

島根林技研報
Bull. Shimane Pref.
For. Res. Cen.

ISSN 0910-9471

BULLETIN
OF THE
SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEACH CENTER
No. 39
March 1988

島根県林業技術センター研究報告

第 39 号
昭和 63 年 3 月

SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEACH CENTER
SHINJI, SHIMANE, JAPAN

島根県林業技術センター
島根県宍道町

目 次

論文

地域林業組織化モデルに関する研究

……………二 見 鎌次郎…………… 1

論文

島根県産精英樹の特性 (II) ——ヒノキ精英樹クローンのさし木発根性——

……………福 島 勉…………… 7

論文

針葉樹苗ペスタロチア病の薬剤防除試験

……………周藤 靖雄・金森 弘樹……………13

論文

天敵糸状菌と新薬剤による根切虫被害防除試験

……………井ノ上二郎・金森 弘樹・周藤 靖雄……………25

論文

松くい虫被害軽害林における誘引剤によるマツノマダラカミキリ誘殺例

……………井ノ上二郎・金森 弘樹……………33

論文

アスファルト乳剤によるオキノウサギ被害回避試験

……………金森 弘樹・井ノ上二郎・周藤 靖雄……………39

論文

スギ小径丸太・タイコ材の曲げ強度試験

……………中山 茂生・錦織 勇・安井 昭……………47

論文 地域林業組織化モデルに関する研究

二 見 鎌次郎

A Study on A Reorganization Model for the Development of Regional Forestry

Kenjirō FUTAMI

要 旨

私有林経営は、いわゆる「山ばなれ現象」など多様化、分散化している。そのような状況のもとで、それぞれの地域の実情に合った新しい地域林業の再編、すなわち組織化の方策——モデルとその存立条件、整備方法をさぐる。

1. 研究対象地として仁多郡仁多町を選定し、農林業センサス資料等を用いて、農業・林業の概要——資源・所有構造、林業労働、林業生産活動、個別経営の特性等を分析した。
2. 分析結果にもとづいて、地域の林業に関して「所有が零細」ほか6つの問題点を指摘した。
3. 1, 2に基づいて、地域林業の振興を図るための再編モデル——間伐推進をきっかけとする行政ないし組織主導型モデルを設定、その実現化の要件と整備方法を指摘した。

I はじめに

木材需要の停滞は木材産業に深刻な不況をもたらすとともに、国内の林業生産活動を停滞させている。一方、農山村の変貌、資源構造や需給構造の急速な変化は、これまでそれぞれの地域で形成されていたいわゆる有機的な林業生産構造の連鎖を弛緩あるいは分断し、私有林経営の性格は多様化・分散化の傾向がみられる。

このような状況のもとで、既に新たな地域林業に向けた取り組みが各地に行われているが、地域林業の形成を図るためには、経営環境の分析を通して、それぞれの地域の林業の特性に立脚した対策が講じられる必要がある。

この研究は、このような観点から、多様化・分散化する私有林経営の実態、地域林業の構造変化の諸特性を抽出把握し、それぞれの地域の実情に即した地域林業の再編、すなわち組織化の方策とその存立展開条件の検討を行う。

なお、この研究は国庫助成林業普及情報活動システム化事業（前総合助成試験）課題として1984～'86年に行ったものである。

II 方 法

研究は、初年度実態把握、2年目問題点の把握と組織化モデルの設定、3年目地域林業の組織化モデルを実現するための諸条件とその整備方向の検討で進められた。

初年度には、研究対象地として仁多郡仁多町を選定し、1980年度農林業センサス等の資料を用いて、資源構造、所有構造、林業生産活動等林業の現況、地域社会・経済における位置づけ、80年センサス個表による個別経営の特性等を分析検討した。

III 結 果

1. 研究対象地域の選定

県下の市町村を木材生産、労働力定住、木材集積加工の3林業経済活動機能の構成比によって類型化した¹⁾。

機能類型別では、木材生産・労働力定住の2極地域が20町村（34%）、3機能とも低いものの木材生産・労働力定住・木材集積加工3極地域が19市町村（33%）で、両者で全体の68%を占めた。

これら県下での平均的林地地域の中から、今後林業の展開が期待される仁多郡仁多町を対象地として選定した。

表一 仁多町の現況

(1980年現在)

項 目		島 根 県		仁 多 郡		仁 多 町	
耕 地 率	耕地面積	48.6	7.4	2.7	7.3	1.4	7.9
	全地域面積	654.7		36.6		17.7	
水 田 率	水田面積	38,316	78.8	2,240	82.3	1,136	82.0
	耕地面積	48,599		2,723		1,385	
普 通 畑 率	普通畑面積	5,736	11.8	349	12.8	177	12.8
	耕地面積	48,599		2,723		1,385	
牧 草 畑 率	牧草畑面積	708	1.5	64	2.4	33	2.4
	耕地面積	48,599		2,723		1,385	
樹 園 率	樹園地面積	3,184	6.6	40	1.7	28	2.0
	耕地面積	48,599		2,723		1,385	
採草地・放牧地率	採草・放牧地面積	1,610	0.2	171	0.5	127	0.7
林 野 率	林野面積	522.8	79.9	31.6	86.3	15.5	87.6
	全地域面積	654.7		36.6		17.7	
民 有 林 率	民有林面積	489,639	93.6	29,764	94.2	15,107	97.4
	林野面積	522,848		31,612		15,516	
民有林人工林率	人工林面積	144,646	29.6	12,074	42.1	4,537	30.1
	民有林面積	472,043		28,704		14,397	
民有林の齡級構成 人 工 林	10年生以下	57,026	39.4	4,832	40.0	2,153	47.5
	11~30年生	77,356	53.5	6,462	53.5	2,135	47.1
	31年生以上	10,264	7.1	780	6.5	249	5.4
民有林の齡級構成 天 然 林	20年生以下	119,979	36.6	5,548	33.4	2,878	29.2
	21~40年生	166,175	50.8	9,088	54.6	5,634	57.1
	41年生以上	41,243	12.6	1,994	12.0	1,348	13.7
林 道 密 度	林道延長	1,467km	2.8m/ha	65.4km	2.3m/ha	35.2km	2.3m/ha
	民有林面積	472,043		28,704		14,397	
農 家 数		73,852戸		3,042戸		1,572戸	
農 家 林 家 率	農家林家数	54,729	84.1	2,817	92.7	1,459	93.9
	林家数	65,068		3,039		1,554	
農家1戸当り平均経営耕地面積	a	66		90		88	
農家林家1戸当り保有山林面積	ha	3.95		6.46		6.18	
人工林がある農家林家数割合	%	75.2		82.5		81.4	
過去1年間に育林 作業をした農家林 家・割合	植林作業	5,740戸	10.5	426戸	15.1	278戸	19.1
	下刈りなど	18,966	34.7	1,118	39.7	588	40.3
	販売間伐	209	0.4	15	0.5	4	0.3
	切捨て間伐	3,140	5.7	247	8.8	152	10.4
過去1年間に林産 物を販売した農家 林家・割合	用材	1,872戸	3.4	87戸	3.1	35戸	2.4
	ほだ木用原木	330	0.6	27	1.0	19	1.3
	林野特産物	328	0.6	8	0.3	6	0.4

2. 対象地域の概況

1980年現在の仁多町農林業の概況を表一に示した。

仁多町は、総土地面積17,706haのうち林野が88%を占め、農地では稲作と肉用牛を主作物とする山村である。人口は9,961人、就業者構成は5,704人のうち第1次産業40%、第2次29%、第3次31%であり、第1次産業中林業のシェアは僅か1.4%に過ぎない。

世帯での農家率は64%(専業6%、第1種兼業26%、第2種兼業68%)と大きい。

3. 林業の現況

1) 資源構造——森林は15,516ha、ほとんどが民有林である。人工林率は30.1%と低く、しかも人工林の齢級構成は10年生以下の林48%、11～30年生林47%で、保育が必要な森林が95%と大部分を占める。樹種別にはスギ36%、ヒノキ21%、マツ44%である。

林道密度は2.3m/haと低く、林業基幹的施設の整備は遅れている。

2) 所有構造——林業事業体数は1,744、うち94%が農家林家(以下林家という)であり、森林の80.5%を所有している。林家1戸当りの保有山林面積は6.2ha、林家のうち81%は人工林を保有しているが、その面積は1戸当たり2.5haと狭い。

3) 林業労働——林業従事農家世帯員数は861人、うち150日以上従事者は約9%、雇われ林業従事者は24%(206人)と多い。雇われ先は99.5%が森林組合である。町内には14の素材生産業者・造林業者が存

在し、労務班が30班、251人の労務者が属する。

4) 林業生産活動——造林面積は、昭和54年年間257haで、森林面積比1.8%である。

林家の林業生産活動は、昭和54年1年間において、保有山林に育林作業を実施した林家の割合で見ると、植林19%、下刈りなど40%、販売間伐0.3%、切り捨て間伐10.4%であり、手入れが必要な人工林が多い割に間伐実施率が低い。

林産物販売林家は僅か57戸、3.9%に過ぎず、この面での活動も低調である。

なお、造林面積257haのうちおよそ90%は森林組合に作業委託されている。

4. 個別経営の特性

保有山林面積1ha以上の林家について経営特性を調べた。結果を表二、図一に示す。

1) 保有山林規模——1,202戸中1～5haの階層が61%と過半数を占め保有面積は零細である。50ha以上保有林家は0.4%と極めて少ない。

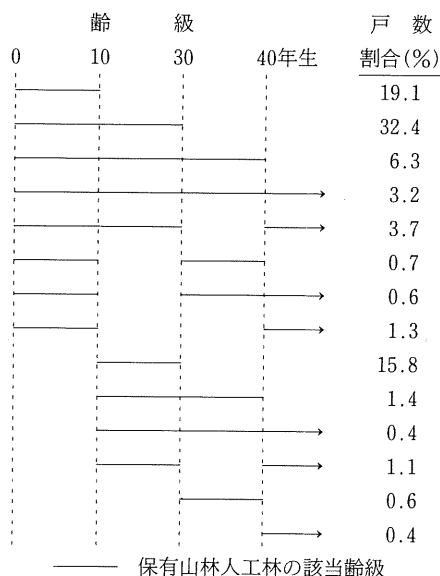
2) 人工林——保有山林規模別の人工林率は、規模が大きくなる程人工林率は大きくなる傾向がある。

専業別では兼業農家の人工林率が全体に高い。第1種兼業と第2種兼業間では差はみられない。

3) 保有山林の齢級構成——各林家の保有人工林の齢級構成をみると、全体の3%、67%の林家が、保育を必要とする30年生以下の人工林しか保有していない。逆に、間伐ないし全伐で収穫が可能な人工林

表一 林家の生産活動

		保有山林規模 (ha)							計
		1～5	5～10	10～20	20～30	30～50	50～100	100以上	
林家数 (戸)		734	311	121	22	9	3	2	1,202
人工林率別林家割合	なし	%	%	%	%	%	%	%	%
	10%未満	17.6	7.1	2.4	4.5				12.9
	10～20%	8.7	10.6	7.4	9.1	11.1			9.1
	20～40%	16.6	12.9	9.9	4.5	11.1		50.0	14.7
	40～60%	22.2	29.3	29.8	18.2	33.3	33.3		24.8
	60～80%	18.3	21.2	28.1	27.3	33.3			20.2
	80%以上	10.2	13.5	14.0	13.6	11.1	33.3		11.6
平均人工林率 (%)		6.4	5.5	8.3	22.7		33.3	50.0	6.7
		31.6	36.2	42.1	50.2	36.7	63.3	52.5	34.4
育林林家割合	植林	17.6	25.1	34.7	31.8	33.3	33.3	50.0	21.7
	下刈りなど	37.3	53.1	63.6	50.0	44.4	66.7	100.0	44.5
	販売間伐	0.1		0.8	4.5				0.2
	捨間伐	9.8	14.1	21.5	13.6		66.7	50.0	12.3
林産物販売林家割合	販売した	2.3	5.1	10.7	18.2	22.2		50.0	4.4



図一 林家の年齢構成

を有する林家は、それを31年生以上としても、16%に過ぎない。

4) 林家の世帯構成——1戸当り平均世帯員数は4.6人、後継ぎのある林家は45%である。

世帯構成を、世帯主を中心にその親及び子供との組合せて類型化した。仁多町では、「世帯主+親」型の世帯が401戸、33.4%で最多、しかし、この世帯には後継ぎはない。次いで三代世帯（世帯主+親+子供、27.4%）、「世帯主+子供」型（26.3%）である。両類型とも約22%の林家に後継ぎがいる。

5) 家族の就業状況——世帯員全体5,559人、1世帯平均4.6人のうち、林業に従事した人は777人（14%）、1戸当り0.6人である。

その状態は、「自分の山の仕事に従事」が77%、「雇われ」23%（178人）である。働いた日数では年間150日以上従事者は62人（1.1%）である。

世帯類型別では、世帯主+子供型の林家に林業に従事した人の割合が高い。

6) 保有山林への労働投下とその態様——保有山林に労働投下を行った林家は、前述のとおり、全体では植林22%、下刈りなど45%、販売間伐0.3%、切捨て間伐12%である。それらを自家労働で行った割合は、植林で81%、下刈りなど84%、販売間伐50%、切捨て間伐90%であり、10割委託・請負わせは植林13%、下刈りなど10%、販売間伐50%、切捨て間伐6%と自家労力による生産活動が多い。

専業別では第1種兼業農家が、世帯構成類型では

「世帯主+子供」型が生産活動に積極的であり、自家労力による作業割合も高い。

7) 林産物の販売とその態様——さきに述べたように、林産物を販売した林家は54戸、割合にして5%に満たない。

階層別には、保有山林規模が大きくなる程販売林家の割合が高い。専業別では専業2.9%、1兼6.3%、2兼6.3%と、ここでも第1種兼業農家の活動が盛んである。世帯構成別では類型間に大きな差異はない。

販売した林家の戸数が少ないためか、用材の素材・立木売り、しいたけ原木等項目間の差異も顕著でなかった。

5. 問題点と組織化モデル

1) 仁多町林業における問題点

- ①平均保有面積6.2haと所有構造が零細。
- ②人工林が少なく、しかも若齢林が多い。
- ③木材価格の低落から林業生産活動が低迷している。

- ④大部分の林家にとって経営の主体である農業経営が低迷している。

仁多町の基幹作物である米と和牛の昭和50年→60年の動向をみると、米の生産量は4,530t→3,170t、肉用牛飼育頭数2,920頭→2,480頭といずれも減少している。

- ⑤農家林家において、木材価格の低落、生産コストの上昇等による実収入の目減りから「伐り控え」、長伐期経営指向が強い。そのため、これまで以上に森林の財産保有的性格が強まり、木材生産=伐採・更新という林業生産活動はますます低迷運行となっている。

- ⑥このような各林家経営の低滞によって、地域における木材生産、木材の動き即ち集積加工、それらに伴う就労など林業経済機能が鈍化し、それが林家に影響する、という悪循環の状態を呈している。

2) 組織化モデルの設定

間伐推進をきっかけとする地域林業の振興を目標とする行政ないし組織主導型モデルを設定する。

当地方の林業は薪炭林経営を主体として展開してきた。昭和30年代における薪炭需要の激減以降、林種転換による人工林造成が盛んとなる。したがって製材用材生産による林業を展開する基盤である人工林は若齢林が多く、いわゆる資源の成熟度は低い。加えて、散居型集落を形成し、一口に「因循姑息」に形容される消極型の生活態度がある。

このような要因から、生産主導型ないし市場主導

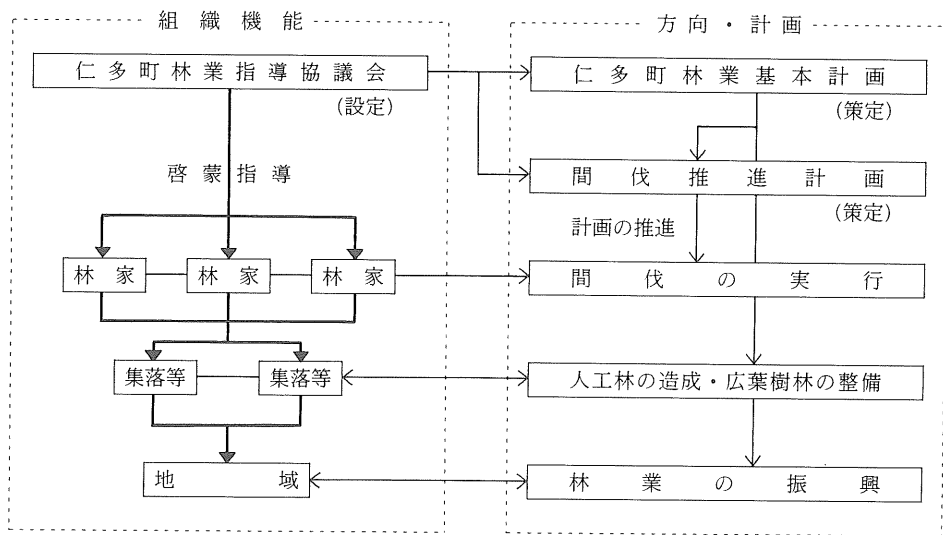


図-2 組織化モデルのイメージ

型の地域林業の展開²⁾は難しいものと判断した。

モデルは、とくに間伐推進段階では「地域林業振興主体」による経営主体の育成方式とする。それによって各林業，地域における林業経営のウエイトが再認識・再評価されるようになり，林業全体の振興を展開する段階に到達した時点では，農業におけるいわゆる新島根方式³⁾に見られるような集落等の林家による自主・自律計画にもとづく林業振興に切替えてはならない。

※島根県農業振興対策，集落住民の自主的な話し合いにより集落の方向づけを行うことから農業集落の一体的向上をはかり，それを条件にして農業の振興をはかろうとするもの。

6. モデルを実現化するための諸要件とその整備の方向

1) 地域林業の展開方向の明確化

①企画指導機能組織の設定——一体化した意志をもつ地域林業振興主体たる協議会は，理事会等各機関管理運営者の組織のもとに，計画の策定作業，育成活動に十分従事できる組織を置くなど機能集団に構成することが必須条件となる。

②基本計画の策定——林地利用，林業経営類型，施業の方向と施業技術体系，森林計画目標と生産基盤の拡充等に関する計画と林業労働力対策，木材の生産・流通加工に関する方向等についての構想と計画を策定する。

中心となる林業経営類型については，林家カード（地域林業整備育成対策事業，昭和59年度計画策定）

の利用，保育山林面積・人工林率による大区分に，林家の意向，森林の運営方法等を加味しながら，地区別，対象林家別，類型林家群ごとに目標経営類型を策定する。

③間伐推進計画の策定——経営類型ごとに，間伐量，収支，必要労務量等を計画するとともに積み上げによる地区及び町全体の事業量，必要労働量等を計画する。

2) 林家自体の意欲の再起を促す積極的行動

①育成活動——町，森林組合，農林事務所関係機関の指導普及体制の整備。

②経営類型推進モデル林家の設置——「間伐が自己負担なしでできた」「間伐で収入があった」等の事例づくり，それによる周辺林家への刺激。

3) 経営組織再編を可能とする条件づくり

第1段階の間伐推進に関してとくに，

①技術指導——間伐に関して当地域においては経験が少なく，技術レベルも低い。したがって，協議会による具体的な且つ実際的な技術指導が必要。

②資金，労働分担，市場対応策等諸条件の整備。

参考文献

- 1) 紙野伸二：地方林政の課題，303pp，日本林業技術協会，東京，1982
- 2) 長谷山俊郎：「地域農業」と「住田方式」〔1〕，農業および園芸54；16～22，1979
- 3) ——：同上〔2〕，同上54；32～34，1979

論文

島根県産精英樹の特性（II）

——ヒノキ精英樹クローンのさし木発根性——

福 島 勉

Some Silvicultural Characteristics of Plus-Trees in Shimane Prefecture (II)

—Differences of Rooting Ability among Clones of *Chamaecyparis obtusa*—

Tsutomu FUKUSHIMA

要 旨

、ヒノキ精英樹10クローンのさし木発根に及ぼすインドール酪酸（IBA）の効果を比較検討した。いずれのクローンでもIBA処理によって発根率が高まり，根重量が増加した。

