

公立林業試験研究機関
研究成果選集
NO.4

2007.3

林 野 庁 監 修
(独) 森林総合研究所 編集・発行

はじめに

森林に対する国民のニーズは、木材資源の保続・培養や国土の保全に加え、地球温暖化の防止、生物多様性の保全等、多様化してきております。

このような中で、平成18年9月「森林・林業基本計画」が閣議決定されました。新たな「森林・林業基本計画」においては、

- ・ 森林は「緑の社会資本」であり、その恩恵を後世の人々が享受できるようにしていくことが重要であること
- ・ 林業は人と環境に優しい素材である木材を生み出す産業であり、その発展が豊かで潤いのある国民生活の確保のために不可欠であること

を基本的な考え方としており、利用可能な資源の充実、森林に対する国民のニーズの多様化、木材の需要構造の変化等の情勢の変化等を踏まえて、新たな施策の展開を進めることとしています。

この新たな「森林・林業基本計画」に示された社会ニーズを的確に捉え、研究・技術開発に関する課題や目標等を明確にするため、平成19年1月、「森林・林業・木材産業分野に係る研究・技術開発戦略」を策定したところです。

林野庁としては、この研究・技術開発戦略に基づき、産学官の関係機関による連携が図られ、長期的展望に立った森林・林業・木材産業の研究・技術開発が推進されることを強く期待します。

公立林業試験研究機関研究成果選集は、「林業研究開発推進ブロック会議」に公立林業試験研究機関から提出された研究成果を取りまとめたものです。本成果選集が関係各位の林業分野の試験研究に対する理解を深め、その活用の一助となり、研究者各位が科学的視点のもと、分かりやすく、広く国民の利益にかなった試験研究を目指して研鑽されることを希望します。さらには、今後、「森林・林業・木材産業分野に係る研究・技術開発戦略」の趣旨に基づく研究が展開されることも期待しております。

結びに、本成果選集を作成にするに当たって、原稿を作成していただいた公立林業試験研究機関の皆様方及び編集にご尽力いただいた独立行政法人森林総合研究所の皆様方にこの場を借りて感謝申し上げます。

平成19年3月

農林水産省林野庁
研究・保全課長 笹岡 達男

目 次

◇ 森林に係わる研究

1	水源林のはたらきを探る（富山県林業技術センター林業試験場）	1
2	高解像度衛星データを用いた山地災害の把握（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）	3
3	風化花崗岩斜面の表層崩壊発生に関与する地盤特性（鳥取県林業試験場）	5
4	溪畔林の復元・造成技術の開発（埼玉県農林総合研究センター森林・緑化研究所）	7
5	間伐の励行で鳥類相、コウモリ相は豊かになるか？（三重県科学技術振興センター林業研究部）	9
6	競争種を利用したマツ材線虫病拡大阻止技術の開発（広島県立林業技術センター）	11
7	環境に配慮した後食防止剤による松枯れ防止効果（千葉県森林研究センター）	13
8	ニホンジカ飼育個体を用いた侵入防御構造物の通過試験（山口県林業指導センター・研究部）	15
9	巻枯らし間伐における害虫の発生に関する研究（静岡県林業技術センター）	17
10	松くい虫低環境負荷型防除技術の開発（沖縄県森林資源研究センター）	19
11	ニホンキバチによるスギ・ヒノキ材変色被害の回避方法（愛媛県林業技術センター）	21
12	森林ボランティア活動の運営を支援するために（北海道立林業試験場）	23

◇ 林業に係わる研究

13	森林GISを活用した効率的な森林施業体系の構築（島根県中山間地域研究センター）	25
14	小型無線飛行機による空撮システムの開発（岐阜県森林研究所）	27
15	土壌改良による海岸林最前線の緑化と適用樹種の判定（茨城県林業技術センター）	29
16	タイプの異なる複層林における下木成長の違い（秋田県農林水産技術センター森林技術センター）	31
17	間伐推進を配慮したスギ人工林システム収獲表の開発（鹿児島県林業試験場）	33
18	親竹の集団仕立てとウラ止めによるタケノコの早出し（福岡県森林林業技術センター）	35
19	健全なヒノキ人工林育成のための保護管理指針の開発（福井県総合グリーンセンター）	37
20	ヒノキ林における樹冠の量と形態を推定する方法の確立（奈良県森林技術センター）	39
21	さし木に適したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの選抜（佐賀県林業試験場）	41

22	炭素固定能の高いグイマツ雑種F ₁ の品種開発（北海道立林業試験場・北海道立林産試験場）	43
23	ムラサキシメジ人工栽培技術の開発（宮城県林業試験場）	45
24	エノキタケ新品種「雪ぼうし2号」の開発（新潟県森林研究所）	47
25	ナメコ野生株の空調施設栽培による特性評価（長野県林業総合センター）	49
26	シイタケ上面栽培におけるキノコバエ類の防除技術の開発（岐阜県森林研究所）	51

◇ 木材産業に係わる研究

27	新築木造住宅の室内空気質の調査と改善方法の検討（北海道立林産試験場）	53
28	土木事業に使用された府内産木材の劣化評価手法の開発（京都府林業試験場）	55
29	チップ燃料低コスト供給システムの開発（岩手県林業技術センター）	57
30	木質バイオマスの実用化試験（神奈川県自然環境保全センター）	59
31	紀州備長炭窯で製炭した広葉樹白炭の製炭及び品質特性（和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場）	61
32	スギ平角の乾燥に関する研究（群馬県林業試験場）	63
33	県産スギ柱材の人工乾燥技術の開発（佐賀県林業試験場）	65
34	乾燥による材の変形抑制効果を持つ栈木の開発（熊本県林業研究指導所）	67
35	たわみの測定による木製の外構部材の簡易な診断法（長野県林業総合センター）	69
36	丸太を利用した簡易木製構造物の開発（高知県立森林技術センター）	71
37	木ダボを用いた柱－土台接合部の引張強度性能（鹿児島県工業技術センター）	73
38	カラマツ堆肥舎の管理基準の検討（北海道立林産試験場）	75
39	県産スギ平角材の強度性能（福島県林業研究センター）	77
40	コナラダボ接合によるスギ重ね梁の開発（愛知県森林・林業技術センター）	79
41	側面定規挽き製材による県産スギラミナの歩留り向上（宮崎県木材利用技術センター）	81
42	石川県産スギの集成材ラミナ用材としての材質評価（石川県林業試験場）	83
43	スギパークを利用した育苗キューブの開発（徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所・農業研究所）	85
44	製材工場から発生する樹皮を利用した機能性材料の開発（岡山県木材加工技術センター）	87

1 水源林のはたらきを探る

富山県林業技術センター林業試験場

相浦英春・図子光太郎・長谷川幹夫

研究の背景・ねらい

近年、「緑のダム」という言葉に象徴される、水源地域の森林に対する洪水、渇水緩和や水質浄化機能への期待が高まっています。ところで富山県は、その立地条件から水源地域の多くが、標高の高い豪雪地域に分布しています。そこで、かつてブナ林が皆伐され、その後、雪食崩壊の発生によって荒廃した流域を含む、富山県南砺市の標高 1,150 ～ 1,450m、平均最大積雪深 4m に達する水源地域を対象に、水源林のはたらきを探るため量水堰を設けて、植生条件などの異なる流域からの流出量や水質の観測を行いました。

成 果

調査の対象としたのは、ブナなどの天然林からなる流域A、平成3年に緑化工が行われた流域B、スギやカラマツの人工林とササ地を含む流域C、平成10年に緑化工が行われた流域Dの4流域です（図1）。各流域における年間のハイドログラフを比較してみると、流域Aは他の流域と比べて、降雨や融雪に対する反応は小さく、渇水流量も大きく年間を通じて流出量が安定（平準化）していることが分かりました。降雨時のハイドログラフで比較してみると、ピーク流量が流域A<流域C<流域B≒流域Dの順に明らかに異なっていました（図2）。また、降雨時の流出量を電気伝導度の値を使って流出分離し、降雨量と直接流出量の関係で見ると、各流域とも降雨量20～30mmを超えると直接流出が発生するものの、その直接流出量の降雨量に対する割合は、流域によって大きく異なり、ピーク流量と同様に、流域A<流域C<流域B≒流域Dの順になりました（図3）。ところで、流域BやDでは緑化工の結果、ハンノキ類や草本などによって大半の崩壊跡地は植被され、衛星データから得られた正規化植生指標（NDVI）で比較すると、天然林とあまり変わらない値を示していました。このような結果から、緑化工によって植生の回復は進みつつあるものの、水源林の機能としてみた場合には、さらに安定した森林へと育成していく必要があるものと判断されました。

成果の活用

森林の持つ水源かん養機能などについて普及啓蒙するとともに、さらに観測を継続することによって、水源林整備の効果を検証することが期待されます。

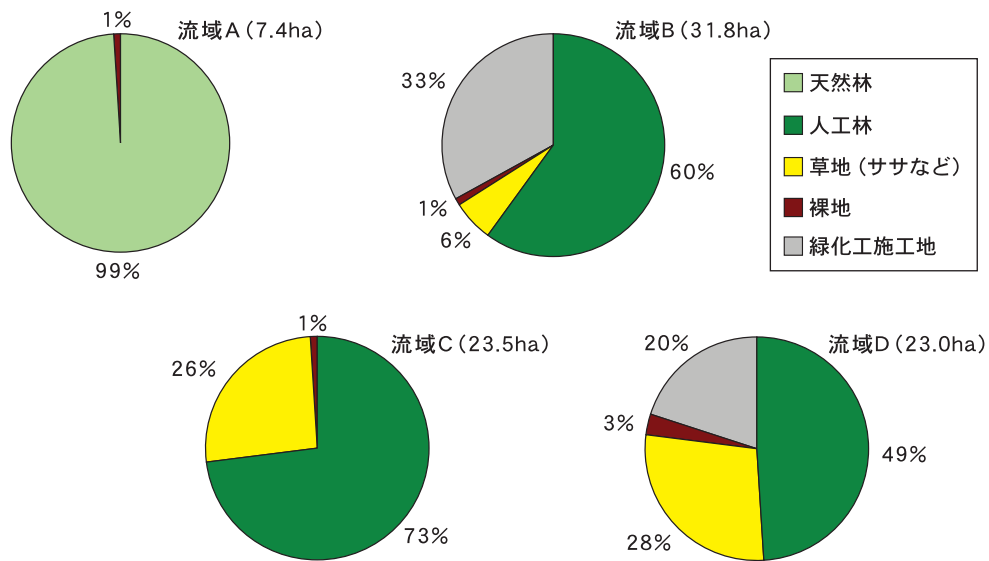


図1 調査対象流域の概況

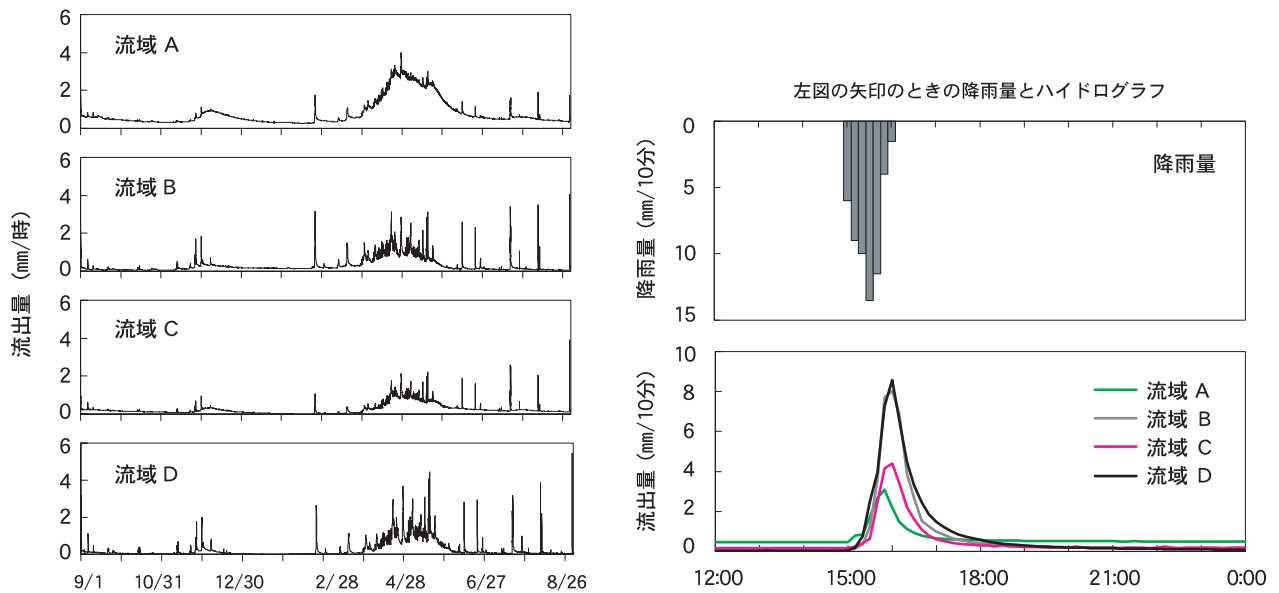


図2 各流域の年間および降雨時のハイドログラフ

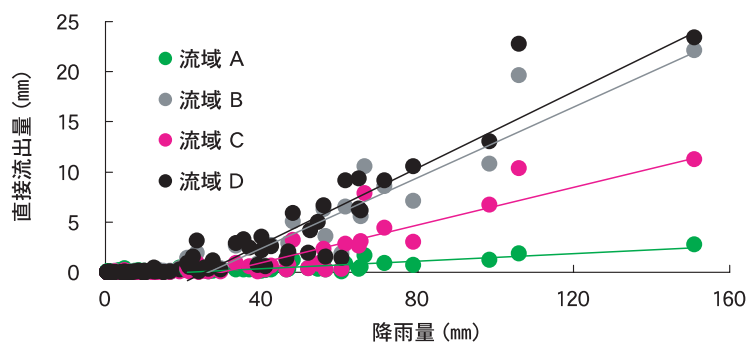


図3 降雨量と直接流出量の関係

[問い合わせ先：富山県林業技術センター林業試験場 TEL. 076-483-1511]

2 高解像度衛星データを用いた山地災害の把握

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 乾 雅晴

研究の背景・ねらい

山地災害が発生した場合、迅速に被害状況を把握して復旧計画に反映させる必要があります。従来は、航空写真を目視判読することで被災情報の把握を行っていました。しかし、広範囲におよぶ目視判読には多大な労力が必要なため、人工衛星データを用いた効率的な手法が求められていました。近年、人工衛星の高解像度化が進み、以前の衛星より詳細な状況把握が可能と考えられたため、高解像度衛星イコノスのデータを用いて山腹崩壊地および風倒被害地の位置の特定、規模の把握のための手法を検討しました。

成 果

- 1 被災後の高解像度衛星イコノスの 11 ビット、4 バンド、パンシャープンデータ（1 m 解像度）を主成分分析した後、さらにクラスター分析する方法で崩壊地の把握を行いました。その結果、5 m 程度の小規模な崩壊地の把握も可能であることがわかりました。4 m 解像度の解析結果との比較を示したものが図 1 です。
- 2 高解像度衛星画像、崩壊地の判別結果を標高データと重ね合わせて立体表示して立体衛星画像を作成しました。立体表示することで、崩壊地と人家等の守るべき保全対象との位置関係を視覚的にとらえることが可能となり、復旧計画立案時にも非常に有効であることがわかりました（図 2）。
- 3 被災地の踏査を効率的に行えるように、モバイル型ノートパソコンに GPS を接続し、GIS システム上で崩壊場所の判別結果と地形図・衛星画像を重ね合わせました。現在地と目的地が等高線上で確認できるため、効率的に到達ルートを決定期、またルート上の樹木の繁茂状況、危険な岩場等のために、ルート変更が必要な場合も臨機応変に対応でき、このシステムの有効性を確認できました（図 3）。
- 4 風倒被害地と無被害地とで、衛星データを比較した結果、赤色と近赤外の反射特性の関係において、両者が区別できることがわかりました（図 4）。
- 5 風倒被害前と被害後の二時期の高解像度衛星データから得られたそれぞれの植生指数の差分画像を用いることで、風倒被害地の把握も可能であることがわかりました（図 5）。

成果の活用

衛星データを解析して判別した被災地の解析結果（被災地の位置情報や規模）は、兵庫県の県庁 WAN 上で稼働している森林地理情報システムを利用して配信することができるようになりました。その結果、必要時に解析結果を配信し、即時に関係職員のパソコン端末で森林基本図と重ね合わせた被災情報を表示させることが可能となりました。国産の高解像度衛星のデータ販売も開始され、使用できる衛星の選択肢が増え、いろいろな場面での貢献が期待できます。

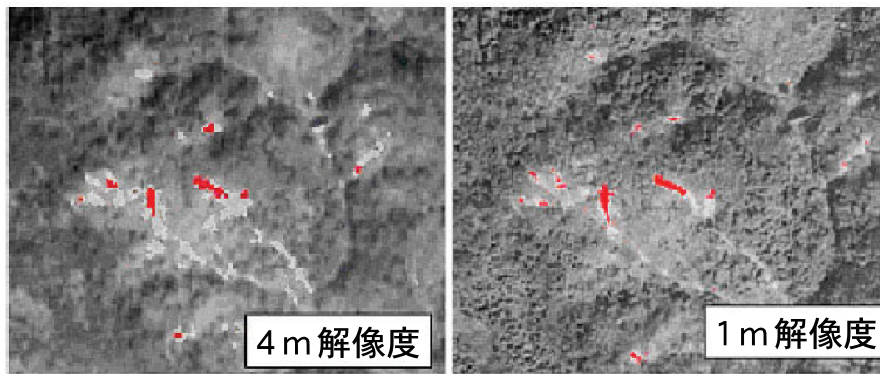


図 1 崩壊地の判別結果

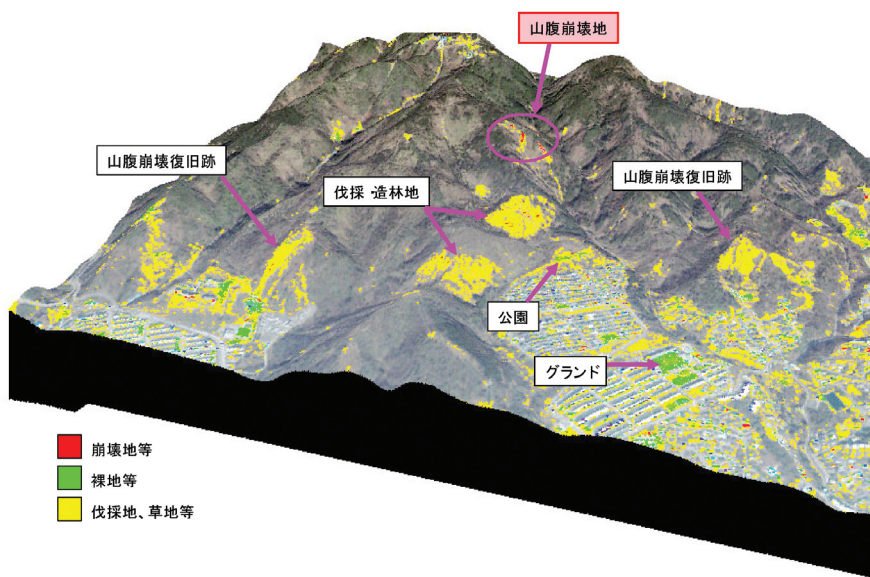


図 2 高解像度衛星による崩壊地の判別結果（立体表示）



図 3 GPS による踏査

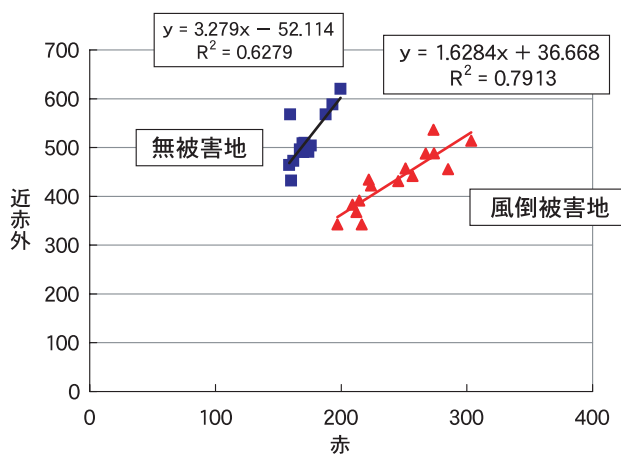


図 4 風倒被害地と無被害地の反射特性

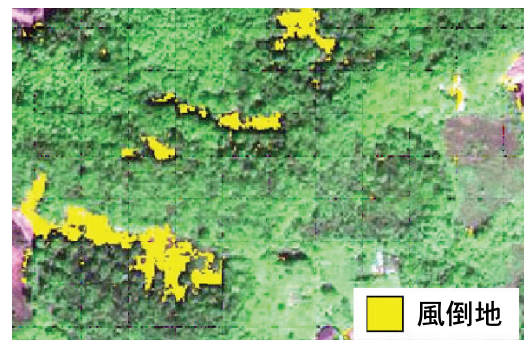


図 5 風倒被害地の判別結果

[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 資源部 TEL. 0790-62-2118]

3 風化花崗岩斜面の表層崩壊発生に關与する地盤特性

鳥取県林業試験場

小山 敢

研究の背景・ねらい

表層崩壊とは主に風化花崗岩斜面において 1m 前後の表層土が滑落する小規模な崩壊現象のことです（写真 1）。鳥取県は山間部に花崗岩が広く分布しており、豪雨時に林地斜面で表層崩壊がしばしば発生します。表層崩壊については従来からも多く研究されてきましたが、突発的に発生する表層崩壊の現地研究は発生後に実施されたものが多く、発生場所の予測に必要な情報が不足しています。そのため、現地研究の適地すら事前に選定できない状態にあり、被害防止に有効とされる発生場所予測は遅々として進んでいません。そこで、表層崩壊の発生場所予測に役立つ情報を得るために未崩壊斜面を調査していたところ、調査後に新たな崩壊が発生する機会と遭遇し、すべり面深度に極めて軟弱な土層を発見しました。この土層に注目し、表層崩壊発生に關与する地盤特性について検討しました。

成 果

表層崩壊発生前に実施した簡易貫入試験（写真 2）により、すべり面深度に N_c 値 < 1 の軟弱層が存在することが判明しました（図 1）。この土層を“^{ぜいじゃくそう}脆弱層”と名付けました。脆弱層は調査斜面の遷急線下方側にのみ存在しました。残存する多くの脆弱層の底面が 70 ～ 80cm 深であること、調査斜面内に散在する 15 個の旧崩壊痕の崩壊深が 77 ± 6 cm であることから、脆弱層は古い表層崩壊発生とも關与していた可能性があると考えられました。脆弱層の存在箇所 1m 深まで 10cm 毎にサンプルを採取して行った土質試験結果をもとに斜面安定度を検討すると、脆弱層底面に相当する 70 ～ 80cm 深が最も不安定と判定されました。以上から、脆弱層はすべり面形成に關与する土層であると結論付けました。

表層崩壊は豪雨時に多発するため、脆弱層が飽和することによって生じる土質特性の変化を検討しました。不飽和状態では約 50° であった脆弱層の内部摩擦角 ϕ は、飽和状態では $11 \sim 14^\circ$ と大きく減少しました。非脆弱層では、飽和・不飽和によらず ϕ は約 45° でした。吸水過程にある脆弱層の土は飽和すると急激な沈下が生じました（写真 3）。顕微鏡下で吸水過程の土粒子骨格構造を観察すると、脆弱層は飽和時に骨格破壊が生じていることがわかりました（写真 4）。脆弱層は上下の土層に比べて格段に空隙率が高いだけでなく、0.85 ～ 2.0mm の粗砂の容積率が高く、2.0 ～ 4.75mm の空隙の容積率がそれよりさらに高いこと、そのため脆弱層の骨格を作る粗砂は飽和時には容易に空隙中へ転移できることがわかりました。このように飽和時の骨格破壊と著しい ϕ の低下など、表層崩壊を引き起こす地盤特性を明らかにしました。

成果の活用

表層崩壊の発生に關与する土層構造は様々に存在すると思われませんが、その中の一つである脆弱層の存在を事前調査で確認できれば、脆弱層が關与する表層崩壊の危険箇所判定は高い精度で行えます。

低コスト林業を目指す基盤整備の一環として平成 18 年度から開始した鳥取式作業道開設士認定講習会で、表層崩壊の危険箇所の地形的特徴と併せて脆弱層の特性についても研究成果の情報を提供し、災害を受けにくい高密作業道の開設促進に役立てています。また、コンサルタントや建設土木業を対象とした講習会でも本研究成果の普及に努め、森林土木事業における災害の軽減に役立てています。



写真1 表層崩壊の発生状況



写真2 簡易貫入試験実施状況

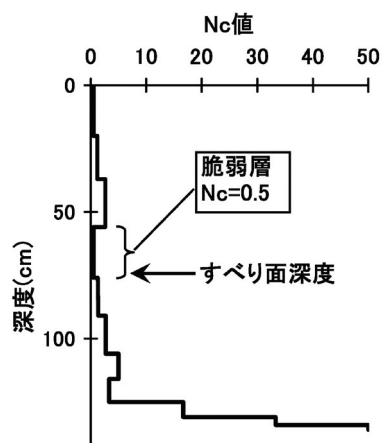


図1 簡易貫入試験結果とすべり面深度

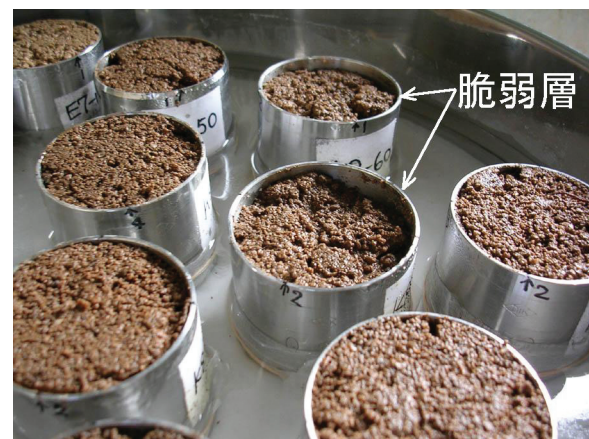


写真3 飽和時に生じる脆弱層の沈下

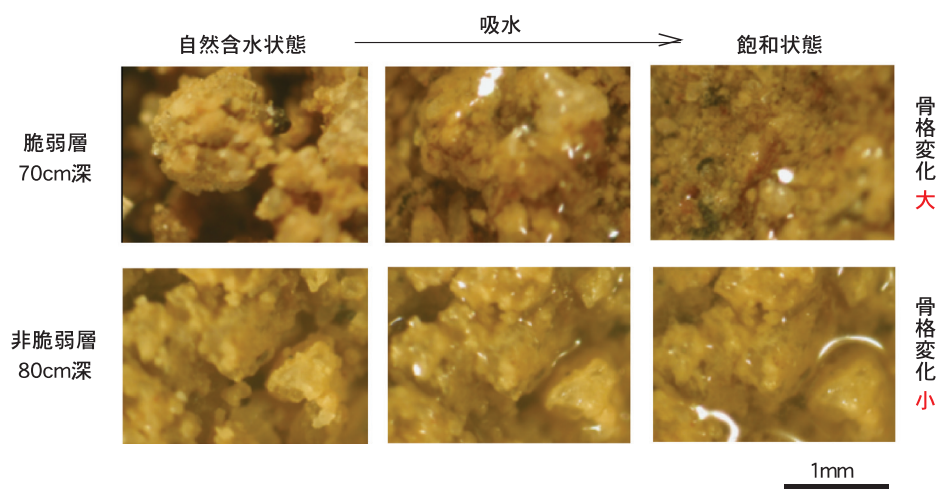


写真4 脆弱層と非脆弱層の吸水過程における骨格変化の比較

[問い合わせ先：鳥取県林業試験場 森林管理研究室 TEL 0858-85-2511]

4 溪畔林の復元・造成技術の開発

埼玉県農林総合研究センター 森林・緑化研究所 崎尾 均

研究の背景・ねらい

溪畔林は、災害防止や水質保全、レクリエーションの場を提供するとともに、イワナ・ヤマメなどの魚類の生息・繁殖にとっても重要な役割を持っています（図 1）。しかし溪畔林の多くは伐採や針葉樹の拡大造林によって失われてしまいました。溪畔林を復元・再生する手法については、植栽樹種や導入方法が確立されているわけではなく、そのための事業もまだ手探り状態で行なわれています。本研究では、導入すべき溪畔林樹種の選定および具体的な導入方法について、樹種の生理・生態的特性に基づいて検討し、治山事業が行われた渓流域に溪畔林をどのように復元していくか造成指針を作成しました。

成 果

1 溪畔林樹種の生理・生態的特性の把握

埼玉県奥秩父に残された天然の溪畔林（写真 1）の樹種構成を調べた結果、高木樹種ではシオジ・トチノキ・サワグルミ・カツラ・ケヤキ、亜高木ではイタヤカエデ・オオイタヤメイゲツ・サワシバ、低木ではチドリノキ・アサノハカエデなどが分布していることが明らかになりました（図 2）。これらの中から溪畔林としての役割が大きい高木のシオジ・サワグルミ・カツラの生理・生態的特性を研究しました。これらの溪畔林樹種は種子発芽、定着、成長の生活史をとおして、渓流域の攪乱体制と密接な関係を持って更新、共存していました。強い光に対してはサワグルミが最も速い成長を示しました。また、これまでほとんど研究されていなかった樹木の滞水に対する影響の実験では、水際に分布するシオジが滞水による樹高成長の影響が小さく、耐水性の強いことが明らかになりました（図 3）。これらの樹木の生理的特性は、樹種の自然分布を良く反映していました。

2 溪畔林樹種の導入方法の検討

これまでに植栽された治山構造物施工溪流の植栽試験地での苗木の生存・成長量を測定しました（写真 2）。ダム上流側の堆砂敷に苗木を植栽した場合は、流路の中央部から離れるにしたがって生存率は高くなりましたが、シオジは水際のほうが速い成長を示しました。また、比較的乾燥した溪流際の林道の盛土法面に植栽した場合には、強い光を要求するサワグルミ・カツラ・ミズナラは大きな成長量を示したのに対し（写真 3）、シオジ・トチノキは成長量・生存率ともに低い値を示しました。これらの植栽試験から植生導入の際は、立地に応じた樹種選定の重要性が示されました。

3 溪畔林造成指針の作成

これらの研究成果や管理事例を参考にし、「治山・砂防ダム周辺の無立木地における溪畔林造成指針」（埼玉県版）を作成しました。この指針では、植栽樹種の選定方法、植栽箇所の選定、植栽方法などを示しました。

成果の活用

研究成果を基にして作成した「治山・砂防ダム周辺の無立木地における溪畔林造成指針」（埼玉県版）は、今後、砂防・治山ダム周辺の無立木地への植生導入の際に現場での活用が期待できます。

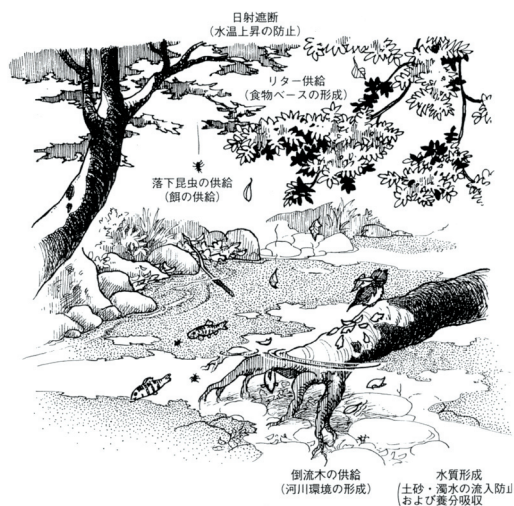


図1 溪畔林の生態学的機能



写真1 天然の溪畔林

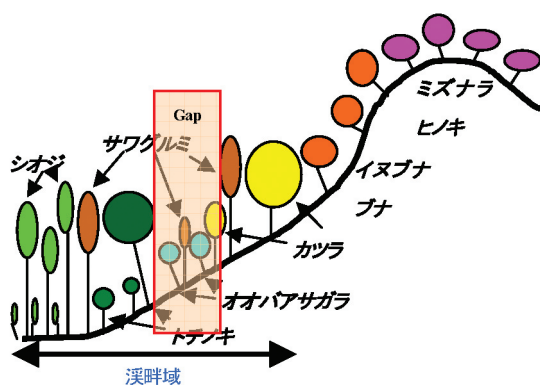


図2 秩父山地における地形と樹木の分布

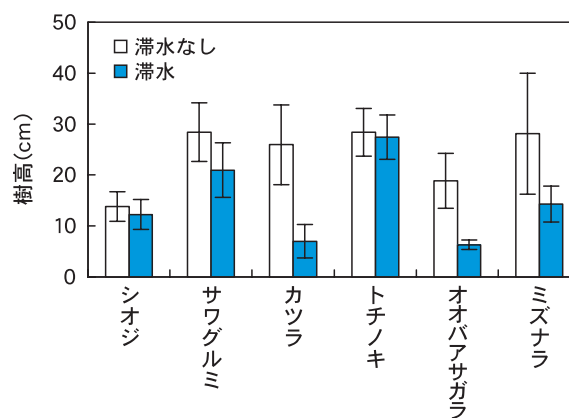


図3 1成長期間の樹高成長



写真2 魚道周辺の溪畔林再生



写真3 林道と溪流の間の盛土法面での溪畔林の再生

[問い合わせ先：埼玉県農林総合研究センター 森林・緑化研究所 TEL 048-536-0347]

5 間伐の励行で鳥類相、コウモリ相は豊かになるか？

三重県科学技術振興センター 林業研究部 佐野 明

研究の背景・ねらい

人工針葉樹林において適切な間伐を行い、広葉樹の侵入によって混交林へと導くことは木材生産機能と生物多様性保全機能の調和を図る上で有効とされ、生物多様性国家戦略のひとつにも挙げられています。しかし、「優良木を育てるために、劣勢木を間引く」という間伐本来の目的に沿って、それが励行された場合には上層木は健全で経済的価値の高い木のみが残されることとなりますが、そのことが野生動物にどのような影響を及ぼすかについては十分な検討はなされていません。

そこで、間伐が繰り返されて複層状態となった高齢ヒノキ林（以下、ヒノキ複層林）とほぼ自然植生が維持されている照葉樹林（図 1）において、鳥類とコウモリ類の生息状況を調査し、間伐の励行が与える影響の一部を明らかにしました。

成 果

調査期間（2003～2005 年）を通じて、ヒノキ複層林では 23 種、照葉樹林では 27 種の鳥類が確認されました。共通種が多く（21 種）、ヒノキ複層林内で追加間伐が行われた期間とその直後を除いて種多様度指数にも大きな差はありませんでした（図 2）。しかし、群集の組成には森林環境の違いを反映して、明らかな違いがありました。すなわち、照葉樹林では下層植生が少ないため、ウグイスやヤブサメなど低灌木の生育する環境を好む鳥類が少ないものの、シジュウカラ、ヤマガラ、フクロウなどの 2 次樹洞営巣性鳥類（自力では樹洞を作ることができず、既存の樹洞を利用して営巣する種）が多く、その傾向は繁殖期に顕著でした（図 3）。ヒノキ複層林では「樹洞のある木」は間伐の対象となり、かつ下層木は樹洞が形成されるに十分な太さに生育していないために、営巣場所の確保が困難であったと考えられます。

一方、コウモリ類については、ヒノキ複層林では通年、照葉樹林より夜行性飛翔昆虫類が多く、採餌場としての価値が高かったにもかかわらず、その利用はほとんどありませんでした（表 1）。コウモリと言えば、すぐに洞穴を連想しますが、実は多くの種は森林に住み、樹洞をねぐら（日中の休息場）にしています。上記と同じ理由でヒノキ複層林内ではねぐらが確保できなかったのでしょう。

以上のように、間伐の励行は下層植生の豊かな森林を好む鳥類には有利である反面、樹洞を利用する鳥類やコウモリ類にとっては住みにくい環境を産み出すことにもなり得ることがわかりました。生物多様性保全や希少野生生物保護を目的として人工林管理を行う場合には、施業計画の中に立枯木や樹洞のある木の保存という視点を盛り込んでいくことも必要でしょう。

成果の活用

成果をまとめた論文および普及用パンフレットを三重県科学技術振興センター林業研究部のホームページ (<http://www.mpstpc.pref.mie.jp/RIN/>) で公開しています。これらはいずれも PDF ファイルとしてどなたでもダウンロードできるようになっています。



図 1 調査地

a, ヒノキ複層林 (80 年生, 過去 6 回間伐が実施され、下層木が生い茂る) ; b, 照葉樹林 (多様な樹種が高木・亜高木層を成す、林内は薄暗く、低木層と草本層はまばらである)。

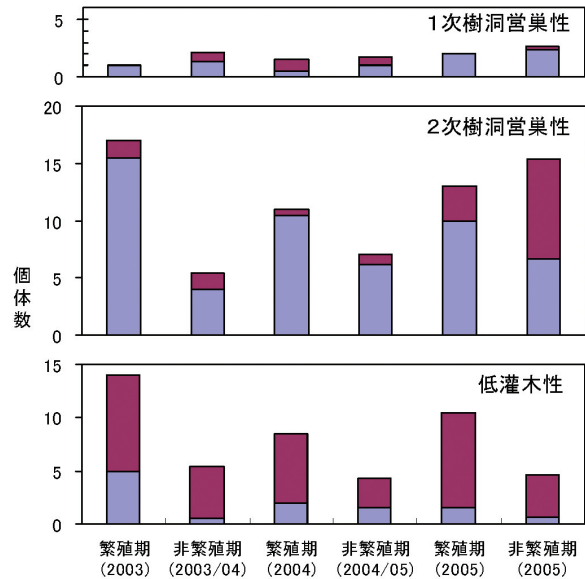


図 3. 調査 2 林分で確認された鳥類の個体数の比較

■, 照葉樹林; ■, ヒノキ複層林.

