

AB3) 실내·외 공기중 부유먼지 측정방법 상호간의 비교평가 Comparative Evaluation of Measurement Methods for Suspended Particles in Indoor and Outdoor Air

백성옥·박지혜·최진수¹⁾·박상곤²⁾

영남대학교 환경공학과 대기환경연구실, ¹⁾포항공대 환경공학부, ²⁾혜천대학

1. 서론

부유먼지가 인체에 미치는 유해성을 평가하기 위해서는 무엇보다도 공인되어 있고 신뢰성 있는 측정방법이 마련되어 있어야 한다. 대기중 부유먼지의 측정방법에는 여러 가지가 있으나 측정원리의 측면에서는 중량법과 광학적방법으로, 포집유량의 측면에서는 high-volume 과 low-volume으로 구분되어지며 입자의 크기별 포집장치의 부착유무에 따라 입도 분리형과 비분리형으로 구분되어지기도 한다. 먼지측정방법은 그 원리에 있어서는 기기분석이나 습식화학분석에 의존하는 기체상시료의 분석방법과는 달리 비교적 간단한 편이다. 그럼에도 불구하고 분진측정에 내재된 가장 큰 문제점으로 지적되는 것은 시료의 채취방법에 따른 측정결과의 상대적인 오차가 클 수 있다는 점이다 (Solomon, 1982). 특히 중량법과 광학적방법 혹은 high-volume과 low-volume 방법 사이에는 반드시 일관된 비례성 혹은 상관성이 존재하지 않을 수도 있으며 양자의 상관성은 대기중 부유먼지의 분포특성, 즉 지역 및 계절에 따라 상당한 편차가 나타날 수 있음이 일찍이 현장실측을 통해 입증된 바 있다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 중량법에 의한 측정방법을 기준으로 서로 다른 시료채취 유량을 적용할 경우 측정된 부유먼지의 농도 자료간에 어느 정도의 차이를 보이고 있으며, 또한 농도자료간의 관련성은 어느 정도 인지를 파악해 보고자 하였다.

2. 연구방법

중량법에 의한 환경대기 중 부유먼지의 채취에서는 경북 경산시 영남대학교의 공과대학 4층 건물 옥상(지상에서 약 15m)에서 1997년 8월에서 1998년 9월에 이르기까지 동일한 조건으로 총 6대의 서로 다른 샘플러를 가동하여 총 40세트의 먼지시료를 채취하였다. 그리고 다양한 형태의 10 L/min 이하의 흡인유량을 가지는 6대의 ultra low-volume 샘플러를 이용하여 1999년 4월과 5월에 서로 상이한 농도수준을 지니고 있는 3개의 실내 환경 (주물공장, 자동차 정비센터, 대학연구실) 등에서 실내공기 중 부유먼지의 농도를 측정하였다. 이때 샘플러들은 각각 상이한 유량 조건에서 TSP와 PM10 혹은 TSP와 PM4.0을 동시에 채취할 수 있도록 서로 다른 3개조의 샘플러를 구성하였으며, 각 샘플러 당 38개 세트의 시료를 채취하였다. 환경대기 중 TSP의 채취를 위한 샘플러의 구성은 그 채취유량에 따라 high-, med-, low- 및 ultra low- volume 샘플러로 구분하였으며, PM10의 채취는 10 μ m 이하의 입경을 가진 먼지를 선택적으로 분리채취 할 수 있는 high-vol PM10 inlet(Graseby Anderson/General Metal Works SA/G1200, Impaction type, U.S.A)이 장착된 high-vol 샘플러와 그 외 PM10 입도 분리가 가능한 low-vol, ultra low-volume 샘플러를 사용하였다. 먼지측정결과에 미치는 여지의 채취효율의 영향을 최소화하기 위해 실·내외 환경에서 각각 동일한 종류의 여지를 이용하였다. 환경대기 측정에는 모두 유리섬유 여지를 이용하였으며, 실내공기 측정에서는 pore size가 1 μ m인 테플론 여지를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

다양한 시료 채취방법에 따라 측정된 부유먼지 농도자료의 전반적 개황을 요약하여 표 1에 나타내었다. 환경대기 중의 TSP 농도수준은 평균값을 기준으로 볼 때 샘플러마다 약간 차이를 보이고 있으나 50~67 μ g/m³ 정도로 나타났다. TSP샘플러에 대한 평균농도 측면에서 볼 때 high-vol 샘플러가 가장 높은 값을 보이고 있으며, medium-vol 및 low-vol 샘플러 등은 각각 high-vol 측정치의 약 80% 및 70% 수준의 농도를 보여 그 차이가 어느 정도 심각함을 암시하고 있다. 환경대기 중 측정된 PM10의 농도를 보면 TSP와 거의 유사한 결과를 보여주고 있는데, 각 샘플러별로 관측된 농도를 보면 산술 평균값을 기준으로 37~46 μ g/m³ 범위 내에 존재하고 있는 것으로 나타났다. PM10 샘플러 역시 공기시료 채취유량이 낮아짐에 따라 그 농도 또한 감소하는

경향을 보이고 있어 샘플러의 선정이나 채취유량의 선정은 결국 PM10의 농도변화에 상당한 영향을 줄 것으

Table 1. Summary of suspended particulate concentrations measured by different samplers.

