

ISSN 0910-9471

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

島根県林業技術センター 研究報告

BULLETIN OF
THE SHIMANE PREFECTURE
FOREST RESEARCH CENTER

No. 49
1998



島根県林業技術センター

目 次

論文

島根県における素材生産業の事業実態の分析
..... 石 橋 公 雄・西 政 敏 1

論文

ヤマザクラの組織培養における個体差
..... 福 島 勉 11

論文

有用広葉樹のさし木増殖（Ⅰ）
ーヤマザクラ，ミズメおよびアキグミのさし木ー
..... 福 島 勉 17

論文

樹幹への障害物巻きつけによるニホンジカ角こすり剥皮害の回避試験
..... 金 森 弘 樹・井ノ上 二郎・周 藤 靖 雄 23

論文

島根県におけるスギ・ヒノキの星形材変色の被害実態調査
..... 周 藤 成 次・扇 大 輔・井ノ上 二郎・周 藤 靖 雄 33

論文

ヒノキ漏脂病の被害推移と材質劣化
..... 扇 大 輔・周 藤 靖 雄・金 森 弘 樹 39

論文

島根県産スギ材の集成化と強度性能
..... 池 淵 隆・錦 織 勇 51

論文

地域に適合した林業機械作業システム研究（第4報）
ータワーヤーダとプロセッサまたはフォワーダを組み合わせた集材・造材作業ー
..... 西 政 敏・石 橋 公 雄 59

表紙写真

初代培養での腋芽

（P16から）

論文 島根県における素材生産業の事業実態の分析

石橋 公雄 ・ 西 政 敏

Study on actual conditions of log production in Shimane prefecture

Kimio ISHIBASHI, Masatoshi NISHI

要 旨

1. 島根県内における1996年時点での県内素材生産業の事業実態を調査した。
2. 素材生産可能事業体は365あり，現在生産を行っている事業体は245であった。製材業で素材生産も兼ねて行う地場曳き業者は38に過ぎなかった。
3. 年間の全素材生産量は420,320m³であり，広葉樹とマツ類が79%，スギとヒノキが21%を占めた。森林組合の素材生産量は全体の7%に過ぎなかった。
4. 1事業体当たりの平均年間素材生産量は1,716m³であった。1人1日当たりの平均素材生産量は2.07m³であった。
5. 素材生産にかかわる労働者数は1,043人であり，80%は常時雇用であった。39歳以下が11%であり，60歳以上の高齢者が42%を占めた。
6. 素材生産に必要な各種免許・資格の取得状況はチェーンソー特別教育修了者など伐採に関しては資格取得労働者が多数存在していた。

I は じ め に

島根県の素材生産は昭和40年代初頭には年間100万m³に達していた(8)が，昭和50年代には60～69万m³で推移し(4)，平成8年度には42万m³にまで減少した。このように現在素材生産活動は停滞している。この原因としては，住宅工法の変更，金属・コンクリートなど代替材の進出および価格面・品質面・ロット面からの外材指向に伴う木材加工業者の国産材(県産材)離れが考えられる。また，本県唯一の銘柄材である島根マツの資源の枯渇や作業員の減少と高齢化の影響も無視できない。

一方，昭和30年代以降，木材生産を目的として大量に

造林された県内の人工林資源は近い将来伐期を迎えつつある。これらの森林から適切に素材生産を行い，安定的に素材供給を行うことが国産材(県産材)の需要拡大に結び付くと考えられる。

このため，今後の素材生産事業活動のあり方，それに対応する方策を解明する目的で，平成8年度における島根県内の素材生産業の実態について調査検討した。

本調査に当たって協力いただいた島根県木材協会，島根県木材組合連合会，労働省島根労働基準局，島根社会保険事務局，林業災害防止協会および労働災害防止協会に厚く御礼申し上げる。

Ⅱ 調査方法

対象事業体は昭和52年4月1日～平成8年2月1日の木材登録業者、製材登録業者およびチップ製造業登録業者とした。登録業者以外の事業体については、労災保険事業場リストを使用して木材協会、林業災害防止協会各支部、労働基準局、各労働基準監督署、社会保険事務局および営林署の協力で聞き取り調査を行い過去と現在に素材生産を行った事業体を把握した。

各事業体の平成9年3月時点での集材機などの素材生産機材保有の有無を調査し、保有する事業体を素材生産可能事業体とした。そのうち平成8年1月1日～12月31日に素材生産活動を行った事業体を素材生産実施事業体として、下記の項目について調査した。

- ①経営者の年齢
- ②後継者の有無
- ③事業体の従業員数
- ④従業員の年齢
- ⑤事業体の素材生産施設（集材機等）の保有状況
- ⑥平成8年の素材生産量（樹種別・用途別）
- ⑦生産現場（地域別）
- ⑧素材販売先別出荷量
- ⑨今後の予測（伐採量等）
- ⑩経営業務上の課題
- ⑪今後の事業展開
- ⑫作業員の社会保険（厚生年金・雇用保険）の加入状況
- ⑬就労に対する諸条件・希望等

なお、回答で生産量、出荷量など不明解なものについては、木材協会、林業災害防止協会各支部および労働基準監督署や社会保険事務局の協力を得て修正して集計や分析を行った。素材生産作業に必要な免許・資格者に関わる調査は、災害防止団体の協力を得て平成8年3月31日現在のチェーンソー取扱業務特別教育修了者名簿、伐木安全士・造材士特別教育修了者名簿、機械集材装置運転業務特別教育修了者名簿、林業架線作業主任者免許合格者名簿、林業チェーンソー取扱労働者雇用状況調査票および振動特殊検診実施状況調査票のデータをもとに免許・資格者を把握し、各事業体の従業員と対比して事業体別人数を把握し分析を行った。

今後の素材生産量の予測は平成3年～8年の森林計画資料を利用して県下の樹種別令級表を作成し、伐採予定

量は平成3年～7年の5か年間の森林計画伐採照査結果（伐採性向）と今回の素材生産調査結果を用いて予測を行った。

Ⅲ 調査結果と考察

1. 素材生産事業体

1) 事業体数

集材機などの素材生産のための機材を所有して素材生産が可能な事業体は365であった。このうち、平成8年に素材生産を行った事業体は245であった。

素材生産実行事業体の数を流域別にみると、森林面積に比例しており斐伊川が42%と最も多く、ついで江川、高津川、隠岐の順であった（表-1）。

事業体の総数は1991年の素材生産業等実態調査（3）の結果と比較して約10%減少した。

集材機等の伐採設備を保有しておりながら、素材生産活動を休止している事業体は33%もあり、隠岐、江川流域がそれぞれ約20%と低く斐伊川流域が約40%と高かった（表-1）。休止事業体の多くは年間500m³以下の素材生産を行っていた一人親方と製材業者との兼業事業体（地場曳き業者）であった。また、年間3,000m³以上の生産設備を保有しているが、1,000m³以下に生産活動を縮小している事業体も24あった。休止・縮小の主な原因は、木材価格の低迷、素材生産コストの高騰による利益率の低下であったが、今回の調査で資源の枯渇・労働力の高齢化を回答した事業体も多かった。

2) 事業体別事業規模・経営形態

事業体の事業規模は、素材生産量1,000m³未満の小規模事業体が62%と多数を占め、1,000m³～5,000m³未満の中規模事業体は31%、5,000m³以上の大型事業体は7%に過ぎなかった（表-2）。

事業体の経営形態は、個人企業が39%、個人（一人親方）が34%と多く、会社組織は18%、森林組合は約7%、協同組合は約2%であった。事業規模は個人企業・個人の多数が1,000m³未満の小規模生産事業体であった。株式会社・有限会社・協同組合は中大型生産事業体が多かった。森林組合は、5,000m³以上の大型組合が1つあるが、多くは1,000m³未満の小規模生産事業体であった（表-3）。調査の結果、素材生産事業体数は10年前（1991年）の90%に減少し、素材生産量も10年前の60%、5年前の73%に減少していた。

表－1 流域別素材生産事業体数

流域	管内	素材生産可能事業体	素材生産実施事業体	事業体稼働率(%)
斐伊川	安来・能義	26	20	76.9
	松江・八束	32	15	46.9
	仁多・大原・飯石	72	47	65.3
	出雲・平田・簸川	36	21	58.3
	計	166 (45.5%)	103 (42.0%)	62.0
江川	大田・邇摩	18	14	77.8
	邑智	41	33	80.5
	浜田・江津・那賀	44	32	72.7
	計	103 (28.2%)	79 (32.3%)	76.7
高津川	益田	48	27	56.3
	美濃・鹿足	39	28	71.8
	計	87 (23.4%)	55 (22.4%)	63.2
隠岐	隠岐	10	8	80.0
	計	10 (2.7%)	8 (3.3%)	80.0
合	計	365 (100.0%)	245 (100.0%)	67.1

表－2 生産規模別事業体数

流域	管内	1,000㎡未満	1,000～3,000㎡未満	3,000～5,000㎡未満	5,000㎡以上	計
斐伊川	安来・能義	19	1	0	0	20
	松江・八束	10	2	1	2	15
	仁多・大原・飯石	33	9	3	2	47
	出雲・平田・簸川	16	4	0	1	21
	計	78	16	4	5	103
江川	大田・邇摩	9	3	0	1	13
	邑智	18	11	2	2	33
	浜田・江津・那賀	21	10	1	0	32
	計	49	24	3	3	79
高津川	益田	12	8	3	4	27
	美濃・鹿足	12	11	2	3	28
	計	24	19	5	7	55
隠岐	隠岐	2	4	1	1	8
	計	2	4	1	1	8
合	計	153 (62.5%)	63 (25.7%)	13 (5.3%)	16 (6.5%)	245 (100%)

県下の素材生産事業体の多くは小規模零細で経営基盤が脆弱な事業体である。生産コストの低減が図られ、素材販売に有利なロット（素材規格単品で500㎡以上）が生産可能で、林野庁（7）が示した高性能林業機械で専門的に事業を行うに必要な事業規模とされる素材生産量5,000㎡以上の大規模事業体は少ない。このことは今後価格面・ロット面において産地間競争で県産材の苦戦が

予想される。

10数年後に主伐期が到来する林業公社等公的造林地での素材生産活動は伐区単位面積も広くなり、立木買い付け資金も高額となり、多額な資金・生産設備が必要となり、現在の多くの中小素材生産事業体では対応しきれないと予想される。このため、将来中小事業体でも大規模素材生産活動に対応出来るよう、大型事業体・森林組合

表-3 素材生産事業体の経営形態別事業規模

生産規模	森林組合	協同組合	会社組織	個人企業	個人(一人親方)	合計
1,000㎡未満	10	1	7	68	67	153
1,000㎡～3,000㎡	4	0	22	21	16	63
3,000㎡～5,000㎡	2	0	6	4	1	13
5,000㎡以上	1	3	10	2	0	16
計	17 (6.9%)	4 (1.6)	45 (18.4)	95 (38.8)	84 (34.3)	245 (100.0)

表-4 県内森林組合の素材生産量 (単位: ㎡)

流域	組合名	スギ	ヒノキ	マツ	広葉樹等	合計
斐伊川	広瀬	2	2	0	197	197
	松江・八束	20	0	66	3	89
	仁多	3,000	500	5,020	4,050	12,570
	加茂	3	1	1	3	8
	大東	150	40	130	710	1,030
	木次	650	400	3	27	1,080
	飯石	700	100	1,410	950	3,160
	佐田	300	150	250	1,600	2,300
江川	大田	12	67	34	0	113
	邑智	260	566	1,379	1,935	4,140
	石央	123	127	25	0	275
高津町	益田	100	50	50	200	400
	美都	189	95	665	1,817	2,766
	六日市	50	0	0	0	50
	柿木	60	0	0	42	102
隠岐	島後	0	0	88	0	88
合計	17	5,619	2,098	9,128	11,534	28,375

を含めた組織化・協業化を図り素材生産体制の整備を行う必要があると考えられる。

3) 地場曳き業者

昭和50年代までは製材業を営みながら自社の利用素材の一部を生産している事業者(地場曳き業者)(1, 4, 6)が県内素材生産の特徴であり、また昭和53年に103事業者で主流を占めていた(3)。しかし、今回の調査では38事業者に激減した。その理由として、材価低迷、資源の枯渇および賃金の高騰による素材生産の採算ベース割れを挙げるものが主流を占め、労働者不足を理由としたものは少なかった。また、これまで県内の多くの製材業者は製材原木を自ら確保する地場調達型であり、積極的に素材生産活動に参入していたが、今回の調査ではこの形が崩れ市場調達型に変化しつつあった。

このことは、素材生産費の高騰、製材ニーズに適した素材の枯渇、製材採算性確保、使用者ニーズなどのために使用原木の変更を余儀なくされ製材業者の多くが素材の入手を地場調達から木材市場調達に変更したためと考えられる。

4) 一人親方

1人または臨時作業員のみ雇用している一人親方は昭和53年の136事業者から84事業者に減少した(表-3)。しかし、全事業者の34.3%も占め、とくに邑智郡、那賀郡いずれも16事業者と多かった。

生産量1,000㎡以上の事業者は17あり、県内の山間部での素材生産の中心としての役割を果たしている。

しかし、全体に経営基盤が弱く単独事業者として今後高性能機械の導入・伐区単位の拡大に伴う事業規模拡大

は困難と考えられ経営基盤強化のための組織化・協業化の対策が望まれる。また、経営者の58人が60歳以上と高齢化も進んでいる。

5) 森林組合

県内32組合のうち素材生産を行った組合は17であった。全体生産量は約28,000㎥であり、県内の総素材生産の6.7%に過ぎなかった(表-4, 8)。

1組合当たりの生産量が500㎥以下の組合が10組合で、5,000㎥以上生産している大型組合は1組合(仁多)しかなかった(表-4)。

森林施業の担い手であり、森林所有者と密接な関係があり、地域の森林資源を詳しく把握して、より活発な素材生産活動が行われるべきであるが、他県と比較して非常に停滞している。今後安定的に県内の素材生産活動を行うには、森林組合の積極的な素材生産活動への参加を促す必要があると考えられる。

2. 素材生産従事者

1) 従事者数

平成8年の素材生産従事者は1,043人であり、平成3年素材生産等実態調査(4)の1,324人から281人減少した。

地域的には事業体数が多い斐伊川が41%と一番多く、次に大型の事業体が多く存在する高津川の296人(28%)であった。

年齢構成は20歳代30歳代が少なく、60歳以上が多かった。平成3年と比較すると人数的には50歳代の減少が著しく、構成割合では40歳代と60歳以上が増加していた。特に60歳以上の占める割合は32.9%から41.7%と増加し高齢化が進んでいる。その反面40歳未満の新規参入者も平成8年には16人あった(表-5)。

新規参入者の多くはグラップルソー、集材機などの機械オペレータが中心であった。新規参入者は学卒者が1人、転職者15人でその内訳は建設業界から8人、製材業

からは4人、造林等一般林業からは3人であった(表-5)。

素材生産以外の林業作業との兼務従事者は製材業とは275人で27%と多く、造林等育林作業とは28人で少なかった。個人別就労日数は99日未満9%, 100~179日が12%, 180~249日が56%, 250日以上が23%であった。

雇用形態は180日以上の従事者が79%と昭和53年調査時の63%に比べ16%上回り、とくに高津川流域では、90%以上を占めた。

平成8年の素材生産事業の全就労者のトータル就労日数は203,074日/人であった。1人当たりの年平均就労日数は194.7日であった(表-6)。

素材生産の労働力は、年々高齢化が進む一方、常時雇用も定着しつつある。

新規参入者も林業機械のオペレータを中心に毎年20人前後の参入者が確認できた。今後高性能林業機械等による機械化が進めば新規参入者は増加すると考えられる。

しかし、新規参入者は大規模な事業体に多く1996年14人、中小の事業体では少ない2人であった。このことは、社会保険・給与等雇用体系の格差に起因していると考えられる。危険作業を伴う素材生産従事者を安定確保するための雇用条件の整備は、常時雇用および社会保険加入は基より給料面等の条件整備が一番である。

また、他林業作業との兼業従事者は製材事業(川下)との兼業が多く、造林・育林事業(川上)との兼業が少ない。

これは、県内では地場調達型製材が以前から行われており製材業従事者の中には素材生産作業の経験者が多数存在しており作業の兼務が出来やすく(2, 4)、一方造林・育林等川上サイドでは、従来からの森林組合の作業体系(造林班と伐採班の区別)から兼務作業ができにくい現状にあったためと考えられる。

表-5 素材生産従事者数

	30歳未満	30~40歳	40~50歳	50~60歳	60歳以上	合計
1991年	41 (3.1%)	103 (7.8)	204 (15.4)	541 (40.9)	435 (32.9)	1,324 (100.0)
1996年	33 (3.2%)	82 (7.9)	209 (20.0)	284 (27.2)	435 (41.7)	1,043 (100.0)
〈内新規参入者〉	〈11〉	〈5〉				

表-6 就労日数別素材生産従事者数

	99日未満			100~179日			180~250日			250日以上			合 計		
	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計
斐伊川	46	3	49	26	3	29	267	28	295	54		54	393	34	427
江 川	10	3	13	23	2	25	119	23	142	70	4	74	222	32	254
高津川	20	0	20	27	3	30	127	14	141	101	4	105	275	21	296
隠 岐	4	2	6	39	4	43	6	2	8	9		9	58	8	66
合 計	80	8	88	115	12	127	519	67	586	234	8	242	948	95	1,043
	(8%)	(1)	(9)	(11)	(1)	(12)	(50)	(6)	(56)	(22)	(1)	(23)	(91)	(9)	(100)

2) 雇用条件

社会保険の加入状況は、労災保険加入率は99.6%でほとんどの従業員が加入していたが、厚生年金の加入者は少なく、回答があった754人中加入者は496人で、加入率は65.8%に留まった。また、雇用保険加入率も75.9%で、全国平均84%に比べ低い値であった。

給与については、平成8年11月の厚生年金加入者の男性で調査した結果、月給与最低63千円最高563千円で平均216千円であった。給与格差が大きいのは一人親方及び中小事業体の従業員の約20%が能率給（出来高払い）を取り入れているためであった。

社会保険の未加入者の多くは中小事業体に集中した。その主な原因は、事業体の経費節減と従事者の自己負担保険料支払い拒否によるところが多い、加入促進に際しては社会保険制度の必要性を説明し、経営者従事者の理解を徹底する必要があると考えられる。

これは、小規模事業体に多く、年間を通した事業確保が困難な場合に生じていると考える。今後、組織化・協業化を図り組織の強化及び年間を通した事業受注の安定化を図り、社会保険は元より給与面も含めた雇用対策が必要である。

3. 素材生産量

平成8年の素材生産量は約420,000 m³であった。樹種別割合にみると、伐採林齢以上の面積が広い天然林の広葉樹等（44%）マツ類（35%）の生産が多く、人工林のスギ（16%）、ヒノキ（5%）の生産は少なかった。全国平均スギ39%、ヒノキ13%、マツ9%、その他針葉樹18%、広葉樹22%。用途別にみると、製材用(50%)、チップ材(50%)とほぼ同量であった。全国平均製材用71%、チップ材21%、その他8%であった（表-7）。

素材生産量の推移は年間100万 m³生産していた昭和40年代初頭のころと比較すると（8）、すべての樹種とも半減していた。近年の比較では、スギ、ヒノキは横ばい傾向、マツ、その他広葉樹は減少傾向にある。

1事業体当たりの平均年間素材生産量は1,716 m³であり、流域別では大型事業体が多い高津川が3,245 m³と高く斐伊川が1,085 m³と低かった。また、森林面積1 ha当たりの素材生産量は県平均で0.81/ha（全国0.91 m³/ha・H7年）であり、流域別には高津川流域が1.79 m³/haと最も高く、斐伊川流域が最も低かった（表-8）。

1人1日当たりの年間平均素材生産量は2.07 m³/人日であり（表-6、8）、事業体別にみると、グラップルソーを使用して素材生産を行った事業体では8.1 m³/人日、間伐材を搬出した事業体では0.3 m³/人日であった。

生産素材についての調査では、マツ生産量の減少は松くい虫の被害、また県唯一の銘柄材島根マツ（尺以上の大径木）の枯渇が進んだためと答える業者が多かった。益田を中心とした県西部のマツ専門の素材業者はマツの需要はいくらでもあり他県にもマツ素材を求めていると回答する事業体が多かった。

一方、パルプ材を中心とした広葉樹の素材減少はパルプ業界の業界再編、生産コスト削減等に伴う安価で品質の安定した外国チップ材の使用増、それに伴う国産チップ材受入れ制限など県産チップ材利用の減少が目立った。

スギ・ヒノキの建築構造用素材生産については木材価格の低迷・建築様式変更等による理由により生産活動は低迷している。

一方、今後のスギ・ヒノキの素材生産量を推定すると、現在県内のスギ・ヒノキの主伐可能面積（10齢級以上）は約6,400haであり全面積の5.1%に過ぎない。現在の伐

採性向が変化しないと予想すれば今後10年後から、長伐期指向で伐採傾向が20年繰り上げられても30年後から、昭和40年代に造林されたスギ・ヒノキの多くが主伐材として素材生産されると予想される。

現在の伐採性向がつつき公団・公社造林等分収造林が

契約のとおり伐採されると仮定した場合、スギ・ヒノキの素材生産量は10年後には約2倍、14年後には約3倍、ピーク時の23年後には9.2倍の素材生産活動が必要になると考えられる。今後、それに対応しうる素材生産体制の整備を行なう必要がある。

表-7 平成8年の島根県用途素材生産量

(単位: m³)

流域	製材用					チップ用				
	スギ	ヒノキ	マツ	広葉樹等	合計	スギ	ヒノキ	マツ	広葉樹等	合計
斐伊川	17,083	6,437	37,369	4,391	65,280	506	0	7,973	38,094	46,573
江川	16,808	8,300	21,330	2,074	48,512	863	103	18,992	43,781	63,739
高津川	24,401	7,296	41,156	4,000	76,853	642	0	8,261	92,749	101,652
隠岐	6,924	100	10,671	16	17,711	0	0	0	0	0
合計	65,216 (16.0%)	22,133 (5.3)	110,526 (34.7)	10,481 (44.0)	208,356 (100.0)	2,011 (9.5)	103 (0.1)	35,226 (16.6)	174,624 (82.3)	211,964 (100.0)

表-8 1事業体当たりの年間平均素材生産量

流域	事業体(数)	素材生産量(m ³)	平均素材生産量(m ³)	森林面積(ha)	ha当たり素材生産量	蓄積(千m ³)
斐伊川	103(42%)	111,853(27)	1,086(63)	224,823(43)	0.50	30,947(44)
江川	79(32)	112,251(28)	1,421(83)	146,224(28)	0.77	18,769(27)
高津川	55(22)	178,505(42)	3,245(187)	120,705(23)	1.79	15,140(22)
隠岐	8(3)	17,711(4)	2,214(129)	29,154(6)	0.61	5,190(7)
合計	245(100)	420,320(100)	1,715(100)	520,907(100)	0.81	70,046(100)

4. 素材生産に必要な各種免許・資格の取得状況

伐採作業に最低限必要なチェーンソーの特別教育修了者は県内に5,165人以上が登録されていた。うち、60歳以上の高齢作業員が3,017人で(58.4%)を占めた。

また、集運材作業に必要な免許・資格の取得者は伐木造材士427人、安全士2,884人、集材運転修了者638人、林業架線作業主任者841人であった。今回調査を行った素材生産可能業者のうち、この3資格のいずれかを有する従事者を雇用している事業体は216に留まり、資格者無しの事業体も38あった。各種資格の取得方法の調査では、林業サイドの支援事業より労働省サイドの支援事業(生涯能力開発給付金制度)で資格取得する人が多く、その原因としては資格取得受講料のほかに受講賃金の助成も行なわれているからと回答する事業体が多数を占めた。

このため今後の県産材伐採期に備えて、林業サイドでも受講賃金支給等、早急に各種免許・資格の取得体制及

び支援制度を整えるべきと考えられる。

5. 事業体の今後の素材生産についての考え方(表-9)

①後継者

60%以上の154事業体が後継者はいると答えており、いないと答えた70事業体のほとんどは一人親方及び500m³以下の零細事業体であった。

②今後の伐採予測

減少すると答えた事業体が169(70.0%)にも及び増加すると回答したのは2事業体にすぎなかった。

③従業員の確保

今後とも確保できると答えたものは、46事業体(18.8%)しかなく多くの事業体は今後労働力確保が困難になると予測している。

④今後の事業展開

現状維持と答えたものが約半数の116事業体で、拡大と答えたものは32事業体に過ぎなかった。また、後継者

不在のため廃業すると答えたものも43事業体あり、縮小を上回った。

⑤経営業務上の課題

人件費等コストの上昇を答えた事業体が162（66.1%）と一番多く、つづいて資源の枯渇143（58.4%）素

材価格の低迷136（55.5%）売上げの低迷124（50.6%）と経営サイドの課題を挙げる事業体が多かった。

外材の台頭・機械化の推進・協業・共同化の課題をあげる業者は少なかった。

表-9 回答結果

質 問	回 答	数(割合)	質 問	回 答	数(割合)
①後継者	いる	154(62.9%)	②今後の事業展開	拡大	32(13.1)
	いない	70(28.6)		現状維持	116(47.3)
	不明	21(8.5)		縮小	34(13.9)
		廃業		43(17.6)	
				不明	20(8.2)
②今後の伐採予測	増加する	2(0.8)	⑤経営上の課題	売上げの低迷	124(50.6)
	横ばい	32(13.1)		素材価格の低迷	136(55.5)
	減少する	169(70.0)		コストの上昇	162(66.1)
	不明	42(17.1)		労働力の確保	103(42.0)
		資源の枯渇		143(58.4)	
				外材の台頭	63(25.7)
				機械化の推進	42(17.1)
			協業・共同化	83(33.9)	
③今後の従業員の確保	できる	46(18..8)			
	できない	111(45.3)			
	不明	87(35.5)			

引 用 文 献

- (1) 枝木良夫：林業の地域分析に関する調査研究. 島根県林業試験場研究報告24, 41～120, 1971
- (2) 島根県林業振興課：地域木材産業再編システム化対策調査報告書, 1997
- (3) 島根県林政課：素材生産等実態調査資料, 1978
- (4) 島根県林政課：素材生産等実態調査報告書, 1992

- (5) 日本林業調査会：日本の森林・林業, 1978
- (6) 林業問題研究会：経済分析からみた日本の林業, 1963
- (7) 林野庁監修／林内路網研究会編：林業機械化と新たな路網整備. 84pp, 1992
- (8) 島根県統計課：島根県統計100年史, 1974

Study on Actual Conditions of Log Production in Shimane Prefecture

Kimio ISHIBASHI, Masatoshi NISHI

Summary

1. In 1996, actual conditions of log production were examined in Shimane Prefecture, Japan.
2. There were 365 logging contractors and 245 of them were in logging operation. Only 38 logging contractors also held sawmill operators.
3. Total log production amounted to 420,000m³, and hard wood and pine wood occupied by 79% of all the log production and Japanese cedar and Japanese cypress woods by 21%. Log production in forest owner's cooperatives amounted to only 7% of all the log production.
4. An employee producted 2.07m³ logs a day and average log production for a logging contractor was 1,716m³ per a year.
5. Total number of employees at logging contractors was 1,043 person and 80% of them were in full-time employment. The employees who were below 40 years old were occupied by 11%, though those who were above 59 years old occupied by 42%.
6. A large number of employees held licences for logging operation such as chain-saw traineeship.

