

林業の成長産業化に向けた 技術開発

— 未利用資源の活用と造林の低コスト化 —

国立研究開発法人 森林総合研究所

林業の価値を高めるリグニン産業の創出

森林資源化学研究領域 木材化学研究室長 山田竜彦

■未開の原料「リグニン」

リグニンは木材を構成する主成分の一つであり、その20～35%を占めています(図1)。樹木が固くしつかりとした幹や枝を持っているのはリグニンのおかげです。化学物質としてのリグニンは耐熱性を示すなど、素材としてのポテンシャルが高いことが知られています。しかし、リグニンの構造や特性は多様で、樹種や

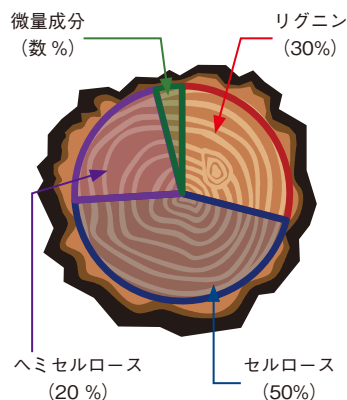


図1 スギ木材の化学組成



写真1 改質リグニン

生育場所、樹木中の部位により化学構造が異なるため、品質の安定が求められる工業製品向けの原料化は困難とされてきました。森林総研は、国内のスギ資源を対象として、性質の優れたリグニンを安全に製

■改質リグニンの製造と 高付加価値製品の開発

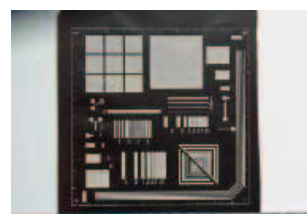
造するシステムの構築に成功し、世界に先駆けたリグニン産業の創出を目指しています。

スギからリグニンを抽出する施設は、中山間地域の農山村にも現地の木材を利用する小工場として設置できるように、安全性に配慮したシステムを構築しました。これは、化学プラントでありながら圧力容器や揮発性有機溶剤を用いないという画期的な特徴を持っています。木材からリグニンを抽出する反応過程には安全性の高いポリエチレングリコール(PEG)を使用します。PEGは木材中のリグニンに結合しながら分解を促す



ハイブリッド膜

改質リグニン(有機物)と粘土鉱物(無機物)から柔軟性に富んだ有機無機ハイブリッド膜が製造できます。改質リグニンをを用いたハイブリッド膜は金属ナノ粒子の印刷に適しており、フレキシブルプリント基板(電子基板)やタッチセンサーへの展開が可能で、電子機器の小型軽量化、薄型化に貢献します。



フレキシブルプリント基板(電子基板)



タッチセンサー



シーリング材料(ガスケット)

改質リグニンから防水性能が高い配水管用シーリング材料が製造できます。



繊維強化材(自動車用部品)

改質リグニンをを用いた繊維強化材は熱に強く、自動車のエンジンカバーとして利用できます。

写真2

改質リグニンから製造される高付加価値製品群
(写真提供：産業技術総合研究所)

で、リグニンの抽出と性質の改良を同時に行うことができ、品質が安定し素材としても優れた「改質リグニン」が製造できます(写真1)。この改質リグニンは、熱可塑性等の優れた加工性を示し、様々な材料への利用が可能な工業原料になります。これまでに、自動車用部品、電子基板、シーリング材、活性炭素繊維等の高付加価値材料への技術展開に成功しており、これらリグニンをを用いた製品のビジネス規模は1,000億円以上と見積もられています(写真2)。現在、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の下、森林総研を中心に26機関が研究コンソーシアム「SIPリグニン」に参画し、このシステムによるリグニン産業の実現を目指した取組を進めています。

竹の効率的な利用を目指して

森林資源化学研究領域 樹木抽出成分研究室長 大平辰朗

竹は西日本の里山地域を中心に分布しています。しかしながら、放置竹林の増加や里山林への竹林の侵入等が問題となっており（写真3）、竹林の適切な管理を行うためにも竹の有効利用を図ることが課題となっています。竹は古来より日本人に親しまれてきた天然素材の一つです。変形しにくく弾力性が強いが裂けやすいという物理的な特性を利用して器具・家具や水筒、あるいは竹皮などとして利用されてきました。また、竹は葉や稈に含まれる成分を薬の一部として利用されることもあります。ハチクの皮は竹茹（チクジヨ）と呼ばれ漢方薬の原料に

なりますし、モウソウチクの稈部から発見された強い抗菌性物質は薬剤として製品化されています。しかしながら、これらの用途に利用されている竹の量は限られています。

森林総研は民間企業と共同で、竹を大規模に利用するための効率的な技術の開発を行っています。具体的には、世界に先駆けて開発した「マイクロ波減圧コントロール水蒸気蒸留法」を用いて、竹の抗菌性物質等の機能性成分を含む抽出液を効率的に回収するとともに、その残渣についても様々な素材の原料として用いるシステムの開発を行っています（図2）。

