

PA41) **한반도 배경지역에서 관측된 PM₁₀의 화학적 특성 연구**

A Study on The Chemical Properties of Atmospheric PM₁₀ at KGAWO, Korea

방소영 · 조창범 · 남재철¹⁾ · 박일수

기상연구소 용융기상연구실, ¹⁾기상연구소 원격탐사연구실

1. 배경 및 목적

도시화, 산업화가 진행 중인 우리나라의 도시지역에서는 Waggner 등(1981), 서영화와 구자공(1992) 등이 많은 연구에서 보고한 바와 같이 각종 산업시설과 자동차의 급증에 의해 에어러솔의 질량농도 및 성분농도가 증가되어 진다. 지금까지 대부분의 에어러솔에 관한 연구는 대도시를 대상으로 하였으며, 오염원이 적어 대기오염물질 농도가 낮고 시간변화 경향이 작으며, 황사 등 오염 사례에 관하여 민감한 배경지역에서의 연구는 희박한 편이다.

중국으로부터 에어러솔과 함께 각종 대기오염물질이 수송될 가능성이 매우 높은 우리나라의 지리적 특성으로 인하여 한반도내 배경지역에서의 에어러솔 연구는 도시화로 인한 도시대기와의 비교 뿐 아니라 한반도내 기후변화 감시의 기초 자료가 될 수 있기에 지속적인 관측 및 연구는 매우 필수적이라 할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 자체 오염원이 적은 기상청 산하 지구대기감시관측소(GAW station no. 47132)가 위치되어 있는 서해안 지역에 중점을 두어 1999년 이후 에어러솔의 질량농도 및 화학성분을 분석하여 시계열적인 경향 특성을 이해하고 대상 기간 중 발생한 황사 사례와의 차이를 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

연구지점은 에어러솔의 자체배출원이 적어 배경농도가 낮고 시간적인 변화폭이 작으며, 중국과 인접해 있어 황사 유입시 가장 민감하게 농도변화를 알 수 있는 지구대기감시관측소(36.4°N, 126.1°E, 43.5m sl)를 대상으로 하였다. 그리고 사용된 자료는 1998년 1월부터 2001년 12월까지 4년 동안 관측·분석된 10 μm 이하의 에어러솔 질량 및 화학적인 성분을 대상으로 하였다.

에어러솔 질량농도는 정밀저울로 채취 전·후의 필터 무게를 재고 그 차이에 의하여 구하였고, 질량농도를 계산한 후 채취된 필터 전체면적 중 각각 1/10을 절취하여 수용성 이온성분과 미량금속성분을 분석하였다. 그림 1의 방법으로 분석된 에어러솔의 화학적인 특성을 파악하기 위하여 시간적인 변동 분석 및 통계 패키지인 SPSS의 통계적인 방법에 의하여 대상지역의 에어러솔에 영향을 미치는 요인을 분석하였다.

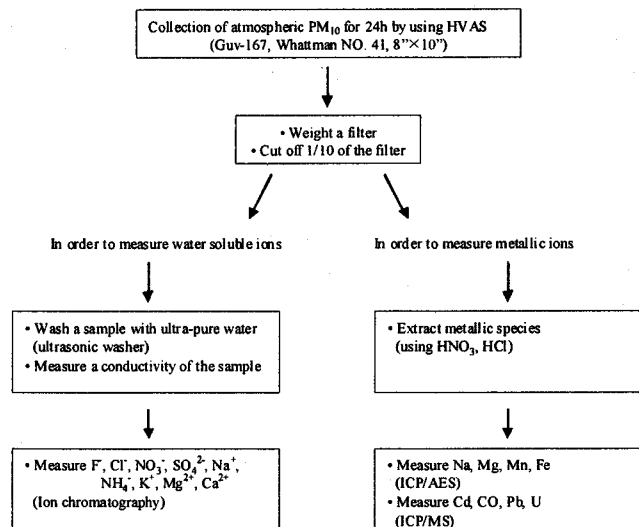


Fig. 1. Sampling and measurement processes of atmospheric PM₁₀. All processes had been followed WMO's GAW guide (WMO, 1978).

3. 연구 결과

1998년부터 2001년까지 4년동안 서산기상대에서 총 55일의 황사가 관측되었으며, 약 90% 이상이 3월과 4월에 발생했다. 관측기간 동안의 미세입자 년평균 농도는 약 $29.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도이며, 전반적으로 봄철의 미세먼지 평균농도와 표준편차가 가장 크게 나타났으나 뚜렷한 계절적인 변화를 보이지 않았다.

