

# マツノザイセンチュウによるアカマツ枯損木からのボード類の 製造

誌名	林業試験場研究報告. 林産
ISSN	00824720
著者	繊維板研究室,
巻/号	338号
掲載ページ	p. 69-90
発行年月	1986年3月

## (研究資料)

## マツノザイセンチュウによるアカマツ

## 枯損木からのボード類の製造

繊維板研究室<sup>(1)</sup>

Particleboard and Fibreboard Unit : Manufacture of the  
Boards from Wood of Nematode-Infected  
Dead Pine, *Pinus densiflora*.  
(Research note)

**要旨** マツノザイセンチュウによるアカマツの枯損被害は甚大で、昭和53年度は207万 m<sup>3</sup> に達した。防除の第一歩は、被害林木を林地内に放置しないことにあると考え、被害木の利用、とくにボード類への利用の道をひらくため、昭和54年4月からボード類の製造実験を行った。本実験は「松くい虫被害対策特別措置法<sup>2)</sup>」の特別伐倒駆除・伐倒駆除の破砕基準の作成に寄与したものである。枯損後一年経過材(W<sub>1</sub>)は、チップ化収率の低下、材の劣化による化学的成分の変化も比較的少なく、製造したボード類の材質も良好であったので、一年経過材は充分利用可能であることがわかった。三年経過材はチップ化収率が著しく低下し、水可溶物の増加が認められ、劣化が進行していた。また、上記実験におけるチップ化によって、蛹室に棲息中のマツノマダラカミキリの幼虫(羽化前の各段階の幼虫)は、壊死することが観察されたので、チップ化による殺虫効果を調べた。ついで、加熱処理、蒸気処理による殺虫効果も調べた。その結果、チップ化及び蒸気処理に殺虫効果が認められた。これらの結果から判断すると、枯損後マダラカミキリの羽化までの期間に材をチップ化し、ボード類の原料として利用する方式が有効である。

## 目 次

緒 言	70
I 供試原料	72
1. 原料の採取	72
2. チップ化	73
3. 化学分析結果	73
II ボード類の製造	73
1. ボード類の製造工程	73
2. 削片の製造	74
3. D D R 解 織	75
4. A D 解 織	75
5. ボードの性質測定	75
III パーティクルボードの製造	75
1. 製造条件	75
2. 供試削片	75

3. パーティクルボードの性質	76
IV 乾式ボードの製造	76
1. 製造条件	76
2. 供試パルプのふるい分析	76
3. 乾式ボードの性質	76
V 湿式ハードボード(1)の製造	78
1. 製造条件	78
2. DDRパルプの湿式精砕およびパルプの性質	78
3. 湿式ハードボード(1)の性質	78
VI 湿式ハードボード(2)の製造	81
1. 製造条件	81
2. 湿式ハードボード(2)の性質	81
VII マツノマダラカミキリの殺虫処理	81
1. 実験の目的	81
2. マツノマダラカミキリの羽化脱出率	81
3. マツノマダラカミキリの蛹室	82
4. 小割り製材の殺虫効果	82
5. チップ化による殺虫効果	83
1) ポータブルチップによる場合	83
2) 生産型チップによる場合	83
6. 加熱処理による殺虫効果	84
1) 供試材(W <sub>1</sub> )	84
2) 加熱処理方法	84
3) 実験結果	84
7. 蒸気殺虫処理	85
1) 蒸気処理条件の検討	85
2) 穿孔虫蒸気処理殺虫法の実大装置模擬試算による検討	86
ま と め	89
引 用 文 献	90

## 緒 言

マツノザイセンチュウによるアカマツ枯損被害は、昭和53年度には、207万 m<sup>3</sup> に達している。

松くい虫被害の進行を図式化<sup>1)</sup>してみると、つぎの三期に分けられる。

第一期：マツノマダラカミキリ主導期。

マツノザイセンチュウは低密度で、健全木には被害が及ばず、倒木、被圧木、衰弱木に依存する。

第二期：マツノザイセンチュウ主導期。

繁殖に適する林木が増加しマツノマダラカミキリが増加し、マツノザイセンチュウが高密度となり、健全木の小集団も枯死する。

第三期：伝播期、激害。

農山村の労働力不足、アカマツ材の価格の低下、燃料にも使われないなど、用途の減少などとの相乗効果により被害林の放置を招来し、被害が広域化したため、今日の激害型になった。松くい虫防除特別措置法<sup>2)</sup>(旧措置法)により被害林の伐倒、消毒によって一応の効果は達成されたが、被害の消滅には至って

いない。

防除の第一歩は、被害林木を放置しない<sup>1)</sup>ことにあると考えられた。被害木の有効な利用の道を開くとともに、マツノマダラカミキリの殺虫に有効な方法を求め、まず、ボード類の製造実験に着手し、枯損木の原料適性を検討した。得られた結果に若干の説明を加え、データの散逸を防ぐため、研究資料としてとりまとめたものである。

本実験の遂行に当たりご指導あるいはご協力をいただいたつぎの方々に心からお礼申し上げます。

元木材成分化学研究室 尾田勝夫技官

（松くい虫被害木の選定・伐採時の指導）

保護部の皆さま

（松くい虫被害材の提供）

木材部製材研究室の皆さま

（小割り製材）

パルプ研究室 高野 勲技官

（アカマツ中径木チップの提供）

岩倉組木材（査）仙台出張所山林課笠間チップ事業所 森 豪氏

（生産型チップでのチップ化）

非常勤職員 豊島 正氏、松村多美子さん、元非常勤職員 武田（野島）君代さん（研究補助者として研究の遂行）

#### 研究分担一覧表

研究項目（目次）	担当研究員氏名
I 供試原料	鈴木 岩雄・長沢 定男
II・3 DDR解織	松田 敏誉
II・4 AD解織	長沢 定男
II・5 ボードの性質測定	鈴木 岩雄・長沢 定男
III パーティクルボードの製造	松田 敏誉
IV 乾式ボードの製造	松田 敏誉
V 湿式ボード(1)の製造	鈴木 岩雄
VI 湿式ボード(2)の製造	長沢 定男
VII・2 マツノマダラカミキリの羽化脱出率	鈴木 岩雄・長沢 定男
VII・5 チップ化による殺虫効果	松田 敏誉・富村 洋一
VII・6 加熱処理による殺虫効果	松田 敏誉
VII・7-1) 蒸気処理条件の検討	富村 洋一
VII・7-2) 穿孔虫蒸気処理法の実大装置模擬試算による検討	鈴木 岩雄
とりまとめ責任者	鈴木 岩雄

I 供試原料

1. 原料の採取

供試原料と記号は、Table 1 に示す。

A S (健全木チップ) は、「マツノザイセンチュウによるアカマツ枯損木のパルプ化試験」<sup>4)</sup> に供試されたものである。

S S (健全木チップ) は林業試験場内防風林の風倒木を供試した。

W<sub>1</sub> (枯損木, 1年経過木) は茨城県新治郡新治村地内被害林より採材した。また、羽化前の枯損木は、保護部から実験後の材の提供を受け供試した。

W<sub>3</sub> (枯損木, 3年経過木) は茨城県筑波郡谷田部町市之台地内被害林より採材した。

Table 1. 供試原料と記号

記号	原料の類別	直 径		長 さ (m)	年 輪 数	一 年 輪 巾 (mm)
		元口 (cm)	末口 (cm)			
A S	健全木(中径) チップ	—	—	—	—	—
S S	健全木(小径)	12	4.5	9.6	23	5.2
W <sub>1</sub>	枯 損 木 (一年経過材)	9.9 (7.5~13.0)		0.78 (0.62~1.19)	17.6 (8~33)	6.9 (3.5~15.6)
W <sub>3</sub>	枯 損 木 (三年経過材)	11.2 (8~13.5)		0.785	19	6.4

