

公立林業試験研究機関 研究成果選集

第1号

(平成14年度)

2002

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

はじめに

森林に対する国民の要請は、木材生産機能から、水資源かん養、国土や自然環境の保全、地球温暖化の防止、レクリエーションや教育の場としての利用等の多面にわたる機能の発揮へと多様化しており、これらに応えていくには、先端的な科学技術をはじめとする幅広い試験研究・技術開発とその活用が大きな役割を果たすものと期待されます。

そのため、林野庁は、独立行政法人、都道府県等関係機関との連携のもと効果的かつ効率的に試験研究・技術開発を推進しているところです。

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。

研究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、本研究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16年3月

農林水産省林野庁研究普及課長

平 野 秀 樹

目 次

1	ハマナス等バラ属交雑種の品種登録と苗木増殖	1
	北海道立林業試験場	
2	樺細工の原材料（サクラ）をバイオで増やす	3
	秋田県森林技術センター	
3	ネマガリタケ栽培での開花枯死現象と組織培養苗の開発	5
	山形県森林研究研修センター	
4	造林樹種としてのユリノキの特性	7
	大分県林業試験場	
5	サンプスギ間伐手遅れ林分の管理指針	9
	千葉県森林研究センター	
6	防風効果を維持する保育間伐法	11
	福島県林業研究センター	
7	カラマツ人工林にはどのような植物が生育しているのか？	13
	山梨県森林総合研究所	
8	ニホンジカ個体群管理のための生息調査技術	15
	大阪府立食とみどりの総合技術センター	
9	ニホンジカ生息密度推定法の検証	17
	鹿児島県林業試験場	
10	スギ林における植栽密度によるスギカミキリ被害の違い	19
	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	
11	サビマダラオオホソカタムシによる松くい虫防除(岡山県)の可能性を調べる	21
	岡山県林業試験場	
12	アカマツ青変被害の防止技術の開発	23
	岩手県林業技術センター	
13	原木マイタケの周年栽培技術	25
	茨城県林業技術センター	
14	培地基材がハタケシメジの栽培や薬理効果に与える影響	27
	群馬県林業試験場	
15	新しい埼玉ブランドきのこの開発 - ハタケシメジ -	29
	埼玉県農林総合研究センター 森林支所	

16	エノキタケ新品種「雪ぼうし」の開発	31
	新潟県森林研究所	
17	アカマツ林の造成とマツタケの増産技術	33
	京都府林業試験場	
18	製材工場から排出される木片の布団かご工への利用技術	35
	埼玉県農林総合研究センター 森林支所	
19	スギ間伐材を利用した簡易グライド抑制工の開発	37
	富山県林業技術センター	
20	木材を活用した新たな土木資材の開発	39
	宮城県林業試験場	
21	徳島すぎ黒心材の新たな抗蟻成分と優れた抗菌性能	41
	徳島県立農林水産総合技術センター 森林林業研究所	
22	高温高圧水蒸気処理によるスギ・ヒノキ葉からの葉酢液抽出	43
	岐阜県森林科学研究所	
23	安定した品質の炭が製造できる乾留式炭化炉の開発	45
	静岡県林業技術センター	
24	大型電気炉で製造した木質炭化物の特性とその利用	47
	高知県立森林技術センター	
25	集成材用ラミナ等に対応する自動積層装置の開発	49
	北海道立林産試験場	
26	スギ構造用材の低コスト乾燥	51
	福井県総合グリーンセンター	
27	スギ・ヒバ複合積層材の開発 - 断面構成の検討 -	53
	青森県林業試験場	
28	カラマツ中目材を利用した接着重ね梁の開発	55
	長野県林業総合センター	
29	スギパネルを用いた軸組パネル挿入壁構法	57
	福岡県森林林業技術センター	
30	スギ曲がり材を用いた2ピース積層柱の開発	59
	宮崎県木材利用技術センター	
31	スギ間伐材を用いた湾曲集成材の開発	61
	宮崎県木材利用技術センター	

ハマナス等バラ属交雑種の品種登録と苗木増殖

北海道立林業試験場

八坂 通泰

研究の背景・目的

緑化樹に対するニーズが多様化する中で、今後の北海道の緑化樹産業の発展を図るためには、優良品種の確保が極めて重要です。しかし、現在、市場に流通している改良品種の多くは、本州もしくは外国で育成された品種で、“北海道ブランド”となる道内で開発された品種はごくわずかです。そこで北海道独自の新しい緑化樹を開発するため、北海道の花である“ハマナス”をはじめとするバラ属の交配により作出した交雑種について、増殖方法の確立、環境適応性の解明、品種登録のための特性調査等に取り組みました。

成 果

- 1 1991年にハマナス、シロバナハマナス、ヤエハマナス、シロバナヤエハマナス、オオタカネバラ、ヤマハマナス、ノイバラ、ルブリフォリアバラを用い、52組合せの人工交配を行い、得苗できた29組合せ(535個体)の中からハマナスと比較し、成長や花着きが良く、花に特徴があり、トゲの少ない4個体を選抜しました(表1)。
- 2 交雑種の環境ストレスに対する耐性を明らかにするため、葉を用いて耐塩性と耐乾燥性を調べました。その結果、北海道で一般的に緑化樹として用いられている樹種と比較すると、交雑種の耐塩性や耐乾燥性は高いものや中程度のものがあり、交雑種4個体の耐塩性や耐乾燥性からみた植栽適地が明らかになりました。
- 3 選抜個体を挿し木により増殖し、特性調査を行い、特性の安定性や均一性が確認されたプリティージェーン(ヤエハマナス×ノイバラ)、ノーストピア(ヤマハマナス×ノイバラ)、コンサレッド(ヤマハマナス×ルブリフォリアバラ)、北彩(ルブリフォリアバラ×ハマナス)について、平成14年12月に品種登録の出願を行いました(表1)。

成果の活用

出願品種は、ハマナスと同様に公園や道路の緑化に利用可能です。出願品種は、現在、出願公表中で、すでに道内の緑化樹生産業者と苗木の生産販売に関する許諾契約を結んだので、数年後には開発した新品种が一般に流通する予定です。

知的財産所得状況

品種登録出願公表中(出願番号第15351~15354)

表 1 . 出願品種の特徴

出願品種名 (交雑組合せ ×)	ハマナスと比較 した花の特徴	最多開花数 (個 / 日)	トゲの数 (/10cm 枝)	8 年生時 樹高(cm)	挿し木に よる増殖
プリティーシャイン (ヤエハマナス × ノイバラ)	色は淡く八重咲 で花弁に筋状の 模様あり	129	8	102	極容易
ノーストピア (ヤマハマナス × ノイバラ)	色は淡く花弁に ぼかし模様あり	4034	10	289	極容易
コンサレッド (ヤマハマナス × ルブリフォリアバラ)	色はやや濃く花 弁中心部に白い 模様あり	457	7	220	容易
北彩(きたあやか) (ルブリフォリアバラ × ハマナス)	色はやや濃く花 弁中心部に白い 模様あり	311	36	239	難
ハマナス	—	13	43	86	中



プリティーシャイン
(ヤエハマナス × ノイバラ)



ノーストピア
(ヤマハマナス × ノイバラ)



コンサレッド
(ヤマハマナス × ルブリフォリアバラ)



北彩 (きたあやか)
(ルブリフォリアバラ × ハマナス)

樺細工の原材料（サクラ）をバイオで増やす

秋田県森林技術センター

佐々木 揚

研究の背景・目的

オオヤマザクラは、ピンク色で大型の花をつけるサクラの野生種です。このサクラの樹皮は、茶筒、盆などに化粧張りする本県独自の伝統工芸である樺細工の原材料になります。この原材料の樹皮を供給するため、従来から、オオヤマザクラの挿し木や接ぎ木による増殖方法が検討されてきました。しかし、挿し木による発根が極めて困難なこと、接ぎ木苗を山地に植栽すると折損の被害が多いことなどにより、優良系統の自根苗が必要でした。このようなことから、従来の方法より確実、かつ効率的に優良形質を持つクローンの増殖が期待できる組織培養（バイオ）によるクローン増殖技術の確立を目指しました。

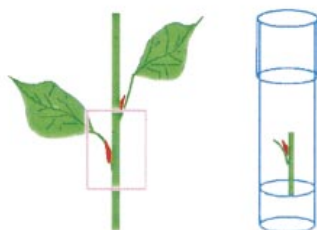
成 果

- 1 伝統工芸家が樺細工に適すると判断したものを母樹として用いました。
- 2 試験管内で効率的に増殖・発根させるための培地と植物ホルモンの条件を検討し、オオヤマザクラのシュートを短期間で大量増殖できる技術を開発しました。この結果、種子の豊凶に左右されず、計画的に苗木生産ができるようになりました。
- 3 試験管内の培養苗を野外に慣らす順化の効率化をピートモスのソイルブロック（成型した土壌）を用いて研究しました。プラグ苗（親指と人差し指でつまめるサイズの苗）とプラグ苗から育成したポット苗（プラグ苗を直径10cmのビニールポットに移植した苗）による生長を比較したところ、両者に実質的な差がなかったため、培養シュートのプラグ苗化によって育苗労力の軽減化を図ることができました。
- 4 組織培養は少ない材料からでも短期間に大量に植物体を増やせます。高木で下枝の少ない母樹から採取したわずかの枝から、培養を開始して通算5年目には採種穂園を造成することができました。
- 5 培養苗の生産コストをシミュレーション解析したところ、増殖しにくい系統による培養苗生産は、増殖しやすい系統の1.5～2倍になるという結果が得られました。増殖しやすい系統の選抜が、培養苗の生産コストを考慮した実用化には重要であることがわかりました。

成果の活用

- 1 平成12年度には、樺細工が主要産業である角館町に、これら樺細工用の優良系統バイオ苗（組織培養で母樹からクローン増殖した苗）を採穂・採種用として提供し、植栽されており、育成後の活用が期待されています。
- 2 当センター構内や県有林（琴丘町）において、交配育種が可能な採種園を設定しました。今後、次世代の優良系統作出のために活用できます。

培養開始
(1年目5月～)



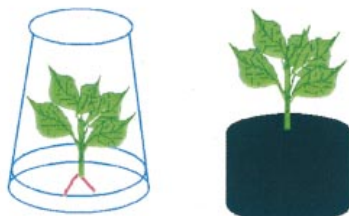
晴天が3日以上続いた5月に、日当たりのよい新梢腋芽から培養を始めると雑菌汚染が少なくなります。また、普通枝腋芽よりも萌芽枝腋芽のほうが、増殖に適しています。

シュートの増殖
(1年目12月～)



シュートの基部にカルスを少し残して培養を行うと、増殖率が向上します。

発根・プラグ苗化
(2年目4～5月)



5mmほど発根培養したシュートを吸水させたソイルブロック(商品名;ジフィー9)に挿しつけると根が折れにくくなります。

苗畑植栽
(2年目6月)



苗畑に植栽する時期は、5月下旬から遅くとも6月中旬までに行います。

図1 オオヤマザクラ培養苗生産の流れ



写真1 当センター構内に植栽したバイオ苗



写真2 県有林(琴丘町)に植栽したバイオ苗

ネマガリタケ栽培での開花枯死現象と組織培養苗の開発

山形県森林研究研修センター

中村人史・三河孝一

研究の背景・目的

東北地方ではネマガリタケ(チシマザサ)のタケノコ(若芽)が好んで食べられています(写真1)。山形県内ではタケノコの大半は月山を中心に天然採集されてきましたが、採集の困難性から20年ほど前より山取り苗での栽培に取り組んできており栽培地も増えてきました。しかし、近年は環境への配慮から苗の山取りが難しくなり、今後の栽培用の苗の確保が大きな課題となっています。また、ササ類は数十年に一度開花枯死するといわれ、とくに栽培下での開花枯死は不明な点が多くあります。そこで、これらの開花枯死の現象を調査するとともに、組織培養による苗の増殖技術を検討しました。

成 果

- 1 山取り苗を用いた山形県朝日村の栽培地(1クローン)と、そこから株分けをして植栽した山形県最上町の別の栽培地で、同時(平成12年5月)に開花現象が見られ、同じクローンは生育環境に関係なく同調して開花する可能性が示唆されました(写真2)。また、双方の個体は、それぞれ複数の稈(茎)が着き、各々の個体で毎年数本ずつ開花した稈が生じて、3年間にわたって連続の開花が確認され、やがてその開花した個体のほぼ全てが枯死しました。また、開花が始まるとタケノコではなく花梗という食用にならない花芽が地上から発生し、開花前年まで発生していた食用となるタケノコの発生が無くなりました(表1、写真3)。この栽培地においては、枯死に至るまでは毎年開花後に結実しました。研究用に厳重なネットで被覆した状態では種子を採取できました。しかし、それ以外のほとんどの種子は、昆虫や野鼠に捕食されたものとみられ、親個体の枯死後には実生個体の発生は期待できませんでした。このことは、1つのクローンからの株分けで栽培地を拡大した場合、もしも開花・枯死がおこれば、被害量が大きくなるという問題が懸念されます。
- 2 栽培用クローン苗の増殖方法を確立するため、組織培養技術の検討を行いました。培養にはタケノコにある側芽部分を用い、表面殺菌後MS寒天培地で4ヶ月程度培養する事で、伸長・展葉・発根までの分化が可能となりました(写真4)。試験管から露地への順化は、パーミキュライトと園芸用土を混合した育苗ポットに移植し、2週間以上全体をビニール被覆して過湿に保つことで容易に行うことが可能となりました(写真5)。

成果の活用

- 1 ネマガリタケの栽培地で開花現象が発生した際には、これ以降は株が枯死し、タケノコの収穫ができなくなるので改植する必要があります。
- 2 栽培地の開花枯死による被害を小さくするためには複数の系統を植栽する必要があります。
- 3 組織培養による苗の生産が可能になりました。今後はこの苗の養苗技術を確立することで計画的な栽培への取り組みが期待されます。
- 4 栽培上での開花時の管理方法と、複数のクローンをを用いることによる被害率を抑制する植栽技術は栽培者への技術指導資料として活用されています。



写真1 天然のネマガリタケ（月山麓）



写真2 開花したネマガリタケ（朝日村）

表1 ネマガリタケの開花枯死の経過

	朝 日 村			最 上 町		
	開花状況	タケノコ発生	花梗の発生	開花状況	タケノコ発生	花梗の発生
2000年 5 月	開 花	無 し	無 し	開 花	無 し	あ り
2001年 5 月	開 花	無 し	あ り	開 花	無 し	あ り
2002年 5 月	開 花	無 し	あ り	開 花	無 し	あ り
2003年 5 月	開 花	無 し	あ り	全 て 枯 死		
10月	大 半 が 枯 死					



写真3 地面から発生した花梗



写真4 発生した個体



写真5 順化後のポット苗

造林樹種としてのユリノキの特性

大分県林業試験場

高宮立身

研究の背景・目的

ユリノキ (*Liriodendron tulipifera* L.) は、明治のはじめに米国から渡来したモクレン科の落葉広葉樹で、チューリップに似た花 (写真1) を着けるのでチューリップツリー、あるいは半纏に似た大きな葉を着けるのでハンテンボクと呼ばれています。ユリノキは、成長が早く、幹は通直で高木となり、特徴のある花をつけるため、主として庭園樹や街路樹として植栽されてきました。また、材は乾燥し易く、切削、加工性が良好なため、米国では建築用材、内装材、家具材として広く利用されていますが、日本では、造林した事例は非常に少ないのが実態です。造林樹種としての適否を明らかにするため、既存林分の調査及び優良個体の選抜・増殖、植栽試験等を実施してきました。

成 果

谷間の休耕田に植栽されていた17年生ユリノキ林分は、平均樹高21m、平均胸高直径25cmに達していました (表1)。この林分の成長過程を明らかにするため、標本木を選定し樹幹解析を行いました (図1)。その結果、平均樹高成長量は1.0m/年、平均胸高直径成長量は1.8cm/年で、初期段階では1.6m/年を越す伸長成長を示すなど成長が極めて早いことが分かりました。ユリノキは肥沃で適度の水分を保持する排水の良好な場所で旺盛な成長を示しました。しかし、土壌的には適地でも風衝地では強風で倒伏や幹折れが発生することがあります。尾根筋や凸地などの土壌が浅く栄養分に乏しい場所では成長が悪くなり、時に干害のために上半枯れを起こすことがあります。凹地で地下水位が高い場所や粘性が強く排水が悪い土壌では根腐れが発生します。このようにユリノキは土地要求度が高い樹種なので、適地に造林することが大切です。さらに、シカの摂食被害を受けやすいので、その防除対策が必要です。

優良個体の選抜・増殖を行うため、県下のユリノキ造林地から幹折れが発生していない形質良好な個体 (写真2) について、5個体を一次選抜して接ぎ木を行いました。接ぎ木の成功率は66%で、接ぎ木苗は、接ぎ木の不親和性も認められず、成育は良好でした。

また、挿し木による増殖も検討しました。挿し木増殖は、成木から採集した挿し穂では発根が困難なため、実生苗 (5年生) から挿し穂を採集して試験を行いました。この結果、個体によって発根率に差が認められましたが、平均で42%、良好な発根を示す個体は全体で26%認められました (表2)。

現在、接ぎ木苗 (7年生) から挿し木用穂木を確保し、挿し木試験を実施したり、さらに接ぎ木苗を試験的に造林して成育状況を調査しています。

成果の活用

平成13年度にユリノキの施業指針を作成し、林業改良指導員や森林組合に配布しました。同年度にはユリノキが造林樹種として認められ、県の造林補助金を受けることができるようになりました。最近、蜜源樹種として養蜂家から注目され始め、植栽熱が高まっています。また、キノコ栽培にも利用可能です。今後、優良個体の選抜、増殖、現地適応化試験を続け、ユリノキの更なる特性と有用性を明らかにしていきたいと考えています。



写真1 ユリノキの花

表1 ユリノキ人工林(17年生)の平均樹高、平均胸高直径

所在地	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	成立本数 (本/ha)
日田市	21	25	800

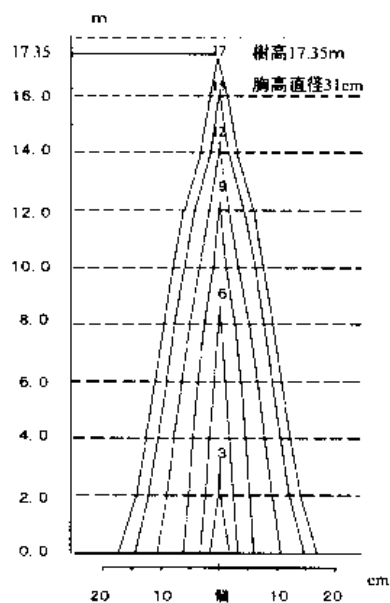


図1 ユリノキ(17年生)の樹幹断面

表2 挿し木による増殖

ユリノキ個体No.	挿穂数	発根数 本	発根率 %	内 訳			
				良	中	不良	計
1	40	15	38	6	6	3	15
2	35	1	3	0	1	0	1
3	40	5	13	4	1	0	5
4	40	25	63	14	8	3	25
5	40	18	45	13	5	0	18
6	40	22	55	14	7	1	22
7	40	20	50	14	3	3	20
9	40	28	70	14	11	3	28
10	33	13	39	13	0	0	13
計	348	147	42	92	42	13	147

実生苗(5年生)から穂木を採集
H12.4挿し付け
H12.7調査

根が1本のみで根量が少ないもの
↓
良・不良の中間
根が数本出ていて根量が多いもの



選抜した候補木
日田市大字小野 神川建彦
周囲の木々は折れ、傾いていたが、
この木だけは折れずまっすぐ伸びて
いた。



平成10年4月、ユリノキを
台木に接木を行った。成功
率は66%であった。

写真2 優良個体の選抜・増殖

サンプスギ間伐手遅れ林分の管理指針

千葉県森林研究センター

福島成樹

研究の背景・目的

サンプスギは挿し木品種であり、実生スギと違って各個体の成長差が少なく（写真1）、個体間の競争による自然間引きが発生しにくいという特徴があります。このため、間伐が遅れて立木密度が適正に管理されなかった場合には、各個体がひよろひよろのモヤシ状になり、風害・冠雪害（以下、気象害）に弱い林になってしまいます（写真2）。また、サンプスギは枝が細く下枝の枯れ上がりが早いいため、このような状態になると周囲の個体との競争により樹冠（葉の着いた部分）が小さくなって成長量が低下し、モヤシ状の状態からの回復が困難となります。このような森林を管理する場合には、気象害に対する危険性を考慮して施業方法を決定する必要があり、そのための管理指針を作成しました。

成 果

今回、作成した管理指針は、対象となるサンプスギ林が気象害を受けやすい状態であるかどうかを判定し、間伐が可能か、それとも皆伐して再造林する方が望ましいかの判断を手助けするものです。

具体的には、幹の形状を表す指数である形状比（樹高÷胸高直径）から気象害の危険性を判定します。形状比が高いということは森林がモヤシ状であり、気象害を受ける危険性が高いことを意味しています。特に、形状比が100を超える場合は非常に危険な状態であり、間伐を行ってもかえって気象害を受ける危険性が高くなるために皆伐、再造林を勧めます。一方、形状比が100以下の場合には、一部に気象害の危険はあるものの、林齢と形状比に応じた施業の選択を行います。施業の管理指針は、気象害の危険の程度である、危険、注意、通常の3区分に対応し、図1により容易に判定が可能です。それぞれの区分は、危険：皆伐して再造林することが望ましい、注意：間伐は可能であるが間伐方法に注意を要する、通常：通常の間伐が可能、となっています。

また、実際の判定では、気象害に対する危険性のほかに、主伐が可能かどうか、サンプスギで被害が拡大している幹を腐朽させるスギ非赤枯性溝腐病の被害率が70%以上かどうかという項目も勘案し、該当する場合にはスギ非赤枯性溝腐病の被害を拡大させないために皆伐、再造林が望ましいという判定を加えています（写真3）。

