

公立林業試験研究機関

# 研究成果選集

NO.7

2010.3

独立行政法人 森林総合研究所 編集・発行

## はじめに

我が国の森林・林業をみると、戦後植林した人工林資源が利用可能な段階に入りつつあり、森林の適正な整備による多面的機能の持続的発揮が必要とされています。

また、地球温暖化防止に向けて、木材のエネルギー及びマテリアル利用や建築物等の資材の木材への転換による低炭素社会づくりを進めるため、国内の森林資源を最大限活用すべきとの機運が高まっております。

このため、林野庁では効率的で安定的な林業経営の基盤づくりを進め、木材の安定供給と利用に必要な体制の構築を目指す「森林・林業再生プラン」を昨年12月に作成し、今後10年を目途に我が国の森林・林業を早急に再生していくこととしております。

こうした施策の実現や、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・木材産業分野の科学的知見が大きな役割を果たすため、効率的・効果的な研究・技術開発の推進が重要であります。

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ることを期待しております。

最後に、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22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 人工林から混交林への誘導技術の開発（北海道立林業試験場）……………1
- 2 河畔林再生技術の改善と河畔整備マニュアルの開発（北海道立林業試験場）……………3
- 3 長伐期施業に対応したスギ林システム収穫表の作成（宮城県林業技術総合センター）……………5
- 4 優良無花粉スギの開発と苗の大量生産（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）……………7
- 5 ヤノナミガタチビタムシの生態の解明と被害の軽減（山梨県森林総合研究所）……………9
- 6 広葉樹の遺伝的地域差の解明と増殖技術の開発（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター）……………11
- 7 ニホンジカによるスギ・ヒノキ成木剥皮害の実態（三重県林業研究所）……………13
- 8 ウシ放牧による竹林の拡大防止技術の開発（京都府森林技術センター）……………15
- 9 スギ樹皮を利用した資材による法面緑化（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）……………17
- 10 ニホンザルの生息数調査と新たな侵入防止柵の効果実証（島根県中山間地域研究センター）……………19
- 11 B A P 処理による抵抗性マツ種子の増産研究（香川県森林センター）……………21
- 12 簡易放牧による獣害防止と粗放的農林地管理技術（高知県立森林技術センター）……………23
- 13 マツ材線虫病防除としての薬剤散布の効果と中止の影響（鹿児島県森林技術総合センター）……………25
- 14 デイゴヒメコバチの生態と防除に関する研究（沖縄県森林資源研究センター）……………27

## ◇ 木材に関する研究

---

- 15 木質ペレット燃料の環境影響評価（北海道立林産試験場）……………29
- 16 青変防止処理がアカマツ製材歩留りに与える影響（岩手県林業技術センター）……………31
- 17 木製遮音壁の劣化調査（群馬県林業試験場）……………33
- 18 背割り加工による富山県産スギ丸棒の高耐久化（富山県農林水産総合技術センター木材研究所）……………35
- 19 カラマツ、アカマツによる枠組壁工法部材の開発（長野県林業総合センター）……………37
- 20 福井県産スギ大断面（横架材）複合材の開発（福井県総合グリーンセンター）……………39
- 21 無機質等の可溶化技術とそれを用いた木質材料の不燃化（奈良県森林技術センター）……………41
- 22 紀州材を使った落石防護柵の開発（和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場）……………43

- 23 画像処理による丸太材積簡易計測システムの開発（鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場）……………45
- 24 木造工作物の高耐久化に関する研究開発（広島県立総合技術研究所林業技術センター）……………47
- 25 乾燥材生産のための加熱養生施設の開発（熊本県林業研究指導所）……………49
- 26 木質系廃棄物からのエコカーボンボードの開発（鹿児島県工業技術センター）……………51

## ◇ 特用林産に関する研究

---

- 27 落葉広葉樹を用いた樹種別オガ粉によるきのこ栽培（秋田県農林水産技術センター 森林技術センター）……………53
- 28 里山を利用したきのこ通年発生技術（山形県森林研究研修センター）……………55
- 29 ホンシメジの菌床野外栽培法（福島県林業研究センター）……………57
- 30 春に発生する野生マイタケの栽培特性の解明（茨城県林業技術センター）……………59
- 31 菌床栽培と原木栽培を融合したクリタケ栽培法の開発（長野県林業総合センター）……………61
- 32 地域特産サンショウ苗の安定生産技術に関する研究（岐阜県森林研究所）……………63
- 33 タマチョレイタケの菌床栽培技術の向上に関する研究（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター）……………65
- 34 菌床シイタケ用優良品種の育種に関する研究（愛知県森林・林業技術センター）……………67
- 35 オオイチョウタケ野外栽培技術の開発（三重県林業研究所）……………69
- 36 クロマツ苗畑を使用したショウロ栽培（島根県中山間地域研究センター）……………71
- 37 簡易軽量炭化炉の開発及び炭化技術の開発（岡山県林業試験場）……………73
- 38 高収量・高品質シイタケ栽培技術（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）……………75
- 39 原木乾シイタケ生産工程省力化に関する研究（愛媛県農林水産研究所林業研究センター）……………77
- 40 新商品化に向けた皮付き水煮タケノコ生産技術の開発（福岡県森林林業技術センター）……………79
- 41 成形駒を使ったアベマキ原木シイタケの生産特性（長崎県農林技術開発センター）……………81
- 42 シイタケ乾燥工程における燃料消費量削減技術の開発（大分県農林水産研究センターきのこ研究所）……………83
- 43 環境コンクリートに活用する木質燃焼灰の原料化（宮崎県木材利用技術センター）……………85

# 1 人工林から混交林への誘導技術の開発

北海道立林業試験場 森林環境部防災林科 今 博計

## 研究の背景・ねらい

北海道では、人工林を本来の自然植生である多様な樹種が入り混じった混交林へ誘導することを長期的な森林管理目標の一つとして位置付けています。しかし、計画目標を立てる際に必要な人工林における広葉樹の侵入状況や、具体的な誘導方法については不明な点が多く、現状の把握と方法の開発が求められています。そこで本研究では、カラマツとトドマツの人工林内における広葉樹の侵入実態と、トドマツ列状間伐林における広葉樹天然更新の実態から、混交林へ誘導するための施業方法について検討しました。

## 成 果

全道の民有林から無作為に抽出した林齢 60 年生以上のカラマツ林 (163 林分) とトドマツ林 (114 林分) を対象に、胸高直径 3cm 以上の高木性と亜高木性樹種の本数密度を調べました。その結果、カラマツ林では下層に広葉樹のない林分は全体の 8%でしたが、トドマツ林では 33%に達していました(図 1)。したがって、通常の施業のもとでは、カラマツ林では広葉樹の天然更新を利用した混交林化が可能であるのに対して、トドマツ林では難しいと考えられました。また、広葉樹更新の成立要因を明らかにするため、広葉樹の本数密度と環境要因との関係を解析した結果、カラマツ林では林分面積が、トドマツ林では胸高断面積合計が影響していることがわかりました(図 2、3)。この結果は、カラマツ林では広葉樹林からの距離が、トドマツ林では林内の光環境が広葉樹の更新にとって影響力の強い要因であることを示しています。

多様な広葉樹が更新可能な間伐方法を明らかにするため、間伐後 8～11 年経過した 39 年生のトドマツ間伐林分(写真 1)と 28 年生の無間伐林分(写真 2)において、広葉樹の更新状況を調べた結果、列状間伐により多様な広葉樹を天然下種更新できることを明らかにしました。また、なかでも 2 伐 3 残、3 伐 2 残の強度間伐林では、大型草本の被圧を抜け出した樹高 1m 以上の広葉樹が 11 種あり、その個体数は 1ha 当たり 2,500～3,750 本存在していたことから、十分な数の更新木が確保できたと考えられました。したがって、強度間伐によって、トドマツ人工林を多様な広葉樹を含む針広混交林へ誘導することが可能であると示唆されました。

## 成果の活用

本研究の成果は、次期の道有林基本計画策定における混交林化の施業方法を支える科学的なバックデータとして提供しています。また、混交林誘導の試験地として設定した北海道立サンピラーパーク(名寄市)のカラマツ人工林と道有林空知森づくりセンター(岩見沢市)のトドマツ人工林を実証の場として活用しています。

なお、本成果は農林水産省農林水産技術会議の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「広葉樹林化のための更新予測および誘導技術の開発」を活用したものです。

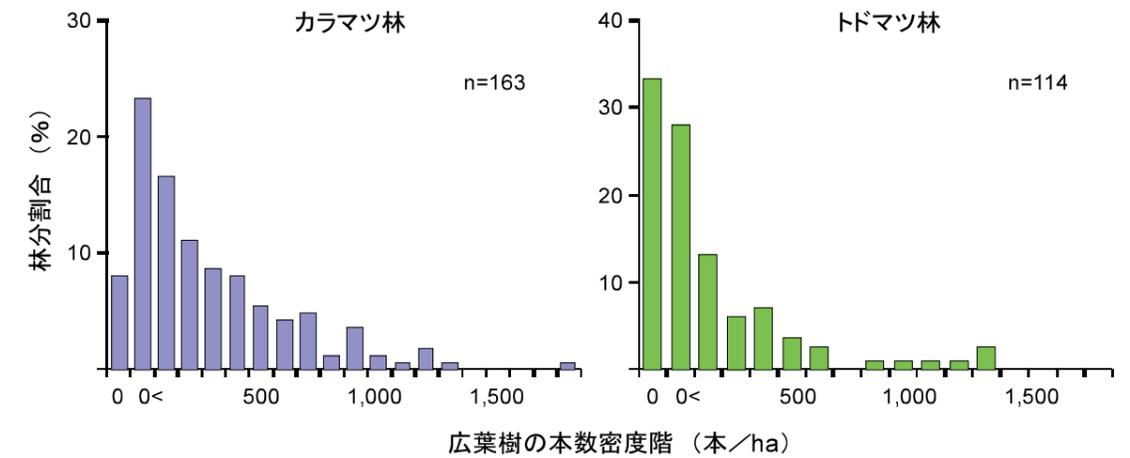


図 1 人工林の下層に侵入した広葉樹の本数密度別の林分割合

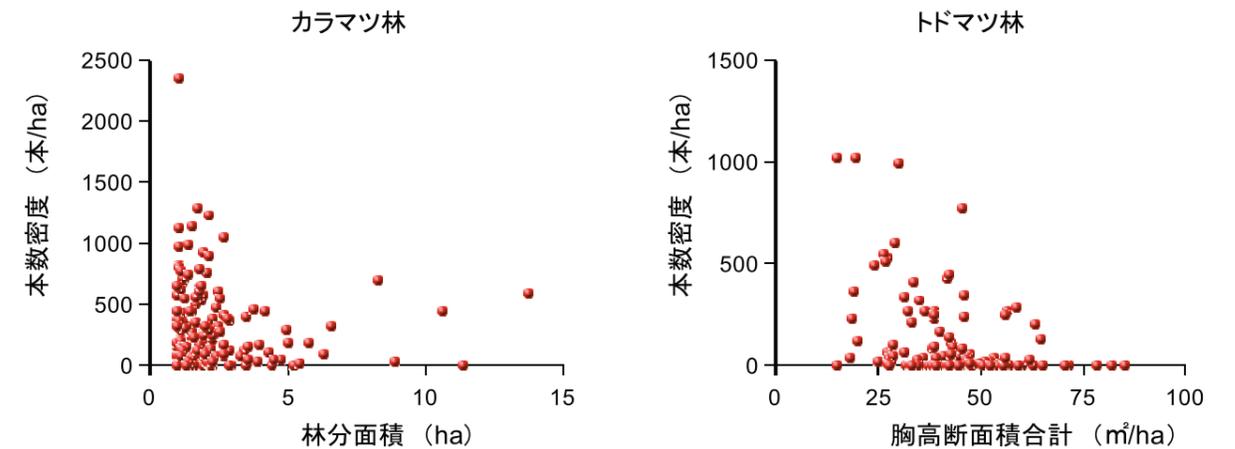


図 2 林分面積と広葉樹の本数密度との関係

図 3 胸高断面積合計と広葉樹の本数密度との関係



写真 1 間伐後 8 年経過した 39 年生のトドマツ人工林 (3 伐 2 残区)



写真 2 28 年生のトドマツ無間伐林

[問い合わせ先：北海道立林業試験場 森林環境部防災林科 TEL 0126-63-4164]

## 2 河畔林再生技術の改善と河畔整備マニュアルの開発

北海道立林業試験場 森林環境部流域保全科長 長坂 有

### 研究の背景・ねらい

河畔林を中心とした水辺環境再生技術改善のため、施工後10年あまり経過した北海道内の先進的再生地を調査するとともに、各地河川の河畔林状況と水温実態を比較することで、

- 1 立地環境に応じた河畔林再生手法
- 2 溪流魚の生息に配慮した木製構造物、河川微地形改善
- 3 河川水温に配慮した河畔林配置

についての指針を作成し、河畔整備のためのマニュアルとしました。

### 成果

- 1 冠水被害を受けやすい水際から比高の高い堤防法面にかけて、代表的な河畔性樹種7種を植栽したところ、ヤチダモ、サワグルミ、ハルニレは毎年数回の洪水にも耐えうるが、オニグルミはやや弱く、カツラ、オヒョウ、トチノキは冠水に弱いことを確認しました(図1)。樹木生理的な面から、主要樹種の生残のためには土壌水分環境の目安としてpF値1.5以下の過湿にならない立地環境が必要と判断されました。また立地条件がよい場所では、先駆樹種的な性質を持つサワグルミなどが他種を圧倒して成長することがあるため、多様な樹種を混植する際には、パッチのサイズを考慮した群状混植を行うなど、樹種特性を考慮した植栽配置が重要となります。
- 2 単調化した改修河川に間伐材を利用した木製構造物を投入することにより、溪流魚(サクラマス、アママスなど)の産卵に必要な瀬、親魚の隠れ場となる淵の形成が確認されるとともに、水中では10年以上経過しても木材はほとんど腐朽しないことがわかりました(写真)。ただし、瀬の維持には上流からの砂礫供給が必要であり、上流域も含めた流域管理が重要です。
- 3 川幅が広く水深が浅い用水路化した河道を、木材や礫の投入により狭め、あわせて河畔林を再生することにより、夏場の河川水温勾配(流下距離に対する水温上昇の割合)を改修前の1/5程度に下げることができました(図2)。また、道内約80河川の空中写真、GIS情報と実測水温データをもとに、河畔林帯が河川水温維持に及ぼす影響を推定し、川幅10mまでの中小河川では、5km以上の河畔林消失区間があると夏期にサクラマスの生息が困難な水温(24℃以上)に達することを示しました(図3)。

### 成果の活用

研究成果については、河川管理者等へのパンフレット「生き物の生息に配慮した河畔環境の再生」を配布しており、河畔林整備、溪流治山に関する研修資料として利用されています。

近年、河畔生態系に配慮した河川の管理は、治山、砂防、農業用水路整備など、様々な行政機関が取り組むとともに、NPOが率先して活動する場面もみられ、本研究成果はこのような部署の垣根を超えた各現場で利用可能です。



写真 積丹川における河畔再生効果の検証

河畔林のない単調な直線河道となっていた区間に、間伐丸太と石礫を投入することで変化をつけ、護岸部にヤナギさし木、その後方にヤチダモ、ハルニレなど極相的樹種を植栽して河畔林を再生した。丸太により形成された水深50cm以上の淵にヤナギの被陰が加わり、サクラマスなどの親魚の生息場が確保され、淵尻の瀬ではシロザケとサクラマスの産卵床が確認された。

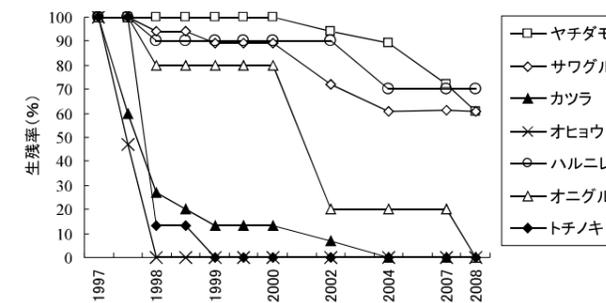


図1 高水敷に植栽された広葉樹の生残状況

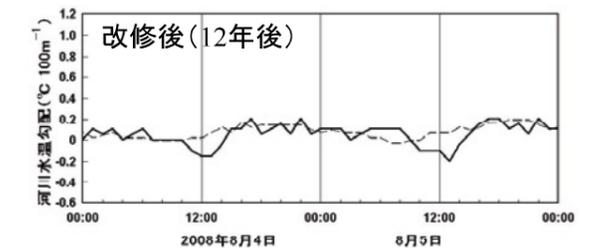
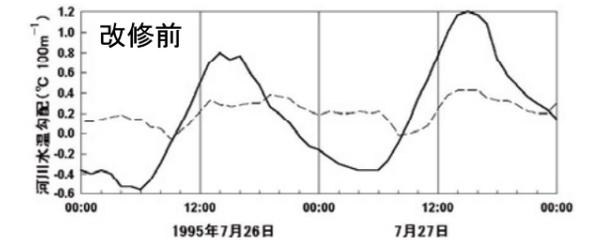


図2 施工前後の夏期の水温変化

改修区間(実線)は広い開水面であったため、天然林区間(破線)に比べて水温変化が大きく、サクラマスに不適な水温になる場合があったが、再改修後には改善された。

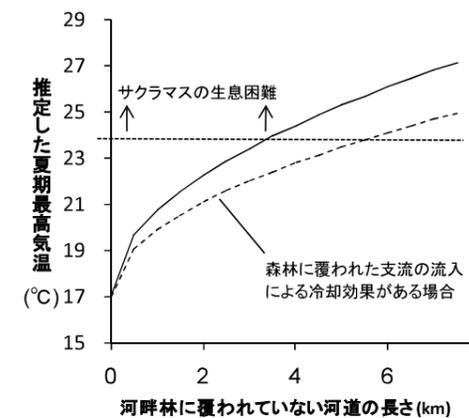


図3 河畔林消失区間の長さ(0-8km)と夏期最高水温

川幅10mまでの中小河川を対象とした。水温24℃以上ではサクラマスの摂餌停滞を引き起こすとされる。

[問い合わせ先: 北海道立林業試験場 森林環境部流域保全科 TEL 0126-63-4164]

### 3 長伐期施業に対応したスギ林システム収穫表の作成

宮城県林業技術総合センター 環境資源部 中澤 健一\*  
 (\*現 宮城県 農林水産部 林業振興課)

#### 研究の背景・ねらい

将来にわたって持続的に森林を利用するためには、収穫予測は欠かせないものです。本県ではこれまで、県内のスギ林を対象に林齢 60 年までの収穫表や林分密度管理図を調製し、使用されてきました。

しかし、近年木材価格の低迷などを背景に伐期が長期化するとともに、間伐履歴が様々な林分が増えていきます。従来の収穫表ではこのような現状への対応が難しいため、今回、多様化する間伐施業に対応可能なシステム収穫表を作成しました。

#### 成 果

いくつかの実用化されているシステム収穫表の中から、直径階ごとの本数と樹高を予測し、丸太数量の計算が可能な京都府立大学の田中和博教授 (1995) が開発した「シルブの森」を選定し、富山県の「シルブの森」を参考にしてエクセル版のソフト「宮城県システム収穫表「シルブの森」」(図 1、2、3) を作成しました。

「シルブの森」は、現在の林分表と樹高曲線から、将来の林分表と樹高曲線を予測するもので、平均胸高直径の成長や期首直径と定期直径成長量の関係等に関する成長モデルが仮定されています。

必要なパラメータは、固定調査地の調査から求めることが望ましいですが、樹幹解析や標準地調査による方法が考案されており、今回は県内の樹齢 91～147 年の 3 本の樹幹解析データと林齢 7～102 年までの既存の 480 箇所の標準地調査データを活用し、最も重要な樹高 (H) の成長曲線式と最大林分断面積 (λ) の成長曲線式を下記のとおり得ることができました。

$$H = MH \cdot (1 - 1.08 \exp(-0.021 t)), \quad \sqrt{\lambda} = M\lambda \cdot (1 - 1.07 \exp(-0.048 t))$$

MH, λ: 成長パラメータで地位指数により異なる t: 林齢 (年)

本システム収穫表では、簡単な現地調査により、5 年ごと 50 年後 (設定最高林齢 140 年) までの収穫量と直径階分布を容易に得られるとともに、間伐計画の入力により間伐丸太生産量が末口径級ごとに得られます。

#### 成果の活用

本システム収穫表では、将来の収穫量や林分の状態を個々の林分毎に高齢級まで予測ができるので、長伐期施業を含む多様な施業において活用することができます。また、間伐計画や森林所有者への説明資料の作成も容易にできるので、間伐の推進に活用できます。

今後は、本システム収穫表の操作マニュアルをホームページへ掲載し、森林組合、森林所有者及び林業研究会などに活用してもらい、実際の間伐材積と比較し予測精度の検証を行う必要があると考えています。

宮城県システム収穫表「シルブの森」の構成

入力シート									
1 調査地情報の入力		2 調査結果の入力					3 丸太数量計算の条件		
		①直径ごとの本数		②樹高曲線調査木の胸高直径と樹高			(変更したい場合上書きして下さい)		
市町村	登米市	直径(cm)	本数	標本木NO	胸高直径(cm)	樹高(m)	伐採高(cm)	材長(m)	延べ寸(cm)
林班	31	4		1	12	11.6	30	4	6
小班	イ	6		2	14	12.6			
小班群	10	8		3	16	13.4			
枝番	1	10		4	18	14.2			
		12	4	5	20	14.9			
小班面積	0.32 ha	14	8	6	22	15.5			
調査面積	0.32 ha	16	19	7	24	16.0			
		18	30	8	26	16.5			

図 1 現地調査データの入力

収穫表	現在	10年後
林齢(年)	28	38
収量比数(Ry)	0.71	0.83
平均樹高(m)	15.7	20.3
平均胸高直径(cm)	23.5	26.9
ha当り本数(本/ha)	1187.7	1187.8
ha当り材積(m <sup>3</sup> /ha)	409	683
直径階別本数(本/ha)		
林分の本数(本)	380.1	380.1
林分の材積(m <sup>3</sup> )	131	219
林分の丸太生産予測量	本数(本) 材積(m <sup>3</sup> )	本数(本) 材積(m <sup>3</sup> )
材長4m 10～13cm	198.0 10,871	284.5 15,453
14～18cm	420.1 44,595	468.5 52,886
20～28cm	239.0 46,575	516.4 113,454
30～38cm	3.0 1,132	19.9 8,232
40cm上	0.0 0,000	0.0 0,020

図 2 調査時及び10年後の収穫表

間伐量集計表							
林齢(年)	現在	5年後	10年後	15年後			
間伐率(本数率)	0.0%	0.0%	30.9%	0.0%			
間伐前の収量比数	0.71	0.78	0.83	0.77			
間伐後の収量比数	0.71	0.78	0.73	0.77			
収量比数下り幅	0.00	0.00	0.10	0.00			
ha当り間伐本数(本/ha)	0.0	0.0	366.8	0.0			
ha当り間伐材積(m <sup>3</sup> /ha)	0.0	0.0	119.7	0.0			
林分当り間伐本数(本)	0.0	0.0	117.4	0.0			
林分当り間伐材積(m <sup>3</sup> )	0.0	0.0	38.3	0.0			
林分当り丸太生産量	本数 材積(m <sup>3</sup> )						
材長4m 10～13cm	0.0 0.000	0.0 0.000	116.8 6,513	0.0 0.000			
14～18cm	0.0 0.000	0.0 0.000	156.5 16,699	0.0 0.000			
20～28cm	0.0 0.000	0.0 0.000	34.9 5,969	0.0 0.000			
30～38cm	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000			
40上	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000			

図 3 10年後の間伐量集計表

[ 問い合わせ先: 宮城県林業技術総合センター 環境資源部 TEL 022-345-2816 ]

## 4 優良無花粉スギの開発と苗の大量生産

富山県農林水産総合技術センター 森林研究所 斎藤 真己

### 研究の背景・ねらい

近年、スギ花粉症は大きな社会問題の一つになっていることから、できるだけ花粉を飛散させないスギが強く求められるようになりました。このような背景の中で、富山県では全国に先駆けて花粉を全く飛散させない無花粉スギを選抜し、その後、無花粉になる性質が一对の劣性遺伝子 (*aa*) によって支配されていることを明らかにしました。

そこで、品種改良によって遺伝的に優良な無花粉スギを開発するとともにその大量生産の方法について検討しました。

### 成果

#### 1 優良な無花粉スギ $F_1$ の開発

成長や材質に優れたスギ精英樹の中で、富山県の「小原 113 号」と石川県の「珠洲 2 号」が無花粉になる遺伝子を半分持っている (*Aa*) ことが明らかになりました。そこで、最初に発見された無花粉スギと「小原 113 号」を交配して、無花粉の  $F_1$  苗 66 個体を作出しました。これらを用いて検定林を造成し、9 年かけて初期成長が良く、平成 18 年の大雪でも被害にあわなかった優良な無花粉スギ  $F_1$  を 1 個体選抜しました (写真 1)。

#### 2 優良無花粉スギの大量生産

選抜された「無花粉スギ  $F_1$ 」と「珠洲 2 号」を交配することによって、優良無花粉スギの種子による大量増殖が可能になりました (図 1)。また、「無花粉スギ  $F_1$ 」と「珠洲 2 号」を用いたハウス内採種園を造成し、この中で自然交配させることによって、手間をかけずに優良無花粉スギの種子の大量生産が可能になりました (写真 2)。

### 成果の活用

本研究の成果は、富山県森林研究所のパンフレットや成果集、日本森林学会誌の論文として掲載され、それらを数多くの関係機関に配布しました。また、新聞やテレビ等のマスコミにも大きく取り上げられ、一般にも広く公表しました。

本研究において開発された優良無花粉スギは、親に精英樹を用いていることから遺伝的に優れており、実用的であると推測され、将来的にはスギ花粉飛散数の軽減が期待されます。

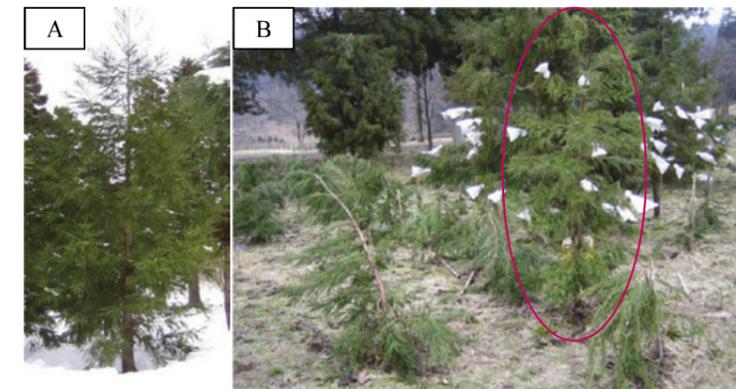


写真 1 優良な無花粉スギ  $F_1$  (A) と雪害を受けなかった無花粉スギ  $F_1$  の様子 (B)

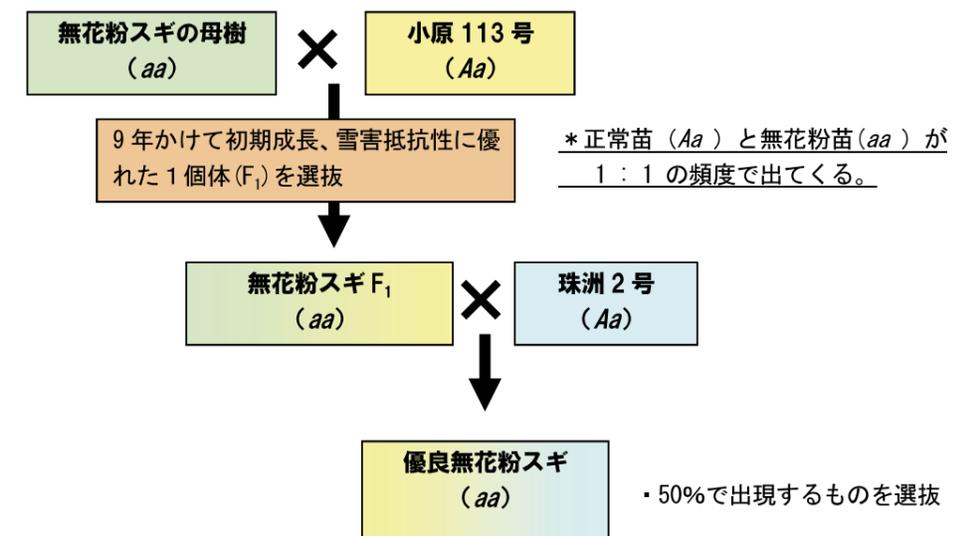


図 1 精英樹を活用した優良無花粉スギの作出方法



写真 2 優良無花粉スギを作出するためのハウス内採種園

\* 無花粉スギ  $F_1$  (*aa*) と珠洲 2 号 (*Aa*) をビニールハウス内に混在させ、自然交配させることによって、簡便に優良無花粉スギの種子を生産する。

[ 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 ]

## 5 ヤノナミガタチビタマムシの生態の解明と被害の軽減

山梨県森林総合研究所 森林研究部 大澤 正嗣

### 研究の背景・ねらい

ヤノナミガタチビタマムシ (*Trachys yanoi* Y. Kurosawa) は、タマムシ科チビタマムシ属に属する体長 3 ~ 4 mm のケヤキ害虫です。成虫は葉の外部を、幼虫は葉の内部を食害するため、初夏に葉の褐変・落葉を引き起こします(図1、2)。広く発生する害虫であるにもかかわらず、大木の樹冠で葉を食害するため、薬剤散布が困難なことが多く、他の対策も十分に検討されていません。近年、山梨県では本害虫の被害が、特に森林文化の森“稲山の森”で拡大し、夏にケヤキの葉が無く、森林公園がその機能を十分発揮できない状況となっていることから、早急な対策が必要となっています。本研究は本害虫の生態を明らかとし、その生態を利用した被害軽減方法を確立することを目的としました。

### 成果

ヤノナミガタチビタマムシの生活史について、表1にまとめました。本害虫は、活動期の多くをケヤキ大木の樹冠で過ごしますが、幼虫の被害を受けた葉は落葉するため、幼虫がケヤキ落葉とともに地上に落ちてくること、成虫は樹幹の樹皮下で越冬することが確認されました。こうした性質を利用し、越冬期と落葉期の両時期における防除方法を検討しました。

越冬期防除では、こも巻きと天敵微生物ボーベリア・バッシアナを付けた不織布による成虫の防除を検討しました。不織布下で越冬した成虫はボーベリア・バッシアナに感染し、死亡率が高くなりました。しかし、こもや天敵付き不織布を樹幹に取り付けても、成虫を集める効果が通常の樹皮下より増加することはないうえ、少なくとも地上16mまでの樹幹樹皮下で本害虫が多数越冬していることがわかり、樹幹下部にこもや不織布を巻いても駆除できる頭数は全体のほんの一部にすぎず、被害軽減効果は低いと思われました。

ケヤキの大量落葉は、本害虫が発生する6月終わりから7月初めにかけてはじまり、7月終わりに終了しました。この時期の葉内部には、ヤノナミガタチビタマムシの主に終齢幼虫が入っており、それらの多くが落葉後15日以内に成虫となって脱出しました。2008年の落葉及びそこから害虫発生状況を図3に示しました。落葉は7月に集中し、ほとんどの成虫はそこから発生することがわかりました。その他の時期にも少量のケヤキ落葉が起きましたが、そこから成虫の発生は認められませんでした。そこで、夏期に落葉する葉を一挙に取り除くことで、成虫の発生を抑えられる可能性が示されました。

### 成果の活用

落葉の除去は、公園、神社等では高い効果が期待できると思われれます。最も大切なことは、適期(今回の調査地では、7月)に落葉を除去する(7月中下旬に1回)ことであり、可能であれば、2回(7月中旬と下旬に1回づつ)かそれ以上除去することが望ましい方法です。また、回収した落葉中にあるチビタマムシ幼虫、蛹、成虫を、焼却、燻蒸等で殺す必要があります。なお、山林等で、面積が大きく、また地上に多くの障害物がある様な場所では、落葉除去作業が難しい場合もあり、さらなる研究が必要です。



図1 ヤノナミガタチビタマムシ成虫(左:体長約4mm)と幼虫(右:体長約7mm 葉から取り出して撮影)



図2 ヤノナミガタチビタマムシによるケヤキの落葉(春(左)と夏(右)の状態)

表1 ヤノナミガタチビタマムシの生活史と今回防除を試みた時期

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
成虫	越冬		活動		落葉期防除						
卵						↓					
幼虫・蛹								越冬期防除 ↓			
次世代成虫						活動		越冬			
ケヤキ葉の状態	当年葉					落葉	2次葉				

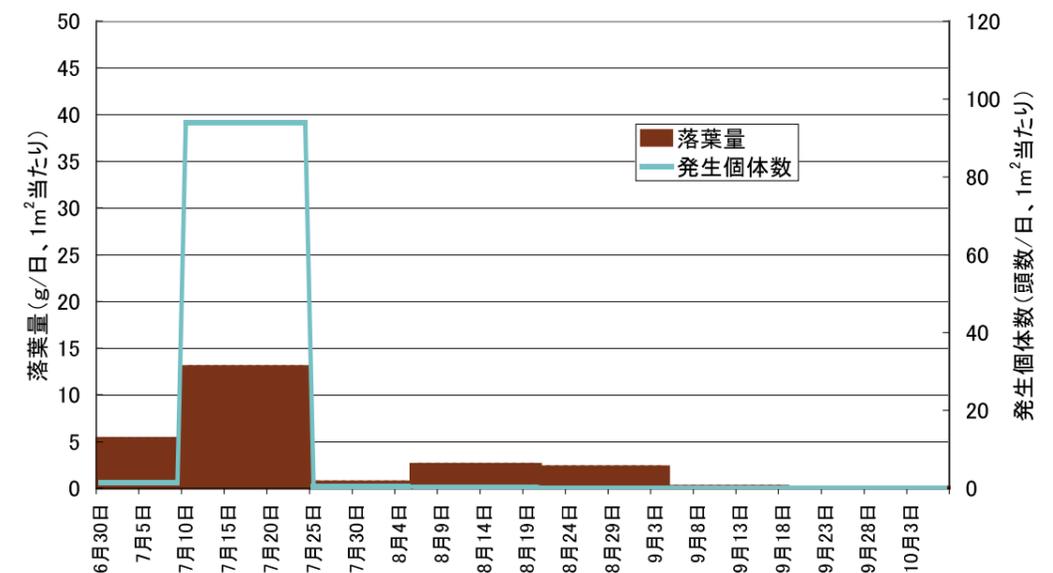


図3 ケヤキ落葉量と落葉からのヤノナミガタチビタマムシ発生頭数(発生個体数は、その時期の落葉から発生した成虫数の総和)

