OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Studies on Sustainable and Practical Materials Based on Polysaccharides
Author(s)	原田, 信幸
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/87733
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　原　田　信　幸　）	
論文題名	Studies on Sustainable and Practical Materials Based on Polysaccharides （多糖類を基盤とする持続可能で実用的な材料に関する研究）

論文内容の要旨

本論文は、持続可能なポリマーの実用化にはコストが重要であるという調査事実に基づき、廃棄物のないプロセスでの安価な原材料の使用と有害な廃棄物の価値化という戦略の下、多糖類の代表として安価な澱粉と酢酸セルロース（CA）を原料とする実用的な材料の創出に関する研究成果についてまとめたものであり、その内容の要約は以下である。

第1章では、澱粉から、廃棄物を出さずに水膨潤性の加工澱粉粒子に変換する方法を見出した。加工澱粉粒子は、澱粉、尿素、およびリン酸水溶液の混合物からなるゲル粒子を加熱することによって高い反応率で調製され、吸水能力とせん断弾性率の優れたバランスを示した。植物の成長に対するヒドロゲルの影響は、肥料管理法に基づく播種試験によって試験され、洗浄工程を含まず廃棄物のないグリーンな加工澱粉粒子は、市販のポリ（アクリレート）ベースの吸水性樹脂粒子（SAP）よりも優れた結果を示した。

第２章では、貧溶媒誘導相分離（NIPS）法を介して、酢酸セルロース（CA）溶液から3次元的に相互接続された多孔質構造を持つマクロ多孔質セルロースビーズ（MCB）を一段階で得る方法を見出した。得られたビーズは、おむつに使用されている綿毛パルプと同じ速さで水分を吸収し、ビーズの吸水性と剛性は、調製時にCA濃度を変えるだけで制御可能であった。使用済み煙草フィルターから回収されたCAでも同様の結果が得られ、この手法が廃棄物の価値化戦略に適用できることも示した。

第３章では第２章のMCBの調製方法を拡張し、活性炭（AC）を含むセルロース系多孔質ビーズ（ACPB）を合成し、ACPBが有害色素を吸着除去でき、3回にわたる吸着/脱着サイクル後でも元の形状と吸着容量を保持することを見出した。更にACPBが混合ガスから悪臭ガスを効率的に除去することも確認した。

第4章では、第1章で説明した方法を第2章のセルロースビーズに適用することにより、セルロースベースの水膨潤性ヒドロゲル形成多孔質セルロースビーズ（HFPCB）を合成した。HFPCBは処理中に相互接続された多孔質構造を維持し、脱イオン水中で約50 g / gの最大遠心分離機保持容量を示した。多孔性の構造にもかかわらず、HFPCBは膨潤状態で数十キロパスカルの圧縮強度を有していた。

第5章では、コロナウイルスのパンデミックは依然として人類に脅威をもたらし、パンデミックの蔓延を防ぐ方法が待たれていることから、可視光を照射すると一重項酸素($^1O_2$)を放出することが既に知られている光増感剤(PS)を含むCAフィルムを使用し、人の皮膚への$^1O_2$の浸透可能性を調べた。結果は放出された$^1O_2$が皮膚に浸透する可能性が非常に低く、フィルムが人体にとって安全であることを示した。

第6章では、ウイルスの不活化機能を有する光学的に透明で耐久性のあるフィルムを、フェノキシ置換フタロシアニン亜鉛（PPcZn）をCAフィルムに組み込むことによって開発した。このフィルムは、可視光照射下で$^1O_2$を生成し、その表面に付着したウイルスを不活性化した。6ヶ月の室内暴露後でも、$^1O_2$発生能力、透明性、機械的強度の点で優れた耐久性を維持した。この自己消毒性フィルムはさまざまな形状に簡単に加工することができ、抗ウイルス性が求められる消費材包装等への応用が期待できる。

以上、この論文は、これからのバイオマス由来材料開発にとっても有望な、廃棄物のないプロセスと有害な廃棄物の価値化という2つの戦略の下で、様々な持続可能な実用的な材料を製造する方法を実証したものである。

