

森林総合研

季刊

特集

出土木材と

仏像に使われる木材



1 特集 出土木材と仏像に使われる木材

- ◆ 遺跡出土木材から知る日本人と樹木とのつながり
- ◆ 古代一木彫像の用材樹種の識別
- ◆ 近赤外線破壊せずに木彫像の材料を明らかにする
- ◆ 木の香りで木彫像の樹種を識別
- ◆ 樹木の年輪が持つ情報とその利用
- ◆ 年輪の酸素同位体比で木材の産地を判別する

14 熊本地震被害報告

- ◆ 平成28年熊本地震による森林被害

16 研究の森から

- ◆ 猛禽類の繁殖場所では小鳥の数が多い
— 大型動物の保全是小型動物の保全につながるか? —
- ◆ 高性能マイクを用いた新しいシロアリ検出法
- ◆ 被害発生ハザードマップを利用してナラ枯れのリスク回避へ

22 森林・林業の解説

南極報告②

24 森林(もり)を創り活かす

森林の成長に伴う渇水緩和機能の変化
— 淡路島南部の諭鶴羽ダム流域を事例に —

26 森林保険センターのお知らせ

熊本地震の被害に対する森林保険の対応

27 森林講座のお知らせ

28 何でも報告コーナー

- ◆ G7伊勢志摩サミット及びG7茨城・つくば科学技術大臣会合に出展
- ◆ バイオマスエキスポ展に出展
- ◆ 杉山英男賞受賞
- ◆ 平成28年度一般公開を開催、もりの展示ルームを夏休み公開
- ◆ 平成28年度ダイバーシティ推進の取組
- ◆ 森林総合研究所研究報告

出土木材と仏像に使われる木材

京都大学 名誉教授 伊東隆夫



木の文化はわが国の歴史を知る上で欠かせない一つの大きな要素となっています。木の文化を構成する対象を大別しますと、歴史的木造建築、遺跡出土木材、木彫像、木工芸があげられます。いずれの場合も技術の伝承、年代や用材選択の意義などの観点から科学的に未解明な点が多く残されています。木の文化はそれをそのまま享受するにとどまるのみならず、木の文化を科学することにより歴史的な意義が明らかになることが期待され、現に木の文化を科学的に解明することの重要性が近年飛躍的に高まっています。

「出土木材と仏像に使われる木材」については、森林総合研究所木材研究部門木材加工・特性研究領域が長年取り組んでこられた研究課題です。特に出土木材に関しては発掘調査を行なう自治体、あるいは研究機関によって刊行される報告書に個別に掲載されていますので、報告書に接しない限り目にすることはありません。今回の特集により、日頃、日本の歴史や遺跡出土木材に関心を抱いている読者にとっては総合的な知見を得る機会になるといえます。同様に、「仏像の木材」に関しても、造像技法と用材選択の意義などとの関係あるいは用材選択そのものの意義について知ることができます。長年の調査の総まとめというような内容が期待できますので、美術史や木の文化に造詣の深い読者には最新の成果に接することができ、木の文化と科学の重要性が再認識されることになるでしょう。



韓国 陵山里古墳群（忠清南道扶餘郡）百濟王陵

発見された木棺が尾中文彦（木材保存，1939）により日本から運ばれたコウヤマキ製であると同定された歴史的意義のある古墳。

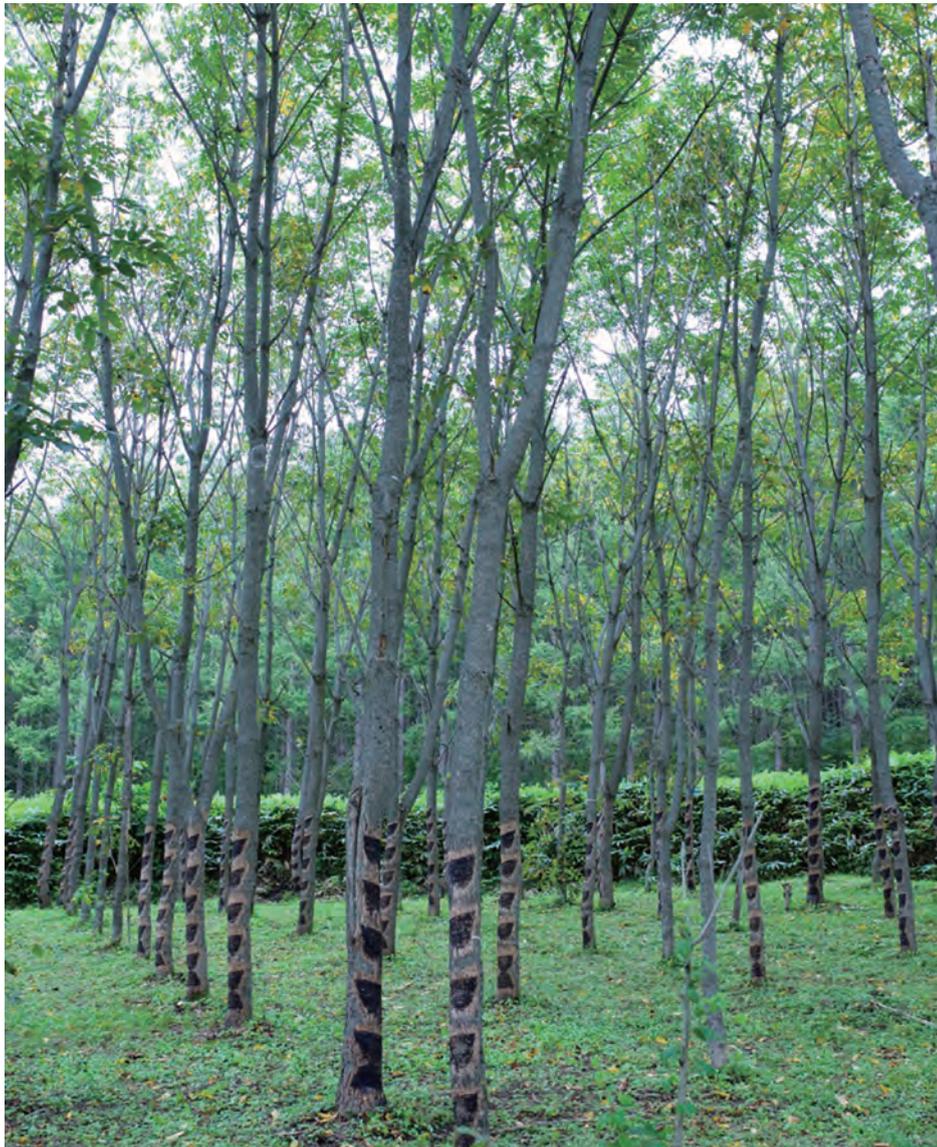


写真1 現在のウルシ畑（岩手県二戸市浄法寺町）

遺跡出土木材から知る日本人と 樹木とのつながり

木材研究部門 木材加工・特性研究領域 チーム長 能城修一

遺跡から出土する木材の樹種を調べていると、史料には記述されていない日本人と樹木との古いつながりが見えてきます。

ウルシから採取する漆液は漆器を製作するうえで不可欠な材料です（写真1、2）。ウルシは中国原産の樹木ですが、日本では約7000年前にはじまる縄文時代前期から多数の漆器が出土するようになり、この頃かやや少し前に中国からウルシの木と漆液利用の技術がもたらされたと考えられています。縄文時代に漆器があることは100年ほど前から知られていましたが、縄文時代のウルシの木の栽培状況が分かったのは今世紀に入ってからです。遺跡出土の木材や花粉でウルシを識別できるようになった結果、縄文時代の主要な集落の周辺には普通にウルシが植栽され、そこで漆液を掻いて漆器を製作していたことが分かりました。その後、遺跡出土木材の太さや年輪の解析から、縄文時代の人々はウルシの資源を管理して、漆液を漆器製作に使うだけでなく木材も土木用材とするなど、



写真3 唐古・鍵遺跡（奈良県磯城群田原本町）第1次調査で見いだされた弥生時代前期のイチイガシ製平鋤
京都大学総合博物館（英名:The Kyoto University Museum）所蔵



写真2 辺搔きによってウルシの幹につけられた漆液の搔き跡（岩手県二戸市浄法寺町）



写真4 宇佐神宮のイチイガシの大木（大分県宇佐市）

高度に活用していたことが分かってきました。
さて、その後の弥生時代には稲作が導入され、生活の様式が大きく変化します。弥生時代から古墳時代の農耕の重要な道具として、遺跡からは木製の鋤と鍬が多数出土します（写真3）。従来、鋤鍬の材料はカシの仲間とされてきましたが、最近の研究でカシのなかでもイチイガシがもっぱら使われていたことが分かりました。イチイガシの木材は、カシとしては比較的軽く弾力性があり、最近まで和船の櫓などに重用されてきました。
イチイガシは、縄文時代前期頃には近畿地方に広がった照葉樹林を構成していたにもかかわらず、その後、九州を除いてほとんど自然状態のものは消滅したことが知られています。現在では、近畿地方や、中国地方、四国地方などの神社の社叢に点々と分布しているだけです（写真4）。なぜ、かつて森林の主要な構成要素であった樹種がそこまで衰退したのかは分かっていません。またイチイガシは各地で神木とされていますが、その由来もまだ分かっていません。
このように、遺跡出土木材は日本人と樹木との深い繋がりについての手がかりを与えてくれます。

古代一木彫像の用材樹種の識別

森林総合研究所フエロ― 藤井智之

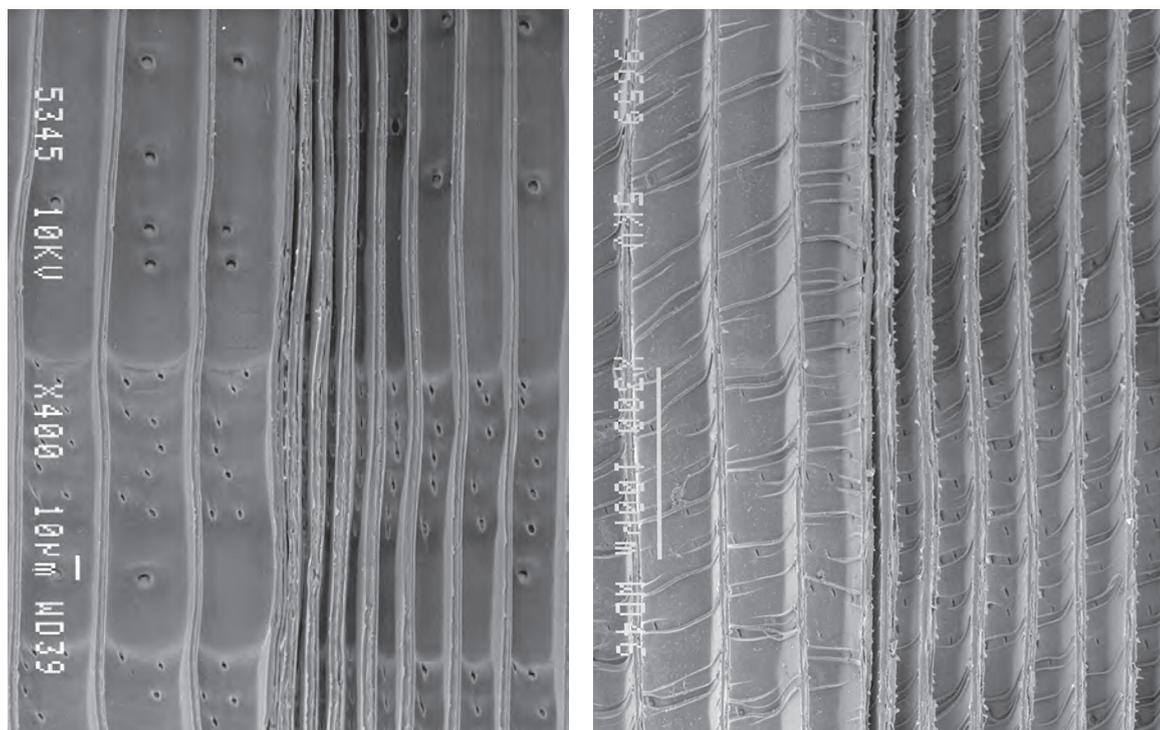


写真1 ヒノキ（左）とカヤ（右）の仮道管壁内表面の走査電子顕微鏡画像

奈良時代から平安時代初期は、仏像のできる限り多くの部分を一本の木材から彫り出そうとする意図が明瞭な「一木彫像」が盛んに造られ、造形的に優れた像が数多く生み出された時期として特筆されています。

