

公立林業試験研究機関

研究成果選集

No.3

2006.3

林 野 庁 監 修
(独)森林総合研究所 編集・発行

はじめに

森林の有する多面的機能の持続的発揮と林業の持続的かつ健全な発展に向け、森林・林業・木材産業に関する様々な施策が展開される中で、特に、地球温暖化防止につきましては、昨年２月に京都議定書が発効し、４月には京都議定書目標達成計画が閣議決定され、我が国が国際的に約束した温室効果ガスを着実に削減するために、森林による吸収量を確保することが喫緊の課題となっております。

このため、昨年から第２ステップ期間に移行した「地球温暖化防止森林吸収源１０カ年対策」に基づきまして、健全な森林の整備、保安林の適正な管理・保全、国民参加の森づくり、木材・木質バイオマス利用の推進等、多様で健全な森林の整備・保全に係る施策を積極的に展開しているところです。

このような中で、これを支える先端的な科学技術をはじめとする幅広い試験研究・技術開発及びその活用が非常に重要になってきています。

このため、林野庁は、公立林業試験研究機関、独立行政法人森林総合研究所、独立行政法人林木育種センター、関係企業等との連携により、森林・林業・木材産業に関する試験研究・技術開発が推進されるよう努めているところです。

この「公立林業試験研究機関研究成果選集」は、林野庁と独立行政法人森林総合研究所が、公立林業試験研究機関等と研究開発推進上必要な情報の提供及び意見交換等を行い、地域における研究体制の一層の強化を図ることを目的として毎年開催している「林業研究開発推進ブロック会議」へ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新技术に対する理解を求め、その活用の一助になることを期待するとともに、研究者各位が科学的視点のもと、さらに分かり易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。

結びに、本成果選集を作成するに当たって、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感謝します。

平成１８年３月

林野庁森林整備部 研究・保全課長

笹岡達男

目 次

森林における生物多様性の保全に関する研究分野

No.		頁
1	三重県における里山の保全・管理指針の確立・ 三重県科学技術振興センター林業研究部	1
2	森林タイプ及び森林施業の甲虫多様性への影響・ 山梨県森林総合研究所	3
3	中空ブロックによる日光杉並木の樹勢回復工法・ 栃木県林業センター	5

森林の国土保全、水資源かん養、生活環境保全機能の高度発揮に関する研究分野

4	森林域における河川濁水対策マニュアルの開発・ 北海道立林業試験場	7
5	のり面における森林表土を活用した緑化工法の確立・ 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	9
6	諫早湾干拓地における防風・緑地帯用樹種の選抜・ 長崎県総合農林試験場	11
7	ヒノキ林の間伐率が下層植生に及ぼす影響の調査・ 岡山県林業試験場	13
8	林内景観の整備のしかたと考え方・ 岐阜県森林科学研究所	15

森林に対する生物被害、気象災害等の回避・防除技術に関する研究分野

9	クマハギが発生する地域の森林構成と森林施業による被害軽減方法・ 山形県森林研究研修センター	17
10	液体粘着剤を用いたカシノナガキクイムシの防除・ 滋賀県森林センター	19

効率的生産システムの構築に関する研究分野

11	素材生産コスト予測プログラムの開発・ 大分県農林水産研究センター林業試験場	21
12	造林地におけるモウソウチクの侵入防止対策・ 鹿児島県林業試験場	23
13	スギ小型さし穂による苗木生産技術の開発・ 宮崎県林業技術センター	25

森林の新たな利用を推進し山村振興に資する研究分野

14	山菜等有望特産物の成育特性解明と生産システムの確立・ 新潟県森林研究所	27
15	トンビマイタケを組み合わせた秋田県におけるキノコ露地栽培・ 秋田県森林技術センター	29
16	菌根性きのこの実用的な菌根苗作出法について・ 茨城県林業技術センター	31
17	ハタケシメジの優良品種の育成と栽培技術の開発・ 栃木県林業センター	33
18	農林家経営に適したハタケシメジの栽培技術の開発・ 山口県林業指導センター	35
19	ホンシメジ培地の林地埋設後5年間の子実体発生状況・ 岐阜県森林科学研究所	37
20	簡易施設を活用したクリタケ菌床栽培技術の開発・ 長野県林業総合センター	39

森林の新たな利用を推進し山村振興に資する研究分野

2 1	カキ殻を利用したきのこ栽培技術の開発	41
	広島県立林業技術センター	
2 2	乾シイタケ省力栽培技術の開発	43
	大分県農林水産研究センターきのこ研究所	
2 3	三重県特産きのこ優良系統の探索と系統判別技術の開発	45
	三重県科学技術振興センター林業研究部	
2 4	きのこ類の孢子欠損性優良品種の育成と迅速な選抜法の開発	47
	奈良県森林技術センター	

新品種開発のための林木育種技術に関する研究分野

2 5	精英樹種苗からの花粉のないスギの選抜	49
	神奈川県自然環境保全センター	
2 6	チシマザクラの品種開発と実用的増殖試験	51
	北海道立林業試験場緑化樹センター	
2 7	熊本県産スギ・ヒノキサシ木品種のクローン構成	53
	熊本県林業研究指導所	
2 8	つぎ穂の針葉数を調整しないマツの大量つぎ木技術	55
	福島県林業研究センター	

循環型社会の構築に向けた木質資源の利用に関する研究分野

2 9	オビスギの心材抽出成分の品種別比較	57
	宮崎県木材利用技術センター	
3 0	木質粉碎物との混合による迅速な水産廃棄物処理	59
	北海道立林産試験場	
3 1	スギ間伐材を利用した植生基盤の開発	61
	青森県農林総合研究センター林業試験場	
3 2	スギ鋸屑等を原料とするコンクリート化粧型枠の試作	63
	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	林内散布等の木材チップが森林環境に与える影響調査	65
	長野県林業総合センター	
3 4	ピロディン、目視法によるカラマツ杭材の耐用年数評価	67
	岩手県林業技術センター	
3 5	台風18号による風倒被害木の利用に関する調査	69
	北海道立林産試験場	
3 6	巻枯らし間伐木の材質及び利用に関する調査	71
	埼玉県農林総合研究センター森林研究所	
3 7	携帯型立木ヤング率測定器の開発	73
	静岡県林業技術センター	
3 8	木質構造に適した制振技術の開発	75
	富山県林業技術センター木材試験場	
3 9	地域産材を用いた木構造の振動特性に関する研究	77
	鹿児島県工業技術センター	
4 0	徳島すぎ横架材端部の鉛直支持耐力試験	79
	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	
4 1	宮崎県産の低比重スギを使った内装兼用断熱型枠	81
	宮崎県木材利用技術センター	
4 2	シャチ・ボルト接合によるスギ重ね梁の開発	83
	長野県林業総合センター	
4 3	スギ3層クロスパネルの住宅部材としての性能と評価	85
	鳥取県林業試験場	
4 4	スギ平角材の効率的な乾燥技術の開発	87
	高知県立森林技術センター	
4 5	県産ヒノキの材質に適した低コスト乾燥法の確立に向けて	89
	長崎県総合農林試験場	

三重県における里山の保全・管理指針の確立

三重県科学技術振興センター林業研究部

島田博匡

研究の背景・ねらい

「里山」とは過去に薪炭生産などを通して維持されてきた二次林で、里山周辺の農地や集落などの「里」とともに「里地」を構成しています。里山では1960年代以降は人手が入らなくなって遷移が進むことで、里山独特の生物は衰え、希少種化するものも増えました。このような背景などを受けて、近年では里山が注目の的となり、市民参加による里山保全活動が盛んに行われるようになっていきます。里山保全活動によってどのような将来の森林状態を目指にしても、まずは現況を把握し、里山生態系や生物多様性を保全することを目的とした保全・管理策を検討する必要がありますが、三重県において里山の現況はほとんど把握されていませんでした。そこで本研究では市民参加による里山保全活動を支援する目的で、三重県における里山の分布や主要森林型の現況を明らかにし、里山の保全・管理指針を作成しました。

成 果

- 1 土地分類図と現存植生図を用いて、基準地域メッシュという約1km四方の網目状に三重県全域を区切った単位で三重県内の里山の分布状況を解析したところ、里山は伊勢平野や伊賀盆地、志摩半島を中心に分布しており、全県面積の20%程度が里山であることを示しました(図1)。また、里山においてアカマツ林は県北中部に、シイ・カシ萌芽林は南部を中心に分布し、スギ・ヒノキ植林は全県に広く分布していました(図2)。こうした各森林型の分布状況を明らかにしたうえで、植林化などによって分断化された里山のアカマツ林やシイ林など二次林間の生物移動を助けるためには、里山に広く分布するスギ・ヒノキ植林の適切な管理が必要であることなど、分布特性に基づく保全・管理策を示しました。
- 2 三重県の里山において112箇所の調査地を設けて植生調査を行いました。調査地の植生はクラスター分析により16森林型に分けられましたが(図3)、そのうち主要であったスギ林、ヒノキ林、アカマツ林、コナラ林、シイ林、ウバメガシ林、モウソウチク林の7森林型について詳細な検討を行い、林分構造や種組成の現況と保全・管理上の問題点を明らかにしました。さらに、これに対して里山生態系と生物多様性の保全の観点から考えられる保全・管理策を示しました。例えばコナラ林では林床への常緑樹、ササ類の侵入による多様性低下や常緑樹林化、樹木の大径化による萌芽力低下の傾向などが認められ、それに対して留意点を付記しながら下刈や小面積皆伐、更新補助作業などの施業方法を提案しました。
- 3 以上の成果をまとめ、普及用パンフレット「三重県における里山の保全・管理の考え方 - 里山生態系と生物多様性の保全の観点から - 」を作成しました(図4)。

成果の活用

成果をとりまとめた普及用パンフレットは県内の森林・林業関係機関やNPOなどに広く配布するとともに、三重県科学技術振興センター林業研究部ホームページ(<http://www.mpstpc.pref.mie.jp/RIN/>)でも公開しています。また、植生調査結果についても「三重の里山植生データベース」として同様にホームページで公開しています。これらは県民参加による各地域の里山保全・管理活動において参考資料として活用されています。

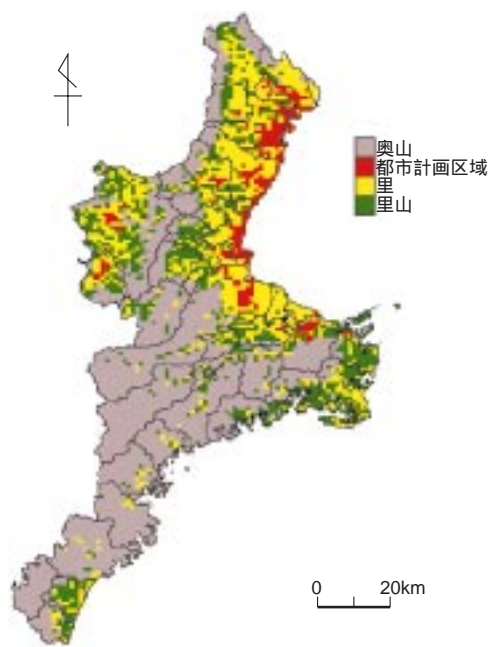


図1 三重県における里山の分布

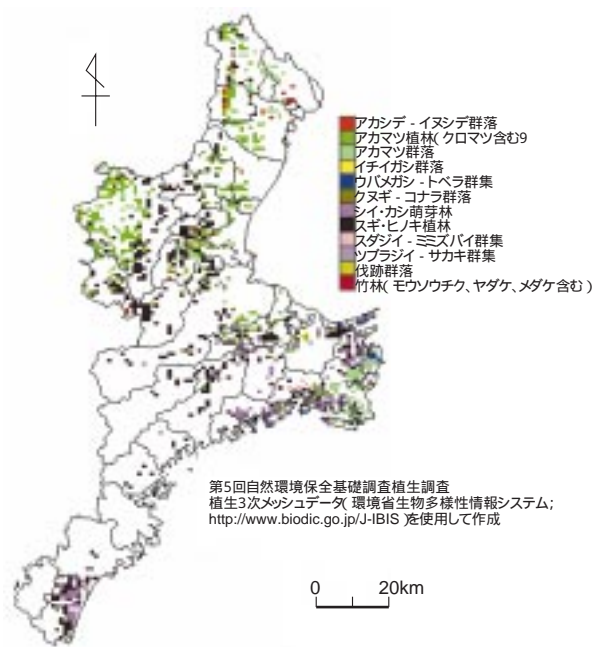


図2 三重県の里山における各群落型の分布

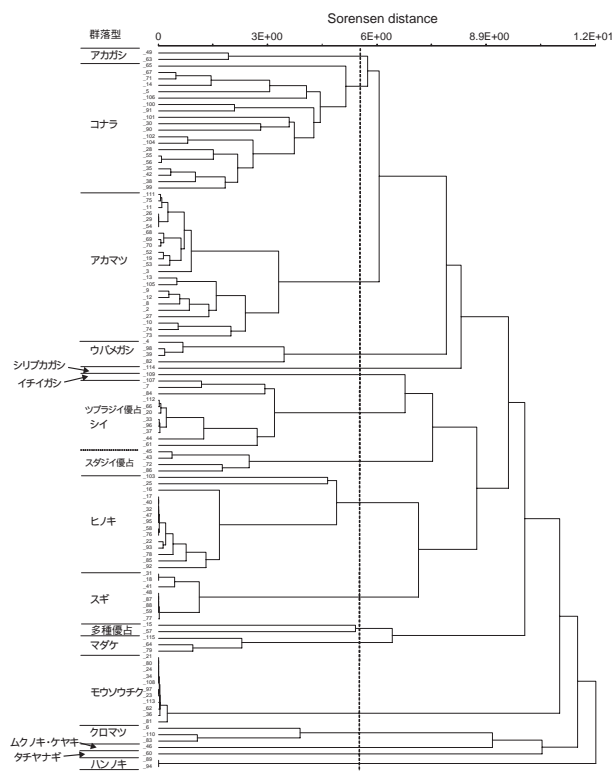


図3 三重県の里山における112調査地点のクラスター分析による類型化



図4 普及用パンフレット(表紙)

[問い合わせ先：三重県科学技術振興センター林業研究部 研究グループ TEL. 059-262-5352]

森林タイプ及び森林施業の甲虫多様性への影響

山梨県森林総合研究所

大澤正嗣

研究の背景・ねらい

森林の役割として、“生物多様性”の保全が近年特に重要と考えられるようになってきました。これは日本だけではなく、世界共通の傾向となっています。木材生産の為の技術だけでの森造りでは不十分となりつつあり、今後、生物多様性の保全や存続の為の技術を、今までの木材生産技術の中に組み込んでいかなければならないと考えています。山梨県では県有林の管理を改善するため、森林生態系モニタリング調査事業を行っています。その中の1つに甲虫多様性の研究があります。森林タイプ及び森林施業が森林に棲息する甲虫類の多様性に及ぼす影響を調査し、甲虫多様性を損なわないよう森林の管理技術を改善することを目的としています。

成 果

中部山岳地帯の瑞牆山周辺（山梨県北杜市須玉町）の計52林分（標高1390～1770m）で調査を行いました。これらの林分にはカラマツ人工林（ここでは壮齢林対象）、広葉樹二次林、および天然高齢林の3タイプが含まれており、また、カラマツ壮齢林以外に、間伐および長伐期の2つの施業形態を調査しました（表1）。この地域で最も甲虫の捕獲できる6月、7月及び8月の各月毎に14日間、マレーズトラップにて甲虫を捕獲し、甲虫多様性（種多様性）を比較しました。甲虫目の全ての科において同定作業を進めていますが、ここでは、捕獲個体数が多く、また、未同定種の少ないカミキリムシ科、ゾウムシ科、ハムシ科、コメツキムシ科、ベニボタル科、及びナガクチキムシ科について主に検討します。

全体で74科893種5,809頭の甲虫を捕獲しました（図1）。森林タイプ別に比較すると、広葉樹二次林で特に多様性が高いことが示されました。詳細については、上記の6科について表2に示しました。カミキリムシ科、ゾウムシ科、ナガクチキムシ科の多様性が二次林で高いことがわかりました。種構成は3つの森林タイプそれぞれで異なっていましたが、ゾウムシ科、ハムシ科では、カラマツ壮齢林で最も大きな違いがありました。一方、コメツキムシ科では、天然高齢林が他の森林タイプと特に異なっていました。また、カラマツ壮齢林では、間伐により、カミキリムシ科の多様性が高まり、さらにカラマツ林の長伐期施業により、ゾウムシ科、ハムシ科を始め、全体的に甲虫の多様性が高まる傾向がありました。一方、植物種数の多い森林で、植食性のハムシ科の多様性が増加し、新しい枯木の多い森林では、カミキリムシ科の多様性が増加することがわかりました。森林タイプや施業と甲虫の多様性については次のようにまとめられます。1）広葉樹二次林では甲虫多様性が高く、“高い多様性”が二次林の価値となり得る、2）天然高齢林ではこの森林を中心に棲息する甲虫があり今後保護する必要がある、3）カラマツ壮齢林は長伐期施業により甲虫多様性を高められる可能性がある、4）間伐によって一部甲虫の多様性が高まる、5）林内における枯木の存在や植物の種数も甲虫多様性にプラスの影響を与える。

成果の活用

これらの成果は、二次林の価値の見直し、天然高齢林の保存、カラマツ人工林の多様性の改善といった、多様性を配慮した今後の森林管理の指針として貢献できると考えています。



カラマツ人工林



広葉樹二次林



天然高齢林

表 1 調査林分

カラマツ人工林(カラマツ壮齢林)	林齢21～45年。
間伐	間伐を行って1.5～2.5年経過したカラマツ壮齢林を対象。
長伐期	長伐期施業中の高齢林を対象。林齢58～80年。
広葉樹二次林	ミズナラが優占する林が多い。他の樹種として、シラカバ、アオハダ、クリ等。
天然高齢林	老熟林。針広混交林でミズナラが優占する林分が多い。他樹種として、クリ、ウラジロモミ等。

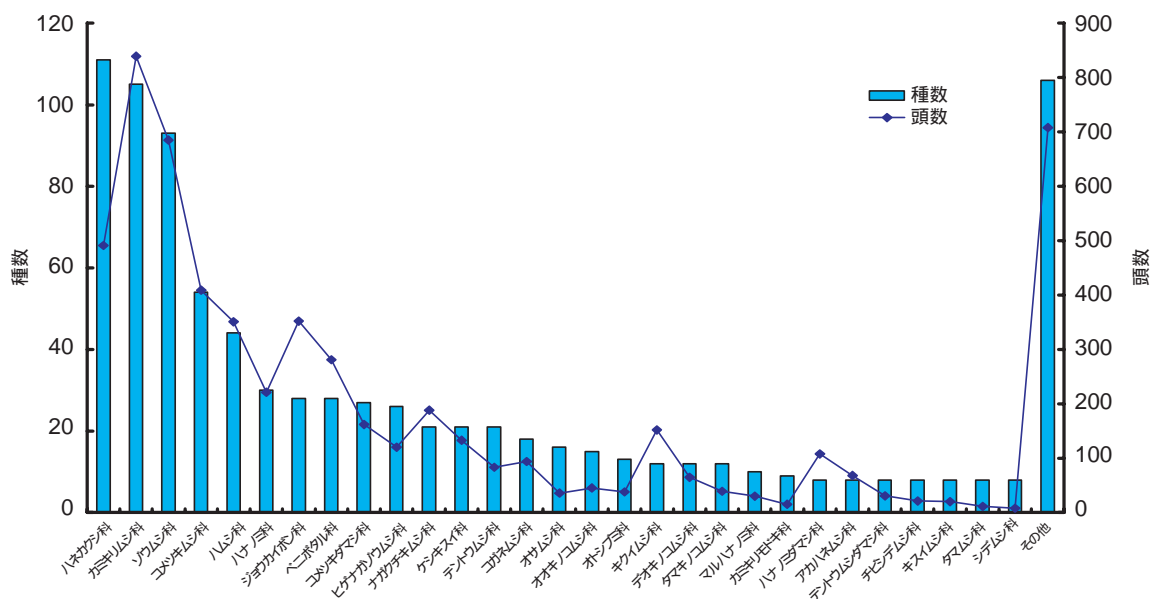


図 1 捕獲甲虫の科別種数・頭数

表 2 森林タイプ、施業、及び環境要因が甲虫主要科の種多様性へ与える影響

主要な科	森林タイプ			林業施業			環境要因			
	カラマツ人工林 (壮齢林)	二次林	天然高齢林	間伐	長伐期	標高	開空度	草本種	木本種	新しい枯死材
カミキリムシ科		+		+		-	+			+
ゾウムシ科		+	+		+	-			+	
ハムシ科	+				+		+	+		
コメツキムシ科							+			
ベニボタル科							+			
ナガクチキムシ科		+								

+ : 捕獲種数及び多様度指数からプラスに働いていると考えられる要因
 - : 捕獲種数及び多様度指数からマイナスに働いていると考えられる要因

[問い合わせ先 : 山梨県森林総合研究所 森林環境研究部 TEL. 0556-22-8001]

中空ブロックによる日光杉並木の樹勢回復工法

栃木県林業センター

野澤彰夫

研究の背景・ねらい

日光杉並木は、生育環境の悪化等により本数が年々減少しており、樹勢の衰退も進行しています。道路敷確保のため根を切断して地面を掘り下げ、根系生育領域を狭められた杉並木（写真１）内において、道路機能を維持しながら根系領域を最大限に確保することを目的として、樹勢回復のための工法について検討しました。

成 果

道路機能と根系生育領域の拡大を両立させる方法として、例えば、道路を橋梁構造にして、道路下に根の張る領域を確保し、道路機能との両立を図る方法があります。しかし、ＰＣ杭工法*による橋梁の施工を検討してみると、杭打機を含めた作業スペースの確保が困難であり、単価も高く、施工性と経済性の両面から実施が困難です。

そこで、種々検討した結果、路床の支持体として中空ブロック既製品（商品名：ポカラ）を利用することにより、施工性・経済性とも改善され、支持強度・根系生育領域の確保とも十分な性能を得られることが分かりました。本工法の横断概念図は図１のとおりです。ここで使用する中空ブロックは、一辺が1.2mの立方体のコンクリートを三方から直径95cmの円柱でくり抜いた形状をしています。樹勢回復のためには、吸収根の生育領域として深さ１ｍ程度が確保されればほぼ十分と考えられます。

実際の施工手順は次のとおりです。掘り下げられた路盤の舗装と側溝を破碎・除去（写真２）し、砂基礎の上にポカラを敷設（写真３）し、その上にコンクリート有孔床版を乗せ、ポカラ内外に改良土壌を充填（写真４）します。改良土壌の配合内訳は、完熟牛糞堆肥（県内の塩野谷農協の製品；スーパーコン・グリーン）10%（体積比）、杉皮土壌改良材（今市木材開発(協)及び栗野町森組の製品；クリプトモス）10%、粒状木炭（県内産）5%、黒ボク土（夾雑物・病原菌の少ない地場の休耕畑土）75%とします。床版の上には碎石敷砂利をして、表層を透水性舗装（写真５）とします。

杉並木内の道路を車道とするために掘り下げられた部分を、本工法の施工により盛土・復元し、江戸期の姿に近づけられるため、昔の街道景観の復元の観点からも、本工法は望ましいものと考えられます。

日光杉並木において、本工法による樹勢回復事業が実施されましたが、掘り下げられていた旧道敷（写真１）が、事業施工後（写真５）には自然な杉並木街道に見えるようになりました。さらに、施工１年後には、客土中に並木杉の発根伸長が見られ、平成16年には４面に透明プラスチック板を設置した観察用ポカラの一部で、ポカラ周囲に根の伸長が確認できる（写真６）ようになりました。

成果の活用

中空ブロック工法による樹勢回復事業は、平成10年度～12年度に、日光杉並木財団により、今市市瀬川地区において、総延長で255mが施工されました。今後も、本工法による樹勢回復事業が計画されていますが、杉並木の保護のため実施区域の拡大が望まれます。

また、本工法は杉並木に隣接した今市市の土地区画整理事業でも用いられましたが、種々の場面で応用可能な工法なので、樹勢回復等の手法として広く活用されることが期待されます。

（注）* ＰＣ杭工法：ＰＣはprecast concreteの略で、工場生産のコンクリート製規格品のこと。ここでは、ＰＣ杭を打ち込んでこれを橋脚とし、その上にコンクリート製の橋板を渡して橋とする工法。

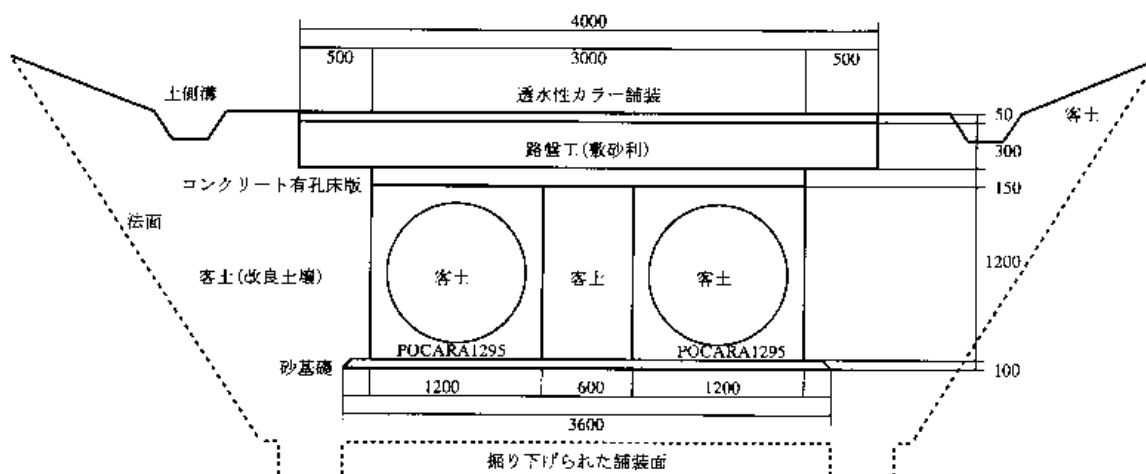


図1 中空ブロック(ポカラ)工法横断概念図



写真1 掘り下げられた路盤



写真2 舗装と側溝の破碎・除去



写真3 ポカラの敷設



写真4 ポカラ内外への客土充填



写真5 透水性舗装と車止め



写真6 ポカラ周囲に伸長した根

[問い合わせ先：栃木県林業センター 研究部 TEL. 028-669-2211]

森林域における河川濁水対策マニュアルの開発

北海道立林業試験場

佐藤弘和

研究の背景・ねらい

河川を流れる濁水は目に見える現象であるため、地域住民からの苦情が寄せられることがあるほか、河川の生態系のみならず沿岸漁業や生活用水などに悪影響を及ぼすことがあります。こうした原因について、川の濁りを森林伐採などの施業が原因であるとする意見もしばしば聞かれますが、実際に科学的な根拠に基づく議論はなされていません。そこで、森林施業によって変化した河川の濁水状況を観測し、その原因を探索するとともに、濁水発生防止に配慮した森林施業を試行し、その効果を判定することで、濁水発生を抑制する森林施業方法の体系化を目指しました。

成 果

森林伐採を行うと、伐採直後において伐採前に比べて一時的に微細な土（濁水の原因）の濃度は増加するが、数年で伐採前の状態に戻る場合（川沿いに集材路がある択伐の事例；図1） 10年以上経過しても微細土濃度が伐採を行っていない流域より高い場合（川沿いに集材路がある皆伐の事例；図2） 伐採直後においても濃度の増加がみられなかった場合（択伐や間伐が行われているがすべて川を横切らないように集材路を設置した複数の流域における事例）の3タイプあることがわかりました。こうした違いが生じた理由としては、では伐採時において川沿いに設置された集材するための道路が崩れていたが、翌年以降には植生が回復し道路の崩れが安定したこと、では川沿いに設置された集材路において現在まで道路の侵食や崩れが起きていること（なお、溪畔林を保全し川沿いに集材路を設置しなかった場合は、顕著な濃度増加はみられませんでした）では川沿いに集材路を設置しないように配慮した方法が有効であったこと、が挙げられます。実際に、について、微細土が流出しないように配慮した集材路（GISを利用して、川沿いを避けることや緩斜面に配置するなどの計画を立てた道路）を試験的に作設した流域では、観測された流量の範囲内における濃度の増加はありませんでした。

森林内に作られた道路では、排水のための側溝や横断排水溝の詰まりなどに起因した侵食・崩壊が発生していました。道路における侵食・崩壊は河川の濁水化に繋がります。そこで、木質チップを利用した濁水ろ過施設（写真1～3）を施工しました。その結果、すべてのタイプにおいて砂利を敷いただけの路面に比べて微細土濃度が低い値を示すことが多く（図3）ろ過効果が発揮されていたことが確認されました。

成果の活用

濁水発生が生じた場合（ないしは起こりうることが想定される場合）に行政や研究機関がとりうる具体的な対策方法と、川の濁りが人為的な影響を受けた濁水レベルかどうかを判断する基準値を算出しました。これらの成果を参考にして、北海道水産林務部に所属する森づくりセンターでは管轄する道有林を流れる主な河川について濁水モニタリングを開始しました。なお、研究成果については、濁水流出に対する知見および濁水抑制技術の開発と効果の検証などを解説した「濁水対策のための森林整備技術マニュアル」にまとめました。

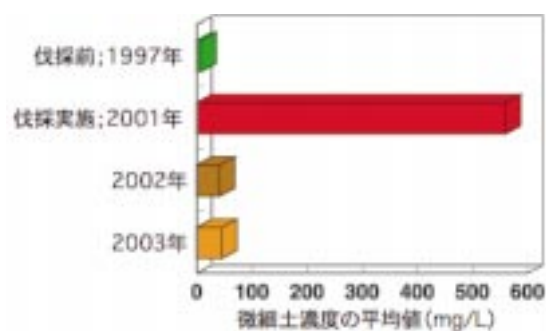


図1 伐採後における微細土濃度の変化
微細土は、粒径0.1mm 以下のもの

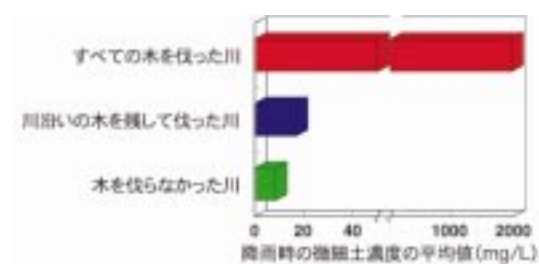


図2 伐採後10年以上経過した微細土濃度の変化

すべての木を伐った場合、未だに高濃度の微細土が流出している



写真1 側溝充填型
左側の側溝にチップが充填されている



写真2 路面敷設型
路面全体にチップが敷かれている



写真3 中央配置型
路面中央の暗渠をチップで充填している

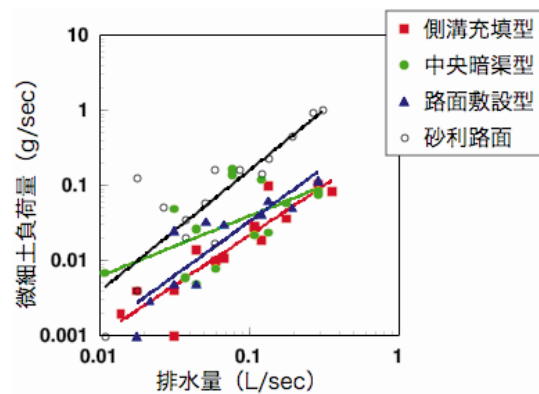


図3 チップを用いた濾過施設の効果

砂利路面より同一排水量に対する微細土負荷量の流出は抑えられている

[問い合わせ先：北海道立林業試験場 企画指導部 TEL. 0126-63-4164]

のり面における森林表土を活用した緑化工法の確立

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

山瀬敬太郎

研究の背景・ねらい

道路の開設に伴う外来牧草の導入が、在来植物の生育地を消失させたり改変させたりして、悪影響を及ぼしているとの批判があります。また平成17年6月には「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（略称は外来生物法）」が施行され、今後は外来牧草を中心とした初期緑化を見直さなければならない可能性があります。

そこで、森林地域に開設される林道ののり面での外来牧草を用いた従来の緑化工法が、在来植物の生育環境に及ぼす影響を把握・検証するとともに、生物多様性に配慮した工法として、林道開設場所で採取した森林表土に含まれる埋土種子を活用した緑化実験を行い、その効果を検証しました。

成果の内容

のり面緑化で用いる外来牧草は、施工後7～13年が経過しても優占しており、在来植物の生育を阻害し生物多様性を脅かしている場所があること（写真1）、初期緑化が確実な工法ほど、その影響が大きいことがわかりました。

次に、林床植生の植被率が異なるコナラ林とスギ植林地から森林表土を採取し、ガラス室内で撒きだし試験を行い、森林表土中に含まれる埋土種子の種類を調査しました。その結果、林床に植物がほとんど生育していないスギ植林地から採取した森林表土についても、発芽能力を持った種子が多く含まれており、緑化に用いるのに十分なポテンシャルを持っていることがわかりました。また、採取した森林表土を2mm篩で処理することによって、得られた粒径の小さな表土は、汎用性の高い小型の吹き付け機で利用できるとともに、埋土種子密度（個数）が高まる傾向がみられました（篩処理有：17.7±3.5個/1L、篩処理無：8.1±3.4個/1L、t検定、 $p < 0.05$ で有意）。さらに、集落や伐採地など人為的攪乱を強く受けた場所に近接する森林表土中の埋土種子は、外来植物の種子が多く含まれることから、それらの種子が発芽・成長することによって、在来植物の生育に影響を及ぼす可能性が示されました。

