

초미세먼지(PM-2.5) 성분조사

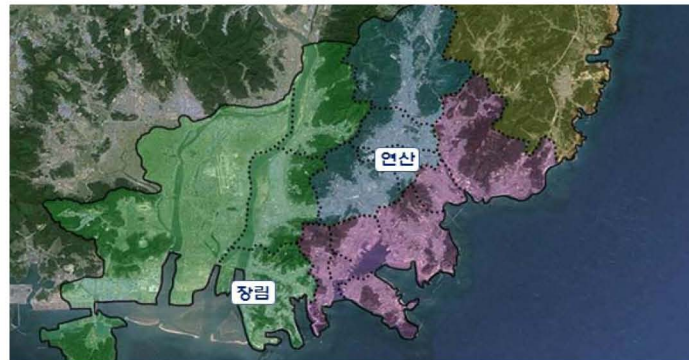
- 미세먼지(PM-10)보다 인체위해성이 상대적으로 더 큰 초미세먼지(PM-2.5) 구성성분 파악
- 초미세먼지 고농도 발생에 대한 원인분석과 발생원별 기여율 분석 실시
- 초미세먼지 발생원 저감을 위한 정책자료 제공

1. 조사개요

- 조사기간 : 2018. 1. ~ 2018. 12.
- 조사지점 : 장림(사하구), 연산(연제구)
- 조사항목 : 중량농도, 이온성분(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}),
탄소성분(OC, EC), 금속성분(Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sr, Ti, Tl, V, Zn)
- 조사지점

표 1. PM-2.5 성분조사 지점

지점	권역	지역구	용도지역	위치
장림동	서부	중구	공업	장림1동 주민센터 옥상
연산동	중부	기장군	주거	시청광장



2. 조사방법

- 시료채취: 로우볼륨 에어샘플러법(Low volume air sampler)
- 중량농도: 중량농도법(정밀저울)
- 이온성분: 이온크로마토그래피법(IC)
- 탄소성분: 불꽃이온화검출법(Carbon analyzer)
- 금속성분: 유도결합플라즈마-질량분석법, 광학발광분광법(ICP-MS/OES)

담당부서: 대기진단평가팀(☎051-309-2764)

팀장: 유은철, 담당자: 박기형

3. 조사결과

- PM-2.5 중량농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$) : 평균 (16.0), 연산 (14.3), 장림 (19.1)
- PM-2.5 성분농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$) : 이온 (8.1), 탄소 (2.6), 금속 (0.7), 기타 (4.6)
- PM-2.5 성분 구성비(%) : 이온 (48.6), 탄소 (18.1), 금속 (4.6), 기타 (28.7)
- 이온성분농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$) : SO_4^{2-} (4.08), NO_3^- (1.77), NH_4^+ (1.58), Na^+ (0.21), Cl^- (0.19), Ca^{2+} (0.12), Mg^{2+} (0.06), K^+ (0.12)
- 탄소성분농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$) : OC (2.29), EC (0.28)
- 금속성분농도(ng/m^3)
 - 토양성분 Fe (2243.7), Si (102.8), Ca (80.5), Al (75.1)
 - 미량금속 Mn (21.8), Pb (17.8), Cu (8.3), Cr (5.0), As (3.1)
- PM-2.5 구성성분별 분석
 - 이온성분 : PM-2.5 중 가장 많은 구성비 차지(연산 : 49.0%, 장림 : 48.9%)
 - ▷ 기체상(SO_2 , NO_x , NH_3)에서 입자상으로 전환된 2차 생성물질이 50% 이상 차지
 - 탄소성분 : 이온성분 다음으로 많은 구성비 차지(연산 : 18.9%, 장림 : 16.9%)
 - ▷ 유기탄소가 무기탄소 대비 8배 정도 높은 수준, 2차 생성 유기입자의 비율 높음
 - 금속성분 : PM-2.5 중 가장 적은 구성비 차지(연산 : 4.2%, 장림 : 5.7%)
 - ▷ 토양 및 지각성분(Fe, Si, Ca, Al 등 상대적으로 높은 농도 차지
 - ▷ 미량 성분 중 Pb, Mn, Cu, Cr 등 상대적으로 높음(Pb 농도 수준 : 연산 3.9%, 장림 6.7%)

