

CLTの木橋



CLTでつくられた木橋

文と写真●渡辺 憲 Watanabe Ken

木材加工・特性研究領域

秋 田杉を多用したコロセウムのような美しい木構造の図書館で知られる国際教養大学は、秋田空港から車で10分ほどのところにあります。その校内で昼をすませて近辺を散策していると、周回道路のそばに木製物らしきものがぼつりとありました。近寄ってみると、それは、小さな木製の橋でした。

じ つはこの木橋は、とても珍しい構造をもっています。まず、床の部分にCLT (Cross Laminated Timber: 直交集成板) と呼ばれる新しい材料が使われています。横からその断面をみると、木材の繊維方向と木口が交互に並んでおり、木の板を直交させて張り合わせたものであることがよくわかります。

通 常ですとCLTは建物の壁や床に使われるのですが、最近ではこのように屋外でも試験的に使われ始めています。この木橋は、まさにCLTの耐久性試験を行うために設置されているものでした。木材を屋外で使うときには適切な防腐処理を行うことが必要です。ここでは、木橋を繊維強化プラスチック(FRP)シートでまるごとラッピングすることで腐朽しないような工夫が試験的に施されています。

こ の橋の作成に携わった方から施工時の写真をお借りしたのでご紹介します。CLTの上にスギの板材が敷かれており、この板材はメンテナンス時に定期的に交換されることになります。CLTには施工が早くて簡単という利点もあり、木橋もあっという間に完成します。◆



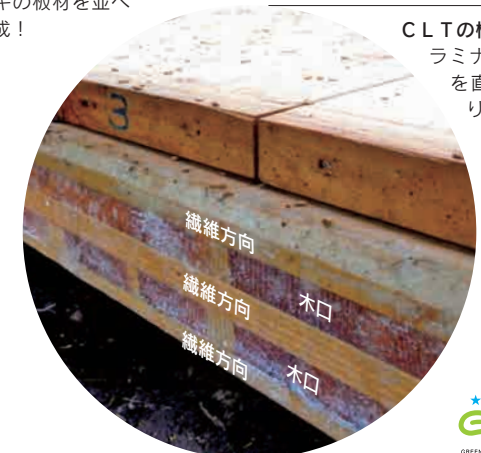
写真提供：北海道大学農学研究院 佐々木貴信氏

設置手順

- ① スギでつくったCLTの板にFRPラッピングを施し、支えの梁に置く。
- ② CLTの上にスギの板材を並べて固定して完成！

CLTの構造

ラミナと呼ばれる板材を直交するように貼り合わせてある。



Forestry & Forest Products
Research Institute
No.61 2023

特集●

木の良さを エクステリアに活かす

巻頭鼎談●木材利用をどうブランディングするか？

アートディレクター 柿木原 政広 × 石川 敦子 木材改質研究領域
宮本 康太 複合材料研究領域



Ishikawa Atsuko

石川 敦子
木材改質研究領域



Kakinokihara Masahiro

柿木原 政広
アートディレクター



Miyamoto Kohta

宮本 康太
複合材料研究領域

森林総合研究所(つくば)の実験住宅にて
Photo by Godo Keiko

木には、だれもが認める素材の良さがあります。
しかし、さまざまなマテリアルが登場するなかで、
木の長所をどのようにアピールしたらよいのか？

アートディレクターの柿木原政広さんと石川敦子 木材改質研究領域長、
宮本康太 複合材料研究領域複合化研究室長にお話しいただきました。

木材利用をどう ブランディングするか？

宮本 ● 柿木原さんには日本木材加工技術協会のロゴマーク作成*で大変お世話になりました。私はその委員長を務めました。柿木原さんとの打合せで、協会の成り立ちや今後のビジョンがわからないと創作できないと鋭い指摘をいただいたことをよく覚えています。
柿木原 ● 自分としては、ロゴ単体で何かを物語るといふより、やはり、そこにある背景を理解した上で物作りをしたいんですね。
宮本 ● 柿木原さんからたくさんの質問をいただいて、わたしたちも協会がどのように成り立ってきたのか改めて資料を見直したり、これから木材の加工技術や利用方法がどのような方向に進むのかというヴィジョンをみつめ直すいい機会になりました。
柿木原 ● 近頃はだいたい木材が使われ始めると新聞などでは読んでいたのですが、それが実際どういふことなのかは、よくわかっていなかったんです。ですので、加工方法がこんなにたくさんあるといった技術的な話をお聞きできたのは、とても勉強になりました。
石川 ● 木材利用を推進する側は、もともと積極的に伝えたいいけないことがたくさんありますね。そこでお聞きしたいのですが、もし「木」を使うことをアピールするのなら、どういった点だと思えますか？
柿木原 ● 最近、ログハウスの会社の仕事をしているのですが、取材にいくと何より木の香りが気持ちいい。樹木の育った環境から含めて素材を楽しむことをコンセプトにしている企業で、「木」という存在そのものに価値があるとすごく感じます。

CONTENTS

Forestry & Forest Products Research Institute

No.61 2023



表紙写真

Jennifer J Taylor / iStock

特集写真提供：

P.8 黒板塀：yamahide / PIXTA
見出しの板塀：naihei / iStock
P.8 下2点、P.11 材観写真、P.12 上3点、
P.13 上3点：森林総合研究所
P.9 みたけ幼稚園：桃原郁夫
P.12 気象劣化：片岡厚、石川敦子
P.13 HPと各種パンフ：
(一社) 全国木材組合連合会
全国木材協同組合連合会

