

PE1) 스텐레스 플레이트 형 나노구조 TiO₂ 광촉매의 냄새성분 분해에 관한 연구

Study on Decomposition of Odor Component over Nano-sized TiO₂ Photocatalyst of Stainless Plate Type

안호근 · 정운조¹⁾ · 김기중 · 공춘식 · 부수일²⁾

순천대학교 화학공학과, ¹⁾(주)오티엔티, ²⁾서남대학교 의료공학과

1. 서 론

다양한 음식물이나 생선을 조리할 때에 사용하는 전자레인지/가스오븐 등의 가정용 조리기구에서 발생하는 냄새는 불쾌감을 줄 뿐 만아니라 주변의 실내 환경을 오염시키는 문제가 있다. 고기를 구울 때 고기 표면에서는 탈수가 일어나면서 부분적으로 온도가 올라가고, 그에 따라 열분해가 쉽게 일어난다. 이때 고기의 아미노산 같은 성분에서 퓨라논(Furanone) 등이 만들어져 고기 굽는 냄새를 만든다. 또 고온에서 생선을 굽거나 튀기면 지방이 열분해하게 된다. 튀긴 생선에서 느낄 수 있는 좋은 풍미를 느낄 수 있지만 알데히드(-CHO)나 케톤(-CO-)과 같이 지방이 산화될 때 만들어지는 것도 함께 배출되어 불쾌한 냄새를 만든다.

그래서 가정용 조리기구에서 발생하는 냄새는 실내로 또는 대기중으로 배출되기 이전에 제어되어야 하는데, 이와 관련된 연구결과는 거의 없다. 가전제품에 광촉매 필터가 적용되는 경우는 국내외의 시판 제품을 조사해 보았을 때 공기청정기, 신발장, 에어컨 등에 국한되어 이용되고 있으며 그 외의 가전제품에 응용은 찾아볼 수가 없는데, 그 이유는 피코팅제를 사용하는데 한계가 있기 때문으로 생각된다.

한편, 수년 동안 국내외에서는 TiO₂ 광촉매의 제조 및 분해특성에 관해 많은 연구자(권태리, 2005; Chun, 1994)들이 연구를 수행하였거나 수행중인데, 거의 대부분이 TiO₂ 분말제조, 또는 졸겔법이나 스프레이법 등과 같은 액상·기상 박막 성장법을 사용하고 있다(Oh, 2001). 현재 광촉매가 코팅되는 피코팅제는 세라믹류나 섬유류가 주종인데, 세라믹류는 복잡하고 다양한 형태로는 성형이 거의 불가능하며, 섬유류는 그 자체가 광촉매에 의해 분해된다는지 또는 높은 온도에 약하다는 결정적인 약점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 스텐레스(SUS) 플레이트형 등의 나노구조 TiO₂ 광촉매를 다양한 방법으로 제조하여 메틸에틸케톤과 같은 냄새성분을 대상으로 분해성능을 조사하여, 가정용 조리 기구에 적용할 수 있는 광촉매의 형태를 검토하였다.

2. 실험 및 방법

스퍼터링 방법에 의한 TiO₂ 코팅과정에서 반응온도는 350°C 이었고, 100%의 O₂ 분위기나 Ar과 O₂의 비를 변화시켜서 여러 조건의 촉매를 제조하였다. 나노구조의 TiO₂ 박막을 코팅하기 위한 기판으로는 스텐레스(SUS) 플레이트(직경 15mm)형 등을 사용하였다.

제조한 광촉매의 분해성능을 조사하기 위하여 그림 1의 폐쇄 순환 반응장치를 사용하였다. 봄베로부터 압력조절기를 통과한 공기는 질량유속조절기(MFC)로 일정한 유속이 되도록 조절되어 증발기(saturator)로 유입되게 하였다. 메틸에틸케톤(MEK, methyl ethyl ketone)등의 냄새성분을 각각 일정한도로 유지된 항온조 내에 설치한 증발기로 유입된 공기에 의해 동반 증발시켜서 반응 chamber에 도입하였다. MEK의 농도는 3.6~4.0%의 범위이었다. Chamber내의 촉매는 설치한 지지대 위에 올려놓았고, 상부에 UV-lamp를 설치하고 내부 양쪽에는 2개의 팬을 설치하여 반응기 내부의 가스가 잘 순환되도록 설치했다. Chamber내의 분해물질의 농도가 일정하게 되면 on/off 밸브를 이용하여 폐쇄하고 순환펌프를 통하여 시스템내의 농도를 균일하게 유지하면서 분해성능을 조사하였다. 사용한 UV light는 Sankyo Denki사의 UV-C(G15T8, 253.7nm), UV-B(G15T8E, 306nm)와 UV-A (F15T8BL, max400nm)의 3종류 이었다.

