

公立林業試験研究機関
研究成果選集

No.13
(平成 27 年度)

2016.3

国立研究開発法人 森林総合研究所 編集・発行

はじめに

公立林業試験研究機関の皆様には、森林・林業・木材産業分野の試験研究及び技術開発、林木育種事業の推進につきまして、ご理解ご協力をいただき、心より御礼申し上げます。

さて、我が国の森林が資源として本格的に利用可能となる中で、豊富な森林資源を循環利用し、林業の成長産業化を実現することが急務となっています。「日本再興戦略（改訂 2015）」や「農林水産業・地域の活力創造プラン」においても、新たな木材需要を創出するとともに国産材の安定的・効率的な供給体制を構築することなどが示されています。

山村地域で、木材の伐採・搬出、製材・加工等の面で雇用の方が再生・創出できれば、地方創生にも大きく貢献できるものとなります。このため林業成長産業化の実現に向け、需要面の対策と供給面の対策を、的確に推進していくことが必要です。

これらの対策を進めるためには、

- ① 森林施業の省力化など林業の低コスト化
- ② 森林植生に深刻な影響を与えているシカ被害
- ③ 大径化する人工林資源及び広葉樹資源の有効活用
- ④ 木質材料のマテリアル利用
- ⑤ 成長にすぐれた種苗の育種、早生樹の導入
- ⑥ 地球温暖化による森林・林業への影響

等の課題に適切に対応していくことが必要であり、関係機関がこれまで以上に連携協力しながら、課題解決に向けた効果的な研究・開発を推進していくことが重要となっています。林野庁としても都道府県等の試験研究機関の皆様とより一層連携を密にしながら、長期的展望に立って研究・技術開発を進めていきたいと考えております。

「林業研究・技術開発推進ブロック会議」参加機関の研究成果を取りまとめた本成果選集は、多くの森林・林業・木材産業の関係者にとって業務を進める上で大いに参考になるものと確信しております。引き続き、研究者各位のご努力により国民の期待する多くの研究成果が得られますことを心から期待しております。

最後に、本成果選集の発行に当たり、原稿を作成して頂いた公立林業試験研究機関の皆様並びに編集にご尽力を頂きました国立研究開発法人森林総合研究所の皆様にはこの場をお借りして感謝申し上げます。

平成 28 年 3 月

林野庁 研究指導課長

宮澤 俊輔

目 次



1	北海道における人工林資源の供給可能量の推計 (北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場)	1
2	北海道産桜における芳香成分等の新たな利用方法の開発 (北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場 緑化樹センター)	3
3	新たな乾燥技術「コアドライ®」の開発と普及 (北海道立総合研究機構 林産試験場)	5
4	青森県内で採取されたナラタケ類の放射性物質濃度について (地方独立行政法人青森県産業技術センター林業研究所)	7
5	カラマツ下刈り回数の削減技術の開発 (岩手県林業技術センター)	9
6	里山広葉樹林の管理技術に関する研究 (宮城県林業技術総合センター)	11
7	県産スギ構造用材の天然乾燥スケジュールの開発 (山形県森林研究研修センター)	13
8	自然環境を利用したホンシメジの覆土発生技術 (福島県林業研究センター)	15
9	ヘッド固定式ロングリーチグラブの作業効率の検証 (茨城県林業技術センター)	17
10	放射性セシウム濃度で汚染された環境が原木シイタケ栽培に与える影響 (栃木県林業センター)	19
11	群馬県産横架材スパン表の作成と普及 (群馬県林業試験場)	21
12	秋期のケヤキ高齢木のクローン増殖と形質の比較 (埼玉県寄居林業事務所)	23
13	少花粉ヒノキ品種の種子生産方法の検討 (千葉県農林総合研究センター)	25
14	先進工具の活用による架線集材作業の効率化 (東京都農林総合研究センター)	27
15	シカ生息地における人工林間伐後の広葉樹稚樹の更新 (神奈川県自然環境保全センター)	29
16	新潟県産スギ材を用いた木質パネルの性能 (新潟県森林研究所)	31
17	フランキア菌を活用したハンノキ属緑化木の短期育苗法 (富山県農林水産総合技術センター森林研究所)	33
18	ニホンジカの森林生態系に及ぼす影響と適切な管理方法 (山梨県森林総合研究所)	35
19	小面積皆伐跡地の広葉樹伐根を利用したきのこ栽培 (長野県林業総合センター)	37
20	低コスト微量注入処理による枯損予防方法の開発 (長野県林業総合センター 山形県森林研究研修センター)	39
21	カラマツの耐久性経年変化の評価手法の開発 (長野県林業総合センター)	41
22	未利用資源の活用技術の開発 (岐阜県森林研究所)	43
23	ニホンジカ(メス・幼獣)誘引式首用くくりわなの開発 (静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター)	45
24	スギ大径材から採材した梁桁材の強度性能評価試験 (石川県農林総合研究センター林業試験場 石川ウッドセンター)	47

2 5	燃料用木材の乾燥技術の開発 (福井県総合グリーンセンター)	4 9
2 6	間伐促進のための収穫コスト予測システムの開発 (三重県林業研究所)	5 1
2 7	京都府在来品種を用いた無花粉スギの作出 (京都府農林水産技術センター・農林センター・森林技術センター)	5 3
2 8	糞塊除去法によるシカ生息密度分布と頭数推定 (（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所)	5 5
2 9	抵抗性アカマツ「播磨の緑」接ぎ木苗の活着率向上 (元兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター)	5 7
3 0	長期優良住宅に適した製材品の耐震床工法の開発 (奈良県森林技術センター)	5 9
3 1	ニホンジカの生態調査に基づいた効率的な捕獲 (和歌山県林業試験場・和歌山県果樹試験場)	6 1
3 2	紀州材太陽熱利用木材乾燥技術の開発 (和歌山県林業試験場)	6 3
3 3	荒廃した防災林の効率的な再生手法の開発 (島根県中山間地域研究センター)	6 5
3 4	スイングヤードを用いた伐倒同時集材方式の実証試験 (岡山県農林水産総合センター森林研究所)	6 7
3 5	ロングスパン LVL 複合 I 型梁材の長期変形量推定 (広島県立総合技術研究所林業技術センター)	6 9
3 6	スギ製材時の変形を抑制するための事前熱処理の効果 (徳島県立農林水産総合技術支援センター)	7 1
3 7	毛苗の移植をしない直播コンテナ苗生産技術の開発 (香川県森林センター)	7 3
3 8	ヒノキ CLT 強度データの収集 (愛媛県農林水産研究所林業研究センター)	7 5
3 9	多支間集材における主索張力と中間サポートにかかる力 (高知県立森林技術センター)	7 7
4 0	無殺菌の柿剪定枝を培地材料としたヒラタケ栽培 (福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター)	7 9
4 1	ヒノキ長伐期施業に対応した人工林管理指針に関する研究 (熊本県林業研究指導所)	8 1
4 2	クヌギ萌芽更新におけるシカ被害防除技術研究 (大分県農林水産研究指導センター)	8 3
4 3	原木シイタケ栽培における生産性の向上 (宮崎県林業技術センター)	8 5
4 4	スギ大径材利用に向けた取り組み (宮崎県木材利用技術センター)	8 7
4 5	高齢級人工林に対応した伐出収支試算ソフトの開発 (鹿児島県森林技術総合センター)	8 9
4 6	木質チップの簡易含水率管理技術の確立 (鹿児島県工業技術センター)	9 1

北海道における人工林資源の供給可能量の推計

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場 森林資源部 津田 高明 大野 泰之 八坂 通泰

研究の背景・ねらい

高度経済成長期に進められた拡大造林政策に伴い、北海道ではカラマツ、トドマツを中心とした約 150 万 ha の広大な人工林が造成されました。これらの人工林は植栽後 50 年前後を経過し、利用期に移行しつつあります。しかし、北海道の主要造林木であるカラマツ及びトドマツは、それぞれ 9 齢級、8 齢級に資源が集中し若齢林が少ない資源構成であり、伐採量によっては人工林資源量が将来的に減少するおそれがあります。また、高齢林の増加により生産される素材の大径化が進むと予測されることから、製材工場等の木材利用側にとっても素材径級の変化に留意する必要があると考えられます。

本研究では、平成 23 年度の資源量や成長量、伐採時期の現状などを基に人工林の資源予測システムを開発し、北海道のカラマツ、トドマツ人工林を対象とした長期的な資源動向と素材生産量を推計しました。

成 果

1 伐採可能量の推計

北海道では各地に人工林が造成されており、地位や伐採時期等に地域差が見られます。そこで、本研究では資源予測システムを地域別に構築し、年間伐採量をシナリオとして設定することで 50 年後の資源量を予測しました。その結果、カラマツでは北海道全域での年間伐採量が 210 万 m^3 までであれば 50 年後も森林蓄積を大きく減少することなく素材供給が可能であること（図 1）、北海道東部で伐採可能量が大きいこと（図 3）が予測されました。また、トドマツでは年間伐採量が 230 万 m^3 以下であれば森林蓄積を減少することなく素材供給が可能であること（図 2）、北海道東部～中央部で伐採可能量が大きいこと（図 4）が予測されました。

2 径級別・品質別素材生産量の推計

素材供給可能量の推移では、カラマツでは現在最も多く生産されている径級 20 ～ 28cm の一般材は今後も同程度の供給量が維持できること、径級 30cm 上の一般材は 30 年後までに主要な径級になるほど増加すると予測されました（図 5）。また、トドマツでは、径級 20 ～ 28cm の一般材が今後も多く生産されることが予測されました（図 6）。

成果の活用

森林資源予測システムに基づく予測結果の一部は、現在北海道庁のホームページより一般公開されているほか、パンフレットにより林業関係者等へ情報発信が行われており、各地域の林業関係者、林産関係者が伐採量等を設定する際の目安として役立てられています。また、北海道が発表した「100 年先を見据えた森林づくりに関する施策・計画」の作成等にも利用されており、森林資源を持続的に享受できる仕組み作りに活かされています。

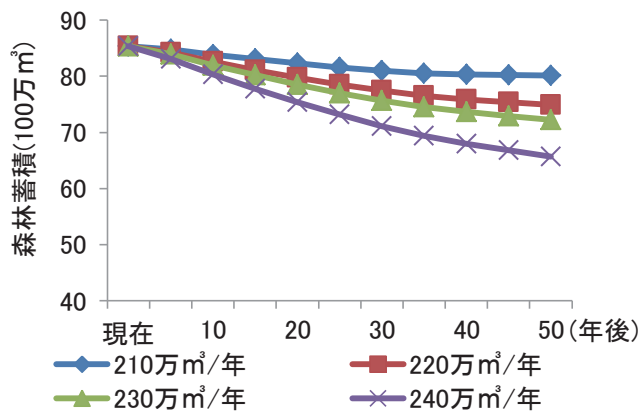


図1 年間伐採量別の森林蓄積の推移（カラマツ）
凡例の数値は、設定した年間伐採量を示す

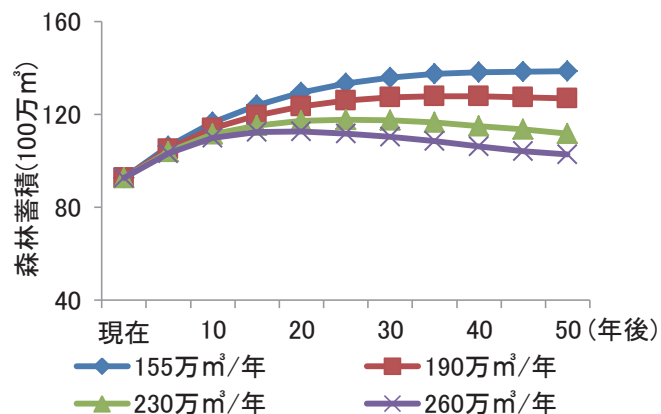


図2 年間伐採量別の森林蓄積の推移（トドマツ）
凡例の数値は、設定した年間伐採量を示す

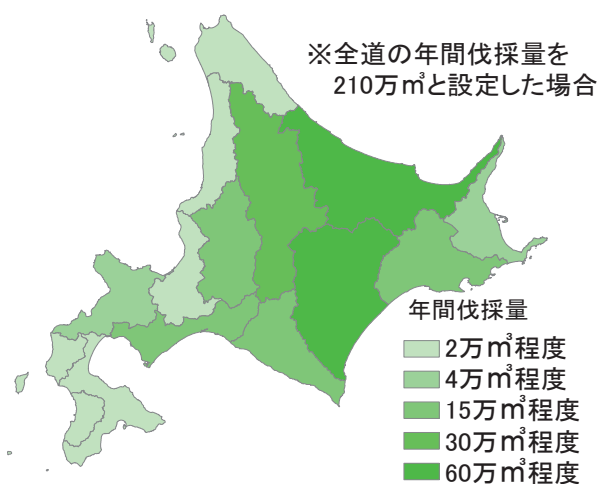


図3 地域別の年間伐採量（カラマツ）

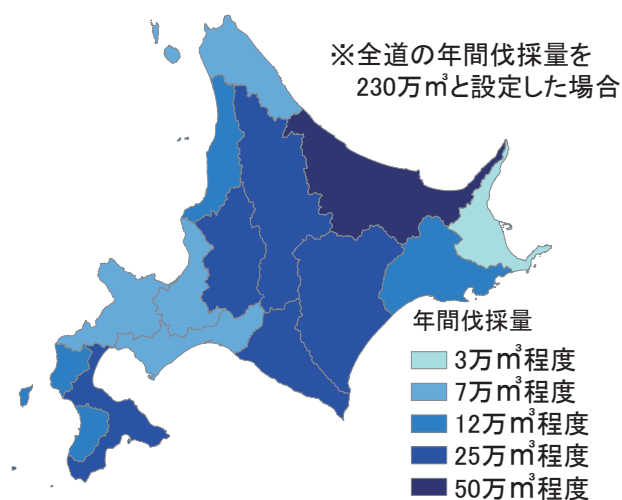


図4 地域別の年間伐採量（トドマツ）

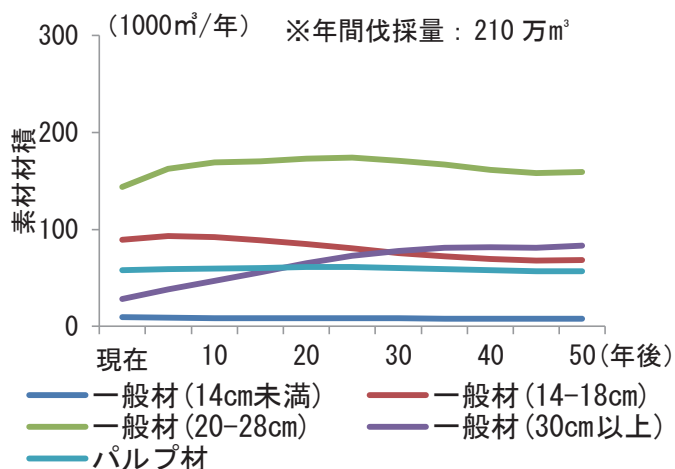


図5 径級別・品質別素材生産量の推移（カラマツ）
凡例の数値は、素材の径級を示す

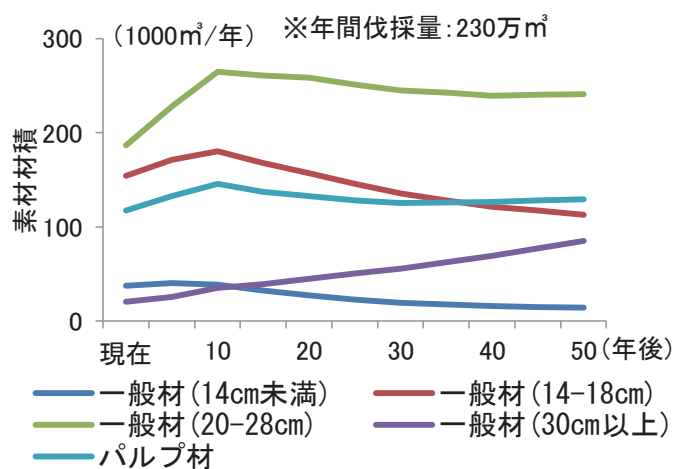


図6 径級別・品質別素材生産量の推移（トドマツ）
凡例の数値は、素材の径級を示す

北海道産桜における芳香成分等の新たな利用方法の開発

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場 緑化樹センター 脇田 陽一
道東支場 佐藤 孝弘

研究の背景・ねらい

一般に桜の付加価値として一番に浮かぶものは花の観賞価値ですが、北海道に自生している桜（エゾヤマザクラ、カスミザクラ、チシマザクラ）は、花を観賞するばかりでなく、本州の桜にはないさまざまなメリットを有しています。例えば、道産桜はいずれも果実を付けますが、その利活用はいまだ行われていません。また、一般的に桜の花には香りはありませんが、チシマザクラは花に芳香を有しています。さらに、桜類全般に含まれる桜餅で有名な芳香成分（クマリン）に関しては、製菓業界ばかりでなく、近年、香粧品の分野においても大きな注目を集めています。そこで本研究では、今まで注目されてこなかった桜の新たな価値である芳香成分等の有用成分について、抽出方法を確立し、得られた成分の官能評価により優良個体を選抜し、桜の新たな利用方法について提案しました。

成 果

1 芳香成分等の有用成分抽出

道産桜3種（エゾヤマザクラ、カスミザクラ、チシマザクラ）及びオオシマザクラ、ソメイヨシノについて、蒸留法による葉からの芳香ハイドロゾルをより効率的に抽出する手法を開発しました。さらに、道産桜4種（エゾヤマザクラ、カスミザクラ、チシマザクラ、ミヤマザクラ）について、果実からエキスを抽出してジャムを作り、12種類の市販ジャムを交えて味の比較評価を行った結果、エゾヤマザクラ及びチシマザクラがより好まれる味であり（図1）、市販ジャムと比較して、食味は中庸ながら香りが弱く、サクランボジャムと似た傾向にあることがわかりました（図2）。

2 芳香成分等の官能検査

道産桜3種の葉から抽出した香りに関して、専門の知識を持たない一般の人に試嗅してもらい意見の聞き取りを行った結果、エゾヤマザクラ及びチシマザクラは、カスミザクラに比べてより強く、よりおいしそうに感じられ、より好まれる香りであることがわかりました（図3）。また、道産桜2種を含む10種の樹木について香りを表す言葉を収集し、統計手法（対応分析・クラスター分析）を用いて樹種ごとの香りを表現する言葉の類型化を行いました（図4）。これにより、香りの専門家でなくとも評価が可能であることも示唆されました。

3 選抜された個体の最適増殖条件の検討

「花の香りが良いチシマザクラ」や「生食可能で大きな果実を有するエゾヤマザクラ」等、新たな価値を有するさまざまな桜を選抜し、組織培養による増殖試験を行った結果、多くの個体で増殖が可能となりました（写真1）。

成果の活用

北海道産の桜について、芳香成分等の有用成分を有する優良個体を選抜し、効率的な増殖技術を開発することにより、新たな「北海道ブランド」となるような優良苗木の安定的な供給が可能となり、道内の苗木生産業・組織培養関連産業の活性化及び技術力向上に貢献できます。また、優良苗木の安定的な供給により、均一な材料の大量入手が可能となり、さらなる分析や、食品への利用のための加工技術の開発等に利用できます。これにより、道内産業の活性化及び新たなバイオ産業の創出に貢献でき、さらに、地域の町おこし等の事業に対しても、材料提供や技術移転等において貢献できます。

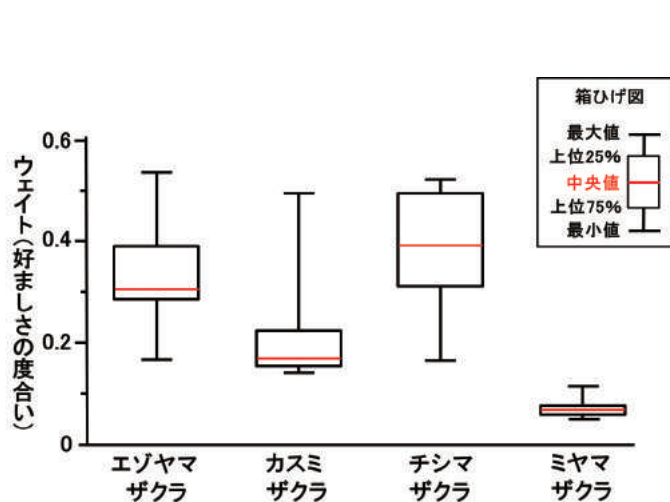


図1 4種のサクラジャムへの好ましさの度合い
(一対比較・AHP法 整合度 ≤ 0.15 の被験者 N=17)

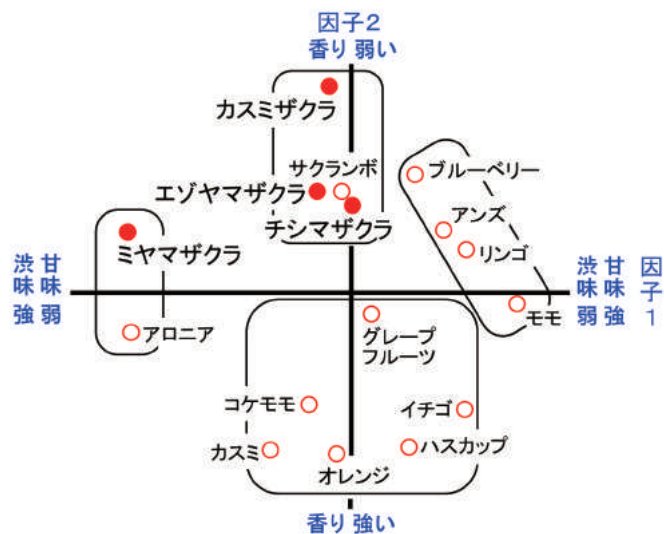


図2 ジャム16種の評価分析
(クラスター分析 ユークリッド距離 最長距離法)

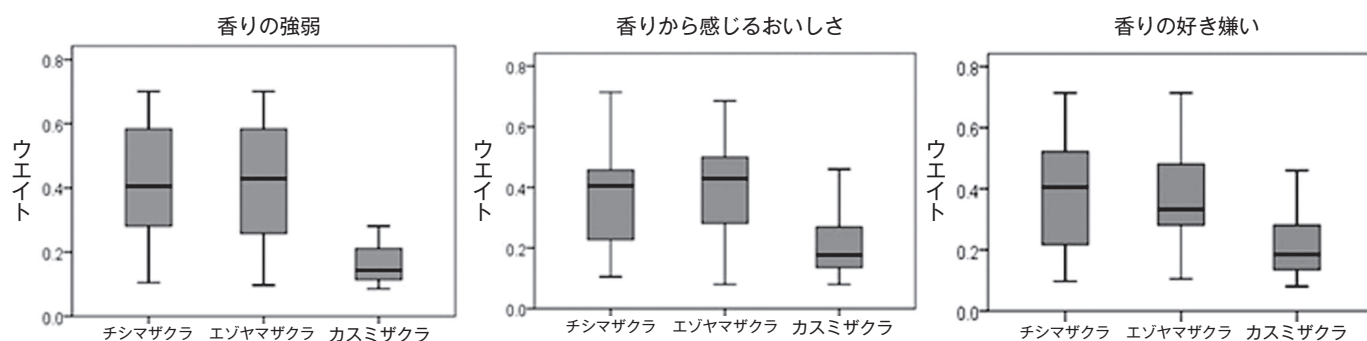


図3 サクラ類3種の香りの評価
3項目とも有意差あり (Friedman 検定 $P < 0.01$)



図4 10種の樹木の香りを表現する言語の類型



写真1 組織培養により増殖中のサクラ

新たな乾燥技術「コアドライ®」の開発と普及

北海道立総合研究機構 林産試験場 斎藤 直人

研究の背景・ねらい

北海道においては、本州のスギと同様にカラマツ資源が充実してきていますが、多くは梱包材などの運送用資材として利用されています。林産試験場では戦略研究『「新たな住まい」と森林資源循環による持続可能な地域の形成』（以下、戦略研究「森林循環」）の中で、カラマツの高付加価値利用が浸透することが今後の北海道の林業、林産業の発展につながるとの観点から、カラマツ構造材の研究開発を行いました。

成 果

1 カラマツ心持ち正角材の乾燥技術「コアドライ®」

高温乾燥による心持ち材の表面割れの抑制効果を活用し、表面割れと内部割れを極力防止することに成功しました。次に、カラマツ特有のねじれの発生を抑制するには、仕上がり含水率を平均 11% 以下にする必要があることを実証し、これらの成果を合わせて「コアドライ®」の推奨乾燥スケジュールとしました（表 1）。図 1 は、「コアドライ®」により乾燥した材の内部の含水率分布を示しています。一般的な JAS の SD15 相当の乾燥材と比べ、材の内部まで十分乾燥していることがわかります。

2 「コアドライ®」生産品の寸法安定性の検証

寸法安定性を検証するために、試験場内で養生し、寸法変化を測定した結果、輸入集成材と同等以上の寸法安定性があることがわかりました（図 2）。また、旭川市内に実証住宅（写真 1）を建て、ねじれなどの不具合を調査しましたが、不具合は発生しませんでした。

3 原木から「コアドライ®」生産品に至るトレーサビリティの確立

戦略研究「森林循環」において、「コアドライ®」を用いた生産品の品質を保証するためには、乾燥技術の完成とともに、原木の産地、乾燥スケジュールなどを生産品ごとに明確に表示する、いわゆるトレーサビリティが必要であることが明らかとなりました。QR コードやバーコードを活用したトレーサビリティ技術を開発し、生産品すべてにこれらの情報を付与することを可能としました。

4 「コアドライ®」認証制度の確立

北海道木材産業協同組合連合会（略称、道木連）が認定制度を制定するとともに、登録商標を取得し、認証制度を確立しました。この制度に則った乾燥材は、「コアドライ®」を用いた生産品として、図 3 の認証マークを貼付して出荷されます。マークには QR コードを併記しており、QR コードを読み取ることで製品の製造に関する情報を表示することができます。

5 民間企業による製品化と普及

認定第 1 号は、栗山町ドライウッド協同組合が平成 26 年 12 月に取得しました。林産試験場では、同組合と協力して、講演会や住宅見学会を開催するほか、普及組織を通じた説明会の開催や個別企業に出向いて説明するなど、広く普及を進めています。

成果の活用

栗山町ドライウッド協同組合では、「コアドラ V」を用いた生産品について製材 JAS の針葉樹構造材「機械等級区分」の規格認定を取得し、道内のみならず道外への販売を始めています。

知的財産権取得状況

商標登録 第 5700825 号（北海道木材産業協同組合連合会）

表1 乾燥スケジュール

一次乾燥	① 煮沸	95℃で 10h	→脱脂処理
	② 高温乾燥	115℃で 18h	→表面割れ防止
(中間養生)	③ 0～数ヶ月		→水分傾斜改善
二次乾燥	④ 中温乾燥	90℃で 1-2 週間位	→内部まで十分に乾燥
	⑤ 修正作業+仕上げプレーナ		→ねじれを除去し、仕上げ

* 仕上がり寸法 105mm×105mm の場合

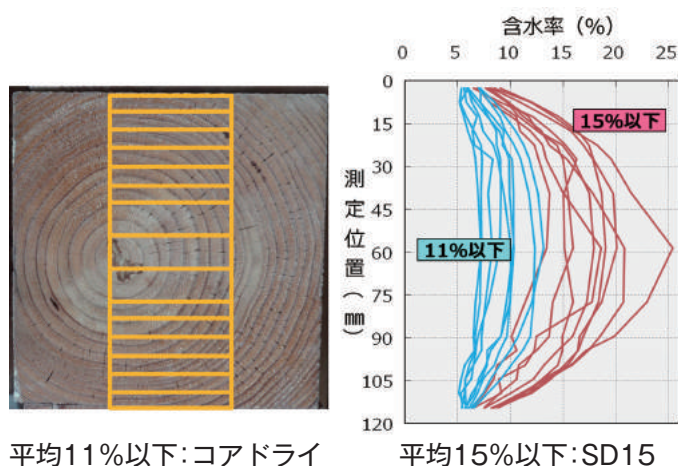


図1 含水率分布の比較
左図の四角は測定した位置と試料の大きさを示す。

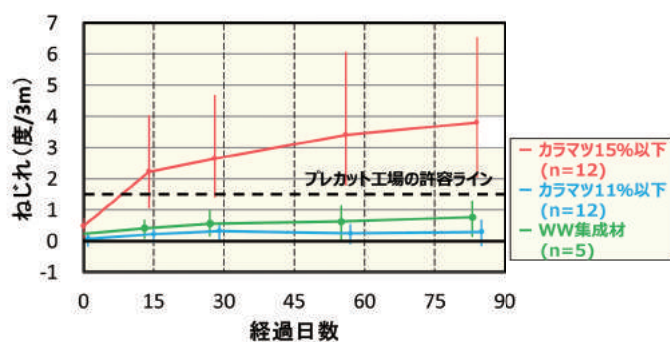


図2 冬期暖房室内のねじれ変化
WWはホワイトウッドを示す。



写真1 「コアドライ®」実証住宅の内部



図3 コアドライ認証マーク

[問い合わせ先: 北海道立総合研究機構 林産試験場 普及調整グループ TEL 0166-75-4233]

青森県内で採取されたナラタケ類の放射性物質濃度について

地方独立行政法人青森県産業技術センター林業研究所 森林資源部 土屋 慧

研究の背景・ねらい

青森県では、2011年に発生した東北地方太平洋沖地震と津波に伴う福島第一原子力発電所事故の影響により、県内4市町で野生きのこ類の出荷制限が指示されています。野生きのこ類は、一般の栽培野菜と異なり、栽培管理されていないため放射性物質の低減処理が困難なことや、放射性物質を特異的に吸収すること、放射性物質吸収の仕組みが不明なこと等から、出荷制限の解除が困難な状況にあります。また、青森県内の野生きのこ類の出荷者や地元ならではの野生きのこ料理を提供する旅館などからは、早期の出荷制限解除が強く求められています。そこで本研究では、県内において好んで食されているナラタケ類について、子実体や生息基質（土壌・木材等；写真1）の放射性物質濃度及び空間線量率等の調査を実施し、出荷制限解除に向けてナラタケ類の安全性を実証することとしました。

成 果

出荷制限が指示されている4市町（青森市、十和田市、鱒ヶ沢町、階上町）では、2014年9月～10月の調査で5種150検体（同定不能検体含む）のナラタケ類子実体が採取されました。採取された約7割の検体は放射性セシウム137濃度が検出下限値（5Bq/kg）以下で、最大でも31Bq/kgにとどまりました（図1）。

子実体採取地150か所のうち、59か所で生息基質の採取と空間線量率の測定を実施しました。その結果、生息基質の放射性セシウム137濃度は、土壌表面から5cmの深さで最も高く（最大値180Bq/kg）、深くなるにつれ減少する傾向が見られました（図2）。空間線量率は、全ての地点で0.1μSv/h以下となり、文部科学省が実施した航空機モニタリング（4市町全域0.1μSv/h以下）と同様の結果でした（図3）。

今回得られた結果を統計的に処理したところ、4市町のナラタケ類が出荷制限の基準値（100Bq/kg）を超過する確率は極めて低い（ $1.2 \times 10^{-6}\%$ 以下）ことが明らかとなりました（図4）。

成果の活用

本研究の成果は、県が国と出荷制限解除を協議する際の資料として活用され、協議の結果、2015年11月20日に3市町（青森市、十和田市及び鱒ヶ沢町）において、野生きのこ類として全国初の事例となる、ナラタケ類の出荷制限が解除されました。今後も引き続き4市町の野生きのこ類について同様の調査を継続します。



写真1 ナラタケ類子実体と生息基質 写真の生息基質は木材

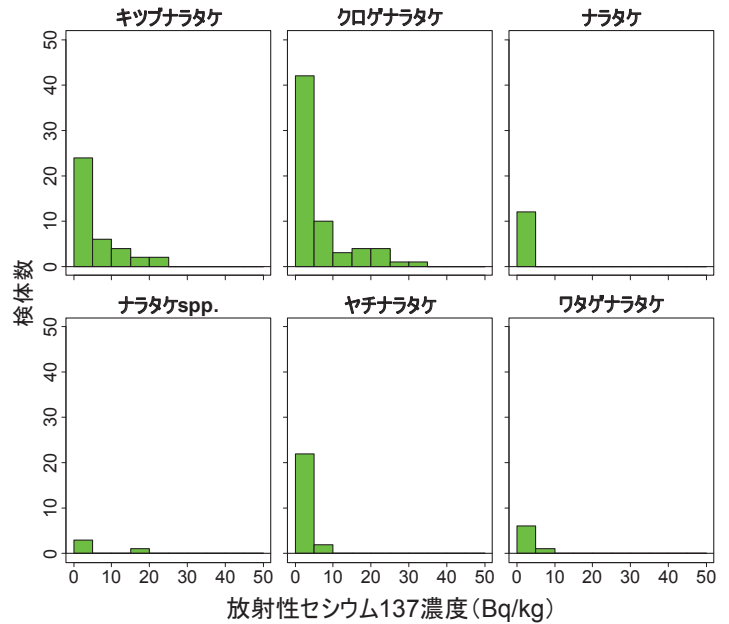


図1 ナラタケ類子実体の放射性セシウム 137 濃度
ナラタケ spp. は同定不能検体

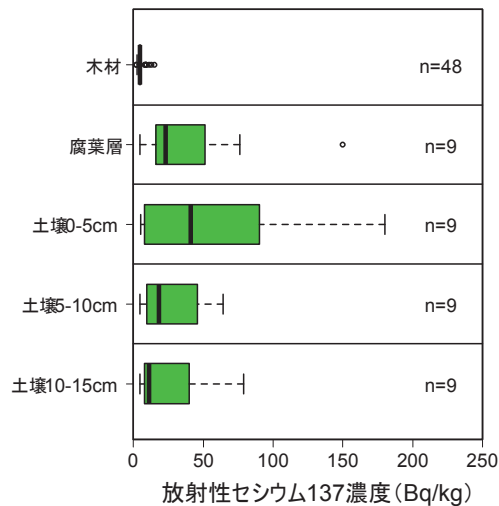


図2 生息基質の放射性セシウム 137 濃度

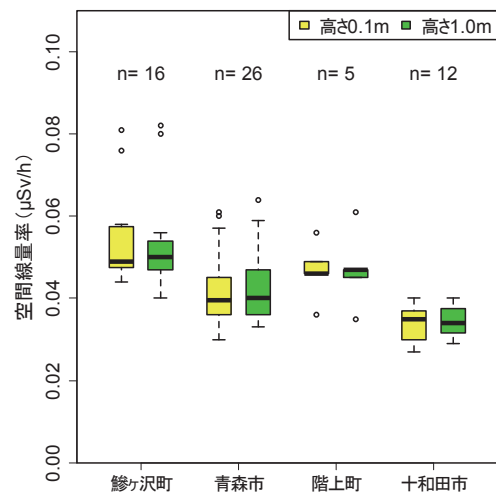


図3 4市町における空間線量率

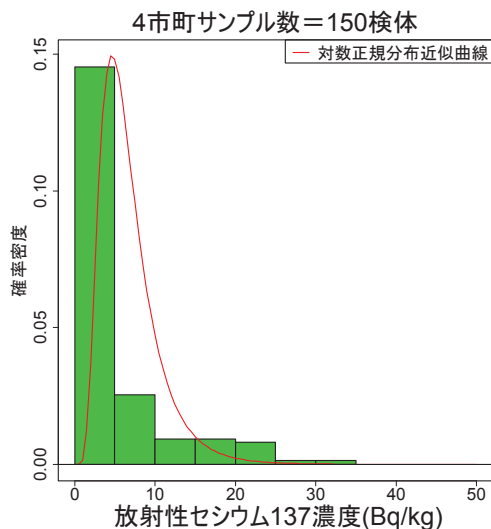


図4 子実体の放射性セシウム 137 濃度の確率密度

[問い合わせ先：青森県産業技術センター 林業研究所 森林資源部 TEL 017-755-3257]

カラマツ下刈り回数の削減技術の開発

岩手県林業技術センター 研究部 新井 隆介・成松 眞樹

研究の背景・ねらい

近年、岩手県の民有林で伐採された人工林のうち、再造林が行われる面積は約3分の1となっているのが現状です。再造林が進まない理由として、伐採収入に比べて、高い造林コストがあげられます。再造林を進めるためには、地拵えや植栽、下刈りといった全体の約7割を占める造林初期のコストを低減する施業技術の開発が求められています。

岩手県で最も多く植栽されるカラマツは、スギやアカマツに比べ幼若齢時の成長が早いことから、下刈り回数の削減による造林コストの低減が期待されます。しかし、下刈り回数を削減した場合、競合する植生によりカラマツ植栽木の枯損や成長の低下が懸念されるため、県内に下刈り試験地を設定し、調査を行いました。

成 果

平成23年に宮古市川井（川井試験地）と軽米町（軽米試験地）に試験地を設定し、カラマツコンテナ苗を1000本/haで低密度植栽し、異なる条件で下刈りを行いました（表1、写真1）。調査は、下刈り後に植栽木の生存確認および樹高と地際直径を測定しました。なお、下刈り前に植栽木周辺の競合植生の高さを測定し、これを植栽木の樹高と比較しました。

軽米試験地の2年刈区では、植栽2年目（下刈り停止前）の生存率は100%で植栽5年目（下刈り停止3年後）に85%と15%減少したのに対し、同期間の毎年刈区も15%減少しており、下刈り停止後の生存率の変化は、下刈り続けた場合と同程度でした。2年刈区の枯死原因は、競合植生による被圧ではなく、ならたけ病の発生によるものと考えられました。また、各試験区間で植栽木の樹高と根元径の成長率を比較したところ、川井試験地、軽米試験地ともほとんど差はありませんでした。これらのことから、下刈り回数の削減が植栽木の生存や成長に及ぼす影響は小さいと考えられました。

植栽木の樹高と競合植生高を比較した結果、樹高に対する競合植生高の割合は、植栽5年目の平成27年の時点で、川井試験地の3年刈区（下刈り停止2年後）が38%、2年刈区（下刈り停止3年後）が44%、軽米試験地の2年刈区（下刈り停止3年後）が35%となり、どの試験区でも50%以下でした（図1）。カラマツ林の下刈りは、下草の高さが植栽木の樹高の50～60%になるまで続けるべきであるとされています（帯広営林支局「カラマツ林の施業」）。それに準じると、川井試験地、軽米試験地ともに初期2年間の下刈りで終了しても良いと判断されました。