成果の活用

県下に約8,000 ha分布するサンプスギ林を適正に管理していくための指針として、普及の現場において有効に活用されています。



写真1 挿し木品種であるため成長がよくそろったサンプスギ林



写真2 間伐手遅れ林
間伐が遅れるとモヤシ状となり気象害に弱い林になります。

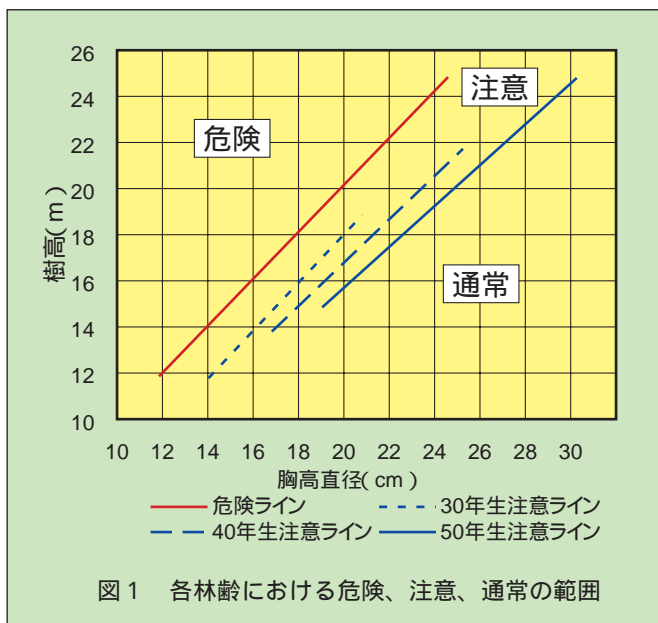


写真3 サンプスギ見本林における台風被害の状況
(千葉県森林研究センター内)
サンプスギ林は、間伐の遅れに加えて幹が腐朽するスギ非赤枯性溝腐病の被害により気象害を受けやすくなっています。

防風効果を維持する保育間伐法

福島県林業研究センター

小澤 創

研究の背景・目的

内陸防風林は強い風から農作物や家畜を保護するために造成されます。厳しい環境に耐えるように、防風林の造成時には樹木を高密度で植栽します。このため、防風林の造成後十数年が経過すると、植栽木が成長し、過密で薄暗い林内環境になり、樹木の枝の枯れ上がりが進行します。このような林分は強風や病害虫に対して極めて脆弱な状態になっています。防災機能を維持しつつ、健全な森林を形成するため、植栽木の生育環境を改善する間伐方法について、内陸防風林を対象に検討しました。

成 果

防風林は幅16m、長さ118m、平均樹高6.8mで、ヒノキとモミとゴヨウマツの混交林です(写真1)。造成時(1986年)の植栽密度は7,375本/haです。その後、立木密度は枯損や自然淘汰等で減少し、2002年現在、2,216本/haでした(写真2)。この防風林の間伐を2回行いました(表1)。間伐を行う際は「間伐後に一箇所に大きな空隙を発生させない、林縁部は間伐や枝打ちを行わない、枯損木や劣勢木を中心に間伐する」ことなどに留意しました。立木密度は1回目(2002年)の間伐後は1,761本/ha(間伐率20.5%)、2回目(2003年)の間伐後は1,364本/ha(間伐率38.5%)になりました(写真3)。

林内の相対照度と平均風速の測定は、間伐前と間伐後に行いました。間伐前の相対照度は16.5%でしたが、1回目の間伐後は21.7%、2回目の間伐後は30.5%となり、間伐率と相対照度に相関が認められました(図1)。ヒノキやスギなどでは相対照度15~20%が生長の限界点であるという知見を参考にすると、2回の間伐で相対照度が30%程度まで確保できたので防風林の構成木の生育環境は十分に改善されたと判断できました。

防風効果の変化をみると平均風速は間伐前と間伐後で、風下側のほとんどの測定点で明らかな差は無く、間伐したことによる防風機能の低下は認められませんでした(図2)。

今回行った間伐方法と間伐強度(本数率38.5%)は防風林の防風効果を損なうことなく、防風林を構成する樹木の生育環境の改善に寄与したと考えられました。

今後、調査地に隣接する防風林においても、今回と同様の手法で間伐を実施し、防風林を構成する樹木の生育環境の改善や防風効果に関わる資料を蓄積し、当該地の自然環境に適した保育間伐手法を確立させたい。

成果の活用

現在、当県では「防風林の造成」に関する指針は作成されていますが、「防風林を管理」する指針は未整備です。今回の研究結果は「内陸防風林の管理指針」を作成する際の基礎資料として活用できます。



写真 1 内陸防風林 (間伐前)

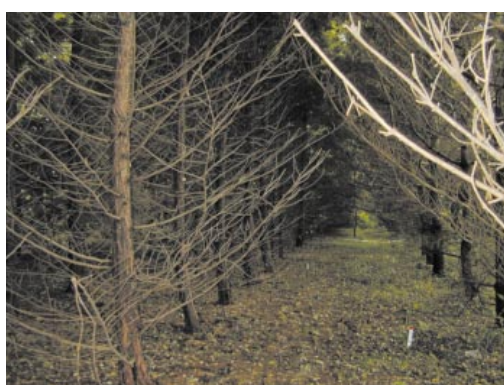


写真 2 内陸防風林の林内
(間伐前；相対照度、16.5%)

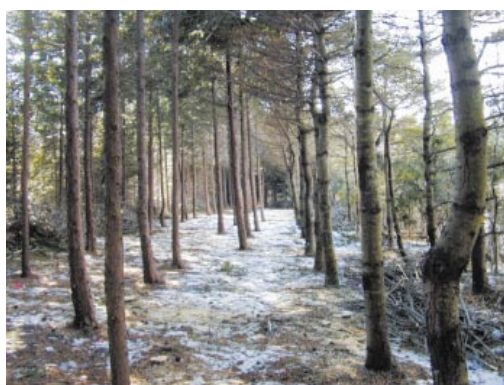


写真 3 内陸防風林の林内
(2回の間伐後；相対照度、30.5%)

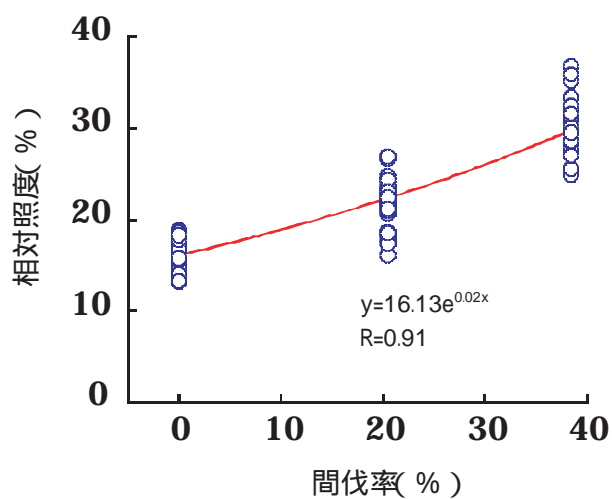


図 1 間伐率と相対照度の関係

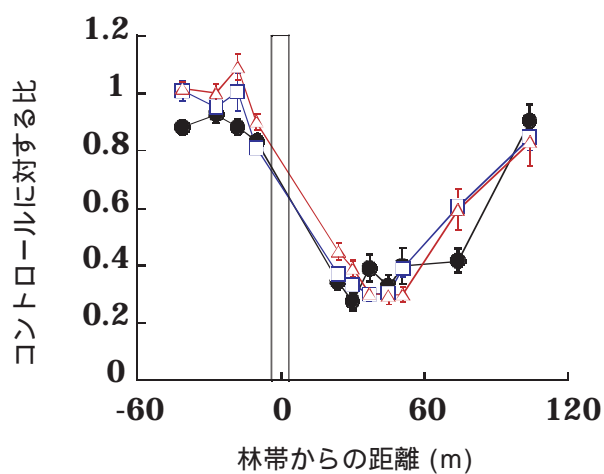


図 2 間伐前後の平均風速
；間伐前、 ；第1回間伐後 ；第2回間伐後
0mの枠は防風林の位置を示している。

表 1 防風林の立木密度と相対照度

区 分	立木本数		間伐率 本(%)	相対照度			
	本/区	本/ha		平均(%)	±	標準偏差	測定箇所数
間伐前	195	2,216		16.5	± 1.8	a	25
第1回間伐後	155	1,761	20.5	21.7	± 2.8	b	25
第2回間伐後	120	1,364	38.5	30.5	± 3.0	c	25

異なるアルファベット間は有意差があることを示している。

カラマツ人工林にはどのような植物が生育しているのか？

山梨県森林総合研究所

長池卓男・林 敦子

研究の背景・目的

日本の人工林面積は森林面積の約40% (1,040万ha) を占め、人工林率は世界平均 (5%) より著しく高くなっています。このような人工林の増大や生物多様性条約の締結などに伴い、これまで木材生産機能を重視してきた人工林の役割は変化し、人工林においても生物多様性の保全を考慮した持続可能な森林管理技術の開発が求められています。しかしながら、人工林における生物相に関する情報や、人工林管理がどのような生物にどのように影響を及ぼすのかといった、基本的な知見すら非常に乏しいのが現状です。山梨県の森林面積34万8千haに占める人工林面積率は44% (15万3千ha) で、カラマツ人工林が人工林の中では最も広い面積を占めています。そこで、カラマツ人工林に焦点を当てて生物多様性の保全に考慮した森林管理法について検討しました。

成 果

カラマツ人工林における生物多様性保全の取り組みのひとつとして、植物種の多様性について調査を行いました。通常の伐期齢に達したカラマツ壮齢人工林 (約40年生) と、ほぼ同齢で自然に更新して成立したミズナラ二次林に生育する維管束植物 (シダ植物と種子植物) を調べ、比較しました。伐採後、自然に成立した二次林と、人間が植栽して下刈り・除伐・間伐を経た人工林を比較することによって、人工林特有の管理体系が植物種に及ぼす影響を明らかにすることができます。その結果、人工林は出現した種数は有意に多いものの (図1)、出現した種の生態的特徴に関しては高木になりうる種は顕著に少なく (図2)、高木になりうる種の中でどのような種が人工林では少ないのかを調べたところ、動物によって種子を散布される種が少なかった (図3) ということがわかりました。これは、壮齢のカラマツ人工林では、種子散布を通じた植物 - 動物間の相互作用系が損なわれていることを示唆しています。

さらに、約60年生のカラマツ高齢人工林 (写真1) を約40年生の人工林と比較すると、植栽樹木の密度の減少や林冠内の疎開、また、最後の間伐からの年数が長いことが他樹種の侵入・定着を活発化し、出現する植物種は多様になっていました。さらに、林内で自然に更新してきたミヤマザクラやミズキが結実しており、それらの果実をついばみに来た鳥類が排出した種子が落下していました (図4)。これは、カラマツ人工林における長伐期化が、天然更新した鳥散布型植物の結実と鳥類の誘因を通じて、植物 - 動物間の相互作用系を回復させることを示しています。

成果の活用

本研究の成果は、次期の県有林経営計画策定におけるカラマツ人工林の今後の生態的な管理についての科学的なバックグラウンドを提供しています。また、県有林が国際的な森林認証を取得する際の審査においても有効な資料として活用され、このような試験研究が今後ますます重要であるとの評価を受けました。

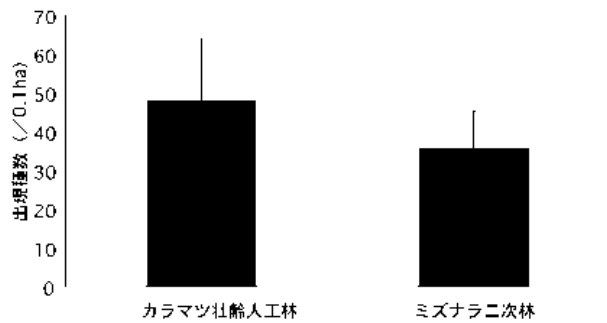


図1 カラマツ人工林とミズナラ二次林の出現種数の比較

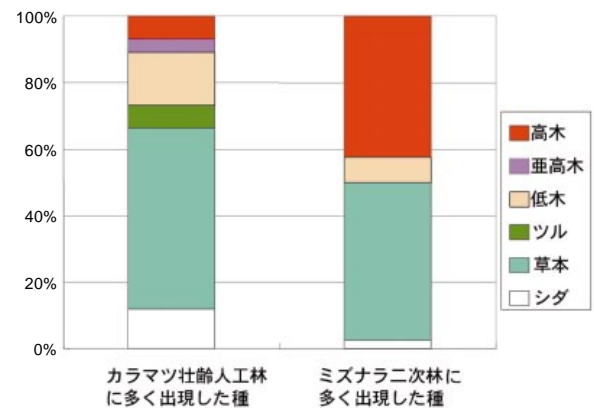


図2 カラマツ人工林とミズナラ二次林に出現した種の特徴

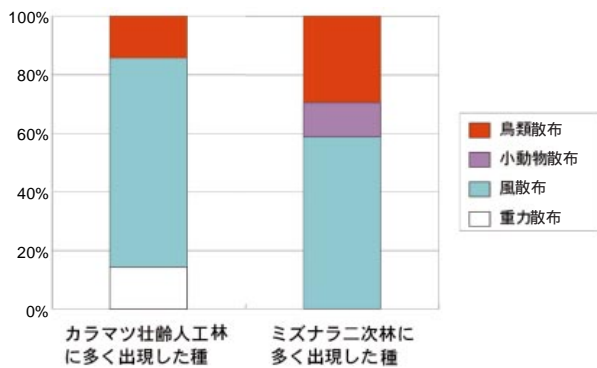


図3 高木になる種の種子散布型

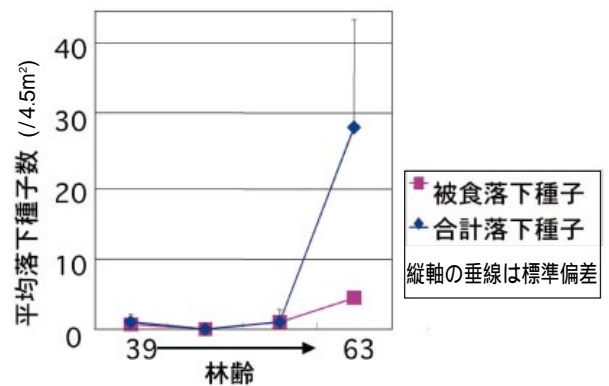


図4 林齢とミヤマザクラの種子落下数の関係



写真1 約60年生のカラマツ人工林

ニホンジカ個体群管理のための生息調査技術

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・目的

ニホンジカ（以下、シカ）による被害を軽減するとともに、有用な動物資源として保全を図るためには個体群動態の調査方法を確立することが必要です。そこで、大阪府の土地利用形態や気候条件等に適した、斃死個体の解析や糞粒法等によるシカ生息調査技術を確立しました。

成 果

能勢町の斃死シカ回収記録を解析しました。交通事故によるシカ斃死頭数は、平成5年度から8年度の間に急増し、その後は増減の波を示しながら横ばい状態でした（図1）。平成12年の斃死個体数の突出は、この年に町内で鉄塔工事が広範囲で行われたことと関係すると思われます。平成5年度頃からの増加傾向は、農林業被害の拡大時期と一致しました。月別では、オスは秋期に、メスは冬期に多く斃死する傾向がみられました（図2）。防除網によるオスの斃死頭数は平成5年度に急増した後、平成10年度以降減少傾向を示しました（図3）。これは高い捕獲圧によるオスの減少や低年齢化等に関係があると考えられます。月別では、9、10月に集中しました（図4）。これはオスの角の骨化とイネの登熟の時期が重なることによると考えられます。これらの解析を通して、シカ個体群の量的・質的变化に伴い、人との軋轢も変化することを明らかにすることができました。

シカ密度推定法の一つである糞粒法の改善のため、林内に月ごとに糞粒を設置し、その消失を調査しました。糞虫の一種、オオセンチコガネ（以下、オオセンチ）が生息する地域（能勢町）では、高温期には糞粒は急速に消失しました（図5）。この結果、大阪での糞粒調査は冬季に実施するのが適切であることが明らかになりました。さらに、シカの分布の履歴とオオセンチの分布の関係を調査した結果、シカのいない地域では、シカの糞を餌にしたトラップにオオセンチがかかりませんでした（図6）。よって、オオセンチの捕獲の有無をシカ生息可能性の指標として利用できるでしょう。

成果の活用

平成14年度より大阪府シカ保護管理計画が施行され、シカ保護管理検討委員会が発足しました。この管理計画に基づき、大阪府はシカの調査を行い、検討委員会に報告することになっています。

本試験で得られた知見は、この調査及び管理計画策定に反映されています。

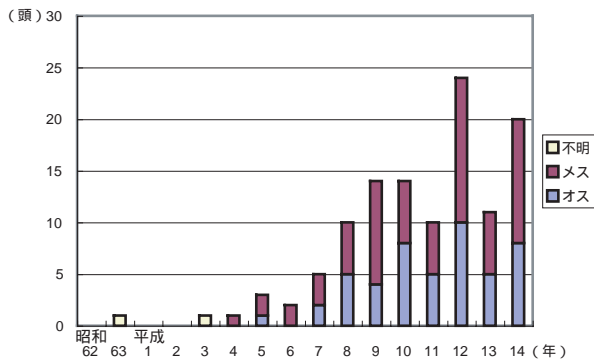


図1 年度ごとの交通事故によるシカ斃死頭数
(大阪府能勢町)

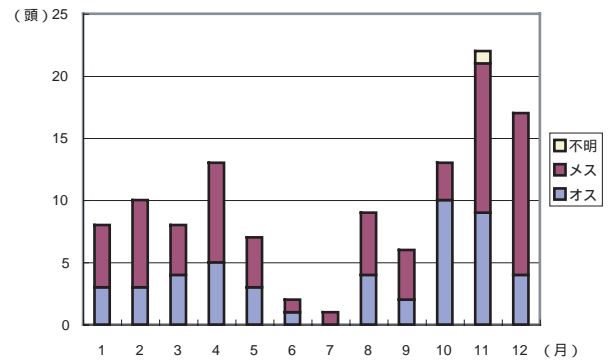


図2 月別の交通事故によるシカ斃死頭数
(大阪府能勢町)

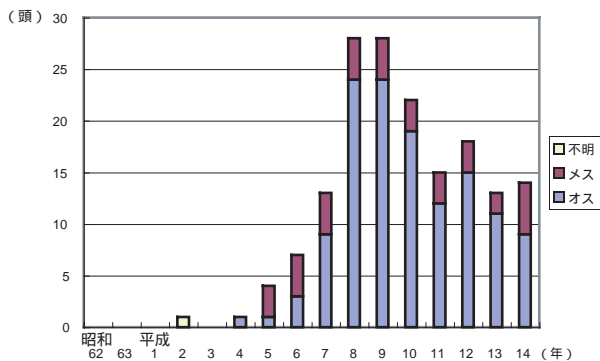


図3 年度ごとの防除網によるシカ斃死頭数
(大阪府能勢町)

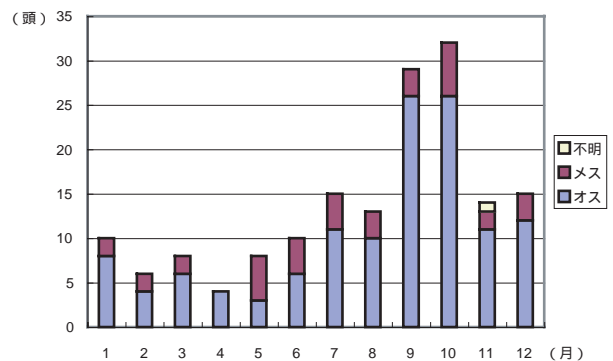


図4 月別の防除網によるシカ斃死頭数
(大阪府能勢町)

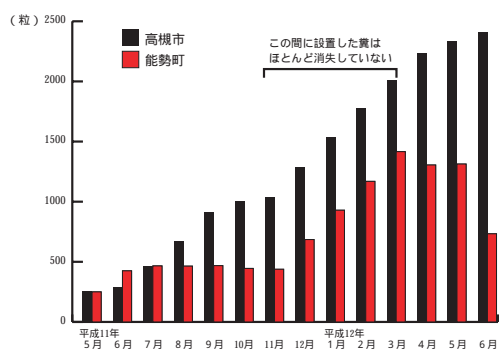


図5 高槻市および能勢町における積算糞粒数
(毎月500粒設置)

オオセンチコガネが捕獲できなかった。
多くのオオセンチコガネが捕獲できた。

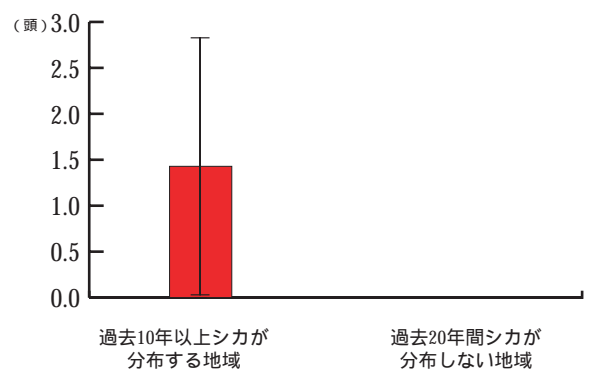


図6 針葉樹林において糞虫トラップにかかったオオセンチコガネの頭数 (縦軸の垂線は標準偏差)

ニホンジカ生息密度推定法の検証

鹿児島県林業試験場

住吉博和

鹿児島大学農学部

清久幸恵・平田令子

研究の背景・目的

ニホンジカによる被害が全国的に社会問題化し、各県で特定鳥獣保護管理計画の策定とこれに基づくシカ個体群の生息数管理が実施されています。九州ではシカ個体群管理における生息密度推定法として、フィールドに残されたシカの糞粒数から生息密度を算出する方法を採用しています。本研究では、適正なシカの保護管理に活用することを目的に、これまで有効と考えられている3種の糞粒による生息密度推定法の精度及び実用性を野外試験で検証しました。

成 果

鹿児島県北西部に位置する阿久根大島(写真1)はシカの生息数が把握され、かつ生息域が海によって隔離されていることから、正確なシカ生息密度を算出することができる貴重な島です。島の面積は約28 ha、うちシカの活動域は18.29 haであり、2002年3月時点で110頭のシカが生息し、シカ活動域の生息密度は601頭/km²となります。

この島を試験地とし、糞粒調査点を島内に80mメッシュに区切った交点に設定しました。密度推定は、調査点の累積糞粒数に一定の係数を乗じて算出する森下法(1979 森下)、累積糞粒数から毎月の糞粒消失率をパソコンで繰り返し計算して求めるFUNRYUプログラム法(2000 岩本ら)及びはじめに調査枠内の全ての糞粒を除去し、数週間後に新たに添加された糞粒数をTaylor・Williams(1956)の式で算出する添加糞粒法の3種による推定値を比較検討しました。

森下法は実際の密度に対して過小な評価となりましたが、FUNRYUプログラム法及び添加糞粒法では実際の密度に近い推定値を示しました(図1)。また、調査点数と推定生息密度の関係(図2)から、FUNRYUプログラム法が少ない調査点数で高い精度が期待できると考えられました。

現場での調査作業は、プログラム法は1回の計数調査のみでよいのに対し、添加糞粒法は調査枠の糞粒を除去する作業、調査点を次回調査で再度探し出すためのマーキング作業及び糞粒添加期間の糞粒消失率調査が必要となります。膨大な数の調査点を計数する実際の調査では、作業の効率化や調査コストの低減が求められるため、FUNRYUプログラム法による調査の実用性が高いといえます。

