

公立林業試験研究機関
研 究 成 果 選 集

NO.2

2005.3

農 林 水 産 省 林 野 庁 監 修
独立行政法人 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発揮と林業の持続的かつ健全な発展の実現に向け、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、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深め、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。

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17年3月

農林水産省林野庁研究普及課長

平 野 秀 樹

目 次

NO.	◇森林における生物多様性の保全に関する研究分野	頁
1	シラネアオイの組織培養技術を用いた増殖法の開発 1 栃木県林業センター	1
2	岐阜県に分布する希少樹種の遺伝解析とクローン増殖 3 岐阜県森林科学研究所	3
3	GPS首輪を利用したニホンジカの行動調査 5 大阪府立食とみどりの総合技術センター	5
4	氷ノ山山系におけるツキノワグマの餌資源に関する調査 7 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	7
5	森林環境の指標生物としての菌類に関する研究 9 山梨県森林総合研究所	9
 ◇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		
6	三宅島における森林植生の回復に関する試験 11 東京都林業試験場	11
7	山火事跡地の効率的復旧技術の開発ー植生の自然回復予測図による植栽工の導入ー 13 広島県立林業技術センター	13
8	水源かん養機能の評価ー湧水流量の推定ー 15 岡山県林業試験場	15
9	水稻を潮風害から守った海岸防災林 17 富山県林業技術センター	17
 ◇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		
10	殺虫剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害の防除法 19 山形県森林研究研修センター	19
11	カラマツと広葉樹の混交による害虫防除の可能性 21 北海道立林業試験場	21
12	マダクロホシタマムシに対する天敵防除の検討 23 静岡県林業技術センター	23
13	クリ果実の低温高湿度貯蔵によるクリシギゾウムシの駆除と品質向上 25 京都府林業試験場	25
14	ケブカトラカミキリの生態と防除に関する研究 27 鹿児島県林業試験場	27
 ◇多様な公益的機能の総合発揮に関する研究分野		
15	障害をもつ人たちの森林利用を促進するために 29 北海道立林業試験場	29
 ◇地球環境変動下における森林の保全・再生に関する研究分野		
16	メタン・亜酸化窒素の吸排出量と施業影響の評価 31 長野県林業総合センター	31
 ◇効率的生産システムの構築に関する研究分野		
17	ブナ二次林に対する間伐の効果と施業指針 33 秋田県森林技術センター	33
18	強度枝打ちされたヒノキの枯死メカニズム 35 奈良県森林技術センター	35
19	高齢スギ人工林の成長と長伐期施業に対応した収穫予想表の作成 37 岩手県林業技術センター	37

NO.	◇効率的生産システムの構築に関する研究分野	頁
2 0	長伐期施業に対応するスギ育林体系の作成 鹿児島県林業試験場	39
2 1	松くい虫被害跡地の広葉樹林への誘導技術の確立 鳥取県林業試験場	41
2 2	センダンの効率的育林技術の検討 熊本県林業研究指導所	43
2 3	低コスト林業生産システム原価計算プログラムの開発 静岡県林業技術センター	45
2 4	茨城県スギ・システム収穫表の作成 茨城県林業技術センター	47
2 5	携帯型森林測位システムの構築 石川県林業試験場	49

◇新品種開発のための林木育種技術に関する研究分野

2 6	ベンジルアミノプリン処理によるクロマツ雌性花序着生促進法の実証 青森県農林総合研究センター林業試験場	51
2 7	新たな方法によるサクラのさし木の一事例 福島県林業研究センター	53
2 8	花粉の少ないヒノキの選抜 神奈川県自然環境保全センター	55

◇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	県産スギ材による準不燃材料の開発 群馬県林業試験場	57
3 0	木質廃材を活用した舗装資材の開発 三重県科学技術振興センター	59
3 1	接着剤を使用しない木質深底容器及びその製造方法 宮崎県木材利用技術センター	61
3 2	タイワンハンノキの材質特性 沖縄県林業試験場	63
3 3	スギ丸太の減圧処理による心材・白線帯・辺材の通導性評価 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	65
3 4	高知方式木材高耐久化技術の開発 高知県立森林技術センター	67
3 5	スギ柱材の乾燥技術の開発 福岡県森林林業技術センター	69
3 6	間伐材を利用した土木構造物の仕様基準の開発 北海道立林産試験場	71
3 7	信州型木製ガードレールの開発 長野県林業総合センター	73
3 8	熊本県産スギ材を横架材として利用するためのスパン表の作成 熊本県林業研究指導所	75
3 9	スギ流通丸太のクローン識別の可能性 宮崎県林業技術センター	77

◇生物機能の解明と新素材の開発に向けた研究分野

4 0	ハタケシメジ新品種の開発 宮城県林業試験場	79
4 1	きのこ新品目の開発ーヤマブシタケの栽培についてー 長野県林業総合センター	81
4 2	せん定枝を利用したシイタケ栽培試験 愛知県森林・林業技術センター	83
4 3	イグチ属の菌根性きのこの人工栽培 滋賀県森林センター	85
4 4	ウスヒラタケ優良品種の育成と栽培技術の開発 福井県総合グリーンセンター	87
4 5	炭酸カルシウムの添加によるシイタケの増収 徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所	89

1 シラネアオイの組織培養技術を用いた増殖法の開発

栃木県林業センター

上野晴子

研究の背景・ねらい

シラネアオイは、北海道から本州中部地方に自生する高山植物で、1科1属1種の貴重な日本固有種です。和名シラネアオイは、栃木県日光市の白根山に多く自生し、花がタチアオイに似ているところから名付けられました。毎年6月に青紫色の花を咲かせ（写真1）、登山家等に人気の高い植物です。

近年、白根山ではシカの食害によりシラネアオイが激減しており、栃木県では、わずかに残されたシラネアオイ群落地を電気柵で囲い、地域的絶滅の危機からの保護に努めています。現在群落地は、種子と根茎の分けつにより増殖傾向にありますが、不測の事態に備えるためにも、新たな増殖法の開発が望まれており、組織培養技術を用いた増殖法の開発に取り組みしました。

成 果

葉片を用いて不定胚の誘導・増殖・植物体再生のための培地及び植物ホルモンの条件を検討し、短期間で大量増殖させる技術を開発しました（図1）。手法は、①殺菌を終えた葉片を培地に置き培養を行い、②不定胚を誘導します。③継代培養で不定胚を増殖させ、同時に発芽させます。④発芽したものを培地に挿し付け発根させることにより、植物体として再生します。その後、⑤再生した植物体を自然環境に馴らしていきます。

この技術は、葉片を供試材料として用いるため、開葉中であればいつでも材料の入手が可能であること、また、葉の一部から再生できるため、植物自体を痛めることなく増殖できることが利点としてあげられます。一般に、シラネアオイは種子を播種すると1年目春に発芽しますが、子葉が開くのみで本葉が開くのは2年目春以降です。今回の試験で再生した植物体の葉がすべて本葉であったこと、また、早いもので培養開始約250日後で再生することから、この手法が早期の大量増殖法の一手法として有効であると考えられます。再生個体の培養変異を調べるためRAPD分析を行いました。白根山で採取した葉13個体及び、葉片培養再生2個体すべてから、同じ付近にバンドが見られたため（図2）、今回の分析結果からは、大きな培養変異は認められないと思われます。この結果を踏まえ、再生した植物体を当センターの人工気象室（屋内実験室）で育成後、白根山に移植し、自然環境に馴らす順化試験を行っています。現在生育状況を調査中ですが、移植した個体からは新葉の展開が見られるものもあるなど、順調な成長がうかがえます。

成果の活用

組織培養による増殖技術が開発されたことで、これまでの増殖法（種子及び根茎による分けつ）で増殖不可能となった場合の代替え法となり、地域的絶滅の危機からの回避につながります。また、再生植物体を白根山に移植することで、減少したシラネアオイ群落地の復旧に貢献できます。

今年「栃木県版レッドリスト」が作成され、絶滅が危惧される植物が県内に多数あることが判明し、今後はこれら他の植物へも今回の技術を応用していく予定です。



写真1 シラネアオイの花

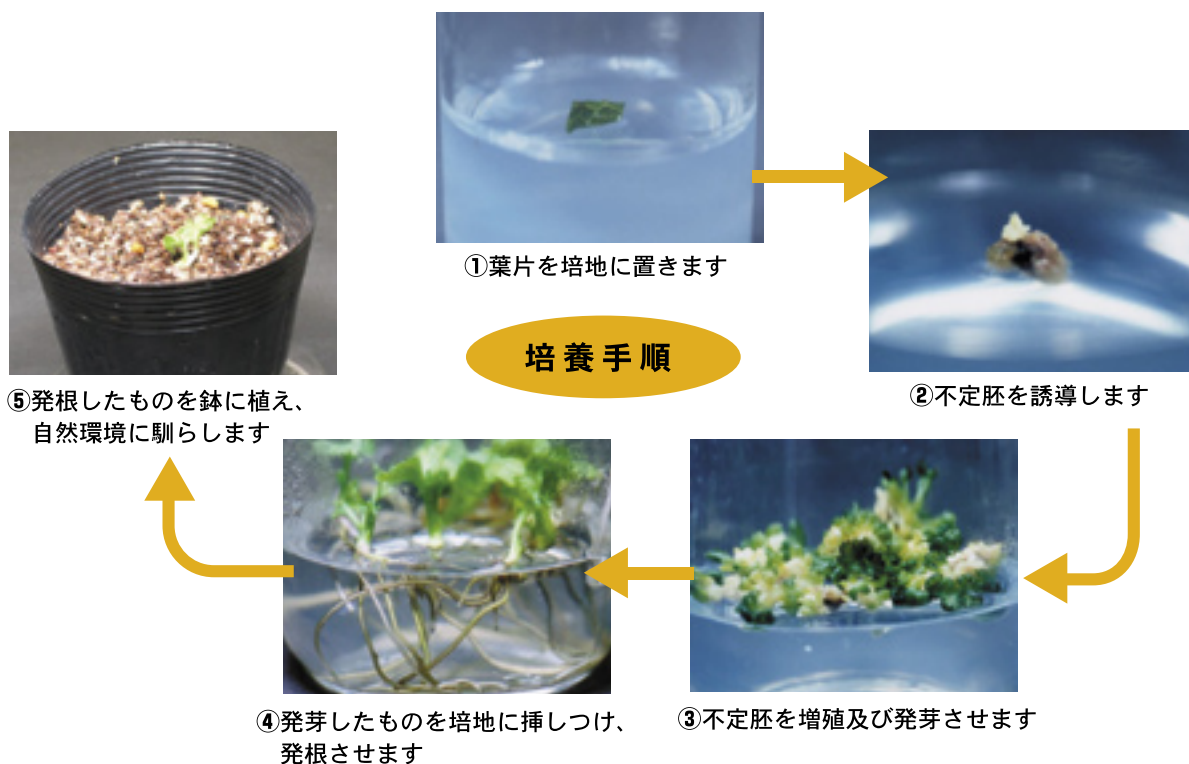


図1 シラネアオイ葉片培養の手順

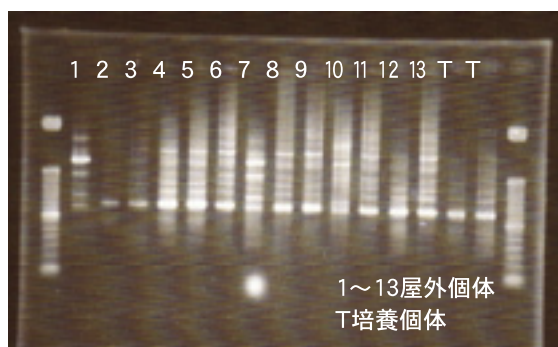


図2 RAPD分析における電気泳動写真

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

2 岐阜県に分布する希少樹種の遺伝解析とクローン増殖

岐阜県森林科学研究所

中島美幸・茂木靖和・坂井至通

研究の背景・ねらい

岐阜県の南東部に位置する東濃地域（多治見市、土岐市、瑞浪市、恵那市、中津川市など）には、シデコブシ（モクレン科）、ハナノキ（カエデ科）、ヒトツバタゴ（モクセイ科）などの地域固有な樹種が分布しています（写真1）。これらの地域固有種は、東濃地域に広く分布する土岐砂礫層の上に成立している湿地群に特異的に生育しており、貴重な植生を形成しています。特にシデコブシは、その分布のほとんどを東濃地域に占めており、最多の自生地数を誇っています（図1）。しかし、近年の宅地造成や道路建設といった土地開発行為により、これら地域固有種は絶滅の危機にさらされています。

本研究では、これら地域固有種の遺伝的な特徴を集団遺伝解析によって明らかにし、その保全について考えると共に、組織培養技術を用いたクローン増殖方法の確立について検討しました。

成 果

愛知、三重を含めたシデコブシ分布域全体を対象にアロザイム分析による集団遺伝解析を行った結果、シデコブシの遺伝的多様性は、分布の南限である渥美半島で特に低い傾向が見られました（図2）。一方、中濃地域や東濃地域では、遺伝的多様性の高い集団が多く見られました。特に、東濃地域は自生地数が多いことから、本種の遺伝子資源の中心であると考えられました（図2）。また、その遺伝的な構造は、集団ごとに独自の遺伝的多様性を保有していること、小さな集団を基本単位として団塊状に集合した集団を構成していることなど、地域ごとに異なる特性をもつ遺伝的構造の存在が明らかになりました（図3）。これらの結果から、絶滅回避のためには、全体の個体数を確保するための他地域からの安易な移植を行うのではなく、このような遺伝的な特徴に基づいた保全を考えていくことが必要と思われました。

一方、個体数の減少が危惧されているハナノキについて、組織培養によるクローン増殖を試みたところ、成木の腋芽や種子の胚軸由来の、幼植物体を得ることができました（写真2）。特に胚軸を用いた組織培養では、成木由来組織を用いた場合よりも増殖率が高く、シュート伸長量も大きくなることがわかり、効率的なクローン増殖が可能になりました。

成果の活用

平成14・15年度に研究発表会を開催し、地元のシデコブシ保存会や一般の人々と東濃地域の地域固有種やその自生地の保存のありかたについて検討を行いました。

また、平成16年度には、県単事業である「ぎふハイテク得意技術活用研究会事業」の一つとして「東濃湿地自然再生事業推進研究会」を実施しています。この研究会では、地元の保存会や学識経験者、行政機関との連携や交流を通して、本プロジェクト研究の成果や情報を地域に還元し、自然再生方法の検討や事業化への準備を図ることを目的として活動しています。



シデコブシ



ハナノキ



ヒトツバタゴ

写真1 シデコブシ、ハナノキ、ヒトツバタゴの花



図1 シデコブシの分布

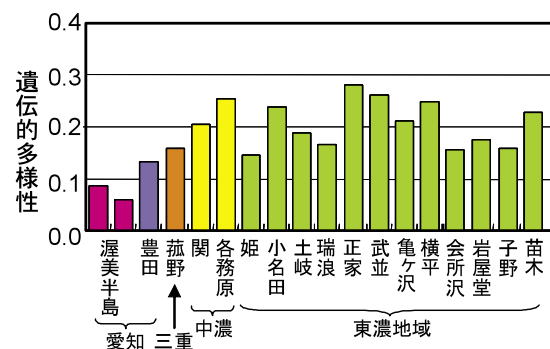


図2 シデコブシ集団の遺伝的多様性

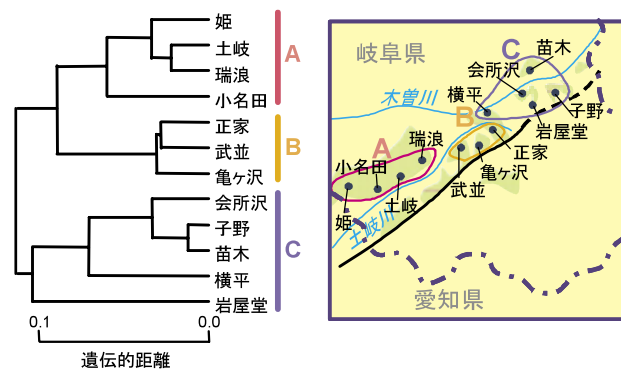


図3 東濃地域におけるシデコブシ集団の遺伝的な関係



増殖培養中の個体



発根個体

写真2 ハナノキの組織培養

〔問い合わせ先：岐阜県森林科学研究所 TEL. 0575-33-2585〕

3 GPS首輪を利用したニホンジカの行動調査

大阪府立食とみどりの総合技術センター

川井裕史・大谷新太郎・石塚 譲
石井 亘・松下美郎

研究の背景・ねらい

全国的に森林に生息する野生獣類と人との軋轢が増大する傾向が続く中、大阪府でも何種類かの野生獣類による産業や生活への加害が問題となっています。中でも大阪府北部の北摂地域では、一時期は絶滅に瀕していたニホンジカが生息頭数および生息域を拡大し、農林業に対して大きな被害を与えています。そこで大阪府では平成13年度にシカ保護管理計画を策定、14年度から施行し、シカの個体数管理、生息環境管理、被害防除対策等を総合的に講じています。本計画の実施にあたっては、科学的知見を踏まえることが条件とされており、シカ個体群のモニタリングが義務づけられています。このモニタリングの一環として、最新手法であるGPS首輪によるニホンジカの行動調査を実施しました。

成 果

能勢町山辺地区の雌2頭（能勢個体A、能勢個体B）および箕面市明治の森箕面国定公園周辺の雄1頭にGPS首輪を装着し、行動を追跡しました。GPS首輪は人工衛星からの電波を利用して動物の位置を計測する装置で、計測の頻度や、機械本体とデータを回収するために首輪を脱落させるまでの時間を設定し、動物に装着します。能勢個体Aは2002年10月1日から約1年間、能勢個体Bは2002年11月21日から約1年間、3時間に1回の頻度で測位しました（図1）。個体Aおよび個体Bの測位成功率はそれぞれ26.9%（846/3141回、測位成功数/総測位実施数）および20.7%（618/2989回）でした。箕面個体は2004年3月17日から約1ヶ月、1時間に1回の頻度で測位しました（図2）。測位成功率は21.9%（142/653回）でした。

- 1) 季節移動 積雪の多い地方ではシカは季節によって生息場所を移動することが知られていますが、能勢の2個体ではそのような傾向が見られませんでした。年間の行動圏の面積はそれぞれ43.7ha、16.3haでした（LSCV固定カーネル法の95%カーネルによる）。ただし、水田等人里には秋から春先に出現する頻度が上がりました。
- 2) 日周行動 能勢の2個体では、0時および3時の測位時に水田周辺への出現が集中し、12時や15時の測位時には計測地点は山中に集中し、その中間の測位時は山裾周辺にいるという、かなり明確な日周行動を示しました。

箕面の個体では、夕方から21時頃に、餌となる草本植生の豊かな河畔に出現し、それ以降の深夜には河畔から姿を消す傾向が見られました。これは、深夜には電波の受信状態のよい河畔から離れ、深い森等の電波が届きにくい場所に移動していたためだと考えられます。

2地域での行動パターンの違いは、農村地域で山際にも人家があり、夜間も交通量がなかなか減らない能勢町山辺と、夜間には人通りのなくなる明治の森箕面国定公園周辺という、地域による人間活動の違いを反映していると考えられます。

成果の活用

成果は大阪府シカ保護管理検討会で公表し、フィードバック管理を進めるための資料となっています。また、市町の鳥獣対策担当者に提供し、防除等の対策の指針をたてる上で活用されています。

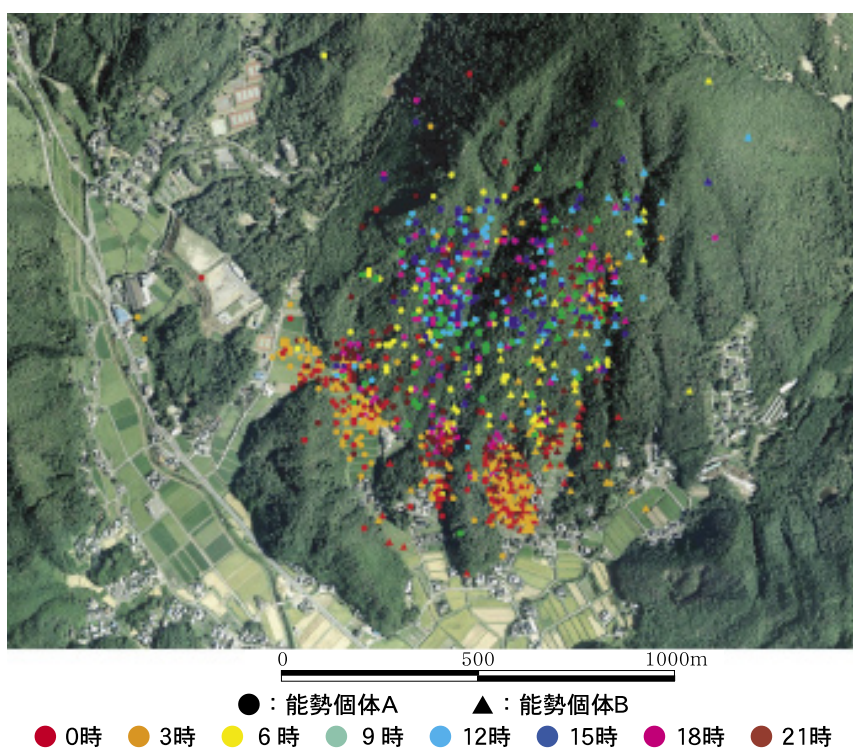


図1 能勢町山辺地区におけるシカの行動範囲

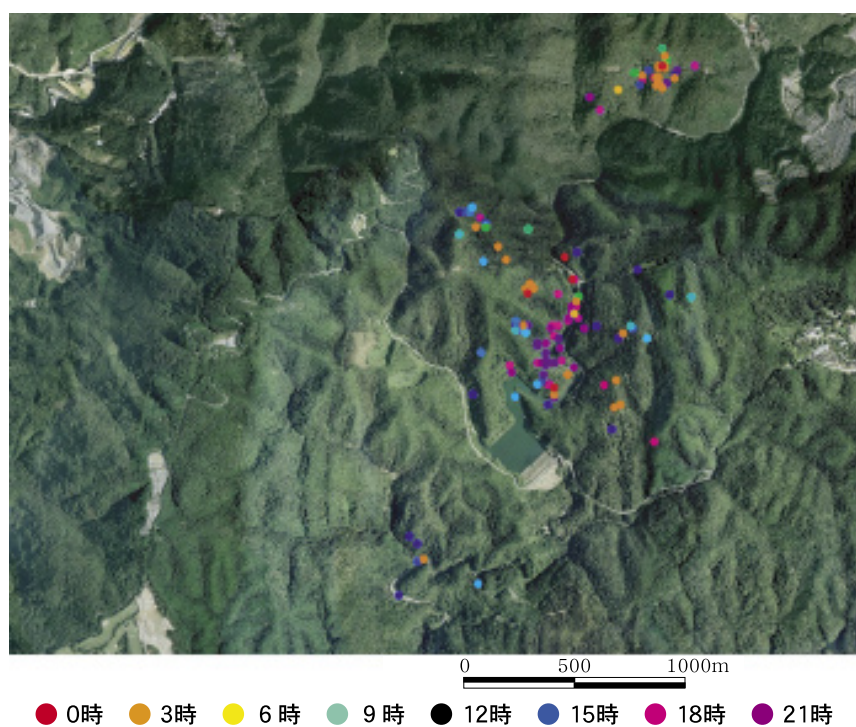


図2 箕面市明治の森箕面国定公園周辺におけるシカの行動範囲

[問い合わせ先：大阪府立食とみどりの総合技術センター みどり環境部自然環境グループ TEL. 0729-58-6551]

4 氷ノ山山系におけるツキノワグマの餌資源に関する調査

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 尾崎真也・谷口真吾

研究の背景・ねらい

兵庫県氷ノ山山系に生息するツキノワグマ（以下、クマ）は、絶滅の恐れのある地域個体群としてレッドデータブックに登載されています。一方、氷ノ山山系と近隣の山間部では人里近くに出没するクマによる人身被害や農作物被害の増大によって、地域住民に多大な不安感を与え続けています。クマの食性は植物質と動物質食物との雑食性ですが、越冬を前にした秋季にはブナ、ミズナラ等の堅果を多量に採食します。クマはブナ科樹木の堅果に強く依存しており、堅果類の不作の年には食料を求めて人里に出没するといわれてきましたが具体的な調査研究はありませんでした。そこで、1997年から2001年までの5年間にわたり、氷ノ山山系のブナ科堅果の結実調査と氷ノ山山系周辺の人里域でのクマの目撃頭数との関連性を解析しました。

成 果

シードトラップ法（写真1）によって調査したブナ、ミズナラの堅果落下量と地域住民から市町に通報されたクマの目撃頭数との関係を分析し、ブナ、ミズナラの結実変動とクマの堅果依存性を考察しました。その結果、目撃頭数が16頭と5年間のうち最も少なかった1997年はブナが並作でミズナラが豊作でした。一方、ブナ、ミズナラの両方が凶作となった1998年、2000年の2年間では目撃頭数がきわめて多く、人里への出没が増加しました（図1）。このように、ブナ科堅果の豊凶とクマの人里への出没には強い相関関係があり、ブナあるいはミズナラのどちらか一方、または両方の結実が並作以上の良好な年はクマの人里での目撃頭数は少なく、逆にブナ、ミズナラの結実がともに凶作の年は人里での目撃頭数が多くなる傾向でした。

つぎに、ブナ、ミズナラ堅果の結実データから1999年を並作年、2000年を凶作年として抽出し、両年におけるクマの季節ごとの目撃件数をみると、両年とも春季および夏季の目撃件数はほぼ同数でしたが、2000年は秋季の目撃件数が飛び抜けて多くなりました（図2）。時間帯別のクマ目撃件数は、1999年は、春～夏季にかけて昼、夕方、夜間の目撃が多いですが、秋季は夕方、夜間の目撃が多くなる傾向でした。2000年は、夏季に夜間の目撃が確認され、秋季になると昼、夕方、夜間通じて時間帯を問わず多くの目撃が確認されました（図3）。また、2000年はクマによるカキの枝折りやカキの被害木の周囲でクマの糞が頻繁に観察されました（写真2）。凶作年（2000年）の秋季に、クマが時間帯を問わず多く目撃されたのは、クマが冬眼前の食料を求めて集落近くの限られた食料であるカキに執着して行動したため、人里で人間と出会う機会が急増したことによると考えられます。

成果の活用

本研究の成果は、「兵庫県ツキノワグマ保護管理計画」樹立（平成15年6月）において、出沒対策の根拠になりました。さらに、クマによる人身被害の予防対策としてブナ、ミズナラの豊凶を的確に予測することでクマの人里への異常出沒に関する予測情報を県民に提供するとともに、出沒対策の検討情報として活用されています。一方では、本研究の進展に伴い、隣接府県による県境域を中心としたエリアにおいて、兵庫県と同様の調査手法によるブナ科堅果類の結実調査が行われ始め、隣接する府県が連絡会議等を持ち、連携してクマ対策に取り組むことが可能になりました。

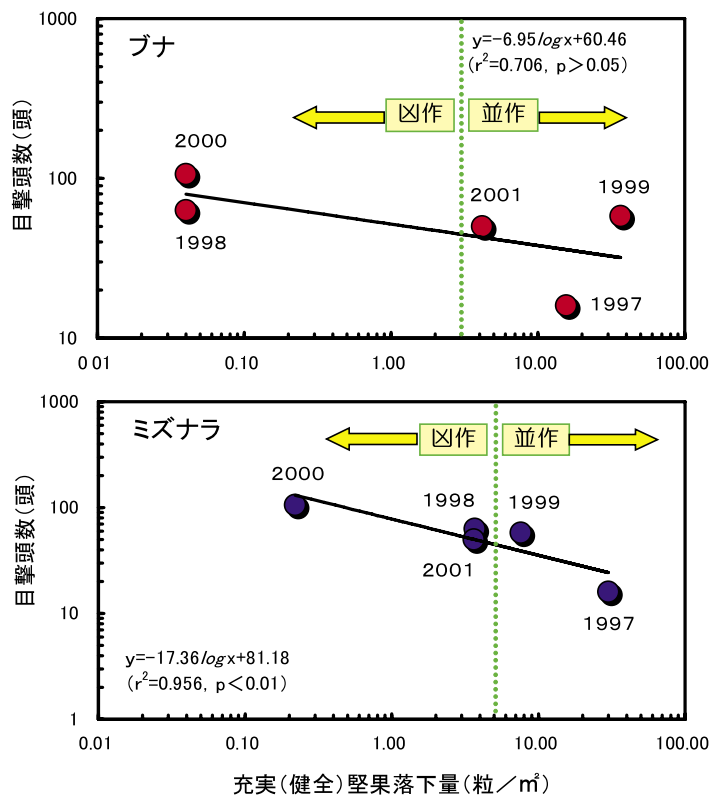


図1 ブナ科堅果の落下量とツキノワグマの目撃頭数



写真1 シードトラップの設置状況

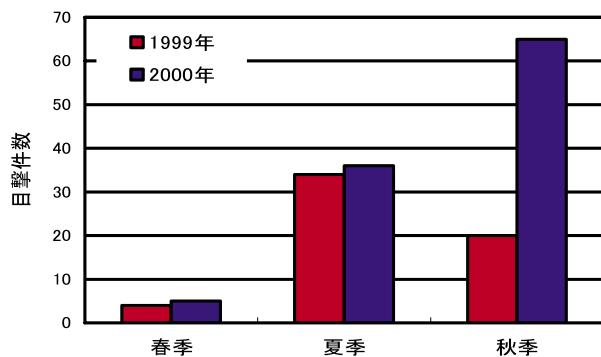


図2 季節ごとのクマの目撃件数

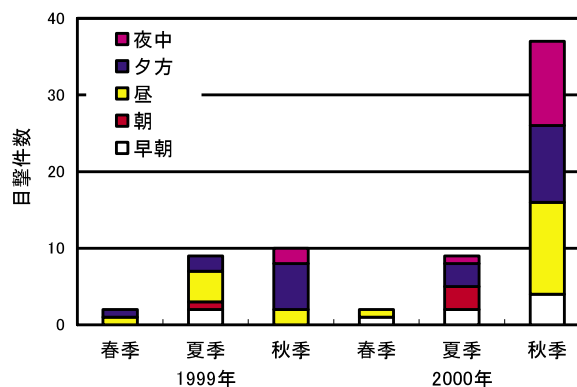


図3 時間帯別のクマの目撃件数



写真2 カキを大量に食べたクマの糞

[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]

5 森林環境の指標生物としての菌類に関する研究

山梨県森林総合研究所

柴田 尚・戸沢一宏

研究の背景・ねらい

温暖化をはじめとする地球環境の変化が森林にも何らかの影響を与えるだろうということは、多くの研究者によって指摘されており、中でも亜高山帯林は、温暖化などの影響を受けやすいのではないかと考えられています。しかし、具体的な調査事例はあまり示されていません。そこで、森林とは密接な関係を持つ菌類、特に樹木と共生関係にある菌根性大型菌類（一般にきのこと呼ばれる子実体を形成するグループ）に着目しました。これらの中に、亜高山帯森林の環境指標生物として利用できる種類があるのではないかと考えて、富士山（山梨県側）の亜高山帯林できのこの発生を23年間にわたって調査し、環境変化に対する指標生物として利用できる可能性のある種類を選定しました。

成 果

カラマツ、シラビソ、コメツガが主な構成樹種となっている海拔2,000m以上の富士山亜高山帯針葉樹林で確認された菌根性きのこは、約120種類でした。確認された種の中で特徴的な発生をしたのは、ベニタケ科のキイロケチチタケ (*Lactarius reprecantans*、写真1) で、北半球の亜寒帯に広く分布し、富士山では海拔2,100m以上のシラビソ林でのみ確認されています。調査地は、面積800m²の固定プロットとし、富士山北面の海拔2,300m地点のシラビソ林内に設置しました。この付近の年間平均降水量は、約2,800mm（国土交通省測定値）です。また、使用した数値の内、気温は富士山頂気温からの推定値です。地温は調査地の深さ10cmの実測値で、測定期間中（1999～2004）の最高値は16.6℃、最低値は-9.1℃でした。

図1に示したように、1982～1990年まではきのこの発生が毎年確認されました。しかし、1991年以降はきのこの発生が確認されない年が5年ありました。さらに、1991年以降は、発生個体数がそれ以前の9年間に比べて減少しました。また、推定積算気温は上昇傾向にあることがうかがえます。この傾向が森林植生や土壤微生物におよぼす影響については明確な調査結果が得られていません。

次に、1999～2004年にかけての有効積算地温および推定有効積算気温ときのこの発生との相関を解析しました（図2、図3）。その結果、有効積算地温ときのこの発生に、相関があることが認められました。マツタケなどでは、地温がある水準以上になると、きのこの芽の形成が阻害されることが知られています。これらから類推すると、キイロケチチタケ発生量の減少は、地温が上昇する年が増えたことを反映している可能性が考えられ、亜高山帯針葉樹林の地温上昇の指標生物のひとつとして本種を利用できると思われます。しかし、環境変化の指標生物の一つとして利用できる可能性のあるキイロケチチタケ子実体の発生変動要因に関するデータをさらに補完するため、今後も調査を継続する必要があります。

成果の活用

23年間という長期にわたるきのこの発生調査は他にあまり例がないため、今後各地で実施されることが予想される亜高山帯針葉樹林の環境モニタリング調査に基準指標の一つを提供することができると考えています。

