

미세먼지(PM2.5) 성분조사

- 환경에의 영향 및 인체 위해성이 상대적으로 큰 미세먼지의 구성성분 조사 필요
- 미세먼지 저감대책 마련을 위한 발생원 추적 및 위해도 평가 위한 기초조사 필요

1. 조사개요

- 조사기간 : 2014년 1월 ~ 12월(월별 7일간)
- 조사항목
 - 중량농도 : 측정망 자료
 - 이온성분 : Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}
 - 금속성분 : Al, As, Be, Cr, Co, Cd, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, Ti, V, Zn

2. 조사방법

- 시료 채취 : PM2.5 시료채취기(APM사, PMS-102), 직경 47 mm PTFE(테프론) 여과지 사용
- 분석 방법
 - 중량농도 : 미량 저울(Microbalance)을 이용한 중량농도법측정망 자료
 - 이온성분 : 이온크로마토그래프(IC)법(음이온), 흡광광도(UV)법(NH_4^+ 이온), 유도결합플라즈마(ICP-OES)법(양이온)
 - 금속성분 : 유도결합플라즈마(ICP-OES)법

3. 조사결과

- 부산지역 PM2.5 및 PM10 농도 추이
 - 2014년 부산지역 대기 중 PM2.5 및 PM10의 평균농도는 각각 29, 48 $\mu g/m^3$ 으로 PM2.5/PM10 비는 60 %로 나타났음.
 - PM2.5 중량농도는 연산동 32 $\mu g/m^3$ 로, 학장동 36 $\mu g/m^3$ 로 나타났음.
 - PM2.5/PM10비는 연산동 68 %, 학장동 65 %로 부산평균 60 % 대비 다소 높게 조사되었음.

표 1. PM2.5 및 PM10 농도

(대기오염측정망 자료, 2014.1.1.~12.31.)

구분	PM2.5 ($\mu g/m^3$)			PM10 ($\mu g/m^3$)			PM2.5/PM10(%)		
	부산평균	연산동	학장동	부산평균	연산동	학장동	부산평균	연산동	학장동
2014년	29	32	36	48	47	55	60	68	65
2013년	29	26	38	49	49	61	59	53	62

○ 이온성분 분석결과

- PM2.5 중 이온성분 농도는 조사기간 중 연산동 및 학장동 각각 11.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM2.5 중량농도의 35 %), 15.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM2.5 중량농도의 42 %) 차지하였음.
- PM2.5 중 이온성분($\mu\text{g}/\text{m}^3$)은 연산동 $\text{SO}_4^{2-}(6.31) > \text{NH}_4^+(2.45) > \text{NO}_3^-(1.95) > \text{Cl}^-(0.16) > \text{Na}^+(0.13) > \text{K}^+(0.12) > \text{Ca}^{2+}(0.10) > \text{Mg}^{2+}(0.03)$ 이었으며, 학장동 $\text{SO}_4^{2-}(7.21) > \text{NO}_3^-(3.74) > \text{NH}_4^+(3.52) > \text{Cl}^-(0.58) > \text{Ca}^{2+}(0.14) = \text{Na}^+(0.14) > \text{K}^+(0.13) > \text{Mg}^{2+}(0.06)$ 로 나타나 두 지점 모두 황산염, 질산염, 암모늄염의 농도가 높게 나타났음.
- 월별 이온성분 농도는 연산동에서 1월, 12월, 학장동에서 1월, 11월에 높게 나타나 전반적으로 겨울철과 봄철이 다소 높게 나타났으며, 여름철이 낮게 나타났음.