抽出液には日常生活で問題になる有害菌等に対する抗菌性が認められているほか、インフルエンザウイルスに対する抗ウイルス効果も見出されており、消毒剤等の原料として利用できます。さらに、このシステムでは残渣が乾燥した状態で得られるという利点があり、工業原料として利用する上で効率的です。残渣にはアンモニア等の悪臭成分に対する消臭活性が認められており、消臭素材の開発も期待されています。

この新技術により、竹が大規模に効率的に利用されるようになり、放置竹林等の整理に結びつくとともに、竹を活用した地場産業の活性化にも役立つことを目指しています。

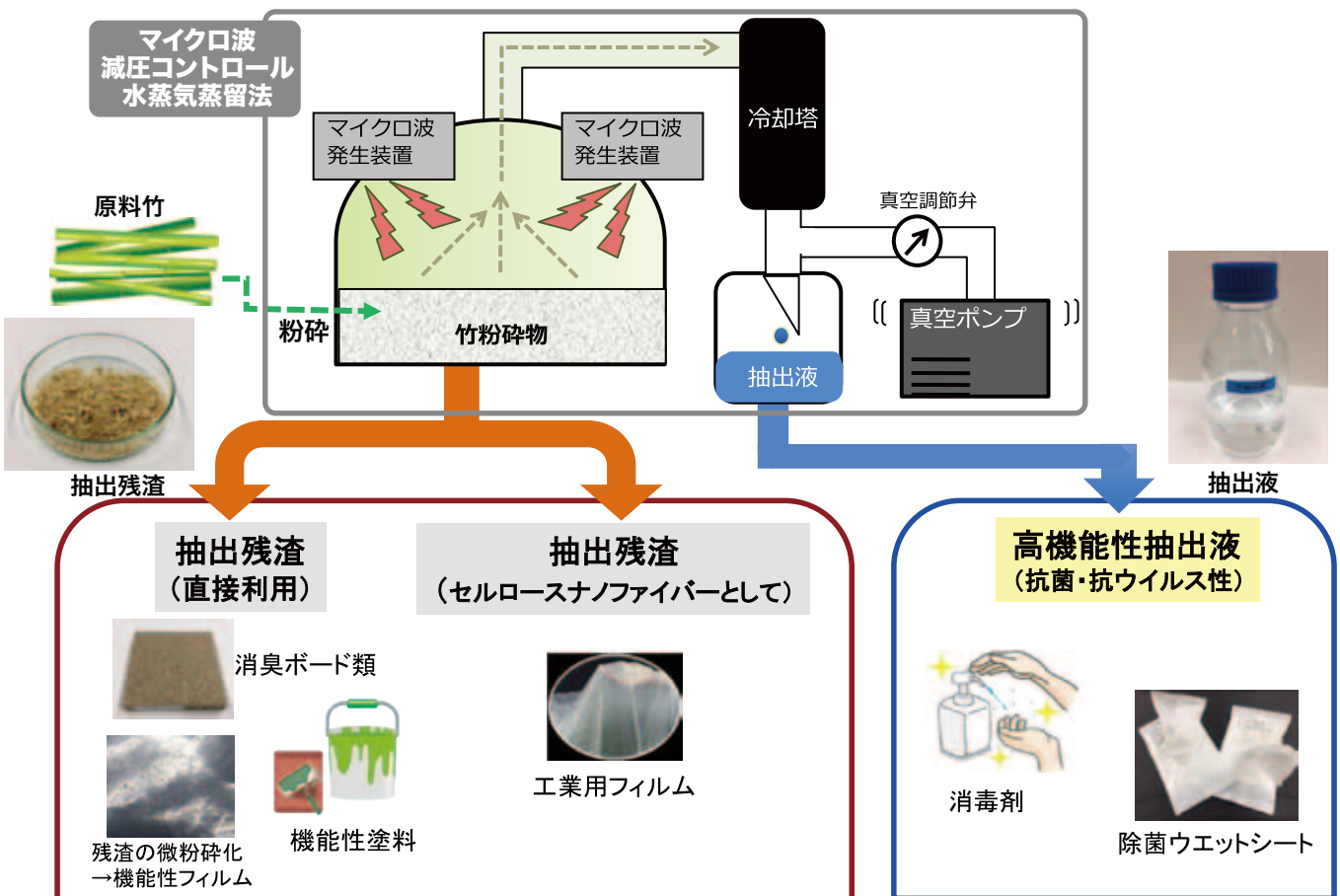


図2 マイクロ波技術を起点とした竹の効率的な利用法

多雪地域に適した低コスト再造林技術の開発

東北支所長 駒木貴彰

低コスト再造林技術開発への取組

人工林資源の成熟に伴い、今後、主伐の増加が見込まれる中で、水源かん養や国土保全などの公益的な機能の発揮と持続的な木材供給の確保のため、伐採後は確実に再造林が行われることが必要であり、そのためには造林の低コスト化が不可欠です。

森林総研では、農林水産省予算により平成21年度から再造林作業の低コスト化技術の開発を九州と東北で進めてきました。低コスト再造林技術の鍵は、コンテナ苗の利用、地拵えの機械化、低密度植栽、下刈り作業の省力化の4つです。これらの技術を伐採・植栽の一貫作業システムに組み込み、伐採から下刈りまでの作業に必要なコストを従来よりも半減させることを目指しています。

