

## PA5) 충남 일부 학교실내공기 특성에 관한 연구

### A Study of Indoor Air Quality at School in Chung-nam Area

이종대 · 손부순 · 전용택 · 이치원 · 노선진 · 조혜미 · 임득순  
순천향대학교 환경보건학과

#### 1. 서 론

최근 우리나라 환경부에서 전국 성인 838명을 대상으로 일일 활동내역을 조사한 결과 실내에서 거주하는 시간이 약 20.3시간이며, 교통수단이 약 3시간으로 조사되어 한국인의 경우 하루 중 약 97%의 시간을 실내에서 보내는 것으로 조사되어 실내오염에 대한 중요성을 언급한 바 있다(환경부, 2001). 실제로 실내오염으로 인한 장기간의 노출로 실내 거주자 또는 근로자들에게 다양한 형태의 건강영향 증상을 나타낼 수 있으며, 그 원인물질로는 포름알데히드(HCHO), 휘발성 유기화합물(VOCs), 분진, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 등과 같은 실내공기오염물질이 알려져 있다(Jones, 1999). 전국적으로 우리나라에는 약 11,000여개의 초·중·고등학교가 있으며, 이곳에 재학 중인 학생만도 약 850만 명에 이르고 있다. 학생들은 신체와 정신의 성장발육이 왕성한시기이며 질병이나 외부자극에 대한 저항력이 아직 미숙한 상태에 있으므로 보건학적으로 매우 중요한 인구집단이다(유덕균, 2007). 또한 초등학교부터 고등학교까지 약 12년 정도를 학교에서 생활하는 것과 더불어 학생들은 하루생활의 대부분을 학교에서 보내므로 이들이 신체적·정신적·사회적으로 안전하고 건강한 생활을 영위할 수 있도록 교실의 실내 공기관리는 매우 중요한 문제이다(손종렬 등, 2003). 따라서 본 연구는 학교 실내오염으로 인해 건강의 유해가 우려되는 물질의 실태를 파악하고, 이를 지속적이고 체계적으로 관리 및 평가 할 수 있는 기반을 구축함과 동시에 학생(수용체)의 건강영향에 중점을 둔 관리대책 수립의 기초자료 제공하는데 있다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 2006년 2월부터 2007년 6월까지 충청남도 13개 시, 군에 소재한 개교 및 증개축한지 3년 이내의 초·중·고 실내에서 총휘발성유기화합물 및 포름알데하이드를 측정분석하였다. 시료의 채취는 휘발성유기화합물은 고체흡착관인 Tenax-TA(20/40mesh, Supelco Inc, USA)을 연결한 후 200mL/min의 유량으로 30분 씩 2회 채취한 후 STD 1000(DANI, Italy)가 부착 된 GC/MS(Shimadzu GC-2010, Japan)로 분석하였다. 알데히드류는 오존스크러버(Supelco Inc, USA)와 350mg의 실리카로 코팅된 2,4-DNPH(2,4-Dinitrophenylhydrazine) cartridge(Supelco Inc, USA)를 연결시켜 장착한 뒤 500mL/min 유량으로 30분 씩 2회 채취한 후 HPLC-UV(Shimadzu LC-10vp, Japan)로 분석하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

교실의 특성을 일반교실과 특별교실로 구분하여 농도분포를 조사한 결과 휘발성유기화합물의 경우 일반교실( $251.67\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 565.91\mu\text{g}/\text{m}^3$ )이 특별교실( $181.59\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 354.86\mu\text{g}/\text{m}^3$ )보다 높게 조사되었으나 통계적으로는 유의하지않은 결과를 나타냈다. 포름알데히드의 경우는 특별교실( $34.22\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 43.16\mu\text{g}/\text{m}^3$ )이 일반교실( $24.61\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 23.83\mu\text{g}/\text{m}^3$ )보다 높게 조사되었으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다. 초·중·고별 각각의 오염물질 농도분포를 조사한 결과 휘발성유기화합물의 경우 초등학교( $210.79\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 449.08\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 중학교( $207.79\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 467.29\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 고등학교( $195.96\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 406.21\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 순으로 조사되었으며, 포름알데히드의 경우 고등학교( $36.03\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 43.22\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 초등학교( $29.84\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 36.24\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 중학교( $29.16\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 36.34\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 순으로 조사되었으나 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었다.

