

平成 25 年 度
独立行政法人 森林総合研究所
公開講演会＋オープンラボ

技術イノベーションで拓がる 林業・木材産業

講演要旨集



独立行政法人 森林総合研究所

平成 25 年 度
独立行政法人 森林総合研究所
公開講演会＋オープンラボ

技術イノベーションで広がる
林業・木材産業

公開講演会

日 時 平成 25 年 10 月 9 日（水） 10 時 00 分～16 時 00 分
会 場 イイノホール（東京都千代田区内幸町 2-1-1）

オープンラボ

日 時 平成 25 年 10 月 10 日（木） 10 時 00 分～16 時 00 分
会 場 木材会館（東京都江東区新木場 1-18）

公開講演会

基調講演Ⅰ（10:10～11:10）

新段階の森林・林業再生政策とその論理

岡田 秀二 氏（林政審議会会長 岩手大学教授）…………… 2

成果報告 1（11:10～11:45）

林業再生に向けた新たな再造林技術のシステム化

田中 浩（研究コーディネータ 林業生産技術研究担当）…………… 4

基調講演Ⅱ（12:45～13:30）

自伐林業経営現場における最近の動向

速水 亨 氏（日本林業経営者協会顧問 速水林業代表）…………… 6

成果報告 2（13:30～14:05）

シカ対策技術のイノベーション

小泉 透（研究コーディネータ 生物多様性・森林被害研究担当）…………… 8

成果報告 3（14:05～14:40）

森林吸収源対策に向けたエリートツリーの今後の活用について

星 比呂志（林木育種センター 育種部長）…………… 10

成果報告 4（14:50～15:25）

大規模建築物のための革新的木質構造材の開発と規格化

渋谷 龍也（複合材料研究領域 複合化研究室 室長）…………… 12

成果報告 5（15:25～16:00）

木質バイオマスの総合利用システム ―収集から利用までの一気通貫―

木口 実（研究コーディネータ 木質バイオマス利用研究担当）…………… 14

オープンラボ

セミナー

午前の部 (11:00~12:00)

- 11:00 低コスト造林につなげるコンテナ苗の育成
落合 幸仁(林業工学研究領域 機械技術研究室 主任研究員) 18
- 11:20 伐出見積もりシステムの開発
鹿又 秀聡(林業経営・政策研究領域 林業システム研究室 主任研究員)・ 19
- 11:40 遺伝子組換えによる無花粉スギの作出
谷口 亨(森林バイオ研究センター 森林バイオ研究室 室長) 20

午後の部 (13:30~15:30)

- 13:30 国産材を用いた CLT 開発の現状と今後
平松 靖(複合材料研究領域 積層接着研究室 室長) 21
- 13:50 中層木造建築物のための耐火集成材の開発
上川 大輔(木材改質研究領域 木材保存研究室 主任研究員) 22
- 14:10 トレファクション(半炭化)による木質燃料のアップグレーディング
吉田 貴紘(加工技術研究領域 木材乾燥研究室 主任研究員) 23
- 14:30 林地残材「枝葉」を利用した生理活性資材の開発
大平 辰朗(バイオマス化学研究領域 樹木抽出成分研究室 室長) 24
- 14:50 シカの行動を制御して効率よく捕獲する
八代田 千鶴(関西支所 生物多様性研究グループ 主任研究員) 25
- 15:10 きこの栽培技術の高度化
根田 仁(きのこ・微生物研究領域 領域長) 26

ポスター

- 成果ポスター一覧 28
- 成果ポスター会場配置図 34

公開講演会要旨

基調講演 I

新段階の森林・林業再生政策とその論理

林政審議会会長
岩手大学教授 岡田 秀二



1. はじめに

2010 年の年明け以来、我が国は、森林・林業の再生に向けて、国民的な議論や提案、コメントと再提案といった回路を往復しながら新たな政策を創り、今まさに動き始めたところである。したがって個々の制度の変更点や新しい施策内容等については周知のことと思われる。しかし、継ぎ足しの政策の繰り返しを経験してきたことから改革の長期視野を持てず、また改革の論理にまで下りた整理のないまま、依然として本来の病巣への根本治療を避けるが如き対応や発言が見られる。

こうした点から、ここでは転換政策について、構造的歴史的視点から、その根底にある捉え方や新施策等に貫かれている論理及び論理的射程について話題を提供し、以て新たな森林・林業再生政策の実現とその重要性理解に寄与しようとする。その前提として次の点については確認しておきたい。

2. 林政改革の背景と前提の確認

我が国の森林・林業には、特に 80 年代後半から社会経済構造全体と係わる諸問題の受け止めや多様な要請・期待等が重層的に求められてきた。生態系保全、環境・保健機能、貿易や雇用・地域活性化のチャンネル等である。一方、森林・林業セクターに即しては、生産や産業としての後退問題、低位生産性問題、資源成熟化への政策変更課題への対応など、継続する問題と新規に抱えた問題の解決が繰り返し要望されていた。こうして多くの論者から政策の抜本的改革の必要性が指摘され、2001 年には政策の主目的を木材生産から森林整備に転換する「森林・林業基本法」が制定された。また最近では、エネルギー問題への対応や新たな社会形成に直接かわることへの期待、すなわち新産業形成の期待からイノベーションによる改革が強く求められている。

表題に示した新段階とは、時代が大きく転換し、社会構造が激変ともいえる変化を示すその中で、森林・林業に求められることが改めて全方位から一層重層的となっている現代という時代が、ある新しさを有することを示したものである。同じく林業における近代化と産業化を求めた高度経済成長期とは明らかに違うのである。今日段階は、歴史的にはいわば溶解する近代化段階とも、新しい社会への移行段階ともいわれ、その乗り越えと見通しへの政策構想が求められているといえることができる。

21 世紀に入ってから我が国と森林・林業は、これまでにはなかった人口減少、少子高齢化、地域疲弊、産業競争力の後退等の課題を、成熟社会国家としてグローバル化の実情と、一方で情報化など新たな技術開発を見据えつつ、低炭素循環型社会形成に向けた改革や、質を異にする成長を目指す中で、諸問題の解決と持続ある方向性を示すことが求められているのである。

当日は以上のことを前提に、さらには昭和30年代の「林業基本法」を中心とする産業化論なども踏まえ、①山元から川中、川下そして消費者にも亘る木材のサプライチェーン全体をもって林業の対象にし、全体として産業化することの意味と重要性について、②計画制度変更の意味、③特に市町村森林整備計画制度の充実と位置付け変更の意味、④森林経営計画制度の創設とそれが意味する政策の抜本改正の論理、⑤日本型のフォレスター制度の論理射程と新たなセーフティネット論、⑥森林組合問題の捉え方、⑦路網と機械化によるシステムイノベーション、等について話題を提供し、公開講演会の統一テーマに寄与することとしたい。

成果報告1

林業再生に向けた新たな再造林技術のシステム化

研究コーディネータ
林業生産技術研究担当 田中 浩



1. はじめに

戦後植栽されたスギやヒノキの人工林の多くが林齢 40～50 年になり、予定していた伐採時期を迎えています。しかし、伐採した木材の販売価格に比べ、伐採跡地への植林と保育に必要な経費が高いため、伐採したまま再造林を放棄する事例も見られ問題になっています。これらの問題の解決に向けて、低コスト化につながる再造林技術のシステム化に取り組みました(図)。

2. 一貫作業システムで地拵・植栽コストを削減

これまでの作業システムでは、伐採・搬出と地拵え・植栽を別々の時期に行っていたのに対し、「一貫作業システム」では、伐採・搬出に使用する車両系機械を活用して、地拵えや苗木の運搬を行い、伐採から植栽までの作業を連続して短期間に行います。このため、植栽にあたっては時期を選ばず植栽が可能なコンテナ苗を活用します。コンテナ苗は植栽が容易なため、同じ時間で裸苗の約 2 倍の本数の植え付けが可能であり、システム全体では従来の作業方法に比べて労働投入量が 2～3 割程度で済むという調査結果が得られました。

3. 下刈りを隔年で実施して経費を圧縮

植栽後 5～6 年の間、毎年実施する下刈りは、植栽木が雑草木との競争に負けないように林地を刈り払う大変な作業で、育林コストの半分近くを占めています。スギ植栽木と雑草木との競争の実態を調べ、下刈り回数を減らした時のスギの成長を予測し、下刈り経費を計算しました。その結果、一年おきに下刈りを実施した場合には、従来の毎年下刈りより 2 割程度成長は低下しますが、下刈りの総経費が 3 割程度削減されることから、低コスト化の選択肢の一つになるものと考えました。

4. 下刈りを省略してシカ被害を軽減

増えすぎたシカによる植栽木の食害も大きな問題となっています。被害を防ぐためにはシカ柵を設置しますが、設置や維持に多くの費用がかかります。このため実験的に下刈りを省略して、雑草木が繁茂すると柵なしでもスギ苗木の食害が軽減されることを明らかにしました。加えて、雑草木に覆われても比較的良く育つスギ品種の選抜を進め、「日向署 2 号」などの品種が有望であるという結果を得ました。

5. 再造林コストを予測して、地域で最適な育林方法を選択

これらの成果をもとに、地拵えの方法、苗の種類や下刈り回数等の異なる育林方法を選択した場合の、地拵えから下刈り期間終了までに必要な経費を計算する育林コストシミュレータを開発しました。これによると、2と3で述べた、コンテナ苗による一貫作業システムと隔年下刈りを取り入れた場合には、従来の方法に比べて 36%のコストダウンになることが分かりました(表)。

6. おわりに

今後も、コンテナ育苗の低コスト化や苗木運搬効率の向上など重要な課題が残されていますが、今回お示した、伐採と植栽を一連の流れの作業として効率化を図る再造林システムは、低コスト化につながる重要なステップだと考えます。

