

公立林業試験研究機関
研究成果選集
NO.6

2009.3

独立行政法人 森林総合研究所 編集・発行

はじめに

我が国の国土の約3分の2を占める森林は、国土の保全や水源のかん養、生物多様性の保全、温室効果ガスを吸収・固定する地球温暖化防止機能など多様な機能を有しており、森林の多面的機能の発揮に対する国民の期待は益々高まっているところです。

また、昨年より京都議定書第一約束期間が開始されており、温室効果ガス6%削減約束のうち、3.8%を森林吸収で確保することが不可欠であることから、林野庁では、「美しい森林づくり推進国民運動」を、幅広い国民の理解と協力の下に展開するなど、森林吸収目標の達成に向けた各般の取組を展開しているところです。

今後、こうした各種施策の実現や、多様化する森林に対する国民のニーズに適切に応えていくためには、「森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略」及び「林木育種戦略」を踏まえ、産学官の関係機関の連携を強化しつつ、研究・技術開発を効率的・効果的に推進することが重要であります。

公立林業試験研究機関研究成果選集は、「林業研究開発推進ブロック会議」に公立林業試験研究機関から提出された研究成果を取りまとめたものであり、本成果選集が、関係各位の森林・林業・木材産業分野の研究に対する理解を深める一助となることを希望しております。また、研究者各位が科学的視点のもと、分かりやすく、広く国民の利益にかなった研究を目指して研鑽され、今後両戦略の趣旨に基づく研究がさらに展開されることを期待しております。

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

平成21年3月

林野庁 研究・保全課長
渋谷 晃太郎

目 次

◇ 森林に係わる研究

1	育種種子の安定生産・配布を目指したヒバ採種園の造成（青森県農林総合研究センター林業試験場）	1
2	スギ伐採跡地における広葉樹の植被率による更新判定（秋田県農林水産技術センター森林技術センター）	3
3	合成フェロモンによるカシノナガキクイムシの大量誘引法（山形県森林研究研修センター）	5
4	簡便なカシノナガキクイムシ駆除法の開発（福島県林業研究センター）	7
5	海岸クロマツ林の針広混交林化に適する広葉樹種の判定（茨城県林業技術センター）	9
6	栃木県内希少種（シラネアオイ）の保全に関する研究（栃木県林業センター）	11
7	『神奈川県溪畔林整備指針』の作成（神奈川県自然環境保全センター）	13
8	森林被害危険度マップの作成（岐阜県森林研究所）	15
9	粘着剤によるナラ枯れ被害の予防（岐阜県森林研究所）	17
10	生物多様性保全を目指した半自然草地の管理指針（山梨県森林総合研究所）	19
11	里山の植生遷移の実態と管理手法に関する研究（愛知県森林・林業技術センター）	21
12	海岸マツ林の整備と広葉樹樹種転換技術（石川県林業試験場）	23
13	溪畔林を生かした溪流保全に関する調査（京都府林業試験場）	25
14	ニホンジカによる造林木等被害防除技術の確立（滋賀県森林センター）	27
15	樹木共生菌を利用した木本植物の緑化困難地への導入（兵庫県立農林水産技術総合センター森林技術センター）	29
16	三重県内の人工林における広葉樹侵入特性の広域的把握（三重県林業研究所）	31
17	ボーベリア菌培養不織布製剤を利用した松くい虫防除（島根県中山間地域研究センター）	33
18	温水処理によるドングリ虫害防止技術の開発（鳥取県農林総合研究所林業試験場）	35
19	天敵を利用した新しい松くい虫防除技術（岡山県林業試験場）	37
20	BAP処理による材線虫病抵抗性マツの雌性誘導について（香川県森林センター）	39
21	ESTP マーカーによるクローン識別とさし木による抵抗性マツ苗生産（愛媛県農林水産研究所林業研究センター）	41
22	強度間伐施業等が残存木に与える影響（高知県立森林技術センター）	43
23	樹幹注入によるヤシオオオサゾウムシ防除効果（宮崎県林業技術センター）	45

◇ 木材に関する研究

24	木質バイオマスのエネルギー利用に向けたコスト比較（北海道立林業試験場）	47
25	既存木造住宅の生物劣化診断手法の開発（北海道立林産試験場）	49
26	樹皮燃料利用技術の開発（岩手県林業技術センター）	51
27	乾燥材生産現場におけるスギ平角乾燥の実証試験（群馬県林業試験場）	53
28	里山の木材を使った木製品の開発（富山県農林水産総合技術センター木材研究所）	55
29	高信頼性接着重ね梁の開発（長野県林業総合センター）	57
30	施業の違いがスギ・ヒノキ立木のヤング率に及ぼす影響の解明（静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター）	59
31	スギ葉枯らし乾燥の季節的変動と材質に関する研究（福井県総合グリーンセンター）	61
32	木材の調湿・断熱性能評価（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）	63
33	木質チップを燃料とする低コスト施設園芸暖房に関する技術開発（高知県立森林技術センター）	65
34	大分方式乾燥システムの高度化に関する研究（大分県農林水産研究センター林業試験場）	67
35	耐朽性、耐蟻性の高いスギ精英樹の選抜（熊本県林業研究指導所）	69
36	低位等級スギラミナを用いた集成材の強度性能評価（宮崎県木材利用技術センター）	71
37	乾燥割れを有するスギ心持ち構造材の評価（鹿児島県工業技術センター）	73
38	リュウキュウマツの青変防止及び漂白処理（沖縄県森林資源研究センター）	75

◇ 特用林産に関する研究

39	道産マイタケ新品種の栽培技術の開発（北海道立林産試験場）	77
40	ナメコ新品種「新潟森研 Pn 1 号」の開発（新潟県森林研究所）	79
41	廃菌床を再利用したヤマブシタケの栽培技術の開発（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）	81
42	里山を活用したクリタケの簡易接種法の開発（長野県林業総合センター）	83
43	カンゾウタケ栽培技術の開発（奈良県森林技術センター）	85
44	粘性種菌の開発による省力種菌接種システムの確立（徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所）	87
45	マタタビ、モミジガサの育成に有効な施肥の検討（和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場）	89

1 育種種子の安定生産・配布を目指したヒバ採種園の造成

青森県農林総合研究センター 林業試験場 森林環境部 田中功二

研究の背景・ねらい

青森県では、ここ 10 数年、スギの木材価格の低迷や、森林の複層林化の下層植栽用に、ヒバ苗木の需要が高まっています（図 1）。これまで利用されてきた林業用ヒバ苗は、伐採木から採取した種子を養成した実生苗です。しかし、ヒバの種子は豊作年が 5 年に 1 度くらいしかないことや、伐採量の減少により、種子の確保が難しい状況になっています。

そこで当試験場では、10 年前から、ヒバ種子の安定生産と育種種子化を目的に、採種園の造成及び着花促進方法について研究してきました。

成 果

ヒバの採種園は、種子を生産するまでの期間を考慮し、スギで実績のあるミニチュアタイプとし、平成 15 年から造成を開始し、19 年までに 0.35ha が完成しました（写真 1、表 1）。造成に用いた採種木となる苗木は、独立行政法人森林総合研究所林木育種センター東北育種場から譲渡していただいた精英樹の挿し穂を、平成 11 年から挿し木増殖したものです。

ミニチュア採種園での種子生産に最適な着花促進方法として、ジベレリン（以下 GA_3 とする）の処理方法について、試験用ミニチュア採種園を使用して 5 年間調査しました。その結果、 GA_3 濃度 300ppm の水溶液を 7 月中旬に 1 回、葉面散布することにより、年平均値として、採種木 1 本当たり 23 g、1 g 当り 234 粒、発芽率 18.5% の種子を生産することが可能なことを示唆するデータが得られました（図 2）。さらに、通常、スギの採種園では、3 年サイクル（① GA_3 処理→②採種→③萌芽枝養成→① GA_3 処理）で種子を生産していますが、ヒバの場合、採種木用苗木の養苗に時間を要することと、萌芽枝の発生数が非常に少ないことから、同一採種園における連年生産についても検討しました。その結果、毎年 7 月に採種木に GA_3 処理を施し、10 月に球果のみをもぎ取る方法により、連年で種子を生産することが可能になりました。

以上の種子生産に関する調査と採種木成長調査の結果から、平成 21 年より種子生産が始まり、平成 24 年に現在の苗木生産量に必要な種子量が確保されることが試算されました（図 3）。これらの種子は 5 年間の養苗期間を経て、山出し苗となります。

成果の活用

本研究の成果品として生産されるヒバの育種種子は、現在、苗木生産事業者から早急に求められている状況にあり、21 年から生産される種子は全量、県内の苗木生産事業者に配布される予定になっています。さらに計画どおり進行すると、平成 29 年以降のヒバ造林には、すべて育種種苗で対応することが可能になります。

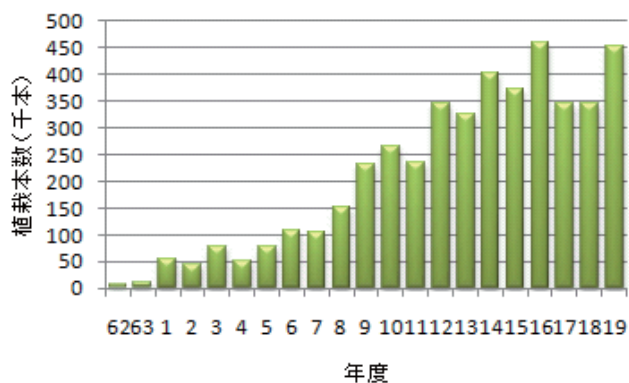


図1 民有林におけるヒバの植栽本数の推移

写真1 15年設定採種園(20年12月撮影)

表1 ヒバミニチュア採種園の概要

No	設定年月	面積 (ha)	クローン数	植栽本数	配置型 (型)	生存率 (%)
1	H15.5	0.10	28	440	25	96
2	H16.5	0.05	19	210	9	92
3	H17.5	0.10	23	394	9	94
4	H18.5	0.05	17	200	9	96
5	H19.5	0.05	20	200	9	98

※ 植栽間隔は、1.5×1.5mである。生存率は平成19年11月現在である。

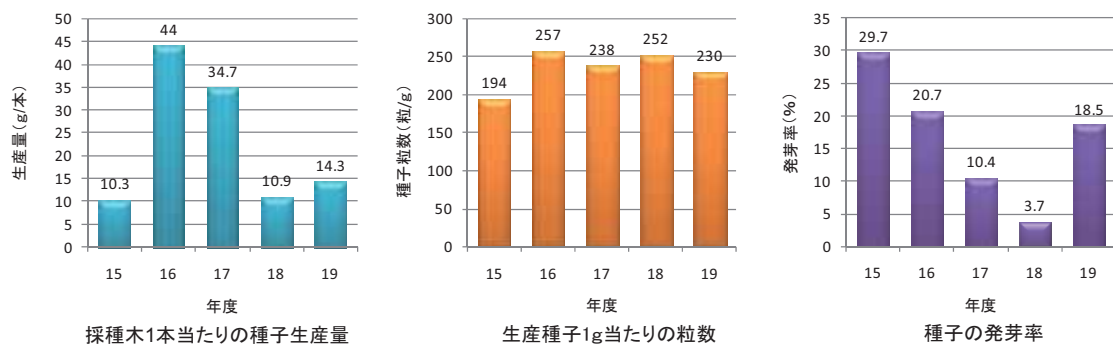


図2 試験用ミニチュア採種園の種子データ

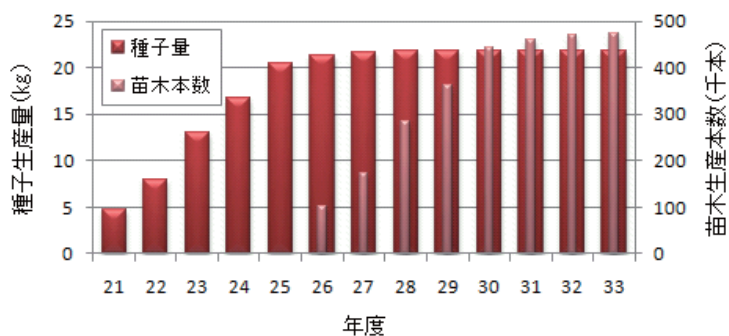


図3 育種種苗の予定生産量

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

2 スギ伐採跡地における広葉樹の植被率による更新判定

秋田県農林水産技術センター森林技術センター

和田 覚

研究の背景・ねらい

針葉樹人工林を伐採収穫後、再造林が行われない伐採跡地の増加が全国的に問題となっています。秋田県民有林においても、主伐収入が少なく再造林に必要な経費が確保できない等の理由から、統計上、スギの伐採面積が、再造林面積を上回るようになっていきます。伐採跡地の増加は、土砂流出の誘発、水源涵養機能の低下等、森林のもつ公益的機能の発揮にも悪影響を及ぼす危険があり、再造林が行われない場合には、天然更新によって速やかに森林が再生されることが望まれます。そこで、伐採跡地における広葉樹の更新状況について実態を調査しました（写真 1）。また、伐採跡地の更新状況を把握する目安として、高木性広葉樹の植被率による更新判定手法を検討しました。

成 果

スギ人工林を皆伐後 1～19 年が経過した伐採跡地 46 箇所と、これに近接するスギ人工林内 27 箇所に 10m×10m のプロットを設置し、樹高 1m 以上の高木性広葉樹の種類と樹高を調べました。伐採跡地では、ウワミズザクラ、ホオノキ、エゴノキ、クリ、ヤマグワ等が見られ、平均 17 本/100m² の出現が見られました（表 1）。一方、近接するスギ人工林内では、ウワミズザクラ、ヤマグワ、ホオノキ、エゴノキ等が見られ、平均 11 本/100m² の出現が見られました。人工林内でも広葉樹の定着が比較的に見られ、伐採跡地と共通する樹種も多いことから、伐採跡地の更新には、伐採以前の段階から前生樹としての広葉樹密度を高めておくことが有効と考えられました（写真 2）。伐採跡地では、伐採から 10 年で平均樹高 3m 前後、最大樹高 5m 前後の広葉樹林の再生が見られました（図 1）。

伐採跡地は、水土保持上、早期に植生を回復させ植被率を高める必要があります。しかし、先駆的な植物がはびこることが多く、安定した広葉樹林へと更新を図るためには、比較的生命が長い高木性広葉樹の比率を高める必要があります。そこで、高木性広葉樹の樹冠投影面積が、伐採跡地面積の何割かを占めれば、水土保持上、更新が完了したものとみなす更新判定手法を考案しました。樹冠投影面積の測定は一般に難しいため、まず、伐採跡地に定着した高木性広葉樹の樹高と樹冠投影面積との関係を調べ、近似式を求めました（表 2）。現地においては、出現樹種と樹高、本数を調べ、この式にあてはめることで、高木性広葉樹の植被率が算出できます。例としてウワミズザクラの樹高と樹冠投影面積の関係を示しました（図 2）。更新完了を高木性広葉樹の植被率 50% と仮定した場合、樹高 1m のウワミズザクラで 3,514 本/ha 以上、樹高 2m で 2,447 本/ha 以上必要な計算となります。

成果の活用

成果の一部は秋田県の「人工林伐採跡地更新判定基準」として活用されています。更新完了とみなす植被率は暫定的に 50% を採用しておりますが、どの程度の値が妥当なのか、今後さらに検討していく必要があります。樹高と樹冠投影面積の関係式については、特に稚樹段階のデータが少なく、あてはまりが悪い場合もあり、今後改良していく必要があります。



写真1 スギの伐採跡地
搬出路を起点とした土砂流出がみられる。

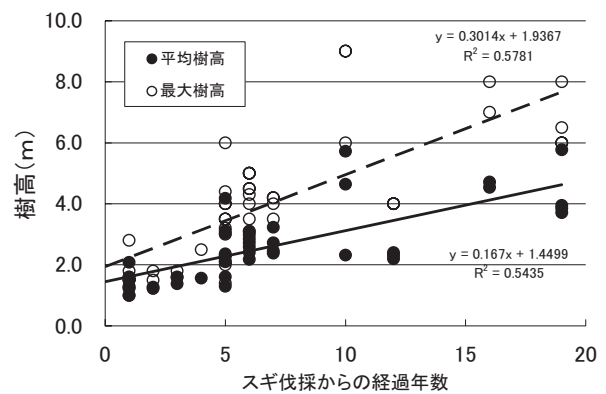


図1 スギ伐採からの経過年数と成立した
広葉樹の平均樹高・最大樹高の関係

表1 スギ伐採跡地とスギ人工林内に見られた
高木性広葉樹の出現率と出現本数

種 名	スギ伐採跡地		スギ人工林内	
	出現率 (%)	出現本数 (/100㎡)	出現率 (%)	出現本数 (/100㎡)
ウミズザクラ	67.4	2.96	48.1	1.33
ホオノキ	52.2	0.85	37.0	0.70
エゴノキ	50.0	1.37	37.0	1.00
クリ	43.5	1.24	22.2	0.93
ヤマグワ	39.1	1.04	40.7	0.74
ミズキ	34.8	0.72	14.8	0.41
ベニイタヤ	32.6	1.50	14.8	0.44
アオダモ	28.3	0.48	25.9	0.48
カスミザクラ	26.1	0.65	18.5	0.22
ミズナラ	26.1	0.80	18.5	0.33
コシアブラ	23.9	0.54	37.0	1.59
ヤマモミジ	21.7	0.30	33.3	0.44
ハウチワカエデ	19.6	0.72	29.6	0.81
ヒメコウゾ	15.2	0.30	0.0	0.00
ハリギリ	15.2	0.15	14.8	0.15
ハクウンボク	10.9	0.26	0.0	0.00
コナラ	10.9	0.22	18.5	0.30
ケヤキ	10.9	0.17	11.1	0.33
スギ	10.9	0.52	—	—
オニグルミ	10.9	0.24	3.7	0.04
トチノキ	4.3	0.04	18.5	0.19
ニガキ	4.3	0.04	11.1	0.22

スギ伐採跡地またはスギ人工林内のいずれかで10%以上の出現があった樹種のみ抜粋して記載した。樹高1m以上を対象とした。



写真2 スギ人工林内で更新した広葉樹

表2 伐採跡地に成立した広葉樹の樹高と樹冠投影
面積の関係から求めた近似式

樹 種	調査本数	樹高と樹冠投影面積の関係式	
ブナ	36	$C=0.4096 \cdot \exp(0.515H)$	$R^2=0.5440$ ***
ミズナラ	39	$C=0.9142 \cdot \exp(0.4H)$	$R^2=0.5455$ ***
ウミズザクラ	40	$C=0.9907 \cdot \exp(0.362H)$	$R^2=0.5486$ ***
エゾヤマザクラ	39	$C=0.551 \cdot \exp(0.4667H)$	$R^2=0.7273$ ***
ベニイタヤ	39	$C=0.3321 \cdot \exp(0.539H)$	$R^2=0.7585$ ***
ハウチワカエデ	30	$C=0.3328 \cdot \exp(0.6443H)$	$R^2=0.5576$ ***
コシアブラ	25	$C=0.1958 \cdot \exp(0.5691H)$	$R^2=0.7627$ ***
ホオノキ	33	$C=0.172 \cdot \exp(0.5806H)$	$R^2=0.7209$ ***
ミズキ	20	$C=3.5954H$	$R^2=0.2991$ *
エゴノキ	30	$C=1.4458H$	$R^2=-0.0268$ ns
全樹種	331	$C=0.5817 \cdot \exp(0.4539H)$	$R^2=0.5486$ ***

- 1) C=樹冠投影面積、H=樹高を表す。
- 2) 測定は、伐採跡地に成立した樹高8m以下の単幹の広葉樹に限った。
- 3) 樹冠投影面積は2方向の樹冠幅の平均値を直径とする円の面積で求めた。
- 4) ***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$, ns: $p > 0.05$

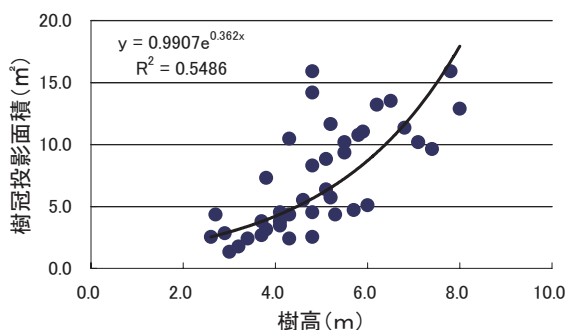


図2 ウミズザクラの樹高と樹冠投影面積
との関係

3 合成フェロモンによるカシノナガキクイムシの 大量誘引法

山形県森林研究研修センター
長野県林業総合センター
森林総合研究所 関西支所
森林総合研究所

斉藤正一・中村人史
岡田充弘
衣浦晴生
所 雅彦

京都府林業試験場
ヤシマ産業㈱

小林正秀*
阿部 豊

(*現 京都府立大学)

研究の背景・ねらい

日本海側の地域を中心にナラ類の集団枯損（ナラ枯れ）が発生しており、終息のめどはたっていません。この被害は、カシノナガキクイムシ（以下カシナガ）が媒介する *Raffaelea quercivora*（通称：ナラ菌）がナラ類生立木の材内で繁殖することで、ナラ類が通水阻害により次々に枯死する現象です。

ナラ枯れの防除は、薬剤や資材を使用した単木的な方法が考案され実施されてきましたが、予想以上に被害の拡大スピードが速いため、「林分単位など区域を一括対象とした防除（以下面的防除）」技術の開発が求められてきました。近年、カシナガの集合フェロモンの主成分が明らかになり、合成に成功したことから、合成フェロモンとナラ類立木の匂い（カイロモン）を活用し、病原菌の殺菌処理も組合せて実施することで、カシナガをナラ類生立木に大量誘引する技術の開発をめざしました。

成 果

この方法は、カシナガの新成虫の脱出1ヶ月前に、カシナガの穿入を受けていない生立木を主に対象としています。地上高20～30cmに枯死防止のため、殺菌剤（ヤシマ産業製ケルスケット、有効成分ベノミル水和剤）を自然圧で樹幹注入し、カシナガのアタックに備えます（写真1）。次に、ドリルで胸高部位に径10mm、深さ30mmの穴を10cm間隔で環状に3列あけ、カシナガの好むナラ類の匂い（カイロモン）を発生させます（写真2）。そして、この立木に合成フェロモンを地上高1mの位置に設置します（写真3）。この方法は、ナラ類生立木を「おとり」に見立てていることから「おとり木トラップ（以下「おとり木」）」と命名しました（特許出願：写真4）。

この「おとり木」でカシナガを誘引する方法として、約0.1haのナラ林分内に、「おとり木」3～10本と、枯死防止のため殺菌剤の樹幹注入のみを実施した立木（以下「非おとり木」）10～30本を3カ所の試験地（微害・中害・激害の3林分）に設置し、カシナガの穿入数を調査しました。カシナガは「おとり木」により多く穿入し、立木1本当たりの穿入数は、「おとり木」では約2,000孔、「非おとり木」が約500孔でした。0.1haの林分内に設置した「おとり木」と「非おとり木」の穿入孔数を計算すると約20,000孔でしたので、1孔あたり雌雄のカシナガが穿入したと考えれば、成虫約40,000頭を誘引したことになります（図1）。

また、「おとり木」設置林分は微～中害地でカシナガを多く誘引し、距離が離れると穿入数が少なくなることから、「おとり木」設置林分は、微～中害地で周辺のカシナガを有効に誘引できる可能性が高く、面的防除への活用が期待されています（図2）。

成果の活用

この「おとり木」を設置した林分を面的防除に活用できるかどうか、全国の研究者と実証試験を実施しています。ナラ枯れ被害林分の林相は全国一律ではなく、ミズナラが優占する林分（北日本に多い）コナラが優占する林分（関東以西に多い）、シイ・カシ類やアベマキなどが混交する林分（関東以西の低地に多い）といった様々な林分で、カシナガの密度を低減させ、被害拡大の軽減を図れるかを3年間（平成20～22年度）で実証試験し、問題点を解決して実用化したいと考えています。

知的財産取得状況

特願2007－061398、「カシノナガキクイムシ捕殺用おとり木トラップ及びカシノナガキクイムシの捕殺方法」として、平成19年3月12日に特許出願



写真1 殺菌剤ケルスキットの樹幹注入



写真2 ドリルで樹幹に穿孔してカイロモンを発生



写真3 カシナガの合成フェロモン剤の設置



図4 合成フェロモンを利用した おとり木

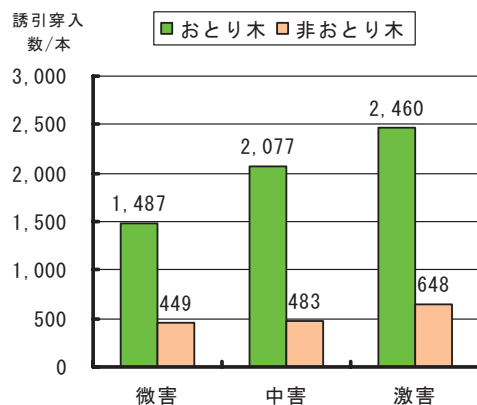


図1 被害区分ごとの おとり木 と 非おとり木のカシナガ穿入数の比較

注) 被害区分 (枯死本数/ha) 微害: ~10本, 中害: 11~100本, 激害: 101本~

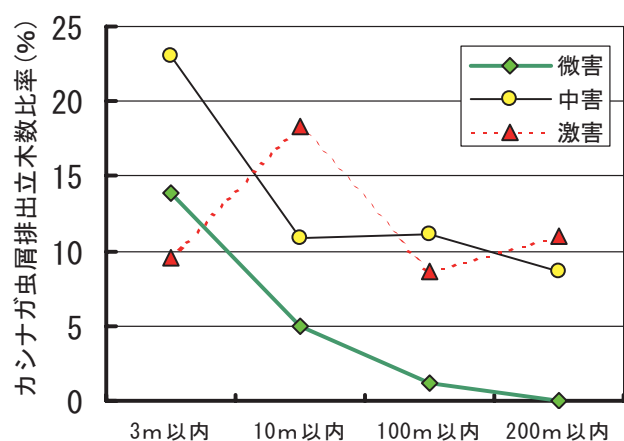


図2 被害区分ごとの「おとり木」設置林分からの距離に応じたカシナガ穿入木の比率

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

4 簡便なカシノナガキクイムシ駆除法の開発

福島県林業研究センター

在原 登志男

研究の背景・ねらい

ナラ類の集団枯損（以下、ナラ枯れ）の単木処理防除は、枯損立木の状態で樹幹下部に NCS 剤を注入するか伐倒・玉切り・集積して NCS 剤で天幕くん蒸する方法が採用されています。大径木やカシノナガキクイムシ（以下カシナガ）の密度が高い枯損木では、樹幹上部にもかなりの密度で虫が生息していることから、後者の処理方法がより効果的です。ここでは、より簡便な単木処理技術をめざして、ナラ枯れ木を秋期に伐倒し幹部を細かく玉切りし、日当たりの良い広葉樹林に放置・乾燥させることによる駆除効果と、残った伐根の NCS 剤くん蒸効果のシート材質による違いを検討しました。

成 果

実験は 2006 年と 2007 年にナラ枯れ木を晩秋に伐倒し、長さ 100cm とそれ以下の長さに玉切りして、日当たりが良いものの積雪の多い被害歴 2 年目の広葉樹被害林に放置することで行いました。2006 年は、まず長さ 100cm の丸太 2 本をお互い重ならないように林床へ直接放置しました。次に、5cm ～ 50cm の長さに玉切りした丸太を含水率を下げると、直接林床に接さないように枕木を敷いて放置しました。しかし、枕木の効果がさほど認められなかったため、2007 年には全ての丸太を林床へ直接放置しました。各丸太は、翌年 5 月下旬に、ターポリンシート（室内に敷く土足用シート）製の羽化トラップにおさめ（写真 1）、羽化脱出成虫を液浸で捕獲・計数しました。その結果、穿入孔あたりの脱出成虫数は 2006 年では、100cm で 10.82 と多かったものの、50cm (0.64)、40cm (0.04)、30cm (0.34) とかなり少なくなり、20cm 以下では 0 となりました（表 1）。また、2007 年は 70cm で 0.66、50cm(0.13)、30cm(0) となりました（表 2）。これらから、被害木を長さ 50cm 以下に玉切りし、日当たりに良い林内に放置すれば、かなりの駆除効果が期待できると思われました。

秋のナラ枯れ木を翌年 5 月に伐倒して伐根の高さを 20cm とし、土を掘り下げて伐根全体の穿入孔数を調査しました。そのうち、切り口面にチェンソーで深さ 2 cm ほどの井桁状の鋸目を入れて、全体をガス透過性の異なる 2 種類の天幕資材（ガスバリアシートおよびビニールシート）で被覆し NCS 剤で 2 週間くん蒸しました（写真 2）。資材は、2006 年にガスバリアシート、2007 年にビニールシートを用いました。その結果、2006 年の穿入孔あたりの成虫数は NCS 剤 0.5L/m³ で 0.21、1 L/m³ で 0 となりました（表 3）。また、2007 年には 1 L/m³ で 2.18、2 L/m³ で 0.84 となり（表 4）、前年より若干効果が低下しました。以上から、天幕資材をガスバリアシートにすることにより、少ない施用量でカシナガを駆除できると思われました。

成果の活用

本研究成果の一部は、福島県農業振興課研究開発室ホームページの平成 19 年度研究成果で公表しています（<http://www.pref.fukushima.jp/keieishien/kenkyuukaihatu/index.htm>）。また、平成 19 年度県林業研究センター研究成果発表会、第 119 回日本森林学会大会等で発表しました。



写真1 丸太を入れたターポリンシート製の羽化トラップ



写真2 天幕被覆による伐根のNCS剤くん蒸

表1 被害丸太の玉切り、秋期ナラ枯れ林内放置（2006年）

供試丸太の			穿入孔数	脱出成虫	A=b/a	死亡虫
長さ(cm)	径(cm)	本数(本)	(個)a	数(頭)b	(頭/個)	率(%)
100	15-16	2	51	552	10.82	0
50	15-16	2	33	21	0.64	94.1
40	16-17	2	23	1	0.04	99.6
30	17-22	3	50	17	0.34	96.9
20	16-30	4	59	0	0	100
10	15-33	6	31	0	0	100
5	15-35	13	45	0	0	100

100cm丸太の死亡虫率を0%と想定した場合における各長さ別丸太の死亡虫率=(100cm丸太のA-各丸太のA)/(100cm丸太のA)×100

表2 被害丸太の玉切り、秋期ナラ枯れ林内放置（2007年）

供試丸太の			穿入孔数	脱出成虫	A=b/a	死亡虫
長さ(cm)	径(cm)	本数(本)	(個)a	数(頭)b	(頭/個)	率(%)
100	13-27	3	189	392	2.07	0
70	14-23	3	73	48	0.66	68.3
50	15-17	3	53	7	0.13	93.4
30	13-24	3	43	0	0	100

表3 根株（ガスバリアシート）処理（2006年）

NCS施 用量 L/m ³	供試 数(株)	根株材積 (m ³)	穿入孔 数(個)a	脱出成虫 数(頭)b	A=b/a (頭/個)	死亡虫 率(%)
0(対照)	4	0.16-0.21	672	12504	18.6	0
0.5	4	0.10-0.20	303	64	0.21	98.9
1	4	0.06-0.17	250	0	0	100

表4 根株（ビニールシート）処理（2007年）

NCS施 用量 L/m ³	供試 数(株)	根株材積 (m ³)	穿入孔 数(個)a	脱出成虫 数(頭)b	A=b/a (頭/個)	死亡虫 率(%)
0(対照)	3	0.11-0.24	597	12986	21.75	0
1	3	0.09-0.22	519	1133	2.18	90.0
2	3	0.10-0.18	177	148	0.84	96.1

死亡虫率=(対照のA-くん蒸濃度ごとのA)/(対照のA)×100

根株材積=(長径m)×(短径m)×(高さ、0.4m：地下0.2mまでカシノナガキクイムシが生息すると想定、地上高0.2m)

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

5 海岸クロマツ林の針広混交林化に適する広葉樹種の判定

茨城県林業技術センター 森林環境部 津田裕司

研究の背景・ねらい

近年、マツ類材線虫病による海岸クロマツ林の枯損が各地で顕在化し、海岸林の飛砂防止や防潮等の機能低下が危惧されています。茨城県では、農薬ポジティブリスト制度の導入や防除経費の問題などにより、海岸クロマツ林の維持に必須であるマツ類材線虫病対策を継続的に実施することが困難な地域が増えています。このため、多様な樹種からなるマツ類材線虫病に強い海岸林づくりを目指し、海岸クロマツ林への広葉樹の樹下植栽（海岸林の針広混交林化）を試みました。海岸部の環境は地域によって大きく異なるため、茨城県に自生する郷土樹種を中心に、本県の海岸林への導入に適する樹種を検討しました。

成 果

汀線から約 600 m 内陸に位置する海岸クロマツ林内に、茨城県や近県の海岸付近に自生、または植栽されている 24 樹種の広葉樹ポット苗、合計 1,124 本を平成 11 年 3 月に植栽し、その後の育成状況を調査しました（写真 1）。植栽から約 8 年後の平成 18 年 12 月の調査では、エノキ、マサキ、ネズミモチなどが 80% 以上の生存率を示した一方、ネムノキ、ツバキなどの生存率は 30% 以下でした。また、スダジイ、アキグミ、アカメガシワなどは 2 m 以上の平均樹高成長量を示し（表 1）、平均樹高成長量が大きい樹種は平均地際径成長量にも優れました（図 1）。これらの生存率と平均樹高成長量から、良好に生育する 11 樹種を判定しました（表 1・二重線内）。このうち、スダジイ、トベラ、ネズミモチ、モチノキ、マサキ、アキグミ、アカメガシワの 7 樹種は茨城県の海岸付近に自生するものであるため、茨城県ではこれら郷土樹種を中心に海岸林の針広混交林化を図ることが適当と考えられます。特に、茨城県沿岸部における極相林の主要な構成種である高木性のスダジイを中心に、必要に応じネズミモチ、モチノキなどの亜高木性樹種とマサキ、トベラなどの低木性樹種、アキグミなどの肥料木を適宜導入することで、確実かつ効率的に樹種構成の多様な針広混交林に誘導することが可能と考えられます。

成果の活用

本研究により、茨城県の海岸クロマツ林への樹下植栽に適する広葉樹種が明らかになりましたが、現在のところ事業的な規模での海岸林への広葉樹導入には至っていません。このため、今後、植栽方法やその後の管理方法などについてより詳細に検討し、事業的な海岸林の針広混交林化につなげる必要があると考えています。なお、本研究の成果は日本森林学会関東支部大会等で発表するとともに、茨城県林業技術センター研究報告 No.28 等で公表し、普及に努めています。

