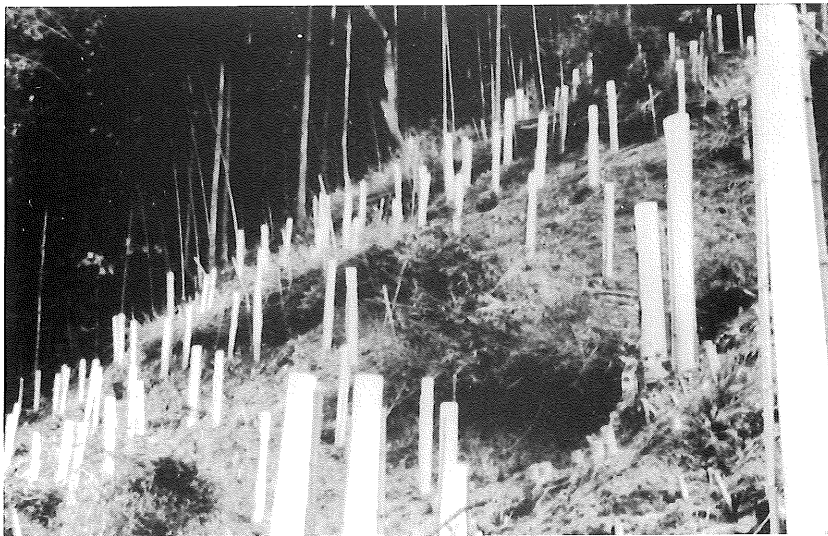


島根林技研報  
Bull. Shimane Pref.  
For. Res. Cent.

# 島根県林業技術センター 研究報告

BULLETIN OF  
THE SHIMANE PREFECTURE  
FOREST RESEARCH CENTER

No. 51  
2000



島根県林業技術センター

# 目次

## 論文

島根県内における木材流通の実態分析

…… 石橋公雄・西政敏・池淵隆・後藤崇志 …… 1

## 論文

シイタケ原木栽培におけるほだ木の長さがほだ木内水分と子実体発生に及ぼす影響

…………… 富川康之 …… 17

## 論文

島根県西部でのスギザイノタマバエの分布と被害調査

…………… 周藤成次・河井美紀子・大国隆二 …… 29

## 短報

ツリーシェルターと忌避剤を用いたスギ幼齢木のニホンジカによる摂食害回避試験

…………… 金森弘樹・錦織誠・大国隆二 …… 39

## 資料

島根県産ヒノキ材の材質特性と強度性能

…………… 池淵隆・錦織勇 …… 47

## 資料

間伐作業におけるタワーヤードとプロセッサの集材・造材作業例

…………… 西政敏・石橋公雄 …… 55

表紙写真

ツリーシェルター

(P45から)

## 論文 島根県内における木材流通の実態分析

石橋公雄・西政敏・池淵隆・後藤崇志

Studys on Actual Conditions of Timber Trade in Shimane Prefecture

Kimio ISHIBASHI, Masatoshi NISHI, Takashi IKEBUCHI, Takashi GOTOU

### 要 旨

1. 島根県内における平成10年時点での木材流通の実態を調査した。
2. 素材生産を行なった事業体は251であった。
3. 全素材生産量は266,953m<sup>3</sup>であった。内訳は製材用46%，チップ用54%であった。
4. 1事業体当たりの平均年間素材生産量は1,064m<sup>3</sup>であった。
5. 製材を行った事業体は232であった。
6. 全製材量は291,941m<sup>3</sup>であった。内訳は国産材56%，外材が44%であった。
7. 1事業体当たりの平均年間製材量は1,258m<sup>3</sup>であった。
8. 素材生産業，製材業は共に平成8年の実績を大きく下回った。
9. 製材製品のうち乾燥材製品は12%にすぎなかった。
10. 合板業界では，南洋広葉樹材から針葉樹材への転換が行われつつある。
11. 素材生産業，製材業ともスギ材に関して，他県産材の評価が高かった。
12. スギ材を中心に，新しい加工製品の開発への取り組みが行われ始めている。
13. 製材業者が木材市場を通して購入する素材割合は80%以上であった。

### I はじめに

島根県は，戦前戦後を通じ，地マツを活用した鉄道枕木，炭鉦の坑木の生産を柱に全国展開する一大木材産業基地であった。昭和40年代初頭の製材業は，五百数十の事業体が稼働し県内の鉦工業の中で工場数・従業員数・年間出荷額が全体の15%以上を占め，木材産業は県の中核的産業であった(5,9)。その後，住宅工法の変化，金属・コンクリートなどの代替材の進出により木材の需要が減少し，昭和50年代後半からは製材事業体数も200台で推移している。製材品出荷量も昭和48年のピーク時に比較して50%まで減少している。また，昭和40年代初頭には95%以上，昭和62年でも約80%と高いシェアを持っ

ていた県内製材用原木の国産材利用率(7,8)も，価格面・品質面・ロット面など消費者ニーズの変化に伴って外材の使用が増加し，現在では50%前後に低迷している。

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。これら森林から生産される国産材及び県産材を着実に利用することが，今後の林業の振興に結び付くと考えられる。しかし，近年伐期に達しつつある県産材，特にスギ材の価格が低迷している。

このため今後の木材生産活動のあり方，またスギ材の利用拡大に対応する方策を解明する目的で，平成10年度における島根県内木材流通の実態について調査検討した。

## Ⅱ 調査方法

平成11年9月1日に素材生産施設・木材加工施設を保有する事業体及び木材市場等木材流通業を調査対象として、平成10年4月1日～平成11年3月31日に素材生産活動・製材等の木材生産・加工活動及び木材流通活動について調査を行なった。

調査は各農林振興センター管内の素材生産業、製材業等の木材関係事業体、木材流通業全社にアンケート調査を実施した。また、約1/3の事業体については、林業技術センター（経営科・林産科）及び農林振興センターの林産担当林業改良指導員により聞き取り調査を実施した。

調査内容は下記の通りである。

- ①平成10年4月1日～平成11年3月31日に行った事業量（全社）
- ②生産現場（素材生産業）
- ③加工用原木入手先（木材加工業）
- ④取扱原木・木製品入手先（木材流通業）
- ⑤販売先別出荷量（全社）
- ⑥県産材についての評価
- ⑦今後の予測（伐採量等）
- ⑧今後の事業展開及び経営業務上の課題

## Ⅲ 調査結果と考察

### 1. 素材生産事業体

#### 1) 素材生産事業体数

平成10年度に素材生産を行った事業体は251であった。また、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332であった。平成8年度と比較すると生産事業体は6増加したが、生産可能事業体は33減少した。増加した事業体は、ほとんど200㎡以下の小規模な生産であり、新規住宅着工戸数増に伴う針葉樹素材生産が主体であった。また、土木業者の素材生産への参入があった。これは、公共事業予定地等の森林伐採に伴うものと考えられる（表-1）。

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81であり、平成8年の120を大きく下回った。これは、森林組合の合併によるカウント減の要因もあるが、この間に素材生産事業を廃業した事業体が31あったためである(1)。

休止・廃業の主な原因は、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と考えられる。今回の調査で目立ったのは、高津川流域での資源の枯渇に伴うマツ専門事業体の廃業である。この事業体は島根マツと称される銘木級マツを中心に素材生産していた。

表-1 流域別素材生産事業体数

流域	市・郡	生産可能	平成8年度生産実施	平成10年度生産実施
斐伊川	安来・能義	24	20	15
	松江・八束	22	15	16
	仁多・大原・飯石	63	47	50
	出雲・平田・簸川	31	21	17
	計	140	103 (42.0%)	98 (39.0%)
江の川	大田・邇摩	18	14	15
	下流 邑智	48	33	37
	浜田・江津・那賀	41	32	37
	計	107	79 (32.3%)	89 (35.5%)
高津川	益田	40	27	35
	美濃・鹿足	36	28	24
	計	76	55 (22.4%)	59 (23.5%)
隠岐	隠岐	9	8	5
	計	9	8 (3.3%)	5 (2.0%)
合	計	332	245 (100.0)	251 (100.0)

表-2 平成10年度の生産規模別事業体数

流域	市・郡	999㎡以下	1,000～2,999㎡	3,000～4,999㎡	5,000㎡以上
斐伊川	安来・能義	1 4 (19)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
	松江・八束	1 3 (10)	2 (2)	0 (1)	1 (2)
	仁多・大原・飯石	4 4 (33)	2 (9)	3 (3)	1 (2)
	出雲・平田・簸川	1 5 (16)	1 (4)	0 (0)	1 (1)
	計	8 6 (78)	6 (16)	3 (4)	3 (5)
江の川	大田・邇摩	8 (9)	6 (3)	0 (0)	1 (1)
	下流 邑智	2 6 (18)	8 (11)	2 (2)	1 (2)
	浜田・江津・那賀	2 2 (21)	1 5 (10)	0 (1)	0 (0)
	計	5 6 (49)	2 9 (24)	2 (3)	2 (3)
高津川	益田	2 1 (12)	1 1 (8)	1 (3)	2 (4)
	美濃・鹿足	1 5 (12)	7 (11)	1 (2)	1 (3)
	計	3 6 (24)	1 8 (19)	2 (5)	3 (7)
隠岐	隠岐	1 (2)	2 (4)	2 (1)	0 (1)
	計	1 (2)	2 (4)	2 (1)	0 (1)
合 計		1 7 9 (153) (71.3%)	5 5 (63) (21.9)	9 (13) (3.6)	8 (16) (3.2)

( ) 内は平成8年度

表-3 平成10年度の島根県用途別素材生産量

流域	製 材 用					チ ッ プ 用					(単位:㎡)
	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	12,677	5,397	10,122	3,236	31,417	720	190	9,576	31,610	42,096	
	(17,083)	6,437	37,369	4,391	65,280)	(506	0	7,973	38,094	46,573)	
江の川	16,289	9,488	18,996	2,445	47,644	1,359	180	6,955	41,723	50,627	
	(16,808)	8,300	21,330	2,074	48,512)	(863	103	18,992	43,781	63,739)	
高津川	11,633	5,533	11,185	3,531	31,802	1,950	750	2,635	46,290	51,075	
	(24,401)	7,296	41,156	4,000	76,853)	(642	0	8,261	92,749	101,652)	
隠岐	5,098	2	7,005	187	12,292	0	0	0	0	0	
	(6,924	100	10,671	16	17,711)	(0	0	0	0	0)	
合 計	45,697	20,420	47,308	9,399	123,155	4,029	1,120	19,166	119,623	143,798	
	(65,216	22,133	110,526	10,481	208,356)	(2,011	103	35,226	174,624	211,964)	

( ) 内は平成8年度実績

表-4 1事業体当たりの年間平均素材生産量及び森林1ha当りの素材生産量

流域	事業体(数)	素材生産量(㎡)	平均生産量(㎡)	森林面積(ha)	ha当り素材生産量(㎡)	蓄積(千㎡)
斐伊川	9 8 ( 39%)	73,528 (28)	750 (70)	224,823 (43)	0.33	30,947 (44)
江の川下流	8 9 ( 35)	97,846 (37)	1,099 (103)	146,224 (28)	0.67	18,769 (27)
高津川	5 9 ( 24)	83,507 (31)	1,415 (133)	120,705 (23)	0.69	15,140 (22)
隠岐	5 ( 2)	12,292 (4)	2,458 (232)	29,154 (6)	0.42	5,190 (7)
合 計	2 5 1 (100)	267,173(100)	1,064 (100)	520,907(100)	0.51	70,046 (100)

## 2) 事業体別事業規模・経営形態

事業体の事業規模は、平成8年と比較して大・中規模型事業体が減少し小規模事業体が増加した。素材生産量999㎡以下事業体数は9ポイント上昇し71%と多数を占め、1,000㎡～4,999㎡の中規模事業体数は6ポイント減少し25%、5,000㎡以上の大型事業体数は半減し3%に過ぎなかった(表-2)。事業体の経営形態は個人企業が約40%、個人(一人親方)が約30%と多く、会社組織は約25%、森林組合は約3%、協同組合は約2%であった。会社組織では、約1/5の11社は本業が土木建設会社であった。事業規模は個人企業、個人の多数が999㎡以下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。

## 3) 素材生産量

平成10年度の素材生産量は約267,000㎡で、平成8年と比較すると約35%、153,000㎡の減少であった。特に減少が著しかったのはマツ類と広葉樹であった。

生産量を樹種別にみると、広葉樹等(48%)、マツ類(25%)の生産が多く、スギ(18%)、ヒノキ(8%)の生産は少なかった(表-3)。

用途別にみると、製材用(46%)、チップ材(54%)とほぼ同量であった。

1事業体当たりの平均年間素材生産量は1,064㎡であり、平成8年度と比較して量で652㎡、率で約40%の減少となり、県内素材生産事業体の事業悪化が鮮明となった。特に高津川流域では3,245㎡(I)から1,415㎡と半減した(表-4)。

また、森林面積1ha当たりの素材生産量も県平均で0.81㎡/ha(I)から0.51㎡/haへと減少した。

## 4) 素材生産についての考察

素材生産業界は、材価の低迷、需要量の減少等木材不況のあおりを直接受け、多くの事業体で素材生産量は減少している。当センターで行っている木材市場価格調査結果からも県産スギ材の平均価格は13,000円前後で推移している。

①県内素材生産量の推移は年間100万㎡生産していた昭和40年代初頭のころと比較すると、すべての樹種とも半減している。平成8年との比較でも、ヒノキは横ばい、スギは減少、マツ、広葉樹等は激減と減少傾向は続いていた。

特に、流域別では斐伊川・高津川流域の減少が多かった。

これは、近年の製材用スギ、ヒノキの市場価格の低下が大きな要因と考えられる。また、マツ、広葉樹等の激減は新植造林面積減に伴う伐採地が減少しているためと考えられる。製材用マツ類は平成8年と比較して半減しているが、松くい虫被害等のため県下のマツ資源の枯渇に伴い、伐採対象地が減少したためと考えられる。また、県下木造住宅の構造用材はこれまでマツが使われてきたが近年外材及びスギ等の価格の安い材に変化してきているためマツの素材生産が控えられていると考えられる。②主伐については、ほとんどの事業体で実施されていたが、間伐については森林組合ではスギを中心に多くの組合が間伐材生産を実施していた。組合以外では、高津川流域の2事業体を実施しているだけであった。

このため、各地域の特性に応じて林業機械等の活用方法や作業形態の改善を図るなど、早急に伐採搬出コスト削減に向けた取組みが必要である。

また、県内間伐材取引の多くは、価格が7～8千円前後であり、県内の間伐現場から逆算して現在の間伐材単価ではコスト的に合わないのが現状である。このため、間伐材取引最低価格保証制度等の制度的政策も必要と考えられる。

## 2. 製材事業体

### 1) 事業体数

平成10年度に製材事業(合板を除く)を行った事業体は232であった。事業体の経営形態は、個人経営が106、会社経営が122、森林組合が4であった。製材実施事業体の数を流域(森林計画区)別にみると、斐伊川137、江の川56、高津川30、隠岐9の順であった(表-5)。

県内の製材事業体数は平成8年度の製材業実態調査の結果(2)と比較して11事業体増加した。これは、平成9年度からの新規住宅需要増の結果一時的に製材事業を再開したもの、及び工務店等が材の挽直し用に製材設備を所有したケースがあり、いずれも年間200㎡以下の小規模事業体である。一方、飯石郡、益田市などでは大規模事業体の倒産等による廃業もあった。

表-5 流域別製材活動事業体数

流域	市・郡	製材実施	平成8年の製材実施数	平成8年との比較(%)	平成2年の製材実施数	平成2年との比較(%)
斐伊川	安来・能義	21	23		24	
	松江・八束	24	28		23	
	仁多・大原・飯石	33	30		44	
	出雲・平田・簸川	59	53		49	
	計	137	134	102.2	140	97.9
江の川 下流	大田・邇摩	15	12		12	
	邑智	21	16		24	
	浜田・江津・那賀	20	19		21	
	計	56	47	119.1	57	98.2
高津川	益田	23	23		25	
	美濃・鹿足	7	9		10	
	計	30	32	93.8	35	85.7
隠岐	隠岐	9	8		10	
	計	9	8	112.5	10	90.0
合 計		232	221	105.0	242	95.9

表-6 規模別(製材量)事業体数

流域	市・郡	総数	1,000m <sup>3</sup> 未満	1000~3000	3000以上
斐伊川	安来・能義	21	18(17)	1(2)	2(2)
	松江・八束	24	18(19)	6(4)	0(1)
	仁多・大原・飯石	33	24(23)	9(8)	0(3)
	出雲・平田・簸川	59	45(21)	11(21)	3(9)
	計	137			
江の川 下流	大田・邇摩	15	6(8)	8(7)	1(0)
	邑智	21	13(14)	6(8)	2(1)
	浜田・江津・那賀	20	9(7)	8(7)	3(3)
	計	56			
高津川	益田	23	7(4)	11(9)	5(9)
	美濃・鹿足	7	3(7)	3(2)	1(0)
	計	30			
隠岐	隠岐	9	6(7)	1(2)	2(0)
	計	9			
合 計		232	149(127)	64(70)	19(28)
内	外材専用	24	8	11	5
	国・外併用	103	63	33	7
訳	国産材専用	105	78	20	7

( )内は平成8年度結果

2)規模事業体数  
3,000㎡以上製材を行う大規模事業体は、平成8年度の28事業体から19事業体へと減少した。1,000～3,000㎡も70事業体から64事業体へ減少した。一方、1000㎡未満の事業体は127から149へ増加した(表-6)。

3)製材使用原木別事業体数(外材・国産材)  
80%以上の外材を製材する外材専用事業体は24であり、

国産材を80%以上製材する国産材専用事業体は105であった。また、どちらにも属さない併用事業体は103であった(表-7)。

国産材専用事業体は、製材量1,000㎡以下の小規模事業体の割合が約80%と高く、5,000㎡以上の大規模事業体は2工場にすぎなかった。外材専用事業体は、1,000㎡以上の大・中規模事業体の割合が60%以上と高かった。

表-7 製材種別(外材・国産材)事業体数

流域	市・郡	総数	外材専用	国・外併用	国産材専用
斐伊川	安来・能義	21	3	13	5
	松江・八束	24	2	14	8
	仁多・大原・飯石	33	1	16	16
	出雲・平田・簸川	59	3	44	12
	計	137			
江の川 下流	大田・瀬摩	15	1	1	13
	邑智	21	1	2	18
	浜田・江津・那賀	20	4	4	12
	計	56			
高津川	益田	23	8	7	8
	美濃・鹿足	7	1	2	4
	計	30			
隠岐	隠岐	9	0	0	9
	計	9			
合計		232	24	103	105

表-8 平成10年度の製材用原木消費量

(単位:㎡)

流域	市・郡	スギ	ヒノキ	マツ	その他	国産材計	外材	合計
斐伊川	安来・能義	4,719	3,185	7,414	378	15,696	17,485	33,181
	松江・八束	2,190	627	5,328	69	8,214	8,907	17,121
	仁多・大原・飯石	7,650	1,435	9,748	482	19,315	5,993	25,308
	出雲・平田・斐川	7,970	2,796	11,025	785	22,576	31,475	54,051
	計	22,529	8,043	33,515	1,714	65,801	63,860	129,661
江の川 下流	大田・瀬摩	5,521	1,194	12,928	816	20,459	1,345	21,804
	邑智	10,121	6,314	7,863	142	24,440	1,663	26,103
	浜田・江津・那賀	3,801	879	5,956	298	10,934	19,716	30,650
	計	19,443	8,387	26,747	1,256	55,833	22,724	78,557
高津川	益田	12,776	541	8,987	935	23,239	40,305	63,544
	美濃・鹿足	2,033	563	3,491	2,063	8,150	780	8,930
	計	14,809	1,104	12,478	2,998	31,389	41,085	72,474
隠岐	隠岐	4,815	73	5,892	469	11,249	0	11,249
	計	4,815	73	5,892	469	11,249	0	11,249
合計		61,596 (21.1)	17,607 (6.0)	78,632 (29.9)	6,437 (2.2)	164,272 (56.3)	127,669 (43.7)	291,941 (100%)



#### 4) 製材用原木消費量

平成10年度の製材用原木消費量は約29万㎡で平成8年度と比較して約20%減少した。流域別では江の川、隠岐は増加したが、斐伊川、高津川では大きく減少した(表-8)。

国産材、外材とも減少したが、減少幅は国産材が約10%であるのに対し、外材は約30%と大幅の減少であった。このため、国産材比率は上昇し56%となった。国産材では、量的にはスギが唯一増加し、マツ、ヒノキは減少した。樹種別内訳ではマツ類が54%から48%に減少し、スギは33%から37%へと上昇したヒノキは11%で変化がなかった。

1事業体当たりの平均年間製材量は平成8年から約25%減少し1,258㎡であった。流域別では高津川2,416㎡、斐伊川946㎡が減少したのに対し、江川1,402㎡、隠岐2,250㎡は増加した。

#### 5) 製材用原木入手先

国産材の入手方法は、平成8年度から比較するとあまり変化がなく木材市場からが58%、素材生産業者からが

26%、自ら伐採が13%であった(表-9)。また、国産材における県産材の割合は、木材市場、素材生産業者からの買入及び自ら伐採を含め53%で、平成8年度より7%低下した(表-15)。

昭和50年代まで県内の中小規模の事業者の主流であった兼業で自社の利用材を素材生産していた地場曳き業者は、昭和53年の103事業者から平成8年度の調査では38事業体に激減していたが、今回の調査でも32と減少傾向は変わらなかった。このことは、素材生産費の高騰、消費者ニーズに適した素材の枯渇、製材の採算性の確保などのために使用原木の変更を余儀なくされ、製材業者の多くが原木の入手を地場調達から市場調達に変更したためと考える。

外材原木の入手方法はニュージーランドに伐区を所有した益田市のY社、米材の総代理店を獲得した出雲市のS社があり、平成8年度と比較して自社調達が増加した。入手先は木材販売会社からが多く46%、商社33%、木材市場16%、自社調達5%であった(表-10)。

表-9 国産材入手先

(単位:千㎡)

流域	木材市場			素材生産業者			自ら伐採	合計
	県内	県外	計	県内	県外	計		
斐伊川	27	30	57	2	6	8	1	66
江の川下流	28	17	45	3	7	10	1	56
高津川	10	11	21	4	5	9	1	31
隠岐	0	1	1	8	0	8	2	11
合計	65	59	124	17	18	35	5	164

表-10 外材入手先

(単位:千㎡)

流域	木材市場	木材販売会社							商社	自社調達	合計
		県内	山口	広島	鳥取	岡山	その他	計			
斐伊川	11	10	3	3	9	2	2	29	20	4	64
江の川下流	4	2	1	5	1	0	1	10	9	0	23
高津川	5	6	6	7	0	0	1	20	14	2	41
隠岐	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	20	18	10	15	10	2	4	59	43	6	128
比率	(16)	(13)	(8)	(12)	(8)	(2)	(3)	(46)	(33)	(5)	(100%)

表-11 製材品出荷量の推移

(単位:千㎡)

年	合計	指数	建築用材				土木建築用材	木箱仕組板 梱包用材	家具建具 用材	その他 用材
			小計	板類	ひき割類	ひき角類				
1957	232	50								
1965	415	89	298	85	83	129	23	57	13	25
1970	442	95	287	74	82	131	26	83	10	36
1973	464	100	337	82	90	165	15	79	14	19
1983	312	67	244	56	70	118	8	49	6	4
1997	220	47	171	36	49	86	7	24	8	10
1998	211	45	147	35	41	71	8	35	8	13