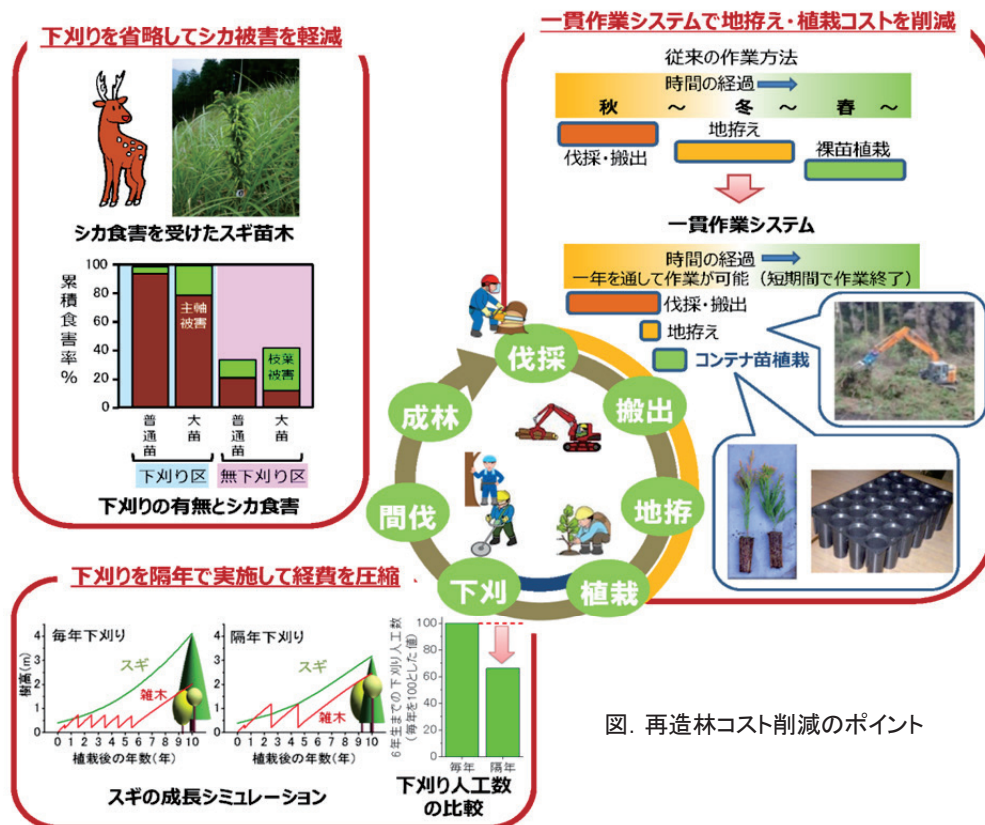


図. 再造林コスト削減のポイント

表. コストシミュレータによる作業例別の再造林コストの試算

	従来式	低コスト例1 緩傾斜地でコンテナ苗	低コスト例2 急傾斜地で大苗
伐採・搬出	伐採：チェーンソー 集材：集材機 造材：チェーンソー	伐採：チェーンソー 集材：グラブ 造材：プロセッサ	伐採：チェーンソー 集材：スイングヤーダ 造材：プロセッサ
地拵 (土場残材の処理を含む)	人力 林内で造材するため 大量の林地残材処理が必要	グラブ＋人力 全木集材のため 林地残材の量は少ない	グラブ＋人力 全木集材のため 林地残材の量は少ない
苗木	裸苗	コンテナ苗	大苗
苗木運搬	人力	フォワーダ	フォワーダ スイングヤーダ
下刈	毎年1回で6年間	隔年下刈り	隔年下刈り
再造林コスト	140万円/ha	89万円/ha (36%off)	114万円/ha (19%off)

基調講演Ⅱ

自伐林業経営現場における最近の動向

日本林業経営者協会顧問
速水林業代表 速水 亨



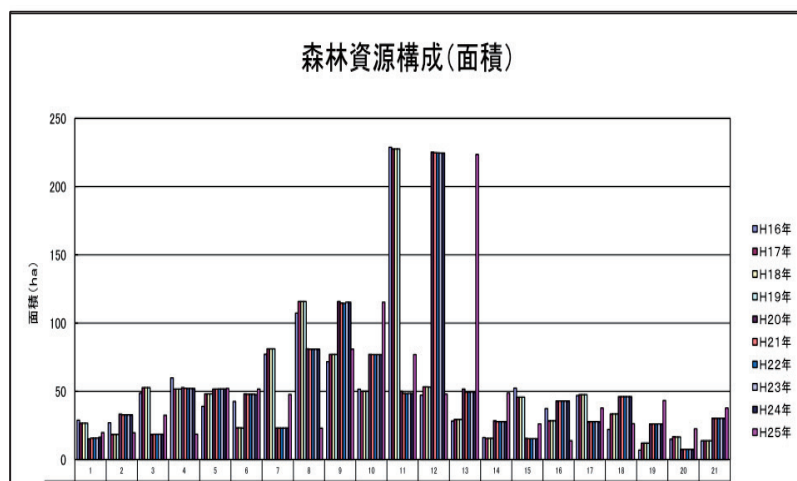
1. 私の林業経営

- 速水林業 : 個人経営, 経営面積 1070ha、管理受託 20ha、
雇用 14 名 (内 6 名が諸戸林友へ出向)
- (株)森林再生システム : 代表取締役、管理面積 1700ha (トヨタ自動車社有林)、
コンサルティング、社員 9 人
- 諸戸林友株式会社 : 社主、上記トヨタ宮川森林の実際の施業、周辺の林業家の余剰労働
力を雇用し作業受託、社員 7 人 (外 8 人が他から出向)

2. 速水林業の資源状況等

成長量の 8 割を伐採しているが材価の著しい下落で採算が厳しい。

資源は比較的充実してきている。伐採量を増やすには面積のピークである 13 齢級の林分が 10 年後には 15 齢級になるのを待つ必要。



3. コストダウン・・・「日本だから？」

伐採搬出の合理化は、数々の取り組みが行われているが、やはり育林の合理化が必要だ。作業の手段が目的化していないかを考える必要があり、また現場の常識が本当なのかを考える必要がある。1973 年、富山県で始まった草刈十字軍という運動は森林管理に一般人が参加するという事の始まりだったと思うが、当時は除草剤を森林で使うことに対する反対運動であった。ここで林

業＝下草刈りというイメージが固定した。しかし本当に下草刈りは林業に必須だろうか、「モンスーン気候だから草本の繁茂が激しいから日本林業は草刈のコストが掛かる」と聞かされ信じてきた。

これこそ日本の林業の生産性が向上しない最大のポイント「日本だから」である。例えば FSC 認証を日本に持ち込んだとき、私は自分の森林管理が世界各国の森林管理と始めて比較が出来た。だからこその森林管理もそのような場面を味わってもらえればと考えた。ところが瞬く間に「海外の基準で日本の森林が評価できるか？」「欧州の作った制度で日本の森林を認証させるのか」「日本には素晴らしい施業計画制度があるからそれを前提に認証すべきだ」という発言が相次いだ。そして出来上がった国内の認証は結局国際的な認証の PEFC と連携することとなった。それは自然の流れだろう日本の林業だけ特別なことなど何もない。それはあえて言えば地域の特性である。私はそんな考えで今育林の合理化を追求している。その基本は温故知新である。

4. 研究者に望むこと

森林経営計画は森林所有者を対象とした政策から森林管理に責任を持つ者へ対象の変化が明確である。農業で言えば個別農家から地域営農へ変わったと同じである。しかし林業では経営的に規模拡大が決して施業の大きな合理化にはつながらない。販売の協業化が重要であろう。

また化石燃料の普及共に消費財的木材利用は製紙チップを僅かに残すだけで建築用材中心の耐久財的利用が中心だったが、バイオマス発電など再度消費財としての木材利用が広がってきている。

世界に目を向ければ、林業用林地はファンドの投資対象となり、長伐期の林業が短伐期の林業に変わろうとしている。

日本以外の先進国では、森林管理に生物多様性の配慮を積極的に取り入れ始めている。

今研究レベルから始まり、既に実際の森林管理が大きく変わろうとしているまさにターニングポイントである。それは経済的な環境の変化と市民の意識の変化という、今までとは比較にならないスピードの変化要因である。研究施設はこの激変の時代に 3 つの立場が必要であろう。

一つは基礎研究の追求だ。二つ目はやはり社会が求める実用的な研究だ。三つ目は研究を理解できて社会の要求とマッチングさせるコーディネータ的研究者である。特に三つ目の能力を持つ者を探す必要がある。その上でその能力を人事評価の中で認められる仕組みを作ることで、基礎研究も進み、応用的な研究も進み、社会の要求にこたえられるようになる。

5. 自伐林家と研究

大会社と異なり、自伐林家はなかなか研究成果にアクセス出来ない。

しかし最も変わって行かなければならないのは、他の大きな事業の中で森林を一部門としても管理している大企業では無く、それを生業としている自伐林家である。そこに有効な情報を届けることは困難が伴い、成果の反応も良くないかもしれないが、日本の森林管理を変えるエネルギーはそこに見つけることが出来るだろう。

成果報告2

シカ対策技術のイノベーション

研究コーディネータ

生物多様性・森林被害研究担当 小泉 透



1. はじめに

日本ではこれまでシカを意識せずに森林を管理してきました。明治から戦前にかけて、乱獲によりシカの個体数が著しく減っていたからです。このため、戦後 50 年以上メスジカの捕獲を厳しく制限して保護増殖を図ってきました。ところが、シカは私たちの予想を超えたスピードで増加しました。環境省の発表によればこの 20 年で 9 倍に増えたといえます。そして、平成 24 年度の森林林業白書は、シカによる森林被害が野生鳥獣による被害の約 6 割を占め、被害地域は現在も拡大しており深刻な状況にあると報告しています。森林にシカが高密度に生息する時代を迎え、その対策にも大胆な変革が求められるようになってきました。

ここでは、シカ対策の一環として取り組んでいる捕獲技術の開発について紹介します。

2. シカ捕獲の必要と担い手の減少

農業とは異なり、林業はシカの生息地の中で生産し、生産期間は数十年と長く、若齢林における枝葉食害から高壮齢林における剥皮害まで、樹木の成長のあらゆる段階で被害が発生します。天然林では、世界遺産地域や国立公園を含め、シカの採食により下層植生がなくなり、次世代の森林の更新不良や土壌の流出による災害の発生など、森林のもつ多面的な機能の低下が心配されています。森林の被害対策には、個体数(生息密度)、分布域、群れの構造などを適切に管理する「個体群管理」の推進が必要となっています。

しかしながら、全国の狩猟者数は 1975 年の 52 万人をピークに減少し、2010 年度には約 19 万人と往事の 4 割にまで減少してしまいました。また、60 才以上の狩猟者の割合が 6 割を超えており、狩猟者の減少と高齢化はさらに進むと予想されています。本州以南の地域では、伝統的に「巻き狩り」という猟法でシカを捕獲してきました。巻き狩りでは、十数人のグループに数頭の猟犬が加わるのが一般的ですが、グループを組むことが困難になりつつある地域もあり、シカ捕獲の根幹が大きくゆらいでいます。

3. 少人数で捕獲する

新しい捕獲技術を開発するにあたって、現行法の遵守、少人数による実行、安全の確保、確実な捕獲、高い捕獲効率、をキーワードにし、これまで捕獲に応用されることになかったシカの行動学や社会学の知見を取り入れることにしました。

3.1 野生のシカを誘引する

シカは薄明薄暮と深夜に活動するため、日中に捕獲することは困難です。そこで、同じ場所に、同じ時刻に、同じ人が少量のエサ(干草)を与える、という「刺激」を繰り返し提示して「条件付け」し、給餌パターンをシカに学習させました。この方法により、早い場合は、給餌を開始して約1週間でシカは日中に給餌場に頻繁に現れるようになり、給餌期間中に繰り返し捕獲を行っても出現頻度が低下することはありませんでした。また、給餌による誘引効果は一時的で持続せず、給餌を終了した後にシカが給餌場に居着いてしまうことはありませんでした。

