

FORESTRY AND FOREST PRODUCTS RESEARCH INSTITUTE

No. 27

季刊 森研 総研

特集

CLT

開発の現状
地方創生の切り札



季刊
森研
総研

No. 27

独立行政法人 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.029-829-8135
FAX.029-873-0844
URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp/>

2014（平成26）年12月8日発行
編集：独立行政法人 森林総合研究所 広報誌編集委員会
発行：独立行政法人 森林総合研究所 企画部研究情報科
※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。



独立行政法人
森林総合研究所



「シーエルティー」

最近、国会中継やNHKのニュースを聞いていると「シーエルティー」という言葉を耳にすることがあります。今年の3月3日の参議院予算委員会の議事録を確認すると「シーエルティー」について次のような発言があったことが分かります。

「我が国でもこれ（シーエルティー）を普及させることによって木材の需要を大きく伸ばす一つのものになり得るのではないかと、一生懸命推進しているところでございます」（農林水産大臣）。

「今後、建築物の実証や建築基準の見直し等を進めて、シーエルティーの活用、普及に努めてまいりたい」（内閣総理大臣）。

今回の特集では、総理大臣も口にし、地方創生の切り札としても期待されている「シーエルティー」について解説します。とりあえず、「シーエルティー」とは合板を10倍ぐらい巨大化したものとお考え下さい。

研究コーディネータ（木質資源利用研究担当）
井上 明生



3	特集 CLT開発の現状 地方創生の切り札
14	研究の森から
18	地方の研究紹介
20	森林・林業の解説
22	私たちのくらしと 森林・木材の放射能
24	森林（もり）を創り活かす
26	クマの出没について
28	森林講座のお知らせ
29	何でも報告コーナー

複合材料研究領域 積層接着研究室長 平松 靖

CLTとは

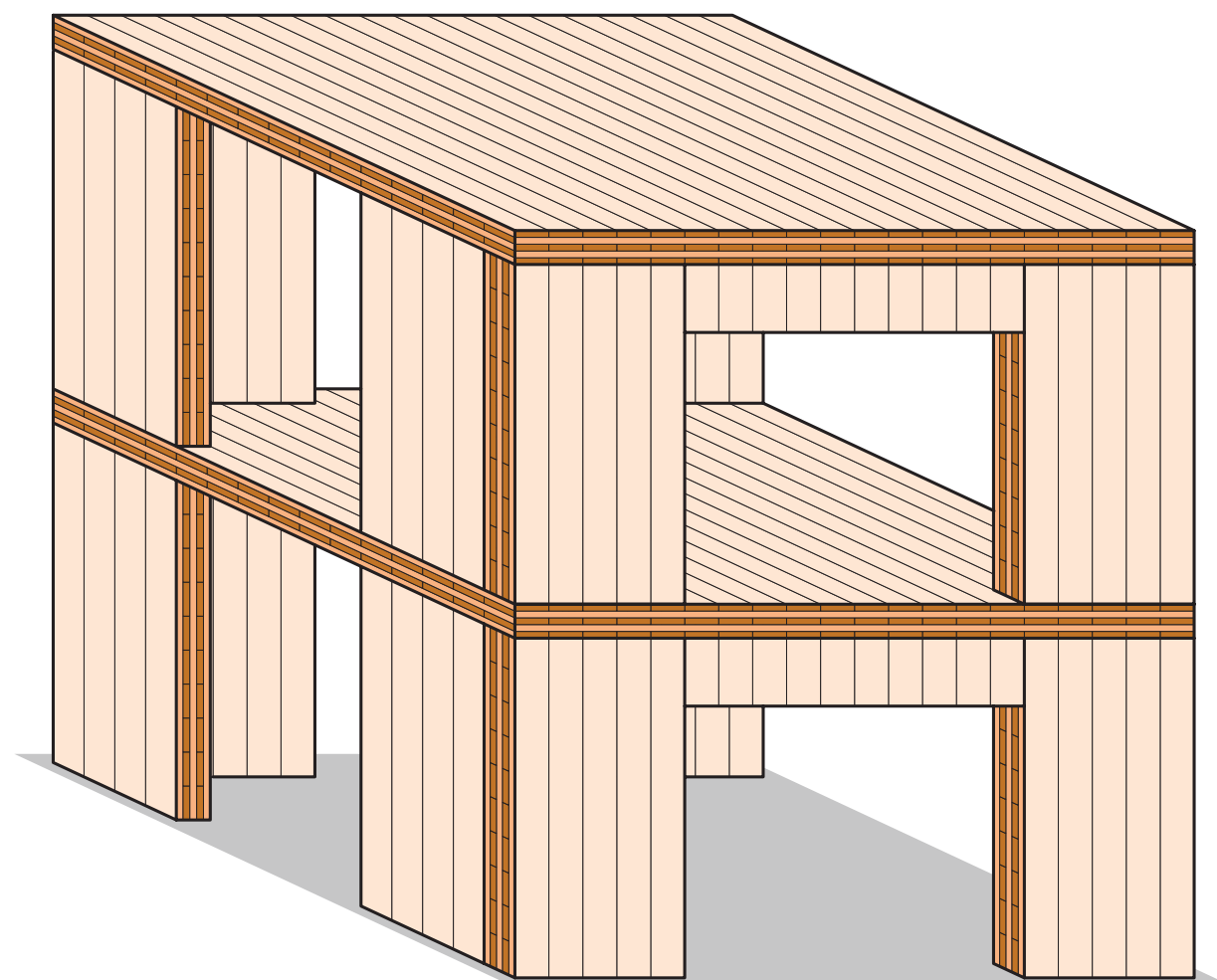


図4 CLTを使用した建物のイメージ

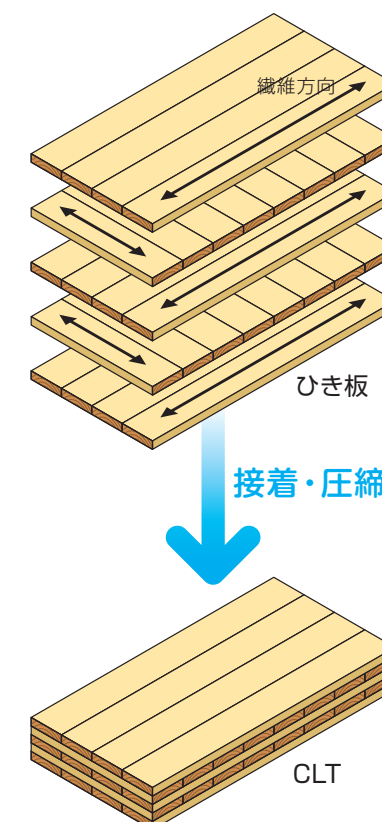


図3 CLTの製造

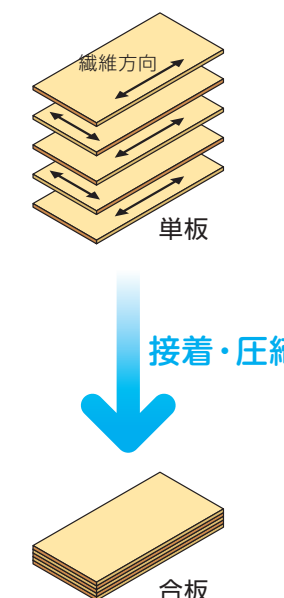


図2 合板の製造

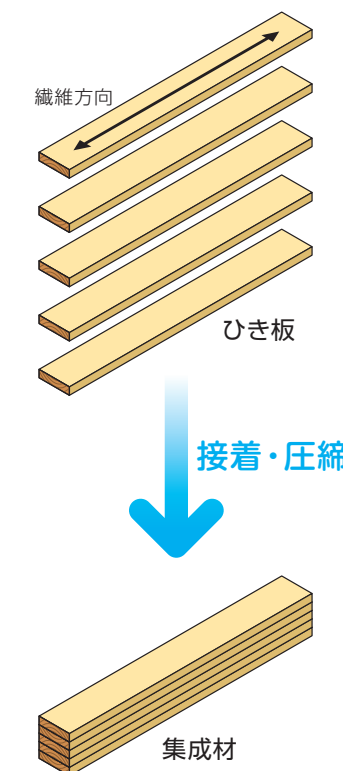


図1 集成材の製造

CLTの日本語での名称は、平成25年12月に制定された日本農林規格（JAS規格）により「直交集成板」となりました。また、CLTの構成材料となるひき板は「ラミナ」と呼ばれます。

CLTの大きな特徴は、立てれば柱と壁、寝かせれば床と梁の役目を果たし、非常にシンプルに建物を建てられることです（図4）。積木やブロックで家やビルをつくる感じに似ています。柱を立てて、梁をわたして、壁、床を張つてという建築工程が、CLTをつなぐだけになりますので工期を短縮できます。ヨーロッパや北米ではすでに戸建住宅だけでなく集合住宅の建設にも使用されていますが、日本国内においても新しい木質材料として注目されており、国産材を利用したCLTの開発が進められています。

CLTの大きな特徴は、立てれば柱と壁、寝かせれば床と梁の役目を果たし、非常にシンプルに建物を建てられることです（図4）。積木やブロックで家やビルをつくる感じに似ています。柱を立てて、梁をわたして、壁、床を張つてという建築工程が、CLTをつなぐだけになりますので工期を短縮できます。ヨーロッパや北米ではすでに戸建住宅だけでなく集合住宅の建設にも使用されていますが、日本国内においても新しい木質材料として注目されており、国産材を利用したCLTの開発が進められています。

Cross Laminated Timberを直訳すると、交差積層された木材、となります。うまくイメージできたでしょうか。さて、CLTを説明するために、集成材と合板についてまず説明しましょう。集成材は、厚さ数cm、幅10数cmの板材（ひき板）を、木材の繊維方向（木が伸びる方向とおおよそ同じです）をそろえて積層し、接着剤で貼り合せた木質材料です（図1）。長さ方向に強く、厚い材料を製造でき、木造建物の柱や梁として使用されます。合板は、厚さ数mm、幅約90cm、長さ約180〜270cmの薄い板（単板）を、木材の繊維方向を直交させながら積層して、接着剤で貼り合せた木質材料です（図2）。大きく、変形に強い面材を製造でき、木造建物の壁や屋根の材料として使用されます。CLTは、これら集成材と合板を掛け合わせ

「CLT」って何でしょう。ひとまずインターネットで検索してみてください。ヒット数はなんと3500万件、トップは「CLTとは 日本CLT協会」です。察しの良い皆様は、何かの略称かなと想像されたと思いますが、まさにその通り。CLTはCross Laminated Timber（クロス・ラミネイティド・ティンバー）の略称で、「シー・エル・ティ」と読みます。

