

## PA32) 환경대기 중 미세먼지(PM<sub>10</sub>)의 동시측정 비교 연구

### Comparison of Simultaneous Measurements of PM<sub>10</sub> in Ambient Air

조석주 · 최금숙 · 여인학 · 이민환 · 김민영 · <sup>1)</sup>김신도  
서울시보건환경연구원 대기부, <sup>1)</sup>서울시립대학교 환경공학부

#### 1. 서 론

환경매체(environmental matrices)에 존재하는 오염물질의 농도측정과 관련된 측정의 객관성을 확보하기 위하여 가장 중요한 기준은 측정농도의 신뢰도를 확보하는 것을 들 수 있으며, 특히 토양이나 물과 달리 비정형화 된 매개인 대기 중에 존재하는 오염물질을 채취·분석하고 비교할 때, 분석화학적 관점에서 객관성을 확보하고 유지하기 위해서는, 연구를 주관하는 모든 연구주체들이 기존 측정방식에 대한 철저한 검증은 시도하고, 이를 바탕으로 새로운 분석방식의 개발을 추진하는 것이 중요하다.(김기현 *et al.*, 1999) 1999년 한국대기환경학회 산하 측정분석과회의 1998년 분과회 일환으로 대기오염물질 측정의 정도관리 사업을 목표로 현장측정 및 실험실간 비교사업을 수행하였다. 이 분과회에서는 PM<sub>10</sub> 채취기로 Hi-vol, Dichotomous, Harvard impactor 타입의 측정기를 이용하여, 입자시료를 채취하고 중량농도 및 입자를 구성하고 있는 금속/비금속성 원소의 농도를 측정하여 비교하였으나, 중량농도로서는 세팅이 하루만 채취하여 통계분석을 실시하는 것이 무리가 있어 시도하지 않았었다(서영화 *et al.*, 1999). 현재 우리나라의 대기먼지 자동모니터링시스템에서는 거의 모두  $\beta$ -선 방식에 의해 연속적으로 측정이 이루어지고 있으며, 이렇게 측정된 농도가 신뢰성을 얻기 위해서는 동일 측정기 간 또는 같은 방식이라도 다른 제조사 측정기 간 농도 비교가 이루어져야 하지만 이러한 비교는 쉽지 않은 상황이다. 따라서 똑같이 중량법으로 측정하더라도 연속측정기와 이동이 비교적 쉽고 조작이 간편하며 먼지채취기의 기본인 Hi-vol 등을 이용하여, 동일 시간대의 농도비교 등 다양한 방법에 의한 측정농도의 검토가 이루어져야 한다. 국내에서는 최진수 등(1995)이 Hi-vol과  $\beta$ -선 방식의 TSP 및 PM<sub>10</sub>을 동시에 측정할바 있으며, 비교적 최근에 유럽지역의 14개 실험실이 동시에 현장분석으로 PM<sub>10</sub>의 측정을 실행한 PEACE study(김기현 *et al.*, 1999; Hoek *et al.*, 1997)가 있다.

본 연구는 서울시 대기질자동측정망이 있는 2개 지점을 선정하여 대기 중 PM<sub>10</sub>에 대하여  $\beta$ -선 자동측정기, Hi-vol Air Sample, Mini-vol Air sample를 이용하여 비교 검토하여 측정농도의 신뢰성을 확보하고자하였다.

#### 2. 실험 방법

중량법에 의한 먼지의 포집은 서울의 서북쪽에 위치한 남가좌동 대기자동측정망과 서울시내에서 먼지 등 일반 기준성 대기오염도가 높은 동북쪽 방학동 대기자동측정망을 이용하였으며 이 측정망은 일반기준성 대기오염도 및 기상인자를 연속적으로 측정하고 있으며  $\beta$ -선 먼지측정기 분립기가 위치한 옥상에서 같은 높이에 각각 2m 정도 떨어져 Hi-vol 및 Mini-vol를 설치하여 24시간 동안 포집하였다. Sampling 시작 및 종료 시간은 정각(자동측정망은 1시간 단위로 농도 측정)에 맞추어서 시행하였다.  $\beta$ -선 먼지측정기는 남가좌동은 KIMOTO사의 MCSAM-6(modal SPM-611), 방학동은 Seres(modal: FH62-1)이며, Hi-vol은 Opposed jet 방식으로 Andersen(model TE 8011)이며, Mini-vol은 관성력 방식으로 Airmetrics(Sn:1827)를 사용하였다.  $\beta$ -선 먼지측정기의 측정 range는 0~10mg/m<sup>3</sup>로 6개의 range로 구성되어 있으며, 최소표시단위는 1 $\mu$ g/m<sup>3</sup>이며 반복재현성(3회)은  $\pm 2\%$ 이내, 제로 및 스파 드리프트는 각  $\pm 2\%$ 이내, 직선성은 100 $\mu$ g/m<sup>3</sup>이하의 농도에서는  $\pm 10\mu$ g/m<sup>3</sup>이며, 100 $\mu$ g/m<sup>3</sup>이상의 농도에서는  $\pm 10\%$ 이다. 기기의 계측과 관련된 교정은 측정기에 내장되어 있는 등가막(standard film)에 의하여 자동 교정된다. Hi-vol은 기준유량교정장치인 Roots meter(General metal works Inc : model 5M125)와 오리피스를 이용하여 유량교정을 받은 mano meter 및 부속유량계를 사용하여 정확한 흡입유량을 산출하였으며 여지는 Glass microfiber filter(EPM 2000, 20.3cm $\times$ 25.4cm, Whatman)를 사용하였다. Mini-vol은 동일회사의