3.2 確実に捕獲する

誘引したシカを確実に捕獲するため、シカの社会構造を考慮して、以下のルールを設けました。

- (1) メスを選択的に捕獲する:シカは1頭の優位なオスが複数のメスを囲い込んで繁殖します。しかし、優位なオスを除去しても次位のオスに置換してしまうために個体数削減の効果は高くありません。このため、メスを選択して捕獲することにしました。
- (2) リーダーから捕獲する:シカのメス群は母系社会です。このため、群れのリーダーである経験豊かで警戒心の強い成獣を優先して捕獲することにしました。
- (3) 狙撃法の導入:個体を選別して捕獲する必要があることから、群れの動きをかく乱しないよう一定の距離をおき精密な射撃により捕獲することにしました。さらに、獲り逃がしを最小にするため、1つの給餌場は1名の射手が担当するとともに4頭以上の大きな群れは撃たないなどのルールを設けました。

4. 捕獲の効果

学習による行動制御にシカの繁殖特性や社会構造を考慮し、伝統的な「巻き狩り」とは全く異なる少人数による新しい捕獲方法(誘引狙撃法)ができました。

この方法を九州大学宮崎演習林で実験し、約1km²の試験地で11頭を捕獲しました。これにより、シカ個体数は捕獲前の56%に減少し、試験地内の新植造林地の被害は捕獲前の65%に軽減されました。さらに、大規模実証試験として、静岡森林管理署が計画した富士山麓におけるシカ捕獲事業に技術移転しました。

ここでは、約20kmの林道沿いに20カ所の給餌場を設け、2012年は2名の射手により6日間で73頭を捕獲し、2013年は2名の射手により12日間で199頭を捕獲しました。捕獲効率(1日1人当たりの捕獲数)は巻き狩りの場合の40~50倍となりました。

5. おわりに

北米東部では、局所的にシカを根絶させて空白地域を作り植林する localized management という管理が行われています。誘引狙撃法は、こうした空白地域を作ることに応用可能なだけでなく、猟銃を所持しない者が少数の射手をサポートする、という点で「狩猟者減少時代」に対応した新しい方法です。こうした技術革新の成果を社会に還元していくために、誘引と狙撃に関する知識と技術の普及とともに担い手の育成を図り、技術の「受け皿」となる森林所有者との連携を強化していく必要があります。

成果報告3

森林吸収源対策に向けたエリートツリーの今後の活用について

林木育種センター 育種部
部長 星 比呂志



1. はじめに

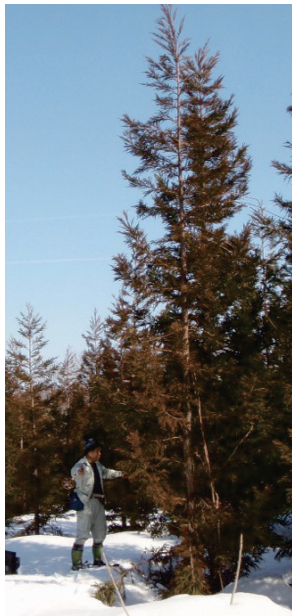
森林総合研究所では、以前から、「エリートツリー」と呼ばれる成長が格段に優れた第 2 世代の精英樹の開発を進めてきており、普及に向けて昨年 5 月に茨城県で採種園の造成が行われました。このような中、本年 5 月に「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法(間伐特措法)」の一部が改正され、本法における森林吸収源対策として、これまでの間伐の促進に加え、成長の特に優れた系統を農林水産大臣が特定母樹として指定し、これを増殖して優良種苗生産のための採種園・採穂園の整備を促進することとなりました。今回の法改正で新たに加わった特定母樹の制度にエリートツリーを適用させることにより、その普及を加速していきたい考えです。

2. エリートツリーとは

エリートツリー(第 2 世代精英樹)とは、昭和 30 年代以降に造林地などから選抜した優良木である「精英樹」のうち、成績の良いもの同士を交配して得られた F_1 から、優れたものを選抜したものです。現在、スギで 146 品種をエリートツリーとして決定しており、将来的には 500 品種程度とする計画です。ヒノキ、カラマツ、トドマツなどでも選抜を進めています。

エリートツリーの特徴はその成長の速さにあります。5 年で樹高 7m(精英樹の平均は 5 年で樹高 2.8m 程度)などの例も知られています(写真)。実際にエリートツリーを普及する際には、エリートツリーの種子または穂によって実生苗やさし木苗を育成してこれを造林することになります。エリートツリーはまだ開発して日が浅いので、エリートツリーの苗木の 20 年後、30 年後の成長についての実証結果はまだありません。そこで、スギについて、選抜したエリートツリー自身の成長データなどを基に一定の仮定を置いて計算したシミュレーションを行いました。その結果によれば、関東地方では、エリートツリーの実生苗を造林した場合、40 年で地スギの 50 年と同等の林分材積となると試算されました。また、九州地方では、エリートツリーやさし木苗を造林した場合、30 年で在来品種の 50 年と同等の林分材積となると試算されました。

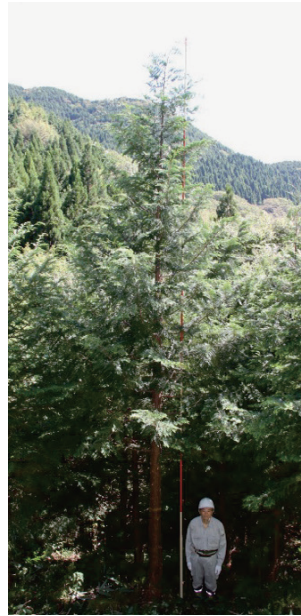
また、この優れた初期成長により、造林・育林費用の削減効果も期待されています。九州地方におけるシミュレーションの結果では、6 割近くまでこれらの費用が削減されると試算しています。



東北(スギ)
10 年で樹高 10m



関東(スギ)
5 年で樹高 7m



関西(ヒノキ)
11 年で樹高 8m



九州(スギ)
2 年で樹高 3m

写真 各地域のエリートツリー候補木

3. 特定母樹制度によるエリートツリーの普及

間伐特措法の特定母樹は、①二酸化炭素吸収源となるものであることから、成長が特段に優れているもの(基準としては、材積が在来の系統の 1.5 倍以上。)であることに加え、②近年ますます重要性が高まっている花粉症対策も推進していくという考えから、花粉量の発生が少ないもの(一般的なスギの花粉量の概ね半分以下であること。)であることが指定要件となっています。特定母樹の第 1 回募集は、今年 7 月に行われましたが、当研究所では 38 品種のスギのエリートツリーを特定母樹に申請しました。今後、これらの特定母樹が、各都道府県において民間事業者も含めて増殖され、採種園、採穂園が造成され、多数の種苗が生産され、このことを通じてエリートツリーが普及し、森林吸収源対策に活用されることを期待しています。

4. 今後の取り組み

今後は、引き続きエリートツリーの開発を進めて、将来的にはさらに品質の高い第 3 世代精英樹の開発にも取り組むとともに、都道府県等の要望に応じて特定母樹の原種の配布を進めていきます。一方、エリートツリーはこれまでの品種に比べて成長が格段に早いことから、苗木の育て方、造林に適した苗木の大きさ等の規格、最適な植栽密度、植栽後の下刈や間伐の時期等についても、これまでの品種とは異なった点が数多くあると予測しています。このため、エリートツリーの最適な育苗法、育林法についても、関係機関とも連携して、情報収集や調査・研究に取り組んで行く考えです。

成果報告4

大規模建築物のための革新的木質構造材の開発と規格化

複合材料研究領域 複合化研究室
室長 渋谷 龍也



1. 木質材料の定義

木材は、古くから日用品や工芸品、建築材料などに多く用いられ、もっとも身近な工業材料の一つであった。わが国には樹木が豊富に存在し、木材を入手することが容易であったことに加え、木材の持つ性質を活用して様々な用途に使用するための工夫がなされてきた。しかし、大径材等の資源の枯渇、生活様式や消費者からの要求の変化により、強度性能や耐久性が高く、面積や断面が大きく均質な材料を効率的に製造することが必要となってきた。これらの要求に応える材料として、木材を一旦分割し、それを再構成する技術が開発された。それによる製品を木質材料という。

木質材料を作るには、まず、木材を細分化し、ラミナ(ひき板)・単板・パーティクル(小片)・ファイバー(繊維)等のエレメント(構成要素)を作る。そして、それに接着剤等の結合剤を添加し、圧縮成型して木質材料が作られる。エレメント形状や圧縮成型法により様々な種類の木質材料が製造され、それぞれの性能も異なる(図)。住宅の柱・梁などに使用される軸材料には、集成材・LVL(単板積層材)などがある。また、床・壁などに使用されるような板状の面材料には、合板・パーティクルボード・MDF(ファイバーボード)・OSB(オリエンテッドストランドボード)などがある。

木質材料は木質資源の有効利用と製品性能の信頼性向上を目的として開発された

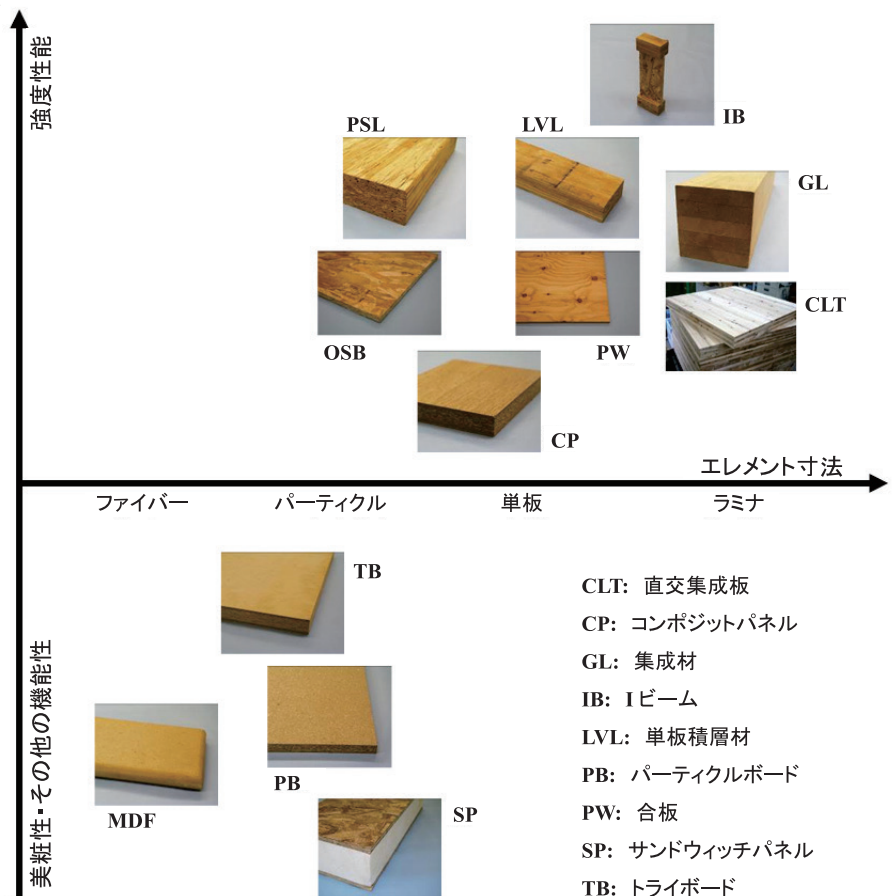


図 木質材料のエレメント寸法と性能の関係

材料である。小さなエレメントで構成されていることから、原料の選択の幅が広く、林地残材や工場残廃材、住宅解体材など、これまで有効利用されてこなかった木質廃棄物から製造することもできる。さらに、エレメントから節・腐朽部等の欠点を除去・分散して再構成しているため、性能の変動が小さいことなどが特徴である。