표 2. 이온성분 농도현황

(unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

연월	연산동(주거)										학장동(공업)									
	PM2.5	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	합계	PM2.5	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	합계
1월	34	0.45	5.79	6.67	4.61	0.07	0.04	0.04	0.00	17.67	59	1.46	8.81	6.41	9.30	0.09	0.07	0.07	0.04	26.24
2월	14	0.20	1.63	2.49	2.18	0.04	0.01	0.02	0.00	6.57	20	0.56	1.74	2.24	1.61	0.05	0.02	0.08	0.01	6.31
3월	35	0.18	1.95	6.94	2.75	0.12	0.12	0.03	0.02	10.37	38	0.69	4.43	5.80	3.02	0.13	0.15	0.09	0.05	12.30
4월	38	0.04	1.04	7.66	2.27	0.20	0.37	0.11	0.03	11.71	41	0.41	5.83	6.25	3.63	0.19	0.17	0.20	0.05	16.75
5월	39	0.05	0.28	7.53	3.02	0.10	0.20	0.05	0.02	11.25	43	0.32	2.13	12.61	4.45	0.18	0.20	0.26	0.11	20.26
6월	35	0.05	0.15	11.89	3.39	0.14	0.07	0.20	0.05	15.94	56	0.11	1.01	15.03	5.02	0.16	0.11	0.20	0.08	21.72
7월	교정	0.10	0.75	4.08	1.50	0.29	0.04	0.12	0.05	6.93	교정	0.14	0.81	7.66	2.37	0.19	0.07	0.14	0.09	11.47
8월	교정	0.00	0.01	4.51	1.62	0.06	0.06	0.11	0.03	6.40	교정	0.00	0.70	4.94	1.82	0.07	0.07	0.13	0.06	7.78
9월	28	0.02	0.13	5.40	1.88	0.13	0.06	0.11	0.03	7.75	24	0.06	1.06	6.67	3.36	0.11	0.08	0.13	0.04	11.51
10월	29	0.14	0.71	5.58	1.10	0.17	0.13	0.12	0.02	7.97	24	0.28	0.67	5.94	1.36	0.12	0.12	0.14	0.04	8.67
11월	37	0.30	3.30	6.34	2.12	0.14	0.19	0.13	0.02	12.54	33	1.30	10.73	7.78	3.77	0.23	0.29	0.16	0.09	24.34
12월	36	0.35	7.70	6.77	2.95	0.15	0.18	0.10	0.03	18.23	33	1.66	7.08	4.93	2.51	0.17	0.18	0.13	0.06	16.72
평균	33	0.16	1.95	6.31	2.45	0.13	0.12	0.10	0.03	11.25	37	0.58	3.74	7.21	3.52	0.14	0.13	0.14	0.06	15.52

※ PM2.5 중량농도는 시료채취기간 중의 평균자료임.

○ 금속성분 분석결과

- PM2.5 중 금속성분 농도는 조사기간 중 연산동 및 학장동 각각 291 ng/m^3 (PM2.5 중량농도의 0.9 %), 996 ng/m^3 (PM2.5 중량농도의 2.7 %)으로 이온성분 대비 조성비 낮음.
- PM2.5 중 금속성분(ng/m^3)은 연산동 $\text{Al}(135.2) > \text{Fe}(73.6) > \text{Zn}(38.4) > \text{Pb}(11.9) > \text{Mn}(11.4) > \text{Cu}(5.2) > \text{Cr}(3.1) > \text{Ni}(2.8) > \text{Ti}(2.4) = \text{V}(2.4) > \text{As}(1.2) > \text{Se}(1.1) > \text{Sr}(0.8) > \text{Mo}(0.4) > \text{Cd}(0.2) > \text{Be}(0.1) > \text{Co}(0.0)$ 의 순이었으며, 학장동 $\text{Fe}(472.9) > \text{Zn}(185.4) > \text{Al}(174.9) > \text{Mn}(64.6) > \text{Pb}(26.0) = \text{Cu}(26.0) > \text{Cr}(18.8) > \text{Ni}(11.8)$

- > Ti(4.5) > V(3.8) > As(1.9) > Mo(1.5) > Se(1.0) > Sr(0.9) > Cd(0.4) > Co(0.0) = Be(0.0)로 나타나, 두 지점 모두 Al, Fe, Zn이 상대적으로 높은 값을 나타내었음.
- 특히, 학장동 지점은 제련, 주물 등 금속관련 사업장의 영향으로 전반적으로 연산동보다 높은 농도로 나타남.

표 3. 금속성분 농도 현황

(unit : ng/m³)