## 6) 乾燥施設

平成11年8月現在、県内の232事業体のうち31が乾燥施設を整備しており、平成10年は全製材量の12%の3万6千㎡の乾燥材が生産されている。

乾燥施設は県下の西部地域に集中して整備されており、益田市においては、23事業体中12に乾燥施設が整備されていた。また、乾燥施設を整備している事業体は県外の大手住宅メーカー等と取引のある外材専用工場に集中していた。国産材専用工場では、製材規模1,000㎡以上の中大規模の事業体で6事業体(22.2%)が乾燥施設を整備していたが、1,000㎡未満の小規模の事業体では4事業体(3.8%)だけにとどまっていた。

## 7) 製材品出荷量

平成10年度の製材工場の製材品出荷量は211千㎡であった。用途別では、建築用材が70%、土木建設用資材が4%、木箱・仕組板・梱包用材が17%、家具建具用材が4%、その他6%であった(表-11)。

製材品出荷量は10年連続して前年水準を下回り、昭和48年のピーク時の約45%の水準まで落ちこみ昭和30年代初めごろの水準に低迷している。今後も製材品需要分野の動向および近年の海外製品の増加傾向などから、この傾向はしばらく続くと考えられる。

用途別出荷量も、昭和48年のピーク時と比較すると、全品目で減少しているが、建築用材の板類及び木箱仕組板・梱包用材の減少が著しい。これは建築工法の変化、輸入製品の大幅な増加および木造率の低下などによると考えられる。

## 8) 製材事業に関する考察

## ①事業体数

製材事業実施事業体数は、平成8年度と比較して11事業体増加したが、これら事業体は前回休業中のもの及び新規参入事業体も500㎡以下の小規模の事業体であり、製材業が活発化したとはいえない。事業体別事業量では、多くの事業体が20%以上の事業量減であり、前回の調査時に3,000㎡の製材量があった事業体の中には事業量が半減したところもあった。また、前回の調査と同様今回の調査でも、製材設備を保有しながら製材活動を休止している事業体は約20%あり、木材不況の長期化を裏づける結果となったと考えられる。

製材規模別事業体数から見ると製材活動の拠点は、高津川流域の益田市を中心とする地域、江川流域の浜田を中心とする地域、斐伊川流域の出雲市・松江市を中心とする地域の3か所と考えられる。益田・浜田では県外の大手住宅メーカーの下請け製品及びパレット等が主に生産される県外出荷型で外材専用事業体が多く存在した。また、出雲市・松江市では、県内消費型と県外出荷型とに二分されるとともに国産材・外材併用型が多かった。特に出雲を中心とした地域では、近年地域の中心的存在のS社が米材販売の総代理店を獲得したため、前回の調査では国産材専用工場であった多数の事業体で、米材が製材されるようになり、外材国産材併用型の事業体が極端に多くなった。このため、当地区の構造用材は、国産マツ材から米材に変化してきている。

国産材専用事業体は、邑智郡内にヒノキ材を、益田市にスギ材を製材し製品を県外に出荷している大規模事業体はあるが、拠点化は図られておらず、県内各地に散らばっており拠点は存在しなかった。今後、国産材及び県産材の産地化形成及び利用拡大を図る上では、ユーザー

の希望に合った製材品をすぐに納入できるシステム作りが必要となり、まとまったロットも必要となる、このため国産材専用事業体の団地化等の拠点作りが早急に必要と考えられる。

### ②原木の消費量

外材では、減少の大きな原因は、益田市を中心とした西部地区で生産されている大手住宅用部材及び梱包用パレットの受注減にあると考えられる。

国産材ではマツが減少しスギが増加した。これは、従来型在来工法の住宅でも近年低コスト住宅のニーズが高まり構造用材がマツ材から価格の安いスギ材、外材に変化してきているためと考えられる。また、今回の調査では、スギ材が近年極端な低価格であるため、各地でスギ利用の取組みがなされていたためと考えられる。

原木入手方法は、木材市場からの購入が主流となり、従来、県内の中小規模事業体で行われていた自家調達（地場曳き）は激減した。このことは、素材生産費の高騰、消費者ニーズに適した素材の枯渇、製材採算性の確

保などのために使用原木の変更を余儀なくされ、製材業者の多くが原木の入手方法を地場調達から市場調達に変更したためと考えられる。

一方、外材原木の入手方法は従来商社からの入手が主流であったが、益田地区のY社がニュージーランドで自前の伐区を持ったほか、出雲地区のS社が米材の総代理店に成るなどの変化が生じた。製材用原木の輸入港は、斐伊川流域は鳥取県（境港）からが多く、江川、高津川は広島県（広島港）からが多かった。このことは、現在県内の外材輸入港が浜田港しかなく、浜田港は合板原木輸入が主体となっているためと考えられる。

### ③製材品の乾燥率

乾燥率は、前回の調査からいくぶん増加しているが、全体的には未乾燥製品が主流にある。乾燥が木材の最大の欠点である狂いをなくす最良の方法であり、今後、木材産業強いては国産材の振興を図るためには、乾燥材生産施設の整備を早急に行なう必要があると考えられる。

表-12 合板用原木消費量（H10年）

（単位：m<sup>3</sup>）

工場名	南洋材	針葉樹材	輸入単板	合計
N社	25,278	0	0	25,278
K社本社	97,944	0	0	97,994
秋鹿工場		0	0	0
NH社	34,288	0	0	34,288
M社	56,586	39,140	0	95,726
D社	35,733	450	3,396	39,579
H社	0	102,530	0	102,530
合計	249,829	142,120	3,396	395,345

表-13 合板製造量（H10年）

（単位：m<sup>3</sup>）

工場名	普通合板	針葉樹合板	複合合板	合計
N社	15,792	0	0	15,792
K社本社	39,593	0	0	39,593
秋鹿工場	24,126	0	0	24,126
NH社	43,765	0	0	43,765
M社	46,661	10,910	21,345	78,916
D社	27,178	1,000	3,340	31,518
H社	0	66,685	0	66,685
合計	197,115	78,595	24,685	300,395

### 3. その他木材加工業

#### 1) 合板製造業

県内で平成10年に合板を製造した工場は7工場であった。これらの工場の原木消費量は約39万 $\text{m}^3$ であった。その内訳は、ラワン等の南洋産広葉樹が25万 $\text{m}^3$ 、ロシア産カラマツ、ニュージーランド産ラジアタパイン等の針葉樹が14万 $\text{m}^3$ であった。国産針葉樹材は県内工場では使用されていない（表-12）。

また、合板製造量は30万 $\text{m}^3$ であり、その内訳は普通合板20万 $\text{m}^3$ 、針葉樹合板8万 $\text{m}^3$ 、複合合板2万 $\text{m}^3$ であった（表-13）。

#### 2) チップ製造業

原木からチップを製造している事業者は、22社あった。その内12社が専業であった。原木消費量は14万 $\text{m}^3$ であった。その他廃材利用のチップ生産が合板工場で14千 $\text{m}^3$ 、製材事業者で6千 $\text{m}^3$ あった。チップの出荷先は、日本パルプ江津工場、王子製紙米子工場、日本紙業徳山工場等へ出荷していた。

#### 3) 家具等木工芸業

原木を消費して木製品加工を行っている事業者は14社（県家具振興会加入業者）であった。そのほとんどは外国産広葉樹、ケヤキ等を使い木工芸を行う事業者で、原木消費量は1社当り100 $\text{m}^3$ 以下の加工に留まっていた。また、建具等を生産している事業者は174（建具組合連合会会員）であった。これらの多くは、原料の板材等に他県産材、海外産を使用しているため、原木消費量は約3千 $\text{m}^3$ であった。

#### 4) その他木材加工業についての考察

西日本でも有数な県内の合板製造業は、近年まで南洋産大径広葉樹材を使用していたが、それらの枯渇や地球環境保全の立場からの輸出規制等の理由から、針葉樹への樹種転換が急速に行われつつありこれまでに3工場での樹種転換が図られている。また、これらの工場用原木はすべて外材であり国産材は利用されていないが、多くの工場では昭和40年代初頭まで県産材を利用していた実績があり、当時の技術者も現存している。このため、県産材の需要拡大を図る上からも、集荷体制の整備、低コスト搬出体制の確立等を行い、合板原木として県産材を利用することが必要と考えられる。現在、スギ材利用方法については、県合板協同組合と共同研究中である。

県内チップ業界の多くは、特定の製紙メーカーにしか出荷しない、出荷先が確立された業界である。このため、取引数量は製紙メーカーの一存で決まっているのが現状である。現在、海外チップの売り込み攻勢が激化しており、価格的にも安価である。このため、県内のチップ製造量は減少していると考えられる。

家具等木工芸業は、バブル崩壊に伴う不況の影響を受け厳しい状況にある。家具業界では、県内で有数の大手企業であった出雲市のM家具、益田市のI木工の倒産があった。このため、県内には大手企業は4社程度となった。そろばん、けやき工芸、家具等県内には古くより伝統的木工芸が存在しているが、消費者のニーズの変化により需要が減少したと考えられる。このため、消費者の嗜好にマッチした製品の開発が望まれる。

### 4. アンケート及び面接ヒアリング調査結果

#### 1) 素材生産業者へのアンケート調査結果（回答数76事業者）

##### ①スギの素材生産

スギの素材生産は75%が実施していた。その生産量を5年前と比較した場合の回答は多くなった20%、少なくなった57%、変わらない22%であった。

##### ②他県産スギ材との比較

県産材が良い5%、悪い79%であった。良いと回答があったものは自社製材にマッチしている50%であった。

##### ③スギ材の今後の予測

需要が多くなる25%、少なくなる59%であった。多くなると回答があったものは資源的に供給が増えるから31%、製材利用が増える23%であった。少なくなるでは木造住宅の減少41%、住宅資材の変化24%であった。

##### ④スギ間伐材の生産

間伐材を生産している13%、主伐材のみ生産87%であった。回答のあった森林組合ではすべて間伐材生産を行っていたが、その他の企業では2事業者であった。

#### 2) 製材業者へのアンケート調査結果（回答数92事業者）

##### ①スギ製材について

スギの製材は87%が実施していた。その生産量を5年前と比較した場合の回答は多くなった24%、少なくなった47%、変わらない28%であった。一方実施していない業者では過去実施していたものが58%を占めていた。主

な製材品は、破風板23%、座板22%、野地板21%であった。

### ②製材用スギ原木の産地

全て県産スギ材で製材している事業者は69%で、県外産材を50%以上製材している事業者は26%であった。県外産材の産地は中国地方が61%、四国地方が27%であった。なぜ県外産材を利用するかの質問では材が良質27%、製材に適した材が集まりやすい20%、色が良い16%、目づまりが良い13%であった。

### ③スギ柱材について

柱材を製材している46%、していない54%であった。している事業者はほとんど小規模で町内販売であり、地元以外に出荷している事業者は3社にすぎなかった。していないと回答した事業者の83%は以前は製材を行ったと回答した。

### ④スギ製材品の今後の需要動向

需要が多くなる32%、少なくなる32%であった。多くなると回答があったものは資源的に供給が増えるから39%、住宅資材が増加する26%であった。少なくなるでは木造住宅の減少46%、住宅資材の変化37%であった。スギ材を利用したの製品開発を行いたいと回答した事業者は56%であった。

### ⑤乾燥材生産について

乾燥機を所有している15%、していない85%であった。所有していない事業者の今後の乾燥機の導入を予定しているものは22%であった。

## 3) 製材業者への面接調査結果 (64事業者)

### ①創業時と現在の製材樹種

創業時期の100%国産材製材は54社、100%外材製材は3社であった。調査時点では100%国産材製材は8社、100%外材製材は4社であった。52社は国産・外材併用型であった(表-14)。

樹種は外材では、米マツ、米ツガ、米ヒバ、カラマツ、ラジアータパイン、南洋材がほとんどであったが、洋桜、中国マツを製材しているところもあった。国産材ではスギ、ヒノキ、マツがほとんどであったが、カラマツ、広葉樹特にクリ、ケヤキなどを製材しているところもあった。

表-14 製材樹種別業者数

	国産材専用	国産・外材兼用	外材専門
創業時	54	7	3
現在	8	52	4

### ②国産材原木の購入形態

国産材を使用している60社の内、立木買いを行っているのは6社で、残り54社はすべて市場買いであった。県外市場での買い付けは25社であった。県外産材の製材は43社あった。

### ③県外産原木利用の理由

スギ、ヒノキについては、品質がそろっており、且つ量がまとまっている等の理由であった。マツについては、県産材だけでは量が足りない等の理由であった。

### ④スギ材の加工

スギ材の加工は57社で行っていた。柱材製材は20社で行っていた。

製材品目は破風板、座板、化粧板、床板、壁板、野地板等の板類、屋根部材、柱、広小舞等の建築用材、その他魚箱用板材、パレット、丸棒加工等であった。

### ⑤今後スギ材を利用した加工品の開発について

開発をする考えがある31社、ない26社であった。

予定している開発品は、集成材加工が多く8社、構造用材の加工5社その他スギ材利用のモデルハウス、内装材加工、モルダール仕上げによる現部材の高度化等であった。

### 4) アンケート調査・面接調査についての考察

現在県産材スギ価格の平均価格が13,000円前後と昭和40年代後半から50年代前半の約半値に下落したのに伴い、素材生産事業者も生産を見合わせているのが実情と考えられる。このため、現在スギ材の利用は建築用板類・角類が主体であるが、これらも含め早急にスギ材の利用方法を検討し需要拡大に向けての取組みが必要と考えられる。また、素材生産、製材の業者間では他県産スギ材の外観の評価は高かった。このため、今後県産スギ材の評価を高める上からも、適正時期の枝打ち、間伐を着実にを行う保育体制の確立を図る必要があると考えられる。

今後のスギ材の需要予測では多くの事業者が減少する

との考えであったが、スギ材を利用して新しい加工品への取組みに意欲を持つ事業者も多くあった。この中には集成材加工、構造用材加工が多数あり、協同事業化等の組織化を望む声も多数あった。また、内装材加工、製品のモルダー仕上げによる高度化等スギ材の需要拡大に向けた取組みが多かった。このため、これら新しい取組みが成功するよう、官民一体と成った支援体制の確立が必要と考えられる。

#### IV 島根県内の木材流通の現状

##### 1) 国産材の流通

県内で生産された素材267千 $\text{m}^3$ の内訳はチップ用144千 $\text{m}^3$ 、製材用は123千 $\text{m}^3$ であった。

製材用123千 $\text{m}^3$ の内県内消費量は87千 $\text{m}^3$ 、県外出荷量は36千 $\text{m}^3$ であった。

県内の木材市場で取引された素材量は151千 $\text{m}^3$ であった。樹種別では、スギ53千 $\text{m}^3$ 、ヒノキ18千 $\text{m}^3$ 、マツ73千 $\text{m}^3$ 、広葉樹7千 $\text{m}^3$ であった。このうち県内業者が落札し

表-15 県内産素材の流通

(単位:千 $\text{m}^3$ )

	総数	スギ	ヒノキ	マツ	広葉樹等
県内の素材生産量	267	50	22	66	129
チップ用	144	4	1	19	120
製材用	123	46	21	47	9
製材用素材123千 $\text{m}^3$ の取引状況					
直接製材所	22	9	1	11	1
木材市場	77	32	12	27	6
(県内)	65	31	12	18	4
(県外)	12	1	0	9	2
直接県外へ	24	5	8	9	2
製材用素材利用先					
県内消費量	87	40	13	29	5
県外出荷量	36	6	8	18	4
県外産素材の流通					
県外産の入荷量	92	26	7	58	1
直接製材所	18	5	1	12	0
木材市場	74	21	6	46	1
(県内)	59	17	4	37	1
(県外)	15	4	2	9	0
県外産の県内消費量	77	22	5	49	1
製材用国産材消費量					
県産材	87	40	13	29	5
	(53%)	(65%)	(72%)	(37%)	(83%)
県外産材	77	22	5	49	1
	(47%)	(35%)	(28%)	(63%)	(17%)

表-16 海外産原木の使用量

(単位:千㎡)

用途	総数	南洋材	北洋材	ニュージーランド	米材
製材	128	16	23	20	69
木工芸	2	2	0	0	0
合板	392	250	84	58	0
合計	522	268	107	78	69

表-17 外材1次製品の使用量

(単位:千㎡)

用途	総数	南洋材	北洋材	ニュージーランド	米材
製材	36		0	0	36
木工芸	3	2	0	0	1
合板用単版	3	3	0	0	0
製紙用チップ	138	138	0	0	0
合計	180	143	0	0	37

注:中国,東南アジア産は南洋材を含む

表-18 製材製品の製造量及び流通

(単位:千㎡)

	総数			建築部材			その他		
	計	国産材	外材	計	国産材	外材	計	国産材	外材
県内消費	109	79	30	93	72	21	16	7	9
県外出荷	102	36	66	54	16	38	48	20	28
合計	211	115	96	147	88	59	64	27	37

表-19 県内木材利用量

(単位:千㎡)

	用途	総数	国産材計	県産材	県外産材	外材
		製材用	292	164	87	77
原木	チップ	138	138	129	9	0
	木工芸	4	2	2	0	2
	合板	392	0	0	0	392
	小計	826	304	218	86	522
外材1次製品		180	0	0	0	180
合計		1,006	304	218	86	702

たものは124千㎡であった。樹種別では、スギ48千㎡、ヒノキ16千㎡、マツ55千㎡、広葉樹5千㎡であった(表-15)。

## 2) 外材原木の流通

県内で消費された外材原木は522千㎡であった。内訳はラワン等の南洋材が268千㎡,ロシア産カラマツ等の北

洋材が107千㎡,ニュージーランド・オーストラリア産のラジアータパインが78千㎡,米マツ・米桧等の米材が59千㎡である(表-16)。

## 3) 外材1次製品の流通

合板用単版・製紙用チップを含めた外材1次加工製品の使用量は,180千㎡であった。内訳は米材37千㎡,南洋

材143千 $\text{m}^3$ であった(表-17)。

#### 4) 製材製品の製造量及び流通

県内で製造された製材製品は211千 $\text{m}^3$ であった。県内消費量は109千 $\text{m}^3$ ，県外出荷量は102千 $\text{m}^3$ であった。製造された製材品は建築用製材製品が147千 $\text{m}^3$ ，パレット等梱包用資材及び土木用資材等が64千 $\text{m}^3$ であった(表-18)。

#### 5) 県内木材利用量

外材の1次製品を含めた木材利用量は1,006千 $\text{m}^3$ であった。外材率は70%であった(表-19)。

#### 6) 木材流通の考察

国産材製材用素材に占める県産材の割合は53%であり毎年減少している。樹種別自給率ではスギが65%，ヒノキが72%と高い。これは伐採期に達し始めた林相が多く成ってきたためと考えられる。しかし，スギについては調査結果から材質が県外産に劣る評価がでてきているため今後，建築材を中心として県外産の増加が予想される。一方マツは37%と低い。このことは県内マツ資源の枯渇がより深刻になっていると考えられる。また，マツについてはこれまで益田市場が全国の立値を持っていた関係上島根マツとしての評価があり，全国のマツが島根に集中して入荷されるため比率が低下したと考えられる。

また，県内取引量に占める木材市場での取引割合は県産材で78%，県外産材で80%と高かった。県内製材業者が木材市場を通して素材を購入する割合も82%と高かった。このことは，以前島根県で主流であった製材業者による自家伐採はほとんど行われなくなり，木材市場からの材の調達主流になったためと考えられる。現在島根県下には，8か所の木材市場が存在するが，年間取引量が2万 $\text{m}^3$ 以下の市場もあり，市日が多く設定されているため取引業者を集めるのに苦労しているのが現状である。今後，取引量を増加し県産材の産地化を図る上からも統合・合併に向けての政策を講じる必要があると考えられる。

## 参 考 文 献

- (1) 石橋公雄・西政敏(1998)：島根県における素材生産業の実態の分析。島根県林業技術センター研究報告 49 :1~9
- (2) 石橋公雄・西政敏(1999)：島根県における製材業の実態分析。島根県林業技術センター研究報告 50 :1~8
- (3) 枝木良夫(1971)：林業の地域分析に関する研究。島根県林業試験場研究報告 24 : 41~120
- (4) 日本林業調査会(1978)：日本の森林・林業
- (5) 林業問題研究会(1963)：経済分析からみた日本の林業
- (6) 島根県林業振興課(1997)：地域木材産業再編システム化対策調査報告書
- (7) 島根県林政課(1978)：製材業等実態調査資料
- (8) 島根県林政課(1992)：製材業等実態調査報告書
- (9) 島根県統計課(1974)：島根県統計100年誌
- (10) 中国四国農政局島根統計情報事務所(1999)：島根県農林水産統計年報



## Studys on Actual Conditions of Timber Trade in Shimane Prefecture

Kimio ISHIBASHI, Masatoshi NISHI, Takashi IKEBUCHI, Takashi GOTOU

### Summary

1. In 1998, actual conditions of timber trade were examined in Shimane prefecture, Japan.
2. 251 units of corporations were producing raw materials.
3. Total production volume of logs was 266,953m<sup>3</sup>;46% of it was for sawmilling and the rest (54%) was for wood-chips.
4. The year averaged production volume of ran materials per 1 unit of corporation was 1,064m<sup>3</sup>.
5. 232 units of corporations were producing sawn lumber.
6. The total volume of sawn timber production was 291,941m<sup>3</sup>;56% of it was of domestic wood and the rest was of imported wood.
7. The year averaged production volume of sawn timber per 1 unit of corporation was 1,258m<sup>3</sup>
8. The production volumes of logs and sawn lumber were both much less than that of previous year (1996).
9. The kiln dried lumber was only 12% of total sawn lumber produce.
10. Plywood manufactureres in the prefecture were replacing their raw materials from broad leaf trees to coniferous trees.
11. The other prefectures were supplying with superior quality of sugi logs and sugi lumber to the same of Shimane prefecture.
12. The new product mainly of sugi wood has been developed recently.
13. Sawmilles were purchasing 80% of their ran materials through public tinber markets.