2. 建築物の構造材としての利用法

これまでの木質構造物の建築基準においては、各材料の品質、断面寸法や施工方法等の仕様を規定し、これらの仕様を満たせば構造物の安全性が確保されているという考え方(仕様規定)で木質材料が使われてきた。そのため、仮に強度性能の高い木質材料を開発しても、既存の規格・区分を用いた場合は、従来品と同等であるとの判断しか下されなかった。新しい木質材料としての高い性能を建築基準上で認めてもらうためには、詳細な施工法を定めた上で構造物全体の性能を保証し、膨大な事務手続きを経て“仕様”として認められる必要があった。

しかし、近年、建築基準法の性能規定化が進められたことから、木質構造物においても材料単体や接合部の物性値から構造物の性能を設計することが可能となり、高性能の木質材料を用いることによって、従来は造られなかった大型施設や、中層ビルを木造で実現しようとする動きが始まっている。

3. 構造材料の開発戦略

木質材料は、高品質の大径材等の優良木材資源が枯渇する状況下で、木質資源の有効利用や大断面材の確保、性能の個体差軽減による信頼性向上などを目的として開発されてきたものであり、原料事情や要求性能に応えるために開発された種々の材料は、高い水準の信頼性を持っている。このような特徴を最大限に活用し、CLT(直交集成板)のような革新的な木質材料の開発や、それらを用いた大形建造物を実現すれば、国産材の需要拡大とともに木材自給率の向上が可能となる。

性能規定化では構造材料に要求される性能は数値によって担保する必要があり、これまでの仕様規定による使い方とは本質的に異なる。一方、材料の性能値は使用可能な範囲で断面寸法を増すことで補うことが可能であり、“性能値を明らかにすること”、そのことがまさに現実的な高付加価値化の方策である。

今後対応すべき課題として、国産資源を活用した木質材料の高強度化、高耐久化、省エネルギー化などが挙げられる。特に、公共建築物はこれまでコンクリート造や鉄骨造であったことから、材料性能に基づく明快な設計手法が確立している他材料・他工法が用いられてきた建築物に問題なく自由に扱えるように、設計の手法や材料の性能を明確に表示し、誰もが入手できる環境を整備する必要がある。日本農林規格を始めとする材料規格の整備・確立は、そのための重要な手法である。

森林総合研究所では、これまで各種木質材料の規格の整備のため、適正な製造技術の開発や品質基準の策定、品質管理方法の確立に参画し、建築物の設計に用いる性能値の導出にも多くの実績を持つ。現在も、CLT 等の新たな木質材料の製造技術や性能評価、要求される性能の項目や水準の解明に関する研究を推進している。革新的木質構造材による大規模な建築物は、既に実現の段階に入っている。

成果報告5

木質バイオマスの総合利用システム

ー収集から利用までの一気通貫ー

研究コーディネータ

木質バイオマス利用研究担当 木口 実



1. はじめに

木質バイオマスは、年間約 2000 万 m^3 と推計される未利用のまま林地に残置されている間伐材や枝葉等の林地残材の利用が喫緊の課題となっています。林地残材の利用には、その収集、運搬等の供給技術、エネルギーやマテリアルとしての利用技術、バイオマス資源量の把握やバイオマスの利用による森林への影響等の諸課題を解決し、川上ー川中ー川下における一気通貫した利用システムが必要です。

2. 木質バイオマス供給システム

生物資源である木質バイオマスは、森林から低コストで安定的に供給する技術がなければ利用技術として成り立ちません。供給システムが機能しないと、優れた利用技術が開発されたとしてもバイオマス原料は外国からの輸入に頼ることになってしまい、国産材の利用拡大による地域振興につながりません。このため、森林総研では、木質バイオマスの供給可能量の推計、低コスト収集・運搬技術、地域特性を活かした収集システム、バイオマス収穫による林地の影響等についての研究を進めています。

2. 1 木質バイオマスの供給と林地への影響

木質バイオマスの供給に関して、実際に利用可能なバイオマス資源量を把握することが需要です。森林総研では、(独)産業総合研究所と共同でコストや収集方法等の因子を入力することにより、地域別にバイオマスの発生量及び供給コストを推計するソフトウェア(木質バイオマスの経済的な供給ポテンシャル推計システム：<http://f109biomass.ffpri-109.affrc.go.jp/biomassWebsystem/start.htm>)を開発しました。また、平成 24 年 7 月に施行された「再生エネルギー電力固定価格買取制度(FIT)」に対する投資効果、エネルギー効率等を評価する支援システムを作成中です。

これまでの我が国の林業では、枝葉や切り株、切り捨て間伐材等は林地に残すことが一般的でしたが、これら林地残材を利用するためには全木集材が必要となり、従来の林業に比べて強度な収穫となります。このような強度収穫が林地の土壌や上木の成長等に与える影響についても調査研究を行っています。

2. 2 木質バイオマスの収集・運搬技術

林地残材が利用されない最大の理由として、収集・運搬コストが高いことが挙げられます。バイオマスの収集・運搬には既存の林業機械が流用されていましたが、用材搬出と比べて搬出コストは 4～5 倍となっていました。森林総研では、破碎機能を有するプロセッサ及び積載物の圧縮機能を有するフォワーダ等を開発し、素材生産システムと連携した低コスト・高効率なバイオマス収集・運搬システム及び収集・運搬機械の開発を行っています。

一方、上記のような方法がとれない自伐林家等が主体の小規模林業地域に関しても、高知県仁淀川流域をモデルとして、林地残材を地域エネルギーに活用するためのバイオマス収集システムを検討した結果、廃校を中間土場として利用して集積範囲を小規模化することで、軽トラックによる林地残材の少量運搬においても収益が得られるシステムが提案できました。

3. 木質バイオマスの利用技術

3. 1 エネルギー利用

固形エネルギーとしての利用では、薪やチップ、ペレット等がありますが、発熱量や耐水性等が問題となっているため、木質バイオマスをトレファクションと呼ばれる 300℃前後の熱処理により半炭化し、ペレット状に成型した高カロリー、高耐水性を持つ「ハイパー木質ペレット」の開発を行っています。ハイパーペレットを用いた地域内での小規模利用実証試験を行い、熱エネルギーの有効利用システムを提示していく予定です。

液体燃料としてのバイオマスは、ガソリンに混入できるエタノールの製造が注目されていますが、木材からのエタノールはトウモロコシやサトウキビ等に比べて食料と競合せず、しかも資源量が大きいという利点があります。森林総研では、コストダウンのために、紙の原料であるパルプを製造する方法を応用してスギ材をアルカリ蒸解処理し、これを原料にバイオエタノールを製造する技術を開発しています。北秋田市に実証プラントを建設して、エネルギー収支や製造コストを明らかにしました。その結果、パルプ化工程で排出されるリグニンをエネルギーとして回収するとその 14% が余剰となり、日産 55,000 ㍓の製造規模の工場を想定するとランニングコストは 1㍓当たり 98 円、トータルコストで 263 円と試算されました。この時、余剰となったリグニンの黒液から 1kg 当たり 210 円以上の機能性製品が製造できれば、トータルとしてエタノールの製造コストは 100 円を切る事が可能なビジネスモデルを提案しています。

3. 2 マテリアル利用技術

上述のように、リグニンから高付加価値製品が製造されれば、エタノール製造コストを低減できるばかりでなく、化成品原料としての木材の価値が増大します。リグニンから既存の化石資源由来製品と同レベルのコスト及び性能を持つ活性炭繊維やコンクリート化学混和剤、機能性電子デバイス材料、バイオマスプラスチック等の製造技術の開発を行っています。特に、セメント用混和剤では従来品より高性能な製品が低コストで開発できる目処が付き、早期の実用化が見込まれています。

林地には大量の枝葉や切り株が残されています。このうち枝葉はほとんど利用されていませんでしたが、森林総研では減圧式マイクロ波水蒸気蒸留装置を開発し、スギやトドマツ等の枝葉から精油及び抽出液の製造研究を行っています。特にトドマツ針葉からの精油には高い有害物質除去作用、抗ウィルス作用等が確認され、これを用いた消臭・芳香剤の開発が行われ、企業により商品化されています。

一方、林地に残された切り株や根曲がり材については、それから単板を調製し、熱圧縮操作のみで石油由来の発泡トレイの代替となる木製単層トレイの製造技術の開発を行っています。現在、日産 5,000 枚製造可能な量産システムを開発しており、1 枚当たりの製造単価で 20 円以下を目指しています。

4. 今後の展開

FIT 制度は始まったばかりですが、これらの支援システムや評価について今後さらなる調査研究、データの蓄積を行います。また、バイオマスの強度収穫による影響については、その評価に時間が必要であり、各地での試験の実施やデータ収集等継続的な研究が必要です。収集・運搬については、低コスト化に向けて日本の林業に適したシステムや機械類の開発が重要となっています。利用技術では、中山間地域に雇用と利益が還元できる仕組みを作ることが重要であり、特に対応が遅れている供給(川上)と利用(川下)とを繋ぐ破砕や乾燥等の加工技術(川中)への対応が急務です。原料の安定供給体制を確立し、エネルギー利用では地産地消型利用システムの実証試験や農業分野等への展開、マテリアル利用ではバイオマスの利点を活かした新しい製品の開発や石油化学製品に負けない品質の向上、製品の環境影響評価等が必要です。いずれも、木質バイオマスの供給から利用まで一貫通貫した研究により達成できるものと確信しています。



図 森林総研における木質バイオマスの供給から利用までの一貫通貫

オープンラボ セミナー要旨

低コスト造林につなげるコンテナ苗の育成

林業工学研究領域 機械技術研究室
主任研究員 落合 幸仁

1. はじめに

我が国における本格的なコンテナ苗木の生産は、2008 年に始まりました。現在では、植栽時期を選ばないというメリットから、伐採から植栽までの一貫作業システムによる低コスト造林の重要な一要素として、コンテナ苗育成の重要性が増しています。ここでは、最近の研究結果をもとに、低コスト造林に向けての今後のコンテナ苗木利用の方向を探りたいと思います。

2. 植え付けコスト

コンテナ苗が低コストにつながるのは、第一に植え付けコストの削減です。一貫作業システムでは、地ごしらえと苗木運搬を低コスト化できることに加え、コンテナ苗の利用により植栽作業も効率的に行えます。海外では、一人で一日 2000 本程度のコンテナ苗植栽が当たり前のようですが、日本では急斜面の林地での作業ということもあって、そこまでの効率は期待できません。それでも、裸苗の植え付けに比べると、二分の一程度に工程が短縮できます。

