

バイオマスを原料とする燃料用アルコールの効率生産システム

—アルコール発酵に適したセルロース系廃棄物の糖化方法の確立—

食品環境科 環境スタッフ 鈴木光彰 酒井 奨 松本 豊
静岡油化工業株式会社 池ヶ谷明 長島磯五郎

Bioethanol Production System with Waste Biomass

- Hydrolysis Method of Cellulose Biomass for Ethanol Fermentation -

Mitsuaki Suzuki, Susumu Sakai, Yutaka Matsumoto, Akira Ikegaya and Isogoro Nagashima

1. はじめに

原油高の続くなか、バイオマス原料を利用するバイオエタノールの生産技術が注目を浴びている。日本は2005年4月に定めた「京都議定書目標達成計画」で、2010年度までに原油50万kl相当分をバイオエタノールなどの植物由来の燃料で賄うことにしている¹⁾。バイオエタノールの原料は、糖質原料(テンサイやサトウキビ搾汁等)とデンプン質原料(コーン、サツマイモ等)であるが、今後は、セルロース系バイオマスが原料のターゲットとなる。さらに、資源作物との競合を考えると、廃棄物セルロース系バイオマスを原料として利用する必要がでてくる。県内では、廃棄物セルロース系バイオマスとして「おから」が考えられる。静岡油化工業株式会社では、県内はもとより、県外の豆腐製造業者からも、「おから」を回収するネットワークを構築しており、これを乾燥して、肥料や飼料として転売するビジネスを成立させている。しかし、「おから」の主成分である繊維成分(セルロース)をアルコール発酵するためには糖化プロセスが重要となる。そこで、「おから」のアルコール発酵を可能にするために、酵素を利用した糖化プロセスの構築を目指して、本研究を行った。

2. 実験方法

2.1 酵素を利用したおからの糖化方法の検討

乾燥おからの酵素による糖化処理を行うに当たり、

物理的な前処理を行った。これは、乾燥おからを細かい微粒子粉末にして、酵素との接触面積を増加させ、酵素活性を増大させるためである²⁾。乾燥おからの微粒子粉末化は(株)アイビーエックス(浜松市北区)に依頼した。乾燥おからと微粒子粉末化したおからの粒度分布図1に示す。なお、粒度分布は(株)セイシン企業のSK-レーザー・マイクロン・サイザー(PRO-7000S型)で測定した。

セルラーゼは和光純薬工業株式会社(トリコデルマ由来)のものを使用した。糖化実験は以下のように行った。乾燥おからと微粒子粉末おからを8gずつ、滅菌した20mM酢酸バッファー(pH4.7)100mlに加えて、分散させた。そこにセルラーゼ100mg(約6,000U)を入れ、37°Cで振とう反応させた。糖化反応の測定は、フェノール硫酸法を使用し、全糖濃度を測定した。その結果を図2に示す。

2.2 複数の酵素を組み合わせたおからの糖化方法の検討

微粒子粉末おからを8g、滅菌した20mM酢酸バッファー(pH4.7)100mlに加えて、分散させた。これを2連作製し、セルラーゼを100mg(約6,000U)ずつ入れ、37°Cで振とう反応させた。適時サンプリングして、グルコースCII-テストワコーでグルコース濃度を測定した。24時間後、2連のうち、片方にセルラーゼ100mg(約6,000U)を追加、もう一方に30.5時間後、β-グルコシダーゼ(和光純薬工業株式会社、アー

