

No. 38

森林総合研

季刊



特集

出口に近づく バイオマス マテリアル利用



国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所

1 特集 出口に近づく

バイオマスマテリアル利用

研究ディレクター 真柄 謙吉

◆日本の森から採れる工業材料「改質リグニン」

新素材研究拠点長 山田 竜彦

◆地域材を原料にした

セルロースナノファイバーの一貫製造と利用

森林資源化学研究領域 下川 知子

◆衝撃に強い木材・プラスチック複合材

Iプラスチックに代わる新素材I

木材改質研究領域 小林 正彦

◆竹の効果的な利用をめざして

森林資源化学研究領域長 大平 辰朗 他

10 研究の“森”から

◆木材成分を原料とした

新しいセシウム沈殿剤を発見

森林資源化学研究領域 大塚 祐一郎

◆痕跡を頼りに害虫を検出する

関西支所 神崎 菜摘

14 森林講座瓦版

◆スギと遺伝子組換えの過去・現在・未来

元 樹木分子遺伝研究領域 二村 典宏

◆樹木は強い風に耐えて、

私たちの生活を守っている

森林防災研究領域 鈴木 寛

18 森林・林業の解説

ランプシェードを作ろう

木材改質研究領域 石川 敦子 他

20 インフォメーション

◆森林講座のお知らせ

◆平成29年度公開講演会のお知らせ

◆森林総合研究所研究報告

出口に近づく バイオマスマテリアル利用

研究ディレクター 真柄 謙吾

1973年、第4次中東戦争に端を発するオイルショックは、石油資源を持たない私たちに、それを代替できるバイオマス資源開発の研究の必要性を痛感させました。これを受けて、バイオエタノールを始めとする多くのバイオマスエネルギー開発研究が始まりましたが、1980年代にはまだコスト的に石油に対抗できるレベルではありませんでした。しかしその後、地球温暖化が大きな問題となり、これを抑制するために、カーボンニュートラルなバイオマスを資源としたバイオマスエネルギー、そしてバイオマスマテリアルの研究も活発に行われるようになりました。現在のバイオマス利用研究は、1980年代にくらべて格段に進歩した技術に加え、石油に由来する二酸化炭素の排出を抑制するために、少々コストアップになってもバイオマス由来の原料を選択するというバイオマスプレミアムが社会の中で認知されるようになってきたことから、その歩みが早足になっています。また、マテリアル開発では、石油を原料として作られている中間素材を単に代替するだけではなく、バイオマスならではの付加価値をプラスした素材の開発も行われています。

こうした背景の下、森林総合研究所では現在、木材やその成分が持つ長所を活かし、短所を少ないコストでうまく補うことにより、高い性能を持ち製品化につながるようなバイオマスマテリアルの研究開発を行っています。

本特集号では、その中からリグニン、セルロースナノファイバー、木材・プラスチック複合材およびタケの利用を取りあげました。いずれの研究も出口がもう間近に迫っています。実際に皆さんが製品を手にとって、その性能を実感される日もそう遠くはないはずです。



改質リグニン製造パンチプラント ここで多くの試作品の原料となるリグニンが調製されています。



写真1 改質リグニン スギ材から高収率(原料木材の約30%)で製造できます

日本の森から採れる 工業材料「改質リグニン」

戦略研究部門

新素材研究拠点長 山田 竜彦

国内の森林資源を、柱や板などの木材として利用するだけでなく、化学製品として利用するための技術開発が進んでいます。木材を構成する成分に、「リグニン」と呼ばれる物質があります。樹木が固くしつかりした構造であるのは、約25～35%含まれるリグニンによるものです。リグニンは、高機能なエンジニアリングプラスチックの材料に似た化学構造を持っているので、耐熱材料等に展開できる優れたポテンシャルを持つと考えられてきました。しかし、リグニンの構造や特性は多様で、樹種や生育場所、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でした。私達は、安定工業材料へ展開できるリグニン製造へ挑戦し、国内のスギ資源から性質の優れたリグニンを生産する技術開発に成功しました。現在、この新技術は森林の価値を向上させ、中山間地域に新産業を創出するもの

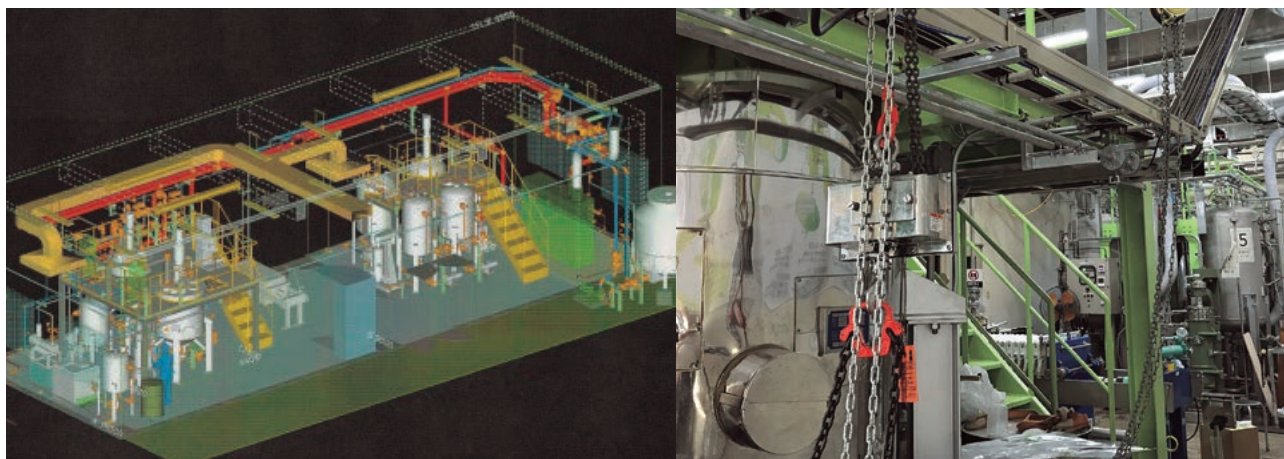


写真2 改質リグニン製造ベンチプラントの模式図(左)とプラント内部(右)

として期待されています。

スギ材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となっています。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ので、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。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、自動車用部材、電子基盤、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、これら改質リグニンをを用いた製品のビジネス規模は1000億円以上と見積もられています。現在、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(S-IP)の下、森林総研を中心に28機関が研究コンソーシアム「S-IP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り組みを進めています。私たちは、日本の森から採れる工業材料「改質リグニン」を柱とする新産業の創出で、地方創生に貢献します。



写真3 改質リグニンをを用いて開発された高付加価値製品

①改質リグニン／粘土ハイブリッド膜(産総研)、②回路を搭載した改質リグニン電子基盤(産総研)、③タッチセンサー用改質リグニン電子基盤(産総研)、④改質リグニン／パルプコンポジット射出成形品(トクラス株式会社)、⑤改質リグニン系コンクリート用化学混和剤(森林総研)、⑥改質リグニンガスマスク(ジャパンマテックス株式会社)、⑦改質リグニン活性炭素繊維用の原綿(森林総研)

地域材を原料にしたセルロース ナノファイバーの一貫製造と利用



写真1 セルロースナノファイバー製造技術実証施設とスギCNF(右上)

木材研究部門 森林資源化学研究領域

チーム長 下川 知子

皆さんの周囲にはいろいろな種類の樹木があります。森の中はもちろんですが、身近には公園の中の緑化木や街路樹など、さまざまな樹木に出会う機会があるでしょう。これらの樹木を構成している成分のうち、最も多いものがセルロースです。セルロースは、グルコース（ブドウ糖）がたくさん連なって、繊維のように長く結合したものです。セルロースは、リグニンやヘミセルロースなどの樹木に含まれるその他の成分とともに幹や枝を構成し、樹木の大きな体を維持するのに役立っています。