## 論文 シイタケ原木栽培におけるほだ木の長さが ほだ木内水分と子実体発生に及ぼす影響

富川 康之

Influence of Length of Bed Logs for Cultivation of the Shiitake Mushroom  
on Moisture Content in the Bed Logs and Production of Mushrooms

Yasuyuki TOMIKAWA

### 要 旨

1. 1993~1999年, 長さ50cmと1mのほだ木を使用して, ほだ木内の水分量と子実体発生量を比較した。
2. ほだ木内の水分量はほだ木の長さが異なっても大きな差は生じなかった。
3. 子実体発生数, 発生重量および子実体重量について分散分析した結果, ほだ木の長さの違いによる有意差は認めなかった。
4. 栽培初期には, 子実体発生数と発生重量は50cmのほだ木の方が1mのものより多かった。
5. 50cmのほだ木では, ほだ木両端10cmからの発生数が約50%を占めた。
6. 子実体発生時に1mのほだ木を半分に切断した結果, その後の発生量は切断しなかったほだ木に比べて増加した。

### I はじめに

乾シイタケは本県の主要な特用林産物で1984年の年生産量760tをピークに1994年まで350t以上, 全国順位7位を維持してきた。しかし, 年ごとに生産量が減少して1998年には130t, 12位となった。乾シイタケの生産は重いほだ木を扱う重労働であること, シイタケ輸入量の増加に伴う価格低迷などによって, 生産意欲が低下したことが生産量減少の大きな原因と考える。

本試験はほだ木重量を軽くして労力を軽減することを目的として, 短いほだ木を使用した栽培実証を試みた。まず, 従来の1mほだ木を50cmにしてほだ木重量の推移, ほだ木内含水率を調査してほだ木の乾燥度を比較した。次いで, 種菌, ほだ木の太さ別に50cmほだ木の子実体発生数, 発生重量, 子実体重量および子実体の発生位置を

調査して1mほだ木と比較した。また, 栽培の途中ではほだ木の長さを短くする効果について考察した。

試験を実施するに当たり御助言いただいた宮崎県林業試験場田原博美氏, 本県駐在の各種菌メーカー指導員各位にお礼を申し上げる。

### II 試験方法

1993年3月下旬, 1995年3月下旬, コナラ原木の長さを50cmと1mに調整した後, 菌興115, 森290および明治908の3種菌を植菌した。原木は末口径8~20cmであったが, 種菌ごとに供試する原木の太さを揃えて, 図-1に示すとおり50cmほだ木は1列に3および2か所, 1mほだ木は1列に5および4か所, 列間隔6~8cm, 原木の太さに応じて4~8列の植菌間隔で駒菌を千鳥植えし

た。島根県八束郡宍道町の林業技術センター構内に12×10m, 12×6m, 高さそれぞれ2.4mの人工ほだ場を設置して、鉄パイプ製の棚にほだ木を置いた(写真-1, 2)。ほだ場の遮光にはダイオフララを東西, 南北2方向に交叉させてそれぞれ30cm間隔で取り付けた(写真-3)。調査期間のほだ場内年平均気温は13.6~14.7℃, 年間有効積算温度は3200~3500℃であった(3, 4)。

### 1. ほだ木内水分量

植菌時から子実体発生が始まる翌年の秋まで, 約3か月間隔で7回, ほだ木重量の測定とほだ木含水率を計測した。含水率計測の試料は図-2に示すとおりほだ木の両端から5cmの部位で5枚の円盤と, 温水ら(5)の方法に準じて10cmの部位から厚さ1cmの円盤1枚を取り, 樹皮を除いた後, 105℃で24時間乾燥させて次式によって計算した。なお, 含水率計測用のほだ木は長さごとに6本ずつ, 計測ごとに未使用のほだ木を供試した。

$$\text{含水率} = \frac{\text{生重量} - \text{乾燥重量}}{\text{生重量}} \times 100$$

### 2. 子実体発生量

1993年植菌, 1995年植菌とも植菌年の1年後の秋から4年後の春まで, 子実体の発生数と重量を測定した。供試ほだ木は植菌年, 種菌, ほだ木の長さごとに24~27本で, 末口二乗法でほだ木材積を算出して, 発生数と発生重量はほだ木1㎡当たり換算値, 子実体重量は平均値を比較した。また, 子実体発生位置の木口からの距離を測定した。

1995年3月上旬, あらかじめ1mほだ木に上述3種菌を植菌して, 植菌から3年後の10月上旬にほだ木の長さを50cmにして, 種菌ごとに50cmほだ木24本を作製した。植菌から3年後の秋発生, 4年後の春発生を上述の試験区と比較した。

子実体の採取時期は内被膜が切れた直後とし, 採取回数は年平均約50回であった。

## Ⅲ 試験結果

### 1. ほだ木内水分量

ほだ木の長さ別に植菌時の重量に対する重量割合を図-3に示した。50cm, 1mほだ木とも植菌年の9月までに約90%に減少して, 12月には若干増加したが, 翌年の6, 9月にはいずれのほだ木も大きく減少して50cmほだ木は

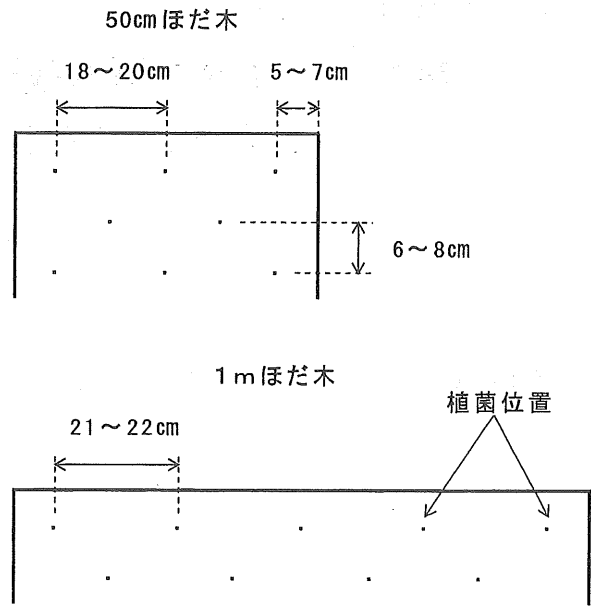


図-1 ほだ木の長さ別植菌間隔

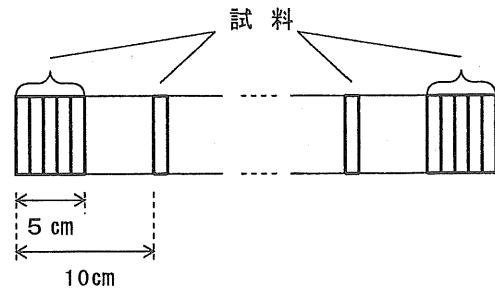


図-2 含水率計測部位

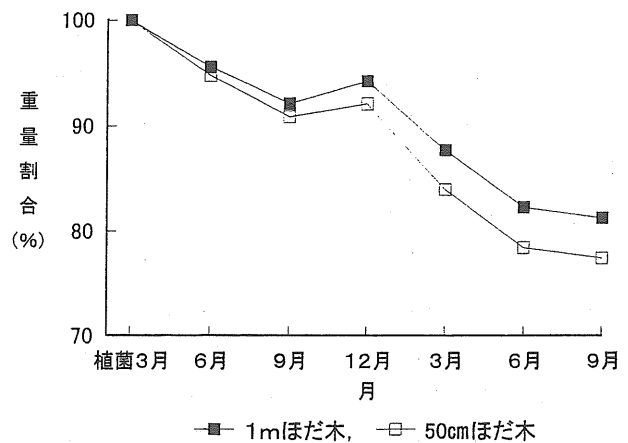


図-3 ほだ木重量の推移

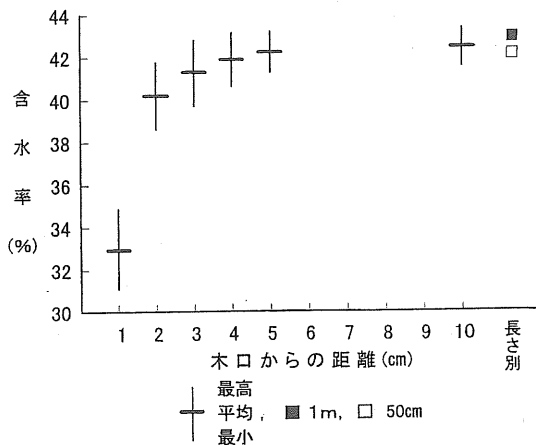


図-4 ほだ木部位別、長さ別含水率

約78%，1 mほだ木は約81%となった。50cmほだ木の重量減少が若干大きいですが、減少量の推移は1 mほだ木に類似した。

ほだ木含水率は測定部位ごとに7回の計測の平均と、部位ごとの最高および最少を図-4に示した。木口から1 cmの部位は31~35%と計測ごとの差が大きく、平均は33%と他の部位に比べて低かった。2~10cmの部位は計測ごとの差が小さく、平均は40~42%で大きな差はなかった。50cmほだ木と1 mほだ木の含水率は木口から10cmの部位で比較したが、50cmほだ木は42.1%，1 mほだ木は42.8%で大きな差はなかった。なお、木口から5 cmまでの部位では50cmほだ木と1 mほだ木の含水率に差を認めなかった。

表-1 植菌年、ほだ木の長さ別ほだ木1 m<sup>2</sup>当たり発生数

種 菌	1993年植菌		1995年植菌		全 体	
	50cm	1 m	50cm	1 m	50cm	1 m
菌興115	2430	1740	3340	2750	2880	2240
森 290	5440	4150	3470	3260	4460	3700
明治908	3080	2400	1530	920	2300	1660

表-2 植菌年、ほだ木の長さ別ほだ木1 m<sup>2</sup>当たり発生量(kg)

種 菌	1993年植菌		1995年植菌		全 体	
	50cm	1 m	50cm	1 m	50cm	1 m
菌興115	60.2	62.7	105.5	82.5	82.8	72.6
森 290	146.3	139.7	135.3	134.2	140.8	136.9
明治908	70.8	50.0	50.5	32.3	60.7	41.1

表-3 植菌年、ほだ木の長さ別子実体重量(g)

種 菌	1993年植菌		1995年植菌		全 体	
	50cm	1 m	50cm	1 m	50cm	1 m
菌興115	26.0	38.4	29.7	30.2	27.8	34.3
森 290	26.8	34.4	37.8	39.2	32.3	36.8
明治908	22.0	23.8	31.2	34.8	26.6	29.3

## 2. 子実体発生量

植菌前にほだ木の長さを50cm, 1 mに調整した試験区についてほだ木1 m<sup>2</sup>当たり子実体発生数, 発生重量を表-1, 表-2, 子実体の平均重量を表-3に示した。発生数, 発生重量および子実体重量とも290が最も多く, 次いで115, 908の順であった。種菌, 植菌年によって発生量が異なるものの, 全体をみると発生数, 発生重量は50cmほだ木の方が多く, 子実体重量は1 mほだ木の方が大きかった。ただし, 1993年植菌, 115の発生重量のみ1 mほだ木の方が若干多かった(表-2)。50cmほだ木と1 mほだ木の差が顕著であったのは発生数であり, いずれの試験区も50cmほだ木の方が多かった(表-1)。発生重量についてみると908は50cmほだ木と1 mほだ木の差が大きく, 290は差が小さいなど種菌によって影響が異なった(表-2)。

ほだ木の末口径が8~14cmを細いほだ木, 15~20cmを太いほだ木として, ほだ木の太さ別にほだ木1 m<sup>2</sup>当たり子実体発生数, 発生重量を表-4, 表-5, 子実体の平均重量を表-6に示した。ほだ木の太さで比較すると発生数, 発生重量は細いほだ木の方が多く, 子実体重量は太いほだ木の方が若干大きかった。発生数は細いほだ木, 太いほだ木とも50cmほだ木の方が多く表-1の結果と同様であった(表-4)。発生重量は細いほだ木では50cmほだ木の方が多く表-2の結果と同様であったが, 太い

ほだ木では908を除いて1 mほだ木の方が多く, ほだ木の太さによって結果が異なった(表-5)。子実体重量は細いほだ木の908を除いて, 細いほだ木, 太いほだ木とも1 mほだ木の方が大きく, 表-3の結果と同様であった(表-6)。

植菌年の違い(1993年, 1995年)をブロックとして, 種菌(115, 290, 908の3水準), ほだ木の太さ(末口径8~14cm, 15~20cmの2水準), ほだ木の長さ(50cm, 1 mの2水準)について3因子要因計画の分散分析を行った(2)。各因子の主効果と因子間の交互効果を検証してほだ木1 m<sup>2</sup>当たり子実体発生数, 発生重量を表-7, 表-8, 子実体重量を表-9に示した。発生数は種菌, ほだ木の太さの違いによって主効果に有意水準1%で差を認めしたが, ほだ木の長さの違いによっては有意水準5%で差を認めなかった。また, 各因子の交互効果には有意差を認めなかった(表-7)。発生重量も発生数の結果と同様であった(表-8)。子実体重量は処理間に有意差を認めなかったが, 主効果の分散比が最も大きかったのはほだ木の長さとの関係であった(表-9)。分散比が特に大きかった要因は発生数に關係するほだ木の太さ(表-7), 発生重量に關係する種菌, ほだ木の太さ(表-8)であった。ほだ木の長さについて主効果の分散比を比較すると, 子実体重量は発生数, 発生重量に比べて大きかった。

表-4 ほだ木の太さ, 長さ別ほだ木1 m<sup>2</sup>当たり発生数

種 菌	細いほだ木		太いほだ木	
	50cm	1 m	50cm	1 m
菌興115	3640	2790	2130	1700
森 290	5810	4750	3100	2660
明治908	3000	2350	1600	980

表-5 ほだ木の太さ, 長さ別ほだ木1 m<sup>2</sup>当たり発生重量(kg)

種 菌	細いほだ木		太いほだ木	
	50cm	1 m	50cm	1 m
菌興115	106.5	82.6	59.1	62.7
森 290	188.1	171.5	93.6	102.4
明治908	75.9	53.5	45.4	28.8

表-6 ほだ木の太さ、長さ別子実体重量(g)

種 菌	細いほだ木		太いほだ木	
	50cm	1 m	50cm	1 m
菌興115	28.0	32.4	27.7	36.2
森 290	32.4	36.2	32.2	37.4
明治908	26.0	25.6	27.2	33.1

表-7 ほだ木 1 m<sup>3</sup>当たり子実体発生数の分散分析結果

要 因	平方和	自由度	平方平均	分散比
ブロック	2632113	1	2632113	2.5987
処 理	40572457	11	3688405	3.6416 **
主 効 果	種 菌	2	9380895	9.2618 *
	太 さ	1	17241540	17.0227 *
	長 さ	1	2751328	2.7164
交 互 効 果	種・太	2	756560	0.7470
	種・長	2	8798	0.0087
	太・長	1	192604	0.1902
	種・太・長	2	47241	1.0466
	誤 差	11141444	11	1012859
全 体	54346014	23		

\*有意水準1%で差を認めた, \*\*有意水準5%で差を認めた

表-8 ほだ木 1 m<sup>3</sup>当たり子実体発生重量の分散分析結果

要 因	平方和	自由度	平方平均	分散比
ブロック	19.24	1	19.24	0.0382
処 理	51395.78	11	4672.34	9.2766 *
主 効 果	種 菌	2	16260.24	32.2835 *
	太 さ	1	13630.28	27.0619 *
	長 さ	1	752.30	1.4936
交 互 効 果	種・太	2	1762.22	3.4988
	種・長	2	124.47	0.2471
	太・長	1	575.95	1.1435
	種・太・長	2	71.71	0.1424
	誤 差	5540.37	11	503.67
全 体	56955.40	23		

\*有意水準1%で差を認めた

表-9 子実体重量の分散分析結果

要 因	平方和	自由度	平方平均	分散比
ブロック	165.64	1	165.64	4.5170
処 理	386.07	11	35.10	0.9572
主 効 果	種 菌	2	86.80	2.3671
	太 さ	1	29.28	0.7985
	長 さ	1	124.53	3.3960
交 互 効 果	種・太	2	7.43	0.2026
	種・長	2	7.17	0.1955
	太・長	1	23.34	0.6365
	種・太・長	2	3.07	0.0837
	誤 差	403.42	11	36.67
全 体	955.12	23		

種菌，ほだ木の長さ別に発生時期ごとのほだ木 1 m<sup>3</sup>当たり発生重量，積算重量を図-5 に示した。290は秋発生，春発生に関係なく栽培初期の発生重量が多く，発生時期が経過するに従って減少したのに対し，115，908は春発生が大半を占めて，発生時期が経過することによる変化は小さかった。この様に発生時期の経過に伴う発生重量の推移に2つのパターンを認めたと，これは種菌の違いによる影響でありほだ木の長さには関係がなかった。種菌ごと，発生時期ごとの発生重量を比較すると，115と908の2年後春，290の1年後秋は50cmほだ木の方が1mほだ木に比べて多かった。この様に栽培初期の発生重量は3種菌とも50cmほだ木の方が多かったが，2年後秋からの積算重量をみると発生時期の経過に伴う増加量は50cmほだ木，1mほだ木に大きな差はなかった。

種菌，ほだ木の長さ別に発生時期ごとのほだ木 1 m<sup>3</sup>当たり発生数と子実体重量を図-6 に示した。発生数の推移は図-5 の発生重量と同様に290は秋発生，春発生に関係なく発生初期の発生数が多く，発生時期が経過するに従って減少したのに対し，115，908は春発生が大半を占めた。この様に発生時期の経過に伴う発生数の推移に2つのパターンを認めたと，これは種菌の違いによる影響でありほだ木の長さには関係がなかった。種菌ごと，発生時期ごとの発生数を比較すると，115は栽培期間を通じて，290は1年後秋と2年後春，908は2年後春に50cmほだ木の方が1mほだ木に比べて多かった。115は栽培初期に子実体重量が大きく290，908は栽培期間を通じて重量変化が少なかったが，3種菌ともほだ木の長さによって発生時期の経過に伴う子実体重量の変化に大きな差はなかった。

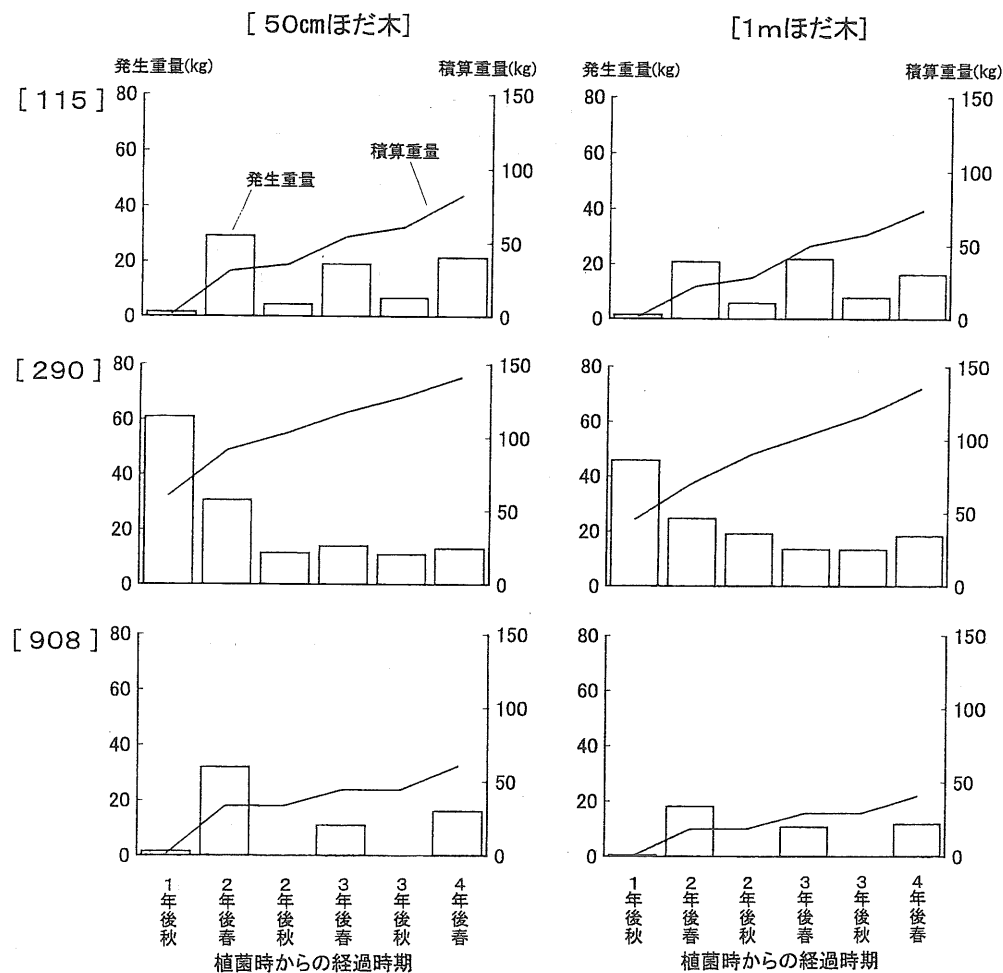


図-5 発生時期別ほだ木 1 m<sup>3</sup>当たり発生重量

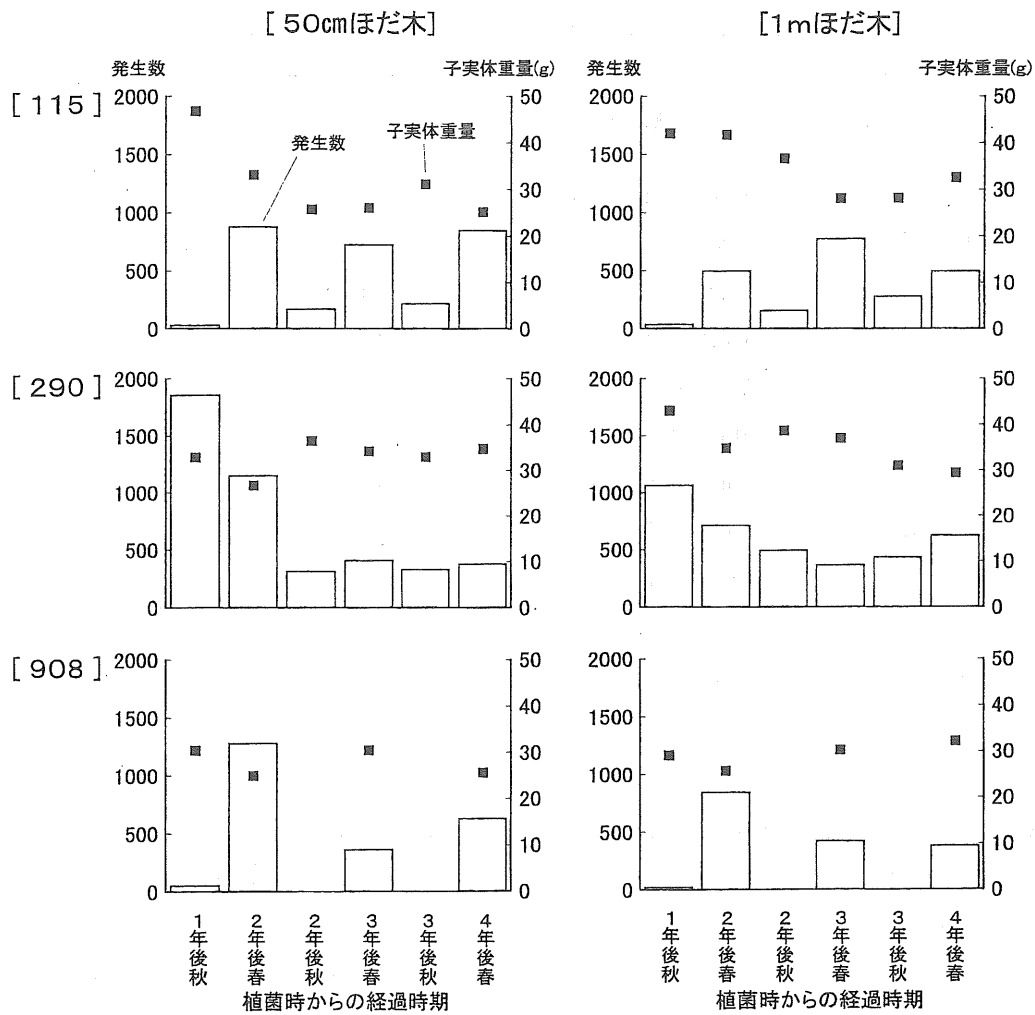


図-6 発生時期別ほだ木 1 m<sup>3</sup>あたり発生数と子実体重量

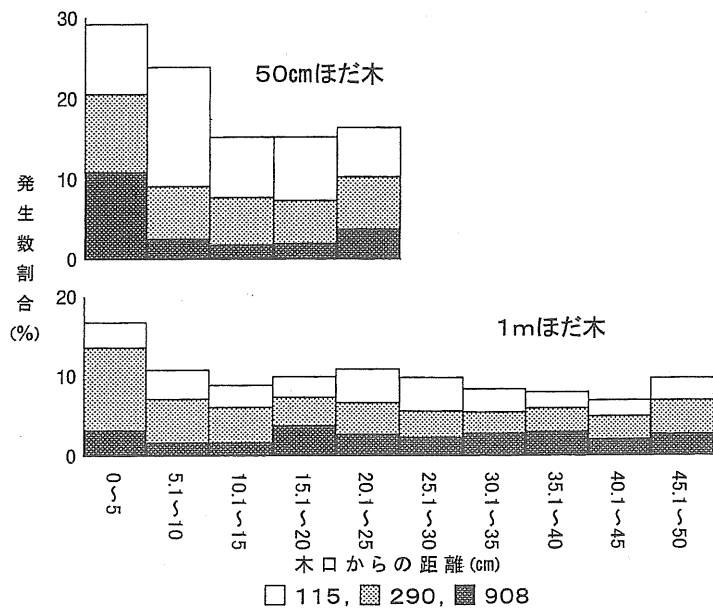


図-7 子実体発生位置



表-10 子実体発生期間にほだ木を短くする効果(kg)