Table 2. 小割りした供試材のチップ化\*\*

丸 太 サイズ	記号	原料の類別	チップ化時 含水率 (%)	動力消費量		チ ッ プ		
				KWh/a·d t·材	KWh/o·d t·材	良 チップ (%)	チップ ダスト (%)	スリーバ (%)
小丸太 の 小割材	S S	健 全 木 φ 12 cm	54.1	0.6205 (100)	0.9562 (100)	90.8	3.9	5.3
	W <sub>1</sub>	枯 損 木 (一年経過) φ 9.9 cm	31.6	0.5342 (86)	0.7811 (82)	90.4	5.4	4.2
	W <sub>3</sub>	枯 損 木 (三年経過) φ 11.2 cm	33.5	0.1897 (31)	0.2852 (30)	84.3	11.3	4.4
*中丸太 の 小割材	W <sub>1</sub>	枯 損 木 (一年経過) φ 24.8 cm	37.1	0.7323 (118)	1.1652 (112)	92.5	3.8	3.7
	W <sub>3</sub>	枯 損 木 (三年経過) φ 24.8 cm	42.7	0.3175 (51)	0.5544 (58)	93.5	2.2	4.3

\* マツノマダラカミキリの穿孔数が極端に少ないもの。

\*\* ポータブル型チップパ (ディスク径 24 in, 3枚刃, 刃出し 15 mm) を用いた。

Table 3. 供試原料の化学分析

原料	灰分 (%)	逐次抽出物 (A)				冷水 可溶物 (%)	熱水 可溶物 (%)	1% NaOH 可溶物 (%)	ホルセ ルロー ス(B) (%)	リグニ ン(C) (%)	計 算 値		
		n-ヘ キサン (%)	エーテ ル (%)	アセト ン (%)	メタノ ール (%)						対A含有 基準(B') (%)	A+B'+C =T (%)	100-T =S (%)
SS	0.43	1.91	0.53	0.56	0.58	1.71	4.04	15.23	62.33	29.60	60.10	93.28	6.72
W <sub>1</sub>	0.29	0.91	0.47	0.52	0.75	2.28	5.91	15.14	65.39	28.73	63.66	95.04	4.94
W <sub>8</sub>	0.25	2.36	0.86	0.40	0.34	2.26	5.01	16.05	66.18	28.84	63.56	96.36	3.64

## 2. チ ッ プ 化

供試原料を小割りした(5×6 cm位)のちポータブルチップでチップ化した結果を、Table 2 に示す。

小丸太の場合、チップ化消費動力は、SSを100にすると、W<sub>1</sub>で82%、W<sub>8</sub>で30%となった。しかし、チップダスト(6 mm目スクリーン通過分)は多くなった。一般的に、腐朽材をチップ化すると腐朽部は小片化しやすいのでチップダストになる。チップダストが多くなるとそれにつれて、良チップ収率が減少する。材の腐朽は、外側から起こるので、健全材部の比率が高い中丸太では、消費動力がW<sub>1</sub>で112%、W<sub>8</sub>で58%であったが、チップダストは、かえって健全材(SS)のそれよりも少ない傾向を示した。

## 3. 化学分析結果

供試原料の化学分析結果は、Table 3 に示す。W<sub>1</sub>およびW<sub>8</sub>は、林地内において、雨水により洗われているので、流亡している化学成分が存在する。W<sub>8</sub>でn-ヘキサン可溶物(%)が増大しているのので、逐次抽出分(A)の合計は、SSで、3.58%あったものが、W<sub>1</sub>で2.65%となり、W<sub>8</sub>では3.96%となる。W<sub>8</sub>でn-ヘキサン可溶分が増大する理由の説明は困難である。

冷水可溶物、熱水可溶物は若干増加する。計算値として示した $S=100-(A+B'+C)$ は、可溶物とみることができる。これはSSで6.72%が、W<sub>1</sub>で4.94%、W<sub>8</sub>で3.64%と減少傾向を示しているが雨水による流亡の結果と考えられる。

# II ボード類の製造

## 1. ボード類の製造工程

ボード類の製造工程図を Fig. 1 に示す。

パーティクルボード(PB)の製造は、AS, SS, W<sub>1</sub>, W<sub>8</sub>の原料チップから削片を作り、ふるい分けし、内層用と表層用の削片に分け、乾燥したのち、接着剤と耐水剤を混合し、成型し熱圧成板した。Uタイプ(Table 16 参照)のボードで家具などの用途を想定したが、表面の研削は行わなかった。

乾式ボードは、AS, SS, W<sub>1</sub>, W<sub>8</sub>の原料チップを蒸煮し、ダブル・リボルビング・ディスク・リファイナ(DDR)で解繊し乾燥したのち、W<sub>8</sub>のみふるい分けした。フェノールレジンを混合したのち成形し、熱圧して、密度を変更し3水準(L, M, H)のボードを成板した。

湿式ハードボードの製造では、(1)と(2)に分け、(1)では、4種の原料チップを乾式ボードと同様、蒸煮し、DDRで解繊したのち、シングル・リボルビング・ディスク・リファイナ(SDR)で湿式精砕し、耐水剤と補強剤を添加し、成形し熱圧したのち、後処理を行い、N, S, Tの3種のボードを製造した。

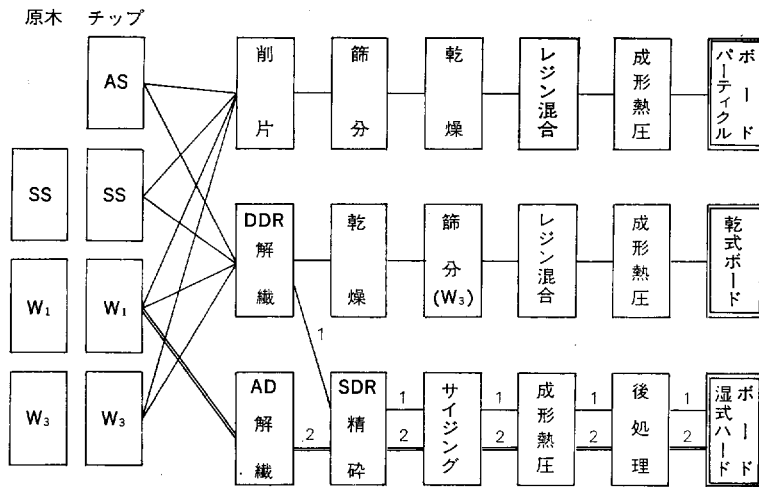


Fig. 1 ボード類の製造工程図

(2) では、W<sub>1</sub> を原料として用い、アスプルンド・ディファイブレッタ (AD) で解織し、蒸煮圧力、後処理条件を変更し、6 種類のハードボードを製造し、原料適性を検討した。

### 2. 削片の製造

削片化は、パールマン・リングフレーカー P Z-8 を用い、チップ化した原料を供給して、刃出し 0.35 mm で行った。連続式ラインの一部としてリングフレーカーが設置されているため、ロスが多く、厳密な収率を測定することはできなかったので表示していないが、一般的には、微粉化して集塵装置に排出される以外のものは、削片として取得できるので、削片化収率は正常材で 95% 位と推定される。

取得できた削片は、スクリーンで篩分し、35 mm 目の留分を大、35 mm 目通過 6 mm 目留分を中、6 mm 目通過分を小として表示すると、Table 4 のとおりである。

AS は、チップサイズが大きかったので、大削片の比率が高かった。

SS, W<sub>1</sub> および W<sub>3</sub> は、同じポータブルチップパでチップ化したもので、チップサイズはほぼ等しく、削片の大きさ・比率の比較を可能にする。さきに、チップ化において、W<sub>3</sub> はチップダストが多くなることをのべたが、削片化においても、小削片を多く与えた。

