

## 酸素漂白導入による木質バイオエタノール製造効率の向上

きのこ・微生物研究領域 微生物工学研究室 野尻 昌信、林 徳子  
 バイオマス化学研究領域 木材化学研究室 池田 努、眞柄 謙吾

### 背景と目的

バイオエタノールは、植物が大気中の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を吸収して蓄積した植物体（バイオマス）から作られるので、化石燃料（ガソリンや石油など）と違って燃焼により放出される CO<sub>2</sub> は再び植物に吸収され、大気中の CO<sub>2</sub> 濃度が変動しないカーボンニュートラルな燃料と考えられています。また、植物は再生可能なので、きちんと管理された森林から生産される木材を使ってバイオエタノールを作るとは、地球温暖化の原因とされる CO<sub>2</sub> の排出抑制と持続的な燃料供給に効果があると期待されています。

しかし、木材から作るバイオエタノールの製造コストはまだ高く、市場に普及させるためには効率が良く安価なバイオエタノール製造法の開発が不可欠となっています。

### 成 果

木質バイオエタノールは、食物であるサトウキビやトウモロコシのショ糖やデンプンを原料とするのではなく、食物ではない木材から生産されます。食物を原料としないことは食糧需給の安定には大きなメリットですが、一方でバイオエタノールへの変換は難しく、その製造効率は低いものとなっています。

これまで、木材を水酸化ナトリウムというアルカリ性の薬剤で処理し、木材中のリグニンというエタノールにならない成分の 84% を除去した材料を使って木質バイオエタノールを作る方法を開発してきました。リグニンは、微生物の作る糖化酵素が、バイオエタノールの原料となるセルロースやヘミセルロースへ接触するのを妨害し、これらを分解しにくくしています。そのためアルカリ前処理によってリグニンを除くことで木材からバイオエタノールが製造可能になりました。しかし、それでも糖化酵素の作用効率は低く、分解できずに残さになってしまう割合が約 15% もあり、エタノールの収率向上が課題となっていました。

そこで、パルプ漂白にならってアルカリ前処理後の木材に酸素を作用させ、木材中に残っていたリグニンを分解することで糖化酵素の作用効率の向上を試みました（図 1）。その結果、分解できずに残っていた残さは図 2 のように大きく減少し、10g のグルコースから得られるエタノールが 4.7g（理論量に対する 91%）まで向上しました（図 3）。

また、分解に要する時間も従来の半分程度になり（図 3）、バイオエタノール製造効率は大幅に向上しました。これはアルカリ前処理後も残っていたリグニンが酸素漂白により除去されたことでセルロースへ酵素が接触しやすくなり、分解性が改善したことが原因であると考えています。また、リグニンはタンパク質を吸着する性質がありますが、酸素漂白処理により、木材表面のリグニンが除かれたことにより、これまでリグニンに捕らえられて作用しなくなっていた糖化酵素が分解作用に参加できたことも原因の一つと考えられます。本成果は特許出願中です。

このような木質バイオエタノール製造技術開発の成果を活用し、平成 20 年度から林野庁の「森林資源活用型ニュービジネス創造対策事業」においてバイオエタノール製造実証事業がスタートしました。木質バイオエタノールの早期実用化を実現するため、北秋田市に建設する実証プラントでは、生産規模でのコスト評価やプロセス開発を実施する予定です。

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「実験プラントレベルでの木質バイオマスエタノール生産効率評価と副生成物のマテリアル原料としての有効利用技術の開発」および「セルラーゼ生産菌培養液を用いたバイオエタノール生産技術の開発」による成果です。



図1 木質バイオエタノール製造効率の向上に向けた戦略

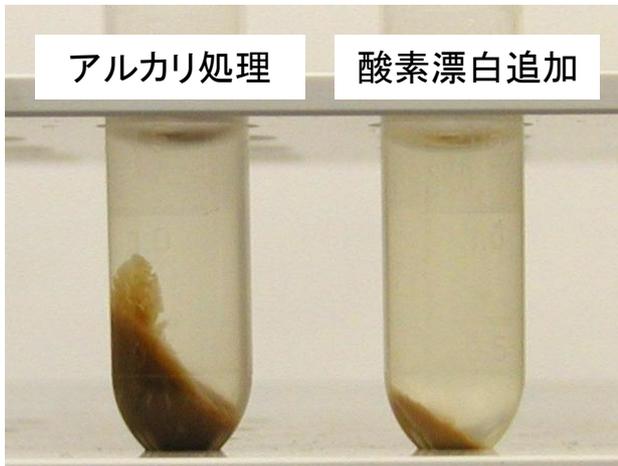
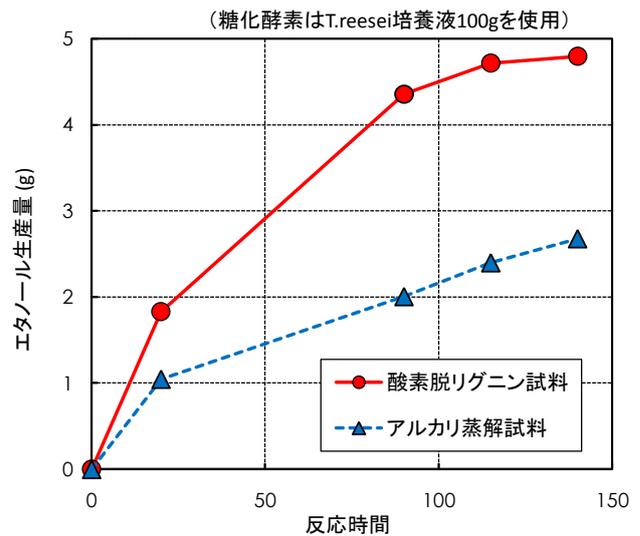


図2 酸素漂白処理によるバイオエタノール製造残さの減少



グルコース 10g を含む基質からのバイオエタノール生産 (理論値では 5.1g のエタノールが得られる。)

図3 酸素漂白処理による反応時間の短縮とエタノール生産量の増加