

## ■ 研究課題名

### セルロース系バイオマスの複合的変換技術の開発

## ■ 研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①セルロース系バイオマス変換システムの設計と酵素処理技術の開発  
（◎天野 良彦／国立大学法人信州大学）
- ②高圧水熱反応プロセス制御とリグノセルロース分離技術の開発  
（木下 晋、藤堂 洋子／株式会社東芝）
- ③β-オリゴ糖生産のための酵素変換技術の開発  
（柏木 豊／（独）農研機構 食品総合研究所）
- ④セルロース系バイオマス資源より得られるβ-オリゴ糖類の開発  
（進士 和典、鈴木 雅之／物産フードサイエンス株式会社）

## ■ 研究の目的

これまで利用されなかったキノコ栽培後の使用済み培地などの地域セルロース系バイオマスを、産業素材として利用するため、高効率で可溶化する要素技術を開発しシステム化するとともに、変換素材を電機産業用絶縁構造材料および機能性の食品素材として利用するための応用技術を開発する。最終的には地域バイオマス資源を有効利用することにより、わが国の環境保全と資源開発問題の解決等に寄与し、新規事業の創出に資する。

## ■ 主要な成果

- ①バイオマス変換システムの要素技術として、セミパイロットスケールの連続式高圧水熱反応装置（リアクター：図1）を開発し、安定的な連続運転技術を確立した。長野県で豊富に存在する地域バイオマス資源であるキノコ栽培の使用済み培地の処理では、190℃、10分間の処理において、糖質の回収率が最大となることを明らかにした。また、その際のバイオマス（コーンコブ）の細胞壁成分の可溶化（構造変化電顕観察：図2）の反応速度論的な考察と、エネルギーおよび物質収支におけるデータを蓄積した。
- ②水熱反応により得られる残渣成分の電気機器分野でのプラスチック材料としての適用技術を開発した。電気機器のプラスチック材料は、家電やPC用筐体から数万ボルトクラスの発電所で用いられる構造材料などまで多岐にわたる。本研究では、過酷な条件で用いられる高電圧機器の絶縁部材である真空遮断器の絶縁部材（図3）とポリマー碍子（図4）の作製に成功した。石油由来材料を削減した環境調和型材料を採用した製品の開発実績は、この分野にとどまらず民生用電気機器への応用も期待できる。
- ③上記の可溶化反応から、特徴的な重合度分布を持つキシロオリゴ糖（図5）の製造・精製技術を確立し、食品グレードのキシロ糖の製造に成功した。また、種々の重合度のキシロオリゴ糖の調製が可能となり、これら糖質の安全性と腸内環境を整える整腸作用効果を確認した。さらに、上記の糖質の糖アルコール化の技術を確立し、重合度の大きな糖質の可溶化率を向上させることができた。
- ④水熱反応で得られた可溶化糖質を酵素変換するための酵素（セロビオースホスホリラーゼ）を、遺伝子組換え技術により大量に生産し、それを固定化する技術を確立した（図7）。また、水熱反応と酵素反応から得られるセロビオースとキシロースから、グリコシルキシロース（GX）（図6）を大量に合成する手法を確立した。
- ⑤最終的に、上記のような地域のバイオマス資源を活用し、バイオマス成分をカスケード的に利用する新たな複合変換システムを構築することができた。

## ■ 公表した主な特許と論文

- ①特願 2007-095544：バイオマス処理用連続式高圧水熱反応装置：物産フードサイエンス株式会社および国立大学法人信州大学
- ②特願 2008-218349：絶縁構造材料およびその製造方法：株式会社東芝
- ③Y. Kashiwagi, *et al.*：High-throughput genotyping of filamentous fungus *Aspergillus oryzae* based on colony directed polymerase chain reaction, *J. Biosci. Bioeng.*, 102, 572-574 (2006).
- ④Y. Amano, *et al.*：Recovery of soluble sugars from waste medium for Enokitake (*Flammulina velutipes*) mushroom cultivation with hydrothermal reaction and enzyme digestion, *J. Appl. Glycosci.*, 53, 261-266 (2006).

## ■ 今後の展開方向

### ① バイオマス変換システム

開発した変換システムは、キノコ栽培使用済み培地以外にも適応が可能であり、化石資源に依存してきた材料開発に貢献し、環境問題の解決に資するものと考えられる。連続式の水熱反応機は、パイロットプラントの100倍程度の処理能力を持つ実用機を設計中であり、将来のプラント化を模索している。

### ② 絶縁構造材料への利用

今回対象としたエポキシや不飽和ポリエステル絶縁材料以外のプラスチックへ適用することにより、本分野における環境負荷の低減に貢献できる。今後、事業化に向けて導入する絶縁構造材料分野を検討する予定である。