Table 4. 供試削片

原料	削片の大きさ		
	大(%)	中(%)	小(%)
AS	42.2	28.2	29.6
SS	7.4	58.5	34.1
W <sub>1</sub>	5.9	56.4	37.7
W <sub>3</sub>	4.1	49.9	46.0

注；リングフレーカーにより作成した。  
大：R35mm □，中：35/6 mm □，小：P 6 mm □

Table 5. 小削片のふるい分析

原料 篩	SS (%)	W <sub>1</sub> (%)	W <sub>3</sub> (%)
R 10	5.7	2.1	4.3
10/16	32.3	34.4	30.8
16/35	42.6	44.6	46.8
35/60	15.3	14.7	14.4
60/120	3.1	3.5	3.1
P 120	1.0	0.7	0.6
計	100	100	100

これらの小削片の粒度をふるい分析すると、Table 5 のとおりである。SS, W<sub>1</sub>, W<sub>3</sub>の順で微粉が多くなり、16メッシュ篩通過分の合計は、SS 62%, W<sub>1</sub> 63.5%, W<sub>3</sub> 64.9%となった。

### 3. DDR 解 織

原料チップは、水漬けてチップ含水率を51.5~56.1%平均54.5%に調整したものを、絶乾重量換算5kgを蒸煮釜にチャージし、蒸気圧6kp/cm<sup>2</sup>で30分間蒸煮した。蒸煮したチップは大気中に排出させたのち、DDRの100IPモータ2台で駆動するディスクに供給し、ディスク間隙1.50mmで解織した。解織時間は1分50秒~2分15秒であった。W<sub>3</sub>のパルプは、水分が多く排出不良となりやすかった。DDRは、大型装置で、解織後のパルプを全量完全に排出するわけにはいかないので、正確な解織収率を求めることはできなかったが、平均値で示すとASで93%、SSで89%、W<sub>1</sub>で86%、W<sub>3</sub>で84%となり、若干低収率となった。

取得したパルプは、乾式ボード用と湿式ボード(1)用に分けたものであるが、湿式ボード(1)用のDDRパルプの水可溶物含有率は、Table 12(後掲)に示されるように、ASで0.2%、SSで2.9%、W<sub>1</sub>で5.6%、W<sub>3</sub>で14.4%であった。このことから、W<sub>3</sub>パルプのDDRからの排出不良は、パルプの水分量とこの水可溶物(ヘミセルロースから可溶化した物質で、ねばつく傾向がある)が関係するものと考えられる。

### 4. AD 解 織

AD(アスプルンド・ディファイブレータ)解織は、実験室型アスプルンド・ディファイブレータで行った。1回のチャージ量は、絶乾重量換算300gで、供試チップを水漬けたのち、蒸煮圧6kp/cm<sup>2</sup>、8kp/cm<sup>2</sup>、10kp/cm<sup>2</sup>でそれぞれ4分間蒸煮、1分間解織し、必要なパルプを取得するまで繰返して粗砕パルプを製造した。蒸煮解織後のパルプ収率は、Table 14(後掲)に示されているように、W<sub>1</sub>・6kp/cm<sup>2</sup>で88.9%、W<sub>1</sub>・8kp/cm<sup>2</sup>で86.5%、W<sub>1</sub>・10kp/cm<sup>2</sup>で85.7%であった。DDRパルプの場合より蒸煮時間が短いだけ、約3%収率が多い。ADパルプからはすでに水可溶物が流亡しているから、その差を見込むとDDRより8%ほど高い収率になる。精砕は汙水度(アスプルンド)を22~24秒になるよう、SDRを用い、ディスク間隙および供給量、精砕回数などを変更して行った。

### 5. ボードの性質測定

製造したパーティクルボード、中質繊維板(MDF)およびハードボードは、JISに準拠してその性質の測定を行った。それらの性質は、後に表示した(Table 16 参照)JISの規格値と対比させ、その可否を検討して原料適性を評価した。

## III パーティクルボードの製造

### 1. 製 造 条 件

パーティクルボードの製造条件は、Table 6 のとおりである。この製造条件は、家具などの耐水性が要求されない用途を目標としたものである。内層を構成する削片の含水率を少なくし、内層密度が粗になるような条件である。

### 2. 供 試 削 片

供試削片は、Table 4 の中削片を内層に、小削片を表面層に使用した。



Table 6. パーティクルボードの製造条件

	構成比率 (%)	削片の 含水率 (%)	レジン* 添加率 (%)	熱圧温度 (°C)	熱圧スケジュール		
					第1圧締	第2圧締	第3圧締
表面層	1	8.7	11	160	35 kg/cm <sup>2</sup> 3分	21 kg/cm <sup>2</sup> 3分	9.7 kg/cm <sup>2</sup> 4分
内層	2	1.5	7				

\* 硬化剤3%対レジン, パラフィン1%対レジン, ユリアレジン使用。

Table 7. パーティクルボードの性質

原料	厚さ (cm)	含水率 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	曲げ試験				剝離 強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	釘試験		吸水試験	
				曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	比強度	曲げ ヤング率 ×10 <sup>8</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ易 さ指数		引き抜き抵抗 (kg/cm)	側面抵抗 (kg/cm)	吸水率 (%)	厚さ 膨張率 (%)
AS	1,479	9.4	0.68	263	387	35.1	520	9.01	140	82.2	42.6	15.1
SS	1,525	9.9	0.66	284	433	33.2	—	5.49	143	72.4	34.0	11.9
W <sub>1</sub>	1,525	10.2	0.65	273	425	32.4	—	7.31	140	69.4	81.0	20.4
W <sub>3</sub>	1,477	9.3	0.69	274	398	33.0	493	9.23	154	88.2	66.4	18.6

### 3. パーティクルボードの性質

パーティクルボード (PB) の性質は, JIS に従い測定したところ, Table 7 のとおりである。

いずれの原料からも, JIS 200 タイプ以上の曲げ強さ (曲げヤング率) を有する PB が製造できた。はく離強さは 3 kg/cm<sup>2</sup> 以上であるから十分な強さ水準に達している。吸水厚さ膨張率は, U タイプ PB では適用外であるが, AS で 15.1%, SS で 11.9%, W<sub>1</sub> で 20.4%, W<sub>3</sub> で 18.6% であった。

普通, 家具用の PB は, 表面を研削しているが, 本実験では表面研削を省略したので, 強さ, 耐水性が多少低くできたものと考えられる。これらのことから W<sub>1</sub> は利用可能であると判断した。

## IV 乾式ボードの製造

### 1. 製造条件

乾式ボードの製造条件は, Table 8 のとおりである。家具などの用途を目標にした U タイプのボードで, L は中質繊維板 (MDF) の密度, M, H は硬質繊維板 (HB) の密度を目標にした。

### 2. 供試パルプのふるい分析

供試パルプのふるい分析結果は, Table 9 のとおりである。W<sub>3</sub> は, R 9 の粗いものと P120 の微粉末の留分が多い特徴を示し, チップ化, 削片化で認められた傾向と同傾向である。SS と比較すると 9/16 の中庸な留分の繊維が少なく, 35 メッシュ通過分の細かいものの合計が, SS で 68.1%, W<sub>1</sub> で 79.0%, W<sub>3</sub> で 75.1% となり (W<sub>3</sub> では粗碎繊維が多くなった分だけ W<sub>1</sub> より少ない) 微細化しやすい傾向を示している。W<sub>3</sub> では, R 9 のフラクションは木片状を呈したので, これを除いたパルプからボードを製板した。