論文 ヤマザクラの組織培養における個体差

福 島 勉

Cultural Variation among Mother Trees of *Prunus jamasakura*

Tsutomu FUKUSHIMA

要 旨

ヤマザクラ20~30年生木7個体の新梢腋芽を外植体としてMS培地で培養し、個体間の比較検討をした。初代培養での腋芽展開率、継代培養での株の生存率と収穫シュート数に個体差が認められた。発根培養に供試した3個体のシュートはすべて発根して植物体を再生し、個体差は認められなかった。収穫シュート数と根の本数は同一個体内での差異も大きかった。

I はじめに

さきに筆者(1)はヤマザクラ(*Prunus jamasakura* SIEB.) 2個体の新梢腋芽を外植体として培養し、植物体を再生したが、初代培養での腋芽展開率、継代培養での収穫シュート数およびシュートからの発根率に個体差のあることを報告した。組織培養の難易に個体差のあることは、優良形質木を選抜、育成し、その増殖に組織培養を適用する場合の障害となる。そこで、供試個体数を増やして組織培養での増殖効率について比較検討したので報告する。

II 材料と方法

1991年4月22日と26日、八束郡宍道町の島根県林業技術センター構内に自生しているヤマザクラ7本(推定樹齢20~30年生)から新梢を採取して実験室に持ち帰り、ただちに供試した。なお、供試木のうちNo.1とNo.3はそれぞれ前報(1)のNo.2とNo.1に相当する。外植体は腋芽に約1.5cm長の茎と葉柄の一部を付けたY字形小片とし、

70%エタノールで1分間、さらに1%次亜塩素酸ナトリウム溶液で15分間表面殺菌し、続いて滅菌水で3回洗浄した。そして、滅菌ろ紙上で風乾後、表面殺菌で傷んだ茎と葉柄の切り口を切除して試験管内の培地に植え付けた。

初代培養にはMS培地(4)の硝酸塩濃度を半減したものを基本培地(表-1のMS2)とし、これに6-ベンジルアミノプリン(BAP)1.0mg/lと α -ナフタレン酢酸(NAA)0.02ml/lを添加した。培地はpH5.8に調整し、培養物の支持体として寒天8g/lを添加した。外植体は各個体20個ずつ供試し、4週間初代培養した。

初代培養で展開した腋芽は茎から切り取って移植し、継代培養した。基本培地は通常組成のMS培地(表-1のMS1)を使用し、これにBAP1.0mg/lを添加した。PHと寒天濃度は初代培養と同様にした。継代培養はその後5~6週間隔で3回移植し、計22週間行った。そして、移植時に2cm以上伸長したシュートを切り取って収穫シュートとし、また培養物の基部に形成されたカ

表-1 基本培地の組成

組 成 物	MS 1	MS 2	MS 3
KNO ₃	1,900mg/ℓ	950	475
KH ₄ NO ₃	1,650	825	412.5
CaCl ₂ ・2H ₂ O	440	440	220
MgSO ₄ ・7H ₂ O	370	370	185
KH ₂ PO ₄	170	170	85
Na ₂ -EDTA ^{a)}	37.3	37.3	18.65
FeSO ₄ ・7H ₂ O	27.8	27.8	13.9
MnSO ₄ ・4H ₂ O	22.3	22.3	11.15
ZnSO ₄ ・4H ₂ O	8.6	8.6	4.3
H ₃ BO ₃	6.2	6.2	3.1
KI	0.83	0.83	0.415
Na ₂ MOO ₄ ・2H ₂ O	0.23	0.25	0.125
CuSO ₄ ・5H ₂ O	0.025	0.025	0.0125
CoCl ₂ ・6H ₂ O	0.025	0.025	0.0125
グリシン	2.0	2.0	2.0
塩酸チアミン	0.1	0.1	0.1
ニコチン酸	0.5	0.5	0.5
塩酸ピリドキシン	0.5	0.5	0.5
ミオ・イノシトール	100	100	100
ショ糖	30,000	30,000	15,000

a) エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム

ルスは切除した。

つぎに、継代培養で収穫シュートの多く得られた3個体について、20本または25本のシュートを供試して発根培養をした。MS培地の硝酸塩濃度を4分の1に、またその他の無機塩類濃度を2分の1に減じた培地(表-1のMS3)に3-インドール酪酸(IBA)0.5mg/ℓ添加したものを発根用培地とした。培地のpHは5.8に調整し、寒天を7g/ℓ添加した。発根培養は5週間行った。

培養は全期間を通して25℃の恒温室内で、約5,000luxの白色蛍光灯を1日16時間照射して行った。

Ⅲ 試 験 結 果

表-2に示すように、全外植体の4%が雑菌に汚染されたが、これらはすべて糸状菌によるもので、汚染された外植体はすべて枯死した。植え付けた外植体は約1週間後に腋芽が膨らみ、続いて約2週間後に葉を展開し始

表-2 初代培養での腋芽展開

個体No.	外植体数	雑菌汚染数 (汚染率%)	生存率 (生存率%) ^{a)}	腋芽展開数 (展開率%) ^{a)}
1	20	1(5)	19(100)	13(68)
2	20	1(5)	19(100)	12(63)
3	20	0(0)	20(100)	17(85)
4	20	1(5)	19(100)	7(37)
5	20	1(5)	19(100)	9(47)
6	20	2(10)	18(100)	0(0)
7	20	0(0)	20(100)	13(65)

a) 雑菌汚染を免れた外植体数に対する割合

表-3 継代培養でのシュート発生

個体No.	供試株数	生存株数 (生存率%)	収穫シュート数 (平均)
1	13	10(77)	0~15(4.2)
2	12	5(42)	0~12(3.0)
3	17	12(71)	0~31(8.0)
4	7	7(100)	0~28(5.9)
5	9	8(89)	0~4(1.4)
7	13	5(38)	0~5(0.4)

め、4週間後にはシュートの伸長するものもあった。雑菌汚染を免れた外植体はすべて生存したものの、植え付け4週間後の腋芽展開率は最高でもNo.1の85%で、No.6はまったく展開せず、しかも他の5個体も37~68%と差が大きかった。そこで、展開率についてカイ2乗検定をした結果、5%水準で個体間に有意差が認められた。展開率の低いNo.4は茎の一部から生じたカルスが増殖して外植体の大部分が覆われるものがあり、また腋芽がまったく展開しなかったNo.6は供試した全部の外植体がカルスに覆われ、褐変するものもあった。

初代培養で展開した腋芽を継代培養すると、シュートが伸長、分岐し、2回目の継代培養でマルチプルシュートを形成した。そして、移植時に収穫シュートを切除してさらに培養を続けると、新しいシュートが伸長した。しかし、培養中にシュートの一部から褐変を生じ、これが株全体に拡大して、ついには枯死するものもあった。表-3に示すように、No.4は22週間後に全部の株が生存

表-4 シュートからの発根

個体No.	供試シュート数	発根シュート数 (発根率%)	一次根数 (平均)
1	25	25(100)	1~16(12.8)
3	25	25(100)	2~20(10.4)
4	20	20(100)	5~14(9.6)

したが、No.2とNo.7は生存率約40%と低率であった。このように株の生存率は個体間の差が大きく、カイ2乗検定の結果でも5%水準で個体間に有意差が認められた。また、収穫シュートの平均本数も0.4~8.0本と個体間の差が大きく、分散分析の結果5%水準で有意差が認められた。しかし、継代培養期間中に多数の収穫シュートの得られた株があった一方、各供試個体ともシュートがまったく発生しない株も存在し、同一個体を母樹として培養した場合でも株によって差があった。

収穫シュートを発根用培地に移植して約1週間後からシュート基部に根が発生し始めた。そして、表-4に示すように、5週間後には供試した全部のシュートが発根し、植物体を再生した。発根したシュートは大形の葉を展開しながら伸長し、約10cm長に達するものもあった。供試した3個体の一次根平均本数は9.6~12.8本であったが、同一個体に由来したシュートに本数の差が大きく、統計処理では個体間の有意差は認められなかった。

IV 考 察

林木の組織培養の難易は樹種によって異なるだけでなく、同一樹種でもクローン間や個体間に差のあることが指摘されている(3, 5)。また、サクラ亜属(*Cerasus*)の樹種の組織培養でも、培養効率に品種間差と個体間差のあることが報告されている(8, 9, 10, 11, 12, 13, 15)。ヤマザクラ7個体の新梢腋芽からの培養を比較した本試験でも、個体間に著しい差が認められた。すなわち、初代培養での腋芽展開率、また継代培養での株の生存率と収穫シュート数は個体間に差があった。そして、腋芽のまったく展開しない個体やシュート発生本数のきわめて少ない個体があり、そのために発根培養にまで至らず、植物体を再生できない個体もあった。なお、本試験でNo.3はNo.1よりも腋芽展開率が高く、収穫シュート数も多かったが、これは前報(1)の結果と一致した。

本試験に供した個体のうち、No.4は初代培養での腋芽展開率が低かったが、継代培養での収穫シュート数が多かった。一方、No.7は腋芽展開率が高かったものの、収穫シュート数はきわめて少なかった。このように、培養の各段階によって増殖効率の異なる個体の存在することが注目された。佐々木・正山(6, 7)はクヌギ(*Quercus acutissima* CARRUTH.)の組織培養で、培地組成の最適条件が個体によって異なることを報告した。しかし、本試験で使用した培地組成は各培養段階とも1種類のみであったので、各個体の培養に適する培地組成の検討が必要と考える。

継代培養での収穫シュート数は個体間だけでなく、同一個体内の株によっても差があり、また発根培養での根本数も同一個体内での差が大きかった。千木(14)はヤマザクラの普通枝よりも萌芽枝から、また側芽由来よりも仮頂芽由来の枝から採取した外植体が培養効率の高いことを報告した。また、井出・山本(2)はカバノキ属(*Betula*)で芽の着生位置によって培養効率に差のあることを報告した。本試験で外植体とした腋芽の採取部位については考慮しなかったため、この点についてさらに検討したい。

本試験の結果、ヤマザクラの組織培養で個体間に著しい難易の差があることを確認した。これは組織培養によるヤマザクラの増殖を実用化するための障害であり、個体差の解消が今後の課題である。

引用文献

- (1) 福島 勉: ヤマザクラの腋芽培養による植物体再生.. 101回日林論: 477~478, 1990
- (2) 井出雄二・山本茂弘: ウダイカンバとダケカンバの冬芽の培養による植物体再生-培養開始時期および冬芽の枝上での位置の影響-. 東大農演習林報告85: 27~42, 1991
- (3) 石井克明: 第2期地域バイオテクノロジー研究「優良木からの種苗増殖技術の開発」の成果. 林木の育種 181: 13~17, 1996
- (4) Murasige, T. and Skoog, F.: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol Plant.* 15: 473~497, 1962
- (5) 斎藤 明・石井克明: 第1期地域バイオテクノロジー

- 研究「組織培養による優良個体の増殖技術の開発」の成果. 林木の育種163:16~21, 1992
- (6) 佐々木義則・正山征洋: 林木の組織培養に関する研究(I)クヌギ組織培養における個体差の発現. 日林九支研論41:63~64, 1988
- (7) ————・—————: 林木の組織培養に関する研究(III)クヌギの継代培養における個体, 培地組成および培養環境の影響. 日林九支研論43:57~58, 1990
- (8) 佐々木揚: ベニヤマザクラの萌芽枝からの植物体再生. 日林東北支誌46:131~133, 1994
- (9) 佐藤孝夫: 茎頂培養におけるチシマザクラ成木からの植物体再生. 日林北支論40:113~115, 1992
- (10) ————: エゾヤマザクラの茎頂培養法における増殖率の母樹間の差異. 日林論104:603~604, 1993
- (11) 千木 容: 試験管内微小さし木によるサクラ亜属の幼植物体再生. 36回日林中支論:5~6, 1988
- (12) ————: 組織培養によるサクラ亜属の幼植物体再生の効率化(II)腋芽培養による大量増殖. 100回日林論:513~514, 1989
- (13) ————: 組織培養によるサクラ亜属の幼植物体再生の効率化(II)組織培養と取り木の比較. 101回日林論:487~488, 1990
- (14) ————: ヤマザクラ高齢期の組織培養による増殖—外植体採取部位による培養の難易. 日林論105:343~344, 1994
- (15) ————: 組織培養によるマメザクラの増殖. 43回日林中支論:107~108, 1995

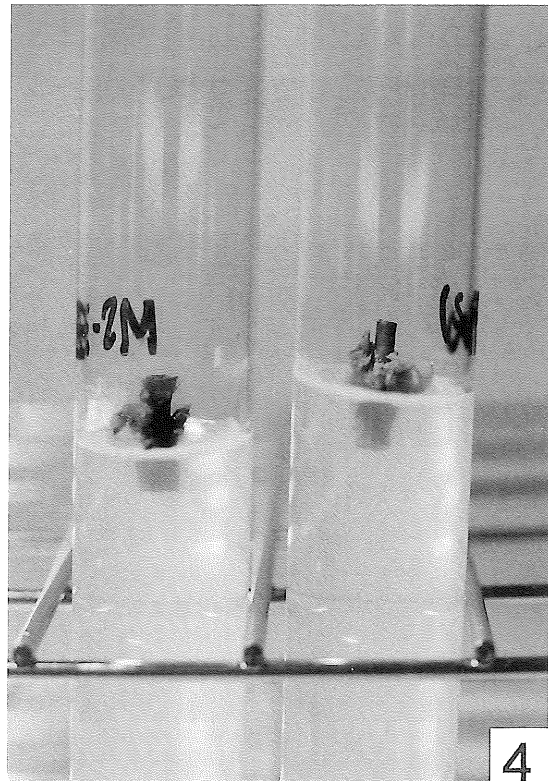
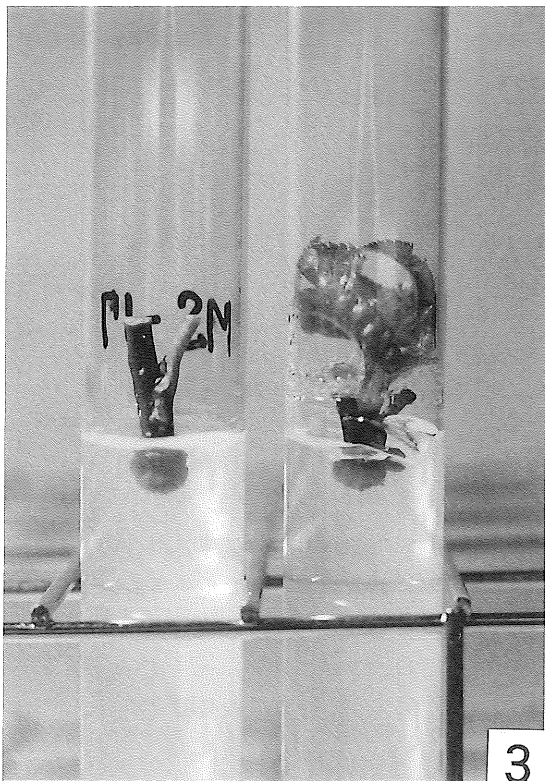
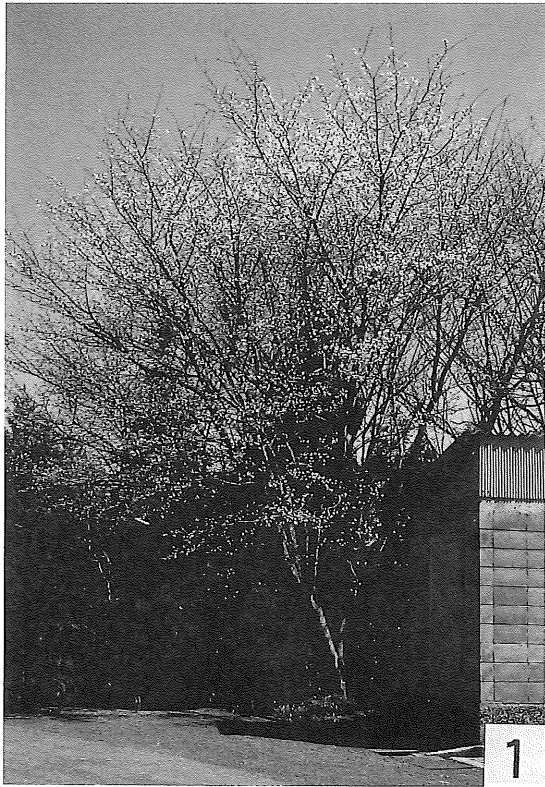
Cultural Variation among Mother Trees of *Prunus jamasakura*

Tsutomu FUKUSHIMA

Summary

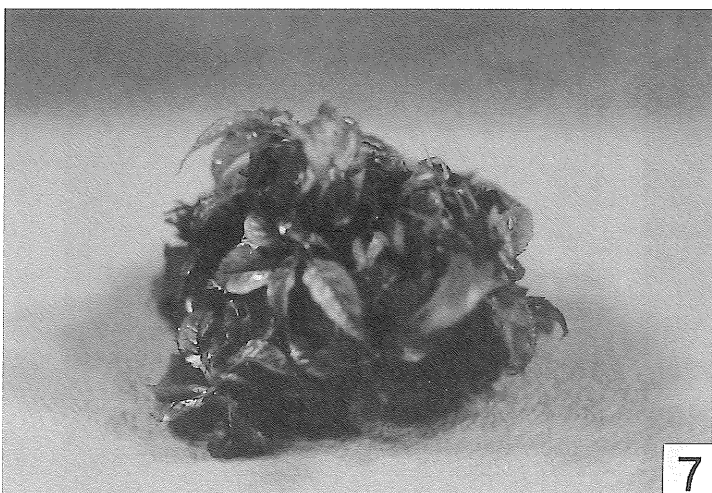
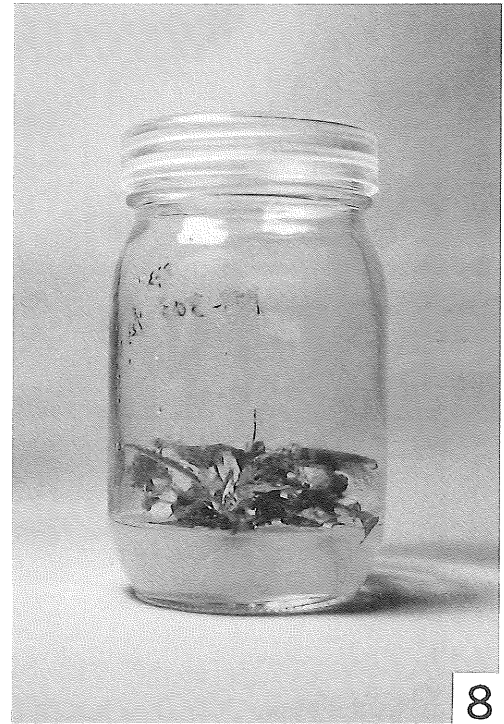
Variations among seven mother trees of 20 to 30-year-old *Prunus jamasakura* were examined in tissue culture. Axillary buds were cultured on MS medium and modified MS media mixing some growth regulators. Sprouted bud rate in the primary culture and survival rate of culture and the number of harvested shoots in the subculture were varied among mother trees. No differences were found in rooting rate and number of roots per shoot. The number of harvested shoots and roots was varied among cultures from the same mother tree.

写真-1~4



- 1: 母樹 (No. 1)
- 2: 母樹 (No. 3)
- 3: 初代培養での腋芽展開 (No. 1)
- 4: カルスに覆われた外植体 (No. 6)

写真-5~8



- 5: 初代培養での腋芽展開 (No. 3)
- 6: 継代培養でのマルチプルシュート形成
(左からNo. 1, 2, 3, 4, 5, 7)
- 7: マルチプルシュート (No. 3)
- 8: シュートからの発根 (No. 1)

論文 有用広葉樹のさし木増殖 (I)
—ヤマザクラ, ミズメおよびアキグミのさし木—

福 島 勉

Cutting Propagation in Broad-Leaved Trees (I)
—Experiments of cuttings in *Prunus jamasakura*,
Betula grossa, and *Elaeagnus umbellata*—

Tsutomu FUKUSHIMA

要 旨

ヤマザクラ, ミズメの7月ざしとアキグミの9月ざしによるさし木増殖を試験した。ヤマザクラは30年生木から, ミズメは組織培養再生木と4年生実生苗から, またアキグミは3年生実生苗からさし穂を採取した。いずれの樹種も3-インドール酪酸 (IBA) または α -ナフタレン酢酸 (NAA) 処理によって発根率が高められ, 根の本数も増加した。ヤマザクラは個体間に発根性の差が見られた。ミズメのさし木は可能であったものの, 発根後枯死するもののがかなりあった。アキグミのさし木による増殖は容易であった。床替えした発根苗の成長は良好であった。

I はじめに

ヤマザクラ (*Prunus jamasakura* SIEB.) とミズメ *Betula grossa* SIEB.) は建築用材, 家具用材として林業上重要な樹種であり, またアキグミ (*Elaeagnus umbellata* THUNB.) は脊悪地, 乾燥地, 潮風等に耐えることから荒廃地の緑化用樹種として需要が高い (7)。遺伝的に優れた形質をもつ種苗の増殖には無性繁殖が効果的であるが, ヤマザクラは一部の園芸品種で接ぎ木増殖されているものの, 一般には実生で増殖されており, さし木はほとんど行われていない。また, ミズメはこれまでほぼ天然林の伐採利用によっており, 実生繁殖, 栄養繁殖とも増殖技術は確立されていない。さきに筆者 (1, 2) は両樹種の組織培養による増殖を試み, 植物体を再生し, 順化苗を得たが, 実用的な種苗生産技術の確立には

至っていない。一方, アキグミはさし木増殖も比較的容易であるが, 通常は実生で増殖されている。そこで, 筆者はヤマザクラとミズメの7月ざしによるさし木増殖を試み, さらに短期間の大量増殖を目的としてアキグミの9月ざしを試みた。これらの試験の結果, いくつかの知見を得たので報告する。なお, 本報告の概要は第49回日本林学会関西支部大会で報告した。

II 材料と方法

ヤマザクラは組織培養による植物体再生を試験した母樹No.1とNo.2の2本 (1) (推定樹齢約30年生) からさし穂を採取した。ミズメは12年生木からの組織培養によって再生, 順化した苗 (2) を野外に定植して4年を経過した個体 (以下再生木と記す) 1本と4年生実生苗 (以下実生苗と記す) 15本からさし穂を採取した。また, ア

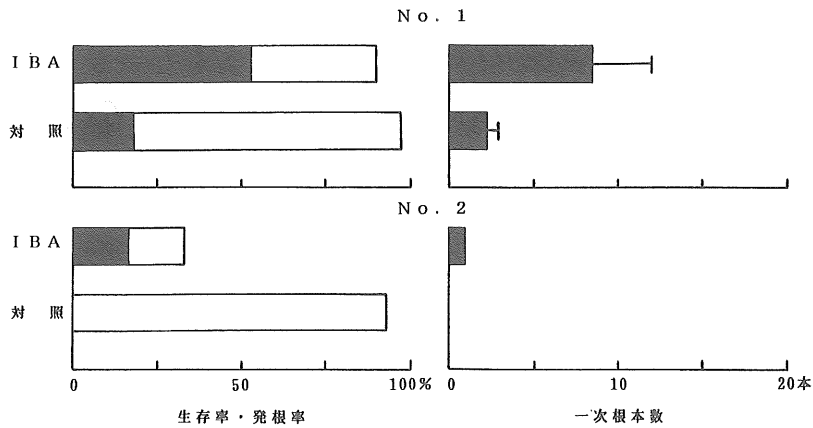


図-1 ヤマザクラさし穂の生存率、発根率および根数

■ 発根率 □ 生存率

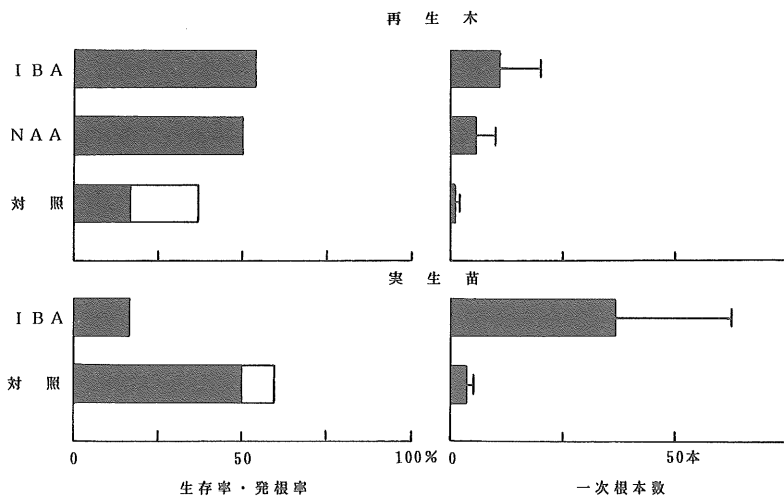


図-2 ミズメさし穂の生存率、発根率及び根数

■ 発根率 □ 生存率

キグミは3年生実生苗1本からさし穂を採取した。

さし穂の採取はヤマザクラが1996年7月3日、ミズメが7月4日、またアキグミが9月4日で、採取後ただちに穂作りした。いずれの樹種も当年伸長枝を約15cm長に切り、葉を2~4枚付けたものをさし穂とした。さし穂基部の切り口は斜め切りとした。なお、ヤマザクラとミズメはさし穂に頂芽を付けた天ざしと頂芽を付けない管ざしを無作為に混合して行ったが、アキグミはすべて管ざしとした。

さし付け前に、ヤマザクラとミズメは3-インドール酪酸 (IBA) によって発根促進処理した。アキグミは

α -ナフトレン酢酸 (NAA) によって処理し、またミズメ再生木にもNAA処理を加えた。IBA処理は100ppm溶液にさし穂基部約2cmを20時間浸漬した。NAA処理は水に20時間さし穂基部約2cmを浸漬後、浸漬部分に0.4%粉剤を粉衣した。なお、対照として水にさし穂基部約2cmを20時間浸漬した。さし付け本数は各樹種とも1処理30本で、反復区は設定しなかった。

試験はガラス室内で行い、さし穂の約2分の1が花崗岩風化土を用いた床土にかくれるようにさし付けた。灌水はミスト装置によって8時30分から16時まで30分間隔で60秒間ずつ行った。そして、1996年12月上旬に掘り取っ

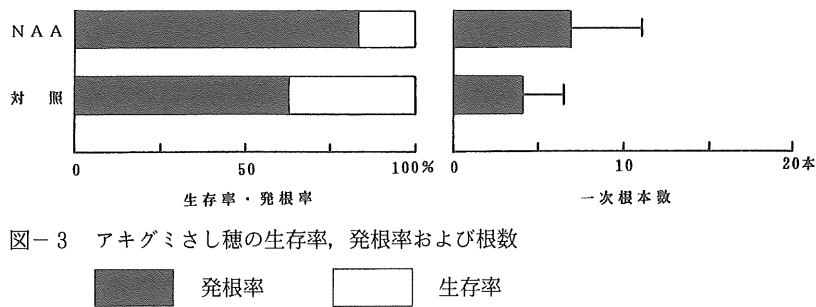


図-3 アキグミさし穂の生存率、発根率および根数

■ 発根率 □ 生存率

てさし穂の生存と発根の有無、発生した一次根の本数等について調査した。発根したさし穂のうち、根の充実したもの5~37本を1997年4月中旬苗畑に床替えし、10月上旬成長状態を調査した。

III 試験結果

ヤマザクラの試験結果を図-1に示した。母樹No.1の生存率(さし付け本数に対する生存本数割合)はIBA区、対照区とも約90%であった。発根率(発根し、かつ生存したさし穂の割合)は対照区で20%であったが、IBA区では53%に高められた。また、対照区はさし穂の切り口から1~3本の根が発生したのみであったのに対し、IBA区は切り口のまわりだけでなくさし付け部分

全体から平均8.4本の1次根が発生し、さらに側根も多数生じた。一方、No.2を母樹とした場合はIBA区の発根率が17%に過ぎず、しかも1次根本数はいずれのさし穂も1本のみで側根も少なかった。また、対照区では生存率が90%と高かったものの、切り口周辺にカルスが形成されたのみで発根はまったく認められなかった。