[問い合わせ先: 山梨県森林総合研究所 森林研究部 森林保護科 TEL 0556-22-8001]

## 6 広葉樹の遺伝的地域差の解明と増殖技術の開発

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 袴田哲司 山本茂弘 片井秀幸 山田晋也

### 研究の背景・ねらい

静岡県では、荒廃または管理の行き届かない森林の針・広混交林化や多様な広葉樹林への誘導を重要施策としているところですが、主要な広葉樹では、無秩序な種苗の導入による遺伝子の攪乱や環境不適応、種苗確保の困難性や系統の不明瞭な種苗流通、苗木の不良や植栽技術の不備による活着率低下などの問題が提起されています。また、絶滅危惧種等の保全についても遺伝的な地域差を考慮したうえでの効率的な増殖と確実な植栽が必要です。このような問題を解決するために、本研究では主要な広葉樹や絶滅危惧種等について、遺伝的地域差を明らかにし、種苗の移動可能な範囲の検討を行っています。また、優良な種苗を効率的に増殖するため、挿し木や組織培養による増殖技術の開発を目指すとともに、菌根菌や炭を施用する活着率の向上技術や成長に優れた苗木の育成技術の開発を行っています。

### 成果

ブナ天然木の葉緑体 DNA の解析により、静岡県内には 4 種類のハプロタイプと 1 種類のサブタイプが存在し、伊豆半島に新しいタイプが発見されました(図 1)。核 DNA の解析からは、県内の集団は全て太平洋側ブナ集団に属し、遺伝的な多様性を示す指標であるヘテロ接合度が 0.859、アレリックリッチネスが 10.05 で、それぞれ全国平均 0.837、9.57 よりも高いことが明らかになりました。ケヤキ天然木の葉緑体 DNA を解析した結果、県内には 3 種類のハプロタイプが存在し、県で選抜したケヤキ精英樹候補木のうち、西部に自生するハプロタイプの平均開芽日は東部に自生するタイプよりも 4 日間早くなりました(図 2)。

静岡県で指定する絶滅危惧種ジゾウカンバでは、植物ホルモンのベンジルアミノプリンとジベレリン A<sub>3</sub> をそれぞれ 0.5mg/L 添加した 1/2MS 培地を用いた組織培養で静岡県産個体の増殖と馴化に成功しました(図 3)。絶滅危惧種ナガボナツハゼでも、ゼアチンを 0.5mg/L 添加し、pH を 5.3 に調整した WP 培地を用いた組織培養で個体再生が可能でした。ケヤキの挿し木では、従来の発根剤インドール酪酸 (IBA) 処理では発根率が 13.3%でしたが、民間企業で開発された新規の薬剤  $\alpha$ -ケトールリノレン酸 (KODA) の散布処理で 23.9%、インドールブチラクトン (IBL) の浸漬処理で 26.7%に高まりました。また、絶滅危惧種イワツクバネウツギでは、IBA 処理による平均発根数が 7.0 本でしたが、IBL 処理で 12.8 本に高まりました(図 4)。

ミズキ苗に *Glomus* 属数種を含む市販の菌根菌資材と籾殻くん炭を施用したところ、菌根菌資材により 100%近い個体にアーバスキュラー菌根菌を共生させることが可能でした。また、9ヶ月間の育苗で、くん炭区や無混合区の苗高成長量は平均 4cm 以下でしたが、菌根菌資材+くん炭区と菌根菌資材区では 4cm 以上となり有意に大きくなりました(図 5)。一方、ケヤキ苗に広葉樹が自生する山林土壌を施用した場合でも、アーバスキュラー菌根菌は 100%の個体に共生しましたが、籾殻くん炭を添加すると、山林土壌のみの試験区よりも、苗高成長量で 27%、地上部生重量で 31%増大し、5%水準で有意となる成長促進効果が認められました(図 6)。

### 成果の活用

静岡県では、スギやヒノキの花粉発生源対策事業の一環として林種転換も考えており、「ふるさと広葉樹(地域性種苗、郷土種)の供給体制を構築する事業では、広葉樹の採種母樹林の指定を目指しています。また、絶滅危惧種の保全において保護、復元、増殖などを検討しています。当研究の成果は、遺伝的な地域変異に基づいた地域性種苗の供給や、絶滅危惧種の保全対策を検討する際の科学的な根拠となります。

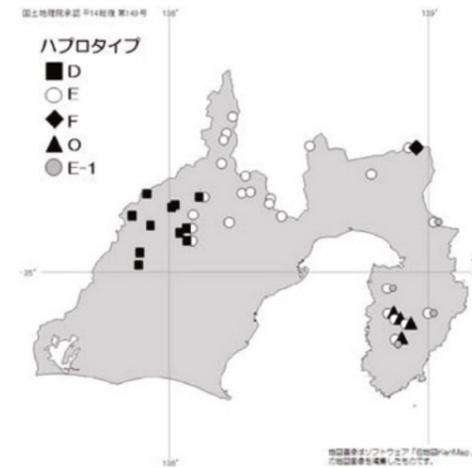


図 1 静岡県におけるブナのハプロタイプの分布

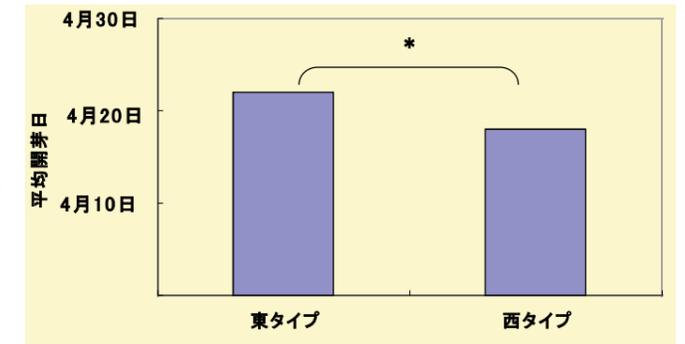


図 2 東西のハプロタイプによる開芽日  
\* : 5%水準で有意差あり

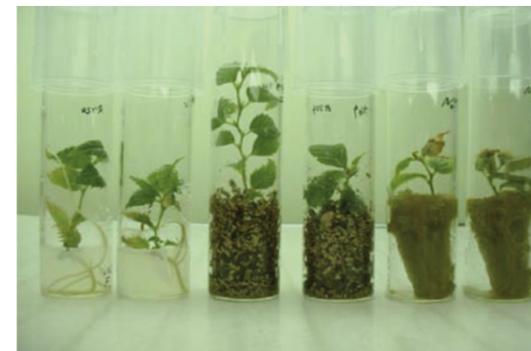


図 3 組織培養によるジゾウカンバの個体再生

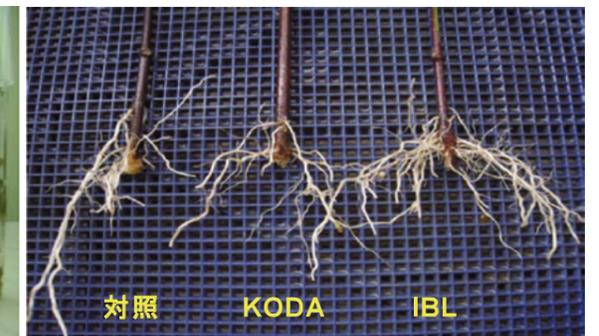


図 4 薬剤処理によるイワツクバネウツギの挿し木発根状況

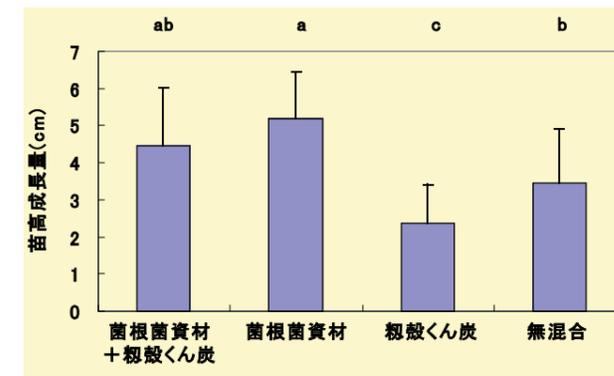


図 5 ミズキ苗に菌根菌資材や籾殻くん炭を施用した場合の苗高成長量  
異なる符号間では 5%水準で有意差あり



図 6 籾殻くん炭を施用したケヤキ苗  
左：施用区 右：対照区

[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 TEL 053-583-3121]

## 7 ニホンジカによるスギ・ヒノキ成木剥皮害の実態

三重県林業研究所 佐野 明

### 研究の背景・ねらい

現在、全国で新植造林面積が減少しており、ニホンジカ（以下、シカ）によるスギ・ヒノキの成木剥皮は林業における獣害の中で最も深刻な問題と言えます。このような剥皮害は樹皮食害と角こすり害に大別され、被害木では材内に木材腐朽菌が侵入して材質が劣化し、幹の全周を剥がされた場合は枯死に至ります。一方、剥皮害の形態（樹皮食害、角こすり害）別の発生頻度と発生時期については、被害対策を検討する上で重要な情報であるにもかかわらず、これまで調査例は少なく、地域によっても異なることが報告されています。

そこで、三重県内のスギ、ヒノキ林における剥皮害の形態別発生頻度、発生時期および被害痕の季節的変化を明らかにすることを目的とした調査を行いました。

### 成 果

三重県内 156 カ所のスギ、ヒノキ若・壮齢林に 30 m 四方の方形区を設定し、2006 年 11 月から 2009 年 2 月にかけて、シカによる剥皮害の形態別発生頻度と被害痕の外観的特徴の季節的変化を調べました。そのうち 9 林分では通年調査を行い、発生時期についても調べました。その結果、以下のことがわかりました。

- 1 調査期間中に発生した被害木（322 本）のうち 99.7%は樹皮採食によるものであり、角こすりは 0.3%に過ぎませんでした。
- 2 通年調査を行った林分では、樹皮食害木（321 本）の 96.0%は樹木の成長期にあたる 3～8 月に集中し、成長休止期（11～2 月）には糞粒の存在によってシカの利用が確認されたものの、被害は発生しませんでした（図 1）。成長休止期の被害は調査した 156 林分のうち標高 750 m 以上の 2 林分で発生したのみであり、三重県におけるスギ、ヒノキの樹皮食害には餌不足以外の誘因があることが強く示唆されました。
- 3 成長期には内樹皮、外樹皮とも剥ぎ取られ、肥厚した内樹皮が採食されていました（図 2）。露出した木部の表面は平滑で、被害木の 73.3%では歯痕が見られませんでした。一方、成長休止期には内樹皮と外樹皮の間で剥離されて、辺材部に張り付いた薄い膜状の内樹皮に高密度の歯痕が残されていました。このように樹木の成長期と成長休止期の樹皮食害痕の形態は明瞭に区別でき、継続的な調査をしなくてもおよそその発生時期を把握することが可能になりました。

### 成果の活用

研究成果は学会誌等に公表するとともに、普及用のリーフレットを作成し、三重県林業研究所のホームページ <http://www.mpstpc.pref.mie.jp/RIN/paper/paper.htm> から自由にダウンロードできるようにしています。

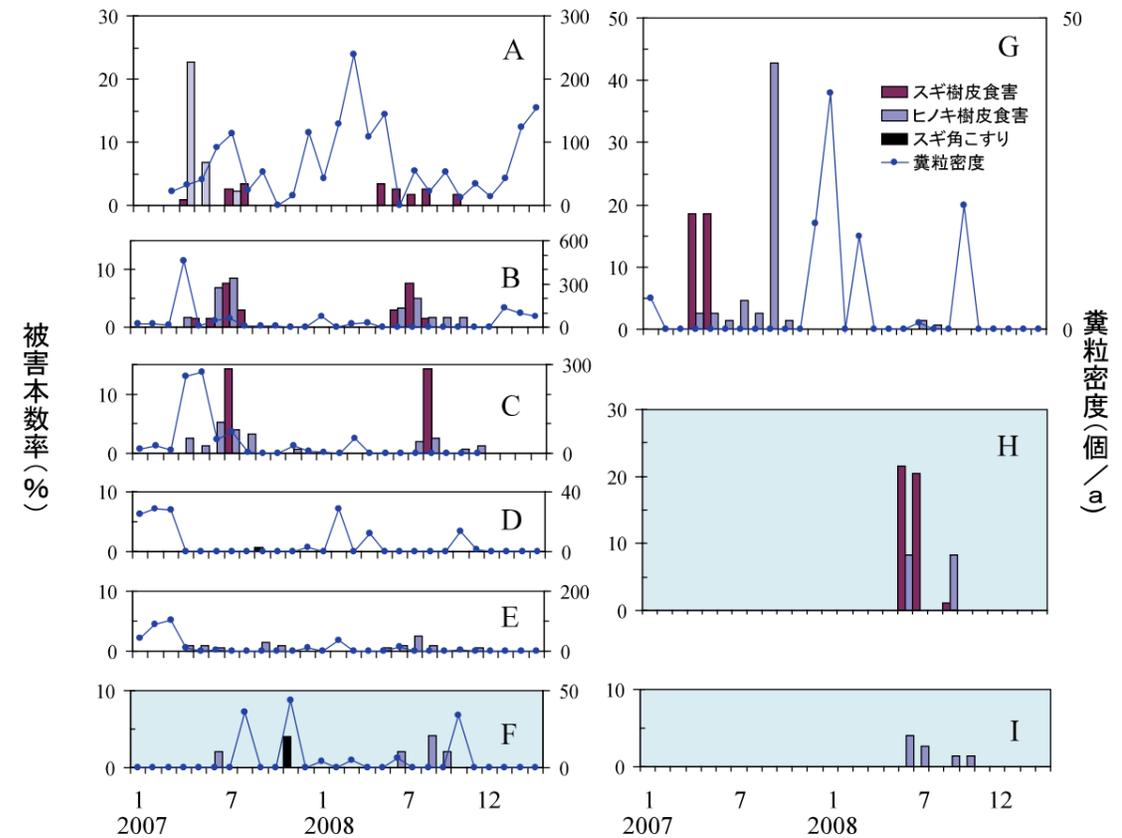


図 1. 各調査区におけるスギ・ヒノキの樹皮食害発生消長とニホンジカの糞粒密度の季節的変化  
各図左上のアルファベットは調査地番号を示す。背景が着色されたプロットは下層植生が存在する調査区であることを示す。調査区HとIでは2007年8月から調査を開始し、糞粒数調査は行わなかった。

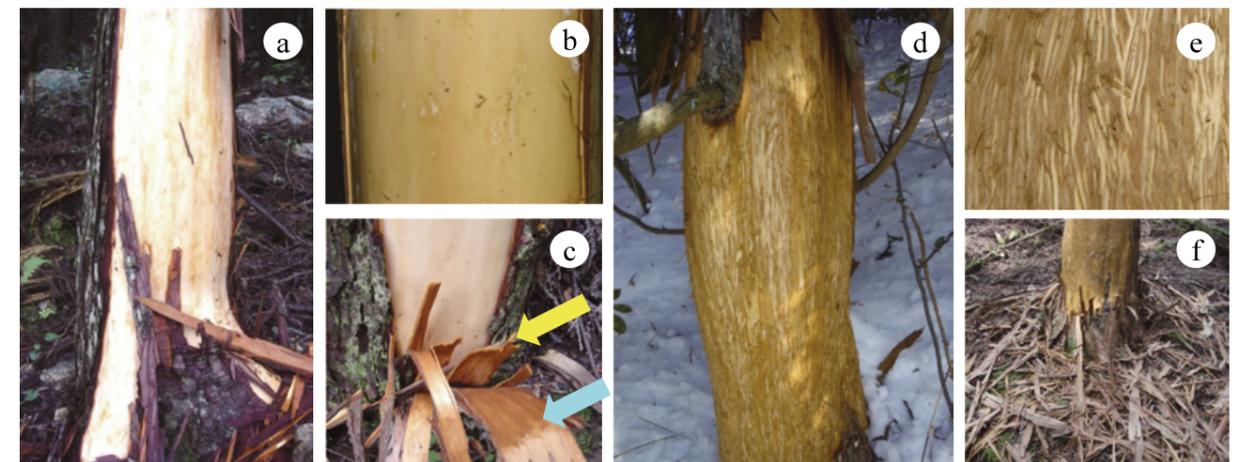


図 2. シカによる樹皮食害を受けたスギ・ヒノキ  
a, 成長期(4月)に剥皮されたヒノキ; b, 6月に剥皮されたスギの木部表面(歯痕は見られない); c, 成長期(6月)に剥皮されたスギ。外樹皮(水色矢印)がめくられ、肥厚した内樹皮(黄色矢印)が食べられている; d, 成長休止期(2月)に剥皮されたヒノキ; e, 冬季に剥皮され、露出した内樹皮の表面。木部に接着した薄い膜状の内樹皮表面に多数の歯痕が見られる; f, 成長休止期に剥皮されたヒノキの周囲に散乱する外樹皮。

[ 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 ]

## 8 ウシ放牧による竹林の拡大防止技術の開発

京都府森林技術センター 境 米造・村田 良浩\*  
 京都府畜産センター碓高原牧場 太田 典宏  
 (\*現 モデルフォレスト推進課)

### 研究の背景・ねらい

近年、放置竹林による周辺森林への拡大が問題となっており、侵入竹の伐採等対策が進められていますが、竹の再生力は強く、一度の伐採だけでは拡大を防止できないのが現状です。

そこで、竹林皆伐地において肉用牛を放牧し、発生するタケノコをウシに食べさせることにより、竹林の再生を抑制させる竹林拡大の防止技術を検討した結果、防止効果がありました。

### 成 果

人工林・耕作放棄地・竹林を含む 3.34ha を電気牧柵で囲み、2006 年春に竹林を皆伐した後、ウシ 2 頭を放牧し、ウシが自由に動き回る「ウシ採食区 (21a)」とウシが侵入できない「侵入防止区 (0.25a)」を設け、2006 年～2008 年の 3 年間にわたり、ウシの採食状況と竹の現存量を調査しました。

#### 1 ウシによる採食結果

- ウシ採食区では、ウシはタケノコを好んで採食し、翌年以降のタケノコの発生が減少しました (写真 1、図 1)。採食率は 3 年間とも 95% 以上であり、発生数は 3 年目には 1 年目の 1/4 になりました (図 1)。
- ウシ採食区では、3 年間に発生し採食されたタケノコ (竹) の内、3 割弱が生き残っており、その 8 割が 50 cm 以下の高さで、柴状の状態でした (写真 2)。しかし、その現存量はわずかなものでした (図 2)。
- ウシ採食区でも傾斜が 40 度以上の斜面では、ウシの侵入が困難なためタケノコは採食されず、竹林が再生されていきました (写真 3)。
- 侵入防止区では、タケノコが採食されず、竹林の再生が進み、目視・現存量ともウシ採食区と明らかに差がでました (写真 4、図 2)。この差がウシ放牧の抑制効果と考えられます。

#### 2 ウシの放牧管理による竹林再生防止策

これらの試験の結果、竹林の拡大防止を目的とする場合、ウシ 1 頭当たりで 10 a 以上の皆伐竹林を管理できました。また、放牧期間については、タケノコが発生し続けた 4 月～11 月とするのが適当でした。

以上のことから、ウシが侵入しにくい急斜面に発生した竹に少し手を加えれば、皆伐した竹林では牛放牧による竹林拡大の防止が可能と考えられます。

### 成果の活用

肉用牛の放牧による竹林拡大防止技術は、タケノコ栽培を放棄した竹林や耕作放棄地で活用でき、府所有牛の貸出制度 (レンタカウ) や畜産農家所有牛の貸出制度 (サポートカウ) などにより農林業地域への普及を推進していきます。



写真1 タケノコを好んで食べるウシ

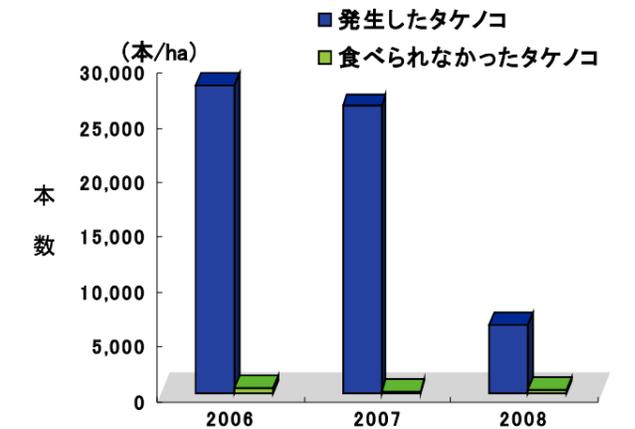


図1 ウシ採食区のタケノコの発生本数と採食本数



写真2 柴状に残った竹

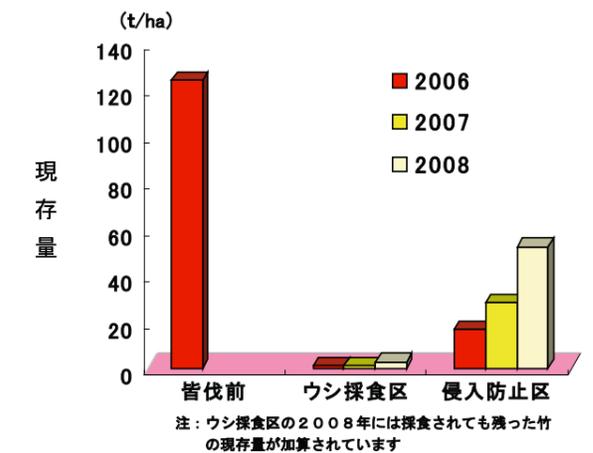


図2 各試験区の竹の現存量の推移

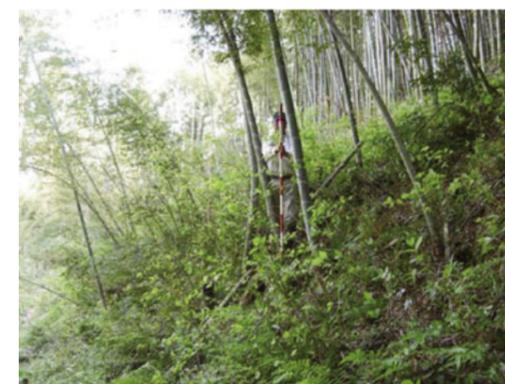


写真3 採食されず竹が残った急斜面



写真4 ウシの採食の有無による竹の発生状況

[ 問い合わせ先：京都府農林水産技術センター 森林技術センター TEL 0771-22-1790 ]

## 9 スギ樹皮を利用した資材による法面緑化

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 石坂 知行

### 研究の背景・ねらい

兵庫県ではスギ、ヒノキを中心に、年間、約 14 万 m<sup>3</sup>が素材生産されており、製材時に発生する樹皮の量は約 2.5 万 m<sup>3</sup>と推定されています。これらは家畜の敷料や堆肥、燃料に利用されていますが、廃棄物として処理される場合も多いのが現状です。また、県では現在、豊富な木材資源の更なる活用を目指して県産木材供給センターの整備を進めており、樹皮の発生量が更に増加すると予想され、より多様な用途が求められています。一方、近年、治山事業等に伴う法面の緑化において、生物多様性保全の観点から、外来牧草種を用いずに植生の侵入を促す「自然侵入促進工法」が求められています。

本研究ではスギ樹皮を利用した資材による植生の自然侵入促進工法を開発することで、スギ樹皮の新たな用途を創出するとともに、法面緑化における生物多様性の保全を図ることを目的としました。

### 成果

#### 1 資材の作成と施工

繊維状に破碎した樹皮に約 2% (重量比) の熱融着性繊維を混合、攪拌したものを成型し、約 100℃の恒温器で加熱することで、柔軟で保水性、通気性を有する資材を作成しました (写真 1)。規格は 10cm×6cm×50cm、約 1.45kg と軽量で工事現場での運搬も容易です。

2008 年 12 月、神戸市中央区の谷止工建設現場で生じた盛土法面に資材を等高線状に敷設しました (写真 2)。表面侵食と植生の侵入状況を隣接する対照区 (裸地) と比較することで、資材の効果を調べました。

#### 2 効果

対照区で施工後、48 日目に最大 30mm の侵食が確認されたのに対して、敷設区では侵食が生じるまで時間を要し、48 日後で 0 mm、82 日後で最大 5 mm、152 日後で最大 10 mm でした (図 1)。資材の敷設が侵食の抑制に効果的であることが示されました。

施工 152 日後、対照区の侵入種が 12 種だったのに対し、敷設区では 22 種が確認されました (表 1、2)。敷設区ではスゲ属の一種やクマイチゴ等が資材の上部に多く侵入しており、資材が植生の侵入を促したことが示唆されました (写真 3)。これらの植生は更に侵食を抑制し、新たに植生の成立に適した環境をつくり出す可能性があり、資材と植生が法面を連鎖的に保護していると推察されました。

### 成果の活用

成果は日本緑化工学会誌 Vol. 35 No.1 技術報告 (2009)、「兵庫の農林水産技術」森林林業編 No.54 (2009) 等に掲載し、日本緑化工学会大会 (2009) や兵庫県農林水産技術連携推進会議総会 (2009) 等で発表しました。今後は更なるモニタリングと歩掛り調査、既存工法との比較等を行うことで、事業現場での実用化を図り、樹皮の有効利用促進と公共工事における環境保全への貢献に努めます。

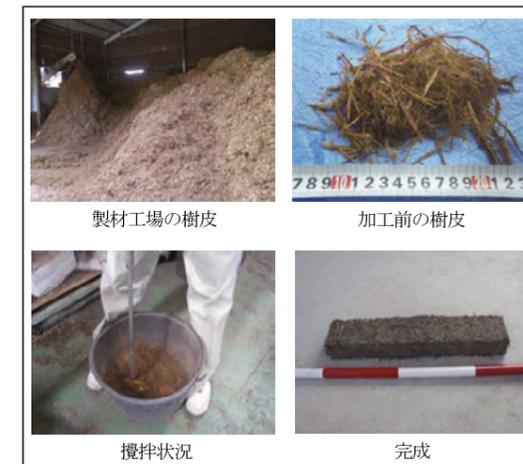


写真 1 資材の作成

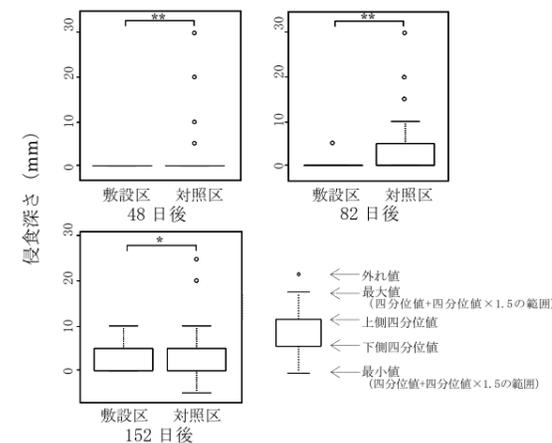


図 1 侵食深さの推移

Mann-Whitney の U 検定 (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ )

各試験区に鉄筋 D10 (L=240) を 20 本打設して頭部の突出高さを侵食深さとした。

表 1 施工 152 日後における対照区の出現種と優占度

種名	優占度
スゲ属の一種	1
ニシノオオタネツケバナ	+
ウツギ	+
ヨモギ	+
ウシハコベ	+
テイカカズラ	+
ミドリハコベ	+
クサギ	+
イヌタデ	+
オヘビイチゴ	+
ヤブニッケイ	+
イロハモミジ	+
種数	12



写真 2 資材の施工



写真 3 植生の侵入

表 2 施工 152 日後における敷設区の出現種と優占度

種名	優占度
ベニバナボロギク	2
スゲ属の一種	1
ニシノオオタネツケバナ	1
クマイチゴ	1
ツタ	+
ウツギ	+
ハルジオン	+
ヒサカキ	+
ヨモギ	+
ミツバアケビ	+
ドクダミ	+
ウシハコベ	+
ヒメムカシヨモギ	+
セイタカアワダチソウ	+
アカメガシラ	+
テイカカズラ	+
ミドリハコベ	+
ムラサキサギゴケ	+
スズメガヤ属の一種	+
ツルアリドオシ	+
イタドリ	+
アオキ	+
種数	22

[ 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 ]

## 10 ニホンザルの生息数調査と新たな侵入防止柵の効果実証

島根県中山間地域研究センター 農林技術部 澤田 誠吾

### 研究の背景・ねらい

島根県におけるニホンザル（以下サル）による被害金額は減少傾向にあるものの、野菜類やシイタケなどの農林作物への被害が中山間地域で深刻な問題となっています。そのため、各市町は被害対策として捕獲を積極的に行っていますが、被害軽減効果の検証は行われていないのが現状です。そこで、県内のニホンザルの生息数、被害の推移および被害対策の実態を把握すると共に、効果的な被害回避法として電気柵の侵入防止効果を検証しました。

### 成 果

島根県におけるサルの群れの生息数は、約49群れ、1,800頭と推定しました(図1)。各群れの被害レベル(人慣れ度)を4段階に区分してみると、レベル4(人を威嚇する)は13群れ、レベル3(ほとんど通年出没)は31群れ、レベル2(人の姿を見ると逃げる、季節的に出没)は5群れであり、レベル1(人の姿を見ると逃げる、まれに出没)は認めませんでした。県内のサルによる被害は減少傾向にあるものの、いずれの生息市町でも被害発生を認めました。とくに、早春期のシイタケ、夏期のトウモロコシおよび秋期のダイズ、カキ、クリなどは激害でした。また、高齢農家にとっては、家庭菜園での収穫の楽しみを奪われることによる精神的なダメージは多大でした。被害対策は、いずれの市町でも有害捕獲のみに偏っており、誘因物の除去や追い払いなどを伴わない場当たりの捕獲では明確な被害軽減効果は認められませんでした。侵入防止柵は、ネット柵や電気柵が少数の耕作地に設置されていましたが、侵入を受けて効果の低いものもありました。ただし、ハウス全体をネットで囲ったものや天井付きのネット柵、管理の良い電気柵(トタン+電線、金網フェンス+電線)では高い侵入防止効果を認めていました。また、農家によるロケット花火や爆音器を使った単発的な追い払いの効果は一時的でした。

2005、2006年にワイヤーメッシュ型とフェンス型の電気柵(写真1、2)を考案し、その設置効果を2年間調査しました。試験地1、2と試験地5では、電気柵の設置後はサル群れの侵入を認めませんでした。周辺の畑ではトマト、ナス、サツマイモなどに被害が発生しました。また、試験地3では3回、試験地4は1回侵入されました(表1)。試験地3では、何らかの原因で電牧器が故障したこと、また電池の消耗によって十分な電圧がなかったために侵入したと考えられました。管理が不十分であったためにサルが侵入しましたが、正常な状態での侵入は確認しなかったことから、試験地3においても侵入防止効果はあったと判断しました。試験地4では、1頭のサルの飛び込みによる侵入でしたが、徹底的な追い払いでその後の侵入は認めませんでした。いずれの柵においても、被害軽減効果が高いと評価できました。

資材費の単価は、ワイヤーメッシュ型は1,400～1,700円/m、フェンス型は1,800円/mとやや高価でしたが、支柱に鉄パイプなどの廃材を用いるなどの工夫によって、単価を抑えることが可能と考えられました。

### 成果の活用

研究成果は、今後の島根県のサルの保護管理と被害対策を推進するための基礎資料となります。

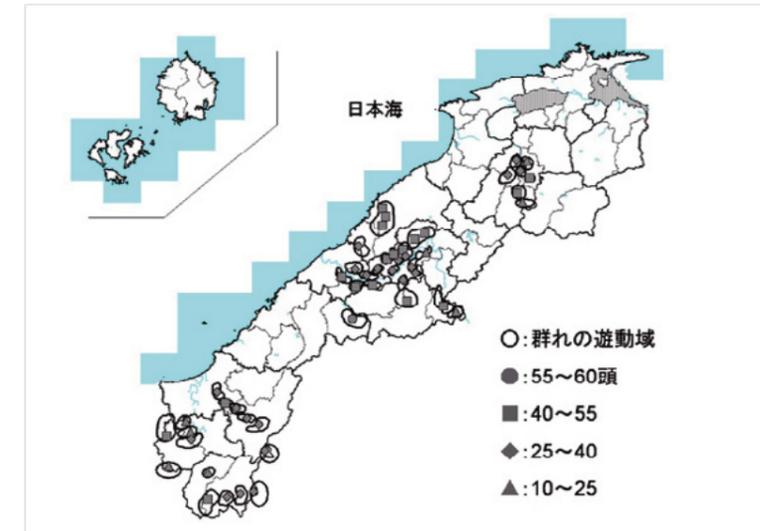


図1 ニホンザルの群れ分布



写真1 ワイヤーメッシュ型の電気柵



写真2 フェンス型の電気柵

表1 試験地での栽培作物と侵入防止効果

	設置年月	延長距離(m)	栽培作物		侵入防止効果*
			夏期	秋季	
<b>〈ワイヤーメッシュ型〉</b>					
試験地1	2005年6月	40	スイカ トマト	—	○
試験地2	2005年7月	55	キュウリ エダマメ トウモロコシ サツマイモ	ダイコン ハクサイ インゲン タマネギ	○
試験地3	2005年7月	65	ナス ピーマン エンドウマメ トウモロコシ	ダイコン ハクサイ カブ	△
<b>〈フェンス型〉</b>					
試験地4	2006年7月	80	トウモロコシ ジャガイモ カボチャ	—	△
試験地5	2006年9月	75	ダイズ	ダイズ	○

\* ○:設置後侵入されず; △:設置後わずかに侵入

[ 問い合わせ先: 島根県中山間地域研究センター 鳥獣対策グループ TEL 0854-76-3819 ]