ラインセンサス 1 回あたりの平均確認個体数で示す。

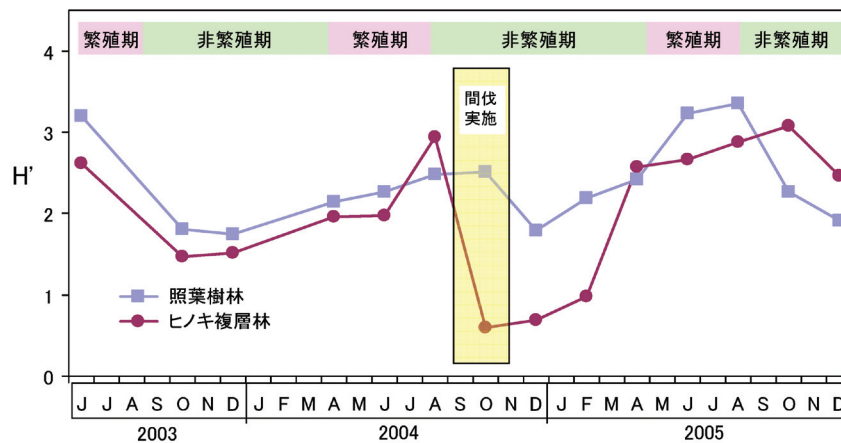


図 2 調査 2 林分における鳥類の種多様度指数 (H') の季節的变化

ヒノキ複層林では 2004 年秋に追加間伐が行われた。繁殖期、非繁殖期の区分はおおよその目安

表 1 調査 2 林分におけるコウモリ類の出現頻度と夜行性飛翔昆虫類の現存量の比較

		年 月	2003			2004				2005			
			6	8	10	4	6	8	10	4	6	8	10
照葉樹林	コウモリ類		0	2.0	0	1.0	1.5	8.0	1.5	1.0	4.0	0	0
	昆虫類		—	—	1.6	10.2	45.2	62.1	78.5	10.0	155.0	8.5	46.5
ヒノキ複層林	コウモリ類		0	0	0	0	0	0	1.0	0	0	0	0
	昆虫類		—	—	79.8	11.1	53.0	111.8	—*	15.5	188.5	51.3	66.7

「コウモリ類」は 1 晩あたりのバット・ディテクター (45kHz) の平均反応回数を示す。

「昆虫類」は 1 トラップ・ナイトあたりの捕獲昆虫類の乾燥重量 (mg)。トラップはマレーゼ・トラップ使用。

コウモリ・センサス、トラッピングとも各月 2 夜。* 間伐が実施されたため、トラップを設置できなかった。

[問い合わせ先：三重県科学技術振興センター林業研究部 森林環境研究課 TEL. 059-262-5352]

6 競争種を利用したマツ材線虫病拡大阻止技術の開発

広島県立林業技術センター

軸丸 祥大・池田 作太郎

研究の背景・ねらい

近年、環境に対する意識の高まりから、松くい虫防除に関して薬剤に替わる新たな防除方法の早期開発が望まれています。広島県北部のマツ林にはニセマツノザイセンチュウ（マツノザイセンチュウの競争種）とカラフトヒゲナガカミキリ（マツノマダラカミキリの競争種）が分布し、この地域ではマツノザイセンチュウを保持したマツノマダラカミキリが侵入しても競争種の関与によってマツ材線虫病の拡大が阻害されていることが当センターの研究から明らかになりました（図 1）。そこで競争種によるマツ材線虫病拡大阻害機構を解明し、その機構を応用したマツ材線虫病拡大阻止技術を確立することを目標として研究を行いました。

成 果

媒介昆虫の保持線虫数はマツ材線虫病の拡大を左右する重要な要因です。マツの丸太を用いて人為的に任意の線虫を媒介昆虫に乗り移らせる方法が確立されています。この方法を用いて、ニセマツノザイセンチュウがマツノマダラカミキリの保持線虫数に及ぼす影響を調べました。マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウが混在する丸太から脱出したマツノマダラカミキリの保持線虫数はマツノザイセンチュウのみが存在する丸太から脱出した場合よりも有意に少ないことが示され、ニセマツノザイセンチュウによって媒介昆虫へのマツノザイセンチュウの乗り移りが阻害されることが示唆されました（図 2）。また、広島県北部における 2 種媒介昆虫の脱出時期と保持線虫を調べたところ、マツノマダラカミキリよりも、その競争種であるカラフトヒゲナガカミキリの脱出が約 1 ヶ月早く、ニセマツノザイセンチュウは後者によって媒介されることが示されました。これらの事実から、競争種によるマツ材線虫病拡大阻害機構をマツ林で発揮させるには、競争種が高密度で生息していることが必須条件であることが分かりました。そこで、マツ林において競争種の密度を上昇させるための方法を検討しました。2 組の競争種が分布する広島県北東部のマツ林において、5 月中旬から 6 月下旬にかけて健全木 50 本あたり 1 - 2 本の割合で劣勢木の間伐を行うことにより競争種にとって好適な資源が供給され、カラフトヒゲナガカミキリの産卵およびニセマツノザイセンチュウの伝播が促されます（図 3）。カラフトヒゲナガカミキリが産卵し、幼虫が発育した間伐木はマツノマダラカミキリの脱出時期には産卵資源として不適な状態になっているため、マツノマダラカミキリがこれらの間伐木を産卵に利用する可能性は低くなります。翌年、これらの間伐木からニセマツノザイセンチュウを保持したカラフトヒゲナガカミキリ成虫が脱出することで競争種の林内密度が上昇し、マツ材線虫病の拡大阻止に有効であることが分かりました。

なお、本研究の成果の一部はアメリカやヨーロッパの線虫学会誌などに掲載されています。

[Jikumaru & Togashi (2003) Nematology 5, 843-850; 同 (2004) J. Nematology 36, 95-99; 同 (2004) The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Brill, 25-30]

成果の活用

このマツ材線虫病拡大阻止技術をマニュアルとしてとりまとめ、広島県の林業普及組織である森林環境づくり支援センターへ提供するとともに、研修会や講習会を通じて技術移転等と普及に努めます。



ニセマツノザイセンチュウ

(アカマツ・クロマツに対する病原性はほとんど無い、日本に土着)



マツノザイセンチュウ

(マツ材線虫病の病原体、1900年代初頭に北米より侵入)



カラフトヒゲナガカミキリ

(被害木からの脱出は5月)



マツノマダラカミキリ

(被害木からの脱出は6月)

図1 広島県北部に存在する2種線虫および2種媒介昆虫の競合関係

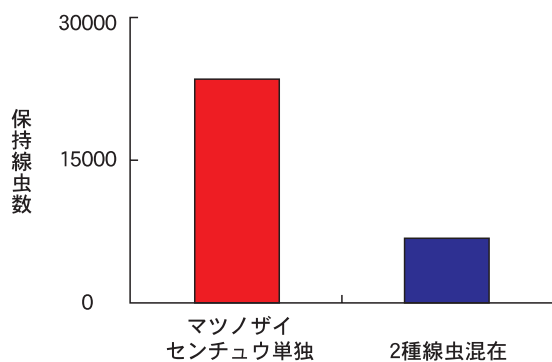


図2 ニセマツノザイセンチュウ混在がマツノマダラカミキリの保持線虫数に及ぼす影響
(t -検定により危険率5%で有意差がある)

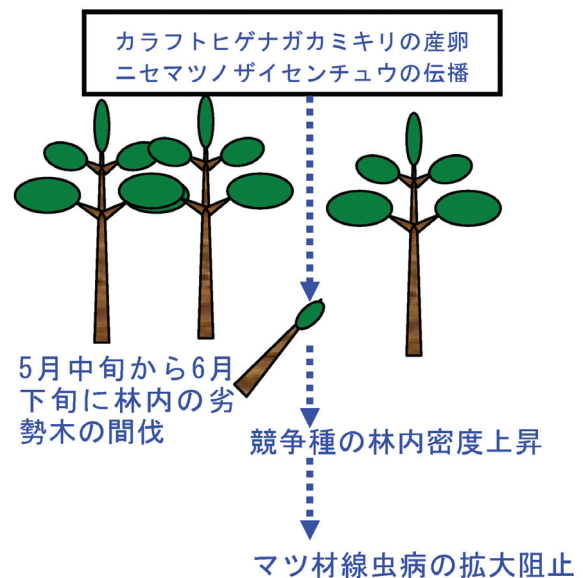


図3 競争種の林内密度上昇を促す施業方法の模式図

[問い合わせ先：広島県立林業技術センター 森林環境部 TEL. 0824-63-7101]

7 環境に配慮した後食防止剤による松枯れ防止効果

千葉県森林研究センター

石谷栄次

研究の背景・ねらい

千葉県では、環境負荷の軽減に配慮した農林業技術の開発に取り組んできました。林業分野ではマツ材線虫病（マツ激害型枯死）から松林を守るため、有機リン系殺虫剤が多く使用されてきましたが、これに代わるより環境負荷の少ない新しい松枯れ防止技術を検討してきました。その結果、後食阻害効果が認められたネオニコチノイド系のアセタミプリド液剤の使用が、有機リン系殺虫剤と同様の松枯れ防止効果があることが明らかとなりました（表 1）。

成 果

1 アセタミプリド液剤の後食阻害効果

クロマツ苗木の枝を使用したマツノマダラカミキリ成虫の飼育試験では、散布 8 週間後と 9 週間後においても後食阻害効果を示し（図 1）、すべての成虫が 4 日以内に死亡しました。

2 アセタミプリド液剤による後食阻害と松枯れ防止効果

網室（写真 1）を使用したマツノマダラカミキリ成虫の放虫試験では、アセタミプリド液剤区、MEP 乳剤区と無散布区を設定したところ、薬剤散布区ではマツ材線虫病による松枯れはなく、無散布区ではマツ材線虫病による枯死率が 70%と高率でした。試験方法は、クロマツ苗木に薬剤を散布した当日から 8 週間後まで毎週 5 頭ずつ各網室にマツノマダラカミキリ成虫を放虫し、激害林の状態を再現して後食痕箇所数と後食痕面積を測定しました。その結果、1 本当たりの後食痕箇所数と後食痕面積は、8 週間の合計でアセタミプリド液剤区が 1.8 箇所と 0.3cm²、MEP 乳剤区が 0.7 箇所と 0.3cm² で薬剤間に差が認められず、無散布区の 111.9 箇所と 85.3cm² と比較すると顕著な差が認められました（図 2）。

3 アセタミプリド液剤を使用したクロマツ林における松枯れ防止効果

前年の枯死木をすべて伐採・搬出した海岸クロマツ林において、商品化された「マツグリーン液剤」（1 年目）と「マツグリーン液剤 2」（2、3 年目）を使用法に従って散布し、松枯れ防止の効果の実証試験を行いました。その結果、散布前年の試験地のマツ枯死率は 28～29%と高率でしたが、散布 1 年目で 8%、2 年目で 2%にまで低下し、3 年目で 0.3%と低率を維持することが出来ました。これに対して無散布区は、前年の枯死木をすべて伐採・搬出したにもかかわらず枯死被害は、31～17%と激害状態が継続しました（図 3）。

成果の活用

本研究の成果は、千葉県農林水産技術会議から技術指導資料「環境保全型マツノマダラカミキリ後食防止剤による松枯れ防止効果」として印刷し、全国の都道府県の担当課と試験研究機関に配布するとともに県内の出先機関、市町村、森林組合等に配布しました。また、平成 17 年度の試験研究成果発表会で発表し、試験研究成果普及情報（ホームページ）に掲載しています。

表 1 後食防止剤の効果の比較

項 目	アセタミプリド剤	M E P 剤
薬剤の種類	ネオニコチノイド系殺虫剤	有機リン系殺虫剤
有効成分濃度	低い	高い
残存部位	内樹皮に浸透移行	樹皮に付着
後食防止能力	まひによる後食阻害・餓死	殺虫による後食阻害
後食防止効果の持続性	1～2か月	1～2か月
殺虫能力	後食阻害効果に優れるが、 接触毒性は低い	後食阻害や接触毒など 殺虫力に優れる
個体数削減能力	有機リン系殺虫剤より若干劣る	優れる
異臭	無臭	特有な臭い
変色・汚染	無い	自動車の塗装や墓石に変色

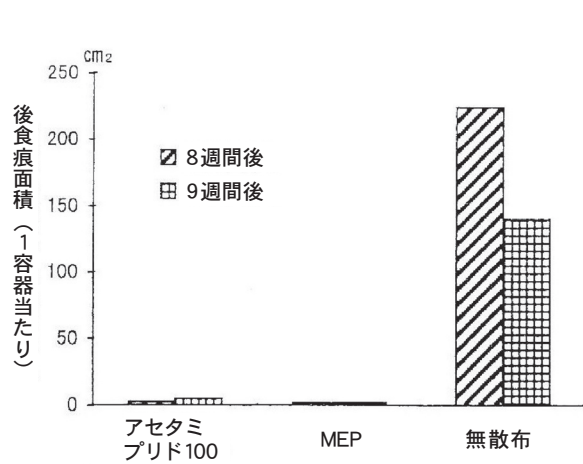


図 1 飼育試験による後食痕面積

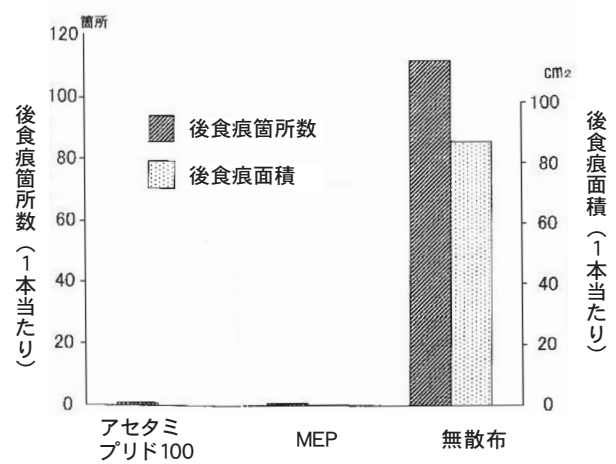


図 2 放虫試験による後食痕箇所数と面積

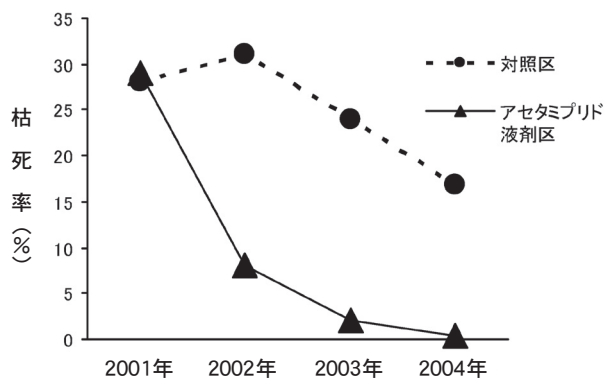


図 3 枯死率の推移



写真 1 放虫試験に使用した網室

[問い合わせ先：千葉県森林研究センター 森林活用研究室 TEL. 0475-88-0505]

8 ニホンジカ飼育個体を用いた侵入防御構造物の通過試験

山口県林業指導センター・研究部

田戸裕之

研究の背景・ねらい

シカ被害防除法の中で最もよく利用されているのは、各種材料を用いた「柵」で、囲んだ範囲の被害防止が比較的安価にできます。しかしながら、風による倒壊、風倒木による破損や農林地等への出入り口に構造的な弱点がある場合、丈夫で強固な構造にするためにはかえってコストがかさむという問題点が指摘されています。

そこで、農林地への出入口をオープンにしたまま（人の歩行や車の走行は可能）、ニホンジカの侵入を防止できる構造開発のための試験を行いました。開発に当たって、まず放牧牛の管理で利用されているテキサスゲート（キャトルガード）のニホンジカへの応用を考慮しましたが、既存のテキサスゲートはコンクリート橋のような永久的構造物であり、建設費が高価であるために小規模な農林家には不向きなことから、既存ゲートをより安価で簡易な構造に改良することを主たる目的に行いました。

成 果

実験設備（構造物）として、横 5m × 縦 16m の柵のほぼ中央に 2 m × 4 m の実験障害物を設置し（図 1）、障害物の前方に誘引物（餌）を置いて、通過の可否を記録しました。障害物として、安価に入手できる市販のグレーチング、鉄管、ワイヤーメッシュ、波板トタンの 4 種を用意しました。グレーチングについては格子になっている表と棧になっている裏をそれぞれ上向きに並べ、鉄管については隙間なく敷き詰めたもの（鉄管敷き詰め）と、一本一本をロープで交互に縛り隙間を持たせたもの（鉄管ロープ）で行いました。

試験に使用したニホンジカは 3 歳のメスで、生まれて直ぐに捕獲されたのちに飼育されているもので、誘引物として主食のハイキューブを用いました。試験として、6 種の障害物を順に置いて通過させ、それを 5 回繰り返しました。障害物は通過したら成功、できなかったものを失敗としました。通過の確認にかかる時間は最大 30 分とし、反芻行動は通過にかかる時間から除外し、1 日のうちで実験時間帯は固定せず、任意に実施しました。その結果、表 1 のとおり全て失敗した（通過できなかった）のは、グレーチング裏（写真 1）と鉄管ロープ（写真 2）であり、全て成功（通過）したのは波板トタンのみでした。

これらのことから、ニホンジカは跳躍力がある反面、細い脚が傷つくことを恐れると考えられ、足が挟まるような障害物は進入防止に有効であることが確認されました。

成果の活用

今回シカが通過できなかった構造物を用いる方法は、まだ現地での実証試験を済ませていません。野外においては草や土砂で予想通りの成果に結びつかないことも考えられます。今年中に現地実証を行い、現地で使える試作品を作りたいと考えています。

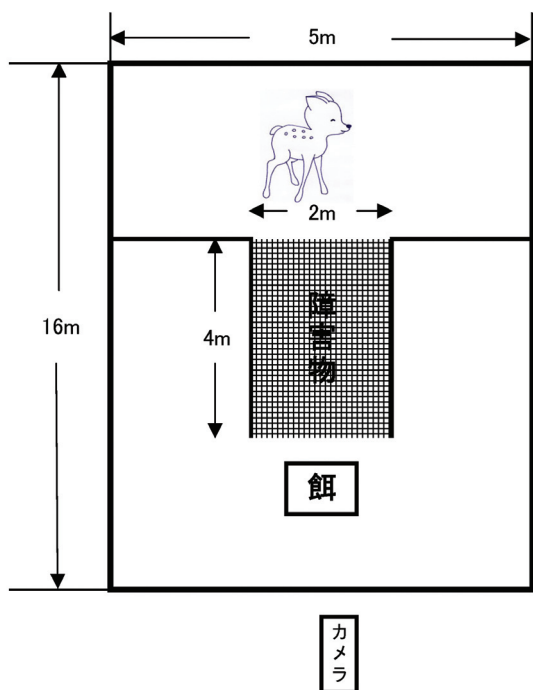


図 1 実験設備

表 1 通過成績

	第 1 回目	第 2 回目	第 3 回目	第 4 回目	第 5 回目
グレーチング表	成功	失敗	失敗	失敗	失敗
グレーチング裏	失敗	失敗	失敗	失敗	失敗
鉄管敷き詰め	失敗	成功	失敗	失敗	失敗
鉄管ロープ	失敗	失敗	失敗	失敗	失敗
ワイヤメッシュ	成功	失敗	成功	成功	成功
波板トタン	成功	成功	成功	成功	成功



写真 1 グレーチング裏を使った障害物



写真 2 鉄管ロープを使用した障害物

[問い合わせ先：山口県林業指導センター・研究部・森林環境グループ TEL 083-928-0131]

9 巻枯らし間伐における害虫の発生に関する研究

静岡県林業技術センター

加藤 徹

研究の背景・ねらい

近年、巻枯らし間伐が注目されています。巻枯らしは、幹の一部を環状に剥皮したり、チェーンソーでぐりと切れ込みを入れたりして、木の師管や形成層を破壊し、その上下で栄養の行き来を断つことによって木を枯らす方法です。この方法を使えば比較的安全に、誰でもすばやく間伐することができます。また巻き枯らしした木はすぐには倒れず、しばらくそこに残り、林内環境が急激に変化することがないので、風倒や冠雪害などの心配も少なく、間伐率 40% を越える強度の間伐も可能です。

ところが、巻枯らしでは完全に枯死するまで長い時間がかかり、その間、木は衰弱した状態が続くため、スギカミキリやマダクロホシタマムシなどの生立木を加害する害虫の温床になってしまう恐れがあります。そこで、静岡県林業技術センターでは巻枯らし間伐木で実際に害虫が発生するかどうか、また発生するならそれをどのように抑制するかを解明すべく研究を行いました。

成 果

1987 年植栽のスギ・ヒノキを対象として、2003 年 12 月から 2004 年 12 月にかけて毎月 3 本ずつ、巻枯らし処理を行っていきました。2004 年 4 月（2004 年 4 月までに巻枯らしした木）と 2005 年 4 月（2004 年 5 月以降に巻枯らし処理した木）には、スギカミキリの 1 齢幼虫を接種しました。そして、接種した年の 12 月に巻枯らし処理した木を伐採・剥皮し、成長したスギカミキリやその他自然繁殖した昆虫を調査しました。

調査の結果、スギカミキリは少ないながら成虫にまで達する場合があることが分かりました（表 1）。また、マダクロホシタマムシも大量に発生するケースがあることも分かりました。

その他の昆虫としてはヒメスギカミキリが圧倒的に多く発生し、キクイムシ類（ヒノキノキクイムシ等）やハナカミキリ類（コウヤホソハナカミキリ等）も多く発生していましたが、これらは生立木の害虫ではありません。またこれらの昆虫の発生は、キクイムシ類を除いて、5～10 月に巻き枯らし処理をした木に限定されていました（表 1）。

巻枯らし処理した木は徐々に衰弱し、やがて枯死しますが、衰弱の度合いを数値で表すのは困難なため材の含水率によって推定しました（図 1）。含水率は処理後低下していきませんが、産卵時の含水率が各種の昆虫の発生を決める重要な要因であることが分かりました。マダクロホシタマムシはヒメスギカミキリと比べるとやや高い含水率でも発生する傾向がありました（図 2）が、後者の産卵時期が前者よりも早いため、ヒメスギカミキリが先に大量に発生すると、マダクロホシタマムシの発生の余地がほとんどなくなってしまいます。しかし、9～12 月頃にヒノキの巻枯らし処理を行うとヒメスギカミキリは発生せず、一方、マダクロホシタマムシが多く発生することが分かりました（表 1）。

成果の活用

静岡県では、2006 年度から手入れ不足の森林を整備する「森の力再生事業」を始めました。なるべく経費を抑えて広い面積を整備するために、巻枯らしはとても有効な手段です。この研究の結果は、1～9 月に巻枯らせば害虫発生心配がないことを示すことができると思います。ただ、重要な害虫であるスギカミキリに関してはまだ十分な考察ができていないので、今後さらに調査していく必要があります。

表 1 巻枯らし時期による発生昆虫数の違い

巻枯らし 時期	スギ					ヒノキ				
	スギカミ キリ	マスダク ロホシタ マムシ	ヒメスギ カミキリ	キクイム シ類母孔	ハナカミ キリ類	スギカミ キリ	マスダク ロホシタ マムシ	ヒメスギ カミキリ	キクイム シ類母孔	ハナカミ キリ類
1 2月	0	0	0	0	0	0	9	0	110	0
1 月	0	0	0	0	0	0	6	0	14	0
2 月	0	0	0	3	0	0	1	0	46	0
3 月	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0
4 月	1	0	0	0	0	0	0	0	18	0
5 月	0	9	28	19	0	0	0	38	65	14
6 月	0	0	20	1	3	0	1	45	117	27
7 月	0	4	106	19	5	0	0	17	71	12
8 月	0	0	44	34	0	0	2	111	19	14
9 月	0	0	76	9	2	0	3	137	64	7
1 0月	0	1	60	29	0	0	48	89	41	1
1 1月	0	0	0	0	0	0	1	0	31	0
1 2月	0	0	0	5	0	1	58	0	37	0
無処理木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

スギカミキリのみ個体数の合計で、それ以外は材表面 1 m²あたりの発生個体数（キクイムシは母孔数）。

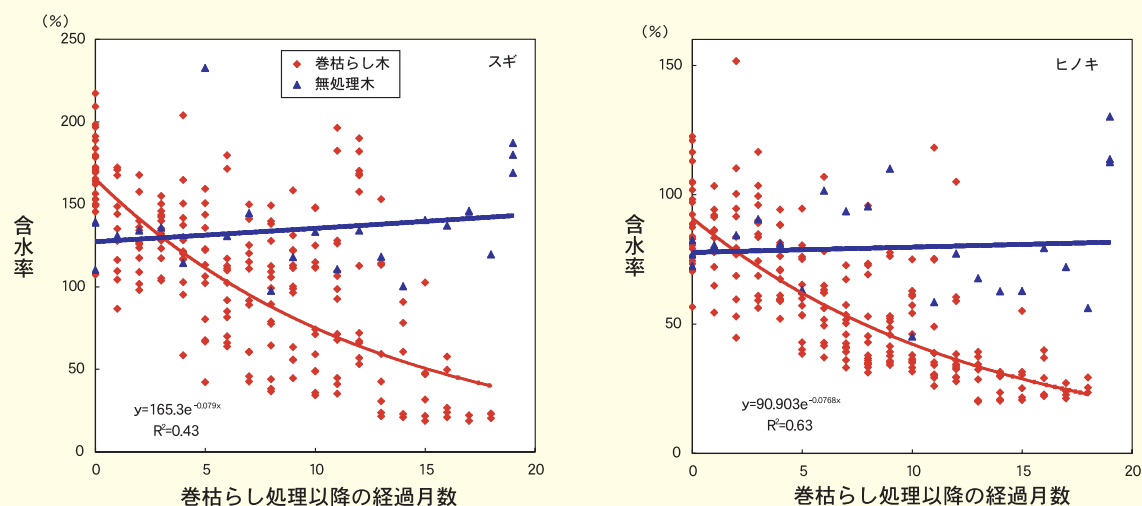


図 1 巻枯らし処理以降の材の含水率の変化

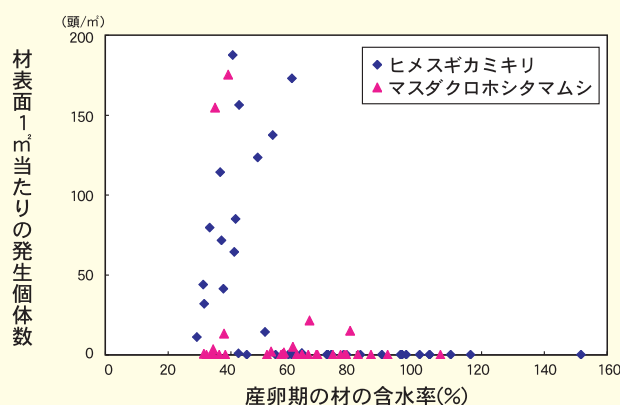


図 2 ヒメスギカミキリとマスダクロホシタマムシの産卵期（それぞれ 3～5 月と 6～8 月）の材の含水率と発生した個体数

[問い合わせ先：静岡県林業技術センター 研究スタッフ TEL 053-583-3121]

10 松くい虫低環境負荷型防除技術の開発

沖縄県森林資源研究センター 育林・林産班

喜友名 朝次

研究の背景・ねらい

環境にやさしい松くい虫防除技術が求められている近年、国内では天敵に関する研究がいくつか報告されています。本県においても松くい虫駆除地域における被害の再発を抑え、微害を維持するために天敵を利用した新たな防除技術の開発が求められています。しかし、本県における松くい虫の天敵については、マツ材線虫病を媒介するマツノマダラカミキリの捕食性昆虫 12 種が生息していることは確認されたものの、有望種の評価や絞り込み、増殖方法に関する調査研究は実施されていませんでした。このため、本病で枯死したリュウキュウマツから天敵を探索し、生態調査等による評価から有望な天敵 3 種を絞り込み、人工増殖の可能性を検討しました。

成 果

- 1 枯死マツ 90 本（平均樹高 8.9 m、最大 17 m、最小 4 m）を伐倒・割材した結果、マツノマダラカミキリ幼虫を捕食する天敵 2 種、捕食寄生する天敵 1 種、合計 969 頭を捕獲しました。捕食性天敵はフタモンウバタマコメツキ幼虫 934 頭 (96.3%) とウバタマコメツキ幼虫 27 頭 (2.7%)、捕食寄生昆虫はクロサワオオホソカタムシ成虫 8 頭 (0.8%) でした (図 1)。
- 2 個体数が最も多かったフタモンウバタマコメツキは、地際から樹高 14 m までの全ての部位で捕獲され、さらにマツノマダラカミキリ蛹室内や側枝の樹皮下からも確認されたので、マツノマダラカミキリを広範囲に捕食していることが分かりました。なお、個体数が少なかったウバタマコメツキは樹高 2 m から 14 m の範囲で、クロサワオオホソカタムシは、2 ～ 3m、5 ～ 6m、10 ～ 11 m 部位において、マユ内の蛹の状態で捕獲されました (図 2)。
- 3 ウバタマコメツキとフタモンウバタマコメツキの幼虫は、同じ容器に 2 個体以上入れると共食いを始めるため、1 つの容器に 1 頭しか飼育できず、作業上の手間が多くなり、また生育期間も半年以上要することが分かりました。一方、クロサワオオホソカタムシは、集団飼育しても相互に傷つけ合うことなく、卵から成虫までの生育期間も約 2 ヶ月で短期に増殖できることが分かりました。
- 4 割材捕獲調査で捕獲率の低かったクロサワオオホソカタムシは光に集まる性質が確認できたことから、ライトトラップによる捕獲調査を実施したところ、名護市大中、名護市源河、大宜味村江洲の 3 ヶ所で捕獲されました。発生期間は 3 月から 12 月で、5 月と 11 月に捕獲のピークが見られました (図 3)。
- 5 近縁種のサビマダラオオホソカタムシの人工飼料と増殖技術を応用することで、クロサワオオホソカタムシの人工増殖が可能となったため、集団飼育が可能なクロサワオオホソカタムシが沖縄において最も有望な天敵であることが分かりました (写真 1 ～ 3)。

成果の活用

天敵の増殖技術が確立されたため、薬剤の使用を抑えた低環境負荷型の松くい虫防除技術開発が可能となりました。

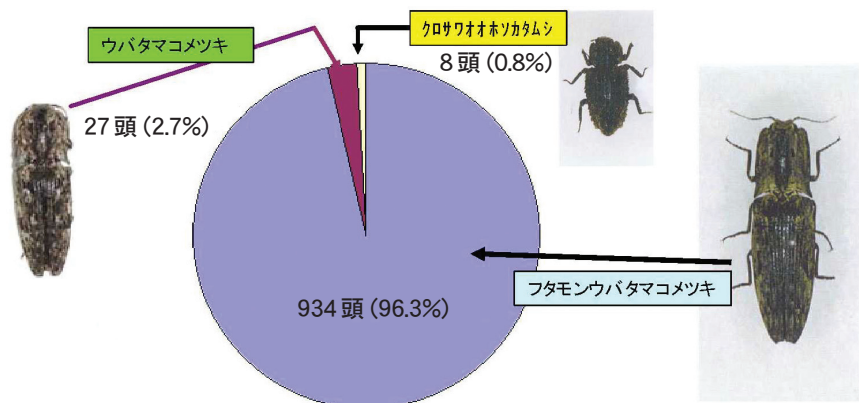


図1 枯死マツ割材調査による天敵捕獲割合

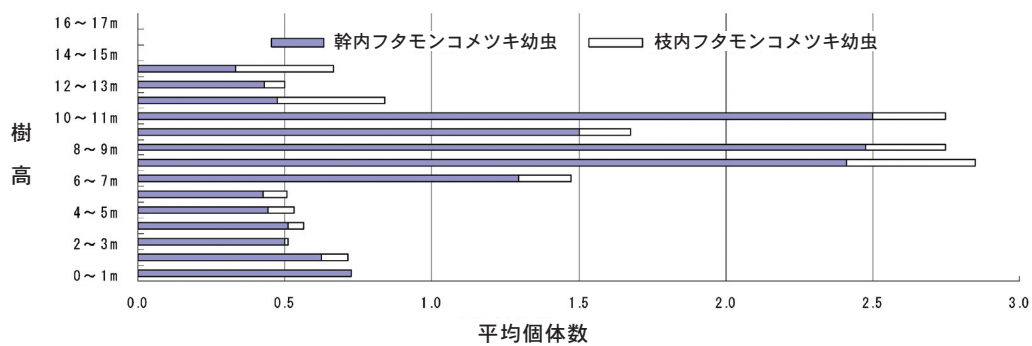


図2 フタモンウバタマコメツキの寄生部位と平均捕獲頭数

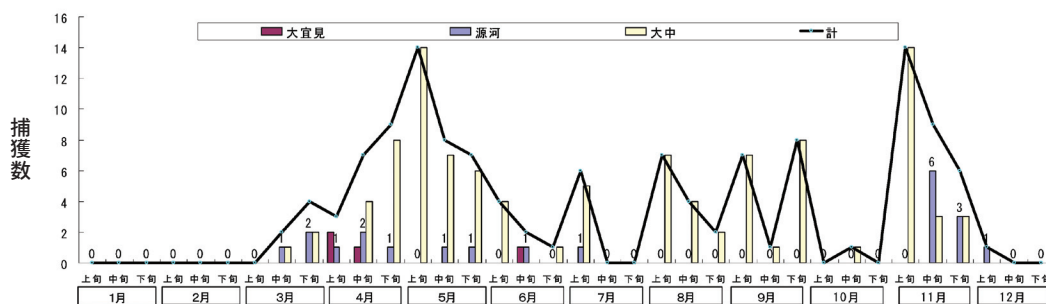


図3 クロサワオオホソカタムシの発消長



写真1 クロサワオオホソカタムシ成虫



写真2 クロサワオオホソカタムシの卵



写真3 人工飼料による給餌

[問い合わせ先：沖縄県森林資源研究センター 育林・林産班 TEL 0980-52-2091]

11 ニホンキバチによるスギ・ヒノキ材変色被害の回避方法

愛媛県林業技術センター

稲田哲治

研究の背景・ねらい

戦後拡大造林されたスギやヒノキの人工林では、木材価格の低迷や担い手不足により、枯立木や間伐木の林内放置がみられます。こうした林分ではニホンキバチ（写真 1）が大量に発生し、周辺のスギやヒノキの生立木に対する産卵頻度が増えて、材変色被害が発生します（写真 2）。この被害は材内に生じ、外観では発見できず伐採時まで蓄積されるので、被害の回避につながる施業を行うことが大切です。本研究では、ニホンキバチによるスギ・ヒノキ材変色被害の実態を解明するとともに、施業の工夫による被害回避の方法を検討しました。

成 果

1 被害の実態

愛媛県内のスギやヒノキの人工林にはニホンキバチが分布し、成虫は7月上旬～10月上旬に発生することがわかりました。ニホンキバチの成虫発生数は、スギやヒノキの人工林では伐り捨て間伐後2夏目に多く、その翌年（間伐後3夏目）には大幅に減少することがわかりました。

ニホンキバチによるスギやヒノキの材変色被害は、林齢や標高に関わらず県内全域で発生しており、被害材の市場価格は無節材などの良質材では大幅に低下し、一般材では視覚上クサリ材に選別されるなど林業上無視できないことがわかりました。一方、被害材の強度性能は無被害材と同等であり、構造用材等に利用できることがわかりました。

2 被害回避の方法

生立木に対するニホンキバチの産卵は、造林木の成長促進により抑制されますが、この方法は、昆虫寄生線虫が感染したニホンキバチ（感染率：21～43%）に対してのみ有効であることがわかりました。一方、伐り捨て間伐木からのニホンキバチ成虫発生数は、間伐木の冬季伐倒や、伐倒木の枝葉付き全木放置（スギは2m玉切り処理でもよい）により、大幅に抑制されること（図1）などがわかりました。

以上のことから、ニホンキバチによるスギやヒノキの材変色被害は、間伐による造林木の成長促進、間伐木の搬出、伐り捨て間伐の時季や伐倒木放置方法の選択により回避できると考えられます（図2）。

成果の活用

本研究の成果は、各学会、学会誌、機関誌で広く公表するとともに、愛媛県林業技術センター主催の研究会や研修等で繰り返し発表し、普及・定着を図っています。

また、造林木の成長促進によるニホンキバチ産卵回避の効果は、ニホンキバチに対する昆虫寄生線虫の感染率を増加させることにより向上する可能性があります。ニホンキバチに対する線虫感染率の増加促進技術の研究・開発が望まれます。



写真1 産卵中のニホンキバチ



写真2 スギの変色被害材

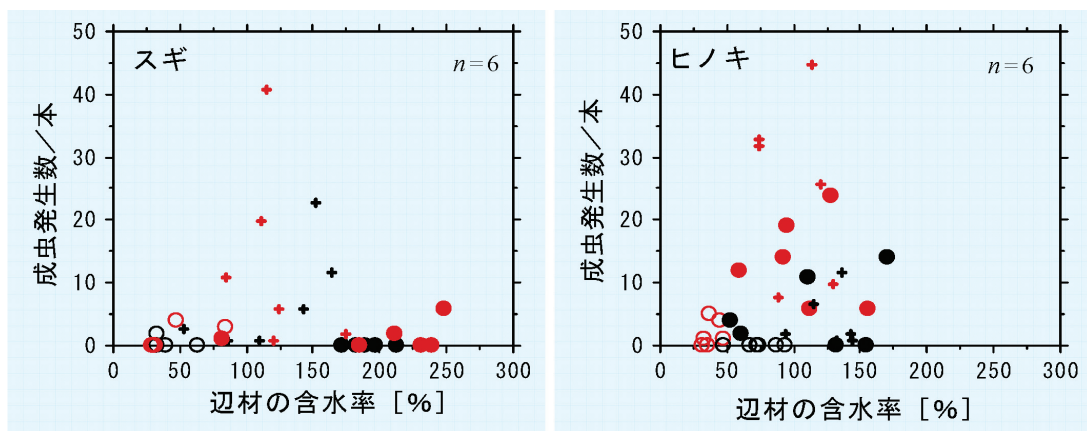


図1 間伐木の含水率とニホンキバチ成虫発生数の関係

黒のシンボルは冬(2月)、赤のシンボルは夏(6月)の伐倒を表す。各伐倒木は、全木枝葉付き(○)、2m玉切り(●)、または6m玉切り(+)の状態で林内に放置した(各処理6本ずつ)。