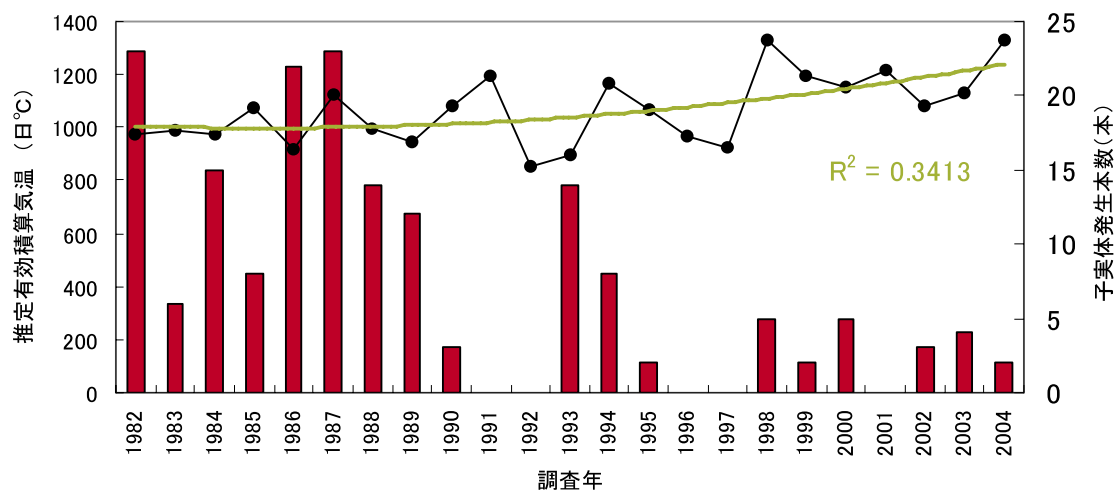


図1 海拔2,300m地点の推定有効積算気温（5－10月）とキイロケチチタケ子実体発生本数

注）折れ線グラフは有効積算気温値、棒グラフは子実体発生本数、緑線は近似曲線

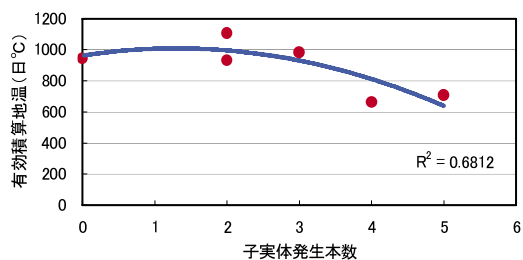


図2 富士山の海拔2300m地点の有効積算地温（深さ10cm）とキイロケチチタケ子実体発生本数。青線は近似曲線

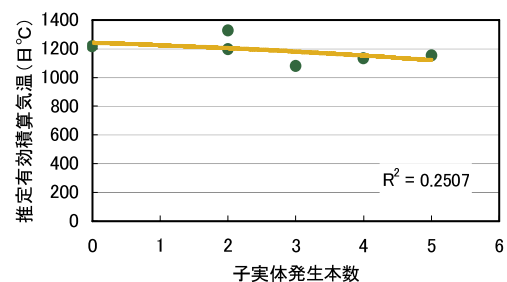


図3 富士山の海拔2300m地点の推定有効積算気温とキイロケチチタケ発生本数。橙線は近似曲線



写真1 キイロケチチタケ

〔問い合わせ先：山梨県森林研究所 資源利用研究部 TEL. 0556-22-8001 (代)〕

6 三宅島における森林植生の回復に関する試験

東京都林業試験場

亀谷行雄

研究の背景・ねらい

2000年7月に始まった三宅島雄山(標高813.9m)の噴火により、島の森林面積の約6割に当たる2,500haが樹木の枯死などの被害を受けました。森林被害地には、火山灰が堆積しており、依然として二酸化硫黄を含む火山ガスが噴出しています。そこで、泥流災害を防止するための早期緑化を行うに当たり、三宅島の生態系保全の観点から、島に自生し緑化に活用できる樹種について検討しました。

成 果

1 森林被害地に生存する植生を把握するために、図1に示す8カ所に30m×20mの固定試験区を設け、2003年10月に調査を行いました。調査は試験区内に出現する草木本植物の種類、高さ、本木植物については萌芽と胴吹きの有無を調べました。なお、胴吹きとは、枝が枯れて幹から若い芽が出ている状態をいいます。8カ所の試験区の概要は表1のとおりです。試験区4と8はスギ人工林被害地でスギは全て枯死しています。その他の試験区は広葉樹林の被害地です。

噴火前から自生し、噴火後も生存数の多いヒサカキ、ヤブツバキ、タブノキの3樹種の健全個体本数は図2のとおりです。さらに、図3に萌芽個体と胴吹き個体の合計本数を試験区ごとに示しました。概して、ヤブツバキとヒサカキの健全個体本数がタブノキの健全個体本数に比べて多く、タブノキの萌芽と胴吹き個体を合わせた本数はヤブツバキとヒサカキのそれよりも多いことがわかりました。また、図4のとおり、ヤブツバキとヒサカキは、樹高1m未満の本数が多いこともわかりました。噴火前の島内に多く見られたオオバヤシャブシは、試験区周辺では火山ガスによって、ほとんどの樹木が枯死してしまいました。現在見られるオオバヤシャブシは噴火後に発芽、生育したものと考えられます。ヤブツバキとヒサカキは、比較的火山ガスに対して耐性があり、有力な緑化用樹種と考えられますが、林内の日陰に生育している樹種なので、日当たりの強い場所での植栽については、さらに検証する必要があると思われます。枯損木内に生存するヒサカキの健全木の状況を示しました(写真1)。

2 島内で採取した種子から育苗したオオバヤシャブシ、ヤブツバキ、スダジイの3樹種の苗木をスコリア層の厚い土質で火山ガスの影響が強くない固定試験区1と3の近くに2003年3月に植栽し、その活着・生育状況を2003年10月に調査しました。植栽木の活着率と生育状況は表2のとおりです。オオバヤシャブシは荒廃したところに先駆的に侵入する樹木であることが知られており、また、植栽試験の結果からも活着、生育も良好なことから早期緑化には、有力な候補樹種と考えられます。

成果の活用

今後、森林被害地の緑化事業を進めるに当たり、火山ガスの影響が残る地域での緑化樹種にはヒサカキ、ヤブツバキを、火山ガスの影響は少ないがスコリア層の厚い土質条件の悪い場所での緑化樹種にはオオバヤシャブシを活用していくなど、きめ細かな緑化事業の推進に役立てます。

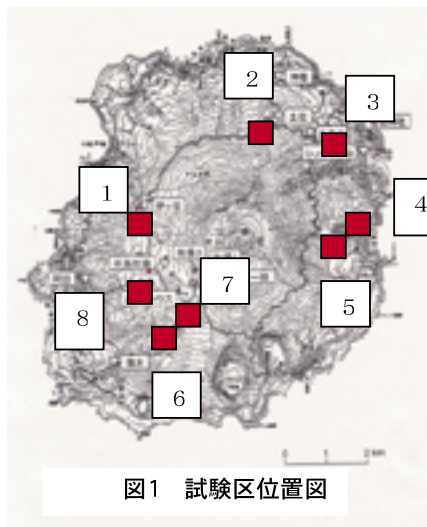


図1 試験区位置図

表1 試験区の概要

調査地	標高(m)	被害前の林況	被害後の出現種類数	被害後の主な植生	被害後の林況
1	350	広葉樹林	26	オオバヤシャブシ、オオシマカンスゲ、ヤブツバキ	高木枯死
2	330	広葉樹林	36	オオバヤシャブシ、ヒサカキ、オオシマカンスゲ	高木枯死
3	120	広葉樹林	32	タブノキ、スダジイ、ティカカズラ、サカカズラ、ヤブツバキ	高木は枯死木と胸吹き木が混じる
4	40	スギ人工林	12	オオシマカンスゲ	スギ枯死
5	130	広葉樹林	13	タブノキ、ヤブツバキ	高木は枯死木と萌芽木が混じる
6	340	広葉樹林	21	オオバヤシャブシ、ヤブツバキ、ハチジョウススキ	高木枯死
7	380	広葉樹林	10	イヌツゲ、オオシマカンスゲ	高木枯死
8	370	スギ人工林	24	ヒサカキ、オオシマカンスゲ、ビナンカズラ、ハチジョウススキ	スギ枯死

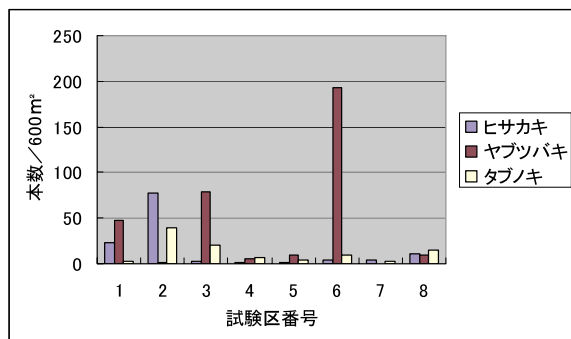


図2 試験区内に出現する健全個体の本数

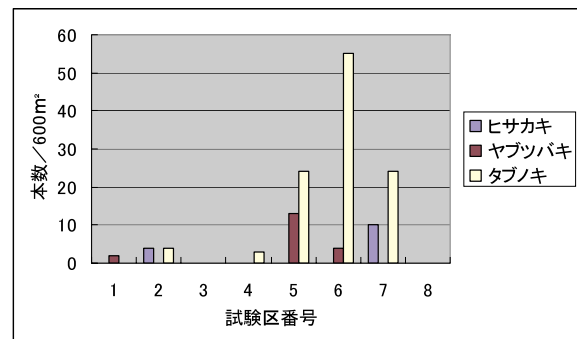


図3 試験区内に出現する萌芽と胸吹き個体の合計本数



写真1 枯損木内に生存するヒサカキ

表2 植栽木の活着率と生育状況

樹種	平均活着率(%)	平均樹高(cm)	平均根元直径(mm)
オオバヤシャブシ	90	45	8
ヤブツバキ	70	23	4
スダジイ	30	12	3

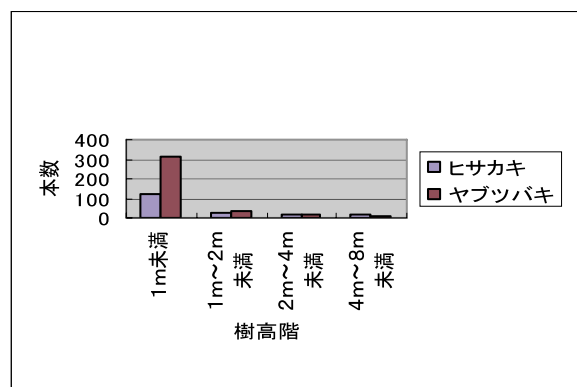


図4 ヤブツバキとヒサカキの樹高階別本数

7 山火事跡地の効率的復旧技術の開発

—植生の自然回復予測図による植栽工の導入—

広島県立林業技術センター

佐野俊和・弓場憲生

研究の背景・ねらい

広島県の沿岸部では山火事の発生件数が多く、時として被災が大面積に及ぶこともあります。被災跡地へは通常、森林の早期復元を図るため治山事業等が導入されますが、崩壊地とは異なり、山火事跡地では被災樹木からの萌芽再生が期待できます。従って、自然回復力による植生回復の見込みを把握した上で計画を立てることが出来れば大変効率的ですが、これまではそのような技術はありませんでした。そこで、沿岸部で発生した山火事の跡地を対象に、衛星リモートセンシング技術を活用した自然植生の回復予測を試み、実際の回復状況との対比から予測精度の検証を行いました。

成 果

広島県生口島（いくちじま）で発生した山火事（2000.8、62ha）の跡地を対象に植生回復予測技術を開発し、2年後の植生回復予測図を作成しました。

（1）要因の抽出

調査時点（被災2年後）の植生回復状況（写真2、図3左上）を目的変数とし、植生回復力を説明する要因として①焼ける前の植生（図1）②焼けた直後の被害区分（図2、写真1）③地質（1/5万地質図）④地形15mDEM（標高データ）を選択しました。

（2）要因の評価

衛星データ（Terra-ASTER）の1画素（15×15m）単位で、それぞれの要因について以下の基準で重み付けを行い、これらの合計値をその画素が示す場所の回復力評価値としました。

①植生：萌芽力の強弱（広葉樹林＞マツ林）②地質：肥沃度や保水力の大小（古生層＞花崗岩）③地形：水分条件や土壌の安定性（谷＞尾根）④被災程度：植物が受けた被害の強弱（激害地＞微害地）

（3）自然植生回復予測図の作成

調査時点（被災2年後）の植生回復状況に最も適合する評価値を算出し、回復困難区、草本回復区、木本回復区の3区分からなる回復予測図を作成したところ、実際の回復状況との適合度は下表のとおりでした（図3参照）。

予測区分	予測区分の説明	適合率%
回復困難区	2年経っても植生回復がほとんど期待できない場所	80
草本回復区	草原状態で、木本植物の回復がほとんど期待できない場所	40
木本回復区	木本植物による回復が期待できる場所	82

成果の活用

2004年2月に、同じ生口島で390haの山火事が発生したので、同年4月に作成した植生回復予測図を地域事務所農林局や瀬戸田町へ提供しました。予測結果は、被災面積の15%に当る61haが回復困難区、48%に当る187haが木本回復区でした。今のところ草本回復区の適合度は低いのですが、植栽工導入の優先度が高い回復困難区や、自然回復に任せても良い木本回復区の適合度が比較的高いので、復旧事業計画の効率的実施に十分反映させることができました。

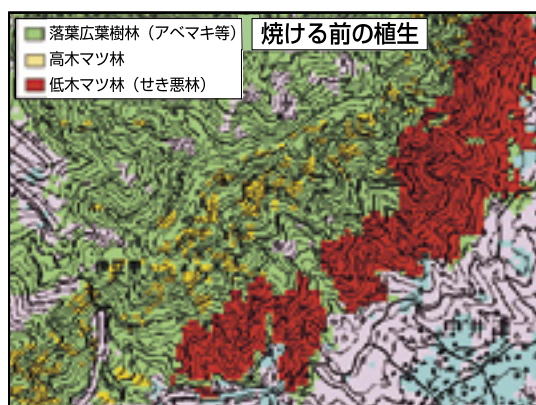


図1 JERS-1 (1998.5.21)

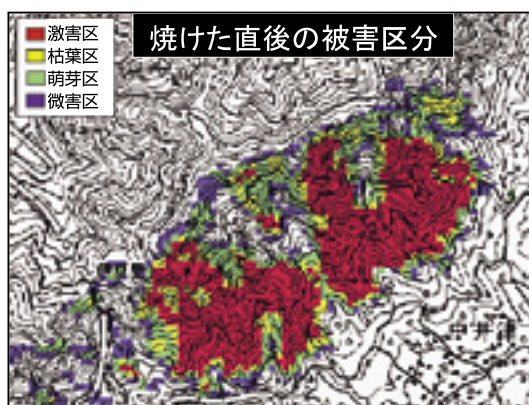


図2 Terra-ASTER (2000.8.31)

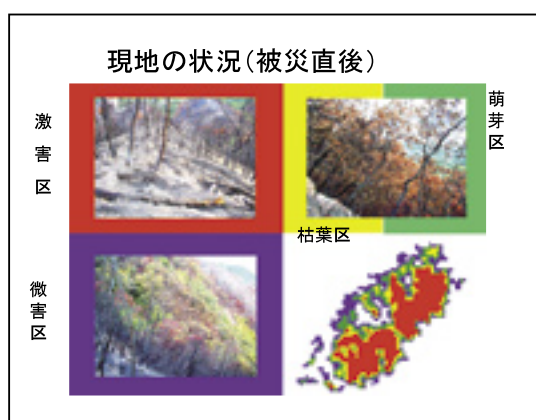


写真1 区分別の被災状況



写真2 実際の回復状況 (被災2年後)

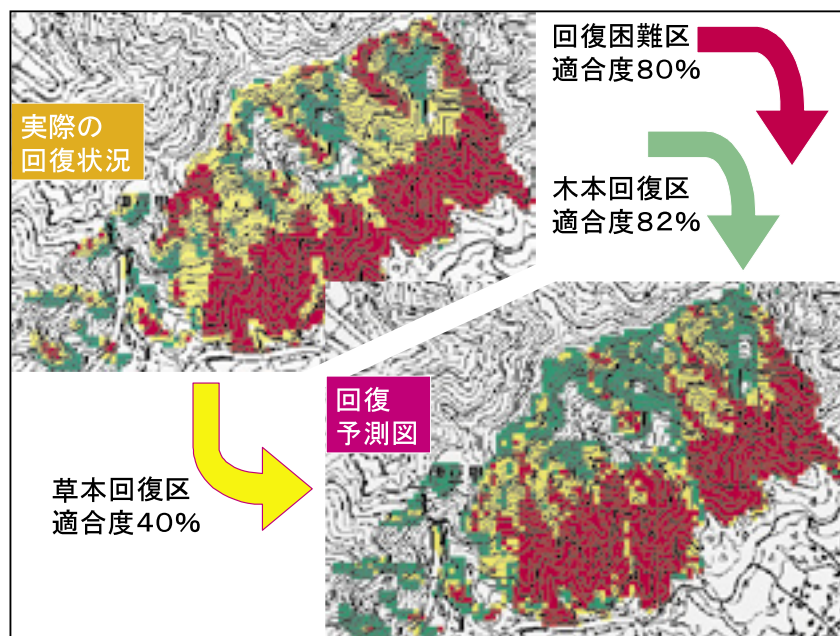


図3 回復予測図の適合度

—実際の回復状況 (Terra-ASTER 2002.5.2) との対比による—

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

8 水源かん養機能の評価

ー 渇水流量の推定 ー

岡山県林業試験場

阿部剛俊

研究の背景・ねらい

水源かん養機能の一つである渇水緩和機能を表す指標として、ダム等で測定されている渇水流量が挙げられ、既存の研究〔志水（1998）：総合的開発研究「貿易と環境」水資源に関する農業環境指標（MI）研究会資料〕では多目的ダム流域の諸要因（年降水量、地質、傾斜、植生）から渇水流量を推定する方法が検討されています。今回の研究では、市町村等、より小面積での渇水流量を推定することを目的とし、志水の手法を参考に岡山県内の小規模ダムのデータも含めて解析を行い、岡山県内の任意の地域の渇水流量を推定する方法を検討しました。

* 渇水流量：無降雨が続く時に出現する流量で、年間を通じて355日間はそれより下まわらない程度の日流出量

成 果

岡山県内にある26か所の流量測定堰（ダム・取水堰・観測所）で観測された渇水流量を目的変数に、流量測定堰集水域の年降水量、表層地質、傾斜および植生を説明変数に用いて、数量化Ⅰ類により解析を行い、岡山県の渇水流量を推定する数式（表1）を作成しました。各アイテムとカテゴリー区分は表1のとおりです。

流量測定堰集水域には異なる地質、傾斜、植生が混在しているため、既存の研究を参考にして渇水緩和機能が小さい順に1～4の値を与え（例：堆積岩類=1、第三紀火山岩類=2、花崗岩類=3、第四紀火山岩類=4）、それぞれと面積比率の積の和を用いてカテゴリー分類を行いました。年降水量、地質、傾斜の面積比率は約1km四方のメッシュ（3次メッシュ）の区分図をそれぞれ作成し、各堰集水域と重ね合わせて算出しました（国土交通省の国土数値情報3次メッシュデータを使用）。植生の面積比率についてはランドサットのデータ（2000年8月および2001年12月撮影）と岡山県の森林資源データ等から植生区分図を作成し、各堰集水域と重ね合わせて算出しました。この推定式で寄与率が最も高いのは、年降水量（レンジ：0.703）、次いで植生（0.517）、傾斜（0.505）、地質（0.406）でした（表1）。

3次メッシュごとに推定式を当てはめて、県全体の渇水流量を算出し、図化しました（図1）。これにより岡山県内の渇水緩和機能が高い地域、低い地域が一目で分かるようになりました。さらに、市町村の区域に含まれる3次メッシュ渇水流量を平均して、市町村ごとの渇水流量を求め図化しました（図2）。これにより市町村ごとの渇水緩和機能の比較ができるようになりました。

成果の活用

約1km四方のメッシュ（3次メッシュ）ごとにナンバーを割り当て、該当する3次メッシュナンバーを表計算ソフト（Excel）に入力することで誰でも簡単に任意の地域の渇水流量を推定することができます。（図3）。

一例として全国水源の森百選に選ばれている県北部の森林公園（上斎原村）と毛無山（新庄村）の二か所と県中部の二上山（中央町）、県南部の貝殻山（岡山市）を中心とした周辺部約4km²の渇水流量を算出して比較してみました。渇水流量は森林公園で1秒間に1km²当たり15.29ℓ、毛無山で13.28ℓ、二上山で8.70ℓ、貝殻山で6.92ℓであり、森林公園や毛無山は水源の森にふさわしい地域であることが数値でも確認できました。

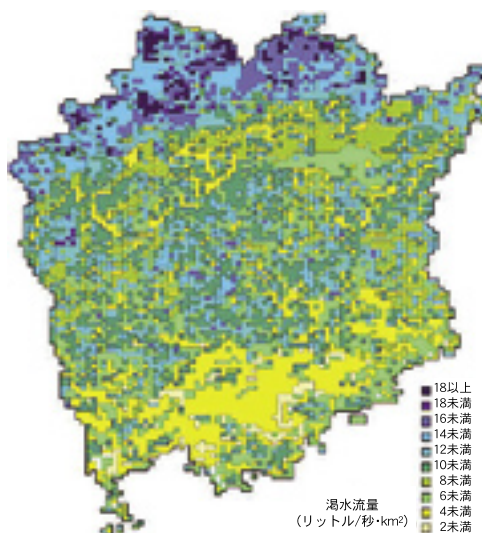
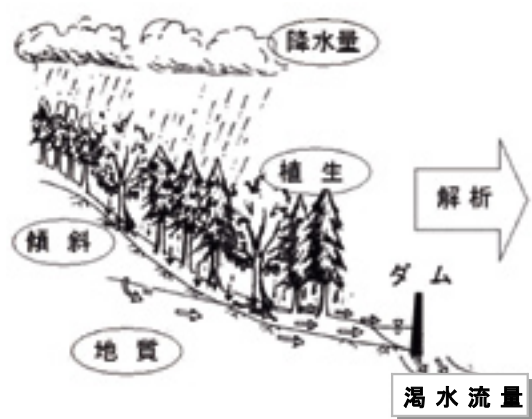


図1 3次メッシュごとの渇水流量

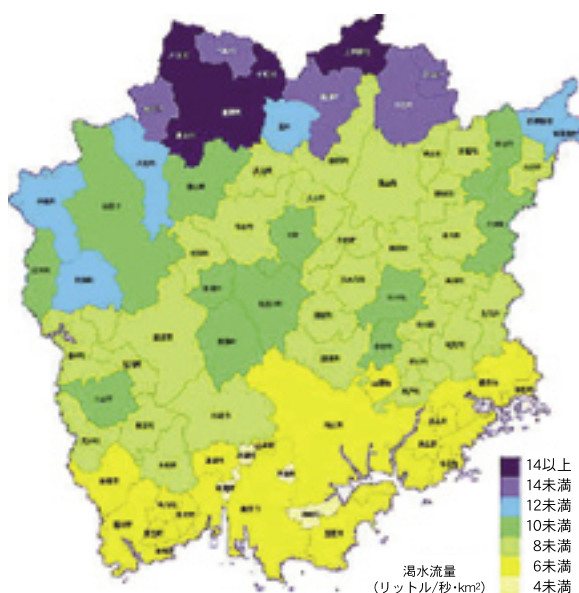


図2 市町村ごとの渇水流量

表1 渇水量推定式

アイテム	カテゴリ	区分 (カテゴリ算出式)	カテゴリ数量	レンジ
年降水量	1	1300mm未満	-0.284	0.703
	2	1600mm未満	-0.051	
	3	1900mm未満	0.004	
	4	1900mm以上	0.419	
地質	1	1.7未満 (堆積岩類の面積比×1+第3紀火山岩類の面積比×2+花崗岩類の面積比×3+第4紀火山岩類の面積比×4)	-0.013	0.406
	2	1.8未満	-0.157	
	3	2.1未満	-0.088	
	4	2.1以上	0.248	
傾斜	1	2.0未満 (30.1°以上の面積比率×1+20.1°~30.0°の面積比率×2+15.1°~20.0°×3+0.0°~15.0°の面積比率×4)	0.070	0.505
	2	2.3未満	0.315	
	3	2.6未満	-0.184	
	4	2.6以上	-0.189	
植生	1	2.6未満 (森林以外の面積比×1+針葉樹林の面積比×2+針広混交林の面積比×3+広葉樹林の面積比×4)	-0.264	0.517
	2	2.9未満	0.021	
	3	3.0未満	-0.031	
	4	3.0以上	0.252	
定数項			0.822	

$$Y = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + b \quad (\text{単位: } \text{m}^3/\text{s} \cdot 100\text{km}^2)$$

Y: 水源かん養機能 (推定渇水流量)

a1: 年降水量のカテゴリ数量

a2: 地質のカテゴリ数量

a3: 傾斜のカテゴリ数量

a4: 植生のカテゴリ数量

b: 定数項



知りたい地域のメッシュNo.をPCでExcelに入力します。



メッシュNo.	平均標高 (m)	年降水量 (mm)	地質	渇水時流入量 (m³/s・100km²)
11949	95.9	2334	化土壌	1.553
11950	87.2	2320	壤	2.057
12049	98.5	2342	土壌	1.291
12050	94.8	2360	壤	1.215
平均値	94.1	2339		1.529

メッシュナンバーを入力

渇水流量を算出

図3 Excelを用いた渇水流量算出例

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

9 水稻を潮風害から守った海岸防災林

富山県林業技術センター

嘉戸昭夫・西村正史

研究の背景・ねらい

富山県東部の入善町では海岸浸食が進み、海岸に隣接する水田ではしばしば潮風害を受けるようになりました。潮風害は作物に付着した海水中の塩分が水分の蒸発によって濃縮され、体内に浸透して生理機能を阻害するために生じるもので、収穫量を著しく低下させることがあります(写真1、2)。このような災害を防止する目的で昭和60年代からクロマツ海岸防災林の造成事業が着手され、これまでに約3kmの防災林が完成しています。しかし、公共事業においても費用対効果が求められるようになった今日、防災林による潮風害の防止効果を定量的に把握することが重要になってきました。

そこで、これまでに造成された入善町のクロマツ海岸防災林が2002年8月に発生した水稻の潮風害に対し有効であったのか否かについて検討してみました。

成 果

- 1 潮風害が発生した8月18日～21日における風向は北東から北西の範囲に限定され、瞬間風速の最大値は18.3m/secで、平均風速10m/sec以上の潮風が18日21時から25時間続きました。平均風速が10m/sec以下になった後でも3mをこえる高波が21日17時まで続きました。この間の降水量は19日に46mmあっただけで少なかったことも、被害を助長した一因と考えられます。
- 2 稲の収量が30%以上低下したとして農業共済によって被害認定された水田を1筆毎に調べて、被災水田分布図を作成しました。図1は被災水田の一部を示したものです。この図の右側にはクロマツ海岸林が未配備の箇所があり、ここから吹き込んだ潮風によって、海に最も近い水田(汀線から35m)から内陸側(風下側)へ約100m入ったところの水田まで被害を受けました。
- 3 被災水田の分布図をもとに、5.8kmの海岸線に沿って100m毎に防災林と被害の有無を調べ、4分表により独立性の検定をしました(図2)。その結果、防災林が配備されている水田では潮風害が少なく、防災林が配備されていない水田では多い傾向が確認されました。そして、平均樹高が5mと低いクロマツ防災林であっても、胸高断面積合計16m²/haでかつ林帯幅25mあれば潮風害を十分に防除できたことが明らかになりました(写真3)。一方、平均樹高が10m、胸高断面積合計30m²/haのクロマツ防災林であっても林帯幅が2～7mと狭い場合には潮風害を防止できませんでした(写真4)。

成果の活用

引き続き実施されている海岸防災林造成事業に対して、防潮機能を発揮するための林帯幅、林帯の配置等について提言しました。



写真 1 被災直後と1週間後（葉が枯れて黒く変色）



写真 2 水稻の枯死と黒色化

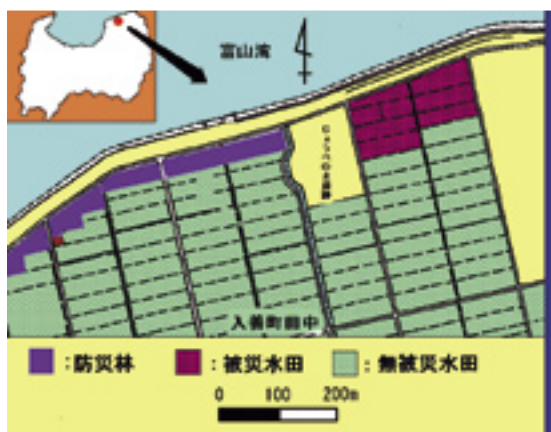


図 1 入善町田中地区におけるクロマツ海岸防災林と被災水田分布図

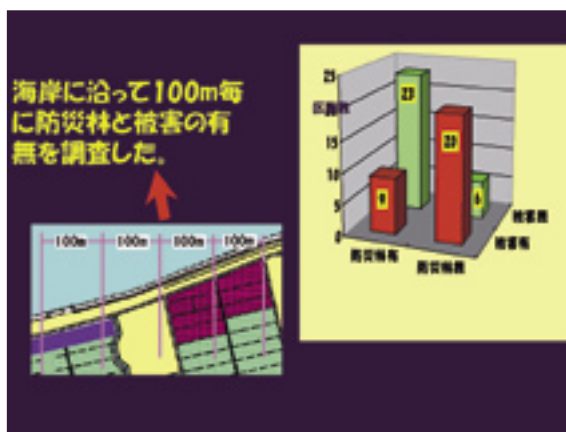


図 2 防災林の有無と水稻潮風害の関係



写真 3 防潮効果を発揮した防災林
（樹高6m、25列）



写真 4 防潮効果が小さかった防災林
（樹高10m、3～7列）

〔問い合わせ先：富山県林業技術センター 林業試験場中山間地域資源課 TEL. 076-483-1511〕

10 殺虫剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害の防除法

山形県森林研究研修センター

齊藤正一・中村人史

研究の背景・ねらい

近年、日本海側各地でミズナラを主とするナラ類集団枯損が継続的に発生しており、終息のめどはたっておりません。枯死被害の拡大は景観だけではなく、林地保全や森林生態系の保全上の問題を起こす可能性もあります。この被害はカシノナガキクイムシ（以下カシナガ）により健全なナラ類の樹幹に大量に病原菌 *Raffaella quercivora*（以下ナラ菌）が持込まれて起ります。この被害を重視した林野庁は被害に関与するカシナガを法定害虫とし、健全な森林育成のために防除の必要性を示されました。当センターでは1999年にナラ類枯死立木にドリルで注入孔をあけ、NCSくん蒸剤を注入する駆除法をいち早く開発しましたが、作業性の悪さ等の短所があり、簡易な防除法の開発要請がありました。そこで、殺虫剤と接着剤を散布するだけの簡単な作業による効果的な防除法を開発しました。

成 果

1 殺虫剤と接着剤を利用した駆除方法

駆除方法は、カシナガの密度が高い枯死木の地上高0～150cmの樹幹に、若干浸透性のあるキクイムシ用殺虫剤（ヤシマ産業製スミバークE10倍液）を散布し、その後接着剤（住友スリーエム製JA7562）を散布するという簡単な方法です（図1、写真1）。

接着剤はカシナガが樹幹内生息時に排出する木屑を樹幹表面で固定します。するとカシナガが生活する孔道の通風が悪くなり、ナラ菌の繁殖が抑制され、ナラ菌と共生関係にあるカシナガの幼虫が死亡しやすくなります。また、孔道内の木屑を排出するため、孔道の出口にきた成虫は殺虫剤と接触して死ぬので、枯死木内のカシナガの幼虫と成虫約80%を殺すことができました（表1）。

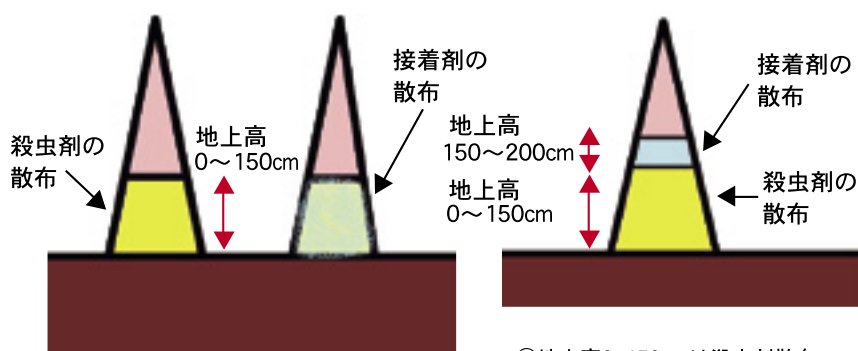
2 殺虫剤と接着剤を利用した予防方法

予防方法は、カシナガがアタックしやすい健全木の地上高0～150cmに、キクイムシ用殺虫剤（ヤシマ産業製スミパイン乳剤50倍液）を噴霧器で散布し、その上部の地上高150～200cmの樹幹に接着剤（住友スリーエム製JA7562）を散布するだけの簡単な方法です（図2、写真2）。

カシナガは通常樹幹下部をアタックするので、下部をアタックした個体は殺虫剤で死亡します。その上部には接着剤が散布してあり、樹幹に足を固定しにくいのを嫌って定着せず、他の木に飛び去るか、下部に飛来します。下部に飛来した個体は死亡しますから、この予防を施した健全木は枯死しないことが多く、枯死率は施用した3年間で10%に抑えられました（表2）。

成果の活用

当センターがこれまでに開発した枯死立木への薬剤注入駆除方法は、作業の煩雑さから急傾斜地での施用は難しいものの殺虫率は90%でした。今回の簡易な散布方式の駆除方法は従来の方法と比較して駆除率が10%ほど低くなりますが作業は簡単です。よって、今回開発した方法は急傾斜地での補完的な手法として活用できるものと考えられます。予防は、毎年施用する必要があることから、公園など足場がよく、ナラ類が消失すると困る場所での活用が見込めます。2004年において、林野庁の補助事業のうち防除技術実証モデル事業で両者の防除法の実施が可能になりました。



①殺虫剤散布 → ②接着剤散布

図 1 駆除方法模式図

①地上高0~150cmは殺虫剤散布
②地上高150~200cmは接着剤散布

図 2 予防方法模式図

表 1 殺虫剤と接着剤による駆除処理のカシナガ殺虫率

地上高 (cm)	殺虫率 (%)		備考
	部位別	累計	
1000	—	78	
500	27	78	
300	50	77	
200	79	75	
160	83	72	
150	89	65	↑
130	90	57	処理 範囲
100	88	51	
80	86	43	
50	87	34	
30	66	18	↓

表 2 殺虫剤と接着剤による予防処理の健全ナラ類の枯死率推移 (2001~2003年)

処理区	供試 本数	枯死本数 (本)				累積枯死率 (%)				
		2001	2002	2003	合計	2001	2002	2003	95%下限	95%上限
殺虫剤+接着剤	60	1	1	3	5	1.7	3.3	8.3	2.8	18.4
殺虫剤	60	4	4	2	10	6.7	13.3	16.7	8.3	28.5
無処理	60	6	12	21	39	10.0	30.0	65.0	51.6	76.9

写真 1 殺虫剤と接着剤による駆除方法



虫屑が樹幹に付き内部が環境悪化してナラ菌が生育できずカシナガが死亡

樹幹に若干浸透する
キクイムシ用
殺虫剤の散布
(スミパーク
E10倍液)



殺虫剤散布後に
水溶性接着剤を
散布 (JA7562)

写真 2 殺虫剤と接着剤による予防方法



地上高0~150cmキ
クイムシ用殺虫剤
の散布 (スミバイ
ン乳剤50倍液)

地上高150~200cm
水溶性接着剤の
散布 (JA7562 50%液)