各クローンは，IBA処理方法別効果の程度によって3群に分けられた。①溶液浸漬または粉衣の単用で十分——2クローン，②浸漬または粉衣の単用でもよいが，浸漬後の粉衣併用による効果大——6クローン，③浸漬後の粉衣必要——2クローン。

I はじめに

ヒノキは結実の豊凶差が大きく，計画的苗木生産の障害となる。ヒノキ苗の安定した供給を期するために，低台採穂園方式によるさし木育苗の事業化が試みられている^{1,2,4,5,7)}。さし木増殖によれば，母樹の優良な遺伝形質をそのまま継承できるので，育種的意義が大きい。また，ヒノキのさし木造林木は実生造林木に比べて根元曲りが小さく，徳利病が発生しにくい^{9,13)}。一方，多くの樹種で，さし木の発根促進にインドール酪酸（以下IBAと記す）の効果が認められている^{8,10)}。筆者は1981～85年，ヒノキサシ木増殖の基礎資料を得るため，島根県産ヒノキ精英樹クローンのさし木発根性に及ぼすIBAの効果を比較検討したので報告する。なお，本報の一部は第35回日本林学会関西支部大会で発表した⁹⁾。

II 材料と方法

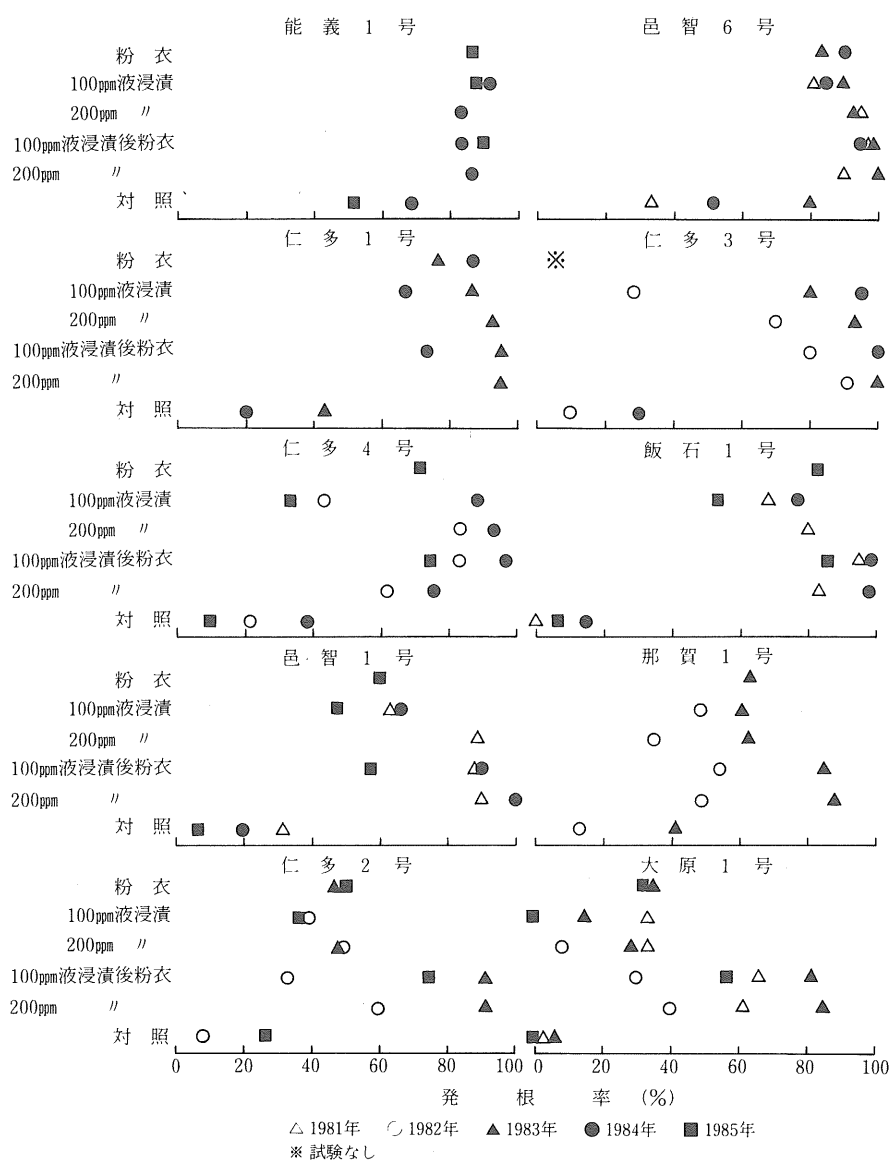
飯石郡吉田村の県有林（旧林業研修所演習林）に生育しているヒノキ精英樹の接ぎ木20～25年生木からさし穂を採取した。供試クローンは表-1に示す10クローンで，1981～85年に各年4～7クローンずつ供試した。樹冠下部の普通枝を採取して，八束郡

宍道町の島根県林業技術センターへ持ち帰り，流水に浸漬した。採穂翌日，さし穂長約20cmとして，その基部1/3～1/2の針葉を除去し，また切り口をだ円形に穂づくりした。さし付け前に，次のIBA6処理のうち，各年4～6処理行った。

- ① IBA 1%粉剤を粉衣。
- ② IBA 100ppm溶液に浸漬。
- ③ IBA 200ppm溶液に浸漬。

表-1 各年の供試クローン

クローン	1981	1982	1983	1984	1985
能義1号				○	○
大原1号	○	○	○		○
仁多1号			○	○	
〃 2号		○	○		○
〃 3号		○	○	○	
〃 4号		○		○	○
飯石1号	○			○	○
邑智1号	○			○	○
〃 6号	○		○	○	
那賀1号		○	○		



図一 1 インドール酪酸処理によるさし木の発根率

- ④ IBA 100ppm溶液に浸漬後、IBA 1%粉剤を粉衣。
- ⑤ IBA 200ppm溶液に浸漬後、IBA 1%粉剤を粉衣。
- ⑥ 水に浸漬 (対照)。

浸漬処理では、さし穂基部約 3 cm を溶液に約 20 時間浸漬し、また粉衣処理では、さし付け直前にさし穂基部約 1 cm に粉剤を粉衣した。さし付け本数は各処理 30 本で、2 回反復とした。各年 4 月 17~22 日、当センターガラス室内の真砂土にさし付けた。

ガラス室内は黒色網で相対照度約 45% に遮光した。かん水はさし付けから 9 月中旬までミスト装置によって行った。1981・82 年は 60 分間隔で (乾燥時は朝夕 2 回、水道ホースによるかん水を加えた)、また 1983~85 年は 30 分間隔 (乾燥時は 20 分間隔) で 15~30 秒間噴霧した。かん水時間は 8:00~17:00 を原則としたが、乾燥状態や日長時間に応じて 6:00~19:00 に延長した。9 月中旬以降は床土が乾燥しない程度に適宜かん水した。

さし付け当年 12 月~翌年 2 月、さし穂を掘り取り、

生存と発根の有無を調査した。また、1983・'84年には根の乾燥重量を測定した。

III 試験結果

さし穂の生存率は80%以上で、クローン間、処理間および試験年間に差は認められなかった。各クローンの発根率（生存し、かつ発根した本数の割合）は図-1に示した。対照区の発根率は、能義1号と邑智6号が最高70~80%であったが、その他のクローンでは45%以下であり、とくに大原1号は10%以下ときわめて低率であった。これに対して、IBA処理区では、能義1号と邑智6号が80%以上で、しかも処理区間に明らかな差が認められなかった。仁多1号・3号・4号、飯石1号、邑智1号および那賀1号は溶液浸漬・粉衣単用区で最高60~90%を、そして浸漬後粉衣を併用した場合には最高85%以上の発根率を示した。一方、仁多2号と大原1号は溶液浸漬・粉衣単用区で50%以下の発根率に過ぎなかったが、浸漬と粉衣の併用区では最高80%以上に達した。

IBAの濃度効果を比較すると、最高を示した発根率の場合、溶液浸漬単用区、浸漬と粉衣併用区とも、100ppm区と200ppm区との差は仁多4号と邑智1号の各1例を除いて10%以内であった。また、IBA粉剤粉衣単用は溶液浸漬単用とほぼ同程度の発根率

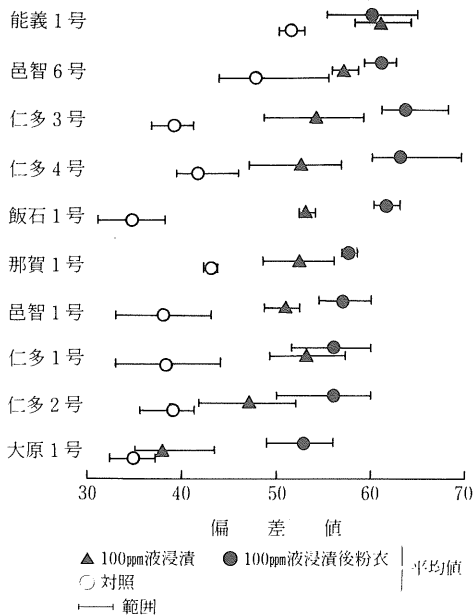


図-2 偏差値による供試クローンの発根率比較

であった。

いずれの試験年にも設定した100ppm液浸漬単用、100ppm液浸漬と粉衣併用区および対照区の3処理区について、試験年別に発根率の分散分析をした。その結果、処理間とクローン間に、また1983・'84年は処理とクローンの交互作用にも有意差が認められた。

これら3処理区における供試クローンの発根率の偏差値を図-2に示した。能義1号と邑智6号は溶液浸漬で十分な発根促進効果が得られ、仁多4号など6クローンは溶液浸漬で発根率が高められるが、粉衣との併用によってさらに高められることを、また仁多2号と大原1号の発根率を高めるには、溶液浸漬と粉衣併用処理の必要があることを示す。次に、試験年間の発根率の変異を検討するために、これら3処理区の発根率を平均した値について、各年の偏差値を算出した。図-3に示すように、1983年は各クローンとも良好であったが、1982・'85年は不良であった。なお、かん水方法の違いとの間には関係が認められなかった。

発根したさし穂1本当たりの根の乾燥重量は80~520mgであった。根重量を対照区に対する指数で表わすと、図-4に示すように、各クローンともIBA処理によって根重量が増加した。しかし、その程度はクローンによって異なり、邑智6号と那賀1号は全処理区で指数150以下であったが、能義1号など8クローンは最も増加した処理区で指数200~400に達した。また、処理方法別の効果を比較すると、仁多1号と大原1号は処理区間の指数差が約200と大きく、とくに100ppm液浸漬と粉衣併用区の指数が大

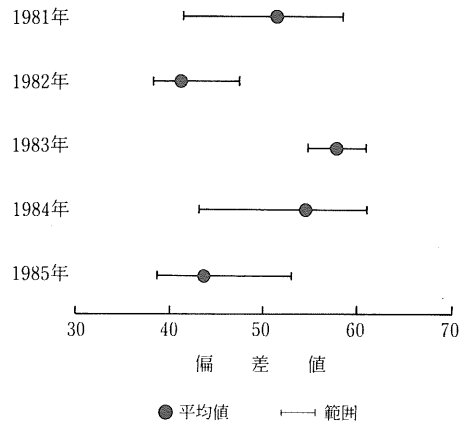


図-3 偏差値による各試験年の発根率比較

であったが、他の8クローンは処理区間の指数差が100以内に留った。

IV 考 察

本試験に供したヒノキ精英樹10クローンのさし木発根率はIBA処理によって高められたが、各クローンはその処理方法別の効果の程度によって、つぎの3群に大別できた。

①無処理でも発根率が高く、溶液浸漬または粉剤粉衣によってさらに高められるクローン——能義1号と邑智6号。

②溶液浸漬または粉剤粉衣によって発根率が高められるが、浸漬後の粉衣併用によってさらに高められるクローン——仁多1号・3号・4号、飯石1号、邑智1号および那賀1号。

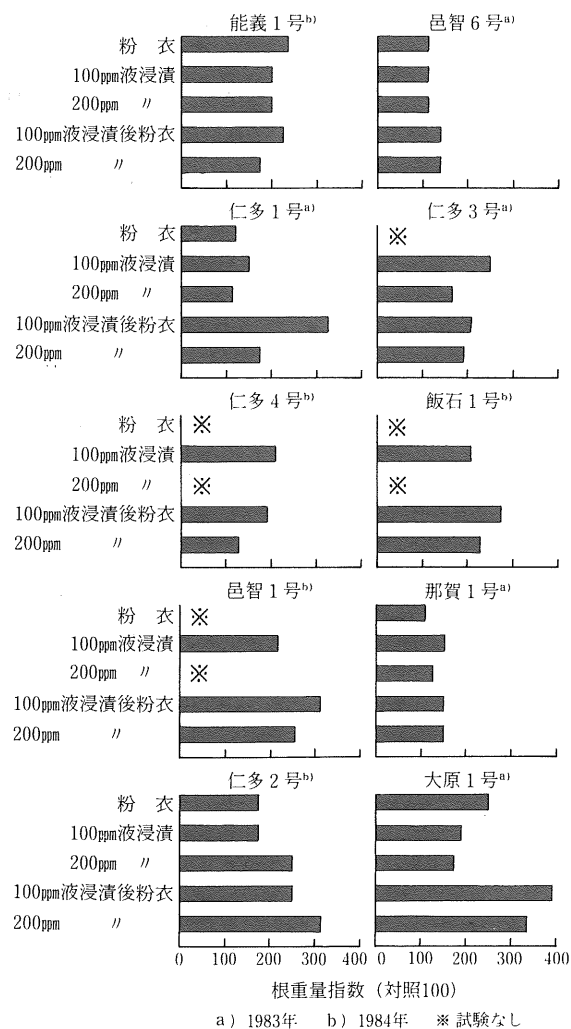
③発根率を高めるには溶液浸漬後の粉剤粉衣併用処理が必要なクローン——大原1号と仁多2号。

長浜¹¹⁾は、ヒノキのさし木で、IBA溶液の濃度を比較したが、100ppm、500ppmおよび1000ppmの間に発根率の明らかな差が認められなかった。また、スギでは、100ppmは50ppmに比べて発根率が高められたが、100ppmと150ppmでは大差なかった^{9,14)}。本試験では、100ppmと200ppmを比較したが、100ppmの濃度で十分な効果が得られた。なお、試験年によって発根率に差があったが、この原因を明らかにし、発根率を安定させる必要がある。

IBA処理によって根重量の増加も認め、とくに溶液浸漬後の粉衣併用処理によって著しく増加するクローンのあることが注目された。しかし、多くのクローンでは、処理方法別の効果に明らかな差は認められなかった。

普通枝は萌芽枝に比べて発根能力が低く、また樹齢を経るにつれ発根能力が低下する^{8,10)}。本試験に供したヒノキ精英樹は選抜時32~50年生で、さらに接ぎ木後20~25年経過していた。しかも、普通枝をさし付けたにもかかわらず、無処理でも発根良好なクローンがあることが注目された。

ヒノキのさし木には枝性が現われやすく、芯の立ちにくいことがあると指摘されている^{15,16)}。一方、採穂台木を仕立て、萌芽枝をさし木したものは芯立



図一4 さし穂の根重量

ちの良好なことが報告されている¹²⁾。本試験終了後、一部の苗を床替えして観察したところ、発根不良なクローンに枝性が多く現われる傾向があった。したがって、ヒノキのさし木増殖実用化には、発根を増加させるだけでなく、枝性を改良する必要もある。

引用文献

- 1) 藤本吉幸：ヒノキ精英樹のさし木養苗——事業化の可能性——。林木の育種124：27~28, 1982
- 2) 福島 勉：島根県におけるヒノキサシ木苗生産の一例。林木の育種132：36, 1984
- 3) ——：ヒノキサシ木の発根に及ぼすインドール酪酸処理の効果。日林関西支講35：99~101, 1984

- 4) 橋詰隼人・谷口紳二：低台式採穂園方式によるヒノキ優良木家系の挿木増殖および挿穂の生理的齢と挿木の発根性との関係に関する二、三の研究。鳥大演報13：1～17, 1981
- 5) 上蘭 晃：ヒノキサシ木育苗と造林成績。緑化と苗木37：6～10, 1982
- 6) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会：精英樹クローンのサシキ発根性調査と発根率向上のための共同試験, 55pp, 1974
- 7) 前橋康夫：新しいヒノキのさし木育苗法, 17pp, 鳥取県農林水産部, 1982
- 8) 町田英夫：さし木のすべて, 261pp, 誠文堂新光社, 東京, 1974
- 9) 宮島 寛：ヒノキ栄養系の育成に関する基礎研究。九大演報34：1～164, 1962
- 10) 森下義郎・大山浪雄：造園木の手引／さし木の理論と実際, 367pp, 地球出版, 東京, 1972
- 11) 長浜三千治：ヒノキの挿し木における母樹生長点組織の加齢(老化)による発根率と生長の低下。福岡林試研究時報32：1～15, 1987
- 12) 鬼塚 勇：ヒノキサシ木について。林木の育種129：9～11, 1983
- 13) 大山浪雄・中島精之：ヒノキサシ木造林木の樹幹形質。日林関西支講36：137～140, 1985
- 14) 佐々木正臣：スギさし木の発根率向上に関する試験(主としてホルモン処理の発根におよぼす影響について)。広島林試研報6：1～32, 1971
- 15) 塩川 彰：ヒノキのさし木造林の夢と疑問。林木の育種127：24～26, 1983
- 16) 戸田忠雄・藤本吉幸：ヒノキのさし木に関する研究(I) 精英樹クローンのさし木発根性。日林九支研論36：129～130, 1983

Some Silvicultural Characteristics of Plus-Trees in Shimane Prefecture (II)

—Differences of Rooting Ability among Clones of *Chamaecyparis obtusa*—

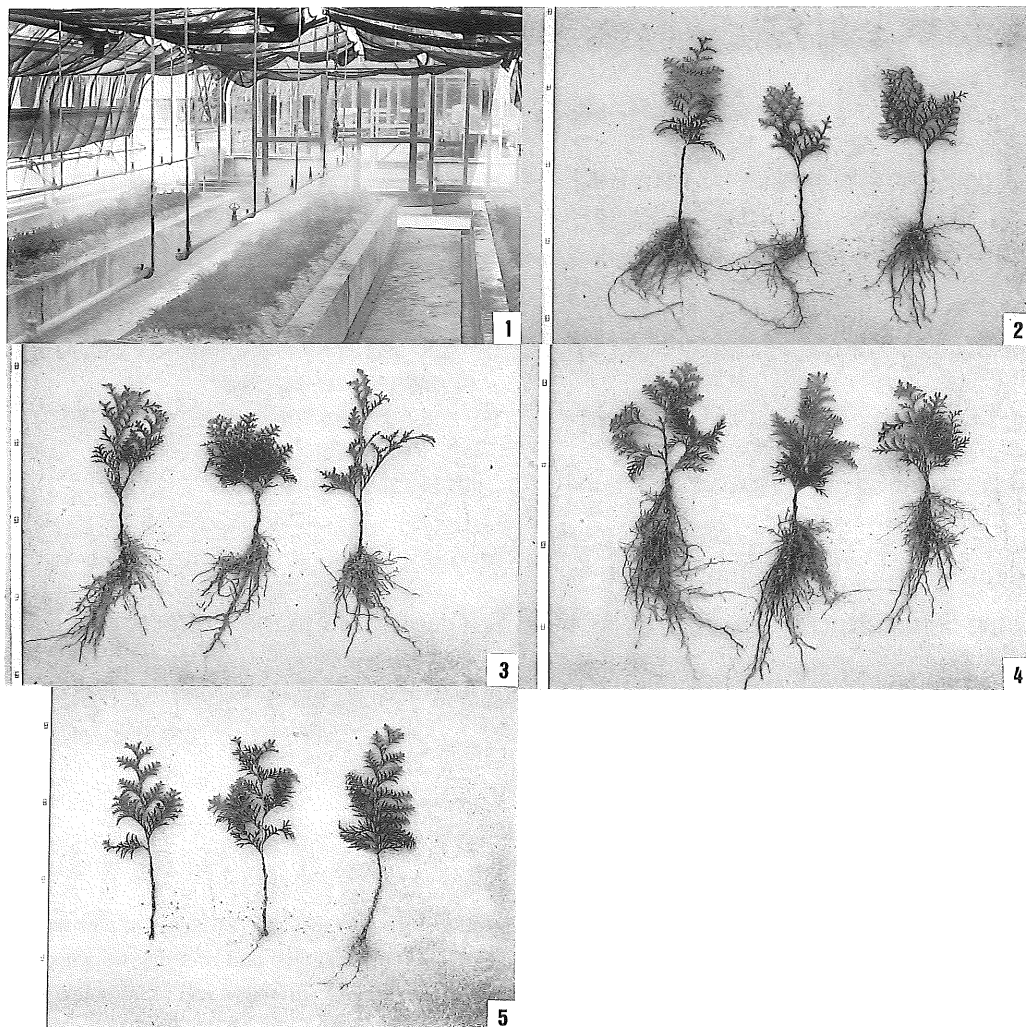
Tsutomu FUKUSHIMA

Summary

Effects of indolbutyric acid (IBA) were examined on rooting ability of cuttings. Ten clones of plus-trees of *Chamaecyparis obtusa* were utilized in the experiments. Rooting percentage and root dry weight per rooted cutting were promoted by IBA treatments in all clones examined. Effective and practical treatments in various clones were as follows:

- (1) Even only soaking or dust coating was effective……for two clones.
- (2) Dust coating after soaking promoted the effect compared with only soaking or dust coating ……for six clones.
- (3) Dust coating after soaking was necessary to promote the rooting ……for two clones.