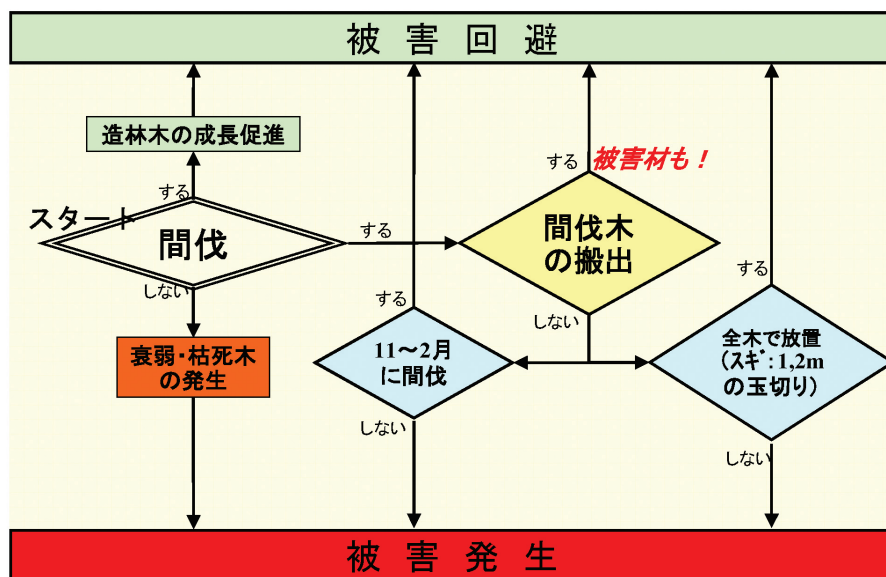


図2 ニホンキバチ被害回避につながるスギ・ヒノキ人工林施業の選択フロー

[問い合わせ先：愛媛県林業技術センター 研究指導室 TEL 0892-21-2266]

12 森林ボランティア活動の運営を支援するために

北海道立林業試験場

青柳 かつら・佐藤 孝弘

研究の背景・ねらい

近年、市民活動として下刈りや間伐などの森林整備作業を行う「森林ボランティア（以下、ボランティア）」が盛んになっています（写真 1）。北海道では、「森林づくり基本計画」において「道民との協働による森林づくり」拡大を目指す数値目標を設定し、ボランティア団体の組織化などの活動支援は、道の林業普及指導の基本姿勢となっています。本研究では、こうしたボランティア活動をソフト面からサポートし、道民の満足度を高めて活動への積極的な参画を促進することを目的としました。そのために、活動事例調査（20 事例）やアンケート調査（ボランティア参加者 609 人、運営スタッフ 142 人、森林所有者 2,698 人を対象）をもとに、活動のモデルを示したり、活動をよりよくするためのノウハウをまとめ、ボランティア活動の運営を支援する知見を体系化することを目指しました。

成 果

1 活動評価指標と協働成立条件の究明

アンケートでは、道内のボランティア参加者は「学習」「レク」を目的に活動に参加する人が多く、活動時に運営スタッフ（市民・行政）が提供する「指導のわかりやすさ」が特に活動の満足度に影響を与えていました。またスタッフがボランティア活動を評価する際の指標は「指導」「交流」「利便性」「対話性」の 4 つにまとめられました（図 1）。一方、森林所有者は、ボランティア団体に特に「情報発信」を期待し、所有林を活動場所として提供するには、団体の「技術」「責任能力」を条件としていました。これらの指標を満たし、ボランティア参加者の満足度を高め、かつ活動に公共性を持たせることが、道民（森林所有者を含む）の参画を促す優れた活動の条件と考えられます。こうした活動の実現に向けて、参加者、行政、森林所有者が各自の役割を果たすことが大切です（図 2）。

協働の成立には、参画者が対等に役割を果たし、互いにより効果が得られることが重要です。この観点から、道外の先進事例では、NPO の調整により協議会が設置され、複数の団体や都市・山村の両住民など立場の異なる主体が、ボランティア活動に協働参画できる体制がつけられていました（表 1）。

2 活動実践モデルと運営改善手法の開発

以上の研究成果は、ボランティア活動の企画に役立つプログラムの事例紹介などを加え、活動運営の課題を発見・解決するためのモデルや手法として整理・体系化し、マニュアルにとりまとめました。

成果の活用

作成したマニュアル「協働の森づくり」は、道内の林務関係機関や NPO などへ配布しました。またマニュアルは、下記の当场ホームページ上で公開しており、手軽にダウンロードすることができます。配布先へのアンケート（回収中）では、マニュアル中の事例紹介や協働成立条件の分析に、特に「実用性が高い」等の評価が得られ、「マニュアルを業務の参考にしたい」「NPO 内の研修資料として活用したい」等の感想が寄せられています。

◇ マニュアル「協働の森づくり」（<http://www.hfri.bibai.hokkaido.jp/> 当场 HP「普及用 CD」）



写真 1 森林ボランティアによる学校行事支援の様子

表 1 事業の目指す協働成立構造

参画者	INPUT (投入物) →	事業 →	OUTPUT (獲得物・効果)
行政	資金	森林 づく りイ ベン ト	市民参加森林づくりの推進、 柔軟・多彩な行政サービス
森林所有者	林地		森林多目的利用
NPO	調整能力・ 知恵・労力		活動分野拡大、活動使命前進
支援団体	知恵・労力		活動分野拡大、会員獲得機会、 活動の公共性
個人(都市住民)	知恵・労力		関心に合致した森林づくり
地元組織	施設・ 生活技術		地域の魅力再発見、活性化

指導

- ・指導内容は参加者に十分理解されていた
(目安:正しい手順が身についたか)
- ・指導は資料やパネルの使用、実演等を交え、
わかりやすいものだった
- ・指導に対する質問や指導者の投げかけへの
豊かな反応があった

交流

- ・休憩等は、リラックスした楽しい雰囲気だった
- ・会話が弾んだ場面があった
- ・日程にゆとりがあり適度に休憩時間がとられて
いた

利便性

- ・集合場所は、参加者にとって自宅からの移動
の負担が軽く、便利な所が選ばれていた
- ・集合場所はわかりやすい所だった
- ・トイレ、昼食・休憩場所等は、安心して使える
施設、スペースがあった
- ・参加者数に対し、集合場所等の駐車場の広さ
は十分だった

対話性

- ・日程はおおむね予定通り進んだ
- ・安全に対する注意は、参加者に十分伝わって
いた
- ・作業終了時、参加者が今回の作業の成果を
実感できていた
- ・活動日程は、参加者に十分伝わっていた

各項目は、「5 よくあてはまる」、「4 少しあてはまる」
「3 どちらともいえない」、「2 少しあてはまらない」
「1 全くあてはまらない」の5段階で評価します。

図 1 森林ボランティア活動運営チェックリスト

注 1) 運営スタッフによる活動評価結果
(N=142:活動 41 回) を使用して作成

注 2) 因子分析により 25 項目を 14 項目に集約

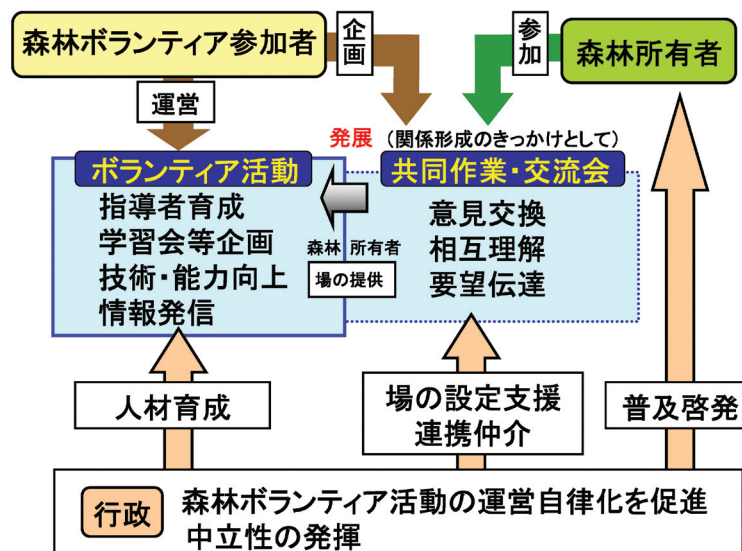


図 2 道民の参画を促す森林ボランティア活動を実現させるための役割分担

[問い合わせ先: 北海道立林業試験場 保健機能科 TEL. 0126-63-4164]

13 森林GISを活用した効率的な森林施業体系の構築

島根県中山間地域研究センター 農林技術部 原勇治

研究の背景・ねらい

島根県では、高性能林業機械を積極的に導入し利用間伐の推進に取り組んでいます。しかし地域や作業現場によって、同じ作業システムを用いても期待した収益が上がっていない林業事業体があることから、それぞれの作業現場に合った低コストで効率的な作業システムの構築が求められています。そこで、県内における高性能林業機械による利用間伐作業の実態を調査し、効率的に高性能林業機械を活用するための要因を明らかにするとともに、森林GISを用いて事業体ごとの経営環境、作業環境に適した作業システムを選択できる技術を検討しました。

成 果

- 1 高性能林業機械を用いた利用間伐事業地3カ所において、作業システムをデジタルビデオカメラで記録し、工程調査を実施しました。その結果、労働生産性は $5.6 \sim 7.1 \text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ となり、従来の作業システムと比較して約1.5～2倍となっていました。これにより、列状間伐や小型多機能機械の有効性が認められ、これら高性能林業機械の導入によって作業の効率化が図れることが分かりました（写真1、2）。
- 2 県内17の事業体を対象に利用間伐実態調査を実施し、生産コストや労働生産性について得られたデータを解析しました。その結果、島根県の利用間伐における作業システムは大きく4つに分けることができました（表1）。しかし、同じ作業システムを用いても、事業体や地域によって生産コストや労働生産性に差が生じており、効率的に活用されていない事例も見受けられました（表2）。このため、各事業体ごとに低コスト化・効率化のための改善資料を作成し、今後の事業展開の参考として活用してもらうために提供しました。
- 3 利用間伐実態調査の結果をデータベース化し、森林GISを用いて作成した施業図とリンクさせ、「利用間伐事例検索システム」を作成しました。そして、当センターのホームページのWeb-GISに掲載し、インターネット上で事例を検索・閲覧できるようにしました（図1）。

成果の活用

「利用間伐事例検索システム」は、インターネットに接続できれば誰でも閲覧可能です。しかし、あくまでも事例の閲覧であるため、生産コスト予測等はできませんが、他の事業体の作業システムや作業道のつけ方等が確認できるため、今後積極的に利用間伐事業に取り組んでいこうとする事業体にとって、事業実施時の一つの判断基準を示すことができると考えています。

また、パンフレット「列状間伐の手引き」を作成し、低コスト利用間伐の推進を図りたいと考えています。



写真1 3残2伐による列状間伐



写真2 小型多機能機械を組み合わせた作業システム

表1 作業システムによる分類

作業システム	伐木工程	集材工程	造材工程	搬出工程 ¹⁾
I型 (25 事例)	チェーンソー	スイングヤーダ・タワーヤーダ	プロセッサ	フォワーダ・林内作業車
II型 (38 事例)	チェーンソー	スイングヤーダ・タワーヤーダ	チェーンソー	フォワーダ・林内作業車
III型 (52 事例)	チェーンソー	フォワーダ・林内作業車	チェーンソー	フォワーダ・林内作業車
IV型 (12 事例)	チェーンソー	グラップル・簡易ウインチ	チェーンソー	グラップル・林内作業車

(合計 127 事例)

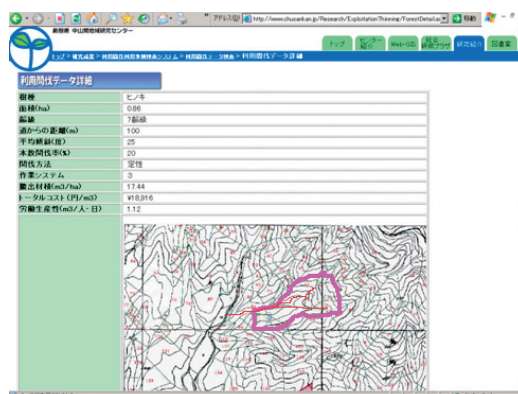
1) 搬出工程とは、造材された丸太を運搬用トラックの土場まで運ぶ工程。

表2 作業システム別の生産性

項目 作業システム	①労働生産性 ¹⁾ (m ³ / 人・日)	②実面積 (ha)	③搬出材積 (m ³ / ha)	④生産コスト ²⁾ (円 / m ³)
I 型	1.06 ~ 11.00	0.45 ~ 28.05	12.6 ~ 123.7	8,773 ~ 31,912
II 型	0.45 ~ 2.63	0.38 ~ 9.73	5.6 ~ 102.7	10,244 ~ 45,950
III 型	0.19 ~ 5.01	0.10 ~ 6.76	3.4 ~ 150.2	7,125 ~ 61,544
IV 型	0.64 ~ 3.17	0.17 ~ 3.50	11.1 ~ 59.1	9,221 ~ 37,687

1) 労働生産性は、搬出材積を人役で割り戻して算出した。

2) 生産コストは総支出を人役で割り戻して算出した。



URL 「<http://www.chusankan.jp/Research/Exploitation/Thinning/>」

図1 利用間伐事例検索システム

[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 森林保護育成グループ TEL 0854-76-3820]

14 小型無線飛行機による空撮システムの開発

岐阜県森林研究所 森林環境部

古川邦明

研究の背景・ねらい

近年、台風や異常降雪、病虫害等による森林被害が多発しています。これらの被害対策では、被害状況等の被害情報を迅速かつ正確に把握することがその対策の正否のかぎとなります。しかし病虫害は最初の被害の兆候は樹冠部に現れ、また被害木が分散する事が多いため、地上からの調査では全体の把握が難しいです。また、気象害では被害箇所への到達自体が困難な事も多く、二次災害の危険性も高くなります。そこで、山地の上空から病虫害や、倒木・土砂崩れ等の発生状況の調査、並びに森林の形状や地形の写真測量が可能な小型リモコン飛行機を使った空撮システムの開発を行いました。

成 果

1. 空撮システム

1) 本体

①機体：機体には、市販されている無線操縦飛行機のキットを使用しました。機体概要は、翼長 2m、搭載エンジン排気量 15cc、同出力 2.8ps/15,000rpm、機体への荷物積載能力は 2kg です。安全にカメラ等を積載するため胴体部を補強しています（写真 1、表 1）。

②飛行制御装置：小型機は飛行中、風の影響を受けやすく、水平姿勢を保つのが困難です。安定した撮影方向を維持することで、写真測量に使える画像取得率が向上出来ます。そこで、小型電子ジャイロで機体を自動制御し飛行時の機体の安定化を図りました。

2) 搭載撮影装置

市販のデジタルカメラ 2 機種の搭載を検討しました。カメラのシャッター制御は電子式として設計しましたが、市販デジタルカメラには電子シャッター制御出来ない機種もあります。そこで、各種デジタルカメラが利用できるようサーボ制御による機械式シャッターと電子制御の 2 系統が可能になっています。

デジタルカメラのビデオ出力信号を無線送信し、地上から撮影位置を確認しながら撮影を行うことも可能です。ただし、機種によっては撮影モードでのビデオ出力が出来ないため、モニター用の小型 CMOS カメラを取り付けました。どちらかのカメラからのビデオ画像で撮影位置を確認しながら撮影できます。

3) 撮影位置計測

シャッター制御信号と GPS を同期させ、画像の撮影位置を撮影制御装置に記録します（写真 1）。GPS の位置情報をもとに、撮影画像からモザイク画像の作成も容易に行えました（写真 2）。

2. 写真測量のための画像解析

低空から撮影した林冠部のステレオ画像は視差の変化が非常に大きく、既存の写真測量アプリケーションでは、写真測量に必要な 2 画像間のタイポイント（対応点）の自動抽出が出来ませんでした。そこで、視差の大きな画像からタイポイントを自動抽出するプログラムを作成しました。自動抽出したタイポイントから、林冠形状や地形を計測することが出来ました（写真 2）。

成果の活用

開発した装置で、シデコブシ自生地での個体分布調査や、カシノナガキクイムシやマツクイムシ被害木の分布調査に使用しました。また、衛星画像等のリモートセンシングにおけるグランドトゥールースデータの取得や、治山堰堤等の管理での活用の可能性について検討しています。

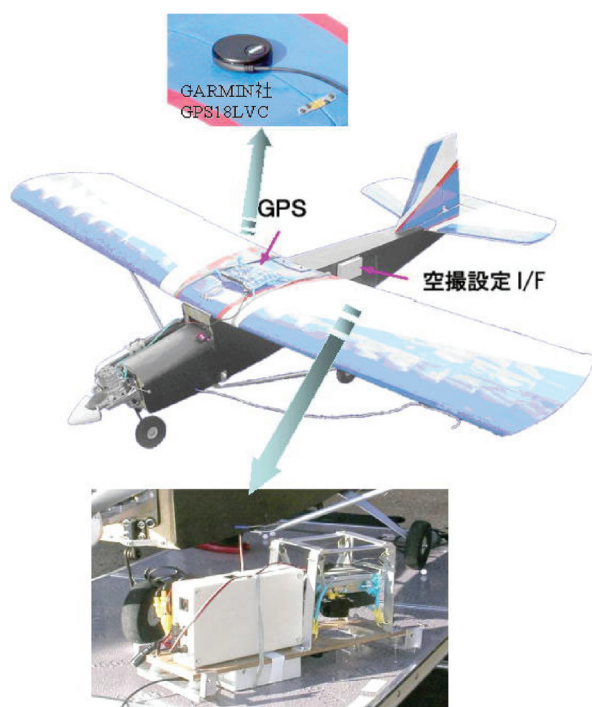


写真 1 空撮システムの構成（機体と搭載撮影装置）

表 1 空撮システムの概要

- 飛行機本体
 - 機体：固定 1 枚翼、翼長 2m
 - 駆動：単発 7⁰⁰cc エンジン
(15cc, 2.8ps/15,000rpm)
 - 機体制御：電子ジャイロ
 - ペイロード：約 2kg
 - 飛行時間：約 15 分間
- 搭載撮影機材
 - 1) デジタルスチルカメラ
 - ① Panasonic FX7, 500 万画素
重量：153 g
サーボ式シャッター制御
 - ② Minolta DiMAGEXi, 320 万画素
重量：250g
電子式シャッター制御
 - 2) ビデオカメラ
1/3 インチカラー CMOS
- 撮影位置計測
 - シャッターと GPS 同期による
GPS 計測データのロギング



写真 2 システムで撮影した画像からモザイク処理したパノラマ写真

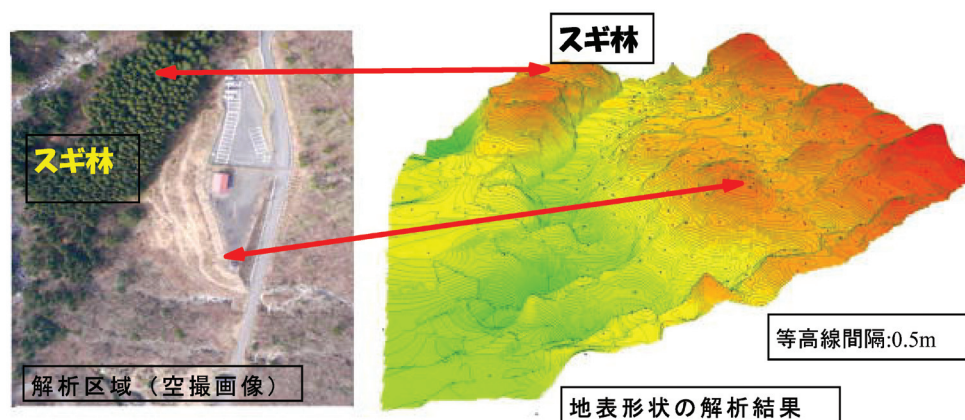


図 1 ステレオペア画像から写真測量による地表形状の解析結果

〔問い合わせ先：岐阜県森林研究所 森林環境部 TEL. 0575-33-2585〕

15 土壌改良による海岸林最前線の緑化と適用樹種の判定

茨城県林業技術センター 森林環境部 津田裕司

研究の背景・ねらい

海岸林は、古くから台風による強風や潮風、飛砂などから人々の生活を守り、農業など経済活動の安定化に大きく貢献しています。しかし、近年ではマツ材線虫病などによる海岸マツ林の枯損が各地で顕在化しています。海岸林としての重要な機能を維持するためには、被害を受けた海岸林を早期に復旧させる技術の確立が必要です。

このため、本県では以前から海岸林の内陸側における早期緑化に取り組んできました。今回、さらに植物の生育環境が厳しい海側最前線部における緑化技術の開発をめざし、海岸砂地を土壌改良することによる緑化促進効果を検討し、この方法に適用可能な樹種を判定しました。

成 果

試験地として、汀線から約 40 m に位置するクロマツ海岸防災林の海側最前線部の砂地に、汀線に平行に長さ 100 m、幅 10 m（面積 0.1ha）の長方形を設定しました。土壌改良のため、深さ 65cm まで掘削し、下水汚泥コンポストを 15cm 敷き詰めました。さらに、砂、バーク堆肥、鶏糞、下水汚泥コンポスト、山土の順にそれぞれ敷き均しながら投入し、深さ 50cm までトラクターで耕耘しました（図 1）。その後、堆砂垣（高さ 1.2 m）を試験地海側面 100 m に設置し、それと垂直に 10 m 間隔に長さ 10 m の堆砂垣で区切り、10 × 10 m を 1 区画とした 3 種類の試験区を設けました（図 2）。A 区には茨城県の海岸付近に自生する 18 樹種、B 区には茨城県に自生するが海岸部では少ない 12 樹種、C 区には茨城県には自生しない 6 樹種をそれぞれ植栽しました（写真 1）。植栽本数は 1 区あたり 330 本、植栽間隔は約 50cm とし、植栽後、化成肥料（N:P:K=8:8:8）22kg を試験地全体に均一に散布しました。

植栽 2 年 8 ヶ月後（写真 2）の調査では、A 区のマサキ、エノキ、トベラ、クロマツ、アキグミ、C 区のシャリンバイ、カイヅカイブキなどが生存率、樹高成長量ともに優れていました（表 1）。特にマサキは樹高成長量が優れるとともに、地表に匍匐枝を伸ばし側方にもよく伸長しました。また、エノキ、トベラ、クロマツは、地際直径の成長量にも優れました。これらは、海岸林海側最前線部を早期に緑化する際の有望な樹種として判定できます。

また、土壌改良していない対照区と、土壌改良区の苗木の生育状況を比較すると、土壌改良区の方が植栽木はよく繁茂し、クロマツの場合は樹高成長量が 3 倍以上も大きく、土壌改良の効果が顕著に認められました。

成果の活用

本研究により、海岸林海側最前線部の砂地の緑化には土壌改良が有効であることが明らかとなりました。また土壌改良による緑化に適用する有望な樹種が判定できました。このうち、マサキ、エノキ、トベラ、クロマツ、アキグミは茨城県の海岸線にも自生するものであり、郷土樹種のみでも海岸砂地の緑化が実現可能と考えられます。

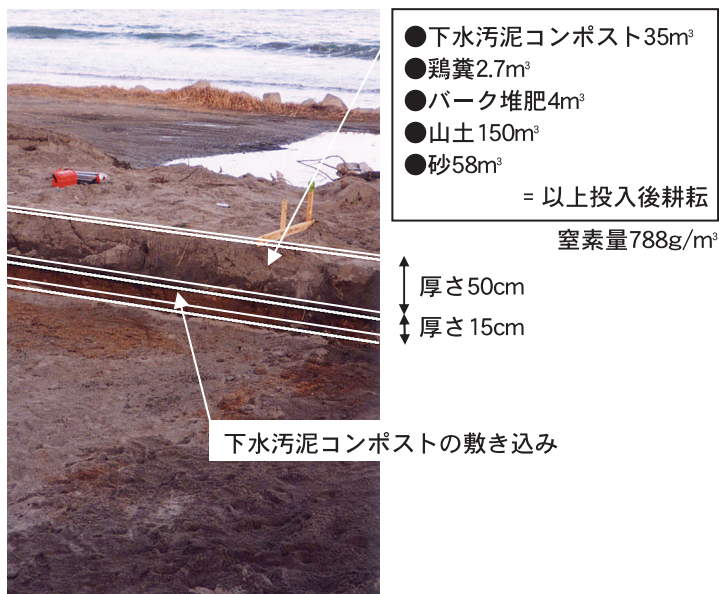


図 1 海岸林海側最前線砂地の土壌改良の状況

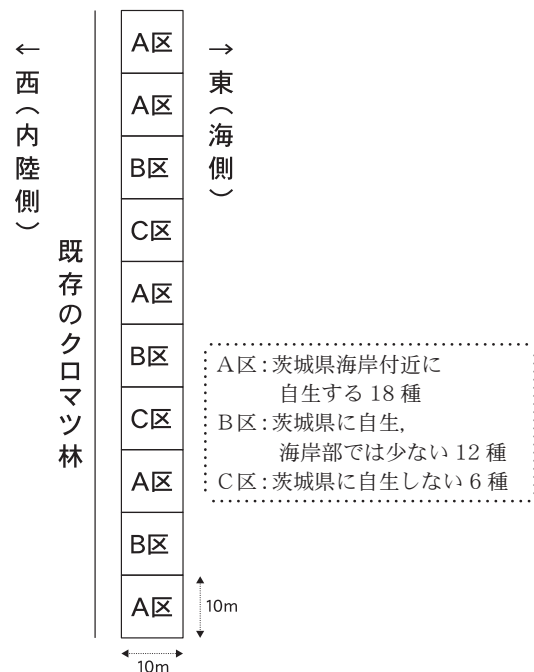


図 2 試験区の配置図



写真 1 植栽直後の状況



写真 2 植栽 2 年 8 ヶ月後の状況

表 1 土壌改良後、海岸林海側最前線部に植栽した 36 樹種の生存率と樹高成長量による分類

		樹 高 成 長 量				
		> 100cm	> 75cm	> 50cm	> 25cm	< 25cm
生 存 率	75% 以上	<u>エノキ</u> <u>マサキ</u>		シャリンバイ <u>トベラ</u>	カイヅカイブキ	<u>ヤブニッケイ</u>
	50% 以上	<u>アキグミ</u> <u>クロマツ</u>		<u>タブノキ</u> 、 <u>マユミ</u> <u>ネズミモチ</u>		<u>ネムノキ</u> 、 <u>ヤブツバキ</u> 、ユズリハ、カクレミノ、 <u>スダジイ</u> 、 <u>ヒサカキ</u> 、アオキ
	50% 未満	ケヤキ		ウバメガシ サンゴジュ	マテバシイ <u>モチノキ</u>	イブキ、トチノキ イタヤカエデ、 <u>イボタノキ</u> 、カシワ、 <u>シロダモ</u> 、 トウネズミモチ、ムラサキシキブ、 <u>ガマズミ</u> 、 <u>コナラ</u> 、シラカシ、ミズナラ、ヤマモモ

注) 植栽 2 年 8 ヶ月後の調査による分類。

2 重線内は特に有望な樹種を示す。太字・アンダーラインは茨城県海岸部に自生する樹種。

[問い合わせ先 : 茨城県林業技術センター 森林環境部 TEL. 029-298-0257]

16 タイプの異なる複層林における下木成長の違い

秋田県農林水産技術センター森林技術センター

和田 寛

研究の背景・ねらい

収穫の保続や作業の省力化等の経営的な観点、あるいは水土保持等の公益的機能の観点から、秋田県では昭和 60 年頃から、スギ一斉林を複層林に誘導する施業が進められてきました。しかし、実態として、風害や雪害による上木の被害、上木の被陰による下木の成育不良など、目標とした森林に誘導できないケースが少なくありませんでした。こうした現状と問題点を明らかにし、効果的に目標とした複層林へと誘導するため、2つのタイプの複層林について調査検討しました。

成 果

秋田県内で造成事例の多いスギスギ複層林のうち、上木を間伐（受光伐）して下木を植え込んだ複層林（ここでは二段林と呼ぶ；写真 1）と、上木を一定幅で帯状伐採して下木を植え込んだ帯状複層林（写真 2）について調査し、相互に比較しました。具体的には、表 1 に示すこれら 2つのタイプの複層林がセットで存在する県内 2 箇所 7つの試験地で調査しました。

下木の成長の推移について図 1 に示しました。いずれの箇所でも、帯状複層林が二段林よりも成績が良く、男鹿の試験地では帯幅が狭くなるにつれ二段林との差がなくなることが確認されました。二段林では下木に対する光環境の確保が難しいのに対し、帯状複層林はこの点で有利と言えます。図 2 には、試験地毎の下木の 9 年生ないし 10 年生時の平均樹高成長と、上木の樹高成長から判定される地位級相当の樹高を示しています。二段林では、上木は収量比数 0.5 未満の疎な条件にあるにもかかわらず、下木の樹高成長は地位級相当の 60% 前後しか確保できませんでした。一方、帯状複層林では、帯幅が広くなるに従い地位級相当との差は縮まり、帯幅約 20m の八峰町の帯状複層林では、地位級相当の平均樹高成長をほぼ満たし、一斉林相当の樹高成長が確保されました。20m の帯幅は、造成時の上木樹高に相当することから、一斉林並の成績を確保するためには、最低でも上木樹高程度の帯幅が必要と判断されました。ただし、この試験地の下木の成長は図 3 に示すとおり一様でなく、上木による日陰の影響を受けやすい南側林縁ほど成績が悪くなっていました。帯幅が狭くなる程、この度合いは大きくなるものと考えられます。

複層林導入にあたっては、二段林施業だけでなく、複層林誘導がしやすく一定の成績を確保しやすい帯状複層林も選択肢として有望と考えられます。

成果の活用

二段林誘導モデルを作成して検討した結果等を研究報告にまとめるとともに、複層林誘導のための簡易指針を作成し、研修会や普及誌などで情報提供を行っています。複層林施業は、光環境の確保と災害リスクの回避、さらには生産性や公益性を勘案しながら行う必要があります。非常に難しい施業のひとつと言えます。研究の成果が、普及指導の現場や公共事業等に活用されることが期待されます。



写真1 二段林（男鹿市）



写真2 带状複層林（男鹿市）

表1 試験地の概要

位 置	タイプ	標高 (m)	斜面位置	斜面方位	地形傾斜	地位	造成年	上木の概況（造成時）			
								林齢	樹高 (m)	密度 (/ha)	R _y
八峰町峰浜	二段林	150	山脚部	南東	0°～5°	2	1994	40	19.5	300	0.36
	带状 (20m)	150	平坦	南東	0°～5°	2	1995				
男鹿市戸賀	二段林 A	70	斜面中	南東	25°～30°	3	1996	43	18.5	240	0.29
	二段林 B	70	斜面中	南東	20°	3	1996	43	18.5	460	0.46
	带状 (10m)	70	斜面中	南東	25°～30°	3	1996				
	带状 (7m)	70	斜面中	南東	25°～30°	3	1996				
	带状 (4m)	70	斜面中	南東	25°～30°	3	1996				

※带状の（ ）は帯幅。带状の上木は二段林に準じる。

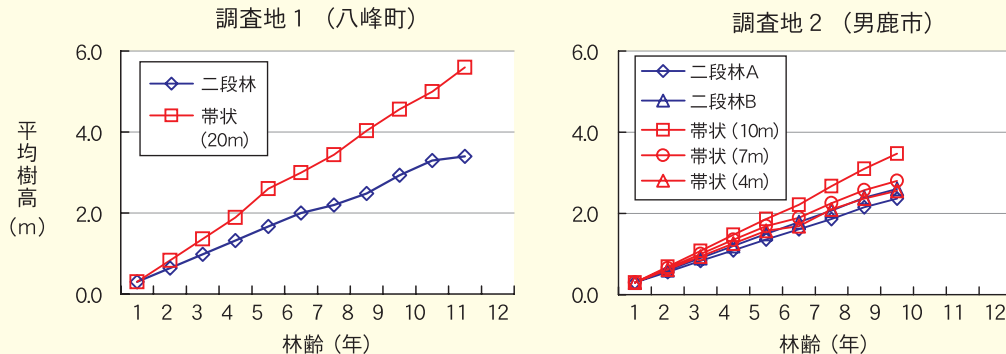


図1 二段林と带状複層林の下木の樹高成長の推移

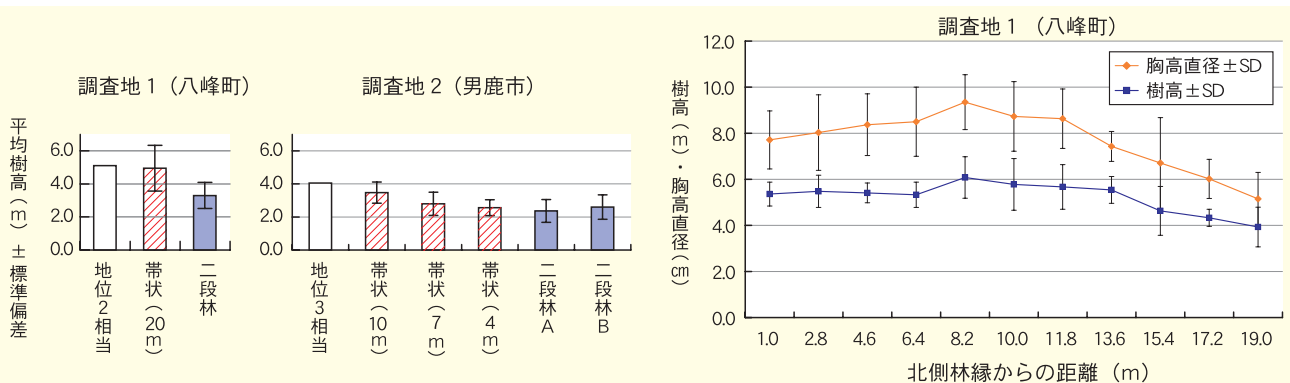


図2 下木樹高成長と地位級相当樹高との比較

図3 带状複層林（帯幅 20m）下木の植栽位置別成績

[問い合わせ先：秋田県農林水産技術センター森林技術センター 森林環境部 TEL 018-882-4511]

17 間伐推進を配慮したスギ人工林システム収穫表の開発

鹿児島県林業試験場 育林部 長濱孝行

研究の背景・ねらい

これまで、長伐期化と地域性を考慮し、本県のスギ人工林を対象に林分密度管理図、地位指数曲線、収穫表を調製してきました。しかし、これらの基準は一般の森林所有者にとっては取扱い困難な図表であり、詳細な知識を有する技術者等の指導のもとでしか活用されてきませんでした。

こうした背景のもと、これまでの研究成果を発展的に運用するために、前出の3基準をコンピューター上で相互に対応させ、個々の林分に対応可能でかつ、間伐シミュレーション機能等を有するシステム収穫表を開発し、本県における間伐推進の一助とするべく検討しました。

当該システムは、キーワードとなる Silviculture、Kagoshima、Sugi の頭文字を組み合わせて”SILKS”と称します。

成 果

SILKSは、本県民有林のスギ人工林用に調製した林分密度管理図、地位指数曲線、収穫表の構成関数式で構成されています。システム母体は表計算ソフトであるMicrosoft社のExcelを利用しているため、県、市町村、森林組合等の事業体等でも常用していることから操作も容易と推察されます。

SILKSを作動させるための初期情報として、予測対象林分の林齢、主林木平均樹高、ha当たり本数が必要です。植栽本数、保育方法、目標林型の制限等はなく、所有者任意で対応可能となっています。

この初期情報3因子をベースに、図1、2のような手順でシステムが展開されます。予測対象林分の「地位判定」、「間伐シミュレーション」、「収穫予測」のほかに、無間伐を想定した林分の経年変化予測や、間伐効果の視覚的表示、森林所有者向けの帳票印刷（診断書）の機能を付加し、汎用性を高めています。

SILKSは、離島を除く本県民有林のうち、スギ人工林の同齢単純林に適用されます。地位判定はⅠからⅢの3区分としましたが、既存の収穫表のような地位を基準とした紙ベースの収穫予測ではなく、個々の林分ごとに視覚的な図表形式の成長予測を可能にしました。

また、伐期の長期化に対応できるように調製した収穫表を用いているため、120年生までの予測が可能で、現在想定されている長伐期施業にも十分に適用できると考えられます。

さらに、本研究で用いた林分密度管理図、地位指数曲線および収穫表は、構成関数式を共有するなど、相互関係が確立されていることから、収量比数を基準とした間伐の設計等汎用的な使用が期待されます。

成果の活用

SILKSを利用することで、長伐期多間伐施業を実施した場合の効果を検討することが可能となり、間伐の重要性を普及する際の道具としての活用が期待されます。さらに、直径や幹材積の予測値から、予測対象林分の持つ経済的価値の推移を検討することも可能です。

