

2A1) 부산지역 미세먼지 중의 중금속 및 이온성분 특성

Characteristics of Heavy Metallic and Ion Elements of Fine Particle in Busan

전병일 · 황용식¹⁾ · 오광중²⁾ · 조기철²⁾ · 장운태³⁾

신라대학교 환경공학과, ¹⁾인제대학교 산업의학연구소, ²⁾부산대학교 환경공학과,
³⁾부산남고등학교

1. 측정장소 및 측정일시

미세먼지 시료채취 지점은 비교적 공업지역에 가까이 위치하면서 주거지역과 녹지지역 특성을 가진 폐법동(신라대학교)과 부산의 해양환경 특성을 가진 동삼동(부산남고등학교)을 선택하였다. 측정은 2007년 7월과 8월(여름철), 9월과 10월(가을철)에 실시하였으며, 가능한 경우가 없는 날만을 대상으로 하였다. 측정시간은 24시간으로 당일 오전 9시에 측정을 개시하여 익일 오전 9시에 종료하였다. 측정일수는 폐법동의 경우 여름철 21일, 가을철 16일로 총 37일이었으며, 해안지역인 동삼동의 경우 여름철 14일, 가을철 15일로 총 29일이었다. PM₁₀의 측정은 Mini Volume Air Sampler(미국 Air Metrics사 제품)를 사용하였으며, 흡인유속은 5.0 l/min으로 조정하여 47mm Quartz Fiber filter에 24시간 PM₁₀과 PM_{2.5} 시료를 흡인 포집하였다.

2. 종량분석 및 금속분석

표 1은 폐법동의 PM₁₀ 질량농도와 21개 금속 성분의 평균, 표준편차를 계절별로 나타낸 것이다.

Table 1. Seasonal metals and sulfur concentrations($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of PM₁₀ aerosols at Gwaebopdong.

Site	Gwaebopdong								
	Summer			Fall			Mean		
Contents	Mean	SD	Max	Mean	SD	Max	Mean	SD	Max
PM ₁₀	79.5	44.4	188.9	63.6	24.8	145.8	72.7	37.7	188.9
Al	0.1208	0.0678	0.3274	0.1441	0.1099	0.4551	0.1308	0.0879	0.4551
Ba	0.0190	0.0106	0.0439	0.0171	0.0124	0.0559	0.0182	0.0113	0.0559
Ca	0.3977	0.1625	0.8361	0.5863	0.3732	1.8139	0.4792	0.2858	1.8139
Cd	0.0016	0.0007	0.0033	0.0015	0.0009	0.0039	0.0015	0.0008	0.0039
Co	0.0008	0.0002	0.0012	0.0007	0.0004	0.0018	0.0007	0.0003	0.0018
Cr	0.0228	0.0051	0.0310	0.0195	0.0105	0.0491	0.0214	0.0079	0.0491
Cu	0.0357	0.0126	0.0591	0.0313	0.0160	0.0794	0.0338	0.0141	0.0794
Fe	0.6409	0.3169	1.2275	0.5340	0.3857	1.7580	0.5947	0.3474	1.7580
K	0.7929	0.3769	1.4438	0.6670	0.4257	1.6327	0.7385	0.3980	1.6327
Mg	0.1701	0.0857	0.3708	0.2206	0.1215	0.4403	0.1920	0.1043	0.4403
Mn	0.0636	0.0338	0.1182	0.0534	0.0354	0.1620	0.0591	0.0344	0.1620
Mo	0.0060	0.0030	0.0119	0.0035	0.0024	0.0085	0.0049	0.0030	0.0119
Na	1.0255	0.6038	2.9542	1.7337	0.7275	2.8208	1.3318	0.7413	2.9542
Ni	0.0148	0.0056	0.0263	0.0109	0.0052	0.0241	0.0131	0.0057	0.0263
Pb	0.0620	0.0326	0.1550	0.0421	0.0371	0.1644	0.0534	0.0356	0.1644
S	6.6895	3.4337	14.1670	5.0681	4.7800	22.2142	5.9884	4.0907	22.2142
Si	1.2976	1.7487	7.1362	1.3977	2.6702	9.0750	1.3409	2.1615	9.0750
Sr	0.0046	0.0017	0.0085	0.0052	0.0026	0.0140	0.0048	0.0021	0.0140
Ti	0.0143	0.0056	0.0274	0.0151	0.0100	0.0485	0.0146	0.0077	0.0485
V	0.0178	0.0088	0.0375	0.0132	0.0047	0.0208	0.0158	0.0076	0.0375
Zn	0.3412	0.1681	0.7472	0.1611	0.0844	0.3597	0.2633	0.1638	0.7472

3. 이온분석

표 2는 괘법동에서 대기 중 미세먼지의 이온성이온 성분을 측정하여 평균값과 최고값 그리고 표준편차를 나타낸 것이다.

