PA47) Tedlar-bag 시료채취법에 대한 대기중 휘발성유기화합물의 안정성에 관한 연구

A study on the stability of ambient volatile organic compounds for the Tedlar-bag sampling method

김광래, 김영두, 이상철, 어수미, 김민영, 이재영[1], 봉춘근[2], 김동술[3]
서울시보건환경연구원, [1]서울시립대학교 환경공학부,
[2] 경희대학교 산업협력기술연구원, [3] 경희대학교 환경응용화학대학

1. 서 론

휘발성 유기화합물(VOCs)은 인체 위해성 뿐만 아니라 대기 중에서의 오존 및 광화학 산화물의 농도를 증가시키는 원인 물질로써 많은 대기환경 연구자들의 연구대상이 되고 있다. 하지만, 그 중요성에도 불구하고 대기 중 미량으로 존재하기 때문에 VOCs의 채취 및 분석은 용이하지만은 않아서 아직까지 완벽한 채취법은 없는 것으로 알려져 있다. 미국의 EPA에서는 VOCs를 채취하기 위한 몇 가지 방법을 제시하고 있는데, 그 대표적인 것이 캐니스터를 이용하는 방법과 흡착관법 그리고 Tedlar-bag을 이용한 방법을 권장하고 있다 (EPA Method TO-14, 17, 18). 이들 분석법에 대한 평가는 국내 연구자들에 의해서도 수행된 바 있는데 주로 표준물질을 이용하여, 캐니스터 및 흡착관, Tedlar-bag에 대한 방법론에 대하여 평가하고 있다 (박정근 등, 2000, 전선주 등, 1999, 백성옥 등, 1999).

표준물질을 이용한 평가는 대기 중의 시료를 사용한 경우와 비교할 때 수분 및 기타 혼합물질의 영향이 작용하기 때문에 다소의 차이가 발생할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 Tedlar-bag을 이용하여 VOCs를 채취할 때 발생할 수 있는 오류에 대하여 연구하기로 하였다. 이와 더불어 표준물질뿐만 아니라 대기시료에 대한 Tedlar-bag의 안정성에 대하여 검토하기로 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 Tedlar-bag에 대한 VOCs의 안정성에 대하여 중점적으로 조사하기로 하였으며 안정성 검토를 위한 시료는 표준가스 (일정량의 수분을 첨가)와 대기시료 (터널내의 VOCs) 두 가지 방법을 선정하였다. 시료의 채취는 EPA TO-18 Method에 제시되어 있는 방법을 사용하였다. 이 방법은 시료 채취 시 펌프를 이용하긴 하지만 펌프 내로 시료가 유입되지 않아 이로 인한 오염물질의 발생을 근본적으로 차단한 방법으로서 대기 중의 시료를 채집하기 위해서는 매우 적절한 방법으로 생각된다.

시료를 채취하기에 앞서 Tedlar-bag은 고순도 질소가스를 이용하여 5회 이상 세척되었다. 세척시에는 Tedlar-bag의 벽면에 흡착되어있을 가능성이 있는 VOCs 성분을 최대한 배제할 수 있도록 임핀저를 이용하여 약간의 수분을 Tedlar-bag 안으로 도입한 후 온도를 100 ℃ 정도로 상승시켜 10분 이상 유지하였다. 또한 Tedlar-bag에 대한 내부세척 여부를 확인하기 위해 세척을 완료한 후 고순도 N_2 가스를 Tedlar-bag에 도입하고 이 가스에 대한 분석을 실시하였다. 분석 성분은 O_3 precursor로 규정되어 있는 물질과 TO-14에 규정되어 있는 HAP 성분에 대하여 실시하였다.

시간의 경과에 따른 안정성을 검토하기 위해 시료를 저온에서 30일간 보관하면서 분석을 실시하였는데, 시료의 분석은 0, 1, 3, 7, 10, 20, 30일에 각각 3회 이상 실시하였다. 또한 Tedlar-bag의 안정성을 판단하기 위한 대상시료는 캐니스터를 이용하여 보관하였다. 캐니스터의 경우 약 30일 정도에서는 안정성이 확보되는 것으로 알려져 있다.

분석은 ATD (PerkinElmer Co., ATD-400, USA)가 장착된 GC (PerkinElmer Co., Autosystem XL, USA) 시스템을 이용하였고, 이 때 검출기로는 FID가 사용되었다. 성분의 분리를 위해 사용된 컬럼은 저분자 물질과 고분자 성분에 각각 다른 것을 사용하였는데, C2-C4 성분의 분석에는 0.32 mm D, 60 m

L의 Alumina Plot Column이, C5 - C9 성분의 분석에는 0.32 mmD, 60 m L, 3 ㎛ T의 BP-1 Column 이 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

Tedlar-bag을 이용하여 VOCs 시료를 채취한 후 분석한 결과 Tedlar-bag을 이용한 시료의 채취는 저분자 물질에 비교적 적합한 것을 알 수 있었다. Tedlar-bag을 이용하여 시료를 채취하였을 때 toluene, ethylbenzen 등의 고분자 물질은 벽면에 흡착되는 특성이 강한 것으로 나타났다. 이들 고분자 물질은 100 ℃정도의 고온 세척에 의해서도 비교적 좋지 않은 세척력를 보이는 것으로 나타났는데 이는 Tedlar-bag이 비교적 VOCs 물질을 벽면에 흡착하지 않는다는 것과는 다소 차이가 있었다. 그렇지만 저분자 물질의 경우에는 세척에 의해 비교적 잘 탈착되어 벽면에 흡착되는 양이 거의 없는 것으로 나타났다. 시간의 경과에 따라 Tdelar-bag 내에 있는 VOC 물질의 농도변화는 비교적 크게 나타나서 선행연구자가 실시한 황화합물의 안정성과는 다른 특성을 보였다.

전반적인 연구결과, Tedlar-bag을 이용한 VOCs 시료의 채취는 저분자 물질에는 사용이 가능한 것으로 나타났으며, 시료채취 후 가능한 한 빠른 시일 내에 분석을 완료하는 것이 바람직할 할 것으로 생각된다.

감 사

본 연구의 일부는 1999년 한국학술진흥재단 대학부설연구소 지원과제 (과제번호: 99-005-E00025)의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

백성옥, 황승만, 박상곤, 전선주, 김병주, 허귀석 (1999) 흡착포집 및 열탈착/GC 분석에 의한 공기 중 휘발성 유기화합물의 측정방법론 평가, 한국대기환경학회지 제15권 제2호, pp.121-138

전선주, 허귀석 (1999) 캐니스터와 Tedlar-bag 시료채집법을 이용한 대기 중의 휘발성유기황화합물의 측정, 한국대기환경학회지 제15권 제4호, pp417-428

김세웅, 김기현, 김진석, 이강웅, 김경렬, 문동민, 김필수, 손동헌 (1999) 현장측정에 기초한 대기오염물질의 측정방식에 대한 비교연구 - 주요 기준성물질을 중심으로, 한국대기환경학회지, 제15권 제4호, pp403-415

박정근, 유기호 (2000) 열탈착/GC/FID를 이용한 B, T, X 분석의 정확도 및 정밀도 평가, 한국대기환경학회지 제16권 제3호, pp265-275