

# リグニンの高度利用が可能な同時糖化湿式粉碎法を開発

バイオマス化学研究領域  
研究コーディネータ

大塚 祐一郎、中村 雅哉  
大原 誠資

## 背景と目的

リグニンは木材の 20～30% を占める主成分であるにもかかわらず、その有効な利用方法はこれまでほとんど確立されてきませんでした。その理由として、木材からリグニンを取り出す際にリグニンが著しい変性を受け、元々複雑だった構造がより一層複雑になり、利用が困難になっていることが挙げられます。そこで本研究では、新たに同時糖化湿式粉碎法という技術を開発し、木材中のリグニンをほとんど変性させないまま取り出すことを目的としました。

## 成 果

### リグニンとは

木材は主にセルロース（約 50%）、ヘミセルロース（約 20%）、リグニン（約 20～30%）の 3 成分で構成されています。このうちセルロースやヘミセルロースは紙やパルプの原料、甘味料等の食品添加物など高度に利用されているだけでなく、近年ではセルロースからバイオエタノールの発酵生産など燃料への利用も盛んに研究されています。一方リグニンは、現状ではその構造の複雑さから取り扱いが難しく、有効な利用方法が確立していない木の主成分です。

### 同時糖化湿式粉碎法の開発

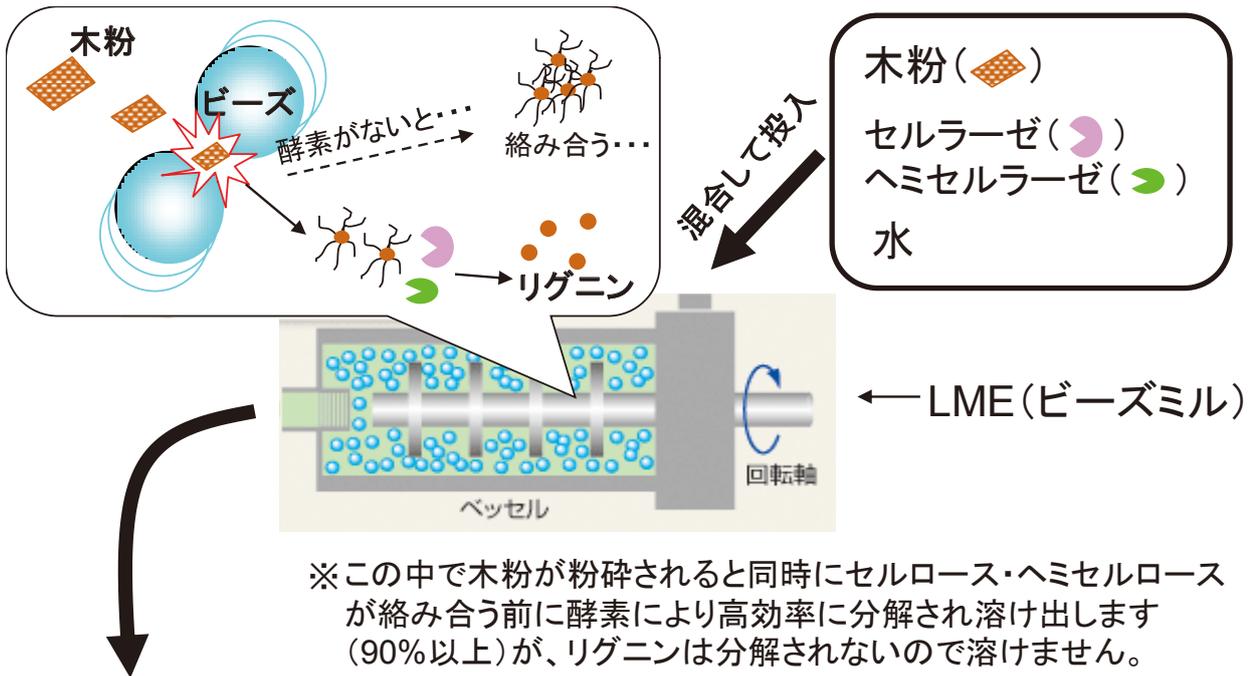
リグニンを利用する為には、まず木材からリグニンを取り出す必要があります。これまでに開発されてきた方法は木材に酸やアルカリを加え、高温で処理する方法です。この方法では木材中のリグニンは縮合という反応によって、より複雑で分解しにくい物質に変性してしまうという問題点がありました。そこで本研究では、同時糖化湿式粉碎法という新たなリグニンを取り出す方法を開発しました。この方法ではセルラーゼ、ヘミセルラーゼといった木材中のセルロース、ヘミセルロースを分解する酵素とビーズミルという粉碎機を使います。木材中でセルロース、ヘミセルロース、リグニンは互いに強固に結合しているため、セルラーゼ、ヘミセルラーゼを効率よく働かせる為には木材を細かく砕いて微粉末にすることが必要です。それは、微粉末化することによりセルロース、ヘミセルロースがむき出しになり酵素が作用できるようになるからです。しかし、むき出しになったセルロース、ヘミセルロースは繊維なので互いに絡み合うため、これまでは約半分のセルロース、ヘミセルロースし