ミズメの試験結果を図-2に示した。再生木の対照区は生存率37%、発根率17%で、1次根本数も1~2本に過ぎなかった。IBA区とNAA区は発根率約50%で、1次根本数も増加し、しかも切り口周辺だけでなくさし付け部分全体から発根したが、IBA区は発根後枯死したものが10%あった。一方、実生苗の対照区は発根率50%であったが、1次根本数は平均3.6本と少なく、また切り口周辺のカルス形成が著しかった。IBA区は細い1次根がさし付け部分全体から多数生じ、最多70本に達したが、生存かつ発根したものは17%に過ぎなく、発根後枯死したものが20%もあった。

アキグミの試験結果を図-3に示した。対照区、IBA区とも全部のさし穂が生存し、発根率は対照区でも63%であったが、IBA区ではさらに83%に高められ、1次根本数も平均4本から7本に増加した。また、両区とも切り口のまわりから太く、木化しない白色の1次根が

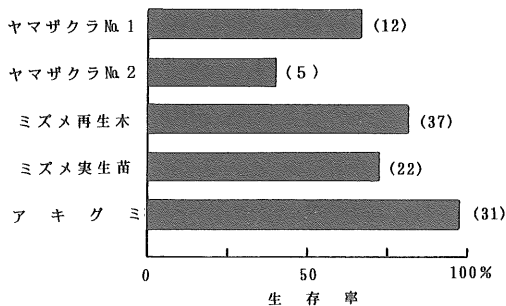


図-4 床替苗の生存率
()内は植栽本数

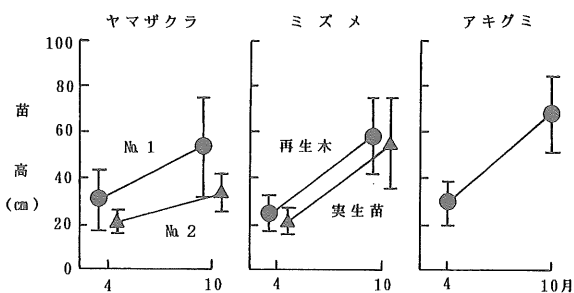


図-5 床替苗の伸長成長

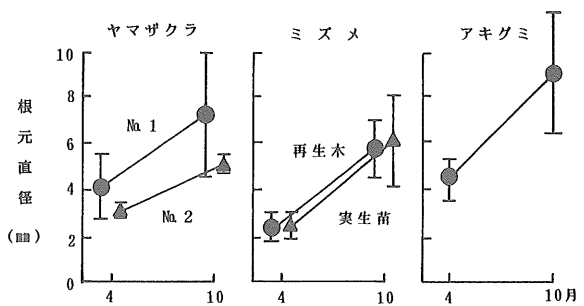


図-6 床替苗の肥大成長

発生し、側根は少なかった。

床替苗の生存率、伸長成長および根元の肥大成長をそれぞれ図-4, 5, 6に示した。アキグミは1本が枯死したのみで、ミズメの生存率は再生木と実生苗がそれぞれ73%と81%であった。しかし、ヤマザクラの生存率は母樹がNo.1とNo.2の場合それぞれ67%と40%と低く、しかも母樹間の差が大きかった。また、ヤマザクラは床替え時の苗の大きさと成長量もNo.1木がNo.2木より大きく、10月の平均苗高は54cmと34cm、平均根元直径は7.3mmと5.3mmであった。ミズメは床替時の大きさが他の2樹種よりやや小さかったが、10月の苗高約60cm、根元直径約6mmで、再生木と実生苗とに差もほとんど認められなかった。アキグミは3樹種の中で最も成長が良好で、10月には平均苗高59cm、平均根元直径9.2mmであった。

IV 考 察

本試験の結果、ヤマザクラとミズメの7月さし、またアキグミの9月さしによって発根苗を得ることができ、さらにこれらを床替えすることによって翌年秋には山行苗が得られた。

サクラ亜属(*Cerasus*)に属する樹木は樹種、品種によってさし木の難易に差がある(3, 5, 6, 7)。本試験では、ヤマザクラ2個体を母樹として供試したが、発根率と根の本数に個体差が大きく、床替え後の成長にも差があった。すなわち、No.1はNo.2よりも組織培養でのシュートの発生と発根が良好で、増殖効率が高かった(1)が、本試験でのさし木発根もNo.1の方が良好なことが注目された。今後、さらに個体数を増やして増殖効率の個体差について比較試験したい。

カバノキ属の樹種の多くはさし木が困難(6)で、ミズメのさし木増殖に関する報告は少ない。小林・大河原(4)は広葉樹152種についてさし木の難易をランク付けし、ミズメをさし木困難な樹種のひとつに評価した。また、森下・大山(6)は多くの樹種では母樹の発根性に個体差があり、しかもさし木困難樹種の発根能力は加齢とともに急激に低下すると述べている。本試験では実生苗からだけでなく、12年生母樹からの組織培養再生木をもとにさし木した場合でも発根が良好なことが注目された。

アキグミはさし木の比較的容易な樹種(3, 6, 7)なので、短期間の大量増殖を目的として9月さしを試験し

たが、さし付け3か月後にはほとんどのさし穂が発根し、翌春床替えすることによって1年間で山行苗を得ることができた。さらに増殖効率を高めるため、他の時期のさし木や床替え方法等について試験したい。

一般にオーキシン類は植物のさし木に発根促進効果のあることが知られているが、本試験でもIBAまたはNAA処理によって各樹種の発根率が高められ、また根の本数も増加することが認められた。しかし、ヤマザクラNo.2とミズメでは発根後枯死するさし穂があり、とくにミズメ実生苗からのさし木で著しかった。したがって、発根処理剤の濃度や処理時間等について検討する必要がある。なお、本試験ではIBAとNAAの2種類を使用した。両者の効果を比較したミズメ再生木のさし木では効果に明瞭な差は認められなかった。

引用文献

- (1) 福島 勉：ヤマザクラの腋芽培養による植物体再生。101回日林論：477～478, 1990
- (2) ——：ミズメの組織培養—冬芽と腋芽の培養による植物体再生—。島根林技研報43：1～10, 1990
- (3) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会育苗部会(編)：樹木のふやし方。340pp, 農林出版, 東京, 1980
- (4) 小林義雄・大河原利江：緑化用広葉樹のさし木試験。林業試験場浅川実験林年報1：38～54, 1980
- (5) 町田英夫：さし木のすべて。261pp, 誠文堂新光社, 東京, 1974
- (6) 森下義郎・大山浪雄：さし木の理論と実際。367pp, 地球出版, 東京, 1972
- (7) 坂口勝美(編)：有用広葉樹の知識。514pp, 林業科学技術振興所, 東京, 1985

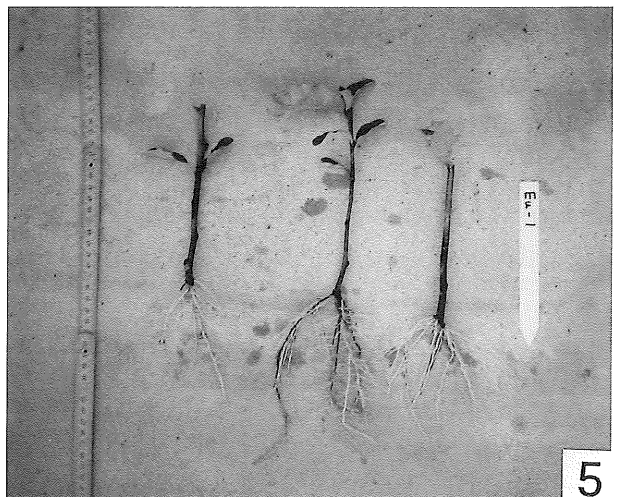
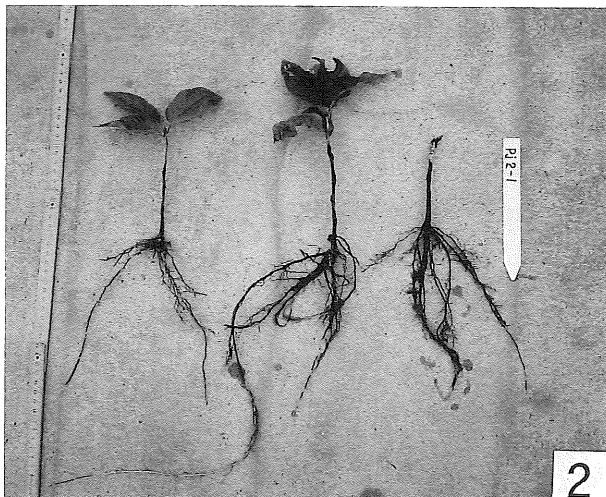
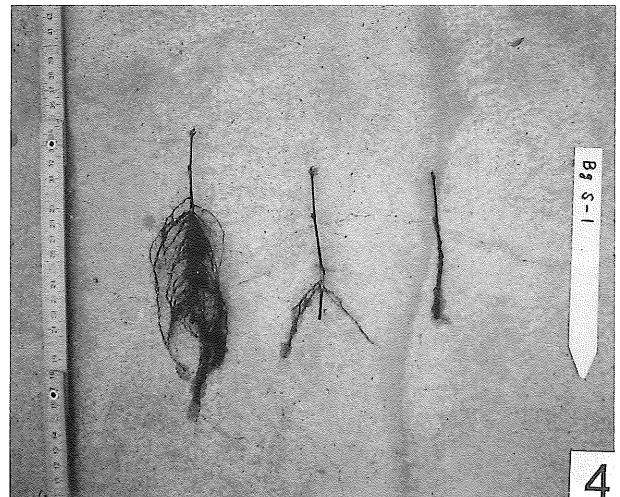
Cutting Propagation in Broad-Leaved Trees (I)
—Experiments of cuttings in *Prunus jamasakura*,
Betula grossa, and *Elaeagnus umbellata*—

Tsutomu FUKUSHIMA

Summary

Cuttings of *Prunus jamasakura* and *Betula grossa* were planted in July and of *Elaeagnus umbellata* in September. Scions were collected from 30-year-old trees of *Prunus*, a sapling regenerated with tissue culture, 4-year-old seedlings of *Betula*, and a 3-year-old seedling of *Elaeagnus*. Cuttings of all the tree species were improved in the rooting rate and the number of roots by IBA and NAA treatments. Activity in rooting varied between two mother trees of *Prunus*. A large number of *Betula* cuttings were killed after rooting. Cuttings of *Elaeagnus* were able to be easily planted. Cuttings of all the tree species were transplanted and successively grew.

写真



- 1: ヤマザクラのさし木
- 2: ヤマザクラの発根 (No. 1, IBA処理)
- 3: ミズメの発根 (再生木, IBA処理)
- 4: ミズメの発根 (実生苗, IBA処理, 右2本: 枯死)
- 5: アキグミの発根 (NAA処理)
- 6: ミズメの床替え苗

論文 樹幹への障害物巻きつけによるニホンジカ 角こすり剥皮害の回避試験

金森弘樹・井ノ上二郎・周藤靖雄

Effects of Setting Wire, Straw Rope, and Aluminum Belt up for Protecting
Coniferous Trees against Stem Bark Damage by Antler-rubbing of Sika Deer

Hiroki KANAMORI, Jiro INOUE and Yasuo SUTO

要 旨

1984~1997年、島根半島弥山山地においてニホンジカによる角こすり剥皮害を回避するためにアルミ帯、縄および針金を障害物としてスギ、ヒノキ林木の樹幹に巻きつけて、その被害回避効果を検討した。いずれの障害物も高い被害回避効果を認めた。耐久性の点から針金がアルミ帯と縄に比べて実用性が高いと考えた。これらの障害物をすべての林木に巻く必要はなく、被害木周囲の無被害木またはシカ道沿いの無被害木にのみ巻きつける方法でも高い効果が得られた。

I はじめに

島根半島西部に位置する弥山山地は島根県下でニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下「シカ」と略記) の生息が確認されている唯一の場所であるが、主としてスギ、ヒノキの若齢木に剥皮害が多発して問題になっている(写真-1)。シカによる造林木のおもな被害には枝葉の採食害と樹幹の樹皮剥皮害があり、後者には樹皮採食によるものと角こすりによるものが知られている(1)。本山地での剥皮害は剥皮された樹幹に歯跡はなく樹皮が付着または落下していること、またシカの交尾期である9~11月に集中して発生することから角こすりによるものであり、これは雄ジカのマーキング行動(縄張り表示行動)であることが分かった(3)。

本山地においてシカの個体数を適正に管理し、また農作物・果樹や林木への被害を効果的に回避する目的で、1984年以降生息実態、被害実態および被害回避に関する調査と試験を実施してきた(2, 3, 4)。

地元の二・三の森林所有者は造林木の「角こすり剥皮害」を回避するために樹幹に枝打ちした枝や割竹を巻くことを試みている。その効果は認められるようであるが、設定に多大の労力を要し、またこれらの材料は耐久性が

短い。そこで、この点を改善するために3種類の障害物、アルミ帯、縄および針金を樹幹に巻きつけて、その被害回避効果を検討した。

本研究は1984~1992年度は本県森林整備課の委託調査で実施したが、1993~1995年度は国庫普及情報システム化事業「野生獣類の生息動態と森林被害の防除に関する調査」、1996年度は同「野生獣類に係る森林被害防除法の開発並びに生息数推移予測モデル確立のための基礎研究」の1課題として実施した。本研究への参加を許された林野庁研究普及課企画官森山忠一氏、ご指導いただいた森林総合研究所関西支所鳥獣研究室長北原英治博士、また現地調査にご協力いただいた出雲農林振興センター林業課の各位に厚くお礼を申し上げる。

II 試験方法

平田市4林分と大社町34林分に設定した38林分で実施した(表-1, 図-1)。これらは9~30年生のスギ、ヒノキの若齢林で、面積は8~70a、各林分での調査本数は約100~500本であった。試験林は1984年は2林分、1985年は1林分、1986年は4林分1987年は4林分、1988年は4林分、1989年は8林分、1990年は6林分、1991年

表-1 角こすり剥皮害回避試験林

試験林場所	樹種・樹齢	面積(a)	平均胸高直径(cm)	平均樹高(m)	設置年月	
アルミ帯						
2	大社町鶴峠	26年生スギ	8	12	6	1984年9月
3	“ 鷺浦	18年生スギ	20	11	5	1985年9月
6	平田市猪目町	17年生ヒノキ	10	12	6	1986年9月
7	大社町奥谷	14年生スギ	12	10	6	“
11	“ 本郷	16年生スギ	12	16	10	1987年6月
縄						
17	大社町鶴峠	28年生スギ	8	20	10	1989年8月
1	“ 鷺浦	30年生スギ	12	24	16	1984年9月
4	平田市奥宇賀町	23年生スギ	20	21	14	1986年9月
5	“ 別所町	23年生スギ・ヒノキ	35	20	7	“
8	大社町鷺浦	21年生スギ	20	19	12	1987年6月
9	“	21年生スギ	18	18	12	“
10	“	21年生スギ・ヒノキ	15	19	12	“
16	“	21年生スギ	30	21	12	1989年8月
18	“ 奥谷	16年生スギ	12	12	7	“
19	“ 本郷	18年生スギ	12	18	11	“
針金						
20	平田市猪目町	20年生ヒノキ	10	15	8	1989年8月
21	大社町鷺町	9年生ヒノキ	10	10	6	“
22	“	9年生スギ・ヒノキ	10	10	6	“
23	“	21年生スギ	20	16	7	“
29	“	11年生スギ・ヒノキ	40	10	5	1990年8月
12	大社町奥谷	15年生スギ	8	14	8	1988年8月
13	“ 鷺浦	13年生ヒノキ	10	11	8	“
14	“	26年生スギ	12	16	16	“
15	“	30年生スギ	14	17	13	“
34	“	25年生スギ	20	22	13	1993年8月
35	“	25年生スギ・ヒノキ	15	20	13	“
37	“ 鶴峠	30年生スギ	8	20	10	“
24	“ 鷺浦	21年生ヒノキ	50	16	7	1990年8月
25	“	21年生ヒノキ	30	15	6	“
26	“	10年生ヒノキ	50	10	5	“
		21年生ヒノキ		15	7	
27	“	21年生スギ	60	15	7	“
28	“	21年生スギ	70	15	7	“
31	“	15年生スギ	20	16	6	1991年8月
32	“	15年生スギ	70	17	6	“
33	“	21年生スギ	70	14	7	“
36	“	25年生スギ	30	22	13	1993年8月
30	“	20年生スギ	30	17	7	1991年8月
38	“ 奥谷	20年生スギ	12	13	8	1993年8月

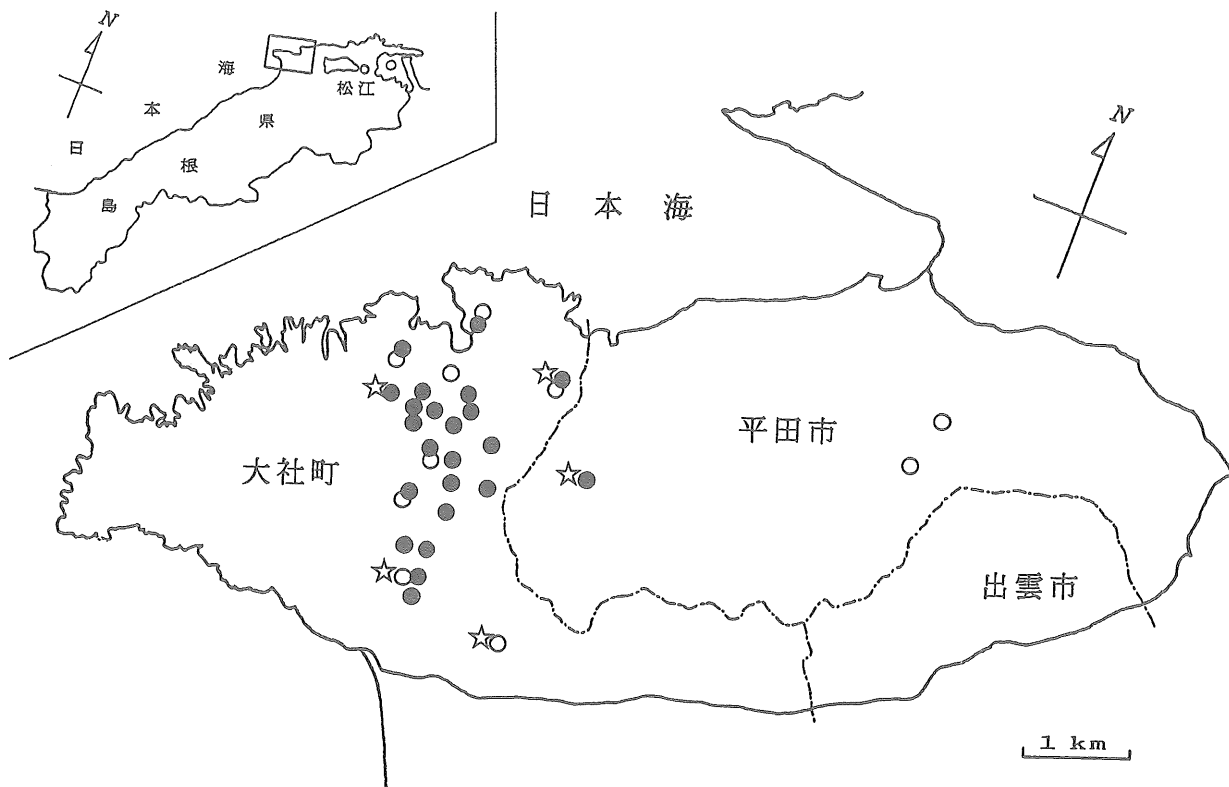


図-1 被害回避試験林

- ☆：アルミ帯巻きつけ
- ：縄巻きつけ
- ：針金巻きつけ

は4林分および1993年は5林分設定して、調査期間は2～9年であった。多くの林分では試験林設定時にすでに被害率20～40%の激害林であったが、5～10%の軽害林も少数あった。また、いずれの林分でも足跡、糞などのフィールドサインを認めた。

樹幹に巻いた材料はつぎの3種類である。①アルミ帯：「P.T.B.アルミブレード®」（日本樹木食害防止器研究所製）、幅2cm、片側を鋸歯状に整形したアルミ帯で、ノウサギなどの植栽苗木食害防止用；②縄：市販の荒縄、径1cm；③針金：市販の針金（白色ビニール被覆、径2.6mm）。これらは安価で入手し易く、巻き易くて耐久性に優れることから選んだ。アルミ帯巻き試験は5林分、縄巻き試験は10林分、また針金巻き試験は23林分で行った。

剥皮部の多くが約0.5～1.0mの高さに集中する(2)。

そこで、試験林No.1～3は樹幹の地上0.5～1.5mの高さに、試験林No.4～38では樹幹の地上0.5～1.0mの高さに巻いた。各材料を10～15cm間隔でらせん状に巻いた。林木1本を巻くのに必要な長さは、試験林No.1～3では3～6m、試験林No.4～38では2～3mであった。1本当たりの材料費はアルミ帯は約100円、縄と針金はいずれも約20円であった。また、いずれの材料も1人1日当たり200～300本を巻くことができた。

アルミ帯(写真-2)、縄および針金を巻く木はつぎの4方法で選んだ。A：全無被害木(写真-4)；B：無被害木にほぼ1本間隔(写真-5)；C：被害木周囲の無被害木(写真-3)；D：シカ道付近の無被害木。Aは小面積の林分で行い、B、C、Dは経済的、また省力的に巻くことを目的とした。

毎年被害発生がほぼ終了する2～4月に被害の有無を

調査し、あらかじめ作成した林木配置図に被害木の位置を記録した。被害木については角こすりによる被害型、被害部の高さ・長さを調査した。被害型はつぎの2型に区分した。①点・筋状傷跡：角先端が突き刺されて生じた点状または筋状の傷跡。②木部露出剥皮：樹皮が広範囲に剥皮され、被害部がゆ合せずに露出したもの。また、試験林内とその周辺でシカ道、糞などのフィールドサインを記録した。

Ⅲ 試験結果

1) アルミ帯試験

試験期間中の累積被害率は無巻きつけでは4～41%であり、3林分では10%以上の激害を受けた。これに対して、巻きつけではいずれも無被害木にほぼ1本間隔に巻いた(巻きつけ法B)が、2林分では無巻きつけの7～10%、2林分では25～40%に留まった。1林分(No.11)では林縁部で加害されて、巻きつけと同程度の被害率になった(表-2)。

いずれの試験林でも点・筋状傷跡と木部露出剥皮の両型が発生した。しかし、巻きつけの有無によって被害の形態と剥皮部の大きさには差を認めなかった。

なお、アルミ帯は巻きつけた1年後には林木の肥大成長によって切断するものが生じ、ゆるく巻き直したが再

び切断した(写真-8)。

2) 縄巻き試験

試験期間中の累積被害率は無巻きつけでは2～16%であり、4林分では10%以上の激害を受けた(写真-6)。これに対して、巻きつけではいずれの方法でも縄が樹幹に巻きついていた期間には被害はほとんど生じなかった。したがって、巻きつけ方法別の差は認めなかった。普通3～4年後に縄が腐敗して切れた(写真-9)が、被害はこの縄の落下後に生じて、2林分(No.5, 8)では無巻きつけと同程度の被害率になった(表-3)。

被害は縄の落下後に生じたため、巻きつけの有無別に剥皮の形態と大きさを比較することは避けたい。

3) 針金巻き試験

試験期間中の累積被害率は無巻きつけでは1～47%であり、18林分では10%以上の激害を受けた(写真-7)。これに対して、巻きつけでは全無被害木に巻いた5試験林(巻きつけ法A)では1林分では無巻きつけの2%、3林分では30～50%の被害に留まった。1林分(No.21)では無巻きつけ木がほとんどない場所で加害されて、巻きつけと同程度の被害率になった。無被害木1本間隔で巻いた7林分(B)では2林分では無被害であり、1林分では無巻きつけの4%、4林分では15～45%の被害に留まった。被害は人道・シカ道の付近、平坦地に発生す

表-2 アルミ帯巻きつけ被害回避効果

試験林 No.	巻きつけ法 ^{a)}	区	総本数	既被害 本数	被害本数					計 [%]
					1984年	85年	86年	87年	88年	
2	B	巻きつけ	73	0	1	0	0	0	0	1 [1]
		無巻きつけ	121	38	10(3) ^{b)}	0	0	4(4)	4(3)	18 [15]
3	B	巻きつけ	96	4	—	0	1	0	0	1 [1]
		無巻きつけ	198	28	—	0	1	6(2)	0	7 [4]
6	B	巻きつけ	102	0	—	—	0	2	5	7 [7]
		無巻きつけ	123	42	—	—	4	11(2)	7(4)	22 [18]
7	B	巻きつけ	100	4	—	—	3	0	1	4 [4]
		無巻きつけ	146	17	—	—	30(3)	26(10)	10(2)	60 ^{c)} [41]
11	B	巻きつけ	98	0	—	—	—	0	3	3 [3]
		無巻きつけ	148	21	—	—	—	3	3	6 [4]

^{a)} B：無被害木にほぼ一本間隔。

^{b)} 既被害木に再発生した本数。

^{c)} 試験期間内に同一木に重複被害が発生したため。

表-3 縄巻きつけ被害回避効果

試験林 No	巻き つけ法 ^{a)}	区	総本数	既被害 本 数											計 [%]
				1984年	85年	86年	87年	88年	89年	90年	91年	92年			
17	A	巻きつけ	91	1	-	-	-	-	-	-	0	0	1 ^{c)}	3 ^{c)}	4 ^{c)} [4]
		無巻きつけ	102	47	-	-	-	-	-	-	3(3)	2	5(4)	6(5)	16 [16]
1	B	巻きつけ	90	13	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0 [0]
		無巻きつけ	121	20	4	3(1) ^{b)}	4(2)	3(1)	5(4)	-	-	-	-	-	19 [16]
4	B	巻きつけ	105	0	-	-	0	1	0	0	0	0	0	0	1 [1]
		無巻きつけ	215	115	-	-	0	1	2	2	5(2)	0	0	0	10 [5]
5	B	スギ 巻きつけ	38	2	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0 [0]
		無巻きつけ	208	77	-	-	3(1)	0	0	0	3(2)	1(1)	0	0	7 [3]
		ヒノキ 巻きつけ	71	2	-	-	0	0	0	0	1 ^{c)}	0	0	0	1 ^{c)} [1]
		無巻きつけ	91	75	-	-	1(1)	0	0	0	3(3)	1(1)	0	0	5 [5]
8	B	巻きつけ	104	9	-	-	-	0	0	1 ^{c)}	8 ^{c)}	2 ^{c)}	4 ^{c)}	15 ^{c)} [14]	
		無巻きつけ	190	114	-	-	-	0	0	4(4)	12(10)	2(2)	9(7)	27 [14]	
9	B	巻きつけ	113	5	-	-	-	0	0	1 ^{c)}	-	-	-	1 ^{c)} [1]	
		無巻きつけ	150	47	-	-	-	8(3)	0	5(3)	-	-	-	-	13 [9]
10	B	スギ 巻きつけ	95	3	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0 [0]
		無巻きつけ	120	48	-	-	-	1	5(4)	1	2(2)	0	0	0	9 [8]
		ヒノキ 巻きつけ	7	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0 [0]
		無巻きつけ	22	17	-	-	-	0	1(1)	0	0	0	0	0	1 [5]
16	C	巻きつけ	143	3	-	-	-	-	-	0	3 ^{c)} (2)	0	1 ^{c)}	4 ^{c)} [3]	
		無巻きつけ	300	60	-	-	-	-	-	11(4)	9	5	6(5)	31 [10]	
18	C	巻きつけ	151	8	-	-	-	-	-	0	0	1 ^{c)}	1 ^{c)}	2 ^{c)} [1]	
		無巻きつけ	111	74	-	-	-	-	-	4(2)	2	3(3)	5(5)	14 [13]	
19	C	巻きつけ	75	6	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	218	26	-	-	-	-	-	1	3	0	0	4 [2]	

^{a)} A : 無被害木 ; B : 無被害木にはほぼ一本間隔 ; C : 被害木周囲の無被害木。

^{b)} 既被害木に再発生した本数。

^{c)} 縄腐敗落下後に被害発生。

る傾向があった。被害木周囲の無被害木に巻いた9林分(C)では3林分では無被害であり、3林分では無巻きつけの5~10%、3林分では15~20%の被害に留まった。シカ道沿いの無被害木に巻いた2林分(D)では、被害の発生を認めなかった(表-4)。