モンド由来) を10mg(約300U)入れて、グルコース濃度を測定することで、酵素反応を観察した(図3)。

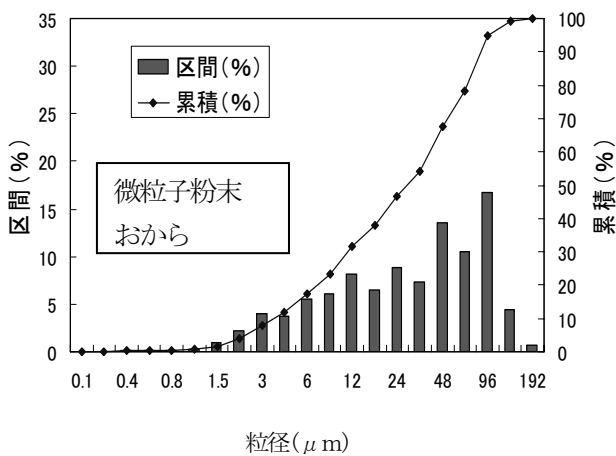
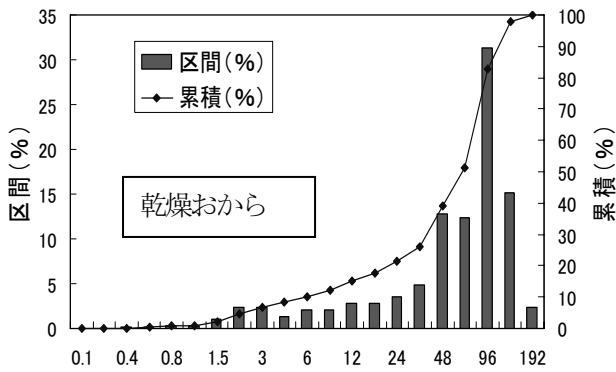


図1 乾燥おからと微粒子粉末おからの粒度分布図

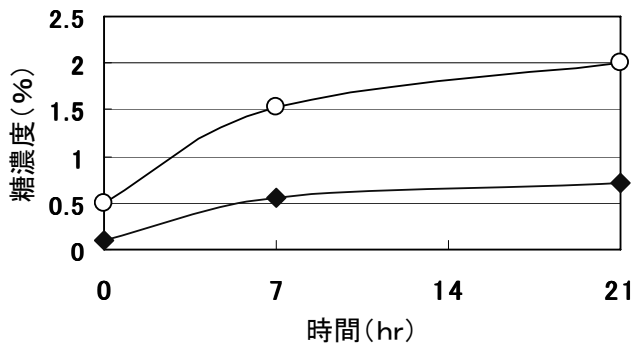


図2 乾燥おからと微粒子粉末おからのセルラーゼによる糖化試験

(○) 微粒子粉末おから (◆) 乾燥おから

3 結果と考察

粒度分布の結果から、乾燥おからでは100ミクロン付近の粒度がもっとも多い。しかし、物理的前処理して、微粒子粉末にすると、約50ミクロン以下の粒度が

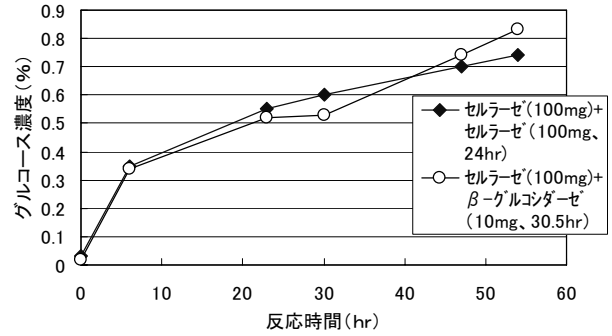


図3 セルラーゼ及びβ-グルコシダーゼを組み合わせたおから糖化実験

約7割を占めるようになり、バッファーへの分散が良くなった。その結果、物理的な前処理で乾燥おからを微粒子粉末にすると、おからに対するセルラーゼ活性は約3倍となった。その後の実験では、微粒子粉末おからを使用することにした。

図3より、セルラーゼ投入後、24時間でグルコース濃度の上昇が止まるが、セルラーゼを追加することで、グルコース濃度はさらに上昇していくことがわかる。しかしながら、セルラーゼの追加をしなくても、30.5時間後のβ-グルコシダーゼの投入によって、より急激にグルコース濃度が上昇していくことがわかった。エンド型のセルラーゼとエキソ型のβ-グルコシダーゼの組み合わせによって、より高いグルコース濃度が得られることが確認できた。ここまでの実験では、セルラーゼを加えると、おから濃度7.4%のとき、全糖濃度2.0%、グルコース濃度0.83%になった。これは、乾燥おからの炭水化物量が52%であることを考えると、理論上3.85%の糖濃度にするのが可能であることから、炭水化物の52%が糖化したことになる。グルコース濃度は、炭水化物の4割がグルコース由来の炭水化物だと仮定したならば、1.54%のグルコース濃度にするのが可能であり、グルコース由来の炭水化物の54%をグルコースに変換したことになる。

参考文献

- 1) 図解 バイオエタノール製造技術 (社)アルコール協会 工業調査会 p15-16 (2007)
- 2) バイオマスエネルギー利用技術 監修:湯川英明 シーエムシー出版 p122-123 (2001)