

G-5

광 산란식 Digital particle counter에 의한 공공시설 실내 중 입자상 물질 농도의 일변화 The variation of suspended particle concentrations in public buildings using photo-scatter digital particle counter

김 만 구 · 권 영 진* · 조 현 호
강원대학교 자연과학대 환경학과

I. 서론

대기중 입자상 물질은 물리적 과정과 화학적 과정에 의해 생성된 약 30 μ m 이하의 것들이 대부분이다. 그러나 입자의 크기에 따라 폐속으로 유입된 정도가 달라 10 μ m 이하인 입자상 물질이 보건학상 중요한 의미를 가지고 있다. 그래서 선진국에서는 이미 10 μ m 이하인 입자상 물질의 농도로 대기질을 규정하고 있으며, 우리나라에서도 10 μ m이하인 입자에 대한 연평균 규정치 80 μ g/m³, 일 평균 규정치 150 μ g/m³로 관련 법규 개정을 통해 입법 예고된 상태이다. 현재 우리나라의 입자상 물질에 관한 사무소 위생기준 규칙, 건축물 환경 위생관리법(빌딩관리법), 작업 환경측정법의 조건을 평가하기 위한 환경기준은 중량법에 기초한 질량농도 단위로 표준 측정법을 채택하고 있다.

그러나, 상대 농도계(광산란 방식, 광흡수방식, 압전칭량방식, β -ray법)에서 얻어진 상대농도는 입자의 질량농도만이 아니고, 입경 분포, 밀도, 형태, 광학적 성질등에 의해 정해진 값이기 때문에 질량농도로 변환 시키기 위해서는, 이러한 여러 인자를 고려한 질량농도 변환계수를 구하여 환산 하여야 한다.

본 연구에서는 청정지역과 도시지역에서 PM-10 sampler와 광산란 방식인 디지털 분진계에서 질량농도 변환계수를 구하였고, 이를 이용하여 강원대학교 도서관의 열람실, 사무실을 포함한 23개실 과 제 1 학생회관의 실내공기 중 시간별 입자상 물질의 일변화를 조사 하였다.

II. 디지털 분진계(P-5 H2 SIBATA, Japan)

공기중에 부유하고 있는 입자에 빛을 조사하면, 입자의 물리적 성질이 같은 조건일 경우 입자에 의한 산란 광량은 질량농도에 비례한다. 이 원리를 응용하여 대기중 입자상 물질의 상대질량농도를 산란정량의 적산치 C PM(Count Per Minute)로 나타낸다.

III. 실험방법

3.1 질량농도변환계수(K)

질량농도변환계수 측정시 같은 포집장소에서 PM-10 Sampler 장치와 디지털분진계의 흡인 높이, 방향을 같이 하여 일정시간 동안 입자상 물질을 포집하여, 이 두가지 측정기로부터 얻어진 값에서 질량농도변환계수를 아래의 식으로 계산한다.

$$K = \frac{C}{R - B}$$

여기서, K는 질량농도변환계수, C는 분진장치를 이용한 여과포집장치로 얻어진 값, R은 측정값, B는 background값이다.

실험 장소는 청정지역인 강원도 양양에 소재한 강원대학교 동해수련원과 도심지역인 춘천에서의 질량농도변환계수를 구하였다. 각 지점에서의 입자상 물질의 질량농도는 실온에서 상대습도 50%로 조절한 실리카겔이 들어있는 데시게이터 속에서 glass fiber filter(Toyo GB 100R, Whatman)를 48시간 이상 방치시킨 후 0.1mg까지 평량 할 수 있는 Precisa balance(80A - 200M)를 사용하여 정확히 평량한 것을 사용하였고, PM-10 Sampler(HVC 500 SIBATA, Japan) 와 Andersen High Volume Sampler(GENERAL METAL WORKS Inc. Model No. UV-1)장비를 이용하여 질량농도를 구하였고, 디지털 분진계(P-5 H2 SIBATA, Japan)를 이용하여 얻은 상대농도값으로 질량농도 변환계수를 산출 하였다.

3.2 상대농도(CPM)에서 질량농도(mg/m³)계산

상대농도는 디지털분진계에서 측정된 값에서 장비 자체의 background농도 값을 뺀 값이고, 여기서 구해진 값에서 질량농도 변환계수값을 곱하여 구하였다.

IV. 결과 및 고찰

비교적 청정지역인 바닷가에서 24시간 동안 여과 포집장치와 디지털 분진계에서 얻어진 농도로 산출된 질량 농도변환계수(K)는 1.95 와 2.60이었다.