種 菌	試 験 区	植菌1年後秋	植菌3年後秋
		～3年後春	～4年後春
菌 興115	1 m ほだ木を50cm	52.5 <sup>1)</sup>	37.8 <sup>2)</sup>
	1 m ほだ木	49.8	24.0
	50cmほだ木	54.1	28.1
森 290	1 m ほだ木を50cm	113.9 <sup>1)</sup>	35.5 <sup>2)</sup>
	1 m ほだ木	103.3	31.4
	50cmほだ木	117.0	24.3
明 治908	1 m ほだ木を50cm	33.0 <sup>1)</sup>	21.0 <sup>2)</sup>
	1 m ほだ木	29.2	11.7
	50cmほだ木	44.5	16.0

1) 50cmにするまでのほだ木1 m<sup>2</sup>当たり発生重量

2) 50cmにした後のほだ木1 m<sup>2</sup>当たり発生重量

子実体発生位置を木口からの距離別に、50cmほだ木と1 mほだ木ごとに総発生数に対する種菌別発生割合を示した(図-7)。50cmほだ木では0～5 cmの部位で290と908、5～10cmの部位で115の発生割合が高かった。1 mほだ木では0～5 cmの部位で290の発生割合が高かった。また、50cmほだ木では0～10cmの部位で総発生数の約50%は発生したのに対して、1 mほだ木では約25%であった。また、50cmほだ木、1 mほだ木とも木口から5 cmまでの部位で発生した子実体数のうち約30%は木口面からの発生であった(写真-5)。

1 mほだ木を植菌3年後の10月に50cmにしたが、この試験区と植菌前に50cm、1 mに調整した上述の試験区のほだ木1 m<sup>3</sup>当たり発生重量を比較した(表-10)。いずれの種菌とも、1 mほだ木を50cmにした後の発生重量は長さを変えなかった試験区に比べて多く発生した。115、908は50cmにするまでの発生重量に対して50cmにした後の発生割合が290に比べて高かった。

#### IV 考 察

ほだ木の長さが子実体発生に及ぼす影響をみるため50 cm、1 mほだ木の発生数、発生重量および子実体重量を比較したが、発生数と発生重量は50cmほだ木の方が多く、

子実体重量は1 mほだ木の方が大きかった。ほだ木の長さを短くする理由は重いほだ木を軽くするためであることからほだ木の太さ別に比較した結果、発生数と子実体重量はほだ木の太さに関係なく、上述のとおり50cmほだ木の発生数が多く、1 mほだ木の子実体重量が大きかった。しかし、発生重量は細いほだ木では50cmほだ木、太いほだ木では1 mほだ木の方が多くほだ木の太さによって結果が異なった。

原木によるシイタケ栽培は気象、ほだ木の状態などによって生じる誤差が大きいこと、また本試験では植菌年、種菌およびほだ木の太さ別に検証したことから、分散分析によってこれらの要因による誤差を除いてほだ木の長さが及ぼす影響をみた(2)。子実体発生数、発生重量に大きく影響したのは種菌とほだ木の太さであり、ほだ木の長さに関しては差を認めなかった。F表の1%限界点は種菌に関しては $F(2,11;0.01)=7.21$ 、ほだ木の太さに関しては $F(1,11;0.01)=9.65$ であるが、発生数に関するほだ木の太さ、発生重量に関する種菌とほだ木の太さの分散比は限界点を大きく上まわった。本試験では、性質の異なる3種菌を使用して同一場所、同一条件で栽培したため種菌によって結果が大きく異なったと考える。また、発生数、発生重量をほだ木1 m<sup>2</sup>当たりで比較した

ためほだ木の太さによって顕著な差が生じたと考える(1)。分散分析の結果で有意差を認めたとしても量的、質的にどの程度の差が生じたのか判定することはできないが、少なくともほだ木の長さによる影響は小さいと考える。また、因子間に交互効果を認めなかったことから種菌、ほだ木の太さに関係なく短いほだ木で栽培することが可能であると考え。

分散分析によって有意差を認めないものの、50cmほだ木の発生数、発生重量は1mほだ木に比べて多かったが、差が生じた理由は子実体がほだ木の両端で多く発生したためと考える。50cmほだ木では木口から10cmの部位で約50%、1mほだ木では約25%とほだ木の長さに対して短い部位にかかわらず多数発生したこと、木口面からの発生も多かったことから木口付近は子実体が発生しやすい部位であると考え。本試験では発生数、発生重量をほだ木1㎡当りに換算して比較したが、このため50cmほだ木は子実体が発生しやすい木口数が1mほだ木に比べて2倍となった。

栽培初期には50cmほだ木の発生数、発生重量が1mほだ木に比べて多いことに注目した。この理由は本試験では図-1に示すとおり植菌したが、この方法では50cmほだ木の植菌数は1mほだ木に比べて計算上約10%多く、ほだ化に好条件であったためと推察する。このことも先に述べた50cmほだ木の発生数、発生重量が1mほだ木に比べて若干多かった理由の1つと考える。

栽培の途中で1mほだ木を50cmにした結果、その後の発生量が増加したが、これはほだ木の長さが及ぼした影響以外に、切断する作業による物理的な刺激が影響したとも推察できる。本試験では植菌から3年後の10月にほだ木の長さを1mから50cmにしたが、これはシイタケ原

木栽培の終期であり、ほだ木の長さを短くする時期、季節についてはさらに検討する必要がある。原木栽培によるシイタケ生産では栽培期間中に物理的的刺激と水分供給を促すため、経験的に「天地返し」、「ほだ倒し」と呼ばれる作業を行うが、この作業時にほだ木の長さを短くすることもシイタケ栽培技術の1つとして検討したい。

本試験では発生数、発生重量をほだ木1㎡当たりで、子実体の大きさは重量で比較したが、ほだ場の単位面積当たりでの比較、傘の直径や形状などの比較は今後の課題である。

ほだ木内水分は50cmほだ木の方が若干少なかったが、栽培に影響を及ぼす差ではなかった。差が生じた原因はほだ木の長さを短くすると木口面から水分が蒸発する影響が大きくなるためと推察する。ほだ木の長さを短くする際、ほだ場の環境やほだ木への散水技術などを考慮する必要がある。

## 引用文献

- (1) 安藤正武・緒方吉箕：シイタケ原木の大きさと発生量について。日林九州支論23：215～216，1969
- (2) 応用統計ハンドブック編集委員会編：応用統計ハンドブック。pp235～239，養賢堂，東京，1978
- (3) 坪井八十二：農業気象ハンドブック。pp729～730，養賢堂，東京，1974
- (4) 富川康之：シイタケ原木栽培における人工庇蔭下のほだ木内温度。島根林技研報50：27～33，1999
- (5) 温水竹則・日高忠利・久保田暢子：シイタケ原木の生材含水率と重量減少率について。日林九州支論20：132～133，1966

写真-1~5

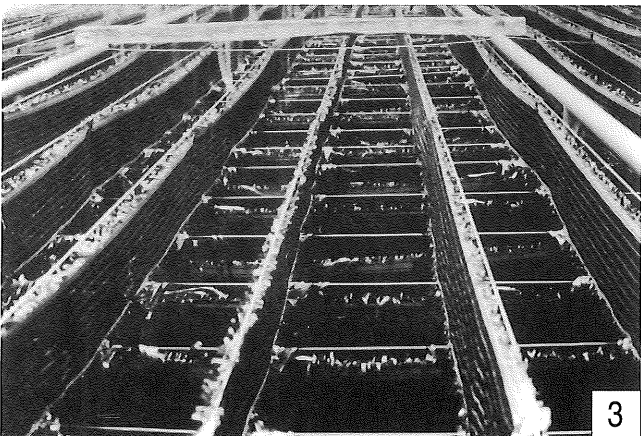
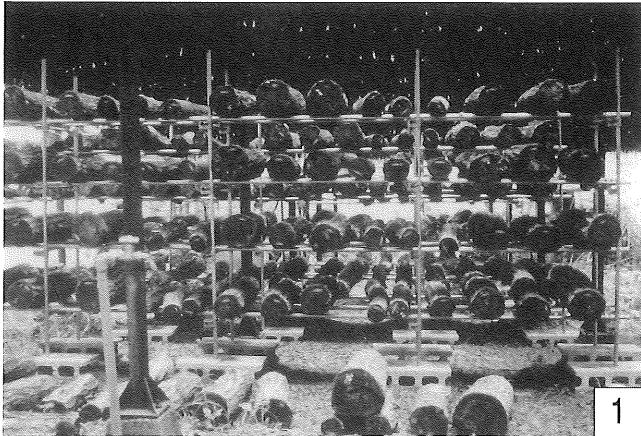


写真-1, 2 : 試験に使用した人工ほだ場

3 : 人工ほだ場の庇蔭資材

4 : 発生した子実体

5 : 木口から発生した子実体

Influence of Length of Bed Logs for Cultivation of the Shiitake Mushroom  
on Moisture Content in the Bed Logs and Production of Mushrooms

Yasuyuki TOMIKAWA

Summary

1. From 1993 to 1999, moisture content in the bed logs for cultivation of the Shiitake mushroom, *Lentinus edodes*, and the yield of mushrooms were examined on the bed logs 50cm and 1m in length.
2. Moisture content in the bed logs was not different in length of the bed logs.
3. An analysis of variance in number and weight of mushrooms and the total yield showed no difference in length of the bed logs.
4. Mushrooms were more produced in number and yield on the bed logs 50cm in length than those 1m in the early stage of the cultivation.
5. Fifty percent of the total yield of mushrooms was produced 10cm within the edges of the bed logs 50cm in length.
6. After the bed logs, which were 1m in length, were cut in half in the stage of mushroom production, the yield of mushrooms was increased as compared with that of the original logs.

## 論文 島根県西部でのスギザイノタマバエの 分布と被害調査

周 藤 成 次 ・ 河 井 美 紀 子 ・ 大 国 隆 二

Damage from *Cryptomeria Bark Midge, Resseliella odai*,  
in the Western Part of Shimane Prefecture

Seiji SUDO, Mikiko KAWAI and Ryuji OUGUNI

### 要 旨

1. 1998~1999年, 島根県西部のスギ林でスギザイノタマバエの被害調査をおこなった。13市町村の65林分でおこなったが, スギザイノタマバエの寄生によって発生する皮紋を認めたのは柿木村の8林分であった。
2. 2林分で4本の被害木を伐採して, 内部の症状を調査した。調査木すべてで皮紋を認めた。皮紋の発生は地際から2~6mで多かった。また, 調査木すべてで皮紋が拡大して形成層まで達した材斑を認めた。
3. 内樹皮厚が薄いほど材斑の発生率が高かった。
4. 材斑の生じた年輪から加害は調査年より4年早い1995年から生じたと推定した。

### I はじめに

スギザイノタマバエ (*Resseliella odai Inoue*) はスギのみを加害する重要な材質劣化害虫として, とりわけ九州ではよく知られている。原産地は現在九州の屋久島と考えられ, 1953年(昭和28年)宮崎県で初めて生息が確認された。その後分布域は急速に拡大して, 1988年(昭和63年)には九州7県すべてで分布が確認されるようになった(1, 2)。しかし, これまで分布域は九州地方に限られると考えられていた。しかし, 1997年, 島根県と県境を接する山口県(3)でスギザイノタマバエの分布が確認された。そのため, 島根県内のスギザイノタマバエの分布の有無を確認するための調査を1998~1999年度, 県西部で行った。

また, 1999年この害虫の生息を認めた林分で立木を伐採して幹材部への加害状況を調査した。

本調査は県単独事業である「病虫鳥獣害の発生動態と発生予察に関する調査研究」の中で実施した。

また, 1998年5月, 森林総合研究所関西支所保護部と

山口県主催で分布調査研修会が山口県林業指導センターで開催されたが, このときこの害虫の生態と調査方法について, 森林総合研究所九州支所吉田成章保護部長(現: 森林総合研究所生物管理科長), 福岡県森林林業技術センター大長光純専門研究員, 宮崎県林業総合センター讚井孝義科長, 山口県林業指導センター田戸裕之専門研究員の方々にご指導をいただいた。また, スギザイノタマバエ幼虫を同定していただいた森林総合研究所大河内勇昆虫管理研究室長に深くお礼申し上げる。

### II 調査方法

#### 1. 分布調査

1998年~1999年, 島根県西部で調査を行った(写真-1)。調査は閉後のスギ林内の立木を無作為に10本選び, 地際部から高さ2mまでの幹部の1か所を水平方向に5cm, 繊維方向に20cmの100cm<sup>2</sup>切り出しナイフで外樹皮を剥皮して, 内樹皮表面に現れるスギザイノタマバエ幼虫が出す消化液によって出来る斑紋である「皮紋」の

有無を調査した。また、皮紋を認めたときはその数を数えた。

## 2. 立木伐採調査

1998年度分布調査で皮紋を認めた柿木村の2林分で調査した。1999年6月、各林分で立木を2本、計4本伐採した。伐採した立木は伐根木口年輪から樹齢を調べ、樹

高と胸高直径を測定して、地際部から各1mに玉切りした丸太を林業技術センターへ持ち帰った。

①持ち帰った丸太は各丸太2か所を接線方向へ10~15cm、垂直方向へ40cmの400~600cm<sup>2</sup>外樹皮を剥皮して内樹皮表面の皮紋の有無と皮紋数を調査した。②外樹皮剥皮部のさらに内樹皮を剥皮して、木部表面に現れる変色や癒合

表-1 スギザイノタマバエ分布調査(1998~99年)

No.	町村名	所在地	樹の有無	林齢	面積	標高	No.	町村名	所在地	樹の有無	林齢	面積	標高
1	浜田市	向横田		45 <sup>年生</sup>	2.50 <sup>ha</sup>	60 <sup>m</sup>	34	柿木村	木部谷(11-ロ-15)	○	20 <sup>年生</sup>	3.64 <sup>ha</sup>	700 <sup>m</sup>
2		愛栄センノヒラ		25	8.73	220	35		福川(68-イ-29)		20~22	14.2	650
3		愛栄本溢		21	25.29	300	36		白谷(80-ハ-57)		18,19	5.7	590
4		長沢		26	5.00	400	37	六日市町	鹿足河内		43	1.0	500
5		笹田原		24	14.20	350	38		折元		31	1.0	800
6	美都町	笹倉		20	1.34	180	39	浜田市	西村町力石		25	0.20	60
7		都茂		22	1.70	300	40		後野町		43	0.30	300
8		都茂		22	3.23	500	41		宇津井千谷		30	5.0	120
9		都茂		27	2.49	450	42		三階町1,996		19	7.20	200
10	匹見町	松尾		40	0.3	570	43	江津市	波積町南高山		30	0.70	180
11		ハビ山		29	3.0	610	44		松川町上津井		25	1.0	140
12		赤谷山		33	0.2	480	45		川平平田イ581外		22~23	6.62	160
13		山根		21	1.50	330	46		清見ヤセツボ177		25~26	10.52	220
14	津和野町	長福(142-ロ-26)		31	2.52	320	47	金城町	下来原		34	0.20	320
15		“(138-ニ-11)		37	1.00	280	48		波佐落合		30	0.50	420
16		吹野(117-ロ-7)		27	1.20	370	49		今福		60	0.30	740
17		部栄(85-イ-6)		25	2.28	220	50		追原郷		20	0.40	240
18		内美(109-イ-25)		23	1.08	270	51		久佐イ1,225-1		24~25	27.60	460
19		高峯(80-イ-13)		19	0.70	220	52	旭町	谷土		40	1.00	620
20		名賀(62-ハ-3)		29	2.87	400	53		来尾		35	0.70	480
21		後田(57-イ-7)		37	1.00	220	54		本郷		40	0.40	280
22		商人(45-イ-16)		22	2.47	220	55		木田		30	0.60	220
23		直地(10-ロ-1)		35	1.00	550	56		坂本イ339-4外		25	8.64	460
24	日原町	須川		18	33.84	600	57		坂本イ858-2外2		19	5.79	590
25		左鏡空畳		17	10.0	480	58	弥栄村	田野原		45	1.00	390
26		左鏡田ノ溢		20	57.80	440	59		田野原		40	1.00	480
27	柿木村	椋谷大峯	○	34	4.17	820	60		小坂		25	1.00	400
28		椋谷清水837-2	○	22~27	1.68	510	61		稲代527		17	5.02	400
29		“丸盤825-2	○	23	1.92	500	62		門田		30	1.00	500
30		“鳴滝808-1	○	22	4.00	730	63	三隅町	三隅		40	1.00	360
31		“堂の奥884-3	○	23	10.42	800	64		下小原		40	1.00	200
32		“小中河内	○	26	6.80	450	65		桑原		40	0.50	140
33		白谷道谷	○	26	1.63	650							

組織の盛り上がり材斑としてその数を調査した。③各丸太の内樹皮の厚さをノギスで測定した。④材斑を多く認められた丸太を丸鋸で輪切りにして、木口表面に現れる材斑から加害開始年を調査した。

### Ⅲ 調査結果

#### 1. 分布調査

1998年6～11月、山口県境に位置する益田市、匹見町、津和野町、柿木村、六日市町の5市町村と美都町、日原町の計7市町村で調査を行った。また、1999年11～12月、浜田市、江津市、金城町、旭町、弥栄村、三隅町の6市

町村で調査を行った。1市町村2～10林分、1998～99年で13市町村の65林分調査した(図-1)。調査林は民有林、林業公社造林、町村有林、町村行造林で、造林面積は0.2～57.8haと様々であった。また、林齢は17～45年生で調査地の標高は60～820mに位置した。

益田市ほか12市町村の57林分では皮紋は確認しなかった。しかし、柿木村では10調査林分中8林分で皮紋を認めた(表-1)。

各立木の外樹皮剥皮部に現れた皮紋数は1～37個であった(写真-2)。各林分の調査木の合計皮紋数は1～110個であった。九州の報告(1, 2, 4)では、700m以上の

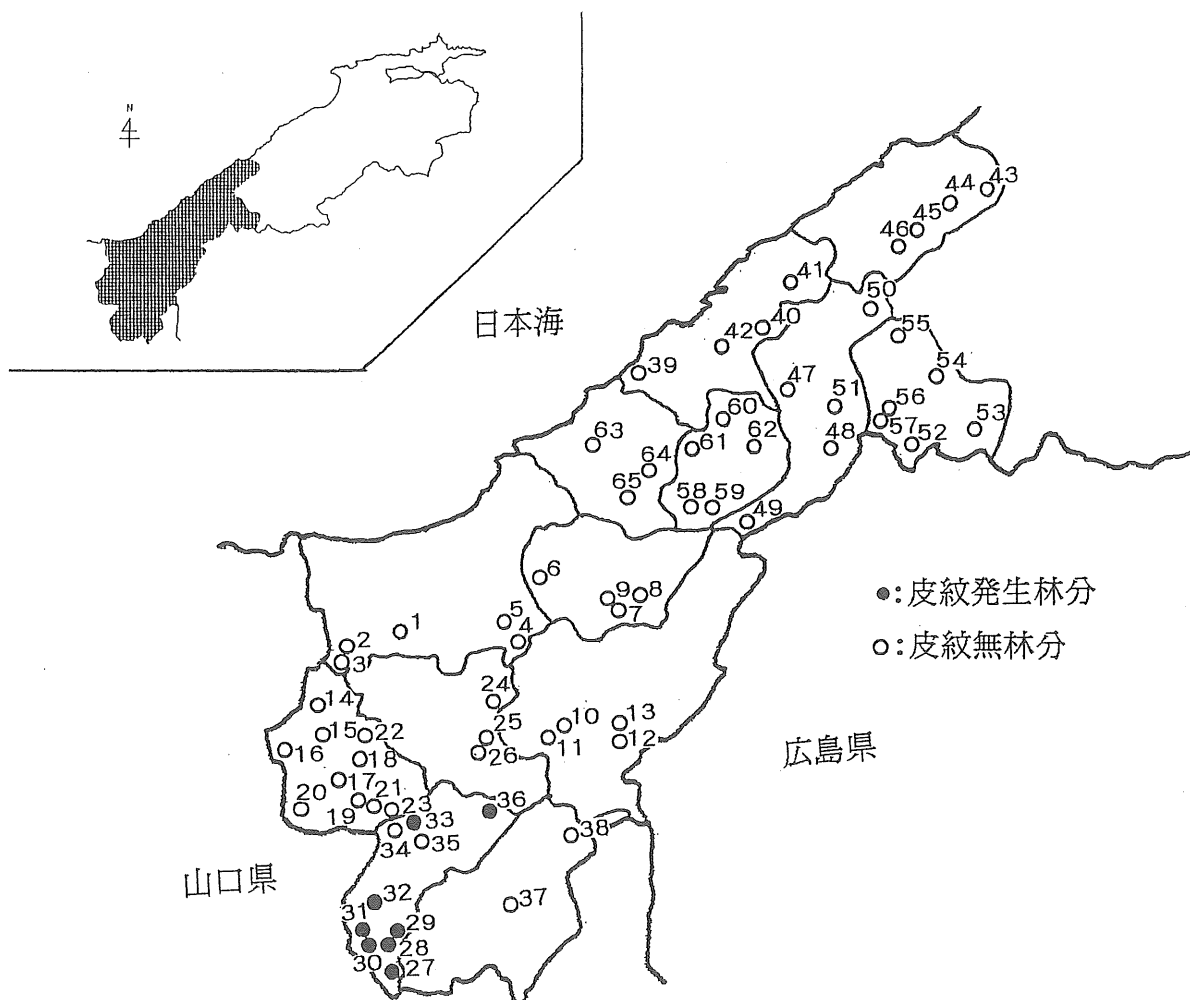


図-1 1998～99年スギザイノタマバエ分布調査位置

表-2 皮紋発生状況

No.	町村名	調査月日	所在地	皮紋の有無	調査本数	皮紋確認本数	皮紋数 <sup>1)</sup>	計	平均皮紋数	位置	密度	小川の有無 <sup>2)</sup>
27	柿木村	98.6.4	栴谷大峯	○	10本	6本	7~37個	92	15個	谷	密	有
28	"	"	栴谷清水837-2	○	11	7	2~31	110	16	"	"	"
29	"	"	丸盤825-2	○	10	4	1~5	27	7	"	"	"
30	"	"	鳴滝808-1	○	10	4	1~4	7	2	"	"	"
31	"	"	堂の奥884-3	○	10	1	2	2	2	"	"	無
32	"	"	小中河内	○	10	1	1	1	1	中腹	疎	有
33	"	"	白谷道谷	○	10	1	1	1	1	谷	密	"
34		98.7.6	木部谷(11-ロ-15)	○	10	8	4~18	59	7	"	"	無

<sup>1)</sup>: 剥皮面積100cm<sup>2</sup> <sup>2)</sup>: 50m以内に小川等河川が流れている調査地

表-3 伐倒調査木

No.	調査木	面積	林齢	樹高	胸高直径
27	1	4.17ha	34年生	22m	20cm
"	2	"	34	19	21
28	3	1.68	22	15	14
"	4	"	27	16	16

表-4 伐倒調査木皮紋数

調査木	皮紋数 <sup>1)</sup>	(計)	平均皮紋数 <sup>2)</sup>
1	3~449< <sup>3)</sup> 個	(3957)	242個
2	0~498<	(1491)	112
3	0~379<	(1431)	159
4	0~104<	(318)	29

<sup>1), 2)</sup>: 剥皮面積600cm<sup>2</sup>あたりの皮紋数

<sup>3)</sup>: 皮紋が重なり連なるため

高い標高でしばしば雲や霧がかかり、湿度の高い雲霧帯と呼ばれる地帯で、あるいは谷部や小川が近くに流れる湿度の高い林分でこの害虫の生息・加害が多いという報告がある。今回の調査でも皮紋を認めた林分は、標高は450~820mと高い標高に位置し、また谷部、あるいは小川が近くに流れる林分であったことに注目した(表-2)。

