

수질-P1 The Photocatalytic Degradation of Textile Effluent Containing Azo-Dye by UV/TiO₂ AOP

이태경*, 나영수, 송승구
부산대학교 화학공학과

1. 서론

화학 관련 산업의 발달로 삶이 윤택해진 반면, 다양한 오염물질이 발생되고 있으며, 고도의 산업발전으로 자연의 자정작용의 한계를 넘어선 분해가 어려운 물질들이 생산되고 있다. 공단폐수 종말처리장의 경우 염색폐수, 석유화학폐수, 피혁폐수, 제지펄프폐수, 고농도 유기폐수, 중금속폐수 등 산업폐수의 성상이 다양하고 특히 원수에 독성물질이나 난분해성 물질이 다량으로 유입되는 등으로 인하여 생물학적인 처리에 많은 어려움을 겪고 있다.

특히 섬유 제조업은 제조 공업 중에서도 용수 사용량과 폐수 배출량이 많은 업종이다. 염색 폐수의 색도 제거를 위해 현재 병용되고 있는 물리·화학적 방법은 주로 응집이나 흡착으로서, 이는 2차 오염을 유발할 수도 있기 때문에 최근에는 UV를 이용한 TiO₂ 광촉매 반응으로 폐수 속의 염료를 탈색화 하는 연구가 많이 이루어지고 있다.

본 연구에서는 고급산화공정 (Advanced Oxidation Processes : AOPs) 의 하나인 UV/TiO₂ 공정을 이용하여, 상용염료인 Acid Orange 7과 Methyl Orange를 분해하여 반응 효율에 영향을 미치는 요인을 찾아 고찰함으로써 적절한 반응 조건을 찾고, 향후 실제 염색 폐수처리에 있어 그 가능성을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

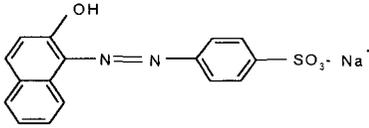
본 실험에는 내경이 12cm 이고 높이가 10cm인 pyrex로 제작된 원통형 광촉매 반응기가 사용되었다. 대류확산을 유도하여 빠른 반응을 이루기 위해 magnetic bar 를 사용하여 용액을 혼합하였으며 회전속도는 200 rpm 으로 유지하였다.

분해물질로는 섬유 산업에서 널리 사용되는 대표적인 상용 염료인 Orange II로 명명된 Acid Orange 7과 Acid Orange 52로 명명된 Methyl Orange였다. Acid Orange 7은 Orange II로 명명된 염료로서 붉은색의 미세한 입자로 구성되어 있으며, C₁₆H₁₁N₂O₄SNa(mol_{wt} : 350.33, color index number : 15510) 분자식을 가지며, Methyl Orange는 Acid Orange 52로 명명된 염료로서 주황색의 미세한 입자로 구성되어 있으며, C₁₄H₁₄N₃O₃SNa(mol_{wt} : 319.86) 분자식을 가진다.

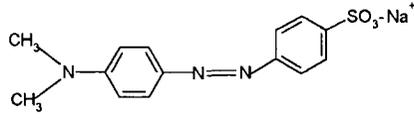
TiO₂는 Junsei Chemical Co., Ltd.의 anatase 형태의 특급시약을 사용하였고, 실험에 필요한 광원으로 Sankyo Denki GL 20 의 UV lamp를 사용하였고 모든 분해 실험에서

는 일정 광량의 조건으로 실험을 행하였다.

Sample 분석은 시료 속에서 TiO_2 분말을 제거하기 위하여 2500 rpm 에서 30 분간 원심 분리한 후 상등액을 취한 다음, UV/VIS spectrophotometer (Lambda 20 : PERKIN ELMER)를 이용하여 염료 중량 검량선 (calibration curve)을 이용하여 염료 농도를 측정하였다.



Orange II (acid orange 7)



Methyl Orange (Acid Orange 52)

3. 결과 및 고찰

Acid Orange 7과 Methyl Orange의 분해 실험의 경우, TiO_2 powder를 1.0 g/L 투여하고 UV 빛을 조사하였을 때 약 120분 이내에 80% 이상의 색도 제거가 이루어졌다. 두 염료의 분해 반응 속도는 TiO_2 량이 증가할수록 증가하였으나, Acid Orange 7의 경우 4.0g/L, Methyl Orange의 경우 6.0g/L 이상의 TiO_2 powder를 투여하였을 때 오히려 반응 속도는 감소하였다. 두 염료 모두 초기 pH의 흡착에 대한 영향은 나타나지 않았고, 흡착에 의한 제거 효과도 나타나지 않았다. 초기 pH 변화가 반응 속도에 미치는 영향은 산성인 경우 반응 속도가 다소 저하되었지만 그 외의 pH에서는 영향을 받지 않았다. Methyl Orange 경우, pH 2.3에서 반응 60분 이후 분해 효율이 60%였으나 그 외의 pH에서는 85%로 거의 동일하였고, Methyl Orange 경우도 초기 pH 2.1에서 반응 120분 이후 분해 효율이 65%였으나 그 외의 pH에서는 75%로 거의 동일하게 나타났다. 초기 염료 농도의 영향은 Orange II의 초기 농도 $72\mu M$ 이하, Methyl Orange의 초기 농도 $28\mu M$ 이하에서 반응 60분 이후에 80%이상의 제거 효율을 보였으며, 염료의 초기 농도가 낮을수록 초기 반응 속도가 빠른 것으로 나타났다.

4. 요약

Acid Orange 7과 Methyl Orange의 경우, UV 빛을 조사하고 TiO_2 powder를 투여하였을 때 120분 이내에 탈색이 완전히 이루어짐으로써 색도를 80% 이상 제거할 수 있었다. 광촉매량이 증가할수록 촉매표면적이 증가하여 광반응 속도의 증가를 가져오나, 과도한 촉매량의 투입은 오히려 UV 빛의 효과적인 투과를 방해함으로써 광반응 속도를 감소시킨 것으로 사료된다. 초기 pH는 반응 속도에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으며, Orange II는 Methyl Orange보다 초기 pH에 다소 큰 영향을 받았다. 초기 농도가 낮을수록 초기 반응 속도는 증가하여 염료 분해 속도가 빠름을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

Ollis et al,1991;Schmelling and Gray 1995