유량교정장치인 Airmetrics(MNF 1022)를 이용하여 정확한 유량을 측정하였으며 여지는 Membrane filter(47mm, type : fiberfilm T60A20)를 사용하였다. 이와 같이 먼지를 측정할 때 가장 중요한 요소인 유량은 각 측정기별로 교정을 정확히 하여 측정하였다. 또한 먼지를 포집 하기 전에 Hi-vol의 inlet부분의 충돌판을 핵산으로 세척한 후 Silicone release spray(Dow corning)로 고루 뿌려준 다음 건조 후 2-3회를 다시 뿌려주어 입자의 재비산을 방지하였으며, Mini-vol도 충돌판에 Apizon grease를 1회 도포 건조 후 2-3회 재 도포하여 입자 충돌에 의한 비산을 방지하였다.

측정일시는 남파작동의 경우 2003년 1월 6일에서 15일까지 총 10일을 방학동은 2월 10일에서 19일까지 총 10일에 걸쳐 측정하였다.

### 3. 결 과

방학동에서 PM<sub>10</sub> 먼지농도 측정은 같은 중량법이라도 측정방식이 전혀 다른 두 방식의 비교시, β-선 먼지측정기와 Hi-vol sampler의 농도비교는 그림 1에서와 같이 R<sup>2</sup>값이 0.99로 매우 높은 상관성을 보였으며, Mini-vol sampler와는 0.98, Hi-vol과 Mini-vol과의 비교는 0.99로 역시 높은 상관성을 보였다.

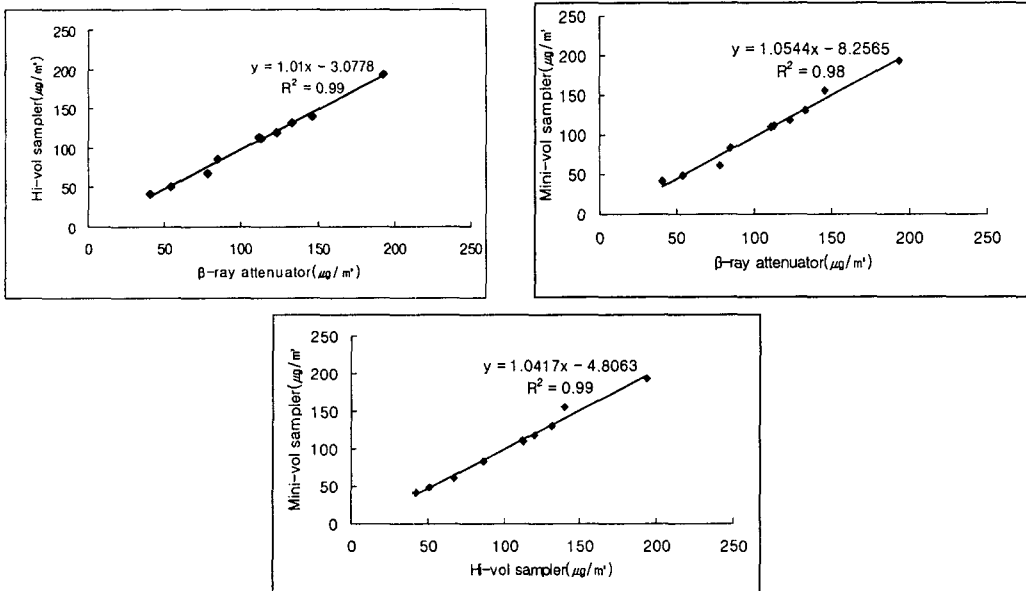


Fig. 1. Correlations of β-ray attenuator, Hi-vol air sampler, and Mini-vol air sampler

### 참 고 문 헌

김기현, 이강웅, 김조천, 서영화, 이종해, 허귀석(1999) 대기오염측정에 따른 정도관리의 필요성-1998년도 한국대기환경학회 측정분석분과회의 실험실간 비교분석사업 시행과 전개방향, 한국대기환경학회지, 15(1), 63-69

서영화, 이병규, 정용삼, 정용주, 문종화, 이길용, 심상권, 홍완, 최한후(1998) 대기분진(PM-10)의 실험실간 동시 측정 연구, 추계학술대회 발표 논문집, 241-243

김신도, 이정주(1985) 대기중 부유분진의 측정 방법에 관한 연구, 대한환경공학회지, 7(2), 22-29

최진수, 박상태, 백성욱(1995) 대기 중 TSP와 PM10 농도의 상관성, 춘계학술대회 발표회, 252-255

Hoek, G., Welinder, H., Vaskovi, E., Ciacchin, G., Manalis, N., Royset, O., Reponen, A., Cyrus, J. and Brunekreef, B.(1997) Interlaboratory comparison of PM10 and black smoke measurements in the PEACE study, Atmos. Environ, 31, 3341-3349