写 真



1, さし床

2~5, 仁多1号のさし木発根, 2: IBA 1% 粉剤粉衣

3: IBA 100ppm 溶液浸漬

4: // 後粉衣

5: 対照

論文 針葉樹苗ペスタロチア病の薬剤防除試験

周藤靖雄・金森弘樹

Chemical Control of Pestalotiopsis Needle Blight of Coniferous Seedlings

Yasuo SUTO and Hiroki KANAMORI

要 旨

1. ペスタロチア病に対する薬剤防除試験を、鉢植えしたヒノキとスギの2年生苗を用いて行った。
2. 病原菌接種直前各種薬剤を散布して効果を比較した結果、ダイホルタン剤、スルフェン酸系剤、チオファネートメチル剤およびベノミル剤は卓越した防除効果を示した。
3. 安定した顕著な予防効果は、ベノミル剤の高濃度液を接種1週間前に散布した場合であった。
4. チオファネートメチル剤とベノミル剤は接種2～5日後に散布した場合でも顕著な治療効果を示したが、この場合きわめて低濃度の薬液散布でも効果を収めた。この治療効果は接種後薬剤散布までの期間が短いほど高かった。
5. 実用的防除法としては、チオファネートメチル剤またはベノミル剤の2,000～3,000倍液を強風、苗木の輸送、虫害などで苗木が傷付いた直後に散布することを推奨した。

I はじめに

Pestalotiopsis 属菌*によってスギ、ヒノキ、マツ類など針葉樹の針葉や小枝が侵されるペスタロチア病は、従来島根県下の林業苗畑でもしばしば被害を与えてきた。近年ヒノキ育苗量が増大したのに伴って、ヒノキは本病に感受性であるためその発生が目立つ^{8,9)}。本病原菌は苗木に付いた傷から組織内に侵入してこれを発病させる^{2,3,10)}が、実際苗畑では台風などの強風、苗木の輸送、ウリハムシモドキの食害に伴って激発した。

本病防除には、古くからボルドー液など銅剤の散布が推奨されてきた^{4,5,16)}。しかし、その試験報告は見当たらない。適切な防除法の普及には科学的実証に

* 従来 *Pestalotia* と呼ばれてきた属名は、*Pestalotiopsis* とするのが適当である。本邦産の針葉樹に寄生する主要種は *P. neglecta*, *P. foedans* および *P. glandicola* の3種である。(日菌会報投稿予定)

基づく必要があると考え、一連の防除試験を行った。なお、試験結果の一部はすでに速報した¹¹⁻¹⁴⁾。

II 試験方法

試験は1982～87年、島根県八束郡宍道町の島根県林業技術センター構内で実施した。供試苗木はヒノキを主とし、試験によってはスギも加えたが、いずれも1回床替2年生苗である。径30cmの素焼製植木鉢に5本ずつ植付けた。試験区を反復する意味で各区に3鉢(15苗木)用いたが、試験によっては1鉢(5苗木)しか用いなかった。

供試薬剤は表-1に示した。湿展性展着剤(商品名：特製リノール)を薬液1ℓ当たり0.2ml添加して、手動式噴霧器によって1鉢当たり50ml散布した。

薬剤散布後または散布前に、病原菌を接種した。接種直前、4-2)の試験では接種6、14日前にも、苗木の枝葉を目の細かいサンドペーパーで軽くこすって傷を付けた。供試菌はヒノキ病葉上分生孢子から分離した *P. glandicola* (CAST.) STEY. (菌株番

号：P-7)である。接種源となる本菌の分生胞子を多量得るために、つぎの培養法¹⁰⁾を採用した。培地：ジャガイモ・しょ糖寒天培地、温度・光条件：25°C・暗黒下（3日間）→20°C・ブラックライト蛍光灯照射下（7日間）。形成した胞子を収集して無菌水に加え 8×10^5 / ml の懸濁液を調整し、展着剤として Tween #20 を微量添加した。これを 1 鉢当たり 17~20ml 苗木全体に噴霧した。接種後 2 日間苗木をポリエチレンシートで覆い湿気を保った。

結果の調査は普通接種15日後、3-1)の試験では20日後に行った。各苗木の病斑数を数え、つぎの

発病指数を与えた。

発病を認めない：0
 病斑数 5 個以下：0.5
 // 6~10個：1
 // 11~20個：2
 // 21~30個：3
 // 31個以上：4

各試験区の発病指数はつぎの式で求めた。

$$\frac{0 n_0 + 0.5 n_{0.5} + 1 n_1 + 2 n_2 + 3 n_3 + 4 n_4}{N}$$

$n_0, n_{0.5}, n_1, n_2, n_3, n_4$: 発病指数 0, 1, 2, 3, 4 の苗木

表-1 供 試 薬 剤

一般名, 濃度	商品名, 稀釈倍率
無機銅剤	
ボルドー液, 4-4式	
塩基性塩化銅剤, 1,900ppm	クラブビットホルテ, 400倍
塩基性硫酸銅剤, 1,500ppm	Zボルドー, 400倍
水酸化第二銅剤, 1,600ppm	コサイド水和剤, 500倍
有機銅剤	
有機銅剤, 800ppm	キノンドー水和剤, 500倍
有機硫黄剤	
マンネブ剤, 1,900ppm	マンネブダイセンM水和剤, 400倍
有機塩素剤	
TPN剤, 1,500ppm	ダコニール, 500倍
有機ヒ素剤	
有機ヒ素剤, 70ppm	モンキッド液剤, 1,000倍
ダイホルタン剤	
ダイホルタン剤, 1,400ppm	ダイホルタン水和剤, 600倍
オーソサイド剤	
オーソサイド剤, 2,000ppm	オーソサイド水和剤80,400倍
スルフェン酸系剤	
スルフェン酸系剤, 1,300ppm	ユーパレン水和剤, 400倍
ベンゾイミダゾール系剤	
チオファネートメチル剤, 700* ^{a)} , 350, 230, 140, 70ppm	トップジンM水和剤, 1,000*, 2,000, 3,000, 5,000, 10,000倍
ベノミル剤, 500*, 250, 170, 100, 50ppm	ベンレート水和剤, 1,000*, 2,000, 3,000, 5,000, 10,000倍
トリアジン剤	
トリアジン剤, 1,300ppm	トリアジン水和剤50, 400倍
農薬用抗生物質剤	
プラストサイジンS剤, 20ppm	プラストサイジンS乳剤, 1,000倍
ポリオキシシン剤, 200ppm	ポリオキシシンAL水和剤, 500倍

a) 1, 2 の試験 (表-2, 3, 4) での濃度。

数, N:全苗木数。

試験区間の発病程度の差については, その有意差(危険率5%)をDUNCANの多重検定法によって検討した。

III 試験結果

1. 各種薬剤の防除効果

1) 各種薬剤の防除効果

14種類の殺菌剤を供試して, 1982, '83年にそれぞれヒノキ, スギについて試験した。

表一2に示すように, ヒノキ, スギとも同様な結果を得た。対照区では発病を接種7日後から認め, その後病勢が急速に進展してきわめて激しく発病した。(以下の試験でも, 対照区では病徴発現を接種5~7日後に確認した。) 薬剤を散布した各区の発病程度は, ①きわめて軽微: ダイホルタン剤, スルフェン酸系剤, チオファネートメチル剤およびベノミル剤, ②軽微: マンネブ剤, TPN剤およびキャプタン剤, ③対照区と同程度に激発: ボルドー液, 塩基性硫酸銅剤, 有機銅剤, 有機ひ素剤, トリアジン剤

およびポリオキシシン剤——の3群に分けられた。プラスチックサイジンS剤区では薬害が発生して, ヒノキでは枝葉が褐変して1か月後には苗木が枯死し, スギでは針葉が淡緑に退色した。

2) 各種銅剤の防除効果

従来本病の防除に散布が推奨されてきた銅剤は1)の試験で効果を認めなかったが, さらに2薬剤を追加して効果を検討した。1983年, ヒノキとスギについて試験した。

表一3に示すように, ヒノキ, スギとも同様な結果を得た。いずれの銅剤の散布区でも対照区と同程度に激しく発病した。なお, 対照薬剤として供試したダイホルタン剤とチオファネートメチル剤区では, 発病を認めないかきわめて軽微に発病したに過ぎなかった。

2. 4種類の薬剤の予防・治療効果

1-1)の試験で卓越した効果を示した4種類の薬剤——ダイホルタン剤, スルフェン酸系剤, チオファネートメチル剤およびベノミル剤について, 病原菌接種前散布による予防効果と接種後散布による

表一2 各種薬剤の効果比較

薬 剤	発 病 指 数	
	ヒノキ	スギ
ボルドー液	2.5 ^{a)}	2.8 ^{b)}
塩基性硫酸銅剤	3.7	2.8
有機銅剤	3.4	2.4
マンネブ剤	1.1	0.9
TPN剤	1.0	0.4
有機ひ素剤	3.9	2.6
ダイホルタン剤	0.3	0.1
キャプタン剤	1.0	0.8
スルフェン酸系剤	0.3	0.1
チオファネートメチル剤	0.1	0.2
ベノミル剤	0.1	0.1
トリアジン剤	3.5	0.9
プラスチックサイジンS剤	* ^{c)}	*
ポリオキシシン剤	4.0	1.2
対 照 (無散布)	3.9	3.2

a) 3試験区の平均値。同一英字を付した値間にはDUNCANの多重検定による5%有意差がないことを示す。

b) 1試験区のみ値。

c) 薬害発生。

表一 3 各種銅剤の効果比較

薬 剤	発 病 指 数	
	ヒ ノ キ	ス ギ
ボ ル ド ー 液	3.8 ^{a)}	3.8
塩 基 性 塩 化 銅 剤	4.0	4.0
塩 基 性 硫 酸 銅 剤	4.0	3.4
水 酸 化 第 二 銅 剤	3.6	3.8
有 機 銅 剤	3.4	3.6
ダ イ ホ ル タ ン 剤	0.1	0
チ オ フ ァ ネ ー ト メ チ ル 剤	0.1	0
対 照 (無 散 布)	3.3	4.0

a) 1 試験区のみ値。

治療効果を検討した。1983年、ヒノキとスギについて試験した。

表一 4 に示すように、ヒノキ、スギとも同様な結果を得た。対照区ではきわめて激しく発病した。これに対して、いずれの薬剤とも接種直前に散布した場合は発病をほとんど認めなかった。しかし、接種 25・19・12 日前に散布した場合は、ダイホルタン剤区で発病程度が軽微であったのを除いて、他の薬剤区では対照区と同程度に激しく発病した。一方、接種 2・5 日後に散布した場合は、チオファネートメチル剤とベノミル剤の両区では発病をほとんど認めなかった。しかし、ダイホルタン剤とスルフェン酸系剤の両区では、発病程度が対照区に比べて若干軽微であるに留まった。(写真一 1)。

3. 4 種類の薬剤の濃度別防除効果

1984年(試験一 1)には 2 で供試した 4 種類の薬剤について、また'85年(試験一 2)と'86年(試験一 3)にはうちチオファネートメチル剤とベノミル剤について、濃度別防除効果を検討した。供試苗木はいずれもヒノキである。各試験濃度に対して接種前と接種後にそれぞれ散布して、予防・治療効果の両方を検討した。

1) 試験一 1

表一 5 に示すように、対照区では激しく発病した。これに対して、接種 1 日前散布ではいずれの薬剤・濃度区でも発病程度がきわめて軽微であった。接種 3 日後散布でもチオファネートメチル剤とベノミル剤の両区では発病程度が接種 1 日前散布の場合と同

様にきわめて軽微に留まり、またダイホルタン剤とスルフェン酸系剤の両区でも発病が著しく抑制された。接種 17 日前散布ではベノミル剤を除く各薬剤散布区ではかなり激しく発病したが、接種 7 日前散布では 17 日前散布に比べていずれの薬剤・濃度区でも発病程度が若干軽微であった。ベノミル剤散布区では接種 17 日前・7 日前散布とも他の薬剤散布区に比べて発病程度が軽微であり、とくに 7 日前散布ではきわめて軽微に留まった。

2) 試験一 2

表一 6 に示すように、対照区ではきわめて激しく発病した。これに対して、接種 3 日後散布ではチオファネートメチル剤、ベノミル剤のいずれの濃度区でも発病程度が軽微であった。接種 7 日前散布ではベノミル剤のいずれの濃度区でも、またチオファネートメチル剤の 700ppm 区では発病程度が軽微であったが、同剤の 350、230ppm 区ではかなり激しく発病した。

3) 試験一 3

表一 7 に示すように、対照区ではきわめて激しく発病した。これに対して、接種 2 日後散布区ではベノミル剤のすべての濃度区とチオファネートメチル剤の 230ppm 以上の高濃度区では発病程度がきわめて軽微であり、チオファネートメチル剤の 140、70ppm の低濃度区でも軽微に留まった。一方、接種 7 日前散布ではベノミル剤の 500ppm 区で軽微であったのを除いて、他のいずれの区でも対照区と同程度に激しく発病した(写真一 2)。

表一 4 4 薬剤の散布時期別効果

散布時期	発 病 指 数							
	ダイホルタン剤		スルフェン酸系剤		チオファネートメチル剤		ベノミル剤	
ヒノキ								
接種 25 日前 散布	1.8 ^{a)}	b	3.3	d	3.5	d	3.3	d
〃 19 日前 〃	2.2	b	3.5	d	3.9	d	3.5	d
〃 12 日前 〃	2.2	b	3.3	d	3.8	d	3.9	d
〃 直 前 〃	0.1	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a
〃 2 日後 〃	2.0	b	3.1	c d	0.1	a	0.1	a
〃 5 日後 〃	2.0	b	2.4	b c	0.4	a	0.4	a
対 照(無散布)				3.8	d			
スギ								
接種 25 日前 散布	1.3 ^{b)}		2.0		2.0		2.1	
〃 19 日前 〃	1.4		2.8		2.4		2.4	
〃 12 日前 〃	1.0		2.8		2.4		3.0	
〃 直 前 〃	0.2		0.1		0.3		0.1	
〃 2 日後 〃	2.0		2.2		0.4		0.2	
〃 5 日後 〃	2.2		1.1		0.2		0.3	
対 照(無散布)				3.3				

a) 3 試験区の平均値。同一英字を付した値間には DUNCAN の多重検定による 5% 有意差がないことを示す。

b) 1 試験区のみ値。

表一 5 4 薬剤の濃度別散布効果

薬 剤	濃度 (ppm)	発 病 指 数							
		接種17日前散布		7 日前散布		1 日前散布		3 日後散布	
ダイホルタン剤	1,400	—————	1.4	bcdefg	0.6	abcd	—————	—————	
	700	1.8 ^{a)}	defgh	1.3	bcdefg	0.4	abc	0.5 abcd	
スルフェン酸系剤	1,300	2.3	fghi	0.7	abcde	0.4	abc	0.5 abcd	
	650	2.7	hi	1.7	bcdefgh	0.3	ab	1.2 abcdef	
チオファネートメチル剤	700	1.7	defgh	1.5	bcdefg	0.2	ab	0.1 a	
	350	3.1	i	2.0	fghi	0.3	ab	0.3 ab	
ベノミル剤	500	1.0	(abcdef)	0.3	(abc)	0.4	abc	0.1 a	
	250	1.5	(bcdefg)	0.2	(abc)	0.1	a	0.1 a	
対 照 (無散布)					2.9	hi			

a) 3 試験区の平均値。同一英字を付した値間には DUNCAN の多重検定による 5% 有意差がないことを示す。

表—6 2 薬剤の濃度別散布効果(1)

薬 剤	濃 度 (ppm)	発 病 指 数	
		接種 7 日前散布	3 日後散布
チオファネートメチル剤	750	1.3 ^{a)} a b	0.8 a
	350	2.4 b c	0.5 a
	230	2.9 c d	0.7 a
ベ ノ ミ ル 剤	500	0.3 a	0.7 a
	250	1.2 a b	0.8 a
	170	0.9 a	1.4 a b
対 照 (無散布)			4.0 d

a) 3 試験区の平均値。同一英字を付した値間には DUNCAN の多重検定による 5%有意差がないことを示す。

表—7 2 薬剤の濃度別散布効果(2)

薬 剤	濃 度 (ppm)	発 病 指 数	
		接種 7 日前散布	2 日後散布
チオファネートメチル剤	700	4.0 ^{a)} e	0.3 a
	350	3.9 e	0.4 a
	230	4.0 e	0.6 a b
	140	3.9 e	1.0 c
	70	4.0 e	1.1 c
ベ ノ ミ ル 剤	500	0.9 b c	0.4 a
	250	3.4 d	0.2 a
	170	3.9 e	0.2 a
	100	3.9 e	0.2 a
	50	3.7 d e	0.5 a
対 照 (無散布)			3.9 e

a) 3 試験区の平均値。同一英字を付した値間には DUNCAN の多重検定による 5%有意差がないことを示す。

4. チオファネートメチル剤とベノミル剤の適正散布法の検討

1) 治療効果発現可能な散布時期

2, 3 の試験結果から, チオファネートメチル剤とベノミル剤は接種 2~5 日後に散布しても顕著な治療効果を示したが, 接種時から薬剤散布時までの期間と防除効果との関係を再検討した。1986年, ヒノキについて試験した。

表—8 に示すように, 対照区ではきわめて激しく発病した。これに対して, 両薬剤区とも接種直前散布では無発病であり, 接種 2 日後散布では発病程度がきわめて軽微であった。しかし, 接種 4 日後散布ではチオファネートメチル剤区では軽微に発病したに留まったが, ベノミル剤区では中程度に発病し, 7・10 日後散布では両薬剤区とも対照区と同程度に激しく発病した。