표 2. 2018년 지점별 조사 결과

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

지점	중량농도	이온성분	탄소성분	금속성분	기타성분
		농도(구성비%)	농도(구성비%)	농도(구성비%)	농도(구성비%)
연산	14.3	7.55(49.0)	2.37(18.9)	0.55(4.2)	3.86(28.0)
장림	19.1	9.31(48.9)	2.96(16.9)	1.03(5.7)	5.84(28.6)

표 3. 지점별 PM-2.5 구성성분 농도

(단위: 이온성분, 탄소성분, 기타성분 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 금속성분 ng/m^3)

지점	중량 농도	이온성분								탄소성분			
		Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	계	OC	EC	계
연산	14.3	0.06	1.50	4.02	1.56	0.20	0.07	0.11	0.04	7.55	2.12	0.25	2.37
장림	19.1	0.38	2.24	4.37	1.61	0.28	0.09	0.17	0.10	6.99	2.62	0.34	2.96
지점	금속성분												
	Al	As	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Li	Mg	Mn	Mo
연산	72.5	3.1	0.0	70.9	0.7	0.2	3.5	6.3	170.3	0.1	44.5	12.9	2.0
장림	73.5	3.3	0.0	107.3	0.8	0.4	8.9	12.8	333.7	0.3	162.3	41.0	3.2
지점	금속성분											기타 성분	
	Ni	Pb	Sb	Se	Si	Sr	Ti	Tl	V	Zn	계		
연산	2.8	14.9	1.5	1.0	91.9	0.9	5.2	0.2	9.9	31.2	546.5	3.96	
장림	5.5	25.6	1.9	1.0	121.6	2.2	11.5	0.1	15.1	102.8	1,034.9	6.17	

- 이온성분은 모두 가스상물질(SO₂, NO_x, NH₃, VOCs 등)이 대기 중 화학반응에 의해 입자로 전환된 SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, 유기탄소가 상대적으로 높은 농도로 나타났음
- PM-2.5 고농도시 주요 원인물질은 봄·여름에는 황산염(SO₄²⁻), 가을·겨울에는 질산염(NO₃⁻)이었음.
- PM-2.5 성분 및 기여율 분석결과 부산지역 주요 배출원은 비도로이동오염원(선박)과 도로이동오염원(자동차 등)이었음
 - 봄, 여름 : 비도로(선박) > 도로이동(자동차) > 비산먼지
 - ↳ SO₄²⁻, OC ↳ NO₃⁻, OC ↳ Fe, Si, Al, Ca
 - 가을, 겨울 : 도로이동(자동차) > 비산먼지 > 비도로(선박)
- PM-2.5 성분 및 기여율 분석결과 고농도 발생 주요 배출원은 비도로이동오염원(선박), 비산먼지 및 도로이동오염원(자동차 등)으로 부산시 배출량* 순위와 유사하게 나타났으며 우리시에서 추진중인 미세먼지 저감 대책을 지속적으로 시행해야 할 것으로 판단됨

※ 부산시 PM-2.5 배출량

(국립환경과학원 배출량 자료, 2015년)

배출원	전체	비도로 이동오염원	비산 먼지	도로 이동오염원	제조업 연소	생물성 연소	에너지 산업연소	비산업 연소	생산 공정	기타 면오염원	폐기물 처리
배출량 (톤/연간)	2,458	1,178	702	279	107	71	47	46	11	11	6
비율(%)	100	47.9	28.6	11.4	4.3	2.9	1.9	1.9	0.4	0.4	0.2

4. 활용방안

- 초미세먼지(PM-2.5) 발생원 확인 및 저감대책 수립을 위한 자료 제공

5. 기대효과

- 초미세먼지(PM-2.5) 구성성분 파악으로 발생원을 파악하고 이에 따른 대책 수립으로 부산시 대기질 개선에 기여함