柿木村の1林分で伐倒、剥皮した外樹皮内にスギザイノタマバエ3齢後期と考えた(1, 2)体長約3mmで赤橙色の幼虫を数頭認め、これを採取した。平成11年6月、採取した幼虫を森林総合研究所に送り同定を依頼した。その結果、スギザイノタマバエの幼虫(写真-3)であると同定され、島根県で、また柿木村でこの害虫が生息することを確認した。

## 2. 立木伐採調査

### (1) 皮紋調査

伐採木の林齢は34年生と22, 27年生で、樹高は15~22m、胸高直径は14~21cmであった(表-3)。伐採した調査木4本はいずれの林分の調査木からも剥皮部の内樹皮表面に皮紋の発生を認めた(写真-4)。皮紋数は多い調査木では0~498<個/600cm<sup>2</sup>で、少ない調査木で

も0~104<個/600cm<sup>2</sup>認めた。各調査木の剥皮部の平均皮紋数は29~242個であった(表-4)。また、皮紋は地際から2~6mで多く、高くなると皮紋発生数は減少した。しかし、地上高18mの剥皮部からも皮紋を認めた(図-2)。

皮紋の多くは全体が茶褐色で、短径4~7mm、長径6~10mmの繊維方向に長い楕円形の斑紋であったが、一部の皮紋では新皮紋である周辺部のみ茶褐色の皮紋を認めた。斑紋部の内樹皮の断面を見ると茶褐色の変色部は木部に向かってすり鉢状であった(写真-5)。

皮紋は内樹皮表面に平均的に分散して現れるのではなく、雌成虫の産卵場所が集中するためか皮紋は集中して現れる傾向があった。このような場所では皮紋が重なり連なって皮紋は不定形となった。また、このように皮紋が集中して現れる外樹皮を見ると幼虫・蛹の掘る孔道のためか外樹皮はボロボロと剥離した。

### (2) 材斑調査

外樹皮剥皮部のさらに内樹皮を剥皮した木部表面の調査では、すべての調査木で材斑(写真-6)が発生した。多い調査木の材斑数は0~92個/600cm<sup>2</sup>、少ない調査木



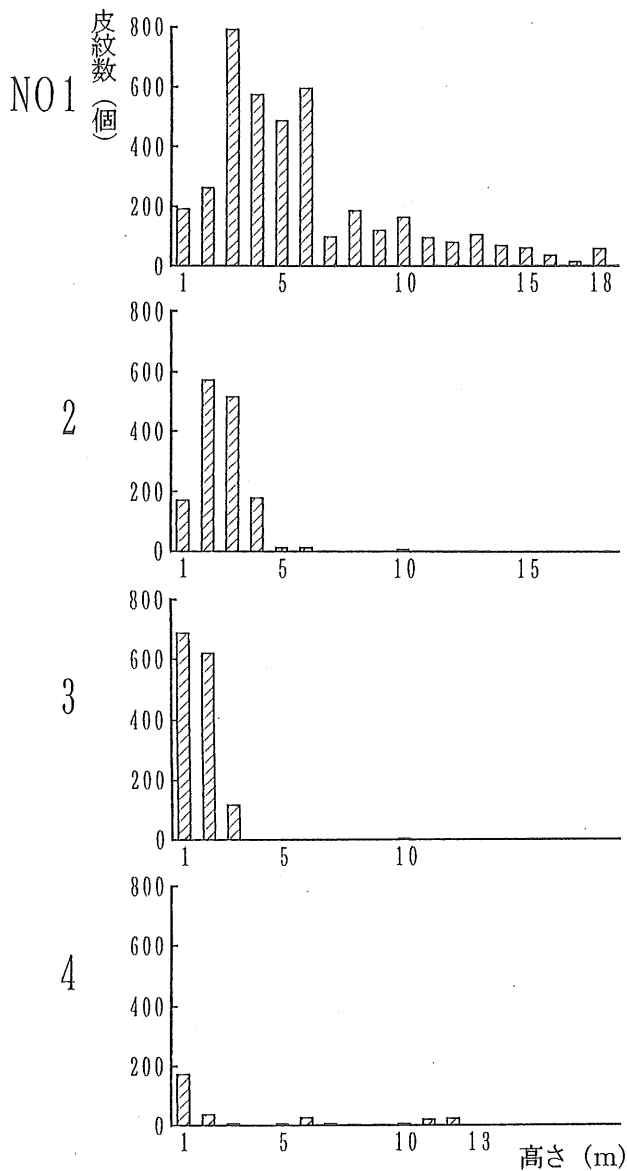


図-2 高さ別皮紋数

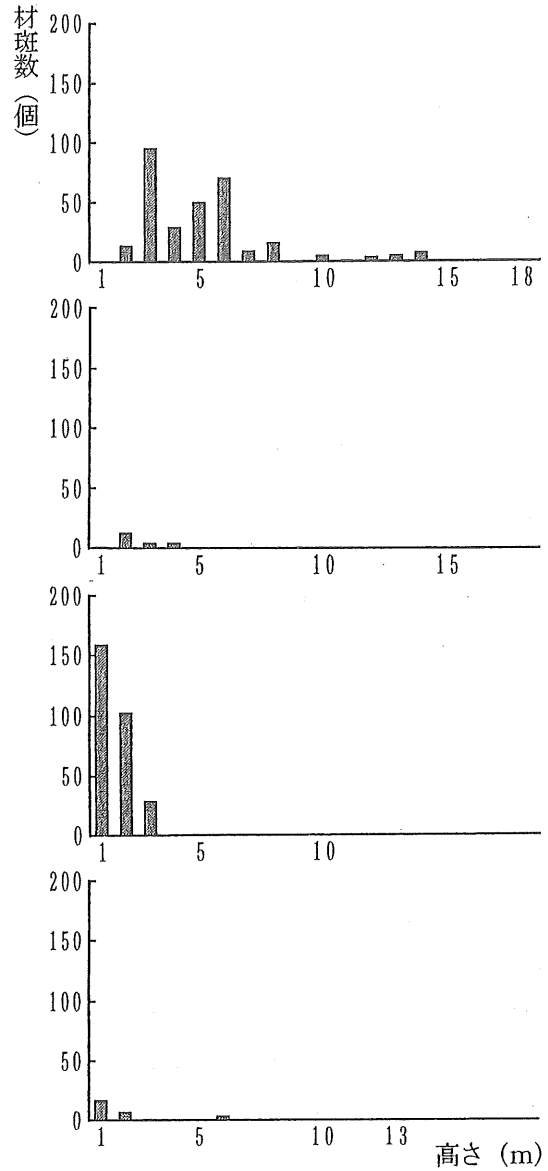


図-3 高さ別材斑数

では0~10個/600cm<sup>2</sup>発生した。各調査木の剥皮部の平均材斑数は2~32個であった(表-5)。材斑の発生数に調査木間で差が現れた。また、皮紋発生が多い部位で材斑は多く現れた。これは、皮紋が多い部位では皮紋が重なり連なる結果皮紋は大きくなりさらに内樹皮の壊死部が深くなる結果材斑が多く発生すると考えた。材斑数は皮紋と同じく地際から2~6mで多く高くなると発生数は減少した(図-3)。調査木の内樹皮の厚さは0.8~1.8mmと調査木間で大きな差があった。九州での報告(4, 5, 6, 7)では皮紋数と比較した材斑の発生割合は、内樹皮の厚さが大きく関係し、厚さが1.6mm以下で単独の皮紋でも材斑が発生する可能性があり、内樹皮が薄くな

れば材斑の発生割合は増加する。調査木の皮紋数からみた材斑の発生率は2~20%と調査木間で大きな差が発生したが、この報告と同様に内樹皮が薄い調査木では材斑の発生割合が高く、内樹皮が厚い調査木では材斑の発生割合は低くなった(表-6)。

### (3) 加害開始年

材斑を認めた丸太を数本、木部表面材斑部で丸鋸を使って輪切りにした。木口面に現れた材斑(写真-7)は接線方向へ2~4mm、半径方向へは材中心部へ向かって2~3mmで、材には茶褐色の変色が発生していた。この材斑の発生した年を年輪から調査し、最も古い材斑は1995年にできた材斑であることが分かった。

表-5 伐倒調査木材斑数

調査木	材斑数 <sup>1)</sup> (計)	平均材斑数 <sup>2)</sup>
1	0~59個 (313)	19個
2	0~13 (24)	2
3	0~92 (290)	32
4	0~10 (29)	3

<sup>1), 2)</sup>: 剥皮面積600cm<sup>2</sup>あたりの材斑数

表-6 内樹皮厚と材斑数

No.	内樹皮厚 <sup>1)</sup>	皮紋数	材斑数	皮紋発生率
1	1.2mm	3957個	313個	8%
2	1.8	1491	24	2
3	0.8	1431	290	20
4	1.2	318	29	9

<sup>1)</sup>: 高さ1~2m部位

#### IV 考 察

1998年~99年、スギザイノタマバエ分布調査を島根県西部地域の13市町村で行った結果、柿木村の1村には限られたが、この害虫が島根県で生息することを初めて確認した。調査は県の西部地域に限られるが、分布を認めただのは柿木村1村のみであったことから、この害虫が本県に普遍的に生息しているのではなく、一部地域にのみ生息していると考えられる。その地域は本県の西部、広島県、山口県に隣接する地域である。また、分布を確認した調査地の標高はいずれも450m以上の高標高であったことから、九州の報告にもあるが、この害虫の生息に適する高標高地帯、あるいは谷部など湿度の高い地域では、柿木村周辺の町村を含めて、今後詳細な分布調査が必要である。

この害虫の年間の分布拡大速度は2km、あるいは8kmという報告があり、今後の分布域の拡大が心配される。今後定期的な調査を行い、分布の動態的把握をする必要がある。

立木伐採調査では伐採した4本すべての立木から皮紋と材斑を認めた。皮紋は地上から高さ18mまでの幹で認

めたことから、高い所でもこの害虫は産卵する。また、材斑は地上から高さ14mで認めた。材斑はこの害虫の実質的な材質劣化被害であり、材斑が本県スギ林で発生していることは重要視すべきである。また、この害虫の加害による材の経済的価値の低下は幹全体に及ぶことが考えられる。

伐採木の剥皮調査で皮紋に対する材斑の発生割合と内樹皮の厚さには関係を認めた。すなわち、内樹皮が薄い立木で材斑の発生割合が高かった。九州でも同様な報告があり、間伐等の実施により肥大成長を促進させることによって内樹皮を厚くして間接的な防除法が検討されている。今後本県の防除を検討するために、内樹皮の厚さと材斑の発生との関係を明らかにしておく必要がある。

#### 引用文献

- (1) 讚井孝義: スギザイノタマバエ. (森林昆虫, 総論・各論. 小林富士雄・竹谷昭彦編, 567pp, 養賢堂, 東京) p194~203, 1994
- (2) 小林富士雄: スギ・ヒノキのせん孔性害虫, 全国林業普及協会, 東京, 120~139, 1986
- (3) 田戸裕之・福原伸好: スギザイノタマバエ, 山口林指セ業務報告, p32, 1998
- (4) 讚井孝義外: スギ・ヒノキ孔性害虫被害の防除技術の実用化に関する総合研究(林野庁大型プロ研究成果4, 林野庁) p91~97, 1990
- (5) 讚井孝義・吉田成章: スギザイノタマバエに関する研究(XII) 内樹皮厚の通年変動とStainの形成時期について, 日林九支研論42, 221~222, 1981
- (6) 大河内勇: スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生態と加害(Ⅲ) スギザイノタマバエの生態と防除の展望, 森林防疫37: 207~212, 1988
- (7) 吉田成章・讚井孝義: スギザイノタマバエの生態と防除の展望, 森林防疫28: 137~142, 1979

Damage from Cryptomeria Bark Midge, *Resseliella odai*,  
in the Western Part of Shimane Prefecture

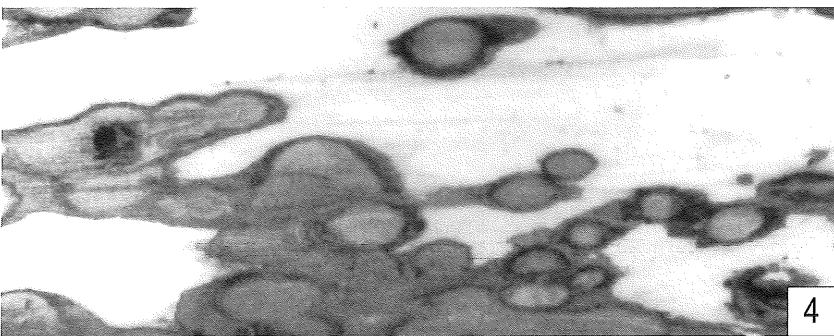
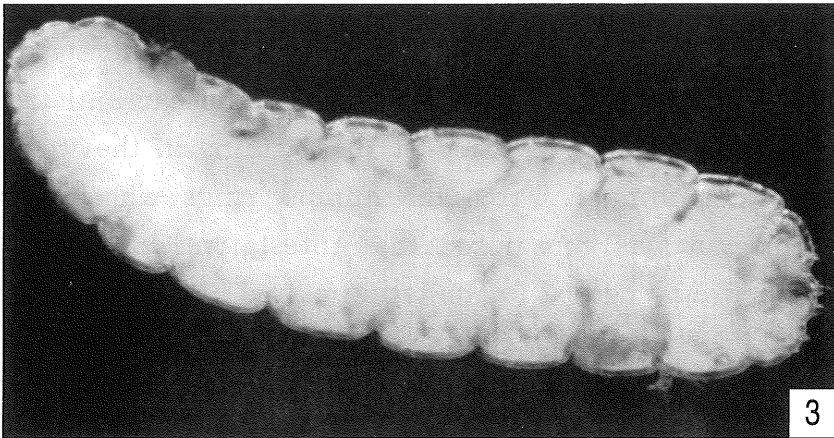
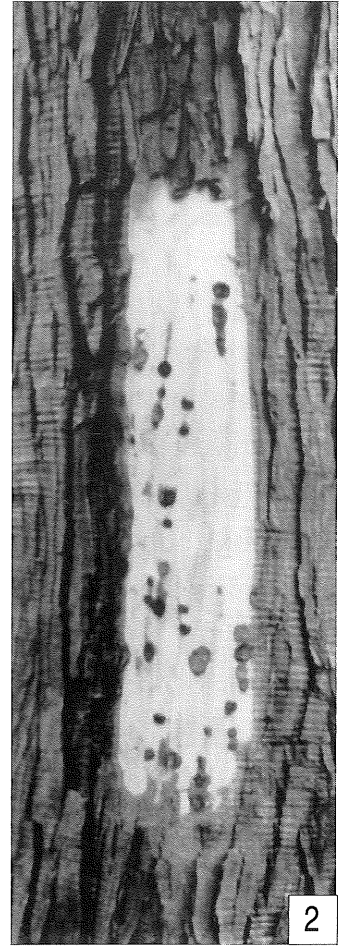
Seiji SUDO, Mikiko KAWAI and Ryuji OUGUNI

Summary

In order to clarify damage from the Cryptomeria bark midge, *Resseliella odai*, investigation was conducted in stands of Japanese cedar, *Cryptomeria japonica*, in the western part of Shimane prefecture in 1998 and 1999. The flecks in the inner bark, which were caused by the midge, were observed in eight stands in Kakinoki out of 65 stands in 13 cities, towns, and villages. Four trees attacked by the midge were felled and internal symptoms on the stems were examined in two stands.

The flecks in the inner bark were observed on all the trees. These flecks were abundantly observed on the stems from 2.0 to 6.0m above the ground. The stains in the wood, which were caused by extension of the flecks into the cambial tissues, were also observed on all the trees. Frequency of these stains in the wood increased as the inner barks were thinner. From the annual rings where the stains were observed in the wood, it was considered that infestation due to the midge was started in 1995, four years before examination.

写真-1~4



- 写真-1 : スギザイノタマバエ調査林 (柿木村)  
2 : 分布調査で剥皮部に現れた皮紋  
3 : スギザイノタマバエ幼虫 (3 齢後期)  
4 : 伐採調査木の内樹皮表面に現れた皮紋

写真-5~7

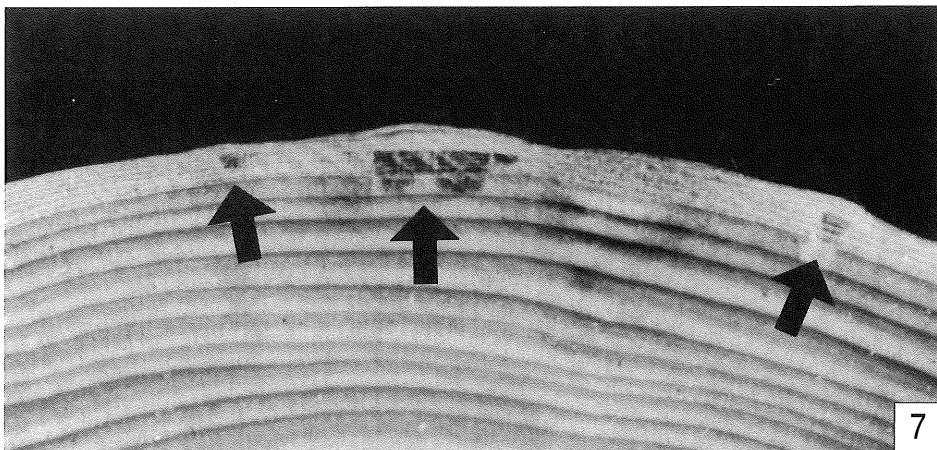
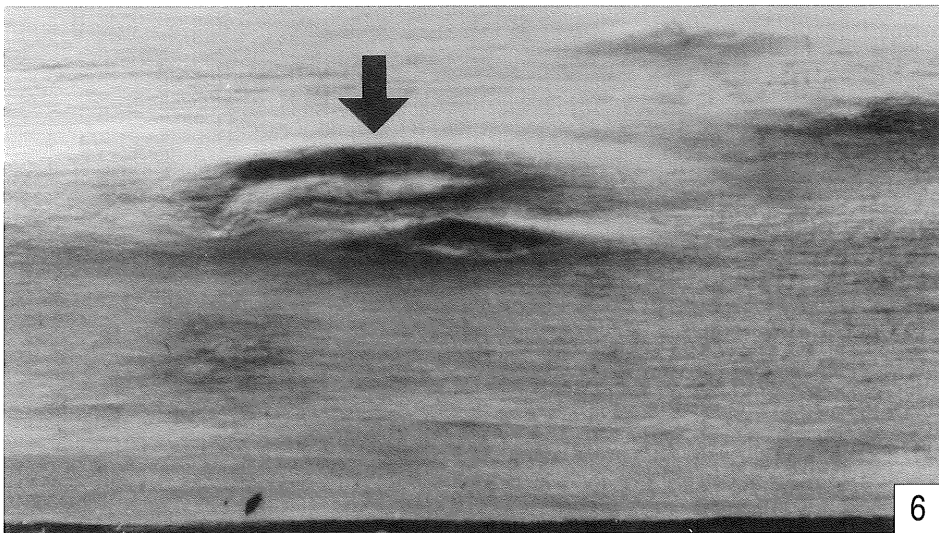
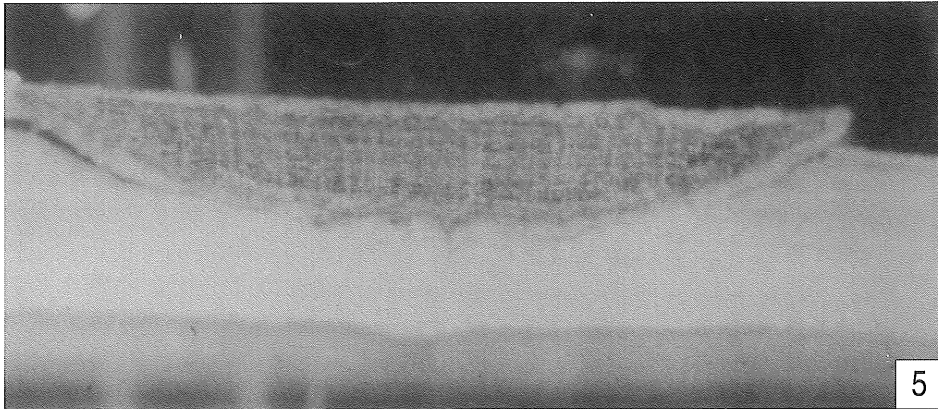


写真-5 : 皮紋の内樹皮断面

6 : 木部表面に現れた材斑 (矢印)

7 : 木口面に現れた材斑 (矢印)

## 短報 ツリーシェルターと忌避剤を用いたスギ幼齢木の ニホンジカによる摂食害回避試験

金森弘樹・錦織 誠\*・大 国 隆 二\*\*

Control of Browsing of Sika Deer on Saplings of Japanese Cedar  
with Tree-shelter and Repellents

Hiroki KANAMORI, Makoto NISIKORI, and Ryuji OGUNI

### 要 旨

1. 1997~1999年, 島根半島弥山山地においてニホンジカによるスギ幼齢木の枝葉摂食害を回避する試験を1造林地において行った。ツリーシェルター(商品名:ヘキサチューブ)で林木を覆い, また2種類の忌避剤, チウラムペースト剤とジラム水和剤を林木に施用した。
2. 林木は1年間はシェルターによって保護されたが, 翌年にはシェルターが破損したために激しく摂食された。
3. 林木は各忌避剤の施用後2~4か月間はほとんど摂食されなかったが, 1年後にはすべての林木が激しく摂食された。

### I はじめに

島根半島弥山山地(面積68.6km<sup>2</sup>)では, これまでニホンジカ(*Cervus nippon*)によるスギ, ヒノキ若齢木の角こすり剥皮害が多発して問題になってきた。近年, この被害に加えて幼齢造林木の摂食害の発生が目立ってきた(4)。そこで1997~1999年, 1造林地において最近各地で使用され始めたツリーシェルター(1)(以下「シェルター」と略記)と2種の忌避剤を使ってシカの摂食害の回避効果を検討した。

本試験の実施に当たり, 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, 供試薬剤(ジラム水和剤)と専用の散布器を提供していただいた(株)大同商事に厚くお礼を申し上げる。

### II 試験林と試験方法

試験は出雲市日下町のスギ1年生造林地(0.24ha)において行った。この造林地は1996年11月に植栽されたスギ幼齢木のすべてが翌年2月までにシカによって激しく被害されて植え直されたものである。

1997年3月, 植栽直後のスギ幼齢木のうち500本にシェルター(商品名(株)ハイトカルチャー製ヘキサチューブ)を設置した(写真-1, 3)。固定杭は付近の竹を切って2本ずつ添え立てた。また, 90本にチウラムペースト剤(商品名ヤシマレント)を梢端・枝先を中心に塗布し, 70本にジラム水和剤(商品名コニファー水和剤)の3倍液を専用の散布器で散布した(写真-2, 5)。林木1本当たりの施用量はチウラムペースト剤1.2g, ジラム水和剤40mlであった。

1997年5月, 7月, 12月, 1998年5月, 12月, 1999年3月の6回, 各林木については被害発生の有無と被害程度を, シェルターについては劣化・破損の程度を記録した。また, 1997年3月と12月, 1998年12月には各林木について樹高と地際直径を計測した。

被害程度はつぎのように区分した。

微害:	枝(主軸を含む)の5本以下を食害
中害:	” 6~10本 ”
激害:	” 11本以下 ”

また, ツリーシェルターの劣化・破損の程度はつぎの

\*出雲農林振興センター(現島根県林業管理課) \*\*島根県林業管理課

ように区分した。

- 小：長さの1/4以下が破損
- 中： " 1/4～1/2 "
- 大： " 1/2以上 "

