

# 高温高压水による糖由来プラスチック原料の製造法開発

高温高压水を用いた糖質バイオマス由来プラスチック原料の製造法開発（令和6～7年度）

新技術創生研究推進室 ○小川 雄太、森 武士、松嶋 景一郎

## 1. はじめに

2050年カーボンニュートラル社会の実現に向け、日本では2030年までに国内のバイオプラスチック投入量200万tを目標としているが、2022年時点で10万t程度に留まっており、導入の促進が求められている。現状、バイオプラスチックは主に生物プロセスによって製造されており、原料の低分子化や変換などの工程に合わせた酵素が必要である。このことから、高価格化、製造量の制限、原料の多様性などに課題があり、様々な原料に対応可能な低コスト量産技術の確立が求められる。

そのようななか、当場では高温高压水を用いた単糖からバイオプラスチック原料への高収率な変換を報告している。しかし、実装化には、多糖類からなるバイオマスを原料とする変換法の開発が必要である。本研究では、多糖類の構造の一部を反映したモデル糖を用いて、構造、化学的特性の違いが高温高压水反応に与える影響を把握することで、多糖類をプラスチック原料に変換するプロセスの構築を目指した（図1）。

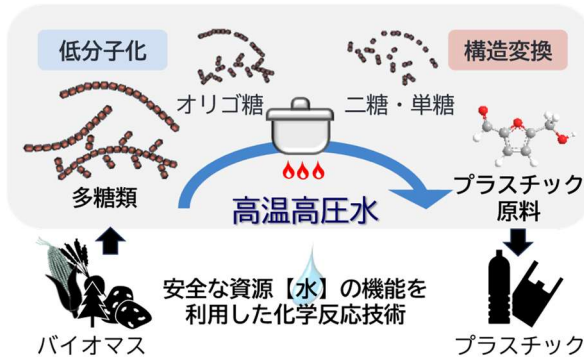


図1. 本研究の概要

## 2. 高温高压水によるモデル糖の変換挙動

モデル糖を用いた高温高压水による変換反応を反応温度180-260°C、反応圧力5MPa、反応時間5-30minで行った。単糖のモデル糖として、天然に存在する多糖類の多くを構成するグルコース、ガラクトース、マンノース、フルクトースや柑橘類に含まれる多糖類（ペクチン）のモデル糖となるグルクロン酸（ウロン酸の一つ）を検討した。また、二糖のモデル糖として、セルロースの構成糖であるセロビオース、でんぷんの構成糖であるマルトース、その他、食品等に含まれる糖としてラクトース（牛乳に含有）、スクロース（甜菜）、トレハロース（ライ麦）、メリビオース（甜菜、大豆）を検討した。

単糖の変換を検討した結果、グルクロン酸以外の単糖ではプラスチック原料となるヒドロキシメチルフルフラール（HMF）が生成したが、グルクロン酸では脱炭酸反応が優先的に進行し、HMFが生成しなかった。そのため、ウロン酸を含まない糖の検討を優先した。

次に、二糖の変換を検討した結果、200°Cの反応条件において、糖の種類や結合位置に起因する変換挙動の差がみられた（図2左）。しかし、反応条件を高温にすることで、用いたすべての糖が同様の挙動で変換できることを見出した（図2右）。このことから、高温での変換は原料の糖の構成に依存せず変換できる可能性があり、糖の種類にあわせて分解酵素の選択が必要な生物プロセスと比べて、高温高压水反応に利点があると考えられた。

## 3. 有機酸添加の効果

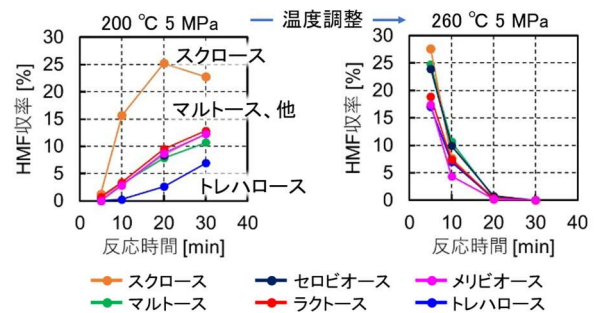
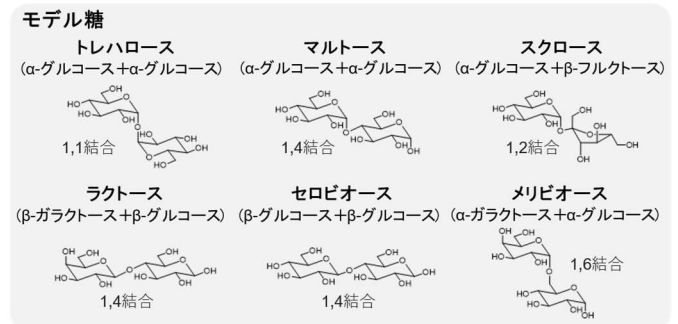


図2. モデル糖の変換挙動

次に、天然物に含まれる有機酸を加えて高温高压水変換反応を行った。上記検討を基に、原料の二糖には天然に多く存在する安価なマルトースを用いた。有機酸としてグリコール酸（甜菜）、リンゴ酸（リンゴ、ブドウ）、クエン酸（柑橘類）、サリチル酸（植物ホルモン）を加えて高温高压水変換反応を行った。その結果、有機酸の種類にかかわらず原料水溶液のpHを3.0以下にすることで、二糖から単糖への低分子化が促進され（図3左）、2.5以下ではHMFの分解物であるレブリン

