

PA15) 겨울철 도심지역 대기 입자의 질량크기 분포와 수용성 분율 특성

Mass Size Distribution and Water-Soluble Fractions of Atmospheric Aerosol Particles at an Urban Area during Winter

고재민·박승식

진남대학교 환경공학과

1. 서론

대기 에어로졸 입자는 시정거리감소, 지구열수지 교란 등을 일으키고 사람의 호흡과정을 통해 폐의 깊숙한 곳까지 침투하여 인체에 악영향을 미친다(Brunekreef and Holgate, 2002; Kelly et al., 2002). 대기 에어로졸을 이루고 있는 구성성분들의 크기분포는 이들의 오염원, 생성 및 성장 메커니즘, 및 대기 체류시간에 대한 중요한 정보를 제공한다. 대기 에어로졸 질량크기분포의 전형적인 모드는 핵(0.01~0.1 μm), 응축(0.18~0.32 μm), 축적(0.56~1.8 μm), 및 조대 모드(3.2~5.6 μm)를 포함한다. 각각의 모드는 구체적인 크기범위, 오염원, 및 생성 메커니즘과 관련이 있다. 일반적으로 이러한 대기 에어로졸은 대략 0.1 μm 의 입경을 가진 입자의 경우는 대기 중에서 기체상 성분의 응결현상으로 인한 입자로의 전환이나 고온 연소과정을 통해 직접 배출되고, 1 μm 이상의 직경을 가진 입자는 낮은 대류권에서 물리적인 부유현상으로 인해 발생하는 것으로 알려져 있다(Seinfeld and Pandis, 1998). 미세입자들 중, 응축과 응집과정을 통해 생성된 입자들은 ~0.3 μm 의 직경에서 질량크기분포 피크를 보인다. 이 크기에서 응축 및 응집에 의한 물질들의 축적이 가장 효율적으로 알려져 있다. 구름 내 화학적 변환과정(in-cloud processing)과 연속적인 구름/안개 증발로 인하여 생성되는 입자들은 ~0.7 μm 의 입자크기에서 최고치를 보인다(Meng and Seinfeld, 1994). 조대입자들은 해양입자 또는 마모를 통해 생성된 입자들에 의해 축적된다. 이와 같이 에어로졸 입자의 크기분포에 대한 정보는 대기 에어로졸 입자 주요 구성성분들의 발생원, 거동 특성 및 화학변환 과정을 이해하는 데 중요하다. 본 연구에서는 광주광역시 한 도심지점에서 대기입자를 크기별로 측정하여 질량농도 크기 분포, 해당 수용성 성분들(이온, 유기탄소, 유기산)의 발생 및 생성과정을 조사해보고자 한다.

2. 연구 방법

대기 에어로졸 입자의 채취는 광주광역시 전남대학교 한 3층 건물의 옥상에서 2010년 1월~2월 사이에 이루어졌다. 대기입자의 채취지점은 지상에서 약 20 m 높이, 차량의 통행량이 많은 2차선 도로에서 약 200 m 떨어져 있다. 입자의 채취는 24시간 기준으로 다단 임팩터(Micro-Orifice Uniform Deposit Impactor; MSP 110)를 사용하여 이루어졌으며, 총 시료 수는 8 세트이다. 10개의 단으로 구성된 임팩터는 각 단마다 0.056, 0.10, 0.18, 0.32, 0.56, 1.0, 1.8, 3.2, 5.6, 10, 및 18 μm 의 입자의 절단입경을 가진다. 입자채취에 사용한 여지는 47 mm 직경의 알루미늄 호일이며, 임팩터의 마지막 단은 47 mm 직경의 테플론 필터(2.0 μm pore size, Gelman)를 사용하였다. 사용한 Al 호일 및 테플론 필터는 함유수분을 최소화하기 위하여 사용 전·후에 데시케이터에서 24시간 동안 항온·항습하였다. 10단의 MOUDI를 통해 채취한 입자들의 크기별 질량농도는 대기입자 시료채취 전·후 알루미늄 및 테플론 필터의 무게를 마이크로밸런스(Satorius CP2P-F)로 칭량한 후 결정하였다. 대기 입자 내 수용성 분율(이온성분 및 유기탄소)의 분석을 위하여 채취한 입자크기별 시료들을 40 ml 바이얼에 각각 넣고 3차 증류수(18.2 M Ω) 30 ml를 주입한 후 약 60분 동안 초음파로 추출하였다. 추출액은 syringe 필터(0.45 μm)에 의해 여과 한 후 TOC(total organic carbon, Siever 5300 series) 분석기와 이온크로마토그래피(861 Advanced compact IC, Metrohm)에 의하여 수용성 유기탄소와 8종의 이온 성분(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , NO_3^- ,

