

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Photocatalytic degradation of pharmaceuticals in water containing natural organic matter using magnetic carbon nanotube-TiO ₂ composite
著者(和文)	AWFADion
Author(English)	Dion Awfa
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11356号, 授与年月日:2019年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉村 千洋,藤井 学,鼎 信次郎,竹村 次朗,大川原 真一
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11356号, Conferred date:2019/12/31, Degree Type:Course 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

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	AWFA Dion	
論文審査 審査員		氏名	職名		
	主査	吉村 千洋	准教授	大川原真一	特任教授
	審査員	藤井 学	特任准教授		
		鼎 信次郎	教授		
竹村 次朗		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Photocatalytic degradation of pharmaceuticals in water containing natural organic matter using magnetic carbon nanotube-TiO₂ composite (帯磁性カーボンナノチューブ・TiO₂ 複合材料を用いた天然有機物を含む水中の医薬品の光触媒分解)」と題し、英文により 6 章で構成されている。カーボンナノチューブ-TiO₂ 複合材料は紫外線および可視光の領域で光触媒活性を示し、水中の有機物を酸化分解することが知られている。しかし、その合成プロセス、触媒の水中からの分離、処理水中に含まれる天然有機物 (NOM) による反応阻害が、実用化への課題となっている。本研究は、このような課題の解決を試みたものであり、帯磁性カーボンナノチューブ-TiO₂ 複合材料 (CNT-TiO₂) の簡易生成方法の提案と、NOM 共存下における有機化合物の除去プロセスの解明を目的としており、本複合材料の適用性を高めるものである。本論文は以下のように構成されている。

1 章「Introduction (序論)」では、水利用に関する社会的課題および促進酸化処理における技術的課題を簡潔にまとめており、本論文の目的、意義、構成を述べている。

2 章「Photodegradation of pharmaceuticals and personal care products in water treatment using carbonaceous-TiO₂ composites: A review (炭素質-TiO₂ 複合材料を用いた水処理における医薬品およびパーソナルケア製品の光分解: 文献レビュー)」では、水インフラや水環境における医薬品およびパーソナルケア製品 (PPCPs) の現状、そして、そのような有機化合物の除去プロセスにおける光触媒技術の現状と展望をまとめている。

3 章「Preparation of magnetic carbon nanotube-TiO₂ for pharmaceuticals removal (医薬品除去のための帯磁性カーボンナノチューブ-TiO₂ の作成)」では、工業グレードのカーボンナノチューブを活用した CNT-TiO₂ の合成方法を提案しており、その方法で生成した複合材料の表面特性を詳細に調べた結果を示している。また、純水中での PPCPs の吸着速度・容量と光触媒酸化速度を実験的に明らかにしており、混合質量比 1:5 (MCNT:TiO₂) がカルバマゼピンの除去において最適であることを見出している。

4 章「CNT-TiO₂ photocatalytic degradation of carbamazepine: The effect of natural organic matter (カルバマゼピンの CNT-TiO₂ 光触媒分解: 天然有機物の影響)」では、国際腐植物質学会から入手した3種類の天然有機物を用いて、CNT-TiO₂ を用いた PPCPs 処理プロセスにおける天然有機物の阻害作用を解明している。まず、実験的に天然有機物の阻害作用 (インターフィルター効果、競合吸着、活性酸素捕捉効果) をそれぞれ定量評価し、また、分光蛍光光度計を活用して天然有機物中の主要成分ごとに阻害作用の程度を明らかにしている。その上で、各阻害作用が組み込まれた反応速度モデルを適用することにより、天然有機物存在下では活性酸素捕捉効果が最も重要なメカニズムであることを示している。

5 章「CNT-TiO₂ photocatalytic degradation of carbamazepine: The effect of water matrices (カルバマゼピンの CNT-TiO₂ 光触媒分解: 水質マトリックスの効果)」では、河川水および下水の二次処理水にカルバマゼピンを添加した系で実験を行い、実際の水処理に近い状態で複合材料の有効性を確認している。結果として、河川水では陸域由来の有機物が阻害作用を示す一方、下水処理水中では微生物由来の有機物が重要となること、また、その効率を電気エネルギー効率で比較しており、天然有機物を含む水質特性に応じて効率が変化することを解明している。

6 章「Conclusions and recommendations (結論および提言)」では、本研究の総括を行い、上記の複合材料が有効になる水質条件を整理した上で、今後の研究の方向性を示している。

以上を要するに、本研究は CNT-TiO₂ 光触媒分解の実用化に向けて、反応過程における天然有機物の影響を詳細に解明しており、今後、複合材料の水処理への活用や更なる材料の改良に有効となる知見を示している。よって、本論文は博士論文 (学術) として学術的・工学的に十分に価値があるものと認められる。