

## PF10) 환기에 따른 실내공기오염물질의 농도변화 특성

### Characteristics Variations of the Indoor Air Pollutants Concentration in Comparison with the Ventilation System

박정호<sup>1)</sup> · 이상혁 · 양수명 · 정용환 · 박희은

<sup>1)</sup>진주산업대학교 환경공학과, 진주산업대학교 공기질검사센터

#### 1. 서 론

최근 도시의 심각한 대기오염과 더불어 실내공기질에 대한 관심이 높아지고 있다. 에너지절약을 위한 건축기술의 발달로 건물은 점차 단열화, 기밀화 되고 있으며, 한정된 공간에서 오염된 공기가 계속 순환하게 되어 실내공기 오염물질의 농도 증가로 이어지고 있다.

환기는 이런 실내공기오염물질을 제어하는데 가장 경제적이고 효과적인 방법으로서 기밀도가 높은 건물에서 환기를 보다 안정적으로 제어하기 위해서는 기계환기방식의 채택이 불가피하다. 현대인은 하루 중 거의 80~90% 이상을 실내에서 생활하는 것으로 조사되었고 실내 적정환기량의 중요성이 대두되고 있다.

국토해양부의 '건축의 설비기준 등에 관한 규칙'에서는 적정 환기량에 대한 기준을 마련하고 다중이용 시설에 대해 기계환기설비 설치를 의무화하고 있다.

따라서 본 연구에서는 실내환경에서의 강제환기방식시스템의 효율성, 환기시스템의 가동여부에 따른 실내공간 오염물질의 농도변화 특성을 살펴보고자 하였다.

본 연구에서는 기계식 환기장치가 설치된 신축아파트와 초등학교의 교실에서 실내공기중 주요오염 발생물질인 휘발성유기화합물(VOCs)과 포름알데하이드(HCHO)에 대해 환기시설의 가동유무에 따른 시료 채취를 실시하였다. 시료채취지점은 선정된 경남지역 소재 W아파트의 중층부 2개 지점(A1, A2지점)과 D초등학교 교실(A3지점)에서 환기장치의 가동시와 미가동상태에서 실내공기중 주요오염 발생물질인 휘발성유기화합물(VOCs)과 포름알데하이드(HCHO)의 시료를 채취를 하고 농도의 변화특성을 파악하였다.

#### 2. 실험 방법

본 실험은 환기능력이 급기풍량 180m<sup>3</sup>/h인 환기장치가 설치된 실내체적 23m<sup>3</sup>인 신축아파트 2개 세대와 급기풍량 660m<sup>3</sup>/h인 천정형환기장치가 설치된 실내체적 238m<sup>3</sup>의 초등학교 교실 1개실을 대상으로 실시하였다.

휘발성유기화합물(VOCs)의 시료채취는 고체흡착관(Tenax TA, Supelco, USA)을 펌프(MP-Σ30, Sibata, Japan)에 연결하여 0.1L/min의 유량으로 30분간 실시하였다. 흡착관에 포집된 VOCs시료의 분석은 고체흡착법으로 자동열탈착장치(ATD, Perkin Elmer)를 이용하여 흡착제로부터 분리시킨 후 기체크로마토그래피/질량분석기(GC/MSD, Clarus 500, Perkin Elmer)를 사용하여 분석하였다.

포름알데히드의 시료채취는 2,4-DNPH 유도체화 방법을 이용하였으며, 순간유량과 적산유량 표시가 가능한 미니펌프(MP-Σ100, Sibata, Japan)를 사용하여 정확한 유량을 파악하면서 채취하였다. 시료채취 방법은 2,4-DNPH 카트리지(Supelco, USA)에 유속 1L/min으로 30분 동안 포집하였다. 알데히드류 포집시 2,4-DNPH 유도체를 감소시키거나 인위적인 불순물을 형성하는 등 방해물질로 존재하는 오존(O<sub>3</sub>)의 영향을 제거하기 위해 2,4-DNPH 카트리지 전단부에 KI가 채워져 있는 오존 스크러버(Supelco, USA)를 부착하였다.

