

非イオン界面活性剤 NPE(10)の光触媒分解による反応特性について
 The Behavior of Non-ionic Surfactants NPE(10) by Photocatalytic Degradation

近藤 桐子・大瀧雅寛

Kiriko KONDO and Masahiro OTAKI

お茶の水女子大学大学院 ライフサイエンス専攻

1、はじめに

非イオン界面活性剤は近年の洗剤のコンパクト化や泡立ち泡切れの良さを望む最近の洗剤の傾向から、界面活性剤全体に占める割合が増加している。

界面活性剤は一般的に発泡による利水障害の観点から、水道水質基準では性状に関する項目で陰イオン界面活性剤について規制値が設けられているが、健康上の影響は薄いとされてきた。しかし、種々の異性体、同族体の混合物として存在する非イオン界面活性剤の一つであるアルキルフェノールエトキシレート (図1) は市販の洗剤には使われていないが、その分解生成物であるアルキルフェノールに内分泌攪乱物質の疑いがあるとされており、界面活性剤を発泡性などの利水上の観点のみならず、健康上の観点からも検討する必要があるのではないかという議論が最近なされている。本研究は健康影響への懸念もあるアルキルフェノールエトキシレートの80%を占めるノニルフェノールエトキシレート (以下 NPE(n)) が浄水処理過程の高度処理における反応に従い、その濃度変化だけでなく界面活性剤の指標とされる発泡性、生分解性等との相関について考察することを目的としており、今回はその途中経過を報告するものである。

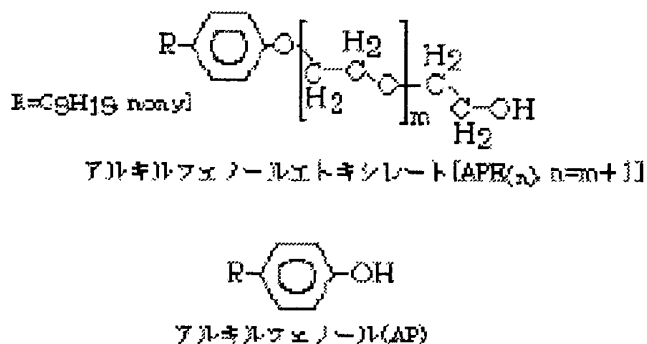


図1 APE(n)、APの構造式

2、実験内容

本研究では高度処理として、光触媒を使用した酸化処理を行った。光触媒反応は紫外線照射下における触媒内部の正孔(h⁺)のもつ非常に強い酸化力を利用した触媒表面での反応である (図2)。水中では正孔が水酸基から電子を奪い OH ラジカルを生成したり、溶存酸素に電子を与えてスーパーオキシドを生成する。これらの活性種の酸化力で種々の有機汚染物質をCO₂にまで無機化できる可能性がある。光触媒として多く使用されている酸化チタンは人体に無害で、安価、反応装置も比較的簡単に組むことが可能なため、実用化が望まれている材料である。

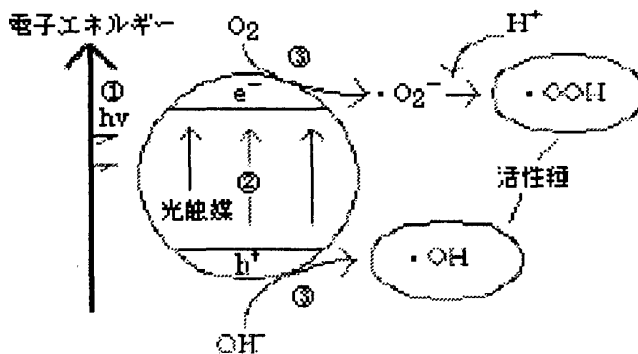


図2 光触媒反応の原理

非イオン界面活性剤には東京化成製ポリエチレングリコールモノ-4-ノニルフェニルエーテルの平均オキシエチレン鎖数 (以下 EO 鎖数) n=10 を使用した (以下 NPE(10))。光触媒にはチタン工業製 TiO₂ をガラス板にコーティングしたもの、光源にはブラックライトを使用し、光強度 3mW/cm²、試料の初期濃度 50mg/L、容量 100mL、で固定化系にて分解実験を行った。実験中、試料はマグネティックスターラーで攪拌速度 150rpm で絶えず攪拌した (図3)。反応時間ごとに蛍光検出器付き HPLC (島津製 LC-10A) で試料濃度を測定した。HPLC による分離条件は表1に示す。

