

4A3) 배경지역 초미세입자 특성 분석

Characteristics of Ultra Fine Particle at Background Area

박진수 · 공부주 · 김상균 · 이상덕 · 김정수

국립환경과학원 기후대기연구부 대기환경연구과

1. 서 론

대기 중에 먼지는 다양한 크기로 존재하며 복잡한 대기조성에 의해 생성되는 순간부터 여러 화학물질과 반응하며, 성장하는 것으로 알려져 있다. 특히 가장 작은 크기를 가지는 뉴클레이션(nucleation mode, 1-3 nm~50nm)영역의 입자는 응축(agglomerating, > 50nm) 되어 보다 큰 입자로 성장하기 전에 대기 중에 몇 시간 정도만 존재하는 것으로 알려져 있다(Canagaratna et al., 2007). 대기 중 입자(Aerosol)의 화학적/물리적 성분을 효과적으로 파악하기 위해서는 이러한 변화과정 및 생성과정에 대한 정보 파악이 필수적이며 보다 작은 입자에 대한 측정/분석 기술의 개발이 필요하다.

최근 기존 가스상 물질 분석에 사용되었던 질량 분석기술(Mass Spectrometric techniques)을 먼지에 적용하기 위한 연구가 진행된 바 있으며, 해상도를 높이기 위하여 ToF(Time of Flight) 기술을 접목하는 기기 개발이 진행된 바 있다. 본 연구에서는 국내 최서북단인 백령도 대기종합측정소에 설치된 에어로솔 토포메스(ToF-MS) 분석기를 이용하여 배경지역 초미세입자의 화학적 특성을 파악하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용된 분석기는 그림 1과 같이 먼지 흡입부(particle inlet)→입자 크기 선별 부분(aerodynamic lens)→ToF 영역→입자성분 분석부분(particle composition detection)으로 구성된다.

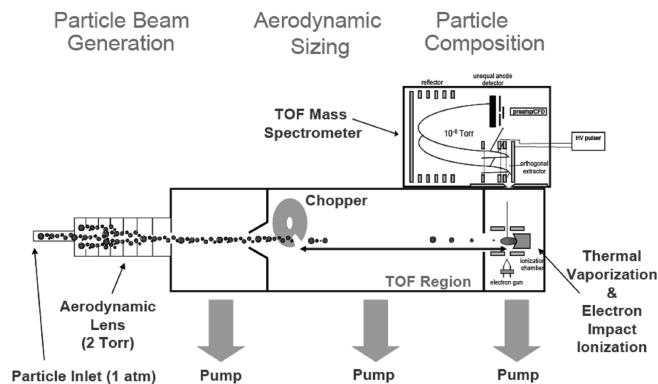


Fig. 1. Aerodyne ToF-AMS.

2.1. 흡입부

1 μ m 이하의 먼지 시료들이 공기역학적 렌즈를 통해 진공이 충분히 확보된 ToF 영역으로 유입되게 되며, 내부 진공으로 폭이 좁은 입자 빔(air + particle)을 만든다. 고속으로 회전하는 초퍼(Chopper, 100~150Hz)에 의해 한 세트의 샘플이 만들어 진후, 열 증발기(Thermal vaporization)에 작은 입자부터 도착하게 된다. 입자와 공기의 증발을 위해 500~650 $^{\circ}$ C로 설정된 텅스텐 글로브에서 증발된 물질은 ToF-Mass spectrometer 부분으로 옮겨져 화학적 분석과 질량 분석이 이루어진다.

2.2 Particle sizing chamber

렌즈는 에어빔(air beam)을 만들기 위한 부분으로 관성 충돌 원리를 이용하여 일정크기 이상의 입자를 차단하는 역할과 텅스텐 증발기 부분에 에어빔을 정조준(focusing)한 역할을 한다.

2.3 검출 부분

입자의 조성을 구분하는 부분은 질량 검출기와 ToF 부분으로 구성되어 있다. 이 부분에서 단일 입자에 대한 완전한 질량 스펙트럼이 분석되면 스펙트럼은 화학성분으로 계산되어 나타난다.

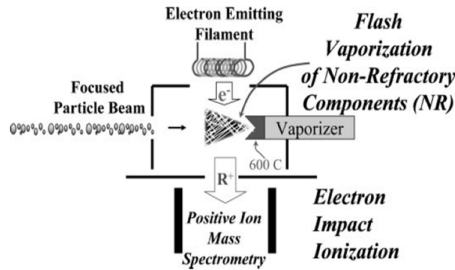


Fig. 2. AMS 검지 부분의 모식도.

2.4 분석 기간

분석 기간은 2008년 6월, 2009년 2월을 대상으로 하였으며, 기기특성에 따른 장기 운전이 불가능하였으므로 1회 5일을 샘플링 하였다. 미세먼지(PM₁₀) 농도가 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상/이하 인 날을 구분하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

에어로솔 질량분석기를 이용하여 배경지역 입자상물질의 특성을 분석하였으며, 그림 3은 2008년 6월 1일 발생한 황사 전후의 화학성분 농도변화(a)와 1 μm 이하의 입경에 따른 화학성분 농도를 나타낸 것이다. 황사 발생 전 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 수준에서 유지되던 Sulphate 농도가 황사 유입 후 급격히 높아 졌으며, 0.3 μm 입경에서 Sulphate, Ammonium, Nitrate의 농도가 급격히 높아지는 것을 관측할 수 있었다.

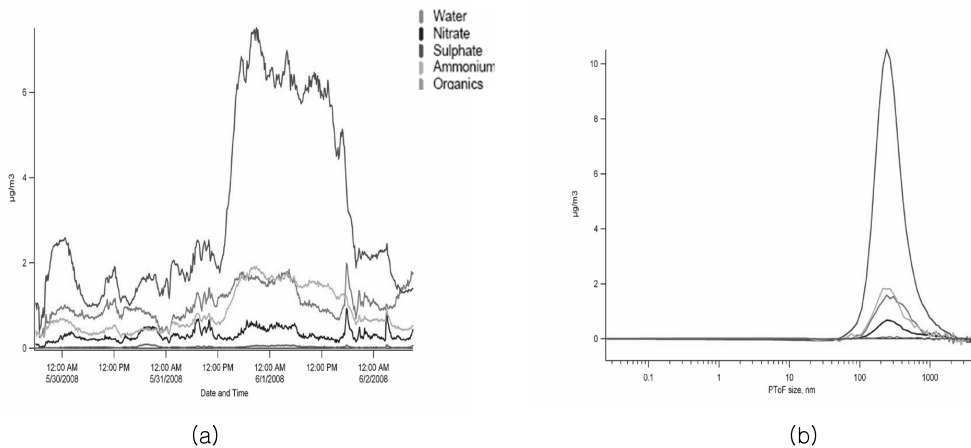


Fig. 3. 황사발생 전후의 화학성분 농도 변화 및 입경별 화학성분 농도 특성(2008. 6).

참 고 문 헌

Canagaratna, M.R., J.T. Jayne, J.L. Jimenez, J.D. Allan, M.R. Alfarra, Q. Zhang, T.B. Onasch, F. Drewnick, H. Coe, A. Middlebrook, A. Delia, L.R. Williams, A.M. Trimborn, M.J. Northway, P.F. DeCarlo, C.E. Kolb, P. Davidovits, and D.R. Worsnop (2007) Chemical and Microphysical characterization of ambient aerosols with the aerodyne aerosol mass spectrometer, *Mass Spectrometry Reviews*, 26, 185-222.