

2017/11/30

植物バイオマスを糖化する固体触媒流通プロセスの開発に成功

研究成果のポイント

- ・ 固体触媒法によるセルロース糖化において初めての連続スラリー流通プロセス
- ・ 植物バイオマスの主成分であるセルロースを炭素の触媒が効率的に捕まえて糖化
- ・ 本流通反応は、フラスコでの反応に代表される回分式反応に比べて 28 倍の糖生産能力を発揮
- ・ 本システムが工業的な糖化プロセスの開発に寄与することを期待

要約

植物バイオマスの主成分であるセルロースを分解して得られる糖は再生可能化学品の原料になります。しかし、セルロースは難分解性であり、しかも水に溶けない固体であるためプロセスコストが高く、工業的にセルロースを糖化することは現在のところ非常に困難です。今回、福岡教授とシュロトリ助教のグループはこれらの問題を解決するため、固体のセルロースと固体の触媒の懸濁液(=スラリー)を連続的に反応器に流すプロセスを開発しました。本プロセスでは空気で焼いた炭素という安価な材料を用います。これは、炭素がセルロースを積極的に捕まえ(=吸着し)、効率的に分解できるためです。本反応はわずか数分のうちに完結し、しかも連続的に原料を反応器に供給できるため、一般的なフラスコでの反応のように一回一回反応液を入れ替える必要がなく、糖の生産性が 28 倍に向上しました。従って、プロセスコストの大きな削減に貢献することができます。

本研究は科学技術振興機構の低炭素社会プログラム ALCA の支援を受けて行われました。

発表論文の概要

研究論文名: Cellulose hydrolysis using oxidized carbon catalyst in a plug flow slurry process (スラリー押し出し流れプロセスによる酸化処理炭素触媒を用いたセルロースの加水分解)

著者: シュロトリ アビジット, 小林 広和, 海木 寛之, 藪下 瑞帆, 福岡 淳* (北海道大学触媒科学研究所)

公表雑誌: Industrial & Engineering Chemistry Research (米国化学会発行)

公表日: 2017 年 11 月 21 日 (米国時間)

研究成果の詳細

(背景)

植物バイオマスは廃棄物として大量に存在するため、石油に替わる化学原料になる可能性を秘めています。植物バイオマスの主成分であるセルロースを分解して得られるグルコースは化学原料としてとりわけ重要です。セルロースは水中で単に加熱しても分解しないため、反応を促進する触媒が必要です。固体の触媒は反応液から簡単に分離でき、環境負荷も低いため、本反応に適用できれば最適です。しかし、セルロースも固体であるため、固体触媒との接触効率が悪く、グルコース収率が低い、生産性が低いという問題があります。接触を促すためには、フラスコなどの一回一回使う反応器(=回分式反応器)のなかで激しく攪拌する方法が通常用いられますが、反応を一回行うごとに反応液を回収するといった手間がかかるた

め、大量にグルコースを合成する目的には適していません。従って、原料溶液を連続的に供給・排出できるパイプ型の反応器 (=押し出し流れ反応器)を用いて、さらにセルロースと固体触媒を効率的に接触させることが課題とされています。加えて効率性の観点から、本研究開発はまず実験室レベルの小さいスケールから始めることが望まれますが、セルロース分解に要する高圧でスラリーを安定的に流通させられる簡便かつ小型の装置もありませんでした。

(課題の解決方法)

セルロースを効率的に糖化するためのスラリー押し出し流れ反応器を設計しました。一般的なポンプはすぐに閉塞してしまうため、空気圧でスラリーを押し出し、反応管内に継ぎ目を作らないようにしました。また、固体触媒には空気酸化した炭素を用いました。本触媒は非常に安価だけでなく、セルロースとの高い親和性により、セルロースを容易に吸着するため攪拌しなくてもセルロースを効率的に糖化させることができます。

(研究成果)

設計した反応器にセルロースと炭素触媒が混ざったスラリーを流通させたところ閉塞することなく反応することに成功しました。反応条件を変更することにより、 β -グルカンと呼ばれる高付加価値のオリゴ糖を作ることも、化学原料として有用なグルコースを作ることもできます。グルコースの生産性は回分式反応に比べて 28 倍に達しました。つまり、本法では複数の有用な化合物が得られるとともに、生産コストを削減することができます。なお、本法は純粋なセルロースだけでなく、実際の植物バイオマスにも適用できました。

(今後への期待)

工業スケールでのセルロース糖化は、効率的なプロセスがないため、実施が非常に困難な状況にあります。本研究では、プロセス効率改善のための連続スラリー流通プロセスを設計する指針を提案しました。セルロースを効率的に吸着できる炭素触媒と組み合わせることにより、高い生産性が得られることを示しました。本システムが工業的な糖化プロセスの開発に寄与することを期待しています。

お問い合わせ先

北海道大学触媒科学研究所・教授 福岡 淳 (ふくおか あつし)

TEL: 011-706-9140 FAX :011-706-9139 E-mail: fukuoka@cat.hokudai.ac.jp

ホームページ : <http://www.cat.hokudai.ac.jp/fukuoka/>

参考図