## 11 BAP処理による抵抗性マツ種子の増産研究

香川県森林センター 内原 伸司・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が、香川県の抵抗性マツの採種園は、若齢かつ小面積であるため種子の生産量に限界があり、さらに豊凶の差が激しいことなどから、安定的な供給を図ることが難しい現状です。そこで、BAP(6-ベンジルアミノプリン)処理による雌性誘導技術を活用して、抵抗性マツ種子の増産を図るための研究を行いました。

### 成 果

平成18年9月に、2,000ppmの濃度のBAPを抵抗性クロマツ及びアカマツの花芽1個につき2mg、ペースト状にして塗布処理しました。(写真1)

平成20年度にBAP処理由来の球果個数、球果重量、種子生産量を調査し、その結果を、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。なお、BAP処理をしない多くの花芽についての観察では、まったく球果の生産は見られませんでした。

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(写真2)、1家系を除き雌性誘導が成功しました。しかし、抵抗性アカマツでは、BAP由来の球果が形成されたのは1家系のみであり、雌性誘導成功率が極めて低いことから、今後は、抵抗性アカマツを中心に、BAP処理による種子増産技術の開発を進めていきたいと思えます。

### 成果の活用

このBAP処理に関しては、抵抗性クロマツについては一定の成果があったため、種子増産技術を確立することにより現場での苗木の増産を目指すとともに、抵抗性アカマツについては、BAP処理の手法を再検討し、増産技術の開発を継続したいと考えています。

なお、費用対効果の面など解決すべき問題が残されていることから、今後ともデータの収集・分析を継続し、種子増産技術の研究に努めていきたいと考えています。

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	供試本数 (本)	処 理 頂 芽 数	結 果 成 功 箇 所 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)
三 崎 9 0	1	25	2	22	110.75	5.03	—
田 辺 5 4	1	25	5	26	119.60	4.60	—
波 方 3 7	1	25	14	188	763.80	4.06	2.32
波 方 7 3	1	25	7	57	174.83	3.07	0.46
夜 須 3 7	1	25	—	—	—	—	—
合 計	5	125	28	293	1,168.98	3.99	2.78

※ BAP処理は、平成18年9月14日に実施。

\* 結果成功箇所数 BAPペーストを塗布した頂芽のうち球果が形成された箇所数。

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	供試本数 (本)	処 理 頂 芽 数	結 果 成 功 箇 所 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)
有 田 4 9	1	25	—	—	—	—	—
大 分 2 0 3	1	25	—	—	—	—	—
佐 賀 関 1 0 8	1	25	—	—	—	—	—
佐 賀 関 1 1 8	1	25	2	27	48.01	1.78	0.04
佐 賀 関 1 3 2	1	25	—	—	—	—	—
合 計	5	125	2	27	48.01	1.78	0.04

※ BAP処理は、平成18年9月14日に実施。

\* 結果成功箇所数 BAPペーストを塗布した頂芽のうち球果が形成された箇所数。



写真1 BAP処理



写真2 BAP由来の球果(クロマツ)

[問い合わせ先: 香川県森林センター TEL 0877-77-2515]

## 12 簡易放牧による獣害防止と粗放的農林地管理技術

高知県立森林技術センター 森林経営課 深田 英久・渡辺 直史  
高知県畜産試験場 中小家畜課 横山 克郎

### 研究の背景・ねらい

現在の育林方法では、ヒノキ 3000 本/ha 植栽の場合、保育間伐を 1 回実施する 4～5 齢級までにおよそ 200 万円/ha の経費が必要で、その内「地拵え・植栽」と「下刈り」がともに 42% を占めており、木材価格の低迷とともに森林所有者の森林経営意欲を失わせる原因の一つとなっています。一方、農作物や植林木へのニホンジカなどの獣害が深刻化していますが、放牧地を設置することで、これらの獣害を軽減できる可能性も示唆されています。そこで、簡易な電気柵柵と土佐褐毛牛の林内放牧によるニホンジカ食害軽減の可能性とともに下刈りの省力化について試験を行いました。

### 成果

#### 1 簡易放牧による獣害低減効果

電気柵柵の電牧線を牛の放牧用として一般的な、高さ 60cm 程度と 120cm 程度の 2 段に設置し、土佐褐毛牛の雌牛を 2～4 頭放牧しました(写真 1)。電気柵柵はネット柵や有刺鉄線柵柵に比べて短時間・少人数での設置が可能で、撤去も容易でした(表 1)。

##### ① ヒノキ 1 年生苗木へのニホンジカ食害軽減効果

ヒノキ苗木を各試験区に 50～100 本程度植栽し、ニホンジカによる食害を比較しました。放牧前の電気柵柵のみの場合にはシカ害を十分に防ぐことができませんでしたが、6 月放牧区、7 月放牧区、8 月放牧区いずれの場合も、放牧翌月にはシカ被害率がゼロになりました(図 1)。

##### ② 樹木へのニホンジカによる剥皮害軽減効果

試験地内にあるエゴノキとヌルデのニホンジカによる剥皮害を比較しました(写真 2)。「電気柵柵」、「電気柵柵+放牧」いずれも、試験開始後には剥皮害がなくなりました(表 2)。

#### 2 造林地の雑草抑制効果

放牧による群落高の変化を測定するとともに、無放牧区との刈払い時間を比較しました。ススキが優占する試験区では群落高が 40～60cm 程度にまで減少し、無放牧区に比べて 40～60% 程度の刈払い時間の短縮がみられ、苗木の高さが 50cm 程度かそれ以上であれば、刈り直しをする必要は無いのではないかと考えられました(図 2)。牛の嗜好性が低い木本類や家畜が節食するとワラビ中毒を起こすシダ類がススキに混在する場合や群落高が高いスズタケが優占する試験区の場合、ススキが優占する試験区に比べて下刈り軽減効果はあまりみられませんでした。

#### 3 ヒノキ 1 年生苗木への牛の加害

放牧試験区では 9 月以降、牛の体重は放牧開始時に比べて減少し、牛によるヒノキ苗木への食害は牛のヒノキへの嗜好性が低いにもかかわらず増加しました(図 3)。これらの結果から、下刈りを目的とした林内放牧を行う場合には 6 月から 7 月が適期であり、9 月以降の放牧はエサ条件の悪化などにより苗木に被害を及ぼす危険性が高いので不相当であると考えられました。

### 成果の活用

電気柵柵を使った簡易放牧は放牧牛の供給体制、山林所有者の放牧への理解、水場、休息場や水場周辺の踏み荒らし等の課題を克服する必要がありますが、下刈りの省力化には林内放牧が有効であり、放牧によってシカ被害を回避できることが分かりました。電気柵柵は定期的な見回りが必要である上、ネット柵のような物理柵ではなく心理柵であるため、電気柵柵のみでは必ずしもシカ被害を回避することができない場合がありますが、設置・撤去が短時間・少人数で可能であり(表 1)、電牧線の設置高や段数の増加などにより有効性を高めることができると考えられます。

成果は研究報告や研究発表会等で公表します。

表 1 放牧施設の設置および撤去に掛かる作業時間および人員

種類	作業	装置・資材	作業時間		作業人員 (人)	作業条件・規格等
			(時間:分)	(単位)		
電気柵柵	設置	電牧器	0:14	時間/台	1	アース設置時間を含む
		支柱(鉄)+電牧線	0:13	時間/10m・人	2	傾斜21°、鉄支柱(5m間隔)、ポリワイヤー2段(取付高60・120cm)
		支柱(FRP)+電牧線	0:07	時間/10m・人	1	傾斜10°、FRP支柱(4m間隔)、ポリワイヤー2段(取付高60・120cm)
撤去	電牧器	電牧器	0:08	時間/台	1	アース撤去時間を含む
		鉄支柱+電牧線	0:10	時間/10m・人	3	傾斜8°、鉄支柱(5m間隔)、ポリワイヤー2段(取付高60・120cm)
ネット柵	設置	支柱+ネット+スカート	1:31	時間/10m・人	7	50m×50m正方形、支柱間隔4m、設置高1.8m
有刺鉄線柵柵	設置	木製支柱+鉄線	3:12	時間/10m・人	8	50m×50m正方形、支柱間隔4m
		鉄製支柱+鉄線	1:36	時間/10m・人	4	50m×50m正方形、支柱間隔4m

●作業時間は 1 人あたりの時間を示す(実作業時間は作業時間を作業人員数で割ったもの)。  
●有刺鉄線柵柵は、「日本草学会(2004)草地科学実験・調査法. 畜産技術協会, 東京, 587pp」による。



写真 1 林地への土佐褐毛牛の放牧



写真 2 ニホンジカによる剥皮害(エゴノキ)

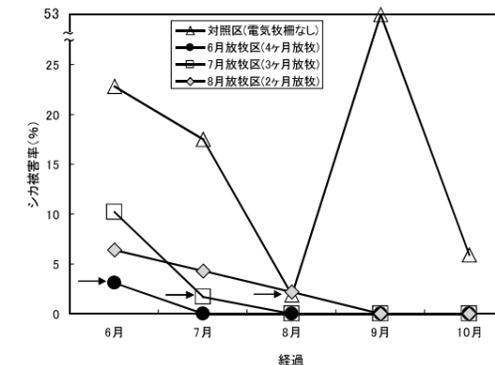


図 1 放牧によるヒノキ 1 年生苗木へのシカ被害率の推移  
矢印は各放牧区の放牧開始を示す

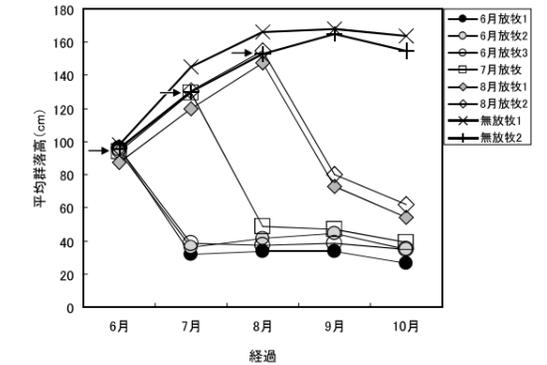


図 2 ススキが優占する放牧区における群落高の推移  
矢印は各放牧区の放牧開始を示す

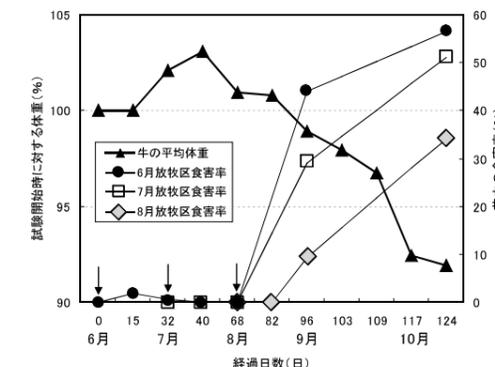


図 3 放牧牛の体重と牛によるヒノキ苗木への食害率の推移  
矢印は各放牧区の放牧開始を示す

表 2 簡易放牧試験開始前後のニホンジカ剥皮被害率 (%)

試験区	エゴノキ		ヌルデ	
	開始前	開始後	開始前	開始後
対照区	88	43	90	10
電気柵柵	100	0	96	0
電気柵柵+放牧	100	0	83	0

[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]

# 13 マツ材線虫病防除としての薬剤散布の効果と中止の影響

鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部 川口 エリ子

## 研究の背景・ねらい

マツノマダラカミキリ（以下、カミキリ）の後食を防止するための薬剤の散布（予防散布）は、マツ材線虫病に対する代表的な防除手法です。しかし、被害林がなくなる現状、環境や安全性への懸念などから、散布の効果や必要性に対する疑問、散布中止を求める声があがることがあります。そのため、薬剤散布の効果や中止の影響を定量的に把握しておくことが必要です。

そこで、長年にわたり薬剤散布を行っていた地域で、平成 14 年度からクロマツ林にカミキリを捕獲するトラップを設置し、カミキリの動態および被害量の調査を実施してきました。平成 18 年度からは、当該地域での薬剤散布が中止となったため、その前後のデータから、散布の効果や中止の影響を検討しました。

## 成 果

平成 14 年度から 19 年度まで、鹿児島県薩摩川内市の海岸クロマツ林において、7 エリアを対象に被害状況を調査するとともに、そのうち 5 エリアではトラップを設置し、カミキリの捕獲調査を実施しました。これらのエリアのほとんどで薬剤散布が行われていましたが、散布状況や周辺感染源などの条件、中止前の被害履歴はエリアによって異なっていました。

散布中止前から被害が激しかった場所（G エリア）とその隣接地（F エリア）では、中止した年から枯死木密度が著しく増加し、中止翌年にはさらに激害化しました。F エリアでは、カミキリ捕獲数は中止翌年に急増しました。これらの地域に近い場所（E エリア：激害地 G エリアから 2.5km 程度）の枯死木密度は、中止した年には変化はなく、翌年になって急増しました。周辺の感染源から隔離された場所（C エリア）では、枯死木密度は調査期間を通じて極めて低く維持されており、カミキリ捕獲数も少数でした（図 1）。また、カミキリ捕獲数の季節変化をみると、平成 19 年度は、中止前（16 年度）に比べ 6 月～7 月上旬のカミキリ捕獲数が急増していました（図 2）。

これらの結果から、中止後の変化は被害履歴や周辺感染源により異なるものの、感染源から隔離された場所でない限り、中止の年、または翌年には被害が増加することが明らかになりました。また、鹿児島におけるカミキリの羽化脱出が盛んな 6 月～7 月上旬のカミキリ密度上昇が、薬剤散布期間中は抑制されていることが示唆されました。これらの結果は、薬剤散布によるカミキリの密度抑制とマツ材線虫病の被害拡大防止の効果を示していると考えられます。

## 成果の活用

本研究の結果は、調査地のある薩摩川内市をはじめとする市町村や関係機関等に周知し、薬剤散布の実施や中止を検討する際の基礎資料として活用されています。

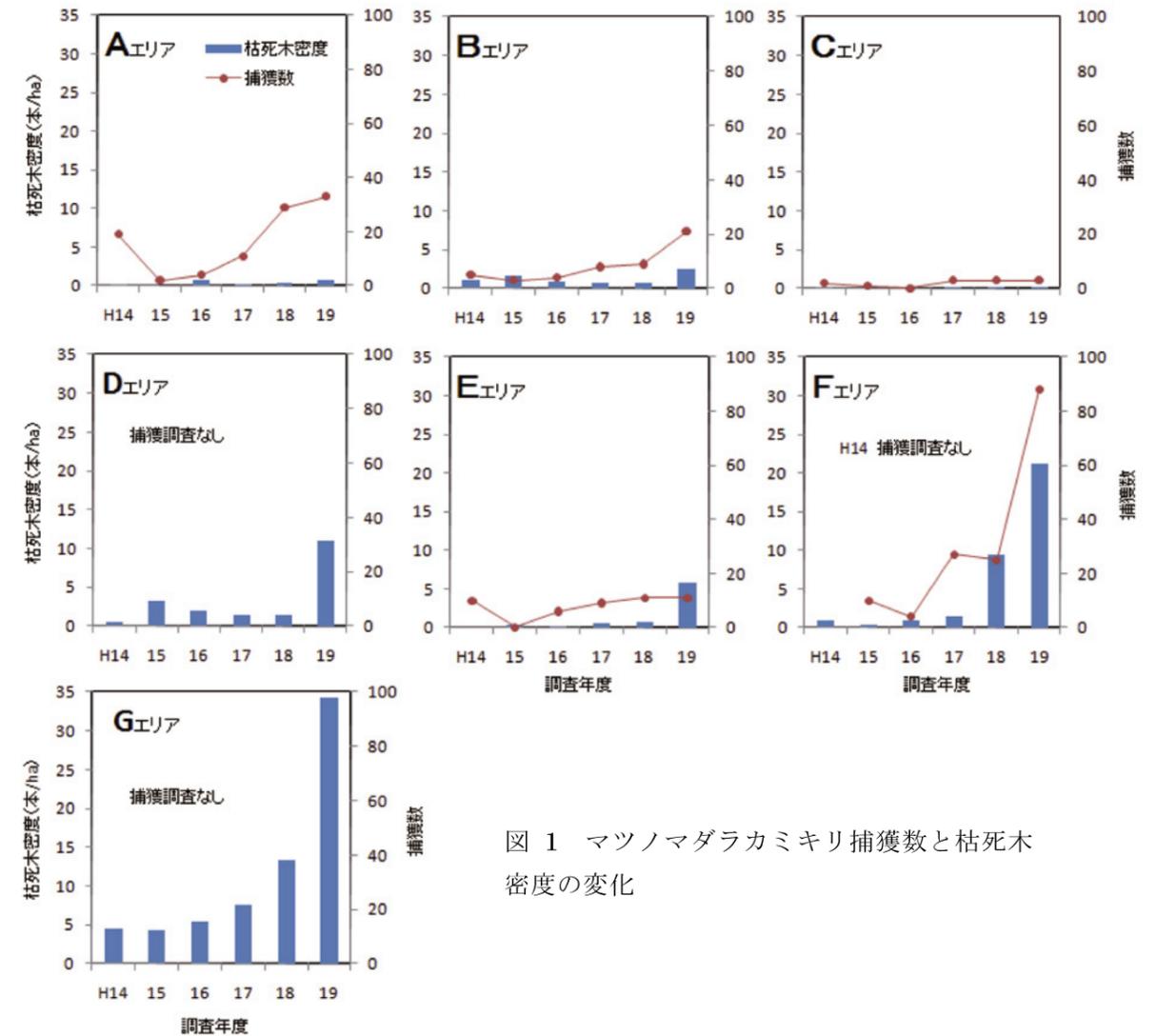


図 1 マツノマダラカミキリ捕獲数と枯死木密度の変化

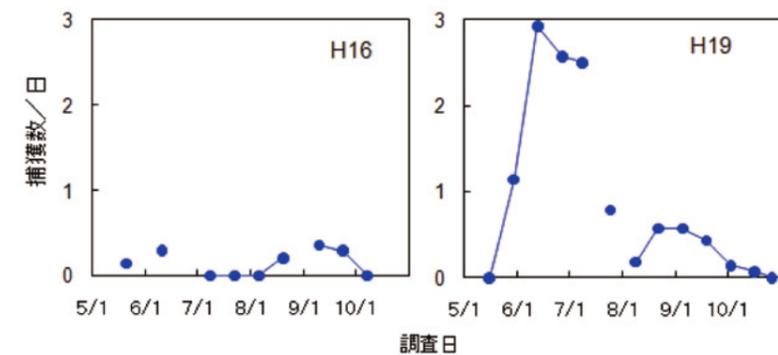


図 2 マツノマダラカミキリ捕獲数の季節変化

全エリア対象。誘引剤交換間隔をもとに、1日あたりの捕獲数を算出。

欠測：薬剤散布、台風などのためトラップ撤去

[問い合わせ先：鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部 TEL 0995-52-0074]

# 14 デイゴヒメコバチの生態と防除に関する研究

沖縄県森林資源研究センター 育林・林産班 喜友名 朝次

## 研究の背景・ねらい

デイゴ(写真1)は、沖縄県の県花に指定され、琉球漆器の材料として、また、南国情緒を醸し出す観光資源としても重要な造林・緑化木ですが、近年、デイゴヒメコバチ(写真2)による虫食い害が多発しています(写真3)。デイゴヒメコバチは、2004年に海外で新種として記載されており、国内では2005年に石垣島において初めて確認された侵入害虫です。メスに産卵された新芽や若葉は虫食い化し、次世代が孔を開けて脱出するため、寄生が激しいと異常落葉が生じます(写真3)。このため、樹勢の衰退や不開花を引き起こしています。本研究では、ヒメコバチの発生活長とデイゴの展葉パターンとの関係を調査するとともに樹幹注入剤及び散布剤による殺虫効果試験を行いました。

## 成 果

### 1 成虫の発生活長

名護市において5本の成木の地上高5mの枝に誘引トラップ(黄色粘着テープ 10cm<sup>2</sup>)を設置し、捕獲されるデイゴヒメコバチ成虫数を7日間隔で調査しました。

同時に特定の枝(150cm、樹当たり3カ所)で新芽数(産卵対象部位)を計数しました。

その結果、沖縄本島では本種の成虫は周年発生しますが、落葉期(1月~2月)には極めて少なく、落花後の展葉期(6月から7月)には急速に増加し、以降、12月までは新芽の発生に対して時間的な遅れを伴いながら同調して増減する傾向が認められました(図1)。

### 2 イミダクロプリド剤散布による殺虫効果試験

虫食い被害のあるデイゴ苗に、イミダクロプリド剤を散布し、網掛けをした後処理後34日間まで、2日間隔で生存成虫と羽化脱出孔を計数しました。その結果、散布後14日まで極めて高い殺虫効果を示しました(表1)。

### 3 チアメトキサム剤樹幹注入による殺虫効果試験

チアメトキサム剤を樹幹注入後から28日目までは7日毎に、以降は1ヶ月毎に虫えいを採集して、プラスチック容器に入れ、室内で羽化する成虫数を調査しました。その結果、処理区の発生数は7日目で激減して、また、注入量が多いほど殺虫効果が持続することが分かりました(表2)。

## 成果の活用

着葉量の季節消長と成虫の発生活長から防除歴を調整するなど防除技術を確立できます。

具体的には、訪花昆虫への影響が少ないよう開花期を避けた3月と6月に薬剤散布を実施することで着葉展開を促し、落花後に樹幹注入処理することでデイゴヒメコバチを大きく抑制することができます。



写真1 デイゴの開花



写真2 デイゴヒメコバチ成虫



写真3 新葉の虫食い害

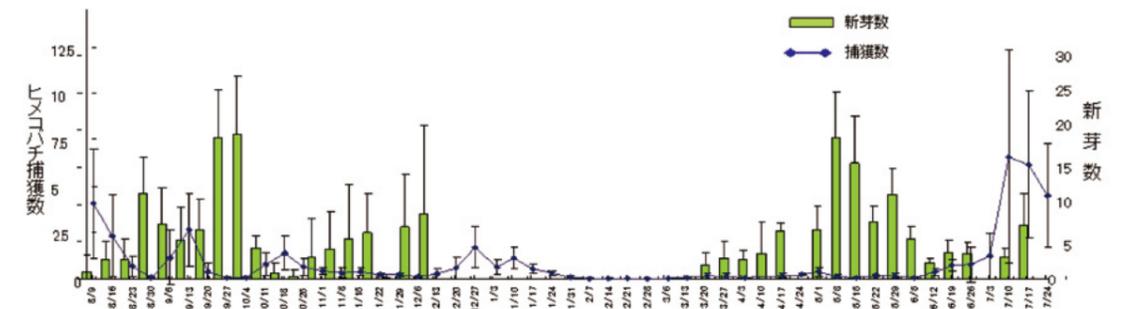


図1 トラップ1c㎡当たりのデイゴヒメコバチ捕獲数と新芽数の推移

表1 イミダクロプリド散布後の脱出孔数と生存虫数の推移

名護市		2日	4日	6日	8日	10日	12日	14日	16日	18日	20日	22日	24日	26日	28日	30日	32日	34日	計
生存虫数	0	0	0	0	3	2	0	0	0	10	24	12	0	0	0	0	0	0	51
脱出孔数	325	373	1894	1044	217	24	53	0	0	28	52	30	0	0	0	0	0	0	4,040
生存率	0%	0%	0%	0%	1%	8%	0%	—	—	36%	46%	40%	—	—	—	—	—	—	1.3%
生存虫数	1612	1354	4256	1175	349	33	347	52	0	93	13	38	—	—	—	—	—	8	9,330
脱出孔数	1767	1764	4686	1395	486	37	379	77	0	148	20	52	—	—	—	—	—	10	10,821
生存率	91%	77%	91%	84%	72%	89%	92%	68%	—	63%	65%	73%	—	—	—	—	—	80%	86.2%

恩納村		2日	4日	6日	8日	10日	12日	14日	16日	18日	20日	22日	24日	26日	28日	30日	32日	34日	計
生存虫数	0	12	30	49	6	15	4	0	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	125
脱出孔数	39	378	584	493	245	140	67	0	29	14	4	0	0	0	0	0	0	0	1,993
生存率	0%	3%	5%	10%	2%	11%	6%	—	7%	43%	25%	—	—	—	—	—	—	—	6.3%
生存虫数	79	443	271	396	354	500	427	308	228	98	10	0	0	0	0	0	0	0	3,114
脱出孔数	85	556	333	459	403	623	493	330	294	129	12	0	0	0	0	0	0	0	3,717
生存率	92.9%	79.7%	81.4%	86.3%	87.8%	80.3%	86.6%	93.3%	77.6%	76.0%	83.3%	—	—	—	—	—	—	—	83.8%

表2 チアメトキサム剤樹幹注入後に採集した虫えい1g当たりの成虫発生数の推移

処理区分	処理前	7日目	14日目	21日目	28日目	56日目	91日目	119日目
那覇市	標準量	2.8	0.8	0	1.7	2.6	0.1	0.5
	1.5倍量	2.7	0.5	0	0	0	0.1	0
	2倍量	1.3	0	0	0.02	0	0.02	0
	対照	2.3	2.9	8	6.3	4.7	8.8	12.5
西原町	標準量	15.6	—	—	0	0	0.03	0.1
	1.5倍量	9.2	—	—	0	0	0	0
	2倍量	10	—	—	0	0	0	0
	対照	9.8	—	—	4.3	7.4	11	13

※ 標準量は、胸高直径6~10cm当たり30ml、10cm増で倍量注入

[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]

# 15 木質ペレット燃料の環境影響評価

北海道立林産試験場 企画指導部 古俣 寛隆

## 研究の背景・ねらい

森林の適切な整備や林業・木材産業の活性化、地球温暖化の防止などの観点から、木材の利用促進が業界・行政の重要な課題になっています。木材のエネルギー利用においては、燃焼によるCO<sub>2</sub>排出はカーボンニュートラルによりカウントしませんが、原料調達や加工、輸送などのプロセスでは電力や化石燃料を消費します。したがって、「真に環境に優しいか否か」を判断するためには、製品の一生（ライフサイクル）に渡る環境負荷の科学的・定量的な評価が必要であり、それにより木材の優位性が認められれば利用促進の一助になると考えられます。そこで、近年利用が拡大している木質ペレット燃料（以下、「ペレット」とする）を対象に、原料輸送から燃焼灰の廃棄までの評価範囲（図1）における環境負荷物質や資源消費等の入出力を明らかにし、LCA（ライフサイクルアセスメント）を用いて環境影響等を評価しました。エネルギー消費量等は2007年の道内ペレット生産量の66%を占める5社から入手し、評価にはその平均値を用いました。

## 成果

ペレットのライフサイクルについて、外部コスト\*を指標とした評価を行った結果、CO<sub>2</sub>排出による地球温暖化の環境影響が全体の45%と最も大きく（図2）、その影響の83%はペレット製造プロセスから排出され、さらにその76%は電力消費に起因することが分かりました（図3）。

家庭用暖房機器を使用して正味1GJ（ギガジュール）の熱量を得る際に投入されるエネルギー量を、暖房機器の熱効率等を考慮して算出し、これを評価単位として各エネルギーの生産から利用に至るプロセスにおけるインベントリ分析ならびに環境影響評価を実施しました。その結果、外部コストの大きい順に、蓄熱暖房>灯油ストーブ>ガスストーブ>エアコン>ペレットストーブとなり、ペレットの優位性が定量的に示されました（図4）。

家庭用暖房機器をペレットストーブで代替した場合のCO<sub>2</sub>排出削減量を、熱効率および各エネルギーの単位発熱量から算出しました。その結果、1世帯あたりの年間CO<sub>2</sub>排出削減量は753～5642kgと試算されました（図5）。一方、北海道の民生（家庭）部門における2006年度のCO<sub>2</sub>排出量は、北海道のホームページによれば1474万tであり、これを同年の北海道の世帯数で除すと、1世帯あたりの年間CO<sub>2</sub>排出量の平均値は5670kgとなります。仮に、灯油ストーブを使用している家庭の年間CO<sub>2</sub>排出量をこの平均値とすると、灯油ストーブをペレットストーブに代替することにより、1世帯あたりの年間CO<sub>2</sub>排出量は43%（2466kg/5670kg）削減可能と試算されました。

\*：コンジョイント分析により重み付けされた国民の保護対象に対する支払意思額（円）であり、社会一般が負担する環境負荷の経済価値

## 成果の活用

本研究成果は、北海道の取り組む「カーボンオフセットを活用した森林づくり制度」の設計に対して、ペレット利用におけるCO<sub>2</sub>排出量の基礎資料として提供しました。また、林務行政と連携しながら、ペレットおよびペレット燃焼機器の利用を働きかける際のPR資料として活用しています。

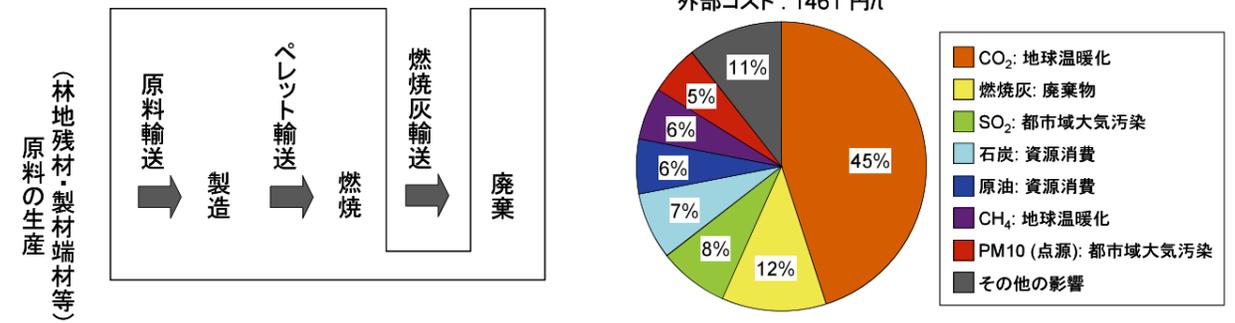


図1 評価範囲（枠内）

図2 ペレット1tあたりの外部コスト

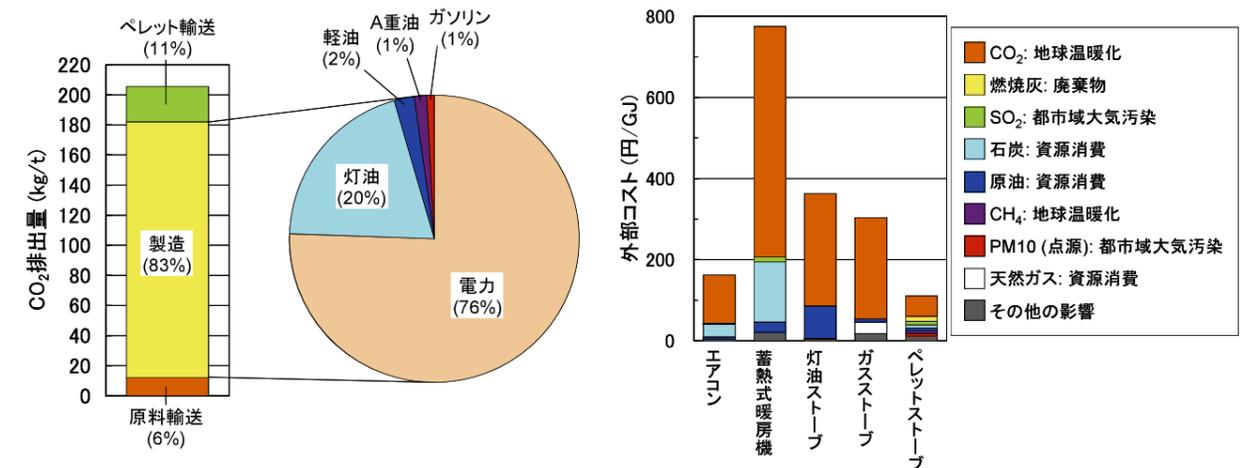


図3 ライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量の内訳

図4 発熱量1GJあたりの暖房機器別の外部コスト

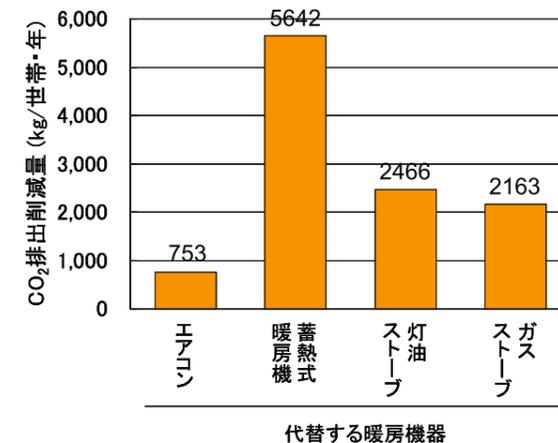


図5 ペレットストーブの導入によるCO<sub>2</sub>排出削減量

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

## 16 青変防止処理がアカマツ製材歩留りに与える影響

岩手県林業技術センター 研究部 中嶋 康

### 研究の背景・ねらい

アカマツは、春から夏にかけて伐採すると、材が黒、青色に変色して化粧性などを低下させる青変被害（写真1）が発生するため、伐採および出荷時期が秋から冬に限定されており、流通上の問題となっています。これまで、岩手県林業技術センターでは、アカマツ青変菌類による変色メカニズムと林内での感染経路を明らかにし、青変防止技術として、伐採直後に製材する場合は、伐採から製材・乾燥までの期間を積算温度から設定する方法（以下「期間短縮」と）伐採直後の丸太を長期間屋外に貯木する場合は、防虫・防カビ剤を併用散布する方法（以下「薬剤散布」）を開発しています。本研究では、このような青変防止技術を素材生産、製材現場に導入した場合の、製材歩留りおよび丸太1m<sup>3</sup>あたりの収益額の試算を行い、青変防止技術によるアカマツ通年出荷の可能性を検証しました。

### 成果

以下、両者について、製材歩留まりと収益額を試算しました（図1、表1）。その結果、「期間短縮」方法は、夏季のアカマツ伐採において、製材歩留まりと収益額が最も高い方法であることが確認されました。また、「薬剤散布」方法は、夏季伐採でも、無処理と比較して製材歩留まりが高く、薬剤処理コストを掛増しても収益が見込めるため、通年出荷が可能であるとの確認が得られました。