複合材料研究領域長 塔村 真一郎

欧州におけるCLTの現状



ウィーン市内の木造4階建てアパート

チューリッヒ工科大学構内に建設中の木造ビル
(集成材の柱・梁にCLTの床)

グラーツ市内の5階建て木造アパート



チューリッヒ動物園のゾウ舎（外観と内部）



※写真はいずれも2014年3月撮影

とも、欧米のビル木造化の大きな動機付けとなっています。

欧州におけるCLTの利用の仕方は、必ずしも全てCLT構法だけによる木造建築というわけではなく、既存の集成材との組み合わせや、木造ではないRC造や鉄骨造にCLTの床や壁を貼る方法など、多種多様です。またCLTの面的な大きさと加工性の良さの特徴を生かすという意味では、曲面の屋根のような意匠性を持つ建築物への応用が独特です。例えば2014年6月に改装したチューリッヒ動物園のゾウ舎には、曲面加工されたCLTが屋根の下地材として全面に使われています。このドームはRCの支柱や集成材の柱で支えられ、屋根の最外層には5層の単板積層材（LVL）が張られているなど、木質材料

に限らず様々な材料を適材適所に使い分けていることがわかります。

最も建築事例の多い4、5階建てのCLT中層アパートにしても、地下や1階部分、エレベータの周囲はRC造となっています。またCLTは屋外に暴露される部位には使用できないため、外壁の最外層には別の板材を張るなど木造感を出そうとする工夫がみられます。つまり、欧州ではCLTを使えるところに上手に使うというスタンスであり、全てをCLTで賄おうとしているわけではないということです。

日本でCLTをどのように使っていくかは、これからの課題ですが、単に既存の建築材料の代替としてだけではなく、これまでない多様な空間デザインや木質感を活かせる新たな使い方を提案していくチャンスでもあります。

CLTは元々スイス、オーストリアで、大規模な木造建築を作るために1980年代から開発されてきた木質建材で、特徴はその大きさにあります。これまで大規模な木造建築物では、建物を支える柱や梁などには大きな木材や集成材が使用され、そこに合板などの板状の材料が釘打ちされて、床や壁が組み立てられてきました。CLT構法の場合は、柱や梁は不要になり、大きなCLTだけを用いて、箱のように組み立てていくだけで簡単に建物ができ上がります。強度性能や耐震性、耐火性など一定の性能が認められたことから、欧州では、コンクリートの代替材料として使われるようになり、ここ数年で競うように木造の高層ビルが建てられています。その中心は3〜5階建ての中層集合住宅ですが、中には9階建てや10階建てのマンションやオフィスビルもあります。

これら中高層ビルの木造化が進んできた背景には、環境負荷の低減、持続可能社会への転換といったエコロジック的価値観が、ビル建築物にも求められるようになってきたことがあげられます。また、CLTの登場によって、木造建築物の建設コストが経済的に見合うものとなってきたことも一因です。CLT構法は鉄筋コンクリート（RC）造と比較して、軽くて取り扱いやすく、工期の大幅短縮が可能です。RC造と同程度のコストなら、木造を選択する方がイメージアップにつながることもや、他社に先駆けて市場の主導権を握ること

複合材料研究領域 チーム長 宮武 敦

日本におけるCLTの現状

平成25年12月に直交集成板の日本農林規格（JAS規格）が制定されました。JAS規格では、CLTの強度や接着性能の品質を確保するために製造する時に守るべきことや品質を確認するための試験方法や満たすべき基準値が定められました。現在、二つのCLT工場がJASの認定を受けています。

それでは、我が国でCLTはどのような様に製造されるのか、その原料から話を始めます。CLTの原料は、ひき板と接着剤です。ひき板の樹種にはスギの利用に期待がかかります。一つに、CLT工場は大量のひき板を必要としますが、スギは図1に示すように我が国の原木生産量の半分以上を占めており、その供

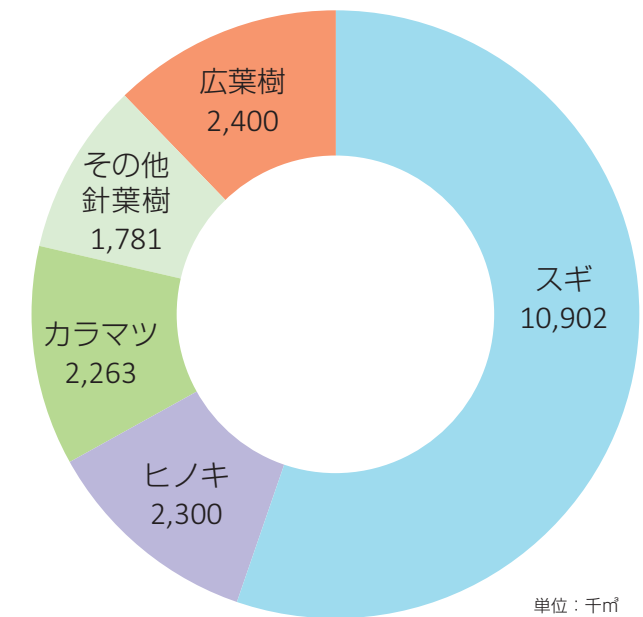


図1 樹種別国産素材生産量
(農林水産省平成25年木材需給報告書より作成)

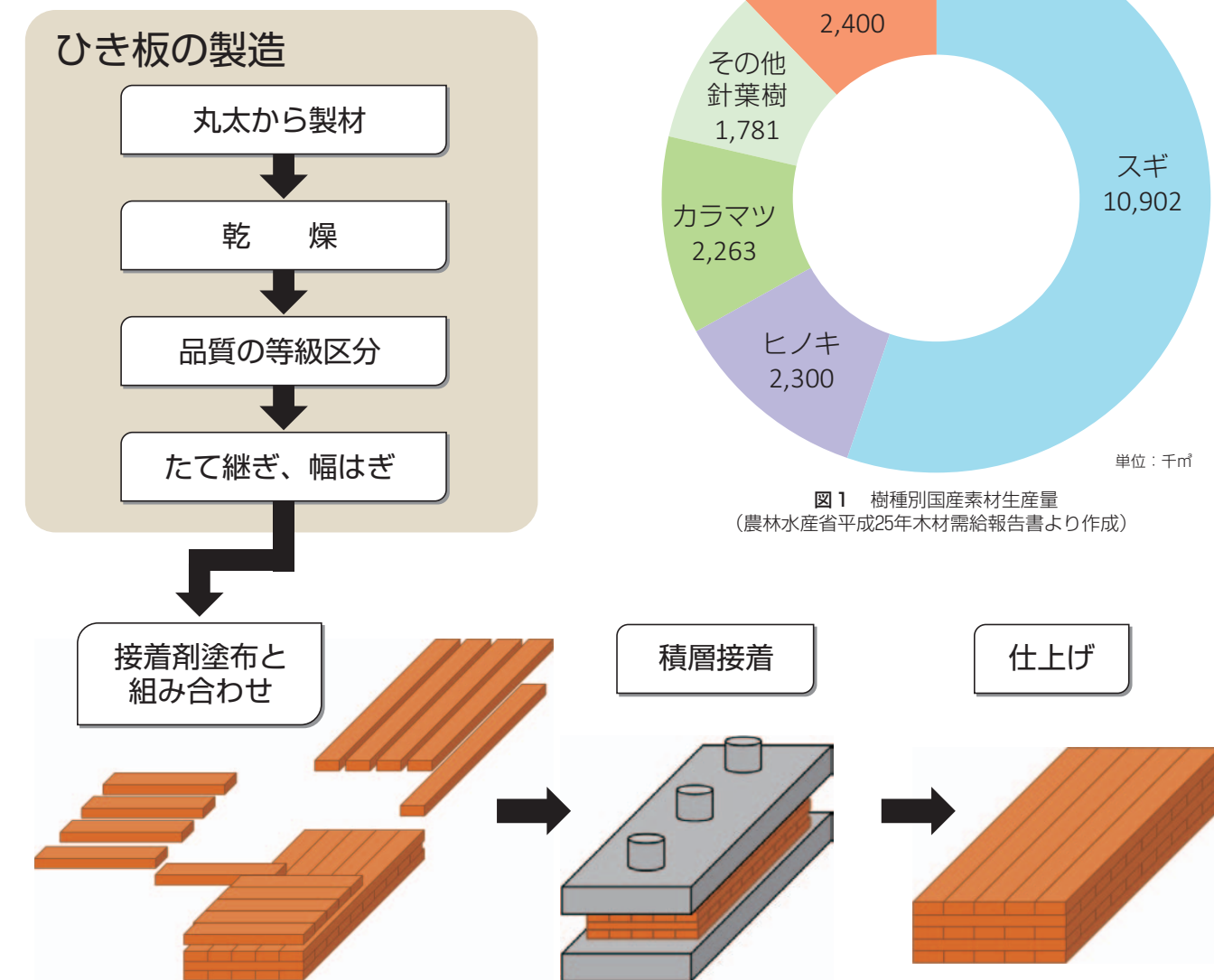


図2 CLTの基本的な製造工程

給力は十分なものです。また、CLTの接着層はひき板の繊維方向を直交させながら接着されているため吸放湿にともなう寸法変化が接着層に大きな負荷となるという心配がありませんが、スギは接着性が良いのでCLTへのこの懸念を払拭してくれます。一方、スギは海外で構造材として使用されている樹種と比較すると変形しにくさなどの性能が劣るのですが、CLTは厚くて幅広の材料なので地震などの外力に対する抵抗力が大きく、スギの強度的な弱点を補うことができます。

接着剤には構造用集成材の製造に使用されており長年の実績があるレゾルシノール系樹脂と水性高分子イソシアネート系樹脂が使用できます。なかでも水性高分子イソシアネート系樹脂は、30年ほど前に日本で開発され実用化された接着剤です。構造材の製造に用いても良い十分な接着性能を有する上に短時間での接着が可能で、製品への高い信頼性と生産性をもたらします。今後CLTも他材料との競争力に勝っていく必要がありますが、その心強い味方だと言えるでしょう。

それではこの様な原料を用いてどの様に製造されるのかその概略を図2に示します。まず、ひき板を原木丸太から製材し乾燥します。品質の良いものを外層に配置することでCLTの曲げ強度性能が効率的に向上し、品質の低いものを内層により多く使うことができるようになるからです。区分されたひき板は、

製品の長さや幅にあわせてたて継ぎや幅はぎを行ってその長さや幅を調整します。そして、ひき板の表面に接着剤を塗布し、製品の形状にあわせて積層し、プレスで圧力を加えます。こうして接着剤が硬化するとCLT板ができあがります。この後、建物の部材の形状にあわせて切断したり接合部や配管孔などの加工を施したりした後、建設現場へと出荷されていきます。平成26年3月には壁、床、屋根の全てにCLTを用いた3階建の共同住宅が、高知県大豊町に完成しました(図3左)。工場で建設に必要な加工ができていたので、建設現場では2日間で組み立てが終了したとのこと(図3右)。