以上から、本県で通常5年間実施している下刈りを2年間に削減することができ、60%のコスト削減を図ることができると考えられました。

成果の活用

本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「東北地方の多雪環境に適した低コスト再造林システムの開発」により行い、平成27年に開催された実践報告セミナーや総括セミナーにおいて、研究成果を発表しました。また、岩手県林業技術センター研究成果速報や成果報告会などを通じて研究成果を公表しています。

表1 試験地概要

試験地	所在	試験区	下刈り				
			H23	H24	H25	H26	H27
川井	宮古市川井	3年刈区	○	○	○	—	(○)※
		2年刈区	○	○	—	—	(○)※
軽米	軽米町山内	毎年刈区	○	○	○	○	○
		2年刈区	○	○	—	—	—

※ 川井試験地は、平成27年7月の調査後、下刈りが行われた。



写真1 軽米試験地植栽5年目（平成27年10月）の状況

左：2年刈区（下刈り停止3年後）、右：毎年刈区

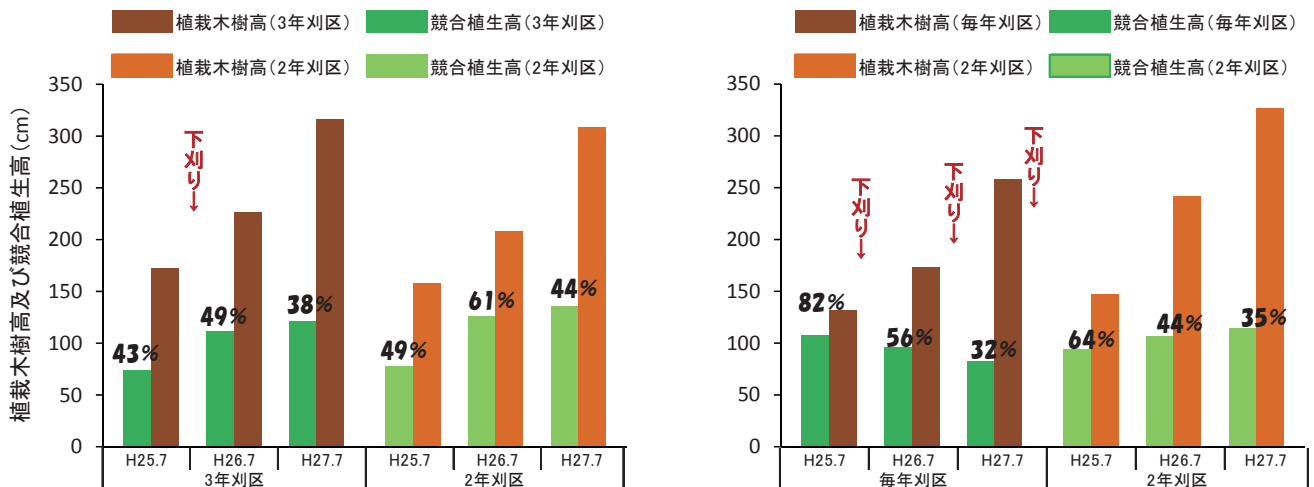


図1 植栽木の樹高と競合植生高の推移（植栽3～5年目）

左：川井試験地、右：軽米試験地、%は樹高に対する競合植生高の割合

[問い合わせ先：岩手県林業技術センター 研究部 TEL 019-697-1536]

里山広葉樹林の管理技術に関する研究

宮城県林業技術総合センター 企画管理部 河部 恭子

研究の背景・ねらい

かつて薪炭林として利用されていた里山広葉樹林は、昭和 30 年代の燃料革命以降、その多くが利用されことなく放置され、ササや低木性樹種の繁茂並びに林冠の閉鎖により林床の光環境が悪化し、更新に重要な高木性樹種の稚樹の成長が阻害されています。

本課題では、高齢化した里山広葉樹林の育成管理技術を確立する一環として、林内の光環境を改善し高木性稚樹の生育を促すことで、後継樹が豊富な階層構造の発達した森林に誘導することを目的に、伐採後の開空度の変化と高木性稚樹の動態について調査しました。併せて、里山広葉樹林で積極的に育成すべき樹種やサイズを明らかにするため、広葉樹の製材における流通状況を調査しました。

成 果

1 開空度調査

コナラが優占する各プロット（Ⅰ区：対照区、Ⅱ区：胸高直径 7 cm 以下の樹木を全て伐採、Ⅲ区：本数割合 2/3 の林冠木を残して全ての樹木を伐採、Ⅳ区：本数割合 1/3 の林冠木を残して全ての樹木を伐採）における開空度変化（写真 1）において、伐採直後の 2011 年では、それぞれⅡ区が 1.2 倍、Ⅲ区が 1.7 倍、Ⅳ区が 3.9 倍（図 1）となり光環境が改善しました。また、伐採後 2 年目となる 2013 年では、いずれのプロットも林冠の開空度が 2 割減少しています。

2 高木性稚樹の調査

伐採後 1 年目となる 2012 年は伐採圧の高い調査区ほど高木性稚樹が多く発生しましたが、伐採後 3 年目の累計増加数はほぼ横並びとなり、30～35 本／4㎡（75,000～87,000 本／ha）の出現本数となりました（図 2）。また、樹高成長（図 3）では、伐採後 3 年が経過してもⅠ区、Ⅱ区では 20cm 未満にピークが見られる一方で、Ⅲ区では 20cm 以上にも広がり、Ⅳ区では 50cm 以上にピークが見られ最も伸長しました。

これらの調査データから、伐採時における開空度の違いは、その後の高木性稚樹の出現本数や出現種数に大きな違いは出ないことが明らかとなりました。また、稚樹の成長を促すためには林冠木の伐採が重要で、Ⅲ区及びⅣ区で示したとおり開空度 15% 以上の光改善が必要であり、20% 以上では、より樹高成長に有効であると言えます。

3 広葉樹の流通調査

過去 5 年間の宮城県森林組合連合会大衡総合センターにおいて取引された広葉樹材の情報を収集し、購入者へ聞き取り調査を実施した結果、年間 50m³ 以上の需要が見込まれる、ケヤキ（図 4）、クリ、サクラ類、ミズキ、カエデ類、コナラ等の 10 種を育林対象として検討することが望ましいと考えられます。

成果の活用

当センターのウェブサイト、本研究の成果報告書及び簡易普及マニュアル（図 5）を掲載しています。また、里山林の管理基礎講座や県主催の里山林管理に関する各事業への参加団体（ボランティア）へ情報提供を行い現場での普及を図るほか、林業普及指導員を通じて林家等に普及しています。

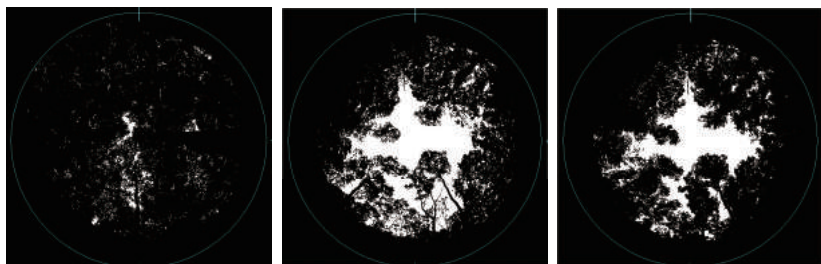


写真 1 開空度変化

(左：伐採前，中央：伐採後，右：伐採後 3 年目)

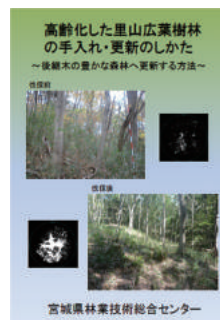


図 5 簡易普及マニュアル

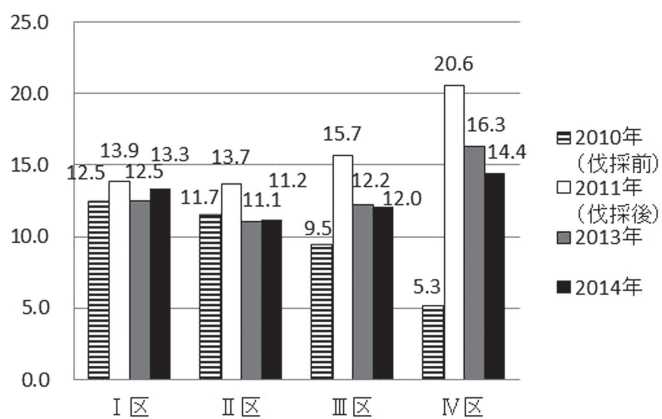


図 1 開空度 (%) の変化

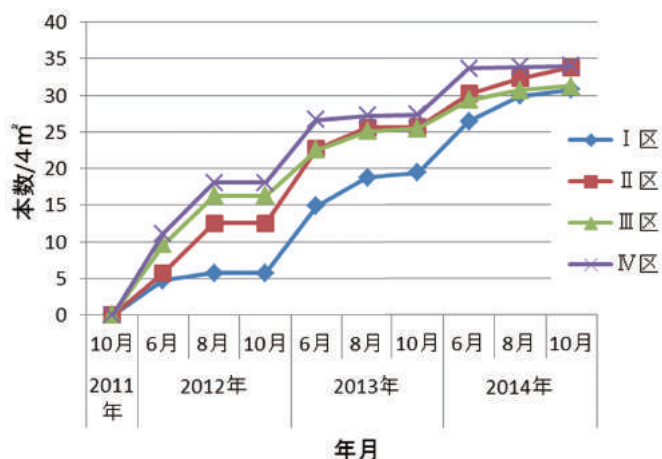


図 2 高木性稚樹の発生状況

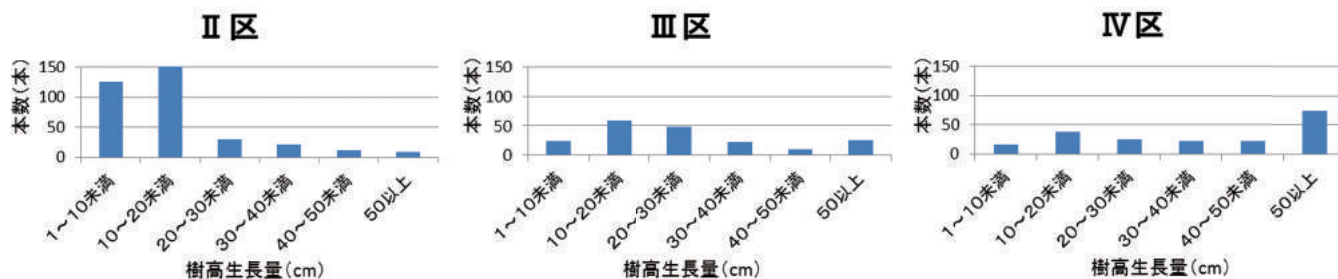


図 3 高木性稚樹の樹高成長 (伐採後 3 年目)

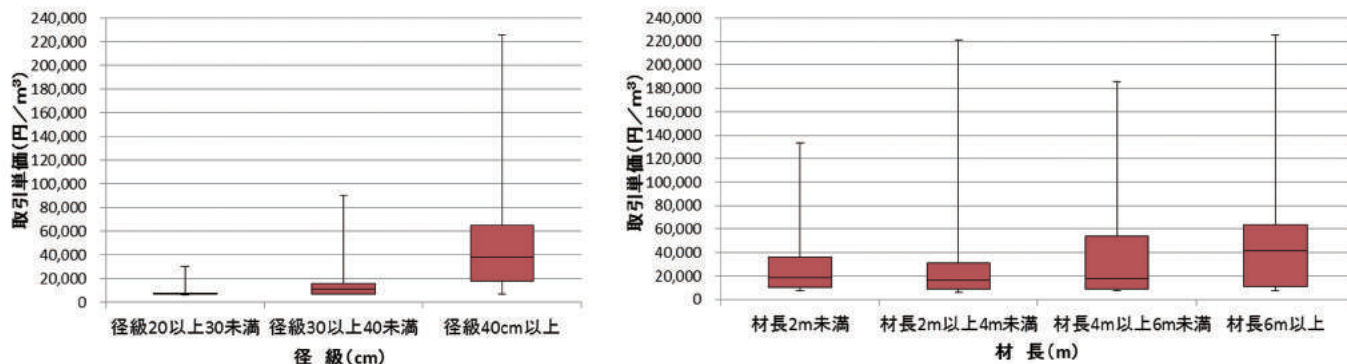


図 4 ケヤキの径級・材長と取引単価

[問い合わせ先：宮城県林業技術総合センター 企画管理部 TEL 022-345-2816]

県産スギ構造用材の天然乾燥スケジュールの開発

山形県森林研究研修センター 森林資源利用部 渡邊 潔

研究の背景・ねらい

公共建築物や一般住宅に使用する乾燥された建築用材の需要に応えるには、品質の確かな乾燥材を供給していく必要があります。しかし、本県の製材工場は小規模なものが多く、中小規模の製材工場でも生産可能な低コスト乾燥法を開発する必要があります。

天然乾燥は人工乾燥に比べ化石燃料等を消費せず、低コストで環境にやさしい利点があり、県内においても既に板類については行われています。しかし、柱材や梁桁材などの構造材は品質の確保や含水率の管理が難しく、県産乾燥材の供給は進んでいません。そこで、心持ちの県産スギ構造用材を対象に、割れ防止のための前処理と天然乾燥を組合せた乾燥法の開発に取り組みました。

成 果

1 県産スギ材の天然乾燥特性の把握

- (1) 柱材・梁桁材の含水率は、ともに初期含水率 70% 台で、乾燥開始から約 1 カ月で約 30% に、その後 2 カ月で約 25% までゆるやかに低下しました。(図 1)
- (2) 乾燥に伴い発生する表面割れ及び材幅の収縮は、ともに【平角材 <120mm 正角材 <105mm 正角材】と断面積が小さい材ほど大きいことが確認されました。(表 1)

2 乾燥に伴い発生する割れを抑制する前処理の効果

- (1) 未処理材と前処理材の天然乾燥中及び天然乾燥後の表面割れ発生状況の調査では、前処理材の表面割れの発生量は未処理材に比べ小さく、割れ防止効果が認められました(図 2)。また、70% 未満の材は前処理で割れが発生しやすいことも分かりました。最も効果的な前処理条件は【蒸煮 12h、蒸煮温度 85℃、前処理時間 12h、乾球温度 85℃、湿球温度 55℃、温度差 30℃】でした。
- (2) 前処理に係る留意点として、前処理の前に表面含水率を低下させないこと及び木口のコーティングが木口割れの抑制に有効であることが分かりました(表 2)。

3 天然乾燥スケジュール

天然乾燥特性及び表面割れの発生を抑制する前処理の効果並びに仕上げ乾燥試験の結果を踏まえ、県産スギ構造用材の天然乾燥スケジュールとその留意点をまとめました。(表 3)

なお、上記のデータは山形県森林研究研修センターの中温乾燥機を使用したものです。目安としてご活用ください。条件により適合しない場合も考えられます。

成果の活用

本研究成果については、山形県森林研究研修センター成果検討会、林業普及指導員研修会等を通じて、現場向けの情報提供に努めました。また、ホームページでも情報提供を行っています。引き続き、関係団体向けの成果報告会等を通じて普及に努めたいと考えています。

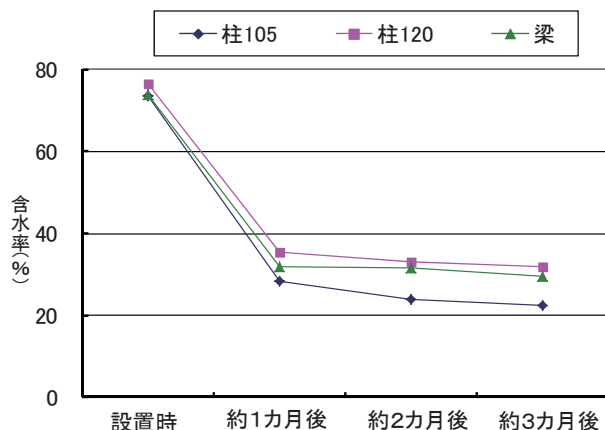


図1 天然乾燥中の含水率変化

【供試体の形状及び数】

105mm角の供試体は、A区分(6月乾燥スタート)が長さ4000mm、9本。B区分(8月乾燥スタート)が長さ3000mm、9本。計18本。

120mm角の供試体は、A区分(6月乾燥スタート)が長さ4000mm、9本。B区分(8月乾燥スタート)が長さ3000mm、9本。計18本。

桁梁の供試体寸法は、A区分(6月乾燥スタート)、B区分(8月乾燥スタート)ともに120×240×4000mm、各9本、計18本。

注) 図中のデータは各区分とも平均値である。

表1 乾燥3ヶ月経過後の表面割れと幅収縮率

構造用材の区分	試験材の区分	3カ月経過後		
		表面割れ (cm/m ²)	収縮率(短辺) (%)	収縮率(長辺) (%)
柱105角	A	363	1.0	1.3
柱120角	A	295	0.8	1.0
梁	A	258	1.1	0.5
柱105角	B	414	1.2	1.2
柱120角	B	425	0.7	0.9
梁	B	290	1.0	0.4

注1 試験材区分Aは6月乾燥スタート、Bは8月乾燥スタートである。

注2 表面割れは、1m² 当りの幅0.5mm以上の長さである。

注3 収縮率は長さ4mは4面5箇所、長さ3mは4面3箇所の平均値である。

表2 木口コーティング有無と木口割れ発生状況

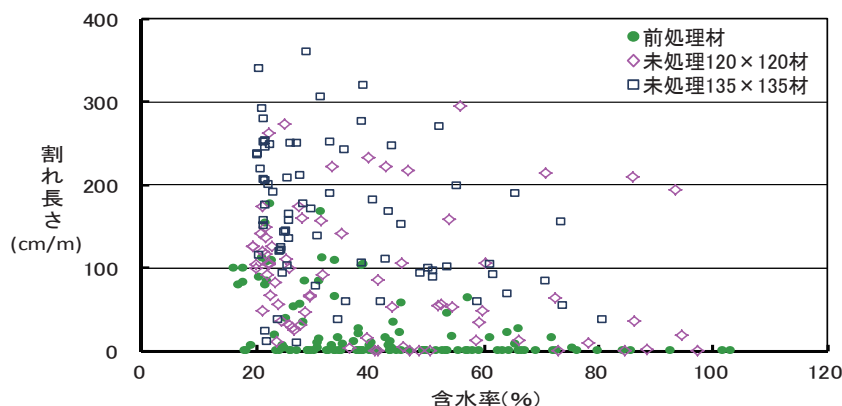
	木口コーティングの有無	
	あり	なし
割れ発生数	9	47
割れ長さcm	34.8	25.4
割れ面積cm ²	4.9	5.0

注1 供試体は120mm角×200cm材。n=32。

注2 割れ発生数は供試体の合計。

注3 割れ長さ、割れ面積は供試体1本当たりの平均値である。

注4 割れ幅0.5mm以上の集計である。



備考1: 未処理材は、120×120mm材、135×135mm材各9本、前処理材は130×130mm材40本、長さはいずれも200cmである。

備考2: 未処理材は、4月～10月までの天然乾燥中の測定結果、前処理材は処理後の9月～12月までの天然乾燥中の測定結果である。

図2 乾燥期間中の含水率と割れ長さ

前処理の条件

項目	条件
昇温時間(h)	1.5
蒸煮時間(h)	12.0
蒸煮温度(°C)	85
前処理時間(h)	12.0
乾球温度(°C)	85
湿球温度(°C)	55
温度差(°C)	30
自然降温	—

表3 県産スギ構造用材の天然乾燥スケジュールとその留意点【山形県正角材の場合】

段階	材の状況、手順、留意点等
1	80%以上の含水率で材間の生材密度に差がないように材を準備する。開始時期は春が適期です。
2	各材の木口にシーリング材を塗布してから、前処理の条件(上記の表参照)に示す前処理を行う。
3	雨の当たらない保管場所に、栈木上で適当な材間を確保し通気を確保、天然乾燥を概ね4カ月、含水率を30%以下に低減させる。高周波含水率計で測定する場合は25%が目安となります。
4	3段階を経た材について、大きな表面割れが発生した材を除外し、含水率別にクラス分け(例えば20～25%、26～30%、31%～)を行い、クラス別に20%程度になるまで更に天然乾燥を行う。
5	含水率20%程度になった材の状況に応じて、下記の条件を目安とし、平衡含水率15%を目途に仕上げる。なお、15%までの乾燥が期待できるのは、120mm角までと想定されます。 【乾球温度まで蒸煮により昇温、処理時間72h、乾球温度50～60℃、乾湿球温度差3～5℃、自然降温】

【問い合わせ先：山形県森林研究研修センター 森林資源利用部 TEL 0237-84-4301】

自然環境を利用したホンシメジの覆土発生技術

福島県林業研究センター 林産資源部 長谷川 孝則^{*1} 竹原 太賀司

(^{*1}: 現県南農林事務所)

研究の背景・ねらい

ホンシメジは、その味覚や希少性から根強い需要があるなかで、菌根性きのこであるため人工栽培は困難とされてきましたが、滋賀県森林センタで開発された培地により菌床栽培の可能性が見いだされました。しかし、ホンシメジの場合、培地組成の適否が使用菌株によっても異なることから、未だ安定した栽培法が確立されているとはいえない状況にあります。そこで、当センタで選抜したホンシメジ菌株を用い、低コストで安定した栽培法を確立するため、培地基材や発生方法等について検討を行いました。

成 果

1 培地組成

培地基材として、広葉樹おが粉、日向土、赤玉土等を検討した結果、日向土が菌糸伸長も良好で、最も優れる結果となりました。そこで、日向土を基本基材とし、これに補助基材としてパーミキュライト、ビートモス等を検討しました。また、栄養材として、押し麦、小麦粉、酵母抽出物等を単独、あるいは組み合わせて検討した結果、培地基材は日向土とパーミキュライトの組み合わせ、栄養材は押し麦単独の使用が最も良い結果となりました（表1）。

2 培養及び発生技術（パイプハウス等を利用した覆土発生技術）

培地組成は、表2に示す組成とし、培養袋には左右にフィノレターのついた2.5kg用ポリプロピレン（PP）袋を用い、1袋1.5kg詰めとします。高圧殺菌後、種菌を接種し、20℃で約3ヶ月培養します。発生操作は平均気温が20℃前後となる9月中～下旬に行し、ます。菌床の発生処理は、菌床表面より上の部分を切り取ったのち、コンテナに菌床を4個ずつ並べ、上面を鹿沼土（中粒）で2cm程度被覆し、棚（パイプフレーム）を設置してコンテナを並べ、西日が当たらないよう寒冷紗で遮光するか、もしくは簡易なパイプハウス内で管理します。

このような発生方法により大幅なコストダウンが図られ、形質良好な子実体の発生が確認されました。子実体は、10月下旬から11月上旬にかけて、1コンテナ当たり平均約680g、1菌床当たりでは約170gの子実体を収穫することができました（表3、写真1）。

成果の活用

農林家には菌床で提供することにより、自然環境を利用した簡易な方法で発生が可能となり、被覆資材等も簡易なもので対応できることから、比較的容易に取り組むことが可能と考えています。また、適期での採取が可能のため、天然ものに比べ良品のきのこが収穫可能です。なお、この試験は、当センタで選抜した菌株を用いて行っており、上記栽培法にはこの菌株を用いることが必要と考えられることから、今後、登録出願を行ったうえで栽培の普及を図る予定です。

表1 培地組成別殺菌結果

培地組成						(単位:g)	
日向土	パーミキュライト	ピートモス	押し麦	小麦粉	酵母抽出物	子実体個数	子実体重量
1000			400			0	0
1000			400	50		0	0
1000			400		5	0	0
1000			800			0	0
1000			800	50		0	0
1000			800		5	0	0
1000	100		400			5	163
1000	100		400	50		4	20
1000	100		400		5	5	85
1000	100		800			16	240
1000	100		800	50		0	0
1000	100		800		5	0	0
1000		100	600		5	0	0
1000		100	800		5	0	0

* 培地重量は2.0kg/個である。

* 子実体が発生しなかったのは、ほとんどが害菌被害による。

表2 ホンシメジ培地配合数量

培地材料	配合数量
日向土(中粒)	1.60kg
パーミキュライト	0.16kg
押し麦	1.0kg
水(押し麦吸水用)	1.05ℓ

* 上記組成に加水して含水率を調整し、1菌床は1.5kg詰めとする。

* 配合数量は、表1の結果に、菌糸の回りのやすさやコスト等を勘案して決定した。



(培地作製)



(培養終了時)



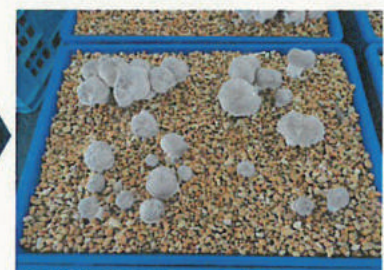
(菌糸蔓延状況)



(コンテナに並べる)



(覆土)



(子実体の発生)

ホンシメジ栽培手順(覆土発生法)

表3 覆土発生法によるホンシメジ栽培結果

	1コンテナ当たり		1菌床当たり	
	個数(個)	重量(g)	個数(個)	重量(g)
最大	37	773	9.3	193.3
最小	16	488	4.0	122.0
平均	27.6	681.0	6.9	170.3
標準偏差	7.1	93.9	1.8	23.5

注) 10コンテナ(40菌床)による結果である。



写真1 覆土発生によるホンシメジ子実体

[問い合わせ先：福島県林業研究センタ 林産資源部 TEL 024-945-2162]

ヘッド固定式ロングリーチグラップルの作業効率の検証

茨城県林業技術センター 育林部 綿引 健夫

研究の背景・ねらい

ロングリーチグラップルは、長く伸びるアームの先に木をつかむためのヘッド（グラップル）が付いた、切り倒した木を林から引っ張り出すことに特化した林業用の重機です。従来の機種は、長いアームへの加重負担を軽減するため、ヘッドはアームの先端にぶら下げられた揺動式で、使い勝手が悪く作業の汎用性が低い欠点がありました。

美和木材協同組合は、木材市場等で使われるグラップルローダと同様にヘッドの角度を自在に操作できる固定式にした方が作業効率の向上と作業の汎用性の拡大が図れると考え、ヘッドを固定式にしたロングリーチグラップルを開発しました（写真1、表1）。機械化の推進は、林業の採算性向上の重要な手段であるため、この新たな機械の実用性を調査しました。

成 果

胸高直径約20cm、樹高約20m、傾斜約30°のヒノキ林で、斜面の上下方向へ1列伐採する「列状間伐」を行い、切り倒した木を斜面上方へ引き上げる上げ荷集材と、斜面下方へ引き下ろす下げ荷集材の作業をビデオ撮影しました。そして、機械設置場所からアームを伸ばして伐倒木をつかみ、引っ張り出して林縁に集積するまでの所用時間を、新しく開発した固定式のロングリーチグラップルと揺動式のロングリーチグラップルとで比較しました。その結果、固定式は、上げ荷では41%、下げ荷では56%、作業時間を短縮できました（図1）。固定式は揺動式に比べて木をつかみ直す回数が少なく、つかんだ木の向きを自在に動かし、垂直に立てることもできるため（写真2）、狭い空間から伐倒木を引き出す列状間伐では、特に有効と考えられました。

同じヒノキ林で、隣の木に引っかかった伐倒木を地面へ引き倒す「掛かり木処理」の作業も同様に比較し、43%作業時間を短縮できました。固定式はヘッドの角度を自在に変えられるため、角度のついた掛かり木も容易につかめ、速やかに処理できました。

成果の活用

林業団体主催の現地研修会や当センターの研究成果発表会、林業普及指導員の研修会で講演したほか、森林利用学会誌、林業の普及情報紙で発表し、本機の紹介に努めました。

また、美和木材協同組合では、本調査結果をもとにヘッド部分の補強やウィンチの装着を行うと共に、ヘッドでつかんで使用する専用の「熊手」を作り、植林に際しての地拵えを行うなど、独自の工夫で作業性、汎用性を広げています（写真3）。

本機の製作に関わったレンタル会社では、今後の普及性を見込んで2号機を作り、林業現場へのレンタルに供しています。



写真1 ヘッド固定式ロングリーチグラップル



写真2 長木を立てて動かすことも可能

表1 機械の仕様

形式	LA12GB
運転質量	17,500kg
全長	8,000mm
全幅	2,500mm
全高	2,820mm
最大作業半径	12,100mm
最大作業高さ	9,100mm
グラップル最大開幅	1,180mm
グラップル回転角度	360°（全旋回）
グラップル作動角度	95°
定格荷重	500kg
アーム引張力	2,500kg
ロングアーム質量	1,100kg
グラップル質量	200kg
ベースマシン	SK165SR
グラップル	AMF FOREST N16R
アーム伸縮方式	全油圧式伸縮機構

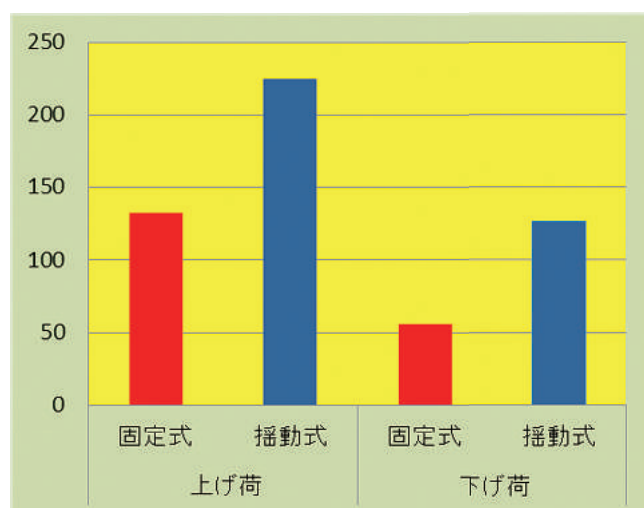


図1 列状間伐の1本当たり集材時間（秒）



写真3 地拵え用の「熊手」

放射性セシウム濃度で汚染された環境が 原木シイタケ栽培に与える影響

栃木県林業センター 研究部 大橋 洋二・石川 洋一・杉本 恵里子

研究の背景・ねらい

福島第一原子力発電所の事故以降、栃木県内にも多量の放射性物質が飛散し、原木露地栽培を中心としたきのこ栽培全体に非常に大きな被害を与えています。安全な子実体を生産する対策として、放射性セシウムで汚染されていない原木を使用して栽培を行う事が考えられていますが、栃木県内のほだ場環境は既に放射性セシウムで汚染されていることから、汚染された環境が汚染されていない原木等に与える影響が懸念されています。そこで、放射性セシウムで汚染された環境で、放射性セシウムで汚染されていない原木・ほだ木を用いて栽培を行った場合に、汚染環境がほだ木へ与える影響について調査を行いました。

成 果

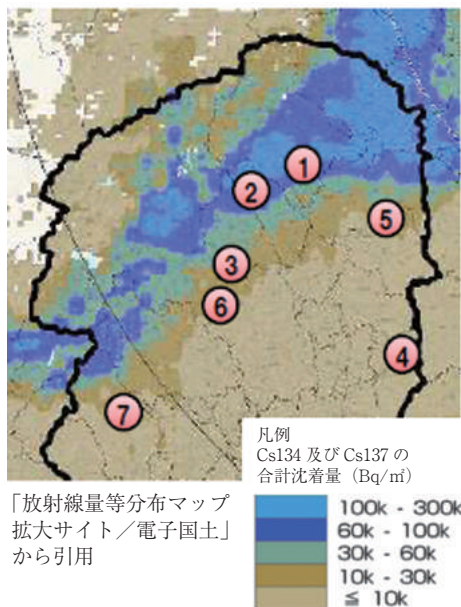
調査は、栃木県内の複数のほだ場で行いました（図1）。調査開始時点における各調査地の空間線量率は、0.067～0.462 $\mu\text{Sv/h}$ でした（表1）。各調査地において、福島第一原子力発電所の事故の影響を受けていないと考えられる原木を西日本等から購入し、調査地3は2012年5月に、調査地2は2012年12月に、その他の調査地は2013年3月に、各調査地に伏せ込みました（写真1）。伏せ込み1年後のほだ木中の放射性セシウム濃度を測定し、ほだ木の汚染状況（含水率12%換算値）を調査しました。なお、空間線量率についてはCsIシンチレーションサーベイメーター（環境放射線モニタ PA-1000, Horiba）を、放射性セシウム濃度の測定については、Ge半導体スペクトロメーター（食品・環境放射能測定装置 SEG-EMS, セイコーイージーアンドジー）を用いて測定を行いました。

調査開始から1年経過したほだ木の汚染状況の結果を表2、図2に示します。ほだ場の空間線量率が高くなるほど、ほだ木中の放射性セシウムの最大値も高くなり、両者は高い相関関係を示しました（図3）。一方で、同じ調査地内のほだ木の汚染状況については、大きなばらつきを示しており、ほだ木の追加汚染の状況は一様ではなく、大きなばらつきを含むことが示唆されます。これらの結果から、安全に栽培を行う条件として、ほだ場の空間線量率が0.10 $\mu\text{Sv/h}$ 程度までであれば、ほだ木への追加汚染は軽微な状況であり、比較的安全に栽培を行う事が出来る環境であると考えられます。

本研究の一部は、平成25年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「シイタケ原木栽培における放射性セシウムリスクの低減技術の開発」において実施したものです。

成果の活用

日本きのこ学会25周年記念大会、第48回・第49回栃木県森林・林業試験研究発表会で公表しています。また、「きのこ栽培における放射能対策作業マニュアル」（図4）を作成し、ホームページ上で公開しています。



「放射線量等分布マップ
拡大サイト／電子国土」
から引用

図 1 調査位置図

表 1 調査開始時の
空間線量率

調査地	空間線量率
1	0.462 μ Sv/h
2	0.397 μ Sv/h
3	0.282 μ Sv/h
4	0.107 μ Sv/h
5	0.106 μ Sv/h
6	0.075 μ Sv/h
7	0.067 μ Sv/h



写真 1 ほだ木伏込状況（調査地 7）

表 2 1 年後のほだ木中の放射性セシウム濃度

調査地	放射性セシウム濃度(Bq/kg)		
	最大値	最小値	平均値
1	26.5	<6.23	<14.8
2	24.4	<9.41	<14.5
3	<14.6	<9.41	<11.7
4	<4.62	<3.43	<3.89
5	<6.29	<3.12	<4.41
6	<5.90	<4.37	<4.93
7	<4.60	<3.58	<3.97

* 定量限界未満の測定値は、定量限界値を測定データとして扱った

* ほだ木の放射性セシウム濃度は、含水率 12% の値に換算した

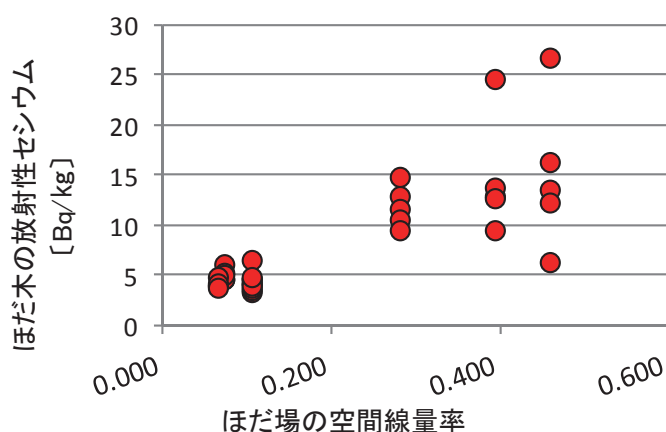


図 2 空間線量率とほだ木の二次汚染の関係

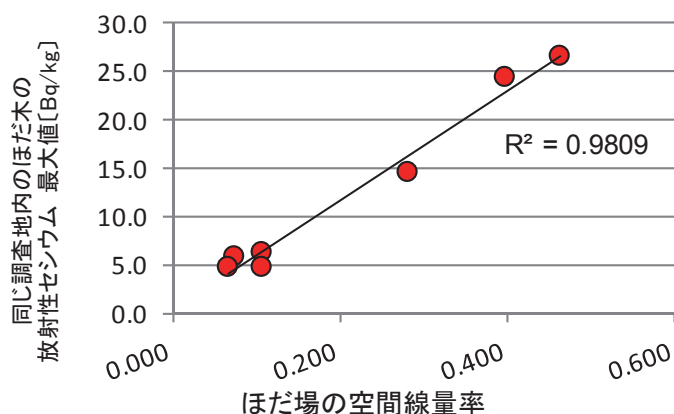


図 3 環境とほだ木の汚染関係



図 4 放射能対策作業マニュアル

群馬県産横架材スパン表の作成と普及

群馬県林業試験場 木材係 工藤 康夫

研究の背景・ねらい

戦後、大量に植栽されたスギとヒノキは、建築材料や住宅様式の変化から、当初想定された伐期を過ぎて大径化が進んでいます。そのため従来の主用途であった柱から、より断面の大きい横架材としての用途を考える必要性に迫られています。そこで大径化した県産のスギ、ヒノキの横架材としての需要拡大を図るため、群馬県林業試験場では、平成24年度から3年間、横架材用のスギとヒノキ平角の曲げ試験を実施し、この試験結果から群馬県産横架材スパン表（第2版）を作成しました。

成 果

群馬県では平成10年前後にもスギ平角の曲げ試験（以下2000スギと呼ぶ）を行っていますが、当時は主に1番玉から製材された平角の試験を行いました。一方今回の試験（以下2013スギと呼ぶ）では、近年素材丸太の大径化に対応するため、スギ2番玉からの平角を用いて曲げ試験を行いました。図1にスギとヒノキの機械等級区分の出現率を示します。2013スギは2000スギと比較すると、スギの構造材として強度指定されることの多いE70以上の出現割合が76%から86%に増加していました。

一方、ヒノキ平角は全国的にみても既存のデータが少ない上、県内では横架材としての用途はほとんど考慮されてきませんでした。ヒノキの構造用材として指定されることの多いE90以上が全体の約95%を占めていました。このことから、群馬県産のスギ、ヒノキのいずれも強度性能上の歩留率が高いことが確認されました。

図2に2000スギと2013スギの曲げヤング係数と曲げ強度の関係を示します。いずれも曲げヤング係数と曲げ強度との間に高い相関関係が認められました。また、同等の曲げヤング係数であっても2013スギは2000スギと比べて高い曲げ強度を示す傾向が認められました。

これらの強度データを基に、群馬県産横架材スパン表（第2版）を作成しました（図3、4）。本スパン表を使用者にとって使いやすい汎用性のあるものとするため、住宅用構造材の各部位ごとに複数の設計荷重パターンを設定し、さらに住宅事業者、木材業・プレカット事業者などで構成した群馬県産横架材スパン表作成検討委員会で検討を行いました。