特集担当●

渋谷 龍也
石川 敦子

編集委員●

片岡 厚（編集委員長）
松本 麻子
中澤 昌彦
杉山 真樹
川上 和人

巻頭●鼎談

木材利用をどうブランディングするか？

柿木原 政広 アートディレクター

× 石川 敦子 木材改質研究領域

× 宮本 康太 複合材料研究領域 ……………3

特集●

木の良さを エクステリアに活かす

研究の森から●

ここまで来た木造の防耐火 ……………14
上川 大輔（木材改質研究領域）

家具・内装材の原材料を
成長の早い国産樹種に転換する ……………16
杉山 真樹（木材加工・特性研究領域）

森林講座瓦版●

シラカバが家具に！？
国産広葉樹材を使いこなす取り組み ……………18
嶋瀬 拓也（北海道支所）

インフォメーション● ……………19

自然探訪●

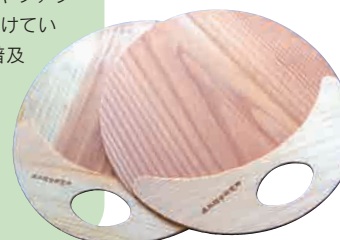
CLTの木橋……………20
渡辺 憲（木材加工・特性研究領域）



アンケートに
ご協力ください

QRコードよりご回答ください。はがきやファクス、メールでもご意見やご要望を受け付けています。連絡先を明記の上、右記の広報普及科までお寄せください。

【今年7月末】までにお寄せいただいた方の中から抽選で5人に木製うちわを1枚差し上げます。なお抽選結果は発送をもって代えさせていただきます。



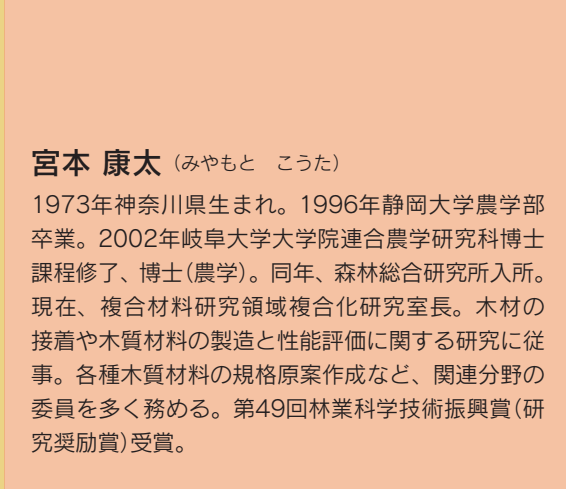
季刊「森林総研」 2023（令和5）年6月16日発行

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
〒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>

企画制作・デザイン●栗山淳編集室

印刷●昭栄印刷株式会社

©本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。



巻頭●鼎談

人の捉え方の柔らかさを逆に活かしてやることは、デザインではかなり意識してますね。

柿木原 ●おそらく、みんな直感的には「木はいいよね」ってほぼ100%思っていると思います。とすると、じつはそこは説明しなくてもいい部分なのかもしれません。

石川 ●かつては塀は境界線の役割を担っていましたが、現代では境や囲いといった機能以外の別の役割を考えてもいいと思うんです。

宮本 ●発想の柔軟性は大事ですね。木材は節もあって、均質さを厳しく求められると難しいところもありますが、全体に良い素材として、大らかに捉えてもらえるといいのですが。

石川 ●いいですね「勘違い」。

柿木原 ●デザインで重視していることに「勘違い」というのがあります。スタッフとの打合せでやや見当違いの意見がでることがあって、それが逆にブレイクスルーでできなかったものを、いきなり自由にしてしまうみたいなことがあったりします。そんなふうになんかえ方の柔らかさを逆に活かしてやることは、デザインではかなり意識してますね。

石川 ●使用期間の長い箇所は飽きにくく、短い期間で改装できる箇所では、遊び心があるといいのでしょうか。

柿木原 ●防波堤に地元の小学生が絵を描いて

石川 ●それは相当あります。たとえば展覧会のポスターとか3カ月くらいの期間のものに対してのロゴタイプと、50年、100年とか使う会社のロゴタイプでは、同じ感覚ではつくりません。引っかけがいいということ

柿木原 ●それは相当あります。たとえば展覧会のポスターとか3カ月くらいの期間のものに対してのロゴタイプと、50年、100年とか使う会社のロゴタイプでは、同じ感覚ではつくりません。引っかけがいいということ

石川 ●エクステリアは比較的長く使うのが理想なんです。場合によっては部材交換をしながら、リニューアルしていくという使い方もありますね。短期間に対するデザインと長期間に対するデザインとで、何か意識されてつくられたりはしますか。

柿木原 ●塀などは広い面積があつて、グラフィック的にもいろんなことができそうだなと思います。

石川 ●エクステリアは比較的長く使うのが理想なんです。場合によっては部材交換をしながら、リニューアルしていくという使い方もありますね。短期間に対するデザインと長期間に対するデザインとで、何か意識されてつくられたりはしますか。

巻頭●鼎談

木材利用は幅広く奥深い。どのように発信するか、工夫を凝らすことが大切です。

柿木原 ●自分がもし塀をデザインするとしたら、猫の通り道を意識してチョコチョコ登れるところがあったり、あるいは小鳥が巣をつくれたり、そういった遊び心のある塀ができるといいなあと思ったりします。

宮本 ●子どもが登れる塀とかもいいですね。遊べる木塀がいいですね。

石川 ●それこそ、遊びを兼ねた猫のためだけの塀とかがあつてもいい。家を建てる時にはどうしても建物にばかり目が行きますが、じつは塀は景観全体に影響する重要な部分なんです。木塀は、これから進化できるポテンシャルがまだまだあると思います。

宮本 ●木塀はその気になれば、自分で作ることもできますしね。

石川 ●木塀を手づくりする過程で木材のことを知ったり、つくって使っていく過程を楽しむこともできますね。

なにしろきょうは、異分野の方とお話できて、私はとても刺激を受けました。5年後にまた鼎談が実現して、時間の変化を語りあえるといいですね。

柿木原 ●わたしも刺激を受けました。きょう敷地を案内していただいて、この広い空間に数百人もの研究者が森林や木材について研究しているということは、すごいことだと思えます。5年後には、きっと木材の高層ビルが

石川 ●デザインや表現における時間というのは興味深いですね。同じものでも、時とともに何かが違う趣になっていきます。

柿木原 ●木の場合は、あめ色になるとか、使い込んでいい味になるとか、価値がプラスされるので、うまく利用すると勝手に価値が上がっていく面がありますね。

石川 ●木はそもそも1本1本に味わいの違いがあります。自分ではこういうものを作ろうとイメージしていても、出てきたものの味わいは自分が思っていたものとは違う新たなも

柿木原 ●静岡市美術館でいちばん最初の展示をされたアーティストの鈴木康広さんが、それから10年後に、最初の展覧会の時に撮った写真にたまたま写り込んでいた男の子を招待して、同じ画角で写真を撮るといことをやっただけです。その地域に関わる10年がそこに象徴されている感じがあつて、すごく楽しかったです。

石川 ●デザインや表現における時間というのは興味深いですね。同じものでも、時とともに何かが違う趣になっていきます。



柿木原さんに森林総合研究所内の研究施設について案内する石川さん、宮本さん。



『最新木材工業事典(新版)』(日本木材加工技術協会)

