

審査の結果の要旨

氏名 野口 寛

本論文は7章より構成されており、酸化チタン光触媒を利用した水処理システムについて、対象物質の選定、光触媒材料の設計およびシステム化の3つの観点から高効率化を検討している。

第1章で水処理分野の現状と光触媒の応用研究状況について説明があり、研究の方向づけがなされている。2章～4章では、酸化処理副生成物のひとつである臭素酸の分解システムについて取り上げ、2章と3章では反応促進のための光触媒材料の設計を扱い、4章ではシステム化の検討について述べている。5章と6章では海水殺菌への光触媒の応用について述べ、5章では固定化光触媒材料によるシステム化の検討、6章では他の処理法との組み合わせなどによる高効率化について述べている。最後の章では、全体の総括と研究に関する将来の展望を述べている。

第1章は、序論である。光触媒を利用した水処理システムの研究および実用化状況について説明し、光触媒処理システムの実現には特徴づけが重要なことを説明している。対象物質の選定が最初の検討で重要なことを示し、光触媒の応用として、臭素酸イオンの分解および海水殺菌への応用の重要性について説明している。

第2章では、光触媒による臭素酸イオン分解速度向上の第1の検討として、表面電荷操作による吸着性の向上について述べている。化学沈殿法を利用して、数十ナノメートルの酸化チタン粒子上にさらに小さな擬ベーマイト粒子を担持した表面修飾光触媒材料の作製したことを報告している。酸化チタンよりも高い等電点をもつ擬ベーマイトで表面修飾することによって、中性溶液中で触媒表面の正電荷が増加し、臭素酸イオンの吸着性が向上した結果、分解速度が向上することを実証している。この結果は、水処理プロセスにおいて、pH操作なしに光触媒材料の改質によって臭素酸イオンの分解速度を向上できることを示している点で重要な意味を持つ。

第3章では、臭素酸イオンの分解速度をさらに向上するために、表面の固体酸量の制御について検討した結果が述べられている。擬ベーマイトにシリコンを混合することで、固体酸量の向上を図っている。シリコン混合擬ベーマイトで表面修飾した酸化チタン光触媒では、シリコン混合比と熱処理温度に最適値が存在することを明らかにしている。固体酸量と分解速度の相関関係から、固体酸量が分解速度の支配因子になっていることを示し、また、熱処理温度と分解速度の関係からBroensted酸が臭素酸イオンの分解速度に関与することを考察している。これらの結果は、

光触媒の表面修飾によって表面反応の速度を制御できることを明らかにし、反応速度の向上法として新たな指針を提供する点で重要な成果である。

第4章では、海水殺菌への光触媒応用のために、酸化チタン光触媒担持セラミック多孔体の利用について検討した結果が述べられている。酸化チタン光触媒担持セラミック多孔体を組み込んだ光触媒反応器の特性評価を行い、過酸化水素の吸着および分解を指標として評価試験を行った結果、光触媒担持セラミック多孔体が高い吸着容量および処理速度を示すことを実証している。

第5章では、光触媒担持セラミック多孔体を組み込んだ光触媒処理装置を用いて、実海水を対象として殺菌試験を行った結果について述べている。紫外線殺菌と過酸化水素、光触媒の組み合わせの最適処理法の検討を行い、ろ過→紫外線→過酸化水素過酸化→光触媒の組み合わせが最も効果的であると結論している。さらに、6日間に渡る繰り返し処理試験を実施し、安定した処理効果が得られることを実証している。これらの結果は、実環境水を対象に実用的な処理規模で処理システムが構築できることを示し、また安定な処理が実現できることを示す結果を示している。光触媒を利用した水処理システムにおいて、高効率化によって実用レベルの処理が可能であることを実証している点で重要な意味をもつ。

第7章では、本論文の総括によって独自性のある成果が得られたことを示しており、今後、発展性が高いことを述べている。

以上のように、本論文では、酸化チタン光触媒を利用した水処理システムにおいて、対象物質の選定、光触媒材料の設計およびシステム化の3つの観点から高効率化のための指針が提案されており、今後の学際領域の発展に大きく寄与するものと考えられる。

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。