私たちは昔からセルロースをパルプとして取り出し、紙として利用してきました。最近話題になっているセルロースナノファイバー（CNF）は、パルプとして取り出されたセルロースを、その繊維構造を活かしつつ、ナノサイズにまで細くほぐして利用するものです。軽くて強度があり、寸法安定性がよいなど優れた特徴があるために、CNFは



チップ



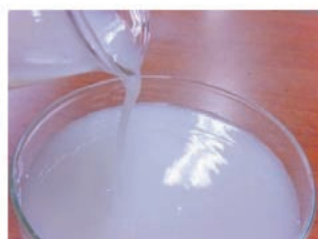
蒸解装置



パルプ



前処理反応槽



CNF懸濁液



ビーズミルユニット

写真2 チップからのCNF一貫製造

新しい素材として大きな期待がかけられています。すでに、ボールペンのインクなど手の届く製品の素材としても使われ始めています。

森林総合研究所では、皆さんの地域で生産された木材を利用して、さらに地元でCNFを作り出すために酵素の働きを利用したCNF製造法を提案しています(写真1、2)。セルロースは自然界で、キノコなどの微生物が作り出す酵素によって分解されています。これらのセルロースを分解する酵素の中には、セルロースの全体構造を解きほぐすのに優れ、

CNFの製造に適した働きを示すものがあります。私たちは、この酵素の力を借り、さらにビーズミルを使った湿式粉碎による機械的なせん断力を加えて、水の中でセルロースをCNFへとナノ化することと成功しました。

森林総合研究所で製造した地域材由来のCNFの用途としては、プラスチックとの複合化による素材の強化(写真3)や塗料への添加による塗膜の性質改善(写真4)など、いろいろな素材との複合化による物性の向上があります。そのほかにも、高性

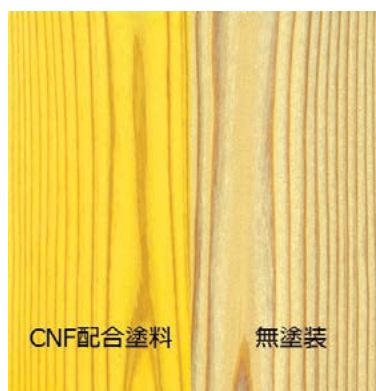


写真4 スギCNF配合屋外用木材保護着色塗料



写真3 スギCNFとポリプロピレンの複合材射出成型物

能フィルターやガスバリアフィルム、食・医療素材など様々な用途が考えられます。私たちはこれから皆さんの地域で生産された木材を原料にした特色のあるCNFを製造し、それを使って地域の活力を高められるような技術開発を進めていきます。



写真1 エクステリアに使用されているWPCの例(左:デッキ、右:ルーバー)

衝撃に強い木材・プラスチック複合材 ―プラスチックに代わる新素材―

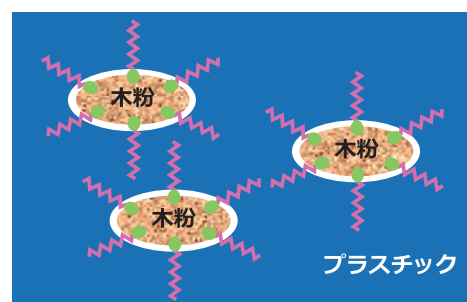
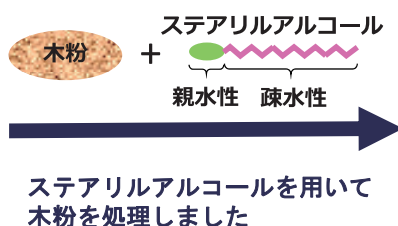
木材研究部門 木材改質研究領域

主任研究員 小林 正彦

木材・プラスチック複合材（Wood Plastic Composites：混練型WPC）は、木粉とポリプロピレンなどの熱可塑性プラスチックを加熱しながら混ぜ合わせてつくる新しい木質系材料です。間伐材、林地残材などの未利用木材やプラスチック廃棄物を原料にできることから、環境適合型の新素材として注目されています。WPCは、プラスチックよりも曲げ強度に優れ、木材よりも耐水性・耐朽性に優れるため、主に屋外に設置するデッキやルーバーなどのエクステリア資材として利用されています（写真1）。しかしその一方で、衝撃強度が低く、硬くて脆い（折れやすい、割れやすい、欠けやすい）ことから複雑な形状に加工しにくいという欠点を持っています。このため、WPCの用途は比較的単純な形状のものに限られています。日用品や玩具などの試作例はありますが（写真2）、家電や自動車の部品など、プラスチックが



親水性の木粉と疎水性のプラスチックは容易には馴染みません



木粉とプラスチックの馴染みが良くなりました！

図1 ステアリルアルコールを用いて木粉を処理することによる木粉の改質

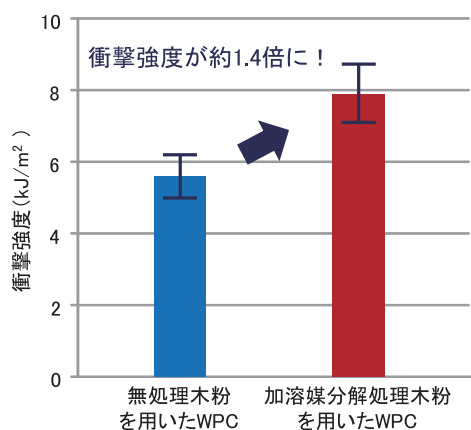


図2 加溶媒分解処理木粉を用いて製造したWPC (赤)と無処理木粉を用いて製造したWPC (青)の衝撃強度の比較 (エラーバーは標準偏差を示す。(サンプル数5))

用いられてきた成形物については、代替する素材としての利用があまり進んでいません。

WPCの硬くて脆いという欠点を改善するためには、WPCの製造(加熱混練)時に、木粉とプラスチックとを均一に混ぜ合わせ、よく馴染ませる必要があります。しかし木粉の表面は水にぬれやすい性質(親水性)を持っているため、水にぬれにくい性質(疎水性)を持つプラスチックとは容易には馴染みません。

そこで、森林総合研究所では、木粉を改質することにより木粉とプラスチックの馴染みを良くし、WPCの衝撃強度を高める方法について研究を進めています。私たちは最近、分子内に親水性と疎水性の両方の性質をもち、界面活性剤としての作用を示すステアリルアルコールという物質を用いて木粉を

処理することで、親水性の木粉に疎水性の分子を導入できることを見出しました(図1)。この方法で処理した木粉を用いて製造したWPCは木粉とプラスチックの馴染みが良くなり、無処理の木粉を用いた場合と比較して、約1.4倍の衝撃強度を持つことがわかりました(図2)。現在、溶媒の種類を変えたり、処理条件を最適化することでWPCの衝撃強度をさらに高めるなど、プラスチックに代わる利用を目指した技術開発に取り組んでいます。

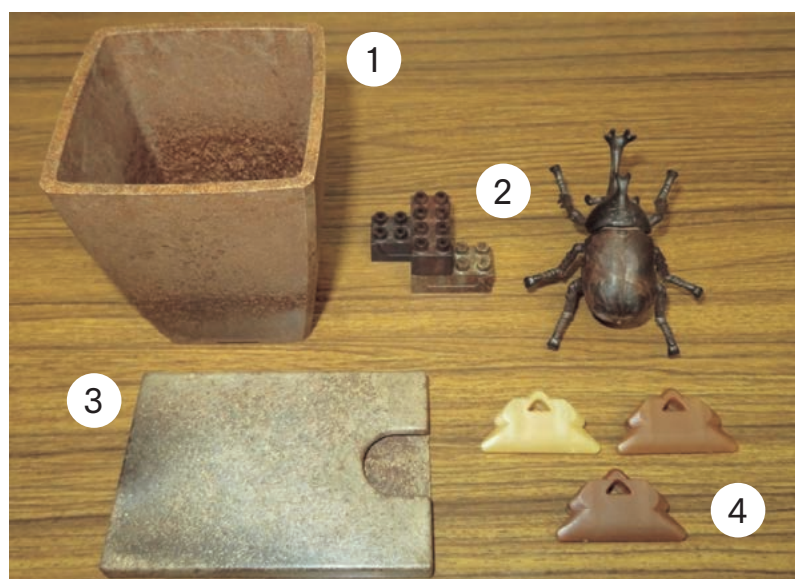


写真2 プラスチック成形物に代わるWPCの新しい用途の試作例 (1:植木鉢、2:玩具、3:名刺入れ、4:ペーパークリップ)