針金は上端と下端を固定せずに緩く巻いたが、巻きつけた数年後にはきつく絞まった木も多かった。

巻きつけの有無によって被害の形態と剥皮部の大きさには差を認めなかった(表-5)。

なお、アルミ帯、縄および針金巻き試験の場合とも共通するが、被害は古い被害木に重複して発生するが多かった(図-2)。また、被害木の周囲とシカ道沿いの無被害木に巻いた林分では、それらは被害が生じなかったものの、巻きつけ木から離れた場所で無巻きつけにも被害が少数発生した。

IV 考 察

本試験の結果から、アルミ帯、縄または針金を樹幹に

表-4 針金巻きつけ被害回避効果

試験林 No.	巻き つけ法 ^{a)}	区	総本数	既被害											計 [%]
				本数	1988年	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年		
20	A	巻きつけ	139	0	-	0	0	0	3	1	2	1	6	13 [9]	
		無巻きつけ	95	71	-	2(1)	2(1)	2(2)	4(4)	7(4)	6(3)	6(6)	2(2)	31 [33]	
21	A	巻きつけ	125	3	-	0	1	2	5(1)	1	0	4	2	15 [12]	
		無巻きつけ	149	17	-	2	1(1)	0	6(2)	0	0	4(2)	5(2)	18 [12]	
22	A	スギ	巻きつけ	31	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	3	1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	1 [33]	
		ヒノキ	巻きつけ	171	0	-	0	0	0	6	0	1	2	0	9 [5]
		無巻きつけ	35	9	-	0	0	0	3(2)	0	1(1)	0	0	4 [11]	
23	A	巻きつけ	86	4	-	0	0	1	0	0	0	0	0	1 [1]	
		無巻きつけ	16	5	-	0	1	0	1(1)	1(1)	3(3)	1	0	7 [44]	
29	A	スギ	巻きつけ	93	3	-	-	0	0	2(1)	0	0	0	0	2 [2]
		無巻きつけ	95	50	-	-	3(2)	3(1)	5(5)	1(1)	0	0	0	12 [13]	
		ヒノキ	巻きつけ	107	6	-	-	0	5(1)	4(1)	2	3(1)	0	0	14 [13]
		無巻きつけ	45	33	-	-	1(1)	3(1)	2(1)	2(1)	3(2)	0	0	11 [24]	
12	B	巻きつけ	101	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 [1]	
		無巻きつけ	137	58	5(1) ^{b)}	9(7)	2(1)	0	2(1)	1(1)	3(1)	7(4)	2(2)	31 [23]	
13	B	巻きつけ	100	0	0	2	2	2	1	3	3	2(1)	3	18 [18]	
		無巻きつけ	173	47	12(2)	5(2)	3(2)	6(4)	6(4)	13(6)	11(7)	11(8)	4(3)	71 [41]	
14	B	巻きつけ	99	6	0	5	0	0	0	2(1)	0	0	0	7 [7]	
		無巻きつけ	165	110	11(9)	11(10)	4(4)	5(5)	6(5)	5(4)	3(3)	1(1)	4(2)	50 [30]	
15	B	巻きつけ	100	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	191	56	0	4(1)	2	0	0	1	7(6)	1(1)	1(1)	14 [7]	
34	B	巻きつけ	100	5	-	-	-	-	-	1	3(1)	0	2(2)	6 [6]	
		無巻きつけ	194	51	-	-	-	-	-	6(6)	12(9)	5(5)	5(5)	28 [14]	
35	B	巻きつけ	100	3	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	144	65	-	-	-	-	-	0	0	0	2(1)	2 [1]	
37	B	巻きつけ	100	5	-	-	-	-	-	0	1	0	1	2 [2]	
		無巻きつけ	111	51	-	-	-	-	-	3(2)	2(1)	9(6)	2	16 [14]	
24	C	巻きつけ	196	23	-	-	2	2	2(1)	0	2	0	1(1)	9 [5]	
		無巻きつけ	300	120	-	-	48(29)	32(19)	22(19)	14(14)	17(14)	12(9)	2(1)	143 ^{c)} [47]	
25	C	巻きつけ	100	4	-	-	2	2	1	0	1	0	0	6 [6]	
		無巻きつけ	100	40	-	-	14	13(5)	2(2)	1	1	2(2)	3(1)	36 [36]	
26	C	スギ	巻きつけ	144	8	-	-	0	0	1	0	0	0	1 [1]	
		無巻きつけ	200	20	-	-	5(3)	4(1)	13(3)	2(1)	1(1)	0	-	25 [13]	
		ヒノキ	巻きつけ	53	10	-	-	0	2	0	0	2	0	-	4 [8]
		無巻きつけ	40	30	-	-	8(4)	6(5)	0	0	1(1)	1	-	16 [40]	
27	C	巻きつけ	100	5	-	-	0	0	0	0	0	0	-	0 [0]	
		無巻きつけ	100	40	-	-	7(2)	6(1)	4(3)	7(7)	5(3)	4(3)	-	33 [33]	
28	C	巻きつけ	100	8	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	100	40	-	-	7(5)	5(2)	10(6)	4(1)	11(9)	2(1)	0	39 [39]	
31	C	巻きつけ	150	10	-	-	-	0	1	1	1	0	0	3 [2]	
		無巻きつけ	100	70	-	-	-	2(2)	1(1)	3(1)	0	1(1)	2(2)	9 [9]	
32	C	巻きつけ	219	37	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	200	50	-	-	-	0	9(3)	2(1)	3(3)	7(7)	1	22 [11]	
33	C	巻きつけ	149	8	-	-	-	1	0	0	0	0	-	1 [1]	
		無巻きつけ	200	40	-	-	-	18(6)	8(2)	3	6(5)	2(1)	-	37 [19]	
36	C	巻きつけ	143	10	-	-	-	-	-	0	0	1	1	2 [1]	
		無巻きつけ	300	80	-	-	-	-	-	7(3)	9(5)	21(10)	16(5)	53 [18]	
30	D	巻きつけ	150	22	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	141	110	-	-	-	1(1)	2(2)	2(2)	1(1)	0	2(2)	8 [6]	
38	D	巻きつけ	150	10	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0 [0]	
		無巻きつけ	112	78	-	-	-	-	-	3(3)	3(1)	0	0	6 [5]	

^{a)} A : 無被害木 ; B : 無被害木にほぼ一本間隔 ; C : 被害木周囲の無被害木 ; D : シカ道付近の無被害木。

^{b)} 既被害木に再発生した本数。

^{c)} 試験期間内に同一木に重複被害が発生したため。

表-5 加害部の形態と大きさ

区	調査 加害部数	点・筋状傷跡		木部露出剥皮		
		発生数	大きさ(cm)	発生数	大きさ(cm)	
アルミ帯	巻きつけ	16	10	10~130 (56) ^{a)}	6	10~150 (87)
	無巻きつけ	119	51	5~100 (53)	68	10~200 (79)
縄	巻きつけ	29	24	20~120 (66)	5	60~140 (114)
	無巻きつけ	152	109	10~140 (60)	43	30~170 (87)
針金	巻きつけ	115	43	20~100 (54)	72	20~190 (87)
	無巻きつけ	732	258	10~120 (62)	474	20~210 (83)

縄試験では被害はほとんどが縄落下後に発生。

^{a)} 平均値。

巻くことによって、シカの角こすりによる剥皮害を回避できた。巻く木の選定を4方法で行ったが、すべての無被害木に巻く必要はなく、被害木周囲の無被害木またはシカ道沿いの無被害木にのみ巻きつける方法でも高い効果が得られた。また、針金や縄を巻かなかった被害木は再び角こすり剥皮害を受け、一方巻きつけ木では被害が生じなかった。したがって、既被害木にこれらを巻きつけないことは無被害木に対する被害回避効果を高めると考える。

巻く木の選定方法のうち、全無被害木に巻いた（巻きつけ法A）1林分では無巻きつけ木がほとんどない場所で加害されて、巻きつけと同程度の被害率になった。他の林分でも1林分を除いて他の方法に比べて巻きつけの効果が劣った。このことから被害木がほとんどない場所ではすべての無被害木にこれらを巻くのではなく、間伐予定木などは角こすり剥皮害対象木として巻かずに残すことが被害回避効果を高めるためには必要であると考えられる。

被害回避の機作については、アルミ帯、縄または針金の巻きつけが剥皮の障害になったためと考える。なお、試験林内には足跡などのフィールドサインを認め、また剥皮害も少数発生したことから、林内への侵入を阻止するような忌避効果はなかった。

経済的な面をみると、縄と針金は安価であったが、アルミ帯はこれらに比べるとやや高価であった。また、いずれの材料も少ない労力で巻くことができた。しかし、アルミ帯は肥大成長によって切断し、また縄は腐敗することから耐久性の点から針金がアルミ帯と縄に比べて優

れると考える。

実際に針金の巻きつける場合には、被害発生が目立つ枝打ち直後の10年生前後から巻きつけを開始する。小面積の林分では全無被害木、大面積の林分では被害木周囲や被害発生が集中する人道・シカ道の周囲の無被害木に巻きつけ、既被害木や間伐予定木には巻かずにこれらに剥皮をさせて巻きつけ木での被害を防ぐのが重要と考える。また、樹幹の地上0.5~1.0mに10~15cm間隔でらせん状に巻き、上・下端は固定せず、肥大成長に対応して変形できるように緩く巻くのが良い。なお、巻きつけ後きつく絞まった場合は緩めることが必要である。

今後はさらに安価・軽量で、また耐久性に優れ、一度設置すればそのまま放置できる新しい材料を選定してその効果試験を実施したい。

引用文献

- (1) 飯村 武：シカによる森林被害とその防除（Ⅰ）シカとその被害。森林防疫33：132~135, 1984
- (2) 金森弘樹ほか：島根半島弥山山地におけるニホンジカに関する調査（Ⅰ）-生息・被害実態調査と被害回避試験-。56pp, 島根県, 1986
- (3) ———— ほか：島根半島弥山山地におけるニホンジカに関する調査（Ⅱ）-生息の分布様相, 生息数および被害回避試験-。54pp, 島根県, 1991
- (4) ———— ほか：島根半島弥山山地におけるニホンジカに関する調査（Ⅲ）-生息数・被害の推移と被害回避試験-。42pp, 島根県, 1993

Effects of Setting Wire, Straw Rope, and Alminum Belt up for Protecting Coniferous Trees against Stem Bark Damage by Antler-rubbing of Sika Deer

Hiroki KANAMORI, Jiro INOUE and Yasuo SUTO

Summary

In 1984-1997, control experiments of three kinds of barriers, wire, straw rope, and alminum belt, were made against stem bark damage by antler-rubbing of Sika deer (*Cervus nippon*) to forest trees of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in the Misen Mountains in Shimane Prefecture. Good preventive effects of setting these barriers up were obtained against the damage.

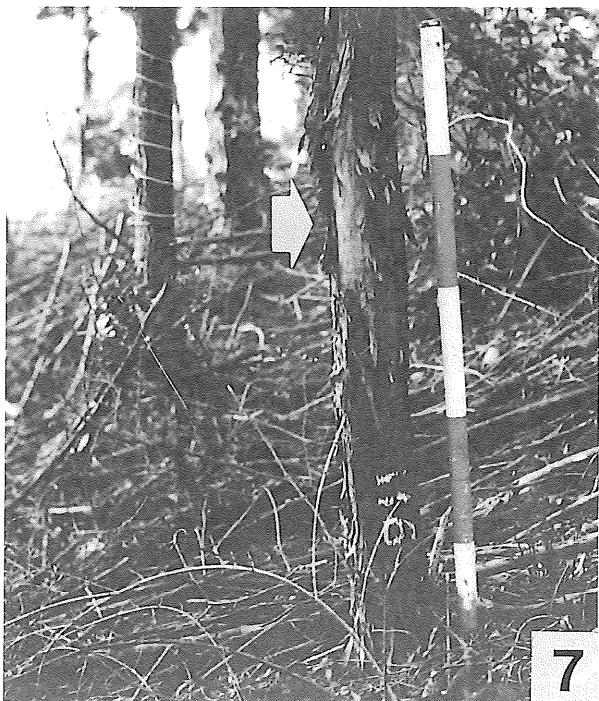
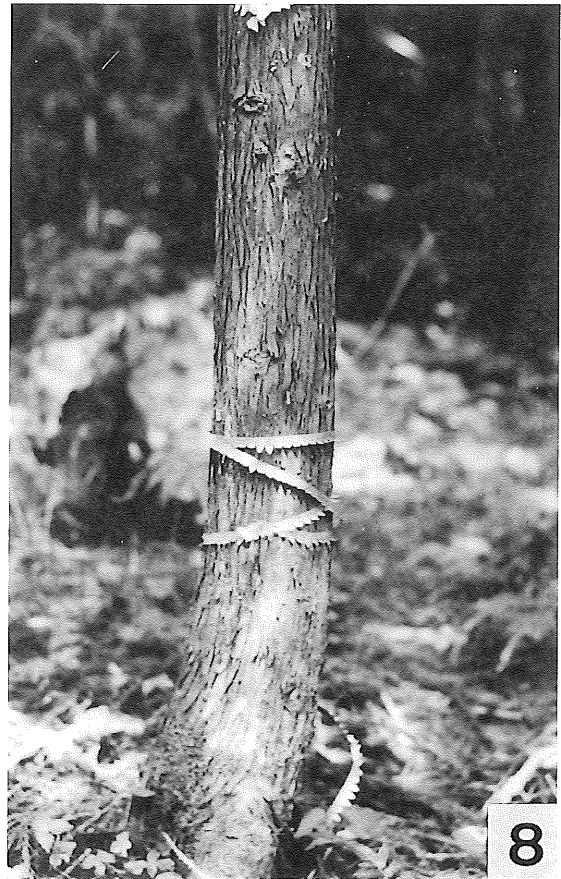
Wire is considered to be of ractical use, because it was more durable than straw rope and alminum belt. It was necessary to set these barriers up to the trees around the damaged trees and along the deer trails, but not to set those up to all the trees in stands.

写真-1～5



- 1: スギ若齢木の角こすりによる剥皮害
- 2: アルミ帯の樹幹への巻きつけ
- 3: 被害木周囲の無被害木に縄の巻きつけ林 (No. 16)
- 4: 全無被害木に針金巻きつけ林 (No. 29)
- 5: 無被害木ほぼ1本おきに針金巻きつけ林 (No. 14)

写真-6~9



- 6: 縄試験林で無巻きつけ木に発生した被害
- 7: 針金試験林で無巻きつけ木に発生した被害 (矢印)
- 8: 肥大成長によって切断されたアルミ帯
- 9: 肥大成長によって切断された縄 (矢印)

論文 島根県におけるスギ・ヒノキの 星形材変色の被害実態調査

周 藤 成 次 ・ 扇 大 輔 ・ *井ノ上 二 郎 ・ 周 藤 靖 雄

'Aster-shaped Wood Stain' Caused by *Amylostereum* sp. in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in Shimane Prefecture

Seiji SUDO, Daisuke OUGI, Jiro INOUE, and Yasuo SUTO

要 旨

島根県下のスギ・ヒノキ林で発生するニホンキバチが媒介する*Amylostereum* sp.に起因する星形材変色の被害を44市町村のスギ・ヒノキ244林分で調査した。材変色の被害はスギ75%, ヒノキ73%の林分で生じ, 県下全域に分布した。調査木の30%以上に変色が発生した激害林もあった。これら激害林では被圧による衰弱・枯死木が多数生じている場合が多かった。3 齢級から被害を認め, 齢級が高くなるにしたがって被害発生率は増加した。

I はじめに

スギ・ヒノキの間伐や皆伐を実施した林で, 伐倒木や伐根の木口面に特徴ある形態の材変色がしばしば見られる。この変色は樹幹表面から中心部に向けて放射状, 褐~赤褐色で, 主として辺材で目立つ。また, この放射形の変色が同一木口面の数か所に現れるため, 星形を呈する。

近年, この星形材変色は全国的に間伐が推進された結果, 問題視されるようになった。変色は木口面で著しく目立つため, 材の利用上きられて, その価値を減じられると思われる。

材の変色は糸状菌*Amylostereum* sp.によって生じ, また本菌はニホンキバチ(*Urocerus japonicus* Smith)雌成虫によって媒介され, 産卵時に材部に接種されることが知られている(1,2,3,4)。

周藤(5)は島根県下の5林分で発生したスギ, ヒノキの変色材からの菌分離試験を行い, 生立木からは*Amylostereum* sp.を概して高率で分離した。この試験で本病が県下で発生することが確認されたわけであるが, 材質

劣化を起こす重要病害であるため, 県下の実態を把握する必要がある。そこで, 平成6~8年, 県下全域のスギ, ヒノキ若齢林約250林分で被害の有無, 被害発生のおよび発生環境を調査した。

平成7~8年度の調査は地域重要新技術開発促進事業で実施した。本調査への参加を許された前林野庁研究普及課森山忠一企画官, またいろいろ指導を賜った森林総合研究所金子繁森林微生物科長に厚くお礼申し上げる。また, 現地調査に御協力いただいた隠岐支庁, 各農林振興センター林業課指導班の方々に感謝する。

II 県内の被害実態の把握

調査方法

調査は44市町村のスギ162, ヒノキ82林分で行った。1市町村当たりの調査林分数は1~14である。

調査は主として間伐実施林で行ったが, 間伐実施後1年以内の林を対象とした。木口面の変色が不鮮明な調査地ではチェーンソーで切り直した。間伐木10~60本について, 木口面に現れる星形材変色の有無を記録した。また,

* 現島根県 農林水産部 林業管理課

樹幹部でキバチ類脱出孔の有無を調査した。間伐を行っていない林では、生立木と被圧枯死木を約10本伐倒して間伐木と同様な調査した。

各調査林について、その林齢、面積、傾斜方位および標高を記録した。また、スギ38林分、ヒノキ23林分の計61林分では、調査木の伐根直径を測定して健全木と発病木での差を検討した。

Ⅲ 調査結果と考察

スギ、ヒノキとも材に変色被害が発生した。スギの変色はヒノキに比べ変色域の輪郭が明瞭で、また放射形の変色域の先端はより鋭角であった（写真-1, 2）。各木口面に現れる変色か所は普通1~5か所、複数の変色域が生じて星形を呈する場合もあった。数林分から被害丸太を持ち帰り材変色部から菌の分離試験を行った。その結果*Amylostereum* sp.を確かに分離した。

材変色はスギ121林分、ヒノキ60林分で認めた。発生率はスギで75%、ヒノキで73%であった（表-1）。発病率を東部、中央部、西部および隠岐の地域別に分けてみたが、大きな差は認めなかった（表-2）。

表-2 星形材変色の地域別被害発生

地域	スギ			ヒノキ		
	調査林分数	被害林分数	被害発生率	調査林分数	被害林分数	被害発生率
東部 ^{a)}	76	63	83(%)	25	14	56
中央部 ^{b)}	33	21	64	33	28	85
西部 ^{c)}	49	34	69	23	17	74
隠岐 ^{d)}	4	3	75	1	1	100
計	162	121	75	82	60	73

^{a)} 松江、木次、出雲(大田地域を除く)管内；

^{b)} 川本、出雲(大田地域)管内；^{c)} 浜田、益田管内；

^{d)} 島後地域。

間伐実施林では調査木の30%以上に材変色を認めた林を激害林に、また間伐を行っていない林では伐採した伐倒木すべてに材変色を認めた林を激害林とした。スギ25林分、ヒノキ16林分で激害が発生し、これはスギ、ヒノキ調査林の15%、20%に相当した。間伐実施林では調査木の50%以上に材変色を認める林分もあった。これら激害林では林木の成立密度が高く、被圧による衰弱・枯死

表-1 星形材変色の被害発生林数

市町村	スギ			ヒノキ		
	調査林	被害林	激害林数	調査林	被害林	激害林数
美保関町	5	4	0	—	—	—
島根町	3	1	0	1	1	0
鹿島町	4	3	0	—	—	—
松江市	14	14	2	—	—	—
伯太町	4	4	1	4	2	0
安来市	2	2	0	1	1	0
広瀬町	5	4	0	3	0	0
八雲村	2	0	0	1	1	0
玉湯町	4	4	0	—	—	—
宍道町	2	2	0	1	0	0
出雲市	5	3	3	4	3	0
平田市	4	3	3	—	—	—
斐川町	—	—	—	2	1	0
佐田町	5	4	0	4	2	0
多伎町	2	2	1	—	—	—
湖陵町	1	0	0	—	—	—
大社町	2	2	1	1	1	1
大田市	7	3	1	5	5	2
温泉津町	2	0	0	—	—	—
仁摩町	3	1	0	1	1	0
邑智町	3	2	0	2	2	2
川本町	4	2	0	2	2	2
羽須美村	7	7	0	3	3	0
大和村	1	1	1	5	3	2
瑞穂町	3	3	0	6	6	2
岩見町	—	—	—	5	3	0
桜江町	3	2	0	4	3	0
浜田市	2	0	0	3	2	1
江津市	7	7	3	1	1	0
金城町	6	4	1	4	4	1
旭町	3	2	1	1	1	1
弥栄村	6	4	1	3	0	0
三隅町	5	3	1	2	2	1
吉田村	4	3	0	1	0	0
掛合町	3	3	0	—	—	—
頓原町	5	5	0	2	2	1
益田市	2	2	1	2	2	0
美都町	3	2	1	5	2	0
匹見町	5	3	2	—	—	—
津和野町	5	3	2	—	—	—
日原町	3	3	0	2	2	0
柿木村	2	1	0	1	1	0
西郷町	3	2	0	1	1	0
五箇村	1	1	0	—	—	—
計	162	121	25	82	60	16

木が多数生じている場合が多かった。また、これら衰弱・枯死木にはキバチ類の脱出孔を認めた（写真-3）。

スギ、ヒノキの樹種間には被害程度の差はなかった。また、発生率に大きな地域差は認めなかった。本被害は

島根県内のスギ・ヒノキ林で普遍的に発生しており、また激害林も発生していることが分かった。本調査の結果、被圧によって生じる衰弱木、枯死木の発生・増加とニホンキバチの密度と加害頻度には関係があると考えられる。防除上、被圧による衰弱・枯死木を発生させない適期の間伐実施が重要である。

調査林の林齢はスギ12～42年生、ヒノキ11～35年生であり、多くは3～6 齢級の若齢林であった。材変色害は

表-3 星形材変色の齢級別被害発生

齢 級	ス ギ		ヒ ノ キ	
	調査林分数	被害林分数	調査林分数	被害林分数
Ⅲ	6	1	11	5
Ⅳ	30	17	11	8
Ⅴ	30	21	13	12
Ⅵ～	25	23	8	7

表-4 星形材変色の標高別被害発生

標高(m)	林分数	被害林分数
20～100	26	17
101～200	34	23
201～300	32	25
301～400	24	15
401～	19	14

表-5 星形材変色の斜面方位別被害発生

方 位	林分数	被害林分数
東	15	11
西	35	22
北	29	24
北西	9	6
北東	6	3
南	21	15
南西	4	3
南東	5	4

表-6 星形材変色木と健全木の平均伐根直径

調査林分	林 齢	被害木	健全木	被害木-健全木
ス ギ				
出雲 4-1	22	13.5cm	15.6cm	-2.1cm
8	29	17.2	23.2	-6.0
9	16	9.8	15.3	-5.5
平田 1	25	12.1	14.4	-2.3
2	25	12.1	13.1	-1.0
4	17	12.5	12.9	-0.4
多伎 1	29	12.0	15.1	-3.1
2	27	13.3	15.1	-1.8
大社 2	26	9.8	16.0	-6.2
3	24	12.5	14.8	-2.3
江津 2	25	13.8	14.5	-0.7
3	17	10.8	12.5	-1.7
6	23	11.8	13.7	-1.9
8	23	15.7	15.0	+0.7
金城 9	26	9.7	12.7	-3.0
旭 1-1	26	12.0	17.9	-5.0
弥栄 4	25	13.1	16.3	-3.2
三隅 4	26	17.0	21.0	-4.0
6	28	12.5	15.4	-2.9
ヒノキ				
出雲 7	12	14.0	11.5	+2.5
斐川 2	15	9.6	12.2	-2.6
大社 1	17	10.7	12.8	-2.1
大田 1-2	18	13.4	16.4	-3.0
9	19	17.3	17.9	-0.6
仁摩 4	22	15.3	14.5	+0.8
浜田 3	13	10.1	12.3	-2.2
金城 4-2	28	15.1	16.6	-1.5
旭 1-2	26	15.3	13.5	+1.8

スギでは15年、ヒノキでは12年生から認めた。齢級別に被害発生との関係を見ると、スギ、ヒノキとも3 齢級の被害発生率は低かった。齢級が高くなると被害発生率が大きくなる傾向があり、スギでは6 齢級以上、ヒノキでは5 齢級で90%に達した(表-3)。

調査林の面積は0.1～14haと多様であった。林分面積をいくつかに分けて被害発生との関係をみたが、いず

れの面積区分でも被害率には大差なかった。

調査林は標高20～700mに分布した。標高をいくつか
に区分して被害発生との関係を見たが、いずれの標高区
分でも被害率に大差はなかった（表－4）。

斜面の方位別に被害発生との関係を見たが、いずれの
方位でも被害発生率に大差はなかった（表－5）。

調査木の5本以上に変色を認めたスギ19林分、ヒノキ
9林分において健全木の平均伐根径と変色発生木の平均
伐根径を比較した。その結果、多くの林分では変色木の
直径は健全木に比べ1～6 cm小さかった（表－6）。概
して小径木で被害が生じることに注目したが、この原因
については今後検討を要する。

引用文献

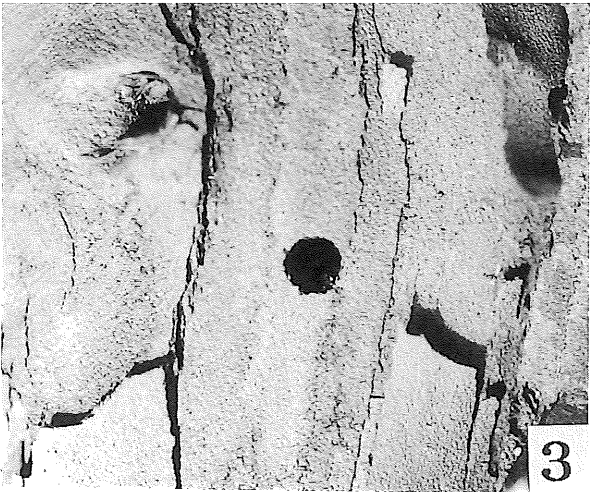
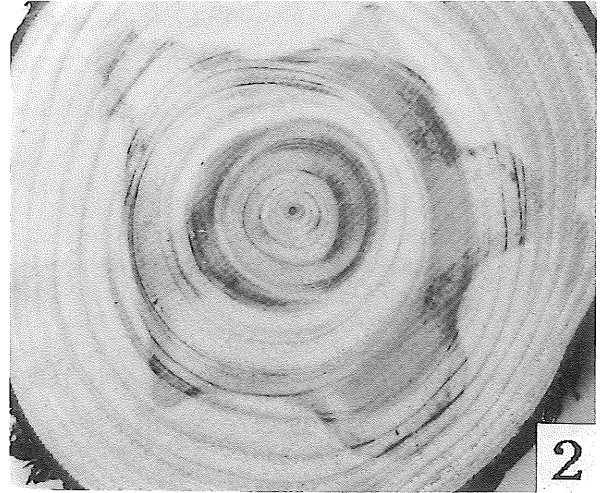
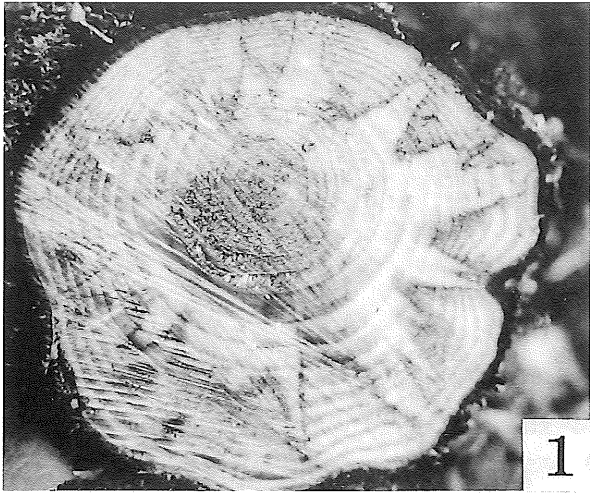
- (1) 小林富士雄：スギ・ヒノキ穿孔性害虫. pp160～161,
全国林業改良普及協会, 東京, 1986
- (2) 小林富士雄・竹谷昭彦編：森林昆虫. pp235～237,
養賢堂, 東京, 1994
- (3) 奥田素男：ニホンキバチ生態と加害. 森林防疫 449:
12～16, 1989
- (4) 佐野 明：ニホンキバチ. 林業と薬剤 122: 1～8,
1992

'Aster-shaped Wood Stain' Cuased by *Amylostereum* sp. in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in Shimane Prefecture

Seiji SUDO, Daisuke OUGI, Jiro INOUE, and Yasuo SUTO

Summary

'Aster-shaped wood stain,' which is cuased by *Amylostereum* sp. transmitted by *Urocurusjaponicus*, was investigated at 244 stands of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in 44 municipalities, Shimane Prefecture. The wood stain disease occurred 75 and 73% of all the investigated *Cryptomeria* and *Chamaecyparis* stands, respectively. The infested stands were distributed through out the Prefecture. Several stands were seriously affected and trees were infected with high frequency of above 30%. In those stands, a number of suppressed trees had been weaken and killed. The disease started occuring in the age class during III and the frequency of the infected trees was high with the stands ages.