### ③ 機能性糖質分野での応用

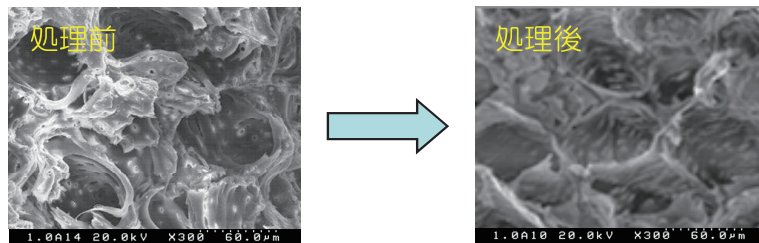
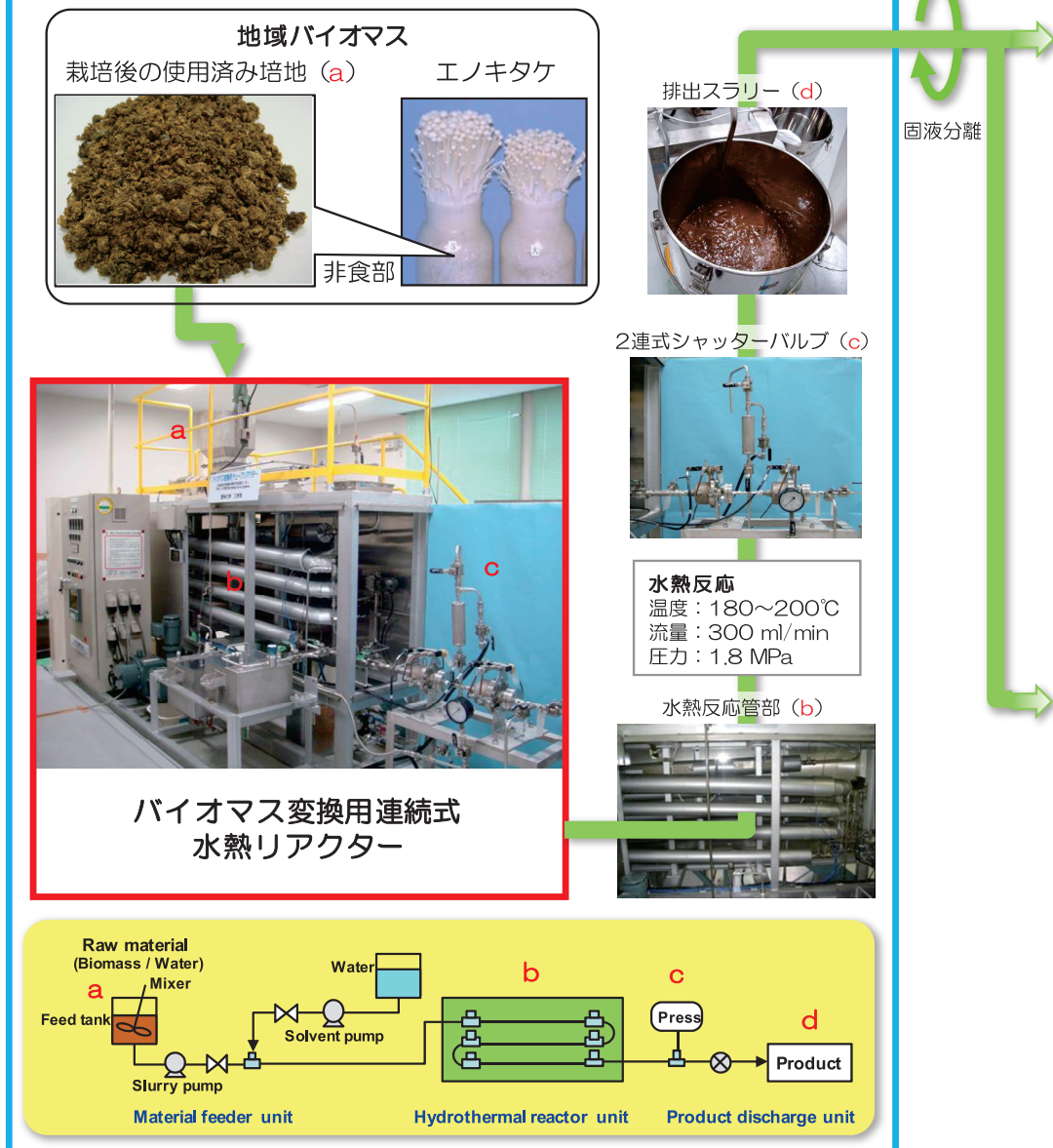
水熱反応により製造されたキシロオリゴ糖やバイオリアクターにより製造されたグルコシルキシロースの安全性が証明されたことにより、新しい機能性糖質のマーケットを開拓し、産業化を図る。

## ■ 問い合わせ先

- ① バイオマス変換システム：国立大学法人信州大学  
(026-269-5394、yoamano@shinshu-u.ac.jp)
- ② 絶縁構造材料への利用：株式会社東芝  
(042-333-2548、yoko.todo@toshiba.co.jp)
- ③ 機能性糖質分野での応用：物産フードサイエンス株式会社  
(0562-55-1629、m-suzuki@bfsci.co.jp)

■ 研究成果の具体的図表

バイオマス変換用連続式水熱リアクターによる可溶化 (図1)



コーンコブ細胞壁の構造変化 (図2)