表1 海岸クロマツ林内に植栽した広葉樹の平均樹高成長量と生存率による分類

		平均樹高成長量				
		200cm 以上	150～200cm 未満	100～150cm 未満	50～100cm 未満	50cm 未満
生存率	80% 以上	スダジイ アカメガシワ シャリンバイ トベラ	ネズミモチ	マサキ トウネズミモチ	エノキ イボタノキ ヤブニッケイ	
	50～ 80%未満	アキグミ マテバシイ	ヤマモモ	モチノキ	タブノキ シロダモ	サンゴジュ
	50% 未満	オオシマザクラ			ユズリハ ウツギ	サザンカ ツバキ ハマヒサカキ ネムノキ

注) 植栽7年9ヵ月後の調査による分類。

ツバキ、ネムノキ、ハマヒサカキの平均樹高成長量は欠測のため「50cm 未満」に分類する。

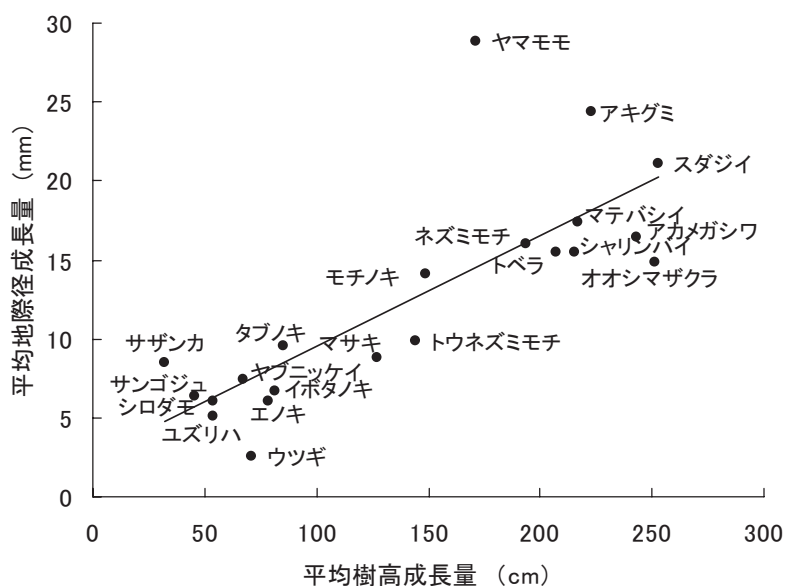


図1 海岸クロマツ林内に植栽した各樹種の平均樹高成長量と平均地際径成長量

注) 植栽7年9ヵ月後の調査結果。ツバキ、ネムノキ、ハマヒサカキは欠測。



写真1 植栽直後（左）と植栽約8年後（右）の状況

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

6 栃木県内希少種（シラネアオイ）の保全に関する研究

栃木県林業センター 研究部 墨谷祐子・上野晴子*
(*現 県東環境森林事務所)

研究の背景・ねらい

シラネアオイ（写真1）は、北海道から本州中部にかけて自生する（図1）高山植物で、1科1属1種の日本固有種です。和名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ことから名付けられました。しかし、近年シカの食害により日光白根山の集団が衰退し、絶滅が危惧されています。栃木県ではシラネアオイの保全に努めており、これまで当センターでは組織培養による増殖法について研究を行ってきましたが、将来的に培養苗を自生地へ移植する際には、自生個体群の遺伝的多様性への影響が懸念されます。そこで、今後の保全対策を立てるうえで基礎的な情報を得るため、RAPD マーカーを用いたクラスター分析を行い、日光白根山の個体群内の特徴を調べるとともに、他地域との比較を行いました。

成 果

日光白根山を含む県内自生地6か所、群馬県内自生地2か所、福島県内自生地1か所、県内植栽品（北海道由来）の88個体からDNAを採取し、RAPD分析を行った結果、長さの異なるバンドが確認できました（図2）。特徴的な長さのバンドの有無によってクラスター分析（グループ化）を行った結果、採取地ごとに地域的なまとまりをもつ傾向が見られ、6つのクラスター（グループ：A-F）に分けることができました（図3）。北海道と本州の個体では最も遺伝的距離が遠くなり、白根山・金精山・温泉ヶ岳で一つのクラスター（A）を形成し、地理的に近く同一山脈上に位置する栗山個体群（栗山①②：C、③：D）は、遺伝的には離れたクラスターを形成しました。一方、武尊山の個体群は、白根山の個体群と地理的に離れていながら遺伝距離は近い、クラスター（B）となりました（図3）。

また、白根山で採取した23個体について類縁関係を調べたところ、採取地の遠近と遺伝的な距離は一致せず、さまざまな遺伝子型の個体がモザイク状に分布し、群落内の多様性が維持されていることが分かりました。

これらの結果から、増殖個体を移植する際には、遺伝情報を考慮して行うことが望ましく、他地域からの安易な移植は控える根拠が示されました。また、金精山・温泉ヶ岳の白根山と近縁と考えられる個体群についても、シカの食害が見られることから、白根山と同様に保全対策を考える必要性が示唆されました。

成果の活用

シラネアオイの多様性が確認されたこと、地域個体群間の遺伝構造が明らかになったことにより、遺伝情報に基づいた今後の保全対策を立てるための基礎資料として活用できます。また、遺伝情報による盗掘個体の推定や県民の自然保護意識の向上につながることを期待しています。



写真1 シラネアオイの花

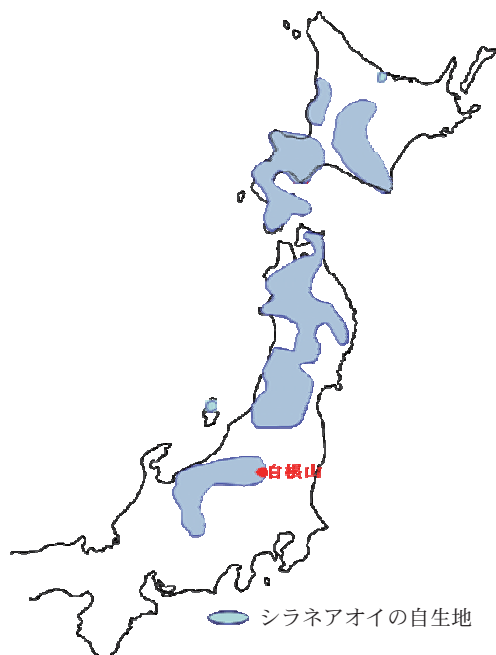


図1 シラネアオイの分布

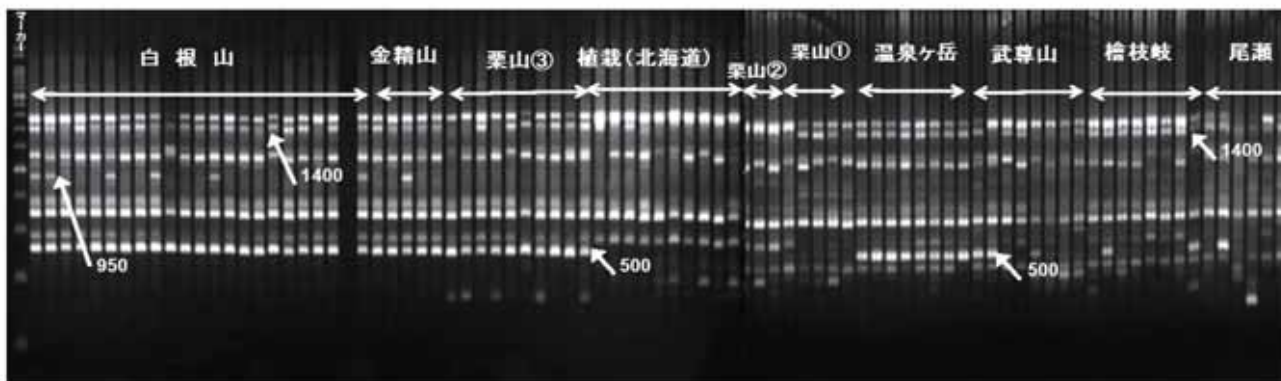


図2 OPI-02 による RAPD の検出像

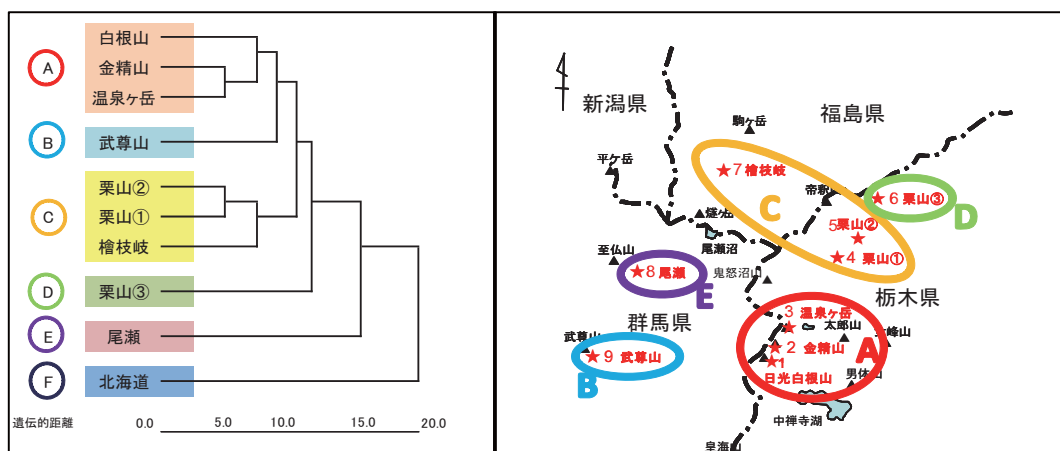


図3 RAPD マーカーに基づく群平均法によるクラスター分析と採取地の関係

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

7 『神奈川県溪畔林整備指針』の作成

神奈川県自然環境保全センター研究部

田村 淳

研究の背景・ねらい

神奈川県では溪畔林の機能に着目して溪畔林整備事業が平成19年度から実施されています。しかしながら、現状では溪畔林の具体的な管理目標や管理方法、生物多様性保全のあり方などの指針がありません。

そこで、神奈川県版の溪畔林整備指針の作成を目的として、既往研究成果をとりまとめ（他地域の情報含む）、溪畔林の現状、整備のあり方、モニタリング手法等を示した『神奈川県溪畔林整備指針』を作成しました。

成 果

1 溪畔林の定義と機能

既存資料に基づいて溪畔林の定義を「溪流沿いに成立する自然林、二次林」として、溪畔林を伐採して成立したスギ・ヒノキ人工林は溪畔人工林と定義しました。溪畔林の機能として次の6機能、すなわち、日射の遮断や落葉・落下昆虫の供給、倒木の供給、栄養元素の交換、生き物の生息場所の提供、流下土砂の堆積・ろ過、洪水による溪岸侵食の防止・軽減を記載しました。

2 神奈川県の溪畔林

丹沢山地における11林分の現地調査からは、シオジ林やイヌシデ林、ヤシャブシ林など、攪乱の頻度や強度に応じて様々な林分構造がみられました。

3 溪畔林整備の考え方

整備の基本理念として、現存する溪畔林を整備の見本とすること、溪畔林の機能を向上させること、流域管理の視点をもつこと、順応的に管理することの4点を掲げました。整備の方針としては、人工林を広葉樹林に転換して分断化した溪畔林を連結させることや、生物多様性に配慮することなどを記載しました。

4 整備計画の策定

空中写真や現地調査から現況を明らかにしたうえで整備対象の範囲を把握し、整備型を判定する流れ図（表1、図1）により整備する林分と自然に推移させる林分に区分できるようにしました。

成果の活用

作成した『神奈川県溪畔林整備指針』を県内行政担当者と県内森林インストラクターなど希望者と、大学等研究機関の溪畔林研究者に配布しました。

平成19年度から開始された「溪畔林整備事業」において、本指針は事業担当者に活用されています。溪畔林整備は全国的にも事例が限られていることから、整備後のモニタリングにより新知見が得られた際には改訂していく予定です。

表 1 対象林分における整備基本方針

区 分		方 針	対 象	現 況
Aa	自然推移型	自然に推移させる。	溪畔林、裸地 (未立木地)	シカ影響を受けていない自然林・二次林。または地表攪乱を受けている裸地(未立木地)。
Ab	自然推移型(林床植生保全)	林相は自然に推移させるが、土壌や林床植生を保護する。	溪畔林	自然林・二次林の溪畔林で、地表攪乱やシカ影響を受けている。
Ba	林相改良型(溪畔林)	林相を全面的に溪畔林(広葉樹林)に移行する。	スギ・ヒノキ人工林	スギ・ヒノキの植林。
Bb	林相改良型(針広混交林)	林相を部分的に溪畔林(広葉樹林)に移行する。	スギ・ヒノキ人工林	スギ・ヒノキの植林。
Bc	林相改良型(林床植生発達)	低木層、草本層を発達させる。	スギ・ヒノキ人工林	スギ・ヒノキの植林で林床植生(低木層や草本層)がほとんどない。
C	森林創出型	積極的に溪畔林を創出する。	裸地 (未立木地)	近年、洪水や土石流などの自然攪乱を受けておらず、今後も植生の進入を期待できない。

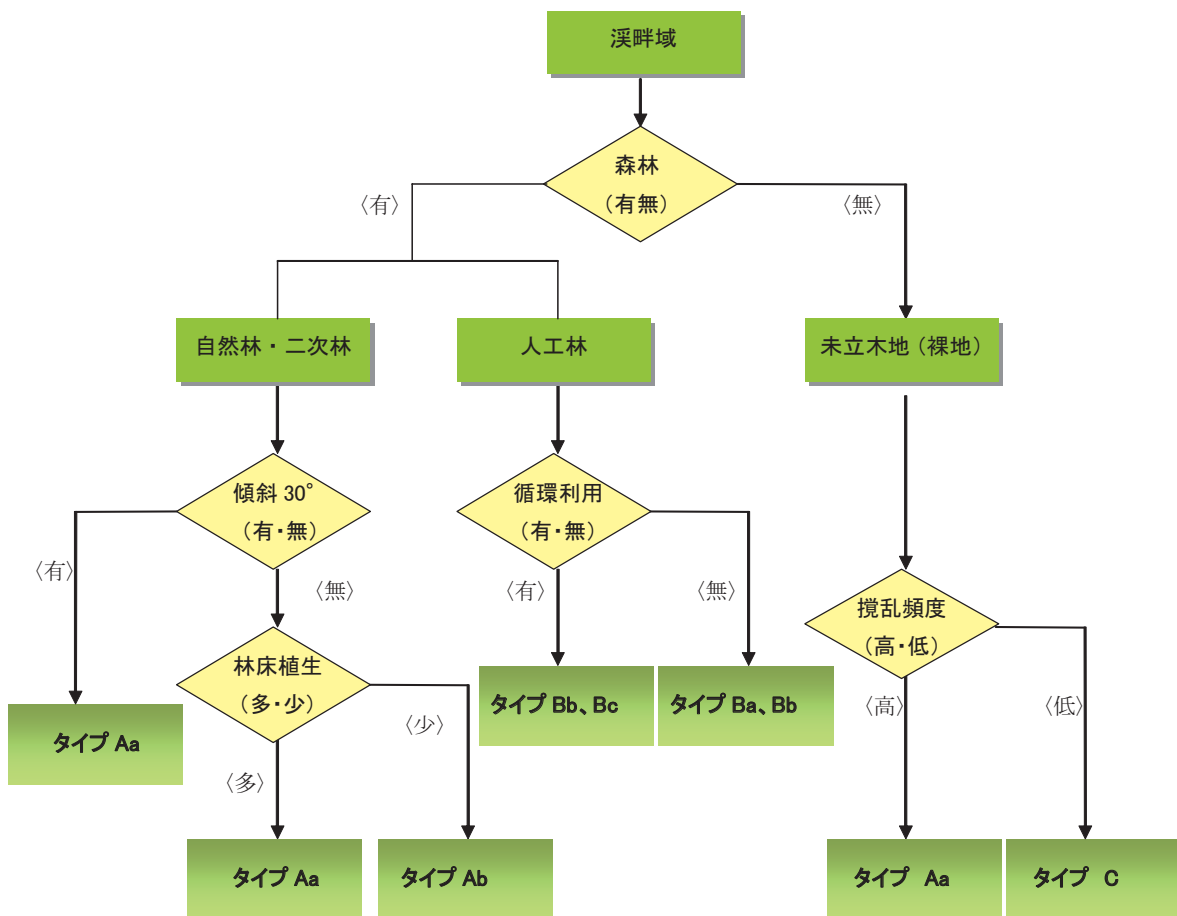


図 1 整備基本方針の判定図

[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]

8 森林被害危険度マップの作成

岐阜県森林研究所 森林環境部 古川邦明

研究の背景・ねらい

岐阜県内では、カシノナガキクイムシによるナラ枯れ被害の急激な拡大や、マツクイムシ被害によるマツ枯れ被害の北上など、県全域に拡大する危険性の高い被害が目立ってきました。また、冠雪害などの気象被害も発生頻度が高くなるとともに、被害程度も激しくなっています。そこで、喫緊な対策が求められている森林被害について、被害発生の危険性が高い箇所を判りやすく示すことで、効果的な被害対策が取れるよう森林被害危険度マップを作成しました。

成 果

作成したマップは「スギ冠雪害危険度マップ」、「マツ枯れ対策指針マップ」、「ナラ枯れ被害危険度マップ」「ナラ枯れ対策指針マップ」の4種類です。

1 スギ冠雪害危険度マップ（図1）

人工林の齢級構成から、冠雪害発生の危険性が高くなっています。普段から冠雪害に強い林を仕立てる意識をもってもらうため、冠雪害の発生危険度を表示した「冠雪害危険度図」を作成しました。危険度の低い地域から順に、0から2の3段階としています。

2 マツ枯れ発生危険度マップ（図2）

危険区域は、①既に被害が蔓延している地域、②被害区域が新たに発生している、いわゆる拡大の最先端地域で、重点的な防除が必要な地域、③現在被害の発生は認められないが、被害発生の危険性がある要監視区域、の3区分としています。

3 ナラ枯れ危険度マップ（図3）

高解像度の人工衛星画像解析等から、カシノナガキクイムシ被害にあう樹種を抽出した森林植生図と、被害の発生箇所から推定した被害区域拡大予測図を重ね合わせて作成しています。

4 ナラ枯れ対策指針マップ（図4）

景観的な観点から重点的な防除が必要な区域と、衛星写真等から上層木の植生を解析して被害対象樹種を抽出し、色分けして表示しています。マップは被害対策を行う自治体毎に作成しています。

成果の活用

冠雪害危険度マップは県の間伐指針において、間伐率決定根拠の1つになっています。各マップは県の公開型森林GIS「ふおれナビ」等で公開し、森林計画図等や航空機撮影のオルソフォト等の他の地図情報と併せて表示できるようにしていますので、誰でも間伐率や危険地域等の判断が簡単かつ確実に行えます。

GISでは情報の更新が重要です。被害発生状況は常に変化していますので、最新の情報に更新するよう努めています。また、県全域の被害発生状況を正確かつ迅速に収集するため、現地機関の担当者に対して病虫害対策等の技術研修を行うなど、行政部門と連携して被害調査精度の向上も図っています。

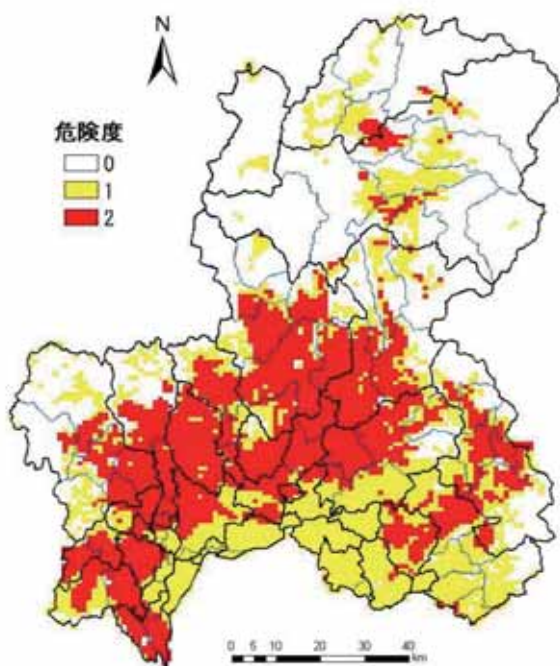


図1 スギ冠雪害危険度マップ

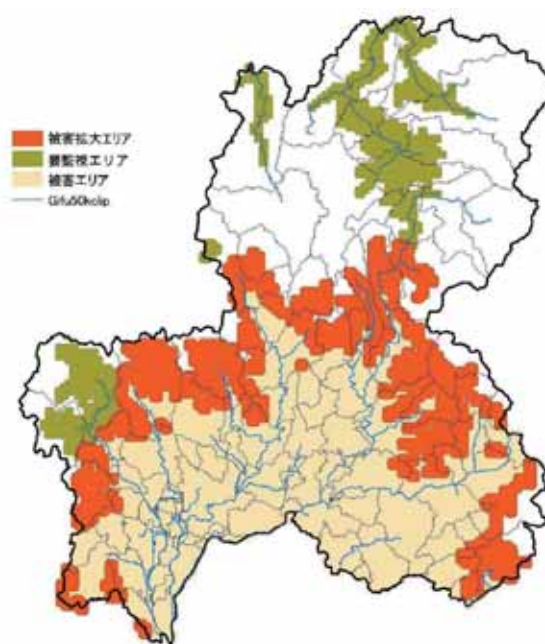


図2 マツ枯れ発生危険度マップ

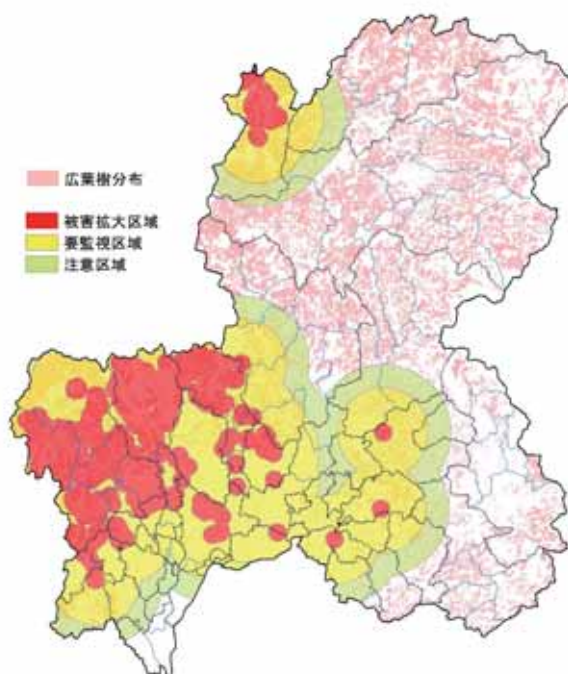


図3 ナラ枯れ危険度マップ

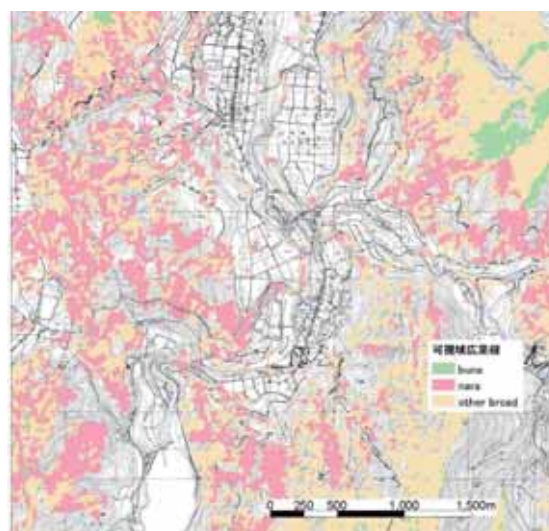


図4 ナラ枯れ対策指針マップ

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

9 粘着剤によるナラ枯れ被害の予防

岐阜県森林研究所 森林環境部 大橋章博

研究の背景・ねらい

岐阜県におけるナラ枯れ被害は年々拡大しており、終息の兆しはありません。ナラ枯れ被害は、病原菌を有するカシノナガキクイムシが樹木に穿孔することで生じます。被害を防止するため、NCSくん蒸剤を注入する駆除事業を実施していますが、急峻な現場で実施するには、作業性が悪い、危険を伴う、といった問題があり、防除は一向に進んでいません。そこで、これに代わる方法として、粘着剤と殺虫剤の混合液を樹幹に散布して被害を予防する方法の開発に取り組み、その効果について検討しました。

成 果

ナラ枯れ被害が初期段階の広葉樹二次林において、粘着剤のみを散布する処理区（粘着処理区）、粘着剤と殺虫剤を散布する処理区（併用処理区）、対照区の3処理区を設定しました（表1）。粘着剤は、JA7562（住友スリーエム㈱）、EMPS-30X（セメダイン㈱）、SB20（中部サイデン㈱）の3種類を、殺虫剤はスミパイン乳剤を使用しました。処理区では2006年6月に、コナラ、ミズナラ、アカガシ、ウラジログアシを対象として、樹幹の地際から地上高3mの範囲に散布処理を行い（写真1）、同年10月に防除効果を調査しました。

1 防除効果

対照区では、穿孔被害が15.9%、枯死が2.9%の樹木に見られ、これらを合わせた被害率は18.8%でした（図2）。これに対し、粘着処理区の被害率は1.9～5.6%、併用処理区では6.2～10.0%と対照区に比べて低く、予防効果が認められました（U検定、 $p < 0.05$ ）。また、粘着剤の違いによる被害率の差は認められませんでした。いずれの粘着剤でも、併用処理区の被害率が粘着処理区に比べて高くなりましたが、有意な差は認められませんでした（Bonferroni多重比較、 $p > 0.05$ ）。

次に、被害を受けた木についてフラス（木くずと虫糞の混合物）量を調査したところ、併用処理区では粘着処理区に比べ、フラス量が少ない傾向が見られました（図3）。殺虫剤を使用することによって、穿孔したカシノナガキクイムシを殺虫できたと考えられます。このように、併用処理では、カシノナガキクイムシの密度を下げる効果も期待できることから、地域全体の防除には有効であると思われます。

2 作業効率

粘着処理における1日当たりの処理本数は49.3本/人でした。くん蒸処理が10本/人であることと比較すると、非常に作業効率が高い手法であることがわかりました。

成果の活用

今回開発した手法は急傾斜地でも安全に作業ができること、作業効率が高いこと、特別な器具を必要としないことから、平成19年度よりナラ枯れ防除事業のメニューに組み込まれ、平成20年度には世界遺産である白川村合掌集落の景観を保全するため、約3000本のコナラ、ミズナラに対して実施されました。また、得られた成果は、防除事業実施者を始め、林務行政担当者、普及員等への技術研修会を地区毎に開催して、技術移転を進めています。

表 1 各処理区の概要

粘着剤	殺虫剤	処理本数
EMPS-30X	MEP80	327
JA7562	MEP80	300
SB20	MEP80	347
EMPS-30X	—	364
JA7562	—	598
SB20	—	356
無処理区	—	161



写真 1 粘着剤を散布する様子

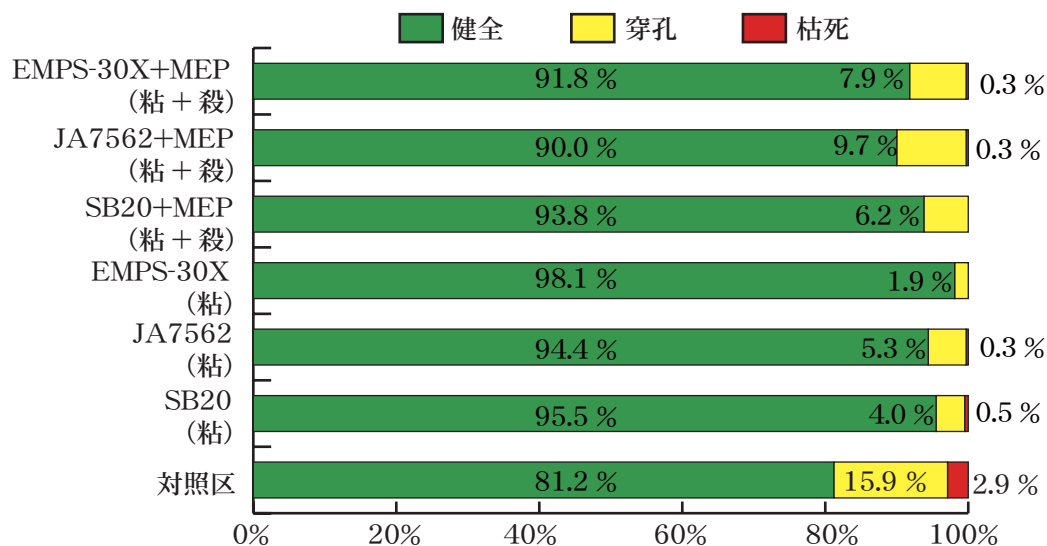


図 1 各処理区の被害状況

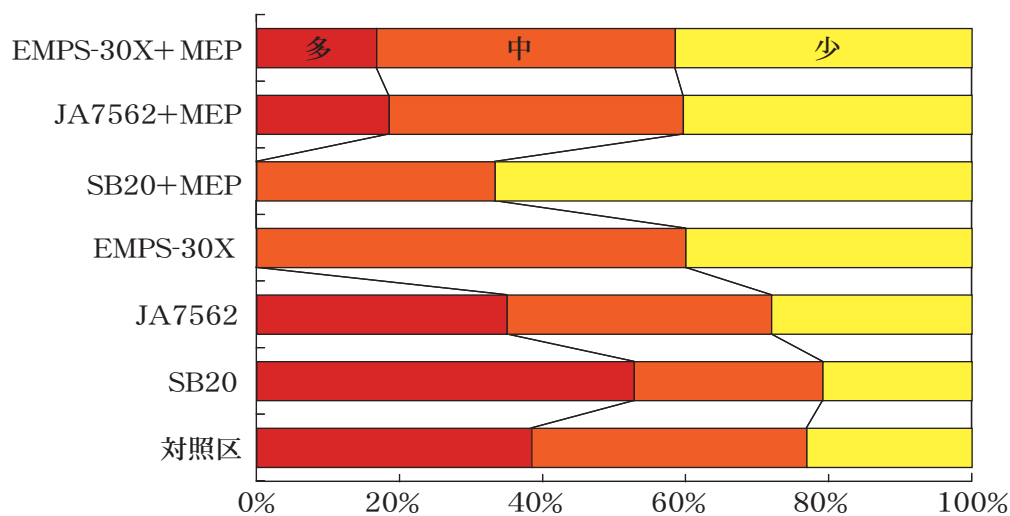


図 2 被害木におけるフラス量の構成割合

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

10 生物多様性保全を目指した半自然草地の管理指針

山梨県森林総合研究所 森林環境研究部 田中涼子・林 敦子・久保満佐子*
(* 現 国土交通省 国土技術政策総合研究所)

研究の背景・ねらい

山梨県有林の一部である富士河口湖町（旧上九一色村）本栖（もとす）の上ノ原地区は、昭和 29 年より植栽活動が行われてきましたが、冬季の厳しい気象条件や土壌条件により植栽木は育たず、40ha の半自然草原が広がっています（写真 1）。しかし、植栽が始まる以前は採草地として利用されてきたため、現在でもその名残として、近年では半自然草原の減少によって個体数が減少している動植物が数多く生息・生育しています。そこで、この場所を草原として維持・管理していくことを検討することとなり、本草原（以後上ノ原草原とよぶ）にはどのような動植物（今回は植物とチョウ類）が生息・生育しているのかを調査し、植物群落やチョウ類の分布と人為的管理の関係から、草原として維持していくための管理方法を提案することに取り組みました。

成 果

現地調査により、95 種の植物と 45 種のチョウ類が確認され、そのうち 8 種の植物と 7 種のチョウ類が全国もしくは山梨県の絶滅危惧種・準絶滅危惧種に該当していました（表 1）。

草原植生が多く残っている北部 5ha において相観レベルでの植生タイプを調査した結果、トダシバ群落、ススキ群落、クロツバラ群落、ササ群落、裸地の 5 タイプが見られました。これらの植生タイプの分布と管理放棄年数（最後に草刈を伴った管理が行われてからの経過年数）との関係を調べた結果、管理が放棄されてから 5 年未満はトダシバ群落、10 年以上経過するとススキ群落となり、特に 10 ～ 20 年でクロツバラ低木林が増加する傾向が見られました（図 1）。

また上ノ原草原には、草刈り後草を持ち出している防火帯や、草刈後に草を放置している草原や作業道、管理放棄された草原、クロツバラ低木林など、異なる環境がみられます。これらの環境でチョウ類に蜜を提供する花の開花とチョウ類の分布を調べた結果、管理が行われることで開花数やチョウ類個体数が維持され、さらに管理方法の違いによって開花の季節変動が異なり、チョウ類もこれに対応することが明らかになりました（図 2）。

以上から、半自然草原の生態系を維持するためには、40ha の上ノ原草原内で、管理方法や放棄後の年数が異なる植生を含んだ複合的な空間を維持していくことが望ましいと考えます。まず、草原植生が最も維持されている北部 5ha で、小班ごとに年をずらして 5 年以下の周期で草刈りを行い、特に防火帯では草刈後に草を持ち出す管理を継続し、草原性動植物の種の供給源を維持する必要があります。さらにその周辺の草原部分では、11 ～ 20 年周期で草刈りを行い、クロツバラ低木林から森林への遷移を抑制する必要があると考えます。

成果の活用

県有林の不成績造林地であった上ノ原草原の半自然草原としての価値を行政や県民、さらには研究者に公表するために、普及関連の広報への記事の掲載、学会発表などを行っています。今後は、本研究で得られた成果に基づいてさらに具体的な管理方法を関係者と協議し、実行していく予定です。これにより山梨県の財産として生物多様性の高い草原生態系を維持していきたいと考えています。

表 1* 上ノ原草原に生育・生息している植物・チョウ類で全国または山梨県レッドデータブックに掲載されている種

分類群	種名	科名	全国RDB カテゴリー	山梨県RDB カテゴリー
植物	カイジンドウ	シソ科	絶滅危惧IB類	絶滅危惧II類
	スズサイコ	ガガイモ科	絶滅危惧II類	絶滅危惧II類
	キキョウ	キキョウ科	絶滅危惧II類	準絶滅危惧
	コウリンカ	キク科	絶滅危惧II類	準絶滅危惧
	フナバラソウ	ガガイモ科		絶滅危惧IB類
	バアソブ	キキョウ科		絶滅危惧IB類
	ミズチドリ	ラン科		絶滅危惧II類
	センブリ	リンドウ科		準絶滅危惧
チョウ類	ホシチャバナセセリ	セセリチョウ科	絶滅危惧I類	絶滅危惧IB類
	アカセセリ	セセリチョウ科	絶滅危惧II類	準絶滅危惧
	ヤマキチョウ	シロチョウ科	絶滅危惧II類	
	ヒメシジミ	シジミチョウ科	準絶滅危惧	
	ヒョウモンチョウ	タテハチョウ科	準絶滅危惧	
	ウラギンスジヒョウモン	タテハチョウ科	準絶滅危惧	
	ギンイチモンジセセリ	セセリチョウ科	準絶滅危惧	



