

PS20 (MA31) 대기분진 분석에서 공기량 및 바탕값의 영향 조사

Investigation of the Defects for the Air Volume and Blank Value in Airborne Particulate Analysis

이길윤, 윤윤열, 심상권, 김건한, 양명권

한국자원연구소 지구환경연구부

1. 서론

1998년 5월 대기환경학회 측정분석분과회 주도로 대기 중 가스상 및 입자상 물질의 실험실간 동시측정행사가 거행되었으며, 본 연구팀에서도 이 행사에 참여하여 입자상물질 중의 중금속 및 무기성분의 측정분석을 수행하였다. 지질, 생체환경 측정분석이 주 전공인 본 연구팀으로서는 이 행사를 통하여 대기환경 측정분석에 대하여 많은 것을 배울 수 있었고 수질환경 및 토양환경 등의 다른 환경분석에 비하여 대기환경분석의 난이도가 높고 정확도는 낮음을 알 수 있었다. 행사에 참가한 전문가들도 거의 같은 의견을 가지고 있었으나, 해결책에 대한 후속 행사가 없었다는 것이 매우 아쉬운 점이였다. 대기환경분석의 정확도가 낮은 이유는 크게 3가지로 요약되었으며[이강웅 등, 1998년도 한국대기보전학회 추계학술대회 발표 논문집, 246] 첫째는 장시간의 시료채취기간동안 흡인된 공기량 산출의 부정확성, 두 번째는 포집여지의 바탕값 산출의 부정확성, 그리고 세 번째는 분석과정의 부정확성이다. 이들 중 세 번째의 실험과정의 부정확성은 비단 대기환경분석에만 국한되는 것이 아니기 때문에 특별히 고려하지 않았고, 본고에서는 공기량 및 여과지 바탕값의 산출에 대해서 동 행사 후 본 연구팀이 실행한 후속 연구결과를 기술하였다. 측정분석 전문 팀에서 제시하는 문제점들에 대하여 대기환경 전문가들과 함께 해결할 수 있는 새로운 연구의 시작이 될 수 있기를 바라며 결과적으로 대기환경 측정분석의 정도관리에 도움이 되기를 바란다.

2. 연구 방법

1) 흡인 공기량 조사

입자상물질의 측정분석법의 기준은 대기오염공정시험법 중 제4장 환경기준시험방법의 제 1절 시료채취방법의 4항 입자상 물질의 시료채취법 이다. 이 기준에 의하면 포집시작 5분 후의 유량과 종료직전의 유량의 산술평균값으로부터 총 흡인 공기량을 산출하고 필요한 경우 채취기간동안의 기상변화(온도, 기압)에 대해 보정해 주게 되어있다. 즉, 시료채취기간동안의 유량변화가 일정하거나 시간별 변화차이를 무시할 수 있다는 가정으로부터 시작된 규정으로 생각된다.

본 연구에서는 장시간의 시료채취기간 동안 유량변화가 일정할 수는 없을 것이라는 의문으로부터 시작되었으며, 유량변화의 크기는 어느 정도이고 혹은 그 차이를 무시할 수 있는지를 판단하고자 하였다. 유량변화가 시간에 따라서 차이가 있다면, 그 차이는 공기중 입자상물질의 형태와 농도, 여과지의 종류 및 기상조건(습도) 등 시료채취조건에 영향을 받을 것으로 생각하여 이들 채취조건에 따라서 측정 조사 하였다.

입자상물질 채취기는 KIMOTO Hi-vol PM 10(Model 121, Japan) 한 종류이었으며, 여과지는 Whatman 사의 Quartz, Glass Fiber 및 Cellulose 세 종류에 대해 조사하였다. 또한 입자상물질의 농도가 높을 것으로 예상되는 지역(선반공장 내부)과 낮을 것으로 예상되는 지역(청정지역)의 두 곳에 대해 유량변화를 조사하였다.