成果の活用

シカ生息密度は、FUNRYUプログラムを用いて高い精度で推定できることが本試験で検証されました。本試験成果は特定鳥獣保護管理計画における最も重要な推定生息数の基礎データを支えるものです。現在、九州のすべての特定鳥獣保護管理計画実施県はFUNRYUプログラムによる推定生息密度値から推定生息数を算出しています。



写真 1 阿久根大島

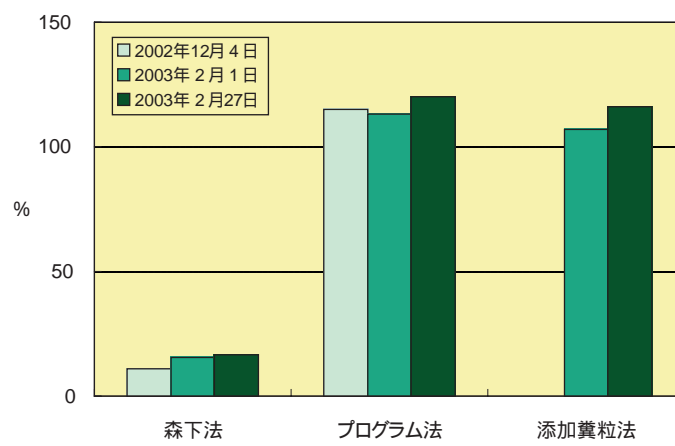
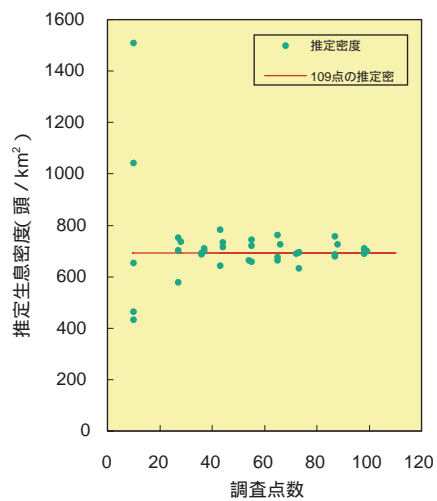
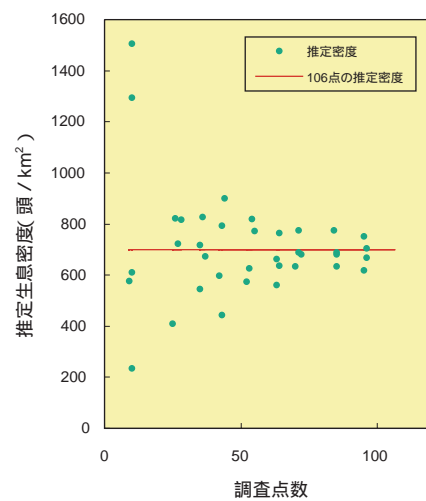


図 1 推定法別の実際密度に対する割合



FUNRYU プログラム法



添加糞粒法

図 2 調査点数と推定生息密度

スギ林における植栽密度によるスギカミキリ被害の違い

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

吉野 豊

研究の背景・目的

スギカミキリは幼虫がスギの幹に穿入し、材質を著しく劣化させる害虫です。被害を防ぐ方法としては、幹の表面の樹皮を薄く剝いで産卵場所をなくしたり、成虫が暗い場所に潜む性質を利用して幹の周囲に薬剤をしみこませた布などを巻き付け、そこに集まる成虫を殺すなどの方法が有効であることがわかっています。しかし、このような方法は多くの労力・経費を必要とすることが難点です。スギカミキリ被害は林齢10～15年生頃のスギの幹の肥大成長が旺盛な時期に急増し、肥大成長の低下に伴って急激に減少し、肥大成長と密接な関係があることがわかっています。そこで、省力的な防除法として苗木の植栽密度を高め肥大成長を抑制することにより被害をどの程度軽減できるかを検討しました。

成 果

林齢20年生のスギ植栽試験地の3段階の植栽密度区(1,700、3,200、7,300本/ha)でスギカミキリ被害の調査を行いました。各植栽密度区の林分状況を調べ、標準木(各植栽密度区3本ずつ)を選んで胸高部の年輪幅等で肥大成長の経過を調査しました。さらに、スギの幹内に形成された食害痕から被害の発生年齢を明らかにしました。各植栽密度区とも肥大成長は林齢7年生以降に旺盛となり、年輪幅は林齢9～10年生で最大値を示し、その後漸減しました。蛹室の形成は林齢7年生から始まり、12～13年生時に最大値を示し、その後急激に減少しました。肥大成長は高密度植栽区ほど小さく、被害は肥大成長に連動し、肥大成長量の緩慢な植栽密度区ほど減少する傾向が認められました。この結果から、高密度植栽により幼齢期の肥大成長を抑制することが、スギカミキリ被害の軽減に有効であることがわかりました。このことは、高密度植栽の習慣がある吉野林業地帯や京都の北山林業地帯でスギカミキリ被害が少ないことから肯定されます。

しかし、高密度植栽の弊害として、高密度区ほど幹が細長くなって雪による幹の折損被害が多発する傾向がみられました。したがって、雪害が予想される地域では、複層林における下木植栽のように初期の肥大成長を抑制する方法を導入するのが無難と思われます。

成果の活用

スギカミキリ被害は肥大成長が旺盛な林齢10～20年生時に多く発生するので、この時期の肥大成長を抑制することが被害の防除に結びつきます。高密度植栽によりスギカミキリ被害を軽減できることがわかったことから、スギ林の密度管理によるスギカミキリ被害予防技術が開発でき、さらに複層林化、強度の枝打ち作業などを適宜組み合わせた省力的な予防法につながることを期待されます。

表 1 植栽密度区の樹高、胸高直径および樹幹形状比

植栽密度区	樹高(m)	胸高直径(cm)	形状比
低密度区	15.3±0.4 a	22.1±2.7 a	69±7 a
中密度区	13.7±0.2 b	17.1±3.9 b	80±8 b
高密度区	13.0±0.5 c	13.7±3.7	95±5 c

注) 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。

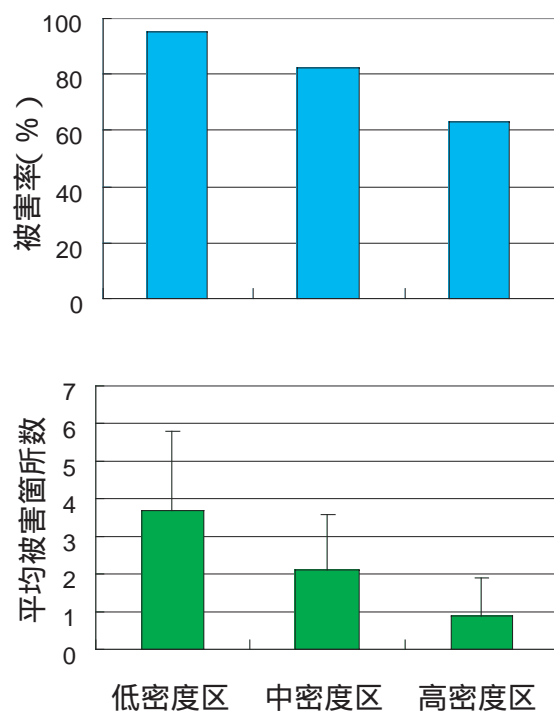


図 1 各植栽密度区のスギカミキリ被害率および被害木の平均被害箇所数

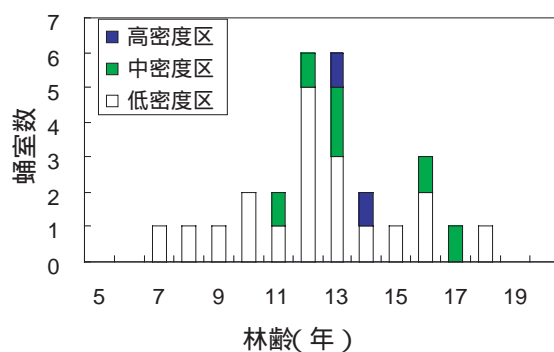


図 2 各植栽密度区の標準木におけるスギカミキリ蛹室形成数

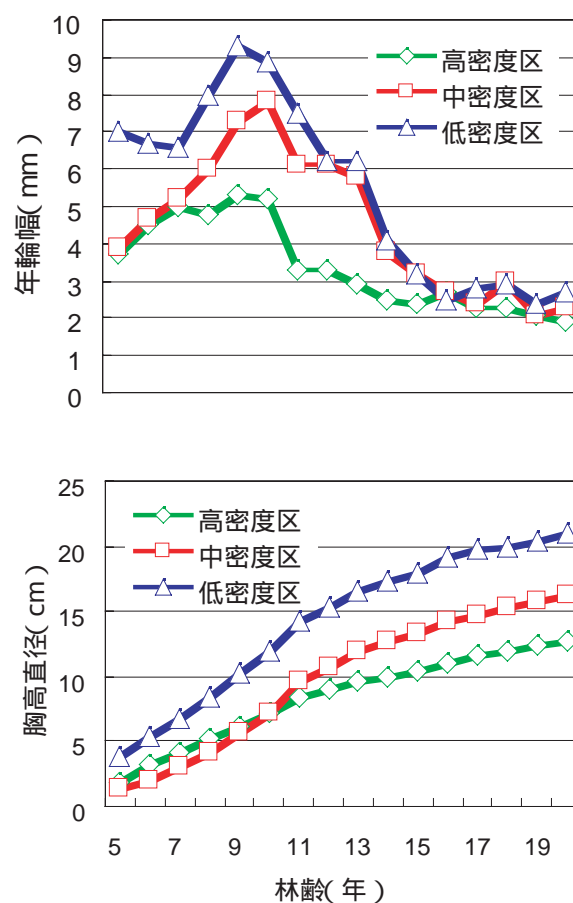


図 3 各植栽密度区の標準木における平均胸高直径の成長経過と平均年輪幅の推移

サビマダラオオホソカタムシによる 松くい虫防除(岡山県)の可能性を探る

岡山県林業試験場

石井 哲

研究の背景・目的

松林は、建築用材や備前焼用割木等の生産の場であるとともに、マツタケ、アマタケ等の特用林産物の生産や白砂青松等の美しい景観形成など、様々な価値をもっている重要な森林です。

しかし、松くい虫の被害により松林は大きく減少し、その防除対策が進められています。現在、松くい虫防除は薬剤散布を中心に行われていますが、環境への配慮から新たな防除技術の開発が求められています。近年、マツノマダラカミキリ(以下、カミキリ)の天敵であるサビマダラオオホソカタムシ(写真1~3、以下、ホソカタムシ)を利用した防除技術の開発が研究されており、本県でも松くい虫防除への可能性を探るべく、県内での生態と活用について総合的な研究を行いました。

成 果

- 1 本県でも野外網室内の放飼試験におけるホソカタムシのカミキリへの寄生率は70~90%台と高く(図1)、4段に横積みされた丸太(径5~16cm、長さ1m)上でも成虫は、上・下段及び上・下面の区別なく寄生することがわかりました。また、放飼頭数も16頭で効果があることが明らかになりました。
*寄生率=ホソカタムシ寄生/(カミキリ生存+カミキリ脱出+ホソカタムシ寄生)
- 2 水平方向への移動距離は3m未満で、丸太上以外での移動分散は活発ではありませんでした。
- 3 常温下の室内飼育試験で、次のことが明らかになりました。
(1) 本県においても成虫の寿命は、通常1~2年、長命の個体で3~4年ということがわかりました。
(2) 本県での4月上旬における発育所要日数は、産卵から寄生(寄主の死亡)までが約25日、羽化までが約70日、7月上旬では産卵から寄生までが約10日、羽化までが約35日(図2)でした。
(3) カミキリの発消長とホソカタムシの発育との関係から、本県では5月中旬までに放飼する必要があると推察されました。
- 4 成虫の産卵習性を利用し、卵の損傷の少ないラップ巻産卵材を考案しました(写真2)。
- 5 寄生後の幼虫飼育用人工飼料として、従来の事例を参考に簡易で安価なものを考案しました(表1)。
- 6 室内試験の結果、ホソカタムシはカミキリの在来天敵であるオオコクヌストに寄生しないことがわかり、放飼の際にオオコクヌストへ影響を及ぼすことは、ほぼないと推察されました。
- 7 県下6市8町での生息が確認され、広く生息する土着の昆虫であることが明らかになりました。

成果の活用

環境への配慮から民家周辺や水源地周辺の被害松林では薬剤散布が困難で、新たな感染源となっています。また、被害木の伐倒や薬剤による駆除は、危険かつ経費のかかる作業で、駆除量も限られています。ホソカタムシは、これらの問題に対処できる天敵です。また、天敵昆虫は、農薬取締法の改正により新たに特定農薬として指定されましたが、本県ではその条件(使用場所と同一の都道府県内で採取されたもの)にも適合しており、今後、現地での実用化を図っていききたいと思います。

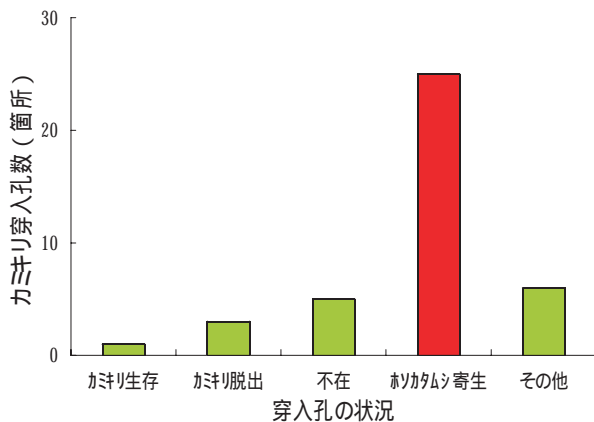


図1 強制産卵材を用いた網室内放飼試験結果

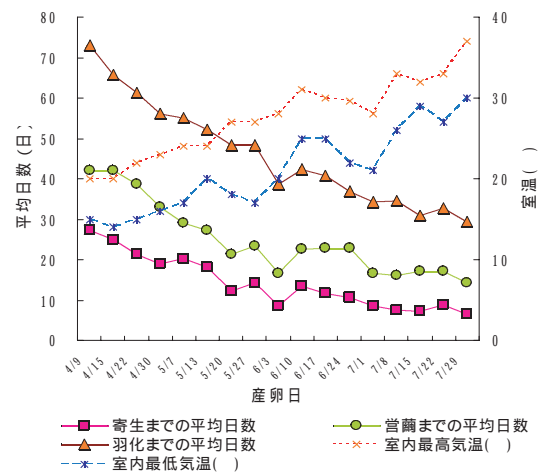


図2 産卵日から各発育段階までの日数(2002年)



写真1 サビマダラオオホソカタムシ成虫
(目盛り1mm)



写真2 木材とラップの間に産卵されたサビマダラオオホソカタムシ卵
(左上は産卵管を木材とラップの間に挿入し、産卵するサビマダラオオホソカタムシ成虫)



写真3 マツノマダラカミキリ幼虫に寄生したサビマダラオオホソカタムシ幼虫

表1 幼虫飼育用人工飼料組成

材 料	量
大豆油	0.7 g
養蚕粉末	6.0 g
乾燥酵母	6.0 g
ソルビン酸	0.07 g
プロピオン酸	0.14 g
サッカロース	6.0 g
クエン酸	0.14 g
水道水	50 cc

注：小倉（2000）を参考

上記各材料をミキサーに入れ15分攪拌
(粉碎具合により時間は適宜調整)
攪拌終了後は別容器に入れ冷蔵

アカマツ青変被害の防止技術の開発

岩手県林業技術センター

谷内博規

研究の背景・目的

岩手県はアカマツの蓄積量では1位、素材生産量では2位を占めており、日本でも屈指のアカマツ材供給地となっています。しかし、アカマツは春季、夏季に伐採すると、複数の菌類により青変被害が発生するため通年出荷が難しく、そのため、他の素材に取って代われ、アカマツの素材生産量は減少しています。今まで青変被害の防止のために水中貯木、散水、薬剤処理など様々な試みがされてきましたが、青変被害の発生メカニズムが把握されていないために、効果的な青変防止技術の確立には至っていませんでした。今回、アカマツ青変被害が多発する時期に、防カビ剤と防虫剤を併用して試験を行い、被害を防止することができたので報告します。

成 果

アカマツ材の青変被害(写真1)は複数の変色菌類(写真2)によって引き起こされますが、それら変色菌の侵入経路は、キクイムシ(写真3)などの昆虫による間接的な伝搬と風や雨による菌の直接的な伝搬(材面への付着)に分けられます。しかし、菌の伝搬と青変被害の拡大の関係についての詳細な研究が行われていないため、効果的な防止法が開発されていないのが現状でした。

そこで、2002年5月下旬から9月上旬にかけて、次の試験を行いました。まず、アカマツ青変被害が発生しやすい春季～夏季に、菌と木材が最初に接触する場と考えられる伐採直後の林内で、皮付き丸太の状態のアカマツに、無処理、防カビ処理、防虫処理、防虫・防カビ処理の各処理を施しました。次に、所定期間経過後、丸太を処理区ごとに3本ずつ任意に抜き取り、丁寧に剥皮し、穿孔している虫の種類と数、食痕数、青変箇所数を測定しました。

その結果、防カビ剤処理により木口面の青変被害を防ぐことができたことがわかりました。このことから木口面の変色被害は菌の直接付着が主な要因と考えられました。材表面では、樹皮下のキクイムシ類の穿孔に伴う青変の拡大(写真4、5)が観察され、防虫剤と防カビ剤を併用した処理により青変被害を防止することができました(表1)。また、この試験を通して昆虫による菌の間接付着が青変被害の発生要因として圧倒的に大きいことが明らかになりました。

成果の活用

今後は、更に実用化試験を重ね、青変特性の解明、薬剤の使用方法的改善等により、現場に即したアカマツ青変防止システムの開発、通年出荷体制の構築を進めていく予定です。

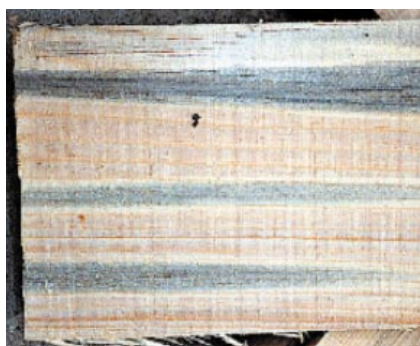


写真1 青変被害の様子

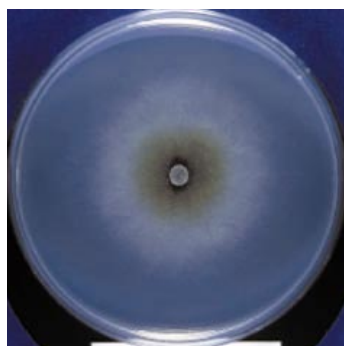


写真2 青変菌
(*Leptographium wingfieldii*)



マツノキクイムシ



ムツバキクイムシ

写真3 捕獲されたキクイムシ



写真4 伐採41日後の無処理丸太の表面

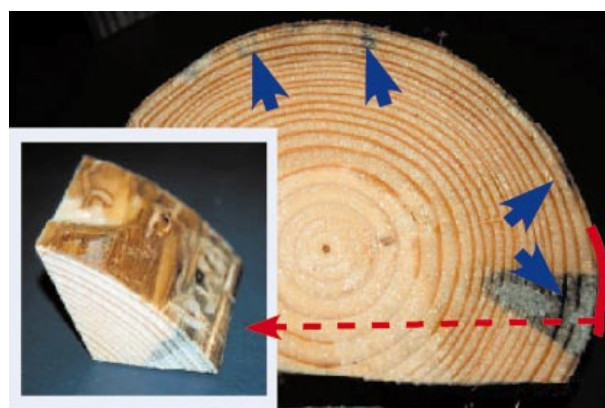


写真5 伐採41日後の無処理丸太の断面

表1 青変防止試験の結果
(伐採から41日後の丸太 1 m 当たりの虫捕獲頭数、食痕数、青変箇所数)

処 理 区	キクイムシ 捕獲頭数	キクイムシ 食痕数 [*])	青変箇所数 [*])
無 処 理	33.7	28.3	21.3
防カビ処理	55.3	30.0	20.6
防 虫 処 理	0.0	0.3	0.7
防カビ、防虫処理	1.3	0.6	0.0

^{*}): 食痕数、青変箇所数の計測については30箇所を最大とした。

原木マイタケの周年栽培技術

茨城県林業技術センター

倉持眞寿美

研究の背景・目的

原木栽培のマイタケは、菌床で栽培されたものに比べて菌ごたえや香り、味など食味が格段に優れ、市場・消費者からの評価を受け、高値で取り引きされています。市場性が高いことから、茨城県では、マイタケの原木栽培に取り組む人が増えてきました。

しかし、原木栽培は、山林など自然環境下で行われるため、秋の一時期に発生が集中し、供給時期が限定される欠点があります。発生時期をコントロールしたいという生産者からの要望に答えて、年間を通して原木マイタケを供給できる栽培技術の開発に取り組みました。

成 果

自然栽培の場合、楢木を林地などに6～7月頃埋め込んで秋季に収穫します。本研究では埋め込み時期や発生時期のコントロール（管理方法、発生操作）について検討するために、原木シイタケ栽培用の施設を利用し、栽培試験中の移動が容易に行えるよう、楢木はプランターに埋め込みました。

その結果、秋季以外にマイタケを発生させる場合の楢木の埋め込み時期については、9～11月が適当であることを明らかにしました。また、発生時期のコントロールについては、プランターを温室（冬季加温・温度20～30℃）、無加温温室（温度-3～28℃、夏季はクーラー使用）に置き、目的の発生時期に合わせて発生操作（マイタケの発生に適した温度16℃、湿度90%の発生舎に移動）を実施することにより、ほぼ年間を通じてマイタケの発生が認められました。12～6月の発生には、埋め込み後の加温培養が必要ですが、7～8月の発生には、加温は必要なく、発生操作だけでマイタケが発生することがわかりました（図1、2）。

発生状況は、11月下旬～3月の晩秋から早春においては、試験に用いたプランター数に対し、マイタケが発生したプランター数の割合は低く、約8%でしたが、4～6月の春季では約48%、7～9月中旬の夏季では約65%となり、春季以降の発生は容易であることがわかりました。収穫したマイタケは、いつの時期でも1株100g～1kg位で品質も良く、販売に適したものとなりました（写真1、2）。これらの結果を原木マイタケ栽培カレンダーに整理しました（図3）。この方法と自然栽培とを組み合わせることにより、一年を通したマイタケの収穫が可能となりました。

成果の活用

開発した技術を普及するため、簡易なマニュアルとして取りまとめ、「原木マイタケの周年栽培」という印刷物を作成しました。現在、原木マイタケに取り組んでいる農林家に配布し、また、栽培に関する相談の際にこの技術を紹介し、説明することによって、技術が早期に生産現場に定着するよう努めています。