3. 成長

低コストという点では、一般に植栽されている裸苗と同程度の成長でもコンテナ苗のメリットがあるのですが、さらにコンテナ苗の成長を良くすることができれば、下刈りコストも削減され、より低コストな造林が可能となります。両者の比較事例は増えていますが、まだどちらの成長がいいとはいえない段階です。これまでの両苗木の成長比較では、使用したコンテナ苗木の質、また、比較対象である裸苗の植え方の問題が十分考慮されていなかったため、結果の判断が難しいのです。今後は、より厳密に比較試験を行い、より成長のよいコンテナ苗の開発につなげていきます。

4. 活着

季節を選ばずに植栽できるコンテナ苗ですが、高温・乾燥などの気候ストレスには強いのでしょうか。今年の夏は極端な高温・乾燥が続きましたが、植栽された裸苗が大量に枯死する一方で、コンテナ苗には枯死がほとんど出ませんでした。コンテナ苗は活着性が高く、こうした異常気象によるストレスに対しても強いことを考えると、苗木代が割高であっても、コンテナ苗を植栽するメリットが大きくなります。

5. 最後に

コンテナ苗は、季節を選ばず植栽でき、一貫作業システムによる低コスト造林に不可欠です。造林の低コスト化をさらに進めるためには、コンテナ苗生産コストの低減、植栽器具の改良、適切な初期保育方法の開発などの方向性があります。コンテナ苗生産コストの低減に向けては、培地の改良や、直接播種のための種子発芽率の向上など、試験研究が進みつつありますが、今後はそれ以外の課題の解決に向けて、さらに研究を進めたいと考えています。

伐出見積もりシステムの開発

林業経営・政策研究領域 林業システム研究室
主任研究員 鹿又 秀聡

1. はじめに

戦後植林された日本の人工林資源は保育から収穫の段階に入りつつあります。しかし、路網整備や施業集約化の遅れ、材価の低迷等により、搬出間伐への移行が進まない地域も多くあります。また、森林施業プランナーによる提案型集約化施業の取り組みが全国各地で行われていますが、これまで保育(切り捨て)間伐を中心に行ってきた地域では、搬出間伐の経験が少なく、森林所有者にとって魅力的な提案が十分に行えない例も多く見られます。そこで森林総合研究所では、森林組合等の素材生産事業体による搬出間伐を効率的に進めるためのツールとして「伐出見積もりシステム」を開発しました。伐出見積もりシステムを使うと、簡単なプロット調査と伐出方法の選択により、誰にでも容易に伐出の見積もりが行えます。

2. 伐出見積もりシステムの概要

同システムは、汎用性や計算結果の再利用の容易さを考え Microsoft Excel のマクロを使用して開発しています。あらかじめすべての現場に共通である「木材市況」、「事業体諸経費」の入力を行い、現場毎に「プロット調査」結果と、選んだ「伐出システム」の入力を行えば、自動的に「見積もり表(間伐・皆伐)」、「成長予測」、「生産性・コスト分析」、「径・長別丸太材積」等の計算結果が出力されます(図)。生産性・コスト推定のために岡(鹿大)らと、成長予測・収入推定は中島(東大院)らと共同でモデルを構築しました。間伐面積、伐採木の径級、集材・搬出距離、使用する林業機械等によりコストが変動することを念頭に置いてモデルを作成しています。成長予測には既に多くの現場で使用されているシステム収穫表 LYCS を採用しました。収入予測については、市況に応じて最適採材するアルゴリズムを取り入れ、直材率に応じて収入が変動するモデルを採用しています。今後は、FORCAS(林業経営収支予測システム)や GIS(地理情報システム)と組み合わせた、効率的で分かりやすい伐採計画の立案手法の開発にも取り組んでいきたいと考えています。

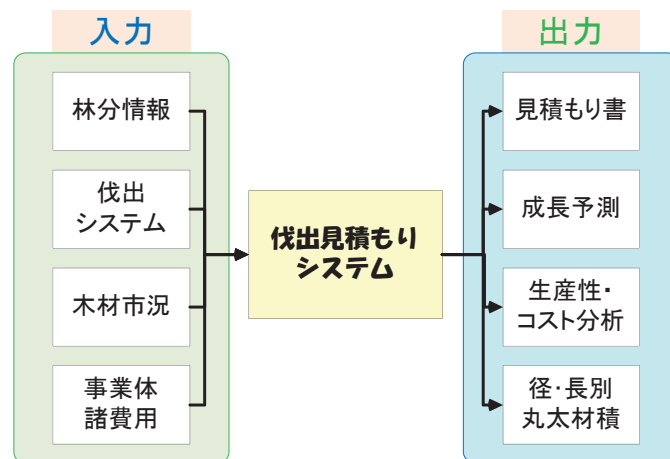


図 伐出見積もりシステムの構造

遺伝子組換えによる無花粉スギの作出

森林バイオ研究センター 森林バイオ研究室
室長 谷口 亨

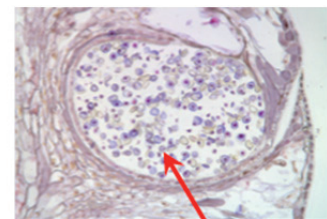
1. はじめに

スギ花粉症はわが国の深刻なアレルギー疾患となっており、林業分野におけるスギ花粉症対策としては、花粉発生源を減少させることが重要です。現在、無花粉スギ等の花粉症対策品種が開発されていますが、これらは地域的に偏りがあります。また、これまで森林所有者等に受け入れられてきた地域になじんだ品種を無花粉化していくためには、交雑育種による膨大な時間を必要とする問題があります。このため、新たな手法として、遺伝子組換えにより花粉発生を抑制する技術の開発を進めました。

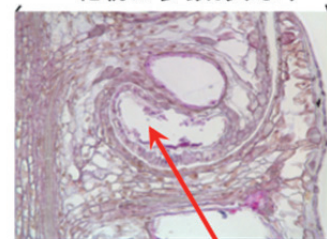
2. 遺伝子組換えによるスギの花粉形成抑制技術の開発

花粉は、雄花のタペート層と呼ばれる花粉を取り囲む細胞層から養分や物質を受け、発達します。タペート層が破壊されると、花粉が発達できなくなります。農作物の研究分野では、バルナーゼと呼ばれるバチルス菌の一種が生産する RNA 分解酵素の遺伝子を導入し、タペート層で働かせることで無花粉化に成功した研究例があります。この結果は、バルナーゼの働きにより、細胞の活動に必要なタンパク質が合成されず、タペート層が破壊されたためと考えられます。

バルナーゼ遺伝子をスギのタペート層で働かせるためには、遺伝子がいつどこで働くかを制御しているプロモーターと呼ばれるスイッチを利用します。我々は、スギの雄花だけで働いている *CjMALE1* 遺伝子を単離しました。*CjMALE1* 遺伝子のプロモーターは、雄花のうちのタペート層や将来花粉となる減数分裂細胞で働きます。そこで、このプロモーターにバルナーゼ遺伝子を連結したベクターを構築し、スギに遺伝子導入しました。20cm 程度に成長した苗木に、着花を促進する植物ホルモンであるジベレリンを噴霧したところ、遺伝子組換えスギは花粉を全く作らないことを確認することができました (図)。



花粉が多数あります



花粉はありません

3. 今後の展望

本研究では、遺伝子組換えにより無花粉スギを作出しました。スギに意図した形質を期待通りに付与できたことは、花粉症対策だけでなく、新たなスギの品種開発の可能性を示しています。しかし、スギの遺伝子組換え技術はまだ実験段階であり、今後十分な時間をかけてその効果と安全性の検証を行う必要があります。

図. 野生型スギ(上)と遺伝子組換えスギ(下)の雄花の花粉嚢の断面

国産材を用いた CLT 開発の現状と今後

複合材料研究領域 積層接着研究室
室長 平松 靖

1. Cross Laminated Timber (CLT) とは

クロス・ラミネイティド・ティンバー (Cross Laminated Timber、CLT) は、ひき板をその繊維方向をそろえてならべたものを一つの層とし、それらの層を直交させて積層接着した材料で(図)、1990 年代にドイツとオーストリアで開発されました。長大で厚く、柱、はり、壁、床、屋根といった役割をこの CLT ひとつで担えることが大きな特徴です。欧州や北米では建物の壁・床・屋根を CLT で構成することにより従来の木造建築では実現が難しい中層集合住宅が建設された例もあります。その背景には、欧州では製造者が個別に申請できる材料認証制度があること、北米では CLT の材料規格が制定されていること、CLT の材料特性から仕様までを解説した CLT Handbook が刊行される等、その普及に向けた環境整備が進んでいることがあります。

2. 日本国内での現状

CLT は日本国内ではまだ製品化されていませんが、10 数年前からスギ、カラマツ等の薄板(厚さ 12mm 程度)を直交させて積層接着した3層パネル(幅 910×長さ 1,820×厚さ 36mm 程度)が実用化され、造作材をはじめ、合板等と同様に木造住宅の耐力壁や床下地に使用されています。木材の意匠性を活かし、現しで使われることも多いことが特徴です。欧州や北米に見られる長大で厚い CLT の製造、利用への取組みもここ数年活発になっています。平成 24 年には国内メーカー3 社によって日本 CLT 協会が設立され、6.0m×2.7m の CLT が製造可能なラインが完成しました。また、平成 25 年 9 月には「直交集成板の日本農林規格(JAS 規格)」が日本農林物資規格調査会で承認されました。

3. 今後の動向

JAS 規格の制定により、木造住宅の耐力壁や床下地としての利用が加速されると思われますが、構造材すべてを CLT で構成した建物を建築するためには、材料強度、接着性能、耐久性、接合部の性能、構造方法等を明らかにする必要があり、現在、森林総合研究所の研究プロジェクトや各省庁の補助事業等により、これらの技術的知見を得るために、研究開発が精力的に行われています。CLT には国産材を用いた中層木造建築の実現が期待されていますが、まずは小規模なものからでも使用実績を増やし、構造性能や耐久性等について地道な検証を重ねていくことが、今後の CLT の利用、普及のために重要と考えています。

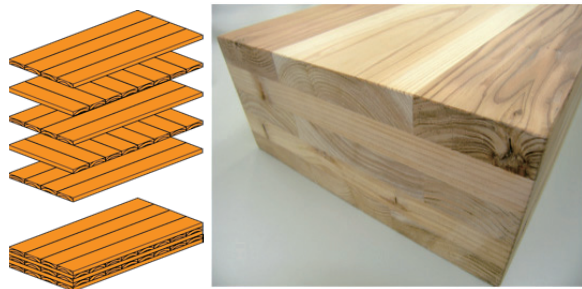


図 CLT の模式図(左)とスギ CLT(右)