て分解することが出来ませんでした。そこで、木材の粉碎と同時に酵素処理を行うことによりセルロース、ヘミセルロースが絡み合う前に分解することを可能にし、効率を上げることを考えました。酵素処理と粉碎を同時に行うためには酵素が働く水の中で粉碎できることと、酵素が壊れるような高温（60℃以上）や強い衝撃が無いという条件が必要です。これらの条件を満たす粉碎機として、アシザワ・ファインテック社製の LME というビーズミル粉碎機を選定しました。このビーズミルに木材、水、セルラーゼ、ヘミセルラーゼを投入し、粉碎しながら酵素処理を行ったところ、セルロース、ヘミセルロースが絡み合うことなく高効率に分解され、最終的に 90% 以上のセルロース、ヘミセルロースが分解除去されて粉末としてリグニンが残ることが分かりました。これが今回開発した同時糖化湿式粉碎法です（図 1 参照）。

### 同時糖化湿式粉碎法で得られたリグニンの性状

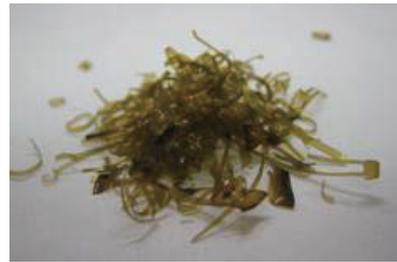
同時糖化湿式粉碎法によって得られるリグニンを酸化分解すると、従来の酸やアルカリを使って得たリグニンと比べて 2 倍以上の低分子酸化分解物が得られ（図 2 参照）、縮合という反応がほとんど起こっていない未変性のリグニンであることが明らかとなりました。今回開発した同時糖化湿式粉碎法を使えばこれまで得ることが難しかった未変性のリグニンを効率よく得ることが出来る為、グリーンプラスチックへの変換など新しいリグニンの高度利用に繋がると考えられます。

本研究は、一般研究費「樹木抽出成分の機能、作用機構及び機能性素材への変換法の解明」による成果です。



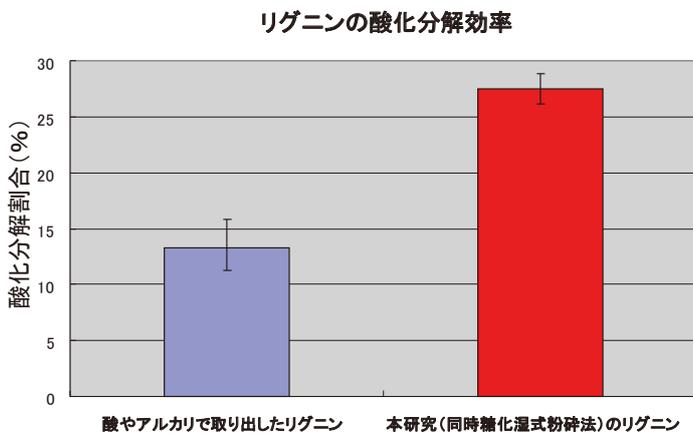
得られた懸濁液の残渣がリグニンです。

水で洗って乾燥



これが未変性のリグニンです。

図1 同時糖化湿式粉碎法



同時糖化湿式粉碎法によって得られるリグニンは、従来のリグニンと比較して2倍以上の分解効率を示しました。

図2 同時糖化湿式粉碎法で得られるリグニンの酸化分解効率