木彫像の用材樹種は、小原二郎（1963）による先駆的な調査により、その主流は、飛鳥時代（7世紀）のクスノキから、奈良時代（8世紀後半）にはヒノキ（心木）に変わり、平安時代初期（9世紀）のヒノキの白木・一木から中後期のヒノキの寄木とされ、ここではカヤは亜流とされました。しかし美術史の分野では、主要な「一木彫像」の

用材樹種はカヤではないかとの疑問が持たれていました。

1994年、東京国立博物館の研究者が、科学的にそれを明らかにしようと、森林総合研究所を来訪されました。「一木彫像の用材樹種がヒノキかカヤか？」が木材科学と美術史の異分野の研究者によって初めて共通の話題とされたのです。カヤの木材の仮道管壁には、2〜3本が一組となるらせん肥厚があるので、仮道管の一部でも識別が可能です。一方のヒノキの仮道管にはらせん肥厚が無いので、「ヒノキかカヤか？」の二者択一であれば、らせん肥厚の有無のみで識別が極めて容易です（写真1）。

木材標本の虫食い穴から採取した虫糞でもそれは仮道管の断片で、らせん肥厚が確認できました。自然剥離した微細木片の採取であれば、ほとんど非破壊に近い条件との判断で、その後の東京国立博物館による調査の際に、奈良時代の代表的な「一木彫像」である唐招提寺の旧講堂の諸像から微細木片が採取され

ました。顕微鏡観察の結果は、そのほとんどがカヤでした（写真2）。さらに、神護寺の薬師如来立像、元興寺の薬師如来立像、大安寺の諸像など、8世紀後半以降の代表的な「一木彫像」の用材樹種がカヤであることが明らかにになりました（図1）。

「一木彫像」の成立には木心乾漆像の木心部の発達が重要な役割を果たしたという説があります。調査範囲を広げた結果、乾漆像や塑像の木心の用材はヒノキやケヤキなどが多く、カヤを主流とする「一木彫像」との違いが明らかとなりました（図2）。古代木彫像の用材樹種を選択は決して任意ではなく、制作技法のそれぞれの樹種選択の認識「用材観」のもとに行われていたことが明らかになってきています。

木材科学的な知見の活用により、樹種識別技術の単純な応用ではなく、古代木彫像の科学的な樹種識別が初めて可能となり、日本彫刻史の発展に貢献することができました。

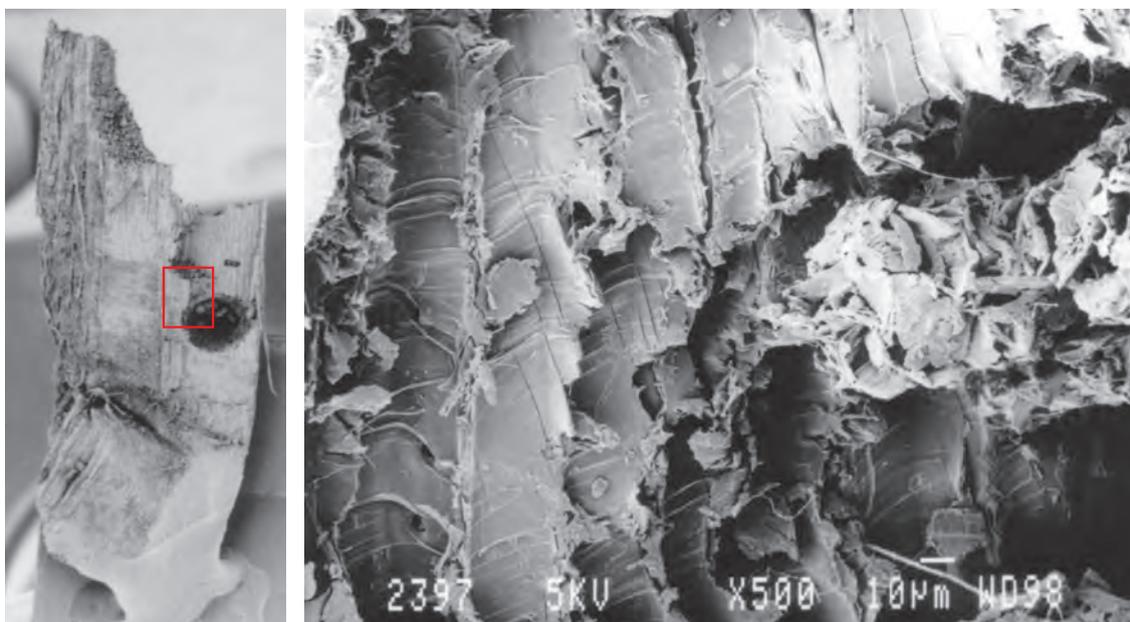


写真2 左：唐招提寺の「伝衆宝王菩薩立像」から採取された虫食い跡のある微細木片（長さ約4mm）。右：左の四角部分の拡大。カヤに特徴的な2から3本が対になったらせん肥厚が明らかです。（走査電子顕微鏡画像）

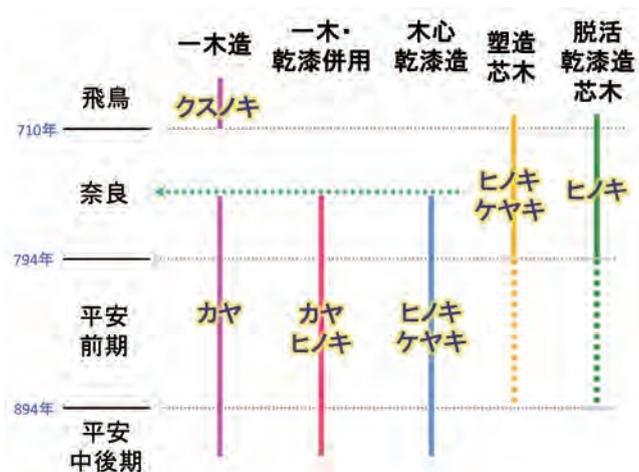


図2 古代木彫像における制作技法と用材樹種の変遷
一木造（一木彫像を含む）のカヤに対して、木芯や芯木にはヒノキ・ケヤキ・スギと、制作技法による用材観の違いが明確でした。

一木彫像の識別結果

樹種名	奈良時代		平安時代		
	8C後半	8~9C	9C	9~10C	
	奈良	他	奈良	他	他
カヤ	13	2	3	21	6
ケヤキ				4	4
ケヤキ?					
クスノキ科	1				
センダン					1
トチノキ					
総計	13	3	6	3	25
					7

図1 一木彫像の樹種識別結果
奈良時代から平安時代初期にかけての一木彫像の用材樹種はカヤが主流でした。その他の樹種が用材とされたのは、愛媛・大分を例外として、カヤの天然分布域外でした。

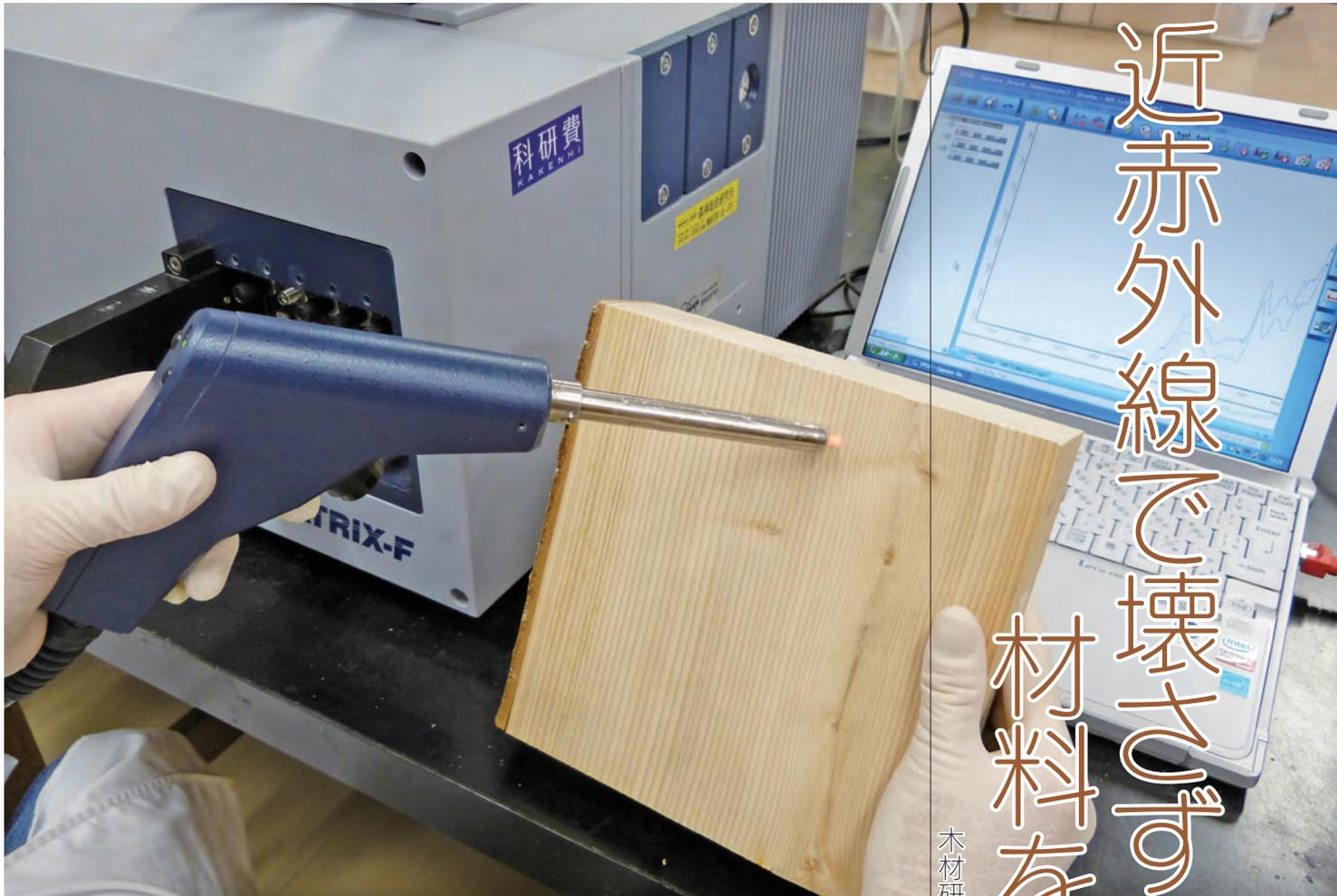


写真1 近赤外分光法による木材からのスペクトル測定
光が出るプローブの先端を木材の表面に軽く当てて測定します。

近赤外線 で壊さずに木彫像の 材料を明らかにする

木材研究部門 木材加工・特性研究領域 主任研究員 安部久

木彫像に多く用いられている木材の種類

これまでの調査から、わが国で仏像などの木彫像に用いられている樹種はある程度限られていることが分かってきました。特に、国宝や重要文化財などに指定されている、文化的に価値の高い仏像には、ヒノキ、カヤ、クスノキ、カツラ、ケヤキなど特定の樹種が使われています。しかしながら、まだ樹種が分かっていない仏像も多く、文化財保護の観点から非破壊での樹種識別の方法の開発が期待されています。

近赤外分光法とは

近赤外線は、可視光線と赤外線の間にある波長の目には見えない光です。この光は、①個々の化学成分によって特定の波長の光が吸収される、②物質の中まで光が届く、③熱の発生がほとんどないため、対象物への影響が少ない、④水分の影響を受けにくい、という特徴があり、血中の酸素濃度の測定、農産物の糖度や酸度の測定、空港でのペットボトルの中身の種類を調べる装置など、我々が日常的に目にする非破壊的な計測装置に広く活用

されています。近赤外分光法によって木材の種類を調べる場合には、対象となる樹種の木材の近赤外線吸収スペクトルを測定することで行います（写真1）。あらかじめ由来のはっきりした標準試料をいくつか用意しておいて、その試料の吸収スペクトルの形から木材の種類を分けることができるかを調べます。

由来のはっきりした木材試料

標準となる由来のはっきりした木材試料として、森林総合研究所の木材標本庫の標本を用いました。森林総合研究所には、現在、日本国内外の約8,000種、28,000個体の樹木から得られた由来の確かな木材標本が集められています（写真2）。これは日本では最多の標本数で、現在も国内外の研究機関と連携して、標本の充実を図っています。

