

IA6) 일반 주택에서의 실내 aldehydes 농도에 관한

조사 연구

A study on the aldehydes concentration

in indoor of the residences

이지호·양지연·박성은·신동천

연세대 환경공해 연구소

1. 서론

알데히드류는 실내 가정의 건축물 단열재, 실내가구의 칠, 접착제, 하드보드, 악취 제거제, 제지 등 생활 용품에서 공업용품에 이르기까지 광범위하게 사용되며, 그 사용량도 증가되고 있다. 특히, formaldehyde는 urea-와 phenol-formaldehyde 수지를 합성하는 주요 화합물질이다.

알데히드류 중 포름알데히드는 1ppm 또는 그 이하의 농도로 노출될 경우, 눈, 코, 목의 자극을 유발하고, 농도에 따라서 피부 알레르기, 두통, 메스꺼움, 흉부 압박감, 기관지염, 폐염 및 폐부종을 야기하며, 동물 실험결과, 미국 환경보호청에서는 인체 발암 가능성 물질로 분류하고 있다(US EPA, 1999). 최근에는 아세트알데히드 및 그 산화물의 돌연변이원성에 대한 연구가 진행되고 있다(백성욱 등, 1996; Zhang 등, 1994; Altshuller 등, 1993; Grosjean 등, 1993). 실내 알데히드류의 오염이 인체 건강과 밀접한 관련이 있음에도 불구하고, 우리 나라에서는 일반 주택 등의 실내 알데히드류 농도에 대한 조사연구가 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 서울시 및 경기도에 거주하고 있는 일부 천식 환자가구와 일반가구를 대상으로, 실내 알데히드류의 농도를 조사하여, 노출수준을 예측하고, 이에 영향을 미치는 요인을 평가하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 서울시 및 경기도에 거주하고 있는 천식 환자가구, 39가구와 일반가구, 40가구를 대상으로, 1999년 9월~11월 동안 시료를 채취하였다. 시료 채취는 DNPH-silica cartridge(Waters, USA)가 장착된 personal air sampler를 이용하여 각 가정의 거실에서 포집하였다. 모든 시료 채취는 평균 1.5m 높이에서 0.2 l/min의 유량으로 24시간 동안 알데히드류를 포집한 후 밀봉하여 시료 분석전까지 -70°C에서 냉동 보관하였다.

본 연구의 알데히드류 대상물질은 formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde, crotonaldehyde, butyraldehyde, benzaldehyde의 6종으로 선정하였다.

알데히드류와 DNPH의 반응으로 안정한 유도체를 형성한 시료를 acetonitrile로 추출하여 HPLC로 분석하였다. HPLC(Alliance)의 분석은 C₁₈ column(4.6mm×25cm, 5μm)를 이용하였으며, 이동상으로는 acetonitrile, water 및 tetrahydrofuran의 혼합 용매를 사용하였고, UV 검출기를 이용하여 파장 360nm에서 검출하였다. 이동상의 유속은 1.2ml/min이었고, 시료 주입되는 용량은 20μl이다.

분석 대상 물질은 HPLC로 분석시 나타나는 표준물질의 머무름 시간과 채취된 시료의 머무름 시간을 비교하여 확인하였다. 농도는 검량선에 나타난 면적을 이용하여 계산하였고, 검량선의 상관계수는 모두 0.99이상으로 나타났다. Blank carriage내 formaldehyde와 acetaldehyde의 바탕값(background level)이 존재하여, carriage blank test를 5회 실시하여 이들의 평균 농도로 바탕값 보정을 하였다. 분석의 재현성 평가를 위해 표준 용액을 이용한 3회 반복 실험을 하였으며, 모든 항목에서 95% 이상의 재현성을 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

연구 대상 가구에서의 실내 알데히드류 총 농도는 평균 $116.82 \pm 102.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 미국의 실내 농도 보다는 약간 낮지만 거의 비슷한 농도 수준으로 노출됨을 알 수 있었다(US EPA, 1992).(표 1). 연구 대상물질 중 formaldehyde가 평균 $77\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 측정되었으며, acetaldehyde가 평균 $28\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수

준으로 검출된 반면, 그 외 알데히드류는 평균 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하의 수준으로 나타났다.

