

4D4) 신설 초등학교의 실내 공기질에 관한 연구

A Study on the Indoor Air Quality at a Newly Opened Elementary School

박선영 · 서영교 · 이어진 · 박대권 · 사공준¹⁾ · 백성욱

영남대학교 환경공학과 대기환경연구실, ¹⁾영남대학교 의과대학 예방의학교실

1. 서 론

어린이는 성인에 비해 기관지가 좁고 점막이 약하며 호흡기 질환에 걸렸을 경우 성장과 발달 단계에 있는 호흡기에 그 흔적을 남기게 되고 결국 그 피해는 평생에 걸쳐 고통으로 남게 된다(Children and the environment, 1993). 이처럼 유해물질에 치명적일 수 있는 어린이들이 짧게는 5시간, 길게는 8시간 이상을 생활하고 있는 초등학교는 「다중 이용 시설 등의 실내 공기질 관리법」에서 배제되어 있으며 이를 관리해야 하는 교육인적자원부는 「학교보건법」, 「학원의 설립 운영에 관한 법률」 그리고 「특수학교 시설 설비 기준령」에서 교내의 환기, 채광, 온·습도 조절 등에 대한 유지 관리에 대해서는 규정하고 있지만 구체적인 유해물질에 관한 관리 기준을 제시하고 있지 않아 관리의 사각지대에 놓여있는 실정이다. 최근 세계 야생 생물 보호기금(World Wildlife Fund, WWF)이 'Children's brain development harmed by chemicals'이란 보고서를 통해 일상생활에서 흔히 접하는 물건에 있는 화학물질이 아이들의 기억력과 지능지수를 떨어뜨릴 수 있다고 주장하고 있다(WWF, 2004).

본 연구에서는 어린이들에게 유해한 화학물질 중 대기환경에서는 대체적으로 낮은 농도로 존재하지만 그 발생원이 다양하여 실내 환경에서도 쉽게 검출될 수 있고 실내 공간 거주자에게 치명적일 수 있는 휘발성 유기 화합물(Volatile Organic Compounds, 이하 VOC) 및 카보닐 화합물(Carbonyl Compound)을 대상으로 측정하였다. 최근 신설된 초등학교와 기존의 초등학교를 대상으로 VOC 및 카보닐 화합물의 주요 성분에 대해 각 장소에 따라 측정하여 그 농도를 파악하고, 기존의 초등학교에 비해 신설된 초등학교의 어린이들이 유해물질에 얼마나 높은 농도로 노출되고 있는지에 대해 알아보았다.

2. 연구 방법

대구 지역의 신설 초등학교 내의 6곳(컴퓨터실, 5학년 교실 2곳, 강당, 방송실 및 과학실)과 지은 지 12년이 지난 기존 초등학교 내의 5곳(컴퓨터실, 5학년 교실 2곳, 방송실 및 과학실)을 시료채취지점으로 선정하였다. 시료채취는 신설초교는 2005년 3월 18일, 기존초교는 2005년 3월 25일에 각각 이뤄졌으며 모든 장소는 시료채취 전 약 30분간 동일하게 환기가 이뤄졌다. 시료채취 및 분석은 카보닐 화합물의 경우 미국 EPA Method TO-11에 따른 DNPH 흡착카트리지/HPLC 방법을 이용하였으며 VOC는 미국 EPA Method TO-17에 따른 흡착관/열탈착/GC MS 방법을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

측정 분석된 모든 시료의 농도 자료는 신설초교와 지은 지 12년 된 기존초교로 나눠 설명할 수 있으며 시료채취지점별로 그 특징을 그림 1에서 막대그래프로 도식화하였다.

각 초등학교의 5학년 1반 교실은 모든 창문과 문이 열려진 상태에서 수업 및 시료채취가 진행되었으며 5학년 2반 교실은 사람의 출입이 있는 경우를 제외하고는 닫힌 상태로 수업 및 시료채취가 진행되었다. 신설초교는 5학년 1반이 5학년 2반에 비해 주요 VOC 및 카보닐 화합물의 농도가 대부분 2~3배 높은 것으로 나타났으나 기존초교의 경우 5학년 1반과 5학년 2반에서 그 농도가 별 차이가 없었다. 또한 환기가 매우 잘 이뤄지고 있었음 불구하고 신설초교의 5학년 1반에서의 주요 VOC 및 카보닐 화합물의 농도는 기존초교의 5학년 교실에 비해 그 농도가 3~10배로 매우 높게 나타남을 알 수 있었다.