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

11 カラマツと広葉樹の混交による害虫防除の可能性

北海道立林業試験場 原 秀穂

研究の背景・ねらい

北海道のカラマツ林では葉を食べる害虫（食葉性害虫）がしばしば大発生します。この20年間についてみると、発生面積の年平均値は約1万ヘクタールに達しています。食害により直接カラマツが枯れることは滅多にありませんが、幹に潜る害虫の被害を誘発し、大量枯損につながる場合があります。このため、適切な防除対策が望まれています。食葉性害虫の大発生の一因として、カラマツ林は単一樹種の一斉人工林であるため、害虫の天敵相が貧弱であることが考えられます。一方、カラマツ林には広葉樹が侵入・定着しやすいことが知られています。そこで、カラマツ林における広葉樹の混交と天敵類の働きや多様性との関係を調査し、カラマツと広葉樹の混交により食葉性害虫の被害を軽減できるか検討しました。

成 果

カラマツの食葉性害虫であるマイマイガの蛹をカラマツ単純林（林齢27年、表1参照）、カラマツと広葉樹の混交林（混交率約50%、林齢15年）、広葉樹二次林の林内に7月下旬に2日間置き、天敵類によりどれだけ食べられるかを調査しました（写真1）。マイマイガの蛹を地面に置いた場合、天敵類に食べられた蛹の割合はカラマツ単純林で約20%でしたが、混交林と広葉樹林とでは約70%、幹に取り付けた場合は、カラマツ単純林では0%、混交林と広葉樹林とでは約20%となり、いずれの場合もカラマツ単純林で低く、混交林は広葉樹林と同程度に高い値を示しました（図1）。林床に置いた場合は捕食された蛹の側に小哺乳類の糞がしばしば観察されました。幹に取り付けた蛹ではハサミムシ類やアリ類の捕食が観察されました。このように混交林化することで多様な天敵がマイマイガの蛹を捕食していると考えられました。

そこで、食葉性害虫の天敵類の一つであるオサムシ類（写真2）について、種の多様性とカラマツ林における広葉樹の混交率との関係について調査を行いました。種多様度はカラマツ単純林で最も低く、広葉樹が増えるにつれて急速に高くなりました（図2）。混交率50%では広葉樹林におけるよりも高い値を示しました。

以上のことから、カラマツ林に広葉樹が混交することにより、天敵類の働きや多様性が増加し、その結果食葉性害虫による被害を軽減させられる可能性が示されました。

成果の活用

北海道では単一樹種の人工林を天然林に近い森林へ誘導することを進めています。今回、人工林の混交林化は生物多様性の確保ばかりでなく、害虫防除の面でも有益である可能性を示したことは、混交林化を推進する上で有効な資料として活用できます。

具体的な混交林誘導技術の開発については現在、当試験場で取り組んでいるところです。

表1 調査林分の概況

調査林分	カラマツ 単純林	カラマツ・ 広葉樹混交林	広葉樹 二次林
平均胸高直径*	17.5cm	7.6cm	7.9cm
生立木密度*	1050本/ha	2300本/ha	5000本/ha
主な樹種*	カラマツ	カラマツ シラカンバ ケヤマハンノキ	イタヤカエデ シラカンバ ミズナラ
林床植生被度	25%	65%	40%

* 樹高2m以上の樹木



写真1 カラマツの幹に付けたマイマイガの蛹

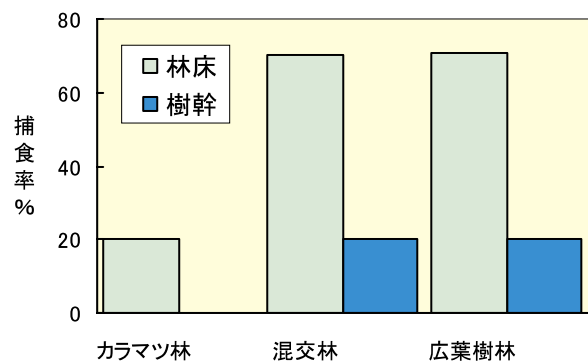


図1 マイマイガ蛹の捕食率の林相による違い



写真2 シャクガの幼虫を食べるヒメクロオサムシ

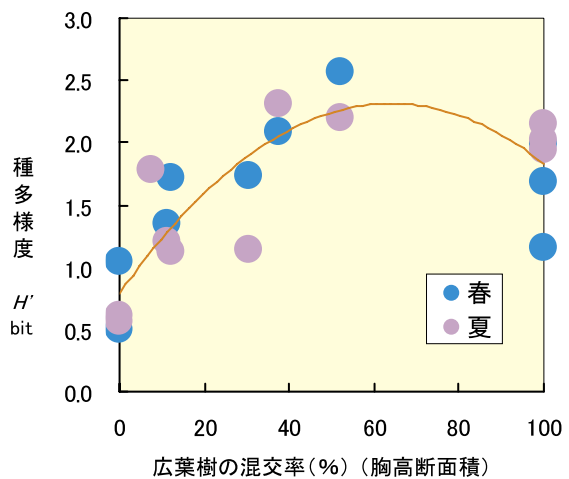


図2 オサムシ科の種多様度と広葉樹の混交率との関係

12 マスダクロホシタマムシに対する天敵防除の検討

静岡県林業技術センター

加藤 徹

研究の背景・ねらい

マスダクロホシタマムシは体長1 cm程度の小型のタマムシの仲間です。成虫の背中は金緑色をして美しいのですが、その姿とは裏腹に、スギやヒノキの生立木を枯らしてしまう、数少ない害虫のひとつです。マスダクロホシタマムシが生立木を枯らすのは、木が衰弱している場合に限られます。道路が造られたり、隣接地が皆伐されたりしたことにより、新たにできた林縁部や、強度の間伐によって、林内環境が大きく変わった場所などでよく枯損被害が発生します。

この害虫はスギの代表的害虫であるスギカミキリ同様、幼虫が幹の内樹皮を食害するのですが、スギカミキリに比べて体がかなり小さいため、ある程度の個体数が食害しない限り、木が枯れることはありません。そのため、天敵による大量発生抑制程度でも枯損被害回避につながる可能性があります。

成 果

春にヒノキ立木の幹の周囲に深さ1 cm程度の傷を3周入れて衰弱させた3本に、マスダクロホシタマムシを発生させました。そして、冬に樹皮を剥いで、天敵の有無について調査しました。その結果、表1に示すように2種類の寄生蜂が寄生していることが分かりました。寄生率は2種併せると53.9%と高頻度でした。

寄生蜂の1種(写真1)はコマユバチ科の*Spathius cf. generosus*という種で、寄主1頭当たり平均2.8頭が寄生していました。この寄生蜂の幼虫は寄主の外側にいる外部寄生であることも分かりました。また、成虫の体長は雌雄とも3.5mmで雌の方が多く羽化しました。

もう1種の寄生蜂(写真2)はカタビロコバチ科の一種(*Eurytoma* sp.)で、こちらは寄主1頭に1頭が寄生する単寄生でした。また、寄生形態は前者と同じく外部寄生でした。成虫の体長は雌は約3.5mmですが、雄は2.7mmほどしかありませんでした。また、羽化した雌雄の性比は1:1でした。

マスダクロホシタマムシはヒノキの幹の上よりも下に多く生息し、寄生蜂の2種による寄生率も下方で高くなりました(図1)。寄生率は*Eurytoma* sp.の方が若干高かったですが、*S. cf. generosus*は多寄生であるため、次世代に羽化する成虫数は*Eurytoma* sp.を上まわると考えられます。

この調査では、同時にヒノキを伐倒したものも用意しましたが、こちらにはヒメスギカミキリとキクイムシ類が多数侵入していました。しかし、これらには*S. cf. generosus*と*Eurytoma* sp.の寄生は確認されませんでした。

成果の活用

マスダクロホシタマムシの被害を防ぐために、農薬の散布などは現実的ではありません。また、小型のこの虫は、大量発生さえしなければ被害が顕著になることはありません。そのため、天敵を増やしてマスダクロホシタマムシの大量発生を抑制することで、被害を回避できる可能性があります。しかし、まだこれらの天敵寄生蜂を有効に活用する手立てはありません。今後は、これらの寄生蜂の生態を詳細に調べ、野外で増やす方法について研究を進めていきたいと思っています。

(注) *Spathius cf. generosus*: cf.はconferの略、比較するという意味であるが、この場合はこの種に極めて近似するが、はっきりと断定できなかったことを示す。

表1 マスダクロホシタマムシの生息数と寄生蜂2種の寄生率

試験木	マスダクロホシタマムシ		<i>Spathius</i> cf. <i>generosus</i>			<i>Eurytoma</i> sp.		両種を併せた寄生率
	健全個体	全個体	個体数	寄主の個体数	寄生率	個体数	寄生率	
A	51	172 (236)	152	52	30.2%	69	40.1%	70.3%
B	142	200 (215)	80	28	14.0%	30	15.0%	29.0%
C	37	127 (241)	102	38	29.9%	52	40.9%	70.9%
計	230	499 (228)	334	118	23.6%	151	30.3%	53.9%

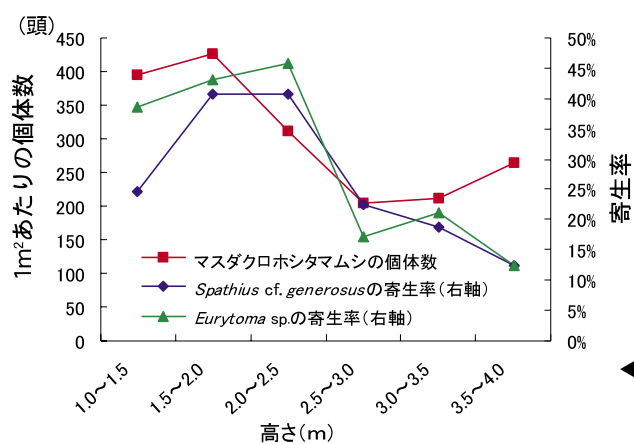
()内はヒノキ樹皮1㎡あたりの個体数。



写真1 *Spathius* cf. *generosus* 成虫（左が雄）とマスダクロホシタマムシ幼虫に外部寄生する幼虫



写真2 *Eurytoma* sp.成虫（左が雄）と幼虫



◀ 図1 ヒノキの部位ごとのマスダクロホシタマムシの個体数と寄生蜂2種の寄生率

[問い合わせ先：静岡県林業技術センター TEL. 053-583-3121]

13 クリ果実の低温高湿度貯蔵によるクリシギゾウムシの駆除と品質向上

京都府林業試験場

小林正秀

研究の背景・ねらい

クリシギゾウムシ（写真1）は、長い口吻を用いてクリ果実内に産卵する害虫です。この虫による産卵痕は小さく、幼虫が果実内部を食い荒らす間は糞を外に排出しないため、産卵を受けた被害果を見分けることができません。そこで、クリ果実を臭化メチルでくん蒸して卵または幼虫を駆除しています。臭化メチルは、農作物への薬害が少なく取り扱いが容易であることなどの優れた性質を持つため、世界各地で農産物や土壌の病害虫駆除用に広く利用されています。ところが、臭化メチルはオゾン層を破壊する物質である可能性が指摘されたため、代替法の開発が進められています。

クリ果実を冷蔵庫を用いて低温貯蔵すればクリシギゾウムシは駆除できるのですが、クリ果実が乾燥するなど品質上の問題があります。このため、氷蔵庫（庫内の湿度を高く維持するために壁面に不凍液を循環させる構造になっている；写真2）を用いて虫の駆除とクリの品質向上を検討しました。

成 果

- 1 氷蔵庫（設定温度：－2℃～6℃）でクリ果実を2～6週間貯蔵し、貯蔵後のクリシギゾウムシ死亡率を調査しました。その結果、－2℃に設定した氷蔵庫で4週間以上貯蔵すれば9割以上が殺虫できることが明らかになりました（図1）。
- 2 クリの食味に及ぼす貯蔵温度の影響を明らかにするため、異なる温度で2週間貯蔵したクリ果実を一定の条件（90℃のお湯で90分間ゆで）で調理し、官能検査（被験者10名、食味8段階）を実施しました。その結果、クリ果実内部の温度（品温）が－3℃以下になると、クリ果実が凍結して食味が低下しました。
- 3 氷蔵庫の設定温度を－2℃に設定すると、氷蔵庫の扉の開閉を頻繁に行った9月上旬～10月中旬でも、クリ果実の品温は0～1℃程度で安定し（図2）、クリ果実を凍結させることなく貯蔵できることが明らかになりました。
- 4 異なる品種のクリ果実を氷蔵庫（設定温度：－2℃）で4ヶ月間貯蔵し、貯蔵中のクリ果実の糖類の含有量を測定しました。その結果、いずれの品種でも、シュクロースは貯蔵1ヶ月目まで増加し、グルコースとフラクトースは貯蔵期間に比例し漸増しました（図3）。これは、クリ果実を低温貯蔵することで、デンプンから糖類への転換反応が起こったためと考えられます。また、凍結しない温度で低温貯蔵したクリ果実は、官能検査でも食味が向上することが明らかになりました。

貯蔵期間が長いほどクリシギゾウムシの殺虫率が向上し、クリ果実の糖類の含有量が増加することが分かりました。このため、氷蔵庫の設定温度は、クリ果実が凍結しない温度である－2℃に設定し、貯蔵期間は、殺虫率が9割以上に達し、シュクロースの含有量も最大値に達する4週間程度が適当と考えられます。

成果の活用

- 1 臭化メチルの代替法として様々な方法が提案されていますが、氷蔵庫による方法は、薬剤を全く用いない安全な方法として注目されています。
- 2 氷蔵庫は、ナスやナシなどの出荷調整に利用されています。クリ価格は出荷時期によって大きく変動するため、氷蔵庫を活用して出荷調整すれば、有利な販売が可能となります。また、食味が増すなど品質向上も図ることができ、地域特産物としてのさらなる振興が期待されます。



写真1 クリシギゾウムシ成虫



写真2 氷蔵庫

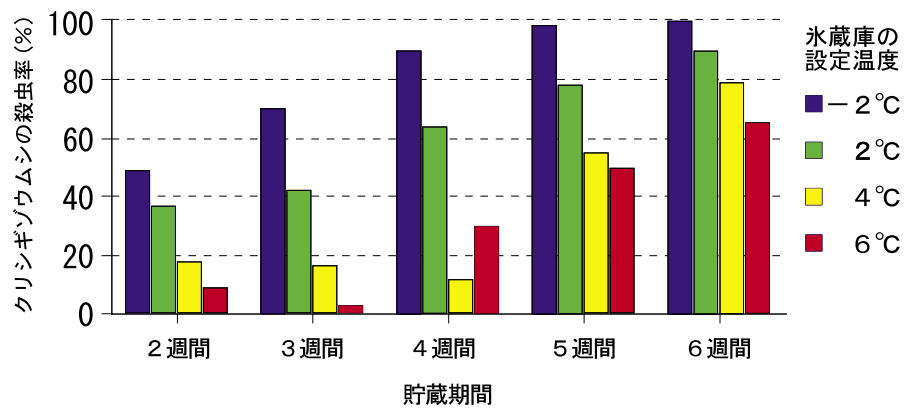


図1 処理別のクリシギゾウムシ殺虫率

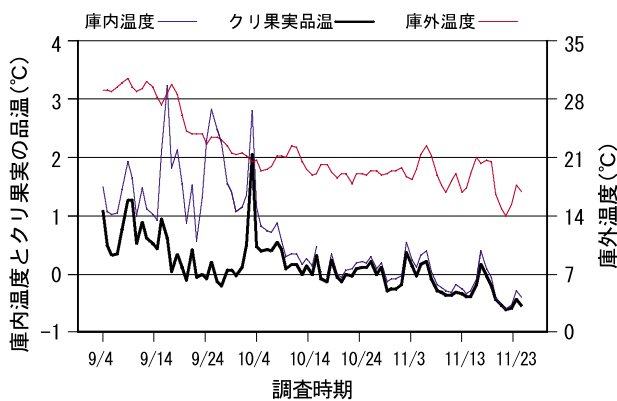


図2 氷蔵庫内外の温度とクリ果実の品温の推移

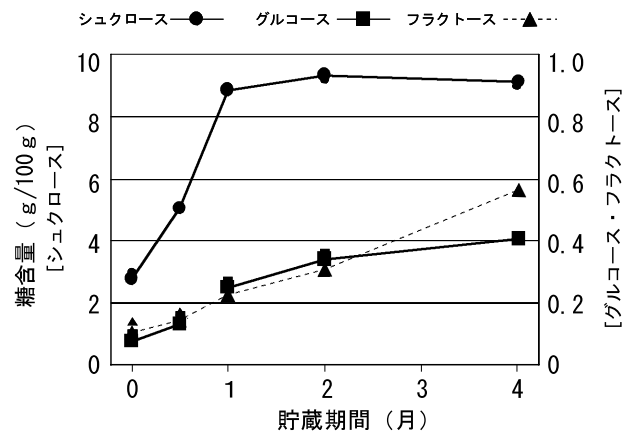


図3 貯蔵中の糖類の含有量の推移（銀寄）

[問い合わせ先：京都府林業試験場 TEL. 0771-84-0365]

14 ケブカトラカミキリの生態と防除に関する研究

鹿児島県林業試験場

佐藤嘉一

研究の背景・ねらい

ケブカトラカミキリ *Hiridictylus comosus* (Matsushita) はケブカトラカミキリ属に属する1属1種のカミキリムシで、四国（南端）、九州（鹿児島県）、種子島、屋久島に分布しています。成虫はイヌマキ生立木に産卵し、ふ化した幼虫は樹皮下を環状に食害し、樹勢の低下や枯死を起こすことから、イヌマキの重要害虫として恐れられています。また、近年では熊本県や宮崎県においても本種の被害が確認されるなど、その分布拡大が懸念されています。本種の防除対策として薬剤散布による防除法が行われていますが、より効率的な防除を実施するために、林分内の被害分布や野外での生態の解明が必要不可欠です。そこで、本種成虫の野外での活動消長、被害木や成虫の林分内における空間分布、移動分散特性について調査を実施しました。

成 果

- 1 成虫には樹幹上を徘徊する習性があることから、県内の2つのイヌマキ人工林において粘着バンドを利用した成虫の捕獲調査を実施しました（表1）。成虫の捕獲は4月中旬から6月にかけてみられ、標高の高い調査地（標高400m）では低地（標高70m）よりも約1ヶ月捕獲消長が遅れたことから、脱出時期や活動時期は気温の影響を受けると考えられました（図1）。立木あたりの捕獲数の分布は集中分布傾向を示し、前年枯死木周辺で多く捕獲されたことから、成虫の移動分散距離は小さいものと考えられました。
- 2 鹿児島市の林分において被害木の空間分布とその相対照度を調査した結果、枯死木や加害を受けた生立木（被害木）は、林縁の道路に近い地点に多く分布していました。枯死木や被害木が分布していた地点の相対照度は、健全木が分布していた地点の相対照度より高くなっていました（図2）。また、室内実験の結果、成虫は雌雄とも歩行、飛翔の両面で正の走光性を示すことが認められました。これらの結果から、本種による林分内の被害の空間分布には、林内の光環境と成虫の正の走光性が密接に関係していると考えられました。
- 3 加世田市において成虫の標識再捕獲調査を実施した結果、特定立木で多く捕獲され集中分布傾向を示しました。再捕獲された成虫の80%以上は放虫木もしくは放虫木から15m以内に留まっていますが（図3）、50m以上移動した個体も確認されました。これらの結果から、本種は特定立木やその周辺に滞留し、林分間移動を行うことは少ないものと考えられました。

成果の活用

本種の生息地域では、市町村や緑化樹業者を対象にケブカトラカミキリ対策会議等が毎年開催されています。これらの会議を通じて本研究によって得られた知見は迅速に普及に移され、緑化樹生産圃場等で活用されています。



写真1 ケブカトラカミキリ成虫（体長11mm）



写真2 イヌマキ樹皮下に残された食害痕

表1 調査林分の概要

調査地	標高 (m)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	林分構造
加世田市	70	15.6	10.2	耕地防風垣
鹿児島市	400	12.0	8.3	一斉林

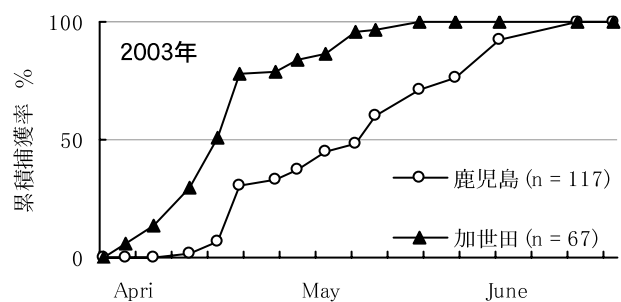


図1 粘着トラップによる成虫の累積捕獲消長

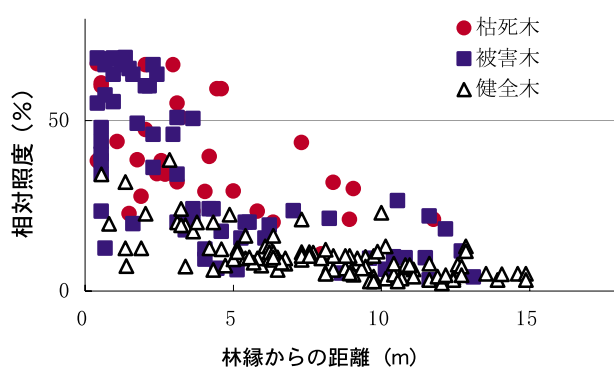


図2 健全木、被害木、枯死木ごとの林縁からの距離と相対照度の関係（鹿児島市）

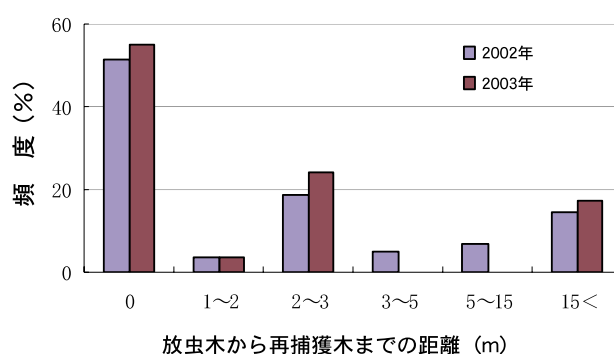


図3 再捕獲された成虫の樹間移動距離の頻度分布（加世田市）

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

15 障害をもつ人たちの森林利用を促進するために

北海道立林業試験場

佐藤孝弘・青柳かつら

研究の背景・ねらい

「バリアフリー」「ユニバーサルデザイン」といった言葉に代表されるように、障害をもつ人々をハード・ソフト両面から支援していこうとする動きが社会生活全般で盛んになっています。これに対して森林地域では、地形条件、自然保護の問題、障害をもつ人々からの要望に関する情報不足などの理由から、これらへの支援が進んでいない状況にあります。そこで、私たちは障害をもつ人々の森林利用を促進するために必要な問題点を明らかにすることを目的に、アンケート調査や森林での現地調査などにより必要な情報収集を行いました。

成 果

森林利用への要望を知るために、障害をもつ人々の施設でアンケート調査を行いました。森林での活動は、遠足などの行事と散歩などの日常活動に分けられ（図1）、その効用として「楽しさ」「ストレス発散」「情緒安定」への期待が高い結果でした。また、森林公園には、トイレの数や園内の往来のしやすさを求める回答が多く（図2）、森林利用を急ぐための施設のバリアフリー化、森林体験活動のプログラムづくりやボランティア設置、福祉関係者と森林林業関係者との交流を求める意見が多く寄せられました（図3）。このように障害をもつ人々の森林利用への関心は高いといえますが、こうした人々を迎え入れる森林の状況はどうなっているのでしょうか？

そこで私たちは、道内の森林公園（道民の森：石狩管内当別町）、羊蹄青少年の森（後志管内真狩村）を対象に、アンケート調査による「障害をもつ人々への配慮が必要な区域」のゾーニングと該当区域内の便益施設（トイレなど）、広場、散策路、管理道の評価（評価基準：森林総合利用施設におけるユニバーサルデザインガイドライン 林野庁1999）とグループ化を試みました。

その結果、区域内の便益施設、広場などは5つのグループに分類され、この中には、縦断勾配が大きい、幅員が小さいといった理由から「障害をもつ人々の利用に困難が予想されるグループ」が含まれていました（表1）。また、現地での各グループの分布状況から、利用に困難が予想される箇所（G4、G5）のために路網が分断され、健常者なら全域について往来が可能でも、障害をもつ人々にはそれが困難になる可能性があることが示されました（図4）。ここで示されたG4、G5のような場所は、例えば、キャンプ施設や広場などから森林へ至る散策路など、森林とのふれあいに大切な役割を持つため、今後は、こうした場所に関する実態把握や情報提供、改善への取り組みが急がれます。

成果の活用

北海道では新たな森林活用の方途として、障害をもつ人々のための森林づくりや森林体験活動の推進に取り組んでいるところです。これを背景に、この研究で得られた成果は障害をもつ人々のための森林・施設整備や森林体験活動の企画立案のための資料として活用されています。また、この研究から「森林体験活動のためのプログラム」の必要性が高いことがわかりましたので研究成果を発展させるために、現在、障害をもつ人々のための森林活用プログラムの開発に関する研究を進めています。

森林でどのような活動をしていますか？
(複数回答 回答上位 %)

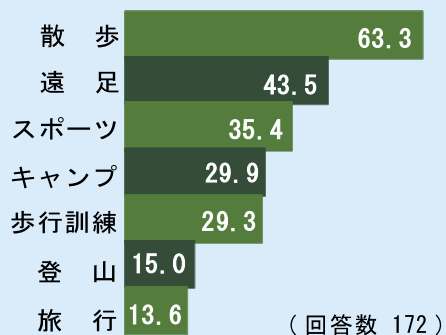


図1 森林で実施している活動

森林公園に求められる配慮は？
(複数回答・回答上位 %)

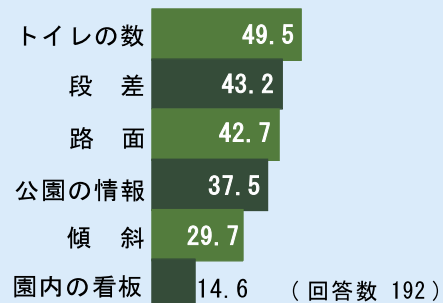


図2 森林公園への配慮要望事項

森林利用の支援に急がれることは？
(複数回答・回答上位 %)

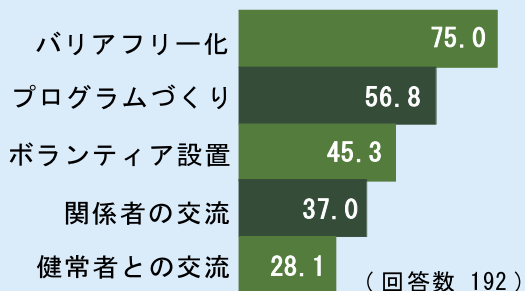


図3 森林利用支援に急がれる事柄

表1 散策路群の分類結果

グループ	施設種	路面	幅員	縦断勾配
G 1	便益施設管理道	舗装	広	緩
G 2	散策路	土	広～やや広	緩～やや急
G 3	広場	芝生	広	緩～やや急
G 4	散策路管理道	土・舗装木道	広～狭	急
G 5	散策路	階段	狭	急

利用が可能なグループ

利用に困難が予想されるグループ

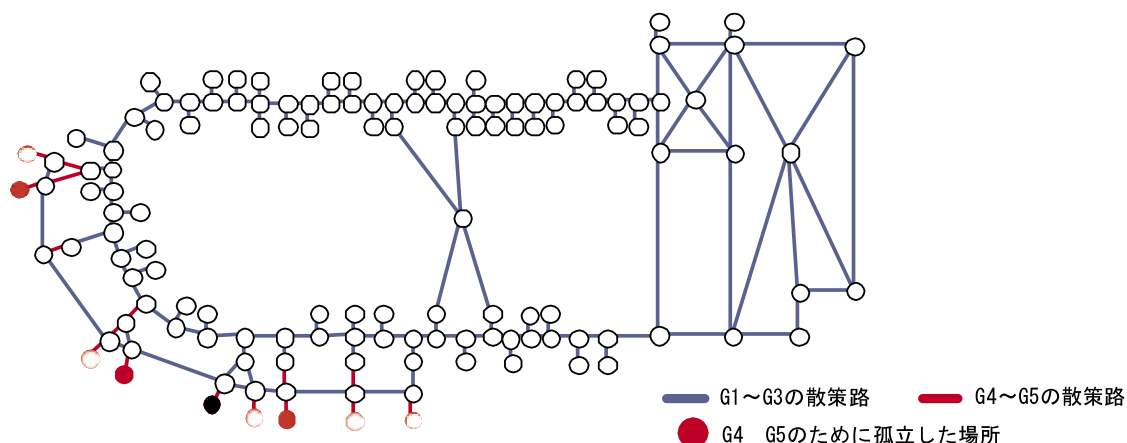


図4 散策路の分布状況の例

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

16 メタン・亜酸化窒素の吸排出量と施業影響の評価

長野県林業総合センター

小山泰弘

研究の背景・ねらい

温室効果ガスの排出削減をめざした「気候変動枠組み条約」および「京都議定書」が策定され、温室効果ガスとして二酸化炭素(CO_2)、メタン(CH_4)、亜酸化窒素(N_2O)、 HFC 、 PFC 、6フッ化硫黄の6種類が定められました。ここでは、森林における計測実績の少ないメタン及び亜酸化窒素の吸収・排出量のデータ蓄積と、間伐がこれらのガスの吸排出に与える影響を明らかにすることを目的として調査を行いました。なお本研究は、「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、(独)森林総合研究所が中核機関となって、6大学9道県林業関係試験研究機関が参画し、北海道から沖縄までの49地点で同一手法により調査を行っています。

成 果

平成14年9月から平成16年4月まで、積雪期間を除いて、長野県塩尻市片丘にある長野県林業総合センター内の50年生アカマツ二次林内2カ所に隣接した観測地を設け(写真1)、月1回地表面における温室効果ガス(メタン及び亜酸化窒素)の吸排出量を測定しました(写真2)。

その結果、メタンガスは森林土壌に吸収されることがわかりました。メタンは年間を通じて吸収されており、測定期間中のメタン吸排出量は $-3.30 \sim -5.72 \text{mgC/m}^2/\text{日}$ (マイナスは吸収)となっていました(図1)。一方の亜酸化窒素については、排出量が $-0.01 \sim 0.08 \text{mgN/m}^2/\text{day}$ と測定されましたが(図2)、測定限界に近くほとんど吸排出されていないと判断できました。なお、全国各地の調査結果を見ても、メタンはほとんどの森林土壌で吸収源となっていました。

観測期間の中期にあたる平成15年9月に本数間伐率40%の間伐を行い、森林施業による吸排出量の変動を検討しましたが、間伐直後の吸排出量には大きな差は認められませんでした。このことから、間伐による施業の影響はほとんど無いと判断しています。

成果の活用

今回の成果は、地球温暖化防止に関する重要な資料として、当所の機関誌及び林業関係者向けの機関誌等で広く普及啓発を行いながら情報提供を進めています。

なお、本研究の中核機関である森林総合研究所が、本課題の研究成果を紹介するホームページを作成しており、全国各地での観測結果などが広く活用出来る体制となっています。

URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/soilc/MAIN.htm>



写真1 観測地全景



写真2 観測風景

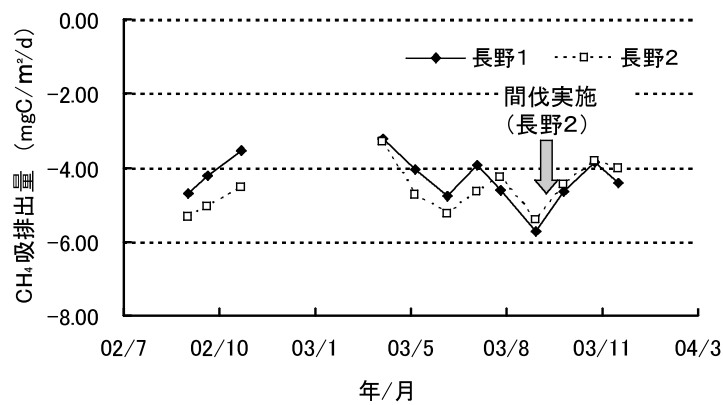


図1 メタンガス吸排出量の年変動

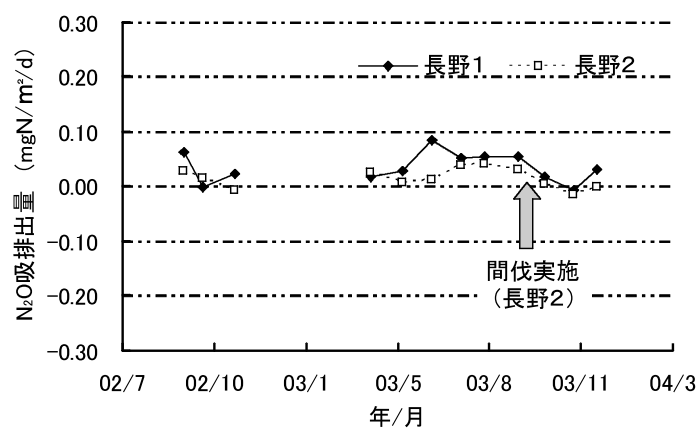


図2 亜酸化窒素ガス吸排出量の年変動

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

17 ブナ二次林に対する間伐の効果と施業指針

秋田県森林技術センター

和田 覚・澤田智志

元秋田県林業技術センター

石田秀雄

研究の背景・ねらい

ブナ林は戦時中の大量伐採や戦後1950年代まで盛んに行われた薪炭林施業、さらに高度経済成長期に進められたスギ等の拡大造林によって、その資源を急速に失いました。その結果、近年に至っては、環境意識の高まりから、残されたブナ林を保護地域に指定するなど、ブナ林の伐採に対する制約も大きくなってきています。その一方で、ブナ材は依然として建築材や家具材、合板用材等としての需要があり、また曲木家具や漆器など地場産業振興の面でもなくてはならない価値を有しています。こうしたブナ材を、将来的にわたって持続的に供給していくための資源として、秋田県では旧薪炭林等から再生したブナ二次林に着目しました。しかし、二次林のブナは一般に過密な状況にあり形質の悪い小径木が多いことから、ブナ二次林に対する間伐の効果を検証し、有用な用材林へ誘導するための施業指針を作成することをねらいとしました。

成 果

1980年、秋田県田沢湖町駒ヶ岳山麓のブナ二次林（平均直径15.1cm、平均樹高12.4m、立木密度1,647本/ha）に、強度間伐区（1980年、85年の2回の間伐で350本/haに本数を調整）、中庸度間伐区（同じく435本/haに調整）、弱度間伐区（同じく600本/haに調整）、無施業区（対照区で85年時1,543本/ha成立）の4つの間伐試験区を設定しました。1980年には生育や樹型の悪い木を対象とした下層間伐を、1985年には立木配置の調整と主伐期まで残したい将来有望な木（以下、主伐候補木とします）の生育を阻害する木を対象に上層間伐を実施し、その後、20年近くにわたり調査を継続してきました（写真1）。

