



Title	Bacterial cellulose-based functional composites with enhanced mechanical properties
Author(s)	Wang, Qidong
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70747
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (WANG QIDONG)

Title

Bacterial cellulose-based functional composites with enhanced mechanical properties

(バクテリアセルロースを基盤とした高強度機能性複合材料の開発)

Abstract of Thesis

This doctoral thesis focuses on the preparation of bacterial cellulose-based functional composites with enhanced mechanical properties. This thesis contains 3 chapters.

In Chapter 1, it deals with the unique morphology and properties of methylene diphenyl diisocyanate (MDI)-modified bacterial cellulose/poly(*N*-isopropylacrylamide) (BC/PNIPAAm) composite hydrogel prepared by in situ polymerization method. The influence of the molar ratio of MDI/glucose unit of BC on the properties of the resulting hydrogel was investigated. After the MDI modification, the BC/PNIPAAm composite hydrogel could preserve the unique layered (known as anisotropic) structure, which led to the anisotropic thermo-sensitive property. The mechanical property and responsive rate to temperature change of the obtained composite hydrogels were also carefully discussed.

In Chapter 2, methylene diphenyl diisocyanate (MDI)-modified bacterial cellulose (BC)/silica composite aerogel was prepared by a facile sol-gel process followed by freeze-drying. Pristine BC aerogel and BC/silica aerogel without modification were also fabricated for comparison with MDI-BC/silica aerogel. The influence of the presence of BC matrix as well as MDI modification on the mechanical properties was studied focusing on the compressive strength and shape-recovery capability. Furthermore, the oil absorption ability and recyclability of the obtained composite aerogels were also investigated. The present hydrophobic MDI-BC/silica aerogel with reinforced physical properties has potential as oil sorbent for oil/water separation.

In Chapter 3, a facile and cost-effective method was developed to prepare transparent bacterial cellulose/atactic polypropylene (BC/at-PP) composite film by a simple “sandwich” hot-press process. With a typical three-layered structure wherein one BC layer was sandwiched between two layers of at-PP resin, the present composite film exhibited good hydrophobicity. The effect of combination between BC and at-PP was studied to reveal the changes in transparency and mechanical properties of the composite film. Based on the good features, the BC/at-PP composite film holds tremendous potential as transparent film for food packaging and optoelectronics applications.

In conclusion, three types of functional composites were successfully prepared from BC and other functional materials. BC in different forms (hydrogel, aerogel and film) were used as matrix to prepared MDI-BC/PNIPAAm hydrogel, MDI-BC/silica aerogel and BC/at-PP film with high mechanical strength. With desired functional properties, these BC-based functional composites would find promising applications in various fields.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (WANG QIDONG)			
論文審査担当者		(職)	氏 名
	主 査	教授	宇山 浩
	副 査	教授	能木 雅也
	副 査	教授	林 高史
	副 査	教授	南方 聖司
	副 査	教授	桑畑 進
	副 査	教授	古澤 孝弘
	副 査	教授	井上 豪
	副 査	教授	町田 憲一

論文審査の結果の要旨

本論文は、バクテリアセルロースを基盤とした高強度機能性複合材料の開発に関する研究成果をまとめたものであり、その内容を要約すると以下のとおりである。

第 1 章では、バクテリアセルロース (BC)と温度応答性高分子ゲルであるポリ(*N*-イソプロピルアクリルアミド) (PNIPAAm)ゲルとの複合化により、ユニークな形態と性質を持つ BC/PNIPAAm 複合ゲルを作製している。BC のグルコースユニットに対するメチレンジフェニルジイソシアネート (MDI)の修飾量が複合ゲルの性質に与える効果について詳細に検討している。MDI 未修飾の BC と PNIPAAm ゲルを複合化すると BC 由来の積層構造が消失したが、MDI 修飾 BC との複合ゲルは積層構造を保持しており、温度変化に応答して異方的な膨潤収縮挙動を示すことを明らかにしている。PNIPAAm ゲルと比較して、複合化により機械的強度や膨潤収縮の応答速度も改善されている。

第 2 章では、簡便なゾルーゲル反応と凍結乾燥により、MDI 修飾 BC (MDI-BC)/シリカ複合エアロゲルを作製している。BC エアロゲル、BC/シリカエアロゲル、MDI-BC/シリカエアロゲルをそれぞれ作製し、MDI-BC/シリカエアロゲルは圧縮強度及び形態の復元能力が他のエアロゲルと比較して優れていることを示している。さらに、高いオイル吸収能と再利用性についても詳細に検討しており、機械的強度が改善された疎水性の MDI-BC/シリカエアロゲルは油水分離材料として有効であることが示されている。

第 3 章では、BC とアタクチックポリプロピレン (*at*-PP)をサンドイッチ構造で熱圧縮するというきわめて簡便な手法を用いて、透明な BC/*at*-PP フィルムを作製する方法を述べている。BC フィルムは、機械的強度は高いが白濁した薄膜であり、*at*-PP フィルムは、透明ではあるが強度が著しく低かった。そこで本章では、BC と *at*-PP との複合化が透明性と機械的強度へ与える効果について詳細に検討している。BC 層を内部、2 枚の *at*-PP 層を外部にしたサンドイッチ構造を作製することで、高透明性と高強度を同時に達成している。また、親水性の BC は内部に導入されているため、表層部分は疎水性を示したことから、食品包装材等への応用が期待される。

以上のように、本論文では BC を基盤として複合材料を作製し、機械的強度を兼ね備えた高機能性複合材料を創製した。ハイドロゲル、エアロゲル、フィルムの 3 種類の形態を持つ複合材料のいずれの場合にも、BC と複合化することで機械的強度が改善され、それぞれのマトリックスに起因するユニークな物性が発現した。このような高強度機能性複合材料は、幅広い工業分野での応用が期待できる。よって、博士論文として価値あるものと認める。