

3D2) Development of an Automated Method for Continuous Analysis of Atmospheric Particulate Matters

이보결¹⁾ · 이재운 · 김영화 · 김영훈 · 이동수

¹⁾연세대학교 학부대학, 연세대학교 화학과

1. 서 론

최근에도 지속적으로 상승하고 있는 대기 중 미세 먼지는 시정 악화, 대기 산성화, 인체 및 생태계에 유해한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. (Charlson et al., 1992; Charlson et al., 1991; Twomey, 1991; Fowler et al., 1992). 선행 연구들에서 대기 미세 먼지 중 50~75%는 수용성 성분으로 알려져 있어, 이들 이온의 조성을 정확히 파악하는 것은 미세 먼지의 발생원을 파악하고, 저감 대책 수립하는데 필수적이다. 특히 미세먼지에 대한 일반 대중의 관심이 높아지면서 각국은 대기 중 미세먼지에 대한 규제를 강화해가고 있으나 현재까지도 정확한 측정기술을 확보하는데 따르는 어려움으로 인해 미세 먼지의 조성과 농도 분포에 대한 실태 파악과 대책 마련을 어렵게 하고 있다.

현재까지 미세먼지를 분석하는 방법으로 가장 많이 사용되고 있는 것은 여과지에 먼지를 포집한 후 이온크로마토그래피나 분광법을 이용해 분석하는 방법이다. 이러한 여과지에 바탕을 둔 분석방법은 분석과정이 간편하고, 비교할 수 있는 데이터를 다량 확보하고 있다는 점에서 장점을 가지고 있다. 그러나 미세 먼지 중 주요 수용성 성분들은 발생원의 세기 및 제거 메카니즘과 상대습도, 기온, 풍속, 일사량 등의 기상조건에 따라 짧은 시간 내에도 농도 변화가 심하므로 실시간 연속측정을 통해 농도변화를 관찰하는 것은 이들의 대기화학을 이해하는데 도움이 된다(Horr et al., 2003). 따라서 대기 미세 입자중 수용성 성분들에 대한 연속 측정법을 개발하고 이를 응용해보는데 이 연구의 목적을 두었다. 개발한 연속 측정기는 서울 지역을 비롯한 국내 도시지역에서 장기간 적용하면서 그 장점과 제한점 등을 파악하여 개선해 나가고 있다.

2. 연구 방법

자동분석기는 입자 포집기와 이온분석기로 구분되었다. 입자 포집기는 기체상 물질에 의한 방해물 최소화하기 위한 기체상 물질 제거를 위한 다중관 확산 스크러버, 입자상 물질을 흡수하기 위한 미로 타입의 냉각 임팩터 및 기체-액체분리기로 구성되었다. 이온분석기는 두 개의 이온크로마토그래프를 연결하여 양이온과 음이온을 동시에 분석할 수 있도록 고안하였다. 모든 시스템은 프로그램이 가능한 타이머와 컴퓨터에 의해 실시간 자동제어 된다. 기기의 구성은 그림1과 같다. 이 자동 분석시스템을 이용하여 2003년부터 2004년에 걸쳐 서울시 연세대학교와 인천의 인하대학교에서 총 1년여에 걸쳐 PM_{2.5}중 이온성분(NO₃⁻, NO₂⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, NH₄⁺, Na⁺, Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺ 등)을 분석하였다. 자세한 시료 포집 및 분석조건 등은 발표에서 제시할 것이다. 또한 상용화 된 PM 2.5 분석시스템인 미국 URG사의 9000 Series Ambient Ion Monitor & ICS-1000 분석기와 동시 분석을 수행하여 그 결과를 비교해 보았다. 시할 예정이다. 기존 방법과의 비교를 위해 필터에 기초한 방법과 상용화된 연속측정 장비(URG사 9000 Series Ambient Ion Monitor)와의 동시 분석 결과도 제시할 예정이다.