Measurement (Flow rate)	Mean ± S.D.	Median	Range	n	Remark
TSP (1130 L/min)	67.0 ± 25.4	62.8	28.6 ~ 142.1	40	Outdoor Air
TSP (146 L/min)	49.9 ± 20.7	43.9	24.8 ~ 122.1	40	
TSP (29 L/min)	54.8 ± 28.3	50.2	18.7 ~ 124.5	40	
PM10 (1130 L/min)	45.5 ± 20.0	44.0	18.7 ~ 97.9	40	
PM10 (32 L/min)	39.8 ± 19.7	35.9	10.9 ~ 97.6	40	
PM10 (5 L/min)	37.3 ± 22.0	30.9	10.4 ~ 106.4	40	Indoor Air
TSP (10 L/min) - Set A	112.5 ± 91.1	96.9	16.4 ~ 382.5	38	
TSP (10 L/min) - Set B	123.9 ± 93.2	107.5	17.7 ~ 404.2	36	
TSP (5 L/min)	118.5 ± 93.1	104.0	13.1 ~ 421.9	38	
TSP (2.2 L/min)	108.7 ± 86.1	84.0	18.5 ~ 375.6	38	
PM10 (5 L/min)	63.5 ± 47.6	51.3	10.5 ~ 194.4	38	
PM4.0 (2.2 L/min)	48.7 ± 39.6	36.7	10.7 ~ 174.0	38	

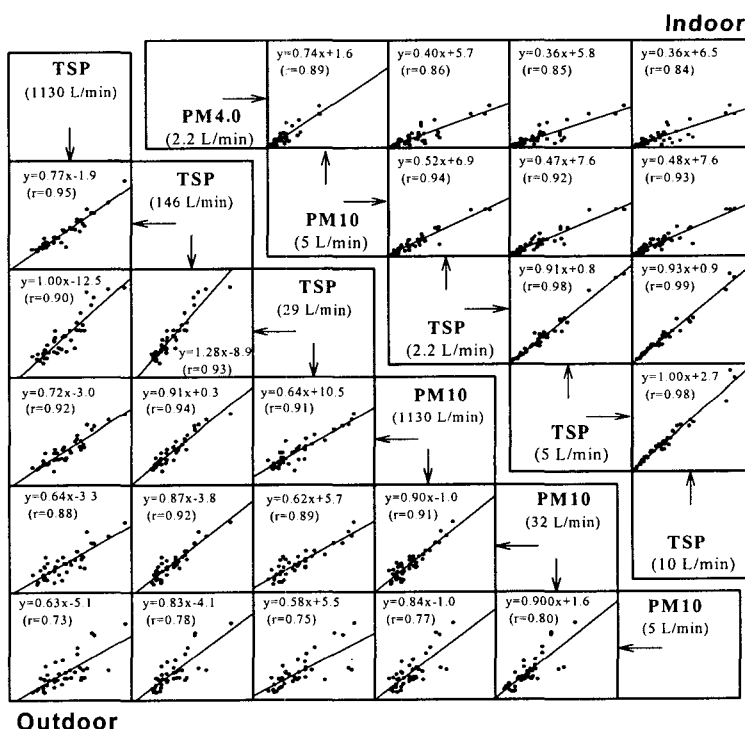


Fig. 1. Correlations among TSP, PM10 and PM4.0 concentrations in indoor and outdoor site.

로 판단된다. 한편, 실내환경에서는 측정된 먼지 농도는 다양한 장소를 임의로 선택하여 시료채취가 이루어졌으므로 저농도에서 고농도에 이르기까지 매우 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 그림 1에는 다양한 유량의 샘플러를 이용하여 측정된 부유먼지 농도 자료에 대해 상관성, 기울기 및 절편을 각각 도시하였다. 그림 1을 통해 부유먼지 측정에 있어서 적용한 샘플러간 측정방법, 채취유량의 차이 등이 동일한 부유먼지 측정항목 상호간에 대해서 서로 유의적인 차이를 보였으며, 서로 다른 항목간에도 예를 들면, TSP 내 PM10 혹은 TSP 내 PM4.0의 상관성 혹은 이들간의 농도비에도 영향을 주는 가장 중요한 인자임을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

Solomon, P. (1982) Performance comparison of three samplers of suspended airborne particulate matter. *JAPCA*, 32, 373-375.