近赤外分光法で木材の種類を分ける

比較的短い波長領域の近赤外線の吸収スペクトルを用いて分析した結果、木彫像に多く用いられているカヤ材は、他の樹種から分けることが可能であることがわかりました（図1）。一方、長い波長領域を用いた場合には、針葉樹材と広葉樹材とを区別できることが確認できました（図2）。このように、利用する波長によって、異なる樹種のグループを区別できることがわかりました。現在、さらに精度良く区別できる波長領域を探索するほか、この結果が、実際に長い期間にわたって表面が光や熱にさらされた文化財にも応用できるかを検証しています。



写真2 森林総合研究所の木材標本庫と木材標本
約8,000種、28,000個体の由来の明確な樹木から得られた木材標本を所蔵し、所蔵量は日本最大です。正確な樹種が分かるように葉や実の標本も同時に採集されています。

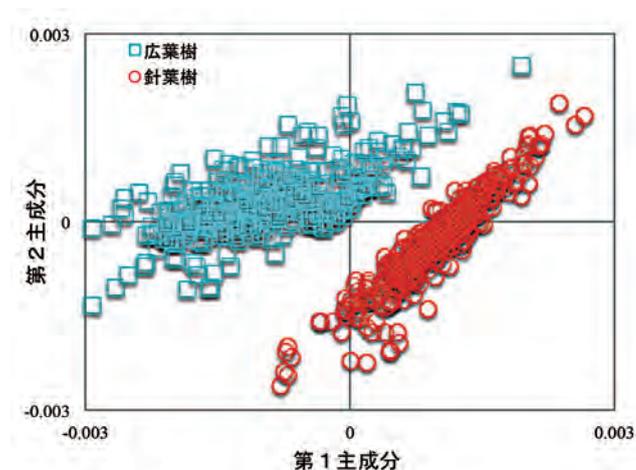


図2 長い波長（1300-2500nm）領域を利用した主成分分析
広葉樹と針葉樹を区別できます。

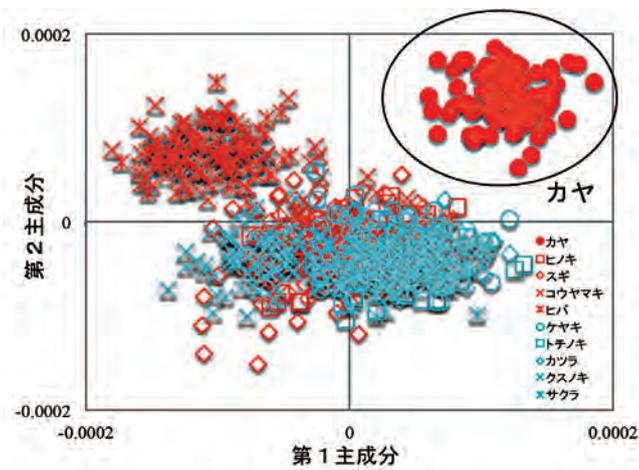


図1 短い波長（830-1150nm）領域を利用した主成分分析
カヤが他の樹種と区別できます。

木の香りだけで木彫像の樹種を識別

木材研究部門 木材改質研究領域

チーム長

石川 敦子

木材研究部門

木材加工・特性研究領域

主任研究員

安部 久

木材研究部門

森林資源化学研究領域

樹木抽出成分研究室長

大平 辰朗

仏像や神像といった木彫像は、インドや中国等の文化的影響を受けながら、日本において古くから制作されてきました。こうした木彫像に使われている樹種（木の種類）を明らかにすることは、用材観（材料の使い方）に対する考え方）とその背景にある文化の変遷を

理解するための重要な手がかりになります。文化的価値のある木彫像は国宝や重要文化財に指定されていることも多く、樹種識別はその価値に配慮して、できるだけ損傷を与えないように行うことが求められます。これまでに識別には、木彫像から自然にはがれ落ちた

木材片を収集し、それを顕微鏡で観察するといった手法が用いられてきましたが、全ての木彫像からこうした木材片が得られるわけではありません。

そこで、木彫像を傷つけることなく樹種を識別する試みの一つとして、木の香り成分を用いることを検討しています。花の香りが種類によって異なるように、木も種類によって香りの成分が異なるためです。制作後何百年も経った木彫像から香り成分が放散するとは考えにくい人もいると思いますが、木彫像の修復現場等では、木彫像から木の香りがするという声が聞かれます。

木彫像は社寺や博物館等に展示されていることが多いため、図1に示すような方法で木彫像のみから放散している香り成分を採取しています。採取した香り成分はガスクロマトグラフ質量分析計で分析し、その検出された成分から樹種を推定します（図2）。

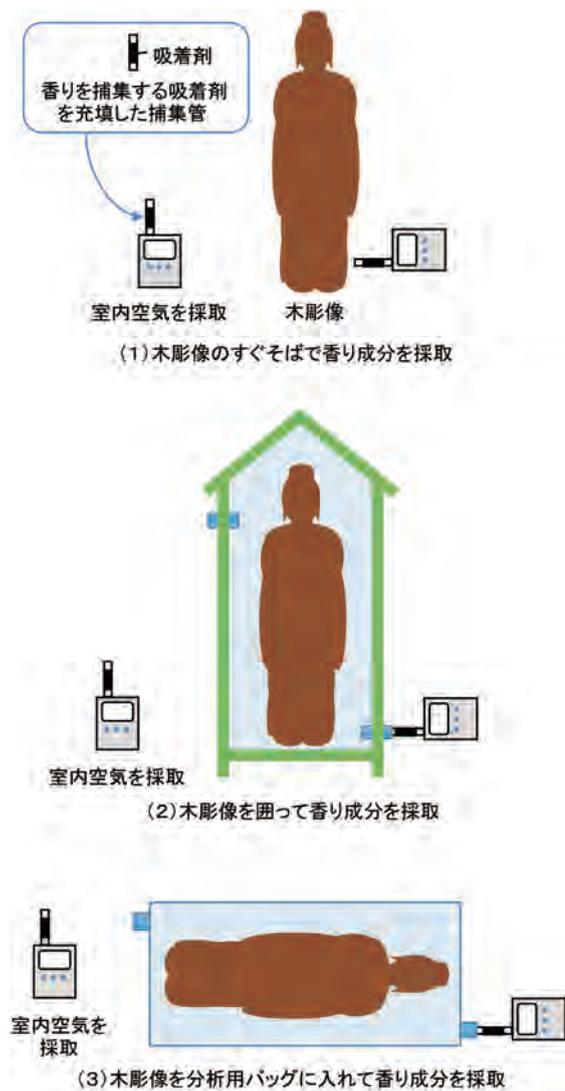
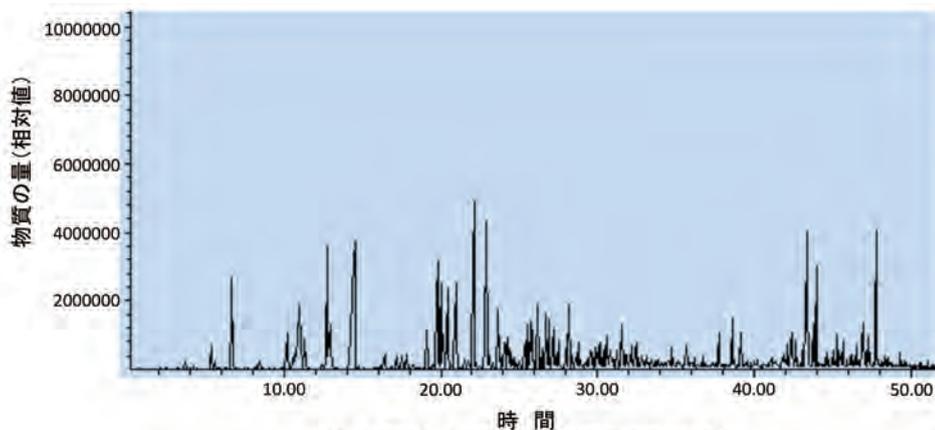
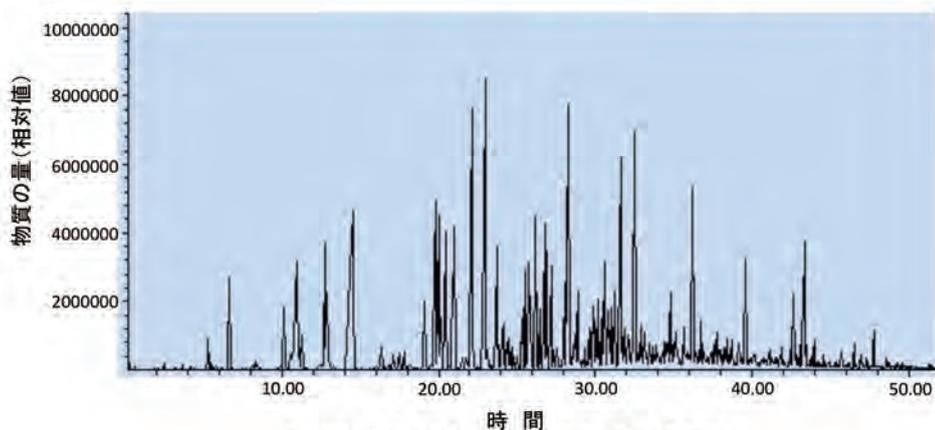


図1 木彫像から放散する香り成分の採取方法

ガスクロマトグラフでは、採取した香り成



(a) 木彫像から採取した香り成分の分析結果



(b) 木彫像が置かれていた室内の空気の分析結果

図2 木彫像(a)と室内(b)から採取した成分の分析例
(a)と(b)を比較することで、木彫像のみから放散する香り成分を抽出

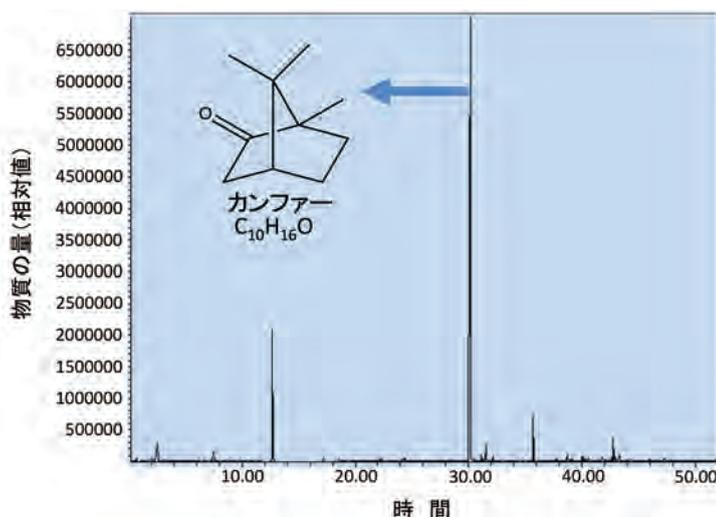


図3 樹種識別の手がかりとなる成分の一例
クスノキの分析結果

分がキャリアーガス（移動用の気体）とともにカラム（細い管に充填剤が詰まったもの）に注入され、カラムを通りやすいものが先（図2の左側）に、通りにくいものは後（図2の右側）に検出されます。カラムの通りやすさは、物質の特性や構造によって異なるため、同じ物質は図2の横軸の同じ位置にピークが出ます。図2の(a)に有り(b)に無い物質は木彫

像から放散する成分ということになります。木の香り成分は、このように数十種類の化学成分から成り立っています。これらの成分の組成（組み合わせ）は樹種によって異なりますが、共通する成分も多く含まれているため、識別に役立つ樹種特有の成分を探することが比較的簡単な識別方法になります。例えば、仏像によく用いられる樹種の一つであるクス

ノキでは、カンファーという成分が特徴的で、樹種識別の手がかりとなります（図3）。カンファー（日本語では樟脳）には防虫効果が認められており、衣類の防虫剤などとして使われてきました。こうした特徴的な成分は木にごくわずかしが含まれていないため、より効率的な採取・解析方法について研究を進めています。

このような非破壊による樹種識別手法を確立することで、木彫像だけでなく、文化的価値のある建造物等の調査・補修等にも応用したいと考えています。

樹木の年輪が持つ情報と

その利用

木材研究部門

木材加工・特性研究領域

組織材質研究室長

藤原健

日本のように四季のある温帯に成育する樹木には年輪があります。季節の変化にともなう幹や枝に形成される組織が変化し、1年間に新しい同心円が1層ずつ積み重なるので、「年輪」と呼ばれます（写真1）。年輪解析の始まりは、20世紀初頭だといわれています。それ以来、様々な解析手法が考案され、100年以上経過した現在では年輪解析はいろいろな目的に用いられています。