印刷製本にあたっては一般社団法人群馬県木材組合連合会の御協力を頂きました。

成果の活用

このスパン表をより多くの設計者、住宅メーカーに利用していただくことによって群馬県産スギ、ヒノキ材の需要拡大につなげるため、県内の建築設計事務所、工務店並びにハウスメーカー、また木材業者等、合わせて約150事業体を対象とした説明会を3回にわたり開催しました（写真1）。説明会は理解を深められるよう各職種別に開催し、対象者に合わせて説明ポイントを変え実施しました。この他にも各地域の木材組合やハウスメーカー等からも説明会開催の希望があることから、今後も引き続き説明会を開催して行く予定です。

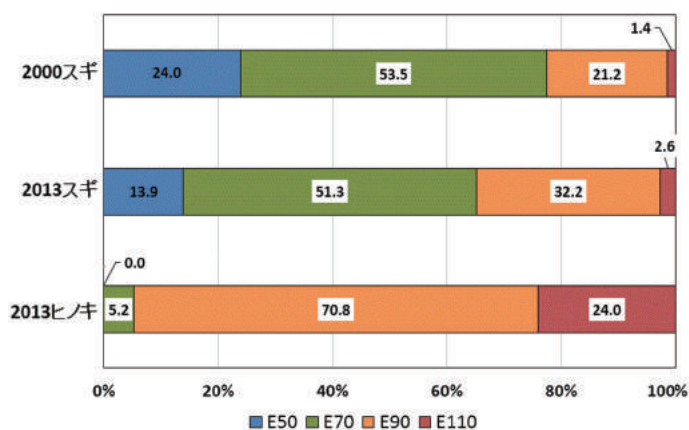


図1 スギ及びヒノキ平角の機械等級出現率

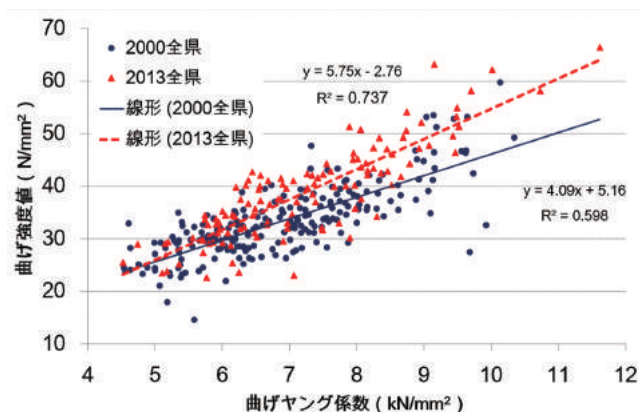


図2 曲げヤング係数と曲げ強度の関係

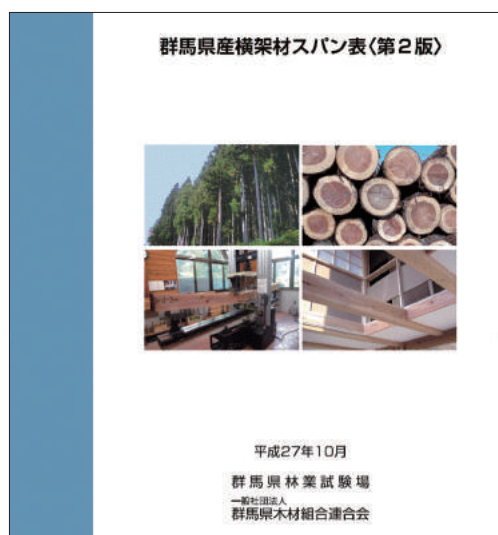


図3 群馬県産横架材スパン表(表紙)

材種	部位	断面寸法	その他の仕様	地域
スギ	床大ばり	床小ばり・柱からの断面寸法		一般地域

材種	部位	断面寸法	その他の仕様	地域
スギ	床大ばり	床小ばり・柱からの断面寸法		一般地域

図4 群馬県産横架材スパン表(内ページ)



写真1 スパン表説明会の様子

〔問い合わせ先：問い合わせ先：群馬県林業試験場 木材係 TEL 027-373-2300〕

秋期のケヤキ高齢木のクローン増殖と形質の比較

埼玉県寄居林業事務所 森林研究室 原口 雅人

研究の背景・ねらい

ケヤキの高齢木には国・県などの天然記念物である個体が多いですが、樹勢が衰弱したものが少なくありません。また、ケヤキは建築物文化財の補修等には欠かせないものですが、優良な資源が枯渇してきています。このため、高齢木のクローン増殖法として腋芽培養が試みられてきましたが、増殖困難個体の存在が課題となっています。また、クローン保存木の特性（＝形質の遺伝）の報告はほとんどありません。

そこで、従来の腋芽培養では増殖困難であった個体の腋芽培養法と育苗時の成長促進を検討するとともに、クローン個体の遺伝形質を確認しました。

成 果

管理団体からの要望で樹齢 1000 年と言われる「廣瀬神社の大ケヤキ 1 号木」を対象としました。この個体は、平成 10 年ごろ腋芽培養での増殖を試み、「増殖困難」と報告されています。また、培養物の順化半年後に開催された全国育樹祭で苗木を使用するため、成長促進が必須でした。

- ・増殖に成功した腋芽培養による増殖法の概略は図 1 のとおりです。この個体は一般的な方法である 2 月ごろに母樹から枝を採取して水挿し・腋芽培養を開始するより、10 月開始の方が良好でした。この時期の増殖は林業的には母樹の伐採前にクローン保存が確認でき、さらに培養苗の順化が春先には終わるため、温室や屋外での育苗期間が長くとれます。
- ・外植体（図 1）から伸長した苗条を分割した後に、外植体を元の試験管に植え戻すことで、培地を新たに作成せずに何度も苗条が得られます。繰り返しで最大 5 回も苗条が得られました（図 2）。
- ・発根培養では試験管を暗所に置きますが、苗条基部が肥大する 1 週間ほどで明所に移すと発根率が高まりました。この個体は繰り返し培養に係わらず苗条の発根率は 6 割 ± 1 割で安定していました。
- ・順化後の 4 月末に赤玉土 + ヤシ殻ピート + もみ殻炭の培土に移植した小苗は、多くが成長を休止しましたが、摘葉により新梢が伸長して 8 月上旬には苗高 30cm 程度に伸長しました（写真 1）。

県内の天然記念物 3 個体の腋芽培養による 15 年生保存木において、クローン間に開葉・紅葉の時期や冬芽形状のほか、開けた場所での植栽では幹の通直性（写真 2）、隣木からの忌避性や枝の広がりの違いが認められました。立枝性の「むさしの 1 号」のような特殊クローンでなくとも、クローン特性の明確な苗木を選定して植栽すれば、ケヤキでは高密度植栽が必須でない可能性があります。

成果の活用

第 3 回関東森林学会大会、県の森林・緑化部門成果発表会、関東森林学研究 Vol.65 No.1 及び日本森林学会誌第 96 巻 3 号で一部を公表しました。廣瀬神社の大ケヤキのクローン苗木は 2 m 程度に育苗し、廣瀬神社に返還することになっています。また、第 37 回全国育樹祭の「緑の贈呈」において「けやの森緑の少年団」（狭山市）から茨城県の「桜川市桃山中学校緑の少年団」に贈呈されました。この技術は天然記念物の保存だけでなく、急減している文化財などに使用できる優良個体のクローン保存に利用できれば幸いです。



図1 外植体の繰り返し培養による継代困難個体の増殖系

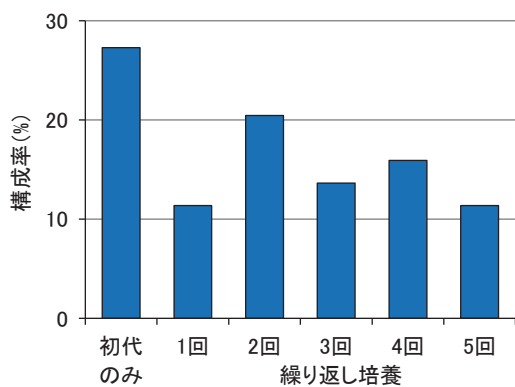


図2 3cm以上の苗条が繰り返し培養できる外植体の度数分布 (n=44)



写真1 鉢出し後の摘葉による休眠打破（上）と8月上旬の腋芽培養苗（下）

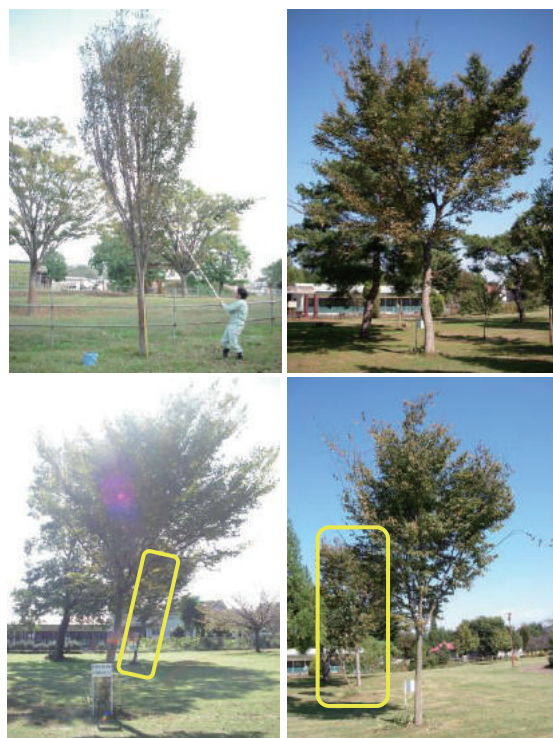


写真2 腋芽培養保存木のクローン特性

- 上左：立枝性・幹通直な「むさしの1号」
- 上右：幹曲りが顕著なクローン
- 下左：左に伐採されたアカマツが隣接していた忌避性の顕著なクローン（手前と奥黄枠内）
- 下右：幹が通直で樹冠の広がりが少ないクローン（手前と奥黄枠内）

少花粉ヒノキ品種の種子生産方法の検討

千葉県農林総合研究センター 森林研究所 小林 沙希

研究の背景・ねらい

全国的に社会問題となっている花粉症対策として、スギ、ヒノキの少花粉品種が選抜され、種子の生産が開始されています。ところが、少花粉スギ採種園産の種子から育てた苗木を DNA 分析した結果、約 40 ～ 60% が採種園外のスギ林などから飛散した花粉（外部花粉）に由来することが明らかになりました。雄花をつける性質は遺伝性が高いため、花粉親が少花粉品種以外の場合、両親が少花粉品種のものと比べて雄花を多くつける可能性があります。そこで、スギと同じ風媒花であり、外部花粉の影響が懸念される少花粉ヒノキ品種種子の安定生産のため、パイプハウスを用いた簡易な外部花粉侵入防止方法を検討しました。なお、本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業委託事業「花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と雄性不稔品種開発」の一部として実施しました。

成 果

少花粉ヒノキ品種のつぎ木苗試験地に、パイプハウスを設置して 2 月にビニル（農ビ 0.1mm 厚）で被覆すると、外部花粉を遮断する効果に加え、ハウス内の交配時期が外部花粉飛散数の少ない時期まで早まる効果により、外部花粉の影響を低減できる可能性があることが分かりました。

1 外部花粉の遮断効果

パイプハウス内部への外部花粉の侵入状況を調査するため、4 タイプの小型ハウス（写真 1）を花粉が多く飛散する場所に設置しました。ハウス内で捕捉された花粉を屋外と比較した結果、ビニルでハウス全体を被覆することにより、約 7 割の外部花粉を遮断することができました（図 1）。

2 交配時期を早める効果

ビニル被覆による保温効果により、ハウス内の雌花の開花時期が外部花粉飛散時期と比較してどれくらい早まるのか、また最適な被覆時期はいつなのかを明らかにするため、被覆期間をそれぞれ 1 月、2 月、3 月から外部花粉最大飛散時期以降の 4 月中旬までとする 3 つの区と、無被覆の区のあわせて 4 つの試験区を設置しました。その結果、被覆最適期は、雌花の開花を最も早められる 2 月であることが分かりました（図 2）。ヒノキの雌花は 11 月中旬から 2 月下旬まで休眠するため、1 月被覆では休眠期が短く、開花が早まらなかったと考えられます。また、2 月に被覆することにより、雌花の開花を外部花粉飛散数が多い時期より前に終了させることが可能になりました。

成果の活用

この成果は、行政の担当等林業関係者、一般県民を対象とした千葉県試験研究成果発表会で公表しました。事業化にむけては、ハウス内で生産された種子の発芽率が 18.9% と、屋外 46.0% に対し低いため、ハウス内の高温・高湿度環境や花粉濃度の向上等、交配環境を改善する方法を検討していく予定です。



写真1 外部花粉の遮断効果を検証した小型ハウス

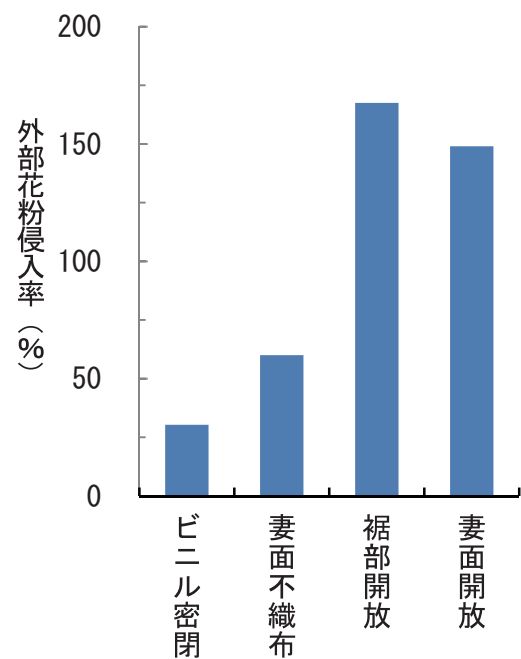


図1 小型ハウスごとの外部花粉侵入率
 注) 外部花粉侵入率 (%)
 = ハウス内の花粉捕捉数 / 屋外の花粉捕捉数 × 100

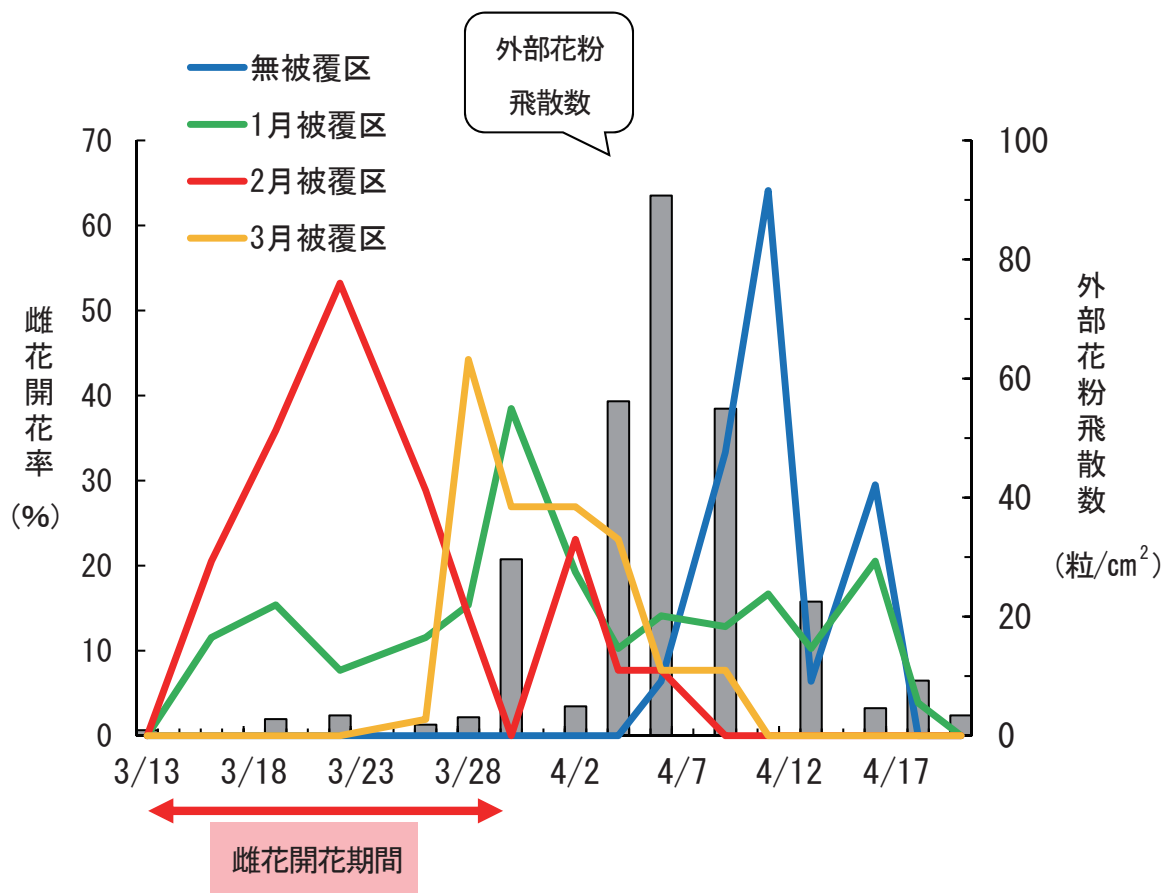


図2 ビニル被覆時期ごとの雌花開花率と外部花粉飛散状況
 注) 雌花開花率 = 雌花が開花した個体数 / 調査個体数 × 100

[問い合わせ先: 千葉県農林総合研究センター森林研究所 TEL 0475-88-0505]

先進工具の活用による架線集材作業の効率化

東京都農林総合研究センター 緑化森林科 中村 健一

研究の背景・ねらい

林業の採算性が求められるなか、架線集材の効率化が求められています。そこで、従来から使用している荷掛けのスリングロープ（図1）に変えて、先進工具ワイヤレスコントロール式チョーカーシステム（図2）の導入が集材作業の時間及び作業人数について効率化できるかを評価しました。また、作業地の地形に応じた先進工具の改良についても評価しました。

成 果

1 集材作業の効率化

先進工具の使用は、荷外し作業に要する時間を大幅に短縮でき（図3）、集材機のオペレータがリモコン操作で荷外しできるので、荷外し作業員を削減することがわかりました。さらに、作業員と搬出木との衝突などのリスクも回避され、作業の安全性も向上することがわかりました。

2 先進工具の改良

荷下げ作業中、凹凸などの地形に搬出木が接触する作業地では、先端部カシメが外れたり、荷掛け位置が移動してロープと搬出木との間に隙間ができていたりすることによって、搬出木が落下することがあります。そこで、このような作業地では、以下の3点について、先進工具に改良を加えました（図4）。

- ① 先端部カシメの改良：先端部カシメは、リモコン操作でスムーズに荷外しできるように、面取りが施されています。面取りが施されているため、搬出中も工具本体から外れやすくなっています。そこで、面取りが施されていないカシメに変更しました（図5）。
- ② 中間部カシメの除去：ロープが切断した場合に工具本体が落下することを防止するため、中間部にカシメが付属されています。そのカシメにより、ロープと搬出木との間に隙間ができてしまいます。そこで、中間部カシメを除去しました（図6）。
- ③ ロープの変更：切断防止のために強度の高い専用ロープが使用されています。そのロープは曲がりにくいため、ロープと搬出木との間に隙間ができてしまいます。そこで、柔軟性の高いタイプに変更しました。

これら3つの改良により、先端部のカシメの外れが防止され、ロープと搬出木との隙間がなくなり、凹凸などの地形に搬出木が接触する作業地での荷下げ作業において、搬出木の落下を100%回避することができました。

成果の活用

平成27年4月より、東京都多摩地域の主伐作業現場において、実証試験を兼ねて活用しています。

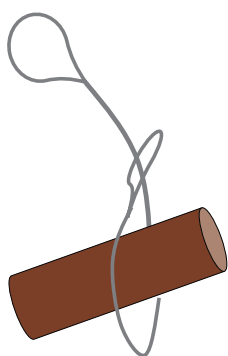


図1 スリングロープ

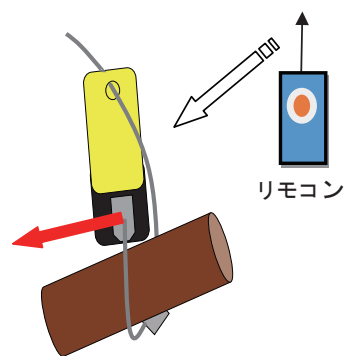


図2 先進工具
(ワイヤレスコントロール式
チョーカーシステム)

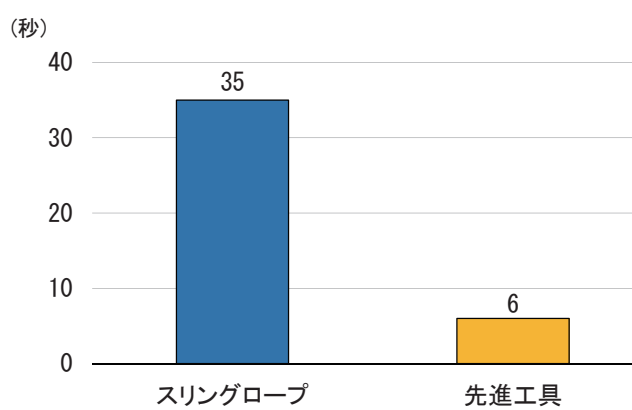


図3 荷外し作業に要した時間

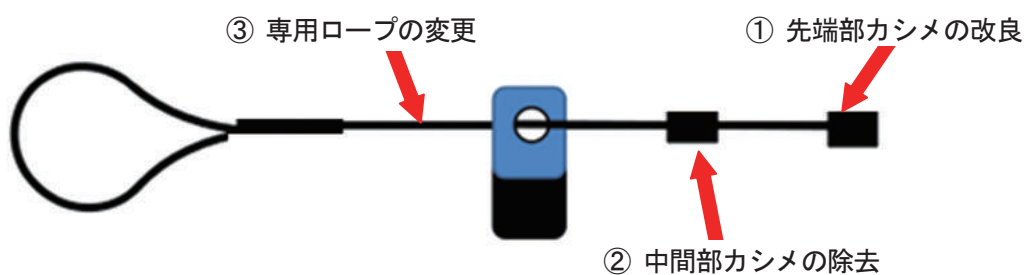


図4 先進工具の改良

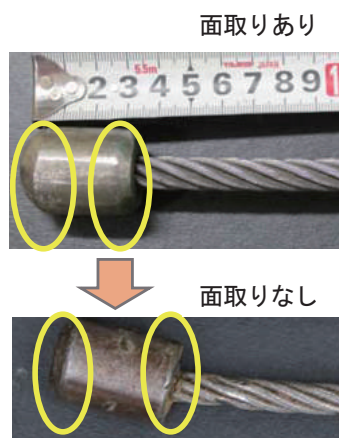


図5 先端部カシメの改良

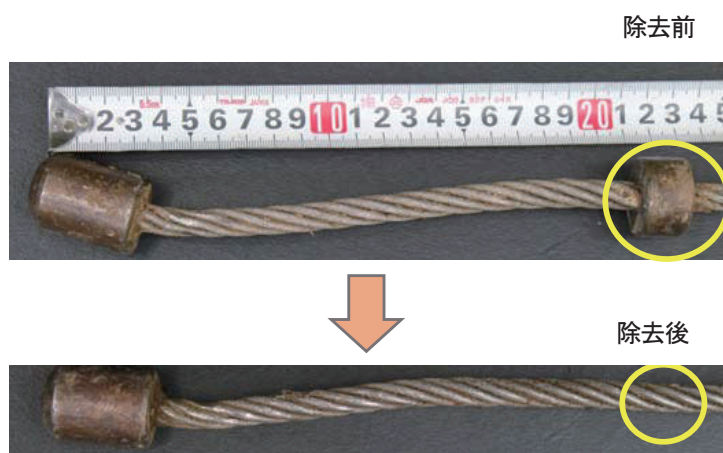


図6 中間部カシメの除去

[問い合わせ先：東京都農林総合研究センター 緑化森林科 TEL 042-528-0538]

シカ生息地における人工林間伐後の広葉樹稚樹の更新

神奈川県自然環境保全センター研究企画部研究連携課 田村 淳

研究の背景・ねらい

人工林を針広混交林に誘導する取り組みが全国各地で行われ、間伐が広葉樹の侵入の契機になっていることがわかってきています。一方でシカの採食影響が全国で高まっており、混交林への誘導にあたっては間伐に加えてシカの個体数管理や植生保護柵（以下、柵）を組み合わせる必要があります。人工林にシカが生息している場合、林床植生の少ない状態で間伐と柵を組み合わせると多数の広葉樹稚樹（以下、稚樹）が更新すると推察されますが、シカが生息していない場合でも林床植生が繁茂していれば、間伐後に稚樹が更新できないと考えられます。そこで、これについて検討するために、シカが高密度で生息する90年生のスギ・ヒノキ人工林で、同一林分内で林床植生率の異なる3試験区（低、中、高植被区）に間伐と同時に柵を設置して、発生、成長した稚樹を12年間にわたり調査しました。

成 果

間伐による光環境の改善とともに柵内の各試験区の林床植被率は高まりました（写真1）。間伐前の植被率が80%の高植被区と同程度に林床植被率が高まるまでに低植被区では4年、中植被区では1年を要しました。間伐後の稚樹の種数と個体数の推移は各試験区で異なりました。稚樹の種数と個体数は調査期間を通して低植被区に多くありました（図1）。一方で、間伐から12年経過した柵外では種数と個体数ともに試験区による違いはありませんでした。

間伐して12年後の柵内における高木種（小高木種含む）と低木種の稚樹の樹高階分布図から、中植被区では高木種が5m階以上に、低植被区と高植被区では4m階まで達しており（図2）、高木種の個体数は低植被区で多くありました。高木種のうち4m階と5m階を占めていたのは、低植被区ではフサザクラとニシキウツギ、中植被区ではカラスザンショウとフサザクラ、エゴノキ、高植被区ではエゴノキであり、いずれも先駆性樹種でした。柵外ではシカの不嗜好性植物であるオオバアサガラのみが樹高1m以上に達していました。

以上のことから、シカが高密度で生息する高齢級スギ・ヒノキ人工林で林床植被の少ない状態で間伐と柵の設置を組み合わせれば、主に先駆性樹種の稚樹が多数発生、成長することがわかりました。高齢級人工林内に稚樹を更新させるには、上層木の密度管理だけでなく、林床植生の刈り払いとシカの採食圧の排除が必要です。

成果の活用

県の森林施業担当者の研修や、森林組合の流域森林管理士研修等で本内容を紹介しています。

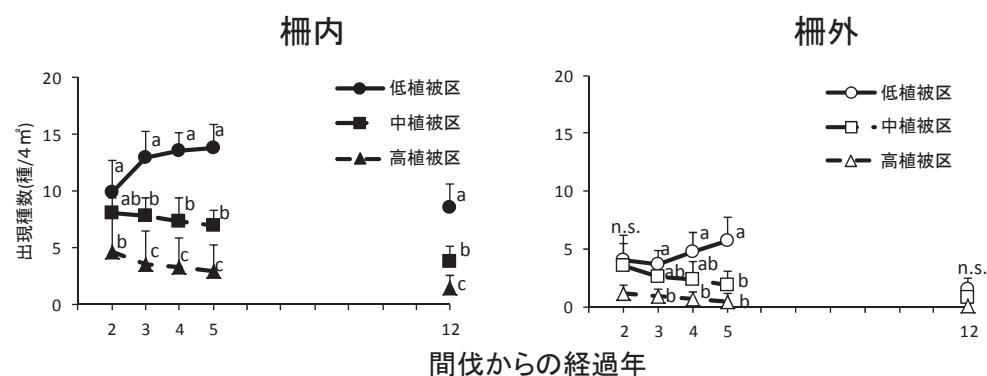
知的財産権取得状況

特になし。



写真 1 低植被区の柵内における間伐後の変化（2年後、5年後、12年後）

(a)出現種数



(b)個体数

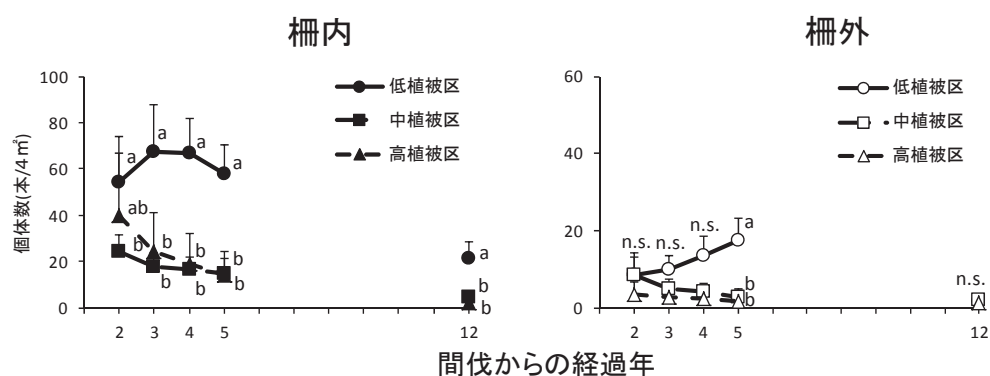


図1 調査枠（2m × 2m）あたりの稚樹の種数と個体数の変化
縦棒は標準偏差（SD）を示す。各年次の異なる文字間で有意差があることを示す。

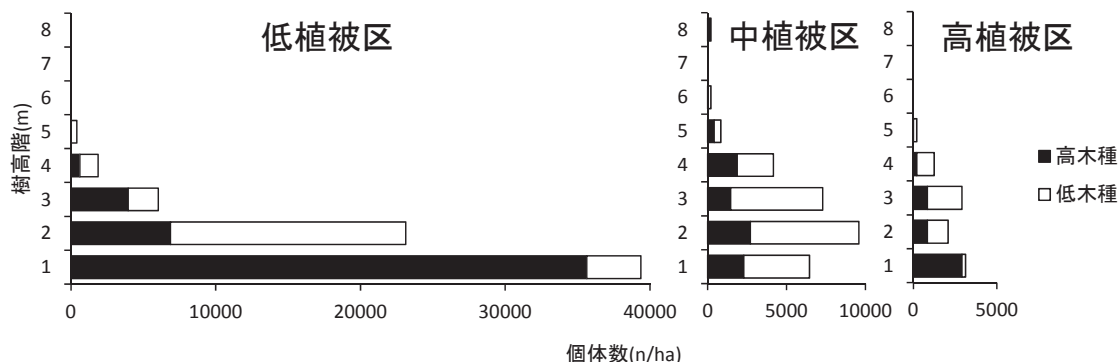


図2 間伐して12年後の柵内における高木種と低木種の樹高階分布

[問い合わせ先：神奈川県自然環境保全センター研究企画部研究連携課 TEL 046-248-0321]

新潟県産スギ材を用いた木質パネルの性能

新潟県森林研究所 岩崎 昌一・小柳 正彦
(現新潟県農林水産部林政課)

研究の背景・ねらい

木造軸組構法住宅の施工性や品質の向上を目的として、構造用合板を用いた耐震要素をパネル化し工場で生産する方法が増えてきています。このようなパネルでは外国産のスプルスやベイマツ等が多く使われてきました。

一方、新潟県内ではスギ人工林の資源が充実してきており、柱・梁等の軸材や合板等の面材のほか羽柄材などでも幅広く活用できるようになってきています。このため、スギ材を原料とした木質パネル（柱・梁間に挿入・緊結されることで受け材仕様の真壁方式面材張り耐力壁を構成する部材）を製造し、公益財団法人日本住宅・木材技術センターの「木造の耐力壁及びその倍率性能評価業務方法書」に準拠して、水平力に対する抵抗能力を評価しました。

成 果

- 1 枠材をスギ材とし、面材をベイマツ合板とした木質パネルの参考壁倍率は、短尺の面材を張り継がない場合には3.8、張り継ぐ場合には3.4であり、いずれも建設省告示で示される構造用合板による耐力壁の壁倍率（2.5）に相当することから、枠材でのスギ材利用が可能と考えられます。
- 2 枠材をスギ材とし、面材をスギ合板とした場合の参考壁倍率は3.2であり、建設省告示で示される構造用合板による耐力壁の壁倍率（2.5）に相当することから、面材でもスギ材利用が可能と考えられます。
- 3 枠材と面材をともにスギ材とすることで木質パネルの軽量化を図ることができ、施工性の向上が期待されます。

※ 壁倍率は地震力や風圧力などの水平力に対する耐力壁の抵抗性能を示す数値で、一般的な仕様の耐力壁の壁倍率は建設省告示第1100号で定められています。木質パネルには同告示による壁倍率の定めがないため、使用にあたっては個別に国土交通大臣の認定を取得する必要があります。認定の際に低減係数が乗じられて「壁倍率」が設定されますので、ここでは「参考壁倍率」としました。

成果の活用

研究の成果は平成27年度新潟県森林研究所研究成果発表会で発表するとともに、新潟県森林研究所ホームページで公表しています。

また、本成果を活用して、新潟県内の木材関連業者が新潟県産スギ材を使用した木質パネルの国土交通大臣認定を取得し実用化しています。

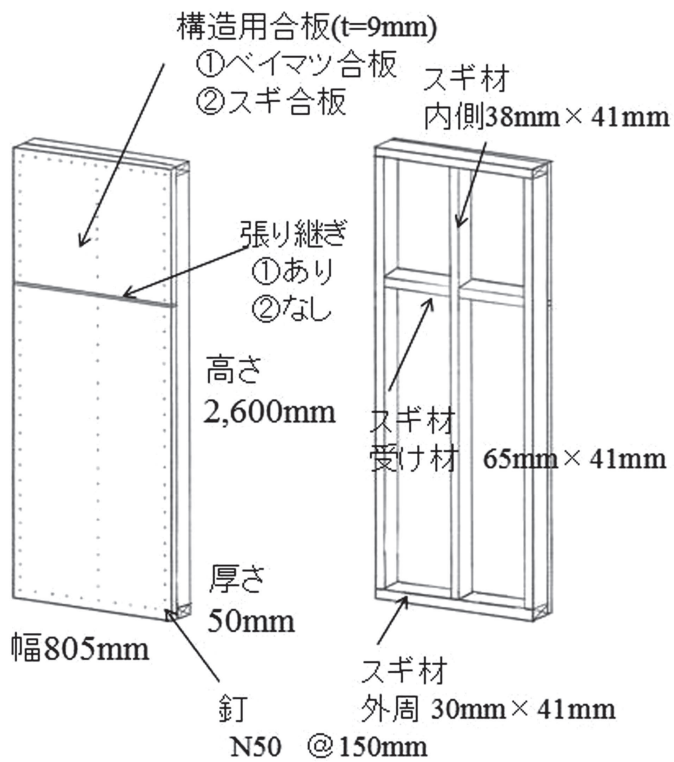


図1 木質パネルの概要



写真1 木質パネルの面内せん断試験

柱 : スギ 断面寸法 105mm × 105mm
 梁 : ベイマツ 断面寸法 105mm × 180mm
 土台 : スギ 断面寸法 105mm × 105mm
 いずれも含水率 20% 以下

表1 木質パネルの仕様と壁倍率等

構造用合板	張り継ぎ	重量 (kg)	参考壁倍率
ベイマツ	なし	15.2	3.8
ベイマツ	あり	16.0	3.4
スギ	あり	13.5	3.2

フランキア菌を活用したハンノキ属緑化木の短期育苗法

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 斎藤 真己

研究の背景・ねらい

ケヤマハンノキのようなハンノキ属の樹種は、窒素固定細菌であるフランキア属放線菌（以下、フランキア菌とする）と共生し（図1）、痩せ地でも旺盛な生育を示すことから、治山や砂防事業の緑化木としてよく利用されています。これらの種苗は安価な外国産や産地不明のものが広く普及していましたが、最近になって既存集団への遺伝子攪乱や生態系への悪影響が危惧されるようになったため、それぞれの地域の環境に適した遺伝子型を持つ地域性種苗の活用が求められるようになりました。このことから、富山県に自生しているハンノキ属4樹種（ミヤマカワラハンノキ、ヒメヤシャブシ、ケヤマハンノキ、タニガワハンノキ）を対象に、緑化木としての苗木の安定生産に向けて、フランキア菌を活用した短期育苗法の確立を目的に研究を行いました。

成 果

1 ハンノキ属4種の結実豊凶と種子の保存性

富山県産のハンノキ属の苗を治山事業等で活用するためには、安定的な種子の確保が必要になります。そこで、4樹種の結実豊凶の年変動を把握するため、表1に示した着果指数法で4年間調査した結果、いずれの樹種も結実豊凶の差が大きく、毎年、種子を採取することは困難であることがわかりました（図2）。次にハンノキ属の種子の保存性について調査した結果、4℃程度の低温乾燥状態を維持しておけば、3年程度の保存期間では発芽率の低下は10%以内であることがわかりました。これらのことから、良質な種子が結実する豊作年にできるだけ大量の種子を採取し、次の豊作年まで保存しつつ必要量を使用することで、地域性苗の安定生産が可能になると考えられました。

2 フランキア菌を活用した短期育苗法

育苗にかかるコストを削減し省力化をはかるためには、短期間で育苗する方法が求められます。そこで、ケヤマハンノキの苗の根に形成された根粒を採取し、水道水と一緒にミキサーで砕いた懸濁液（根粒懸濁液）を発芽直後の実生苗に散布したところ、生育が大幅に早まりました（図3）。この方法をタニガワハンノキ、ミヤマカワラハンノキ、ヒメヤシャブシでも行ってみたところ、ケヤマハンノキと同様に大幅に苗の生育が早まり、6ヵ月程度の育苗期間で出荷可能な大きさになることがわかりました（図4）。

成果の活用

本研究で得られた成果は、富山県農林水産総合技術センター森林研究所の研究レポート（No.11）で公表しました。また、今後は解説書等を作成し、林業技術者や育苗関係者、森林所有者等への普及を図ります。



図1 ケヤマハンノキの根にフランキア菌が感染して形成された根粒

表1 着果指数法による評価基準

評価	概要	豊凶
0	着果なし	凶作
1	わずかまたはごく一部に着果	不作
2	全体的に疎に着果	並作
3	樹冠の全面に密に着果	豊作

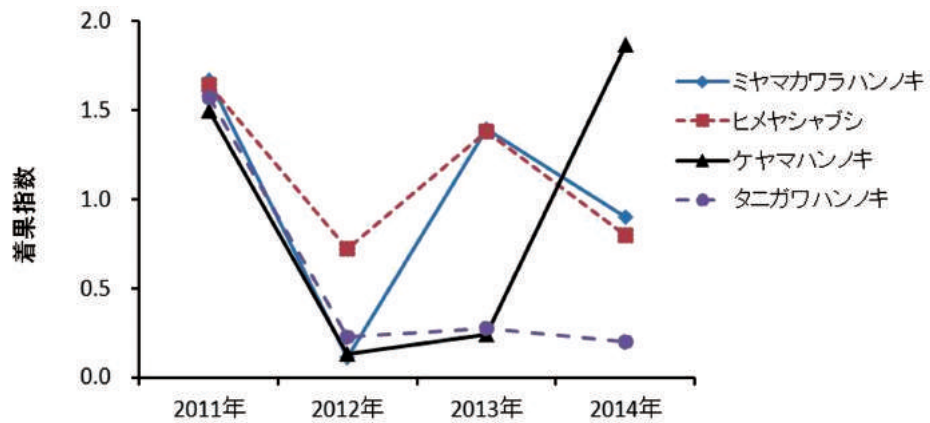


図2 ハンノキ属4種の平均着果指数の推移（調査は各20個体）

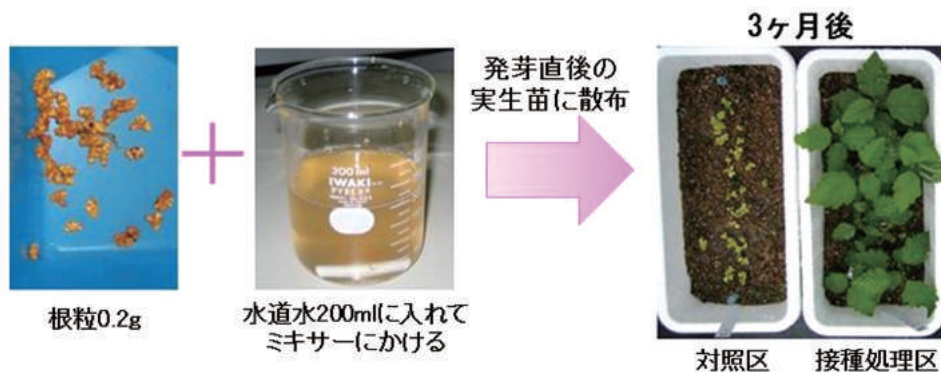


図3 根粒懸濁液散布によるケヤマハンノキの成長促進効果



図4 根粒懸濁液を散布したミヤマカワラハンノキの1年生苗

[問い合わせ先：富山県農林水産総合技術センター森林研究所 TEL 076-483-1511]

ニホンジカの森林生態系に及ぼす影響と適切な管理方法

山梨県森林総合研究所 森林研究部 飯島 勇人・長池 卓男

研究の背景・ねらい

近年、日本各地でニホンジカ（以下、シカとします）の個体数が増加し、シカによる森林や半自然草原、さらには高山植物などへの被害が深刻化しています。シカの個体数やシカによる被害を管理するためには、個体数管理（シカの数を制御する）、生息地管理（シカによって住みにくい環境を作る）、被害管理（シカによる被害を防ぐ）の3つをバランス良く進めていく必要があります。本研究では、山梨県のシカ管理においてこれら3つの管理を実行するために必要な知見を収集しました。

成 果

シカの数を管理するために必要になる情報は「いつ」「どこで」「どの程度」シカがいるのかという情報です。本研究ではベイズ型状態空間モデルを開発し、5km メッシュ単位でのシカ密度を年ごとに推定しました。その結果、山梨県内では八ヶ岳、牧丘、富士山周辺で特にシカ密度が高いことを明らかにすることができました（図1）。本研究で開発したモデルは、類似のベイズモデルによる個体数推定と異なり恣意的な仮定を置かなくても推定できるので、汎用性があります。

シカにとって生息しやすい環境の一つとして、餌が多い牧草地が予想されます。そこで本研究では、牧草地（現在は家畜の放牧を行っていない）、牧草地付近の森林、牧草地から離れた森林の3か所にそれぞれ自動撮影カメラを3基設置し、シカの出現状況を調査しました。その結果、シカは冬季を除いて森林よりも牧草地を利用していることが明らかになりました（図2）。

シカによる樹木への被害を防ぐ対策を講じる上で、農地と異なり森林は広大であることから、優先的に対策する場所を明らかにする必要があります。多点調査の結果から、シカ密度が高く、若齢林で、積雪が深い場所ほど樹皮剥ぎが起こりやすいことが明らかになりました。この結果に基づき、調査していない箇所での樹皮剥ぎの発生確率を推定しました（図3）。

以上の結果から、科学的知見に基づいてシカの捕獲やシカによる利用の防止、被害対策を優先的に行う場所を示すことができました。

成果の活用

個体数の推定結果については、毎年のニホンジカ捕獲数を決定するための資料として用いられています。また、当所 HP (<https://www.pref.yamanashi.jp/shinsouken/manual/manual.html>)、各種会議（26回）、普及誌（7報）、新聞、テレビ、学会（14回）等での普及も行っています。研究の詳細な内容については、以下の論文をご覧ください。

Iijima & Nagaike (2015) Forest Ecosystems 2: 33.