すでに一部の森林組合においては、森林所有者に対して具体的なシミュレーションによる診断書を示すことで、間伐の重要性について森林所有者と林業技術者等との相互理解が可能になっています。

これらの取組を通じて、行政・普及機関と森林所有者の合意形成が図られ、長伐期施業に向けた間伐推進が一層期待できるものと考えられます。

システム収穫表 - SILKS -

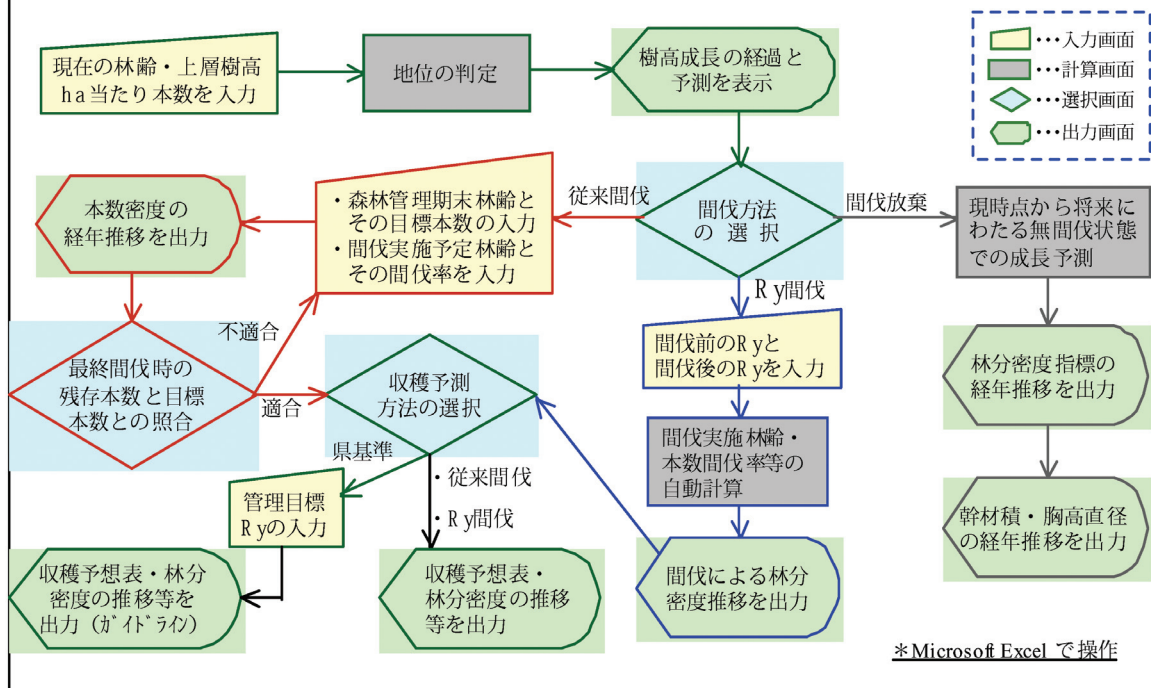


図 1 SILKS のフローチャート

システムの画面構成

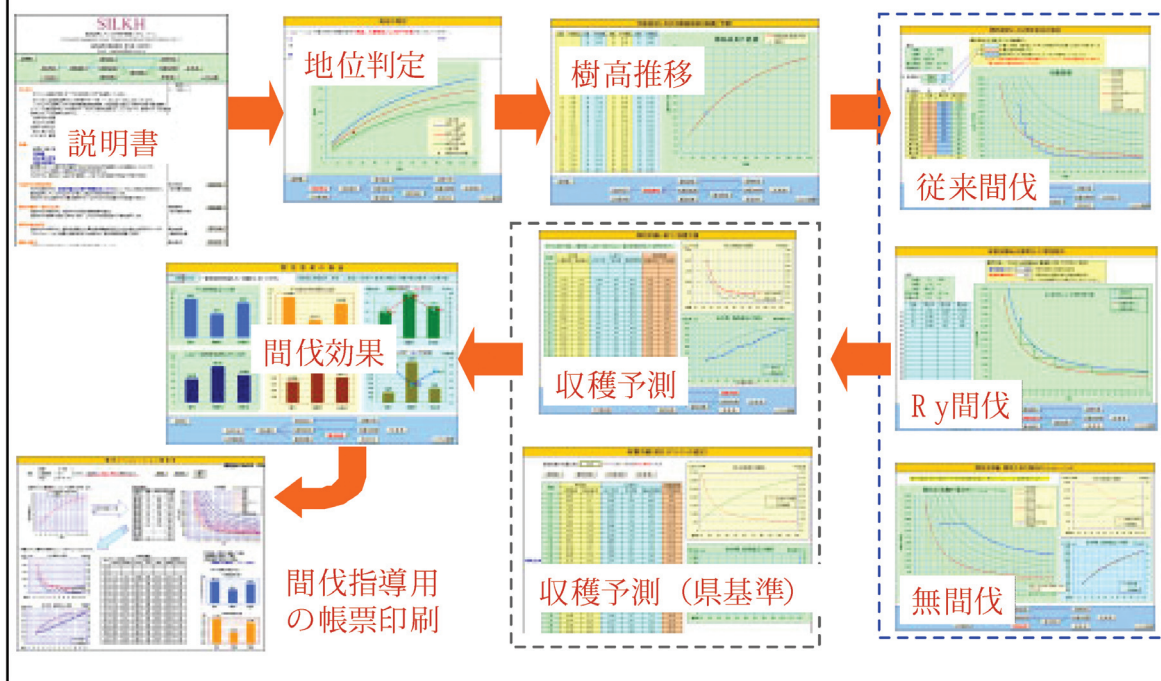


図 2 SILKS の画面構成一覧

[問い合わせ先：鹿児島県林業試験場 長濱孝行 TEL. 0995-52-0074]

18 親竹の集団仕立てとウラ止めによるタケノコの早出し

福岡県森林林業技術センター 研究部 濱地秀展

研究の背景・ねらい

旬の食材である青果タケノコは、高価格で取引される3月末までの出荷割合を上げること（早出し）が生産上の大きな課題です。県内有数の産地である八女地方では、タケノコの早出し施業法として、親竹を数箇所にとめて立てる集団仕立て（写真1）が徐々に普及しています。この施業法の利点は、親竹の密度を上げても竹林内に日光が入りやすいことと、ビニールマルチ等の保温資材を導入しやすいことです。また、竹の先端がしななって、開いた空間を塞ぎ、竹林内への光量が減るのを防ぐために竹の先端を折るウラ止め（写真2）は必須の作業となります。本研究では、集団仕立て施業にビニールマルチ（写真3）を組み合わせることで、タケノコの早出しを目指した試験を行いました。また、ウラ止め段数の違いによるタケノコの発生傾向や、親竹の伐採時期についても調査・検討しました。

なお、本研究では平成15（2003）～17（2005）年にかけて集団仕立て試験林を造成し、平成18（2006）年のタケノコ発生状況を調査しました。

成 果

1 集団仕立てとビニールマルチの組み合わせによるタケノコ早出し効果

集団仕立て竹林内に竹チップと豚糞堆肥の混合物を5cm厚で散布し、その上をビニールマルチ（15㎡）で覆うマルチ区を設定しました。堆肥も被覆も行わない対照区（270㎡）とタケノコの発生傾向を比較したところ、マルチ区では対照区よりも発生ピークが約2週間早くなりました（図1）。

2 ウラ止め高さ別の発生傾向

集団仕立て竹林において、ウラ止め高さを変えて施業を行い〔残枝段数：①10段前後、②15～20段〕、タケノコの発生調査を行いました。その結果、10段前後の方が3月末までの早期発生割合は若干高く、また、発生本数および総発生重量は多く、形状は小形化するという結果が得られ、より商品価値の高い小形タケノコの生産に適していることが明らかになりました（表1）。

3 親竹の伐採時期別の発生傾向

集団仕立て竹林において、親竹の伐採時期〔①夏（7月）、②冬（12月）〕を変えて施業を行い、タケノコの発生調査を行いました。その結果、すべての項目で夏伐採の方がやや大きくなったものの顕著な差ではなく（表2）、夏場の高温下での作業が重労働であることや、伐採で親竹の密度が低下したあとに台風シーズンを迎えるため風倒害を受けやすくなる等の理由から、伐採時期は冬季が適当であると判断されました。

成果の活用

平成18年に、福岡県筑後農林事務所・八幡農林事務所で発行したタケノコ施業暦に成果の一部を活用しました。また、生産者への講習会等で成果を紹介し、併せて生産者と共同で現地実証調査を行いながら、成果の普及に努めています。



写真1 集団仕立て竹林



写真2 ウラ止めした親竹



写真3 マルチ試験区

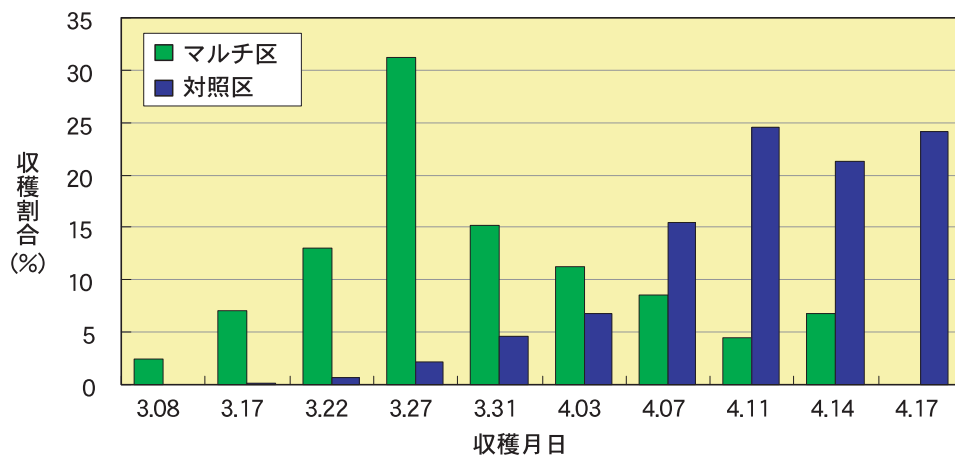


図1 マルチ処理による早出し効果

表1 ウラ止め高さ別のタケノコ発生傾向 (200 m²当たり)

残枝段数	発生本数	総発生量 (kg)	平均重量 (g)	早期発生割合 (%)
10 段前後	119	57.7	485	7
15 ～ 20 段	65	42.5	654	4

表2 親竹の伐採時期別のタケノコ発生傾向 (200 m²当たり)

伐採時期	発生本数	総発生量 (kg)	平均重量 (g)	早期発生割合 (%)
夏伐採	99	57.2	577	6
冬伐採	96	51.6	537	3

[問い合わせ先：福岡県森林林業技術センター 研究部 資源開発課 TEL. 0942-45-7870]

19 健全なヒノキ人工林育成のための保護管理指針の開発

福井県総合グリーンセンター

杉本孝司

研究の背景・ねらい

アカマツ林の松くい虫被害拡大に伴う跡地対策として、これまでヒノキ造林が部分的に推進されてきました。現在、それらの中には間伐期を迎えつつあるものもあります。しかし、これらのヒノキ林の一部に漏脂病の発生が認められるため、森林所有者の林業意欲が減退しつつあります。

そこで本課題は、ヒノキ漏脂病の被害林とその近隣に存在する無被害林分の林分構造上の違いを究明した上で、その中から、漏脂病対策としての林分環境要因を特定し、今後の整備指針の基礎資料を得ることをねらいとしました。

成 果

福井県内のヒノキ人工林 12 林分（表 1）で、林相別の漏脂病罹災率を調査したところ、最も高い林分は、ヒノキ・スギ混交林の林分 F で 84.0%、次いで、ヒノキ単純林の林分 D で 43.7% でした。また、最も低い林分は、ヒノキ単純林の林分 B とヒノキ・広葉樹混交林の林分 G、林分 I および林分 K の 0.0% で、次いで、ヒノキ・広葉樹混交林の林分 H 4.3%、林分 L の 5.0% の順でした。ヒノキ単純林の漏脂病罹災率は平均 30%、ヒノキ・広葉樹混交林は平均 4% で、植栽後 15 年とやや若いヒノキ単純林（林分 B）を除いて広葉樹混交林における漏脂病罹災率が低い傾向が見られました（図 1）。

また、ヒノキ・広葉樹混交林の 6 林分中、すべての林分に出現した樹種（広葉樹）はありませんでした。しかし、6 林分中 5 林分でコナラが、4 林分でクリが出現していました（図 2）。

次に、ヒノキ単純林および、ヒノキ・スギ混交林の ha 当りヒノキ本数と漏脂病罹災本数割合を見ると、ha 当り本数はほぼ一定でしたが、漏脂病罹災本数割合には大きな差がありました。同様に、ヒノキ・広葉樹混交林を見ると、ha 当り本数に大きな差があるものの、漏脂病罹災本数割合には余り差がありませんでした（図 3）。また、広葉樹の占める割合と漏脂病罹災本数割合を見ると、今回調べた範囲では両者の間に明瞭な関係は見られませんでした（図 4）。

これらのことから、広葉樹が 60 ～ 90% 程度混交した林分で漏脂病の被害発生が抑制されと考えられました。

成果の活用

本県の松くい虫被害跡地植栽樹種としてヒノキを植栽する場合の漏脂病発生抑制には、広葉樹と混植するか天然更新による広葉樹との混交が有効と思われることから、今後、行政と連携し普及に努めていく予定です。しかし、今回までの混交林分の現地調査は、十分な箇所数が確保出来なかったため、今後も継続していきたいと考えています。

表 1 調査区の林相

林分	林 相	植栽年	地 係	ha 当り本数
A	ヒノキ単純林	昭和 56 年	あわら市熊坂	1,404
B	ヒノキ単純林	平成 3 年	あわら市菅野	1,645
C	ヒノキ単純林	昭和 53 年	あわら市菅野	1,394
D	ヒノキ単純林	昭和 53 年	あわら市菅野	1,143
E	ヒノキ単純林	昭和 56 年	あわら市笹岡	1,689
F	ヒノキ・スギ混交林	昭和 56 年	あわら市熊坂	1,602
G	ヒノキ・広葉樹混交林	昭和 56 年	あわら市熊坂	4,564
H	ヒノキ・広葉樹混交林	昭和 56 年	あわら市笹岡	13,307
I	ヒノキ・広葉樹混交林	昭和 55 年	おおい町 名田庄口坂本	4,607
J	ヒノキ・広葉樹混交林	不明	福井市上一光	2,911
K	ヒノキ・広葉樹混交林	昭和 59 年	越前市北坂下	3,173
L	ヒノキ・広葉樹混交林	昭和 63 年	越前町桜谷	7,315

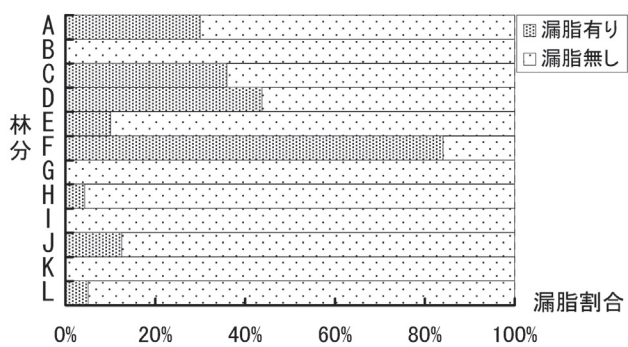


図1 林分別ヒノキ漏脂病罹災本数割合

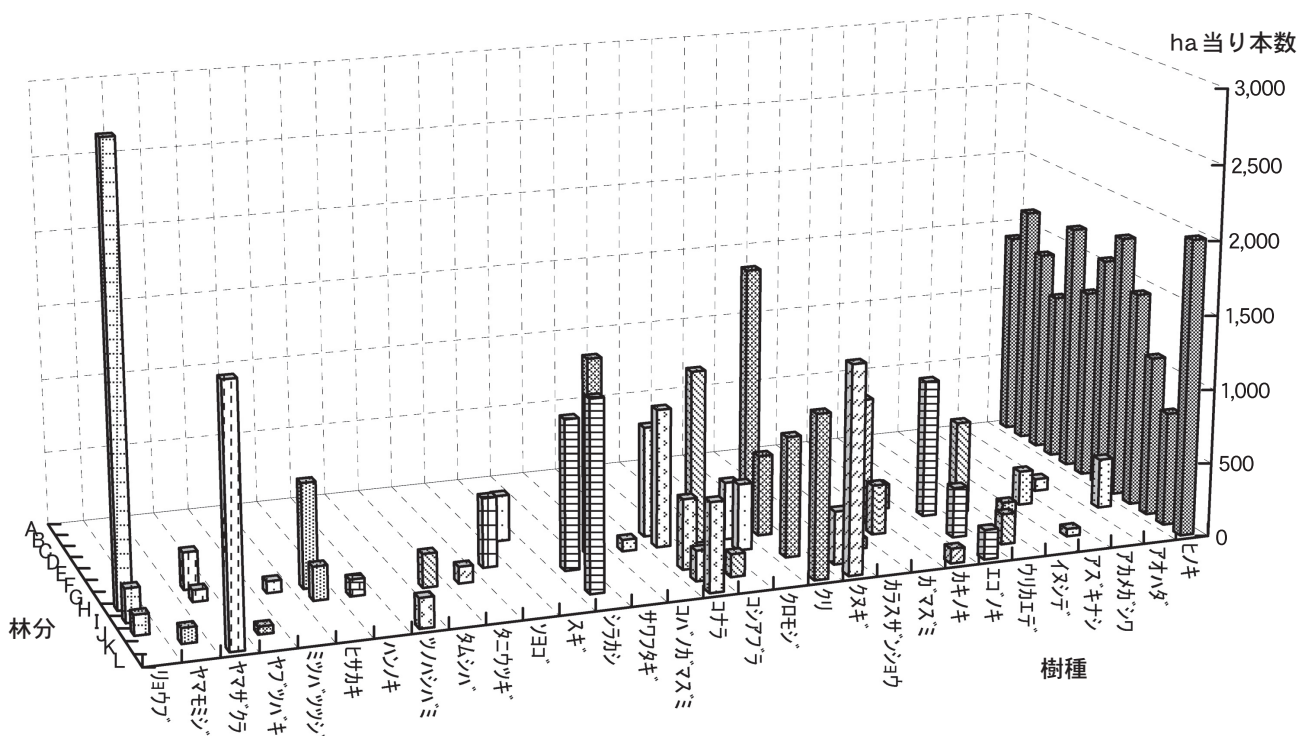


図2 林分別・樹種別 ha 当り本数

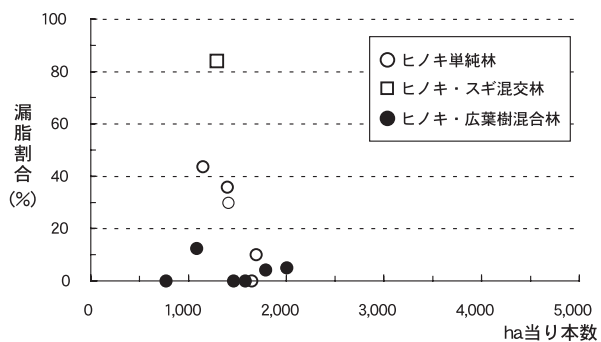


図3 ha当りのヒノキの本数と漏脂病罹災本数割合との関係

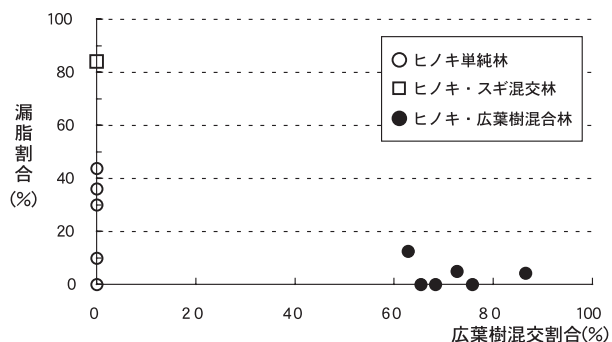


図4 広葉樹の占める割合と漏脂病罹災本数割合との関係

[問い合わせ先：福井県総合グリーンセンター 森林育成保護研究グループ TEL. 0776-67-0002]

20 ヒノキ林における樹冠の量と形態を推定する方法の確立

奈良県森林技術センター

和口美明・南 宗憲

研究の背景・ねらい

木材生産を主目的として人工林を管理するには、確かな生産目標と、それに合った施業体系を採択する必要があります。生産目標を決定する要因には、生産される幹材の量（材積）と形質（年輪幅、幹形）がありますが、現在のところ幹材の形質を予測する手法が確立されていないので、試験研究結果を踏まえて提案された新しい施業体系も現場ではなかなか普及しません。本研究の最終目標は、様々な施業体系から生産されるヒノキ幹材の量と形質を予測する方法を確立することであり、その目標を達成するためには樹木の成長を陽樹冠を基に考えるのが有効です。そこで本研究では、最終目標を達成するための第一段階として、様々な生育段階、様々な立木密度におけるヒノキ陽樹冠の形と大きさを推定する方法を構築しました。

成 果

- 1 ヒノキの陽樹冠縦断面形を式： $r = az^b$ （ r は梢端からの距離 z (m) における樹冠半径 (m)、 a および b はパラメータ）で表現した時の、パラメータの特性を検討しました。その結果、 a は個体ごとに固有の値を、 b は個体間で共通の値を有することがわかりました。ヒノキ同齢林 6 林分で採取した 112 本のヒノキから得た b の値は 0.686 でした。
- 2 パラメータ a を推定する方法を作り出すために、 a と一年間の樹高成長量 (HI: m/年) の関係を検討しました。その結果、両者の関係は式： $a = cHI^d$ （ c および d は係数）で近似できました（図 1）。112 本のヒノキから得た係数 c および d の値は 0.401 および -0.299 でした。
- 3 ヒノキ同齢林における陽樹冠基底断面面積合計 (G : m²/ha) と立木密度 (ρ : 本/ha) の関係を検討しました。その結果、両者の関係は式： $1/G = e/\rho + f$ （ e および f は係数）で近似できました（図 2）。ヒノキ同齢林 7 林分から得た係数 e および f の値は 0.0407687 および 0.0000873 でした。
- 4 以下に示す 3 つの仮定を設けることによって、ヒノキ陽樹冠長を推定する方法を構築しました。(1) 陽樹冠縦断面形は式： $r = cHI^dz^b$ で表現できる。(2) 陽樹冠基底断面面積合計と立木密度の間には式： $1/G = e/\rho + f$ が成立する。(3) 同一林分内では、陽樹冠基部高はすべての個体で等しい。

推定方法の有効性を検証するため、36 年生のヒノキ同齢林を対象に陽樹冠長を推定し、実測値と比較しました（表 1）。その結果、実測値と推定値の間に有意な相関が認められました（図 3）。また、実測値と推定値の平均値には有意差は認められませんでした（表 2）。このことは、推定結果が精度および正確度の点で有効であったことを示しています。そして、陽樹冠長を推定する過程において陽樹冠縦断面形が仮定 (1) により決定しますので、陽樹冠体積や陽樹冠表面積といった陽樹冠の大きさも本推定方法によって推定できることとなります。

成果の活用

冒頭にも記しましたように、本研究の最終目標は、様々な施業体系から生産されるヒノキ幹材の量と形質を予測する方法を確立することです。その目標を達成するために、今後、陽樹冠量から幹材の量と形質を予測する方法を構築する予定です。そして、その結果得られる成果と今回得られた成果を組み合わせることによって、最終目標の達成を目指します。

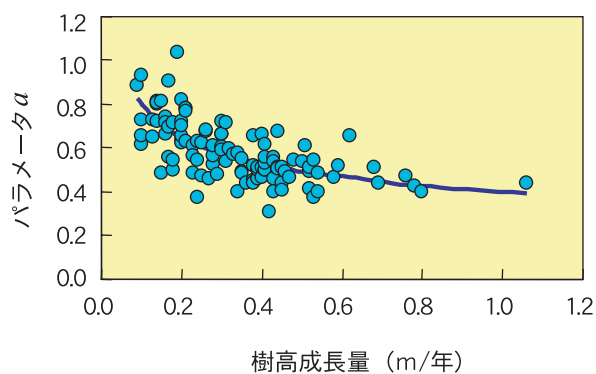


図1 樹高成長量とパラメータ a の関係

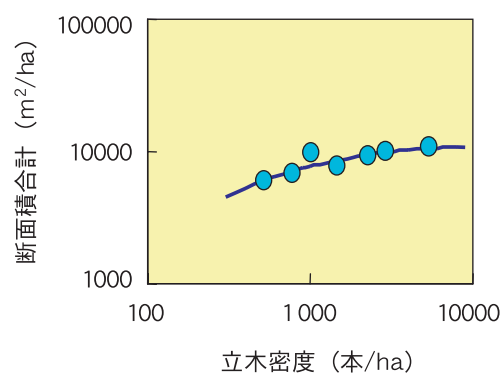


図2 立木密度と陽樹冠基底断面積合計の関係

表1 推定方法の有効性を検証するために調査した36年生ヒノキ同齢林の概要

調査区 記号	林分密度 (本/ha)	平均 樹高 (m)	平均 胸高直径 (cm)	調査木 本数 (本)
A	4983	13.3	12.8	15
B	2523	14.6	14.9	15
C	1483	16.1	17.1	15

表2 陽樹冠長の実測値と推定値の比較

調査区 記号	平均値±標準偏差 (m)		t -値
	実測値	推定値	
A	1.61 ± 0.76	1.48 ± 0.93	0.939
B	2.78 ± 0.61	2.98 ± 0.89	-1.477
C	3.59 ± 0.82	3.82 ± 1.03	-1.756

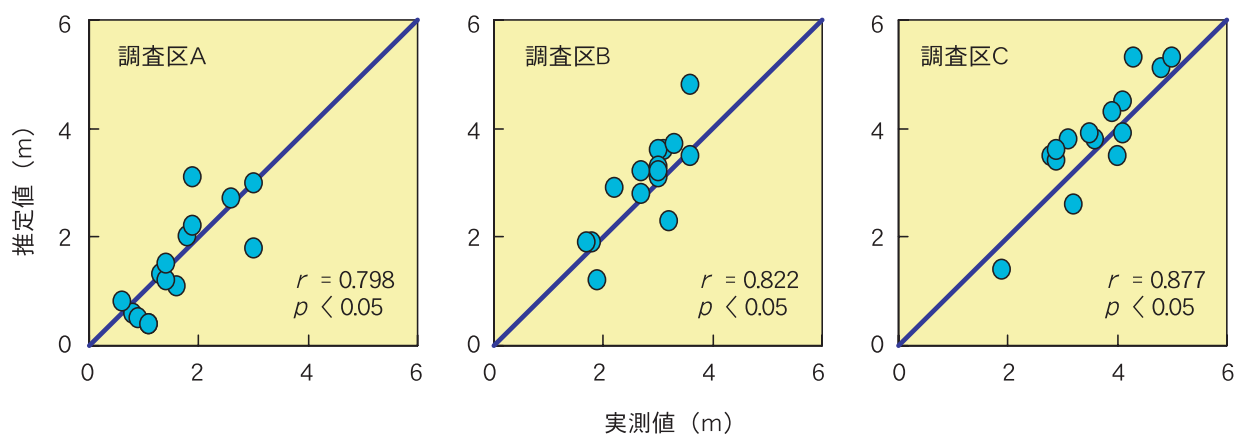


図3 陽樹冠長の実測値と推定値の比較

図中の直線は1:1の線を表しています。

〔問い合わせ先：奈良県森林技術センター 森林資源課 TEL. 0744-52-2380〕

21 さし木に適したマツノザイセンチュウ抵抗性 クロマツの選抜

佐賀県林業試験場 研究開発担当

宮崎潤二・石松誠*

研究の背景・ねらい

現在、マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの苗木は抵抗性クロマツ採種園産の種子から育てられています。しかし、生産される苗木はクローンではなく採種園産の実生苗なので親の抵抗性より優れたものも劣るものもあり、親の抵抗性をそのまま引き継ぐということはありません。このため、マツノザイセンチュウの人工接種検定が必要であり、作業手間と得苗率の低さから生産コストが高くなっています。

このため、接種検定が不要で抵抗性の均一な苗の安定生産が期待できるさし木に適したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの優良クローンの選抜を行いました。

成 果

平成 9 年 3 月に佐賀県唐津市鎮西町にある抵抗性クロマツ採種園産の種子 798 粒を佐賀県林業試験場内の苗畑に播種し、発芽した実生苗 640 本を平成 10 年 3 月に同佐賀県林試内の苗畑に移植しました。これらを育成した実生苗 619 本に対し、平成 11 年 7 月にマツノザイセンチュウ（島原個体群）を苗木 1 本当たり 5,000 頭ずつ人工接種（表 1）した結果、生存本数は 156 本でした。人工接種で生き残った 156 本を同年 12 月に佐賀県林試内に移植して採穂園を造成しました。

平成 14、16 年に、この採穂園から採取したさし穂を用いてさし木試験（表 2）を実施しました。さし付け時期は 3 月または 4 月とし、さし穂は約 5cm に調製し、発根促進処理後（オキシベロン原液に数秒間浸漬）、鹿沼土 4：パーミキュライト 1 を混合したさし床にさし付けました。さし木の管理はガラス温室内で行い、灌水はミスト灌水装置により 1 日 2 回～5 回行いました。同年 10 月に発根調査を行い、採穂台木ごとの発根率を調査しました。さし木試験により得られたさし木苗は、翌春に苗畑に床替し、養苗した後、同年 7 月下旬にマツノザイセンチュウ（島原個体群）を苗木 1 本当たり 5,000 頭ずつ接種し、接種から 20 週間後時点での生存率を調査しました。以上の結果から、発根性が高く、かつマツノザイセンチュウ抵抗性が高いと思われる 9 クローンを選抜し、平成 17 年に再度同様の試験を実施しました。平成 14、16、17 年の 3 度のさし木試験結果から、平均発根率が 93%（図 1）と非常に高く、さし木増殖に適していると思われる 1 クローンを選抜しており、品種登録の出願予定です（写真 1）。

成果の活用

今回選抜した優良クローンはマツノザイセンチュウ抵抗性が高く、さし木による増殖が可能であるため、接種検定を省略でき、生産コストを抑えることができます（図 2）。現在、さし木によるマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの生産に向けて苗木生産者へのさし木技術の普及を図るとともに、今後は選抜した優良クローンの苗木生産体制を整備するため採穂園の造成を計画しています。また、九州大学や九州内各県林試等と共同でこうした優良クローンをさらに数多く選抜する研究に取り組んでいます。

知的財産取得状況

品種登録出願予定

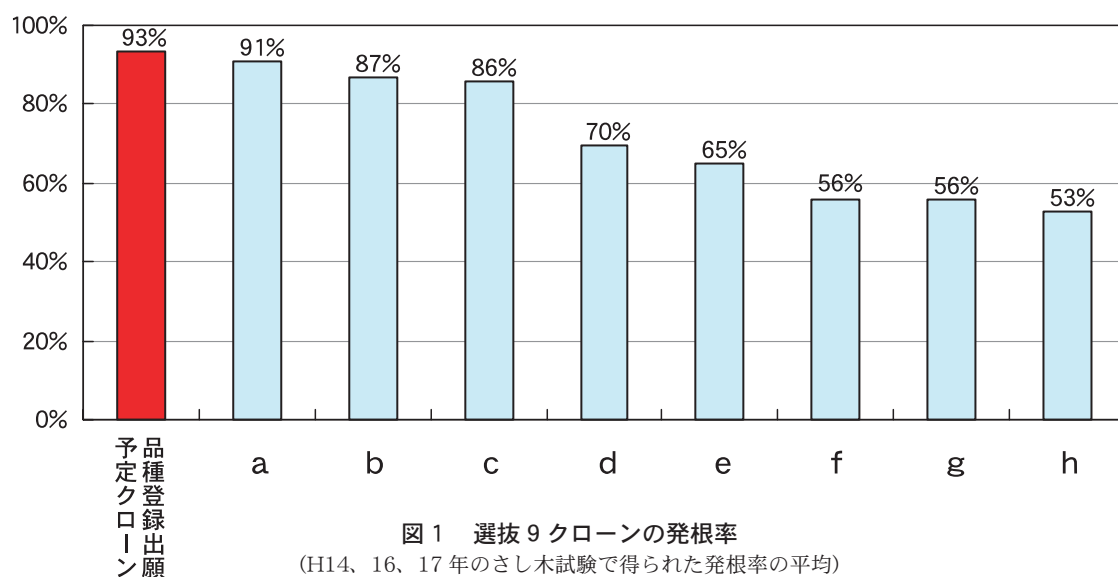
* 元佐賀県林業試験場

表1 人工接種試験条件

接種時期	7月下旬
線虫の系統	島原個体群
接種頭数	5,000頭/苗1本あたり
接種方法	改良剥皮法
接種場所	林業試験場苗畑

表2 さし木試験条件

時期	3月または4月
用土	鹿沼土+バーミキュライト(混合比4:1)
挿し穂の部位	前年枝
挿し穂の長さ	約5cm
発根促進処理	オキシベロン原液(IBA濃度4,000ppm)に数秒間浸漬
挿し木場所	ガラス温室
水やり	ミスト灌水装置による自動灌水



さし木増殖による抵抗性クロマツ生産フロー

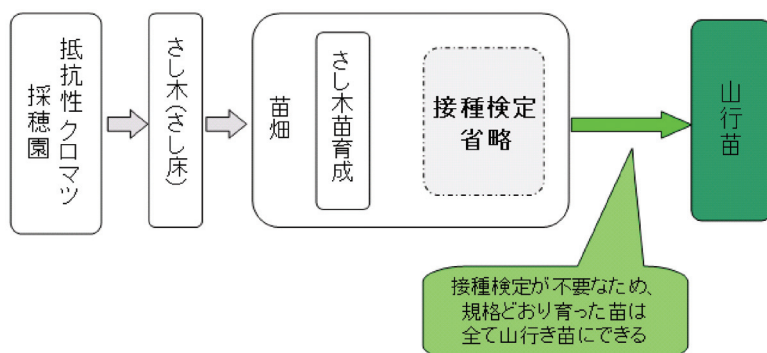


図2 さし木増殖による抵抗性クロマツ生産フロー



写真1 品種登録出願予定クローンの発根状況

[問い合わせ先: 佐賀県林業試験場 研究開発担当 TEL. 0952-62-0054]

22 炭素固定能の高いグイマツ雑種 F₁ の品種開発

北海道立林業試験場
北海道立林産試験場

黒丸 亮・来田 和人・内山 和子
安久津 久・藤本 高明・根井 三貴

研究の背景・ねらい

我が国における地球温暖化防止策として、京都議定書における第2約束期間に向けた林木育種の最重要課題は、炭素固定能の高い森林造成のための品種開発です。北海道の主要樹種のうち、炭素固定能に関して最も期待できるのはグイマツ雑種 F₁ (グイマツ×カラマツの雑種第一代) です。その理由は、成長や材の強度が優れているうえ、カラマツよりもネズミの食害や風雪害にも強いなど、造林の安全性をより担保することが分かってきたからです。本研究は、北海道における地球温暖化防止策として森林における炭素吸収源の充実を図るため、炭素固定能の高いグイマツ雑種 F₁ 家系やその親木を明らかにし、その結果から、選抜した親木からの増殖法を検討するとともに、用材生産のための施業体系上での効果を推定します。

成 果

1 炭素固定能の高い家系・親木の選抜

炭素固定量が最も高い値を示した雑種 F₁ 家系は中標津 5 × 十勝 35 (106.1Ct/ha、写真 1)、種子親ではグイマツ中標津 5 (84.2Ct/ha : 6 花粉親による平均)、花粉親ではカラマツ十勝 35 (93.2Ct/ha : 4 種子親での平均) となり、既存の精英樹クローン採種園産である育種カラマツの値 (82.5Ct/ha) よりもそれぞれ、29、2、13% 上回り (図 1)、統計学的解析の結果でも種子親、花粉親の効果が認められました。

2 用材生産上の効果の推定と増殖方法

種子親をグイマツ中標津 5 号とした雑種採種園産種苗 (花粉親は不特定のカラマツ) を植栽して 40 年経ったときの樹幹の炭素固定量を地位指数、植栽密度別に試算した結果、搬出できる炭素固定量の最大値は、地位指数が上がるにつれ 65.7 ~ 135.5Ct/ha となり、育種カラマツでの値よりも 7 ~ 20% 上回りました (図 2)。また、間伐材を含む収穫材積でみると地位指数によって 280.1 ~ 577.5m³/ha となり育種カラマツよりも 2 ~ 15% 上回りました (図 3)。なお、搬出できる炭素固定量が最大になる植栽密度は地位指数に係わらず 1500 ~ 1600 本/ha であり、林地残材として収穫できない量は 1 割未満でした。

以上の結果から、当面の種苗生産の方法としては、中標津 5 を種子親とする単一クローン母樹採種園* と幼苗からのさし木増殖を組合わせた方式が実用的です。

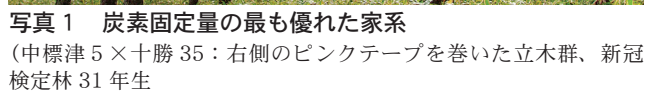
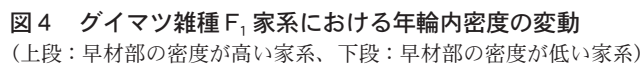
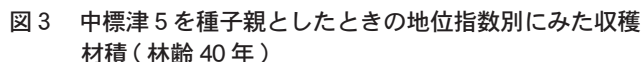
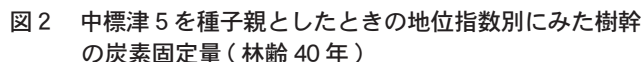
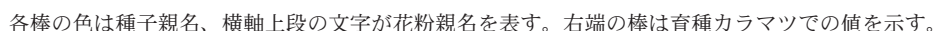
(*単一クローン母樹採種園：カラマツ採種園に単一のグイマツクローンを種子親として列状に植え込んだ採種園で、従来の採種園よりも高品質の雑種種子を効率的に生産できます。)

