

PA40) 대구 주거지역 겨울과 봄철 미세먼지 및 수용성 이온성분 Fine Particulate Matter and Its Chemical Composition during Winter and Spring in a Residential Area of Daegu

박지연·임호진

경북대학교 환경공학과

1. 서론

대기분진은 인체에 유해할 뿐만 아니라 시정거리 감소와 지구기후변화와 관련된 지구복사에 매우 큰 영향을 나타낸다(US EPA, 1996; NRC, 1993, IPCC, 1995). 현재 우리나라는 입경 $10\mu\text{m}$ 이하 입자인 PM10을 대기오염물질로 규제하고 있으며, 미국은 PM10과 함께 PM2.5($d_p \leq 2.5\mu\text{m}$)를 NAAQS(National Ambient Air Quality Standard) 오염물질로 규정하고 있다. PM10은 PM2.5와 조대입자(PM10-2.5: $2.5\mu\text{m} \leq d_p \leq 10\mu\text{m}$)로 구분될 수 있다. 조대입자는 바람에 의해 생성된 흙먼지 등으로 구성되어 있으며, PM2.5는 질소산화물, 황산화물, 휘발성 유기화합물의 기상 또는 수용액상(구름, 안개) 대기산화반응에 의해 생성된 황산염, 질산염, 비휘발성 유기물이 주요 성분이다. 대부분 도시지역에서 PM10 질량의 대부분을 PM2.5가 차지하고 있는 것으로 보고된다.

대구지역은 분지지역으로 각종 일차오염원이외에 대기반응에 의한 미세먼지의 생성이 상당할 것으로 추정되지만, 이에 대한 연구는 아직까지 매우 부족한 실정이다. 인구 수백만이 모여 사는 세계 다른 지역의 메가시티와 마찬가지로 스모그가 빈번히 발생하는 대구지역도 PM2.5가 대기질에 아주 큰 영향을 나타낼 것이다. 본 연구는 대구지역의 PM2.5와 PM10의 수준, 화학적 조성, 발생원을 규명하기 위하여 고안되었다. 이 논문에서는 대구지역 늦겨울과 이른 봄철 PM2.5와 PM10 질량농도와 수용성 이온성분을 규명하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 주거지역인 대구 동구 신암5동 동사무소 옥상(지상 14m)에 위치한 환경부 대기오염측정소 옆에 대기분진 포집장치를 설치하여 2006년 2월부터 3월까지 24시간 주기로 시료를 포집하였다. PM2.5 사이클론(URG-2000-30EH)을 통하여 16.7L/min으로 흡입한 대기를 매니폴드를 통과시킨 후 47mm 테프론 필터(Whatman, 막공 $2\mu\text{m}$)와 47mm 석영섬유필터(Whatman, No. 1851-047)에 각각 8.35L/min으로 통과시켜 PM2.5를 포집하였다(그림 1). 또 하나의 PM2.5 사이클론(URG-2000-30EH)을 통하여 16.7L/min으로 흡입한 대기를 매니폴드를 통과시킨 후 47mm 테프론 필터(Whatman, 막공 $2\mu\text{m}$)와 Whatman HEPA 필터에 각각 8.35L/min으로 통과시켜 PM2.5를 포집하였다. PM10은 5L/min에서 작동하는 미니 볼륨 샘플러(Airmetrics, Mini Vol Portable Sampler)를 이용하여 Whatman 47mm 테프론 필터에 포집하였다.