【期間短縮】アカマツは伐採後、貯木している場所の1時間毎の気温の積算が400℃・日までなら青変は防止可能です。今回は、青変防止可能な積算温度400℃・日を、岩手県北部の6月平均気温17.5℃で割り返した日数22日間を、伐採から製材・乾燥までの期間としました。その結果、丸太から挽いた板材、角材に青変は確認されませんでした（図2）。また、製材歩留りは42%、収益額は5,322円/m<sup>3</sup>となり、無処理と比較して製材歩留まり、収益額の向上が確認されました（表1）。

【薬剤散布】伐採直後の丸太に防虫・防カビ剤を散布することで、貯木期間中の青変は防止可能です。今回は、伐採直後の丸太に、防虫剤（サンプルザー WEL・50倍希釈）と防カビ剤（プレザリンBAM・100倍希釈）を20/本散布し、60日間貯木した後、製材・乾燥しました。その結果、材面の面積に対する青変の面積の割合が1%以上となった板材・角材の出現率は20%以下となり、無処理と比較して低下しました（図2）。また、製材歩留りは41%、収益額は2,969円/m<sup>3</sup>となり、無処理と比較して製材歩留まり、収益額の向上が確認されました（表1）。

### 成果の活用

「期間短縮」または「薬剤散布」による青変防止技術を有効に活用するためには、丸太の伐採日を明らかにしたうえで、運搬から人工乾燥までの工程管理が重要となります。このため、岩手県林業技術センターでは、「アカマツの青変被害の防止技術」の手引書を作成し、関係団体に配布するとともに、青変防止方法の講習会を開催しています。さらに現在当センターでは、アカマツ低コスト乾燥技術の研究を実施しており、順次研究成果を現場に情報発信するとともに、個別に技術指導を行っています。

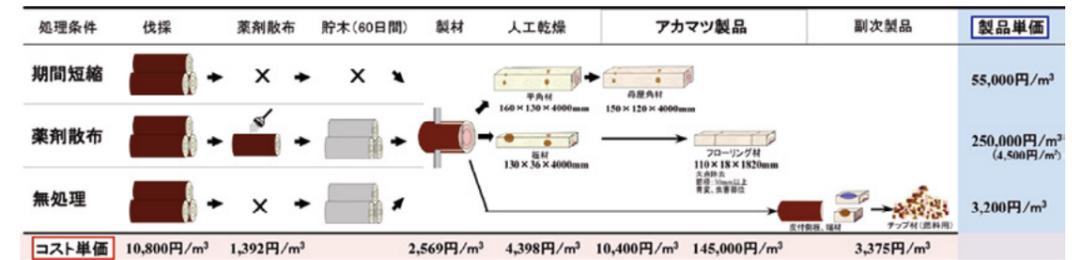


図1 青変防止処理実験フロー

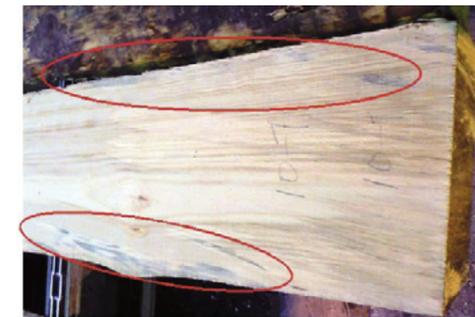


写真1 夏季伐採による青変の発生

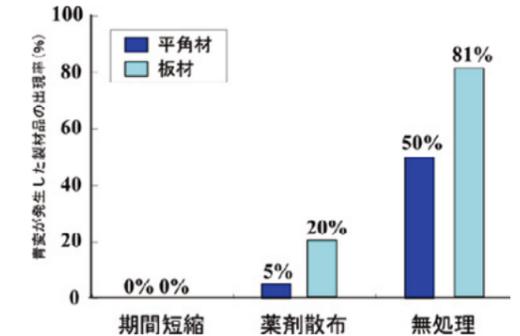


図2 処理条件別の青変発生割合

表1 処理条件別の製材歩留り、丸太1m<sup>3</sup>あたりの収益額の比較

処理条件		期間短縮	薬剤散布	無処理	試算方法
素材	試験体数	本 40	20	10	
	材積	m <sup>3</sup> 7.70	3.87	1.97	
製材材積	平角材(生)	3.52	1.74	0.85	
	板材(生)	1.73	0.71	0.39	
製品材積	母屋角材	2.88	1.44	0.58	
	フローリング材	0.37	0.15	0.04	
	チップ	4.45	2.28	1.35	
製材歩留り	母屋角材	37	37	29	各製品材積÷原木材積(×100%)
	フローリング材	5	4	2	
製品販売額	母屋角材	158,400	79,200	31,680	各製品材積×製品単価(円/m <sup>3</sup> ) 製品単価 母屋角材:55,000円/m <sup>3</sup> フローリング材:250,000円/m <sup>3</sup> チップ:3,200円/m <sup>3</sup>
	フローリング材	93,735	36,978	10,319	
	チップ	14,230	7,296	4,333	
	合計	266,365	123,474	46,332	
加工コスト	薬剤処理	-	5,384	-	各工程の材積×コスト単価(円/m <sup>3</sup> ) コスト単価 薬剤処理:1,392円/m <sup>3</sup> 材料:10,800円/m <sup>3</sup> 製材:2,569円/m <sup>3</sup> 乾燥:4,398円/m <sup>3</sup> 加工(母屋角材):10,400円/m <sup>3</sup> 加工(フローリング):145,000円/m <sup>3</sup> 加工(チップ):3,375円/m <sup>3</sup>
	材料費	83,180	41,774	21,289	
	製材	19,786	9,937	5,064	
	乾燥	23,082	10,775	5,433	
	加工(母屋角材)	29,952	14,976	5,990	
	加工(フローリング)	54,366	21,447	5,985	
加工(チップ)	15,008	7,695	4,570		
合計	225,374	111,988	48,332		
収益額	円/m <sup>3</sup>	5,322	2,969	-1,015	(製品販売額-加工コスト)÷原木材積

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

## 17 木製遮音壁の劣化調査

群馬県林業試験場木材係 町田 初男・小黒 正次・工藤 康夫

### 研究の背景・ねらい

安全性や遮音性に加え、景観にマッチしたアメニティ効果や環境負荷低減といった特徴を持つ木製遮音壁などの木製道路施設は、国産材の需要拡大や間伐材利用対策、地球温暖化防止対策などにおいて今後さらなる需要拡大が期待されています。しかし、木製遮音壁には、腐朽菌やシロアリによる生物劣化や美観の長期保持に対する懸念があることから、既設木製遮音壁の劣化調査を行い、維持管理および耐久設計への反映を検討しました。

### 成 果

- (1) 設置後8年目までの既設遮音壁の経年劣化調査から、最上部が最も激しく劣化していることが分かりましたが(図1)、一方で笠木<sup>\*1</sup>の設置がその劣化を防止する上できわめて有効であることを明らかにしました。また、遮音壁の上を覆う植栽木が、劣化を助長することを明らかにしました(図2)。
- (2) 低コストの高耐久化処理として、保存処理剤注入後の未乾燥材に水性木材保護塗料を塗布することで、再乾燥後の塗布と同程度の耐候性を付与できることを明らかにしました(表1)。
- (3) 木製遮音壁と同一仕様の小試験体の強制腐朽試験によって、防腐処理した木製遮音壁の耐用年数が10年以上あることを明らかにしました。
- (4) 簡易な日常点検手法として、走行車両からデジタルカメラで動画撮影する方法を開発しました。撮った動画をコマ送りにして確認することで、異常箇所を確認できることを明らかにしました。動画の圧縮形式はフルハイビジョン(1920×1080ピクセル)のH.264よりも640×480ピクセルのMotionJPEGの方が画素数が少ないにもかかわらず精細な静止画像が得られることを明らかにしました(写真1, 2)。

### 成果の活用

本成果は学会やシンポジウムの機会をとらえ、木材や土木に携わる研究者や民間企業の方に広く公表するとともに、「木製道路施設の耐久設計・維持管理指針案」に反映しました。同指針案を作成できたことにより木製道路施設の耐久設計と維持管理についての信頼性が高まり、簡易な日常点検により適切な維持管理が可能となります。また、指針案を都道府県や市町村に提供することで木製道路施設の設置促進が期待できます。

<sup>\*1</sup>: 笠木とは塀などの上に載せる横板を意味します。今回は写真3に示す金属製の板を笠木として使用しました。

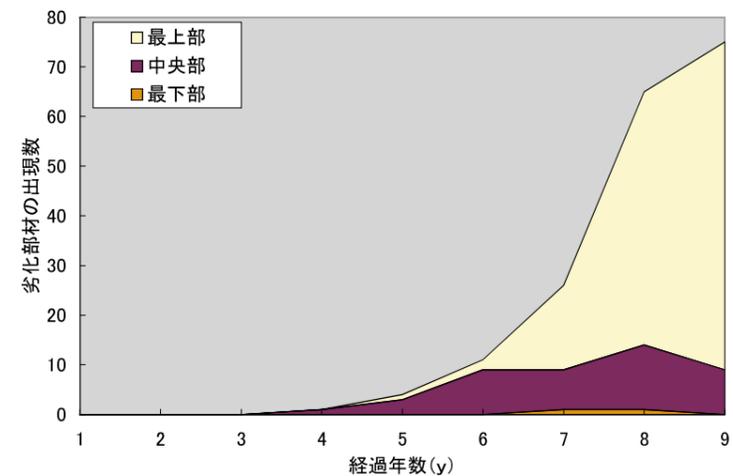


図1 部位による劣化の推移

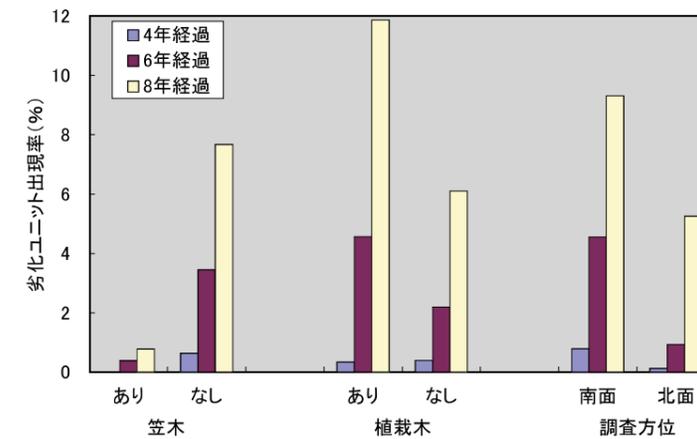


図2 外的条件が劣化に及ぼす影響



写真1 動画から切り出した静止画(80km/h,640×480,MotionJPEG)



写真2 動画から切り出した静止画(80km/h,1920×1020,H.264)

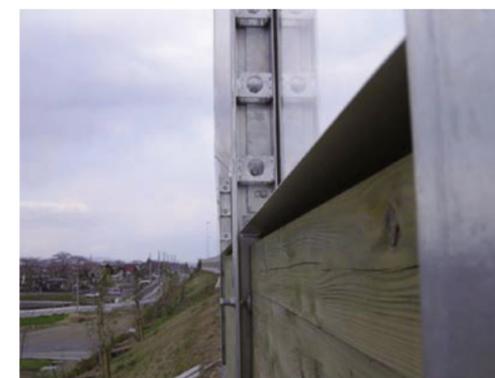


写真3 笠木の様子

表1 最上部用試験体の促進劣化状況

防腐処理	樹種	表面処理	色差 質量減少率	
			2000h	12ヶ月
無処理	スギ	-	19.5	51.0%*
無処理	ヒノキ	-	25.4	21.2%*
CUAZ	スギ	-	21.4	6.2%
CUAZ	ヒノキ	-	26.1	6.9%
CUAZ	スギ	水性乾燥	5.1	6.2%
CUAZ	ヒノキ	水性乾燥	8.0	6.2%
CUAZ	スギ	水性未乾燥	7.4	5.5%
CUAZ	ヒノキ	水性未乾燥	4.8	5.4%

\*: 無処理スギとヒノキの質量減少率は6ヶ月経過時の値

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

## 18 背割り※<sup>1</sup>加工による富山県産スギ丸棒の高耐久化

富山県農林水産総合技術センター 木材研究所 栗崎 宏

### 研究の背景・ねらい

富山県産スギを丸棒加工した材は、防腐処理を施した上で土木資材、公園施設など屋外木製品に広く利用されています。防腐処理は、防腐剤を木材表層付近に浸透させ、その防腐剤層で木材全体を保護するものです。しかし、芯持ち丸棒材は施工後に深い干割れを生じやすく、干割れ※<sup>2</sup>が防腐剤浸透層を貫くと、内部が急速に腐朽して行きます（図1）。

この干割れ腐朽の予防には、柱材の割れ止めに用いられる背割り※<sup>1</sup>が有効とされてきましたが、その効果が立証されておらず、屋外木製品ではあまり活用されていませんでした。そこで、背割り加工を活用し屋外木製品の長期信頼性を高めるために、背割りによる干割れ抑制効果と腐朽予防効果を検討しました。

※<sup>1</sup> 化粧柱などの乾燥割れを防ぐため、壁側の面に切れ目を入れておくこと。

※<sup>2</sup> 木材が風雨に曝されて、表面に「割れ」や「ひび」が発生する現象。

### 成 果

1 背割り加工を行った富山県産スギ丸棒材に防腐剤ACQを注入処理し、延べ5年間にわたり屋外暴露試験※<sup>3</sup>を行いました（図2左）。まず、背割り加工の干割れ抑制効果を明らかにするために、暴露後に発生した丸棒材の干割れの深さを測定しました。その結果、背割り加工により、干割れの深さを約2/3に抑制できることが分かりました（図3左）。

※<sup>3</sup> 屋外において試験材を風雨にさらす試験。

2 背割りによる干割れ抑制が腐朽予防にどの程度有効なのかを確かめるため、暴露した試験材の断面を検査して、薬剤層を貫く「貫通干割れ」の発生率を指標値として、腐朽リスクを算定しました（図2右）。その結果、背割り加工は、腐朽リスクを大幅に低減し（背割りなしの1/7）、腐朽予防に大きく寄与することを明らかにしました（図3右）。

3 今回は、1本背割りと2本背割りの2種類の背割りを評価しましたが、いずれも干割れ腐朽予防に有効であったことから、製品の構造やデザインに応じて、これらを使い分けることができることが分かりました。

以上のように、今まで漠然としていた背割り加工の効果を、腐朽リスクの低減という目に見える形で示すことができました。これによって背割り加工のメリット（耐久性への寄与）が設計者やユーザーに広く認識され、背割りを活用した高耐久スギ丸棒製品の普及・促進が期待されます。

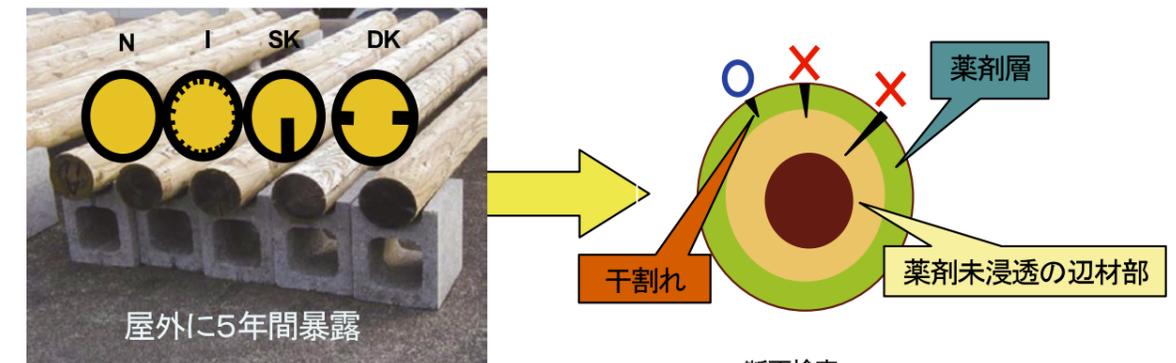
### 成果の活用

上記成果は、本研究を共同で実施した富山県内の企業のスギ丸棒製品の仕様に反映されていく予定です。また、国内外の学会やシンポジウムで広く公表するとともに、業務報告などの出版物として関係機関に配布して、公共事業などへの活用を図っています。



一見すると健全だが 干割れ内部は軟化 割れ内部で腐朽が拡大

図1 防腐処理したスギ丸棒材に発生した干割れ腐朽の事例



丸棒の種類（図3も同様）  
N：加工なし I：イザジツ加工  
SK：1本背割り DK：2本背割り

図2 背割りを施してACQ処理したスギ丸棒材の暴露実験と断面検査

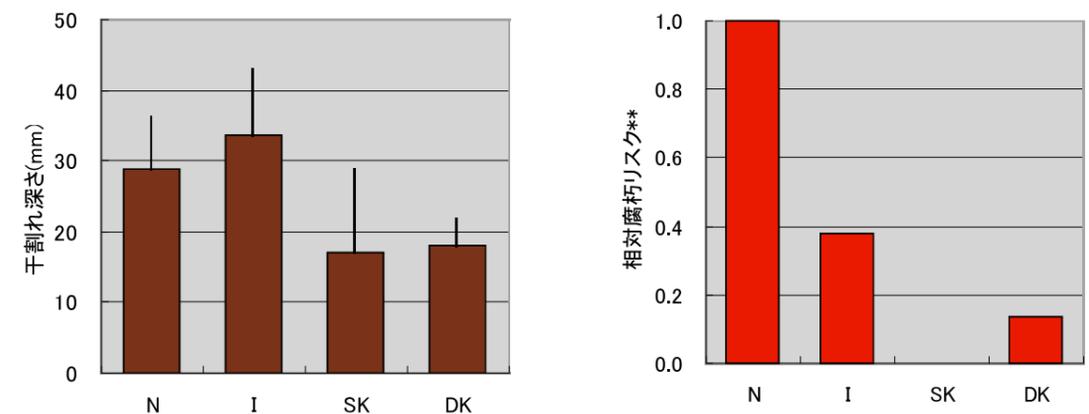


図3 背割りの干割れ抑制効果\*（左）と腐朽予防効果（右）

\*グラフ中の縦線は標準偏差を表す \*\*相対腐朽リスク=各種加工済み丸棒の貫通干割れ発生率/加工なし丸棒の貫通干割れ発生率

[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]

# 19 カラマツ、アカマツによる枠組壁工法部材の開発

長野県林業総合センター 木材部 伊東 嘉文

## 研究の背景・ねらい

木造枠組壁工法は一般に2×4（ツーバイフォー）工法と呼ばれる外国から導入された工法で、規格や基準強度もスプルース、ベイマツ、ベイツガ等の外国産材を基準に定められています。地域材利用の観点から、この部材を長野県産カラマツ及びアカマツで製造し、性能を評価しました。本研究は長野県内の企業や建築士等で組織された「県産材販路開拓協議会 マツ系構造部会」が行った平成 21 年度地域木造住宅市場活性化推進事業（国土交通省）に、長野県林業総合センターが技術協力したものです。

## 成果

枠組壁工法構造用製材（幅 89mm、厚さ 39mm）を、JAS の目視等級区分の規定により、特級、1 級、2 級に等級区分し、曲げ及び引張り試験を行いました。試験材の強度が、枠組壁工法構造用製材の日本農林規格（JAS）に対応した基準強度（建設省告示 1452 号、平成 12 年）に対して、どの程度の位置にあるか検証しました。

表 1 に曲げ、表 2 に引張り試験結果を示します。また、図 1 はカラマツ、図 2 はアカマツの目視等級区別の曲げ強さの分布と上記基準強度を対比したものです。低い方から順位化して並べてあります。図 3 はカラマツの、図 4 はアカマツの引張り強さで、曲げ強さと同様の方法で示したものです。

樹種群により基準強度が定められていますが、カラマツは Hem-Tam の樹種群に、アカマツは D Fir-L の樹種群に区分されています。カラマツの曲げ強さについては表 1、図 1 のとおり特級で 2 本が基準強度を満たしませんでした。1 級、2 級では全てが満たしました。アカマツでは表 1、図 2 のとおり、特級・1 級・2 級の順に 7 本・4 本・4 本が基準強度に達しませんでした。次に、引張り強さですが、カラマツは表 2、図 3 のように全て基準強度を満たしましたが、アカマツは表 2、図 4 のとおり、各級 1～2 本が満たしませんでした。このように、アカマツに基準強度以下のものが多いことは、試験結果からはカラマツと同等か、ややそれ以下の強度であるにもかかわらず、カラマツが属する Hem-Tam よりかなり高い基準強度の D Fir-L の樹種群とされているためと思われます。表 1、2 に示したとおり、仮に Hem-Tam の基準強度と比較した場合では、曲げ強さの特級で 4 本が満たないのみです。

以上のことから、カラマツは、特級の場合に節等の欠点に留意すれば、Hem-Tam の基準強度を概ね満たすと推測されました。アカマツについては D Fir-L の基準強度を全て満たすのは困難で、カラマツと同様、Hem-Tam の基準強度程度と思われました。

## 成果の活用

本事業により得られたデータを基に長野県産カラマツ、アカマツを使用した 2×4 工法による住宅が、実証検証として数棟建築されました。平成 22 年 2 月には本事業の試験結果の報告と、これら実証住宅の見学を併せた「信州産カラマツ、アカマツを使った 2×4 住宅開発事業報告会」が開催されます。これらを契機に、従来は殆ど外国産材のみであった 2×4 工法による住宅建築において長野県産カラマツ、アカマツが利用されるようになることが期待されます。

表 1 カラマツ、アカマツ2×4材の曲げ試験結果

樹種	JAS 目視等級	密度 (kg/m³)	Efr (kN/mm²)	MOE (kN/mm²)	Fb (N/mm²)	Fbの基準強度以下本数	基準強度 (N/mm²)	
カラマツ	特級 n=40	平均値	510	11.98	11.04	51.5	2	Hem-Tam 甲種特級 29.4N/mm²
		最(次)小値	425	7.69	6.99 (8.00)	22.9		
		変動係数(%)	12.1	23.7	20.7	32.3		
		5%下限値		6.78	6.85	21.0		
カラマツ	1級 n=40	平均値	524	11.85	10.58	43.9	0	Hem-Tam 甲種1級 18.0N/mm²
		最(次)小値	418	7.14	6.73 (7.28)	19.9		
		変動係数(%)	11.4	23.2	20.5	32.4		
		5%下限値		6.80	6.60	17.8		
カラマツ	2級 n=40	平均値	536	11.64	10.01	36.8	0	Hem-Tam 甲種2級 13.8N/mm²
		最(次)小値	418	7.55	6.03 (6.95)	13.9		
		変動係数(%)	10.8	21.8	21.4	39.1		
		5%下限値		6.99	6.09	10.4		
アカマツ	特級 n=40	平均値	522	11.70	10.46	50.5	7	D Fir-L 甲種特級 36.0N/mm²
		最(次)小値	418	8.32	7.62 (7.67)	26.1		
		変動係数(%)	13.4	14.8	15.3	28.2		
		5%下限値		8.53	7.52	24.3		
アカマツ	1級 n=40	平均値	486	10.72	9.45	38.2	4	D Fir-L 甲種1級 24.6N/mm²
		最(次)小値	413	7.17	6.27 (6.48)	18.5		
		変動係数(%)	7.8	13.5	15.4	28.0		
		5%下限値		8.07	6.78	18.6		
アカマツ	2級 n=29	平均値	500	10.27	9.10	35.4	4	D Fir-L 甲種2級 21.6N/mm²
		最(次)小値	393	7.05	6.01 (6.25)	15.6		
		変動係数(%)	12.6	14.6	18.9	39.0		
		5%下限値		7.47	5.89	9.6		

表 2 カラマツ、アカマツ2×4材の引張り試験結果

樹種	JAS 目視等級	密度 (kg/m³)	Efr (kN/mm²)	Ft (N/mm²)	Ftの基準強度以下本数	基準強度 (N/mm²)	
カラマツ	特級 n=40	平均値	513	12.09	38.4	0	Hem-Tam 甲種特級 13.8N/mm²
		最小値	410	7.99	16.2		
		変動係数(%)	11.4	23.3	44.5		
		5%下限値		6.92	7.1		
カラマツ	1級 n=40	平均値	535	11.88	31.2	0	Hem-Tam 甲種1級 8.4N/mm²
		最小値	422	7.60	16.7		
		変動係数(%)	10.9	22.3	45.2		
		5%下限値		7.02	5.4		
カラマツ	2級 n=40	平均値	526	11.25	27.1	0	Hem-Tam 甲種2級 6.6N/mm²
		最小値	405	7.22	12.0		
		変動係数(%)	12.1	23.4	45.7		
		5%下限値		6.41	4.4		
アカマツ	特級 n=40	平均値	508	12.78	57.8	1	D Fir-L 甲種特級 24.0N/mm²
		最小値	425	7.09	21.4		
		変動係数(%)	9.1	13.6	31.8		
		5%下限値		9.60	24.1		
アカマツ	1級 n=39	平均値	478	11.14	29.6	2	D Fir-L 甲種1級 16.2N/mm²
		最小値	412	8.05	11.5		
		変動係数(%)	7.7	16.0	37.7		
		5%下限値		7.87	9.1		
アカマツ	2級 n=30	平均値	484	10.21	26.1	2	D Fir-L 甲種2級 15.0N/mm²
		最小値	426	6.80	12.6		
		変動係数(%)	7.8	17.5	34.2		
		5%下限値		6.86	9.4		

注1) 基準強度:「枠組壁工法構造用製材の日本農林規格」に対応した基準強度(建設省告示1452号、H12.5.31)  
 注2) アカマツの基準強度以下本数欄の(\*)の数字はHem-Tamの基準と比較対照とした場合の本数

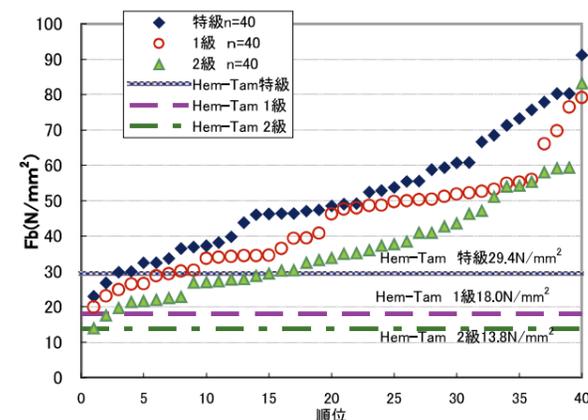


図 1 カラマツ2×4材の曲げ強さFbの分布と基準強度

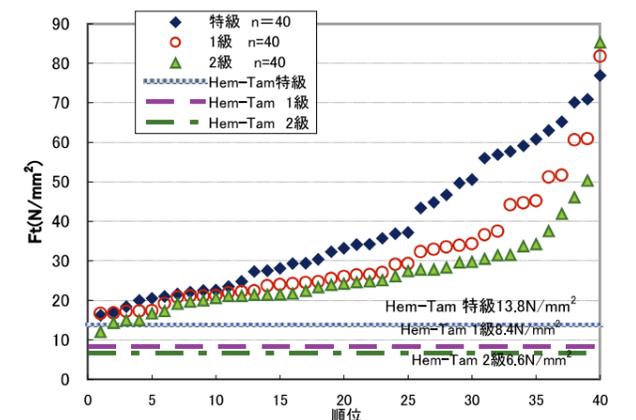


図 3 カラマツ2×4材の引張り強さFtの分布と基準強度

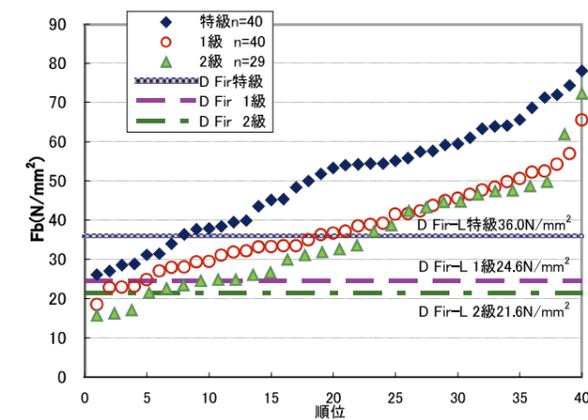


図 2 アカマツ2×4材の曲げ強さFbの分布と基準強度

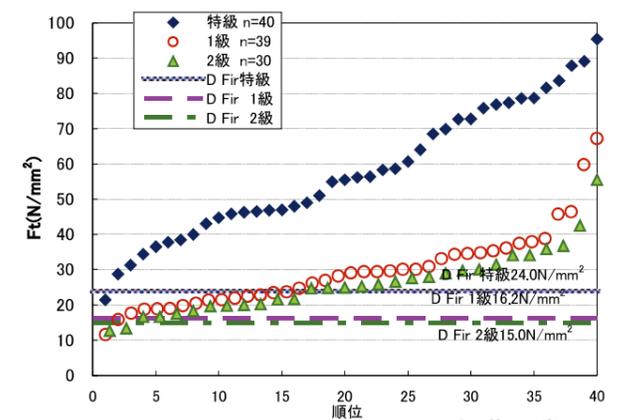


図 4 アカマツ2×4材の引張り強さFtの分布と基準強度

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

## 20 福井県産スギ大断面(横架材)複合材の開発

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

福井県内には60年以上のスギ人工林が15,000haあり、大径材の蓄積が増加しつつあります。一方、県内で建築されている在来軸組工法住宅では、横架材にベイマツや欧州産樹種が多く使用されていますが、輸入価格上昇によって、可能であれば福井県産スギを横架材に利用したいという工務店が増えつつあります。

大径材から採材される大断面製材平角を住宅用構造部材として利用するためにこれらの性能を明らかにしました。また、集成化・複合化による高強度部材を開発し、その曲げ強度試験と長期負荷によるたわみ量を確認するためのクリープ試験を実施しました。

### 成果

供試材は、全て断面120×300mm、材長6,000mmとし、製材平角の曲げ試験は「構造用木材の強度試験法」に準じて、また、集成材・複合材は集成材の日本農林規格の曲げA試験の方法に準じて行いました。

また、曲げ試験材の非破壊部分から部分圧縮試験材を採取して、材中間部めり込み試験を実施、建築学会限界状態設計指針(案)・同解説記載の部分圧縮特性値/材中央部の値と比較しました。

クリープ試験は、製材曲げ試験と同じ条件で実施しました。載荷荷重は12.54kNで、約1ヶ月にわたりたわみ量を測定しました。

試験の結果、平角の曲げ強度は一番玉から採材した試験材の方が、一番玉以外から採材したものより高くなりました。これは、採材位置を指定せずに試験材を購入し、髓の状態や材面の木目、節の状態等を勘案して一番玉から採材したと思われる材と、そうでないものに分けて強度を比較したため、このような結果になったと考えています。

一番玉で大断面平角製材を木取りできる丸太の場合、丸太の外側は年輪幅も密で節の少ない製材品を採材でき、上部で採材した大断面平角では節が多く、材縁部に大きな節が出現する例も多くなることからこのような結果になったと考えますが、今後機会があれば、長尺大径丸太を使用して一番玉と二番玉の強度を比較したいと考えています。

この他、集成化・複合化によりさらに強度性能を向上できることが明らかになりました(表1)。めり込み強度も、複合化することで、強度を向上できることが明らかになりました(写真1・2、表2)。

クリープ試験では、ヤング係数の違いがたわみ量に大きく影響することが明らかになり、複合化することで、たわみ量をさらに少なくできることが明らかになりました(図1)。

### 成果の活用

福井県内には構造用集成材のJAS認定工場が2社あることから、試験成果を啓蒙することで福井県産スギ大径材の利用拡大を図ることができると考えています。このため、パンフレット「木造住宅の構造部材に県産スギの利用を」を作成、県下農林総合事務所、素材生産業者・森林組合等に配布、「県産材住宅コーディネーター」研修において発表しました。

また、平成19年に作成された「福井県スギ横架材スパン表」改定時に活かせるよう関係部署にはたらきかけたいと考えています。

表1 福井県産スギ大断面製材平角、集成材・複合材の曲げ強度試験結果

供試材	試験数 本	全たわみ ヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>	曲げ強度 N/mm <sup>2</sup>	曲げ仕事量 KN・mm	試験時 含水率 %	15%換算 密度 kg/m <sup>3</sup>
スギ大断面製材平角	25	7.60	39.3	7,041	15.4	415
内 1番玉から採材	12	8.17	44.0	8,593	15.5	403
1番玉以外から採材	13	7.08	34.9	5,608	15.4	424
スギ平角外層アカマツ貼複合材	10	9.61	51.1	7,203	21.0	431
スギ平角外層スギ圧密1枚貼複合材	10	10.52	37.8	3,198	14.5	442
スギ平角外層スギ圧密2枚貼複合材	9	14.04	50.1	2,595	14.2	488
スギ集成材(10プライ)	10	9.05	49.2	6,257	15.7	396
スギ集成材外層アカマツ貼集成材	6	10.11	57.2	9,240	15.0	426

表中の数値は平均値で、寸法、荷重条件、含水率による調整は行っていない

表2 建築学会限界状態設計指針(案)・同解説  
部分圧縮特性値/材中央部との比較



写真1 大断面製材平角

	めり込み 強さ N/mm <sup>2</sup>	めり込み 降伏強さ N/mm <sup>2</sup>	めり込み 剛性 N/mm <sup>3</sup>
スギ大断面 製材平角	6.3	4.2	1.85
スギ平角外層 アカマツ貼複合材	8.8	6.5	1.94
部分圧縮特性値 スギ	6.0	4.0	1.80
アカマツ	7.8	5.2	2.34

