

초미세먼지 성분 조사

- 「초미세먼지 자동성분분석시스템」을 이용한 초미세먼지 구성성분의 실시간 모니터링
- 고농도 미세먼지 발생의 신속한 원인분석
- 지역별 특성을 파악하여 초미세먼지 저감정책 수립자료 활용

1. 조사개요

- 조사기간 : 2020. 1. ~ 2020. 12.
- 조사대상 : 연산동(상업), 장림동(공업), 부산신항(항만) 측정소
- 조사항목 : 양이온 5항목(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), 음이온 3항목(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), 탄소 2항목(OC, EC), 금속 23항목(Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sr, Ti, Tl, V, Zn)



그림 1. 초미세먼지 성분분석 조사지점.

2. 조사방법

- 시료채취 및 분석
 - 이온성분 : 3 L/min 유량으로 초미세먼지 채취 후, 이온분석기를 이용한 실시간 자동분석
 - 탄소성분 : 8 L/min 유량으로 초미세먼지 채취 후, 탄소분석기를 이용한 실시간 자동분석
 - 금속성분 : 로우볼륨 에어샘플러법으로 초미세먼지 채취 후, 유도결합플라즈마-질량 분석법 및 원자발광분광법을 이용한 분석

3. 조사결과

- 초미세먼지(PM-2.5) 성분분석
 - 초미세먼지 주요성분은 이온(39~51%) > 탄소(22~32%) > 중금속(3~5%) 순이며, 이온성분 중 황산이온(SO_4^{2-}), 질산이온(NO_3^-), 암모늄이온(NH_4^+), 탄소성분은 유기탄소(OC)가 PM-2.5 기여율이 높음.
 - PM-2.5 주요성분 기여율은 측정지점에 따라 차이가 있음.
 - 연산동 : SO_4^{2-} (18.8%) > OC (17.8%) > NO_3^- (16.1%) > NH_4^+ (12.1%)
 - 장림동 : OC (17.9%) > NO_3^- (12.8%) > SO_4^{2-} (12.7%) > NH_4^+ (9.8%)
 - 부산신항 : OC (23.0%) > SO_4^{2-} (17.6%) > NO_3^- (14.3%) > NH_4^+ (9.8%)
- 초미세먼지(PM-2.5) 주요 구성성분 농도 특성
 - PM-2.5 농도는 겨울철(1~2월, 12월)에 최대, 여름철(6~8월)에 최소. 질산이온은 겨울철에 농도가 높고, 황산

- 이온은 여름철(8월)에 높은 농도를 보임.
- 주중대비 주말(토·일요일)의 PM-2.5 농도가 낮음. 이온, 탄소 및 금속성분도 주말에 농도가 크게 감소.
 - PM-2.5 농도는 출퇴근시간대 높은 경향을 보임. 이온성분 중 질산이온은 오전과 야간시간에 증가.

표 1. 조사지점에 따른 초미세먼지 성분 평균 농도

	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	16		22		17		
양이온	Na ⁺	0.120	0.7%	0.153	0.7%	0.118	0.7%
	NH ₄ ⁺	1.948	12.1%	2.189	9.8%	1.708	9.8%
	K ⁺	0.159	1.0%	0.059	0.3%	0.092	0.5%
	Mg ²⁺	0.030	0.2%	0.072	0.3%	0.045	0.3%
	Ca ²⁺	0.100	0.6%	0.066	0.3%	0.117	0.7%
음이온	Cl ⁻	0.267	1.7%	0.484	2.2%	0.350	2.0%
	NO ₃ ⁻	2.575	16.1%	2.880	12.8%	2.494	14.3%
	SO ₄ ²⁻	3.015	18.8%	2.858	12.7%	3.068	17.6%
탄 소	EC	0.620	3.9%	0.948	4.2%	1.631	9.3%
	OC	2.853	17.8%	4.006	17.9%	4.019	23.0%

○ 초미세먼지(PM-2.5) 발생원인 분석

- 수용모델링(PMF, Positive Matrix Factorization) 분석으로 지점별 미세먼지 발생원인을 추정.
- 부산지역 PM-2.5 농도는 자동차관련 오염원이 9.7~11.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기여율이 가장 크며(47~59%), 나머지 오염원들은 측정지점에 따라 오염원 기여율의 차이를 보임.
 - 연산동 : 자동차 > 토양, 재비산먼지 > 장거리이동, 해염
 - 장림동 : 자동차 > 산업활동 > 장거리이동 > 토양먼지
 - 부산신항 : 자동차 > 재비산먼지 > 해염 > 토양먼지

표 2. 조사지점에 따른 수용모델링(PMF) 결과

	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 (%)
전체	17		24		18	
토양먼지	1.75	10%	2.21	9%	2.20	12%
재비산먼지	1.68	10%	1.67	7%	2.86	16%
자동차	10.23	59%	11.50	47%	9.67	54%
중유연소	1.12	6%	0.58	2%	0.57	3%
장거리이동	1.52	9%	3.19	13%	-	-
해염	1.03	9%	1.37	6%	2.69	15%
산업활동	-	-	3.81	16%	-	-

4. 활용방안

- 초미세먼지 구성성분 실시간 모니터링으로 부산지역 고농도 미세먼지 발생의 신속한 원인분석 및 미세먼지 성분변화(배출특성 변화) 확인
- 부산지역 초미세먼지 저감방안 수립을 위한 기초자료 제공

5. 기대효과

- 초미세먼지 구성성분의 특성 변화 파악 및 부산맞춤형 미세먼지 저감방안 수립에 기여