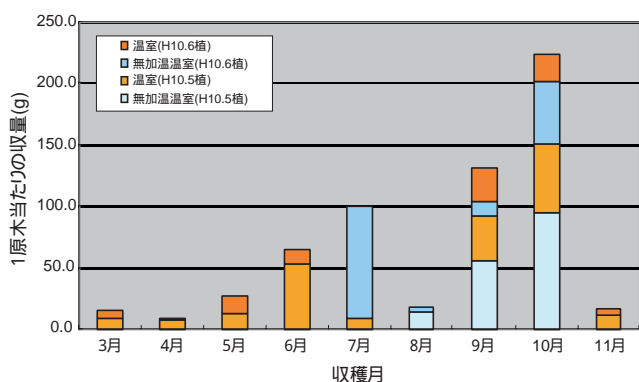


図1 管理場所別・春季からの発生操作による収穫月と1原木当たりの収量（H11年度）



写真1 5月に発生したマイタケ

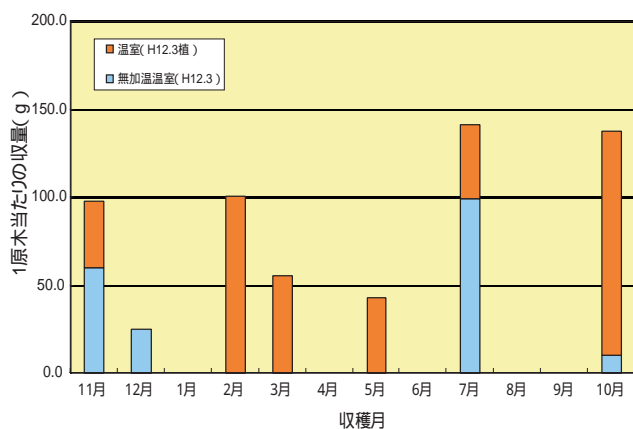


図2 管理場所別・冬季からの発生操作による収穫月と1原木当たりの収量（H13年度）



写真2 2月に発生したマイタケ

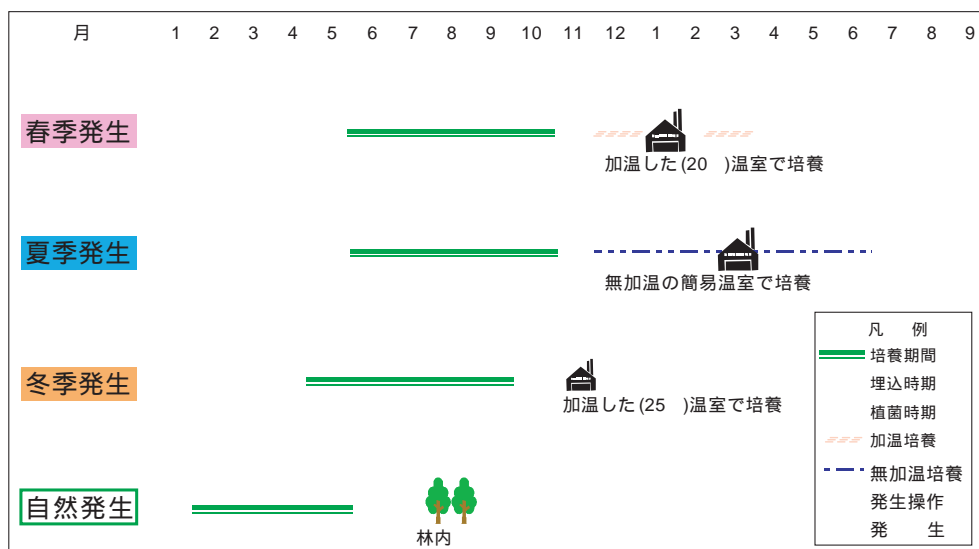


図3 原木マイタケ栽培のカレンダー

培地基材がハタケシメジの栽培や薬理効果に与える影響

群馬県林業試験場 松本哲夫
高崎健康福祉大学 江口文陽

研究の背景・目的

群馬県林業試験場で開発した2品種のハタケシメジ、「群馬GLD - 17号」及び「群馬GLD - 21号」が、平成14年に新品種として登録されました。現在、県内の生産者が栽培に取り組んでいますが、培地基材の検討及び薬理効果特性に関する研究はほとんど行われていません。ハタケシメジについては、高血圧や高脂血症、アレルギー性疾患などの生活習慣病の予防に有効であることが予見されています。これらの効能を最大限に引き出し効率的に栽培する方法について、当試験場では高崎健康福祉大学と共同で研究を進めています。

成 果

培地基材がハタケシメジの栽培や薬理効果にどのような影響を与えるかについて調査しました。

- 1 栽培試験：ハタケシメジ「群馬GLD - 17号」及び「群馬GLD - 21号」の2品種について、広葉樹バーク堆肥（以下バーク）、1年間野外堆積したマイタケ廃菌床（以下完熟廃床）及び6ヶ月間野外堆積したマイタケ廃菌床（以下未熟廃床）を培地基材に用いて栽培し、菌糸まん延日数、栽培日数、子実体収量、子実体発生数について調査しました。3種類の培地基材の中で、菌糸まん延が最も早かったものは2品種ともにバークによる栽培でしたが、子実体収量及び子実体発生数については、未熟及び完熟廃床を用いた栽培において良好な結果が得られました（表1）。
- 2 薬理効果試験：栽培試験で得られた子実体の熱水抽出物を使用しました。まず培養細胞を用いて、アレルギーの発症に関与するケモカイン遺伝子の発現を抑制する作用について調査しました。次に、先天性の高血圧疾患のモデルマウスを用いて、血圧降下作用、中性脂肪及び腎機能の改善効果について前臨床試験を行いました。培養細胞を用いた試験の結果、2品種ともバーク及び未熟廃床で栽培したハタケシメジで数値の低下が認められ、ケモカイン遺伝子の発現抑制に効果があると考えられました（図1）。マウスを用いた前臨床試験の結果、血圧及び中性脂肪について、2品種とも3種類の培地基材で栽培したハタケシメジを与えられたマウスにおいて、数値が低下しており有効性が認められました（図2、3）。しかし、腎機能値に係る尿素窒素量については、完熟廃床で栽培したハタケシメジを与えられたマウスでは数値の減少がほとんど認められず、腎機能に対する改善効果は低いと思われました（図4）。

成果の活用

本研究からハタケシメジの機能性は、栽培条件に依存することが示唆されたため、医療科学的試験研究に基づいた生産手法の確立が、機能性食品素材としてのきのこには不可欠であると考えられました。今後は、医療機関や民間企業との共同研究も視野に入れ、より薬理効果を高める栽培方法の確立や健康食品の開発なども検討していく予定です。

表 1 培地基材とまん延日数、栽培日数、収量及び発生数の関係

菌株	試験区	まん延日数(日)	栽培日数(日)	収 量(g)	発生数(本)
GLD - 17	パーク	35 ± 5.6	93 ± 2.9	134.7 ± 20.6	16 ± 3.9
	完熟廃床	39 ± 3.3	92 ± 3.1	170.4 ± 21.6	16 ± 5.2
	未熟廃床	46 ± 6.7	99 ± 3.8	177.4 ± 31.7	21 ± 7.0
GLD - 2	パーク	37 ± 2.8	97 ± 2.9	125.2 ± 17.4	9 ± 3.7
	完熟廃床	44 ± 3.0	94 ± 5.1	165.4 ± 31.1	12 ± 5.5
	未熟廃床	58 ± 5.6	104 ± 3.4	141.8 ± 21.1	15 ± 5.8

数値は平均値 ± 標準偏差

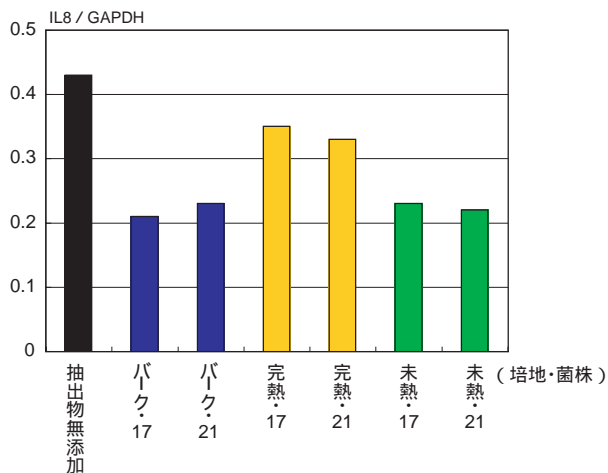


図 1 ケモカイン遺伝子発現抑制作用

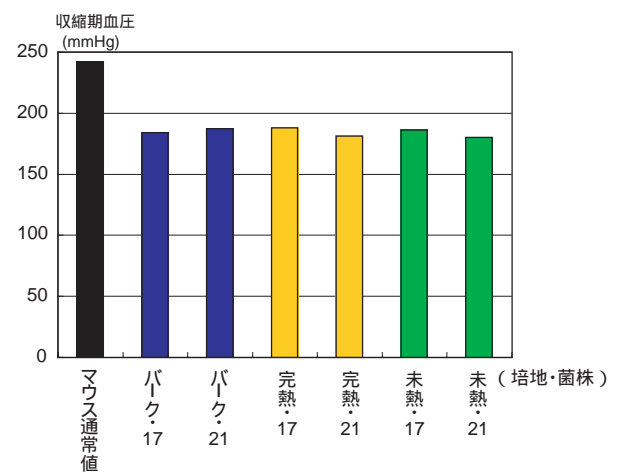


図 2 血圧降下に対する培地基材依存性

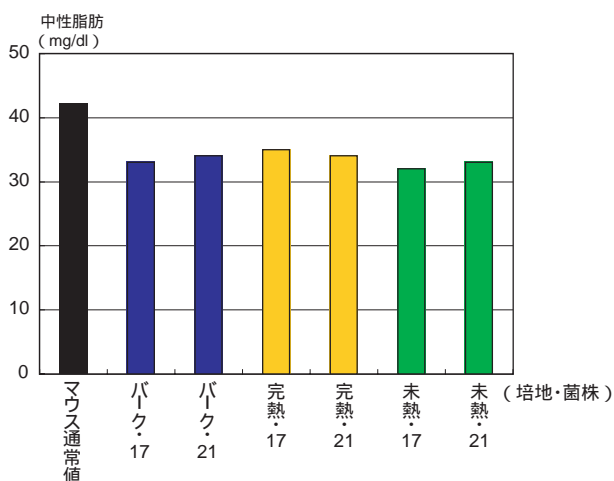


図 3 中性脂肪の低下に対する培地基材依存性

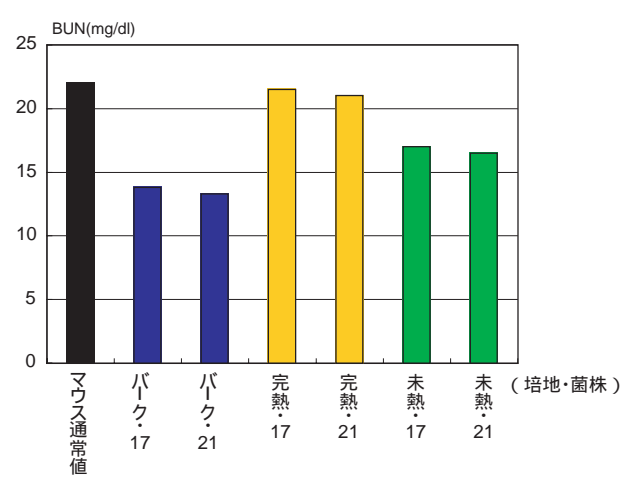


図 4 尿素窒素量の減少に対する培地基材依存性

新しい埼玉ブランドきのこの開発 ハタケシメジ

埼玉県農林総合研究センター森林支所

原口雅人

研究の背景・目的

既存のメジャーきのこ類では、大企業による大量生産化が進み、生産者価格が低下したままとなっており、中・小規模である本県のきのこ生産者からは新しい栽培きのこの種が望まれています。このような状況で、食感や食味に優れ調理用途の広いハタケシメジは有望な新きのこ種として注目されています。しかし、ハタケシメジの菌床栽培は、覆土といった特殊な工程が必要で既存栽培業者の特許に抵触する(図1上)、環境管理など栽培条件が比較的難しい、機械化しやすいビン栽培では子実体が小ぶりでブナシメジとの差別化が難しい、樹皮堆肥など腐植性の培地基材を用い割高であるなどが原因で生産量が伸び悩んでいます。そこで、これらの欠点を回避できる本県オリジナル品種及び栽培法を開発しました。

成 果

覆土処理の効果を確認するため、保存している系統で覆土処理の有無の2通りのビン栽培を行いました(図1)。結果は、覆土をすることで、全体の46%の系統が無処理に比べ収量が多くなりました(図2)。また、栽培品種として必要な収量が100g以上の系統の割合も高く、覆土は多くの系統で有効な技術と言えます。一方、覆土を行っても収量が同等かそれ以下の系統が同数あり、収量が100gを超えるものもありました。そこで、野生から採集したハタケシメジ133系統のうち安定して保存できている45系統を覆土せずにビン栽培し(図1下)、収量73g以上、栽培期間78日未満、傘型が丸山型という比較的緩い条件で一次選抜を行い、基準の収量及び栽培期間で傘型が丸山型の6系統(全体の13%)が残りました(図3)。これらについて、覆土を要しないほか、既存栽培施設における栽培のしやすさを加味するため、生産者のマイタケ菌床栽培施設で再度比較栽培を行いました。その結果、収量・栽培期間が既存のハタケシメジ品種と同等で、子実体が市販のブナシメジより大ぶりで、色が淡く、柄がトックリ型の県内産系統SLD99を最終的に選抜しました(図4)。さらに、SLD99について、子実体の発生・生育時の最適温度が20℃と既存品種に比較し高いなど最適栽培条件を明らかにしました。また、ハタケシメジの培地素材は、一般的には全量を広葉樹の樹皮堆肥で賄っていますが、この半量は、安価で市販品の調達ができ自家生産も可能なマイタケ廃菌床堆肥に置換が可能で、その結果、生産コストの削減に加え、栽培期間の短縮、収量及び収穫性の向上も期待できることが分かりました。

成果の活用

平成14年8月末に品種登録の出願(出願品種名はたけしめじ「彩の子」)を行い、現在、県内の3生産者と出願公表品種に係る利用権設定契約を結び、原種菌を配布しました。まだ、試験的な栽培あるいは販売の段階ですが、県内のレストラン・直売所や大手スーパーのバイヤーの評価は高く、本格的な生産が期待されています。

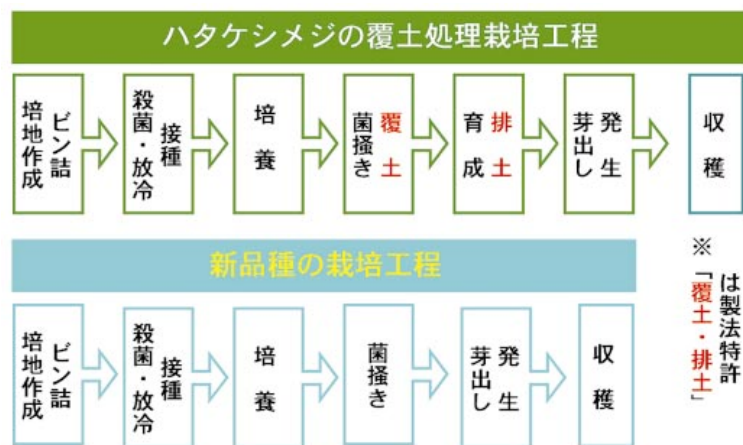


図1 ハタケシメジ特有の覆土処理による栽培工程とこれを省略する新品種の栽培法
覆土処理には増収及び奇形回避の効果が認められるが、野生菌株の中には覆土を必要としないものもある。

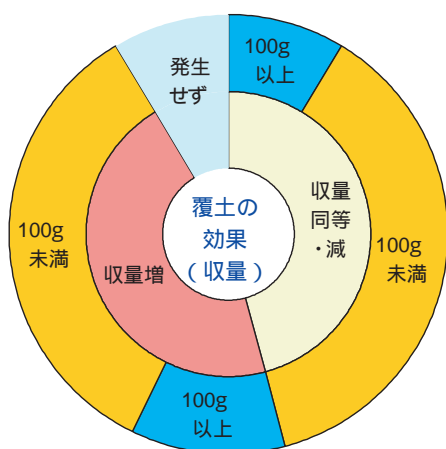


図2 系統による覆土効果の違い（分量）
覆土処理は収量・形状で効果が大きいですが、中には覆土なしで十分な収量が得られる系統もあった。

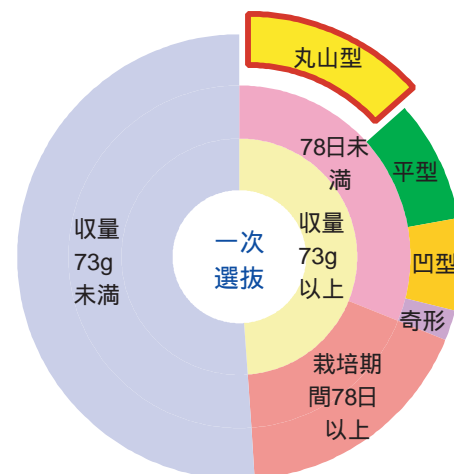


図3 覆土処理を行わない栽培での一次選抜
収量・栽培期間・傘形で評価し、6菌株（赤枠「丸山型」）を選抜した。



写真1 一次選抜した菌株を実用施設で再度、比較栽培し、SLD99を選抜
機械化しやすいビン栽培向きで覆土処理不要。
既存の菌床栽培施設で栽培可能。
淡色で、傘が丸山型で、柄がトックリ型、ブナシメジより大ぶり。

エノキタケ新品種「雪ぼうし」の開発

新潟県森林研究所

本間広之・阿部一好・武田綾子

研究の背景・目的

エノキタケは新潟県の主要なきのこ生産品目です。しかし近年、企業の参入などにより価格の低迷が続き、経営環境は極めて厳しい状態となっています。また、これまで新潟県では独自の実用品種を持ち合わせていなかったため、優良品種の入手が困難な状況となっています。

そこで種菌供給の安定化及び生産の効率化を図るため、新潟県独自のエノキタケ優良品種開発を目指しました。

なお、本研究は国庫補助金課題「ニュータイプきのこの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

当県開発のエノキタケ品種「新潟森研F v 2号」（平成9年品種登録出願、平成13年登録、実用化には至らず）等を母材料として交配を行い、栽培農家での委託栽培試験等を行った結果、有望と思われる1系統（18・10×21・4）を選抜しました（図1）。

実用化に向け品種名を公募し協議した結果、「雪ぼうし」（写真1）という名称に決定しました。

「雪ぼうし」は施設栽培向けの純白品種です。「新潟森研F v 2号」、「TK」（従来品種：長野県で開発、純白品種として全国的に長期間用いられてきた）を対照品種として、品種登録制度に基づく特性調査を実施した結果、「雪ぼうし」は所要栽培日数が「新潟森研F v 2号」よりやや長く、「TK」と同程度であること、収量性では「新潟森研F v 2号」よりも若干劣りますが、「TK」よりも5%程度多いという特性を確認し、また子実体の形質面などにおいても、対照品種との特性の違いを確認しました（表1、図2）。

上記の結果から、平成14年11月22日付けで品種登録出願を行い、同年11月25日付けで出願が受理されています。

成果の活用

品種登録出願以降「雪ぼうし」のテスト栽培者を募り、希望者には栽培マニュアル（写真2）とともに種菌を無償提供することで普及を図ってきました。その結果、1名の栽培者がこの品種を導入しています。現在もテスト栽培等を通じ、栽培者への普及を図っています。また、きのこを購入する際の選択肢として、今後は品種が重要になるものと思われることから、消費者へのPR活動をあわせて実施しています（写真3）。



写真1 雪ぼうし

品 種	菌 傘			菌 柄		有効茎数 (5 cm以上)
	形 態	直径 (cm)	高さ (mm)	断面の形態 (出現頻度、 %)	太さ (mm)	
雪ぼうし	丸山型	1.0	6.9	円 (53.0)、 楕円 (43.0)、 長楕円 (4.0)	3.1	312.6
F v 2 号	丸山型	0.9	5.7	円 (71.7)、 楕円 (26.0)、 長楕円 (2.3)	3.0	442.5
T K	丸山型	1.0	6.2	円 (54.6)、 楕円 (39.7)、 長楕円 (5.7)	3.3	375.0

図2 収量と栽培日数
(品種登録制度に基づく品種特性調査方法による)



写真3 消費者へのPR

アカマツ林の造成とマツタケの増産技術

京都府林業試験場

藤田博美・藤田 徹・野崎 愛

研究の背景・目的

マツタケの人工栽培が望まれています。近年、アカマツ林は、松くい虫被害の蔓延や老齢化により衰退しつつあります。これに伴いマツタケの生育適地は減少し、マツタケの生産量も年々激減しています。そこで、アカマツが減少し広葉樹が優先しつつあるマツタケ山を栽培に適した若齢のアカマツ林に再生するための造成法を開発するとともに、農林家（生産者）が容易に取り組めるマツタケの増産技術や栽培法を解明しました。

成 果

- 1 アカマツの天然更新によりマツタケの栽培に適した若齢（25年生）で成立密度の高いアカマツ林（4,000本/ha）を造成するには、林相改良を行おうとするマツタケ山で形成され堆積したAo層を取り除くことにより、夏期の乾燥によるアカマツ稚樹の立ち枯れを防ぐことが不可欠です。また、アカマツの母樹が少ない場合は、稚樹の発生を確実にするため、地元で採集したアカマツの種子を播種することや、松くい虫抵抗性アカマツの高密度の植栽も効果が高いことがわかりました（写真1）。
- 2 人工接種したマツタケの培養菌糸が土壤中で最長約2か月生存することを確認するとともに、アカマツの細根への菌根形成に成功し、人工栽培への足がかりをつかみました（図1、写真2）。
また、マツタケの胞子は発芽抑制と酪酸処理を組み合わせた方法により、発芽率の飛躍的な向上を図ることができました（写真3）。
- 3 マツタケの豊作には、夏の高温と発生期前1か月間に250mm以上の降雨が必要です。このため、マルチシート被覆によるシロの保温とブルーシート等による簡易なかん水を実施した結果、気象条件の影響を受けることが少なくなり、高い増産効果（36試験地の内、31試験地で効果を確認）が認められました（写真4）。ただし、一部のシロで保温による障害（地温が30℃以上になりシロが衰弱）等が、発生しました。
- 4 マツタケが地上に出た直後に、水分を十分含ませたオガ粉で被覆することにより、高品質で大型のマツタケを生産することができました（写真5、表1）。

