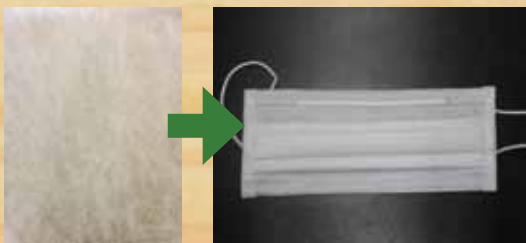


特集

森林資源の 新たなマテリアル利用



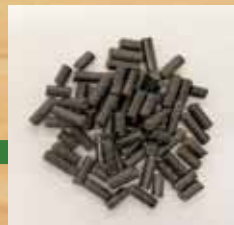
CNF 配合の不織布マスク（開発中）
協力：(株)ゼタ



CNF 配合塗料
協力：玄々化学工業(株)



トレファクション
(半炭化) チップ



トレファクション
ペレット燃料



ストーブ



改質リグニン



ガスケット
(配管接続緩衝材)

資料：ジャパンマテックス社



トレファクションチップで
被覆した花壇

協力：(株)グリーンバル

日本の森林資源は、戦後造成された人工林が本格的な利用期を迎え、木材の需要面では、住宅用等従来の需要に加えて、公共建築物等非住宅分野での利用や木質バイオマスエネルギー利用等が進んでおり、国産材の需要が拡大しています。その一方で、需要に応じた安定的な原木の供給体制が十分に構築されていないことなどにより、森林資源が必ずしも十分に活用されていない状況です。

平成28年5月に策定された、新たな「森林・林業基本計画」では、資源の循環利用による林業の成長産業化、原木の安定供給体制の構築、木材産業の競争力強化と新たな木材需要の創出に向けた取組を推進することとしています。また、林業・木材産業の成長を通じて地方創生への寄与を図るとともに、地球温暖化の防止や生物多様性保全への取組を推進することとしています。

平成28年9月に閣議決定された「バイオマス活用推進基本計画」においては、バイオマスは持続的に再生可能な資源であり、バイオマスをエネルギーや製品として活用していくことは、農山漁村の活性化や地球温暖化の防止、循環型社会の形成といった課題の解決に寄与するものとされています。

従来から、木質バイオマスについては、製紙、パルプ、ボード等の木質系材料や薪等のエネルギーとして利用されてきましたが、平成24年に再生可能エネルギーの固定価格買取制度が開始され、木質バイオマス発電施設の稼働が本格化するなど、そのエネルギー利用量は増加しています。

さらに、木材の構成成分のうち、40%〜50%を占めるセルロースや、25%〜35%を占めるリグニンは、新たなマテリアル（素材）に変換して利用することができる成分として注目され、木材需要の創出につながることが期待されています。

林野庁は、こうした木質バイオマスの新たなマテリアル利用に向けた技術開発を支援しています。今回、特集では、進展する技術開発の中でも森林研究・整備機構森林総合研究所の取組を紹介します。

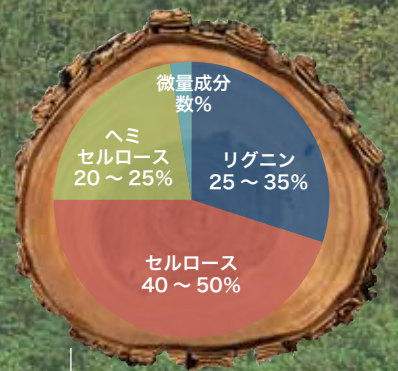
新しい素材から魅力のある製品



セルロース
ナノファイバー
含有ポリプロピレン
コンパウンド
(協力：(株)トクラス)



改質リグニン



木材の構成成分



森林資源

(用語解説) バイオマスとは、動植物に由来する有機物である資源（化石資源を除く）。セルロースナノファイバーとは、セルロースをナノ（100万分の1mm）レベルまでほぐした素材。

地域材からのセルロースナノファイバー製造

森林資源化学研究領域 糖質資源担当チーム長 下川 知子

セルロースは、木質資源からパルプとして取り出され、主に紙として利用されていても身近な材料です。パルプは、木材から、残り二つの構成成分であるリグニンとヘミセルロースを除いてつくりませんが、漂白する前にはまだリグニンに由来する色が残っています。この未漂白パルプから様々な方法でリグニンを除去し、漂白パルプ（写真1）の繊維を極限までばらばらにほぐしたものがセルロースナノファイバー（CNF）です。軽くて丈夫、表面積が大きく粘性が高いなどの特徴的な性質を持っているために、新しい素材として注目を集めています。

CNFの製造方法には、セルロースを化学処理によって改変してナノ化^{*}する方法と、そのままの形でナノ化する方法があります。それぞれの方法で作られたCNFの性質には、さまざまな違いがあります。森林総研では、後者の方法を用いて、各地域の身近にある木質資源からCNFを作り出し、その地域の特徴ある製品づくりに利用するためのプロジェクト

