


미세먼지성분 조사

- 「미세먼지 자동성분분석시스템」을 이용한 초미세먼지(PM-2.5) 구성성분의 실시간 모니터링
- 미세먼지 고농도 발생원인의 신속한 분석
- 지역별 구성성분 특성 분석을 통한 초미세먼지 저감정책수립 자료로 활용

1. 조사개요

- 조사기간 : 2018. 4. ~ 2018. 12. (상시운영)
- 조사지점

측정소	용도지역	위치
연산동	상업	부산시청 녹음광장
장림동	공업	장림1동 주민센터
부산신항	교통	강서구 부산신항 다목적터미널



- 조사항목 : 양이온 5항목(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), 음이온 3항목(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), 탄소 2항목(OC, EC)

2. 조사방법

- 시료채취 : 매시간 자동으로 이온성분 분석을 위해 3 L/min 유량으로 흡수액에, 탄소성분 분석을 위해 8 L/min의 유량으로 석영필터에 초미세먼지 채취
- 시료분석 : 이온성분은 이온크로마토그래피(IC), 탄소성분은 열광학적 분석법과 비분산적외선 분석법을 이용해 분석
- 자료관리 : 3개 측정지점의 실시간 초미세먼지 구성성분 농도값 산출

3. 조사결과

- 지점별 초미세먼지(PM-2.5) 주요 구성성분 농도
 - 연산동(상업지역) PM-2.5($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$)의 주요 구성성분은 유기탄소($3.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 18.6%) > 황산이온($3.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 16.0%) > 질산이온($2.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 11.6%) > 암모늄이온($2.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 9.5%) 등의 순으로 나타남
 - 장림동(공업지역) PM-2.5($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$)의 주요 구성성분은 유기탄소($5.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 18.8%) > 황산이온($4.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 15.9%) > 질산이온($3.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 11.6%) > 암모늄이온($2.51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 8.9%) 등의 순으로 나타남
 - 부산신항(항만지역) PM-2.5($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)의 주요 구성성분은 황산이온($4.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 22.5%) > 유기탄소($4.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 22.4%) > 질산이온($2.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 11.0%) > 무기탄소($2.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 10.2%) > 암모늄

이온(1.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 9.5%)으로 나타남

표 1. 지점별 초미세먼지(PM-2.5) 구성성분별 농도 및 기여율(4월~12월)

구 분	연산동(상업)		장림동(공업)		부산신항(항만)		
	농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	기여율 (%)	농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	기여율 (%)	농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	기여율 (%)	
PM-2.5	21		28		20		
양이온	Na ⁺	0.696	3.3%	0.635	2.2%	0.712	3.5%
	NH ₄ ⁺	1.996	9.5%	2.510	8.9%	1.989	9.9%
	K ⁺	0.379	1.8%	0.179	0.6%	0.187	0.9%
	Mg ²⁺	0.152	0.7%	0.088	0.3%	0.027	0.1%
	Ca ²⁺	0.425	2.0%	0.117	0.4%	0.092	0.5%
음이온	Cl ⁻	0.230	1.1%	0.786	2.8%	0.370	1.8%
	NO ₃ ⁻	2.429	11.6%	3.277	11.6%	2.217	11.0%
	SO ₄ ²⁻	3.348	16.0%	4.493	15.9%	4.520	22.5%
탄소	EC	0.872	4.2%	1.069	3.8%	2.058	10.2%
	OC	3.903	18.6%	5.317	18.8%	4.503	22.4%

○ 월별 초미세먼지(PM-2.5) 주요구성성분 농도

- 황산이온(SO₄²⁻) 및 암모늄이온(NH₄⁺) 농도는 하절기(6~7월), 질산이온(NO₃⁻) 및 유·무기탄소(OC 및 EC) 농도는 동절기(11~12월) 최대로 나타남
- 잦은 강우의 영향으로 대부분 구성성분의 농도는 8~9월 최저로 나타남

