

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	溶存天然有機物存在下における帯磁性層状複水酸化物の抗生物質に対する選択的吸着特性
Title(English)	Selective adsorption property of magnetic layered double hydroxide for antibiotic in the presence of dissolved natural organic matter
著者(和文)	SMATAAttajaree
Author(English)	Attajaree Smata
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12253号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉村 千洋,鼎 信次郎,藤井 学,江頭 竜一,高橋 史武
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12253号, Conferred date:2022/9/22, 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	Attajaree SMATA		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	吉村千洋	教授	審査員	高橋史武	准教授
	審査員	鼎信次郎	教授			
		藤井学	准教授			
		江頭竜一	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Selective adsorption property of magnetic layered double hydroxide for antibiotic in the presence of dissolved natural organic matter」(溶存天然有機物存在下における帯磁性層状複水酸化物の抗生物質に対する選択的吸着特性)と題し、英文により6章で構成されている。水中の抗生物質の除去には吸着プロセスが有効であるが、排水処理では天然有機物(NOM)による競合吸着と多孔質の閉塞が抗生物質の除去効率を著しく低下させる。この吸着阻害に関して、層状複水酸化物(LDH)は抗生物質の選択的吸着が可能であるという報告はあるものの、その定量的な評価やLDHの物性と選択性の関係は解明されていない。そこで、本研究は、帯磁性層状複水酸化物(MLDH)を合成し、NOMを含む水からの抗生物質の吸着除去に関して、吸着効率と選択性を解明することを目的としている。本論文は以下のように構成されている。

1章「Introduction」(序論)では、水環境の抗生物質による汚染の現状、その生態リスク、また、LDHの物性と選択的吸着の可能性を簡潔に記述しており、本論文の背景、目的、構成を述べている。

2章「Review: Adsorption and selective adsorption ability of LDH for organic pollutants removal」(既往の研究: 有機汚染物質除去のためのLDHによる吸着とその選択的吸着能)では、抗生物質による環境汚染の実態、そして、層状複水酸化物の選択的吸着に関する既往の研究と知見をまとめており、その実用化に向けた課題と今後の展望をまとめている。

3章「Synthesis of magnetic-layered double hydroxide (MLDH) and its application for oxytetracycline removal from water」(帯磁性層状複水酸化物の生成とその水中からのオキシテトラサイクリン除去への応用)では鉄:マグネシウム比(Fe:Mg比)を変化させて1段階ソルボサーマル合成法を用いて複数のLDHを生成している。本手法で生成したLDHが帯磁性であることを確認した上で、オキシテトラサイクリン(OTC)を対象とした吸着実験の結果として、従来の2段階合成法に比べて約2倍の吸着容量を有すること、また、Fe:Mg比を1:3として生成したMLDH(MLDH13)によって、OTCの吸着容量が最大(217mg/g)となることを示している。

4章「Size-based selectivity of magnetic-layered double hydroxide (MLDH) for efficient removal of oxytetracycline in the presence of natural organic matter」(天然有機物存在下でのオキシテトラサイクリンの効率的除去に向けた帯磁性層状複水酸化物(MLDH)のサイズに基づく選択性)では、競合吸着実験を各種条件で行い、そのモデル化と選択性の定量評価を行っている。その結果、NOM存在下でのOTCの選択性は、Fe:Mg比と正の相関関係にあること、つまり、MLDHの層間距離がOTCの選択性と対応していることを示している(相関係数:0.87~0.94)。その上で、競合吸着モデルの適用および分子量分布解析の結果から、Fe:Mg比が1:3の場合にOTC吸着における選択性指標が1.0以上であり、かつ、OTCの最大吸着効率が217 $\mu\text{mol/g}$ 以上であることから、このMLDHがNOM存在下においても有用な吸着剤であることを示している。

5章「Evaluation of selective adsorption of layered double hydroxide composites for antibiotics in practical conditions」(実用環境下における層状複水酸化物複合体の抗生物質に対する選択的吸着の評価)では、上記のMLDHと既報のLDHおよびLDH複合体を対象として、NOM共存下での抗生物質除去およびその選択性を定量評価している。10種類のNOMが203種類の抗生物質の吸着に及ぼす影響を評価した結果、すべてのLDHコンポジットの吸着選択性を示す相対感度は0.4~0.6の範囲であり、その中でMLDH13は59%の抗生物質種に対して選択吸着を示す可能性を示している。また、LDHの表面電荷とpHの関係からもLDHの有用性を整理しており、それらの知見を集約する形で、LDHの選択的吸着特性を有用性の高い図で提示している。

6章「Conclusions and recommendations」(結論および提言)では、本研究の総括を行うとともに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1段階合成法による磁性化、そして、Fe:Mg比に着目することでLDHの層間距離の制御が可能であり、その物性を活用することでNOMによる吸着阻害を低減し、微量有機汚染物質の選択的吸着が可能であることを示している。NOMの定量方法には課題が残るものの、本研究はLDHを用いた機能性吸着剤の開発において基盤的知見を示しており、高度水処理の1つの選択肢として有益な内容である。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。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。