Formaldehyde의 경우에는 총 시료의 11%가 WHO 실내 공기 기준인 $123\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 것으로 나타났다.

본 연구 기간동안의 실내 온도 및 상대 습도 변화에 의한 알데히드류 농도는 영향을 받지 않는 것으로 평가되었으며, 지역별 및 주거 형태별 실내 알데히드류 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 환자 가구의 실내 알데히드류 농도가 일반 가구에 비해 다소 낮게 측정되었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한, 흡연 여부에 따른 실내 알데히드류 농도는, 통계학적으로 유의한 차이는 없었으나, 비흡연 가구에 비해서 흡연가구에서 높은 농도를 보였다.

Table 1. Aldehydes concentration in indoor of the residences.

Aldehydes(80ea)	Mean \pm SD	Min	Max	unit:($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
				Guideline
Formaldehyde	77.22 \pm 73.98	6.54	448.85	123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *
Acetaldehyde	28.28 \pm 17.04	0.05	85.78	
Propionaldehyde	3.84 \pm 3.14	0.04	11.81	
crotonaldehyde	2.52 \pm 2.40	0.05	14.14	
butyraldehyde	2.84 \pm 3.40	ND	11.36	
benzaldehyde	2.10 \pm 2.93	ND	10.67	
Aldehydes	116.82 \pm 102.88	6.68	582.61	

() : 측정된 sample 수, * : WHO Guideline.

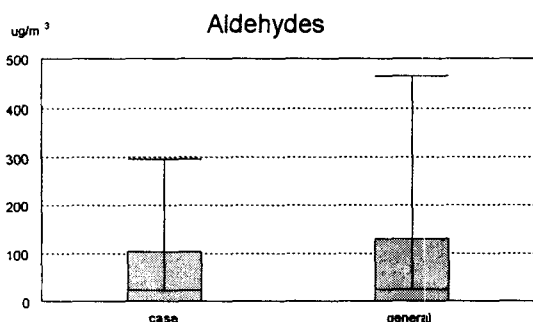


Fig 1. comparison of aldehydes concentration by case and general in indoor of residences

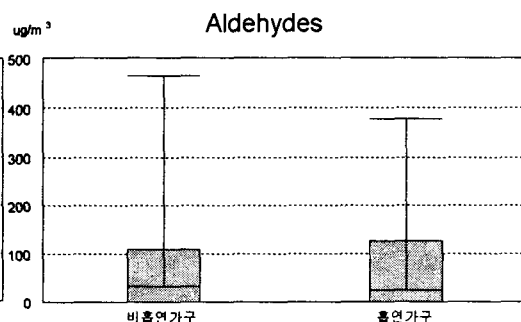


Fig 2. comparison of aldehydes concentration by smoking in indoor of residences

참고 문헌

백성욱 등 (1996) DNPH 카트리지와 HPLC를 이용한 대기 중 카르보닐화합물의 농도 측정 한국대기보전학회 12(2):199-209

Altshuller, AP.(1993) Production of aldehydes as primary emission and from secondary atmospheric reaction of alkenes and alkanes during the night and early morning hours, Atmospheric Environment 27A(1): 21-32

Grosjean, D.(1991) Ambient levels of formaldehyde, acetaldehyde, and formic acid in southern California : result of a one -year base-line study, Environ. Sci. Technol. 25(4):710~715

US EPA (1992) Indoor reference manual

US EPA (1999) IRIS(Integrated Risk Information system)

Zhang, J et al.. (1994) Characteristics of aldehydes: concentrations, sources, and exposure for indoor and outdoor residential microenvironments, Environ Sci Technol 28(1):146~152