森林表土を用いた吹き付けの施工概念図は図1に示しました。盛土ののり面で森林表土のみの吹き付けを行った結果、施工6ヶ月後（2004年4月施工、10月調査、以下同様）には24種（外来草本4種を除く）の自生種の生育と95%（外来草本を含む）の植被率が得られました（表1）。切土ののり面で森林表土に先駆性樹種（ヌルデ、ヤマハゼ、アカメガシワ）の種子を追加して吹き付けを行った結果、施工6ヶ月後には90%の植被率が得られ、森林表土だけの吹き付け（植被率70%）よりも確実に植被率を高めることがわかりました（表1、写真2）。以上のことから森林表土を活用した緑化工法は、初期の植被率が確保されるとともに、外来植物の生育を抑制することで在来植物の生育が可能となり、生物多様性が保全できる可能性が示されました。

成果の活用

森林表土の吹き付けは、林道の切土および盛土ののり面で実施されており、一般県道の切土ののり面でも計画されているところです。

また、森林表土をより簡易に活用する方法として、治山事業地の谷止工上流の埋め戻し部分に、表土を用いて土羽打ちする方法も提案し、一部の治山事業地で実施されています。

【用語の解説】 切土のり面…地山の切り取りや掘り取りによって人為的に造成された固結した土壌あるいは岩石状態の傾斜面
盛土のり面…本来の土壌構造を失った、寄せ集めの土壌を締め固めて人為的に造成された傾斜面
谷止工…勾配を緩やかにして流水の速度を弱め、侵食防止を目的とした治山ダム
土羽打ち…盛土のり面を突き固めること



写真1 厚層基材吹付後9年目の状況（トールフェスクが被度95%で優占している、吹付種子はトールフェスク、クリピングレッドフェスク、メドハギ）

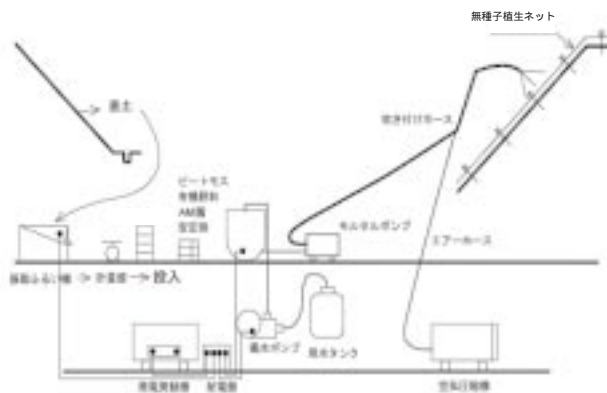


図1 森林表土吹き付けの施工概念図

表1 森林表土吹き付けによって出現した植物種（施工6ヶ月後）

植物名	被度%			植物名	被度%		
	盛土	切土			盛土	切土	
		表土のみ	種子追加			表土のみ	種子追加
外来草本				(在来木本の続き)			
クリベ ^ン グ ^レ ット ^フ ェスク	1			クマイ ^チ ゴ ^ノ	0.5		25
トール ^フ ェスク	1			クロ ^モ シ ^ノ	0.5		
バ ^ミ ュー ^ダ グ ^ラ ス	15			サルトリイ ^バ ラ			0.5
ベ ^コ バ ^ナ ホ ^ク キ ^ク	1	15	10	タ ^ナ ノ ^キ	5		
在来草本				ナ ^ガ バ ^ノ モ ^ミ シ ^ノ イ ^チ ゴ ^ノ			0.5
イ ^ワ ナ ^ガ ナ	15			ヌ ^デ ノ ^キ	0.05		10
オ ^ト ラ ^ノ オ	10			ヒ ^メ コ ^ウ ソ ^ノ			2
オ ^キ リ ^ソ ウ	0.05			ミ ^ツ バ ^ノ ツ ^チ ガ ^リ	1		
オ ^ニ タ ^ノ ラ ^コ	0.5	1		ム ^ラ サ ^キ シ ^キ フ ^ノ	0.5		
カ ^ヤ ツ ^リ グ ^サ		3		ヤマ ^ネ コ ^ヤ ナ ^キ	1		
カ ^{ラム} シ	0.5	5	10	出現種数 / 4m ²	28	6	11
キ ^{ラン} ソ ^ウ			0.2	植被率%	95	70	90
ク ^ス	3						
コ ^ナ ス ^ビ	1						
タ ^ケ ニ ^グ サ	2	45	25				
タ ^ネ ツ ^カ バ ^ナ		1					
ツ ^ク サ	2						
ヌ ^シ ト ^ハ キ ^ノ	1						
ノ ^ゲ シ	10						
ホ ^{タル} フ ^ノ 知	0.5						
メ ^シ バ ^ノ			1				
ヨ ^モ ギ ^ノ	20						
在来木本							
ア ^カ マ ^ツ	0.05						
ア ^ブ ラ ^チ ヤ ^ン	0.05						
ウ ^ツ ギ ^ノ	2						
カ ^{ラス} ガ ^ン シ ^{ョウ}	3						



写真2 切土のり面における森林表土の吹き付け6ヶ月後の状況

[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]

諫早湾干拓地における防風・緑地帯用樹種の選抜 - 植栽から4年間の生育状況 -

長崎県総合農林試験場

貞清秀男・林 末敏

研究の背景・ねらい

新規造成の諫早湾干拓地は有明海湾奥部に位置し、約700haと広大な農地面積を有していますが、塩害、潮風害等から農地や農作物を守るため防風林や緑地帯の早期造成が求められています。一方、当干拓地は有明海の海底土（通称：ガタ土）を母材とした海成沖積土壌であり、粒径の細かい粘土が約50%、シルトが約40%を占める重粘質土壌です。そのため排水が劣るとともに、土壌中の塩分濃度も高い性質を持っています。このような干拓地特有の土壌条件下に適合する防風・緑地帯造成用の樹種を選定するため、クロマツなど19樹種について植栽試験を行いました。

成果の内容

干陸から4年後の2001年に中央干拓地試験ほ場内に試験区を設定し、各樹種20本を同年3月に植栽しました（写真1、2）。植栽間隔は、高木類が1m × 1m、中低木類が0.5m × 0.5mとし、植穴は直径30cm × 深さ30cmです。なお、クロガネモチ（接ぎ木仕立て苗）以外は2年生ポット苗です。樹高成長はいくつかのパターンを示し、ナンキンハゼ、カンレンボクなど植栽後、毎年増加傾向にあるもの、クロマツ、ムクノキなど2年以降に増加したもの、センダン、エノキなど年ごとに異なった伸びを示すもの、ネズミモチなど初期成長の悪いものなどに分けられました（図1）。生存率は、クロマツ、ウバメガシ、シャリンバイが100%を示し、ヤブツバキ（40%）、ヤナギ類（15%）は半分以下でした（図2）。特にヤナギ類の生存率は、植栽から1年後が85%、2年後が15%で、急激な減少を示しましたが枯損原因については不明です。

過去4カ年の生育経過から判断すると、ヤブツバキやヤナギ類以外は順調に育っており植栽木として利用可能です。中でも高木類ではクロマツ、センダン、マテバシイ等が、中低木類はウバメガシ、トベラなどが良好な生育を示していますので、緑地帯の早期造成には適した樹種といえます。なお、ツバキ類は、幅広い土地条件に適応する言われていますが、幼齢期には日陰を好むため遮光対策が必要です。

干拓地土壌の初期条件はpH 7以上とアルカリ性であり、また下層土に塩素イオンが高濃度に蓄積しています（表1）。植栽後2年半経過した土壌は初期土壌に比べpHが低下傾向にあり、下層土の塩素イオン濃度も低下しています。その除塩効果は90cm以下にもおよんでいます。このようなpHおよび水溶性塩素イオン濃度の低下傾向は、暗渠などの排水効果とともに、植栽木の根系発達にともなう土壌乾燥や亀裂の発生なども寄与しているものと考えられます。一般に樹木根系の健全な働きが期待できる塩類濃度は15mg/100g以下と言われているので、根系が最も発達する30cm付近まではそれ以下の値をめざす必要があります。

成果の活用

今回の調査結果により、諫早湾干拓地における防風・緑地帯造成用に適した樹種を選定できました。この結果は、同じような条件の海岸部における緑地帯造成計画の樹種選定にも活用できます。

また緑化に伴う土壌の変化経過がわかりました。樹木の植栽は下層土の土壌改良の効果も期待できそうです。



写真1 (植栽: 2001年3月)



写真2 (4年後: 2005年7月)

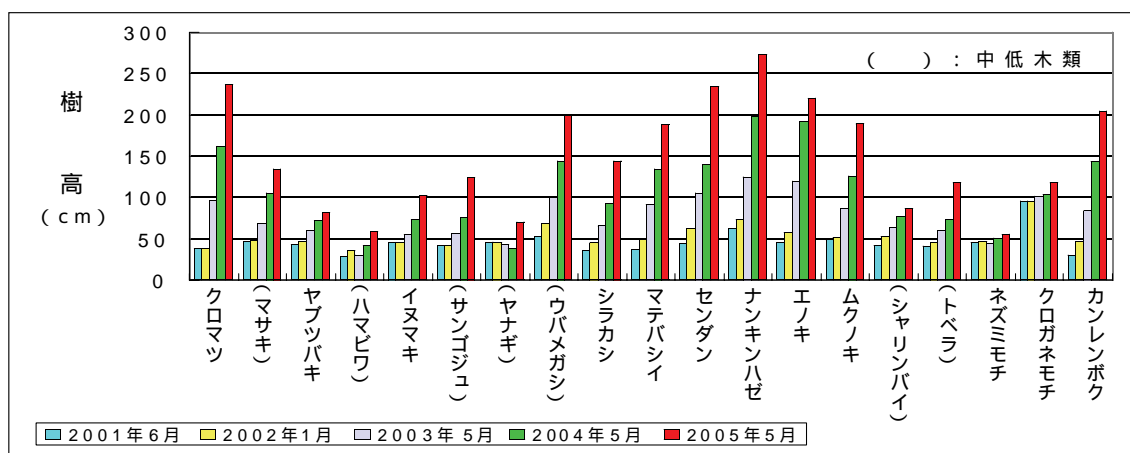


図1 植栽配置および樹種別の樹高の推移

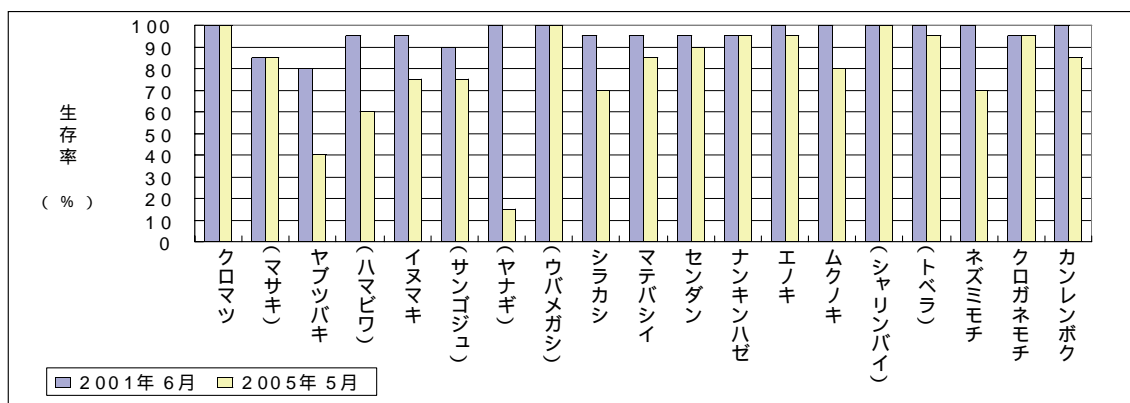


図2 樹種別の生存率の推移

表1 土壌分析結果

採土時期		深さ		pH (H ₂ O)	水溶性塩素イオン濃度
		cm			(mg / 乾土100g)
2001年	7月	15	- 30	7.5	19
		45	- 60	8.1	863
		90	- 105	8.1	1,703
		150	- 165	8.1	1,684
2003年	11月	15	- 30	7.6	33
		45	- 60	7.7	617
		90	- 105	7.8	1,231
		150	- 165	8.1	1,397

[問い合わせ先: 長崎県総合農林試験場 TEL. 0957-26-3330]

ヒノキ林の間伐率が下層植生に及ぼす影響の調査

岡山県林業試験場

石井 哲

研究の背景・ねらい

近年、森林施業の停滞に起因する林内からの土砂流出が問題化しています。これを防ぐには、間伐等による下層植生の増加が有効であることが知られています。そこで、強間伐を含む間伐と下層植生の関係を把握するため、ヒノキ人工林（20箇所、標高280～910m、林齢11～70年生、平均胸高直径9～28cm）で、間伐率別（定性間伐、0～50％）の下層植生量の変化を3年間調査しました。調査にあたり、各林分に5m方形の調査区を1か所設定し、1mメッシュ（36点）の定点を定めました（一部は0.5mメッシュ（121点）も設定）。そして、各定点から上向きの垂線に植物体が接する点数、最高点の高さ及び植物種を調査し、下層植生量の評価指標として、定点植生高和（各定点上の最も高い植生高の和、単位：cm）及び定点植被率（各定点における植生が存在する点の率、単位：％）を定めました。

成 果

- 1 定性間伐により間伐後、約2年以内に下層植生を増加させようとする場合、定点植生高和の増加量等から判断して、本数間伐率35％以上が目安になるという結果が得られました（図1）。
- 2 定点植生高和の大きな林分は、植生の層状構造（定点から上向きの垂線に植物体が接する点数で表した）が発達しているため、雨滴の保持や林地への衝撃緩和など、林地保全機能が高いと推察されました。従って、林地保全効果を評価する上で、定点植生高和は、一つの指標になると推察されました（図2）。
- 3 0.5mメッシュ調査は、1mメッシュ調査に比べ調査に時間がかかりますが、面的により詳細に調査でき、1mメッシュ調査では把握できなかった高さの低い植生も把握できるという利点がありました。しかし、平均植生高の差や定点植生高和模式図における違いは少なく、短時間でできる1mメッシュ調査でも定点植生高和を比較する上で、実用的な問題はありませんでした（図3、4）。
- 4 間伐率の異なる2林分の下層植生を、定点植生高和及び模式図で比較すると、数値的、視覚的にもその違いを把握することができました（図5、6）。
- 5 他の報告によると、40年生を超えると下層植生が発達してくるという事例もありますが、今回の調査では64年生以上の高齢林でも間伐（択伐）を行わない場合、相対照度が低く下層植生が未発達でした。従って、高齢林でも下層植生の増加を期待する場合、間伐等の施業が必要であることが確認されました。
- 6 気象害は、互いに近接する2調査区（間伐率33%、42%）で風害がみられたのみでした。間伐率40％以上の強間伐区でも、6調査区中1調査区で発生しただけでした。ただ、斜面方位や山腹位置等により風の強さが大きく異なることがありますので、これらを勘案しながら間伐等施業を実施するとともに、今後も耐風性については、調査を継続する必要があると思われます。

成果の活用

林業経営が厳しさを増す中、林地の保全や間伐回数の削減を目的とした強間伐が注目されています。今回の研究成果を岡山県林業試験場研究発表会、林業改良普及員研修等において解説し、間伐施業の資料として提供しました。また、岡山県林業試験場研究報告、同業務報告、林業新知識等に掲載するとともに、21世紀おかやまの新しい森育成指針検討委員会報告書（～災害に強い森づくり～）に掲載し、今後の森づくりの指針として活用しました。

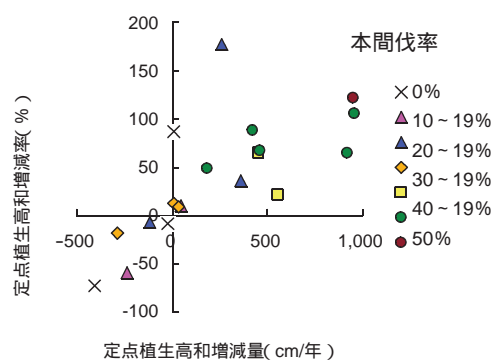


図1 定点植生高和増加量別増減率
(02年～04年)

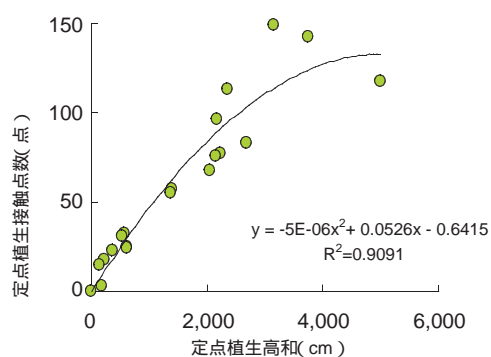


図2 定点植生高和別定点植生接触点数

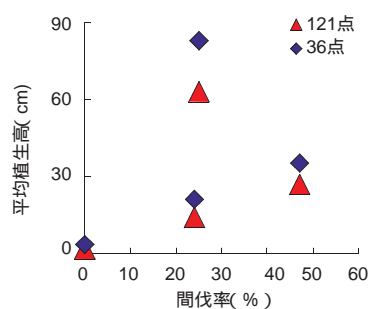
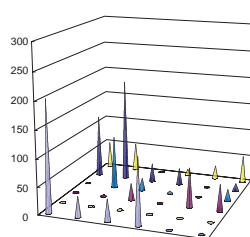
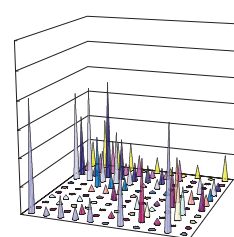


図3 定点数・間伐率別平均植生高
(04年10月)

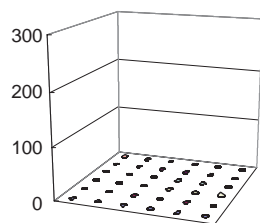
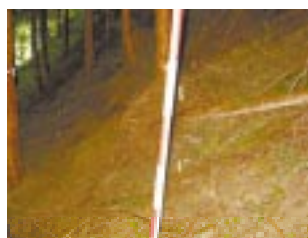


(1mメッシュ調査)

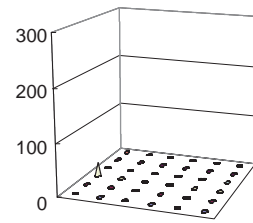


(0.5mメッシュ調査)

図4 定点数別定点植生高の事例(間伐率47%)
(04年10月)

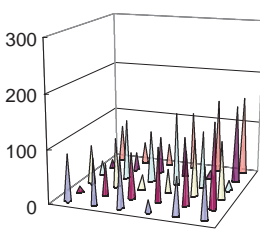


02年8月 定点植生高和 15cm
定点植被率 13.6%

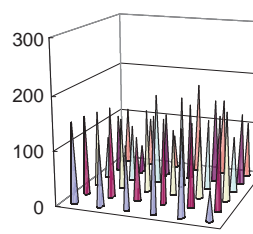


04年7月 定点植生高和 28cm
定点植被率 5.6%

図5 調査区における下層植生の変化(間伐率0%)



02年8月 定点植生高和 2,867cm
定点植被率 100%



04年7月 定点植生高和 4,698cm
定点植被率 100%

図6 調査区における下層植生の変化(間伐率47%)

[問い合わせ先：岡山県林業試験場 業務部 TEL. 0868-38-3151]

林内景観の整備のしかたと考え方

岐阜県森林科学研究所

井川原弘一・横井秀一

研究の背景・ねらい

ストレスの多い現代社会において、森林浴によって心身のリラックスを図るなど、森林の保健休養効果に寄せる期待が高まっています。しかし、必ずしも森林が人にとって快適な状態にあるとは限りません。森林浴の効果が十分に発揮されるためには、森林利用者が快適と感じる森林であることが望ましいと考えられます。

これまでの研究から、快適な森林の条件として、林内景観が好ましいことが重要であることがわかっています。そこで、保健休養林としてのニーズが高い里山を対象として、森林利用者が好ましいと感じる森林の姿（林分構造）を明らかにすることから、利用者にとって快適な林内景観をつくり出し、また、維持管理していくための技術開発を行いました。

成 果

保健休養林において森林内の雰囲気の良い悪いは、重要な問題です。森林利用者が林内の雰囲気の良い悪いを評価する基準は、森林タイプにより異なっていました（図1）。すべての森林タイプに共通した評価基準は、「快適かどうか」でした。

落葉広葉樹林では、ほかに「自然性が高いこと」、「親しみやすいこと」、「明るく開放的であること」、「過ごしやすい環境であること」が評価基準となっていました。落葉広葉樹林の樹冠の広がりと同じ直径の針葉樹と比べるとかなり大きくなるので、直径が同じくらいのときには、針葉樹林より落葉広葉樹林の立木密度は低くなります。したがって、上層木に積極的に手を入れる必要はないことと、それ以上に、視線の動きやすさを確保するために、下層木や林床植生をどう管理していくのが重要となります。

一方のスギ・ヒノキ人工林は、「林内が開放的であること」、「樹木は太く力強いこと」、「自然な感じのすること」、「神聖な感じがすること」が基準に評価されていました。スギ・ヒノキ林で景観的に好まれる林は、総じて、色合いが豊かな林であり、この色合いの豊かさは林床植生の量とほぼ比例します（写真1）。また、林内景観が好ましいためには「木が太いこと」、「見通しがよいこと」が重要となります。これらに影響をおよぼすのは立木密度です。したがって、スギ・ヒノキ人工林では、上層木の密度管理が重要となります。

針葉樹人工林、落葉広葉樹林、どちらの森林タイプでも、上層木の平均直径が小さい林は景観的には好まれない傾向がある（図2）ので、平均直径が20cm 未満の林では景観整備による効果が少ないこと、また、整備する範囲は遊歩道から20m以内で景観的には十分であること（写真2）を提案しました。さらに、実際に景観整備を計画する際には、整備の目的にあった利用が見込める林なのかどうかを判断することが大切になります。

成果の活用

冊子「林内景観の整備のしかたと考え方」（写真3）を作成し、技術普及を図りました（当研究所のwebページ<http://www.cc.rd.pref.gifu.jp/shiyou/keikan.html> にて配付中）。県内外の行政機関、関連団体、NPO、ボランティア団体、コンサルタントなどから多くの問い合わせがありました。岐阜県では初めての森林景観整備に関する指針書であるため、県内の関連機関からの反響は特に大きいものでありました。平成16年度配付部数：464部

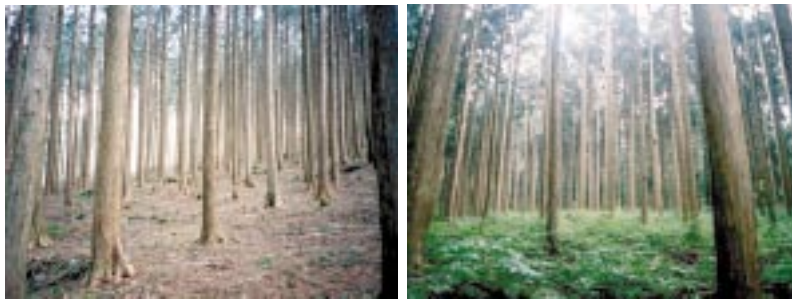


写真1
色合いの豊かさと林床植生の量（イメージ）
左：林床植生のない状態
右：高さ50cmの植生がある状態



写真2 整備対象範囲と距離（イメージ）
左：刈り払い距離5m、中：刈り払い距離10m、右：刈り払い距離20m

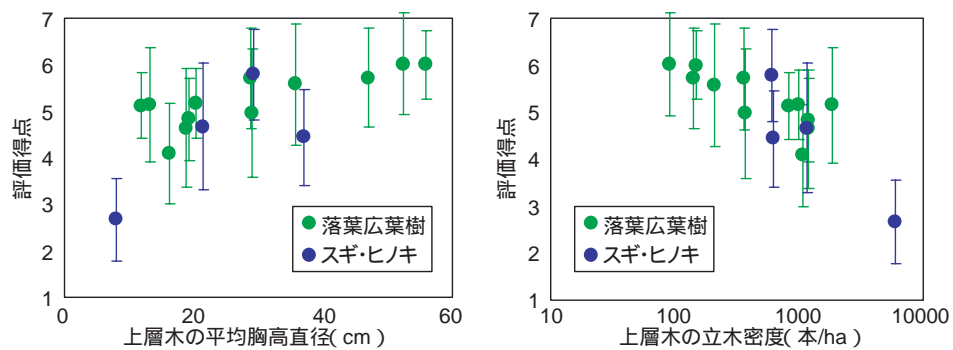


図2 「平均胸高直径、立木密度」と「林内景観の評価得点」の関係
評価得点は、好ましさ（1：嫌い、4：どちらでもない、7：好き）を示す



写真3 写真冊子「林内景観の整備のしかたと考え方」

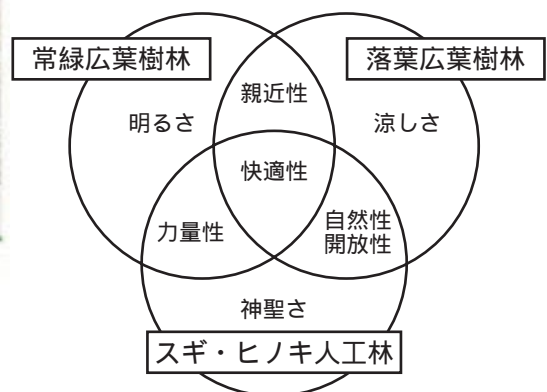


図1 林内の評価基準

[問い合わせ先：岐阜県森林科学研究所 森林環境部 TEL. 0575-33-2585]

クマハギが発生する地域の森林構成と 森林施業による被害軽減方法

山形県森林研究研修センター

齊藤正一

研究の背景・ねらい

ツキノワグマによる森林被害は、人工植栽されたスギ・カラマツ・ヒノキ等の針葉樹の樹幹下部が剥皮（以下クマハギ）されるものです（写真1）。被害木は腐朽して材質劣化を起こし木材価格を著しく低下させます。クマハギは、琵琶湖周辺の地域を中心に全国各地で局所的に年間約500ha発生しており、被害を受けた所有者は経営意欲を喪失させられます。そこで、被害軽減のためにクマによる森林被害の実態を把握し、被害軽減につながる具体的な森林施業の指針について検討しました。

成 果

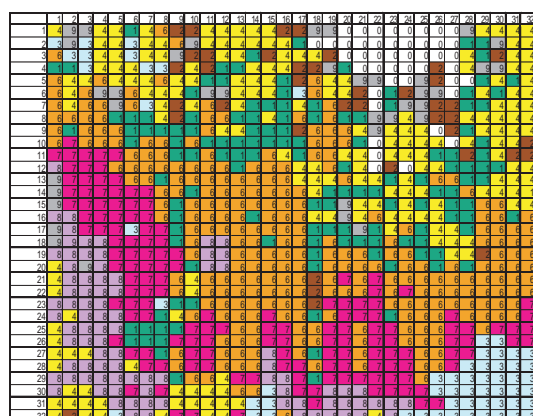
「クマハギ被害はスギ林や周辺の広葉樹林の配置などとの関係がある」という仮説を立て、環境省が発行する自然環境GISの数値データを基に、森林タイプを10に単純化した1/50,000の植生図を作成し、これを32×32のメッシュに区切り（1メッシュ縦0.67Km、横0.58Km）各メッシュ50%以上優占する森林タイプを代表値にしました。森林タイプは、スギ・ヒノキ、マツ、その他針葉樹、コナラ、コナラ・ミズナラ、ミズナラ、ミズナラ・ブナ、ブナ、その他植生、植生なしに区分しました。これを誰でもが使用でき、集計が容易なMicrosoft社製のExcelファイルに置き換えた図面を作成して（図1）被害区分ごとの主要な植生の面積比率を計算しました。その結果、被害地域における全森林の中でスギ・ヒノキ林の占める割合が、未被害地域での割合よりも有意に高いこと（ $p<0.05$ ）が分かりました（図2）。棲家と食堂になるナラやブナの森がスギやヒノキ林に置き換わると、クマの行動域がスギ・ヒノキ林にも及ぶ確率が高くなるため被害の可能性も高まることが推察されます。

森林施業を利用したクマハギ被害の軽減方法としては、保育間伐や枝打ち作業で発生する幹や枝を立木の山側地際に集積する処理があります（写真2）。山形県森林研究研修センターでは、この方法により、施用後4～5年は被害を回避可能なことを現地試験により確認していました。そこで、宮城県でもこの方法を実施したところ、4年経過した林分でも被害は認められなかったことから、こうした森林施業を利用する方法は、同一の施業単位で実施可能な面的な被害軽減の技術であると考えられました。山形県と宮城県、両県での結果を表1にまとめました。なお、人工林率が高い地域では、処理した林分をクマが嫌い、未処理の林分においてクマハギ被害が発生する恐れがあり、計画的な施用が必要であると考えられます。

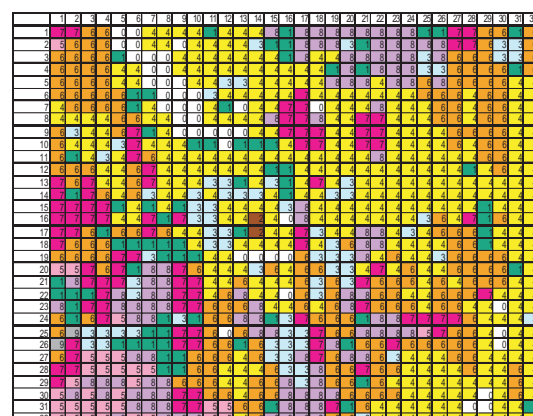
成果の活用

2001年度よりこれまで、山形県置賜地域の民有林5ha、宮城県白石市の民有林1haにおいて、被害軽減につながる、幹や枝を立木の山側根元に集積する施業を実施した林分では、現在まで被害は確認されていません。

また、山形県内のExcelファイルによる主要植生メッシュ図は、各地域や市町村において、森林の賦存量の把握やさまざまな森林計画の立案、森林病虫獣害の発生予測に使用できるので、市町村境の付いたメッシュ図の配布も予定しています。



(クマハギ被害地域：山形県米沢市)



(クマハギ未被害地域：山形県小国町)

図 - 1 主要植生を単純化した植生メッシュ図



写真 - 1 スギのクマハギ被害



写真 - 2 枝打ち後枝を集積処理

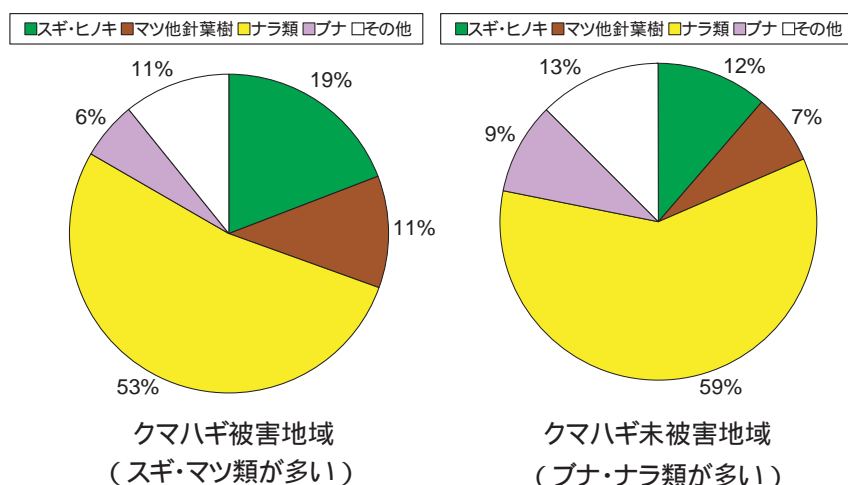


図 - 2 メッシュ図による被害・未被害地域の主要植生の比較

表 - 1 間伐や枝打ち後に幹や枝をスギ立木の山側に集積した場合の被害軽減効果

処理区分	立木本数	処理本数	調査区分	1年後	2年後	3年後	4年後	5年後	7年後	8年後	9年後	計	4年後まで
枝打集積			被害本数(本)	0	0	0	0	0	3	3	3	9	0
0.1ha	156	156	被害率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.9	1.9	5.8	0.0
山形県			集積量(把)	4.0	2.3	2.0	1.9	1.5	1.1	0.9	0.8		
無処理			被害本数(本)	2	1	2	4	2	2	0	1	14	9
0.1ha	147	0	被害率(%)	1.4	0.7	1.4	2.7	1.4	1.4	0	0.7		6.1
山形県			集積量(把)	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
幹・枝集積 間伐前	66		被害本数(本)	0	0	0	0	4	4	5		13	0
0.05ha			被害率(%)	0	0	0	0	7.5	7.5	9.4		24.5	0
山形県			集積量(把)	4.1	2.9	2.1	1.9	1.2	0.9	0.8			
無処理			被害本数(本)	6	4	5	3	3	3	6		30	18
0.05ha	72	72	被害率(%)	10.7	7.1	8.9	5.3	5.3	5.3	10.7		53.6	32.1
山形県			集積量(把)	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8			
幹集積			被害本数(本)	0	0	0	0					0	0
0.5ha			被害率(%)	0	0	0	0					0	0
宮城県			集積量(把)	4.1	3.3	2.8	2.2						
周囲500m			被害本数(本)	6	11	9	10					36	36
以内 0.5ha	988		被害率(%)	0.6	1.1	0.9	1.0					3.6	3.6
宮城県			集積量(把)	0.8	1.1	0.9	0.8						

[問い合わせ先：山形県森林研究研修センター 森林環境部 TEL. 0237-84-4301]