この建物は新しく開発された技術を用いて建物を建設しようとする場合に要求される高度な構造設計を行うことで実現しました。しかし、この高度な設計で建物を設計するには多くの実験による検証が必要であり、また、この手続きは建物の形状や仕様が変わるたびに1棟ずつ行う必要があります。したがって、CLTの普及を目指すにはより簡易な構造設計法の確立が必要であると考えられており、そのための研究開発が、材料面、構造面から急ピッチで進められています。

林野庁と国土交通省は平成26年11月11日に「CLTの普及に向けたロードマップ」を公表しました。それによると、平成28年度を目途に、より簡易な設計方法を策定する予定となっています。



図3 CLTにより建設された共同住宅
左：完成した建物（提供：日本CLT協会） 右：建設中の建物

複合材料研究領域長 塔村 真一郎

国産材CLT開発に向けた 森林総研の取り組み

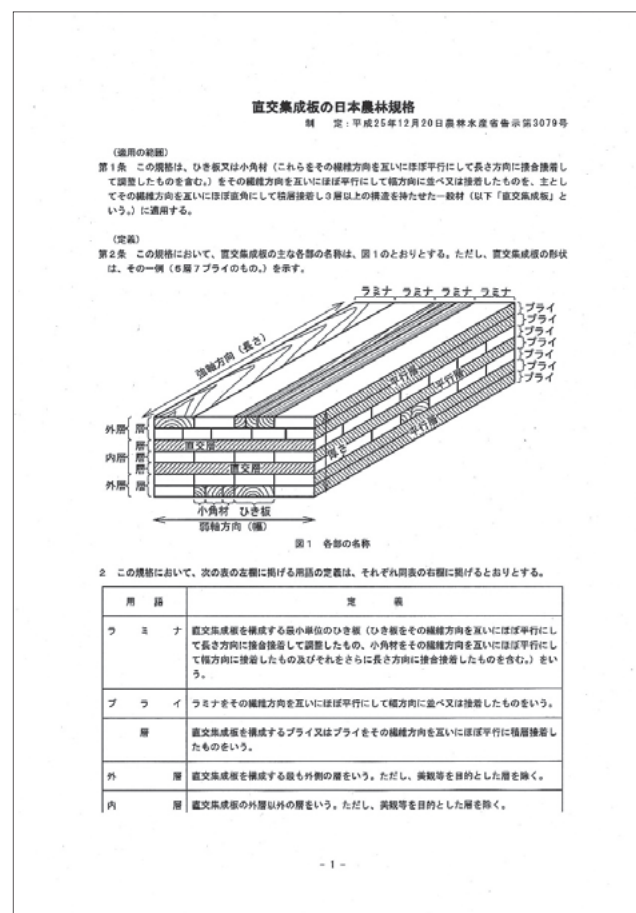


図4 直交集成板の日本農林規格の一部（農林水産省HPより）

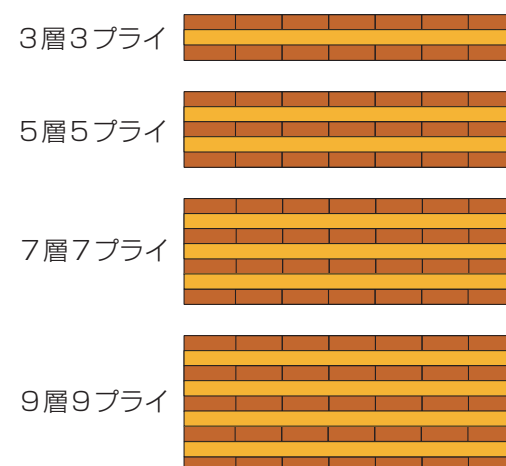


図2 CLTの基本的な層構成

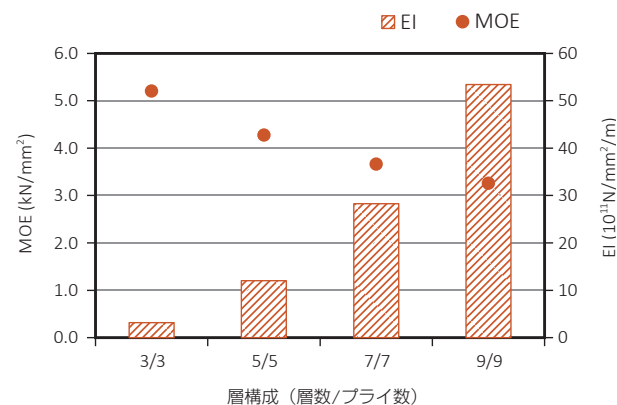


図3 層構成と曲げヤング係数および曲げ剛性の関係
MOE：曲げヤング係数、材料のたわみにくさの指標
EI：曲げ剛性、MOEと部材の幅、厚さにより決まる数値
試算した製品の強度等級はJAS規格のMx60



図1 接着不良検出のための剝離試験結果
左：正常例 右：接着不良例

現在日本では、これまでの林業の不振で、山には沢山のスギの大径木が蓄積しています。温暖化防止や地域の活性化のために、この資源を有効に使うと、公共建築物等木造化の法律ができました。その公共建築物を建てるための建築材料として、CLTへの期待が膨らんでいます。CLTならば大きな材料を造ることができるので、大規模の公共建築物でも支えることが可能であり、また、スギ材を大量に利用できる期待されているからです。森林総合研究所でも平成23年度から国産材CLTの製造、性能評価を研究してきました。

欧州で開発されたCLTには、主として欧州産のスプルース材が使われていますが、これを国産樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツ材などを使った場合、うまくCLTが製造できるのか、またこれら国産材CLTは構造用の建築材料としての要求を満たす諸性能を備えているかなどの検証が必要です。そこで構造用集成材の接着剤として実績のある接着剤を用いて、スギ材のひき板（ラミナと呼びます）を接着し、CLTを試作しました。試作したCLTについて、寸法安定性や接着性能の評価を行いました。また、ラミナの強度性能を1本1本把握して、ラミナ構成とCLT強度性能の関係を調べ、ラミナ性能とラミナ構成からCLTの強度性能を推定できる手法について検討しました。

CLTが構造材として長期間の使用に耐えるには、まずラミナがきちんと接着されていることが大前提です。そこでCLTの接着性能をどのように評価するべきか検討した結果、CLTと同じくラミナを原材料とする集成材の接着性能試験方法を適用することによって、正常に接着された場合と接着不良の場合の判別ができることがわかりました（図1）。

木材は繊維直交方向の強度が繊維方向に比べて大変低い材料です。そのため木材の繊維方向を直交させながら積層したCLTの強度性能はその構成方法により異なります。実際の建物の床を設計する場合には曲げ剛性が重要になります。曲げ剛性は、材料のたわみにくさを現す曲げヤング係数（MOE）と製品の厚さと幅によって決定されます。CLTのひき板の基本的な構成（図2）について検討した結果、CLTのMOEは積層数が増えるにしたがって低くなるものの、曲げ剛性は製品厚さの3乗に比例して増加するため、積層数の増加に伴って大きくなること、すなわち曲がりにくくなることがわかりました（図3）。

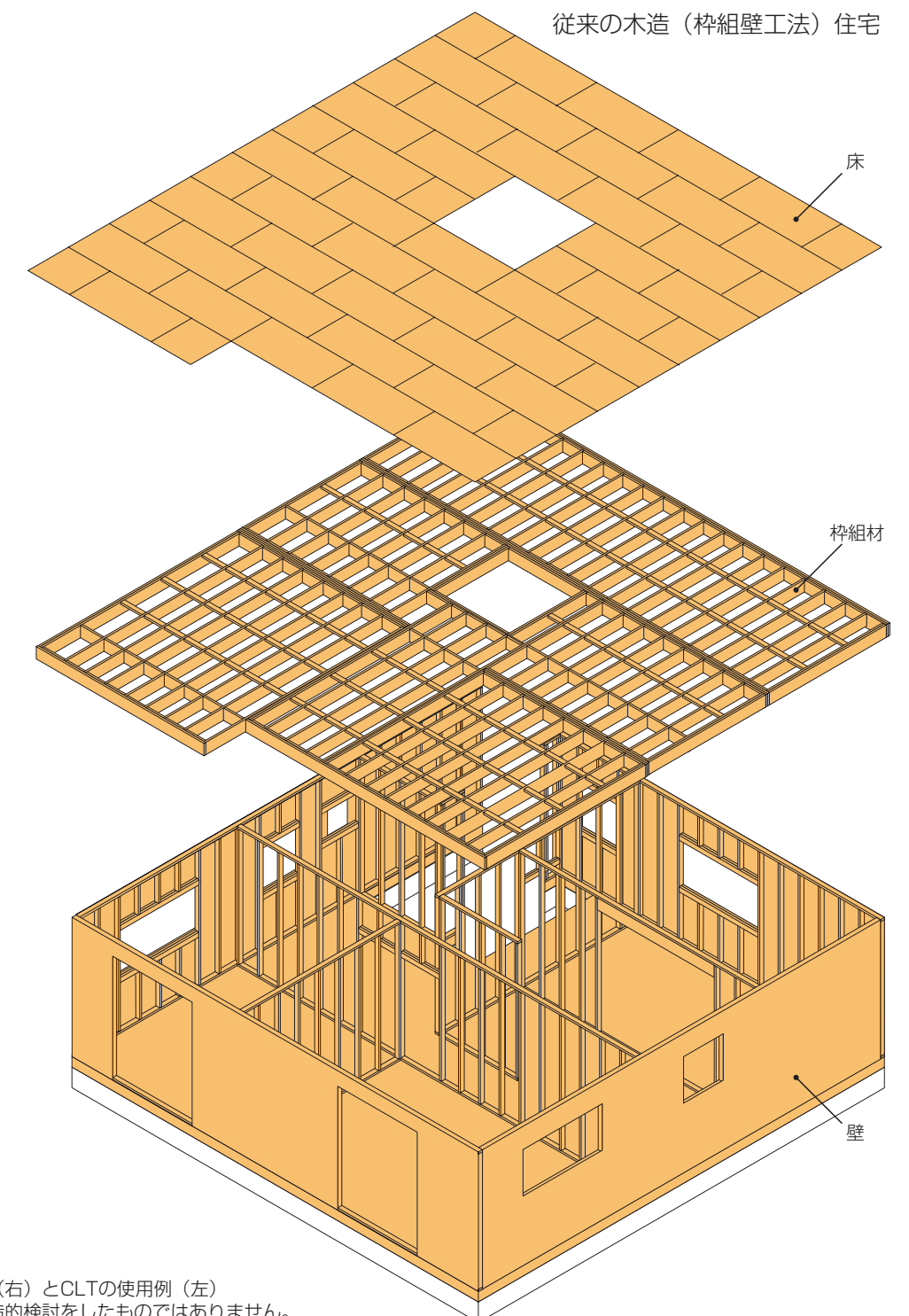
このように接着性能評価法の適用性や層構成と強度の関係などが明らかになったことから、これらの研究成果を基にCLT普及のための第一歩となる直交集成板の日本農林規格（JAS規格）が平成25年12月に制定されました（図4）。その後も、CLTの建築関連法規の整備に向けた様々な研究に取り組んでいます。

