

PA10) 춘천시 대기 중 미세먼지(PM_{2.5})의 화학적 구성성분에 대한 연구

Chemical Characterization of Fine Particles(PM_{2.5}) in Chuncheon

김성락 · 양지혜 · 한영지
강원대학교 환경과학과

1. 서 론

현재 우리나라는 대기환경 개선대책으로 1차 오염 물질인 이산화황과 총 부유분진 농도는 현저히 감소하고 있지만, 자동차 및 산업시설의 증가 등으로 대기 중 미세먼지 농도는 증가하는 추세이다. 최근 대기 중 미세먼지(PM_{2.5})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 있다(Hong et al., 2002). 또한 미세입자의 주요 구성성분은 NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺와 같은 무기이온성분과 같은 성분으로 시정의 감소와 산성비 등에 2차적인 영향을 미친다(Ghim et al., 2005). 춘천시의 경우 중-대규모의 대기오염원이 존재하지 않음에 불구하고 대기 중 PM₁₀ 농도가 서울을 포함한 수도권지역의 PM₁₀ 농도와 비슷한 수준으로 측정되고 있다. 특히 호흡성분진 또는 미세먼지라고 부르는 PM_{2.5}는 PM₁₀보다 심각한 영향을 미치고 있는 것으로 많은 연구에서 그 위해성이 증명되었다. 따라서 본 연구의 목적은 춘천시의 미세입자(PM_{2.5}) 농도를 측정하고 시기별·특정적 미세먼지농도 및 구성성분의 변화를 알아보고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 2005년 12월 25일부터 2009년 8월까지 3일에 한번씩 24시간 동안 313개의 시료를 채취하였으며, 측정 장소는 춘천시 호자 2동에 위치한 강원대학교 자연과학대학 2호관 4층 옥상(경도 127° 44'E, 위도 37° 52'N)에서 채취되었다.

PM_{2.5}와 이온 성분을 채취하기 위해 annular denuders의 channel system(ADS)와 테플론 재질인 필터 팩(URG)을 이용하였다. 미량 원소 성분을 채취하기 위해 테플론 필터(Pall Corporation, 37 mm)를 이용하였다. PM의 탄소 성분의 측정을 위해서는 FH95 입자상 물질 채취기(Andersen)로 석영 필터를 이용하여 채취하였다.

채취가 끝난 시료 중 PM_{2.5} 질량은 필터에 있어서 발생할 수 있는 수분의 영향을 최소화하기 위해 측정 전·후에 항온·항습 상태를 유지시키는 데시케이터내에서 24시간 이상 보관하여 항량 건조 시킨 후 감도 10⁻⁵ g인 화학저울로 정량한 후 질량차이를 기록하였다. 이온 성분은 크로마토그래피를 이용하여 분석하였고, Teflon 필터는 X-ray 형광기를 이용하여 미량원소를 분석하게 된다. PM의 탄소 성분의 측정은 TOT(thermal/optical transmittance, Sunset Lab. method) 방법으로 분석한다.

3. 결과 및 고찰

연구지역에서 2006년 3월부터 2009년 8월까지(시료 개수: 313개)의 대기 중 PM_{2.5}의 평균 농도는 31 µg/m³으로 조사되었으며, EPA의 24시간 기준농도를 초과한 날은 전체에 약 37% 차지하였고, 채취기간의 연평균 농도는 2006년, 2007년 2008년은 각각 38 µg/m³과 36 µg/m³, 31 µg/m³로 매년 미국 EPA의 연평균 농도(15 µg/m³)를 2배 이상 높게 나타나 PM_{2.5}의 발생원에 대한 저감대책이 필요하다고 판단된다. 특히 황사현상이 나타난 날은 고농도로 나타나는 날이 빈번하였으며, 황사현상이 대기 중 PM_{2.5}에 많은 영향을 주고 있는 것을 알 수 있었다.

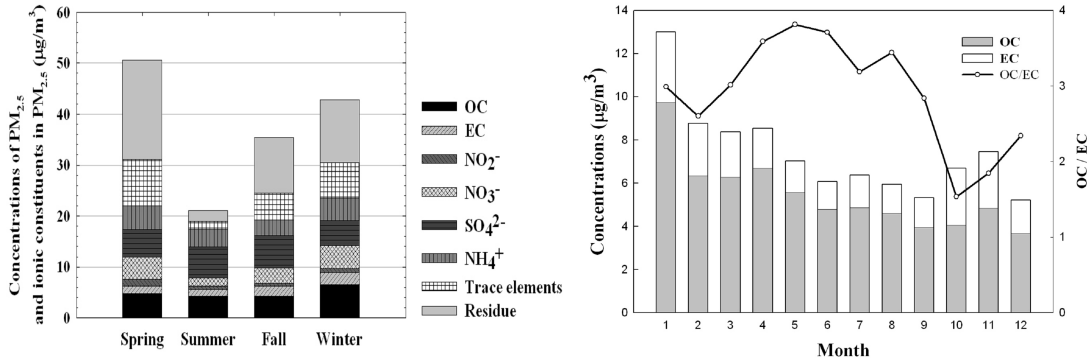


Fig. 1. Seasonal variations of PM_{2.5}-component(left) and monthly variations of organic carbon/elemental carbon Concentration(right).

각 계절별로 수용성 이온들의 PM_{2.5}에 대한 봄, 여름, 가을, 겨울 동안의 기여율은 각각 30%, 56%, 36%, 34%로 여름철에 가장 높게 나타났다. 여름철에는 SO₄²⁻의 기여율이 증가하였으며, 반대로 겨울에는 NO₃⁻의 기여율이 증가하였다. 이는 여름철 광화학 반응으로 인해 SO₂가 H₂SO₄로 전환된 후 SO₄²⁻을 2차적으로 생성하기 때문으로 파악된다(Witting et al., 2004). 반면에 낮은 온도에서는 NH₄NO₃의 형태가 증가하여 겨울철에는 질산암모늄의 농도가 증가하게 되고, 높은 온도에서는 NH₄와 HNO₃로 해리되어 여름철에는 감소하게 된 것으로 판단된다(Seinfeld and Pandis, 1998).

연구 기간 동안 측정된 최소의 OC/EC 비율, 즉(OC/EC)_{min}을 1차 OC/EC 비율이라고 간주하여 POC과 SOC를 추정하였다. 전체 SOC 평균농도는 2.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 각 계절별 SOC 평균농도는 겨울에 가장 높았으며 봄, 여름, 가을 순으로 각각 3.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도로 나타났다. OC에 대한 SOC의 비율은 40%로 나타났으며, 봄, 여름, 가을, 겨울 순으로 각각 3.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 나타났다.

각각 계절별 전체미량원소 농도는 봄과 겨울에 증가하였고, 여름에는 감소하였다. 황사기간에는 대체적으로 토양구성 성분들의 미량원소 농도가 증가하였으며 반면, 여름에는 잦은 강우로 인하여 전체적으로 미량원소 농도가 감소하였다.

참고 문헌

- 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.*
- Seinfeld, J.H. and S.N. Pandis (1998) *Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change*, John Wiley & Sons, New York.
- Wittig, A.E., S. Takahama, A.Y. Khlystov, S.N. Pandis, S. Hering, B. Kirby, and C. Davidson (2004) Semi-continuous PM_{2.5} inorganic composition measurements during the Pittsburgh air quality study. *Atmos. Environ.*, 38, 3201-3213.