液体粘着剤を用いたカシノナガキクイムシの防除

滋賀県森林センター

増田信之

研究の背景・ねらい

カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）の防除方法は、これまで色々考案され、実証もされてきましたが、琵琶湖を擁する滋賀県においては、環境こだわり県を標榜しており、農薬を使用せずに防除（予防）する方法を検討してきました。本研究では、液体粘着剤を用いた、カシナガが穿孔できない、または穿孔しているカシナガが脱出できないようにするための防除方法を開発しました。

成 果

1 液体粘着剤を用いたカシナガの穿孔阻止

滋賀県高島市今津町深清水地先のミズナラ、コナラの混交林（表1）において、2004年6月10日にミズナラ健全木10本を選別し、アース製薬㈱と共同開発したアクリル・酢酸ビニル共重合体水性エマルジョン（以下、液体粘着剤・表2）を、背負い式蓄圧噴霧器（写真1）を用いて、1本当たり3L～5L吹付け時間3分～5分で地際から4m程度の高さまで全周塗布（吹き付け）し、穿孔阻止区を設定しました（写真2）。また、液体粘着剤を塗布しない対照区にミズナラ健全木10本を設定しました。2004年9月1日に効果を調査したところ、液体粘着剤塗布区では、枯死木は発生しませんでした。3本には4m以上の箇所にかシナガが穿孔したと思われる形跡（フラスがでていた）がありました。対照区の10本中6本は枯死4本が萎凋（いちよう）していました（表3）。

以上のことから、液体粘着剤を塗布した健全木には、樹皮の表面にカシナガが付着するだけで、穿孔できず、枯死を未然に防ぐことができ、有効な方法であることを明らかにしました。

2 液体粘着剤を用いたカシナガの脱出阻止

試験区内に前年枯死木10本を選別し、2004年6月10日に液体粘着剤を塗布（吹き付け）し、脱出阻止区を設定しました。2004年9月1日に効果を調査しましたが、処理木10本からはカシナガが脱出した形跡はありませんでした。このことから、液体粘着剤はカシナガの脱出阻止にも有効であることを明らかにしました（表3）。

成果の活用

今回開発した方法は、単木的に対処することとしていますが、背負い式蓄圧噴霧器による吹き付け処理であることから急傾斜地でも安全に、効率的に作業ができます。また、開発したアクリル・酢酸ビニル共重合体水性エマルジョンは、農薬ではなく、環境に優しく、人畜無害の液体粘着剤です。したがって、農薬登録の必要がありません。誰でもが簡単に自由に使用できます。2006年から販売される予定です。

表 1 調査林分の概要

調査地	標高	斜面方位	林分構成	平均樹高	平均胸高直径	地質
高島市今津町 深清水地先	550m	東	コナラ 40% ミズナラ 60% 混交林	12m ~ 12.5m	28cm ~ 32cm	泥岩

表 2 粘着剤：アクリル・酢酸ビニル共重合体水性エマルジョンの性状表

外観：乳白色の液体は吹付け時は乳白色（写真 3）、1 時間後には透明になる。（写真 4）
 沸点は約 100、比重は 1.01（20、溶解度は水で自由に希釈が可能である。）
 引火点なし、可燃性なし、皮膚刺激性は皮膚に付着したままにすると、希に炎症を起こす場合がある。
 眼粘膜刺激性は若干刺激性はある。魚毒性なし、ただし、河川等に流出した場合、エマルジョン中の樹脂の粘着成分が魚に付着し、呼吸困難を起こす場合がある。その他、感作性、急性毒性、亜急性毒性、慢性毒性、変異原性、催奇形性については、現在のところ知見なし

表 3 効果調査

(2004.9.1 調査)

試験区 \ 項 目	供 試 本 数	枯 死 本 数	萎 凋 本 数	穿孔形 跡本数	4m以上に 穿孔本数	脱出形 跡有無
穿孔阻止区	10	0	-	-	3	-
対 照 区	10	6	4	10	6	-
脱出阻止区	10	10	-	0	-	無



写真 1 背負い式蓄圧噴霧器による吹き付け処理



写真 2 高さ 4 m までの吹き付け処理木



写真 3 吹き付け直後は乳白色



写真 4 吹き付け 1 時間後透明

[問い合わせ先：滋賀県森林センター 普及指導グループ TEL. 077-587-2655]

素材生産コスト予測プログラムの開発

大分県農林水産研究センター林業試験場

佐保公隆・姫野光雄・手島志穂

研究の背景・ねらい

木材価格の下落や林業従事者の減少などにより、森林所有者の施業意欲が低下し、間伐の遅れた林分が増加しています。このため、機械化による効率的な作業を行うための列状間伐を推進していますが、事例が少ないうえ、従来の定性間伐に比べ生産コストが不明であるため十分に活用されていないのが現状です。そこで、スイングヤーダなどの高性能林業機械を活用した列状間伐のコストを明らかにし、間伐を推進するためのコスト予測プログラムを作成しました。

成 果

間伐における素材生産に係る作業システムについて、県内の森林組合にアンケート調査を行い、実態を把握しましたが、従来型の集材機や林内作業車による搬出が多く、高性能林業機械によるものはまだ少ないことが分かりました(表1)。そこで、高性能林業機械を活用した間伐作業を推進し、健全な森林を拡大するため列状間伐のコストを容易に算出できるようにしました。その際、計算に必要な歩掛かりとして、伐倒、集材及び造材の作業時間をそれぞれ5箇所、3箇所、1箇所ですべて計測しました。伐倒ではスギとヒノキに係る列状伐倒について、集材ではスイングヤーダによるランニングスカイライン式とスナビング式の集材について、造材ではプロセッサによる造材について功程調査を行いました。その他の歩掛かりは既存資料から引用し、マイクロソフト社の表計算用ソフトであるエクセルを活用してプログラムを作成しました(図1)。プログラムは、樹種・林齢・地形の傾斜等の現場条件や、賃金単価等の事業体に関する単価を入力することにより(図2)、関数を使用して、間伐材の売上見込額と補助金の金額を収入として、伐木・集材・造材・運材の経費を支出として計算することができ、収支の予測ができるようにしました。また、あわせて、従来型機械による定性間伐との収支の比較ができるようにしています(図3)。

成果の活用

プログラムは、列状間伐の作業システムがスイングヤーダに限られたものであり、架線の勾配等の条件も限られますが、林業普及指導員や森林組合職員などへの研修を通じて普及することとしています。

表1 伐出システム別の間伐箇所等

区分	伐出システム	箇所数	面積 (ha)	傾斜 (度)	材積 (m ³)	集材距離 (m)
1	高性能型架線系	0	-	-	-	-
2	" 車両系	12	3.42	20	218	554
3	" 架線系 + 車両系	3	5.00	20	151	617
4	従来型架線系	16	2.56	26	251	193
5	" 車両系	59	1.39	20	96	104
6	" 架線系 + 車両系	2	1.75	19	135	150
合計/平均		92	1.98	21	141	283

高性能型：高性能林業機械（ウインチ付きグラブを含む）を1台でも使用した場合
従来型：上記以外



図1 内容表示画面

間伐材生産コスト算入力表		入力欄
所有者氏名	林業太郎	プルダウンメニューから
所在地	日田市 大字 有田 字 佐寺原 10 番地	
林分内訳	樹種 スギ 市場単価を確認してください 林齢 30 年 面積 1 ha 平均勾配 20 度 植栽間隔 1.80 m	
調査月日	平成16年5月27日 h00.00.00で入力	
プロット面積	80 単位: m ² 右欄に入力	
定性間伐	間伐率 25 % 平均集材距離 60 m (林内作業車) 簡易作業路開設 100 m	
列状間伐	間伐方法 3残1伐 間伐列数 15 列 上荷列と下荷列を合計してください。 上割合合 50 % (上荷のみは100 下荷のみは0) 索張方法(上荷) 2:1ランニングスカイライン 2:スナビング	
フォワーダ集材	フォワーダ集材距離 0 m 作業道開設 0 m	
重機運搬	スイングヤード 32,000 円 プロセッサ 32,000 円 作業車 10,000 円 (フォワーダ、林内作業車)	
トラック運搬	トラック運賃 1,600 円 / 1 m ² その他雑費 円	
間伐補助金	適応区分 1: 団地内で市町村と協定を結んだ 2: 左記以外 市場平均単価 7,000 円 樹種・径級に注意	
面積などの条件を変える場合は、この色の欄に注意して入力してください。		

プロット調査入力表	
番号	1: 林分 2: 林分
1	1 16 12
2	1 22 18
3	1 24 18
4	1 18 16
5	1 20
6	1 22 16
7	1 20 15
8	1 24
9	1 24 16
10	1 26 18
11	1 20
12	1 18 17
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
平均	21.2 16.2
合計	12 本

図2 入力表

所有者氏名	林業太郎		
所在地	日田市大字有田佐寺原10番地		
林分内訳	樹種 スギ	林齢 30年	面積 1.00ha
調査月日	平成16年5月27日		
成立本数	1,500 本	ha当たり本数	1,500 本/ha
立木材積	434 m ³	ha当たり本数	434 m ³ /ha
間伐方法	定性 25%	列状 3残1伐	
間伐本数	375 本	375 本	
販売材積	52.29 m ³	74.70 m ³	
平均集材距離	60 m	平均スパン 92.6 m	
作業道等開設	100 m	0 m	
収入見込金額	市場単価	7,000 円 / m ²	
売上見込金額	366,030 円	522,900 円	
間伐補助金見込	179,280 円	179,280 円	
収入見込計	545,310 円	702,180 円	
経費見込金額			
伐採費	選木・造材含む 126,667 円	19,793 円	
造材費	- 円	39,612 円	
集材費	145,627 円	240,161 円	
重機運搬費	10,000 円	64,000 円	
作業道等開設費	50,000 円	0 円	
その他経費	0 円	0 円	
伐出経費	332,294 円	363,566 円	
m ² 当たり	6,355 円 / m ²	4,867 円 / m ²	
トラック運賃	86,400 円	124,800 円	
林産手数料	36,603 円	52,290 円	
市場手数料	0 円	0 円	
極種料	78,435 円	112,050 円	
その他手数料	0 円	0 円	
経費見込計	533,732 円	652,706 円	
m ² 当たり	10,207 円 / m ²	8,738 円 / m ²	
収支予測	11,578 円	49,474 円	
この計算結果は試算ですので、実際の現場の収支とは異なります。			

図3 出力表

[問い合わせ先：大分県農林水産研究センター林業試験場 森林整備担当 TEL. 0973-23-2146]

造林地におけるモウソウチクの侵入防止対策

鹿児島県林業試験場

片野田逸朗

研究の背景・ねらい

近年、西日本を中心に里山の放置化に伴ってモウソウチク（以下「タケ」）が造林地に侵入・繁殖して、スギ・ヒノキを被圧・枯損させる現象が目立ち始めました。

そこで、タケの侵入・拡大防止対策と造林地におけるタケの効率的な駆逐方法を提示する事を目的に調査を行いました。なお、本研究は林野庁の林業普及情報活動システム化事業（研究期間：平成11年～15年）の一環として実施したものです。

成 果

- 1 森林を10タイプの林相型に区分し、植生図を作成して竹林の拡大面積を算出した結果、タケが侵入して竹林化した面積は、約30年前の竹林の2.5倍に拡大し、竹林化されていないもののタケが侵入している林分まで含めると3.3倍に拡大していたことがわかりました。
- 2 タケの侵入前線を踏査した結果、水路や過湿地、急傾斜地、露岩地、作業路などの立地的要因でタケの侵入が抑制され、その直接的要因として表層土の欠如が大きく関与していることが考えられました。また、竹林に隣接する林分の植生や構造によるタケの侵入抑制はみられなかったことから、立地的抑制要因や伐竹などの人為的抑制要因がない限り、タケの侵入は進行するものと考えられました。
- 3 造林地のタケ侵入前線部における前線の移動距離と立稈密度の変化を5年間にわたって調べた結果、タケは試験の3年前に侵入し、その後2.09m/年の速度でさらに侵入しながら、立稈密度を侵入5年目で100本/10a、9年目で208本/10aにまで増加させていたことがわかりました（図1）。
- 4 タケの侵入本数と造林木（ヒノキ）の枯死率との関係については、タケの立稈密度が約100本/10aになると造林木が10%枯死し、約300本/10aで25%、約600本/10aで50%枯死する傾向にありました（図2）。また、ヒノキの斜面上側2m範囲内に出現するモウソウチクはヒノキ樹冠に明らかな影響を及ぼし、その本数が3本になるとヒノキの斜面上側樹冠体積が激減することがわかりました。
- 5 初回皆伐を冬期に実施し、その後発生した親竹を初夏に再皆伐、夏以降に発生する再生タケを継続的に刈り払った結果、立稈密度196本/10aのタケ侵入造林地では皆伐後1年目でほぼ駆逐でき、立稈密度560本/10a（図3）でも皆伐後2年目でほとんどを駆逐することができました。また、再生タケは刈り払い後も地中の稈から萌芽再生し、しかも林内の枝条棚で発生したものは見落としやすいため、竹林再生の温床にもなりかねません（写真2～4）。このことから、再生タケの刈り払いは根気強くかつ丁寧に行なう必要があります。

成果の活用

「タケ侵入防止の手引き」を500部作成し、県内の出先機関、市町村、森林組合等に配布するとともに、林業振興課ホームページ（<http://www.pref.kagoshima.jp/home/rinshinka/rinshin/>）にもその内容を掲載したことで、広く県民に活用されています。



写真1 過湿地によるタケ侵入抑制

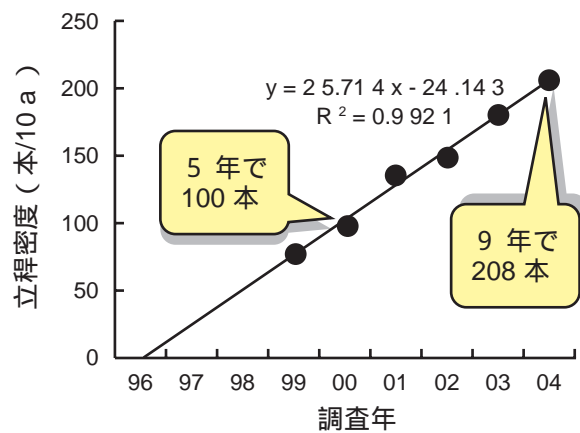


図1 造林地における立稈密度の経年推移

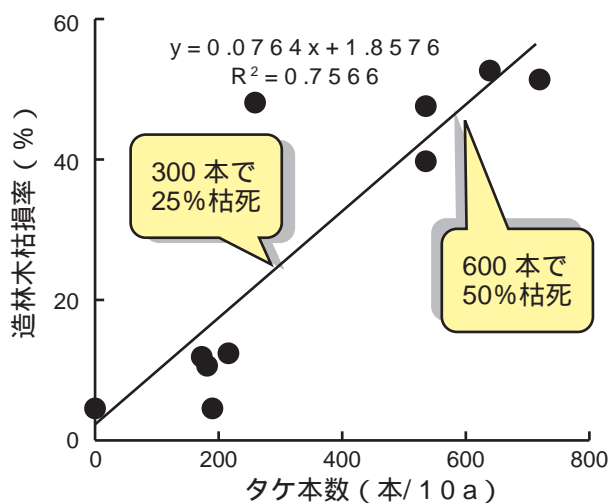


図2 タケの密度と造林木枯損率との関係

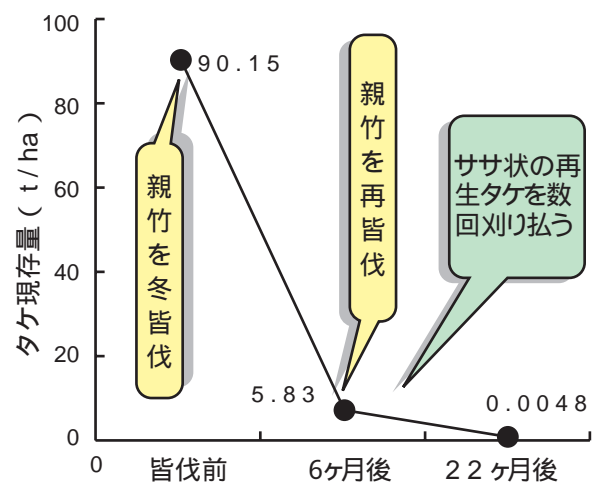


図3 継続的な皆伐によるタケ現存量の推移



写真2 地下茎由来の再生タケ



写真3 萌芽した再生タケ



写真4 竹林再生の温床となる枝条棚

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

スギ小型さし穂による苗木生産技術の開発

宮崎県林業技術センター

岩切裕司・黒木逸郎

研究の背景・ねらい

近年、宮崎県におけるスギ造林面積は年間1,000ha前後で推移しており、再造林の割合が増加傾向にあります。一方、造林を円滑に行うには苗木の安定供給が必要ですが、県内の採穂園の母樹は高齢化しており、母樹が大きくなったことによる採穂作業の困難さや苗木の供給量の減少などの問題が出てきています。このため、母樹の更新作業が進められてはいますが、優良な穂木を安定して供給できるようになるまでには時間がかかります。そこで、母樹更新期間が短縮でき、1本の母樹から多くの穂木が採取可能である小型さし穂を用いた苗木生産について検討を行いました。

成 果

通常、スギのさし木は、春に長さ約40cmの穂をさしつけ1年で山出しします。しかし、小型さし穂（写真1）の場合、規格苗（苗高60～90cm）の大きさに達するには1年間以上かかります。このため、育苗期間を長くしなければなりません。春さしにより2年間育苗したのでは苗畑の効率や生産コスト、安定供給などの面で小型にした意味がありません。秋さしにより1年半で出荷すれば、小型化の利点を生かすことができ、さらに、これまで春に集中していた作業の分散化が図られ、効率的な苗木生産が期待できます（図1）。

では、さし穂の大きさはどれくらいがいいのでしょうか。まず、適正なさし穂の大きさを決定するため、10cm及び20cmの長さの穂を秋さしし、その生存率を調査しました。試験は9月から11月にかけて4回実施し、翌年1月に掘取り調査を行いました。その結果、10月から11月にさしつければ、20cmの穂では90%以上の生存率が得られました。10cmのさし穂でも十分な管理を行えば、成苗にすることは可能ですが、20cmの方が取り扱いや管理、成長などの面から有利であると考えられました。

次に、母樹の林齢による苗の生育の違いをみるため、同一品種の3年生及び30年生の母樹から20cmの穂を採取してさしつけました。その結果、3年生の母樹から採取した穂の方が枯死率が低く、造林用苗木規格に達した苗の割合が高くなりました（図2）。穂木がこれまでの半分の大きさであるため若齢の母樹からも多くの穂が採取できます。また、枯死率が低いことから得苗率の高い苗木生産が可能であると考えられました。通常のさし穂と小型さし穂の比較を表1に示しました。現在、小型さし穂による苗木生産者はまだ多くありませんが、特殊な技術は不要で床替機などの利用（写真2）も可能です。また、スギ小型さし穂の生産コストも通常のさし穂と変わらないまでになっており、徐々にさしつけ面積、生産量は増加しています。

成果の活用

若齢の母樹から採穂することが可能であるため、母樹の更新・育成が容易になるとともに大規模な採穂園が不要になります。また、穂の取り扱いが容易であり、床替えによって根の発達のよい（写真3）優良な苗木を育成することができることから、苗木生産者への普及、定着に取り組んでいます。



写真1 採穂した小型さし穂

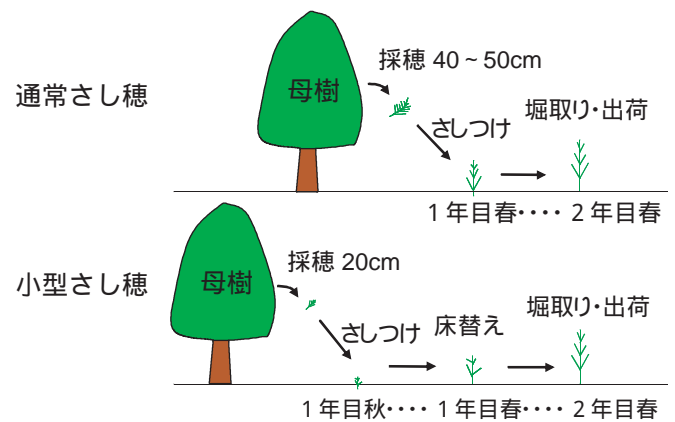


図1 スギの育苗法



写真2 機械による床替え

表1 さし穂の比較

	通常	小型
大きさ	40~50cm	20cm
扱い	普通	容易
採穂数(2~3m枝)	10~15本	100本~
母樹林	大規模	小規模
枝素性の影響	大	小
さしつけ時期	春	秋
育苗期間	1年	1年半
床替え	不要	必要
さしつけ本数(m ² 当)	100~150本	350~400本



写真3 小型さし穂の発根状況
(2000年秋さしつけ、2001年春撮影)

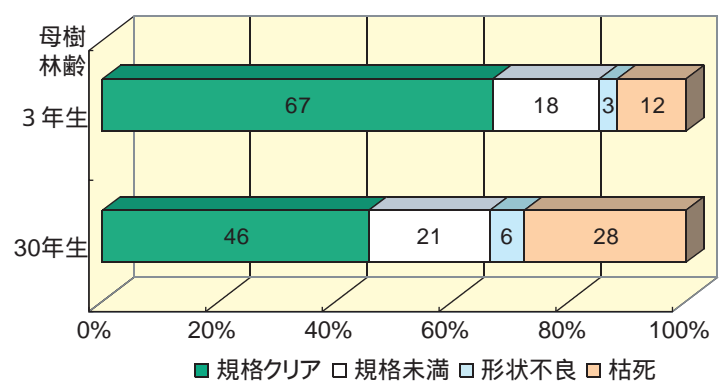


図2 採穂母樹の林齢の違いによる苗の生育状況
1999年9月さしつけ、2001年1月調査
規格クリア：苗高40cm、根元直径7mm

[問い合わせ先：宮崎県林業技術センター 育林環境部 TEL. 0982-66-2888]

山菜等有望特産物の成育特性解明と生産システムの確立

新潟県森林研究所

松本則行

研究の背景・ねらい

中山間地の活性化対策として地域の自然条件を活かした特色のある特産物の生産が望まれています。その中でウバミソウ (*Elatostema umbellatum* var. *majus*) は、独特のぬめりや歯ごたえ、調理した時の鮮やかな緑色などが好まれ、新潟県内で比較的多く販売されている山菜のひとつです。販売されているものは、山採りされたものですが、良質なものを定期的に出荷するためには栽培の方が有利で、今後各地で栽培される可能性があります。そこで、差別化できるような特徴があり、栽培に適したウバミソウを探索して、その増殖技術を確認することにしました。

成 果

- 1 ウバミソウは、一般には「あかみず」とも呼ばれるように、茎の下部に赤みを帯びているのが一般的です。しかし、探索によって茎の下部に赤みを帯びず、別種のヤマトキホコリ (*Elatostema laetevirens*) と見間違えるほどの緑色をしている個体群を見つけることができました。このウバミソウは、赤茎のものと同様に、特有のぬめりもあり、食味も良好でした。

また、緑茎の花を観察したところ、雄株及び雌株の確認ができたので、単一クローンではないことがわかりました。

- 2 緑茎のウバミソウを80%遮光して畑栽培したところ、赤茎のものに比べ草丈が大きくなり (t検定有意水準1%)、1本当たりの生重量も重くなる (t検定有意水準5%) ことがわかりました。推定収量は10a当たり約1.4tでした (表1)。

- 3 クローン大量増殖を行う目的で珠芽の生重量調査と珠芽の植え込み試験を行いました (写真1)。

緑茎系の珠芽の重量は、赤茎のものに比べると軽く、小さいことがわかりました (図1)。

発芽率について、緑茎と赤茎にほぼ差はありませんが、珠芽重量0.1g～区では緑茎のものの発芽率の高いこと (カイ2乗検定有意水準1%) がわかりました。(表2)。

珠芽を植え込んだ1年目の成育調査では、赤茎のものが珠芽重量0.3g以上で根元径が4.4mmを超えないのに対して、緑茎のものは珠芽重量0.2g以上で根元径が約5mm、0.4g以上で6mmを超えていました (図2)。緑茎ウバミソウ苗の成育は赤茎のものに比べ良好であることがわかりました。

成果の活用

この成果は、「ウバミソウ緑茎系の栽培と増殖」の題で、新潟県版の2004年普及技術として記載され、関係者への周知を図りました。また、県内の山菜栽培に興味のあるグループなどにも声をかけ、現在2つの地域で栽培が行なわれています。

表1 系統別収穫調査

試験区	草 丈 (cm)	根元径 (mm)	1本当り生重量 (g)	1株収量 (生重量g)	1株本数 (本)	10a推定 収量(t)
緑茎系	49.8±3.7	8.1±1.1	19.8±6.4	376.2	19.0	1.44
対照1(新発田市産)	36.0±4.3	6.6±1.0	11.0±4.3	166.6	15.2	0.64
対照2(朝日村産)	42.1±5.2	7.9±1.3	16.5±6.6	431.4	26.2	1.66

: 植栽は1箇所に5本を巣植えし、それを1株とした



写真1 ウワバミソウの赤茎系（左）と緑茎系（右）

表2 珠芽系統別の発芽率

試験区	発芽率(%)				
珠芽重量	0.05g 0.1g	0.1g 0.2g	0.2g 0.3g	0.3g 0.4g	0.4g以上 0.5g未満
緑茎系	89	99	100	100	100
赤茎系(対照)	90	89	100	100	100

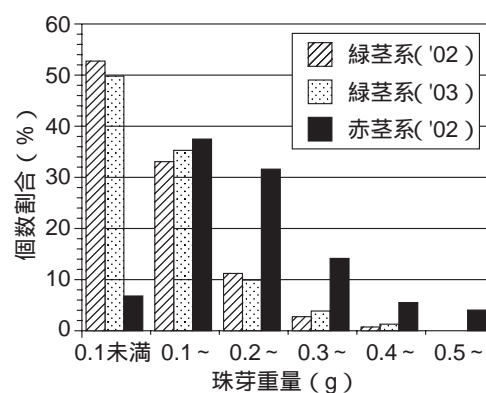
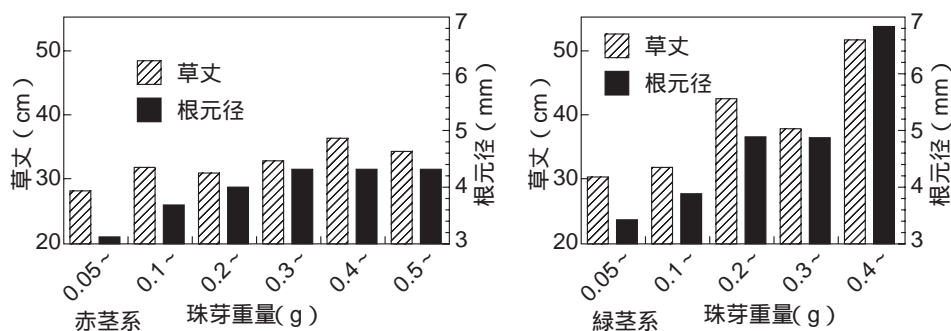
図1 系統別の珠芽重量階別度数分布
(朝日村,2002-2003)

図2 系統別の珠芽重量階別の草丈と根元径

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

トンビマイタケを組み合わせた秋田県における キノコ露地栽培

秋田県森林技術センター

菅原冬樹

研究の背景・ねらい

現在、秋田県のキノコの露地栽培はマイタケを中心に行われていますが、自然発生のため収穫が秋期に集中し、収入も間断的になる弱点があります。そこで、春から秋まで連続的に収入を得るため、発生期の異なるキノコを組み合わせた栽培技術を確立するのが本研究のねらいです。新たに組み合わせるキノコは、栽培の定着・安定生産のため、栽培しようとする地域ですでに食用にされている野生キノコであること、薬用成分等の機能性あるいは新たな特性を持っているなど、付加価値の高いキノコであることが要件になります。こういった点を考慮した結果、真夏に発生し、東北地方で古くから糖尿病やガン治療の民間療法薬として用いられてきたトンビマイタケを候補に取りあげました。

成 果

トンビマイタケ新品種「治助のトンビ」(写真1-)

自生する野生のトンビマイタケを23系統収集し、菌床および短木による露地栽培試験で選抜を行いました。その結果、発生量および形質の優れたトンビマイタケの新品種「治助のトンビ」2系統(AMG14・15)を育成しました(図1)。いずれも多収性で、夏から初秋にかけて発生し、露地栽培に適しています。マイタケに、この「治助のトンビ」やさらに自然発生時期の異なるキノコ数種を組み合わせた露地栽培を行うことで、秋だけでなく春から夏にかけて連続的な収入を得ることが可能となります(図2)。

露地栽培方法の改善

菌床や短木による露地栽培は、マイタケ露地栽培と同様な方法で行います(写真1- ~)。埋設1年目の発生量は1菌床当たり110~170gで、埋設から3年間発生します。また、原木栽培も可能で、ナラなどの広葉樹も利用可能であることがわかりました。18cm前後の短木に調整し、栽培袋に短木を入れ木口面を広葉樹オガ粉培地で覆い調整します。培養期間は、温度条件によって異なりますが、22で4ヶ月以上を要します(写真1-)。埋設1年目の発生量は1短木当たり200g前後で、埋設から4年以上発生します。このように露地栽培方法を検討した結果、菌床や短木による露地栽培は、大形で株状のトンビマイタケが大量に自然発生することがわかりました(写真1-)。この方法は、扱いやすいうえ、天然ものに近い形質のキノコが収穫でき、商品価値も比較的高くなるので、普及が期待できます。

ガンを抑え、予防効果も期待

ラットを用いた試験により、トンビマイタケ(治助のトンビ)乾燥粉末を与えることでガンの予備軍(大腸前癌病変)の発生を有意に抑制し、大腸腫瘍の発生を軽度には阻止することができました(表1)。従って、トンビマイタケはガンのもとを断つ効果が期待され、ガン予防に力を発揮する可能性が示されました(菅原他：日本きのこ学会誌12(3),2004)。

成果の活用

今回育成された「治助のトンビ」にはガン予防効果があることが動物実験で確認できました。こうしたガン抑制作用などの薬効性や料理方法を一般消費者にPRしながら、消費拡大と栽培促進を積極的に推進していく必要があります。また、トンビマイタケは、平成14年度から秋田県内で本格的に栽培が行われ、その生産量も着実に増加しています。このように地産地消型キノコの自然利用型栽培手法が普及すれば、地域外へも販売が可能となり、新たな秋田県発特産林産物として地域経済に貢献するものと考えています。

菌根性きのこの実用的な菌根苗作出法について

- チチアワタケ、ショウロ、ハルシメジの事例 -

茨城県林業技術センター

小林久泰

研究の背景・ねらい

菌根性きのこには、食用として高い市場性を持つものがあります。また、共生している植物に対し、土壌中の無機養分を与え、生育を助けます。菌根性きのこのこれらの機能を利用するには、植物の根に対象とするきのこの菌根を多く形成させる技術が必要です。そこで、チチアワタケ、ショウロ、ハルシメジについて、特殊な設備や技術を要さない実用的な菌根苗作出技術の開発に取り組みました。

成 果

1 チチアワタケ

花崗岩採石跡地にアカマツ苗を植栽する際、一部の苗木の根系にチチアワタケのきのこ粉砕液を散布しました（写真1）。翌年、粉砕液を散布した苗木と散布しなかった苗木の根系を採集し、チチアワタケの菌根が形成された根系の出現頻度を調べた結果、散布した区では71%なのに対し、散布をしなかった区では18%でした（表1）。このことから、苗植栽時のきのこ粉砕液散布が菌根苗の作出に有効であることを確認しました。

2 ショウロ

苗畑に山砂を入れて造成した試験地内に、ショウロのきのこ粉砕液を接種した粉砕液接種区、ショウロ発生地土壌を混入してクロマツ種子をは種した土壌接種区、クロマツ種子をは種した後、いずれの接種も行わない対照区を設けました。8ヶ月後、それぞれの区からクロマツ苗木を5本抜き取り、菌根の形成状況を比較しました。その結果を表1に示します。粉砕液接種区では、5本いずれもショウロの菌根が優占していました（写真2）。土壌接種区では、5本いずれもショウロ以外の菌根が優占していました。対照区では5本いずれも菌根が観察されませんでした（写真3）。このことから、は種時のきのこ粉砕液散布がショウロの菌根苗の作出に有効であることを確認しました。

3 ハルシメジ

当センター構内梅林のハルシメジ発生地付近にウメ実生苗が多数自然発芽したため（写真4）、このウメ実生苗10本の菌根形成状況を調査した結果、全ての実生苗で菌根形成を確認しました（写真5）。次にそれら実生苗10本を1本ずつ鉢植えにし、翌年菌根の有無を調査しました。その結果、観察した10鉢中、9鉢で菌根を確認しました。これらのことから、ハルシメジ発生地付近のウメ実生苗には高い確率で菌根が形成されており、実生苗を抜き取って移植しても菌の感染は維持され、菌根苗として利用できることを確認しました。

成果の活用

チチアワタケは、室内実験でマツ苗に対する高い生育促進効果があることを確認しており、貧栄養土壌など、劣悪な環境下での造林に利用可能と考えています。ショウロは海岸林に多く発生し、食用としての価値が高い上、チチアワタケと同様にマツ苗に対する生育促進効果も高いので、海岸砂防造林等への利用が期待できます。ハルシメジは春に発生する数少ない優良な食用菌で、県内に多い梅林の活用につながるものと期待できます。成果を県内林家に配布している普及誌「林業普及情報」に掲載したほか、当センターの平成16年度研究成果発表会等で発表し、普及に努めています。



