

## 1A1) MOUDI를 이용한 서울시 에어로졸 이온 성분의 입경별 분포와 계절 변화 특성

### Size Characteristics and Ionic Compositions of Aerosols in Seoul and Their Seasonal Variation

김자한 · 황길영 · 이미혜 · 이강웅<sup>1)</sup>

고려대학교 지구환경과학과, <sup>1)</sup>한국의국어대학교 환경학과

#### 1. 서 론

서울과 같은 대도시 지역은 인구가 집중됨에 따라, 자동차 사용량과 에너지 사용의 증가로 대기질 저하에 대한 우려가 커지고 있다. 대기로 방출되는 오염물질의 양이 증가함에 따라 미세먼지의 농도가 높아지면서 이에 대한 관심이 커지고 있다. 이러한 미세입자는 기원과 생성과정이 다양하며 그에 따라 크기와 조성이 달라지고, 입자들이 미칠 수 있는 영향도 그 특성들이 다양하다. 특히, 입경이 작은 입자들일 수록 인체의 호흡기에 미치는 피해가 크고, 지구 복사 에너지 수지에 더 큰 영향을 끼치게 된다. 따라서 본 연구는 서울시 대기의 입자들을 분석하여 입경별 조성을 파악하고, 계절적인 변화를 조사하여 도시로 유입되어 생성되는 입자들의 기원과 특성에 대한 이해를 목표로 한다.

#### 2. 연구 방법

2006년 3월 20일부터 26일, 5월 29일부터 6월 6일, 9월 25일부터 30일, 2007년 1월 7일부터 15일까지 총 4개의 기간으로 나누어서 하루에 23시간씩, 총 29개의 시료를 채취하였다. 시료는 서울시 성북구 안암동에 위치한 고려대학교 아산이학관 건물 옥상에서 채취하였고, 대기 중 입자들의 입경별 이온 조성을 파악하기 위하여 MOUDI(Micro Orifice Uniform Deposit Impactor)를 사용하였다. MOUDI는 비, 눈, 강풍 등에 대한 영향을 최소화하기 위하여 하우스 내부에 장착되었다. MOUDI는 18~10, ~5.6, ~3.2, ~1.8, ~1.0, ~0.56, ~0.32, ~0.18, ~0.1, ~0.056( $\mu\text{m}$ ), 총 10단으로 구성되어있으며, 47mm 2.0 $\mu\text{m}$  공극크기의 Teflon 재질 필터가 사용되었고, 유량은 30 LPM으로 고정하였다. 포집된 시료들은 24시간 테시케이터에 말린 후에, 전자저울을 이용하여 무게 차이를 이용하여 질량을 결정하였다. 시료에 포함된 수용성 이온들( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )의 농도는 이온 크로마토그래피로 분석하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

29개의 시료 모두 양이온에서는  $\text{NH}_4^+$ 이 가장 높고, 음이온에서는  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ 들이 높았다. 특히,  $\text{SO}_4^{2-}$ 는 모든 이온 중에서 가장 높은 농도를 보였다. 그림 1은 수용성 이온종에서 주요 이온종들( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ )의 농도를 계절별로 평균하여 입경에 따른 분포를 나타낸 것이다. 주로 0.1~0.18 $\mu\text{m}$ 의 condensation mode에서 상대적으로 큰 농도를 나타내고, 3월에는  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ 가 0.32~0.56 $\mu\text{m}$ 의 droplet mode에서도 두 번째 피크를 보였다. 9월에서는 대체적으로 상대적으로 입경이 큰 0.56~18 $\mu\text{m}$ 까지는 매우 낮은 농도를 나타내었는데  $\text{SO}_4^{2-}$ 만 5.6~10 $\mu\text{m}$ 의 입경 크기에서 다른 이온종에 비하여 높았다. 주요 이온종 외의 이온들을 살펴보면,  $\text{Ca}^{2+}$ 은 전체적으로 농도는 낮지만, 9월과 1월외에는 농도가 전 입경에 걸쳐서 골고루 분포되어 있었다.  $\text{Mg}^{2+}$ 도 모든 계절에서 농도가 0.1~0.18 $\mu\text{m}$ 의 크기 외에도 1~3.2 $\mu\text{m}$ 에서 0.1~0.18 $\mu\text{m}$ 에서의 농도와 비슷하게 나타나 주요 이온과 다른 양상을 보였다. 그림 1에서 계절적인 변화를 살펴보면, 전체적으로 3, 5~6월이 9월과 1월에 비하여 상대적으로 농도가 높았고, 특히 5~6월은 가스상 물질들의 빠른 화학 반응에 발생한 입자의 이차적인 생성으로 고농도를 보인 것으로 생각된다. 9월에는 대부분의 이온들은 가장 낮은 농도를 보였는데,  $\text{Ca}^{2+}$ 과  $\text{Mg}^{2+}$ 은 오히려 5~6월의 농도가 낮게 나타났다.