信頼水準75%の50%下限値

写真2 アカマツ貼複合材

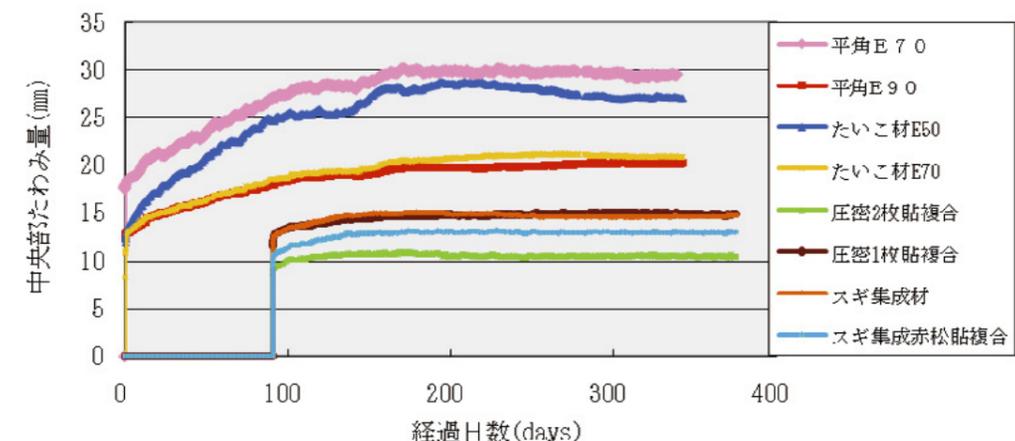


図1 クリープ試験供試材のたわみ量の変化

※ たわみ量は温湿度の影響を受けるため、同じ季節のたわみ量を比較するように作図  
平角、たいこ材：3月12日試験開始、複合化・集成材材：6月11日(15ヶ月後)試験開始

[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]

## 21 無機質等の可溶化技術とそれを用いた木質材料の不燃化

奈良県森林技術センター 木材利用課 伊藤 貴文

### 研究の背景・ねらい

平成 12 年に建築基準法が改正されて以来、木材の不燃化に関する研究開発が盛んに行われるようになり、現在では国土交通大臣の認定を受けた製品も数多く出回っています。その際、主となる薬剤は、ホウ酸とその塩、リン酸化合物、または両者の混合物です。いずれの処理でも、主剤自体の吸湿性が高いか、主剤の溶解性を高めるために用いる助剤の吸湿性が高いために、不燃処理された木材の吸湿性も極めて高くなるということが問題となっています。それは、不燃木材が高湿度下に置かれた場合、空気中の湿気を大量に吸い込み、それによって薬剤が木材表面に噴き出すというトラブルが多発しているからです。

そこで本研究では、不燃木材の吸湿性を抑制する技術の開発に取り組みました。

### 成 果

不燃薬剤であるホウ酸やリン酸グアニジンの溶解度を高めるには、アンモニウム塩の添加が有効ですが、アンモニウム塩は吸湿性が高く、処理後の木材に残存すると、これまでの不燃木材と同じトラブルが発生する懸念があります。そこで、本研究では、熱に不安定な炭酸アンモニウムや炭酸水素アンモニウムを使うことにしました。薬液の含浸後に行う熱風乾燥により、これらの薬剤は二酸化炭素とアンモニアに分解され、木材中から除かれます。水 100ml に上述の炭酸塩のいずれかを 20g 溶解させた後、それにホウ酸あるいはリン酸グアニジンを加えると、室温で最大、前者では 45g、後者では 60g を溶かすことができました。濃度を変えた溶液で、厚さ 15 mm のスギ辺材板目板を処理して、コーンカロリメータによる発熱性試験（写真 1）に供する材料を得ました。試験の結果、図 1 のとおり、ホウ酸では 70%、リン酸グアニジンでは 100% の重量増加率で、20 分間の総発熱量が不燃化の認定基準である  $8\text{MJ}/\text{m}^2$  以下になりました。しかしこれは、ホウ酸、リン酸グアニジンともに、本研究で確認できた最大量の薬剤を溶解しなければ、不燃材料にはならないこととなります。ばらつきを考えると、さらにもう少し発熱量を抑える必要があり、そのための添加剤について検討しました。図 2 に示すとおり、主剤をホウ酸としたときには酸化ジルコニウム、リン酸グアニジンのときにはホウ酸を若干添加することで、発熱量が抑制できました。30°C で湿度 90% での平衡含水率は、前者が 19%、後者が 14% で、無処理木材（18%）と同程度かそれ以下になり、そのとき薬剤の噴き出しは観察されませんでした。

### 成果の活用

知的ビジネスマッチングフェア 2009、ナント農商工ビジネスフェア 2009 などの展示会で当技術の紹介をしました。今後も、各種研究発表会や展示会などに参加して PR に努め、早期の技術移転を図りたいと考えています。

### 知的財産取得状況

特開 2009-113258 木質材料用不燃化薬剤、この木質材料用不燃化薬剤の製造方法、木質材料の不燃化方法及び不燃化木質材料



写真1 コーンカロリメータの外観(左)とそれを用いた発熱性試験の様子(右)

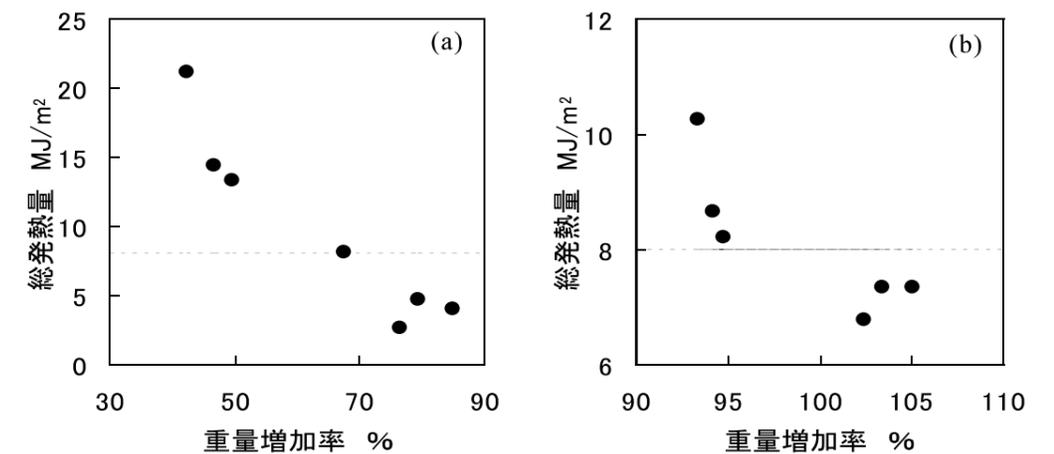


図1 処理に伴う重量増加率と20分間の総発熱量との関係  
主剤 (a) ホウ酸、(b) リン酸グアニジン

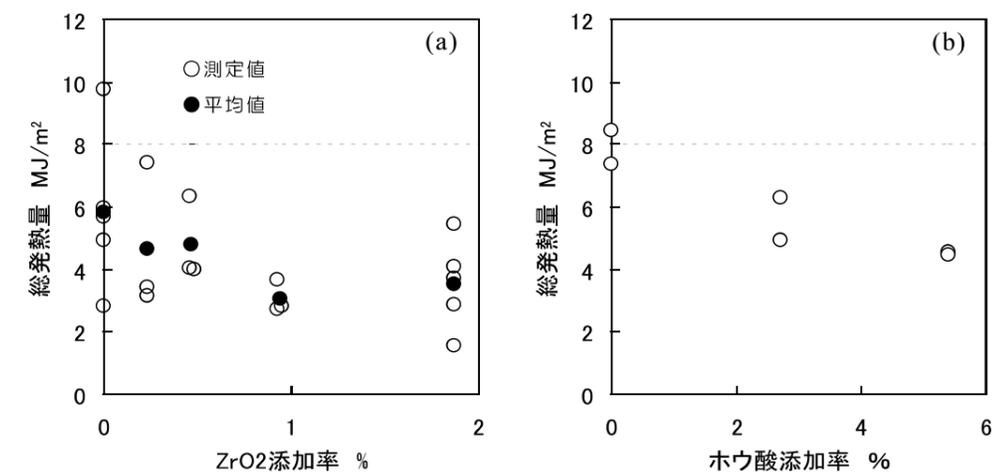


図2 薬剤の添加による総発熱量の抑制  
(a) ホウ酸への酸化ジルコニウムの添加、(b) リン酸グアニジンへのホウ酸の添加

[ 問い合わせ先：奈良県森林技術センター 木材利用課 TEL 0744-52-2380 ]

## 22 紀州材を使った落石防護柵の開発

和歌山県農林水産総合技術センター林業試験場 木材利用部 井戸聖富\*1・糸川隆康\*2・岸本勇樹  
 (\*1現 和歌山県西牟婁振興局地域振興部林務課、\*2現 和歌山県企画部企画総務課)

### 研究の背景・ねらい

道路や家屋防護用に施工される一般的な落石防護柵（標準仕様：支柱高 1.5m～2.0m、支柱間隔 3.0m）は、H鋼、ワイヤーロープ、金網を部材とした総金属製です（写真1）。近年、和歌山県ではこのような人目につきやすい構造物に対し、景観に配慮した部材利用への要望があります。本研究では、新設時のみならず金網部補修の際にも、紀州材が利用されるようスギの円柱材を部材とした木製落石防護柵を開発しました（写真2）。

### 成果

#### 1 落石防護柵の構造

落石径、背面斜面勾配、落下高等を諸条件とし、設計しました。また、施工性や見栄えの良さを考慮して、直径 14.0cm、長さ 3.0mのスギ円柱材を金具で連結してパネル状の構造とし、事前に組み立てたものを現地でH鋼支柱の間に挟み込む施工としました（図1）。

#### 2 実証試験と安全性

クレーンで吊り上げた重さ 300kg の鉄球を垂直落下及び振り子方式の2通りの方法で衝突させて、設計に対する実証試験を行いました（写真3、4）。その結果、木製落石防護柵の設計荷重（エネルギー 0.62kJ、衝突荷重 3.57kN）に対しエネルギー量で約 5 倍（3.2kJ）まで、衝突荷重で約 10 倍（36 kN）までの安全性が確認できました。また、パネル状に組み立てることで落石時に発生する荷重を分散し、鉄球の面的な捕捉が見られ、スギ円柱材が破断しても落石が前面へ突き抜ける危険性が低いこと及びH鋼支柱と基礎は 13 倍相当のエネルギーに対しても安全であることもわかりました。

#### 3 野外耐久性

木材を屋外で使用する際に問題となる耐久性は、環境に配慮した木材防腐処理を施すことで腐朽による劣化を抑え、強度を維持できる可能性が認められました。

#### 4 施工歩掛り

組み立て歩掛りと設置歩掛りについて、各々 3 回の組み立て作業の平均値から作業時間を分析し、施工歩掛りを調査しました。この結果に基づき、金属製の従来工法と比較したところ、設置費用の比率は、約 1.3 倍となりました（仕様：H=2.0m、L=3.0m、CON 基礎<H=1.0m、W=0.5m>、5 スパン施工）。

### 成果の活用

本成果は、第 59 回日本木材学会、第 48 回治山研究発表会、近畿・中国・四国地区第 45 回治山林道研究発表会及び林業技術成果発表会（和歌山県内）で発表するとともに、林業試験場業務報告 No. 64～No. 66 及び Journal of Timber Engineering Vol.21 No.2 に掲載しています。また、和歌山県治山林道協会主催の現地研修会で和歌山県及び県内市町村の工事施工部局に説明、和歌山県農林水産総合技術センター刊の研究成果選集及び平成 21 年版森林土木木製構造物施工マニュアルに「木集型ロックフェンス」として掲載、普及に努めています。



写真1 標準仕様の金属製落石防護柵



写真2 開発した木製落石防護柵

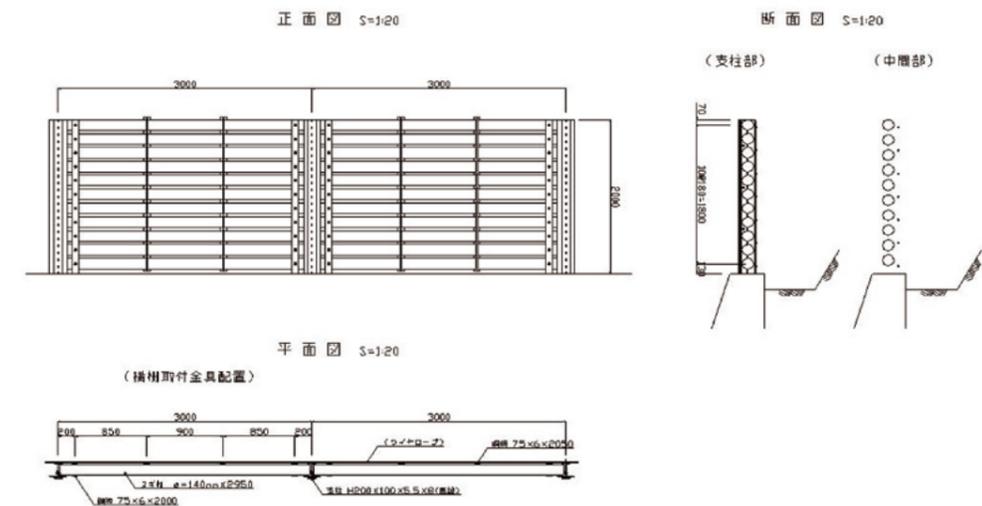


図1 木製落石防護柵構造図

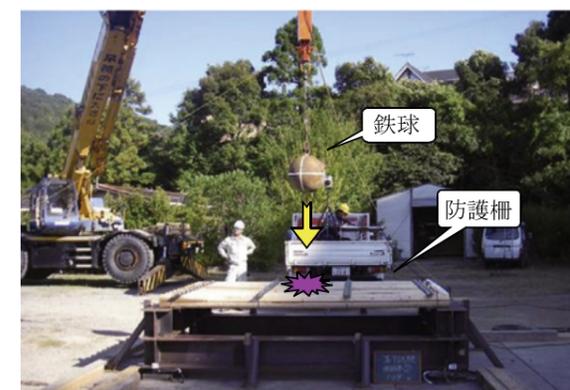


写真3 垂直落下試験

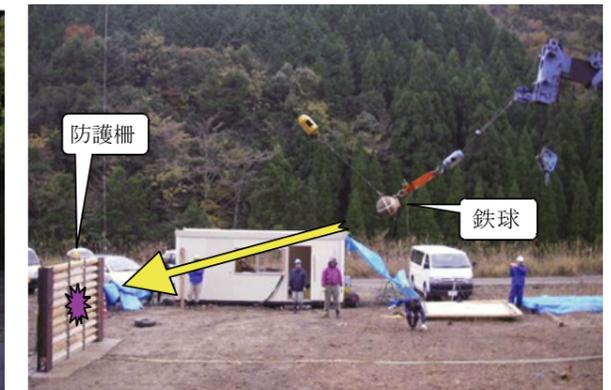


写真4 振り子試験

[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 木材利用部 TEL 0739-47-2468]

## 23 画像処理による丸太材積簡易計測システムの開発

鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場 木材利用研究室 川上 敬介

### 研究の背景・ねらい

丸太の材積は現在、伐採現場や原木市場で1本ずつ手作業あるいは機械で末口直径を測定し、末口二乗法により算出していますが、多大な労力、時間そしてコストを要します。このような状況の中、丸太を大量に取り扱う現場から、丸太の材積計算や出荷者の管理を迅速に行うことの出来るシステム開発への要望が寄せられました。

そこで、多本数の丸太の材積を一度に計測できる簡便なシステムの開発について、企業と共同で取り組みました。

### 成 果

このシステムは、トラックあるいは土場に積み上げられた状態のままに丸太全体の材積を計測するものを目指したものです。具体的には、デジタルカメラやビデオカメラなどの光学機器によって丸太の木口の断面形状を撮影し、コンピュータによる画像解析後、断面形状を決定して断面積を算出、丸太長さを乗じて丸太の全体積を算出できる装置を想定しました。この装置の開発に向け、日南町森林組合、株式会社名南製作所、地方独立行政法人鳥取県産業技術センターと共同で実験、検証を行いました。

実験では、スギ丸太の直径を測定後、実際に積載・運搬するのに適したバランスの良い状態となるよう注意しながら、末口と元口がランダムに混在するようトラックに複数回載せました(図1)。撮影は、トラックの後方にデジタルカメラを設置し、丸太の木口面を撮影しました。撮影した画像は、コンピュータにより直径の算出を行い(図2)、末口二乗法によって材積を計算しました。なお計算の際、トラック後方に末口と元口が混在しているため、これを補正する係数を設定し、その値を乗じることで末口二乗法での材積換算を試みました。

その結果、従来の方法に対し、89%~106%の範囲で材積を算出する事が出来ました(表)。また、トラック積載時の一般的な末口比率を40~60%と仮定し、おおむね0.8~0.9の範囲で補正係数を設定することにより、精度良い算出が可能になると考えられます。

本結果を基に、画像の撮影から解析に至る一連のシステムを企業と協力して開発し、装置を鳥取県日南町の木材団地内に設置(図3)しました。このシステムでは、撮影した画像がコンピュータに転送され、木口を認識させて材積が計算されます。その際、色合いや泥の付着、配列の仕方などで木口が正確に認識しにくい事がありますので、オペレーターが画像を確認し手動によって木口断面形状の修正が行えるようになっています。

### 成果の活用

この計測システムは平成20年10月から本格的な運用を開始しました。計測結果に対する出荷者の理解も得られ、現在順調に運用されています。

本方式は、材積の決定までに要する時間短縮や労働軽減、データ管理に多大な効果を発揮するものであり、全国各地に普及することを期待しています。今後、更なる精度の向上を目指し、データの収集、改良を行っていきたくと考えています。また本システムについては、(社)日本木材加工技術協会第27回年次大会(平成21年10月)で口頭発表を行ったほか、新聞でのプレスリリースを行いました。



図1 実験での丸太積込みの様子



図2 画像処理による木口断面形状と直径の決定

表 画像処理による丸太材積計測結果

		丸太材積(m <sup>3</sup> )		λ=0.844 補正後材積(m <sup>3</sup> )③	③/① (%)
		メジャー計測 ①	画像計測 ②		
1	オール末口	10.603			
2	シャッフル		11.173	9.430	89
3	シャッフル		12.925	10.909	103
4	シャッフル		11.706	9.880	93
5	シャッフル		13.214	11.153	105
6	シャッフル		12.098	10.210	96
7	シャッフル		13.368	11.283	106
8	シャッフル		12.227	10.320	97
9	シャッフル		12.722	10.737	101



図3 開発した装置による丸太材積計測の様子

[問い合わせ先：鳥取県農林水産部農林総合研究所林業試験場 木材利用研究室 TEL 0858-85-2511]

## 24 木造工作物の高耐久化に関する研究開発

広島県立総合技術研究所林業技術センター 林業研究部 藤田 和彦

### 研究の背景・ねらい

間伐材などの木材を木柵のような土木資材として利用しようとしたとき、樹脂やコンクリート製に比べて耐久性が劣る、劣化を判断する方法がない、またそのため補修や交換時期がよく分からない、といった問題が生じています。そのため、まず腐りにくい木材を製造する方法、また腐ってしまう前に木材を補修する方法や、腐ったとしてもどの程度安全性が残っているのかを判断する方法を開発しました。

### 成果

- 腐りにくい木材を開発するために、木材に多数の小さな穴を、深くあけて、木材保存剤を浸み込ませる方法を検討しました。圧力をかけながら木材保存剤を注入する試験の結果、ドリル穴あけ材（写真1）が穴のない材に比べて4.6倍も多くの薬剤を注入できることが分かりました（図1）。また、穴あけ材は浸漬だけの方法でも、加圧注入と同程度薬剤が浸み込むことが分かりました。
- 木材の劣化程度を判断する方法を確立するために、ピロディン（針貫入試験機）と呼ばれる劣化診断装置や含水率計を使用し、劣化程度との関係を調べました。腐っている部分の含水率が異常に高く、強度が低い傾向にあることが分かりました。
- 木材の補修方法として、軽微な腐朽部位や亀裂箇所にも木粉を詰め、そこに浸透性のあるα-シアノアクリレート系樹脂を浸みこませる方法を開発しました（写真2）。健全材と補修材の強度を比較したところ、ほとんど強度低下が無いことが分かりました。
- 木製外構材などの各経過年数における強度試験結果から、経過年数から強度を推定する式（図2）を作成しました。また、JIS K 1571(2004)「木材保存剤の性能試験方法および性能基準」を参考に、目視による被害度区分を5段階で示し、被害度区分と強度減少率とを対比できるようにしました。被害度区分から強度を推定できるようになったことから、補修や交換時期の判断が容易になりました。

### 成果の活用

これまでの研究成果を使って「日常点検でわかる木製外構材の耐久性簡易診断マニュアル」を作成し、行政や関連企業に技術を移転してきました。同マニュアルを活用することにより、高耐久木材を利用した木造施設を適正な管理のもとで、長期にわたり安全に利用し続けることが可能となります。

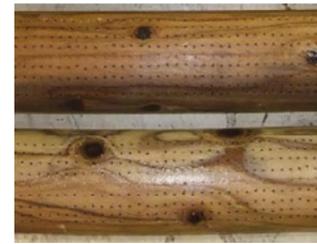


写真1 径2mmの穴をあけた材



写真2 樹脂を浸み込ませたスギ腐朽材

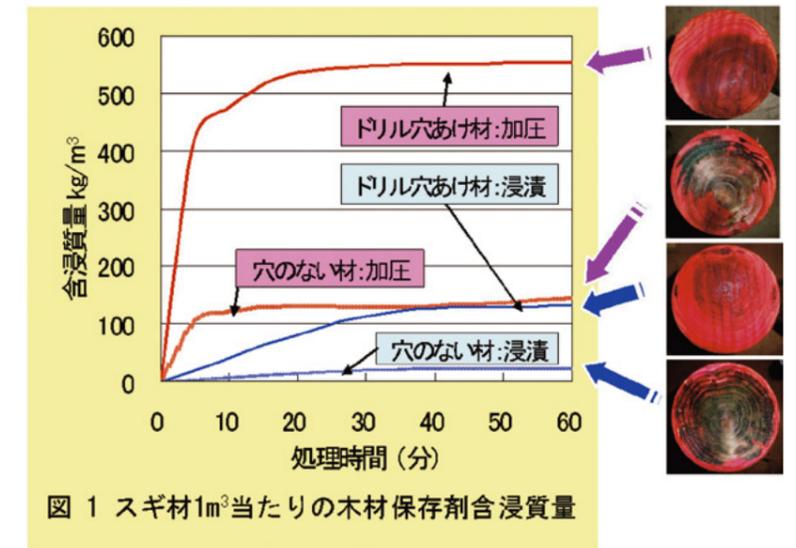
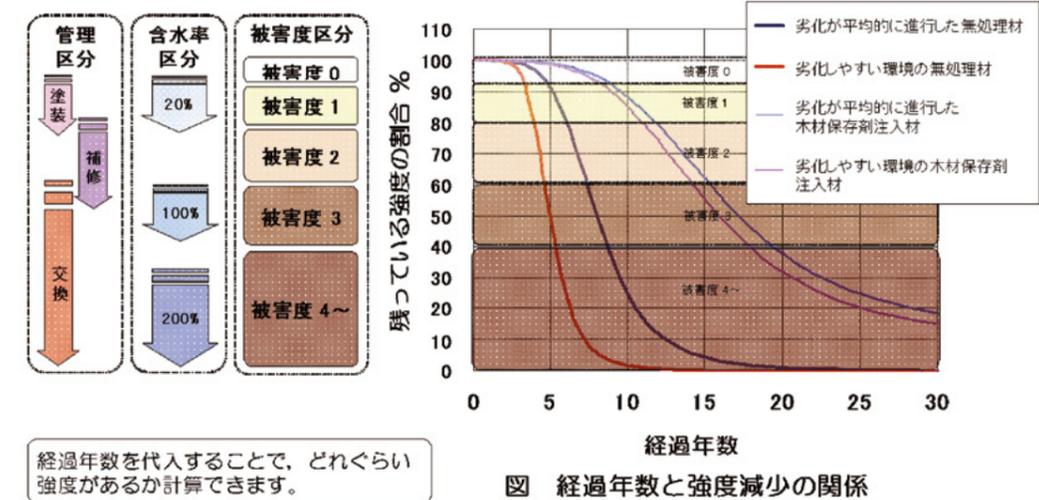


図1 スギ材1m³当たりの木材保存剤含浸質量



経過年数を代入することで、どれぐらい強度があるか計算できます。

図2 経過年数と強度減少の関係

#### ① 劣化が平均的に進行したスギ材の曲げ強度推定式

$$\text{推定強度} = [a + (100 - a) / \{1 + (\text{経過年数} \div c)^b\}] \div 100 \times 40 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

無処理材 : a = 0, b = 5, c = 8

木材保存剤注入材: a = 12, b = 4, c = 16

#### ② 劣化しやすい環境(\*)のスギ材の曲げ強度推定式

$$\text{推定強度} = [a + (100 - a) / \{1 + (\text{経過年数} \div c)^b\}] \div 100 \times 40 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

無処理材 : a = 0, b = 6, c = 5

木材保存剤注入材: a = 10, b = 4, c = 15

(\*) 湿度が高い環境や地際部、雨水の溜まりやすい亀裂内部やボルトの穴等

#### 図2 実験から求めた外構部材の残存強度推定式

[ 問い合わせ先: 広島県立総合技術研究所林業技術センター 林業研究部 TEL 0824-63-0897 ]

## 25 乾燥材生産のための加熱養生施設の開発

熊本県林業研究指導所 林産加工部 池田 元吉

### 研究の背景・ねらい

構造用スギ乾燥材の生産量は高温乾燥法の普及に伴い増加しています。一方、高温乾燥は材が過乾燥になりやすく内部割れが生じることから、構造用製材としての信頼性低下が懸念されています。これに対処するため、生産現場では、高温乾燥機による材面割れ抑制処理（高温セット処理）のみを行った材を屋内外の自然条件の下で養生させながら仕上げ乾燥する事例がみられます。その方法の欠点は、仕上げに乾燥機を使う場合と異なり、養生時間が長期化し、また季節・天候等により乾燥の処理条件と必要な処理時間のばらつきが大きいことです。

そこで、養生時間の短縮化と均一化を目的に、様々な熱源を利用した低コスト加熱養生施設の開発に取り組みました。

### 成果

加熱養生施設の設計を検討するうえでは、施設の製造費が高額にならないこと、ランニングコストが安価なこと、様々な種類の熱源を利用することを念頭に行いました。その結果、基本的な加熱方法は、薄型の加熱装置を栈積み直下に設置し、加温され乾いた空気が自然対流で栈積み全体にほぼ均一に流入するようにしました(図1)。加熱装置は、フィンを含めた外径が70mm程度の熱交換器(エロフィンパイプ)数本で構成され、その面積を栈積みの平面寸法より広くしたことが特長です。また、自然循環方式であり、栈積み内に風を送る循環用ファンは不要となります。この加熱法による実用的な養生施設に、最初に使った熱源は地熱水蒸気です(図2)。自噴する温度100℃強の水蒸気を使い捨てとすることで熱媒を動かすエネルギーは不要となりました。

次に検討した熱源は太陽熱です(図3)。施設導入にはNEDOの事業を活用しました。集熱方法は、従来の太陽熱利用の木材乾燥施設に多く見られる空気集熱ではなく水集熱としました。24時間稼働の循環ポンプの電気代は月3000円弱です。このシステムでは、太陽熱と他の熱源、例えばボイラーの未利用熱、乾燥機の廃熱などを貯湯槽の温水加熱に利用することで、実用性が高い施設作りが可能になることが分かりました。

第3の熱源は、木屑焚きボイラーからの温水です。この地元企業が試作した養生施設では、高温セットしたスギ柱材の仕上げ乾燥試験を行いました(図4)。その結果、高温セット前の製材重量選別で、重い材(13.5×13.5×300cm、40kg以上)を除けば、残り7~8割の材を養生期間1ヵ月で、内部割れの発生がほとんどなく含水率20%以下にできることが分かりました。

### 成果の活用

2年間の試行後に増設された地熱水蒸気を熱源とする施設は、試作装置と共にスギの板材乾燥に活用されながら、柱材や平角材の仕上げ乾燥への利用法が検討されています(図2)。また、温水を熱源とする施設を試作した企業では、新たに6部屋、総収容材積285m<sup>3</sup>の施設を導入し、高品質な乾燥材生産への活用が始まっています。今後、施設の活用法の提案と合わせて施設の改良が進むことで、高品質な乾燥材生産により利用しやすい施設となることが期待されます。

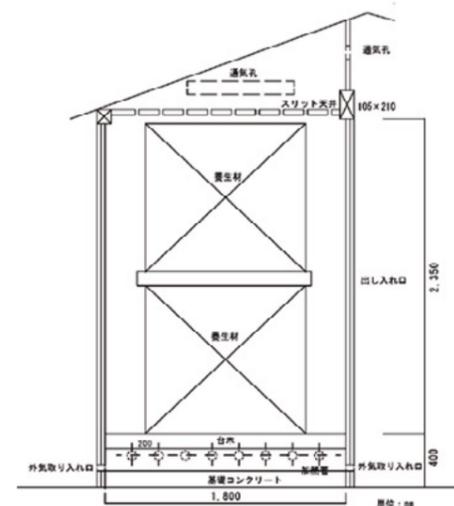


図1 加熱養生施設の概略

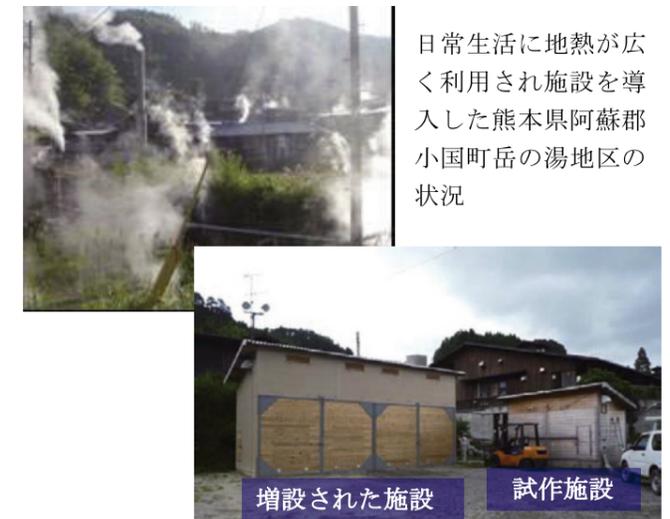


図2 地熱水蒸気を熱源とした施設



図3 建物の下屋部分を利用した太陽熱を熱源とした施設

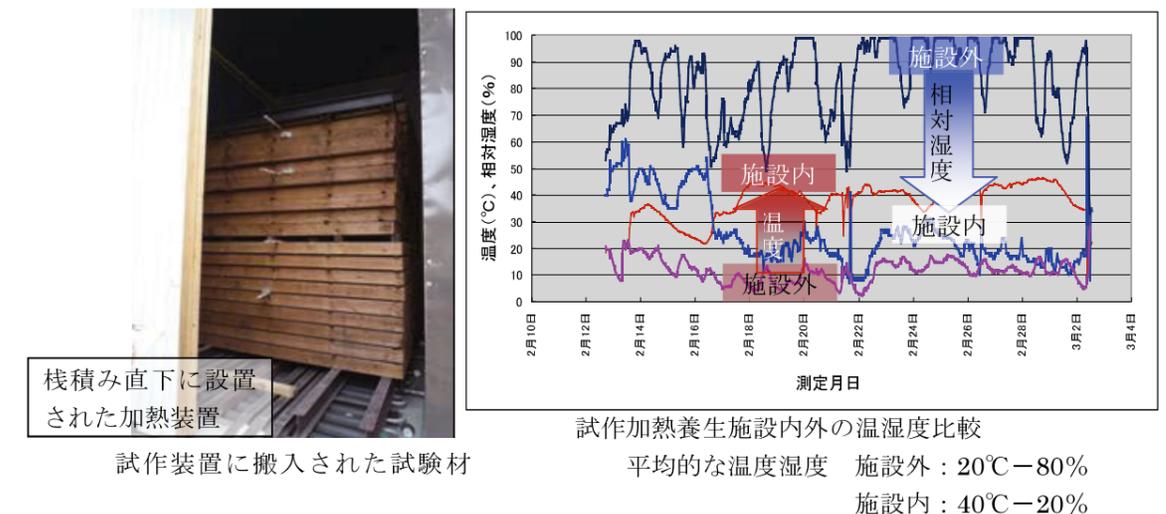


図4 木屑焚きボイラーからの温水を熱源とした施設とその雰囲気

[問い合わせ先：熊本県林業研究指導所 林産加工部 TEL 096-339-2242]

## 26 木質系廃棄物からのエコカーボンボードの開発

鹿児島県工業技術センター 小幡 透・日高 富男・新村 孝善

### 研究の背景・ねらい

建設現場から排出される廃材は建設リサイクル法により再資源化が義務化され、木質系廃棄物についても再資源化率の向上が求められています。本研究では建築廃材をはじめとする建設発生木材を有効利用するとともに住環境の改善を図るために、エコカーボンボード(資源循環型炭化物ボード)の開発に取り組みました。木質系廃棄物を炭化して得られた炭化物を用い、運搬や現場での加工性も良く、より高強度で仕上げ材として利用できるボードの製造技術について検討するとともに、試作したボードのVOC(揮発性有機化合物)の吸着特性等を調べました。なお、原料の炭は建築廃材を炭化した建築廃材木炭、土木廃材を炭化した土木廃材木炭および竹炭を用いました。また、ボード成形のバインダーにはこんにゃくの主成分であるグルコマンナンを用いました。

### 成 果

#### 1 エコカーボンボードの試作

グルコマンナンの配合割合、プレス成形条件を検討するとともに、内装材として用いることができるように表面を障子紙で被覆し、補強材として紙くず(書類の裁断くず:5×30mm程度)を加えた結果、石膏ボードと同等の5MPa以上の曲げ強度を有するボードの製造が可能となりました(図1、2)。

#### 2 エコカーボンボードの吸着性能

木炭ボードおよび竹炭ボードの吸放湿試験を行った結果、いずれの場合も高い調湿性能が見られました。含水率は竹炭ボードのほうが木炭ボードよりも高くなる傾向が見られました(図3)。

また、ホルムアルデヒド、アンモニアおよびトルエンの吸着試験を行った結果、どのガスについても低濃度になるまで吸着することができ、特にアンモニア、トルエンについては木炭ボードのほうが吸着速度は大きいという結果が得られました(図4)。

#### 3 実験棟における温湿度測定

同じ大きさの実験棟を2棟用意し、一方の天井および床に竹炭ボードを施工し(試験区、450×900mmのボードを18枚施工:約7.3m<sup>2</sup>、写真1)、他方に何も施工しない状態(対照区)でそれぞれの実験棟の温湿度を測定した結果、竹炭ボードを施工することによる断熱および調湿効果が見られました(図5)。