表一 8 2 薬剤の治療効果検討

散布時期	発病指数			
	チオファネートメチル剤 (350ppm)		ベノミル剤 (250ppm)	
接種直前散布	0 ^{a)}	a	0	a
〃 2日後 〃	0.3	a b	0.2	a
〃 4日後 〃	0.8	b	2.1	c
〃 7日後 〃	3.2	c	3.5	d
〃 10日後 〃	3.9	d	3.9	d
対 照(無散布)			3.9	d

a) 3 試験区の平均値。同一英字を付した値間には DUNCAN の多重検定による 5% 有意差がないことを示す。

表一 9 防除効果に及ぼす薬剤散布前付傷

薬 剤 濃 度 (ppm)	発 病 指 数						
	接種14日前散布		6日前散布		直前散布		
薬剤散布前付傷							
チオファネートメチル剤	350	0 ^{a)}	a	0.2	a	0.2	a
	140	0	a	0.2	a	0.2	a
ベ ノ ミ ル 剤	250	0.1	a	0	a	0.4	a
	100	0	a	0.1	a	0.4	a
薬剤散布前無付傷 (接種直前付傷)							
チオファネートメチル剤	350	2.3	b c d e	2.4	c d e		
	140	2.7	d e	3.1	d e		
ベ ノ ミ ル 剤	250	2.1	c d e	1.8	b c d		
	100	2.6	d e	2.7	d e		
対 照 (無散布)		1.0	a b	1.3	a b c	3.3	e
		(接種14日前付傷のみ)		(接種6日前付傷のみ)		(接種直前付傷のみ)	

2) 予防効果に及ぼす薬剤散布前付傷の影響

2~4の試験でチオファネートメチル剤とベノミル剤が顕著な治療効果を示したのは、薬剤散布前の接種時の付傷が薬剤の苗木組織浸透を促進したことも推察した。そこで予防効果にも薬剤散布前の付傷が影響するか否かを検討した。1978年、ヒノキにつ

いて試験した。

表一 9 に示すように、対照区 (接種直前付傷) では激しく発病した。また、無傷で両薬剤を接種14、6日前にそれぞれ散布して接種直前に付傷した場合も、対照区と同程度に激しく発病した。一方、接種14、6日前に付傷して薬剤無散布の場合は軽微に発

病した。これに対して、接種14、6日前にそれぞれ付傷して両薬剤を散布した場合は、接種直前に付傷して薬剤散布した場合と同様に無発病または発病をほとんど認めなかった。

IV 考 察

本試験で、針葉樹苗ペスタロチア病防除に顕著な効果を取めたのは、ダイホルタン剤、スルフェン酸系剤、チオファネートメチル剤およびベノミル剤の4薬剤であった。ついで、マンネブ剤、TPN剤およびキャプタン剤の3薬剤が優れた効果を取めた。他の植物の *Pestalotiopsis* (*Pestalotia*) 属菌による病害防除に試験の結果有効とされた薬剤をみると、ブドウ・ペスタロチアつる枯病 (病原菌: *Pestalotia menezesinae*)⁷⁾にはダイホルタン剤と TUZ 剤(チウラム、ジラム、ウルバジッド各剤の混合剤)が、またチャ輪紋病 (病原菌: *P. longiseta*)¹⁾にはダイホルタン剤、チオファネートメチル剤、ベノミル剤、カスガマイシン剤、およびこれらいずれかを含む混合剤が有効と報告されている。これらのうちには本試験で本病に有効であった薬剤が3種類含まれる。

一方、わが国では昭和初頭から本病防除薬剤として銅剤の散布が推奨されてきた⁴⁾。また、アメリカ合衆国でも古くマツ類苗ペスタロチア病予防にボルドー液散布を有効と予測した報告¹⁰⁾がある。本試験では5種類の銅剤を供試したが、いずれも効果をまったく示さなかった。上記したブドウ・ペスタロチアつる枯病とチャ輪紋病の防除には、本病の場合と同様銅剤は効果をほとんど示さなかった。以前はボルドー液を主とする銅剤が殺菌剤の代表であり、その効果が過信されて、試験が実施されずに早急に実用が推奨されたものと推察する。

病原菌接種直前の散布で顕著な効果を取めた上記の4種類の薬剤について、その予防効果と治療効果を濃度別効果も合わせて考察したい。まず、予防効果であるが、1試験でダイホルタン剤は接種25日前の散布でもかなりの効果を取めた。本剤は耐雨性が強く、残効性が長いことで知られている⁵⁾。スルフェン酸系剤とチオファネートメチル剤はほとんど予防効果を認めなかった。ベノミル剤は良好な効果を示す場合が多く、とくに接種1週間前に高濃度を散布した場合の効果は顕著であった。後述するようにチオファネートメチル剤とベノミル剤は接種後薬剤散布で顕著な効果を認めたが、そのひとつの理由として接種時の付傷痕が薬剤の組織内浸透を促進した可能性がある。そこで予防散布時付傷後各薬剤を散布

したところ、接種直前付傷していないため発病程度は全般に軽微であったが、付傷のみで薬剤無散布の場合に比べて発病が若干軽減したことを注目した。

つぎに、治療効果をみると、チオファネートメチル剤とベノミル剤は接種2～5日後に散布しても顕著な効果を示した。しかも、ベノミル剤はきわめて低濃度でも効果はまったく低下せず、チオファネートメチル剤はきわめて低濃度で効果が若干低下したに留まった。両薬剤はベンゾイミダゾール系剤に属し、浸透性を持ち各種病害に治療効果を取める薬剤として知られている⁹⁾が、本病防除にもこの特性を発揮したものと考える。しかし、両薬剤の治療効果は散布時が接種時から隔たるにつれて減退して、接種7日以後の散布では効果を認めなかった。対照区では接種5～7日後に病徴が発現したので、発病確認以降の散布は無効とみてよい。ダイホルタン剤とスルフェン酸系剤は1試験では効果を認めたものの1試験ではかなり激しく発病して、治療効果に安定性を欠いた。

以下、実際苗畑における合理的防除法を考察したい。スギ赤枯病やマツ類葉枯病に対しては、銅剤やマンネブ剤の定期的予防散布が推奨、実施されている。両病害のように伝染期間が6～10月と長期にわたり、また付傷など発病に対して特定の誘因が必要でない場合には、常時薬剤で苗木を被覆する予防法が有効と考える。本病の場合も薬剤を定期的に予防散布して防除することも可能である。しかし、本試験結果から確実な効果を得るには、ベノミル剤の高濃度液を1週間隔で散布すべきである。

本病の発生生態を調査した結果¹⁰⁾、本病原菌は苗木が傷付いた場合のみ、その傷口が侵入門戸となり組織内に侵入してこれを発病させた。この場合、傷付いてから菌が付着するまでの期間が短いほど激しく発病し、付傷後2週間もすれば発病しなかった。また、時期的には7・8月の接種で激しく発病した。実際苗畑では、台風などの強風、苗木の輸送、ウリハムシモドキの食害などによる付傷後に本病が激発した⁸⁾。これらの発生生態から適切な薬剤防除を考察すれば、主として7・8月の付傷時、また苗木輸送時の散布が必要である。本試験でチオファネートメチル剤とベノミル剤は付傷・病原菌接種後の散布による治療効果を顕著に発揮した。したがって、両剤の場合は現地において各種付傷の直前または短期間前に散布する必要は必ずしもなく、その後でも効果が得られる。付傷を予想することは困難であるので、実際には付傷後の実施が容易である。すなわち、

チオファネートメチル剤またはベノミル剤のいずれかを、強風・輸送・虫害などで苗木が傷付いた直後に散布する。

本防除法で最も重要な技術的要点は薬剤散布時期である。付傷後なるべく早期に、可能ならば2日以内に散布する必要がある。

付傷後直ちに病原菌が付着・侵入するとは限らないが、付傷直後に散布すれば前述したように付傷による薬剤の浸透が促進されて、優れた予防効果が期待される。

両薬剤の散布濃度については、治療効果のみを期待するならばきわめて低濃度——5,000~10,000倍（チオファネートメチル剤70~140ppm, ベノミル剤50~100ppm）でも効果が期待できる。しかし、若干安全度を見積る必要がある。また、予防効果も合わせて期待するならば高濃度に設定した方がよい。総合的に考慮して2,000~3,000倍（チオファネートメチル剤230~50ppm, ベノミル剤170~250ppm）が適当と考える。

推奨する防除法をまとめると、つぎのとおりである。

薬剤の種類：チオファネートメチル剤、ベノミル剤。
散布濃度：2,000~3,000倍。
散布時期：強風・輸送・虫害などによる苗木の付傷直後。

以上、本病の薬剤防除法は一応確立されたが、最後に関連した研究上の課題を記したい。まず、薬剤散布時は苗木の付傷によって決定されるが、風による付傷の場合、風速と発病に関与する傷の形成との関係を明らかにする必要がある。また、風以外の気象要因（温・湿度）と発病との関係も重要である。すなわち、本病の発生予察法を具体的に確立して、薬剤散布時の決定に役立てたい。つぎに、本試験結果で最も注目したのは、ペンダイミダゾール系薬剤2種類——チオファネートメチル剤とベノミル剤の顕著な治療効果であった。解剖実験によってその防除機作を究明したい。

引用文献

- 堀川知廣：チャ輪紋病の有効な防除薬剤と散布時期。茶研報56：45~56, 1982
- 伊藤一雄・渋川浩三・小林享夫：スギ赤枯病に関する病原学的並に病理学的研究(I), 赤枯症状部に認められる菌類の形態及び病原性。林試研報52：79~152, 1952
- ・紺谷修治：ヒノキ苗のペスタロチア病。同上76：63~70, 1954
- ：樹病学大系III, p.166~173, 農林出版, 東京, 1974
- 香月繁孝・飯塚慶久・佐藤宗玄(編)：農薬便覧(第6版), p.82~85, 104~117, 農山漁村文化協会, 東京, 1983
- 北島君三：樹病学及木材腐朽論, p.73~74, 養賢堂, 東京, 1933
- 尾添 茂・多久田達雄・川本亮三：ブドウペスタロチア蔓枯病の生態および防除に関する研究。島根農試研報8：1~122, 1967
- 周藤靖雄：島根県における樹病被害調査, 1963~1972年度の病害鑑定結果——。島根林試研報24：1~40, 1974
- ：同上(II), 1973~1982年度の病害鑑定結果, 同上35：17~26, 1984
- ：針葉樹ペスタロチア病菌の培地上胞子形成と接種試験, 35回日林関西支講集：143~145, 1984
- ：針葉樹苗ペスタロチア病の薬剤防除試験(I), 各種薬剤の防除効果比較試験, 94回日林論：549~550, 1983
- ：同上(II), 4種類の薬剤の予防・治療効果, 95回日林論：441~442, 1984
- ：金森弘樹：同上(III), 4種類の薬剤の濃度別防除効果, 97回日林論：499~500, 1986
- ・———：同上(IV), チオファネートメチル剤の治療効果と濃度別防除効果, 98回日林論：513~514, 1987
- ：未発表
- WENNER, J. J. : A contribution to the morphology and life history of *Pestalozzia fimerea* Desm. Phytopathology 4 : 375~385, 1914

1) 堀川知廣：チャ輪紋病の有効な防除薬剤と散布

Chemical Control of Pestalotiopsis Needle Blight of Coniferous Seedlings

Yasuo SUTO and Hiroki KANAMORI

Summary

To control of Pestalotiopsis needle blight of coniferous seedlings, applying of copper fungicides such as Bordeaux mixture has been recommended up to the present time in Japan. No chemical control experiments of the disease, however, has been conducted. Field experiments were conducted in 1982-1987, at Shimane Prefecture, Japan.

1) Experiments were made on 2-year-old potted seedlings of *Chamaecyparis obtusa* and *Cryptomeria japonica*. The seedlings were rubbed by sandpaper to make wounds, and conidial suspension of *Pestalotiopsis glandicola* was sprayed onto them. Fungicides were applied onto the seedlings before and after the inoculation of the fungus.

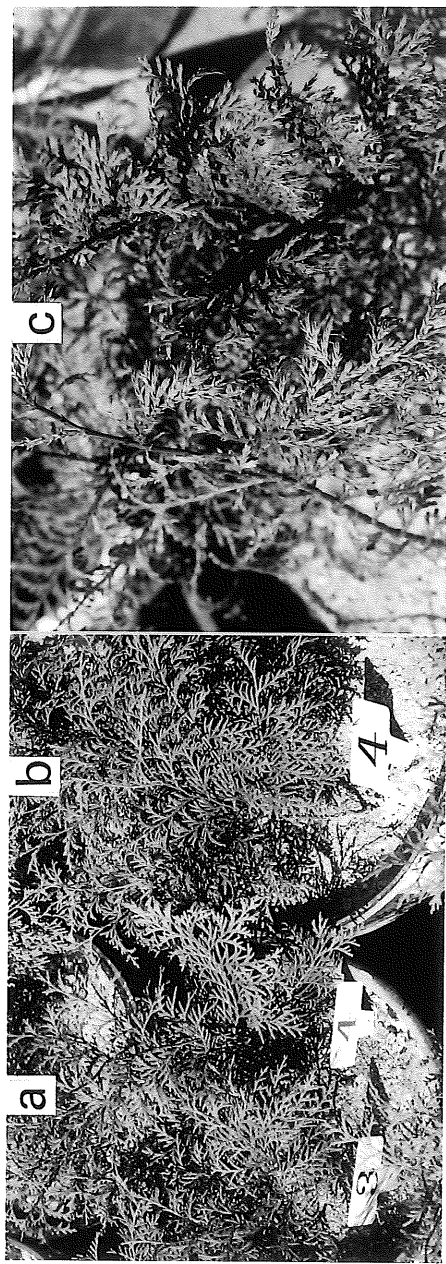
2) Fourteen fungicides were screened by applying them just before the inoculation. Captafol, Dichlofluanid, Thiophanate-metyl, and Benomyl showed the most effective control. Copper fungicides, however, were not effective.

3) Only Benomyl in high concentration was effective in the case of applying seven days before the inoculation, and showed good preventive effect.

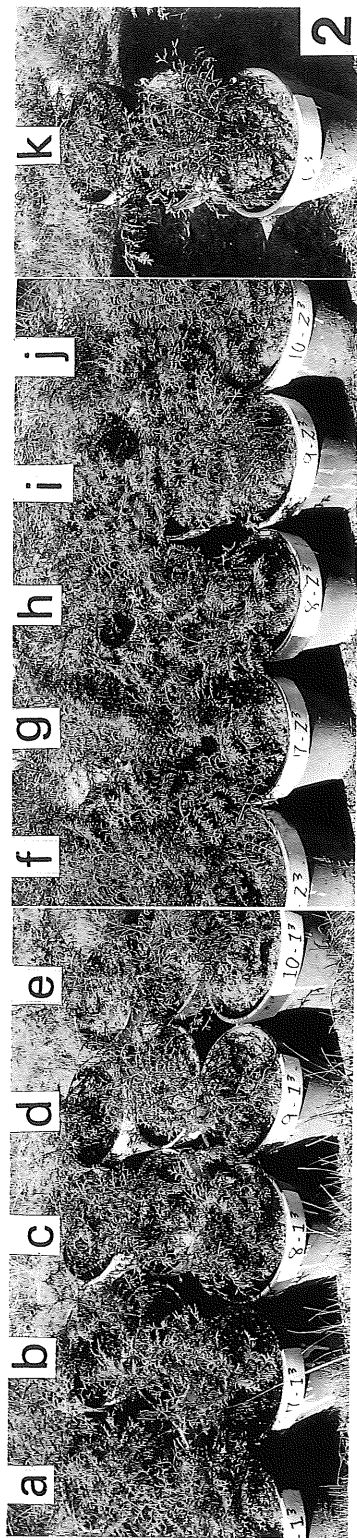
4) Thiophanate-metyl and Benomyl were quite effective even applying in low concentration, and two, Three, or five days after the inoculations, and showed good curative effect. The effect reduced as the applying them was delayed from the inoculation.

5) Nurserymen should apply Thiophanate-metyl or Benomyl dilution of 1: 2,000-3,000 just after seedlings were wounded by strong wind, by transporting them, and by feeding by insects.

写真



1



1 : 接種2日後散布の治療効果 — a : チオフアネートメチル剤, b : ペノミル剤, c : 対照 (無散布)。

2 : ペノミル剤の濃度別予防・治療効果 — a ~ e : 接種7日前散布の予防効果, f ~ j : 接種2日後散布の治療効果, k : 対照 (無散布)。a・f : 500 ppm, b・g : 250 ppm, c・h : 170 ppm, d・i : 100 ppm, e・g : 50 ppm。

論文 天敵糸状菌と新薬剤による根切虫被害防除試験

井ノ上二郎・金森弘樹・周藤靖雄

Mycological and Chemical Control of Root Feeders in the Nursery

Jiro INOUE, Hiroki KANAMORI and Yasuo SUTO

要 旨

1. 1983～'87年，県下の2苗畑で3種類の天敵糸状菌と2種類の新薬剤の根切虫被害防除効果を試験した。
2. *Beauveria bassiana*，*B. brongniartii* および *Metarhizium anisopliae* の防除効果は認められなかった。
3. イソフェンホス剤とプロチオホス剤は優れた防除効果を示した。イソフェンホス剤は春1回の施用で，夏～秋の新生幼虫加害時期まで効果が持続した。

I はじめに

林業苗畑における根切虫（コガネムシ幼虫）による針葉樹苗木根部の食害は，近年島根県でも激化してきた。その理由として，被害を受けやすいヒノキの育苗量増大，従来特効薬とされてきたBHC剤の使用禁止，産卵期の成虫を誘引する未熟堆肥の施用などが挙げられている。現在，土壤中幼虫の駆除薬剤としてダイアジノン剤とMPP剤の施用が推奨されているが，ときに期待した効果が得られないことがある¹⁾。この問題を解決するために，天敵糸状菌の利用が考えられ，良好な効果を得たとの二・三の報告がある²⁾。また，新薬剤の効果検定試験も行われ，いくつかの薬剤で優れた効果を収めている³⁾。筆者らは，これらの天敵糸状菌と殺虫剤の効果を確認し，またその効果的施用方法を検討するために，被害発生地でのほ場試験を行った。

本試験を実施するに当たって，元農林水産省林業試験場天敵微生物研究室技官申田 保氏には供試天敵糸状菌を分壊していただき，日本特殊農薬製造株式会社には供試薬剤を提供していただいた。また，赤来町森林組合と木次町森林組合には試験苗畑の設定を許可され，試験に協力していただいた。これらの方に厚くお礼を申し上げる。なお，本報の一部はすでに公表した⁴⁾。

II 試験方法

試験は1983～'87年，つぎの2苗畑で実施した。

①飯石郡赤来町下赤名，標高350m，黒色火山灰土

壤，②大原郡木次町愛宕，標高30m，砂質土壤。

1983年と'84年は天敵糸状菌の，また1985～'87年は新薬剤の防除効果について試験した。なお，木次では1984年のみ試験した。両苗畑とも林木苗を連作しているが，数年来ヒメゴガネ (*Anomara rufocuprea* MOTCHULSKY) とドウガネブイブイ (*A. cuprea* HOPE) による被害が激発してきた。1試験区の面積は2m² (2×1m) で，これを4～5回反復の乱塊法で設定し，区間は50cmの溝で区切った。供試苗は1回床替2年生ヒノキ苗で，これを1試験区に84本，4月上・中旬床替した。

供試天敵糸状菌は *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL.，*B. brongniartii* PETCH および *Metarhizium anisopliae* (METCH) SOROK の3種である。各菌は申田ら²⁾の方法によって大量培養した。すなわち，くず米に水を加えて高圧滅菌したものを大量増殖用培地とし，これにあらかじめ SABOURAUD 培地で振とう培養した種菌を植え付け，25°Cで約1週間培養した。その後ステンレス製パットに移して25°Cで約1週間菌を充分発育させた後風乾した。これを4月上・中旬の床替前にm²当たり150～200g 散布して，床土深さ約10cmによく混和した。

供試薬剤はイソフェンホス粒剤（アミドチッド粒剤，6，9，18g/m²）とプロチオホス微粒剤（トクチオン微粒剤F，9g/m²）の2種類である。なお，対照薬剤としてダイアジノン粉剤（ダイアジノン粉剤，12g/m²）とMPP粒剤（バイジット粒剤，9g/m²）を用いた。各薬剤は4月上・中旬の床替前（春施用）と7月中旬～8月上旬（夏施用）の2回施用したが，

薬剤によっては春に1回のみ施用した。薬剤は所定量を肥料や苗畑土壌とよく混じて散布して、床土深さ約10cmによく混和した。

調査は7月中旬～8月上旬（中間調査）と10月中旬～11月下旬（最終調査）に行った。中間調査では各試験区の片側1m²の、また最終調査で残り1m²の苗木を掘り取り、加害苗数を数え、また加害程度をつぎの基準で分けて指数を与えた。

