

## PF2) 대학도서관의 공사가 실내 공기질에 미치는 영향

### Assessment of Indoor Air Quality in a University Library during the Renovation Work

이여진 · 서영교 · 박선영 · 박대권 · 백성욱  
영남대학교 환경공학과 대기환경연구실

#### 1. 서 론

현대인의 실내 생활 증가에 비해 건축자재의 화학물질 사용 급증, 환기부족 등으로 실내 공기 오염이 심화되고 있는 상황이다. 그러나 국내의 경우 이제까지 대부분의 연구가 실외 공기질에 집중되어 왔으며 새집증후군의 원인물질로 인식되고 있는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compound, 이하 VOC) 및 카보닐 화합물(Carbonyl Compound)에 관한 측정 및 분석에 관한 연구는 미비한 실정이다. 이에 환경부에서는 2004년 5월부터 「다중 이용시설 등의 실내 공기질 관리법」의 시행을 통하여 적극적인 관리 대책을 추진하고 있는 실정이다.

본 연구는 대기환경에서는 대체적으로 낮은 농도로 존재하지만 그 발생원이 다양하여 실내 환경에서도 검출될 수 있고 실내 공간 거주자에게 치명적일 수 있는 오염물질인 VOC 및 카보닐 화합물 등을 대상으로 측정·분석하였으며 다양한 다중이용시설 중 하나인 도서관을 대상으로 하였다. 분석된 자료를 기초로 하여 대학 도서관과 같이 대규모 건물의 리모델링을 통해 배출된 오염물질이 공조장치의 관리와 시간 경과에 따른 농도분포 양상의 변화를 파악하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 「다중 이용시설 등의 실내 공기질 관리법」에서 “실내 공기질 유지·권고 기준” 물질에 해당하는 TVOC, Formaldehyde, CO와 CO<sub>2</sub>, 및 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>의 시간별·장소별 농도분포특성을 파악하기 위해 최근 리모델링 된 대학 도서관 내의 9곳(지하로비, 제 1 열람실, 1·2·3·4층 자료실, 8·14·20층 복도) 및 실외 1곳(대학 내)을 시료채취지점으로 선정하였다. 시료채취 기간은 2004년 5월 29일부터 2005년 5월 14일까지 매 2주 간격으로 토요일에 채취되었으며 약 일 년에 걸쳐 총 20번의 시료 채취가 이뤄졌다. 그러나 현장 사정으로 인하여 2004년 12월 12일을 기점으로 2005년 3월 4일 중에는 시료 채취가 이뤄지지 않았으며 이 기간을 제외하고는 현장 공사가 이뤄지고 있는 동시에 일반인에게 도서관 이용이 허용되고 있었다. 현장 채취가 다시 이뤄진 2005년도 3월에는 공사가 완료된 상태였다.

시료채취 및 분석은 카보닐 화합물의 경우 미국 EPA Method TO-11에 따른 DNPH 흡착카드리지/HPLC 방법을 이용하였으며 VOC는 미국 EPA Method TO-17에 따른 흡착관/열 탈착/GC MS 방법을 이용하였다. CO와 CO<sub>2</sub>는 두 gas를 동시에 측정하는 기기(CMCD-10p, GASTEC)를 사용하였으며 PM<sub>10</sub> 및 PM<sub>2.5</sub>의 측정은 실시간 동시 측정이 가능한 Dust Mate (Turnkey Instruments Ltd.)를 이용하여 측정하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

2004년 5월 29일부터 2005년 5월 14일까지 측정 분석된 모든 시료의 농도 자료는 공사 중과 공사 후로 나눠 설명할 수 있으며 시료채취지점별로 그 특징을 그림 1에서 막대그래프로 도식화하였다.

Benzene은 모든 지점에서 약 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하의 농도분포를 하고 있는데 이는 도서관 내에 특정한 발생원이 없기 때문인 것으로 보인다. 공사 중 Benzene을 제외한 주요 VOC 및 Formaldehyde의 농도는 Benzene에 비해 농도 변동 폭이 클 뿐만 아니라 그 농도 또한 높게 검출되어, 이들 물질이 단시간에 고농도의 농도 분포를 가능하게 하는 배출원으로부터 검출된 물질임을 알 수 있었다. 공사 완료 후 시간의 변화에 따른 VOC의 농도는 완만한 하향 곡선을 그리지는 않으나 전반적으로 시간이 지날수록 VOC의 농도가 서서히 낮아짐을 알 수 있었다. 그러나 실외를 제외한 모든 지점에서 점차 시간이 갈수록 Formaldehyde의 농도는 완만한 상향 곡선을 그리지는 않으나 조금씩 높아지는 것을 알 수 있었는데, 이

로 미뤄보아 앞으로 일정 기간 동안 Formaldehyde가 실내 공간으로 서서히 방출될 것으로 판단된다.

