

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Effective Bioprocessing for Production of Polyhydroxyalkanoates with Tunable Properties
著者(和文)	MFADZIL FAKHRUL
Author(English)	Mohd Fadzil Fakhru Ikhma Bin
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11281号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:柘植 文治,北本 仁孝,林 智広,曾根 正人,福居 俊昭,阿部 英喜
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11281号, Conferred date:2019/9/20, 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

(博士課程)

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	Fakhrul Ikhma Bin Mohd Fadzil		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	柘植 丈治	准教授		福居 俊昭	教授
	審査員	北本 仁孝	教授	審査員	阿部 英喜	特定教授
		曾根 正人	教授			
		林 智広	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Effective Bioprocessing for Production of Polyhydroxyalkanoates with Tunable Properties”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、本研究の背景として、海洋分解性を示す生分解性プラスチックであるポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) の特徴や微生物を用いた生産方法について概観している。なかでも、エラストマータイプの PHA については、効率的な生産方法が確立されていない点に着目し、その必要性について言及している。そして本論文の目的として、軟質系のエラストマー-PHA を効率的に生合成する方法を確立し、さらには既存の硬質系 PHA とのブレンドにより材料物性の向上にむけた新たな知見を得ることと述べている。

Chapter 2 “Effective Production of Mcl-PHA Homopolymer”では、低結晶性のエラストマー-PHA としてポリ (3-ヒドロキシデカン酸) ホモポリマーに着目し、遺伝子組換え大腸菌を用いた効率的な生合成方法の開発について検討を行っている。モノマー前駆体として使用する脂肪酸 (デカン酸) が PHA 生産宿主である大腸菌の生育を阻害するため、効率的な生産法を確立するためには、脂肪酸濃度を低く維持しながら培養を行う必要がある。そこで、低濃度の脂肪酸を複数回に分けて添加することで生育阻害を回避することを検討したが、主炭素源として与えたグルコースが脂肪酸よりも資化速度が速いため、系内における二成分の基質濃度を適切に制御することができず、高生産化には至らなかった。そこで、グルコースも脂肪酸と同じく複数回に分けて添加することにより両基質濃度を適切に制御することに成功し、菌体増殖およびポリマー生産量が大幅に改善される結果を得ている。また、この知見をもとにジャーフェーマンターを用いた培養のスケールアップについても検討を行っている。

Chapter 3 “Efficient Production of P(3HB-co-3HHx) with High 3HHx Fraction”では、3-ヒドロキシヘキサン酸 (3HHx) ユニットを含む共重合体ポリ (3-ヒドロキシブタン酸-co-3HHx) [P(3HB-co-3HHx)]の効率的な生合成法の開発に取り組んでいる。既に確立されている P(3HB-co-3HHx)合成法では、3HHx 分率が低い硬質系の共重合体しか合成できないため、ここでは、3HHx 分率を高めた軟質系ポリマーの生産法開発を主たる目的としている。そして、変異体酵素を発現させた遺伝子組換え大腸菌を育種することで、3HHx 分率が 28 mol%の共重合体の合成に成功している。さらには、パーム核油精製工程の副産物である遊離脂肪酸を炭素源として、遺伝子発現のための誘導剤や抗生物質などを必要としない生産法へと改変を加えている。これらの知見は、軟質系 PHA の合成のみならず、ポリマー生産におけるコスト競争力の強化にも資するものと述べている。

Chapter 4 “Characterization of P(3HB-co-3HHx) Containing High 3HHx Fractions and Their Blending Studies”では、既存 PHA と軟質系 PHA の高分子ブレンドによる材料物性の向上について検討を行っている。組成が異なる二種類の P(3HB-co-3HHx)のブレンドにおいては、お互いの共重合組成に大きなひらきがある場合には複数のガラス転移温度が観察され、非相溶性であることが示唆された。一方で、共重合組成に大きなひらきがあっても、一方のポリマーの分子量が小さければ、相溶性を示し熱物性の制御が可能であることを示した。これらの結果から、高分子ブレンドにより材料物性を向上させるためには、分子量を制御しながら PHA を生合成することが重要であると言及している。また、このような低分子量ポリマーは、培養時にアルコール化合物を共存させることで生産が可能であると述べている。

Chapter 5 “General Conclusion”では、本研究で得られた知見をまとめ、本論文の結論とともに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、実用的な生分解性バイオマスプラスチックを創成する観点から、エラストマータイプの PHA に着目して研究を行い、軟質系 PHA の効率的および実用的な合成法を確立し、これらポリマーをブレンドすることで物性向上のための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。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(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。