

## PA8)

### 춘천지역에서 측정된 극미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)와 가스상 이온성분 측정에 관한연구

### Study on the Fine Particles(PM<sub>2.5</sub>) and Gaseous Ionic Constituents Measured in Chuncheon, Korea

정진희·한영지

강원대학교 환경과학과

#### 1. 서론

급속한 산업발달 및 교통량 증가, 그리고 생활수준의 향상에 따른 많은 양의 오염물질이 대기로 방출됨으로써 심각한 대기오염 현상을 야기시켜, 이로 인한 인간의 직·간접적인 피해 상황에 대한 관심이 고조되고 있다. 각종 산업시설 및 교통량의 증대 등은 대기 중 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)의 농도를 증가시키는 중요한 원인이 된다. 이러한 대기 중 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)는 인체에 유해한 다환 방향족 탄화수소, 중금속, 그리고 산성 침착을 유발시키는 각종 수용성 음이온성분 등이 포함되어 폐포에 침착율이 높고 독성이 강하여 인체에 악영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Hong et al., 2002), 자연적 배출원과 인위적 배출원으로부터 모두 배출되며, 또한 발생원에서 직접 배출되는 1차입자(primary particle)와 대기 중에서 응집, 응축, 가스상 물질의 화학 반응에 의한 입자로의 전환 등 2차입자(secondary particle)로 구성된다.

특히 미세입자의 주요 구성성분은 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>와 같은 무기이온성분과 같은 성분으로 시정의 감소와 산성비 등에 직·간접적인 영향을 미친다(Ghim et al., 2005; Schlesinger and Cassee, 2003; Mysliwiec and Kleeman, 2002). 이러한 미세먼지 농도의 증가는 증가하는 국내 자동차 대수에 따른 오염원의 영향뿐 아니라 중국으로부터 장거리 이동 입자의 영향도 고려된다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 춘천시 효자2동에 위치한 강원대학교 자연과학대학 2호관 4층 옥상에서 채취되었다. 춘천시의 지형적 특징은 가덕산(858m), 묵배산(867m), 삼악산(645m), 금병산(652m), 대룡산(899m), 수리봉(650m), 마적산(605m) 등이 분지를 둘러싸고 있으며, 북한강이 분지의 서부를 남서류하며, 소양강이 중부를 가로질러 북한강으로 흘러든다. 이들이 합류되는 지점에는 의암호가 조성되어 있다. 대규모 공업단지가 없고 교통량이 많은 편이 아니기 때문에 오염 발생량이 적을 것으로 생각되지만 서울의 북동쪽에 위치하고 있어 편서풍으로 인해 서울의 오염물질이 이동해 올 수 있고, 도시 주변이 산으로 둘러싸여 있는 분지라 발생된 오염물질이 도시 밖으로 용이하게 이동하지 않을 것으로 추측된다. 시료채취는 2005년 12월 28일부터 2006년 2월 7일까지는 2일에 한 번씩 24시간 동안 채취 되었으며 2006년 2월 13일부터 2006년 9월 28일까지는 3일에 한 번씩 24시간 동안 채취 되었다. 채취 장치로 대기 중 이온 성분 채취에는 annular denuders의 channel system (ADS)와 테플론 재질인 필터팩(URG)을 10L/min인 사이클론(cyclon), PM<sub>2.5</sub> 질량 농도를 측정하기 위해서는 필터팩(URG)을 16.7L/min인 사이클론(cyclon)에 연결 후 진공펌프를 이용하여 채취하였다. 이온 성분 채취용으로 제플러 필터(zeflour filter), 나일론 필터(nylon filter), 왓만 필터(whatman filter)를 사용하였고, PM<sub>2.5</sub> 질량 및 미량 원소 시료 채취는 데시게이터에서 최소 24시간 항량 건조 한 테플론 필터(teflon filter)를 사용하였다. 그리고 탄소물질(organic carbon + elemental carbon)을 채취하기 위해서는 FH95장치(ESM)로 16.7L/min인 유량으로 450°C에서 구운 석영필터(quartz filter)를 사용하였다. 춘천에는 대규모 공업단지가 없고 교통량이 많이 편이 아니기 때문에 오염 발생량이 적을 것으로 생각되지만, 서울의 북동쪽에 위치하고 있어 편서풍으로 인해 서울의 오염물질이 이동해 올 수 있고, 도시 주변이 산으로 둘러싸여 있어 발생된 오염물질이 도시 밖으로 용이하게 이동하지 않을 것으로 추측된다.

