

광촉매 반응에 의한 환경호르몬 분해특성

박재홍, 안상우*, 장순웅*

고려대학교 환경기술정책연구소 *경기대학교 환경공학과 (e-mail : jhong@korea.ac.kr)

<ABSTRACT>

The photocatalytic degradation of Endocrine Disruptors, dibutyl phthalate(DBP) has been investigated over TiO_2 photocatalysts irradiated with a ultraviolet (UV) light. The effect of operational parameters, i.e., reaction time, light intensity, pH and additive on the degradation rate of aqueous solution of Endocrine Disruptors has been examined. Results show that the employment of efficient photocatalysts and the selection of optimal operational parameters may lead to degradation of Endocrine Disruptors solutions.

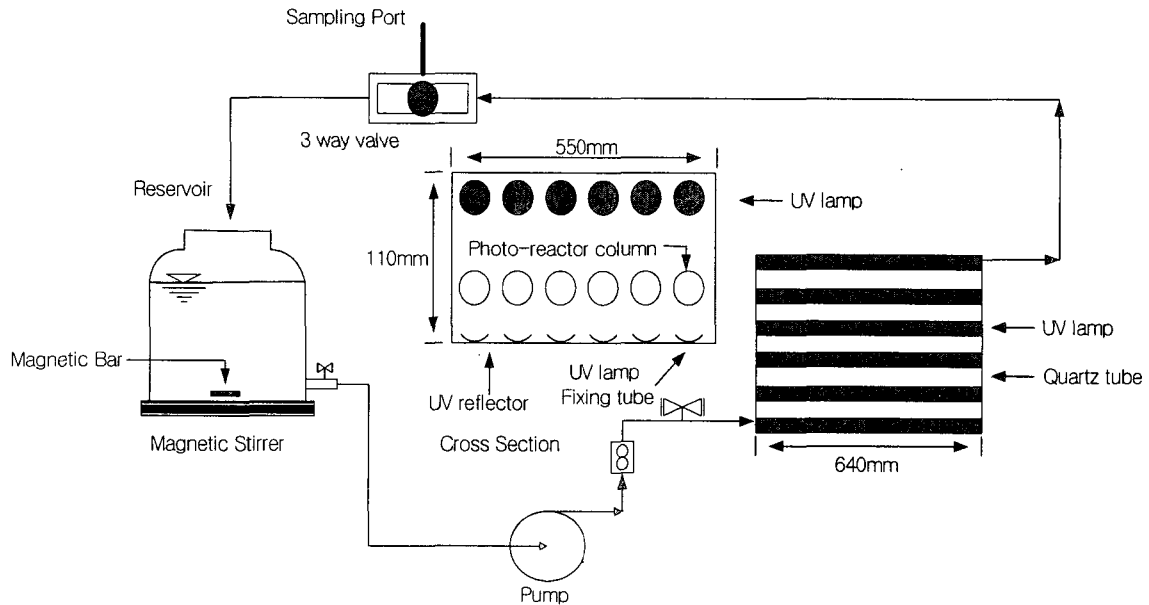
key word : Photocatalytic degradation, Endocrine Disruptors, UV light, TiO_2

1. 서론

각종 산업체, 드라이크리닝 공장, 심지어는 각 가정에서 유출되는 폐수에는 많은 종류의 유해한 난분해성 COD물질들이 함유되어 있다. 이들 난분해성 COD물질들은 지상 표면수에는 물론 지하수에서도 미량 검출되고 있으며 음용수로 활용하기 위해서는 반드시 제거되어야 하기 때문에 지금까지 오랫동안 이들 유독물질을 처리하기 위한 많은 공정들이 연구되어 왔다. 1976년 이래 광촉매를 이용한 분해반응이 오염된 물의 처리를 위한 대체방법으로 연구되어 왔다. 내분비계장애물질(환경호르몬)은 대부분 환경중으로 배출되어 먹이사슬에 농축됨으로써 환경과 인간에게 해를 미치지만 일부는 농약, 의약품, 식품첨가제, 식품용기 등을 통해 직접 인간에게 영향을 미치므로 국내에서는 환경부, 노동부, 식품의약품안전청, 농촌진흥청 등 관련기관간 협의회를 구성하여 공동 대처하기로 했으며, 대책협의회에서 기본적인 정책방향을 논의하고, 「전문연구협의회」에서 세부연구계획 등을 수립하여, 소관별로 업무를 분담하여 추진하고 있다. dibutyl phthalate의 경우 플라스틱의 첨가제로써 광범위하게 사용되고 있다. 최근에는 국내외에서 태양에너지와 불균일계 광촉매를 동시에 활용하여 수용액 내의 유독물질을 분해 처리하는 연구가 중점적으로 실시되고 있다. 본 연구는 국내외 최초로 내분비계장애물질 중 dibutyl phthalate(DBP)이 첨가된 인공폐수를 대상으로 광촉매를 이용한 난분해성 물질의 분해효율을 알아보기 위하여 주요 반응조건을 변화시켰다. 광촉매인 TiO_2 를 이용하여 DBP를 처리하고자 기초반응 실험을 수행하였으며 DBP 분해효율 및 최적조건을 검토하였다.