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　原田　信幸　）		
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主査　教授	宇山　浩
	副査　教授	佐伯　昭紀
	副査　教授	藤内　謙光
	副査　教授	桑畑　進
	副査　教授	林　高史
	副査　教授	今中　信人
	副査　教授	中山　健一
	副査　教授	櫻井　英博
	副査　教授	南方　聖司
	副査　教授	能木　雅也
	副査　教授	古澤　孝弘

論文審査の結果の要旨

本論文は、持続可能なポリマーの実用化にはコストが重要であるという調査事実に基づき、廃棄物のないプロセスでの安価な原材料の使用と有害な廃棄物の価値化という戦略の下、多糖類の代表として安価な澱粉と酢酸セルロース（CA）を原料とする実用的な材料の創出に関する研究成果についてまとめたものであり、その内容の要約は以下である。

第１章では、澱粉から、廃棄物を出さずに水膨潤性の加工澱粉粒子に変換する方法を見出している。加工澱粉粒子を、澱粉、尿素、およびリン酸水溶液の混合物からなるゲル粒子を加熱することによって高い反応率で調製し、それは吸水能力とせん断弾性率の優れたバランスを示している。植物の成長に対するヒドロゲルの影響は、肥料管理法に基づく播種試験によって試験され、洗浄工程を含まず廃棄物のないグリーンな加工澱粉粒子は、市販のポリ（アクリレート）ベースの吸水性樹脂粒子（SAP）よりも優れた結果を示すことを明らかにしている。

第２章では、貧溶媒誘導相分離（NIPS）法を介して、酢酸セルロース（CA）溶液から３次元的に相互接続された多孔質構造を持つマクロ多孔質セルロースビーズ（MCB）を一段階で得る方法を見出している。得られたビーズは、おむつに使用されている綿毛パルプと同じ速さで水分を吸収し、ビーズの吸水性と剛性は、調製時にCA濃度を変えるだけで制御可能である。使用済み煙草フィルターから回収されたCAでも同様の結果が得られ、この手法が廃棄物の価値化戦略に適用できることも見出している。

第３章では第２章の MCB の調製方法を拡張し、活性炭（AC）を含むセルロース系多孔質ビーズ（ACPB）を合成し、ACPBが有害色素を吸着除去でき、3回にわたる吸着/脱着サイクル後でも元の形状と吸着容量を保持することを見出している。更にACPBが混合ガスから悪臭ガスを効率的に除去することも確認している。

第４章では、第 1 章で説明した方法を第 2 章のセルロースビーズに適用することにより、セルロースベースの水膨潤性ヒドロゲル形成多孔質セルロースビーズ（HFPCB）を合成している。HFPCB は処理中に相互接続された多孔質構造を維持し、脱イオン水中で約 50 g / g の最大遠心分離機保持容量を示している。多孔性の構造にもかかわらず、HFPCB は膨潤状態で数十キロパスカルの圧縮強度を有することも確認している。

第５章では、コロナウイルスのパンデミックは依然として人類に脅威をもたらし、パンデミックの蔓延を防ぐ方法が待たれていることから、可視光を照射すると一重項酸素($^1O_2$)を放出することが既に知られている光増感剤(PS)を含む

CA フィルムを使用し、人の皮膚への $^1O_2$ の浸透可能性を調べている。結果は放出された $^1O_2$ が皮膚に浸透する可能性が非常に低く、フィルムが人体にとって安全であることを証明している。

第６章では、ウイルスの不活化機能を有する光学的に透明で耐久性のあるフィルムを、フェノキシ置換フタロシアニン亜鉛（PPcZn）を CA フィルムに組み込むことによって開発している。このフィルムは、可視光照射下で $^1O_2$ を生成し、その表面に付着したウイルスを不活性化できることを実証している。６ヶ月の室内暴露後でも、$^1O_2$ 発生能力、透明性、機械的強度の点で優れた耐久性を維持することも確認している。この自己消毒性フィルムはさまざまな形状に簡単に加工することができ、抗ウイルス性が求められる消費材包装等への応用が期待できる。

以上のように、本論文は、これからのバイオマス由来材料開発にとっても有望な、廃棄物のないプロセスと有害な廃棄物の価値化という２つの戦略の下で、様々な持続可能な実用的な材料を製造する方法を実証している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。