

## OA3) 일반 및 환경친화성 페인트의 실내공기 오염물질 배출특성

권기동\*, 조완근<sup>1</sup>, 임호진<sup>1</sup>, 정우식<sup>2</sup>, 장성기  
국립환경과학원 실내환경과, <sup>1</sup>경북대학교 환경공학과,  
<sup>2</sup>인제대학교 식품생명과학부

### 1. 서 론

실내 건축자재에 대한 오염물질 방출에 대한 특성평가가 극히 미흡하며 무독성 환경 친화적 마감자재에 대한 개발이 체계적으로 수행한 연구는 많지 않은 실정이며, 건물거주자의 건강 위해성을 최소화하기 위한 실내공기오염물질에 대한 노출에 대한 연구에 대해서도 공식적으로 보고된 관련 연구를 찾을 수가 없었고 선진 외국의 경우에도 지극히 제한적인 연구만이 보고되고 있다(Nazaroff and Weschler, 2004). 따라서 이러한 자재에 대한 오염물질의 배출특성을 평가하는 것은 매우 시급한 실정이다. 실내공기질 조사에서도 900개 이상의 휘발성유기화합물질이 검출되었다(US EPA, 1987). 또한 실내 건축자재의 배출물질 조성이 제조사별차이가 있을 것으로 추정하며, 최근 국내에서 판매되고 있는 주요 실내건축자재와 환경친화성자재에 대한 비교에서도 차이가 있을 것으로 예상된다. 본 연구는 국내 건물거주자들의 실내건축자재로 인한 건강 위해성을 최소화시키는 실내공기질 관리방안 수립을 위해서 필수적으로 요구되는 실내건축자재중 일반 및 환경친화성페인트를 밀폐용기공간부분법을 활용하여 실내공기오염물질의 배출특성을 평가하는 것이다.

### 2. 연구 방법

밀폐용기공간부분법을 이용한 환경독성대기오염물질(toxic air pollutants, TACs)구성성분 함유량을 결정하기 위한 본 연구에서는 먼저, 선행연구와 국내 시장 조사를 통한 조사대상 제품으로 선정된 생활용품 및 건축자재에 대하여 Wallace 등(1987)이 이용한 밀폐용기공간부분법을 활용하여 TACs의 구성성분과 함유량을 결정하였다. 조사대상 건축자재의 8 ml를 15 ml 피펫을 이용해서 40 ml 밀폐용기공간부분법 엠버 바이알로 운반되었다. 이 바이알은 테프론 막으로 두껍이 고정되고, 밀폐되어 있었다. 액체 용품은 용기 체적의 20%가 되도록 채웠다. 건축자재로부터 TACs를 용출시키기 위하여 이렇게 일정부분이 채워진 밀폐용기공간부분법 엠버 바이알 용기는 세 개의 다른 온도(실내온도(22 °C), 40 °C, 60 °C)에 30분 간격으로 60 분에서 2 시간 사이의 세 주기 동안 방치되었다. 먼저 건축자재의 최적 평형상태의 온도와 시간을 찾기 위하여 동일제품의 하나를 대표제품으로 선정하여 실험하였다. 밀폐용기공간부분법 바이알의 blank test후 시료를 8 ml 주입 후 표준물질도 동시에 밀폐용기공간부분법 바이알로 주입시킨다. 주입 액체 표준물질의량은 1 µl 정도이다. 동심의 원이 있는 커버에 가열장치가 장착된 Water bath에 밀폐용기공간부분법 바이알을 담근 후, 40

°C 에서 90 min 동안 방치 후 깨끗하게 세척이 된 1 ml 가스 밀폐 마이크로주사기를 이용하여 서서히 밀폐용기공간 시료와 표준물질을 주사기 내로 1 ml 을 주입시킨 후 즉시 GC/MS 시료주입부로 주입 후 기체크로마토그래프 / 질량분석기(GC/MS, Hewlett Packard6890)를 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