複合材料研究領域 複合化研究室長 渋沢 龍也

CLTの今後

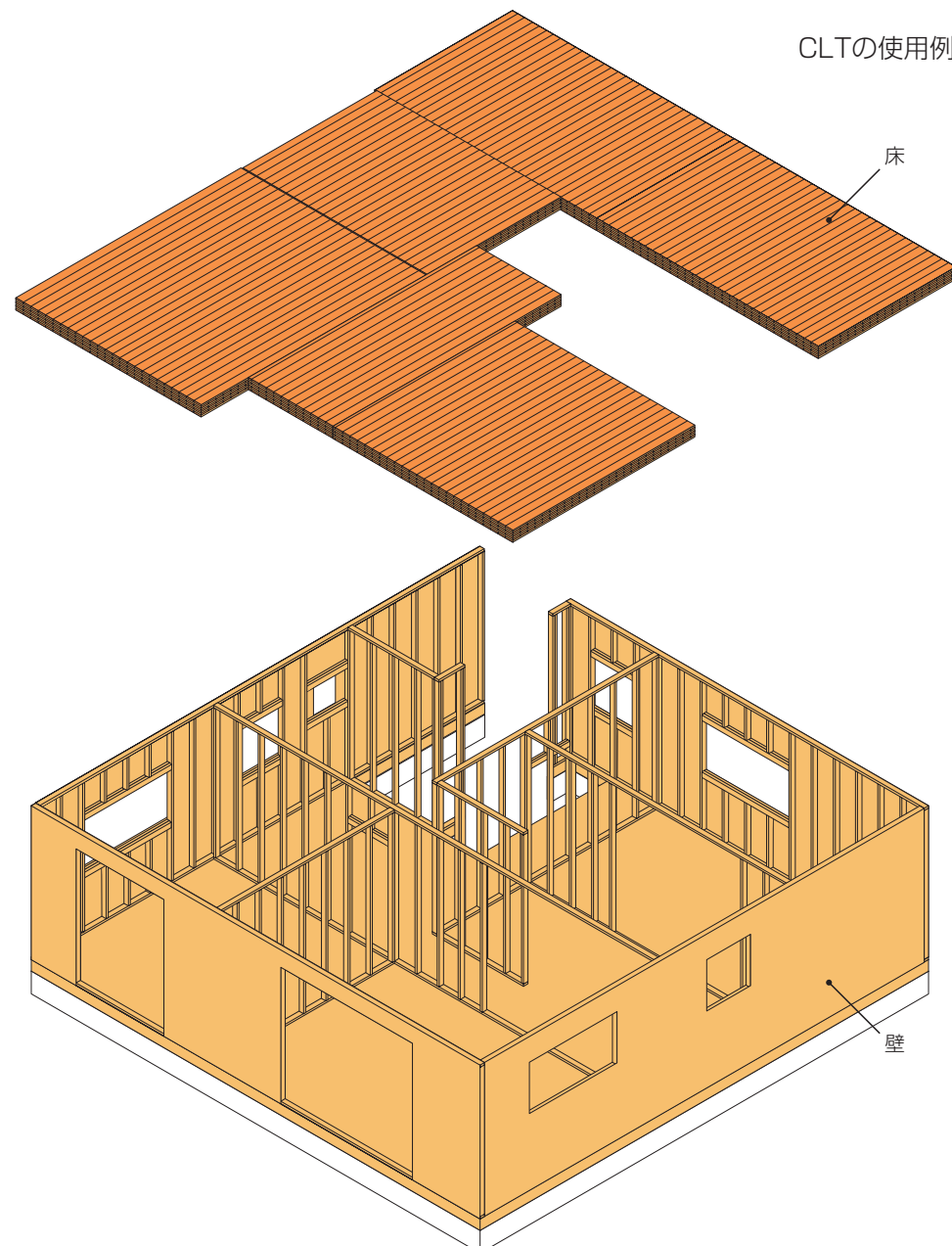
CLTは木材を多量に使用した断面積や寸法の大きな木質材料です。断面積あたりの強度性能（耐荷重性能）や弾性係数（耐変形性能）は木材そのものと比べて必ずしも高くありませんが、断面積を大きくすることで、これらの性能を高めています。一方、CLTの

幅や長さを非常に大きくすることは、日本では輸送上の問題から限界があります。したがって、将来の使い方としては、建物の床や壁を小分けにした何枚かのCLTを組み合わせて木造ビルや大型建築物を建てる方法が現実的と考えられます。そのためには欧米にはな

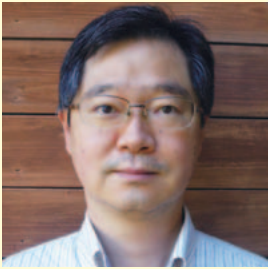


従来の木造（桝組壁工法）住宅（右）とCLTの使用例（左）
図はイメージであり、厳密な構造的検討をしたものではありません。

我が国独自の技術開発が必要となります。数メートル程度の大きさのCLTは、大規模な建築物だけでなく、住宅等の小規模な建築物に使用しても、大きなメリットがあります。木材は、元々は樹木ですので、樹幹の軸方向、すなわち木材の繊維方向の強度性能が高く、それと直交する方向の強度性能は低い特徴があります。これに対して、CLTは各層のひき板を直交させているため、長さ方向と幅方向の強度性能が近いという特徴があります。この特徴を利用すると、木造建築物の間取りなど、自由度を高めることができます。桝組壁工法（ツーバイフォー工法）は、壁の上に床が載る建築方法ですので、床全体をCLTに置き換えてしまうことが可能です。こうすると、CLTを壁と留め付けるだけで構造体となります。これまでのように、木造住宅の耐震性能を確保するために桝組材として沢山の木材を組み合わせ、さらに、床・壁材には合板などの面材料を多くの釘で留め付ける必要がなくなります。また、強度性能の特徴を活かせば、大きな部屋や吹き抜け、大きな窓などを設けることも可能と考えられます。この技術を発展させれば、建物の規模にかかわらず、安全で安心、しかも住み心地の良い建築物が簡単に建てられるようになります。



CLTの強度性能を明らかにし、安全な使い方に関する技術を開発する必要があります。森林総研では他の研究機関等と協力し、CLTを用いた建築物の実現に向けて努力しています。



伊藤 武治
四国支所 主任研究員

世界自然遺産を外来植物から守る

世界自然遺産をおびやかす植物「アカギ」

世界自然遺産の小笠原諸島は、固有種に富む多様性の高い生態系を持っています。しかし、その生態系を脅かすものがいくつも現れてきました。そのひとつに外来植物アカギがあります。

アカギは、東南アジアに広く分布する常緑の高木で、小笠原には明治時代初期に薪炭を生産する林をつくるために導入されました。しかし、高い繁殖力を持つアカギは徐々に島に広がっていき、小笠原の固有種であるウドノキやシマホルトノキなどを駆逐しつつあります。

アカギは切り倒してもすぐに切り株から萌芽して再生するため駆除が非常に困難でした。また、除草剤を使うにしても、他の植物が枯れては困ります。幹の表面に傷をつけて除草剤を注入する方法も行われましたが、十分な効果はあがりませんでした。そこで私たちは、アカギだけに除草剤を与えるために、ドリルで穴を開けて除草剤を直接注入するドリル法という手法を開発しました。

ドリルとコルクで安全確実

ドリル法では、アカギの根元付近に約5cm間隔で直径18mm、深さ10cmの穴を開け、除草剤を注入します（図1）。除草剤は有効性と安全性の高さを考慮してグリホサート製剤を用いました。更に穴をコルク栓で塞いでアカギだけを効率よく駆除します。除草剤濃度を変えてドリル法を試した結

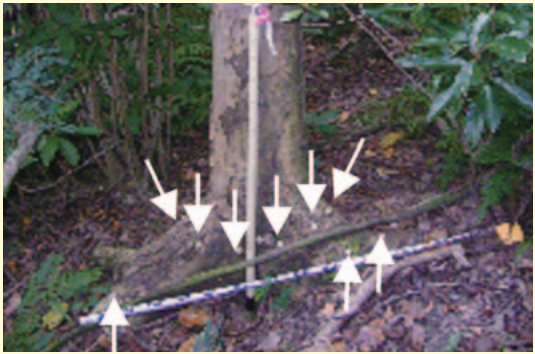
果、アカギ地上部乾燥重量1kgあたり約0.1gで十分な効果が得られることが分かりました（図2）。私たちは小笠原で実証試験を行い、十分な効果が得られることを確認しました。この研究成果により、農薬取締法の適用拡大が認められ、グリホサート製剤をアカギ駆除に使用できるようになりました。更に、現場で胸高直径を測るだけで注入穴の数や除草剤注入量を決められるよう、早見表（伊藤ほか2009を参照）を作成しました。



電動ドリルで根元および根張り付近に5cm程度の間隔でまんべんなく穴を開ける。（φ18mm、深さ10cm程度）



注入器を用いて除草剤を各開けた穴に注入する。



除草剤を注入後、コルク栓で蓋をして漏れないようにする。

図1 ドリル法による除草剤処理の様子
（図は、伊藤ほか2009を改変）

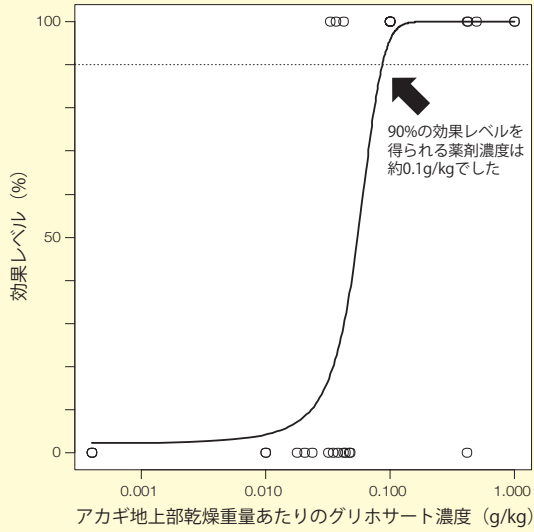


図2 ロジスティック解析によって得られたアカギ地上部乾燥重量あたりのグリホサート注入量と枯死効果の関係（図は、Itouほか印刷中を改変）

世界遺産を守る

ドリル法が確立したことにより、弟島のアカギを事実上根絶することに成功しました。この成果はユネスコに高く評価され、世界自然遺産への登録に貢献することができました。小笠原を守るため、これからも外来種対策を行う必要があります。今後この手法を用い、アカギの駆除がさらに推し進められていくことが期待されます。