多雪地域での再造林コスト半減に向けて

九州での実証試験の結果、一貫作業システムとして伐採・搬出に用いた重機を地拵えに利用し、コンテナ苗（写真4）を植栽し、下刈りを隔年で行うことにより、従来方式（人力地拵え、裸苗植栽、毎年下刈り）よりも36%の造林コスト削減が可能であることが示されました。

では、東北地方のような多雪地域ではどうでしょうか。平成25年度から3年間実施した実証試験の結果をご紹介します。多雪地域でも、コンテナ苗は晩秋から積雪期を除けば比較的活着が良く、形状比（樹高／根元径）が60前後と低い苗木

の植栽事例（春植え）では裸苗を上回る成長を示しました（図3）。また、伐採・搬出に用いた重機を地拵えに利用し、低密度植栽（スギ2,000〜2,500本/ha、カラマツ1,500〜2,000本/ha）を組み合わせることで、従来方式と比べて労働量で55〜70%、コストで40〜60%の削減が可能となりました。さらに、スギでは従来の植栽本数（3,000本/ha）の半分程度の低密度植栽でも成林可能であり、合板や集成材等向け的一般材生産が目的であれば問題はないことや、下刈り作業はツルやササが優占していない場所では隔年の実施でも植栽木の成長に大きな影響を及ぼさずコストも約50%削減できることが明らかになりました。地拵えを晩秋までに終了して融雪後の翌春に植栽することにより（図4）、通常の一貫作業とほぼ変わらない省力効果が期待できることも分かりました。



写真4 コンテナ苗

多くの細根が維持されており、根鉢を崩さずそのまま植え付けるため、未熟練者でも比較的簡単に植え付けが可能。

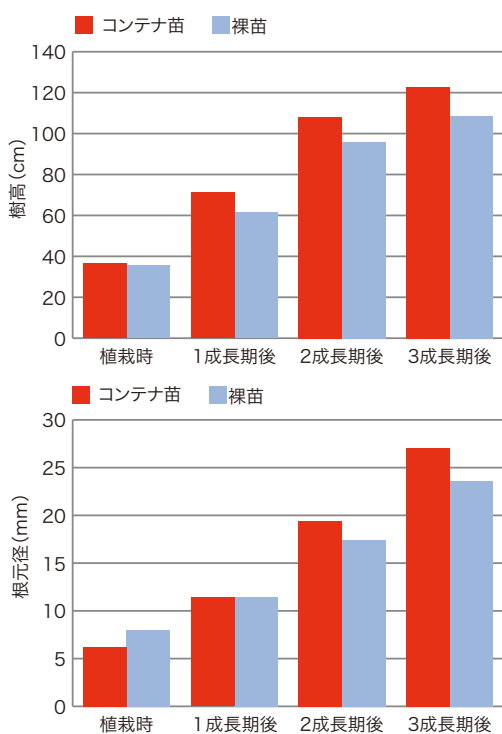


図3 形状比60前後の場合のコンテナ苗と裸苗の成長の比較（樺間ら2015, 東北森林科学会誌20, 16-18より改変）

植栽したコンテナ苗の形状比（樹高／根元径）がこの図のように植栽時に60前後であれば、その後の樹高・根元径の成長は裸苗（形状比はコンテナ苗よりやや低い）よりも良好でした。一方、植栽時のコンテナ苗の形状比が100前後の場所での調査結果では、裸苗よりも成長が遅くなっていました。東北地方では、コンテナ育苗の際に形状比に留意する必要があります。

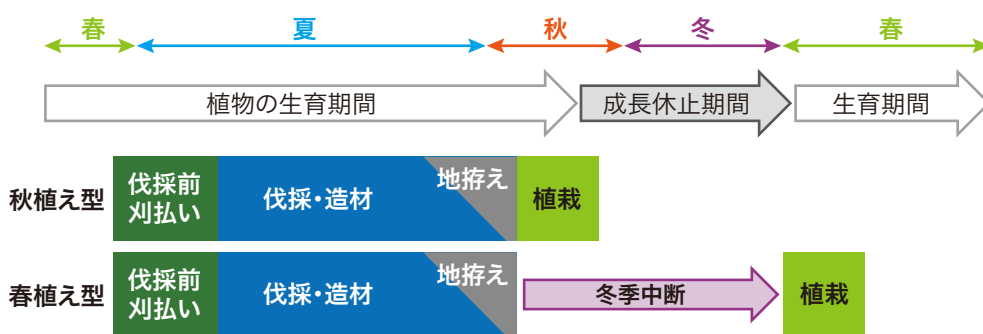


図4 東北型一貫作業システム

積雪前に地拵えをすませておけば、融雪時、下層植生の成長が始まる前に植えることにより（春植え）、工程面では秋植えと同様の効果が期待できます。

これらの取組により、全体として多雪地域における再造林コストの約50%削減の可能性が見えてきました。今後は、さらにも実証試験を積み上げ、データを検証し、地域に適した低コスト再造林技術の実用化と改善に努めていきます。