

PA47) 흡착법과 캐니스터 방법을 이용한 대기 중 VOC 측정방법의 비교평가 (II)

Comparison of Two Sampling Methods for VOC Measurement in Ambient Air-Sorbent Tube and Canister Methods (II)

서석준 · 서영교 · 서광교 · 전준민¹⁾ · 한진석²⁾ · 백성욱

영남대학교 대학원 환경공학과, ¹⁾순천제일대 환경기술센터, ²⁾국립환경과학원

1. 서 론

휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds: 이하 VOC)은 인체 유해성 및 환경학적인 중요성으로 인해 관심의 대상이 되어왔다. 이에 우리나라에서는 26종의 VOC 물질을 우선관리대상물질로 정하고 있다. 이들 물질이 인체와 환경에 미치는 영향을 평가하기 위한 정확한 측정과 분석 또한 관심의 대상이 되고 있으며 이중 시료채취방법으로 널리 이용되는 방법은 용기를 이용한 캐니스터방법과 흡착제를 이용한 흡착관법이 있다(나광삼, 1998). 두 시료채취 방법에는 서로 상호보완적인 장단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 실제 현장적용 시에 이 두 방법이 어떠한 차이를 보이는지 알아보고자 하였다.

2. 시료채취 및 분석

본 연구에서는 캐니스터와 흡착관을 이용하여 실제 현장에서 시료 채취하여 두 시험법의 비교평가를 하였다. 1차 연구에서는 특정 지역의 공단 및 주거지역 4개 지점을 대상으로 특정 계절의 일주일 동안 오전·오후 3시간씩 2회에 걸쳐 같은 시간에 두 방법을 모두 적용하였다. 2차 연구에서는 위 지역의 두 공단지역을 대상으로 계절 당 10일씩 4계절을 채취하였다. 1차 연구와는 달리 두 시료채취방법에 채취 시간을 달리하여 캐니스터법은 하루 8시간 1회 채취하였으며 동일 시간대에 흡착관법은 4시간 간격으로 2회 측정하였다.

캐니스터 방법(미국 EPA TO-14, 15)를 이용한 시료채취는 orifice와 diagram mass flow controller가 장착된 passive sampling 방법을 사용하였다. 표준가스는 EPA TO-14·15 62종 표준가스(62 component mix, SUPELCO)를 사용하였으며 분석방법으로는 EPA의 TO-15에 명시된 GC/MS방법으로 표준과학연구원과 순천제일대 환경기술센터에서 분석을 수행하였다(US EPA, 1999).

흡착관법(미국 EPA TO-17)의 매체로는 Carbotrap C(100mg)와 Carbotrap(400mg)을 스테인리스 스틸 흡착관(1/4" × 9cm, Perkin Elmer, UK)에 충전하여 사용하였다. 샘플러는 FLEC Air pump 1001(Field and Laboratory Emission Cell, Chematec)을 사용하여 50ml/min으로 4시간 채취하여 총 유량이 12ℓ가 되도록 하였다. 표준가스는 캐니스터법과 동일한 표준가스를 사용하였으며 분석방법으로는 EPA TO-17에 준하는 방법으로 분석을 수행하였다(US EPA, 1997). 분석에는 자동열탈착장치(UNITY/ULTRA, Markes, UK)와 GC칼럼(Rtx-1 (105m × 0.32mm × 1.5μm))이 연결된 GC/MS(HP 6890/5973)를 사용하여 영남대학교 대기환경연구실에서 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

1차 연구에서는 총 53개의 시료를 대상으로 흡착관법과 캐니스터법의 농도를 일대일 대응하여 비교 평가하였다. 2차 연구에서는 캐니스터 시료에 대응되는 두 개의 흡착관 시료를 평균하여 비교 평가하였으며 대응되는 시료 수는 80개였다. 표준가스를 사용한 VOC 분석정도관리결과로 분석재현성의 경우 분석기관 모두 10~30% 정도의 양호한 결과를 보였으며 방법검출한계는 0.1ppb 이하로 나타났다.