### 成果の活用

石膏ボードと同等の曲げ強度を達成でき、また汚れ防止のために表面を障子紙で被覆してあるために、内装材としての利用が見込まれます。内装材として利用した場合には、室内の有害ガスや悪臭物質を効果的に吸着するとともに、調湿効果も期待できます。原料として木質系廃棄物を用いることができるために、廃棄物の有効利用にもなります。

### 知的財産取得状況

特開 2008-087348 「木炭ボード及びその製造方法」

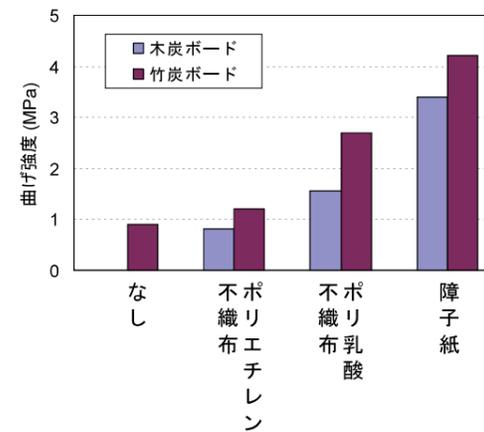


図1 表面素材の違いによるエコカーボンボードの曲げ強度

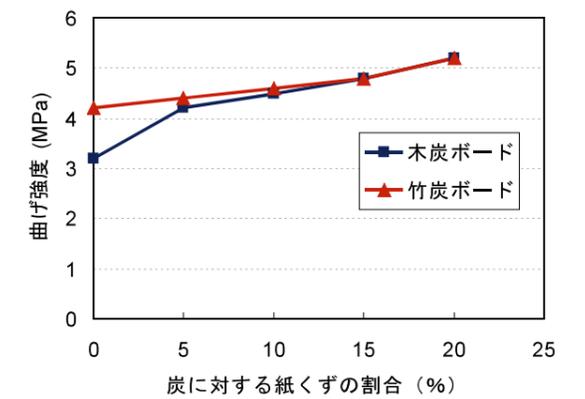


図2 エコカーボンボードの曲げ強度における紙くずの効果

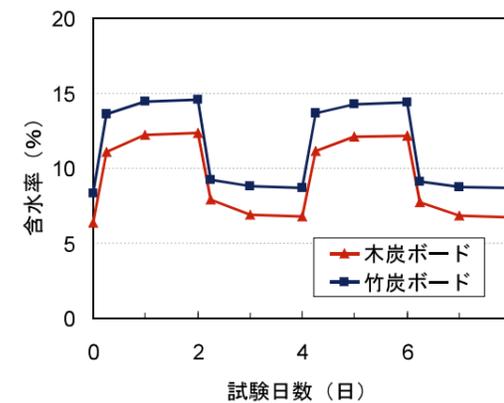


図3 エコカーボンボードの吸放湿試験

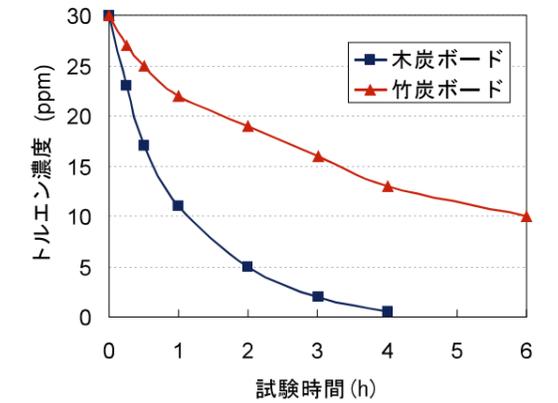


図4 エコカーボンボードのトルエン吸着試験

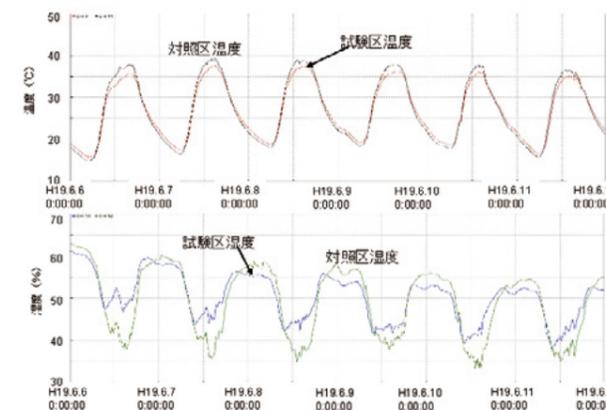


図5 実験棟内の温湿度変化 (上段: 温度、下段: 湿度)



写真1 実験棟に施工された竹炭ボード

[問い合わせ先: 鹿児島県工業技術センター 化学・環境部 TEL 0995-43-5111]

## 27 落葉広葉樹を用いた樹種別オガ粉によるきのこ栽培

秋田県農林水産技術センター森林技術センター 資源利用部 菅原 冬樹

### 研究の背景・ねらい

秋田県民有林の広葉樹資源の状況は、多種多様な広葉樹があり、その資源量はコナラ、ミズナラが圧倒的に多く、カエデ類、クリ、サクラ類、ブナ、ホオノキと続いています。しかし、きのこ栽培では、コナラ、ミズナラを除いた落葉広葉樹は、ほとんど利用されていない現状にあります。一方、シイタケやナメコの菌床栽培における培地基材としてのオガ粉の樹種に関する研究は少なく、中でも冷温帯に分布する樹種についてはごく一部で扱われているにすぎません。また、生産現場では、雑木の混入によって発生不良が生じ、しばしば問題となっています。そこで、本研究では、秋田県の落葉広葉樹林を構成する代表的な22樹種(表1)を用いて各樹種毎の子実体発生に及ぼす影響を明らかにすることを目的としました。

### 成果

秋田県内で蓄積量の多い未利用広葉樹資源について、きのこの収量増加や形質改善および発生への影響を確認しました。

#### 【菌床シイタケ】

被膜形成、サイズ別発生個数および発生量を比較した結果(図1、図2)によれば、栽培品種間で若干の違いはありますが、コナラ、ミズナラおよびブナは栽培に適しており、ウリハダカエデおよびクリは不適でした。ブナは初回発生量がやや少ないものの、2回目以降の発生は良好となり、コナラ、ミズナラとともに栽培向きの樹種と言えます。一方、ウリハダカエデは培地が乾燥しやすく子実体の小型化が顕著となり、クリも3回目以降の発生が激減しました。従って、カエデ属およびクリのオガ粉を単独で用いたシイタケ栽培は、避けるべきです。

#### 【ナメコ】

栽培に要した日数、発生個数および発生量を比較した結果(表2)、アカシデ、カエデ属、キタコブシ、トチノキおよびヤマナラシで好適となりましたが、ホオノキは不良であり、クリは最も不適でした。今までに報告例のないキタコブシは子実体が大型となり、カエデ類とともに高収量性を示しました。一方、クリやホオノキは資源量が比較的多く、オガ粉原料として混入する可能性が高い樹種であり、混入率が高まると、栽培に影響がでやすいため注意する必要があります。現在、ナメコ菌床栽培は、コナラを主体としたオガ粉を用いて栽培を行っていますが、カエデ属のオガ粉を用いることで従来の5割増しの収量を得ることが可能となります。

### 成果の活用

未利用地域資源である広葉樹を活用したきのこ栽培について、栽培するきのこで樹種特異性が異なるため、利用促進に向け、関係者へ情報を発信し、成果の周知と活用を図りました。今後は得られた成果の普及を目指すとともに、増収や形質の優れたきのこの発生を目的とした研究を進めていきたいと考えています。

表1 秋田県の落葉広葉樹林を構成する樹種と供試木

No.	樹名	科名	秋田県内材積割合 <sup>※1</sup>	樹高(m)	胸高直径(cm)	樹齢(年)	
1	ブナ		6.53	13.2	24.5	42	
2	コナラ		30.79	12.0	15.9	26	
3	ミズナラ		22.21	14.5	15.9	33	
4	クリ	Fagaceae	7.38	13.7	27.0	38	
5	ウリハダ			12.5	12.7	29	
6	イヌカシ	Aceraceae	8.18	9.0	9.9	38	
7	ヤマモミジ			10.0	10.8	73	
8	アカマツ			18.5	21.0	28	
9	トチノキ			16.5	23.9	34	
10	クワ		1.08	17.8	21.3	41	
11	ササ			4.24	11.6	17.2	33
12	シロヤシ			9.5	12.1	30	
13	クマノミ	Betulaceae	0.37	15.5	32.5	29	
14	クマノミ		0.41	10.3	9.9	22	
15	オヤマザクラ	Rosaceae	7.04	11.3	10.2	28	
16	スズキ	Cornaceae	0.49	4.5	8.3	22	
17	ヤマナラシ	Salicaceae	0.46	20.5	32.5	60	
18	ハクニホウ	Styracaceae		10.3	12.4	38	
19	コナラ			7.3	10.5	23	
20	ヤマキ	Ulmaceae	1.45	9.0	10.5	13	
21	トチノキ	Hippocastanaceae	0.79	13.7	16.6	30	
22	クマノミ	Cercidiphyllaceae	0.2	15.5	25.5	43	

※1: 秋田県民有林広葉樹資源の材積割合

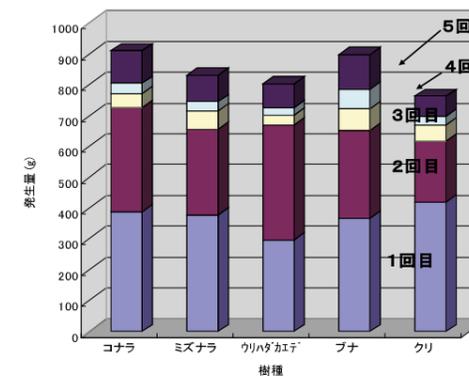


図1 シイタケの1菌床当たり発生量

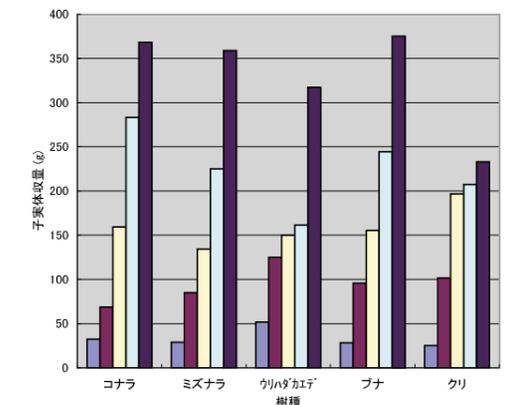


図2 シイタケのサイズ別1菌床当たり発生量 (左から2S、S、M、L、2L)

表2 ナメコの樹種別発生量、発生個数および1個重

供試樹種	1本あたりの発生量(g)			1個あたりの発生本数		
	1回目	2回目	合計	1回目	2回目	1個重(g)
アカシデ	124.29 ± 18.13	53.35 ± 11.27	177.67	98.71 ± 11.03	28.87 ± 7.09	1.38
イヌカシ	132.55 ± 15.01	47.27 ± 11.19	179.82	93.23 ± 9.99	30.39 ± 8.77	1.52
ウダイカンバ	103.87 ± 10.74	7.00 ± 16.17	110.87	92.70 ± 8.45	5.83 ± 12.85	1.13
ウリハダカエデ	145.28 ± 23.16	49.11 ± 12.70	194.4	77.00 ± 8.48	29.08 ± 8.55	1.83
エゾノキ	100.95 ± 14.84	53.43 ± 12.16	154.38	66.24 ± 13.42	29.71 ± 9.18	1.81
オオヤマザクラ	92.53 ± 8.78	34.15 ± 10.52	126.68	72.88 ± 9.28	30.41 ± 13.97	1.23
オニグルミ	104.85 ± 12.16	39.35 ± 13.10	144	57.15 ± 8.81	25.35 ± 11.35	1.75
カツラ	104.23 ± 9.87	26.54 ± 27.49	130.77	84.5 ± 8.28	21.69 ± 22.84	1.23
キタコブシ	139.18 ± 14.08	37.53 ± 28.19	191.01	55.88 ± 10.84	21.42 ± 16.73	2.17
クリ	53.81 ± 9.19		53.8	40.13 ± 8.95		1.34
ケヤキ	88.21 ± 15.95	72.89 ± 21.52	161.9	68.95 ± 18.95	47.45 ± 14.94	1.39
コナラ	107.75 ± 10.70	8.75 ± 17.98	116.5	89.75 ± 11.02	7.30 ± 15.07	1.21
サワグルミ	122.50 ± 13.44	42.02 ± 14.82	164.52	82.50 ± 12.54	28.4 ± 14.90	1.48
トチノキ	128.83 ± 18.04	49.35 ± 18.80	180.42	80.04 ± 8.24	38.17 ± 15.95	1.53
ハウチワカエデ	124.43 ± 21.41		124.43	88.67 ± 20.20		1.41
ハウチワカエデ	100.85 ± 15.88	51.30 ± 15.34	154.18	73.25 ± 14.34	33.08 ± 11.78	1.43
ブナ	113.44 ± 10.19	10.83 ± 20.47	124.07	90.75 ± 8.83	7.41 ± 14.38	1.28
ホオノキ	99.57 ± 8.52	3.48 ± 11.52	103.05	89.00 ± 9.52	2.57 ± 8.53	1.13
ミズナラ	101.31 ± 8.82	63.37 ± 8.84	164.68	84.74 ± 14.20	46.85 ± 8.89	1.25
ヤマナラシ	108.50 ± 9.02	6.87 ± 17.34	113.17	90.70 ± 9.05	5.73 ± 15.01	1.17
ヤマモミジ	135.97 ± 23.81	57.80 ± 10.98	193.77	88.09 ± 14.40	38.23 ± 9.54	1.58
コバハン	151.91 ± 20.80	50.90 ± 9.54	202.81	87.45 ± 9.58	33.15 ± 7.48	1.88
クマノミ	116.57 ± 12.99	45.95 ± 18.99	161.52	65.10 ± 9.83	24.10 ± 11.78	1.81
リンゴ	95.65 ± 18.78	55.87 ± 15.88	151.52	74.74 ± 13.18	60.43 ± 18.80	1.12

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

## 28 里山を利用したきのこ通年発生技術

山形県森林研究研修センター 森林資源部 中村人史

### 研究の背景・ねらい

里山林は、かつては燃料となる薪や炭を生産する場として利用されてきました。しかし、化石燃料が急速に普及したことで次第に利用されなくなり、現在では放置された高齢な里山林が多くなっています。こうした状況の中で、里山林の利活用と中山間地の活性化のため、きのこ栽培を里山における自然体験やグリーンツーリズムなどの通年型プログラムとして活用することが望まれています。そこで、きのこ固有の発生時期を利用した多品目きのこの組み合わせ栽培技術の開発に取り組みました。

### 成 果

山形県中央部に位置する朝日町の里山広葉樹林（標高 200m、マツクイムシ被害によりアカマツは伐採）の林床においてきのこの原木栽培を行い、品目別の発生時期の調査をしました（写真1）。発生試験では、森林組合から購入した長さ 1m のブナとミズナラの原木に、ウスヒラタケ、タモギタケ、エノキタケ、ヒラタケ、ブナハリタケ、ムキタケ及びマンネンタケの市販の駒菌を植菌しました。植菌は4月初旬に当センター内で行い、その後、約4ヶ月間仮伏せしたのち、栽培地の里山林床へ本伏せをしました。本伏せの方法は全て地伏しとし、翌年からの発生ピーク時期を中心に子実体の発生状況を調査しました。年間の子実体の発生状況は、エノキタケが11月中旬～4月上旬にかけてまばらに発生し、次いで、ウスヒラタケが6月中旬～9月上旬にかけて断続的ながら良好な発生を見せました（写真2、図1）。マンネンタケは7月下旬～9月中旬に多く発生し（写真3）、タモギタケは8月下旬に極わずかな発生でした。また、ブナハリタケが8月下旬～9月下旬に、ムキタケが9月下旬～10月中旬に、ヒラタケが11月初旬～中旬に集中して多く発生しました（写真4）。発生の状況については、ウスヒラタケとタモギタケは高温期の発生においていたみ易いことと虫の食害が激しいため収穫や管理に注意が必要です。同じ時期に発生するマンネンタケはいたみ難く、食害が無いことから夏季の発生に最適な品目です。また、エノキタケは発生が積雪期と重なることから発生場所やホダ木の立て方に注意が必要です。

これらの品目の市販菌株を組み合わせ、林床できのこの栽培を行うと、断続的な期間があるものの、同一里山林内でもきのこの通年発生が行えることがわかりました。

### 成果の活用

現在、実用化に向け、山形県内4地域の里山林において、ほだ木の伐採からきのこの植菌、発生までを同一林内で行う現地適応調査を行っています。中山間地での体験交流活動や、市民・企業参加型の森づくり活動等での活用が期待されることから、今後さらに、普及情報誌や研究成果報告会等を通じて、広く成果の普及を図っていきたいと考えています。



写真1 試験地の里山広葉樹林の林床



写真2 原木から発生したウスヒラタケ



写真3 原木から発生したマンネンタケ



写真4 原木から発生したヒラタケ

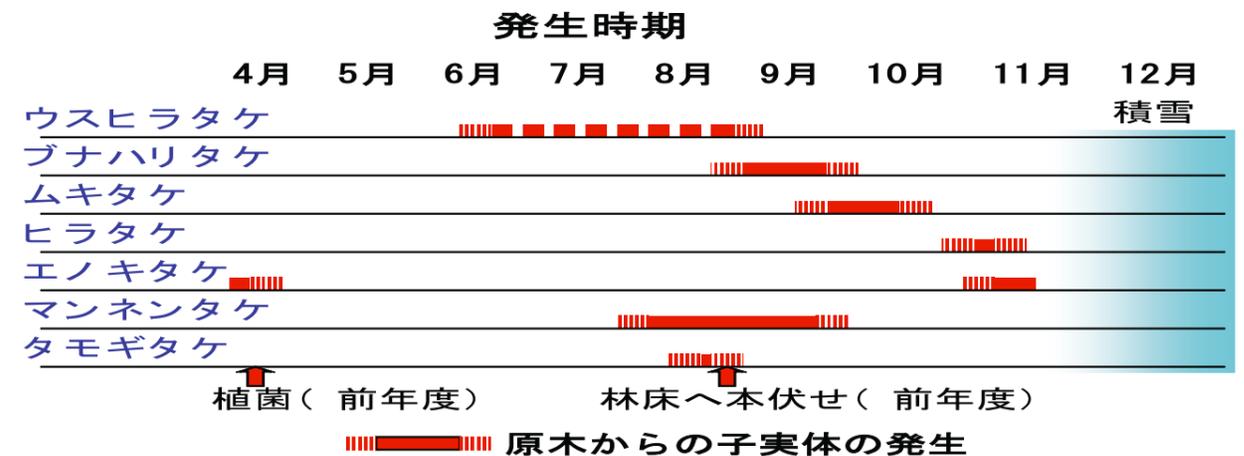


図1 原木からの子実体の発生時期

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

## 29 ホンシメジの菌床野外栽培法

福島県林業研究センター 林産資源部 長谷川 孝則

### 研究の背景・ねらい

ホンシメジは人工栽培が困難とされてきましたが、滋賀県森林センターで開発された培地等の利用により菌床栽培が可能となりました。現在検討されている栽培方法は、菌床を用いた空調栽培及び菌床を感染源として用いた林地定着による栽培法が主体ですが、経費、収量及び安定発生という面で越えなければならないハードルはまだ高いように思えます。本試験では、一般栽培者が特別な技術を要しないでできる栽培方法の実現を目的として、ホンシメジの野外栽培法について検討を行いました。

### 成 果

菌床を用いた野外栽培により、形質良好な子実体の発生が可能であることを確認しました。以下に、試験結果を示します。

- 1 種菌は当センター選抜菌株を用いました。菌床は日向土を主体とした培地に所定の添加液を加えたものを使用し調製しました（表1, 2）。試験は野外埋設により行いました。培養の完了した菌床の埋設は9月中旬（9/12）に行い、収穫は10/27～11/19まで可能でした（写真1, 2、表4）。
- 2 試験区の設定は表3のとおりで、覆土には鹿沼土（中粒）を使用し、覆土厚は2 cm程度としました。発芽まで、散水チューブでpF値が1.7～2.3の範囲となるよう散水管理を行い、遮光シートによる被覆を実施しました。
- 3 発芽及び子実体生育の要件は以下のとおりでした。
  - (1) 完熟培地埋設後の積算温度は600～700℃・日（もしくは日数で5～6週間程度）
  - (2) 埋設土中pF値は1.7～2.3
  - (3) 埋設土及び覆土には鹿沼土（中粒）を使用
  - (4) おおむね15℃以下の温度帯において、最低地温が2日以上にわたり大きく低下した後、発芽
  - (5) 発芽から適期収穫までの積算温度は120℃・日程度（もしくは発芽後10日程度にわたり期間内平均気温10～13℃程度で推移）
- 4 子実体は単生もしくは束生で、形質は良好でした。

今回の試験から次のことが利点としてあげられます。(1) 菌床を用いた野外栽培においてホンシメジの栽培が可能であること (2) 被覆資材等は簡易なもので対応できること (3) 適期採取が可能のため、天然採取に比べ品質良好なものが収穫できること。

改善点及び留意すべき点としては、(1) 収量の向上及び菌床製造にかかる経費の低減 (2) 菌床製造に使用する添加液の取り扱いが一般栽培者にはやや困難であること (3) 当該結果は当センター選抜菌株を使用した場合であり、天然から分離される菌株全てに適用できるわけではないことがあげられます。

### 成果の活用

一般のきのこ生産者を対象として、平成20年度第2回福島県林業研究センター地域研究セミナーで成果内容を発表し、福島県農林水産部のホームページでも公表しています。

改善点としてあげた「収量の向上及び菌床製造にかかる経費の低減」の解決については、継続して試験を実施し検討を行っています。



写真1 培養済み菌床



写真2 収穫した子実体

表1 培地配合数量

培地組成	数量
日向土	1,000 g
パーキュライト	100 g
押麦	600 g

表2 添加液の組成(押麦1kg当たり)

添加液組成	数量
クエン酸	0.5 g
リン酸2水素カルシウム	0.1 g
硫酸マグネシウム	0.2 g
アセチルアセトン	5 μl
塩化第2鉄	50 mg

表3 試験区設定状況

区分	被覆の有無	被覆の有無		個数
		覆土	落葉	
1	袋あり区	○	○	10
		○	○	10
2	袋あり区	○	×	10
		○	×	10
3	袋あり区	×	○	10
		×	○	10
計				60

表4 子実体発生状況

区分		確認月日														合計	平均個重	1菌床当たり発生量
		10/20	10/21	10/23	10/24	10/27	10/28	10/31	11/4	11/7	11/11	11/12	11/14	11/17	11/19			
1-袋あり区	株数																	
	個数																	
	収量																	
1-袋なし区	株数																	
	個数																	
	収量																	
2-袋あり区	株数						3	8	7		2				1	21		
	個数						6	20	10		5				1	42		
	収量						115	370	145		50				10	690	16.4	
2-袋なし区	株数					1		2	2	1						6		
	個数					1		9	3	5						18		
	収量					140		95	25	55						315	17.5	
3-袋あり区	株数						3	3	4					3	1	14		
	個数						6	5	5					7	4	27		
	収量						135	100	45					75	15	370	13.7	
3-袋なし区	株数					1	2									3		
	個数					3	7									10		
	収量					15	60									75	7.5	
合計	株数					1	1	10	13	12		2		3	2	44		
	個数					1	3	28	28	20		5		7	5	97		
	収量					140	15	405	495	245		50		75	25	1,450	14.9	

※ 収量の単位はg

■ は発生を確認した箇所 適期前のため採取は行っていない

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

## 30 春に発生する野生マイタケの栽培特性の解明

茨城県林業技術センター きのこと特産部 寺崎 正孝

### 研究の背景・ねらい

原木露地栽培のマイタケは、菌床栽培もの比べて、味、香り、菌ごたえともに天然物に近く、直売を中心に比較的高い単価で販売できるため、本県における農山村地域の副収入源として定着してきています。しかし、きのこの発生が秋の一時期に集中してしまうという欠点があります。

当センターでは、県内で数年来、春に発生しているという野生のマイタケ菌株（以下、野生種 D1）を収集し、春にきのこが自然発生するという珍しい性質が、原木露地栽培においても再現できるかどうかを確かめるとともに、きのこの収量や形状等から実用性を検討しました。

### 成 果

野生種 D1 を用いて環境の異なる四箇所の林地で原木露地栽培試験を行った結果、いずれも秋（9、10月）と春（5、6月）に子実体が発生し、春に発生する性質を継続して確認することができました（写真1、図1）。また、野生種 D1 のほだ木を遅くとも8月上旬までに林地に埋め込むと、翌年の春に発生することも分かりました（表1）。

野生種 D1 は秋よりも春の収量が多く、総収量に占める春の子実体の発生割合は全区平均で67%となりました。対照として、市販種 M51 も同じ方法で栽培試験を行いました。子実体が春に発生することはありませんでした。野生種 D1 の総収量は、市販種 M51 と比べてやや少なく、7割程度となりました。

野生種 D1 の原木露地栽培により春に発生した子実体の形状を市販種4系統（M51、NM、KM、O2）と比較した結果、野生種 D1 は秋に発生したきのここと遜色のない姿形となりますが、市販種のものよりも柄部が太くてボリュームが多く、傘部が大形になりやすいことが明らかとなりました（表2）。

### 成果の活用

研究成果は、茨城県林業技術センター研究成果発表会、日本きのこ学会、日本森林学会関東支部大会等で発表するとともに、県内各種機関誌で紹介しました。また、野生種 D1 栽培の早期普及に努めた結果、久慈郡大子町においては、平成20年5月に町と地域住民によって「大子ハルマイタケ研究会」が設立され、当センター及び普及指導員の指導のもとに現地栽培試験を開始し、平成21年春には子実体の発生を確認しました。



写真1 6月にテーダマツ林内に発生した野生種D1

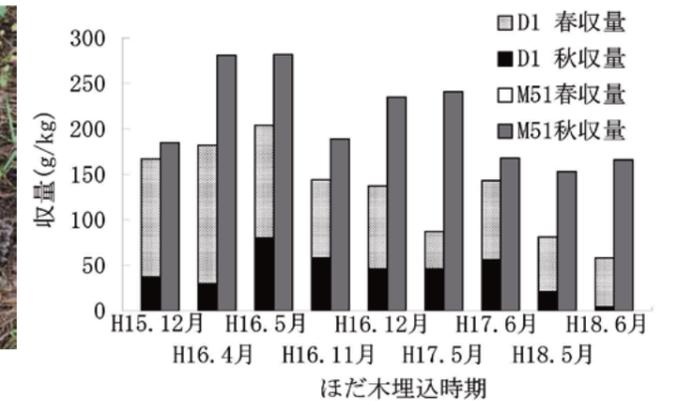


図1 春と秋に発生する原木1kg当たり収量

表1 野生種D1のほだ木埋込後の発生パターン

埋込時期	子実体発生の有無					
	H18 春*	H18 秋	H19 春	H19 秋	H20 春	H20 秋
H17. 11月中旬	×**	×	○	○	○	×
12月中旬	×	×	○	×	○	×
H18. 1月中旬	×	○	○	×	○	×
2月中旬	×	○	○	×	○	○
3月中旬	×	○	○	×	○	×
5月中旬	×	○	○	○	○	○
6月中旬	×	×	○	×	○	○
H19. 8月上旬				×	○	×
9月中旬				×	×	×
10月上旬				×	×	×

\* 春は5～6月、秋は9～10月の発生分。

\*\* ○・・・子実体発生有、×・・・子実体発生無。

表2 各系統子実体の主な形態的特徴の差異

区 分	傘/柄重量比	傘大きさ	傘肉厚み	肉質	傘表面色	傘毛	柄太さ
D1 春	1.01	中～大	やや厚	やや堅	浅灰茶～灰茶	やや多	扁平太
D1 秋	1.04	中～大	中	中	浅灰茶～灰茶	やや多	扁平太
市販種 M51	1.15	中	やや薄	中	灰茶～暗灰褐	中	普通
〃 NM	1.03	中	やや薄	中	浅黄茶～灰茶	中	普通
〃 KM	1.17	中	やや薄	中	黄茶～灰茶	中	やや細
〃 O2	1.09	中～大	中	中	灰茶～暗灰褐	やや多	普通

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

## 31 菌床栽培と原木栽培を融合したクリタケ栽培法の開発

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

里山を活用したクリタケ栽培法として、培養菌床埋設法の開発、原木栽培法の改良に取り組んできました。前者は、接種から1年以内で子実体が発生しますが、子実体の発生期間は2年程度と短期間です(図1)。後者は、接種から発生まで早くても1年半程度が必要ですが、一旦、発生が始まると少なくとも4~5年間は続きます(図2)。この両者の長所・短所を補完する栽培法を検討しました。また、この方法は培養菌床を接種源として原木に菌を増殖させるため、単にクリタケを栽培するだけでなく、里山におけるきのこ増殖法として活用できます。なお、本研究の一部は、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」として、長野県林業総合センター、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の共同により実施しました。

### 成果

- 1 里山を活用したきのこ栽培を実現するため、菌床栽培と原木栽培を融合したクリタケ栽培法を開発しました。完熟したクリタケ培養菌床を原木に接触させて林内に埋設します(写真1)。埋設当年(2006)は菌床から子実体を発生させ、翌年からは菌床起源の菌糸が増殖した原木より子実体を発生させる方法です。培養菌床は1菌床1.2kgで、1系統当たり8菌床を袋から裸出して林床に並べました。この菌床を取り囲むように原木を接触させて埋設し、広葉樹の落葉で被覆しました。原木は、伐採後6か月を経過したコナラを用いました。1系統当たり、直径10cm長さ25cmに玉切りした後にチェーンソーで側面に切れ込みを入れた原木4本と、長さ50cmに玉切りしさらに半割した原木4本、計8本で菌床を取り囲みました。栽培試験の結果、用いた3系統の合計で、埋設当年は菌床から1,498gの子実体が発生しましたが、原木からは0gでした。翌年は菌床から425g、原木から588g、翌々年は菌床から0g、原木から637gの子実体が、それぞれ発生しました(写真2~3、図3)。これにより、接種後1年以内で子実体発生が始まり、2年程度で発生が終わる「菌床栽培」と、接種から発生の最盛期まで1~2年を要しますが、発生期間が長い「原木栽培」との、長所・短所を補完した「菌床栽培と原木栽培を融合した方法」により、接種後、複数年にわたり連続して林内でクリタケが栽培可能なことを実証しました。
- 2 培養菌床から種菌未接種の原木に容易にクリタケ菌が増殖したことから、クリタケ栽培とともに里山に自然増殖を図る技術としても利用できると分かりました。

### 成果の活用

日本木材学会大会(松本)でポスター発表しました。里山を活用したきのこ栽培に関する研修会等で紹介しています。さらに、培養菌床を接種源として里山の林地残材を用いて各種のきのこを栽培・増殖する大規模な実証試験に、この方法を応用して行きます。

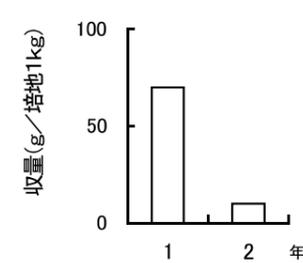


図1 クリタケ培養菌床の埋設による発生経過

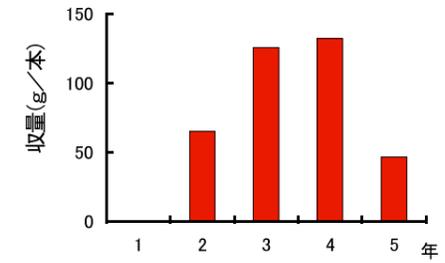


図2 クリタケ原木栽培による発生経過



写真1 菌床と原木の埋設(2006.8.26)



写真2 菌床からの子実体発生(2006.10)



写真3 原木からの子実体発生(左2007年、右2008年)

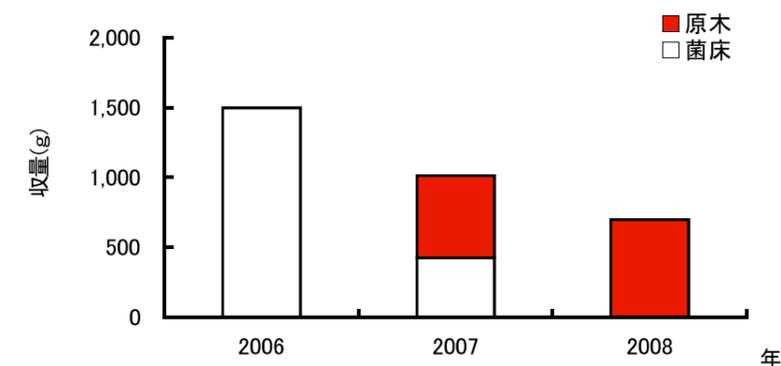


図3 菌床栽培と原木栽培の融合による収量(3系統合計)

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

## 32 地域特産サンショウウ苗の安定生産技術に関する研究

岐阜県森林研究所 森林資源部 上辻 久敏・中島 美幸・坂井 至通

### 研究の背景・ねらい

岐阜県高山市(旧上宝村)では、実サンショウウの栽培が盛んに行われており、平成17年度には「高原山椒(タカハラサンショウ)」として飛騨・美濃伝統野菜に認証されています。この地域ではサンショウウの増殖に接ぎ木を利用していましたが、5～6年前からサンショウウ苗木の枯死が頻発し、枯死の原因究明と効率の良い苗木生産方法の確立が要望されていました。枯死原因の調査から、この地域では、冬から春先にかけて気温変化が激しく、この気候に接ぎ木苗が弱いことが判明しました。栽培地では挿し木苗の成功例がなかったのですが、挿し木は条件が確立されれば誰もが使用できる比較的簡易な方法であることから、接ぎ木に代わる効率的な優良苗木生産条件として、挿し木苗木生産条件を検討しました。

