

PA15) 자동연속모니터링시스템을 이용한 입자상 물질 중 수용성이온 및 탄소성분 측정

Continuous Monitoring of Ion Components and Elemental/Organic Carbons in PM Using Automated Continuous Monitoring System

신혜정 · 한진석 · 이민도 · 김현재 · 이종길 · 심재형 · 임용재 · 이상욱 · 서민정
 국립환경과학원 환경진단연구부

1. 서 론

대기 중에 존재하는 입자상 물질은 직접적으로 태양광을 흡수하거나 산란시키고, 지표면의 지구복사 에너지를 흡수하며, 간접적으로는 온실기체의 화학반응, 구름형성 과정 등을 변화시켜 지구의 열적 평형에 영향을 미친다(Mustafa Kocak et al., 2007). 최근 들어 온실기체에 의한 지구온난화 효과를 상쇄시키는 입자상 물질의 지구 냉각화(Global Dimming) 효과에 대한 여러 연구결과들이 대두되고 있으나(Cutforth et al., 2007; William Porch et al., 2007; Gerald Stanhill et al., 2001), 이는 입자상 물질의 분포 특성이나 화학적 조성에 대한 이해 없이는 여전히 많은 불확실성을 내포하고 있다.

본 연구에서는 대기 중 입자상 물질의 변동 특성에 대한 이해의 폭을 넓히기 위해 자동연속모니터링 시스템을 도입하여 수용성이온(NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-) 및 원소탄소, 유기탄소를 매시간 측정하여 그 결과를 분석하였다.

2. 연구 방법

2007년 3월~6월까지 인천시 서구에 위치한 국립환경과학원의 대기오염물질 실시간측정소에서 대기 중 입자상 물질의 화학적 특성을 분석하였다. 자동연속이온모니터링 시스템(랩솔루션), 탄소분석기(Sunset Carbon Analyzer)를 이용하여 수용성 이온성분, 원소/유기탄소를 연속 측정하였고, 시간에 따른 입자상 물질의 농도분포 특성을 파악하기 위해 FH62 I-R(Thermo), SMPS(Scanning Mobility Particle Sizer) & APS(Aerodynamic Particle Sizer)를 이용하여 PM_{10} 농도 및 입경분포(0.0151~19.81 μm)를 측정하였다.

자동연속이온모니터링 시스템은 입자 포집기와 이온크로마토그래피 시스템으로 이루어져있다. 입자 포집기는 입자의 입경 분류를 위한 사이클론과 기체 제거를 위한 기체 확산 스크리버, 입자 포집을 위한 냉각 임팩터 및 기체-액체 분리기로 구성되며, 이온크로마토그래피 시스템은 이온 분석을 위한 음이온-양이온 이온크로마토그래피로 구성되어 있으며, 자동제어시스템을 이용하여 실시간연속이온모니터링이 가능하도록 고안되어있다(김영훈, 2004).

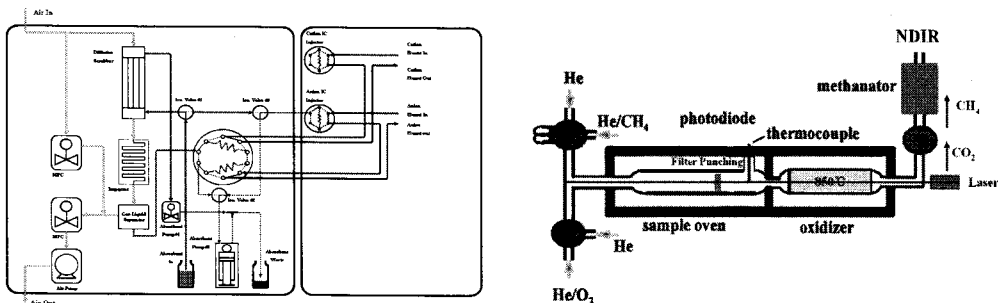


Fig. 1. Schematic Diagram of Automated Continuous Ion Monitoring System(left) and Carbon Analyzer(right).