その結果、間伐区では無施業区に比較して次のような効果が見られました。①枯死木発生の抑制効果：間伐区では枯死木の発生が大きく抑制されました（図1）。②直径成長の促進効果ならびに立木サイズの均一化効果：直径がより太くて均一な林に誘導できました。③成長量の増大：特に主伐候補木の成長量が増大し、単位面積あたりの間伐材を含む材積生長量が増大しました（図2）。

この試験地では平均樹高およそ12m前後の頃に初回間伐が実施されました。この頃になると、個々の林木の生育に優劣が生じ、将来的に仕立てていく主伐候補木が見極めやすくなります。間伐の対象は、この主伐候補木の生育を阻害する個体を中心に、立木配置を考慮しながら行います。また、主伐候補木の生育阻害となっていなくても、樹冠が小さく葉量の少ない個体はいずれ枯死する確率が高いため、立木配置に問題が無ければ間伐対象とし、きのこ原木等への利用が望まれます。ナラ類など広葉樹林の間伐でしばしば問題となる幹からの後生枝の発生は、ブナ林ではあまり見られませんでした。各試験区別で間伐の効果を比較した結果、中庸度仕立ての間伐が最も効果的でした。これらの成果をもとに、上層木平均樹高に応じた立木本数の目安を表1に示しました。

成果の活用

ブナ二次林を用材林へ誘導するための間伐指針として活用が期待されます。秋田県では、今後、広葉樹林の利用目的に応じた多様な施業の方法を検討していく予定です。なお、この試験地一帯では、試験の成果が波及し間伐施業が広く行われるようになりました。観光地であることも相まって、試験地は展示林として普及の一翼を担っています。



写真1 ブナ二次林間伐試験地（左図：1980年設定前、中図：間伐直後、右図：2000年現在）

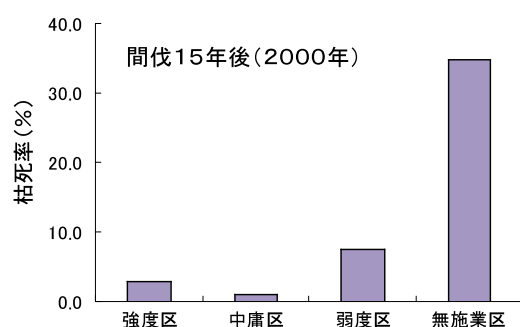


図1 間伐後15年間の本数枯死率

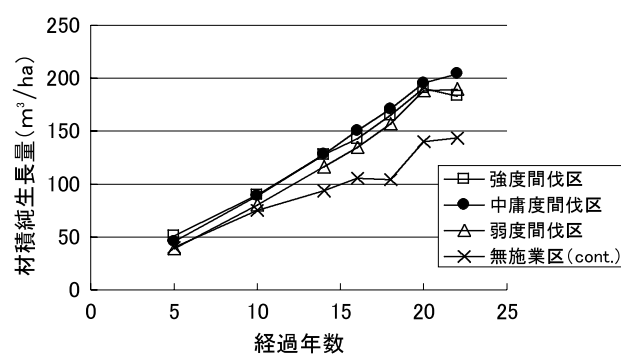


図2 材積成長量（間伐材積含む）の推移

表1 ブナ二次林本数管理指針

上層木平均樹高(m)	疎仕立(本/ha)	中庸度仕立(本/ha)	密仕立(本/ha)
10	1,293	1,910	2,976
11	1,041	1,538	2,396
12	854	1,262	1,966
13	712	1,052	1,639
14	602	889	1,385
15	514	760	1,184
16	444	656	1,022
17	387	572	891
18	340	502	782
19	301	444	692
20	268	395	616

[問い合わせ先：秋田県森林技術センター 森林環境部 TEL. 018-882-4511]

18 強度枝打ちされたヒノキの枯死メカニズム

奈良県森林技術センター

上田正文・和口美明

研究の背景・ねらい

枝打ちは、表面に節が現れない柱や板を生産するなどのために必要な作業で、枝を幹から切断除去することをいいます。近年の林業労働者の減少と高齢化のため、適正な枝打ち実施樹齢を過ぎて枝が太くなった木に、一度に多くの枝を枝打ちする、いわゆる「強度の枝打ち」をおこなう傾向にあります。しかし、強度の枝打ちをヒノキにおこなうと、その後降雨が少ない日が続いた場合、ヒノキが枯死することがあります。正しく枝打ちをおこなうための正確な知識を得るために、強度の枝打ち後にヒノキが枯死するメカニズムを幹直径の変化を調べ、考察しました。

成 果

当センターでは、ひずみゲージというセンサーを幹に貼り、幹直径の変化を測定する方法を考案しました（写真1）。樹木の幹の直径は、夜に太くなり、昼間に細くなります。この幹直径の変化は、樹木の水分状態に係り生じることがわかりました（図1）。樹木は、光合成をおこないます。その際に葉から水を蒸発（蒸散）させます。蒸散に必要な水は、土壌から根を通して吸収され、幹内部を流れて、葉に供給されます。しかし、蒸散に対して水の供給には遅れがあります。この遅れが原因で、幹直径は変化します。

枝打ちすると幹を流れる水の経路に変化が生じることが明らかになりました。枝打ちをおこなったヒノキ（奈良県室生村、23年生、胸高直径16.5cm、樹高11.3m）の幹にドリルで穴をあけ、その穴から赤い染料を注入し、幹内部の通水部を調べました。通常、水は幹の横断面のうち、中心部を除いた周辺部分を流れます（写真2a 赤色部分）。一方、枝打ちすると、水の流れない部分ができます（写真2b 矢印）。狭い範囲に着生する複数の太枝を枝打ちすると、通水部が著しく減少します（写真2c）。

通水部が著しく減少したヒノキの幹直径の変化は、雨が降らない期間が長くなると急激に減少し、最後には日変化を示さなくなります（図2）。この状態は、ヒノキが光合成を正常におこなっていないことを示します。強度枝打ちにより通水部が著しく減少したヒノキは、葉への水の供給能が低下していると考えられます。そのため、雨が降らない日が続き土壌の乾燥が進むと、通常のヒノキと比較して水分供給量が急激に減少するため、幹直径は急激に減少し、最後には日変化を示さなくなると考えられます。

したがって、強度枝打ちによりヒノキが枯死するメカニズムとして、強度枝打ち→幹内部の通水部減少→葉への水分供給能低下→雨不足（土壌の乾燥）→葉への水分供給量減少→光合成低下→枯死という因果関係が考えられます。

成果の活用

枝打ち適期を過ぎたヒノキを枝打ちする際は、降水量や地形など水分環境に注意を払い、幹の通水機能が著しく損なわれない強度にする必要があります。幹直径の変化を測定することにより、樹木の水分生理状態を容易に知ることができるので、本研究で開発したセンサーの利用法は、樹木の健康診断に応用できる可能性があります。また、樹木と他の生物との共生関係、森林水文・気象現象の把握、さらには、野菜・果樹等の水分管理にも応用できると考えられます。



写真1 幹直径の変化の測定法

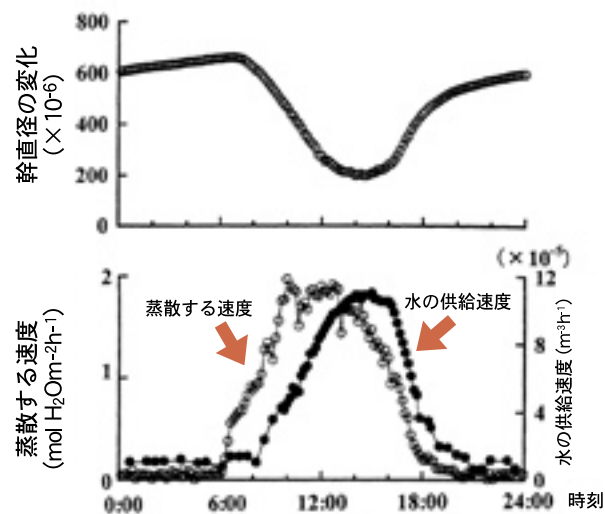


図1 幹直径の変化と蒸散および水の供給速度の関係

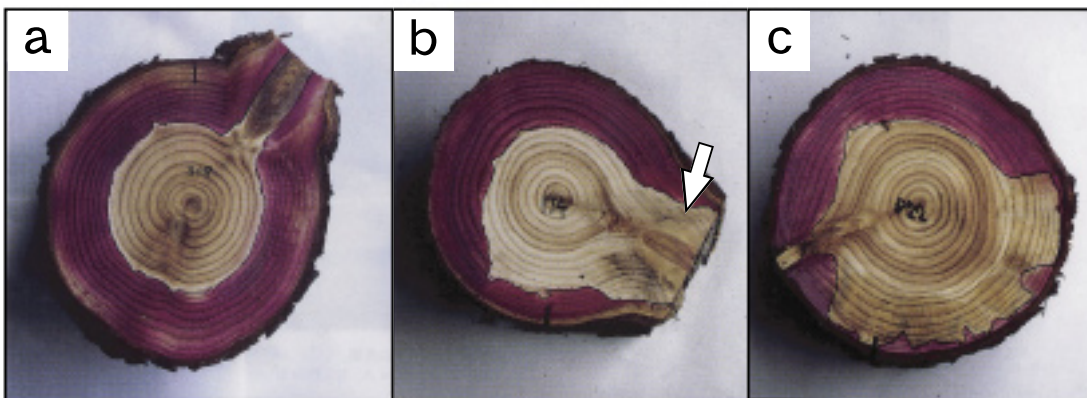


写真2 枝打ちによって生じる幹横断面における通水部の減少
aは写真撮影時に枝を除去しました。

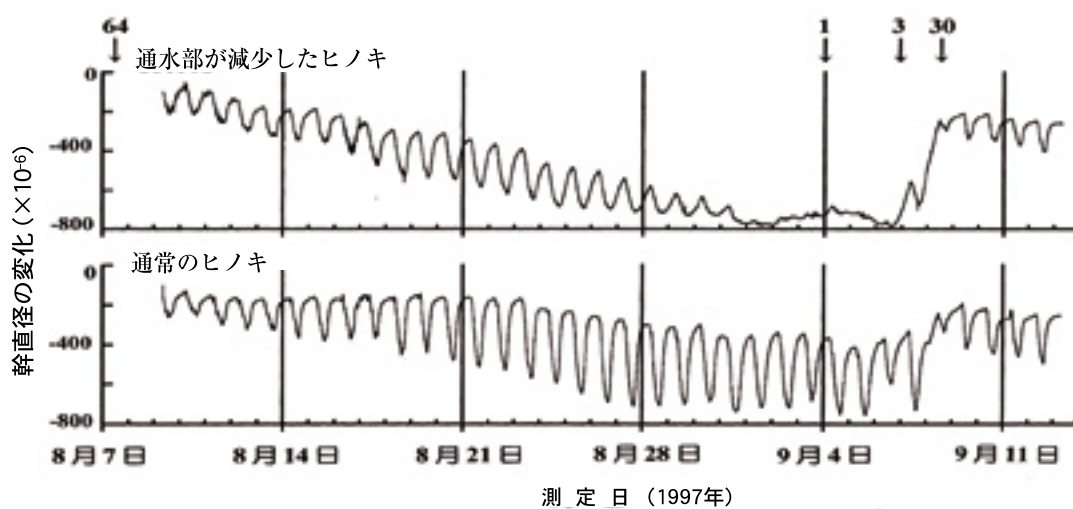


図2 通水部が減少したヒノキの小雨乾燥期間における幹直径の変化の推移
矢印は降雨のあった日時、数字は降水量を示します。

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

19 高齢スギ人工林の成長と長伐期施業に対応した 収穫予想表の作成

岩手県林業技術センター
岩手県農林水産部林業振興課

木戸口佐織
栗野義之

研究の背景・ねらい

岩手県内におけるスギ人工林の伐採時の林齢は、高齢化傾向にあります。また、森林の公益的機能の維持増進という観点からも、長伐期施業への転換が重要な課題となっています。そのため、岩手県におけるスギ高齢林分の実態調査や樹幹解析等により、高齢林の成長量を明らかにし、高齢林に対する従来の収穫予想システムの適用を検証するとともに、長伐期施業に対応したスギ人工林の収穫予想表の作成をねらいとしました。

成 果

- 1 県内の75年生以上のスギ高齢林41林分で、成長量調査、立地環境調査、病虫害の被災状況調査、下層植生調査を行い、そのうちの10林分において、標準木1本を選び樹幹解析を実施しました(写真1、2)。樹幹解析木の樹高の成長経過と、林齢を80年まで延長した岩手県民有林の地位別(地位級1～3)の樹高成長曲線(地位指数曲線を簡略化したもの)を比較した結果、どの樹幹解析木においても50年生以降も成長量は低下せず、延長した地位別の樹高成長曲線と同様の成長経過を示しており、伐期を延長しても現行の地位別の樹高成長曲線が使用可能であることが分かりました(図1)。
- 2 樹幹解析木10本の樹齢50年以降の成長期間において、樹齢と単木平均材積について回帰分析を行った結果、単木の平均材積成長式として、 $y=1.9983\ln(x)-6.9736$ (x : 樹齢、 y : 推定単木平均材積)を得ました(図2)。また、この回帰式を用いて推定単木平均材積の50年生時の値を100として、以後5年ごとの比を求めた結果、長伐期化することで、樹齢70年で167、80年で197、90年で223へ材積増加が期待できることが分かりました。
- 3 毎木調査を実施した高齢林41林分の実測値と、現行の林分密度管理図からの推定値を用いて適合誤差率を計算した結果、材積で85.4%、胸高直径で97.6%の林分が誤差率20%以下に含まれており、岩手県では現行の密度管理図が高齢林にも適応可能であることが分かりました。
- 4 実態調査の結果から、県内のスギ高齢林分のほとんどが地位1・2等地に分布し、収量比数(R_y) 0.69以下の疎仕立て林分であることが分かり、樹幹解析の結果から、適地では100年までは長伐期化が十分可能であることが分かりました。そこで、長伐期林の適地を1・2等地、目標林型を伐期齢100年、疎仕立て($R_y=0.60$)とし、現況林の地位、植栽密度別の林分収穫表を作成しました(表1)。

成果の活用

普及指導に活用するため、今回の調査結果をまとめて「林業新技術解説シリーズ」として発行しました。今後は、今回の調査データと既存の調査データ、現在調査中のデータを活用し、行政担当課と調整のうえ、高齢林分に対応した地位別の樹高成長曲線、林分収穫表の作成を目指します。



写真1 高齢林毎木調査

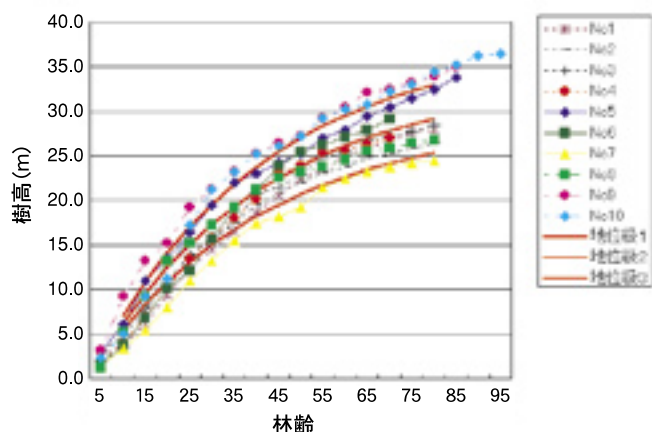


図1 樹幹解析木における樹高の成長経過



写真2 樹幹解析円板

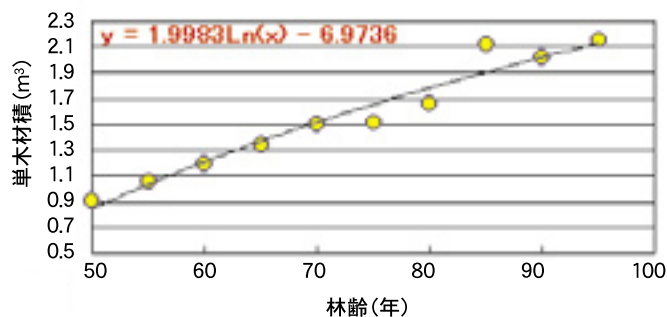


図2 林齢と単木材積

表1 岩手県民有林スギ林分収穫表の一部

(植栽密度中庸の林分を疎仕立てに誘導する場合の50年生以降を示す)

地位1等地(中庸→疎仕立)

林齢 (年)	区分	平均樹高 (m)	平均直径 (cm)	本数 (本/ha)	材積 (m³/ha)	収量比数 (Ry)	本数間伐率 (%)	材積間伐率 (%)
50		27.0	32.7	661	778.8	0.70		
55		28.3	33.7	661	860.8	0.73		
60	間伐前	29.5	37.6	661	941.9	0.75		
	間伐後		37.5	187	155.5		28.3	16.5
				474	786.4	0.63		
65		30.5	38.4	474	848.1	0.65		
70		31.4	39.1	474	905.5	0.66		
75		32.2	39.7	474	957.9	0.68		
80	間伐前	32.9	40.3	474	1004.8	0.69		
	間伐後		43.5	134	177.1		28.3	17.6
				340	827.8	0.57		
85		33.5	44.0	340	863.3	0.58		
90		34.0	44.5	340	893.6	0.59		
95		34.5	44.6	340	924.3	0.59		
100		34.9	45.4	340	958.9	0.60		

[問い合わせ先：岩手県林業技術センター 森林資源部 TEL. 019-697-1536]

20 長伐期施業に対応するスギ育林体系の作成

鹿児島県林業試験場

長濱孝行

研究の背景・ねらい

国産材価格の長期低迷等、森林・林業を取り巻く社会情勢の悪化を背景に、森林施業は全国的に従来の短伐期施業から長伐期施業へと移行しています。現在、当県のスギ人工林管理指針は、既存の林分密度管理図（林野庁、1980）や収穫表（林野庁・熊本営林局、1965）を適用していますが、当県においても人工林の高齢化が進むに連れて林分密度管理図の適合度の低下、収穫予想表構成数値の過小評価等が問われてきました。そこで、増加傾向にある長伐期対象林分を適切な林分へ誘導するために、高齢林分データを含めた本県独自の林分密度管理図及び収穫予想表を調製し、これらを用いて長伐期施業に対応した育林管理の新指針を提示しました。なお、本研究は林野庁の補助金研究事業「長期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発（研究期間：平成11年度～15年度）」により実施しました。

成 果

1 林分密度管理図の調製

対象地域は離島を除く県内一円とし、林齢5～108年生にわたる計653点の林分調査データを用いました。平均直径、平均上層樹高、ha当たり本数などの関係から異常データを棄却した後、最終的に646点のデータを用いて林分密度管理図作成に必要な諸関係式を算出しました。また、今回は従来まで全国的に統一されていた最多密度線の傾きも修正しました（図1、2）。

各調査データのha当たり幹材積の実測値（V）と本図により推定されるha当たり幹材積の推定値（V）の誤差率は許容範囲として認められる20%以内にあり、ha当たり幹材積及び平均直径における精度は従来版に比べて向上し、それぞれ、17.30%→16.96%、10.23%→9.65%と誤差率が小さくなりました。

2 収穫予想表の作成

林齢に対する上層樹高の関係を数種の成長関数に当てはめ、決定係数の最も高かったRichards成長関数を採用して平均的な樹高成長曲線を作成しました。次に地位をⅠ～Ⅲ等地の3区分に設定し、採用した曲線式を地位Ⅱ等地の中心線とし、齢階別の標準偏差を用いてⅠ等地とⅢ等地の樹高成長曲線を決定しました（図3）。林齢に対するha当たり本数の推移については、密度管理図の収量比数 R_y を用いることとし（中庸仕立とされる $R_y=0.7$ に設定）、各地位ごとに林齢に対応する上層樹高、ha当たり本数および林分密度管理図を構成する諸関係式を用いて収穫予想表の構成数値を決定しました。この結果、従来の収穫予想表の構成数値が過小評価であることを裏付けることができました（図4、5）。

3 育林体系図の作成

これらの成果をリンクさせ、地位別に図のようなスギ長伐期林の標準的な管理モデル（育林体系図）を作成しました（図6）。これにより、県内の長伐期林管理モデルと現実林分の林分構造の違いが数値的に把握可能となることから、標準的な長伐期林管理に誘導するための長期的な施業計画を立てることを可能にします。また、本図は収量比数0.7を基準にしていますが、森林所有者等の育林経営方針に対応した収量比数の変更が可能です。

成果の活用

行政主催の「長伐期林施業検討会」の報告書に本研究成果を掲載し、林業普及現場における活用を促進します。もう一つの主要造林樹種であるヒノキについても同様の解析を進めており、平成18年度には本研究成果を森林簿データの構成数値へ反映させ、蓄積精度等を向上させていきます。

このほか、パソコン上で簡易に操作できるシステム収穫表を作成していきます。

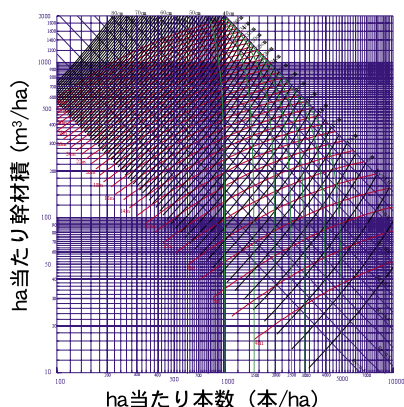


図1 調整した林分密度管理図

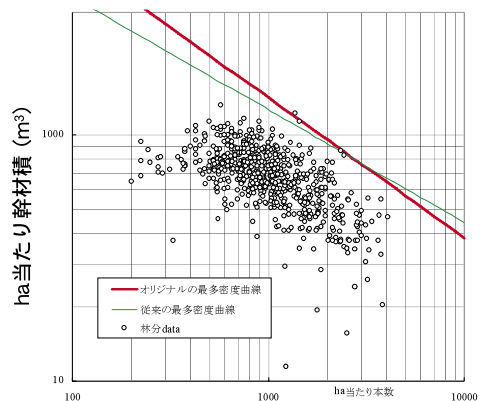


図2 従来版と改訂版の最多密度線の比較

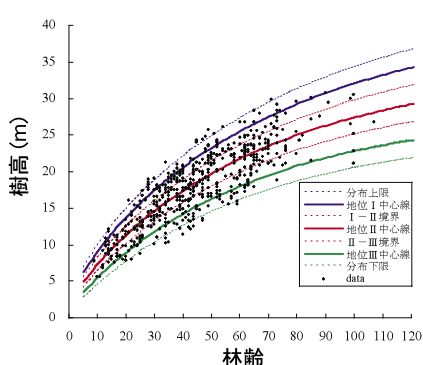


図3 調整した地位別の樹高成長曲線

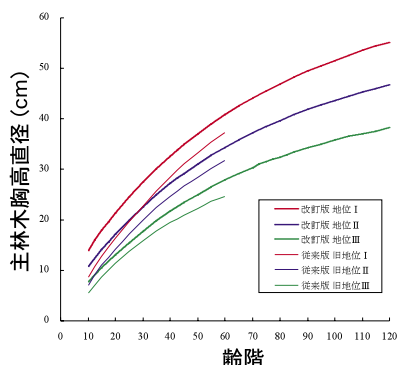


図4 従来版と改訂版の平均直径の比較

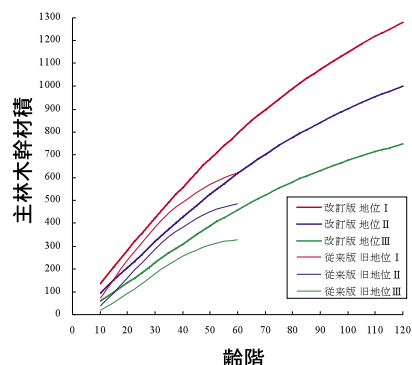


図5 従来版と改訂版の幹材積の比較

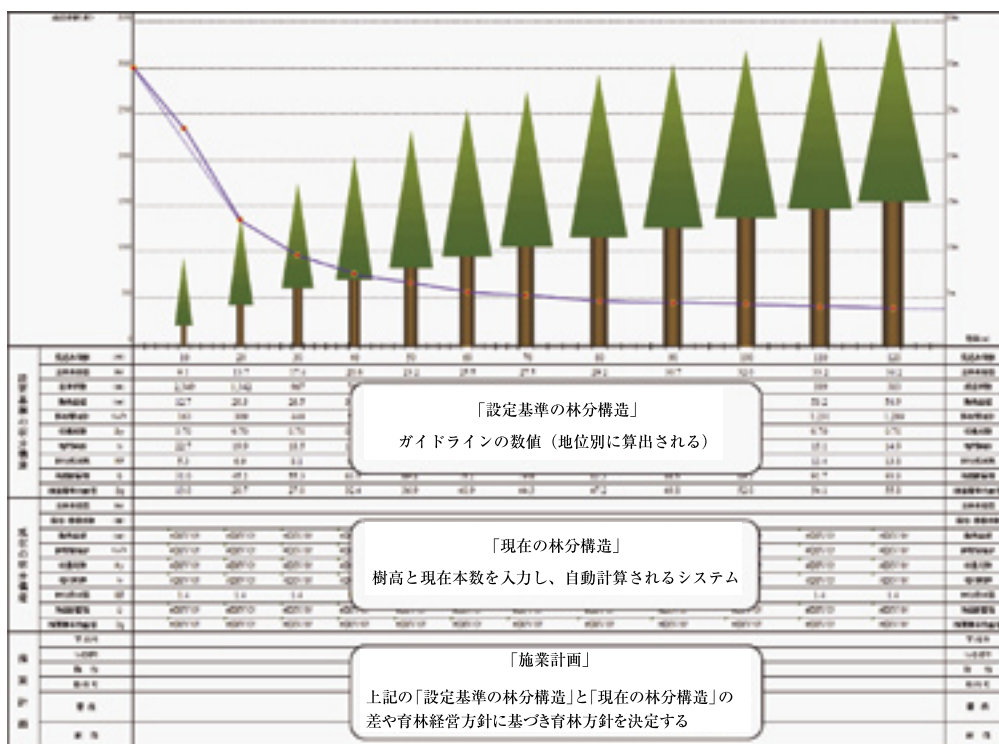


図6 鹿児島県スギ人工林長伐期育林体系図（地位Ⅰ等地）

【問い合わせ先：鹿児島県林業試験場 育林部 TEL. 0995-52-0074】

21 松くい虫被害跡地の広葉樹林への誘導技術の確立

鳥取県林業試験場

矢部 浩・前田雄一

研究の背景・ねらい

里山林を代表するマツ林は松くい虫被害により多くが破壊され、その後も放置されるケースが目立ちます。マツが枯れた跡地は裸地化することなく緑に覆われていますが（写真1）、多くは乾性土壌の生産性の低い土地で、中にはササなどが繁茂して森林とは呼べない状態のものも存在します（写真2）。

松くい虫被害跡地の森林復旧を的確に行うためには、現在の森林状況を把握したうえで、どのような森林に移行していくかを予想し、それに応じた取り扱いを考えることが重要です。本研究では被害跡地に出現する樹種、本数、サイズ等を調査することにより、鳥取県における被害跡地の現状を明らかにし、速やかな森林の再生を図るための方法を検討しました。

成 果

鳥取県内の松くい虫被害地58林分について実態調査を行いました。その結果、被害跡地は裸地化することなく、マツ林から他の広葉樹林への植生遷移が進んでいました。調査地を被害程度により4区分して、出現した樹木の構成をみると、いずれの被害区分でも更新樹種の多くはヒサカキなど中低木性の樹種で占められており（表1）、森林の上層樹冠を構成するコナラなどの高木性樹種の本数は少ないものでした。また、全滅区を除く調査地では高木層・亜高木層にマツが残存していましたが、今後も松くい虫被害は続くことが予想され、生き残ったマツは最終的に枯死していくものと思われます。

森林の再生を図るための目安として、ある一定高さ以上の有用広葉樹の立木本数が1haあたり1,000本以上必要とされていますが、この条件を満たす林分は全調査地のうち3%しかありませんでした。稚樹からの更新成功の目安としては1haあたりの更新稚樹数が3,000本必要とされていますが、これを超える林分は全体の28%でした。また、林床がネザサ等で覆われた林分では、低木が優占する林分と比べて高木性樹種の立木本数及び更新稚樹数が非常に少なく（図1・図2）、ササ等が枯死するまでは高木性樹種の新たな侵入は困難であると思われます。早期の森林再生が必要な場合はササ等を刈り払った後、植栽する必要があります。ササがそれほど多くなくても、成長途上の高木性樹種は、多くの林分で中低木性樹種と競争状態にありました。このような林分を早急に高木性樹種を中心とした林に誘導するには、中低木性樹種の除伐等の作業が必要です。

成果の活用

平成14年度に当場の発行する情報誌「研究情報」に、松くい虫被害跡地の実態に関する情報を掲載して森林組合など県内の森林・林業関係者への普及を図りました。

今後は速やかな森林再生を図る方法について、植栽を含めて検討するため、被害跡地に適した造林樹種の選定、造成方法を検討していく予定です。



写真1 回復途中の被害跡地



写真2 ササの繁茂により回復の遅れている被害跡地

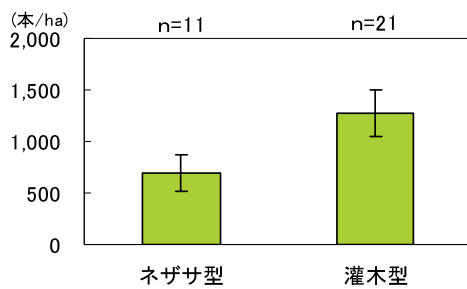


図1 ササ等の有無による高木性樹種の平均立木本数の違い

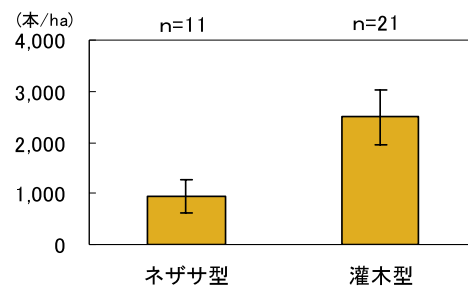


図2 ササ等の有無による稚樹の平均立木本数の違い

表1 被害度別の群落階層毎の主要出現種と出現頻度

区分		微 害				中 害				激 害				全 滅			
調査プロット数		15				11				6				26			
階 層	種 名	C	D			種 名	C	D		種 名	C	D		種 名	C	D	
高 木 層	アカマツ	V	4,351			アカマツ	IV	1,251		アカマツ	IV	587		アカガシ	I	240	
	コナラ	I	117			クロマツ	I	1		クヌギ	I	83		シラカシ	I	240	
										スダジイ	I	83		ヤマザクラ	I	144	
										ゴンズイ	I	2		リョウブ	I	144	
亜高木層														クロキ	I	67	
	アカマツ	III	37			アカマツ	III	50		コナラ	III	585		ソヨゴ	II	204	
	ソヨゴ	II	451			ソヨゴ	II	1,182		コナラ	III	377		コナラ	I	165	
	コナラ	II	235			コナラ	II	636		ネジキ	II	293		クロキ	I	155	
	ヤマザクラ	II	68			ヤマザクラ	II	502		ヤマザクラ	II	3		ウリカエデ	I	145	
	リョウブ	I	533			ネジキ	II	477		タカノツメ	I	625		ホオノキ	I	144	
低 木 層	ヤマウルシ	V	107			ヒサカキ	V	2,024		ヒサカキ	V	4,583		ヒサカキ	V	1,878	
	ヒサカキ	IV	1,353			ヤマウルシ	V	8		ネジキ	V	92		ソヨゴ	III	167	
	クロモジ	IV	1,137			コナラ	IV	51		ソヨゴ	IV	88		クロモジ	III	92	
	ヤマザクラ	IV	156			リョウブ	III	661		クロモジ	IV	7		ネジキ	III	91	
	コナラ	IV	7			コシアブラ	III	208		コシアブラ	IV	7		ナナカマド	III	90	
草 本 層	ネザサ	V	458			ヒサカキ	V	1,164		ヒサカキ	V	253		ヒサカキ	V	475	
	クロモジ	V	74			サルトリイバラ	V	8		サルトリイバラ	V	92		サルトリイバラ	V	8	
	サルトリイバラ	V	41			クロモジ	IV	209		ウリカエデ	V	90		ネザサ	IV	1,598	
	イヌツゲ	IV	139			ウリカエデ	IV	51		ミツバアケビ	V	90		ヘクソカズラ	IV	25	
	ヘクソカズラ	IV	40			コバノガマズミ	IV	6		ヤブコウジ	V	90		ヤブコウジ	IV	25	

※C: 常在度 (I 1~20%, II 21~40%, III 41~60%, IV 61~80%, V 81~100%)、D: 総合優占度
各階層は上位5種を抽出

【問い合わせ先: 鳥取県林業試験場 森林造成研究室 TEL. 0858-85-2511】

22 センダンの効率的育林技術の検討

熊本県林業研究指導所

横尾謙一郎

研究の背景・ねらい

センダン (*Melia azadirach* L. var. *subtripipinata* Miquel) は陽樹で成長が非常に早く、高値で取り引きされることから、熊本県では造林に適した広葉樹として推奨しています。また、ケヤキの代替材として使われていることから、生産目標を長さ4m、末口径30cm以上の直材としています。しかし、一般に低い位置で枝が分岐するため、材としての利用がなかなかできません。本所では、樹幹形の矯正を目的に植栽密度試験、枝打ち試験などを行ってきており脇芽が発生するたびに芽をかく「芽かき」を行うと、幹の形状がよくなることがわかっています(写真1)。「芽かき」の省力化を図るために、芽の発生数が少ないクローンの選抜や芽かきの回数・時期の違いが樹幹形に及ぼす影響について検討しました。

成 果

1 クローンの違いによる成長と芽の発生数(甲佐町試験地)

優良な形質を持つセンダンの母樹を3個体〔阿蘇郡西原村の1個体(以下M型)、上益城郡甲佐町の本所展示林の2個体(以下1型、18型)〕を選抜し、組織培養によって増殖した苗を供試材料としました。植栽密度は1,000本/haとし、植栽1年時と2年生時の4~10月に2週間毎に樹高・胸高直径、芽の発生数を測定し、各年次の10月の結果を示しました(表1)。植栽1年時・2年生時の成長量はクローン間において差が認められませんでした。芽の発生数は、M型が1型、18型に比べて少ないことが分かりました(図1)。M型は芽の発生数が少ないのにもかかわらず成長量に差がなかったため、芽かきの手間を減らすことができるクローンである可能性を示唆しています。

2 芽かき省力化試験(菊陽町試験地)