- 1: スギ木口面に現れた星形材変色
- 2: ヒノキ木口面に現れた星形材変色
- 3: 樹幹部のキバチ類脱出孔 (ヒノキ)

論文 ヒノキ漏脂病の被害推移と材質劣化

扇 大 輔 ・ 周 藤 靖 雄 ・ 金 森 弘 樹

Infection Occurrence, Symptom development, and Wood Deterioration
due to the Resinous Stem Canker of *Chamaecyparis obtusa*

Daisuke OUGI, Yasuo SUTO, and Hiroki KANAMORI

要 旨

1993~1997年、島根県下のヒノキ漏脂病が発病した5林分で被害の推移を調査した。調査期間中、被害程度が軽微な2林分では新しい発病木と患部はほとんど生じなかった。一方、激害の3林分では発病木は漸増して新しい患部が多数生じた。患部からは樹脂が多くの場合2~3年継続して流出した。樹幹が扁平化した患部は漸増した。1996, 1997年、2林分で発病木の材質劣化状態を調査した。激害木では多数の患部で樹幹が扁平化して奇形を呈し、材には広範囲に変色が拡大し、腐朽も生じて、著しい材質劣化が生じた。

I はじめに

島根県におけるヒノキ漏脂病の被害実態については、いくつかの調査が行われた。周藤ら(6)は1985~1989年に被害の目立つ10林分では発病率25~90%の中庸~激害が生じて、患部は枝打痕や不特定な部位に多数生じることを明らかにした。また、患部では肥大停止して扁平や溝状に変形して、材には変色や腐朽が生じると報告した。ついで周藤ら(7)は1990~1992年、被害の有無にかかわらず県下248林分について被害実態調査を行い、調査林の85%で被害を認め、そのうち20%では中庸または激甚な被害であった。大国(3)は飯石郡吉田村と掛合町で11林分を調査し、発病率5~60%で被害の生じたこと、また激害木では材の著しい変形や広範囲に及ぶ変色と腐朽を認めた。以上の調査結果から、島根県下ではヒノキ漏脂病は普遍的に発生し被害が生じることもあり、さらには著しい材質劣化を生じるため重要病害といえよう。

本研究では、被害状態をより詳細に分析して、その実態をより具体的に把握することに努めた。まず、本病の被害が生じた林分での被害と病徴の推移を5年間にわたって調査した。また、2激害林分での発病木の材質劣化状態についても患部を解剖して調査した。

本研究は情報システム化事業の「ヒノキ漏脂病の発生に関与する要因の解明と被害回避法の開発に関する調査」で実施したものである。本研究への参加を許された林野庁研究普及課研究企画官森山忠一氏、また調査に協力していただいた各農林振興センター林業課と隠岐支庁農林部林業課の各位に厚くお礼申し上げる。

II 調査方法

1. 発病の推移調査

1993年5~9月、宍道町、佐田町、金城町および都万村において漏脂病が発生したヒノキ人工林の5林分を調査林として設定した。これらの林分は標高20~400mに位置し、調査開始時点で林齢16~20年生の若齢のヒノキ林である(表-1, 図-1)。調査林のうち佐田、金城および都万では間伐によって、また宍道1、宍道2および佐田では調査のための伐倒によって調査木が減少した。5年間で宍道1では9本、宍道2では4本、佐田では40本、金城では33本および都万では1本がそれぞれ伐倒された。

1林分あたり150~300本を調査木とした。1993~1997年の5年間、毎年つぎの事項について調査した。

表-1 調査林

調査林	標高 (m)	面積 (ha)	地形		林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)
			方位	傾斜			
穴道1	20	0.3	南東	28°	24	10	13
穴道2	20	0.2	南西	21	24	11	16
佐田	100	0.4	北	12	25	13	17
金城	400	1.0	東	31	21	12	17
都万	120	0.2	南	4	23	12	16

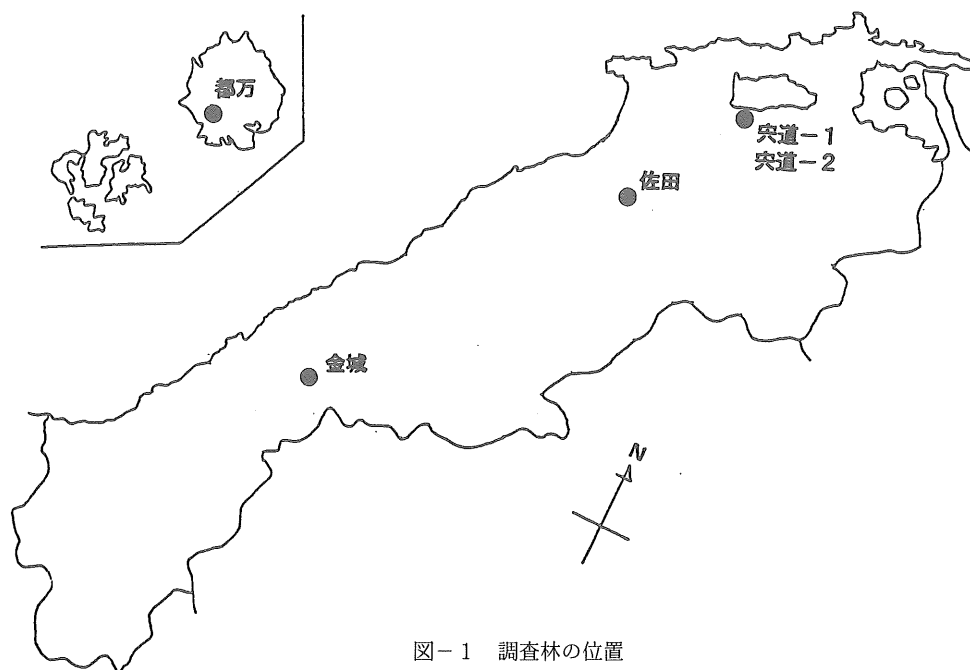


図-1 調査林の位置

①患部発生の有無, ②患部の発生数, ③患部の形態, ④患部発生の部位と地上高。また, 1993年と1997年, 調査木の胸高直径を測定した。

患部の形態については患部から流出する樹脂の状態と患部での樹幹の変形の有無を観察した。樹脂の状態については患部から透明で粘質の樹脂が流出中のもの, 樹脂が固結して黒色化したもの, 固結した樹脂が剥離・脱落したものに区別した。樹幹の変形については, 患部の樹幹が外観上明らかに扁平になったものを記録した。また, 患部が生じる部位については, 枝打痕, 枯枝基部, 人為傷, スギカミキリ加害部および不特定な部位に区別した。

2. 材質劣化調査

1996年に大社町, 1997年に佐田町の各1林分から試料を採集した。大社の調査林は, 標高80m, 南西向きで傾斜30°の斜面に位置し, 24年生で平均胸高直径16cm, 樹高12mの林分である。発病率は36%で, 他にニホンジカによる角とぎ剥皮害が発生した。また, 佐田は発病推移

の調査林と同一林分である。

1 発病木当たり患部数が5個以上の激害木を大社で5本, 佐田で7本伐倒した。チェーンソーを用いて患部の中心部を切断して木口面での変色, 変形および腐朽の状態について調査した。木口面での長径と短径を計測して変形の程度を調査した。また, 患部の中心部から10~30cmの間隔で切断して変色と腐朽の範囲を計測した。

III 調査結果

1. 発病の推移調査

1) 発病の概況

穴道1と穴道2では発病率が約5%で軽害であった。一方, 佐田では35~57%, 金城では63~78%, 都万では54~60%で激害であった(表-2)。また, 患部数は穴道1では15~19, 穴道2では8~13と少数であった。一方, 佐田では217~322, 金城では367~478, 都万では353~447と多数であった(表-3)。

表-2 調査林における発病本数の推移

調査林	調査年	調査本数	発病本数	新発病木	発病率
宍道1	1993	325	13	—	4%
	1994	325 ^{a)}	15 ^{a)}	2	5
	1995	323 ^{a)}	13	0	5
	1996	318 ^{a)}	13	0	4
	1997	314	13	0	4
宍道2	1993	148	7	—	5
	1994	148	7	0	5
	1995	148	7	0	5
	1996	148 ^{a)}	7	0	5
	1997	144	7	0	5
佐田	1993	227 ^{a)}	80 ^{a)}	—	35
	1994	194	82	11	42
	1995	194	98	16	51
	1996	194 ^{a)}	102 ^{a)}	4	53
	1997	187	106	11	57
金城	1993	213 ^{a)}	135 ^{a)}	—	63
	1994	210 ^{a)}	140 ^{a)}	7	67
	1995	207 ^{a)}	143 ^{a)}	6	69
	1996	190 ^{a)}	149 ^{a)}	15	78
	1997	180	141	2	77
都万	1993	208	112	—	54
	1994	208	115	3	56
	1995	208	119	4	57
	1996	208 ^{a)}	120	1	58
	1997	207	124	4	60

^{a)} 間伐実施。

表-3 患部の増減

調査林	調査年	患部数	新発病患部	間伐で除去した患部
宍道1	1993	17	—	—
	1994	19	2	0
	1995	15	0	4
	1996	15	0	0
	1997	17	2	0
宍道2	1993	8	—	—
	1994	9	1	0
	1995	10	1	0
	1996	10	0	0
	1997	13	3	0
佐田	1993	217	—	—
	1994	246	54	25
	1995	293	47	0
	1996	314	21	0
	1997	322	38	30
金城	1993	367	—	—
	1994	425	71	13
	1995	442	30	13
	1996	456	41	27
	1997	478	50	28
都万	1993	353	—	—
	1994	388	35	0
	1995	408	20	0
	1996	415	7	0
	1997	447	32	0

2) 発病本数と患部数の推移

新しい発病木は穴道2では生じなく、穴道1ではきわめて少数発生した。佐田では新しい発病木が各年4～16本、計42本、金城では各年2～15、計30本、都万では各年1～4本、計11本発生した。発病率は佐田で22%、金城で14%、都万で6%増大した(表-2)。

穴道1と穴道2ではきわめて少数の患部が増加したのに留まった。一方、佐田では各年21～54、計160、金城では各年30～71、計192、都万では各年7～35、計94の新しい患部が生じた。調査開始時に比べて佐田では60%、金城では52%、都万で27%の患部が増加した(表-3)。1994年以降に発病した新しい患部のうち佐田では63%、金城では64%、都万では53%の患部がすでに発病した個体から生じていた。

発病木1本当たりの患部数は穴道1では1～2、穴道2では1～3であった。佐田では患部数1～5の発病木が多く、6～10以上のものが若干生じた。金城では患部

数1～6の発病木が多かった。都万では患部数1～4までの発病木が多かったが、10以上の発病木が全体の約10%をしめた(図-2)。林内では激害木に隣接して無被害木が存在する場合もあり、被害木の分布に一定の傾向はなかった。

3) 病徴の推移

1993年調査開始時に確認した樹脂の流出患部は当年樹脂流出が開始したものと限らないが、いずれの林分でも年を経ると樹脂流出は停止して、その患部数は漸減した。1994年以降に発生した新しく発病した患部については、1年で樹脂流出が停止するものもあるが、2～3年継続して流出する患部が多く5年間継続して流出した患部も確認した(表-4)。

樹脂流出患部の総数については、患部数の少ない穴道1と穴道2を除いて、新しい患部の発生数の多少に伴って増減した。一方、幹の変形を認めた患部は総じて増加する傾向にあり、5年間で穴道1と穴道2では40%、佐田、

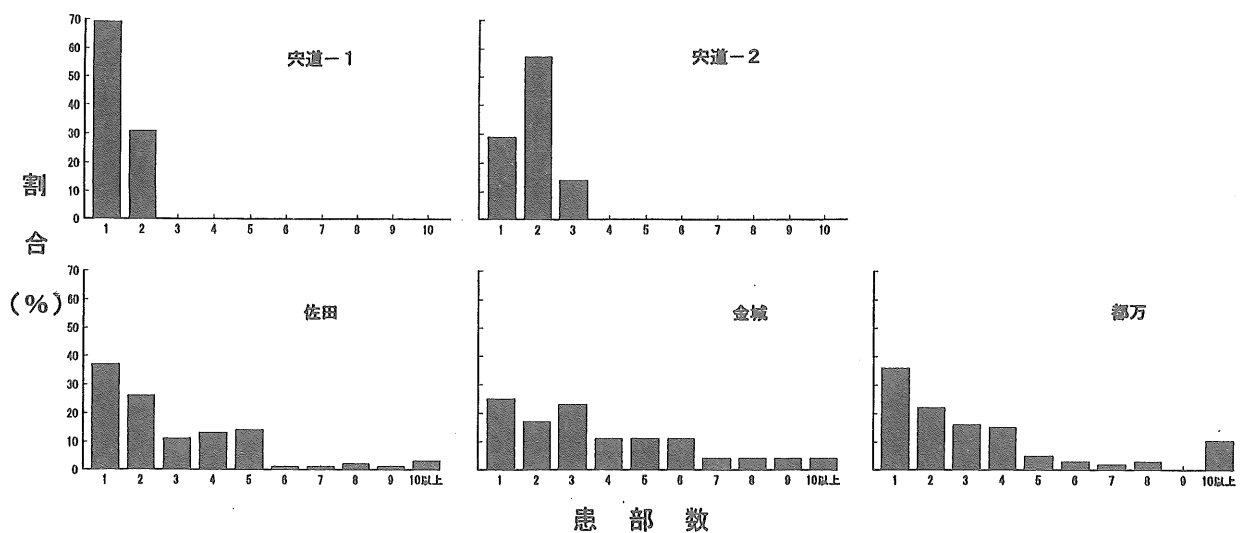


図-2 発病木1本当たりの患部数

表-4 樹脂流出患部の推移

調査林	調査年	患部数				
		1993年	1994	1995	1996	1997
突道1	1993	7	2	2	1	0
	1994	—	2	1	1	1
	1995	—	—	0	0	0
	1996	—	—	—	0	0
	1997	—	—	—	—	2
突道2	1993	8	5	4	1	0
	1994	—	1	1	0	0
	1995	—	—	1	1	0
	1996	—	—	—	0	0
	1997	—	—	—	—	3
佐田	1993	78	35	26	1	1
	1994	—	54	39	7	3
	1995	—	—	47	20	13
	1996	—	—	—	21	19
	1997	—	—	—	—	38
金城	1993	138	126	42	22	16
	1994	—	71	37	29	26
	1995	—	—	30	20	12
	1996	—	—	—	41	34
	1997	—	—	—	—	50
都万	1993	41	33	13	7	7
	1994	—	35	24	15	12
	1995	—	—	20	13	12
	1996	—	—	—	7	7
	1997	—	—	—	—	32

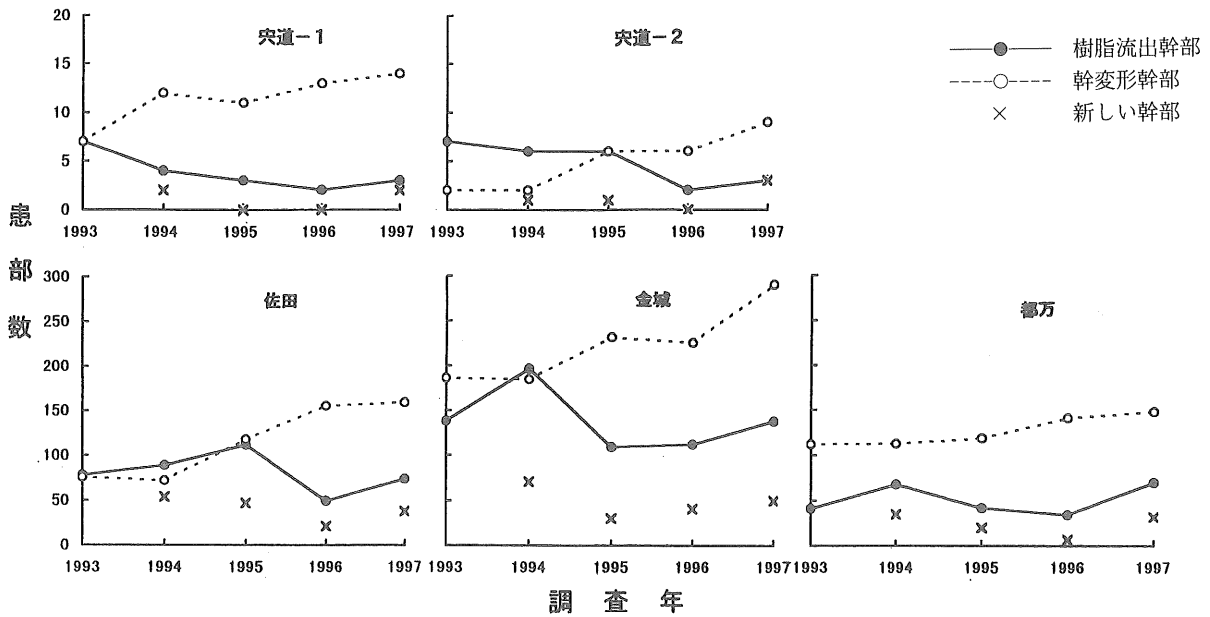


図-3 患部形態の推移

金城では10%の増加した。都万では毎年少数ずつ増加した(図-3)。

4) 患部の発生部位と地上高

患部の多くは枝打痕、枯枝基部、不特定の部位に生じた(図-4)。宍道1を除く4林分では40~70%の患部が枝打痕から生じた。枯枝基部からの発病は佐田で30%であった。宍道1では不特定に生じた患部が70%を占めた。1994年以降に発病した新しい患部の発生部位は佐田で枝打痕と枯枝基部がそれぞれ40%と30%、金城では50%と10%、都万では60%と10%であった。

患部の生じる高さをみると、宍道1では2.5mまで、宍道2では3mまでに患部が生じた。佐田、金城では1~3m、都万では地際~3mに患部が集中した。金城では7mまで、佐田と都万では8mまでの高い位置にも患部を認めた。佐田、金城および都万では、3m以上に発生する患部のうち1994年以降に発生した新しい患部が占める割合は佐田では72%、金城では65%、そして都万では62%と高率であった。

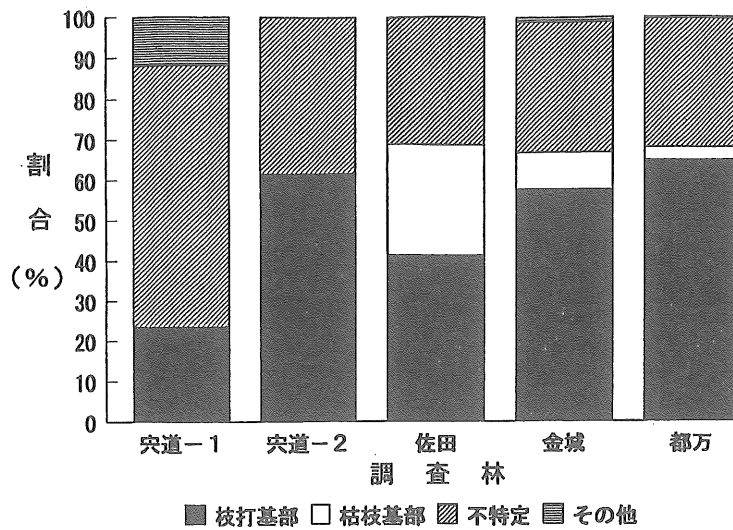


図-4 患部の発生部位

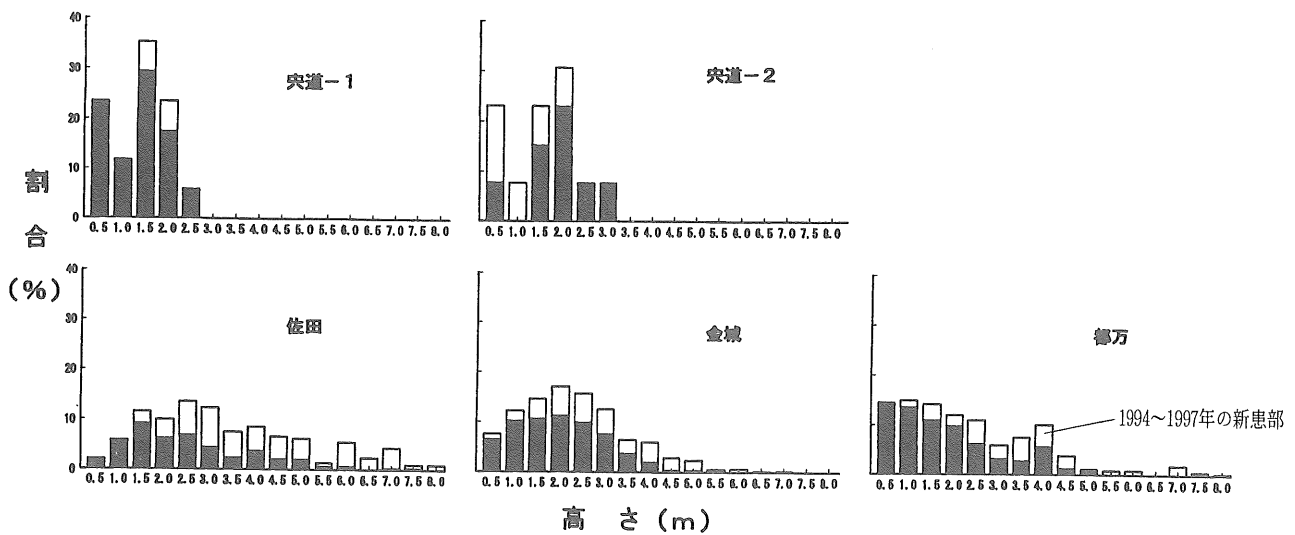


図-5 患部の高さ

5) 直径成長

1993年の調査開始時点では都万を除く3林分では発病木の平均胸高直径が健全木に較べて大きく、また佐田と金城では中～激害木の胸高直径が軽害木に比べて大きかった。1997年の調査では、宍道1、佐田および金城では1993年の調査と同様の傾向であった。宍道2でも発病木の胸高直径が健全木に較べて大きかった(表-5)。

2. 材質劣化調査

大社で33、佐田で70の患部を調査した(表-6)。試料木1本当たりの患部数は大社で5～10、佐田で5～14であった。大社では枯枝基部からの発病が52%、枝打痕からが12%であった。また、佐田では枯枝基部からの発病が34%、枝打痕からが31%であった。患部は地上2～4m付近に集中していたが、8m付近の高い位置にも生じていた。

樹脂の流出が停止または乾燥して剥離・脱落した患部は2林分とも多く、大社で97%、佐田で81%を占めた。

これらの患部については、形成層が壊死して肥大停止するため樹幹が扁平に変形した。大社では60～90%で扁平な変形が生じ、佐田では95%で変形した。

一方、樹脂の流出している患部については、大社では1か所のみで、この患部の材は変形しておらず変色、腐朽も生じなかった。佐田では調査した患部の30%で変形を、15%で変色を認めたが腐朽が生じるものはなかった。また、佐田の少数の患部で1～3年の肥大停止を認めた。

肥大成長が停止した患部で、健全部と患部での年輪数の差から大社では3～5年前からの肥大停止が集中していたが最大で10年のものもあった。同様に佐田では2～5年に集中し、最大で10年前からの肥大停止を認めた。

変色と腐朽についてみると、大社では70～90%で材が変色し、20%では変色部中に腐朽部を認めた。佐田では85%で変色、10%で腐朽が生じた。変色は患部付近を中心に辺材部が褐～青褐色に変色した。そしてこれらの変色は幹の軸方向に数10cm、ときには1mにまで進展する

表-5 健全木と発病木の成長

調査林	被害の別	本数	胸高直径 (cm)	
			1993年	1997年
宍道1	健全木	301	10.2	12.2
	微害木	13	11.8	14.2
宍道2	健全木	137	—	15.2
	微害木	7	—	17.6
佐田	健全木	83	14.4	16.6
	微害木	74	15.5	17.5
	中～激害木	32	16.9	18.8
金城	健全木	43	14.6	16.4
	微害木	94	15.0	16.6
都万	中～激害木	47	15.4	17.2
	健全木	84	15.5	16.3
	微害木	91	15.7	16.4
	中～激害木	33	14.6	15.1

微害木：患部3個まで。

中～激害木：患部4個以上。

表-6 材質劣化状態

樹脂の状態	患部数	患部の高さ (m)	変形患部 (%)	変形患部 (%)	腐朽患部 (%)
(大社)					
樹脂流出	1	3.0	0 (0)	0 (0)	0 (0)
樹脂停止	14	0.8～4.8	7 (58)	9 (75)	3 (25)
樹脂脱落	18	0.3～4.6	16 (89)	16 (89)	4 (22)
(佐田)					
樹脂流出	13	2.4～8.0	4 (31)	2 (15)	0 (0)
樹脂停止	24	0.7～7.6	22 (92)	18 (75)	0 (0)
樹脂脱落	33	0.3～6.5	32 (97)	31 (94)	4 (12)

ものも確認した。腐朽は材が腐朽部では褐～暗褐色に変形して軟化し、大小の空隙が生じた。

IV 考 察

本調査の結果、5年の調査期間に新しい発病木は軽害の2林分ではほとんど生じなかったが、激害の3林分では毎年生じて発病率の増大は5～20%となった。また、患部は軽害林では少数しか生じなかったが、激害林では毎年患部が増加し、患部の増加率は30～60%にも及んだ。激害林では新しい患部の部位は佐田では枝打痕と枯枝基部から、金城と都万では枝打痕からが多かったが、これは調査以前に生じていた患部の発生部位と同じ傾向であった。周藤ら(7)は枝打ちの不実施と不適切な枝打ちが本病を誘発すると報告した。今回の調査林については佐田では枝打ちが不十分で枯枝が樹幹下部に多く残っていた。また、金城と都万では枝打ちの仕方に何らかの問題があったのではないかと推察する。