写真1 放置竹林

竹の効果的な 利用をめざして

木材研究部門 森林資源化学研究領域

領域長 大平 辰朗

主任研究員 松井 直之

樹木抽出成分研究室長 橋田 光

主任研究員 池田 努

はじめに

竹は西日本の里山地域を中心に広く分布しています。しかし最近では、放置竹林の増加や里山林への竹林の侵入等（写真1）が問題となっており、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。

従来の用途

竹は古来より日本人に親しまれてきた素材の一つであり、変形しにくく弾力性が強い一方で、裂けやすいという物理的な特性を活かして、器具類、家具類、水筒、あるいは竹皮などとして利用されてきました。一方で、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。例えば、ハチクの皮は竹筍^{チクジ}と呼ばれ、漢方薬の原料になります。すし、モウソウチクの稈部^{カシブ}から発見された強い抗菌性物質は薬剤として製剤化されています。しかし、これらに利用されている竹の量は限られています。

効率的な利用技術の開発

森林総合研究所では、民間企業と共同で開発したマイクロ波減圧コントロール水蒸気蒸留装置（写真2）を用いて、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。竹を素材として用いる時には含有する水分が障害となりますが、この方法では水分と共に香り物質等が抽出液として効率よく回収できます。結果的に乾燥した状態の竹が得られるため、竹を余すことなく総合的に利用することが可能となります（図1）。得られた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効果が認め



写真2 マイクロ波減圧コントロール水蒸気蒸留装置

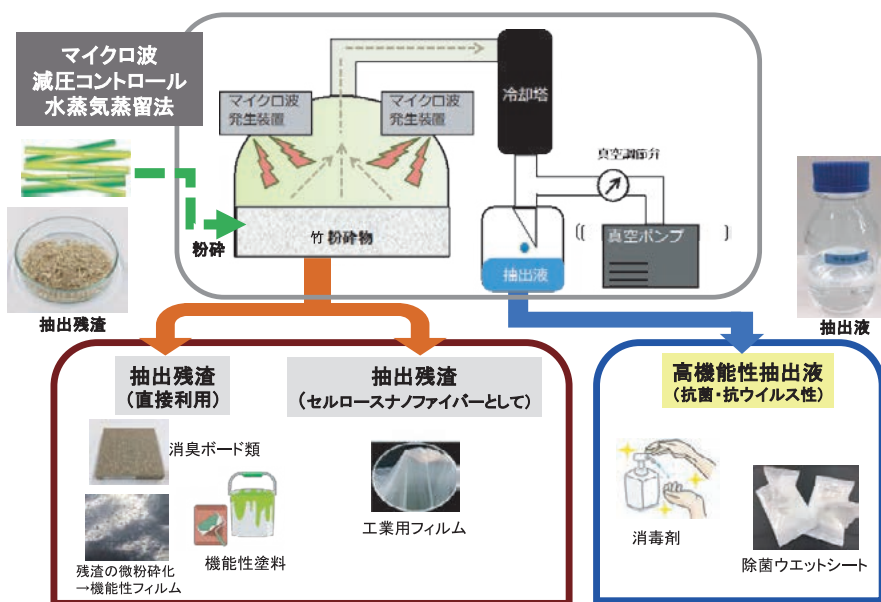


図1 マイクロ波処理技術を起点とした竹の総合的な利用技術

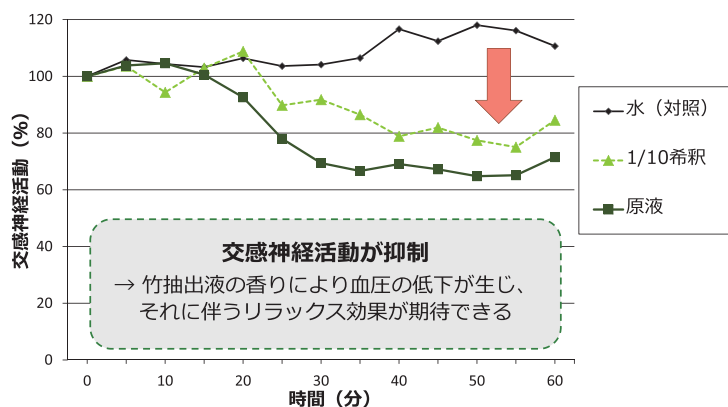


図2 竹抽出液の香りによるラットの交感神経活動への影響

られている他、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、各種消毒剤等の原料として利用できます。さらに抽出液の香り刺激により、血圧低下作用が期待できることが動物実験により明らかになっており、健康増進剤としての利用も期待されます（図2）。

乾燥した竹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。また乾燥した竹から製造したセルロースナノファイバーを、建材（パーティクルボード）の製造時に用いることで、建材の強度を数十倍向上させることもわかっており、多面的な工業資材として利活用が期待できます。

私たちは、これらの技術により、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、竹を活用した地元産業の活性化にも役立つことを目指しています。