2. 실험방법

DBP함유 폐수는 태양광반응기를 거친다. 태양광반응기의 기본원리는 난분해성 COD의 처리를 위한 광촉매 산화반응을 거치게 되므로 수용액에 있는 오염물질을 분해시키는 산화반응 공정이다. 광촉매 산화반응의 효율을 측정하기 위하여 각 반응조는 아크릴로 제작하였다. 광화학반응의 매개체로 TiO_2 를 광촉매로 사용하였으며 광촉매 산화반응의 효율을 증진시키기 위한 방안으로 코팅용 TiO_2 졸을 이용하였다. 광원으로는 UV lamp와 태양광을 사용하였으며 UV lamp를 반응조 상부에 장착하여 전 영역에 걸쳐 자외선을 균일하게 조사될 수 있도록 하였다. 또한 정량 펌프를 사용하여 반응수용액이 저류조를 통과한 후 반응조 안으로 유입되도록 제작하였다(fig.1).



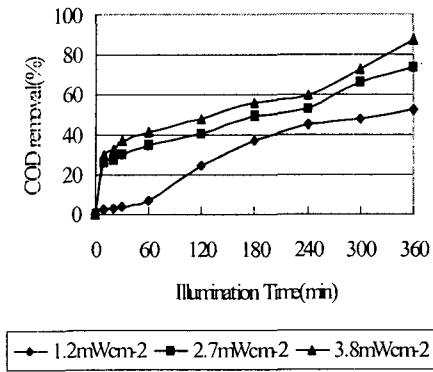
(Fig.1) Solar energy를 이용한 고도산화 공정도

분석방법으로는 기기로서 기체 크로마토그래피는 Agilent 6890N Gas Chromatography system과 검출기로는 FID를 사용하였다. 분석에 사용된 column은 HP-5(50m×0.2mm×0.33 μ m)를 사용하였다. carrier gas는 99.999%의 질소를 사용하였으며, 시료의 수착을 위해 SPME 장치는 Supelco 사 (U.S.A.)의 SPME manual holder를 사용했으며, fiber 역시 Supelco 사의 fiber를 사용하였다. Standard는 Sigma-Aldrich의 것을 희석하여 사용하였다.

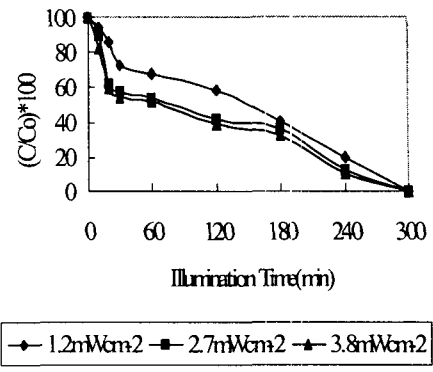
pH, COD을 측정하였으며, 이에 대한 자세한 방법은 수질공정 시험법 또는 Stanard Methods를 참고로 하였다.

3. 결과

광촉매인 TiO_2 를 이용하여 DBP를 처리하고자 기초반응 실험을 수행과정으로 UV의 광량에 따른 COD의 제거율과 DBP의 분해효율 및 최적조건을 검토하였다(fig.2 and 3). (fig.2 and3)에서 보여지듯이 UV 광량이 1.2mWcm⁻²보다 2.7과 3.8mWcm⁻²에서 분해효율이 증대됨을 확인 할 수 있었으며 2.7mWcm⁻²와 3.8mWcm⁻²의 경우 분해율의 변화가 적은 것으로 나타났다. 따라서 3.8mWcm⁻²의 광량으로 본 실험을 수행하였다.