これまでの試験で、春期の芽かきだけでは幹は通直になっても側枝が発生し、良質材は生産できないことが分かっています。そこで、芽かきの作業を年間1回(秋期;10月)、年間2回(春期;4月、秋期;10月)に分けて2年間実施し、植栽から2年目の成長休止期(2003年1月)に幹曲がりを最大矢高(図2)の大きさを調べました。なお、秋期の芽かきは1年枝(若枝)の除去です。2回区では曲がりが小さく、最大矢高の頻度は8cm以下が82%を占め、一方、1回区では幹の曲がりが大きくなり、最大矢高の頻度は16cm以上が91%を占めていました。最大矢高が16cmを超えると根元の位置と地上高4mの位置で概ね30cm以上の変位がみられます。つまり直径30cmになっても幹の矯正は見込めないと推測できます。年間2回の芽かきを実施することで良質な通直材の生産が見込まれますが、今後、センダンの育林技術のさらなる進展を図るため、資料を補完したいと考えています。

成果の活用

一般向けの普及用パンフレット(センダンの育成方法)を作成し、県南部の天草・芦北地域でセンダンを植栽している林家へ施業技術の普及を行いました。今後は、林業専門技術員、林業改良普及員によって普及を進める計画です。

表1 センダンの年次別の成長量

		クローン型	植栽時	1年生時	2年生時
芽発生数試験 (甲佐町)	樹高 (m)	1	0.3	2.6	6.2
		18	0.3	2.4	5.9
		M	0.3	2.6	6.0
	胸高(根元)直径 (cm)	1	0.4	3.1	6.0
		18	0.5	3.0	6.2
		M	0.4	3.2	6.0

※植栽時は根元直径



写真1 芽かきしたセンダンの試験林
(菊陽町試験地)

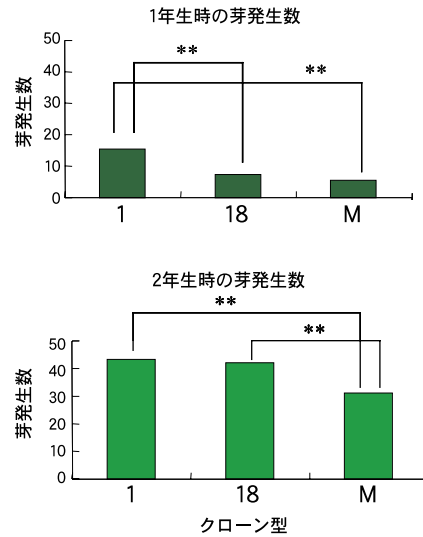


図1 センダンの年次別の芽発生数
(菊陽町試験地) ** : $p < 0.01$

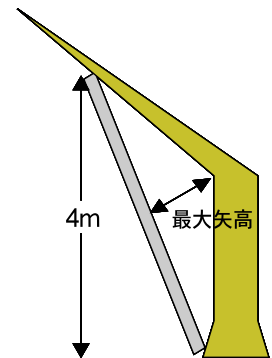


図2 最大矢高の測定方法



写真2 芽かき作業1回区



写真3 芽かき作業2回区

[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]

23 低コスト林業生産システム原価計算プログラムの開発

静岡県林業技術センター

佐々木重樹

研究の背景・ねらい

高性能林業機械は導入開始以来10数年が経過しますが、導入費用が高額であることや当該機械に見合った事業量の確保が難しいことなどが壁になり、高性能林業機械による作業システムは当初予期した通りの展開になっていないのが実状です。このような状況の中で、天竜地域を中心に、高密度の林内作業路網を開設し、バックホーやフォワーダに装着したグラップルやウインチを用いて集材を行い、フォワーダや小型林内作業車で林道まで運び出す「低コスト林業生産システム」が成果を上げています。この作業システムをさらに広く普及していくためには、コスト削減の効果をわかり易く、しかも客観的な数値で示すことが求められます。当林業技術センターでは、パソコンを活用して簡易にこの作業システムの搬出コストを試算できるプログラムを開発しました。

成 果

静岡県西部、天竜川流域の林業・木材産業関係団体と行政で組織された天竜流域林業活性化センターでは、平成8年度から「低コスト林業生産システム」の普及に取り組み、森林所有者のグループや森林組合等への補助により機械導入を進め、各地に導入された作業システムを検証するため功程調査を行ってきました。当林業技術センターでは、この功程調査のデータ取りまとめについて協力し、成果として「低コスト林業生産システム標準功程表」を作成しました。しかし、標準功程表では、搬出コスト等の算定に当たって多くの表を参照しながら数式による計算が必要であり、取り扱いを簡単にする方法が求められていました。

そこで、パソコンを使って各種作業システムの生産コストを試算できるプログラムを開発しました。本プログラムは、天竜地域で行われている代表的な3種類の作業システム（図1）を対象にしており、作業パターンを選択し、運材総量、運材距離、1日当たり賃金等の作業現場の条件および使用する機械の購入価格や稼働状況を入力することにより、搬出作業に必要なコスト計算を対話型で行うことができます。また、Microsoft Excelのワークシートで作成しているので、操作は容易で、計算結果は保存、印刷、加工など様々な活用することができます。A4の用紙に印刷できる原価計算表（図4）を自動的に作成する機能を用意しています。今後は、さらに広範な条件に対応できるプログラムに拡充していく予定です。

成果の活用

本開発プログラムは、森林所有者や素材生産業者、県職員等行政の担当者を対象に使用マニュアルや適用事例について説明会を行い、プログラムソフトを配布して活用を進めています。また、当該ソフトは多くの林業関係者が広く活用できるように林業技術センターのホームページからもダウンロードできるようにしました。

現状の林内作業車等を用いた作業システムによる生産コストの予測や新規に機械を導入するときの機種選定、路網整備の検討などに活用が期待されています。

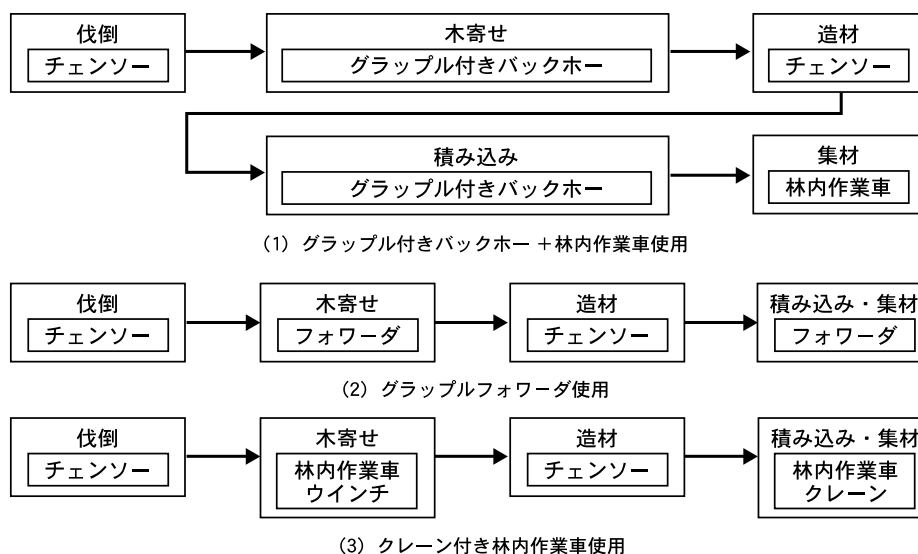


図1 本プログラムの対象とする作業システム

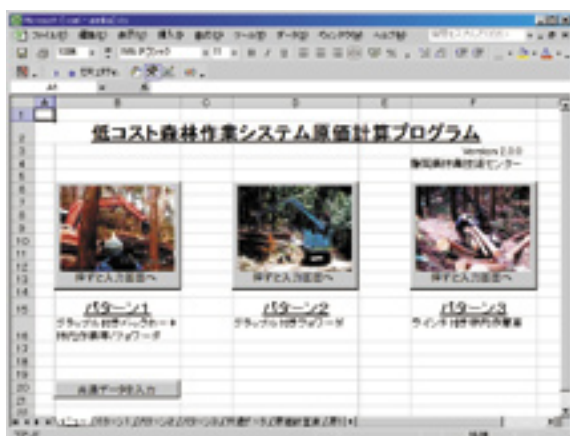


図2 タイトル画面

図3 原価計算画面

図4 原価計算表

[問い合わせ先：静岡県林業技術センター 森林育成スタッフ TEL. 053-583-3121]

24 茨城県スギ・システム収穫表の作成

茨城県林業技術センター

岩見洋一

研究の背景・ねらい

茨城県内の林業は、従来、伐期が40～50年という短伐期の施業が主体であったため、高齢林分に関するデータは少なく収穫表が作成されていませんでした。しかし、近年の長伐期化に伴う、高齢林の増加から、これらの適切な保育や施業計画等を策定するための基礎となる収穫予測システムが必要となりました。そこで、県内の林齢70年生以上のスギ林分について林分調査、樹幹解析などを行い、その結果をもとに茨城県のスギ林に適合するシステム収穫表を開発することを目的としました。

成 果

システム収穫表はいくつかのタイプが考案されていますが、京都府立大学の田中和博教授（1995）が作成した「シルブの森」と呼ばれる同齢単純林を対象としたシステムを使用し、茨城県スギ・システム収穫表を作成しました。

このシステム収穫表を、県内スギ林分に適用するため、収穫表を構成する林分の成長モデル式を嘉戸ら（1995）の方法で算出しました。すなわち1) 樹高10～40mまでの樹高階ごとの林分最大断面積（57～102cm²）、2) ミッチャーリッヒ曲線を使用した地位指数曲線（地位指数10～30、林齢120年生まで）、3) 個体ごとの定期胸高直径成長量と林分の平均胸高直径成長量との差と、林分の平均胸高直径成長量に対する個体ごとの定期胸高直径成長量の比の関係等を算出し、茨城県スギ・システム収穫表「シルブの森」を作成しました。

モデル式の作成では、当センターに蓄積されたスギ林分調査結果、技術研究成果（旧・東京営林局）のうち水戸営林署管内国有林の調査結果、及び今回新たに調査した林齢70年生以上のスギ68林分の生育状況調査結果、63本のスギ個体の樹幹解析結果等を活用しました。

茨城県スギ・システム収穫表は、MS-Excel のマクロで作られています。このため、Excelのワークシートに林齢、樹高、胸高直径、間伐時の林齢、間伐木の本数など必要事項を入力すれば、指定した施業方法に応じ、林分材積、樹高、直径階分布などを現在から50年先まで予測できるようになっています。さらに将来の林況の比較（図1、2）や、立木の市場価の算出（表1）もできるようになっています。

成果の活用

開発したシステム収穫表は森林施業計画の策定や、経営目標に応じた保育計画の作成等に有効です。平成16年度中にシステム収穫表の操作説明書を作成し、関係機関や森林所有者等に普及することとしています。

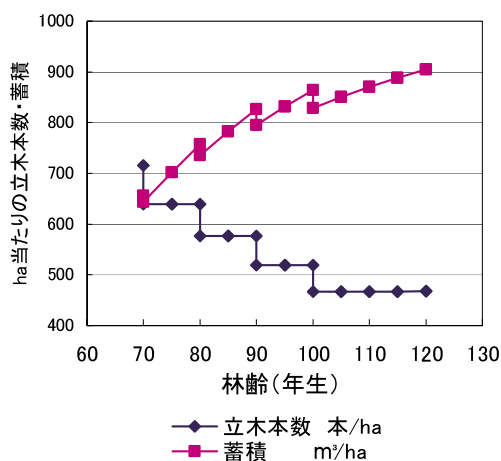


図1 ha当りの立木本数と蓄積推移の予測例
(現在と10、20、30年後に10%間伐を行う場合)
(林齢70年生からの予測結果)

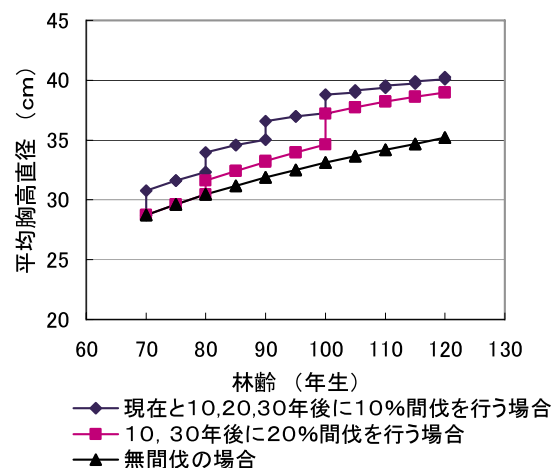


図2 間伐方法の違いによる平均胸高直径の比較例
(林齢70年生からの予測結果)

表1 茨城県スギ・システム収穫表「シルブの森」の予測結果例

丸太の長さ = 4m
延べ寸 = 5cm
本数・材積は、ha当たりの数値

			現在	5年後	10年後	15年後	20年後	25年後
		西暦(年)	2004	2009	2014	2019	2024	2029
		林齢(年生)	70	75	80	85	90	95
末口径 14～18cm	1番玉	本数	123.8	120.6	107.0	106.0	94.9	94.6
		材積	12.962	12.601	11.164	11.048	9.881	9.849
		市場単価	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
		市場価	194,424	189,017	167,467	165,722	148,211	147,730
	2番玉以上	本数	877.6	793.6	575.2	541.0	475.7	448.1
		材積	87.011	83.876	60.434	55.690	50.093	46.612
		市場単価	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
		市場価	1,305,163	1,258,147	906,509	835,356	751,393	699,182
	小計	本数	1001.3	914.2	682.2	647.0	570.6	542.7
		材積	99.972	96.478	71.598	66.739	59.974	56.461
		市場単価	14,99,586	1,447,164	1,073,976	1,001,078	899,603	846,912
		市場価	1,499,586	1,447,164	1,073,976	1,001,078	899,603	846,912
末口径 20～28cm	1番玉	本数	236.0	207.4	168.9	155.8	132.4	126.6
		材積	57.292	49.956	40.341	36.921	31.159	30.441
		市場単価	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700
		市場価	842,186	734,358	593,017	542,740	458,035	447,489
	2番玉以上	本数	909.2	971.7	948.2	966.2	831.0	734.3
		材積	197.312	217.058	209.512	220.332	196.707	174.891
		市場単価	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700
		市場価	2,900,482	3,190,747	3,079,821	3,238,887	2,891,593	2,570,901
	小計	本数	1145.2	1179.1	1117.2	1122.0	963.4	860.9
		材積	254.603	267.014	249.853	257.254	227.866	205.333
		市場単価	3,742,668	3,925,105	3,672,839	3,781,628	3,349,629	3,018,390
		市場価	3,742,668	3,925,105	3,672,839	3,781,628	3,349,629	3,018,390
全丸太合計	総計	本数	2911.6	2964.8	2667.5	2691.0	2421.5	2423.3
		材積	510.841	570.051	563.604	615.174	599.867	647.292
		市場単価	9,552,012	11,185,105	11,700,176	13,241,434	13,380,639	15,194,652
		市場価	9,552,012	11,185,105	11,700,176	13,241,434	13,380,639	15,194,652

* 単位: 本数 = 本/ha、材積 = m³/ha、市場単価 = 円/m³、市場価 = 円/ha

* 市場価格については、平成15年11月現在茨城県森林組合連合会への聞き取り調査による。

* 10%間伐を現在、10、20年後に行う場合を示す。

[問い合わせ先: 茨城県林業技術センター 育林部 TEL. 029-298-0304]

25 携帯型森林測位システムの構築

石川県林業試験場

矢田 豊

研究の背景・ねらい

森林管理の現場における森林計画図（1/5,000）等を用いた位置確認作業では、近くに明らかな目標物がない場合には正確な位置特定が困難な場合も多く、効率的な業務遂行の障害となっています。そこで、自動車搭載用のカーナビゲーションシステムと同様な発想で、車から離れた林内で、かつ森林計画図等の森林地籍情報を扱えるシステム（＝ヒトナビ・森ナビ）の構築を考えました。情報処理装置として携帯情報端末（PDA）を採用し、それに直結できるGPS受信機を利用して、PDA上で迅速に現在位置が確認でき、記録データをパーソナル・コンピュータに転送しGIS等で活用可能なシステムを構築しました。

成 果

- ①市販されているハードウェア（コンパクトフラッシュスロットとSDカードスロットを装備したWindows CE対応PDA、上記インターフェースに対応したGPS受信機、メモ리카ード）とフリーソフトウェア（上記PDAで利用できるGPS対応地図ソフト）を用い、PDA上で森林施業図を閲覧し、現在位置を特定できるシステムを構築しました（図1）。本システムでは、パーソナルコンピュータ上の簡易森林GIS（フリーソフトウェア）に表示した森林計画図等をPDAに転送し、使用します。また、本システムで取得した位置情報はパーソナルコンピュータに転送することもでき、GIS等を介して各種業務に活用できます。
- ②本システムでは、地図情報は画像ファイルとしてデジタル化して使用します。そのため、紙の図面をどの程度の倍率でデジタル化するのが適当かどうか等の条件について検討しました。その結果、1/5,000の森林計画図の場合、PDAの画面上での判読のしやすさを考慮すると読込解像度150dpi程度が適当であること等を明らかにしました（図2）。
- ③森林内で位置特定を行うためのGPS受信機の評価を行いました。比較機種（登山用の上位機種）が閉鎖した林内では測位誤差が大きくなったのに対し、採用機種（アイ・オー・データ機器製CFGPS2、図3）では、閉鎖した林内であってもほぼ実用的に使用可能であることを確認しました（図4）。

成果の活用

造林地等の位置確認、森林被害調査、林内道路の簡易測定等で、従来は現場で図面を広げた確認作業等が必要としていた作業が、森林計画図等のデジタル化データを用いることで、PDAの画面上で即座に確認・測定が可能となります。

なお、急傾斜地や高蓄積の林内、林道法面直下等では、GPSの電波が遮蔽されたり、反射波が受信されたりすることにより測位誤差が大きくなることに留意する必要があります。



図1 システム構築にむけた処理フロー



図3 コンパクトフラッシュ型GPS受信機
(採用機種：アイ・オー・データ機器製 CFGPS2)

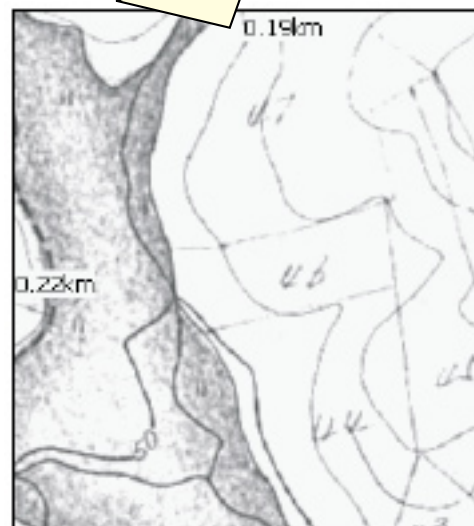


図2 PDA上に表示された森林計画図
携帯情報端末画面上の縮尺：約1/3,000
地図画像のファイルサイズ：約2MB/km²

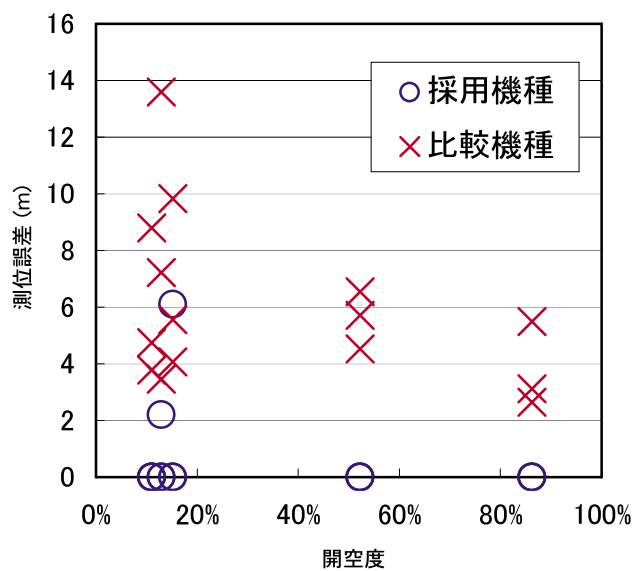


図4 樹冠開空度とGPS測位精度

[問い合わせ先：石川県林業試験場 森林環境部 TEL. 0761-92-0673]

26 ベンジルアミノプリン処理による クロマツ雌性花序着生促進法の実証

青森県農林総合研究センター林業試験場

矢本智之

研究の背景・ねらい

現在、青森県では、県内への侵入が危惧されているマツノザイセンチュウ被害対策の一環として、「マツノザイセンチュウ抵抗性育種研究」を進めています。ここでは、抵抗性個体と精英樹との人工交配を確実に行うことが重要となります。また、造林用育種種子を安定供給するためにも、必要量の球果を確保しなければなりません。しかし、クロマツには花序の着生数に年変動があり、凶作年には十分な数の雌性花序が着生しません。そこで、植物ホルモンのベンジルアミノプリン（以下BAP）の処理によって、本来であれば雄性花序が着生する部位に雌性花序を着生させるという「クロマツ雌性花序着生促進法（広島県立林業技術センター開発）」の効果を確認するために実証試験を行いました。

成 果

- 1 2002年に、通常（無処理）では雄性花序のみが着生し雌性花序がほとんど着生しないクロマツ枝条にBAPペースト処理（各処理日、各クローン1本に対して50枝に、濃度1,000mg/lのBAPペースト約1.5mlを針なしシリンジを用いて枝条先端の冬芽を覆うように塗付）を行い、翌年の春に着生数調査を行った結果、処理対象の4クローンすべてにおいて、無処理枝には雌性花序が全く着生しなかったのに対して（写真1）、処理枝では多くの枝に雌性花序が着生しました（写真2）。また、着生した雌性花序は、2年後には、若干小さいものの健全な球果に発達しました（写真3）。
- 2 約1週間おきに4回処理を行ったところ、雌性花序着生数が最大となった処理日は、北津軽1号・西津軽1号・西津軽2号では8月27日、北津軽2号では9月3日とクローン間で差が見られました（表1）。
また、今回の結果から各クローンのBAP処理の適期を推測すると、北津軽1号・西津軽1号では8月27日前後、北津軽2号では9月3日から11日、西津軽2号では8月27日から9月3日とばらつきが見られ、その範囲は1週間から2週間程度であることが推測されました。さらに、同じクローンを用いて行った前年度の結果も考慮すると、多少年変動はみられるものの、8月下旬から9月上旬が処理適期であることが推測されました。なお、広島県では、本県より若干遅い9月中旬がクロマツに対するBAPペースト処理の適期であるとされています（涌嶋、広島県立林技セ報告31、1999）。
- 3 各クローンにおいて雌性花序の着生数が多かった処理日では、処理枝1本当たり2.2個から5.7個の花序が着生したことから、BAP処理の効果の有効性が確認されました（表1）。

成果の活用

この成果をもとにして、抵抗性育種における人工交配に、BAP処理による着生促進法によって得られた雌性花序を一部利用しています。また、平成16年度からは、クロマツ採種園での種子生産事業にも雌性花序着生促進法を適用し、育種種子の安定生産を図っています。



写真1 雄性花序が着生したBAP無処理枝



写真2 雌性花序が着生したBAP処理枝



写真3 BAP処理から2年後の処理枝

表1 雌性花序着生数（2002年BAPペースト処理）

クローン	処理日	処理枝数 [※] (本)	雌性花序			
			着生枝数 (本)	着生枝率 (%)	着生数 (個)	着生数/処理枝数 (個)
北津軽1号	8/27	50	17	34.0	170	3.4
	9 / 3	50	5	10.0	16	0.3
	9/11	44	2	4.5	3	0.1
	9/18	50	0	0	0	0
北津軽2号	8/27	47	1	2.1	3	0.1
	9 / 3	38	26	68.4	83	2.2
	9/11	41	21	51.2	33	0.8
	9/18	45	4	8.9	4	0.1
西津軽1号	8/27	42	16	38.1	156	3.7
	9 / 3	46	12	26.1	16	0.3
	9/11	44	6	13.6	10	0.2
	9/18	47	3	6.4	4	0.1
西津軽2号	8/27	48	46	95.8	274	5.7
	9 / 3	46	29	63.0	261	5.7
	9/11	40	4	10.0	4	0.1
	9/18	45	0	0	0	0

※ 処理枝数が50本未満のものがあるのは雪害等による被害枝を調査対象外としたため。

[問い合わせ先：青森県農林総合研究センター林業試験場 育林環境部 TEL. 017-755-3257]

27 新たな方法によるサクラのさし木の一事例

福島県林業研究センター

齋藤直彦・渡邊次郎

研究の背景・ねらい

サクラは、日本人に古くから愛され、学術的にも貴重な個体が数多く存在しています。しかしながら、それらの多くは老齢であることから樹勢衰退が進行し、後継樹養成が求められるものが増えています。さし木は、サクラ個体の遺伝子をクローンとして確実に残すために適した方法の一つですが、高齢なサクラでは発根させるのが難しいと言われています。そこで、福島県緑の文化財に指定されている推定樹齢300年の「墨染のサクラ（樹種：ヤマザクラ）」を材料として、従来のサクラさし木方法に改良を加え、発根率の向上を試みました。

成 果

「墨染のサクラ」は、枝枯れや樹幹部の腐朽が進行し、樹勢の衰退が懸念されるため、地元関係機関から後継樹養成の強い要望がある個体ですが、従来のさし木法では発根が困難でした。従来のサクラ夏ざしでは、蒸発散によるさし穂の乾燥防止を最重視し、さし穂の葉を2枚程度に調整し、場合によっては半分切りにすることが一般的とされていました。今回は、マツのつぎ木で使用している空中湿度を高湿度に維持する養成施設（図1）を用い、蒸発散を防止したうえで、平成15年6月30日にさし木を行いました。試験では、さし穂の葉数による発根への影響を比較するため、従来法どおり葉を2枚に調整したさし穂と、従来法より多い、葉を3枚、5枚に残したさし穂に分けました。全てのさし穂は、IBA100ppm水溶液に20時間浸漬したのち、基部を楕円形切り返し法によって整え、切り口にIBA1%粉剤を塗布して直ちに鹿沼土中粒の床にさし付けました。

さし付け後100日目に確認したところ、各発根率の全体平均が88.6%と高い発根率を得ることができ（表1）、樹齢300年のサクラさし木でもマツつぎ木と同様に空中湿度を高湿度に維持して養成することで発根率を向上させることが可能となりました。また、さし穂の葉を2枚に調整した発根率よりも、3枚、5枚の葉を残したさし穂の発根率の方が高く（ χ^2 (0.05) で有意）、このことから、高湿度を維持した施設で養成を行えば、葉数の多い方が、高い発根率を得ることが出来るものと推察しました。

成果の活用

今回の試験により、マツのつぎ木活着において空中湿度の管理が重要であるとの報告と同じく、サクラさし木においても、空中湿度を高湿度に保って養成することで発根率が向上し、高湿度下ではさし穂の葉数の多い方がよく発根することが考察できるとともに、貴重な「墨染のサクラ」の後継樹を確保することができました。しかし、高齢で樹勢の衰えたサクラによる試験はこの1例のみですので、他のサクラ個体でも同様となるか検討を行う必要があります。



写真1 「墨染のサクラ」全集

所在：双葉郡双葉町大字両竹地内
樹高：7.0m 胸高直径：0.2m
福島県緑の文化財第461号



写真2 「墨染のサクラ」根元部分

幹部の腐朽が進んでいるが、萌芽枝が多い。
(さし穂材料として使用)

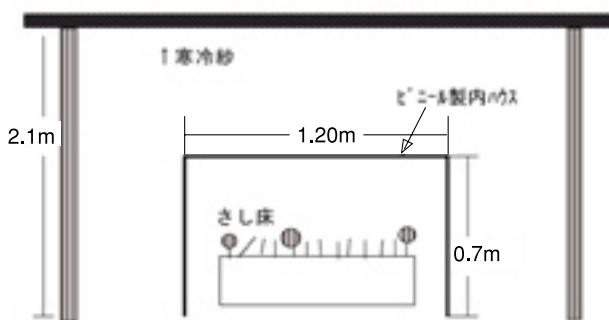


図1 サクラさし木養成施設



写真3 マツツギ木養成施設

(引用：渡邊ら2003)

表1 「墨染のサクラ」さし木試験結果

	さし木数 (本)	発根数 (本)	発根率 (%)
葉数2枚	49	36	73.5
葉数3枚	13	12	92.3
葉数5枚	9	9	100.0
3・5枚平均			96.2
全体平均			88.6

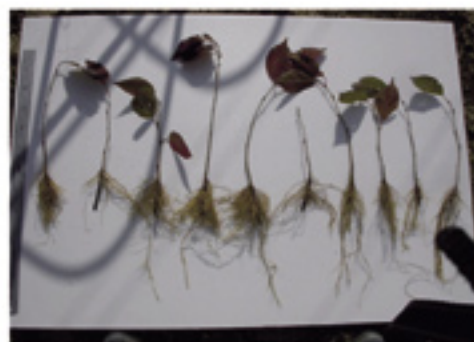


写真4 発根した葉数を調整しない
「墨染のサクラ」さし穂

(撮影時、秋期となり落葉が多く見られる。)

[問い合わせ先：福島県林業研究センター TEL. 024-945-2460]

28 花粉の少ないヒノキの選抜

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

林業上の重要な樹種として国内に広く植栽されているヒノキは、スギと近縁な種類であるため、スギ花粉症患者の大半（7～8割程度）がヒノキ花粉でも発病します。これはヒノキの花粉に含まれている花粉症の原因となる抗原タンパク質がスギと同じ働きをするためであり（共通抗原性）、このためヒノキでもスギ同様の花粉症対策が求められています。神奈川県自然環境保全センターでは、スギ花粉症対策として花粉の少ないスギの選抜と平行しヒノキについてもあわせて研究を進めてまいりました。しかし、ヒノキは、スギと比較して花粉を出す雄花が小さく、樹高の高い検定林では着花量の目視調査が困難でした。

成 果

種子を生産するため樹高を低く押さえたヒノキ採種園（南足柄市内山）に植栽された53クローン、約2,000本（写真1）を対象に1998年から5年間にわたり雄花及び雌花の着花量を5段階の指数により調査を行いました。その結果、調査期間を通じて自然着花、ジベレリンによる着花促進処理ともクローン間には、有意差が認められました（図1、表1）。また分散分析の平均平方から求めたクローン別の着花量の平均値の遺伝率はいずれの年次・処理も0.7以上と高く（図2）、選抜による育種効果が期待されました。

そこで自然着花の年次ごとのクローン別の平均値を用い主成分分析により分析したところ、調査期間を通じた雄花着花量の大小を示す第1主成分が小さく、雄花の豊作年に着花が多いと値が大きくなる第2主成分とともに小さい5クローン（図3、丹沢4・中10・中12・箱根1・大月1：図中の3、9、23、30、51が該当）を花粉が少ないヒノキとして選抜しました（写真2）。これらは、いずれの年次でも着花量が少なく、より大量に花粉が飛散する豊作年でも着花が増えないと期待されます。

ただし、一般に雄花着花量は雌花着花量との相関が高く、花粉の少ないクローンを選抜すると採種園での種子生産量が少なくなることが懸念され、今後着花促進技術の向上が望まれます。

成果の活用

自然環境保全センターでは、今回選抜した5クローンについて採種園（種子生産林）で選択的に種子の採取を行い、平成17年春より花粉の少ないヒノキクローン種子として苗木生産者に配布を行い花粉の少ないヒノキ種苗の生産を開始します。さらに実生苗による選抜効果の調査を進めて最終的に15クローン程度を選抜する予定であり、今後花粉の少ないクローンのみによる採種園を造成し、その普及につとめていく予定です。また、さらなる花粉症対策として、雄花を着けるものの正常な花粉を飛散しない雄性不稔ヒノキの選抜を進めており、その実用化に向けて研究を進めています。

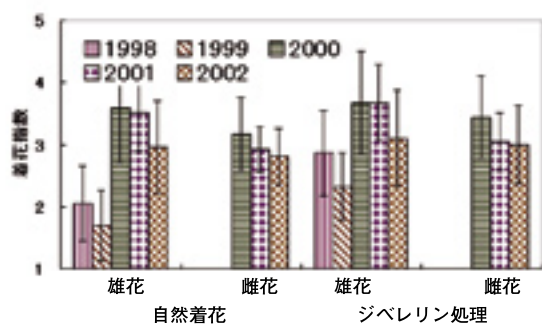


図1 自然着花とジベレリン処理による着花量の年次変動

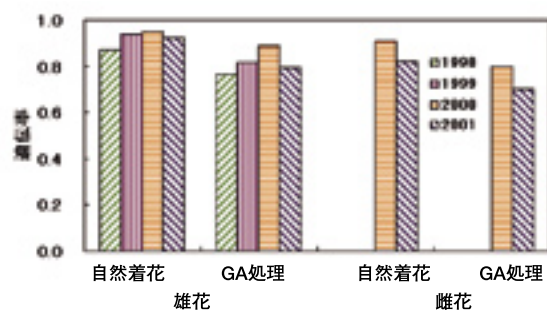


図2 年次・処理別の着花量のクローン別平均値の遺伝率

表1 雄花の年次ごとの分散分析

要因	自由度	1998年		1999年		2000年		2001年	
		平均平方	F値	平均平方	F値	平均平方	F値	平均平方	F値
クローン	52	0.75	10.040**	0.51	4.556**	1.39	16.773**	0.67	7.573**
処理	1	17.75	236.564**	10.43	93.670**	0.17	2.031	0.80	9.027**
誤差	52	0.08		0.11		0.08		0.09	
全体	105								

*: 5%、**: 1%水準で有意

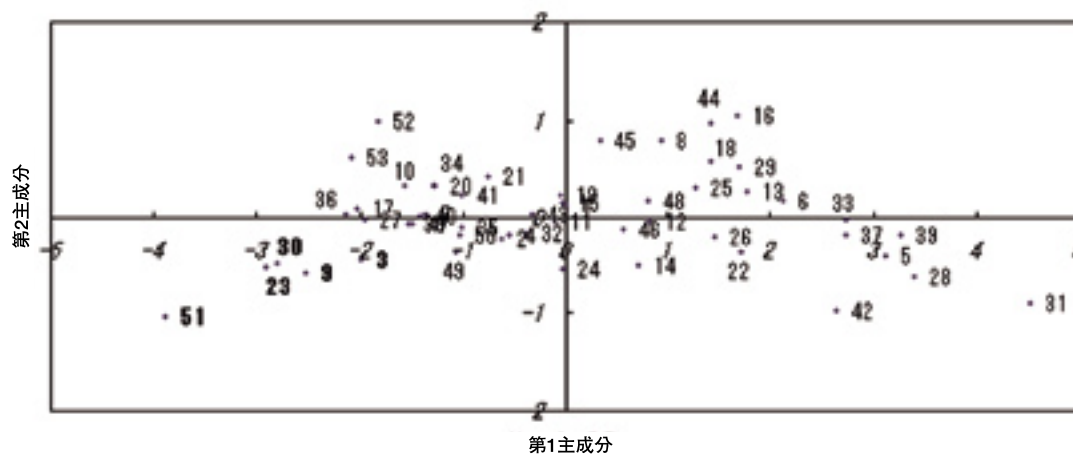


図3 雄花の自然着花の主成分分析における各クローンの第1成分と第2成分のスコア

連年の着花量を示す第1主成分と豊作年で多くなる第2主成分がともに少ない3: 丹沢4、9: 中10、23: 中12、30: 箱根1、51: 大月1の5クローンを花粉の少ないヒノキとして選抜