写真1 富士山の麓に広がる上ノ原草原

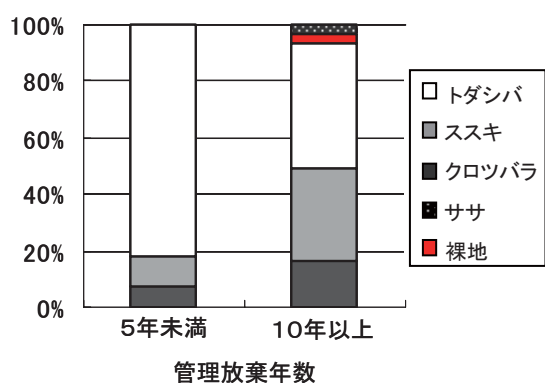


図1 管理放棄年数による植生タイプの分布割合

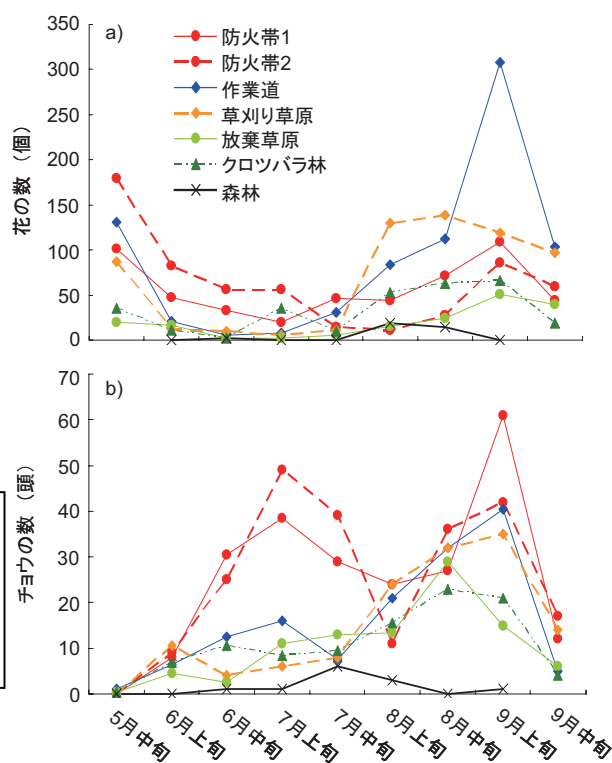


図2* 各環境における a) 開花数の季節変動と b) チョウ類個体数の季節変動

*表1、図2は Kubo et al. (2009) Seasonal fluctuations in butterflies and nectar resources in a semi-natural grassland near Mt. Fuji, central Japan. Biodiversity and Conservation 18: 229-246. より和訳・引用

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

11 里山の植生遷移の実態と管理手法に関する研究

愛知県森林・林業技術センター 技術開発部 小林元男

研究の背景・ねらい

愛知県の里山の潜在植生はツブラジイ等常緑広葉樹林です。現在、常緑広葉樹の進出により里山本来の植生が失われていることが指摘されていますが、その実態や管理方法についての調査研究はほとんど行われていません。そこで、県内の沿海部から丘陵地、山地のコナラ等落葉広葉樹林やヒノキ人工林について、常緑広葉樹の進出実態を調査するとともに、施業による実生の発生・消長などの動態を調査し、里山の管理方法を検討しました。

成 果

現在の里山はマツが枯死した後に成立したもので、上層木にはコナラが優占するものの、一部ではスタジイやツブラジイが進出していました。また、亜高木層では沿海部の一部でカクレミノ、丘陵地や低山地でクロバイ、低木層ではヒサカキが優占し、林床には植物がほとんど見られませんでした。また、亜高木層に優占するカクレミノやクロバイには成長の鈍化や衰退が確認され、両種は植生遷移の途中に出現する種と考えられました（図1）。新城市鳳来の山地では、低木層にヒサカキが優占するものの、林床はチゴユリなど草本類も多く出現しました。これは、拡大造林のため周囲にシイ等の高木性常緑広葉樹の種子源がなく、それらの進出が遅れているためと考えられました。

里山の管理方法の検討としては、掃除伐施業後1年で多数の実生が発生しました。ただし、同時にアカメガシワなど先駆植物が多く（図2）、種数の増加が見られるものの、里山に多いモチツツジなどの種の発生は認められませんでした。そのため、里山に多い植物を復活させることは種子源がないと困難であり、林縁などに残存する場合にはこれらの植物を保護することが重要であることが示唆されました。また、伐採された木のうち、クロバイは萌芽しても2年以内に枯死したのに対し、ヒサカキは50%が生残していました（図3）。このことから、常緑広葉樹の進入を防ぐための掃除伐は、長期間の継続が必要と考えられました。

成果の活用

本研究の成果は、愛知県森林・林業技術センター研究報告や中部森林研究へ論文として掲載するとともに、試験成果発表会や日本森林学会中部支部で発表し、一般に公開しています。また、森林・林業研修や小中学校、NPO等に対し里山整備の現地指導を行うなど県民に向けて広く普及を図っています。

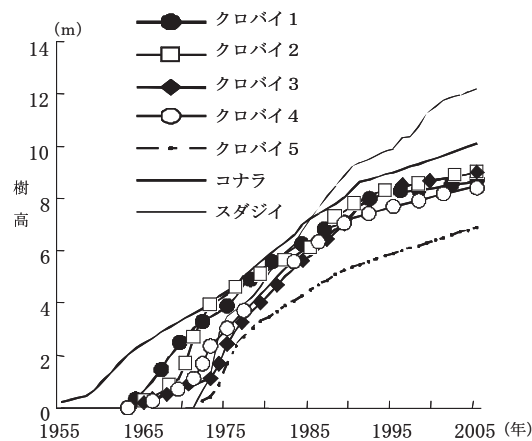


図1 低山地（豊橋市）におけるコナラ、スダジイ、クロバイの成長推移

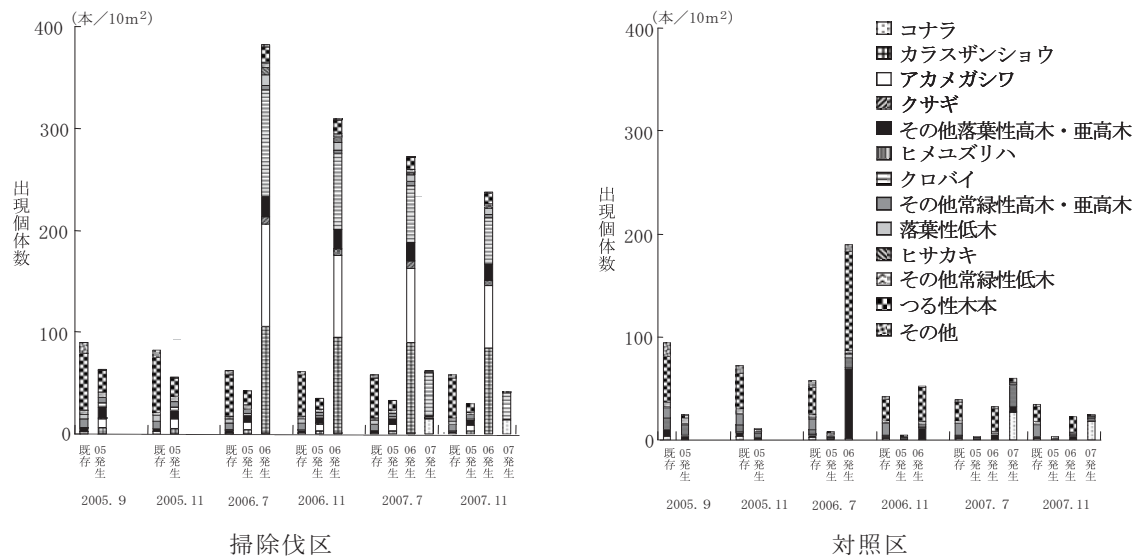


図2 低山地（豊橋市）における実生の発生・消長の推移

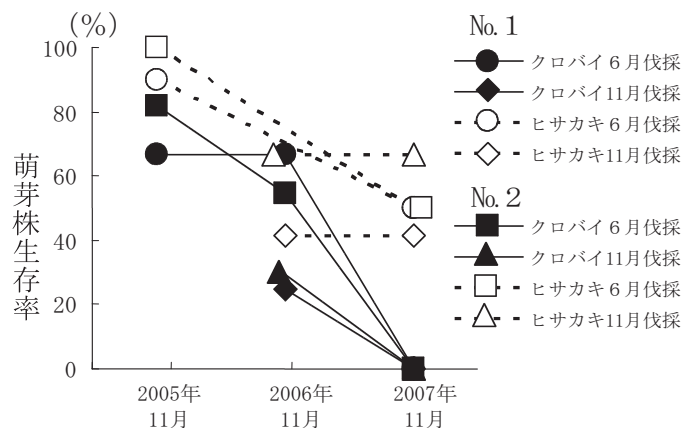


図3 低山地（豊橋市）におけるクロバイとヒサカキの萌芽状況

[問い合わせ先：愛知県森林・林業技術センター 技術開発部 森林機能グループ TEL 0536-34-0321]

12 海岸マツ林の整備と広葉樹樹種転換技術

石川県林業試験場 森林環境部

八神徳彦

研究の背景・ねらい

海岸クロマツ林は飛砂防止や潮風の軽減のため防災林として重要ですが、松くい虫被害で多くの場所で衰退しています。そこで、防災機能の高いクロマツ林の健全化を図るために、クロマツの密度管理、実生更新を促進させるとともに、環境の変化により広葉樹の生育が可能になってきた場所では、クロマツから広葉樹への樹種転換を図り、立地に応じた海岸林を整備する技術を検討しました。

成 果

1 クロマツの密度管理

過密になったクロマツ林では、降雪で一斉に倒れたり、防風機能の劣る樹形になったりするため、植栽後7年を目安に本数の30%を間伐し、その後も樹高が2m伸びるごとに30%を間伐して、形状比（樹高／直径）を70以下にする必要があります。また、間伐方法は、列状間伐が残存木の成長に優れ、作業も容易であることが分かりました（写真1、図1）。

2 クロマツの実生更新の促進

下草の少ないクロマツ林内を急激に疎開した場合、クロマツの良好な天然下種更新が起きていることが分かりました（写真2）。また、野ネズミの食害を減らし発芽を促進させるためには、秋期に林床を掻き起こし落下した種子を速やかに地下に隠すことが効果的であることが分かりました。

3 海岸地域に適した広葉樹の選択

海岸砂丘地に多く自生する広葉樹は、エノキ（写真3）、アカメガシワ、ネムノキ、カシワなどの落葉広葉樹で、タブノキ、スダジイなど常緑広葉樹はほとんど見られませんでした。また、植栽試験では、自生種の活着が良いことが分かりました。

4 樹種転換に適した立地

広葉樹への樹種転換が可能な環境は、腐植土壌が厚く、風当たりが強くない場所であり、風当たりの強い砂地では活着しないか、活着しても著しく成長が悪いことが分かりました（表1）。また、エノキでは、成長の悪い痩せた砂地で施肥を行うと、著しく成長が改善されることが分かりました（図2）。

成果の活用

治山事業による海岸防災林造成において技術が活用されているほか、地域住民や行政による地域の海岸林保全活動においても、目標とする海岸林の姿を定め、そのために必要なことを検討するための情報として利用され、地域での合意形成に貢献しています。



写真1 初回列状間伐したクロマツ林

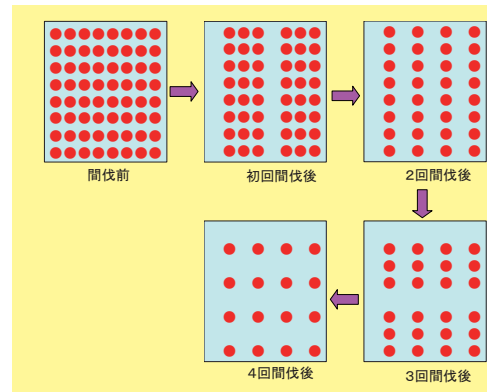


図1 列状間伐の方法



写真2 クロマツ稚樹が天然更新したクロマツ林



写真3 海岸砂丘地に自生するエノキ

生育環境	潮風強 く砂地	中庸	潮風弱 く肥沃 土壌
クロマツ	◎	◎	△
エノキ、カンワ、ネムノキ	○	◎	◎
コナラ、タブノキ、モチノキ	△	○	◎
スタジイ、ウラジロカシ	×	×	△
◎:適 ○:やや適 △:やや不適 ×:不適			

表1 生育環境と植栽樹種別の生育状況

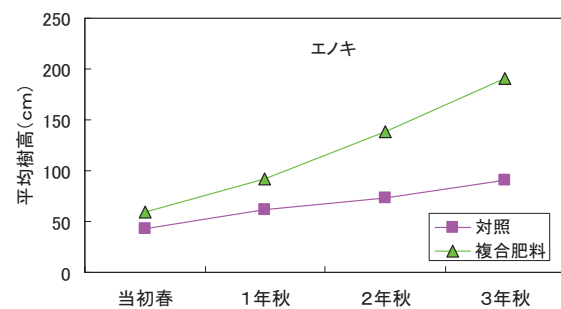


図2 施肥による成長促進
(毎年春期にマルモリ林業化成 421 号 100g 散布)

13 溪畔林を生かした溪流保全に関する調査

京都府林業試験場 松井正和・今井正憲*
(*現 農業総合研究所)

研究の背景・ねらい

溪流の安定化を図る目的で設置されている治山ダムは、完成と同時に防災機能を発揮し土砂災害から人命や財産を守る上で大きな効果を上げています。その一方で、堆砂域の出現による植生変化や溪流の上下方向での生物の移動を制限するなど、溪流環境に影響を与えていると考えられます。

そこで、治山ダムの設置による溪流環境への影響の軽減を図るため、溪畔林が有する土砂移動抑止機能に着目し、治山ダムと溪畔林の相互補完による溪流安定対策の提案を目指しました。

成 果

- 1 流域の植生調査を行って、基底水位からの高さ（比高）と樹種のデータを収集し、溪畔樹種の生育環境（写真1）及び流域における土砂移動抑止への作用を把握しました。
- 2 流域に生育している樹木は、根系が巨石や岩盤を抱え込むような形状が多く見られるとともに、堆積土砂に根を張ることによって土砂の再移動（二次浸食）を抑止している状況が観察され（写真2）、溪畔林にも一定の溪流安定機能が認められました。
- 3 以上のことから、早期に防災対策が必要な箇所では、治山ダムの設置が不可欠ですが、既設の治山ダム堆砂域やその上流部では、溪畔林整備によって土砂流出の抑止を図るとともに植生の回復による環境創造が期待できます。そこで、溪流の縦断方向及び横断方向に区分を設け（図1）、組み合わせによる溪畔林整備指針をまとめました（図2）。
- 4 流域に植生を導入するに当たっては、活着の促進を図るとともに流木化を防止するため2で述べた溪畔樹種の生育形態を取り入れ、転石を水衝部の護岸に利用し、流水の衝撃から守られた部分や転石の上部法面に溪畔樹種を植栽する方法を提案しました（写真3）。
- 5 人々が親しみやすい溪流づくりとしては、地元住民の要望を取り入れるとともに、溪流環境保全の視点から現地に分布し流域で生育している実績のある溪畔樹種を選定しました（2例実施）（写真4）。

成果の活用

作成した溪畔林整備指針は、現在、治山ダム工の計画及び周辺の植生整備の計画づくりに活用されています。また、この成果は、一般公開や研究成果発表会で一般に公表し、普及に努めています。



降雨前



降雨直後

写真1 降雨前後の溪畔林の様相変化



写真2 土砂移動を抑止する根

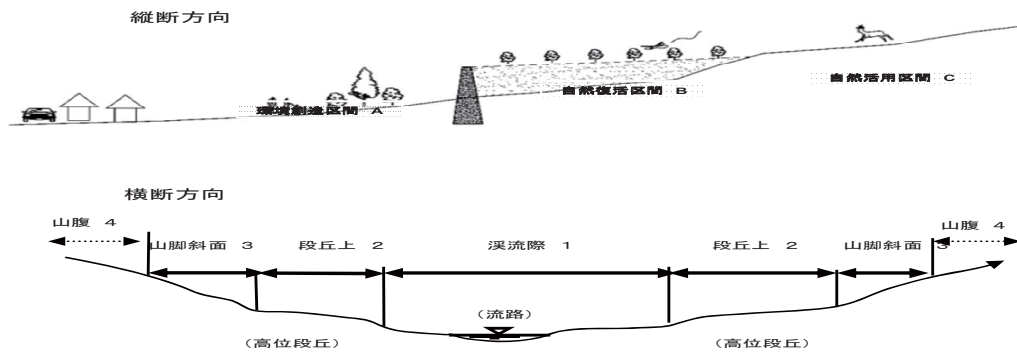


図1 溪畔林における縦断方向及び横断方向の区分

溪 畔 林 整 備 指 針 （案）					
1 整備指針(案)の区分					
縦断 方向	横 断 方 向				
	1. 溪流際	2. 段丘上	3. 山脚斜面	4. 山 腹	
	A.環境創造区間	A1	A2	A3	A4
	B.自然復活区間	B1	B2	B3	B4
	C.自然活用区間	C1	C2	C3	C4

2 基本方針	
【縦断方向：主に樹種選定に配慮する】	
A 環境創造区間	木陰、紅葉、花木等、創出したい環境に応じて樹種を選定して導入する。
B 自然復活区間	自然渓流区間の環境復元を目指し、自然植生を参考にして郷土樹種を導入する。
C 自然活用区間	現存する自然植生を活用し、その保護と成長促進のための施業を行う。

【横断方向：主に生育基盤の確保、導入方法に配慮する】	
1 溪 流 際	・ 樹木の生育にとって不安定であり、保護工により生育基盤の確保が必要。 ・ 樹種は水辺を好み、成長が速いものを選定する。
2 段 丘 上	・ やや安定した生育基盤である。土質によって乾湿の差が大きい。 ・ 土壌条件、光環境を十分に把握して樹種を選定する。客土を行うことも考慮する。
3 山脚斜面	・ 肥沃で土壌深度が深く、樹木にとって安定した生育基盤である。 ・ 大径木の育成に適するが、生育スペースが狭い場合があるため、スペースを考慮して樹木を選定する。
4 山 腹	・ 必要に応じて溪流への崩土抑止対策を講じる。植生は溪流の影響をあまり受けない。 ・ 斜面勾配に配慮し、天然更新に重点を置いた施業を行う。

図2 溪流位置による溪畔林整備方針区分の考え方と整備指針案



写真3 堆砂域での転石の取り置き



写真4 親しみやすい溪畔林造成モデル

【問い合わせ先：京都府林業試験場 TEL 0771-84-0365】

14 ニホンジカによる造林木等被害防除技術の確立

滋賀県森林センター

植谷俊治・吉川 章

研究の背景・ねらい

滋賀県内では、ニホンジカによるスギ、ヒノキ幼樹被害対策として、既存造林地を含めネットやフェンスなどの防護柵が広く設置されています。しかし、その効果を期待するためにはメンテナンスが不可欠であることから、枝葉採食発生時期を確定し、これにかかる労力を集中配分する必要があります。一方で、防護柵は地形的な要因等により適切な施工が困難な場合があり、単木的な防除法や新しい忌避剤の検討も進める必要があります。そこで、植栽時期を違えたヒノキ苗木を対象に被害試験と防除試験を実施しました。

成 果

- 1 被害の少ない時期については、4月下旬から5月上旬と、11月中旬から12月上旬で、植栽直後から激しい枝葉採食を受ける危険性が少ない可能性が認められ、忌避剤や防護柵などの施工をする時間的な猶予があるように思われました（図1・2）。
- 2 単木の防除資材（金網素材のツリーシェルター、樹脂製網のツリーシェルター、ヘキサチューブ、くわんたい）は、樹高が資材高（150cm程度）以上に伸長しても主軸被害を受ける可能性が高かったことから、資材高をもう少し高くするか、効果が認められている忌避剤をせめて1年ぐらい併用する等、対策を考える必要があると思われました（写真1・2）。
- 3 農薬を使わずに環境に優しい忌避剤としてトウガラシの辛み成分であるカプサイシンをマイクロカプセル化したものを使って試験しましたが、今回は、直ちに実用化できる効果を確認するには至りませんでした。
- 4 既存被害木を放棄するのではなく、有効活用することを考えた場合には、形状から主軸の再形成が期待されそうなものを選び前述2の単木の防除資材を使えば、十分に活用できるように思われました。
- 5 植栽時期の違いによる被害の状況を調べるため、通常植栽しない5月中頃、6月中頃、7月中頃に「植栽日は晴天で、翌日は確実に雨天」となる日を選んで植栽しましたが、活着に支障はありませんでした。

成果の活用

平成19年度滋賀県森林センター業務報告書第41号に掲載するとともに、これまで他府県で試験された結果も含めて、普及に活かせるようにまとめることとしています。

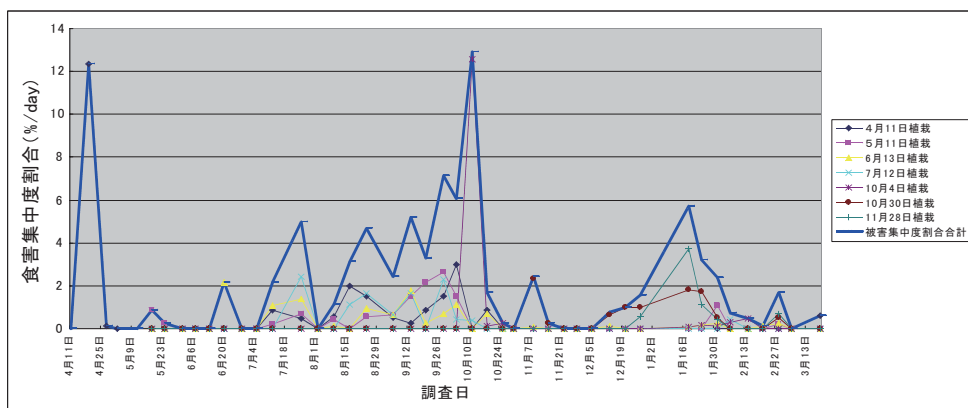


図1 平成19年度植栽苗木の食害集中度割合*の推移（甲賀市甲賀町神）

* 食害集中度割合：ある時点での食害の程度を表す指標として、1日当たりの食害箇所数が食害終息までに占める割合を示すもの。
$$\text{割合} = \frac{\text{激害箇所数} \div \text{被害終息までの総激害箇所数} \times 100}{\text{前回調査日から日数}}$$

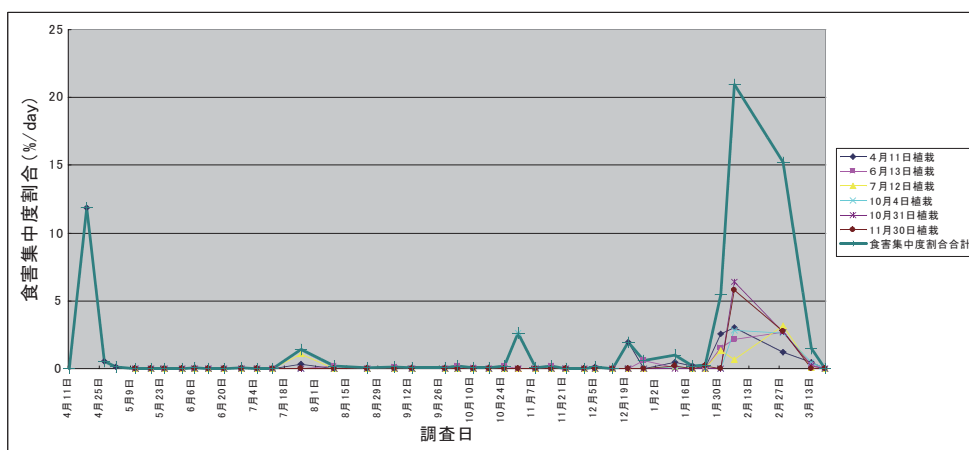


図2 平成19年度植栽苗木の食害集中度割合の推移（甲賀市土山町大河原）



写真1 金網素材のツリーシェルター



写真2 樹脂製網のツリーシェルター
くわんたい、ヘキサチューブ

〔問い合わせ先：滋賀県森林センター 試験研究担当 TEL 077-587-2655〕

15 樹木共生菌を利用した木本植物の緑化困難地への導入

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

藤堂千景

研究の背景・ねらい

山火事跡地や林道残土場、治山工事現場といった乾燥が懸念される場所では、植栽苗木の枯損を防ぐため、あらかじめ土壌改良を目的とした資材を投入することが多く、これらの資材は経費や労務の面で負担となっています。そのため土壌改良を最小限に抑えても生育するような苗木が望まれています。

そこで、兵庫県内の広葉樹林を構成する主要樹種でもあり、事業地で植栽されることが多いコナラ等ブナ科樹種に外生菌根菌（ヒメカタショウロ）を接種して菌根を形成させることにより、乾燥耐性が高く、低肥料でも初期成長が良い苗木を生産することを目的として試験を実施しました。

成 果

- 1 ヒメカタショウロ子実体 150g に蒸留水 300ml を加え、ミキサーで破碎して孢子懸濁液を作成しました。300ml 植物培養フラスコ内の殺菌土に播種したコナラ堅果に、孢子懸濁液を 10ml 散布し、グロースキャビネット内で 3 ヶ月培養したところ、ヒメカタショウロ感染苗木を作成することができました（写真 1）。
- 2 育苗箱の中心に 1 のコナラ感染苗木（2 年生）を植栽し、その周りにコナラ、アベマキ堅果を播種したところ（写真 2）、9 ヶ月で育苗箱全体の実生苗木が感染し、また 2 年生感染苗木の半径 30cm 以内に播種すれば、根端の半分以上が菌根化した菌根量の多い感染苗木が得られることがわかりました。
- 3 菌根量の異なる 1 年生コナラ感染苗木の苗高、地際径を測定したところ、苗高には統計的な差異は見られませんでした。菌根が多いコナラ苗木で、地際径が有意に大きいことがわかりました（図 1）。
- 4 コナラ感染ポット苗と未感染ポット苗をグロースキャビネット内で 1 週間に 1 度の灌水条件で培養したところ、土壌含水率は 1 週間の間に半分ほどに低下しました。この条件下で感染、未感染苗木を 2 ヶ月間培養した結果、未感染苗は 11 本の内 8 本が落葉しましたが、感染苗に落葉は見られず、9 本すべて正常でした。このことから感染苗の方で乾燥耐性が高いことが示唆されました（表 1）。
- 5 山火事跡地、林道残土場において植栽したコナラ、アベマキの感染苗木、未感染苗木について 2 年間の成長を測定したところ、感染苗の地際径成長が良好でした（図 2）。

成果の活用

成果は日本森林学会関西支部大会（2006、2007 年度）にて口頭発表を行い、内容の一部を「兵庫の林業 246 号（2008）」に掲載しました。

具体的な活用としては、現場に技術を移転させるために治山調査事業において苗畑での実証試験を実施するとともに、現地植栽地で追跡調査を行い、治山事業等での活用を図っていく予定です。

また、県内の種苗生産者への生産技術の移転を図っていきたいと考えています。



写真1 ヒメカタショウロ感染苗木



写真2 育苗箱内での感染苗木からの感染試験

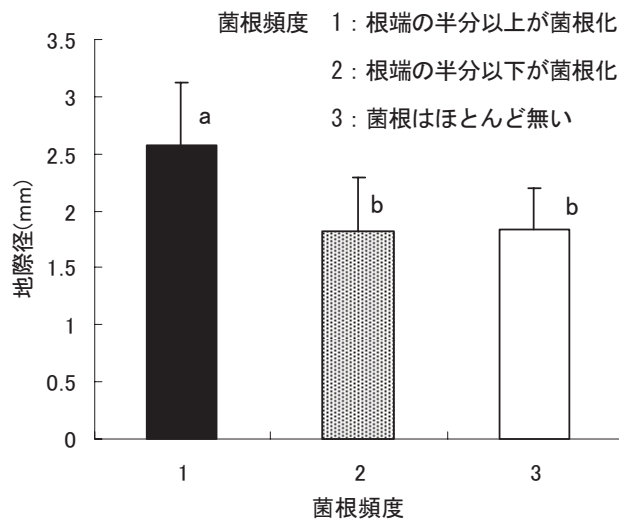


図1 コナラ1年生苗の菌根感染頻度別の地際径
平均値と標準偏差を示す
異なる文字間には有意差があることを示す
(Tukey法による多重検定; $p < 0.05$)

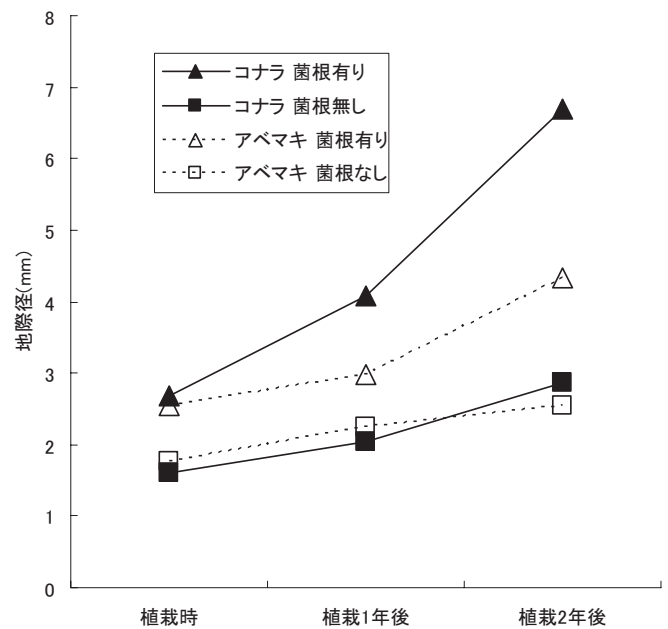


図2 林道残土場に植栽したコナラ・アベマキ苗木の地際径経年成長

表1 乾燥ストレスを与えた苗木の反応

	落葉苗	正常苗	供試苗数
菌根なし	8	3	11
菌根あり	0	9	9

16 三重県内の人工林における広葉樹侵入特性の広域的把握

三重県林業研究所

島田博匡

研究の背景・ねらい

近年、間伐等の保育が放棄されたスギ・ヒノキ人工林を環境林と位置づけ、強度間伐などを行うことにより高木性広葉樹を自然侵入させ、将来的には針広混交林あるいは広葉樹林に誘導しようとする試みが行われています。そのためには、まずどのような樹種がどのような場所に出てくるのかということを知ることで、現場に応じた適切な施業を効果的に実施できるようになると考えられます。そこで、本研究では三重県全域の様々な条件下にあるスギ・ヒノキ人工林において高木性広葉樹の侵入状況を調査し、各樹種の侵入特性からいくつかの樹種タイプを分類するとともに、各タイプが侵入しやすい条件を明らかにしました。

成 果

三重県全域の様々な条件下にある 165 地点のスギ・ヒノキ人工林において高木性広葉樹の侵入状況を調査しました。その結果、47 種の高木性広葉樹（樹高 10cm 以上）が確認されました。侵入頻度が 5% 以上の樹種（全 165 地点中 9 地点以上で侵入していた樹種）は図 1 に示した 17 種に過ぎず、様々な高木性広葉樹が侵入するものの、侵入しやすい樹種は限られていることがわかりました。

各調査地点における主要 17 種の侵入有無データを TWINSpan という手法により解析し、侵入場所が似たもの同士が同じグループになるように樹種タイプを分類しました。その結果、図 1 に示すように常緑広葉樹からなるタイプ A と B、落葉広葉樹からなるタイプ C と D に分けられることがわかりました。このようなタイプごとの侵入場所の違いには、林分条件、光条件、立地条件、気象条件、施業や土地利用履歴など様々な要因が関係していると考えられます。そこで、NMS という手法により様々な要因のなかから影響要因を抽出したところ（図 2）、標高と暖かさの指数が最も影響しており、概ね標高 500m よりも低い、暖かい箇所では主に常緑樹が侵入し、標高 500m よりも高い、冷涼な箇所では落葉樹が侵入する傾向がみられました（図 1、3）。

侵入した高木性広葉樹のうち、常緑広葉樹はほとんどが耐陰性の高い遷移後期種でした。落葉広葉樹は遷移初期～中期種がほとんどでしたが、アカメガシワを除いて比較的長い期間林冠を構成できる樹種でした。そのため、これらを育成できれば針広混交林に誘導できる可能性があります。しかし、落葉樹には耐陰性が低い樹種が多いため、標高 500m 以上で侵入稚樹を枯死させずに成長させるには、林床を明るく維持する必要があります。

成果の活用

本成果や他の調査から得られた成果をもとに、普及用冊子「三重県における針広混交林化施業のポイント」を作成し、県内の森林・林業関係機関に広く配布しました。今後は本成果などから作成した高木性広葉樹稚樹数予測式の精度と実用性を向上させ、針広混交林化施業の現場への普及を図る予定です。

