

Ⅶ-168

薄膜光触媒を用いた水処理装置の反応促進に関する研究

東京大学大学院工学系研究科 学生会員 斉藤 健太郎

同 上 正会員 大瀧 雅寛

同 上 正会員 大垣 眞一郎

1. 背景

酸化チタンを用いた光触媒反応は、触媒上に紫外線を照射することにより生じる正孔の持つ非常に強い酸化力を用いた反応であり、種々の有機汚染物質を二酸化炭素まで分解できる。これまで光触媒の形態については懸濁系で行われた研究例は多いが、固液分離の問題が残されている。そこで本研究では、薄膜状に固定化した系について研究を行った。固定化光触媒反応においては、光触媒の表面でかつ紫外線が照射された部位のみでしか反応が進行しないため、反応速度が遅い。これを解決する方法の一つとして、より効率の良い装置について検討した。

2. 実験装置

内壁に酸化チタン（石原産業製、ST-K03）を担持させたガラス管（長さ40cm、外径16mm、厚さ1.2mm）8本をブラックライト（長さ60cm、直径32.5mm、可視光線線量率（360nm） $4\text{mW}/\text{cm}^2$ （ブラックライトに接触する位置で測定したとき）と平行に一重に周りを囲むように設置し、隣り合うガラス管を接続して溶液を流れるようにした反応装置（ここでは「一重の装置」と呼ぶ）を用いた。この装置でフェノールを水中有機物質の対象として、装置の性能・特性を調べた。

ブラックライトを用いた一つの理由として、透過性の良さがある。そこで、一重の装置のガラス管による光の減衰による反応効率の変化を評価するためにガラス管を二重（16本）にした反応装置（ここでは「二重の装置」と呼ぶ）を用いて、反応速度を比較した。

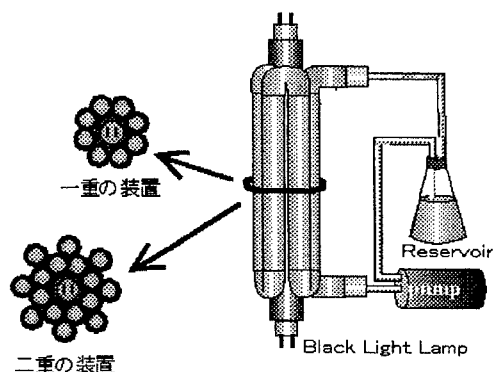


図1 光触媒反応装置

3 実験方法

実験条件は表1に示す通りである。

表1 実験条件

対照実験として、一重の装置では触媒を用いない系の実験を流速600ml/minで行った。また二重の装置では比較のため、一重の装置を用いた実験を同じ処理量にして、流速を600, 1200, 1800ml/minにして行った。

	一重の装置	二重の装置
処理量[ml]	1000	1600
初期濃度[mg/l]	1.0	1.0
流速[ml/min]	200, 400, 600, 1200, 1800	600, 1200, 1800
レイノルズ数	310, 630, 940, 1900, 2800	940, 1900, 2800

実験の際には、アルミホイルをガラス管全体の周りに巻いて反射板の代わりとした。また扇風機で風を送り、ランプによる水温の上昇を防ぎ、約35℃で安定するようにした。

キーワード 光触媒反応装置、薄膜二酸化チタン、フェノール、ブラックライト

連絡先 〒112 文京区本郷7-3-1 tel 03-3812-2111

4 結果と考察

一重の装置での結果を図2に示す。但し、この実験装置は全体の一部が触媒を用いる循環回分式なので、図における照射時間は下式のように定義した

$$(\text{照射時間}) = (\text{実際にランプを照射した時間}) \times (\text{装置の容量}) \div (\text{処理量})$$

図2において、触媒を用いない系については、ほとんど濃度の変化が見られなかったことより、濃度の減少は光触媒反応のみによるものであることが分かる。さらに、図に示されるように、反応を一次反応と仮定することができ、その一次反応速度定数 k を求めた。流量と求めた速度定数 k の関係を図3に示す。図3より、流速の増加に従って速度定数が増加することが示された。これは流速の速いものの方が混合が起こりやすく、触媒との接触頻度が多くなり、速度定数が大きくなったためと考えられる。またレイノルズ数で310～2800の間では、流量と速度定数 k の間に、単調増加の関係があることが分かった。

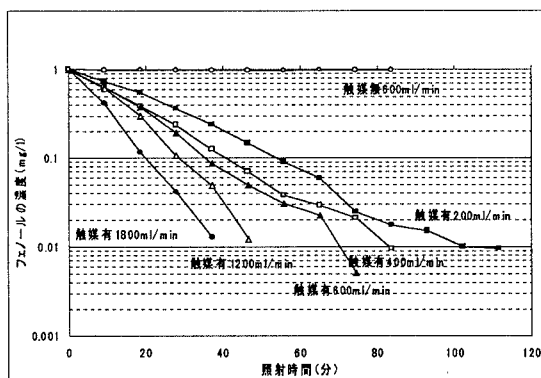


図2 一重の装置におけるフェノールの濃度変化

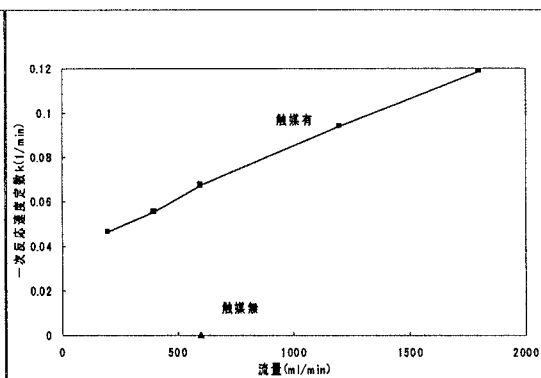


図3 一重の装置における流量と速度定数の関係

二重の装置の場合も一次反応に従うと仮定でき、一次反応速度定数 k を求めた。流量とこの速度定数 k の関係を図4に示す。二重の装置と一重の装置において、速度定数にほとんど差は見られなかった。一重の装置に比べて二重の装置は2倍の容量を持ち、照射時間は相対的に倍になっているので、速度定数が変わっていないということは、二重の装置が一重の装置に比べて処理能力が倍になっていることを意味する。すなわち二重の装置においては、内側の管による外側の管に対する光の減衰の影響があまりなく、二重の装置において処理能力を2倍にすることができた。今後の課題としては、ガラス管を三重以上にしたり、流速をあげることによる処理の効率化を評価していく必要がある。

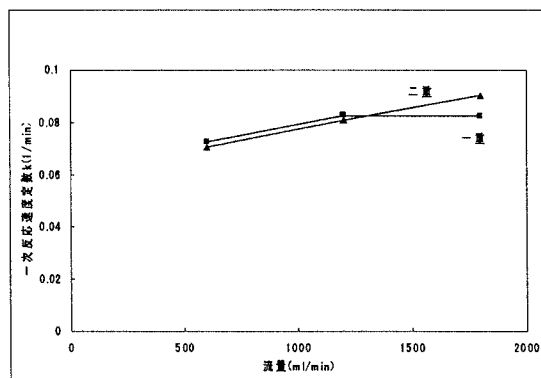


図4 一重の装置と二重の装置における流量と速度定数の関係

5 結論

- ・レイノルズ数で310～2800の範囲内で、流量が増加するに従って、一次反応速度定数 k も大きくなることが観察された。
- ・透過性の高いブラックライトを使用しているため、二重の装置では、内側の管による外側の管に対する光の減衰の影響があまりない。そのため、一重の装置と比べて、処理能力は2倍になる。