薬剤によって枯殺されたアカギ樹冠に大きな空間が空いている（ギャップ）。これだけの空間が、アカギによって占有されていた（奪われていた）事がわかる。

参考文献
伊藤武治・大津佳代・奥田史郎・九島宏道、「小笠原におけるアカギの薬剤枯殺手法の開発」、地球環境 14, 80-81, 2009
伊藤武治・葉山佳代・酒井敦・田内裕之・奥田史郎・九島宏道・梶本卓也、「Developing an effective glyphosate application technique to control Bischofia javanica Blume, an invasive alien tree species in the Ogasawara Islands」, Journal of Forest Research (in press)

外来種が絶滅危惧種を救う？

絶滅危惧種ノグチゲラが分布回復

ノグチゲラは、世界自然遺産候補地の沖縄島北部やんばる地域の森林にのみ生息するキツツキの固有種で、分布域も限られ、絶滅危惧種にランクされています。ところが2012年以降、これまで営巣が観察されていなかった人里近くの若い林でノグチゲラの営巣が頻繁に観察されるようになってきました。なんと、その原因が外来種だと分かりました。

外来樹木の枯れ木が増えた

ノグチゲラの営巣木を調べた結果、そのほとんどが外来樹木のハンノキでした(図1)。この木が枯れたのは(図2)、2010年に外来昆虫のタイワンハムシ(図3)が大量に発生したためです。ハンノキは成長が早く、ノグチゲラの営巣可能なサイズの木も多く、その立枯れ木がノグチゲラの営巣木として役立ったのです。

さらに、営巣したハンノキは、利用されなかったハンノキよりも柔らかく、ノグチゲラが掘りやすい柔らかい枯れ木を選んで巣作りしていることが分かりました。2010年に枯れたハンノキがサルノコシカケなどの木材腐朽菌によって分解され、2012年にノグチゲラの営巣にほどよい柔らかさになったと考えられました。

若い林でも枯れ木が発生すればノグチゲラは営巣することが分かりました。ただし、一斉に枯れたハンノキは近い将来腐って倒れてしまうことが予測されます。ノグチゲラの回復が見られた生息地で、ハンノキの枯れ木が無くなった後もノグチゲラが暮らし続けることができるか、監視が必要です。

生態系を管理する

今回の結果はノグチゲラの生息環境保全に役立つとともに、生態系の管理には生物間の相互作用を良く知り、それを利用することが必要なことを教えてくれました。

参考文献

小高信彦(2013) 木材腐朽プロセスと樹洞を巡る生物間相互作用：樹洞営巣網の構築に向けて 日本生態学会誌63:349-360
小高信彦(2013) ノグチゲラによるハンノキ立枯れ木の営巣利用：沖縄島へのタイワンハムシの侵入と大発生の影響について 九州森林研究66:77-80



小高 信彦
九州支所 主任研究員



図1 ハンノキの枯れ木に営巣するノグチゲラ



図2 タイワンハムシの食害後に大量枯死したハンノキ



図3 ハンノキをはじめとするカバノキ科の葉を主食とするタイワンハムシ

北海道育種場

札幌市の東隣、江別市にある育種場では、カラマツ、グイマツ、トドマツといった北方系樹種のエリートツリー（第2世代精英樹）の選抜や、その他の優良品種の開発などの事業を実施しています。これらの事業を効率的に行うとともに、創出された品種が大量生産され普及に結びつくよう、道内の関係機関やフィンランド森林研究所と連携し、以下の研究を実施しています。

優良な種子を安定的に得るため、着花メカニズムを解明しつつ、着花促進手法（環状剥皮処理、ジベレリン処理、光処理など）を開発しています。間伐により日当たりをよくすると雌花が多く着くことを確認しました。

また、優良な苗を短期間で育苗し、植栽後の生存率や成長量を確保するため、長日処理による育苗期間の短縮やコンテナ苗に関する研究も行っています。エゾマツで長日処理により育苗期間を半分にすることができました。

さらに、バイオマス利用に適したオノエヤナギ、エゾキヌヤナギの選抜を行っており、系統間の成長量の差が大きいことが明らかになってきました。北海道支所との連携で大きな成果に結びつきたいと考えています。



トドマツの材質非破壊試験（横打撃共振法）による選抜の効率化



フィンランド森林研究所との共同研究に係る人工交配



前年にさし木したヤナギ選抜試験地



長日処理により2年間で成長したエゾマツコンテナ苗（右）

北海道支所

総面積550万ha、住民1人当たり1ha。この、全国でもずば抜けて広大な森林を有する北海道は国内最大の木材生産地でもあります。近くにある札幌ドーム約30個分、172haの実験林が付属する北海道支所は、北方の森林管理・林業技術に関する先導的研究を目指しています。

北海道林業に貢献すること、北方森林を保全しその機能を持続的に利用することが私たちの大目標です。緩やかな地形の多い北海道の人工林は、車両系機械を使って効率的に樹木を伐採・収穫するにはもってこいです。先進機械を使って低コスト化や効率アップを図る研究の中で、立木や表土、水質に影響の少ない機械運用方法や作業道の付け方を明らかにしました。また、林業を基幹とする下川町と研究協定を結び、その成果としてバイオマス燃料ヤナギの栽培マニュアルなども生まれています。

森林は生物多様性、水源涵養^{かんよう}、炭素の蓄積といったさまざまな恵みの供給源でもあります。全森林の7割以上が天然林である北海道において、これらの恵みを定量化し、末永く将来に伝えていくための森林管理・施業方法の開発にも積極的に取り組んでいるところです。



トラップを使った昆虫相の調査（トドマツ人工林）



車両系機械によるトドマツの伐採



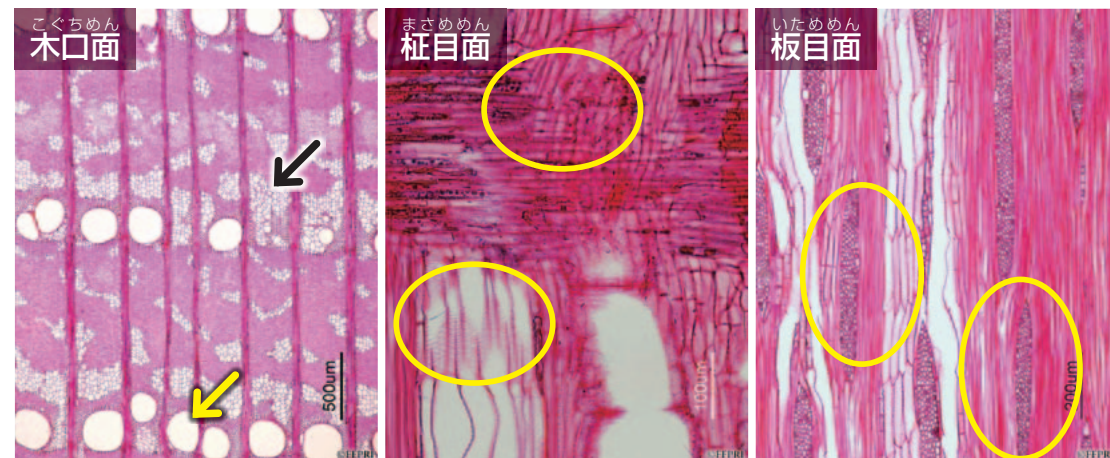
炭酸ガスの吸収・放出などを調べるためのタワー（高さ41m）



下川町に設けられたヤナギ栽培試験地

図3

ケヤキの三断面の切片の顕微鏡画像と樹種を調べるポイント



道管の並び方、大きさ、形
(白い円状の部分が道管)
*ここでは太い道管(黄色の矢印)が一列に並び、
細い道管(黒の矢印)が集まっている

放射組織を構成する細胞(上)
道管中の特殊な構造(下)

放射組織の大きさや形

図4

森林総合研究所の木材標本庫



約8000種、28000個体の樹木の木材標本を所蔵している日本最大の木材標本庫である

森林総合研究所では、有料で顕微鏡観察による木材樹種の鑑定を業務として行っています。
ご希望の際は、下記にお問い合わせ下さい。
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/service/bunsekikantei.html>

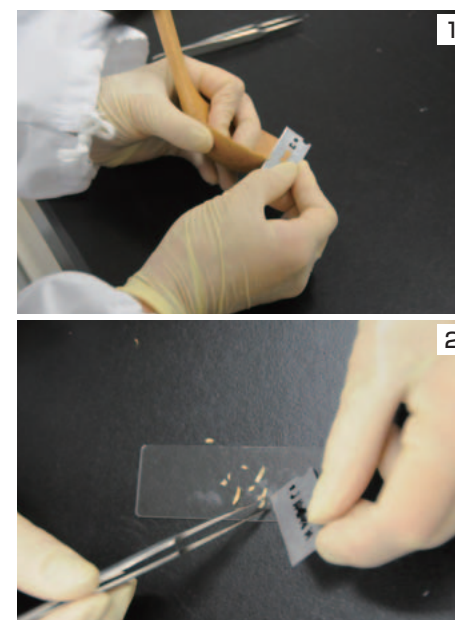
木材の名前を調べる方法

木材特性研究領域 主任研究員 安部 久

皆さんは、「このお寺の天井にはヒノキが使われています。」というような話を耳にしたことがあるかと思いますが、では、どのようにして木材から名前が分かるのでしょうか？ まず調べる対象となる木材の三断面(図1)から10〜100マイクロメートル(1マイクロメートルは0.001ミリメートル)程度の厚さの薄片を作ります。特殊な機械を用いる場合もありますが、市販のナイフやカミソリの刃でもできます(図2)。この木材片を顕微鏡で観察し、水を運ぶ管である道管やその近くにある放射組織と呼ばれる部分などを標本と比較することにより、名前を調べます(図3)。由来の分からない木材の名前を調べるためにはその元となる様々な地域から集められた標本が必要です。森林総合研究所には現在日本内外の8000種の木材標本が集められており(図4)、各国の研究機関と協力して木材の識別の精度を上げるために標本やデータの交換をしています。このような世界各地の標本があって、はじめて正しく名前を知ることができます。