◎◎柿木原さんが装丁した事典。石川さん、宮本さんも執筆している。

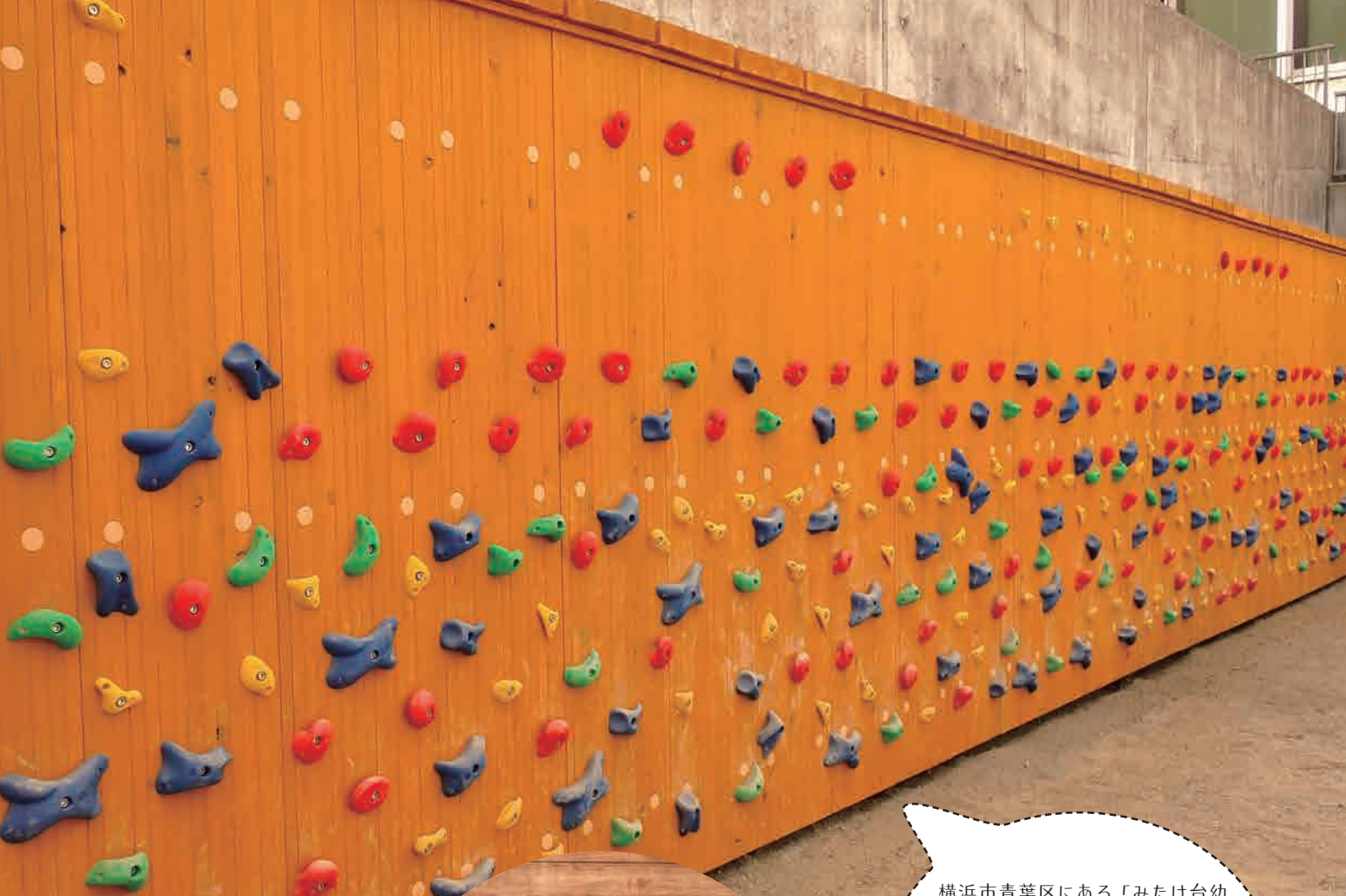
柿木原さんが作成した静岡市美術館のロゴマーク。提供＝株式会社10

柿木原さんが作成した静岡市美術館のロゴマーク。提供＝株式会社10

柿木原さんが作成した静岡市美術館のロゴマーク。提供＝株式会社10



柿木原さんが作成した静岡市美術館のロゴマーク。提供＝株式会社10



木塀 の 新たな方向

横浜市青葉区にある「みたけ台幼稚園」の園庭の木の壁の遊具。全長16メートルある。よじのぼって遊べるボルダリングウォールで、DLT (Dowel Laminated Timber) と呼ばれる板材を木ダボで接合した積層材が使われている。
施工：株式会社 長谷萬

特集◎

木の良さを
エクステリアに活かす

1990年代後半から2010年頃に
研究も加速していくことになります。
て、エクステリア木材の劣化を抑制する
ンをもたらししました。この動きに呼応し
索され、木の文化に新たな発想やデザイ
展望デッキなど、さまざまな利用法が模
調和する木道、または板張りの遊歩道や
えるでしょう。都市空間や公園の環境と
の木材利用にも関心が高まった時代とい
語がキーワードとなり、エクステリアへ
「自然回帰」「アメニティ」といった単

かけて、バブル崩壊とともに時代は「量」
から「質」へと転換します。
「自然回帰」「アメニティ」といった単
語がキーワードとなり、エクステリアへ
の木材利用にも関心が高まった時代とい
えるでしょう。都市空間や公園の環境と
調和する木道、または板張りの遊歩道や
展望デッキなど、さまざまな利用法が模
索され、木の文化に新たな発想やデザイ
ンをもたらししました。この動きに呼応し
て、エクステリア木材の劣化を抑制する
研究も加速していくことになります。

日本では「木の文化」を伝統にもつ国で
す。建築はもとより、暮らしの中のある
ゆる設備・道具に木が使われてきました。
この特集で注目するエクステリアへの利
用もそのひとつです。

日本での木材のエクステリア利用



特集◎

木の良さを エクステリアに活かす

文責＝編集部 監修＝石川 敦子＋渋谷 龍也

伝統的 な 木塀

日本の伝統的な木の文化の一つである木塀は、時代とともに他の素材へと置き換わってきた。しかし、木材の価値が再評価される中、ふたたび脚光をあびつつある。

写真は、秋田県仙北市角館にある武家屋敷の黒塀。

伝統的な木塀をはじめ、ウッドデッキやベンチなどの木のエクステリアは、ふしぎと心を和ませてくれます。「木」という素材そのものが持つ魅力なのでしょう。近年は、温室効果ガス削減への貢献など、木材利用の重要性が改めて注目されています。大型木造建築の建設も進められる機運ができました。そこで、本特集ではエクステリアとしての「木」の活用について探ってみました。

木の良さを エクステリアに活かす

出典：農林省林業試験場木材部編「世界の有用木材300種」、森林総合研究所「日本産木材データベース」(<https://db.ffpri.go.jp/WoodDB/JWDB/home.php>)

それぞれ に 顔がある

スギ

特色:密度0.38g/cm³。日本の人工林で最も多い樹種。すくすくと成長する、すぐ(直)、などが名前の由来という説がある。心材(丸太の中心部の色の濃い部分)と辺材(心材の周りの色の薄い部分)の色の差が比較的はっきりしている。