切り株などで樹木の幹の切断面の年輪を見てみると、年によって年輪の幅が異なっていることがわかります。また、同じ場所に生えているいくつかの樹木の年輪を比較してみると、似たような変化を示していることがわかります。樹木の幹の肥大成長にはさまざまな環境要因が関わっていますが、同じ場所の個体に作用する環境要因には共通するものが多い

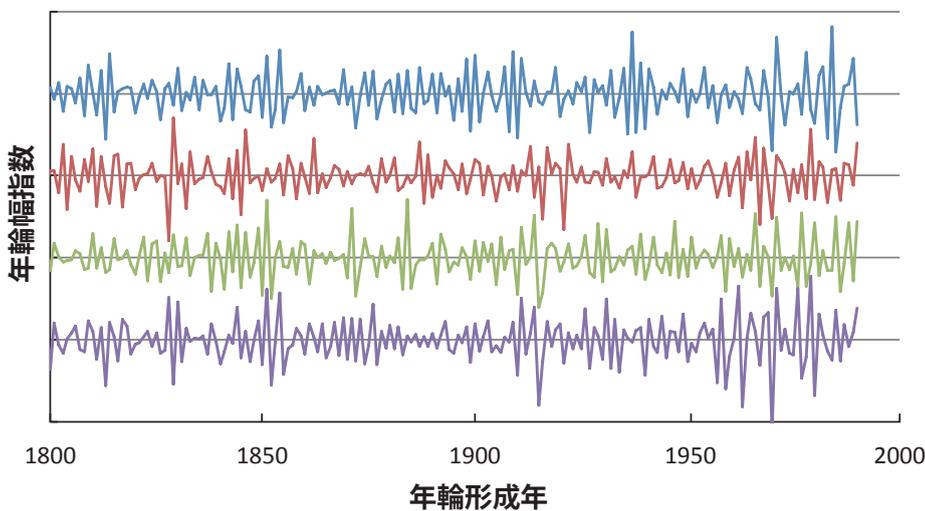


図1 同じ林分で成育したスギ4個体の比較
年輪幅測定値から個体独自の変動を取り除き標準化し、年輪幅指数に変換したものです。個体間で比較してみると、その年ごとに幹の肥大成長が似たような変化をしていることがわかります。

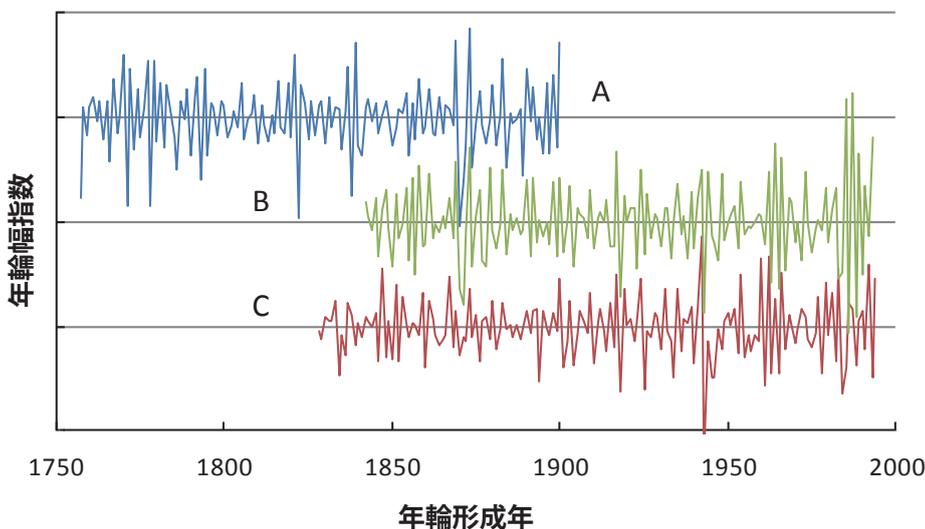


図2 年輪の年代がわかっている年輪幅シリーズとの対比による年代決定の例
枯損木から採取した円盤の断片試料について年輪幅を測定し、それを標準化したもの（A、B）と最外年輪の形成年がわかっている近隣木の年輪幅指数（C）との対比により年代を決定しました。この例では、Cがマスタークロノロジーにあたります。年代を決定したAとBをCに付け加えることによってCが過去に延長できます。

1)。このようにしてできたマスタークロノロジ
ーは、その場所に共通する環境変動を反映し
た標準的な年輪幅変化の時系列ですので、古
気候の復元や歴史的遺物に含まれる年輪の年
代決定などに利用されています。さらに、成
育地が近い樹木の間では、年輪の広狭のパタ
ーンの高く、距離が離れると類似性
が低下するという特徴があるので、これを木
材の産地判別に利用する技術の開発を進めて
います。

年輪解析では、まずそれぞれの年輪が形成
された年を確定する作業を行います。伐採し
て採取した円盤や成長錐で抜きとった試料の
場合は、最外層の年輪の形成年がわかってい
ます。年輪の広狭のパターンを個体間で比較
しながら欠損や重複がないかを確認していき
各年輪の形成年を確定します。次に、加齢に
よる変化などの個体独自の変化を取り除く、
標準化という処理を行います。標準化した年
輪の時系列を多数の個体について平均したマ
スタークロノロジーを作成します。倒木や建
築部材、出土材など年輪形成年を知りたい試
料を、マスタークロノロジーにあてはめるこ
とによって、それらの年輪形成年を決定する
ことができます。さらに、過去の木材試料の
年輪形成年を決定し、それらを組み合わせる
ことで、マスタークロノロジーを過去に延長
していくこともできます(図2)。

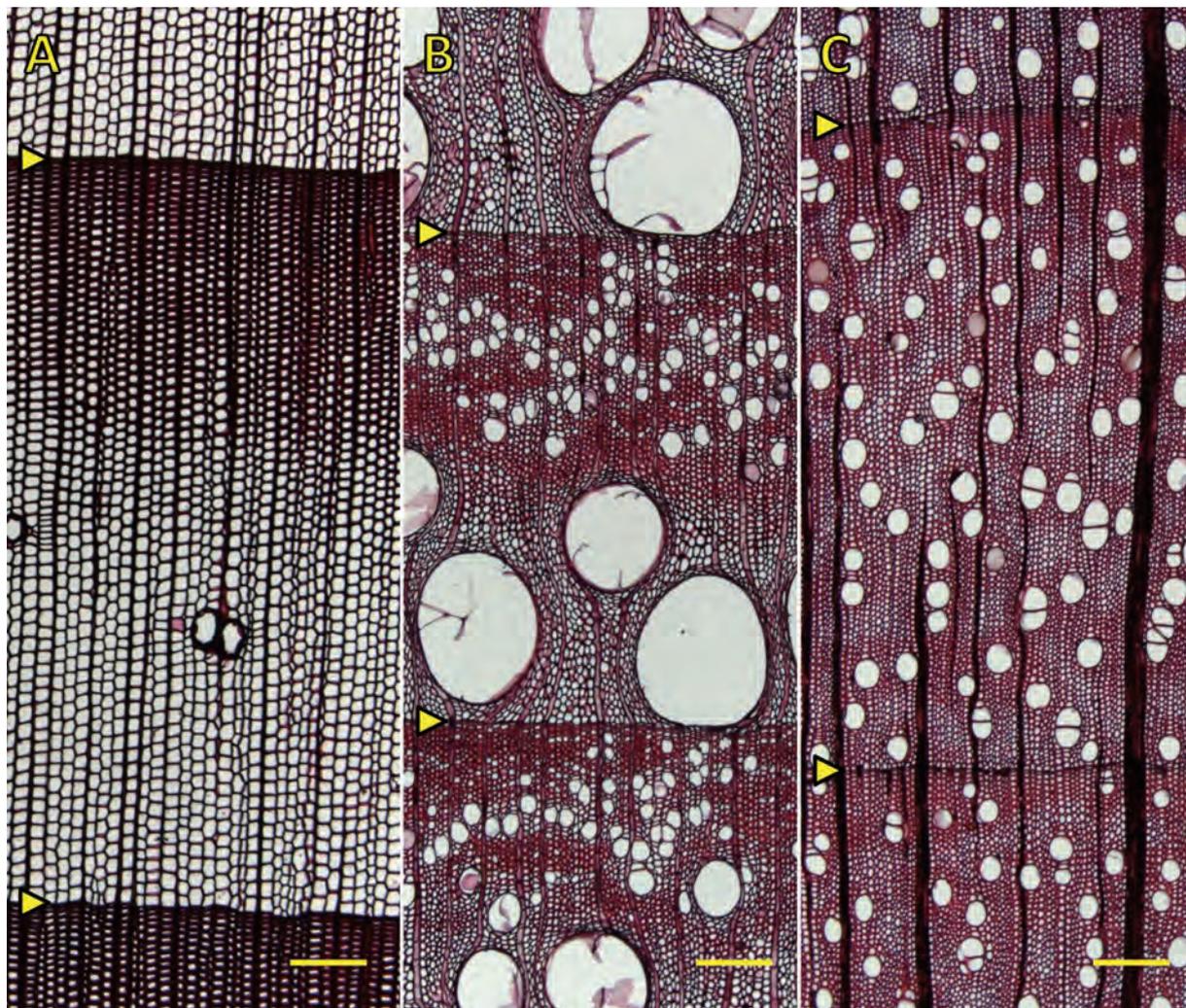


写真1 木材の横断面の顕微鏡写真
A: エゾマツ、B: クリ、C: イタヤカエデ
木材の横断面の顕微鏡写真で、写真上側が外側(樹皮側)になるように配置しています。見やすくするために染色してあります。樹種によって特徴が異なりますが、▷で示した部分が年輪の境界(年輪界)にあたり、二つの▷の間の部分が1年間に形成された年輪です。写真中のスケールバーの長さは200μm(0.2mm)です。

年輪の酸素同位体比で 木材の産地を判別する

木材研究部門 木材加工・特性研究領域 主任研究員 香川 聡

違法伐採材の利用を防ぐため、木材製品については、樹種に加え、産地情報を表示する動きが世界中で浸透してきています。日本では、国内の森林関連の法制度が整備されているため、国産材であることを証明できれば、ほぼ合法的な木材と言えます。例えば、ナラ材の場合、日本産のミズナラと分かれれば、合法性は高くなりますが、もしミズナラと近縁のロシア沿海地方産モンゴリナラであれば、保護対象となっており、合法性は低くなります。このように、私たちは木材の合法性を確認するための木材産地判別を開発してきました。木材の産地判別技術には、合法木材の判定以外にも、木曽ヒノキや秋田スギのような銘木の真贋の判別、考古学上の必要から行う古建築材・木材製品の産地判別など、さまざまなニーズがあります。

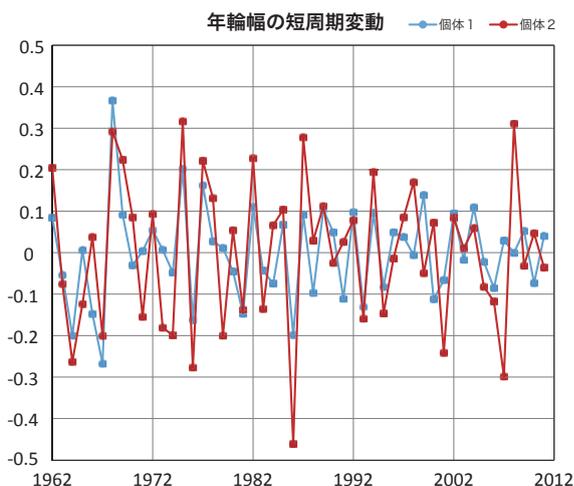


図1 帯広産ミズナラ2個体の年輪幅の変動。同一産地の個体差は比較的大きい。

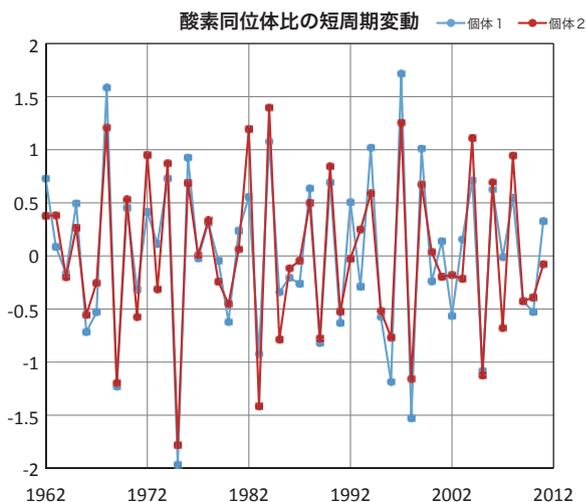


図2 図1と同じ帯広産2個体の年輪の酸素同位体比の変動。酸素同位体比は個体差が小さいので、より精度の高い産地判別が可能になります。

樹木は長いものでは何千年間も成育し年輪を形成するので、年輪幅や安定同位体比（例えば酸素の場合、重い ^{18}O と軽い ^{16}O の比）の時系列は古気候を復元する用途に用いられてきました。同一の産地で育った樹木は同様の気候条件下で生育するため、生育地域に特有な成長幅・安定同位体比の変動パターンを持った年輪が形成されます（図1、2）。