### 3. 乾式ボードの性質

乾式ボードの性質は, JIS に従って測定したところ, Table 10 のとおりである。

Table 8. 乾式ボードの製造条件

ボード	目標密度	含水率	フェノール レジン 添加率 (%)	パラフィン (SPW <sup>114</sup> ) 添加率 (%)	マット 含水率 (%)	熱圧温度 (°C)	圧縮圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧縮時間 (分・秒)
L	0.70	14	3	0.75	10	220	30	2'40''
M	0.85	14	3	0.75	10	220	45	3'
H	1.00	14	3	0.75	10	220	55	3'30''

Table 9. 供試パルプのふるい分析

原料	ふ る い 分 析					
	R 9	9/16	16/35	35/65	65/120	P 120
AS	—	—	—	—	—	—
SS	5.9	26.0	19.4	21.2	16.8	10.7
W <sub>1</sub>	6.2	14.8	27.0	21.9	17.3	12.8
W <sub>3</sub>	9.6*	15.3	26.5	18.7	15.4	14.5

\* 木片状を呈したものを含む。

Table 10. 乾式ボードの性質

原料	ボード	厚さ (cm)	含水率 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	曲 げ 試 験				衝 撃 強 さ (kg·cm /cm <sup>2</sup> )	吸 水 試 験	
					曲 げ 強 さ (kg/ cm <sup>2</sup> )	比強度	曲 げ ヤング率 ×10 <sup>3</sup> (kg/ cm <sup>2</sup> )	曲 げ 易 易 さ 指 数		吸 水 率 (%)	厚 さ 膨 張 率 (%)
AS	L	0.456	8.2	0.70	135	191	15.7	104	5.1	77.6	40.8
	M	0.448	8.0	0.79	209	264	19.1	138	6.1	56.8	34.3
	H	0.434	7.8	0.92	305	332	30.1	203	6.0	45.7	29.2
SS	L	0.464	8.5	0.68	129	184	13.9	93	7.2	88.9	39.0
	M	0.443	8.0	0.82	229	277	20.1	138	7.7	58.9	32.5
	H	0.456	7.9	0.86	245	281	19.9	183	8.2	50.6	29.3
W <sub>1</sub>	L	0.470	8.3	0.70	147	210	16.6	110	6.6	56.8	29.1
	M	0.445	8.1	0.82	232	282	22.8	169	7.3	38.9	24.8
	H	0.431	7.7	0.85	303	355	34.0	204	8.6	35.2	22.2
W <sub>3</sub>	L	0.450	8.2	0.71	153	214	12.0	77	5.2	102.5	29.0
	M	0.439	7.8	0.80	197	244	19.3	127	5.4	86.8	31.0
	H	0.431	7.7	0.89	279	313	25.7	191	6.1	67.7	23.3

強さは、JIS と比べても充分な強さ水準に達しているが、耐水性は水準に達していない。UタイプMD Fは、JIS では耐水性の適用を受けないが、HB では、S350 で吸水率25%以下、S200で30%以下が要求されている。この水準に達するボードを製造するには、耐水剤の添加を多くした標準製板条件の確立が必要である。

### V 湿式ハードボード (1) の製造

#### 1. 製造条件

湿式ハードボード (1) <sup>9)</sup> の製造条件は、Table 11 のとおりである。N は、サイズ剤無添加、S はサイズ剤を添加した標準ボード、T は、後処理としてオイルテンパリングを行ったものである。

#### 2. DDR パルプの湿式精砕およびパルプの性質

ディファイブレートフリーネスを 19~20 秒に設定し、精砕 (SDR) 条件を変更して、精砕したもので、精砕収率、消費動力、精砕後のふるい分析、精砕前 DDR パルプの水可溶物 (%) を測定し、その結果を Table 12 に表示した。

精砕収率は、SS が 96.9%、W<sub>1</sub> が 91.6%、W<sub>3</sub> が 87.0% と順次減少している。これは、DDR パルプ中の水可溶物が精砕中に排水中に移行するため、ほぼ、その含有率に相当する減少となっている。ふるい分析結果は、W<sub>3</sub> でフラクション I (R16) が多い傾向を示し、DDR パルプは、粗いものと微細化したものを多く含んでいる傾向をすでに Table 9 で観察したが、精砕後もこれらの性質は継承されていると考えられる。

#### 3. 湿式ハードボード (1) の性質

湿式ハードボードの性質は、JIS に従って測定したところ、Table 13 のとおりである。

曲げ強さは、N ボードでも JIS に合格するが、SS、W<sub>1</sub>、W<sub>3</sub> の差は顕著ではない。衝撃強さは、W<sub>3</sub> で弱くなり、もろくなっている。また、ヤング係数 (剛性) も若干減少傾向である。吸水率は JIS 合格の水準に達していない。しかし、S ボードになると、耐水性が向上し、SS、W<sub>1</sub> が S200 に合格し、SA、W<sub>3</sub> が T200 合格の水準に達した。さらに、T ボードでは、曲げ強さ、吸水率とも T450 に合格する水準になった (SA、W<sub>3</sub>)。

Table 11. 湿式ハードボード (1) の製造条件

ボード	フェノールレジン (P-398) 添加率 (%)	パラフィン (SPW 114) 添加率 (%)	pH	熱 圧 度 (°C)	熱圧スケジュール			アマニ油塗布 (%)	熱処理 150°C 時間
					初期圧縮	息 抜	終期圧縮		
N	—	—	4.5	183	50 (kg/cm <sup>2</sup> )	10	50	—	—
S	0.5	0.3	4.5		30 (sec.)	180(sec.)	210(sec.)	—	3
T	—	—	4.5					6	3

Table 12. DDR パルプの湿式精砕およびパルプの性質

原 料	精砕収率 (%)	消費動力 (KWh/kg)	DF (フリーネス) (sec.)	ふるい分析				DDR パルプの水可溶物 (%)
				I (R16) (%)	II (16/24+24/48) (%)	III (48/80+80/150 + P150) (%)	計	
AS	95.3	0.84	21.3	48.3	30.1	21.6	(100)	0.4
SS	96.9	0.84	20.0	42.1	32.1	25.8	(100)	2.9
W <sub>1</sub>	91.6	0.61	18.9	41.9	33.0	25.1	(100)	5.6
W <sub>3</sub>	87.0	0.36	19.0	46.2	31.1	22.7	(100)	14.4

Table 13. 湿式ハードボード (1) の性質

原料	ボード	厚さ (cm)	含水率 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	曲げ試験				衝撃 強さ (kg·cm/cm <sup>2</sup> )	吸水試験	
					曲げ 強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	比強度	曲 ヤング率 ×10 <sup>8</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ易 さ指数		吸水率 (%)	厚さ 膨張率 (%)
AS	N	0.348	8.6	1.01	315	311	30.1	190	20.3	39.9	37.5
	S	0.354	8.3	1.00	327	325	29.6	193	17.4	19.4	20.8
	T	0.351	7.8	1.04	626	603	45.5	294	15.7	16.2	13.3
SS	N	0.347	8.9	1.00	334	325	33.0	197	16.5	56.1	48.7
	S	0.353	8.1	0.99	331	334	26.8	162	13.6	25.2	23.4
	T	0.345	8.1	1.05	649	620	48.5	271	15.7	23.6	19.3
W <sub>1</sub>	N	0.343	8.5	1.01	328	324	33.9	204	18.4	47.5	39.5
	S	0.339	8.4	1.01	331	329	30.5	185	14.7	21.5	20.9
	T	0.340	8.2	1.05	656	626	45.3	260	15.0	20.5	16.0
W <sub>3</sub>	N	0.338	8.4	1.01	306	303	28.3	160	13.6	34.8	31.6
	S	0.348	8.3	1.01	290	286	26.9	168	10.9	19.1	19.0
	T	0.342	8.9	1.04	562	530	35.8	205	11.4	16.5	13.8