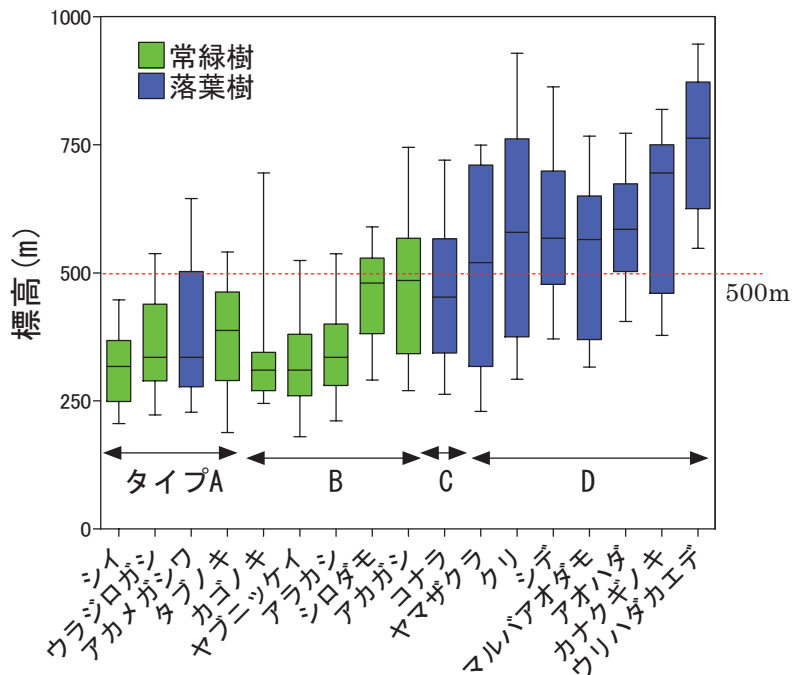


図1 侵入しやすい高木性広葉樹と標高の関係

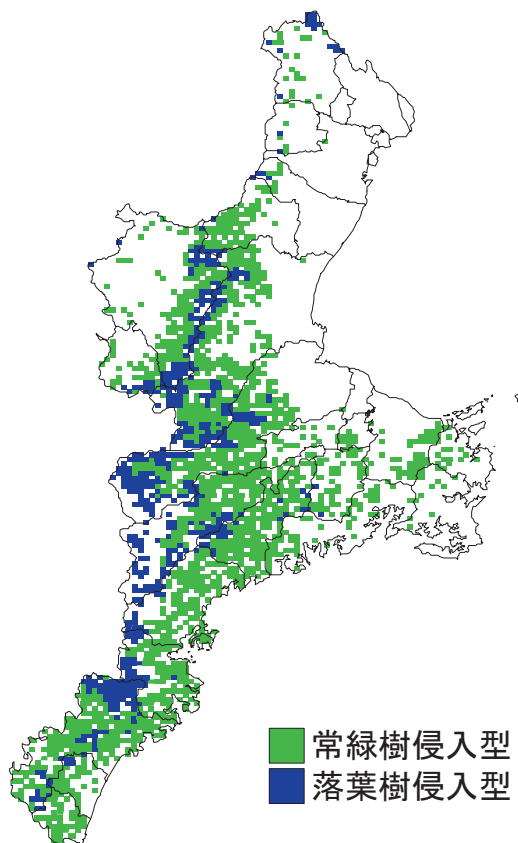


図3 主要侵入樹種をもとに色分けしたスギ・ヒノキ人工林分布図。標高 500m 未満を常緑樹侵入型、500m 以上を落葉樹侵入型とした。

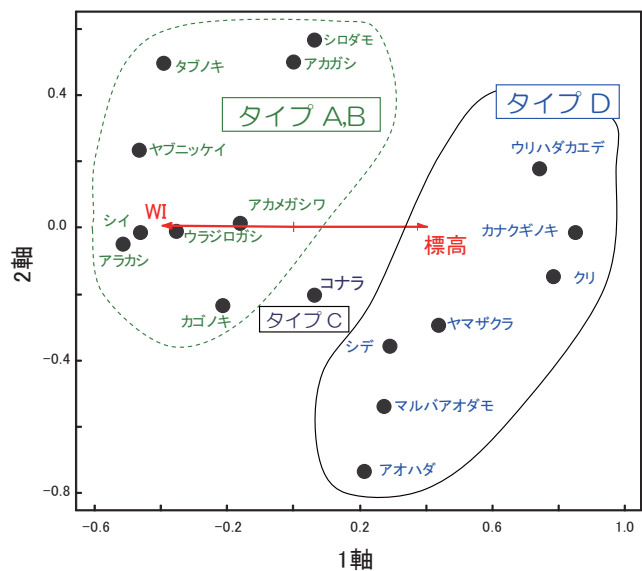


図2 NMSによる高木性広葉樹の序列化と環境要因の関係。1軸は最も影響が強い要因、2軸は2番目に影響が強い要因を表す。

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

17 ポーベリア菌培養不織布製剤を利用した松くい虫防除

島根県中山間地域研究センター農林技術部

福井修二

研究の背景・ねらい

松くい虫被害の対策では、病原であるマツノザイセンチュウの媒介昆虫マツノマダラカミキリ（以下、マダラカミキリと記述）の殺虫を目的とした、化学農薬を用いた防除が実施されてきました。しかし、化学農薬を広域で使用することは様々な制約を受け、また、近年の環境への意識の高まりから、自然環境への負荷が少ない防除方法の確立・実施が望まれています。そこで化学農薬ではなく、媒介昆虫の天敵であるカビを用いた防除について研究に取り組みました。

成 果

マダラカミキリに寄生して殺虫するカビの一種、ポーベリア・バシアーナ (*Beauveria bassiana* 以下、ポーベリア菌と記述) が知られています。以前、この菌を用いたマダラカミキリ幼虫駆除が試みられましたが、材の中に入っている幼虫に菌を効率的に感染させることが困難であったため実用化には至りませんでした。その後、感染ターゲットを成虫にした製剤が開発されたので、これを用いた成虫駆除の効果を調査しました。

島根県飯南町に設置した野外網室において、2003～2004年、マダラカミキリが脱出する前の5月にマダラカミキリの寄生した被害木を伐倒して集積した上に、ポーベリア菌を培養した不織布を設置し、更に全体をシートで被覆する方法で駆除試験を実施しました。その結果、被害材から脱出したマダラカミキリ成虫の90%以上が産卵を開始するまでの2週間以内に感染・死亡し、高い駆除効果を認めました（写真1、写真2、図1）。

島根県隠岐の島町の松くい虫被害発生林において、2005～2007年、被害木を伐倒して網室試験と同様の方法によってポーベリア菌を用いた駆除を実施する試験区と未実施の対象区を設け、秋期に枯死木の発生数を調査し、前年の枯死率と比較しました（写真3）。その結果、天敵による駆除を実施した試験区内の枯死木発生率は、実施前3.4%から、駆除1年目1.5%と低下し、更に継続して駆除を行った2年目には0.3%に低下し、駆除効果を認めました（表1）。

成果の活用

天敵であるポーベリア菌を用いた松くい虫駆除方法が確立され、環境に配慮した松くい虫防除が可能になりました。水源地周辺など化学農薬の使用が制限される場所での駆除実施が促進されます。2008年度から事業サイドで使用され始めており、今後さらに普及に努めます。



写真1 野外網室内でのボーマベリア菌培養不織布製剤の設置



写真2 ボーマベリア菌に感染・死亡したマツノマダラカミキリ成虫

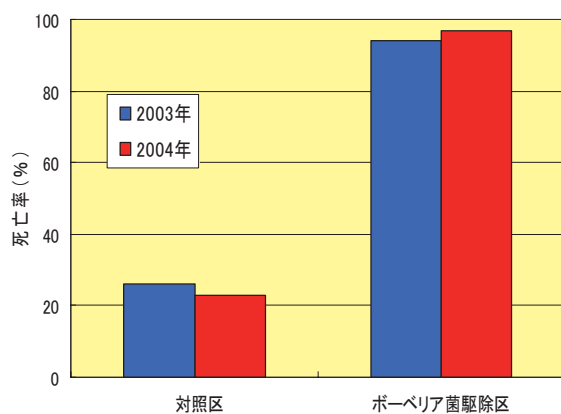


図1 天敵製剤の施用別のマツノマダラカミキリの駆除率
(駆除率=捕獲後14日以内の死亡+シート内死亡)



写真3 野外での駆除。シートの密封が不要であり労力が軽減できる

表1 天敵製剤による駆除を実施した被害林での枯死木発生数の経年変化

試験地	ボーマベリア菌を用いた駆除の実施	試験区実面積 ha	2005年時 成立本数 本/ha	2005年		2006年		2007年	
				枯死本数 (本/ha)	枯死率 (%)	枯死本数 (本/ha)	枯死率 (%)	枯死本数 (本/ha)	枯死率 (%)
伊後代	実施	0.8	1249	43	3.4	18	1.5	4	0.3
	未実施	0.5	804	56	7.0	94	12.6	81	12.4

18 温水処理によるドングリ虫害防止技術の開発

鳥取県農林総合研究所林業試験場

池本省吾

研究の背景・ねらい

コナラ、ミズナラなどブナ科に属する大型堅果類（通称：ドングリ）は、ドングリの落下前にシギゾウムシ類が産卵しているため、採種後すぐに殺虫処理を行わないと幼根や胚軸を食害され、発芽や芽生えの初期成長に悪影響を及ぼします（写真 1）。苗木生産を行う上で健全な種子の確保は大変重要なため殺虫作業が必要となってきますが、慣行の殺虫方法であるドングリを流水に漬ける方法ではシギゾウムシ類の幼虫には殺虫効果がありません。また、以前広く使用されていた二硫化炭素や臭化メチルは、いずれも現時点ではドングリの殺虫に使用することが法律で規制されています。そこで本研究では、確実に殺虫出来なおかつ農薬を使わず環境面を考慮した方法として考えられる温水処理による殺虫技術の開発に取り組みました。

成 果

1 温水処理による殺虫効果

シギゾウムシ類の幼虫がどれくらいの温度で死亡するか確認したところ、42℃以上の温水で10分以上漬けて加熱すれば100%殺虫が可能なが分かりました（図1）。実際の幼虫はドングリの中に潜っており、熱がドングリを通して間接的にしか伝わらないことから、42～51℃の間で温度設定の段階を変えて30分間の温水処理を行いました。その結果、無処理のドングリが約4割虫害を受けていたのに対し、温水処理したものは1割以下で、処理温度が高いほど殺虫効果が高いことが分かりました（図2）。また、無処理のドングリの発芽率が約7割だったのに対し、42～48℃処理したものは8～9割の発芽率を示しましたが、51℃では約3割しか発芽しませんでした（図3）。ドングリを切断し内部の状況を観察したところ、無処理区では虫害を受けた大半が食害により死亡していましたが、51℃処理区に虫害は全く見られず、過加熱がドングリの発芽率の低下を招いたものと考えられました（図4）。

以上の結果から、温水処理によるドングリの殺虫効果が確かめられ、発芽能力を維持したまま殺虫効果を得るには、45℃付近の温水で30分間程度処理するのが適当と考えられました。

2 温水処理の実用化

苗木生産者が実際に温水処理を行う場合、数キロから数十キロのドングリを効率よく処理する必要があります。そこで一般家庭にある風呂を利用して温水処理を試みました。大量のドングリを大きな袋に入れて温水に漬けると、内部まで設定温度に達するのに時間がかかるため殺虫が不完全になります。これを解決するため、薄型に改良した袋を使用したところ、設定温度に達する時間を半分以下に短縮することが可能となり、実用化への目処がたちました（図5）。

成果の活用

成果の一部については森林学会等で発表を行いました。また、県内苗木生産者を対象にした研修会を実施し、一部生産者は温水処理を導入しています。今後も苗木生産者との意見交換を通じて技術の改善を図ると共に、各種イベント、ホームページや成果情報冊子等による広報活動を通じて、広く技術の普及を図りたいと考えています。



写真1 殺虫してないドングリのシギゾウムシ被害状況

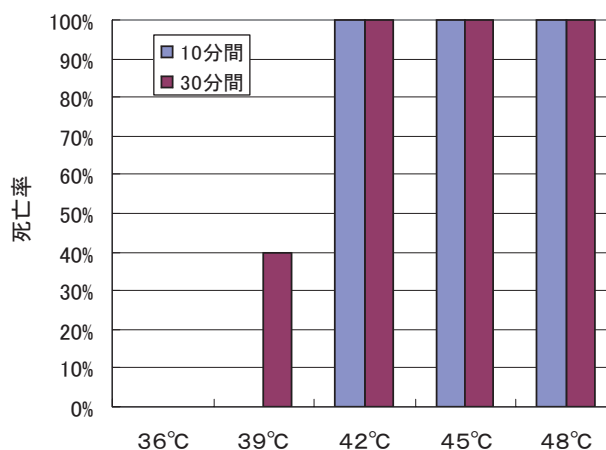


図1 シギゾウムシ温度別死亡率

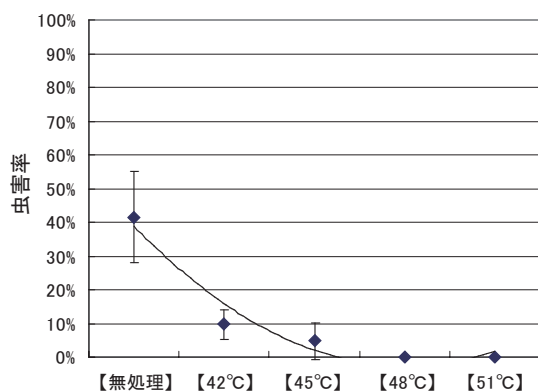


図2 処理別の虫害状況（平均と標準偏差）

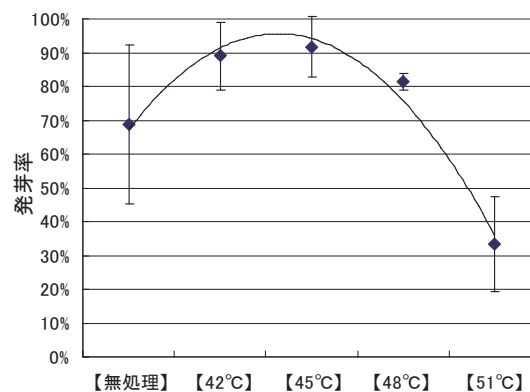


図3 処理別の発芽状況（平均と標準偏差）

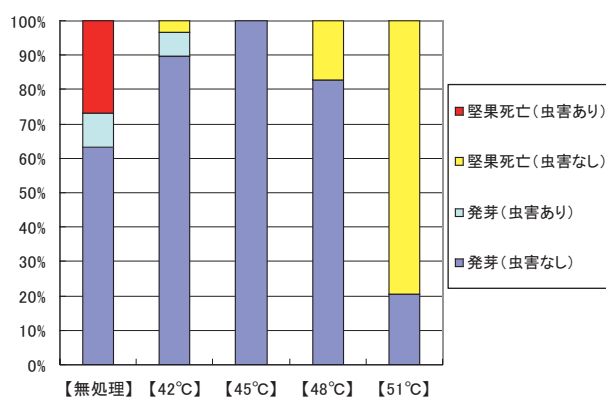


図4 処理別のドングリ内部の状況

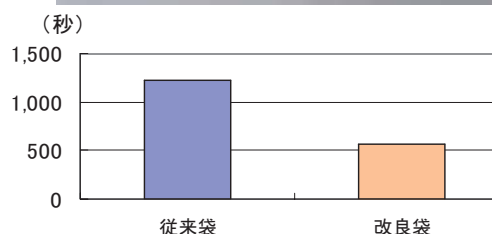


図5 ドングリの内部が設定温度（45℃）に達するのに要する時間

〔問い合わせ先：鳥取県農林総合研究所林業試験場 森林管理研究室 TEL 0858-85-2511〕

19 天敵を利用した新しい松くい虫防除技術

岡山県林業試験場 業務部 牧本卓史

研究の背景・ねらい

松くい虫被害の防除対策の大部分は、薬剤を使用した伐倒駆除と予防散布に頼っています。ここ数年間の被害量の推移は横ばい状態ながら、防除事業経費の縮減や薬剤使用に対する抵抗感等から、事業規模は年々縮小傾向にあります。このような状況から、環境負荷が小さく低コストで高い防除効果が得られる新たな防除技術の早急な確立が求められています。

この研究では、環境負荷が小さく、低コストで実施可能な新たな松くい虫防除技術として、マツノマダラカミキリ（以下マダラカミキリという）の天敵昆虫であるサビマダラオオホソカタムシ（以下ホソカタムシという）の活用方法を検討しました。

成 果

岡山県内のアカマツ林でマツ材線虫病により枯死し、マダラカミキリの穿入を受けたアカマツにホソカタムシの成虫及び卵を放虫し、マダラカミキリの死亡率等を調べました。このアカマツ林には、土着のホソカタムシが生息しており、無放虫区でも30%程度のマダラカミキリがホソカタムシの寄生によって死亡していましたが、放虫区では、ホソカタムシの寄生率が50%を超え、マダラカミキリの死亡率は82%に達しました（図1）。

放虫方法としては、より低コストで利用できると考えられる卵を、立木の胸高付近（地上高約1.2 m）に設置することで、樹高14 m程度のアカマツの上部に至るまで効果を発揮することが明らかとなりました（図2）。卵による放虫の場合は、降雨等により卵が濡れることで孵化率が著しく低下することがわかりましたが、防水性の容器に入れて降雨対策を施すことで、マダラカミキリの殺虫効果を飛躍的に向上させることに成功しました。

また、立木への放虫の他に伐倒や集積した被害木にも放虫を行った結果、どの方法でも殺虫効果に明確な差はなく、現地の状況等に合わせて自由に使用方法を選択できる可能性が示されました。

成果の活用

実用化のためには、農薬取締法に基づく農薬登録が必要であり、それまでは試験放虫に限られます。技術的にも、さらに放虫効果の向上を目指す必要があり、林業普及指導員等と連携しながら、より実証的な試験を重ねることとしています。

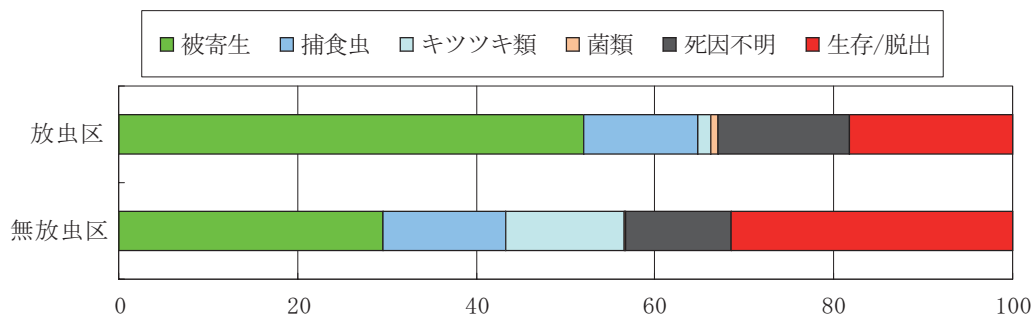


図1 ホソカタムシ放飼試験におけるマダラカミキリの生死の別及び死亡要因

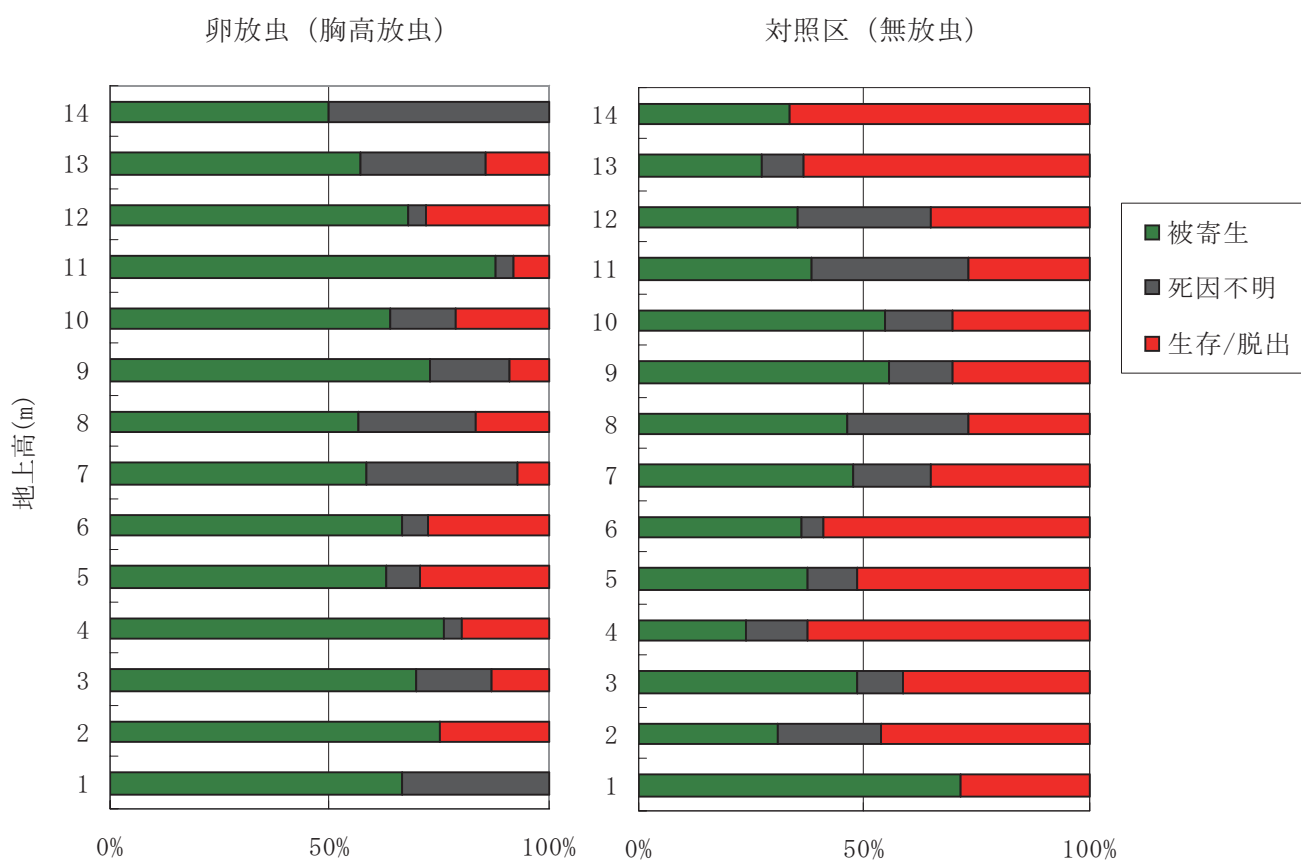


図2 卵を立木の胸高（地上高 1.2m）に放虫した試験の結果

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

20 BAP 処理による材線虫病抵抗性マツの雌性誘導について

香川県森林センター 坂本幸夫・横山桂一郎

研究の背景・ねらい

マツ材線虫病に対する抵抗性マツの供給体制の確立が急務となっています。香川県では、採種園が若齢かつ小面積であるために抵抗性種子の生産量には限界があり、豊凶の差が激しいことなどから安定供給体制を確立する上で多くの課題を抱えています。そこで、抵抗性マツ種子の増産と安定供給とを目的に、BAP（ベンジルアミノプリン）処理による球果の形成（雌性誘導）を行う技術（BAP 処理法）について検討しました。

成 果

平成 17 年 9 月に、BAP を抵抗性アカマツ及びクロマツの花芽 1 個について 2000 ppm の濃度のペースト 2 mg を 1 回塗布処理しました。

BAP 処理の結果を平成 19 年に調査し、BAP 処理由来の球果個数、球果重量、種子生産量を、抵抗性クロマツ及び抵抗性アカマツ別に、表 1、表 2 にそれぞれまとめました。

抵抗性クロマツでは、ほとんどの家系で BAP 由来の球果が形成されており、雌性誘導がされました。しかし、抵抗性アカマツでは、雌性誘導に成功した家系があるものの、BAP 由来の球果が採取できなかった家系も見られたので、平成 19 年度以降は抵抗性アカマツについての技術開発を進めています。

成果の活用

松くい虫被害跡地を早期に回復させるためには、マツ材線虫病抵抗性マツ採種園より種子を採取し、育成された苗木を安定供給する必要があります。この BAP 処理法は抵抗性クロマツの種子の増産につながるものと考えられますが、費用対効果など実用面で解決すべき問題がいくつか残されています。

抵抗性アカマツについては、今後も調査を継続し、データの収集・分析に努めていきたいと思います。

表 1 抵抗性クロマツの BAP 由来の球果個数・球果重量・種子生産量

抵抗性 クロマツ 家系名	供試 本数 (本)	処 理 頂 芽 数	球 果 形 成 頂 芽 数	球 果 個 数	球果全重量(g)	BAP 球果 1 個 当り重量 (g)	精選種子総 重量(g)
津屋崎 5 0	2	95	51	271	1541. 5	10. 26	33. 71
小 浜 3 0	2	111	50	320	3454. 1	21. 21	60. 08
精三豊 1 0 3	1	50	23	176	1847. 6	10. 5	34. 21
波 方 7 3	3	175	99	1006	5945. 7	20. 10	195. 73
志 摩 6 4	2	99	23	251	1758	16. 63	30. 71
三崎 9 0	1	57	3	3	50	16. 67	0. 54
合 計	11	587	249	2027	14596. 9	95. 37	354. 98

表 2 抵抗性アカマツの BAP 由来の球果個数・球果重量・種子生産量

抵抗性 アカマツ 家系名	供試 本数 (本)	処 理 頂 芽 数	球 果 形 成 頂 芽 数	球 果 個 数	球果全重量(g)	BAP 球果 1 個当 り 重 量 (g)	精選種子総 重量(g)
松 島 7 0	1	45	0	0			
有 明 7	1	55	0	0			
久留米 1 4 2	1	48	1	1	4. 2	4. 2	0. 07
大分 1 6 7	1	58	4	7	10. 4	1. 49	0. 00
佐賀関 1 0 8	2	99	2	2	3. 7	1. 85	0. 00
佐賀関 1 1 3	2	68	2	22	49. 1	2. 23	0. 15
佐賀関 1 6 2	2	91	46	219	419. 5	3. 68	0. 48
合 計	10	464	55	251	486. 9	13. 45	0. 70

[問い合わせ先：香川県森林センター TEL 0877-77-2515]

21 ESTP マーカーによるクローン識別とさし木による抵抗性マツ苗生産

愛媛県農林水産研究所 林業研究センター 研究指導室 岡田恭一

研究の背景・ねらい

かつて愛媛県内には広くマツ林が分布しており、白砂青松の風景を織りなすクロマツ林やマツタケが採取できるアカマツ林は県民に親しまれてきました。しかし、マツノザイセンチュウによる被害が蔓延し、ここ20年間で約4割のマツ林が減少しています。

そのため、マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ採種園からの種子により苗木を供給していますが、より抵抗性のある苗木を大量かつ安定的に供給するため、抵抗性の強い母樹の特定と併せてDNA分析手法によるクローンの識別方法を開発するとともに、種子生産における豊凶の影響を避けるため、さし木による苗木生産技術の開発に取り組みました。

成 果

- 1 抵抗性の強弱は、マツノザイセンチュウの接種検定結果から判定しました。まず、採種園を構成する25クローンから種子を採種し、実生苗を養苗しました。そしてその実生苗が3年生になった時に、各クローン30本にマツノザイセンチュウを10,000頭ずつ接種し、生存した個体の本数を調査しました。その結果、No21母樹（宇和島ア-50号）を筆頭に抵抗性の強さに差が認められました（図1）。
- 2 個体識別については、比較的簡易な設備で分析でき、またテーダマツで実績のあるESTP(Expressed Sequence Tag Polymorphism)マーカーを使用して分析を行ったところ、9種類のマーカーの遺伝子型の組み合わせから、アカマツ25クローンはすべて他と個体識別することが可能となりました。（写真1）
- 3 さし木増殖については、採取する穂木の年数（1～3年生）、穂木の採取時期（春季、夏季、秋季、冬季）、発根促進剤の種類とその組み合わせについて検討を行い、また1本の採穂台からできるだけ多くの穂木が採取できるよう、穂木の長さについても検討を行いました。これらについて3年間試験を行った結果、①穂木は2年生実生苗から採取、②穂木の採取時期は冬季、③発根促進剤としてルートンを単独使用、④穂木の長さは5cm程度、の場合に発根率は83.3%（120本中100本）と最も高い結果となりました（写真2）。

成果の活用

採種園を構成する抵抗性アカマツ25クローンの母樹毎の抵抗性の強弱が判明し、また、その25クローンすべてがDNAマーカーにより識別が出来るようになったため、今後の採種園の維持管理に役立つと共に、抵抗性の強いクローン同士の交配によるより抵抗性のあるクローンの創出、更には、従来困難であったさし木によるマツ苗の増殖に適した条件の一部も判明したので、より抵抗性のあるクローンのさし木による大量・安定増殖の可能性が高まりました。

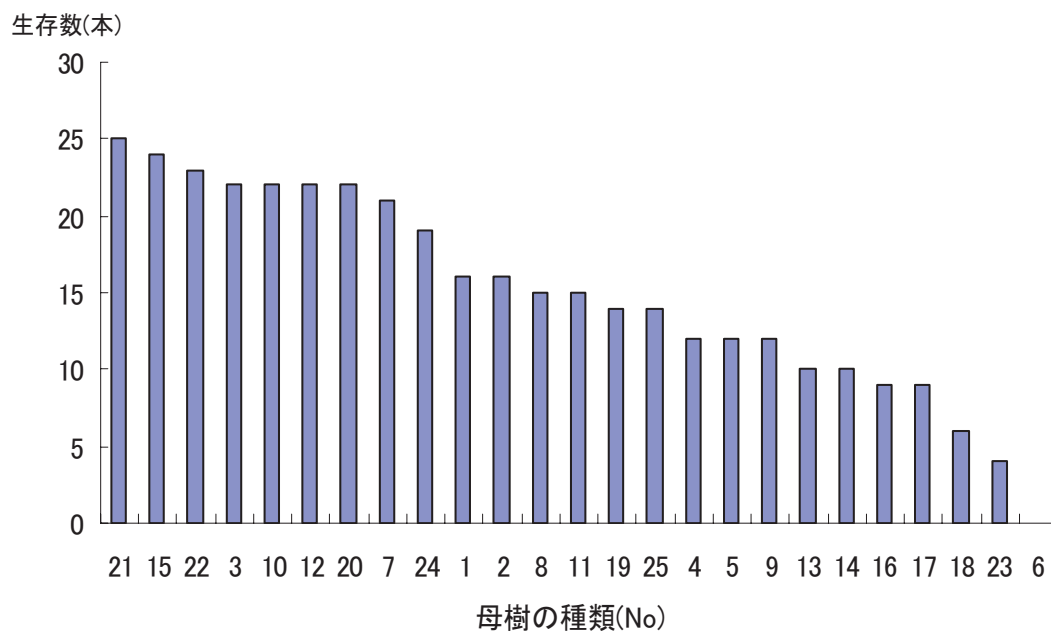


図1 母樹の種類と苗木の生存数

(注) 各母樹から採取した種子により養成した3年生の苗木各30本にマツノザイセンチュウを接種し、生存した本数を示す。

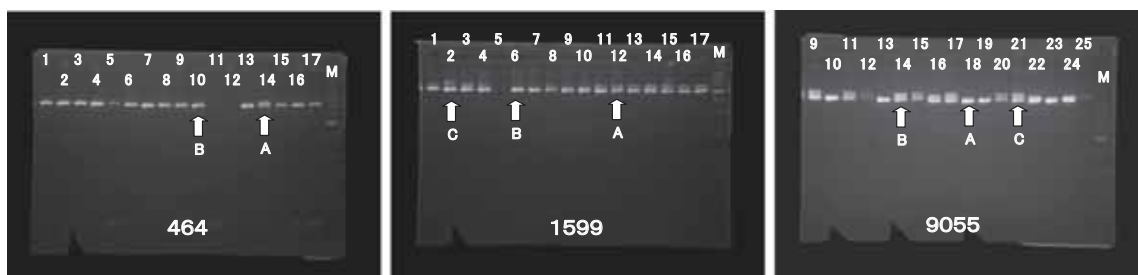


写真1 マーカと判定した遺伝子型(一部)

(注) 1～17の数字はクローンNo、Mはサイズマーカー、A、B、Cは判定した遺伝子型、464、1599、9055はマーカーの種類を表す。



写真2 発根状況

[問い合わせ先：愛媛県農林水産研究所 林業研究センター TEL 0892-21-2266]

22 強度間伐施業等が残存木に与える影響

高知県立森林技術センター 森林経営課

深田英久・宮田弘明・渡辺直史・山崎敏彦

研究の背景・ねらい

近年、林業経営コストの低減や混交林化を目指した森林育成施業として、強度間伐が増加していますが、枯死木等の発生、残存木の材質に与える影響等の未解明の点を残したまま実施されており、多くの森林所有者が強度の間伐施業に不安感を抱いています。そこで、間伐率と間伐後の経過年数、立地条件、気象条件等のデータを用いて、強度間伐施業が残存木の成長および材質等に与える影響について、また、強度間伐施業と台風被害との関係について調査・検討しました。

成 果

1 間伐強度（本数間伐率）と残存木の材質との関係

間伐後7年経過したヒノキ材の胸高直径位置の「間伐前に成長した材」に対する「間伐後に成長した材」の密度比は、無間伐～40%間伐区に比べて60%間伐区で高くなる傾向を示しました。また、丸太の動的ヤング係数も60%間伐区が最も高くなりました（表1）。

一方、間伐後のヒノキの樹脂流出木の発生割合や個体当たりの流出個所数は間伐率の上昇に伴って増加しました。樹脂流出木の割合は、北向き斜面と夏期に比較的冷涼な標高1,000 m以上で低くなりました（写真1）。

無間伐区と間伐率76%までの試験区を設定した四万十川上流域のヒノキ林5ヶ所（19プロット）の間伐後6年間の「樹高」および「ha当たり材積」成長量は、間伐率が高くなるほど減少し、特に50%以上の間伐区では樹高成長量の減少が著しく（図1）、形状比が低下するウラゴケ型化が確認されました（図2）。

2 強度間伐等と風倒木等の発生との関係（平成16年台風16号・18号被害）

図1で示したヒノキ林5ヶ所のうち、谷沿いの1ヶ所で、間伐率にかかわらず被害木が発生していましたが、他の調査地では間伐の有無にかかわらず被害木の発生はありませんでした。高岡郡津野町の番城施業団地内（148.7ha）の調査では、間伐施行地（20ha）には被害がありませんでしたが、無間伐のスギ、ヒノキ人工林に被害が発生していました（写真2）。被害林分の土壌は被害のない林分に比べて、スギでは0～50cm深までの土壌が硬く、ヒノキでは0～50cm深、50～100cm深までの土壌が軟らかい傾向を示し、深根性のスギは、表層に近い土壌が硬い場合、植林された苗木の根が下層にまで十分に発達することできず、浅根性のヒノキは、表層土壌が軟らかい場合、支持力が不安定となるため、台風によって倒伏する危険性が高いものと推測されました。

県内の台風被害林分の斜面方位は直近の気象官署の台風当日の風向と概ね一致しており、吹き降ろしによる被害が多いものと推測されました。また、被害の多くは中腹で発生し、1件当たりの被害面積は1ha以下の場合が多く、県内の気象官署の突風率（最大瞬間風速／平均風速）は2.4～5.7と高いことから、局所的に大きな被害をもたらす局所下降流の可能性も考えられました。