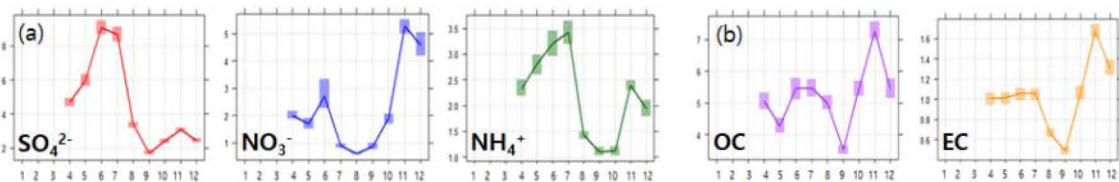


그림 1. 월별 농도 변화((a)주요이온성분(연산동), (b)탄소성분(장림동))

○ 시간별 구성성분 농도

- PM-2.5는 3개지점 모두 주말대비 주중의 농도가 높은 것으로 나타났으며, 연산동 및 부산신항은 출퇴근 시간대 농도가 높은 이산형 분포를, 장림동은 야간~새벽시간대 농도가 높은 분포를 보임

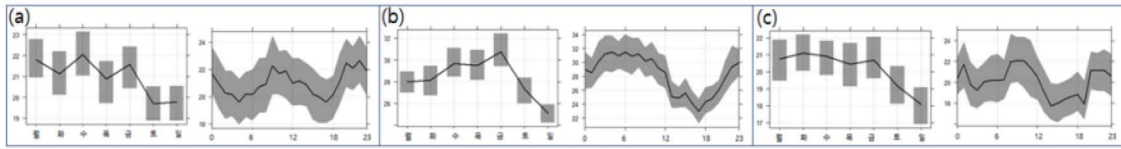


그림 2. 요일 및 시간별 PM-2.5 농도((a)연산동, (b)장림동, (c)부산신항)

- 황산이온(SO_4^{2-})은 오후시간대, 질산이온(NO_3^-) 및 암모늄이온(NH_4^+) 농도는 오전시간대 높은 분포를 보임. 유기탄소(OC) 농도의 경우, 장림동과 부산신항은 야간~새벽시간대 높았으며, 연산동은 야간 시간대 최대를 보임. 무기탄소(EC) 농도의 경우, 연산동, 장림동은 출근 시간대 최대를 보였으며, 부산신항의 경우 야간시간대에도 높은 경향을 나타냄.