질량농도 측정과 수용성 이온성분 분석은 미국 Research Triangle Institute 표준측정방법을 이용하였다. 질량농도는 테프론 필터를 시료 채취전과 후에 데시게이터(Sanpia, Dry Keeper)에서 24시간 항량시킨 후 민감도가 $1\mu\text{g}$ 인 저울(Satorius, CP2P-F)로 측정된 무게 차이와 포집 공기의 부피로부터 구하였다. 이온성분 분석을 위하여 무게 측정이 끝난 테프론 필터를 50mL 플라스크에 넣은 후 초순수 25mL를 가한 다음 증류수가 채워진 초음파세척기(Branson, 3210)에 시약병의 하단 2/3 정도가 잠기게 한 상태에서 1시간 동안 초음파 추출하였다. 시린지 필터(Millipore, Millex-GV 33mm)를 사용하여 추출액에 있는 입자를 제거한 다음 이온크로마토그래피(Dionex, ICS-3000)를 사용하여 양이온(Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})과 음이온(NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-)을 분석하였다.

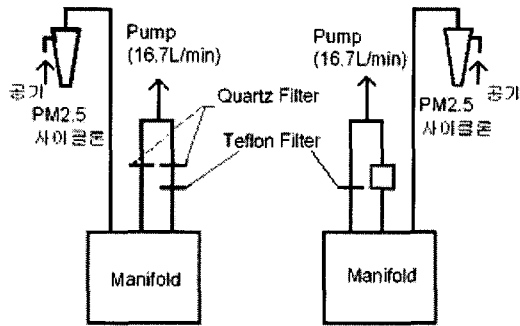


Fig. 1. PM2.5 Samplers.

3. 결과 및 고찰

측정기간 동안 PM2.5와 PM10의 일간 질량농도를 그림 2에 나타내었다. PM2.5 농도는 2개의 테프론 필터에 포집된 PM2.5 농도의 평균이며, 2개의 PM2.5 농도는 변동계수가 5% 정도로 좋은 일치도를 보였다. 2006년 2월부터 3월까지 포집된 PM2.5의 평균 농도는 $43\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, PM10 평균 농도는 $82\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 3월 11일 PM10 농도가 황사로 인해 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 급격하게 증가한 것에 비해 PM2.5 농도는 평이하게 나왔다. PM2.5와 PM10 질량농도비(PM2.5/PM10)는 24-89% 사이에서 변했으며, 평균 PM2.5/PM10은 61%(황사기간 제외) 정도를 나타내었다. 이 결과와 PM10과 PM2.5의 아주 높은 상관성 ($R^2=0.74$, 황사기간 제외)으로부터 대구지역의 PM10에 대한 PM2.5의 기여도가 상당히 높을 뿐만 아니라 오염원이 비슷할 것이라고 추정해 볼 수 있다. 향후 미세먼지의 원소분석과 수용성 모델을 통하여 오염원을 규명하고자 한다.

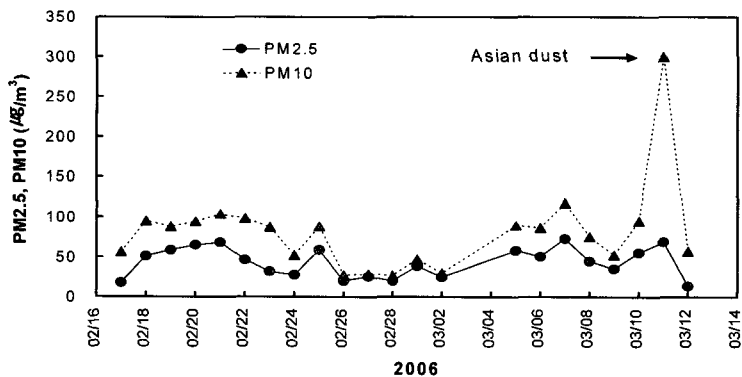


Fig. 2. PM2.5 and PM10 Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) at the Study Sampling Site in Daegu.

참고 문헌

- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Criteria Document on Fine Particles, *EPA/600/P-95/001CF*, Washington, D.C., April 1996.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 1994: The Scientific Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*, Cambridge University Press, New York, 1995.
- National Research Council (NRC), *Protecting Visibility in National Parks and Wilderness Areas*, Committee on Haze in National Parks and Wilderness Areas, National Academy Press, Washington, D.C., 1993.