以上のことから高知県内の平成16年台風16号・18号被害は間伐の影響よりも、被害林分の立地条件と台風をもたらす局所的な気象要因が大きかったものと推測されました。

成果の活用

ヒノキ人工林において目的とする役割（機能）に応じた間伐強度を決定するための指標として利用できると考えます。

なお、本研究の一部は、第59回日本森林学会関西支部大会で発表するとともに森林立地50(2)に掲載されました。

表 1 間伐後 7 年経過したヒノキ材の間伐前後の密度比と丸太の動的ヤング係数

試験区	n	平均胸高直径 (cm)	間伐後/間伐前密度比			動的ヤング係数 (kN/mm ²)					
			平均値	標準偏差	CV(%)	1番玉 (3m材: 1.5~4.5m高)			2番玉 (3m材: 4.5~7.5m高)		
						平均値	標準偏差	CV(%)	平均値	標準偏差	CV(%)
無間伐区	5	22.1	0.97	0.02	2.5	9.74	1.02	10.5	9.91	1.30	13.1
20%間伐区	5	21.3	0.96	0.03	3.3	9.41	0.81	8.6	9.86	0.58	5.9
40%間伐区	5	21.0	0.99	0.02	1.7	8.90	1.17	13.1	9.32	0.89	9.5
60%間伐区	5	21.7	1.06	0.05	4.7	11.54	0.89	7.7	11.86	0.76	6.4

密度比は間伐前後 7 年間に成長した材を比較した

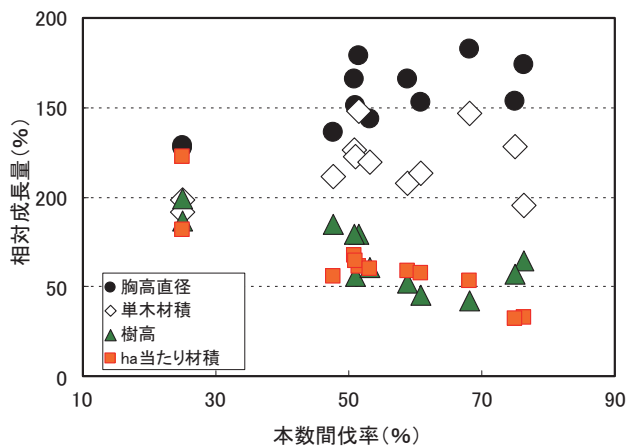


図 1 ヒノキの本数間伐率と間伐後 6 年間の成長量の関係
成長量は無間伐区に対する指数、数値は上層間伐区のみ

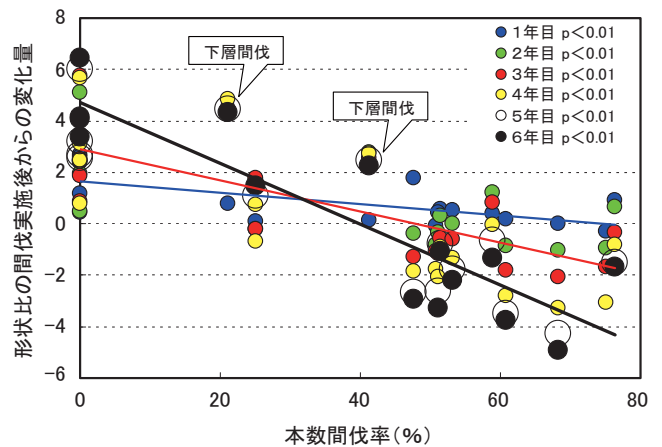


図 2 間伐後のヒノキ残存木の形状比変化量の推移
下層間伐と記した以外の間伐区は上層間伐区



写真 1 間伐後に樹脂が流出した
ヒノキ残存木



写真 2 台風により根返りが発生したヒノキ人工林

[問い合わせ先：高知県立森林技術センター 森林経営課 TEL 0887-52-5105]

23 樹幹注入によるヤシオオサゾウムシ防除効果

宮崎県林業技術センター 育林環境部

齊藤 真由美

研究の背景・ねらい

ヤシオオサゾウムシ（写真1）は、主にインド、東南アジア及びニューギニアなどに分布し、ヤシ類の害虫として知られています。日本本土では、1998年に宮崎県で確認されて以降、2005年までに三重県以南8県でカナリーヤシの被害が報告されています。

被害の特徴としては、幼虫が成長点付近を食害するため、中心部の葉から枯れ始め、やがて枯死します。被害対策としては、薬剤の散布、被害木の伐倒処分などがありますが、樹体が大きいため高所作業車やクレーンなどが必要な場合もあり、さらに薬剤の飛散の問題も懸念されます。

そこで、より安全で環境にも優しい方法として、殺虫剤の樹幹注入によるヤシオオサゾウムシの防除試験を行いました（写真2）。

成 果

1 樹幹注入試験

カナリーヤシの地上高70cm付近に孔をあけ、殺虫剤を加圧注入しました。処理後、一定期間ごとに葉の枯損や下垂状況などを観察し、被害状況を調査しました。その結果、7ヶ月後の被害率は未注入の対照区で79%、樹幹注入区で16%となりました（図1）。樹幹注入区では、一定の注入量以上で被害は発生しませんでした。少量区では薬効が切れたと考えられる時期以降に急激に被害が発生しました。

2 生物試験

一定期間毎に注入木と対照木の葉を採取し、その基部付近をゾウムシの幼虫に摂食させ、死亡状況と摂食した孔道の長さから薬剤の効果を判定しました。その結果、注入量の違いにもよりますが3～7ヶ月の薬効があることが明らかになりました（図2）。また、幼虫の摂食のピークは7～9月に認められ、この時期の食害がカナリーヤシに致命的なダメージを与えられと考えられました。

3 樹幹注入部位調査

注入部を中心として内部組織に褐色の変色域が広がり、その一部に壊死したと見られる濃い変色域が確認されました（図3）。その原因として、薬剤の濃度や溶剤の影響などが考えられ、また、注入量と変色域の広がりがほぼ比例関係にあることが分かりました（図4）。

生理的機能への影響は、幹材積に対する変色域の割合が小さいこと、変色域の上下では内部組織が正常に機能していることから問題ないと考えられます。また、樹体強度への影響は確認していません。

成果の活用

供試した薬剤は農薬登録がなされ、薬剤の飛散が無く作業が容易な防除法として、学校や観光地などでの安全な防除が可能となりました。今後は、注入位置・注入孔の径を変えて、樹勢や樹体への影響、経済性を考慮した注入方法を検討していく必要があります。



写真1 ヤシオオオサゾウムシ



写真2 樹幹注入状況

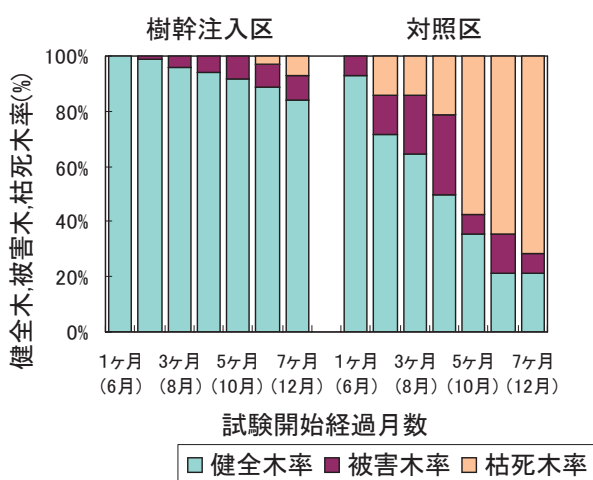


図1 樹幹注入区毎のカナリーヤシ被害割合の推移

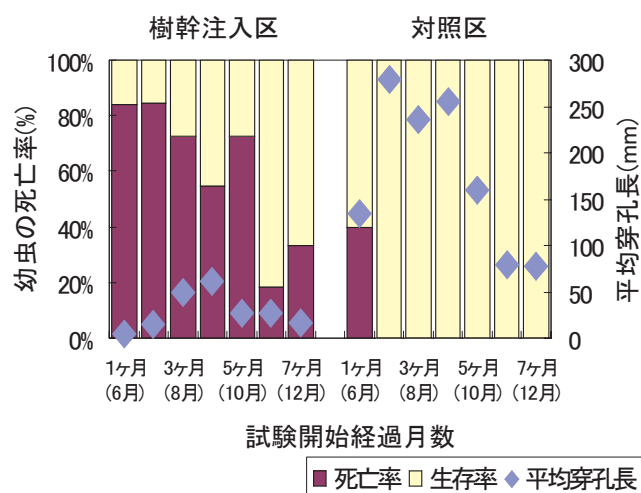


図2 樹幹注入区毎の幼虫の死亡率および平均穿孔長の推移

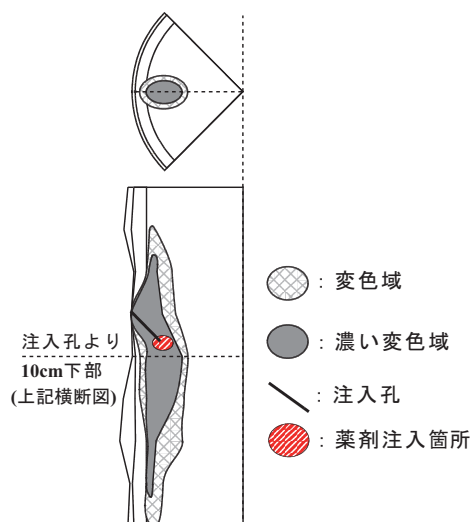


図3 注入部位周辺組織の変色

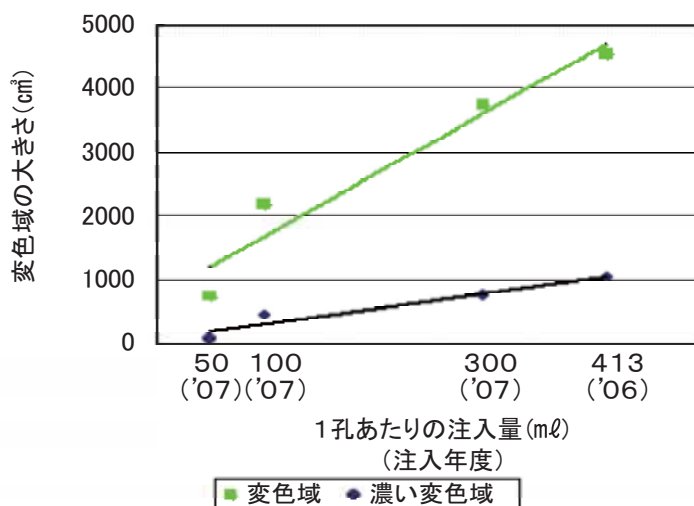


図4 注入量毎の変色域の体積

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

24 木質バイオマスのエネルギー利用に向けたコスト比較

北海道立林業試験場 林業経営部経営科

酒井明香・渡辺一郎

研究の背景・ねらい

化石燃料の代替エネルギーとして再生可能な木質バイオマス（以下「バイオマス」）の利用が注目を集めています。しかし、これらの採算に関するデータは全国的に統一された方法で収集されておらず、汎用性の高い資源搬出コスト予測モデルが未構築の状況にあります。本調査は受託により、間伐により発生する枝条や端材などの未利用バイオマス量や作業工程・搬出コストに関して、北海道での事例収集を行いました。

成 果

1 バイオマス発生量と容積密度

北海道の代表的な造林樹種3種（カラマツ、トドマツ、アカエゾマツ）について、その間伐に伴うバイオマス発生量を土場で計測した結果、1 ha あたり約8～27tのバイオマスが収集できました（表1）。1 m³あたりの質量（＝容積密度）を計測したところ、枝条と端材を合わせた生の状態で平均0.12～0.14t/m³となりました。

2 枝条のチップ化と機種別コスト比較

バイオマスの減容化のための一次破碎（チップ化）試験を、移動式チップパー3機種で実施しました。その結果、最大処理径の大きい機種ほど生産性が高く、安定したチップ化処理が可能でした。チップ化による減容率はおおむね5～7割でした。1tあたりチップ化費用を試算した結果、最大処理径の最も大きい機種が最も安く約5,300円/t（図1）となりました。ただし、大型の機種は山土場への搬入が難しいことから、チップの利用施設近辺で稼働するのが現実的と思われます。他の2機種は10,000円/tを超えましたが、山土場への搬入には問題はなく、現地でのチップ化に適していました。

3 チップ化システムのコスト比較

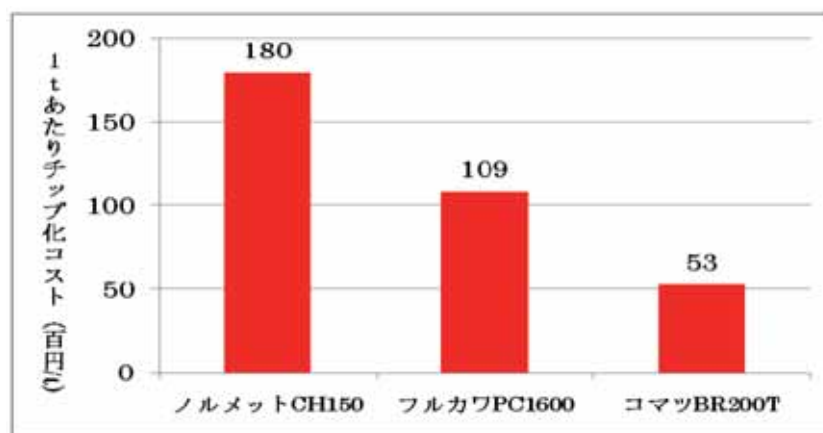
現地でチップ化してから施設に運ぶ現地チップ化システムと、施設に運んだ後でチップ化する工場チップ化システムについて、コスト比較を行いました。山土場から施設までの距離は、30kmと50kmの2通りを想定しました。すると、工場チップ化のほうが現地チップ化より安い（距離30kmだと2割減、50kmだと1割減）という結果になりました（図2）。なお、両チップ化システムのコストが同じになるのは、利用施設が山土場から約80km離れた時でした。

成果の活用

バイオマスタウン構想推進市町村など、地域での小規模バイオマス利用を計画しておられる方々へ、機関誌や講演会を通して情報発信を行っています。また、木質チップを燃料および製品原料として使用することを希望している北海道内の民間事業体に、コスト試算の目安として活用していただいています。

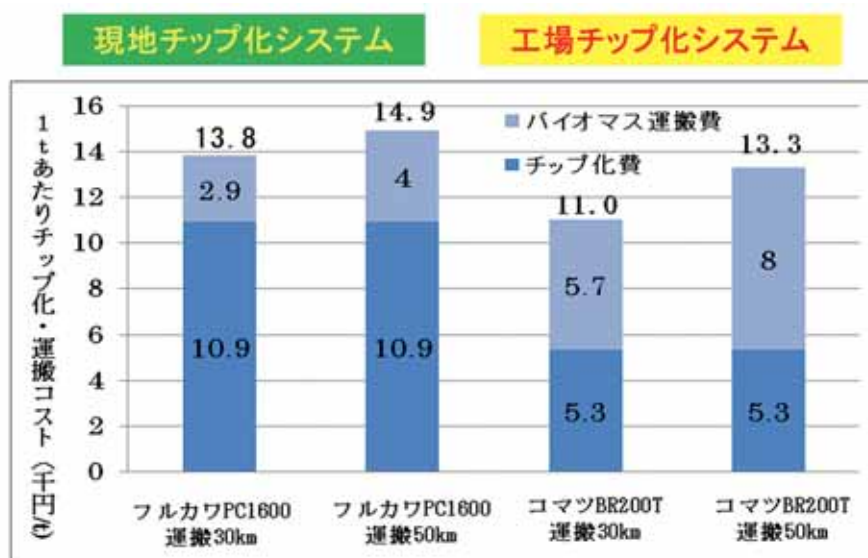
表 1 1ha あたり未利用森林バイオマス発生量の事例

試験地		むかわ町	むかわ町	美唄市
樹種	—	カラマツ	トドマツ	アカエゾマツ
林齢	(年)	24	44	22
ha あたり蓄積	(m ³ /ha)	330	379	157
間伐方法	—	定性	定性	列状(1伐2残)
材積間伐率	(%)	26	10	33
発生バイオマス生重量	(t/ha)	20	8	27
発生バイオマス体積	(m ³ /ha)	160	66	192
湿潤含水率	(%)	47	48	42



* 最大処理径：ノルメットCH150 15cm、フルカワPC1600 30cm、コマツBR200T 60cm

図 1 移動式チップパー 3 機種のチップ化コスト比較



* フルカワ PC1600、コマツ BR200T はシステムで想定したチップパー機の名称、重機回送費は除いて積算

図 2 バイオマス 1t あたりチップ化・運搬コストの試算例

〔問い合わせ先：北海道立林業試験場林業経営部経営科 TEL 0126-63-4164〕

25 既存木造住宅の生物劣化診断手法の開発

北海道立林産試験場

森 満範・戸田正彦・杉山智昭・藤原拓哉

宮内輝久・大橋義徳・野田康信・松本和茂

北海道立北方建築総合研究所

十河哲也・植松武是

北海道大学

平井卓郎・玉井 裕

研究の背景・ねらい

近年、木造住宅における耐震安全性の確保が重要視されるようになってきました。しかし、住宅構造部材に生物劣化を生じると、新築時に確保した耐震安全性が著しく損なわれます。このため「既存住宅の住宅性能表示制度」において生物劣化に関する検査項目が追加されましたが、生物劣化の検査・診断は目視などの主観的評価に依存する部分が大きく、より客観的で信頼性の高い評価手法の開発が求められています。そこで本研究では、既存木造住宅の長寿命化・構造安全性の確保を図るために、「分子生物学的手法による木材中の腐朽菌の検出・同定技術の確立」、「非破壊的手法を用いた腐朽判定技術の開発」および「劣化を受けた構造体における残存耐力の推定手法の開発」を行いました。

成 果

1 分子生物学的手法による木材中の腐朽菌の検出・同定技術の確立

①分子生物学的手法を用いた腐朽菌の同定手法の開発

特定の DNA 領域を増幅させる PCR と呼ばれる方法を用いて、腐朽木材から直接、腐朽菌を検出するための方法を検討しました。PCR 法およびその試料調製の条件等を最適化し、木材保存剤や他の菌類が混入している場合、あるいは腐朽が軽度な場合等、様々な条件下で利用できる実用的な腐朽菌検出法を開発しました（図1）。

②腐朽菌の存在範囲を特定するための試料採取方法の開発

CR 法で腐朽菌を検出・同定するための試料をドリルで採取することを想定し、強度低下の影響が少ない採取方法（ドリル径や穴配置）を提示しました。

2 非破壊的手法を用いた腐朽判定技術の開発

強制腐朽処理（写真1）を行った釘接合部や部材を用いて、非破壊的手法による強度推定を検討しました。その結果、ピロディン打ち込み深さ、打音パターンおよび超音波伝播速度と釘せん断耐力、部材縦圧縮強度との間に有意な相関が認められ、これら非破壊的手法により接合部および部材の残存強度の推定が可能であることを明らかにしました（図2、図3）。

3 劣化を受けた構造体における残存耐力の推定手法の開発

腐朽により劣化した釘接合部の荷重と変形の関係を用いて、土台部分が劣化した面材張り耐力壁の終局状態までの変形挙動をシミュレートし、いくつかの腐朽レベルにおける残存耐力を推定するための手法を提示しました（図4）。

成果の活用

耐震診断、既存住宅の住宅性能表示制度、超長期住宅を実現するための維持管理技術などにおける腐朽診断ツールとして広く活用が見込まれるため、関係団体等と連携して普及を図っていきたいと考えています。また、技術資料（WEB公開等）や講習会の開催等を通して、道内の建築・住宅関連の企業等へも成果の普及を図る予定です。

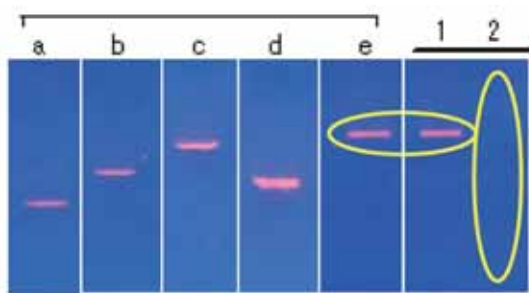


図1 増幅したDNAの電気泳動像

a～e：各木材腐朽菌の標準株試料

1, 2：現場から採取した試料

試料1は木材腐朽菌eと判定でき、試料2にはa～eの木材腐朽菌はいないと判断できる。



写真1 釘接合試験体（上）と褐色腐朽菌による強制腐朽処理（下）

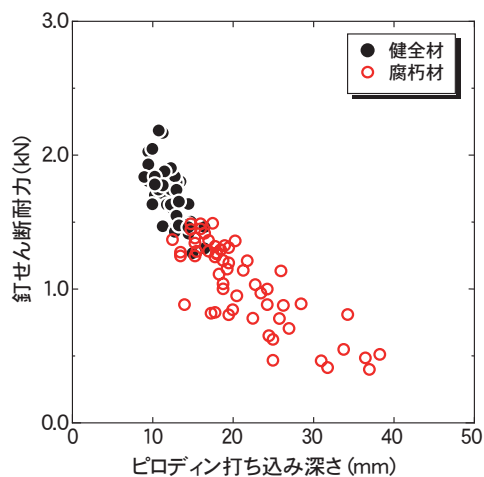


図2 トドマツにおけるピロディン打ち込み深さと釘せん断耐力との関係

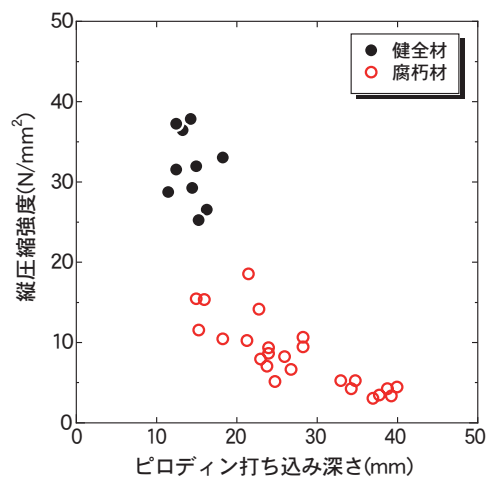


図3 トドマツにおけるピロディン打ち込み深さと縦圧縮強度との関係

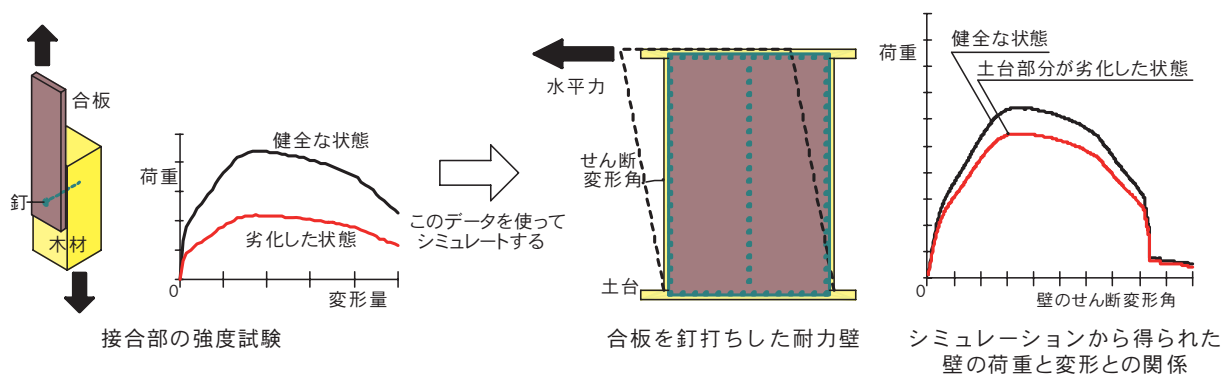


図4 耐力壁の残存耐力の推定（例）

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

26 樹皮燃料利用技術の開発

岩手県林業技術センター 研究部

多田野 修・東野 正

研究の背景・ねらい

製材所等から排出される樹皮は、ダイオキシン規制対策強化により焼却処分が困難であることや堆肥原料としての需要減等により、その有効活用が課題となっています。産業廃棄物である樹皮は、輸送費をかけずに自工場で燃料として利用することが理想的ですが、木材加工工場の大部分を占める中小規模の工場では、樹皮を燃料として利用できるような小型蒸気ボイラーシステムがないため、その利用は進んでいませんでした。

本研究では、農林水産省農林水産技術会議の「新たな農林水産施策を推進する実用技術開発事業(H18-H20)」の採択を受け、県内の2企業や岩手大学との共同研究により、樹皮を燃料として利用可能な小型蒸気ボイラーと小型ボイラーに適した樹皮専用チップパーを開発しました(図)。

成 果

1 樹皮専用チップパーの開発

樹皮をボイラー用燃料として利用する上での最大の課題は、スギ樹皮特有の長い繊維に起因する「破碎の困難さ」でした。本研究では、共同研究企業(北進産業機械株式会社)が保有する家畜敷料用の樹皮の破碎技術を応用することにより、燃料用として最適な形状に樹皮を破碎可能な樹皮専用チップパーを開発しました(写真1)。

2 小型蒸気ボイラーの開発

スギ樹皮の燃焼が可能な小型蒸気ボイラーの開発は、「いわて型チップボイラー」の開発で実績のある共同研究企業(オヤマダエンジニアリング株式会社)が主に担当しました。樹皮は、雨や雪の付着により含水率が高い場合が多いため、高含水率樹皮が効率良く燃焼可能な燃焼炉(目標含水率150%)と、小型でも効率良く蒸気を発生できる高性能の蒸気発生部(目標蒸気発生量300Kg)を開発しました(写真2)。さらには、雪や氷の付着により含水率が高くなった冬場の樹皮を、ボイラーで生産した蒸気や煙突から回収した排熱を有効活用して、含水率を低減するシステムも開発しました(写真3)。

また、小型木材乾燥機(10石タイプ)に当該ボイラーを接続して実施した木材乾燥実証試験では、蒸煮、高温乾燥(120度)、中温乾燥(80度)のいずれの条件でも運転可能であり、実用的に利用可能であることが確認されました。

成果の活用

開発した小型蒸気ボイラーシステムは、平成21年度から共同研究企業が商品として販売する予定です。また、商品の販売と並行して、開発した試作システムを、岩手県内の小規模木材加工工場に移設して現地実証試験を行い、システム全体の完成度をより高めるための改良等を行うとともに、これまでの化石燃料から樹皮燃料に木材乾燥用燃料を変更した際の工場全体の経費節減効果や二酸化炭素の削減効果等の検証を実施する予定です。

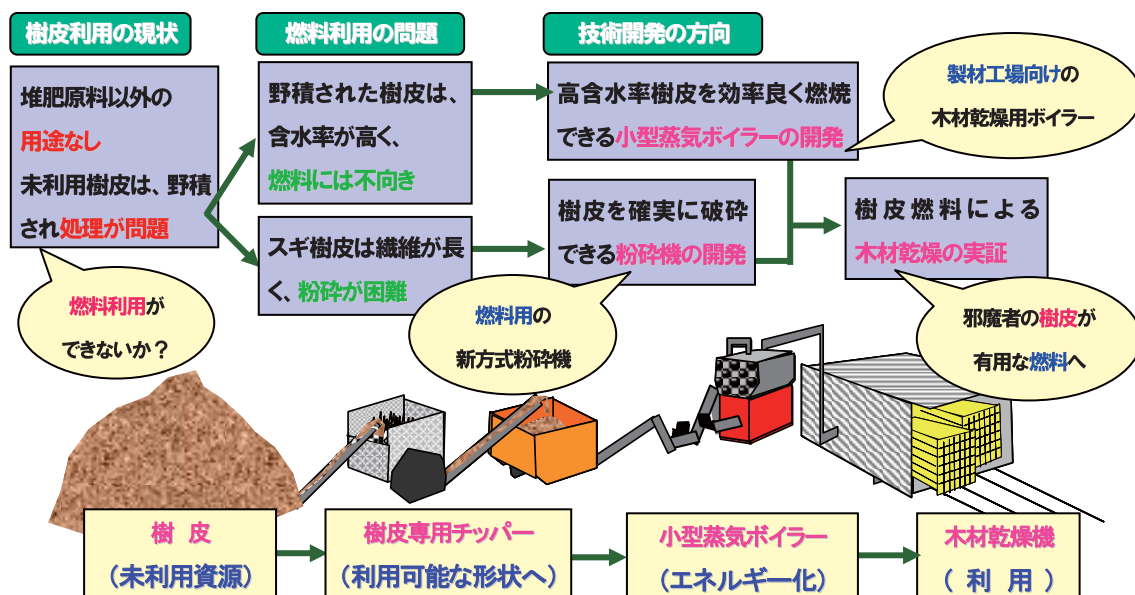


図 研究の全体概要



写真 1 開発した樹皮専用チッパー



写真 2 開発した小型蒸気ボイラー



写真 3 開発した含水率低減装置

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

27 乾燥材生産現場におけるスギ平角乾燥の実証試験

群馬県林業試験場

工藤康夫

研究の背景・ねらい

近年、改正建築基準法の施行等を背景として、より品質の高い乾燥材の供給が要求されています。一方、乾燥材の生産現場においては、木材価格の低迷、石油価格の高騰などによって、今まで以上に低コストで効率的な乾燥材生産が求められています。

そこで、製材工場所所有の木材乾燥機を使用して、スギ心持ち平角の高温セット処理と天然乾燥の組合せ乾燥試験、並びにスリット加工材の中温乾燥試験を実施し、生産現場における平角乾燥を効率化する方法について検証しました（写真1）。

成 果

1 高温セット処理と天然乾燥の組合せによる平角の乾燥試験

スギ心持ち平角（250mm×130mm×4m）を、製材工場所所有の蒸気式乾燥機を使用して、乾球温度120℃／湿球温度90℃、及び乾球温度110℃／湿球温度70℃で24時間の高温セット処理をそれぞれ行った後、開放型屋根付きストックヤードで天然乾燥を行いました。その結果、セット処理温度はその後の天然乾燥速度に大きく影響しないこと、天然乾燥のみを行う場合と比較していずれの温度条件でも割れ抑制の効果が得られること、セット処理温度が高い方が材面割れを抑制する効果がより大きいことが確認されました（表1）。なお、セット処理中の乾燥機内部温度分布を測定した結果、110℃処理、120℃処理のいずれにおいても各測定箇所間の温度差やファン正転時・逆転時における大きな温度差が見られました。

2 スリット加工平角の中温乾燥試験

同様にスギ心持ち平角材に2面4本のスリット加工を行った後（図1）、乾球温度85℃（最大乾湿球温度差9℃）で28日間の中温乾燥を行いました。その結果、スリット加工が材面割れを抑制する効果が確認されましたが（表2）、中温乾燥のみによるスギ心持ち平角材の乾燥は、人工乾燥に要する時間が非常に長くコスト高になる恐れがあります。そこで、スリット加工材を天然乾燥と中温乾燥による組合せ乾燥を行うことで、材面割れを抑制しながら、人工乾燥にかかる処理時間を大幅に短縮し、コスト低減を図ることが可能であると考えられます。

成果の活用

木材乾燥機は製造メーカーやそれぞれの製材工場での使用条件、設置条件などによってその能力や性能が異なります。このことから、個別に県内の製材工場の木材乾燥機、また製品の品質調査を行い、その結果を踏まえた乾燥方法に関する改善策などのアドバイスを行っています。



写真1 試験の様子

表1 高温セット処理と天然乾燥の組合せ乾燥における材面割れ面積の推移

	高温セット (110℃)		高温セット (120℃)			天然乾燥(対照)	
	平均含水率 (%)	平均割れ面積 (cm ² /本)	平均含水率 (%)	平均割れ面積 (cm ² /本)		平均含水率 (%)	平均割れ面積 (cm ² /本)
高温セット前	92.9(37.4)	0.0	92.8(21.8)	0.0	天然乾燥前	82.9(22.5)	0.0
高温セット後	50.8(22.6)	13.5(8.2)	51.2(13.9)	8.1(11.3)			
天然乾燥5ヶ月	29.1(9.3)	9.5(5.7)	28.3(8.1)	8.9(7.2)			
測定終了時 (セット後8~9ヶ月)	21.2(4.1)	21.1(10.5)	22.2(6.9)	5.9(4.9)	天然乾燥6ヶ月後	25.0(8.5)	64.0 (37.0)

()内は標準偏差

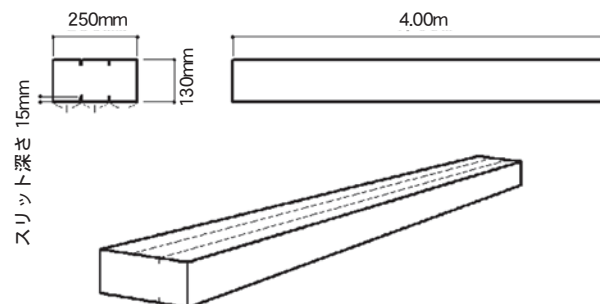


図1 スリット加工パターン

表2 スリット加工平角材の中温乾燥による材面割れ面積の推移

	スリット加工有		スリット加工無し(対照)	
	平均含水率 (%)	平均割れ面積 (cm ² /本)	平均含水率 (%)	平均割れ面積 (cm ² /本)
人工乾燥前	78.7 (25.5)	0.0	人工乾燥前	116.3 (25.1) 0.0
人工乾燥後	14.7 (4.1)	10.1 (16.9)	人工乾燥後	16.5 (7.3) 60.9 (44.4)
人工乾燥後3ヶ月	12.6 (2.4)	10.3 (14.2)		
測定終了時 (人乾後5ヶ月)	12.0 (1.8)	8.7 (14.1)		

()内は標準偏差

スリット加工無しの乾燥スケジュールは、乾球温度85℃(最大乾湿球温度差15℃)で30日間とした。

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

28 里山の木材を使った木製品の開発

富山県農林水産総合技術センター木材研究所

坂井正孝・藤澤泰士

研究の背景・ねらい

本県人工林の主要樹種であるスギ材の需要拡大を図ることは重要な課題ですが、住宅部材等の一般材としての利用において、急峻な地形の本県では搬出コストの増加を招き、山元の利益が減少し、出材意欲の低下につながっています。山村地域の活性化のためには、山元への利益還元の増大が重要であり、より付加価値の高い製品への展開を並行して進めて行く必要があります。一方、近年のツキノワグマの異常出没やカシノナガキクイムシ被害の発生を契機として、県民の森林に対する意識が高まり、平成19年度から導入した「水と緑の森づくり税」を活用し、里山整備等を積極的に進めています。里山には薪炭林、二次林としてのコナラ材の蓄積が多く、里山整備と併せてこれら広葉樹材の利用が強く求められています。

このようなことから、当研究所では、山村地域への利益還元と里山整備、林業生産活動の活性化を目的に、コナラ材やスギ材を用いて、付加価値の高い木製品の開発を行っています。