鈴木ら(9)は患部の病徴を発病初期の樹脂の流出するものを樹脂流出型、樹幹が扁平や溝状に変形したものを漏脂型、溝腐型など区別した。それらの報告では本病の発病初期には多量の樹脂が流出するがやがて樹脂が停止・脱落するとともに幹の変形や溝腐れ型へ病徴が進展するとした。また、亀山(1)らは患部を組織解剖学的に詳細に観察して病徴が傷害樹脂道からの樹脂のうの発達→形成層の壊死→肥大成長の停止の過程で推移するとした。今回の調査では、新しく生じた患部からは多くの場合2～3年間で樹脂の流出が停止した。一方、幹の変形を伴う患部は年々増加していた。このことから既往の報告のとおり、患部の病徴は発病・樹脂の流出について樹脂の流出の停止と樹幹の変形の過程で推移することを確認した。

本病は樹脂が長期間流出することが外観上の大きな特徴であるが、樹脂の流出が停止しても患部では肥大停止に伴う幹の変形は進行する。したがって、本病を診断するにあたり樹脂の流出に注意するに留まらず、樹幹の変形、さらには後述する材の変色や腐朽も含めて評価する必要がある。

患部は多くの場合3mまでの高さに生じたが、激害林分ではそれ以上の高い位置に生じるものも多数認めた。また、新しい患部は高い位置に生じる傾向であった。患

部の高さについては鈴木ら(9)は1～2m付近に多く、地際部と樹幹上部には少ないと報告し、作山ら(4)は3m以下に多いが6～7mでも患部が生じるとした。また、矢田(10)も患部が樹幹の下方に集中する傾向を認めている。今回の調査結果もこれらの報告とほぼ一致した。

今回の調査では健全木に比べて発病木、なかでも激害木の胸高直径が大きい傾向であった。この傾向は川上ら(1)や作山ら(4)、それに矢田(10)や山谷(5)らの報告と一致する。

発病木1本当たりの患部数は1～3の少数に留まる場合が多かったが、激害林分では10以上に及ぶ激害木もあった。林内での被害木の分布について柳田(11)は激害木が集中する場合とそうでない場合を認めた。今回の調査では、林内で無被害木に隣接して激害木が存在する場合もあることから、発病は個体の感受性の程度に影響されると推察した。

外観上変形を認めた患部について、周藤ら(6)は発病木の伐倒・解剖調査を行い、患部では扁平や溝状の変形が生じ、また材の変色や腐朽も生じると報告した。また、大国(3)も同様な調査を行い患部での幹の変形と材の変色、腐朽を報告した。今回の調査でも多くの患部で幹の変形と変色を、また腐朽が進展した患部も認め、これらの報告を再確認した。樹脂の流出が停止・脱落した古い患部ではほとんどの場合幹が扁平するなどの著しい奇形を呈していた。

幹が変形した場合、50～90%の高率で材に変色が生じた。大国は変色は複数の患部から生じたものが連続すると報告している(3)。今回の調査でも変色の樹幹の軸方向への広範囲の進展を再確認した。また、これらの患部では腐朽が生じる場合もあった。

大社、佐田の調査林はいずれも24年生の林分である。今回の調査では10年前から肥大停止している患部を認めたことから調査林では10年以前にすでに発病して年を経て被害が激しくなったと考えた。患部の高さは地際～3m付近に集中し、激害木ではそれ以上の高所にも多くの患部が生じる。そのため材の利用上重要な1,2番丸太が使用出来ない場合もあり、その経済的損失は重大である。したがって著しい材質劣化が生じる激害木は間伐対象にすべきである。

周藤(8)は患部の変色した材から *Cryptosporiopsis*

*abietina*と*Sarea resiniae*を多くの試料から、ときに高率で分離している。また、担子菌類の一種も数試料で分離した。これについて、周藤は患部ではまず病原菌である*Cistella japonica*が蔓延するが、ついで患部の壊死部には他の菌が腐生的に侵入すると考え、*C.abietina*や*S.resiniae*は壊死部に早期に侵入する菌類と報告している。菌類の遷移の結果、患部に侵入・定着した材質腐朽菌によって材の腐朽が起こると考えられるが、いつどのような種類の菌が材に侵入するかは今後検討を要する。

引用文献

- (1) 亀山統一・福田健二・鈴木和夫：ヒノキ漏脂病の組織解剖学的観察。森林防疫41：151～154, 1992
- (2) 川上忠士・三上 進：23年生ヒノキ人工林における漏脂症状。日林東北支誌36：261～263, 1984
- (3) 大国隆二：島根県吉田村におけるヒノキ漏脂病の被害と材質劣化。森林防疫44：187～193, 1995
- (4) 作山 健・外館聖八郎：岩手県のヒノキ若齢林における漏脂病の発生実態。100回日林論：619～620, 1989
- (5) 山谷孝一・加藤亮助・森麻須夫・後藤和秋：東北地方におけるヒノキ人工林の育成状態と造林状の問題点。林試研報325：1～96, 1984
- (6) 周藤靖雄・金森弘樹：島根県におけるヒノキ漏脂病の被害解析と病因究明。島根林技研報41：31～50, 1990
- (7) 周藤靖雄・金森弘樹・井ノ上二郎：島根県におけるヒノキ漏脂病の被害実態。島根林技研報45：17～25, 1994
- (8) 周藤靖雄：ヒノキ漏脂病の患部と健全部からの菌類分離試験。島根林技研報46：1～9, 1995
- (9) 鈴木和夫・福田健二・梶 幹男・紙谷智彦：ヒノキ・ヒノキアスナロ漏脂病の発生機序。東大演報80：1～23, 1988
- (10) 矢田 豊・石田 清・杉浦孝蔵・清水正明：多雪地帯におけるヒノキ人工林の造成に関する研究（IV）－漏脂病激害木の樹幹解析－。99回日林論：535～536, 1988
- (11) 柳田範久：福島県におけるヒノキ漏脂病の発生実態（I）－被害木の林内分布－。日林東北支誌45：49～50, 1993

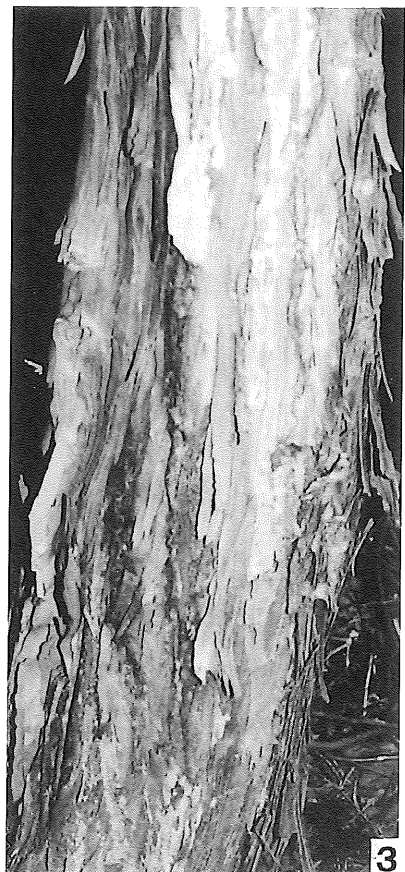
Infection Occurrence, Symptom development, and Wood Deterioration
due to the Resinous Stem Canker of *Chamaecyparis obtusa*

Daisuke OUGI, Yasuo SUTO, and Hiroki KANAMORI

Summary

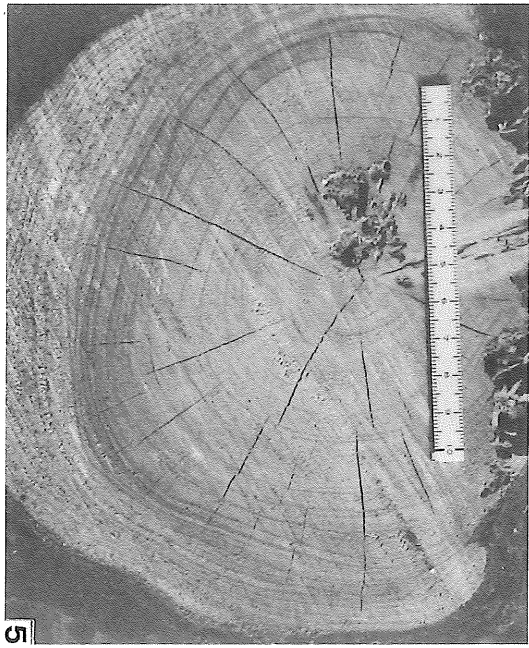
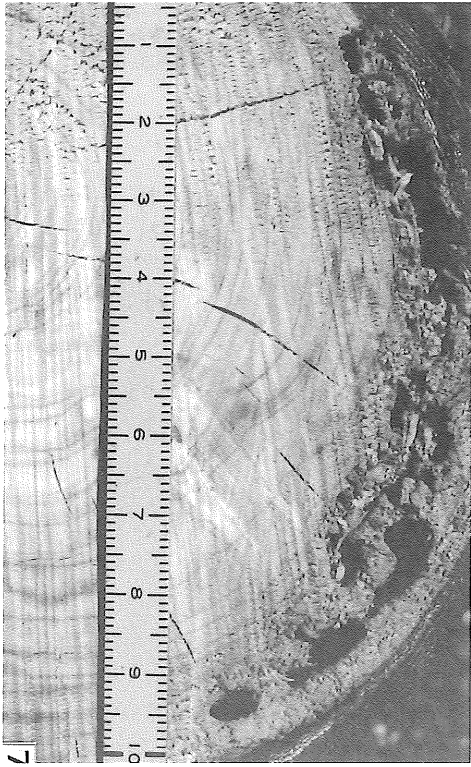
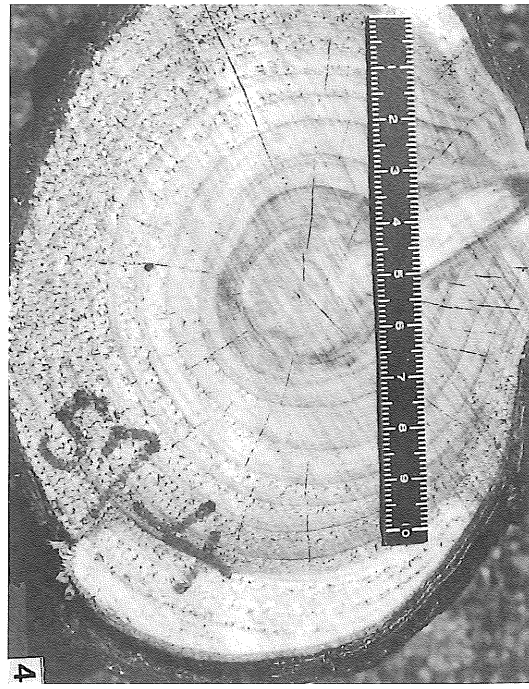
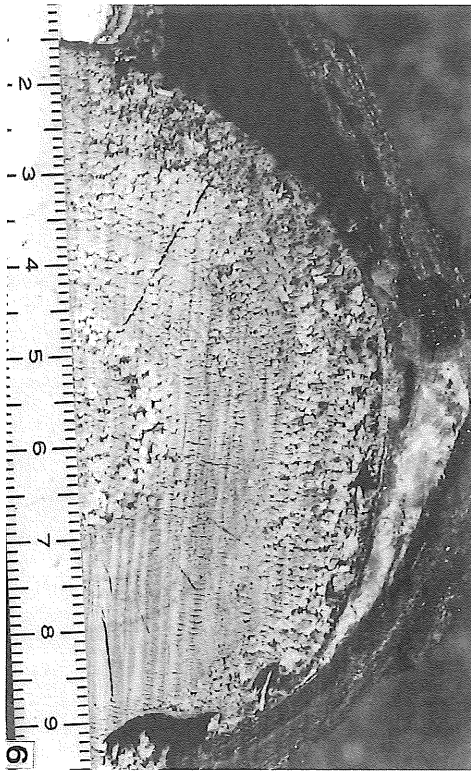
During five years, 1993 to 1997, infection occurrence and symptom development due to the resinous stem canker were investigated at five *Chamaecyparis obtusa* stands in Shimane Prefecture, Japan. A few newly infected trees and lesions were found at two stands, while several *Chamaecyparis* trees were infected every year and the lesions increased at three stands. Fresh resin exuded successively from the lesions during two or three years. The sunk lesions on the stems increased year to year.

In 1996 and 1997, wood deterioration of *Chamaecyparis* stems due to the disease was examined at two stands. Cambium activity was suppressed on lesions and stems showed sunk appearance in heavily infected trees. Wood stain expanded and occasionally the wood decayed.



1～3: ヒノキ漏脂病患部

- 1: 樹脂が流出する新しい患部 (金城町)
- 2: 樹脂の流出が停止して
樹幹が扁平化した患部 (金城町)
- 3: 樹脂が乾燥・剥離して
樹幹が扁平化した古い患部 (金城町)



4～7: 患部横断面

4: 材が変形し変色も生じた患部 (大社町)

5: 患部に生じた腐朽 (佐田町)

6, 7: 患部に生じた腐朽 (大社町)

論文 島根県産スギ材の集成化と強度性能

池 淵 隆 ・ 錦 織 勇

Laminated woods of Sugi produced in Shimane Prefecture and these strength properties

Takashi IKEBUCHI and Isamu NISHIKORI

要 旨

1. スギ丸太の動的ヤング係数とその丸太から得られたラミナのヤング係数には、それぞれかなりのバラツキがあった。
2. ラミナは比重、年輪幅、節径比などの材質によって区分すると同様に、ヤング係数による機械的性能によっても区分する必要がある。
3. ラミナのヤング係数と打撃音法による動的ヤング係数には高い相関が認められた。
4. スギ集成材のヤング係数と破壊係数は平角材の値より高く、また、それらの値は集成材を構成するラミナの等級に対応した。
5. スギ集成材のヤング係数はヒノキやマツのラミナを外層用ラミナとして使用すると向上し、接着強さはヒノキやマツを混用しても影響を受けなかった。

I はじめに

木材生産を目的に戦後植栽された針葉樹人工林が島根県においも成熟期を迎えつつあり、これらの森林資源を適切に伐採し有効利用する方法が望まれている。特に、直径が20~30cm程度のスギ一般材は柱をとるにも、割材をとるにも中途半端な径級のため、その利用が早急に望まれている。

このスギ材を大量かつ合理的に利用する方法としては、製材品以外の製品として考えられる分野に構造用、特にその中でも断面形状の大きい集成材への利用が考えられる。しかし、スギ材は集成材用ラミナとしてはほとんど使用されていない。なぜならスギ材は産地間で材質や強度性能にかなりのバラツキが見られるからである。その理由としては品種、生育条件、林齢、気候、土壌などがあげられる。また、ベイマツ、ベイツガ等の外材に比べて強度的、経済的に不利ともいわれている。

そこで、県産スギ一般材を使用して品質的に優れた強度性能の高い集成材の製造を図り、併せてスギ一般材の

需要拡大を図ることを目的にこの試験を実施した。この試験では、スギ丸太やそれから得られるラミナの材質及び強度性能等を打撃音法等で明らかにするとともに、集成材としての強度性能も検討した。また、スギラミナのみで集成材では、強度的に限界があるため、最外層ラミナにマツ、ヒノキ材を使用した複合集成材についても検討したので併せて報告する。

なお、本報告は平成5~9年度の林野庁の大型プロジェクト研究の「地域産針葉樹中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発」の一環として実施した事業と平成3~7年度の県単事業の「スギ一般材の構造部材利用技術開発事業」の一部をとりまとめたものである。供試材の入手にいろいろご配慮いただいた関係各位に厚く感謝します。

II 試験方法

1. 丸太の外観特性

試験に用いたスギ丸太は島根県の松江、出雲、木次、

益田の4産地産のもので径級が20~30cmで69本を使用した。また、ヒノキ、マツ丸太は松江産のものを使用した。

スギ丸太は平均年輪幅、曲り、心材率、細り率、偏心率、真円率、節を調査し、素材の日本農林規格(JAS)に準拠して節と曲りによる等級区分を行った。

2. 丸太のヤング係数とラミナの等級

丸太のヤング係数は非破壊検査法の一つである打撃音法(1)によって測定した。測定後、集成材構成要素となるラミナを幅110~115mm、厚さ45~55及び85mm、長さ3mの寸法にたいこ挽きに製材し、生材時の曲げヤング係数、節径等を測定した。その後、人工乾燥で含水率を15%以下にした後にプレーナーで所定の寸法に仕上げた。気乾時の曲げヤング係数から針葉樹の構造用製材のJASの機械的等級区分であるE50~E110の4等級に区分し、さらに節径比からJASの視覚的等級区分の1~3級に等級区分した。また、5層積層用ラミナとして厚さ27mm、幅120mm、長さ3mのラミナも製材した。

3. 集成材のラミナ構成と製造方法

集成材は、ラミナの曲げヤング係数によって組み合わせを各種変え、2~5層の集成材を構造用集成材の製造基準に準じて作製した。集成材の製造方法にはネジクランプ方式を採用し、各ラミナにレゾルシノール樹脂接着剤を塗布し、圧縮圧力10kgf/cm²でトルクレンチで圧縮した。1昼夜圧縮の後解圧し1週間以上の養生後所定の寸法に仕上げた。各集成材は、打撃音法によって動的ヤング係数(E_fr)を測定し、その後実大曲げ強度試験を実施した。

4. 短尺ラミナの強度試験

5層積層用長尺ラミナから厚さ23mm、幅117mm、長さ120cmの短尺ラミナをスギ、ヒノキ、マツ材それぞれ約30枚ずつ採取し、年輪幅、比重、節径等を測定後、中央集中荷重方式で曲げ強度試験を実施した。スパンは90cmである。

5. 合わせ貼り集成材の曲げ強度試験

最外層部にヒノキ及びマツラミナを積層した集成材は5層の集成材に限定し、2~4層の集成材は全てスギ一般材ラミナを組み合わせで製造した。また、集成材と同断面の平角材をスギ一般材から採取し、3等分点2点荷重方式で実大材の曲げ破壊試験を行い強度性能を調べた(図-1)。そして全スパンの曲げヤング係数(MOE)、

中央1/3区間の曲げヤング係数、比例限度応力、曲げ破壊係数(MOR)を所定の計算式(2)で求めた。なお、試験機は万能木材強度試験機(円井製作所製)を用い、全スパンは270cm、ヨークスパンは50cmで行った。

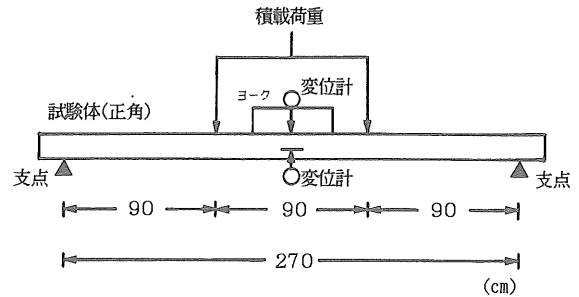


図-1 実大材の曲げ試験方法

6. 集成材の接着性能試験

構造用集成材のJASに準拠して、浸せき剥離試験、煮沸剥離試験、ブロックせん断試験を行い、スギ材同志及びスギとヒノキ材、スギとマツ材の接着性能を検討した。なお、試験片は実大曲げ強度試験後の試験体の非破壊部分から採取した。

III 結果と考察

1. 丸太の外観特性と品等区分

丸太69本の外観特性を表-1に示す。中山ら(3)が報告した林齢30年程度の島根県産スギ材の外観特性の結果と比較すると平均年輪幅が4.0mmでやや小さく、曲りは5.9%で約半分であった。心材率は平均値が47.0%であり26.3%の報告値に対して2倍近くもあった。これら

表-1 スギ丸太の外観特性

	平均年輪幅 (mm)	平均曲り (%)	心材率 (%)	細り率 (%)	偏心率 (%)	真円率 (%)
平均値	4.0	5.9	47.0	1.66	3.8	95.6
標準偏差	1.1	4.1	8.8	1.02	2.5	2.8
変動係数(%)	27.7	69.1	18.7	61.41	65.6	3.0
最大値	6.8	15.4	66.0	5.85	11.3	100.0
最小値	2.0	0.0	21.8	0.00	0.2	86.4

の丸太を節と曲りで等級区分すると1等材が31本、2等材が38本であった。また、丸太の動的ヤング係数は表-2に示すとおりで、平均値で69.9tonf/cm²、範囲は42.2~103.6tonf/cm²でありスギ丸太としては一般的な材と

考えるが変動幅は非常に大きかった。そのため、これらの丸太から採材されるラミナのMOE及びMORともかなりのバラツキが予測できる。

表-2 スギ丸太の動的ヤング係数

	平均直径 (cm)	材長 (cm)	比重	基本振動周波数 (Hz)	動的ヤング係数 (tonf/cm ²)
平均値	29.4	313.7	0.64	526	69.9
標準偏差	1.7	7.8	0.09	69	12.8
変動係数 (%)	5.7	2.5	14.05	13	18.3
最大値	33.3	332.0	0.83	730	103.6
最小値	25.8	302.0	0.44	395	42.2

(供試丸太：36本)

2. 長尺ラミナの材質と強度性能

プレーナーがけした幅10~10.5cm、厚さ38(4プライ用)、50(3プライ用)、75(2プライ用)mm、長さ3mのラミナ380枚の最大及び集中節径比、比重、年輪幅、曲げヤング係数を表-3に示す。比重は平均値が0.39で変動係数が12.03%、年輪幅は平均値が4.7mmで変動係数が36.0%であり、池田ら(4)の結果と比較すると比重は同程度であり、年輪幅は若干大きかった。JASでは年輪幅は外層として使用する場合は6mm以下とされているが今回使用したラミナは6mm以下のラミナが約81.3%であった。乾燥前のラミナの曲げヤング係数は34.5~107.9tonf/cm²の広範囲に分布しており平均値は68.1でありスギラミナとしては一般的な部類と考える。乾燥後のMOEの平均値は77.6tonf/cm²で範囲は40.7~123.9tonf

/cm²で依然として広範囲に分布していた。また、ラミナのEfrの出現頻度を図-2に、MOEを図-3に示すが、ほぼ正規分布を示しており、両ヤング係数ともラミナの等級区分の重要な因子と考える。ラミナのEfrとMOEの関係を図-4に示すが、気乾時において相関係数が0.98で非常に高い相関関係が認められ、ラミナのEfrを打撃音法で非破壊的に求めることによって、ラミナのMOEを推定できることがわかった。

また、丸太とそれらから得られたラミナのEfrの関係を図-5に示す。丸太のヤング係数が高いほどそれらから得られるラミナのヤング係数も高くなる傾向が認められた。また、その時の相関係数は0.66であったので丸太の強度からラミナの強度を推定することが可能と考える。なお、ラミナのヤング係数には変動幅がかなり認め

表-3 スギ厚板ラミナの材質

	平均年輪幅 (mm)	比重	全区間節径比 (%)						生材時		気乾時	
			最大節径比		集中節径比				動的ヤング 係数 (tonf/cm ²)	静的ヤング 係数 (tonf/cm ²)	動的ヤング 係数 (tonf/cm ²)	静的ヤング 係数 (tonf/cm ²)
			狭い材面	広い材面	狭い材面	広い材面	材縁部	中央部				
平均値	4.7	0.39	31.6	16.2	16.7	33.9	18.7	29.6	74.7	68.1	82.9	77.6
最大値	9.7	0.56	96.1	41.8	41.0	108.1	63.4	100.0	115.8	107.9	127.5	123.9
最小値	1.6	0.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	34.5	44.0	40.7
標準偏差	1.7	0.05	23.5	7.6	7.4	25.5	10.2	15.1	15.1	14.6	15.9	16.3
変動係数	36.0	12.03	74.4	46.9	44.4	75.1	54.3	51.1	20.2	21.4	19.2	21.0

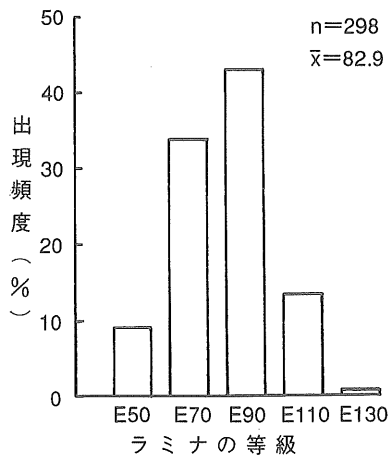


図-2 動的ヤング係数によるラミナの等級区分(気乾時)

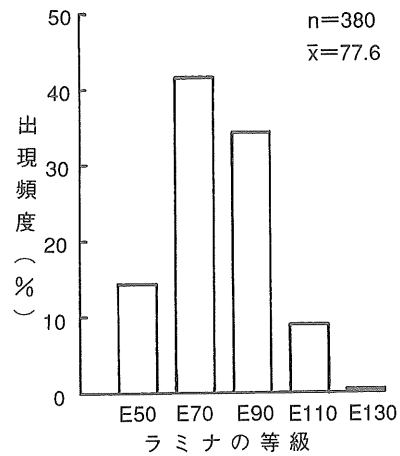


図-3 曲げヤング係数によるラミナの等級区分(気乾時)

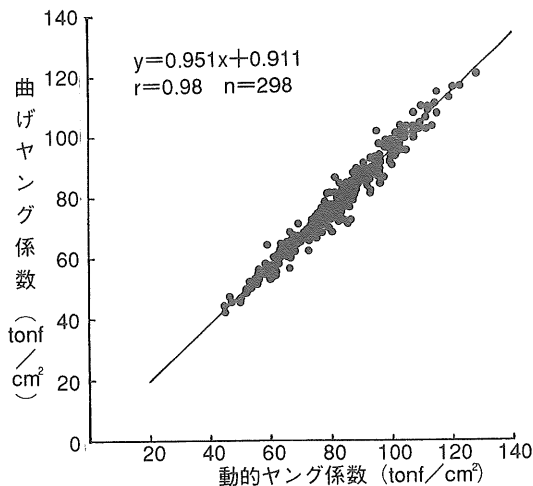


図-4 ラミナの動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係(気乾時)

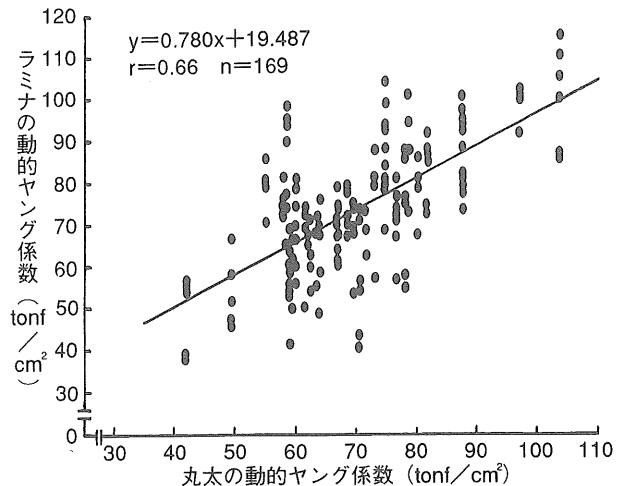


図-5 丸太とそれから得られたラミナの動的ヤング係数の関係

られた。

3. ラミナの等級区分

長尺ラミナは構造用製材品のJASによる等級区分で分類した。視覚的等級区分では1級から級外までの4等級に分類し、機械的等級区分ではE50～E130の5等級に分類した。その結果を表-4に示す。視覚的等級区分では1級材が約22%に過ぎず、外層用ラミナが少ないこ

とが伺える。また、級外ラミナが12%も存在した。一方、機械的等級区分では木構造設計基準(5)に示されているスギ上級構造材用のヤング係数が80tonf/cm²以上のラミナが44%もあった。しかし、JASの外層用ラミナの適合基準値をもとにヤング係数により95tonf/cm²以上のラミナを1等とした場合、その割合は14.7%と非常に少なかった。

表-4 視覚的及び機械的等級区分によるスギ長尺ラミナ(3m)の分布(気乾時)

視覚的等級区分		機械的等級区分					総計 (%)
		ヤング係数 (tonf/cm ²)					
		E130	E110	E90	E70	E50	
全区間 節径比	1級	0.3	4.2	10.8	6.0	0.3	21.6
	2級	0.3	3.1	11.6	15.3	6.5	36.8
	3級	0.0	1.0	8.2	14.7	5.3	29.2
	級外	0.0	0.6	3.9	5.8	2.1	12.4
総計 (%)		0.6	8.9	34.5	41.8	14.2	100.0