成果の活用

高密度のアカマツ林を造成するため、京都府内各地のマツタケ山でAo層を取り除く施業やアカマツ種子の直播き作業が実施されています。また、マツタケの培養菌糸の埋め込みや発芽胞子の播種については、普及組織と連携し、府内各地のマツタケ発生環境整備施業地で実証化しているところです。さらに、シロへの保温や簡易なかん水法（特許取得：特許第3337425号）大型マツタケ生産方法については、研究と普及が一体となって、マツタケ発生環境整備施業によりマツタケ山となった事業地で実践しています。



写真1 Ao層除去により高密度に更新したアカマツ

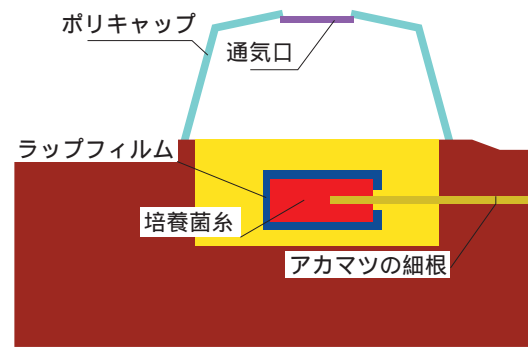


図1 培養菌糸埋め込みによるマツタケの菌根形成方法（模式図）



写真2 形成されたマツタケの菌根

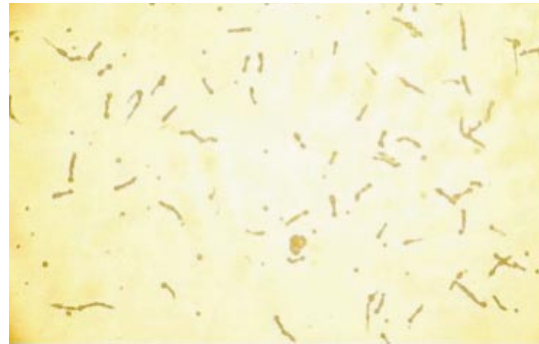


写真3 マツタケの孢子発芽



写真4 ブルーシートによる簡易かん水法



写真5 オガ粉被覆により大型化したマツタケ

表1 各種被覆資材によるマツタケの成長と品質

調査項目 調査区	調査数 (本)	軸の長さ (cm)	傘の直径 (cm)	重量 (g)	品質 (優・良・可・不可)
オガ粉被覆区	60	15.8	8.8	111	優
モミガラ被覆区	30	13.9	7.7	92	良
堆積腐植層被覆区	20	12.0	7.4	75	可
フスマ被覆区	10	5.9	4.5	35	不可(腐敗)
B層土壌被覆区	20	12.0	7.4	75	不可
対照区	60	11.9	7.5	74	可

製材工場から排出される木片の布団かご工への利用技術

埼玉県農林総合研究センター森林支所

池田和弘

研究の背景・目的

産業廃棄物の抑制、循環資源の利用の促進等、環境負荷の少ない資源循環型社会の実現が求められています。埼玉県では県内の製材所から排出される木片（写真1）のうち約2割（4,600m³）が未利用のまま処分されています（平成13年度林務課調査）。これを簡易土木工法である布団かご工の中詰材に利用し（以下木片布団かご工と呼びます）、ごみのゼロエミッションに少しでも近づけるとともに、その設置の判断基準や能力、経済性について検討しました。

成 果

木片は密度が約0.4g/cm³であるためかごにそのまま詰めると浮いてしまい、護岸工には使えません。このため石材と一緒に詰めますが、木片布団かごが水流に抵抗する力は石材と木片の詰める割合（図1）や水深、流速等の水路条件により変化します。これらの条件を入力すると布団かごの限界始動流速と水路の流速の関係がグラフ表示され、これにより設計者が設置の可否を判定できるようにしました（図2）。

かごの中身が全て木片の場合は地上での使用に限られますが、軽量であるため重力的な使い方には適しません。逆にかごを置いた地盤に対する負担は軽減されます。このような場合の使用法の一例として道路横断排水溝から流下する水を布団かごにあてて周囲に飛散させ、水の集中による表土の洗掘を防ぐ使い方があります（写真2）。そこで石材布団かごと木片布団かごの両者についてこの飛散能力を調査しました（図3、4）。実際には石材布団かごの方が優れていることが判明しましたが、これについては木片の詰め方を工夫し隙間が出来るように詰めることで改善できると考えられます。

製材工場から排出される木片を調査したところ、その大部分が直方体であり、かつ軽量・小型であるため熟練した職人でなくても簡単に詰めることが出来ます。この簡便性が作業工程に反映し、設置経費を従来の石材布団かご工と比較して60%程度削減することができました（図5）。なお、経費の中には木片の金額は含まれておりません。木片は産業廃棄物に該当するため使用に際しては適切な対価を付与し、有価物として取り扱う必要があります。

成果の活用

流速の小さい小規模農業用水路の護岸、林道等の道路横断排水溝の流末処理、軽量であることを利点とした山腹斜面の表面浸食防止工事等への適用が考えられます。

使用に際しては軽量性の利点、欠点を考慮する必要があります。また、環境への配慮から防腐処理、接着処理された木材の使用は控えて下さい。



写真1 工場から排出される木片

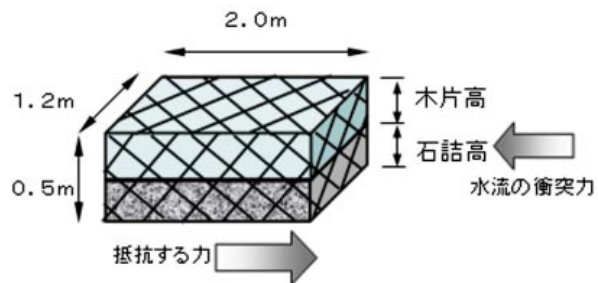


図1 木片ふとんかごの模式図



写真2 横断排水溝下に設置した木片布団かご

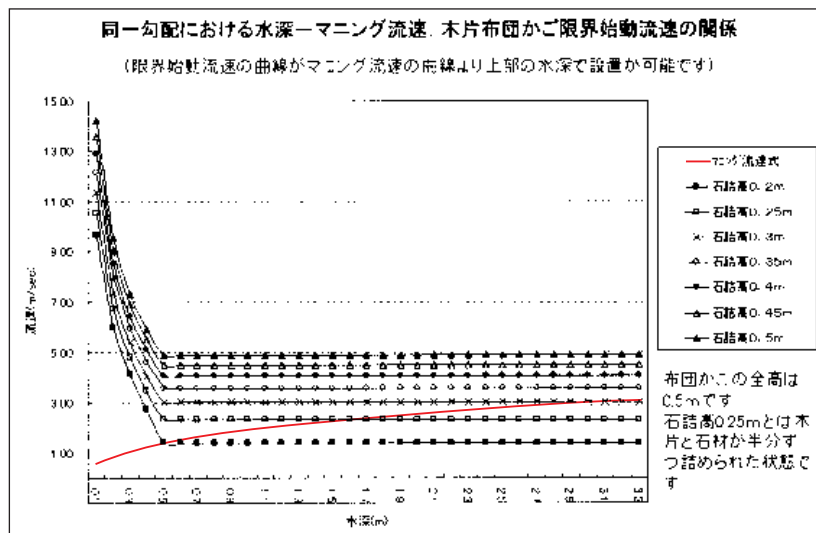


図2 布団かごの限界始動流速と水路の流速の関係

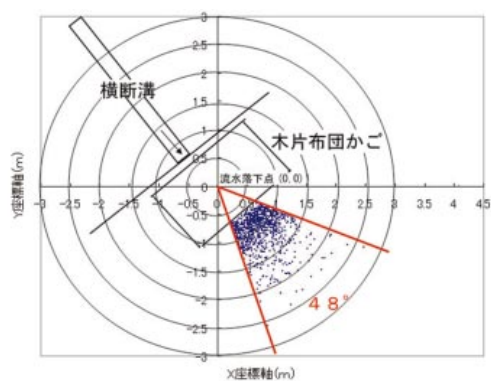


図3 木片布団かごによる流下水の飛散（座標）

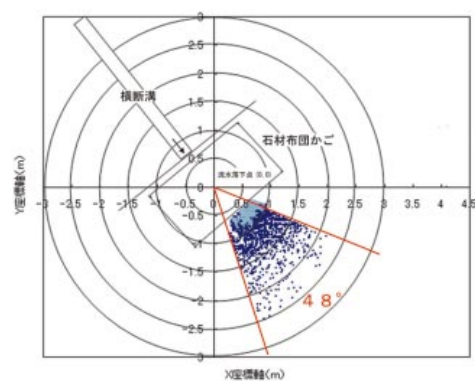


図4 石材布団かごによる流下水の飛散（座標）

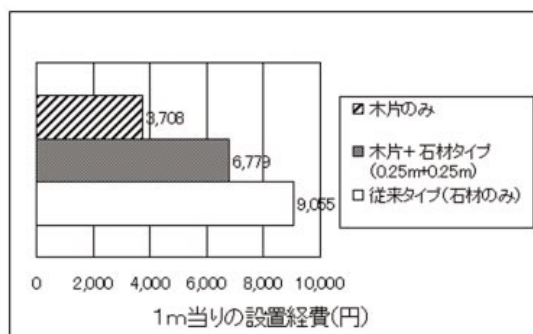


図5 木片布団かごの設置経費

スギ間伐材を利用した簡易グライド抑制工の開発

富山県林業技術センター 木材試験場

柴 和宏・図子光太郎

研究の背景・目的

日本海沿岸地域の多雪地帯では、森林造成のために植栽した苗木は、積雪の移動（グライド）による引き抜き、倒伏、折損等の被害を受け、成長を阻害されることが多くなっています。これを防ぐため森林整備事業等では切取階段工が従来から行われてきましたが、山腹の原形を損う、切土が大量に発生するなどの問題点があります。これに代わる工法として山腹上に構造物を設置しグライドを抑える方法がありますが、大きな積雪荷重を受けるため鋼材等を使うのが一般的です。しかし、昨今、景観との調和や環境への配慮が重要視される中で鋼材の使用は敬遠されるのが実情です。そこで本研究ではスギ間伐材を利用し、環境に配慮した新たな簡易グライド抑制工を開発しました。

成 果

- 1 施工箇所の様々な条件に対応するため、三角枠工（図1）と吊枠工（図2）の2種類の簡易木製グライド抑制構造物を開発しました。三角枠工は、金物の使用を最小限に抑えていますが、人力掘削を伴うため、斜面の凹凸が少なく、礫等が少ない土質に適しています。それに対して、吊枠工はワイヤーロープで吊り下げる方式のため、複雑な地形や人力掘削が困難な箇所でも施工できることを特徴としています。
- 2 使用部材は県産スギ間伐材から加工した直径10cmの円柱加工材であり、所定の寸法に切り揃えた後、ボルト穴あけ加工等を行ってキット化しており、現場での取り扱い、組立が容易です。なお、木材に10年程度の耐久性を付与するためACQ防腐薬剤等を加圧注入処理しています。
- 3 2工種の試験施工を行ったところ（写真1、2）積雪移動量は概ね1m以内に抑えられており（図3）苗木への雪害も認められませんでした。これにより早期の森林造成が期待できます。
- 4 構造設計での積雪荷重は理論式で計算していますが、耐久性確保のために実際にかかる積雪荷重を継続的に測定したところ（写真3）概ね設計値に近いことが確認されました。さらに、木材の劣化状況も追跡調査し植栽木が十分成育するまでの構造耐久性を検証しています。
- 5 試験施工で検討した効率的な施工方法や設計情報を集約し、技術者向けにマニュアル化しました。

成果の活用

- 1 三角枠工は、平成15年3月の林野庁森林土木木製構造物暫定施工歩掛（追加）に登録されました。
- 2 県内の森林整備事業など公共工事において両工法が採用されており、昨年度まで試験施工以外にも数箇所（合計で約800基：両工種ともほぼ同数）の施工実績があります。今年度も県内8箇所で施工されました。さらに、他県へも本工法に関する情報提供を進めており（見学会、治山関係者連絡会議）今後とも積極的に本工法が採用されていく方向にあります。

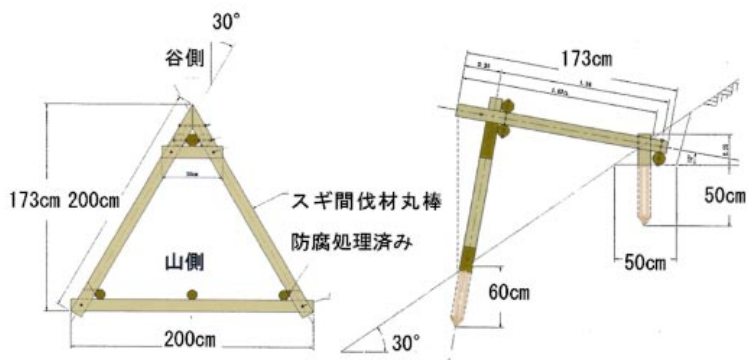


図1 三角杵工（設計積雪深2m）の平面図と縦断面図



写真1 三角杵工施工状況

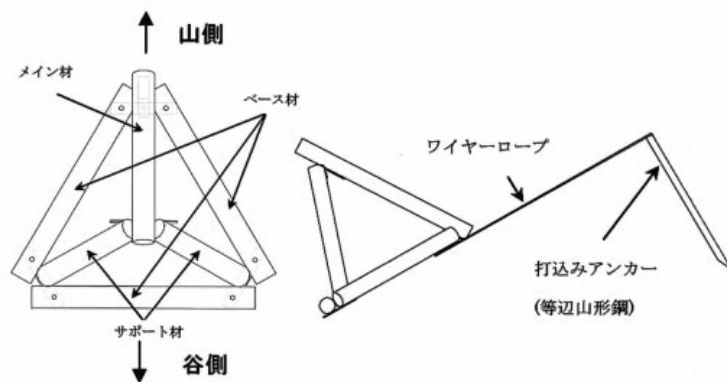


図2 吊杵工の平面図と縦断面図



写真2 吊杵工施工状況

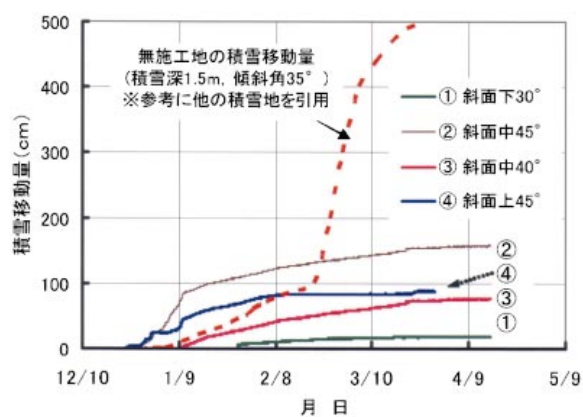


図3 積雪移動量の推移
（積雪深2mの三角杵工施工地、2001年観測）



写真3 支柱にかかる積雪荷重の測定
（設計積雪深2mの三角杵工施工地内）

木材を活用した新たな土木資材の開発

宮城県林業試験場

佐々木幸敏

研究の背景・目的

間伐材は、生産コストと販売額の逆ざやなどにより多くが利用されず林内に放置され、その利用推進は大きな課題となっています。また、一方では環境に配慮した資材として森林土木分野を中心に積極的な導入に向けての動きがあります。しかし、製品単価の問題もさることながら、木材が有する腐朽性や強度特性などの観点からその利用実態は必ずしも十分なものではありません。

そこで、木材と鋼材を複合させながら、両者のもつ長所を十分に発揮させ、土木資材としての活用方法を開発しました。

成 果

1 土留め資材の開発

土留め資材として簡易な構造物を目指し、背面からの土圧には自立した鋼製枠体で抵抗し、その前面にスギ間伐材を景観材として配置しました。現場の施工効率を高めるため、木材部は脱着交換が容易なようパネル化し、鋼製枠体は組立て・折り畳みのできる可搬式ユニット型としました(図1、写真1)。また、鋼製枠体と間伐材パネルの間に空間をもうけ、小動物に生息環境を提供するとともに、木材と水の接触を少なくし、従来の密着構造よりも木材の耐久性の向上を図っています。

2 転落防護柵の開発

木製転落防護柵は、景観を重視する森林公園などに導入されていますが、さらに広範な利用を図るため、一般道や景観を重んじる街路等にも使える防護柵の開発を目指しました。

開発に当たっては、木材が早期に腐朽する土に接する支柱部分を鋼製とし、また、横桟は木材に延鋼材を組合せることにより耐久性と強度を向上させるとともに景観に配慮することにしました(図2、写真2)。

開発した転落防護柵は、ビーム型木製防護柵とパネル型木製防護柵の2種類で、一般道に採用を可能とするため国土交通省が定める「防護柵の設置基準」P種の性能をもたせました。設置基準の垂直荷重は、590N以上に耐える強度を有することになっており、製品の強度は木材と鋼材の許容応力度により求めるとともに、実大強度試験機で検証しました。各防護柵とも590Nでたわみ量は約2~14mm、塑性変形することなく、設置基準を満たしておりました(図3)。

成果の活用

本開発は関連企業との共同研究として行い、企業に技術移転を行いました。開発した資材は公共事業を主体に設置が始まり、土留め資材は治山事業の流路工や林道事業の法面保護工など6工事現場で409セット、転落防護柵は国道や土地改良事業での農道など4工事現場で1,266mが施工されています。なお、本技術は特許出願中です。

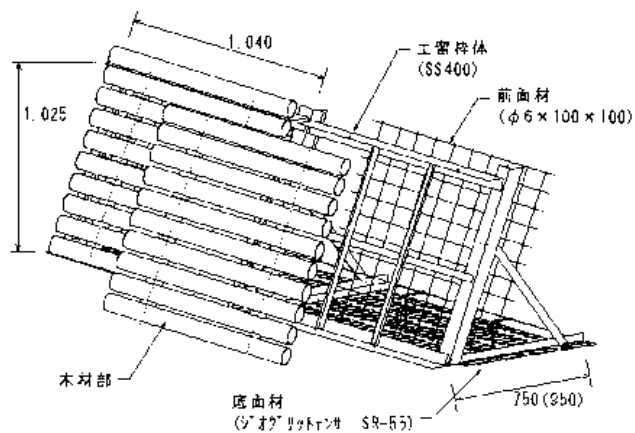


図1 土留め資材の組立図

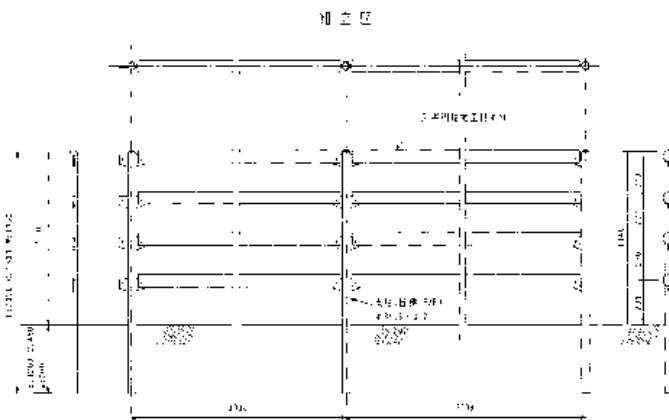


図2 転落防護柵の組立図 (ビーム型木製防護柵の例)

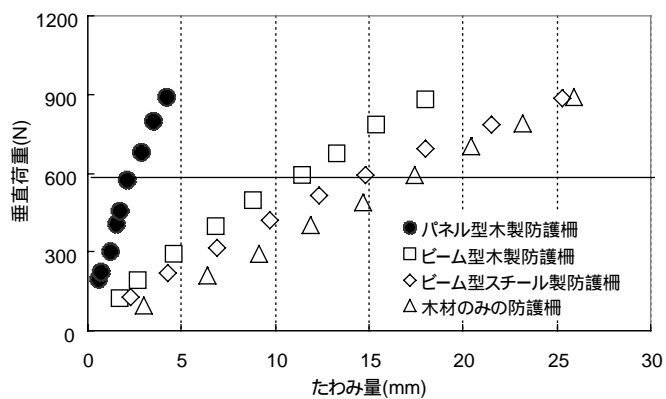


図3 防護柵の垂直荷重とたわみ量

防護柵の強度は、実大強度試験で検証を行った。開発したパネル型及びビーム型木製防護柵は他の防護柵と比較して曲げ強度が高いことがわかる。



写真1 施工事例 (林道整備)

背面土圧は土留め枠体で抵抗し、間伐材は景観材として機能を分割した。

木材部の交換は上部のナットをゆるめ、連結金具をはずすだけで、脱着を可能とした。



写真2 施工事例 (ビーム型木製防護柵)



写真3 施工事例 (パネル型木製防護柵)

左右の支柱間に固定したL型鋼に、パネル状に一体化した木材を組み込んでいる。

徳島すぎ黒心材の新たな抗蟻成分と優れた抗菌性能

徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所
 徳島大学工学部
 徳島文理大学薬学部
 京都大学木質科学研究所
 (独)森林総合研究所

網田克明・橋本 茂
 高麗寛紀
 在原重信・梅山明美
 吉村 剛
 山本幸一

研究の背景・目的

スギ心材のなかでも黒心（心材が黒味を帯びた茶褐色を呈する材）は、色艶が悪いことから市場での評価が低いものとなっています。ところが、地域によっては黒心が耐蟻・耐朽性に富むとも言われており、実際に徳島すぎの黒心材で製材された土台角が、シロアリが多く生息する沖縄県でも使われていました。今回の試験は、経験的に耐久性に富むとされる黒心材、さらにはスギ心材の特性について科学的に解明し、新たな商品開発を模索することで低迷する林業の活性化を図るものです。

成 果

- 1 イエシロアリ（*Coptotermes formosanus* SHIRAKI）を用いた抗蟻試験の結果、徳島すぎ黒心材には cryptomerione など新たな抗蟻活性成分が存在することが分かりました（図1）。また、成分抽出試験では、黒心材に ferruginol などの抗菌成分が赤心材よりも多く存在し、黄色ブドウ球菌（*S.aureus*）に対する最小発育阻止濃度（MIC）の値は小さく、優れた抗菌活性を示しました（図2）。
- 2 徳島すぎ黒心材と赤心材について表面の殺菌効果をみました。大腸菌（*E.coli* K12W3110）で汚染した標準培地を用いて残存生菌数を測定した結果、黒心材は30分後に、赤心材は60分後にほぼ殺菌しました（図3）。このことから、黒心材が天然の抗菌材料としての機能を発揮していることが分かりました。
- 3 徳島すぎ黒心材と赤心材の耐蟻性を比較するため、イエシロアリを用いた強制食害試験を行いました。その結果、それぞれの平均質量減少率は、黒心材が4.5%、赤心材が4.9%であり、スギ辺材では25.2%でした。このことから、徳島すぎ心材は黒心、赤心とも高い耐蟻性を有していることが分かりました。