Table 14. 湿式ハードボード (2) の製造条件

—W<sub>1</sub>材のアスプルンドディファイブレーター解繊—

ボード	蒸煮圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	蒸煮 収率 (%)	フェノール レジン (P-398) 添加率 (%)	パラフィン (SPW 104) 添加率 (%)	pH	熱圧 温度 (°C)	熱圧スケジュール			アマニ 油塗布 (%)	熱処理 150°C (hr.)
							初期圧縮	息抜	終期圧縮		
N	6	88.9	—	—	—	183	50 (kg/cm <sup>2</sup> )	10 (kg/cm <sup>2</sup> )	50 (kg/cm <sup>2</sup> )	—	—
	8	86.5	—	—	—					—	—
	10	85.7	—	—	—					—	—
S	10	—	0.3	0.6	4.5	183	30(sec.)	180(sec.)	210(sec.)	—	—
ST	10	—	0.6	0.3	4.5					—	3
T	10	—	—	—	—					6	3

Table 15. 湿式ハードボード (2) の性質

ボード	蒸煮圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	厚さ (cm)	含水率 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	曲げ試験		引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	衝撃強さ (kg·cm/cm <sup>2</sup> )	吸水試験	
					曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	比強さ			吸水率 (%)	厚さ 膨張率 (%)
N	6	0.338	8.0	1.02	442	435	299	20.4	81.3	64.4
	8	0.294	7.1	1.05	486	462	312	21.3	74.0	46.2
	10	0.303	5.9	1.06	507	477	324	20.3	58.4	47.7
S	10	0.291	4.8	1.07	306	284	206	17.3	20.9	22.8
ST	10	0.295	4.8	1.06	449	408	275	18.6	17.6	19.7
T	10	0.282	4.4	1.12	738	661	464	15.4	29.1	22.7

Table 16. 附表 ボード類の JIS  
パーティクルボード (PB) (JIS A 5908)

種 類		密 度 g/cm <sup>3</sup>	含 水 率 %	曲げ強さ kgf/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	はく離強さ kgf/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	木ねじ 保 持 力 kgf(N)	ホルムアル デヒド 放 出 量 mg/l	(参考値) 曲げヤング係数 10 <sup>4</sup> kgf/cm <sup>2</sup> (10 <sup>4</sup> N/cm <sup>2</sup> )
素地パーティ クルボード, 含浸紙張りパ ーティクルボ ード	200 タイプ	0.50 以上	5 以上	180 以上 (1765.2)	3 以上 (29.4)	50 以上 (490.3)	5 以下	横方向 2.5 以上 (24.5)
	150 タイプ			130 以上 (1274.9)	2 以上 (19.6)	40 以上 (392.3)		横方向 2.0 以上 (19.6)
	100 タイプ			80 以上 (784.5)	1.5 以上 (14.7)	30 以上 (294.2)		横方向 1.5 以上 (14.7)
単板張りパーティ クルボード		0.90 以下	13 以下	縦方向 250 以上 (2451.7) 横方向 90 以上 (882.6)	3 以上 (29.4)	50 以上 (490.3)		縦方向 4.0 以上 (39.2) 横方向 1.5 以上 (14.7)

- 備考 1. 縦方向とは、素地パーティクルボード及び含浸紙張りパーティクルボードにあっては、原板の長手方向をいい、横方向とは、長手方向と直角の方向をいう。  
単板張りパーティクルボードにあっては、表面単板の繊維方向と平行方向を縦方向といい、これに直角方向を横方向という。
2. 木ねじ保持力は、厚さ 15 mm 以上のものについて適用する。
3. ホルムアルデヒド放出量は、5.9 によって測定されたホルムアルデヒドの濃度で示す。

中質繊維板 (MDF) (JIS A 5906)

種 類		密 度 g/cm <sup>3</sup>	含 水 率 %	曲げ強さ kgf/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	はく離強さ kgf/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	木ねじ 保 持 力 kgf (N)	ホルムアル デヒド 放 出 量 mg/l					
曲げ強さによ る区分	ホルムアルデヒド 放出量による区分											
300 タイプ 中質繊維板	5 タイプ	0.4 以上	5 以上	300 以上 (2942.0)	5 以上 (49.0)	50 以上 (490.3)	5 以下					
	0.5 タイプ						0.5 以下					
200 タイプ 中質繊維板	5 タイプ						0.8 未満	13 以下	200 以上 (1961.3)	4 以上 (39.2)	40 以上 (392.3)	5 以下
	0.5 タイプ											0.5 以下
150 タイプ 中質繊維板	5 タイプ	0.8 未満	13 以下	150 以上 (1471.0)	3 以上 (29.4)	30 以上 (294.2)	5 以下					
	0.5 タイプ						0.5 以下					
50 タイプ 中質繊維板	5 タイプ	0.8 未満	13 以下	50 以上 (490.3)	—	—	5 以下					
	0.5 タイプ						0.5 以下					

- 備考 1. はく離強さは、50 タイプのものには適用しない。
2. 木ねじ保持力は、50 タイプ及び厚さ 15 mm 未満のものには適用しない。
3. ホルムアルデヒド放出量は、5.9 によって測定されたホルムアルデヒドの濃度で示す。

硬質繊維板 (HB) (JIS A 5907)

種 類	項 目	密 度 g/cm <sup>3</sup>	含 水 率 %	曲げ強さ kgf/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	吸 水 率 %
S 350		0.80 以上	5~13	350 (3432.3) 以上	25 以下
S 200		0.80 以上	5~13	200 (1961.3) 以上	30 以下
T 450		0.90 以上	5~13	450 (4413.0) 以上	20 以下
T 350		0.80 以上	5~13	350 (3432.3) 以上	20 以下
T 200		0.80 以上	5~13	200 (1961.3) 以上	20 以下

S Sおよび W<sub>1</sub> は、吸水率が若干高いため、T 450 に合格できず、S 350 に合格の水準にとどまったが、耐水性付与により、容易に T 450 の水準にすることは可能である。

## VI 湿式ハードボード（2）の製造

### 1. 製造条件

湿式ハードボードの原料適性の評価方法を適用し、パーティクルボード、乾式ハードボード、湿式ハードボード（1）、チップ化、削片化、繊維化などの総合評価により、健全材と同等の原料と評価した W<sub>1</sub> についてだけ実験を試みたもので、その製造条件は、Table 14 のとおりである。

### 2. 湿式ハードボード（2）の性質

湿式ハードボード（2）の性質を、JIS に従って測定したところ、Table 15 の結果が得られた。N ボードは、Table 13 の W<sub>1</sub>・N ボードよりも曲げ強さは強いが、吸水率は高かった。製造条件の差は、pH の調整の有無であり、pH の調整が耐水性向上に寄与するという結果がでた。

Table 15 の S ボードは、JIS・S 200 合格、S T ボードは、T 350 合格のボードが製造できた。S T ボードは、蒸煮圧が 10kp/cm<sup>2</sup> と高いが、Table 13 の W<sub>1</sub>・S ボードよりも高強度であった。他方、T ボードは、Table 13 の W<sub>1</sub>・T ボードより曲げ強さは高強度であるが、pH を 4.5 に調整していないので、吸水率は高く、S 200 合格の水準にとどまった。この結果から T ボードの製造条件の中に、耐水剤の添加や pH 調整の条件を追加すべきである。

W<sub>1</sub> 材は、強さの点からみれば JIS 合格の水準に達しているので、耐水剤を多く添加することにより、より高い等級の JIS に合格可能であり、JIS の各等級のボードを容易に製造できる原料として評価される。

## VII マツノマダラカミキリの殺虫処理

### 1. 実験の目的

I～VIまでのボードの製造実験に供試する W<sub>1</sub> 材をチップ化するため、ポータブルチップに投入可能な寸法に小割り製材した。小割り製材では生存が確認されたマツノマダラカミキリの幼虫が、チップ化では解体され壊死することを観察<sup>5)</sup>したので、その有効性を明らかにする目的で殺虫処理実験を行った。