写真1 調査地状況
(21世紀の森ヒノキ採種園)



写真2 選抜した花粉の少ない
ヒノキ“箱根1号”

[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]

29 県産スギ材による準不燃材料の開発

群馬県林業試験場

小黒正次

研究の背景・ねらい

平成12年の建築基準法改正に伴い、保育園や病院など不特定多数の人が利用する建物でも、一定の性能を満たせば木材の使用が認められるようになりました。

一方、国土交通大臣認定の準不燃木材の中で、表面塗装されていることが明らかなものは3件のみで、他は無塗装で認定されています。何らかの現場塗装が行われた場合、本来の防火性能が発揮されるか不明な点があります。

そこで企業との共同研究により、環境負荷が少なく、高温多湿でも薬剤成分が析出しない、スギ準不燃材料を開発しました。

成 果

使用した難燃薬剤は水溶性であるため、高湿度の環境で薬剤が析出する欠点があります。そこで、乾湿繰り返しによる溶脱操作により、薬剤の析出を防止する塗料の選定を行い、ISO-5660-1コーンカロリメータによる燃焼試験を行いました。その結果、準不燃性能をクリアしました(表1)。

また、ガス有害性能も同様にクリアするとともに、塗装した難燃処理材からは、ホルムアルデヒドの放出がないことを確認しました。ガス有害性能試験におけるマウスの行動停止時間を表2に示します。

準不燃材(ヒヨケール)の特長は次のとおりです。

- ① 燃焼時の有害ガスは発生しません
- ② 家具調の塗装をしてあり、即利用できます
- ③ シックハウスの原因となるホルムアルデヒドは含みません
- ④ ムク材と同等の吸湿性能を有しています
- ⑤ 有効成分の溶出による白化はありません
- ⑥ 厚さ10mm～50mmまで使用できます

無処理スギ材とヒヨケールの燃焼の様子を写真1に示します。

成果の活用

平成16年6月に記者発表するとともに、パンフレットを作成し、県内の建築設計事務所をはじめ、関係機関にPRを行っています。

また、群馬県の「街の施設にぐんまの木」事業において、銀行の内装材として使用するほか、平成16年11月に竣工した保育園に設置されました。

知的財産取得状況

平成16年2月に準不燃材料として国土交通大臣の認定を受け(認定番号QM-0236)、3月23日付で特許申請を行い、さらに6月3日付で商品名「ヒヨケール」を商標登録出願しました。

表1 溶脱後の難燃性能

表面処理	総発熱量 MJ/m ²	防火上有害な 変形	10秒以上200kw/m ² 以上の発熱	性 能
無	6.35	なし	なし	準不燃
有	4.81	なし	なし	準不燃

注) コーンカロリメータ試験において準不燃材料の基準をみたすためには、50kw/m²輻射強度による10分間の加熱での①総発熱量が8MJ/m²以下であること、②防火上有害な裏面まで貫通する亀裂及び穴が発生しないこと、③発熱速度が10秒以上継続して200kw/m²を超えないことが必要である。

表2 マウスの行動停止時間

試料	行 動 停 止 時 間 (分)	\bar{X}	σ	X_s
1	15(L) 15(L) 15(L) 14.1 13.1 15(L) 15(L) 15(L)	14.9	0.12	14.7
2	14.0 14.0 14.9 12.0 15(L) 13.7 11.5 14.2	13.7	1.18	12.5

注) ガス有害試験は、昭和51年度建設省告示1231号のガス有害試験に準じた試験である。

試験時間は15分間で、 \bar{X} は8匹のマウスの行動停止時間の平均値、 σ は行動停止時間の標準偏差、 $X_s = \bar{X} - \sigma$ が6.8分以上の基準を満たせば合格となる。Lはマウスの生存を示す。



着火7分後



着火9分後

写真1 無処理材（いずれも左）とヒヨケール（いずれも右）

【問い合わせ先：群馬県林業試験場 木材研究領域 TEL. 027-373-2617】

30 木質廃材を活用した舗装資材の開発

三重県科学技術振興センター林業研究部 岸 久雄・中山伸吾

研究の背景・ねらい

木質チップ等を活用した舗装資材は、透水性に優れ、歩き心地に適したクッション性を備えていることから、遊歩道等に敷けば人に優しい舗装ができるといわれています。また、児童用遊具の下に置く、クッション材に利用すれば、転落時の安全性が高められることから、外国では結構利用されているようですが、日本では、まだ事例が限られているようです。

そこで、より優れた木質舗装資材の製造方法の確立を目的として、木質廃材から製造したチップをアスファルト乳剤等を使用して、各種木質舗装資材に成板し、その後、その歩きやすさや滑りにくさ等の性能を検討しました。また、実際にこの検討結果を実証するため、林業研究部内に試験施工を実施し、その性能を評価することにより、実用化可能な舗装資材開発を行いました。

成 果

- 1 木質チップを使用する場合、接着剤にアスファルト乳剤、ウレタン樹脂を用いても、歩行時の快適性指標である弾力性能（GB係数・SB係数：両係数とも小さいほど歩き心地が良好）は、比較的土や芝生に近い値を示し、足腰に負担のかからない舗装資材に成板できました。（図1）
- 2 歩道は人がつまずいたり、滑ったりして転倒しない舗装が望まれることから、滑り抵抗値（BPN値）が40～80が良好とされています。図2のように、この舗装資材は、チップの大きさを変化させても、BPN値が60近辺にあり、大変歩きやすいものであることが分かりました。
- 3 アスファルト乳剤を使用した舗装資材をリサイクル利用する場合には、加熱によって舗装資材を解体し、そのアスファルト乳剤付き解体チップを熱圧成型することにより、インターロッキングタイプの再生舗装資材として十分使用できる性能を持っていることが分かりました。（一例を図3）
- 4 アスファルト乳剤を使用した舗装資材は、その特性からクリープたわみを生じます。そのたわみ量は、硬化促進剤の配合割合により異なりますが、図4のようにその舗装資材厚みを4cm程度に仕上げることににより、その曲げクリープたわみ量をかなり縮小できることが分かりました。
- 5 アスファルト乳剤を使用して、実際に試験的に施工した遊歩道において、その滑り抵抗BPN値やGB係数、SB係数などを測定しました。その結果、図5に示したように、滑り抵抗BPN値が70前後、GB係数、SB係数とも15%以下、透水性能も現場透水試験（5～10秒が舗装に適している）で5秒を示したことから、良好な歩道の敷設ができることが分かりました。

成果の活用

現在、地元大学、民間会社（アスファルト乳剤製造メーカーと木質建築廃材処理メーカー）と共同研究を実施し、木質舗装資材の実用普及を目指していますが、この研究の成果を活用して、三重県熊野市の七色峡園地内で建築廃材利用の遊歩道を実用施工しています。この施工写真を写真1に示しました。今後とも、木質舗装が幅広く普及されるように努めているところです。

また、民間会社ではこの舗装資材を使用して、三重県リサイクル製品への登録を行い、老人福祉施設、公園等の歩行者向けの景観舗装への採用促進を図ろうとしています。そして舗装資材以外にも、マルチング材などへの展開も検討されています。

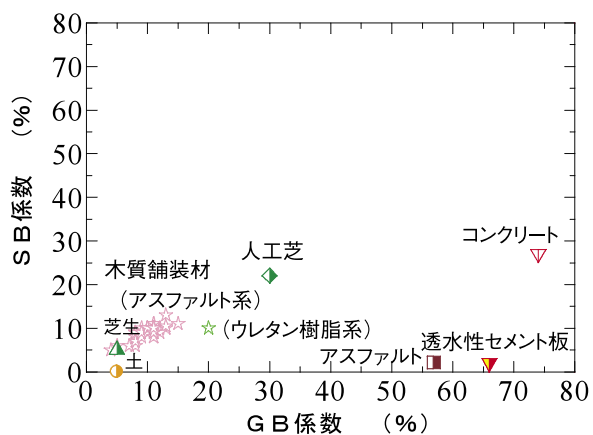


図1 舗装資材別SB・GB係数の関係

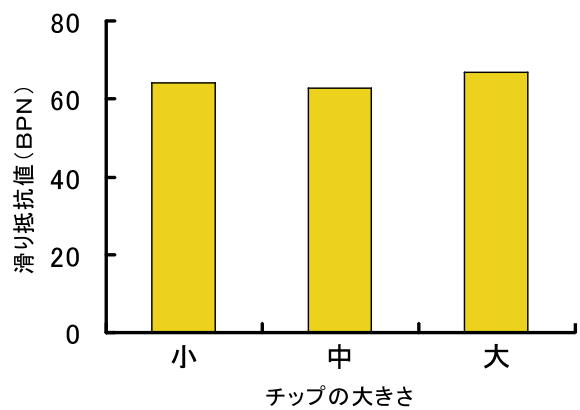


図2 木材チップの大きさと滑り抵抗値

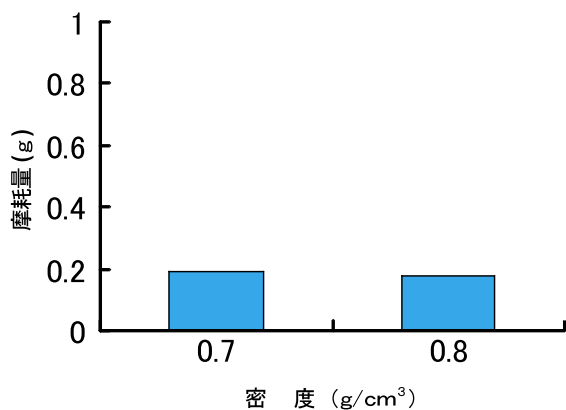


図3 再生ボードの摩擦量
(摩擦量1g以下が良好)

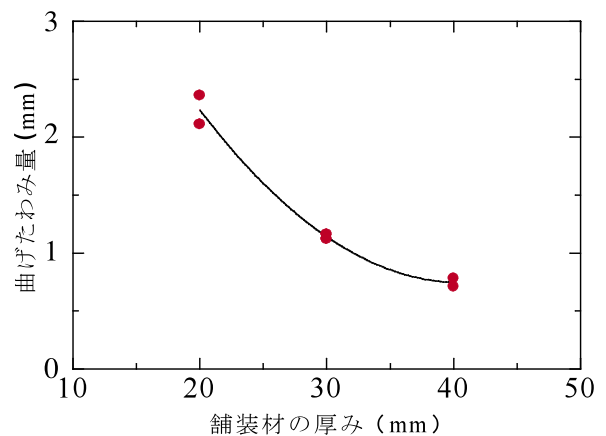


図4 舗装材厚さと曲げたわみ量

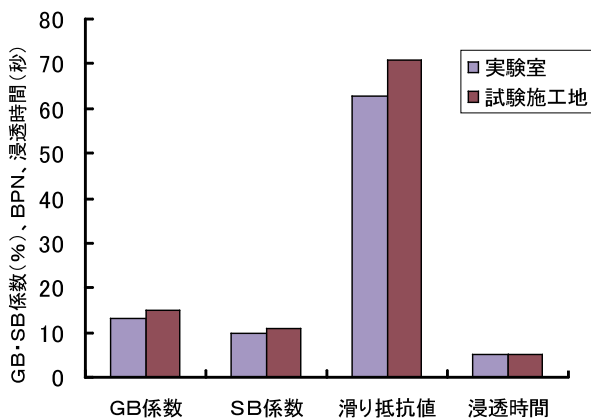


図5 実際に施工した場合の舗装資材性能



写真1 七色峡園地での施工

[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]

31 接着剤を使用しない木質深底容器及びその製造方法

宮崎県木材利用技術センター

藤元嘉安

研究の背景・ねらい

現在、食品販売用容器として市場で大量に使用されている樹脂製の容器は、限りある石油資源を利用しており、また、使用後の廃棄処理が困難であるため、資源や環境に大きな負荷を与えています。本研究では、このような樹脂製の食品販売用容器の代替となるものとして、主にキノコ類販売用の木質容器を開発しました。開発した容器は、原料として木材（スギ）を使用しており、製造時に接着剤を使用していないので、食品用容器としての衛生安全性が高く、また使用後に燃やしたり、腐らせたりできるので、廃棄処理が簡単などところに特長があります。また、これまでに開発された各種の木質容器に比べ、深さ10cm程度の深型であることも大きな特徴です。

なお、本研究の一部は（財）日本住宅・木材技術センターの「平成13年度木材産業技術実用化緊急対策事業」並びに「平成15年度木材利用革新的技術開発促進事業」により行われました。

成 果

まず、2枚の宮崎県産スギ単板を熱圧だけで接着剤を使用しないで接合する方法を見出しました。引き続き、この技術を応用した木質深底容器の製造方法について検討を行い、その基礎的技術を確立しました。しかしながら、この開発された容器（写真1：初期タイプ）では、容器の形状や製造に使用する金型温度の制御など、大量生産を行うにはいくつかの問題が残されていました。

そこで、次に、正確な温度制御を可能とする金型を開発し、単板の熱圧接合に関する各種の最適熱圧条件を把握するとともに、単板形状の工夫、単板含水率の管理及び200℃を越す熱圧温度等について検討を行いました。

その結果、接着剤を使用しない木質深底容器の製造において、含水率、熱圧温度、熱圧時間が単板同士の接合状態に密接に関係しており、含水率を10～30%に調整し熱圧温度200℃以上にすると単板の接合が良好になること（図1）、熱圧温度を240℃とすると熱圧時間45秒で容器の接合が完全に行えること（図2）が分かりました。ただ、実用的には熱圧時間10秒程度での接合（接合率55%）で容器の形状を維持するのに問題がないことを確認しています。また、単板の三次元的変形が極力少なくなるような形状とし、切込みにより単板の押込み時の変形を誘導することで、押込みに伴う単板の損傷や変形の不安定さを解消でき、単板の押込み速度を初期タイプの5倍程度にあげる（図3及び写真2）が可能となりました。

成果の活用

本研究で得られた熱圧によるスギ単板の接合方法のアイデアを展開して、圧密接合により、接着剤を使用しないでスギ幅はぎ板や面格子壁を製造する方法に関する研究が進められています。

知的財産取得状況

台湾国特許取得「木質深底容器とその製造方法」特許番号：192083（2003年12月1日）
その他、国内特許、PCT特許、台湾特許出願中、4件



写真1 初期タイプの木質深底容器

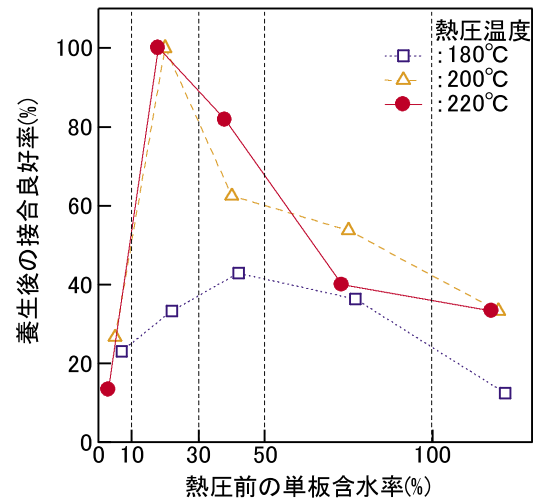


図1 養生後の接合良好率に及ぼす熱圧前の単板含水率の影響
(熱圧時間による差は考慮していない)

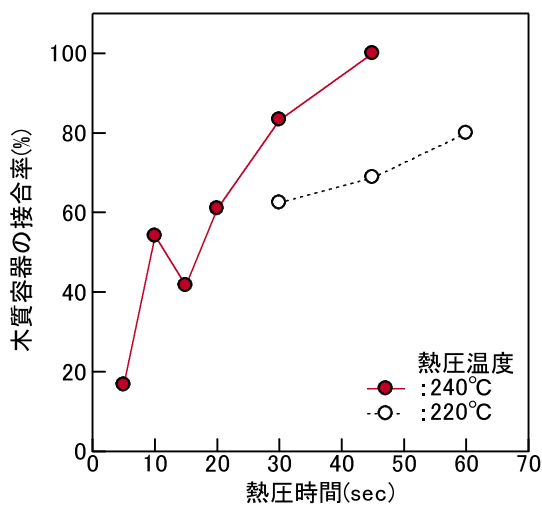


図2 木質容器の接合率に及ぼす熱圧時間の影響
(熱圧温度上昇による熱圧時間短縮の検討)

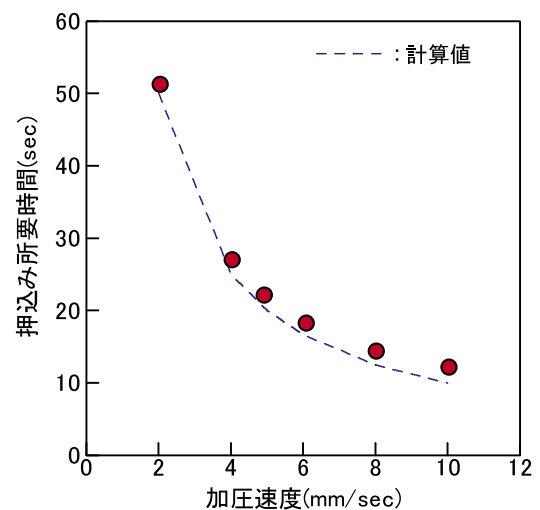


図3 加圧速度と押し込み所要時間との関係
(初期タイプでは加圧速度が2mm/secを超えると製造不可能であった。)



写真2 加圧速度10mm/秒で成形した木質深底容器

〔問い合わせ先：宮崎県木材利用技術センター 木材加工部 TEL. 0986-46-6041〕

32 タイワンハンノキの材質特性

沖縄県林業試験場

嘉手苅幸男

研究の背景・ねらい

タイワンハンノキ (*Alnus formosana* (Burkill) Makino)¹⁾ は、台湾や琉球列島に分布し、成長が早く天然下種で容易に成林する高木性の落葉広葉樹です。台湾では川岸や河岸に近い湿地帯における二次林の重要樹種で、開墾地や荒地等にも生じ、時に純林を形成することがあります。なお、本種は分類学上ハンノキ (*Alnus japonica*)²⁾ に分類されることもあります。本県では、タイワンハンノキはこれまで小木工に利用されている程度ですが、新たな利用開発を進めるため、密度、乾燥性、各種強度、接着性、耐蟻性、耐朽性等に関する試験等を実施してきました。

成 果

タイワンハンノキの気乾密度の平均値は0.52 (g/cm³) を示し、乾燥に伴う材の全収縮率は接線方向で8.08%、半径方向で4.21%、長さ方向で0.27%を示しました。また、急速乾燥試験を行った結果、材に発生する割れ、変形、内部の割れがほとんど無く、乾燥のし易い樹種であることが分かりました（写真1）。また、曲げ強度の平均値は62.7MPa、曲げヤング係数は6.7GPaの値を示しました。縦圧縮強度は32.9MPa、板目面のせん断強度は14.6MPa、柃目面では12.7MPaの値を示し十分な強度を有することが分かりました。

これらの材質特性について、本県における内装及び家具材の代表としてのリュウキュウマツを標準試料として比較すると、タイワンハンノキは気乾密度、各収縮率が小さく、乾燥が容易であり、強度性能はやや低い値を示しました。

一方、酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤（木工ボンド）を用いた接着処理の結果では板目、柃目面のせん断強度の平均値は、それぞれ12.9MPa、11.6MPaの値を示し接着性は良好でした（表1）。しかし、耐水性を見るために行った浸漬はく離試験では、十分な接着性を得ることができませんでした。さらに、材を食害するイエシロアリを用いた耐蟻性試験においては、耐蟻性はほとんどありませんでした。また、木材を腐らす2種類の木材腐朽菌を用いた腐朽試験においても、木材腐朽菌に対する抵抗性はあまりありませんでした（図1）。このような材質特性から、タイワンハンノキは野外での使用には不向きであるが、内装材や家具用材として十分活用できることが分かりました。

成果の活用

研究の成果は、森林組合、家具製作所、木工業者に対し現場指導を通して成果の移転を図りました。この結果、タイワンハンノキ材を使用した事務机が生産されています（写真1、2）。

注 1) Egbert H. Walker(1954): Important Trees of the RYUKYU ISLANDS

2) 佐竹義輔ら (1989) : 日本の野生植物

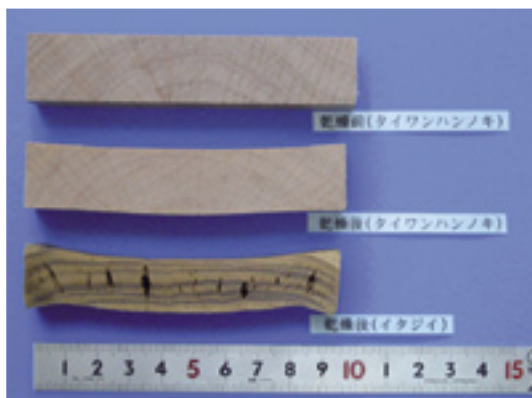


写真1 急速乾燥試験後の様子

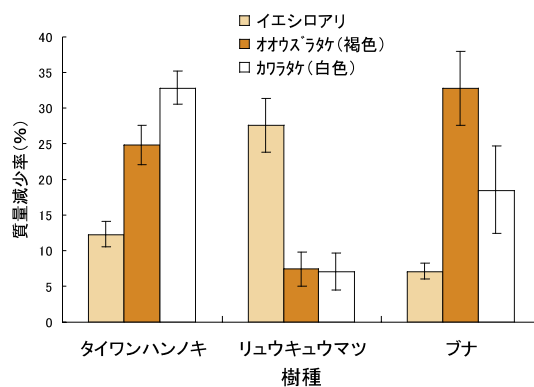


図1 生物劣化における質量減少率

表1 各種強度試験結果

	曲げ強度 (MPa)	曲げヤング係数 (GPa)	圧縮強度 (MPa)	せん断強度 (MPa)		接着せん断強度 (MPa)	
				板目面	柱目面	板目面	柱目面
平均値	62.7 ± 10.2	6.7 ± 1.3	32.9 ± 4.1	14.6 ± 0.9	12.7 ± 1.1	12.9 ± 2.6	11.6 ± 1.2
最大値	81.3	9.6	45.1	17.2	15.5	16.3	14.1
最小値	41.2	4.8	25.5	12.7	10.5	7.2	8.2



写真2 片袖机



写真3 事務用両袖机

[問い合わせ先：沖縄県林業試験場 林産開発室 TEL. 0980-52-2091]

33 スギ丸太の減圧処理による心材・白線帯・辺材の通導性評価

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

永井 智

研究の背景・ねらい

スギ材を乾燥することが困難である一つの理由として、1) 心材の仮道管有縁壁孔対が閉鎖しているため、心材内での水分移動が困難であること、2) 心材を取り囲む白線帯の含水率が低く、多くの壁孔対が閉鎖しているため、心材水分の外側への移動が一層困難であることなど、部位による通導性の変異が考えられてきました。しかしながら、丸太内の通導性を非破壊的に評価することは難しいため、その評価方法を含めて十分には明らかにされていません。

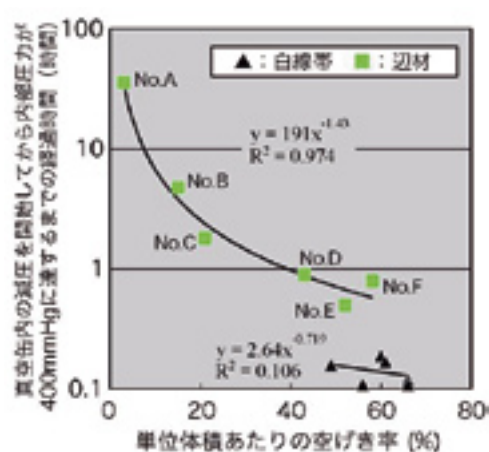
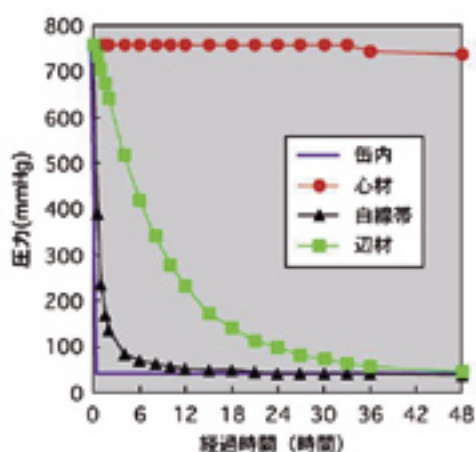
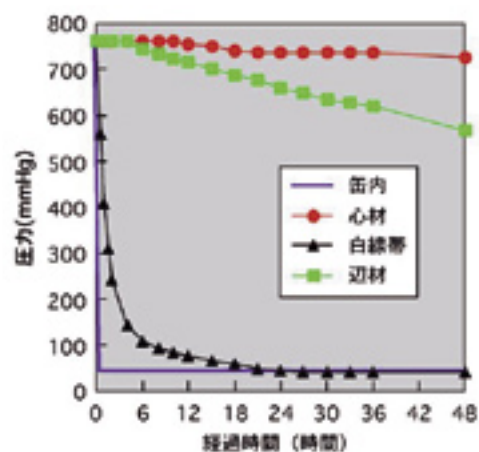
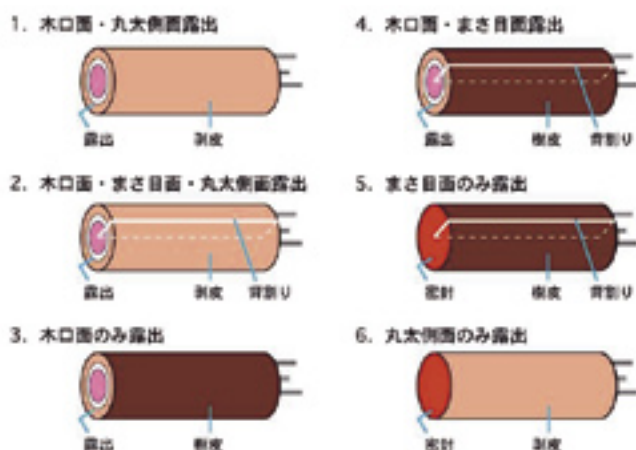
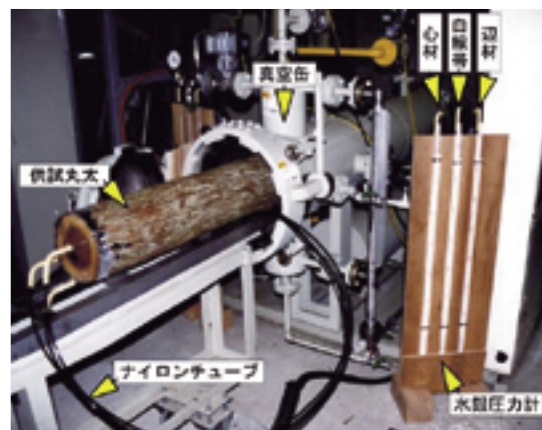
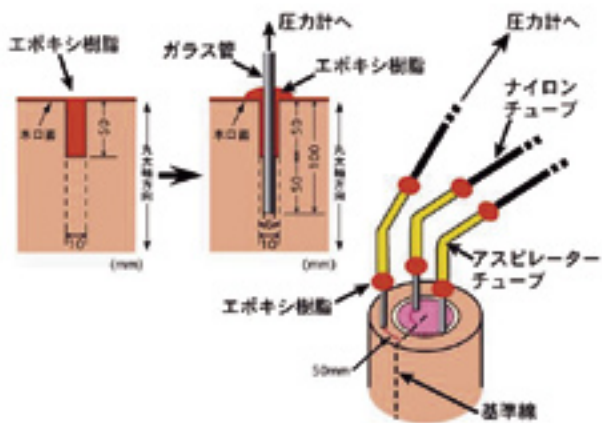
そこで、本研究では、実大丸太の心材・白線帯・辺材各部に圧力計を接続し（図1）、真空缶内で減圧処理（写真1）、丸太の内部圧力の経時変化によって通導性を評価する方法を考案しました。この方法によって、心材・白線帯・辺材各部の通導性を評価することができるようになり、背割り加工の有無、樹皮の有無などの様々な条件（例えば図2）のスギ丸太について、部位による気体（水蒸気）の抜け易さ、ひいては乾燥のし易さを評価することを目指しました。

成 果

- 1 生材丸太の減圧処理試験結果の一例（木口面・丸太側面を露出させた場合）を図3に示します。なお、この場合、心材および白線帯が真空缶内に露出しているのは片方の木口面のみです。さて、心材の内部圧力は減圧開始時から終了時までほとんど変化しませんでした。ところが、白線帯では真空缶内の減圧直後から内部圧力が急激に低下しはじめました。つまり、白線帯の通導性はきわめて高いことが明らかとなりました。心材の場合、その周囲を取り囲んでいる白線帯の圧力がほぼ缶内圧力に達していても、減圧による圧力低下はほとんど認められなかったことから、心材の通導性は軸方向だけでなく半径方向にもきわめて低いということがわかりました。他方辺材では、含水率が高いため圧力の大きな低下は認められませんでした。背割りを施す（柾目面を露出させる）ことにより、通導性が大きく向上することがわかりました（図4）。
- 2 葉枯らし処理（2～4ヶ月）により様々な含水率状態に調整した丸太について、減圧試験を行ったところ、心材では葉枯らし処理を行っても内部圧力はほとんど低下しませんでした。一方、白線帯は未処理丸太同様にきわめて高い通導性を示しました。辺材では、含水率の低い（空げき率の大きい）丸太ほど、内部圧力が短時間で低下する傾向が認められました（図5）。
- 3 生材丸太や葉枯らし丸太を用いて減圧試験を行った結果を要約すると次の通りです。①心材の通導性は、含水率の高低（150～50%）や葉枯らし処理の有無、周囲を取り囲む白線帯の存在とは関わりなくきわめて低い。②白線帯はきわめて気体の抜けが良く、通導性が高い。③辺材における気体の通導性は含水率の低下に伴って著しく向上する。ただし、生材状態でもできるだけ柾目面を露出させた（柾目・追柾）木取りを行うことにより、乾燥性も著しく向上するものと推察される。

成果の活用

主にスギ材の乾燥技術開発に際し、製材木取りによる乾燥性評価のための基礎資料としての活用が期待できます。また、スギの心材形成機構の解明に際し、基礎資料としての活用が期待できます。



[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]

34 高知方式木材高耐久化技術の開発

高知県立森林技術センター

松岡良昭

研究の背景・ねらい

近年、世界でも初めて、高温のパラフィン液相中で木材を乾燥させる技術が高知県から発祥しました。木材を水の沸点以上の高温のパラフィン液体中に浸漬して、急速に乾燥する方法で、そのメカニズムを調べる過程で、乾燥と同時に水と入れ替わりにパラフィンが木材中に浸透することがわかってきました。そこで、木材乾燥に留まらず、新しい木材保存処理技術として応用できないかと考えました。現在、日本をはじめ大部分の諸外国の規格において、何らかの環境区分を行って木材保存剤を使用するように規定されています。木材保存剤としては、CCAの他に、DDAC、ACQ、ナフテン酸銅、ナフテン酸亜鉛などが用いられます。

そこで、薬剤を使わない、食品衛生上でも安全なパラフィンによる、独自の木材高耐久化技術の開発とその技術を使った製品の実用化を目指しました。

成 果

- 1 パラフィン液相中で生材を加熱し乾燥処理すると、乾燥初期では、木口や材表面から木材中の水分が盛んに蒸発し、重量減少が激しく、中期では、水分蒸発が緩やかになり、重量減少も鈍化し、さらには、緩やかに水分蒸発が進むものの、パラフィンが材内に浸透し、逆に重量が増加することがわかりました。
- 2 パラフィンが材内に浸透している状態を簡易に把握する方法として、処理材を水に浸漬する方法が有効であることがわかりました。水に浸漬すると、パラフィンが浸透していない部分は濡れ色になりますが、浸透している部分はパラフィンの撥水性のため、濡れ色にならず、容易に判別できるのです。
- 3 パラフィン液相乾燥材は、JIS K1571に基づく防腐効力試験の結果、DDACやCUBAZと比較すると防腐性能は落ちるものの、無処理材との有意差があり、一定の防腐性能が得られます(図1)。また、(社)日本木材保存協会規格第11号に基づく防蟻効力試験の結果、質量減少率において無処理材との有意差があり、一定の防蟻性能もあることがわかりました(図2)。
- 4 パラフィン液相乾燥されたスギ丸棒材(直径9cm、長さ1.3m)を屋外暴露し、1年間の含水率変化や割れの変化を調べた結果、以下の事がわかりました。
 - ①パラフィン液相乾燥材は、含水率15~20%の比較的小さい変化を示すのに対し、無処理材は、11~24%の大きい変化を示します(図3)。
 - ②パラフィン液相乾燥材は、乾燥直後の状態を維持し、ほとんど表面割れが伸長しません(図4)。

成果の活用

- 1 スギ丸棒材のパラフィン液相乾燥材の用途として、歩行者・自転車用防護柵のビーム材を想定し、写真1に示す金属と木材のハイブリッド製品の開発に取り組みました。2003年9月に国土交通省新技術情報提供システム(NETIS)に登録され、2003年度末で11箇所1,384mと施工実績が着実に伸びています。
- 2 高速道路や道路工事現場等に設置されているプラスチック製の車衝突衝撃吸収用クッションドラムの代替品として、スギ間伐材を使用した木製クッションドラムを開発し(写真2)、2001年10月にNETISに登録され、2003年度末で350基販売されています。

知的財産取得状況

木製クッションドラムについては、特許出願公開中(特開2004-270360)であり、また、歩行者・自転車用防護柵は、意匠登録済み(登録番号第1220288号)です。

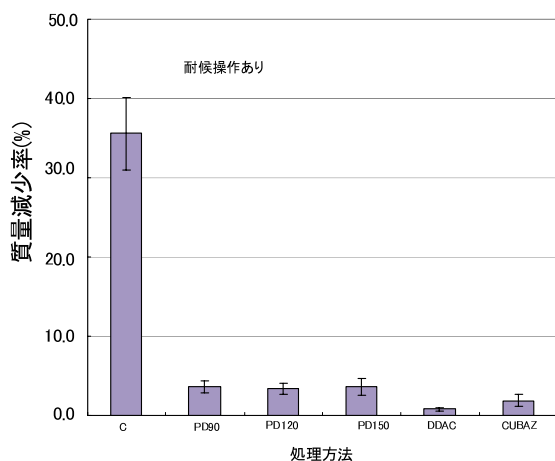


図1 防腐効力試験（オオウズラタケ）

誤差線：平均値±標準誤差
 PD90：パラフィン液相乾燥（90℃）
 PD120：パラフィン液相乾燥（120℃）
 PD150：パラフィン液相乾燥（150℃）
 DDAC・CUBAZ：木材防腐・防蟻薬剤