成 果

コナラ材は、硬くて木目が美しく、切削面が滑らかである等優れた特徴がありますが、一方で狂い易く、乾燥が難しいという問題があります。そこで、家具部材として利用するために単位部材の幅を100mmに抑えるとともに、天然乾燥を行った後、低温乾燥でありながら乾燥速度を低下させない減圧乾燥と併用することで、狂いや割れの発生を抑制し品質の高い部材に乾燥する技術を確立しました（図1）。また、家具部材としての歩留まり向上と製品品質の安定を目的に、集成加工した部材開発にも取り組みました。

次いで、コナラ材やスギ材を用いた木製品の開発を行いました。ここでは、生産効率を上げるため部品点数を減らしてパーツ化を図り、デザイン性、機能性に優れた新しい木製品（ベンチ、学童用机天板、イステーブル、棚等）を開発しました（写真1）。なお、開発にあたり、デザインが大きな役割を占めることから、本県の総合デザインセンターの協力を得て行っています。

成果の活用

これらの成果は、富山県林業技術センター木材試験場成果集（H18）に公表するとともに、とやま森の祭典（H17～19）、とやま木と住まいフェア（H19～20）、富山ラン展（H19）等、数多くのイベントに出品展示しています。さらに、森林組合と木工品・家具製造業が連携し、学童用机の天板への供給、県産スギベンチコンテストへの出品等、さまざまな行政施策と連携して、生産拡大に努めています。

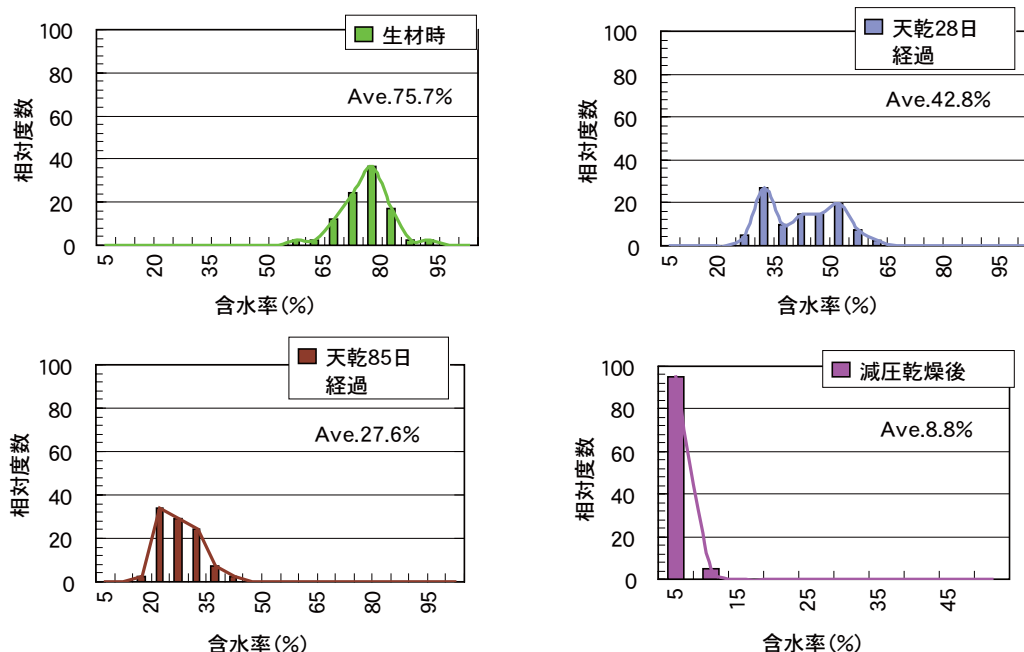


図1 コナラ材の天然乾燥と減圧乾燥の組み合わせ処理による含水率経過

注1) 減圧乾燥条件

- ・真空度：150torr（沸点 60℃）
- ・初期温度：60℃、末期温度：70℃、湿球温度：50℃（一定）
- ・その他：初期蒸煮、調湿有り

注2) 減圧乾燥用の被乾燥材は天乾 85 日経過後に供試

注3) 減圧乾燥の目標仕上がり含水率は約 10%

注4) 減圧乾燥日数は約 12 日間

注5) 材種は板目



花形のテーブル・椅子セット



組み合わせ自由な小型椅子



スギ製ベンチ



連結自由な多目的棚

写真1 コナラとスギを用いた木製品

[問い合わせ先：富山県農林水産総合技術センター木材研究所 TEL 0766-56-2915]

29 高信頼性接着重ね梁の開発

長野県林業総合センター 木材部 吉田孝久

研究の背景・ねらい

梁材は大きな断面の部材であるため、ある程度以上の大径丸太からしか採材できません。しかし、間伐材等 20cm 程度の中小径材から採材された小さな角材でも、2 本以上を貼り合わせれば、必要とする断面の梁材＝接着重ね梁を作ることができます。本研究では、近年、乾燥割れを抑えて心持ち角材（エレメント）を乾燥できる高温乾燥技術が急速に普及したことから、この方法を利用して接着重ね梁を作製し、その性能を明らかにすることで、より信頼性の高い接着重ね梁の製造技術を確立することを目的としました。

なお、本課題は農林水産研究高度化事業「公的認証取得を可能とする高信頼性接着重ね梁の開発」として、富山県、石川県、静岡県、信州大学工学部、上伊那森林組合との共同研究で実施しました。

成 果

製造した接着重ね梁は、基本型として「スギ＋スギ」、「ヒノキ＋ヒノキ」、「カラマツ＋カラマツ」、「ヒバ＋ヒバ」、応用型として「アカマツ＋ヒノキ」（強度補強型）、「カラマツ＋ヒバ」（ねじれ矯正型）の 6 種類としました（写真 1）。使用した接着剤は水性高分子－イソシアネート系木材接着剤です。

図 1 に各種接着重ね梁の曲げ試験（写真 2）の結果を、また、図 2 に引張り試験（写真 3）の結果を示しました。接着重ね梁の曲げ強さの基準強度特性値（5% 下限値）は無等級製材の基準強度（スギ＝22.2 N/mm²、カラマツ・ヒバ・ヒノキ＝26.7 N/mm²）をスギ、ヒノキ、ヒバは上回りました。カラマツに関しては、高温乾燥による強度への影響が考えられ、基準強度を満たさないものも見られました。今回の試験結果から、接着重ね梁を 1 本の製材梁として、曲げ許容応力度による断面計算を行える可能性が示唆されました。また、接着重ね梁の曲げヤング係数とこれを構成するエレメントの動的ヤング係数の平均値との間に高い相関関係が認められ、エレメントの動的ヤング係数を事前に計測することで、接着重ね梁の曲げヤング係数を推定できることがわかりました。

引張り強さでは、大半の試験体が無等級材の基準強度を上回り、接着層が関与する破壊は見られませんでした。

構造性能試験として行った耐力壁強度試験では、梁に製材を使用した一般の耐力壁と比較して大差ないことを明らかにし、また、クリープ性能試験では、接着重ね梁のクリープ特性を把握することができました。

接着性能試験では、研究当初は製造工場や樹種により接着の程度に優劣が生じましたが（煮沸はく離試験と減圧加圧はく離試験）、接着剤の塗布量や可使時間を厳守することにより改善されました。

成果の活用

以上の成果を「接着重ね梁の製造マニュアル」として取りまとめ、2009 年 3 月に発行する予定です（写真 4）。接着重ね梁は、長野県では公共建築物に多く採用されています。2007 年 3 月に完成した稲荷山養護学校では、使用された木材 3,761 m³ の内、接着重ね梁は約 270 m³ 使用されました。しかし、他県での使用事例は少なく、今後間伐材の新用途として接着重ね梁を広く普及させるには、AQ や JAS といった公的認証を取得することが必要です。



写真1 高温乾燥されたエレメントによる各種接着重ね梁



写真2 曲げ試験

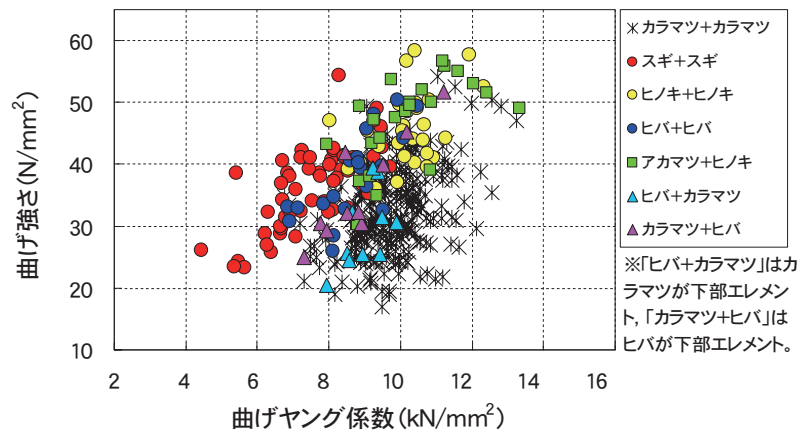


図1 曲げ試験の結果



写真3 引張り試験

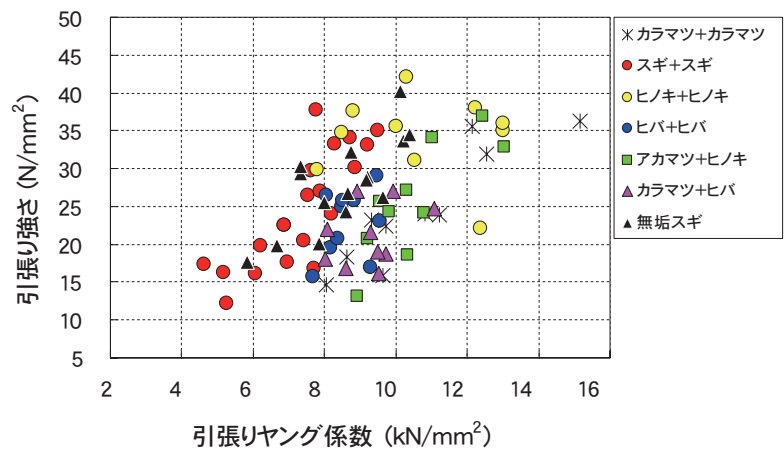


図2 引張り試験の結果



写真4 「接着重ね梁製造マニュアル」

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

30 施業の違いがスギ・ヒノキ立木のヤング率に及ぼす影響の解明

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 研究スタッフ 池田潔彦

研究の背景・ねらい

スギやヒノキ人工林の施業と木材材質との関係は未解明な点が多く残っています。特に、建築材等に利用する際、重要な材質指標となる強度性能を示すヤング率との関連性はほとんど解明されておらず、植栽密度が疎である場合や強度間伐を実施した場合、立木の肥大成長に伴う密度や晩材率の低下によるヤング率の低下が懸念されます。

本研究では、間伐率が異なるスギ、ヒノキの間伐試験林で応力波伝播法による立木ヤング率と肥大成長の関係や、若齢期のスギ、ヒノキ林分で間伐前後における立木ヤング率の変動を調べ、施業履歴の違いがヤング率に及ぼす影響について検討しました。

成 果

スギとヒノキが植栽された林分で、林齢が19年生時(間伐前)と22年生時(間伐時)及び同25年生時(間伐後)の胸高直径と応力波伝播法による立木ヤング率を調べました(写真1)。その結果、若齢期における間伐後の立木ヤング率は、スギ、ヒノキともに大半の個体が向上しました。また、胸高直径と立木ヤング率には有意な相関関係が認められず、間伐後の肥大成長が顕著な個体でも立木ヤング率の低下は確認されませんでした(図1)。

スギ、ヒノキの間伐試験林等に生育する立木について、応力波伝播法による立木ヤング率と胸高直径を計測し、間伐率の違いがヤング率に及ぼす影響を調べました。その結果、スギ、ヒノキともに間伐率の違いにより胸高直径では差違が認められた反面、ヤング率には明らかな関係は認められませんでした(図2)。これらの要因として、胸高直径とヤング率との相関関係が認められないもしくは低いこと、ヤング率と関連性の大きなミクロフィブリル傾角が密度管理による肥大成長の影響を受け難い形質であるためと推定されました。

成果の活用

静岡県内のスギ、ヒノキ人工林の優良材、一般材生産に向けた間伐による立木密度管理は良質な成長形質に加え材質面の利点やマイナス面の無いことを、パンフレットを作成し出前講座等により林家、森林組合へ普及を図り、間伐施業の促進に繋げています。

優良な材質を持った木材製品の生産、消費者の地域材の利用促進、将来の優良な木材生産に向けた育種・育林事業の取組みなど林業振興への活用を図っています。



写真1 スギ・ヒノキ若齢林の間伐前後における立木ヤング率測定

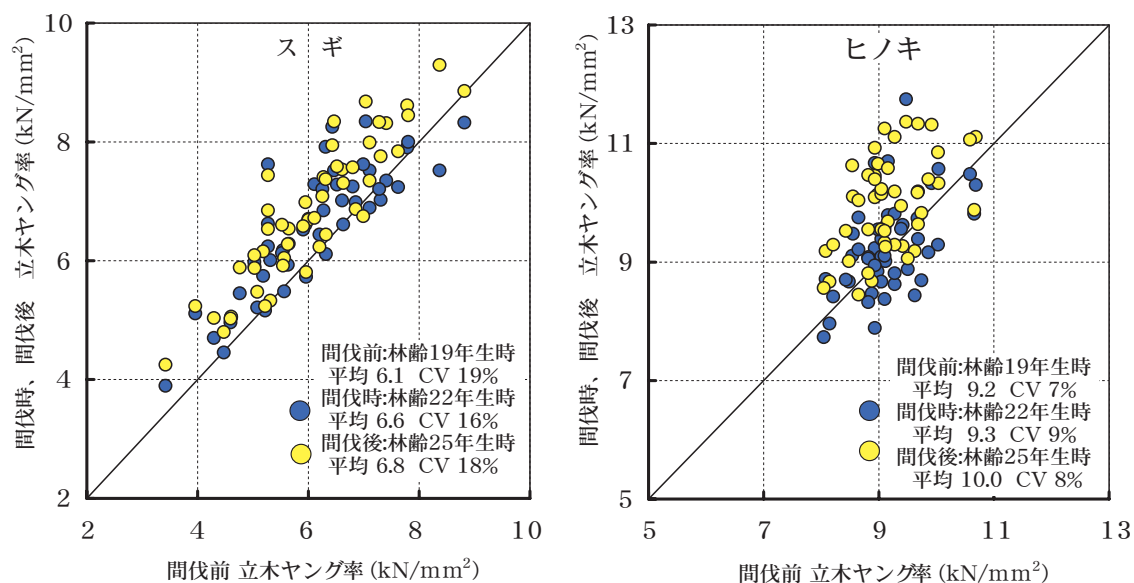


図1 間伐前に対する間伐時と間伐後における立木ヤング率の関係
(CV: 変動係数, 図中の斜線はY軸値=X軸値)

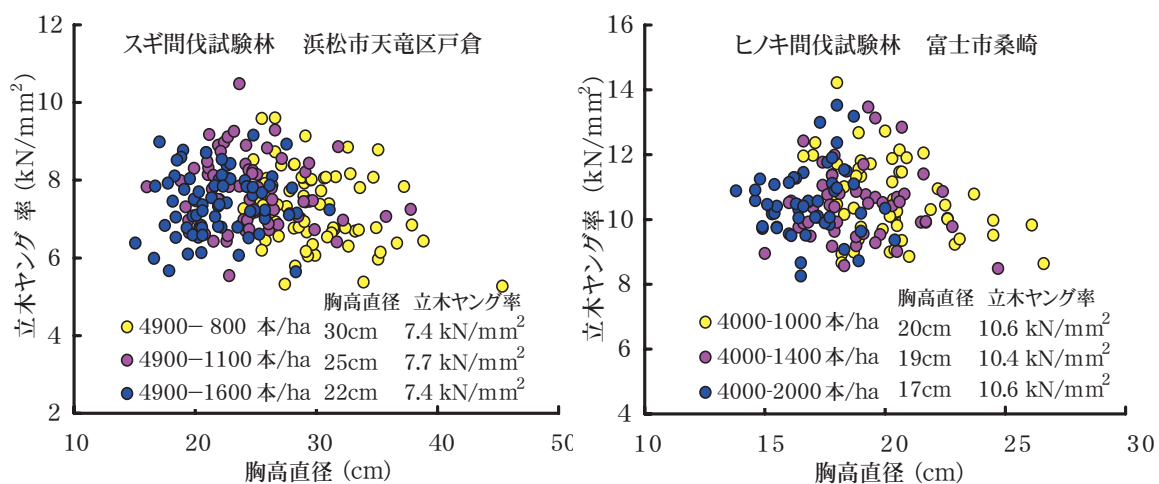


図2 スギ・ヒノキ間伐試験林における立木ヤング率と胸高直径との関係（図中の数値は平均値）

〔問い合わせ先：静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター研究スタッフ TEL 053-583-3167〕

31 スギ葉枯らし乾燥の季節的変動と材質に関する研究

福井県総合グリーンセンター 林業試験部 土田博澄

研究の背景・ねらい

平成5年に「葉枯らし材生産の手引」を作成し、普及に努めた結果、葉枯らし乾燥の良さが素材生産業者等に認識され、その素材市場への出荷量が増えつつあります。

ただ、出材された丸太の中には、長期間放置されたために辺材部の材質が劣化している場合もあり、また試験用として購入した材の中にも、そのような材が混入していることがありました。

健全な材と材質劣化した材では、実大材のめり込み強度試験の結果に、明らかな差が認められ、構造材として県産スギ材の利用拡大を図るためには無視できない問題です。そこで、大工・工務店が安心して利用できる県産材を供給するために、伐倒時期及び葉枯らし乾燥期間と、含水率減少や材質劣化との関係を再検討し、また劣化を診断する方法についても検討しました。

成 果

伐採時期と含水率減少効果、材色改善効果について長期追跡調査を実施し、次のことが明らかになりました。

- ・夏季に伐採した材の辺材部における含水率減少効果は高いが、秋季冬季まで放置して、長期間雪に埋もれたり降雨を受けると、一旦低下した含水率が増加し、その程度は100～150%前後から場合によっては200%に達します(図1)。
- ・心材部の含水率減少には長期間を要します(図2)。特に黒心材は立木時含水率が高く、含水率低下も遅いため、黒心材色の改善効果を期待して長期間葉枯らし乾燥を行った場合は、材質劣化を招く危険性が増します(写真1)。

次いで、葉枯らし期間中の材質劣化の診断方法として、木橋等の劣化診断で使用されている超音波伝播速度測定を検討しました。その結果、皮付きの状態では測定で難しいこと、短いスパンで何箇所も測定する必要があること、伐採直後でも差があり材質が劣化していると診断されること、また不整形な丸太の測定はできないことなどから、微妙な材質変化を診断する方法としては利用しにくいことが明らかになりました。

成果の活用

「葉枯らし材生産の手引き」改訂版を作成し、県下農林総合事務所、素材生産業者・森林組合等に配布し、またフォレストサポータ養成講座において講義しました。

今後とも成果の普及に努め、材質劣化の無い健全な葉枯らし丸太の生産、福井県産材の強度への信頼性の向上に努めていきたいと考えています。

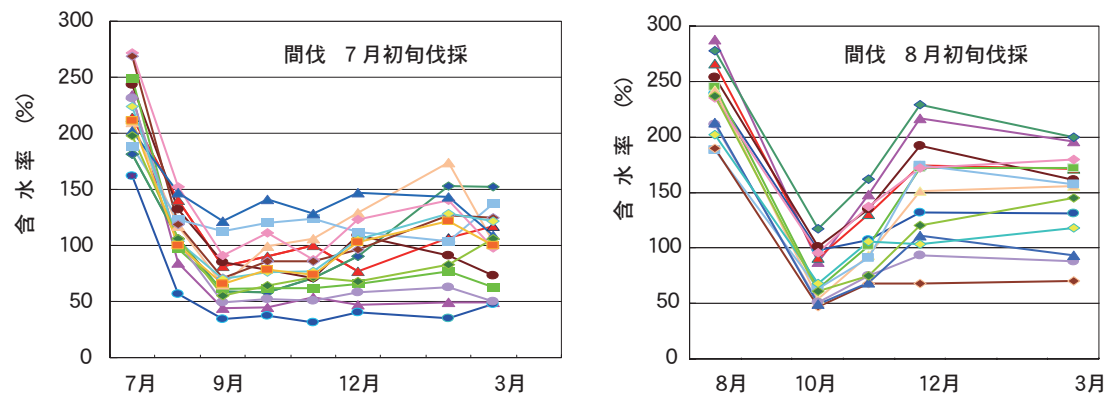


図1 辺材含水率の減少経過

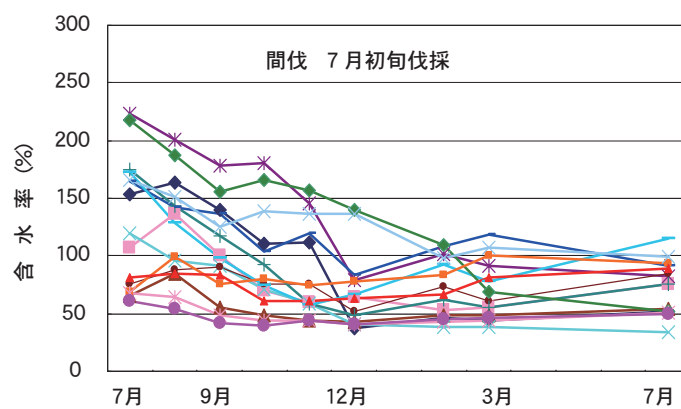
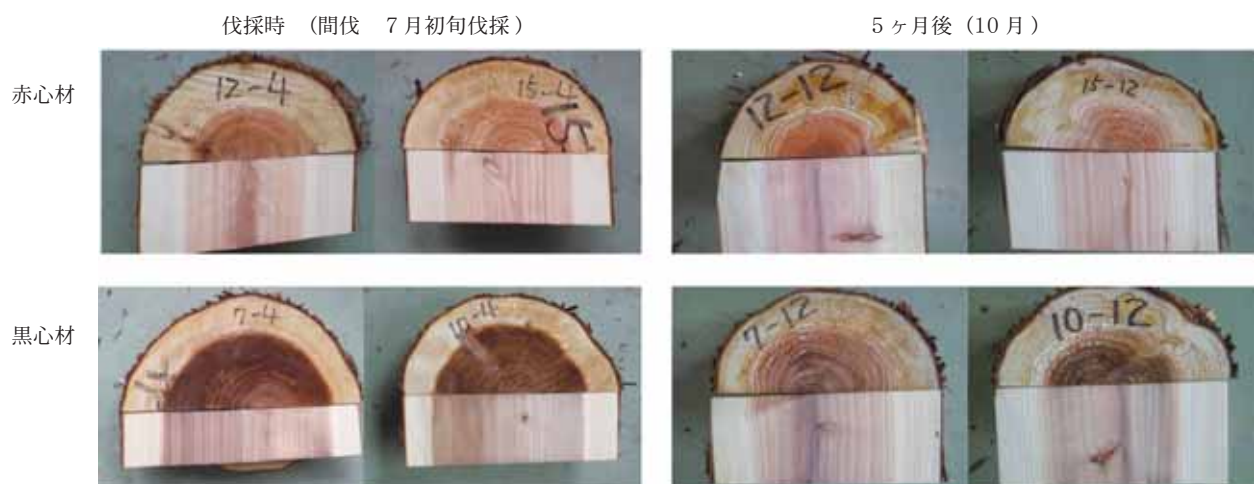


図2 心材部含水率の減少経過



辺材部の材質劣化がうかがえる

写真1 材色(スギ黒心材色)改善効果の確認

[問い合わせ先：福井県総合グリーンセンター 木材開発研究グループ TEL 0776-67-0002]

32 木材の調湿・断熱性能評価

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 木材利用部 永井 智

研究の背景・ねらい

本県では現在、「公共施設等木造・木質化 50% 作戦」をはじめ、県産木材の利用を積極的に推進する施策を展開しています。このような中、当センターでは、今後の木材利用促進に向けての一層の普及啓発に役立てることを目的に、「兵庫県木材利用技術研究会」から表題の研究を委託されました。そこで、研究会員から提供された木材十数種等を用いて、身近な温熱環境条件下において 4 項目の試験を実施しました。

成 果

調湿性能試験 デシケータを環境試験室内に設置し（写真 1）、室内の温度を変動させました（5～35℃、春夏秋冬を想定）。デシケータ内に鋼材を設置した場合と試験体なしの場合は湿度が大きく変動したのに対し、木材を設置した場合は 70% RH 前後に維持されていました（図 1）。

吸湿重量変化試験 環境試験室内に木材試験体*を設置し、温度一定（20℃）で湿度を 65→92% RH に上昇させた際の吸湿重量変化を追跡しました。湿度を上昇させた直後から試験体の重量はすみやかに増加する傾向にありました。平衡含水率が 10% 増加する上述の環境下において、例えば 6 帖一間の周囲に高さ 1m の腰壁を設置した場合、厚み 1cm で 3.0～5.4kg、厚み 2cm で 4.7～10.5kg の水分が吸着可能と試算されました。

*：10×10×1 あるいは 2cm 厚の板目材。図 1 の凡例に示された 8 樹種 9 個体（計 18 個体）。側面はシリコンゴムにより密封処理。

熱伝導率試験 15 樹種 24 個体の熱伝導率は 90～160（ $\times 10^{-3} \cdot \text{W/mK}$ ）の範囲でした（図 2）。コンクリート（1,000*）、鉄（83,500*）やアルミニウム（236,000*）より 1～4 桁も熱伝導率が小さい木材は、人が触れた際に急激な熱移動が起これにくいため、触感を快適に保つために有効と考えられました。

*：理科年表

内部調湿性能試験 試験容器（デシケータ、スギ 2 体、発泡ポリスチレン）を環境試験室内に設置し（写真 2）、室内の温湿度を変動させました（5～35℃・45～85% RH、図 3）。容器内の湿度は、スギのみ試験期間を通じて 60～70% RH と変動が小さく、スギがきわめて高い調湿機能を発揮していることが確認されました（図 4）。

成果の活用

「兵庫の林業 242 号（2007）」、「兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告（森林林業編）第 55 号（2008）」等に成果を掲載するとともに、委託元の研究会から普及用パンフレット「委託研究報告 木材の調湿・断熱性能評価 活用しよう木材の調湿・断熱効果」が発行され、県内に広く配布されています。また、研究会や公開フォーラム等を通じての普及啓発も積極的に進めています。



写真1 調湿性能試験の実施状況

デシケータ周囲（環境試験室）の温度を変動させると、デシケータ内の温度が変動することによって湿度も変動する。試験体（20℃・65% RH 環境下で平衡）をデシケータ内に設置した場合、湿度がどのように変動するかについて検討した。
試験体寸法：長さ 10 × 幅 20 × 厚さ 2 cm（板目材）
温湿度センサー：TR-72U、(株) ティアンドデイ

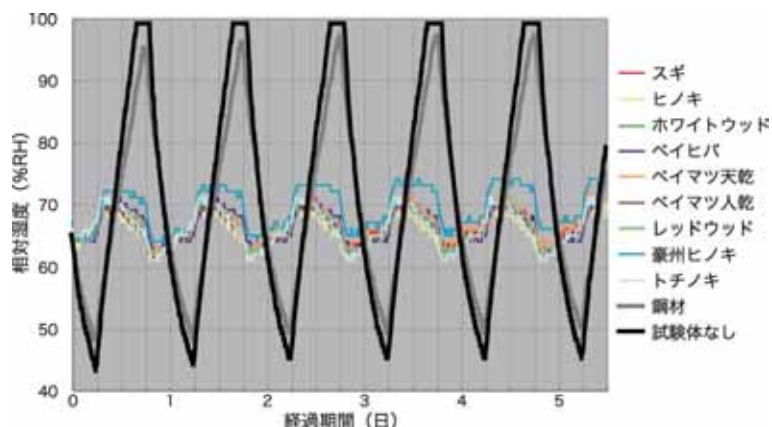


図1 デシケータ内の湿度変動

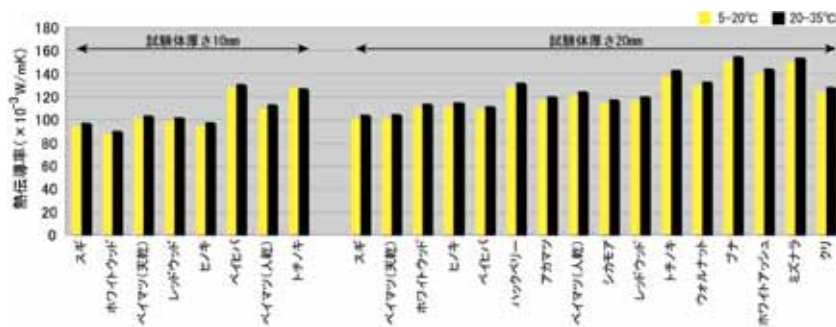


図2 熱伝導率

試験体（20℃・65% RH 環境下で平衡）を熱伝導率測定装置に設置。上面温度 5℃ - 下面温度 20℃、および上面温度 20℃ - 下面温度 35℃に設定した時の熱伝導率を測定した。
試験体寸法：長さ 20 × 幅 20 × 厚さ 1 or 2 cm（板目材）
熱伝導率測定装置：HC-074、英弘精機（株）



写真2 内部調湿性能試験の実施状況

試験容器（20℃・65% RH 環境下で平衡）を環境試験室に設置。環境試験室の温湿度を変動させた時、容器内の湿度がどのように変動するかについて検討した。
試験容器内寸法：幅 224 × 奥行 200 × 高さ 170mm
スギおよび発泡ポリスチレンの壁厚：30mm

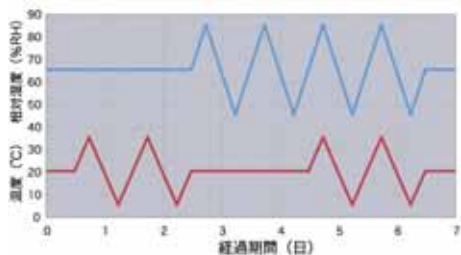


図3 試験容器周囲の温湿度設定条件

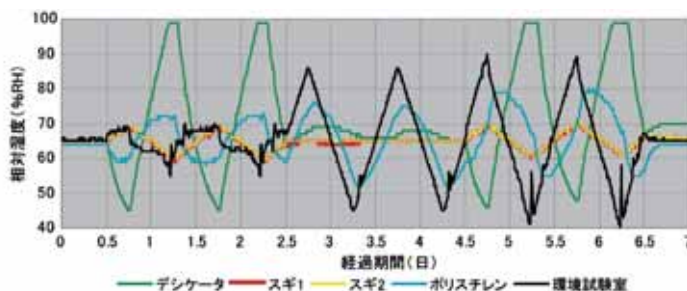


図4 試験容器内外の湿度変動

〔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〕

33 木質チップを燃料とする低コスト施設園芸暖房に関する技術開発

高知県立森林技術センター資源利用課
高知県工業技術センター
高知県農業技術センター生産環境課

三好和広・市原孝志
本川高男・土方 啓志郎
大崎佳徳・行弘 恵

研究の背景・ねらい

森林面積率が84%と全国屈指の森林県である高知県にとって、木質バイオマスは自給可能な資源であり、地球温暖化の主要因である二酸化炭素増加の抑制を期待できる有用な資源です。また、化石燃料は有限のエネルギー資源であるのに対し、木質バイオマスは再生可能なエネルギー資源です。

そこで本研究では、木質バイオマスを、県の基幹産業である施設園芸の暖房設備で、化石燃料の代替資源として低コストで安定的に供給できるシステムについて検討しました。

なお、本研究は、平成16年度NEDOバイオマス等未活用エネルギー実証試験事業に採択され、工業技術センター、農業技術センターとのプロジェクト研究として実施しました。

成 果

1 木質バイオマスの最適作業システムの確立

- 1) 林道沿いの場所で木材をチップ化して搬送するよりも、原木をストックヤード等に搬送してチップ化の方が、低コストで効率的にチップを製造できることを見いだしました。
- 2) スギ丸太の含水率は、はえ積み乾燥することにより9か月程度で50%以下に達しました。また、チップの場合は、回転ドラム式試験機に送風する(写真1)ことにより、8時間で約10%以下にまで乾燥させることが可能になりました。
- 3) チップ運搬距離を片道15kmとした場合、サイロにダンプトラックから直接投入する手法のコストは、フレコンバックを用いた配送・サイロ投入手法コストの約4分の1でした。
- 4) 土場等の一箇所に集積されたバイオマスは、林道沿い等に散在した場合と比較して収集コストは低くなりました。

2 園芸ハウスに適した加温システムの開発

- 1) 形状の長いチップは供給経路でセンサーに反応し、供給が停止することがありました。含水率60%以上のチップは燃焼が安定しませんでした。
- 2) チップサイロ内で乾燥するシステムは、含水率80%のチップ6m³を8日間で50%以下にまで乾燥できました(図1)。
- 3) ハウス内を温湯の流量制御により加温した結果、温度の誤差は定常状態では概ね目標値である±1.5℃以内に収まり、ハウス内温度を精密に管理することができました(図2)。

3 燃焼灰の有効利用の検討

スギ・ヒノキ混合チップの燃焼灰の主な成分は、石灰24～34%、カリ10～18%、苦土3.1～4.7%、リン酸2.5～3.7%でした。パークチップ燃焼灰では石灰35%、カリ3.5%、苦土2.4%、リン酸2.2%でした(表1)。スギ・ヒノキ混合チップ燃焼灰と慣行の苦土石灰を添加した育苗用土の比較では、トマト苗に生育差は認められませんでした。

成果の活用

木質バイオマスの乾燥や残材の収集調査、ハウス内温度管理システムや高知型ボイラの開発、燃焼灰有効利用研究で得たそれぞれの成果は、今後県内企業等が取り組む際の技術的支援として有効に活用します。



