

3A1) 소비용품에서 발생하는 VOCs 배출특성 연구

Characteristics for VOCs Emitted from Consumer Products

김수연¹⁾ · 김조천^{1,2)} · 선우영^{1,2)} · 손윤석¹⁾ · 임보아²⁾ · 강영훈²⁾ · 마영일²⁾ · 우정현¹⁾

¹⁾건국대학교 신기술융합학과, ²⁾건국대학교 환경공학과

1. 서론

우리나라를 포함한 전세계의 대도시 지역에서 오존 농도가 환경기준을 초과하는 일수가 증가하고 있다. 이에 따라, 오존 생성에 관여하는 전구물질에 대한 관심이 집중되고 있다. 대기 중의 휘발성 유기화합물질(VOCs; Volatile Organic Compounds)은 질소산화물과 함께 광화학생성물을 형성하는 대표적인 오존 전구물질(Ozone precursor)로 알려져 있다(백성욱 등, 2000). 이러한 VOCs는 발생원에 따라 인위적인 VOCs(Anthropogenic VOCs; AVOCs)와 자연적인 VOCs(Natural VOCs; NVOCS)로 나뉘며, 일부 VOCs는 그 자체로 독성과 발암성을 가지기 때문에 인체에 매우 유해하다(김조천, 2006; Wickert et al., 2000). 소비용품의 주요 화학적 성분인 VOCs는 제품 사용시에 발생하며, 전세계적으로 볼 때 가정용 소비용품의 VOCs 배출특성과 관련된 DB구축이 매우 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 소비용품에 대하여 VOCs 배출량의 기여도가 큰 일부 제품들의 배출특성을 화학종 분석에 따라 speciation하여 비교 연구하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 가정에서 개인 소비품을 사용할 때 발생하는 VOCs의 기여도가 높은 헤어스프레이(두발용품)와 바디탈렌저(개인용품) 제품을 선정하여 연구를 수행하였다. 또한 각 제품군에서 소비량이 높은 메이커를 대상으로도 선정하였다.

실제 생활공간에서 발생하는 VOCs의 배출량을 측정하기 위하여, 실험 온도 조건을 25℃로 일정하게 유지하였고, Zero air system(API Model 701, USA)으로부터 공급되는 제로에어는 MFC(Mass flow control system)로 유량을 조절하여 시료가 들어있는 챔버로 유입되었다. 챔버는 일반적으로 VOCs 물질에 안정하다고 알려진 테들러 챔버(Tedlar Chamber)를 사용하였으며, 그 안에 일정량의 시료를 넣어 실험하였다. 시료는 제품 및 가정용 용기로 많이 사용되는 폴리스티렌 재질의 패트리디쉬에 담아 실험 전·후의 질량변화를 측정하였다. 그리고 측정된 질량으로 제품 한개의 VOCs 함유율(%)을 구하였으며, 전체적인 흐름도는 그림 1에 나타내었다. 채취된 시료는 GC/FID/Aerotrap desorber, GC/MSD/Aerotrap desorber를 사용하여 정량·정성분석을 수행하였고, 각 제품들의 개별 VOC에 대한 speciation을 통하여 화학종을 분석(분류)하였다.

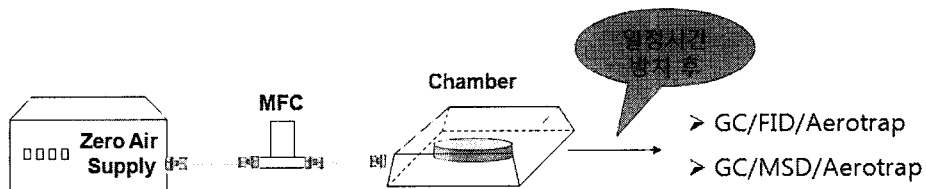


Fig. 1. Schematic diagram of the measurement system.

3. 결과 및 고찰

바디클렌저 시료(H제품)에 대하여, 일정한 유량의 제로에어가 흐를 때, 테들러 챔버 안에서의 시간에 따른 농도변화를 관찰하였다. 그 결과 5분 이내에 최고농도에 도달했다가 약 60분이 경과한 후 바탕농도(Zero 농도)에 도달하여 대부분의 VOCs가 휘발되었다고 추정하였다(그림 2).

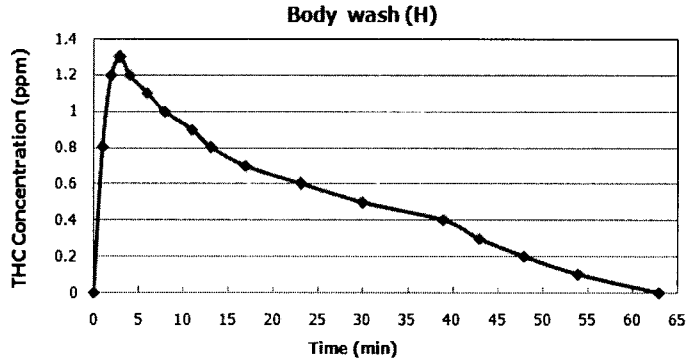


Fig. 2. Changes THC Concentration as a function of time.

헤어스프레이 HF 제품의 경우 LPG 가스의 충전 물질에 해당되는 propane, isobutene, n-butane이 각각 5.4%, 18.4%, 28.8%를 차지하였고, ethanol이 46.8%로 나타나 이를 모두 합한 99.5%에 해당되는 대부분의 물질이 VOCs임을 알 수 있었다. 그리고 실험 결과, 헤어스프레이 제품(HF) 한개 당 VOCs가 차지하는 비율이 약 80%로 나타났다. 바디클렌저 H제품의 경우에는, NVOCs에 해당되는 monoterpene ($C_{10}H_{16}$)이 67%로 상당부분을 차지하고 있었으며 특히, monoterpene물질 중에서 47.9%에 해당되는 물질이 d-limonene임을 알 수 있었다. 또한 제품(H) 한개 당 VOCs의 함유율은 2.1%로 헤어스프레이의 경우와 큰 차이를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

사 사

본 연구는 국립환경과학원 “선진국의 휘발성유기화합물(VOC) 배출저감 사례분석을 통한 국내 적용방안 연구(Ⅱ)”의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 김조권 (2006) 국내의 휘발성유기화합물(VOC) 현황 및 관리기술, 한국대기환경학회지 22(6), 743-757.
- 백성욱, 박상곤, 김무식 (2000) 오존 및 오존 Precursors의 측정-국내·외 현황과 과제.
- Derwent, R.G. and M.E. Jenkin (1991) Hydrocarbons and the Long-Range transport of ozone and PAN across Europe.
- EPA (2006) Code of Federal Regulations. Title 40: Section 51.100.
- Theloke, J. and R. Friedrich (2007) Compilation of a database on the composition of anthropogenic VOC emissions for atmospheric modeling in Europe.