図2

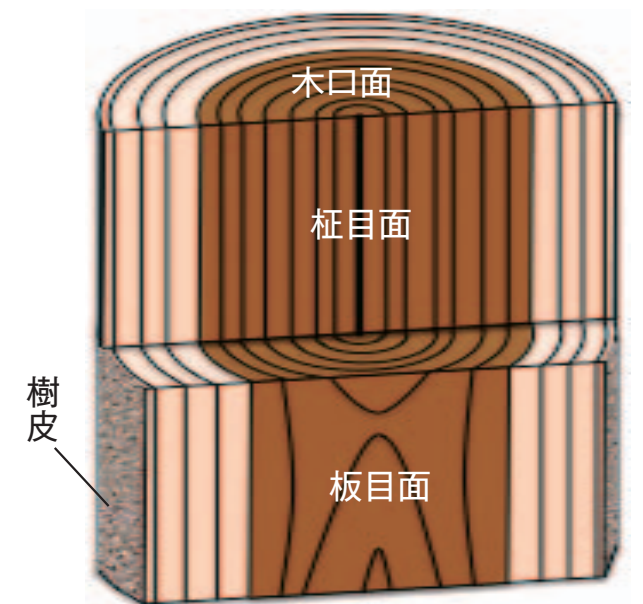
木材の樹種識別のための手順



1: カミソリ刃などで対象物から薄い切片を削る
2: スライドガラスに乗せて顕微鏡で観察する

図1

木材の三断面



木口面(こぐちめん): 立っている木を輪切りにした断面
柁目面(まさめめん): 丸太の中心を通る面で切った断面
板目面(いためめん): 丸太の中心を通らない面で切った断面

私たちの暮らしと 森林・木材の放射能

森林内の空間線量率はどう決まる？

安田 幸生（東北支所 主任研究員）

シーベルト毎時が単位の空間線量率は外部被ばくの指標として、もっとも関心の高い数値です。放射性物質に汚染された森林内での空間線量率はどのように決まるのでしょうか。簡単なモデル計算を使って考えてみましょう⁽¹⁾。ここで説明する考え方は、福島第一原子力発電所事故後の早い段階で着目されていたものと同じです⁽²⁾。

今回の事故では広い範囲が汚染されたので、あちこちから放射線が飛んできます。測定される空間線量率はそれら全体の影響を受けています。簡単な例として、広い平坦な地表面に何も生えていない裸地の場合と樹木が生えている森林の場合を比べてみましょう。汚染物質の飛来により、裸地では放射性物質が地表面に沈着（付着すること）します。一方、森林では、林冠（樹木の葉が並ぶ部分）と林床（落ち葉などの地面）の2か所に分かれて沈着します（図1）。放射性セシウム137が1㎡あたり30万ベクレル（ベクレルは放射性物質量の単位）飛来したものとし、裸地では地表面に全てが沈着し、森林では林冠と林床面にそれぞれ半分ずつ沈着したとします。このときの裸地と森林における空間線量率を高さごとに計算してみます（図2）。裸地の場合、

放射性セシウムのある地表面付近での空間線量率が一番高くなり、1m以上の高さでは空間線量率が少しずつ減っていく様子がわかります。一方、森林では放射性セシウムが林冠と林床の2か所にあり、森林内の空間線量率は林冠と林床からの放射線（ガンマ線）の合計となります。林床からのガンマ線による空

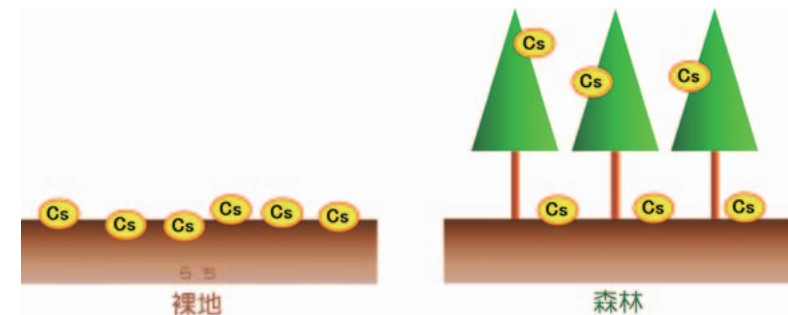


図1 裸地と森林での放射性セシウム沈着の様子

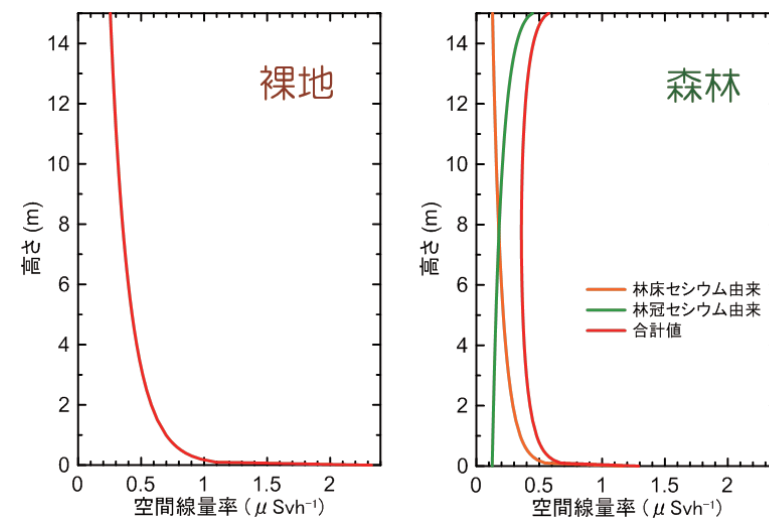


図2 裸地と森林における空間線量率の高さ分布（モデル計算）
計算条件：放射線源から直接出る放射線のみを対象。裸地面、林床面、林冠層へのセシウム沈着はそれぞれ一様とし、林冠の平均的な高さは15m、土地1㎡あたりの葉面積は5㎡、林冠形状は平板状を仮定し計算。

間線量率は裸地の場合と同様に減少しますが、林冠からのガンマ線が高さとともに少しずつ増加しますので、森林内の空間線量率は、林床や林冠の近くを除き、高さによる変化はあまりありません。実際には、沈着した放射性セシウムの量・分布、森林構造、地形などの影響が複雑に絡みあって空間線量率が決まりますが、森林内での空間線量率が決まる様子を理解できると思います。

福島県内の森林において上下方向別のガンマ線空間線量率を測定した例があります（図3、4）⁽³⁾。測定現場（図5）は平坦地では

ないため、斜面の影響をうけますが、上向き空間線量率⁽⁴⁾には林床の放射性セシウム量が下向き空間線量率⁽⁴⁾は林冠の放射性セシウム量が関係しています。これらのモデル計算や上下方向別の空間線量率測定は、森林における除染効果の予測や確認に役立ちます⁽²⁾⁽³⁾。

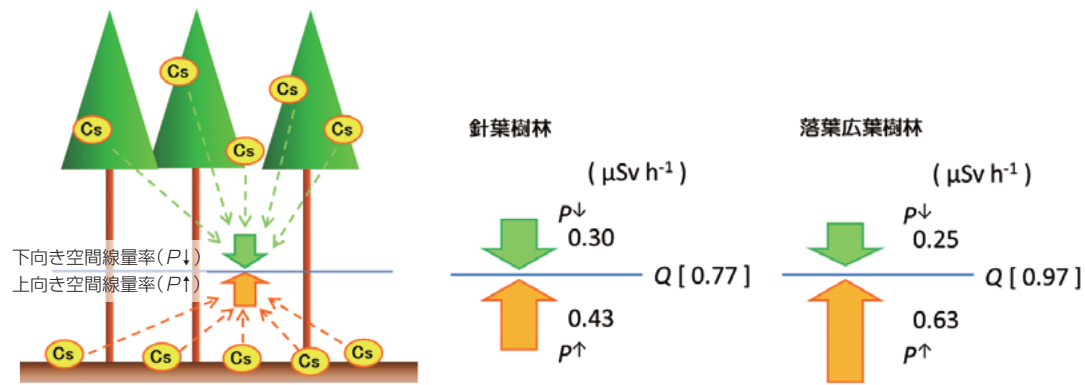


図3 福島県林業研究センター多田野試験林（郡山市）における高さ1mでの上向き空間線量率（P↑）、下向き空間線量率（P↓）、全方向空間線量率Qの測定結果（大谷ら（2013）⁽⁴⁾より作図）。なお、Q値は鉛遮蔽台を使用せず周囲の影響を受けるので、P↑+P↓とは完全には一致しない。上向き空間線量率と下向き空間線量率は、それぞれ林床と林冠の放射性セシウムに由来するガンマ線がもたらす空間線量率で、マイクロシーベルト毎時（μSv h⁻¹）の単位で表す。（左図）



図4 上下方向別空間線量測定の測定機器と測定の様子。
小型線量率計を鉛の遮蔽台にセットし、背面と側面からの放射線を遮断し測定を行う。

- (1)：参考文献 Isaksson M. (2011) Environmental Dosimetry - Measurements and Calculations. In Singh N. (ed) "Radioisotopes - Applications in Physical Sciences". Intech, 175-196.
(2)：林野庁プレスリリース 森林の除染実証試験結果について（第一報）添付資料（2011年12月27日）、http://www.rinyo.maff.go.jp/j/press/hozen/pdf/111227_1-01.pdf
(3)：大谷義一ら（2013）森林域における除染効果確認のための上下方向別空間線量率測定、関東森林研究、64(1)、89-92
(4)：上向き空間線量率、下向き空間線量率は図3中で解説



図5 福島県林業研究センター多田野試験林（郡山市）にある針葉樹林（左）と落葉広葉樹林（中）の様子。
雪が降ると放射線の一部が遮断されるので、空間線量率は低下する。（右）

森林（もり）を創り活かす

雪害抵抗性スギ品種「出羽の雪」の雪の特性 ～植栽後10年の経過～

森林農地整備センター 福井水源林整備事務所

雪害抵抗性スギ品種「出羽の雪」の植栽後10年の結果として、地元産のスギ品種に比べて、根が太く雪圧に対する抵抗性が認められ、根元曲がりが少ないことがわかりました。

背景

積雪地帯における人工造林では、雪圧による根元曲がりにより、雪起こし等の負担が増え、木材としての利用価値を著しく損なうおそれがあることが大きな課題となっています。このため、森林農地整備センター福井水源林整備事務所では雪害抵抗性スギ品種として森林総合研究所

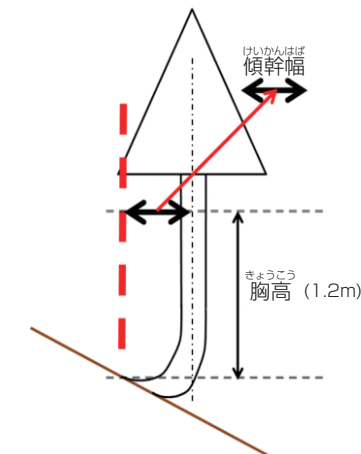


図1 傾幹幅
(造林木の植栽位置から垂直にポールを立て、地際から1.2mの高さにおけるポールから樹幹軸までの水平距離)