写真1 回転ドラム式乾燥機

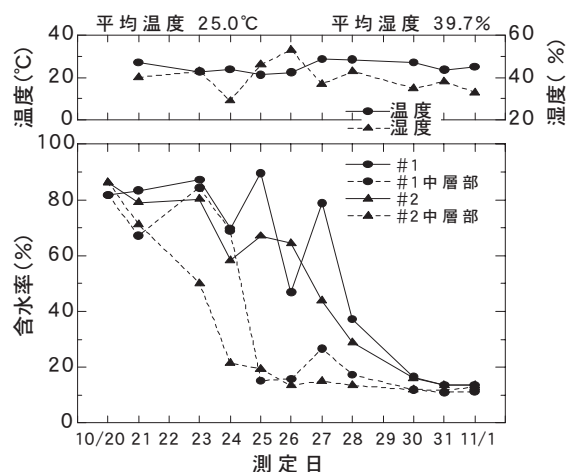


図1 サイロ内チップの含水率の推移

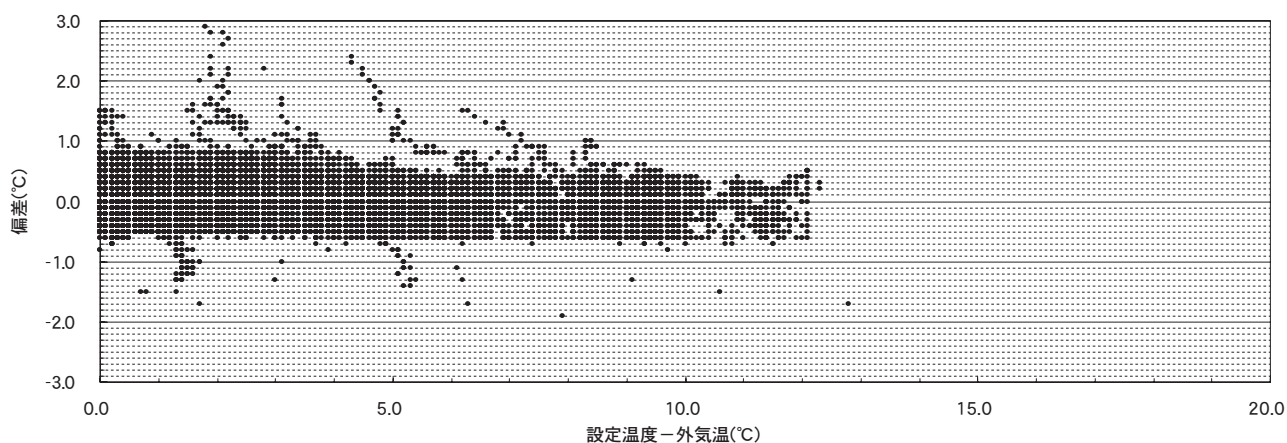


図2 ハウス内の温度偏差

表1 木質チップ燃焼灰中の成分分析結果(2005、2006)

試料名(チップ原料)	← % →				← ppm →			
	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Mn	Zn	Cu	BO ₃
スギ・ヒノキ ¹⁾ A 2005年3月採取	2.5	12.9	34.4	4.4	8,032	279	188	—
スギ・ヒノキB 2005年4月採取	2.6	17.7	33.8	4.7	5,502	145	189	—
スギ・ヒノキC 2005年10月採取	3.7	9.8	23.7	3.1	3,582	218	116	1,394
竹	13.2	23.2	7.7	8.5	3,979	66	92	204
パーク	2.2	3.5	35.5	2.4	2,817	51	62	577
広葉樹	4.9	11.0	23.4	4.4	5,725	126	116	1,224

注 1) スギ・ヒノキ混合チップの混合割合は不明。

分析法: P₂O₅: パナドモリブデン酸法 K₂O: 1 規定塩酸抽出後、原子吸光分析法(2005)

CaO、MgO、Mn、Zn、Cu: 硝酸・過塩素酸分解後、原子吸光分析法(2005)

K₂O、CaO、MgO、Mn、Zn、Cu: 1 規定塩酸抽出後、原子吸光分析法(2006)

ホウ素: 0.5 規定塩酸抽出後、クルクミン吸光光度法

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

34 大分方式乾燥システムの高度化に関する研究

大分県農林水産研究センター林業試験場 木材加工担当

豆田俊治

研究の背景・ねらい

建築基準法の性能規定化や住宅の品質確保の促進等に関する法律の施行などから、乾燥材の需要は高まっており、高品質の乾燥材を安定して生産できる体制が必要です。そこで、本県では短時間の高温低温処理と天然乾燥あるいは中温乾燥を組み合わせた処理方法をベースに、低コスト・高品質な乾燥材生産を実現する「大分方式乾燥」システムを提案しています。

このシステムによる乾燥材は、高温乾燥材に生じやすい内部割れがなく材色や香りが天然乾燥材に近いなど、品質面で高い評価を得ています。しかし、生産工程で3～6ヵ月程度と長期間の天然乾燥期間が必要なため、乾燥期間の短縮を図った最適な生産プロセスを開発しました。

成 果

大分方式乾燥材の生産プロセス（図1）において、はじめに前処理時間を検討しました。スギ心持ち柱材を用い、異なる処理時間の下で蒸煮、高温低温処理を行い、その後柱材の品質（含水率、表面割れ、内部割れ、寸法変化、曲がり）を6ヵ月間継続して測定しました。その結果、表面割れと内部割れを抑制するための最適な高温低温処理時間は、蒸煮時間に関係なく、6～18時間の範囲内であることがわかりました（図2、3）。

また、乾燥期間を短縮するために、天然乾燥後に中温乾燥によって乾燥を促進する「促進乾燥」試験を行い、乾燥材品質を検討しました。その結果、天然乾燥と促進乾燥を組み合わせることにより、前処理と天然乾燥のみを組み合わせた従来の方法と比較し、品質が同様に、含水率20%以下までの乾燥期間は3ヵ月以内に短縮できることがわかりました。

大分方式乾燥材を生産する複数の製材工場における実証試験においても、3ヵ月以内の期間で、品質にばらつきの少ない乾燥材生産が可能であるという結果が得られました（写真1）。なお、この乾燥システムでは、仕上げ乾燥において厳格な湿度制御を行う必要がないため、蒸気式乾燥機のほか木屑を利用した簡易な乾燥施設を用いることも可能と考えられます。

成果の活用

最適な前処理時間、および天然乾燥と促進乾燥を組み合わせた生産プロセスを採用することにより、天候や季節に左右されずに出荷日を決めることが可能となります。すでに各生産工場はこの生産プロセスに沿って本格的な生産を行っており、生産効率の向上に寄与しています。

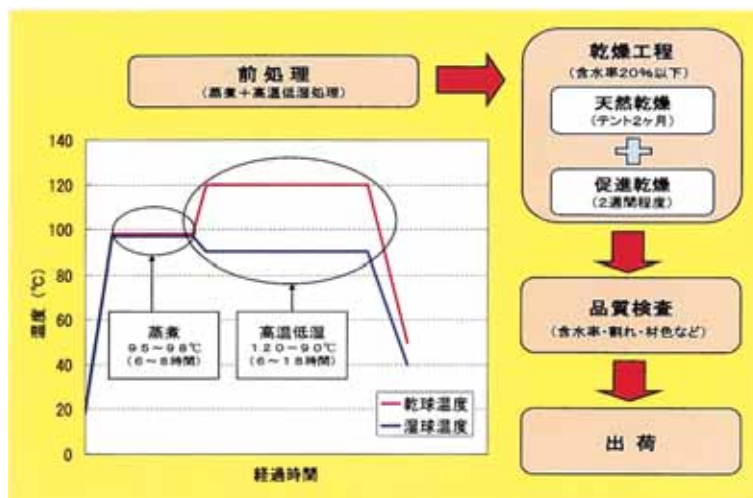


図1 大分方式乾燥材の生産プロセス

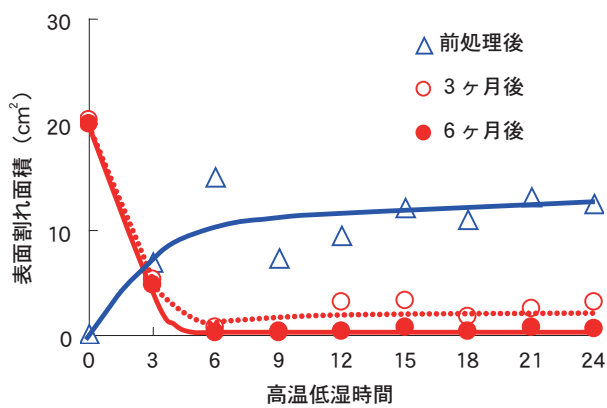


図2 高温低湿時間と表面割れの関係

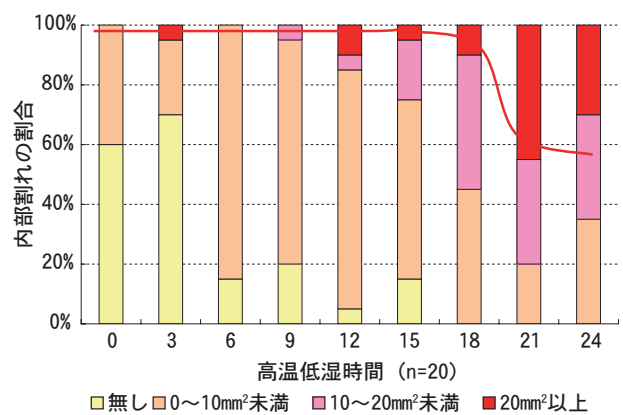


図3 高温低湿時間と内部割れの関係



写真1 天然乾燥の様子

[問い合わせ先：大分県農林水産研究センター林業試験場 木材加工担当 TEL 0973-23-2146]

35 耐朽性、耐蟻性の高いスギ精英樹の選抜

熊本県林業研究指導所 林産加工部

遠山昌之・前田貴昭・荒木博章・池田元吉

研究の背景・ねらい

スギは、クローンにより成長や強度などの特性が異なることが知られています。また、木材に求められる性能として、腐れにくさ（耐朽性）やシロアリに対する耐性（耐蟻性）がありますが、これらについての情報は少ないようです。

そこで、耐朽性や耐蟻性の高いスギクローンの選抜を目指し、同一クローンで構成されるスギ精英樹を用いて、精英樹間での耐朽性、耐蟻性の違いを明らかにしました。

成 果

スギ精英樹の耐朽性については、スギ精英樹（55 種）の心材部から作製した杭（1 精英樹当たり 5 本）を用い、独立行政法人森林総合研究所が採用している方法^{※1}に準じて野外耐朽性試験を本所苗畑（熊本県菊陽町）で実施しました（写真 1）。試験開始から 30 ヶ月経過時点での杭地際部の被害度を目視により 0（健全）～ 5（崩壊）の 6 段階で評価した結果を図 1 に示します。最も腐朽が進んでいた精英樹の被害度は 2.8（全面的な腐朽及び部分的な激しい腐朽がみられる程度）でしたが、最小の精英樹の被害度は 0.8（ほとんど腐朽がみられない程度）であり、精英樹間での耐朽性の違いがみられました。

また、耐蟻性については、スギ精英樹（46 種）の心材部から作製した杭（1 精英樹当たり 5 本）を用いて、シロアリの生息が確認されている鹿児島県指宿市内の松林において、日本木材保存協会規格（JWPS-TW-P.2）に準じた野外試験を実施しました（写真 2）。その結果、試験開始 25 ヶ月経過時点の食害指数^{※2}は図 2 のとおり精英樹間で違いがみられ、中には防蟻薬剤の性能基準とされる食害指数 10 以下の精英樹も 3 種確認されました。

さらに、野外での耐朽性、耐蟻性試験を行った精英樹のうち 15 種の心材部からヘキササン及びメタノールで抽出した心材成分の総量と野外耐朽性試験の被害度及び耐蟻性試験の食害指数との関係について調べたところ、図 3 及び図 4 に示すとおり負の相関関係が認められ、抽出成分量が多いほど耐朽性、耐蟻性が高い傾向が示されました。

成果の活用

スギ精英樹間で耐朽性、耐蟻性に違いがあり、中には防蟻薬剤の性能基準に匹敵する耐蟻性を持つ精英樹も確認できたことから、今後、耐朽性、耐蟻性に重点を置いた資源造成を行う際の有益な情報として活用されることが期待されます。

また、抽出成分の総量と野外耐朽性試験及び耐蟻性試験の結果に相関が認められたことから、野外試験の実施前に抽出成分量を測定することで、耐朽性や耐蟻性の高い精英樹を絞り込める可能性が示唆されました。

※1 雨宮昭二：林業試験場研究報告、第 150 号 143-156(1963)

※2 食害指数＝平均食害度×食害発生本数

食害度は、シロアリによる食害状況を目視により 0（健全）～ 100（崩壊）で評価

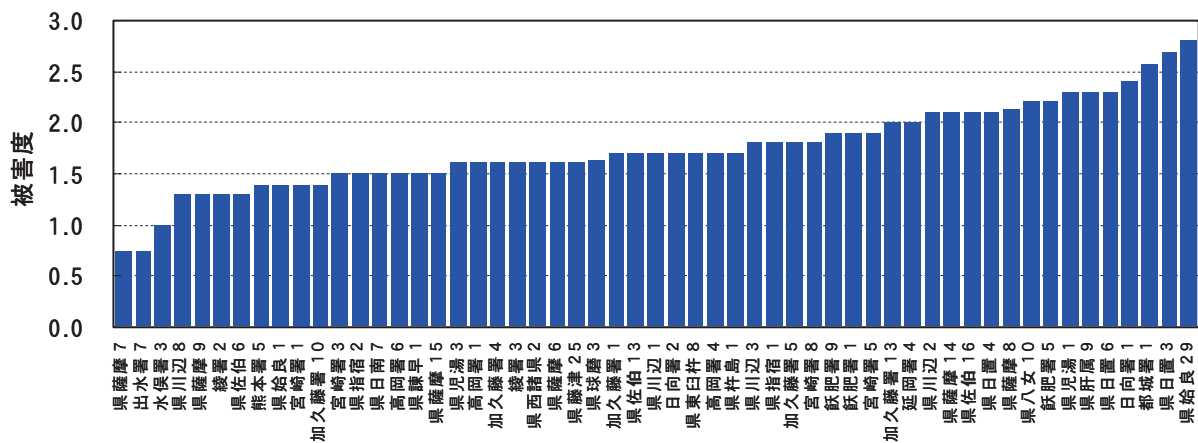


図1 精英樹別野外耐朽性試験被害度 (30ヶ月)

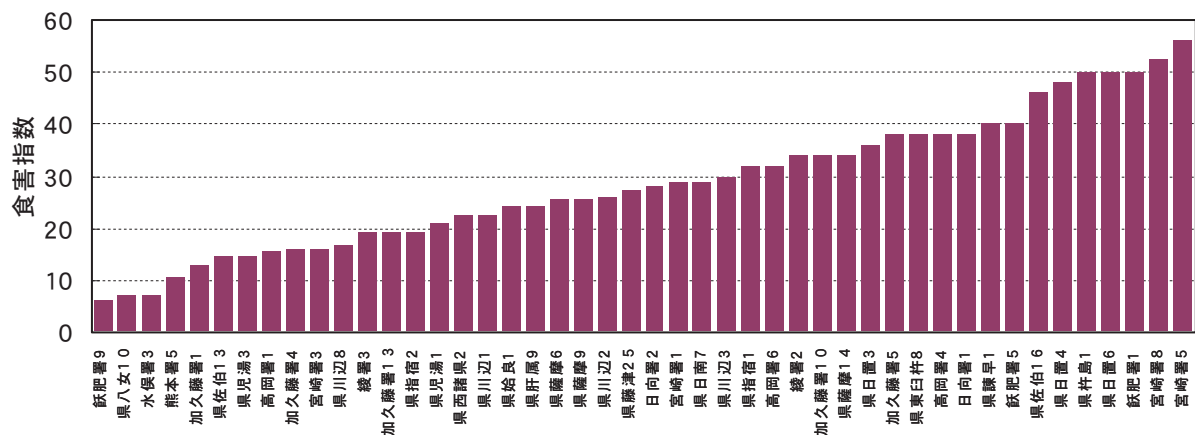


図2 精英樹別野外耐蟻性試験食害指数 (25ヶ月)

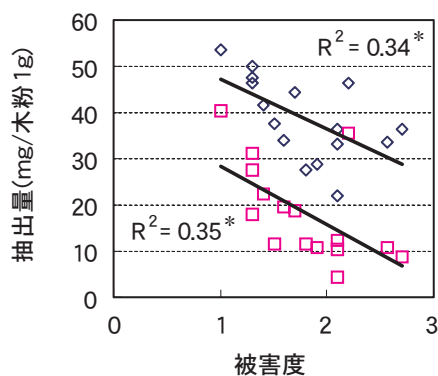


図3 野外抗試験被害度と抽出量の関係

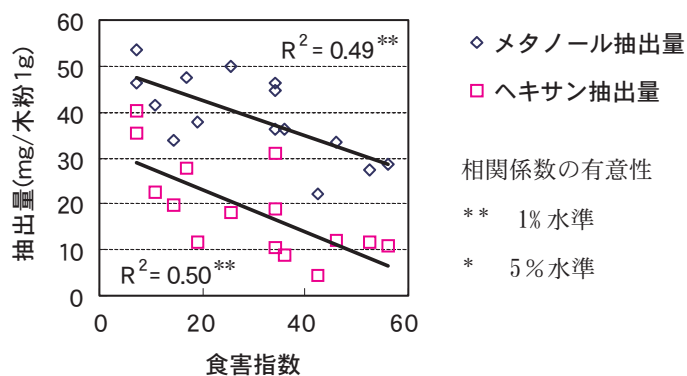


図4 野外耐蟻性試験食害指数と抽出量の関係



写真1 野外耐朽性試験実施状況



写真2 野外耐蟻性試験実施状況

[問い合わせ先：熊本県林業研究指導所 TEL 096-339-2221]

36 低位等級スギラミナを用いた集成材の強度性能評価

宮崎県木材利用技術センター 藤元嘉安・飯村 豊・森田秀樹・松元明弘・椎葉 淳

研究の背景・ねらい

宮崎県は温暖多雨な気候であることから、県内で人工造林されているスギ（主にオビスギ）は、生育が早いため、年輪幅が広く、曲げヤング係数等が低くなる傾向にあります。オビスギを用いて、日本農林規格（JAS: 平成 14 年当時）に基づくラミナ構成の集成材を製造した場合、機械等級区分（最小値評価）されたラミナには L30、L40 のものが相当量含まれるため、使用できないラミナの出現頻度が高く、生産量、製造コストへ著しい負荷を与えていました。そこで、本研究では、L30 や L40 の低位等級ラミナを内層に用いた従来にない新しい集成材の合理的な製造法（条件）を開発し、それらの強度性能評価すること、また、それらを利用するための性能型の設計法を開発すること、の 2 点を関連付けて検討し、JAS 改正のためのデータを蓄積することを目的としました。

成 果

L30（曲げヤング係数 $3 \times 10^3 \text{N/mm}^2$ 以上）から L70（同 $7 \times 10^3 \text{N/mm}^2$ 以上）まで機械等級区分された宮崎県産スギラミナについて、フィンガージョイントを有する試験体の曲げ、圧縮および引張試験を行いました。また、図 1 に示すような、内層に L30 および L40 という低曲げヤング係数ラミナを用いた新構成の対称異等級集成材について、曲げ、圧縮、引張、めり込みおよびせん断試験を行いました。ラミナの強度性能（図 2 : 曲げ試験結果の一例）はいずれの場合もラミナの等級が低くなるほど低下する傾向にありました。しかしながら、L40 や L30 ラミナのいずれの強さも、構造用集成材 JAS や建築基準法（告示 1452 号）で示されるスギ E50 材の基準値と同等程度以上でありました。集成材に関しては、引張強さを除くいずれの強度も、構造用集成材 JAS や建築基準法（告示 1024 号）で示される対称異等級構成集成材 E65-F225 と同等かそれ以上の性能を示しました（図 3）。また、めり込み強さ（図 4）やせん断強さ（図 5）につきましても、ラミナ構成の違いによる差は認められず、いずれの構成においても 5% 下限値が対称異等級構成集成材の基準めり込み強度および基準せん断強度を上回っていました。以上の結果から、L40 および L30 ラミナのように曲げヤング係数の低いスギラミナを利用することは強度性能上、特に大きな問題はなく、構造用集成材への利用は十分可能であることが確認されました。なお、この研究の一部は、独立行政法人森林総合研究所における運営費交付金プロジェクト「スギ等地域材を用いた構造用新材料の開発と評価」により実施されました。

成果の活用

本研究を含む交付金プロジェクトの研究成果などをもとに、構造用集成材の JAS が改正（平成 19 年 9 月告示）されました。これにより、L40 および L30 ラミナのような曲げヤング係数の低いスギラミナを用いた構造用集成材の製造が可能となりました。この構造用集成材の JAS 改正に関し、集成材メーカー等に対して周知ならびに技術指導を充実することにより、宮崎県産スギをはじめとして、曲げヤング係数が低いスギ材の活用が飛躍的に向上するものと期待されます。

①E65-F225 (JAS) (内層L50)	②E65 (内層L40)	③E55 (内層L40)	④E55 (内層L30)
L80	L80	L70	L70
L60	L60	L50	L50
L50	L40	L40	L30
L60	L60	L50	L50
L80	L80	L70	L70

図1 供試した対称異等級構成構造用集成材のラミナ構成

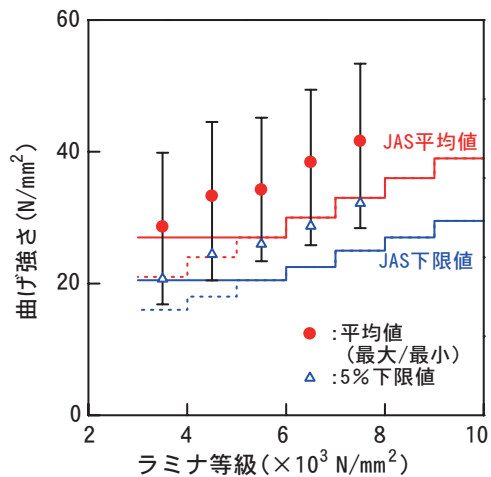


図2 スギラミナの各等級における曲げ強さ

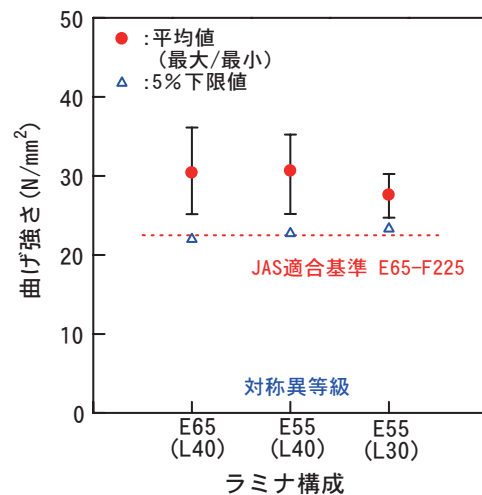


図3 集成材の曲げ強さに及ぼすラミナ構成の影響

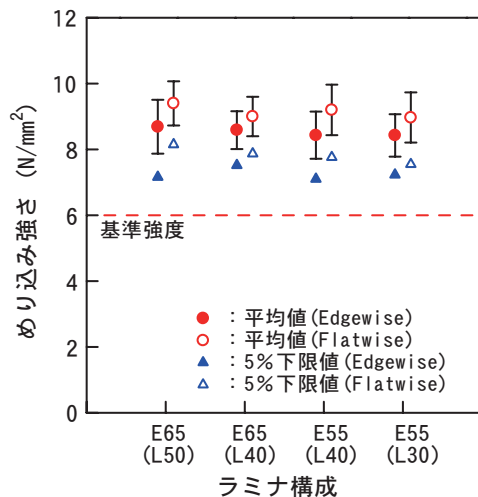


図4 集成材のめり込み強さに及ぼすラミナ構成および荷重方向の影響

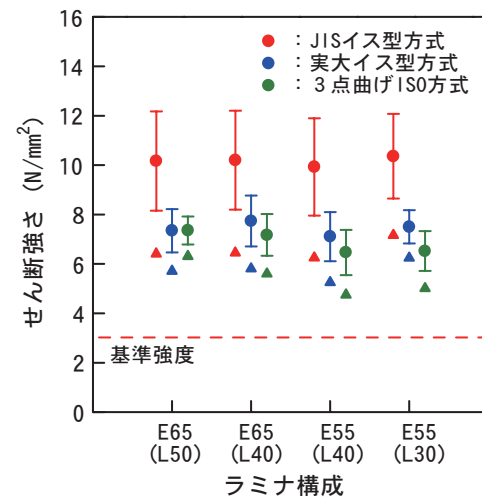


図5 集成材のせん断強さに及ぼすラミナ構成および試験方法の影響

37 乾燥割れを有するスギ心持ち構造材の評価

鹿児島県工業技術センター 小原 誠*・山之内 清竜・福留重人
(*現 鹿児島県林務水産部林業振興課)

研究の背景・ねらい

「特定住宅瑕疵担保責任の履行の確保等に関する法律」の制定等に伴い、乾燥材に対する要求は高まっています。本県の主要な樹種であるスギの人工乾燥は高温蒸気式乾燥が主流となっています。しかし高温乾燥過程で生じた内部割れの材料強度に与える影響が正確に把握されておらず、内部割れの発生量を計測することが困難です。今のところ出荷者または需要者側の目視検収により材の適・不適の判断がなされており、流通上の不安材料となっています。そこで、本研究では、人工乾燥したスギ心持ち構造材の強度試験を行い、内部割れが材料強度や接合強度にどのような影響を及ぼすかについて検討しました。

成 果

1 内部割れと材料強度の関係

製材直後の県産スギ心持ち正角材を、内部割れの発生が多くなる条件（厳しい条件）と少なくなる条件（緩やかな条件）で人工乾燥しました（表1）。養生後、実大強度試験機を用い、3等分4点荷重法により曲げ試験を実施しました。厳しい条件で乾燥した材の内部割れ面積と曲げ強さの関係について図1に示します。内部割れの面積が増加しても曲げ強さが増減する傾向はなく、両者間に相関はみられませんでした。試験結果から基準強度を求めたところ、厳しい条件では 22.6 N/mm^2 、緩やかな条件では 25.2 N/mm^2 でいずれの条件とも乙種構造材1級の基準値 21.6 N/mm^2 を上回っていました。

2 内部割れとボルト接合部せん断強度の関係

高温乾燥または中温乾燥を行った県産スギ心持ち正角材を用いて、写真1に示すような方法でボルト接合部のせん断試験を行いました。図2に内部割れ面積とせん断最大荷重の関係を示します。内部割れ面積が増えると最大荷重が低下する傾向がみられました。図3及び図4に破壊形態の例を示します。大きな内部割れがボルトと同一方向に大きく発生していた場合、内部割れがせん断破壊を誘引して破壊に至ったケースがみられました。なお、試験から得られた長期許容せん断耐力は、全ての条件で基準値を上回っていました。

成果の活用

乾燥割れを有するスギ心持ち構造材の材料強度と接合部の強度試験を行い、乾燥割れが強度性能に及ぼす影響について把握することができました。得られた知見を乾燥割れの評価や品質管理及び人工乾燥スケジュールの決定等に活かすことで、乾燥材の品質確保が期待できます。

表 1 乾燥条件

乾球温度℃	120	105	100	95	90
湿球温度℃	90	75	70	65	60
厳しい条件(hr.)	36	36	48	72	96
緩やかな条件(hr.)	20	20	0	96	96

乾燥経過 →

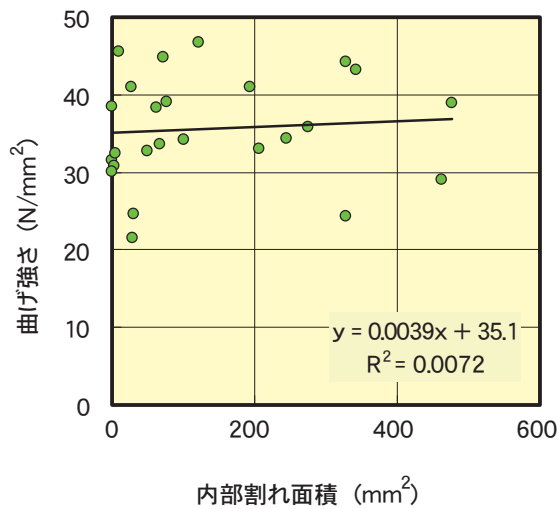


図 1 内部割れ面積と曲げ強さの関係



写真 1 ボルト接合部せん断試験方法

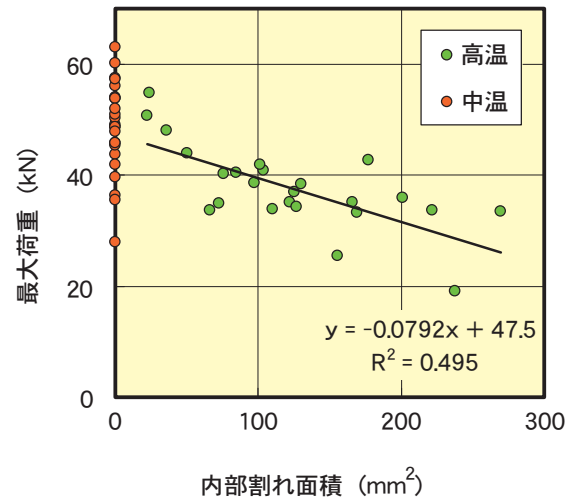


図 2 内部割れ面積とせん断最大荷重の関係

最大荷重 19.0kN, 変位 14mm



試験前

試験後

図 3 破壊形態の例①
(内部割れに沿って破壊した事例)

最大荷重 34.0kN, 変位 18mm



試験前

試験後

図 4 破壊形態の例②
(内部割れと異なる箇所破壊した事例)

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

38 リュウキュウマツの青変防止及び漂白処理

沖縄県森林資源研究センター 育林・林産班

嘉手苅 幸男

研究の背景・ねらい

リュウキュウマツは、本県の県木で木目が美しいことから、家具・工芸用材や住宅用内装材として利用価値の高い資源です。しかし、マツ材は青変菌の被害を受けやすく、青黒く汚染された材は致命的な欠陥となり、材の商品価値は著しく低下します。

このため、丸太での青変防止試験と青変汚染被害板材の漂白処理試験を実施しました。

成 果

リュウキュウマツ丸太の青変防止試験では、無処理区、防カビ区（ネオシントール W-2000）、防虫区（SF3482）、防カビ・防虫混合区（以下、混合区）の4処理区に区分し屋外に60日間水平に放置して経過を観察しました。丸太木口面における外観上の青変汚染率は混合区で47%、防カビ区で70%、無処理区および防虫処理区では100%であり、混合区で汚染が少ない傾向が見られました（図1）。

また、木口面から50cm内部の汚染率は、防カビ区で90%、無処理、防虫区、混合区においては100%の値を示しました。防カビ・防虫剤を用いた処理を実施しても、汚染の防止には十分な効果は得られませんでした（図2）。

汚染板材の漂白処理は、前処理としてエタノールの塗布を行い、次亜塩素酸ナトリウム＋水酸化ナトリウム＋界面活性剤（以下、A薬剤）と過酸化水素水＋水酸化ナトリウム（以下、B薬剤）を用い、A薬剤4回塗布後にB薬剤4回塗布し、更にA薬剤4回塗布処理を行った結果（表1）、漂白することができました（写真1、2）。

成果の活用

野外にリュウキュウマツの丸太を放置した場合青変防止は困難であるため、汚染材の発生を防止するには、例えば、水中貯木処理や伐倒後速やかな製材・乾燥処理が必要です。しかし、廃棄されていた汚染材漂白が可能であることがわかったので、利活用を推進することが可能となりました。

知的財産取得状況

特開 2008-168514 「変色木材の漂白方法」

表 1 漂白処理工程

1. エタノール塗布処理
↓
2. 次亜塩素酸ナトリウム（100ml）＋水酸化ナトリウム（2g）＋界面活性剤（0.02ml）の混合溶液を4回塗布処理
↓
3. 過酸化水素水溶液（100ml）＋水酸化ナトリウム（1g）の混合溶液を4回塗布
↓
4. 再度2の混合溶液を4回塗布処理

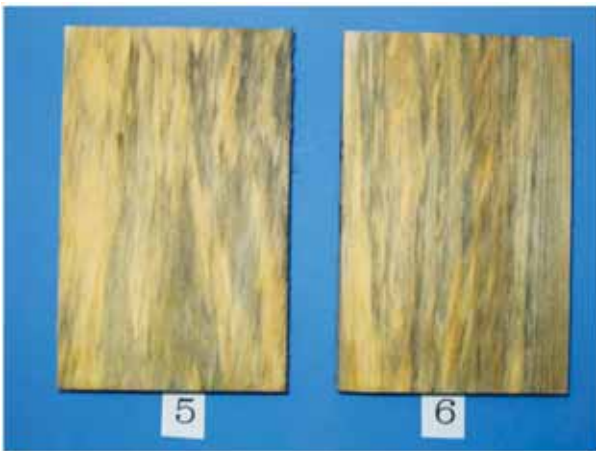


写真1 漂白処理前



写真2 漂白処理後

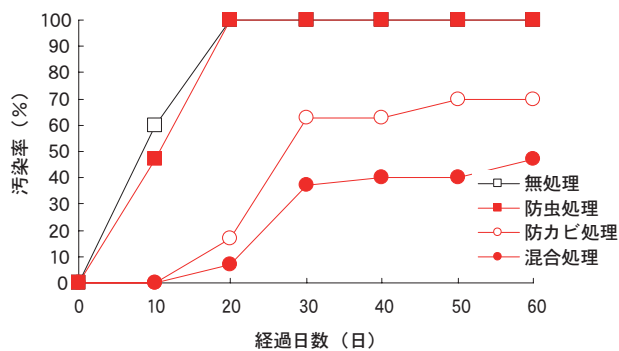


図1 処理別木口表面の汚染率

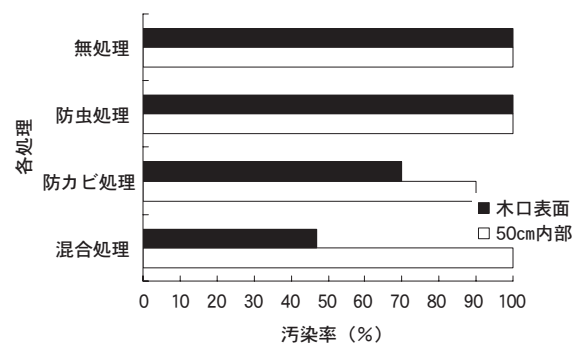


図2 処理別木口表面・50cm内部汚染率

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

39 道産マイタケ新品種の栽培技術の開発

北海道立林産試験場きのこ部

米山彰造

研究の背景・ねらい

近年、北海道内におけるマイタケの生産量は顕著に増加しているものの、生産技術が安定しないため、道内の中山間地域の生産者の経営は厳しい状況にあります。一方、消費者からは味や生理的機能面、安全・安心に対する関心の高まりから、より安全で高品質なきのこが求められています。

こうした消費者ニーズに対応しつつ生産者の経営改善を図るために、林産試験場では安価な針葉樹おが粉の利用適性をもつマイタケ新品種を育成しました。新品種については、カラマツおが粉の利用適性の把握、味覚成分を考慮した栽培条件の把握、廃菌床の再利用方法など、低コストでかつ高い品質を目指す栽培技術の開発に取りくむとともに、品種登録に必要な各種特性データを収集しました。