3 早材部密度の高い家系の発見

材密度の高い家系の中には、明らかに早材部の密度が高いものが確認され (図 4)、ラジアータパインのように低密度植栽でも材質低下の心配がない新たなブランドとして期待できます。

成果の活用

本研究の成果は、北海道が策定した「採種園整備長期計画」に基づく優良クローンによる採種園の更新によって、炭素固定能の高い種苗生産へ反映されます。単一クローン母樹採種園ではすでに中標津 5 号からの種子採取を行っています。また、幼苗からのさし木増殖方法の技術移転に関しては、今年度から 12 社の種苗生産者を対象に進められています。数年後には年間 5 ~ 10 万本程度の生産を目指しています。



44

23 ムラサキシメジ人工栽培技術の開発

宮城県林業試験場

玉田克志

研究の背景・ねらい

新しいきのこ栽培品種を開発して商品化することにより、農山村地域の活性化を図ることを目的として、これまでに宮城県では、ハタケシメジの野外（露地）栽培用品種「みやぎLD1号」、空調施設におけるビン栽培用品種「みやぎLD2号」を開発し、季節栽培と周年栽培の組み合わせによる生産体制を整備しているところです。さらに、これに続く新しいきのこ栽培品目として、野生きのこの中でも人気の高く、栽培化の要望が高い品目であるムラサキシメジに着目し、この人工栽培技術の開発に取り組んできました。

成 果

平成8年度から、ムラサキシメジの人工栽培に適した優良品種の選抜と野外栽培法の開発を行ってきました。品種選抜にあたっては、野生株等合計31のムラサキシメジ菌株を栽培試験に供試し、この中から発生量が多く、紫色が濃く、土臭さが少ない味の良い優良な菌株「HS-1」を選抜して、人工栽培試験に用いました。ムラサキシメジはこれまでに、空調施設内及び野外での子実体形成には成功していましたが、コストや発生量等の問題で栽培実用化に至っていませんでした。これを踏まえて、今回の試験では普及性を最大限考慮して、高価な資材を必要とせずかつ管理の容易な低コスト栽培技術の開発を目標としました。その結果、広葉樹林内におけるムラサキシメジ野外栽培法である「落ち葉マウンド法」の開発に至りました（図1）。

落ち葉マウンド法は、林内地表面にバーク堆肥5～10kgを1m程度の円形に薄く敷き、この上にムラサキシメジの完熟菌床を方形に4つ設置し、これを落ち葉でマウンド（山盛り）状に被覆するという栽培方法です（写真1）。5月下旬～6月上旬にマウンドを設置することで、菌床から菌糸が被覆した落ち葉に伸長し、落ち葉を分解しながら自然に増殖してシロを形成することで、10月下旬～12月上旬にかけて、主に設置したマウンドの周縁部に円状にきのこが発生します（写真2）。ムラサキシメジの生態を利用した極めて自然に近い栽培方法であり、難しい管理も特に必要ないことから、一般の農林家も簡単に取り組むことが可能です。

さらに、自然条件下で無殺菌バーク堆肥等でムラサキシメジ菌糸を培養し、これを完熟菌床の代替として落ち葉マウンド内に埋設する「簡易菌床法」は、より低コストで栽培が可能であり、一定の成果を得ています（図2、表1）。

成果の活用

平成18年度宮城県内では、栽培希望者への技術普及を推進するとともに技術の改良を図るために、県内一円で実証展示事業による現地適応試験を実施しています。また、栽培を希望する一部団体には、ムラサキシメジ菌床を有償配布することで、既に中山間地域を中心として栽培が実用化されています。

今回の栽培フローにおいて、種菌や菌床の販売者及び培地基材であるバーク堆肥の製造・販売者はいずれも県内企業であり、さらに、里山林等を栽培地として活用することから、地域産業振興への貢献並びに広葉樹林整備への波及効果が期待されます。

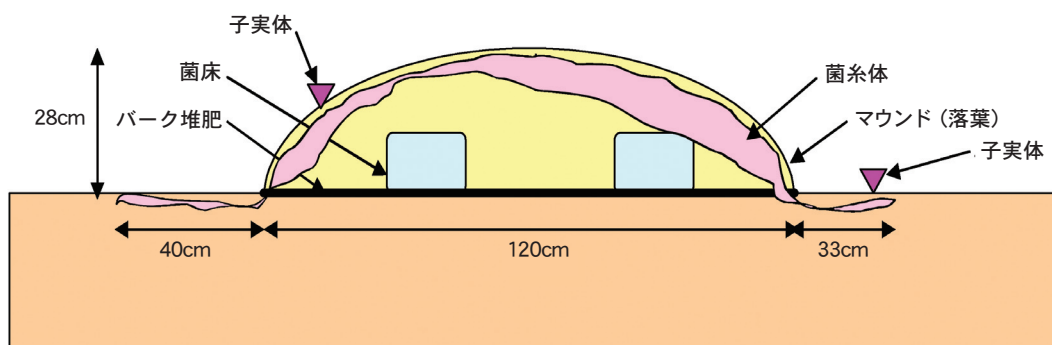


図1 ムラサキシメジ「落ち葉マウンド法」模式図



写真1 落ち葉マウンドの設置



写真2 子実体の発生

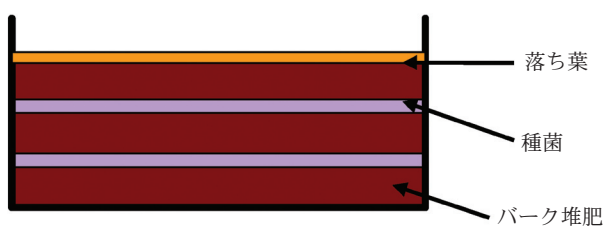


図2 簡易菌床の調製方法

ムラサキシメジ種菌 400cc (2 層分) と無殺菌バーク堆肥 18 リットル (3 層分) を容器内に交互に層状敷設し、最上面を落ち葉で被覆。自然培養し菌糸が容器内に蔓延したら、この培養物を形成し菌床の代替として落ち葉マウンドに埋設。

表1 H16年度の栽培試験におけるマウンド当たりの子実体発生量
(単位 g、2 マウンドの平均値)

試験地	完熟菌床	簡易菌床
1	1,445	870
2	1,861	645
3	1,800	475
4	1,325	1,030
全平均	1,608	755

[問い合わせ先：宮城県林業試験場 研究開発部 TEL. 022-345-2816]

24 エノキタケ新品種「雪ぼうし 2 号」の開発

新潟県森林研究所 きのこ・特産課

本間広之・武田綾子

研究の背景・ねらい

新潟県はきのこの主要生産品目であるエノキタケの品種開発試験に取り組んでおり、これまでに「新潟林試 Fv1 号」、「新潟林試 Fv2 号」、「雪ぼうし」の 3 品種を品種登録しました。特に 3 品種目の「雪ぼうし」は高い収量性を有し、県内栽培者への普及が期待されました。しかし、栽培適応環境が従来品種と若干異なるために生産現場での栽培方法の確立が難しく、一時的に利用されたものの実用化には至りませんでした。

そこで、「雪ぼうし」等を母材料とした交配による育種試験を継続し、さらに実用性の高い品種の開発を目指しました。

成 果

- 1 育種試験により開発した優良な 4 系統を用い、栽培農家での委託栽培試験等を行った結果、「雪ぼうし」よりも適応環境の幅が広くて栽培しやすく、収量性・品質等で非常に有望と思われる 1 系統を選抜しました。
- 2 「雪ぼうし」の名称は公募しており、この後継品種であることから「雪ぼうし 2 号」という名称に決定しました（写真 1）。
- 3 「雪ぼうし 2 号」について「雪ぼうし」、「TK」を対照品種とし、品種登録制度に基づく特性調査を実施しました。その結果、「雪ぼうし 2 号」は「雪ぼうし」と比較して
 - ・株の接着程度が強い
 - ・あめ状物質の生成が少ない
 - ・子実体収量が多い
 等の点で区別ができました。また、「TK」と比較して
 - ・株の接着程度が強い
 - ・有効茎数が少なく有効茎数と子実体収量の比率が小さい
 - ・子実体の生育期間が長い
 - ・子実体収量が多い
 等の点で違いが見られました（表 1、図 1）。特に子実体収量は「雪ぼうし」、「TK」よりも 1 割程度多くなりました。また、茎重型であることから食べたときの歯応えの良さを得ることが出来ました。
- 4 上記以外の違いとして、品種登録の特性調査項目にはありませんが、「雪ぼうし 2 号」は他の 2 品種に比べ「茎基部の細まりと枯れた部分」がほとんど見られず、この違いが外観上の良さや子実体収量に良い影響を与えていると思われます（写真 2）。
- 5 「雪ぼうし」には“傘が開きやすい”という短所があり、栽培室の光・風環境や二酸化炭素濃度に細かな調整が必要でしたが、「雪ぼうし 2 号」は傘の巻き込みが強いいため、光や風による抑制を十分活用でき、二酸化炭素が低濃度でも傘が開かなくなりました。また、抑制・生育工程でゆっくり成長することで、栽培日数は若干増えるものの株元や茎が太く、収量性が高くなりました。

成果の活用

新潟県は JA（種菌センター）と許諾契約を結び、栽培現場に種菌提供を行う体制を整えました。その結果、1 名の生産者が実用導入を開始し、店頭での販売も始まりました。また、実用導入を視野に入れた試験栽培を行っている生産者が数名おり、確実に普及が進んでいます。（H18 年 11 月現在）。

また、品種の違いを消費者に PR することが重要になると考え、キャラクターを独自にデザインして新たなパッケージを製作しました（写真 3）。キャラクターデザインは、日本アニメ・マンガ専門学校生に依頼し、数十点の候補の中から優良な 1 点を選出しました。

知的財産取得状況

「雪ぼうし 2 号」について、平成 17 年 12 月 14 日付けで品種登録出願を行い、平成 18 年 5 月 9 日付けで出願が受理されています。

表 1 雪ぼうし 2 号の特性調査結果（抜粋）

特性項目	雪ぼうし 2 号	雪ぼうし	TK
株の接着程度	強	中～強	中～弱
あめ状物質の生成	かなり少	中	少
子実体収量	171.2g	154.6g	155.0g
有効茎数	439.6 本	410.4 本	529.8 本
有効茎数／子実体収量	2.4 (非常に茎重型)	2.6 (かなり茎重型)	3.4 (茎重型)

品種登録出願時の特性表から作成

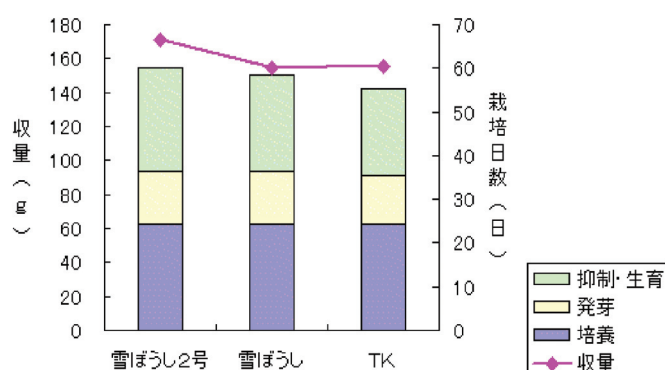


図 1 収量と栽培日数



写真 1 雪ぼうし 2 号

(種苗法に基づく特性調査方法による 800ml 瓶での栽培事例)



写真 2 茎基部の細まりと枯れの違い



写真 3 独自のキャラクターを使用したパッケージ

デザイン：日本アニメ・マンガ専門学校 西脇 奈央子さん

[問い合わせ先：新潟県森林研究所 きのこ・特産課 TEL. 0254-72-1173]

25 ナメコ野生株の空調施設栽培による特性評価

長野県林業総合センター特産部

増野和彦

研究の背景・ねらい

ナメコ (*Pholiota nameko*) は、日本国内において約 25,000 トンが生産されている主要な栽培品目です。天然分布は、沖縄県を除く日本、台湾等の極東地域に限られており、日本の固有種に近いものです。長野県においては、昭和 57 年以来全国第 1 位の生産量を上げており、中山間地域の重要な特産品の一つです。

現在、ナメコ生産方式の主力は、空調施設を用いた菌床栽培となっています。使用品種は、「極早生品種」と言われる効率性を重視したものです。しかし、ナメコの生産現場では、これまでにしばしば「発生不良現象」が起きています。

この原因の一つとして、発生不良を引き起こし易い、限られた菌株が育種素材として用いられていることが指摘されています。そこで、利用できる育種素材を増加させるため、日本国内でナメコ野生株を収集して遺伝資源の充実を図りました。また、これらの遺伝資源を活用して空調施設栽培用品種の優良素材を選抜するため、ナメコ野生株の特性を評価しました。

本研究の一部は、林野庁の補助金研究事業「菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良」(平成 3～7 年度) 及び「ニュータイプきのこ資源の利用と生産技術の開発」(平成 8～15 年度) の一環として実施したものです。

成 果

森林総研、公立研究機関、きのこ関係機関と協力して、ナメコ野生株の収集をこれまでに 1 道 13 県（北海道、青森県、秋田県、山形県、福島県、新潟県、富山県、石川県、福井県、岐阜県、奈良県、鳥取県、高知県、長野県）で行いました（図 1）。その結果、349 系統のナメコ野生株を収集して保存しています。

収集したナメコ野生株 312 系統とナメコ栽培品種 6 系統について栽培試験を行い、菌床栽培適性を調べました。調査結果を基に、一番収穫所要日数、一番収穫の収量データを用いて、多変量解析の一手法である主成分分析を行い、極早生品種としての特性のグループ分けを試みました。その結果、空調栽培用の極早生品種の優良育種素材をグループ I～IV に分類して計 21 系統を選抜しました（図 2、写真 1）。

一番収穫の結果と最終収穫までの結果による菌株間の順位の相関性を、ナメコ野生株 217 系統とナメコ栽培品種 6 系統についてスピアマン及びケンドールの順位相関を算出して検討しました。一番収穫の収量による順位と発生処理後 120 日間の最終累積収量による順位の間に、スピアマンの順位相関で 0.4、ケンドールの順位相関で 0.3 の正の相関関係がありました。これにより、一番収量のみで最終累積収量の高い菌株を選抜した場合の精度を把握できました。

成果の活用

収集及び選抜した菌株は、育種素材として、新品種の開発に利用しています。また、これらの菌株の一部を、共同して収集した森林総合研究所を通じて、農業生物資源研究所ジーンバンクに登録保管しています。

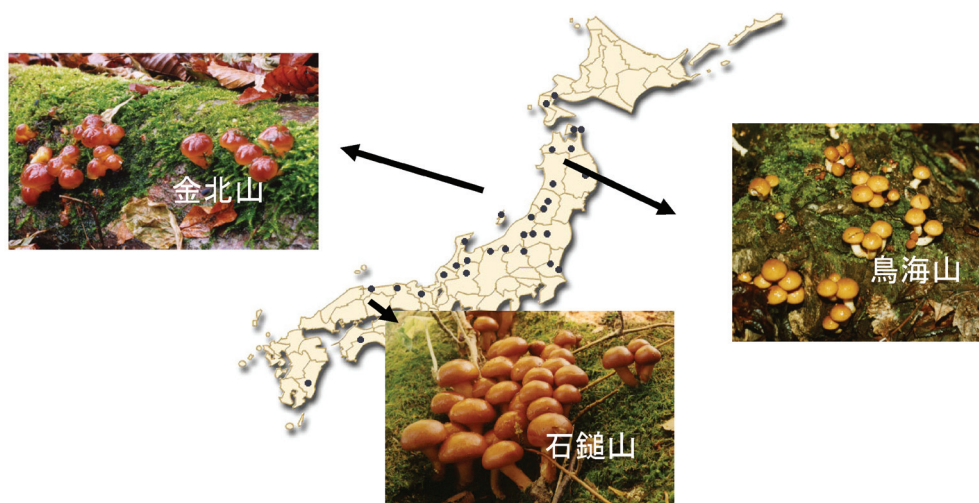


図1 ナメコ採集地（ブナ林）と野生ナメコの発生状況

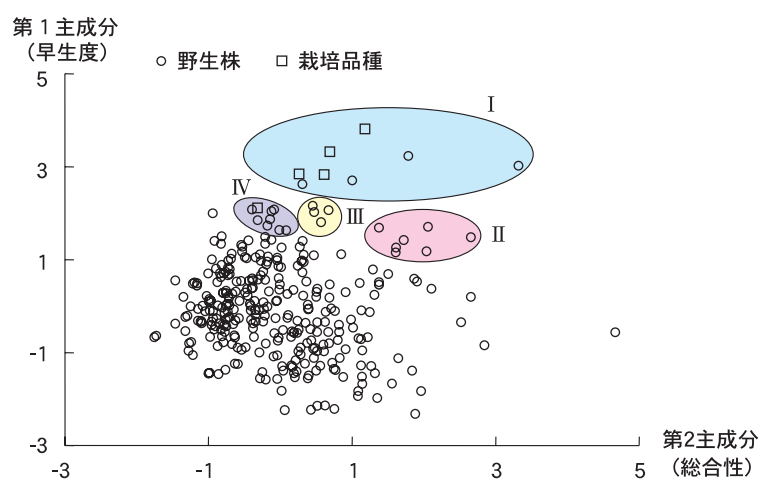


図2 ナメコ野生株の菌床栽培による主成分分析



写真1 選抜したナメコ野生株の空調栽培による発生状況

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

26 シイタケ上面栽培におけるキノコバエ類の防除技術の開発

岐阜県森林研究所 森林資源部 井戸好美

研究の背景・ねらい

岐阜県の菌床シイタケ栽培は、昭和 63 年頃から県北部を中心に農閑期作物として導入され、ハウス等で簡易に栽培できることから順調に生産量を伸ばしています。ところが近年、栽培施設にクロバネキノコバエ類(以下、キノコバエ)が発生し、問題となっています。キノコバエを防ぐための農薬の登録がなく、農薬が登録されたとしてもその使用は健康食材としてのイメージを損ねることから、生産者は農薬を使用しない防除技術の開発を望んでいます。

これまでの研究から、被害が多発する上面発生方式でキノコバエ発生を抑えるには注水方法が重要であり、浸水処理が有効であることがわかってきました。そこで、被害が多発する上面発生方式で浸水処理の回数によるキノコバエの防除効果について検討しました。

成 果

菌床シイタケの上面発生方式での浸水処理法は、シイタケを収穫した後、栽培袋内に水を加えて菌床を水の中に沈めた状態にして 20 時間程放置します。その後水切りをして新しい水を加えます(図 1)。

12 月と 1 月に浸水処理を行う浸水 2 回区と 1 月に浸水処理を行う浸水 1 回区の試験区と浸水処理を行わず散水のみ行う対照区の間で比較を行いました。キノコバエの防除効果は、廃水中のキノコバエ幼虫数と室内で捕獲したキノコバエ成虫の個体数で検討しました。

菌床浸水処理後の廃水中のキノコバエ幼虫数は、浸水 1 回区では対照区に対して、顕著な差は見られませんでした。しかし、浸水 2 回区では対照区の半分以下と少なくなりました(図 2)。浸水処理は、キノコバエの発生密度が低い早期(12 月)に行うことで長期の抑制効果が期待できます。

また、浸水処理回数が増加すれば、シイタケ発生終了後におけるキノコバエ成虫の粘着板捕獲個体数は、減少する傾向にありました(図 3)。これは、菌床を浸水することで菌床上面もしくは側面に棲息するキノコバエの幼虫を死亡させることができるからだと思われます。その後袋内の水を新しい水と交換することで幼虫を洗い流すことができ、浸水処理回数を増やすと幼虫の絶対数が減少し、それに伴い成虫数も減少すると考えられます。浸水処理回数は、1 回よりは 2 回行った方がキノコバエの成虫数を減らすことができると考えられます。

成果の活用

キノコバエ発生を抑える栽培技術は、浸水処理が有効です。その他には使用済みになった菌床を早期に廃棄処理することやシイタケの採取カスなどを放置せず、施設内を清潔にすることにより、キノコバエの発生源をなくすることが重要です。これらの研究成果は、菌床シイタケ生産者との情報交換会で成果情報として伝えるとともに技術の移転を行い、成果の定着を図っています。また、研究成果に関する情報を広く提供するため、林業関係機関誌へ投稿するとともに、各種の研修会や学会などで成果を報告しています。

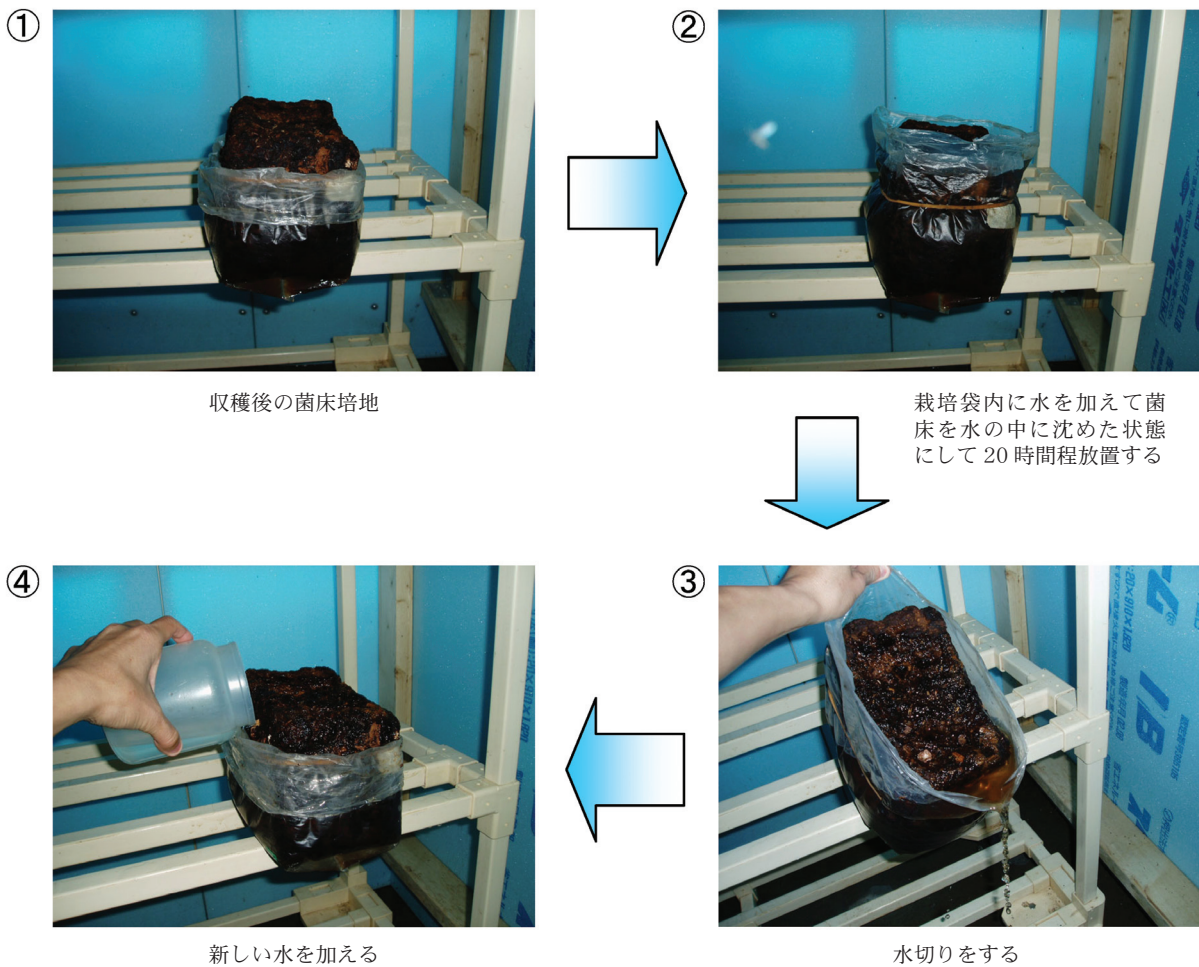


図1 シイタケ上面発生方式の浸水処理法

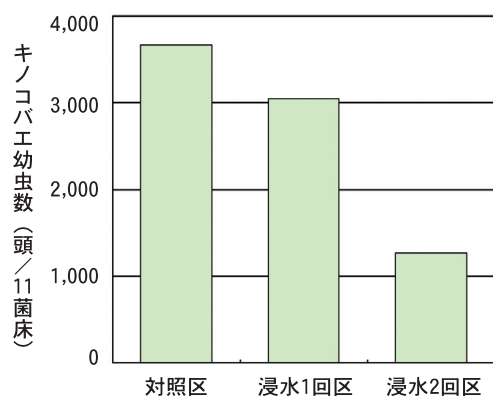


図2 浸水処理回数別の廃水中のキノコバエ幼虫数

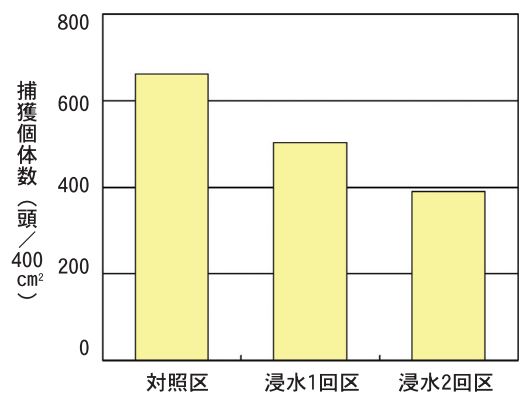


図3 浸水処理回数別キノコバエ成虫の捕獲個体数

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

27 新築木造住宅の室内空気質の調査と改善方法の検討

北海道立林産試験場

石井誠

研究の背景・ねらい

1990年代に入って、室内空気中の揮発性有機化合物(VOC)が主要因であるシックハウス症候群が注目されました。それに対処するため、2003年に建築基準法が改正されるなど、法整備が行われた結果、室内空気質はかなり改善されたと言われています。しかし、高気密住宅が多い北海道の新築住宅の室内空気質に関しては、十分な検証がなされていませんでした。さらに、住宅自体の空気質が改善されていたとしても、後から持ち込まれる家具からVOCが放散することによる室内空気の汚染が考えられます。そこで、北海道の新築未入居住宅の室内空気質の調査および家具から放散するVOCの測定を行うことによって現状を把握するとともに、VOC濃度が高い場合の改善策について検討を行いました。

成 果

室内空気質の調査の結果、VOC濃度が厚生労働省指針値を超過した複数の住宅が見られました(図1)。また、指針値が示されていないVOCについても、比較的高濃度の住宅が見られました(図2)。これらの発生源は、塗料やワックスに含まれる溶剤であると考えられました。このタイプのVOCは、表面層から放散しているため、濃度低減が早いと考えられることから、竣工後1ヵ月程度多めの換気を行うことによって、室内空気質を改善することができました(図3)。

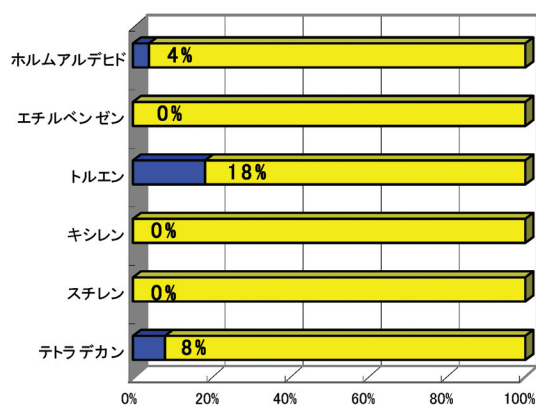
また、合板や集成材などで使用されている接着剤から放散するホルムアルデヒドやアセトアルデヒドは、材料内部から徐々に放散することから、短期間で低濃度にするのが難しいため、吸着剤の使用や放散源の除去が効果的です。そのため、現場で材料表面から放散するVOCの測定を行い、各部位の濃度の相对比较を行うことによって(表1)、放散源を推定する簡易測定方法を開発しました。その結果推定された放散源の材料を小形チャンバー法で精密測定を行い、そこで得られた放散量から室内濃度を予測する探査手法を開発しました(図4)。

住宅の室内空気性状が健全になっても、後から持ち込まれる家具がVOCの放散源になることが考えられます。そこで、大形チャンバーを用いて市販家具のVOC放散量の測定を行いました。また、家具のVOC放散性能の評価手法を提案し、市販家具の性能評価を行いました。その結果、ほとんどの家具でF☆☆☆*以上の性能でしたが、一部の輸入家具で非常に高いホルムアルデヒド放散が見られました(表2)。このことから、今後は後から持ち込まれる家具などについて、十分な注意が必要であると言えます。

* Fスター表示は、合板、木質系フローリング、構造用パネル、集成材などはJASに、MDF、パーティクルボード、接着剤、塗料などはJISに定められたホルムアルデヒド放散区分です。

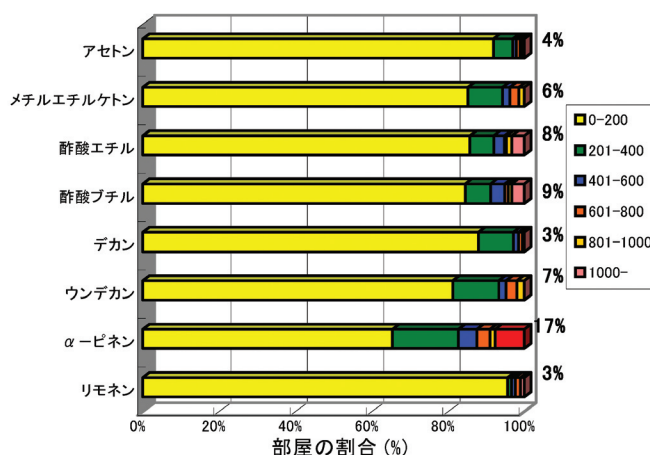
成果の活用

本研究の成果を活用して、家具梱包材や学校の教室で使用できる吸着材料を、民間企業と共同で開発しています。また、林産試験場ホームページ上にVOCに関するページを掲載し、一般の方にも分かりやすい解説を行っています。<http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/yomimono/VOC/index.html>



指針値を超過した部屋の割合

図1 VOC測定結果
(厚生労働省指針値のある物質)



凡例の単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$
(右端の値は $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (TVOC厚生労働省補完的指標) 以上の割合)

図2 VOC測定結果
(厚生労働省指針値のない物質)

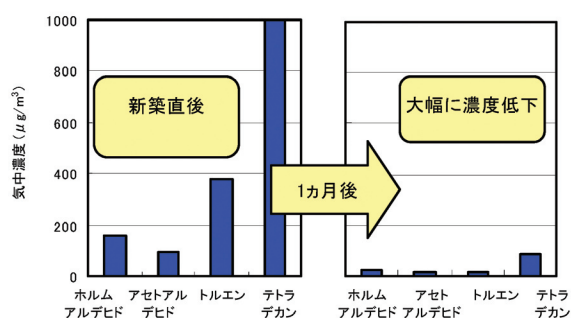


図3 新築1ヵ月後のVOC濃度変化

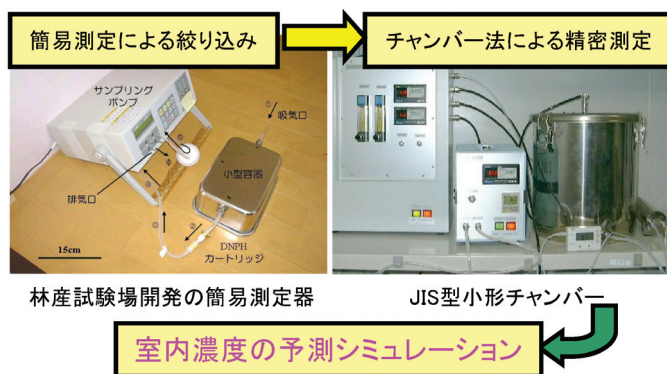


図4 簡易測定と精密測定による放散源探索

表1 簡易測定結果

部位名	室内空気	天井	壁1	壁2	壁3	床1	床2	机	いす	本棚
材質		石膏ボード	カラマツ羽目板	トドマツ羽目板	合板+クロス貼り	複合フローリング	複合フローリング(貼替)	木製	成形合板	合板
成分量 (mg/L)	78	59	64	99	114	97	161	88	356	138
相対比	1.0	0.8	0.8	1.3	1.5	1.2	2.0	1.1	4.5	1.8

成分量: 捕集量 1L あたりのホルムアルデヒド成分量 (mg/L)
相対比: 室内空気の成分量を 1 としたときの比
青字: ホルムアルデヒド放散源と思われる部位
赤字: 主要なホルムアルデヒド放散部位

表2 家具のホルムアルデヒド測定結果

試験体番号	試験体	推定放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	主な材料
1 ^a	ベッド部品	7	合板・広葉樹材
2 ^a	収納家具	2	広葉樹材
3 ^a	イス	-	集成材・合成皮革
4 ^a	チェスト	9	パーティクルボード・MDF
5 ^b	学童用椅子	3	成形合板
6 ^b	学童用机	5	成形合板
7 ^a	ベビーベッド	5	広葉樹材・合板
8 ^c	ワゴン	55	南洋材・MDF
9 ^a	収納家具	2	合板
10 ^a	チェスト	6	合板
11 ^a	チェスト	6	広葉樹材・合板
12 ^a	オーディオラック	2	合板
13 ^a	チェスト	0	広葉樹材・合板
14 ^a	食器棚	3	パーティクルボード

a: 旭川家具 b: 林産試験場開発製品 c: 輸入家具

[問い合わせ先: 北海道立林産試験場 企画指導部 TEL 0166-75-4233]

28 土木事業に使用された府内産木材の劣化評価手法の開発

京都府林業試験場

土屋幸敏・川添正伸

研究の背景・ねらい

地域産木材の活用や環境への配慮を目的に、木製土木施設の建設が全国的に進められており、京都府では代表的な施設として木製治山ダムの建設が進められています。しかし、木材を屋外で使用した際の耐久性の評価方法が確立されていないことや、腐朽による木材の強度低下が心配されています。

そこで、環境に配慮して防腐剤を使用していない屋外木製構造物を対象として、その腐朽状況を評価するための現場で使用しやすい調査方法を開発しました。また、現場に施工された部材の強度試験を行い、屋外使用年数と木材強度の関係を明らかにしました。

成 果

1 有効な腐朽劣化診断技術の開発

施工後6年まで経過した木製治山ダムの腐朽劣化状態を、3種類の非破壊測定機器（ピロディン、ファコップ、レジストグラフ）及び含水率計を用いて評価しました。その結果、非破壊測定機器の特徴が次のとおり明らかとなりました。

- ピロディンによる測定
 - ・含水率の影響を受けにくい
 - ・測定が簡単（現場の実務者の調査に適する）（図1）
 - ・木材腐朽の発生と進行が測定値に敏感に反映される
- ファコップによる測定
 - ・測定値が含水率の影響を受ける（含水率補正が必要）（図2）
 - ・初期の木材劣化の推定には適さない
- レジストグラフによる測定
 - ・木材の表面から内部までの腐朽状況を可視化できる（図3）

また、ピロディンとファコップの調査結果から、ピロディンによる劣化判定値（閾値）は打ち込み深さ33mmとなりました。これらの結果と現場での作業性を考えると、ピロディンで初期の腐朽状況を把握し、腐朽が疑われたものについては、レジストグラフを組み合わせる腐朽状況を確認することが有効であることがわかりました。

2 強度の経年変化

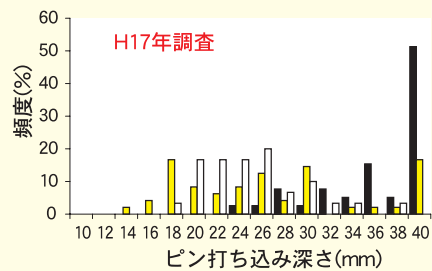
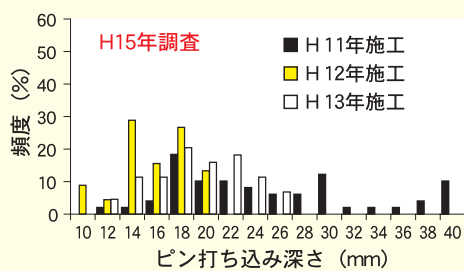
非破壊測定機器による調査時に、乾湿繰り返しを受ける部分（木製治山ダム袖部）と常時浸水している部分（同流水路部）の実大曲げ試験と心材部の縦圧縮試験を行いました。その結果、常時浸水部は曲げ強さ及び縦圧縮強さともに低下が見られず、一方、乾湿繰り返し部は心材部の縦圧縮強さは低下しませんでした。曲げ強さは4年目から低下が見られました。しかし、設置5年経過後の曲げ強さが一番低かった部材でも、木製治山ダムの設計曲げ強さに対して2倍の値を保持していることが明らかになりました（図4）。

成果の活用

京都府内に多数設置されている木製治山ダムの「管理マニュアル」に成果の一部が活かされています。また、他部門の担当者への木材利用の啓発と併せて、今年度から3カ年かけて、主にピロディンを用いた府内既設木製施設の耐久性調査を実施しています。



