

## 초미세먼지 성분 조사

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

### 1. 조사개요

- 조사기간 : 2021. 1. ~ 2021. 12.
- 조사대상 : 연산동(상업), 장림동(공업), 부산신항(항만) 측정소
- 조사항목 : 초미세먼지 구성성분 중 양이온 5항목( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), 음이온 3항목( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), 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)

### 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-질량분석법 및 원자발광분광법을 이용한 분석

### 3. 조사결과

- 평균농도(3개소) : 19년 ( $23\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) > 20년 ( $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) > 21년 ( $17\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
  - 부산신항  $22\mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow 16\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 19년 대비 가장 크게 감소(27%↓)
- 주요성분 : 이온(36~43%) > 탄소(24~32%) > 중금속(3~5%)
  - 구성성분 중 유기탄소(20%)·질산염(13%)·황산염(12%) 농도 최대
- 부산신항 중유연소 원인 초미세먼지 89% 감소(19년  $8.1\mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow 21년 0.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- 선박 추정배출량 57% 감소시 초미세먼지 영향 36%  $\rightarrow$  5.7%로 감소
- 고농도 황사영향시 알루미늄, 규소, 티타늄 평균 대비 17~25배 증가
  - 고농도 국내영향시 망간, 리튬 평균 대비 12~13배 증가

표 1. 조사지점에 따른 수용모델링(PMF) 결과

농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) /기여율 (%)	연산동(상업)			장림동(공업)			부산신항(항만)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
전체	21	17	16	28	24	20	22	18	16
토양먼지	1.753 (8.5%)	1.642 (9.6%)	3.163 (20.2%)	1.674 (6.1%)	1.652 (6.9%)	2.887 (14.2%)	1.772 (7.9%)	1.747 (9.9%)	2.697 (16.7%)
재비산먼지	2.071 (10.0%)	1.411 (8.3%)	1.137 (7.3%)	1.934 (7.0%)	2.121 (8.9%)	0.731 (3.6%)	2.066 (9.2%)	2.109 (11.9%)	1.458 (9%)
자동차	8.194 (39.5%)	9.998 (58.6%)	7.424 (47.5%)	8.116 (29.4%)	8.577 (35.9%)	7.752 (38.2%)	8.646 (38.4%)	9.938 (56.2%)	8.495 (52.5%)

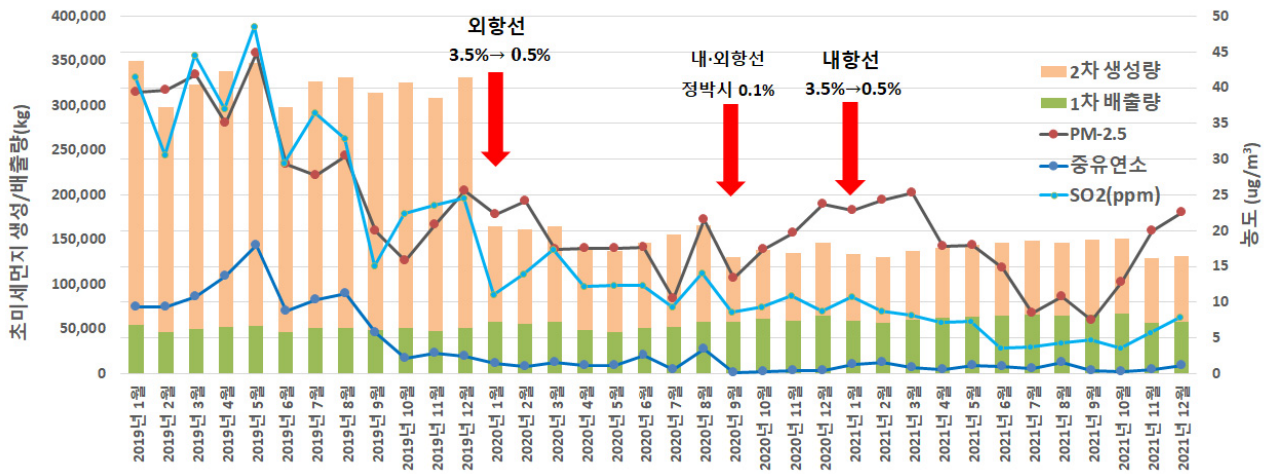
담당부서 : 대기진단평가팀(☎051-309-2765)

팀장 : 정재은, 담당자 : 김동영

중유연소	5.463 (26.3%)	0.974 (5.7%)	1.002 (6.4%)	3.994 (14.5%)	0.572 (2.4%)	0.335 (1.7%)	<b>8.103 (36.0%)</b>	<b>1.045 (5.9%)</b>	<b>0.916 (5.7%)</b>
장거리이동	2.063 (9.9%)	1.804 (10.6%)	1.338 (8.6%)	5.523 (20.0%)	5.38 (22.5%)	3.705 (18.3%)	-	-	-
해염	1.195 (5.8%)	1.238 (7.3%)	1.561 (10.0%)	3.365 (12.2%)	2.268 (9.5%)	2.246 (11.1%)	1.912 (8.5%)	2.845 (16.1%)	2.605 (16.1%)
산업활동	-	-	-	2.993 (10.8%)	3.329 (13.9%)	2.621 (12.9%)	-	-	-

○ 발생원인 분석

- 수용모델링(PMF, Positive Matrix Factorization) 분석으로 지점별 미세먼지 발생원인을 추정.
- 부산지역 초미세먼지 농도는 지점과 관계없이 자동차관련 오염원이 7.4~8.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기여율이 가장 큼 (47~52%). 선박에서 배출되는 중유연소의 경우 매년 농도가 크게 감소하였으며, 특히 부산신항의 중유연소에 의한 초미세먼지 기여도는 2021년도 0.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 2019년 8.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 약 89% 감소하여 초미세먼지 중 5.7%로 가장 낮은 기여도를 차지함.
- 그림 1과 같이 부산신항 선박 1차 배출량 및 2차 생성량은 2021년 1월 외항선 규제(황함유량 3.5% → 0.5%)로 인해 감소하였고(2019년 대비 57%↓), 선박에서 주로 배출되는 중유연소에 의한 초미세먼지 기여도 또한 유사한 경향으로 감소함.



4. 활용방안

- 초미세먼지 구성성분 실시간 모니터링으로 부산지역 고농도 미세먼지 발생의 신속한 원인분석 및 미세먼지 성분변화(배출특성 변화) 확인
- 부산신항 등 주요지역 초미세먼지 저감대책에 따른 기초자료 마련 및 저감효과 분석 등

5. 기대효과

- 초미세먼지 구성성분의 특성 변화 파악 및 부산맞춤형 미세먼지 저감대책 수립 기초자료제공 및 정책 제언에 따른 대기질 개선효과