年輪解析では、各産地で採取した複数個体の成長幅・安定同位体比の変動パターンをマッピングし、最初に年輪形成年代の決定を行います。次に、複数個体の変動を平均して標準変動パターンを産地ごとに構築します。この変動パターンが、過去の長期間の気候変化の復元に用いられます。私たちは各産地に特有な、同位体の変動パターンを利用して、木材の産地を正確に推定する技術を開発しました。

産地がわからないナラ材について、まず年輪幅を測定して年輪年代決定を行いました。次に、この木材の年輪の酸素同位体比を測定し、北海道内の異なる4地域（帯広、北見、富良野、天塩）の木材の酸素同位体比時系列と比較しました。最も高い相関を示す地点を産地として推定したところ、産地は帯広近辺であると推定できました。この判別に用いたナラ材の実産地が帯広の近接点であり、この方法で産地を正しく判別できました（図3）。年輪幅は測定にかかる労力が少なく低コストで産地判別ができるという特長があります。

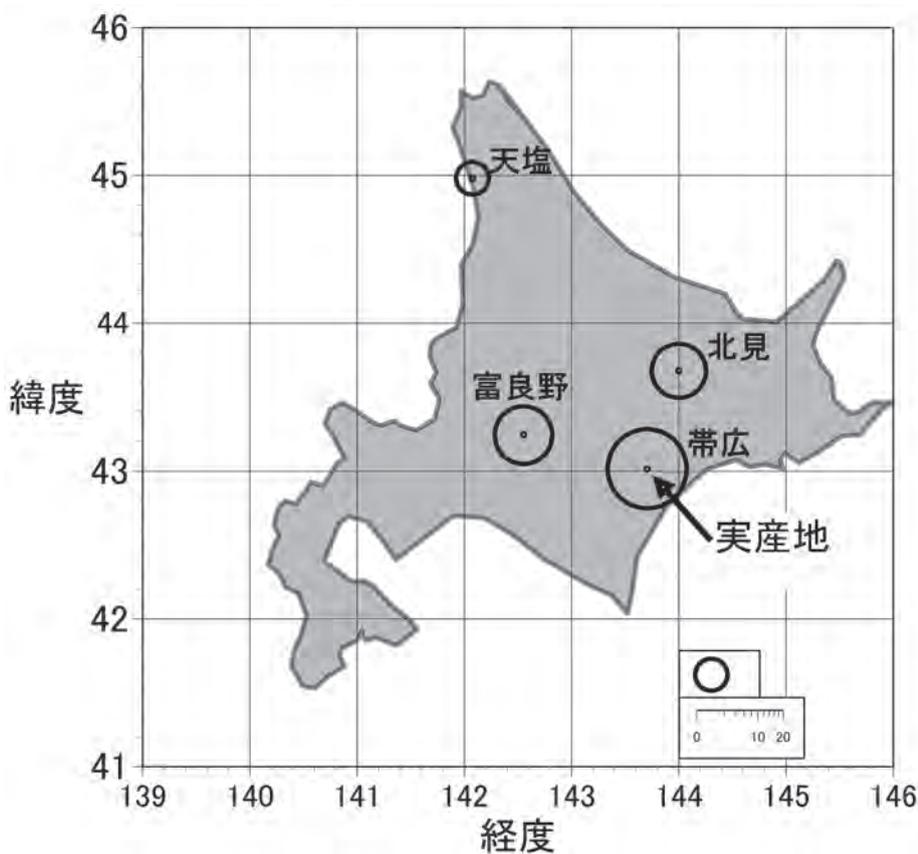


図3 年輪の酸素同位体比時系列によるミスナラ材の産地判別例。帯広産のミスナラの酸素同位体比変動と、帯広を含む4参照地点の酸素同位体比変動との間の相関を計算しました（詳細はKagawa & Leavitt 2010を参照）。相関の強さ（t検定におけるt値）を○の大きさとして示しています。帯広産のミスナラ材は、全参照地点の中で帯広の時系列と最も強い相関を示し、北海道内での木材の産地を正しく推定できました。

一方、日本産材の場合は特に酸素同位体比（図2）が年輪幅（図1）に比べて個体差が小さく、私たちが開発した同位体比による産地判別法（Kagawa & Leavitt 2010）により、高い精度での産地判別が可能になりました。今後は、表示された木材の産地の真偽につ

いて年輪幅により簡易産地判別を行い、合法性が疑われるものについては酸素同位体比で高精度の産地判別を行うことにより結果をダブルチェックする、といった応用が考えられます。

平成28年熊本地震による森林被害

九州支所 山地防災研究グループ長 黒川 潮



写真1 南阿蘇村立野の山腹崩壊

平成28年（2016年）熊本地震では、4月14日21時26分にマグニチュード6.5の前震、4月16日1時25分にマグニチュード7.3の本震が発生し、ともに最大震度7を記録しました。一連の地震活動により建物の倒壊や土砂崩れ等が発生し、死者50名という大きな人的被害がありました。林業関係の被害としては、山腹斜面における崩壊が発生し、林道の法面崩壊、崩壊箇所における森林への被害、木材加工施設、きのこ栽培施設の破損が確認され、熊本県内だけでも被害額は約23.5億円と推計されています（5月1日現在）。今回の地震発生を受けて、九州支所では林野庁九州森林管理局、熊本県と連携して林地の被害状況を調査しました。

まず、前震翌日の4月15日及び本震翌々の4月18日に、ヘリコプターで上空から被害状況を調査しました。4月15日の調査では、上空から



写真2 北向山原始林の山腹崩壊



写真3 森林内で停止した落石

視認できる規模の山腹崩壊は確認できませんでしたが、18日の調査では阿蘇市および南阿蘇村周辺の国有林民有林において多くの山腹崩壊地が確認できました(写真1、2)。熊本県内ではこの他にも大津町、菊池市において山腹崩壊が発生し、下流域に土砂が流出している状況が認められました。さらに大分県や宮崎県内でも山腹崩壊が発生しており、被害が広範囲に及んでいることが確認できました。

その後、規模の大きかったいくつかの山腹崩壊地において現地調査を実施しました。一般的に地震動に対しては、尾根部分が大きく揺さぶられるため、そこから山腹崩壊が発生します。今回の地震においても尾根部分から崩壊が発生している事例が多く見られました。また、山腹崩壊によって斜面から滑落した岩石が森林内で停止している事例が見られ、森林が落石を一定程度抑止したことが認められました(写真3)。

今後は熊本地震の発生により崩壊地内外で新たに堆積した大量の不安定土砂への対応が、森林復旧に向けた重要な課題となります。

猛禽類の繁殖場所では 小鳥の数が多い — 大型動物の保全は小型動物の 保全につながるか? —



写真1 V字に羽の位置を保ち、滑るように湿地の上を飛ぶチュウビ。大きく数を減らしてしまい、絶滅が懸念されています。

大型動物と生き物の保全

ワシやタカ、フクロウなどの猛禽類は神秘的な魅力を持っています。こうした大型動物は、しばしば保全活動のシンボルとして大切に扱われます。それでは、大型動物の保全はそれ以外の生物、例えば小型動物の保全につながるのでしょうか？こ



中村 太士
北海道大学 教授



先崎 理之
北海道大学 大学院生



山浦 悠一
林業研究部門 森林植生研究領域
主任研究員

の問題は、近年大きな議論を呼んでいます。

湿地の猛禽類ーチュウヒーによる検証

私たちは、湿地で繁殖する大型鳥類のチュウヒ（写真1、2）を用いて、この問題を検証することになりました。チュウヒは湿地の減少にともない数を減らしている猛禽類です。絶滅が懸念されており、湿地性生物の中でも特に保全の必要性が高い種です。

私たちは3年間にわたる調査で、チュウヒがどの湿地で営巣しているか、何羽の雛（写真3）を巣立たせているかを明らかにしました。そしてチ

ユウヒの巣立ち雛数の多い湿地と少ない湿地で、小鳥の警戒声を拡声器で流しました。小鳥の性質ではなく、小鳥の巣立ち雛の数を効率的に数えることができました。

その結果、チュウヒが長年生息し多くの雛を育てている湿地は、多くの小鳥の種で、親鳥と巣立ち雛の数が高いことが明らかになりました(図1)。チュウヒがキツネなどの共通する捕食者を追い払ってくれるため、小鳥はチュウヒの巣の近くをよい生息環境として選択していることなどが原因として考えられます。

大型動物の価値を生かす

この結果は、他の猛禽類や大型動物、生態系でも通用するのでしょうか？もしそうならば、生き物の保全活動に大型動物の生息地の保全を組み込むことで、生き物の保全活動はより社会的に注目され、社会的な支持を集めることができるでしょう。大型動物は大きな社会的価値を秘めています。



写真2 チュウヒの成鳥（オス）。オスは巣で待つメスと雛に餌を運びます。



写真3 チュウヒの巣立ち雛。1つがいから最大4羽の雛が巣立ちます。

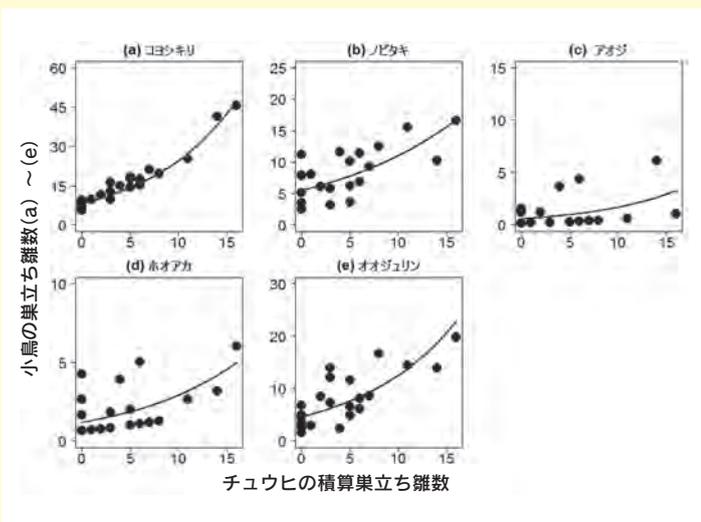


図1 小鳥とチュウヒの巣立ち雛の数の関係。実線は統計モデルによる推定値。

※詳細は、Biological Conservation 191: 460-468, をご覧ください。

高性能マイクを用いた 新しいシロアリ検出法

シロアリ被害を見つけるのは ひと苦労

家にシロアリがないか心配。かといって、狭くて暗い床下に入るのは面倒・・・

最近の家屋には各部屋の床面に点検口がついているので幾分楽にはなりましたが、ちよつと古い家屋では、例えば居間の畳をめくって、そこから床下に入り、シロアリに食べられているかもしれない束たばや土台を、這いつくばって見ていかななくてはなりません。

シロアリに食べられてしまった木材は、表面から叩くと空洞音がします。また被害箇所には「蟻道」や「蟻土」と呼ばれる、周辺の土やシロアリの糞などで作られるトンネルや土による詰め物が見つかることがあります。さらに、このようなシロアリ被害の「痕跡」が現在進行中なのか、過去のものを判断するためには、部分的に壊して中にシロアリがいるかを確認する必要があり、シロアリ被害検出は、なかなか時間のかかる重労働なのです。

高性能マイクによるシロアリ検出の時短化と省力化

さて、シロアリが木材をかじって食べるときには「音」が出ます。この音には人間には聞こえない音（20kHz～80kHzの超音波）が混じっていて、この超音波を検出することで、木をかじっているシロアリの居場所を見つけることができます。シロアリの居場所がわかれば、被害が蔓延する前に、薬剤等で効率よくシロアリを駆除できます。