자료실에서는 공사 중 Benzene을 제외한 주요 VOC 및 카보닐 화합물의 농도가 다른 지점에 비해 매우 높게 나타났는데 이는 건축 자재 및 페인트로 인하여 발생된 오염물질의 양에 비해 환기 정도가 미비하였기 때문인 것으로 판단된다. 다른 시료 채취 지점에 비해 공사 중 상층부의 PM<sub>10</sub>의 농도가 하층부에 비해 높은 이유는 하층부에서 발생한 오염물질이 연통형의 건물구조로 인하여 공기의 흐름을 타고 계단을 따라 상층부로 이동되는 현상과 연계 지을 수 있다. 오염물질이 하층부에서 발생하여 상층부로 이동한 후 이들 오염물질을 함유한 공기가 정체되는 현상을 막기 위해서는 상층부에 적절한 환기 장치를 설치하여 방출된 오염물질이 발생한 직후 바로 실외로 배출될 수 있도록 해야 할 것이다.

본 연구에서 제 1 열람실의 경우 공사 중과 공사 후의 CO<sub>2</sub> 농도가 유의적인 차이를 보이지 않았으며 공사 완료 후에도 여전히 그 농도가 '실내 공기 유지 기준치'를 넘는 날이 있었다. 다른 시료채취지점에 비해 상주하는 인구가 많은 제 1 열람실은 밀폐된 좁은 공간속에 많은 도서관 이용자의 호흡을 통해 CO<sub>2</sub>가 다량 배출되었기 때문으로 생각된다. 공조장치가 설치되어 운영되고 있기는 하지만 상주인구에 의해 배출되는 CO<sub>2</sub> 양에 비해 환기 시설의 용량이 부족한 것으로 사료되며 공조 장치 사용뿐만 아니라 매 일정한 시간마다 환기가 이뤄져야 할 것으로 생각된다.

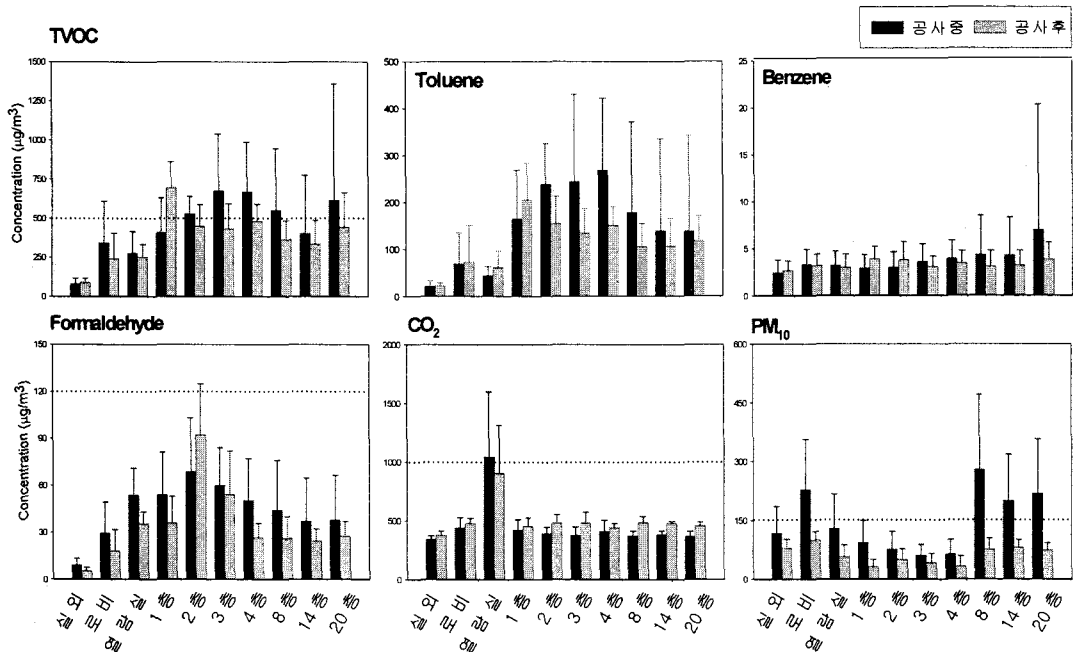


Fig. 1.

### 참고 문헌

- 백성욱, 김미현, 김수현, 박상곤 (2002) 국내 대기 중 독성 휘발성 유기화합물의 오염특성(I)-측정방법론 평가, 환경독성학회지, 17(2), 95-107.
- 백성욱, 황윤정, 김영민, 황승만, 박상곤, 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