건축자재중 가정용 페인트 3종(수성, 일반 및 환경친화성제품; 유성, 일반제품; 결로 방지 페인트, 일반 및 환경친화성제품)을 대상으로 본 연구에서는 건축자재에서 발생하는 TACs 의 배출특성을 평가하였다. 우선 수성페인트는 업체 3곳에서 판매되는 제품을 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 신축주택에서 사용되는 수성페인트 각각에 대해 TACs의 배출특성 평가(Table 1)에 근거할 때, 친환경제품(A제품)에서는 2,3,4-Trimethylpentane이 검출되었으며, 일반제품(B제품)에서는 Isooctane, octane, 2,3,4-Trimethylpentane 검출되었으며, 일반제품(C제품)에서는 o-Xylene, Ethylbenzene이 검출되었다. 상기 결과에 근거한 수성페인트(내부용)의 HAPs의 구성성분 분석 결과에서 검출빈도가 가장 높은 TACs는 2,3,4-Trimethylpentane 나타났으며 제품의 제조회사에 따라 배출특성의 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 친환경제품이 일반제품에 비해 오염물질의 종류는 낮은 것으로 나타났다. 유성페인트는 업체 3곳에서 판매되는 일반제품에 대해서만 분석하였다. 우선 A제품에서는 Acetone, Ethylbenzene, Toluene, o-Xylene, p-Xylene, Ethyl cyclohexane, 2,2,4-Trimethylpentane, 4-methyl-2-pentanone이 검출되었으며 Toluene이 가장높은 함유량을 나타내었다. B제품에서는 Acetone, Ethylbenzene, Toluene, o-Xylene, p-Xylene, Ethyl cyclohexane, Propyl cyclopentane, 4-methyl-2-pentanone이 검출되었다. 에나멜종류인 C제품에서는 Toluene, p-Xylene, Decane, Butyl benzene, Propyl benzene, Trans-decahydro-naphthalene외 24종의 물질이 검출되었다. 다른 제품에 비해 에나멜에서 약 3배정도의 다양한 물질이 검출되었고, 상기결과에 근거한 수성페인트(내부용)의 TACs의 배출특성 분석 결과에서 검출빈도 및 검출함량이 가장 높은 HAPs는 Toluene, p-Xylene, Ethylbenzene 순서로 나타났다. 결로방지페인트는 업체 2곳의 제품(A제품, 일반제품; B제품, 친환경제품)을 선정하여 분석한 결과 일반제품인 A제품에서는 HAPs의 구성성분이 검출되지 않았으며, 오히려 친환경제품에서 Ethylbenzene, 2-methyl butane, Styrene이 검출되었다.

Table 1. Qualitative and quantitative analytical results determined using Head Space GC/MS (building materials, paint)