中層木造建築物のための耐火集成材の開発

木材改質研究領域 木材保存研究室
主任研究員 上川 大輔

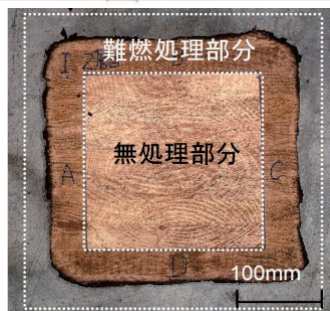
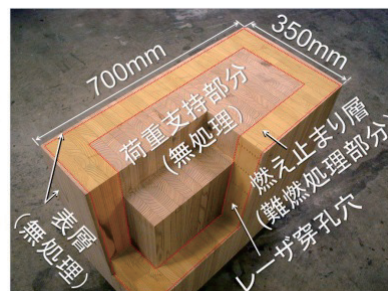
1. はじめに

建築物を建てる場合、建築基準法により場所、規模、用途などに応じて防火上の制限がかかり、例えば防火地域では階数 3 以上または延面積 100m²を超える建物は耐火建築物とする必要があります。2000 年の建築基準法の改正までは木材現しで一般的な耐火建築物をつくるのは不可能でしたが、基準法改正により耐火建築物等の満たすべき性能やそれを評価する評価手法が示され、木質材料であっても耐火建築物とする道が開かれました。

例えば耐火構造の部材を開発しようとなると、性能評価機関において実大耐火試験を行い、火災時に「崩壊しない」、「裏面温度が一定以下」、「裏面側に火炎が侵入しない」という性能があるか確認します。準耐火建築物は規定された時間だけこれらを満たせばよいのですが、耐火建築物は火災終了後に消防活動無しでも崩壊せずに自立していることを求められます。そのため耐火建築物では自然に火気がなくなる(＝燃え止まる)ことが求められます。

2. 森林総研の取り組み

そこで我々の研究グループ(森林総研、鹿島建設、東京農工大、ティーイーコンサルティング)では難燃薬剤処理した木材を外周部に配置する方法に着目し、石膏ボードなどを用いない方法を開発しました。この方法では、断面全てがスギで構成され木現わし(表面から木材が見える方法)で使うことが出来ます。数々の実験の結果、薬剤注入前に予め穿孔をすることで安定した性能が得られることや、効果的な薬剤の種類・必要量・断面構成などを明らかにし、1 時間の耐火性能を有する部材として国交省大臣の認定を取得しました。この成果を利用した最初の耐火建築物、「野菜倶楽部 oto no ha Café」が本年 5 月末に東京都文京区に完成しました。また、実験にて同じコンセプトで 2 時間の耐火性能を確保できることを確認しており、認定を取得すれば 14 階建ての木造耐火建築物をこの耐火集成材で建てるのが可能となります。



耐火集成材断面図と試験後の様子



野菜倶楽部 oto no ha Café(文京区)

トレファクション(半炭化)による木質燃料のアップグレード

加工技術研究領域 木材乾燥研究室
主任研究員 吉田 貴紘

1. 木を「ほうじて」優れた燃料にする

木質ペレット燃料は薪やチップに比べて取り扱いやすく、単位当たりのエネルギー（発熱量）が大きい特徴があります。しかしそれでも発熱量は石油の半分以上と低い上に、水に含ませるとペレットがたちまち膨れて使えなくなる欠点があります。そこでトレファクション(半炭化)と呼ばれる処理で木質ペレットを高性能化する研究に取り組んでいます。トレファクションとは元々はコーヒー豆などの「焙煎」を意味しますが、本研究では従来の炭化温度（800～1000℃）よりも低い温度領域（250～300℃）での熱処理を指します。このように木を「ほうじて」得られる優れた木質ペレットを「ハイパー木質ペレット」と名付け、実用化へ向けて研究を重ねています。

2. ハイパー木質ペレットは高カロリーで水に強い

図1に従来ペレットとハイパー木質ペレットを示します。ハイパー木質ペレットが炭に近い黒色であるのが分かります。ハイパー木質ペレットは、発熱量が従来のペレットの1.2～1.3倍程度になる（図2）だけでなく、木炭に比べて熱分解して失われる成分が少ないため、木材の本来持つエネルギーの9割を利用できます。また製造条件にもよりますが、水に浸しても形がほとんど崩れない（図3）ほか、粉碎時の動力を大幅に低減できるなどの特徴があります。このようにハイパー木質ペレットは従来の木質ペレットの欠点克服が可能であり、既存のストーブやボイラーにおける暖房、給湯用途での高効率な利用、石炭混焼発電における木質系燃料の混合率の向上などが期待されます。現在、民間企業と共同で実証機の開発と利用実証試験を進めています。



図1 従来ペレット(上)と
ハイパー木質ペレット(下)

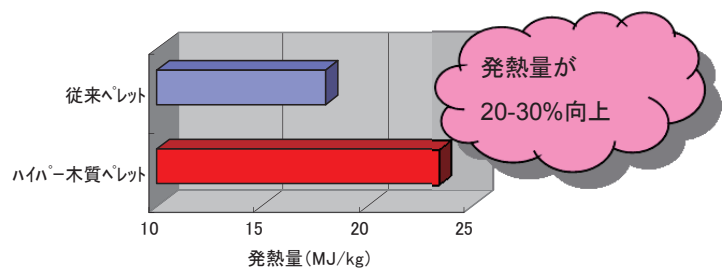


図2 発熱量の比較

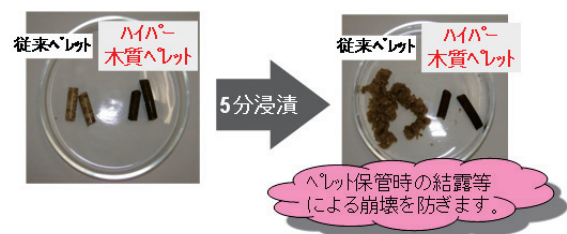


図3 水浸漬試験

林地残材「枝葉」を利用した生理活性資材の開発

バイオマス化学研究領域 樹木抽出成分研究室
室長 大平 辰朗

1. はじめに

枝葉などの林地残材は現在ほとんど利用されておらず、それらの有効な利用法の開発は重要な課題です。樹木の枝葉には、リラックス作用のほか、有害物質除去作用、抗ウイルス作用等がある”香り物質(精油、抽出水)”が含まれており、高い利用価値があります。その実用化のために開発した減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法を用いると、香り物質の他、高い消臭活性等のある”乾燥した抽出残渣”が同時に得られ、未利用の枝葉を生活環境の改善に役立つ生理活性資材へと高効率で変換可能です。

2. 生理活性資材へと変換する技術 -減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法-

樹木の枝葉には前述のように多種類の物質が含まれていますが、これまでの一般的な抽出技術である水蒸気蒸留法では、香り成分の熱変質、廃液や抽出残渣処理の問題がありました。このため減圧下にてマイクロ波により植物体に含まれる水分を均一かつ効率的に加熱・蒸留することを可能とする「減圧式マイクロ波水蒸気蒸留法」¹⁾を開発しました。この方法では、水蒸気蒸留法に比べて蒸留時間を大幅に短縮すること(省エネ型)ができるだけでなく、目的とする精油成分の変質を抑えることができ、かつ減圧条件の調節により精油成分の組成を目的に応じて変化させること(選択的抽出)ができます。さらに蒸留に植物体の水分を利用するため、廃液が大幅に少なくなり、また廃液自体の熱変質が少ないため付加価値の高い抽出水として廃液そのものの利用が可能です。得られる抽出残渣は抽出前よりも乾燥した状態になっており、乾燥処理なしで悪臭・環境汚染物質の消臭素材や燃焼素材等としても利用ができます(図)。

以上のように、本法を用いることにより、そのほとんどが廃棄されている枝葉を付加価値の高い素材として活用することが可能になります。

1)大平辰朗他:AROMA RESEARCH,11(2),48-55(2010)

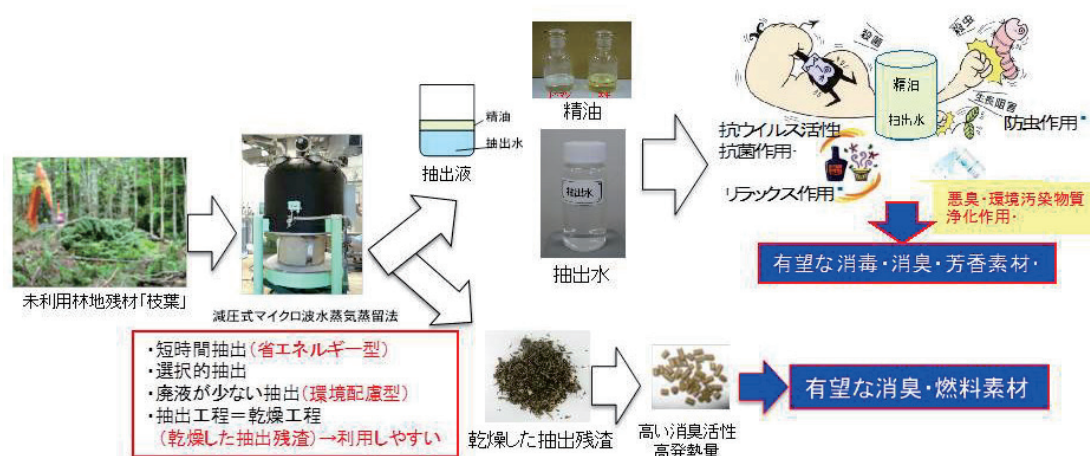


図 林地残材「枝葉」を生理活性資材へと変換

シカの行動を制御して効率よく捕獲する

関西支所 生物多様性研究グループ
主任研究員 八代田 千鶴

1. はじめに

近年、全国的にシカの個体数が増加しており、農作物被害だけでなく苗木の食害といった林業被害も各地で報告されています。このような被害を防止するために、シカの嫌う匂いや味を含んだ忌避剤の散布やシカが入れないような柵の設置などの対策が実施されてきました。しかし、これらの方法は大きなコストがかかるため、どこにでも対応できるわけではありません。また、林業では生産現場とシカの生息地が重なっているため、被害の軽減には捕獲による個体数削減が有効と考えられますが、これまで捕獲を担ってきた狩猟者の数は減少する一方です。このため、新たな捕獲技術の開発と管理体制の構築が求められています。ここでは、シカ対策の一環として開発した新しい捕獲技術について紹介します。

2. シカの行動を制御する

新しい捕獲技術は、一時的に設置した給餌場にシカを誘引して捕獲します。この方法では、シカを自発的に給餌場へ引き寄せる誘引技術が重要になります(写真)。そこで、同じ場所に同じ人が同じ時間に少量の餌を置く作業を一定期間繰り返し、条件付けによる学習効果を利用したシカの行動制御を試みました。その結果、給餌直後にシカの出没を誘導することができました(図)。このように行動を制御して給餌場に誘引したシカを銃器により確実に狙撃する方法を開発し、少人数で効率よく捕獲することが可能になりました。