2) 여과지 바탕값 조사

공기량 산출에서와 같이 여과지 바탕값의 보정방법 역시 대기오염공정시험법에 명시되어 있으며 시료채취에 사용한 같은 재질의 공여과지(Blank Filter Paper)에 대해 실행하도록 되어있다. 이 규정에서도 한가지 가정이 필요한데, 그것은 시료채취에 사용한 공여과지와 바탕값 보정에 사용된 공여과지가 주성분 및 분석하려는 성분의 함량이 같거나 그 차이가 입자상물질에 함유된 양에 비하여 무시가능 해야만 한다는 것이다.

본 연구에서 조사한 여과지는 8" × 10" 크기의 High-volume 용 Quartz, Glass Fiber, Cellulose 및 PM-2000의 네 종류이었다. 이들 네 종류의 여과지를 각각 6장씩 꺼내어 각 장마다 직경 47mm의 원형으로 6개씩 절단하여 한 장에서의 균질도와 한 상자 내에서의 균질도를 동시에 조사하였다. 조사에 사용된 분석법은 비파괴방법인 핵분석법과 공정시험법에 명시되어 있는 습식방법을 병행하였다. 조사대상 성분은 공정시험법에 명시된 성분뿐만 아니라 대기화학 연구에서 빈번히 사용되는 여러 종류의 미량성분들이었다.

3. 결과 및 고찰

1) 유량변화

그림 1은 입자상물질의 농도가 높을것으로 예상되는 한 공장내에서 10시간동안 채취하면서 15분 간격으로 유량을 측정된 결과이다.

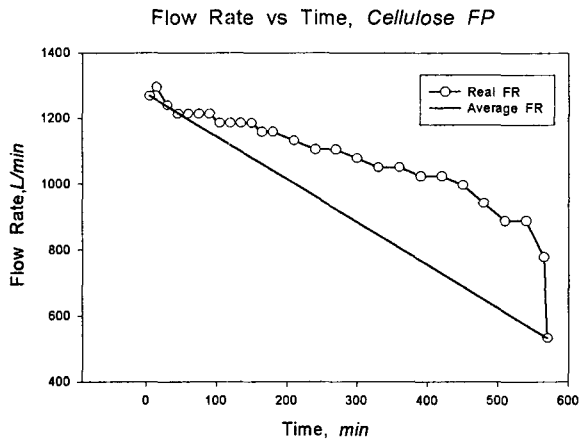


Fig. 1. Flow rate variance during ten hours sampling in a factory.

여기에서 볼 수 있는 것과 같이 시료채취기 작동 5분 후와 종료 직전의 유속으로부터 흡인된 공기량을 산출한다면(Average FR) 실제 흡인량(Real FR)보다 상대적으로 적은량이 될 것이며, 결과적으로 TSP나 화학성분의 농도는 실제보다 높은 값으로 계산될 것이며, 실험 목적에 따라서 차이는 있겠으나, 미세한 변화까지도 감시하여 후속조치를 취해야 한다면 커다란 오류의 원인을 제공 할 수도 있을 것이다. 두 종류의 여과지 및 두 장소에 대한 조사 결과는 학회에서 발표할 것이며 이러한 흡인 공기량의 산출시 문제점의 영향과 해결대책은 관련전문가와 더 많은 토론이 있기를 바란다.

2) 여과지 바탕값

표 1에 Glass Fiber 공여과지에 대한 분석결과를 나타내었다. RSD는 6회의 실험결과에 대한 상대표준편차(%)이다. 약 30종의 성분들이 공여과지내에 함유되어 있으며, 이들 중 많은 성분들은 환경대기중의 농도 측정 시에 영향을 줄 수 있는 정도 이상 함유되어 있는 것으로 판단된다. 유량변화 조사에서와 마찬가지로 네 종류의 여과지에 대한 실험결과는 학회에서 발표 할 것이며 이 역시 전문가들의 고견을 듣고 싶다.

Table 1. RSD values of elements in a Blank Filter Paper (n=6)

Element	V	Mn	As	Cr	Th	Rb	Sb	Sm	Sc	Al	Cu	Mg	Ni	Pb
RSD, %	32	21	45	19	31	46	28	33	41	25	10	29	27	38
Element	Zn	Na	Ba	Fe	Co	La	Ce	Eu	Hf	Ca	K	Ti	Sr	Zr
RSD, %	12	28	13	44	27	34	23	36	31	5.5	23	72	49	31