Paint	Product name	Compounds	Peak Area	Conc. ng m <sup>-3</sup>	TVOC
수성 (내부)	A	ND	-	NC	1834
		Isooctane	1.3*10 <sup>7</sup>	NC	
		Octane	1.3*10 <sup>6</sup>	NC	
		2,3,4-Trimethyl pentane	3.6*10 <sup>5</sup>	NC	
	B	E-B	1.9*10 <sup>6</sup>	3.9	1523
		p-Xylene	2.1*10 <sup>6</sup>	4.1	
	C	2,2,4-Trimethyl pentane	1.0*10 <sup>6</sup>	NC	1253
유성 (락카, 에나멜)	A	Acetone	3.3*10 <sup>8</sup>	656.5	3840
		E-B	1.7*10 <sup>7</sup>	35.7	
		Toluene	3.6*10 <sup>8</sup>	2358.7	
		o-Xylene	1.0*10 <sup>7</sup>	3.0	
		p-Xylene	1.9*10 <sup>8</sup>	382.0	
		Ethyl cyclohexane	6.1*10 <sup>6</sup>	NC	
		2,2,4-Trimethyl-pentane	1.0*10 <sup>6</sup>	NC	
		4-methyl-2-pentanone	2.9*10 <sup>8</sup>	NC	
	B	Acetone	2.8*10 <sup>8</sup>	562.8	7916
		E-B	1.4*10 <sup>7</sup>	29.9	
		Toluene	3.2*10 <sup>8</sup>	2070.4	
		o-Xylene	2.8*10 <sup>7</sup>	8.2	
		p-Xylene	1.2*10 <sup>8</sup>	251.5	
		4-methyl-2-pentanone	2.2*10 <sup>8</sup>	NC	
		Propyl cyclopentane	3.8*10 <sup>6</sup>	NC	
	Ethyl cyclohexane	4.8*10 <sup>6</sup>	NC		
	C	Toluene	1.3*10 <sup>8</sup>	857.5	13107
		Ethylbenzene	8.9*10 <sup>7</sup>	180.7	
		p-Xylene	1.0*10 <sup>8</sup>	199.0	
		Decane	1.8*10 <sup>7</sup>	90.3	
		Octane	2.2*10 <sup>7</sup>	NC	
2,6-dimethyl-heptane		8.3*10 <sup>6</sup>	NC		
ethyl cyclohexane		7.0*10 <sup>7</sup>	NC		
n-Nonane		1.3*10 <sup>8</sup>	NC		
1-Dodecane		5.1*10 <sup>6</sup>	NC		
Propyl cyclohexane		1.1*10 <sup>8</sup>	NC		
2-methyl-Nonane		2.2*10 <sup>7</sup>	NC		
1-ethyl-3-methyl benzene		6.1*10 <sup>7</sup>	NC		

NC : Non Calculated, ND : Non Detected, TVOC : Total Volatile Organic Compounds

(Continued)

Paint	Product name	Compounds	Peak Area	Conc. ng m <sup>-3</sup>	TVOC
유성 (락카, 에나멜)	C	1-methyl propyl benzene	1.2*10 <sup>7</sup>	NC	13107
		4-methyl-decane	1.3*10 <sup>7</sup>	NC	
		4-Isopropyltoluene	7.7*10 <sup>6</sup>	NC	
		butyl cyclohexane	1.7*10 <sup>7</sup>	NC	
		1-Undecene	8.1*10 <sup>6</sup>	NC	
		2,3-dihydro-1H-indene	4.1*10 <sup>6</sup>	NC	
		1-methyl-3-propyl benzene	1.5*10 <sup>7</sup>	NC	
		Butyl benzene	9.2*10 <sup>6</sup>	NC	
		Propyl benzene	3.9*10 <sup>7</sup>	NC	
		Trans-decahydro -naphthalene	1.8*10 <sup>7</sup>	NC	
		3-methyl-decane	3.7*10 <sup>6</sup>	NC	
		1,2,4,5-tetramethyl benzene	1.5*10 <sup>6</sup>	NC	
		1,2,3,4-tetrahydronaphthalene	1.0*10 <sup>6</sup>	NC	
		Dodecane	5.6*10 <sup>5</sup>	NC	
		2,4-dimethyl hexane	1.4*10 <sup>6</sup>	NC	
		2-butanone(M다)	3.8*10 <sup>7</sup>	NC	
		Undecane	1.1*10 <sup>7</sup>	NC	
3-Decyl-1-ol	2.7*10 <sup>6</sup>	NC			
결로방지 (베란다)	A	ND	-	NC	NC
	B	Ethylbenzene	1.1*10 <sup>6</sup>	2.4	1458
		2-methyl butane	4.1*10 <sup>6</sup>	NC	
		Styrene	2.8*10 <sup>6</sup>	NC	

### 참 고 문 헌

- Nazaroff, W.W., Weschler, C.J., 2004. Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants. *Atmospheric Environment* 38, 2841-2865.
- U.S. Environmental Protection Agency, 1987. Office of Acid Deposition, Environmental Monitoring and Quality Assurance. Project Summary: The Total Exposure Assessment Methodology (TEMA) Study. EPA-600-s6-87-002.