これに、松くい虫被害対策措置法（新措置法）<sup>6)</sup>の準備段階から林野庁森林保全課との研究連絡により、生産型チップのチップ化試験を追加した。我々は、さらに一步を進めて、チップ化処理の補完として、加熱処理・蒸気処理の実験を追加し研究を完了させた。

### 2. マツノマダラカミキリの羽化脱出率

この項については、すでに研究<sup>7)</sup>されているが、供試材によって羽化脱出率 {成虫の脱出孔数÷穿孔数×100(%)} が異なるので、W<sub>1</sub> の供試材の一部を用い測定し、W<sub>1</sub> 供試材中のマツノマダラカミキリの生存数を穿孔数から推定することにした。

供試枯損木 (W<sub>1</sub>) のマツノマダラカミキリ羽化脱出率の測定結果を Table 17 に示す。

最大値と最小値の範囲が広く、羽化脱出率は 6～70%で平均値は、44%であった。

変動係数は、標準偏差÷平均値×100(%)で求めたが、44.6%となった。

Table 17. 供試枯損木 (W<sub>1</sub>) のマツノマダラカミキリ羽化脱出率

	長さ (m)	末口直径 (cm)	材積×10 <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> )	マツノマダラカミキリ		
				穿孔数 (ヶ)	成虫の 脱出孔数 (ヶ)	羽化脱出率 (%)
最大値	2.06	12.8	3.34	60	42	70
最小値	1.96	5.3	0.56	18	2	6
範囲	0.10	7.5	2.78	42	40	64
平均値	2.02	8.2	1.46	34	15.3	44
標準偏差	0.03	2.16	0.79	12.9	10.8	19.6
変動係数	1.0	26.3	53.8	37.9	70.8	44.6
標準誤差	0.03	2.27	0.83	13.6	11.4	20.7

Table 18. 小割り製材によるマツノマダラカミキリの殺虫効果

	死 亡		生 存		計	
	(匹)	(%)	(匹)	(%)	(匹)	(%)
成虫	2	4	0	0	2	4
蛹	18	36	2	4	20	40
幼虫	19	38	9	18	28	56
計	39	78	11	22	50	100

小割り寸法; 5 cm × 6 cm

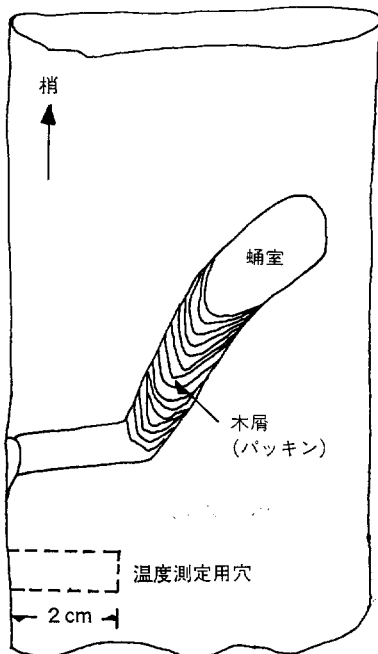


Fig. 2 マツノマダラカミキリの蛹室断面図

### 3. マツノマダラカミキリの蛹室<sup>9)</sup>

蛹室の断面例を調べたうち、小割り製材によって、偶然に半分に鋸断されていた蛹室断面を採録したものを Fig. 2 に示す。

材の下方から上方に向けて穿孔があり、5°程度の傾斜で斜上する穿孔が25 mmほど内部で、梢に向い55°の角度でさらに斜上し穿孔が順次広くなり35 mmほど進んだ所で15°ほど下方に傾斜を変え、ここに長さ30 mm、太さ23 mmの蛹室を作っている。この傾斜角度は、偶然であろうか、穿孔口をむいているので、穿孔口からは、45°斜上に相当する位置である。蛹室の前室は、細長い木毛状の木屑をパッキンにしているので、水の侵入は起らない構造になっている。マツノマダラカミキリの幼虫は、蛹室の1/3位の容積に縮むことができるようである。

### 4. 小割り製材の殺虫効果

小割り寸法5 cm × 6 cm程度に鋸断すると Table 18 に示すように、約78%が死亡し、22%が蛹や幼虫として生存していることがわかった。製材では、鋸の進行方向に蛹室があっても、体を縮めてよけることができる幼虫の生存率が高

Table 19. ポータブルチップパ\* でチップ化したチップの中庸チップの寸法

	長さ (mm)	巾 (mm)	厚さ (mm)
最大値	17	35	12.4
平均値	11.6	16.9	3.3
最小値	6	6	1.5
標準偏差	1.8	6.9	1.5
変動係数	15.5	40.8	45.5

(注) 測定数 100ヶ

\* ディスク径 24 in, 3 枚刃, 刃出し 12 mm

Table 20. ポータブルチップパ\* でチップ化した場合のマツノマダラカミキリの殺虫効果

	死亡		生存		計	
	(匹)	(ヶ)	(匹)	(ヶ)	(匹)	(ヶ)
成虫	0		0		0	
蛹	1		0		1	
幼虫	3		0		3	
計	(4)		(0)		(4)	
破体		(20)		(0)		(20)
合計	4	20	0	0	4	20

\* ディスク径 24in, 3 枚刃, 刃出し 12 mm

Table 21. 生産型チップパ\* でチップ化した場合のチップ寸法

	中庸チップ (全チップの 77%)			粗大チップ (全チップの 20%)		
	長さ (mm)	巾 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	巾 (mm)	厚さ (mm)
最大値	35	38	8.0	80	60	16
平均値	24.0	14.4	3.76	30.5	34.7	6.79
最小値	8	3.5	1.5	21	12	3
標準偏差	4.5	6.4	1.21	8.2	9.7	2.73
変動係数	18.8	44.4	32.2	26.9	28.0	40.2
測定個数	120			100		

\* 三和工業(株)製 48型,  $\phi$  1200 mm, 280 IP, 600 rpm, 切刃 8 枚受刃 1 枚, 投入口 24×24 cm

く、蛹は生存率が低い。さらに成虫では数も少なかったが、生存しているものはなかった。

### 5. チップ化による殺虫効果

#### 1) ポータブルチップパによる場合

ポータブル型のチップパでチップ化すると、そのチップの寸法は、刃出し 12 mm の場合、Table 19 のとおりである。チップの平均寸法は、長さ 11.6 mm, 幅 16.9 mm, 厚さ 3.3 mm であった。この寸法では、マツノマダラカミキリの幼虫がチップ中にかくれるのは困難である。

ポータブルチップパでチップ化した場合のマツノマダラカミキリの殺虫効果は、Table 20 のとおりである。死亡したものは、蛹 1 匹、幼虫 3 匹、虫の破体 20 ヶで、生存数 0 匹であった。破体の部位別は、幼虫の頭が一番多く、ついで羽根であった。幼虫の体は、打撃により脱水すると脱皮がらと見分けがつかなかった。

#### 2) 生産型チップパによる場合

生産型チップパは、パルプ工場のチップの受入れ規準に適合させるため、刃出しは 25 mm 程度でチップ化している。中庸チップ (含有率 77%), 粗大チップ (含有率 20%) の寸法は、Table 21 に示す通りである。粗大チップの場合でも、蛹室は割れやすいため、チップ中に蛹室を包含したままチップ化されることはなかった。

マツノマダラカミキリの殺虫効果は、穿孔数 123 の W<sub>1</sub> 材からの生産チップを全数検査した結果で示す



Table 22. 生産型チップ\* でチップ化\*\*した場合のマツノマダラカミキリの殺虫効果 (チップ全数検査)

