

2D1) 신축공동주택에서의 알데히드류 및 VOC 분포 특성 Chemical Distribution of Aldehydes and Volatile Organic Compounds in New Apartments

장성기 · 이석조 · 정경미 · 류정민 · 조용성
 국립환경연구원 실내환경연구사업단

1. 서 론

실내오염물질의 종류와 발생원은 매우 다양하며, 최근에는 인체 발암성과 위해성이 있는 VOCs와 HCHO를 비롯한 유해화학물질 (hazardous air pollutants, HAPs)에 대한 중요성이 부각되고 있다.¹⁾

따라서, 본 연구는 최근 새집증후군 등 사회적으로 크게 문제시되고 있는 신축공동주택의 실내공간에 존재하는 포름알데히드와 휘발성유기화합물을 채취하여 분석함으로써 이들에 대한 실태 및 특성을 파악하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 신축 1년 이내의 아파트(총 29개 지점)를 선정하여 측정·분석하였으며, 시료채취 지점은 공동주택의 실내공기질 공정시험방법에 근거하여 측정하였다. 알데히드 시료 채취는 2,4-DNPH 카트리지를 (Supelco, USA)를 이용하여 500 mL/min의 유량으로 30분간 2개의 시료를 채취하였으며, VOC 시료 채취는 고체흡착관 (Carbotrap 300, Supelco Corp.)을 이용하여 0.1 L/min의 유량으로 30분간 채취하였다. HCHO분석은 2,4-DNPH 카트리지를 HPLC 등급의 아세트니트릴 용매 5 mL를 이용하여 추출하였으며, 추출된 용액은 HPLC (LC-10Avp, SHIMADZU)를 이용하여 360 nm의 자외선 흡수파장에서 분석되었다.(Table 1.) VOC분석은 흡착관에 농축된 분석대상물질들을 열탈착장치가 연계된 GC/MS(QP2010, Shimadzu Corp.)를 이용하여 분석하였다. 시료채취된 흡착관의 대상물질은 일차적으로 325 °C에서 운반가스 30 mL/min의 유량으로 15분간 열탈착한 후 다시 Carbotrap이 충전된 -30 °C의 cold trap에서 농축된 후 2차 열탈착을 통해 GC의 분석컬럼을 통해 분석하였다.(Table 2)

3. 결과 및 고찰

Table 3은 7종의 aldehyde류 분석 결과로서, acetone이 285.80 µg/m³로 가장 높았으며, formaldehyde는 133.45 µg/m³로 일본의 formaldehyde 기준치 100 µg/m³을 초과하였다. Table 4는 실내공기 중에 주로 존재하는 화합물인 benzene, toluene, ethylbenzene, m,p-xylene, o-xylene, styrene, 1,4-dichlorobenzene을 각각 정량한 분석 결과로서, 각 화합물의 평균값은 외국의 기준치를 초과하는 값은 없었으나, 공동주택의 약 20% 지점에서의 toluene농도가 일본의 기준치(260 µg/m³)²⁾를 초과하였다. 전체 TVOCs의 농도는 평균 1.1 mg/m³으로 나타났으며, 이 중 가장 많이 검출되는 물질은 toluene, xylene, ethylbenzene과 같은 방향족화합물로 전체 TVOCs 중의 약 30%를 차지하였으며, 그 외에 약 15%의 탄화수소류와 3%의 할로젠화합물이 검출되었다. 이상의 결과와 같이 신축공동주택의 실내공기 중의 알데히드류와 휘발성유기화합물의 농도는 외국의 규제기준을 초과하는 경우가 많아, 환기의 필요성과 오염물질 저감방법과 같은 관리대책이 필요 할 것으로 사료되며, 향후 보다 구체적이고 광범위한 연구가 필요함을 제안할 수 있다.

Table 1. Analytical Condition of HPLC.

Configuration	Operating Parameter
Column	Shim-pack VP-ODS(150 × 4.6 mm i.d) 20% THF containing water(A)/CH ₃ CN(B)
Mobile phase	0~20min : A/B = 80/20 → 40/60 20~22min : A/B = 40/60 → 80/20
Flow rate	1.0 mL/min
Detection	UV-360 nm

Table 2. Analytical Condition of GC/MS.

Thermal Desorption	
Desorption temperature	325°C
Desorption flow	30 mL/min, 15min
Focusing trap	Sorbent
Desorption of focusing trap	40°C/min up to 300°C
Gas Chromatograph	
Injector temperature	300°C
Carrier gas	He, 1.8 mL/min
Column	DB-1 capillary column(0.32mm i.d.× 60m l.×1.0μm)
Temperature program	50°C(5 min) - 8°C/min - 250(10min)
Mass Spectrometer	
Interface temperature	250°C
Ion source temperature	200°C
Ionization	Electron Ionization(70 eV)
Mass range	Scan, m/z 35 to m/z 350

Table 3. Summary statistics on Aldehydes in New Apartments (N=29), Korea.

Variable (μg/m ³)	Mean	S.D. ^a	Min ^b	10%	25%	50%	75%	90%	Max ^c
Formaldehyde	133.45	77.84	19.87	40.19	69.75	132.41	163.31	236.06	329.98
Acetaldehyde	32.39	24.95	4.06	9.48	14.92	28.18	39.82	74.03	109.79
Acetone	285.80	291.39	24.39	28.45	39.20	147.82	450.94	779.11	1055.61
Acrolein	9.17	4.45	3.58	3.58	4.59	8.99	11.69	15.78	15.78
Propionaldehyde	29.05	26.42	2.84	7.77	9.02	18.43	41.66	72.92	82.48
Butyraldehyde	6.79	3.63	0.45	0.90	3.94	6.81	8.42	13.08	13.62
Benzaldehyde	3.47	4.39	0.31	4.51	6.72	9.07	11.47	15.47	19.43

a.Standard deviation, b. Minimum, c. Maximum

Table 4. Summary statistics on VOCs in New Apartments (N=29), Korea

Variable (μg/m ³)	Mean	S.D. ^a	Min ^b	10%	25%	50%	75%	90%	Max ^c
Benzene	2.55	2.88	0.51	0.57	0.73	1.82	2.69	5.24	14.13
Toluene	137.94	176.70	8.84	24.93	41.26	76.99	116.46	485.13	768.94
Ethylbenzene	40.62	50.08	0.38	0.98	3.78	22.17	53.38	133.24	177.30
m,p-xylene	41.51	51.00	1.04	1.69	4.28	28.41	64.27	131.62	209.32
o-xylene	26.54	39.48	0.60	1.00	2.84	8.64	36.39	71.24	182.02
Styrene	11.80	17.91	0.77	1.53	2.77	5.59	11.19	35.46	90.31
1,4-dichlorobenzene	23.16	26.79	0.70	0.70	2.91	11.45	37.06	81.42	81.42

a.Standard deviation, b. Minimum, c. Maximum

참 고 문 헌

- 1) 환경부 (2002) 실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구
- 2) T. Iwata, H Tsukahara and M Hori, (2003) Aldehydes and VOCs in newly-built unoccupied houses in Tokyo. Health Buildings 2003 154-159