成果の活用

今回の試験に用いた材料は高齢級材（80～90年生）で3か月間、山で葉枯らしした後、棧積乾燥されたものです。人工乾燥による加熱は行っておらず、成分抽出は生薬の研究で通常行われる方法を用いました。この試験成果は、スギ黒心材を見直すことにつながることを期待できます。

また、今回の試験結果は、高齢級のそれも自然乾燥材に有益な成分が木材中に保持される可能性を示唆しています。今後、そうした成分がどの時点で揮発するのか、樹齢による成分量に差があるのかなどを確かめる必要があります。そして、この徳島すぎ黒心材の高い抗菌・殺菌作用を新たな商品開発に結びつけたいと考えています。

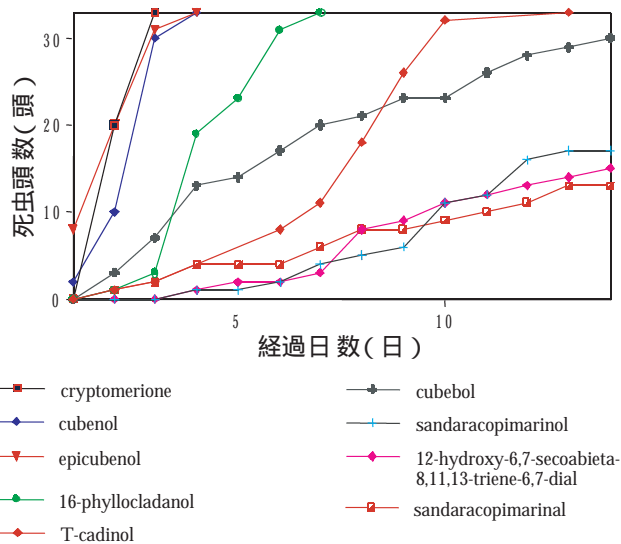


図1 スギ黒心材抽出成分によるイエシロアリ (*Coptotermes formosanus* SHIRAKI) の死虫頭数の推移

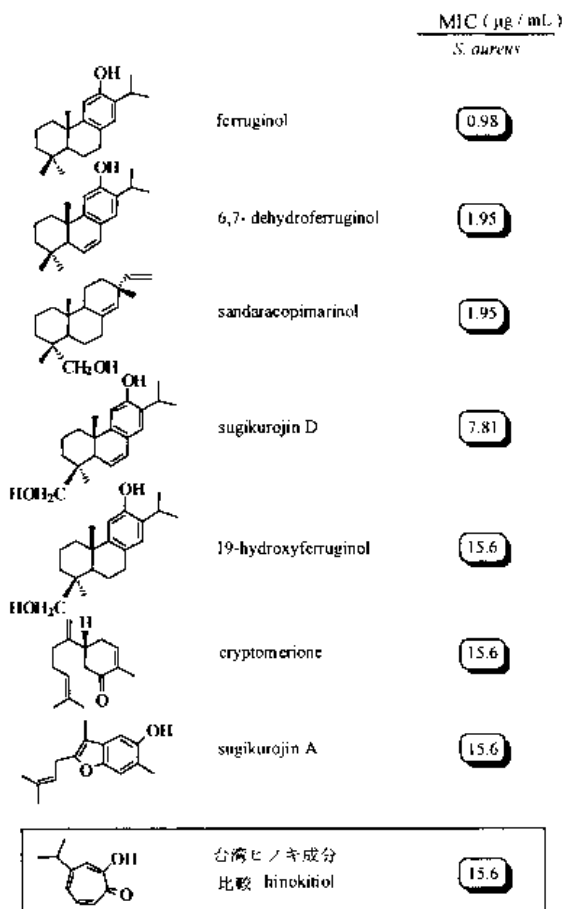


図2 スギ黒心材抽出成分の黄色ブドウ球菌 (*S.aureus*) に対する最小発育阻止濃度 (MIC)

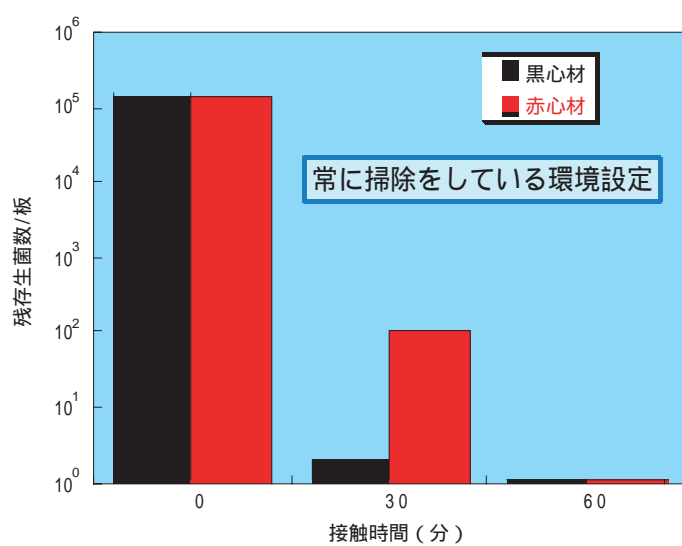


図3 スギ心材表面の大腸菌に対する殺菌作用
標準培地 (NB) で汚染した大腸菌 (*E.coli* K12W3110) を黒心材及び赤心材に転写した場合の残存生菌数

高温高压水蒸気処理による スギ・ヒノキ葉からの葉酢液抽出

岐阜県森林科学研究所
水熱科学研究組合

坂井至通
堀江茂幸

研究の背景・目的

従来、木・竹酢液は、炭を乾留して作るときの煙を冷却して得ているため（図1）、樹木の幹や枝あるいは竹の稈の不完全燃焼により、タール分やベンツピレンなど発ガン性を有する環境汚染物質が多少なりとも含まれています。このため、一般には乾留液を数ヶ月間静置させてタール分を沈降させた後、木・竹酢液として市販しています。しかし、タール分や発ガン性環境汚染物質（ベンツピレンなど）を除去するための静置は、生産性を極端に低くするという問題点がありました。このため、これらの問題を解決した木・竹酢液（葉酢液を含む）抽出装置を開発し、この装置を利用し、樹木や竹などの葉を材料とした葉酢液抽出について検討しました。

成 果

今回、我々は高温高压の水蒸気を作り、材料（スギ・ヒノキの葉、竹の葉など）からタール分やベンツピレンを含まない葉酢液の開発を目指し、図2に示した様な高温高压水蒸気処理による抽出装置を開発しました。

開発した装置は、飽和水蒸気又は過熱水蒸気として130～380℃に加熱すると共に、耐圧性の高い圧力容器を用い、内圧を0.1～1 MPaに保持し、容器から回収した抽出蒸気を冷却して凝結させるようにしました。このようにして得られた葉酢液はpH 2～3の液体で、従来品と比べてタール分や環境汚染物質を含まず品質の安定化が図られています。また、活性炭を主な担体とした吸着処理を行うことによりpHが1近くになりました（図3）。溶存成分が吸着されたためと思いますが、まだ詳しい結果は出ていません。本装置は、林道を利用して林業の現場（山土場）に運搬することができるので、これまで廃棄されていた木や竹の葉から香りの良い葉酢液を容易に造ることができるようになりました。

このため本装置から作られるベンツピレンを含まない高品質の木・竹葉酢液は、昆虫忌避剤や土壌改良剤などの用途に使用できます。また、枝打ちしたスギやヒノキの葉、竹林を整備したときの竹の葉を抽出の材料に利用できます。スギ、ヒノキやクマザサの葉を材料にしたときは、特に木・竹酢液の一種に分類するのではなく、「葉酢液」（図4）として市販しています。

成果の活用

本装置から得られた木・竹葉酢液は、土壌改良剤、防虫・殺虫剤、脱臭剤、媒染剤、食品加工時の処理剤、化粧品原料、入浴剤、水虫治療剤など幅広い用途が考えられます。今後、消費量の拡大や用途の拡大を進めることにより、林業活性化の一助になることを願っています。

なお、本装置は平成14年度岐阜県新産業創出支援事業の補助金の交付を受けて、水熱科学研究組合と共同で開発しました。



図1 炭焼きから造る従来の木酢液



図2 開発した高温高圧水蒸気による抽出装置

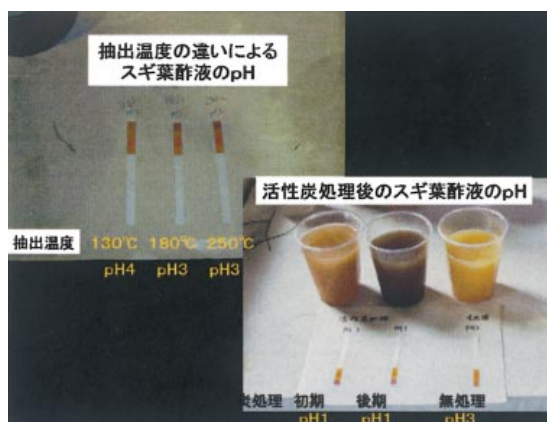


図3 抽出温度とpH及び活性炭処理効果



図4 各種葉酢液の製品化

安定した品質の炭が製造できる乾留式炭化炉の開発

静岡県林業技術センター

秋山富雄

研究の背景・目的

スギの間伐材、放置竹林等の未利用資源の有効活用を図るため、平成12年度から3年間「未利用資源の用途別炭化技術の開発と地域産業への活用」というプロジェクト研究に取り組みました。炭は、炭化温度によって用途が違ってくると言われています。しかし、土窯による炭の製造は温度コントロールが難しく、期間も7～10日間を要します。また、安定した品質の炭を製造するためには長い経験と勘が必要です。そこで、24時間という短時間で、コンピュータ制御により、一定品質の炭を製造することができる乾留式炭化炉を開発しました。

成 果

開発した炭化炉は、1回にスギ材、重量40kg、初期含水率30%、昇温速度300 /hr、最高炭化設定温度800 /hrを保持した場合、収炭率32.5%で、約13kgの炭が製造できます。付帯機器としてタール分回収容器、酢液回収容器、水封器、乾留ガス再燃焼装置、耐火ファン等を設けました。特徴として炭化設定温度400～900 の範囲（精度±50 ）で炭が製造できます。耐火ファンの設置により、炭化炉内のどの部分でも安定した一定品質の炭を製造することができます。乾留ガス（空気を入れないで固体の物質に高熱を加え分解させた時に発生するガスで、有害なものと無害なもののほか薬効成分も含まれる）を再燃焼することにより、燃費の向上と無煙化に成功しました。

付帯機器の機能と具体的な乾留ガスの流れを図1に示します。熱分解により発生した乾留ガスは、空冷によりタール分を除去した後、水で満たした冷却槽内を通過して冷却され液化したものは、酢液回収容器にたまり、約5Lの粗木酢液（未精製）を回収することができます。液化されなかったものは、水封器を通った後再び燃焼室に送られ燃料の灯油とともに燃焼します。再燃焼の際、水封器内でガスが発火してしまうことがあったため、図2のように確実に燃焼室内にガスを送り込むための送風装置を設置しました。収炭率は高くスギ材で22～32.5%でした（図4）。炭は、電気抵抗値の低い通電性が優れたものができました（図5、写真1）。材の温度変化は、材表面と中心部で違いがありますが、時間の経過により目的の最高温度に収束することが分かりました（図3）。

成果の活用

今回開発した炭化炉は中小規模の里山タイプ向けの炭化炉で、無煙、無臭化を実現したことから、市街地でも使用可能です。しかし、商業ベースで炭を製造するためには約10倍の100kg位製造できる規模の炭化炉が必要ですので、この実用化により、未利用資源の有効活用が進み、地域産業の活性化の一助になると考えています。

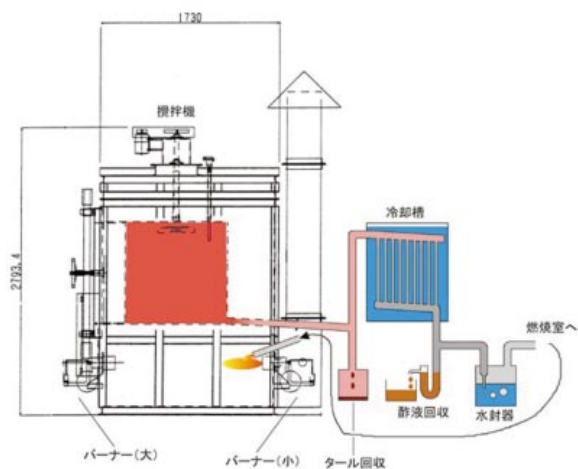


図1 乾留式炭化炉模式図

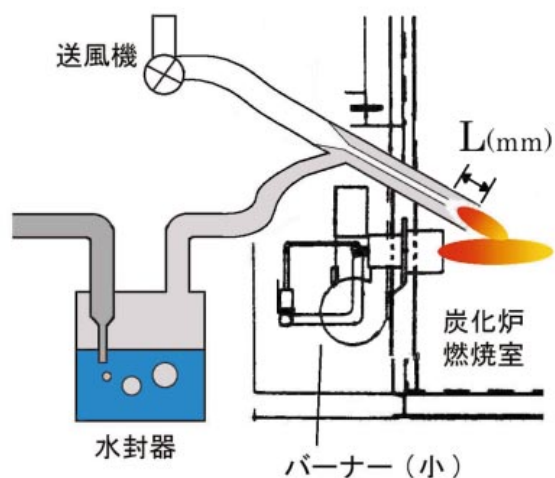


図2 排ガス再燃焼部分



写真1 炭化物写真

(材：スギ、大きさ：100×100×700mm、初期含水率約35%、昇温速度300 /hr、炭化温度800)

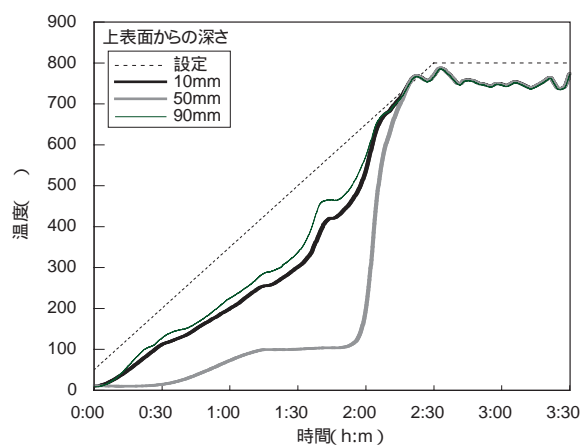


図3 昇温中の材内温度変化

(材：スギ、大きさ：100×100×700mm、初期含水率約35%、数字は表面からの深さ)

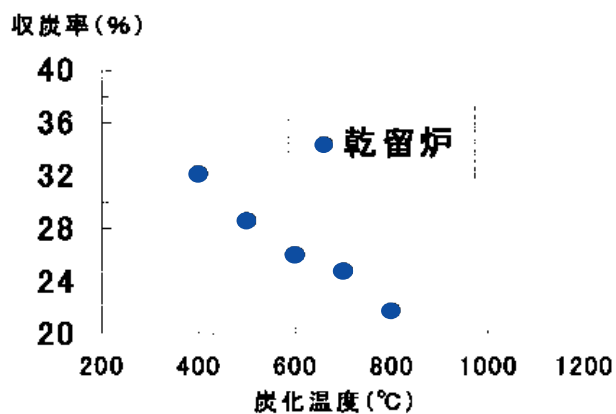


図4 収炭率 (材：スギ)

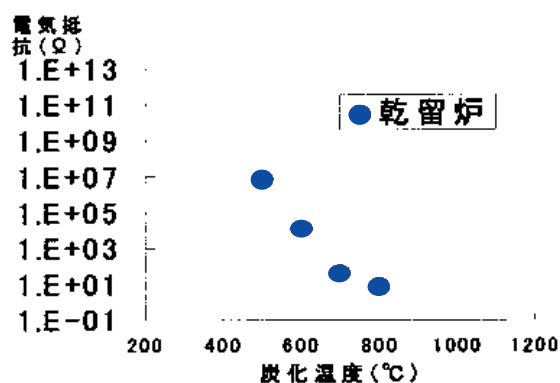


図5 炭化物の電気抵抗 (材：スギ)

大型電気炉で製造した木質炭化物の特性とその利用

高知県立森林技術センター

今西隆男

研究の背景・目的

木炭の物理的・化学的特性は炭化温度条件などによって変化することが知られていますが、一般の生産現場における土窯は炭化温度の均一性や再現性が困難なため、品質にばらつきが大きく、特定の性質を活かした製品を生産することに適していません。このため、均質な木炭の生産が可能な実用規模の大型電気炉を導入して製造した、炭化物の特性を把握するとともに、県内の公設試験機関が共同して、これらの木質系炭化素材による新たな商品開発を行うことを目的としました。炭化原材料としては、針葉樹の炭化物が吸着力に優れていることが知られていることや、間伐材等の未利用資源の有効利用を図ることからスギチップを用いました。

成 果

- 1 導入した炭化炉によるスギチップの炭化では、目的温度の5～10%の温度巾に制御できました。炭化物のBET比表面積(注)は、図1のように炭化温度が高くなるに従って大きな値を示し、炭化温度1,000℃では1,000m²/gを超えるものもあり、一般的な市販活性炭とほぼ同等の値でした。
- 2 炭化物による有機溶剤等の吸着能力は表1のように活性炭と同等の性能が認められ、特にキシレン、ホルムアルデヒドでは1,000℃、アンモニアでは400℃の炭化温度で活性炭を上回りました。
- 3 土壌中における炭化物の硝酸態窒素吸着試験では、図2のように1,000℃炭化物ではpH6.5で0.205mol/kgの吸着能力を有しました。また、炭化物を施用したハウレンソウのコンテナ栽培試験では18%の増収効果がみられました。
- 4 ナスの薬培養に粉末木炭を添加することにより、表2のように市販活性炭に及ばないものの、1,000℃木炭で花系カルス形成抑制効果があり植物体再分化率が高くなりました。コチョウランの無菌播種培養では、400℃炭化物を添加することにより、写真1のように無添加よりも著しい生育が観察されました。
- 5 ヒラタケのビン栽培に炭化物を添加することにより、図3のように1ビン当たりの発生量は炭化温度400℃で収量増加の効果が認められました。

(注) BET比表面積：液体窒素温度における窒素ガスの吸着等温線からBET式を用いて求められる試料内部の比表面積。

成果の活用

炭化温度を制御することによって均質な炭化物を製造することができ、さらに、賦活を行わない一段階の炭化工程のみで活性炭と同等の性能を有する炭化物を得ることができました。このような炭化物を利用・製品化することによって、地下水汚染の一因となっている硝酸態窒素や空気中の汚染物質などの吸着資材として利用することができ、環境浄化や農林業作物での生長促進材等としての活用が期待できます。

表1 炭化温度別炭化物の有機溶媒等吸着試験

単位：mg/g

焼成温度	トルエン	キシレン	酢酸エチル	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	トリメチルアミン	アンモニア	酢酸
400	8.4	5.0	29.0	33.4	6.3	1.4	2.30	8.53
600	4.2	8.8	38.5	33.3	8.6	0.0	0.66	23.87
800	179.6	187.9	286.0	150.2	14.4	22.8	0.83	92.38
1,000	228.1	195.7	283.5	177.9	13.2	30.2	0.79	94.65
活性炭	249.0	189.3	332.4	152.5	16.7	48.8	1.40	84.36

注) 採取サンプル2点の平均値

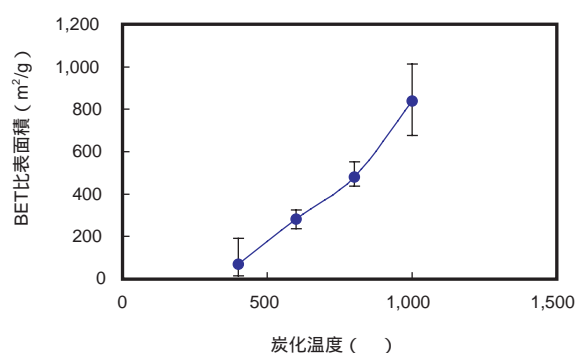


図1 炭化温度とBET比表面積

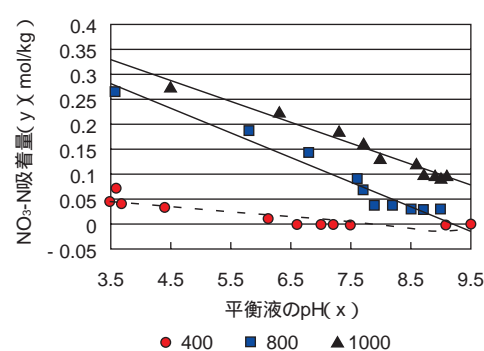


図2 pH変化に伴う炭化温度を異にする木炭の硝酸態窒素吸着能力の変化

表2 ナス薬培養における焼成温度別粉末木炭の添加効果

処 理	培養花蕾数	花系カルス形成率 (%)	再分化率 (%)
無添加	73	93.2	0.0
活性炭	74	13.5	14.9
400 木炭	69	92.8	8.7
1,000 木炭	74	50.0	10.8

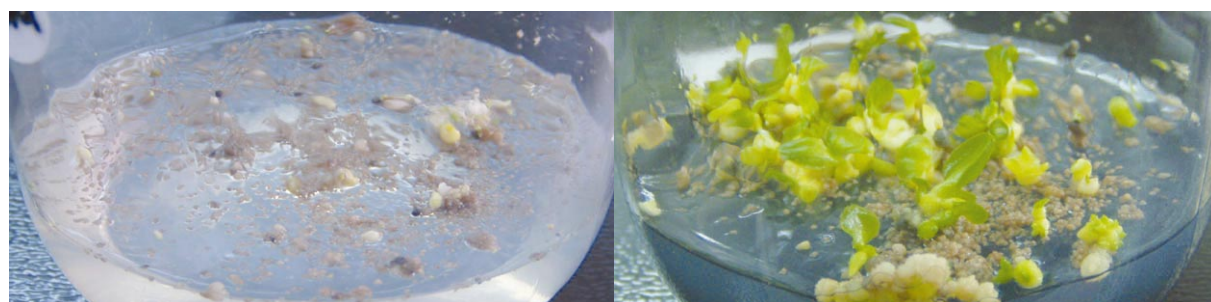


写真1 コチョウランの培養 (左：無添加、右：400 炭化木炭添加)