### 3. 결과 및 고찰

연구기간 동안 봄철 중국으로부터 유입되는 황사의 영향을 많이 받은 것을 알 수 있다. 황사가 일어난 기간의 PM<sub>2.5</sub>의 평균 농도(80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )는 평소(24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )보다 3배 가량 높은 현상을 나타내었다. 따라서 2006년의 황사는 예년보다 PM<sub>2.5</sub>의 기여가 매우 큰 것으로 파악된다. 황사에 의한 영향을 제외하고 24시간동안 평균 PM<sub>2.5</sub>의 농도(24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )는 미국의 국가 환경 대기 기준(NAAQS)이 연평균농도 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 약 1.5배 정도 높게 나타났으며, 일평균 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 날은 총 85회 시료 중 황사에 의한 영향을 제외하고 8회로 나타났다.

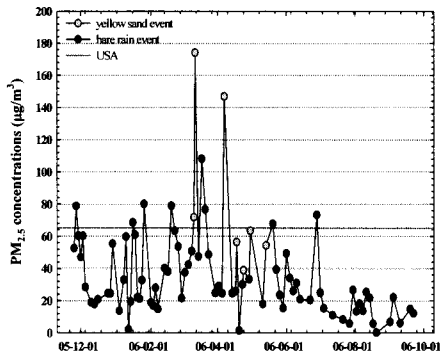


Fig. 1. Contrations of PM<sub>2.5</sub>.

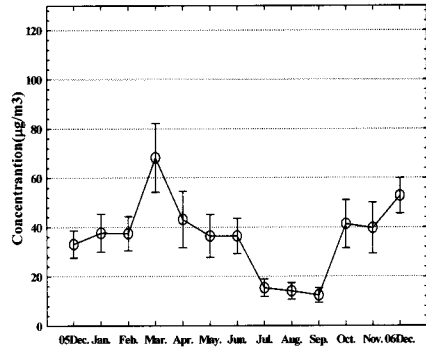


Fig. 2. Monthly variation of PM<sub>2.5</sub> concentration.

위의 그림 1에서 측정기간동안의 PM<sub>2.5</sub> 농도로써 2006년 황사 현상은 7회로 나타났으며, 여름철에는 집중적인 강우가 2~4차례 이어진 것으로 보인다. 그림 2에서는 PM<sub>2.5</sub>의 월별 농도변화를 나타낸 것으로 범위는 표준오차(standard error)이다. PM<sub>2.5</sub> 농도는 황사기간인 3월을 제외하고 2006년 12월인 겨울철이 가장 높은 농도를 보였으며, 2005년 7, 8월인 여름철이 가장 낮은 농도를 보이고 있다. 겨울에는 기상적인 현상 뿐만 아니라 지역적 난방으로 인해 연소과정 직접배출의 영향이 다른 계절에 비해 크고, 여름에는 강수에 의한 습식 침적으로 인해 PM<sub>2.5</sub>의 농도가 낮게 나타났을 것이다.

PM<sub>2.5</sub> 구성 성분 중 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, OC, EC, trace element의 분포는 전체 질량의 각각 13, 11, 9, 19, 5, 43%이다. 이 중 OC가 PM<sub>2.5</sub>의 질량에 가장 큰 기여를 했다. OC와 EC의 평균농도는 각각 4.83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 계절적 OC/EC 비는 2005년 겨울에는 4.03, 2006년 봄, 여름, 가을은 각각 3.64, 3.44, 2.80의 순으로 나타났다. SOC 평균농도는 2.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났으며, 2005년 겨울에는 4.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2006년 봄, 여름, 가을은 각각 3.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  나타났다. 따라서 OC/EC비, SOC농도 역시 겨울철이 높게 나타남을 알 수 있다. 또한 가스상 이온 성분의 농도는 NH<sub>3</sub> > SO<sub>2</sub> > HNO<sub>2</sub> > HNO<sub>3</sub>의 순으로 나타났다. 평균농도는 각각 2.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1.41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 0.96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다.

### 참고 문헌

- Choi, M. (2000) Characteristics of PM<sub>2.5</sub> in Kanghwa. KOSAE Vol. 16.
- Ghim, Y.S., K.-C. Moon, S. Lee, and Y.P. Kim (2005) Visibility trends in Korea during the past two decades. J. Air & Waste Manage. Assoc., 55, 73-82.
- Hong, Y.C., J.T. Lee, H. Kim, E.H. Ha, J. Schwartz, and D.C. Christiani (2002) Effects of air pollutions on acute stroke mortality. Environ. Health Persp.
- U.S. EPA (1999) Compendium Method IO-4.2.