所（東北育種場）が研究開発し、平成8年度に品種登録された「出羽の雪」を、平成15年度に福井県内へ植栽しました。植栽後10年が経過したことから出羽の雪の生育状況や形質を調査し、地元福井県産のスギ品種（以下「地元産」という。）との比較検討を行うこととしました。

調査内容と結果

試験地は、福井県内でも特に積雪の多い大野市、勝山市及び南越前町（積雪量：1.5～2.5m）に各1箇所設置しました。

調査は、出羽の雪と地元産それぞれ約100本を対象とし、樹高、胸高直径、根元径、傾幹幅（図1）を測定したほか、各試験地で一对の根株を掘り起こし、根の長さを測定しました。調査の結果、図2のとおり樹高、胸高直径、根元径は、いずれも地元産が出羽の雪を上回る結果となりました。一方、傾幹幅については図3及び4のとおり、地元産が根元から湾曲しているのに対し、出羽の雪は根元曲がりが少なく、出羽の雪の優位性が認められました。また、掘

続的に比較検討を行うこととしています。また、新たに研究開発された雪害抵抗性の実生苗についてもその成果を実証するため、試行的な導入を検討し、積雪地帯のスギ人工林における適正な品種の採用に努めていきたいと考えます。

考察と今後の取組

取り取った根株を比較すると、図5のとおり出羽の雪の根が「こぶ状」で太くしっかりしているのに対し、地元産は多数の細い根を放射状に広げていました。

調査の結果から、出羽の雪は根が太くしっかりしており、雪圧に対する抵抗性が認められます。また、傾幹幅が小さく根元曲がりが少ないため、通直な材の生産が期待できます。一方、地元産は、根張りがしっかりしており、直立部から上方部分への生長が良好であることがわかりました。

今回の結果を踏まえ、今後も引き続き、根曲りの度合いの経年変化、生長差などについて継

図3 傾幹幅の比較

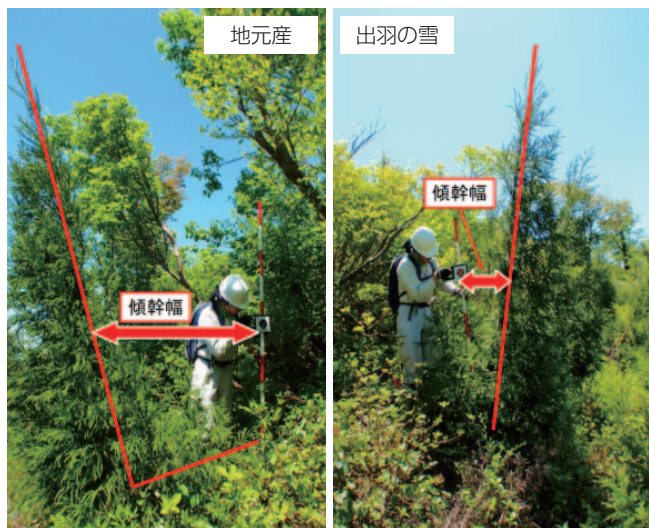


図3 傾幹幅の比較



図4 根元曲がりの状況



図5 根株の比較

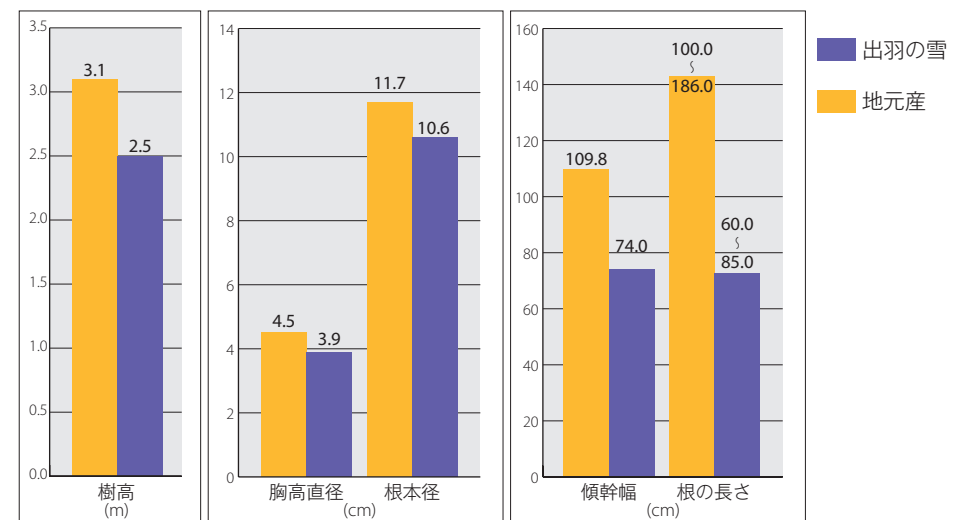


図2 比較検討の結果



今年、たくさんのクマが出没したのはなぜ？

人里にも出没の原因



人里の食物がクマを誘引する

低地に降りたクマは、日頃の警戒心を忘れ、人里の食物の魅力に負けて出没してしまいます。過疎化などで収穫されないカキ、クリ、それに加えて放置された残飯、家畜飼料、農作物など人間由来の食物がクマを誘引してしまうので、適切に管理することが必要です。また、クマは、河川沿いや人里周辺の藪を利用して人里に侵入します。このような藪を刈り払うことも出没防止に有効です。

クマの出没は11月末まで続くので警戒が必要です。さらに、詳しい情報は、次のウェブサイトをご覧ください。

1 ツキノワグマ大量出没の原因を探り出没を予測する：

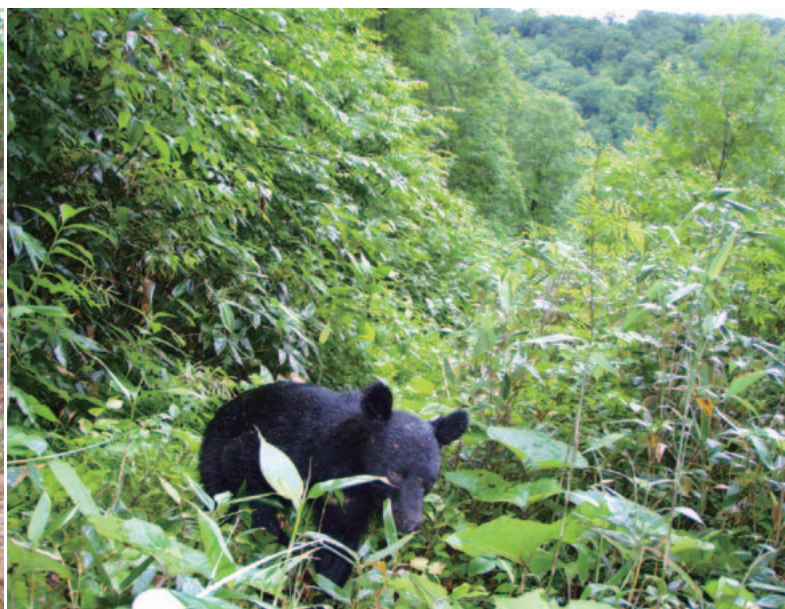
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/2nd-chuukiseika21.html>

2 ツキノワグマ出沒予測マニュアル：

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/2nd-chuukiseika17.html>



森の中でごろ寝するクマ



山道を歩くクマ

今年、たくさんのクマが出没したのはなぜ？

クマの出没について

野生動物研究領域長 大井 徹

2014年はたくさんのクマ（ツキノワグマ）が人里に出没し、森林総合研究所にも11月13日まで38件の問い合わせがありました。このようにクマは数年に一度、大量に出没をします。その原因と対策について、クマの生態とともにご紹介します。

クマの生態と大量出没の原因

クマは日本で最大クラスの哺乳類で、植物の葉や果実、昆虫などを、それぞれが旬の時に食べます。何しろ巨体なのでたくさんの食物が必要です。クマは冬眠しますが、その間生命を維持するために、秋には特別たくさん食べて脂肪として蓄える必要があります。そのため、秋に、主要な食物である山の果実が不作の時には、多くのクマが食物を求めて低地へと行動圏を大きく広げ、大量出没となります。



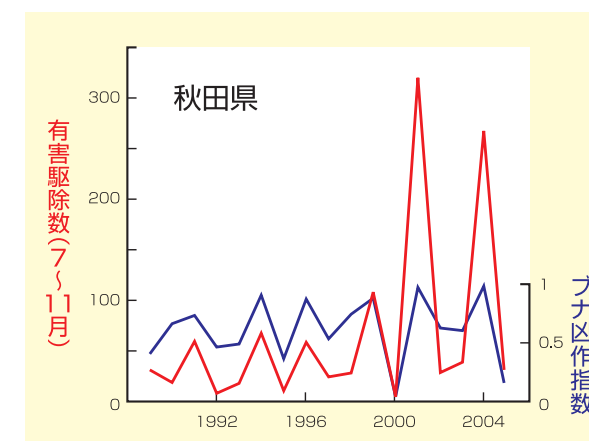
クマの食物の季節変化

大量出没の鍵植物

クマがたくさん食べている植物の果実が不作だと大量出没に繋がります。そのようなクマ出没の鍵植物は地域によって異なり、東北、中部地方の日本海側では、ブナ、ミズナラです。西日本では、コナラに加えてクマノミズキなどが鍵植物となる地域もあります。私たちは、クマの大量出没につながる鍵植物の豊凶を予測する方法を提案しています。



大量出没は、秋に主要食物が不作になることが主要原因



東北地方の多くでは、ブナが不作の年にクマの出没（有害捕獲数）が多い（Oka et al. 2004より一部改変）

公開講演会を本支所等で開催



今年度の公開講演会を本所、各支所、多摩森林科学園が連動し、10月後半に開催しました。

本所

10月17日（金）、イイノホール（東京都千代田区）にて「森を創る女性力と地域力」をテーマに行ないました。まず、理事長挨拶（写真上右）により「強い農林水産業」と「美しく活力ある農山漁村」を創るため女性力と地域力に着目したことや、従来の枠にとらわれず新しいテーマに挑む研究成果等を紹介したいとの開催趣旨が述べられました。続けて8名の演者による講演が行なわれました。250名を超える来場者は熱心に聞き入るとともに、多くの質問も寄せられました（写真上左）。中でも、「里山資本主義」で名を知られる藻谷浩介氏による講演「データから見える林業の未来（写真下）」では、森林資源の有効な使い方とその経済効果が理論的に説明され、会場では大きくうなずく姿が目立ちました。