Iijima & Nagaike (2015) Ecological Indicators 48: 457-463.

Iijima et al. (2013) Journal of Wildlife Management 77: 1038-1047.

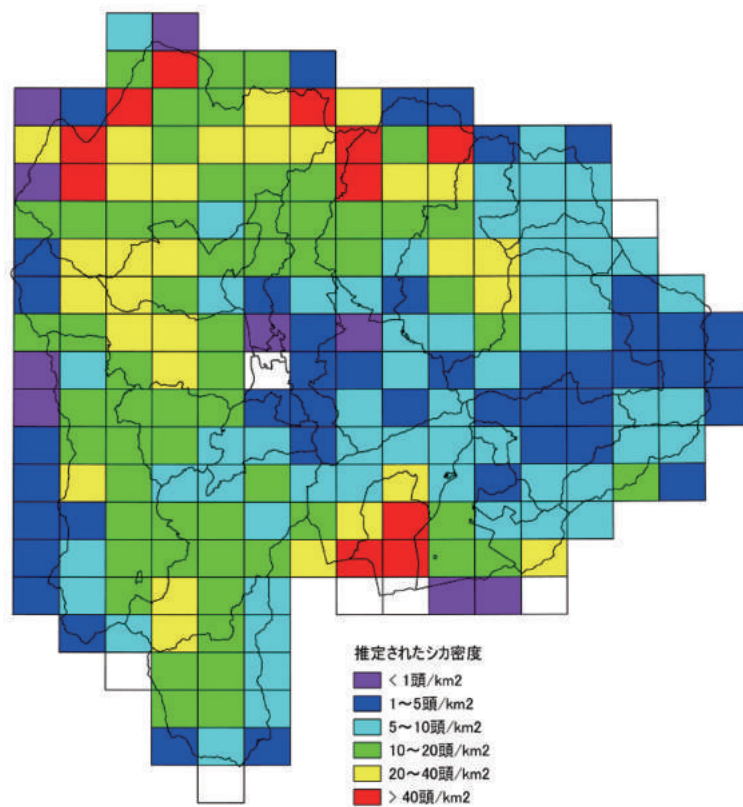


図1 推定された2013年時点でのシカ密度

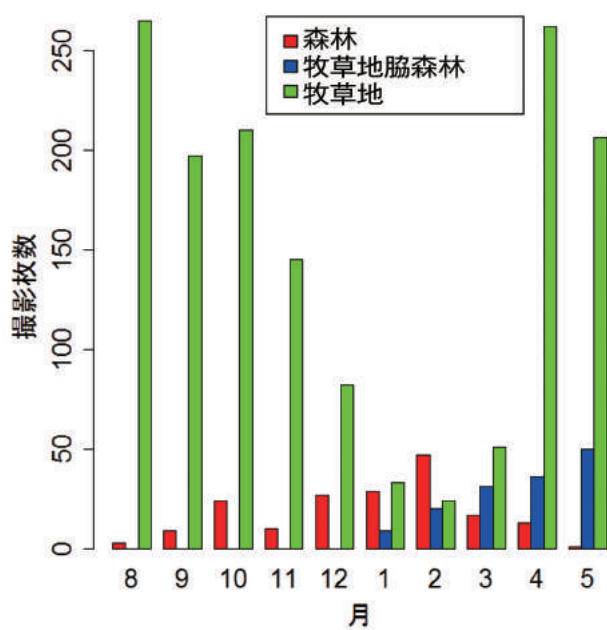


図2 生息地かつ月別のシカの撮影枚数

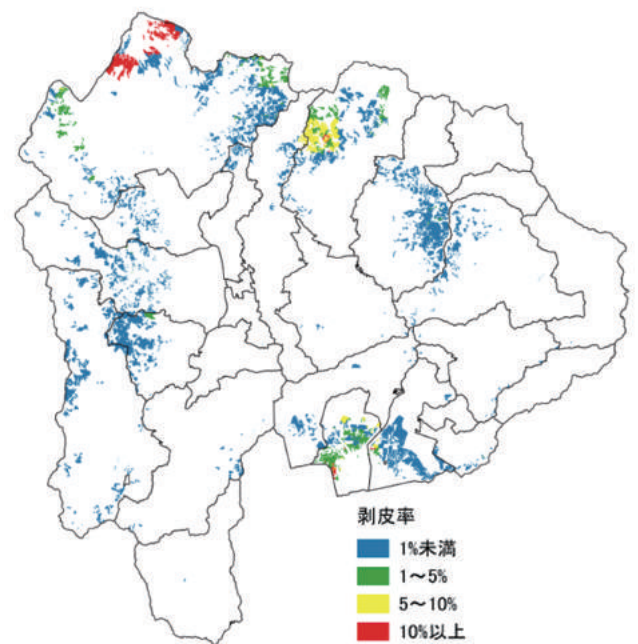


図3 県有林のカラマツ人工林における剥皮発生可能性

小面積皆伐跡地の広葉樹伐根を利用したきのこ栽培

長野県林業総合センター 特産部 増野 和彦・古川 仁・片桐 一弘

研究の背景・ねらい

ナラ類・クヌギ等の里山の広葉樹林は、きのこ原木用等に 25 年～ 30 年の林齢で伐採し、伐根（切株）から発生してくる萌芽を利用した「萌芽更新」により維持されてきました。しかし、近年、きのこ原木等への利用が減り、放置されて高齢化する林が増加し、カシノナガキクイムシ等の被害を受け易くなりました。そこで、広葉樹林の活性化のため、薪・きのこ原木・バイオマス発電用等に伐採することが推奨されています。しかし、伐採が進むと、萌芽更新の困難な林齢の高い林では、結果として小面積皆伐跡地の増加が予測されます。そのため、大径広葉樹を小面積皆伐した林地において、有効な更新が図られるまでの期間を活用し、萌芽してこない広葉樹の伐根を用いたきのこ栽培方法を検討しました。

成 果

長野県佐久穂町のアカマツ・コナラ混交林の「小面積皆伐」跡地内（標高 900m:写真 1）で、「きのこの簡易接種法」（写真 2：種菌を接種した伐根の直径、接種箇所等は脚注）によりクリタケ、ナメコのコナラ伐根栽培技術の実証試験を行い、以下の結果を得ました。

- 1 種菌接種の翌々年秋から子実体発生が始まり、発生開始から、クリタケでは 6 年間に発生伐根当たり 5.4kg・接種伐根当たり 1.0kg（図 1）、ナメコでは 4 年間に発生伐根当たり 2.4kg・接種伐根当たり 0.3kg（図 2）の収穫が得られました。推定式（山本・麻生）により伐根材積を算出して単位材積当たりの収量を計算し、クリタケの同一种菌を用いた林床での原木栽培結果と比較したところ、接種した原木について、原木栽培の 25.4kg /m³ に対して伐根栽培では 2.1kg /m³ でした。この減少原因は、皆伐跡地のため直射日光の影響による種菌の乾燥や死滅と考えられます。しかし、単に伐根を放置するより、森林資源の有効活用に繋がると考えます。
- 2 発生の特徴として、クリタケは地際から発生する傾向が見られましたが（写真 3）、ナメコは伐根の比較的高い位置にも発生が見られました（写真 4）。
- 3 種菌接種後に接種した伐根周辺の雑木や雑草の繁茂により伐根が不明になることを防ぐため、「GPS」（写真 5）を利用した管理マニュアルを作製しました。

成果の活用

日本きのこ学会大会（2015 年）で研究発表するとともに、長野県林業総合センター研究成果発表会等で林業及びきのこ関係者に説明しました。長野県内のきのこ生産振興研修会、「長野の林業」等の広報誌に掲載して現場に知らせると同時に、モニター栽培試験に取り組んでいます。

知的財産権取得状況

「きのこの接種法」（長野県・一般社団法人長野県農村工業研究所・特許 5640201 号・平成 26 年 11 月 7 日取得）



写真1 「小面積皆伐」跡地内の試験地
(伐採 2006 年秋・標高 900m・0.8ha)



写真2 「わりばし種菌」の接種 (2007 年 8 月末)
伐根の大きさ：平均長径 51cm、平均短径 38cm
クリタケ：40 か所、ナメコ：13 か所

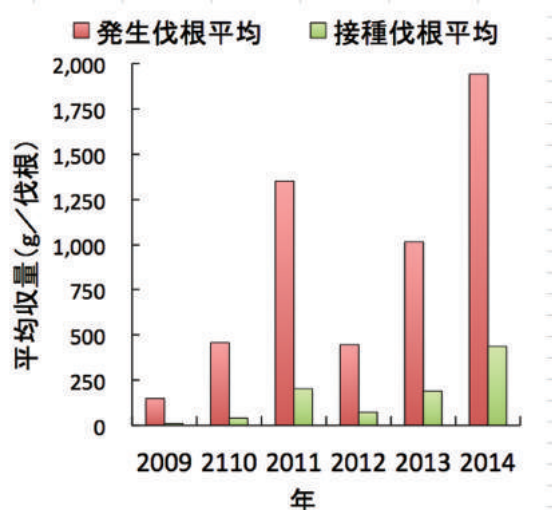


図1 クリタケの収量

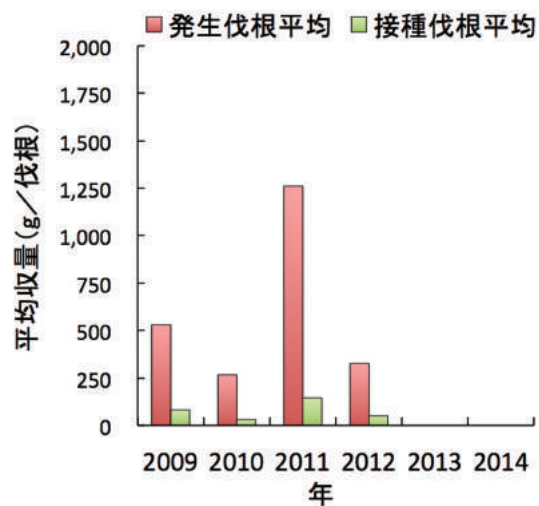


図2 ナメコの収量



写真3 クリタケの発生



写真4 ナメコの発生



写真5 GPS 受信機

* 本研究の一部は、農林水産技術会議「高度化事業」及び「農食研事業」により実施したものです。

[問い合わせ先：長野県林業総合センター 特産部 TEL 0263-52-0600]

低コスト微量注入処理による枯損予防方法の開発

長野県林業総合センター 育林部 前主任研究員 岡田 充弘・研究員 清水 香代
山形県森林研究研修センター 研究主幹 齊藤 正一

研究の背景・ねらい

カシノナガキイムシが媒介するナラ類に大量の枯損をもたらすブナ科樹木萎凋病被害（以下、ナラ枯れ）の対策は、林分内のカシノナガキイムシの密度をフェロモン剤とブナ科樹木の生丸太を用いたおとり丸太の大量集積処理等で減らすとともに、初期被害地（微害地）で徹底した防除（枯損木処理、枯損予防処理）を素早く行うことが有効です。そのため、初期被害地などでの枯損予防処理をより効率的に進めるため、「格段に低コスト」で「高性能且つ作業性に優れ効果的」な樹幹注入処理による枯損予防方法の開発を行うことを目的としました。なお、本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究「広葉樹資源の有効利用を目指したナラ枯れの低コスト防除技術の開発（24030）平成 24-26 年度」で実施しました。

成 果

- 1 新たに開発した高濃度殺菌剤の微量注入処理（ウッドキング DASH 1 孔当たり注入量 0.5ml）は、現地試験の結果、現行の注入ボトルを用いた殺菌剤樹幹注入処理（1 孔当たり注入量 200ml）と同等の枯死予防効果がありました。（図 1）
- 2 新しい微量注入処理では、100 注入孔分の薬液量が 1 ビン（50ml）になり、従来の薬剤がその 400 倍の 20kg 以上（200ml × 100 本）の薬液を運搬する必要があったことに比べて、大幅に軽量化しました。現地での注入作業の作業強度は、この軽量化により大幅に低減しました（写真 1）。
- 3 微量注入処理の連続が簡単に注入できる微量注入器を開発しました。この微量注入器による処理では、注入孔あたりの処理時間が現行の注入ボトルを用いた処理の 1/2 以下に短縮でき、処理時間のバラつきも小さくなりました（写真 2）。
- 4 殺菌剤の微量化や処理のボトルレス化によって、薬剤価格が大幅に低下しました。また、薬剤価格の低価格化とともに、作業の省力化とそれに伴う作業時間短縮などで、注入孔 1 個あたりの費用は、従来の 1/2 以下となりました。（図 2）

成果の活用

新たに開発した高濃度殺菌剤の微量注入処理は、平成 25 年 7 月 10 日に微量注入用ウッドキング DASH（農林水産省第 23301 号）として農薬登録され、平成 26 年度から研修会などで処理方法を普及し、現地での枯損予防に使用されています。

また、研法）森林総合研究所等の共同研究機関とともに、「ナラ枯れ防除の新展開 一面的な管理に向けて」（<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/3rd-chuukiseika26.pdf>）を作成し、国有林等の関係機関に配布し、総合的な被害対策の普及を進めています。

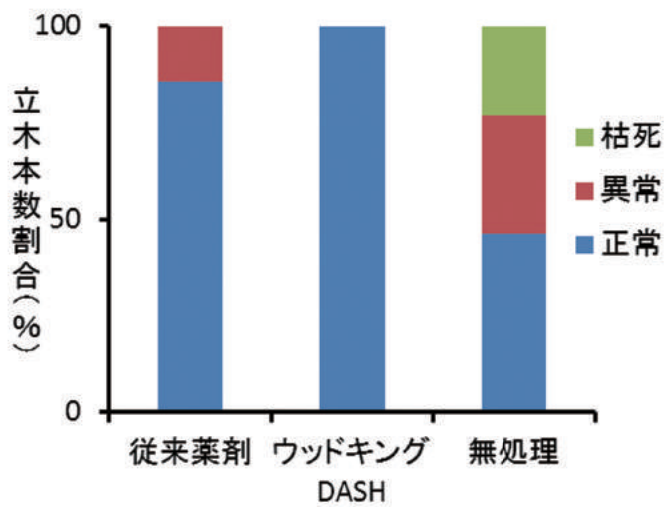


図1 殺菌剤樹幹注入処理後のミズナラ被害状況

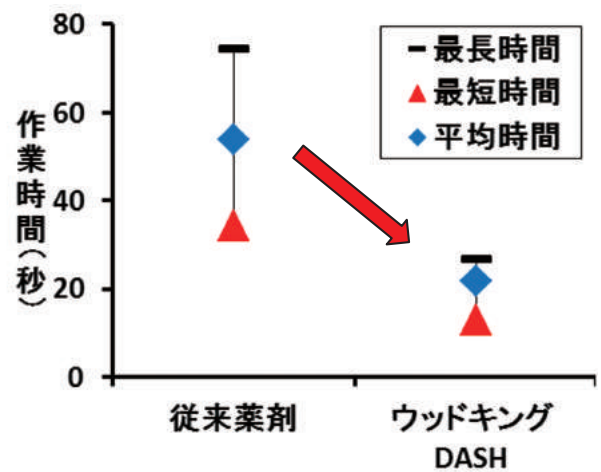


図2 殺菌剤1孔注入あたりの平均作業時間



写真1 注入孔100個の処理に必要な薬剤量の比較
(左：従来薬剤、右：ウッドキング DASH)



写真2 微量注入器による微量樹幹注入処理

カラマツの耐久性経年変化の評価手法の開発

長野県林業総合センター 木材部 山内 仁人・今井 信

研究の背景・ねらい

長野県内には、国有林・民有林併せおよそ 130 基の木製治山構造物があり、その大半はカラマツが使用されています。これらの施設の維持管理には、部材の劣化状況を把握し、適切な時期に補修・部材交換等を実施する必要がありますが、現地で、簡易に実施できる劣化診断手法が確立されておらず、木製部材の耐久性も明らかにされていませんでした。

そこで、県内のカラマツ製治山構造物（ダム）の詳細な部材劣化調査を行い、その現況を把握するとともに、環境要因等がカラマツ製部材の耐久性に及ぼす影響について検討しました。

なお、本研究は、平成 24 ～ 26 年度農林水産業・食品産業科学技術推進事業「生態系保全のための土と木のハイブリッド治山構造物の開発」（中核機関：東京農工大学・課題番号 24027）の一環として、岐阜県森林研究所をはじめとする公立林試・民間企業等と連携し、実施したものです。

成 果

調査では、施設の下流側から水平方向に部材中心に向かって木材穿孔抵抗試験機（レジストグラフ）のドリル部分を穿孔させ、部材の劣化深さを調べました（写真 1・2）。丸太やたいこ挽き材の使用箇所では、劣化深さのバラツキが非常に大きく、経過年数から部材の劣化厚を推定することは困難でした。一方、丸棒加工材・角材の使用箇所では、丸太・たいこ挽き材使用箇所に比べ劣化速度が顕著に遅く、劣化深さのバラツキも減少し、比較的精度の良い劣化予測・耐用年数推定が可能と考えられました（図 1）。一方、環境要因と劣化速度の間には、明確な因果関係は認められませんでした。

また、丸太やたいこ挽き材の使用箇所では、岐阜県森林研究所のスギの既報*（和多田ら・2015）と同様に、袖部と本体部で劣化深さに有意差が認められた箇所が多かったのですが、丸棒加工材・角材の使用箇所では、有意差が認められた箇所はわずかでした（図 2）。スギに比べるとカラマツは心材率が高く、丸棒加工・角材挽き等の加工を施した材は辺材厚が極めて小さい、越流水が少量でも流れている施設では、常に本体部材の含水率が飽水に近い高含水率に保たれるため腐朽が進行しにくい等、複数の要因が上記の結果に影響を及ぼしているのではないかと考えています。

成果の活用

調査結果は、「生態系保全のための土と木のハイブリッド治山構造物の開発」事業の成果講習会で報告した他、当センターのホームページ、業務報告・技術情報等に掲載し、県内行政機関等に配布しました。また、土木学会木材利用研究発表会（2013）、木材学会大会（2015）、木材保存協会年次大会（2015）、中部森林管理局の中部森林技術交流発表会（2015）等で発表しました。また、本調査結果を含む木製治山構造物技術指針（案）を、関係機関のホームページで公開しています。

*和多田友宏・臼田寿生・土肥基生（2015）木製治山ダムの劣化に及ぼす諸要因の検討，岐阜県森林研研報 44：11-16



写真1 部材中心に向けレジストグラフのドリル部を穿孔

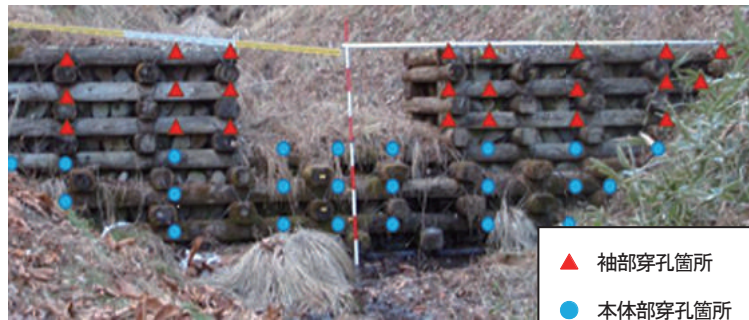


写真2 穿孔調査位置

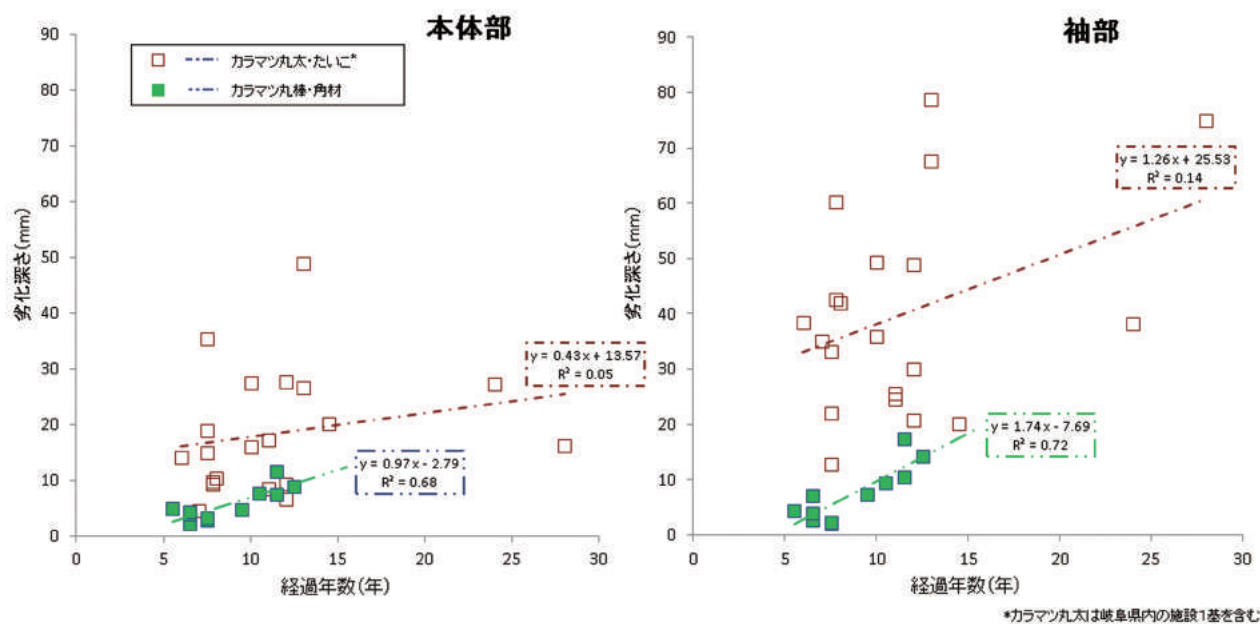


図1 加工方法の違いによる劣化深さの比較

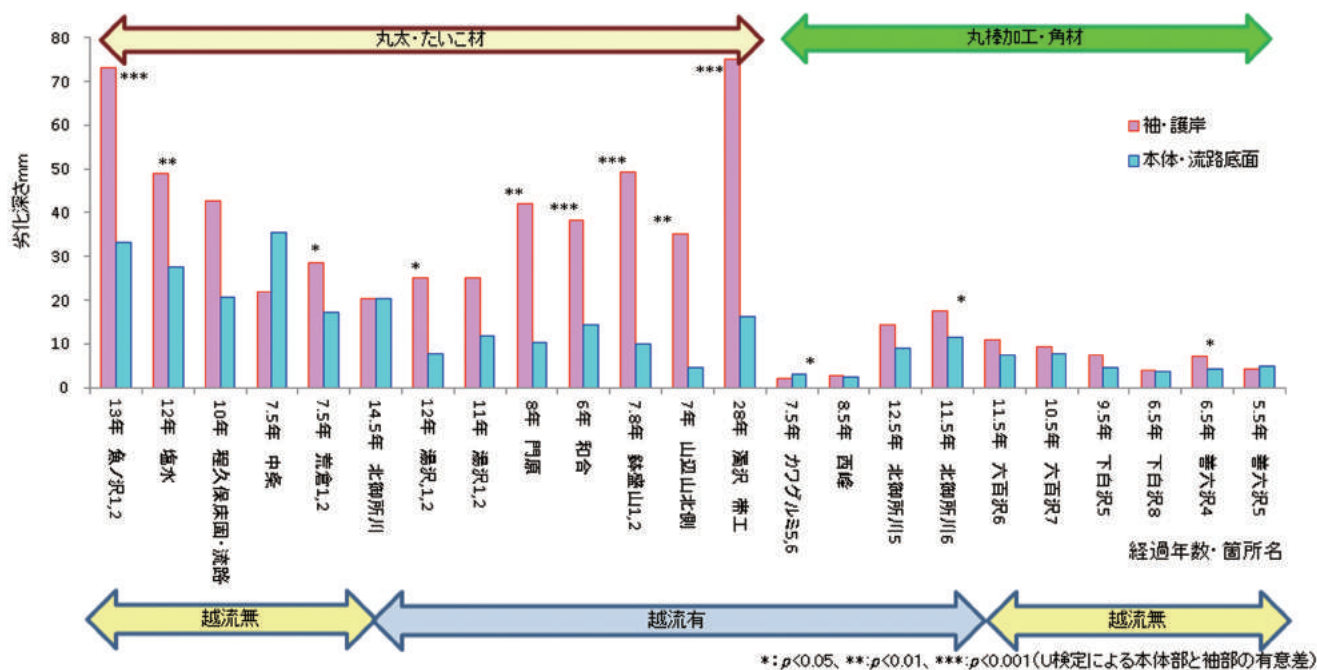


図2 袖部と本体部の劣化深さの比較

[問い合わせ先: 長野県林業総合センター 木材部 TEL 0263-52-0600]

未利用資源の活用技術の開発

岐阜県森林研究所 上辻 久敏・水谷 和人

研究の背景・ねらい

県内の食用キノコ生産者は、施設の大規模化による産地間競争の激化や、栽培資材や燃料の高騰などにより、厳しい経営状況にあります。キノコ生産者からは、生産性を向上させ、かつ現地で導入しやすい技術の開発が求められています。そのため当研究所では、キノコ生産量の増大に向けた研究を開始しました。

成 果

菌床を作る際に、アミラーゼ（以下「酵素」）を添加し攪拌するだけで、エリンギとブナシメジの収穫量を約2～3割増やすことができました。技術の詳細は、酵素を一般的に使用される栽培ボトル（800cc）に酵素（ノボザイムズ社）原液1mlの割合で添加しました。ボトル当たりの酵素価格は約1円で、酵素を添加する以外は従来の栽培方法と同じです。酵素の添加により、エリンギでは25～36%、ブナシメジでは17～18%、収穫量が増加しました（図1、写真1）。

酵素の反応性が高温性型と中温性型の2種の酵素についてそれぞれ試験したところ、ともに増収効果が認められました。失活させた酵素では増収は確認されず、増収は酵素の働きによると考えられます。しかし、エリンギの40日培養と比較して、35日培養では、中温性型の酵素で増収効果が認められず、どの酵素でも種類に関係なく同じ効果が得られるというわけではないようです。

酵素は、菌床作成時の添加後から、殺菌温度に至る温度上昇途中で失活するまで反応が可能で、酵素添加による特別な反応時間の追加は行っていません。その間の菌床成分の変化が増収につながっていると考えられます。殺菌後の完成した菌床には反応できる酵素は残存していません。菌床組成が増収効果に影響する可能性があり、今後、さらに増収条件を検討していく必要があると考えています。

成果の活用

研究成果については、以下の項目で公表されました。現地での実用化を目指し、県内キノコ生産会社やキノコ生産出荷組合にて、現地試験を実施中です。

成果の公表

- ・知事定例記者会見
- ・テレビでの放映 NHK（東海3県ニュース、ほっとイブニングぎふ）
- ・新聞掲載（中日新聞、岐阜新聞、読売新聞、日本農業新聞）

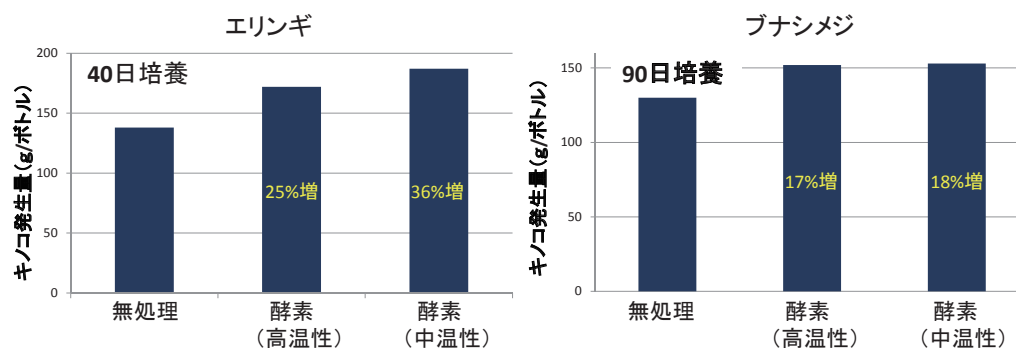


図1 酵素添加による発生量への影響
(無処理との比較により増加 Mann-Whitney の U 検定、有意水準 5%)

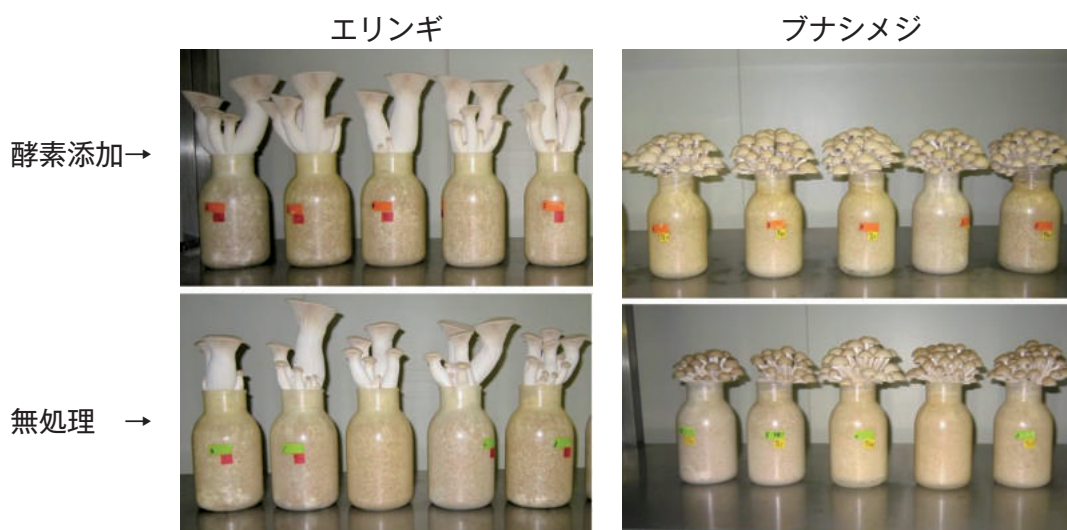


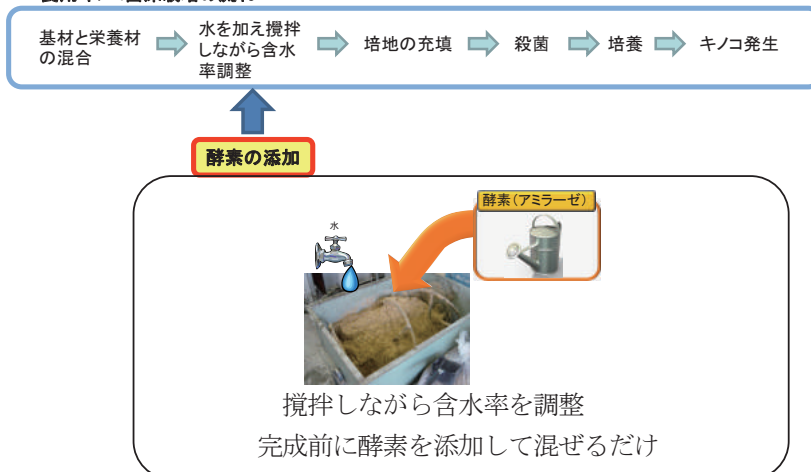
写真1 発生したエリンギとブナシメジの様子

菌床作成時の酵素の使用法

- (1) 菌床材料をミキサーで混合する。
- (2) ミキサーへ水を添加して含水率を高めていく。
- (3) 攪拌しながら、水に希釈した酵素を添加し、10分程度攪拌し所定の含水率に調整する。
- (4) 通常の栽培に使用しているボトルや袋に充填して殺菌する。

殺菌後に冷却して完成した菌床に種菌を接種して培養を開始する。

食用キノコ菌床栽培の流れ



[問い合わせ先：岐阜県森林研究所 森林資源部 TEL 0575-33-2585]

ニホンジカ（メス・幼獣）誘引式首用くくりわなの開発

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 森林育成科 大橋 正孝

研究の背景・ねらい

静岡県では、急増するニホンジカ（以下「シカ」とする。）を捕獲するためのわなとして、汎用性が高く機動力のあるワイヤーで脚をくくる「脚くくりわな」が各地で普及し実績を上げています。しかし、脚くくりわなによる捕獲は、わなを設置する場所を選定する技術が必要で経験の浅い人がすぐに実績を上げることは困難です。また、ツキノワグマを誤って捕獲する、厳冬期凍結条件下では作動部が凍りつく、わな用の穴も掘れない、といった課題も抱えています。そこで、これらの課題を克服するわなの開発に取り組みました。

成 果

草食動物用のヘイキューブ（成形乾草）でシカを餌付けてから捕獲する、誘引式首用くくりわな（ただし、角がないメスの成獣や幼獣を対象とし、締め付け防止金具により首は絞めない構造のもの）を新たに考案、開発しました。2013年12月から2014年1月に富士山南麓の標高1,000～1,100 m、約1 km²のエリアに、開発した誘引式首用くくりわな（写真1、自作、材料費：1,805円／基）10基を表1の手順で仕掛けて実証試験を行ったところ、以下の結果が得られました。

- 1 1日あたり平均で9.5基のわなを33日間（32晩）設置して24頭のシカ（うち成獣のメス12頭、1歳3頭、0歳9頭）を捕獲しました（表2、写真2）。シカ以外の動物の錯誤捕獲はありませんでした。
- 2 捕獲効率は、わな設置期間だけだと0.73頭／日、餌付け期間7日を加えると0.60頭／日で、わな1基1晩あたりでは0.079頭でした。これは、周辺地域で狩猟者が6～8月に脚くくりわなによる捕獲を行ったときの捕獲効率0.036頭／基・晩の約2倍でした。
- 3 わなの設置に掛かった時間は、8 ± 2分でした。地面を掘らないことに加え、わな設置場所の選定にも時間が掛かりませんでした。
- 4 捕獲した成獣メスの頭囲は47.1 ± 2.0cm（平均 ± 標準偏差）で、首囲は31.4 ± 2.3cm、最大値が36.0cmでした。一方、1歳及び0歳個体頭囲の最小値は36.0cmでした。このため、くくり輪が36.0cm未満にならないように締め付け防止金具を調整したところ損傷も少なく、調査用の生け捕り捕獲にも有効と考えられます。