		死 亡		生 存		計	
		(匹)	(ケ)	(匹)	(ケ)	(匹)	(ケ)
成 虫		0		0		0	
蛹		4		0		4	
幼 虫		5		0		5	
計		( 9 )		( 0 )		( 9 )	
破 体	頭 部	3		0		3	
	羽 他		7		0		7
	そ の 他		128		0		128
計		( 3 )	(135)	( 0 )	( 0 )	( 3 )	(135)
脱 皮 が ら			15	—	—		15
合 計		12	150	0	0	12	150

\* 三和工業(株)型 48, φ 1200 mm, 280 IP, 600 rpm, 切刃 8 枚受刃 1 枚, 投入口 24×24 cm

\*\* 元口径 12 cm, 末口 6 cm, 長さ 5.8 m, 年輪 22, マツノマダラカミキリ穿孔数 123 ケの W<sub>1</sub> 材をチップ化した。

と Table 22 のとおりである。頭部を含め死亡を確認したものの 12 匹, 破体 135 ケ, 脱皮がら (脱皮後の体皮) 15 ケとなったが, 生存は一例も認められなかった。

生産型チップによる大きなサイズのチップ生産においても, ポータブルチップによる小さなサイズのチップの生産と同様に, チップ化によりマツノマダラカミキリの幼虫は壊死していることを確認した。

## 6. 加熱処理による殺虫効果

### 1) 供 試 材 (W<sub>1</sub>)

元口径 9~11 cm, 末口径 4~5 cm, 長さ 4.9~7.5 m, マツノマダラカミキリの穿孔数 91~127 ケ, 年輪数 22~25 のもの 3 本を試験材とした。この原木を長さ 35~40 cm に切断し, 1 ケの材に 6~11 ケの穿孔数を持つようにした。

### 2) 加熱処理方法

加熱処理方法は, Table 23 のとおりである。

### 3) 実 験 結 果

各々の加熱処理を行なった試験体 (3~5 本) は, 各処理ごとにサランネット袋に納めて室内に一ヶ月放置し, 羽化脱出を観察した。

マツノマダラカミキリの幼虫は, 直接法で測定すると 60~65°C, 5 分の温浴で死亡が確認されているが, 材中では死亡温度に達するまでに時間がかかることを考慮し処理時間を設定したから必要以上の長さになっているが, 熱水処理 I, II の各時間, 空気加熱処理材では羽化しなかった。

マイクロ波印加熱では, Table 24 に示すような条件で処理したが, 処理材を回転させつつマイクロ波印加を行ったわけではないので, 材の昇温が不均一となり最低と最高の温度差が存在し, 羽化するものがあった。

マツノマダラカミキリの虫体の含水率は, 乾量ベースで 200~300% あるので, 虫体への選択加熱現象

Table 23. W<sub>1</sub>材の加熱処理条件

処理条件	設定温度 (目標温度) (°C)	処理時間 (min)
熱水処理 I	82	30, 60
熱水処理 II	98	10, 20
空気加熱処理	60	60×24(h)
マイクロ波印 加加熱処理	80	原木kg当り 1~5

Table 24. 丸太の昇温に及ぼすマイクロ波印加の影響

	I	II	III	IV
丸太重量 kg	1.3	3.3	0.7	0.6
最高温度* °C	50	64	62	92
最低温度* °C	44	58	48	88
印加時間 sec.	60	203	75	180
同重量当り sec./kg	46	61	107	300

注：周波数 2,450±30 MHz, 印加出力 3 kw, 反射出力  
0.6~0.8 kw, 丸太含水率38~42%, 直径 8~15 cm  
\* 材内温度分布

を期待したが、効果の確認はできなかった。

今、マイクロ波印加により丸太 1 m<sup>3</sup> を温度 20°C から 70°C まで上昇させると仮定して、木材部久田技官の試算例を示すと、

マイクロ波出力 5 kw

アカマツ全乾比重 0.50

アカマツの含水率 40%

材の比熱 0.32 Kcal/kg·°C とすると

必要な熱量は、15,480 Kcal

マイクロ波 1 KWH は 860 Kcal/h であるから

加熱効率 80%

1時間処理量  $860 \times 5 \times 0.8 / 15,480 = 0.222 \text{ m}^3/\text{h}$

発振効率 70% とすると

$$15,480 \times 0.7 = 32.1 \text{ KWH}/\text{m}^3$$

水分蒸発によるロスを 50% と見込むと

$$32.1 \times 1.5 = 48 \text{ KWH}/\text{m}^3$$

となり、実用性には疑問が残るようである。

以上、加熱処理は、いずれも問題があり、実用性にとぼしいように推測された。

## 7. 蒸気殺虫処理

### 1) 蒸気処理条件の検討

W<sub>1</sub>材および各種処理材を室内においたために、羽化率が低下し、処理条件との交絡が考えられたので、この項に供試する材は、検体を抽出し、マツノマダラカミキリの生存を確認することにした。供試玉切材を割裂して、マツノマダラカミキリの幼虫を確認したもので、

$$\text{マツノマダラカミキリ確認率} = \frac{\text{生存数}}{\text{穿孔数}} \times 100 (\%)$$

で求めた。結果は、確認率 59% で、最大 100 (%)、最小 33.3 (%)、標準偏差 20.3、変動係数 34.3 であった。先の羽化脱出率 44% よりも高率で、羽化脱出できない虫<sup>7)8)</sup> がいることを示唆する結果であった。

W<sub>1</sub>試験体(玉切り 30 cm)を、ポータブル・スピード滅菌器を用い、蒸気処理したのち、マツノマダラ

Table 25. W<sub>1</sub> 材中\*2 のマツノマダラカミキリ幼虫の蒸気殺虫処理

No.	蒸気処理*1 条件			*4 材中 の温 度 (°C)	*3 穿孔数 (ヶ)	マツノマダラカミキリの生死数							
	蒸気圧 (Kp/cm <sup>2</sup> ) (飽和温度 (°C))	昇圧 時間 (min)	保持 時間 (min)			死 亡				生 存			
						幼虫 (匹)	蛹 (匹)	成虫 (匹)	計	幼虫 (匹)	蛹 (匹)	成虫 (匹)	計
ST-1	0.2 (104)	5	0	33	3	0	0	0	0	1	0	0	1
ST-2	0.5 (111)	10	0	37	4	1	3	0	4	0	0	0	0
					1	1	0	0	1	0	0	0	0
ST-3	0.5 (111)	10	5	42	2	0	1	0	1	0	0	0	0
					7	1	1	2	4	0	0	0	0
					2	1	0	0	1	0	0	0	0
					2	1	0	0	1	0	0	0	0
					2	0	1	0	1	0	0	0	0
					5	0	3	0	3	0	0	0	0
ST-4	1.0 (120)	15	0	48	4	0	2	0	2	0	0	0	
ST-5	2.0 (133)	20	0	92	6	0	3	0	3	0	0	0	

\*1: ポータブルスピード滅菌器・HP15 (100V・700W) を使用した。

\*2: 丸太径 5~7 cm, 長さ約 30 cm の剥皮した材を供試した。

\*3: マツノマダラカミキリ確認率 =  $\frac{\text{生存数}}{\text{穿孔数}} \times 100 = 59(\%)$

\*4: 穿孔附近の 2 cm 深さ位置で測定 (図・2 参照) した。

カミキリの生存を確認したところ, Table 25 の結果が得られた。ST-3 の条件で安定した結果が得られたので, 追加実験し, 回数を増やした。ST-1 の条件では材温は 33°C で幼虫の生存を確認した。ST-2 で蒸気圧が 0.5 kp/cm<sup>2</sup> に達すると材の昇温は 37°C であるが, 蒸気の飽和温度は 111°C であり, マツノマダラカミキリは圧死し, 蛹室中で虫体の体液が押し出されていた。Fig. 2 に示したように蛹室は, 木屑のパッキンで守られていたけれども, 蒸気は, 穴の奥深く隈無く浸透するので, 圧死させられたものと推定される。