金属ピンの打ち込みの深さを測定

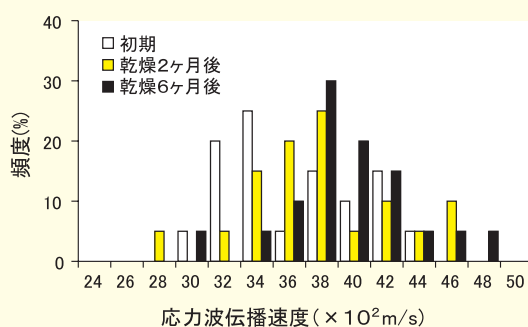


木製治山ダム袖部材の調査結果

図1 ピロディンによる木材耐久性の評価



応力波伝播時間を測定

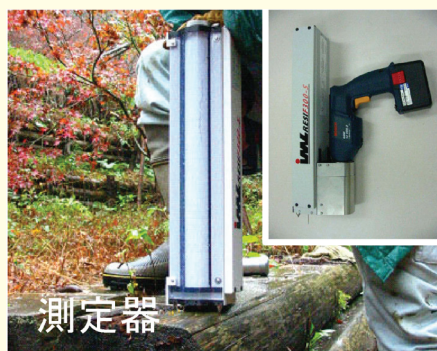


測定結果は、木材の含水率の影響を受ける

ファコップ測定結果 (m/s)			
測定時期	平均	最小	最大
初期	3536	2815	4337
乾燥2ヶ月	3661	2608	4581
乾燥6ヶ月	3854	2980	4641

電気抵抗式含水率計の測定値 (%)			
測定時期	平均	最小	最大
初期	41	22	82
乾燥2ヶ月	33	23	56
乾燥6ヶ月	22	12	33

図2 ファコップによる木材耐久性の評価



キリの切削抵抗を記録

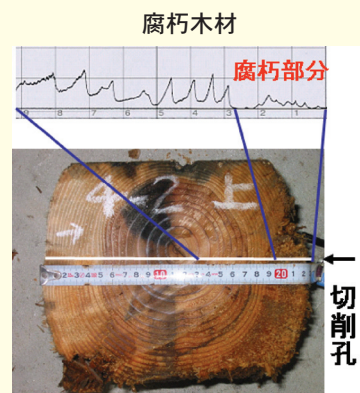
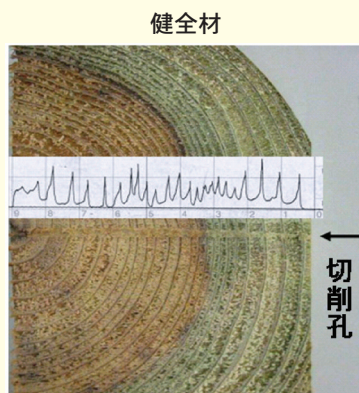


図3 レジストグラフによる測定

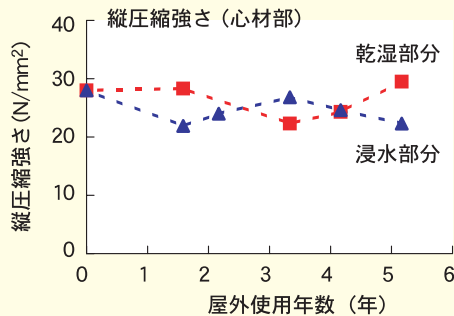
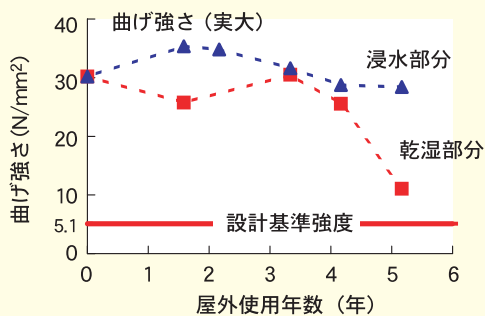


図4 使用年数別の木材強度

[問い合わせ先：京都府林業試験場 TEL. 0771-84-0365]

29 チップ燃料低コスト供給システムの開発

岩手県林業技術センター 森林資源部

佐々木誠一

研究の背景・ねらい

素材生産の歩留まり向上による事業の収益性改善や、自然エネルギーである木材をバイオマスエネルギーとして有効利用を図る観点から、土場残材や切捨て間伐材、低質材等の未利用木質資源をチップ化し、チップボイラーで燃焼させて熱利用することが期待されています。

そこで、燃料用チップを生産・供給する各作業工程の生産性や燃料として使用する場合の採算性を明らかにすることを目的に、作業システムや材の違いによるチップ化の生産性を調査し、チップ供給コストの試算を行いました。

成 果

製紙用チップ工場を利用したチップ供給システムと、移動式チップパーを利用したチップ供給システムについて、原料やチップの運搬作業効率、チップ化処理の生産性を分析し、運搬車両やチップ化処理方法の違いによる工程別のコストを算出しました。調査の結果、移動式チップパーを利用した場合と、チップ工場を利用した場合のチップ生産コストの違い（図 1）や、運搬する材の違い（チップ材、土場残材）による積込・運搬コスト（図 2）、運搬車両の違いによるチップの積込・運搬コスト（図 3）などの工程別データを得ることができました。

これらの工程別データを基に、チップ供給システム別のコストを試算したところ、燃料用チップは、重油換算コストよりも安く供給できること、さらにシステムの違いを比較すると、製紙用チップ工場を利用するシステムが最も安く供給でき、移動式チップパーを利用する場合には、専用土場やチップボイラー前でのチップ化システムが有利であることを明らかにしました（図 4）。

また、道路に隣接した切り捨て間伐林分であれば、製紙工場からの供給コストより高くなるものの、重油換算コスト（約 13,500 円）よりも安く供給でき、チップ燃料として重油と十分競争可能なコストで供給できることを実証しました（図 5）。

このことから、少なくとも林業地帯においては、チップボイラーの普及や専用土場等の整備を進めることにより、重油依存型の暮らしから脱却できる可能性があることがわかりました。

成果の活用

研究の成果は、当センターが発行する「研究報告」や「成果速報」に掲載したほか、森林利用学会などの林業関係の学会での発表、「機械化林業」等専門誌への投稿を行いました。

また、岩手県林業技術センター新技術解説シリーズ No.19「燃料用チップ供給の手引き」としてマニュアルを作成しました。これにより、チップボイラーを導入する場合の施設設計で配慮すべき点や、燃料用チップの供給を行ううえで、地域に合った供給システムの選択やチップ供給に係る各作業工程の作業能率、供給コストを算出するための積算根拠データとして活用することができます。

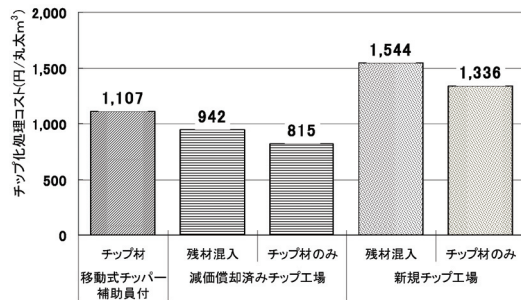


図 1 移動式チップャーとチップ工場とのコスト比較

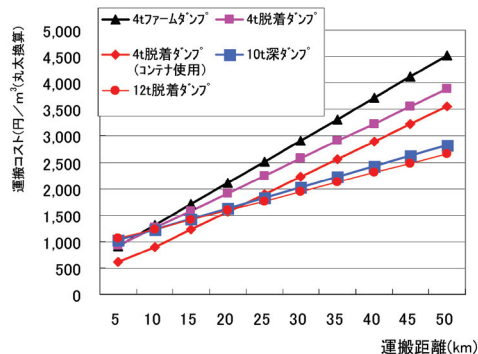


図 3 運搬車両別の運搬距離とチップ運搬コストの関係

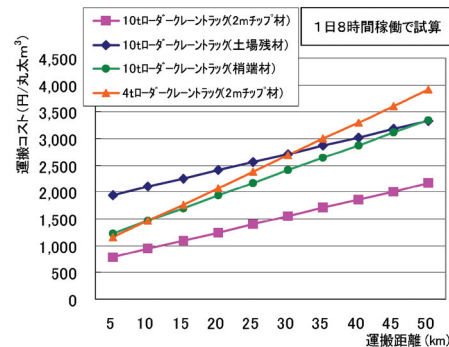


図 2 運搬する材種別の運搬距離と積込・運搬コストの関係

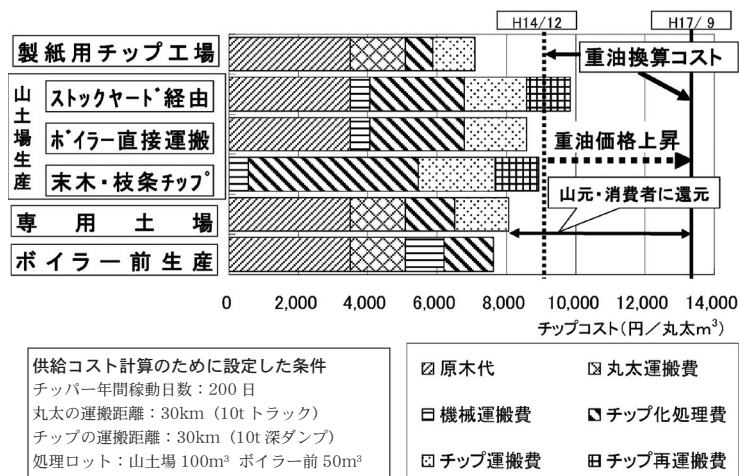


図 4 システム別チップ供給コスト

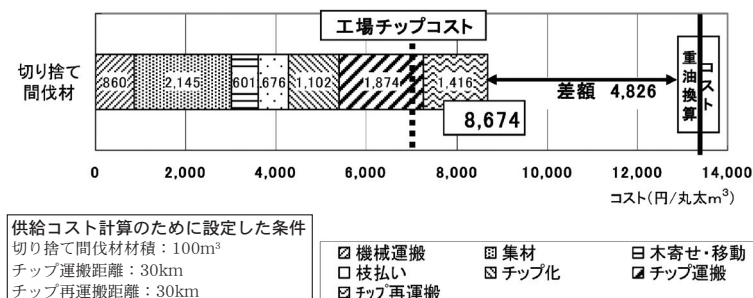


図 5 切り捨て間伐材のチップ供給コスト

[問い合わせ先：岩手県林業技術センター TEL 019-697-1536]

30 木質バイオマスの実用化試験

神奈川県自然環境保全センター 研究部

中川重年

研究の背景・ねらい

森林バイオマスの資源的利用はさまざまに取り組まれています。熱利用については立ち遅れています。このため、木質バイオマスを冷暖房用等の熱エネルギーとして活用した現地加工型ペレット製造システムの開発と実証研究を行いました。

成 果

ペレットの製造は、原木をおが粉製造機で粉碎加工するか、原木をチップパーと二次破砕機とを組み合わせ加工する方法があります。この試験では、伐採後2年を経過した林地残材を現地でチップ化した場合の含水率及び残材の形状と破砕機の処理能力との関係について検討しました。

- 1 林地残材の現存量；伐採木搬出後の林道脇に堆積している林地残材（図1）の現存量を推定するため、モデル区（18.7m³）を設け残材の形状及び重量等を測定しました。また、60年生のヒノキを伐採し用材と未利用材の比を求めました。残材は短材、枝条などが混在（混在残材）したものと、梢端材や曲材を積み上げたもの（整列残材）があり、モデル区の混在残材の形状別重量を計測したところ表1のとおりでした。また、伐採木（樹高17m、胸高32cm）の未利用材比率は表2のとおりでした。
- 2 コストをかけない残材の乾燥；木材のペレット化は含水率が高いと製造が困難です。現地残材の直接オガ粉化の可能性を検討するため含水率を調べました。伐採直後のヒノキ（15年生）の含水率は心材30.6%、辺材で126.8%に対し、ヒノキ残材の含水率は心材27.1%（n=7）、辺材28.5%（n=5）と低くペレット加工は十分可能と考えられました。また、生チップ等の乾燥は、金属製のかごにチップを入れ、周辺を断熱材で囲んで下方から送風装置で強制送風すると乾燥が速やかに進むことが分かりました。
- 3 破砕機の処理特性；残材の形状（直径と材長）に対するタブグラインダー方式、フリーハンマー方式、刃物方式の各機種で破砕性能比較試験を行いました。タブグラインダー方式はいずれの形状も処理が可能でしたが、フリーハンマー方式、刃物方式については、図2のとおり、根元材では長さ＜直径の残材処理は困難であることがわかりました。

成果の活用

試験地の林地残材は乾燥がすすみ、乾燥工程はなくともペレット化は可能で、伐採後2年前後放置してから加工することの優位性を示しています。また、整列残材は、粉碎加工面での技術的問題はなく処理が可能であり、混在残材の中短材のうち、長さ＜直径の残材はタブグラインダー以外の破砕機種では全量処理は困難です。なお、生チップ等を乾燥する場合は、実験レベルでは強制送風による乾燥効果は高く低コストでしたが、実際に現地で乾燥する場合、大規模強制送風装置などの設備の検討が必要と思われます。

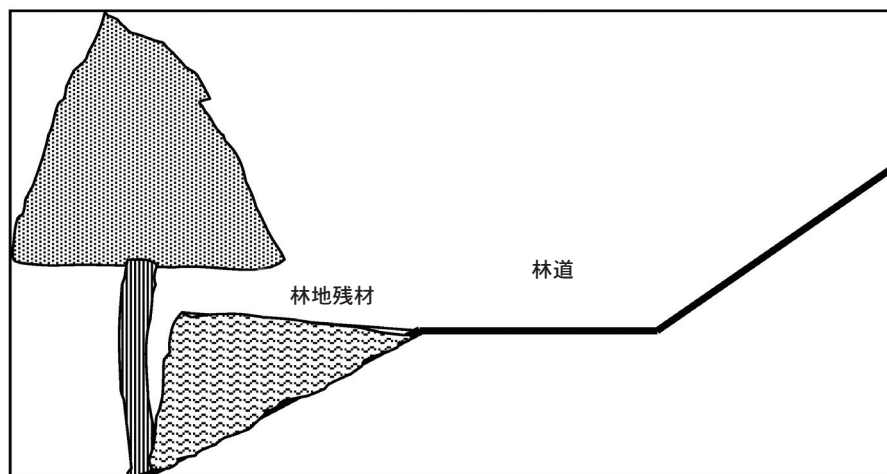


図 1 林道に集積された林地残材（波線部）

表 1 混在残材の形状別重量

部 位	重量 kg/18.7m ³	重量 kg/m ³
短材重量	857	45.8
枝条重量	94	5.0
総 重 量	951	50.8

表 2 ヒノキ(60年生)用材および未利用材の重量比

区 分	名 称	重量 k g
用 材 81.0%	1 番玉 4m	204.0
	2 番玉 4m	150.0
	3 番玉 3m	58.0
	計	412.0kg
未利用材 19.0%	枝	72.5
	梢端	19.0
	根元	5.0
	計	96.5kg
合 計		508.5

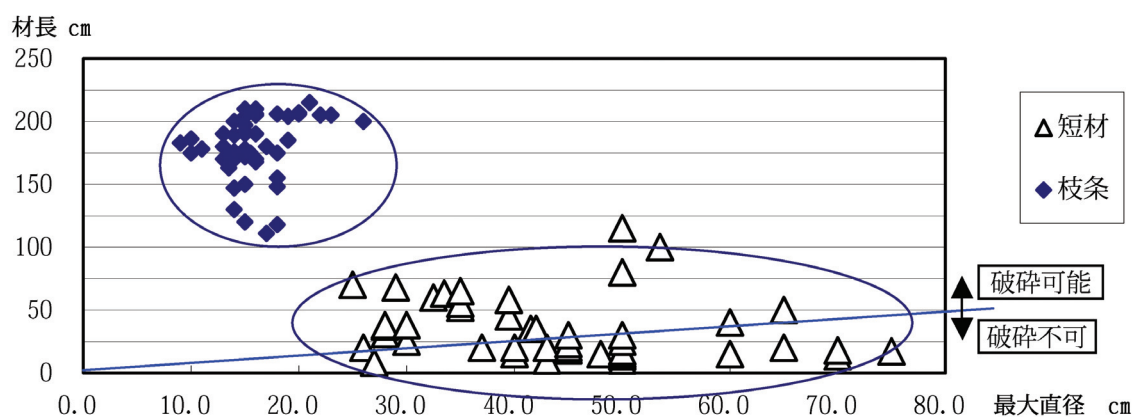


図 2 フリーハンマー、刃物方式破碎機種種の残材破碎可能範囲

[問い合わせ先：神奈川県自然環境保全センター 研究部 TEL. 046-248-0972]

31 紀州備長炭窯で製炭した広葉樹白炭の製炭及び品質特性

和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場 特用林産部

加藤万季

研究の背景・ねらい

2004年10月に中国が木炭の輸出を禁止して以降、これまで国内で流通する白炭の約8割を占めていた中国備長炭の輸入量は減少しています。このため、中国木炭を使用していた消費者は新たな使用燃料を模索しており、世界一の白炭製炭技術をもつ和歌山県にも期待を寄せています。しかし、近年和歌山県内では紀州備長炭の原木ウバメガシが減少しているため、これを原料として備長炭を増産するのは困難な状況です。そこで、和歌山県にあるカシを中心とした豊富な森林資源を有効に活用し、ウバメガシ以外の広葉樹による白炭増産を目指す試験を行うこととしました。

本研究では、県内に比較的多く生育するカシ類をはじめとした広葉樹を製炭し、これらの製炭特性や品質特性を調査することで、増産に適した樹種を選出することを目的としました。

成 果

和歌山県林業試験場水上試験林内にある、伝統的な紀州備長炭窯（約25俵（1俵15kg）の石窯）において、カシ類（主要なもの）4種及びその他広葉樹12種の計16種（表1）を原木として5窯、ウバメガシを原木として1窯製炭し、その製炭過程とできた炭の品質を調査しました。製炭された炭の一部を写真1に示します。

- 1 製炭期間は、カシ等広葉樹は5～7日間となり、ウバメガシの8日間と比べると短期間で製炭できることがわかりました。一方、収炭率は、カシ等広葉樹は6.5～9.3%となり、ウバメガシの11%と比べ低くなりました。
- 2 炭の容積重（＝絶乾重量／体積）は、カシ等広葉樹炭は0.51～0.97で、紀州備長炭（ウバメガシ）の1.11と比べ軽い炭でした。そのうち、カシ類（主要なもの）は全てその他広葉樹炭より高い値でした（図1）。
- 3 製炭した炭を角形七輪（15×14×7cm³）内で燃焼させ、黒色熱流センサー（E500B-20）（放射率0.9）を炭表面から高さ10cmの位置に設置し（写真2）、熱流束を測定しました。

燃焼中の熱流束の経時変化から、カシ類（主要なもの）は、中国備長炭より高い熱量で長時間燃焼する傾向がみられました（図2）。その他広葉樹炭では、樹種により燃焼の仕方が異なる傾向にありました（図3）。また、それぞれの炭の持つ発熱量（＝燃焼時の平均熱流束×燃焼時間／燃焼炭重量）を計算したところ、アラカシでは中国備長炭と比べ有意（ $p<0.01$ ）に高い結果となりました。

成果の活用

カシ類の白炭は備長炭と同程度の発熱量を示し高品質であることが期待できたため、中国備長炭に代わる燃料として増産に適した樹種であると考えられました。また、カシ以外の広葉樹炭は、樹種により品質にばらつきがあり、今後、用途に応じた利用が期待されます。

表 1 試験に用いた原木樹種

カシ等広葉樹	カシ類 (主要なもの)	アラカシ、ウラジログシ、アカガシ、ツクバネガシ
	その他広葉樹	コナラ、ツバキ、ネジキ、ヤブニツケイ、ヒメユズリハ、ヤマモモ、ホルトノキ、ヤマザクラ、ミミズバイ、シイ、タイミンタチバナ、シリブカガシ
紀州備長炭		ウバメガシ

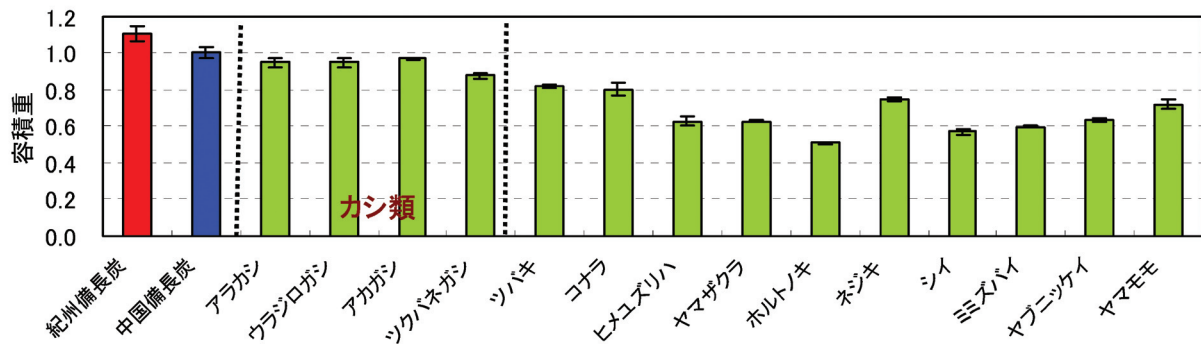


図 1 容積重の比較
(n=7 誤差線：平均値±標準誤差)

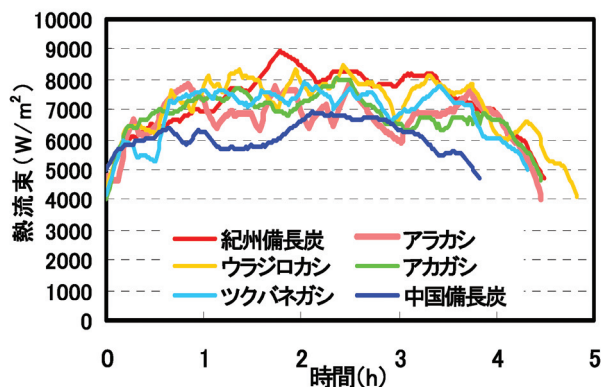


図 2 カシ類の発熱量の経時変化

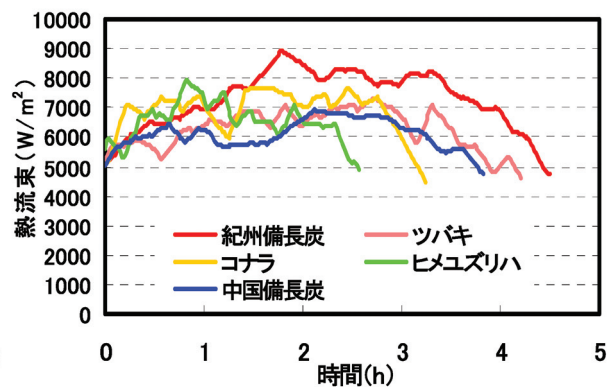


図 3 その他広葉樹の発熱量の経時変化



写真 1 試験で製炭された炭



写真 2 燃焼試験

[問い合わせ先：和歌山県林業試験場 特用林産部 TEL. 0739-47-2468]

32 スギ平角の乾燥に関する研究

群馬県林業試験場

後藤義臣・小黒正次・町田初男

研究の背景・ねらい

住宅の梁などに使用する心持ち平角は、乾燥による材面割れが嫌われます。このため、割れ防止のための背割り加工を検討しましたが、従来の方法では、万一乾燥が不十分な場合には外寸が著しく大きくなったり、ほぞや建築金物による接合で問題が生じる欠点があります。また、県内企業の設備状況では、平角に深い背割り加工を施すのは難しいため、モルダーで加工する方法が新たに求められています。そこで、加工性・生産性の高いモルダーによりスリット加工を施し、乾燥効率、割れ発生などについて検証しました。併せて、無背割り材に高温セット処理を施し、天然乾燥における割れ防止効果を検証しました。

成 果

1 スリット平角の乾燥

群馬県産心持ちスギ平角（幅 130mm 高さ 250mm 長さ 2 m）の材面に、幅 3mm、深さ 15mm のスリット加工を施した供試体を、5 つの加工パターン（図 1）ごとに 3 ～ 4 本ずつ作製しました（写真 1）。これを中温乾燥（温度 85℃で約 2 週間）及び天然乾燥によって含水率 20%まで乾燥しました。乾燥後、材面割れの発生状況を測定したところ、「2 面 4 本」と「6 本」のパターンの場合に割れの発生の少ないことが確認されました（図 2）。なお、乾燥の速さには、加工パターンによる違いが認められませんでした。

次に、材面割れが少なかった「2 面 4 本」を天然乾燥のみで乾燥したところ、天然乾燥のみでも材面割れが低減されることがわかりました（図 3）。ただし、天然乾燥のみでは、最終段階でスリットが割れ、幅が広がってしまうものも発生したので、中温乾燥と組み合わせた方が仕上がりが向上するものと考えられます。

2 高温セット平角の天然乾燥

無背割り平角に、一方は乾球温度 110℃・湿球温度 70℃、もう一方は乾球温度 120℃・湿球温度 90℃で、24 時間の前処理を行いました。その後、乾燥機から取り出し天然乾燥を行ったところ、材面割れが無処理材の 5 分の 1 以下に低減されることが確認されました（図 3）。また、材色変化については、無処理材に比べやや彩度の低下が大きいです（図 4）が、目視によると大きな違いは認められませんでした。

成果の活用

スリット加工や高温セット処理は、平角の材面に不規則な割れが発生することを防ぎ、天然乾燥と組み合わせることで人工乾燥による変色を最小限の抑えることができます。「あらわし工法」の洋室などではスリットが意匠にもなります。高温乾燥機を所有していない工場でも、一定の敷地と生産量があれば、スリット加工を採用したり、高温セット処理のみ外部委託することによって、無垢平角製品の品質を向上させられると考えます。

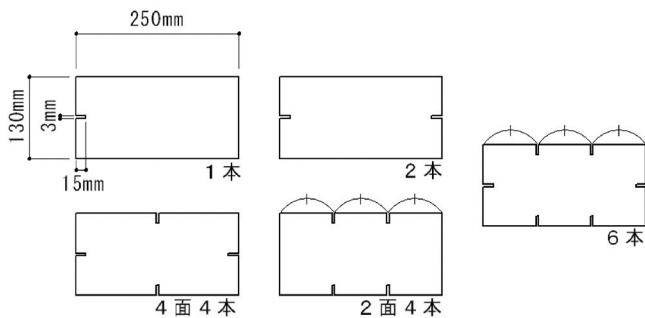


図1 スリット平角の断面



写真1 モルダーによるスリット加工

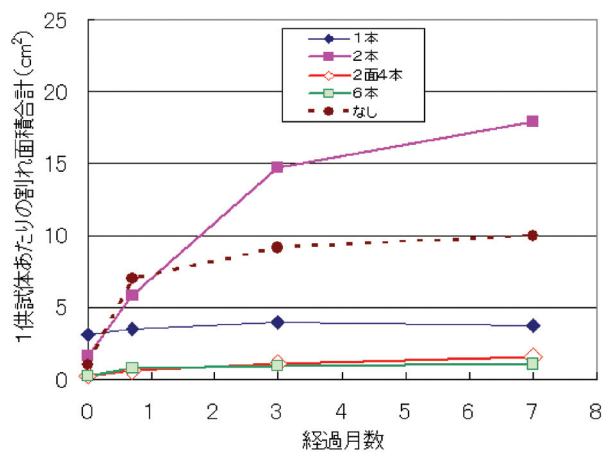


図2 各スリットパターンと材面割れ (2 m材)
(「4面4本」は割れがさらに大きいため省略)

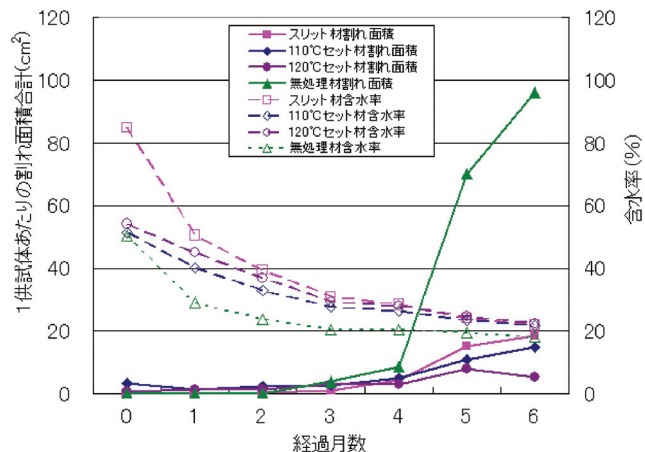


図3 平角の天然乾燥による材面割れ (4 m材)
(図中、実線が割れ面積、破線は含水率経過を表す)

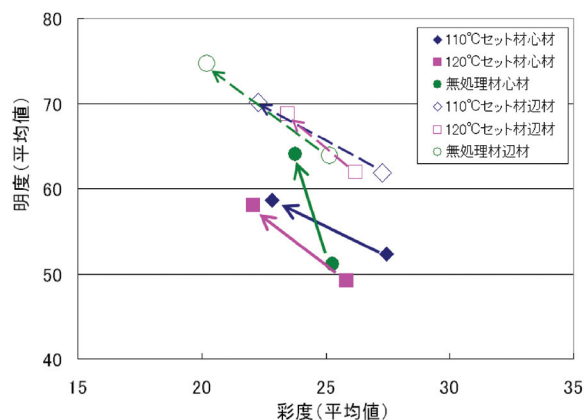


図4 高温セット後天然乾燥下材の材色変化
(L*a*b* 表色系、矢印の先が乾燥後の値)

[問い合わせ先：群馬県林業試験場木材きのこグループ TEL 027-373-2300]

33 県産スギ柱材の人工乾燥技術の開発

佐賀県林業試験場 研究開発担当

山浦好孝・山口修*

研究の背景・ねらい

住宅の品質確保の促進等に関する法律の施行や建築基準法の一部改正など、住宅資材の性能確保に向けた対策が進められており、品質の安定した乾燥材への需要が増加しています。このため、木材を適正な含水率まで乾燥し、割れや狂いが少ない乾燥材を生産することが重要となっています。

そこで、高温処理を取り入れることにより、スギ柱材の乾燥における割れや狂いを抑制し、一定の含水率まで効率的に人工乾燥するための温度条件や乾燥時間を検討するとともに、強度性能や材の性質等を明らかにするための試験を実施しました。

成 果

試験材は、県産スギ材（110mm×110mm×3.00 m、135mm×135mm×3.00 m）648本を使用し、蒸気式乾燥機の乾球温度、湿球温度、乾燥時間を変更して、合計22条件の温度制御による乾燥試験を行いました。その結果、図1に示す乾燥スケジュールで割れの発生を大幅に抑制することができ、最も良好な仕上がりとなりました（写真1）。その処理条件は、85℃で蒸煮処理後、乾球温度を120℃、湿球温度を85℃で18時間の高温セット処理を行い、その後の乾球温度を98℃→90℃→80℃、湿球温度を70℃→75℃→77℃と変更し、総乾燥時間160時間とするものです。また、仕上がり含水率は、試験材20本のうち18本が含水率15%以下、残り2本も含水率20%以下となっており、乾燥前含水率（平均値）が43.8%であったものを、ほぼ目標としていた仕上がり含水率15%以下とすることができました。

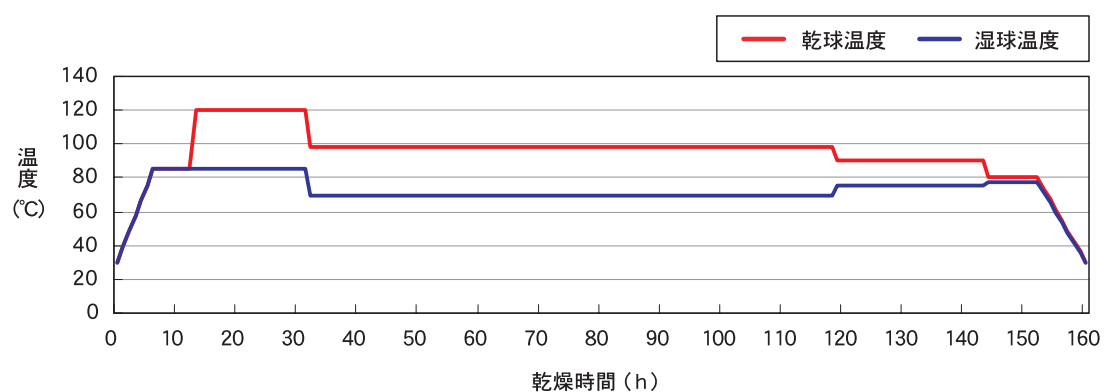
強度性能・材の性質等に関する試験では、木材強度（ヤング係数）や材寸法などを測定しました。（写真2）木材強度（ヤング係数）は、有効調査データ642本のうち、E 70のものが最も多く全体の53%を占めており、E 50が24%、E 90以上が21%、E 50未満が2%という結果でした。（表1）乾燥前に比べて乾燥後のヤング係数が3～15%程度高い数値となっており、乾燥することで木材強度が上昇することを確認しました。

材寸法については、乾燥前に比べて乾燥後の材幅が110mm材で1～3mm、135mm材で2～5mm程度収縮しており、製材段階において3～4%の収縮率を見こした寸法にする必要があると考えます。

成果の活用

県内で人工乾燥を行っている企業に試験結果を提供しており、スギ柱材に有効な乾燥スケジュールとして活用され、県産スギ乾燥材の品質向上が図られています。

* 佐賀県生産振興部林業課



工程 区分	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	乾燥時間
乾球温度	30℃	85℃	85℃	120℃	120℃	98℃	98℃	90℃	90℃	80℃	80℃	30℃	160h
湿球温度	30℃	85℃	85℃	85℃	85℃	70℃	70℃	75℃	75℃	77℃	77℃	30℃	
乾燥時間	6h	6h	1h	18h	1h	86h	1h	24h	1h	8h	8h		

図1 スギ柱材の乾燥スケジュール



写真1 内部割れの状況



写真2 ヤング係数の測定状況

表1 木材強度(ヤング係数)の試験結果

等級	本数	本数率
E90以上	135本	21%
E70	342本	53%
E50	155本	24%
E50未満	10本	2%
合計	642本	

※測定時の含水率(平均値) 11.9%

[問い合わせ先：佐賀県林業試験場 研究開発担当 TEL. 0952-62-0054]

34 乾燥による材の変形抑制効果を持つ棧木の開発

熊本県林業研究指導所

池田元吉・前田貴昭・荒木博章

研究の背景・ねらい

国産人工林材、特にスギ材の需要拡大には乾燥材生産が不可欠ですが、その生産量はわずかな伸びに止まっています。その主な理由として、乾燥コストを製品価格に転嫁できないこと、製材（無垢材）のシェアが急速に集成材へと移行していることが挙げられます。このような現状を変えるため生産現場では、スギ乾燥材の品質・供給量・価格の面で、代替材料との競争力を高めるため種々の取組みが行なわれています。なかでも、乾燥コスト低減策は重要で、そのための省資源化・省力化・省エネルギー化への取組みが必要です。乾燥で生じる曲がり、不良品につながることから製材寸法を大きくするなど、省資源化の面でマイナスの要因となっています。そこで、曲がりを抑える棧木（改良棧木）の開発に取組みました。

成 果

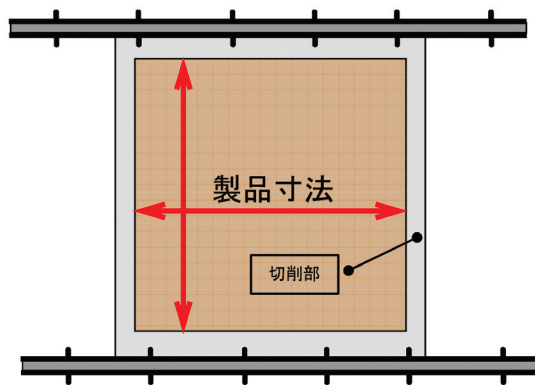
- 1 通常使用されている木製棧木は、自社の製材で生じた端材等から製造され、乾燥する材と接する棧木の面は平滑です。この平滑な面に突起を設けることで、棧積みした時、または人工乾燥操作で材表層が軟らかくなった時に、棧木の突起部分のみが材にくい込み（図 1）、乾燥で生じる材の水平方向の曲がりを抑制できることが確認されました（図 2）。突起の高さは、乾燥後に行うモルダー等の加工機械で仕上げ切削する厚み以下にすることで、製品の材面に傷が残る心配は少なくなります。
- 2 改良棧木は、棧積み材の移動中に発生する棧積みの乱れを防ぐ効果があることも分かりました。例えば、工場内のフォークリフトによる移動やトラックによる工場間の輸送において、路面の凸凹等で棧積みが乱れると、適正な乾燥を行うためには積み直しが必要ですが、そのような手間が少なくなる省力化の効果も期待されます。また、ひき材寸法と不良品率（曲がりで所定の寸法が確保されない材）との関係について検討し、改良棧木は小さいひき材寸法でも不良品率が少ないことが明らかになり（図 3）、省資源化にも有効なことが確認されました。
- 3 改良棧木の耐久性の向上、製造コストの低減のため、県内のアルミ製品の製造加工企業と検討を進め、乾燥材生産企業が導入可能な価格での商品を開発しました（写真 1）。

成果の活用

商品化した改良棧木の販売について地元企業と熊本県が契約を結び、普及に努めています。既に、県内の乾燥材生産企業において、改良棧木を使った乾燥を試験的に行い、曲がり抑制効果や取り扱いに関する情報を収集し、乾燥する材に応じた突起の高さ、棧木断面の検討を行い、より完成度の高い製品にしたいと考えています。