成 果

1 カラマツおが粉の利用適性の評価

カラマツおが粉を加えた培地組成、培養条件等最適栽培条件を検討した結果、新品種はカラマツおが粉が30%程度まで利用可能であることが示されました(写真1、図1)。

2 高品質化に向けた栽培技術の検討

うま味成分が増加する栽培方法を検討した結果、新品種は培養日数を52日～62日と長くするとグルタミン酸等のうま味系アミノ酸が増加するのに対し、苦味系アミノ酸が減少することが明らかとなりました(図2)。また、栄養材に豆皮を使用するとうま味系アミノ酸が増加することが示されました。

3 培地材料の安全性の検証

培地基材12種類および栄養材13種類について、重金属4種類および農薬17種類の分析を行った結果、輸入おが粉の一部で鉛やカドミウムの含有量が高いものがみられましたが、道産おが粉や栄養材については安全性が確認されました。

4 コスト低減に向けた廃菌床の利用

新品種と市販品種のいずれについても、廃菌床を重量で50%置換した培地に炭酸カルシウムを2%添加することで、生産効率が向上しました。また、新品種は、カラマツを含む廃菌床を用いても、広葉樹の廃菌床を用いた場合とほぼ同等の生産効率を示しました(図3、写真2)。

5 道産マイタケ新品種の品種登録に向けた各種特性の評価

種苗登録分類調査に基づき、他品種との遺伝的・生理的区別性や温度特性を明らかにするとともに、露地発生した子実体(写真3)の発生時期や形態について評価を行いました。

成果の活用

試験栽培を継続的に実施している生産者に対し、新品種に関する栽培技術を提供して普及を図っているほか、現在、複数の生産・加工企業から当該成果の活用について相談があり、一部の企業では商品化に向けた検討が行われています。また、市販品種を使用している生産者に対しても一定の栽培技術に関する情報を提供し、マイタケ生産者全体の技術力向上に努めています。

知的財産取得状況

2008年6月3日付 品種登録(官報第17041号、品種名:大雪華の舞1号)



写真1 カラマツ混合培地における発生
の様子（新品種）

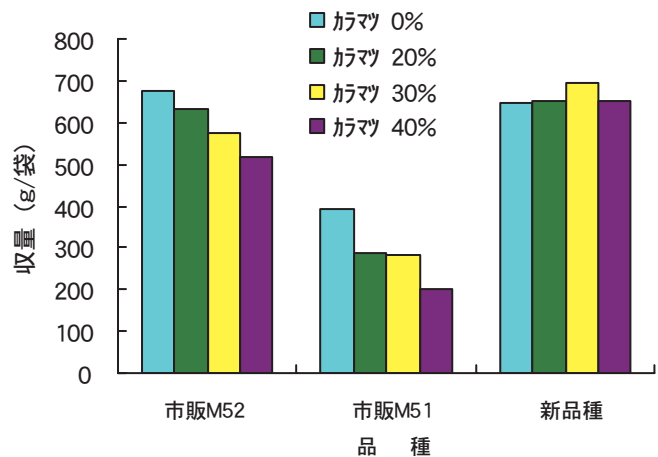


図1 カラマツ混合培地における各品種の収量

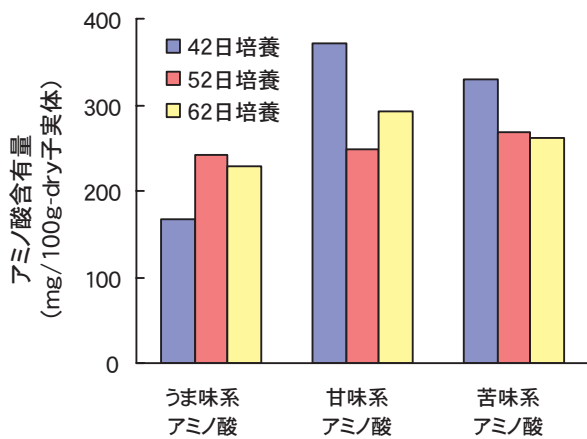


図2 アミノ酸含有量に与える培養日数の影響
（新品種）

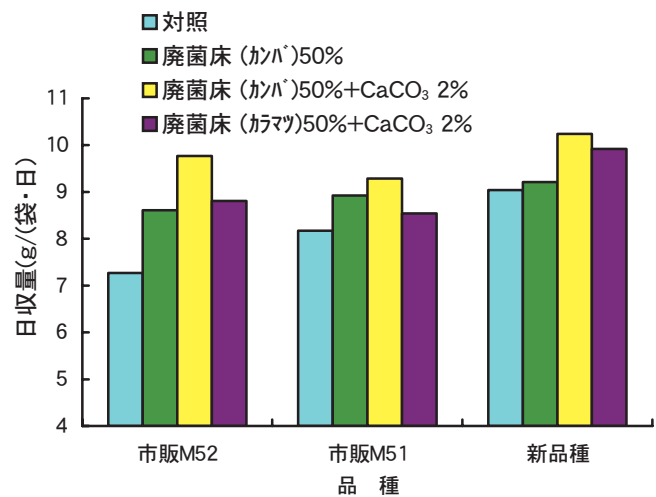


図3 廃菌床利用培地の生産効率（日収量）



写真2 廃菌床利用培地からの新品種の発生状況
（廃菌床（カバ）50% + CaCO₃ 2%）



写真3 露地発生の様子（新品種）

40 ナメコ新品種「新潟森研P n 1号」の開発

新潟県森林研究所 きのこ・特産課

伊藤幸介

研究の背景・ねらい

新潟県の平成18年ナメコ菌床栽培生産量は、3,701トンで長野県について全国2位です。当県では、種菌メーカーが開発した市販の種菌を中心に栽培を行っていますが、ナメコ菌株は変異が起こりやすく、県内産地では時折発生不良などの問題が起こるため、危険分散をはかるという目的で複数の種菌を組み合わせ使用しているのが現状です。

そのため、ナメコ生産地から当県独自の優良種菌開発についての要望があがり、平成3年度以降、野生菌株の採集、栽培試験等、優良品種の選抜を行ってきました。そして約1,500通りの交配試験を行った結果、生産者の評価が高かった1系統を「新潟森研P n 1号」として選抜しました。

成 果

- 1 「新潟森研P n 1号」(写真1)は、県内在来品種を自家交配した菌株と、平成11年に採取した選抜野生菌株を交配して、開発した品種です。
- 2 「新潟森研P n 1号」について「福島N1号」、「東北N127号」を対照品種として、種苗法に基づいた特性調査を実施しました。その結果、収量、有効茎数ともに「福島N1号」を上回りました。また、「東北N127号」より収量がわずかに少ないものの、子実体1本当りの重量は重いという特徴も認められました(図1)。
- 3 ナメコ子実体の形質については、「新潟森研P n 1号」は上記対照2品種よりも傘が厚く、また柄が太く長さが短いという特徴がありました(表1)。また、柄の肉質が軟らかいため、栽培試験を委託した生産者から食感が良いという評価がありました。
- 4 「新潟森研P n 1号」について、当研究所での栽培試験および県内生産者への委託による栽培試験から、工程毎の栽培管理技術を確立して、栽培マニュアルを作成しました(写真2)。

成果の活用

平成21年1月現在、1名の生産者が栽培マニュアルを利用して試験栽培を行っており、実用化に向けて当品種の普及を進めています。

知的財産取得状況

「新潟森研P n 1号」について、平成18年3月28日付けで品種登録出願を行い、平成18年6月29日付けで出願が受理されています。



写真1 「新潟森研P n 1号」

表1 「新潟森研P n 1号」の特性調査結果（抜粋）

品 種	菌 傘 (mm)					菌 柄 (mm)		
	断面形	大きさ	厚 さ	色	粘着物	長 さ	太 さ	肉 質
新潟森研P n 1号	丸山形	20.0	14.6	明褐色	中	40.1	4.5	軟中
福島N 1号	丸山形	23.0	13.2	黄白色	少	45.9	4.4	中
東北N 1 2 7号	丸山形	19.0	13.2	明褐色	中	42.0	3.7	中

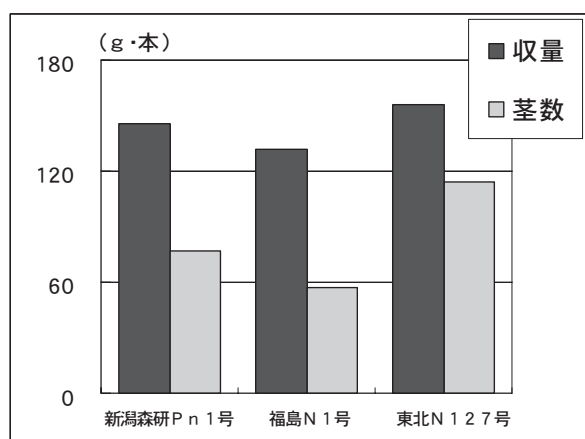


図1 収量と有効茎数

(種苗法に基づく特性調査方法による 800ml ビンでの栽培事例)

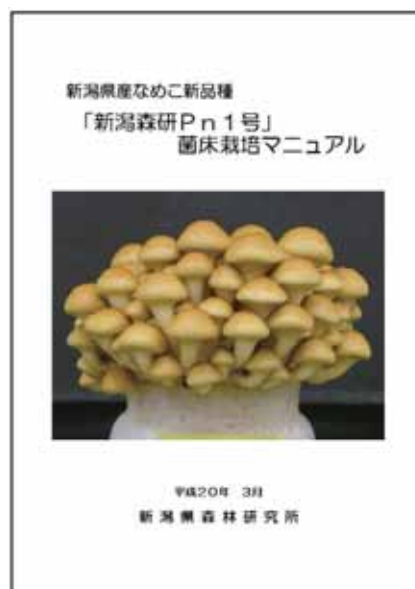


写真2 栽培マニュアル（表紙）

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

41 廃菌床を再利用したヤマブシタケの栽培技術の開発

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

高島幸司

研究の背景・ねらい

食用きのこ栽培の廃菌床は、一部は堆肥として利用されていますが、大部分は廃棄処理され、新たな用途開発が切望されています。一方、健康によいきのこととして注目されているヤマブシタケにおいて安定生産技術の開発が求められています。これまでにマイタケ廃菌床がヤマブシタケ菌床栽培の培地基材として有用であることを明らかにしました。そこで本研究では、マイタケ以外の廃菌床（ナメコ、シイタケ、ブナシメジ、エノキタケ）について、ヤマブシタケ菌床栽培の培地基材としての適性を検討しました。さらにヤマブシタケ菌床栽培におけるヤマブシタケ廃菌床のリサイクル利用についても検討しました。

成 果

- 1 プナオガコ・フスマ培地（以下、ブナオガコ培地とします。）のブナオガコをナメコ、シイタケ、エノキタケ、ブナシメジ廃菌床で 25、50、75、100% 代替してヤマブシタケを栽培したところ、いずれの試験区においてもブナオガコ培地と同様に針の長い正常な子実体を形成しました（写真 1）。
- 2 ナメコ廃菌床並びにシイタケ廃菌床は、ブナオガコに対する代替率が高くなるにつれて子実体収量は増加し、それぞれにおいてブナオガコ培地（代替率 0%）に対して 3～4 割増加しました。ブナシメジ廃菌床は、代替率 50% で最適となりブナオガコ培地に対して約 3 割増加しました。しかし、エノキタケ廃菌床では代替率が高くなるにつれて子実体収量は減少しました（図 1）。
- 3 ナメコ廃菌床並びにブナシメジ廃菌床は堆積処理した後、利用することで子実体収量は 1～2 割増加し、ブナオガコ培地に対しては約 5 割増加しました。
- 4 ヤマブシタケ菌床栽培にナメコ、シイタケ、ブナシメジの廃菌床を利用することは有用であり、エノキタケ廃菌床は不適であることが明らかになりました。
- 5 ヤマブシタケ廃菌床のリサイクル利用に関して、2 回目まではブナオガコ培地に比べて子実体収量が 3～4 割増加しました（図 2）。ヤマブシタケ廃菌床は再利用、再々利用できることが明らかになりました。なお、本研究の成果の一部は日本木材学会誌（54 巻 6 号 327-332（2008））に掲載されています。

成果の活用

研究成果を「平成 19 年度 林業試験場成果集（富山県林業技術センター林業試験場、平成 20 年 3 月 31 日）」にとりまとめ、普及啓発に努めました。本県のヤマブシタケ生産者（南砺市利賀村）は、ナメコ廃菌床並びにブナシメジ廃菌床を利用しています。

知的財産取得状況

特許第 3941957 号「ヤマブシタケ栽培用培地とヤマブシタケの栽培方法」を取得しました。



ブナオガコ培地（代替率 0 %）



代替率 2 5 %



代替率 5 0 %



代替率 7 5 %



代替率 1 0 0 %

写真 1 廃菌床の代替率の変化に伴うヤマブシタケ子実体の発生状況（ナメコ廃菌床の場合）

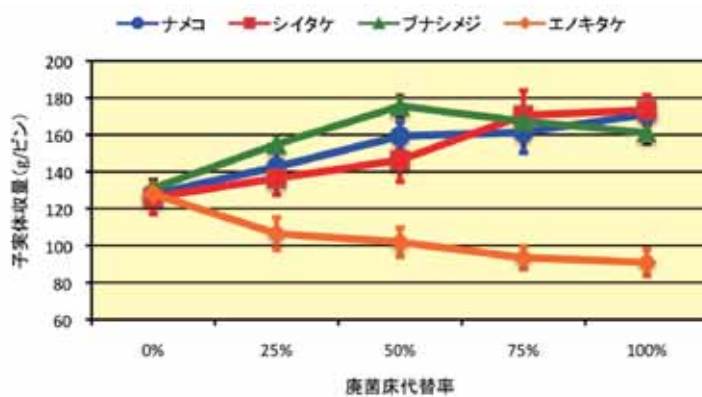


図 1 廃菌床の代替率とヤマブシタケ子実体収量との関係

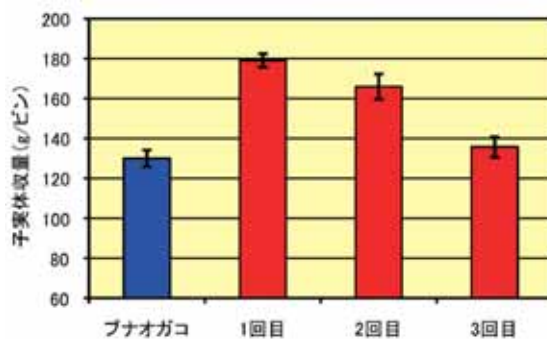


図 2 ヤマブシタケ廃菌床の利用回数とヤマブシタケ子実体収量との関係

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

42 里山を活用したクリタケの簡易接種法の開発

長野県林業総合センター特産部

増野和彦

研究の背景・ねらい

集落の周辺にある「里山」の荒廃が危惧されており、「里山再生」が大きな課題となっています。そこで、長野県林業総合センターでは、山菜・きのこの等の特用林産物による新たな里山活用法を検討しています。その一環として、多くの人々が林内できのこ栽培に親しみ、さらに森林整備への関心を深めるため、里山の代表的なきのこであるクリタケについて、「わりばし」「つまようじ」種菌（写真1）を用いた「きのこの簡易接種法」を考案し、実証試験を行いました。

なお、本研究は、農林水産省先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「里山を活用したきのこの栽培及び増殖システム」（平成17～19年度）により、長野県林業総合センターを中核機関、信州大学農学部、（社）長野県農村工業研究所、JA上伊那、星の町うすだ山菜きのこ生産組合を共同機関として実施したものです。

成 果

通常のきのこの原木栽培では、電動ドリルで原木に穴をあけ、そこに種駒を接種（植菌）します。したがって、原木を電源のあるところまで伐り出すか、大型の発電機を林内に持ち込まないと、きのこの種菌の接種ができません。そこで、誰もがきのこ栽培や収穫の楽しさを林内で手軽に体験する方法として、きのこの簡易接種法を開発しました。

「わりばし」種菌と「チェーンソー」を使った簡易な接種法（写真2）を考案して、クリタケの栽培試験を行ったところ、接種翌年の秋にはコナラ原木（直径10cm、長さ1m）1本当たり100g、翌々年秋には206gの子実体が発生し、接種後2年半の間に通算して原木1本当たり360gの子実体収量が得られました（図1、写真3）。また、市販の軽量の充電式電動ドリルで穴をあけて、「つまようじ」種菌をコナラ原木に接種する簡易な方法でも、接種後5年間に原木（直径10cm、長さ20cm）1本当たり通算81gの子実体収量を得ることができました（図2）。さらに、林内に残されたコナラの伐根（切り株）9か所に「わりばし」種菌を接種し、接種後2年半の間に7か所の伐根でクリタケを発生させることができました（図3）。

以上の結果から、「わりばし」「つまようじ」種菌を用いた簡易接種法により、クリタケが林内において栽培可能なことを実証しました。

成果の活用

長野県林業総合センター研究成果発表会で公表するとともに、県内各地において研修会を開催しています。「わりばし」「つまようじ」種菌を原木約1,200本及び伐根50か所に接種した試験地（13ha）をモデル林として設定し普及用に供しています。また、行政機関を通じて、モニター栽培者を募集して現地適応化試験を開始しています。

知的財産取得状況

特願 2008-65118、「きのこの接種方法」



写真1 「わりばし」種菌（左）
「つまようじ」種菌（右）



写真2 「わりばし」種菌接種のためチェーンソーで
原木に切り込みを入れる様子

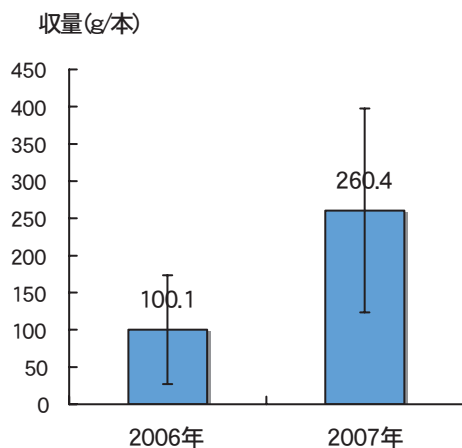


写真3 「わりばし」種菌の接種により発生した
クリタケ子実体

図1 クリタケ「わりばし」種菌による収量
（原木1本当たり）

菌株：白田 A-6 (27)、原木直径10 cm長さ100 cm、原木
13本の平均値±標準偏差

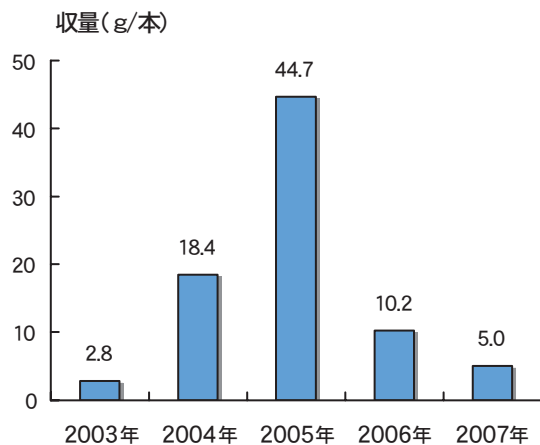


図2 クリタケ「つまようじ」種菌による栽培
の発生状況

菌株：白田 A-1 (23)、原木直径10 cm長さ20 cm、供試数9本、
接種日 2003.4.23

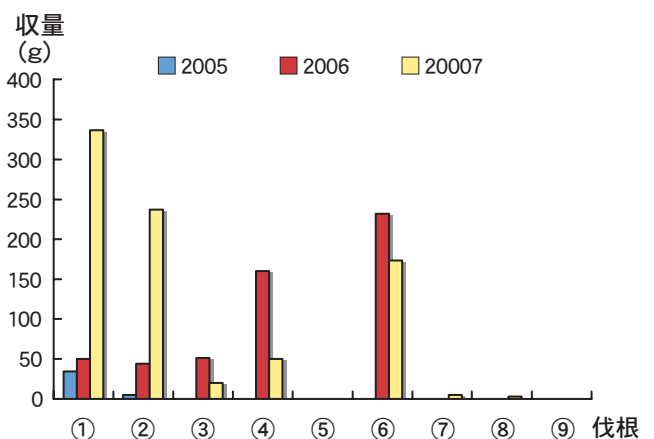


図3 クリタケ「わりばし」種菌接種による収量
（伐根別）

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

43 カンゾウタケ栽培技術の開発

奈良県森林技術センター 森林資源課

山原美奈・河合昌孝

研究の背景・ねらい

カンゾウタケは赤色、多汁で独特の風味がある美味なきのこであり、欧米では Beefsteak Fungus（ステーキきのこ）と呼ばれています。きのことしては珍しく酸味があり、これは通常のきのこにはあまり含まれていないビタミンCを含むためとされています。さらに、菌糸体には抗腫瘍物質や抗菌物質などが含まれています。一方、きのこ生産現場においては、既存の栽培きのこの価格低迷などから新規作目の創出に対する期待があります。そこで、現在市場に流通していないカンゾウタケの栽培技術の開発を行いました。

成 果

試験管を用いたミニチュア栽培試験で培地添加物の種類や配合比などを検討しました。その結果、スギオガコ：コナラオガコ：コーンブラン＝1：1：2（乾燥重量比）、含水率65%の培地が最も成績がよく、以後の試験ではこの培地を用いました。優良菌株を選抜するために、県内外からカンゾウタケ子実体を採集して多数の菌株を収集しました。これらについて栽培試験（850mlきのこ栽培瓶使用、培地550g詰め）を行った結果、芽きりの早い菌株と遅い菌株、子実体が朱色系の菌株と紫系の菌株、子実体が肉厚の菌株と肉薄の菌株など様々な形質が見られました（写真1）。培地の検討と優良菌株の選抜により、既存研究では培地重量の7%未満だった収量が約20%に増加しました（表1）。さらに、得られた子実体を用いて料理法を検討しました（写真2）。その結果、短時間の加熱により、色が黒くならずコリコリした食感が出ることや、チーズによく合うこと、酸味のある調味料を用いるとカンゾウタケの酸っぱさが突出せず、和風洋風を問わず幅広い料理に使えることがわかりました。また試食アンケート（回答51名）を行った結果、「おいしい」と答えた人が80%にのぼり、味や食感の点では一般に受け入れられると考えられました。

成果の活用

研究成果は、生産者向け講習会や奈良県森林技術センター成果発表会で紹介しました。まだ栽培技術面で雑菌汚染対策、栽培容器の検討などが大きな課題として残されており、カンゾウタケに興味を持つ生産者がいれば共同で解決していきたいと考えています。また今後の普及にあたっては、カンゾウタケの機能性評価が重要になると考えられます。



写真 1 優良菌株選抜試験の様子

表 1 優良菌株選抜試験結果

菌株	収量(g)* ¹	菌かき～収穫(日)* ²	収穫成功率* ³
NFh-1F	64.3±27.5	68.4 (45-94)	26/32
NFh-2	140.2±12.2	67.2 (62-76)	20/32
NFh-7	113.7±17.6	69.2 (63-84)	30/32
NFh-9	72.5±33.3	67.7 (43-92)	25/32
NFh-10	104.0±16.1	74.0 (39-99)	26/32
NFh-11	99.9±19.6	60.0 (47-73)	25/32
NFh-12	39.6±35.2	88.2 (51-114)	27/32
NFh-15	77.7±26.5	90.5 (72-114)	14/32

*1：平均値±標準偏差

*2：平均値（最短－最長）

*3：850ml栽培瓶(培地550g詰め) 32本中収穫に至った瓶の割合



写真 2 カンゾウタケを使った料理

〔問い合わせ先：奈良県森林技術センター森林資源課特用林産係 TEL 0744-52-2380〕

44 粘性種菌の開発による省力種菌接種システムの確立

徳島県立農林水産総合技術支援センター 森林林業研究所 阿部正範

研究の背景・ねらい

菌床シイタケ栽培における種菌の接種作業には熟練した技術が必要です。そこで、未経験者でも簡単に接種作業ができる粘性種菌とその接種装置及びこの新タイプの種菌に適応した再利用可能な培養容器の開発を行いました。

成 果

- 1 食品添加物であるカラギーナン（イオタ・タイプ）水溶液（濃度 0.3 ～ 0.5%（w/v））に対して、30%（v/v）のシイタケおが屑種菌を加え、ミキサーで 8,000rpm、60 秒の条件で攪拌・破碎することで、カラギーナン水溶液とおが屑種菌が均質に混じり合い、接種装置に供することができる「粘性種菌」が作製できました。
- 2 チューブポンプのチューブ部を高圧殺菌が可能となるように改良することで、雑菌混入を排除し、かつ簡単に粘性種菌を培地に接種することが可能な「粘性種菌接種装置」を試作しました（写真 1）。
- 3 ポリプロピレン製の再利用型培養容器（写真 2）を試作しました。再利用を図るために、容器の厚さを 0.85mm として、熱による変形が生じないようにしました。ふたの中央には、通気用のフィルターを取り付けました。また、培養中の雑菌侵入を防ぐために、ふたと容器が接する部分に 10mm のつばを付けて密着性を高めるようにしました。本容器の培地充填量は、1.2kg です。
- 4 粘性種菌と再利用型培養容器によるシイタケ発生量を従来の栽培方法と比較しました。RW 区：再利用型培養容器 + おが屑種菌、RGel 区：再利用型培養容器 + 粘性種菌、PW 区：従来の培養袋 + おが屑種菌の 3 区を設け、発生量を比較しました。発生結果を図 1 に示します。多重比較検定の結果、各試験区間でシイタケの発生個数、特に市場価値が高いとされる M サイズ以上の発生個数に有意差は認められませんでした。

このように、「再利用型培養容器 + 粘性種菌」の組合せは、従来の栽培方法である「培養袋 + おが屑種菌」の組合せと同等の発生量があることから、本研究で開発した粘性種菌による種菌接種システムは、菌床シイタケの栽培に使用可能なことが分かりました。

成果の活用

菌床シイタケ栽培で使用している培養袋は、培養終了後に廃棄処分されます。そのため、袋の購入と処分に要する経費は、生産者の経営を圧迫しています。本研究で開発した粘性種菌とその接種装置及び再利用型培養容器の導入により、培養袋にかかる経費の削減に加えて、接種時間の短縮による省力化や接種時における雑菌汚染の大幅な軽減が期待できます。接種装置の実用機を早く完成させ、この新しい種菌接種システムの普及を図りたいと考えています。

知的財産取得状況

特願 2006-63983 「キノコ種菌、キノコ種菌の接種方法及びキノコの製造方法」



写真1 チューブポンプ式粘性種菌接種器
右：接種器，左：粘性種菌



写真2 シート成形による再利用型培養容器

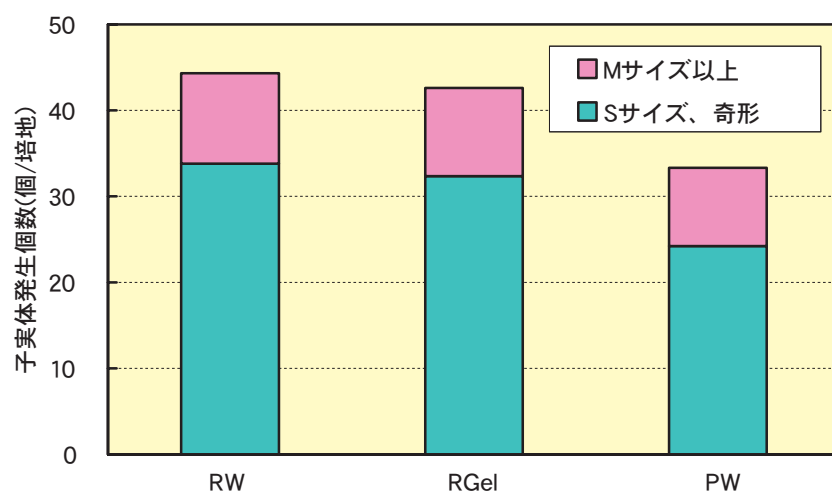


図1 子実体発生量

RW：再利用培養容器＋おが屑種菌，RGel：再利用培養容器＋粘性種菌，PW：培養袋＋おが屑種菌

45 マタタビ、モミジガサの育成に有効な施肥の検討

和歌山県農林水産総合技術センター 林業試験場 杉本小夜・城戸杉生

研究の背景・ねらい

近年、自然志向の高まりの中で、和歌山県内の産品販売所も増加し、山村地域ではこれらに出品する山菜への期待が高まっています。しかし、今まで、山菜類の生産は少なく、品目も偏っていたことから、県内で自生し新奇性のある作目に注目し、マタタビおよびモミジガサの栽培試験から取り組みをはじめました。ここでは、平成19年度までに実施した育成に有効な施肥の検討内容を報告します。

マタタビでは、定植用の大苗生産を目的に、挿し床に栄養分として腐葉土を混入し、また、育苗時の成長を促進するため各肥料の効果を確かめました。

モミジガサでは、挿し木で苗木を養成し、用土に肥料を混入したものに定植した後、翌年の収穫量および生育の経過を調査して、施肥の効果等を検討しました。

成 果

○ マタタビ

挿し床に栄養分のある腐葉土を当初から混入し3月中旬に挿し付け、約80日経過した後に調査したところ、発根率は腐葉土混入によって低下することではなく、むしろ、他の区より高くなる傾向がありました。また、芽の伸長に関しては、育苗箱でもポリポット(径7.5cm)でも腐葉土の混入により促進効果が現れることが明らかとなりました(表1、写真1)。

次に、発根した苗を6月上旬に赤玉土を用土とするポリポット(径12.0cm)に移植して、数種の肥料を施用し、4ヶ月間育成し調査したところ、液肥①500倍区、液肥②500倍区と化成肥料区で枝の伸長量が高くなり、育苗中の肥料としては、速効性のある濃いめの液体肥料や窒素の割合の多い化成肥料が有効であると考えられました(図1)。

○ モミジガサ

温暖な和歌山県でモミジガサが分布するのは、高野山や護摩壇山周辺の標高の高いところで、今回の試験では700m地点の自生地から挿し穂を採取しました。挿し木による苗を、6月に大型プランターに肥料として鶏糞又は油粕を混入した山土を入れて定植育成し、翌年4月～9月まで成長量および収穫量(5月に草丈12cm以上の物を採取)を調査した結果、標準的な施用の鶏糞200kg/a区(対照)が、鶏糞400kg/a区や油粕400kg/a区に対し、収穫量や草丈(成長量)で劣ることはなく良好な生育をすることが明らかとなりました(表2、図2、写真2)。このことから、過多の施肥にならないよう留意して栽培することが必要と言えます。

成果の活用

これらの成果は、木の国いちおし産品創出事業(平成15～19年)で実施されたもので、マタタビは他の品目と併せ『木の国 森の資源の活かし方<技術指針No.1～No.6>』(マツタケ、シイノトモシビタケ、ウラジロ、原木ナメコ、紀州備長炭、マタタビ)の冊子を作成し、林業試験場のホームページでも参照できるようにしています。また、山菜類の栽培研修会等を通じて、関係者への普及に活用しています。

表 1 挿し床の種類別マタタビの発根率および伸長量

育苗容器	挿し床	供試数(本)	発根数	発根率(%)	芽の平均伸長量(cm)
育苗箱	鹿沼土・砂(15:1)	34	26	76	3.0
	鹿沼土・腐葉土(4:1)	34	29	85	5.9
	パーミキュライト	34	24	71	3.8
合計・平均		102	79	77	4.2
ポット	鹿沼土・砂(15:1)	35	33	94	3.6
	鹿沼土・腐葉土(4:1)	35	34	97	4.6
	パーミキュライト	35	26	74	3.6
合計・平均		105	93	89	3.2

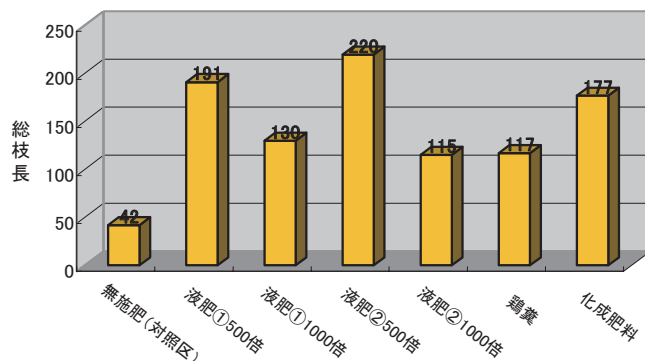


図 1 施肥別のマタタビ総枝長

注) 使用した苗木: 3月に挿し付けて発根した苗木を6月に植えた。
 各試験区供試数:24 ポット:径12cm×H20cmビニールポット
 液肥① → N:P:K=6:6:6 (6~10月週1回 100mℓ施肥)
 液肥② → N:P:K=7:4:4 (6~10月週1回 100mℓ施肥)
 鶏糞 → N:P:K=2.4:6.5:3.3 (用土10ℓ当たり90g)
 化成肥料 → N:P:K=10:10:10 (用土10ℓ当たり45g)
 成長量調査:10月



写真 1 育成中のマタタビ苗

表 2 モミジガサの定植翌年の収穫量

試験区(肥料)	1株からの平均 発芽数(本)	1株当たりの収量		1a 当たり換算 収穫量(kg)
		本数	重量(g)	
鶏糞(200kg/a)区<対照>	4.7	2.8	35.3	106
鶏糞(400kg/a)区	3.7	2.3	29.4	88
油粕(400kg/a)区	2.5	0.9	9.6	29

注) 30株/m²の植栽密度として計算

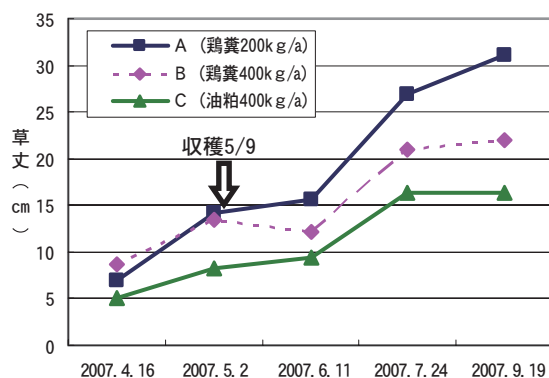


図 2 モミジガサの成長経過



写真 2 育成中のモミジガサ

[問い合わせ先: 和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場 特用林産部 TEL 0739-47-2468]

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No. 6

発 行 日 平成21年3月30日
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 企画部研究管理科地域林業室
印 刷 所 株式会社 梶 本
茨城県かすみがうら市稲吉 1-3-3
電話 029(831)4456

独立行政法人森林総合研究所の許可を受けずに本誌を転載・複製することを禁ずる。
