

Analysis of Volatile Organics in Indoor Air by the
2-Stage Concentration Method

김만구, 박춘옥, 권영진, 이용래*

강원대학교 환경학과, *SKC 중앙연구소

1. 서론

실내공기 중에는 주거환경의 변화와 실내에 있는 여러가지 물건들, 건축재 및 실내 냉,난방 기구 등으로 부터 여러가지 휘발성 유기물질들이 방출되고 있으며, 그 속에서 생활하는 사람은 이러한 실내 오염물질에 노출되어 지내고 있다. 그리고 건물 바닥을 보호하려는 목적으로 왁스와 기름걸레로 청소하는 건물들은 왁스와 기름걸레에서 실내공기중으로 유입되는 유기물질들은 상당량에 이를 것으로 생각된다..

외국에서는 실내에서 방출되는 유기물질에 관한 연구가(Sack *et al.*, 1992) 활발히 진행되고 있으나, 국내에서는 사회의 관심과 요구에 비하여 실내오염의 실태 및 연구가 충분하지 못하다. 현재 우리나라의 실내오염에 관한 연구는 실내공기중 분진과 무기 가스상 오염물질에 국한되어 있다(김윤신, 1993). 이는 여러가지 다른 이유들도 있지만, 특정 휘발성 유기물질의 농도가 높은 작업 환경등의 특수한 경우를 제외한 대기중 유기물질의 농도는 ppb나 ppt정도의 수준으로 현재 널리 사용되고 있는 기체크로마토그래프만으로는 손쉽게 분석할 수 없기 때문이다. 그래서 환경시료중 미량의 휘발성 유기물 분석에는 전농축 방법을 병행한 크로마토그래피법이 필요하다(Kim *et al.*, 1989). 전농축 방법으로는 미량의 유기물을 고체흡착제를 이용하여 농축한 후 적당한 유기용매를 이용하여 추출하는 용매추출법과 흡착관을 가열하는 열탈착하여 다시 농축하여 분석하는 방법 등이 사용되고 있다. 그러나 용매추출법은 추출액을 농축하는 과정에서 휘발성 유기물질이 소실되거나, 크로마토그램에서 머무름 시간이 짧은 휘발성 유기물 피크가 용매피크에 묻혀 버리거나 끌림위에 놓여 정량조작이 어렵게 되는 등의 단점을 가지고 있다. 열탈착법 역시 유기화합물이 흡착제에 강하게 흡착되어 탈착이 어렵거나, 수분 제거과정에서 극성 유기화합물이 같이 제거되는 경우도 있다.

본 연구에서는 고체흡착제를 이용하여 휘발성 유기물질을 포집한 후 열탈착하여 저온농축관에서 다시 농축하여 기체 크로마토그래프에 도입하는 2단 농축법을 이용하여 실내공기중 유기물질 분석방법을 검토하였다. 그리고 이 방법을 이용하여 강원대학교 건물에서 왁스를 사용하여 바닥을 청소한 후 실내 공기중 유기물의 농도변화 및 기름걸레 청소로 인한 실내공기중 유기물질의 영향을 조사하여 보고한다.

2. 실험방법

2.1 시료 채취

실내공기중 휘발성 유기물질의 채취는 열탈착관으로 사용되는 석영관(길이 120 mm, 내경 12 mm)에 Tenax GC (60/80 mesh, GL Science Ltd., Japan) 0.5 g을 충전시켜 제작한 흡착관을 이용하였다. 시료채취시 흡착관 앞에 석영필터(직경 25mm, GR100, Advantec)을 연결하고 유량계와 미세밸브로 유량을 100 ml/min 로 조절하여 진공펌프를 이용하여 10분간 포집하였다. 그러나 건물 바닥을 왁스로 청소한지 3일이내의 시료는 실내공기중 유기물질의 농도가 높아 흡착관에 포집하지않고 100 ml 주사기를 이용하여 200 ml의 실내공기를 저온 농축관에 직접 주입하였다. 이상과 같은 방법으로 왁스 청소후 1시간, 3일, 15일, 1달 및 2달 지난 실내공기를 채취하여 분석하였다. 그리고 기름걸레로 청소한 후의 실내공기도 수시로 흡착관을 이용하여 포집하였다.

2.2 2단 농축법 및 분석 조건

2단 농축법은 purge & trap용 분석기기의 일종인 일본분석공업사의 JHS-100형 headspace sampler를 개량한 것으로 열탈착실로 이용되던 석영관에 흡착제를 채워 1단계로 대기중의 휘발성 유기물질들을 포집한후 headspace sampler에 설치된 200℃로 가열된 히터에 넣어 흡착제에 포집된 휘발성 유기물질들을 열탈착하여, 미리 액체질소를 이용하여 -40℃로 냉각시킨 흡착관(길이 120 mm, 내경 2 mm, Tenax TA(60/80 mesh, GL Science Ltd., Japan) 40 mg 충전)에 다시 저온농축한다. 그후 저온농축된 휘발성 유기물질들을 다시 유도화 가열장치로 신속히 가열하여 열탈착한 성분들을 기체크로마토그래프에 도입하여 분석하는 방법이다.

본 연구에서는 GC/MS(Trio-1000, VG Instrument)를 이용하여 청소용왁스 및 청소용 기름걸레에서 방출되는 휘발성 유기성분의 주요 봉우리를 확인 하였으며, 확인된 봉우리의 정량은 FID 검출기를 사용하였다.

3. 결과

환경중 유기물질을 정량에는 시판되고 있는 표준물질이 이용되고 있지만 휘발성 기체 성분인 경우 표준기체를 목적하는 농도 희석하여 사용하거나, 시료와 동일한 방법으로 포집하여 정량하는데는 여러 가지 제약점이 있다. 본 연구에서 사용한 표준기체 제조 방법을 이용하여 제조한 표준기체의 농도는 12%의 상대표준편차를 나타냈다. 그리고 nonane 을 매탄올에 희석하여 직접 주입하는 방법과 표준기체를 흡착관에 포집하여 2단농축법에 의해서 얻은 nonane의 회수율은 95% 이상을 나타냈다. 표준기체 제조장치로 제조된 nonane을 2단 농축법으로 얻은 크로마토그램의 봉우리면적으로 부터 구한 검량곡선($R^2=0.978$)은 좋은 직선성을 나타냈다.

청소용 왁스에서 실내공기중으로 방출되는 휘발성 유기물질은 nonane, decane, undecane 및 C₂-benzene, C₃-benzene 등이었다. 왁스 청소 후 2주일 정도 경과하면 실내공기중 nonane의 농도는 청소 당일의 0.3%정도로 감소하였다. 그러나 왁스청소와 기름걸레를 이용한 실내 바닥 청소로 인해 많은 휘발성 유기물질이 공기중에 유입되어 실내 공기질을 저하 시키고 있으며, 왁스청소 직후 얼마간은 바닥의 마찰력이 떨어져 안전사고가 일어날 위험성이 크다.

4. 참고문헌

김윤신(1993) 실내공기오염에 관한 소고, 한국대기보전학회지, 9(1), 33-43.

Kim, M.G.; Inoue, H.; Shirai, T.(1989) Development of A Curie-Point Thermal Desorption System and Its Application to the Analysis of Atmospheric Dusts, *J. Anal. Appl. Pyro.*, 15, 217-226.

Sack, T.M.; Steele, K.H.; Hammerstrom, K.; Remmers, J.(1992) A Survey of Household Products for Volatile Organics, *Atmo. Environ.*, 26A(6), 1063-1069.