두 학교 방송실의 경우 동일하게 바닥, 카펫, 벽, 창, 천장 등이 방음소재로 되어있었다. 신설초교의 방

송실은 주요 VOC 및 카보닐 화합물의 농도가 다른 모든 시료채취지점에 비해 가장 높게 나타났으나 기존초교의 경우 기존초교 내의 다른 시료채취지점과 별 차이가 없었다.

실내에 특정 배출원이 없는 Benzene은 신설초교와 기존초교에서 약 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 모든 장소에서 유사한 농도분포를 나타냈다. 그러나 Formaldehyde, Toluene, Ethylbenzene 및 Xylenes의 경우 Benzene에 비해 농도 변동폭이 클 뿐만 아니라 신설초교가 기존초교에 비해 그 농도가 매우 높게 검출되어 단시간에 고농도의 농도분포를 가능하게 하는 배출원이 신설초교 내에 존재함을 알 수 있었다. 이는 Formaldehyde 및 VOC를 다량 방출하는 건축자재, 코팅제 및 페인트의 사용에 의한 것으로 추정된다. Formaldehyde는 4~5년 이상 된 건물에서는 단열재인 건축 자재를 사용한 건물 자체에서의 발생이 거의 없다고 보고되고 있는데(Meyer, 1979; Meyer, 1983; Meyer and Hermanns, 1985), 지은 지 12년이 지난 기존초등학교 내의 Formaldehyde의 농도는 대부분 평의한 수준임을 알 수 있었다. 그러나 반 지하에 위치하고 있는 기존초교의 과학실은 의자 및 실험대, 개수대의 상태로 미뤄보아 일부 기자재가 최근 교체된 것을 알 수 있었으며 이로 인하여 Formaldehyde의 농도가 기존초교의 다른 시료 채취 지점에 비해 높게 나타난 것으로 판단된다. 이에 어린이들에게 피해를 줄 수 있는 VOC 및 카보닐 화합물이 신설된 초교뿐만 아니라 노후된 초교의 시설을 개·보수하는 과정에서도 발생할 수 있음을 인식해야 한다고 사료된다.

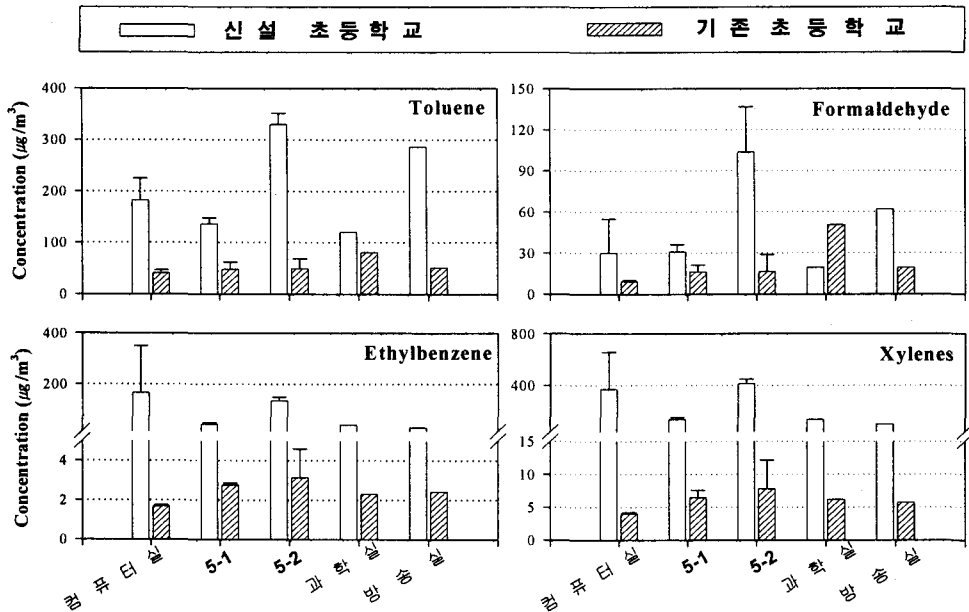


Fig. 1.

참고 문헌

- 백성욱, 김미현, 김수현, 박상근 (2002) 국내 대기 중 독성 휘발성 유기화합물의 오염특성(I)-측정방법론 평가, 환경독성학회지, 17(2), 95-107.
- 백성욱, 황윤정, 김영민, 황승만, 박상근, 송희봉 (1999b) 대구지역 공중이용 시설의 실내 공기질 특성에 관한 연구 -휘발성유기화합물을 중심으로-, 21(5), 869-885.
- US EPA (1997) Compendium of methods TO-17 determination of toxic organic compounds in ambient air, 2nd Ed., EPA U.S.A. 1-51.
- WHO (2000) Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva, 190p