

PA35) 실시간 연속측정에 의한 보육시설 내 VOCs 특성 Concentration of VOCs in Indoor Air of Small Kindergarten by Real Time Monitoring

허미숙 · 이승천 · 김홍주 · 정호진 · 정 권
서울시보건환경연구원

1. 서론

실내공기는 오염된 외부공기의 유입과 실내 오염원, 실내서식 미생물 등에 의하여 외부공기에 비해 오염도가 점점 높아지고 있다. 밀폐된 실내공간에서 실내오염원과 인간 활동 등으로부터 발생하는 오염 물질의 수준은 일반적으로 실외에 비해 2~5배 높으며, 때로는 100배 이상 될 수 있다(EPA, 1987). 실내 공기오염으로 인한 건강영향은 호흡기계 영향, 눈의 영향, 피부영향 및 생리적 영향 등이 있으며, 이러한 실내 공기질 악화로 인한 암발생은 일부 보고되거나 논란이 되고 있다. 특히 보육시설을 이용하는 미취학(1~5세)인 영·유아의 경우 일반 성인에 비하여 호흡기 계통이 취약하고, 면역시스템이 약하여 스스로의 방어능력이 부족하다 또한 초미세먼지나, VOCs 등의 실내 오염물질에 보다 민감하고 치명적일 수 있음에도 불구하고 이러한 시설에 대한 실내공기 오염도 평가는 극히 한정적이고 미흡한 실정이다(장성기 등, 2007).

본 연구에서는 어린이집 실내 공기 및 대조가 되는 실외 대기 중의 VOCs 등의 오염 물질의 24시간 연속측정 후 분석 및 평가를 통해 실내 공기질 개선 및 오염도 저감을 위한 정책의 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 실험 및 평가방법

측정지점은 서울 중랑구에 위치한 구립 어린이집으로 하였고 2009년 5월 21일부터 6월 9일까지 실시간 연속측정을 원칙으로 하였다. 측정항목은 56종 VOCs를 하였다.

휘발성유기화합물은 Air Server 및 열탈착장치(TD: Markes U.K.), GC는 CP-3800(Varian, U.S.A)로 측정하였다. 저분자의 VOCs(C2~C6)는 Alumina plot column으로, 고분자량의 VOCs(C6~C12)는 BP-1 Column으로 분리하고 FID 검출기로 정성 및 정량하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 VOCs(Volatile organic compounds) 농도특성

56종 VOCs 측정결과 중 상위 주요 VOCs에 대한 오염도 및 조성비를 표 1에 제시하였다. 측정결과 어린이집 실내에서 56종 VOCs 대부분의 항목은 대기(실외)에 비해 약 1.5~4배 이상 높게 측정되었으며 상위 주요 VOCs의 조성비도 다르게 나타났다.

어린이집 실내의 Toluene은 평균 0.0854 ppmC로 대기측정소 측정값 0.0282 ppmC에 비해 약 4배 이상 높았으며, 조성비도 25%로 대기중의 16%에 비해 높은 조성비를 나타냈다.

상위 주요 VOCs는 n-Butane, Propane, Iso-Butane, m/p-Xylene 순이었으며 5항목이 약 50% 이상을 나타내어 일반 대기질과는 다른 조성을 나타냈다.

Table 1. 어린이집 및 대기측정소의 상위 주요 VOCs의 오염도(단위: ppmC).

순위	어린이집 실내(n=350)						중량 대기측정소		
	항목	MEAN	S.D	Percentile 25%	Percentile 75%	구성비	항목	MEAN	구성비
1	Toluene	0.0854	0.0701	0.0404	0.1090	25.4%	Toluene	0.0282	16.1%
2	n-Butane	0.0360	0.0333	0.0209	0.0425	10.7%	n-Butane	0.0111	6.4%
3	Propane	0.0252	0.0162	0.0150	0.0300	7.5%	m/p-Xylene	0.0106	6.1%
4	Iso-Butane	0.0206	0.0141	0.0118	0.0257	6.1%	Propane	0.0104	6.0%
5	m/p-Xylene	0.0133	0.0116	0.0061	0.0165	4.0%	Iso-Butane	0.0076	4.4%
6	n-Decane	0.0122	0.0110	0.0046	0.0160	3.6%	Ethylbenzene	0.0074	4.3%
7	n-Hexane	0.0121	0.0159	0.0033	0.0157	3.6%	Ethane	0.0068	3.9%
8	Methylcyclopentane	0.0111	0.0197	0.0018	0.0132	3.3%	n-Dodecane	0.0052	3.0%
9	Ethane	0.0101	0.0059	0.0060	0.0122	3.0%	n-Undecane	0.0044	2.5%
10	Ethylbenzene	0.0099	0.0085	0.0046	0.0119	2.9%	p-Ethyltoluene	0.0041	2.4%
11	Iso-Pentane	0.0088	0.0037	0.0062	0.0113	2.6%	n-Decane	0.0041	2.3%
12	1,2,3-Trimethyl benzene	0.0072	0.0196	0.0016	0.0058	2.1%	Iso-Pentane	0.0040	2.3%
13	o-Xylene	0.0058	0.0054	0.0024	0.0076	1.7%	o-Xylene	0.0040	2.3%
14	3-Methylheptane	0.0045	0.0034	0.0024	0.0058	1.4%	n-Hexane	0.0033	1.9%
15	n-Pentane	0.0044	0.0024	0.0029	0.0054	1.3%	Methylcyclopentane	0.0031	1.8%

