

PC6) 가시광영역에서 TiO_2 광촉매의 광활성에 관한 연구

남수경*, 박상원, 현병욱, 윤태관¹, 김승민¹, 홍대일¹, 김정배²
계명대학교 환경과학과, ¹화학과, ²지구환경보전학과

1. 서 론

광촉매는 일정 band gap 에너지 이상의 빛에너지를 흡수하면 전자와 정공을 형성하고, 이 중 정공이 물속의 수산화 이온과 반응하여 물속의 유기물을 분해한다. 이를 이용한 환경정화기술은 여타의 정화반응과는 달리 상온에서 이루어질 수 있고, photon 에너지 이외에 별도의 에너지원이 필요치 않은 것으로 알려져 있다. 또한 최종 산화 생성물로 인체에 무해한 CO_2 와 H_2O 가 배출되기 때문에 TCE, PCE, 등의 VOC 물질과 NO_x , SO_x 등의 유해가스나 각종 유기탄소화합물 등을 제거하는데 이용되고 있다.

다양한 광촉매 중 TiO_2 는 광산화 반응에서 활성이 높기 때문에 이에 대한 연구가 상당히 진행되어지고 있다. 일반적으로 TiO_2 는 rutile, anatase, brookite의 세가지 결정형태를 가지며, rutile 결정상이 가장 안정된 상태를 보이고 있다.

현재까지 연구결과를 보면 rutile형이 띠틈격 에너지가 3.0eV로 가장 반응성이 높은 것으로 보이지만 이 구조는 표면에서 발생된 자유전자와 정공이 빠른 시간내에 재결합하여, 오히려 3.2eV의 띠틈격 에너지를 지니고 있는 anatase형이 더 높은 활성을 띄는 것으로 알려져 있다. 그러나 anatase형이 많다고 해서 광반응이 잘 일어나는 것은 아니다. 일반적으로 anatase와 rutile이 7:3 정도 혼합되어 있을 때 가장 좋은 광반응을 보인다고 알려져 있다.

본 연구에서는 anatase와 rutile의 비율을 조절하여 sol-gel 법으로 TiO_2 광촉매를 합성하고, UV와 가시광영역에서 광활성을 비교, 평가하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

그림 1과 같은 방법으로 nano-size의 순수 anatase와 anatase와 rutile이 혼합된 TiO_2 광촉매를 sol-gel법으로 합성하여, 그림 2의 반응기를 제작하여 UV와 가시광영역하에서 congo red 분해 효율 제거 실험을 하였다.

순수 anatase와 anatase와 rutile이 혼합된 TiO_2 광촉매를 sol-gel법으로 합성한다. 제조된 광촉매를 TEM, BET, XRD, XPS, UV-Visible spectrophotometer를 이용하여 광촉매의 특성을 분석한다.

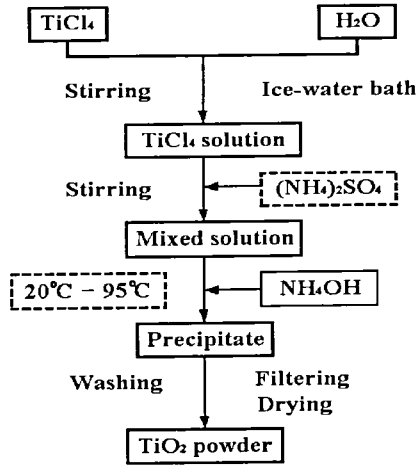


Fig. 1. Flow chart of the preparation of TiO₂

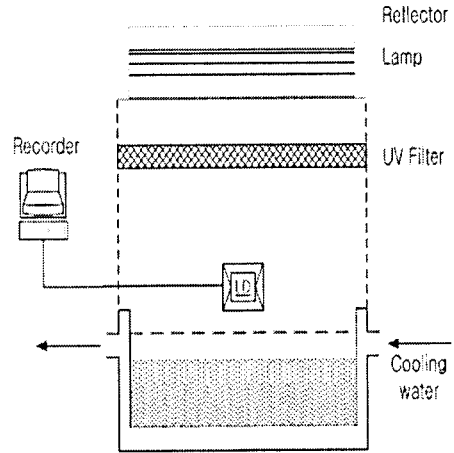


Fig. 2. The scheme of the photo-catalytic batch reactor

3. 결과 및 고찰

Pure anatase보다 루타일이 포함된 TiO₂가 가시광 영역에서 흡수율이 뛰어났으며, 루타일의 비율이 높아질수록 비표면적은 감소하였고, 평균 입자 크기는 증가하였다. 그림 3, 4는 UV와 가시광영역에서 광분해 실험을 행한 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 두 실험 결과 모두 17% rutile, 59% rutile, pure anatase, 91% rutile, pure rutile 순으로 나타났다. 그림 5와 표 1은 TEM과 BET 결과이다.