成果の活用

静岡県では、第11次鳥獣保護管理事業計画の捕獲許可基準を改正し、2015年度から有害鳥獣捕獲や管理捕獲で開発した誘引式首用くくりわなが使用できるようになりました。

12月には、研修を受けた森林管理署の職員が本わなによる捕獲に取り組み、早速実績を上げています（伊豆地域）。現在、さらに多くの地域で活用いただくために、自作する場合の材料や捕獲の進め方についてガイドブックを作成しているほか、メーカーとの共同研究により製品化を進めています。

表1 誘引式首用くくりわなによる捕獲の進め方

- 手順(1) 新しい足跡などシカの痕跡が多い場所で立木根元の地面上にヘイキューブを3～5個置き、数日経過を観察する
- (2) 地面に置いたヘイキューブが全てなくなるようになった場所は、ヘイキューブをバケツの中に入れて再び数日経過を観察する
- (3) バケツ内のヘイキューブも食べる日が続いたら、わなを仕掛ける



写真1 誘引式首用くくりわな



写真2 誘引式首用くくりわなにより捕獲したシカ

表2 誘引式首用くくりわなによる捕獲試験結果

捕獲期間	日数 (日)	晩数 (晩)	わな数 (基/晩)	捕獲数 (頭)	1日あたりの 捕獲頭数 (頭/日)	捕獲効率 (頭/基・晩)
2013/12/27～2014/1/28	33	32	9.5	24	0.73	0.079

※周辺地域における従来の脚くくりわな(2012年6月1日～8月31日)による捕獲効率 0.036頭/基・晩

表3 試験地で捕獲したシカの頭囲及び首囲

齢区分	頭囲 (cm)			首囲 (cm)		
	平均±標準偏差	最小値	最大値	平均±標準偏差	最小値	最大値
成獣メス (17頭)	47.1±2.0	44.0	51.0	31.4±2.3	29.0	36.0
当歳及び1歳 (10頭)	39.6±1.8	36.0	41.0	26.9±1.3	25.0	29.0

[問い合わせ先：静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 森林育成科 TEL 053-583-3121]

スギ大径材から採材した梁桁材の強度性能評価試験

石川県農林総合研究センター林業試験場 石川ウッドセンター 石田 洋二・松元 浩・小倉 光貴・滝本 裕美

研究の背景・ねらい

石川県のスギ丸太は資源の充実や長伐期化に伴い、中目材から大径材へと移行しつつあり、スギ大径材の有効利用が重要な課題となっています。また、関係業界からも大径材から得られる心持ちスギ平角材の強度性能の解明を望む声が上がっており、当センターでは各種強度性能試験（曲げ、縦引張り、せん断、めり込み）を実施してデータの蓄積を進めているところです。

ここでは、県産スギ心持ち平角材のせん断強度およびめり込み強度性能について報告します。

成 果

奥能登地域・県央地域・南加賀地域より生産されたスギ丸太 150 本を製材後、目標含水率 20% に中温乾燥し、材幅 120mm、材せい 240mm、材長 4,000mm に仕上げた心持ち平角材を供試木としました。供試木 1 体から、ともに材長 1,440mm のせん断試験体とめり込み試験体をそれぞれ 1 体ずつ採材し、強度試験に供しました。

1 せん断強度

せん断スパンを 480mm（材せいの 2 倍）とした中央集中荷重法によりせん断試験を行いました（写真 1）。

せん断強度の平均値は 4.4N/mm^2 、信頼水準 75% における 95% 下側許容限界値（5 % 下限値）は 3.4N/mm^2 でした（表 1）。全ての試験体が、国土交通省告示に定めるスギのせん断基準強度（ 1.8N/mm^2 ）を上回りました。試験体のみかけの密度とせん断強度には相関関係が認められ、密度の大小がせん断強度に影響を及ぼすことが分かりました（図 1）。

2 めり込み強度

試験体の長さ方向の中間部を上下両面より加圧する材中間部めり込み試験を行いました（写真 2）。

めり込み強度の平均値は 7.16N/mm^2 、めり込み降伏強度の平均値は 4.65N/mm^2 、まためり込み剛性は 3.20N/mm^3 でした。また、めり込み強度の 5 % 下限値は 5.26N/mm^2 でした（表 2）。試験体 150 本中、国土交通省告示に定めるスギのめり込み基準強度（ 6.0N/mm^2 ）を上回った試験体は 123 本（82%）でした。試験体のみかけの密度とめり込み強度にやや相関関係が認められ、せん断強度の場合と同様に、密度がめり込み強度に影響を及ぼすことが分かりました（図 2）。大きなめり込み荷重がかかる部材にスギを使用する場合は、極力密度の大きな材を選別するなどの工夫が有効であると考えられます。

成果の活用

行政部局と連携して、県産材活用マニュアル「木材も地産地消」を発行し、今回のせん断、めり込み強度も含めて県産スギの各種強度データを集約し掲載しました。当マニュアルを活用し、住宅に関わる設計・建築の実務者や行政関係者に対して講習会等を開催し、県産スギが梁桁材としても十分使用可能であることを普及しています。

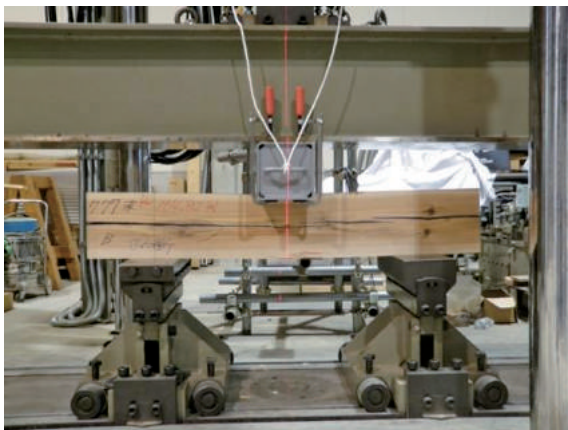


写真1 せん断試験

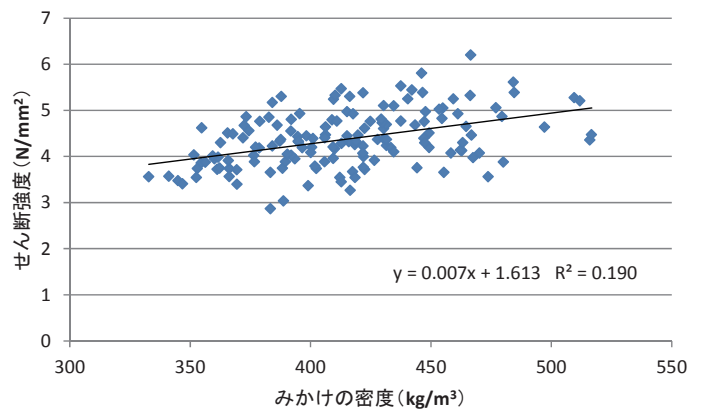


図1 みかけの密度とせん断強度の関係

表1 せん断試験結果

項目	試験体の含水率 (%)	せん断強度 (N/mm ²)
試験体数	150	150
平均値	17.2	4.4
変動係数(%)	32.5	13.8
最小値	9.8	2.9
最大値	40.4	6.2
5%下限値	—	3.4



写真2 めり込み試験

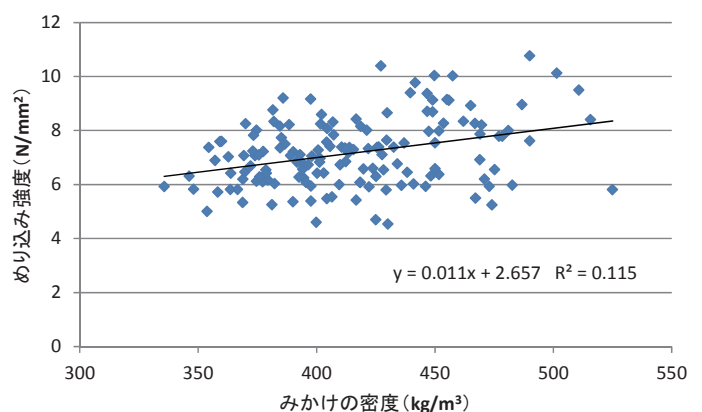


図2 みかけの密度とめり込み強度の関係

表2 めり込み試験結果

項目	試験体の含水率 (%)	めり込み強度 (N/mm ²)	めり込み降伏強度 (N/mm ²)	めり込み剛性 (N/mm ³)
試験体数	150	150	150	150
平均値	18.0	7.16	4.65	3.20
変動係数(%)	29.9	17.5	17.4	16.7
最小値	10.4	4.53	2.61	1.80
最大値	37.4	10.76	6.58	4.60
5%下限値	—	5.26	—	—

燃料用木材の乾燥技術の開発

福井県総合グリーンセンター 林業試験部 齋藤 年央

研究の背景・ねらい

平成 24 年 7 月に再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）が始まり、各地で木質バイオマスによる発電施設が計画・建設されています。本県においても木質バイオマス発電施設の建設が進んでおり、新たな需要先として期待されているところです。その木質バイオマスを燃料として利用する場合、着火性や燃焼性、発熱量に大きな影響を及ぼす水分を調整・管理する必要があります。

そこで本研究では、保管条件の異なる丸太の重量を定期的に測定し、その重量変化から含水率を推定して、日照時間が短く、雨量、降雪が多い本県における丸太の乾燥効果について検証しました。

成 果

福井県内で伐倒されたスギ丸太を当センターに運搬し、約 2m の長さに調整して、直径や重量等の測定を行ったのち、乾燥試験を実施しました（写真 1、2）。尚、水分としての含水率は湿潤重量を基準として求めました。

1 伐倒時期の異なる丸太の水分変化（表 1、図 1）

夏に伐倒した丸太は順調に水分が減少し、4 ヶ月で約 15% 下がり目標とする 40% 近くまで達しました。しかし、冬季は雨量が多いため、乾燥した丸太の水分は約 5% 増加する結果となりました。秋や冬に伐倒した丸太についても同様に、冬季の水分は増加もしくは伐倒時の値を維持する傾向にあり、目標値に達するのに 8 カ月以上を要しました。春季は湿度が下がり、気温が上がるため、全ての条件において水分が 10% 以上減少する結果となりました。

2 加工状態の異なる丸太の水分変化（表 2、図 2）

全ての条件において最初の 1 ヶ月で大きく値が減少しました。なかでも剥皮した丸太の水分が著しく減少し、約 1 ヶ月で 30% 以下を示しました。また、試験体に屋根を設けることで、雨水を防ぐことができ、乾燥が促進されました。

成果の活用

本成果については、当センターの業務報告書及び研究発表会で途中経過を公表しています。また県内の木質バイオマス発電事業者等へもデータを提供しており、今後も連携を取りながら試験を進め、木質バイオマスの利用促進に努めていきます。



写真-1 丸太の重量測定状況
(使用機器：AND 社製 FJ-K500i)



写真-2 丸太の乾燥状況

表1 試験に供した丸太の概要（伐倒時期の異なる丸太の乾燥）

樹種	供試本数 (本)	伐倒時期	場所	丸太の 加工状態等	初期の水分 (%)	直径 (cm)	長さ (cm)	材積 (m ³)	生比重
スギ	各5	夏	総合グリーン センター	樹皮付き	58.8	33.0	199.4	0.17	0.76
		秋			59.6	34.4	201.1	0.19	0.78
		冬			62.6	32.7	200.1	0.17	0.87
		春			56.3	31.9	200.5	0.16	0.77

表2 試験に供した丸太の概要（加工状態の異なる丸太の乾燥）

樹種	供試本数 (本)	伐倒時期	場所	丸太の 加工状態等	初期の水分 (%)	直径 (cm)	長さ (cm)	材積 (m ³)	生比重
スギ	各5	春	総合グリーン センター	樹皮付き	56.3	31.9	200.5	0.16	0.77
				樹皮付き・屋根	54.7	30.9	200.7	0.16	0.83
				剥皮	51.5	30.8	199.9	0.15	0.73

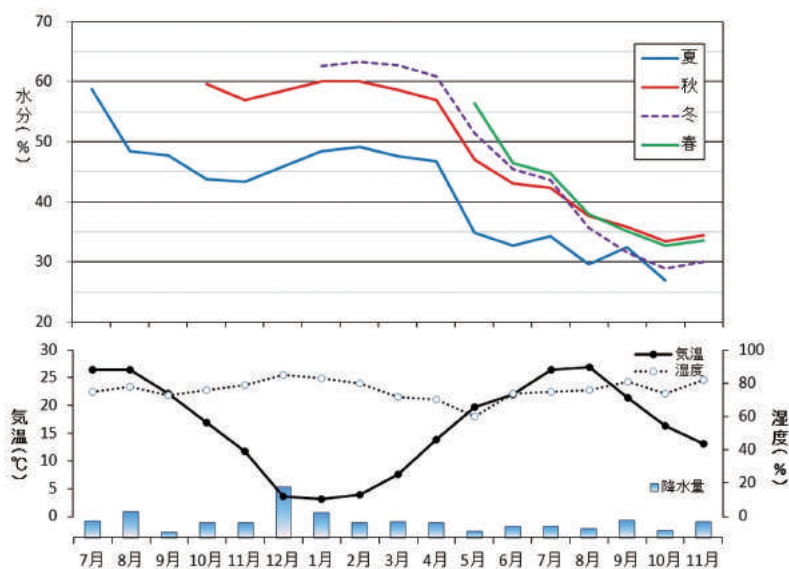


図1 伐倒時期の異なる丸太の水分と温湿度等の変化

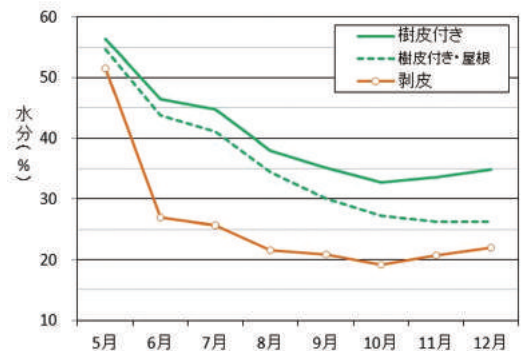


図2 加工状態の異なる丸太の水分変化

間伐促進のための収穫コスト予測システムの開発

三重県林業研究所 野村 久子

研究の背景・ねらい

搬出間伐を効率的に行うためには、小規模・分散的な所有形態の森林を面的にまとめる「集約化」が欠かせません。集約化の作業においては個々の森林所有者との合意形成のため、施業前に生産性やコストを試算し提示する必要があります。そこで、そのような集約化のための事前作業を省力化するために、現場の作業条件や作業機械から生産性やコストを予測するための収穫コスト予測システムの開発に取り組みました。

成 果

三重県の集約化団地における搬出間伐の作業システムについて、2009年度から2012年度にかけて県内の事業体を対象にアンケート調査を実施したところ、伐倒はすべてチェーンソーにより行われており、木寄せ、造材（はい積み）までの作業は主に①ウインチによる地曳き集材→チェーンソー造材、②ウインチによる地曳き集材→プロセッサまたはハーベスタによる造材（以下、機械造材）、③スイングヤーダ簡易架線集材→機械造材の3種類が行われていました。そこで、この3つの作業システムを構成する5工程についてビデオカメラを使用した時間観測調査を行い、作業条件と作業時間との関係から各作業工程の作業時間推定のためのモデル式を作成しました（表1）。

作成したモデル式を組合せることで、県内の主要な作業システム（上記①～③）の作業時間の推定を行いました。モデル式に実際の搬出間伐作業現場の条件を入力することで作業日数を推定し、実際の作業日数と比較したところ有意な正の相関が認められました（ $N = 47$ 、 $R = 0.92$ 、 $P < 0.01$ ）（図1）。

そこでこのモデル式を使用し、作業条件から作業時間や生産性、収穫コストを予測するシステムを作成しました。システムは入力の手易性を得るためマイクロソフト社のエクセル2010を用いて作成しました（図2）。単木材積を対象林分の平均胸高直径と平均樹高から立木幹材積表を用いて算出し、単木材積と成立本数及び間伐率から対象林分の推定伐倒木材積を算出しました。また、モデル式に作業条件を入力することで推定作業時間を求め、推定作業時間と推定伐倒木材積から生産性を算出しました。収穫コストは人件費と固定費、変動費の合計とし、人件費は推定作業時間と人件費単価から、固定費、変動費は、既存の林業機械コスト算定表（日本森林技術協会、2010、低コスト作業システム構築事業 事業報告書）の時間当たりの固定費、変動費に推定作業時間を乗算することで求めました。

成果の活用

本研究で得られた成果は、当研究所の平成26年度業務報告書（第52号）で公表するとともに、平成27年度成果報告会において発表しました。今後は、林業普及指導員を通じて県内の林業事業体に普及を行っていく予定です。

表1 作業時間推定のモデル式

伐倒	チェーンソー	$T = 1.12 \times D^{1.25} + t_n$	T : 作業時間(秒/本) D : 胸高直径(cm) t_n : スギ・下方伐倒 $t1=65.5$ ヒノキ・下方伐倒 $t2=106.5$ スギ・上方伐倒 $t3=132.6$ ヒノキ・上方伐倒 $t4=228.2$ L : 木寄せ距離(m) a : 傾斜($\sim 25^\circ$) = 2.50、($25 \sim 35^\circ$) = 2.18、($35^\circ \sim$) = 8.39 b : 傾斜($\sim 25^\circ$) = 134.01、($25 \sim 35^\circ$) = 145.28、($35^\circ \sim$) = 173.00 V : 材積(m^3 / 本) H : 樹高(m)
木寄せ	ウインチ地曳き	$T = a \times L + b$	
	スイングヤーダ簡易架線	$T = 2.34 \times L + 64.50 \times V + 240.69$	
造材	チェーンソー	$T = 4.42 \times D^{1.26} + 6.02 \times H + 59.6$	
	高性能林業機械	$T = 0.39 \times D^{1.07} + 89.4$	

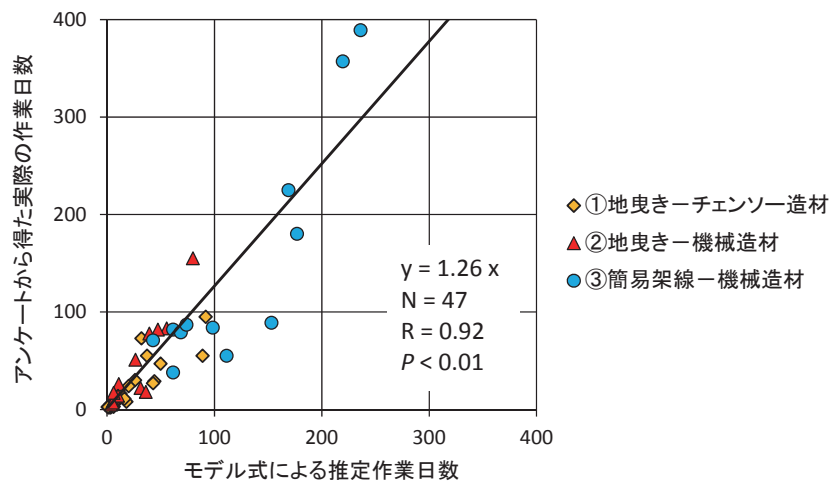


図1 モデル式による推定作業日数と実際の作業日数の関係

作業条件入力欄

のセルに入力する

<施業状況入力>

施業面積 2 ha

傾斜 2 (緩:1 中:2 急:3)

成立本数 3,000 本/ha

間伐率 30 %

樹種 1 (スギ:1 ヒノキ:2)

胸高直径 20 cm

樹高 20 m

作業道延長 200 m

<作業方法選択>

伐倒 伐倒機械 1 (チェーンソー:1)

伐倒方向 1 (下方伐倒:1 上方伐倒:2)

作業人数 1 人

木寄せ 木寄せ機械 1 (グラブブルーインチ:1 スイングヤーダ簡易架線:2)

作業人数 2 人

造材 造材機械 2 (チェーンソー:1 プロセッサ:2)

作業人数 1 人 (プロセッサの場合は1を入力)

<資金等>

作業員賃金 18,000 円/日

作業道単価 3,000 円/m

立木単価 7,500 円/m³

クリア

計算

結果出力欄 (現状)

選択作業システム チェンソー → グラブブルーインチ → プロセッサ

施業面積 2 ha

選択機械の最大木寄せ距離 30 m

路網密度 100 m/ha

樹種 スギ

推定伐倒本数 1,800 本 (一本当たりの材積 0.3 m³)

推定材積 540 m³

搬出可能材積 219 m³ 搬出可能割合、総材積の 40.6 %

述べ作業時間

伐倒作業時間 59 時間 (1人作業で)

木寄せ作業時間 37 時間 (2人作業で)

造材作業時間 21 時間 (1人作業で)

合計作業時間 117 時間

伐倒作業生産性 54.9 (m³/人日)

木寄せ作業生産性 17.8 (m³/人日)

造材作業生産性 62.8 (m³/人日)

收穫コスト 755 千円

*人件費、固定費(備却費・管理費)、変動費(保守修繕費・燃料費等)を含む

木材販売収益 1,643 千円

haあたりのコスト 3 千円/m³

システム労働生産性 11 m³/人日

図2 收穫コスト予測システムの入出力画面の一例

[問い合わせ先: 三重県林業研究所 森林環境研究課 TEL 059-262-5352]

京都府在来品種を用いた無花粉スギの作出

京都府農林水産技術センター 農林センター 森林技術センター 藤田 徹

研究の背景・ねらい

スギ花粉症対策の一環として、国は既存のスギ林を花粉の少ないスギ等の花粉症対策品種に植えかえてアレルギーである花粉の飛散量を減少させる対策を進めていますが、花粉症対策品種のスギには京都府での使用に適した地元産品種がまだありません。花粉を作らない雄性不稔は単純な劣性遺伝でメンデルの法則で遺伝するため、図1のように2回交配することで、他のスギの遺伝子を組み込んだ新しい無花粉スギを作出できる事が明らかになっています。そこで、他府県（富山県、三重県）産無花粉スギと京都府産林業品種のスギを交配し、京都府産スギの遺伝子を持つ＝京都府の気候風土に適合した無花粉スギを作出しました。

成 果

太平洋側用は林木育種センター関西支所より提供を受けた三重県産無花粉スギ（スギ三重不稔（関西）1号）と京都府産在来品種（シバハラ）の交配を行い、F1 雑種を作出しました。今後、F1 同士の交配、及び京都府産精英樹を母樹とする育種を行います。

日本海側用は富山県より提供を受けた、富山県産無花粉スギ及びこれらと京都府産精英樹（園部8号等）と交配して得られたF1 種子を用い、富山県産無花粉スギと京都府産精英樹との交配、及び育苗したF1 同士の交配を行い、F2 雑種を作出しましたが、研究期間内に雄花形成が可能な段階まで成長せず、無花粉スギの選抜には至りませんでした。

なお、無花粉スギを普及するためのデータ収集の一環として、内装が木造畳敷きかそれ以外かで花粉症の発症率が異なるかアンケート調査したところ、京都府南部では発症率に違いは見られなかったが、北部では内装が木造畳敷きの住宅では花粉症の発症が少ない傾向が見られました（図2）。住宅と花粉症に関するこれまでの研究では伝統的な和風建築は花粉症が発症しにくい事が指摘されており、京都府北部は農村部が多く、伝統的な和風建築が多いことからこのような結果になったと考えられました。

成果の活用

今後の育種は育種関連業務として継続し、複数家系の無花粉スギの作出を目指すとともに、造林木としての適性を確認後、普及を進める予定です。

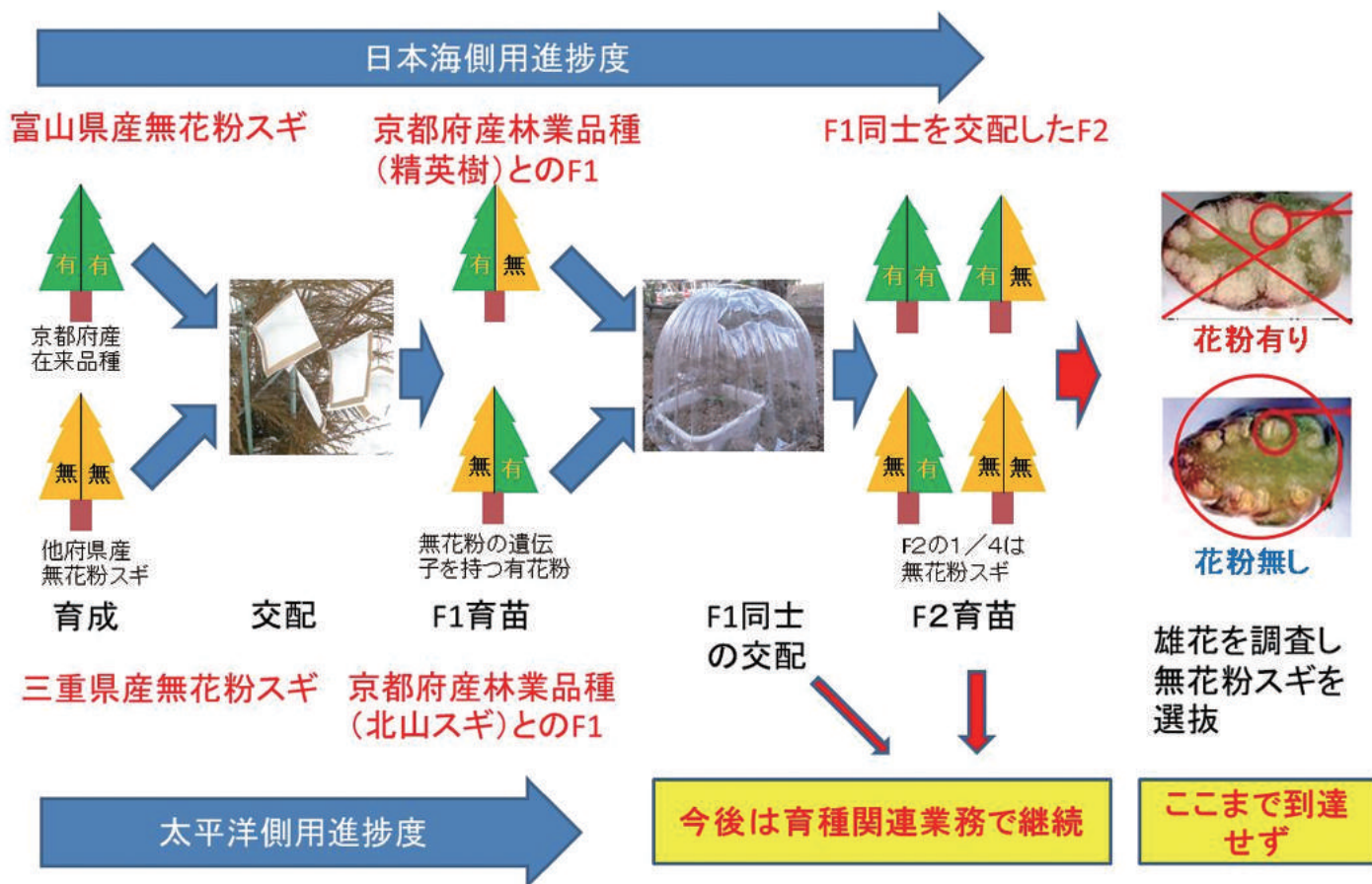


図1 無花粉スギ作出の手順と京都府における育種の進捗状況

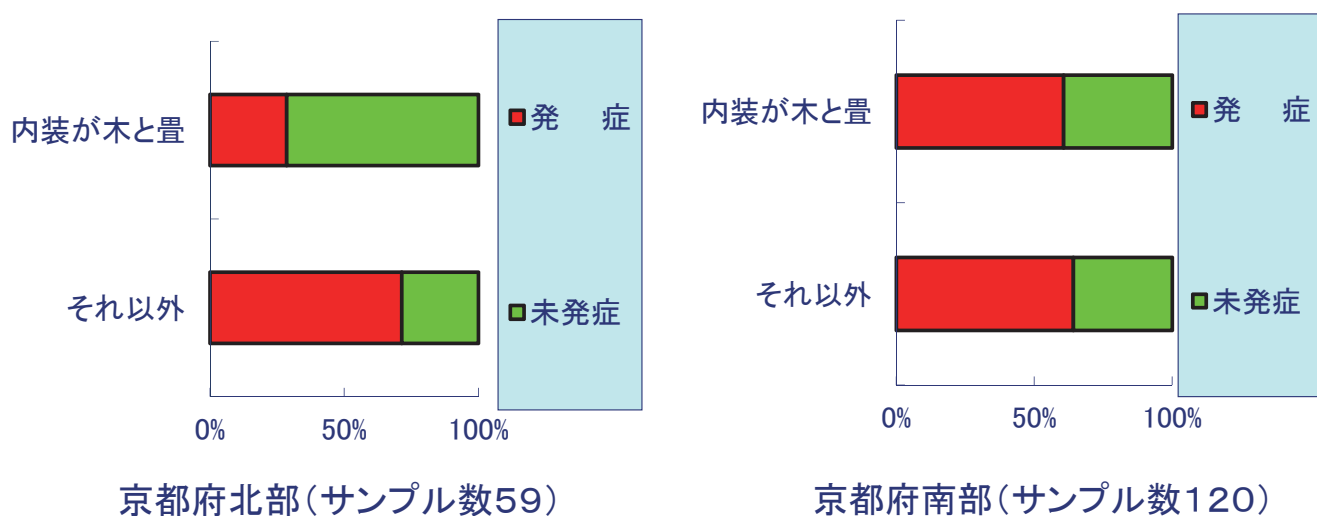


図2 住宅の構造と花粉症の発症状態についてのアンケート調査結果

糞塊除去法によるシカ生息密度分布と頭数推定

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所 環境研究部 幸田 良介・辻野 智之・小林 徹哉

研究の背景・ねらい

大阪府のニホンジカは主に淀川以北の北摂地域に生息しています。本地域には森林、耕作地、集落、宅地など様々な環境がモザイク状に分布しており、局所スケールでシカ生息密度が大きく異なることが予想されます。したがって、被害対策を効果的に進めるためには、シカ生息密度とその空間分布を詳細に把握することが必要です。そこで、シカ生息密度の広域分布状況を詳細に把握することを目的として、糞塊除去法¹⁾による密度推定調査を行いました。また、空間補間法を併用することでシカ生息密度分布図を作成し、大阪府内に生息するシカの全頭数を推定することを試みました。

成 果

1 シカ生息密度推定手法

糞塊除去法は、一度調査範囲から全ての糞塊を除去し、糞塊が消失しないような一定期間後に新たに加入した糞塊数を計数するという手順(図1)を経ることで、変動の大きいパラメータである糞の消失速度の影響を受けずに密度推定を行う手法です。本州のシカの排糞頻度は約23.3回/日²⁾と報告されており、糞粒10粒以上を糞塊と定義する場合はそれに合わせて補正した約22.4回/日を用いて、図2の式でシカ生息密度が推定できると考えられます。

本研究では大阪府北摂地域に網羅的に選定した99ヶ所の調査地(図3-a)に50m×4mの調査プロットをそれぞれ設置し、各プロットで糞塊除去法による密度推定を実施しました。

2 生息密度分布と生息頭数の推定

密度推定の結果、各調査地での推定密度は0～96.2頭/km²と推定されました。各調査地での推定結果からシカ生息密度分布を推定したところ、シカ高密度地域が能勢町西部、箕面山域、高槻市中央部の3地域にみられました(図3-b)。これらの地域は大阪府のシカが激減していた頃にわずかに残ったシカが生息していたとされる地域とよく一致しています。残存したシカが増加し、周辺域に分布を広げてきた結果、現在の密度分布が形成されたという可能性がみえてきました。

空間補間結果から調査地域全体の平均密度を計算すると、11.6～20.7頭/km²となりました。これを調査地域の面積とかけあわせて計算すると、大阪府内のシカ生息頭数は3,500～6,200頭と推定されました。今後は階層ベイズモデルを用いた頭数推定結果とも比較・検討しながら、シカ生息密度のモニタリングを継続していくことが必要です。

成果の活用

本研究成果は、大阪府シカ・イノシシ保護管理検討会(2015年2月)にて報告し、大阪府の次期管理計画に係る検討資料として活用されています。また、第62回日本生態学会大会や第5回国際野生動物管理学会議で発表したほか、公益社団法人大阪自然環境保全協会の協会誌「都市と自然」474号に本研究成果を含むシカ生息状況の解説記事を寄稿し、成果の幅広い普及に努めています。

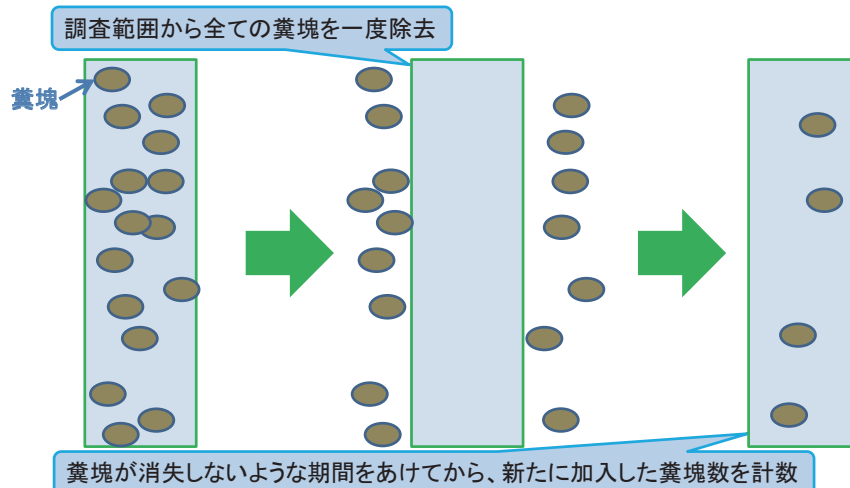


図1 糞塊除去法¹⁾による調査手順の模式図

$$\text{シカ生息密度} = \frac{\text{新規加入糞塊数}}{22.4 \times \text{調査面積} \times \text{再調査までの日数}}$$

図2 糞塊除去法による本州でのシカ生息密度推定式

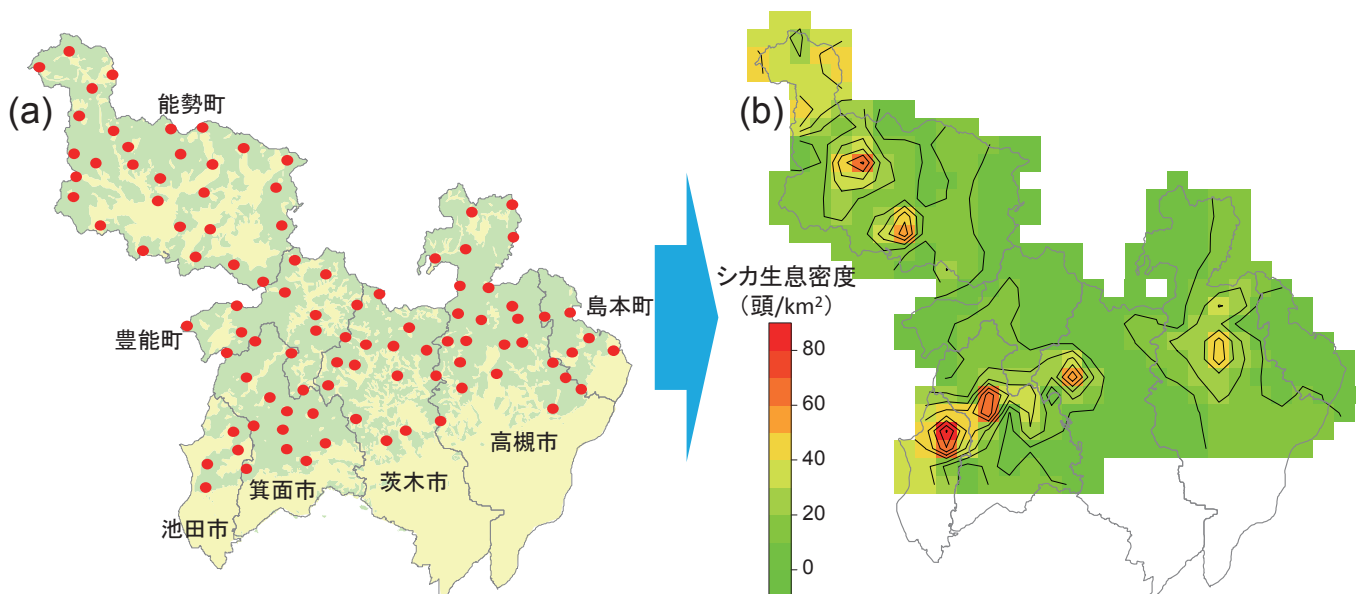


図3 (a) 糞塊調査地点（赤丸）の位置図と、(b) IDW法によるシカ生息密度の空間補間図

- 1) Koda R, Agetsuma N, Agetsuma-Yanagihara Y, Tsujino R, Fujita N. 2011. Ecological Research 26: 227-231.
- 2) Horino S, Nomiya H. 2008. Mammal Study 33: 143-150.