### Ⅲ 試験結果と考察

#### 1. ツリーシェルター

ツリーシェルター設置木は、1997年12月まではシカによる摂食害はまったく発生しなかった。しかし、1998年5月には5%の林木が摂食害を受けた。その後、1998年12月には50%が、また1999年3月には65%が摂食害を受けた(表-1)。このとき被害木の85%が激害であった(図-1)。これはシェルターが風によって倒伏して外れたり、劣化・破損して林木が露出したためである。なお、1998年12月までにシェルター内の林木のうち、そだの下にある日当たりの悪いもの5%が枯死した。

シェルターの劣化・破損は太陽光中の紫外線に起因するといわれている。1997年12月には手で触れると壊れる小さな劣化を少数に認めた。設置1年後の1998年5月に

は15%、12月には60%のシェルターに劣化・破損を認めた。そして、設置2年後の1999年3月には70%のものに劣化・破損を認め、その80%が全長の1/2以上が破損した大きな劣化・破損であった(図-2、写真-4)。なお、周囲の上層木によって日当たりの悪い斜面下部のシェルターには劣化・破損をほとんど認めなかった(写真-9)。

シェルターの劣化・破損の程度別に摂食害の発生状況を見ると、1/4以下が破損した小では80%が、1/4～1/2が破損した中では半数が無被害であったのに比べて、倒伏したものはすべての林木に、1/2以上が劣化した大でもほとんどの林木に激害が発生した(写真-6、7、8)。なお、劣化・破損を認めなかったシェルターにも、シェルター上部から出た梢端や枝先を摂食されて微害が発生した林木を少数認めた(図-3)。

シェルター内の林木の樹高成長は、設置から9か月後の1997年12月には忌避剤区の1.5倍に、また1998年12月には2.5倍に成長して、中村・網倉(6)がスギ、ヒノキで報告したのと同様に成長促進効果を認めた(表-2)。

表-1 ツリーシェルターと2種類の忌避剤による摂食害発生率の推移

処理方法	供試本数	1997年			1998年		1999年
		5月	7月	12月	5月	12月	3月
ツリーシェルター	497	0%	0	0	5	48	63
チウラムペースト剤	86	6(1)*	13(4)	86(47)	100	100	100
ジラム水和剤	66	27(9)	71(32)	92(65)	100	100	100

\*うち薬剤付着部の摂食害率(%)。

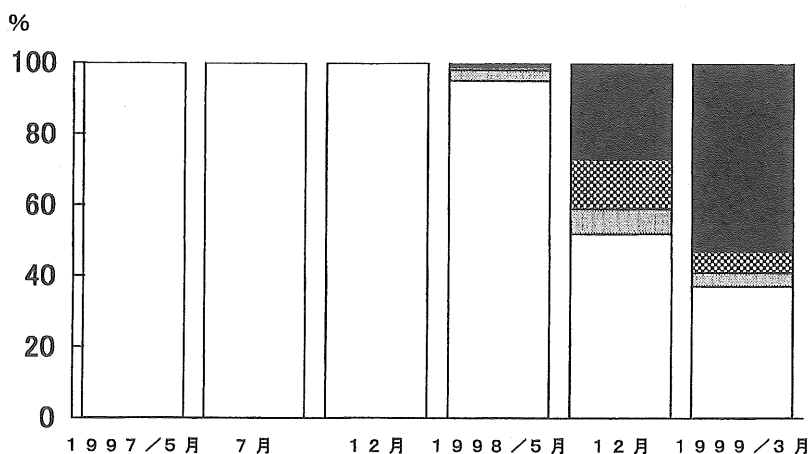


図-1 ツリーシェルター被覆による摂食害の程度別割合の推移

□ 無   ■ 微害   ▨ 中害   ■ 激害

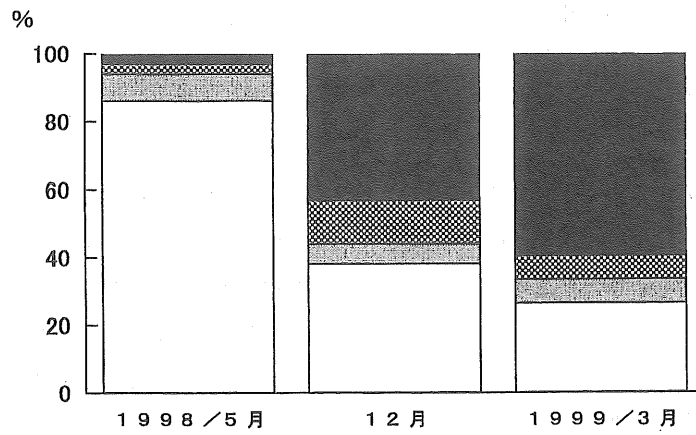


図-2 ツリーシェルターの劣化・破損程度の推移

□ 無 ■ 小 ▨ 中 ■ 大

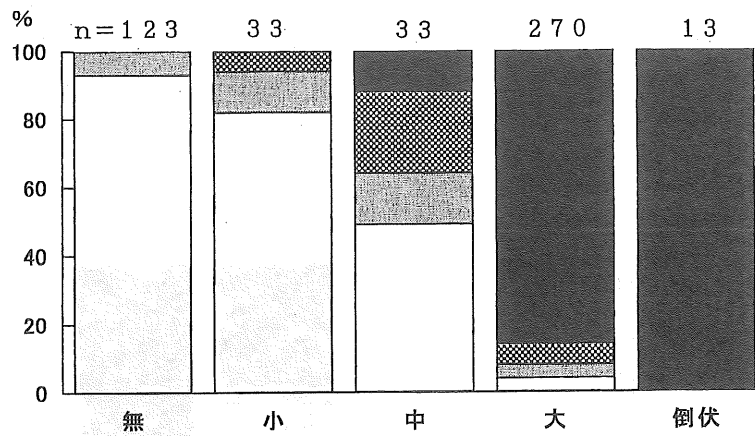


図-3 ツリーシェルターの劣化・破損程度別の摂食害の程度

□ 無 ■ 微害 ▨ 中害 ■ 激害

表-2 林木の樹高と地際直径

計測年月	ツリーシェルター		チウラムペースト剤		ジラム水和剤	
	樹高	地際直径	樹高	地際直径	樹高	地際直径
1997年 3月	20~51cm*(37)**	-***	30~52(42)	5~8(7)	27~52(41)	6~11(7)
12月	20~144(73)	6mm~12(8)	19~63(46)	6~11(8)	33~60(46)	6~12(9)
1998年12月	20~194(110)	5~18(11)	16~70(44)	6~12(9)	29~91(49)	6~13(10)

\*範囲。 \*\*平均。 \*\*\*無計測。



なお、日当たりが悪くシェルターの劣化・破損を認めなかった斜面下部の林木はほとんど成長しなかった。一方、林木の直径成長は忌避剤区とほとんど差を認めなかった(表-2)。

以上の調査結果から、このシェルターは劣化・破損の進行が早く、ほとんどのスギは主軸梢端部へのシカの摂食を回避できる樹高である150cm(8)に達することができなかった。中村・網倉(6)は同じツリーシェルターを兵庫県内の造林地で試験を実施しているが、3年間の試験期間中のシェルターの劣化・破損についてはまったく報告しておらず、シカの摂食害に対する高い回避効果を認めている。本試験結果との違いや原因は不明である。なお、このツリーシェルターは現在、紫外線劣化防止剤の量を増やした製品に改良されて販売されている。今後、この改良された製品についての劣化・破損の進行具合についての調査を実施する必要がある。

## 2. 忌避剤

チウラムペースト剤の塗布木は、薬剤塗布から2か月

後の1997年5月には5%, 7月には15%, 12月には90%が、また薬剤塗布からほぼ1年後の1998年5月にはすべてが摂食害を受けた。7月までは薬剤の付着していない新たに伸長した枝先を摂食したが、12月には半数の林木が薬剤付着部も摂食された(表-1)。摂食害の程度は、1997年7月には微害が発生したに過ぎなかったが、12月には70%の林木に、翌年の5月にはほとんどの林木に激害または中害が発生した(図-4)。このことから、3~4か月程度は被害回避効果があったと考える。

忌避剤区の樹高成長は、両薬剤区とも主軸梢端部を激しく摂食されたことからほとんど成長しなかった。一方、直径成長はツリーシェルター区とほぼ同様の成長を認めた(表-2)。

なお、葉害によると思われる枯死が15%の林木に発生し、他にも部分枯れを認めたものがあった。松本ら(5)と鳥居(9)はヒノキ幼齢木で12~5月の冬期間に同様の試験を実施し、5か月間の摂食害回避効果を認めた。なお、葉害の発生は認めていない。本試験で葉害を認め

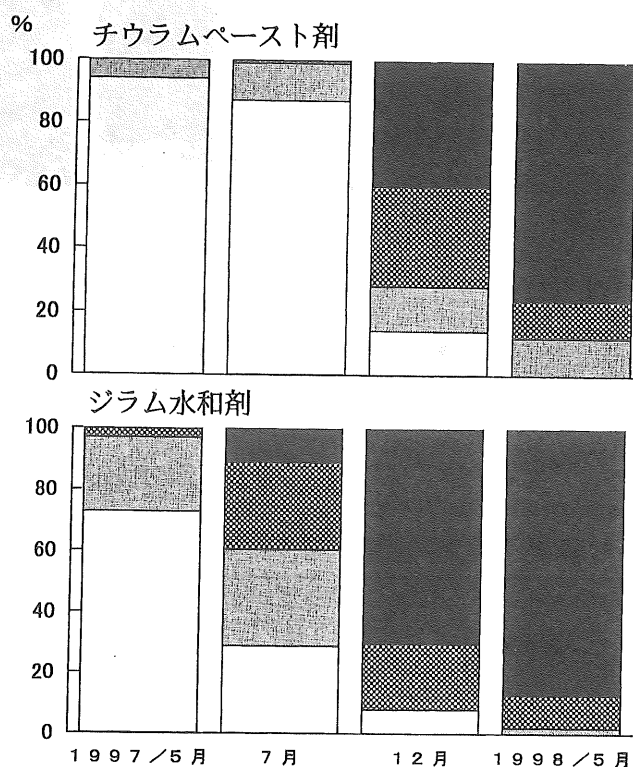


図-4 チウラムペースト剤とジラム水和剤による摂食害の程度別割合の推移

□ 無 ■ 微害 ■ 中害 ■ 激害

た原因は不明である。

ジラム水和剤の散布木は、薬剤散布から2か月後の1997年5月には30%が、7月には70%が、12月には90%が、また薬剤塗布からほぼ1年後の1998年5月にはチュラムペースト剤と同様にすべてが摂食害を受けた。5月までは薬剤の付着していない新たに伸長した枝先をおもに摂食したが、7月には被害木の半数が薬剤付着部も摂食された(表-1, 写真-10)。摂食害の程度別にみると、1997年5月には微害が発生したに過ぎなかったが、7月には40%の林木に、また12月にはほとんどの林木に激害または中害が発生した(図-4)。このことから、2か月程度は被害回避効果があったと考える。

なお、薬害によると思われる枯死が10%の林木に認められた。藤下(2)、矢野ら(10)および池田(3)はヒノキ幼齢林で12~4月の冬期間に同様の試験を実施し、1~5か月間の摂食害回避効果を認めている。しかし、薬害の発生は矢野ら(10)は10%の林木に認められたが、藤下(2)と池田(3)は認めていない。また、長崎(7)は11月に散布し、9か月後には30%以上が薬害によって枯死したと報告している。本試験で薬害を認めた原因は不明である。

本試験開始前には、本山地でのシカによる幼齢造林木の枝葉摂食害は冬期間にのみ発生すると予想し、冬期1回の忌避剤の施用で被害を回避できると考えた。しかし、本試験によってほぼ年間を通してシカによる摂食害が発生し、冬期だけの施用では被害を回避できないことが分かった。したがって、忌避剤の施用回数を増やして摂食害を回避すべきであるが、いずれの薬剤の施用木にも10~15%の薬害が生じた原因を明らかにする必要がある。

## 引用文献

- (1) 赤井龍男：シカの食害を防ぎ成長を速めるチューブ法. 現代林業6：48~49, 1996
- (2) 藤下章男：ニホンジカ忌避剤試験. 平成7年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集(その1)：78~80, 1995
- (3) 池田浩一：ニホンジカ忌避剤試験. 平成7年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集(その1)：93~96, 1995
- (4) 金森弘樹・周藤成次・扇大輔・大國隆二：島根半島弥山山地におけるニホンジカに関する調査(V)―生息数, 年齢構成および被害の推移―. 38pp, 1999
- (5) 松本勇・津布久隆・加藤俊夫：ニホンジカ忌避剤試験. 平成4年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集(その1)：162~169, 1994
- (6) 中村誠幹・網倉和弘：チューブ法によるシカの食害防止について―シカと林業の共存を目指して―. 森林応用研究7：75~78, 1998
- (7) 長崎泰則：PETボトルを利用したシカの食害対策. 森林応用研究7：181~182, 1998
- (8) 林野庁：平成2~5年度林業試験研究報告書. 287~340, 1995
- (9) 鳥居春己：ニホンジカ忌避剤試験. 平成4年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集(その1)：170~171, 1994
- (10) 矢野幸宏・高橋安則・根本久：ニホンジカ忌避剤試験. 平成7年度病虫害等防除薬剤試験成績報告集(その1)：81~86, 1995

Control of Browsing of Sika Deer on Saplings of Japanese Cedar  
with Tree-shelter and Repellents

Hiroki KANAMORI, Makoto NISIKORI, and Ryuji OGUNI

Summary

1. From 1997 to 1999, an experiment was conducted to control browsing of Sika deer, *Cervus nippon*, on saplings of Japanese cedar, *Cryptomeria japonica*, in a stand in the Misen Mountains, Shimane Prefecture. Tree-shelters (Hexatube<sup>®</sup>) covered each of the saplings, and two repellents, Thiram and Ziram, were applied to them.
2. Saplings were protected from browsing during a year after covering with the shelters. Next year, however, saplings were heavily browsed, because the shelters were broken down.
3. Although saplings were hardly browsed during two or four months after applying these repellents, all the saplings were heavily browsed a year after.

写真-1～5

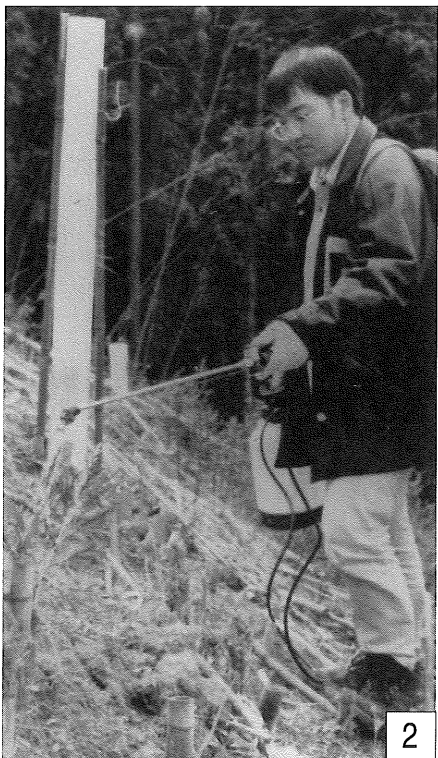
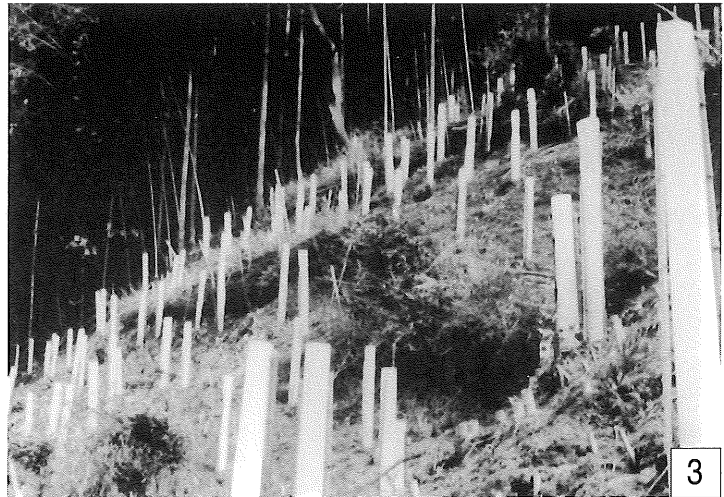
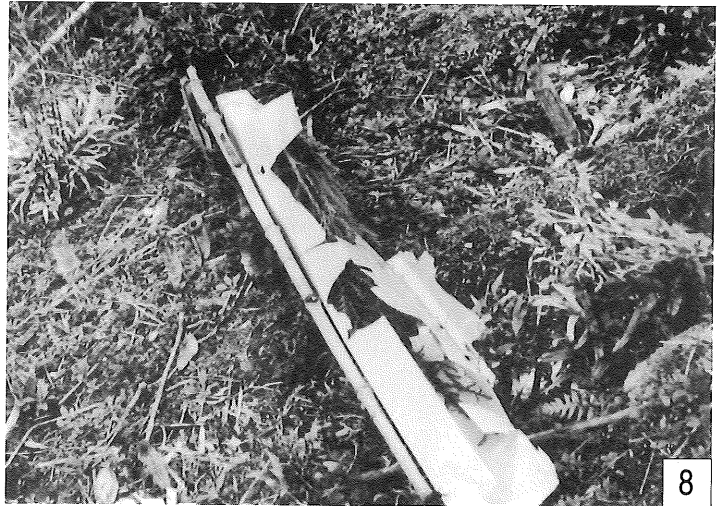
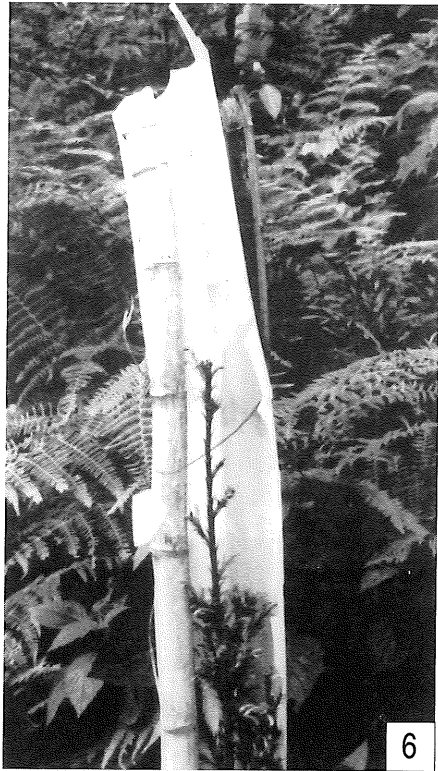


写真-1 : ツリーシェルターの設置

- 2 : ジラム水和剤のスギ林木への散布
- 3 : 設置直後のツリーシェルターの試験林
- 4 : 設置1年9か月後のツリーシェルターの試験林
- 5 : チウラムペースト剤のスギ枝先への塗布

写真－6～10



写真－6：ツリーシェルターが破損して激しく摂食されたスギ（1999年3月）

7：主軸を摂食されて折れたスギ（同，矢印は折れた主軸）

8：風によって倒伏したツリーシェルターとスギ（1998年5月）

9：日当たりが悪い場所の劣化していないツリーシェルター（1999年10月）

10：枝先を摂食されたジラム水和剤散布木（1997年7月，矢印は摂食痕）

## 資料 島根県産ヒノキ材の材質特性と強度性能

池 瀧 隆・錦 織 勇

### 要 旨

1. 県下4地域の木材市場から柱適寸材として入手したヒノキ材について、丸太160本及びその丸太から製材した正角材の材質と強度を調査した。
2. 丸太及び正角材とも、年輪幅、節径等の材質に大きなバラツキがあったものの産地間での違いは小さかった。
3. 丸太及びそれから製材した正角材の動的ヤング係数の間に比較的高い相関が認められたことから、丸太の動的ヤング係数を求めることにより、正角材の強度等級区分は可能であることがわかった。
4. ヒノキ正角材の曲げヤング係数は、平均値が105.7tonf/cm<sup>2</sup>で、その範囲は60.6~151.3tonf/cm<sup>2</sup>であり、木質構造設計規準に示されている上級構造材の100tonf/cm<sup>2</sup>を上回った材が66%も存在した。
5. ヒノキ正角材の曲げ破壊係数は目視等級ごとのバラツキは大きいものの、等級が上位な材ほど強度は高く、1級材で580kgf/cm<sup>2</sup>、等級が下がるにつれて510、473kgf/cm<sup>2</sup>と低下した。

### I はじめに

島根県の民有林面積は488,000haで、そのうち人工林面積は平成10年度末現在で185,000ha(37.9%)である。そのうちヒノキの人工林・天然林合計の面積は約5,020haで、その蓄積量は約610万m<sup>3</sup>で他の針葉樹材と比較するとその量は少ないが、建築用構造材として利用される量は今後増大すると思われる。そのためには、品質・強度性能が保証(I)されたヒノキ材を供給することが重要である。

そこで、1994~97年に県下4地域(川本、益田、木次、松江)の木材市場から入手したヒノキ丸太を建築用構造材として強度的な面から位置づけるために地域別、等級別に検討するとともに正角材に製材後、実大材で曲げ強度試験を行い、その強度性能を把握した。また、製材品の等級区分のためのヤング係数の推定法として縦振動法を導入することは、測定の簡便さ、迅速化、再現性等の理由から最適であるとした報告(2)(3)があり、その評価法を丸太に適用し、丸太の段階から製材品に至るまでの縦振動法による動的ヤング係数と実大曲げ強度試験により得た曲げヤング係数及び曲げ破壊係数との関係についてもあわせて検討したので報告する。

### II 試験方法

#### 1. 供試丸太の外観特性

供試丸太は末口径16~20cm、長さが3mの材で合計160本を使用した。その丸太の曲り、年輪幅、節、心材率、細り率等を調査し、素材の日本農林規格(JAS)に準拠して、節と曲りによる品等区分を行った。また、調査後の丸太は12×12×300cmの正角材に挽材した。

#### 2. 丸太の動的ヤング係数

丸太の木口面の一方をハンマーで打撃し、試験体を縦振動させ、発生した音波を他方の木口面からマイクロホンで取り込みFFTアナライザーでその材の基本振動周波数を解析し、材の密度、長さから動的ヤング係数(Efr)を算出した(4)。

算出式は  $Efr = (2 \times L \times f)^2 \times \sigma / g$  である。

ただし Efr : 動的ヤング係数(g/cm<sup>2</sup>)

f : 基本振動周波数(Hz)

g : 重力加速度(cm/sec<sup>2</sup>)

L : 材長(cm)

$\sigma$  : 容積重(g/cm<sup>3</sup>)

#### 3. 生材時における正角材の外観特性

正角材に挽き材後、その材の年輪幅、節径、繊維傾斜

等の材質を調査し、新JAS(5)に準拠して節、丸身による品等区分を行った。

#### 4. 生材時における正角材の曲げヤング係数と動的ヤング係数

生材時における曲げヤング係数(MOE)の測定は、3等分点4点荷重方式の重錘法で行い(図-1)、曲げヤング係数は所定の計算式(6)により求めた。また、動的ヤング係数(Efr)は前述の方法により求めた。

#### 5. 気乾時の正角材の外観特性とヤング係数

天然乾燥で気乾状態に達した正角材は含水率、割れ、繊維傾斜、曲り等を測定した後、人工乾燥により含水率を約15%に調整した。乾燥終了後、正角材の気乾時のEfr, MOEの測定を行い、生材時のヤング係数と比較した。

