

## 대기-12 광촉매를 이용한 실내 공기 정화장치의 응용

박정훈\*, 김진관, 박건호, 이진우, 이지현, 조완근  
경북대학교 환경공학과

### 1. 서론

공기오염 역사에 근거할 때 실내 공기오염 보다는 실외 공기오염의 중요성이 더욱 부각되어 왔다. 그러나 정보 처리를 비롯한 과학 기술의 발달로 인해 80 % 이상의 시간을 실내에서 생활하는 현대인들에게 있어 실내 공기오염의 중요성이 점차 높아지고 있는 실정이다.(Sextro et. al., 1997)

실내 공기 오염 제어를 위해 몇 가지 공기 정화기가 개발되어 실용화되어 있지만 거의 대부분이 활성탄 흡착을 활용하고 있으며, 활성탄의 잦은 교환으로 인한 비용 문제와 교환된 활성탄의 후 처리 문제가 큰 단점으로 대두되고 있다. 이에 비해 실내 공기 중에 저농도로 존재하는 오염물의 제거 및 파괴에 있어서 효과적인 공정으로 최근 각광 받고 있는 광촉매 산화(Photocatalysis Oxidation :PCO)는 촉매 표면 위에 흡착되어 있는 화합물을 산화하여 최종적으로 H<sub>2</sub>O와 carbon dioxide를 생성한다. 또한 TiO<sub>2</sub> 광촉매에 의해 생기는 에너지를 열에너지와 비교하면 섭씨 3500도로 가열된 것과 같은 상태가 되는데 이러한 고온에서의 산화 과정을 광촉매 반응은 상온에서 달성한다.(Henschel,1998; Jacoby et. al.,1996)

따라서 본 연구에서는 건물 증후군을 비롯하여 인체 위해성을 증가시키는 오염 물질을 제어하는 장치로서 TiO<sub>2</sub> 광촉매를 활용한 반응기의 운전 조건에 따른 오염 물질의 분해율을 평가하고자 하였다.

### 2. 연구 방법

#### a. 실험 고안

대표적인 실내공기 오염물질 중 벤젠, 에틸벤젠, 엠,피,오-자일렌을 연구 대상 오염물질로 선정하고 광촉매 산화 반응기의 운전 조건 중 상대 습도 함량과 TiO<sub>2</sub> 코팅량에 따른 각 물질의 분해율을 평가하는 실험이 고안되었다. 이를 위해 유입 공기의 상대 습도를 최저 13에서 최고 67 %까지 조정하였다. 또한 TiO<sub>2</sub> 코팅량을 0.08, 0.19, 0.43 mg/cm<sup>2</sup>으로 달리한 반응기를 사용함으로써 코팅량에 따른 분해율을 평가하였다.

#### b. 실험 장치

내벽이 TiO<sub>2</sub>로 코팅 된 원통형 반응기의 내부에 자외선 램프를 설치하여 광촉매 반응장치를 제작하였다. 자외선 램프는 Fluorescent black 램프를 사용하였으며 syringe pump를 이용하여 연구 대상 오염 물질을 연속적으로 주입하였다. water bath에 설치된 임핀저를 통과하는 유입 공기량을 조절하여 원하는 상대 습도를 얻을 수 있게 하였다.

### c. 시료의 채취 및 분석방법

-시료의 채취 : 반응기 유출구에 tedlar air bag을 연결하여 유출 가스를 채취한 후, teflon gas sampling pump(Cole-Parmer E-78300-00)를 이용하여 Tenax-TA가 충전된 stainless steel sorbent trap을 통해 air bag 속의 가스를 흡입하는 건식 흡착법을 이용하였다. air bag 속의 시료 채취 유량은 200 ml/min으로 하여 채취 부피를 2 l로 하였다.

-시료의 분석 : 연구 대상 오염 물질을 흡착한 시료를 미국의 연방 환경 보호국(United States Environmental Protection Agency, USEPA)의 방법 TO-1을 응용하여 대상 오염 물질에 대하여 분석하였다. 모세관 칼럼(capillary column: J&W Scientific, 30 m × 0.45 mm inside diameter)과 불꽃 이온화 검출기(Flame Ionization Detector, FID)가 장치된 기체 크로마토그래피(Gas Chromatography, GC: Varian 3400CX)와 열탈착 장치(Thermal Desorbing System, TDS: Tekmar Model Aerotrap 6000)가 분석 장치로 이용되었다.

### 3. 결과 및 고찰

연구 대상 오염 물질 각 1 ppm에 대하여 상대 습도 함량과 TiO<sub>2</sub> 코팅량의 변화에 따른 각 물질의 분해율은 다음과 같다. 본 실험에 이용된 상대 습도 13~67 %에서는 상대 습도가 증가함에 따라 분해율도 증가하였다. 단 벤젠의 경우 상대 습도 46 %에서의 분해율이 28 %에서의 분해율보다 낮게 나타났다. 또한 상대 습도 13 %에서는 UV 램프를 켜고 초기 5분 이내에 각 물질 모두 약 90 % 이상의 분해율이 나타났으나 그 후 시간이 지남에 따라 분해율이 급격히 감소하였다. 본 실험 조건에서는 상대 습도 67 %에서 각 물질의 정상 상태에서의 분해율이 벤젠 55 %, 에틸벤젠 85 %, 엠,피-자일렌 88 %, 오-자일렌 90 %의 최고 분해율을 나타내었다.

본 실험에 이용된 광촉매 반응기의 TiO<sub>2</sub> 코팅량을 각각 0.08, 0.19, 0.43 mg/cm<sup>2</sup>로 변화를 주었을 경우 연구 대상 오염 물질의 분해율은 코팅량을 많이 한 반응기 일수록 높았지만 벤젠을 제외한 모든 물질에 대하여 분해율은 1~2 % 정도의 미소한 차이를 나타내었다. 벤젠을 제외한 나머지 물질의 분해율은 세 코팅량 모두에서 97 %이상의 높은 분해율을 나타내었다. 벤젠의 경우 코팅량 0.19, 0.43 mg/cm<sup>2</sup>에서는 97 %이상의 분해율을 나타내었으나, 코팅량 0.08 mg/cm<sup>2</sup>에서는 89.8 %로 분해율이 떨어졌다.

### 참고문헌

- Sextro, R.G., Layton, D. W. (1997) Indoor exposures to aerosol contaminants. Annual Meeting of International Society of Exposure Analysis, New Orleans, December 8-12.
- Henschel, D.B. ,1998, "Cost analysis of activated carbon versus photocatalytic oxidation for removing organic compounds from indoor air." J. Air & Waste Management Assoc. 48, 985-994.
- Jacoby, W.A., Blake, D.M., Fennell, J.A., Boulter, J.E., Vargo, L.M.,George, M.C.,

Dolberg, S.K. ,1996, "Heterogeneous photocatalysis for control of volatile organic compounds in indoor air." J. Air & Waste Management Assoc. 46, 891-898.