포름알데히드의 카트리지에서 추출된 시료용액의 HPLC(고성능액체크로마토그래피, Perkinelmer S-200) 분석은 역상칼럼(C18, 4.6mm×150mm)을 사용하고 이동상으로는 acetonitlie(이동상 A), 증류수(이동상 B)의 비율 60/40(v/v)을 사용하였다. 알데히드물질과 DNPH의 반응에 의해 생성된 DNPH 유도

체는 자외선 영역에서 흡광성이 있으며, 350~380nm에서 최대의 감도를 나타냄으로 UV 검출기를 이용하여 360nm의 파장에 고정시킨 후 HPLC로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1에서는 W아파트 A1지점의 환기장치 미가동 상태시에 발생하는 VOCs의 농도 및 물질별 구성비를 나타내었다. 분석결과 Toluene 5.73%(486 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), *m,p*-xylene 5.34%(452.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ethylbenzene 4.86%(411.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), *o*-xylene 4.15%(351.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,3-Dichlorobenzene 2.54%(215.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Hexachloro-1,3-Butadiene 1.74%(147.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,2,4-Trichlorobenzene 1.46%(123.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,4-Dichlorobenzene 0.74%(62.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,2-Dichlorobenzene 0.6%(51.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Styrene 0.45%(37.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Chlorobenzene 0.15%(13.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Benzene 0.02%(1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 등의 순으로 나타났으며, 기타 물질이 72.20%(6,119.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )로 나타나 TVOC는 8,476.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 분석되었다. 환기장치 가동후의 경우 Toluene 7.67%(167.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Hexachloro-1,3-Butadiene 5.95%(129.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,2,4-Trichlorobenzene 5.70%(124.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,3-Dichlorobenzene 3.59%(78.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ethylbenzene 2.70%(58.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Styrene 2.65%(57.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,4-Dichlorobenzene 2.48%(54.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,2-Dichlorobenzene 2.31%(50.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), *o*-xylene 0.66%(14.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), *m,p*-xylene 0.55%(12.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Chlorobenzene 0.38%(8.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Benzene 0.05%(1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )로 나타나났고 기타 물질이 65.31%(1,422.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), TVOC는 2,178.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 분석되었다.

W아파트의 A1세대의 HCHO 농도의 경우 공기청정기 미가동상태에서 34.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났으며, 공기청정기 가동후 상태의 경우 14.74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 분석되었고, 기계식환기장치를 통한 HCHO농도의 저감률은 57.25%로 나타났다.

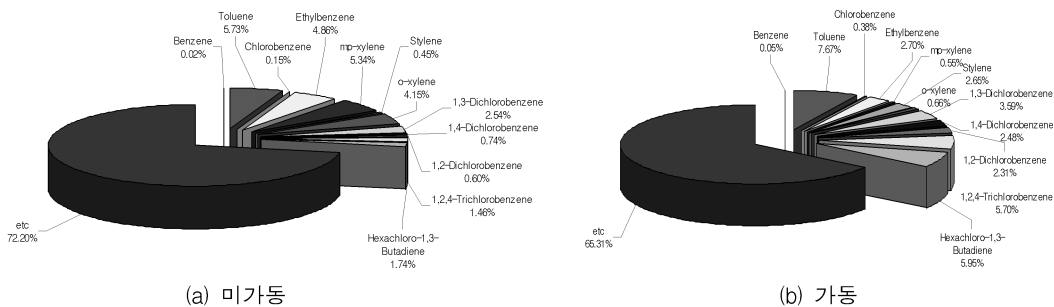


Fig. 1. W아파트의 VOCs 농도비율.

### 참고 문헌

방승기 (2005) 환기회수 및 부하율 변화에 따른 휘발성유기화합물 농도 감쇠 예측에 관한 연구, 설비공학논문집, 17(6), 505-513.  
 이동주 (2005) 초고층 공동주택의 실내오염물질에 따른 적정 환기량에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 159-162.  
 이상혁 (2004) 학교 건물의 환기시스템 적용성 평가 연구, 대한설비공학회 2004 하계학술발표대회 논문집, 707-712.  
 이윤규 (2006) 공동주택의 실내공기질 및 환기기준 설정, 춘계학술대회논문집, 245-248.