

# 広葉樹チップの製造について

池田 修三 中川 武男  
川島 秀雄 宮島 春吉

## 1. 緒 言

当所の繊維板試験工場では、過去10年間に亘り、道産低質広葉樹から硬質繊維板製造に関する中間工業試験を行ってきたが、この間におけるチップ製造上の測定結果を報告する。当工場の調木施設は、機械も古く、個々の機械の能力も

バランスしていない小規模な試験設備であるが、チップ工業に携わる方々のお役に立てば幸である。

尚チップー及びチップ品質に関しては前報<sup>1)</sup>に報告してあるので御参照戴き度し。

## 2. 調木設備の概要

機械設備及びフローシートは、第1表、第1図及び写真の如くであり、調木工程は、剥皮、調材、チップ化の三工程よりなる。

剥皮は現在、手剥により行っている。樹種及び季節により剥皮の難易はあるが、規模が小さいので、冬季の凍結期を除けば余り問題になっ

ていない。

尚、数年来、チェーン式パーカー<sup>2)3)4)5)</sup>を試作し目下試験中である。

普通、小径材の樹皮率は10~12%位で、この程度の樹皮の混入はハードボードの材質に殆んど影響なく、

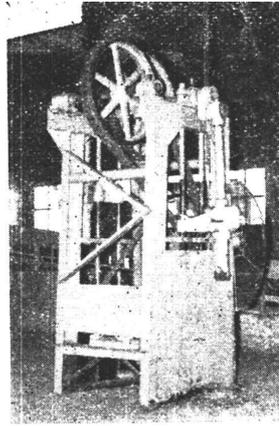
第1表 調木機械設備

機 械 名	仕 様	モーター 馬力数	台 数	製 作 所
原 木 コ ン ベ ャ ー	ライプロロー型、巾30 cm、長6 m	2	1	
チ ェ ン ソ ー	長さ(鋸軸間) 1300 mm アサリ巾 12 mm	7.5	1	
ス プ リ ッ タ ー	ストローク 240 mm 斧刃巾 100 mm 刃 角 48° と 58° 各1本二連型 往復動数 23 s.p.m.	7.5	1	鈴木製機所(野岡)
丸 鋸	鋸径 810 mm (32吋)、鋸厚 2 mm アサリ巾 3 mm 鋸回転数 1300 r.p.m.	20	1	秋田木材
ベルトコンベヤー (チップー供給用)	巾 30 cm、長 16.5 m	1	1	
チ ッ パ ー	ディスク径 1075 mm (42吋) 回転数 465 r.p.m. スパウト寸法 210 mm × 180 mm 切込角度 30° 50' ナイフ数 8 枚 ナイフ取付角 45° ナイフ刃先角 39°	100	1	鈴木製機所
チップスクリーン	振動式二段篩 振 動 数 200 s.p.m. 網目 { 上網 25 mm × 35 mm { 下網 2 mm × 2 mm 有効篩面積 巾 85 cm × 長 225 cm	5	1	鈴木製機所
リターンコンベヤー	巾 23 cm、長 3.5 m	0.5	1	
チップコンベヤー	巾 28 cm、長 3.1 m	2	1	
バケツコンベヤー		5	1	
ベルトコンベヤー	巾 30 cm、長 10 m	2	1	
トリッパ		0.5	1	
チップビン	20 m <sup>3</sup> × 2 基			
計		153		

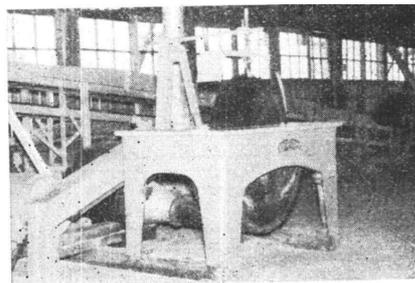
原木節減の点から考えると有利<sup>(6)</sup>であるが、淡色ハードボードを製造する場合には、樹皮の細片がボードの表面に斑点状に現れて製品の外観を損ね、また樹皮中に砂礫等がある場合は、チップナイフや鋸類を損傷したりして、かえって大きな損害を蒙ることがあるので、原木を剥皮せずに使用するかどうかは、原木及び製品の種類、品質を考慮して決めるべきである。

調木室に搬入された原木は、先ずチップパーのスパウトに投入しうる大きさに挽き割らなければならない。これが調材である。原木には、いろいろな樹種、径級のものがあり、曲り材、多節材も含まれているので、調材は困難な作業である当所では大体、径15cm以下を小径材、それ以上を大径材に分け、小径材は丸鋸で、大径材はチェーンソーとスプリッターで処理している。

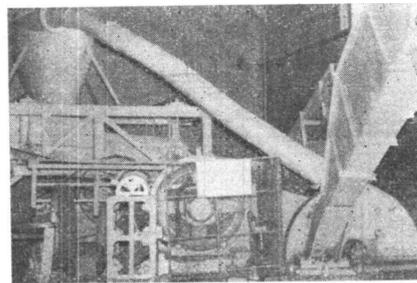
チップ化は、特に原木が乾燥していない限り問題はない。原木の含水率が低いときは、チップパースパウトの入口で注水することがある。チップパーにて削られたチップは、スクリーンにかけてオーバーサイズ及び



