

VII-46

光触媒を用いた水質浄化の効率的利用

秋田高専 環境システム専攻科 学生員 ○早川 寛

秋田高専 環境都市工学科 正会員 羽田守夫 肴倉宏史

秋田高専 物質工学科 船山 齊

1. 序論

我が国の水質汚濁の状況は、湖沼等の難分解な有機汚濁や大量の低濃度汚濁水、処理の不十分な下水放流等によって、水質改善そのものが一層重要となっており、新たな環境負荷の少ない水処理法が必要になってきていると考えられる。そこで、今後土木・環境分野への応用が期待できる光触媒の強い酸化力に着目し、触媒面積や水温、下水適応性や栄養塩量等の点から、光触媒による水質浄化の基礎的効率化に関する研究を行った。

2. 研究方法

光触媒には TiO_2 を使い、ガラス管を担体として、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 の正八角柱アクリル製水槽に並べ、水量を 1100mL 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 (TOC) の時間的变化を調べた (図 1 参照)。以下に実験で変化させた条件を示す。

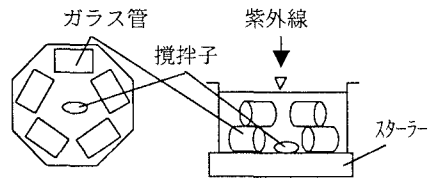


図 1. 実験装置概略図

- ・基質…乳酸、八郎湖水、二次処理下水（秋田市八橋下水処理場）
- ・光源…20W のケミカルランプ (CL、水温変化実験では 10W) 及びブラックランプ (BL) をそれぞれ 2 本
- ・ TiO_2 膜面積…基本的に外径 30、内径 26、長さ 50mm のガラス管を 5 個×2 層、計 10 個並置
変法として外径 20、内径 16、長さ 30mm のガラス管を 16 個×3 層、計 48 個並置
(TiO_2 膜面積は約 1.85 倍)

- ・基質濃度…5~40ppm
- ・水温…5~40°C
- ・栄養塩量…窒素及びリンについて、0.15ppm 及び 0.02ppm を基準とし、その 0、1、2、3 倍に調整

3. 研究結果と考察

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。

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

例として乳酸の分解を図 2 に示す。乳酸が光触媒によって、上式に従いほぼ直線的に大きく分解されていることが分かる。この傾きが速度定数 k である。

図 2 で初期濃度によって k 値に差が生じているが、この点についてもう少し詳しく調べたのが図 3 である。全体的に低濃度でピークを迎え、濃度と共に徐々に k 値が小さくなる傾向にある。これには、濃度の増加に伴う膜との接触率の増加と光透過量の減衰が関係しているものと考えられる。このため、本方法は水源地などに見られる低濃度汚濁水などに対して有効となる可能性がある。

図 4 はガラス管の規格を変えて実験した結果である。BL では k 値が約 1.6 倍となる成果があったが、CL ではあまり効果が現れなかった。これは担体が密に配置された分、

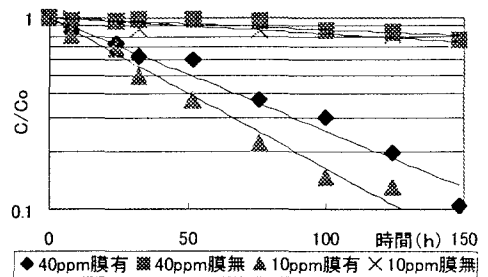


図 2. CL による乳酸の分解

攪拌による流れが阻害されるなどの遅滞要因が増え、特にCLの実験でそれが影響したものと思われる。

図5は、水温を変化させてk値を比較した実験の結果である。常温域では温度と共にk値が直線的に増加しており、特に湖水の変化が著しい。これは、光触媒の特性と言うよりは、温度が上がっただけ分解対象の持つ運動エネルギーが増加し、分解のために必要とされるエネルギーが減少したためと考えられ、物質による影響の違いもこれに起因すると思われる。