写真1 チチアワタケ試験地の様子



写真2 ショウロの菌根

表1 各処理区より抜き取ったクロマツ苗木根系のうち、外生菌根と、中でもショウロの外生菌根が優占していた根系の出現頻度 (n=5)

	粉碎液接種区	土壌接種区	対照区
外生菌根	100%	100%	0%
ショウロの外生菌根	100%	0%	0%



写真3 対照区の細根



写真4 ハルシメジ発生地
付近のウメ実生苗
(矢印)



写真5 ハルシメジの菌根

[問い合わせ先：茨城県林業技術センター きのこと特産部 TEL. 029-295-8070]

ハタケシメジの優良品種の育成と栽培技術の開発

栃木県林業センター

粕谷嘉信

研究の背景・ねらい

ハタケシメジは食感や保存性に優れたきのこであり、有望な栽培きのこといえます。しかし、その栽培工程で、栽培容器上面を土で覆う「覆土及び、覆土した土を取り除く「排土」という作業を必要とする品種が一般的です。また、ハタケシメジの培地基材として適する広葉樹パーク堆肥は比較的高価であることから、未利用資材による栽培を可能にする必要があります。そこで、栃木県では、これらの課題を解決するため、覆土及び排土が不要なハタケシメジの品種を育成するとともに、新たな栽培資材の利用による栽培技術の開発に取り組んできました。

成 果

1 新品種「とちぎLD-500号」及び「とちぎLD-1100号」の育成

栃木県内で採取した野生菌株の中から、菌糸伸長試験及び栽培試験を通して、覆土及び排土の工程が不要な菌株を選抜し、2品種を育成しました。このうち、「とちぎLD-500号」(写真-1左)は、栽培期間が75日程度と短く、栽培も比較的容易です。また、菌床を土中に埋め込み発生させる「野外栽培」においても、雑菌による被害がなく高収量を得られるのが特長です(写真-2)。一方、「とちぎLD-1100号」(写真-1右)は、菌傘が丸山型、菌柄がとっくり型、株状に発生するきのこであることから、形質の優れたきのこといえます。収量性にも優れ、130g/ビン程度(800mlの広口ビンを使用した場合)の収量を得られるのが特長です。

2 ハタケシメジ栽培方法の開発

広葉樹パーク堆肥の代替資材として、剪定枝葉を堆肥化させた資材(以下、剪定枝葉堆肥化資材)による栽培方法を開発しました。剪定枝葉堆肥化資材の原料は、コナラ、ミズナラ等の広葉樹中心の剪定枝葉です。これらは、配電線の支障木などとして排出され、一般的には廃棄物として取り扱われている資材で、堆肥化も比較的容易であるため、栽培コストを抑えることが可能であると考えられます。また、剪定枝葉堆肥化資材を培地基材として使用することにより、菌糸の初期伸長の促進、収量の向上、栽培期間の短縮などの効果が期待できるものと考えられます(写真-3、図-1、2)。

成果の活用

育成品種及び栽培技術の普及を進めるのに先立ち、県内におけるきのこ生産者の空調施設を利用した現地適応試験を行っています。一方、野外栽培についても、県内の気候条件への適応性について検証するため、県内数箇所で開催試験を行っています。

さらに、栃木県林業センターが開催するイベントの来場者に対し、育成品種の収穫体験を実施し、ハタケシメジに対する理解を深めていただくとともに、試食した結果についてアンケートを実施することにより、適した料理法や効果的な販売方法などを検討しています。

知的財産取得状況

「とちぎLD-500号」及び「とちぎLD-1100号」について、平成17年4月1日付けで品種登録出願をしました。



写真 - 1 育成品種の発生状況
左：とちぎLD-500号、右：とちぎLD-1100号



写真 - 2 野外栽培による発生状況
とちぎLD-500号を使用

表 - 1 育成品種特性

	とちぎLD-500号	とちぎLD-1100号
菌傘断面の形状	平形	丸山形
菌傘直径	37.6mm	30.3mm
ひだの付き方	湾生	直生
収量	128.0 g	137.0 g
有効茎本数	20.2本	24.8本
子実体の発生型	群状	株状
栽培期間	72.7日	87.9日
覆土	不要	不要

品種登録出願時の特性表等から作成

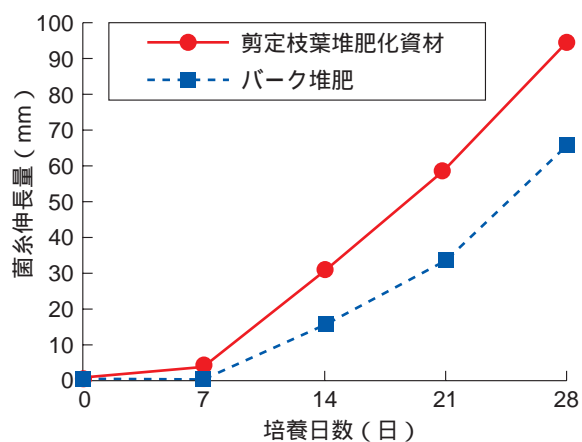


図 - 1 培地の違いによる菌糸伸長量



写真 - 3 剪定枝葉堆肥化資材の栽培期間短縮効果
左：剪定枝葉堆肥化資材、右：パーク堆肥
とちぎLD-1100号使用、接種後68日目の状況

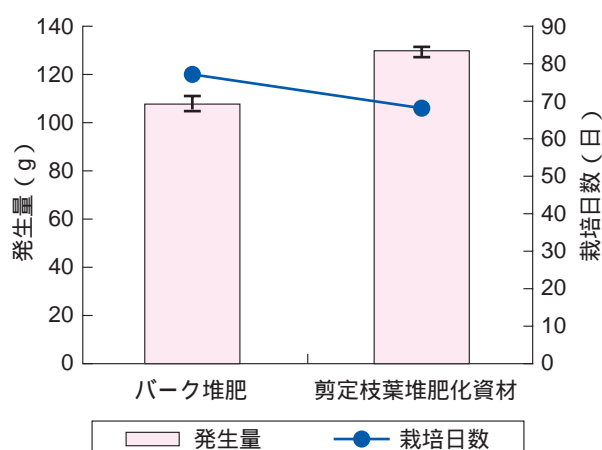


図 - 2 培地基材の違いによる発生量及び栽培日数

[問い合わせ先：栃木県林業センター 研究部 TEL. 028-669-2211]

農林家経営に適したハタケシメジの栽培技術の開発

山口県林業指導センター

井上祐一

研究の背景・ねらい

山口県の農林家のきのこ栽培は、林内環境や簡易施設による自然環境利用型がほとんどであり、この条件で、大企業や輸入製品に対抗できる新たな「きのこの栽培技術」の開発が強く望まれています。そこで、ハタケシメジの自然環境利用型栽培技術と品種の開発を行いました。

成 果

< 自然環境利用型のハタケシメジ栽培技術の開発 >

山口県林業指導センターでは、簡易施設を利用した散水管理による栽培技術を開発しました。また、農林家のきのこ栽培の定着や経営の保護のため、技術の一部を特許出願しました。成果の内容を「ハタケシメジ栽培の手引き」に取りまとめ、栽培の普及を図っています。

ハタケシメジ栽培技術の概略は以下のとおりです。

菌床の製造は、専門の施設・機械や技術が必要であるため、一括してJAが行い、栽培者は菌床を購入します。

栽培施設は、遮光ネット（遮光率65%）を張ったパイプハウスやガラス室などで、この中でプランターなどに菌床を埋め込みます。散水により湿度管理しますので、室内の湿度調整は不要です。

菌床は、図1に示すとおりプランターなどに埋め込みます。

まず、排水を良好に維持するために石などを程度敷きます。その上に菌床を置き、菌床1cm上部まで覆土{バーク堆肥など小粒(4~7mm)以下で比較的保水性のよい材料、pH5~8}で埋め込み、散水で平坦に整え、その上3~4cmに被覆土{ぼら土の中粒(7~13mm)など子実体に土が付着せず大きさが整えられ、排水がよい材料、pH6~7}を被せ、十分に散水して埋め込み完了です。

埋め込み後、埋め込み土の表面が乾燥しないように散水して管理し（写真1）、1か月前後で子実体（写真2）が発生します。子実体の発生から収穫までは10~14日程度かかります。

< 栽培技術に適応した品種の登録 >

山口県林業指導センターで開発した栽培技術に適したハタケシメジ品種を山口県内で収集した野生株の中から選抜・育種し、品種登録しました。

成果の活用

品種登録した種菌は、民間の種菌製造メ-カ-に製造委託し、優れた種菌が安定供給できる体制が確立しています。菌床製造技術は、県内の菌床製造センター（JA）に移転し、1,000 2,000個/年の菌床を製造販売しています。菌床製造後の栽培技術は、農林家等に移転中ですが、収穫したきのこの食味は高い評価を受けています。また、菌床製造後の栽培技術が簡易であるため、小学校の食育教育や農業高校の栽培実習に取り入れられています。

知的財産取得状況

品種登録『山口 TOJI 932 号』平成15年11月18日第11580号

特許出願・特許出願中『特願平11-120707』平成11年4月27日

・特許出願中『特願2003-431229』平成15年12月25日



図1 ハタケシメジ菌床の埋め込み方法

表1 - 1 登録品種の栽培試験結果例1（被覆土の初期pH値による比較）

初期 pH値	被覆土 (粒径mm)	供試数 (個)	発生数 (個)	芽だし期間 (日)	発生本数 (本)	発生生重量 (g)
4.32	7～4	10	10	26±8	28±10	170±42
6.40	7～4	10	10	18±0	46±7	149±27
9.70	7～4	10	9	24±5	15±8	119±55

特許出願『特願2003 - 431229』データから引用。

芽だし期間、発生本数、発生生重量は、平均値±標準偏差。

表1 - 2 登録品種の栽培試験結果例2（被覆土の粒径による比較）

被覆土 粒径mm	初期 pH値	供試数 (個)	発生数 (個)	芽だし期間 (日)	発生本数 (本)	発生生重量 (g)
13～7	6.48	10	10	18±0	49±5	204±48
13～7	6.48	9	9	22±0	32±12	232±49
13～7	6.48	10	10	21±2	32±9	247±54
7～4	6.40	10	10	18±0	46±7	149±27
4以下	6.22	10	10	22±5	60±28	148±63
4以下	6.22	9	9	29±3	37±18	120±56
4以下	6.22	9	9	28±5	56±19	169±68

特許出願『特願2003 - 431229』データから引用

芽だし期間、発生本数、発生生重量は、平均値±標準偏差。



写真1 散水管理



写真2 子実体発生状況

[問い合わせ先：山口県林業指導センター 研究部 TEL. 083-928-0131]

ホンシメジ培地の林地埋設後 5 年間の子実体発生状況

岐阜県森林科学研究所

水谷和人

研究の背景・ねらい

ホンシメジ (*Lyophyllum shimeji*) は、我が国に広く分布する代表的な食用キノコです。しかし、近年は林地における発生量が減少しています。このため、ホンシメジを林地で増産させる研究が1980年頃より行われています。この中で、キノコの発生事例がいくつか報告されており、現時点では増産化を図る上で最も期待できるのは「培地」を埋設する方法と考えられます。しかし、培地を埋設した後のキノコ発生を長期的かつ継続的に観察した事例が極めて少ないために、その効果が十分に解明されているとは言えません。キノコの発生を確実に、かつ継続させるためには、種々の条件下での埋設、および埋設後の長期間の観察などが必要と考えられます。そこで、ホンシメジの培地をアカマツが主体の林地に埋設し、その後5年間のキノコ発生について調査しました。

成 果

対象とした林は、岐阜県美濃市のホンシメジの発生が確認されていない34年生のアカマツ人工林です。アカマツはマツノザイセンチュウ病による枯損が進行しており、林内の上中層木にはコナラやアラカシ、アベマキなどが混交しています。この尾根付近の南西斜面（傾斜30度、海拔200m）に20m×20mの調査地を設定しました。ここを、環境整備区と未整備区に区分けし、ホンシメジの培地をそれぞれ40個と20個埋設しました。環境整備区は林内の下層木を本数割合で10%程度伐採し、地表に堆積した落葉・腐植は完全に除去してあります（写真1）。埋設した培地は奈良県林業試験場の河合氏の方法に準じ、日向土800g、赤玉土1,000g、米ぬか200g、押麦200g、イーストエキス5g、水2,300mlの比率で混合したもの600gにホンシメジの菌を増殖したものです（写真2）。

ホンシメジは環境整備区および未整備区とも埋設当年の秋から毎年発生し、5年間のキノコ発生数は、それぞれ29ヶ所と20ヶ所でした（図1）。これらのキノコは、そのほとんどが埋設した培地の真上に発生しましたが、埋設後3～4年目には培地から少し離れた位置にキノコが発生し始めました（図1）。これら離れた位置に発生するキノコは、特定の場所に観察されていることから（図2）、シロを形成している可能性が考えられます。

キノコは単生あるいは株状で発生しましたが、多数が株状になって発生する野生のホンシメジに比較すると常に小さいです（写真3）。株状で発生した割合は環境整備区が38%、未整備区が10%で、環境整備区で多くなっています。林地の環境整備作業や培地の埋設は大変な労力を必要とする作業です。これまでに発生したキノコは、現時点では作業に見合った発生量があるとは言えません。しかし、キノコは培地から離れた位置に発生し始めていることから、発生量の増加が期待されます。

成果の活用

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・学会等で本研究の成果を報告しています。また、マツタケ研究会、生産森林組合、林業普及指導員などと共同で岐阜県内の各地に培地を埋設し、その後の経過を観察するとともに成果の定着を図っています。



写真1 環境整備区の状況



写真2 埋設したホンシメジの培地



写真3 発生したホンシメジ

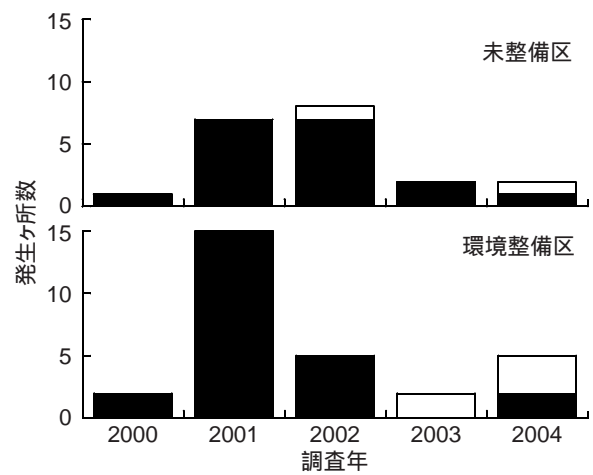


図1 ホンシメジの発生経過

培地は環境整備区に40ヶ所、未整備区に20ヶ所埋設

埋設培地の真上に発生

埋設培地から離れた地点に発生

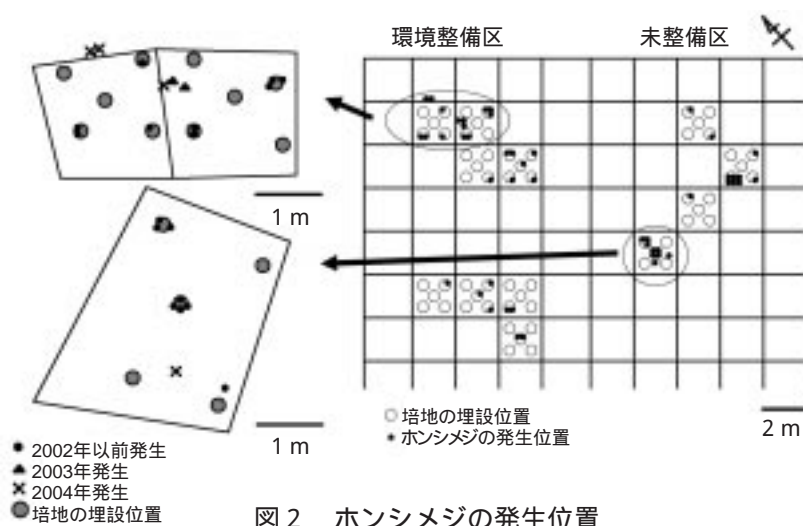


図2 ホンシメジの発生位置

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

簡易施設を活用したクリタケ菌床栽培技術の開発

長野県林業総合センター

増野和彦

研究の背景・ねらい

きのこ生産は、中山間地域の重要な産業として発展してきました。しかし近年、大規模な工場の生産方式が増加し、供給過剰により市場価格の低迷が続いています。小規模な生産者にとっては、採算が取れず生産を持続することが困難になってきました。

そこで、山村のきのこ生産者に対して品目・生産方式等を含め、多様な選択枝を提示することが重要になっています。その一つとして、里山の代表的なきのこで、原木栽培のみで行われてきたクリタケについて菌床栽培技術を開発しました。特に、生産コストを低減するため、パイプハウス等の簡易施設を活用した栽培方法について検討しました。

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

- 1 原木のみで可能であったクリタケ栽培について、野生株から菌床栽培に適した菌株を選抜し、空調施設において袋及びビン栽培により子実体を発生することができました(写真1)。収量は、発生処理後120日間で、袋栽培では培地1kg当り 157 ± 29 g、ビン栽培では培地1kg当り 141 ± 49 gでした。栽培に8か月程度の長期間を要するため、空調施設栽培としては、このままでは生産コストの面から実用化は困難ですが、クリタケ菌床栽培法の基盤となる技術を開発することができました。なお、クリタケ菌床栽培試験例について表1に概要を示しました。
- 2 上記の空調施設での栽培技術を応用して、林内及び簡易施設による子実体の発生方法を開発しました。袋を用いて培養した菌床を林内に埋設する方法により、埋設後2年間で培地1kg当り83gの収量が得られました。同じく袋の培養菌床を鹿沼土に埋設しパイプハウス内で子実体を発生させる方法により、発生処理後120日間で、培地1kg当り 257 ± 78 gの収量が得られました(写真2)。培養については空調施設を用いしましたが、子実体発生について経費を要しない林内や簡易施設を用いることにより、大幅に生産コストを削減できる可能性を見いだすことができました。
- 3 培養から発生まで一貫して、パイプハウス等の生産コストの低い簡易施設を用いた方式について、きのこ生産者の協力を得て、現地適応化試験を実施しました。その結果、当センター内での検討と同程度の発生処理後250日間(9月～5月上旬)までに培地1kg当り210gの子実体が得られました(写真3)。同時に、地域の直販所で販売して採算性を検討したところ1培地当り316円の利益が上がり、実用性を見いだすことができました(表2)。

これにより、秋の一時期に発生及び出荷の集中するクリタケについて、簡易施設を用いた菌床栽培により、秋から冬の長期間にわたる生産を可能にしました。

成果の活用

研究成果を基にして、「クリタケ栽培マニュアル」を発行して普及を図っています。JA種菌センター等の希望団体には種菌を提供して試験栽培を実施しています。

表1 クリタケ菌床試験栽培例(長野県林業総合センター)

栽培方法	培養容器	培養方法	発生方法	収量g (培地1kg当り)
空調施設栽培	ビン	空調施設内、温度20℃、培養期間4か月以上	空調施設内、温度15℃、湿度90%以上	157
	袋	空調施設内、温度20℃、培養期間4か月以上	空調施設内、温度15℃、湿度90%以上	141
林内埋設栽培	袋	空調施設内、温度20℃、培養期間4か月以上	8月下旬培地裸出、林内埋設発生	83
簡易施設栽培	袋	空調施設内、温度20℃、培養期間4か月以上	8月下旬培地裸出、鹿沼土に埋設してパイプハウス内で発生、冬期凍結防止用暖房	257

培地;ブナオガコ:スーパーブラン=10:2(容積比)、含水率65%



写真1 袋栽培
(空調施設内)

写真2 培養菌床の鹿沼土埋設発生
(パイプハウス内)

写真3 現地適応化試験
(パイプハウス内)

表2 クリタケ菌床栽培(パイプハウス)現地適応化試験収支計算

区分	項目	金額(円)	備考
経費	種菌費	24,180	1ビン1300円、培地40個接種
	培地材料費	28,900	オガコ22,900円 栄養材6,000円
	薬剤費	2,424	アルコール、綿ガーゼ
	光熱動力費	24,800	電気・灯油
	修繕費	2,121	パイプハウス・機械機具補修材料
	諸材料費	1,515	作業衣・手袋
	償却費	87,000	建物・施設・機械機具
	租税公課	2,121	固定資産税、農協部会費
	雇用労賃	26,139	収穫作業パート雇用
	流通経費	24,000	ラップ、トレイ、ダンボール
	計	223,200	
生産物収入		458,490	3,275(100g入り)パック×140円
収益		235,290	
1培地当り収益		316	

注)1釜当り(2.2kg袋培地744個)で計算

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

カキ殻を利用したきのこ栽培技術の開発

広島県立林業技術センター

衛藤慎也・坂田 勉

研究の背景・ねらい

広島県の牡蠣生産量は全国一で、それに伴いカキ殻が廃棄物として大量に排出され、その有効利用が求められています。そこで、加工されたカキ殻が有機肥料や水質浄化剤として利用されていることに注目し、培地にカキ殻を添加してきのこ栽培を行い、子実体の増収や害菌汚染の軽減などの効果について調べました。

成 果

1 ヌメリスギタケの栽培

広葉樹のおが屑とフスマを乾燥重量比5：2の割合で混合した培地に、カキ殻粉末を培地乾燥重量比で5～30%の範囲で添加して、新しいきのことして期待されるヌメリスギタケを栽培しました。カキ殻粉末は、農業用有機肥料として丸栄株式会社（広島市）が製造している商品「サンライム」を使用しました。結果を表1、写真1に示しました。カキ殻粉末5%及び10%添加培地では、一次発生量は無添加培地の1.2～1.3倍、二次発生量は約2倍に増加しました。カキ殻粉末20%及び30%添加培地では、一次発生量は無添加培地の86～98%とやや減少しましたが、二次発生量は約2倍に増加しました。また、栽培期間については違いは見られませんでした。以上の結果から、カキ殻粉末を添加することにより子実体の収量が増加し、添加量は5～10%が適していることが分かりました。

2 ホンシメジの栽培

広葉樹のおが屑とトウモロコシ粉を乾燥重量比3：2の割合で混合した培地に、カキ殻粉末を培地乾燥重量比で1～5%の範囲で添加して、栽培化が期待される菌根性きのこのホンシメジを栽培しました。結果を表2、写真2に示しました。カキ殻粉末無添加培地では栽培ビンの半数が栽培中に害菌に汚染されました。これに対し、カキ殻粉末1%添加培地では害菌の汚染は全くなく、全ての栽培ビンで子実体が一斉に収穫され、子実体の収量が約20%増加しました。カキ殻粉末5%添加培地では害菌の汚染はありませんでしたが、ホンシメジの菌糸体が全く成長しませんでした。以上の結果から、カキ殻粉末を添加することにより発生が安定し、子実体の収量が増加することが分かりました。また、カキ殻粉末の添加により害菌汚染が軽減される傾向や、カキ殻粉末を高濃度で添加するとホンシメジの成長が抑制される傾向が見られましたが、これらについては今後詳細に検討すべき課題であると考えています。カキ殻粉末添加の影響はきのこや培地の種類によって異なると考えられます。栽培試験を十分行い適切な添加量を求めてカキ殻粉末を使用することが大切です。

成果の活用

これらの研究成果を利用し、いくつかの民間企業もきのこ用商品の開発、商品化を図り、広島県産のカキ殻粉末が全国のエノキタケやシイタケなどのきのこ生産現場で使用されています。（商品化された一例：商品名「きのこライム」）

表1 ヌメリスギタケ栽培試験の結果

カキ殻粉末 添加量	一次発生量 (g/瓶)	二次発生量 (g/瓶)	総発生量 (g/瓶)	一次発生まで の日数(日)	二次発生まで の日数(日)
0%	77.3 ± 9.9	31.3 ± 5.5	108.6 ± 7.2	67 ~ 73	87 ~ 94
5%	99.4 ± 9.4	61.3 ± 7.1	106.7 ± 10.1	67 ~ 72	85 ~ 91
10%	97.7 ± 8.1	60.4 ± 11.0	158.1 ± 9.9	68 ~ 73	86 ~ 94
20%	76.1 ± 4.8	59.7 ± 6.6	135.8 ± 4.6	67 ~ 72	86 ~ 91
30%	66.9 ± 5.7	62.4 ± 5.4	129.4 ± 6.3	69 ~ 72	86 ~ 91

注) 発生量は平均値 ± 標準偏差。日数は最初の発生から最後の発生まで。
供試した栽培瓶の数は各試験区16 瓶。

表2 ホンシメジ栽培試験の結果

	カキ殻粉末添加量		
	0%	1%	5%
試験した栽培瓶の数(瓶)	16	16	16
害菌に汚染された栽培瓶の数(瓶)	8	0	0
子実体が発生した栽培瓶の数(瓶)	8	16	0
子実体発生量(g/瓶)	50.8 ± 6.8	61.6 ± 5.1	
発生までの日数(日)	115 ~ 125	115	

注) 発生量は、子実体が発生したビンのみの数値で、平均値 ± 標準偏差。
日数は最初の発生から最後の発生まで。



写真1 ヌメリスギタケの発生状況(一次発生)

(左) カキ殻粉末無添加
(中) カキ殻粉末10%添加
(右) カキ殻粉末30%添加



写真2 カキ殻粉末を1%添加した培地でホンシメジが一斉に発生した状況

[問い合わせ先：広島県立林業技術センター 資源利用部 TEL. 0824-63-7101]

乾シイタケ省力栽培技術の開発

大分県農林水産研究センターきのこ研究所 石井 秀之

研究の背景・ねらい

乾シイタケ生産は、安価な輸入品の増加や作業が重労働であること等に加え生産者の高齢化や後継者不足の問題を抱え、生産者数及び生産量が減少する傾向にあります。このため、栽培の効率化や省力化は最も重要な課題となっており、生産者の新規参入を促進するためにも、これら栽培技術の開発・確立が求められています。大分県では、生産体系の分業化（ほだ木育成過程とシイタケ生産過程の作業を分離して、作業受託や原木供給及びほだ木供給、乾燥機のリースなどを行う）や省力化のために、原木供給事業や人工ほだ場の導入などを進めています。そこで、玉切り原木の供給と人工ほだ場による生産を前提に、乾シイタケの生産工程を見直し栽培の効率化の一手法として「ほだ起こし」工程の省略の可能性を検討しました。

成 果

人工ほだ場を用いた乾シイタケ栽培のほだ木育成については、種菌接種後から梅雨までの期間に週2回（晴天が2日続いたら3日目）、1回につき2時間程度の散水处理を行うことにより、十分なほだ木を育成できることが明らかになっています。今回は、菌興115号の木片種菌を接種したほだ木の用いて伏せ込み方法（よろい伏せ、合掌伏せ、棚伏せ、写真1参照）別の作業工程の比較と、3年間の子実体発生量の比較を行いました。

- 1 伏せ込み作業工程は、生産者が行っている一般的な伏せ込みに近いよろい伏せ区が合掌伏せ区や棚伏せ区より10～30%効率的でした（図1）。
- 2 乾シイタケ生産者の経営調査から得られた作業時間を基に比較すると、伏せ込み方法によっては作業時間が増加するが、ほだ起こし作業が省略されることによって、伏せ込みからほだ起こしまでの一連の作業時間は30%程度削減できることが明らかになりました（図2）。
- 3 子実体累積発生量は、ほだ起こしを省略した試験区がほだ起こしを行った対照区より多く（表1）、ほだ起こしの省略による子実体発生への負の影響はみられませんでした。また、本試験より以前に別の品種（森121号）を用いて行った試験でも同様の結果が得られてました（表1）。

成果の活用

特用林産物の生産振興に関する普及・指導事業の重点課題として、研修会などを通じて普及に努めるとともに、実証モデル事業を行い定着を図っています。



写真1 伏せ込み状況（左：よろい伏せ、中：棚伏せ、右：合掌伏せ）

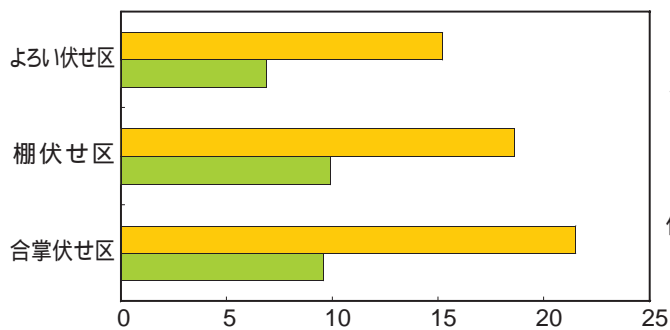


図1 伏せ込み方法別の処理時間の比較

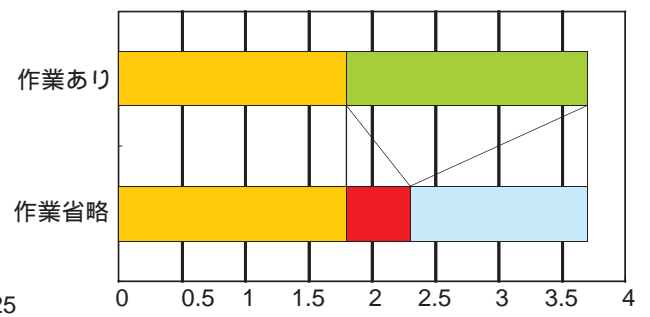


図2 伏せ込みからほだ起こしまでの作業時間の比較(時間)

■ 材積1m3あたりの所要時間(分)
■ ほだ木1本あたりの所要時間(秒)

■ 伏せ込み作業時間 ■ 伏せ込み方法による増加分
■ ほだ起こし作業時間 ■ 削減時間

表1 伏せ込み方法別の発生量調査結果(kg/m3)

品種	試験区	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	合計
菌興115	よろい伏せ区	8.36	9.98	4.60	-	-	22.94
	合掌伏せ区	8.34	11.01	3.82	-	-	23.17
	棚伏せ区	7.90	9.09	3.98	-	-	20.97
	対照区	5.45	10.19	3.56	-	-	19.20
森121	棚伏せ区	8.37	4.53	5.69	1.39	0.08	20.06
	対照区	5.91	5.00	5.40	0.66	0.01	16.98

注) - は未調査(発生量調査継続中)、対照区はほだ起こし作業を行った試験区

[問い合わせ先：大分県農林水産研究センター きのこと研究所 TEL. 0974-22-4236]

三重県特産きのこ優良系統の探索と系統判別技術の開発

三重県科学技術振興センター林業研究部

西井孝文

研究の背景・ねらい

三重県ではシイタケ、ヒラタケ等食用きのこの人工栽培が盛んに行われており、中山間地域の重要な収入源となっています。特にヒラタケ、ハタケシメジについては、産地が限られており、その希少性、商品性の高さから需要が伸びつつあります。しかし、現在栽培に使用している種菌の導入から長年が経過し、種菌の変異、活力の低下等が懸念されています。また、新しい種菌を開発しても、すぐに拡大培養されることから、種菌の系統判別技術の開発が必要です。そこで本研究において、ヒラタケおよびハタケシメジの野生系統や栽培系統を収集し、栽培試験を行うことにより、生産に有用な菌株や育種素材として使用できる菌株の選抜と、これらの菌株の系統判別が可能なDNA マーカーの探索を行いました。

成 果

- 1 収集保存したヒラタケ栽培系統および野生系統について、PP ピンを用いた栽培試験を行い、優良な系統として800号、F系統を選抜し、培養期間、発生温度等、栽培条件を明らかにしました(表 - 1)。また、生産者施設を利用して800号の実証試験を行ったところ、既存の栽培系統であるヒラタケ500号と同じ条件で栽培が可能であることが分かりました(写真 - 1)。
- 2 当研究部で収集保存しているハタケシメジ野生系統のうち17系統について、菌糸による選抜を行い、伸長の良好な9系統を見出しました。これらの菌株についてPPピンを用いた栽培試験を行い、発生量、形状ともに良好な系統としてLD99-3およびLD99-6を選抜しました。さらにLD99-3についてPP袋を用いて2.5kg菌床による栽培試験を行ったところ、既存の栽培系統と比較して同等の発生が認められ(表 - 2)、さらに埋め込み、覆土なしでも発生が比較的良好なことが判明しました(写真 - 2)。
- 3 選抜した菌株について、農業研究部と連携して系統識別が可能なDNA マーカーを探索したところ、ヒラタケについては5種類のマーカーで、ハタケシメジについては3種類のマーカーでほぼ系統識別が可能であることが分かりました(写真 - 3)。

成果の活用

選抜したヒラタケ800号、F系統については、県内のきのこ生産者の一部で生産、販売されています(写真 - 4)。また、選抜したハタケシメジLD99-3、LD99-6については、引き続き栽培条件の検討と安定性の調査を行っています。現在、ヒラタケ、ハタケシメジいずれの選抜系統についても、これらを親株に用いた交配株を作出し形質の評価を行っています。今後は、得られたヒラタケ交配株について生産現場での実証試験を行い技術移転するとともに、ハタケシメジについては、交配株の中からさらに商品性の高い菌株を選抜し、品種登録を目指します。

表 - 1 ヒラタケ800 号の培養期間別発生量

培養期間	発生温度 ()	供試数 (本)	平均発生量 (g)	ビン内発茸
20 日間	17	32	80.2 ± 13.4	無
22 日間	17	32	80.0 ± 11.8	無
24 日間	17	32	87.2 ± 11.9	有
20 日間	15	32	78.3 ± 11.0	無
22 日間	15	32	93.0 ± 10.2	無
24 日間	15	32	84.5 ± 13.2	有

