 측정결과 Cyclone 측정방법은 환경부 고산 측정소의 PM_{10} , $PM_{2.5}$ β -ray 측정값과 근접한 값을 나타내었고 Open face 측정방법 역시 측정기간 중 Cyclone 측정평균값과 큰 차이를 나타내지 않았으나 Impactor 방법은 비교적 차이가 나타났다. 측정기간 중 5/26은 황사의 영향으로 PM_{10} 질량농도가 $191\mu g/m^3$ 으로 증가하였으며 $PM_{2.5}$ 농도 역시 $93.3\mu g/m^3$ 으로 증가하였다. 무기성분의 농도를 살펴보면 음이온성분은 SO_4^{2-} 이 주성분이었으며 양이온에서는 NH_4^+ 이 주 성분으로 나타났고 황사기간중에는 Ca^{2+} 와 같은 토양성분의 이온이 크게 증가하였다. 5/28일 PM_{10} 질량농도는 해염입자의 증가폭이 크게 나타나는 특징이 나타나 5/26의 황사기간과는 다른 성분분포가 나타났다. SO_4^{2-} 과 NH_4^+ 은 황사 전·후에서 모두 $PM_{2.5}$ 에서 주로 존재하는 것으로 나타났다(그림 4).

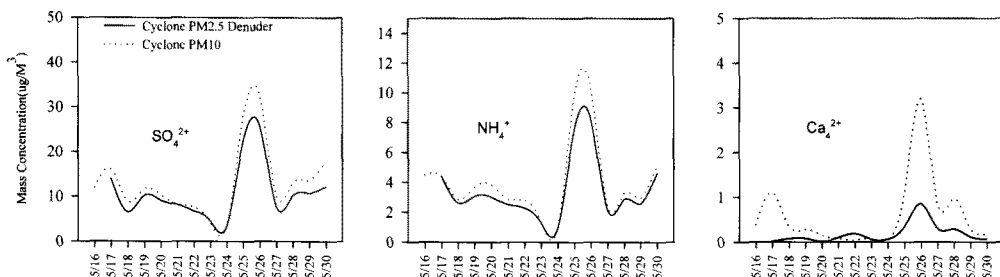


Fig. 4. Daily variations of SO_4^{2-} and NH_4^+ , Ca^{2+} ion concentration in $PM_{2.5}$, PM_{10} aerosol.