- 無食害：0
- 根の1/3以下が食害：1
- 〃 約1/2が食害：2
- 〃 2/3以上が食害：3
- 根が食害されて枯死：4

各試験区の平均加害指数をつぎの式で求めた。

$$\frac{On_0 + 1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4}{N}$$

n_0, n_1, n_2, n_3, n_4 : 加害指数0, 1, 2, 3, 4の苗木数, N : 全苗木数

各調査時には床土を深さ約30cm耕して、発見できたコガネムシ類幼虫の種類と頭数を記録した。また、最終調査時には生存した苗木（被害苗を含む）の苗高と地際部直径を測定した。

III 試験結果

1. 天敵糸状菌による防除試験(表-1, 2, 図-1)

1) 試験-1 (1983年, 赤来苗畑)

中間調査時には各区とも約20%~40%の苗木が加害された。最終調査時には各区とも中間調査時と同様の被害に留まったが、約15~20%が枯死した。各区間には被害差を認めなかった。

床土からはヒメコガネがドウガネブイブイの約3倍採集された。採集数は中間調査時、最終調査時ともほぼ同数であったが、区間に差を認めなかった。

苗木の生長は区間に差を認めなかった。

2) 試験-2 (1984年, 木次苗畑)

中間調査時には各区とも約20~40%の苗木が加害

表-1 天敵糸状菌の根切虫被害防除効果

天 敵 菌	中間調査			最終調査		
	調査苗数	加害率(%)	加害指数	調査苗数	加害率(%)	加害指数
試験-1						
<i>Beauveria bassiana</i>	160	20 ^{a)}	0.4	143	23	0.4
<i>B. brongniartii</i>	161	31	0.3	158	43	0.5
<i>Metarhizium anisopliae</i>	152	22	0.4	160	27	0.3
ダイアジノン剤	157	31	0.4	149	42	0.5
対 照	162	39	0.4	141	46	1.0
試験-2						
<i>B. bassiana</i>	181	28 ^{b)}	0.6	152	96	2.9
<i>B. brongniartii</i>	162	32	0.7	171	83	2.6
<i>M. anisopliae</i>	183	22	0.5	163	94	2.9
ダイアジノン剤	174	44	1.1	149	95	3.0
対 照	179	17	0.4	148	99	3.0
試験-3						
<i>B. bassiana</i>	201	45 ^{b)}	1.0	189	93	3.1
<i>B. brongniartii</i>	192	44	0.4	199	97	3.0
<i>M. anisopliae</i>	201	42	0.7	200	93	2.9
ダイアジノン剤	196	42	1.1	183	96	3.5
対 照	198	30	0.6	191	95	3.1

a) 4回反復の平均値。b) 5回反復の平均値。

された。しかし、最終調査時には各区とも約80%以上の苗木が加害され、また加害程度も激化して約半数が枯死した。各区間には被害差を認めなかった。

床土からはヒメコガネがドウガネブイブイの約1.5倍採集された。採集数は最終調査時が中間調査時より多数であったが、区間に差を認めなかった。

苗木の生長は区間に差を認めなかった。

3) 試験-3 (1984年, 赤来苗畑)

中間調査時には各区とも約30~50%の苗木が加害された。しかし、最終調査時には各区ともほぼ全部の苗木が加害され、また加害程度も激化して約半数が枯死した。各区間には被害差を認めなかった。

床土からはヒメコガネがドウガネブイブイの約1.5倍採集された。採集数は中間調査時、最終調査時ともほぼ同数であったが、区間に差を認めなかった。

苗木の生長は区間に差を認めなかった。

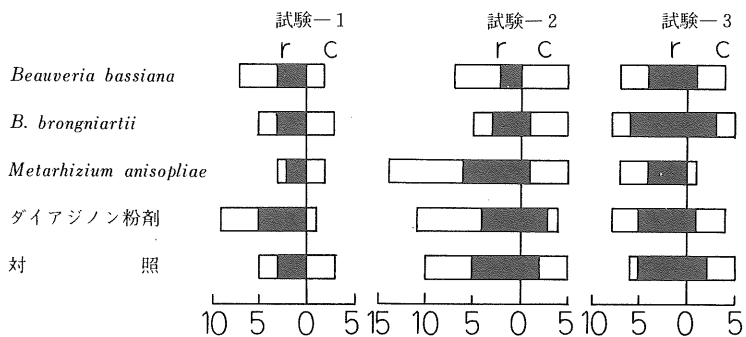


図-1 各試験区から採集されたコガネムシ類幼虫数(1)

■ 中間調査 □ 最終調査

r: ヒメコガネ、C: ドウガネブイブイ

表-2 苗木の生長 (1)

区	調査苗数	苗高 (cm)	地際部直径(mm)
試験-1			
<i>Beauveria bassiana</i>	1 2 1	21 ^{a)}	3.8
<i>B. brongniartii</i>	1 2 6	1 9	3.8
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1 2 8	2 0	3.7
ダイアジノン剤	1 2 0	1 9	3.7
対 照	1 1 7	1 8	3.7
試験-2			
<i>B. bassiana</i>	6 5	1 9 ^{b)}	3.6
<i>B. brongniartii</i>	9 0	1 9	3.4
<i>M. anisopliae</i>	8 6	1 9	3.5
ダイアジノン剤	7 5	1 7	3.0
対 照	8 3	1 9	3.5
試験-3			
<i>B. bassiana</i>	7 2	1 5 ^{b)}	2.6
<i>B. brongniartii</i>	7 5	1 4	2.3
<i>M. anisopliae</i>	8 2	1 4	2.4
ダイアジノン剤	7 3	1 5	2.5
対 照	6 6	1 4	2.3

a) 4回反復の平均値。b) 5回反復の平均値。

2. 新薬剤による防除試験 (表-3, 4, 図-2)

1) 試験-1 (1985年, 赤来苗畑)

中間調査時には対照区では約70%の苗木が, 一方各薬剤施用区では約20~40%の苗木が加害された。最終調査時には対照区で加害程度が激化して約15%が枯死した。これに対して, イソフェンホス剤・春施用区, 同剤・春夏施用区およびプロチオホス剤・春夏施用区では中間調査時と同様の被害に留まった。しかし, プロチオホス剤・春施用区とダイアジノン剤区では対照区と同様に約80%の苗木が加害され, また加害程度も激化して約10~15%が枯死した。

床土からはヒメコガネがドウガネイブイの約4倍採集された。中間調査時の採集数が総数の約70%

を占め, 各薬剤施用区の採集は対照区の約1/4~1/3に留まった。

苗木の生長は区間に差を認めなかった。

2) 試験-2 (1986年, 赤来苗畑)

中間調査時には対照区では約80%の苗木が, 一方各薬剤施用区では約20~50%の苗木が加害された。最終調査時には対照区でほぼ全部の苗木が加害され, 加害程度も激化して約30%が枯死した。これに対して, イソフェンホス剤・春施用区, 同剤・春夏施用区, プロチオホス剤・春夏施用区およびMPP剤区では中間調査時と同様の被害に留まった。しかし, ダイアジノン剤区では若干加害率が高まり, また枯死苗は約10%生じた。

表-3 新薬剤の根切虫被害防除効果

薬 剤	中間調査			最終調査		
	調査苗数	加害率(%)	加害指数	調査苗数	加害率(%)	加害指数
試験-1						
イソフェンホス剤・9g/m ² ・春1回	196	30 ^{a)} a	0.6 a	158	38 a	0.7 a
〃 ・ 〃 ・ 春夏2回	201	28 a	0.5 a	163	28 a	0.5 a
プロチオホス剤・9g/m ² ・春1回	206	20 a	0.5 a	149	80 b	2.1 b
〃 ・ 〃 ・ 春夏2回	207	28 a	0.5 a	147	43 a	0.7 a
ダイアジノン剤・12g/m ² ・春夏2回	209	40 a	1.1 a	172	79 b	2.1 b
対 照	209	73 b	1.1 a	164	80 b	2.1 b
試験-2						
イソフェンホス剤・6g/m ² ・春夏2回	195	17 a	0.3 a	188	20 a	0.4 a
〃 ・ 9 〃 ・ 〃	200	20 a	0.3 a	169	17 a	0.3 a
〃 ・ 18 〃 ・ 春1回	197	10 a	0.2 a	179	14 a	0.4 a
プロチオホス剤・9g/m ² ・春夏2回	199	35 a	0.8 a	194	32 a	0.4 a
ダイアジノン剤・12g/m ² ・ 〃	191	48 a	1.1 a	177	56 b	1.1 a
MPP剤・9g/m ² ・春夏2回	194	30 a	0.6 a	167	38 a	0.5 a
対 照	196	75 b	1.8 b	173	96 c	2.9 b
試験-3						
イソフェンホス剤・6g/m ² ・春1回	203	37 a	0.7 a	171	42 a	1.1 a
〃 ・ 〃 ・ 春夏2回	203	32 a	0.5 a	169	58 b	1.2 a
〃 ・ 9 〃 ・ 春1回	198	16 a	0.3 a	192	23 a	0.3 a
〃 ・ 〃 ・ 春夏2回	201	19 a	0.3 a	192	20 a	0.3 a
MPP剤・9g/m ² ・春夏2回	202	33 a	0.7 a	173	40 a	0.9 a
対 照	202	82 b	1.2 a	175	83 c	1.7 a

a) 5回反復の平均値。同一英字を付した平均値間には Duncan の多重検定法による5%有意差がないことを示す。

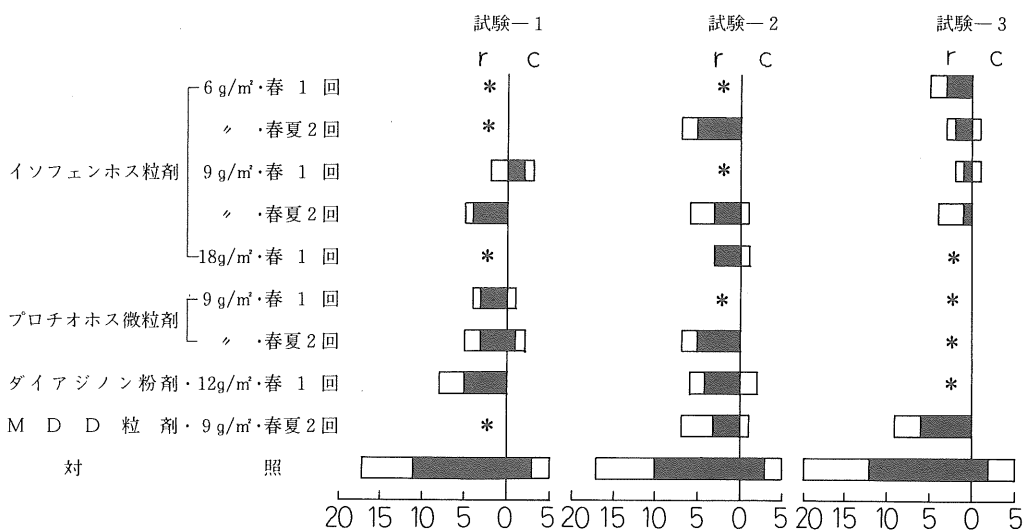


図-2 各試験区から採集されたコガネムシ類幼虫数(2)

■ 中間調査 □ 最終調査
 r: ヒメコガネ、C: ドウガネブイブイ
 *: 試験区設定せず

表-4 苗木の生長(2)

区	調査苗数	苗高 (cm)	地際部直径(mm)
試験-1			
イソフェンホス剤・9g/m ² ・春1回	151	20 ^{a)}	3.3
〃・〃・春夏2回	156	21	3.5
プロチオホス剤・9g/m ² ・春1回	134	21	3.5
〃・〃・春夏2回	147	20	3.3
ダイアジノン剤・12g/m ² ・春夏2回	149	18	3.1
対 照	142	20	3.3
試験-2			
イソフェンホス剤・6g/m ² ・春夏2回	185	17	2.7
〃・9〃・〃	168	18	3.0
〃・18〃・春1回	178	19	3.3
プロチオホス剤・9g/m ² ・春夏2回	192	18	3.0
ダイアジノン剤・12g/m ² ・春夏2回	162	17	2.8
M P P 剤・9g/m ² ・春夏2回	166	16	2.7
対 照	124	17	2.7
試験-3			
イソフェンホス剤・6g/m ² ・春1回	160	19	2.6
〃・〃・春夏2回	155	19	2.6
〃・9〃・春1回	175	18	2.5
〃・〃・春夏2回	182	19	2.9
M P P 剤・9g/m ² ・春夏2回	167	19	2.7
対 照	157	20	2.9

a) 5回反復の平均値。

床土からはヒメコガネがドウガネブイブイの約5倍採集された。中間調査時の採集数が総数の約60%を占め、各薬剤施用区の採集数は対照区の約1/6～1/3に留まった。

苗木の生長は区間に差を認めなかった。

3) 試験-3 (1987年, 赤来苗畑)

中間調査時には対照区では約80%の苗木が、一方各薬剤施用区では約20～40%の苗木が加害された。最終調査時には対照区では加害程度が激化して約10%が枯死した。これに対して、各薬剤施用区では中間調査時と同様の被害に留まった。

床土からはヒメコガネがドウガネブイブイの約6倍採集された。採集数は中間調査時、最終調査時ともほぼ同数であり、各薬剤施用区の採集数は対照区の約1/8～1/3に留まった。

苗木の生長は区間に差を認めなかった。

IV 考 察

本試験で供試した3種の天敵糸状菌は防除効果を認めなかった。藤下ら²⁾は *Beauveria brongniartii* と *Metarhizium anisopliae* の新生幼虫に対する春施用が効果を示すことを認めたが、とくに *B. brongniartii* で効果が顕著であったと報じた。しかし、越冬幼虫に対する春施用の効果は認めなかった³⁾。串田ら⁶⁾はポット試験で *B. brongniartii* に駆除効果を認め、施用効果は土壤中の孢子量に影響されると報じている。ほ場で安定した効果を得るには、まず施用量を再検討する必要がある。また、どのような環境条件(土壌の物理・化学・生物的条件)が駆除効果に関与するかを明確にすることも重要であると考えられる。

供試した2薬剤は優れた防除効果を示した。とくにイソフェンホス剤は春1回のみで夏～秋の新生幼虫の加害時期まで防除効果が持続したことが注目された。奥田⁸⁾も野外試験で両薬剤に優れた効果を認めており、またイソフェンホス剤は春1回の施用で十分な効果を得ている。また、萩原・小林⁹⁾の室内実験では、イソフェンホス剤は施用150日後まで殺虫効果が持続した。イソフェンホス剤は施用回数を減少できる点でも優れた防除薬剤と考える。なお、両薬剤は本試験実施中に根切虫防除薬剤として登録され、一般に使用可能となった。

イソフェンホス剤は施用量6～9g/m²で登録されたが、本試験では9g/m²施用した場合安定した防除効果が得られるものの、6g/m²では春夏施用でも効果が減退する場合があった。また、18g/m²施用も検討したが、9g/m²とほぼ同等の効果に留

まった。プロチオホス剤は6～12g/m²で登録されたが、9g/m²で充分効果を認めた。

床土からはヒメコガネとドウガネブイブイが採集されたが、概して被害が軽微な区で採集数が少数であることを確認した。

苗木の生長は、いずれの試験でも区間に差を認めなかった。これは越冬幼虫による苗木の生長初期の加害程度が総じて軽微であり、また新生幼虫の加害は苗木が生長をほぼ終了してから生じたために生長に影響しなかったためと考える。

引用文献

- 1) 藤下章男・穂屋下 浩：静岡県に異常発生したドウガネブイブイ(3)——その後の経過と防除薬剤の再検討——。森林防疫23：155～159, 1974
- 2) ——・串田 保・片桐一正：糸状菌による苗畑コガネムシの防除(II)——適用試験——。85回日林講：215～217, 1974
- 3) ——・——・——：糸状菌による苗畑コガネムシの防除(III)——土壌全面混和による実用化試験——。86回日林講：374～376, 1975
- 4) 萩原 実・小林富士雄：コガネムシ幼虫の防除試験(II)——1980年の試験結果——。92回日林論：353～354, 1981
- 5) 井ノ上二郎・金森弘樹：イソフェンホス剤とプロチオホス剤による根切虫防除試験。日林関西支講38：365～367, 1987
- 6) 串田 保・片桐一正・島津光明：育苗における根切虫防除のための天敵微生物使用形態について。92回日林論：355～356, 1981
- 7) ——・——・——：昆虫病原菌 *Beauveria tenella* および *Metarhizium anisopliae* の苗畑根切虫防除への利用。93回日林論：389～390, 1982
- 8) 奥田清貴：林業苗畑のコガネムシ類幼虫に対するアミドチッドの効果。農業研究32：13～18, 1986

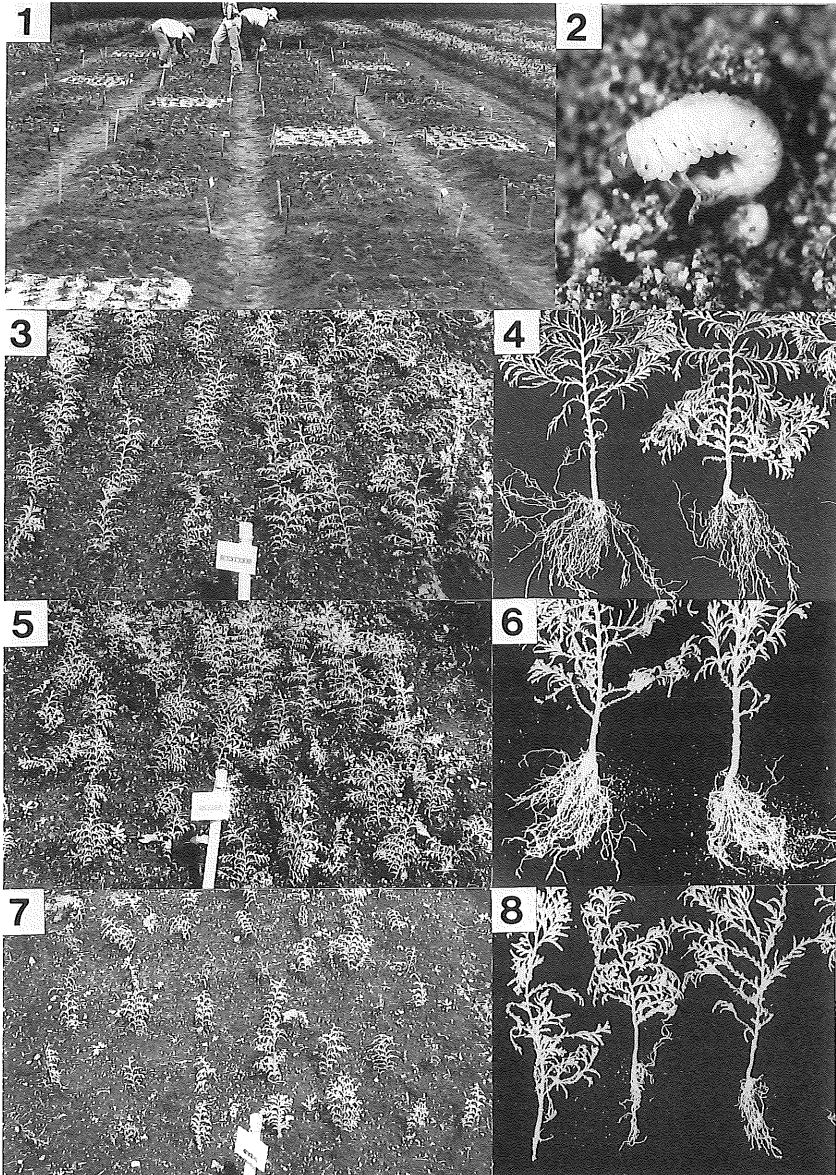
Mycological and Chemical Control of Root Feeders in the Nursery

Jiro INOUE, Hiroki KANAMORI and Yasuo SUTO

Summary

- 1) In 1983-'87, mycological and chemical control experiments were conducted on 2-years-old seedlings of *Chamaecyparis obtusa* in two nurseries in Shimane Prefecture. Three species of entomogenous fungus and two newly marketed insecticides were treated into the soil against root feeders, *Anomala rufcuprea* and *A. cuprea*.
- 2) *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii* and *Metarhizium anisopliae* showed no control effect.
- 3) Granular Isofenphos and Protiofos were quite effective. Isofenphos treated only in spring was as effective as treated in spring and summer, and prolonged the effectiveness till summer to autumn.