Table 1. The results of varimax factor matrix in PM_{10} collected in Anmyeon-do for a) total measurement periods, b) yellow sand case.

a) variance (no.=260)	Factor Loadings (Varimax raw) Extraction: Principal components (Marked loadings are > 0.7)		b) variance (no.=15)	Factor Loadings (Varimax raw) Extraction: Principal components (Marked loadings are > 0.7)	
	factor 1	factor 2		factor 1	factor 2
NO_3^-	-0.093214	0.751937	NO_3^-	0.899697	0.105301
Mg	0.948821	-0.040286	NH_4^+	0.898255	0.079071
Al	0.935817	-0.017611	Mg^{2+}	0.927757	-0.110168
Ca	0.969270	0.039774	Ca^{2+}	0.942011	0.067756
Fe	0.956547	0.011702	Na	0.905781	-0.221613
Mn	0.916791	0.190873	Fe	0.869433	0.369859
Co	0.933056	0.171056	Mn	0.837424	0.346326
Zn	0.087961	0.873885	Cr	0.214907	0.737148
Pb	0.057758	0.756474	Co	0.868432	0.355878
Eigen value	6.499884	3.429343	U	0.362721	0.717437
Fraction of total variance	0.406243	0.214334	Eigen value	9.461132	4.273750
			Fraction of total variance	0.430051	0.194261

또한 안면도 미세입자 성분 조성은 양이온성분보다 음이온성분이 2배 이상 영향을 미치며, 이온성분 중 가장 많이 함유되어 있는 성분은 산성화의 원인성분인 NO_3^- 와 SO_4^{2-} , 중화물질인 NH_4^+ 이다. PM_{10} 이 함유하고 있는 금속성분은 평균 14 % 정도로 $\text{Fe} > \text{Al} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Cr} > \text{Co} > \text{U}$ 순으로 존재한다. 금속성분별 농축인자로 분석한 바로 Mg, Ca, Fe, Cr, Co, U은 대부분 토양에 기원하며, Cu, Zn, Cd, Pb 등은 인위적인 오염물질로 토양보다는 대기 중에 농축되어 있는 것으로 나타났다. 또한 이들의 계절별 변화를 보면 황사기간이 포함되어 있는 봄철에 낮은 값을 보이고 있다. 이는 금속성분의 농도는 계절에 따라 차이를 보이지 않으나, 토양입자의 함량이 많아지는 봄철에 이들 금속성분이 희석되어 농축인자는 이 계절에 최소를 나타내게 된다고 추정된다. 또한 요인분석을 통하여 안면도의 PM_{10} 은 Mg, Al, Ca, Fe, 그리고 Mn이 포함된 지각구성물질그룹과 NO_3^- , Zn, Pb을 구성원으로 하는 오염성분그룹으로 구분되어지며 안면도는 토양으로부터 배출된 오염물질의 영향을 크게 받고 있음을 알았다. 황사기간과 비황사기간을 비교한 결과로 Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} 와 Ca^{2+} 이 2배 이상 크게 증가하였고, 토양성분인 Mg, Al, Ca, Fe도 증가 하였으나 인위적인 오염원에 의해 대기 중에 농축되어지는 미량 금속성분인 Pb, Cd, Zn은 감소하거나 거의 같은 수준의 농도를 유지하는 것을 확인 할 수 있다. 그리고 요인분석에 의하면 전체 약 43%의 설명력을 갖는 제 1그룹은 이온성분인 Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} 와 금속 성분인 Na, Fe, Mn, Ni로써 토양에 의한 영향이 가장 크고, 두 번째 요인인 Mg, Cr 역시 토양의 영향을 받는 것으로 나타났다(표 1).

사 사

이 연구는 기상청 기상지진개발사업의 하나인 "갈색구름 관측을 통한 동아시아 기후영향 평가 연구"과제의 지원으로 수행된 것입니다.

참 고 문 헌

- 서영화와 구자공(1992), 대기 분진의 무기 화학적 조성 분석과 Chemical Mass Balance에 의한 오염원 기여도 산출, 한국대기보전학회지, 8(2), 112-120.
- Waggner, A.p., R.E. Weiss, N. C. Ahlquist, D.S. Coaert, S.Will and R.J. Charlson(1981), Optical characteristic of atmospheric aerosol, *Atmos. Environ.*, 15(10), 1891-1009.