#### 6. 実大正角材の曲げ強度試験

正角材は含水率を調整後、3等分点4点荷重方式で曲げ破壊試験を行った。曲げヤング係数、曲げ破壊係数等は所定の計算式(6)により求めた。試験機は円井製作所製の木材強度試験機を使用し、全スパンは270cm、ヨークスパンは50cmとした。

#### 7. 無欠点小試験体の曲げ解析試験

実大曲げ強度試験を行った正角材の非破壊部分から無欠点小試験体(25×25×400mm)を採取し、日本工業規格(JIS)に準拠した静的曲げ試験(スパン35cm)を行った。

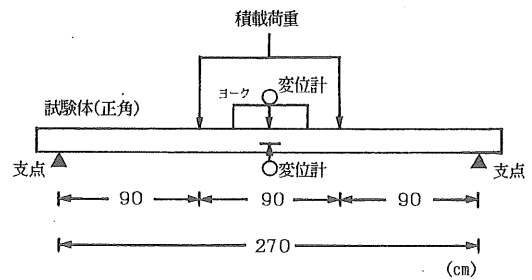


図-1 実大材の曲げ試験方法

### III 結果と考察

#### 1) 丸太の外観特性

総数で見ると、平均年輪幅は3.3mm、曲りは6.8%、心材率は50.7%でそれぞれの値ともバラツキは大きかった。市場別に見ると、平均年輪幅は、木次産が最も小さく、次いで益田、川本、松江産の順に大きかった。また、川本産は、曲りが大きく、心材率は小さかった(表-1)。

#### 2) 丸太の品等区分

総数で見ると節、曲りによる総合等級区分では2等材が約88%を占め、1等材は約12%と少なかった。また、市場別に見ると3市場(川本、益田、木次)産材は、1等と2等材との比率が総数の比率と同程度であったが、松江産の1等材は5%と非常に少なかった(表-2)。

表-1 丸太の外観特性

市場	平均年輪幅(mm)	曲り(%)	心材率(%)	細り率(%)	偏心率(%)
川本	3.4	8.3	47.8	0.95	2.6
益田	3.1	6.9	52.8	1.02	3.4
木次	3.0	6.8	51.6	0.91	3.0
松江	3.5	5.1	50.8	1.23	3.6

数値は1市場あたり40本の平均値

表-2 丸太の品等区分

市場(供試数)		1等	2等
川本	本数	5	35
	(40) 出現率(%)	12.5	87.5
益田	本数	5	35
	(40) 出現率(%)	12.5	87.5
木次	本数	7	33
	(40) 出現率(%)	17.5	82.5
松江	本数	2	38
	(40) 出現率(%)	5.0	95.0
総数	本数	19	141
	(160) 出現率(%)	11.9	88.1

### 3) 製材品の外観特性

表-3に示すように、総数で見ると含水率は通常気乾状態と考えられている15±2%にほぼ調整されていたが若干高いものも認められた。平均年輪幅はJAS1級の基準値6mm以下を3本を除くほとんどの材が満足していた。また、丸太の平均年輪幅に比べて平均値で0.5mm大きかった。これは年輪幅が狭い辺材部分が製材により除去されたためと考える。繊維傾斜については、JASの基準では1級は1m間の繊維走向傾斜の高さが83mm以下(1:12以下)、2級は125mm以下、3級は167mm以下であり、すべて1級に等級区分された。

節径比、集中節径比については等級格付けの重要因子

となっているが、特に強度に大きく影響すると思われる材縁部の節径比は中央1/3区間、全区間それぞれの平均値は約17%, 22%であり、JASの目視等級区分の甲Ⅱ種で等級格付すると2級材となるが、それらのバラツキは大きかった。中央部と材縁部の節径比には大きな差はなかった。また、集中節径比については材縁部より中央部がほとんどの材で大きかった。

市場別に比較すると、比重は市場間による差が0.04しか認められず、平均年輪幅も同程度であった。節径比は最大節径比、集中節径比とも4市場間での差はほとんどなかった。

表-3 製材品の外観特性

市場 (供試数)		含水率 (%)	比重	平均 年輪幅 (mm)	繊維 傾斜 (mm/m)	最大節径比(%)				集中節径比(%)			
						中央1/3区間		全 区 間		中央1/3区間		全 区 間	
						材縁部	中央部	材縁部	中央部	材縁部	中央部	材縁部	中央部
川 本 (40)	平均値	14.8	0.48	3.9	11	17.9	19.2	22.9	22.4	20.5	32.2	28.6	41.1
	標準偏差	1.0	0.03	1.1	6.1	9.2	6.9	7.8	5.4	12.8	13.6	12.9	13.4
	変動係数(%)	6.6	6.88	27.7	56.6	51.0	35.8	34.0	24.2	62.3	42.4	45.1	32.7
益 田 (40)	平均値	17.2	0.50	3.7	11	15.7	17.3	20.3	20.9	18.8	29.6	26.3	38.0
	標準偏差	0.9	0.03	0.8	5.8	8.0	8.7	7.3	6.9	10.8	15.3	11.6	15.7
	変動係数(%)	5.5	6.07	22.5	54.8	51.0	50.1	36.0	32.9	57.2	51.7	44.2	41.3
木 次 (40)	平均値	16.9	0.52	3.6	18	15.6	18.7	21.6	22.3	17.0	29.3	27.2	39.5
	標準偏差	0.9	0.03	0.8	13.9	8.0	4.5	6.2	6.3	10.2	10.0	10.0	11.0
	変動係数(%)	5.4	5.00	21.9	76.7	51.1	23.9	28.9	28.1	60.1	33.9	36.7	27.8
松 江 (40)	平均値	15.6	0.51	4.1	11	16.7	16.0	22.4	21.5	17.0	26.9	27.3	38.5
	標準偏差	0.8	0.03	0.7	7.4	10.9	8.8	7.9	6.6	12.4	17.2	12.9	14.5
	変動係数(%)	4.8	6.09	18.0	67.9	65.6	55.2	35.2	30.9	72.9	63.9	47.1	37.8
総 数 (160)	平均値	16.1	0.50	3.8	12.6	16.5	17.8	21.8	21.8	18.3	29.5	27.3	39.3
	標準偏差	1.3	0.03	0.9	9.5	9.2	7.5	7.4	6.4	11.7	14.4	11.9	13.8
	変動係数(%)	8.2	6.53	23.4	75.4	55.5	42.3	33.9	29.2	63.7	48.8	43.6	35.2
	最大値	20.0	0.62	6.4	63	36.7	50.8	36.7	50.8	50.8	74.2	60.8	74.2
	最小値	13.0	0.40	1.8	0	0	0	0	5.8	0	0	0	7.5

### 4) 丸太と正角材の動的ヤング係数の関係

ヒノキ丸太160本の動的ヤング係数(Efr)の平均値は96.9tonf/cm<sup>2</sup>で、それから製材された正角材のEfrは99.1tonf/cm<sup>2</sup>で、その間には比較的高い相関係数r=0.83が得られた。また、一般に丸太を製材して得られた正角材は比較的高いヤング係数の高い辺材部が製材により取り除かれるため、ヤング係数は減少すると思われたが、正角適寸丸太の製材のため製材後のヤング係数の減少はなかった。このことから、丸太の段階で構造用建築材料としての正角材の強度性能をある程度推定できる。つまり、伐採現場、木材市場等で丸太の動的ヤング係数を求めることによる等級区分は可能と考えられ、しかも丸太のEfrは採材される正角材のヤング係数を指示する高

精度な材質指標として有効と考える(図-2)。

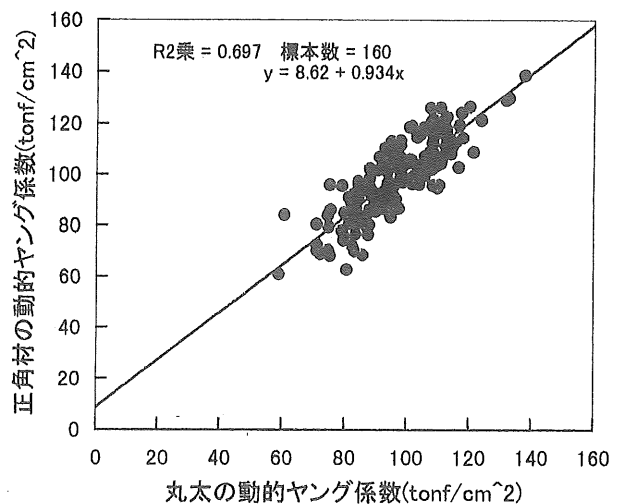


図-2 丸太と正角材の動的ヤング係数の関係



5) 製材品の品等区分

正角材総数を節、丸身、年輪幅等で品等区分した結果、1級材の出現率が14%と低く、2級、3級材の出現率があわせて約81%と高かった。また、節径が大きい等級外の製材品の出現も9本認められた。市場間で比較すると、1～3級材の出現率に川本産が若干下位等級にシフトしていたが大きな差はなかった。ただ、松江産は級外品が10%と最も多かった(表-4)。

6) 生材の曲げヤング係数

総数で見ると、正角材の生材時における曲げヤング係数(MOE)は約91tonf/cm<sup>2</sup>で、また、市場間で比較すると木次産材が最も高く、益田産材と川本産材は同等で、松江産が最も低かった(表-5)。また、正角材を等級で比較すると、1級材が14%、2級材が46%で等級間の

出現率に差はあるが、MOEは等級による差はほとんどなかった(表-6)。

7) 乾燥による曲げヤング係数の変化

生材時と破壊試験時のMOEの平均値はそれぞれ91.0tonf/cm<sup>2</sup>、104.0tonf/cm<sup>2</sup>であり、生材時に対する破壊試験時のMOEの比は1.143であり、乾燥により明らかにMOEの増加が図られた。このことは、著者(7)がアカマツについて報告しており、ヒノキ正角材もそれらと同様な傾向を示していることがわかる。仮にFSP28%として含水率1%あたりの変化に対するMOEの変化を算出してみると1.1%となり、従来無欠点小試験体による結果の2.0%より低いものの、含水率が曲げ強さに影響を与える因子であることは実大材でも確認できた。

表-4 製材品の品等区分

市場(供試数)		1 級	2 級	3 級	級 外
川 本 (40)	本 数	4	16	17	3
	出現率(%)	10.0	40.0	42.5	7.5
益 田 (40)	本 数	7	20	11	2
	出現率(%)	17.5	50.0	27.5	5.0
木 次 (40)	本 数	5	20	15	0
	出現率(%)	12.5	50.0	37.5	0.0
松 江 (40)	本 数	6	17	13	4
	出現率(%)	15.0	42.5	32.5	10.0
総 数 (160)	本 数	22	73	56	9
	出現率(%)	13.8	45.6	35.0	5.6

表-5 正角材(生材時)の曲げヤング係数

	川本	益田	木次	松江	総数
本 数	40	40	40	40	160
平 均 値	90.3	90.8	94.0	88.9	91.0
標 準 偏 差	12.6	12.9	10.0	11.7	12.0
変動係数(%)	14.0	14.2	10.6	13.2	13.2

表-6 生材の等級別曲げヤング係数

	1 級	2 級	3 級	級 外
本 数	22	73	56	9
出 現 率 (%)	13.8	45.6	35.0	5.6
平 均 値	91.4	91.3	90.2	92.9
標 準 偏 差	14.3	11.0	12.5	9.9
変動係数(%)	15.7	12.1	13.9	10.7

8) 気乾時における動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係

縦振動法による動的ヤング係数 (E f r) と重錘法による曲げヤング係数 (MOE) の間に相関係数  $r=0.91$  が得られ、E f rを知ることでMOEが推定できると思われ、E f r測定の有効性が示された。両方法ともヤング係数を求める非破壊法ではあるが、操作が簡便、迅速化が可能な縦振動法のデータの蓄積が今後必要と考える (図-3)。

9) 実大材の曲げ破壊試験

表-7に示すように、総数で見ると、曲げヤング係数の平均値は全区間で  $105.7 \text{ tonf/cm}^2$ 、範囲は  $60.6 \sim 151.3 \text{ tonf/cm}^2$  であり、曲げ破壊係数の平均値は  $502 \text{ kgf/cm}^2$ 、範囲は  $192 \sim 865 \text{ kgf/cm}^2$  であった。この結果は、錦織ら

(8) と大森ら (9) の結果とはほぼ同程度であった。また、曲げ比例限度の平均値は、曲げ破壊係数の約68%であり、実大材でも従来から言われている曲げ破壊係数の  $2/3$  の値であった。

また、曲げ破壊係数はJASの甲IIの目視等級区分による差がはっきりと認められ、1級材はその平均値が  $580 \text{ kgf/cm}^2$  でかなり高く、等級が下がるにつれて  $510, 473 \text{ kgf/cm}^2$  と順次低下した。曲げヤング係数は、等級による差はわずかであった。日本建築学会木質構造設計規準 (10) に示されているヒノキ普通構造材のヤング係数  $90 \text{ tonf/cm}^2$  未満の材は16.8%であり、上級構造材の曲げヤング係数  $100 \text{ tonf/cm}^2$  以上の材は66.3%であり、良質な構造材であることが分かった (図-4)。

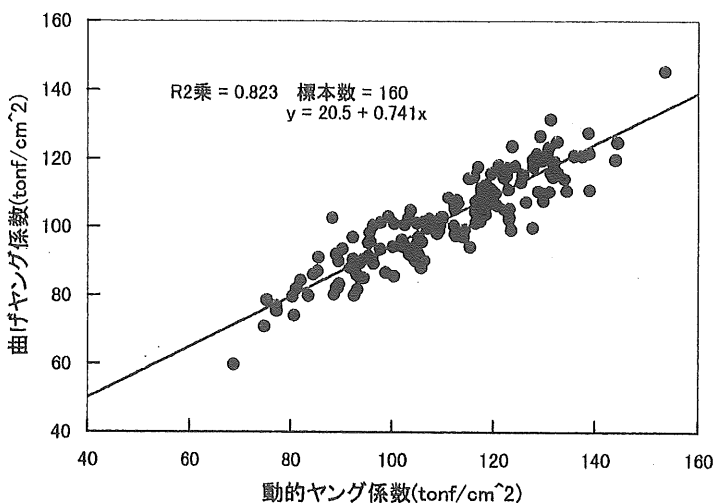


図-3 正角材の動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係(気乾時)

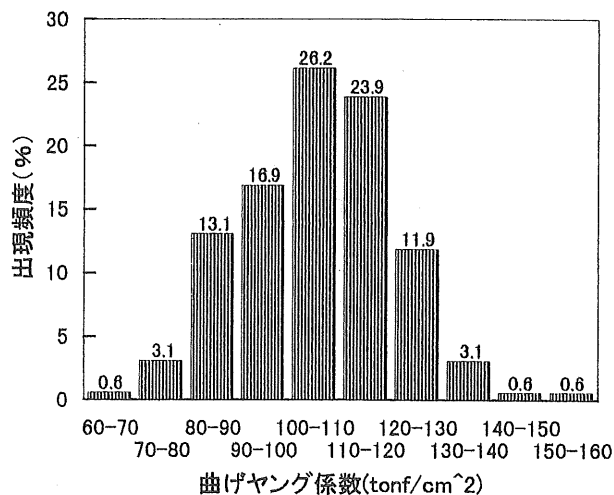


図-4 曲げヤング係数の出現頻度

表-7 等級別と総数の実大曲げ破壊試験結果

等級 (供試数)		比 重	曲げヤング係数		曲げ比例限度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げ破壊係数 (kgf/cm <sup>2</sup> )
			中央1/3区間 (tonf/cm <sup>2</sup> )	全 区 間 (tonf/cm <sup>2</sup> )		
1 級 (22)	平 均 値	0.49	126.7	110.2	362	580
	標 準 偏 差	0.03	23.3	20.6	59.5	120.5
	変 動 係 数 (%)	6.75	18.4	18.7	16.4	20.8
2 級 (73)	平 均 値	0.50	123.0	105.3	344	510
	標 準 偏 差	0.03	19.4	13.0	58.2	80.9
	変 動 係 数 (%)	5.47	15.7	12.3	16.9	15.9
3 級 (56)	平 均 値	0.50	117.6	104.2	335	473
	標 準 偏 差	0.03	19.3	15.6	58.3	84.3
	変 動 係 数 (%)	5.87	16.4	15.0	17.4	17.8
級 外 (9)	平 均 値	0.52	120.7	106.5	326	431
	標 準 偏 差	0.05	12.5	12.7	74.4	105.6
	変 動 係 数 (%)	10.51	10.4	11.9	22.8	24.5
総 数 (160)	平 均 値	0.50	121.5	105.7	342	502
	標 準 偏 差	0.03	19.9	15.3	60.2	97.7
	変 動 係 数 (%)	6.32	16.4	14.4	17.6	19.5
	最 大 値	0.62	176.5	151.3	515	865
	最 小 値	0.40	74.8	60.6	172	192

(注) 曲げヤング係数 (スパン-梁せい比21, 等分布荷重条件における全スパンたわみからの値に換算), 曲げ破壊係数および比重を含水率15%時の値に換算した。

建築基準法施行令第95条に規定されている材料強度値 270kgf/cm<sup>2</sup>を下回っていた材は僅か2本で (図-5), また, 平均値を度数分布の統計的下限5%信頼限界 (11) (以下「下限値」) [平均値-1.645×標準偏差] で計算すると341kgf/cm<sup>2</sup>であり, この値をかなり上回り, 等級別の曲げ破壊係数を下限値と比較しても, 全ての等級材が下限値を上回っていた (表-7)。表-8に示すように, 曲げヤング係数は生材時の曲げヤング係数の場合と違い, 木次産材が高く, 次いで益田, 松江, 川本産材であった。曲げ破壊係数も曲げヤング係数の場合と同様で木次, 益田, 松江産材が高く, 川本産材は低かった。従来より木材の曲げ破壊係数を決定づける因子としては, 比重, 年輪幅, 繊維傾斜, 節径比 (最大と集中),

曲げヤング係数等であると言われており, 特に, 曲げヤング係数との相関は高いと言われている。今回測定した4市場のヒノキ材とも曲げヤング係数が高ければ曲げ破壊係数も高くなることが確認できた (図-6)。つまり, 非破壊的にヤング係数を実測して破壊係数を推定できる可能性が明らかになった。また, 年輪幅と曲げ破壊係数の関係では, ヒノキ等の針葉樹では晩材幅が比較的一定のため, 年輪幅が広くなると曲げ破壊係数が低下する傾向があると言われているが, 今回の結果からもその傾向が認められ, 年輪幅が大きくなるほど曲げ破壊係数は低下した。また, 節径比と曲げ破壊係数の関係では, 材縁部の節径比が大きくなるほど曲げ破壊係数は低下する傾向にあった。

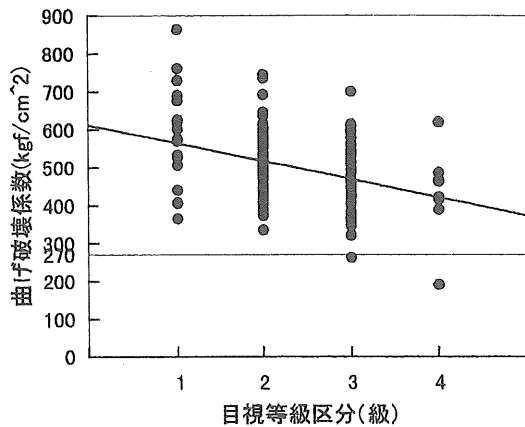


図-5 目視等級区分と曲げ破壊係数の関係

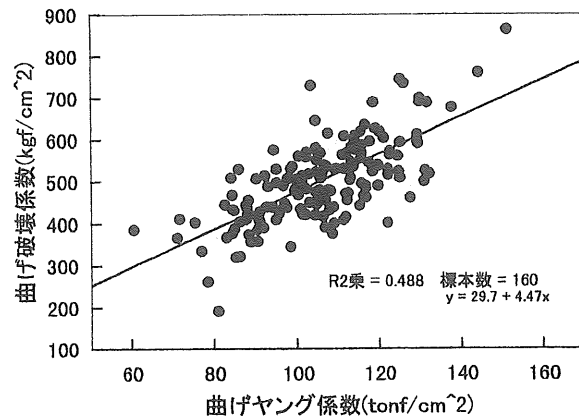


図-6 曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係

表-8 市場別実大曲げ破壊試験結果

市場 (供試数)		曲げヤング係数*		曲げ比例限度 (kgf/cm²)	曲げ破壊係数* (kgf/cm²)
		中央1/3区間(tonf/cm²)	全区間(tonf/cm²)		
川本 (40)	平均値	115.4	96.5	336	470
	標準偏差	20.4	14.1	57.4	95.9
	変動係数(%)	17.7	14.6	17.1	20.4
益田 (40)	平均値	123.7	108.4	334	516
	標準偏差	20.5	15.2	52.3	87.0
	変動係数(%)	16.5	14.1	15.7	16.9
木次 (40)	平均値	123.8	111.8	346	517
	標準偏差	17.1	13.7	54.9	85.6
	変動係数(%)	13.8	12.3	15.9	16.6
松江 (40)	平均値	123.2	106.1	353	505
	標準偏差	20.1	13.6	72.2	112.4
	変動係数(%)	16.3	12.8	20.5	22.3

\*含水率15%で換算した値

10) 無欠点小試験体の曲げ解析試験

表-9に示すように、比重の平均値は実大材の値より6%低かった。これは無欠点小試験体が実大材に含まれている高密度の節を除去したためと考える。年輪幅の平均値は実大材の値より5%低かった。これは無欠点小試験体が年輪幅の広い樹心部(未成熟材部)を含まないためと考える。曲げヤング係数の平均値は実大材より若干

低かった。曲げ比例限度、曲げ破壊係数の平均値は実大材より高く、実大材の含む欠点因子が影響したと考える。曲げ比例限度に対する曲げ破壊係数の比は平均値で65.6%で、従来から言われている曲げ破壊係数の2/3(67%)に近似していた。また、実大材のMORと無欠点小試験体のMORとの比(強度比)は0.59で昭和61年度(8)の0.63に比較すると若干低かった。

表-9 無欠点小試験体の曲げ試験

市場 (供試数)		比重	平均年輪幅(mm)	曲げヤング係数 (tonf/cm²)	曲げ比例限度 (kgf/cm²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm²)
川本 (186)	平均値	0.45	3.9	97.9	485	764
	標準偏差	0.04	1.3	15.7	52.2	75.5
	変動係数(%)	7.90	33.2	16.0	10.8	9.9
益田 (193)	平均値	0.47	3.5	101.9	568	873
	標準偏差	0.03	1.1	15.6	70.1	88.6
	変動係数(%)	7.09	29.7	15.3	12.3	10.2
木次 (188)	平均値	0.48	3.2	103.7	573	896
	標準偏差	0.03	1.0	13.3	68.3	79.0
	変動係数(%)	7.09	30.2	12.8	11.9	8.8
松江 (193)	平均値	0.48	3.7	99.4	613	880
	標準偏差	0.04	1.0	16.7	72.5	94.4
	変動係数(%)	7.60	26.7	16.7	11.8	10.7
総数 (760)	平均値	0.47	3.6	100.8	560	854
	標準偏差	0.04	1.1	15.5	81.0	99.3
	変動係数(%)	7.72	31.1	15.4	14.4	11.6
	最大値	0.61	8.0	146.5	809	1258
	最小値	0.35	1.2	44.0	337	561

#### IV ま と め

以上の結果から、県産ヒノキ正角材は建築基準法施行令に規定されている材料強度値を2本を除き全て上回っていた。ただ規定値を下回った2本のうち1本は虫食い材であったため除外しても差し支えないと考えます。また、JASの目視等級区分で等級が上がれば強度は大きくなることが確認できた。市場別に比較すると、川本産ヒノキは他の3市場に比較して曲げ破壊係数が平均値で約30~50kgf/cm<sup>2</sup>も低かった。しかし、4市場のヒノキ材とも建築用構造材としての使用に問題ないとする。また、丸太と正角材の動的ヤング係数の間に相関係数 $r=0.83$ が得られ、正角材の曲げヤング係数と動的ヤング係数にも相関係数 $r=0.91$ が、かつ、曲げヤング係数と曲げ破壊係数にも相関係数 $r=0.67$ が認められたことから、非破壊的な方法（縦振動法）で丸太のヤング係数を求めることで、それから製材される正角材の品質性能がある程度格付けでき、性能の保証された製材品（正角材）を供給することが可能と考える。