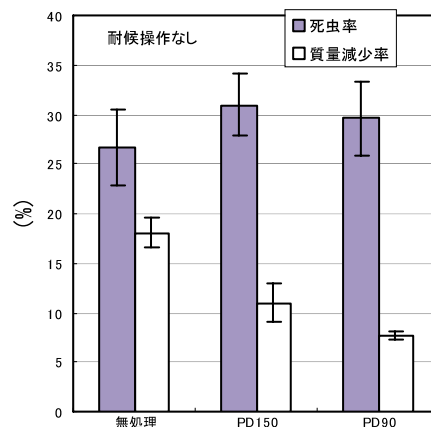


図2 防蟻効力試験（室内試験）

誤差線：平均値±標準誤差
 PD90：パラフィン液相乾燥（90℃）
 PD150：パラフィン液相乾燥（150℃）

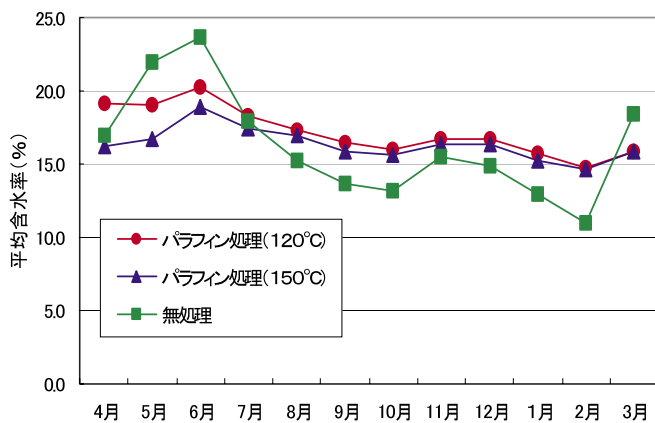


図3 スギ丸棒材の含水率経時変化

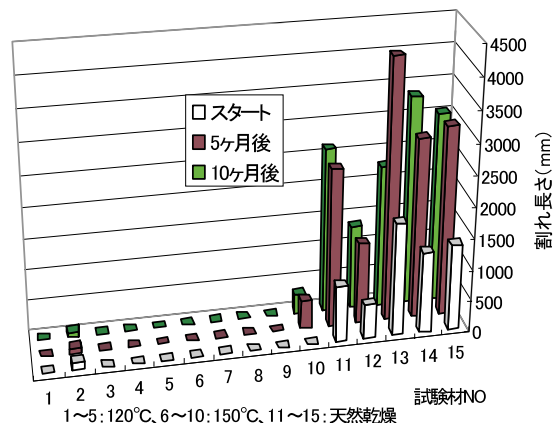


図4 スギ丸棒材の表面割れの経時変化



写真1 歩行者・自転車用防護柵の施工事例



写真2 木製クッションドラム

〔問い合わせ先：高知県立森林技術センター 資源開発部 TEL. 0887-52-5105〕

35 スギ柱材の乾燥技術の開発

福岡県森林林業技術センター

片桐幸彦・占部達也・村上英人

研究の背景・ねらい

これまで各研究機関で行われてきた研究から、心持ち柱材の表面割れ抑制には高温低湿処理が効果的なことがわかってきましたが、一方で木材を高温条件に長時間さらすことは、内部割れの発生や材の劣化を助長することもわかってきました。ところで、福岡県では、湿度制御を行えない簡易型の乾燥機を含め、工場ごとに様々な仕様の乾燥機が導入されています。しかし、高温型の蒸気式乾燥機の設置工場が少ないため、地域全体では高温低湿処理のメリットを生かした乾燥材の生産が進んでいません。そこで、地域における高温型の乾燥機を有する製材工場とその他の工場との関係により、表面割れも内部割れも抑制した良質の乾燥材を生産するための乾燥条件を確立することが本研究の目的です。なお、本研究は「福岡県県産材乾燥システム開発促進事業」として行ったものです。

成 果

各製材工場から高温型蒸気式乾燥機を保有する工場に柱材（合計1800m³、内試験体540本）を搬入して、高温低湿処理（98℃での蒸煮直後に乾球温度120℃、湿球温度90℃で処理）を12～48時間行いました。その後、処理材を各乾燥工場に搬送して、含水率が20%以下になるまで人工乾燥させました（写真1）。使用した人工乾燥機は中温型の蒸気式乾燥機が多いのですが、湿度制御を行えない簡易型の乾燥機などを使用する場合もあるため、乾燥温度を50℃～105℃とし、湿度設定が可能な場合には乾湿球温度差を20℃に設定して乾燥を行いました。これによって、高温低湿処理時間や乾燥温度の違いが、仕上がり後の乾燥材の割れ発生状況に及ぼす影響を調べました。

高温低湿処理を行った時間と、乾燥後の表面割れ発生状況との関係を図1に示しました。無処理材の表面割れの発生面積（100%）を基準にすると、高温低湿処理15時間では3%、18時間では2%、21時間では1%と発生面積が少なくなることがわかりました。また、材内に生じる内部割れの発生状況を図2に示しました。乾燥温度50～80℃の場合は高温低湿処理が15～21時間であれば内部割れの発生は全くありませんでした。しかし、乾燥温度105℃で乾燥させた場合、高温低湿処理が18時間以上になると、処理時間が長くなるにつれて内部割れが増加する傾向にありました。これらのことから、工場間の関係によって、表面割れ、内部割れともに少なくなる効率的な乾燥システムを地域に構築するためには、高温低湿処理の時間を15時間程度に抑えることが必要であり、その後の仕上げのための処理温度は80℃程度にとどめるような条件設定が有効であることが明らかになりました（写真2、写真3）。ひいては、一連の乾燥処理を複数の工場にまたがって行っても、良質の乾燥材生産が可能であることを確認しました。

成果の活用

前もって高温低湿処理を行っておけば、湿度調節の困難な乾燥機であっても、乾燥時の表面割れを大幅に抑えることができます。そのため、未処理材を高温乾燥機を保有する工場に持ち込んで、高温低湿処理を行い、その後自社の簡易型乾燥機（湿度調節の困難な乾燥機）などを用いて乾燥仕上げを行うような工場が出てきました。将来的には、高温乾燥機の導入がさらに増えていくことで、自前で乾燥処理の全工程を行えるような工場が増加すれば、地域における乾燥材生産の拡大がより効率的にできるようになると考えられます。

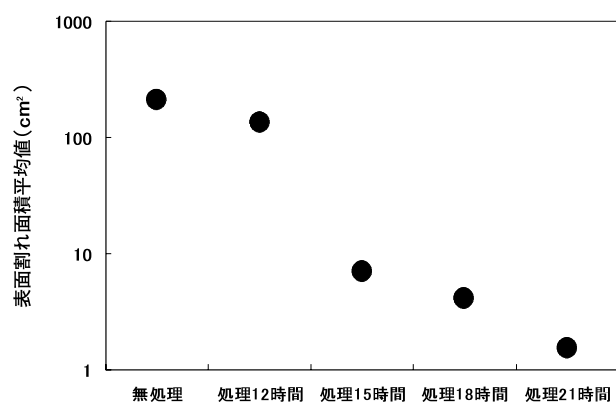


図1 高温低湿処理時間と表面割れ

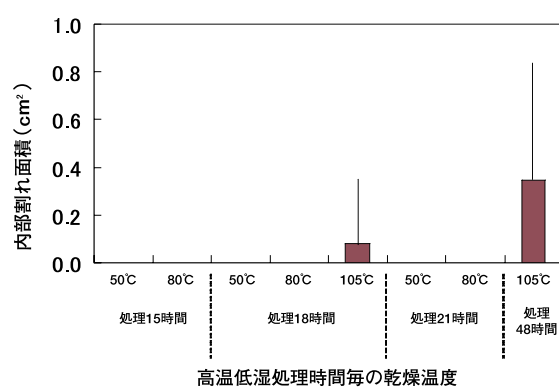


図2 高温低湿処理時間とその後の乾燥温度毎の内部割れ



写真1 生産された乾燥材



写真2 高温低湿処理を行った簡易乾燥材
(処理時間：15時間)



写真3 高温低湿処理を行わなかった簡易乾燥材

〔問い合わせ先：福岡県森林林業技術センター 研究部資源開発課 TEL. 0942-45-7982〕

36 間伐材等を利用した土木構造物の仕様基準の開発

北海道立林産試験場

森 満範・前田典昭・藤原拓哉・森泉 周

研究の背景・ねらい

土木構造物を設計する際に、「設計した構造物は何年もつのか?」、あるいは「目標の耐用年数まで機能させるためにどのような設計をすればよいのか?」ということが問題になりますが、これは「腐朽」や「耐久性」というものが抽象的で、木材の耐久性の指標となる情報が少ないことに起因していると考えられます。

従来、木製土木構造物の安定計算等を行う場合は初期強度のみを基準とし、生物劣化による部材や構造物の耐力の経時変化は考慮されていません。そこで、耐久性を考慮した木製土木構造物の設計のための指標を提示することを目的として、木材の耐久性の指標を強度で表現し、カラマツを用いた土木構造物における部材の経時的な強度低下を推定するとともに、構造物としての耐力の経時変化を予測するための検討を行いました。

成 果

- 1 腐朽による被害と経過年数との関係
 - ・北海道内でカラマツによる木製土木構造物の腐朽調査を実施し、各部位ごとに経過年数と腐朽（被害度、ピロディン打ち込み深さ）の関係を求め、道内での土木構造物用途でのカラマツの耐朽性を明らかにしました。
- 2 腐朽による被害と強度との関係
 - ・杭材および丸太材を用いた野外設置試験（ステーキ試験）を行い、腐朽（被害度、ピロディン打ち込み深さ）と強度（曲げ強さ、縦圧縮強さ）の関係を明らかにしました。
 - ・道産材等の耐朽性を短期間で評価できる室内促進劣化（ファンガスセラー）試験法を確立し、試験体における腐朽（被害度等）と強度（縦圧縮強さ）の関係を明らかにしました。
- 3 経過年数と残存強度との関係
 - ・土木構造物の腐朽調査、野外ステーキ試験およびファンガスセラー試験の結果から、土木構造物として使用されているカラマツ丸太における残存強度の経年変化を各部位ごとに推定しました（図1）。
- 4 耐久性を考慮した設計方法の提示
 - ・各部材における残存強度の経年変化の推定結果をもとに、従来実施されていなかった「木材の耐久性を考慮した構造物の設計」方法を取りまとめ、数種のモデル構造物に対して耐用限界の求め方（安定計算例）を提示しました（図2）。

成果の活用

本研究の成果は、北海道が発行する「土木用木材・木製品設計マニュアル」のWEB版へ追加掲載され、本成果の考え方を取り入れた木製土木構造物が北海道水産林務部によって施工されています。その他、道の関連部署、関連業界に対して普及活動を行っています。また、本課題で検討した強度低下・耐力変化を予測するための手法を、他の構造物へ改良・展開するための研究にも着手しています。

（「土木用木材・木製品設計マニュアル」追加版：http://www.pref.hokkaido.jp/srinmu/sr-rnsn/torikumi/doboku_manual/index.htm）

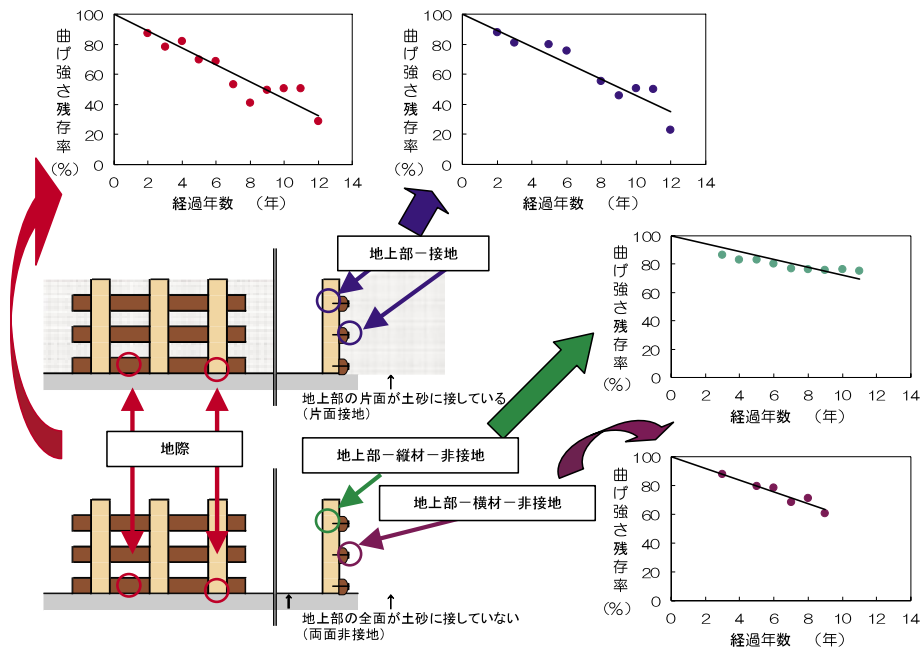


図1 木製土木構造物の各部材における耐力（残存強度）の経年変化

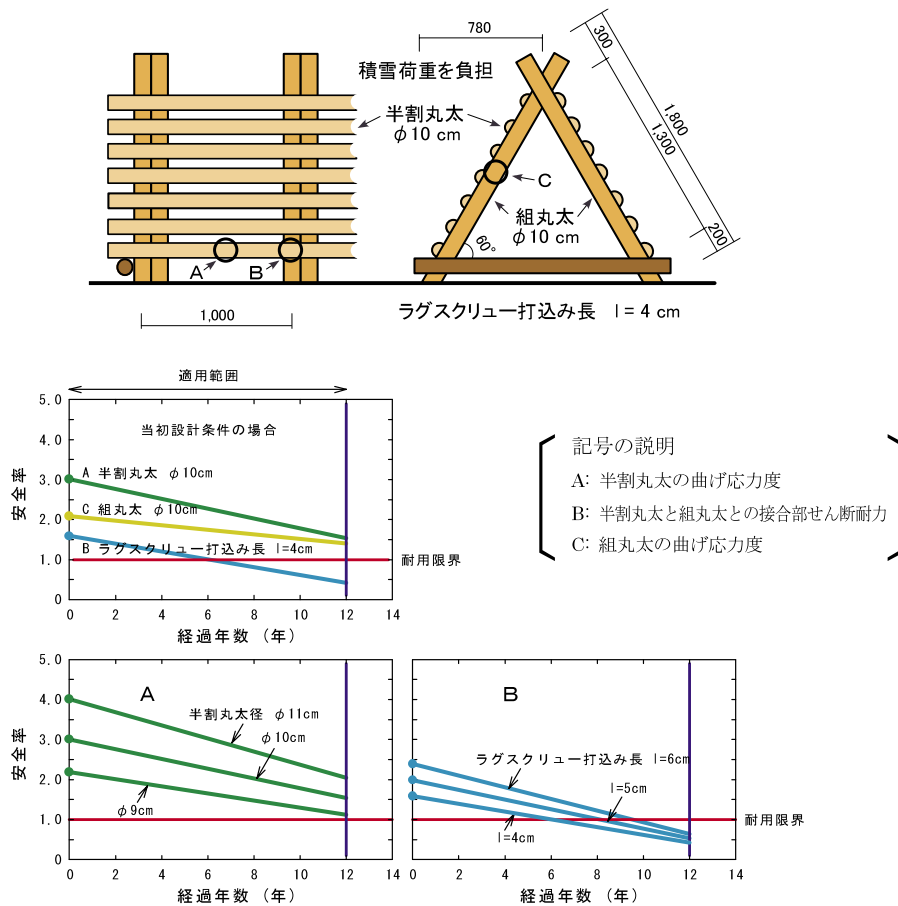


図2 耐久性を考慮した安定計算例（耐用限界を安全率=1とした場合、防風工）

[問い合わせ先：北海道立林産試験場 性能部耐朽性能科 TEL. 0166-75-4233（内線422）]

37 信州型木製ガードレールの開発

長野県林業総合センター

柴田直明・吉野安里

研究の背景・ねらい

防護柵（ガードレール）設置基準の性能規定化（1998年）に伴い、所定の実車衝突実験に合格すれば、木製のガードレールも使えることになりました。そこで、長野県では県産間伐材の利用促進と観光地の景観改善等を目的として、2003年度に「信州型木製ガードレール開発事業」を実施しました。

ここで、信州型木製ガードレールとは、構成する主たる部材に県産間伐材を使用し（単なる装飾は除く）、「防護柵設置基準」に定める性能を満足するとともに、地球温暖化防止対策、循環型社会構築、環境保全、景観改善、雇用創出に寄与するものとししました。また、開発対象は支柱を土中に埋め込むタイプとする車両用防護柵で、路側用C種（設計速度：50 km/h以下）とししました。

成 果

この事業では、県内の民間企業（企業グループを含む）の開発を、本県関係部局が横断型体制で支援しました。また、（独）森林総合研究所や国土交通省国土技術政策総合研究所の指導も得ました。

当センターでは、まず木材を使った横梁（ビーム）の曲げ試験を担当しました（図1、すべて中央集中荷重方式）。下記の1号型の関係では、既存の鋼製C種横梁（スパン4 m用）との比較もしました。2号型の開発においては、横梁の両端（両木口部）に付ける金物の形状、木材部分の節や丸身の大きさ、背割りの有無の影響等も検討しました。

次いで、1号型の横梁接合部と、既存の支柱（C種用鋼管）の引張試験を実施しました（写真1）。

これらのデータは、各企業における仕様の改良に利用されるとともに、長野県工業試験場における大型貨物車衝突実験のシミュレーション等にも活用されました。

以上の結果を踏まえ、最終的には3企業が国土交通省国土技術政策総合研究所（つくば市）における実車衝突実験〔大型貨物車（20 ton、32 km/h）と乗用車（1 ton、60 km/h）各1回〕を受けました。実車衝突実験の合格例を、写真2に示します。3企業の木製ガードレールはすべて同実験に合格し、「信州型木製ガードレール」として認定されました。最終的な仕様を、以下に示します（写真3）。

- 1号型 横梁：**φ180 mmスギ円柱加工材の半割り2段、裏面に幅300mmの鋼板を添えて補強、その下にφ60.5mmの鋼管を配置 **支柱：**φ114.3 mmのC種用鋼管、スパン4.0 m
- 2号型 横梁：**カラマツ150 mm正角（面取り）2段、各正角の中心にφ20mmの丸鋼を通して補強
支柱：φ114.3 mmのC種用鋼管、地上部はカラマツ200 mm正角（面取り）で被覆、スパン2.0 m
- 3号型 横梁：**φ180 mmのカラマツ円柱加工材2段 **支柱：**鉄筋コンクリート柱、スパン2.0 m

成果の活用

2004年の夏から、信州型木製ガードレール1～3号型の県道等への設置が始まっています（写真3）。2004年度には設置用経費として総額2億円が計上されており、年度末までに総延長6 km前後への設置が完了する予定です。2005年度以降も、順次設置を進める計画です。

なお、維持・管理技術等については、（独）森林総合研究所を中核機関とする「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」の共同機関として、同研究所の指導のもとに検討を進めています。

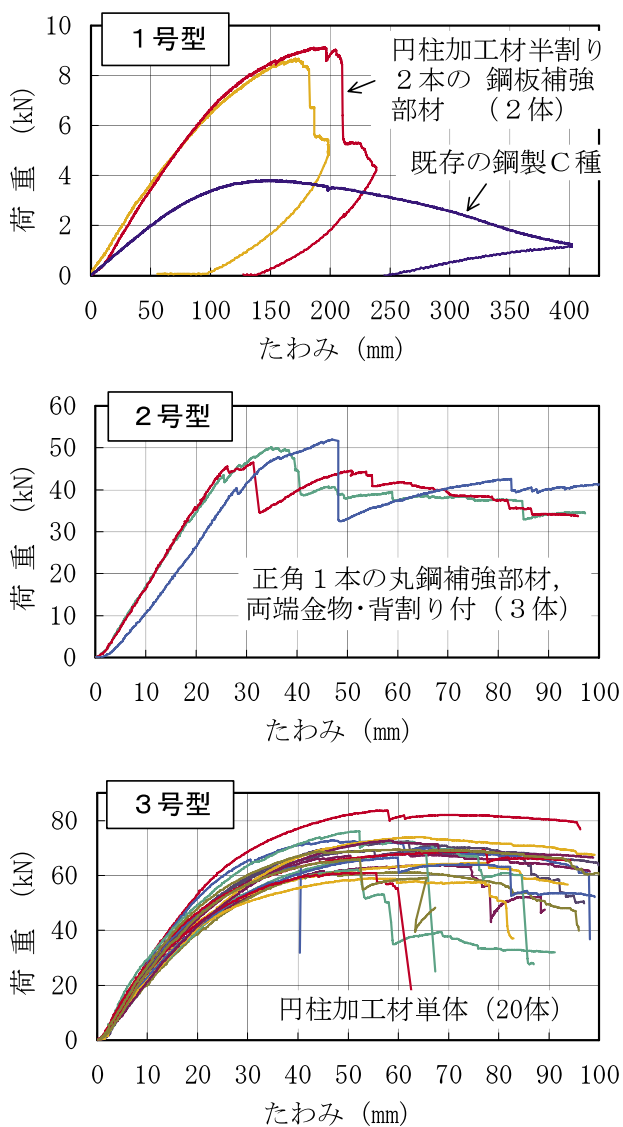


図1 横梁の荷重-たわみ曲線の一部

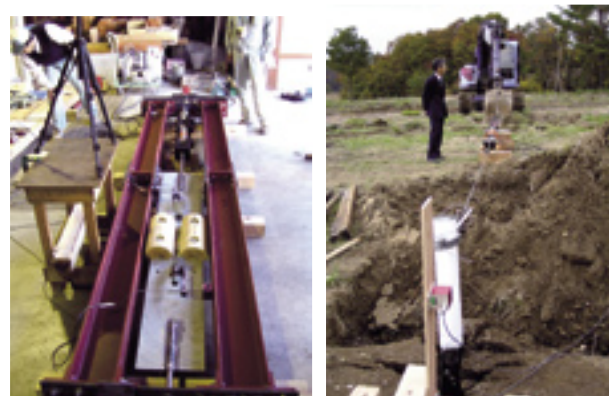


写真1 横梁接合部の引張試験 (左) と
支柱の引張試験 (右)



写真3 信州型木製ガードレール
(上から順に 1, 2, 3 号型)



写真2 実車衝突実験の合格例

(左：大型貨物車、右：乗用車、矢印：車両の進行方向)

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

38 熊本県産スギ材を横架材として利用するための スパン表の作成

熊本県林業研究指導所

荒木博章・池田元吉・前田貴昭

研究の背景・ねらい

木造軸組構法住宅で使用される構造材の中では、梁桁といった横架材の材積がかなりの割合を占めています。しかし、これらの部材にはベイマツや欧州アカマツなどの外国産樹種による集成材が多く利用されているのが現状です。この理由としては、スギの曲げ強度に対する不安や、スギ平角材を製材できる大きさの素材供給が少なかったためと考えられます。しかし、近年ではスギ人工林資源が充実しつつあり、平角材を製材できる大きさの丸太も供給可能になりつつあります。また、熊本県の木材業界の中でも、材1本ごとに機械等級区分（ヤング係数を区分すること）や含水率区分を実施するといった、ユーザーが安心して使用できる信頼性の高い材料供給への取り組みが実施されています。

成 果

熊本県産スギ平角材173本の曲げ試験の結果、図1に示すように動的ヤング係数と曲げヤング係数の間には高い相関関係がみられました。また、図2から、機械等級区分ごとの基準強度を設定するのに十分な動的ヤング係数と曲げ強さの関係がみられました。

次に、スギ平角材の曲げクリープ試験について図3に示します。図に示されるように、荷重が継続して負荷する状態では、含水率の状態によって曲げたわみ挙動が異なることが確認されました。

以上の試験結果をもとに、図4に示すようなスギ平角材のスパン表（横架材のスパンと梁材間隔に応じて必要な断面寸法の一覧表）を作成しました。

この特徴としては、以下のことが挙げられます。

- ・動的ヤング係数による機械等級区分ごとの基準強度を設定して、材料に対する信頼性を高めています（機械等級区分については、曲げ試験結果において出現割合の高かったE 50およびE 70について設定しています）。
- ・将来的なたわみ変形の予測にあたって、施工時の材の含水率の影響を考慮しています。

なお、スパン表を作成した部材は、現在のところスギ材がそれほど使われていない床梁や胴差などです。また、横架材の幅は105mmと120mm、モジュールは1.0m、0.95mおよび0.91mを採用しています。部材の種類などに関しては、今後も必要に応じて増やしていく計画です。

成果の活用

「熊本県版スギ横架材のスパン表Ver1.1」として平成16年11月に発行しました。また、県内各地で設計士・工務店等に対して講習会などを実施し、普及活用を図っています。

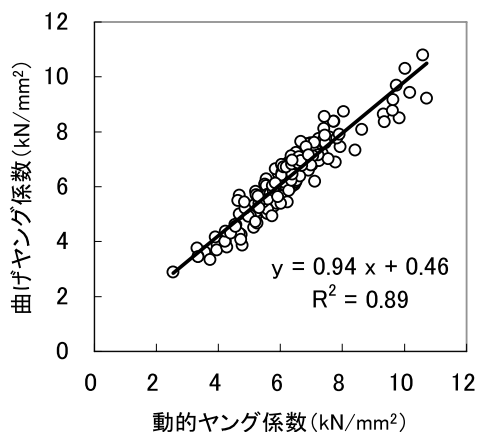


図1 動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係

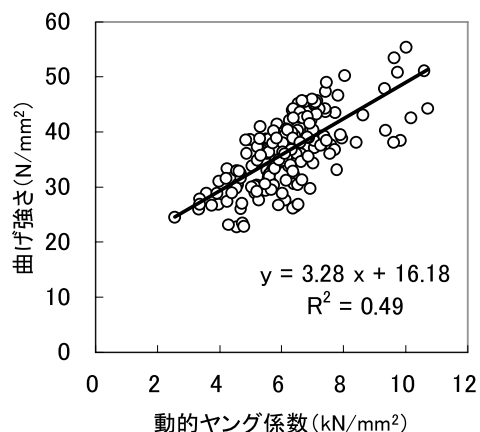


図2 動的ヤング係数と曲げ強さの関係

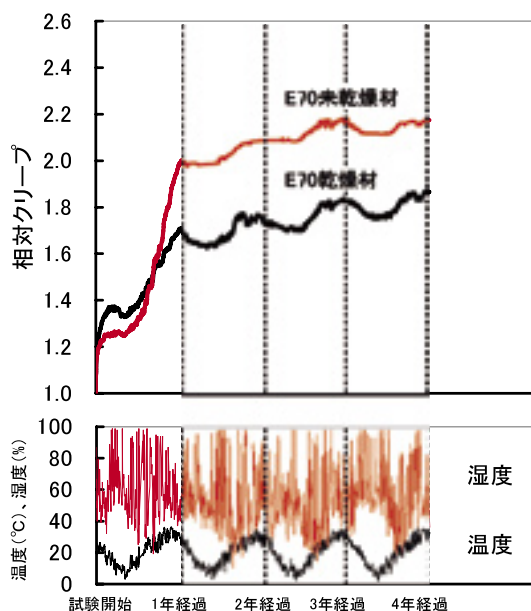


図3 熊本県におけるスギ平角材の曲げクリープ試験

※相対クリープ=(たわみ量)/(初期たわみ量)

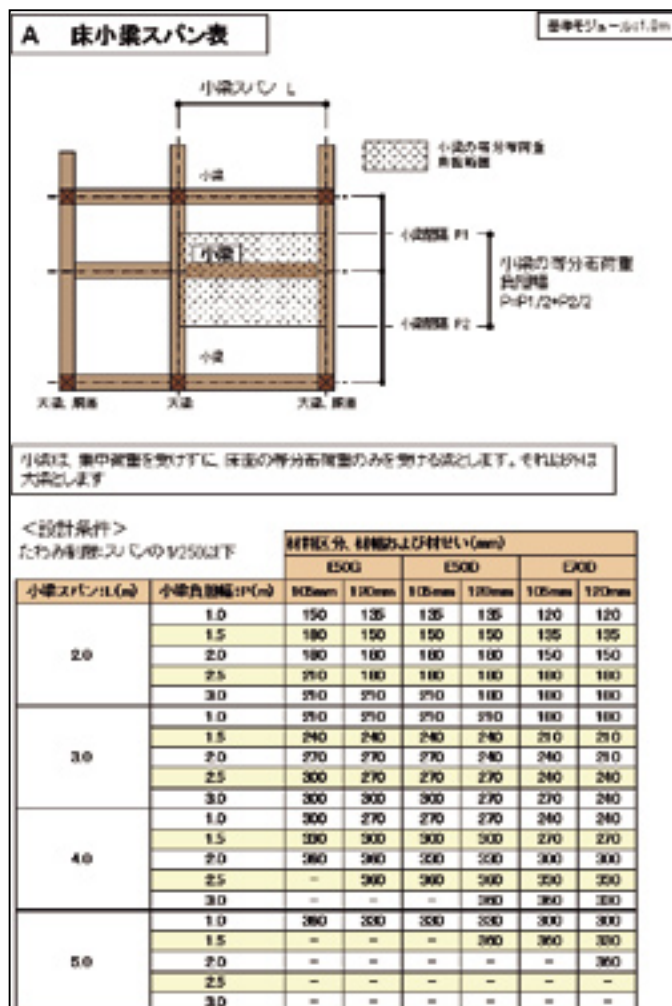


図4 「熊本県版スギ横架材のスパン表」の一例

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

39 スギ流通丸太のクローン識別の可能性

宮崎県林業技術センター

三樹陽一郎

研究の背景・ねらい

九州では古くからさし木苗の造林が主流となっており、育種品種のクローンをを用いた品質管理型木材生産の構想が検討されています。それを進展させるため、DNA分析でスギ流通丸太のクローンを特定することは重要な技術の一つと考えられます。しかし、流通丸太は伐採からの経過日数、保存環境も異なり、それらの要因がDNA分析に与える影響を明らかにしておく必要があります。そこで、スギ展示林から伐出し野外に放置した丸太、また、実際の流通丸太を対象に、定期的にDNAの抽出とRAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) 分析の可能性を調査しました。

成 果

- 1 スギ放置丸太から定期的に内樹皮（寸法：約20×10×0.5mm）を採取し、DNAの抽出量の推移を調査しました（写真1）。4月に伐採した丸太では、放置1ヶ月間はDNAが正常に抽出できましたが、2ヶ月以降は穿孔虫類の食害痕が著しく増加し、DNA抽出可能な内樹皮を採取することが困難となりました。これに対し、12月に伐採した丸太では、放置4ヶ月が経過しても、分析に利用できる収量が得られました（図1）。
- 2 RAPD分析によるマーカーバンドの検出状況を調べたところ、4月に伐採した丸太では、放置1ヶ月間は目的のバンドが得られましたが、2ヶ月が経過した頃からは、明瞭なバンドを検出することができなくなりました。一方、12月に伐採した丸太では、放置4ヶ月が経過してもバンド検出への影響は認められませんでした（写真2）。この傾向は屋根付きエリアに放置した丸太でも同様であり、雨水の影響は少ないと考えられました。以上のことから、スギ流通丸太のクローンを把握する場合は、伐採してから1ヶ月以内の丸太ならばDNA型を特定できる可能性が高いことが明らかとなりました。また、冬季であれば分析結果への支障はさらに少なくなることが示唆されました。
- 3 9月上旬、木材加工場に搬入されたスギ丸太12本から内樹皮を採取したところ、内樹皮の色は冬季には変化しないのに対して、当初の白色から褐変する傾向にありましたが、RAPD分析でDNA型を特定することができ、一部は既存データからクローン名も推定できました（写真3、表1）。

成果の活用

宮崎県内の市場に流通しているスギ丸太（生材）のほとんどは、伐採から1ヶ月以内の材といわれており、これらを対象としたDNA分析の可能性は十分期待できます。また、木材流通段階で評価の高いクローンは、苗木生産へフィードバックさせることで、材の高品質化に向けた造林の一助になると考えています。まずは、スギ流通丸太のDNA型によるデータ蓄積を行い、市場にどのようなクローンが流通しているかを調査する予定です。



写真1 スギ丸太の野外放置試験

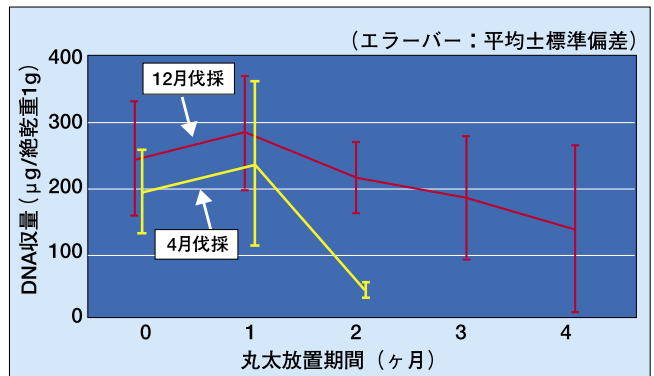


図1 DNA平均収量の推移

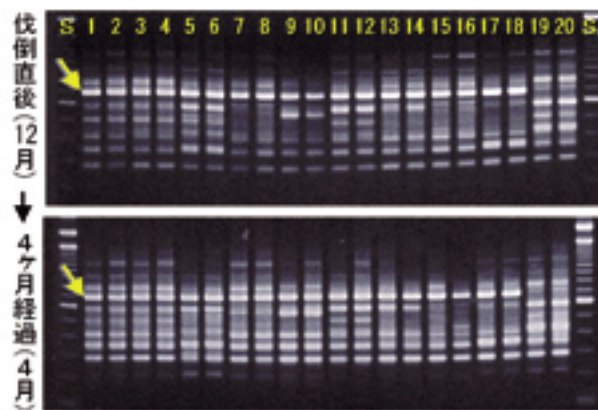


写真2 DNAバンド写真の比較

(黄色矢印が追跡調査したマーカerbバンドで4ヶ月経過後も検出された。対照としてレーン19及び20にマーカerbバンドを本来保有しないクローン泳動した。)

表1 流通丸太のDNA分析

DNA型	同型サンプル数	既存データとの照合結果
A型	3	タノアカ (在来品種)
B型	2	イボアカ (")
C型	2	マアカ (")
D型	1	メアカ (")
E型	1	黒東臼杵25号(精英樹)
F型	1	データになく不明
G型	1	"
H型	1	"
計8タイプ	12サンプル	DNA型5タイプがデータと一致



写真3 流通丸太からの樹皮採取

(サンプル提供：耳川広域森林組合椎葉木材加工センター)

40 ハタケシメジ新品種の開発

宮城県林業試験場

玉田克志

研究の背景・ねらい

健康食品や自然食品に対するニーズが高まる中、きのこは農山村地域における林産物生産収入の主要な作目に位置づけられており、新たなきのこ栽培品目の創出による地場産品の商品化が必要かつ重要な課題となっています。