ラミナ枚数・・・380枚

4. 短尺ラミナの曲げ強度性能

今回使用したスギ一般材、ヒノキ、マツ材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係を図-6に示す。すべて有節ラミナでそれぞれの相関係数は、0.77,0.71,0.41であった。スギとヒノキ材はMOEとMORにかなりの相関が認められたがマツ材はバラツキが大きかった。なお、マツ材のラミナは乾燥後に狂いが生じ、ラミナとしての

利用が困難なものがかかり認められた。以上の結果からスギ、ヒノキ材のラミナは共にMOEからMORを推定できると考えられる。マツ材については試験体数を増やす等の検討を必要とするが、著者ら(6)が既報している島根県産アカマツ材の強度性能ではMOEとMORの相関係数が0.758とかなり高かったので、マツ材についてもMOEからMORを推定できると考える。

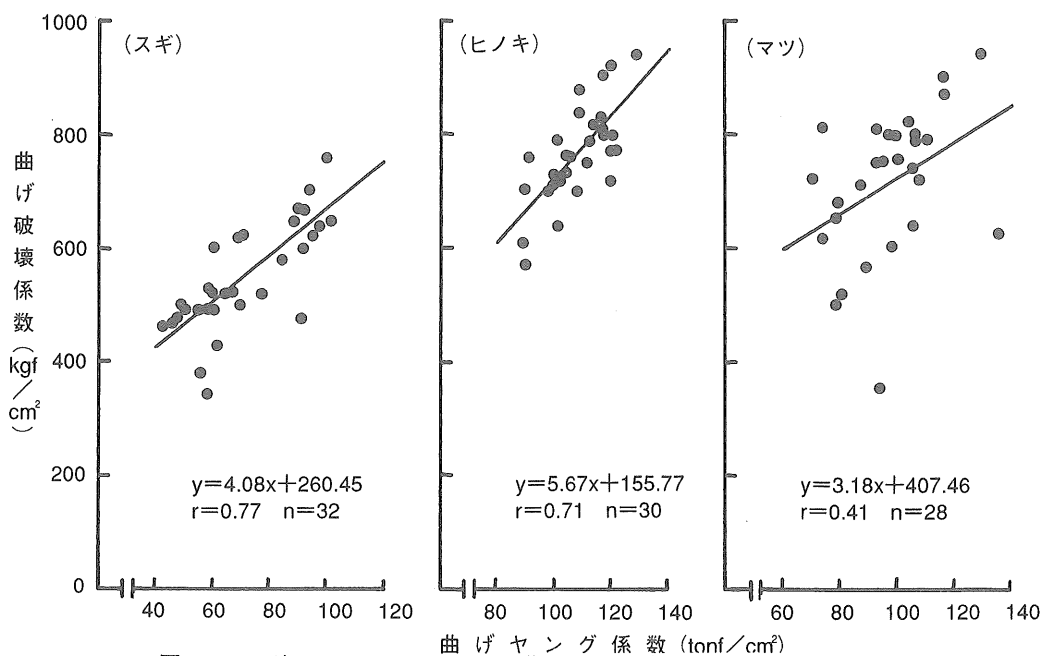


図-6 スギ、ヒノキ、マツラミナの曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係

5. 合わせ貼り集成材の強度性能

等級区分した長尺ラミナをMOEの違いによって各種組み合わせで製造した。2～4層の合わせ貼り集成材の曲げ試験の結果については表-5に、外層部にヒノキ、マツを積層した集成材を含めた5層複合集成材の曲げ試験の結果については図-7に示す。平成8年に改正された構造用集成材のJASでは、強度等級をヤング係数と破壊係数を合体させた形で分類し、構造用集成材の種類も異等級構成集成材と同一等級構成集成材に分類されている。また、ラミナの積層数も2及び3枚も認められるようになったことで強度等級の基準がそれぞれで異なっているので、今回は構造用集成材の旧JAS(改正前のJAS)の基準値で分類してみた。旧JASの1～3級はそれぞれ、MOEで80,70,60tonf/cm²以上で、MORで345,285,225kgf/cm²以上となっており、今回の2～4層の集成材では、MOEはすべての試験体で3級値を上まわり、MORはすべての試験体で1級値に該当した。

表-5 ラミナ構成の違う合わせ貼り集成材のMOEとMORの関係

ラミナ構成	試験体数 (本)	含水率 (%)	曲げヤング係数 (tonf/cm ²)	比例限度応力 (kgf/cm ²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)
E70-E70	7	15.6 (1.6)	74.5 (6.3)	283 (24.5)	422 (68.0)
E70-E50-E70	6	15.0 (1.2)	71.6 (4.3)	287 (29.6)	398 (36.7)
E70-E70-E70	6	16.0 (1.9)	69.0 (3.5)	289 (27.1)	452 (61.8)
E70-E70-E70-E70	5	13.4 (0.3)	76.2 (5.0)	308 (25.7)	464 (35.8)
E90-E90	2	15.2 (2.2)	94.9 (7.0)	273 (32.5)	519 (70.0)
E90-E50-E90	3	15.9 (0.7)	86.8 (2.1)	293 (20.1)	489 (31.5)
E90-E70-E90	6	14.1 (0.5)	85.6 (3.1)	327 (35.5)	471 (68.3)
E90-E90-E90	6	14.8 (1.1)	84.1 (3.5)	332 (19.5)	490 (40.1)
E90-E50-E50-E90	2	13.3 (0.1)	77.3 (3.4)	309 (28.0)	532 (9.0)
E90-E70-E70-E90	4	13.6 (0.2)	84.3 (1.4)	339 (33.6)	483 (44.1)
E90-E90-E90-E90	4	13.3 (0.2)	89.8 (3.4)	320 (35.6)	545 (64.3)
E110-E70-E110	5	15.6 (1.8)	95.6 (3.8)	338 (19.8)	517 (18.2)
E110-E90-E110	5	15.0 (0.8)	99.7 (5.7)	363 (34.8)	573 (53.4)
E110-E70-E70-E110	3	13.4 (0.1)	98.8 (0.8)	342 (25.8)	542 (26.2)

()内は標準偏差

JASのこれらの値は縦継ぎラミナによる集成材を対象としているため、今回試験した試験体は全て長尺ラミナ使用であるので当然のごとくMORは高い結果が得られた。また、合わせ貼り集成材を構成する外層部のラミナのMOEが高くなればなるほど、積層枚数が3枚及び4枚でもMOE、MORとも向上した。比例限度応力はMORの約0.64であり、無欠点小試験体で従来からいわれているMORの2/3と同程度であり、構造用集成材も正角材と同様な傾向を示した。

合わせ貼り集成材のMOEとMORの関係を図-8に示す。相関係数は0.65でスギ短尺ラミナと同様に相関を認めたことから集成材のMOEが測定できれば、そのMORも推定できると考える。林ら(7)はスギ集成材の外層ラミナにLVLを用いた結果、MOEの値が顕著に向上したと報告しているが、本報告の5層積層接着の場合、スギ材のみの構成の集成材ではMOEは、最大でも90tonf/cm²であったのに対し、ヒノキ及びマツ材ラミナを外層に構成した集成材ではすべて90tonf/cm²以上でかなり改善された。しかし、MORは外層にヒノキラミナを使用した場合、450kgf/cm²以上で、かなりの改善が図られたがマツラミナ使用の場合はスギ集成材と比較してそれほどの向上は認められなかった。これらより外層ラミナにヒノキラミナを使用すればMOE、MORとも改善できることがわかった。破壊形態については、多くは単純引っ張り型で、ラミナ自体が弱い場合は、水平せん断破壊型が起りやすかった。水平せん断破壊は、江口(8)が述べているのと同様、内層ラミナにヤング係数の低いラミナを積層した場合、つまり水平せん断力に対してこの内層ラミナが弱いためこのような破壊が生じると考える。

また、ラミナを積層することによって製造する集成材は、ラミナの節や繊維傾斜などの強度性能を低下させる因子を分散でき、製材品よりも曲げ強度性能が大きいといわれている。さらに、建築基準法でも集成材の材料強度、許容応力度は、製材品の約1.5倍に定められている。そこで、スギ一般材から採材した集成材とほぼ同断面のスギ平角材の強度性能もあわせて検討した。合わせ貼り集成材と平角材の強度試験の結果を表-6に示す。スギ平角材のMOEの平均値は71.9tonf/cm²で、スギラミナ380枚の平均値77.6tonf/cm²より若干小さかったが、

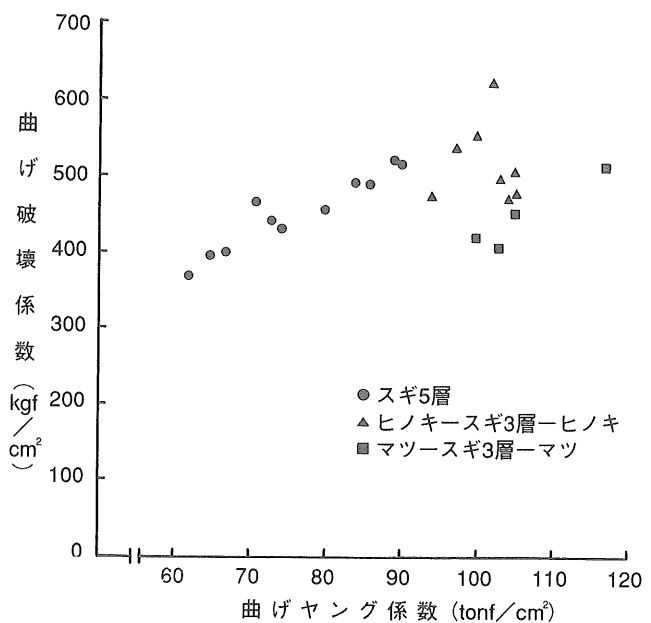


図-7 複合集成材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係

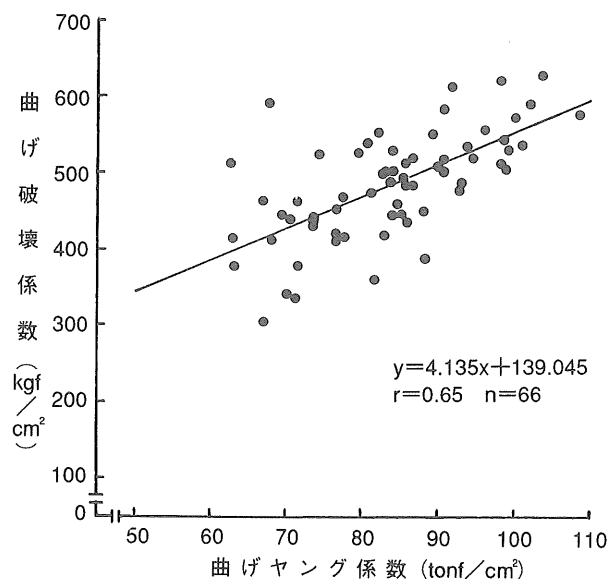


図-8 合わせ貼り集成材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係

これは含水率が19.1%とやや高かったことによると考える。また、合わせ貼り集成材のMOEは平角材のそのの1.16倍で、MORは平角材の1.34倍であった。この値が1.50より小さかったのはラミナの積層枚数が2~4枚と少ないため、積層効果が薄かったと考える。建築基準法に示されている集成材の材料強度値は、スギ材で345kgf/cm²で、合わせ貼り集成材はどのようなラミナ構成でもこの基準値より高い値を示していた。

表-6 合わせ貼り集成材と平角材の強度試験結果

		曲げヤング係数 (tonf/cm ²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)	比 重	含 水 率 (%)	動的ヤング係数 (tonf/cm ²)
合わせ貼り 集成材	平 均 値	83.3	484	0.39	14.8	85.0
	標 準 偏 差	11.0	69.8	0.03	1.5	11.2
	変 動 係 数 (%)	13.3	14.4	6.90	10.4	13.2
平角材	平 均 値	71.9	360	0.42	19.1	74.3
	標 準 偏 差	11.1	55.0	0.05	5.6	12.2
	変 動 係 数 (%)	15.5	15.3	11.84	29.5	16.4

6. 集成材の接着性能

接着性能試験の結果を表-7に示す。浸せき剥離試験ではスギとスギ(S-S)、ヒノキとスギ(H-S)、マツとスギ(M-S)の接着層の剥離率の平均値が1.1%とJAS適合基準値の5%を下回り良好であったが、1試験体のみが5%を超えていた。また、煮沸剥離率は全ての試験体とも剥離率5%以下で、接着性能は十分であった。ブロックせん断試験では、JASのスギ適合基準では、せん断強さは54kgf/cm²、木部破断率70%以上となっているが、

S-S、H-S、M-Sの接着層とも十分なせん断強さが得られており、スギ同志はもちろん、スギとヒノキ、スギとマツ材の場合とも、異樹種による接着性能の低下はほとんどなかった。木構造設計基準にスギとヒノキの混用は認められているが、今回の結果から十分な接着性能が得られたため、スギとヒノキ材の混用は可能と考える。さらに、スギとマツ材の混用でも異樹種による接着障害は認められず、スギとマツ材の混用も可能と考える。

表-7 集成材(異樹種を含む)の接着性能

	せん断強さ (kgf/cm ²)			木部破断率 (%)			浸せき 剥離率 (%)	煮 沸 剥離率 (%)
	スギ-スギ	ヒノキ-スギ	マツ-スギ	スギ-スギ	ヒノキ-スギ	マツ-スギ		
平 均 値	79.3	92.6	89.0	91.8	93.0	86.6	1.1	0.9
標 準 偏 差	6.8	8.1	13.7	7.1	4.0	10.0	1.7	1.3
最 大 値	94.6	107.8	106.4	100	100	96	7.4	4.9
最 小 値	63.6	79.3	57.4	64	84	60	0	0

引 用 文 献

(1) 藤田晋輔・佐田武信・馬田英隆・遠矢良太郎・山田式典・櫛山一利：打撃音法によるスギ製材品のヤング係数の評価法(Ⅰ)。木材工業47：266～270 (1992)

(2) 林野庁：昭和58年度林業試験研究報告書。198, 1985

(3) 中山茂生・錦織 勇・池淵 隆・安井 昭：島根県産スギ造林木の強度性能-スギ正角材の曲げ強度-。島根林技研報42：17～36, 1991

(4) 池田潔彦・大森昭壽：スギ構造用大断面集成材に関する研究(Ⅰ)-静岡県産スギのラミナ及び集成

材の材質と強度性能-。静岡林技研報18：25～35, 1990

(5) 日本建築学会：木構造設計基準・同解説：24～25, 1973

(6) 池淵 隆・錦織 勇：島根県産アカマツ材の強度性能。島根林技研報46：33～41, 1995

(7) 林 知行・宮武 敦：スギ複合集成材の強度性能(第1報)-曲げ、引張および部分圧縮強度-。木材学会誌37：200～205 (1991)

(8) 江口 篤：スギとヒノキを混用した集成材の強度性能。奈良林試研報17：42～46, 1987

Laminated Woods of Sugi Produced in Shimane Prefecture and These Strength Properties

Takashi IKEBUTI and Isamu NISHIKÔRI

Summary

1. Modulus of dynamic elasticity and modulus of elasticity varied greatly with Sugi logs and with the laminae made of the logs, respectively.
2. The laminae should be classified by mechanical properties, modulus of elasticity, as well as by wood quality, specific gravity, annual ring width, and knot ratio.
3. High correlation was shown between modulus of elasticity and modulus of dynamic elasticity on an analysis of tones for longitudinal vibration by tap on the laminae.
4. Modulus of elasticity and modulus of rupture in Sugi laminated wood were higher than those in rectangular lumber and those values of the former were responding to the grade of the laminae composing the laminated wood.
5. Modulus of elasticity of Sugi laminated wood was improved when Hinoki or Matsu laminae was used as the outside lamina and bond strength was not influenced by the mixture.

論文 地域に適合した林業機械作業システム研究 (第4報)

—タワーヤーダとプロセッサまたはフォワーダを組み合わせた集材・造材作業—

西 政 敏 ・ 石 橋 公 雄

Studies on the Systematization of Forest Machinery Operation

Adapted to the Local Condition (IV)

—Yarding and Bucking Operation on the Combined Use of Tower - yarder and
Timber Processor or Forwarder—

Masatoshi NISHI, Kimio ISHIBASHI

要 旨

1. 島根県那賀郡弥栄村と能義郡広瀬町の各1林分において、タワーヤーダとプロセッサまたはフォワーダを組み合わせた集材・造材作業を調査した。弥栄ではスギ林で列状間伐、広瀬ではスギ・ヒノキ林で皆伐を行った。
2. タワーヤーダとプロセッサまたはフォワーダの作業場所は弥栄では作業路、広瀬では新たに設定した土場を使用した。
3. 弥栄では1時間当たりの下げ荷、上げ荷出材量は傾斜が緩やかでスパン長が短かったため、ともに4.2m³であった。広瀬ではスパン長と横取り距離が長いいため2.8m³と低くなった。
4. 弥栄でのプロセッサの1サイクル当たりの平均処理時間は4分であった。これはタワーヤーダの集材作業の平均処理時間3分の約1.3倍であった。
5. タワーヤーダの架線の架設・撤去の人工数は集材機と比較して、弥栄では70%、広瀬では10%の人工数で行うことができた。
6. 広瀬での1人1日当たりの生産性は、先山でのチェーンソーによる長時間の伐採作業、また横取り距離が長かったため集材作業に多くの時間を要した。そのため伐木・造材工程と集材工程ともに4.1m³となった。そして、作業全体では2.0m³と期待するほどの生産性は上げられなかった。

I は じ め に

タワーヤーダ、プロセッサおよびフォワーダなどの高性能林業機械を使用することによって集材・造材作業の効率化が期待されている。本研究ではこれらの機械の性能を十分に活かした林業機械作業システムを確立する基礎資料を得るために、前報(2, 5, 6)の調査に引き続いて、実際に行われた作業における実態を調査した。

今回の調査では平成8年10月と平成9年3月、島根県弥栄村と広瀬町の2林分で行われた集材・造材作業を対象とした。

まず、地況や林況などの作業条件を把握した。ついで、各作業の所要時間や出材量などの調査を行った。さらに、

時間観測調査結果から各工程の作業時間、人工数、生産性を調査した。

なお、これらの作業は高性能林業機械のオペレータを養成するための「平成8年度高性能林業機械オペレータ養成研修実施事業」と高性能林業機械の性能を実証するための「平成8年度高性能林業機械実証事業」で行われたものである。

本調査は大型プロジェクト研究開発推進事業課題「地域に適合した林業機械作業システム研究」で実施したものである。調査に御協力いただいたヒロシマ精機株式会社と広瀬町森林組合およびウッディー広瀬の皆様には厚くお礼を申し上げます。

表-1 地況・林況

場 所	伐採面積 (ha)	平均傾斜 (度)	樹 種	林 齢 (年生)	集材本数
那賀郡弥栄村	0.4	10	スギ	30	41
能義郡広瀬町	0.2	18	スギ・ヒノキ	35	212

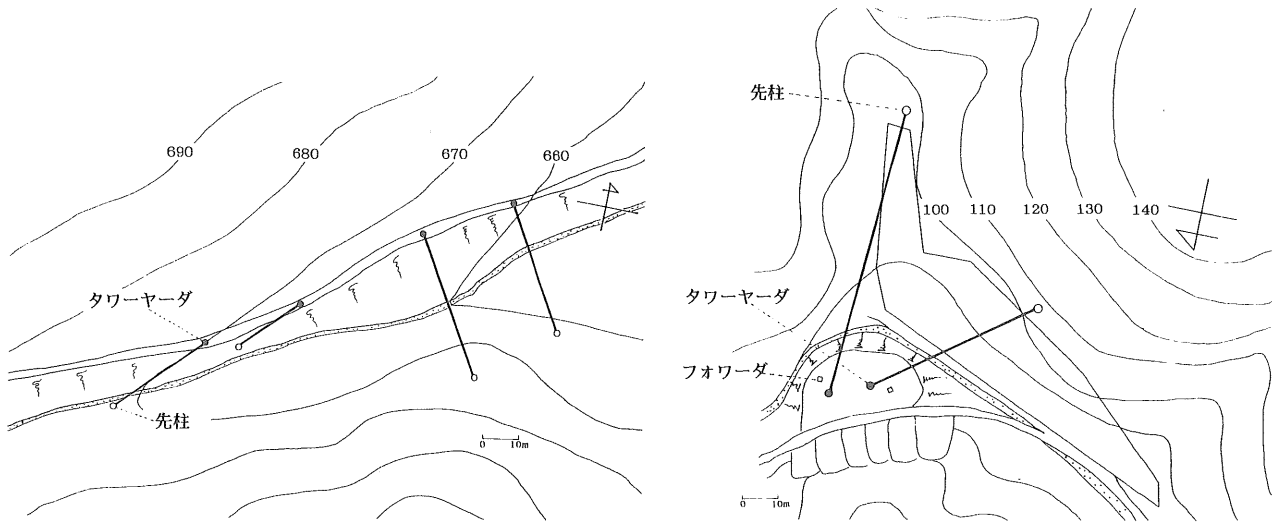


図-1 調査林

II 調査林, 作業条件および調査方法

1. 調査林

表-1と図-1に示した2林分で調査を行った。以下、各調査林をその所在する町村名から「弥栄」、「広瀬」と記す。弥栄はスギ、広瀬はスギとヒノキの混交林の若齢林であった。山腹傾斜は両調査林とも緩やかであった。弥栄では調査林内に幅員2.5mの作業路があり、これをタワーヤードの設置場所や造材作業のための土場として利用した(写真-3)。広瀬では新たに517㎡の土場を設定して、タワーヤードとフォワードを設置した。

2. 作業条件

1) 使用機械

タワーヤードは弥栄、広瀬とも同種類の機械が使用され、筑水キャニコム製M-20、通称森高路佐渡であり、スパン長100mの小型のものである(3)。索張り方式は主索を必要としないランニングスカイライン式であった。プロセッサはイワフジ工業株式会社製のGP-35Tであり、最大玉切り径530mmの機械仕様であった。フォワードは筑水キャニコム製のBFY3302であり、最大積載量2,500kgの機械仕様であった。

2) 作業手順

弥栄では約30mの間隔で1列を伐倒する列状間伐で、梢端を先柱の方向に向けて伐倒した。広瀬では皆伐で、先山で枝払い・玉切りが行われた。両調査林とも調査前に伐倒された。

弥栄での間伐列数は4列であり、上げ荷と下げ荷でそれぞれ1列と3列であった。いずれも全木集材を行った。タワーヤードが作業路上を順次移動して、その度に先柱を変えながら架設と撤去を繰り返して集材した。プロセッサはタワーヤードが次の列へ移動した後、作業路上で造材作業を行った(写真-4, 5)。広瀬では横取り距離を短くするため2本の架線で集材した。下げ荷での短幹集材を行った。タワーヤード、先柱およびフォワードを架線を張り替える時に移動させて集材した。土場内で集材作業と同時にフォワードによって桎積み作業をした(写真-9)。

3) 作業員数

両調査林ともに架線の架設・撤去作業は3人、集材作業はオペレータと荷掛け手の2人であった。

弥栄ではオペレータ養成研修に参加した5人がタワー

ヤーダの操作、先山作業、およびプロセッサの操作を交代した。広瀬では2人の作業員がタワーヤーダとフォワードの操作を交代した。先山の荷かけ作業は1人の作業員が継続して行った。

3. 調査方法

1) スパン長、搬器走行距離および横取り距離

スパン長は各架線ごとに縦断面図を作成して測定した。搬器走行距離は搬器が土場から先山の停止位置まで移動する距離をメートル縄で読みとった。横取り距離は搬器の停止位置から荷かけ位置までをポール、巻き尺および目測で測定した。

2) 作業時間と作業量

機械の動きや作業員の動作をビデオカメラで撮影して、その再生映像を用いて調査した(写真-7, 10)。

タワーヤーダの架設・撤去と集材作業は、先山と土場の2か所にビデオカメラを設置して撮影した。また、プロセッサの動きはヘッドの部分を中心に撮影した。作業の種類別に作業人数と作業時間を調査した。

架設・撤去は「元柱の設置から先柱の撤収」までの作業を6種類に区分して、作業人数と作業時間の積を各作業の所要時間とした。集材作業は「索上げから荷はずし」までの1サイクルを8種類に区分した。造材作業は「空移動から桧積み」までの1サイクルを7種類に区分した。また、桧積み作業は作業全体を「桧積み作業、チェーンソー作業および余裕」の3つに区分して分析した(表-2)(9)。なお、架設・撤去、集材作業および造材作業中の手待ち時間は差し引いて分析した。

弥栄での集材・造材作業それぞれ41サイクル、広瀬で

の集材作業149サイクル、桧積み作業15時間45分を分析した。

出材量は1サイクル当たりの集材本数と材積を調査した。弥栄では集材された材の樹高と胸高直径を測定して材積表(10)によって求めた。広瀬では先山で集材される丸太の材長と末口直径を測定して末口自乗法によって求めた。

3) 人工数と作業効率

弥栄では1996年の10月に集材・造材作業を5日間行った。広瀬では1997年の2月に集材(桧積み)作業を3日間行った。各作業内容と作業時間は、弥栄ではビデオ映像、広瀬では30分単位で記録した作業日報集計表によって調査した。生産量は弥栄と広瀬とも集材作業の1サイクル当たりの出材量の総計とした。各工程の人工数と生産性は以下の式によって計算した。

$$\text{各工程の人工数} = \frac{\text{各工程の作業時間}}{\text{平均勤務時間}} \times \text{作業員数} \dots \textcircled{1}$$

ただし、平均勤務時間は昼休みを除いた時間の合計を勤務日数で除したものである。

$$\text{各工程の生産性} = \frac{\text{生産量}}{\text{各工程の人工数}} \dots \textcircled{2}$$

チェーンソー、タワーヤーダおよびフォワードを組み合わせた全体の生産性(9)は次式によって求めた。

$$E = \frac{1}{1/e_1 + 1/e_2} \dots \textcircled{3}$$

E: 全体の生産性

e₁: 伐木・造材工程の生産性

e₂: 集材(桧積み)工程の生産性

表-2 作業区分

架設・撤去	集材作業	造材作業	桧積み作業
元柱設置	索上げ	空移動	主作業
先柱設置	空走行	材つかみ	チェーンソー作業
索引き回し	索下げ	材はずし	余裕
索巻き取り	荷かけ	実移動	
元柱撤去	荷上げ	材送り	
先柱撤去	実走行	鋸断	
	荷下げ	末木枝条処理・桧積み	
	荷はずし		

表-3 各種距離

調査林	スパン長(m)	集材距離(m)	横取り距離(m)
弥 栄	22~43 (34)	3~28 (17)	0~2 (0.2)
広 瀬	52~83 (68)	14~75 (41)	0~30 (3.8)