木材成分を原料とした 新しいセシウム沈殿剤を発見

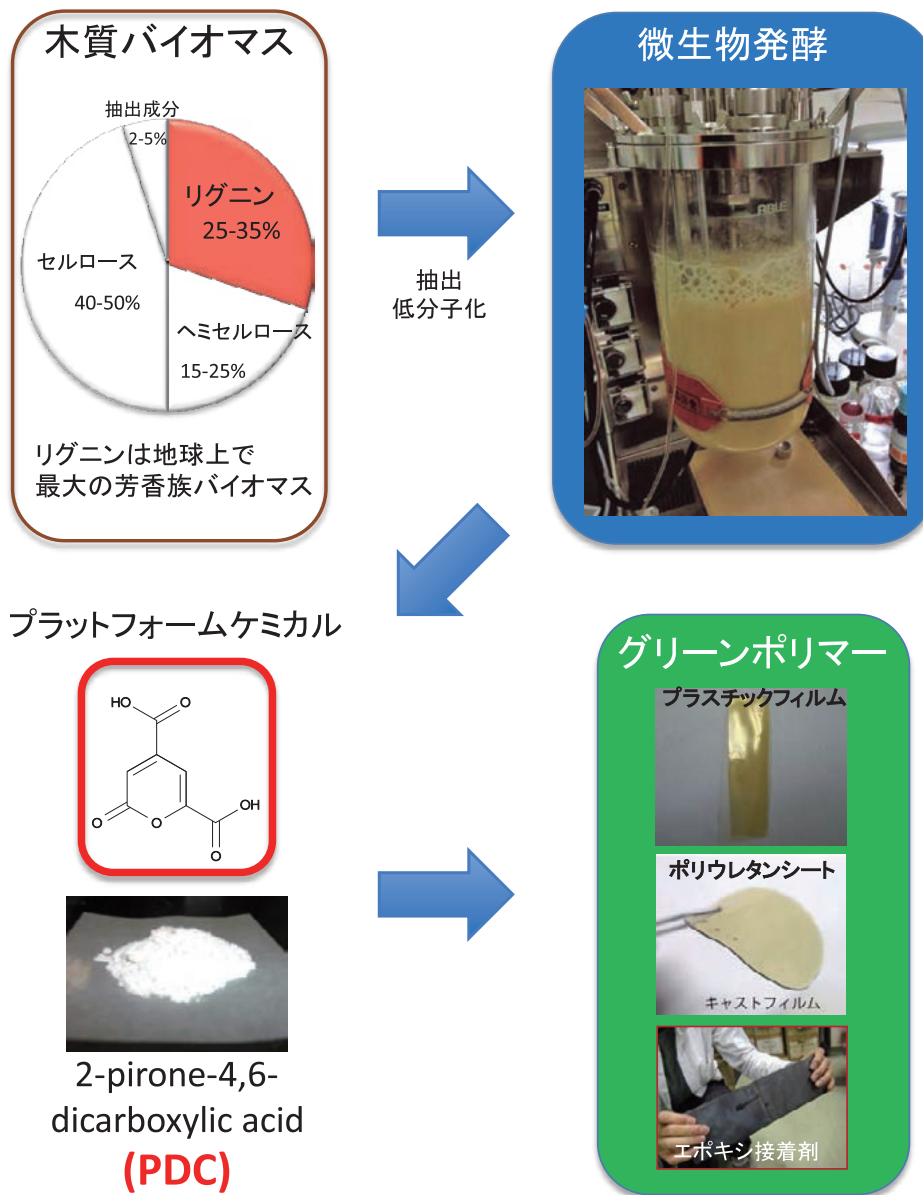


図1 木材を構成する成分リグニンから微生物発酵で工業原料を作る



木材研究部門
森林資源化学研究領域
主任研究員
大塚 祐一郎

木の主要成分リグニンから工業原料を作る

リグニンは木材の25～35%を占める、地球上で最大の芳香族バイオマスです。この膨大なバイオマスの高度利用を目指して、リグニンをばらばらに分解した後、微生物発酵により単一の2-ピロン-4,6-ジカルボン酸(PDC)という物質を生産する技術を開発してきました。PDCはペットボトルの原料であるテレフタル酸と同様に、環状構造に2つの反応性の高いカルボキシル基を持つため、プラスチックフィルムやポリウレタンシート、接着剤などの原料(プラットフォームケミカル)となる有用な物質であることがわかっています(図1)。

PDCの意外な機能

我々は、このPDCを大量に発酵生産するプロセ

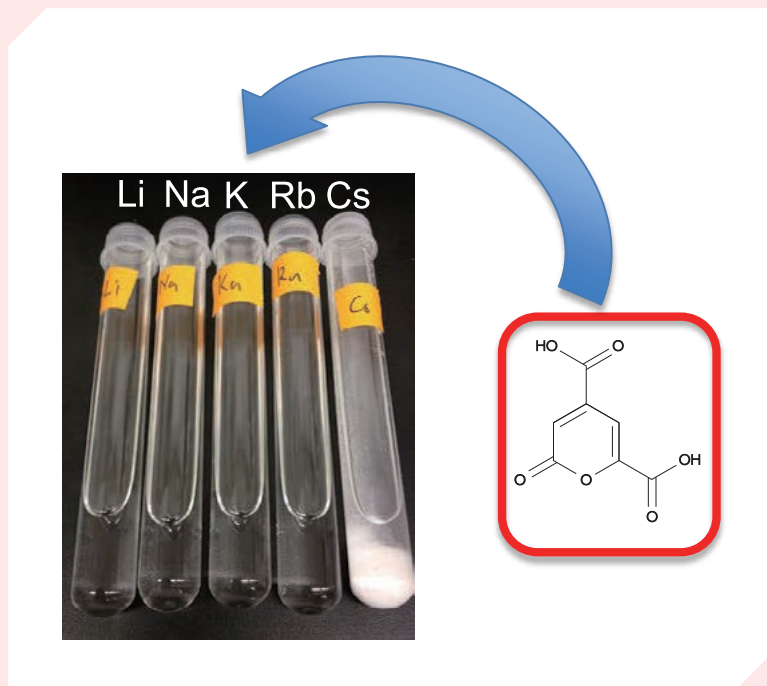


図2 各アルカリ金属1%溶液にPDCを添加
セシウム(Cs)とのみ錯体を形成し沈殿を生じる

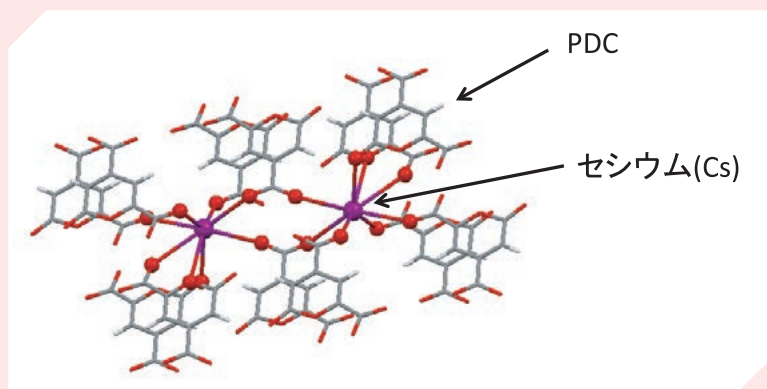


図3 セシウム(Cs)とPDCの錯体構造

スを開発する過程で、PDCがアルカリ金属の一つであるナトリウム(Na)と錯体^(注1)を形成し沈殿を生じる性質があることを発見しました。さらに他のアルカリ金属(リチウム(Li)、カリウム(K)、ルビジウム(Rb)、セシウム(Cs))との反応性を調べたところ、放射能汚染水に含まれる主要放射性核種^(注2)であるセシウムとの反応性が非常に高いことがわかりました。図2に示すように、Li、Na、K、Rb、Csをそれぞれ1%溶かした溶液にPDCを添加したところ、セシウムとのみ錯体を形成し沈殿を生じました。このことはPDCを添加することにより水の中からセシウムを

沈殿として除去できることを示しています。

また、PDCとセシウムの錯体構造をX線回折法^(注3)により分析した結果、セシウムはたくさんのPDCと相互作用して水に溶けにくい錯体を作っていることがわかりました(図3)。このためPDCはアルカリ金属の中でも特にセシウムと強く反応し、同じアルカリ金属のナトリウムが10倍の濃度で存在していても、優先的にセシウムと錯体を形成し沈殿を生じるなど、セシウム除去に適した性質を持つことがわかりました。

2011年3月に発生した東日本大震災にともな

い過酷事故に至った東京電力福島第一原子力発電所では、現在でも溶け落ちた燃料の冷却が続けられており、日々放射性セシウムの汚染水が発生しています。汚染水は浄化した上で貯蔵されていますが、発生した汚染水の浄化や発電所外の除染等のため、セシウムを効率的に除去する技術開発は引き続き重要な課題となっています。今後は本沈殿剤の実用化に向けて、PDCを高密度に固定した装置の設計や製造などを推進し、放射性セシウムの高効率除去システムの開発を目指したいと考えています。

(注1) 錯体

金属イオンに金属ではない原子(配位子)が結合した化合物のことを錯体といいます。

(注2) 放射性核種

放射能を持つ原子を指します。原子力発電所で燃料として使用されていたウランが崩壊すると、様々な種類の原子が放出されます。この中で放射能を持つ主要な原子の一つにセシウムがあります。

(注3) X線回折法

錯体の形成条件によって大きな結晶を作ることが出来ます。この結晶にX線をあてて、そのX線の回折を解析することによって結晶中の分子構造を明らかにすることが出来ます。この方法をX線回折法といいます。

痕跡を頼りに 害虫を検出する



写真1 飼育中のアメリカカンザイシロアリ 餌に用いる木片の内部が空洞化している。

外来乾材害虫

世界的な貿易の広がりによって、日本国内にも数多くの外来生物が侵入しています。このような外来生物の中で、近年、世界的にも大きな問題となりつつあるのが乾材害虫です。乾材害虫とは、用材として乾燥された木材を食害する昆虫のことです。これは、輸入家具や用材などの木材製品に侵入して、その木材を内側から食い荒らすという被害をひきおこします（写真1）。乾材害虫の侵入した木材は、表面に小さな穴があいているだけで、材内に生息する昆虫の姿が見えないため、外見からはなかなか侵入が分かりません。また、木材製品内部の昆虫種を明らかにするためには、それを破壊して昆虫を取り出す必要があります。製品の価値が損なわれてしまいます。これらの問題を解決するため、高精度、迅速、かつ非破壊的な乾材害虫検出手法の開発が求められています。