北海道支所

17日、「動く森林」と題し札幌市エルプラザに100名強の参加者を迎え開催。森林の更新や長期変動に関する4講演を行い、長期データの集積や息の長い研究の重要性をアピールしました。

東北支所

28日、岩手県情報交流センター・アイーナホールにて、東北支所・東北育種場・東北北海道整備局が合同して、「東北の未来につなぐ森づくり」とのテーマで実施。東日本大震災からの復興と林業の復活に向けた多様な成果を100名を超す参加者に紹介しました。

関西支所

17日、キャンパスプラザ京都にて「森のなか、シカが増えすぎて…」とのテーマで3講演が行われました。200名近い来場者から、シカに関する質問が多く寄せられ、あらためてシカの食害問題の重大さがうかがわれました。

四国支所

17日、高知会館にて「ともに考えよう！豪雨・急傾斜地に適した森づくりと伐出システム」とのテーマで実施。四国の豪雨・急傾斜という厳しい自然条件に適した人工林の管理技術の開発を目的とする6件の研究成果を約90名の参加者に報告するとともに、パネルディスカッションにより議論を深めました。

九州支所

28日、くまもと県民交流館パレアにて、「九州地域の林業活性化に向けて」をテ



ーマに九州森林管理局と共催。森林伐採が及ぼす様々な影響や、薬用樹木の効率的生産に向けた取り組みやエリートツリーを活用した林業などを発表しました。約100名の来場者から質問が活発に寄せられ、終了予定時刻を過ぎるほど盛況でした。

多摩森林科学園

18日、多摩森林科学園・森の科学館（東京都八王子）において「シカの脅威にさらされる日本の野山」のテーマで開催。シカと森林の関係が江戸時代からの資料を交えて解説されました。会場を満員とした約50名の熱心な質問が相次ぎ、関心の高さがうかがわれました。

平成26年度 森林講座のお知らせ

多摩森林科学園では、8月を除く5月から翌年3月まで、森林講座を開講し、研究の成果を分かりやすく解説しています。今回は1月から3月までの講座を紹介いたします。ご来聴をお待ちしております。

お申し込みは下記をご覧ください。

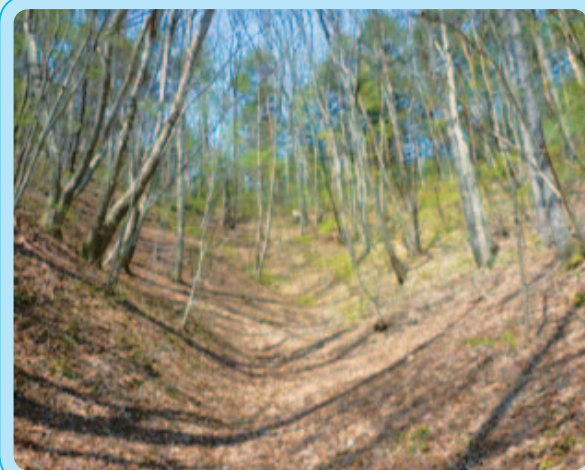
山菜と放射能

1月24日（土）

山菜の放射能汚染の程度は、山菜の種類や採取場所、季節などによって変わります。どのような山菜は取らない方が良いのか、見分け方をご紹介します。

清野 嘉之

（研究コーディネーター
林業生産技術兼国際研究担当）



花粉の出ないスギをつくる

2月21日（土）

今や国民病と言われるスギ花粉症。花粉症発生源を減らすため、バイオテクノロジーにより花粉をつくらないスギを品種改良する取り組みについてご紹介します。

小長谷 賢一

（森林バイオ研究センター
森林バイオ研究室 主任研究員）



サクラの由緒

3月18日（水）

全国から集めた200種類以上のサクラ系統についてDNAと形質による系統管理を行っています。基本事項の講義の後にサクラ保存林を歩きながら解説します。

吉丸 博志

（多摩森林科学園 園長）



【お申し込み方法】

電子メールまたは往復はがきで、

- ①受講したい講座名 ②郵便番号・住所
③受講者名 ④電話番号

をご記入の上、左記申込先へお申込みください。

- お申し込み1通で、1講座3名までの応募ができます。
- 各講座開催日の前月の1日からお申し込みいただけます。
- 受付は先着順で、定員に達したら締切となります。定員に達しない場合でも、講座開催日の1週間前が締切となります。応募受付の回答は、先着順で順次お知らせします。

【開催概要】

時間：午後1時15分～午後3時

会場：多摩森林科学園（受付場所：森の科学館）

定員：各回40名（要申し込み、先着順）

受講料：無料（ただし、入園料として大人300円必要です。入園には今春から発売開始の年間パスポートもご利用できます。）

【お申し込み・お問い合わせ先】

多摩森林科学園

〒193-0843 八王子市廿里町1833-81

TEL：042-661-1121

電子メール：shinrinkouza@ffpri.affrc.go.jp

農林水産大臣賞受賞

当所の大平辰朗樹木抽出成分研究室長が「第12回産学官連携功労者表彰」つなげるイノベーション大賞」における農林水産大臣賞を9月12日に受賞しました。

この受賞は、当研究所と日本かおり研究所株式会社による共同研究「トドマツの枝葉を利用した空気浄化剤の開発」において、大平室長らによる研究成果が基盤となり、短時間で効果的に空気を浄化するとともにリラックス効果等も備えた全く新しい発想の空気浄化剤が開発されたことなどが高く評価されたもので、平成23年度の「厚物構造用合板（ネタノ）の開発」に次ぐ2度目の栄誉となりました。

当研究所は異業種間の企業等との連携を今後も進めて参ります。

表彰状授与の様子



鈴木理事長を中心に日本かおり研究所の金子社長(左)と大平室長(右)

イベント2件でウッドクラフト出展

第7回うしくみらいエコフェスタ(10月19日(日))と森林総合研究所林木育種センターの一般公開「第19回親林(しんりん)の集い」(10月25日(土))のイベント2件にウッドクラフトを出展しました。

10月後半のイベントであることから、松ぼっくりを用いたクリスマスツリーに色を塗ってもらう参加型のウッドクラフトを企画しました。当初の予想を上回る人気を得、両日併せて400個を上回るツリーを提供することができました。イベント参加者に森林や木材を身近に感じていただくため、今後多くの人に楽しんでもらえるウッドクラフトを用意していく予定です。



うしくみらいエコフェスタ



親林の集い

「もりの展示ルーム」夏休み公開

この夏7月19日(土)から8月31日(日)まで連日無休で、「もりの展示ルーム」の夏休み公開を実施しました。季刊「森林総研」26号の特集と連動した企画展「小笠原諸島世界遺産を守る」を開催し、小笠原の生態系や外来種の問題などの研究成果、カミキリムシの標本等を展示しました。生きたカブトムシに触ることができるコーナーを今年も設置し、多くの子供達に楽しんでもらいました。樹種による木材の重量の違いを実験などにも沢山の参加があり、来場者総数は約4600名と大変賑わいました。

今後多くの方に楽しんでいただけるよう、展示を工夫してまいります。



カブトムシコーナー

フェローのつぶやき

是非復活してほしいと



林 知行
秋田県立大学木材高度加工研究所
所長・教授

私が林業試験場に入所したのは1982年でしたから、32年前のことになります。当時と比べてみると、森林総研内部の組織も文化も様々な形でスクラップ&ビルドされてきました。その多くは、世の中の流れに対応して変遷してきたものでしょう。

しかし、中には「金の切れ目が縁の切れ目」のような形で、消失してしまったものもあります。いくつかの例が思い浮かびますが、木材利用関係のOBとして特に再構築してほしいのが、地方公共団体との関係です。かつて木材利用関係では、都道府県との連携が大変緊密でした。都道府県の研究職のみならず、行政職の方も中長期の研修にたくさん来られていました。また、関連の予算があり、会議等で情報交換も盛んに行われていました。どこの地域にどのような研究者や技術者がいて、どんな仕事をしているかが、広く情報共有されていたのです。

翻って昨今の状況は実に寂しい限りです。かつて木材学会・会員名簿後半の「わが国の木材関連研究組織と研究内容」の編集に携わっていたのですが、見知らぬ名前があまりにも多くて、ガックリしたことがあります。この業界に長年巣くってきた私でさえそんな状態ですから、中堅や若手ならなおさらでしょう。なお、ブロック会議の繋がりは、木材関係については残念ながら脆弱なものでありません。

といううなわけで、手段は問いませんが、森林総研を中心にした人的情報ネットワークの再構築を是非お願いしたいと思います。

森林総合研究所研究報告



Vol.13-No.3 (通巻432号)
2014年9月発行
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/>

論文

焼畑農地のパラゴマノキ林転換には気候変化を緩和する機能があるか? 北部ラオスにおける事例研究(英文)

清野 嘉之、古家直行、藤田直子、佐藤保、松本 光朗、Soukhan BOUNTHABANDID、Sanchay SANONT、オンン耐性遺伝子組換えホブラの耐乾燥性および耐塩性(英文)
古川原 聡、毛利武、伊ヶ崎知弘、中嶋信美、篠原健司
クリ無欠点小試験体の強度的性質
— 曲げ、縦圧縮、せん断、めり込み —
井道 裕史、三浦 祥子、長尾 博文、加藤 英雄

特集：森林の放射能測定調査法(研究資料)

森林生態系における樹木・木材・土壌・溪流水の放射性セシウム動態調査法の利用ガイド
高橋 正通、梶本 卓也、高野 勉、池田 重人、小林 政広
森林生態系における樹木・木材の放射性セシウム分布と動態の調査法
梶本 卓也、高野 勉、齊藤 哲、黒田 克史、藤原 健、小松 雅史、川崎 達郎、大橋 伸太、清野 嘉之
森林土壌の放射性セシウム分布と動態の調査法
池田 重人、金子 真司、赤間 亮夫、高橋 正通
森林流域から流出する放射性セシウムの調査法
小林 政広、坪山 良夫、篠宮 佳樹、池田 重人

編集後記

今回の特集は今を時めくCLTです。今後の発展をお楽しみにして下さい。

前号に続き、本誌紙面の刷新を進めました。今号では表紙ロゴタイプと目次などのデザイン変更と増頁による新記事追加を行いました。大きな変更はこれで一区切りですが、よりわかりやすい広報誌とするため随時改善を続けます。皆様から頂戴するご意見は大変参考になりますので、お気づきの点を、kanko@ffpri.affrc.go.jp までどしどしお寄せ下さい。

(企画部 研究情報科 森澤 猛)

編集委員：小泉透 市田憲(認定NPO法人 才の木) 森澤猛 辻祐司 野畑直城 高梨聡 浦野忠久 高野麻理子 高麗秀昭 田中巨

表紙の写真：CLTと人間の対比 裏表紙の写真：CLTを使用して建設中の建物