そこで超音波を感知できる超高度度のマイクロホンに、さらにマイクロホンを向けた先から聞こえる「音」だけ検出できるような工夫を組み合わせた新しいシロアリ被害検出装置を（一社）日本非破壊検査工業会と共同研究で開発しました（製作（株）KJTD）。マイクロホン自体は非常に小型で、これが集音のためのパラボラのホーンの基部に装着されていて、パラボラの先を対象物に向けることで、その対象物から発せられる超音波を捉えます（図1）。

この装置の有効性を検証した結果、シロアリが木材内部で被害を及ぼしているところから1m程度離れた地点からでもシロアリを感知可能であることが実証されました。この装置を使うことによって、シロアリ被害を検出するために、床下に潜る必要はなくなり、検出の作業時間と労力も大幅に短縮が見込めるようになりました（図2）。今後、いろいろな被害現場で使えるよう改良を図るとともに、さらに新しいシロアリ検出技術を開発していきます。



原田 真樹

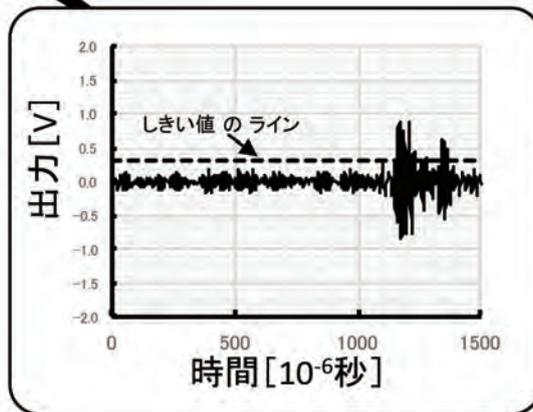
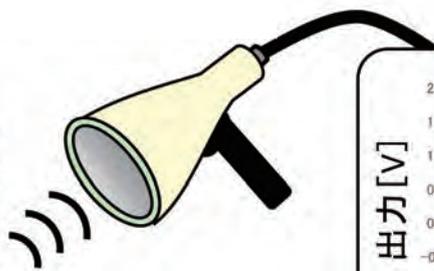
木材研究部門 構造利用研究領域
材料接合研究室長



大村 和香子

木材研究部門 木材改質研究領域長

シロアリが木をかじるときに発生する音(超音波)を検出してシロアリを見つける



検出される超音波

一定以上の大きさ(しきい値)の音を検出された場合に、検出器本体からアラーム音が鳴って、測定者に知らせる仕組みです。

図1 木をかじる音を検出してシロアリを見つける
シロアリが木をかじるときに発生する音の超音波成分を感知できる超高感度のマイクロホンで、シロアリの居場所を探します。

機械による‘生きた’シロアリ被害検出

マイクロホン 検出器本体



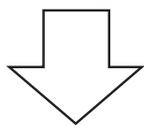
- ◎簡便かつ迅速な検出
- 木材内部のシロアリ検出

目視によるシロアリ被害検出

食害を受けた束 形成された蟻道



- 簡便な被害検出
- ×狭い床下での作業
- ×木材内部のシロアリ検出



シロアリ被害検出作業の効率化

図2 シロアリ被害検出装置の導入による作業の効率化
床下等の狭い場所に潜らなくてもシロアリがいるか確認できるため、作業時間・労力の大幅な短縮が見込めるようになりました。

被害発生ハザードマップを利用して ナラ枯れのリスク回避へ



写真1 ナラ枯れ被害(写真提供:後藤秀章)
茶色の部分がナラ枯れです。

「ナラ枯れ」とは

「ナラ枯れ」は、カシノナガキクイムシがナラ類やカシ類などの幹に侵入してナラ菌を樹体内に持ち込むことにより、これらの樹木を集団的に枯死させる現象です(写真1)。被害はミズナラやコナラなどの落葉ナラ類だけではなく、スタジイやウバメガシなどの常緑のシイ・カシ類でも発生します。林野庁の速報値によると、平成27(2015)年度の被害量は約7.6万㎡で、本州と四国、九州のうち30府県で被害が確認されています(図1)。

ナラ枯れ被害発生予測システムの開発

ナラ枯れ被害は、備長炭の原木として人気があ



近藤 洋史
九州支所 主任研究員

るウバメガシやアラカシなどのカシ類、マテバシイやスタジイなどのシイ類、コナラやミズナラなどのナラ類といった樹種で発生することが知られています。これらの樹種は日本のほとんどの地域に分布しており（図2）、現在被害が発生していない地域でも警戒が必要です。また、ナラ類は感受性が高いために被害が激化しやすく、シイ、カシ類は相対的に感受性が低いことが知られています。そこで、樹種による感受性の違い、直近の既被害地までの距離、気象等のデータを用いて、ロジスティック回帰という解析方法により、ある年度の被害発生状況から次の年度の被害を予測するシステムを開発しました（図3）。このシステムを適用して、山形県の平成24年度の被害データをもとに、平成25年度における被害発生リスクを予測して、ナラ枯れ被害発生リスクを示すハザードマップを作成しました（図4）。

システムの利用事例

山形県では、このハザードマップをもとに重点的に警戒・監視する地域を抽出して担当者間で情報共有をはかっています。その結果、平成25年度の実際の被害発生状況を見てみると、その被害量が増加している府県も存在する中で、山形県の被害量は、前年度比で57%も減少しました。山形県では、このハザードマップを毎年、更新していますが、一定のデータがあれば、全国どこでも作成することができます。

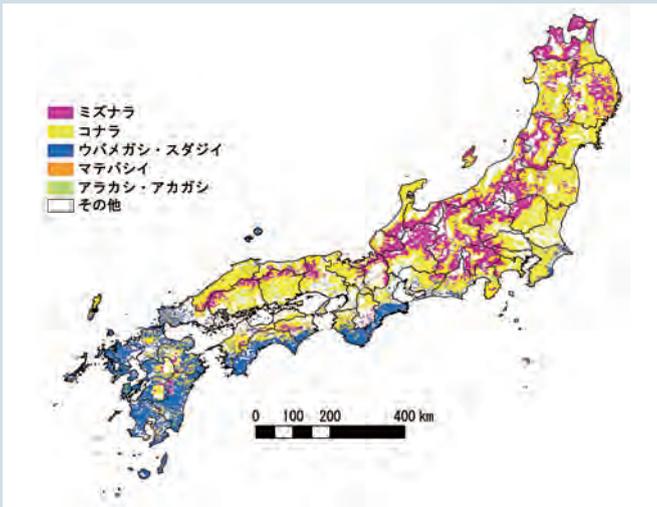


図2 ナラ枯れ被害発生警戒マップ
ナラ枯れ被害を受けやすいミズナラやコナラは、本州や四国等の広い範囲で分布しているため、特に警戒をしておく必要があります。



図1 平成27(2015)年度ナラ枯れ被害発生の分布
本州、四国、九州の広い範囲でナラ枯れ被害が確認されました。

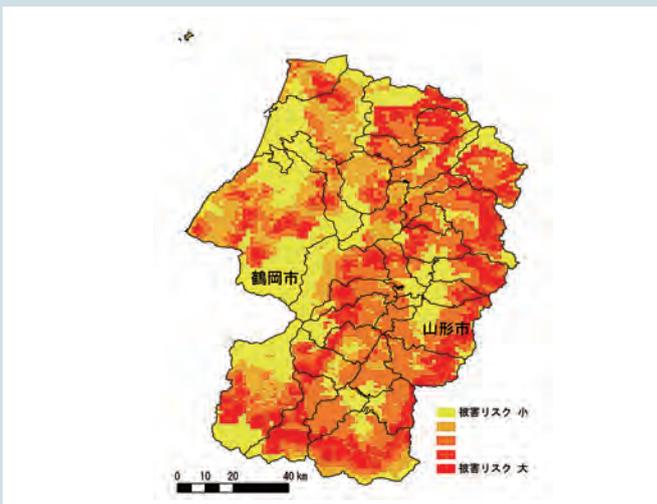


図4 平成25(2013)年度の山形県ナラ枯れ被害発生ハザードマップ
被害発生予測システムを応用して作成された、山形県のナラ枯れの被害発生ハザードマップです。一定のデータがあれば、全国どこでも作成することが可能です。

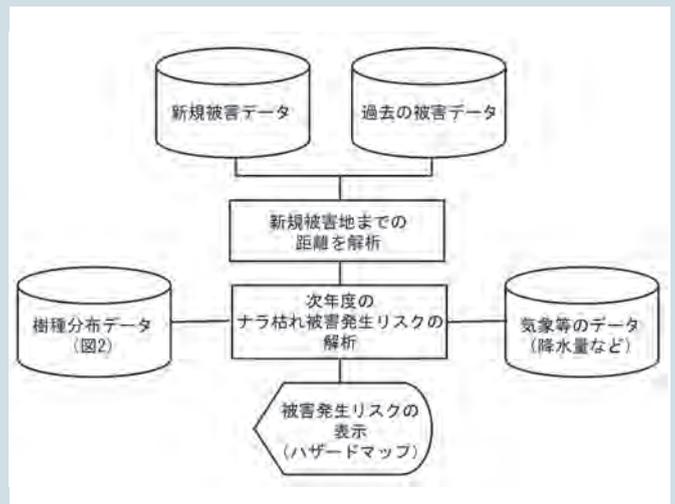
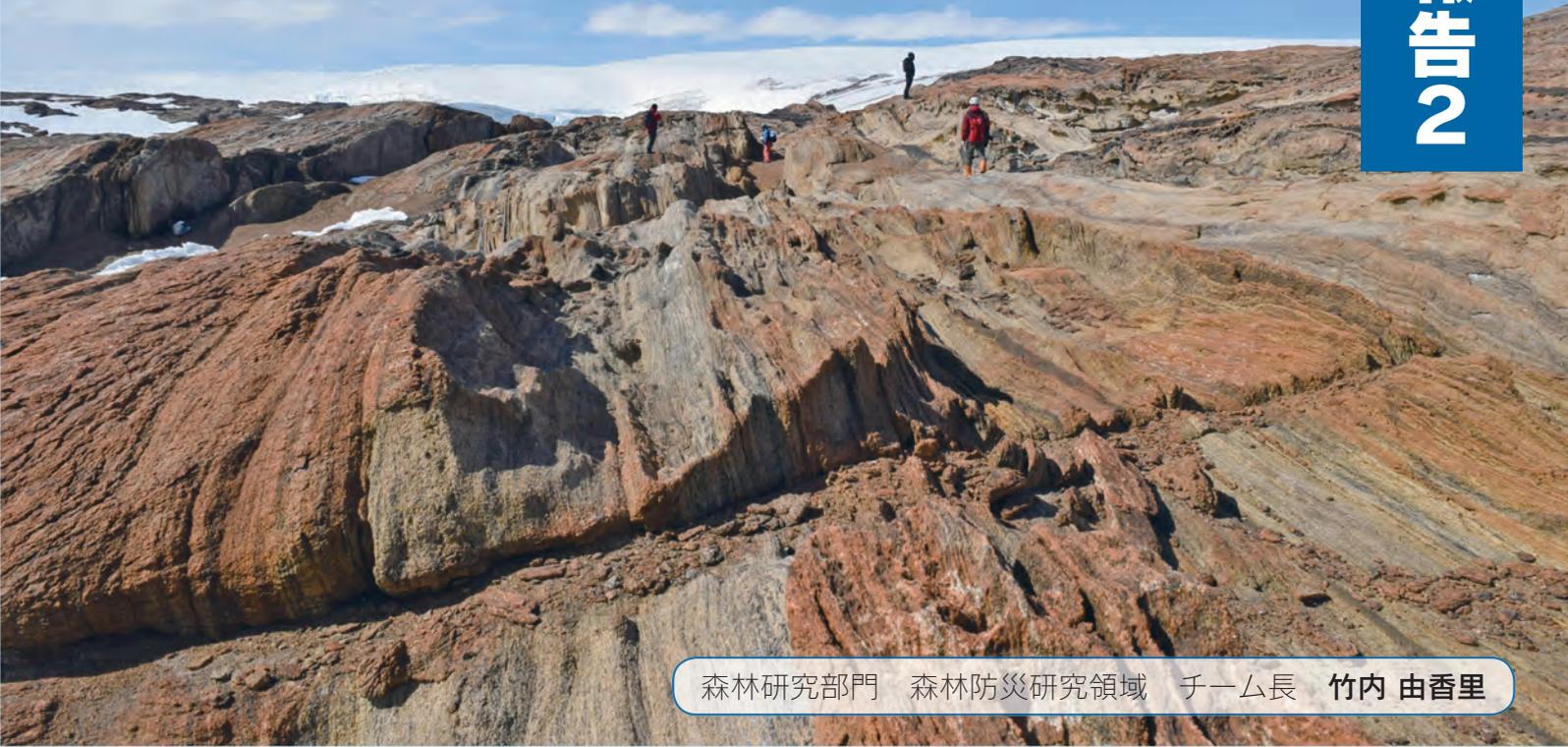