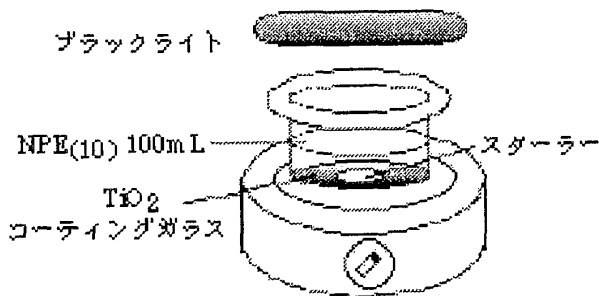


図3 反応装置図

表1 HPLC分離条件

カラム	SPELCOSILTM-NH2(4.6*250mm)
移動相	A: isopropanol / water = 90/10 B: hexane / isopropanol = 90/10
グラジエント条件	移動相 A : 20%(0min~4min)-38%(40min)-20%(50min~60min)
流速	0.5mL/min

3. 実験結果と考察

処理前と4時間反応後の NPE(10)のクロマトグラムを図4に示す。このクロマトグラムは NPE(n)の有するベンゼン環に起因していることから、反応はどの EO 鎖長でも一様に起こるのではなく、EO 鎖が切れて、長いものから短いものへシフトしながら分解が進むことがわかった。

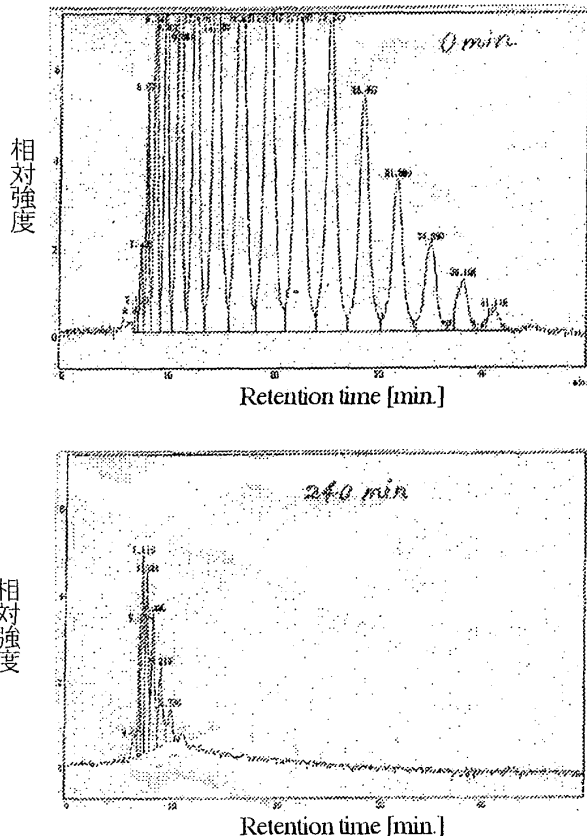


図4 反応時間における NPE(10)のクロマトグラム

このクロマトグラムを元に、NPE(10)総量、発泡性がなくなるとされている EO 鎖数が4以下のもの総量及び5以上のものの総量のそれぞれの反応速度について図5に示した。本実験時間においては一次反応として近似でき、反応速度係数で反応速度を比較した。結果、総量の減少速度の約 1.9 倍の速さで発泡性が減少することと、また発泡性を持たないとされる EO 鎖数の短い物質は見かけ上ほとんど分解せず、蓄積することがわかった。

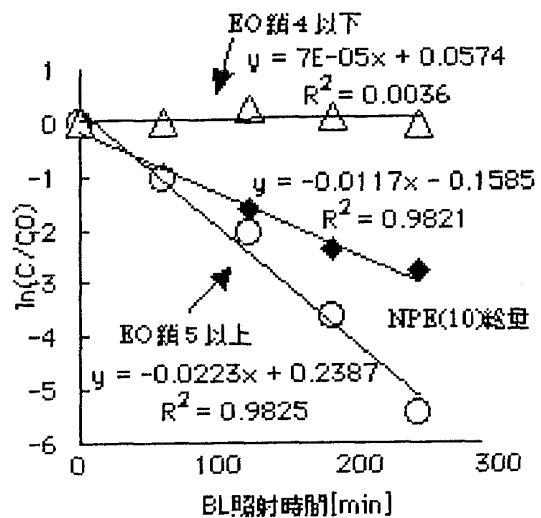


図5 NPE(n)の光触媒反応

4. 今後の予定

得られたクロマトグラムより発泡性との相関について予測したが、実際に発泡試験等を行い確認をしたい。また生分解性等他の指標との相関についても検討したい。今回は光触媒反応を利用した酸化処理を行ったが、実際の処理場で適用されている高度処理であるオゾン処理についても同様に分解実験を行い、濃度変化と諸指標との相関についてのデータを蓄積していく予定である。

5. 参考文献

日本水環境学会 [水環境と洗剤研究委員会] 編「非イオン界面活性剤と水環境,2000,技報堂出版
シンポジウム「非イオン界面活性剤に関する最近の動向」講演資料集 2001
近藤 桐子 1999 お茶の水女子大学卒業論文「照射スペクトル特性を考慮した高効率固定化光触媒水処理装置の開発」