

1A1) 관측방법이 다른 두 종류의 PM₁₀ 자동관측기 특성 및 비교 관측자료 분석

Characteristics on the Automatic PM₁₀ Analyzers of Different Measuring Method and Analysis of the Observation Data of the Analyzers

최병철 · 차주완 · 박기준 · 최재천¹⁾ · 안정연²⁾

기상청 기상연구소 지구대기관측소, ¹⁾기후정책과, ²⁾파코코리아인더스

1. 서 론

현재 국내에서는 2002년 최악의 황사 발생 이래 많은 관측장비와 인력을 투자하여 황사에 대한 집중적인 모니터링을 하고 있다. 그러나 황사의 질량 관측을 위한 장비 자체에 대한 연구와 그 자료에 대한 분석이 미흡하다. 또한 향후 더욱 정확한 황사자료 분석을 위해서는 기존의 설치된 장비와 최근 새로 개발되고 있는 장비와의 비교검토가 필요하다. 이러한 황사나 에어러솔관련 관측장비에 있어 중요한 요소는 기상조건이다. 특히 상대습도(Relative Humidity; RH)나 풍속등과 같은 기상조건에 따라 관측자료의 변동이 적어야 한다. 또한 국내의 황사관측망의 대부분은 서해안 바다 근처에 위치하고 있기 때문에 특히 이런 기상조건에 대한 장비의 특성을 잘 파악할 필요가 있다.

이 연구에서는 황사와 같은 에어러솔 관측시 기상변화에 따른 PM₁₀ 관측값의 변동 특성을 알아보고, 황사모니터링에 많이 사용하는 Anderson PM₁₀과 최근 개발된 새로운 관측장비와 공동 관측함으로써, 황사 관측자료 분석의 정확도를 향상시키고, 더욱 신뢰할 수 있는 황사 분석자료를 생산하는 기초 자료를 제공하고자 한다. 따라서 이 연구는 Anderson PM₁₀ 관측장비와 최근 개발된 GRIMM PM₁₀ 장비와의 비교를 통해서 기존의 황사분석 자료 분석시 기상조건에 의해서 각각의 PM₁₀ 분석기가 어떤 차이를 보이는지에 대한 정보를 명확히 하고자 한다.

2. 측정 방법

Anderson PM₁₀ 장비의 원리는 샘플링하는 동안에 C-14를 이용한 베타선 감소의 신호를 질량 농도로 바꾸는 것이다. 즉, 필터에 채워지는 먼지의 질량농도에 의한 베타선의 감소를 이용하여 농도를 계산하는 것이다. 실제적으로 농도에 직접 영향을 주는 것은 counter rate(m_r)이며, 이 비는 식(1)과 같다.

$$m_r = F_{cal} \times \left(\ln \frac{R_0}{R_1 - F_{R1/R2} \times (R_2 - R_0)} \right) \quad (1)$$

여기서 R_0 는 에어러솔입자가 유입되기 전의 count rate(1/s), R_1 는 채워진 총 에어러솔 입자의 counter rate (1/s), F_{cal} 은 질량 교정 요소 상수(μg), $F_{R1/R2}$ 는 자연 대기 복사력의 counter rate, F_{R2} 는 임계값($S_2=3750$ mV)에서의 총 counter rate, F_{O_2} 는 배경 counter rate (R_2) 이다.

그리고 이론적으로 F_{cal} 은 식 (2)와 같다.

$$F_{cal} = \frac{A}{\mu/\rho} = \frac{2}{0.3} \times mg \approx 6600 \mu\text{g} \quad (2)$$

A는 필터 표면적(cm^3) 이고 μ/ρ 는 C-14에 대한 질량감쇠계수(cm^2/mg) 이다

GRIMM사에서 개발한 GRIMM PM₁₀은 PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{1.0}를 동시에 측정 할 수 있으며 15개 크기 채널을 통해 실시간으로 에어러솔 입자를 측정한다. GRIMM PM₁₀은 광학적인 에어러솔 수 농도를 관측하여 질량 농도를 산출하는 방식이며, 실시간으로 에어러솔 수 농도와 크기를 분류한다.

Table 1. Characteristics of Anderson and GRIMM PM₁₀ analyzer System.