写真. 条件付けによる給餌場へのシカの誘引

給餌から 26 分後に野生のシカが自発的に出沒

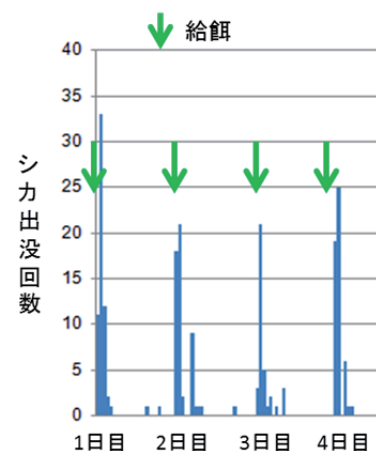


図. 給餌時間とシカの出沒状況

3. 被害を軽減するために

学習による行動制御に加えシカの社会構造を考慮して捕獲除去する方法(誘引狙撃法)は、特定の範囲内での繰り返し捕獲が可能になることから、地域的な個体数管理に適しています。森林内に設定した約 1km² の試験区で、この方法による繰り返し捕獲を実施したところ、捕獲前と比べて、個体数は 56%に、苗木の被害は 65%に減少しました。この新しい捕獲技術は、このように特定の地域内でシカによる被害を軽減しながら森林管理を進める上で、有効な方法と考えています。

きのこ栽培技術の高度化

きのこ・微生物研究領域
領域長 根田 仁

1. はじめに

平成 23 年の日本のきのこ生産は 472 千トン、2245 億円で、林業産出額の約半分を占めています。健康食品として消費者に親しまれているきのこですが、生産現場ではコスト削減と品質向上が求められており、それらの技術開発が必要とされています。また、放射性セシウムにより一部地域のシイタケ原木が汚染されたことから、子実体への放射能の移行を低減させる技術を早急に開発することが求められています。さらに、日本の代表的食用きのこであるマツタケなど高級きのこの栽培化も期待されています。森林総合研究所では、これらの課題の解決に取り組んでいますので、これまでの成果をご紹介します。

2. LED 照明を利用したきのこ栽培技術

きのこの形質や生産性の向上と省エネルギー化を図る目的で、きのこ栽培に最適な LED 装置とその照射方法を開発しました。最初に、きのこにも光を感じる「目」となるタンパク質があること、光照射による着色は「メラニン」に由来することを明らかにしました。そして、シイタケ、エノキタケ及びマイタケでは、青色 LED 照射により収量増加や市場価値の高い品質のきのこを栽培できました。また、LED はシイタケ菌床栽培の培養期間の短縮にも効果がありました。

3. 栽培きのこへの放射性セシウム移行低減技術

安全なきのこ生産のため、シイタケなどのきのこ栽培で放射性セシウムの移行を低減させる技術を開発しました。シイタケ原木栽培では、50 Bq/kg 以下の原木を使うと、発生するきのこは食品の基準値(100Bq/kg)以下になることを明らかにしました。また、セシウムを分子中に吸着する性質を持つプルシアンブルーを菌床に添加することにより、ヒラタケ、シイタケ、マイタケなどの放射性セシウム濃度は検出限界以下になりました。このプルシアンブルーの液にシイタケ原木を浸けることにより、放射性セシウム濃度を半減させることができました。

4. マツタケ栽培技術の新しい試み

マツタケは針葉樹のマツ類と共生し、生きている根から栄養分を吸収していますが、同様なものはそれに代わる条件を作り出すことができず、栽培研究が足踏み状態となっていました。ところが、組織培養で作った苗を用いることにより、熱帯産の広葉樹セドロ(センダン科)とも共生することが判明し、セドロも旺盛な成長を示しました。この結果、マツ類以外の樹種による栽培の可能性が開けました。

オープンラボ ポスター 一覧

重点課題 A

A-1 再造林の低コスト化をいかに進めるか

研究担当者: 重永 英年(九州支所)

コスト削減のさまざまなポイントを紹介します

キーワード: スギ再造林、一貫作業システム、コンテナ苗、下刈り回数削減、シカ被害軽減

A-2 林床の落葉&下草チェックで、表土流出を予防する

研究担当者: 三浦 寛(立地環境研究領域)

世界に発信！日本の土壌浸食調査法

キーワード: 低コスト、モニタリング、持続可能な森林経営、林床被覆率

A-3 低コスト造林につなげるコンテナ苗の育成

研究担当者: 落合 幸仁(林業工学研究領域)

コンテナ苗は優れています！植え付けコストを削減、活着率が向上

キーワード: コンテナ苗、一貫作業システム、低コスト造林

A-4 航空機レーザースキャナーで森を計る

研究担当者: 小谷 英司(東北支所)

現地で野外調査よりも空から計ろう

キーワード: 低密度航空機レーザースキャナー、林分材積、平均樹高

重点課題 B

B-1 ソフトウェアが支援する路線計画ー森林作業道支援ソフト SR+の開発ー

研究担当者: 鈴木 秀典(林業工学研究領域)

対話型ソフトウェアで路線計画が簡単に！

キーワード: 土工量、縦・横断面図、数値地図、GIS、GPS

B-2 先進タワーヤーダを用いた間伐作業システムの開発

研究担当者: 中澤 昌彦(林業工学研究領域)

欧州の先進タワーヤーダはわが国の急峻で複雑な地形条件にも適合できる

キーワード: 先進林業機械、タワーヤーダ、中間サポート、高生産性、作業システム

B-3 チェーンソー用防護服で労働災害を減らそう！

研究担当者: 鹿島 潤(林業工学研究領域)

防護服の活用で林業労働災害が1割減少 防護服は1日100円の災害防止保険

キーワード: チェーンソー、切創災害、人材保護、事業の安定

B-4 林内走行機械の活用による安全で効率的な木材生産

研究担当者: 倉本 恵生(北海道支所)

車両系機械による安全かつ効率的な木材生産、低コスト・低インパクトな作業方法をさぐる！

キーワード: 車両系林業機械、作業幅、走行回数、立木損傷

B-5 成長産業としての林業・林産業－日本と中部ヨーロッパとの比較－

研究担当者:堀 靖人(林業経営・政策研究領域)

日本林業再生のカギを見つけます

キーワード:木材利用拡大、山村振興、中部ヨーロッパの経験、循環型社会

B-6 間伐の施業提案をサポートします！

研究担当者:鹿又 秀聡(林業経営・政策研究領域)

搬出間伐を効率よく進めるためのツールを作りました

キーワード:搬出間伐、提案型集約化施業、伐出見積もり

重点課題 C

C-1 木材中の放射性セシウムの分布調査

研究担当者:高野 勉(木材特性研究領域)

木材中の放射性セシウム濃度の実態を把握

キーワード:樹皮、辺材、心材、ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ

C-2 スギ造林大径木の効率的な製材システムの開発

研究担当者:伊神 裕司(加工技術研究領域)

大きく育ったスギを活かす！大径木の製材

キーワード:スギ造林大径木、大断面製材品、心去り平角、大規模木造建築物

C-3 安全・安心な住宅用木材の生産・利用技術の確立とマニュアルの作成

研究担当者:小林 功(加工技術研究領域)

内部割れのない乾燥材生産を目指して！

キーワード:乾燥、強度、心持ち材、内部割れ、高温セット法

C-4 オフィスビルにも使える、大空間を実現するための木造壁・床の開発

研究担当者:杉本 健一(構造利用研究領域)

オフィスビルにも使える木造壁・床

キーワード:中・大規模木造、高強度、高剛性、大スパン

C-5 フロンティア環境(地中や海洋環境)における木材の活用技術の開発

研究担当者:桃原 郁夫(木材改質研究領域)

木材の地中利用・海洋利用の可能性を拓く！

キーワード:地中利用、海洋利用、木杭、液状化対策、耐海虫性

C-6 合板の土木利用

研究担当者:渋谷 龍也(複合材料研究領域)

震災復興に国産材利用－国産材合板によるコンクリート型枠・敷板の開発－

キーワード:国産材合板、復興資材、土木・建築工事

C-7 スギ CLT の開発と強度性能評価

研究担当者:平松 靖(複合材料研究領域)

スギ CLT の強度性能を実験的に解明

キーワード:国産材、直交集成板、日本農林規格、中層木造建築

C-8 異樹種・異種材料複合集成材について

研究担当者:宮武 敦(複合材料研究領域)

これは構造用集成材ですか？

キーワード:地域材の有効利用、高信頼性、集成材

C-9 耐火集成材の開発

研究担当者:上川 大輔(木材改質研究領域)

オールスギ断面の耐火構造部材を実用化！

キーワード:耐火構造、スギ、燃え止まり、難燃薬剤処理

C-10 屋外で木材の美しさを長持ちさせる塗装法

研究担当者:片岡 厚(木材改質研究領域)

塗り替え前の簡単な処理が塗装を長持ちさせます！エクステリア空間にも木材の美しさを！

キーワード:エクステリア、木材、塗装、塗り替え、美観

重点課題 D

D-1 木質バイオマスエネルギー事業の経済性について

研究担当者:久保山 裕史(林業経営・政策研究領域)

熱利用を主とした木質バイオマスエネルギー利用の経済性は高いことが明らかに！

キーワード:木質バイオマス、エネルギー利用、経済性評価、熱供給、発電

D-2 木質バイオマス資源としてのヤナギの超短伐期施業技術の開発

研究担当者:宇都木 玄(植物生態研究領域)

樹木を利用したバイオマスエネルギーの新たな展開！資源作物としてのヤナギの利用

キーワード:ヤナギ、樹木、冷温帯、バイオマスエネルギー、敷料、長短伐期施業

D-3 用材と林地残材の両方に対応した収集・運搬用林業機械の開発

研究担当者:吉田 智佳史(林業工学研究領域)

バイオマス対応林業機械を開発！かさ張る枝葉も収穫可能に

キーワード:フォワーダ、プロセッサ、圧縮、破碎、林地残材

D-4 バイオマスを破碎する一機械の大きさやメッシュサイズで違う破碎の能率一

研究担当者:佐々木 達也(林業工学研究領域)

チップの大きさによる生産性を明らかにし、使用目的による生産性とコスト計算を可能に

キーワード:破碎機、ピンチップ、生産性、メッシュサイズ

D-5 林地残材もこつこつ集めれば立派な副収入に

研究担当者:北原 文章(四国支所)

残材を集めてお小遣い稼ぎ(時給 1000 円程度)

キーワード:林地残材、自伐林家、収集運搬、副業

D-6 実用化に一步近づいたスギからのバイオエタノール製造技術

研究担当者:真柄 謙吾(バイオマス化学研究領域)

木質バイオエタノールの製造ランニングコスト 98 円を達成！実用化まであと一歩

キーワード:バイオエタノール、スギ、酵素、オンサイト培養

D-7 トレファクション(半炭化)による木質燃料のアップグレーディング

研究担当者: 吉田 貴紘(加工技術研究領域)

木を「ほうじて」優れた燃料にする、ハイパー木質ペレットは高カロリーで水に強い

キーワード: 低温焙煎、ハイパー木質ペレット、発熱量 1.3 倍、石炭混焼発電利用

D-8 林地残材を原料とした木製単層トレイの量産化に成功

研究担当者: 高野 勉(木材特性研究領域)

木製トレイの量産化(5000 枚/日)に成功! 環境負荷の低い木製トレイ

キーワード: カーボンニュートラル、熱圧成型、単板(1~2mm の薄い板)、自動化ライン

D-9 プラスチックや熱帯産木材の代替を目指した木材・プラスチック複合材の開発

研究担当者: 小林 正彦(木材改質研究領域)

木材・プラスチック複合材の高機能化・高性能化ー屋外利用で 10 年以上の耐久性を持つ材料ー

キーワード: 木材・プラスチック複合材、エクステリア材料、石油由来プラスチック代替材料

D-10 林地残材「枝葉」を利用した生理活性資材の開発

研究担当者: 大平 辰朗(バイオマス化学研究領域)

森林の香りで空気をかえる! 一度で二度おいしい抽出技術!