写 真



- 1：試験苗畑（飯石郡赤来町下赤名）
- 2：ヒメコガネ幼虫
- 3～8：薬剤試験における各試験区の被害状況
- 3：イソフェンホス剤施用区——ほぼ全部の苗木が健全に生育
- 4： ” の苗木——根は無食害
- 5：プロチオホス剤施用区——ほぼ全部の苗木が健全に生育
- 6： ” の苗木——根は無食害
- 7：対照区——多数の枯死苗が発生
- 8： ” の苗木——根を激しく食害

論文 松くい虫被害軽害林における誘引剤による マツノマダラカミキリ誘殺例

井ノ上二郎・金森弘樹

Mass-trapping of the Japanese Pine Sawyer with Attractants in Pine Stands
Infested with Pine Wilt Disease

Jiro INOUE and Hiroki KANAMORI

要 旨

1. 1983～'85年，島根県下の松くい虫被害軽害林3か所で，ホドロンとマダラコールのマツノマダラカミキリ成虫の誘殺効果を検討した。
2. 各試験林とも多かれ少なかれカミキリ成虫が誘殺されたが，雄が多数であった。誘殺期間は7～9月で，誘殺最盛期は7月中旬～8月中旬であった。
3. カミキリ成虫は山地の上部が下部に比べて，また林縁が林内に比べて多数誘殺された。
4. 誘引剤設置翌年の被害発生は前年並に留まったが，誘引剤設置の効果は十分に判定できなかった。

I はじめに

松くい虫被害の伝播者マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* HOPE, 以下「カミキリ」と略記) 成虫の誘引剤として2種類 — ホドロンとマダラコールが開発され，すでに市販されている。両誘引剤とも，後食によって病原線虫(*Bursaphelenchus xylophilus* (STEINER and BUHERE) NICKLE) を伝播した後の産卵期のカミキリ成虫を誘殺する。したがって，当年の被害は抑制できないが，衰弱・枯死木への産卵を防止し，次年発生するカミキリ密度すなわち伝播ひん度を低下させることによって，被害防除が期待できる。これを目的としてこれらの誘引剤の効率的な使用について，設置数，設置場所，設置高などが検討されてきた¹⁾。その一環として，軽害地での誘殺効果を検討したが，本報ではその結果を報告する。

なお，本試験は1983～'85年度国庫助成普及情報活動システム化事業「松の枯損パターンをもとにした新たな防除技術の実用化に関する調査」の一部として実施した。本研究への参加を許された元林野庁研究普及課佐藤正彦企画官に厚くお礼を申し上げる。

II 試験方法

試験は表-1に示す宍道町に所在する3林分で実施したが，試験林Aでは1983～'85年の3年間，Bでは1983年のみ，またCでは1984，'85年の2年間試験した。各試験林とも，本被害は数年来軽微(被害率3%以下)に経過した。試験林Aでは毎年伐倒駆除が，また試験林Bでは1983年6月上旬と下旬の2回ヘリコプターによる予防薬散布が実施された。なお，各試験林の周囲のマツ林にも本被害が多かれ少なかれ発生している。

供試した誘引剤はつぎの2種類である。①ホドロ

表-1 試験林の概況

試験林	所在地	標高	面積	樹種	樹齢
A	八束郡宍道町宍道	10～30m	1.5ha	アカマツ・クロマツ 天然林	約30年生
B	〃 白石	30～50	1	アカマツ・クロマツ(少)天然林	約30～40
C	〃 西来待	10～30	1	アカマツ・クロマツ(少)人工林	約20～30

表—2 供試誘引剤・捕虫器の種類

試験林	試験年	誘引剤	捕虫器	設定数	設定月日
A	1983年	マダラコール	L型粘着板トラップ	10	6月23日
	1984年	ホドロン	ブリキ製ロート型トラップ	12	6月28日
	1985年	マダラコール	プラスチック製ロート型トラップ	10	6月27日
B	1983年	マダラコール	L型粘着板トラップ	12	6月23日
C	1984年	ホドロン	ブリキ製ロート型トラップ	9	7月9日
	1985年	マダラコール	プラスチック製ロート型トラップ	8	〃

ン[®] (有効成分：安息香酸，オイゲノール，イソプロピルアルコール，井筒屋化学製)，②マダラコール[®] (有効成分：2-ピネン，2(10)-ピネン，3-カレン，変性アルコール，サンケイ化学製)。これらを捕虫器としてL型粘着板トラップ(40×60cmの厚紙に粘着剤を塗布したもの，日東電気工業製)，ブリキ製ロート型トラップ(井筒屋化学製)またはプラスチック製ロート型トラップ(サンケイ化学製)に組入れた。各試験林に供試した誘引剤と捕虫器の種類，設置数などは表—2に示した。誘引器(誘引剤を組入れた捕虫器)は林内にほぼ等間隔に配置した。誘引器は地上1.5～2mの高さに位置するように立木に固定または枝に吊した。また，通風を良好にするため周囲の枝葉を切除した。誘引剤は6月下旬～7月上旬に設置し，1983，'84年は約2週間隔で，また'85年は約1週間隔で新しいものと交換した。試験は2週連続してカミキリ成虫が誘殺されなくなった時点で終了した。

調査は約1週間隔で誘殺された昆虫類を回収して，カミキリ成虫の誘殺虫数を雌雄別に記録した。誘殺された他の昆虫類についても種名と誘殺程度を調査した。予防散布地の試験林Bでは，誘引器を設置した立木の付近に1×3mの受布を拡張して，後食によって死亡・落下するカミキリ成虫の有無を調査した(写真—2)。また，誘引剤設置当年とその翌年の被害発生本数を試験林Aでは伐倒駆除の処理本数から求め，BとCでは現地調査した。

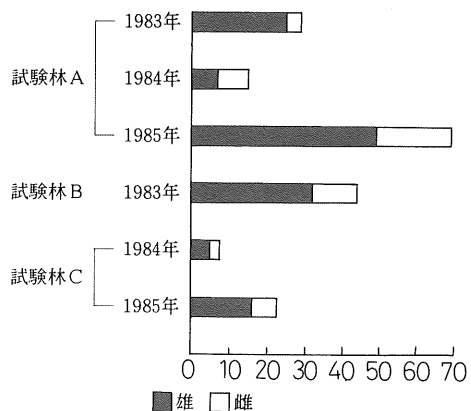
III 試験結果

カミキリ誘殺虫数は図—1に示したが，各試験林で13～69頭誘殺された。誘殺されたカミキリ成虫の性比(全誘殺虫数に対する雌の割合)は，1984年試験林Aを除いて0.13～0.3と雄の占める割合が著しく高かった。なお，マツノマダラカミキリ以外に

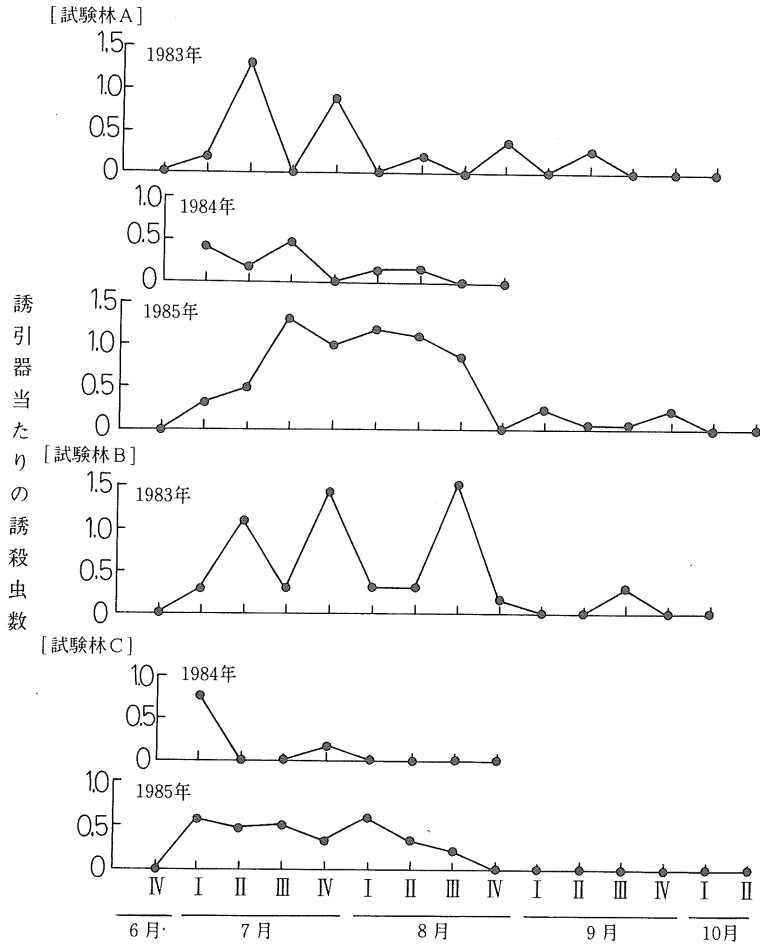
多種類の昆虫類が誘殺されたが，クロカミキリ，サビカミキリ，ヒゲナガモモブトカミキリ，シラホシゾウムシ類，キクイムシ類などのマツ衰弱・枯死木に寄生する昆虫類も多数誘殺された。

カミキリ成虫の誘殺経過は図—2に示した。毎年いずれの試験林でも7月上旬から誘殺され始めたが，終了は試験林によって異なり7月下旬～9月下旬の間であった。したがって，誘殺期間は約1～3か月間の範囲であった。また，誘殺最盛期は7月中旬～8月中旬の間であった。

誘引器設置場所を山地の上部と下部に大別して誘殺虫数との関係を見ると，表—3に示すように上部で多数誘殺され，下部では少数で誘殺されない所も



図—1 マツノマダラカミキリ誘殺頭数



図一 二 マツノマダラカミキリ誘殺経過

表一 三 誘引器の設置地形別の誘殺効果

試験林	試験年	上 部		下 部	
		誘引器数	誘殺虫数	誘引器数	誘殺虫数
A	1983年	5	15 (3.0) ^{a)}	5	14 (2.8)
	1984年	7	10 (2.0)	7	5 (0.7)
	1985年	5	39 (7.8)	5	30 (6.0)
B	1983年	10	44 (4.4)	2	0 (0)
C	1984年	6	7 (1.2)	3	0 (0)
	1985年	2	21 (3.5)	2	2 (1.0)

a) 誘引器当たりの誘殺虫数。

表—4 誘引器の設置位置別の誘殺効果

試験林	試験年	林 縁		林 内	
		誘 引 器 数	誘 殺 虫 数	誘 引 器 数	誘 殺 虫 数
A	1983年	6	20 (3.3) ^{a)}	4	9 (2.3)
	1984年	〃	13 (2.2)	6	2 (0.3)
	1985年	〃	59 (9.8)	4	10 (2.5)
B	1983年	6	44 (7.3)	6	0 (0)
C	1984年	5	6 (1.2)	4	1 (0.3)
	1985年	〃	19 (3.8)	3	4 (1.3)

a) 誘引器当たりの誘殺虫数。

あった。また、設置位置を林内と林縁に大別すると、表—4 に示すように林縁で多数誘殺され、林内では少数で誘殺されない所もあった。

予防散布地の試験林Bでは、誘引剤を設置した立木の付近に拡張した受布には、試験期間中カミキリ成虫の落下を認めなかった。

各試験林での被害木の発生状況は表—5 に示したが、いずれでも誘引剤設置年とその翌年の被害率の間には差を認めなかった。試験林Aでは3年間、またBでは2年間継続して設置したが、被害率はほぼ同率で経過した。

IV 考 察

本試験では2種類の誘引剤の効果を松くい虫被害の軽害地で実施したが、各試験林とも多かれ少なかれカミキリ成虫を誘殺できた。1試験林では前年伐倒駆除が実施されたが、2試験林では実施されなかった。しかし、いずれの試験林でもカミキリ成虫は林縁に設置した誘引器で多数誘殺された。したがって、これらの多くは林外から飛来して誘殺されたと考える。

いずれの試験林でも、誘引剤設置翌年の被害発生

状況は前年と同様であった。被害の激化を抑制した効果については、とくに伐倒駆除や予防散布を行わなかった試験林では誘引剤を設置したため試験林内外のカミキリ密度が低下した効果とも考えられる。しかし、試験の性格上、対照林（無設置林）を設定して比較することが困難であったので速断は避けた。予防薬剤散布地に誘引剤を設置した試験林では、カミキリ成虫が誘引器に入る前に後食によって死亡することを期待した。当試験林外から多数のカミキリ成虫を誘殺できれば、その地域全体の被害軽減に役立つ。実察、野平ら²⁾、大型プロジェクト研究³⁾、山崎・布川⁵⁾の試験では、16~25m²の大面积の受布を拡張して落下虫を得ている。本試験でも受布を拡張したが、小面積の受布であったため落下虫を認めなかった。

以上、誘引剤設置の被害に及ぼす効果は十分に判定できなかったとはいえ、注目すべきことはカミキリ成虫は山地の下方より上方で、また林内より林縁で多数誘殺されたことである。すなわち、実際誘引剤の設置に当たっては、地形、林分での位置などを充分考慮する必要があると考える。大型プロジェクト研究³⁾の報告も同様の事実を指摘している。誘殺

表—5 被害木の発生状況

試験林	総本数	被 害 本 数			
		1983年	1984年	1985年	1986年
A	約1,000	27	31	26	36
B	約1,500	8	11	—	—
C	約1,200	—	16	14	21

されたカミキリ成虫の性比は極めて小さかった（雌が少数）が、大型プロジェクト研究⁴⁾、山崎・布川⁵⁾も同様に報告している。尾花ら³⁾は誘殺開始は脱出開始の約2～3週間後であったと報告した。本試験でも、誘殺開始とその最盛期は、脱出開始（6月上旬）と最盛期（6月中・下旬）の約2～4週間後であった。これは両誘引剤が産卵期のカミキリ成虫に対して誘引効果を持つ¹⁾ことを示すと考える。

引用文献

- 1) 池田俊弥：マツノマダラカミキリの誘引物質とその利用。森林防疫35：2～7，1986
- 2) 野平照雄・村田 淳・真柄 稔：誘引剤を利用したマツノマダラカミキリの誘殺技術に関する研究。岐阜林技セ研報11：1～28，1983
- 3) 尾花健喜智・志水勝彦・小松利昭：生理活性物質利用技術に関する研究。宮城林試業報16：32～34，1983
- 4) 林野庁：大型プロジェクト研究成果2——松の枯損防止新技術に関する総合研究。45～58，1984
- 5) 山崎秀一・布川耕市：松くい虫誘引剤の実用化試験。新潟林試研報29：33～45，1987

Mass-trapping of the Japanese Pine Sawyer with Attractants in Pine Stands Infested with Pine wilt Disease

Jiro INOUE and Hiroki KANAMORI

Summary

1) In 1983~'85, mass-trapping of adults of Japanese pine Sawyer, *Monochamus alternatus*, the vector of pine wilt disease, with attractants in Shimane prefecture. Two commercially marketed attractants, "Hodoron" (Benzoic acid, Eugenol) and "Madaracall" (2-pinene) were hanged in pine stands slightly infested with pine wilt disease.

2) A few to many adults of the sawyer were attracted with these attractants. Males were trapped more than females. The adults were trapped from July to September, with the peak from middle July to middle August.

3) Number of the adult trapped at the upper sites of the pine stands and forest edges was more compared to that trapped at the bottom sites and inside the stands.

4) The damage due to pine wilt disease in the year next was as slight as that in the current year when the adults were trapped. The control effects of attractants, however, could not be decided.

論文 アスファルト乳剤によるオキノウサギ被害回避試験

金森弘樹・井ノ上二郎・周藤靖雄

Effects of Asufaruto Solution as a Repellent for Protecting Coniferous Saplings against Damage by the Japanese Hare (*Lepus brachyurus okiensis*)

Hiroki KANAMORI, Jiro INOUE and Yasuo SUTO

要 旨

1983～'85年、島根県隠岐島の3林分で、オキノウサギに対するアスファルト乳剤の食害回避効果を検討した。2林分ではアスファルト乳剤は食害を回避した。しかし、1林分ではその地域の好適な餌場となっているため、散布木も多数食害され、効果を認めなかった。

I はじめに

ノウサギによる造林木の食害を回避するために、従来ポリネットなどの障害物の設置やチウラム剤などの忌避剤の塗布・散布が行われてきた。近年、忌避剤の一種としてアスファルト乳剤が製造され、好成績を得たとの試験結果も報告されている^{1,3-5,7)}。筆者らは1983～'85年、島根県隠岐島の3林分で、オキノウサギ (*Lepus brachyurus okiensis* THOMAS, 以下「ノウサギ」と略記) に対する本薬剤の食害回避効果を確認する試験を行った。

本試験の実施に当たり、御協力いただいた隠岐支庁林業振興課の各位、また供試薬剤を提供していただいた東亜道路工業株式会社に厚くお礼を申し上げます。

II 試験方法

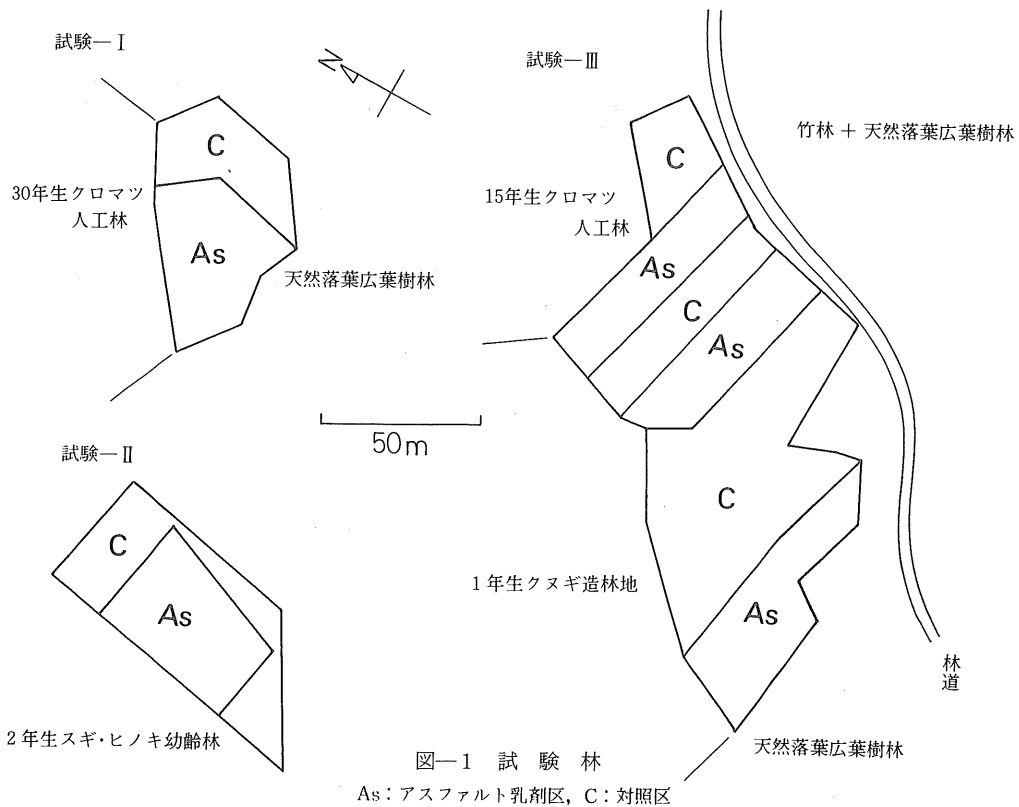
試験は実施場所を変えて3回実施したが、各試験林は表—1に示した。試験—IとIIは1983～'84年、試験—IIIは1984～'85年に行った。試験—IとIIでは薬剤散布区(約0.2ha)と対照(無散布)区(約0.1ha)を各1区ずつ設定した。試験—IIIでは薬剤散布区(約0.13～0.16ha)と対照区(約0.09～0.25ha)を交互に3回ずつ反復して設定した(図—1)。