害虫検出法の開発

非破壊的検出法の開発にあたって、昆虫が木材に侵入する時にあけた小さな穴から排出されるフ



関西支所
主任研究員
神崎 菜摘

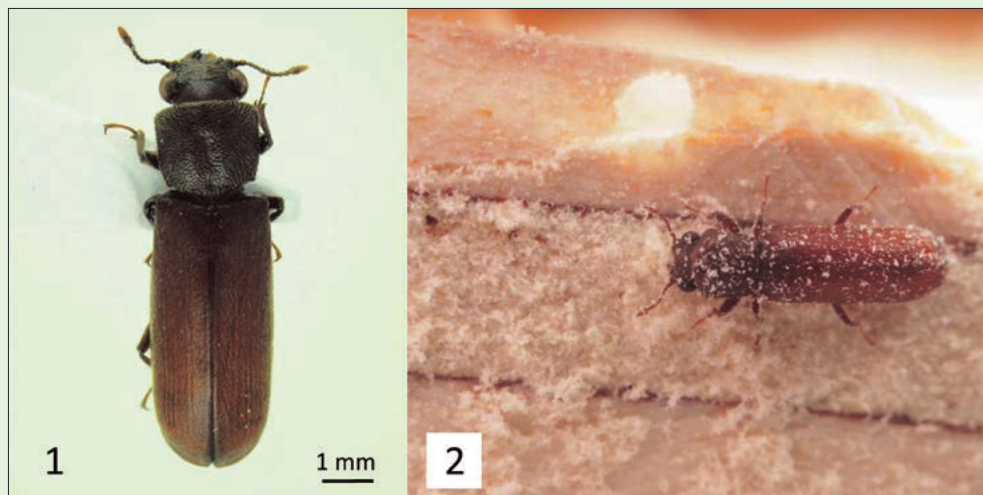


図1 ヒラタキクイムシ 1. 成虫 2. 成虫と材表面のフラス

ラス（糞や食べかすの混合物）に注目しました。このフラスは昆虫の体から排出されるため、消化管の細胞など、昆虫のDNAをわずかに含んでいます。私たちは、材外に排出されたフラスから昆虫由来のDNAを検出することができれば、どの昆虫種が侵入しているのかを、木材製品を破壊することなく明らかにすることができると考えました。そ



図2 アメリカカンザイシロアリ 1. ソルジャー（兵蟻）2. ワーカー（働き蟻）3. 翅アリ、働き蟻と虫糞

こで、国内でも問題となっている2種の外来乾材害虫、ヒラタキクイムシ（図1）とアメリカカンザイシロアリ（図2）を対象に、フラスからの種識別を試みました。ここで用いたのは、対象となるDNA塩基配列を特異的に検出し、蛍光によって、その塩基配列の有無を明らかにするLAMP法と呼ばれる手法です。この手法を用いて、フラスから抽出したDNA

と、プライマーという対象塩基配列に対応した短いDNA断片、反応試薬を混合し、1〜2時間程度反応させることにより、約0.05gの少量のフラスから対象種の侵入を検出することができました（図3）。

検出法の応用と発展

今回開発した手法は、DNAを用いることにより、害虫の種を識別するための専門的な知識を必要とせず、害虫の感染を高精度で検出することができます。また、プライマーの種類を変えることで、他の乾材害虫にも応用できるというメリットがあります。他方、フラスからのDNA抽出に時間がかかるなどの問題点も残されています。今後、手法を改良し、さらに簡便化することにより、輸入検疫などの現場での利用につなげたいと考えています。なお、この研究は、環境省環境研究総合推進費41401によって行われました。



図3 LAMP 法による検出
フラスから抽出したDNAを反応させることにより、目的とする昆虫種のDNAが入っている場合は、左側の2つのサンプルのような蛍光を発する。

スギと遺伝子組換えの 過去・現在・未来

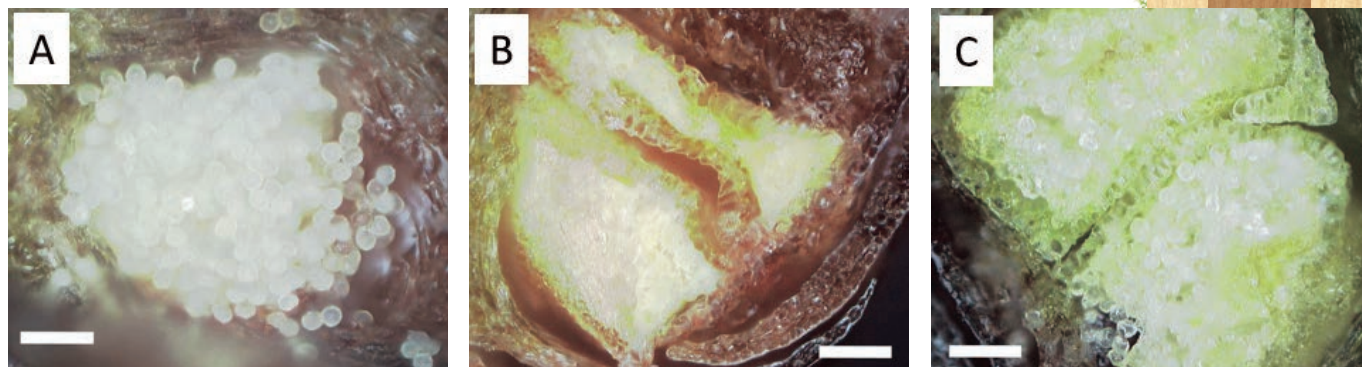


図1 通常のスギと無花粉スギの違い

通常のスギと無花粉スギの雄花を切断し、断面を拡大した写真。Aは通常のスギ。BとCは異なるタイプの無花粉スギ。Bでは花粉らしい構造は見当たらず、Cでは変形した花粉が見られる。BとCのスギはいずれも花粉を飛散しない。白線で示したバーは100 μ m (1mmの10分の1)の長さを示している。

元 林業研究部門

樹木分子遺伝研究領域

樹木分子生物研究室長

二村 典宏

スギは建材としてだけではなく、船材や、桶・樽を作るための材料として古くから使われてきました。1697年に宮崎安貞によって書かれた「農業全書」にも「杉は諸木に勝れたる良木なり」との記載があります。

スギは古代から役に立つ材料として利用されてきたため、もともとあった天然林は姿を消し、現在は秋田県や屋久島等にわずかに残るのみです。現在日本にあるスギの多くは、1950年代から1960年代に植えられたスギ人工林です。

今では、国民の多くがスギというと花粉症を連想します。イネ科牧草の花粉を原因とする花粉症は、19世紀のイギリスで初めて報告されました。日本では、1961年にブタクサ花粉症が報告されたのが初めてです。スギ花粉症患者は、栃木県の日光で1964年に斎藤洋三博士によって見出されました。その後、スギ花粉症患者の数は飛躍的に増加し、2008年の時点で国民の4人にひとりにはスギ花粉症と推定されています。

スギ人工林は九州の面積よりも広い448万haを占め、木材資源としてだけではなく水源涵養など様々な公益的機能を発揮しています。花粉症対策として森林サイドからできることは、スギの有効活用と持続可能な森林づくりにあるといえるでしょう。花粉症に対する林業側からの対策の一つとして、無花粉スギの利用があります。無花粉スギとは、雄花をつけても花粉を飛散しないスギのことです(図1)。

1992年に富山県で初めて発見されました。富山県では無花粉スギを利用した育種を進め、県内のスギ植林に活用されています。

遺伝子組換え技術を利用して無花粉スギを作る試みも進められています。遺伝子組換えについては様々な意見がありますが、世界的にはこの技術を活用した作物の普及が進んでいます。遺伝子組換え作物の作付面積は、この20年で170万haから1億8510万haにまで増加しました(図2)。

2015年時点で、ダイズの83%、ワタの75%、トウモロコシの29%、ナタネの24%が、除草剤耐性や害虫抵抗性を付与した遺伝子組換え作物です。遺伝子組換え作物は世界の26カ国で栽培されていますが、日本国内で商業栽培されている遺伝子組換え植物はバラのみです。国内で栽培されてはいませんが、家畜の飼料や植物油の原料等として遺伝子組換え作物は海外から大量に輸入されています。

