

PG6) 다중이용시설에서의 미세먼지(PM₁₀) 측정방법 검토

A Study on Measurement Methods of Particulate Matter(PM₁₀) in Public Facilities

유주희 · 장성기 · 서수연 · 박현주 · 이영미

국립환경과학원 실내환경과

1. 서 론

세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 실내공기오염에 의한 사망자가 실외공기오염으로 인한 사망자 수의 약 50%에 이르는 것으로 보고하고 있으며, 이는 실내공기의 오염물질이 실외공기 오염물질보다 폐에 전달 될 확률이 약 1,000배가량 높기 때문인 것으로 보고하고 있다. 이에 실내공기 오염도를 20%만 줄여도 급성기관지 질환 사망률을 최소 4~8%를 줄일 수 있는 것으로 보고하였다(WHO, 2000). 실내공기오염에 의한 새집증후군(Sick House Syndrome), 건물병증후군(Sick Building Sensitivity) 등 환경성 질환이 국제적으로 새로운 환경문제로 대두되고 있다. 환경부에서는 실내공기질의 합리적 관리를 통해 국민의 건강증진과 유지를 목적으로 2004년 5월, 「다중이용시설등의 실내공기질 관리법」을 시행·운영하고 있으며, 오염물질을 타당하고 통일된 방법으로 측정하기 위해 「실내공기질 공정시험방법」을 제정·운영하고 있다(환경부, 2004). 본 연구는 다중이용시설에서의 미세먼지 시험방법 중 중량법 측정시 시료채취시간 단축에 따른 정밀도를 검토하고, 실내공기질 공정시험방법에 제시된 중량법, 베타선법, 광산란법의 비교실험을 실시하여 그 동안 제기된 실내 미세먼지 측정시 발생하는 문제점에 대한 개선방안을 마련하고자 한다.

2. 연구 방법

실내공기질 공정시험 방법항목 중 미세먼지(PM₁₀) 시험방법의 주시험방법인 소용량공기포집법을 사용할 때 시료채취시간 단축 시 발생할 수 있는 결과의 불안정성을 검토 하기위해 시료채취용 여지(Pure Quartz Filter, 47mm, Whatman)가 장착된 Mini-Volume Air Sampler(PAS-201, Airmetrics) 5대를 같은 장소에 동시에 설치하여 5.0L/min 유량으로 1, 2, 4, 6, 8, 24시간동안 시료를 채취하였다. 시료채취에 사용된 모든 여지는 사용 전·후 온도(20±2℃)와 습도(50±2%)가 일정하게 유지된 항온·항습장치(desiccator)에서 48시간 이상 보관한 후 무게를 달았다. 항온·항습장치에서 48시간 동안 항량된 여지를 0.001mg까지 칭량할 수 있는 전자미세저울(Sartorius M2P, Goettingen, Germany)을 이용하여 칭량하였다. 한 시료에 대해서 3회 이상 반복 칭량하여 그 평균값을 대표치로 계산하였다. 소용량 공기포집기의 유량은 오리피스 압력계(MNF 1640)을 이용하여 만든 유량 보정표를 참고하여 보정된 유량과 계산식에 의해 미세먼지의 농도를 계산한다. 또한 미세먼지 고농도 및 저농도 환경에서 측정시간별 시료를 채취하여 적절한 채취시간도 검토하였다. 측정방법별 비교를 위하여 베타선 흡수법 장비(E-BAM, Met one instruments), 소용량 공기포집기, 광산란기기(DUSTTRACK model 8520, TSD)를 동시에 설치하여 미세먼지(PM₁₀)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 미세먼지(PM₁₀) 중량법 시료채취시간 감소에 따른 측정방법의 정밀도 평가

소용량 공기채취기 5대를 동시에 설치하여 1, 2, 4, 6, 8, 24시간동안 시간별로 구분하여 각각 13회 시료를 채취하였다. 그림 1은 시료채취시간이 증가할수록 소용량 공기포집법의 정밀도는 증가하는 경향으로 나타났다. 대부분 실내 미세먼지(PM₁₀)의 기준은 24시간 혹은 8시간 평균값으로 제시하고 있으며, WHO와 캐나다에서는 실내공기 중 PM_{2.5} 가이드라인도 제시하고 있다(WHO, 2005; Canada, 1989). 현재 실내공기질 공정시험방법에서는 8시간 연속 채취를 원칙으로 하며, 지하역사인 경우 실제 운영시간 동안

측정하라는 기준을 제시하고 있다(환경부, 2004). 그림 2는 실내공기 중 미세먼지의 농도가 낮은 경우는 8 시간 시료를 채취하여도 측정값의 변이계수는 20%를 초과하는 것으로 평가되었으며, 24시간 시료를 채취하는 경우는 변이계수가 10% 내외로 평가되었다. 현실적으로 실내공간에서는 4시간 이하로 측정시간을 줄이면 데이터의 신뢰성 확보는 어려울 것으로 보여진다. 미세먼지 측정시간은 측정 자료의 신뢰성, 정확성 확보에 매우 중요한 사항이므로, 추후보다 많은 연구가 시행되어야 할 것으로 사료된다.

