

DDT 광분해에 미치는 철이온의 광침적 영향 연구

장선정, 이정철, 김문선, 김병우*
 성균관대학교 화학공학과
 (bwkim@skku.ac.kr*)

A study on the effect of photodeposition with iron ions on the
 photodegradation of DDT

Seon-Jung Jang, Jung-Chul Lee, Moon-Sun Kim¹, Byung-Woo Kim*
 Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University
 (bwkim@skku.ac.kr*)

서론

환경호르몬이란 '내분비계 장애물'로서 생명체의 정상적인 호르몬 기능에 영향을 주는 체외의 화학물질이다. 최근 가장 문제가 되는 내분비교란물질이며 가장 대표적인 것이 dioxine, PCB, DDT, 유기염소, 농약, 중금속, 플라스틱가소제 등이다.[1] 특히 2,2-bis(4-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane(DDT)는 뛰어난 살충효과와 싼 가격으로 1940년대부터 널리 농약으로 사용되었지만 환경에 심각한 영향으로 DDT는 1970년경에 선진국들로부터 사용이 금지되었지만, 많은 개발도상국가에서는 여전히 사용되고 있다.[2, 3] 이것은 물에는 난용성이나 지방과 기름에는 녹아서 생체에 들어간 경우는 축적되거나 먹이 사슬을 통해 축적되는 현상을 일으킨다.[4] 본 연구에서는 내분비계 교란물질로 수중에 존재하고 있는 DDT를 효율적으로 제거하기 위하여 TiO₂를 광촉매로 이용한 광분해 반응 시스템을 사용할 예정이며, iron metal을 사용하여 광침적 특성에 따른 광분해 개선효과도 평가할 예정이다. 더불어 DDT의 광분해 조건에 따른 부산물의 특성을 GC-MS를 이용하여 분석하며 이를 토대로 DDT에서 저분자량 유기물로 분해되는 분해경로를 제안할 예정이다.

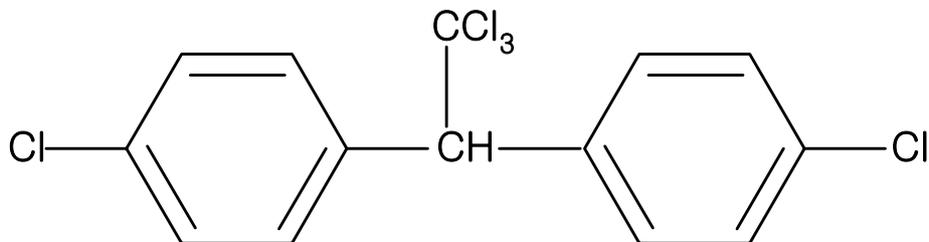


Fig. 1. Chemical structure of the DDT.

본론

광촉매 산화처리법은 고도 산화처리법(AOPs)의 일종으로 고유 band gap을 가지는 반도체 물질 표면에 band gap 이상의 에너지 (E_g)를 갖는 빛을 조사하였을 때 conduction band로 여기 되는 전자와 valence band에 생성되는 정공(hole)에 의해 강한 산화력을 갖는 OH radical($\text{HO}\cdot$), superoxide radical (O_2^-) 등을 생성함으로써 난분해성 오염물질들을 H_2O , CO_2 등의 무해한 성분으로 분해, 처리하는 방법이다(5). 그러나 자외부 영역의 빛을 이용한다는 한계가 있기 때문에 광촉매의 가시부의 광을 흡수시키기 위해서 철을 광촉매 입자표면에 도핑시켜 효율적으로 가시광을 이용하는 방법을 이용하였다.

실험

반응기의 전체부피는 2500 mL이며, 반응기는 크게 pyrex 구조의 반응기와 아크릴 재질의 cooling jacket부분으로 나누어져 있으며, 교반은 mechanical stirrer 를 사용했다. 반응기 내부의 상단과 하단에 탈착식 아크릴 원판을 달아 UV lamp와 pH meter등을 고정시켰다. 전체 반응기는 6W UV Lamp를 사용하며 총 5개까지 반응기에 설치가 가능하다. Lamp의 파장은 monochromator를 사용하여 측정했으며 주 파장은 365 nm이다. 반응 온도조건은 상온에서 사용되는 $25.0\pm 5^\circ\text{C}$ 를 기준으로 실험하였다. 실험에서는 광전달 효과를 증대시키고 촉매의 광흡수율을 높이기 위해 glass tube에 TiO_2 를 고정해서 실험한다(Fig. 2).