表 - 2 ハタケシメジ菌株別の子実体発生量

系 統	供試数 (個)	平均発生量 (g)	子実体の特徴
亀山 1 号	10	524.0 ± 38.6	普通・やや硬い・やや奇形有
波賀のめぐみ	10	540.0 ± 91.4	肉厚・硬い・やや奇形有り
LD99-3	10	563.0 ± 72.4	やや肉薄・やや軟・正常



写真 - 1 生産者施設での栽培状況(8 0 0 号)



写真 - 2 ハタケシメジLD99-3 の発生状況

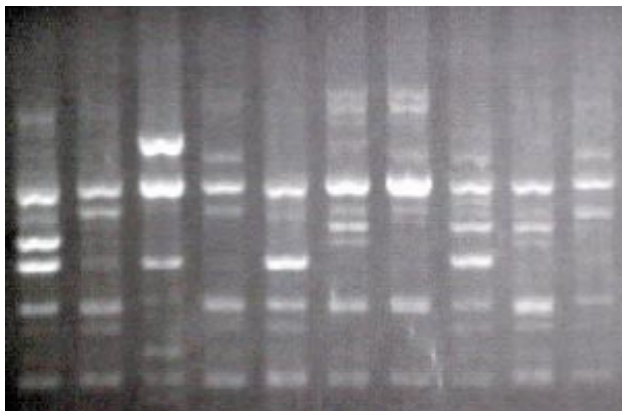


写真 - 3 ハタケシメジ野生系統の電気泳動



写真 4 ヒラタケ 8 0 0 号の包装品

[問い合わせ先：三重県科学技術振興センター 林業研究部 TEL. 059-262-0110]

きのこ類の孢子欠損性優良品種の育成と 迅速な選抜法の開発

奈良県森林技術センター

小島 靖

研究の背景・ねらい

現在、食用きのこ類の多くは高度に装置化された施設内で栽培されています。これに伴って、特にエリンギやマンネンタケの栽培では、子実体から大量に産生・放出される孢子によって生産者の肺アレルギーの発症、栽培施設やその周辺住環境の汚濁、子実体の発生不良などの重大な問題が発生しています。そこで、本研究では、これらの問題を解決し、生産者や環境にやさしいきのこ生産を実現するため、エリンギやマンネンタケの孢子欠損性菌株の迅速な選抜法の開発と無孢子性の高品質・高収量栽培品種の育成に取り組みました。このテーマは「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業（平成14～16年）」によるもので、財団法人日本きのこセンター菌蕈研究所を中核研究機関、共立薬品工業株式会社を共同研究機関とし、当センターはエリンギについて担当しました。

成 果

エリンギの二核菌糸体プロトプラストに紫外線を照射し、変異誘発することで、全く孢子をつくらない担子孢子欠損性の変異体を作出しました（写真1、2、3）。さらに、この変異株を詳細に調べ、変異が二核菌糸体を構成する一方の核に存在し、その性質は優性上位に発現すること、減数分裂が第一分裂前期あるいは中期に停止することを明らかにしました。

次に、担子孢子欠損性変異体の構成一核菌糸体と野生型エリンギの交雑株を作出し、ビン栽培においてそれらの栽培特性と子実体の形態的形質について調査しました。その結果、交雑株はすべて無孢子性で、収量性に優れるものが現れるなど、この変異体は無孢子性品種の育種材料として有用であることが明らかとなりました。

エリンギ育種の基礎となるエリンギの不和合性遺伝因子について解析するとともに、菌株間の遺伝的差異を調査しました。その結果、日本国内の既存のいくつかの栽培品種は共通の菌株を起源とし、遺伝的組成が近縁であることが明らかとなりました。また、遺伝的に遠縁な菌株を交雑することで、収量性などに優れた菌株を作出できることが明らかとなりました。

無孢子性エリンギの栽培品種の育成を目的に、孢子欠損性変異株と野生型菌株との交配で作成した交雑株の栽培特性を調査し、収量性、子実体の形態的形質等の栽培特性において優れた無孢子性新菌株を選抜育成しました（写真4）。この品種は、通常おこなわれているビン栽培において、栽培期間47～57日で1ビン当たり150～180gの子実体が安定して収穫でき、食味や栄養成分も既存栽培品種と遜色なく、商業的栽培品種として優れた品種であることを確認できました（表1）。

成果の活用

育成が完了した無孢子性エリンギ栽培品種は、品種名を「EマッシュPE2号」として、品種登録を申請しました。また、奈良県内きのこ生産農家にサンプル種菌を提供し、実際規模での試験栽培をすすめています。この品種が普及することで、働く人の健康を害せず、安定したエリンギ栽培が実現することが期待されます。

知的財産取得状況

本件については、品種登録を申請中です。



写真1 分離した胞子欠損性変異体
左：成熟子実体右：幼子実体



写真2 エリンギの胞子紋の様子。
左：通常のエリンギ落下した胞子で白くなっている。
中央と右：胞子欠損性変異体胞子が落下していない

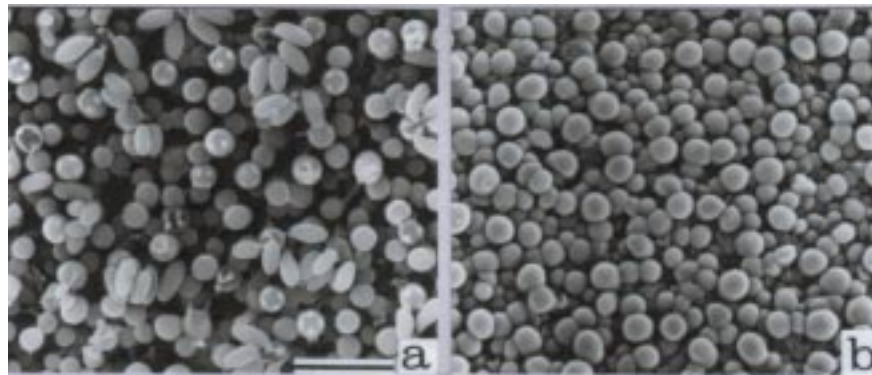


写真3 エリンギのヒダの電子顕微鏡写真
左：通常のエリンギ右：胞子欠損性変異体



写真4 無胞子エリンギ栽培品種
「EマッシュPE2号」

表1 エリンギ新品種の特徴

	EマッシュPE2号	奈良PE1号 (対照品種)
栽培日数	57.9± 0.6	58.9± 0.8
子実体本数		
かさ径5cm以上	1.8± 0.7	1.8± 0.8
かさ径5cm未満	2.3± 1.0	3.8± 1.7
子実体収量(g)	156.6± 13.9	135.8± 13.0
トレハロース含有量(g/100g)	24.8± 3.1	23.0± 8.2

[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]

精英樹種苗からの花粉のないスギの選抜

神奈川県自然環境保全センター

齋藤央嗣

研究の背景・ねらい

大きな社会問題となっているスギ花粉症の根本的な対策として、品種改良による対策が期待されています。神奈川県では、昭和30年代に選抜した精英樹クローンの中から「花粉の少ないスギ」17クローンを選抜し、平成10年には全国に先駆けて「花粉の少ないスギ採種園」を造成して種子の生産と供給を行い、現在では造林用苗木の全てを花粉の少ないスギで賄っています。しかし、花粉の少ないスギは、将来的にはある程度花粉の飛散が予想されることから「花粉のないスギ・ヒノキ」の選抜と実用化が望まれます。既存の研究から無花粉スギは、一定の割合で存在することが明らかになっています。そこで今回、履歴の明らかな精英樹種苗からの無花粉スギの探索を行いました。

成 果

研究に用いた材料は、自然環境保全センター敷地内に設置した採種園で生産された種子から育苗した5年生の実生苗888本であり、うち798本は県で選抜した花粉の少ないスギ採種園から採種した11の家系別種苗で、対照として90本は既存の56クローンで構成された精英樹採種園産の混合種苗を用いました。

苗木は平成13年5月に苗畑に定植し、平成15年7月にジベレリンの葉面散布による着花促進処理を行い、平成16年3月に雄花の着花量を4段階の指数に区分して調査を行うとともに、着花した雄花をサンプルビンに採取して70%エタノールで保存した後、雄花をつぶして顕微鏡で花粉の観察を行い、雄性不稔（雄花はつけるが正常な花粉を形成しない）が疑われる個体を抽出しました。

その結果、雄花の着花率は93.2%(828本、図1の指数3～5)の高率となり、今回はジベレリンによる着花促進の効果もあり、花粉の少ないスギと対照の精英樹実生苗との差は認められませんでした。着花した全個体(828本)について雄花を採取し顕微鏡により花粉を観察した結果、ほとんどの個体が雄花をつぶすとともに大量の花粉を放出しました（写真2）。しかしながら半数以上の花粉に何らかの異常が認められたものが16本あり、これらは葯内で花粉が形成されるものの、いびつな花粉を持つものが多く、うち1本は単粒状の花粉が全く観察されませんでした（図2）。これらは着花量や特定の家系に偏りはありませんでした。16本のうち、B、Cランクの15本は、正常花粉も観察されたことから、Dランクの花粉を全く放出しなかった中4の実生個体1本を雄性不稔候補木として選抜しました（写真3）。さらに、翌年夏に着花促進処理を行って平成17年3月に再現性を確認したところ、葯内に花粉を形成せず、雄花に袋掛けを行っても花粉が全く放出されなかったことから雄性不稔個体として選抜しました（写真1）。

成果の活用

これまで選抜された雄性不稔個体は、不成績造林地から選抜されたものが多く、今回、由来の明らかな精英樹の種苗から選抜されたことから、早期の実用化が期待できます。今後、人工交配試験により雄性不稔の遺伝様式の解明や県内産スギ精英樹の雄性不稔遺伝子有無の確認、実用化への基礎資料として交配施設における種子生産試験等を行い、種子による雄性不稔苗の早期の実用化を目指しています。

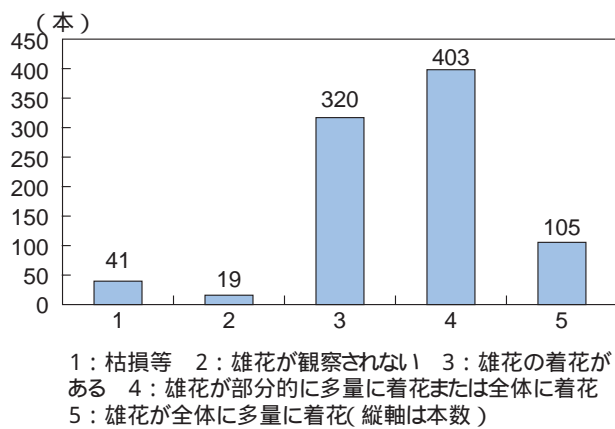


図1 雄花の着花指数別本数

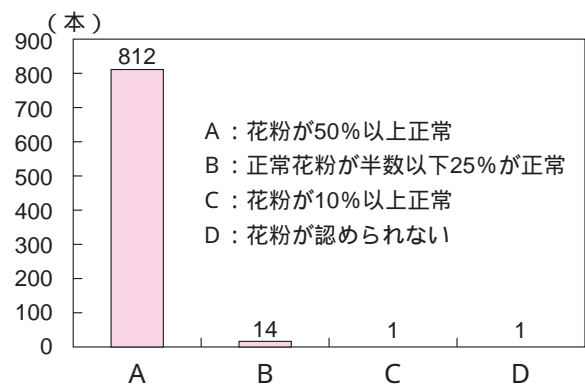


図2 花粉の形態別本数



写真1 選抜したスギ雄性不稔個体

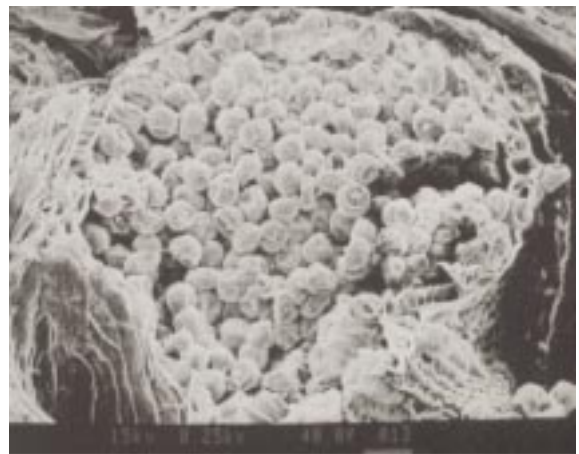


写真2 正常個体の葯
(花粉が充満している)

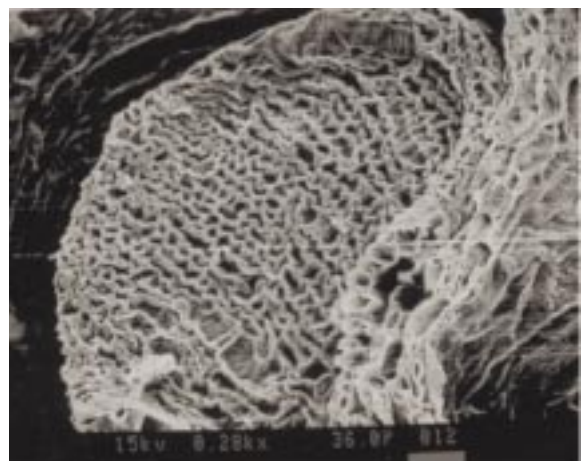


写真3 選抜した雄性不稔個体の葯
(花粉が認められない)

[問い合わせ先: 神奈川県自然環境保全センター 研究部 TEL. 046-248-0321]

チシマザクラの品種開発と実用的増殖試験

北海道立林業試験場緑化樹センター

脇田陽一

研究の背景・ねらい

豊かな景観づくりを目指すには、緑化樹として優れた特性や形質を有する園芸品種を有効に利用することが望ましく、また、北海道に相応しいみどり環境づくりを進めるためには、北方型樹種の活用が必要です。しかし、現在使用されている緑化樹には、北方型樹種を材料に育成された品種数は僅かです。一方、より豊かなみどり環境づくりを目指し、道産緑化樹の商品価値をさらに高め、用途の拡大を図るため、北海道で育成されている樹種を材料にした園芸品種の育成に関する道民および関連業者からのニーズは非常に強いのが現状です。そこで、当場が保有している他とは異なる形質（花色が他と比べて非常に濃い）を有しているチシマザクラについて、品種登録に向けた特性調査を行い、品種登録の申請を行うとともに、組織培養による実用的な増殖技術を確立しました。

成 果

1 組織培養による実用的増殖試験

登録品種の増殖は茎頂培養により行いました。サイトカイニン（BAP）とジベレリン（GA₃）を組み合わせたWP（Woody Plant）培地を用いることにより、15倍/月という高い増殖率が得られました（表1）。また、オーキシシン（NAA）を1.0mg/l 添加したWP培地に植え付け、約1ヶ月間培養することにより、全ての個体から根を誘導させることができました（表2）。

2 品種登録の申請

野生のチシマザクラ（写真1）及びチシマザクラの登録品種「大雪」を対照品種として、国が指定する「サクラの特性調査表」に基づき80項目の特性を調査し、2005年1月31日付けで農林水産大臣へ種苗法第5条の出願を行いました（表3）。なお、母樹が国後島由来であること及びチシマザクラが北方領土返還のシンボルの花に選ばれたことを受けて、「北方領土の国後島に昇る朝陽のように紅い花をつけるチシマザクラ」ということから、「国後陽紅（くなしりようこう）」と命名しました（写真2）。

成果の活用

本品種の特徴であるこれまでにない鮮やかな紅色の花の色彩が魅力を高め、また鉢植え可能なほど低樹高であること及び開花までの成育期間がきわめて短いこと等から、これまでと同様、公園や道路の緑化に利用されることが可能であるほか、とりわけ近年人気が高いガーデニング関係での利用が有力で、これまではなかったマンションなどの庭がない場所での利用も考えられます。すでに道内の緑化樹生産業者等と苗木の生産販売に関する許諾契約を結んだので、数年後には新品種が一般に流通する予定です。

知的財産取得状況

品種登録出願中（出願番号第17955号）

表1 本品種「国後陽紅」の組織培養による増殖率

植物ホルモンの種類と濃度	1回目試験			2回目試験			3回目試験		
	供試数	増殖数	増殖率(倍)	供試数	増殖数	増殖率(倍)	供試数	増殖数	増殖率(倍)
BAP 1.0mg/l + GA 4.0mg/l	5	50	10	5	35	7	5	45	9
BAP 0.5mg/l + GA 4.0mg/l	5	75	15	5	75	15	5	70	14

表2 本品種「国後陽紅」の発根率

植物ホルモンの種類と濃度	供試シュート数	発根個体数	発根率(%)
ホルモンフリー	50	30	60
NAA 1.0mg/l	50	50	100
NAA 2.0mg/l	50	42	84

表3 本品種「国後陽紅」の主な特性、他品種との違い

品 種 特 性	国 後 陽 紅 (本品種)	チシマザクラ (野生種)	大 雪 (チシマザクラ品種)
花 の 色	濃い紅色	白色～淡紅色	白色～淡紅色
樹 高	低(2m程度)	低(2m程度)	中(4m程度)
花までの期間	最短2年(通常は4年程)	最短2年(通常は4年程)	最短2年(通常は4年程)
増殖の方法	組織培養のみ	実生、接ぎ木等	組織培養のみ



写真1 チシマザクラ野生種



写真2 本品種「国後陽紅」

[問い合わせ先：北海道立林業試験場緑化樹センター 生産技術科 TEL. 0126-63-4164]

熊本県産スギ・ヒノキサシ木品種のクローン構成

熊本県林業研究指導所

家入龍二^{*1}・落合年史^{*2}・草野僚一

研究の背景・ねらい

本県では、さし木苗木を使用したスギ、ヒノキの造林が広く行われており、数多くのスギさし木在来品種と日本唯一のヒノキサシ木在来品種であるナンゴウヒが存在しています。これらの在来品種は、クローンのため実生と比較して材質にバラツキが少ないと言われていたますが、造林の歴史が長いことため形態が類似している個体が混入している可能性があります。そこで、クローンを確実な方法で分類し、特性を生かした材の生産を目指すために、スギのさし木在来品種のうち、熊本県下で現在最も苗木生産量が多いシャカイン(写真1)、最も造林の歴史が古いメアサ及びヒノキ在来品種ナンゴウヒ(写真2)のDNA分析に取り組みました。

成 果

CAPS マーカーを使用したシャカインのDNA分析

シャカインの主要造林地域である熊本県美里町、八代市(旧泉村)の15林分(林齢5~80年)とそれ以外の菊池市、山都町、芦北町の7林分(林齢3~40年)から各林分10個体、合計220個体の針葉を採取し、分析を行った結果、27のDNA型に分類され(図1)、そのうち65%を占める 型とシャカインとされる唯一の精英樹、県下益城1号が同じDNA型であることがわかりました。

RAPD マーカーを使用したメアサのDNA分析

宮島(1989)の調査により九州中南部の社寺等で、メアサ、アオスギ、ヒゴメアサ、クサスギ、アマクサメアサと呼ばれており、外部形態からメアサと判断された21カ所の高齢木43個体を分析した結果、41個体が同じDNA型(型)であることがわかりました。また、スギ精英樹特性表(九州林試連、1998)でメアサ及びメアサ系、アオスギとされている精英樹42個体を分析した結果、15個体(36%)が同じ型を示しました(図2)。この結果、メアサは一つのDNA型が大部分を占める品種であることがわかりました。また、現在、ヒゴメアサ、サツマメアサ、アマクサメアサ等の名称で呼ばれている社寺等の老齢木のメアサも同一のDNA型である可能性が示されています。

RAPD マーカーを使用したナンゴウヒのDNA分析

内田らの報告(1993)でアイソザイム分析により異なる遺伝子型に分類された15個体と同一の個体(表1)を使用してマーカー探索をした結果、13のRAPDマーカーが選抜され、異なる15のDNA型に分類されました。つぎに、同報告で最も多数を占め、想定同一クローンとされた14型のうち、針葉が採取できた47個体(表1)について、新たに選抜したマーカーを用いて分析した結果、さらに5つのDNA型に細分類されました(表2)。

成果の活用

この結果をもとに、各品種のクローンごとの特性評価(通直性やヤング率等)を進め、森林所有者の生産目標に応じたクローンの推奨や、採穂園の改良による苗木の供給体制の整備、品種特性を生かした出荷体制の整備等を行い、いわゆる「品質管理型林業」の構築を図ります。また、今後とも、県内のさし木在来品種で多数を占めるアヤスギ、ヤブクグリ、オビスギ等のDNA分析や特性評価を進めることにより森林所有者の技術向上を支援し、森林所有者の所得向上を目指すとともに、他優良品種との交雑育種を進め、より優良な新品種の創出につなげたいと考えています。

^{*1}熊本県球磨地域振興局林務課 ^{*2}熊本県天草地域振興局林務課

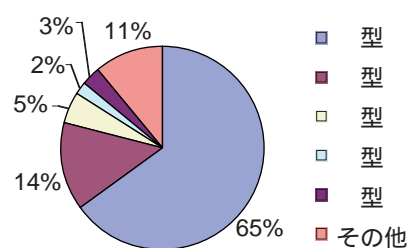


図1 シャカインDNA型別の構成割合

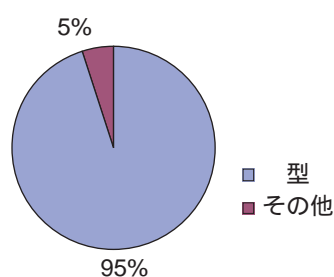
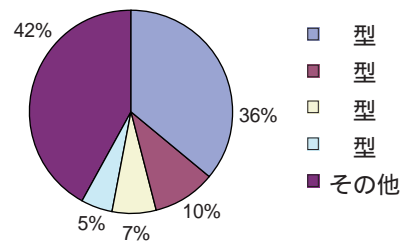


図2 九州各県メアサ高齢木のDNA型ごとの構成比率



九州産メアサ系精英樹のDNA型ごとの構成比率

表1 ナンゴウヒサンプル採取林分とサンプル数

林分	所在地	林齢	サンプル数	
			マーカー探索に用いた個体	アイソザイム遺伝子14型に分類された個体
熊本県阿蘇郡南阿蘇村（旧久木野村）久石		65	7	7
熊本県阿蘇郡高森町中山		75～105	4	11
熊本県阿蘇市波野（旧波野村）四里塚		75	2	7
熊本県阿蘇郡高森町中島		55	1	11
熊本県阿蘇郡南阿蘇村（旧久木野村）久石		75	1	11
計			15	47

表2 アイソザイム遺伝子型に分類された47個体のRAPDマーカー出現パターン

DNA型	個体数 (%)	(Primer) (bp)											
		A20	B08	G11	P04	P08	P17	S15	U06	U19			
14型	39 (83.0)	360	830	800	370	300	350	420	550	300	700	710	790
14a型	5 (10.7)	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
14b型	1 (2.1)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
14c型	1 (2.1)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
14d型	1 (2.1)	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
計	47 (100.0)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0



写真1 スギのさし木品種シャカインの壮齢林



写真2 ヒノキサシ木品種ナンゴウヒ林分

[問い合わせ先：熊本県林業研究指導所 育林環境部 TEL. 096-339-2221]

つぎ穂の針葉数を調整しないマツの大量つぎ木技術

福島県林業研究センター

渡邊次郎・小澤 創

研究の背景・ねらい

アカマツやクロマツ（以下マツ）のつぎ木は、育種事業を進める上で重要な技術です。当センターでは、林木育種センターや各県のつぎ木技術を参考にして、マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業等に取り組んできましたが、つぎ木活着率の低さから大量の苗木確保が困難な状況でした。つぎ穂の萎凋防止を図るため針葉数を8～10本に調整したり、つぎ穂との接合部にビニール袋を被せて保湿する作業も多大の労力を要し問題でした。そこで、活着率に大きく関わると言われている気温と湿度、さらに地温を中心に要因の究明を行い、「上げつぎ」に適したマツの休眠期である2～3月における比較的簡単な大量つぎ木増殖技術の確立を目指しました。

成果の内容

試験に供した材料は表1の通りです。つぎ木試験は、通常のビニールハウスの内側に遮光率60%の白冷紗を張ったハウス（外ハウス）の室内に、もう一つの小さなビニールハウス（内ハウス）を造り（図1、写真1）その中で、1998年から2001年の4季節にわたり行いました。2002年には気温、湿度、地温を測定しました。その結果、活着率に最も影響した要因は湿度で、内ハウスでは空中湿度が最高湿度、最低湿度とも61.6～93.3%と外ハウスより高く、平均最低湿度が最も低い3月中旬でも61.6%以上保たれることが分かりました（図2）。さらに、つぎ木苗を内ハウスでつぎ穂と台木の接合部まで覆土し養生すると、つぎ木活着率は4季節いずれも69%以上得られ、従来（1996年まで）行っていた「鉢植えた台木への居つぎ」と比べると大幅に向上しました（図3）。4季節ともアカマツとクロマツの活着率に差がなくほぼ同じでしたので、アカマツとクロマツを合わせて活着率を求めました。つぎ木活着率が向上した最も大きな要因としては、つぎ木苗の養生期間である2月から3月の日中のハウス内の空中湿度がほぼ60%以上に保たれていたことが考えられます。しかし、このつぎ木作業では非常に手間がかかることから、活着率を低下させずに効率的につぎ木を行う技術開発の必要性が生じました。そこで、つぎ穂や台木の2年生主軸の針葉数調整の省略（新方法A）、針葉数調整を省略したつぎ穂を針葉を全て除去した3年生主軸へのつぎ木（新方法B）の2方法を考案し（図4）、さらに、つぎ穂と台木の接合部を目玉クリップで固定し、接合部まで覆土しない養生方法に変更しました（写真2）。その結果、96%以上の活着率にまで更なる技術向上を図ることができました「渡邊次郎ほか（2003）、同（2005）：林木の育種，特別号」。

成果の活用

当センターが改良した一連の大量つぎ木技術と養生施設を用いる手法は、比較的容易に対応できるため多くの関係機関において活用されています。この方法は、マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の検定用つぎ木クローン苗養成のみに止まらず、老齢のマツ樹天然記念物等のつぎ木クローンによる後継樹育成にも活用が期待されます。

表 1 供試材料

つぎ穂の種類と母樹齢:アカマツとクロマツ
(40~100年生)
台木の種類と苗齢:クロマツ実生3年生
つぎ穂の長さ:頂芽直下から4cm
つぎ穂の削り方:基部を楔形に1.5cm削る
つぎ木方法:「上げつぎ」による割つぎ
つぎ穂の針葉数の調整:4季節目まで8~10本に調整
つぎ木のつぎ部年次と本数
従来(1987~1996年)アカマツ7,215本、クロマツ10,009本
1季節目(1998年)アカマツ950本、クロマツ777本
2季節目(1999年)アカマツ1,150本、クロマツ1,150本
3季節目(2000年)アカマツ350本、クロマツ2,500本
4季節目(2001年)アカマツ429本、クロマツ2,400本
新方法A(2004年)クロマツ1,125本
新方法B(2004年)クロマツ50本
台木とつぎ穂の接合部の固定:1996年まではつぎ木テープ、
1998~2001年はワラ、2004年は目玉クリップを使用

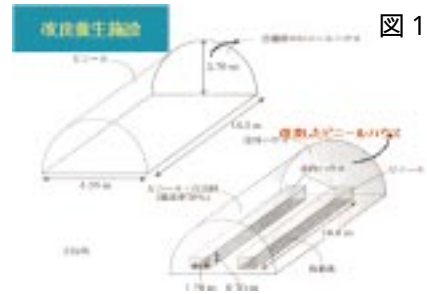


図 1 改良した二重構造のハウス



写真 1 内ハウスのつぎ木苗の養生

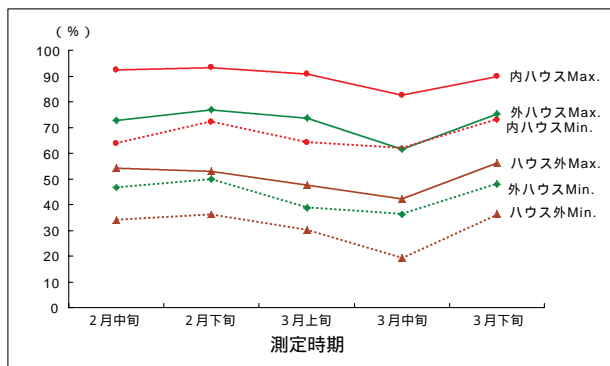


図 2 内ハウス内の時期別平均最高・最低湿度

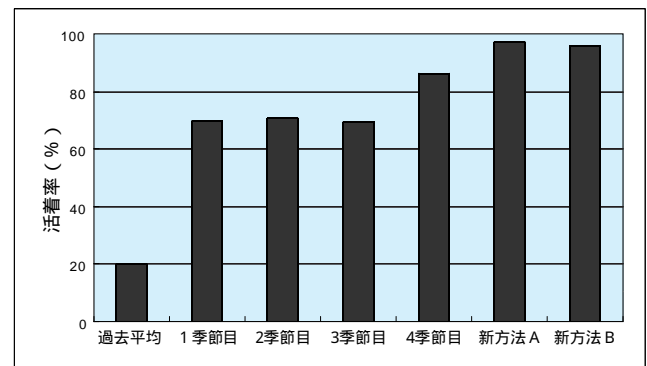


図 3 季節ごと及び新方法の活着率

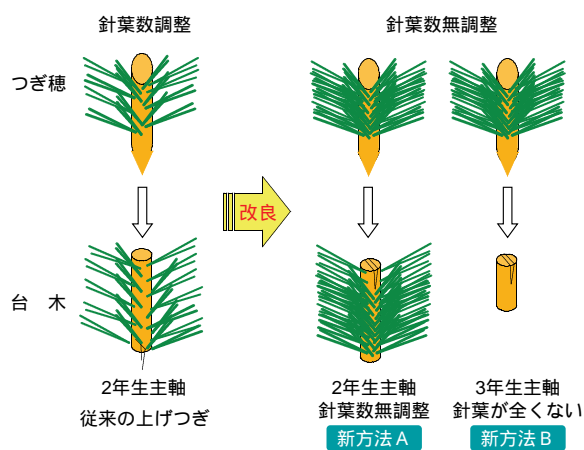


図 4 新方法のつぎ方



写真 2 目玉クリップによる接合部の固定

[問い合わせ先: 福島県林業研究センター森林環境部 TEL. 024-945-2161]

オビスギの心材抽出成分の品種別比較

宮崎県木材利用技術センター

落合克紀

研究の背景・ねらい

スギの材や葉に含まれる抽出成分については、古くから産地や品種別による成分比較の研究がなされており、生理活性成分の探索及び利用技術の開発を目的とした研究も盛んに行われています。そのような中、南九州地方の主要造林樹種で15品種に分類されるオビスギについては、葉抽出物に関する成分分析が報告されているものの、材抽出物に関しては、一部品種の成分及び成分の特徴に基づいた品種分類の報告に留まっており全品種の成分を比較した例は見られません。そこで、品種による成分組成の違い及びそれらが生理活性に及ぼす影響を調べるための基礎データを得ることを目的に、林齢、生息地及び伐採時期が同一であるオビスギ材15品種（表1）の抽出成分について成分分析を行い、品種別の成分特性を比較検討しました。

成 果

地上高5m部分の心材健全部から試料チップを採取し、そのジエチルエーテル抽出物をGC-MSにより分析しました（図1）。その結果、次の知見が得られました。

- (1) 伐採から約5年経過し、材は気乾状態に達していましたが、テルペン成分はジテルペンを中心に残存していました。モノテルペンは検出されず、セスキテルペン及びジテルペンで50種類以上の成分ピークが認められ、内37成分を同定しました（表2）。
- (2) ジエチルエーテル抽出物量は、ゲンベエ、タノアカ、オビアカ、ヒキ、アラカワなどで少なく、また、カラツキ、チリメンドサ、エダナガなどで多く、品種間で大きな差が見られました。
- (3) 各品種とも全成分量に対してferruginol及びsandaracopimarinelの占める割合が高いことがわかりました。
- (4) ガスクロマトグラムのパターン及び相対的な各成分の割合は、品種間で異なっており、セスキテルペンでは以下の成分特性が見出されました（図2）。

ゲンベエ、タノアカ、トサグロ、ハアラ、チリメンドサは、cedrene、thujopsene、cuparene、cedrolを含有しない。ヒダリマキ、トサアカ、カラツキは、cubebols (4-epicubebolとcubebol) の割合が高く、-cadinene、epicubenolの割合が低い。ゲンベエ、オビアカ、ヒキは、cubebolsの割合が低い。ヒキは、cryptomerionの割合が高い。-cadineneを主成分とする品種とcubebolを主成分とする品種とに分類される。

- (5) 各品種の抽出成分には、含有成分及び組成の違いなどに様々な特徴が見受けられ、品種による生理活性の違いが示唆されるとともに、その特徴を組み合わせることで品種分類できる可能性があることがわかりました。図3に今回のデータをもとに試みた品種分類の一例を示しました。

成果の活用

材の耐久性は、含有される抽出成分の種類やその量比に影響されることから、品種毎の耐久性評価の指標とすることが可能となり、品種による材の適材適所への応用が期待されます。

また、抽出成分は、木材乾燥によって揮発や化学変化を受けるため、乾燥に伴う材の耐久性能への影響について考察することが可能となります。

表1 供試木の概要

品種名	胸高直径(cm)	樹高 (m)	品種名	胸高直径(cm)	樹高 (m)
オビアカ	27.1	19.9	タノアカ	28.0	20.8
アラカワ	22.3	22.2	ヒタリマキ	25.7	19.8
ハアラ	22.5	19.9	ゲンベエ	21.5	20.5
ガリン	27.1	21.1	トサグロ	25.5	20.0
ミソロギ	25.3	20.0	チリメンドサ	18.6	17.6
ヒキ	26.6	20.3	クロ	29.1	22.5
トサアカ	26.8	21.1	カラツキ	23.6	17.9
エダナガ	25.1	19.9			