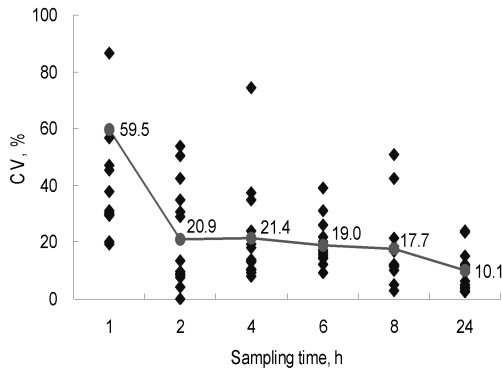


Fig. 1. The Coefficient of variation by total sampling time.

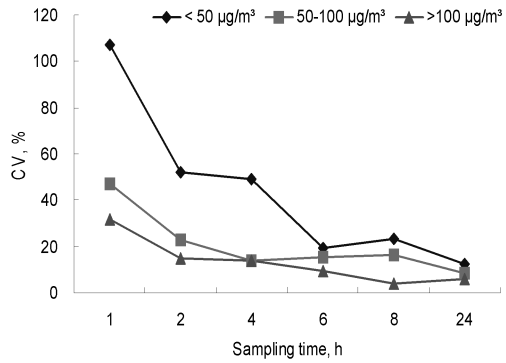


Fig. 2. The Coefficient of variation by total sampling time and PM₁₀ concentration.

3.2 시료채취방법에 따른 측정값의 정확도 평가

현장에서의 측정방법별 비교평가를 실시하기 위하여 베타선흡수법 장비가 설치된 지역에 중량법과 광산란법을 동시에 설치하여, 중량법, 베타선흡수법, 광산란법을 이용한 실내 미세먼지 농도의 측정값을 비교 하였다. 베타선흡수법과 광산란법을 이용한 결과, 소용량공기포집법을 이용하여 중량법으로 측정된 결과와 양의 상관성을 나타내었으며, 베타선흡수법이 광산란법에 비해 소용량공기포집법과 높은 상관성을 나타내었다(그림 3). 소용량공기포집법을 이용한 중량법의 측정값과의 오차율은 베타선흡수법이 22% 광산란법이 78%로 나타났다. 베타선흡수법의 경우는 일정농도 이상에서 소용량공기포집법을 이용한 측정값의 약 0.7~0.8배에 해당하는 농도를 보였으나, 광산란법의 경우는 미세먼지 농도수준에 따른 소용량공기포집법과의 일정한 농도차이를 나타내지 않았다. 광산란법은 측정결과의 편차가 커 연구목적으로 실시간 자료를 활용하는 정도만 사용해야 할 것이며, 실내공기질 공정시험방법에서 명시한대로 광산란법에 의한 측정결과가 유지기준의 1/2 이상인 경우에는 주시험방법인 소용량 공기포집법으로 측정이 이루어져야 할 것이다.

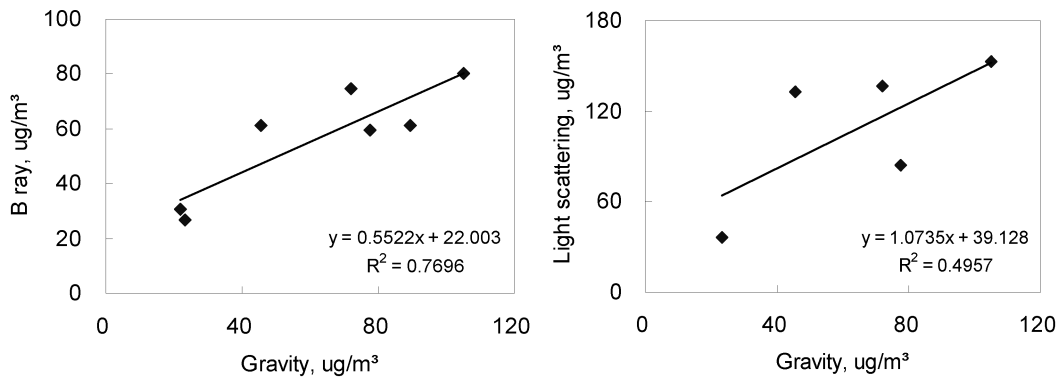


Fig. 3. Correlations of PM₁₀ concentrations by Sampling method.

참 고 문 헌

WHO (2000) Guidelines for air quality, WHO Geneva.

환경부 (2004) 실내공기질 공정시험방법, 환경부 고시 제2004-80호.

WHO (2005) WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide.

Canada (1989) Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality.

Hong Kong (2003) A Guide on Indoor Air Quality Certification Scheme for Offices and Public Places, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region Indoor Air Quality Management Group.