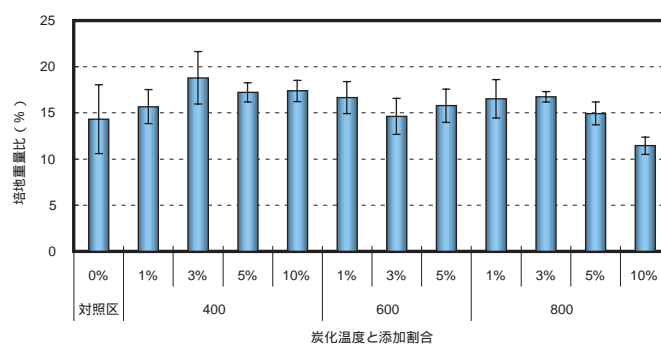


図3 1ピン当たりヒラタケ発生量

集成材用ラミナ等に対応する自動棧積装置の開発

北海道立林産試験場

由田茂一・白川真也・中嶋 厚

研究の背景・目的

木材を乾燥させるために隙間を設けて積み重ねる棧積作業は、製材工場や乾燥工場では欠くことのできない工程です。針葉樹を扱う工場の場合、ほとんどが定尺材であり棧積工程が自動化されているところもあります。しかし、広葉樹の集成材用ラミナ等を扱う工場では、材長がバラバラもしくは種類が多い、いわゆる乱尺材を扱うため自動化されていません。このため、作業者はひき板の寸法と棧木位置などを考慮して試行錯誤でひき板を並べていくことになり、作業に多くの時間を要するだけでなく熟練も必要なことから、工程を自動化し省力化によるコストダウンが必要になっています。そこで、乱尺材を効率良く棧積みできる装置の仕組みを検討しました。

成 果

- 1 生産されたひき板の長さ別の数量（頻度分布）などから理想的な配列を決定するコンピュータ用のソフトを作成しました。これにより、製材後の選別の段階で配列が決まり、その後の作業が早まることになります。
- 2 材長別に蓄えたストッカから、ひき板を一枚ずつ搬送して棧積みする装置を縮小サイズで試作し動作を確認しました。これにより、ひき板の配置作業が自動でできることが分かりました。
- 3 棧積みの際、上下のひき板の間に隙間を設けるために、ひき板と直行する方向に棧木を挿入します。現在、乱尺材での棧木の配置作業は人手で行っていますが、これを自動で行うための機構を開発し、上記2に設置して動作を確認しました（特許出願中）。

以上の結果から、コンピュータの操作、ひき板・棧木のストック以外の作業については、乱尺材を対象とした自動棧積装置の開発に目途が立ちました。

成果の活用

- 1 上記の結果を基に、道内企業が実用機の開発に取り組んでいます。
- 2 棧木の配置装置は針葉樹を扱う棧積装置にも使用が可能のため、多くの製材工場での利用が期待できます。



写真1 乱尺材の栈積みの様子（現状）

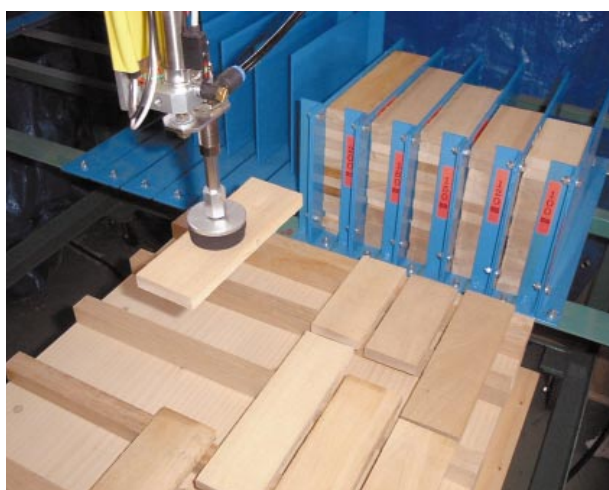


写真2 試作した乱尺材の配置装置

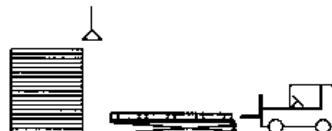


写真3 試作した栈木配置装置

コンピュータを操作して栈積み開始（人力）



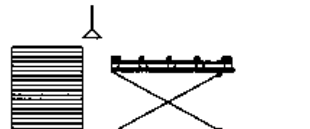
パレットを昇降台上に積載（人力）



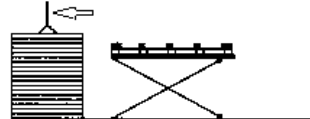
昇降台が適正高さに移動



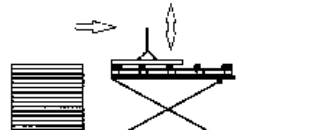
栈木を配置



吸着パッドがストッカまで移動し、ひき板を吸着

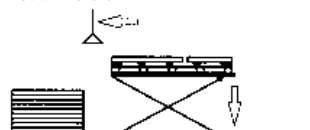


配置位置まで移動して、ひき板を配置

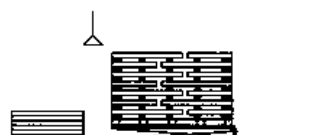


（ ～ の繰り返しで一段分を配置）

吸着パッドが安全圏に移動して、昇降台が一段分下降



（ ～ の繰り返しで所定の段数まで栈積み）



パレット交換

コンピュータを操作して、続行または終了（人力）

図1 動作確認から推定した栈積工程の概略

スギ構造用材の低コスト乾燥

福井県総合グリーンセンター

源清英樹・土田博澄・上原義孝

研究の背景・目的

木材乾燥は木材の品質、性能を左右する基本技術ですが、乾燥コストの問題などから普及が思うように進んでいません。特にスギ心持ち構造用材の乾燥は、生材の含水率が高い上に個体ごとのバラツキが大きいことなどから、技術的に難しく、コストも掛かります。そのような中で、蒸気式高温乾燥法は乾燥時間が短く、低コストで乾燥できる方法として最近各地で頻繁に試みられるようになっていきます。しかし、操作を誤れば材の大きな損傷につながる危険があり、高温乾燥条件と材の損傷との関係など、まだ判らない点が多々残されています。

そこで、福井県産スギ心持ち構造用材の乾燥時間の短縮と乾燥コストの低減を図るため、高温乾燥スケジュールの確立を目指しました。

成 果

高・中温乾燥も高温乾燥なので、表1の条件区分は高温 高温(A)、高・中温 高温(B)としてAとBで比較しました。また、乾燥の所要日数については、従来から一般的に行われている中温乾燥とも対比しました。

- 1 130mmのスギ心持ち正角材の人工乾燥の所要日数(生材から含水率20%まで)は、高温(A)条件では、中温乾燥スケジュール(所要日数約3週間)の約1/4に、高温(B)条件では約1/2に短縮できることが分かりました(表1)。
- 2 高温(A)条件に比べ、高温(B)条件では材面割れ、内部割れとも発生が軽微でした。高温(A)条件においては、乾燥前の含水率が高い材ほど材面割れの発生は軽微でしたが、内部割れは逆に増大する傾向が見られました(表2)。
- 3 材色の変化に関しては、高温(A)条件及び高温(B)条件のいずれの場合においても、乾燥後の材面の明度は乾燥前に比べて明らかに低下しました。また、乾燥後の心材部は乾燥前に比べてやや黄色味が増しました(写真1)。
- 4 倉庫に保管中の高温乾燥材の寸法変化は、高温(A)条件及び高温(B)条件のいずれの場合においても、含水率の増減にかかわらず乾燥直後は寸法が増し、その後含水率の変化にともない膨潤、収縮し安定することが分かりました(図1、2)。

成果の活用

高温(B)条件による乾燥材が、材面割れ、内部割れとも発生が少なく、木材市場におけるアンケート調査でも良い評価を得ました。今後、乾燥材の強度性能、耐朽性を確認したうえで、高品質の乾燥材が生産できる乾燥スケジュールとして、県内の製材業者などへ提案していく予定です。

また、さらに乾燥時間を短縮するために、高温(B)条件を基礎として高温の適用の仕方などを検討する予定です。

表1 試験における正角材の温・湿度条件

条件区分	時間 (h)	乾球温度 ()	湿球温度 ()	備考
高温(A)	6	98	98	蒸煮
	122	110	80	高温
高温(B)	6	98	98	蒸煮
	24	110	80	高温
	278	90	60	中温

共通した条件として、蒸煮温度まで蒸煮により昇温する時間は4時間、材間風速は2.0m/s以上とした。

表2 正角材の内部割れの判定

本数/割合(%)

区分/条件	高温(A)	高温(B)
なし	0(0)	10(50)
小	4(20)	4(20)
中	0(30)	4(20)
大	10(50)	2(10)
計	20(100)	20(100)



写真1 プレーナ切削後の材色（高温（B））

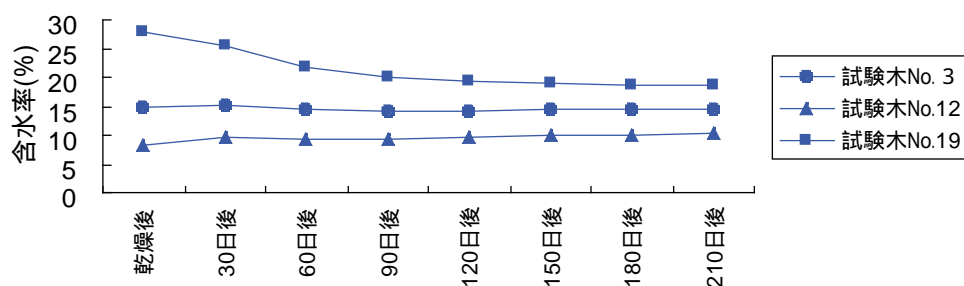


図1 正角材の含水率変化（高温（A））

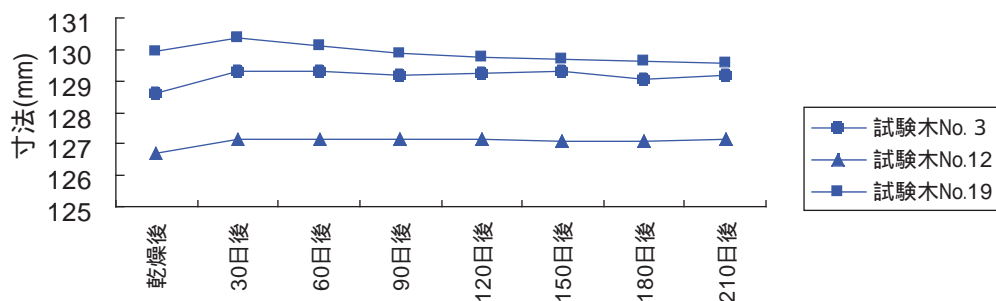


図2 正角材の寸法変化（高温（A））

スギ・ヒバ複合積層材の開発 断面構成の検討

青森県農林総合研究センター林業試験場

飯田昭光

研究の背景・目的

全国で有数の人工林面積と蓄積を誇る本県のスギ資源は、充実期を迎えつつあり、今後、大量供給が可能です。他県産スギ材や外材との競争を考慮すれば、差別化・高付加価値化が必要です。本県には、優良材として全国的に知られる青森ヒバがありますが、その資源は減少傾向にあり、将来は中小径材の利用が主体になる見通しです。こうした状況を踏まえ、スギ・ヒバ中小径材を主体とする住宅用構造材への利用拡大を図るため、スギ角材を2枚のヒバ板で挟んだ3層構成の構造材（以下「スギ・ヒバ複合積層材」）の製造を試み、それらの強度性能の評価を行いました。

成 果

スギ丸太とヒバ丸太から、積層材用挽き板（以下エレメント）を採材しました。ヒバエレメントの厚さは1 cmあるいは2 cmにし、スギエレメントの厚さは20 cmと22 cmの計4種類としました。また、スギエレメントには乾燥を容易にするため、約7～8 cmの背割り加工を施しました。

積層材の断面構成は、ヒバエレメント-スギエレメント-ヒバエレメントの厚さが2-20-2 cm（以下A type）あるいは1-22-1 cm（以下B type）の2種類としました。なお、接着剤は水性高分子イソシアネート系接着剤を用い、最終寸法は幅10.5 cm、高さ24 cm、材長400 cmとしました（図1）。製造した積層材は、A type及びB typeとも17体、計34体でした。これらについて、3等分4点荷重方式で、積層面に垂直方向から加重を加えた曲げ試験を行ない、曲げ強度性能を把握しました（表1）。また、エレメントのヤング係数から算出し推定した積層材の曲げヤング係数は、曲げ試験から得られた曲げヤング係数と高い相関を示しました。（図2、図3）。このことから、今回試験したスギ・ヒバの構成比においては、曲げヤング係数の明らかなスギ・ヒバ複合積層材を製造する技術を確立しました。

成果の活用

本研究により、スギ・ヒバの断面構成を変えても、十分な曲げ性能をもつ積層材製造が可能であることが分かりました。

また、これまで蓄積された研究データと照合し、スギ・ヒバ複合積層材の製造法や性能がさらに明らかになり、異樹種構成でも構造材として十分実用可能であることが確認できました。また、当場では、これらの研究成果をもとにして、実用性の高いスギ・ヒバ複合大断面集成材の開発に着手しています。

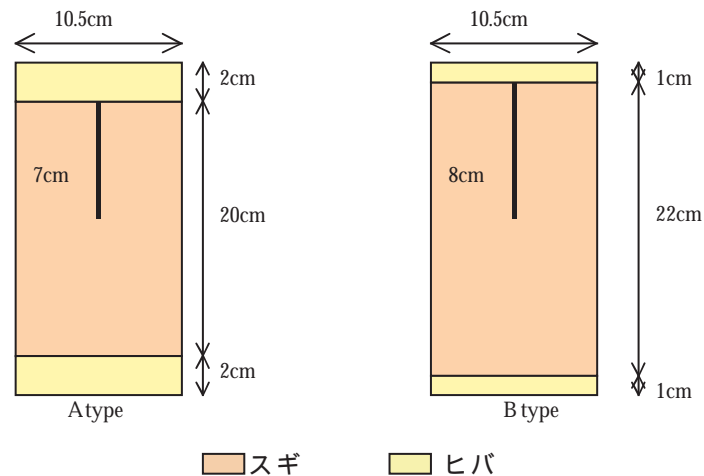


図1 製造したスギ・ヒバ複合積層材（材長4m）

表1 曲げ試験結果

		密度 (kg/m^3)	含水率 (%)	動的ヤング係数 (KN/mm^2)	曲げヤング係数 (KN/mm^2)	曲げ強度 (N/mm^2)
A type	平均値	386	15.0	6.80	7.78	33.2
	最大値	420	22.3	8.51	9.23	40.6
	最小値	345	12.8	5.31	6.97	24.2
	標準偏差	19.9	2.4	0.81	0.65	4.7
	変動係数	5.17	16.2	11.96	8.34	14.1
B type	平均値	373	15.6	6.04	7.02	29.0
	最大値	416	20.0	7.98	8.59	36.5
	最小値	341	12.6	4.47	5.67	22.6
	標準偏差	19.4	1.9	0.91	0.81	4.3
	変動係数	5.22	12.1	15.08	11.47	15.0

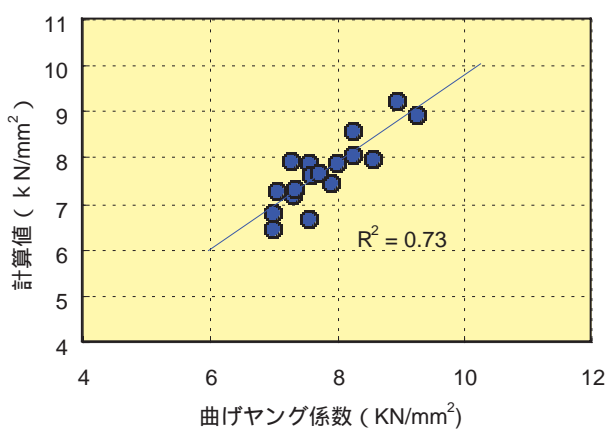


図2 曲げヤング係数と計算値との関係（A type）

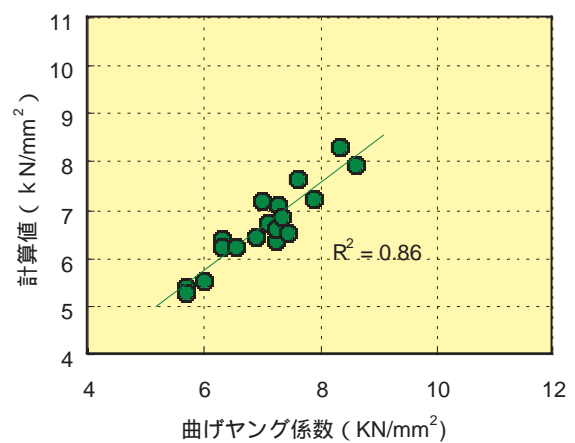


図3 曲げヤング係数と計算値との関係（B type）

カラマツ中目材を利用した接着重ね梁の開発

長野県林業総合センター

吉田孝久・伊東嘉文・橋爪丈夫

研究の背景・目的

カラマツは長野県を代表する樹種であり、その利用拡大に大きな期待が寄せられています。近年、心持ち無背割り材の利用が高温乾燥技術の開発により可能となったことから、これら心持ち角材を複数組合せた「接着重ね梁」(図1)の利用を検討しました。

本試験では、カラマツ間伐材から製材された心持ち無背割り正角(エレメント)を、割れの抑制や乾燥時間の短縮の点から有効とされる高温セット法により人工乾燥し、これらを2本或いは3本を重ねて接着積層させることにより、寸法安定性の高い、また強度性能が確保された梁材「接着重ね梁」(2本重ね材をツインビーム、3本重ね材をトリプルビームと呼称)を開発することを目的としました。

成 果

接着重ね梁は、大径材からしか得ることが出来なかった大きな断面の構造材が製造でき、特に中径の間伐材から梁桁材が得られるという点が大きな特徴です。また、無垢材に近い質感が得られることも特徴の一つです。

製造工程を図2に示しましたが、2本のエレメントの組合せは、作製時の1ロット内でヤング係数が一番高い材と一番低い材、二番目に高い材と二番目に低い材という具合に組合せ、出来上がったツインビームのヤング係数が計算上同一になるように設定しました。ツインビームの使用時には、より強度を得るため、ヤング係数が高いエレメント(引張側エレメント)が下側に配置されることを前提に考えています(図1)。

ツインビームの曲げ試験の結果では、曲げヤング係数(MOE)と曲げ強度(MOR)の平均値は、それぞれ 10.32 kN/mm^2 と 35.3 N/mm^2 でした。MOEについては、重ね梁を構成する部材(エレメント)を平均的に組合せることにより、MOEの安定した材を得ることができました。また、MORについては節等の影響によりややバラツキが見られ、国土交通省告示で示されている「カラマツ無等級材の基準強度(MOR) 26.7 N/mm^2 」を下回った材が50体中4体ありました。

最下部に高品質カラマツラミナを1枚接着した強化ツインビームでは、MOEの平均が 10.83 kN/mm^2 、MORが 43.6 N/mm^2 となり、曲げ強さを大幅に向上させることができました。またトリプルビームについては、3本のエレメントを下側から強 弱 中の順に組合せましたが、14体の試験結果では、MOEとMORの平均値はそれぞれ 10.27 kN/mm^2 と 38.6 N/mm^2 でした。

成果の活用

これまで蓄積したデータを基に民間において「接着重ね梁」が製造され、またエレメントの組合せ方や使い方によって「接着合せ柱(テトラポール:図1)」も誕生し、これらを利用した建物が建築され始めました(写真1、2)。今後、接着重ね梁を利用した建物の実用化がさらに進展していくよう、低コストな乾燥スケジュールの究明や規格化に向けた強度性能のデータ蓄積、さらにスギやアカマツの利用についても検討していく予定です。

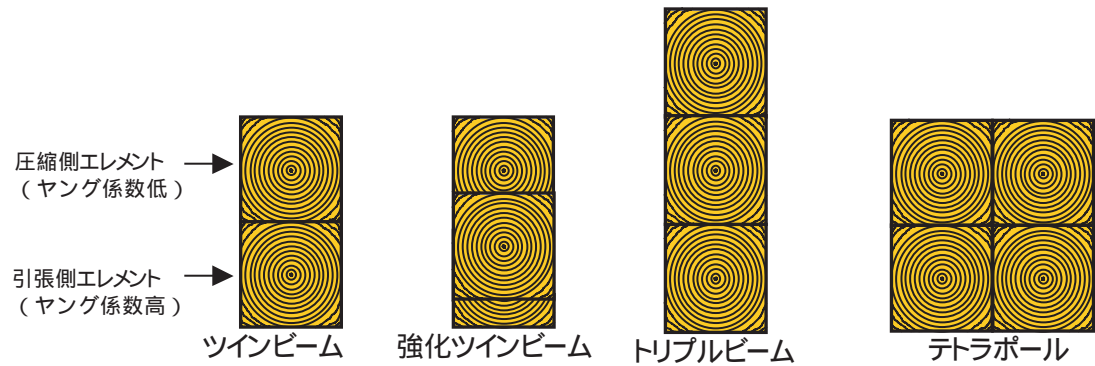


図1 接着重ね梁と合せ柱の構成図

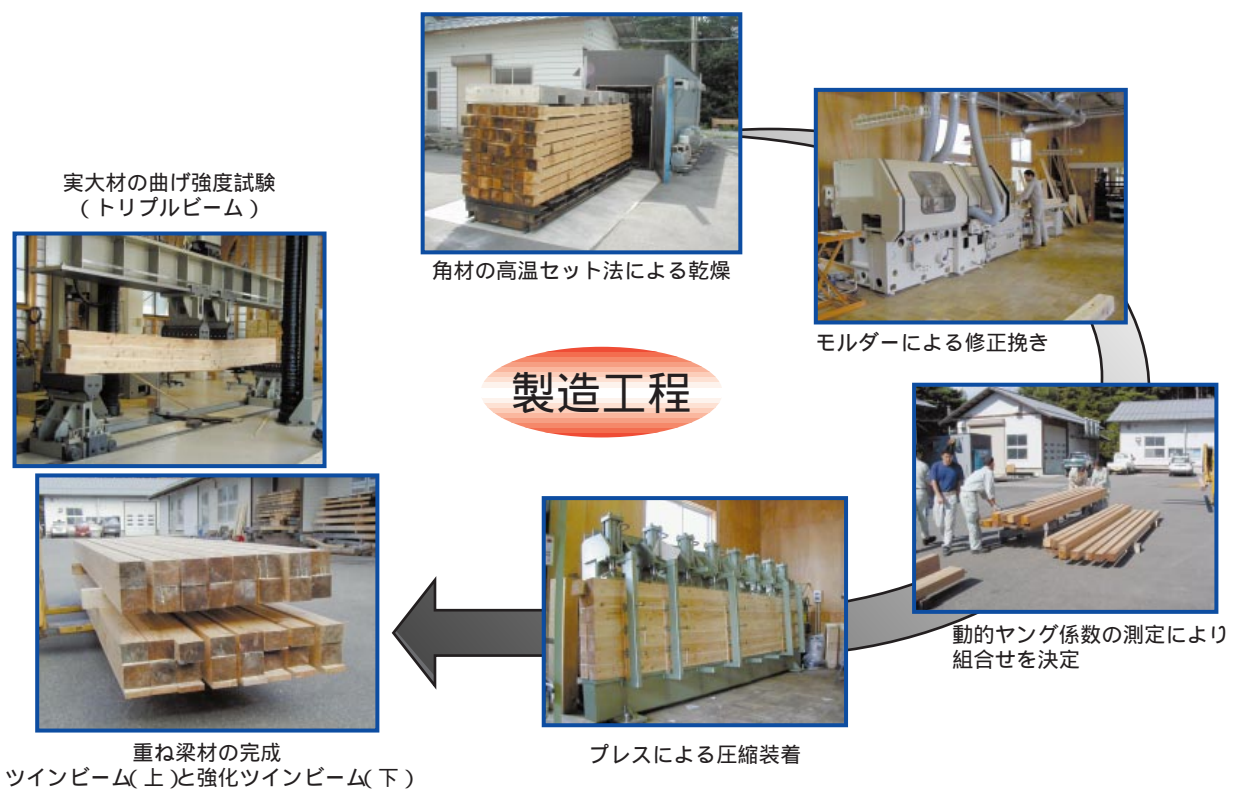


図2 接着重ね梁の製造工程



写真1 実用例（建築設計事務所 - 松本市 - ）



写真2 実用例（集会所 - 生坂村 - ）

スギパネルを用いた軸組パネル挿入壁構法

福岡県森林林業技術センター
河上工務店

占部達也・片桐幸彦・村上英人
河上圭一・長井慎二

研究の背景・目的

県内のスギ林は大径化の方向にあり、これまでの柱材等の利用に加え、スギ大径材を活かす新たな用途が求められています。一方、住宅の品質確保の促進等に関する法律が施行され、耐震性や居住性など住宅へのニーズは高度化、多様化しています。さらに、熟練した大工の減少やコストの点から工場でのパネル化等による施工の合理化が進んでいます。これらに対応する部材、構法が求められており、「面材」の活用がキーワードとされています。

