

水にも油にも溶けるリグニンの驚くべき高機能とは

バイオマス化学研究領域 山田 竜彦、久保 智史
きのこ・微生物研究領域 野尻 昌信
北海道大学大学院農学研究院 浦木 康光

背景と目的

バイオマスの有効利用の重要性が高まる中、木材中のセルロース等の糖成分からは、糖化発酵法でバイオエタノールが製造できるようになりました。その場合、リグニンは、不必要な物質として分離除去されています。また、リグニンは紙パルプ製造工程でも除去され燃焼されています。除去されたリグニンを有効利用することはできないのでしょうか。リグニンの性質を詳しく調べると、高付加価値な機能性材料となる可能性が見えてきました。その一つの機能が「両親媒性」です。本研究では、バイオエタノール製造工程で副産するリグニンを両親媒化し、高性能なコンクリート混和剤や、酵素の再利用を可能とする酵素安定化剤としての利用技術開発を目的としました。

成 果

両親媒性リグニンの製造に成功

両親媒性は水にも油にも溶ける物質の性質で、身近な両親媒性物質には、石鹼や家庭用洗剤などの界面活性剤があります。リグニンは化学的には主に芳香核という構造から成る有機高分子で、基本的には水に溶け難い物質です（疎水性物質）。今回、比較的容易な方法で、リグニンに水に溶けやすい物質（親水性物質）を結合させることに成功しました。生じたリグニンは水にも油にも溶ける性質（両親媒性）を示し、文字どおり「両親媒性リグニン」の製造が可能となりました（図1）。

コンクリート用化学混和剤として機能発揮

両親媒性リグニンの用途の一つに、コンクリート用化学混和剤があります。コンクリート用化学混和剤とは、少量の添加で、コンクリートの施工性等を改質する化合物で、代表的なものに「減水剤」があります。減水剤とは、コンクリートの粒子を分散させ、流動性を与えて、施工性を高める混和剤です。図2にコンクリートのフロー試験（流動性の試験）の結果を示します。今回調製した新規のリグニン系コンクリート混和剤は市販の混和剤と比較して、圧倒的に高い流動性を示しました。流動性の改善はコンクリート施工で最も重要で、ほぼすべてのコンクリートには混和剤が使用され、市場規模は年間 400 ～ 500 億円にのぼります。当成果は大量に副産するリグニンの有効利用法として大いに期待できます。

酵素安定化剤として機能発揮

両親媒性リグニンには、酵素を安定化させる機能があることがわかってきました。木材等セルロース系のバイオマスからバイオエタノールを製造する際に、セルロースを酵素でグルコースに分解します。ところが、酵素はリグニンが存在すると活性を低下させることが知られています。そのため、木質バイオエタノール製造では前もって大部分のリグニンを取り除くのですが、すべてを取り除くことは難しいとされています。残留したリグニンが酵素の活性低下の要因の一つなのですが、ここに両親媒性リグニンを加えて試験した所、酵素の活性の向上が確認されました。更に、酵素反応後に酵素の活性がどのくらい残っているかを調べた結果、酵素の約 7 割が活性を保っており、酵素の再利用も可能となることがわかりました（図3）。両親媒性リグニンにより酵素のリサイクル利用の可能性が出てきたことで、バイオエタノール製造コストの低減に大きく貢献すると考えられます。

以上の成果は、これまでエネルギー源として以外に利用されてこなかったリグニンの高付加価値利用を可能とするものであり、地球温暖化軽減への貢献が期待されます。当研究は農林水産省委託プロジェクト研究「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発」による成果です。