図3 被害発生予測システムの概要
被害データ、樹種分布データ、気象データ等様々なデータを解析し、ナラ枯れ被害発生ハザードマップを作成するシステムを開発しました。

ルンドボックスヘッタの露岩を歩く



森林研究部門 森林防災研究領域 チーム長 竹内 由香里

南極大陸は、その大部分が「氷床」といわれる厚い氷に覆われていますが、沿岸部にはわずかながら（大陸面積の2〜3%）岩盤が現れた露岩地域があります。私はデータの回収や観測機器の保守のために、リュツォ・ホルム湾沿岸の露岩地域4箇所（図1）へ行きました。

野外へ出かけるときは、観測機材と食

料、テント、寝袋など

野外生活に必要な装備

をヘリコプターに積ん

で昭和基地から目的の

地へ向かいます。野外に

滞在中は毎晩、昭和基

地と無線で定時通信し、

メンバーと装備に異状

がないかを報告し、そ

の日の行動と翌日の予

定を伝えます。昭和基

地からは、気象観測担

当の隊員（気象庁）が

発表する気象予報を知

らせてくれます。

ヘリコプターが迎え

に来る日には、出発の

2時間前に現地の風向

風速、視程などを観測

して昭和基地へ連絡し

ます。風が強いとき、

雪が

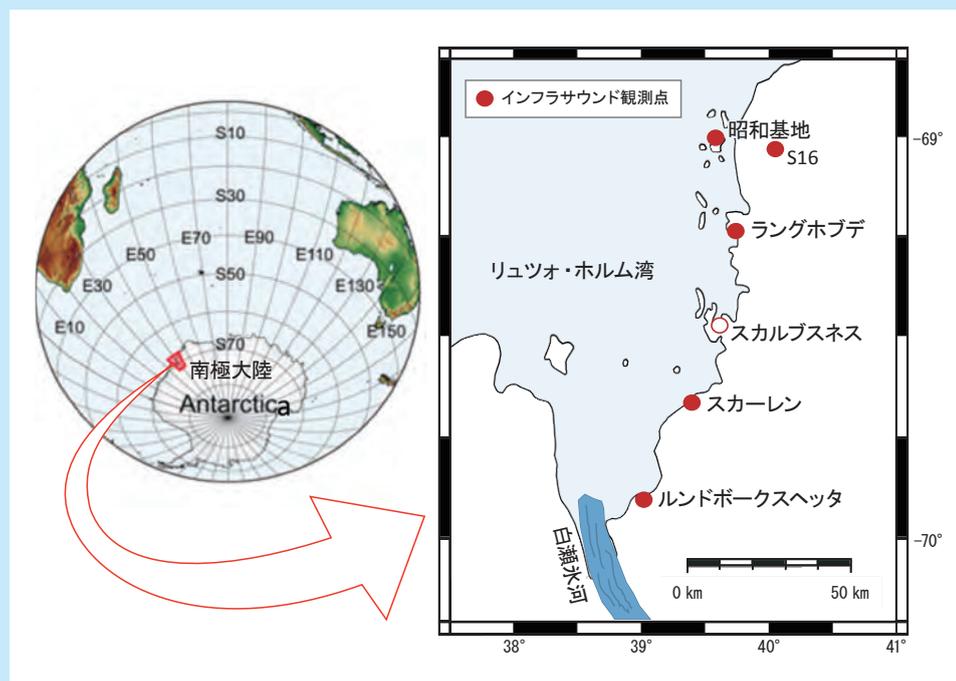


図1 観測のために滞在した沿岸地域

降っているときにはヘリコプターは運行を見合わせるようになります。悪天のためヘリコプターが飛ばず、野外での滞在日数が延びたり、観測計画の変更を余儀なくされることは、南極では避け難く、観測隊員はそうした様々な状況に柔軟に対応しつつ成果をあげるよう努めています。



写真1 南極氷床末端のアイスフォール（氷瀑）。近くの観測点では、氷が崩落する際に発生するインフラサウンド（低周波の空気振動）も観測している。（2016年1月10日、スカーレンにて）



写真2 風化して蜂の巣状に穴のあいた岩。左：ルンドボークスヘッタにて（2016年1月8日）、右：スカーレンにて（2016年1月12日）



写真3 左：アデリーペンギンの営巣地。右：海から戻った親鳥にえさをねだるヒナ。（2016年1月25日、スカルスネスにて）

森林の成長に伴う湧水緩和機能の変化 — 淡路島南部の諭鶴羽ダム流域を事例に —

森林整備センター 森林業務部

はじめに

森林整備センターでは水源林造成事業の効果に関する情報を国民に提供するため、2004年度から水源林造成事業地で公益的機能調査を行っています。今回は水源涵養機能の一つである湧水緩和機能（水資源貯留機能）に関して、兵庫県南あわじ市にある諭鶴羽ダム流域を事例に、森林の成長に伴い湧水時の流量がどのように変わるか、という調査結果を紹介します。

調査地

諭鶴羽ダムは1975年に完成した多目的ダムです。流域の森林は7割が1950～60年代に更新されたカシ・スタジイ・コナラなどからなる広葉樹林、1割が1960年代に植栽されたスギ・ヒノキ林、2割が1990年代に水源林造成事業で植栽されたヒノキ林で構成されています（写真1、図1）。

調査方法

ダム管理所より提供いただいた雨量と流量データを用いて一雨を対象とする水収支^(注1)事例を整理し、これを前期（平均林齢22～28年）と後期（平均林齢30～42年）に分け、それぞれの

期間で直接流出量^(注2)、基底流出量^(注3)などを求めました。これらに基づいて、流量の時間的変化を示したハイドログラフをつくり、湧水時の流量（無降雨の状態が1ヶ月続いた時の流量として算出）を比較しました。

調査結果

雨量が100mmのとき、前期と後期の水収支を比較すると、直接流出量は39mmから33mmへ減少、基底流出量は26mmで変わらず、蒸発散量^(注4)は35mmから41mmへ増大、水収支期間^(注5)は10.5日から14.5日へ増大しました。

湧水時の流量については、前期の0.16mm/日^(注6)に対し後期は0.38mm/日となりました^(図2)。

考察

湧水時の流量が増大した原因を検討するために水収支の各項目を試算して水収支図をつくりました^(図3)。

この結果、後期は直接流出量が大きく減少し、浸透量は増大することがわかりました。このことにより、水収支期間が長くなり、減水曲線が緩やかになって湧水時の流量が増大したものと考えられます。

おわりに

諭鶴羽ダム流域では森林の成長に伴って湧水時の流量が増大するという結果が得られました。これは、湧水緩和機能の向上に寄与する変化であると考えられます。当センターでは諭鶴羽ダムに近接する本庄川ダムの流域でも調査を行っているので、今後はこの流域の湧水緩和機能を評価し、情報提供を行っていきたいと考えています。

(注1)

水収支 流域において、降水量＝流出量＋蒸発散量＋貯留量変化の関係が成り立つこと。

(注2)

直接流出量 流出量のうち、降雨後すぐに河道に到達するもの。地表面を流れる地表流と、浸透した水が浅い土層中を流れる早い中間流から成る。

(注3)

基底流出量 浸透した水が深くまで透過した遅い中間流と地下水面に達してから流出する地下水流から成る。

(注4)

蒸発散量 樹冠で遮断された降雨が蒸発するもの（遮断蒸発量）と、樹木の蒸散量、土壌面からの蒸発量から成る。

(注5)