그리고 PM<sub>10</sub>에서 초 미세입자의 비율을 알기 위하여 PM<sub>1</sub>/PM<sub>10</sub>를 구하였는데 대부분의 이온종들은 3, 5~6월에 PM<sub>1</sub>의 비율이 가장 높고, 9, 1월이 가장 낮았다. 그러나, Mg<sup>2+</sup>는 전체적으로 PM<sub>1</sub>의 비율이 5~6월을 제외하고 다른 이온종들에 비하여 낮았고, Ca<sup>2+</sup>과 같은 경우에는 봄에서 겨울로 갈수록 증가하는 추세를 보이는 다소 상이한 경향을 보인다.

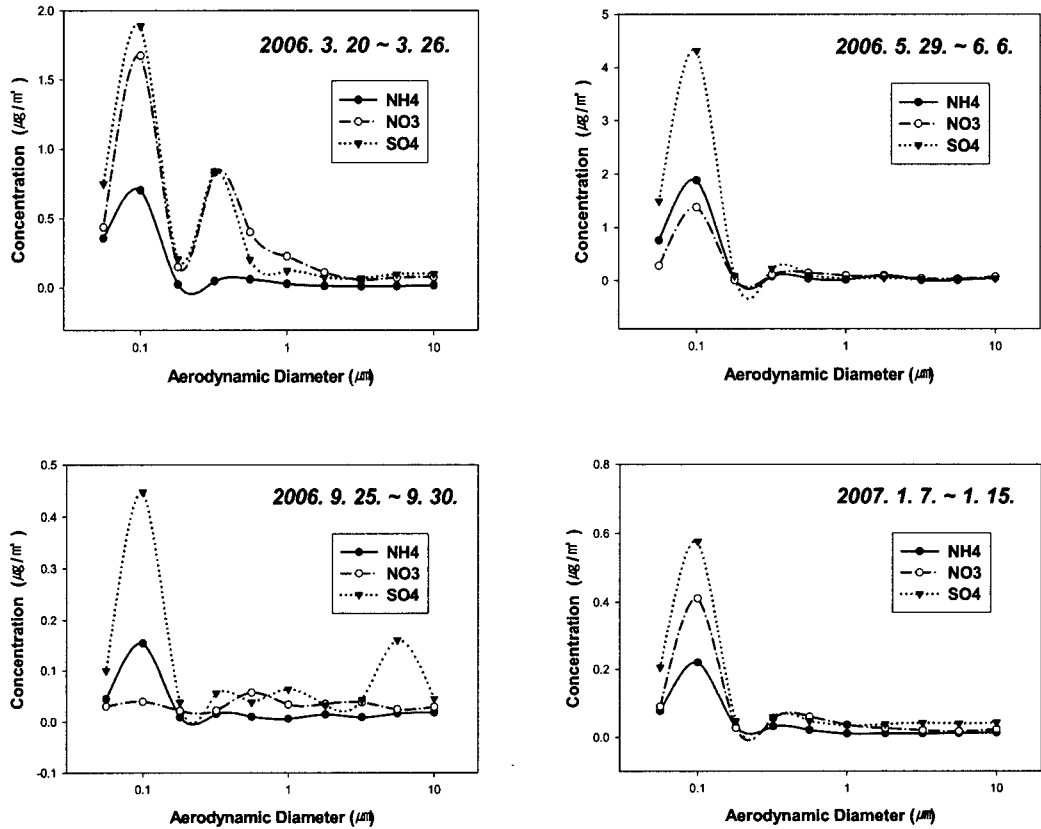


Fig. 1. Size distributions of soluble ion species and their seasonal variations in Seoul.

## 사 사

본 연구는 한국과학재단 특정기초사업의 “갈색구름연구사업(ABC)에서의 대기 에어로솔 생성에 관한 연구”의 지원으로 수행되었습니다.