

森林資源由来の高性能プラスチック代替素材 「改質リグニン」の開発



新素材研究拠点 山田 竜彦・ネーティティ・大橋 康典・高橋 史帆・高田 依里

森林資源化学研究領域 池田 努

リグニンは、植物細胞壁を構成する成分の一つで、木材には約20～35%含まれています。リグニンは樹木をしっかりとした構造にする役割をもつ成分で、高性能材料の素材となる可能性をもつものの、バラツキが大きく、変質もしやすいため工業材料化は困難と考えられてきました。私達は、リグニンの有効利用の方法を検討する中で、リグニン源を国内のスギに限定してバラツキを解消し、高い加工性をもつように改質しながら抽出する新技術の開発に成功し「改質リグニン」とよばれる新素材を生み出しました。改質リグニンは熱に強い、加工しやすい、環境にやさしいという理想的な特徴を持ち、様々な製品の素材としての活用が期待されています。

成果

改質リグニンの開発

リグニンは陸上植物を固くしっかりとした構造にする役割を持つ成分で、地上2番目に多い有機化合物といわれています。石油化学製品の代替素材としても有望視されてきましたが、植物の種類により性質が異なり、バラツキも大きく、変質もしやすいので、高性能な工業材料化は困難とされていました。私達は、リグニンの有効利用の方法を模索する中で、次の2つの観点から技術を見直し、新しい素材の開発に成功しました。

一つはリグニン源の絞り込みです。この点においては、日本の山林には大きなアドバンテージがありました。リグニン源として適していたのは「スギ」だったのです。スギは日本の林業を代表する造林木で、一属一種の日本固有の針葉樹です。幸いなことにスギのリグニンは均一で、他の樹木に比べて構造のバラツキが少なく、性質の安定したリグニン源として適していました。

もう一つは、工業材料用素材として求められる加工性を担保した取り出し方です。それには、ポリエチレングリコール（PEG）という安全で生分解性を持つ薬剤を用いることで達成できました。スギの木粉をPEGに浸漬して少量の酸と共に加熱することで、リグニン部分を分解すると同時にPEGと結合して、改質する新技術を開発しました。生産物は、PEGで改質されたリグニン分解物であるので、PEG改質リグニン（改質リグニン）、もしくはグリコールリグニン（GL）と呼ばれています。改質リグニンの製造技術においては、一度に50kgの木粉を仕込むレベルのベンチプラントまでスケールアップしたシステム開発と効率化の検討を行いました（図1）。改質リグニンの生産は、端材（おがこ、鉋屑）など未利用物を

用いることを想定しており、既存の木材産業への追加のビジネス展開が可能で、中山間地域の活性化への貢献が期待されています。

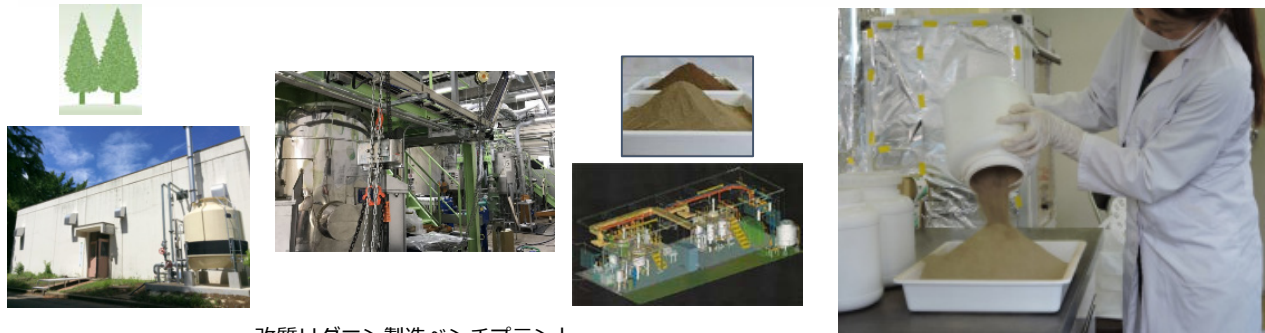
改質リグニンの製品展開

改質リグニンは、天然由来の芳香族系高分子でありながら、結合したPEGの作用で製品化する際の加工性に優れており、工業材料化において使いやすい素材となっています。芳香族系高分子の特徴である、高強度や高耐熱性などの特徴を生かして様々な高機能材料が試作できました（図2）。炭素繊維などの繊維強化材（FRP）を製造する際に繊維を固めるための樹脂（マトリックス樹脂）として利用すると、高強度な炭素繊維強化材料（CFRP）やガラス繊維強化材（GFRP）が製造できることで注目されています。GFRPの応用としては、世界で初めて自動車用の外装材にリグニン系材料を導入した試験車を製造し実装試験を進めています（図2④）。また、ハイレゾスピーカーのウーファースの素材として採用され、商品化も達成されました（図2⑤）。改質リグニンは高性能でありながら、環境中で分解するため、流出しても海洋プラスチック汚染問題を生じない地球の炭素循環に適合するエコ素材で、脱炭素社会・ゼロエミッションの達成に貢献することができ

研究資金と課題

本研究は、内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理人：生研支援センター）（地域のリグニン資源が先導するバイオマス利用システムの技術革新）による成果です。

森林由来の新素材「改質リグニン」の製造プロセスを開発



改質リグニン製造ベンチプラント

改質リグニン

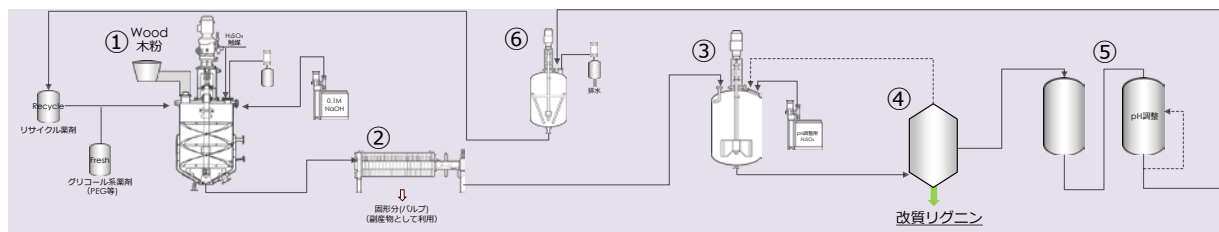


図1 改質リグニン製造ベンチプラントの工程

①加溶媒分解リアクター（木材中のリグニンは分解すると同時にPEGと結合して改質される）、②フィルタープレス（副産パルプを分離）、③酸沈殿工程（酸性化することで分離）、④濾過もしくは遠心分離による固液分離、⑤薬液リサイクル（水を除去してPEGを再生）

改質リグニンをういた製品開発例



改質リグニン粘土ハイブリッド膜



タッチセンサー用改質リグニンフレキシブル基板



改質リグニン電子基板



改質リグニン外・内装材（繊維強化材：FRP）搭載車両



改質リグニン炭素繊維強化材を導入したウーファーユニット



改質リグニンをウーファの素材として導入したハイレソスピーカー



ジビエストレッチャー（ジビエ搬出装置）（改質リグニン繊維強化材）



改質リグニンジョイントシート配管シール材（ガスケット）



3Dプリンター用生分解性改質リグニンフィラメントと3Dプリンター造形物

図2

写真：①、②、③産総研、④森林総研、産総研、(株)宮城化成、(株)光岡自動車、⑤オオアサ電子(株)、(株)宮城化成、⑥長野トヨタ(株)、(株)宮城化成、⑦ジャパンマテックス(株)、⑧ネオマテリア(株)、森林総研