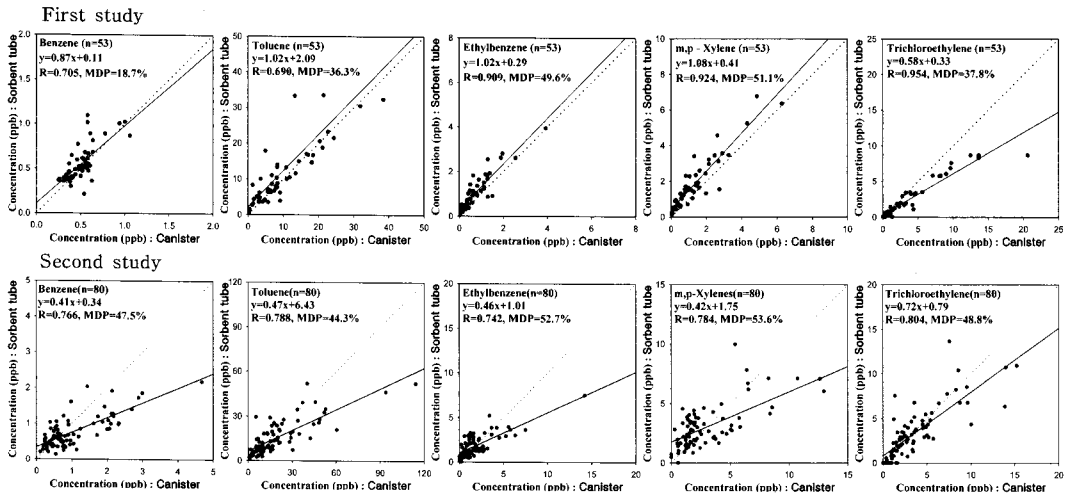


Fig. 1. Correlations of VOC concentrations for sorbent tube and canister samples.

VOC 물질 중 검출빈도가 높고 비교적 농도가 높게 나온 물질을 대상으로 비교평가 하였으며 이중 4 개 물질을 대상으로 상관분석 분석을 수행한 결과를 1, 2차 연구로 나누어 그림 1에 나타내었다. Benzene, ethylbenzene, m,p-xylenes, trichloroethylene 등 1, 2차 연구 모두 0.7~0.9 정도의 양호한 상관성을 나타내었다. 다만 1차 연구에서 대체로 가운데를 지나던 회귀선은 2차 연구에서는 캐니스터법으로 많이 기운 양상을 나타내었다. 캐니스터에서 나타난 높은 농도에 의해 비록 상관성은 양호하나 기울기가 낮아진 것으로 판단된다. 캐니스터에서 나타난 높은 농도에 대응하는 흡착관의 농도의 사례를 표 1에 나타내었다. A site의 경우는 오전에 고농도가 나타난 사례이며 B site의 경우는 오후가 농도가 높게 나타난 경우이다. 오전 고농도 현상의 경우 캐니스터의 농도는 흡착관의 평균농도 보다 높게 나타났으며 흡착관의 오전 농도에 더 가까운 경향을 나타내었다. 또한 오후 고농도 현상의 경우 캐니스터는 오후의 농도를 따라가지 못하고 오전의 농도와 유사한 경향을 나타내었다. 오전과 오후의 농도가 유사한 경우 두 측정 방법에 의한 농도는 유사하게 나타났다.

Table 1. Comparison of VOC concentrations measured by sorbent tube and canister samples. (ppb)

VOC	A site (2007. 1. 23)				B site (2007. 1. 24)			
	Sorbent tube			Canister	Sorbent tube			Canister
	09:00~13:00	13:00~17:00	Mean	09:00~17:00	09:00~13:00	13:00~17:00	Mean	09:00~17:00
Benzene	2.36	2.00	2.18	4.68	1.92	2.16	2.04	1.44
Toluene	78.88	25.23	52.06	114.21	40.04	63.86	51.95	40.38
Ethylbenzene	11.88	3.14	7.51	14.23	2.55	7.91	5.23	3.42
m,p-Xylenes	17.90	6.18	12.04	23.36	4.62	10.99	7.81	6.42
Trichloroethylene	8.31	4.44	6.38	13.87	7.38	19.92	13.65	7.56

결과적으로 캐니스터법의 pasive sampling 방법이 일정 유량으로 시료채취를 하지 못한 것으로 판단된다. 이는 진공압이 높은 초기에 시료채취가 큰 비중을 차지한다고 사료되며 캐니스터법으로 장시간의 시료 채취한 농도를 그 지역의 대표농도로 판단하기엔 무리가 따른다. 다만 흡착관의 시료채취 범위를 벗어나는 높은 농도의 경우 단시간의 시료채취와 강한 휘발성을 가진 물질의 시료채취에는 캐니스터법이 장점을 가질 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

나광삼, 김용표, 문길주, 백성욱, 황승만, 김성렬, K. Fung, 이강봉, 박현미 (1998) 대기중 휘발성 유기 화합물의 채취 및 분석방법 비교, 한국대기보전학회지, 14(5), 507-518.