遺伝子組換え植物を実用化するにあたっては、安全性や生態系に与える影響について厳しい審査があります。既に商業栽培が行われている遺伝子組換え作物についても検証が続いています。2016年に

は米国科学アカデミーから報告書が出されました。それによると、遺伝子組換え作物がヒトの健康に影響を与えるという科学的証拠はなく、非組換え作物の農場と比べて昆虫等の全体的な多様性を減らすこともないということです。遺伝子組換えスギの開発に

あたっても、生物多様性に与える影響などを注意深く評価する必要があります。近年、遺伝子組換えに代わる新たな育種技術（NB T: new plant breeding techniques）が注目されています。従来の遺伝子組換え技術との違いは、新たな遺伝子を挿入しないで植物の性質を変化させる点にあります。NB Tのひとつがゲノム編集といわれる技術です（図3）。ゲノム編集技術ではDNAの特定の位置を切断して、標的遺伝子を変化

させます。この技術を使って作られた植物を遺伝子組換え生物として扱うかどうかについては議論が続いています。農林水産省の研究会では2015年に「最終的に外来の遺伝子を有しないことが確認できれば規制から除外される可能性がある」という報告書を公表しました。遺伝子組換え生物に該当するかどうかは個別に判断するとしています。ゲノム編集技術を利用して無花粉スギを開発すれば、遺伝子組換えの規制から外れる可能性があります。従来の育種だけでなく、遺伝子組換え技術やNB Tを活用した、より良いスギの品種開発が進められています。

いは、新たな遺伝子を挿入しないで植物の性質を変化させる点にあります。NB Tのひとつがゲノム編集といわれる技術です（図3）。ゲノム編集技術ではDNAの特定の位置を切断して、標的遺伝子を変化

させます。この技術を使って作られた植物を遺伝子組換え生物として扱うかどうかについては議論が続いています。農林水産省の研究会では2015年に「最終的に外来の遺伝子を有しないことが確認できれば規制から除外される可能性がある」という報告書を公表しました。遺伝子組換え生物に該当するかどうかは個別に判断するとしています。ゲノム編集技術を利用して無花粉スギを開発すれば、遺伝子組換えの規制から外れる可能性があります。従来の育種だけでなく、遺伝子組換え技術やNB Tを活用した、より良いスギの品種開発が進められています。

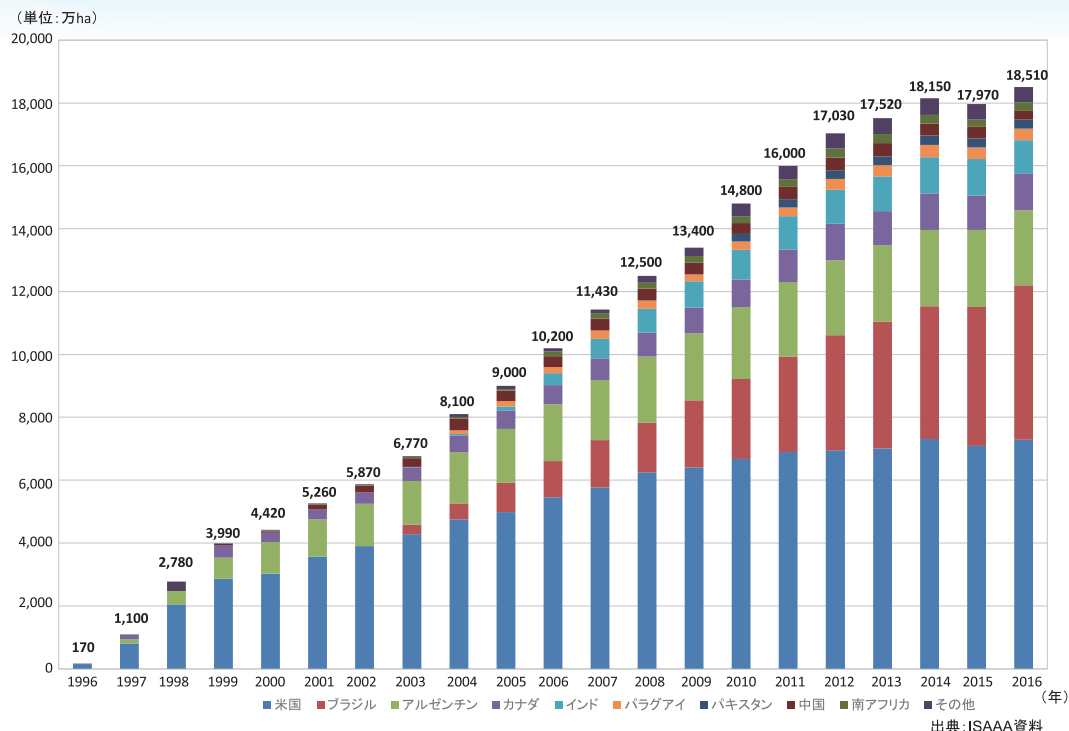


図2 世界での遺伝子組換え作物の栽培面積

国別の遺伝子組換え作物の栽培面積の推移を示した。2016年において「その他」としてまとめた国は、ウルグアイ、ボリビア、オーストラリア、フィリピン、ミャンマー、スペイン、スーダン、メキシコ、コロンビア、ベトナム、ホンジュラス、チリ、ポルトガル、バングラデシュ、コスタリカ、スロバキア、チェコ共和国の17か国。

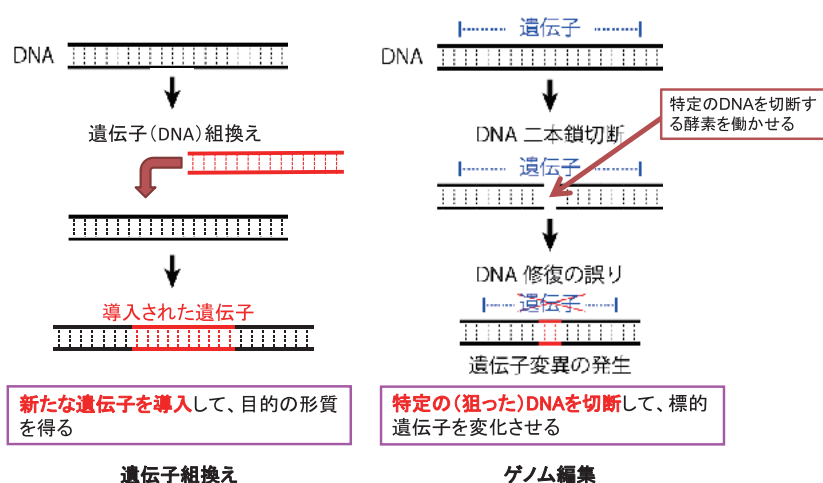


図3 遺伝子組換えとゲノム編集の模式図

遺伝子組換えでは、遺伝子組換え技術を用いて望ましい遺伝子を導入する。これに対し、ゲノム編集では特定のDNAを切断して標的遺伝子を変化させる。新たな遺伝子を持ち込まないため、従来の遺伝子組換えの枠組みから外れる可能性がある。

樹木は強い風に耐えて、 私たちの生活を 守っている



写真1 家屋を風から守る屋敷林

台風等で強風が吹くと、森林は強風に耐えて風をさえぎり、風下側に風の弱い場所を作り出します。このため、家屋のまわりに屋敷林を作ると、家屋が強風から守られて、快適に住めるようになります。こうした屋敷林は日本各地に見られますが（写真1）、富山県砺波平野の垣入や島根県出雲平野の築地松などが、独特の景観で有名です。残念ながら、近年は、管理に手間がかかることなどから屋敷林が減少しています。