ヒノキ

特色:密度0.41g/cm³。独特の香りがあり、桧風呂などとしても使用される。

カラマツ

特色:密度0.53g/cm³。スギよりも比較的強度が高い傾向があるが、ねじれやヤニが出る場合があり、加工や使用方法が工夫されている。

ケヤキ

特色:密度0.62g/cm³。街路樹として多く植えられている。テーブルやカウンターの天板などに使われてきた。

ミズナラ

特色:密度0.67g/cm³。家具や床板、内装材などに使われている。



負荷の高い素材から木材へ転換することで、エコロジカルで持続可能性の高いライフスタイルの実現に寄与することができます。また、公園や駅前広場といった公共・商業施設等で木材を広く使うことで、「まちづくり」に調和する景観を生み出すこともできるのです。

木の1本1本の魅力を活かす

木材には、ほかの素材にはない大きな魅力があります。

それは、木が生きものだったということです。木には人とおなじように、それが生まれ育った環境によって、1本1本に物語があり、それぞれがちがった顔をもっています。木材ならではの表情、それは、ほかの素材では出すことのできないだいじな長所です。

さらに、1本の木には、木を育て、加工し、販売した人たちの手を経てきたストーリーもあります。DIYで木塀やデッキを作るのであれば、そこには個人的な家族の思い出といったストーリーを織りこむこともできます。

建築物は建築基準法等で材料の使用方法などが細かく定められています。それに対して、エクステリアの木塀などは制限が少なく、デザイン面での自由度が高い分野といえます。木材は加工しやすい素材なので、さまざまな形にすることが

エコロジカル

表面温度変化と紫外線反射の抑制

冬に金属に触れると冷たく、木材では温もりを感じることもある。このように、木材は金属と比較して温度変化が緩やかな傾向がある。また、木材はコンクリートやアスファルト、タイルよりも紫外線の反射率が小さいという報告もあり、ヒートアイランド対策や人体への紫外線の影響の軽減などに役立つことが期待されている。

屋外で長持ちさせる

劣化と対策

木材は太陽光や風雨、腐朽菌やシロアリなどによって劣化する。これらの対策には塗装や防腐・防蟻処理などがある。また、軒や庇などによる日差しや雨の影響の軽減や、土に直接触れないようにするといった構造による工夫も行われている。劣化を抑制して長く木材を使うと、木材に含まれる炭素を長期間貯蔵することにつながる。

維持管理を通じて

木への理解を深める

木材の良さを屋外でも活かすうえで欠かせないのが劣化対策と維持管理である。これをデメリットとして捉えずに、例えば塗り替えなどの維持管理を地域の子どもたちが参加できるイベントとして実施すると、シビックプライド(市民としての誇り)の醸成や、天然素材への理解を深める環境教育にも役立つ可能性がある。

軽くて強く、多様性がある

木材は重量の割に強度が高く、加工もしやすいので、エクステリアではDIYも盛んである。とはいえ天然物であるため、樹種によって比重や強度が異なる。こういった木材の特徴を理解することで、適材適所で上手く使うことができる。

加工しやすい

木肌の美しさ、香り、肌ざわり、癒やし

木材には独特の色や年輪、香り、肌ざわりがある。これらは木材の種類や部位によっても異なる。木材のある空間ではリラックスするという効果も報告されている。用途や利用する人の好みに合わせて使い分けると、さらに木材の良さを効果的に実感することが可能となるだろう。

フェースフリー

景観、町並み、災害対策

塀やデッキなどの外構施設に木材を使うと景観や街並みを整える効果が期待できる。高速道路の遮音壁に使用して景観を向上させる試みもある。また、普段は塀やベンチなどとして使用されている木材を、フェーズフリー(災害時には燃料など別の用途に使用する)に役立てるといった多面的な使い方に期待することができる。

耐火火

燃えやすさとバイオマス

木材は燃えやすい性質があり、燃えにくくするために、厚みをもたせて、ある程度まで燃えた時点で鎮火するようにしたり、難燃薬剤を注入したり、表面に燃えにくい材料を貼るといった対策が施されている。一方、林地残材や端材などは、燃やすことでバイオマスエネルギーとして活用されている。

かけては、環境問題への意識が高まります。エクステリア木材に関しては、より安全な成分を用いた防腐・防蟻剤や、揮発性有機化合物(VOC)の発生を抑えた塗料の開発などが大きく進展しました。

2010年には「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」(公共建築物等木材利用促進法)が制定され、2021年には、脱炭素社会の実現に向けての法律(都市の木造化推進法)として改正されます。こうして、東京オリンピック・パラリンピックでの積極的な木材の利用や、低炭素社会実現に向けた関心の高まりといった社会背景のもと、いま木材利用の機運は大きく高まりをみせています。

こうした中、遊べる木の壁(9ページ)など、伝統的な木塀に新たな機能やデザイン要素を加えた斬新なエクステリア利用も見られるようになってきています。

エクステリア利用のメリット

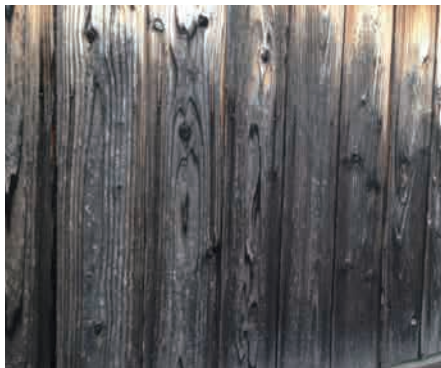
自然素材である木材は、製造時のエネルギー消費が比較的小さいことから、気候変動問題においても温室効果ガスの抑制という面で大きな力を発揮することができます。

いま木材利用の促進は、公共建築物や大型木造ビルなどにおいて大きな進展をみせています。さらに、公共外構設備や個人宅のエクステリアにおいても、環境



屋外での利用 と 劣化対策

木材を屋外に設置すると、太陽光による光劣化と雨水などによる成分の流出、カビの繁殖や汚染物質の付着などが起こり、写真のように変色と凹凸化が進行していく。



変色の例



割れの発生と浸食による凹凸化の例



腐朽の例



木のある暮らし

(一社)全国木材組合連合会、全国木材協同組合連合会が運営するサイト。木の街づくりについて、環境や健康への影響も含め、様々な情報が掲載されている。

▼下記よりアクセスできます。



<https://love.kinohei.jp/>

特集

木の良さを エクステリアに活かす



木質エクステリア施工事例

美しい街づくりに調和する外構部の木質化施工事例や、木のエクステリアのメリットなどが紹介されている。(発行:全国木材協同組合連合会)

ウッドフェンス・ウッドデッキを楽しもう

自然素材の木材でつくるウッドフェンス・ウッドデッキの長所やメンテナンスについて、さまざまな事例を紹介しつつ解説している。(発行:全国木材協同組合連合会)