	FH62 C14 (Anderson)	Model 107 (GRIMM)
Observing factor	PM ₁₀ or PM _{2.5} or PM _{1.0}	PM ₁₀ , PM _{2.5} , PM _{1.0}
Size range	below 10 μm	0.23 ~ 20 μm (15 channel)
Mass range	0~5000 μg/m ³ or 1~10,000 μg/m ³	1~1500 μg/m ³ (EPA, UMEG Certification) or 1~100000 μg/m ³
Resolution	Type 9 μg/m ³ (measured values) Type 6 μg/m ³ (1/2h) Type 3 μg/m ³ (3h) Type 1 μg/m ³ (24h)	0.1 μg/m ³
Sample flow	16 LPM	1.21 LPM, controlled

3. 결과 및 고찰

이번 연구에서는 기상조건에 따른 10 μm이하 에어러솔 입자의 질량농도를 관측하는 장비인 GRIMM PM₁₀과 Anderson PM₁₀의 차이를 알아보려고 했다. 특히, 기상요소 중 에어러솔 질량농도 관측에 제일 중요한 RH의 변화에 초점을 두었다. 전반적으로 RH가 증가함에 따라서 두 장비간의 관측차이는 증가하였다. Anderson PM₁₀은 RH의 변화에 상대적으로 GRIMM사의 PM₁₀ 보다 더 영향을 받았다. 또한 측정지점이 해안가에 위치하고 있기 때문에 육지에서 유입되는 공기보다 두 관측장비의 관측값 차를 더 크게 하였다.

향후 보다 정확한 PM₁₀ 관측자료의 생산을 위해서는 RH의 변화에 최대한 영향을 적게 받는 시스템을 고려해야 할 것으로 사료된다. 따라서 이러한 장비의 개선은 향후 황사 관측시 보다 현실적이고, 정확한 황사정보를 국민들에게 제공 할 수 있을 것이다.

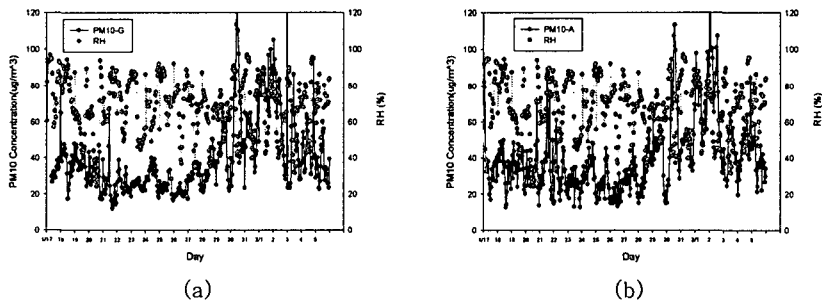


Fig. 1. Comparison of (a)GRIMM PM₁₀ and (b)Anderson PM₁₀ with relative humidity (RH).

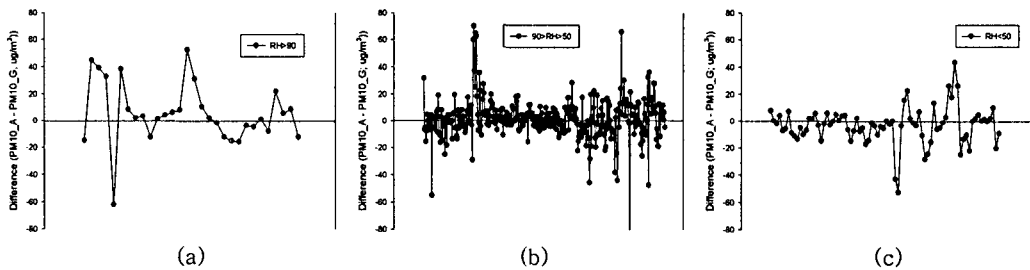


Fig. 2. Variation of difference of GRIMM PM₁₀ and Anderson PM₁₀ to (a) RH>90%, (b) 90%>RH>50%, (c) RH<50%.

참 고 문 헌

- Ammann, M., M Kalberber, D. T. Jost, L.Tobler, E. Rossler, D. Piguet, H.W. Gaggeler, and U. Baltensperger, 1998, Heterogenous production of nitrous acid on soot in polluted air masses, *Nature*, 395, 157-160.
- Benkovitz, C. M., and S. E. Schwartz, 1997, Evaluation of Modeled sulfate and SO₂ over North America and Europe for four seasonal months in 1986-1987, *J. of Geophy. Res.*, 102, 25305-25338.
- Finalayson-Pitts, B. J., and J. N. pitts Jr., 1997, Thropospheric air pollution: Ozone airborne toxics , polycyclic aromatic hydrocarbons, and particle, *Science*, 276, 1045-1052.
- 박민화, 김용표, 강창희, 2001, 황사/비황사의 입자 조성변화: 1993~1996년의 봄철 고산 측정자료, *한국대기환경학회지*, 17(6), 487-491.
- 이승복, 배귀남, 김용표, 진현철, 윤용석, 문길주, 황해 덕적도의 대기 에어로졸 특성, *한국대기환경학회지*, 18(4), 305-316.