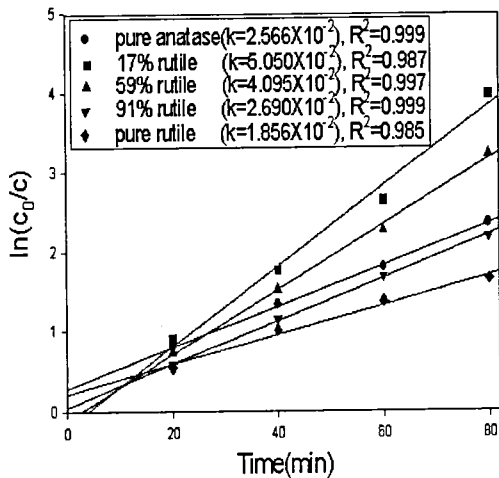


Fig. 3. Degradation of congo red under UV irradiation.

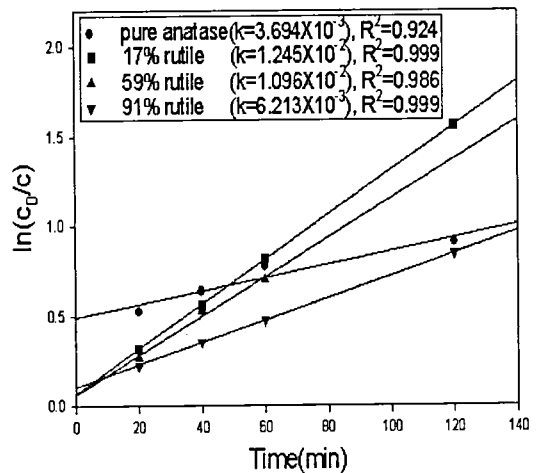


Fig. 4. Degradation of congo red under visible irradiation.

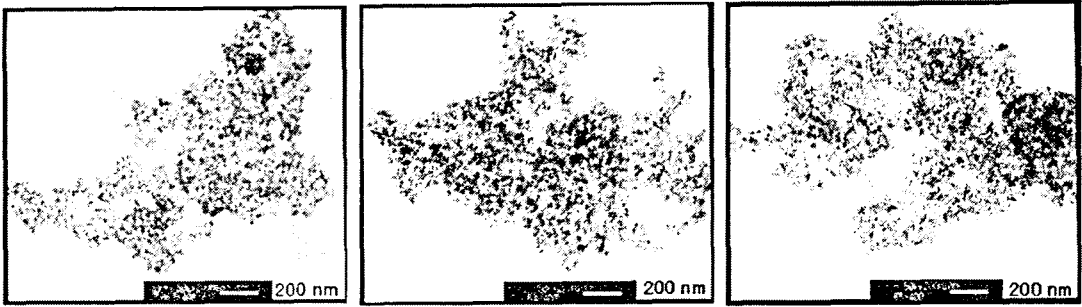


Fig. 5. SEM 결과

Table 1. BET 측정

Rutile fraction(%)	BET area(m ² /g)	Crystallite size of anatase(nm)	Crystallite size of rutile(nm)
0	137.9	8.5	-
17	126.6	9.3	17.0
59	75.7	11.9	12.2
91	38.3	11.4	16.2
100	29.5	-	21.2

4. 요약

TiO₂ 광촉매 구조 변환에 따른 실험을 행하기 위해 sol-gel 법으로 17%, 59%, 91% rutile 과 pure anatase를 제조하였다. Rutile의 비율이 증가할수록 비표면적은 감소하였고, 입자 크기는 증가하였다. Pure anatase 보다 rutile이 포함된 TiO₂ 광촉매가 가시광영역에서 흡수율이 더 뛰어났으며 분해효율도 좋은 것으로 나타났다.

참고 문헌

- 이갑두. "Decolorization of Dye-Wastewater by Mixed Nano-Ti-Ru Photocatalyst Technology." 석사학위논문, 계명대학교, 2002.
- F. B. Li and X. Z. Li, "Photocatalytic properties of gold/goldion-modified titanium dioxide for wastewater treatment." *Appl. Catal. A: Gen*, 5910,1(2001).
- J. Matos, J. Laine, and J. M Herrmann, "Effect of the type of activated carbons on the photocatalytic degradation of aqueous organic pollutants by UV-irradiated titania." *J. Catal.* 200,10(2000).
- Z. Ding, X. Hu, P. L. Yue, G Q. Lu, and P. F. Greenfield, "Synthesis of anatase TiO₂ supported on porous solids by chemical vapor deposition." *Catal. Today*, 68, 173(2001).