

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Marine Biodegradability of Bio-Based Plastics and Chemically Modifiable Polyhydroxyalkanoates
著者(和文)	QIEZihan
Author(English)	Zihan Qie
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第355号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:柘植 文治,福居 俊昭,児島 千恵,林 智広,田中 祐圭
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第355号, Conferred date:2025/3/26, 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	Qie Zihan	
論文審査 審査員		氏名	職名		
	主査	柘植 丈治	教授	田中 祐圭	准教授
	審査員	福居 俊昭	教授		
		児島 千恵	教授		
	林 智広	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Marine Biodegradability of Bio-Based Plastics and Chemically Modifiable Polyhydroxyalkanoates” (バイオベースプラスチックおよび化学修飾可能なポリヒドロキシアルカン酸の海洋生分解性) と題し英語で書かれ、全5章から構成されている。

Chapter 1 “General introduction”では、現在、重大な環境問題の一つであるプラスチックによる海洋汚染について言及している。一方でプラスチックの原料は、石油から再生可能なバイオマスへの転換が望まれている。このような背景から、バイオマスを原料とした生分解性プラスチックの利用拡大が期待されているが、これらプラスチックの海洋生分解性に関する知見は少なく、かつ、生分解速度を制御する技術は発展途上であると述べている。そして本論文の目的として、海洋生分解性を有するバイオベースプラスチックに対して、材料の表面を化学的に修飾することで、生分解速度を制御するための基礎的な知見を得ることと述べている。

Chapter 2 “Biodegradation test of various commercial bio-based plastics in seawater”では、市販の生分解性プラスチックに対して、海水中での重量減少測定、表面形態分析、微生物群集解析を通じて、分解挙動の違いを調査している。その結果、3-ヒドロキシ酪酸 (3HB) を主成分とするポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) が深層水中で速く分解され、化学合成系の生分解性プラスチックでは表層水中でやや分解されるものの、その分解速度は非常に遅いことを明らかにしている。さらに 3HB ベース PHA は、海水由来の微生物によって CO₂ にまで分解されることを示している。これらにより、分解速度制御のための基盤材料には、化学修飾可能な 3HB ベース PHA が適していると提案している。

Chapter 3 “Biodegradability of oxidized films of polyhydroxyalkanoate copolymers containing 2-hydroxy-4-methylthiobutyrate unit in seawater”では、側鎖に化学修飾が可能な PHA として、L-メチオニンを前駆体として生合成が可能な 2-ヒドロキシ-4-メチルチオ酪酸 (2H4MTB) 含有 3HB ベース PHA に着目している。生合成した PHA をフィルムに加工し、過酸化水素水を用いた酸化処理により、側鎖の-S-が-SO-と-SO₂-に変換され、表面親水性が増すことを示している。海水中で酸化および非酸化フィルムの生分解を比較し、深層水に浸漬したフィルムは重量減少が大きく、かつ、酸化フィルムはより速く分解されることを明らかにしている。これらフィルムの表面形態分析および微生物群集解析により、酸化と非酸化フィルムでは分解挙動が異なることを示している。この結果から、表面親水性よりも表面の結晶性が生分解速度に与える影響が大きいことに言及している。

Chapter 4 “Biosynthesis and biodegradability of polyhydroxyalkanoate copolymers containing 2-hydroxy-3-(4-hydroxyphenyl)propionate unit”では、化学修飾が可能な新規 PHA として、L-チロシンを前駆体として生合成が可能な 2-ヒドロキシ-3-(4-ヒドロキシフェニル)プロピオン酸 (2H3PhOHP) 含有 3HB ベース PHA に着目している。まず、生産方法の検討を行い、2H3PhOHP を含むポリマーを合成することに成功している。2H3PhOHP は側鎖にヒドロキシフェニル基を有するため、得られた PHA にはガラス転移温度の上昇と表面の親水化が観察され、そして実際に水酸基の化学修飾が可能であることを示している。さらには海水中で生分解比較を行い、2H3PhOHP の導入効果を検証している。

Chapter 5 ”Conclusion”では、本研究で得られた知見をまとめ、本論文の結論を述べている。これを要するに本論文は、バイオベースプラスチックにおける分解速度制御法の確立を目的として、化学修飾が可能な PHA に着目して、その生合成法の開発と海水を用いた生分解試験を行い、材料の表面構造と海洋生分解に関する新たな知見を得たものであり、工学上および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な価値があるものと認められる。