

MA7

Passive sampler를 이용한 공업단지 VOC 측정결과 비교 The comparison of VOC measurement results at industrial area using passive sampler

김 선 태 · 김 학 민 · 박 민 수
대전대학교 환경공학과

1. 서 론

환경기준물질에 대한 정부의 강력한 규제로 전형적인 대기오염물질 중 하나인 아황산가스의 오염도는 현저하게 낮아졌으나 차량의 증가와 함께 유기용제의 사용분야가 넓어지며 대기중 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds)의 농도는 여러분야에서 증가하고 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 휘발성 유기화합물은 인체에 대한 위해성과 함께 광화학 스모그를 유발하는 물질로 알려짐에 따라 관심이 증가하고 있으나 종류의 다양함과 함께 고도의 분석기술과 고가의 장비를 요구하고 있어 다양한 접근이 제한되고 있는 실정이다. 실제로 VOC분석을 위한 대표적인 시료채취 방법으로 제안되고 있는 흡착튜브나 canister를 이용할 경우 고가의 장비를 사용하는 이유로 인해 시료채취 지점에 한계를 갖게되고, 장시간의 시료채취에 경제적, 기술적 어려움을 갖게된다.

이에 본 연구에서는 별도의 시료채취 장비가 필요 없으며 시료채취 지점에 대한 제한이 적고, 장시간 시료를 채취할 수 있는 passive sampler를 이용하여 국내 4개 공단지역을 대상으로 VOC를 측정된 결과를 정리하였다.

2. 연구 방법

VOC측정을 위해 실험에 사용한 passive sampler는 작업환경수준 측정을 목적으로 개발된 것으로 시료채취 시간은 하루 작업시간인 약 8시간정도를 기준으로 하고 있으나, 상대적으로 저농도 수준인 일반 대기중의 시료를 채취하기 위해서 약 7일 동안 시료를 채취하는 것을 원칙으로 하여 시흥(27지점), 안산(22지점), 포항(11지점), 군산(8지점)에 위치한 공업단지내 공장의 부지경계지점에 passive sampler를 설치하여 시료를 채취하였다. 지역별로 동일한 기간동안 채취한 시료를 이황화탄소로 추출하고 GC-FID system으로 분석한 후 액상 표준시약(supelco, EPA 8020/8040)을 이용해 작성한 검량선과 면적을 비교하여 benzene, toluene, ethyl benzene, m,p-xylene, o-xylene성분을 정량분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 공단지역의 VOC 농도실측결과

시료를 채취한 일자에는 다르지만 국내 4개 공단을 대상으로 VOC를 측정된 결과를 표 1에 정리하였다. 검출된 VOC 중 모든 공단지역에서 가장 높은 농도로 검출된 항목은 toluene이었으며, 안산 공단은 BTEX가 고루 검출되었고, 시흥, 포항, 군산의 경우 o-Xylene의 검출빈도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 특히 발암성 물질로 알려진 benzene의 농도는 포항과 군산이 상대적으로 높게 검출되는 특징을 보여주었다. 비록 BTEX가 도심지역에서 많이 검출되는 특징을 갖고 있으며 주로 자동차의 영향을 많이 받는 오염물질로 알려져 있어 발생원을 명확하게 구분하기는 어렵지만, active sampling을 이용하여 발생원의 수준을 평가하고, 장시간동안 많은 장소에서 시료를 채취할 수 있는 passive sampler를 이용하여 VOC의 대기 중 공간분포를 파악한다면 공단지역의 대기질을 관리하고 평가하는데 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

Table 1. The comparison of VOC concentration at industrial area

Pollutants (ppb)		Shiheung	Ansan	Pohang	Kunsan
Benzene	Range	0.42 ~ 1.48	0.04 ~ 2.72	0.45 ~ 14.66	1.00 ~ 2.52
	Arithmetic mean	1.02	0.77	3.74	1.41
	Geometric mean	0.91	0.55	1.48	1.36
Toluene	Range	2.16 ~ 30.61	9.54 ~ 288.13	2.38 ~ 13.63	1.05 ~ 55.34
	Arithmetic mean	12.56	57.68	4.99	12.59
	Geometric mean	10.38	39.86	3.84	4.63
Ethyl benzene	Range	1.08 ~ 5.49	1.19 ~ 29.75	1.74*	1.18 ~ 2.93
	Arithmetic mean	2.49	4.69	1.74	2.36
	Geometric mean	2.19	3.09	1.74	2.33
m,p-Xylene	Range	0.72 ~ 4.14	0.59 ~ 17.56	N.D	0.39 ~ 2.53
	Arithmetic mean	1.75	3.48	N.D	1.34
	Geometric mean	1.52	2.46	N.D	1.12
o-Xylene	Range	0.91 ~ 1.05	0.03 ~ 8.66	N.D	1.99*
	Arithmetic mean	0.98	1.73	N.D	1.99
	Geometric mean	0.98	1.01	N.D	1.99

* : detected at only one point

3.2 공단별 VOC 배출특성 조사

각 공단을 대상으로 실측한 결과를 이용하여 VOC의 배출특성을 살펴보기 위하여 40℃에서 160℃까지의 승온조건에서 HP-1 컬럼을 통과하며 검출된 모든 피크의 면적에 대한 BTEX의 검출 면적비를 산정한 결과를 표 2에 정리하였다. 표 2에 의하면 안산과 포항공단에서 검출된 VOC물질 중 Toluene의 비율이 가장 높은 것으로 나타났으며, Benzene의 경우 포항공단 지역에서 타 공단에 비해 높은 비율로 검출되는 것으로 조사되었다. 또한 군산공단의 경우 Ethylbenzene과 m,p-Xylene의 비율이 상대적으로 높게 나타나는 등 공단에 입주하고 있는 업체의 업종에 따라 주변지역에 영향을 주는 물질이 서로 다를 수 확인할 수 있었다. 특히 안산공단의 경우 유기용제에 대한 관리가 상대적으로 허술한 것으로 추정되며 포항과 군산공단의 경우 특정 발생원에서 배출되는 물질이 주변지역에 영향을 주는 것으로 추정되는 결과를 얻었다.

Table 2. The comparison of BTEX portion with TVOC at industrial area

Pollutants (%)	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	m,p-Xylene	o-Xylene
Shiheung	0.47	10.30	1.30	2.08	0.02
Ansan	1.44	38.53	2.57	4.94	1.10
Pohang	6.40	23.60	2.48	6.97	1.35
Kunsan	1.00	1.22	3.61	13.30	0.03

참 고 문 헌

- Eric D.W., Lawrence H. K.(1993) 'Sampling and Analysis of Airborn Pollutants', Lewis Publisher.
 백성옥 (1996) '환경대기 중 휘발성 유기화합물의 포집과 분석방법', 한국대기보전학회지, 제 12권, 1호, 1996.
 변상훈 외, '공기중 유기용제 측정을 위한 활성탄섬유 확산포집기와 3M 확산포집기의 시료포집효율에 관한 연구', 한국산업위생학회지 투고 중.