供試薬剤はアスファルト乳剤(商品名ブラマック)の2倍液である。これを背負式自動噴霧器によって、林木1本当たり約50ml散布した。薬剤散布はつぎの期日に行った。試験—I：1983年11月25日、試験—II：1983年11月24日、試験—III：1984年11月6日。

調査は試験林の配植図を作成して、調査時ごとに各造林木について被害の有無、部位・形態・程度を

表—1 試験林の概況

試験番号	所在地	標高 (m)	面積 (ha)	樹種	林齢
I	隠岐郡西ノ島町別府	100～130	0.3	スギ	1年生(春植え)
II	〃 布施村南谷	330～340	0.3	スギ・ヒノキ混植	2〃(秋〃)
III	〃 西郷町西田	40～110	1.1	ヒノキ	1〃(秋〃)



記録した。被害の形態はつぎの2型に分類した。切断型：主軸・側枝が切断，剥皮型：主軸の樹皮が剥皮。被害程度はつぎのように区分して，指数を与えた。

切断型被害

- 全枝（主軸含む）の1/4以下切断：1
- 〃 1/2程度 〃：2
- 〃 3/4以上 〃：3

剥皮型被害

- 剥皮部長5cm以下：1
- 〃 5.1~10cm：2
- 〃 10.1cm以上：3

各区の指数はつぎの式で求めた。

$$\frac{1 n_1 + 2 n_2 + 3 n_3}{N}$$

n_1, n_2, n_3 ：指数1, 2, 3の苗数。

N：被害苗数。

調査はつぎの期日に行った。試験-I：1984年1月23日，3月14日・試験-II：1984年5月8日・試験-III：1984年12月11日，'85年3月13日，5月7日。

試験区内へのノウサギの出現密度を被害調査時と同時に調査したが，その方法は平岡ら⁹⁾の糞粒数法によった。3×3mの正方形の調査区画を試験-Iでは8区，試験-IIでは14区，試験-IIIでは28区設定して，調査区画内に排出されたノウサギの糞粒を計数した。

試験林付近の積雪状態をみると，試験-I（海士気象観測所）では積雪期間は12~3月，10cm以上の積雪日は6日に過ぎず，最深積雪は15cmであった。試験-II（西郷気象観測所）では積雪期間は12~3月，10cm以上の積雪日は39日，最深積雪は44cmに達した。試験-III（西郷気象観測所）では積雪期間は12月~2月，10cm以上の積雪日は14日，最深積雪は28cmに留まった。

III 試験結果

各試験区の被害率は表-2に示したが，試験-Iでは11月下旬~1月下旬の2ヵ月間に発生した被害が全被害量の約80%を占めた。アスファルト乳剤区と対照区の間には被害差を認めなかった。試験-IIの

表—2 被害率

区	調査本数	被害本数 (%)		
		1月23日	3月14日	
試験—I				
アスファルト乳剤	417	121 (29.0)	152 (36.5)	
対 照	250	70 (28.0)	98 (39.2)	
試験—II・スギ				
		5月8日		
アスファルト乳剤	150	11 (7.3)		
対 照	93	6 (6.5)		
試験—II・ヒノキ				
アスファルト乳剤	301	39 (13.0)		
対 照	248	73 (29.4)		
試験—III*				
		12月11日	3月13日	5月7日
アスファルト乳剤	1,241	14 (0.9)	64 (5.1)	146 (12.2)
対 照	1,390	47 (2.3)	186 (13.3)	331 (26.8)

* 3回反復の平均値。

スギでは両区とも被害木はごく少数に留まった。一方、ヒノキでは対照区で約30%が被害を受けたが、アスファルト乳剤区での被害率はその約1/2に留まった。試験—IIIでは被害は12月中旬には少数ながら認められたが、3月中旬～5月上旬の約1ヵ月半の間に発生した被害が全被害量の1/2を占めた。最終調査時に対照区で約27%が侵されたが、アスファルト乳剤区ではその1/2に留まった。なお、最終被害率についてt-検定の結果、両区間に危険率10%で有意差を認めた。

各試験区の被害型は表—3に示したが、試験—Iでは、対照区では切断型と剥皮型とがほぼ同率発生したが、アスファルト乳剤区では切断型が剥皮型の約2.5倍発生した。試験—IIでは、スギでは両区ともほとんどが主軸の切断型であった。一方、ヒノキでは両区とも剥皮型が切断型の約2～3倍発生した。試験—IIIでは、対照区ではほとんどが切断型であったが、アスファルト乳剤区では剥皮型が主であった。

各区の被害程度は表—4に示したが、区間にほとんど差を認めなかった。

ノウサギの出現密度は図—2に示したが、アスフ

アルト乳剤散布直前には約0.4～0.9頭/haであったが、試験—I、IIIでは散布1～2ヵ月後に約0.1～0.2頭/haと減少した。しかし、4～6ヵ月後には約0.4～0.8頭/haに回復した。試験—IIIのアスファルト乳剤区ではこの密度の回復が遅延した。試験—IIでは散布6ヵ月後には密度が低下した。

IV 考 察

今回実施した3試験のうち2試験で、アスファルト乳剤はオキノウサギの食害を回避した。しかし、1試験では効果を認めなかった。小島¹⁾、野平ら⁴⁾はトウホクノウサギ (*Lepus brachyurus angustidentis* HOLLISTER) に対して、鳥居ら³⁾、原⁵⁾はキュウシュウノウサギ (*L. brachyurus brachyurus* TEMMINCK) に対して同様の試験を行い、優れた食害回避効果を認めた。一方、向本⁷⁾はトウホクノウサギに対して試験したが、本試験と同様に試験地によって効果が一定しなかったと報告し、その原因についてノウサギの生息密度、苗木の生産地等の関与を推測した。本試験で効果を認めなかった試験—Iの林分は、面積が

表-3 被害型

区	切断型	剥皮型	切断型+剥皮型
試験-I			
アスファルト乳剤	7.2*	2.8	0
対 照	5.7	4.3	0
試験-II・スギ			
アスファルト乳剤	9.1	9	0
対 照	10.0	0	0
試験-II・ヒノキ			
アスファルト乳剤	3.6	6.4	0
対 照	2.6	7.4	0
試験-III**			
アスファルト乳剤	2.5	7.3	3
対 照	9.5	3	2

* 率 (%)

** 3回反復の平均値。

表-4 被害程度

区	指 数	
	切断型	剥皮型
試験-I		
アスファルト乳剤	1.4	1.4
対 照	1.2	1.2
試験-II・スギ		
アスファルト乳剤	1.3	2.0
対 照	1.8	
試験-II・ヒノキ		
アスファルト乳剤	1.5	1.4
対 照	1.2	1.5
試験-III*		
アスファルト乳剤	1.0	1.4
対 照	1.1	1.7

* 3回反復の平均値。

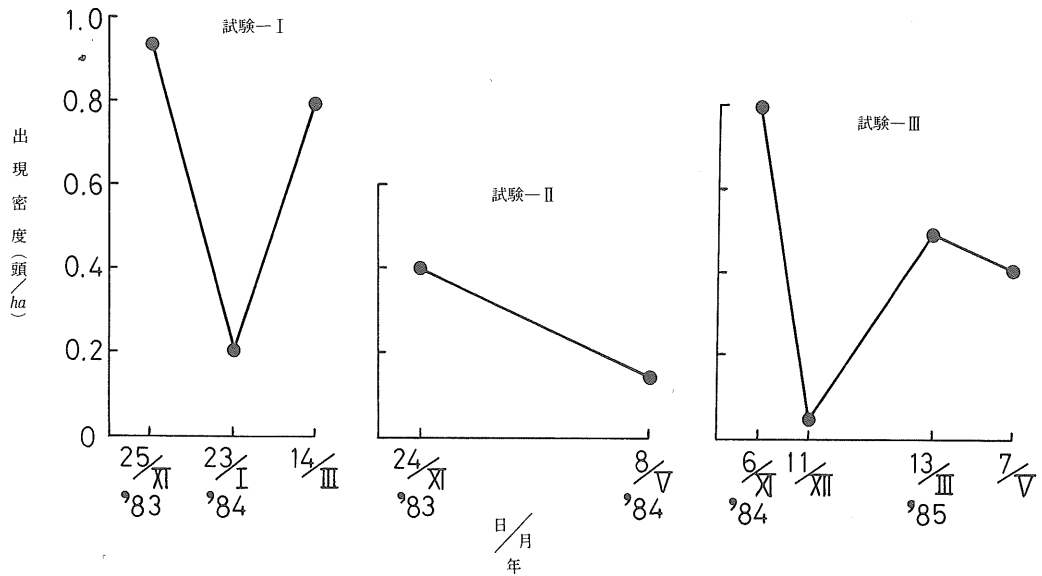


図-2 出現密度の推移

小さく、周囲が餌となる植物が少ない壮齢林であり、好適な餌場と考えられた。このためアスファルト乳剤の付着した林木でも多く食害されたと考える。

被害の形態はスギでは切断型の割合が高く、ヒノキでは1年生は切断型、2年生は剥皮型の割合が高く、従来の報告^{2,8)}と同様の傾向であった。また、試験-Iのアスファルト乳剤区では対照区に比べて切断型被害が多く発生したが、試験-IIIでは逆に剥皮型被害がきわめて多く発生した。この原因については不明である。なお、苗畑においてヒノキ苗木にアスファルト乳剤を散布して主軸と枝葉のアスファルト乳剤の付着状態を経時的に観察したが、約3ヵ月後においても主軸と枝葉の間に付着状況の差を認めなかった。

試験-IIIではアスファルト乳剤散布約1ヵ月後に出現密度が激減し、その後回復したが、被害もこの出現密度回復時に多発したことが注目された。一方、試験-Iではアスファルト乳剤散布後、出現密度の推移が試験-IIIと類似したにもかかわらず、被害の発生量は出現密度の低かった期間に多発し、試験-IIIの場合とは異なった。これは前述したように、試験-I林分はその付近での好適な餌場となっているため、出現密度が低いにもかかわらず被害が多発したものとする。なお、積雪と被害発生時期との関係については、試験-I, IIIでは積雪日数、積雪量

とも少なく関連はなかったと考える。試験-IIでは積雪日数、積雪量とも多く、被害の多くは融雪期以降に発生したと推察された。

本試験で、アスファルト乳剤の散布効果は試験林とその周囲の環境条件によって差が生じることが推察されたが、この点については具体的にその関係を明確にすることが今後の課題と考える。

引用文献

- 1) 小島耕一郎：アンレス添加アスファルト乳剤の野ウサギ食害防止効果。森林防疫28：68～69, 1979
- 2) 谷口 明：鹿児島県における野ウサギによる森林被害。森林防疫27：163～167, 1978
- 3) 鳥居春己・藤下章男：ノウサギ被害に対するアスファルト乳剤の処理効果。野兎研究会誌3：9～12, 1976
- 4) 野平昭雄・二村宜次：野兎被害防除試験（第1報）。岐阜林セ研報4：13～24, 1976
- 5) 原 国紘：野兎忌避試験。昭和60年度病害虫等防除薬剤試験結果。林業薬剤協会：292～301, 1985
- 6) 平岡誠志・渡辺弘之・寺崎康正：糞粒数によるノウサギの生息密度の推定。日林誌59：200～206, 1977

7) 向本敏覚：野兎忌避剤試験。昭和53年度病虫害
等防除薬剤試験結果，林業薬剤協会：171～174，
1978

8) 山田文雄・北原英治：ノウサギによるヒノキ造
林木の被害。36回日林関西支講：279～282， 1985

Effects of Asufaruto Solution as a Repellent for Protecting Coniferous Saplings against Damage by the Japanese Hare (*Lepus brachyurus okien-* *sis*)

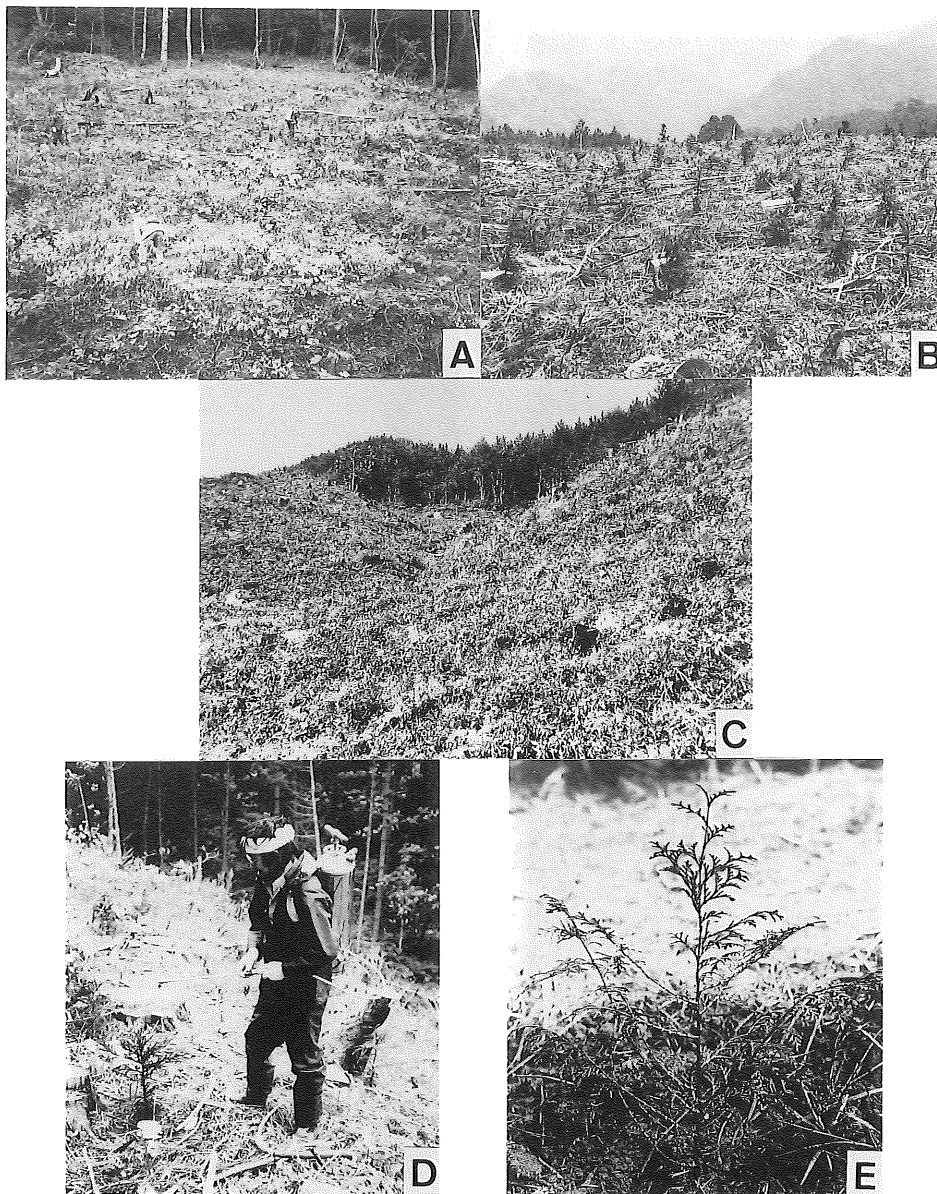
Hiroki KANAMORI, Jiro INOUE and Yasuo SUTO

Summary

In 1983-1985, control experiments of Asfaruto solution were made against frowsing and debarking by the Japanese hare (*Lepus brachyurus okiensis* THOMAS) to saplings of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in the Oki Islands, Shimane Prefecture.

Good effect of the deterrent were obtained in two *Chamaecyparis* stands. No effects, however, obtained in one *Cryptomeria* stand, because the stand supposed to be suitable feeding area in the region.

写 真—A～E



A～C：試験林分 A：試験—I 林分（隠岐郡西ノ島町）
B：試験—II 林分（隠岐郡布施村） C：試験—III 林分（隠岐郡西郷町）
D：アスファルト乳剤のスギ幼齢木への散布状況
E：アスファルト乳剤を散布したヒノキ（薬剤が枝葉・主軸に黒色に付着）

写 真—F～1



F～I：被害木

F：切断型被害（スギ）

G：切断型被害（ヒノキ）

H：剥皮型被害（スギ）

I：剥皮型被害（散布ヒノキ）

論文 スギ小径丸太・タイコ材の曲げ強度試験

中山茂生・錦織 勇・安井 昭

Bending Strength Tests on Poles and Two-Surface Sawed Lumber Sawed from Small Diameter Logs of Sugi

Shigeo NAKAYAMA, Isamu NISHIKÔRI and Akira YASUI

要 旨

スギ小径丸太とタイコ材を供試材として、実大曲げ強度試験を行った。丸太は背割りを入れた材と背割りのない材について、タイコ材は縦使いの場合と平使いの場合について検討した。

1. 背割りによる曲げ強度性能の低減は認められなかった。
2. 丸太の曲げヤング係数は、生材時が $69.3 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ 、天然乾燥材時が $73.6 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ で、乾燥によって約7%増加した。
3. タイコ材の天然乾燥材時の曲げヤング係数は、縦使いが $73.8 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ 、平使いが $63.8 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ であった。
4. 丸太の曲げ破壊係数は、 472 kg f/cm^2 であった。
5. タイコ材の曲げ破壊係数は、縦使いが 459 kg f/cm^2 、平使いが 430 kg f/cm^2 で、いずれの場合も丸太より低かったが、建築基準法施行令の材料強度基準値を十分満足するものであった。
6. 丸太の生材時の曲げヤング係数と天然乾燥材時の曲げ破壊係数との相関係数は、0.535であった。

I はじめに

間伐材等小径木を建築用構造部材として使用するためには、その強度性能を十分把握しておく必要がある。この点について、間伐材等小径木の製材品に関する報告はかなりある^{1)~7)}が、強度的にもコスト的にも有利と考えられる⁸⁾丸太、タイコ材に関する報告は少ない⁸⁾⁹⁾。そこで、スギ間伐材等小径木の強度性能を把握し、利用開発の基礎資料とするため、丸太とタイコ材の実大曲げ強度試験を行ったので報告する。

なお、この試験は昭和59～63年度国庫助成大型プロジェクト研究「農林水産業用資材等農山漁村地域における国産材の需要開発に関する総合研究」の一環として行ったものである。

II 試験方法

1. 供試材と外観調査

材長2m、末口径7～11cmのスギ間伐材111本を供試材とした。供試材は材長、末口径、元口径、平均年輪幅及び曲り等の外観調査を行った後、剥皮した。

供試材のうち、33本の丸太は半径の深さまで背割りを入れ、28本は2面落しの幅8cmのタイコ材にひき材した。供試材の概要は表-1に示した。

2. 曲げ試験

供試した丸太、タイコ材は、含水率が平衡に達するまで天然乾燥し、スパン180cm、中央集中荷重方式により実大材の曲げ破壊試験を行った。そして、曲げヤング係数(E_d)、曲げ比例限度力度(σ_p)、曲げ破壊係数(σ_m)を求めた。

なお、丸太は生材時に曲げ剛性試験を行い、曲げヤング係数(E_g)を求めておいた。

試験機は、万能木材強度試験機(円井製作所製10t)を使用した。

たわみ量の測定は、曲げ剛性試験と曲げ破壊試験とは同一とした。一方、背割り丸太の荷重方向は、背割り面が荷重方向と直交するようにセットした。タイコ材の試験は、縦使いと平使いの2方向について各14本ずつ行った。また、供試材の安定を良くするために、供試材と支点の間に添え木を設けた。