3. 결과 및 고찰

스테인레스 플레이트형 광촉매를 사용하여 메틸에틸케톤에 대한 분해능을 UV의 파장별로 조사하여 그림 2에 나타내었다. 반응 chamber에 MEK를 채우고 UV lamp를 켜지 않은 상태에서 순환시키면서 초기농도를 측정하고, UV lamp를 켜서 분해반응을 개시하였다. 일정시간 동안 반응을 진행시키다가 UV lamp를 off하여 분해율을 조사하였다. 촉매는 앞뒤로 코팅된 플레이트형의 14개를 사용하였다.

처음에는 MEK의 초기농도를 유지하다가 UV가 조사되면 분해가 시작하고 약 100분 후에 UV의 조사가 중단되면 거의 일정한 값을 유지하였다. UV 조사를 중단하면 전화율이 일정함을 보여 MEK의 분해는 UV light에 의해 일어남을 확인할 수 있었다. UV의 파장이 긴 UV-A에는 거의 분해가 일어나지 않지만, 파장이 짧아질수록 분해능이 증가하여 UV-C(254nm)에서는 100분 정도의 반응으로 60%가 분해됨을 알 수 있다.

같은 방법으로 슬라이드 글라스 등에 코팅된 TiO₂ 광촉매의 MEK에 대한 분해특성을 조사하였고, 플란과 아세트알데히드 등의 냄새성분에 대하여도 분해능을 측정하였다. 다른 형태의 광촉매의 경우에도 스테인레스 플레이트형 광촉매의 분해 특성과 유사한 경향을 보여 제조한 나노구조의 TiO₂ 박막은 냄새성분을 효율적으로 분해함을 알 수 있었다.

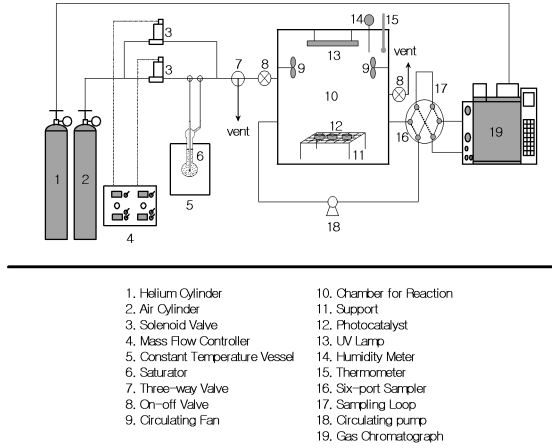


Fig. 1. Setup of experimental apparatus for measuring the photocatalytic activity of TiO₂ thin film catalysts.

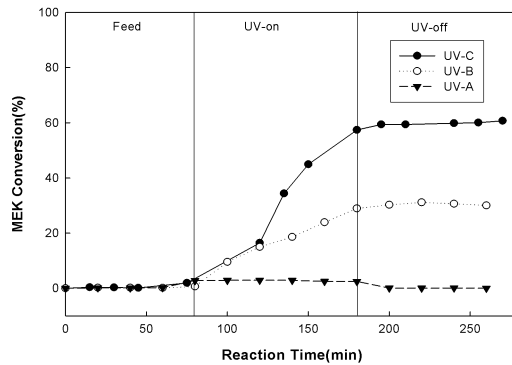


Fig. 2. Decomposition of MEK over stainless plate typed TiO₂ photocatalyst.

사 사

본 연구는 환경부의 “차세대 핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)”으로 지원받은 과제입니다.

참 고 문 헌

Chun, H.D. (1994) Advanced oxidation process with TiO₂ photocatalyst, J. KSEE, 16(7), 809.
 권태리, 류완호, 이철우, 이원복 (2005) 변조된 TiO₂ 광촉매를 이용한 벽지제조와 대기중의 NO 제거 효과, 화학공학, 43(1), 1.
 Oh, M.Y., D.G. Ra, and S.C. Jung (2001) Photocatalytic oxidation of ethylene on TiO₂ Photocatalysts by CVD, Appl. Chem., 5(2), 308.