

PA3) 2002년 부산지역 봄철 황사/비황사시 PM10 중의 중금속 농도 특성 of Heavy Metallic Elements of PM10 for Yellow sand and Non-Yellow sand during Springtime of 2002 at Busan

전 병 일 · 황 용 식¹⁾

신라대학교 환경공학과, ¹⁾인제대학교 산업의학연구소

1. 서 론

부산의 황사발생일은 매년 10일 이내로 머물렀으나, 2001년에 갑자기 증가하여 사상최대인 연간 21일이나 발생하였으며, 또한 시기적으로도 가장 빨리 발생해서(1월 2일) 가장 늦게까지(5월 19일) 황사현상이 나타난 해로 기록되었다. 특히 2002년 3월 21일에는 부산 시내 12개 대기오염자동측정지점 가운데 부유분진의 측정한계치인 $1,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 도달한 곳이 범천동, 감전동, 덕천동, 신평동, 연산동 등 8개 지점으로 나타나, 극심한 피해를 가져다주었다.

본 연구에서는 2002년 봄철 부산지역에서 Low Volume Air Sampler 중의 하나인 MINI-VOL을 이용하여 대기 중의 PM10을 측정하고, 그 중에 함유된 중금속을 황사시와 비황사시로 나누어, 그 특성을 고찰함으로써 황사발생시 어떤 성분의 영향이 많은지를 체계적으로 밝히는데 있다.

2 측정 및 분석방법

시료채취 지점은 부산시 사상구 패법동 백양산 기슭에 위치한 신라대학교 자연관 6층 옥상에서 실시하였으며, 채취지점의 주위는 백양산으로 둘러싸여 있으며 남서쪽으로 계곡이 있고 약 3km 떨어진 지역에 사상공업지역이 위치하고 있다. 측정지점 주위의 특별한 점오염원은 사상지역에서 남쪽으로 5km 떨어진 신평·장림공단에 많이 분포하고 있고, 남서풍이 유입될 경우에는 신평·장림공단과 사상지역에서 오염물질이 이류하여, 본 측정지점에 영향을 미칠 수 있다.

측정시간은 24시간으로 당일 오전 9시에 측정을 개시하여 익일 오전 9시에 종료하였다. PM10측정은 Mini Volume Air Sampler를 사용하였으며, 흡입유속은 $5.0\text{ l}/\text{min}$ 으로 조정하여 47mm Membrane Filter에 24시간 PM10 시료를 흡인 포집하였다.

PM10 중의 미량 금속 성분을 정량하기 위하여 질산-염산 혼합액에 의한 초음파 추출법으로 전처리한 후 ICP/AES를 이용하여 Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Si 그리고 Zn을 분석하였으며, AAS을 이용하여 Cd, Cr, Mn, Ni 그리고 Pb를 정량하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 신라대학교 6층 옥상에서 측정된 PM10 중에 포함된 각 금속원소의 평균값, 최소값, 최대값 그리고 표준편차를 나타낸 것이며, Al, Ca, Fe, K, Mg, Na 및 Si의 7개 항목은 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb 및 Zn의 7개 항목은 ng/m^3 으로 나타내었다. 먼저 PM 10의 질량농도는 평균 $219.82\mu\text{g}/\text{m}^3$, 최대 $787.50\mu\text{g}/\text{m}^3$, 최소 $19.44\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 최대농도는 3월 21일 09시부터 22일 09시까지 측정된 날에 나타났으며, 감전동의 3월 21일 농도 $453\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 매우 높은 값을 나타내었다. 이는 감전동의 농도값은 21일 0시부터 22일 0시까지의 농도로 9시간의 차이가 있기 때문으로 보인다. 즉 3월 21일 오전 황사의 강도가 극심하였던 것에 착안한다면, 본 연구에서 사용된 측정값이 매우 양호한 것으로 보인다.

표 2는 2002년 봄철 부산지역의 황사시와 비황사시의 PM10의 농도 그리고 금속원소의 농도와 비를 나타낸 것이다. PM10의 농도는 황사시와 비황사시에 각각 $362.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 $48.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 황사시가 비황사시에 비해 7.5배의 농도를 나타내었으며, 유의한 상관($P<0.05$)을 보였다. 2002년 부산시 감전동의 3월,

4월, 5월의 평균농도가 각각 130.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 103.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 58.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 3, 4, 5월의 평균농도가 98.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타난 것과 비교하면 황사시의 농도는 매우 높은 것으로 나타났다. PM10 중 금속농도의 황사시와 비황사시의 농도를 보면, Al, Ca, Mg이 황사시가 비황사시보다 10배 이상의 농도를 나타내었다. Fe, Si, Mn은 4~8배 정도를 나타내었으며, Na, Cu, Zn은 비황사시가 황사시보다 더 높은 농도를 나타내었다. 따라서 Na, Cu, Zn을 제외한 금속성분은 황사시에 더 높은 농도를 나타내었고, Al은 가장 높은 증가를 보였다. 또한 Al, Fe, Mg, Si 및 Mn은 황사시와 비황사시 간에 유의한 상관($P<0.05$)을 보였다.

Table 1. Descriptive statistics of metallic elements in PM10 for springtime, 2002 at Busan.

Elements	Factors				Units
	Mean	Minimum	Maximum	Std. Dev.	
Mass	219.82	19.44	787.50	236.99	
Al	3.66	0.11	11.28	4.52	
Ca	5.67	0.28	31.80	9.30	
Fe	3.71	0.26	10.45	4.14	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
K	2.78	1.19	5.31	1.27	
Mg	2.22	0.21	9.07	2.93	
Na	3.24	0.41	4.44	1.05	
Si	8.42	1.01	24.41	8.24	
Cd	1.42	0.20	3.98	1.07	
Cr	8.34	0.35	18.89	5.92	
Cu	26.26	2.52	55.56	17.62	
Mn	173.74	11.11	604.17	192.95	ng/m^3
Ni	12.60	2.11	28.56	9.44	
Pb	30.35	5.56	54.17	17.01	
Zn	571.78	166.67	1047.22	224.94	

Table 2. The concentration ratio Yellow sand(Y) and Non-Yellow sand(NY) in PM10.

	$\mu\text{g}/\text{m}^3$								ng/m^3						
	Mass*	Al*	Ca	Fe*	K	Mg*	Na	Si*	Cd	Cr	Cu	Mn*	Ni	Pb	Zn
Y	362.73	6.40	9.75	6.16	3.32	3.83	2.93	13.09	1.35	10.06	25.93	277.8	12.79	35.19	500.6
NY	48.33	0.37	0.77	0.77	2.12	0.29	3.60	2.81	1.50	6.28	26.67	48.9	12.38	24.56	657.2
Y/NY	7.50	17.46	12.71	8.03	1.56	13.19	0.82	4.65	0.90	1.60	0.97	5.68	1.03	1.43	0.76

* $P<0.05$

참고 문헌

- 전병일, 박재림, 박종길, 2002, 1999년 1월의 황사 발생시 부산지역의 부유분진 특성, 한국환경과학회지, 11(10), 1,081-1,087.
- 최재천, 조하만, 전영신, 박기준, 1999c, 1998년 봄철 서울에서 관측된 에어러솔의 금속 성분에 관한 연구, 한국기상학회지, 263-271.