▼冊子「木質エクステリア施工事例」
「ウッドフェンス・ウッドデッキを楽しもう」は、下記よりダウンロードできます。



<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/kidukai/gaikou/gaikou.html>

https://love.kinohei.jp/pr/15_index_detail.php



木材の美しさを長持ちさせる技術開発

森林総合研究所は、木材の主成分であるセルロースをナノサイズまでほぐしたセルロースナノファイバー(CNF)を配合することで、変色の抑制効果を高めた下塗り用の塗料を企業と共同開発した。写真はそのCNF配合塗料を用いて塗装した木製ベンチ。本研究成果の資料は下記よりダウンロードできます。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/seikasenshu/2019/documents/p34-35.pdf>



木材の角度や方角による劣化のちがい

塀や外壁のように垂直に木材を使用すると、屋根のような斜め、またはデッキのような水平での使用よりも太陽光や雨の影響が比較的小なく、浸食速度は遅くなる傾向がある。ただし、南面は最も太陽光の影響が大きく、北面では緑藻類が繁殖しやすい傾向があるなど、方角によっても劣化の進行は異なっている。

屋外で木材を長持ちさせる

できて、いろいろな色に塗装することでデザイン的な幅も大きく広がります。世界でただ一つのデザインにすることもできるのです。

木材の温もり、香り、肌ざわり、木目ももたらす安らぎといったものは、日本の「木の文化」を大きく育んできました。反面、木には水や火に弱いといった弱点もあります。

木材を屋外に設置すると、太陽光や風雨による気象劣化が進行し、徐々に変色や割れ、浸食による凹凸化が顕著になっていきます。割れや凹凸化が生じると水が滞留しやすくなり、腐朽など生物劣化の呼び水となることもあります。これらの対策には塗装や防腐・防蟻処理が有効です。また、軒や庇で日差しや雨の影響を軽減したり、土に触れないようにしたりするなど構造による工夫も大切です。

塗装には、半透明で木目が見える木材保護塗料がよく用いられています。防腐・防蟻処理には、現場で木材に薬剤を塗布する方法と、工場で圧力をかけて注入する方法があり、一般に後者の方が高い効果が得られます。

エクステリア木材をより長く使うためには、これらの対策を施したあとの維持管理が重要です。例えば、木材保護塗料については、2〜3年後をめどに塗り替えることも想定して、色あせや塗膜の剥がれを定期的にチェックしましょう。

森林総合研究所では、スギ材から製造したセルロースナノファイバーを用いて塗料の性能を向上させるなど木材の美観を長持ちさせる研究も進めています。

劣化対策や維持管理については、上の冊子やウェブサイトに説明があります。ご活用ください。

エクステリアが拓く木材利用の拡大

木塀やウッドデッキには、表面温度をやわらげたり、紫外線の反射を抑制したり、衝撃を吸収したりするなど、木材ならではの効果を期待することができます。

また、台風や豪雨など「極端現象」の増加による災害への意識の高まりから、災害時に利用できるフェーズフリーとしての可能性も挙げることができます。

もちろん公共・商業施設のみならず、個人住宅でも長く使うためには、適切な設計と維持管理が重要です。

エクステリアでは、木という素材のデザインとストーリーを楽しみながら、エコロジカルで持続可能性の高いライフスタイルの実現に寄与することができます。自由度の高いエクステリア利用をきっかけに、他の木材利用の可能性も広がることを期待しています。

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

研究者という選択肢が頭の中に形成されたのは、今思えば小さいころによく遊んだ人生を模した某スゴロクのボードゲームではないかと思います。中盤で職業を選ぶ段階で「化学者」というのがあり（後に一発当てて大金を得る場合がある）、よく選んでました。



上川 大輔 Kamikawa Daisuke

木材改質研究領域

Q2. 影響を受けた本や人など

小学生の頃に家で定期購読していた科学雑誌「Newton」ですかね。叔母の家で見たときにもっと見たいとゴネて、自分の家でも購読、となった記憶があります。理解できないところが多かったはずですが、グラフや解説の図などを眺めて分かった気になっていたようです。

Q3. 研究の醍醐味は？

実験などをしていて予想外の結果が出たり失敗したときに、それが新たな発見や改善に繋がることがあります。失敗は発明の母といいますが、これはまさに研究においても言えることだと感じます。すんなり進む研究も良いですが、上手くいかない場面から面白かったり意義深い成果が出る、そこに醍醐味があると感じます。

Q4. 若い人へ

修士、博士と研究をしてゆくと、どうしても専門的になっていき、視野が狭くなりがちです。いろんな分野の人と交流を持ち情報を交換することで、思いもしなかった新しい視点や研究テーマが生まれることもありますので、まずは遠慮せずに色々なところに頭を突っ込んでみる、という方針が良いのではないのでしょうか。



写真3 難燃処理スギパネルで被覆したCLT壁の2時間耐火試験後の様子
CLTの壁に難燃処理スギと無処理表層からなるパネルをネジ留めた試験体(さらに、上部に強化石膏ボード被覆の床、奥に耐火集成材の梁が配置されている)の解体中の様子。画像左側の半分ほど焦げた縦の板状のものがパネルの側面、その左側がCLTの壁。2時間加熱してもCLTは無事だった。

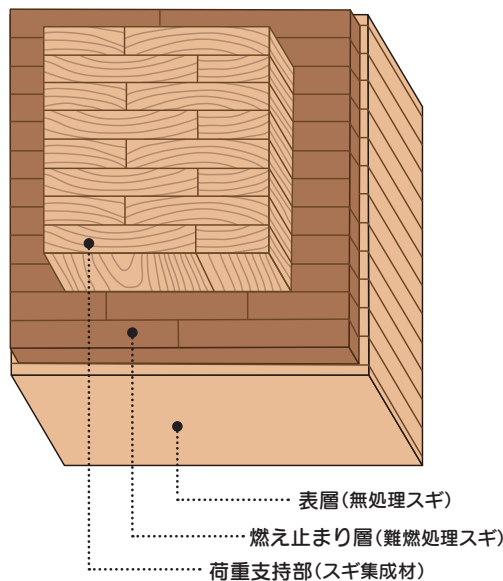


図1 耐火集成材断面イメージ
表層に無処理のスギ板、その内側に難燃処理した燃え止まり層、中央に荷重を支える無処理の集成材という構成となっている。

実物件への適用とその後の取り組み
開発した耐火集成材は大臣認定を取得し、すでに実際の建築物へと適用されるに至っています(写真1 写真2)。さらに研究を進め、防火上は何階建てにでも使える高い耐火性能を持つ仕様を開発したほか、表層と難燃処理層をパネル状にしたものでCLTを被覆する方法でもその性能を確保できることを明らかにしています(写真3)。