탄소분석기는 NIOSH(National Institute of Occupational Safety and Health) 5040법을 적용한 TOT(Thermal Optical Transmittance)법을 이용하여 연속적으로 원소탄소와 유기탄소를 분석하도록 고안되었다. 주입된 시료에 존재하는 유기탄소는 헬륨가스의 존재 하에 오븐에서 가열되는 과정에서 모두 휘발되고 산화 오븐으로 이동되어 즉각적으로 이산화탄소로 산화되며, 생성된 이산화탄소는 메탄 생성 오븐에서 환원과정에 의해 메탄으로 전환되어 NDIR로 검출된다. 유기탄소의 열분해 과정에서 생성된 원소탄소는 광학적 투과도를 이용하여 지속적으로 관측된다. 유기탄소 분석 후에는 오븐을 냉각시키고 산소를 포함하는 헬륨가스의 존재 하에 850℃로 재가열한다. 재가열 과정에서 초기부터 존재하던 원소탄소와 유기탄소 분석과정에서 열분해에 의해 생성된 원소탄소가 이산화탄소로 산화되며 이는 메탄으로의 환원과정을 거쳐 NDIR로 검출되며, 최종적으로 NDIR과 광학적 투과도 자료를 바탕으로 유기탄소와 원소탄소 양을 정량하게 된다(신혜정, 2002).

3. 결과 및 고찰

자동연속이온모니터링 시스템으로 측정된 이온성분의 시간별 농도분포와 탄소분석기로 측정된 원소탄소, 유기탄소 및 PM₁₀의 시간별 농도분포를 그림 2에 나타내었다.

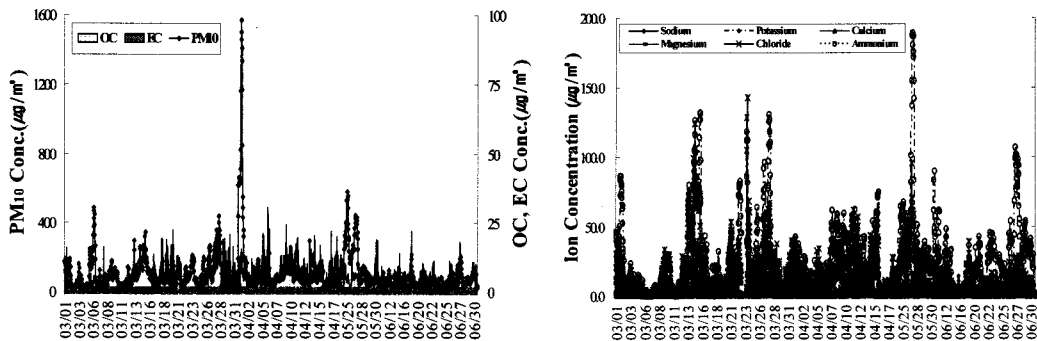


Fig. 2. Temporal Distribution of Ion Components(left) and EC/OC, PM₁₀ Concentration(right) during Sampling Period.

음이온에서는 SO₄²⁻, 양이온에서는 NH₄⁺이 주 성분으로 나타났고, 황사 발생시(5회, 10일간) Ca²⁺와 같은 토양기원 성분 및 해염입자 성분 농도가 크게 증가하였다. 황사 발생일로 보고되지 않은 3/13~16 기간의 PM₁₀, Ca²⁺, 해염성분인 Na⁺, Cl⁻ 등의 농도가 동시에 증가하여 황사 발생 가능성을 보여주었다.

참고 문헌

- 김영훈 (2004) 대기 분진 중 수용성 이온 성분의 자동모니터링 시스템 개발에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문.
- 신혜정 등 (2002) ACE-Asia 집중관측기간에 제주고산에서 측정된 대기오염물질의 농도 분포 특성, 대기환경학회지, 18(6).
- Cutforth, H.W. and D. Judiesch (2007) Long-term changes to incoming solar energy on the Canada Prairie, Agricultural and Forest Meteorology, In Press.
- Kocak, M., N. Mihalopoulos, and N. Kubilay (2007) Chemical composition of the fine and coarse fraction of aerosols in the northeastern Mediterranean, Atmospheric Environment, In Press.
- Porch, W., P. Chylek, M. Dubey, and S. Massie (2007) Trends in aerosol optical depth for cities in India, Atmospheric Environment., In Press.
- Stanhill, G. and S. Cohen (2001) Global dimming : a review of the evidence for a widespread and significant reduction in global radiation with discussion of its probable causes and possible agricultural consequences, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 107.