

2D2) 공단 주변 거주지역의 실내 BTEX/MTBE 분포 조사 Exposure to BTEX and MTBE in the indoor at Industrial Complex

김호현 · 신동천 · 양지연 · 이용진 · 정경화
연세대학교 환경공해연구소

1. 서 론

최근 SBS가 방영한 실내공기로 인한 건강피해 프로그램이 폭발적인 인기와 관심을 끌면서 일반인들의 실내 환경과 건강에 대한 관심이 최고조에 달해 있다. 새집에 입주한 이후 비염, 아토피성피부염, 기관지 천식, 두통, 눈의 피로 등 각종 질병에 시달린다는 '새집증후군', '화학물질과민증'(MCS : Multiple Chemical Sensitivity)등의 유행어가 나돌고 있다. 이러한 증상을 일으키는 물질 중 대표적인 것이 휘발성유기화합물류(VOCs : Volatile Organic Compounds)이다. VOCs는 밝혀진 물질만도 수백 종에 달하고 있으며, 벤젠 등 발암물질 또한 포함하고 있어 더욱 문제가 된다. 실내공기오염원으로 마감재와 건축자재, 내장재, 연소활동, 실내흡연 등 배출원은 다양하다. VOCs의 실외오염원으로는 공단의 산업활동이나 자동차배출오염원이 대표적이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 공단 주변 거주지역과 비교지역의 실내 VOCs 농도를 조사하여 공단에 의한 영향 정도를 파악하고자 한다. 조사 항목은 Benzen, Toluene, ethylbenzene, m,p-xylene, o-xylene 이며, 자동차배출원에 의한 실내 유입 영향을 평가하기 위해 가솔린 첨가제인 MTBE(Methyl-tert-Butyl Ether)를 함께 분석하였다. 대상항목 중 benzene은 인체 암 유발물질(IARC, 1987; Tancrede et al. 1987; USEPA 1990)이며, toluene, xylene, MTBE는 잠재적 독성물질들(Hanson 1996; Mehlman 1998)이다.

2. 연구 방법 및 분석

조사대상물질은 대표적 휘발성 유기오염물질(VOCs : Volatile Organic Compounds; 이하 VOCs)인 BTEX(Benzen, Toluene, Ethylbenzene, Xylene)과 가솔린 첨가제인 MTBE를 선정하였다. 시료채취지점은 2003년 11월 20일부터 12월 19일 1개월간 공단지역 17가구, 비교지역 16개 가구를 대상으로 실시하였다. 시료채취방법은 Personal air sampler(Gillian Inc, USA)를 사용하여 stainless steel 재질의 Tenax 흡착관(1/4" × 20cm, Supelco, USA)으로 채취하였다. 샘플링 유량과 시간은 약 100ml/min에서 2시간 정도 채취하였으며, 시료 채취 후 흡착관을 swagelok에 넣어 양쪽 끝에 teflon cap을 씌워 밀봉하여 시료 분석 전까지 -70℃에서 냉동 보관하였다. 분석방법으로는 우리나라에서 지정한 휘발성 유기 화합물(VOCs)의 채취방법으로는 용기채취법, 고체채취법, 저온응축법 등이 있다(환경부, 1996). 본 연구에서는 흡착물질을 이용하여 대기를 채취한 후 탈착하여 GC/MSD로 분석하는 방법을 통하여 분석하였다. TDS의 각종 valve와 시료 전달 라인은 모두 200℃로 고정하였으며, Trap에 흡착된 MTBE & BTEX의 열탈착은 320℃에서 5분간 행하였으며, 탈착된 MTBE & BTEX는 moisture control system(MCS)에서 수분 제거 과정을 거쳐 액체 질소에 의해 -100℃로 유지된 internal trap(0.1mm glass bead)를 GC column과 직접 연결된 Cryofocusing module로 보낸다. 이 module은 액체 질소에 의해 -110℃로 유지하고 있어 휘발성 유기오염물(VOCs)이 column 입구에 응축하게 된다. 응축이 완료되면 225℃로 급속히 온도를 올려 이동상에 실어 GC column으로 이송하여 MTBE & BTEX를 분리하였다.

3. 결과 및 고찰

휘발성 유기화합물의 농도를 공단 지역과 비교 지역에서 비교한 결과, 공단 지역이 대부분의 항목에서 비교 지역에 비해 높은 결과로 측정되었으나, MTBE의 경우 공단 지역이 평균 2.24µg/m³로서 비교 지

역의 평균 2.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비해 높게 측정되었다. 하지만, xylene을 제외하고 모든 항목에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1). 현재 실내/외 분석결과를 바탕으로 실외유입에 대한 영향이외의 변수 및 공단과 비교지역에 대한 물질별 상대비율 등을 통한 결과해석이 진행 중이다.

Table 1. 공단 지역과 비교 지역에서의 실내 VOCs의 농도 (단위 ; $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

sites	Compound	n	GM	GSD	median	min	max
impact sites	MTBE	17	2.24	5.00	N.D	N.D	20.13
	Benzene	17	9.82	13.69	N.D	N.D	39.38
	Toluene	17	103.80	60.03	101.07	6.73	201.15
	Ethylbenzene	17	36.45	56.12	26.72	N.D	232.65
	o-xylene	17	33.39	23.22	30.47	N.D	98.82
	m,p-xylene	17	12.44	21.68	28.64	N.D	73.36
reference sites	MTBE	16	2.47	4.92	N.D	N.D	15.86
	Toluene	16	83.57	58.03	81.60	0.46	214.55
	Ethylbenzene	16	15.52	15.73	9.67	N.D	51.82
	o-xylene	16	6.81	-	-	-	-
	m,p-xylene	16	6.32	-	-	-	-
t-test	MTBE			F-값 = 0.107,		p-값 = 0.746	
	Benzene			F-값 = 0.108,		p-값 = 0.745	
	Toluene			F-값 = 0.273,		p-값 = 0.605	
	Ethylbenzene			F-값 = 3.804,		p-값 = 0.060	
	xylene			F-값 = 22.771,		p-값 < 0.001	

사 사

본 연구는 “시흥 건강도시 21” 사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Hanson DJ(1996) Toxics release inventory report shows chemical emissions continuing to fall. Chemical and Engineering News, July 15, pp 29-30
- International Agency for Research on Cancer(IARC) (1987) Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Supplement 7.
- Mehlman MA (1998) Dangerous and cancer-causing properties of products and chemicals in the oil-refining and petrochemical industries. Part-XXV: neurotoxic, allergic, and respiratory effects in humans from water and air contaminated by MTBE in gasoline. J Clean Technol Environ Toxicol Occup Med 7:65-84
- Tancrede MR, Zeise WL, Crouch EAC(1987) The carcinogenic risk of some organic vapors indoors: a theoretical survey. Atmos Environ 21:2187-2205