近年の取り組みとしては、CLTや超厚合板(床)といった新たな木質材料への応用(写真4と、木造建築を促進する法改正への対応が挙げられます。法改正により、以前は耐火構造が必要だった条件の一部が準耐火構造で建てられるようになっており、うまく断面を設計することで超厚合板などを被覆なしで使った建築物とすることも可能となっています。

中高層木造建築がより身近となる未来が、今まさに実現しようとしています。

▼註 超厚合板…従来の厚物合板(厚さ30mm程度)を超える厚さを持ち、大規模建築物への利用を想定した合板。

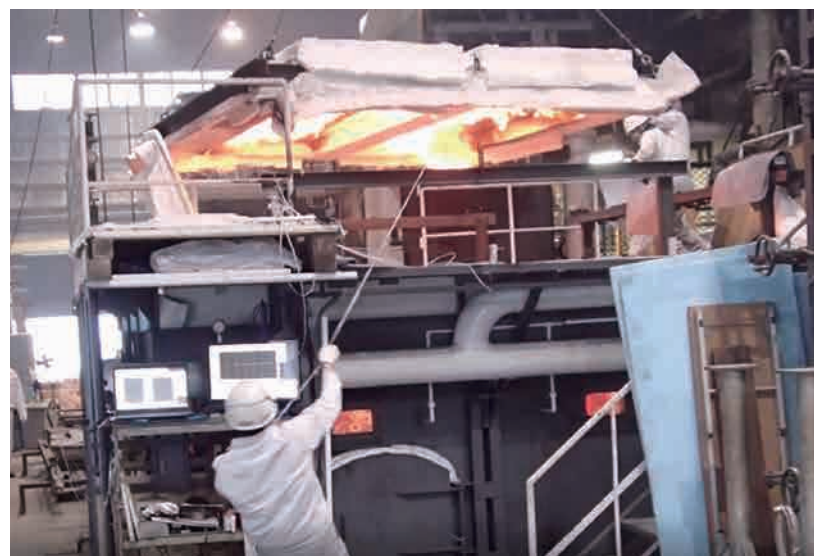


写真4 超厚合板(床)の準耐火試験(90分加熱後の脱炉時)
厚さ144mmの超厚合板の床に所定の鉛直荷重を加えたうえで90分加熱したもの。無被覆でもたわみはわずかで、十分な性能があることが確認された。準耐火なので炭化したり燃えたりしても荷重を支えられていればよい。

ここまで来た木造の防耐火

研究の森から

中高層の木造ビルを建てるには
かつては夢物語であった木造の中高層ビルが、近年、どんどん建ち始めています。どこの国でもそうであるように、建築物を建てる際には火災に対する安全性も確保する必要があります。わが国である程度大規模な建築物を建てる場合、基本的に耐火構造とすることが求められます。建築物に対する日本の防火規制は世界でも最も厳しいものとなっており、耐火構造には



写真1 長崎県庁 新庁舎展望室(長崎県長崎市) 撮影:新藤健太(森林総研)

や梁はすべて覆われて見えなくなってしまう。せっかく大規模な建築物を木造で建てるのであれば、柱や梁を目に見える形で使いたい、という強い要望がありました。

木材が目に見える形の耐火構造を

そこで、わたしたちの研究グループでは、難燃処理した木材を用いることで耐火構造の性能を持つつつ、木材が目に見

「火災に遭って、消防活動なしでも火災が終わった後も倒壊などせず、自立している性能」が要求されます。これは地震や市街地火災などを想定しているため、といわれています。

他の国での「耐火」とは、一定時間火災に耐えればよく、その後は燃え落ちても構わない、という概念のもので、これは日本では耐火の一つ下位の「準耐火」というカテゴリに相当します。

このような背景のもと、木材を構造材料に使って、中高層ビルすなわち耐火構造の建築物を建てる方法として、石膏ボードのような無機材料で木材を覆う手法があります。

ただ、この方法では木材の柱

耐火構造として認められるためには、実物大の試験体に所定の荷重をかけた状態で、火災を想定した熱を加える耐火試験を行い、必要な性能があることを示したうえで国土交通大臣の認定を受けなくてはなりません。必要な性能とは、加熱を受けても壊れないこと、消火活動なしで自然に火の気がなくなる(燃え止まる)ことです。

わたしたちの開発した耐火集成材は、仕上げとなる表面の無処理層の内部にある難燃処理木材により、中央の荷重を支える集成材を熱から守り、燃え止まらせる仕組みです(図1)。断面のすべてを国産のスギで構成することが可能です。難燃処理木材の中の薬剤量のムラを抑えることと、表層の厚さを適切に設計することで安定した性能が得られるようになりました。

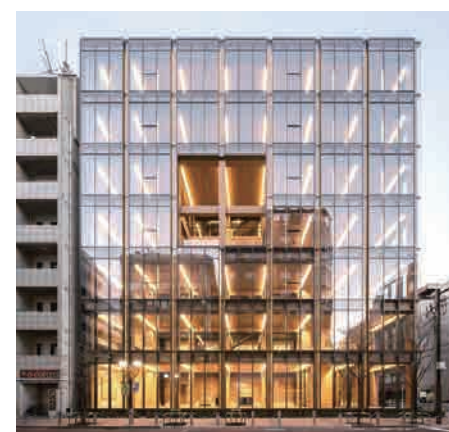


写真2 ジューテック本社ビル(東京都港区新橋)
出典:鹿島建設株式会社報道資料
<https://www.kajima.co.jp/news/press/202303/pdf/20a1-j.pdf>

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

今では考えられないことですが、私が大学生のころは学科の同級生の半分が大学院に進む時代だったので何の疑問も持たず大学院に進み、運良く研究職として採用され、なんとなく研究者になってしまったという感じです。父が大学の研究者だったので、研究者になることに抵抗がなかったというのもあります。その後、何も分かっていなかったことを実感して苦しむことになります。

Q2. 影響を受けた本や人など

小学校高学年のときの国語の教科書に、木材学者から人間工学の第一人者に転じられた小原二郎先生の「法隆寺を支えた木」という文章が掲載されていました。伝説的な宮大工である西岡常一棟梁の言説を科学的見地から解説した文章で、とても感動的なのですが、美しすぎるというか、なんとなく自分にとってはしっくり来ず、未だに記憶に残っています。このような引っかかりの感覚が、今の研究者としての自分を支えているのかも知れません。

Q3. 研究の魅力とは？

新たな発見をすることだけが研究の役割ではありません。科学的見地をベースとして製品製造の工程や、流通システム、ひょっとすると社会システムに変革を起こすことも可能かも知れません。そんなことができれば良いなと思って研究しています。