### 成果

挿し木に使用する挿し穂には、6月末にサンショウウ成木から実サンショウウ栽培に影響が少ないと考えられる部位の当年枝を使用しました。試験は当研究所の温室と苗畑を用いて、遮光と発根剤処理方法の影響について検討しました。遮光は、遮光率50%の寒冷紗を二枚重ねにして、全面を覆う条件(遮光全面)と西側半面だけ覆う条件(遮光半面)および比較対照として遮光がない条件を作りました(写真1)。発根剤処理については、市販の発根剤(20ppm オキシベロン)を用いて、茎の下部を3時間浸漬する処理(浸漬処理)とスプレーで葉面だけに散布する処理(葉面処理)、比較対照として水での処理を行いました。浸漬処理と葉面処理は、挿し穂の挿し付け時に1回処理を行いました。その結果、遮光を行うことで温室よりも苗畑で発根した個体が多く得られました(表1、表2)。発根率が高かったのは、苗畑において半面遮光した浸漬処理区で発根率は85%、発根剤処理を行わず半面遮光だけでも73%の発根率でした。一方、無遮光では、発根率は0～7%でした(表2)。一般的には、発根剤処理を行い、湿度が高めに維持される温室の様な条件において挿し木が成功しやすい植物が多いのですが、本試験では温室のような施設を使用せずとも苗畑で、適度な遮光をおこなうことにより発根率7割以上で発根個体を得ることが可能となりました(写真2)。

### 成果の活用

接ぎ木のように台木を育成する必要がなく、実サンショウウの栽培に用いている成木から発根個体を比較的簡単に育成することができる可能性が試験から得られました。この研究所内での試験結果が栽培地でそのまま適応可能なのか一部の栽培者が挿し木による苗木づくりを試行中です。今後、現地で出てきた問題点の改善に協力し、栽培地での苗木育成に最適な条件の確立を目指していきます。



写真1 遮光処理の様子

表1 発根率への遮光と発根剤処理の影響(温室)

		遮光条件		
		無	半面	全面
発根剤処理	水処理	0%	57%	13%
	葉面処理	15%	21%	47%
	浸漬処理	8%	46%	50%

表2 発根率への遮光と発根剤処理の影響(苗畑)

		遮光条件		
		無	半面	全面
発根剤処理	水処理	0%	73%	60%
	葉面処理	0%	23%	70%
	浸漬処理	7%	85%	29%



写真2 全9処理区(遮光条件と発根剤処理)における発根状況(苗畑)

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

### 33 タマチョレイタケの菌床栽培技術の向上に関する研究

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 大石 英史

#### 研究の背景・ねらい

既存の栽培きのこは大企業の進出等により、供給量が増大し価格の低迷が続いています。このため、中小規模のきのこ生産者の経営は厳しく、市場に流通していない新しいきのこの栽培技術開発への期待は大きいものがあります。これまで、当センターでは新しいきのことしてタマチョレイタケ菌床栽培の研究に取り組み、空調施設でのびん栽培方法の解明を行ってきました。本研究ではさらに、様々なきのこ生産スタイルに対応し、より多くの生産者がタマチョレイタケの栽培に取り組めることを目的として、空調施設、林内及び人工ほだ場内の簡易施設での栽培技術の開発を行い、タマチョレイタケの傘が大きく、形良く、また成長しやすい袋栽培の技術開発に取り組みました。

#### 成果

- 1 簡易施設での栽培の可能性について検討するため、空調施設と簡易施設それぞれで培養・発生を行い、びん栽培試験をしました。その結果、簡易施設で培養した場合は子実体の発生率が低下しました。また、子実体の生重量は子実体発生を空調施設で行った方が簡易施設より大きくなりました。このため、タマチョレイタケの菌床製造時の培養は、温湿度管理の出来る空調施設で行うことが望ましいです。また、簡易施設での子実体発生では湿度管理が重要であることが分かりました (図1)。
- 2 袋栽培での発生操作方法については、袋カットを菌床の肩口までとする場合とすべて除去する場合とで空調施設にて比較をしました。その結果、子実体の生重量、可食部の生重量及び個数共に肩口まで袋カットの方が上回り、発生操作は肩口まで袋カットを行う方法が適していました (図2)。
- 3 袋栽培における適正な培養日数は、51日間、64日間、90日間で比較し、発生量から検討した結果、短期である51日間の培養が適していました。また、90日間まで培養を行っても、子実体の発生量が大きく変わりませんでした (図3)。
- 4 簡易施設での袋栽培の可能性について検討するため、ヒノキ林内及び人工ほだ場の簡易施設(棚施設)で子実体を発生させました (図4)。その結果、子実体は3月末に菌床を搬入すれば4月末から6月初旬まで発生しました。9月末に搬入すれば10月半ばから11月初旬まで発生し、空調施設 (図5) と同等、もしくはそれ以上の発生量が得られました。この結果から、野外におけるタマチョレイタケ発生は可能であることが分かりました (図6)。

#### 成果の活用

既存のタマチョレイタケ優良菌株を中心に、新しい食用きのこ・栽培きのこの新規品種として、施設栽培生産者等の生産現場へ普及していきます。タマチョレイタケを活用した調理品の試作に際して、この子実体を提供し、新しい食用きのことして広めていきます。

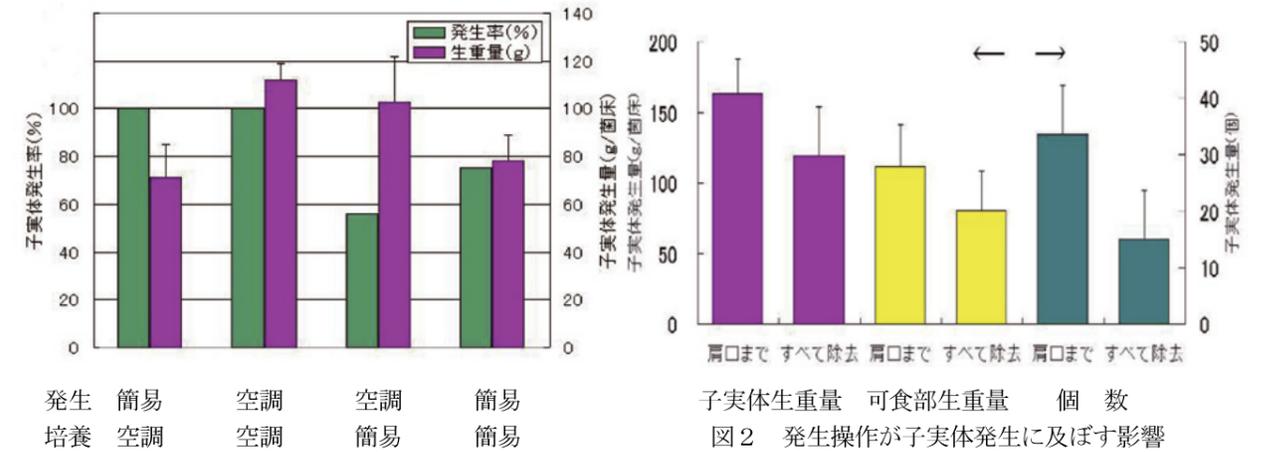


図1 簡易施設・空調施設での子実体発生量の比較

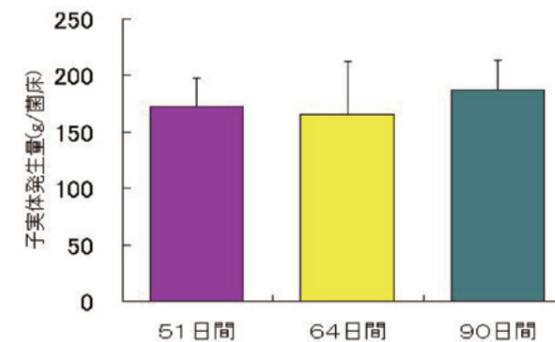


図3 培養日数が子実体発生に及ぼす影響



図5 空調施設内で発生した子実体



図4 人工ほだ場内で発生した子実体

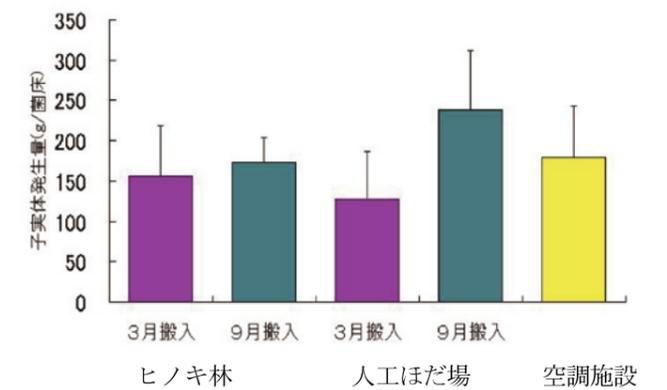


図6 野外における子実体発生量

[ 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 TEL 053-583-3121 ]

## 34 菌床シイタケ用優良品種の育種に関する研究

愛知県森林・林業技術センター 門屋 健

### 研究の背景・ねらい

愛知県内の生シイタケ生産の8割は、広葉樹オガ粉を培地基材とした菌床栽培で行われています。しかし、その経営状況は厳しく、他との差別化を図り、産地間競争に打ち勝つことが重要であります。そこで、当センターが保有するシイタケ菌株を用いて交配試験を行い、高温条件下での多収量性や高品質、優良形質を備えた新品種の作出に取り組みました。

### 成 果

野外採取株3菌株と交配菌株5菌株の子実体から胞子を採取し、75系統の1核菌糸同士を交配させ、94の交配菌株を作しました。菌糸伸長試験と両親株との独立性の検討から選抜した44菌株を通常の条件で栽培し、1菌床当たりの収量が300g以上で、平均個重が20g以上を基準に、高温で子実体が発生した菌株を含めた20菌株を一次選抜しました。

一次選抜した交配菌株について再度の栽培試験を行い、子実体の形態的データを含めて主成分分析を行い各菌株の特徴を検討しました。その結果、個重、傘形、傘径のSML(3~8cm)の割合、傘の色、収量を総合した形質が、他菌株より優れていると考えられる7菌株を有望な品種として選抜しました(図1、写真1)。また、夏場の高温条件下で子実体発生の可能性のある3菌株についても20℃以上の発生室で栽培試験を行ったところ、3菌株とも子実体が発生しました。対照菌株との1菌床当たりの収量の比較で、2菌株(BD2、AG1)は全ての栽培条件で上回り、1菌株(AE1)は1.5kg培地の150日培養で上回りました。これらのことから、3菌株は高温菌として有望であると考えられました。

### 成果の活用

愛知県森林・林業技術センター公開データ試験研究成果発表会および愛知県菌床栽培研究会において口頭発表し、一般県民や林業関係者、菌床シイタケ生産者への成果の普及を行いました。今後は、生産者の現場で試験栽培を行い、優良品種の更なる絞り込みを進めます。

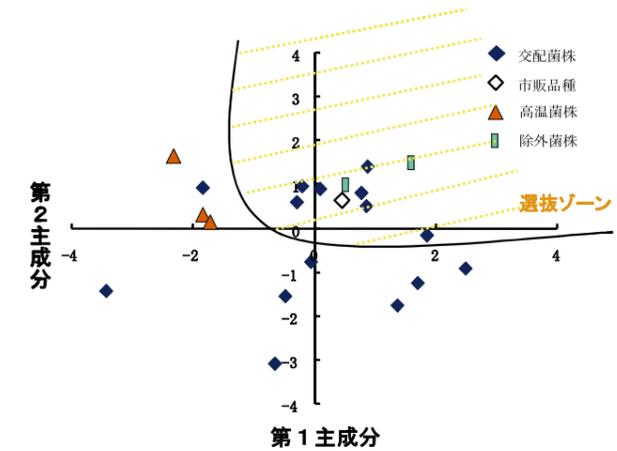


図1 各菌株の7形質について行った主成分分析結果の散布図



写真1 有望な品種として選抜した交配菌株の子実体発生状況(DG1)

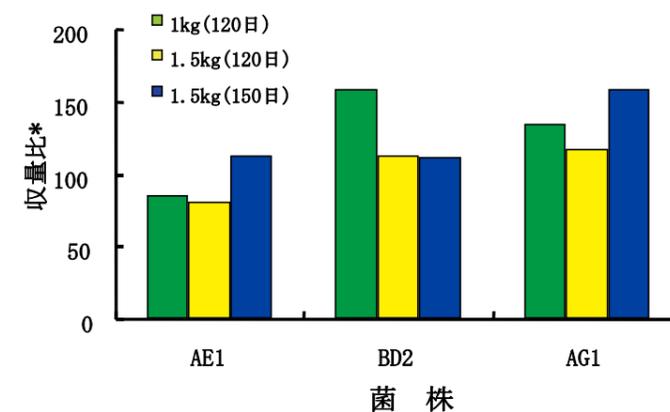


図2 高温菌株の子実体収量比較

(培養条件：培地重量1kg—培養日数120日、培地重量1.5kg—培養日数120日、150日 \*：対照菌株を100とした時の値)

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

## 35 オオイチョウタケ野外栽培技術の開発

三重県林業研究所 西井 孝文

### 研究の背景・ねらい

オオイチョウタケは、県内山間部のスギ林に9月下旬から10月上旬に発生する大型の白いきのこで(写真1)、風味、歯ごたえともに良く、商品性が高いことから、地元では「スギタケ」と呼ばれて重宝がられています。しかし最近では、スギ林の荒廃とともにオオイチョウタケの発生が激減し、増産技術の開発が望まれています。

そこで、本研究では、林地および林地以外においてオオイチョウタケ菌床埋込による継続発生方法を検討しました。

### 成 果

パーク堆肥と米ぬかを基本とした培地でオオイチョウタケ 1.0 kg菌床を調整し、2001年春に培養の完了した菌床を、パーク堆肥を用いてスギ林および竹林に各々 60 個を埋め込みました。いずれの試験地も菌床埋め込みより約1年半後の2002年10月に子実体が発生し、その後も発生場所が毎年1m程度移動しながら継続して発生が認められました。

なお、スギ林の試験地では、初回の発生は多かったもののその後発生量が減少し、6年間発生が続いた後、谷で寸断され発生が終了しました(表1、写真2)。しかしながら、竹林の試験地では、発生量にばらつきはありますが、8年間継続して発生が続いています(表2、写真3)。

また、同様の方法を用いて、シイタケ人工ほだ場にオオイチョウタケ菌床を埋め込み、パーク堆肥を追加することにより、林地以外でも継続発生が可能なることを明らかにしました(写真4)。

### 成果の活用

オオイチョウタケの野外栽培について、学会や県内各地での研修会、林業関係者に配布する普及誌、三重県の広報誌等で成果を紹介しました。また、当所で開発したスギ林へのオオイチョウタケ導入技術については、すでに民間へ技術移転を行い現場への普及が図られています。しかしながら、林地以外での栽培については、限られた場所での継続発生方法の開発が必要であり、また、種菌の維持方法の解明、菌床の大量供給システムの構築等課題が残されています。

今後は、きのこ菌床生産現場と連携して安定的な菌床供給システムを開発し、普及を図っていきます。

表1 スギ林におけるオオイチョウタケ発生量

発生年度	発生本数(本)	発生量(kg)	発生日
2002	58	3.0	10月1日
2003	40	1.2	10月10日
2004	51	1.5	10月12日
2005	50	0.6	10月5日
2006	23	0.6	10月2日
2007	1	-	10月13日

表2 竹林におけるオオイチョウタケ発生量

発生年度	発生本数(本)	発生量(kg)	発生日
2002	18	0.3	10月3日
2003	7	0.3	10月7日
2004	19	0.6	10月15日
2005	29	1.5	10月9日
2006	153	7.8	10月4日
2007	73	1.9	10月9日
2008	39	1.3	10月6日
2009	91	2.8	9月24日



写真1 オオイチョウタケ



写真2 スギ林における発生状況



写真3 竹林における発生状況



写真4 シイタケ人工ほだ場における発生状況

[問い合わせ先: 三重県林業研究所 林産研究課 TEL 059-262-5352]

## 36 クロマツ苗畑を使用したショウロ栽培

島根県中山間地域研究センター 農林技術部 富川 康之

### 研究の背景・ねらい

ショウロはマツ科の樹木と共生する菌根性きのこで、一般に海岸防風クロマツ林で発生するとされています。近年、発生林の減少に伴い、希少性が高まり、特産化が望まれているところです。当センターではこれまでの試験で、ショウロ胞子の懸濁液をクロマツ苗畑へ散布する方法によって栽培化に目途をつけました。この技術を発展させ、ショウロの苗畑栽培を早期に実用化するためには、苗木生産者が実施できる作業体系で栽培実証することが必要です。そこで、本試験ではショウロ菌根が形成したクロマツ苗の移植、ショウロ菌生息土壌へのクロマツ播種および床替え作業などを行った場合の子実体発生実態を調査しました。

### 成 果

胞子懸濁液散布などによってショウロ子実体の発生を確認したクロマツ苗床から、5月に2年生苗を掘り取り、菌根が確認できた苗木を試験苗床へ移植しました(25本/m<sup>2</sup>)。移植翌年の秋季に最初の子実体発生を認め、2年後(4年生苗)の6月に苗の40%を間引きした後も発生は継続しました。また、この間引き苗を別の苗床へ移植したところ(9本/m<sup>2</sup>)、移植当年の秋季から発生が開始しました。苗木の移植によってショウロ発生苗畑を拡大させることができ、2つの苗床の子実体発生量は合計162g/m<sup>2</sup>でした(図1、写真1、2)。

次に、ショウロ菌根が形成した苗木移植による、土壌へのショウロ菌接種効果を検討しました。菌根形成苗を移植し、約3ヶ月後にその苗を掘り取った苗床へ4月にクロマツ種子を播種したところ(500粒/m<sup>2</sup>)、播種翌年の秋季に子実体発生が始まりました。また、播種床から2年生苗および3年生苗を床替えしましたが(それぞれ25本/m<sup>2</sup>および9本/m<sup>2</sup>)、いずれの床替え床とも子実体発生を認めました。そのうち、2年生苗の床替え床では、床替え翌年の秋季に1シーズン当たりとしては最大の130g/m<sup>2</sup>が発生しました。苗畑の管理方法別子実体発生量は、播種床の継続使用が302g/m<sup>2</sup>、2年生苗床替え管理が191g/m<sup>2</sup>、3年生苗床替え管理(播種床+床替え床)が270g/m<sup>2</sup>でした(図2、写真3)。

### 成果の活用

研究成果発表会(県東部・西部)でショウロの苗畑栽培技術を解説しました。また、地域ごとにショウロ栽培希望者を対象とした研修会を実施しています。現在、13地域で試験的な栽培が開始され、すべての地域でショウロ子実体が収穫されています。今後は生産量増加を目的に、苗畑面積の拡大を指導していく計画です。

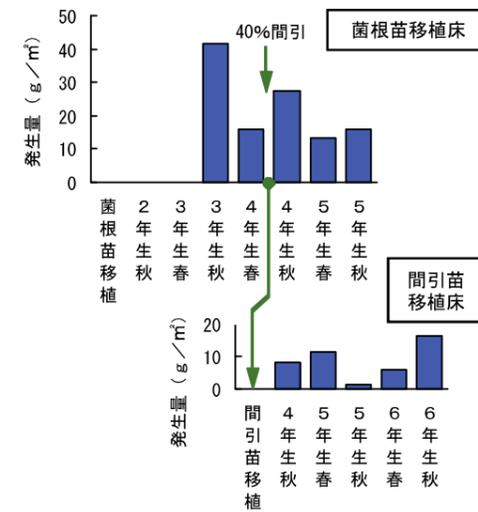


図1 クロマツ苗移植床でのショウロ子実体発生量



写真1 土壌中に形成したショウロ子実体

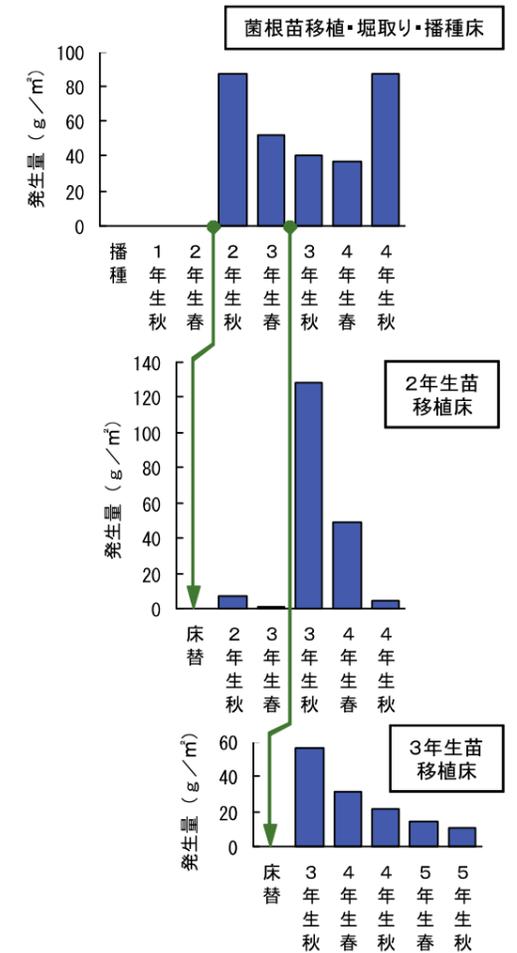


図2 播種床および床替え床でのショウロ子実体発生量



写真2 採取したショウロ子実体



写真3 3年生クロマツ苗の床替え床

[問い合わせ先: 島根県中山間地域研究センター 資源環境グループ TEL 0854-76-3816]

## 37 簡易軽量炭化炉の開発及び炭化技術の開発

岡山県林業試験場 業務部 石井 哲

### 研究の背景・ねらい

里山を構成する竹林や広葉樹あるいは間伐材等の利活用については、これまで様々な施策が実施されてきましたが、最近では地球温暖化防止に関連し、化石燃料に替わる有効なバイオマス資源としての活用方法が研究されています。一方、市民レベルでは、以前から間伐材や竹などは主にドラム缶式炭化炉による炭焼き利用を通じ、地域住民による地域おこし、都市との交流、環境教育など様々な面で活用されてきました。このように全国的に人気のあるドラム缶式炭化炉ですが、重たい、設置が大変、炭化操作が煩雑などの難点も指摘されています。そこで、より簡単に炭焼きができる簡易軽量炭化炉を開発し、里山の資源や放置竹林の活用に資することとしました。

### 成果

- 1 開発した簡易軽量炭化炉は、工具無しで組み立てることができます。また、炭化炉を埋める必要もありませんので、整地も含め10分程度で設置できます(写真1)。
- 2 本体が5分割(L型は6分割)可能で、板状に分解できます(写真2)。そのため運搬・収納が容易で、乗用車や自転車はもちろん、電車やバスなどでの運搬も可能です。
- 3 重量は、4.4~7.2kg(L型は15.4kg)と軽量で(表1)、一人でも容易に持ち運びできます。
- 4 全てステンレス製で、耐久性に優れています。
- 5 底焚方式なので、乾燥材を用いれば5~10分程度で着火できます。よく乾いたモウソウチクやアカマツなどを炭材として用いる場合、着火後、約6~7時間程度で出炭できます。
- 6 炭化炉内の位置によっては、900℃を越す場合もあるなど、簡易かつ軽量であるにも関わらず高温域での製炭も可能です(図1)。
- 7 収炭率は、モウソウチクの場合、平均20%と効率よく炭化できます(図2)。
- 8 精煉を行うことにより、精煉度が4未満の炭を製炭することも可能です(図3)。
- 9 新たに開発した分解・組立式の木酢液採取装置は、コンパクトに収納できます。さらに、長手方向に分割可能であるため、ターム分が付着しても容易に分解できます。

### 成果の活用

岡山県や岡山市公園協会主催の講習会において、当簡易軽量炭化炉による炭焼き技術の普及を進めている他、廃カキ筏の炭化利用など、海と山との連携においても活用できます(写真3)。また、里山整備や炭焼きに関心のある方々に対し、林業普及指導員等と連携し当炭化炉による炭焼きを広めるなど、未利用木質バイオマス資源の利用促進にも活用できます。また、日本森林学会関西支部大会(2008年度)及び木質炭化学会(2009年度)での発表並びに岡山県林業試験場研究報告(No.24)及び生物資源(Vo12, No4, 2009)などへの投稿を通じ、関係機関への普及を行っています。

### 知的財産取得状況

上記の簡易軽量炭化炉及び木酢液採取装置について、特許出願中です。



写真1 竹林内での炭化状況



写真2 分解状況(右はL型)



写真3 廃カキ筏竹の炭焼き講習会(L型)

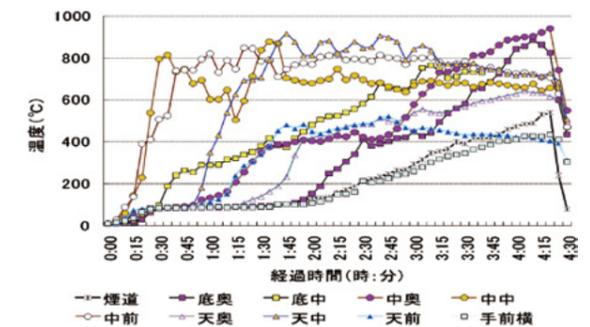


図1 炭化炉内における温度推移

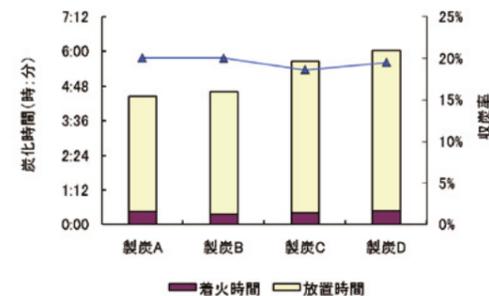


図2 炭化時間及び収炭率(モウソウチク)

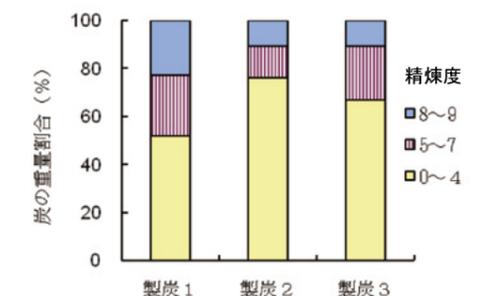


図3 製炭別精煉度別炭の重量割合

表1 簡易軽量炭化炉の仕様及び価格

区分	煙突1つタイプ			煙突2つタイプ			備考
	簡単 スミヤケール	簡単 スミヤケール ・ミニ	簡単 スミヤケール ・ミニミニ	簡単 スミヤケールL	簡単 スミヤケールW	簡単 スミヤケール ・ミニW ・ミニミニW	
容量(m <sup>3</sup> )	0.20	0.12	0.09	0.66	0.20	0.12	0.10
重量(kg)	6.78	5.16	4.38	15.40	7.20	5.36	4.86
寸法(mm) 幅 (内寸) 奥行 高さ	770	630	518	1,141	770	644	581
	539	448	434	1,141	539	448	441
	490	420	392	504	490	413	392
価格(円)	24,360	21,525	18,900	33,250	29,900	29,400	28,350

注1: 分解・組立式木・竹酢液採取装置 価格 13,800 円(税込)

注2: 簡単スミヤケールは簡易軽量炭化炉の商品名です。

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

## 38 高収量・高品質シイタケ栽培技術

徳島県農林水産総合技術支援センター 森林林業研究所 西澤 元

### 研究の背景・ねらい

現在、徳島県は、生シイタケの生産量が全国1位となっています。徳島県内で主流となっている菌床シイタケ栽培において、シイタケの収量をより一層増加させるために、菌床シイタケ栽培技術の改良を試みました。

これまでに、核酸関連物質（商品名：RNA-M、販売元：日本製紙ケミカル株式会社、写真1）を培地に添加することにより、シイタケ菌糸の生長やシイタケの収量が増減することが報告されています。

本研究では、シイタケの収量増加に適したRNA-Mの添加率を明らかにするとともに、RNA-Mを菌床培地に添加することによって、シイタケに含まれる旨味成分グアニル酸が増加することが判明したので報告します。

### 成 果

1 シイタケの品種は森XR-1号と北研607号を用い、菌床培地にRNA-Mを培地絶乾重量の1%及び2%を添加して収量を調査しました。森XR-1号をXR、北研607号をHとし、それぞれ無添加の培地をXR0とH0、RNA-Mを1%添加した培地をXR1とH1、RNA-Mを2%添加した培地をXR2とH2としました。

写真2は、北研607号の2次発生の様子です。4次発生までの結果として、発生重量は、両品種ともRNA-Mを1%添加した培地で増加し、2%添加した培地で減少しました。

また、市場価値の高いとされているMサイズ以上の発生個数は、両品種ともRNA-Mを1%添加した培地で増加しました（表1）。

2 採取したシイタケを傘と柄に切り分け、品種、部位、添加率、発生次別にグアニル酸含有量を測定しました。グアニル酸含有量は、両品種とも、柄よりも傘の方が多く、すべての発生次において、RNA-Mを添加した培地の方が無添加の培地と比べて多くなりました。また、1%添加と2%添加では含有量に大差は認められず、発生回数を重ねるにつれてグアニル酸含有量は減少しました（図1）。

3 以上の結果から、シイタケの収量増加に効果的な核酸関連物質（RNA-M）の添加率は1%であることが明らかになり、シイタケ中のグアニル酸含有量も増加することが判明しました。

### 成果の活用

研究成果を「技術情報カード No.121（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、平成21年5月）」にとりまとめ、シイタケ生産者に配布するとともに、当研究所のホームページに掲載しました。また、日本きのこ学会、日本森林学会関西支部大会において発表し、広く公表しました。

今後、普及担当との連携により、高収量・高品質シイタケ栽培技術の現場への定着を図ります。



写真1 核酸関連物質



写真2 北研607号の2次発生状況

表1 子実体の発生結果

試験区	子実体重量 (g/菌床)	発生個数(個/菌床)	
		Mサイズ以上	Sサイズ+0
XR0	285.6±38.6	9.9±5.2	19.4±12.1
XR1	303.1±26.0 * ↑	10.1±5.3 =	28.7±11.2 ** ↑
XR2	281.0±31.2 =	9.8±4.6 =	32.0±9.9 ** ↑
H0	270.7±46.5	11.5±6.8	8.2±4.7
H1	277.4±39.0 =	14.0±6.7 ** ↑	12.2±7.1 ** ↑
H2	243.1±63.0 * ↓	11.0±6.3 =	8.1±5.4 =

XR0: 森XR-1号RNA-M無添加  
 XR1: 森XR-1号RNA-M1%添加  
 XR2: 森XR-1号RNA-M2%添加  
 H0: 北研607号RNA-M無添加  
 H1: 北研607号RNA-M1%添加  
 H2: 北研607号RNA-M2%添加

Mサイズ以上: 菌傘直径4cm以上  
 Sサイズ: 菌傘直径4cm未満  
 0: 奇形

平均値±標準偏差  
 =: 有意差なし。  
 \* ↑: 危険値P<0.05で有意に大きい。  
 \* ↓: 危険値P<0.05で有意に小さい。  
 \*\* ↑: 危険値P<0.01で有意に大きい。

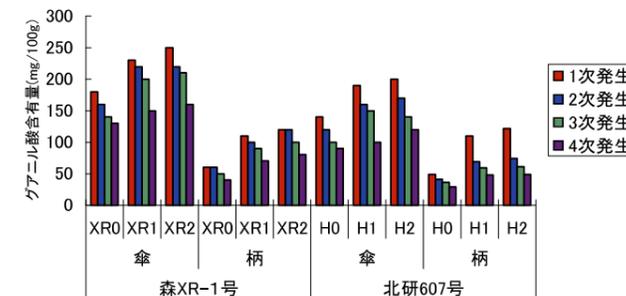


図1 子実体中のグアニル酸含有量

※ 試験区の記号は表1と同じ

[ 問い合わせ先: 徳島県農林水産総合技術支援センター 森林林業研究所 TEL 088-632-4237 ]

## 39 原木乾シイタケ生産工程省力化に関する研究

愛媛県農林水産研究所 林業研究センター 普及情報室 古川 均

### 研究の背景・ねらい

乾シイタケの価格は、適期採取か否かで数倍の格差が生じます。しかし、生産現場では植菌時期と収穫時期が競合し、適期採取が困難な状況が見受けられ、品質の低下が懸念されています。これまでの成果として、葉枯らし原木に成型駒を植菌したほだ木に対して、週2回2時間の散水を周年実施することにより1年でのほだ化及びシイタケの発生に効果的であることがわかっています。

そこで、葉枯らしを省略した生木原木に成型駒を植菌した後、同様の散水管理を行い、徐々にほだ木を乾燥させることによって、シイタケ菌糸の活着・生長を促進させ、ほだ化を進めることができれば、植菌時期の前倒しが可能となります。これをもって、収穫時期との競合を避け、伐採・玉切り・搬出工程を連続して行うことによる生産工程の省力化・効率化を図ります。

### 成果

#### 1 葉枯らし省略原木のほだ化技術の検討

葉枯らしを省略したクヌギ生木原木（平成18年11月伐採）に成型駒を植菌し、植菌直後から週2回2時間の散水を行った結果、直径別では、小径（6～9cm）ほだ木は約80%、大径（12～14cm）ほだ木では約70%のほだ付率でした（図1）。

また、植菌数別では、直径の5倍数の植菌ほだ木は約75%、2倍数の植菌ほだ木では約72%のほだ付率となり、通常のほだ付率の最低基準を70%とすると葉枯らし省略原木のほだ化も可能と考えられます（図2）。

なお、葉枯らしを省略すると、原木の水分は1本（径10cm×長1m）当たり8.555kgから9.014kgへ約0.46kg（5%）増加し、作業効率の低下が懸念されますが、伐採工程の効率化（伐採後、直ちに玉切り・搬出を実施する。）によりカバーできるものと考えます。

#### 2 シイタケ発生量調査

平成18年植菌ほだ木の発生量調査（平成19年～21年の3年間の累計、供試本数；各17本）の結果、ほだ木1m<sup>3</sup>当たりの発生量は、11.0～26.7kg/m<sup>3</sup>であり、小径ほだ木で直径の5倍数植菌した試験区の発生量が多い（17.4～26.7kg/m<sup>3</sup>）傾向にあります。

また、8試験区（直径別4、植菌数別2）のうち4試験区で20kg/m<sup>3</sup>を超え、2試験区で15kg/m<sup>3</sup>を超える発生量となっており、従来の葉枯らし原木のほだ木一代当たりの発生量（H15～19の4年間調査；20～23kg/m<sup>3</sup>）とも差がないことから、葉枯らしを省略したシイタケ栽培が可能と考えられます（図3）。