穿孔中被患材中の穿孔虫を殺虫するには, 蒸気処理が最も簡便であると考えられる。

#### 2) 穿孔虫蒸気処理殺虫法の実大装置模擬試算による検討

蒸気処理は, 有効な方法であると判断されたもので, その可能性を把握するため実大装置にした場合について, 模擬試算を行い, つぎのような結果を得た。

#### 穿孔虫蒸気処理殺虫装置

[東京ボイラ工業 (株) 設計]

(1) 缶体寸法 2,000(φ)×5,400(L)mm×2連 3 kp/cm<sup>2</sup> 耐圧

鏡板, 胴板共厚さ 12 mm

重量 5,500 kg

内容積 19.2 m<sup>3</sup>

保温グラスウール・板金仕上

## (2) 鉄バケツ（台車） 9台

1.3 m 幅×1.3 m 高×1.8 m 長の木材を積載できる寸法

重量 220 kg

- (3) 操作方法；丸太搭載の鉄バケツ3台を処理缶Aに挿入し横蓋を閉じ、木屑焚ボイラーで作った蒸気を導入する。蒸気処理後、廃蒸気を処理缶Bに導入し蒸気の節約をはかるものとする。処理は、A、B処理缶で交互に行う。

## (4) 試算例

鉄の比重 7,850, 比熱 0.115 Kcal/kg °C

アカマツ材容積重を 0.500 g/cm<sup>3</sup>, 含水率変動の大きいアカマツ材の比熱\* を 0.55 Kcal/kg °C と仮定した。蒸気 1.5 kp/cm<sup>2</sup> (ゲージ圧) = 126.8 °C潜熱 521.3 Kcal/kg, 比容積 0.732 m<sup>3</sup>/kg

1回に処理できる木材の重量

$$1.3\text{m} \times 1.3\text{m} \times 1.8\text{m} \times 3\text{台} \times 0.500(\text{g}/\text{cm}^3) = 4,563\text{ kg}$$

木材の実重量は層積重量の65%と仮定して計算すると、

$$4,563 \times 0.65 = 2,966\text{ kg} \approx 3.0\text{ t}$$

缶内容積 19.2 - 5.93 = 13.27 m<sup>3</sup>

缶体および台車の重量

$$5,500 + (220 \times 3) = 6,160\text{ kg}$$

温度 20°C と仮定して必要熱量を計算してみると、

第1回の蒸気処理

$$\text{鉄 } 6,160 \times 0.115 \times (126.8 - 20) = 75,657\text{ Kcal}$$

$$\text{木材 } 3,000 \times 0.55 \times (126.8 - 20) = 176,220$$

$$\text{空気 } 13.27 \div 0.732 \times 521.3 = 9,450$$

$$\text{計 } 216,327$$

$$\text{設計安全係数 } 25\% \text{ として } \times 1.25$$

$$\underline{326,659}$$

第2回目から鉄の温度は60°Cと仮定すると

$$\text{鉄 } 6,160 \times 0.115 \times (126.8 - 60) = 47,321$$

⋮

$$\text{2回目計 } = 232,991$$

$$\times 1.25$$

$$\underline{291,239}$$

従って、1時間に4回処理すると、

$$\frac{326,659 + (291,239 \times 3)}{521.3} = 2,302 \approx 2.3\text{ t/h}$$

蒸発量 2.3 t/h の木屑焚ボイラが必要である。

\* 脚注：温度  $\theta$  [°C] の場合の絶乾木材の比熱は、 $C = 0.266 + 0.00116\theta$ , 含水率  $U$  % の木材の比熱は  $C_u + \frac{U + 100 \times C}{U + 100}$  となる。

一方、W<sub>1</sub>についてだけ湿式ハードボードの原料適性評価法を適用し、ハードボード(2)の製造実験を行ない、つぎのような結果が得られた。

蒸煮圧 10 Kp/cm<sup>2</sup> の条件で製造したボードは JIS・T 350 に合格の水準に達しており、原料として利用可能であることがわかった。

- 8) アカマツ枯損木のチップ化で、蛹室中に棲息しているマツノマダラカミキリの幼虫が壊死することを観察した。さらに、行政側の要請もあって、材中のマツノマダラカミキリの殺虫処理を行い、つぎのような結果が得られた。
  - (1) チップ化によって枯損木に棲息しているマツノマダラカミキリの幼虫は、ポータブルチップ化による小サイズのチップ化と同様に、生産型のチップ化による大きなサイズ(市販チップ程度)のチップ化でも、壊死することを、チップの全数検査によって確認し、その有効性を明らかにした。これらの実験は、松くい虫被害対策措置法(新措置法)<sup>6)</sup>の破碎基準の作成に寄与した。
  - (2) アカマツ枯損木中のマツノマダラカミキリの幼虫を殺虫するため加熱処理(熱水処理Ⅰ、Ⅱ、空気加熱処理、マイクロ波印加加熱処理)を行なったが、殺虫の確認を行わず室内に放置し羽化により確認する方式を採用したため、室内における自然死との交絡が問題となり、その上、経済性からも問題があった。
  - (3) アカマツ枯損木材 W<sub>1</sub> の蒸気処理においては、S T-3 (蒸気圧 0.5 Kp/cm<sup>2</sup>, 5分間保持) の条件によって蒸気圧による圧壊死を確認した。チップ化未了のまま羽化期を迎える枯損木の殺虫処理として有効であると考えられたので、実大装置を想定し、種々の仮定を置いて模擬試算を行い検討をした。ボード用、パルプ用原料<sup>4)</sup>としては問題のある低質化した枯損木廃材チップや樹皮を燃料とする木屑焚ボイラで蒸気を作る場合、燃料を6割程度消費することにより、その処理量は、1時間当たり9 t から15 t となり、1日6時間操業として、54 t から90 t の枯損木を蒸気処理できる。枯損木マツノマダラカミキリの羽化するまでの期間に処理するとすれば、6か月で8,100 t から13,500 t 位の処理能力である。これらの計算は、仮定の上になった計算上の可能性を示すものであり、この装置の経済性・作業性などについて、また仮定の検証のためにも、パイロットプラントでの実験・検討が必要である。

#### 引用文献

- 1) 岸 洋一・西口親雄：激害型マツクイムシ被害をひきおこす一つの重要な原因——被害林放置，林業技術，No. 431，2～6 (1978)
- 2) 萱野博久：Ⅰ松くい虫防除の新体制——松くい虫防除特別措置法の制定——，林業技術，No. 422，8～11 (1977)
- 3) 田中 潔：マツの激害型枯損に対する薬剤防除とその問題点，第2回森林生物懇話会の記録，林業技術，No. 408，15～19 (1976)
- 4) 高野 勲・宮崎 信・香山 彊：マツノザイセンチュウによるアカマツ枯損木のパルプ化試験，林試研資，No. 315，116 (1980)
- 5) 鈴木岩雄，松田敏賢，長沢定男：アカマツ枯損木からのボードの製造——DDR解繊・SDR精砕パルプからの湿式ハードボード，第31回日木講，7116 (p. 248) (1981)
- 6) 小林富士雄：松くい虫被害対策特別措置法の成立をめぐる，山林，No. 1180，4～10 (1975)
- 7) 越智鬼志夫，片桐一正：松枯損木内のマダラカミキリの個体変動とその要因，林試研報，No. 303，125～152 (1979)
- 8) 同上：マツノマダラカミキリの生態学的研究(Ⅰ)，幼虫の齡構成の動き，日林誌，56(1)，7～11(1974)