伐採地：宮崎県北郷町 町有林「オビスギ品種別展示林」(33年生)
伐採時期：1999年12月(分析時期：2004年8月)
伐採位置：地上高5m部分
伐採後の保管方法：半円柱状にして、実験室内で積積み保管

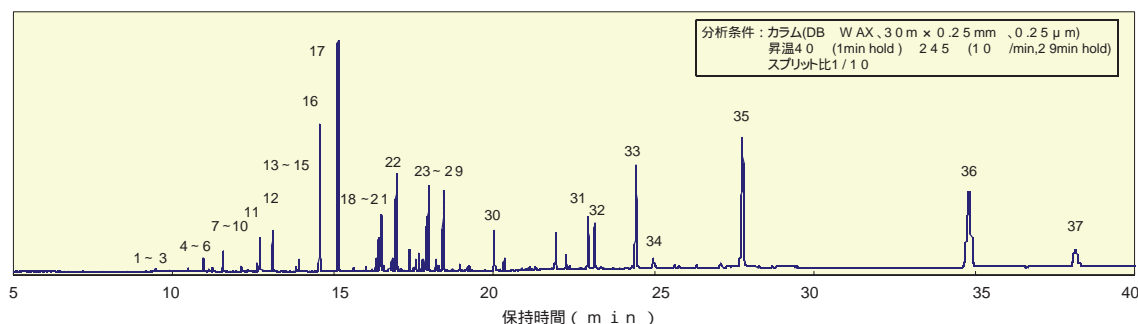


図1 ジエチルエーテル抽出物のガスクロマトグラム(品種：カラツキ)

表2 抽出成分の同定

1. -cubebene 2. copaene 3. -cubebene 4. cedrene 5. -elemene 6. caryophyllene 7. thujopsene 8. -cadinene 9. -humulene 10. -muurolene 11. -muurolene 12. -cadinene 13. cubenene 14. cuparene 15. calamenene 16. 4-epicubebol 17. cubebol 18. gleenol 19. cubenol 20. epicubebol 21. elemol 22. cedrol 23. -eudesmol 24. T-muurolol 25. pilgerol 26. -eudesmol 27. -eudesmol 28. sandaracopimaradiene 29. cryptomerion 30. abieta-7,13-diene 31. bisabolatrien-1-ol-4-one 32. sandaracopimarinal 33. phyllocladanol 34. sandaracopimarinal acetate 35. sandaracopimarinal 36. ferruginol 37. 6,7-dehydroferruginol

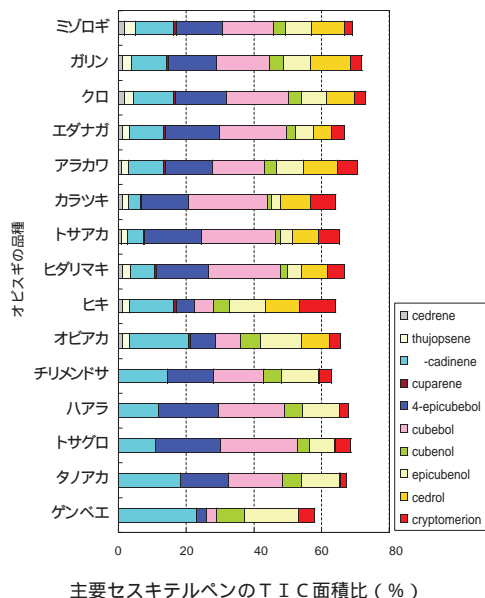


図2 セスキテルペンにおける主要成分のTIC面積比の比較

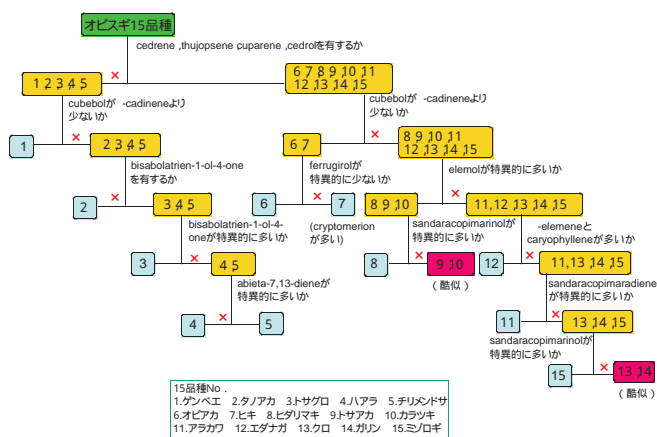


図3 抽出成分による品種分類の試み

[問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター 材料開発部 TEL. 0986-46-6041]

木質粉碎物との混合による迅速な水産廃棄物処理

北海道立林産試験場

関 一人

北海道立網走水産試験場紋別支場

武田忠明

研究の背景・ねらい

北海道は日本最大の水産物供給基地ですが、資源の捕獲、養殖、加工などの過程で可食部を上回る量の廃棄物が発生しています。たとえば、ホタテガイの栽培漁業に伴って混獲されるヒトデや、水産加工業において年々増加傾向にある外国産のカニやウニの殻など、大量の廃棄物の処理が大きな問題となっています。これらは、腐敗にともなう悪臭の発生源となりやすいため、発生直後から堆肥化などの処理が望まれています。が、北海道のような寒冷地では屋外で十分な発酵温度を短期間で得ることは困難です。そこで、木質粉碎物を水分調整材として用い、迅速な堆肥化が可能である機動的な堆肥化装置の開発を行いました。

成 果

- 1 堆肥化装置を開発するにあたり、良好な発酵性能を付与するため、堆肥化槽に温風通気、高断熱、低速攪拌などの機能を設けました（写真1）。本装置では、廃棄物と木質粉碎物との混合割合、発酵促進菌の添加、発酵槽の攪拌速度、通気温度・量を適正にすることにより、48時間後には十分な発酵温度（70℃）を得ることが可能であり、悪臭や汚水を低減させることが認められました。
- 2 棘皮動物のヒトデやウニ殻は、木質粉碎物とともに堆肥化装置で処理することにより、短期間（48時間）で細片化（写真2、3）し、緑化資材として土壌との混和性も良好となることが認められました。一方、カニ殻は1週間の処理では軟化はするものの、細片化しませんでした。そのため、カニ殻についてはあらかじめ粉碎などの処理を行い、堆肥化の進行を促すことが必要であると考えられました。
- 3 堆肥化装置を用いて処理したヒトデ-木質粉碎物について、緑化資材としての適正を調べるため、1週間処理した物（1週間処理物）を黒土（N:P:K=0.0:0.0:0.1%、対乾物重量）といくつかの混合比で配合し、芝（ケンタッキーブルーグラス）の成長試験を行いました。その結果、N:P:K:処理物の配合比が4:1、3:2、1:1（V:V）などの培土条件では、芝の伸長、葉・根の重量において良好な成長が認められました。図1これはヒトデに由来する肥料成分（N:P:K=1.2:0.3:1.1%対乾燥処理物重量）と木質粉碎物による土壌の理化学性の改善に起因することが考えられました。このことより、ヒトデ-木質粉碎物の1週間処理物は公園や道路法面などの緑化資材として有望であると考えられました。

成果の活用

このような機動的な堆肥化法は、水産業以外にも農業・畜産業、食品産業、都市部での有機性廃棄物の処理への活用も考えられます。また比較的低質な木質粉碎物でも利用可能であるため、木質系廃棄物の有効利用法としても期待されます。

知的財産取得状況

本件に関連した特許を現在出願中です。



写真1 堆肥化装置



写真2 堆肥化装置の発酵槽内
(ヒトデとカラマツ材粉碎物)



写真3 ヒトデとカラマツ材粉碎物の
48時間処理物

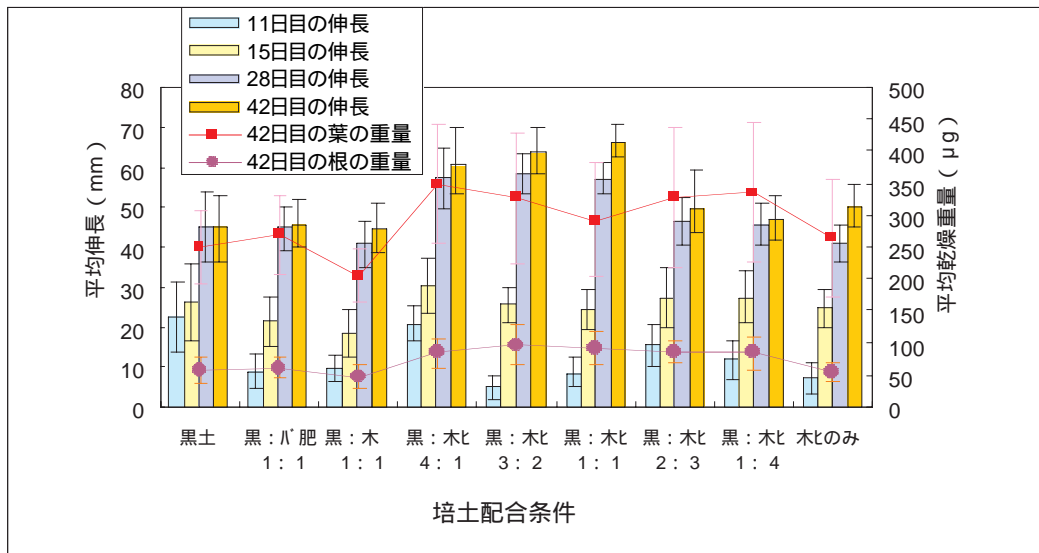


図1 培土配合条件の芝の伸長、葉・根の重量におよぼす影響
(2-3月室内照明下にて実施;黒=黒土、バ肥=バーク堆肥、木=木質粉碎物、
木=ヒトデ-木質粉碎物の1週間処理物;各n=30;誤差線は標準偏差)

[問い合わせ先: 北海道立林産試験場 成分利用科 TEL. 0166-75-4233]

スギ間伐材を利用した植生基盤の開発

青森県農林総合研究センター林業試験場

澤田新平

研究の背景・ねらい

青森県内で伐採されるスギ間伐材は年間約18万立方メートルにのぼりますが、利用されているものは約5万立方メートルで伐採量の4分の1にすぎません。これらの未利用間伐材を有効利用することで、林業・木材関連産業の振興を図り、木質資源の循環的利用を促進することが大きな課題です。

この研究は、用途が無いまま放置されているスギ間伐材を丸ごと粉碎した後、再び成型した、屋上緑化用の植生基盤の製造技術の開発を行ったもので、これによって、スギ間伐材の利用促進を図り、森林の再生、都市の緑化に結び付けようとしたものです。

成 果

1 植生基盤の製造技術の開発

イソシアネート接着剤(MDI)に「蒸気噴射加熱」を組み合わせることによってホルムアルデヒドを使用せずに、しかも数分で成形できる植生基盤の製造技術と製造装置を開発しました。これにより、厚さ50mmで1辺500mmの正方形の植生基盤を日産400枚生産できるようになりました。

2 植生基盤の物理的特性

土壌は、固相、液相、気相のバランスが重要と言われ、水分を保持する機能と、水や空気を通す機能が同時に要求されます。この植生基盤は、スギの細胞空隙60%、粒子間空隙24%の合わせて84%の空隙を持っています。写真1に植生基盤の拡大写真、図1に細胞空隙と粒子間空隙のアニメ図を示しました。これらの空隙が水分の保持機能と透水機能を担っていると考えられます。また、接着剤7%を添加した植生基盤の物理・強度的性質を調べた結果、全乾比重が0.25、吸水率が190~350%(JIS A5908)、部分圧縮強さ(JIS Z2101)では、吸水状態でも踏圧に耐え得ることや、植物が生育できる適度な土壌硬度を有していること等が分かりました(表1)。

3 栽培試験

植生基盤の実用性を検証するため、西洋芝(ケンタッキーブルーグラス)を用いた栽培試験を行いました。予め吸水させておいた植生基盤の片側半分に西洋芝の種子を播き、その上から基盤全体を種子シートで被覆して経過観察を行った結果、播種後10日で30mm程度に成長し、24日後には刈り込みが必要なほどに成長しました(写真2)。

成果の活用

この研究は、民間企業、八戸工業大学、当場の産・官・学が連携して実施した試験研究であり、現在、(株)プラム・エコ・プロジェクトが屋上緑化用資材として企業化に取り組んでおります。写真3は青森空港送迎デッキの実証試験の様子です。

知的財産取得状況

特許出願中



写真1 植生基盤の拡大写真

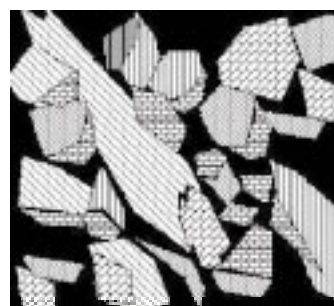


図1 細胞空隙と粒子間空隙

表1 植生基盤の物理・強度的性質

全乾比重	空隙率(全体) %	吸水率(24時間) 全乾重量比(%)	易効性有効水(%) pF1.5~2.7	部分圧縮強さ5%(MPa)		土壌硬度(MPa)	
				u = 150%	u = 12%	u = 150%	u = 12%
0.25	80~88	190~350	15~21	0.19	0.55	0.49	1.96

(注) 易効性有効水：植物が吸収できる土壌水のことで、易効性有効水の含水量は黒ボク土で13~20%、砂質土で5~10%、その他の土壌はこれらの中間的な値をとる。pF：水が土壌に吸着・保持されている強さの程度を水頭圧の常用対数で表した数値。部分圧縮強さ_{e5%}：JIS Z 2101木材の試験方法における部分圧縮試験の試験結果の標記事項。u：植生基盤の含水率

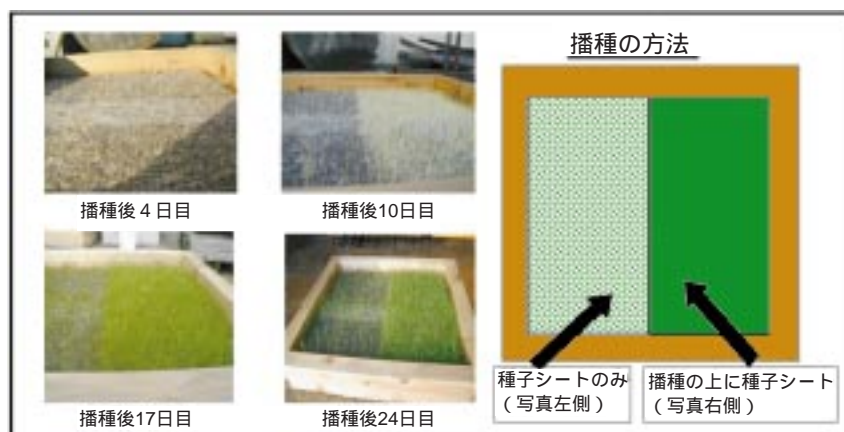


写真2 西洋芝（ケンタッキーブルーグラス）の栽培試験



写真3 青森空港の実証試験と施工の様子（右）

[問い合わせ先：青森県農林総合研究センター林業試験場加工技術部 TEL. 017-739-8551]

スギ鋸屑等を原料とするコンクリート化粧型枠の試作

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

上村公浩

研究の背景・ねらい

平成14年12月より廃棄物処理法の規制が厳しくなり、製材工場などでは排出される鋸屑や樹皮等の安易な焼却ができなくなったため、その処理に苦慮しています。一方、治山事業等において、発泡ポリスチレン樹脂製などのコンクリート化粧型枠を用いた、景観に配慮した自然石調のコンクリート構造物の施工が増加しています。しかし、発泡ポリスチレン製のものは使用後に回収・処理が必要であるため、回収の必要がなく環境に優しい化粧型枠の開発が求められています。そこで、製材工場などで排出されるスギ鋸屑などの木質廃棄物を原料とした化粧型枠の開発を行い、兵庫県が提唱しています「森のゼロエミッション構想」(木質廃棄物を有効に利活用することにより、中山間地域の循環型社会の構築を目指す)を推進させる技術の構築を図りました。

成 果

スギプレーナー屑および生分解性的大豆グルー接着剤を用いて、図1のような波形モデルの化粧型枠ボード(密度 0.55 g/cm^3 、含脂率20%、以下「ボード」という)を試作し、この「ボード」を用いてコンクリートブロック(重量比;普通ポルトランドセメント10:砂34:水10)を作製しました。しかし、「ボード」がコンクリートの混練水を吸収することなどによりコンクリートブロック表面に硬化不良が起こることがわかりました。

そこで、「ボード」表面に表1のような油脂などを塗布する処理を行い、コンクリート表面の硬化性の改善について検討した結果、硬化不良やコンクリート表面への木片の残留が少なく、変色の起こりにくい表面処理として、図2のように軟膏状の鉱物系油が最も適していることがわかりました。しかし、軟膏状の油は塗布しにくく作業性が低いため、現段階では2番目に優れていた樹脂2度塗り+コンクリート離型剤(低粘度タイプ)併用タイプが実用的です。

次に、スギ鋸屑およびプレーナー屑を用い、写真1のような擬岩模様を施した「ボード」(木質原料以外の作成条件は波形モデルと同じ)に樹脂2度塗り+離型剤の処理を施して、写真2のような擁壁を作製する実証試験を行いました。その結果、コンクリートのエッジ部分に硬化不良が認められましたが軽微であり、実用化が可能であることが明らかになりました。

成果の活用

「ボード」の製造コストは生産体制によって異なりますが、 1 m^2 あたり5,000~6,000円と見込まれています。(参考:発泡スチロール製は単価4,300円/ m^2 、産廃処理費3,000円/ m^2 程度)兵庫県の治山事業等への導入を働きかけるとともに、成果普及パネルを作製して研修会やイベント等を通じて企業への技術移転を図っています。

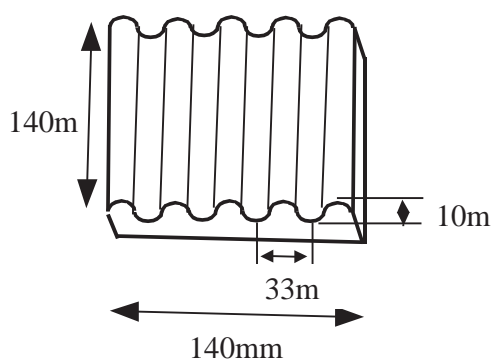


図1 波形モデルの化粧型枠ボード

表1 表面処理剤

固形タイプ	植物性油 1 (硬化油, 融点34)
	植物性油 2 (硬化油, 融点42)
	植物性油 3 (硬化油, 融点70)
軟膏状タイプ	鉱物系油 1 (白色ワセリン)
	鉱物系油 2 (ベアリング用グリース)
	動物性油 (ラード)
高粘度タイプ	鉱物系油 (潤滑油, 粘度VG 460)
低粘度タイプ	鉱物系油 1 (潤滑油, 粘度VG 100)
	鉱物系油 2 (潤滑油, 粘度VG 110)
	コンクリート離型剤 (植物油ベース, アルカリ反応型)
併用タイプ	樹脂 1 度塗り (ウレタン系) + 離型剤
	樹脂 2 度塗り (ウレタン系) + 離型剤

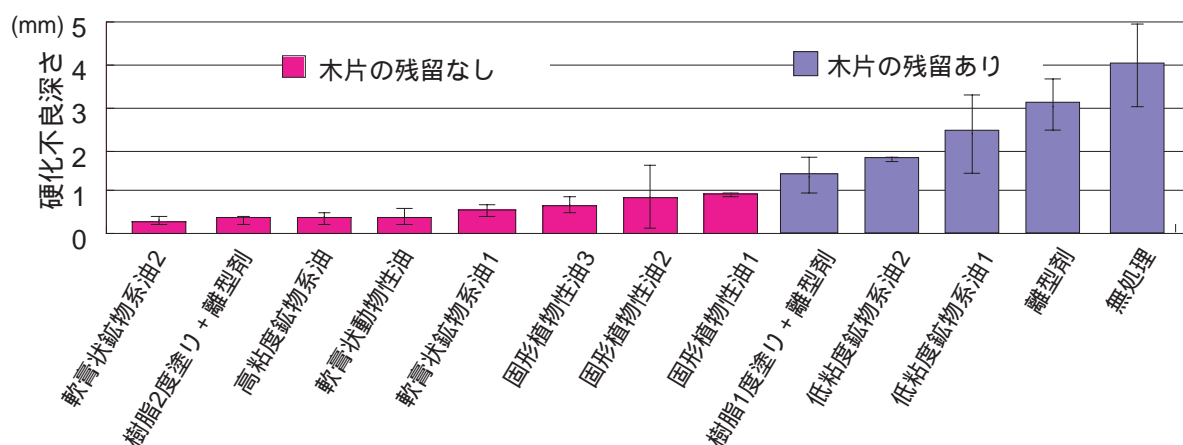


図2 処理別の硬化不良深さ（平均値±標準偏差）とコンクリート表面への木片残留の有無



写真1 擬岩模様を施した化粧型枠ボード



写真2 擁壁の実証試験（左：脱型前、右：脱型後）

[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木材利用部 TEL. 0790-62-2118]

林内散布等の木材チップが森林環境に与える影響調査

長野県林業総合センター

山内仁人・古川 仁・小山泰弘・片倉正行

研究の背景・ねらい

利用しにくい間伐材、支障木や剪定枝などは、これまで林内放置、または焼却処分されてきましたが、最近、資源の有効利用の一環として、これらをチップ化し燃料や歩道舗装等に活用する事例が増えてきました。また、長野県内では、マツ材線虫病被害木は伐倒くん蒸処理されることが多かったのですが、景観や薬剤の使用削減などの観点から、チップ化处理に転換する事例が出てきています。しかし、このようなケースで一度に大量のチップを林内に散布した場合、森林環境にどのような影響が生ずるか、実際に検証した例はほとんどありません。そこで、これを明らかにするための調査を行っています。

成 果

林内にチップを散布した場合の影響等を調べるため、平成13(2001)年秋に長野県林業総合センター構内のアカマツ林とやや湿潤地のスギ林に、アカマツチップを散布した試験地を設けました(表、写真1)。散布後2年では、チップの外見上は大きな変化がありませんでしたが、比重が28~43%減少しており、チップの内部では分解が進んでいることがわかりました(図1)。

さらに、造林地へアカマツチップ散布を行った場合の植生制御効果等を調べるため、平成14(2002)年にアカマツ伐採跡地のヒノキ造林地にチップの厚さを変えた試験地(10cm厚区、20cm厚区、無散布区)を設け、植生の発達状況と植栽木への影響を調査しました(表、写真2)。散布当初はチップが厚いほど草本類の繁茂が抑えられ、20cm厚区での発生はわずかでした。しかし、木本類の発生は20cm厚区でも抑えることが出来ず、また年を経るごとに草本類の発生も見られるようになり、4年目には全ての区で植被率が100%に達しました(図2)。

また、この造林地でチップの季節毎の重量減少をリターバック法により調べたところ、夏季の減少が大きく、年間減少率は15%でした(図3)。

なお、これまでのところ、試験地周辺ではチップ散布が原因と推定されるような、ヒノキ造林木の成長不良や、植生の欠落、土壌病害の発生などの悪影響は観察されていません。

成果の活用

調査結果は、長野県林業総合センター技術情報に掲載し、県内へのPRを行っています。森林公園などで地表マルチングを行う場合や、チップ歩道の設計・維持管理の資料などに活用されることが期待されます。

*現長野県上伊那地方事務所



写真1 林内試験地(スギ林・散布直後)



写真2 マルチング試験地(散布後4ヶ月)

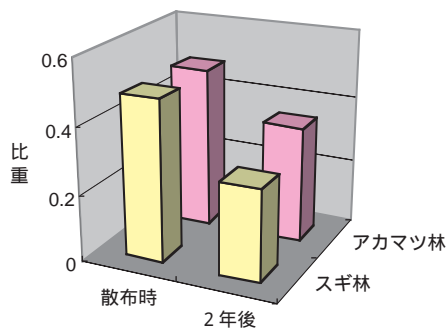


図1 チップの比重変化

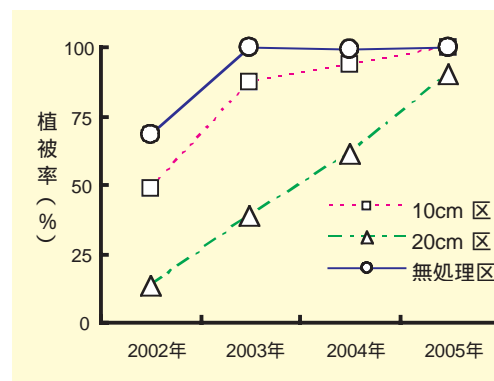


図2 マルチング試験地の植被率変化

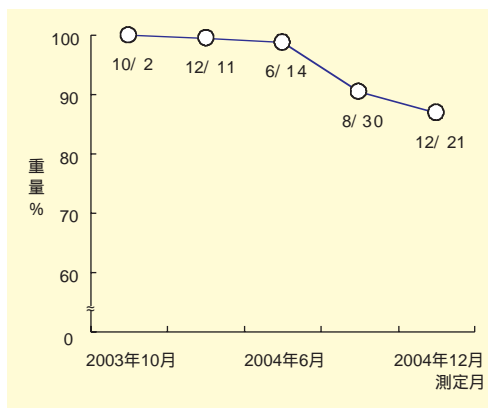


図3 マルチング試験地のチップの乾重量変化 (80 24hr)

表 試験地の概要

位置	長野県塩尻市片丘（長野県林業総合センター構内） N36°08'38" E137°59'51" （構内気象観測地点・WGS84測地系）		
年平均気温	10.1（平年）		
年降水量	1179.6mm（平年）		
種類	林内試験地		マルチング試験地
林相	アカマツ林	スギ林	ヒノ造林地
標高	880m	800m	880m
平均樹高	23.3m	25.8m	1.2m
平均胸高直径	39.5cm	34.7cm	-
立木密度	475本/ha	625本/ha	2756本/ha
チップ散布厚	7cm、3cm、無散布		20cm、10cm、無散布
試験区	1m×1m×3回繰返し （アカマツ林・スギ林各9区）		5×15m（各1区）
備考			アカマツ約50年生 伐採跡地

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

ピロディン、目視法によるカラマツ杭材の耐用年数評価

岩手県林業技術センター

大橋一雄・多田野修

研究の背景・ねらい

近年、屋外での木材利用量が増加しています。しかし木材は、屋外で使用すると紫外線、風雨、虫害、腐朽菌などにより劣化し、強度性能が低下します。そのため、屋外の木製構造物を適正に維持管理するために、木材の耐用年数を明らかにすることが求められています。木材の耐用年数を推定する方法として、ピロディンや目視法が多く用いられます。ピロディンとは、一定の力でピンを突き刺し打ち込み深さを測定する機器で、目視法とは、材料を肉眼で観察しその状態を分類する手法です。両者とも測定が容易であるという利点があります。そこで、岩手県の土木工事で多く使用されているカラマツ材の耐用年数を推定することを目的とし、施工後1～12年経過した木柵工のカラマツ杭材について、ピロディン、目視法の2つの評価法を用いて劣化度の調査を行いました。

成 果

試験は、木柵工に使われていた2,086本のカラマツ杭材で行いました。試験体の直径は9～13cm、経過年数は1～12年でした。これらの杭材は防腐処理が行われておらず、皮付き、皮剥ぎ、円柱加工の3種類がありました。劣化が進むことが知られている地際部について、ピロディン打ち込み深さ（以下Pe）（写真）と雨宮¹⁾による目視被害度を測定しました（表1）。

各経過年数におけるPeの平均値および最頻値は、皮付き、皮剥ぎ、円柱加工材ともに、年数が経過するほど増加し、皮付き>皮剥ぎ>円柱加工の順で劣化が進んでいました（図1）。飯島²⁾の手法に従い、Peが材料強度を下回る値である35mm以上を使用不能材と定義し、使用不能材出現率60%を使用限界とすると、カラマツ杭材の耐用年数は、皮付き材は4年程度で、皮剥ぎ材、円柱加工材は6年程度と推定されました（図2）。

各経過年数における目視被害度の平均値および最頻値は、皮付き、皮剥ぎ、円柱加工材ともに、年数が経過するほど増加しました（図3）。飯島²⁾の手法に従い、目視被害度3以上を腐朽材とし、腐朽材出現率60%を使用限界とすると、カラマツ杭材の耐用年数は皮付き材、皮剥ぎ材は4年程度で、円柱加工材は6年程度と推定されました（図4）。

このように、カラマツ杭材を対象とした劣化調査ではピロディン、目視法による推定の間には大きな違いのないことが分かりました。

文献：1）雨宮昭二（1963）：林業試験場研究報告150：143～156

2）飯島泰男（1999）：木材保存25-5：209～218

成果の活用

今回の調査結果は、当センターが発行する「研究報告」や「成果速報」に掲載しました。今後は行政担当課と調整のうえ、劣化度と強度性能の関係を検討し、木製構造物の維持管理のための劣化診断技術を開発することを目指します。



写真 Peの測定方法

表1 目視被害度の測定方法

被害度	状態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害または腐朽
2	全面的に軽度の虫害または腐朽
3	2の状態のうえに部分的に激しい虫害または腐朽
4	全面的に激しい虫害または腐朽
5	虫害または腐朽により形が崩れる

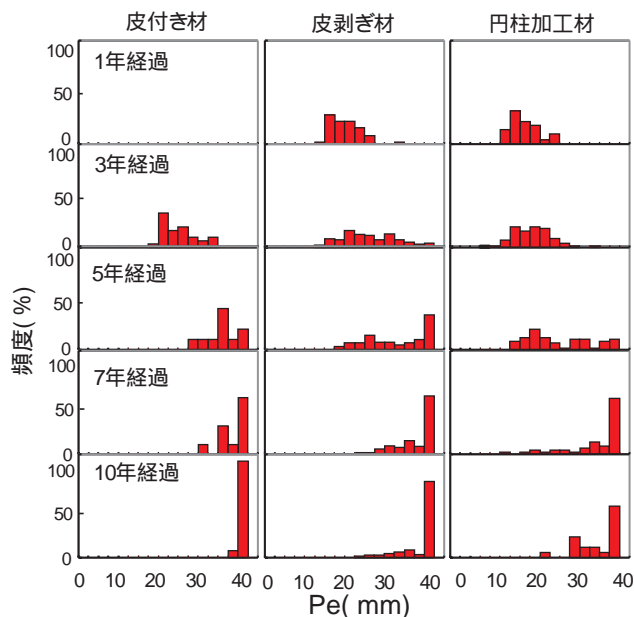


図1 Peの頻度分布の経年変化

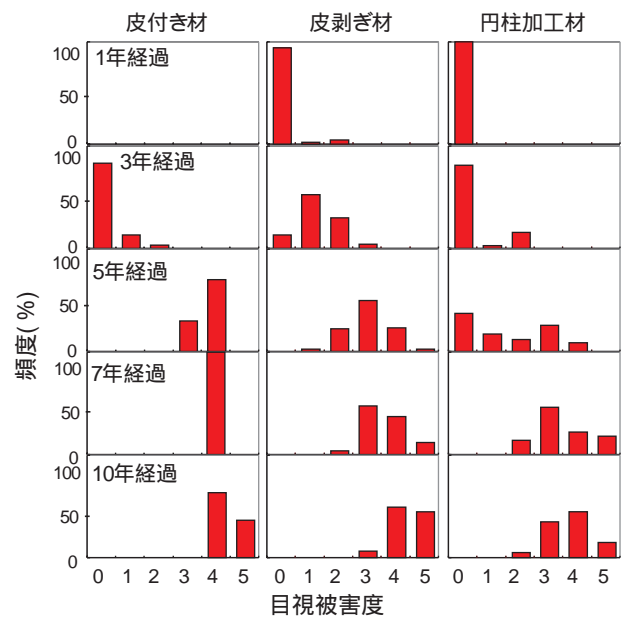


図3 目視被害度の頻度分布の経年変化

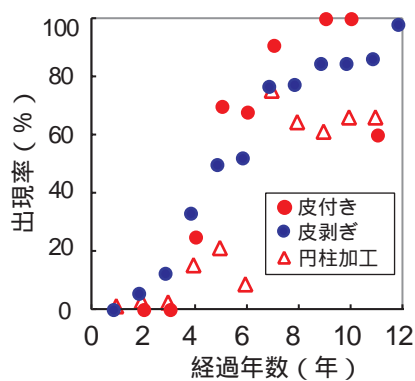


図2 経過年数ごとの使用不能材出現率
*使用不能材：打ち込み深さ 35mm

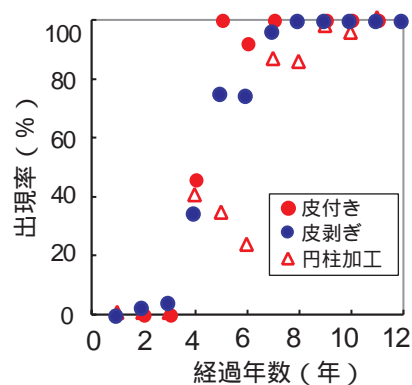


図4 経過年数ごとの腐朽材出現率
*腐朽材：目視被害度 3

[問い合わせ先：岩手県林業技術センター 林産利用部 TEL. 019-697-1536]