지점	월	Al	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Sr	Ti	V	Zn
연산동	1월	62.8	0.0	0.0	0.4	0.1	1.6	9.6	105.0	13.3	0.0	3.4	28.6	0.0	1.0	3.0	3.7	57.5
	2월	68.9	0.0	0.0	0.1	0.1	4.1	6.1	31.1	14.2	0.0	1.7	11.1	0.0	0.6	1.7	1.0	88.1
	3월	144.3	4.8	0.0	0.3	0.1	4.5	4.7	120.9	11.0	0.2	11.7	14.8	0.0	0.4	6.2	4.1	30.8
	4월	42.1	2.4	결측	0.0	결측	1.5	8.7	50.1	10.4	결측	결측	16.3	2.0	결측	1.4	1.3	43.0
	5월	37.6	1.1	결측	0.0	결측	3.1	2.0	46.5	3.8	결측	결측	7.7	0.4	결측	2.1	0.4	18.6
	6월	5.1	2.7	0.0	0.0	0.0	0.7	1.9	0.0	8.5	0.0	3.7	6.7	3.8	0.1	0.3	5.4	32.1
	7월	115.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.7	2.0	16.1	3.8	0.0	1.7	4.4	0.5	0.0	1.5	2.0	15.2
	8월	91.7	2.4	0.0	0.1	0.0	2.1	2.5	36.5	8.8	0.0	2.5	8.2	0.0	0.1	1.0	3.7	21.3
	9월	272.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	3.9	7.1	7.6	0.0	0.6	12.7	3.4	0.0	1.3	1.9	19.3
	10월	414.4	0.0	0.6	0.6	0.0	9.3	9.5	232.3	14.9	1.9	3.0	8.0	0.1	1.9	5.5	3.0	32.7
	11월	231.1	0.0	0.0	0.2	0.0	1.2	4.8	107.9	10.4	1.0	0.3	1.4	2.8	1.6	2.7	1.0	28.5
	12월	137.6	0.0	0.0	0.3	0.0	7.1	6.6	138.3	30.3	1.1	0.5	23.4	0.6	2.6	2.6	1.3	72.9
	평균	135.2	1.2	0.1	0.2	0.0	3.1	5.2	73.8	11.4	0.4	2.8	11.9	1.1	0.8	2.4	2.4	38.4
학장동	1월	77.8	0.6	0.0	1.3	0.2	27.0	31.2	995.5	145.0	0.6	17.9	53.2	0.0	1.1	6.8	2.6	452.9
	2월	13.3	0.9	0.0	0.4	0.1	11.5	17.2	271.0	34.1	0.0	9.3	35.6	0.0	0.1	1.3	0.9	249.3
	3월	41.9	5.3	0.0	0.6	0.1	23.2	20.9	528.7	62.5	1.4	11.9	27.7	0.2	0.3	7.8	2.8	160.1
	4월	41.3	0.8	0.0	0.5	0.0	30.0	49.3	517.9	42.2	0.9	15.4	42.3	4.2	0.4	10.8	4.9	102.9
	5월	593.6	6.1	0.3	0.0	0.0	15.0	17.5	322.9	64.2	0.0	11.9	28.9	2.7	1.3	2.9	7.5	206.8
	6월	51.3	1.6	0.0	0.0	0.0	4.5	6.8	32.8	21.5	0.0	7.1	8.3	4.3	1.4	0.2	4.2	65.4
	7월	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	14.6	10.3	181.8	44.9	0.0	10.0	8.3	0.0	0.1	1.0	7.3	98.1
	8월	95.2	2.7	0.0	0.2	0.0	14.5	12.0	348.9	49.1	1.3	8.5	19.6	0.0	0.0	3.9	4.4	129.4
	9월	212.7	3.3	0.0	0.0	0.0	6.3	13.9	244.1	35.1	0.0	11.5	26.7	0.8	0.0	1.6	2.0	173.1
	10월	393.4	0.5	0.0	0.6	0.0	20.3	22.7	646.5	69.7	4.6	13.9	10.2	0.0	1.8	6.1	4.8	154.5
	11월	370.6	0.6	0.0	0.7	0.0	32.5	33.6	834.8	100.3	6.1	13.0	19.9	0.1	2.3	7.1	1.5	245.3
	12월	189.2	0.1	0.0	0.7	0.0	26.3	75.3	757.6	106.1	3.3	11.8	31.2	0.0	2.2	5.2	2.2	183.7
	평균	174.9	1.9	0.0	0.4	0.0	18.8	26.0	472.9	64.6	1.5	11.8	26.0	1.0	0.9	4.5	3.8	185.4

4. 결 론

- 조사대상 지점인 PM2.5 및 PM10 농도는 연산동 32, 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 학장동 36, 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 공업지역인 학장동의 PM2.5 및 PM10 농도가 높게 나타났으며, PM2.5/PM10의 농도비는 연산동 68 %, 학장동 65 % 로 연산동의 PM2.5 농도비율이 소폭 높게 나타났음.
- PM2.5 중 이온성분은 연산동 및 학장동에서 각각 11.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM2.5 중량농도의 35 %), 15.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM2.5 중량농도의 42 %)을 차지하였으며, 두 지점 모두 SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- 등 가스상물질(SO_2 , NH_3 , NO_x) 기원의 2차 생성입자의 기여율이 높게 나타났음.
- PM2.5 중 금속성분은 연산동 및 학장동에서 각각 291 ng/m^3 (PM2.5 중량농도의 0.9 %), 996 ng/m^3 (PM2.5 중량농도의 2.7 %)으로 학장동의 금속성분 비율이 약 3배정도 높게 나타났으며 특히, 학장동은 제련, 주물 등 금속관련 업종이 주를 이루는 공업지역의 특성 등으로 금속성분의 비율이 높게 나타난 것으로 판단됨.
- PM2.5는 학장동과 같이 인근의 오염발생원에 의해 농도 상승요인도 있으나 장거리 이동에 따른 외적인 요인도 작용하며 특히, PM2.5의 주요 성분인 SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_3^- 등 2차 생성입자의 기원인 가스상 물질(SO_2 , NH_3 , NO_x)의 저감이 필요함.