Q4. 若い人へ

研究者はなろうと思ってなれるものではありません。ただ専門を突き詰めればよいわけではなく、いろいろなものを見聞きして経験したことが、将来思わぬところで研究に活きてきます。いろいろなところを旅し、いろいろな本を読み、よい芸術に触れ、美味しいものを食べる、そしていろいろな人の話を聞く。そうした中で、研究者としての素養が養われるのだと思います。



杉山 真樹 Sugiyama Masaki

木材加工・特性研究領域

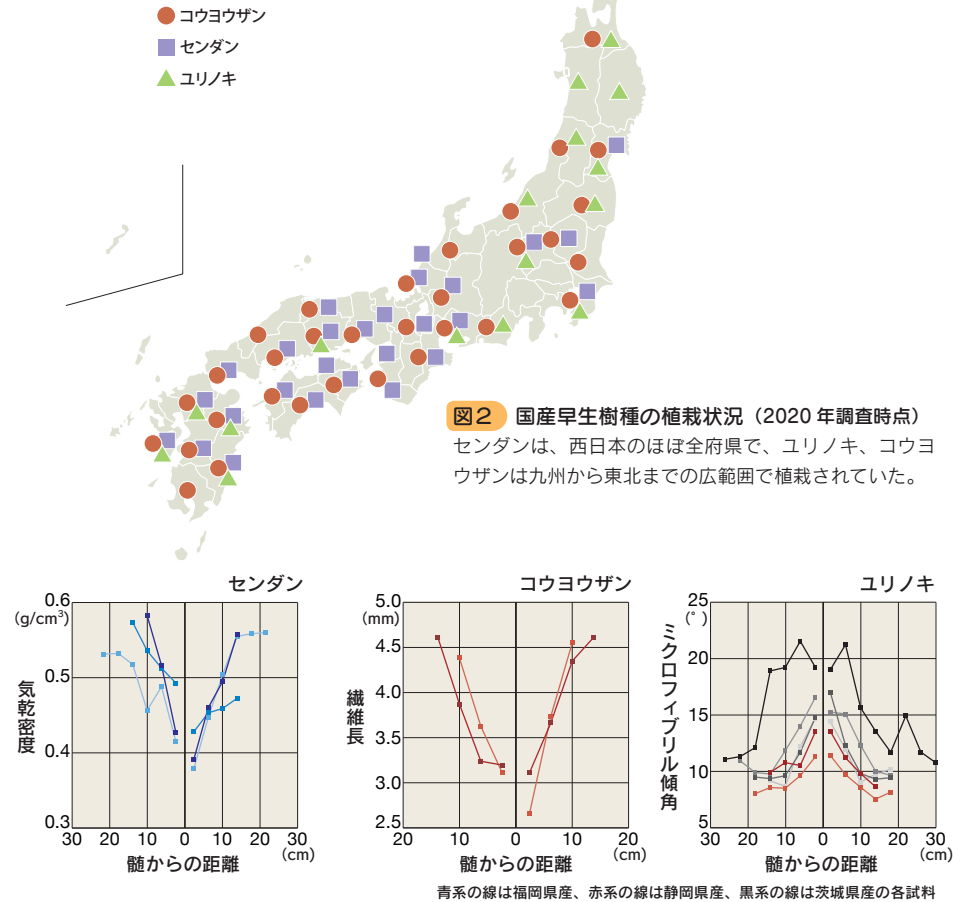


図1 国産早生樹種の材質特性の測定結果

材質特性について、材の強度性能に影響する気乾密度(大気環境下で乾燥した状態の密度)、繊維長(木材を構成する木繊維の長さ)、マイクロフィブリル傾角(木材中に含まれるセルロース結晶の軸方向に対する傾きの角度)の樹幹断面方向の変動を調べた。同じ樹種では気乾密度が高いほど、繊維長が長いほど、マイクロフィブリル傾角が小さいほど強度が高いことが知られている。いずれの樹種も、髄側(年輪の中心)から外側に向かって気乾密度、繊維長は増加し、マイクロフィブリル傾角は減少する傾向を示した。

写真3

その結果、早生樹のうちセンダン、コウヨウザン、ユリノキについては、材料として用いる上で物理的な性質や加工性などで大きな問題はなく、さらに、家具・内装材としての適性試験を行ったところ、十分に利用可能であることがわかりました(図1)。

写真4

一方、早生樹種の資源状況については、適用的な樹種に地域性があり、さらに植栽状況は全般に小規模かつ分散していることから、今後輸入樹種の代替資源として活用していくためには、継続的に植栽を行い、蓄積量を増やしていく必要があることがわかりました(図2、写真4)。

早生樹種の利用については現在、樹種を増やして研究を進めています。さらに、早生樹だけではなく、地域で十分に活用されていない広葉樹種にも対象を広げて研究を行っています。家具・内装材における国産材への転換を進めるために、これらも研究に取り組んでいきます。



写真4 兵庫県六甲市の農地跡に試験植栽された3年生のセンダン(2018年10月撮影)

家具・内装材の原材料を成長の早い国産樹種に転換する

研究の森から

国内資源への転換が急務

木製の家具や内装材には一般的に広葉樹材が用いられます。現在、国内の家具・内装材製造業において、木材原料の8割以上を輸入材に依存しています。世界的な資源減少や新興国の購買力の向上などにより、ここ10年来、広葉樹材の輸入価格は上昇してきましたが、コロナ禍におけるウッドショック、さらにはウクライナ情勢の影響で、輸入量は大幅に減少し、輸入価格は高騰しています。不安定な輸入状況は今後も続く予想されており、原料供給を国内資源に転換することによる供給の安定化を図ることが急務です。

従来、広葉樹は材として利用できるまでに80年以上かかると思われてきましたが、センダン(写真1)、ユリノキなどの早生広葉樹は20年程度で利用可能な太さに育ち、

材の見た目も従来樹種と遜色がないことから、新たな利用樹種として期待されています。

データ集の整備と技術開発

一方、植栽は始まったばかりで利用実績が乏しいこと、20年生程度で伐採した場合、未成熟材と呼ばれる材の性質が不安定な若い材部の比率が大きいことから、加工時や製品になってからの割れや狂いの発生のおそれがあるなど、未知の要素が多いことが懸念されます。

このような状況を踏まえ、森林総研では今後利用が期待される早生樹種について、材の組織学的な性質や強度特性、乾燥方法や加工性について明らかにし、これらの樹種を工業的に利用する際に参照できるデータ集を整備するとともに、塗装、接着



写真1 熊本県天草で植栽されたセンダン

センダン科の落葉広葉樹。自然では枝を大きく張り樹形は広がるが、幼木のころに頂芽のみを残し、脇芽をすべて取り除く「芽かき」作業を行うと、写真のように真っ直ぐな幹を得ることができる。「栴檀は双葉より芳し」で知られる栴檀は白檀のことで、この樹種とは別もの。