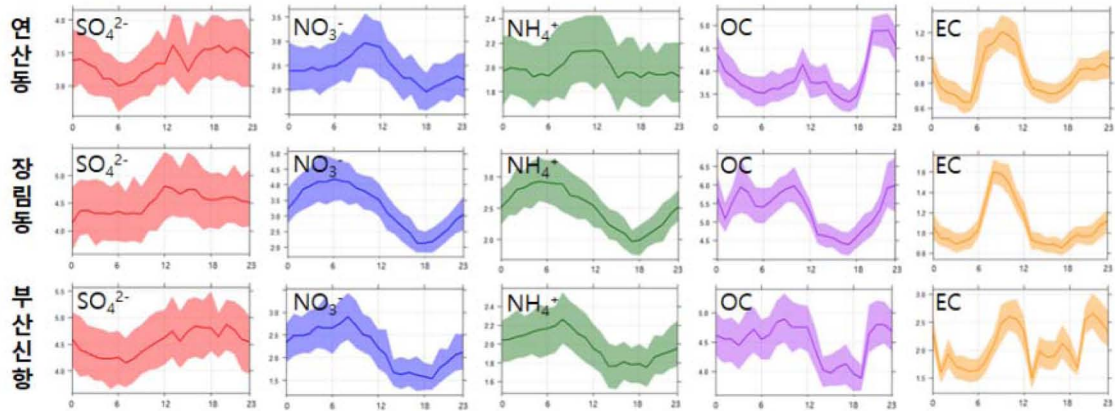


그림 3. 시간별 구성성분 농도

- 고농도발생일(일평균 PM-2.5 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과) 및 황사발생일 구성성분 농도
 - 국외영향에 의한 초미세먼지 고농도발생일의 시간평균농도는 $66\sim70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 평상시($20\sim28 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 2.5(장림)~3.3(신항)배 증가하였으며, 구성성분 중 질산이온(NO_3^-)이 $13.9\sim21.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 평상시($2.2\sim3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 최대 비율로 증가함
 - 부산자체생성에 의한 초미세먼지 고농도발생일의 시간평균농도는 $53\sim62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 평상시 대비 2.5(연산)~2.7(신항)배 증가하였으며, 구성성분 중에는 황산이온(SO_4^{2-})이 $16.2\sim17.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 평상시($3.3\sim4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 최대 비율로 증가함
 - 황사발생일의 초미세먼지 시간평균농도는 $31\sim39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 평상시 대비 1.4(장림)~1.6(신항)배 증가하였으며, 구성성분 중 칼슘이온(Ca^{2+})이 평상시 대비 최대 비율로 증가함

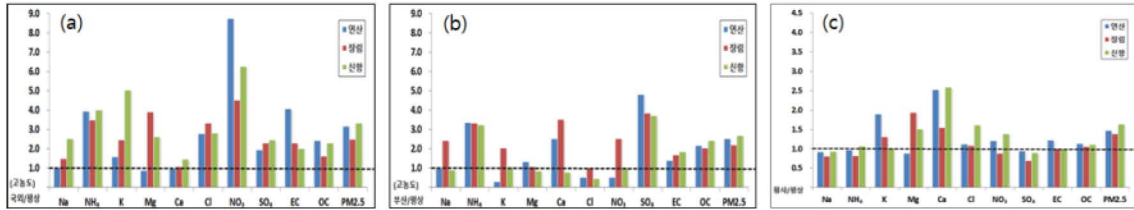


그림 4. 구성성분별 평사시 대비 농도비((a) 국외영향 고농도, (b) 부산자체생성 고농도, (c) 황사발생일)

표 2. 지점별 고농도발생일 및 황사발생일 초미세먼지 구성성분 농도

구 분	평균 4~12월			고농도(국외영향우세) 4/29, 12/20			고농도(부산영향우세) 6/7, 6/8, 7/19, 7/20			황사발생일 4/6, 4/15, 4/16, 5/24, 11/28, 11/30			
	연산	장림	신항	연산	장림	신항	연산	장림	신항	연산	장림	신항	
PM-2.5	21	28	20	66	70	67	53	62	54	31	39	33	
양 이 온	Na ⁺	0.70	0.64	0.71	0.70	0.95	1.79	0.67	1.54	0.64	0.64	0.51	0.66
	NH ₄ ⁺	2.00	2.51	1.99	7.84	8.76	8.00	6.71	8.38	6.44	1.94	2.04	2.12
	K ⁺	0.38	0.18	0.19	0.59	0.44	0.94	0.11	0.37	0.20	0.72	0.23	0.19
	Mg ²⁺	0.15	0.09	0.03	0.13	0.35	0.07	0.20	0.09	0.02	0.13	0.17	0.04
	Ca ²⁺	0.43	0.12	0.09	0.42	0.12	0.13	1.08	0.41	0.07	1.08	0.18	0.24
음 이 온	Cl ⁻	0.23	0.79	0.37	0.64	2.63	1.05	0.12	0.78	0.16	0.26	0.86	0.59
	NO ₃ ⁻	2.43	3.28	2.22	21.26	14.86	13.93	1.24	8.24	2.22	2.95	2.89	3.08
	SO ₄ ²⁻	3.35	4.49	4.52	6.45	10.28	11.05	16.15	17.26	16.79	3.17	3.09	4.04
탄 소	EC	0.87	1.07	2.06	3.54	2.44	4.15	1.22	1.80	3.77	1.06	1.08	2.04
	OC	3.90	5.32	4.50	9.45	8.60	10.38	8.45	10.76	10.97	4.42	5.66	4.97

4. 활용방안

- 초미세먼지 구성성분의 실시간 모니터링을 통한 고농도 발생의 신속한 원인분석
- 지역별 초미세먼지 생성 및 고농도발생 특성 파악으로 초미세먼지 저감정책 수립시 기초자료로 활용

5. 기대효과

- 과학적 자료에 근거한 부산맞춤형 미세먼지저감 전략 수립에 기여
- 미세먼지저감 정책에 따른 초미세먼지 구성성분의 특성변화 파악