

## 4A6) 흡착·광분해 반응의 실내공기정화장치 적용에 관한 연구 A Study on the Adsorption and Photodegradation for Air Cleaning Devices

정상근<sup>1)</sup>·배귀남·김신도<sup>1)</sup>

한국과학기술연구원 대기자원연구센터, <sup>1)</sup>서울시립대학교 환경공학과

### 1. 서론

실내공기중 가스상 물질을 제거하기 위한 수단으로 일반적으로 활성탄 필터와 같은 흡착제를 사용한다. 흡착제는 장기간 사용하여 파과점(breakthrough point)에 도달하면 흡착능력이 상실되어 교체하거나 재생이 필요한 단점이 있다. 최근에 가스상 물질을 제거하기 위해 사용되는 TiO<sub>2</sub> 광촉매는 비표면적이 좁아 높은 습도에서 저농도 오염물질의 광분해시에 수증기와 경쟁적 흡착을 일으켜 효율이 저하되는 단점이 있다. 두가지 물질을 조합했을 때 흡착제의 경우에는 광분해를 통해 흡착표면의 오염물질들이 계속적으로 분해되어 파과점을 지연시킬 수 있고, 광촉매의 경우에는 비표면적이 증대되어 높은 습도에서도 광분해 능력의 감소를 방지할 수 있다. 새집증후군이 나타나는 일반적인 건물 내에서 가스상 오염물질의 농도는 개별화합물의 경우 0.1 ppm 이하이고, TVOC의 농도는 일반적으로 0.5-2.0 ppm 이하이다(Brown et al., 1994). TiO<sub>2</sub> 광촉매를 이용하여 실내공기 중 VOCs를 처리하는 기술은 현재 실험실 규모에서 활발하게 연구가 진행 중이나 대부분의 연구들이 일반적인 실내 수준보다 훨씬 높은 농도와 느린 유속에서 실험이 수행되어 공기청정기나 공조 시스템과 같은 실내 공기정화장치의 적용 가능성에 대한 연구는 드물다.

본 연구에서는 덩트형 반응기와 공기청정기형 반응기를 제작하여 실내공기제어를 위한 흡착·광분해 반응의 적용 가능성을 검토하기 위해 실내농도에 보다 근접한 농도 수준과 빠른 유속에서 실험을 수행하였다. VOCs의 종류, 유입농도, 유속에 따른 제거효율의 변화를 살펴보았다.

### 2. 연구 방법

실내공기정화장치의 적용 가능성을 검토하기 위해 Fig. 1에 나타난 바와 같이 덩트형 반응기와 공기청정기형 반응기를 제작하여 VOCs 제거성능실험을 수행하였다. 덩트 시스템은 스테인레스 스틸 재질로 만들었고, 크기는 폭 100mm, 높이 100mm, 길이 1,800mm이다. 광원으로는 주파장대가 352nm인 10W UV lamp(Sankyo Denki, F10T8BLB) 2개를 사용하였다. TiO<sub>2</sub>가 코팅된 섬유상 활성탄(ACF)은 100 mm(L)×100mm(W)×100 mm (H)의 반응기 내에 대각선 형태로 설치하였다. 덩트의 유입구에 HEPA 필터와 활성탄 필터를 설치하여 유입되는 공기 중의 입자상 물질과 가스상 물질을 제거하여 시험 공기로 사용하였다. 시험용 VOC 가스는 액상의 VOC를 질소가스로 버블링 시킨 후 혼합챔버에서 압축공기와 혼합시켜 일정한 농도로 만들어 덩트의 유입부에서 주입시켰다. 이때 MFC(Mass Flow Controller, MKS)를 사용하여 질소가스와 압축공기의 유량을 조절하여 시험용 VOC의 농도를 변화시켰다. 덩트 내의 유속은 송풍기 앞에 설치된 두개의 댐퍼를 사용하여 조절하였다. 자외선을 조사한 경우와 조사하지 않은 경우로 구분해서 사전에 세척된 Tedlar bag(3 L, SKC)에 미세유량 펌프를 사용하여 VOC를 샘플링하였다. 샘플링 후에는 24시간 이내에 preconcentrator가 연결된 GC-FID(HP-6890)로 분석하였다. 공기청정기형 반응기의 구조는 덩트형 반응기와 유사하며, 가로 1400 mm, 세로 1400 mm, 높이 2000 mm 크기의 아크릴 챔버를 제작하여 실험하였다. 청정공기를 챔버내로 공급하였고, 시험용 VOC 가스는 마이크로주사기(HAMILTON, 10 $\mu$ l)를 사용하여 주입하였다. 주입된 가스는 챔버내에 설치된 두개의 fan에 의해 혼합되었다. 일정한 농도가 유지된 후에 공기청정기형 반응기를 작동시켜 시간경과에 따른 VOC의 농도변화를 관찰하였다. 시료의 샘플링과 분석은 덩트형 반응기 실험과 동일하게 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

덩트 시스템에서 ACF 단독으로 흡착에 의해서만 BTX를 제거한 경우와 자외선을 조사하여 흡착과 광분해 반응을 조합하여 BTX를 제거한 경우의 실험결과를 비교하여 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2(a)에