キーワード: 林地残材、香り、空気質改善、抽出残渣、減圧式マイクロ波水蒸気蒸留

D-11 リグニンの機能化で森林バイオマスの価値を向上

研究担当者: 山田 竜彦(バイオマス化学研究領域)

リグニンからコンクリート混和剤の製造に成功、リグニンから活性炭素繊維の製造に成功

キーワード: リグニン、混和剤、炭素繊維、新産業創出、機能材料

D-12 セルロースからの機能性材料ーセルロース、ほぐして使う? 溶かして使う?ー

研究担当者: 林 徳子(きのこ・微生物研究領域)

セルロース、ほぐして使う? 溶かして使う?

キーワード: ナノファイバ、酵素、溶液、ジェル、伸ばす

重点課題 G

G-1 シカのたくさんいる場所で捕獲する

研究担当者: 近藤 洋史(九州支所)

シカとの情報戦を制する

キーワード: ニホンジカ、生息密度、捕獲、空間分布、動態

G-2 森林型ドロップネットでシカを捕獲する

研究担当者: 高橋 裕史(関西支所)

小型・計量、設置の容易なシカ捕獲装置を開発

キーワード: シカ、落下式あみワナ、個体群管理

G-3 シカを「誘引」して捕獲する

研究担当者: 八代田 千鶴(関西支所)

条件付けでシカの行動を制御する新しい捕獲方法

キーワード: シカ、条件付け、誘引、集中捕獲

G-4 捕獲したシカ肉を美味しく食べる

研究担当者: 松浦 友紀子(北海道支所)

衛生的なシカ肉は美味しい資源

キーワード: シカ、個体群管理、資源利用、衛生管理

重点課題 H

H-1 森林吸収源対策に向けたエリートツリーの今後の活用

研究担当者: 高橋 誠(林木育種センター育種部)

成長等が改良された次世代精英樹を開発、施業の省力化に期待

キーワード: 第2世代精英樹、成長、省力化、下刈りコスト

H-2 世界とつながる林木育種

研究担当者: 清水 俊二(林木育種センター海外協力部)

海外における林木育種に関する技術協力・共同研究を推進中

キーワード: 地球温暖化、国際共同研究、開発途上国支援、品種開発

重点課題 I

I-1 ゲノム情報を使って花粉のない成長のよいスギを作る

研究担当者: 津村 義彦(森林遺伝研究領域)

無花粉スギの遺伝子を特定！遺伝子情報から優れたスギ苗を作る！

キーワード: スギ、ゲノム、遺伝子、無花粉スギ

I-2 DNA から見える日本のサクラの歴史と未来

研究担当者: 松本 麻子(森林遺伝研究領域)

サクラ 690 系統の DNA を解析！品種の親種推定から新品種育成まで広がる可能性

キーワード: 品種識別、野生種、サクラコレクション、系統推定

I-3 酸性土壌の緑化に向けてユーカリのアルミニウム無毒化物質の発見

研究担当者: 田原 恒(生物工学研究領域)

ユーカリからアルミニウムを無毒化する新しい物質を発見！酸性土壌の緑化につながる発見

キーワード: 荒廃地、緑化、ポリフェノール、加水分解性タンニン

I-4 遺伝子組換えによるバイオマス高生産性樹木の開発

研究担当者: 伊ヶ崎 知弘(生物工学研究領域)

樹木の成長促進に成功！バイオマス生産量も増加！

キーワード: 遺伝子組換え、ジベレリン合成酵素遺伝子、バイオマス生産

I-5 広葉樹(セドロ)をマツタケの宿主にすることに成功

研究担当者: 村田 仁(きのこ・微生物研究領域)

マツ類以外の樹木をマツタケの宿主に、マツタケ栽培化に向けた技術開発

キーワード: 菌根、サクラ、シロ、セドロ、マツタケ感染苗

I-6 プルシアンブルーを用いた栽培きのこへの放射性セシウム移行低減技術

研究担当者:根田 仁(きのこ・微生物研究領域)

セシウムを吸着するプルシアンブルーを添加してキノコの放射性セシウム濃度を検出限界以下に

キーワード:プルシアンブルー、シイタケ、ヒラタケ、マイタケ、菌床添加

I-7 LED 照明を利用したきのこ栽培技術

研究担当者:宮崎 安将(きのこ・微生物研究領域)

青色 LED 照射によりシイタケ、エノキタケ、マイタケの収量が増加

キーワード:青色 LED 照射、シイタケ、エノキタケ、マイタケ、収量増加、培養期間短縮

I-8 林木遺伝資源の保存の取り組み

研究担当者:生方 正俊(林木育種センター遺伝資源部)

有用・多様・貴重な遺伝資源を後世へ！国有林と連携した小笠原諸島の希少樹種の保存

キーワード:ジーンバンク事業、生物多様性、希少樹種、小笠原諸島

I-9 遺伝子組換えによる無花粉スギの作出

研究担当者:小長谷 賢一(森林バイオ研究センター)

日本で初めて遺伝子組換えによるスギの無花粉化に成功

キーワード:スギ、花粉、遺伝子組換え、パルナーゼ

森林農地整備センター

1 水源林造成事業における地域と連携した森林整備

研究担当者:伊藤 直(森林農地整備センター森林業務部)

地域と連携した森林整備を全国で実施！

キーワード:地域連携、民民・民国連携、路網整備、間伐材搬出

2 これからの作業道づくりー丈夫で簡易な作業道づくりの実践ー

研究担当者:山崎 一(森林農地整備センター森林業務部)

丈夫で簡易な作業道づくりを学べる DVD を制作！

キーワード:路網整備、丸太組工法、技術普及用 DVD、指導教材

産学官連携推進室

1 産学官連携推進の取り組み

研究担当者:企画部産学官連携推進調整監産学官連携推進室

森の恵みを暮らしに役立てる取り組み

キーワード:共同研究、受託研究、産学官連携プラットフォーム

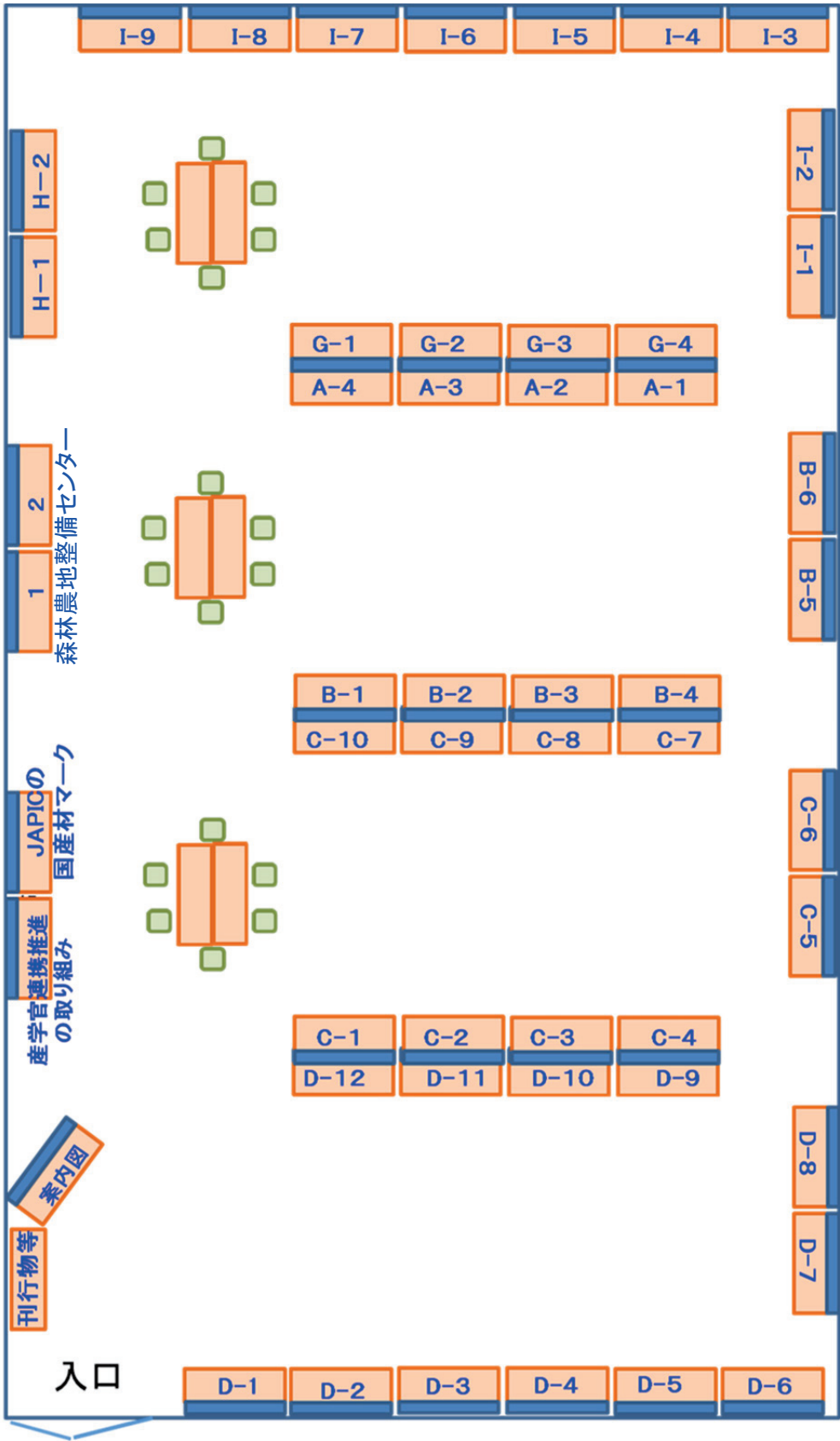
2 国産材マーク

研究担当者:日本プロジェクト産業協議会(JAPIC)

国産材を使って日本の森を元気に！

キーワード:国産材、需要拡大、木材自給率

オープンラボ会場の配置図



平成 25 年度
独立行政法人 森林総合研究所
公開講演会＋オープンラボ 要旨集

平成 25 年 10 月 発行

編集・発行
独立行政法人 森林総合研究所
企画部 研究情報科 広報係
〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1 番地
Tel 029-829-8134 Fax 029-873-0844
E-mail : kouho@ffpri.affrc.go.jp
URL : <http://www.ffpri.affrc.go.jp/>