### 成果の活用

葉枯らし工程の省略によりシイタケの適期採取が促進され、品質の向上と収益の増につながり、更には生産規模の拡大による労務不足や新規参入者に適した省力化・効率化栽培が可能となります。

また、シイタケ生産者へのアンケートで葉枯らしを省略した栽培を試行したい意向もあり、当センターの試験状況の視察がありました。今後、これらの生産者に、この技術が活用されることを期待しています。

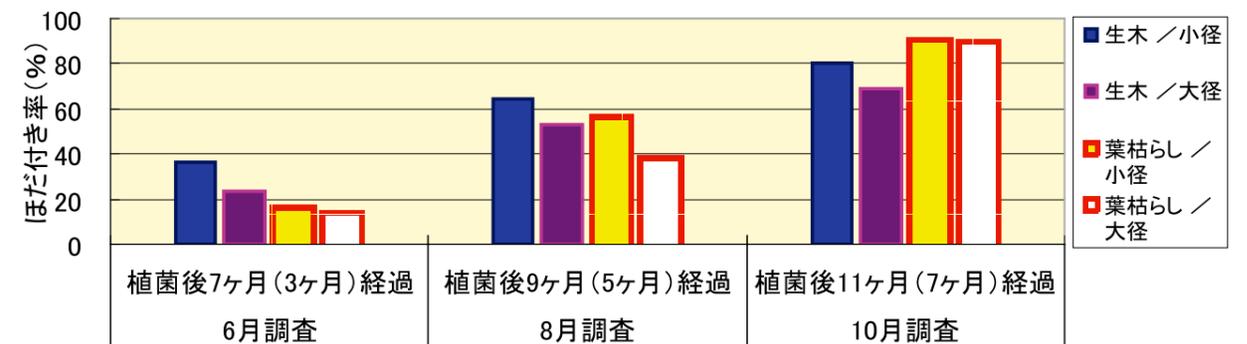


図1 生木原木植菌の直径別ほだ付率の推移  
(注 ( )内は葉枯らし原木の経過月数)

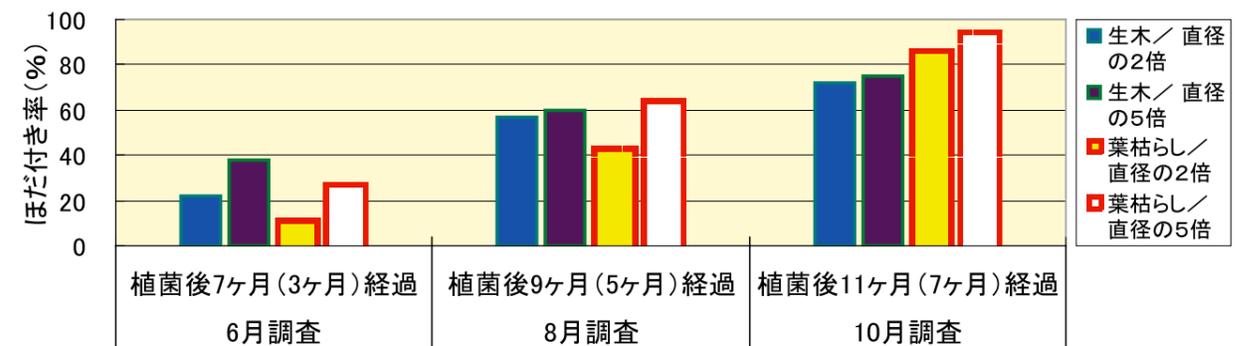


図2 生木原木植菌の植菌数別ほだ付率の推移  
(注 ( )内は葉枯らし原木の経過月数)

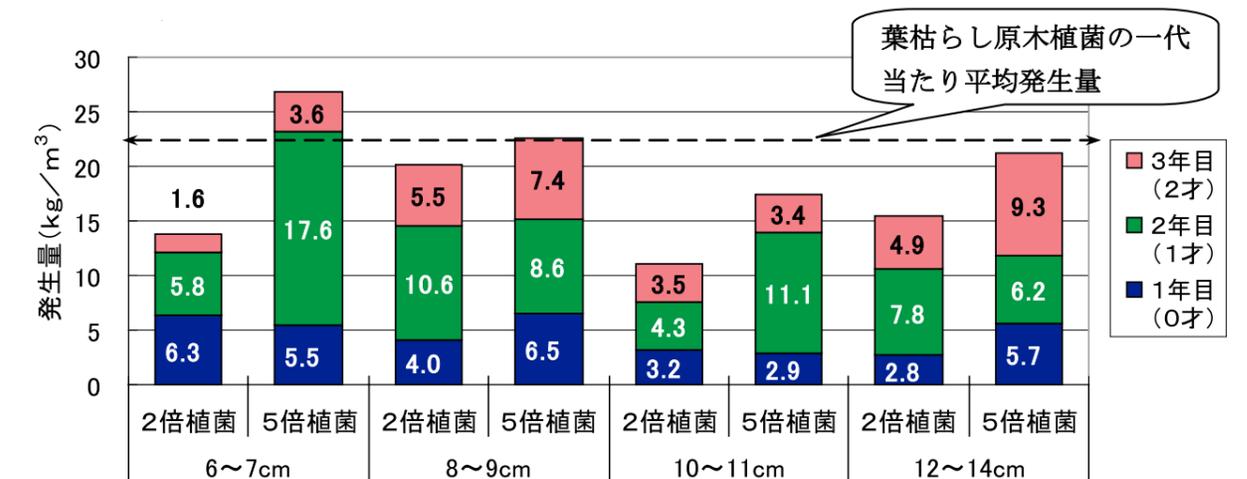


図3 生木原木植菌の直径別・植菌数別シイタケ発生量(ほだ木1m<sup>3</sup>当乾重)

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

## 40 新商品化に向けた皮付き水煮タケノコ生産技術の開発

福岡県森林林業技術センター 谷崎 ゆふ

### 研究の背景・ねらい

近年、持ち運びや調理がしやすい中小形（S～Mサイズ：0.5～1.5kg）のタケノコが消費者に好まれ、価格も高く取引されています。このため山口県と共同で「皮付き水煮タケノコ」の新商品化に取り組み、その素材となる中小形タケノコを生産技術の開発を行いました。

### 成果

#### 1 タケノコを小形化する要因の解明

出荷実績から、中小形生産林21箇所と大形生産林を30箇所を選別し、竹林の立地環境（傾斜・方位・樹高・枝下高）・親竹管理（直径・密度・ウラ止め）を現地調査しました。その結果、タケノコの大きさに関係があるのは親竹の大きさ（＝直径）と親竹密度、ウラ止め（竹の先端を切って高さを抑える施業）の有無、それと竹林の傾斜でした（表1）。

また、ウラ止めについて、残す枝の数を変えて（15段・10段・ウラ止めなし）親竹を仕立てた試験林を設定し、タケノコの収穫量と大きさを比較した結果、中程度のウラ止め（15段）のとき、10a当たりの収穫量が最大となりM～L寸の中小形割合も高くなりました（図1）。このことから、中小形タケノコを生産する手法が明らかになりました。

#### 【中小形タケノコを生む親竹管理方法】

- \* 新竹は中小径（直径7～10cm）を仕立てる。
- \* 立竹密度を200本/10a以下に調整する。
- \* 中程度のウラ止め（残段数約15段）を行う。
- \* 傾斜の緩い土地を選定する。

#### 2 中小形タケノコ生産における省力化

親竹を中小径化しウラ止めすると、伐竹の作業時間は大幅に短縮され、労働を軽減するという副次的な効果も見られました（図2）。

さらに、省力化を図るために根の浅い中小形タケノコを掘りやすく小形軽量タイプの鍬を開発しました（写真1）。特に女性や高齢者の方に好評です（図3）。

### 成果の活用

これらの成果をもとに、中小形タケノコ栽培マニュアルを作成しました。

①詳しく解説したテキスト版②現場で利用し易いポケット版「栽培手帳」③年間管理作業が分かる「栽培暦」のマニュアル3点を活用し、中小形タケノコ栽培技術の普及を図ります。

これらのマニュアルはホームページから入手できます（<http://ffrec.pref.fukuoka.lg.jp/>）。

表1 タケノコの大きさを左右する要因

タケノコ	小形化	大型化
親竹大きさ	細い（直径7～10cm）	太い（直径11～15cm）
（親竹密度）	低い（200本/10a）	高い（300本/10a）
親竹ウラ止め	あり（残段数15段）	なし
竹林の傾斜	緩い（20°）	急（30°）

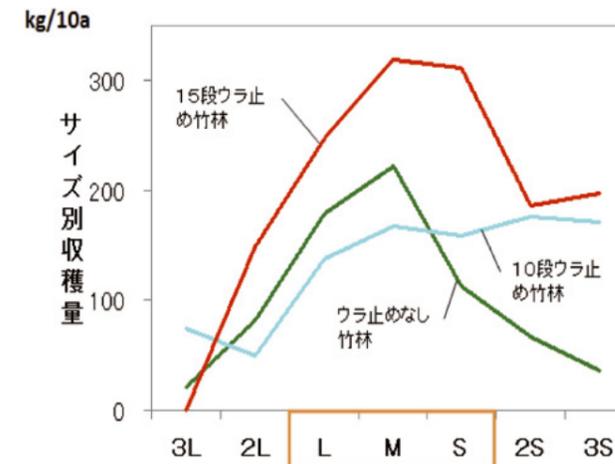


図1 ウラ止め強度とタケノコ大きさの関係

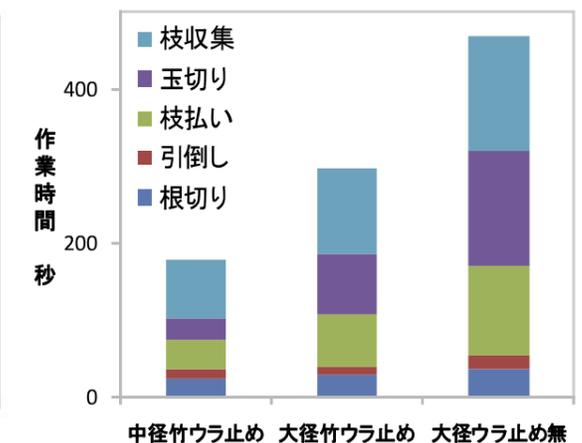


図2 親竹形状と伐竹作業時間

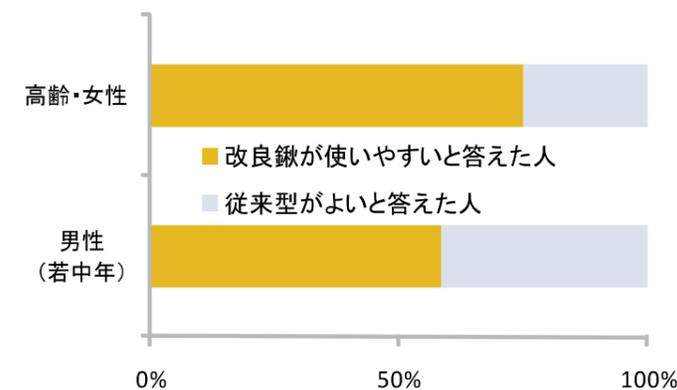


図3 生産者アンケート(掘りやすい鍬を選択)



写真1 小形軽量の改良鍬（重量）

[ 問い合わせ先：福岡県森林林業技術センター研究部 TEL 0942-45-7982 ]

## 41 成形駒を使ったアベマキ原木シイタケの生産特性

長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 田嶋 幸一・久林 高市

### 研究の背景・ねらい

原木乾シイタケの産地となっている対馬では、コナラ・アベマキの原木が主体となっています。

従来の木片駒では、アベマキはコナラに比べて肉の厚いシイタケが発生しますが、収量が少ないと言われています。近年、対馬で使用量が増加している成形駒は、アベマキで「肉厚のシイタケが出る」「シイタケの発生量が多い」等の評価があります。しかし、アベマキを原木として使った時のシイタケの発生量を明示するデータ等報告はありませんでした。

原木樹種別・種菌の品種及び形状による発生したシイタケの傾向を検討するため、栽培試験を行ったので報告します。

### 成 果

- 1 原木樹種別・種菌の品種 (K115 および M290)・形状別に、対馬地域での標準接種密度 (木片駒 2000 個 / m<sup>3</sup>・成形駒 4000 個 / m<sup>3</sup>) における子実体発生量について検討を行いました。(図1)

木片駒では、コナラに対してアベマキでの発生量は、K115 で 62%、M290 で 77% でした。

一方、成形駒では、コナラに対してアベマキでの発生量は、K115 で 107%、M290 で 106% でした。

- 2 原木樹種別・種菌の品種形状別にみた子実体の発生量と重量

木片駒では、発生量はコナラが多く、子実体の重量別に見ると、重量の小さな子実体で発生量の差が大きく、重量が大きくなるに従って、その差は小さくなる傾向がみられました。(図2)

成形駒の発生量は、K115・M290 ともにアベマキで多いのですが、その差はわずかでした。重量別に見ると、コナラでは重量が小さい子実体で発生量が多く、重量が大きい子実体ではアベマキで多い傾向が見られました。(図3)

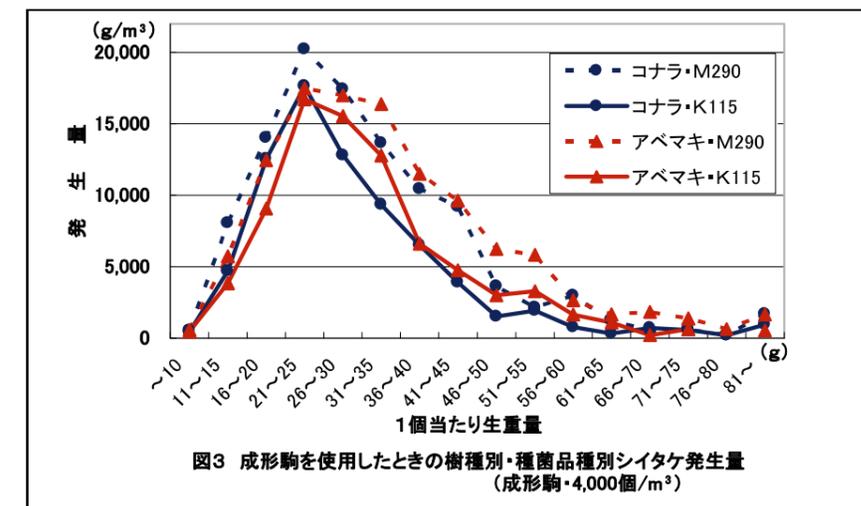
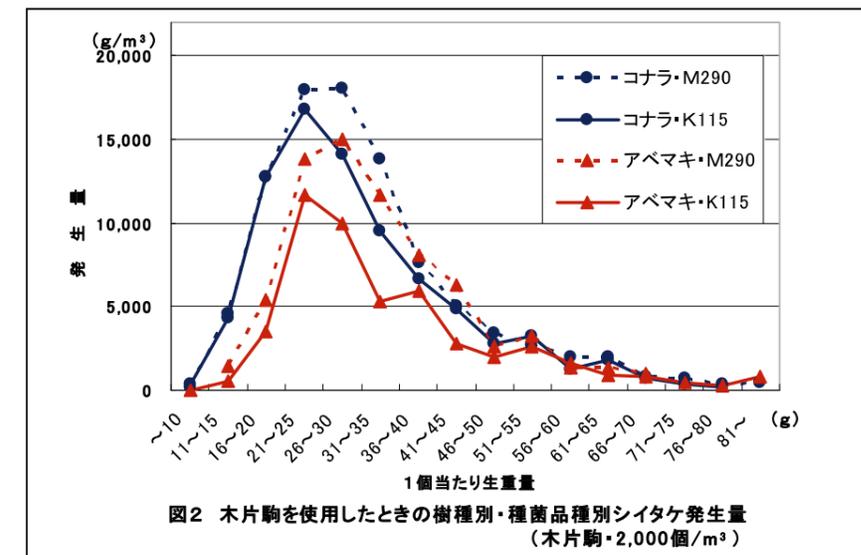
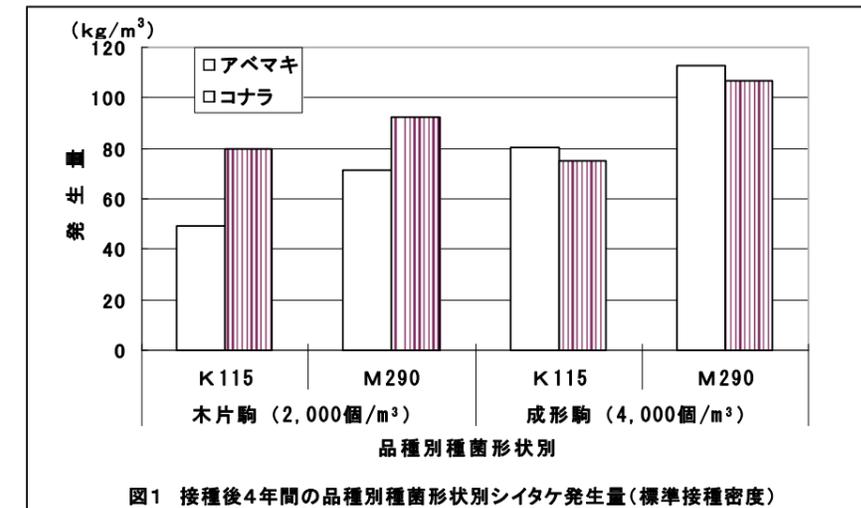
アベマキを原木として使用した場合のシイタケ発生の特徴として、木片駒、成形駒ともにコナラに比べて重量の小さい子実体での発生量が少なく、重量の大きな子実体の発生は同等ないしはやや多くなる傾向が見られました。

### 成果の活用

原木シイタケの栽培は、ほだ場環境に大きく左右されますが、原木樹種別・種菌の品種及び形状により発生特性が異なることがわかりました。

対馬の原木のおよそ半分を占めるアベマキにおいて、種菌の形状を変えることで単収が上がり、重量の大きな単個の高いシイタケが生産できることがわかりました。

成形駒は、初期に大きなシイタケが発生することや、シイタケの初回発生が早く、栽培回転が早いという考え方で使用されていますが、原木樹種との兼ね合いを考慮しながら種菌の品種及び形状を選択することで、生産性の向上が図れます。



[ 問い合わせ先：長崎県農林技術開発センター 森林研究部門 特用林産担当 TEL 0957-26-4292 ]

## 42 シイタケ乾燥行程における燃料消費量削減技術の開発

大分県農林水産研究センターきのこ研究所 石井 秀之

### 研究の背景・ねらい

乾シイタケ生産において、乾燥工程は最終的な製品を作るための重要な工程ですが、省エネルギーや乾燥時間短縮など作業の効率化の面からの研究は行われてきませんでした。しかし、近年になって、原油価格高騰などの影響を受け、効率的な乾燥技術を確立する必要性が高まってきました。

そこで、従来から使用されている垂直気流式（下吹き式、吹き上げ式）の乾燥機について、燃料消費量が削減可能な乾燥スケジュールの確立を目的として試験研究を実施しました。

### 成 果

収穫されたシイタケ子実体は、収穫時の状態によって、「日和子（ひよりこ）」と「雨子（あまこ）」に区別されます。降雨の影響がある「雨子」は、含水率が高い（90%以上：湿量基準）ことから乾シイタケ製品となるまでの乾燥時間が長くなり、燃料消費量も多くなります。また、子実体の水分が多いことは、「にえこ」と呼ばれる乾燥の失敗を発生させる要因ともなっています。

そこでまず「雨子」の乾燥スケジュールを主体に検討を行うこととし、乾燥機の操作条件が燃料消費量に与える影響を調査しました。この結果、循環ダンパを全閉にし乾燥機内の空気の循環を利用することで18%程度、送風機の回転速度（送風量）を1段階落として中速にすることで10%程度の燃料消費量の削減が可能になることが明らかになりました（表1）。これらの結果を元に、「雨子」について乾燥試験を行ったところ、30%程度の燃料消費量が削減可能な結果が得られました（図1、表2）。

次に「にえこ」の発生条件については、雨子の乾燥初期状態を想定した制御温度（40℃、乾球温度）により試験を実施しました（表3）。この結果、乾燥機内での湿球温度が30℃以下では発生しないこと、35℃以上でも制御温度との間に差があれば発生率が低下することが明らかになりました。また、製品としての品質の評価に影響を与える子実体の着色の状態を調査した結果、湿球温度が30℃以上の場合では菌しゅうの着色が濃く・濁る傾向がみられ、乾燥初期の湿球温度としては25℃以下が望ましいと考えられました。

以上の結果から、試行乾燥スケジュールを基準にした乾燥試験を繰り返し行い、「日和子」と「雨子」について、それぞれのモデル乾燥スケジュールを作成しました（表4、5）。

### 成果の活用

研究発表会や普及員の研修会を開催し、成果の周知を行っています。また、普及員と生産者の協力を得て、現場実証試験を行い、マニュアルの作成や技術の検証と普及定着を図っていきます。

表1 乾燥工程初期における循環ダンパの開度および送風量低下と燃料消費量の関係<sup>1)</sup>

循環ダンパ開度	燃料消費量 (L/時) <sup>2)</sup>	送風機回転速度	燃料消費量 (L/時) <sup>3)</sup>
全開	2.28 (100) <sup>4)</sup>	高速	2.38 (100) <sup>4)</sup>
半開	2.06 (90)	中速	2.13 (90)
全閉	1.88 (82)		

1) 設定温度(乾球温度)は40℃、吸気および排気ダンパは全開  
 2) 6回の測定の実績、測定時の平均気温:24.8℃  
 3) 7回の測定の実績、測定時の平均気温:24.0℃  
 4) 括弧内は全開および高速を100にしたときの指数

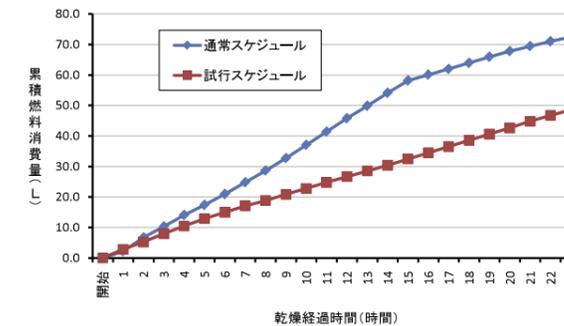


図1 乾燥スケジュール別の累積燃料消費量

表2 雨子の乾燥スケジュール

通常の乾燥スケジュール(標準)						試行した乾燥スケジュール					
設定温度(℃)	乾燥時間	風速制御	吸排気制御(ダンパ開度)			設定温度(℃)	乾燥時間	風速制御	吸排気制御(ダンパ開度)		
40	2	高速	全開	全開	全閉	40	2	中速	全閉	1/4	全開
45	2	高速	全開	全開	全閉	45	3	中速	全閉	1/4	全開
45	4	中速	全開	全開	全閉	45	2	低速	全閉	1/4	全開
50	4	中速	半開	半開	半開	45	1	低速	全閉	全開	全開
55	3	低速	半開	半開	半開	50	6	低速	全閉	全開	全開
55	3	低速	全閉	全閉	全開	55	6	低速	全閉	全閉	全開
58	5	低速	全閉	全閉	全開	58	3	低速	全閉	全閉	全開

表3 「にえこ」再現試験結果<sup>1)</sup>

試験区	重量減少率(%) <sup>2)</sup>	湿球 <sup>3)</sup> 温度(℃)	子実体含水率(%)		「にえこ」発生数 <sup>4)</sup>	乾燥後のヒダの色調(目視による判定)
			開始時	処理後		
45-40区	29.3	40.2	80.4	72.3	8/10	濃く濁りのある黄色
40-40区	6.2	39.3	86.6	85.7	10/10	薄く濁りのある黄色
40-37区	21.9	37.5	82.0	76.9	7/10	やや濃い濁りのある黄色
40-35区	35.2	34.6	83.7	78.2	4/9	やや濃い濁りのある黄色
40-30区	42.2	30.2	91.4	84.8	0/15	やや濃い黄色
40-25区	56.5	25.8	92.4	81.9	0/15	正常(多少の濃淡)
対照:日和子標準	54.6	23.4	78.2	52.2	0/4	正常(多少の濃淡)
対照:雨子標準	52.3	22.0	79.5	56.7	0/5	正常(多少の濃淡)
対照:雨子試行	41.2	25.9	79.7	65.9	0/5	正常(多少の濃淡)

1) 乾燥開始後4時間を設定温度による処理、その後19時間は雨子の標準乾燥処理後目視で判定  
 2) 重量減少率=(開始時重量-処理後重量)/開始時重量×100  
 3) 処理時間4時間の平均値(測定は5分間隔)  
 4) 供試数が少ないため実数を記載、表示は確認数/供試数

表4 日和子のモデル乾燥スケジュール

設定温度(℃)	乾燥時間	風速制御	吸排気制御(ダンパ開度)		
45	2	高速	全閉	1/4	全開
50	2	中速	全閉	1/4	全開
50	6	低速	全閉	全閉	全開
55	7	低速	全閉	全閉	全開
58	3	低速	全閉	全閉	全開

1) 乾燥開始後少なくとも4時間は湿球温度25℃以下で制御  
 2) 湿球温度が25℃以上になる場合は、吸気ダンパを開けて外気を吸いこむことによって制御  
 3) 4時間経過後は、湿球温度の制御は不要  
 4) 乾燥の進行状況の調整は、50あるいは55℃の工程で行う  
 5) 乾燥の仕上がり具合の調整は、58℃の工程で行う  
 6) エビラの入替えは、少なくとも1回は必要  
 7) 標準的な燃料消費量は45L程度

表5 雨子のモデル乾燥スケジュール

設定温度(℃)	乾燥時間	風速制御	吸排気制御(ダンパ開度)		
40	4	高速	全閉	1/2	全開
45	4	中速	全閉	1/2	全開
50	2	中速	全閉	1/4	全開
50	5	低速	全閉	全閉	全開
55	5	低速	全閉	全閉	全開
58	3	低速	全閉	全閉	全開

1) 乾燥開始後少なくとも4時間は湿球温度25℃以下で制御  
 2) 湿球温度が25℃以上になる場合は、吸気ダンパを開けて外気を吸いこむことによって制御  
 3) 4時間経過後は、湿球温度の制御は不要であるが、8~10時間経過後までは、27℃程度以下が望ましい(吸気ダンパで調整)  
 4) 4時間経過後の乾燥状況が不十分な場合は、送風機の制御を高めし、進行状況を調整する  
 5) 乾燥の仕上がり具合の調整は、58℃の工程で行う  
 6) エビラの入替えは、前半と中盤で2回程度は必要  
 7) 標準的な燃料消費量は50L程度

【問い合わせ先：大分県農林水産研究センターきのこ研究所 TEL 0974-22-4236】

## 43 環境コンクリートに活用する木質燃焼灰の原料化

宮崎県木材利用技術センター 材料開発部 赤木 剛

### 研究の背景・ねらい

近年、バイオマス施設や火力発電所から排出される燃焼灰は、産業廃棄物として処理されている一方で、埋め立て用地の不足等によりその用途開拓が課題となっています。本研究では、平成 18 年度の地域新生コンソーシアム研究開発事業「焼却灰の肥効成分を活用した環境コンクリート製品の開発」を背景に、県内企業や宮崎大学との共同研究により、燃焼灰を原料に用いた環境コンクリートの開発を行いました。この環境コンクリートのねらいは、コンクリートに根付いた植物の生育を促すために、燃焼灰に含まれる肥料成分を有効活用することにあります。特に当センターでは、環境コンクリートに最適な木質燃焼灰を安定して得るための回収技術を確認させるため、回収過程の違いによって木質燃焼灰の化学組成や構成物にどのような違いがあるか検証しました。

### 成果

県内の木質バイオマス施設より排出された木質燃焼灰のうち、電気集塵装置により回収された最も細粒な灰（以下、EP 灰と記す）と、マルチサイクロンより回収された比較的粒の粗い燃焼灰（以下、MC 灰と記す）を対象に、その成分分析を実施しました（写真 1）。

1 MC 灰については、粒の大きさに応じてさらに 4 つの階級に分別しました（写真 1a-d）。粒径が 10mm 以上の小石や砂を除くと、粒径 3～10mm と 0.5～3mm の 2 階級には、燃え残った木炭の粉末（未燃炭素分）が 9 割程度含まれていました（表 1）。一方、粒径 0.5mm 以下の MC 灰については 3 割程度で、EP 灰（写真 1e）と同程度でした。

2 粒径 0.5mm 以下の MC 灰と EP 灰について、含まれる無機元素成分の割合を調べました（図 1）。その結果、植物の肥効成分であるカルシウムやカリウムの占める割合は、MC 灰に比べて EP 灰に多いことが分かりました。一方で MC 灰には砂粒やガラスが多く観察されたため、ケイ素やアルミニウムの割合が高いのは、これらの混入物を反映していると思われます。

以上の結果から、環境コンクリートに燃焼灰の肥効成分を活用する際、EP 灰の利用が最も効率的であることが分かりました。しかし、分別により未燃炭素分の割合を抑えた細粒な MC 灰（粒径 0.5mm 以下）についても年間回収量が EP 灰の約 4 倍と多いことから、コンクリート原料の安定供給や燃焼灰の積極的な利用という点で、環境コンクリートの原料とすることが可能であると評価されました。

### 成果の活用

木質燃焼灰を用いた環境コンクリートの開発は、現在も各団体・企業で取り組みが継続されています。加えて当センターでは燃焼灰の有効利用を軸に研究を進展させ、現在は木質燃焼灰の石灰分を活かした多機能複合材の開発に取り組んでいます。なお、本研究の成果の一部は、平成 21 年度宮崎県発行の「林業みやざき」に掲載するとともに、平成 20 年度日本木材学会にて公表しました。

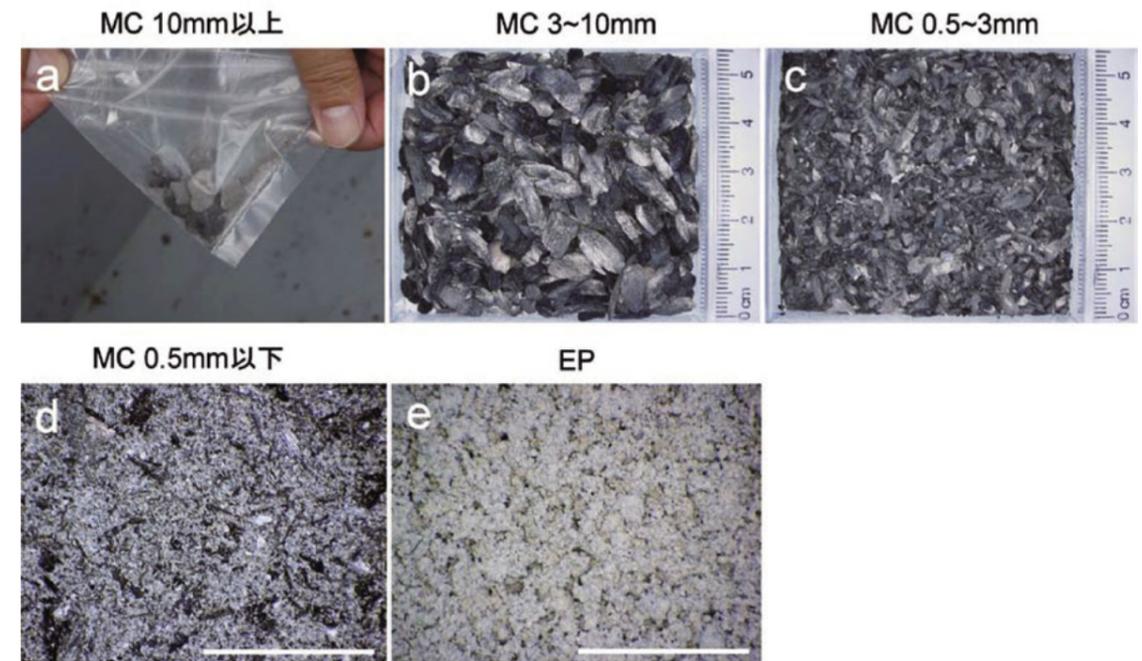


写真 1 分別回収された 5 種類の木質燃焼灰（下段写真のスケールはともに 1cm）

表 1 木質燃焼灰に含まれる未燃炭素分

燃焼灰の種類	重量%
MC 灰 粒径 3～10mm	93%
0.5～3mm	84%
0.5mm 以下	24%
EP 灰 0.1mm 程度	27%

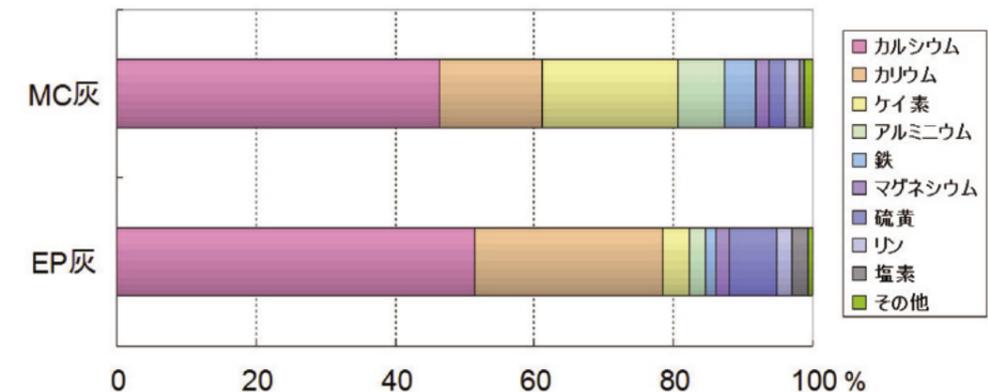


図 1 木質燃焼灰の無機元素組成（粒径 0.5mm 以下の MC 灰および EP 灰について、各元素成分を酸化物換算で重量%表示）

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

公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.7

---

---

発行日 平成22年3月31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  
お問い合わせ 企画部研究管理科地域林業室  
印刷・製本 株式会社 大塚カラー  
茨城県ひたちなか市津田 2031-113  
電話 029(273)1221