抵抗性アカマツ「播磨の緑」接ぎ木苗の活着率向上

元兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター 前田 雅量

研究の背景・ねらい

マツノザイセンチュウに抵抗性をもつ品種を育成するために、1980年に兵庫県内の松くい虫激害地からアカマツ生存木を選出し、その接ぎ木苗にマツノザイセンチュウを接種し、テーダマツ苗木よりも高い生存率のクローンを選抜しました。それらのクローンを当センター場内に植栽し、20年を経過して周囲の木が枯死していく中でもまったく枯死がみられない1クローンをマツノザイセンチュウ抵抗性として、2004年に「播磨の緑」の名称で品種登録を出願し、2007年にアカマツとしては全国で初めて品種登録されました。

この品種のクローンでの普及を図るために、接ぎ木苗により採穂園を造成し、育成管理するとともに、接ぎ木苗の増殖を行っています。

成 果

「播磨の緑」の接ぎ木活着率は他のアカマツ品種に比べて著しく低く、1980年に現地の母樹から採穂し接ぎ木した場合も、2005年に場内の試験地から採穂し接ぎ木した場合も活着率が30%以下でした。強度の抵抗性を維持していくためには、クローンでの増殖が必要と考えられ、接ぎ木活着率の向上を図りました。また、苗木生産にマルチキャビティコンテナ苗も増加してきていること、現地への植栽可能期間を広げることが可能と思われるために、コンテナ苗への接ぎ木の可能性について検討してみました。

2005年の接ぎ木では活着率が27%でしたが、2014年の接ぎ木では50%程度まで向上しました(図)。

この要因として、今回使用した穂木が採穂園産のもので、伸長量も太さも良好で、充実していたことが考えられます。また、台木も過去には接ぎ木前年の秋に購入苗を床替えして使用しましたが、今回は前年春に床替えして苗木生産者に管理してもらっていたために充実した良好な苗木を使用できたことも良好な結果に結びついたと考えられます。接ぎ木については従来の方法で実施したものが良好でした。

コンテナ苗を台木とした場合には根元径が太めの台木を用い、通常の接ぎ木と同様に、接ぎ木後に1本ずつポリ袋をかぶせ、寒冷紗で日覆いを行いました。これにより、33%程度の活着が認められました(図)。なお、前年には通常のコンテナ苗を使用し、コンテナ1箱に丸ごとポリ袋をかぶせましたが、活着がみられませんでした。通常の接ぎ木と同様の管理を行えば、コンテナ苗を台木とした接ぎ木も可能ということがわかりました。

成果の活用

研究の成果は、その概要をまとめたパネルを作成し公表しています。それとともに、兵庫県林業種苗協同組合と許諾契約を結び、「播磨の緑」接ぎ木苗生産を行っていますので、その活着率向上に役立てます。

また、抵抗性苗木の利用を普及啓発するために、行政ならびに関係業界向けのチラシを作成し、研修会や各種イベント等で広くPRしています。

知的財産権取得状況

あかまつ「播磨の緑」(平成19年10月22日 登録番号第15749号)として、品種登録されています。



写真1 「播磨の緑」植栽試験地



写真2 「播磨の緑」採穂園



写真3 普通苗への接ぎ木3カ月後

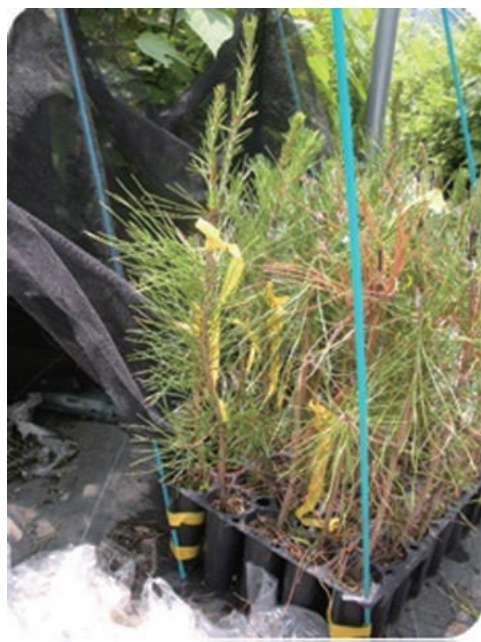


写真4 コンテナ苗への接ぎ木3カ月後

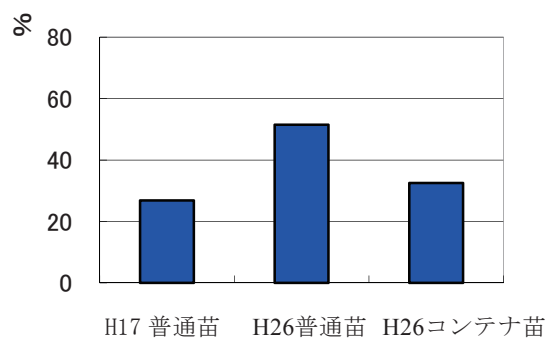


図 台木別、年度別接ぎ木活着率

[問い合わせ先：兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター TEL 0790-62-2118]

長期優良住宅に適した製材品の耐震床工法の開発

奈良県森林技術センター 木材利用課 中田 欣作

研究の背景・ねらい

木造住宅では、火打ち材と根太を用いた板張りの床が一般的でしたが、現在は、火打ち材と根太を省略でき、耐震性も高い構造用合板を用いた床が普及しています。また、長期優良住宅では、さらに耐震性の高い剛床が必要であり、厚物合板がそれに対応しています。

スギの板材を床仕上げ材として用いる場合には、板材のみでは耐震性が低いため、合板を下地材とし、その上に板材をねじ留めする必要があります。しかし、下地材の合板は重量が重く、合板張りとは仕上げ板張りの2度の作業が必要なため、施工性が悪くなります。

そこで、スギ厚板を用いて、製材品のみで剛床とすることのできる床の開発を行いました。

成 果

スギ厚板床では、厚さ40mm、幅105mmのスギの本ざね厚板、ホワイトアッシュの長さ893～998mm、幅21mm、厚さ21mmの木ダボ、長さ90mm、直径6mmの木ねじを使用します。木ねじの仕様は、全長、首下ねじ部およびねじ部長さがそれぞれ90、12および30mm、頭部、胴部およびねじ部直径がそれぞれ11.5、4.2および6.0mm、ねじピッチが2.8mm、頭部形状がリブ付き皿頭、先端が切り刃先です。図1および図2に示すように、スギ厚板の裏面は繊維と直交方向に溝加工し、そこに木ダボを裏棧として埋め込むように挿入します。さらに木ねじを厚板1枚毎のさね部分に斜め打ちすることにより、床面に木ねじが露出しない厚板床を作製しました。

この厚板床では、木ダボによって厚板相互のずれが抑えられて床全体が一体化され、剛性および耐力の大きな木ねじによって床の回転変形と水平移動が抑えられて高い耐力が発揮されます。また、厚板床を意匠としてそのまま用いることができるように、木ダボも木ねじも露出させないようにしました。厚板はコストダウンできるように幅を狭くしました。

図3および図4に示すように、スギ厚板床構面の面内せん断試験を行って耐震性を評価しました。表1に示すように、耐震性の指標である床倍率は桁行方向の横張りで2.8倍、梁間方向の縦張りで3.2倍となり、品確法で認められている最大値の厚物合板を四周くぎ打ちした床倍率3.0倍と同等の値が得られました。また、横張りの厚板床の試験後に厚板の表面に木ダボを埋め込んで再度試験を行って耐力を比較したところ、床倍率に対する木ダボの寄与率は80%と予測され、木ダボが耐震性を大きく向上させていることが分かりました。

この方法では、スギ板を化粧として用いる場合に従来では必要であった下地合板あるいは火打ち材と床根太を省略することができ、施工性が改善されます。また、スギ厚板を構造躯体とするとともにそのまま意匠として露出させたあらかしの床として用いることを想定しています。

成果の活用

成果は、当センターの研究成果発表会、日本木材学会および日本建築学会などで発表しました。厚板床は新規な耐力床ですので、性能評価を行って床倍率を求めました。これにより、県内の建築士、工務店が木造建築物に使用することが可能となると考えています。今後は、厚板床の製造方法および施工方法に関するマニュアルを作成するとともに、講習会を開催して技術の普及に努める計画です。

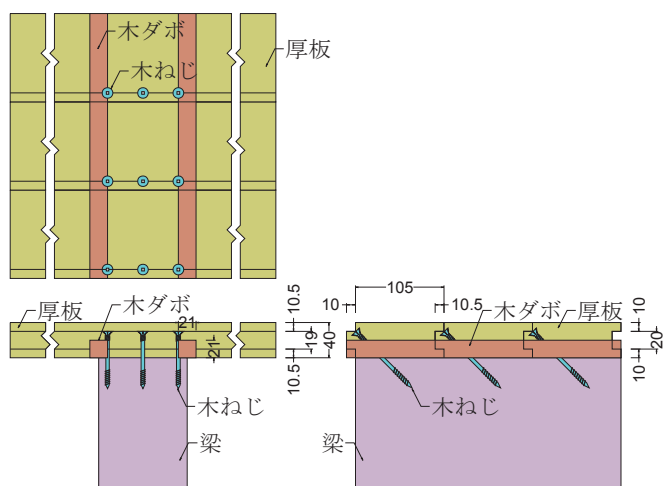


図1 スギ厚板床の模式図

表1 短期許容せん断耐力

項目	横張り	縦張り
降伏耐力 P_y	16.57kN	18.66kN
終局耐力 $P_u \times 0.2/D_s$	10.27kN	11.75kN
最大耐力 $P_{max} \times 2/3$	15.04kN	19.13kN
特定変形時の耐力 P_{120}	10.38kN	11.44kN
構造特性係数 D_s	0.39	0.43
床倍率	2.8	3.2

太字は短期許容せん断耐力



図2 スギ厚板床の作製



図3 スギ厚板床構面の面内せん断試験の方法と変形角 $1/10\text{rad}$ 時の状態

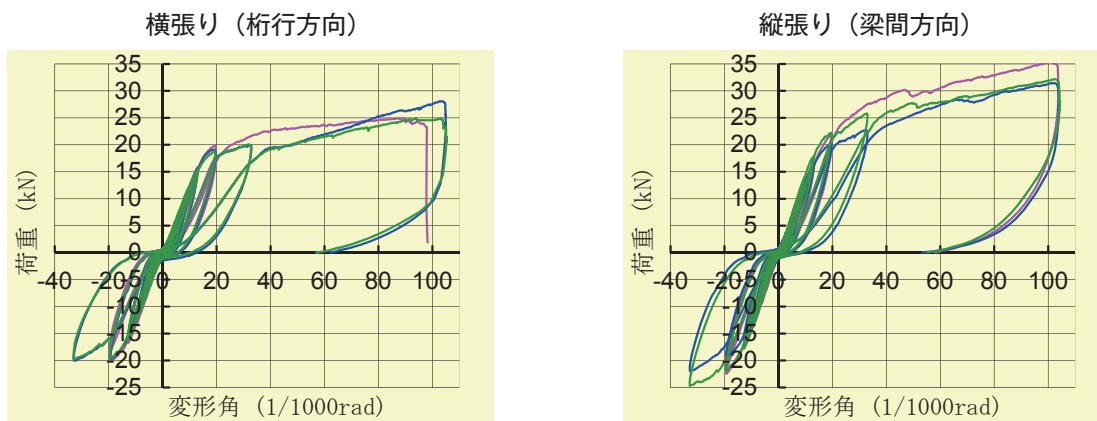


図4 面内せん断試験の荷重と変形角との関係

[問い合わせ先：奈良県森林技術センター 木材利用課 TEL 0744-52-2380]

ニホンジカの生態調査に基づいた効率的な捕獲

和歌山県林業試験場 経営環境部 法眼 利幸・大谷 栄徳・栗生 剛^{*1}

和歌山県果樹試験場 環境部 植田 栄仁・山本 浩之^{*2}

(^{*1} 和歌山県農林水産部農林水産総務課) (^{*2} 和歌山県日高振興局農業振興課)

研究の背景・ねらい

ニホンジカ（以下シカ）による農林業被害対策の一環として、捕獲により頭数を大幅に削減することが和歌山県特定鳥獣保護管理計画に記載されているものの、銃猟者の減少は避けられない状況下にあります。そのため、銃に依存しないシカの効率的な捕獲技術を開発しました。

成 果

ニホンジカの習性や生態は地域性が強く、和歌山県内でも地域によって食性や群れの規模が異なるため、捕獲に際してはライトセンサスや予備的な餌付けで捕獲場所の適否を確認しました。エサ調査や捕獲は、赤外線センサーカメラで観察しながら実施すると状況を正確に判断することができます。

- 1 捕獲場所の選定にはライトセンサスが有効で、有田地域ではシカは夜間に未利用造成地と耕作放棄地、西牟婁地域では森林の伐採跡地・新規植栽地に集まっていました（図1）。
- 2 シカの嗜好性は調査地域によって異なるため、誘引エサの選定にはエサ試験が有効です。今回の調査地では、飼料のヘイキューブ（牧草を押し固めたもの）が誘引エサに適していました。
- 3 調査地に出没するシカの群れは、ほとんどが3頭以下と小規模でした（図2）。そのため、捕獲には4×4m程度の小型の囲いワナが適していると考えられました。
- 4 囲いワナ内にシカが複数頭入り、誘引エサを食べ続けるまで十分に餌付けできていることを、センサーカメラ等で確認したのち捕獲を開始すると、捕獲されたシカを囲いワナの外から見ているシカをも1～3頭ずつくり返し捕獲することができました（図3）。

成果の活用

研究成果については、日本哺乳類学会や「野生生物と社会」学会、本県研究成果集等への掲載を通じて広く公表しています。また、県内狩猟関係者や農林業関係者を対象とした研修会において技術の普及に努めており、捕獲事業で活用されています。

知的財産権取得状況

該当なし

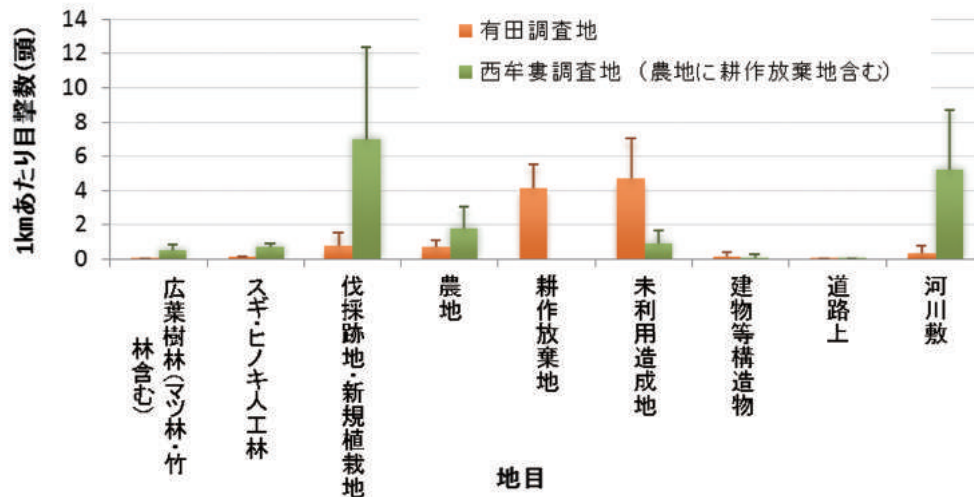


図1 ライトセンサスにおける地目別のニホンジカ目撃数

注) エラーバーは標準偏差を示す

調査方法：ライトセンサスはH24～25に各調査地で24回以上実施した。夜間に決まったルート約40kmを低速走行する自動車から高輝度ライトを用いてニホンジカを探索した。地目は目視調査により100m毎に占める割合が高いものに分類した。

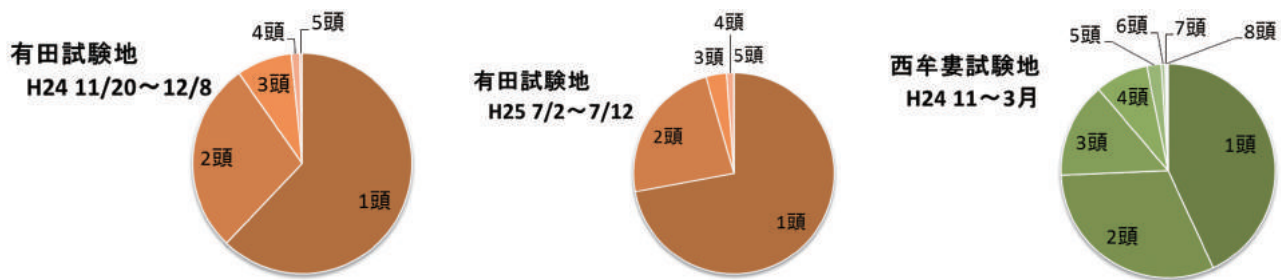


図2 ニホンジカのエサ試験において同時に撮影された頭数の割合

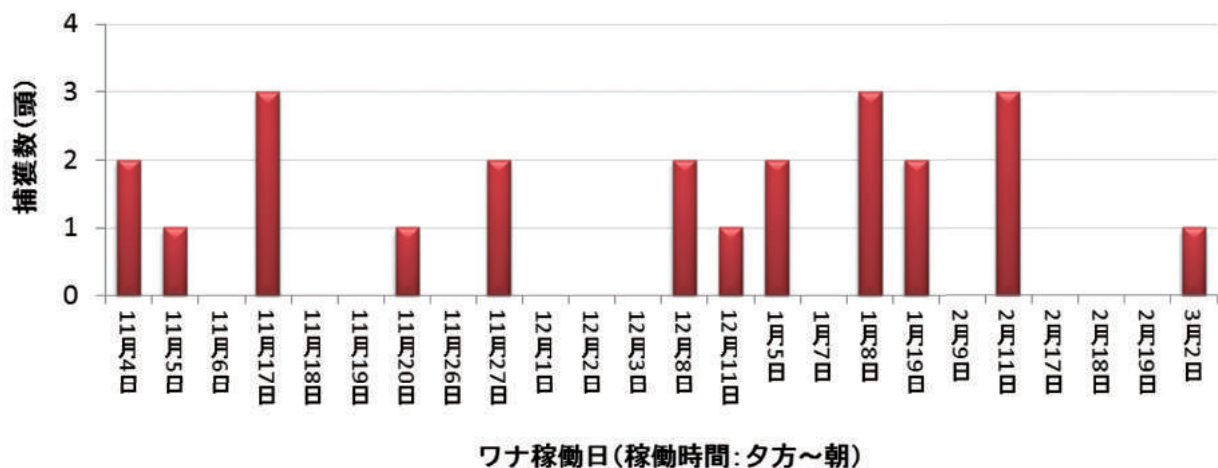


図3 有田調査地におけるニホンジカ捕獲状況

注) 捕獲期間：H26 11/4～H27 3/2 (24晩稼働、23頭捕獲)

試験方法：ニホンジカ目撃数の多かった未利用造成地で、H26 10/20からヘイキューブを用いて餌付けを開始したところ、10/24に囲いワナ内部(4m×4m)にシカが複数頭入りエサを食べた。(H24～26に時々試験でエサを使用したため餌付け期間が短縮された可能性がある) イノシシ用電子トリガー(開発中)を10/29に設置し11/4から稼働させた。

紀州材太陽熱利用木材乾燥技術の開発

和歌山県林業試験場 木材利用部 森川 陽平・濱口 隆章・城戸 杉生*

(*和歌山県東牟婁振興局地域振興部)

研究の背景・ねらい

和歌山県では製材品生産量に占める約6割が未乾燥あるいは天然乾燥による製品であり、現在の建築ニーズに対応するためには乾燥材の増産が急務となっています。紀州材の色つやの良さを生かし、県内の温暖な気候を最大限活用した低コストの木材乾燥技術の実用化を目指して、太陽熱利用木材乾燥システムの開発に取り組みました。

成 果

- 1 本施設は、農業用ビニールハウス（寸法：間口5.5m×奥行4.5m×最大高さ3.2m、農業用ポリオレフィンシート2重張り、床面コンクリート張り）で開口部はフォークリフトが材料運搬可能な寸法としており、産業用除湿機（単相100V、出力650W）1台、循環ファン（単相100V、出力70W）2台を併用した簡易な構成です（写真1、図1）。
- 2 平均含水率が20%以下になるまでに要した期間は、冬季（12月開始）に厚さ35mmのスギ板材を乾燥させた場合で38日となり、天然乾燥に比べて約6割の期間短縮ができました（図2）。
- 3 乾燥材の品質は、天然乾燥と同様に色あいが高く、表面割れは同等以下となりました（図3）。
- 4 本システムの設置費用は約140万円、運転費用は冬季にスギ板材を乾燥させた場合には木材1m³あたり約2,900円となりました（表1）。

成果の活用

今回の成果をもとに、「紀州材 太陽熱利用木材乾燥マニュアル」を作成しました（写真2）。木材関係者向けの講習会を開催し、当試験場ホームページでもデータを公開しています。成果の一部は、第64回および第65回日本木材学会大会で発表しました。

また、平成27年度は林業普及指導事業を活用し、林業普及指導員とともに施設の組み立て研修会や現地実証試験によるデータ蓄積を行い、現場への技術普及に努めています。

知的財産権取得状況

該当なし



写真1 太陽熱利用木材乾燥施設

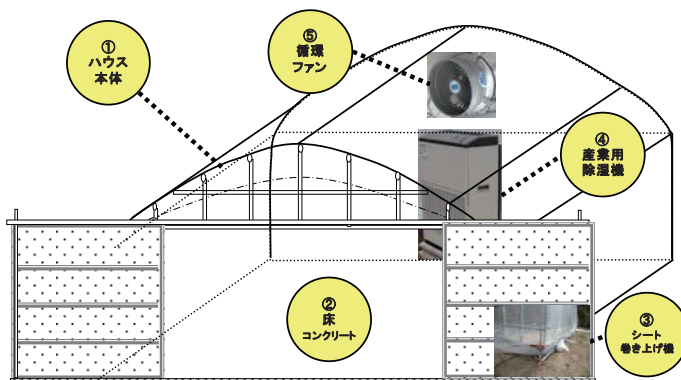


図1 施設の構成

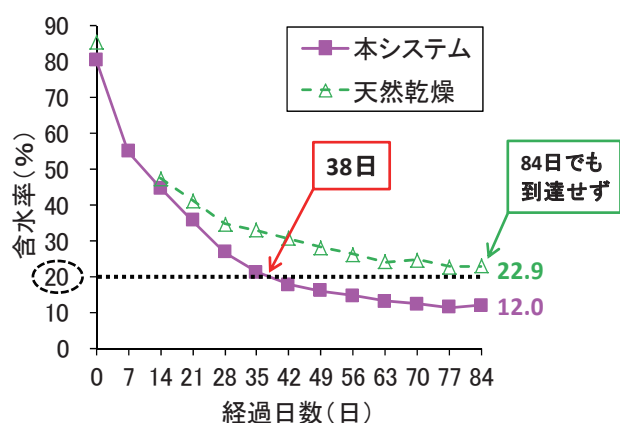


図2 冬季スギ板材の含水率推移
(板材寸法: 35 × 135 × 3,000mm)

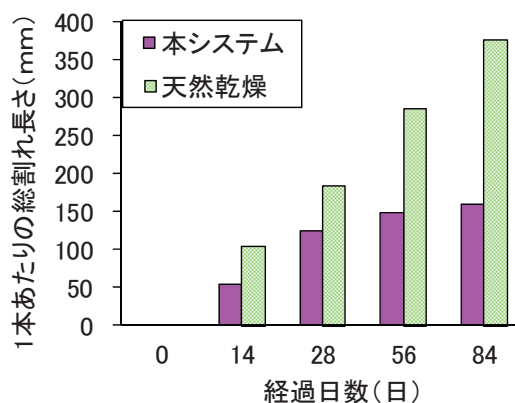


図3 冬季スギ板材の表面割れ推移

表1 設備費用と運転費用

	設備費 (円)	運転費 (円/日)	備考
ハウス本体	900,000	-	シート巻き上げ機、床コンクリート、電気工事を含む
除湿機	451,000 (希望小売価格)	250(夜間のみ) 500(フル稼働)	産業用除湿機(M社製、KFH-P08RB、出力650W)を1台使用時
循環ファン	90,000	87	農業用ファン(F社製、AB361、出力70W)を2台使用時
合計	1,441,000	337(夜間のみ) 587(フル稼働)	

冬季にスギ板材(35×135×3,000mm)4㎡を20%以下にするまでの運転費用
(天然乾燥にかかる経費を0円と仮定)

乾燥開始から14日間は天然乾燥、14日間は除湿機をフル稼働、10日間は夜間のみ稼働させるので、

$$0 \times 14 + 587 \times 14 + 337 \times 10 = 11,588 \text{ (円)}$$

木材1立方メートルあたりの乾燥経費は、

$$11,588 \text{ (円)} \div 4 \text{ (m}^3\text{)} = \underline{2,897 \text{ (円/m}^3\text{)}}$$



写真2 紀州材 太陽熱利用木材乾燥マニュアル

[問い合わせ先: 和歌山県林業試験場木材利用部 TEL 0739-47-2468]

荒廃した防災林の効率的な再生手法の開発

島根県中山間地域研究センター 農林技術部 三島 貴志・林 晋平
(現所属：島根県松江県土整備事務所)

研究の背景・ねらい

防風、土砂流出防備等の防災機能の発揮が特に求められる森林である「防災林」では、従来、マツ類が多く植栽されてきました。しかし、近年、松くい虫や野生鳥獣による被害が深刻になっています。中でも、海岸部や急傾斜地といった自然災害が発生しやすい地域では、早急に防災林の再生を図る必要があります。そこで、荒廃した防災林を、種子の飛来などにより自然侵入する自生樹種等の活用によって、効率的に再生する手法の開発に取り組みました。

成 果

1 「海岸砂丘地」における防災林の効率的再生

- 1) 松くい虫被害を受けた海岸林において、侵入植生を調査し、防風施設のある区域で活用可能な広葉樹を特定しました。その結果、高木：ヤブニッケイ、エノキ、センダン、アカメガシワ、中・低木：トベラ、マサキ、ネズミモチを特定しました。これらの広葉樹種の生育している箇所は、植栽が省略でき、また、松くい虫防除が不要となる低コストの森林再生が可能となります。
- 2) 県内 30 箇所の海岸クロマツ林で植栽後の密度管理の状態を調査しました（表 1）。その結果、前砂丘や防風柵の後背地など、防風効果が発揮されている区域では、植栽後 10 年程度経過しても、植栽当初の 10,000 本 / ha のままで、極端な過密状態になっている林分がありました（写真 1）。海岸クロマツ林は形状比（樹高 / 胸高直径）を 60 程度に維持するように間伐等の管理を行う必要があり、特に防風施設のある区域は枯死が起これにくいため、2 齢級（6 ～ 10 年生）から実施を検討する必要があることが確認できました。また、同区域では、防風効果が発揮されていない区域に比べて、植栽木の成長促進、活着率向上が期待できるため、植栽密度を低く抑えることで、低コスト森林再生が可能と考えられます。

2 「シカ生息地（出雲北山山地）」における防災林の効率的再生

シカ食害の激しい山地において、食害に強い樹種を調査しました。H24 に出雲北山山地の 16 箇所の天然林で植生とシカの食害状況について調査したところ、食害の少ない樹種はアブラギリ、シロダモ、エゴノキ、センダンなどでした。この結果に基づき、H25 にこれらを同山地内に植栽して、シカの食害を調査しました（写真 2）。その結果、食害はアブラギリが最も少なく、次いでシロダモとアカマツの順でした（表 2）。当該のシカ生息地の早期森林再生には、食害を受けにくいシロダモ、アブラギリ、アカマツの 3 種が、植栽樹種として有望であることが確認できました。なお、シカの生息密度が現在以上に高くなった場合、食害に強い樹種でも大きな被害を受ける可能性があるため、適正なシカの個体数管理を併せて行う必要があります。

成果の活用

本研究は、成果報告会や研修会で発表し、業務報告へ掲載しました。今後、治山設計指針への反映など、治山防災林事業に活用されることで、防災林の効率的かつ効果的な再生が期待されます。



写真1 過密状態のクロマツ林



写真2 シカ食害試験地

表1 クロマツ林分調査 各調査プロットの概要

プロットNo.	林齢 (推定)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	平均形状比	平均樹冠長率 (%)
1	40	1,100	9.1	16.3	57.3	43.8
2	40	1,500	9.6	16.5	60.7	47.9
3	40	1,100	10.3	15.4	69.5	38.9
4	40	1,000	9.0	13.9	66.2	49.1
5	9	7,700	4.7	5.7	86.8	64.0
6	10	4,500	4.5	6.3	75.7	65.4
7	9	7,300	4.3	5.0	91.2	69.8
8	18	1,700	6.5	10.5	65.5	72.3
9	18	1,200	7.0	11.0	68.8	70.8
10	7	8,725	3.4	4.3	82.5	91.4
11	7	9,804	3.6	4.4	90.4	92.8
12	6	9,600	2.5	3.1	83.5	90.8
13	6	11,200	2.6	2.9	94.7	87.9
14	18	3,100	7.2	7.2	110.9	43.0
15	18	3,800	5.5	6.1	97.7	53.8
16	12	6,300	4.5	4.2	120.5	44.8
17	12	11,000	3.9	3.7	121.3	47.9
18	10	2,500	5.0	8.0	63.2	66.7
19	14	2,800	6.4	10.0	70.3	63.9
20	12	3,000	5.9	8.0	75.8	64.1
21	12	3,600	5.3	7.8	70.1	68.5
22	10	3,400	3.7	5.0	81.8	76.0
23	10	6,000	3.6	5.0	84.3	73.8
24	14	2,300	4.2	7.2	69.8	86.8
25	7	6,900	2.3	2.6	93.2	87.0
26	29	2,000	9.6	13.8	73.8	46.6
27	29	2,700	9.4	13.7	72.4	48.9
28	7	6,700	2.5	2.6	101.1	80.5
29	20	10,300	6.5	5.0	142.3	40.5
30	20	4,000	7.8	6.4	131.8	38.8

表2 供試木の採食・枯死状況

樹種名	活着不良による 枯死本数	部位別採食本数				採食激害木 本数	採食による 枯死本数
		葉	枝	先端	幹		
アカマツ	2	9	2	22			
アブラギリ	20						
エゴノキ		40	40	40	11	5	1
シロダモ	3	17	10	13	2		
センダン		40	40	40	38	22	3
タブノキ		40	40	40	40	29	5

※1 供試木は各樹種40本(合計240本植栽)

※2 採食激害木:採食により主軸が枯れ、地際に葉が少し残っているもの

[問い合わせ先: 島根県中山間地域研究センター 農林技術部森林保護育成科 TEL 0854-76-3822]

スイングヤードを用いた伐倒同時集材方式の実証試験

岡山県農林水産総合センター森林研究所 片桐 智之

研究の背景・ねらい

現在、列状間伐は、伐倒後に集材を行う方式（先行伐倒方式）が主流となっていますが、先行伐倒方式はかかり木が発生したり、伐倒木の影響で架線の架設が困難になる等の課題があります。その課題を解決するために、森林技術総合研修所林業機械化センターおよび（国研）森林総合研究所が、「スイングヤードにおける伐倒同時集材方式」を提案されました。本県では、今後、列状間伐の実施が増加すると予測されることから、伐倒同時集材方式について実証試験を行い、有効性について検討しました。

成 果

伐倒同時集材を行った後に造材作業を行うシステム（以下、直列システム）と伐倒同時集材と造材作業を連携して行うシステム（以下、並列システム）の比較試験を行いました。その結果、直列システムと並列システムの造材までのシステム生産性はほぼ同じとなり、生産コストは直列システムが並列システムより約 2,800 円/m³ 低くなりました。また、並列システムの造材作業は作業時間の半分が伐倒同時集材待ちとなりました。これらのことから、造材作業は直列システムで行うことが効率的であると考えられました。しかし、直列システムでは、伐倒同時集材時に集材木を架線下に集積することになり、この集積木が空搬器走行と実搬器走行に支障をきたすことが明らかとなりました。

そこで、集積木の影響を排除するために、まず道際から 15 m 程度までの立木に対してウインチ集材を行い集積スペースを確保した後、残りの立木に対して伐倒同時集材を行う集材方式（以下、改良方式）を行うこととし、伐倒同時集材方式との比較試験（改良試験）を行いました。その結果、改良方式は伐倒同時集材方式より生産性が約 20% 向上し、生産コストは約 1,300 円/m³ 低くなりました。このことから、改良方式は伐倒同時集材方式よりも効率的な方式であることが明らかとなりました。

成果の活用

本研究で得られた成果は、当研究所の業務年報、研究報告および研究成果発表会等で公表を行うとともに、改良マニュアルを作成し、林業普及指導員を通じ林業事業体への普及を行っていきます。

表1 生産性および生産コスト

区分	比較試験		改良試験		
	直列システム	並列システム	伐倒同時集材方式	改良方式	
伐倒同時	3.18		2.12	2.53	m ³ /時
造材	8.87				m ³ /時
システム生産性	2.34	2.21			m ³ /時
(1日6時間)	14.04	13.26	12.72	15.18	m ³ /日
労働生産性	4.68	4.42	6.36	7.59	m ³ /人日
生産コスト	6,022	8,879	6,859	5,501	円/m ³

※注1 比較試験は造材材積を使用、改良試験は幹材積を使用

※注2 比較試験は造材までの数値、改良試験は集材までの数値を示す

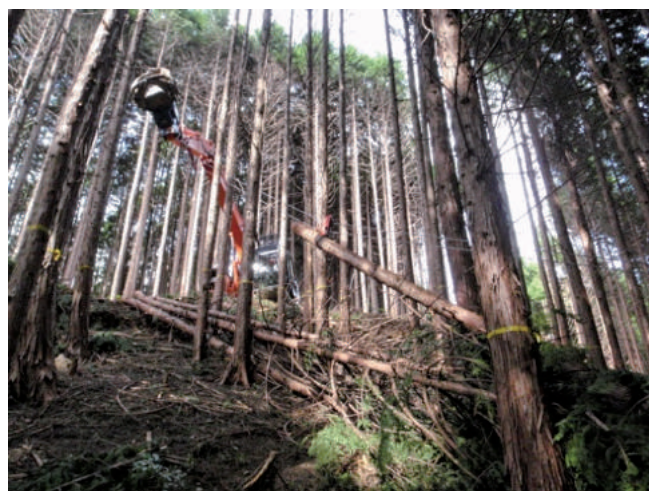


図1 伐倒同時集材方式作業状況（左：集積状況，右：実搬器と集積木の接触）

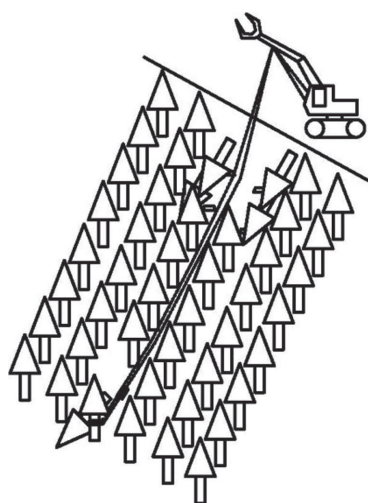


図2 改良方式イメージ図



図3 改良マニュアル

[問い合わせ先：岡山県農林水産総合センター森林研究所 林業研究室 TEL 0868-38-3151]

ロングスパン LVL 複合 I 型梁材の長期変形量推定

広島県立総合技術研究所林業技術センター 林業研究部 藤田 和彦

研究の背景・ねらい

近年、LVL 複合梁材などロングスパンにも対応した高い曲げ剛性が得られる新たな構造用材の開発が盛んとなっていますが、これらを早期に普及するためには、予め、長期間の荷重に対する耐久性の性能評価が必要です。今回は床根太材・垂木材としての用途として民間企業 A 社が製作した I 型複合梁材（幅 38mm × 高さ 356mm ダフリカカラマツ 140E-525F の A 種 LVL ウェブの上下端部側面に、フランジとして幅 38mm × 高さ 65mm 同 A 種 LVL の角材を両側からウレタン系樹脂接着剤を塗布してネジで止めつけた長さ 6 m の梁）について、長期の荷重に対してどのように変形が進むかがわからない状況でしたので 90 日間の載荷試験（クリープ試験）を行い、50 年後の変形量（たわみ量）を推定し、極めてたわみにくいことを確認しました。

成 果

長さ 6 m の試験体用に新たに試験機を作成しました（写真 1）。また、試験及び解析は、建築基準法第 37 条に基づく指定建築材料の品質基準を定めるための測定方法（平成 12 年建設省告示第 1446 号）に採用されている方法で行いました。この測定方法では、荷重レベルは、荷重継続時間の調整係数と事故的な水掛りを考慮した調整係数に $2/3$ を乗じた数値となります。今回の荷重レベルは、前者の係数を $1.1/2$ 、後者の係数を 0.9 と仮定して 0.33 としました。試験体に作用する荷重は、短期（15 分程度）の曲げ破壊試験で得られた平均荷重の 33% となる 32kN （1 体あたり）に設定しました。試験室の温湿度調整は行っていません。2015 年 4 月 4 日から 7 月 5 日までの 90 日間、中央部のたわみ量と、室内温湿度の連続測定（計測間隔は 30 分）を行いました。その結果から、日数と変形量の関係（図 1）、経過時間（分）の常用対数とクリープ変形比の常用対数との関係を求めました（図 2A）。図 2A の回帰直線から試験開始 1 分後に中央部のたわみ量が 26mm 、50 年後は 37mm と算出されました（表 1A）。また、1 分後のたわみ量に対する 50 年後のたわみ量の比の値を変形増大係数といい、この係数が大きいほどよくたわむことを示しますが、本試験では 3 体平均で 1.4 であったことから（製材品の変形増大係数は 2.0 付近の値）、長期的には極めてたわみにくい梁であることが分かりました。さらに、直線近似への当てはめが良いと思われる載荷後 2 日目からのたわみ量（図 2B）と比較してみたところ、変形増大係数は 3 体平均で 1.6 と少し増えたものの（表 1B）、回帰直線の決定係数（ R^2 ）が 0.78 から 0.95 と、推定精度が良くなり、より安全側の数値となりましたので、実用場面ではこの方法を用いるのが良いと思われました。

成果の活用

新たに試験機を作成することで、梁長 6 m の実大材寸法での長期の変形量（たわみ量）を比較的短期間で推定することができるようになりました。今後も新しい木質材料や木質材料を組み合わせた複合梁などが開発されたときには、長期試験が必要と考えられますので、本成果は大規模木造建築の長期安全性確認に寄与できます。