건축년도에 따른 오염물질 농도분포를 조사한 결과 휘발성유기화합물의 경우 1년 미만의 교실( $410.93\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 588.07\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 3년 미만의 교실( $156.52\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 480.24\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2년 미만의 교실( $120.18\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 185.86\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

m<sup>3</sup>) 순으로 농도분포가 조사되었으며 특히 1년 미만의 경우 평균농도가 학교보건법에서 정하고 있는 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하였고 다른 두 그룹과도 평균차이에 있어 유의한 것으로 조사되었다. 포름알데히드의 경우 역시 1년 미만 교실(41.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 47.73\mu\text{g}/\text{m}^3$ )의 실내에서 2,3년 미만교실(31.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 34.89\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 22.21  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 28.96\mu\text{g}/\text{m}^3$ )의 실내보다 평균적으로 유의하게 높게 나타났다.

Table 1. 건축년도에 따른 오염물질의 농도분포.

구분	1년 미만(n=91)	2년 미만(n=130)	3년 미만(n=356)	p-value*
온도 (°C)	18.75 ± 6.38 (8.00 ~ 32.10)	21.08 ± 5.55 (8.00 ~ 33.50)	19.20 ± 6.14 (7.00 ~ 31.00)	0.008
	a	b	a	
습도 (%)	48.12 ± 13.58 (17.00 ~ 90.00)	48.62 ± 10.44 (27.00 ~ 77.00)	44.72 ± 12.20 (17.00 ~ 89.00)	0.022
	b	b	a	
HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	41.37 ± 47.73 (N.D ~ 251.72)	31.50 ± 34.89 (N.D ~ 242.22)	22.21 ± 28.96 (N.D ~ 287.22)	0.000
	b	a	a	
TVOCs ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	410.93 ± 588.07 (2.47 ~ 3359.60)	120.18 ± 185.86 (1.15 ~ 1757.15)	156.52 ± 480.24 (1.097 ~ 3742.24)	0.000
	b	a	a	

\* ANOVA(Duncan-test)

본 연구결과 포름알데히드의 경우 일반교실에서는 학교보건법에서 제시한 기준(150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )을 초과한 실내가 없었으나 특별교실에서는 상당부분의 교실이 초과한 것으로 조사되었다. 이는 특별교실이 사용목적에 따라 과학실, 음악실, 미술실 등으로 다양하게 구분되며, 실내바닥 및 벽면의 마감재에서 방출된다고 판단되기 보다는 기자재 및 교구재, 환기횟수 등에 기인된 것으로 사료된다. 건축년도에 따라 증개축 1년 이내의 교실실내에서 총 휘발성유기화합물은 평균농도가 학교보건법에서 정하고 있는 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 것으로 조사되었다. 학교실내공기 중 오염물질의 분포특성에 관한 연구는 그 대상이 어린이를 포함한 청소년이란 점과 수용체 중심 연구의 중요성을 감안할 때보다 체계적이고 심고 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

- 손종렬, 변상훈, 김영환, 김종혁, 조운수, 이재영, 박윤주 (2003) 서울시 일부 학교의 실내 공기질 조사 및 인식도 평가, 대한위생학회지, 18(3), 101-110.
- 양원호 (2003) 실내공기 오염물질의 노출 및 위해성평가, 대한주택공사 주택도시, 79, 102-117.
- 유덕균 (2007) 학교 건물의 실내공기질 특성에 관한 연구, 한밭대학교 산업대학원 석사학위논문.
- Jones, A.P. (1999) Indoor air quality and Health, Atmospheric Environment, 33, 4535-4564.
- Skillas, G., C.H. Huglin, and H.C. Siegmann (1999) Determination of air exchange rates of room and deposition factors for fine particles by means of photoelectric aerosol sensor, Indoor Built Environment, 8, 246-254.
- Yang, W., K. Lee, and M. Chung (2004) Characterization of indoor air quality using multiple measurements of nitrogen dioxide, Indoor Air, 14, 105-111.