그림 1은 도서관 내의 로비, 장서실, 사무실과 열람실의 CPM 농도를 비교하였다. 로비와 열람실은 학생들의 활동이 많은 점심, 저녁 시간대와 도서관 입실 시간에 높은 피크를 보이는 일정한 패턴으로 서로 비슷한 경향을 이루고, 열람실은 의외로 식사 시간대에 높은 피크를 보이는 것은 정해진 시간에 모두 이동 하는 것이 아니라 수시로 계속적인 이동에 의해 기인된 것으로 사료되고, 장서실과 사무실은 비교적 낮은 CPM 농도를 보인다. 그러나, 그림 2와 비교할때 흡연실의 CPM 농도는 사무실의 가장 낮은 CPM 농도에 비해 40배 그리고, 비교적 높은 입자상 물질의 농도를 보인 로비에 비해서 10배 정도 높은 농도를 나타냈다.

그림 2는 휴게실 내의 흡연실과 비 흡연실에서 입자상 물질의 시간변화 곡선이다. 흡연실은 비 흡연실에 비해서 8배 정도 높은 입자상 물질의 농도를 나타냈다. 그리고, 흡연실은 식사 시간 전·후로한 학생들의 휴식 시간대 즉, 10:00, 13:00, 15:00, 19:00시에 높은 피크를 나타냈다. 그림 1에서 이 시간대의 열람실에서는 낮은 피크가 보여짐으로서 위의 사실이 부가 설명된다. 그리고, 입실 시간인 5:00시와 퇴실 시간에 가까운 21:00시에도 높은 피크를 보였다. 그리고 흡연실과 비 흡연실은 인접해 있지만 뚜렷한 CPM 농도 차이를 나타냈다. 이것은 각각의 실이 문 하나를 사이에 두고 단절되어 있고, 비흡연실의 경우에는 외부와의 공기 순환이 빠른 곳에 위치하여 흡연실의 오염 공기에 의한 영향을 크게 받지 않았다. 반면에 흡연실은 구석진 곳에 위치한 2개의 환풍기를 갖추고는 있으나 충분한 환기가 되지않아 매우 높은 입자상 물질의 농도를 나타냈다.

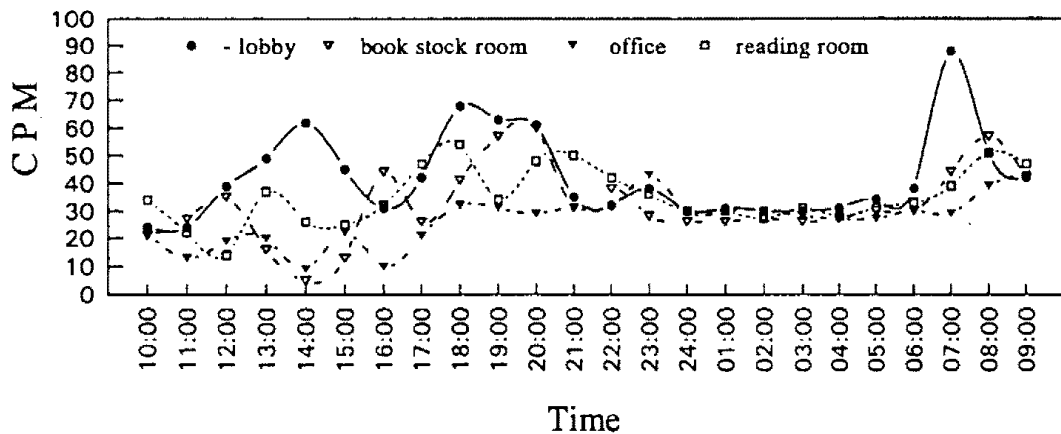


Fig. 1. Comparison of CPM with a reading room, lobby, office and a collection of books in library.

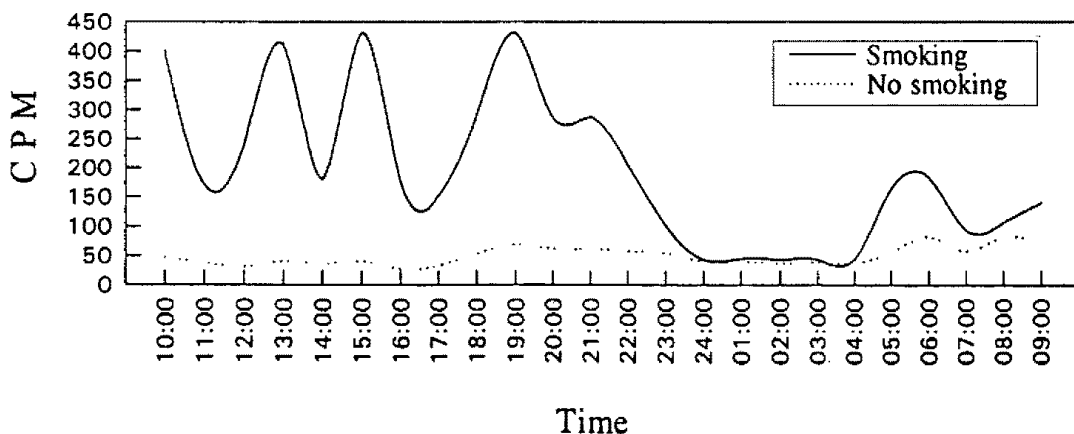


Fig. 2. Comparison of CPM with a smoking and a no smoking room in library.