なお、本成果は、研究成果発表会（当センター）や学会（日本木材学会等）で発表予定です。

○試験体に同時に同じ荷重がかかるようテコの原理を使ったモーメントアーム式の試験機

○アームの端部に約 4.7kN の錘をぶら下げて、試験体には 1 体あたり 32kN の荷重がかかる構造

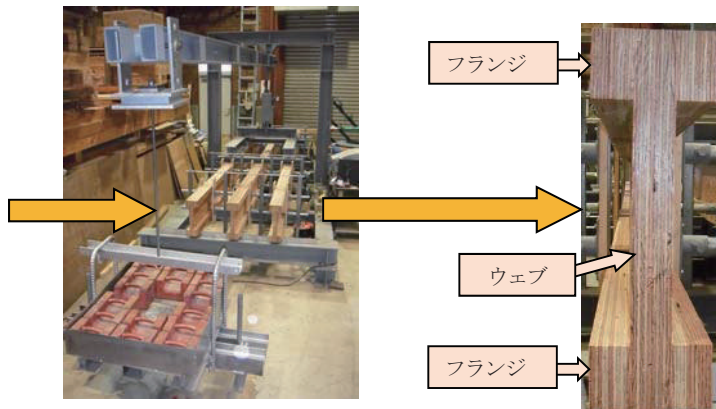


写真1 クリープ試験機と試験体断面

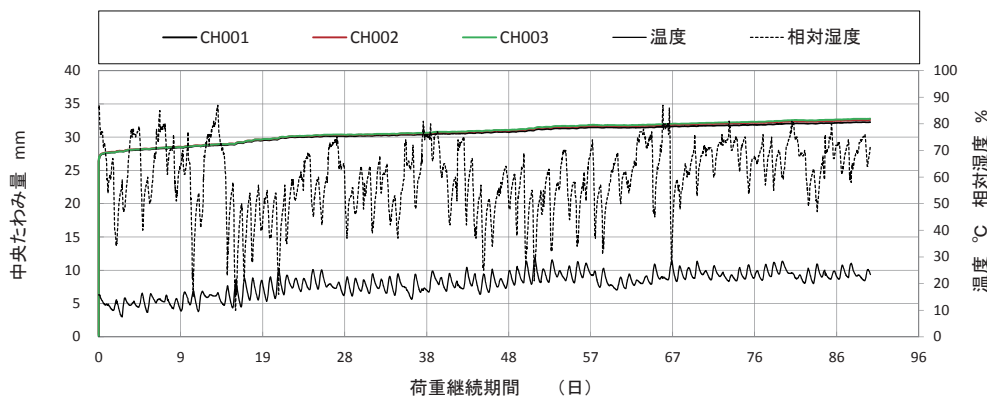


図1 荷重継続日数と中央たわみ量、温湿度の関係

表1 クリープ試験による変形増大係数結果比較

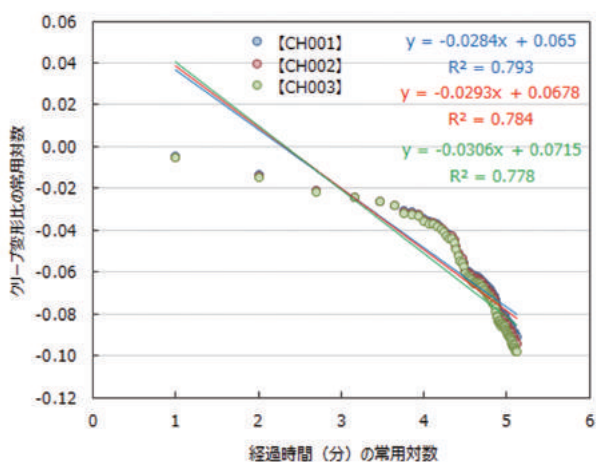
A 試験開始後からの変形量（たわみ量）比較

No	d_{1min}	R^2	傾き f	切片 e	d_{50year}	変形増大係数
CH001	26.1	0.793	-0.0284	0.065	36.5	1.40
CH002	26.2	0.784	-0.0293	0.068	37.0	1.41
CH003	26.1	0.778	-0.0306	0.072	37.4	1.43
平均値	26.1	0.785	-0.0294	0.068	37.0	1.41

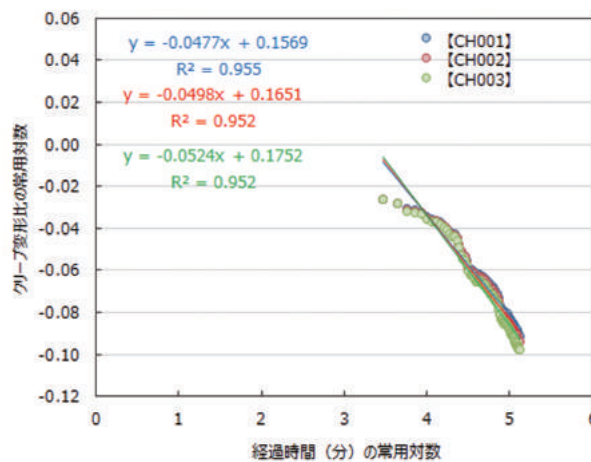
B 試験開始後2日目からの変形量（たわみ量）比較

No	d_{1min}	R^2	傾き f	切片 e	d_{50year}	変形増大係数
CH001	26.1	0.955	-0.0477	0.157	41.2	1.58
CH002	26.2	0.952	-0.0498	0.165	42.0	1.60
CH003	26.1	0.952	-0.0524	0.175	42.8	1.64
平均値	26.1	0.953	-0.0500	0.166	42.0	1.60

※ d_{1min} : 1 分後の中央たわみ (mm)、 R^2 : 図2の回帰直線の決定係数、傾き f : 図2の回帰直線の傾き、切片 e : 図2の回帰直線の切片、 d_{50year} : 50 年後の中央たわみの予測値 (mm)、変形増大係数 d_{50year}/d_{1min}



A 試験開始後からの変形量（たわみ量）比較



B 試験開始後2日目からの変形量（たわみ量）比較

図2 クリープ変形比と経過時間の評価期間の違いによる回帰直線の比較

[問い合わせ先: 広島県立総合技術研究所林業技術センター TEL 技術相談専用 0824-63-0897]

スギ製材時の変形を抑制するための事前熱処理の効果

徳島県立農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課 次世代林業担当 橋本 茂

研究の背景・ねらい

徳島県におけるスギ人工林の蓄積量は約7千万 m³ (平成27年3月末現在)¹⁾に達し、この50年間で約7倍にまで増加しています。さらに、スギ人工林の約半数が樹齢50年を超え、全国よりいち早く本格的な伐採期を迎えることとなり、今後、供給量の増加が予測されるスギ大径材の用途開発が喫緊の課題となっています。

そこで、スギ大径材から心去り正角を商品化することを目的に、最適木取りなどを検討するとともに、製材時に発生する反り、曲がりなどを防止する技術として、丸太の熱処理に着目し、その効果を検証しました。

1) 徳島県：森林資源現況表 (2015)

成 果

1. 熱処理 (85℃、24時間) したスギ丸太 (写真1) から製材した心去り正角 (28体、115mm×115mm×4,000mm、写真2) の矢高と無処理のスギ丸太から製材した心去り正角 (32体) の矢高との間に有意差が認められました (図1)。このことから、スギ心去り角製品を製材する場合、製材前に丸太を熱処理することにより、製材時の挽き曲がりなどを抑制する効果があることが実証されました。
2. 試験棟に3か月間平積み保管し、矢高の測定が終了した試験体を曲げ試験に供しました。熱処理したスギ丸太から製材した心去り正角の曲げ強度と無処理のスギ丸太から製材した心去り正角の曲げ強度との間に有意差は認められませんでした (表2)。このことから、スギ丸太を熱処理することにより、心去り正角の強度性能に与える影響は無いことが分かりました。
3. 中心定規挽きにより製材された心去り正角の曲げ強度と側面定規挽きにより製材された心去り正角の曲げ強度を比較した結果、平均値は側面定規により製材した方が高い値を示しましたが、有意差は認められませんでした (表2)。このことから、製材方法の違いにより、心去り正角の強度性能に与える影響は無いことが示唆されました。

成果の活用

1. スギ大径材を製材前に熱処理をすることにより、製材時の挽き曲がりなどを抑制できるため、製材歩止まりの向上が期待できます。
2. スギ大径材を中心定規挽きすることにより、低コストで効率的に製材することができると同時に、大径丸太を活かす新たな木取り法として、商品化が可能となります。

表1 供試丸太の概要

項 目	直径(mm)			材長 (mm)	重量 (kg)
	末口	中央	元口		
平 均 値	433	465	520	4,356	560
最 小 値	381	405	455	4,102	425
最 大 値	476	510	570	4,664	738
標準偏差	29	30	35	201	83



写真1 熱処理したスギ丸太



写真2 心去り正角材

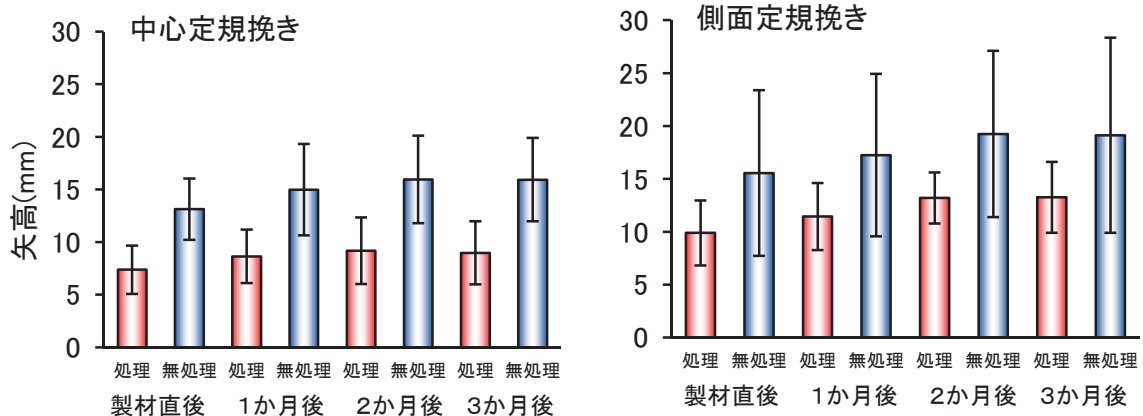


図1 熱処理及び無処理のスギ丸太から中心及び側面定規挽きした心去り正角（4m）の平均矢高

表2 熱処理及び無処理のスギ丸太から中心及び側面定規挽きした心去り正角の曲げ強度

項 目	中心定規挽き		側面定規挽き	
	熱処理材 (N/mm ²)	無処理材 (N/mm ²)	熱処理材 (N/mm ²)	無処理材 (N/mm ²)
試 験 体 数	16	12	16	16
平 均 値	32.5	35.7	34.5	36.8
最 小 値	23.6	27.6	27.4	30.4
最 大 値	37.9	44.3	39.9	42.6
標 準 偏 差	4.1	4.7	3.4	4.1
平均含水率	21.2	19.2	18.9	20.9

毛苗の移植をしない直播コンテナ苗生産技術の開発

香川県森林センター 加藤 高志

研究の背景・ねらい

香川県におけるコンテナ苗生産は、露地の播種床で育成した毛苗をコンテナキャビティに移植する方法で行われています。しかし、この方法では裸苗生産における床替え作業と同様の労力がかかることになり、コンテナ苗の単価が裸苗に比べて高くなる要因の一つになっています。そして、この単価が高いことがコンテナ苗の普及をはかるうえでの障害となっています。この課題を克服するため、移植を必要とせずかつ間引き手間と必要種子量を少なくする直播コンテナ苗育苗法を開発しました。

成 果

1 直播コンテナ苗育苗に向けた培地の選定

ピートモスとパーライトを7:3の割合で混合したものに、肥効700日の緩効性肥料を1ℓ当たり7g入れた培地に直接播種すると、検定発芽率（国際種子検査規約による室内試験）と同程度の発芽率が得られました（図1）。また、覆土としてパーライトを使用しました。パーライトの覆土により、種子を高温・乾燥から守り、かん水による種子の流出を防ぐ効果が得られました。

2 種子精選方法の改善

直播コンテナ苗の育苗には、高い発芽率の種子が必要とされるため、種子精選方法を改善しました。マツは風選により80%以上の発芽率の種子を精選できていましたが、ヒノキとスギについてはゴミ取りだけで発芽率は20%以下程度でした。ヒノキ、スギの発芽率を高めるため、洗剤水選を行い、ヒノキでは80%以上、スギでは40%近くまで発芽率を向上させることができました。これにより、マツのほかヒノキでも1粒播種による直播コンテナ苗の育苗が可能になりました。スギにおいても、1キャビティ当たり3粒程度の播種で直接播種が可能となりました。なお、複数発芽したものは間引き処理で1苗だけにします。

3 播き付け量算出式の作成

Mスターコンテナのような独立型キャビティを使用し、未発芽キャビティに追加播種して期待得苗率を得る方式における種子のまき付け量を算出する式を作成しました（式1）、（式2）。この式に基づく播種試験を実施したところ、ほぼ算出式どおり1回の追加播種で期待得苗率を達成することができました（表1）。

4 必要種子量の最小限化

独立型キャビティのコンテナを使用し追加播種を行う方法を使えば、移植や複数播種に比べ種子の使用量を効率的に減らせます。このことは、種子不足を解消するのに効果があると考えています。

成果の活用

育苗業者には、発芽率の高いヒノキ種子を安定的に提供できるようになりました。

今回開発した直播コンテナ苗生産技術については、県内の育苗業者に対しコンテナ苗生産技術検討会を開催し、講習を行いました。技術の有効性に理解を頂いた結果、育苗業者において直播コンテナ苗の育苗を試験的に実施してもらうことになりました。

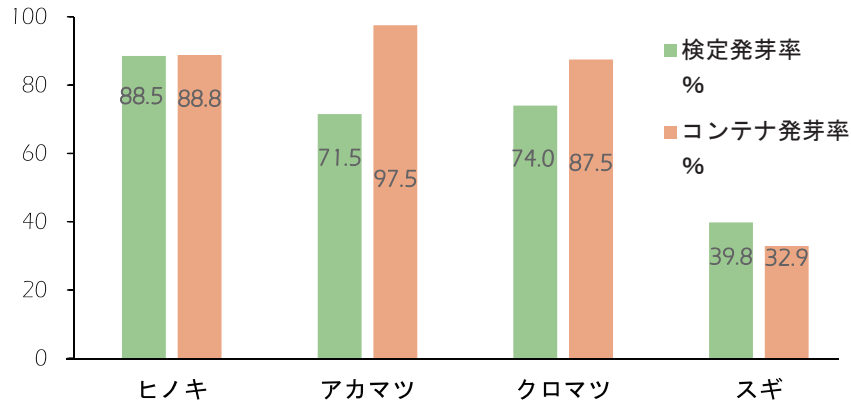


図1 検定発芽率とコンテナでの発芽率

独立型キャビティコンテナ苗育成の必要種子量算出するには、期待(目標)得苗率 s (小数点表示) を決め、それを達成するのに必要な播種延べ回数 n は発芽率 g (小数点表示) をもとにして、

$$n = \log_{(1-g)}(1-s) \quad (\text{式1})$$

で求めます。ただし、 n は切り上げて整数とします。次にキャビティ数 a 個に必要な種子の粒数 y は

$$y = \frac{a\{1 - (1-g)^n\}}{g} \quad (\text{式2})$$

で求められます。これに、種子の1粒当たりの重さをかければ必要種子重量が得られます。

表1 追加播種(1回)による発芽キャビティ率

樹種	キャビティ数	初回発芽 キャビティ数	追加 発芽 キャビティ数	計	最終発芽 キャビティ率 (%)	期待得苗率 (%)
ヒノキ	80	69	11	80	100.0	95
アカマツ	80	76	4	80	100.0	90
クロマツ	80	69	10	79	98.8	90
スギ	80	58	16	74	92.5	95

※ヒノキ、アカマツ、クロマツは1粒；発芽率の低いスギは複数播種（3粒／キャビティ）と組み合わせて追加播種1回で期待得苗率に達するよう設定しました。



写真1 直播コンテナ苗発芽状況



写真2 7か月後の苗の生育状況

[問い合わせ先：香川県森林センター TEL 0877-77-2515]

ヒノキ CLT 強度データの収集

愛媛県農林水産研究所林業研究センター 玉置 教司

研究の背景・ねらい

愛媛県は、ヒノキの素材生産量が全国第3位^{*1}と全国有数のヒノキ生産県ですが、住宅の着工戸数が減少している中、新たな利用先の確保が求められています。このような中、直交集成板（以下、CLT）は、新たな構造用建築材料として、ヒノキの利用拡大が期待されています。

CLT については、国立研究開発法人森林総合研究所ほか各研究機関において、スギを中心に各種強度データの蓄積が行われてきたところですが、スギとは強度が異なるヒノキについても強度データを収集する必要性がありました。このため、森林総合研究所からの委託^{*2}を受けて、全層をヒノキで製造した CLT の曲げ、せん断、圧縮の強度性能、力学的特性について明らかにすることとしました。

成 果

直交集成板の日本農林規格（以下、JAS）に準じて CLT パネルを製造し、そこから各試験体（表1）を切り出し、強度試験を行いました。ラミナは幅 105mm、厚み 30mm、水平型フィンガージョイントしたものを使用し、幅はぎ接着はしていません。

曲げ（面外）試験の結果、曲げ性能を示す曲げヤング係数と曲げ強さは図1及び2のとおりとなりました。曲げ強さは JAS の基準を大きく上回りました。また、ラミナの曲げヤング係数や CLT の非破壊測定法により CLT のヤング係数を推定できる可能性があることがわかりました。

せん断（面外）試験の結果、せん断強さは図3のとおりとなり、ばらつきは小さく、JAS の基準を大きく上回りました。

上記の各種強度性能は、強軸と弱軸のプライ数や配置（表2）の影響を受けることがわかりました。層構成が変則的な3層4プライと5層7プライを除いて、積層数が多くなるほど、各強度が低下し、全層に対する強軸プライの割合が増加するほど高くなる傾向となりました。

成果の活用

本研究で得られた成果は、構造材料として構造設計に利用できる強度数値や力学的特性の参考に活用されます。また、ヒノキ CLT を製造する場合に、生産品の強度等級や層構成などの規格選定の参考に活用されます。なお、本研究の成果は、2015 年 9 月日本建築学会大会（関東）などで発表しました。

*1 平成 26 年 木材統計

*2 本研究は、平成 26 年度林野庁委託事業「CLT 等新たな製品・技術の開発促進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進（CLT 強度データの収集）」により、国立研究開発法人 森林総合研究所から委託をうけて実施しました。

表1 試験体の概要

等級構成：ヒノキ 異等級構成 Mx90(A種構成)

層構成	外層の方向 ^{*1}	面外曲げ試験				面外せん断試験			
		試験体数	厚み(mm)	幅(mm)	長さ(mm)	試験体数	厚み(mm)	幅(mm)	長さ(mm)
3-3	強	6	90	300	2,070	6	90	300	630
3-4	強	6	120	300	2,760	6	120	300	840
5-5	強	6	150	300	3,450	6	150	300	1,050
	弱	6	150	300	3,450	6	150	300	1,050
5-7	強	6	210	300	4,830	4	210	300	1,470
7-7	強	6	210	300	4,830	4	210	300	1,470
9-9	強	6	270	300	6,000	4	270	300	1,890

*1 外層ラミナの繊維方向が試験体の長さ方向と同じ（平行）ものを強軸、直交するものを弱軸。

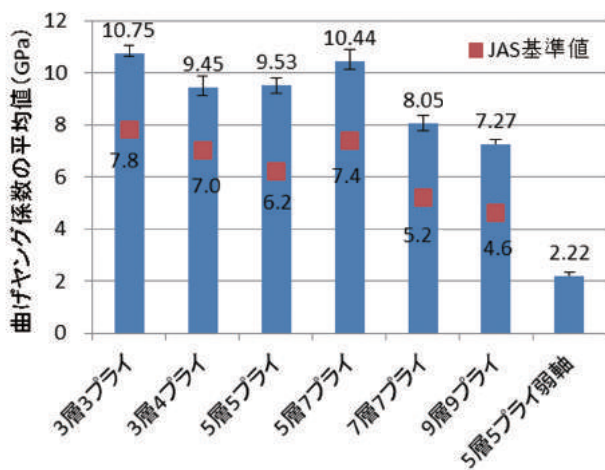


図1 曲げヤング係数の平均値

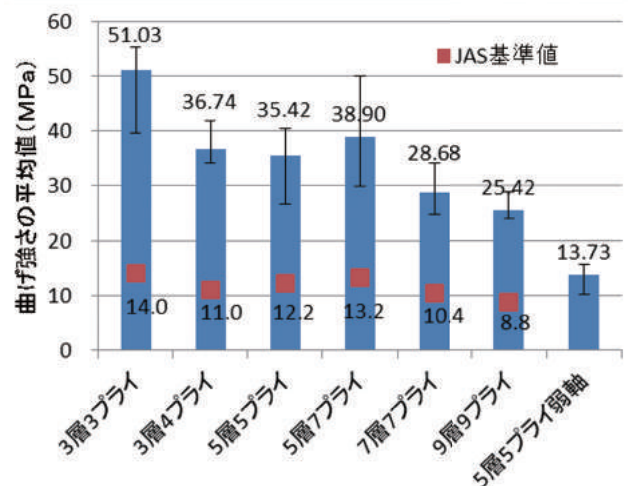


図2 曲げ強さの平均値

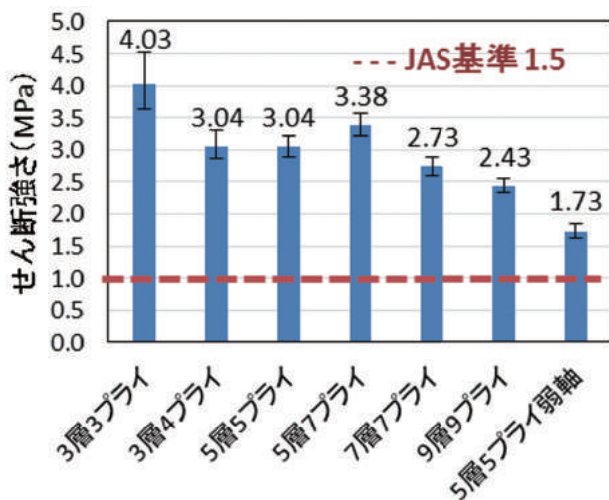


図3 せん断強さの平均値

表2 CLTの層構成

層構成	プライ数			全層に対する強軸プライ数の割合
	強軸	弱軸	計	
3層3プライ	2	1	3	67%
3層4プライ	2	2	4	50%
5層5プライ	3	2	5	60%
5層7プライ	5	2	7	71%
7層7プライ	4	3	7	57%
9層9プライ	5	4	9	56%

多支間集材における主索張力と中間サポートにかかる力

高知県立森林技術センター 森林経営課 山崎 敏彦

研究の背景・ねらい

香美森林組合が導入した先進林業機械（オーストリアのマイヤーメルンホフフォレストテック社製）けん引式タワーヤード WANDERFALKE について、各種柱類の安定管理に必要な力のかかり方を知るために、集材中の主索張力および中間サポートに掛かる荷重を測定しました。

本研究は、森林総合研究所と高知大学ならびに当センターによるプロジェクト研究「豪雨・急傾斜地帯における低撓乱型人工林管理技術の確立」の一環で行いました。

成 果

図1の上荷集材で全体スパン 226m に3箇所の中間サポートを配置した索張りについて、主索にかかる張力は、斜面下方先柱側の主索端末部（TT-SKL）に張力測定用ロードセルを取り付け（図2）、中間サポートにかかる張力は、スカイラインサポートラインと中間サポート No.3（SS-3）の間に荷重測定用ローでセルを取り付け（図3）、集材作業中の主索張力および中間サポート荷重の測定を行いました。

図1の荷重については、ヒノキ胸高直径 24cm、樹高 21m、幹材積 0.467m^3 と、ヒノキ胸高直径 20cm 樹高 21m 幹材積 0.328m^3 の2本掛け（ 0.795m^3 ）による測定値です。

結果は、主索にかかる張力は図1のように、空搬器走行時および実搬器走行時ともに、中間サポートで支間（スパン）が分割され、各支間中間点で張力が大きくなりました。一方、中間サポート通過地点における主索張力は、空・実搬器ともにほぼ同一の張力を示したことから、中間サポート通過点で全ての垂直荷重をサポートが支えていることとなります（図1）。

No.3の中間サポートにかかる荷重は、自己スパン内に搬器が入ってきて影響を受け、搬器がサポート直下になると最大値が発生することがわかります。今回の索張りでは、各中間サポート前後における主索角度の変化が極めて小さかったため、サポート部での主索内角から生じる張力によりサポートを引き下げる力はNo.3のサポート場合、図1の元柱タワーヤードから中間サポート SS-2の間では殆ど出ていませんでした。

図1左側のタワーヤードから中間サポート SS-1 間における実搬器走行時の主索張力波形の中間部が低くなっているのは、半地曳き状態の集材木が線下にある大岩を乗り越え通過したことにより、主索が支える鉛直方向の力が一時的に小さくなったことによるものです。

成果の活用

当センターの森林技術成果セミナー等により公表するとともに、伐出関係術講習会の際に研究成果の普及を図ります。

また、タワーヤードの視察や架線集材関係の講習会等で多支間索張り（中間サポート付き）の解説用として活用しています。

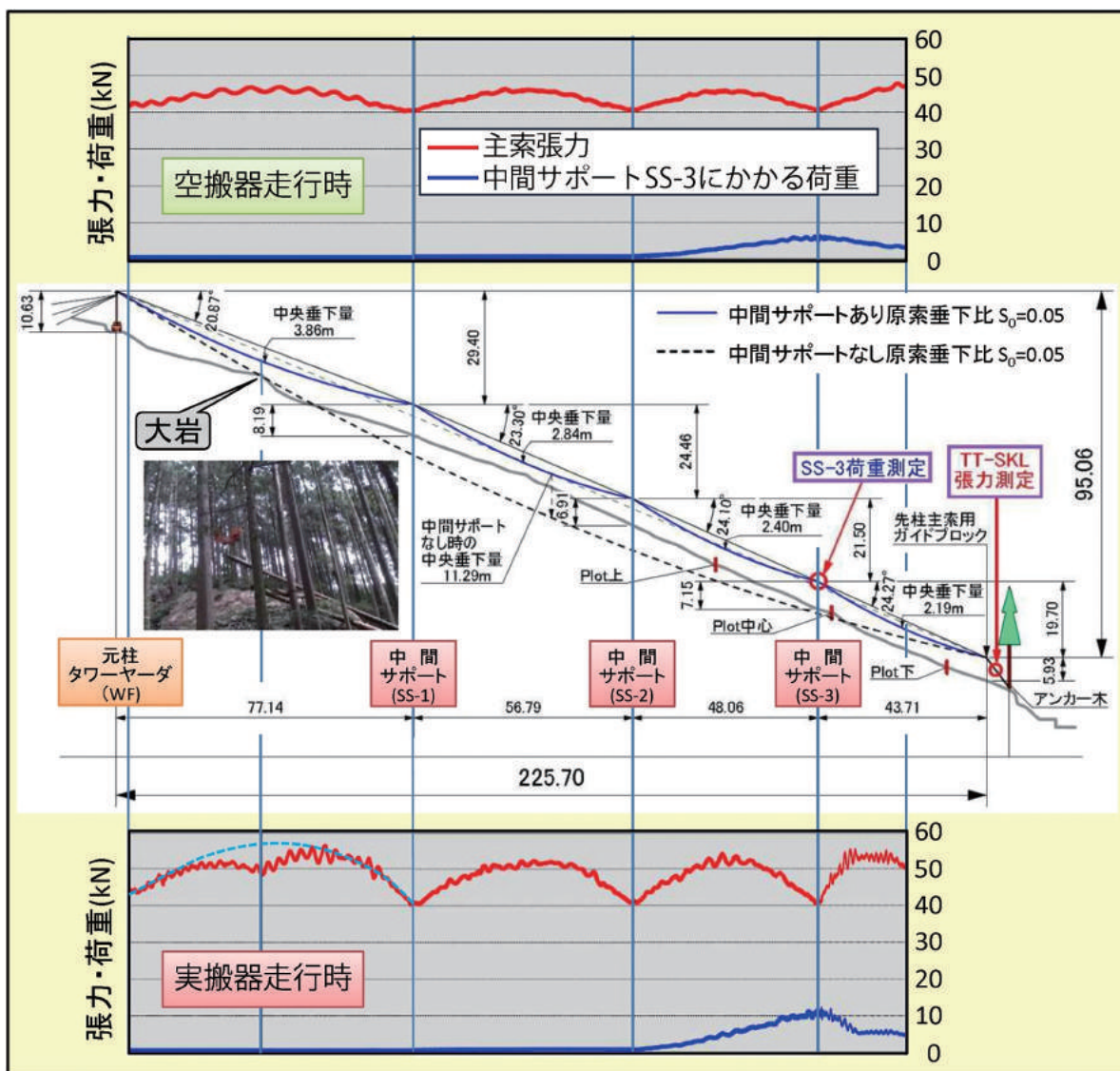


図1 索張り縦断図と先柱側主索張力および中間サポート（No.3:SS-3）の荷重の関係

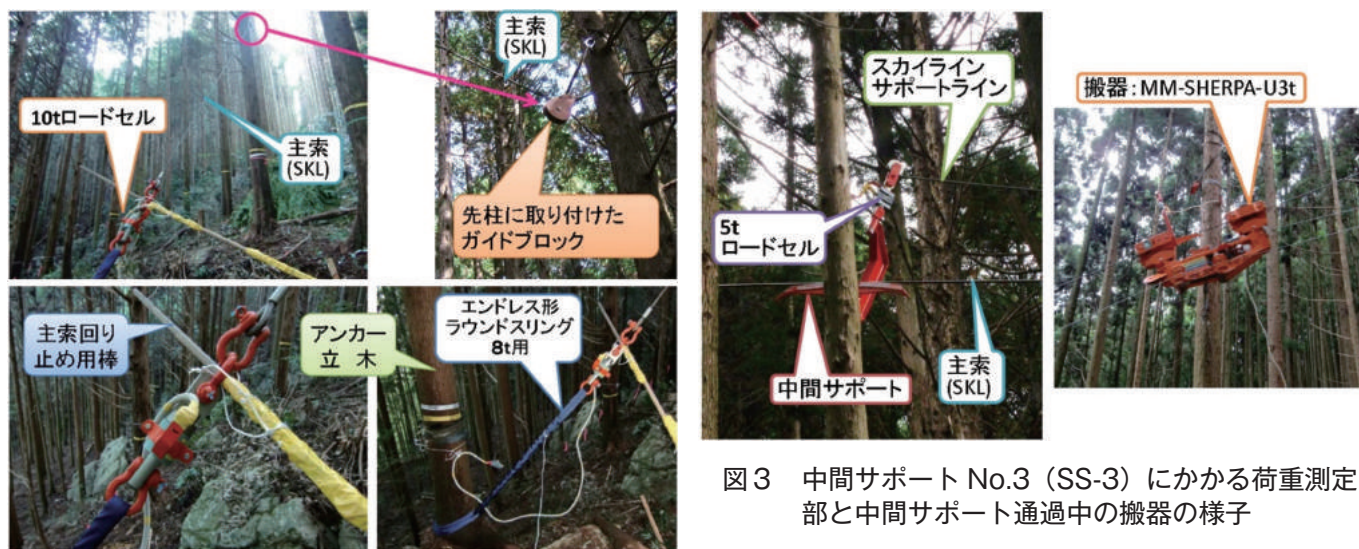


図2 先柱側主索端末張力測定部の様子

図3 中間サポート No.3 (SS-3) にかかる荷重測定部と中間サポート通過中の搬器の様子

無殺菌の柿剪定枝を培地材料としたヒラタケ栽培

福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター バイオマス部 上田 景子・森 康浩

研究の背景・ねらい

福岡県は全国第3位の柿の生産地ですが、生産者は毎年大量に発生する剪定枝の処分に苦慮しています。そこで、リグニン分解能が高く、美味しい食用きのこであるヒラタケに着目し、殺菌釜や培養室などの菌床きのこ用設備をもたない柿生産者でもヒラタケを栽培できる技術の確立を目指しました。

成 果

1 接種時期の検討

3月に、チップ化した剪定枝とヒラタケ種菌を混合接種して栽培袋に詰め、空調のない室内で培養を行いました。剪定枝チップは殺菌しませんでした。約3ヶ月の培養期間中、害菌汚染はまったく認められず、ヒラタケ菌糸は順調に成長しました。同じ試験を6月に実施した場合は、害菌の発生した菌床がみられました。6月は害菌の活動が活発なため、3月に接種を行うのが好ましいと考えられました。

2 米ぬか添加の検討

培地に栄養材として米ぬかを添加すると、添加しない場合より収量が増加し、米ぬかの添加効果は高いと考えられました(表1)。

3 種菌量の検討

種菌量を増やすと子実体収量は多くなる傾向を示しましたが、種菌代が高いことや現在のヒラタケの販売単価を考慮し、種菌量は10%が適当と考えられました(表2)。

4 子実体発生環境の検討

菌糸が蔓延した菌床は、破袋して害虫侵入防止のためにプランターに埋設し(図1)、乾燥防止用のボラ土で被覆後、屋外で子実体を発生させました。林内の方が、建物の軒下に比べ収量が約1.8倍多くなりました。

以上の結果を受けて、ヒラタケ栽培の工程を設定しました(図2)。

本技術は、毎年処分に苦慮している剪定枝を使って、柿生産者自らヒラタケを栽培できる有効な技術と考えられました。

成果の活用

本研究の成果は、栽培マニュアルとして取りまとめ、県庁、農林事務所、普及指導センター、JAなどに配布しました。既にJAが栽培に取り組んでいますが、今後も普及指導センターなどを通じて、柿生産者への技術指導を行いながら、普及を進めていきます。

表1 米ぬかの添加がヒラタケ収量に与える影響

試験区	1 菌床あたり 子実体生重量 (g)
米ぬか添加	1035
米ぬか無添加	355

培地全体重量に対して、米ぬかは10%、種菌は20%添加した。

表2 種菌量がヒラタケ収量に与える影響と必要経費

種菌量 ¹⁾	1 菌床あたり 子実体生重量 (g)	1 菌床あたり材料費(円) ²⁾				プラスの収益 を得るための 販売単価 ³⁾ (円/kg)
		種菌代	米ぬか代	その他	合計	
10%	843	325.0	3.4	75.5	403.9	479
20%	1035	647.2	3.0	75.5	725.7	701
40%	1279	1194.9	2.1	75.5	1272.5	995

- 1) 種菌量は培地全体に占めるおがこ種菌の乾燥重量割合。
- 2) 種菌 1.4 円/g、米ぬか 27 円/kg、その他は主に 1 菌床あたり栽培袋 20 円、プランター（耐用年数 5 年）14 円、寒冷紗（耐用年数 5 年）15 円、ボラ土（耐用年数 2 年）12.5 円で算出。
- 3) 1 菌床あたり材料費/1 菌床あたり収穫量(kg)。

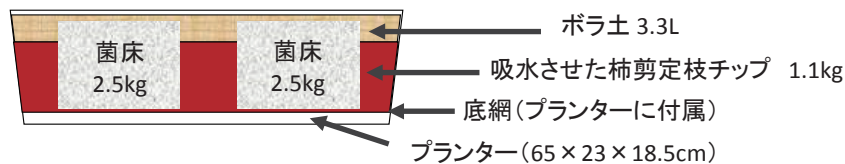


図1 ヒラタケ菌床をプランターに埋設したときの様子



図2 無殺菌の柿剪定枝を用いたヒラタケ栽培の工程

[問い合わせ先：福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター バイオマス部 TEL 0942-45-7870]

ヒノキ長伐期施業に対応した人工林管理指針に関する研究

熊本県林業研究指導所 育林環境部 今村 高広

研究の背景・ねらい

熊本県におけるヒノキ人工林資源は成熟期を迎え、利用齢級とされる林齢 46 年生以上の面積の割合は、平成 27 年度時点で約 69% になっています。一方、長びく木材価格の低迷の影響から伐採量は伸びておらず、伐期は長期化する傾向にあります。

しかし、長伐期へ移行させる人工林の施業方法については、高齢林の成長などわかっていない点も多く、高齢級化・長伐期化が進む人工林の適正な施業を行うための新たな管理指針が必要となっています。

そこで、本研究課題では、既存の調査データに加え、これまで調査データの蓄積が十分でなかった高齢級林分を新たに調査し、その調査データを基に様々な施業後のヒノキ人工林における資源量を予測するシステムを開発しました。

成 果

県内のヒノキ人工林について、これまで県が保有する林分調査データ（樹高、胸高直径、h a 当たりの成立本数）並びに林業研究指導所等が調査したデータを用いて林分毎の平均樹高と林齢との関係から地位指数曲線（図 1）を作成しました。得られた地位指数曲線式及び林分密度管理図を構成する主要な関数式を準用して、間伐率による間伐効果をシミュレーションできるヒノキ人工林資源予測システムを開発しました。

このシステムは、シミュレーションしたい林分の現況（標準地調査データ）を入力し、つづいて、間伐等の施業条件（間伐林齢、間伐率）を入力することで、将来の林分の状態（樹高成長、直径成長、本数密度、収量比数、材積）を推計できます（図 2）。また、施業による林分状況をグラフに表示し、将来の状況変化をよりわかりやすくなるよう工夫しました（図 3）。

様々な間伐条件でのシミュレーションを行うことで、最適な間伐条件の検討、選択を容易に行うことができるようになりました。

成果の活用

森林経営計画作成や間伐施策推進等において、森林組合の施業プランナーの施業提案業務や行政・林業普及指導員の実務を支援するツールとしての活用が期待されます。

また、このシステムは「マイクロソフト エクセル」を基に作成していますので、パソコンをお持ちの方は誰でも使用でき、入力も簡単なので、森林所有者の方も自身の林業経営計画に役立つと期待しています。

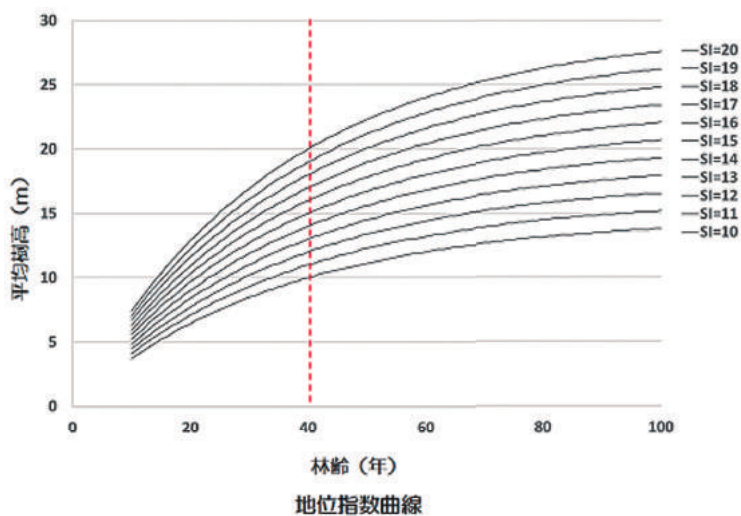


図1 地位指数曲線

今回、高齢級林分の調査データの蓄積・解析により、これまで明らかではなかった高齢級林の成長を表すことができました。また、従来の上中下3つの地位区分を、樹高で細かく評価した地位毎の成長パターンを作成することで、対象林分の現況に応じた精度の高いシミュレーションを可能にしました。



図2 システム入力画面

①対象林分の標準地 (10m × 10m 程度) 調査から林齢、本数、平均樹高を入力します。②入力により、林分の現況 (材積、平均胸高直径、収量比数、地位指数) が自動的に算出されます。