3.2 주요 방향족 VOCs 24시간대별 농도특성

어린이집과 대기측정소의 주요 방향족 VOCs의 시간대별 평균 농도 변화를 그림 1에 제시하였다. 분석결과 어린이집 실내 VOCs 중 톨루엔, 프로판, 스티렌은 대기 중 VOCs에 비해 매시간 뚜렷하게 높았다. 실내 VOCs는 어린이집 운영시간인 낮 시간대는 지속적인 환기가 이루어져 새벽과 야간 시간대에 비해 낮게 측정되었다. 반면 대기 VOCs는 시간대별 농도변화는 뚜렷하지 않았다. 또한 톨루엔과 프로판의 11시대의 높은 농도는 중식준비를 위한 조리 및 다양한 문구류 및 교구사용 등과 함께 활발한 수업활동과 관련 있다고 판단된다. 대기 중의 에틸벤젠, m,p-자일렌, o-자일렌은 주로 용제사용 등 산업활동이 활발한 낮 시간대인 11시~15시에 뚜렷이 높게 측정되었다.

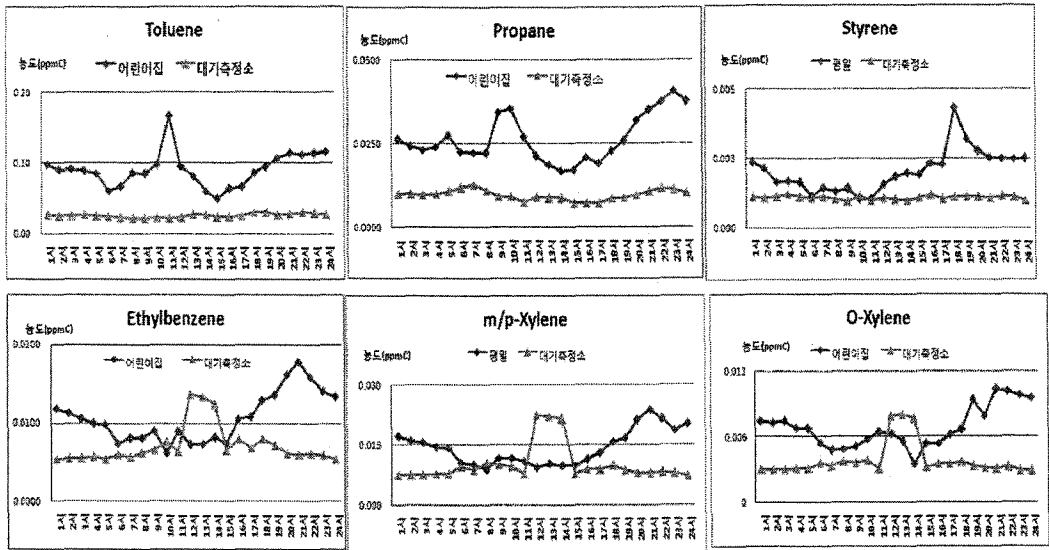


Fig. 1. 주요 VOCs의 시간대별 평균농도 변화.

평일과 휴일의 어린이집 실내 VOCs의 톨루엔, 프로판, 벤젠의 농도변화는 그림 2에 제시하였듯이 휴일의 VOCs는 평일에 비해 쉰시간 낮은 농도값을 나타냈으며 낮시간, 야간의 농도 차가 평일에 비해 크지 않았다.

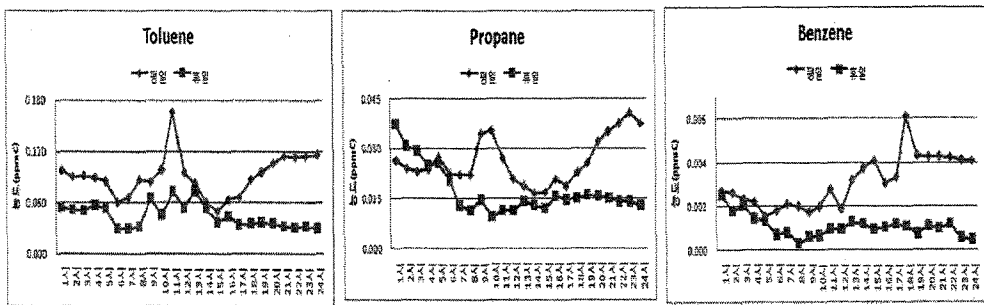


Fig. 2. 평일과 휴일의 톨루엔, 프로판, 벤젠의 시간대별 농도변화.

이상의 연구결과는 실내 발생오염원 관리를 통한 실내 공기질 관리와 개선을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 평가된다. 또한 면역력이 약한 어린아이들에게 만성 노출시 인체영향을 고려 추후 위해성 평가가 필요하다고 판단된다.

참고 문헌

- 장성기 (2007) 보육시설 실내공기 중 휘발성유기화합물의 계절적 농도변화에 대한 연구. ANALYTICAL SCIENCE & TECHNOLOGY, 20(6), 474-482.
- EPA (1987) Total Exposure Assessment Methodology (TEAM) Study. EPA 600/S6-87/002 U.S.