クトを進めています。

そこでの取組としては、中山間地域で簡便にCNFを製造するための一貫製造プロセスの開発（写真2）と、製造したCNFの用途開発を行っています。一貫製造プロセスでは、スギなどの国産材チップからパルプを中小規模で製造し、酵素の働きを利用してセルロースをナノ化するためのエネルギーを低く抑え、汎用的な湿式粉碎機によってCNFを製造します。この酵素・湿式法で製造するCNFは、ポリプロピレンなどの樹脂と均一に混合して強度を上昇させることができます。また、水性塗料と合わせて使うことにより、塗料の水や光に対する耐久性を高めることもできます（写真3）。こうした性質を生かした用途開発に企業との連携で取り組み、地域の特徴ある木質資源から製造されたCNF製品の製造につなげ、地域の活性化に貢献することを目指しています。

^{*}ナノ化とは、100万分の1mm単位まで細かくすることをいう。



セルロースナノファイバー製造技術実証施設



パルプ化

蒸解装置



酵素処理

酵素反応槽



ナノ化

湿式粉碎機



CNF懸濁液

(写真2) CNFの一貫製造プロセス



チップ

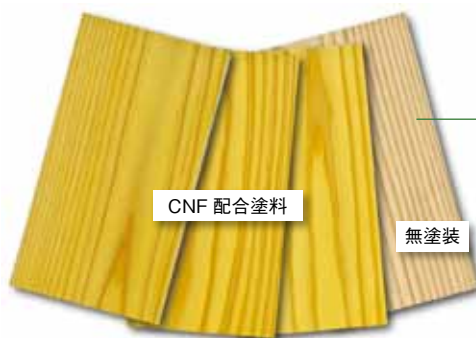


未漂白パルプ



漂白パルプ

(写真1) 木材から白い漂白パルプとしてセルロースを取り出す



CNF 配合塗料

無塗装

(写真3) CNFを配合した内装用塗料による塗装例

セルロースナノファイバー(CNF)の 効果的な利用に向けた特性評価

森林資源化学研究領域 研究専門員 林 徳子

私たち森林総合研究所は、平成22年度以来新材料として多様な応用が期待されるCNF^{※1}について、原料から最終製品までの一貫製造プロセスの開発を進めてきましたが、平成29年度に新たなテーマとして、「高機能なCNF製品に最適な原料の特性評価・解析(図1、木質系バイオマスの効果的な利用に向けた特性評価)」について、第一工業製薬(株)、(株)スギノマシン、三菱鉛筆(株)、京都工芸繊維大学、京都大学、大阪大学、東京大学、東京工業大学、産業技術総合研究所と共同で取り組んでいます。

日本の森林には、スギ、ヒノキ、カラマツなどの針葉樹、シラカンバ等の広葉樹、タケ等様々な木質バイオマスがあります。CNFは木質バイオマスをアルカリ処理して細胞レベルまでほぐしてパルプを作り、それをさらに物理処理や化学処理によりマイクロファイブールと呼ばれるナノサイズ^{※2}の構成単位にまでほぐして作ります(図2)。木質バイオマスは樹種や樹木中の部位により密度や化学組成などの特性が異なるため、得られるパルプの形態はさまざまです。また、化学処理で得られるCNFと物理的に破碎して作るCNF^{※3}とは、ほぐれ方が全く違います。一方、CNFの利用目的に応じて、強度を求める場合、粘性を求める場合、透明性を求める場合、それぞれの場合で違う性質のCNFが求められます。

本プロジェクトでは、木質バイオマスをさまざまな方法でパルプ化・CNF化し、どのような原料から作ったどのようなCNFが、増粘剤、インク、プラスチック補強材等に適用するかを評価し、その情報を公開します。これによって、CNFの製造・利用メーカーが用途に応じた原料や製造方法を効率的に選択できるようにしたいと考えています。

※1 CNFとは、セルロースをナノ(1000万分の1mm)レベルまでほぐしたセルロースナノファイバーの略称
 ※2 ナノサイズは、1000万分の1mmサイズ。
 ※3 ミクロンは、10000分の1mmサイズ。



図1 非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発のプロジェクト全体像 (NEDO HPより)