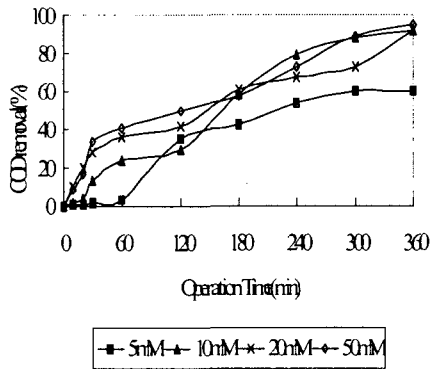


(fig.2) UV광량변수에 따른 COD제거율

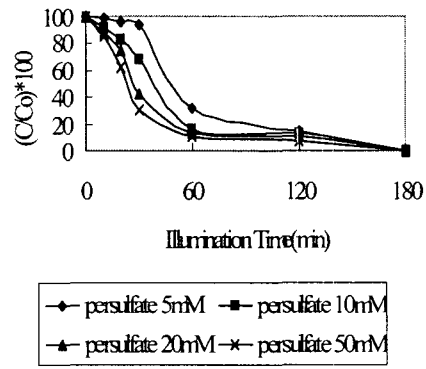


(fig.3) UV 광량에 따른 DBP의 제거

다음은 persulfate의 첨가량에 따른 COD와 DBP의 분해율을 살펴 보았다. (fig.4 and 5)에서 보여지는 바와 같이 5mM < 10mM < 20mM < 50mM순으로 나타났다.

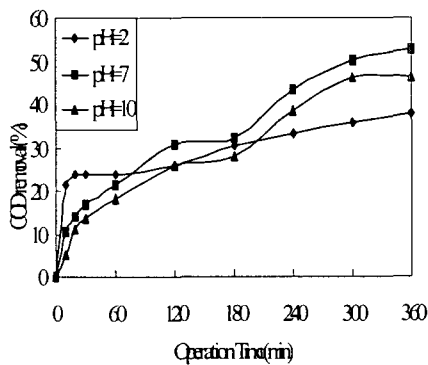


(fig.4)persulfate변수에 따른 COD 제거율

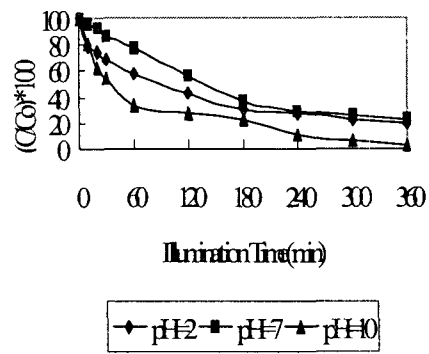


(fig.5) persulfate변화에 따른 DBP의 제거

pH의 변화에 따른 분해율의 변화는 (fig.6 and 7)에서 보여지는 바와 같다. pH 2에서의 초기 60min 내에 60%의 분해율(DBP)을 나타내었지만 이후 그 분해율이 감소하는 것으로 나타났으며 COD의 경우 pH 7과 10의 경우 분해속도는 pH 2에 비하여 늦으나 최종 360min에서의 분해율은 더 높은 것으로 나타났다.



(fig.6)pH 변수에 따른 COD제거율



(fig.7)pH변화에 따른DBP의 제거

참고문헌

- 1) 김택제. 고체상 미량추출법의 이론과 활용, analysis science & technology, 2002
- 2) Gerald T. Ankley & etc, Development of a Research Strategy for Assessing the Ecological Risk of Endocrine Disruptors, Rev. Toxicol. Ser. B: Environ. Toxicol., 1997
- 3) Robert J. Kavlock & etc, Research Needs for the Risk Assessment of Health and Environmental Effects of Endocrine Disruptors: A Report of the U.S. EPA-sponsored Workshop, Environmental Health Perspectives, 104, 1996
- 4) Special report on environmental endocrine disruptionD: An effects assessment and analysis, EPA/630/R-96/012, 1997