#### 引 用 文 献

- (1) 木材強度・木質構造研究会：構造用木材-強度データの収集と分析。日本木材学会：1~41, 1988
- (2) 藤田晋輔：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
- (3) 宮内正文・藤田晋輔・服部芳明他：打撃音法によるスギ製材品のヤング係数の評価法 [II]。木材工業49：312~317, 1994
- (4) 海本 一・江口 篤：打撃音の周波数によるヤング係数の測定。奈良県林試木材加工資料8：1~7, 1989
- (5) 全国木材組合連合会：針葉樹の構造用製材の日本農林規格並びに解説。(社)全国木材組合連合会：1~79, 1991
- (6) 林野庁：昭和58年度林業試験研究報告書。198, 1985
- (7) 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
- (8) 錦織 勇・勝部理市・安井 昭：構造用製材の強度性能(II) - ヒノキ正角材の曲げ強度。島根林技研報37：47~55, 1986
- (9) 大森昭壽・池田潔彦：静岡県産材の材質と強度性能(II)。ヒノキ材の材質と強度性能。静岡県林業技術センター研究報告21：59~70, 1993
- (10) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説。(社)日本建築学会：17, 1995
- (11) 飯島泰男：エンジニアリングウッド各論。木材工業47：45~49, 1992

## 資料 間伐作業におけるタワーヤードとプロセッサの集材・造材作業例

西 政 敏・石 橋 公 雄

### Logging and Bucking Operation Case of Tower-Yarder and Timber Processor on Thinning Work

Masatoshi NISHI, Kimio ISHIBASHI

#### 要 旨

1. 島根県八束郡宍道町と飯石郡赤来町の2林分で、タワーヤードとプロセッサによる間伐の集材・造材作業を調査した。
2. 宍道では、5 齢級のヒノキ人工林における列状間伐事例を調査した。
3. 赤来では、10 齢級のスギ人工林における単木間伐事例を調査した。

#### I はじめに

本研究ではタワーヤードやプロセッサを用いた作業現場において、伐採方法や集材方法の違いによる作業効率を比較検討する基礎資料を得るため、実態を調査した。

今回の調査は、平成9年11月島根県八束郡宍道町と平成10年11月飯石郡赤来町の2林分で行われた伐出作業を対象とした。

本調査は大型プロジェクト研究開発推進事業課題「機械化作業システムに適合した森林施業法の開発」で実施したものである。調査に御協力いただいた緑化センター、県有林事務所およびヒロシマ精機株式会社の方々に厚くお礼を申し上げる。

#### II 調査林、作業条件および調査方法

##### 1. 調査林

宍道と赤来の調査林の概要は表-1と図-1に示すとおりである。

##### 2. 作業条件

###### 1) 使用機械

タワーヤードは宍道、赤来とも及川自動車製のRME-300Tである。索張り方式はランニングスカイライン式であった。

プロセッサは新宮商行社製のCP-30であり、最大玉切

り径が400mmの機械使用であった。

###### 2) 作業手順

宍道では伐採本数率21%の1列を伐倒する列状間伐であった。

元口をタワーヤードの方向に向けて伐倒した。

タワーヤードは隣接する伐採跡地に設置した。上げ荷による全木集材であった。集材作業が終了してタワーヤードが移動した後、その同じ場所でプロセッサによる造材作業を行った。

なお、選木、伐倒、集材作業および造材作業は別々の日に行った。

赤来では伐採本数率21%の単木間伐であった。

伐倒方向は一様ではなかった。

タワーヤードは作業路に設置した。上げ荷と下げ荷による集材作業の状況を調査するため、タワーヤードと元柱を移動させながら架設を2回行った。いずれも短幹集材であった。

なお、選木、伐倒・造材作業および集材作業は別々の日に行った。

###### 3) 作業員数

宍道ではタワーヤードのオペレータとプロセッサのオペレータと現場作業員1名の合計3名で作業を行った。

赤来ではタワーヤードのオペレータと現場作業員3名

表-1 地況・林況

調査林	地 況			林 況			間伐率(%)
	面積(ha)	方位	平均傾斜(度)	成立本数(ha)	樹高(m)	胸高(cm)	
八東郡宍道町	0.1	北西	13	2,400	8	14	21
飯石郡赤来町	0.26	南西	15	690	22	30	21

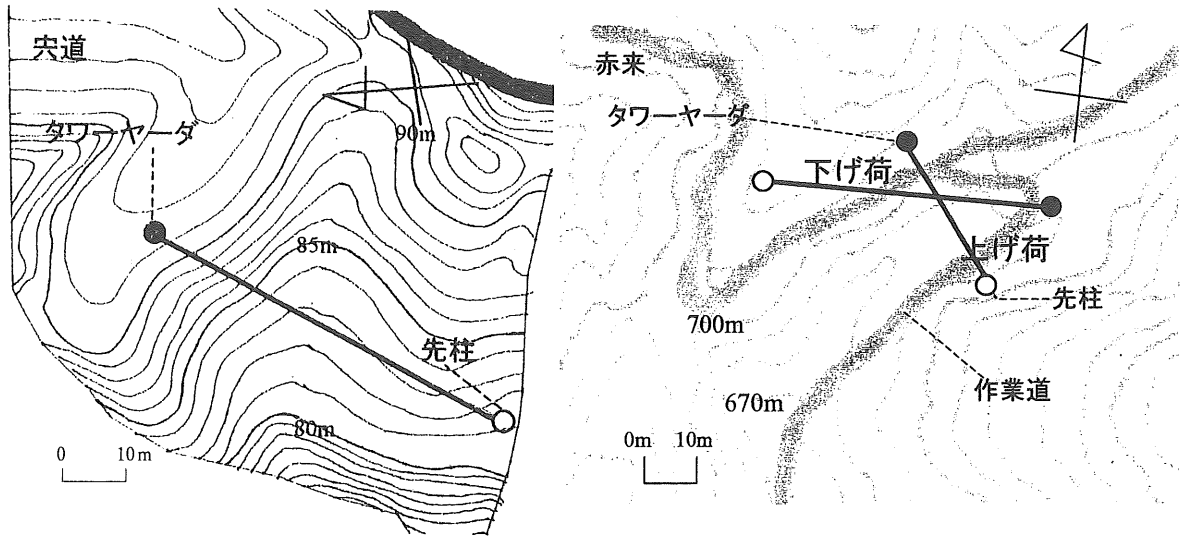


図-1 調査林

の合計4名で集材作業を行った。架設・撤去は作業員3名で行った。

### 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。

タワーヤードの架設・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去」までの作業を7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「空旋回から末木枝条整理」までの1サイクルを6種類に区分した(1)。なお、集材作業と造材作業中の手待ち時間は差し引いて分析した。

集材量は1サイクル当たりの集材本数と材積を調査した。宍道では集材された材の樹高と胸高直径を測定して材積表(2)によって求めた。赤来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) 生産性

赤来では、各作業内容と作業時間を15分単位で作業日報集計表に記録した。生産量は土場に集積した集材木の総計とした。

#### 各工程の人工数

$$= \text{各工程の作業時間} \times \text{作業員数} \div \text{1日の平均作業時間} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\text{作業全体の生産性} = \text{生産量} \div \text{各工程の人工数の和} \quad \dots \textcircled{2}$$

表-2 作業区分

架設・撤去	集材作業	造材作業
元柱設置	索上げ	空旋回
先柱設置	空走行	材つかみ
索引き回し	索下げ	実旋回
索張り上げ	荷かけ	材送り
索巻き取り	荷上げ	鋸断
元柱撤去	実走行	末木枝条整理
先柱撤去	荷下げ	
	荷はずし	

### Ⅲ 結果と考察

#### 1. 架設・撤去

両調査林での架設・撤去の作業時間の結果は表-3のとおりであった。

また、架設と撤去の延べ作業時間を作業区分別割合で示したのが図-2である。

##### 1) 穴道調査林

架設は3人一緒に元柱の設置、先柱の設置および索引き回しの作業を行った。しかし3人では待ち時間が多く、そのため、2時間25分となった。

撤去は索巻き取りを1人で行った。元柱撤去と先柱撤去を3人で一緒に行った。しかし、3人では待ち時間が多く、そのため、1時間1分となった。

穴道では架設と撤去は3人では待ち時間が多く2人で

も効率的に作業ができたと考える。

##### 2) 赤来調査林

架設は、最初1人で先柱設置、2人で元柱の設置を分担して行い、途中から3人で一緒に元柱設置、索引き回しを行った。作業を分担して行ったため、上げ荷で1時間46分、下げ荷で1時間10分となった。

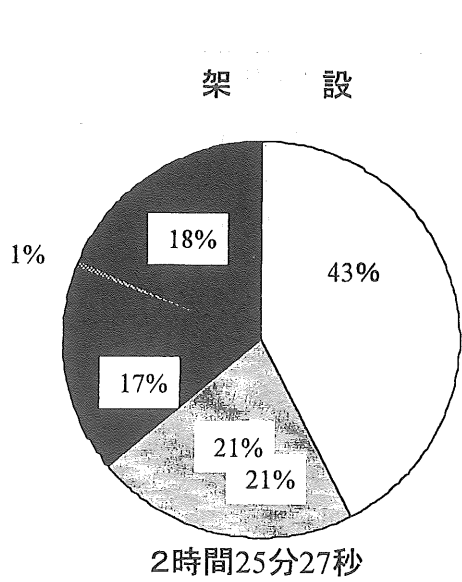
撤去は、最初1人で索を巻き取り、次に2人で元柱撤去、1人で先柱撤去を行い、途中から3人で一緒に元柱撤去を行った。架設の時と同様に作業を分担して行ったため、上げ荷と下げ荷で33分となった。

両調査林とも架設と撤去がそれぞれ約60分以内であった。また、作業を分担して行うことにより手待ち時間が減少して、架設・撤去時間が短縮できると考える。

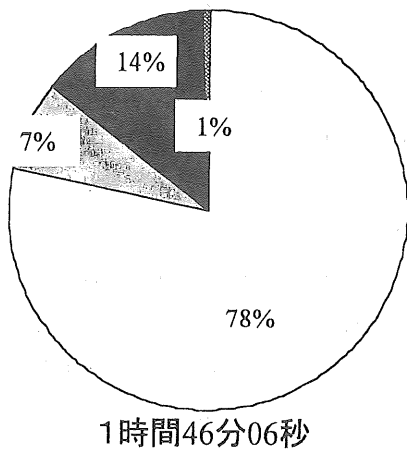
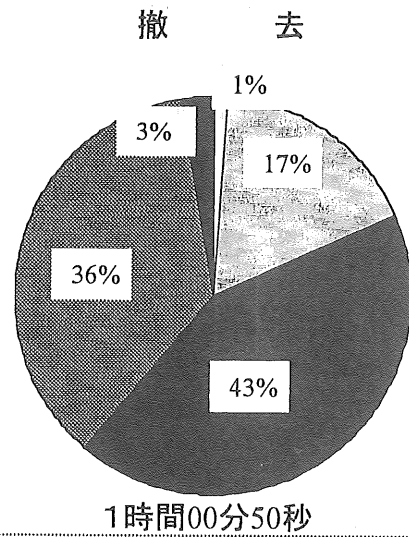
表-3 作業条件と架設・撤去時間

調査林	集材方法	スパン (m)	架線下 傾斜(度)	作業員数 (人)	架設(分)		撤去(分)	
					元柱	先柱	元柱	先柱
穴道	上げ荷	60	8	3	38	23	30	14
赤来	上げ荷	30	32	3	37	8	15	4
	下げ荷	60	21	3	27	11	18	5

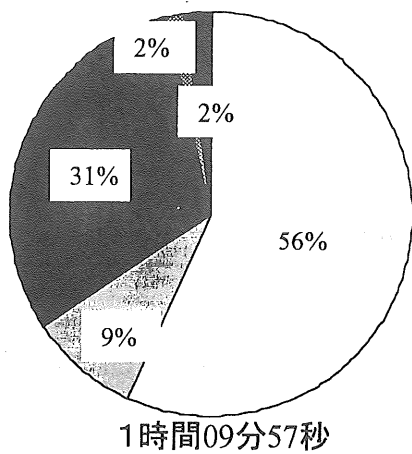
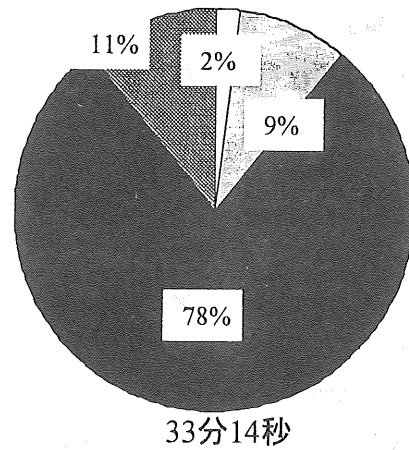




突 道  
上 げ 荷



赤 来  
上 げ 荷



下 げ 荷

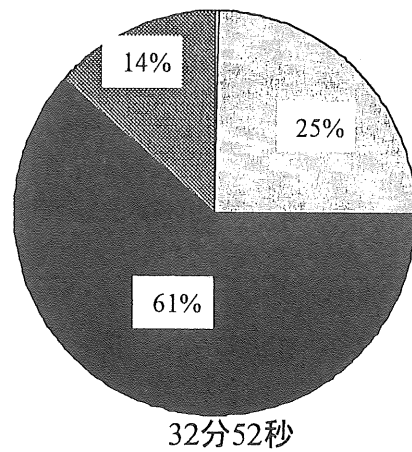


図-2 架設と撤去の所要時間と作業区分

- 架設: □ 元柱設置    ▣ 先柱設置    ■ 索引き回し    ▨ 索張上げ    ■ その他  
 撤去: □ 索引緩    ▣ 索巻き取り    ■ 元柱撤去    ▨ 先柱撤去    ■ その他

## 2. 集材作業

両調査林での集材作業時間の結果は表-4のとおりであった。

### 1) 宍道調査林

12サイクルの作業を分析した。

土場で1人が機械操作と荷はずし作業を行い、もう1人が先山で荷かけ作業を行った。

列状間伐であったため、横取り幅は小さかった。

全木集材で、1回当たりの集材本数が2.7本となった。また1時間当たりの集材量は3.2m<sup>3</sup>となった。

### 2) 赤来調査林

40サイクルの作業を分析した。

土場で1人が機械を操作し、1人が荷はずし作業を行い、先山では2人が荷かけ作業を行った。

単木間伐で、いろいろな方向に立木を伐倒し、玉切っていたため、横取り幅が最大で14mとなった。

短幹集材で、2人で木寄せをしながら集材作業を行ったので、1回当たりの集材本数が上げ荷と下げ荷でそれぞれ3.6、3.7本と多くなった。そのため、1時間当たりの集材量も7.9、7.7m<sup>3</sup>と大きくなった。

また、両調査林の集材作業1サイクルを作業区分別割

合で示したのが図-3である。

### 1) 宍道調査林

先山での木寄せ、索引き込みの荷かけ作業を1人で行っていた。そのため、荷かけ作業が60秒となった。

横取り幅が短いため、荷上げ作業は19秒となった。

### 2) 赤来調査林

先山での作業を2人で行ったため、荷かけ作業が22秒、23秒となった。

平均横取り幅が1.2、5.2mで、荷上げ作業は18秒、41秒となった。

集材作業の効率は機械の操作よりも先山の横取り距離や伐採種などの作業条件が大きな影響を与えると考える。

## 3. 造材作業

宍道では30サイクルの作業を分析した結果を表-5に示した。

小径木でありプロセッサで材を1本掴むのに手間取ったため、材つかみが25秒となった。

材を掴んで旋回する実旋回角度が大きかったため、実旋回は27秒となった。

調査林は裾枝払い程度の枝打ちのみが行われた林分であったが、材送りは17秒となった。

表-4 作業条件と集材時間

調査林	集材方法	搬器走行距離(m)	横取り幅(m)	サイクル数	平均集材本数	平均実働処理時間(秒)	平均処理材積(m <sup>3</sup> )	作業能率(m <sup>3</sup> /時)
宍道	上げ荷・全木	38~52.3 (46.8)	0~1.9 (0.9)	12	2.7	215	0.192	3.2
赤来	上げ荷・短幹	16.5~28 (23.6)	0~3 (1.2)	13	3.6	139	0.272	7.9
赤来	下げ荷・短幹	4.4~48.8 (28.2)	0~14 (5.2)	27	3.7	152	0.323	7.7

( )内は平均値

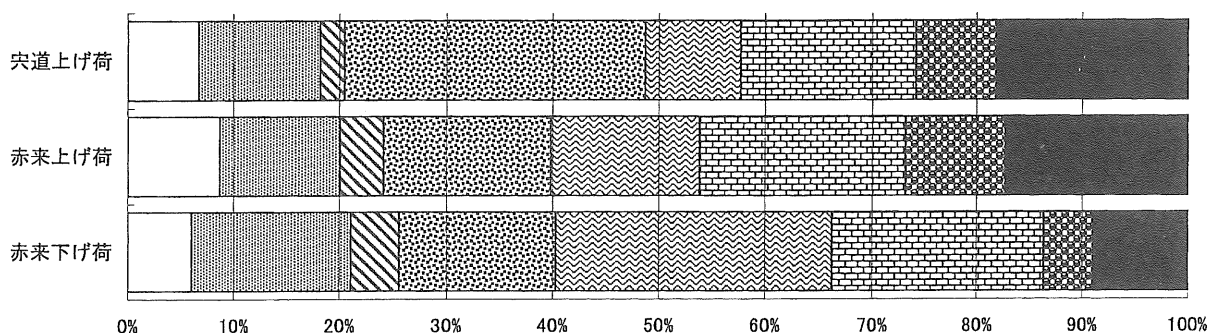


図-3 集材作業1サイクル作業要素分布

□索上げ □空搬機走行 □索下げ □荷かけ □荷上げ □実搬機走行 □荷下げ ■荷はずし

ほとんどのサイクルで1番玉のみ取って、梢端部分は細かく切断していたため、末木枝条整理が36秒となった。

集材木、末木や枝および桎積みの3か所がプロセッサが1周巡回する範囲内にあったため、1回の平均処理時間が約2分となった。

今回はタワーヤードとプロセッサを別々の日に使用したため、プロセッサもタワーヤードの集材作業を待つことなく効率的に作業ができたと考える。

#### 4. 生産性

赤来での各工程の作業時間を表-6に示した。

1日の平均作業時間を360分として、各工程の人工数を①式によって計算した。各工程の中で伐木・造材が全体の45%ときわめて多くを占めた。

作業全体での人工数は4.42人日であった。

生産量は上げ荷と下げ荷集材木全体で12.256m<sup>3</sup>であった。

②式によって作業全体の生産性を計算すると2.77m<sup>3</sup>/人日と期待するほどの生産性は上がらなかった。

生産性は地況や機械の配置によって異なるが、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察する。今後さらに多くの事例を収集する必要があると考える。

#### 引用文献

- (1) 林野庁：平成9年度林業試験設計書．5～51，林野庁，1997
- (2) 林野庁計画課編：立木幹材積表－西日本編－．64～73，日本林業調査会，1970

表-5 プロセッサの巡回角度と作業区分別時間（宍道）

作業区分	平均巡回角度(度)	合計(秒)	割合(%)
空 旋 回	95	10	8
材 っ か み	—	25	21
実 旋 回	155	28	24
材 送 り	60	17	14
鋸 断	—	4	3
末木枝条整理	120	35	30
合 計		119	100

表-6 各工程の人工数（赤来）

功 程	人数	作業時間(分)	人工数(人日)	割合(%)
選 木	2	120	0.67	15
伐木・造材	2	360	2.00	45
集 材	4	90	1.00	23
架 設 ・ 撤 去	3	90	0.75	17
全 体			4.42	100

写真-1~5

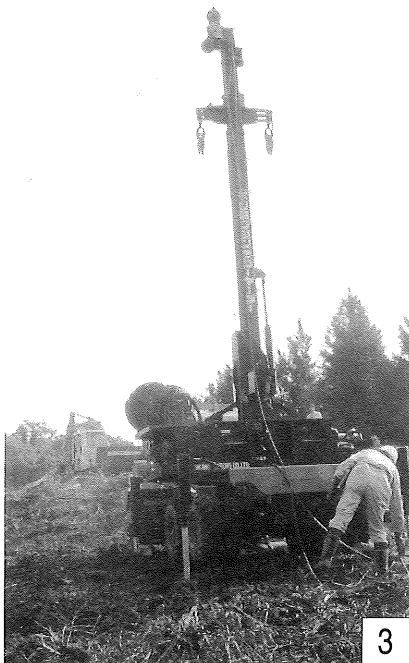
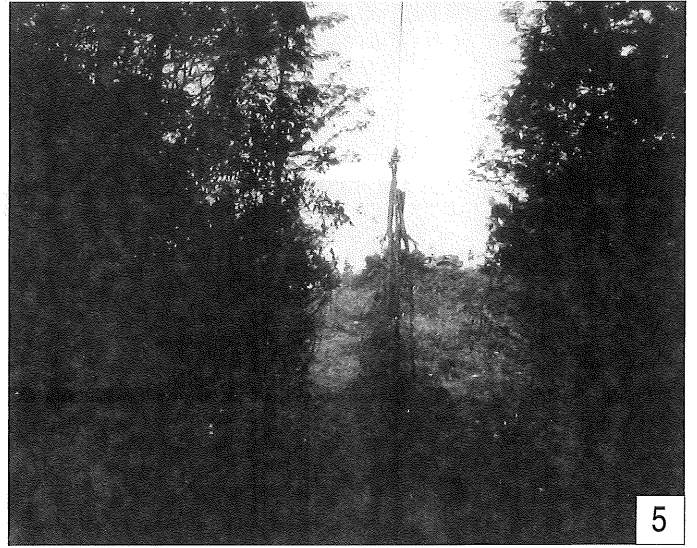


写真-1~5 : 宍道調査林

1 : 伐採

2~5 : 集材

写真 - 6 ~ 10

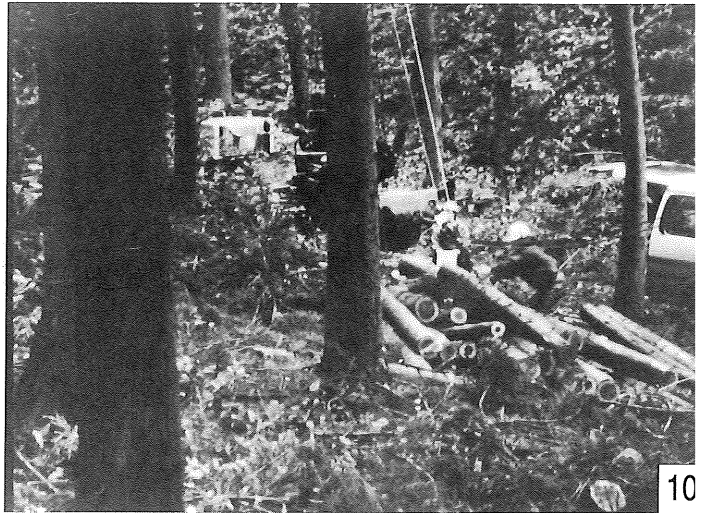


写真 - 6 ~ 10 : 赤来調査林

6 : 架設

7, 8 : 先山

9, 10 : 土場

島根県林業技術センター研究報告第51号

平成12年3月印刷

平成12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 柏村印刷株式会社

