

## 審査の結果の要旨

氏名 今泉 圭隆

本論文は、「光触媒担持膜における水質変換特性に関する研究」と題し、光触媒技術の水処理への適用を考察するために、平膜状のガラス繊維濾紙上に二酸化チタンの層を形成させ、300℃で焼成した光触媒担持膜を新たに開発している。この光触媒担持膜は膜分離機能を持った光触媒として、広い固液界面を有し、光を効率的に利用でき、処理水が光触媒近傍を必ず透過するという特徴を有している。

本論文は8つの章から構成されている。

第1章は、研究の目的と背景である。

第2章は、既存の研究をとりまとめて示している。

第3章は、研究で用いた実験方法についての説明である。

第4章は、光触媒担持膜の性状と諸特性について検討した成果である。

5種類の二酸化チタン粉末を用いた5種の光触媒担持膜の表面形状を走査型電子顕微鏡によって観察し、光触媒層は、一辺300~400マイクロメートル（二酸化チタンP-25のみ50~100マイクロメートル）の断片が密集している形状を有していることを明らかにしている。

この光触媒担持膜に河川水を透過し、暗条件下で上昇した膜間差圧が、光照射後に低下することを確認している。膜間差圧上昇の原因である閉塞した有機物が光触媒反応によって分解されたためと考え、光触媒担持膜の膜としての有用性を示す結果であるとしている。

第5章は、フェノールの酸化分解反応に関する成果である。

連続流入式の光触媒担持膜装置を用いて、段階的に設定した光強度条件下で流入フェノール濃度と反応速度の関係を調べ、Langmuir-Hinshelwood式(L-H式)を利用してフェノール酸化反応の反応速度を定量的に解析している。5種類の二酸化チタンに関して、見かけの反応速度係数(k)は光強度に比例し、吸着係数(K)は光強度 $2\text{ mW cm}^{-2}$ 以上の範囲でほぼ一定の値であることを明らかにしている。

5種類の二酸化チタンを用いて作成した担持膜に関して、それぞれが示す反応速度を比較している。低フェノール濃度条件における擬似一次反応速度係数を意味する $k \times K$ の大小関係を比較すると、光強度 $3.6\text{ mW cm}^{-2}$ 以下の範囲において、アナターゼ型とルチル型の結晶型が混在している二酸化チタンP-25が、アナターゼ型である他の4種類の二酸化チタンに比べ、約3倍大きな値を示すことを明らかにしている。

第 6 章は、臭素酸イオンの還元反応に関する成果である。

段階的に設定した光強度条件下で臭素酸イオン濃度と反応速度の関係を調べ、L-H 式を利用して臭素酸イオン還元反応の反応速度を解析している。フェノール酸化反応と臭素酸イオン還元反応では反応速度式の光強度依存性が異なることを明らかにしている。また、臭素酸イオン還元反応に対する共存有機物（メタノール、フェノール）の影響を考察し、臭素酸イオン還元反応に対するメタノールの阻害作用は吸着競合ではないとしている。

一方、フェノールは臭素酸イオンの還元反応を阻害することを明らかにしている。フェノールは光触媒表面にてフェノラートとしてチタン原子と化学吸着することが知られており、フェノラートが表面を被覆することにより、臭素酸イオンの還元反応が阻害されたとしている。

第 7 章は、表面反応モデルの構築に関する考察である。

酸化反応と還元反応を共にモデルに組み込んだ光触媒担持膜の表面反応モデルを構築している。中間生成物と吸着競合物質の反応への影響を含めた複合的なモデルである。このモデルにより第 5 章と第 6 章で得た実験結果を統一的に説明できるとしている。特に、第 5 章のフェノール分解実験の結果に関しては、中間生成物の影響をモデルに組み込むことにより、高精度に反応量を予測することに成功している。

第 8 章は総括である。

このように、本論文は、光触媒担持膜の水処理装置としての水質変換特性と反応速度解析のためのデバイスとしての有用性を明らかにした研究成果であり、都市環境工学の学術分野の進展に大いに貢献するものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。