SO₄²⁻)을 정량화 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 측정 기간 중 미세먼지 농도가 비교적 높게 관측이 된 2010년 1월 29일과 31일의 질량농도의 크기분포를 나타낸다. 그림 1에 의하면 질량농도 크기분포는 bi-modal 또는 tri-modal의 형태로 존재하였다. 1월 29일에는 절단입경 1.8 μm에서 최고의 피크가 보였고, 1월 31일에는 0.32 μm에서 최고의 피크를 보인 것으로 판단할 때 입자의 주요 구성성분들의 생성과정이 상당한 차이를 보였음을 추정할 수 있다. 그러나 각 크기별 질량농도는 전 측정 기간 동안에 액적모드(droplet mode)에서 가장 높게 나타났으며, 채취된 에어로졸 입자의 질량농도의 범위는 21.9~108.3 μg/m³로 일변화가 매우 심하였다. 전체 입자에서 액적모드 입자의 질량농도가 차지하는 비율은 38.7~56.8%로 편차가 크지 않았다.

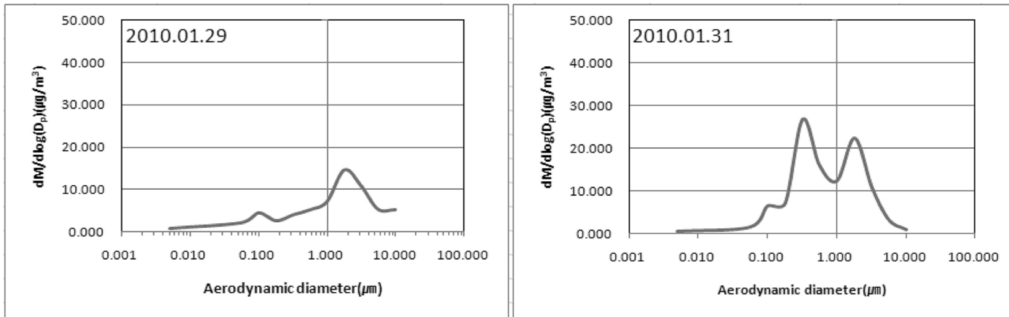


Fig. 1. Examples of mass size distributions of atmospheric aerosols measured in Gwangju.

에어로졸 입자의 질량농도 변화가 큰 것은 시간변화에 따라 인근 도로의 차량통행에 의한 영향 외에도 기상상태, 외부로부터 장거리 이동에 의한 대기입자의 유입 등이 요인으로 작용했을 것으로 추측한다. 이와 같은 가설은 공기 역학적 해석결과에 의하여 확인되었다. 대기 입자 측정 기간에 대한 공기 역학적 해석결과에 의하면 대기 상층부의 공기가 계속해서 측정지점으로 유입되고 있어 측정지점 입자크기별 대기입자의 농도분포는 국지적인 영향 외에도 외부로부터 유입되는 오염물질의 영향이 상당히 존재하였음을 짐작할 수 있다.

사 사

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-313-D00549).

참 고 문 헌

- Brunekreef, B. and S. Holgate (2002) Air pollution and health, *Lancet*, 360, 1233-1242.
- Kelly, V.R., G.M. Lovett, K.C. Weathers, and G.E. Linkens (2002) Trends in atmospheric concentration and deposition compared to regional and local pollutant emissions at a rural site in southeastern New York, USA, *Atmospheric Environment*, 36(10), 1569-1575.
- Seinfeld, J.H. and S.N. Pandis (1998) *Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 429-451.