そのほかにも、農耕地の防風林は風をさえぎるだけでなく気温等の気象条件を緩和して農業生産を向上させますし、道路や鉄道沿いの防風林は風だけでなく雪もさえぎって交通障害が起こりにくいようにします。このような防風林は列状や帯状に作られ（写真2）、特に北海道東部の根釧台地には帯状の防風林が総延長650kmの規模で広がっています。以上の防風林をまとめて内陸防風林と呼びます。

一方、海岸に沿って作られる防風林は、海からの強風だけでなく、風によって運ばれる砂や塩もさえぎることで、人が住んだり農業ができる場所を



森林研究部門
森林防災研究領域
気象害・防災林研究室長
鈴木 覚



写真2 農耕地の防風林

作っています。このような防風林を海岸防風林と呼びます。海岸防風林は砂地の乾燥や塩分に強いクロマツを植えたものが多く、しばしば「〇〇の松原」などと名付けられ、全国の沿岸地域に根付いています。

防風林が風をさえぎるとき、その風下側に風が弱められた領域（減風域と呼びます）が広がります。複数の風速計を配置して風速を測定すると減風域の広さが分かり、それが広いほど防風機能が

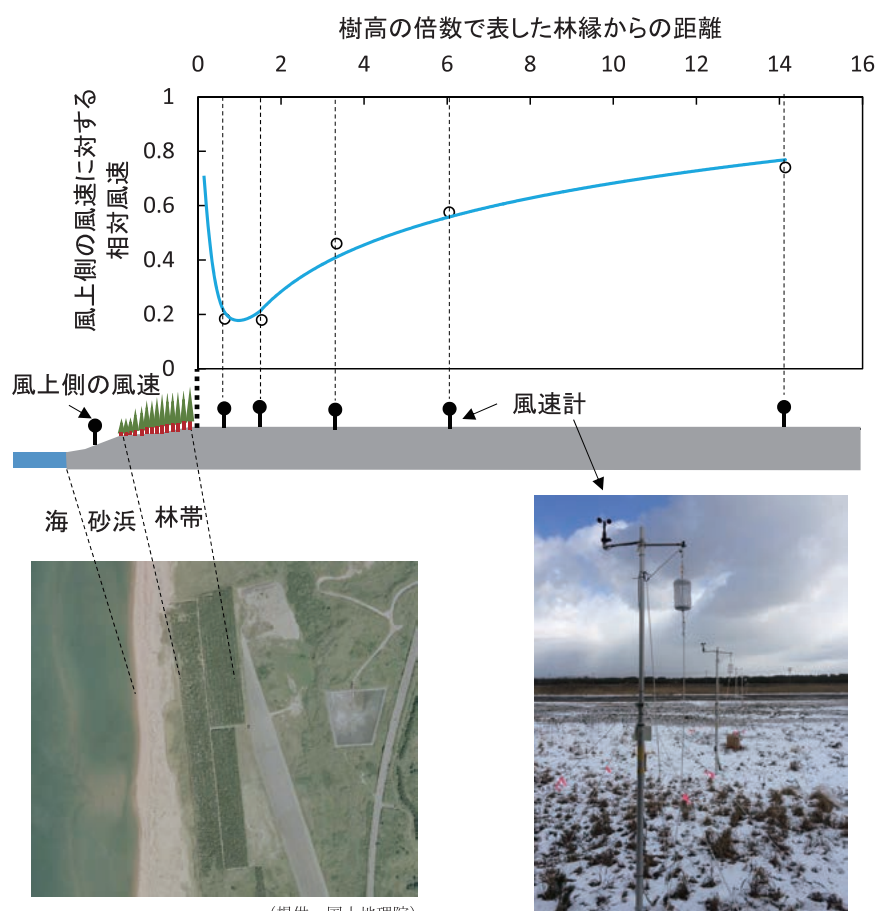


図1 クロマツを植えた防風林における防風機能

防風林(左下)の風下側に、複数の風速計を配置して風速を測定する(右下)。上図の青線は、測定された風速を、風上側の風速で割った相対値を表し、値が1以下の場所が右方向(風下方向)にどこまで広がるのを見ることが、減風域の広さが分かる。

高いと判断されます(図1)。減風域の広さは、防風林の樹高や樹木の混み具合で変わります。混み具合が同じなら、樹高が高いほど減風域は広くなります。一方、樹高が同じなら、樹木が少なすぎても多すぎても減風域は狭くなります。内陸防風林の場合、側面から林の向こう側を透かし見たときに、4割程度の面積で向こう側が見えるくらいが最適で、その時の減風域の広さは樹高の30倍程度になります。海岸防風林では減風域の広さは正確

には分かっていますが、図1の事例では、減風域の広さは樹高の30倍程度であり、内陸防風林での最大値と同程度であることが確認されています。

近年はこのような生態系を活かした防災・減災の考え方が広がってきています。もう一度、防風林の機能を見直して、上手に活用することが大切ではないでしょうか。

ランプシェードを作ろう

木材研究部門 木材改質研究領域

チーム長 石川 敦子

機能化研究室長 片岡 厚

用意するもの

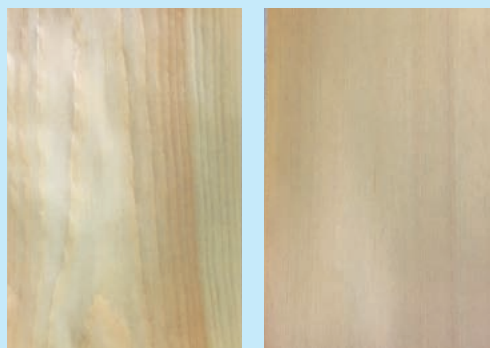
- 木の薄い板
(ツギ板という名前で売られていますが、食品を包むための経木を用いることもできます)
- 切るための道具 (はさみやカッターなど)
- 固定するための道具 (ステープラー、クリップなど)
- 色を付ける場合: 絵具や塗料、筆、刷毛など
- LEDキャンドルライト
(ろうそくや白熱電球などの発熱するものは危険なので絶対に使わないでください)



LEDキャンドルライト



薄く塗ると木の模様が透けて見える
※光が当たるとどう見えるか考えて塗ろう



木の薄い板

※木の種類によって、色、手触り、
香りなどが違うので観察してみよう



同じ形でも
塗り方によって
雰囲気が違う

切ったり曲げたりして色々な形を作ってみよう!
形が決まったらステープラーなどで固定しよう



←色を塗らない
場合はライト
の色が透けて
見えやすい



形によって木の模様の
見え方が違う

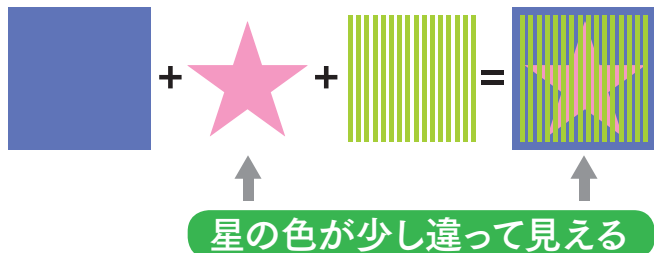
色を塗る時に考えよう！

【色を混ぜる】

絵具の青と黄色を混ぜると緑色になる。木の色（黄色っぽい色）に色々な色を塗って、色の変化を楽しもう。

【錯覚】

線と色、形の組み合わせによって見え方が違う。
工夫して塗ってみよう。



木の薄い板でランプシェードを作ると、
光がやわらいで見える。

どうして？

刺激の強い紫外線や青い色の
光を木が吸収しているから。



平成29年度 森林講座のお知らせ

多摩森林科学園において、研究の成果等を分かりやすく解説する森林講座を開催しております。多数のご来場をお待ちしております。

第6回
11月17日
[金]

木材とプラスチックを融合させて つくる新しい材料（混練型WPC）

デッキ材などのエクステリア資材として広く利用されている木材とプラスチックを融合させた新しい材料（混練型WPC）の製造・利用技術についてご紹介

〈講師〉 木材研究部門 木材改質研究領域 主任研究員 小林 正彦



第7回
12月20日
[水]