台風18号による風倒被害木の利用に関する調査

北海道立林産試験場 技術部
性能部

丹所俊博・河原 映
森泉 周

研究の背景・ねらい

平成16年9月、台風18号が全国で猛威を振るい、道内各地にも被害の爪痕を残しました。道内の林業関係の被害は、トドマツ・カラマツ人工林を中心に国有林・民有林合わせて被害面積約3万7千haにも及びました（写真1）。既往の研究では、風倒被害木には「もめ」が生じ、著しい強度低下をもたらすことがあるため、利用には注意を要すると報告されています。

本研究では、風倒被害木の利用上の適否を探ることを目的とし、トドマツの風倒被害木における被害形態別（根返り、幹折れ、幹曲り：図1）の「もめ」の発生状況、及び「もめ」が木材の強度に与える影響などについて検討しました。なお、カラマツについては、平成14年度の台風21号による風倒被害木の調査を実施しています。

成 果

道内の4箇所よりトドマツの被害木38個体を採取し、調査を行った結果、以下のことが明らかになりました。

1 「もめ」の発生状況

トドマツに発生した原木内の「もめ」の発生状況を図2に示します。「もめ」の数と深さには相関があり、「もめ」が数多く入っている場合には、深い「もめ」が生じている可能性が高いことがわかりました（図3）。被害形態別に見ると、「もめ」は幹折れ・幹曲りに多く、根返りに少ない傾向が見られました。

2 「もめ」がある原木の選別

縦振動法を用いて測定した原木の動的ヤング係数では、「もめ」の検出はできませんでした。「もめ」のある原木は、リングパーカーによる剥皮工程においては目視で選別できることが確認できました。また、製材後の材面においては顕著な「もめ」以外は選別が困難でしたが、プレーナーがけをすることによって細かな「もめ」も選別することができました。

3 「もめ」の強度への影響

JISの曲げ試験の結果、「もめ」のある試験体では、風上側の「もめ」が無い試験体に比べて、曲げ強さが平均値で3～4割低下しました（表1）。

4 利用の適否

「もめ」の広がりや程度を定量的に評価することは難しいので、製材品のプレーナーがけした表面において肉眼で確認できる「もめ」について検討しました。発生状況や曲げ試験結果より、「もめ」の無い製材は構造材として利用できる可能性があると考えられました。

成果の活用

今回の調査で得られた成果は、過去の知見を踏まえた上で、「風倒木被害復旧対策技術指針」および「風倒被害木の木材利用に係る取り扱いについて」（北海道水産林務部）などに反映され、風倒被害木の適正な処理を進める上で活用されています。また、風倒被害木に関する業界からの技術相談等の対応にも活用しています。なお、本研究成果は林産試験場ホームページ上でも「台風18号の被害木に関する調査結果」として公表しています。

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



写真1 風倒被害地の状況

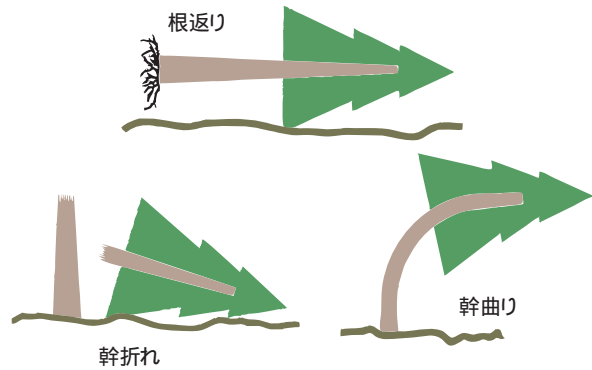


図1 被害形態

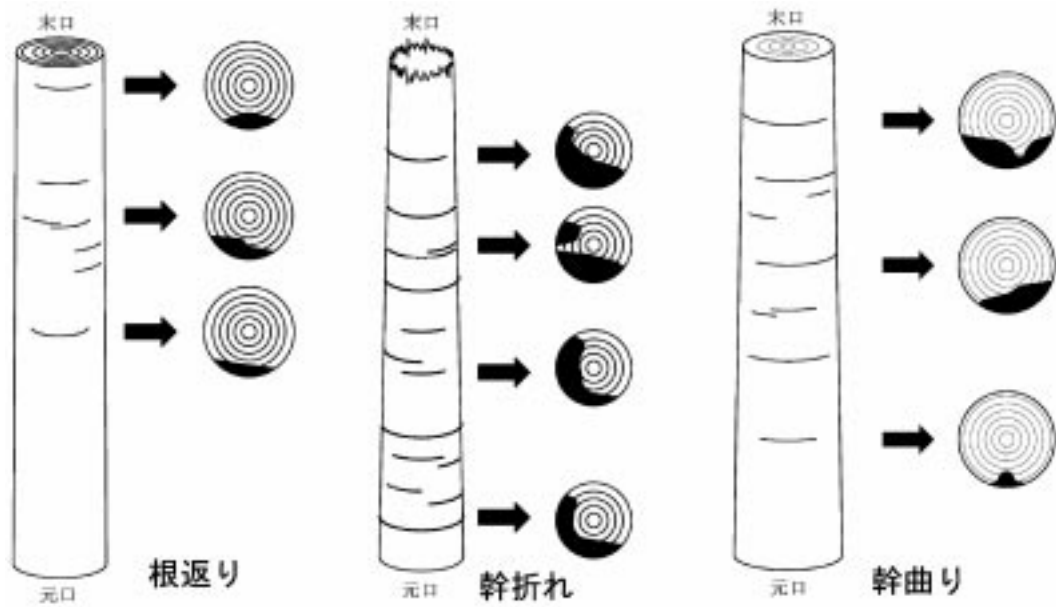


図2 トドマツに発生した「もめ」の分布の一例
黒く示した部分に「もめ」が存在していました。

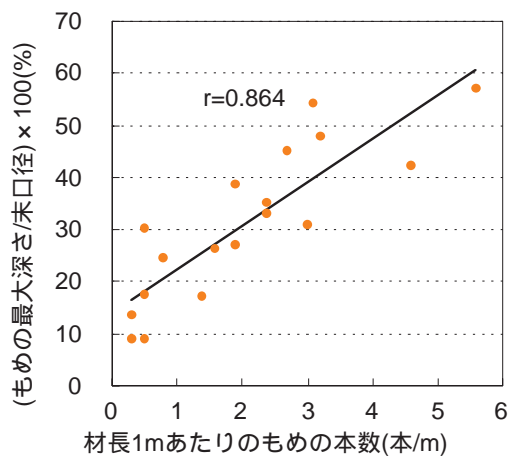


図3 「もめ」の本数と最大深さの関係

表1 曲げ試験結果(JIS)

	もめ 有無	試験 体数	曲げ強さ (N/m^2)	曲げヤン グ係数 (kN/m^2)	密度 (g/cm^3)
風 下 側	有	28	平均	46.2	7.52
			最大	57.3	8.74
			最小	29.8	5.77
	無	24	平均	65.5	8.95
風 上 側	無	24	最大	77.3	10.23
			最小	57.2	8.06
			平均	69.9	8.92
	無	24	最大	78.8	9.85
			最小	60.1	7.87

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

巻枯らし間伐木の材質及び利用に関する調査

埼玉県農林総合研究センター森林研究所

大河原睦

研究の背景・ねらい

埼玉県では、平成14年度から間伐事業に巻枯らし間伐を導入し、平成16年度までの3年間で約2,700ヘクタールのスギ、ヒノキ林分で巻枯らし間伐を実施しました。巻枯らし間伐実施後の間伐木については、現在までのところ林内に放置され利用されていない状況にあります。そこで、材の有効利用の面から、巻枯らし間伐木の枯損状況、虫害の状況、材の含水率、動的ヤング率の計測等を行い、巻枯らし間伐材の有効利用の可能性について検討しました。

成 果

- 1 間伐林分の樹皮上の穿孔は、間伐木に多く残存木には、ほとんど認められませんでした(表1)。間伐木を剥皮して材表面の食痕等の状況について調査したところ、平成14年度(間伐後2年経過)の間伐木には全てに食痕が認められました。食痕は、表面にとどまらず材の中に向かっていくものが多数ありましたが、間伐木を直径9cmの丸棒に加工したところ大部分の食痕は削り取られたことから比較的浅い位置で止まっていると考えられます。平成15年度(間伐後1年経過)の間伐木についても、ほとんどに食痕が認められましたが、材の中に入り込むものは、多くありませんでした。平成16年度(実施年)のものは、樹皮には食痕が認められましたが、材表面に達しているものは、わずかでした(写真2)。間伐木を加食したのは、食痕の特徴等から、キクイムシ類、カミキリムシ類等の二次性害虫であることがわかりました。
- 2 間伐木の含水率(平均)について、全乾法によって計測したところ、平成16年度に間伐を実施したものが47.4%、平成15年度が22.8%、平成14年度が19.2%でした。間伐後1年目から2年目にかけて、含水率は急激に減少しましたが、その後の変化は緩やかでした(図1)。
打撃法で、丸棒に加工した間伐木のヤング率を計測しました。その結果、ヤング率は間伐後、時間の経過につれて低下する傾向が認められました。間伐木の含水率が低下しているにもかかわらずヤング率が低下していることから材の劣化がはじまっていることが考えられます。
- 3 ヤング率に低下傾向が見られましたが、間伐木の使用に関しては、今回の調査結果から間伐実施後3年程度であれば特に問題はないと思われます。しかし、間伐実施後、長期間林内に放置された巻枯らし間伐木内には、材の劣化を早めるカミキリムシ等の害虫や腐朽菌類が入り込んでいる可能性が高いため用途としては、使用期間が比較的短い土木用仮設資材等としての利用が適当であると考えています。

成果の活用

巻枯らし間伐木は、葉枯らし材と同様に林内で含水量を低下させるため、軽量化によって集材・運搬効率が高まります。しかし、葉枯らし材に比べると間伐後林内に放置される期間が長期間となるため害虫の侵入等の危険性が高まります。そこで、今後、これら巻枯らし間伐木の特性を活かした具体的な利用方法について検討し、間伐事業のあり方等に反映していく予定です。



写真1 巻枯らし間伐実施林（2年経過：都機川村1）



写真2 虫害の状況（上から2年経過、1年経過、実施年の順：スギ）

表1 虫害の状況

年度	調査箇所	標高 (100m)	方位	傾斜 (度)	樹種	林齢	胸高 直径	立木 密度	間伐率 (%)	残存主林木（本）			間伐木（本）		
										毎木	虫害	%	毎木	虫害	%
14	都機川村1	2-4	N-NE	15-20	スギ・ヒノ	37-61	20	1,500	20	76	0	0	78	64	82
	都機川村2	2-4	E	20-25	スギ・ヒノ	38-50	20	1,700	20	98	2	2	53	47	89
	都機川村3	2-4	W	20-25	スギ・ヒノ	29-39	17	1,900	21	102	0	0	49	39	80
	寄居町	2-3	E	20-25	スギ・ヒノ	29-50	19	1,400	23	117	3	3	61	10	16
15	越生町1				スギ	35	20	94	0	0	57	43		75	
	越生町2				ヒノ	35	15	93	3	3	58	19	33		
	小川町	4-6	NE-E	30-35	ヒノ	17-20	13	2,500	20	116	3	3	36	18	50
	寄居町	2-3	NW	25-30	スギ・ヒノ	39-54	19	1,500	30	112	3	3	39	29	74
16	小川町	4-6	E-SE	30-35	ヒノ	16	12	2,500	20	126	0	0	25	1	4
	寄居町	2-3	NW	30-35	ヒノ	15	14	2,500	20	143	1	1	46	9	20

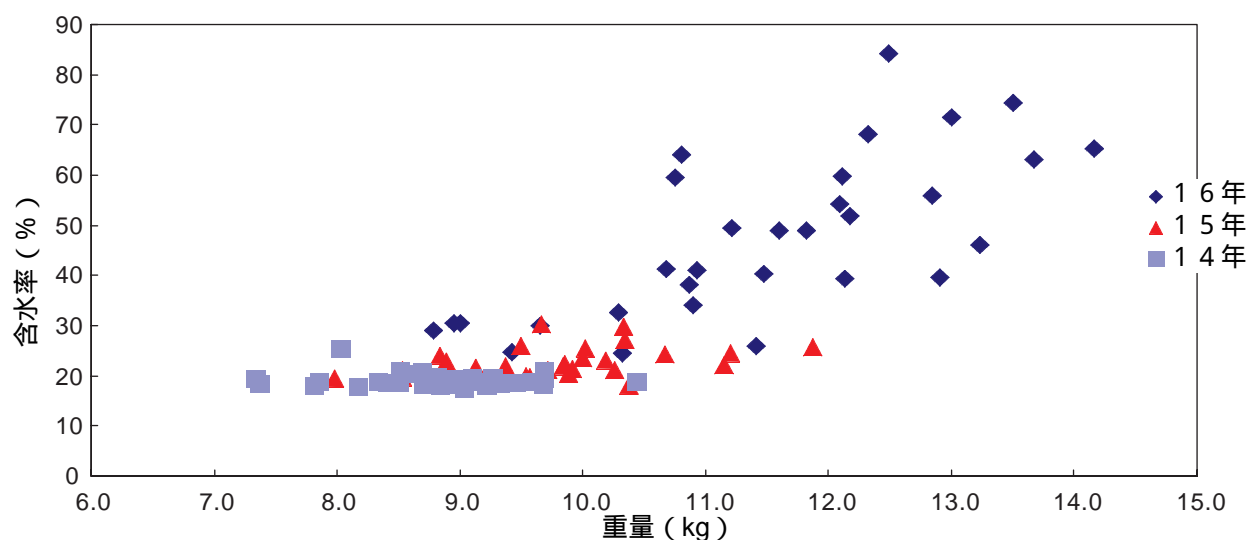


図1 巻枯らし間伐実施年度別の含水率分布状況（スギ）

[問い合わせ先：埼玉県農林総合研究センター 森林研究所 TEL. 048-581-1533]

携帯型立木ヤング率測定器の開発

静岡県林業技術センター 池田潔彦

研究の背景・ねらい

地域の木材資源の有効活用のためには、それらの蓄積や材質に関する情報を収集・整理し、木材加工効率や精度の向上と信頼性の高い製品の供給に活かしていくことが必要です。特に建築用構造材としての利用には、最も重要な品質基準であるヤング率を丸太（原木）だけでなく伐採前の立木の段階で把握し、消費者に材料の産地を明らかにし性能を保障することが重要です。スギ・ヒノキでは、立木の伝播速度（時間）からヤング率が評価できることがわかっており、応力波や超音波を測る製品が輸入され販売されています。しかし、それらは高価で取り扱いが難しいため、林業現場では用いることができず、そのために立木での計測技術を広く普及するのは困難でした。そこで、林業現場への普及（市販化）を目的とし、低価格で計測作業性の優れた立木ヤング率測定器の開発を行いました。

成 果

開発した携帯型ヤング率測定器は、センサー端子とモニターで構成されます。センサー端子は、波形立ち上がりの明瞭性、出力感度、感度指向性が良い安価な圧電型衝撃センサーを用い、立木への取り付けが容易な形状とし、軽量化も図りました。モニターは、幅150mm、厚さ70mm、高さ45mm、重量500gで、単3電池4本で駆動し、ボタンスイッチにより、電源ON/OFF、立木の見掛けの密度と長さ、トリガーレベルや初期値校正係数等の入力が行え、計測結果として伝播速度、ヤング率、JAS構造用製材の機械等級が液晶（バックライト付）で表示されます（図1）。

開発した機器を用いて立木のヤング率を測定した結果、計測の作業性や再現性が良く、従来器と比べて同等以上の計測精度が得られました。また、林齢の異なる様々なスギやヒノキの林分で実測したところ、立木ヤング率とその後伐倒した丸太や製材で計測したヤング率とに高い相関関係が認められました（図2）。立木段階においてヤング率を簡便に計測・評価できれば、効率的な木材加工や用途選別だけでなく、若齢期における間伐木の選木、間伐等の施業履歴や地位等の生育環境による材質変動の影響評価などに活かせると考えられました。早期における材質評価は、立木段階での製品の品質保障だけでなく、生長と強度が優れた新たな林木遺伝資源の発見・検索にもつながります（図3）。

成果の活用

開発した機器は、2005年3月から市販（製品名「Tree Checker」）され、林業側から消費者に対し、安全安心な建築部材が、どのような立木から得られたものであるかを説明するツールとして利用され始めています。今後、森林組合や素材生産業者・一般林家等が本器を用いて、スギやヒノキの材質を立木で評価することにより、強度品質の確かな木材製品の供給や、利用用途に応じた育林の施業管理等に活用されることが期待されます。



図1 開発した測定器 (Tree Checker) と立木ヤング率測定の様子

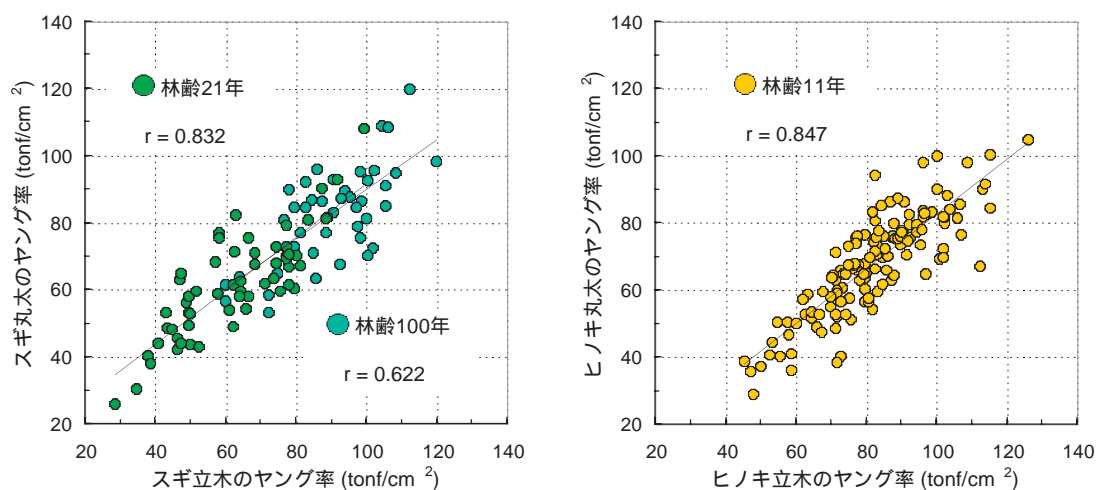


図2 測定器によるスギ、ヒノキ立木ヤング率と丸太ヤング率との関係



図3 林業や木材加工への立木強度判定手法の利用

[問い合わせ先：静岡県林業技術センター 利用開発スタッフ TEL. 053-583-3167]

木質構造に適した制振技術の開発

富山県林業技術センター木材試験場

若島嘉朗・園田里見・中谷 浩

研究の背景・ねらい

現在の建築物の対地震安全性確保の方法は、建物をできるだけ剛く強くして地震に耐える耐震構造が主流です。木造住宅では壁がこの役割を果たし、耐震基準の最低要求度しかもたない建物の場合、大地震に対してはこの壁が壊れながら地震エネルギーを吸収し、建物自体の倒壊を免れます。壁は建物の主要な構造部材なので、大地震で壊れた建物を再度使用するには、壁を補修するか建物を建替える必要があります。一般に地震の被害は広範囲に及ぶことから、このことは都市の災害復旧を遅らせ、経済的にも大きな損失となります。そこで、当センターでは地震エネルギーを吸収する専用部材（ダンパー）を建物の内外に設け、主要構造部材そのものは地震エネルギー吸収を担わせない免振・制振構造について、「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」の委託研究として検討を行いました。

成 果

- 1 木造住宅用の免振構造として図1に示すような住宅構造を提案しました。この住宅の上部構造は、一般的な耐震木造住宅とし、その下に簡易な構造の高床層を設け、この層に設置するダンパーによって地震エネルギーを吸収し、上部構造に伝わる地震力を低減しようとするものです。これによって、壊れる部分（ダンパー）を高床層に限定し、地震後にはダンパーの交換によって建物を再利用することをもできます。このような構造の有効性を検証するために、写真1に示すよう2間×2間で2階建ての建物に高床層を設置した試験体に対して、大地震に相当する地震波をゆっくり加える試験を行いました。その結果、ダンパーを設置した高床層を設けることにより、上部構造の変形を高床層が無い場合の6割以下に抑制することができました（表1）。
- 2 図2のような中・大規模木質構造用の制振技術として、図3に示すようにエネルギー吸収能力の高い接合部材（ダンパー）、木部材、それらを結ぶ鋼棒からなる仕口構造を提案しました。これによって、柱梁に損傷を与えず、ダンパーで地震エネルギーを吸収させることを狙っています。このような構造の有効性を確認するために、写真2に示すような接合部の繰返し負荷試験を行いました。その結果、図4に示すように木質構造では通常みられない、エネルギー吸収能力の高いバイリニア型のモーメント-回転角関係が得られました。さらに、一度試験を行った試験体のダンパーのみを交換して再び試験を行ったところ、再び高いエネルギー吸収性能が確認されました。

成果の活用

実物大構造物の振動台実験などを行い、性能をさらに検証したうえで、コストの低減、施工性の向上などに取り組むことにしています

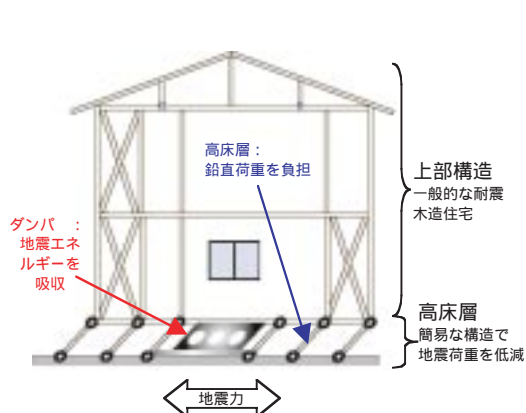


図1 提案する木造免震住宅



写真1 木造制振住宅の実大実験

表1 高床層がある場合と無い場合の層間変位 (mm)

	高床層あり	高床層なし
2F	36	38
1F	38	65
高床層	50	



図2 中・大規模木造建築

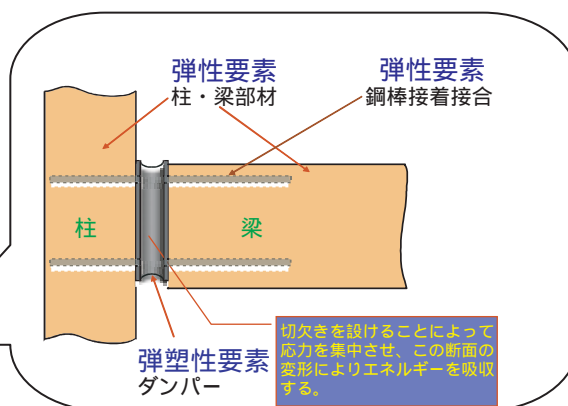


図3 ダンパーの機能を付与した接合部



写真2 接合試験体

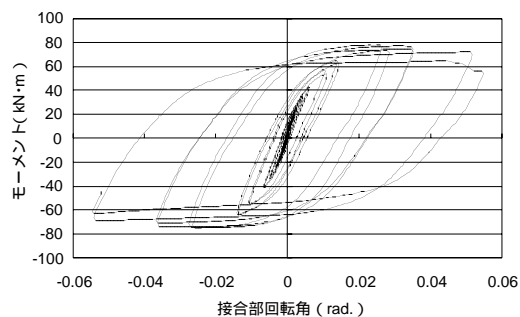


図4 実験より得られたモーメント - 回転角関係

[問い合わせ先：富山県林業技術センター木材試験場 TEL. 0766-56-2815]

地域産材を用いた木構造の振動特性に関する研究

鹿児島県工業技術センター

福留重人

研究の背景・ねらい

本県のスギ資源蓄積量は増加傾向にありますが、輸入木材の増加、木造住宅の着工率減少等の影響により、その需要は低迷しており、木材関連業界ではシェア回復や新規市場開拓のための対策が急務になっています。一方、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の施行により、新築住宅の10年間瑕疵（かし）保証制度及び住宅性能表示制度等が導入されたため、木材関連業界及び住宅業界においては、木造住宅の構造信頼性確保に向けた取り組みが重要になっています。そこで、スギ材等の地域産材を用いた木造軸組構法建物の性能評価技術に関する研究を行い、構造性能に関するデータを収集しました。今回は、木造建築物の主要な構造要素である耐力壁の振動特性について報告します。

成 果

試験体及び試験方法を図1に示します。試験体は木造軸組構法による耐力壁で、耐震性の向上を目的として、直径12mmの全ネジボルト（以下タイロッド）を用いて桁と土台を連結しました。タイロッドの振動特性に及ぼす影響を把握するために、締め付けトルクを0、5、10、15、20N・mの5条件に変化させ振動試験を行いました。強制振動試験は、加振機を桁上部に固定し（写真1）、正弦波の振動を水平方向に与えてレーザ変位計を用いて桁の水平変位を測定しました。自由振動試験は、柱の中央付近に水平方向の打撃を与え、桁の水平変位を測定して周波数分析を行いました。

強制振動試験（5Hz、100cm/s²）における復元力特性を図2に示します。ここで、タイロッドの締め込みトルクを大きくすることによって変位が減少する傾向が認められました。次に、強制振動試験（20～35Hz、50cm/s²）により得られた共振曲線を図3に示します。また、自由振動試験の変位波形の周波数分析結果を図4に示します。ここで、振幅比は各試験ごとの最大変位を1とした時の値です。いずれの場合も、タイロッドを用いることで共振周波数が高くなり、減衰が大きくなる傾向が見られました。共振周波数は自由振動振動が3～5%高い値を示しました。これは、自由振動試験が瞬間的な加振であることや振幅レベルが低いことによる影響と思われます。また、共振周波数と変形角の関係を図5に示します。強制振動試験及び自由振動試験のいずれの場合も共振周波数が高くなると変形角が減少する傾向が認められました。

成果の活用

耐力壁の各種振動試験を行い、振動特性に関する知見が得られました。この結果を静的加力試験（面内せん断試験）から得られた荷重 - 変形角関係と比較検討を行ったところ同様の傾向が認められ、振動試験による性能評価の有効性が確認されました。これらの成果を県内住宅関連企業における設計及び施工管理分野で活用し木造建築物の構造安全性向上及び施工性向上を図りました。

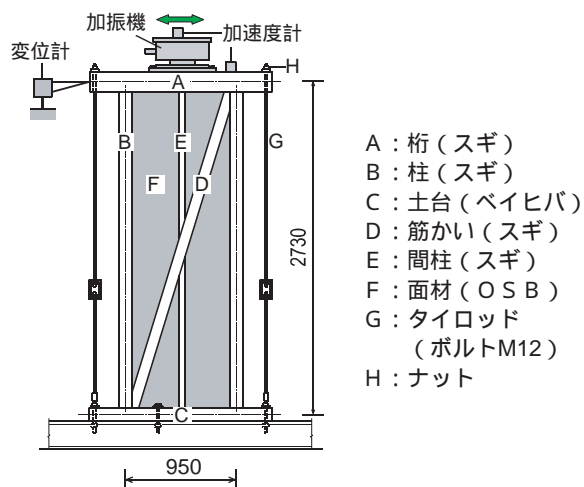


図1 試験体及び試験方法 (mm)



写真1 強制振動試験方法

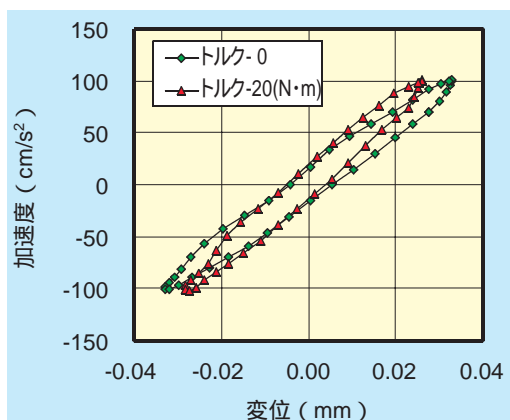


図2 復元力特性

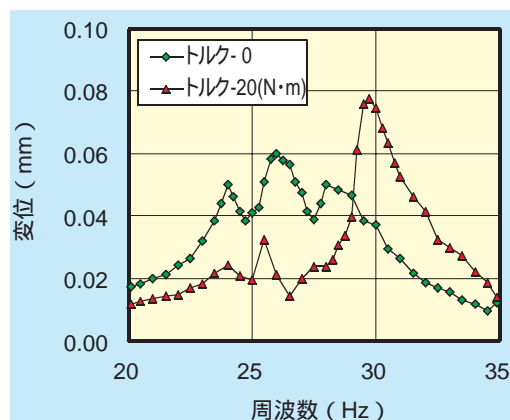


図3 共振曲線 (強制振動試験)

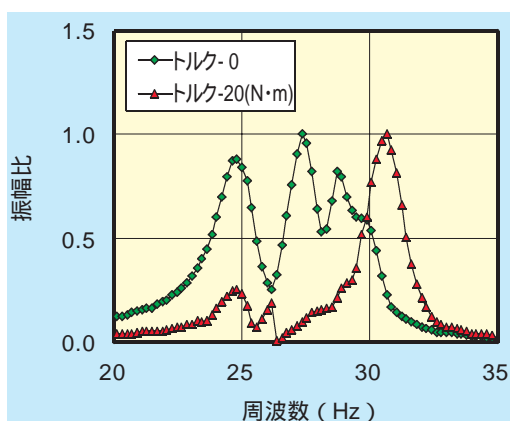


図4 周波数分析結果 (自由振動試験)

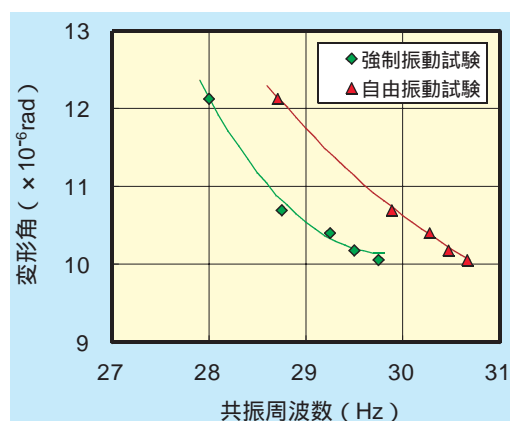


図5 共振周波数と変形角の関係

[問い合わせ先：鹿児島県工業技術センター TEL. 000-000-0000]

徳島すぎ横架材端部の鉛直支持耐力試験

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

三宅裕司

研究の背景・ねらい

徳島すぎを建築材料として需要拡大を図るためには、現場の設計士や大工・工務店等の方々が使いやすく、なにより消費者にとって安全で安心できるものがが必要です。これまで、梁（桁）材など横架材の実大材の曲げ強度試験等に取り組み、成果を上げてきましたが、実際の木造住宅では、横架材の強度は、材の曲げ強度よりも柱や梁との接合部（いわゆる仕口や継手）での支持耐力によって決まってしまう。こうした仕口や継手の仕様については、地域性があり、実際のところ長年の経験によって決まっており、支持耐力がどの程度あるのか、また、大きな力が加わるとどのような破壊性状に至るのか、あまりよく分かっていませんでした。そこで、それぞれの接合部仕様について、構造計算の上で必要な支持耐力を求めるため、徳島すぎ横架材端部の鉛直支持耐力試験（図1）を行いました。

成 果

徳島すぎを使用した県産木造住宅は表1のように大きく3つのタイプに分けられますが、それらの主な接合部仕様について、支持耐力を調べました。柱と梁の接合型（図1 - ア）においては、手加工を採用したCタイプが、プレカットを採用したA、Bタイプに比べ高い支持耐力を示しました（図2）。伝統的大工技術による込み栓打ちが施された仕口では、受圧面積が大きく、それに伴って胴付き力が高り、支持耐力が向上したと考えられます。A、Bタイプは、ともに近い支持耐力を示しました（図2の ）が、接合金物を使用せずに行った比較試験では、耐力に差が生じた（図2の ）ことから、加工形状や乾燥等の影響が示唆されました。支持耐力を確保するために適切な接合金物を選択することの他、金物の取り付け位置や締め付けに工夫がいるようです。

梁と梁（桁）の接合型（図1 - イ）においては、各タイプの支持耐力は受け梁のめり込みとせん断で決まりました。めり込みで潰れるのは残り寸法の（表1の付図）のうち上部約30mmであり、標準仕口で支持耐力が低かったAタイプでも、残り寸法を60mm以上にすると支持耐力が高くなりました。また、受圧面積を広げるために、大入れ寸法を大きくとっても、B、Cタイプに見られるように支持耐力は増えず、逆に、断面欠損による受け梁の剛性低下を生じることが推察されました。（図3）

梁と梁（桁）の接合回転考慮型（図1 - ウ）については、受け梁の回転や大入れの抜け出しによって、支持耐力が低下することが観察されました。特に、接合金物の取り付け方によるあそびが影響したBタイプと、金物を使用しないCタイプは、低い支持耐力となりました（図4）。外周梁や吹き抜けに面した梁に、接合部を設ける場合（図5）には、留意する必要があります。

成果の活用

行政、設計・施工者、生産者によって構成される徳島すぎ接合仕様検討委員会で今回の分析結果を分析し、「徳島すぎスパン表接合編」として取りまとめました。これは、仕口形状の寸法を定量化・標準化したもので、平成13年度に作成した「徳島すぎスパン表」と合わせて、各種研修会等で普及を図っています。

