

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	チタンドーブヒドロキシアパタイト光触媒の開発と応用
Title(English)	Development and Application of Titanium-doped Hydroxyapatite Photocatalyst
著者(和文)	若村正人
Author(English)	Masato Wakamura
出典(和文)	学位; 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4099号, 授与年月日:2014年5月31日, 学位の種類:論文博士, 審査員:中島 章,鶴見 敬章,田中 順三,坂井 悦郎,松下 祥子,渡部 俊也
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4099号, Conferred date:2014/5/31, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	若村 正人	
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員	主査 中島 章	教 授	渡部 俊也 (東京大学)	教 授
	鶴見 敬章	教 授	松下 祥子	准教授
	田中 順三	教 授		
	坂井 悦郎	教 授		

本論文は、「Development and Application of Titanium-doped Hydroxyapatite Photocatalyst (チタンドープヒドロキシアパタイト光触媒の開発と応用)」と題し、英文で書かれ、8章からなっている。

第1章「Introduction (緒言)」では、光触媒研究の歴史、特に環境浄化や活性向上への取り組みについて概要を述べ、技術的課題を明らかにして本研究の目的と意義について述べている。

第2章「Processing and characterization of hydroxyapatite substituted with various metal ions (各種金属イオンで置換したヒドロキシアパタイトの合成とキャラクタリゼーション)」では、共沈法と浸漬法で、二価 (Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+})、三価 (Al^{3+} , La^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+}) の金属イオンで置換したヒドロキシアパタイト(以下 HAp)を合成し、その評価を行っている。粒子の表面と内部の置換濃度は、合成方法とイオンの種類に依存すること、三価金属イオンは、二価金属イオンに比べ、HAp の粒子成長が顕著になることなどを明らかにしている。

第3章「Processing and photocatalytic activity of Ti-doped hydroxyapatite powders (チタンドープヒドロキシアパタイト粉末の合成と光触媒活性)」では、水熱法を用いて、 Ti^{4+} でイオン置換した HAp (以下 Ti-HAp) を合成し、特性評価を行っている。合成時のチタン添加量が 20%程度までは、 Ca^{2+} と Ti^{4+} がほぼ同量(1:1)で置換し、アパタイト結晶の格子定数が連続的に変化すること、20%を越えると、リン酸チタンの微細な球形粒子と、粒子成長した Ti-HAp 粒子が混在した状態になることなどを明らかにしている。また、得られた Ti-HAp はアセトアルデヒドやアルブミンを吸着するとともに、紫外光の照射によりこれらを分解する特性を有することを明らかにしている。

第4章「Preparation of transparent thin films of Ti-doped hydroxyapatite by sol-gel method (ゾルゲル法によるチタンドープヒドロキシアパタイト透明薄膜の作製)」では、可視光領域で高い光透過率を持つ Ti-HAp 薄膜を、ゾルゲル法で作製する方法について検討している。作製した Ti-HAp 薄膜は、Ti-HAp 粉末と同様に、紫外線照射により光触媒活性を有し、メチレンブルーとイソプロピルアルコールを分解するものの、酸化チタンのような光励起親水化反応は示さず、また屈折率も酸化チタンに比べて小さいことを明らかにしている。

第5章「Crystal structure and electron state of Ti-doped hydroxyapatite (チタンドープヒドロキシアパタイトの結晶構造と電子状態)」では、Ti-HAp が光触媒活性を発現する機構について、計算科学的手法と中性子線回折から検討している。その結果、HAp 構造中に存在する二種類の Ca^{2+} サイト (Ca-1:columnar Ca, Ca-2:screw axis Ca) のうち Ti^{4+} が占める位置は主に Ca-1 のサイトであること、その近くには Ca^{2+} の欠陥が存在することを明らかにするとともに、 Ti^{4+} の 3d 軌道とリン酸の酸素の 2p 軌道とが混成して新たな準位を形成し、Ti-HAp が紫外線を吸収するようになることを考察している。

第6章「Visible light photocatalytic activity of Ti-doped hydroxyapatite ion-exchanged with Cr(III) (Cr^{3+} でイオン交換したチタンドープヒドロキシアパタイトの可視光下での光触媒活性)」では、浸漬法を用いて Cr^{3+} で Ti-HAp の Ca をイオン交換し、得られた物質の光触媒活性を評価している。浸漬する溶液の Cr^{3+} 濃度が 10^{-3} mol/L 以下の場合、Ti-HAp は、可視光照射下でアセトアルデヒドを分解し、二酸化炭素を発生させることを明らかにしている。また、浸漬する溶液の Cr^{3+} 濃度が 10^{-3} mol/L を超えると、Ti-HAp 中に交換しきれない Cr^{3+} が粒子表面で水酸化クロムを形成し、光触媒活性を低下させることを明らかにしている。

第7章「Antagonistic effect of Ti-doped hydroxyapatite for soft rot of moth orchid (チタンドープヒドロキシアパタイトを用いた胡蝶蘭の軟腐病防除効果)」では、Ti-HAp の応用として、胡蝶蘭の軟腐病に対する防除効果について検討している。Ti-HAp の散布は、胡蝶蘭の軟腐病防除に関して顕著な効果が認められ、この材料の軟腐菌に対する吸着性能と殺菌効果が、実用レベルでも有効に作用することを明らかにしている。

第8章「Summary (まとめ)」では、第1章から第7章までの内容を総括するとともに、Ti-HApの今後の研究の展望を述べている。

これを要するに本論文は、ヒドロキシアパタイトのカルシウムの一部をチタンで置換する手法により、アパタイトが本来持つ有機物の吸着性能を維持しつつ、光触媒活性を付与することに成功し、得られた材料の特性とその発現機構を明らかにしたものであり、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。