知的財産取得状況

特許出願中



製材横断面図

図1 改良棧木突起が材表層にくい込むイメージ

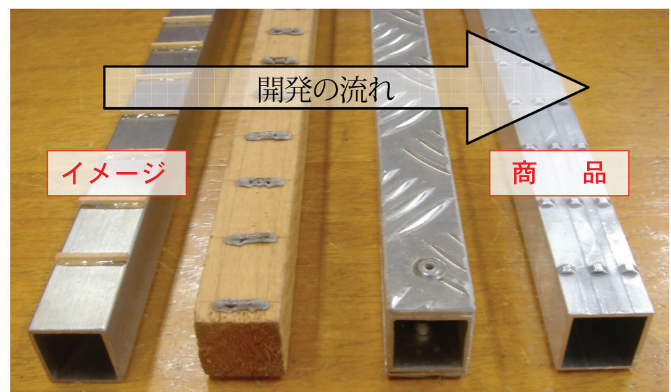
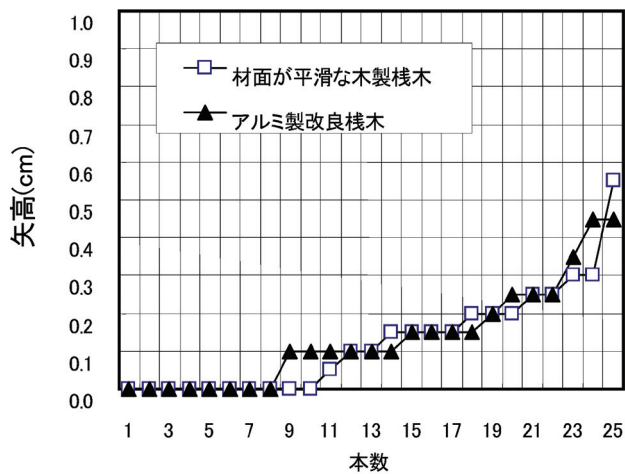
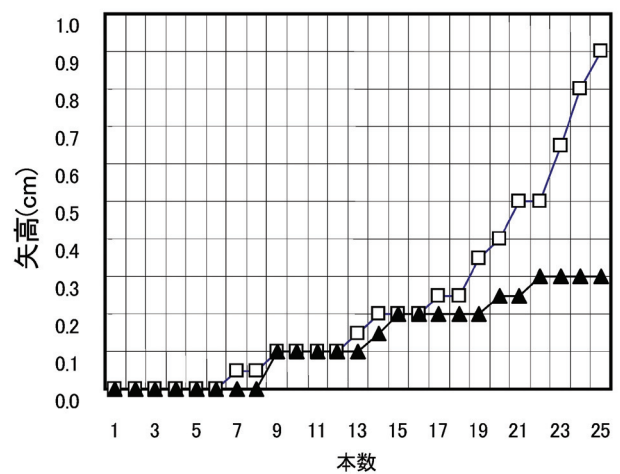


写真1 開発段階の改良棧木イメージと商品化したアルミ製棧木



上下面における矢高発生状況



側面（水平面）における矢高発生状況

図2 突起があるアルミ製棧木と木製棧木における矢高発生状況

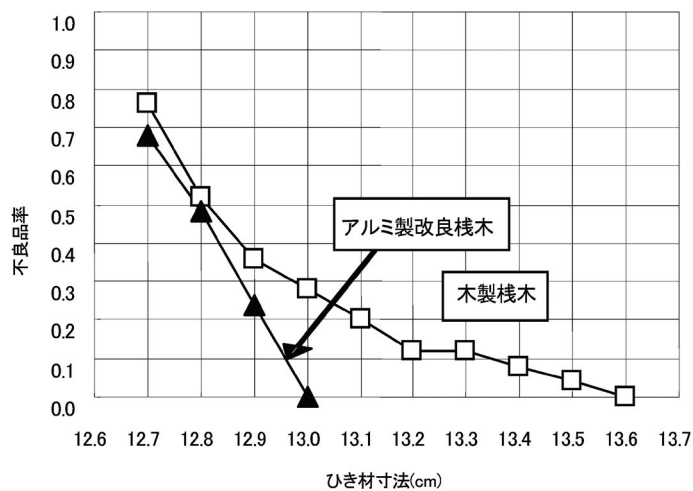


図3 ひき材寸法と不良品率との関係

注：12cm 正角材を生産する場合。改良棧木は小さいひき材寸法でも不良品率が少ない。

[問い合わせ先：熊本県林業研究指導所・林産加工部 TEL. 096-339-2221]

35 たわみの測定による木製の外構部材の簡易な診断法

長野県林業総合センター

吉野安里

研究の背景・ねらい

木橋、デッキ、遊具など木製の外構部材が普及しつつあります。これらは日常的な点検が大切ですが、管理者において、必ずしも診断機器や専門知識を有する人材にめぐまれているとは限りません。現場では、非破壊的かつ簡便な劣化診断の方法が要求されています。

ある木橋（歩道橋）の床板を一部交換することになりました。この木橋は架設後約 20 年を経過しており、過去にも部材の一部は交換されています。この木橋の床板は両端をボルトで留められていて、たわみを測定することは比較的容易でした（図 1）。床板のボルト孔付近からは腐朽の伸長が目立っていました。交換対象となった部材の内 39 枚（以下試験体という）をもとに、現場で適用可能な診断方法のいくつかを検討し、最後に破壊試験により曲げ強度を求めました。

成 果

現場で適用可能な診断方法として、以下の 3 つを検討しました。その結果、調査者自身の体重を荷重として活用し、生じたたわみを測定する方法が、本事例では現実的かつ合理的であると考えました。

【目視による被害値】試験体を森林総合研究所による 6 段階評価法により評価しました。交換の目安（被害度 2.5 以上）に従えば、基準値未満の部材 14 枚中の 10 枚を検出できました（図 3）。試験体では全体を観察できるので、劣化の進んでいた材端部も含めた評価をしていることになります。ところが、実際の現場では劣化の危険性の高い部分ほど見えません。したがって、目視評価と強度との関係を検討することには限界があると考えられました。

【ピロディン貫入値】試験体のピロディン貫入値を測定しました（図 2）。「床板上面」や「床板下面の中央」においては、曲げ強度にかかわらず貫入値は 10 ～ 15mm に集中していました（図 4）。健全材であっても 15mm 程度の貫入値はあるので、初期の劣化（腐朽）を精度よく判断できません。一方、「床板下面の材端」では劣化が進行しており、測定限界の 40mm を越えるものも 7 枚ありました（図 4）。劣化しやすい部位が客観的に裏づけられましたが、現場で測定可能な部位は限られています。

【たわみ】本事例では載荷によるたわみの測定が容易でしたので、質量 60kg（588N 相当）の調査者が試験体中央部に静止し、生じたたわみ量を測定しました。さらに、曲げヤング係数を求めました。図 5 に、588N 載荷時の曲げヤング係数と曲げ強度の関係を示します。この結果から、本事例では、曲げヤング係数が 8kN/mm^2 よりも低くなると、ほとんどの試験体は基準強度を下回っていました。たわみ量では、おおむね 5mm を超えていました。破壊荷重の 10% にも満たない荷重でありながら、このように比較的精度よく強度を推測することが可能でした。実際の木橋でのたわみは、部材の劣化に加えて、部材端部の腐朽、ボルトのゆるみ、根太の腐朽なども加味された結果と考えられます（図 6）。

成果の活用

たわみの生じやすい部材や構造の場合には、たわみ測定による診断法は簡便ながら精度がよく、現場で活用しうる技術と考えられます。たわみの測定による診断方法の基本的な原理は、曲げヤング係数の低下を検知することであり、この考え方は木製構造物一般にも適応しうるものです。ただし、たわみの測定が困難な場合には、より多くの荷重をかけるとか、より微小なたわみを検出するなどの工夫が必要であると考えます。木橋設計の上で、防腐処理、雨じまいのよさ、部材交換の容易さは考慮すべき点ですが、点検しやすい構造であることも重要であると考えます。

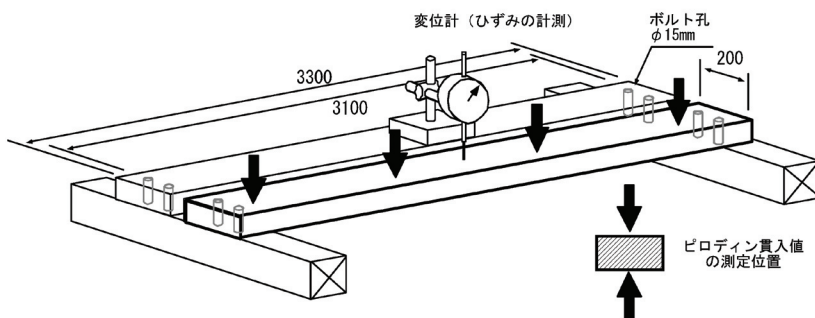


図1 木橋床板の概況と測定位置

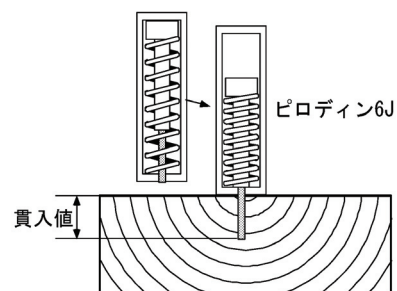


図2 ピロディン貫入値の測定

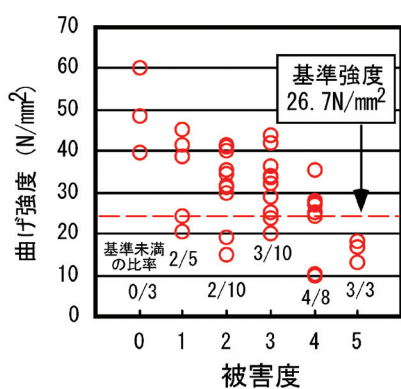


図3 被害度と曲げ強度

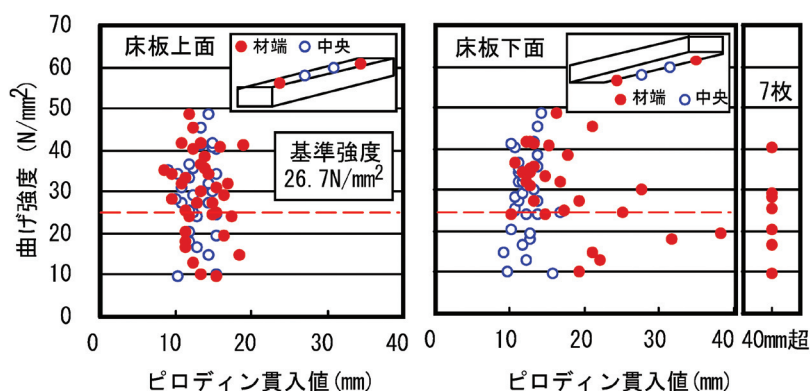


図4 ピロディン貫入値と曲げ強度

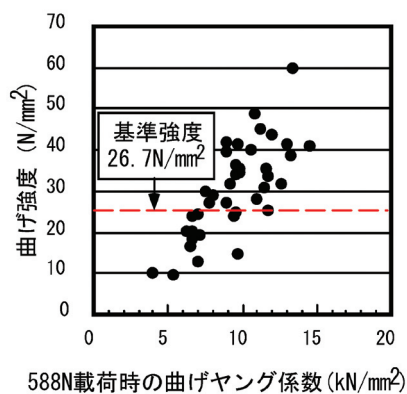


図5 588N 載荷時の曲げヤング係数と曲げ強度

- たわみ測定条件
- ・樹種：カラマツ
 - ・荷重588N (=60kgf)
 - ・スパン3100mm
 - ・部材の公称寸法 200(幅)×80(厚)
 - ・中央集中荷重 (3点曲げ)
 - ・ボルト拘束なし

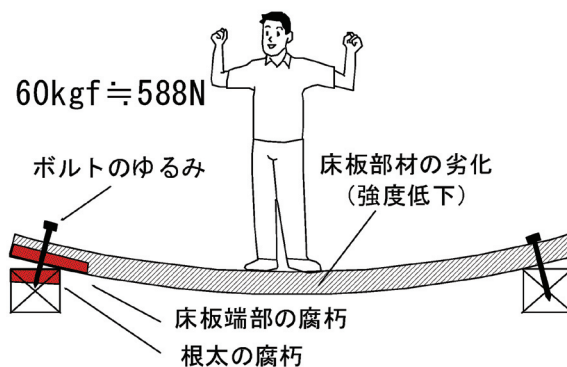


図6 たわみの要素の概念図

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

36 丸太を利用した簡易木製構造物の開発

高知県立森林技術センター

山崎敏彦

研究の背景・ねらい

外構用木製構造物の設計・施工にあたっては、木材接合部の強度や躯体の剛性並びに耐久性等、明確にすべき課題があります。

そこで、構造物が受ける土圧、劣化度、接合タイプ別強度等を把握し、実用的な木製土木構造物や簡易に修理・交換できる木製景観製品の開発及び試験施工を行いました。さらに試作品の暴露試験や経年変化による劣化度等の調査を実施し、劣化状態や健全材の残存率を明示するとともに、今後製品として保証できる耐用年数を推定するための基礎データを得ることとしました。

成 果

1 木製構造物実用化研究

木製護岸工について、使用木材の断面形状及び接合方法を変えてタイプ別に設計を行うと共に、ボルト接合部の強度試験（木製床固工、木製法枠工を含む）を行い、その結果をもとに実施施工しました。

木製法枠工については、法枠固定の程度を測定するため、アンカーピン（異形棒鋼）の直径（13mm、16mm）や、根入れの組み合わせによる水平耐力試験を行い、直径 13mm で根入れ長 600mm を採用し、試験施工を行いました。

2 木製景観商品実用化研究

湾曲手すりを採用した木製展望デッキ、鋼材を組み合わせた構造による道路用側溝ふた、歩行者自転車用柵、木製浮島等について設計・試作し、必要に応じて強度試験を行い、基準を超える性能があることを確認後、実施施工しました。

3 強度・耐久性評価

仁淀川町下名野川に施工（H13～H15）された 3 基の木製床固工（図 1）についてピロディン貫入量を中心に劣化度を測定した結果、本体を構成する（スギ防腐処理無し）柱材及び横材の劣化進行は小さいものの、放水路側面部材の一部にカイガラタケの発生による劣化進行が見られました（図 2）。

また、当センター構内に試験施工した丸太併用法枠工の横材（図 3）についてタイプ別（スギ、ヒノキ皮付き原木（末口直径 10～14cm）と、スギ、ヒノキ丸棒（直径 12cm）の 4 タイプ）に経年劣化度を調査した結果、3 年後の健全材（ピロディン貫入量 35mm 未満）の残存率はヒノキ丸棒で 100%、スギ丸棒で 79%、ヒノキ原木で 75%、スギ原木で 53% を示し、樹皮のある原木の方が劣化の進行が早いことが認められました（図 4）。

成果の活用

試験の成果は、仁淀川町下名野川の木製床固工（H13～H15 の 3 基）と、津野町新田（H14）の木製床固工及び木製護岸工の実施施工に活用されました。

また、開発した道路用側溝ふた、歩行者自転車用柵、木製法枠工などについては、高知県森林局発行の「県産材利用推進にあたって」（H15.3, H16.3）に掲載され、実際に県内数箇所では施工されています。



写真1 木製護岸工の試作品による収まり等確認

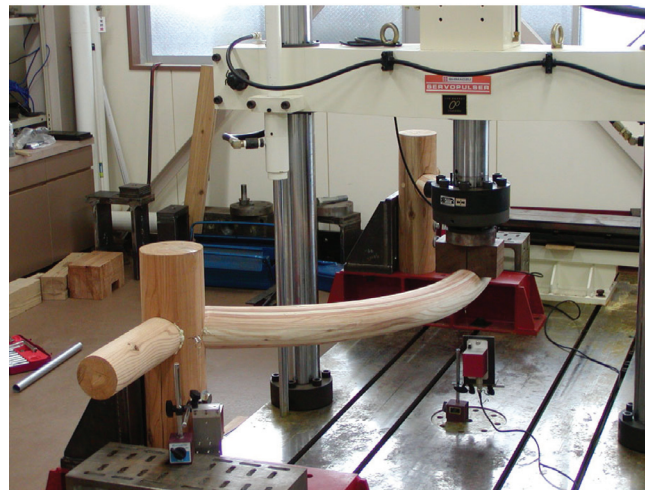


写真2 湾曲手すり垂直方向強度試験

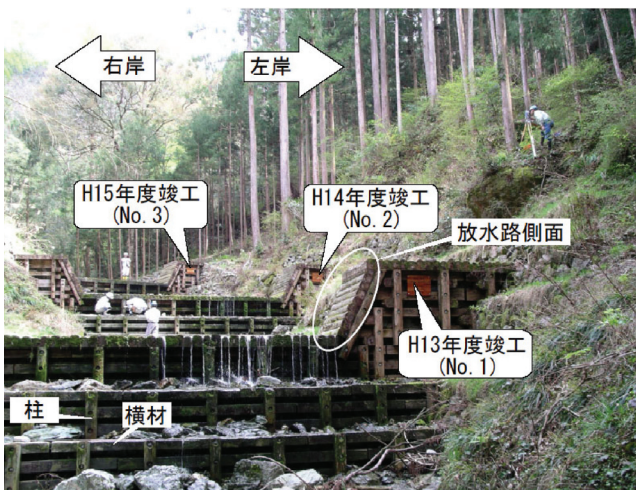


図1 木製床固工の配置と調査状況

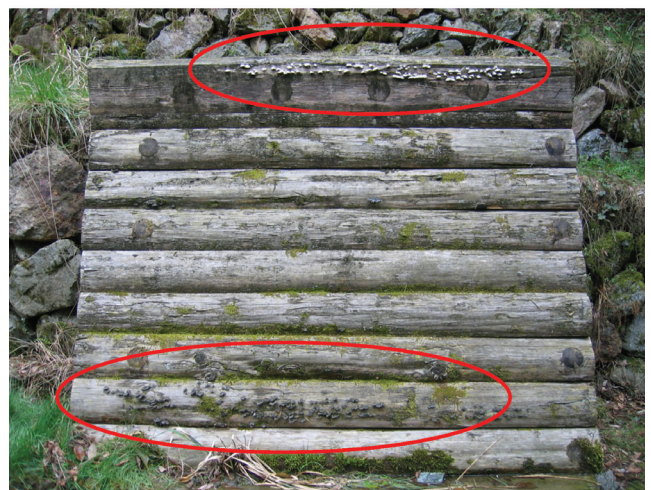


図2 カイガラタケの発生による放水路側面材の劣化状況



図3 丸太併用法枠工のタイプ別試験材の配置

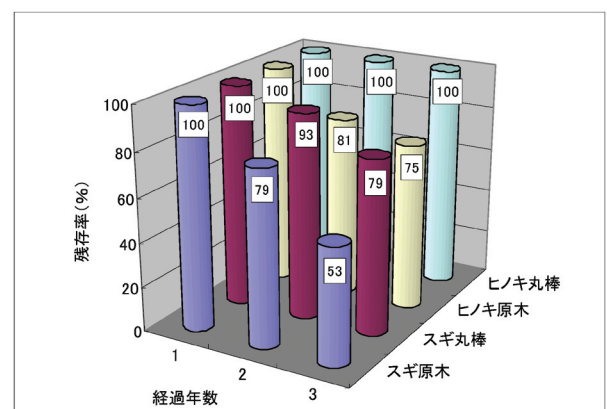


図4 丸太併用法枠工の横材タイプ別健全材残存率

[問い合わせ先：高知県立森林技術センター 資源利用部 TEL 0887-52-5105]

37 木ダボを用いた柱－土台接合部の引張強度性能

鹿児島県工業技術センター 木材工業部

田島英俊・森園眞子・福留重人・山角達也

研究の背景・ねらい

「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」が施行され、一定規模以上の解体工事受注者に対し、分別解体・資材の再資源化が義務付けられました。一方、現在の木造住宅における接合具は補強金物が多用されており、住宅解体時には木材との分別を余儀なくされています。このことが、従来と比較して解体コストの増加や解体材のリサイクル率の低さの一因となっており、接合具と解体材との分別作業を低減する接合方法の開発が望まれています。そこで本研究では、住宅の解体及び解体材のリサイクルが容易で、強度を保持した接合方法の開発を目的として、木質系接合具の木ダボに着目し、実寸大の柱及び土台への木ダボの埋込み深さの違いが引張強度に及ぼす影響について調べ、木造住宅における木ダボ接合の可能性について検討しました。

成 果

柱及び土台はスギの 105mm 正角材を用いて、柱と土台の接合面に対し、それぞれ垂直に直径 16mm のダボ穴を穿孔しました。木ダボはイチイガシを用い、直径 15mm としました。接合には木ダボ 4 本とポリウレタン系樹脂接着剤を用い、3～4 日間養生した後、試験を行いました。接合条件を表 1 に、試験体及び引張試験方法を図 1 にそれぞれ示します。

柱への埋込み深さ比別の平均最大荷重を図 2 に示します。いずれの埋込み深さ比においても、土台埋込み深さ 35mm の場合が最も低い値を示しました。また、土台埋込み深さ 35、53、70mm における柱への埋込み深さ比 1 と 1.5、1 と 2、1.5 と 2 の間の平均値の差の検定を行ったところ、有意水準 5% で全ての条件下の平均値に差はみられませんでした。また、土台埋込み深さ別の引張強度の平均値は 35mm と 53mm、35mm と 70mm の間には有意水準 5% で差が認められましたが、53mm と 70mm の間には平均値の差はみられませんでした。これは、土台埋込み深さが土台寸法の 1/2 (53mm) 以上となると、ダボと母材との接着強度が木ダボ自体の引張強度や土台の割裂強度を越えたためではないかと推察されます。

これらのことから、柱－土台接合部における木ダボの埋込み深さと引張強度との関係は、柱方向よりも土台方向への埋込み深さの影響が大きく、ダボの径や本数等が一定の条件における引張強度を十分得るためには土台寸法の 1/2 以上の埋込み深さが必要になると考えられます。

成果の活用

今回の試験結果から算出した短期基準接合耐力を図 3 に示します。平成 12 年建設省告示第 1460 号で例示された仕口の許容引張耐力と比較すると、今回試験を行った全ての条件下における短期基準接合耐力は、最低でも 6.9kN を示し「山形プレート金物くぎ CN90 × 8 本 (5.88kN)」と同等以上の耐力が得られました。また、土台埋込み深さが 53mm 及び 70mm の場合においては、その殆どが 10kN を上回り、最大で 13.7kN を示しました。これらの結果から、今回試験を行った条件下においては、告示で例示された仕口の許容引張耐力と遜色ない耐力が得られ、木造住宅における木ダボ接合の可能性が示唆されました。

表 1 接合条件

埋込み深さ		埋込み深さ比 (B/A)	試験体数
土台 (A)	柱 (B)		
35mm (土台寸法 × 1/3)	35mm	1.0	6
	53mm	1.5	6
	70mm	2.0	6
53mm (土台寸法 × 1/2)	53mm	1.0	6
	80mm	1.5	6
	106mm	2.0	6
70mm (土台寸法 × 2/3)	70mm	1.0	6
	105mm	1.5	6
	140mm	2.0	6

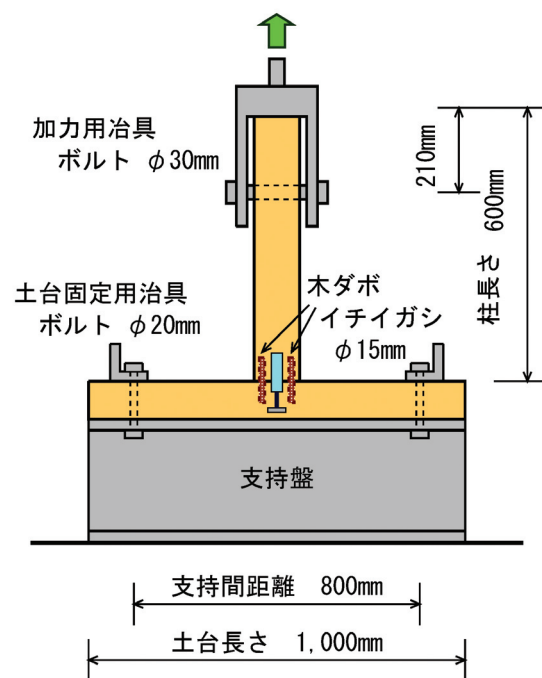


図 1 試験体及び引張試験方法

表 2 土台埋込み深さ別の引張強度

土台埋込み深さ (mm)	35	53	70
平均値 (kN)	22.3	30.2	31.0
標準偏差	2.52	3.07	6.05

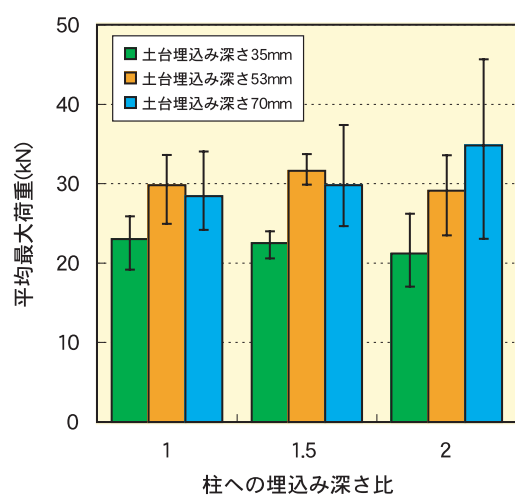


図 2 平均最大荷重

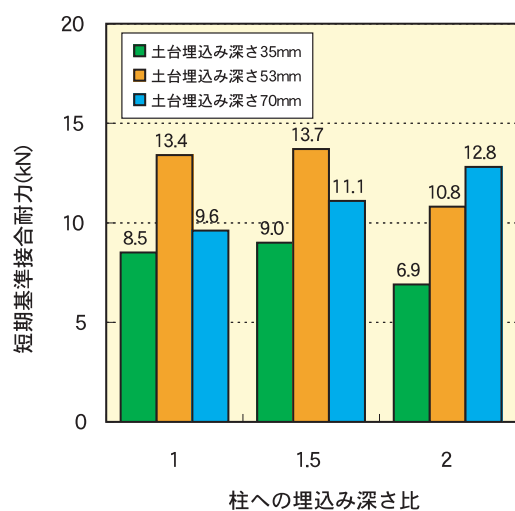


図 3 短期基準接合耐力

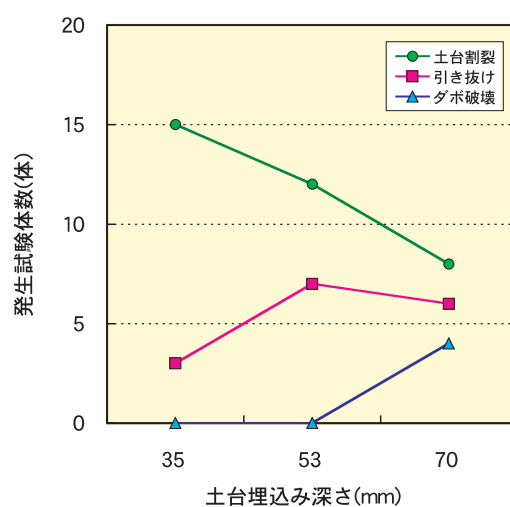


図 4 破壊形態別発生試験体数

[問い合わせ先：鹿児島県工業技術センター 木材工業部 TEL 0995-43-5111]

38 カラマツ堆肥舎の管理基準の検討

北海道立林産試験場 性能部
技術部

前田典昭・藤原拓哉
中嶋 厚・土橋英亮

研究の背景・ねらい

カラマツ材等を活用した木造の堆肥舎（写真 1）では、その構造部材が屋外環境にさらされるため、材面に割れを生じることがあります。このような損傷が発生した場合でも、梁材や柱材など主に曲げや圧縮の力を受ける部材単体としては、ほとんど影響がありません。しかし、接合部に関しては、状況によっては強度性能の低下が予想されます。そこで、接合部を対象として、構造物としての安全性に対する判定方法、補強方法について検討しました。

成 果

ボルト接合など、いくつかある接合形式のなかから、木質トラス構造に使用されることが多い鋼板挿入型のドリフトピン接合を対象に検討しました。接合部及びその周辺に割れが発生している試験体を用いて、せん断試験（写真 2）を実施して、割れの程度と接合耐力の関係を調べました。そして、接合耐力に影響する割れの程度を表す指標として、割れの幅と深さから算出する「割れ面積」が良いことが分かりました（図 1、図 2）。この結果、割れ面積を実測することにより、初期の設計耐力がどの程度残存しているかが分かりますので、補強のための措置が必要かどうか導かれます（図 3）。

補強方法は、薄鋼板の釘打ちやスチールバンドを巻くといった割れの拡大を抑えるような方法が適しており、耐力残存率が 80% 以上あれば、割れがない状態と同じ程度まで耐力を回復させることが可能です。

今回示した割れの判定方法と補修方法により、カラマツを堆肥舎やその他の屋外構造物に使用する際の維持管理が可能になり、安心して使うことができます。なお、本検討は径 20mm、長さ 150mm のドリフトピンを使用したカラマツ材の接合を対象としたものですので、接合形式や仕様の異なる場合には、留意して適用する必要があります。

新たに施工する場合や部材を交換する際には割れの発生が少ない材を使用することも大切です。十分な養生期間の確保を含む適正な乾燥工程の導入、あるいは集成材の使用を図り、なるべく割れを発生させないことが望ましいといえます。カラマツ心持ち材の場合、人工乾燥では天然乾燥と比較して乾燥段階での割れの発生を 1/4 ～ 1/15 まで減少させることができます。そのなかでも高温条件（100℃ 以上）では割れの発生を大幅に抑制することができます（写真 3）。なお、高温乾燥は強度に影響があるので、乾燥スケジュールの設定等には十分な注意が必要です。

成果の活用

研究成果に基づいて普及用資料を作成し講習会等で関連業界へ配布しています。また、現地技術指導等により、割れの計測や判定方法について技術的な情報を提供しています。なお、本研究の成果は、林産試験場ホームページにも「カラマツ堆肥舎などを安心して使うために－トラス接合部の割れの影響と対策－」として掲載し、一般に公表しています。

(<http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/manual/karamatsu/taihisya.htm>)



写真1 カラマツ堆肥舎の施工例

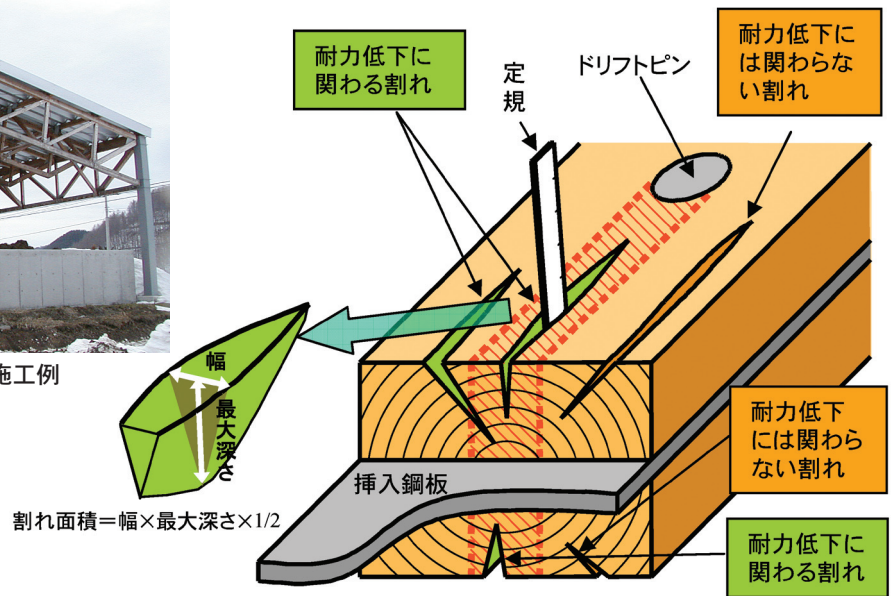


図1 接合部耐力に係る割れとその面積



写真2 ドリフトピン接合部の強度試験

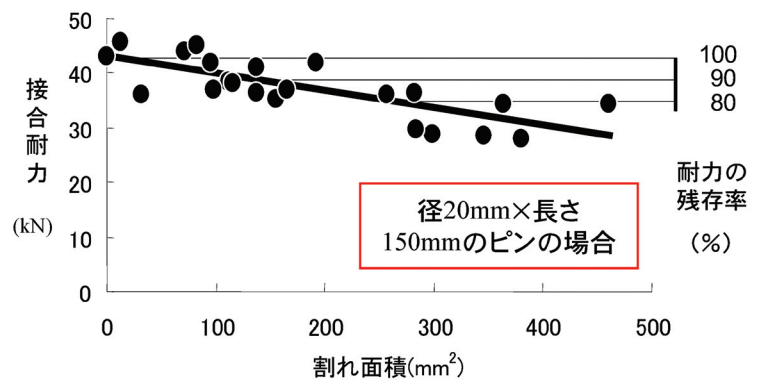


図2 割れ面積と接合耐力との関係

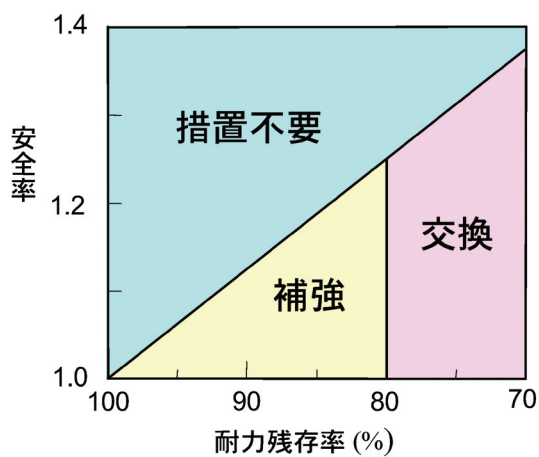


図3 接合部措置方法の判定



写真3 高温乾燥した心持ちカラマツ材

[問い合わせ先：北海道立林産試験場 性能部 TEL. 0166-75-4233]

39 県産スギ平角材の強度性能

福島県林業研究センター 林産資源部

山田茂隆・高信則男

研究の背景・ねらい

福島県の主要造林樹種であるスギは、資源の成熟化が進み県内のスギの標準伐期齢である林齢 45 年生以上の林分面積が民有林スギ人工林の約 40% を占めています。今後はこれらの林分から中目材の供給量の増加が見込まれます。これら中目材の需要の拡大を図る方策として、木造住宅の横架材として利用することが考えられますが、建築基準法の改正や住宅の品質確保の促進等に関する法律の制定等により、木造住宅の構造材に明確な性能が求められる現状において、スギ材の横架材としての利用を推進するには、部材の強度性能を把握することが重要です。本研究では、県産スギ平角材の材質特性把握として、実大材による曲げ強度試験を行いました（写真 1）。

成 果

供試材は、福島県産スギ平角材（心持ち・無背割り）312 本、寸法は材長 4m、材幅 120mm、梁せい 210,240,270mm の 3 断面です。

試験の結果（表 1）、全数での曲げ強さの平均値は 41.0N/mm^2 で信頼水準 75% の 5% 下側許容限界値（下限値）は 27.7N/mm^2 でした。この値は、国土交通省（旧建設省）告示に定めるスギを含む針葉樹Ⅳ類の無等級材の曲げ基準強度を上回りました。曲げヤング係数の平均値は 7.27kN/mm^2 でした。

タッピング法により算出した気乾時の動的ヤング係数と曲げ強さの間には高い相関が認められました（図 1）。この動的ヤング係数を用いて日本農林規格による機械等級区分を行った結果、供試材の約 80% が E70 以上の等級に区分され、各等級の曲げ強さの平均値は、E50 から E110 の順に 35.4N/mm^2 、 40.3N/mm^2 、 46.7N/mm^2 、 50.8N/mm^2 で、等級が上がると平均値も高くなり、機械等級区分の効果が認められました。なお、試験時の含水率の平均値は 17.6% でした（図 2）。以上の結果より、福島県産のスギ平角材は総じて構造材として十分な強度性能を有していることが分かりました。

これらの結果をもとに、木造軸組工法住宅の横架材（床小ばり、床大ばり、胴差、軒桁、小屋ばり）に県産スギ材を使用するための目安となる「県産スギ材のスパン表」を作成しました（表 2）。

成果の活用

本スパン表を広く活用して頂くために、福島県林業研究センターのホームページ上で閲覧、ダウンロードすることができるようにしました。（<http://www.pref.fukushima.jp/ringyoukenkyuu/>）また、県内各流域林業活性化センターの協力を頂き、本スパン表の小冊子を作成しました。これを県内の建築設計者ならびに工務店等に配布し、県産スギ平角材の利用推進を図っています。



写真1 曲げ試験状況

表1 曲げ試験結果

単位：N/mm² (Eb は kN/mm²)

区分	機械等級区分表	試験体数 (n)	平均値	変動係数 (%)	下限値
Fb	E50 未満	11	29.5	20.3	—
	E50	49	35.4	16.2	25.0
	E70	171	40.3	16.6	27.4
	E90	71	46.7	12.8	36.8
	E110 以上	10	50.8	13.6	—
	全数	312	41.0	19.0	27.7
Eb	全数	312	7.27	19.2	5.08

※1 Fbは曲げ強さ、Ebは曲げヤング係数を示す。

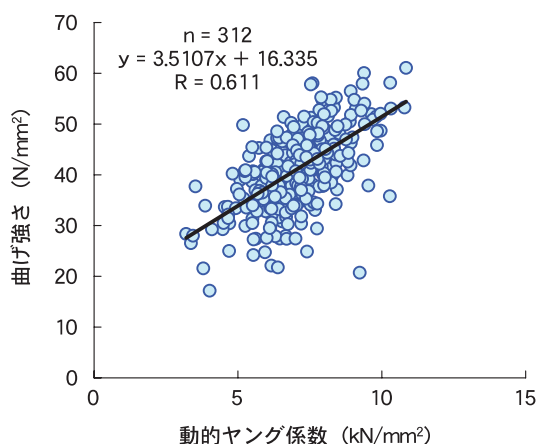


図1 曲げ強さと動的ヤング係数の関係

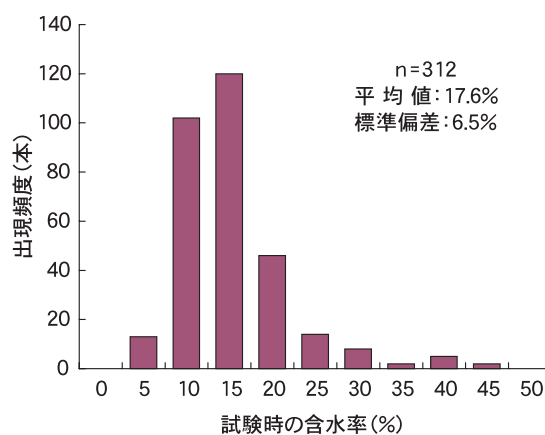


図2 試験時の含水率の分布

表2 スパン表の一例(胴差)

