

# 粘土と粉碎処理を組み合わせた木質バイオマスの糖化法

粘土粉碎法による低分子化セルロースの製造方法の開発（令和4年度）

材料技術部 ○森武士、小川雄太、近藤永樹、松嶋景一郎

## 1. はじめに

現代社会において、燃料やプラスチック・繊維といった生活必需品は、石油から製造する技術「オイルリファイナリー」によってつくられている。しかし、大量の二酸化炭素を排出するため、代替技術の開発が求められている。近年、この代替技術として「バイオリファイナリー」が注目されている。セルロースなどの再生可能資源から生活必需品を製造する技術である。セルロースは、すべての植物の主成分であり、植物が空気中の二酸化炭素から光合成で作る天然高分子である。これを原料として生活必需品を製造できれば、製造過程における二酸化炭素の排出量を見かけ上ゼロにできる可能性がある（カーボンニュートラル）。セルロースが含まれる有機未利用資源の一つに、間伐材などの木質バイオマスが挙げられる。セルロースを原料としたバイオリファイナリーの第一工程は糖化と呼ばれ、セルロースを水に可溶性オリゴ糖に分解する（図1）。既存の手法では、硫酸を用いた化学的処理や、酵素を用いた生物的処理が行われるが、環境負荷や製造コストの面で課題があり、事業化は容易ではない。

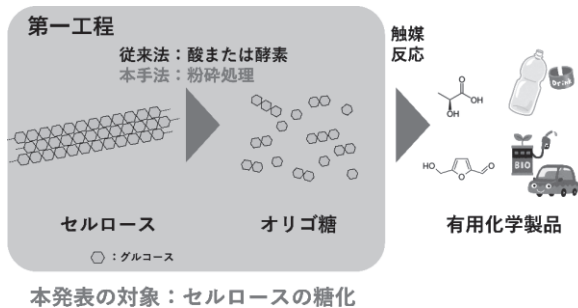


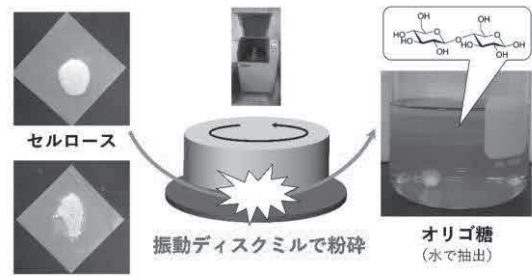
図1 セルロースを有用化学製品に変換する製造プロセスのイメージ（第一工程が本手法による糖化工程）

## 2. 粘土と粉碎処理を組み合わせた糖化法

本発表では、従来の化学反応や生物反応では無く、セルロースに機械的エネルギーを加えて、オリゴ糖を製造する手法（メカノケミカル処理）を報告する。具体的には、セルロースに粘土を加えて粉碎処理を行う。粘土には、セルロースを分解する酸触媒の機能があるが、この機能を機械的エネルギーにより促進する。従来の手法と異なり、硫酸を含む廃液が発生しないため、環境負荷が小さい。酵素などの高価な試薬を用いる必要もないので、安価に製造できる。

## 3. 新手法によるオリゴ糖の製造

セルロースと粘土の混合粉末を粉碎し、この粉碎物を水中に入れて攪拌すると、セルロースが分解してで



きたオリゴ糖が水に溶け出す。ろ過等により粘土を除去すると、製品であるオリゴ糖の水溶液が得られる。得られたオリゴ糖の量を測定したところ、原料のセルロースのうち、約96%がオリゴ糖に変換できていることがわかった。粉碎処理をせず、粘土だけでセルロースを分解しようとする、200℃程度まで加熱する必要がある（*Applied Clay Science* 188 (2020) 105512）。一方、今回のケースでは、粉碎時に発生する機械的応力が反応を促進したため、加熱無しでもセルロースの分解が進んだと考えられる。本手法は、振動ディスクミルと呼ばれる粉碎装置を用いていることも特徴の一つである。従来のボールミル等の粉碎装置は衝撃力で粉碎を進めるのに対し、本装置は強力なせん断応力により粉碎を進める（図3）。このせん断応力により粘土が微細化し、セルロースとの接触面積が増えることで、セルロースの分解が効率よく進んだと考えられる。

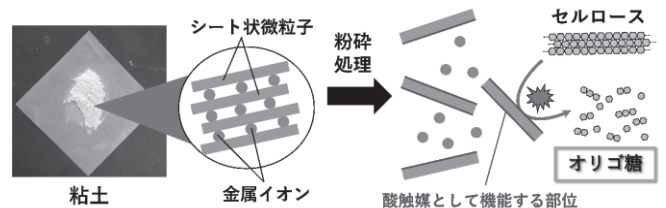


図3 せん断応力による粘土の微細化

## 4. おわりに

粉碎処理を用いて、セルロースからオリゴ糖を製造する手法を開発した。今後は、後段の触媒反応プロセスと組み合わせることで、セルロースから一貫して有用化学製品を製造できるプロセスの構築を図る予定である。北海道には、有用な天然高分子を含む有機未利用資源（カニ・エビ殻、ビート圧搾残渣等）が大量に発生し廃棄されている。すでに、セルロース以外の天然高分子（キチン、タンパク質）を低分子化することも確認できており、様々な有機未利用資源を高付加価値化するための要素技術として活用する予定である。

（連絡先：mori-takeshi@hro.or.jp）