

VII-35 光触媒を用いた水質浄化に関する基礎的研究

秋田高専 環境システム工学専攻 学生員 ○早川 寛
 秋田高専 環境都市工学科 正会員 羽田守夫, 着倉宏史
 秋田高専 物質工学科 船山 齊

1. はじめに

現在有機汚濁に関する環境基準を達成している水域は約四分の三と低迷しており、水環境の保全対策として水質改善そのものが求められている。特に湖沼等の閉鎖性水域では、生物処理が可能な BOD 汚濁ではなく難分解な有機物による COD 汚濁が進んでおり¹⁾、有効な改善策が見つかっていない。そこで最近注目されている光触媒に着目し、その強い酸化力を用いて様々な条件下で水中に含まれる有機汚濁物質の光化学的分解を試み、光触媒膜の三次処理法等としての可能性について検討を行った。

2. 実験方法

光触媒には TiO_2 を使い、ガラス管（外径 30mm、内径 26mm、長さ 50mm）を担体として、ディップコーティング法を用いて十分な面積が得られながら剥離しないような薄膜を表面に塗布した。これを 1 辺 6cm、深さ 8cm（5 層の実験では 24cm）の正八角柱アクリル製水槽に 1 層あたり 5 個ずつならべ、水量はいずれも管 1 個に対して 110ml とし、スターラーを用いて攪拌しながら上部から紫外線を照射して有機物の時間的変化を調べた（図 1 参照）。

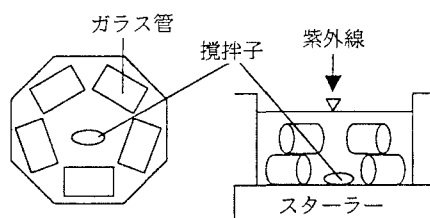


図 1. 実験装置

以下に実験で変化させた条件を示す。

- ・基質…ヒドロキシ酸として乳酸とサリチル酸（初期濃度適宜変化）、脂肪酸として酢酸（同上）、八郎湖水
 - ・光源…CL（主波長 365nm）・BL（300～400nm の広域波長、最大部 348nm）（以上各 20W×2 本）
水銀灯（200W×1 本、主波長 365nm）、太陽光（2000 年秋）
 - ・層数…2 層および 5 層（膜のついた層の数を、0、上から 1 層、3 層、5 層と変化）
- また有機汚濁の指標として、TOC 濃度と波長 260nm の吸光度（E260）を用いた。

3. 実験結果と考察

化学物質を用いた実験において、分解速度が濃度に関する 1 次反応であると仮定すると、次式が得られる。

$$dC/dt = -kC \quad C: \text{濃度 (mg/l)}, t: \text{反応時間 (h)}, k: \text{速度定数 (h}^{-1}\text{)}$$

各実験から得られた速度定数を表 1 に、また例として乳酸の分解を図 2、3 に示す。時間の都合で膜のついていない実験は乳酸のみで行ったため、残りは膜と紫外線による全分解量を表しているが、乳酸のデータを見る限り、その多くが酸化チタン膜による分解といえる。k の値はいずれも初期濃度 10ppm のものが 40ppm より 1.3～4.3 倍速いが、これは濃度の増加による光透過量の減衰が影響したと考えられる。また、ランプ種類による差異は基質によって様相が異なり、現段階では、ヒドロキシ酸は CL の方が約 1.1～2.1 倍、脂肪酸は BL の方が約 1.5～2.5 倍分解しやすい傾向にある。

表 1. 速度定数 k ($\times 10^{-3} \text{h}^{-1}$)

基質 \ 初期濃度	40ppm 膜有（無）	10ppm 膜有（無）
乳酸 CL	13.6 (1.4)	18.1 (2.0)
乳酸 BL	6.6	13.0
サリチル酸 CL	6.7	28.7
サリチル酸 BL	5.8	26.0
酢酸 CL	3.8	5.7
酢酸 BL	5.5	14.7

図 4 は CL を用いて、膜のついた層の数を増加させた場合の速度定数の変化である。殺菌灯（主波長 254nm）等の短波長光は透過しにくいことが過去の実験等によって確認されており²⁾、この域の波長の光に対してと