本研究では住宅の壁用面材としての利用を考え、幅方向に接着した厚さ4cmスギパネルを溝加工した柱の間に落とし込むことで、スピーディな施工と高い耐震性を特徴とする住宅壁構法の開発を行いました(図1、図2)。本研究は林野庁大型プロジェクト研究事業(平成10～14年度)により行ったものです。

成 果

スギパネルとは、スギの厚板や角棒を横一列に接着剤で貼り合わせた厚さ4cmの面材です(図2)。合板等の積層型の面材に比べ接着剤の量が少なく、本来の木が持つ良さが活かされたものと言えます。また、そのまま内装材としても使え、その厚みを活かした断熱性や遮音性等の効果も期待されます。

その反面、本来の木の性質に近いために、湿気を吸ったり吐いたりする際の寸法変化が大きく、また、パネルにかかる力の方向で強度が異なり、これらの改善や性能を確認する必要があります。そこで、パネルを構成する材料の幅を変えて寸法安定性を検討した結果、幅が小さい方が吸放湿に伴う寸法安定性が優れていることが分かりました。強度についても、パネルの厚みにより壁用面材として十分な強度を持つことが分かりました。また、パネルを溝に落とし込む構法により、パネル周囲の溝による補強効果や、溝の中でパネルの寸法変化を吸収する効果も期待されます。

住宅の耐震性において壁の強さが大きな要素の一つとなります。一般の軸組構法住宅では、壁の中に斜めに筋交いを入れ強度を持たせています。本壁構法では、こうした住宅の壁にパネルを組み込む形を考え、筋交いの代わりに柱に設けた溝にパネルを落とし込んだものです。壁の強度試験を行った結果、壁倍率3.06(45×90mm筋交い入り壁の1.5倍)を記録し(図3)、破壊時もパネル自体の損傷は皆無でした。今後、断熱性等の居住性の把握も必要ですが、本研究によりスギパネルの壁材としての可能性を確認し、また、本パネルを用いることで地震に強い壁が得られることが分かりました。

成果の活用

この構法(ただし筋交いを併用)で、現在28棟の住宅が建設されています(図4)。ユーザーの方から好評で、その口コミで受注したものです。ただし、筋交いを使わない仕様での本格的な実用化には、建築材料及び住宅構法の認定が必要です。本構法では従来の約2倍の木材を使用し、また、施工もスピーディとなり、既存の木造住宅にスギ材の新たな需要を促すと共に、パネルの厚みにより調湿性や断熱性等の木の良さを活かした「木の家らしさ」を持つ住宅の提供が可能となるものと考えています。

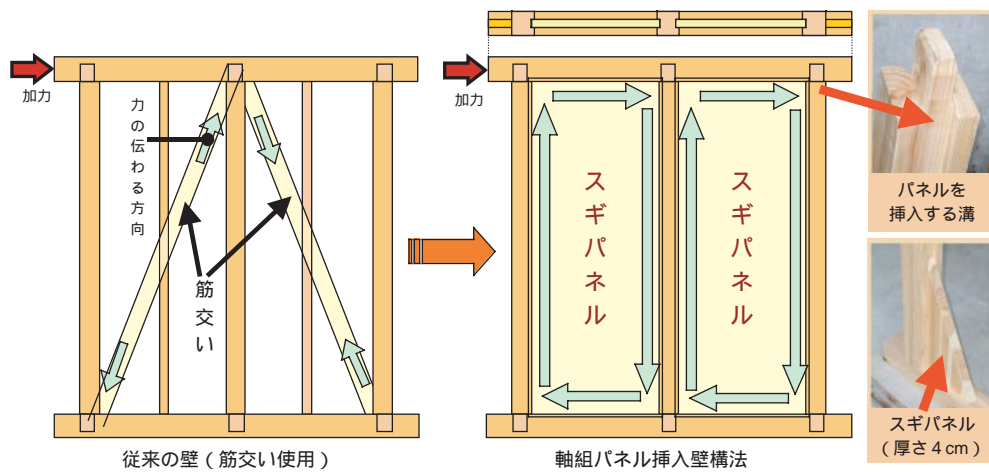


図 1 厚さ 4 cm のスギパネルを用いた軸組パネル挿入壁構法

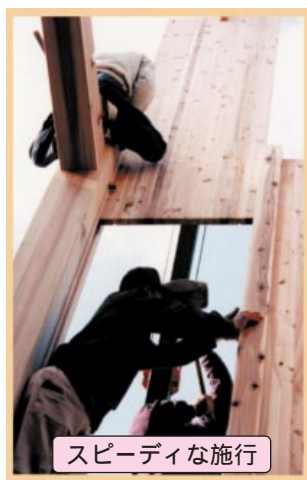


図 2 クレーンを使った組立風景



図 3 壁の強度試験の様子



図 4 本構法を用いた住宅の施工例（建設中）

スギ曲がり材を用いた2ピース積層柱の開発

宮崎県木材利用技術センター

上杉 基・飯村 豊

研究の背景・目的

宮崎県の人工林スギの多くは生育が早いため年輪幅が広く、材の密度も低いといった特性を持っており、このスギ材の活用は宮崎県にとって積極的に推進すべき課題となっています。2ピース積層柱は原材料としてスギB材（小曲がり材）を使用し、1本の芯持ち角材を分割して得た1対の角材を乾燥した後、積層接着するなど、従来の集成材技術とは異なる技術を用いています。本研究の目的は、各種強度試験や接着性能試験、寸法安定性試験、ホルムアルデヒド放散試験等を実施することにより、この2ピース積層柱の基本的な性能を数値データとして明らかにし、そのデータを製造工程にフィードバックさせることにあります。さらに、何らかの公的認証への橋渡しを担うことも目的としています。

成 果

動的弾性係数は、3mの105mm角材70本について一次の固有周波数をFFTアナライザーにより測定し、算出しました。平均値は7.83GPaでした。105mm角材30本の実大曲げ試験結果は、曲げ弾性係数MOEの平均値が8.27GPa、曲げ強度MORの平均値が55.69MPaでした（表1）。一般的なスギ製材品の平均値がおよそ7GPa、40MPa程度ですので、比較的高い数値であるといえます。実大ブロックせん断試験は、試験体40体中で、せん断強さと木部破断率が基準値を下回ったものが2体、せん断強さは満たしているが木部破断率が基準値を下回ったものが1体ありました。柱として在来軸組住宅の壁を構成した場合に一般の乾燥スギ製材品と差があるかどうかを調べるために同一条件で実大壁試験体を製作し、せん断試験を行いました（図2、写真1）。壁の性能では製材品との差はありませんでした。釘引き抜き試験では放射方向Rの引き抜き耐力が最も大きく、平均値で0.32kNでした（写真2）。事故的水がかりを想定した寸法安定性を確認するために水槽で試験体を72時間浸せき後に恒温恒湿室で浸せき前の重量になるまで養生しました（写真3）。寸法測定の結果から、反りは浸せきすることにより多少生じますが元の含水率に戻ればほぼ無くなり、ねじれは若干残留する傾向が明らかになりました。ホルムアルデヒド放散量試験は財団法人日本合板検査会九州検査所において実施しました。検出された放散量は最大0.04mg/Lとごく微量であり、構造用集成材の日本農林規格に照らすとFに該当することがわかりました。

成果の活用

この研究成果に対応して、（財）日本住宅・木材技術センターにおいて2ピース積層柱を新たなAQ認証の対象とする動きがでてきました。2ピース積層柱は平成14年度林業・木材産業構造改革事業が導入され、宮崎県東臼杵郡東郷町のデクスウッド宮崎事業協同組合において量産施設が整備されました。平成15年8月から本格生産を開始しています。

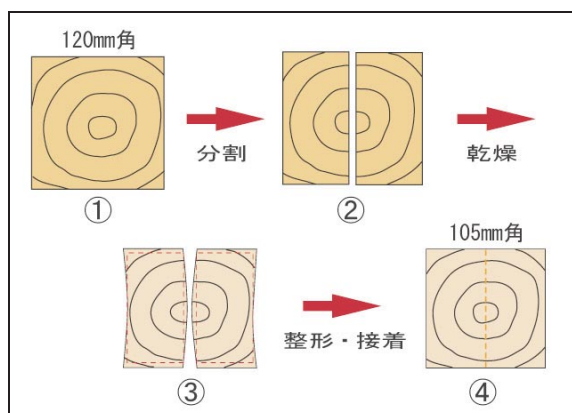


図1 2ピース積層柱製作イメージ

表1 実大曲げ試験結果

	MOE (GPa)	MOR (MPa)
最小値	5.19	36.07
平均値	8.27	55.69
最大値	10.41	72.85
標準偏差	1.43	9.58
変動係数	17.30%	17.20%
5%下限値	5.59	37.79

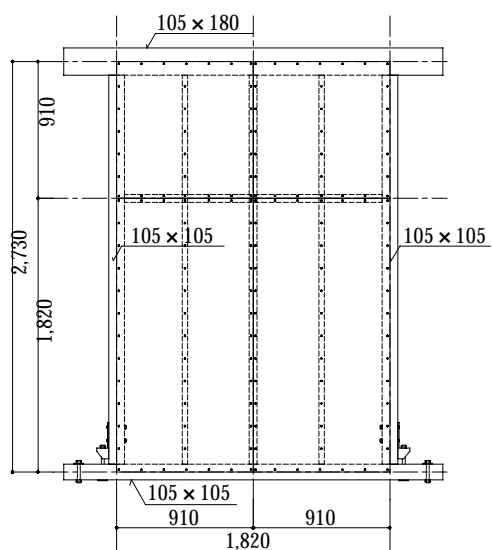


図2 実大壁試験体



写真1 実大壁せん断試験



写真2 釘引き抜き試験



写真3 寸法安定性試験

スギ間伐材を用いた湾曲集成材の開発

宮崎県木材利用技術センター
元宮崎県木材利用技術センター

森田秀樹・藤元嘉安・飯村 豊
大熊幹章

研究の背景・目的

宮崎県産スギから製造された集成材用ラミナは、曲げヤング係数が低く、構造用集成材の日本農林規格（JAS）で定められた最小値の基準 $50\text{tf}/\text{cm}^2$ を下回るものがある程度含まれます。このために、構造用集成材の製造時に材料歩留まりが落ちることから、製造コスト削減における障害の一因となっています。しかし、曲げヤング係数が低いということは曲げ加工が容易であることを意味しており、事実オビスギは造船用の弁甲材として長い間利用されてきました。そこで、本センターではそのようなオビスギの強度特性を活かした湾曲集成材を製造して、その利用促進を図るため、強度性能を調べるとともに住宅用の耐力壁としての性能試験を行いました。

成 果

湾曲集成材は図1に示すように多数の油圧シリンダを用いて、接着層の直角方向に均一に圧力をかけて製造しました。湾曲集成材の断面は幅を90mm、厚さを90mmあるいは120mmとし、湾曲部の内側曲率半径を320mm、外側曲率半径を410mm及び440mmとしました。また、接着剤としては水性高分子イソシアネート樹脂接着剤を用いました。まず、湾曲集成材自体の性能評価を行うために、湾曲集成材を閉じる、あるいは開く方向の抵抗性を示す指標である支持係数について検討を行いました。すなわち、2組計4個の変位変換器により得られた湾曲部の角度変化に対し、単位角度変化当たりに要するモーメントによって支持係数を求めました（図2）。90mm角断面の湾曲集成材の場合、湾曲部が閉じる方向の単位幅当たりの支持係数は平均で $898.9\text{kN}\cdot\text{cm}/\text{cm}$ （標準偏差： $31.6\text{kN}\cdot\text{cm}/\text{cm}$ ）であり、開く方向では $770.5\text{kN}\cdot\text{cm}/\text{cm}$ （標準偏差： $51.5\text{kN}\cdot\text{cm}/\text{cm}$ ）でした。これらの値は、井道ら（木材学会誌、Vol.47、No.3）の行った湾曲LVLについての研究における値とほぼ同程度であり、この湾曲集成材が構造用部材として十分使用可能であることが確認されました。

実大壁せん断試験に用いた試験体の概略を図3に、その試験結果を表1に示します。湾曲集成材を用いた耐力壁は、最大耐力に比べて剛性及び靱性に劣る構造であることが分かります。最終的な壁倍率（建築物の水平耐力設計に用いる耐力壁の強さを表す指標）は全ての試験体で剛性（見かけのせん断変形角が $1/120\text{rad}$ 時の値）によって決定され、90mm角の湾曲集成材を使用した場合で1.0倍、120mm角の場合では1.4倍という結果になりました。今後、湾曲集成材と枠材の緊結を工夫することや湾曲部を金物により補強すること等により壁倍率を向上できると考えられます。

成果の活用

今後、補強技術の改良等により湾曲集成材を用いた壁体が住宅の耐力壁として使用可能になれば、開口部を有しながら耐力壁としても機能するという従来では見られなかった新しい壁体を実現することができるものと考えられます（図4）。

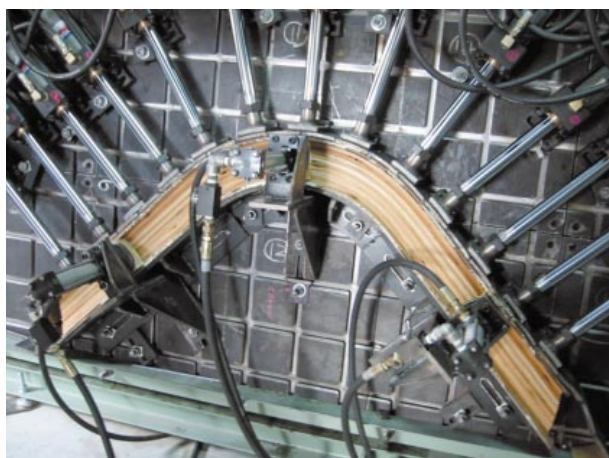


図1 湾曲集成材の製造方法

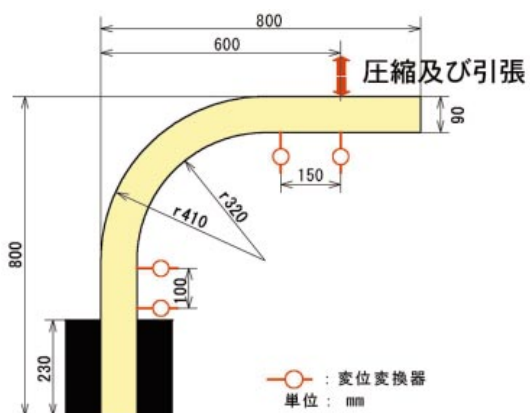


図2 強度試験方法

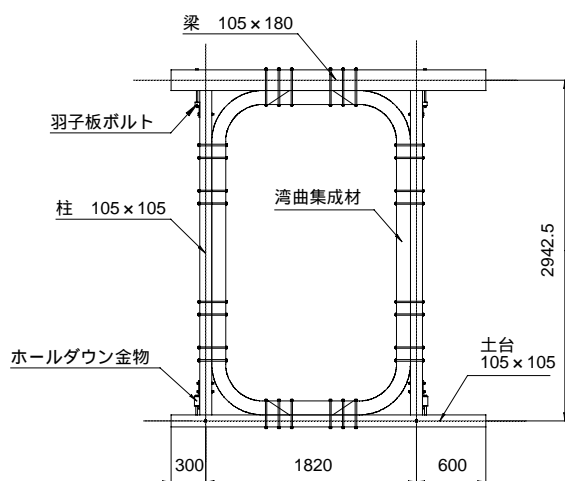


図3 耐力壁試験体の概要

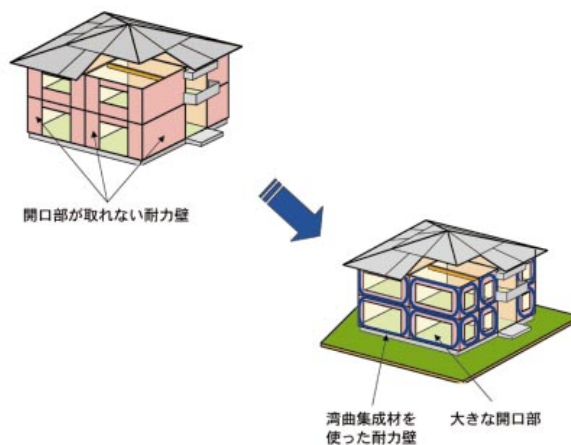


図4 大きな開口部を有する住宅の実現

表1 壁せん断試験結果

試験体番号	湾曲集成材 の断面寸法 mm ²	1/120rad 時の荷重 kN	P_y kN	$P_{max} / 1.5$ kN	$P_u \times (0.2 / D_s)$ kN	壁倍率 倍
90-1	90 x 90	3.8	7.5	8.8	4.8	1.0
90-2	"	3.6	7.2	9.5	4.0	
90-3	"	3.7	6.6	7.7	4.6	
120-1	120 x 120	4.8	8.1	8.9	4.7	1.4
120-2	"	6.7	9.8	11.2	5.8	
120-3	"	4.8	9.8	10.3	5.5	

P_y : 降伏耐力, P_u : 終局耐力, D_s : 構造特性係数

研究成果掲載公立林業試験研究機関所在地一覧

機 関 名	電話番号	所 在 地	電話番号
北海道立林業試験場	079-0198	北海道美唄市光珠内町東山	01266-3-4164
北海道立林産試験場	071-0198	北海道旭川市西神楽1線10号	0166-75-4233
青森県農林総合研究センター 林業試験場	039-3321	青森県東津軽郡平内町大字小湊字新道46-56	017-755-3257
岩手県林業技術センター	028-3623	岩手県紫波郡矢巾町大字煙山第3地割字清水560-11	019-697-1536
宮城県林業試験場	981-3602	宮城県黒川郡大衡村大衡字はぬ木14	022-345-2816
秋田県森林技術センター	019-2611	秋田県河辺町戸島字井戸尻台47-2	018-882-4511
山形県森林研究研修センター	991-0041	山形県寒河江市大字寒河江丙2707	0237-84-4301
福島県林業研究センター	963-0112	福島県郡山市安積町成田字西島坂1番地	024-945-2160
茨城県林業技術センター	311-0122	茨城県那珂郡那珂町戸4692	029-298-0257
群馬県林業試験場	370-3503	群馬県北群馬郡榛東村大字新井2935	027-373-2300
埼玉県農林総合研究センター 森林研究所	369-1224	埼玉県大里郡寄居町大字鉢形2609	048-581-1533
千葉県森林研究センター	289-1223	千葉県山武郡山武町埴谷1887-1	0475-88-0505
新潟県森林研究所	958-0264	新潟県岩船郡朝日村大字鶴渡路2249-5	0254-72-1171
富山県林業技術センター 木材試験場	939-0311	富山県射水郡小杉町黒河新4940	0766-56-2815
福井県総合グリーンセンター	910-0336	福井県坂井郡丸岡町楽間15	0776-67-0002
山梨県森林総合研究所	400-0502	山梨県南巨摩郡増穂町最勝寺2290-1	0556-22-8001
長野県林業総合センター	399-0711	長野県塩尻市大字片丘字狐久保5739	0263-52-0600
岐阜県森林科学研究所	501-3714	岐阜県美濃市曾代1128-1	0575-33-2585
静岡県林業技術センター	434-0016	静岡県浜北市根堅2542-8	053-583-3121
京都府林業試験場	629-1121	京都府船井郡和知町字本庄小字土屋	0771-84-0365
大阪府立食とみどりの総合 技術センター	583-0862	大阪府羽曳野市尺度442	0729-58-6551
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	671-2515	兵庫県宍粟郡山崎町五十波字尾崎430	0790-62-2118
岡山県林業試験場	709-4335	岡山県勝田郡勝央町植月中1001	0868-38-3151
徳島県立農林水産総合技術 センター 森林林業研究所	770-0045	徳島県徳島市南庄町5丁目69	088-632-4237
高知県立森林技術センター	782-0078	高知県香美郡土佐山田町大平80	0887-52-5105
福岡県森林林業技術センター	839-0827	福岡県久留米市山本町豊田1438番2号	0942-45-7982
大分県林業試験場	877-1363	大分県日田市大字有田字左寺原	0973-23-2146
宮崎県木材利用技術センター	885-0037	宮崎県都城市花繰町21の2	0986-46-6041
鹿児島県林業試験場	899-5302	鹿児島県姶良郡蒲生町上久徳182-1	0995-52-0074

(注) 1. 研究成果選集掲載機関一覧表の機関名は平成15年4月1日現在

2. 研究成果選集本文中の機関名は平成14年4月1日現在

ISSN 1349-2225

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.1(平成14年度)

発 行 日	平成16年3月30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	朝日印刷株式会社つくば支社 茨城県つくば市東2-11-5 電話 029(851)1188

本誌を転載・複製する場合は、森林総合研究所の許可を得て下さい。