写真2 製材を行う前に丸太を計測

試験用に伐採できる立木がないか全国に問い合わせ、見つかったら現地で立木を確認し、伐採・製材に立会い、実験用サンプルを採取する。板材なら容易に手に入るが立木だと見つからないことが多く、苦労する。



写真3 センダン(左)、ハンノキ(右)で試作した椅子(製造協力:飛騨産業株式会社、岐阜県生活技術研究所)

輸入広葉樹材の入手難や価格高騰を受けて、国産広葉樹材に再び注目が集まっています。しかし、かつて家具や内装の材料として欧米に輸出され、現地で好評を博した良質な国産広葉樹材は、いまはめったに手に入りません。こうした中、いま手に入る材を大切に使うという考えの取り組みが活発化しています。

そうした取り組みのひとつとしてまず挙げられるのが、シラカバやハンノキなど、これまで家具や内装に使われることがほとんどなかった樹種を積極的に使っていくという動きです。ナラのように家具や内装として定番の樹種でも、小幅の板しか取れず、節や源平▼甚が現れがちのため敬遠されてきた細い丸太まで使おうとする動きがみられます。これらの取り組みが活発化している背景には、消費者の意識変化があります。というのも、かつては高級家具の表面に節や源平があることはまず許されませんでした。



嶋瀬 拓也 Shimase Takuya
北海道支所

シラカバが家具に!? 国産広葉樹材を使いこなす取り組み

いまでは節も源平も自然素材だからこそ現れるものという考え方が広まり、これらの取り組みを後押ししているのです。このような消費者の意識変化を追い風に、シラカバが持つイメージの良さを活かしつつ、その特徴的な樹皮をデザインに取り入れた家具や内装も生まれており、国産広葉樹材に活躍の場が広がっていると感じさせます。

2022年6月8日 公開講座に加筆



▶註 源平（げんぺい）：材色が濃い部分（心材）と薄い部分（辺材）が同じ材面に混在していること。



①家具や内装にシラカバを多用した北海道東川町のドミトリ ②樹皮のほか、節などの欠点もデザインとして活かしたシラカバ家具（写真提供：白樺プロジェクト）

令和5年度 森林講座のお知らせ

多摩森林科学園での実開催とオンラインでの開催を予定しています。
オンライン開催は遠方の方でもご参加いただけますのでお楽しみに！



開催

8月4日(金曜日)
「樹木はガマン強いんです」
～樹木と風の間～
鈴木 覚（森林災害・被害研究拠点）

10月13日(金曜日)
「お宝の山！
今こそ国産広葉樹の出番です」
山下 直子（関西支所）

11月10日(金曜日)
「『ナラ枯れ』とは？
ドングリの木が枯れていく仕組み」
衣浦 晴生（森林昆虫研究領域）

12月8日(金曜日)
「海辺の森林、マングローブ」
小野 賢二（立地環境研究領域）



オンライン開催

7月7日(金曜日)
「樹木の精鋭!?「エリートツリー」について」
栗田 学（林木育種センター）

9月14日(木曜日)
「小型木質バイオマス発電の特徴とは？」
小井土 賢二（木材加工・特性研究領域）

1月18日(木曜日)
「ビッグデータで調べる国立公園の
人気スポット」
小黒 芳生（森林植生研究領域）

会場●多摩森林科学園 森の科学館
時間●13時15分～15時

お申込の受付は各講座開催日の前月の1日から。受付は先着順で、講座開催日の1週間前が締切となります。ご希望の講座名・郵便番号・住所・氏名・電話番号・参加希望者数をご記入の上、往復はがき、または電子メールでお申し込みください。お申込1通に対し、1講座3名までの受付とさせていただきます。

なお、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の状況によっては、講座を中止する場合があります。最新情報はホームページをご確認ください。

◆お問い合わせ

〒193-0843 東京都八王子市甘里町1833-81
多摩森林科学園
電話番号:042-661-1121



▲森林講座申込み

HP : <https://www.ffpri.affrc.go.jp/tmk/index.html>

E-mail : shinrinkouza@ffpri.affrc.go.jp

夏の一般公開のお知らせ

森林総合研究所茨城県つくば市では、小中学校の夏休み期間に合わせて7月28日(金)に一般公開を開催します。今回は、研究成果の紹介や体験型のイベントを、多数ご用意する予定です。なお、新型コロナウイルス感染症の拡大状況によっては、開催を中止する場合があります。イベント等の最新情報は、森林総合研究所のホームページでご確認ください。



昨年度の一般公開の様子

森林総合研究所プレスリリース

●シカは川沿いによってきた!?
100年ぶりに茨城県南西部に出現したシカの由来を推定

二ホンシカは明治時代から昭和時代前半にかけての強力な狩猟圧によって個体数が激減し、生息地が分



ミトコンドリア DNA 解析により明らかとなった茨城県南西部のシカ（黒点は採集地点）の出自。

しました。茨城の3個体はいずれも日光地域を源流とする鬼怒川の近くで捕獲・発見されており、日光地域の若いオスシカが河川敷や河川沿いに広がる緑地を利用して茨城県内まで移動したことが示唆されました。

（本研究結果は、2022年に野生生物と社会学会の会誌「野生生物と社会」10巻に発表されました）

森林総合研究所研究成果

●生育環境が同じでもクロモジの香り成分は、十本十色

楊枝や精油の原材料となる落葉低木クロモジに含まれる香り成分は、同じ生育環境であっても個体によって組成の違いが大きいことがわかりました。香り成分を多く含む個体を利用した栽培技術など、日本固有の



試料としたクロモジ (Lindera umbellata)

森林資源であるクロモジをより効率的に利用するために重要な成果といえます。高級楊枝作りが受け継がれている千葉県君津市近辺の3地点に自生する複数の個体を対象に、同じ年の6月（成葉期）から10月（落葉期）にかけて継続的に採取した葉と枝（茎）に含まれる抽出成分を個体別に調べました。香りなどに関係するテルペノイド化合物群を分析したところ、生育環境が同じでも、化合物の種類や含有割合が個体によって異なっていました。また、多くの個体は季節の影響をあまり受けず、それぞれの特徴的な成分組成を維持していることもわかりました。

クロモジはこれまで、同じ地域に自生する個体にはどれも同じような成分が含まれると見なされてきましたが、実際には個体ごとに個性豊かであることを初めて確認しました。（本研究結果は、2022年11月に Journal of Wood Science & Technology 公開されました）



P.3, 8, 14, 16, 18, 20

▲持続可能な開発目標 (SDGs)

森林総合研究所は、森林・林業・木材産業等の幅広い研究を通して、国連の持続可能な開発目標 (SDGs) の達成に積極的に貢献しています。該当する目標と記事のページ数は、上記の通りです。



P.3, 8, 14, 16, 18, 20



P.3, 8, 14, 16, 18, 20