森から生まれる新たな資源 ビジネス —木材成分リグニンで町おこし—

スギ材の約3割を占める「リグニン」という物質の持つ素晴らしい可能性と、中山間地域から工業材料を製造・出荷する新しいビジネスについてお話しします。

〈講師〉 戦略研究部門 新素材研究拠点長 山田 竜彦



第8回
1月19日
[金]

森の沢の水に放射性セシウムは 含まれているのか？

福島原発事故により放出されて森に降った放射性セシウムは、ほとんどが森の中にとどまり、わずかししか流出しません。そのしくみについて解説します。

〈講師〉 森林研究部門 立地環境研究領域 土壌特性研究室長 小林 政広



開催概要

【時間】 各日午後1時15分～午後3時 【会場】 多摩森林科学園 森の科学館 【定員】 40名(要申込、先着順)

【受講料】 無料(要入園料 大人300円 高校生以下50円 ※年間パスポートもご利用できます。)

申込方法

- 電子メールまたは往復はがきでお申込みください。
- 電子メール本文または往信はがき裏面に、下記についてご記入ください。
① 受講ご希望講座名・開催日 ② 郵便番号・住所 ③ 受講者名(3名まで可) ④ 電話番号
- 受け付け期間は、各講座開催日の前月の1日から講座開催日の1週間前までです。
- お申し込みは先着順で受け付け、定員に達した時点で締切ります。
- 受け付けましたお申込みに対し、先着順で順次ご連絡いたします。
- 電子メールの宛先 ▶ shinrinkouza@ffpri.affrc.go.jp
往復はがきの宛先 ▶ 〒193-0843 八王子市廿里町1833-81 多摩森林科学園
- お問合せ先 ▶ TEL:042-661-1121



電子メール送付先
QRコード

平成29年度 森林総合研究所公開講演会 ～木を使って守る生物多様性～

森林総合研究所では、「木を使って守る生物多様性」をテーマに、公開講演会を開催します。今回は、人工林を適切に管理していくことが生物多様性の保全にどのように役立つのかについて、最新の研究成果に基づいて解説します。招待講演はテレビでおなじみの五箇公一さんです。他の講演も一般の方向けのやさしい内容をめざします。皆様、ぜひご参加下さい。

開催日時：平成29年10月24日(火) 13:20～16:40
会場：ヤクルトホール(東京都港区東新橋1-1-19 ヤクルト本社ビル)

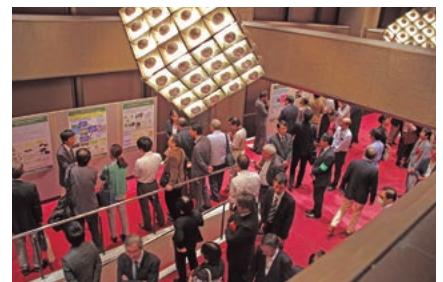
入場
無料

予約
不要

タイムスケジュール

- 13:20 開会(司会) 理事 田中 浩
13:20 - 13:25 開会挨拶 理事長 沢田 治雄
13:25 - 14:05 招待講演 森が育む生物多様性と私たちの生活
国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター室長 五箇 公一 氏
14:05 - 14:55 木材を使うことと、生物多様性を守ることの両立をめざす森林管理
(前半の部) 研究ディレクター 尾崎 研一
歴史資料から知る過去の林野利用
関西支所 チーム長(森林土壌資源担当) 岡本 透
14:55 - 15:30 ポスター発表
15:35 - 16:35 生物多様性の鍵となる溪畔林の役割と管理
(後半の部) 研究評価科 研究評価室長 吉村 真由美
生物多様性に配慮した人工林施業を考える
森林植生研究領域 領域長 佐藤 保
生物多様性の保全に向けてー今後の展望ー
生物多様性研究拠点 拠点長 岡部 貴美子
16:35 - 16:40 閉会挨拶 理事 桂川 裕樹

昨年の様子



問い合わせ先 森林総合研究所 企画部 広報普及科広報係 TEL:029-829-8372 Eメール:kouho@ffpri.affrc.go.jp

公開講演会の最新情報はこちらでご確認できます ⇒ <https://www.ffpri.affrc.go.jp/event/index.html>

森林総合研究所研究報告



Vol.16 No.2(通巻442号) 2017年6月
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/index.html>

総説 生物多様性オフセットによるノーネットロス達成の生態学的課題

小山 明日香、岡部 貴美子

論文 セイヨウハコヤナギの葉における乾燥・塩ストレス応答性ガラクトシール合成酵素(Galactinol synthase, GolS) 遺伝子の単離とGolS 過剰発現ポプラの解析(英文)

宮澤 真一、西口 満、古川原 聡、田原 恒、毛利 武、掛川 弘一、横田 智、楠城 時彦

森林総合研究所千代田苗畑(茨城県かすみがうら市)のチョウ類相 井上 大成

短報 大規模森林開発地判読のための道路網抽出

齋藤 英樹

ノート ホンシメジ *Lyophyllum shimeji* は閉鎖実験系で、外生菌根共生を伴わずにセイヨウハコヤナギ *Populus nigra* の根の形態を変化させ、植物の地上部の成長を促進する(英文)

村田 仁、山田 明義、遠藤 直樹、早川 記央、丸山 毅、伊ヶ崎 知弘、毛利 武、横田 智、山中 高史、田原 恒、根田 仁

研究資料 インドネシア共和国東カリマンタン州バリクパパン近郊の低地で採集された糞虫(鞘翅目:コガネムシ上科食糞群)のリスト(英文)

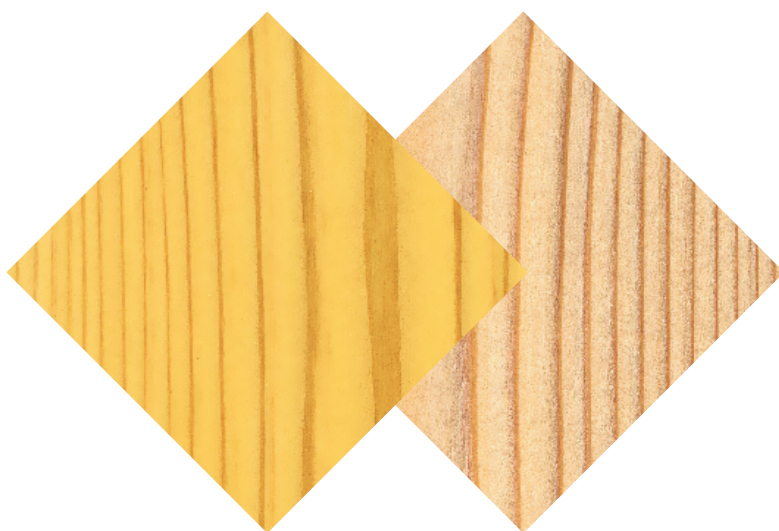
上田 明良、ディアン・ドウィパドラ、ウォロ・ノエルジト、スギアルト、近 雅博、越智 輝雄、高橋 正義、福山 研二

小川試験地における29樹種の胸高直径ー樹高関係

正木 隆、中静 透、新山 馨、田中 浩、飯田 滋生



エクステリア材に使われている木材とプラスチックの複合材（混練型WPC）の例（左デッキ、右ルーバー）さらに用途を広げるため、性能向上をめざした研究開発を進めています。



セルロースナノファイバー（CNF）の入った塗料で塗装したスギ板（左）
塗料にCNFを混合することで、紫外線や風雨への耐久性が向上します。

季刊 森林総合研究所

No. 38

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
TEL.029-829-8373 FAX.029-873-0844
URL <https://www.ffpri.affrc.go.jp/ffpri.html>

2017（平成29）年8月31日発行
編集：国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 広報誌編集委員会
発行：国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部広報普及科
印刷：株式会社 光和印刷

※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。



GREEN PRINTING JPH
F-810026
環境省 国土
本工場は、環境に配慮
したGPI認定工場です。

この印刷物はグリーン基準に適
合した印刷資材を使用し環境配
慮されたグリーンプリンティング
認定工場で印刷しています。

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可

17.08.7000