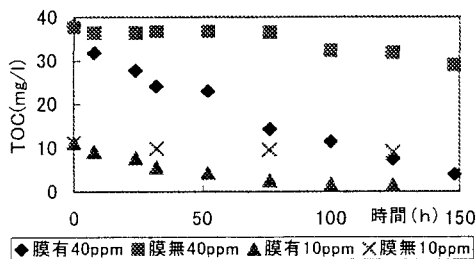


図2. CLによる乳酸の分解

いう条件はつくが、層が増えるごとに順調に速度定数が上昇しており、膜の光透過性能は高いと言える。そのため、今後は深さ方向への拡張や膜面積の増加等による分解の効率化が期待できる。

次に、実在する汚濁水を用いた実験の結果を記す。今回検水に用いた八郎湖の水は、内部に広大な農業用干拓地があるため農業廃水による汚濁が進んでおり、CODが5~10mg/lと非常に高い。図5、6を見ると前述の化学物質類と違って、初期に大きく分解される部分と、その後少しずつ分解される部分とにわかれている。これは図7の水銀灯による高速分解でより顕著に現れている。また、膜のない状態、即ち紫外線のみによる分解は初期では乳酸よりも大きいが、光触媒を含んだ最終的な分解速度はそれより遅いことが分かる。容易に分解できる部分が含まれる一方で、難分解な成分も含まれていると考えられる。しかし、最終的にE260は2~1割、TOCは3割程度まで減少しており、分解速度は一般の生物処理と比べて小さいが、自然界の汚濁に対しても時間をかければ分解能は充分にあると言える。

4. 終わりに

今回は光触媒の基本的機能の確認を中心に実験を行い、有機物分解に対する基礎的な知見を得ることができ、また、八郎湖水に対する光触媒の有効性も確認できた。今後は装置のさらなる効率化や下水2次処理水等への適用など、より広範囲な実験を行いたいと考えている。

最後に、実験装置の準備などに多大な協力をしていただいた本学科技官の米谷裕、花田智秋の両氏に深く感謝します。

〈参考文献〉1) 今井章雄, 湖沼における新たな問題・難分解性溶存有機物, 土木学会誌, vol85, 2000.6、2) 西田継ら, 光触媒水処理系に対する照射光波長と薄膜触媒層の光透過性の影響, 水環境学会誌, 第22巻第11号, 1999

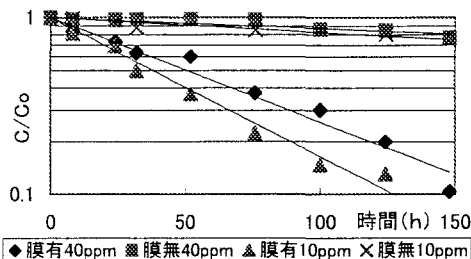


図3. CLによる乳酸の分解(片対数表示)

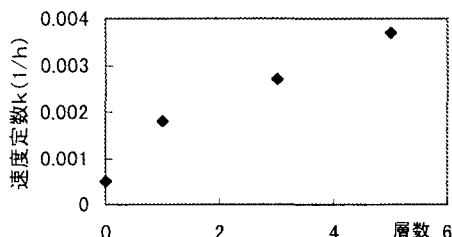


図4. 層数増加に伴うkの変化

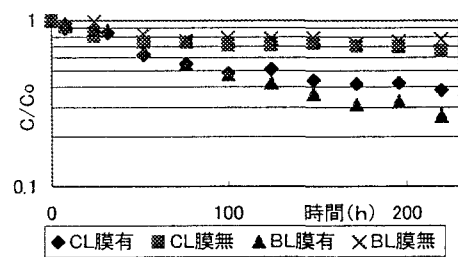


図5. 八郎湖水の分解(TOC)

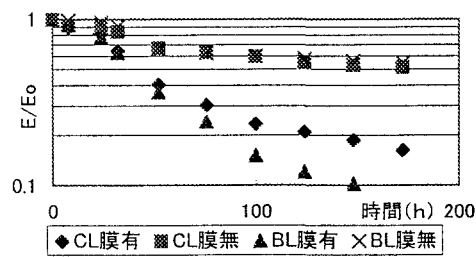


図6. 八郎湖水の分解(E260)

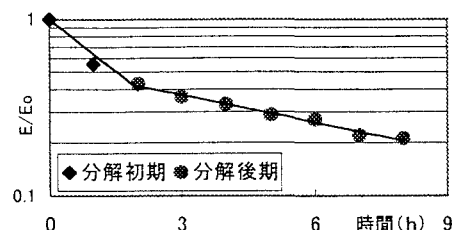


図7. 水銀灯による八郎湖水の分解(E260)