()内は平均値

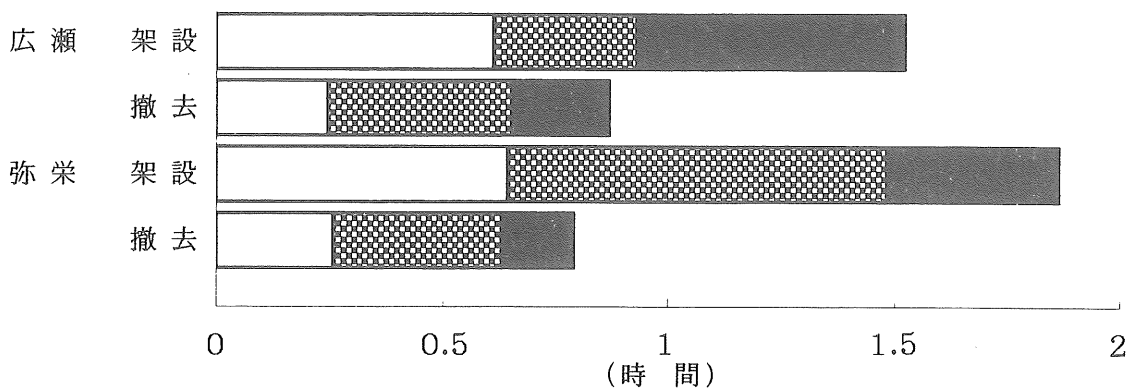


図-2 架設・撤去の時間（1列当たり）

□ 元柱設置・撤去 ▨ 先柱設置・撤去 ■ 索引き回し・巻き取り

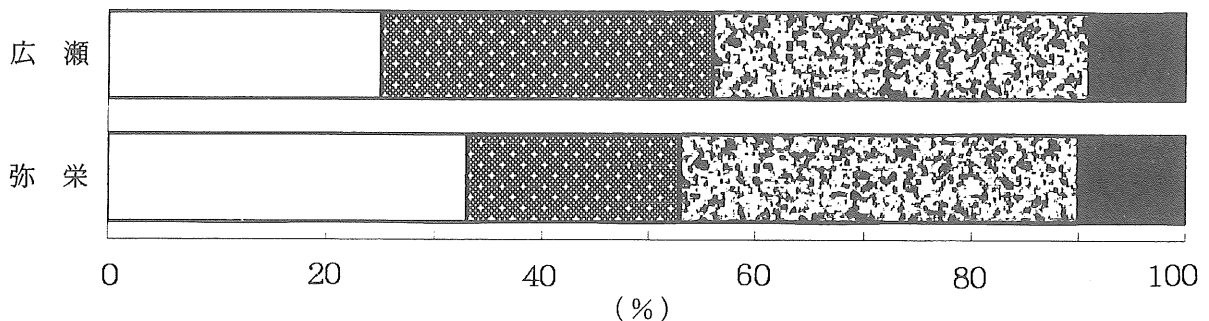


図-3 集材作業の作業区分別割合（1サイクル）

□ 空搬器走行 ▨ 先山作業 ▤ 実搬器走行 ■ 土場作業

II 結果と考察

1. スパン長，搬器走行距離および横取り距離

弥栄では調査林内の作業路を土場として，間伐列ごとにタワーヤードと先柱を移動させて作業を行ったためスパン長，搬器走行距離が短かった。

横取り距離は弥栄では列状間伐であったため最大でも2mと比較的短かったが，広瀬では横幅の広い皆伐であったため，最大で30mと長かった（表-3）。

2. 所要時間と作業量

1) 架設・撤去

弥栄での調査した架設時間合計は7時間36分，撤去時間合計は2時間23分であった。広瀬での架設時間合計は3時間3分，撤去時間合計は1時間45分であった。両調査林での架設・撤去の総時間は弥栄では9時間59分，広

瀬では4時間48分であった（写真-2，7）。

架設・撤去1回当たりの時間を作業区分別にみると元柱設置・撤去時間は両調査林とも同様の機械，作業員数であったため差がなかった。

先柱の設置は広瀬では2人で作業を行ったのに対して，弥栄では3人で行ったため弥栄では多くの時間を要した。先柱の撤去は両調査林とも2人で作業を行ったため同様の所要時間であった。

広瀬は弥栄に比べてスパン長が長いので，索引き回し・巻き取り時間は弥栄に比べて若干大きくなった。このようにスパン長が長くなると架線の重量が増すため，索を引き回す作業員に多くの負担がかかり作業員の動きが遅くなることもひとつの理由と考える（図-2）(1)。

2) 集材作業

集材作業は弥栄で41サイクル、広瀬で149サイクル作業分析を行った。

集材作業を土場作業、空搬器走行、先山作業（写真-8）、実搬器走行の4種類に集約して総作業時間に対する割合をみると、作業全体の時間に対する搬器移動の割合が弥栄で70%、広瀬では60%と弥栄より広瀬の搬器移動時間の割合が小さくなった。広瀬では材が無作為に散らばっていた（写真-6）ため荷かけ作業に多くの時間を要し、先山作業の割合が大きかった。弥栄と広瀬ではタワーヤダのオペレータが荷はずしをしたため、土場作業の割合は同様であった（図-3）。

集材作業1サイクルごとに搬器走行距離と搬器走行時間の関係を、空走行と実走行に分けて分析した。搬器走行距離と搬器走行時間の関係から回帰式を求めて、直線の傾きから搬器の平均走行速度を計算した。弥栄での下げ荷集材では、空走行は0.7m/s、実走行は0.5m/sと残存木に注意を払いながら集材したため、実搬器走行速度は空搬器走行速度の70%であった。弥栄での上げ荷集材では空走行0.5m/sに比べ、実走行0.4m/sと下げ荷より若干遅くなったに過ぎなかった（図-4）。

広瀬では空走行1.0m/sに比べて、実走行は0.6m/sと

空走行速度の60%で、弥栄での上げ荷、下げ荷集材の時より若干遅くなった。これは広瀬は弥栄に比べ搬器走行距離が長く、皆伐であるため、弥栄での列状間伐の時のように集材時に残存木に注意を払う必要がなかったためと考える（図-4）。

広瀬では横取り距離が長く先山での荷かけの時、索引回す際に、索を容易に引き込むことができる搬器のクランプ操作（7, 11）を調査サイクル149回中、32回行った。

そこで、クランプ作業がある場合とない場合のサイクルに分けて、横取り距離と実際の索引き込み・荷かけ時間の関係の回帰式を求めた。次にクランプのないときとクランプのある時の実際の索引き込み・荷かけ時間に平均クランプ時間を合わせた式によって、実際の索引き込み・荷かけ時間と横取り距離の関係を分析した（図-6）。この結果、横取り距離が3m以上の場合、搬器のクランプ操作をするのが荷かけ作業がしやすいと考える。

両調査林とも1回当たりの集材本数は1~4本で、平均すると弥栄で1本、広瀬で1.4本であった。弥栄での列状間伐では間伐列の幅も2m程度と狭く、残存木を傷つけないように集材するため、少ない本数での集材作業となった。

表-4 集材作業時間（弥栄）

集材方法	平均処理材積 (m³)	平均実働処理時間 (秒)	作業能率 (m³/時)	生産性 (m³/人日)
上げ荷	0.182	157	4.2	10.5
下げ荷	0.212	181	4.2	10.5

表-5 作業実働時間と作業能率（弥栄）

工程	平均処理時間	サイクル数	処理合計時間	作業量 (m³)
集材	2分55秒	41	2時間00分	8.38
造材	3分44秒	41	2時間33分	8.382

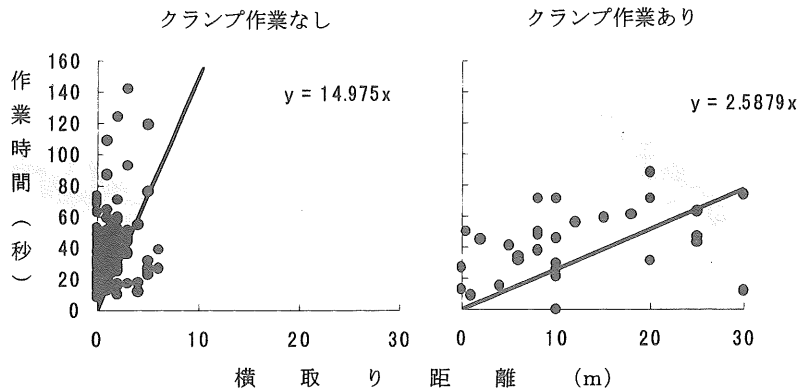


図-5 実荷かけ作業と横取り距離の関係

弥 栄

下げ荷

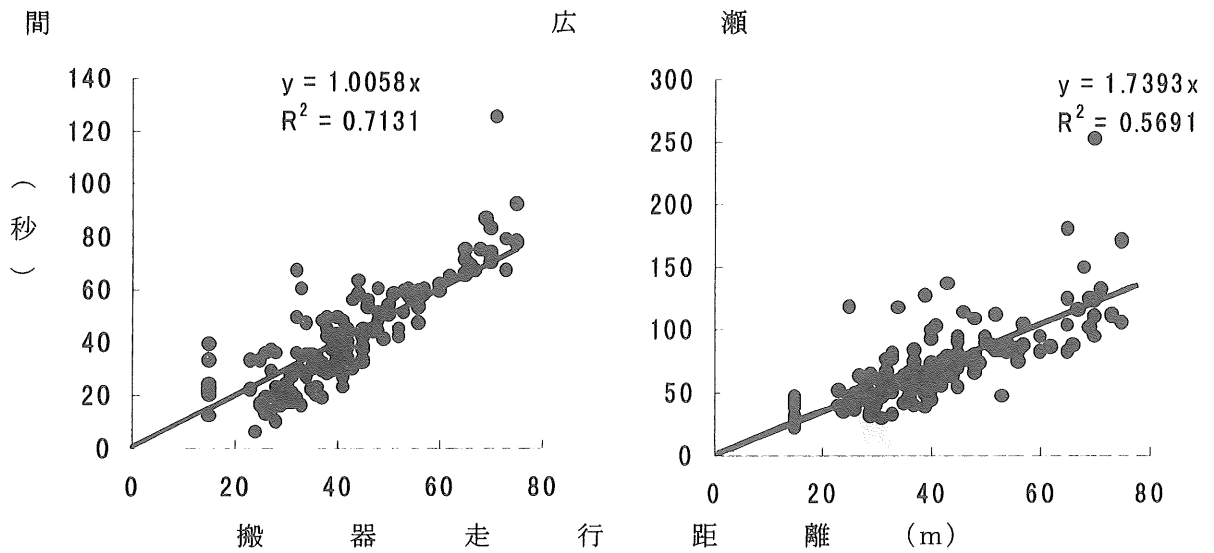
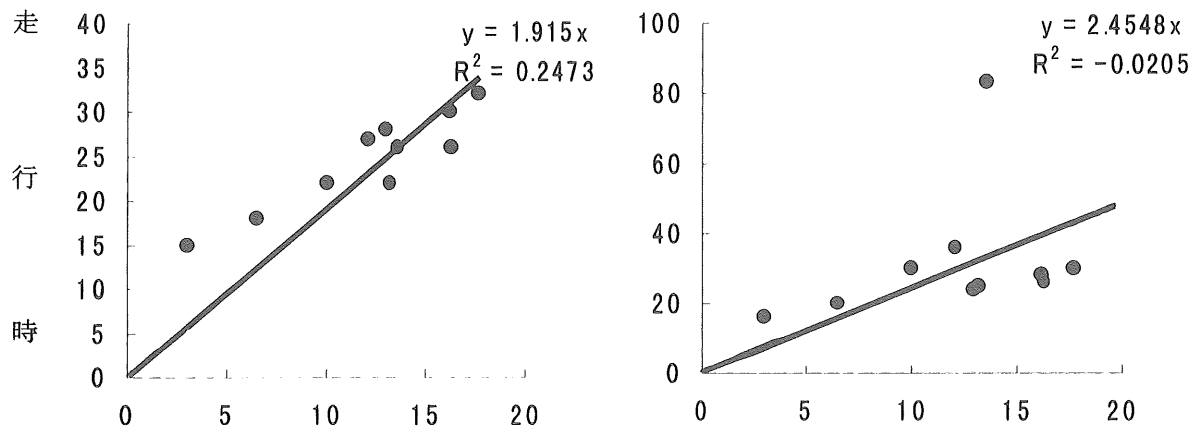
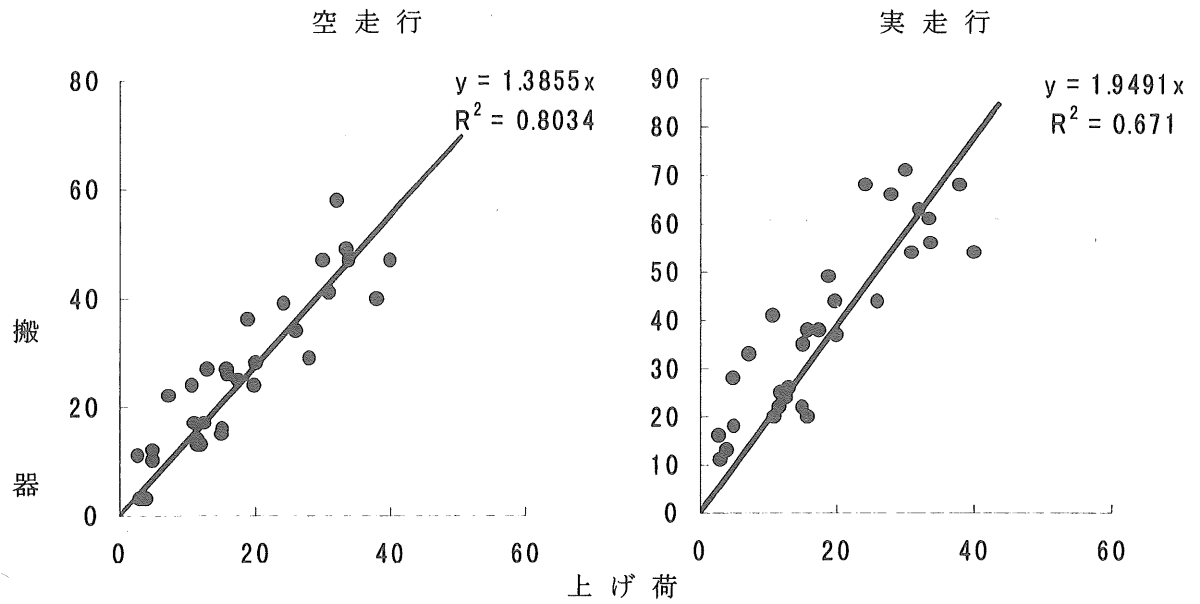


図-4 搬器走行速度と走行距離の関係

表-6 プロセッサの作業区分別時間(弥栄)

作業区分	合計(秒)	割合(%)
空・実移動	4829	52
荷つかみ・はずし	1450	16
材送り	1435	16
鋸断	288	3
末木枝条処理・桎積み	1170	13
合計	9172	100

表-7 各工程の人工数と生産性(広瀬)

工程	人工数(人日)	生産性(m ³ /人日)
伐木・造材	8.00	4.1
集材(桎積み)	8.08	4.1
全体	16.08	2.0

弥栄では下げ荷集材は上げ荷集材に比べ、集材木を操作するのが難しいと言われているが、傾斜が緩やかでスパン長が短いため、両集材方法とも1時間当たりの出材量は4.2m³と同様の結果となった。広瀬では短幹集材であったが、弥栄に比べ平均スパン長と平均傾斜が2倍、平均横取り距離が約20倍と長く、また下げ荷集材であったため、1時間当たりの出材量は2.8m³と弥栄の70%と小さくなった(表-4)。

3) 造材作業

弥栄でのプロセッサの1サイクル当たりの平均処理時間は、タワーヤードの集材作業の平均処理時間の約1.3倍であった(表-5)。

作業区分別所要時間は表-6に示すように、作業路両側の残存木を傷つけないように注意を払って作業したため、作業全体の半分が作業路上での材の移動であった。

4) 桎積み作業

広瀬でのフォワーダを操作するオペレータの作業区分分析の結果、桎積み作業68.9%、チェーンソー作業2.9%、余裕28.2%であった。タワーヤードによって集材される木を土場で待ったり、桎積み場所が土場内であったため、作業全体の30%近く停止していた。

3. 人工数と作業効率

タワーヤードの架設・撤去の人工数をみると弥栄では2.5人日、広瀬では1.0人日であった。従来の集材機でエンドレスタイラー式の索張りをした場合の人工数を試算

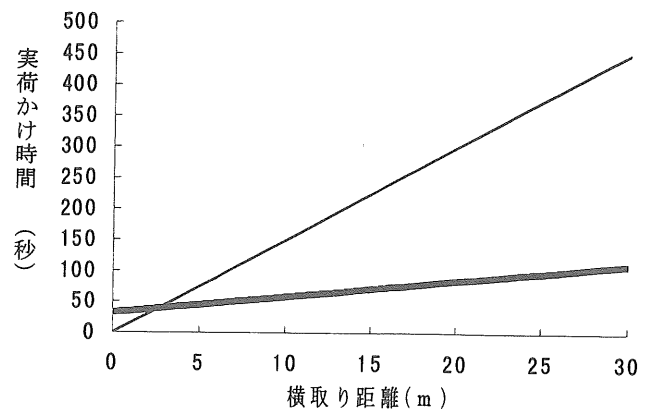


図-6 クランプ作業と荷かけ時間の関係

—— クランプなし - - - クランプあり

すると(15)、弥栄と同様にスパン長34mでは3.5人日と1.4倍、広瀬と同様のスパン長68mでは10人日と10倍であった。このようにタワーヤードの特徴である架設・撤去が容易に行えることが実証できた(14)。なお、弥栄の値は1日の作業時間を360分として試算したものである。

広瀬での作業時間は、伐木・造材720分、集材970分で、平均勤務時間は360分であった。各工程の人工数を①式によって計算すると、伐木・造材8.00人日、集材工程8.08人日であった。

②式によって各工程の生産性を計算した。生産量は各サイクルの出材量を合計した結果、スギ15.51m³、ヒノキ17.32m³、全体で32.83m³であった。伐木・造材工程と集材工程それぞれ4.1m³/人日と同様の結果であった。③式によって伐倒～造材までの作業全体の生産性を計算すると2.0m³/人日となった(表-6)。

この結果を従来の集材工程に集材機を用いた場合の皆伐作業での労働生産性の平均値2.29m³/人日(11)と比べ約10%と低くなった。

この原因としては、チェーンソーによる伐木・造材が先山で行われて、多くの時間を要したためと考える。またタワーヤードの張り替え回数が1回と少なかったため、横取り距離がきわめて長くなり、集材作業に多くの時間を要し、タワーヤードの機動力(7)を十分に発揮できなかったということも考えられる。

広瀬では集材作業中にガイドラインが緩んでタワーが傾むいて、ガイドラインを張り直すのに多くの時間を要したが本調査では集計には含めなかった。しかし、実際トラブルを含めて作業全体の生産性を計算すると1.8m³/人日と含めなかった時の生産性よりも10%も減少した。今回のように作業期間が5日間と短い場合には、こうしたトラブルが生産性に大きな影響を及ぼすと推察する。

生産性は地況や機械の配置、および伐採の種類(14)によって異なるが、このほかにも材の形状、オペレータの熟練度および機械の稼働日数などが影響を及ぼすと推測する。

引用文献

- (1) 阿部純文・佐々木幸敏：タワーヤード集材作業の
 工期と効率的な作業の検討。日林東北支誌論：99～
 100, 1992
- (2) 福間優二・園山忠実・富川康之：地域に適合した
 林業機械作業システム研究－タワーヤードとグラッ
 プルソーの組み合わせによる集材作業－。
 島根県林業技術センター研究報告45：1～8, 1994
- (3) 小林洋司・仁多見俊夫・岩岡正博：タワーヤード
 を想定した路網配置計画。43回日林関東支論,
 157～159, 1992
- (4) 南方 康：機械化・路網・生産システム。PP56,
 日本林業調査会, 東京, 1991
- (5) 西 政敏・富川康之・平佐隆文：地域に適合した
 林業機械作業システム研究(Ⅱ)－タワーヤードと
 プロセッサの組み合わせによる集材・造材作業－。
 島根県林業技術センター研究報告47：21～32, 1996
- (6) ———・—————・—————：地域に適合した
 林業機械作業システム研究(Ⅲ)－タワーヤードと
 プロセッサの組み合わせによる集材・造材作業－。
 島根県林業技術センター研究報告48：21～32, 1997
- (7) 朴相俊・岩岡正博・酒井秀夫・小林洋司：タワー
 ヤードによる間伐作業システムと適正路網密度。東
 大 農学部演習林報告, PP177～178, 1992
- (8) 林業機械化推進研究会編：機械化のビジョン。
 PP26～34, 全国林業改良普及協会, 東京, 1990
- (9) 林野庁：平成4年度林業試験設計書。PP. 26～34,
 林野庁, 1992
- (10) 林野庁計画課編：立木幹材積表－西日本編－。
 PP. 64～73, 日本林業調査会, 1970
- (11) 林材業労災防止協会：機械利用共同化促進調査報
 告書。PP14～18, 1995
- (12) 飛岡次郎・山崎忠久：非皆伐施業における伐出作
 業システムの調査事例。100回日林論, 705～
 707, 1989
- (13) 飛岡次郎・山崎忠久・芝 正己・並木勝義：タワ
 ーヤードによる風倒木集材作業。日林誌75：52～55,
 1993
- (14) 飛岡次郎・山崎忠久・芝 正己：高性能林業機械
 による伐出作業システムの最適化に関する研究(Ⅰ)。
 43回日林中支論, 165～147, 1995
- (15) 梅田三樹男・辻 隆道・井上公基：傾準工期表と
 立木評価。PP. 58 日本林業調査会, 1982
- (16) 吉田智佳史・岡 勝・田中良明・今富裕樹・広部
 伸二・上村 功・井上涼基・瀧辺秀一・田所幹夫・
 松崎範人・松瀬収司：高性能林業機械の伐出作業シ
 ステムに関する研究(Ⅱ)。103回日林論, 657～
 658, 1992。

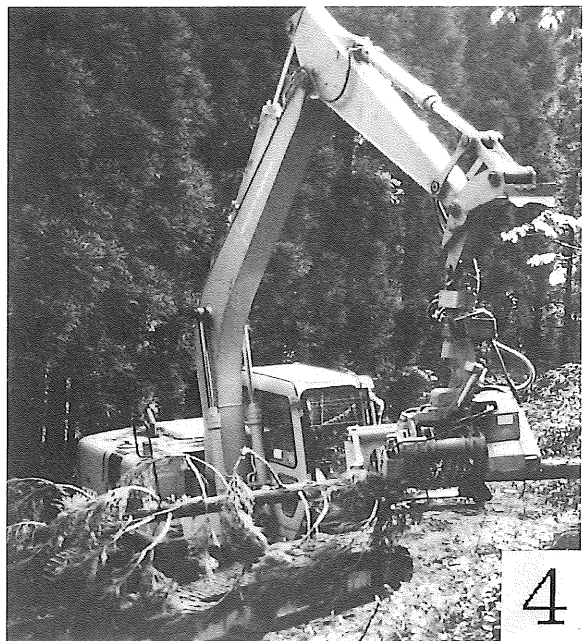
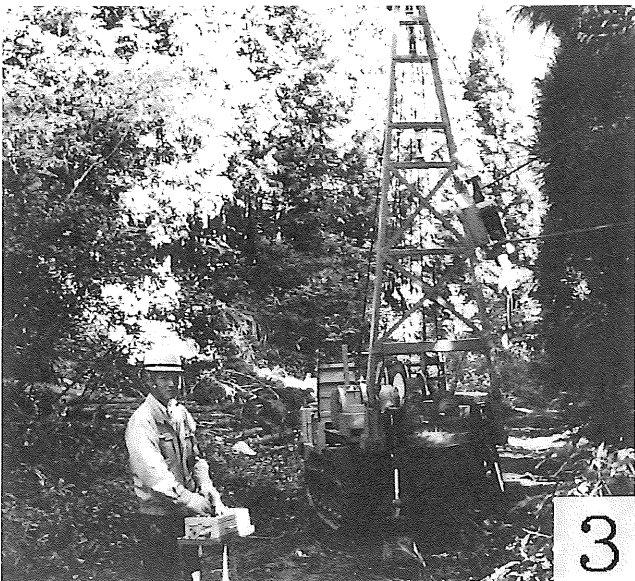
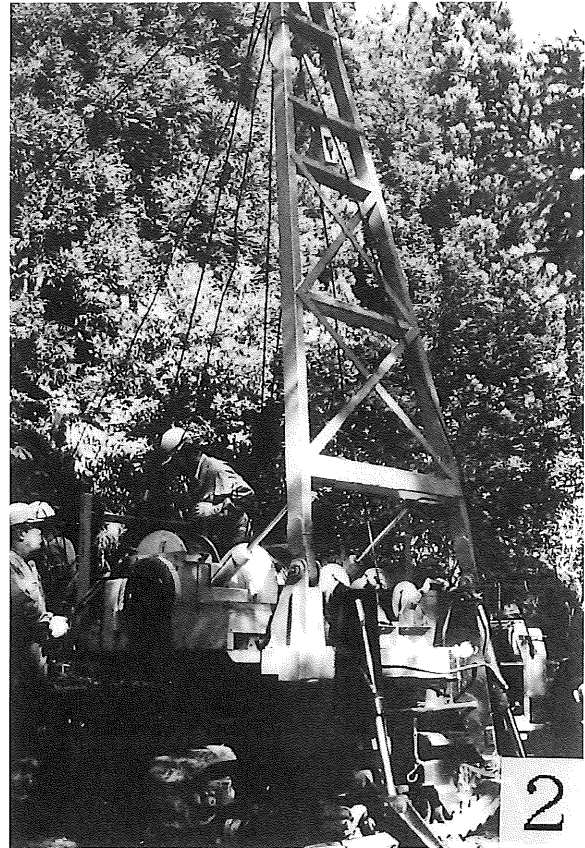
Studies on the Systematization of Forest Machinery Operation
Adapted to the Local Condition (VI)
—Yarding and Bucking Operation on the Combined Use of Tower—yarder and
Timber Processor or Forwarder—

Masatoshi NISHI, Kimio ISHIBASHI

Summary

1. Japanese cedar trees were line—thinned and the tree length logs were yarded by a tower—yarder and bucked by a timber processor in Yasaka, and Japanese cedar and Japanese cypress trees were clearly cut and the logs were yarded by a tower—yarder and piled by a forwarder in Hirose, Shimane Prefecture.
2. The tower—yarder and the timber processor were moved on a spur road in Yasaka. and The tower—yarder and the forwarder were placed on a timber yard which was made for the operation in Hirose.
3. The average yarding production was 4.2m^3 per an hour either on uphill and downhill yarding in Yasaka, and it was 2.8m^3 per an hour in Hirose.
4. The average bucking time with the timber processor was 1.3 times of the average logging time with the tower—yarder, three minutes, in Yasaka.
5. The total number of workers per day for setting up and dismantling the wire on the tower—yarder amount ed to 70% and 10% of the workers on the ordinally use in logging, in Yasaka and Hirose, respectively.
6. The productivitie was 4.1m^3 per man and day either on cutting and bucking and on yarding, and total prod uctivity was 2.0m^3 per man and day in Hirose.

写真-1~5



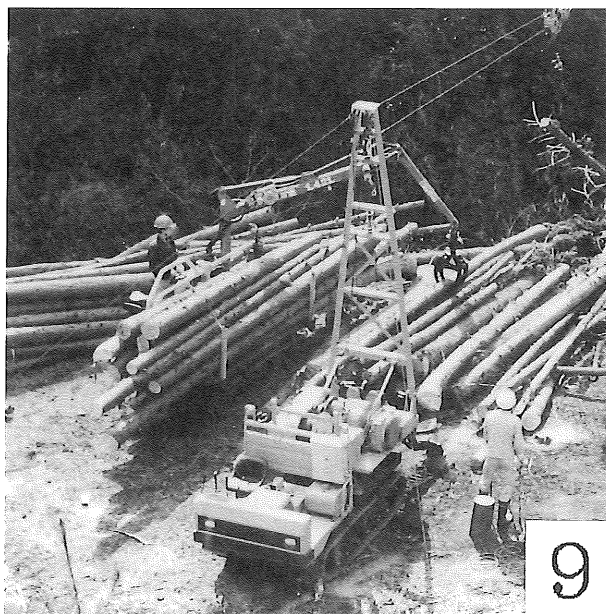
1~5: 弥栄調査林

1, 2: タワーヤーダの架設

3: タワーヤーダによる集材作業

4, 5: プロセッサによる造材作業

写真-6~10



- 6~10: 広瀬調査林
6: 伐採地
7: タワーヤーダの架設
8: 先山での荷かけ
9: タワーヤーダとフォワード
による集材作業
10: 調査林での撮影

島根県林業技術センター研究報告第49号

平成10年3月印刷

平成10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 (〒699-0401)

電話 0852-66-0301

印刷所 千鳥印刷有限公司