③算出された収量比数 (混み具合) を参考にしながら、間伐時期 (林齢) と間伐率を入力。間伐前後の林分状況が算出されます。また、〇年後の状況を知りたい場合は、任意に間伐林齢を入力して林分状況を確認できます。このように、様々な間伐シミュレーションを行い、最適な間伐計画を立てることができます。

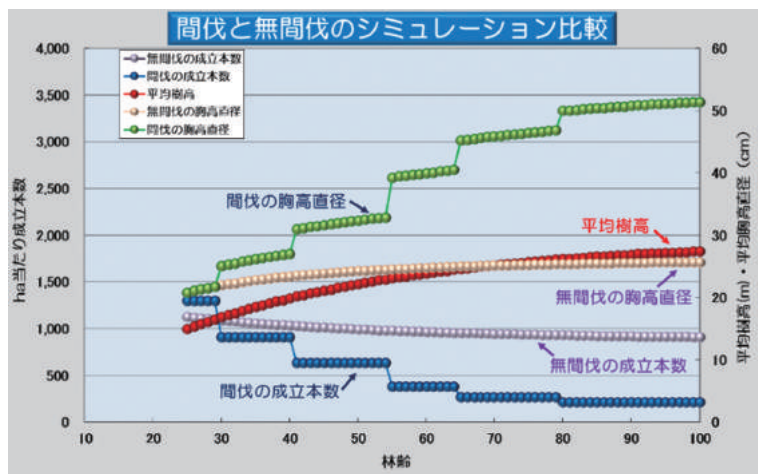


図3 推計値グラフ

シミュレーション結果をグラフにしました。グラフには、間伐後の成長の変化と併せて無間伐とした場合の成長の変化も表示し、森林所有者等に対して間伐の必要性や重要性を理解していただくため、比較できるようにしています。

クヌギ萌芽更新におけるシカ被害防除技術研究

大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 長尾 嘉昭

研究の背景・ねらい

クヌギは大分県の特産品であるしいたけの原木として用いられます。クヌギを伐採した後に株から伸びる萌芽がシカの食害を受け続けると、株が枯死してしまうことから将来の原木しいたけの生産に影響を及ぼすことが懸念されています（写真1）。萌芽は成長が早く、短期間でシカの食害を受けにくい高さまで成長するため、萌芽に適した低コストな防除方法が求められています。本研究は、シカの食害が萌芽の成長に与える影響を検証するとともに、萌芽に適した防除方法の確立に取り組みました。

成 果

1 食害影響調査

食害を受けた後に防除を行い、萌芽の成長量を調査した結果、生存している株は食害後でも順調な萌芽成長が確認されました（図1）。また、株の生存率は食害を受けた期間が長くなるほど低下しました。特に1年目に比べ2年目に大きく生存率が低下したことから（図2）、萌芽の成長が維持されている伐採後2年以内に防除することが望ましいと考えられます。

2 防除試験

従来のシカネットより低コストな遮光ネットおよび防鳥ネット（合わせて簡易ネットとする）を設置し、萌芽の成長量を調査した結果、萌芽は2年間防除を行うことでシカの食害を受けにくい高さまで成長し、簡易ネットによる防除効果が確認されました（図3、写真2）。風の影響を受ける遮光ネットは立木を利用し、強度の低い防鳥ネットは管理の容易な箇所に設置するなど、ネットの特徴と現地条件を考慮することでより効果的な防除が可能となりました。

成果の活用

研究結果および簡易ネットの設置方法を記載したパンフレット（写真3）を作成し、県内のしいたけ生産者等に配布しました。また、平成26年度からは造林事業の補助対象として、簡易ネットの普及に取り組んでいます。

なお、パンフレットはセンター林業研究部のwebサイト（<http://www.pref.oita.jp/soshiki/15088/sika.html>）からも入手いただけますので、研究成果の詳細についてはパンフレットをご覧ください。



写真1 食害を受けたクヌギ萌芽

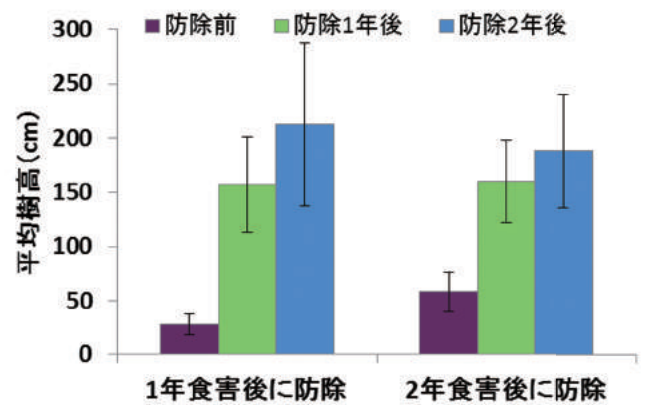


図1 食害後に防除したクヌギの樹高成長

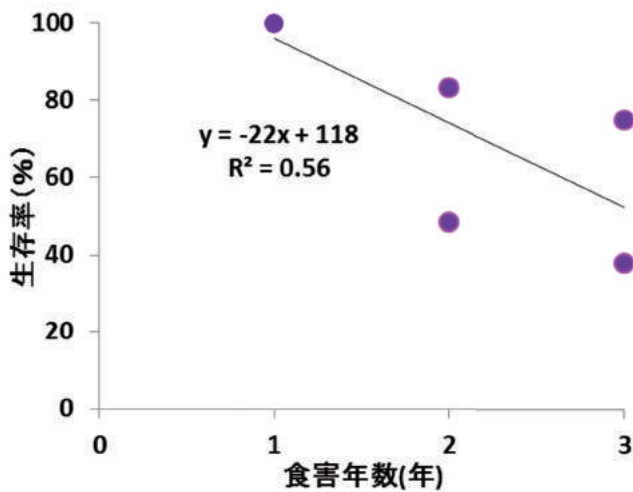


図2 食害年数と株の生存率の関係

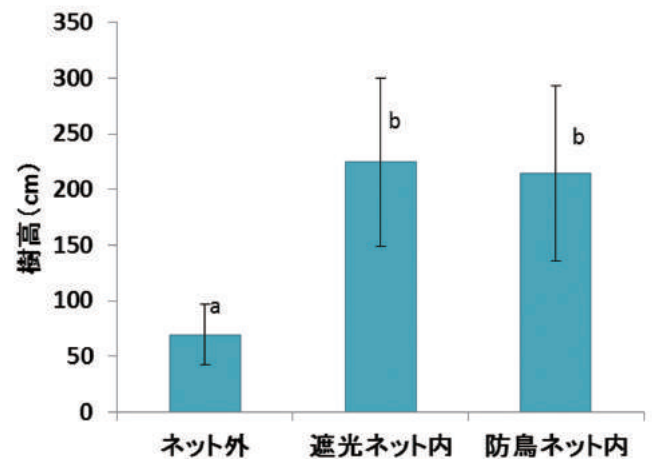


図3 簡易ネットによる防除試験結果
(異なるアルファベットは5%の有意差を示す)

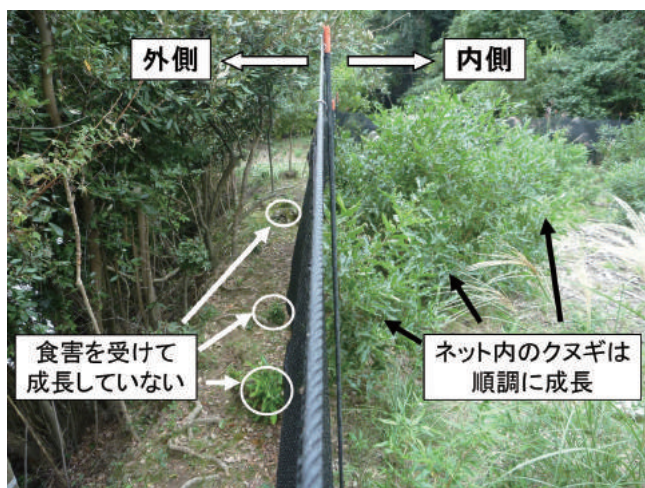


写真2 遮光ネット設置1年後の内外の状況

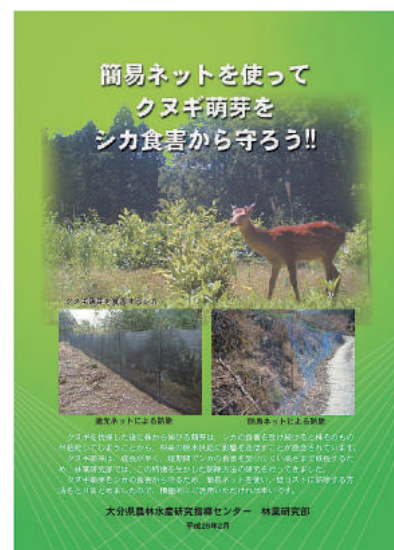


写真3 作成したパンフレット

原木シイタケ栽培における生産性の向上

宮崎県林業技術センター 森林資源開発部 中武 千秋

研究の背景・ねらい

原木シイタケ栽培において安定した経営を行うには、高品質のシイタケを生産するとともに収量を確保することが必要です。そのため、シイタケ栽培に使用する原木は、外樹皮が薄く、表面の溝数が多いなど樹皮の形質に優れ、窒素等の養分含有量が多いことなどが重要となります。そうした中、本県の一部のシイタケ生産者では、原木を伐採する前に林内の灌木類を除伐することで、子実体の発生量が増加するということが経験的に知られ実施されています。

そこで、当センターにおいて原木林の伐採前に除伐と施肥を行い、これらが子実体の発生等にどのような影響を与えるかを調査しました。

成 果

宮崎県東臼杵郡諸塚村のクヌギ林2箇所に試験地を設け、それぞれに除伐区、除伐+施肥区、未施業区（対照区）を設定し施業を行いました。栽培試験に使用するクヌギ原木の伐採は、施業後、概ね3年経過した平成23年10月下旬に行い原木の形質等を測定した後、翌年2月に市販種菌「菌興115号形成菌」を植菌し、子実体の発生量等を調査しました。

1 原木の形質

両試験地とも年輪幅や樹皮の厚み、表面の溝数など樹皮の形質に試験区間で大きな違いはなく、除伐及び施肥の影響は見られませんでした（表1）。

2 全窒素含有率

窒素の含有率は、全試験区とも樹皮部が辺材部及び心材部に比べて明らかに高く、既に報告されているものと同様の結果となりました。また、樹皮部の含有率は、両試験地とも対照区に比べて除伐区及び除伐+施肥区の方が高い値を示し、樹皮部の含有量は除伐や施肥の影響を受けることが示唆され、特に、除伐の影響を大きく受けるものと考えられました（図1）。

3 シイタケ菌糸蔓延率

植菌した翌年5月にシイタケ菌糸の蔓延率を調査しましたが、全試験区とも十分に蔓延しており、試験区間で大きな違いは見られませんでした（写真1、図2）。

4 シイタケ子実体発生量

両試験地の3ヶ年間の子実体総発生量を多重比較検定（Dunnett法）した結果、除伐区及び除伐+施肥区とも対照区と比べて有意に多くなりました。シイタケ菌糸の蔓延率は、全試験区間で大きな違いがなかったことから、除伐区及び除伐+施肥区で発生量が多くなった一つの要因として、子実体発生に栄養源としての役割が大きい樹皮部の窒素含有量が対照区と比べて高かったことが考えられました。しかし、除伐、施肥による発生量増加のメカニズムには、窒素以外の養分の影響も示唆されることから、さらに検討していく必要があります（図3）。

成果の活用

これらの成果については、各種の情報誌に掲載するとともに、シイタケ栽培研修会や生産者と接触する機会の多い林業普及指導員を通じて普及に努めているところです。

表1 原木の形質

試験地	試験区	径級 (cm)	年輪幅(mm)				樹皮		
			2年前	1年前	伐採年	計	樹皮厚 (mm)	外皮率 (%)	溝密度 本/cm
A 20年生	除伐区	15.7	2.2	1.9	1.6	5.7	12.1	26.3	0.44
	除伐+施肥区	16.4	1.4	1.6	1.4	4.4	13.0	26.2	0.44
	対照区	15.7	2.0	1.7	1.3	5.0	12.3	28.6	0.45
B 27年生	除伐区	16.9	1.1	1.2	0.9	3.2	12.6	28.2	0.43
	除伐+施肥区	16.5	1.3	1.3	1.0	3.6	11.4	37.6	0.43
	対照区	16.9	1.2	1.2	0.9	3.3	13.4	35.6	0.37

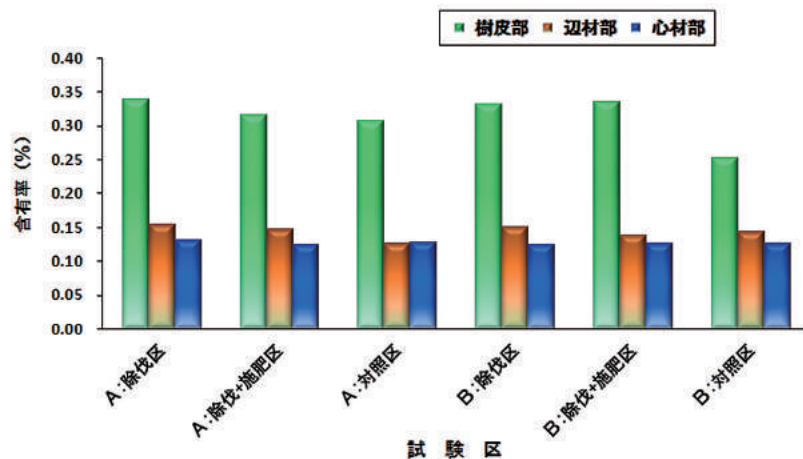


図1 部位別の善室素含有率



写真1 シイタケ菌糸の蔓延状況 (B試験地)

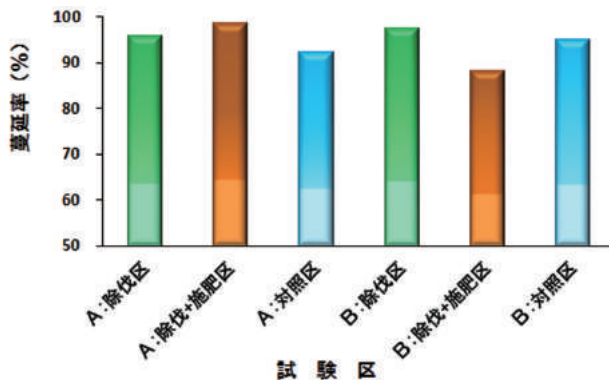


図2 シイタケ菌糸の蔓延率

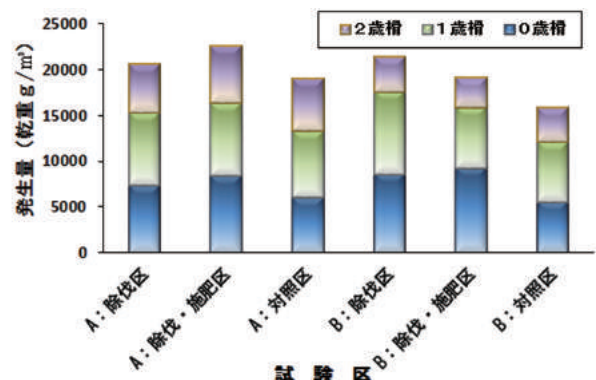


図3 シイタケ子実体の発生率

[問い合わせ先: 宮崎県林業技術センター 森林資源開発部 TEL 0982-66-2888]

スギ大径材利用に向けた取り組み

宮崎県木材利用技術センター 木材加工部 児玉 了一

研究の背景・ねらい

本県の市場流通材の状況を見ると、その2割強を大径材（末口径30cm上）が占めており、森林資源の充実に伴い、今後も大径材の出材割合は更に増加していくものと思われます。

大径材は、主に板材として利用されており、「心去り材は心持ち材よりも材質的に劣る」といった使い手側（工務店等）の意識が根強いいため、柱材や梁材などの構造材としての利用が進んでおらず、A材に区分される大径材については、ほとんど需要が無い状況にあります。

このため、スギ心去り製材（正角材・平角材）の強度性能等を明らかにするとともに、効率的な木取り方法や乾燥技術を確立し、A材の需要を拡大することが求められているところです。

成 果

1本のスギ大径材から心去りの2丁取り平角材と4丁取り正角材を採取し、製材方法（中心定規挽き、側面定規挽き）との関連から力学的性質を中心とした性能検証を行いました。その結果、心去り材は心持ち材に匹敵する強度性能（曲げ強さ（図1）、縦圧縮強さ（図2）、めり込み強さ、イス型ブロックせん断試験によるせん断強さ（図3）、接合部のせん断強さ、引張強さ）を持ち、国土交通省が示す基準強度（平成12年5月31日、建設省告示第1452号）を満足することを確認しました。なお、製材方法（中心定規挽き、側面定規挽き）による強度性能の明確な差異は認められませんでした。

次に、心去り正角材の乾燥過程で生じる曲がりの大きさを材長方向の中央部の矢高で評価しました（図4）。含水率が生材から20%まで低下する間に発生する矢高と20%から15%に低下する間に発生する矢高量を比べると、両者はほぼ同じであることが分かりました。

心持ち正角材は、乾燥が進む過程で曲がりが発生することはほとんどありませんが、心去り正角材の多くは木表側がへこみ、木裏側が出っ張る形で曲がりが発生します。柱材が曲がると明らかな欠陥となることから、心去り材の乾燥は心持ち材よりも高い精度が要求されることになります。

また、心去り材は、製材直後に人工乾燥した場合、心持ち材に比べて、表面割れ及び内部割れの発生が少なく、美観に優れた製品に仕上がる事が確認できました（写真1, 2）。

成果の活用

これまでの研究成果により、スギ心去り製材は、心持ち製材と同等の性能を持つことを確認しました。

今後は、この成果を建築関係者等に積極的にPRするなど、市場の信頼を得るための手段として活用し、スギ心去り製材の普及に努めたいと考えています。

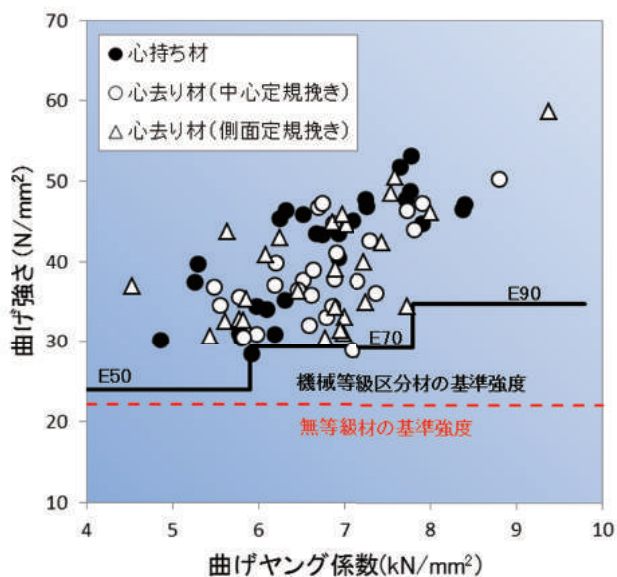


図1 スギ平角材の曲げヤング係数と曲げ強さとの関係

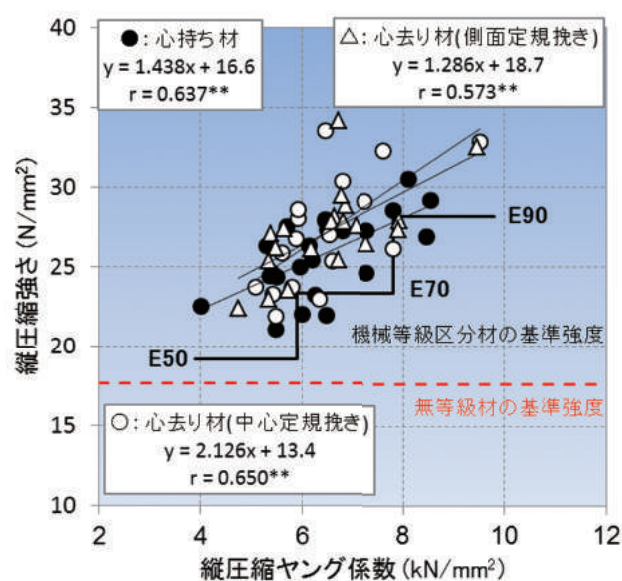


図2 スギ平角材の縦圧縮ヤング係数と縦圧縮強さとの関係

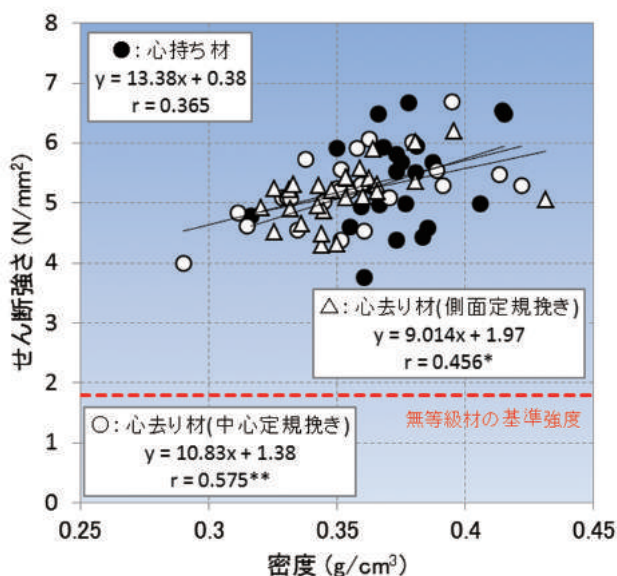


図3 スギ平角材の密度とせん断強さとの関係

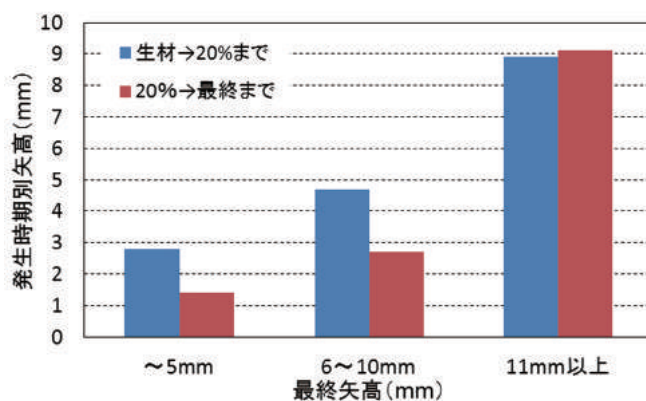


図4 最終矢高別の発生時期（含水率）で分けた矢高



写真1 心去り正角材



写真2 心去り平角材

[問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター 木材加工部 TEL 0986-46-6042]

高齢級人工林に対応した伐出収支試算ソフトの開発

鹿児島県森林技術総合センター 資源活用部 河野 雄一

研究の背景・ねらい

鹿児島県では、間伐の集約化・機械化がある程度定着し、高性能林業機械の導入台数も数年で飛躍的に増加しました。一方、人工林の齢級配置が高齢化し、伐期を迎える森林も増えつつあることから、今後は、間伐と併せて主伐についても機械化・低コスト化を推進していく必要があります。

そこで、主伐や高齢級間伐等、高齢級人工林での施業において、どのような作業システムが低コスト化につながるのかを現場ごとに見極めるツールとして、収入と支出を事前に机上試算できるパソコンソフトの開発に着手しました。

成 果

1 間伐収支試算ソフトの改良

高齢級人工林での施業では、高性能林業機械の処理可能な径級を超えた大径木が多く含まれます。これら大径木の伐出では人力による補助作業が必須で、作業効率が低下します(写真1)。そこで、大径木伐出における人工数のかかり増しを調査し、調査結果を基に、間伐施業の生産性や収支を試算する間伐収支試算ソフト「フォレストリー・フォーキャスター」(研究成果選集 No.9 p43-44)を改良し、大径木の間伐施業の収支試算に対応させました。

2 主伐収支試算ソフトの開発

県内で見られる主伐の作業システムを、車両型(林内や路網上で造材を行う2段階集材型)と架線型(土場で造材を行う集中土場型)の2つに分類し(図1)、それぞれ、作業条件(地形、林分、路網等)と機械を組み合わせ、伐採、集材、造材の作業効率と素材生産量を試算し、作業経費と素材収入を算出する、主伐収支試算ソフトを開発しました。間伐収支試算ソフトと同様、スギ・ヒノキの収穫予測式等は鹿児島県独自のものを採用し、ユーザーの設定した採材長に応じて丸太生産本数・材積を算出し効率を試算するため(図2)、現場ごとの状況を踏まえた生産性の予測が可能です。素材収入についても、生産本数の見込みが規格別に算出されるため、直近の市場単価を反映した試算が可能です。

3 間伐収支試算ソフトと主伐収支試算ソフトの統合

主伐収支試算ソフトを「フォレストリー・フォーキャスター」に統合し、間伐から主伐まで総合的に対応できる現場普及用のソフトとしました(図3)。これまでと同様、森林所有者及び林況が異なる複数筆を集約した施業地において、筆ごとに生産性と収支を試算し、見積の提示が可能です(図4)。

また、間伐も主伐も同じソフト内で試算できるため(図5)、伐期を迎えた森林について、すぐに主伐を行う場合と、長伐期に移行して間伐を行う場合の比較や、架線集材と車両集材の経費比較等、同じ現場でも施業や伐出方法を変えた複数の試算結果が作成可能となっております。

成果の活用

これまで「フォレストリー・フォーキャスター」は、施業集約化のための活動支援ツールとして、鹿児島県内の森林施業プランナーや林業事業体、行政関係者等は無償配布しております。現在、配布した間伐版について、統合版へのバージョンアップを順次進めております。

今後は、現地実証を行いながら、相互フィードバックにより、更なるソフトの改良や機能拡充につなげていくことが期待されています。

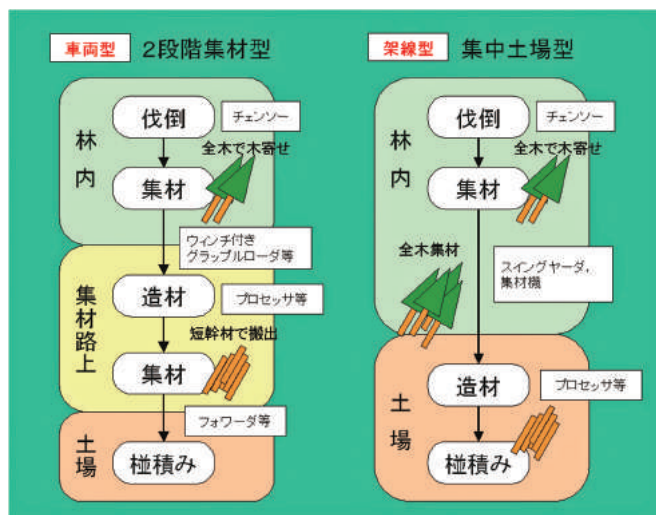


写真1 大径木造材の人力補助による効率低下

図1 主伐の作業システム

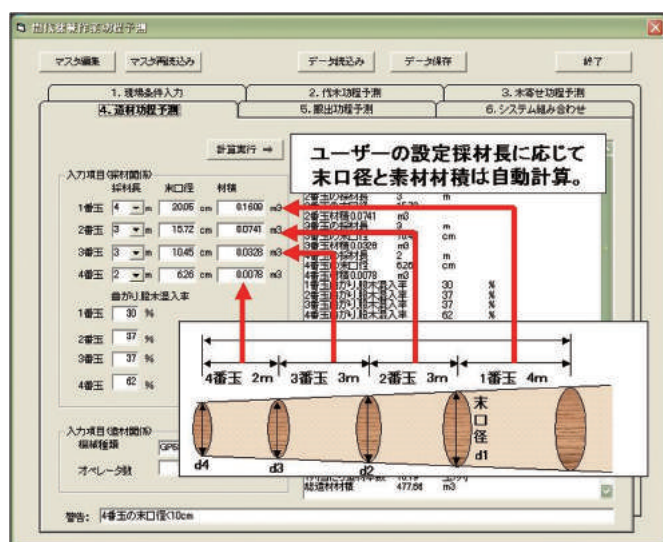


図2 ソフトの採材計算

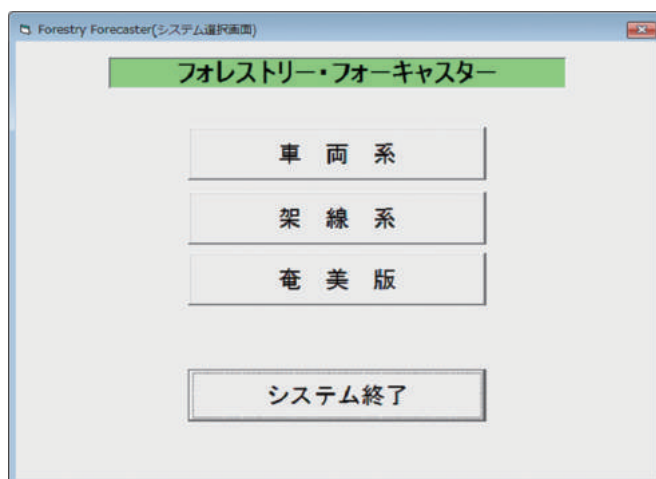


図3 フォレストリー・フォーキャスター画面

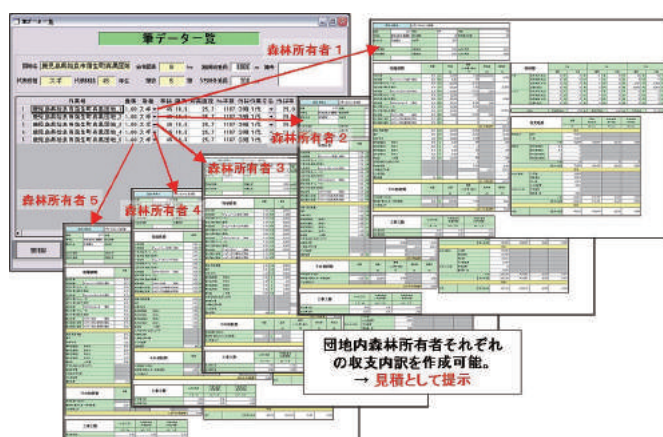


図4 ソフトの収支内訳作成機能

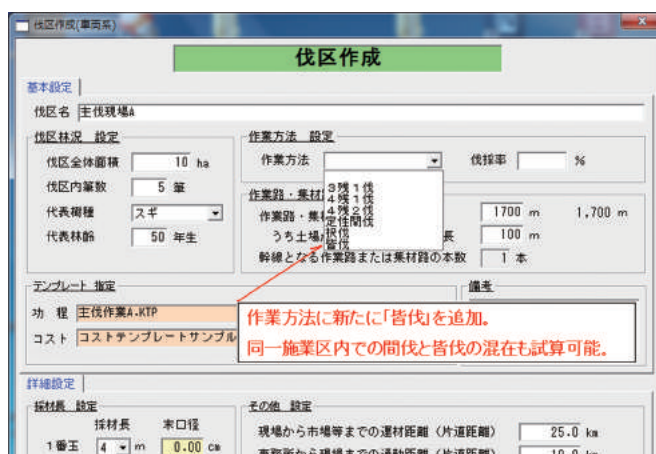


図5 間伐と主伐の試算機能の統合

木質チップの簡易含水率管理技術の確立

鹿児島県工業技術センター 地域資源部 中原 亨・小幡 透・山之内 清竜

研究の背景・ねらい

近年、木質バイオマスが石油代替燃料として注目されていますが、木質チップを燃料として利用するためには、その含水率管理が重要です。(以下、含水率は湿量基準含水率を意味します。)

本研究では、チップの湿量基準含水率を測定する安価なセンサーの測定システムを構築するとともに、現場で簡単に行える湿量基準含水率の推定方法を確立します。これらのことにより、安定した品質のチップを供給でき、県内の林地残材等木質バイオマスの有効利用を図ることができます。

成 果

チップの含水率とかさ密度、含水率と静電容量の関係を明らかにするために、チップを自然乾燥させながら、かさ密度および静電容量の経時変化を測定しました。かさ密度は木質ペレットのかさ密度測定法(木質ペレット品質規格 2011)に準拠して、20Lの円筒形容器(図1)を使用して測定しました。また、静電容量はアクリル樹脂製容器(W110 × D100 × H180mm)の対向する内壁面にアルミニウム電極板(T5 × D100 × H60mm)を取り付け(図2)、電極板間にチップを充填してLCRメーター HP4284Aを使用し、電圧1V、周波数1MHzで測定しました(図3)。

その結果、かさ密度と含水率については、心材と辺材が混在する丸太チップや、辺材のみ存在する背板チップとも、両者の間に高い相関関係が見られ、同じかさ密度においては丸太チップより背板チップの方が含水率の高い傾向にありました(図4)。ヒノキチップの場合は丸太チップと背板チップの間に差はほとんど見られませんでした(図5)。

次に、静電容量と含水率の間にも高い相関関係が見られました。なお、高含水率状態では、おもり载荷によりチップ間の空隙が小さくなることで静電容量が高い値をとりましたが、含水率が低くなるにつれてその差は小さくなることから、高含水率状態時のチップ間の空隙が測定に影響を及ぼす可能性が示唆されました(図6)。

成果の活用

かさ密度による簡易含水率推定方法はすでに県内企業に紹介し、現場での含水率管理に活かされています。静電容量による測定方法については、今後、得られた基礎データを基に実用化に向けた検討を行います。



図1 かさ密度測定容器

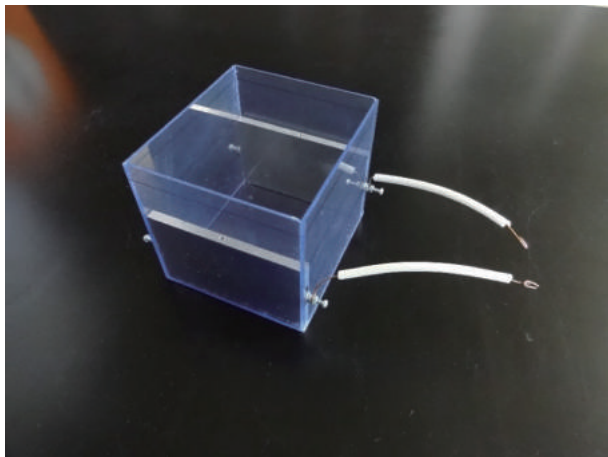


図2 静電容量測定容器



図3 静電容量測定風景

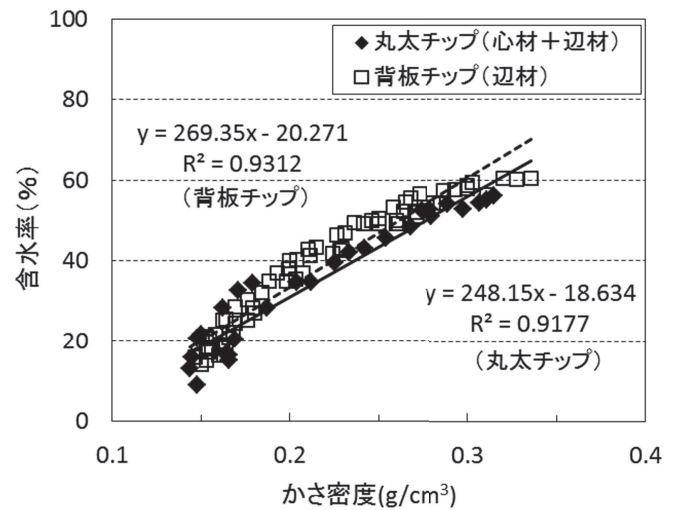


図4 かさ密度と含水率の関係 (スギ)

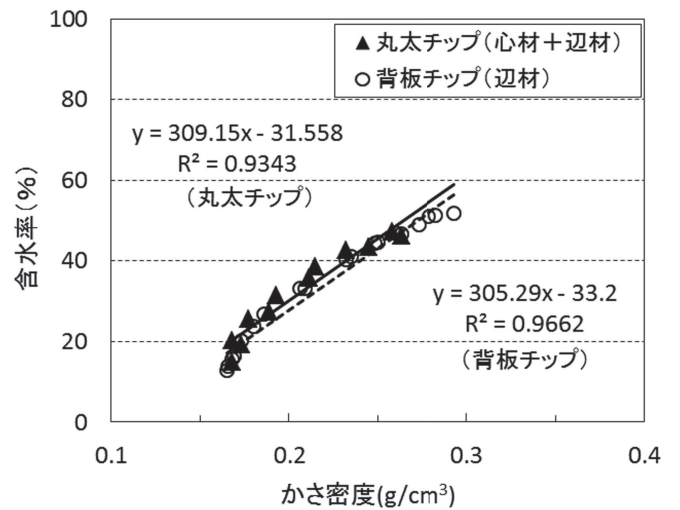


図5 かさ密度と含水率の関係 (ヒノキ)

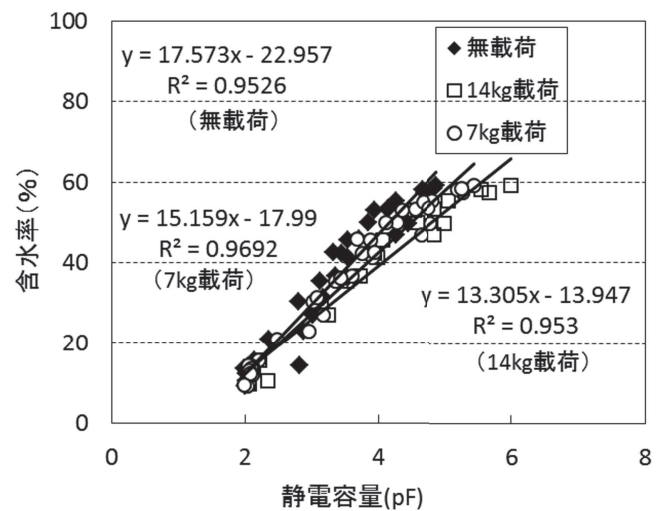


図6 静電容量と含水率の関係

追 記

＊ 本成果選集 81～82 ページに掲載した熊本県林業研究指導所「ヒノキ長伐期に対応した人工林管理指針に関する研究」で紹介したシステムは、福岡県と長崎県の関係機関が共同開発されたシステムを基に開発したものです。

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.13 (平成 27 年度)

発 行 日 平成 28 年 3 月 31 日

編集・発行 国立研究開発法人 森林総合研究所

茨城県つくば市松の里 1

電話 029(873)3211

お問い合わせ 企画部研究管理科地域林業室

印刷・製本 朝日印刷株式会社

茨城県つくば市東 2-11-15

電話 029(851)1188

国立研究開発法人森林総合研究所の許可を受けずに本誌を転載・複製することを禁ずる。
