

## PC4) $TiO_2$ 계 광촉매를 이용한 에탄올의 광 분해 반응에 관한 연구

### Photocatalytic degradation of Ethanol using $TiO_2$ catalysts

김동일 · 김성욱 · 이병용 · 정석진  
경희대학교 환경응용화학부

#### 1. 서론

산업이 발달함에 따라 휘발성 유기 화합물(VOC : Volatile Organic Compound)의 배출이 급증하고 있다. 이러한 VOC들은 대기중에서 산화물과 공존시 태양광의 작용을 받아 광화학반응을 일으켜 오존등의 광화학 산화성 물질을 생성시켜 광화학 스모그를 유발시키고 일부 VOC는 그 자체로서도 암을 유발시키는 등 인체에 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 이러한 VOC중 상당수는 대기중에 미량만 존재하게 되더라도 악취를 유발시켜 불쾌감을 주게된다. 이러한 악취성 VOC는 도장 산업 및 자동차 운행에 의한 배출이 주를 이루고 있으나 음식물, 쓰레기등 우리의 일상 생활에서도 많이 발생하고 있다. VOC를 제거하기 위해 여러 가지 방법들이 사용되고 있는데 이 중에서도 설치비 및 운영비가 저렴하며 좁은 공간에도 설치가 가능하고 최종 생성물이  $CO_2$ ,  $H_2O$ 등로 환경에 무해하며 장치의 조작이 lamp의 on/off로 가능하다는 점등의 장점이 있는 광촉매를 이용한 제거공정이 최근에 각광을 받고 있다. 광촉매는 일정 파장의 빛(band gap energy) 이상을 받으면 전자/정공쌍(electron hole pair)이 생성되며 이때 산화 및 환원반응이 일어나면서 VOC를 분해하게 된다. 이러한 광촉매로서 광활성이 좋으며 가격이 싸고 생물, 화학적으로도 안정한  $TiO_2$ 가 가장 널리 사용되고 있다. 광촉매 반응은 처음에는 주로 수용액에서의 분해 반응에 주로 사용이 되었으나 최근에는 기상 분해 반응에도 많이 이용되고 있는 추세이다.<sup>(1)</sup>

#### 2. 연구방법

본 연구에서 사용된  $TiO_2$  광촉매는 Fig. 1에서 나타낸 바와 같이 HLin<sup>(2)</sup>이 사용한 Sol-Gel 제법(TTIP:H<sub>2</sub>O:Ethanol:HCl = 1:0.5:8:0.14 mol ratio)을 기준으로 하고 촉매의 제조 변수에 따른 제거활성을 비교해 보았다. 반응기는 그림 2에서 보는 바와 같이 Batch type 원통형 반응기를 사용하였고 15W, UV-A lamp를 사용해 에탄올의 광분해 반응으로써 촉매의 활성을 검토하여 보았다. 제조된 촉매는 길이 13cm 직경 3mm의 유리봉에 dip coating 후 오븐에서 80°C에서 30분의 건조 과정을 거쳐 소성 후 활성 측정에 사용하였다. XRD로서 제조된 촉매의 결정 구조를 확인하였으며 SEM에 의해 제조된 촉매의 입자 및 코팅 두께를 확인하였다. 80cc의 부피를 갖는 원통형 반응기를 사용해 batch방식으로 제거 효율을 비교해 보았다.

#### 3. 결과 및 고찰

에탄올의 광 분해를 실시해 본 결과 제조된 촉매의 상태에 따라 다른 활성을 나타냈다. 첫째로 촉매의 소성 온도를 400~500°C까지 변화를 시켜 활성 측정을 해 본 결과 소성온도가 증가할수록 초기 활성이 좋게 나왔다. 이는 소성온도가 증가함으로써 촉매 내부의 defect가 줄어들어 광 여기된 전자/정공 쌍의 volume recombination이 줄어들어 결국 반응 물질과 반응할 수 있는 기회를 늘려주었기 때문이라고 사료된다. 둘째, 촉매 제조시 입자의 고른 성장에 영향을 주는 축중합 속도를 조절해 주기 위해 첨가되는 산(HCl)의 양의 변화(0.07~0.28mol)는 활성에 큰 영향을 미치지 않았다. 셋째, 전구체(TTIP)의 분산제로 사용이 된 에탄올의 양을 6.72~10.5mol로 변화시키면서 제조하였는데 8mol인 경우와 10.5mol인 경우 비슷한 제거 효율을 보였으나 에탄올이 10.5mol 첨가된 경우엔 중간 생성물의 제거가 8mol로 제조된 경우에 비해 훨씬 느리게 진행이 되었다. 따라서 제조에 적합한 에탄올의 양은 8mol이라고 말할 수 있다. 전구체의 양은 0.83~1.3mol로 변화를 시켰는데 다른 촉매들은 UV조사 후 약 10분뒤의 활성이 약 65%정도에 그친데 반해 1.3mol인 경우엔 약 90%정도로 매우 뛰어난 활성을 나타내었다. 이는 전구체의

양이 증가함으로써 코팅 용액의 농도가 진해졌고 따라서 코팅된  $TiO_2$ 의 양이 증가했으므로 결과적으로 UV가 조사됐을 경우 photocarrier의 숫자가 증가함으로써 활성이 증진된 것으로 사료된다.<sup>(3)</sup>

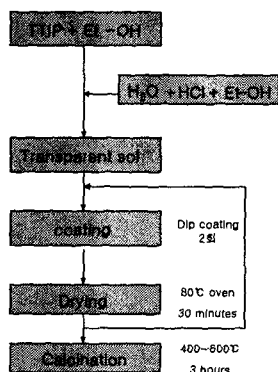


Fig.1. Preparation of  $TiO_2$  photocatalyst by Sol-gel method.

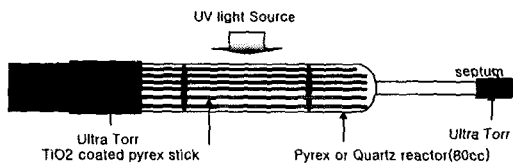


Fig. 2. Pyrex cylindrical reactor for photodecomposition of ethanol

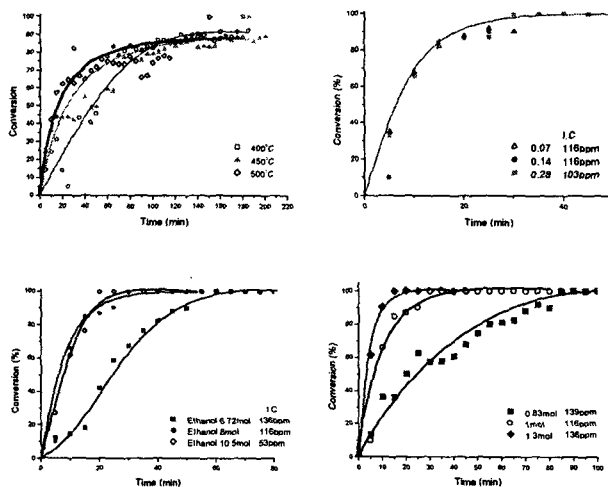


Fig. 3. Photodecomposition of ethanol by  $TiO_2$  photocatalyst

### 참 고 문 헌

1. Florence Benoit-Marquie(2000), J. of Photochemistry and Photobiology, Vol. 132
2. H. Lin(1998), Thin Solid Films, Vol. 315
3. Hiroaki Tada and Makiko Tanaka(1997), Langmuir, 1997, Vol. 13