Table 2. Seasonal statistical summary of major ions($\mu\text{g}/\text{m}^3$) at Gwaebopdong site.

Season Contents	Summer			Fall			Mean		
	Mean	SD	Max	Mean	SD	Max	Mean	SD	Max
PM ₁₀	79.5	44.4	188.9	63.6	24.8	145.8	72.7	37.7	188.9
Na ⁺	0.68	0.36	1.21	0.61	0.53	1.66	0.65	0.44	1.66
K ⁺	0.59	0.38	1.53	0.60	0.50	1.67	0.59	0.43	1.67
Mg ²⁺	0.10	0.06	0.22	0.15	0.11	0.33	0.12	0.09	0.33
Ca ²⁺	0.99	0.34	1.58	1.19	0.55	2.77	1.07	0.45	2.77
NH ₄ ⁺	3.10	2.41	7.66	1.91	2.90	12.01	2.58	2.66	12.01
Cl ⁻	1.90	0.67	4.60	2.13	0.78	4.06	2.00	0.71	4.60
NO ₃ ⁻	6.86	2.38	10.95	5.71	3.02	15.18	6.36	2.70	15.18
SO ₄ ²⁻	16.02	7.40	32.01	11.52	10.17	47.41	14.08	8.87	47.41
NSS-SO ₄ ²⁻	15.85	7.40	31.83	11.37	10.21	47.32	13.91	8.88	47.32
NSS-Ca ²⁺	0.96	0.33	1.55	1.16	0.56	2.75	1.05	0.45	2.75
CRss(%)	8.18	5.70	22.13	10.43	9.53	30.87	9.15	7.56	30.87

표 3은 2007년 여름철과 가을철에 괘법동과 동삼동에서 측정한 [Na⁺]농도를 이용하여 해염농도를 계산하여 나타낸 것이다. 부산지역 PM₁₀ 중의 평균해염농도는 괘법동의 경우, 여름철(2.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)이 가을철(1.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 높았으며, 평균 2.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 분포를 보였다. 동삼동의 경우 여름철(6.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)과 가을철(6.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 평균농도는 6.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로서 괘법동보다 약 3배 높은 농도분포를 보였다. 특히, 여름철과 가을철의 해염기여율은 내륙에 위치한 괘법동이 2.9%인데 비하여 해안에 인접한 동삼동은 9.5%로서 약 3.3배 높은 기여율을 보였다. 따라서 두 지점의 미세먼지 조성에 대한 해염입자의 영향은 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 해안에 위치한 동삼동의 경우, 여름철(10.4%)이 가을철(8.9%)보다 높은 해염기여율을 나타내었는데, 이는 해풍인 남풍계열의 바람이 가을철보다 여름철에 더 많이 발생해서 나타난 것으로 판단된다. 그러나 비교적 내륙에 위치한 괘법동의 경우, 여름철(2.8%)과 가을철(3.1%) 큰 차이가 없었다.

Table 3. Sea salt concentration and contribute rate of PM₁₀ concentration in Busan.

장소	계절	평균PM ₁₀ 농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	평균해염농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	해염기여율 (%)
괘법동	여름	79.5	2.21	2.8
	가을	63.6	1.99	3.1
	전평균	72.7	2.12	2.9
동삼동	여름	58.1	6.03	10.4
	가을	70.0	6.23	8.9
	전평균	64.3	6.13	9.5

참 고 문 헌

- Ho, K.F., S.C. Lee, C.K. Chan, J.C. Yu, J.C. Chow, and X.H. Yao (2003) Characterization of chemical species in PM_{2.5} and PM₁₀ aerosols in Hong Kong, Atmospheric Environment, 37(1), 31-39.
- Wang, Y., G. Zhuang, A. Tang, H. Yuan, Y. Sun, S. Chen. and A. Zheng (2005) The ion chemistry and the sources of PM_{2.5} aerosol in Beijing, Atmospheric Environment, 39(21), 3771-3784.