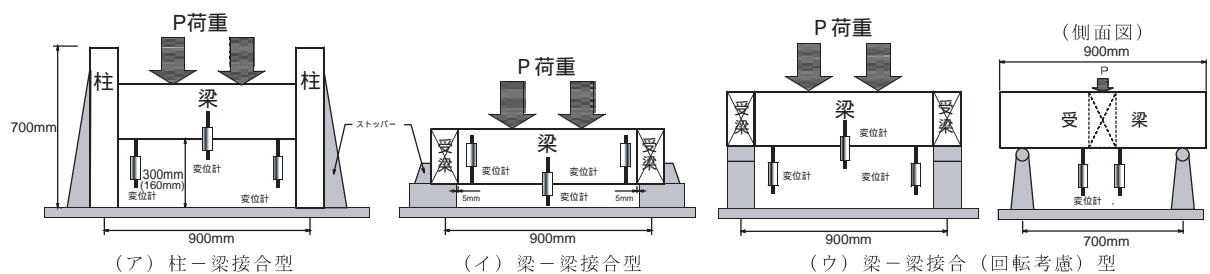


図1 横架材端部の鉛直支持耐力試験

表1 県産木造住宅のタイプ

住宅タイプ	A	B	C
加工方法	プレカット	プレカット	手加工
接合金物	有	有	無(一部有)
標準仕口	大入れ寸法 9mm(15mm) 残り寸法 60mm	12mm(16mm) 60mm	15mm(21mm) 60mm
構造材 (乾燥工程)	高温乾燥材 (120 で5日間)	中温乾燥材 (80 で2週間)	天然乾燥材 (栈積み3ヶ月間)
壁工法	板壁	大壁	土壁
工期	4ヶ月	3~4ヶ月	6~12ヶ月

標準仕口の()は、柱・梁接合型

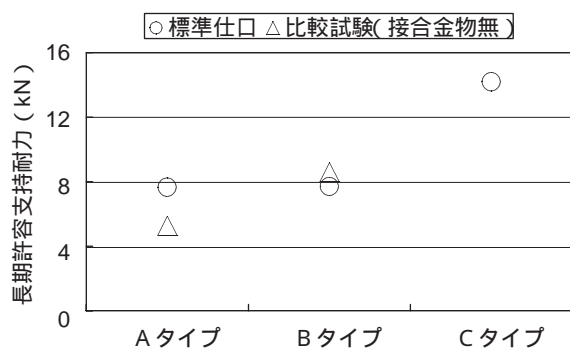
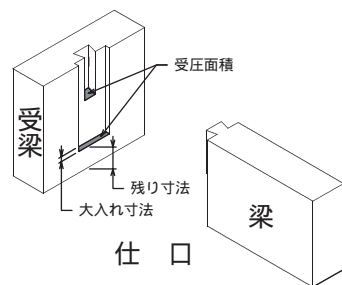


図2 柱と梁接合型の支持耐力

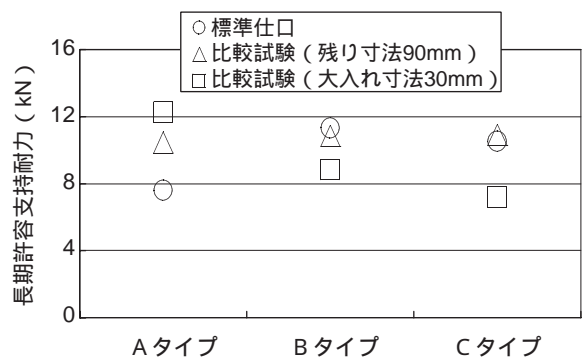


図3 梁と梁(桁)接合型の支持耐力

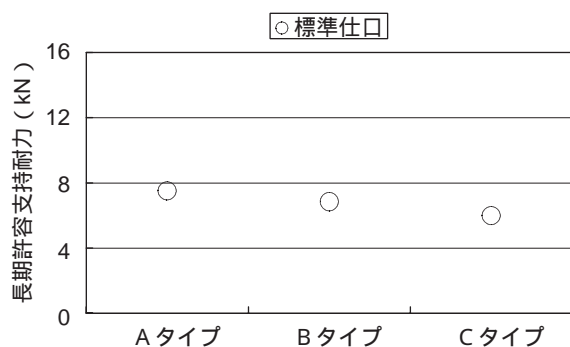


図4 梁と梁接合(回転考慮)型の支持耐力

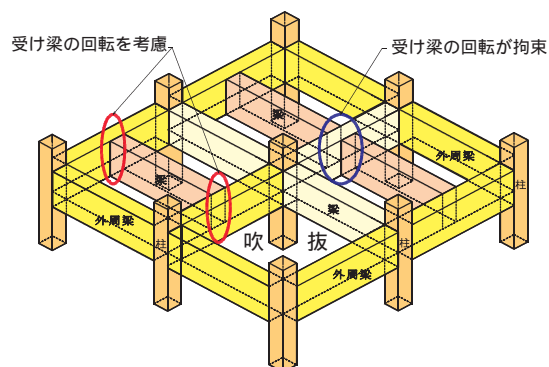


図5 外周梁と吹き抜けに面した梁

[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]

宮崎県産の低比重スギを使った内装兼用断熱型枠

宮崎県木材利用技術センター

齊藤 豊

研究の背景・ねらい

従来の型枠はコンクリートの形を作るための仮設資材であって、コンクリート打設後は取り外しを行い、次の現場で使用するなど、建物を構成する材料ではありません。今回開発した内装兼用断熱型枠は、断熱材と型枠、仕上げを一体化したもので（図1）、コンクリート打設後もそのまま長期使用することになります。また、この型枠に使用した材料は宮崎県産スギの一番玉（低比重部分）のLVBを使用しています（図2）。このため、この材料の物性などが、仕上げの状況等に影響を与える恐れがあることから、この型枠の性能や使用する場合の施工性、出来映え、環境等を検証し、躯体、仕上げ等の品質の安定を図ることを目的としました。

成 果

この型枠は、県産スギ一番玉のLVB（E-40、5プライ積層、厚さ18mm）に、フェノールフォーム（厚さ25mm）を酢酸ビニール重合水性エマルジョンで接着した複合パネルで、基本サイズは900mm×3,000mmです。この型枠を採用した建設現場は、鉄筋コンクリート造8階建て共同住宅で、外壁の内面に使用しました。その際、このパネルの性能や、完成後の室内の状況等について、試験や調査を行い問題のないことを確認しました。試験の内容については次のようなものです。まず、製品に使用したLVBの寸法変化試験です。試験体を水中に浸漬後、乾燥させて長さ、幅、厚さの寸法変化と、最大そり量を測定しました。その結果、乾燥後は初期状態に近い寸法となり、設計の基準値をそれぞれ長さ±0.2mm、幅±0.2mm、厚さ±1.0mm、最大そり幅±1.5mmとしました。また、フェノールフォームとLVBとの付着力試験（図3）、フェノールフォームとコンクリートとの付着力試験（図4）も行いました。両方とも断熱材自体で破断しましたが、いずれも0.045 N/mm²以上であることを確認しました（表1）（表2）。さらに、現場での試験として、コンクリートの打設確認としてのX線試験、居住性能環境確認としての遮音性能試験を実施しました。X線試験は、健全部と未充填部との濃度の差をもって空洞を推定するもので、今回の現場では空洞はありませんでしたが、この試験方法は十分有効であることがわかりました。また遮音性能試験の結果は、隣接室のどの部分においても、設計値のD50（壁による透過損値）を満足するものでした。このように、これらの試験結果から、期待すべき目標を確認することができました。

成果の活用

上記の成果をふまえ、この型枠の仕様書、施工要領書を作成し、標準化することで建築分野での公共工事（県の営繕行政による公共工事）等への参入が可能となり、民間へのシフトが容易になります。そして、ひいては宮崎県産スギ大径材の利用促進、建築工事の合理化が図られます。

また、2004年度日本建築学会大会（北海道）学術講演会で発表したことをはじめ、ひろく公表することで、宮崎県産スギ材の需要拡大につなげていきたいと考えます。



図1 内装兼用断熱型枠の小片

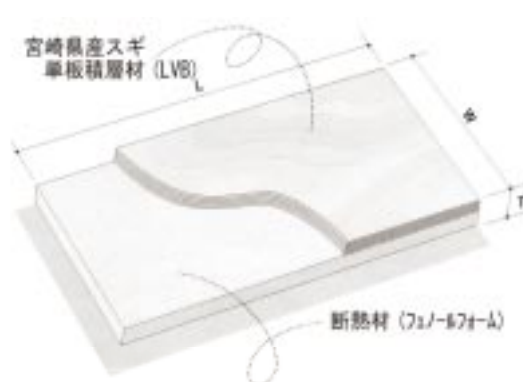


図2 内装兼用断熱型枠の構成図

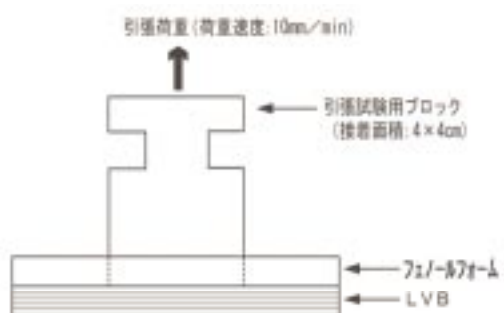


図3 引張試験(フェノールフォームとLVB)

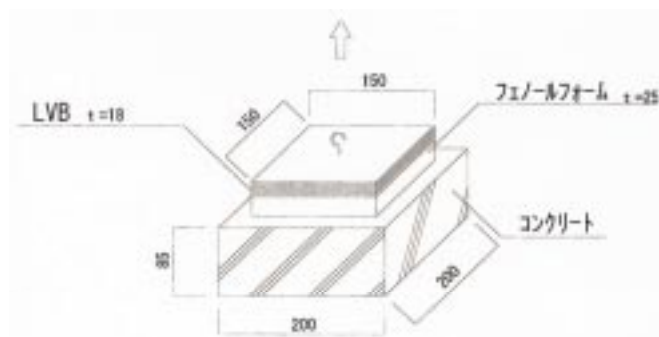


図4 引張試験(フェノールフォームとコンクリート単位:mm)

表1 引張試験結果(フェノールフォームとLVB) 表2 引張試験結果(フェノールフォームとコンクリート)

N O	引張強度〔 N / mm ² (kg/cm ²)〕
1	0.047(0.48)
2	0.046(0.47)
3	0.041(0.42)
4	0.047(0.48)
平均	0.045(0.46)

N O	引張強度〔 N / mm ² (kg/cm ²)〕
1	0.087(0.88)
2	0.068(0.69)
3	0.065(0.66)
平均	0.073(0.74)

[問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター 構法開発部 TEL. 0986-46-6041]

シャチ・ボルト接合によるスギ重ね梁の開発

長野県林業総合センター

橋爪丈夫・吉田孝久・伊東嘉文

研究の背景・ねらい

近年の乾燥技術の進歩から、背割りのない心持スギ柱の乾燥材が、割れの少ない状態で得られるようになりました。ここでは、将来再利用可能な環境に優しい重ね梁として、接着剤でなくシャチ・ボルトで接合した重ね梁（２段重ね：ツインビーム、３段重ね：トリプルビーム）を開発し、その曲げ強度性能を評価しました。

心持ちスギ柱材としては120mm角を用い、シャチは幅120mm、高さ30mm、長さ90mmのケヤキの縦シャチとしました。シャチを組み込むところと完成したツインビームを写真 - 1、写真 - 2 に示します。ツインビーム、トリプルビームともシャチ・ボルト間隔を300mmと450mmの２水準設定し（図 - 1）試験体数は各５体の計20体としました。

なお、本試験は（財）日本住宅・木材技術センターからの受託試験として実施しました。

成 果

各重ね梁を一体とみなして計算した見かけの曲げヤング係数と曲げ強さを図 - 2、図 - 3 にそれぞれ示しました。

ツインビーム、トリプルビームともシャチ・ボルト間隔300mmの方が間隔400mmよりも曲げヤング係数、曲げ強さとも高い傾向にありました。このことは間隔300mmの方はシャチ・ボルト数が多いので接合面の滑りが小さく、梁全体がより一体に近くなっているためと考えられます。

ツインビームとトリプルビームを比較すると曲げヤング係数、曲げ強さともツインビームの方が大きく、このことは接合面（滑り面）数の違い（ツインビーム：１、トリプルビーム：２）により説明できます。

次に接合面で滑りがなく接着重ね梁の強度性能を推定し、本試験結果と比較しました。その結果、推定値に対する曲げヤング係数の比率はボルト間隔300mm、450mmのツインビーム、ボルト間隔300mm、450mmのトリプルビームでそれぞれ0.85、0.82、0.75、0.67でした。同様に曲げ強さの比率は0.80、0.70、0.68、0.53でした。

成果の活用

シャチ・ボルト接合重ね梁は強度性能では接着重ね梁に及びませんが、意匠性に富むとともに、接着剤を使用していないため、解体後の再利用を容易にする環境負荷の少ない材料として位置付けることができると考えられます。



写真1 ツインビームビーの製造
(ケヤキのシャチを叩き込む)



写真2 ツインビームの完成

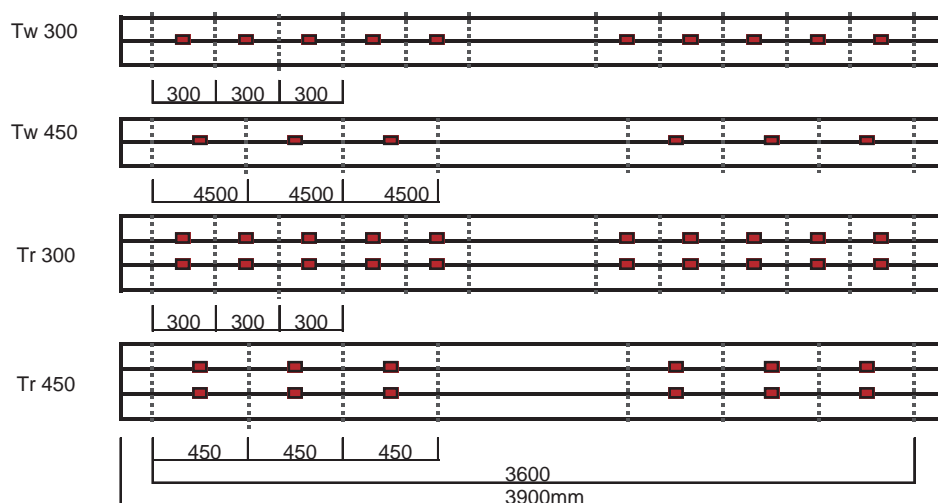


図1 シャチ・ボルト接合重ね梁の種類

Tw：ツインビーム、Tr：トリプルビーム、300：ボルト間隔300mm、450:ボルト間隔450mm を示す。

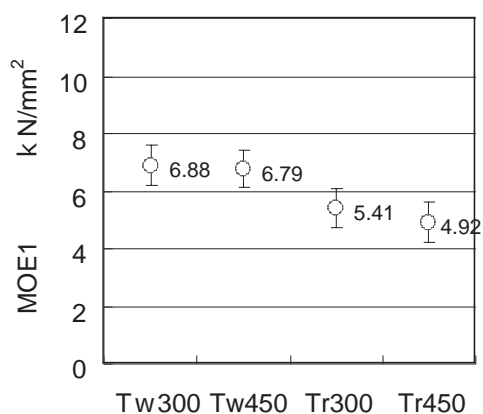


図2 曲げヤング係数 (MOE1)

(平均値と標準偏差、記号は図 - 1 に同じ)

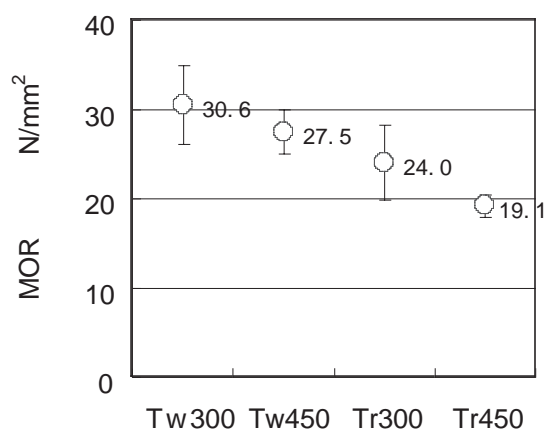


図3 曲げ強さ (MOR)

(平均値と標準偏差、記号は図 - 1 に同じ)

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

スギ3層クロスパネルの住宅部材としての性能と評価

鳥取県林業試験場

川上 敬介

研究の背景・ねらい

スギ3層クロスパネルは、12mm厚さのスギ板を幅方向に接着（幅はぎ）し、これを繊維方向が互いに直交するように上下に3枚積層接着した新しい木質面材です(写真1)。スギの質感に溢れた住宅用壁・床材（写真2）、家具部材などとして、全国の木材・建築関係者の注目を集めています。鳥取県林業試験場では、このパネルの性能を様々な角度から検証することで、県内企業の技術力育成と地域産木質製品の品質向上に努めるとともに、消費者の多様なニーズに応えていきたいと考えています。

本研究ではスギ3層クロスパネルについて、構造部材の基本性能である「曲げ性能」と、床や壁に使用したときの凹凸や段差の原因となる「反り」に着目し、実物大のパネルを使った実験を行ない、その性能を評価しました。

成 果

1 「曲げ」の性能評価

スギ3層クロスパネル（厚さ36×幅910×長さ1820mm）の曲げヤング係数の平均値は7.85GPa、曲げ強さの平均値は41.9MPaでした。この結果からスギ3層クロスパネルは、市販の35mm厚さの針葉樹合板と比較しても同等以上の性能を有していることがわかりました（表1）。また、優良木質建材等認証品質性能評価基準（通称：AQ）に準じた格付けはE60相当でした。

2 「反り」の性能評価

- 1）長期間住宅に施工されていた床下地材の含水率を参考に、2室型環境試験機内でスギ3層クロスパネルの表面側の温湿度を28 72%RH（平衡含水率13.0%）、裏面側の温湿度を23 91%RH（平衡含水率21%）に設定し、72時間の連続運転を行ないました。その結果、パネル中央の反り量は72時間経過時点で1.4mmでした。これはAQの加工精度基準（幅・長さ方向の反り量3mm以内）よりも少ない反り量でした。
- 2）上記より過酷な条件として、夏季の空調室内と床下の温湿度環境を参考に、スギ3層クロスパネルの表面側の温湿度を28 60%RH（平衡含水率10.5%）、裏面側の温湿度を23 95%RH（平衡含水率24.0%）に設定し試験したところ、パネル中央の反り量は6.3mmでした。これは一般的なフローリング（下地用合板12mm＋カラーフローアー15mm）で行なった試験結果とほぼ同じでした（図1）。
- 3）反りを抑制する方法として12mm厚のスギ板をクロスパネル裏面に釘で捨張りして2）と同様の試験を行ないました。その結果、パネルの反り量は半分以下となり、捨張りによる反り軽減効果が期待できることがわかりました（図2）。

成果の活用

鳥取県内のスギ3層クロスパネル製造企業で、品質向上のための基礎データおよび顧客への技術資料として役立てて頂いています。また、建築関係者にも技術情報を随時提供し、鳥取県産スギ3層クロスパネルを用いた住宅建築の普及に努めています。



写真1 スギ3層クロスパネル



写真2 住宅の床に施工された
スギ3層クロスパネル

表1 スギ層クロスパネルの曲げ性能

	公称厚さ (mm)	M O E (GPa)	M O R (MPa)
スギ3層クロスパネル	36	7.85 (0.99)	41.9 (5.31)
ラジアータパイン合板*	35	5.57 (0.72)	22.0 (2.57)
ラーチ合板*	35	9.60 (1.08)	34.8 (5.84)

カッコ内は標準偏差

スギ3層クロスパネルの試験は、中央集中荷重

合板の試験は、構造用合板JASの1級試験方法に準拠

* : 森林総合研究所監修「木材工業ハンドブック」より引用

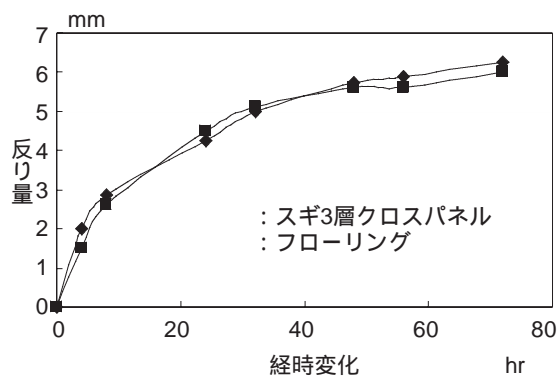


図1 スギ3層クロスパネルとフローリングの
反り量の経時変化
(表面含水率10.5%、裏面含水率24.0%)

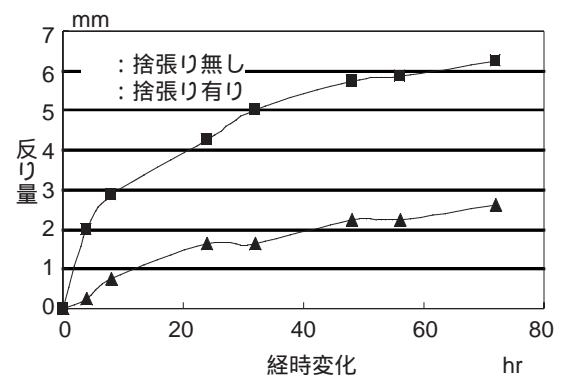


図2 捨張りの有無とスギ3層クロスパネルの
反り量の経時変化
(表面含水率10.5%、裏面含水率24.0%)

[問い合わせ先：鳥取県林業試験場 木材利用研究室 TEL. 0858-85-2511]

スギ平角材の効率的な乾燥技術の開発

高知県立森林技術センター

政岡尚志

研究の背景・ねらい

住宅の品質確保促進法が施行され、建築材料として寸法安定性の高い、高品質の乾燥材が求められるようになってきました。しかし、従来の方法では乾燥が難しいとされているスギ平角材等の構造用製材を効率的に乾燥させる技術はまだ確立していません。そこで、スギ平角材を効率的に乾燥させる技術の開発を目指して、まず、急速乾燥法の一つである蒸気式高温乾燥法を用いて低コスト型と高品質型の乾燥スケジュールを検討し、また、高温乾燥法による乾燥製材の強度性能の評価も行いました。

成 果

1 急速乾燥法によるスギ平角材の乾燥スケジュールの検討

表1は試験に用いた2種類(試験1、2)の乾燥スケジュールであり、心持ち柱材に対して表面割れ抑制効果があるとされている高温低湿条件(高温セット法)をスケジュールの基本としました。図1、2は、それぞれ試験1、2における平角材の乾燥経過(乾燥前含水率の異なる3本の平角材の含水率減少経過)を表しています。試験1では、乾燥前含水率85%の材が、72時間で含水率が19%に減少しました。試験2では、乾燥前含水率103%の材が、235時間で含水率17%に減少しました。これらを比較すると、試験1は乾燥所要時間の短い低コスト型の乾燥スケジュールであると言えます。写真1、2は、平角材の乾燥後における内部割れ発生の状況を表しています。高温乾燥法では、内部割れの発生が乾燥材の品質面での問題となっていますが、試験2では、内部割れが少ない良好な結果となりました。このことから、柱材同様、平角材についても、高品質乾燥材を生産するためには、試験2のタイプ、つまり乾燥初期においてのみ高温低湿条件を用いる乾燥スケジュールが有効であると言えます。

2 高温乾燥材の品質評価

表2は、スギ平角材(12×24×400cm)の生材、高温乾燥材別の4点荷重法による曲げ試験の結果です。高温乾燥の温度条件は、蒸煮95、乾球温度120 105、湿球温度90 75で乾燥日数は約8日間でした。材の強度を表す曲げ強さは、同程度の動的ヤング係数を示す平角材の生材と高温乾燥材とではほぼ同じ値を示し、高温乾燥法による乾燥材には材の劣化は認められませんでした。

成果の活用

高温乾燥法の他に、別途液相乾燥法と爆砕高周波減圧乾燥法による乾燥試験を行いました。これらの試験で開発された乾燥スケジュールによって、高温乾燥法では県内4社が、また液相乾燥法では1社が高品質乾燥材を生産しています。爆砕高周波減圧乾燥法については、県外企業数社でスギ材の乾燥スケジュールとして活用されています。

表 1 蒸気式高温乾燥法の乾燥スケジュール

試 験 種 別	蒸煮条件	ステップ1		ステップ2		合 計 時 間
	温度・時間	乾球 - 湿球温度・時間		乾球 - 湿球温度・時間		
1	95 ・ 12hr	120 - 90	・ 60hr	-		72hr
2	95 ・ 12hr	120 - 90	・ 24hr	90 - 60	・ 199hr	235hr

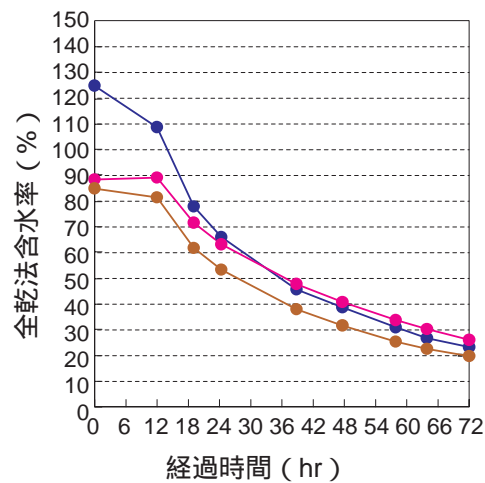


図 1 平角材の乾燥経過 (試験 1)

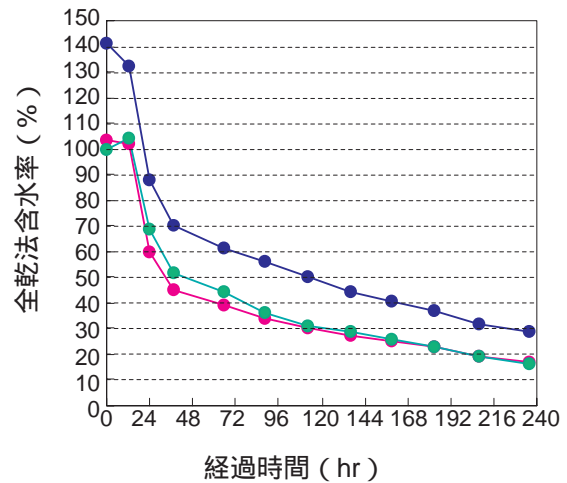


図2 平角材の乾燥経過 (試験2)



写真 1 試験 1 の内部割れの状況



写真 2 試験 2 の内部割れの状況

表 2 高温乾燥材の曲げ試験結果

試 験 体	全乾法含水率	動的ヤング係数	静的ヤング係数	曲げ強度
	(%)			
スギ生材	96	4.16	4.60	32.5
スギ生材	47	7.50	6.91	35.0
スギ高温乾燥材	16	4.52	3.94	31.6
スギ高温乾燥材	13	7.58	7.01	37.1

[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]

県産ヒノキの材質に適した低コスト乾燥法の確立に向けて

長崎県総合農林試験場

松田健一・岩崎充則^{*1}

研究の背景・ねらい

本県は、平成16年度を「県産材流通元年」と位置づけ県産材の需要拡大に向けて、様々な事業の展開を実施しているところです。需要の促進を図るためには、まず、強度や材質等を明らかにし、使用者が安心して利用できる製品を供給する必要があると思われます。また、近年、「住宅の品質確保の促進等に関する法律（2000年4月）」等の施行により、建築材料としての品質や性能がますます重視されてきました。高品質を確保するうえで今や人工乾燥処理は常識となってきましたが、乾燥コストが製品流通のネックとなっていることから、本県人工林の65%を占めるヒノキの低コスト乾燥法の確立を目指し取り組んでいます。

成 果

試験材は県内11箇所のヒノキ次代検定林の内3カ所、24家系251本と5地域（五島・対馬・県北・県央・県南）の材、各18本を無作為に抽出し、合計341本を用いました。次代検定林については、成長及び材質調査を地域材は材質調査のみを実施し、それらの地域材の調査結果を表1に示します。ヤング率は調査木の全てがJAS規格の等級E50以上であり、容積密度数も平均値で一般的とされている0.34g/cm³より比較的高い数値であることが分かりました。

乾燥については、表2に示す4パターンの乾燥試験を行いました。なお、人工乾燥のスケジュールは表3に、試験結果は表4にまとめています。仕上がり含水率15%を目指しましたが、天然乾燥では目標値まで下げることができず12ヶ月で平衡含水率約16%で平衡しました。天然乾燥には広大な用地を必要とすることや製品の回転が悪いことから生産性に問題があると思われます。葉枯らし乾燥2ヶ月で人工乾燥（高温）に供した場合が重油使用量が少なく低コストであることが分かります。他方、材色の明度L*が著しく損なわれる（表3）、さらに、枝打ち跡の僅かな変色が顕著に表れました（写真1）。また、人工乾燥（中温）前に天然乾燥を行った場合、グリーン材を直接人工乾燥した場合と比較して材面割れの多いことが明らかであり、材色変化も生じました。特にヒノキは材色が材価に影響を及ぼすことから、低コスト化と併せて材色を損なわない乾燥スケジュールに重点を置いた乾燥方法の確立に向け取り組みたいと思います。

成果の活用

平成17年度『県産材利用拡大指針』を基に、県庁内に「県産材利用推進会議」を設置し、公共施設等率先して県産材の需要拡大を図っている中で、木材人工乾燥器を保有している工場は3工場で6基にすぎないことから、県内8地域に導入することで乾燥材の供給体制整備を図ることとしています。

この試験結果を基に「木材乾燥マニュアル」を作製し、高品質で県産材特有の好材色な『長崎ひのき』の需要拡大に寄与したいと思っています。

^{*1}長崎県対馬地方局林業課

表1 材質特性調査結果まとめ

事 項		最 高	最 低	平 均	調査概要の要点
成 長	樹 高 (m)	14.5	11.4	12.8	家系間に5%水準で立地環境による有意さが認められた。
	胸高直径 (m)	21.0	16.7	18.9	
強 度 (ヤング率) (ft/cm ²)		88.7	72.1	83.8	調査木全てがJAS規格のE50を満たしていた。
容積密度数 (g / cm ³)		0.43	0.37	0.40	平均で一般的とされている0.34 g / cm ³ と比較して高
心材含水率 (%)		0.42	0.35	0.37	木材乾燥コストに影響
材 色 ()		明度・色相・彩度 (マンセル表色計) 調査			南高材白・五島材赤 (あざやか)・県北黄

表2 ランニングコスト比較

乾 燥 方 法		スケジュール	人乾前含水率 (%)	仕 上 含水率 (%)	乾燥時間 (h)	重油使用量 (リットル)
天 然 乾 燥	室 内			16.2	12ヶ月	
	室 外			15.9		
葉枯らし乾燥 (2ヶ月) + 人工乾燥	背割りなし	高温	24.8	15.1	110	205
天然乾燥 (2ヶ月) + 人工乾燥	背割りなし	中温1	30.3	14.8	162	395
	背割りあり			12.4		
グリーン材 + 人工乾燥	背割りなし	中温2	44.0	13.2	210	478
	背割りあり			13.2		

表3 人工乾燥スケジュール

行程 乾燥法	区 分											備 考
高温乾燥	幹球温度 ()	30	85	85	120	120	95	95	80	80	30	佐賀林試参考
	温球温度 ()	30	85	85	85	85	70	70	77	77	30	
	乾燥時間 (h)		2	2	1	4	1	81	1	6	12	
中温乾燥1	幹球温度 ()	30	85	85	85	90	90	95	95	95	30	岡山県木材センター参考
	温球温度 ()	30	85	82	81	85	83	86	80	91	30	
	乾燥時間 (h)		4	20	25	25	25	16	31	16	4	
中温乾燥2	幹球温度 ()	30	85	85	85	90	90	95	95	95	30	上記同じ
	温球温度 ()		85	82	80	83	80	83	80	91	30	
	乾燥時間 (h)		4	21	21	25	25	25	69	16	4	



写真1 枝打ち跡の変色

表4 乾燥による材質変化

乾燥方法		材種	割れ (mm)			曲がり (mm)	収縮率 (%)		ヤング率の変化 (%)	材色の変化		乾燥による欠点
			木口	材面	材内部		材長	材幅		L *	a * b *	
天 然 乾 燥	室内	背割り有	1,100	173		19.5	0.7	0.8				人工乾燥に比べ割れが多い
	室外	背割り有	2,903	7,842		48.5	0.6	2.0				
葉枯らし乾燥 (2ヶ月) + 人工乾燥		背割り無	-	2,658	39	33.5	0	1.9	7.9増	27.8	2.4	枝打ち部変色
天然乾燥 (2ヶ月) + 人工乾燥		背割り無	-	4,161	-	7.5	0	1.7	8.5増	6.1	6.1	枝打ち部変色 入皮部脂露出
		背割り有	-	-	-	9.5	0	1.8				
グリーン材 + 人工乾燥		背割り無	-	1,670	-	17.5	0	12.5	8.0増	0.4	3.5	枝打ち部変色 入皮部脂露出
		背割り無	-	-	-	15.0	0	2.6				

注：供試木本数各30本・人工乾燥本数各15本・割れは幅1mm以上の長さ計・曲がりは供試木の矢高計

[問い合わせ先：長崎県総合農林試験場 林業部資源利用科 TEL. 0957-26-3330]

ISSN 1349-2225

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.3 (2006.3)

発行日	平成18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
ホームページ	http://www.ffpri.affrc.go.jp/
印刷所	牛久印刷株式会社 茨城県牛久市田宮町531-27 電話 029(872)4468

本誌を転載・複製する場合は、森林総合研究所の許可を得て下さい。