水収支期間 降雨の前後で流量が同じとなる2つの日を選んだとき、両者を挟まれる期間。ハイドログラフの計算方法は、以下のサイトをご覧ください。

http://www.green.go.jp/gijyutsu/pdf/zonin_h2702.pdf

森林（もり）を

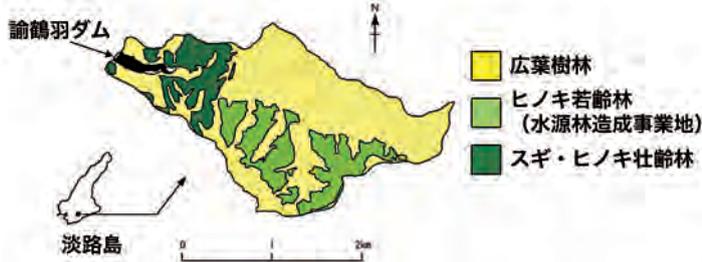


図1 論鶴羽ダム流域の森林分布図



写真1 論鶴羽ダム周辺の森林の様子

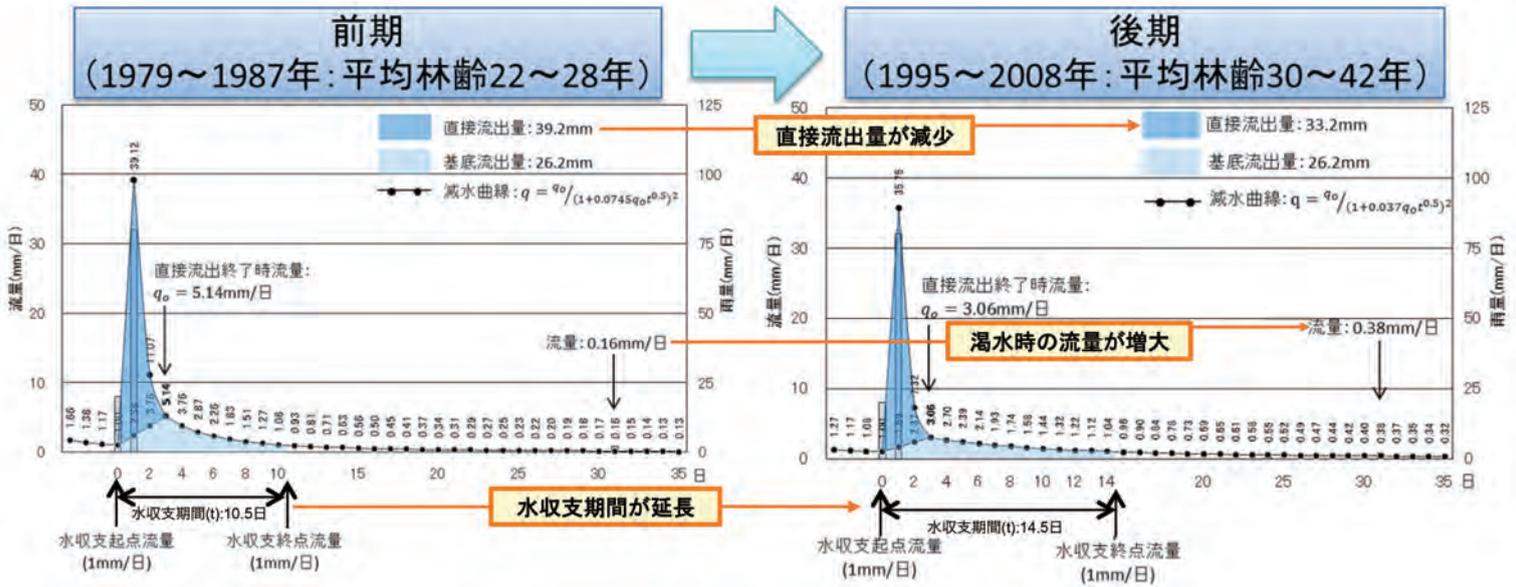


図2 前期と後期のハイドログラフの比較（雨量100mmのとき）

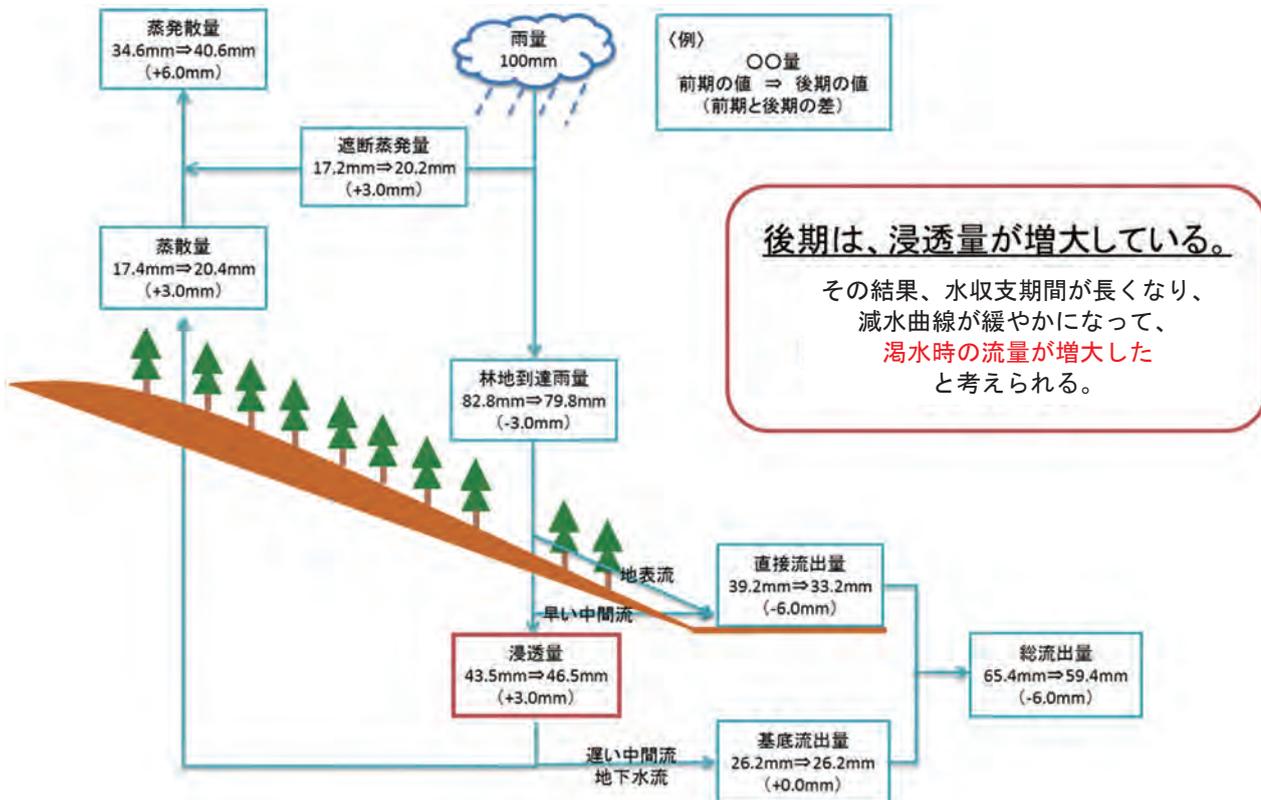


図3 前期と後期の水収支の比較（雨量100mmのとき）

森林保険センターのお知らせ

熊本地震の被害に対する森林保険の対応

平成28年4月14日21時26分以降発生した強い地震により、熊本県と大分県にまたがる広い範囲で大きな被害が発生しました。熊本県内の森林保険を取り扱う熊本県森林組合連合会や森林組合が入る森林組合連合会事務所も半壊するなどの被害を受けましたが、早期に仮事務所を



熊本県森林組合連合会仮事務所の様子

確保するなどして、5月の連休明けには通常通りの業務が再開されました。

具体的には森林保険では、地震による被害は保険金のお支払いの対象となりませんが、地震の影響により森林保険の継続契約が行えなかった方に対しては、特別措置として継続契約の猶予を設けております。

熊本県内の森林を保険目的とする保険契約、及び熊本県内を住所とする保険契約者又は被保険者の保険契約については、保険期間満了の30日前までに継続契約の申込みができなかった場合であっても、平成28年10月31日まで申出の期間を猶予します。猶予期間内に継続の申込みを行った場合は、前回契約と同一の契約条件により、前回契約の満了日をもって継続による契約が成立したものとできます。

例えば、6月1日に保険期間満了となる森林保険の継続契約の申込みが満了日の30日前までに行えなかった場合でも、10月31日までに申出を行うことで6月1日にさかのぼって継続契約が行えます。また、その間に台風などで罹災した場合は保険金支払いの対象となります。

詳しい手続については、最寄りの森林組合連合会等にお問い合わせください。

このたびの熊本地震で被災された皆様に少しでもお力添えできますよう努めて参りますとともに、被災地の一日も早い復興を心よりお祈り申し上げます。

林野庁計画課森林保険企画班、森林総合研究所理事（企画・総務・森林保険担当）、森林保険センターの職員から熊本県森林組合連合会に義援金をお送りしました。



左：熊本県森林組合連合会
藤崎代表理事専務
右：森林保険センター大貫所長

平成 28 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18日
(金)

木質バイオマス発電は儲かるのか？

今、日本では木を燃料にして電気を作る木質バイオマス発電に期待が高まっています。その特徴、利点、継続性などについてお話します。

講師：柳田 高志

木材研究部門 木材加工・特性研究領域 主任研究員



第 7 回
12月17日
(土)

空から森林の3次元構造を捉える

多数の写真から3次元形状を復元するデジタル技術を用いて、空中写真から森林の構造や履歴を捉える取り組みをご紹介します。

講師：松浦 俊也

林業研究部門 森林管理研究領域 主任研究員



第 8 回
1月27日
(金)

木材の樹種の見分け方

身近に使われている木材の樹種と、その性質、用途、簡単な見分け方について、実際の木材に触れてもらいながらお話します。

講師：安部 久

木材研究部門 木材加工・特性研究領域 主任研究員



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復はがき裏面に、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

G7伊勢志摩サミット及びG7茨城・つくば科学技術大臣会合に出展

5月26日、27日に三重県志摩市で開催された「G7伊勢志摩サミット2016」に合わせて、「国際メディアセンター（IMC）」において森林総合研究所が中心になって進めている研究コンソーシアム「SIP（リグニン）」の研究成果が紹介されました。本展示は、日本の誇る科学技術や伝統技術を紹介するイベントですが、会場ではスギ材から機能性を持つリグニンを抽出する技術（SP process）を動画で紹介するとともに、製品サンプルなどを展示しました。

また、これに先立ち5月15日からつくば市で開催されたG7茨城・つくば科学技術大臣会合において、最先端の科学技術を紹介する特別展がつくば国際会議場で開催され、森林総合研究所からは、リグニンの他、セルロースナノファイバーとアマゾン熱帯林の管理に関する研究成果を紹介しました。



G7伊勢志摩サミットでのリグニン研究の展示の様子



G7科学技術大臣会合における研究成果の説明
(右から3人目 島尻科学技術担当大臣、2人目 米国ハンデルスマン科学担当次長)

バイオマスエキスポ展に出展

6月15日（水）から18日（金）に東京ビックサイトで開催された「スマートコミュニティJapan 2016 バイオマスエキスポ」において、当所で研究・開発を進めている木質バイオマスの有効利用技術を紹介しました。3日間で約4万人の来場があり、当所の展示ブースにも多くの方に来ていただきました。15日には齋藤健康農林水産副大臣が当所ブースを訪問され、リグニンやセルロースナノファイバーの製造・利用技術について熱心にご覧いただきました。また、バイオマスエキスポフォーラムでは、山田竜彦木材化学研究室長と千葉幸弘研究コーディネーターが、それぞれ「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」、「森林の生産力、持続性と人為制御」と題する講演を行いました。



山田竜彦室長の講演の様子



齋藤健康農林水産副大臣(右から2人目)

杉山英男賞受賞

平成28年6月15日（水）に開催された第29回木質構造研究会総会において、当所の構造利用研究領域チーム長 長尾 博文と複合材料研究領域チーム長 宮武 敦が、「木質材料・木質構造技術研究基金賞 第一部 門（杉山英男賞）」を、共同受賞しました。授賞理由は、日本農林規格（JAS）の製材・構造用集成材・構造用単板積層材（LVL）・直交集成板（CLT）等、建築構造用途を中心とした木質系材料の規格制定・改正において、製造・品質管理の方法検討から、実大試験による強度特性把握・性能確認まで、長年にわたって実証に基づく基礎実験データを積み上げて、我が国における木質構造材の市場拡大に貢献したことです。詳細については、木質構造研究会HP（<http://www.jtes.org/>）をご覧ください。



左から、宮武チーム長、長尾チーム長

平成28年度一般公開を開催 もりの展示ルームを夏休み公開

今年度の一般公開が、初の夏季開催で7月30日(土)に行われ、来場者数735名という記録的な大盛況となりました。研究成果の説明展示、クイズラリー、昆虫教室、樹木園見学、木材標本庫の見学に加えて、初企画として「木材のフィンガージョイント接合の実演」、「木の顕微鏡観察」、「飛ぶタネの風洞実験」を行いました。さらに、「北極圏の森と永久凍土」と「生物多様性と炭素吸収源」に関するミニ講演会、ウッドクラフト体験、苗木プレゼントなど、多数の催しを行いました。

つくばびつ子博士2016指定見学施設として、「もりの展示ルーム」を7月23日(土)～8月31日(水)に公開しました。特別展示「災害とたたかう森林」をはじめ、生きたカブトムシ・コナー、世界一重い木・軽い木など多数の展示を行いました。



昆虫教室



ウッドクラフト体験

平成28年度 ダイバーシティ推進の取組

平成28年度からこれまでの男女共同参画室は「ダイバーシティ推進室」と名称が変更し、メンバーも替わりました。エンカレッジ推進本部もダイバーシティ推進本部となり、アドバイザーには引き続き柘植あづみ先生をお迎えし、男女共同参画を基本としたダイバーシティの推進とワークライフバランスの実現を目指した積極的な取組を行います。

6月には第20回エンカレッジ推進セミナーとして「理想の願望の達成に向かって、モチベーションのスイッチを入れる」を開催し、多くの職員が参加されました。また、男女共同参画週間(6月23日～29日)には、啓発パネルの展示と同時に、「一時預かり保育施設「どんぐりるーむ」の見学会を行い、若い方に子育てしやすい職場環境を実感していただきました。介護に関する要望が高いことから、昨年度末に介護ガイドブックを発行したほか、介護コラムも引き続きダイバーシティ推進室のHPに掲載予定です。その他にもHPを通じて情報発信を続けていきますので、ご支援ご協力をよろしくお願い致します。

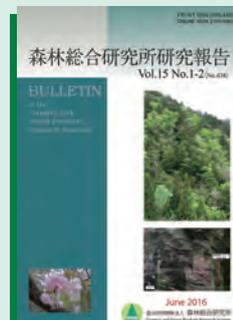


ダイバーシティ推進本部アドバイザー
柘植あづみ先生(写真中央左)と
ダイバーシティ推進室のメンバー



一時預かり保育施設
「どんぐりるーむ」
見学会の様子

森林総合研究所 研究報告



Vol.15No.1-2 (通巻438号)
2016年6月
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/>

●論文

福島第一原子力発電所事故で放射能汚染したスギ人工林における葉の交代とセシウム¹³⁷濃度の経年変化予測(英文)
清野 嘉之、赤間 亮夫

●ノート

外生菌根性担子菌マツタケと実験樹種 *Populus temula* × *temuloides* との組織内における *in vitro* での相互作用(英文)
村田仁、山田明義、山本航平、丸山毅

伊ヶ崎知弘、毛利武、山中高史、
下川知子、根田仁

●特集

2013年伊豆大島土石流災害と森林
特集号の刊行によせて
大丸 裕武

●論文

伊豆大島2013年10月16日斜面崩壊発生地点周辺の樹木の現存量
伊東宏樹、松井哲哉、飛田博順、
五十嵐哲也、小川明穂、松浦陽次郎

●研究資料

2013年台風26号により伊豆大島で崩壊が発生した崩壊斜面頭部の樹木根系の分布状況について
村上亘、小川明穂、小川泰浩、大丸 裕武
2013年台風26号により伊豆大島で崩壊が発生した斜面周辺に見られる風倒木の特徴について
村上亘、小川明穂

写真測量による伊豆大島三原山北西斜面における近年の植生高変化の復元
大丸 裕武

南禅寺 (静岡県賀茂郡河津町谷津) のカヤ製の天部立像2体 (南禅寺所蔵) 画像提供・東京国立博物館 Image・TNM Image Archives



唐古・鍵遺跡(奈良県磯城群田原本町)第1次調査で見いだされた弥生時代前期のイチイガシ製平鎌
京都大学総合博物館(英名:The Kyoto University Museum)所蔵

季刊 森林総合 No. 34

国立研究開発法人 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/>

2016(平成28)年8月31日発行
編集：国立研究開発法人 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 森林総合研究所 企画部広報普及科
※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。