

# ソフトバイオマスを原料にしたセルロースエタノール製造技術の紹介

## 1. はじめに

近年、エネルギーと気候変動問題への対応としてバイオ燃料に対する期待が高まっている。バイオ燃料の中でもエタノールは、酒造りで知られているように、微生物の代謝機能を利用して糖を変換して得られる。

しかし食料である糖を原料にすることは批判も高まっている。そこで本稿では食料ではない農業残渣すなわち稲わら、コーンストーブと呼ばれるトウモロコシの茎や葉、サトウキビの糖を搾ったかすであるバガスなど、ソフトバイオマスに含まれるセルロース系成分を原料にしたエタノール=セルロースエタノールの製造技術、RITE<sup>(注)</sup>-Honda プロセスについて紹介する。

## 2. セルロースエタノール製造における課題

食用の糖やでんぷんを利用する従来の手法に対して、ソフトバイオマスを原料とする場合は、糖化を容易にするためにセルロースをとりまく強固な組織を破壊する前処理が必要である。このため、セルロース由来のエタノール製造は前処理、糖化、アルコール変換である発酵工程からなる(図1)。

前処理は一般的に高温高压条件での物理的、酸などの化学的、あるいは菌などの生物的な手法が用いられる。この前処理工程で、酢酸、バニリン、フルフラール、5-HMF、4-HB などの発酵阻害物質が副次的に生成されるが、これらに対する菌の耐性が必要である。

また、ソフトバイオマスからは、炭素が6個の糖であるグルコース(C6糖)と5個のキシロース(C5糖)など多種の糖類が生成される。これら多種の糖のエタノールへの同時変換が求められている。

経済性の観点からは、プロセス全体のエネルギー消費量が少ないこと、収率が高いこと、発酵速度の向上などが求められる。

## 3. RITE-Honda プロセスの特徴

RITE 菌を用いることが本プロセス

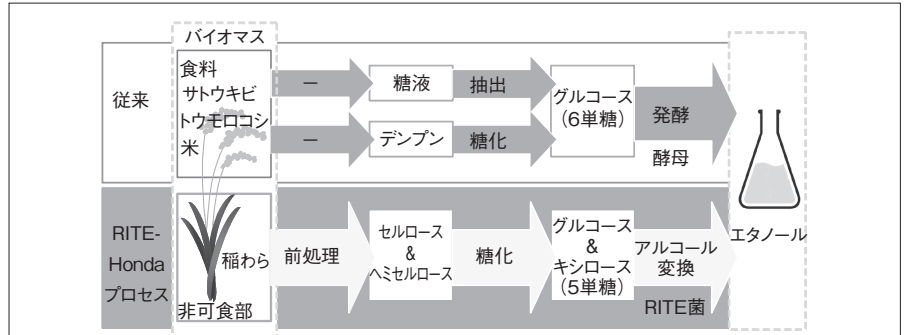


図1 RITE-Honda プロセスの概念図と従来製法との比較

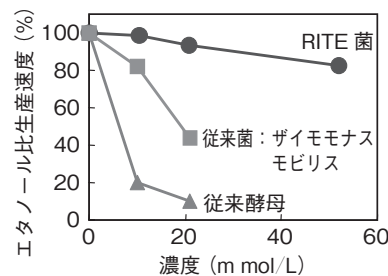


図2 発酵における阻害物質(フルフラール)の影響



図3 研究用発酵槽(容積100L)

最大の特徴である。RITE 菌は、予想される阻害物質に対して耐性があることが確認できた。代表的な発酵阻害物質であるフルフラールについて確認した結果を図2に示す<sup>(1)(2)</sup>。従来の酵母や菌が、10mmol/L程度のフルフラールの存在で影響が出ることに比べRITE 菌では、フルフラールが高濃度になってもその影響が極めて小さい。本プロセスではエネルギー消費量を抑制するためにRITE 菌の特徴を生かして比較的低温での前処理を採用している。

もうひとつの課題であったC6、C5糖の変換については、一般の遺伝子組換え菌ではC5、C6糖を別々に変換する必要があるが、RITE 菌では同時変換が可能であることを確認している。

RITE 菌は嫌気性雰囲気では菌の増殖が抑制されるため、一般の酒造り用の酵母などに比べエタノール変換槽の菌の充てん率が高い。それにより10倍以上のエタノール変換速度が得られている。また繰り返し使用が可能であり工業的な触媒のような使い方が可能であることも特徴である。

以上のようにRITE-Honda プロセスによりセルロースからのエタノール

製造の基本的な課題に対して解決の見通しを得たことを背景に、実用化の可能性を見極めるために小規模な実験プラントを作成した。図3は、実験プラントの一部である発酵槽を示す。現在、本プラントを使用して物質、エネルギー収支の把握およびシステム化に向けた技術確立を推進している。

## 4. 今後の取り組み

バイオ燃料は、自動車燃料として使用される量に応じたCO<sub>2</sub>排出量の削減が期待できる優れた素性を持っている。

今後は実験プラントから、スケールアップしたパイロットプラントによる実証試験へ移行し、実用化に向けて製造システム技術の確立を目指していく。(原稿受付 2008年1月16日)

[上山雅樹 (株) 本田技術研究所]

### ●文献

- (1) Klinke, H. B., ほか, Inhibition of ethanol-producing yeast and bacteria by degradation products produced during pre-treatment of biomass., *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **66** (2004), 10-26.
- (2) Sakai, S., ほか, Effect of lignocellulose-derived inhibitors on growth of and ethanol production by growth-arrested *Corynebacterium glutamicum* R., *Appl. Environ. Microbiol.*, **73** (2007), 2349-2353

(注) RITE: (財)地球環境産業技術研究機構