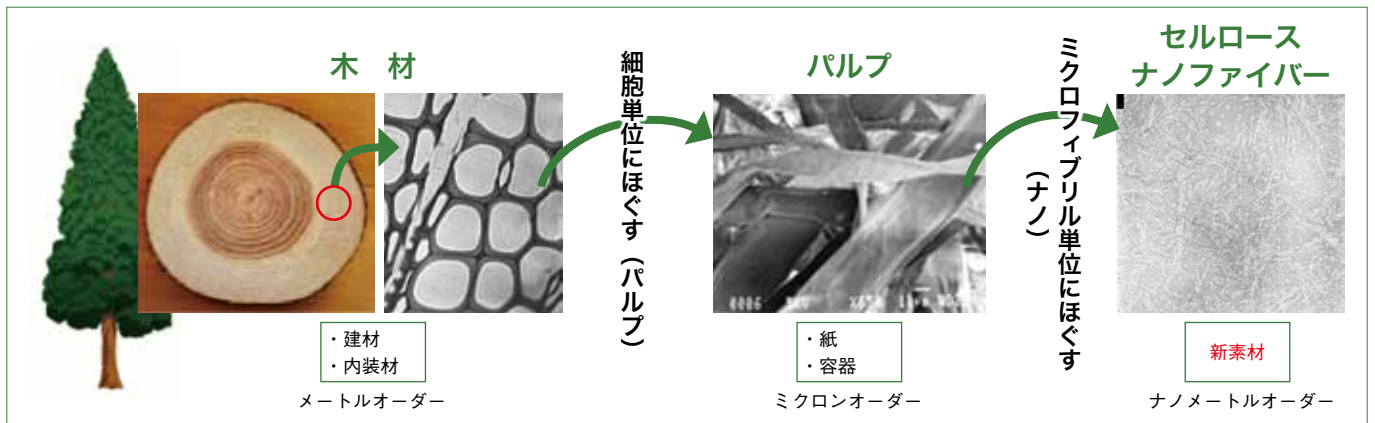


図2 木質バイオマス利用におけるサイズ感

木を焙^{ほう}じる「トレファクション」で 高性能な木質固形燃料をつくる

木材加工・特性研究領域 木材乾燥研究室長 吉田 貴紘

木質バイオマスを薪、チップ、ペレット等に加工して、熱供給や発電用の燃料として利用する動きが広がっています。そうした中、さらに使いやすくなる技術としてトレファクション (torrefaction) が注目されています。

トレファクションとは一般的には「焙煎」を意味しますが、森林総合研究所で取り組んでいるのは、250℃～300℃前後での「低温炭化(半炭化)」です。トレファクションは低い温度で炭化させるため、熱による木材の分解を抑えながら、発熱量、耐水性、粉碎性を向上させ、さらにペレット状に圧縮成型できる(エネルギー密度を高められる)点に特徴があります。また国際的にもISO/TS 17225-8^{*}に主な仕様を示されるなど関心が高まっています。

森林総合研究所は、平成25～28年度の林野庁木質バイオマス加工・利用シ



(写真1) 木質ペレット燃料(上)とトレファクションペレット燃料(下)



(写真3) 施設園芸用温風器での燃焼試験(協力 株相愛)



(写真2) トレファクション燃料製造実証プラント

STEM開発事業の下、(株)アクトリイ、三洋貿易(株)と共同でトレファクション燃料を製造する国内初の実証プラント(写真2)を神奈川県伊勢原市に建設し、運転を開始しました。その結果、生のスギ木材チップからトレファクション燃料の製造に成功するとともに、装置の改良による運転の自動化・省力化を行い、地域の事業者が運用可能なまでにプラントの完成度

木質バイオマス

- 腐りやすい
- 形が狂いやすい
- 火力が低い
- 吸水しやすい

次世代炭焼き トレファクション

機能をプラス!

高火力
疎水性
耐朽性など

チップとして利用

高密度固形燃料化

マテリアル用 園芸用など

耐朽性、疎水性を生かし、屋内外で被覆材などとして利用が期待できます。



トレファクションチップ



屋内外緑化用被覆材

カスケード利用

エネルギー用 暖房、給湯、アウトドア、調理、防災用など



アウトドア防災用



調理用



家庭用暖房



農業用施設暖房



トレファクションペレット

高火力や保管性に優れる特徴を生かし、アウトドア用携帯燃料、災害時の調理、暖房などの多様な活用が期待されます。

を高めました。これまでトレファクション燃料の用途には石炭混焼発電等の大規模利用が考えられてきましたが、本事業では小規模熱利用として施設園芸、家屋暖房等での利用実証を行い(写真3)、トレファクション燃料が燃焼性や保管性に優れることを明らかにしました。また腐朽のしにくさから屋内緑化の被覆材に、保管・携帯のしやすさからアウトドアや防災燃料にも利用が可能です。「ト

レファクション」技術は、山村地域に眠る未利用木質バイオマス資源を、それぞれの地域で高性能燃料に加工する「次世代の炭焼き」技術として地産地消や地域活性化への寄与が期待できます(図1)。

^{*}ISO/TS 17225はバイオマス固形燃料の国際規格。第8部まで分類され、第1～7部に薪、チップ、ペレット等の仕様を正式に定めている。第8部(17225-8等個別熱処理圧縮バイオ燃料)は正式規格へ向けて審議中で、現在はその前段階の技術仕様書(TS)が公表されている。

図1 トレファクション燃料の地産地消利用の例