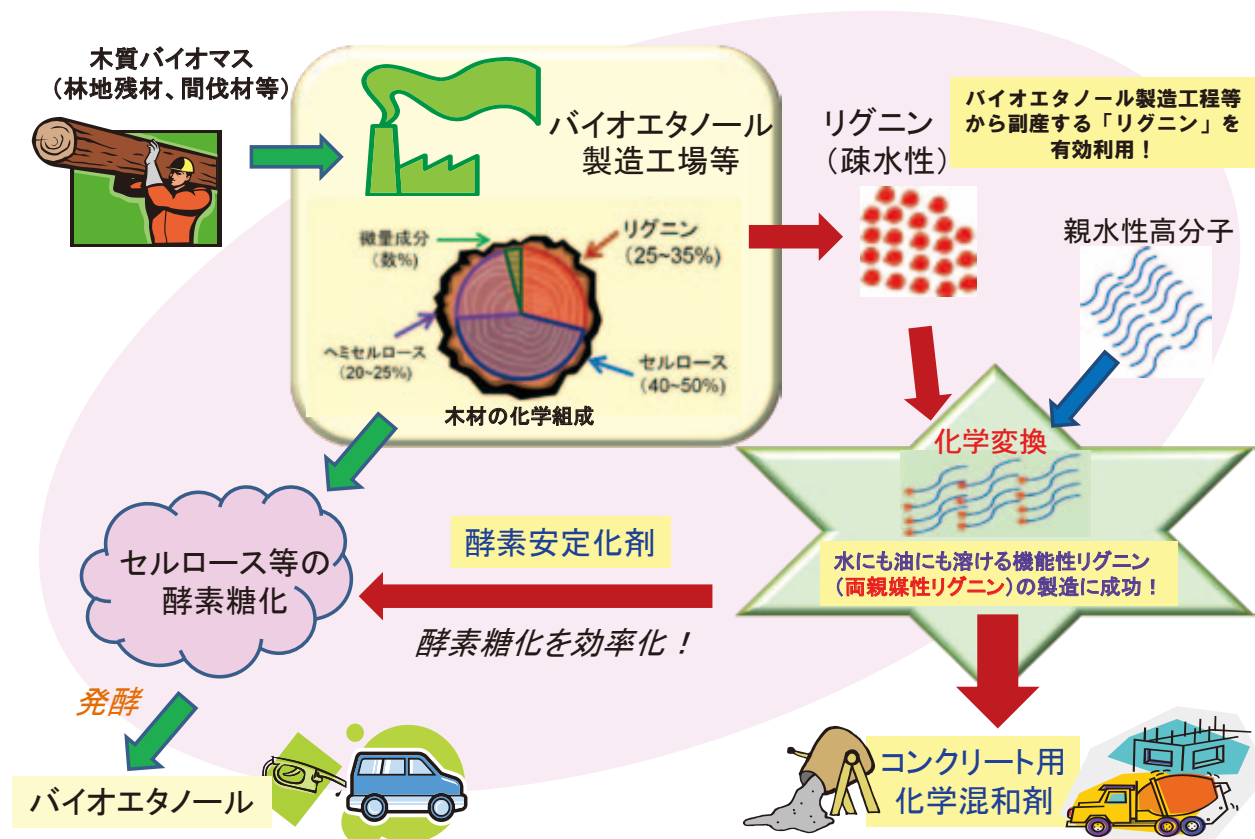
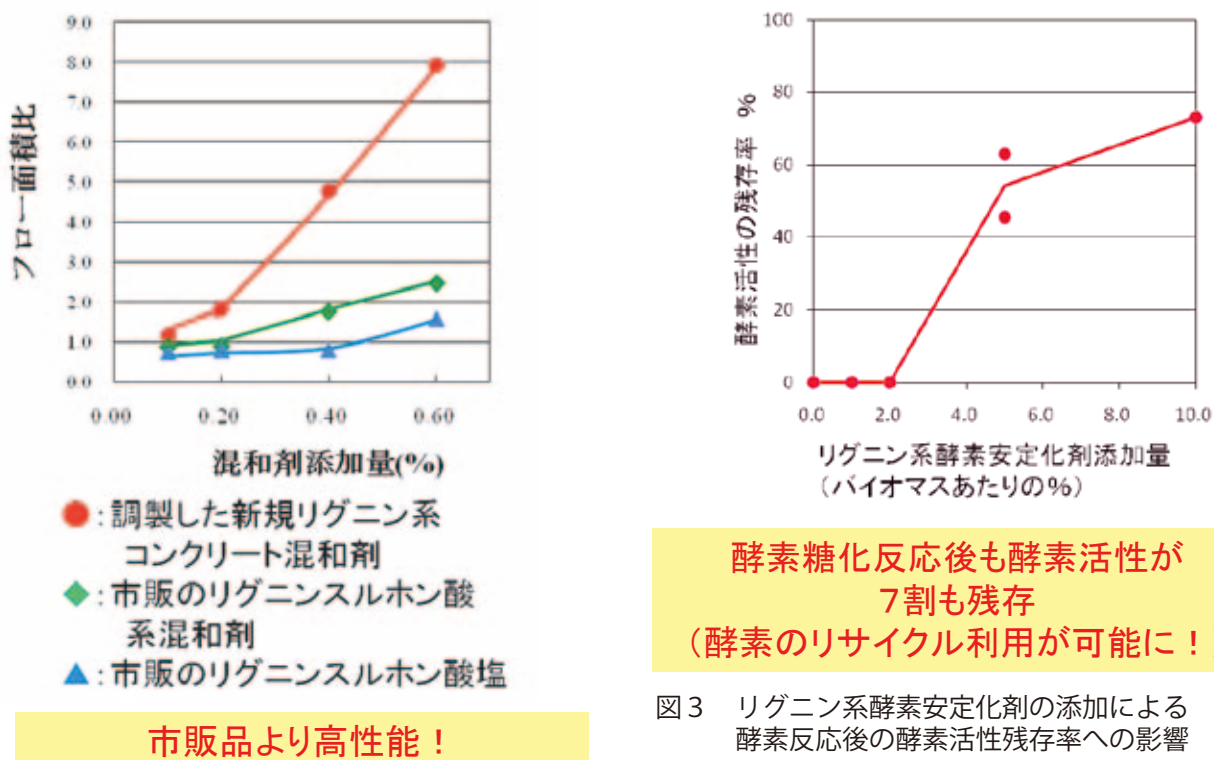


図1 木質バイオマスから生じるリグニンの変換と応用

図2 混和剤の添加量に対するコンクリートの流動性
(フロー面積比は減水効果の指標となる。)図3 リグニン系酵素安定化剤の添加による
酵素反応後の酵素活性残存率への影響