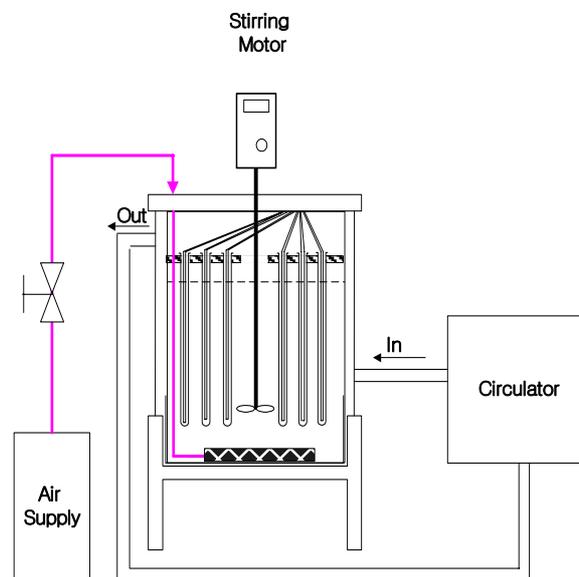


Fig. 2. Schematic diagram of a photoreactor

결론

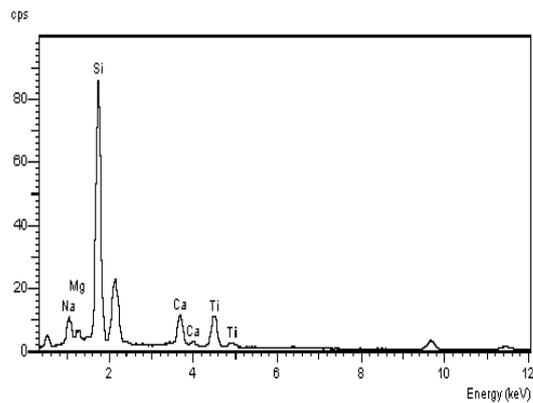


Fig. 3. Peak patten of a TiO₂ by EDX

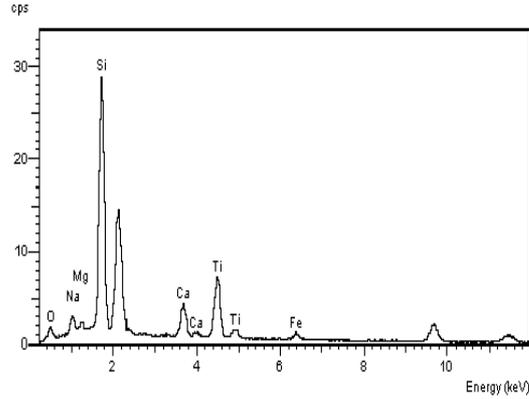


Fig. 4. Peak patten of an Iron metal by EDX.

순수 TiO₂ 광촉매에 Fe³⁺이온이 도핑된 광촉매를 제조했으며 EDX로 분석한 결과 Fig. 3과 Fig. 4와 같은 결과를 타나냈다. Fig. 4에서는 TiO₂에 Fe³⁺이온이 도핑된 표면상태를 보여주고 있으며 Fig. 3에서 보여주지 않았던 Fe피크가 존재하고 있음이 확인되었다. Fig. 5는 철이온의 도핑성능에 따른 DDT의 분해능을 비교한 것이다.

철이온의 도핑량을 0.1, 0.5, 1%로 증가시켰고 이와 비교를 위하여 순수 TiO₂만을 첨가한 결과와 비교하였다. TiO₂만을 첨가하였을 경우 5분경과후 그 분해율은 약 55%이었으며 철 이온의 도핑된 광촉매를 첨가하였을 경우 약 70%이상의 분해율을 볼 수 있었다. 0.1에서 0.5%까지 철 도핑량을 증가하여 실험을 해 본 결과 5분경과 후 약 15%이상의 분해율이 증가했다. 그러나 철 이온이 1%이상일 경우는 오히려 분해능이 감소했다.

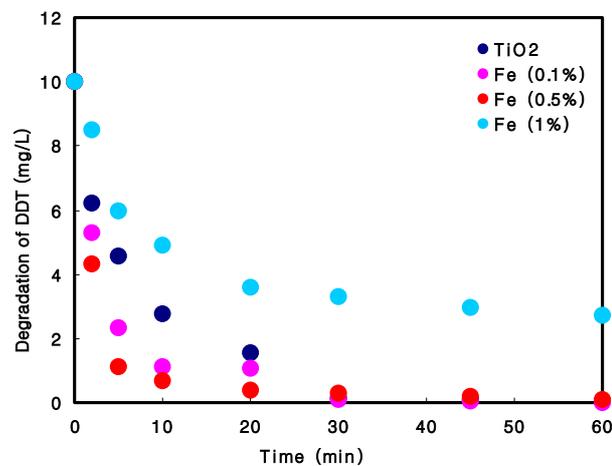


Fig. 5. Effect of the Fe³⁺ doped TiO₂(p-25) of the photodegradation of DDT.

참고문헌

1. Jobling S., Nolan M., Tyler C. R., Brighty G., and Sumpter J. P.: *Environ. Sci. Techol.*, **32**, 2498 (1998).
2. Kulovaara, M., Backlund, P., and Corin N.: *Sci. Total Environ.*, **170**, 185, (1995).
3. Bidlan, R., and Manonmani, H. K.: *Proc Biochem*, **00**, 1, (2002).
4. Covaci, A., Hura, C., and Schepens, P., *Sci. Total Environ.*, **280**, 143, (2001).
5. Mills, A., and Hunte, S. L.: *Journal of Photochem and Photobio A: Chemistry*, **108**, 1(1997).