破壊試験後、破壊部近傍より含水率測定用試験片を採取し、含水率を求めた。

各強度性能の計算は、丸太、タイコ材ともにテーパーを考慮しない中央部断面と等しい均一はりとして行った。タイコ材の断面形状を図-1に、計算式を以下に示した。

$$\text{生材時の曲げヤング係数 (Eg)} = \frac{l^3}{48I_g} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \delta}$$

$$\text{天然乾燥材時の曲げヤング係数 (Ed)} = \frac{l^3}{48I_d} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta \delta}$$

$$\text{曲げ比例限度力度 } (\sigma_p) = \frac{P_p \cdot l}{4Z}$$

$$\text{曲げ破壊係数 } (\sigma_m) = \frac{P_{\max} \cdot l}{4Z}$$

ここに、 l : スパン長
 $\Delta P / \Delta \delta$: 荷重-たわみ比
 I_g : 生材時の断面二次モーメント
 I_d : 天然乾燥材時の断面二次モーメント

P_p : 比例限度荷重

P_{\max} : 最大荷重

Z : 断面係数

丸太の場合、

$$I = \pi D^4 / 64$$

$$Z = \pi D^3 / 32$$

D : 材中央部の平均径

タイコ材縦使いの場合¹⁰⁾、

$$I = 1 / 384 (12\varphi + 8 \sin 2\varphi + \sin 4\varphi) \cdot D^4$$

$$Z = 2 I / D$$

$$\varphi = \sin^{-1} (B / D)$$

B : タイコ材の幅

タイコ材平使いの場合¹⁰⁾、

$$I = 1 / 128 (4\varphi - \sin 4\varphi) \cdot D^4$$

$$Z = 2 I / B$$

$$\varphi = \sin^{-1} (B / D)$$

表-1 供試材の概要

形状	供試本数	末口径 (cm)			細り率 (mm/m)	曲り (%)
		最小	平均	最大		
丸太 (背割りあり)	33	7.6	9.4	11.0	5.38	6.7
丸太 (背割りなし)	50	7.5	9.3	10.9	5.71	13.7
タイコ材	28	7.9	9.0	9.8	4.82	—

タイコ材の末口径、細り率は原木時の値

細り率 : 単位長さ当たりの半径の細り

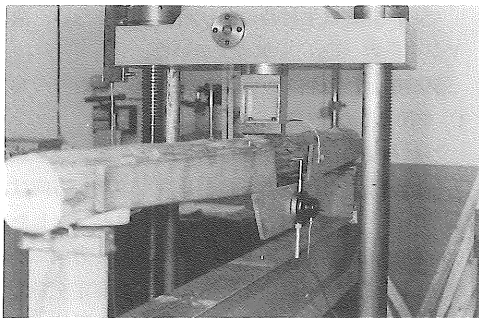


写真 丸太の曲げ試験

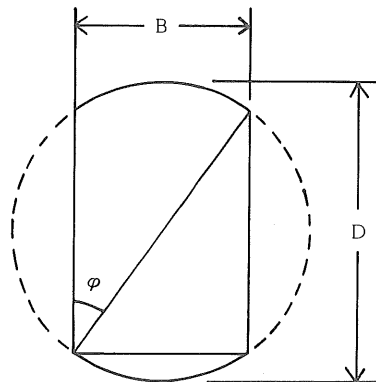


図-1 タイコ材の断面形状

III 結果と考察

に、丸太とタイコ材の各因子間の相関係数については表-4～表-6に示した。

丸太とタイコ材の曲げ試験結果は表-2、表-3

表-2 丸太の曲げ試験結果

		含水率 比重		平均	ヤング	ヤング	比例限	破 壊	Ed/	σ_p /	σ_m /
		M	C	年輪幅	係数*	係数**	応力度	係 数	Eg	σ_m	Ed
		(%)	—	(mm)	(10 ³ kgf/cm ²)	(10 ³ kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	—	—	—
背割りあり (n=33)	平均値	21.5	0.41	5.0	71.8	77.6	289	469	1.090	0.624	6.146
	標準偏差	1.22	0.030	1.27	12.16	13.17	47.1	62.4	0.137	0.072	0.931
	変動係数	5.7	7.4	25.6	16.9	17.0	16.3	13.3	12.6	11.6	15.1
背割りなし (n=50)	平均値	20.5	0.42	4.9	67.6	71.0	311	473	1.053	0.661	6.781
	標準偏差	0.51	0.049	1.19	13.66	14.13	51.7	86.2	0.071	0.055	1.215
	変動係数	2.5	11.7	24.3	20.2	19.9	16.6	18.2	6.8	8.4	17.9
全 数 (n=83)	平均値	20.9	0.41	4.9	69.3	73.6	303	472	1.068	0.646	6.529
	標準偏差	1.01	0.043	1.22	13.17	14.05	50.9	77.2	0.103	0.065	1.148
	変動係数	4.8	10.3	24.7	19.0	19.1	16.8	16.4	9.7	10.0	17.6
	最大値	26.6	0.51	8.0	97.7	108.4	447	694	1.379	0.878	10.196
	最小値	19.3	0.32	2.7	44.3	41.0	179	303	0.742	0.431	4.345

* : 生材時

** : 天然乾燥材時

表-3 タイコ材の曲げ試験結果

		含水率 比重		平均	ヤング	比例限	破 壊	σ_p /	σ_m /
		M	C	年輪幅	係 数	応力度	係 数	σ_m	Ed
		(%)	—	(mm)	(10 ³ kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	—	—
縦使い (n=14)	平均値	23.0	0.41	5.3	73.8	284	458	0.621	6.321
	標準偏差	1.70	0.036	1.09	14.50	43.3	64.5	0.048	0.950
	変動係数	7.4	8.8	20.7	19.7	15.2	14.1	7.7	15.0
	最大値	27.7	0.50	7.5	114.2	371	583	0.711	7.352
	最小値	20.6	0.35	2.8	57.9	222	360	0.529	4.401
平使い (n=14)	平均値	24.5	0.41	5.0	63.8	270	430	0.634	6.771
	標準偏差	1.93	0.025	0.72	8.64	22.2	59.3	0.048	0.648
	変動係数	7.9	6.1	14.4	13.5	8.2	13.8	7.6	9.6
	最大値	27.1	0.44	5.9	80.3	311	546	0.703	7.874
	最小値	20.9	0.36	3.8	49.7	232	341	0.518	5.230

表—4 丸太の各因子間の相関係数 (n=83)

	含水率	比重	平均年輪幅	ヤング係数	ヤング係数	比例限度力度	破壊係数
	M C	S G	ARW	Eg	Ed	σ_p	σ_m
M C	1.000	0.046	0.078	0.124	0.145	-0.207	-0.120
S G		1.000	-0.116	0.379**	0.384**	0.717**	0.777**
ARW			1.000	-0.110	-0.124	-0.112	-0.291**
Eg				1.000	0.873**	0.491**	0.535**
Ed					1.000	0.506**	0.560**
σ_p						1.000	0.833**
σ_m							1.000

** : 1%の危険率で有意

表—5 タイコ材縦使いの各因子間の相関係数 (n=14)

	含水率	比重	平均年輪幅	ヤング係数	比例限度力度	破壊係数
	M C	S G	ARW	Ed	σ_p	σ_m
M C	1.000	0.107	0.287	-0.080	-0.446	-0.307
S G		1.000	-0.747**	0.849**	0.469	0.595*
ARW			1.000	-0.863**	-0.656*	-0.701**
Ed				1.000	0.452	0.473
σ_p					1.000	0.866**
σ_m						1.000

* : 5%の危険率で有意 ** : 1%の危険率で有意

表—6 タイコ材平使いの各因子間の相関係数 (n=14)

	含水率	比重	平均年輪幅	ヤング係数	比例限度力度	破壊係数
	M C	S G	ARW	Ed	σ_p	σ_m
M C	1.000	0.626*	0.122	-0.068	0.201	0.069
S G		1.000	-0.120	0.393	0.804**	0.737**
ARW			1.000	-0.508	-0.278	-0.329
Ed				1.000	0.677**	0.686**
σ_p					1.000	0.846**
σ_m						1.000

* : 5%の危険率で有意 ** 1%の危険率で有意

1. 平均年輪幅

丸太の平均値は4.9mm, 範囲は2.7~8.0mm, タイコ材の平均値は5.1mm, 範囲は2.8~7.5mmであった。既往の報告¹⁾との比較から, 一般的な小径材の値といえる。

曲げ破壊係数との間に有意な相関が認められたのは, 丸太とタイコ材縦使いの場合で, 表—4, 表—5よりそれぞれ, -0.291, -0.701であった。

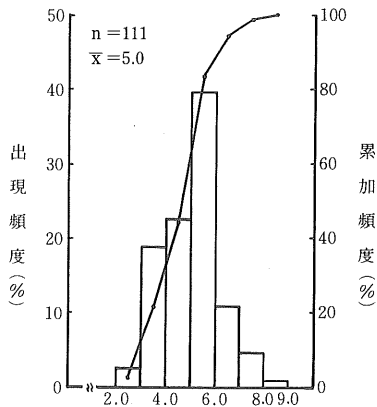
なお, 全供試材の平均年輪幅の出現頻度と累加頻度を図—2に示した。

2. 比重

丸太の平均値は0.41, 範囲は0.32~0.51, タイコ材の平均値は0.41, 範囲は0.35~0.50であった。

曲げ破壊係数との相関係数は, 表—4, 表—5, 表—6より丸太, タイコ材縦使い, タイコ材平使いそれぞれ, 0.777, 0.595, 0.737で, いずれも正の有意な相関が認められた。

なお, 全供試材の比重の出現頻度と累加頻度を図—3に示した。



図—2 全供試材の平均年輪幅の出現頻度と累加頻度

3. 曲げヤング係数

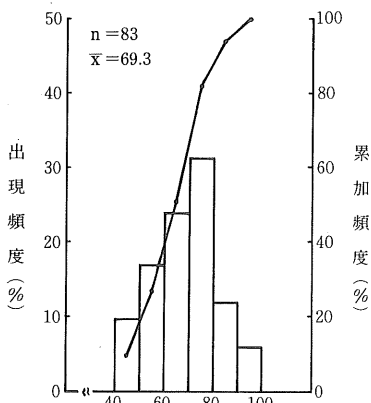
丸太の曲げヤング係数は、生材の剛性試験時 (E_g) と天然乾燥材の破壊試験時 (E_d) に測定した。

平均値で比較すると、背割り丸太の E_g , E_d はそれぞれ、 $71.8 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$, $77.6 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ 、背割りのない丸太の E_g , E_d はそれぞれ、 $67.6 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$, $71.0 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ であった。この結果より、背割りは曲げヤング係数を低減させる因子ではないといえる。

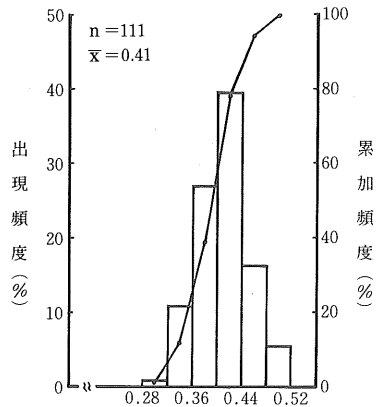
全供試丸太の E_g , E_d の平均値はそれぞれ、 $69.3 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$, $73.6 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ で、乾燥によって約7%の増加が認められた。

なお、丸太の E_g , E_d それぞれの出現頻度と累加頻度を図—4、図—5に示した。

表—4より、丸太の E_g と E_d との相関係数は0.873, E_d と曲げ破壊係数との相関係数は0.560, E_g と曲げ破壊係数との相関係数は0.535でいずれも正の有意な相関が認められた。これらの結果を図—6～図—8に示した。図—7、図—8から、回帰直線



図—4 生材丸太の曲げヤング係数の出現頻度と累加頻度



図—3 全供試材の比重の出現頻度と累加頻度

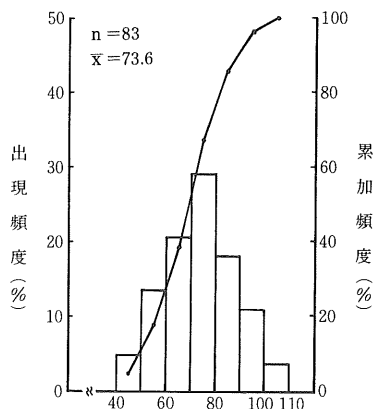
の勾配がほとんど等しいことがわかる。この結果より、丸太においても E_g を実測することによって曲げ破壊係数の推定が可能であるといえる。

タイコ材の曲げヤング係数は、天然乾燥材の破壊試験時 (E_d) にのみ測定した。

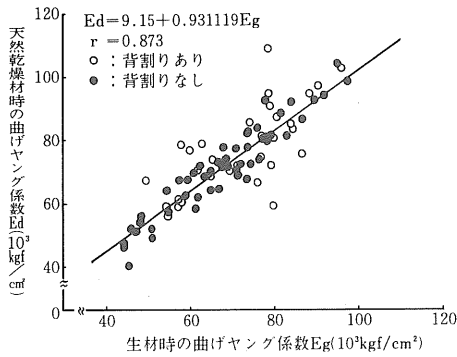
縦使いと平使いの E_d の平均値はそれぞれ、 $73.8 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$, $63.8 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ で、平使いが縦使いより約14%低い値となった。これは、平使いの場合、一般に年輪幅が狭く強度性能も大きい辺材部を除いた面が応力最大となることによると考えられる。

縦使い、平使いの E_d と曲げ破壊係数との相関係数は、表—5、表—6よりそれぞれ、0.437, 0.686で、平使いのみに有意な相関が認められた。このことは、今後さらに追試による確認が必要と思われる。

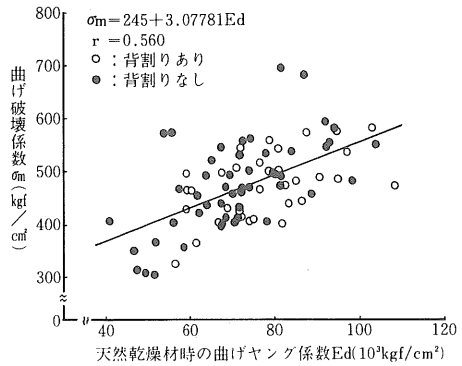
丸太とタイコ材の E_d を平均値で比較すると、丸太：タイコ材縦使い：タイコ材平使いは、約1：1：0.86であった。



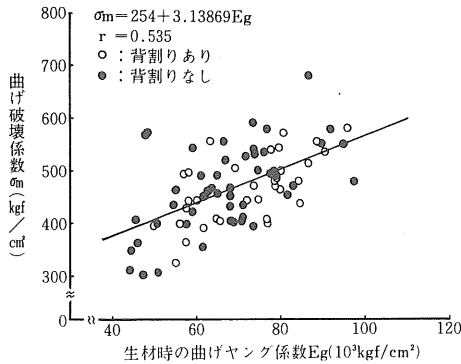
図—5 天然乾燥材丸太の曲げヤング係数の出現頻度と累加頻度



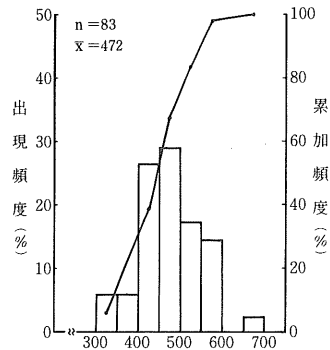
図—6
生材時と天然乾燥材時の曲げヤング係数の関係



図—7 天然乾燥材時の曲げヤング係数と
曲げ破壊係数との関係



図—8
生材時の曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係



図—9
丸太の曲げ破壊係数の出現頻度と累加頻度

4. 曲げ破壊係数

背割り丸太と背割りのない丸太の曲げ破壊係数の平均値はそれぞれ、469kg f/cm²、473kg f/cm²で、背割りを原因とする水平剪断型破壊は生じなかった。この結果から、この荷重条件において、背割りは曲げ破壊係数を低減させる因子ではないといえる。

丸太の曲げ破壊係数の平均値は472kg f/cm²、範囲は303～694kg f/cm²であった。

なお、丸太の曲げ破壊係数の出現頻度と累加頻度を図—9に示した。

タイコ材縦使いの曲げ破壊係数の平均値は458kg f/cm²、範囲は360～583kg f/cm²、平使いは430kg f/cm²、範囲は341～546kg f/cm²であった。

曲げ破壊係数の平均値は、丸太>タイコ材縦使い>タイコ材平使いの順に低下したが、建築基準法施行令第95条に規定されているスギの材料強度基準

値225kg f/cm²よりは、いずれもかなり高い値を示した。

IV おわりに

以上の結果から、スギ小径丸太とタイコ材は建築基準法に規定されている材料強度基準値を十分満足しており、構造的利用に支障はないと考えられる。

また、背割りによる曲げ強度性能の低減は認められなかったことから、材面割れの発生防止・軽減効果のある背割りは、丸太の化粧的価値維持の面から実用上有効な方法といえる。しかし、丸太梁としての使用上の安全を期するうえで、背割りは丸太の垂直面に入れるように配慮すべきである。

なお、この報告では触れなかったが、年輪数、節、含水率といった曲げ強度性能を変動させる因子についても、今後検討する必要があると考える。

さらに丸太においても製材品と同様に曲げヤング係数による曲げ破壊係数推定の可能性が認められたが、実用的に用いるには相関係数がやや低いので、曲げヤング係数の測定精度を高めるのと同時に、強度試験データの蓄積が必要である。

引用文献

- 1) 島根県製材工業組合：昭和58年度知識集約化事業成果報告——本県産スギ小径材の強度性能——，1984
- 2) 中井 孝・田中俊成：間伐材等小径木の強度性能——曲げ剛性と曲げ破壊係数——，木材工業39(5)：29～35，1984
- 3) 飯島泰男：間伐材等小径材の性質と利用 とくに富山県産スギ材について，木材と技術65：1～11，1986
- 4) 市原俊充・宇水泰三郎：スギ小径材の材質特性に関する研究(1)，徳島林総研報18：38～48，19

80

- 5) ———・—————：スギ小径材の材質特性に関する研究(2)，徳島林総研報19：51～63，1981
- 6) 瀧野真二郎・佐々木 光：スギ間伐材の材質——植栽密度の影響——，木材研究資料：99～104，1979
- 7) 今村祐嗣・小野広治：間伐小径材の構造的利用面の性能——とくに奈良県産スギについて——，奈良林試木材加工資料別冊，1980
- 8) 米田昌世：針葉樹中小径丸太・タイコ材の強度試験，林産試場報1(4)：1～11，1987
- 9) 山本 宏・高橋政治・滝沢忠照・川口信隆：針葉樹中小径丸太の強度性能，林産試月報10：7～10，1979
- 10) 小泉章夫・上田恒司：丸太材の曲げおよび振り性能，北大農演習林研報44(1)：355～380，1987

Bending Strength Tests on Poles and Two-Surface Sawn Lumber Sawed from Small Diameter Logs of Sugi

Shigeo NAKAYAMA, Isamu NISHIKŌRI and Akira YASUI

Summary

Bending strength tests in full-scale size were conducted on poles and two-surface sawn lumbers sawed from small diameter logs of Sugi (*Cryptomeria Japonica*).

- 1) Splitting partly in poles showed no effect on bending strength.
- 2) Bending modulus of elasticity of poles measured $69.3 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ and $73.6 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$, for unseasoned and air-dried poles, respectively, and increased by seven per cent during the seasoning.
- 3) Bending modulus of elasticity of two-surface sawn lumbers air-dried measured $73.8 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$ and $63.8 \times 10^3 \text{ kg f/cm}^2$, in edge and flat wise, respectively.
- 4) Bending modulus of rupture of poles measured 472 kg f/cm^2 .
- 5) Bending modulus of rupture of two-surface sawn lumber measured 459 kg f/cm^2 and 430 kg f/cm^2 , in edge and flat wise, respectively, and were smaller than those of poles. These values were above the standard ones and were accepted in the Building Standard Law.
- 6) Correlation coefficient between bending modulus of elasticity of unseasoned poles and these of rupture of air-dried ones was 0.535.

島根県林業技術センター研究報告第39号

昭和63年3月印刷

昭和63年3月発行

島根県林業技術センター

島根県八束郡宍道町大字宍道1586 (〒699-04)

電話(宍道局) 0852-66-0301

印刷所 株式会社 報光社