図6は実際の二次処理下水に適用し、三次処理の可能性を検討した実験の結果である。光触媒による分解が遅く、最終的には藻類の繁殖が進む結果となった。これは、溶解物質を多く含むため光の透過量が減少し、また水中生産者による生産活動が活発化したために起きた現象と思われる。現時点では、このような処理下水に光触媒を適用するのは難しいと言えよう。

しかし、生産活動の結果、水中の栄養塩類は消費されているはずで、図7はそれを確認するために、純基質に種水として八郎湖水を与え、栄養塩を段階的に加えていった実験の結果である。栄養塩類量の増加と共にk値は減少しており、その分生産活動が行われたことを示している。さらには多少なりとも窒素とリンを固定化し、容易に除去することが可能となるとと思われる。

4. 終わりに

本研究では、光触媒の効率的利用について基本的な特性を知ることができ、また新たな利用法の基点を得ることができた。光触媒の高性能化の研究が目覚ましい昨今においては、可視域波長光で有機物を生成しつつ窒素やリンを固定化し、紫外波長で有機物を分解、さらには赤外部波長で温度を上げて有機物を分解しやすくするといった、光の全波長域を利用した新たな処理の可能性などがあるだろう。

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いたします。

〈参考文献〉1) A.K.et al,Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrude,Nature.vol.238.PP 37-38,1972.7.7. 2) K.H.et al, New Reactor Design for Photocatalytic Wastewater Treatment with TiO₂ Immobilized on Fused-Silica Glass Fibers : Phthominalization of 4-Chlorophenol.Environmental Science and Technology.vol.28.PP670-674,1994

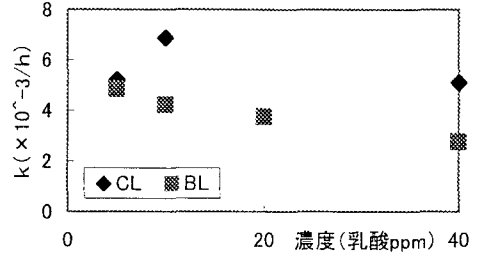


図3. 初期濃度の影響

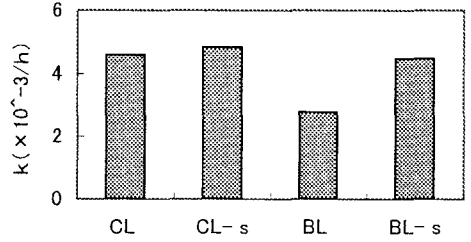


図4. 膜面積の影響

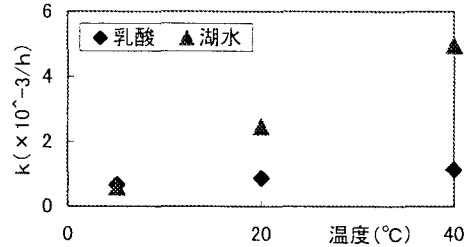


図5. 水温の影響

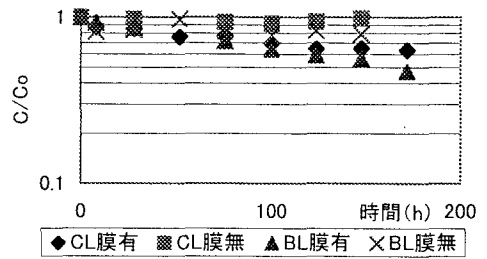


図6. 下水の分解

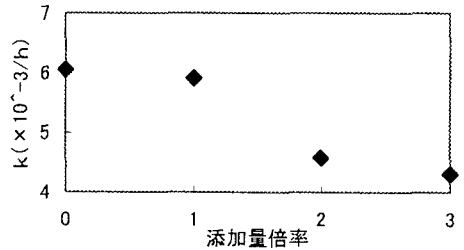


図7. 窒素、リンの影響