これを受けて宮城県では、野外（露地）栽培用のハタケシメジ品種「みやぎLD1号」を開発・品種登録し、季節栽培品目として普及を図ってきました。しかし、「みやぎLD1号」はビン栽培には適していない品種であるため、今回、きのこ生産者から要望の高いハタケシメジ周年栽培の実施を目的として、空調施設におけるビン栽培用ハタケシメジ新品種「みやぎLD2号」を開発しました。

成 果

宮城県内に自生する野生のハタケシメジを収集し、優良な菌株を人為的に交配させることで、68交配菌株を作出しました。これらについて、菌糸伸長特性による一次選抜実施後、選定した34菌株から、①きのこの形状に優れ（形態的に大型で奇形が少なく株立ち良好なもの）、②収量が多く（平均収量130g/ビン以上）、③栽培期間が短いもの（発生操作～収穫期間が30日以内）、④培地基材にスギおが粉が使用できるもの、⑤覆土を実施せず栽培が可能なものを二次選抜により5菌株選定しました。その後、最終的な特性調査により諸特性が安定している有望な1菌株を選抜、「みやぎLD2号」（写真1）として品種登録申請を行いました（表1・図1・図2）。

これまで国内で品種登録されたハタケシメジの大半は、培地にバーク堆肥を使用し、品種によってはきのこ発生処理に覆土工程が必要でした。このため、専用の栽培機器類の整備が必要となり、栽培コストの低減が極めて困難な状況でした。一方、本品種は安価なスギおが粉を使用し覆土作業が必要ないことから、栽培コストを低減することが可能となりました。また、現行のヒラタケやエノキタケ等の生産施設を改良することなく利用でき、培地資材も同じ材料を利用できることから、これらきのこの代替もしくは複合生産品目として、需要動向を踏まえた品目選択による栽培が可能となります（写真2）。さらに、本品種の育成にあたって、県内に自生の菌株を育種材料に用いることにより、地域で親しまれている野生ハタケシメジの味を楽しむことができるようになりました。加えて、本品種は栽培適用範囲が広く、野外栽培も可能なことから、ハタケシメジ野外栽培用品種として普及を図ることで、「みやぎLD1号」とともに、栽培者の品種選択の幅を広げることが期待されます（写真3）。

成果の活用

現在、エノキタケ生産施設を活用して、当該施設で通常使用している機器・資材等をそのままハタケシメジ栽培に転用しての栽培適応試験を実施しています。また、「みやぎLD1号」野外栽培者に「みやぎLD2号」菌床を併せて配布し、現地野外での栽培特性を試験しています。生産物は、地域の直販所において一般に販売するとともに、食材として旅館等に卸し、いずれも好評を得ています。

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。

表1 「みやぎLD2号」作出に係る交配育種の経緯

交配系の組み合わせ		作出及び一次 選抜供試菌株	二次選抜 供試菌株	三次選抜 供試菌株	最終確 定菌株
LD1号	× B9C8	26	18	4	—
LD1号	× 6-141	16	7	—	—
B9C8	× 6-141	6	5	—	—
B9C8	× 18-21	3	1	1	1
B9C8	× B9C8	1	—	—	—
6-141	× 6-141	15	3	—	—
6-141	× 18-21	1	—	—	—
合計菌株数		68	34	5	1

LD1号 : みやぎLD1号：既登録品種
 B9C8 : 宮城県内に自生の野生種の交配菌株
 6-141 : 宮城県内に自生の野生種の組織分離菌株
 18-21 : 宮城県（林業試験場）内に自生の野生種の組織分離菌株
 一次選抜 : 寒天培地による菌糸伸長試験
 二・三次選抜 : スギおが粉基材による栽培特性試験



写真1 「みやぎLD2号」の
ビンによる発生状況

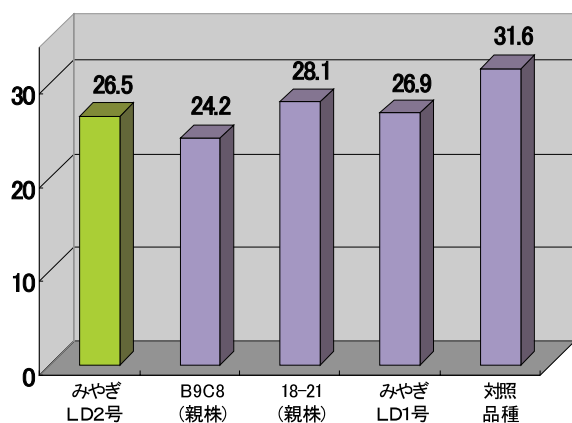


図1 発生処理から収穫に至るまでの必要日数（日）

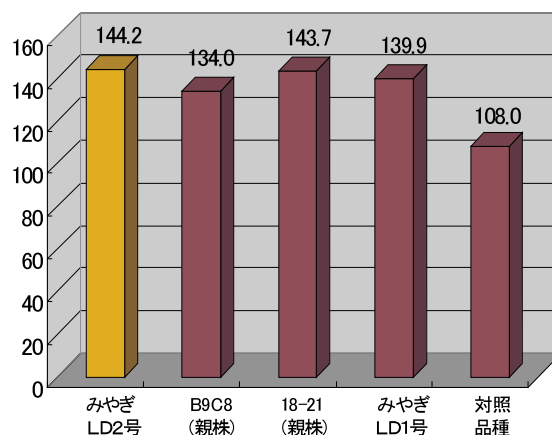


図2 栽培ビンあたりの平均子実体収穫量（g／ビン）



写真2 エノキタケ生産施設を利用した
「みやぎLD2号」栽培試験



写真3 「みやぎLD2号」の野外栽培（2.5kg菌床）による発生状況

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

41 きのこと新品目の開発ーヤマブシタケの栽培についてー

長野県林業総合センター

増野和彦

研究の背景・ねらい

長野県は、エノキタケ、ブナシメジ、ナメコが全国第一位のきのこ生産県です。しかし、全国的にきのこ生産が盛んになり、産地間競争が激しくなっています。そこで、地域独自のきのこ新品目として、ヤマブシタケの栽培技術の開発に取り組みました。

ヤマブシタケは、珍しいきのこですが、時々里山でも見ることができます。中国では、薬用きのことして古くから利用されています。

なお、本研究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）および「ニュータイプきのこの育種と生産技術の開発」（平成8～15年度）の一環として実施したものです。

成 果

- 1 ヤマブシタケの栽培技術の開発を行うとともに、培地の低コスト化、培養期間の短縮化を図りました。その結果、野生株から優良品種を選抜し、菌床栽培（図1、写真1）により1サイクル35日間ほどの短期間で栽培を可能にしました。エノキタケ50日、ナメコ100日、ブナシメジ120日程度と比較して大幅な短期栽培が可能です。
- 2 ヤマブシタケの殺菌原木栽培により、林内で大型の子実体ができることがわかりました（写真2）。
- 3 菌床栽培について現地適応化試験を行い、採算性を調べました。その結果、10,000本当たり424,000円の収益を得ることができ、ヤマブシタケ生産の実用性と生産を拡大する可能性を見いだすことができました（表1）。
- 4 消費の拡大を図るため、郷土料理研究家と協力して、料理方法の開発を行いました（写真3）。
- 5 機能性について、信州大学農学部と共同してアルツハイマー症の予防効果や抗腫瘍効果について調べました。その結果、ヤマブシタケのヘリセノン類（脳神経生長因子誘導促進物質）含有量が系統間に差があることがわかりました。また、ヤマブシタケ子実体熱水抽出物の抗腫瘍活性が確認でき、その効果は系統間および栽培培地組成により差があることがわかりました。下記の登録出願品種「長林総Y1号」は高い抗腫瘍活性を示しました。

成果の活用

研究成果を基にして、「ヤマブシタケ栽培マニュアル」を発行して普及を図っています。また、JA種菌センターなど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。その中から、年間100トン以上を出荷する生産者が出現しています（写真4）。平成15年度林野庁統計では長野県産が全国の89%を占めており、長野県産は平成9年度の4.0トンから平成15年度の465.9トンと大幅に増加しています。主要品目の市場価格の低迷が続くなか、機能性などの付加価値の高いきのことしての普及に研究成果を活用したいと考えています。

知的財産所有状況

野生菌株から菌床栽培用品種として選抜した1系統（長林総Y1号）を平成16年3月31日付けで品種登録の出願をしました。

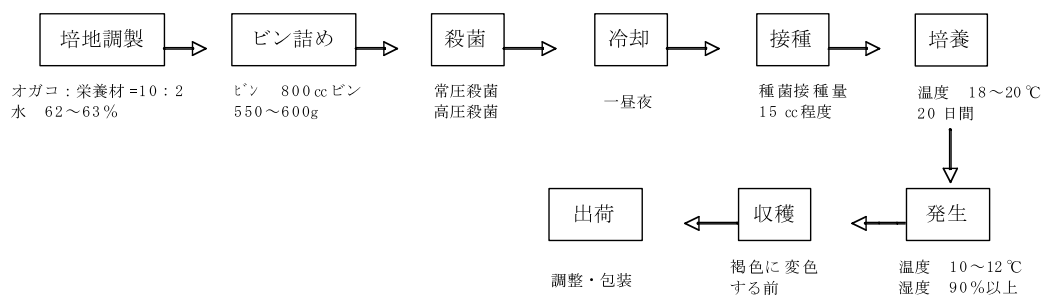


図1 ヤマブシタケの菌床栽培工程



写真1 菌床栽培



写真2 殺菌原木栽培

表1 ヤマブシタケ現地適応化試験収支計算（10,000本当たり、ブナシメジ栽培千曲市 K氏）

区分	項目	金額(円)	備考
経費	培養原価	30,870	種菌費 単価 105 使用量 280 本
		90,720	オガクズ 7,200 12 m ³
		16,280	豆皮 35 443 kg
		17,758	コーンマッシュ 37.5 451 kg
		9,035	宝クリーン 494.5 17.4 袋
	労務費	131,985	ブナシメジ3年間の平均を準用
	電力費	16,970	栽培日数割でブナシメジ3年間平均の1/4を計上
	燃料費	7,600	ブナシメジ3年間の平均を準用
	水道費	2,300	ブナシメジ3年間の平均を準用
	修繕費	20,000	ブナシメジ3年間の平均を準用
	消耗品費	81,000	出荷用トレイなどは実費、他はブナシメジを準用
	経費計	424,518	
生産物収入		849,000	平均単価84.9円×10,000本、1ビン当り平均収量100g
利益		424,482	生産物収入-経費

減価償却費は未計上



写真3 料理例（けんちん汁）
（協力 郷土料理研究家 水野千代氏）



写真4 商品例
（協力 きのこ生産 久保忠一氏）

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

42 せん定枝を利用したシイタケ栽培試験

愛知県森林・林業技術センター

門屋 健

研究の背景・ねらい

本県では、ミカン、カキ、ブドウ、ナシ等の果樹の栽培が盛んで、栽培面積で約5,500ha、生産額では年約243億円になっています。ところがその果樹の栽培管理過程から大量のせん定枝が発生し（年間推定17,800t）、処理しきれないという問題が生じており、それらの有効利用方法の開発が求められています（表1）。そこで、現在シイタケ菌床栽培に使用しているコナラオガ粉の代替として、果樹せん定枝粉碎物の利用の可能性を検討しました。

成 果

県内から得られたナシ、カキ、イチジクせん定枝を粉碎し、割合を変えてコナラと混合しシイタケ4品種を使って菌床栽培試験を実施しました。その結果、3樹種ともきのこの発生量は品種、混合割合により異なる結果となりました。混合割合に依存しますが、4品種のうちB（森MM-2）とC（北研600）、とくにBはせん定枝を代替利用しても子実体の発生に比較的問題はなく、一方、品種A（天池508）とD（森10K-5）は代替適応性の低いことがわかりました。カキの場合、混合割合40%（カキ：コナラ＝4：6（容積比））と60%（同6：4）において、3品種で対照区（コナラオガ粉のみ）と同等か上回り、その利用の可能性が伺えました（図1）。一方、ナシでは4品種中1品種のみが混合割合20%（ナシ：コナラ＝2：8）と40%（同4：6）で対照区を上回りました（図2）。また、イチジクの場合、20%（イチジク：コナラ＝2：8）で3品種が対照区と同等か上回り、40%（同4：6）で1品種が同等でした（図3）。この結果、ナシ、カキ、イチジクせん定枝を高い割合で混合した培地では、コナラのための培地と比較して、十分なきのこの収穫が得られないと考えられましたが、樹種と品種の組み合わせで、カキでは混合割合20～60%で、ナシ、イチジクでは20～40%での利用が可能であることがわかりました。続いて、イチジクせん定枝において発生したきのこの傘径を調べたところ、シイタケ品種、イチジクの混合割合に関係なく傘の直径は4～6cmのものが最も多く、一般的な生シイタケの規格のS（3～4cm）、M（4～6cm）及び、L（6～8cm）の占める割合は、約70～80%を占め、せん定枝混合によるきのこのサイズへの影響はないものと考えられました（図4）。更にイチジクについて、温水処理オガ粉による菌糸伸長試験の結果、伸長速度は4品種全てにおいて処理区が無処理区より早く（図5）、処理により菌糸伸長阻害要因が除去されることが判明しました。

成果の活用

当センター主催の試験研究成果発表会や県内きのこ生産者の研究会等を通して、きのこ生産者に対する成果の普及に努めています。

表1 愛知県における果樹栽培状況とせん定枝の推定発生量（1999年度）

品目	栽培面積 (ha)	収穫量 (t)	せん定枝発生量 (t)※
果樹合計	5,470	87,500	17,800
ミカン	1,610	42,400	6,266
ナシ	498	10,300	1,925
ブドウ	555	6,050	1,057
モモ	295	2,720	881
ウメ	383	970	1,595
カキ	1,320	15,900	2,700
イチジク	257	5,360	2,060

※ 農林水産部園芸農産課試算

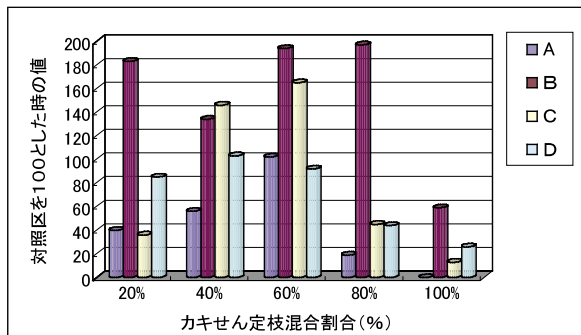


図1 カキせん定枝における発生量の比較

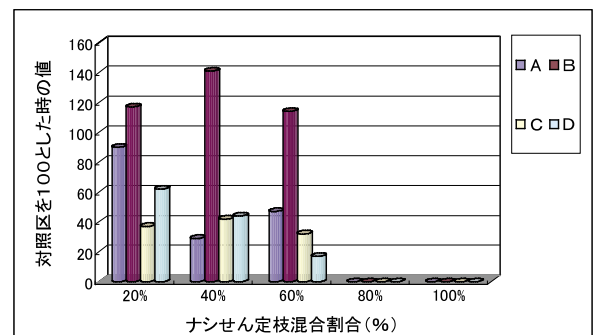


図2 ナシせん定枝における発生量の比較

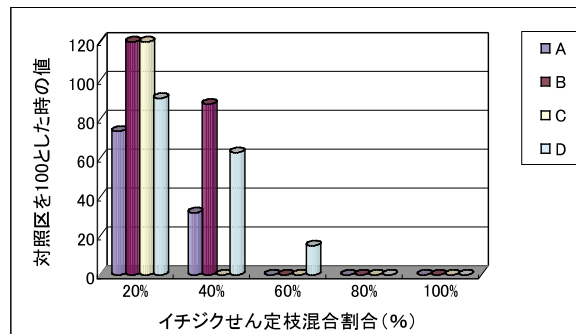


図3 イチジクせん定枝における発生量のひかく

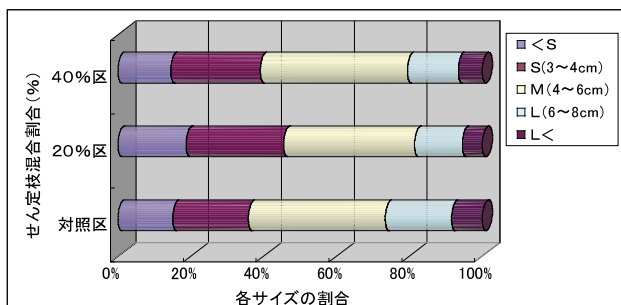


図4 イチジクせん定枝におけるきのこ傘径の頻度分布

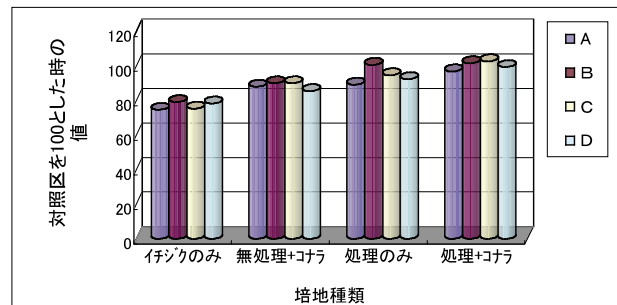


図5 イチジクせん定枝温水処理オガ粉による菌糸伸長の比較

〔問い合わせ先：愛知県森林・林業技術センター 技術開発部資源利用グループ TEL. 0536-34-0321〕

43 イグチ属の菌根性きのこの人工栽培

滋賀県森林センター

太田 明

研究の背景・ねらい

食品価値の高いホンシメジやマツタケ等は菌根性きのこ（菌根菌）というグループに属し、これまでこの仲間のきのこはすべて栽培できないと言われていました。それらを栽培化するための1つとして、生きた樹木に接種して菌糸を繁殖させる方法が考えられ（林地栽培、畑栽培）、各地で研究が進んでいます。もう1つの方法は、普通の栽培きのこと同様に樹木のない純粋培養下で菌糸を育て、そのままきのこ（子実体）を発生させるもので、この方法でホンシメジの栽培が実用化されたことから、他の菌根性きのこの栽培化の可能性が急激に高まりました。

成 果

- 1 林野庁の補助金研究事業「菌根性きのこの安定生産技術」の研究期間中（H8～H15）に28種107菌株の野生菌根性きのこを分離培養しました。それらすべての菌糸の培養特性を調査したところ、イグチ属の一種（種名は不詳）が既に栽培化されているホンシメジやナガエノスギタケと同等のでんぷん分解力を持ち、同等の成長速度を示すことが分かりました。
- 2 このイグチの菌糸の大量培養法を検討し、子実体形成試験を行なったところ、純粋培養下で成熟した（胞子を形成する）子実体を作りました（写真1）。
- 3 栽培に適した培地材料は、おがくず、押し麦、小麦粉の混合物で（表1）、これに無機塩（ミネラル）を主成分とする溶液を添加して使用します。培地材料はホンシメジと同じですが、添加溶液の組成は異なります（表2）。栽培手順（図1）はブナシメジなどの栽培きのこほとんど同じで、接種後120～130日で成熟した子実体が得られます。
- 4 栽培して得た子実体の胞子を寒天培地に播種し、胞子を発芽させて（写真2）得た菌糸を用いた場合でも同様に子実体を形成したことから、このきのこのライフサイクルを純粋培養下で完結させることができました。
- 5 無菌的に育てたコナラの根にこのきのこの菌糸を接種することにより、このきのこが菌根性であることが岡山県林業試験場の藤原氏により確認されました。このイグチの栽培化により、我が国で4種目、世界で6種目の菌根性きのこの人工栽培が可能となりました。

成果の活用

今回栽培化されたきのこの種名や商用栽培に供せられるかどうかは今のところ明らかではありません。しかし、このようにして栽培可能な菌根性きのこの種類を増やし、その技術を蓄積していくことによって、菌根性きのこの中でも栽培が難しいと思われるマツタケなどのきのこを栽培化する道が開かれるものと期待されます。

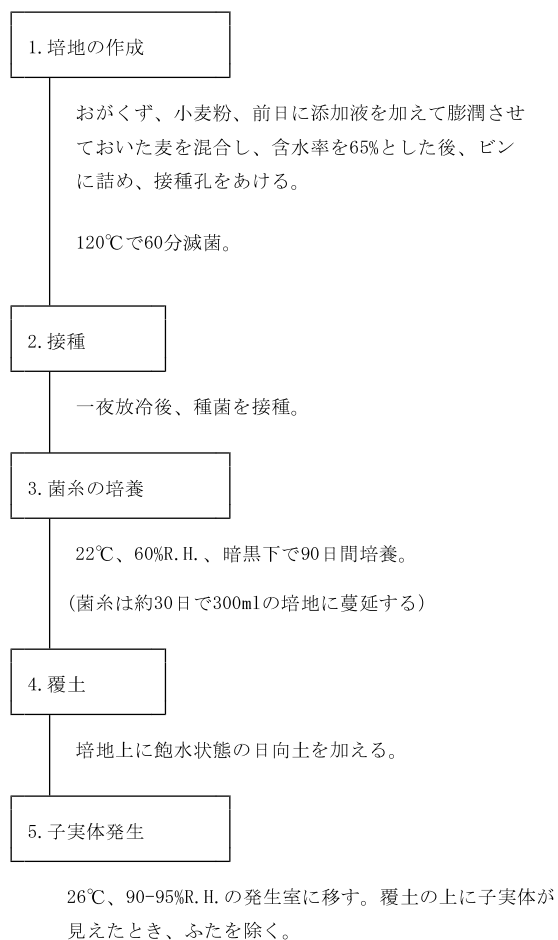


図1 イグチの一種の栽培工程



写真1 500ml ガラスびんから発生したイグチの一種

表1 菌根性きのか栽培用培地組成(体積比)

広葉樹のおがくず	1 5
精麦した麦(押麦など)	9
小麦粉	1
添加液(組成は表2)	1 2

表2 添加液の組成(1リットルあたり)

	イグチの一種	ホンシメジ(参考)
クエン酸	0.5 g	0.5 g
酒石酸アンモニウム	0.5 g	-
りん酸1カリウム	0.1 g	0.1 g
硫酸マグネシウム	-	0.2 g
アセチルアセトン	10 μ l	5 μ l
塩化第2鉄	100 mg	50 mg
硫酸マンガン	0.25 mg	0.03 mg
硫酸銅	0.5 mg	1.5 mg
硫酸コバルト	0.25 mg	0.3 mg
硫酸ニッケル	1.0 mg	0.1 mg
硫酸亜鉛	1.5 mg	1.0 mg

約900mlの水にこの順で溶かす。最後に5%水酸化カリウム水溶液を用いてpH5.2～5.4とし、水を加えて1リットルとする。

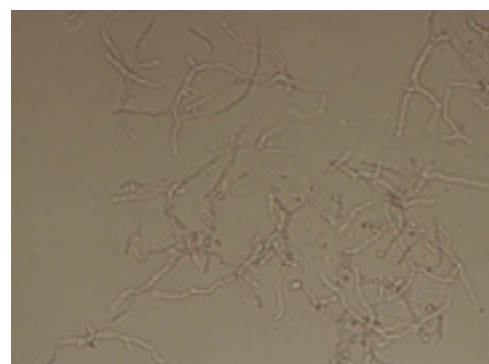


写真2 栽培して得られた胞子の発芽

【問い合わせ先：滋賀県森林センター TEL. 077-587-2655】

44 ウスヒラタケ優良品種の育成と栽培技術の開発

福井県総合グリーンセンター

赤松やすみ

研究の背景・ねらい

ウスヒラタケはヒラタケ科ヒラタケ属のきのこで、春から秋に広葉樹の枯れ木や倒木に発生します。香りが良く、味には癖がなく、肉質は比較的やわらかい美味なきのこです。形態の類似するヒラタケに比し、高温できのこが発生することに注目して、ウスヒラタケを対象に優良品種を育成し、その特性を明らかにするとともに、栽培条件の検討を行いました。

なお、本研究は林野庁の補助金研究事業「ニュータイプきのこ育種と栽培技術の開発（研究期間：平成8～15年）」の一環として実施したものです。

成 果

1 新品種“ふくひら2号”の育成

県内で採取した野生のウスヒラタケから組織の一部を分離して得られた複数の菌株を対象に、栽培試験を繰返し、きのこの発生量や発生温度、色、形などの栽培的特性に優れた1菌株を選抜しました(写真1)。

2 特性の概要

異なる温度におけるPDA培地での菌糸の生長速度は図1の通りで、25℃から30℃にかけて菌糸の生長が速く、最適生長温度は26℃付近でした。子実体の傘は楕円形をしており、中央部がやや凹み、周縁部は下を向き、成熟するとロート形となります(写真2)。その他の形態的特性を表1に示しました。

3 栽培条件の検討

びん栽培における芽出し温度の検討を行ったところ、14～17℃付近で子実体重量が大きくなる傾向を示しました(表2)。また、異なる生育温度で子実体を生育させたところ、20℃において子実体重量が最大となりました(表3)。

4 栽培の特徴

ふくひら2号の最適な子実体の芽出し温度および生育温度は17～20℃付近で、ヒラタケに比べて5度～7度高く、夏場の施設栽培で冷房費が削減でき、省エネでの栽培が可能です。このことから、ヒラタケやエノキタケ栽培の夏場の複合作目として期待されます。また栽培期間も約30日で、ヒラタケより10日程度短く、短期間の栽培が可能です。

成果の活用

現在、林業技術現地適応化促進事業を活用し、県内のきのこ施設栽培者の施設において試験栽培を行っているところです。これらの結果を踏まえて、今後、県内施設栽培者へ栽培の普及を行い、新たな県産きのことして生産量と消費の拡大につなげていきたいと考えています。

知的財産取得状況

平成15年2月20日 種苗法に基づく品種登録 登録番号：第11079号

表1 びん栽培における子実体の形態的特性

菌株名	傘			肉厚 (mm)	ひだ 最大幅 (mm)	柄		比率 (傘長径/ 柄長さ)
	長径 (mm)	短径 (mm)	比率 (長径/短径)			太さ (mm)	長さ (mm)	
ふくひら2号	44.0	37.5	1.2	1.5	3.4	7.6	51.5	0.9
ヒマラヤヒラタケ*	37.9	29.2	1.3	5.4	2.1	12.9	36.9	1.0

*：ウスヒラタケ栽培品種であるヒマラヤヒラタケを対照とした。

表2 びん栽培における芽出し温度の検討

芽出し 温度 (°C)	芽出し 日数	生育 日数	栽培 日数	子実体 本数 (本/びん)	子実体 生重量 (g/びん)	子実体 高さ (mm)
14	8.2±0.4	3.0±0.0	31.2±0.4	25±2	68±8	69±2
17	6.0±0.0	2.4±0.5	28.4±0.5	26±2	69±7	82±4
20	5.6±0.5	2.4±0.5	28.0±0.7	29±9	60±7	68±8
23	5.2±0.4	2.6±0.5	27.8±0.8	34±10	58±13	69±3

*：平均値±標準偏差。n = 5

表3 びん栽培における生育温度の検討

生育 温度 (°C)	生育 日数	子実体 本数 (本/びん)	子実体 生重量 (g/びん)
14	2.8±0.5	12±4	53±9
17	2.4±0.5	18±4	58±4
20	2.0±0.0	19±4	67±4

*：平均値±標準偏差。n = 9

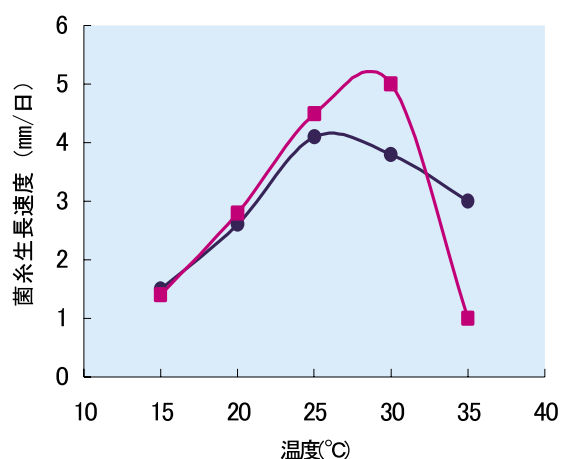


図1 PDA培地における菌糸の生長速度

—●— ふくひら2号 —■— ヒマラヤヒラタケ



写真1 「ふくひら2号」



写真2 子実体の形態

【問い合わせ先：福井県総合グリーンセンター 特用林産開発研究グループ TEL. 0776-67-0002】

45 炭酸カルシウムの添加によるシイタケの増収

徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所

阿部正範

研究の背景・ねらい

シイタケ生産者は、近年の輸入シイタケの増加に伴う価格の低下で、経営の効率化、子実体の品質向上を迫られています。通常キノコ培地に米ぬか、ふすま、コーンブランなどを添加しますが、ヌメリスギタケの培地にかき殻粉末を添加することによって子実体の収量が増加したことが報告されています。菌床シイタケでも増収効果が期待できれば、かき殻粉末の添加は経営の効率化に寄与するものと思われます。さらに、炭酸カルシウムが主成分であるかき殻粉末を培地に添加することで子実体中のカルシウム含有量が増加すれば、輸入シイタケとの差別化を図る上で有利に働くものと考えられます。そこで、かき殻粉末を添加することによって、菌床シイタケ栽培の収量と子実体中のカルシウム含有量が増加するかどうかを調べました。

成 果

- 1 培地(1kg)に対し、かき殻粉末を重量比で0.5～3.0%の範囲で添加しました。かき殻粉末は、丸栄株式会社(広島市)製サンライムを用いました。シイタケ菌を接種し、21℃で90日間培養した後、温度17℃、相対湿度85%の発生室で1次発生させました。1次発生終了後、ただちに浸水処理による培地への水分供給を行い2次発生させ、その後同じように浸水処理を繰り返して子実体を計4回発生させました。
- 2 その結果、子実体発生量はかき殻粉末を添加することで増加することが分かりました(表1)。発生重量は対照区に比べて25～35%増加しました。発生した子実体を市場価値の高い菌傘直径4cm以上(Mサイズ)と市場価値の低い菌傘直径4cm未満(Sサイズ)および奇形子実体に分けて発生数を調べたところ、0.5%の添加量でMサイズが最も多くなりました。添加量が3.0%となるとMサイズが減少し、Sサイズと奇形子実体が増加する傾向が認められました。以上の結果から、かき殻粉末の添加量は、0.5%前後が適していると推定されます。
- 3 子実体中のカルシウム含有量を食用に供される傘部とあまり食用にされない柄に分けて、発生次別に測定しました(図1)。その結果、子実体中のカルシウム含有量は、かき殻粉末の添加量が増えると増加し、発生が繰り返されることによって増加することが明らかになりました。またカルシウム含有量は柄の部分が傘部分に比べてずっと多いことが分かりました。かき殻粉末を添加した場合、添加しなかった場合と比べてカルシウム含有量は菌傘部で最大4.3倍、菌柄部で最大5.6倍増加しました。

成果の活用

かき殻粉末をシイタケ菌床培地に添加することで、25～35%の増収効果があり、さらにカルシウム含有量の多いシイタケが栽培できることが分かりました。かき殻粉末は、高品質なシイタケを安定的に栽培する上で優れた培地添加物と思われます。これらの成果については、内容を分かりやすく解説した印刷物を作成し、シイタケ生産者に配布するとともに、栽培研修等を利用して普及に努めています。

表1 かき殻粉末の添加が子実体発生に及ぼす影響

試験区	子実体重量 (g/培地)	M ¹⁾ 子実体 発生数(個/培地)	S ²⁾ +O ³⁾ 子実体 発生数(個/培地)
対照区 (無添加)	209.0 ^b ±40.3	8.8 ^b ±2.2	10.6 ^c ±5.5
0.5 %添加区	278.6 ^a ±25.2	12.5 ^a ±2.0	18.8 ^{bc} ±8.0
1.0 %添加区	273.7 ^a ±23.9	10.9 ^{ab} ±2.3	27.8 ^{ab} ±10.2
2.0 %添加区	282.5 ^a ±40.4	11.5 ^{ab} ±3.0	22.2 ^{ab} ±7.4
3.0 %添加区	262.5 ^a ±27.4	9.6 ^b ±2.3	29.3 ^a ±8.6

1) 菌傘直径4cm以上。2) 菌傘直径4cm未満。3) 菌傘直径3cm未満、奇形。

*異なるアルファベットは、危険率5%で有意差が有ることを示す。

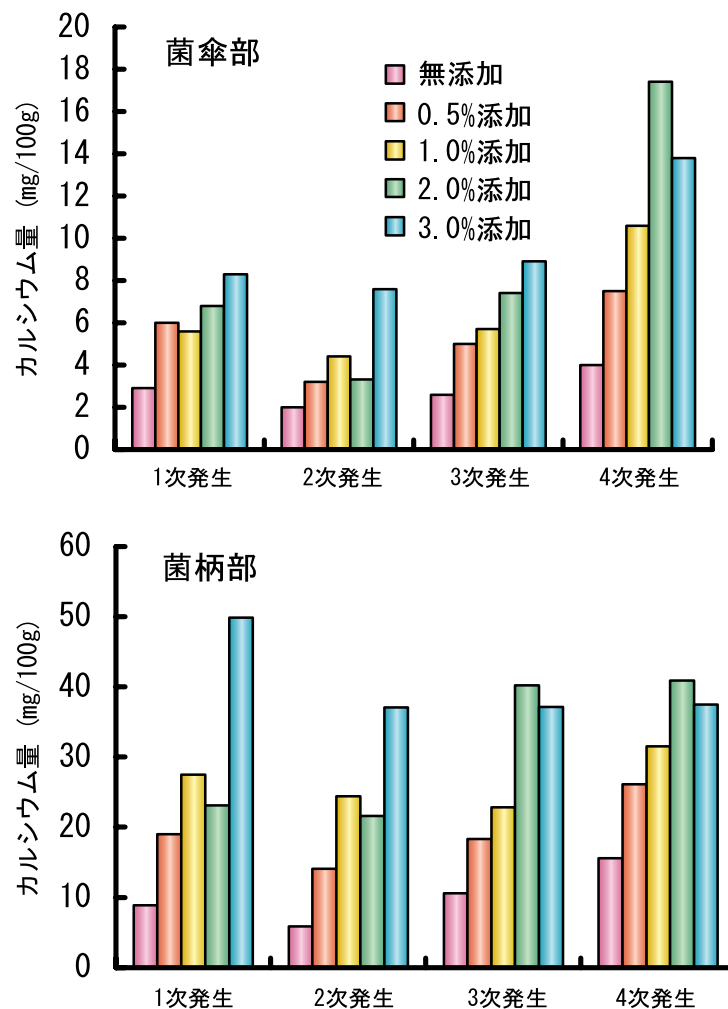


図1 子実体中のカルシウム含有量

ISSN 1349-2225

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.2 (2005.3)

発 行 日	平成 17 年 3 月 29 日
監 修	農林水産省林野庁
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
ホームページ	http://www.ffpri.affrc.go.jp/
印 刷 所	谷田部印刷株式会社 茨城県筑波郡谷和原村福岡2506-3 電話 0297 (25) 2560 (代表)

本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所の許可を得てください。