3. 결과 및 고찰

연구 기간 동안 연세대학교와 인하대학교에서 1년여 기간동안 대기 중 입자상 물질을 1시간 간격으로 분석하는데 효과적으로 응용하였다. 이로써 장기적 상시적 모니터링에 응용 가능함을 입증하였다. 연구 결과 중 2004년 5월 1일부터 8월 29일까지 약 3개월 동안 인하대학교에서 측정된 결과 중 NO₃⁻와 SO₄²⁻의 농도를 한 시간 간격으로 측정된 결과를 그림 2에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 것처럼 대

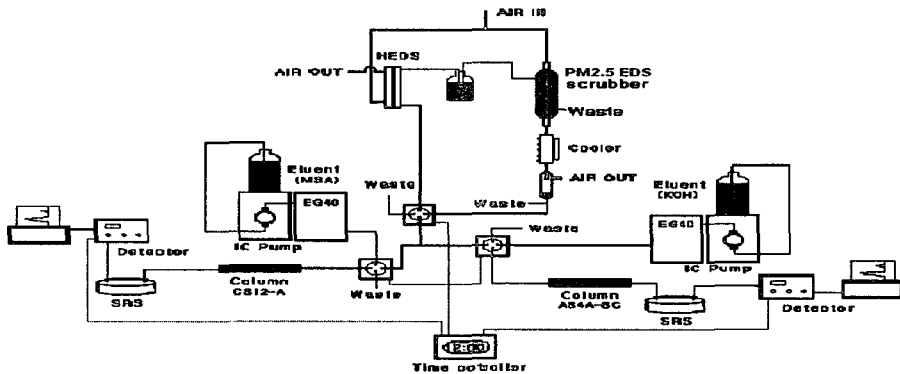


Fig. 1. Schematic diagram of automated PM 2.5 analyzer.

기 중 PM 2.5에 포함된 수용성 성분은 하루 중에도 밤낮으로 크게 변화함을 알 수 있다. 대기 입자상 성분 중 주요 수용성 성분의 일변화, 월변화 및 분석 지점간 차이를 오염원의 세기와 기상적인 요건들과 함께 논의할 예정이다.

아울러 본 시스템의 검출한계, 입자상 성분의 포집효율 및 기체상 방해 물질의 제거효율에 대해서도 제시할 예정이다. 기존 방법과의 비교를 위해 필터에 기초한 방법과 상용화된 연속측정 장비(URG사 9000 Series Ambient Ion Monitor)와의 동시 분석 결과도 제시할 예정이다.

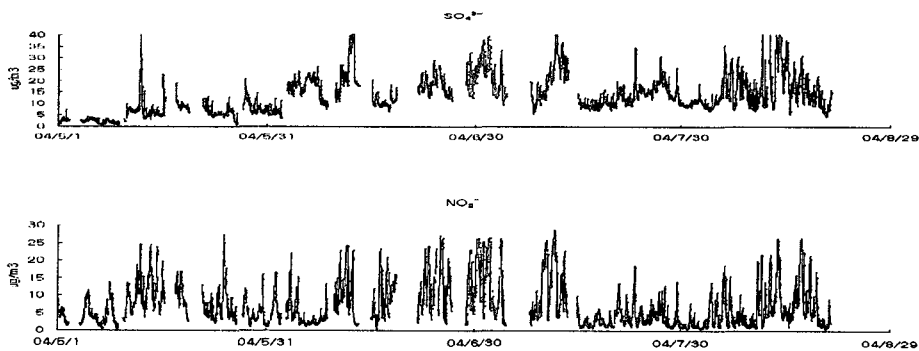


Fig. 2. Time variation of particulate sulfate and nitrate at Incheon.

참 고 문 헌

- Horr, R. A., Samanta, G., Dasgupta, P.K. (2003) Environ. Sci. Technol., 37, 5711-5720.
 Simon, P. K. (1995) Dasgupta, P.K. Anal. Chem. 67, 71-78.