胴差(床小ばりが平行) 1階と2階の開口部が一致する場合
適用範囲：根太のスパン 1820mm

胴差スパン (mm)	胴差の材幅 (mm)	材料区分、胴差の梁せい (mm)			
		E50G	E50D20	E70D20	E90D20
1820	105	210	210	180	150
	120	210	180	180	150
2730	105	300	300	240	240
	120	300	270	240	210
3640	105	—	—	330	300
	120	—	360	330	300

※1 表中の「—」は、梁せいが360mmを越える場合である。

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

40 コナラダボ接合によるスギ重ね梁の開発

愛知県森林・林業技術センター

山本勝洋

研究の背景・ねらい

平成 14 年より建設資材について、その分別解体および再資源化等を促進するために「建設リサイクル法」が施行されました。住宅の解体材には柱や梁などがありますが、近年は集成材の占める割合が多くなってきています。しかし、集成材にはレゾルシノールなど難分解性接着剤が使用されているため、コンクリートやアスファルトなどに比べると再資源化が大きく遅れています。一方、県内ではスギやコナラ等の蓄積が増大し、その用途の開発が急務となっています。そこで、これらを活用した堆肥化などのリサイクル可能な構造用木質材料として、最小限の生分解性接着剤（アイカ工業調整）を使用し、コナラダボ接合によるスギ重ね梁の製造技術の開発に取り組みました。

成 果

- 1 スギ重ね梁は、正角材の縦振動ヤング係数が同程度のスギ心持ち正角材（ $105 \times 105 \times 4,000 \text{ mm}$ ）を 2 段に重ね合わせ図 1 に示すとおり 3 種類作成し、曲げ強度、曲げヤング率、剛性効率（正角材 2 本の平均 MOE に対する重ね梁 MOE の比）を求めました。
その結果、曲げ強度、曲げヤング率および剛性効率全てにおいて D II が D I よりも高く、対照区に近い強度が認められました（図 2、3、4）。
- 2 生分解性接着剤と水性高分子イソシアネート（以下 API）を使用した集成材（ $120 \times 203 \times 4,000 \text{ mm}$ ）を作成し曲げ試験を行いました。その結果、MOE はともに 6.7 KN/mm^2 、MOR はそれぞれ $37 \sim 43 \text{ N/mm}^2$ 、 $27 \sim 32 \text{ N/mm}^2$ となり、生分解性接着剤を用いた集成材の曲げ性能は API を用いた集成材のそれと同等でした。
- 3 2 の曲げ試験後、健全部からブロック（ $120 \times 203 \times 75 \text{ mm}$ ）の試験体を採取し、土中埋設 0、3、6 ヶ月後に剥離率（堀取り後の両木口面の剥離の長さの合計を両木口面の接着層の長さの合計で除した値）を求めました。その後、ブロック中央部からせん断試験用試験体を採取し、試験（JIS Z2114-1977）を行いました。その結果、生分解性接着剤の剥離率は埋設期間とともに増加していきましたが、API のそれは変化が認められませんでした（図 5）。
生分解性接着剤のせん断強度は、 7.7 N/mm^2 から 3 ヶ月後には 4.6 N/mm^2 、6 ヶ月後には 3.5 N/mm^2 となり埋設期間とともに急激に低下しました。一方、API のそれは 7.5 N/mm^2 から 3 ヶ月後には 6.6 N/mm^2 、6 ヶ月後には 6.2 N/mm^2 でした。このことから、生分解性接着剤の堆肥化等への利用が窺われました。

成果の活用

リサイクル可能な構造用木質材料として、圧縮コナラダボに生分解性接着剤を塗布し、プレスで 1 時間圧縮したスギ重ね梁は、高い強度性能が得られたことから梁桁材等への利用が示唆されました。

今後、実用化に向けて、生分解性接着剤の耐久性や安全性を明らかにするとともにコナラダボの形状や本数についてさらに検討する必要があります。

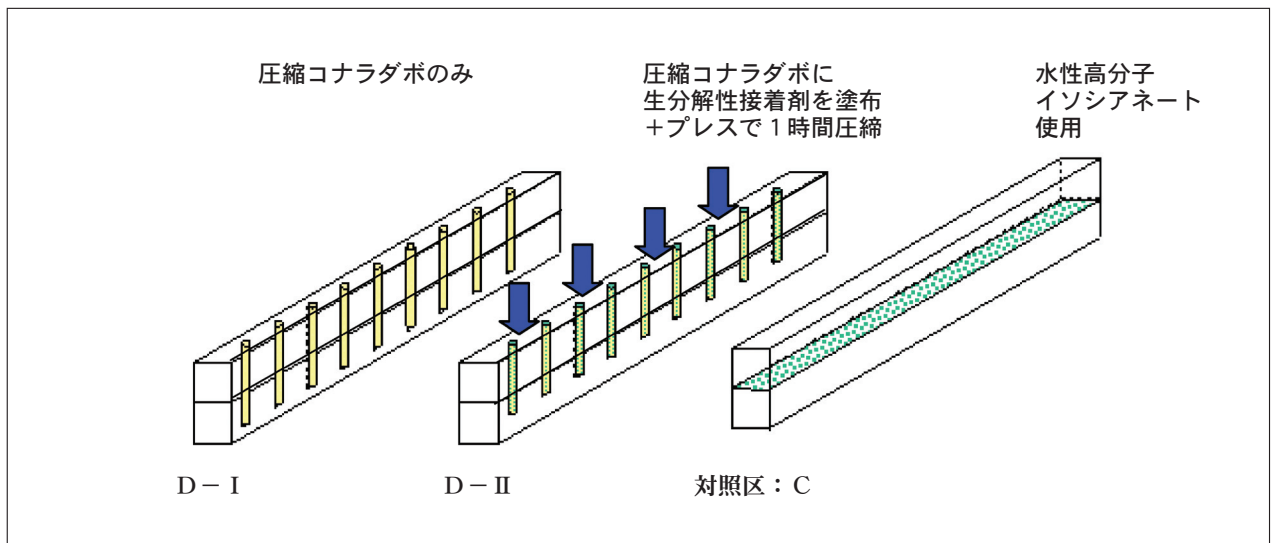


図1 スギ重ね梁模式図

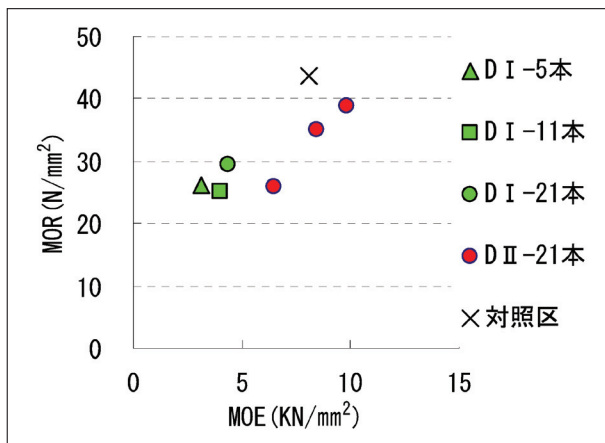


図2 MOR と MOE の関係
(凡例の後ろの数字はダボ本数を表す)

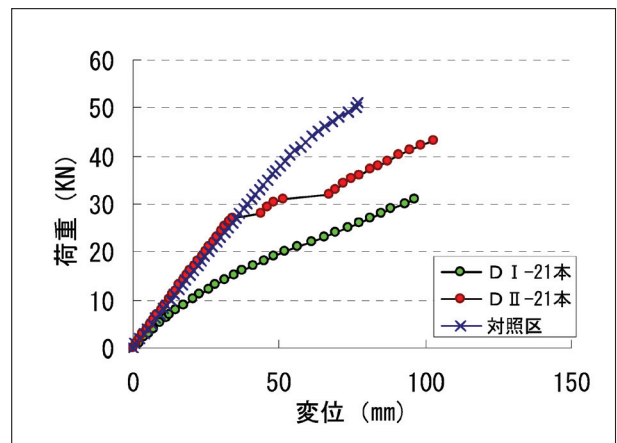


図3 荷重と変位の関係
(凡例の後ろの数字はダボ本数を表す)

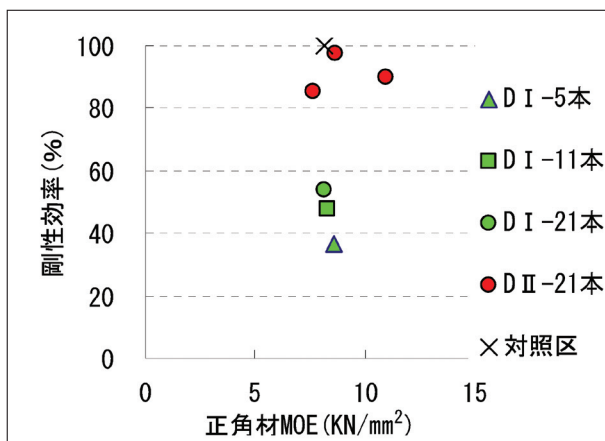


図4 正角材 MOE と剛性効率の関係
(凡例の後ろの数字はダボ本数を表す)

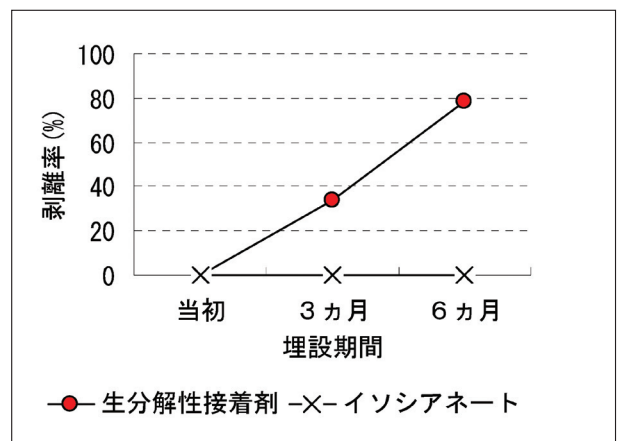


図5 生分解性試験

[問い合わせ先：愛知県森林・林業技術センター TEL 0536-34-0321]

41 側面定規挽き製材による県産スギラミナの歩留り向上

宮崎県木材利用技術センター

森田秀樹・小田久人
藤元嘉安・有馬孝礼

研究の背景・ねらい

宮崎県産スギ丸太から製材された構造用集成材ラミナは曲げヤング係数が低く、日本農林規格(JAS)で定められた最下位等級L50を下回るもの(non-JASラミナ)が多く含まれています。このことは、材料歩留り低下による製造コストの上昇につながり、製材および集成材工場にとって非常に大きな問題となっています。

現在、製材工場でラミナを生産する場合、製材速度向上による製材効率追求の傾向が強く、中心定規挽きによる製材が一般的です。しかし、以前は、板材の製材方法として側面定規挽きも採用され、目切れが少ないことから高級な造作材を得る手法として用いられていました。側面定規挽きは木材の組織構造を考慮すると合理的な製材方法であり、その採用により、強度およびヤング係数の面で高い品質を有するラミナの生産が期待できます。そこで本研究では、中心定規挽きおよび側面定規挽き製材とラミナの強度性能の関係について調査を行いました。

成 果

宮崎県都城地域産スギ丸太 60 本(1 番丸太、2 番丸太各 30 本)を試験に供し、中心定規挽きおよび側面定規挽きで製材を行いました(図 1)。製材後、全ラミナを人工乾燥し、縦振動ヤング係数($E_{d, \text{lamina}}$)を測定しました。その後、長さ方向に 3 分割(末口部、中央部、元口部)して再度 $E_{d, \text{lamina}}$ を測定した後、曲げ試験に供しました。各定規挽きと丸太の縦振動ヤング係数($E_{d, \text{log}}$)、 $E_{d, \text{lamina}}$ および曲げ強さ(σ_b)の関係を図 2 に示します。側面定規挽きの $E_{d, \text{lamina}}$ は中心定規挽きのそれより高く、その傾向は末口部より元口部において顕著に表れました。これは、側面定規挽きの特徴として、末口部から元口部に向けて勾配を付けていくため、元口側で両者の差異が表れやすいためと考えられます。また、 $E_{d, \text{log}}$ に対し母平均の差の検定を行った結果、中心定規挽きと側面定規挽き間には差異が認められませんでした。が、 σ_b には 1 番丸太、2 番丸太ともに危険率 1% で有意な差異が認められました。今後、ラミナ採取位置別の強度性能と製材方法との関係について、より詳細に検討していく予定です。

以上の結果から、従来の中心定規挽きによる製材を側面定規挽きに変えることで、高いヤング係数および曲げ強さのラミナが得られやすことが明らかになりました。これにより、non-JAS ラミナの出現頻度が減少し、構造用集成材ラミナの歩留り向上に寄与できると考えられます。

成果の活用

県内企業が、丸鋸を用いた左右独立駆動方式の側面定規挽き専用製材機(写真 1)を開発しました(特許申請中)。現在、この企業では間柱の生産に当製材機を適用していますが、今後、この研究成果をベースに構造用集成材ラミナへの適用を検討していく予定です。

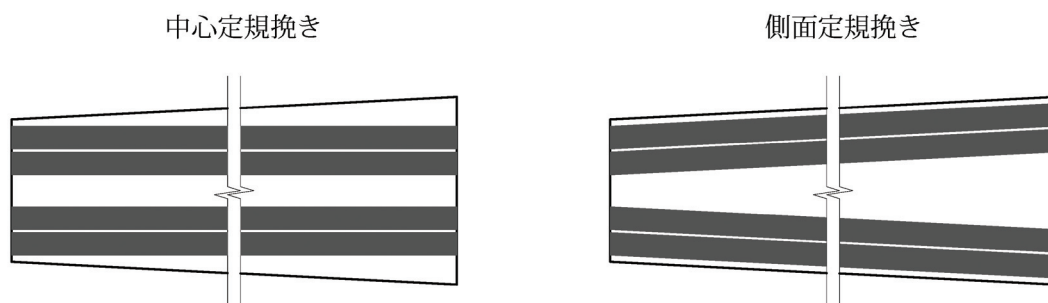


図1 丸太の製材方法

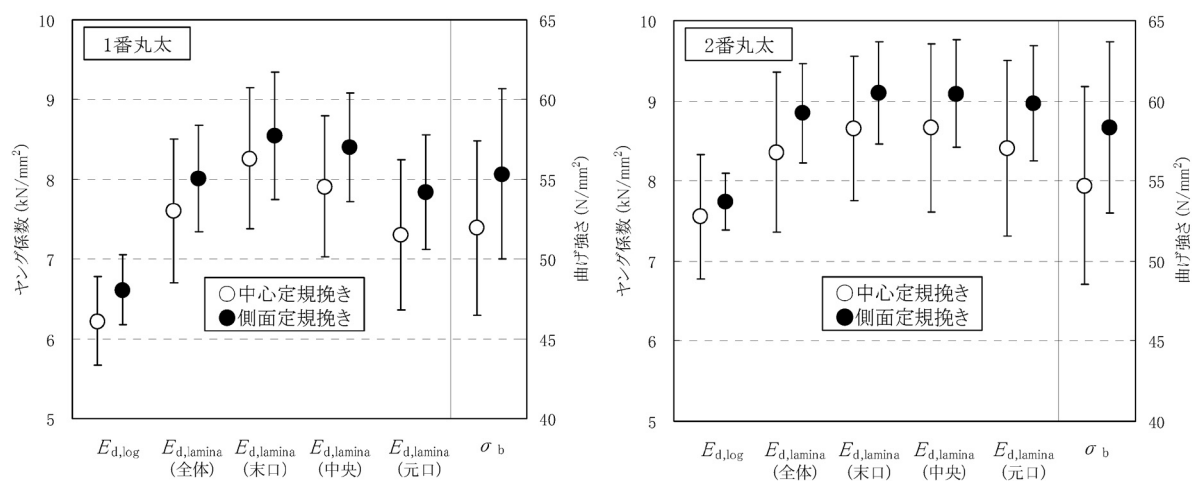


図2 各定規挽きとヤング係数 ($E_{d,log}$ 、 $E_{d,lamina}$) および曲げ強さ (σ_b) の関係



写真1 県内企業に設置されている側面定規挽き製材機
上部の丸鋸走行レールの角度を変えることにより、側面定規挽きを可能としている。

[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. 0986-46-6041]

42 石川県産スギの集成材ラミナ用材としての材質評価

石川県林業試験場 資源開発部 小倉光貴

研究の背景・ねらい

森林の成熟に伴い、地産地消の見地から間伐により生産される中径材の住宅部材への用途開発が求められています。一方で、近年住宅用構造部材には、寸法安定性に優れ強度性能が明確な集成材の利用が増加し、柱や横架材の約 70% を占めています。

本課題では、県産スギについて、集成材原材料としての強度性能の信頼性を確認するため、構造用集成材の JAS に基づいてラミナの強度等級別の出現頻度を把握し、構造用集成材の設計のための基礎資料に資することを目的としました。

成 果

- 1 採材したラミナの乾燥後（欠点除去前）におけるグレーディングによる動的ヤング係数（以下「Efr」）の出現頻度は、図 1 のとおりで、現行 JAS で使用可能である L50 以上が 88% ありました。このうち、最外層に使用可能な L80 以上が 53%、L100 以上が 22% を占めており、例えば対称異等級で 8～12 プライを想定した場合、E85-F255 の組成が可能であると考えられます。
- 2 また、ラミナの Efr は原木断面の外側から採材したものほど大きくなる傾向が見られ、髄を含むラミナの Efr を 1.0 とすると、これに隣接するラミナの Efr は平均 1.2、さらにこれより外側のラミナの Efr は平均 1.4 となりました。
- 3 原木の Efr と生産されるラミナの Efr との間には高い相関が認められ、原木の Efr から採材されるラミナの Efr を推定することが可能と考えられます（図 2）。
- 4 また、現行の JAS で使用できるラミナの強度が $Efr \geq 5.0 \text{ kN/mm}^2$ (L50) であるので、この回帰分析による予測値に対する 95% 信頼区間の下限值から、集成材用原木に求める強度性能は $Efr \geq 5.9 \text{ kN/mm}^2$ 以上が妥当であると考えられます。
- 5 グレーディングされたラミナを使用して、写真 1 に示す 9 プライと 11 プライの構造用集成材（中断面、設計強度 E95-F270 および E75-F240）を試作し、JAS に準じて曲げ強度試験を行なったところ、表 1 のとおり強度等級の基準値を満たしていることが認められました。

成果の活用

- 1 集成材メーカーやラミナを生産する製材事業者に、スギラミナの強度性能や原木の選別方法について普及することにより、スギ中径材の集成材への利用促進に繋げて行きたいと考えております。
- 2 横架材に求められる性能は、高い曲げ剛性であり、特に冬季に積雪荷重が問題となる北陸地方では重要となります。このため、今後の課題として、長期の荷重試験により、集成梁のたわみの挙動についてもデータをとる必要があると考えます。

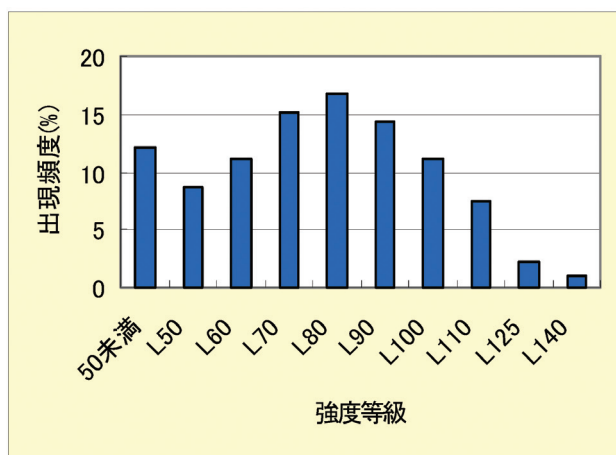


図1 ラミナの強度等級区分別出現頻度

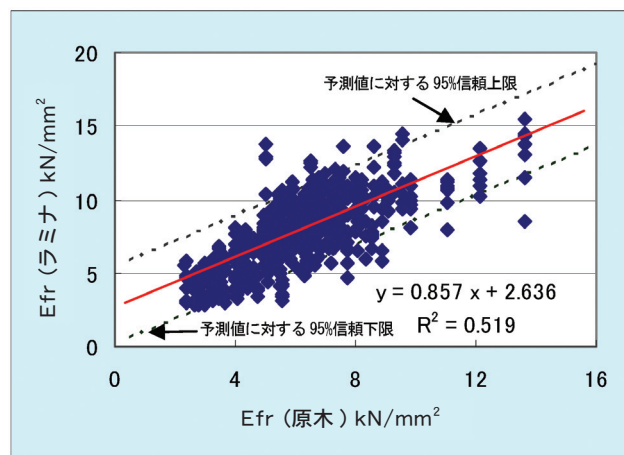


図2 原木のヤング係数と採材されるラミナのヤング係数の相関

表1 試作集成材曲げ強度試験結果

設計強度等級		E95-F270	E95-F270	E75-F240
曲げヤング係数 kN/mm ²	梁 背	240mm	300mm	300mm
	最大値	11.8	9.7	8.3
	最小値	9.8	9.5	7.6
	平均値	10.5	9.6	8.0
	JAS 基準値	9.5	9.5	7.5
曲げ強さ N/mm ²	最大値	57.5	48.6	45.7
	最小値	37.9	43.1	30.6
	平均値	49.4	45.8	35.7
	JAS 基準値	27.5	27.0	24.0

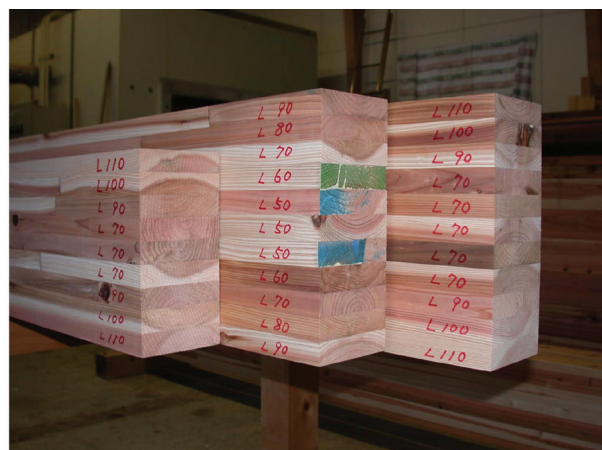


写真1 試作した構造用集成材

[問い合わせ先：石川県林業試験場 石川ウッドセンター TEL 0761-93-1873]

43 スギバークを利用した育苗キューブの開発

徳島県立農林水産総合技術支援センター

森林林業研究所
農業研究所笹山鉄也^{*1}・網田克明^{*2}・河野誠市^{*3}
杉本和之・板東一宏・黒田康文

研究の背景・ねらい

林業・木材産業で発生する残廃材処理について規制が強化され、そのコストが負担となり経営を圧迫しています。スギバークは木質系残廃材の中でも用途が限られ、堆肥原料としても需要は多くありません。そこで、トマト等の養液栽培の育苗用ロックウール培地の代替品として商品開発ができないか検討しました。使用済ロックウール培地は廃棄物となり、農家にとってはその処理が悩みの種でした。

研究過程では、スギバークの粉碎物に古紙パルプと水を混ぜプレスで成形した育苗用キューブを試作し、トマト育苗試験を行いました。ロックウールのような吸水性、保水性には至りませんでした。このため、スギバークの撥水性等を改善し保水性・吸水性を高めるアンモニア処理技術を開発し、トマトの生育への影響を検証しました。

成 果

粉碎（蓬萊精工株式会社製）したスギバーク 2kg に 25%濃度アンモニア水 103g と水 6kg を配合し、山本鉄工（株）製脱水成形プレスを用いて成形（圧力 1MPa、1 分間）し乾燥（60℃、3 日間）させた後、ロックウール培地と同等サイズに切断したキューブ（100mm × 100mm、深さ 50mm）を試作しました（写真 1）。

この培地を 5 分間水に浸し吸水量を測定した後、24 時間放置して保水量を測定し、アンモニア未処理培地と比較しました。その結果、スギバークをアンモニア処理することで吸水性や保水性が大幅に向上することが認められました（表 1）。

次に、トマト養液栽培試験地で 1 ヶ月後の生育量をロックウールと比較した結果、茎長、葉数に差はなく、アンモニア処理が生育に影響しないことがわかりました（図 1）。また、この育苗キューブはパルプ等を混ぜなくても、育苗期間中に型くずれしないことを確認しました（写真 2）。

また、試作した育苗キューブの保水性等を確かめるため、灌水後（6 時間）の保水量を測定したところ、アンモニア処理を施したキューブは未処理のものに比べ水蒸発量が少なく、ロックウールに比べてスギバーク製育苗キューブは遜色のないことが確認できました（図 2）。

その他、試作したキューブ型培地（古紙パルプ配合）の生分解性についても調べました。2005 年 3 月 4 日に播種苗を移植し、2005 年 7 月 8 日に収穫を終えた 1 作終了後の使用済み培地の C / N 比（炭素率）を測定したところ、50 程度と未使用スギバークに比べて大幅に低下しており、スギバークの分解がかなり進んでいることがわかりました（図 3）。このことから、キューブ型培地は生分解性に優れ、土壌改良材として畑地への鋤き込みも充分可能と考えられます。

成果の活用

今回試作したキューブ型培地について、製造コストや供給体制、農家等の生産現場での作業性の改善などにさらに検証するとともに、様々な作物培地での応用を図りたいと考えています。

なお、本研究成果は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「抗菌成分分離によるスギバークのバイオマス資源化と商品開発」研究成果報告書として平成 18 年 4 月に発行し、関係者に配布しています。

知的財産取得状況

平成 18 年 3 月に特許出願をしています。

* 1 現 徳島県南部総合県民局 * 2 現 徳島県西部総合県民局 * 3 元 国産材需要開発推進員



写真1 脱水成形プレス



写真2 スギバーク育苗キューブ

表1 アンモニア処理培地等の吸水量・保水量

物性	アンモニア処理	アンモニア未処理
含水率(%)	15.3	15.8
重量(g)	105	135
嵩密度(g/cm ³)	0.21	0.27
吸水量(g)	126	35
保水量(g)	122	20
保水率(%)	96.8	57.1

注) 試験体数は各2体で数値はその平均値を用いた。

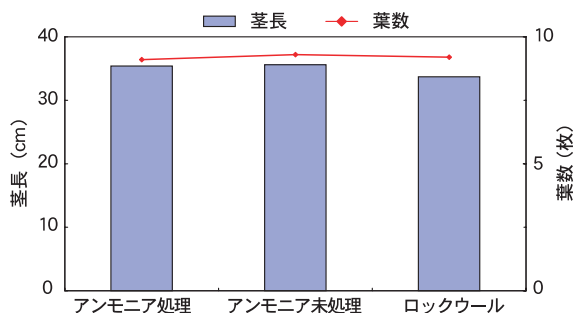


図1 トマトの生育量

注) 試験体数は各3体で数値はその平均値を用いた。

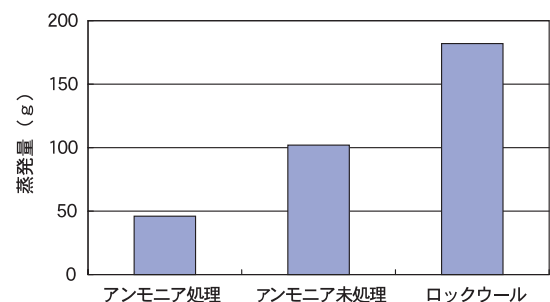


図2 水の蒸発量

注) 試験体数は各3体で数値はその平均値を用いた。

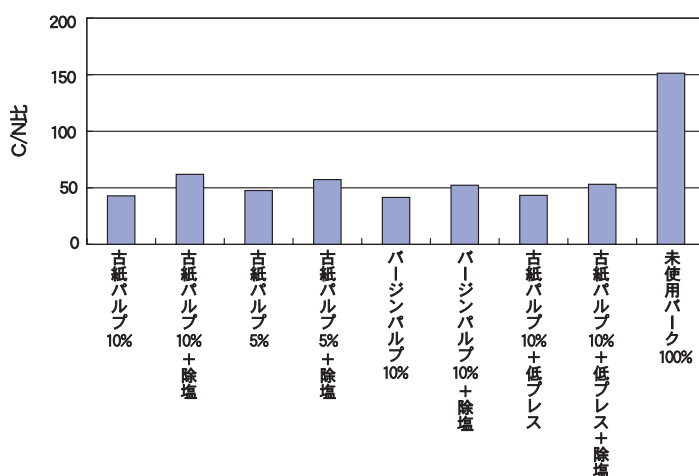


図3 育苗キューブ別のC/N比

注) 試験体: キューブの種類毎に栽培後の4株から回収した培地を一括して混合したものを測定
 除塩処理: 作業終了後の育苗キューブについて肥料分の影響を除くためのもの
 低プレス: 成型プレスの圧縮圧を通常成型比50%で成型したもの

[問い合わせ先: 徳島県立農林水産総合技術支援センター 森林林業研究所木材利用担当 TEL 088-632-4237]

44 製材工場から発生する樹皮を利用した機能性材料の開発

岡山県木材加工技術センター

野上英孝

研究の背景・ねらい

製材工場から発生する樹皮は主に、家畜敷料や堆肥原料、燃料等に用いられています。しかし、需要量が不安定なことや、極めて安価に、あるいは無料や逆有償で取引されていることから、樹皮を原料としたより付加価値の高い資材の開発が望まれています。

本研究では、樹皮を用いた高機能建材等の開発を目的に、県内の粉碎施設（写真 1）で処理されたヒノキ樹皮より得られる繊維を原料に、低密度のボードを試作し、その機能性（熱抵抗、吸音特性、ガス吸着性）を評価しました。

成 果

1 低密度樹皮ボードの試作（写真 2）

ヒノキ樹皮繊維にポリオレフィン系繊維を重量比で 30% 混合し、成型、熱圧する方法により、低密度（ $0.06 \sim 0.12\text{g/cm}^3$ ）のボードが比較的簡易に製造出来ました。

2 樹皮ボードの熱抵抗（図 1）

厚さ 15mm の試験体における熱抵抗は、 $0.31 \sim 0.37\text{m}^2\text{K/W}$ で材料密度の低下に伴い緩やかに上昇し、木質系断熱材として良好な値を示しました。

3 樹皮ボードの吸音特性（図 2）

材料密度と材料厚さを様々に変化させながら吸音特性を測定し、可聴域の低周波音（ $100 \sim 1600\text{Hz}$ ）を吸音するための最適な材料厚さと密度の関係を見出しました。各条件を調整することにより、既存の繊維系吸音材料（グラスウールやロックウールなど）と同程度の性能を発揮することも可能であると考えられます。

4 ガス吸着性能（図 3）

ホルムアルデヒドおよびアンモニアガスに対する吸着性能を、同重量のヤシ殻活性炭と比較した結果、同等以上の性能を有していることが分かりました。また、原料粉碎樹皮に比較し、粗いチップを除いて成形したボード（同重量）の吸着性能が安定し、向上する傾向が認められました。なお、吸着性能に大きな影響を及ぼす各試料の試験時含水率は、粉碎樹皮と活性炭が約 16% であり、樹皮ファイバーボードが約 8% でした。

これらのことから、低密度樹皮ボードは建築材料として種々の優れた機能性を有していることを確認しました。

成果の活用

本研究は、第 56 回日本木材学会大会で公表しました。また、当センターの各種広報活動を通じて、県内関連企業へ技術移転を図っているところです。

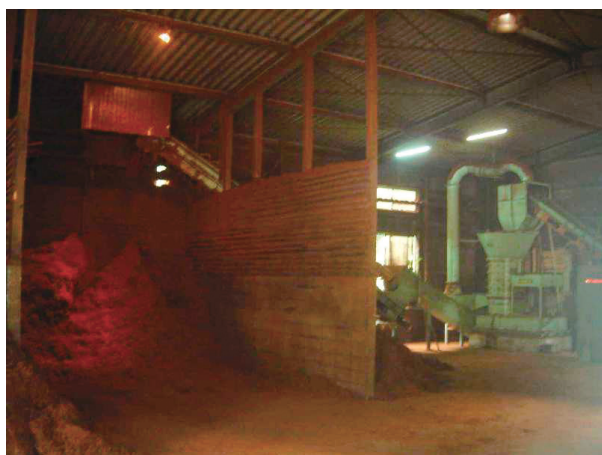


写真1 樹皮粉碎施設



写真2 試作した低密度樹皮ボード
吸音試験用サンプル (右側は市販吸音材)

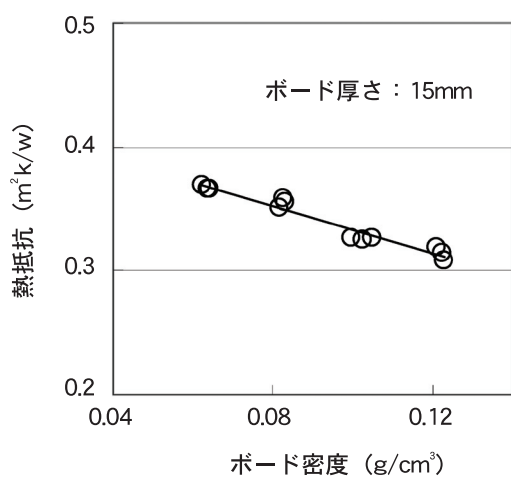


図1 ボード密度と熱抵抗の関係

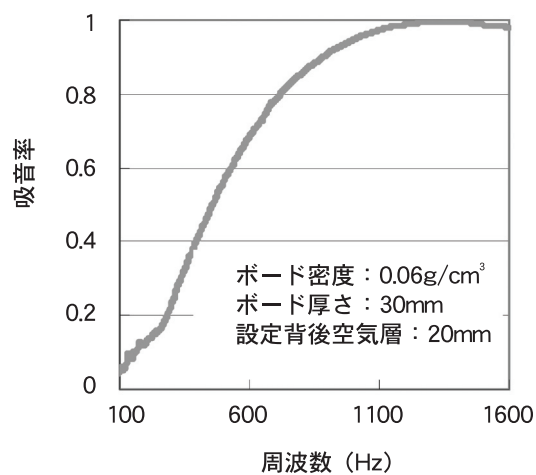


図2 優れた吸音性能を示した一例
※音響管を用いた垂直入射吸音率

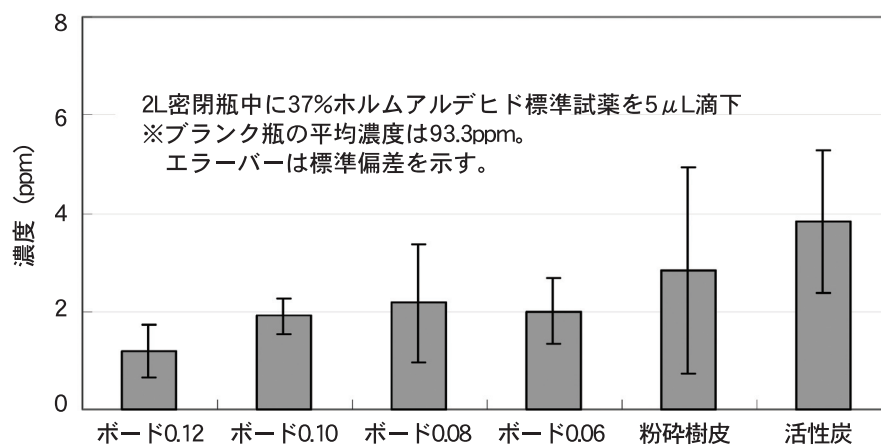


図3 20℃、24時間吸着試験後の瓶内ホルムアルデヒド濃度
※「ボード0.12」等、「ボード」に続く数値は密度 (g/cm³) を示す。粉碎樹皮と活性炭はボード0.12と同重量。

[問い合わせ先: 岡山県木材加工技術センター TEL 0867-44-3367]

査読者

(独) 森林総合研究所

植物生態研究領域	丸山 温	森林植生研究領域	田内裕之	立地環境研究領域	高橋正通
水土保全研究領域	松浦純生	森林微生物研究領域	阿部恭久	森林昆虫研究領域	牧野俊一
野生動物研究領域	川路則友	森林遺伝研究領域	長坂壽俊	バイオマス化学研究領域	大原誠資
きのこ・微生物研究領域	石原光朗	複合材料研究領域	秦野恭典	複合材料研究領域	宮武 敦
複合材料研究領域	井上明生	木材改質研究領域	木口 実	加工技術研究領域	黒田尚宏
構造利用研究領域	林 知行	森林管理研究領域	中北 理	北海道支所	西田篤實
北海道支所	富村洋一	北海道支所	石塚森吉	東北支所	中島 清
東北支所	赤間亮夫	東北支所	藤田和幸	関西支所	山田文雄
四国支所	加茂皓一	九州支所	松本陽介		

ISSN 1349-2225

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.4 (2007.3)

発 行 日 平成19年3月30日
監 修 林 野 庁
編 集 ・ 発 行 独立行政法人 森林総合研究所
茨城県つくば市松の里1
電話 029(873)3211 (代表)
お問い合わせ 企画調整部研究管理科地域林業室
印 刷 所 株式会社 梶 本
茨城県かすみがうら市稲吉1-3-3
電話 029(831)4456

本誌から転載・複製する場合は、(独)森林総合研究所の許可を得て下さい。