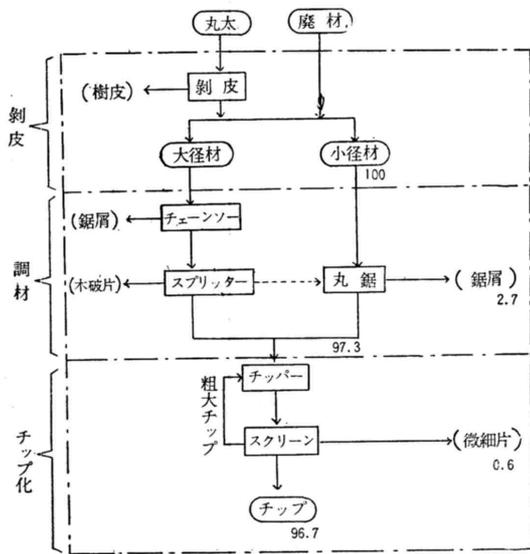
スプリッター



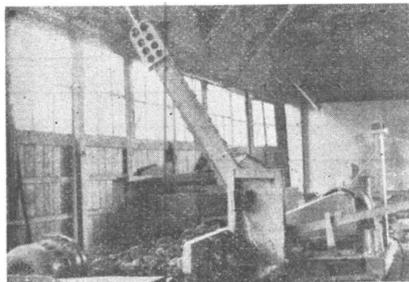
丸鋸



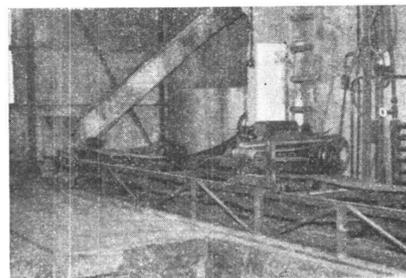
チップパー(右下)及びスクリーン(左上後)



第1図 調木工程フローシート



チェーンソー



スクリーンからバケットコンベヤーで4階のチップビン(手前の凹み)へ

微細片(ダスト)を除去してから、チップ貯槽に送る。オーバーサイズのチップはチップ-に戻して再削する

### 3. スプリッター

チェーンソーで長さ約1mに玉切った原木をスプリッターで割るが、木理が通直で割れ易い太材を処理する場合には、スプリッターの機能を十分発揮でき能率のよいものであるが、ニレ、カツラのように割れ難い材に対しては、斧が喰込んだり、斜に割れたりして取扱い難く、一見スローモーションの単純な機械であるが、調木機械の中で一番怪我の多い作業である。

広葉樹材の割裂抵抗は、樹種材質によって非常な差異がある。第2表に割裂性の一例を示した。供試木は、何れも特に大きな節や涙れ等の無い、通直な材の場合であるが、非常に割易いヤチダモは約3m<sup>3</sup>/hr(斧1本使用)処理しうるのに引きかえ、シナは約1.5m<sup>3</sup>/hr、カツラは約1m<sup>3</sup>/hrと、約1/2~1/3に能率が低下し、繊維が絡み合っているニレに至っては殆んど処理し得なかった。このように、スプリッターは樹種に対する適応性が無いので、広葉樹を処理する場合には、縦挽鋸を併用することが望ましい。

第2表 スプリッターによる割裂性

樹種	直径 (cm)	水分 (%)	容積重	割裂性
ヤチダモ	20~28	44.7	0.47	非常に割り易い
ハンノキ	"	48.7	0.39	割り易い
ナラ	"	39.2	0.55	"
イタヤ	"	38.1	0.53	大体割れる
カラカバ	"	43.0	0.49	"
シナ	"	42.3	0.39	割り難い
カツラ	"	49.6	0.41	"
ニレ	"	53.8	0.41	殆ど割れない

(註) 産地: 旭川営林局、旭川営林署 { 旭川事業所  
徳星 "

伐採時期 昭和34年1月~8月  
使用時期 昭和34年10月~昭和35年2月

スプリッターからも、僅かではあるが木屑を生ずる。又、チェーンソーの鋸屑量は、刃巾12mmのチェーンで、長さ3.6mの原木を四つに玉切るとすれば、約1%の鋸屑を生ずる。

### 4. 丸鋸

割木機としては、小径材には、スプリッターよりも能率がよく、曲り材や節の多い材も処理できる。

しかしながら鋸屑の生成量は意外に多く、かりに径14cmの丸太をアサリ巾3mmの鋸で、二つに縦挽きするとき生ずる鋸屑量(重量%)を計算すると、

2.7%の鋸屑を生ずることになる。実際に試験した結果は第3表の如く、計算値に大体近い結果が得られた。

第3表 丸鋸の鋸屑生成量

樹種	供試材積 (m <sup>3</sup> )	径級 (cm)	水分 (%)	鋸屑収率 (重量%)
ナラ	15	6~18	29.4	2.1
ナラ	1.5	7~16	36.1	3.4
シラカバ	1.5	9~16	23.8	2.9
シナ	1.5	7~20	44.8	3.4
シナ剝芯	1.5	14	46.7	2.1
ラワン剝芯	7	14~26	33.5	2.4
平均				2.7

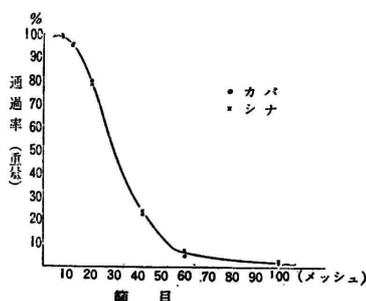
径14cmの丸太を二つ割にした程度に縦挽した場合。鋸のアサリ巾3mm。

鋸屑を利用しようとするとき、その見掛比重と粒度分布を知る必要がある。上記丸鋸による鋸屑の測定結果は、第4表及び第2図の如くであった。ここに見掛比重(絶乾重量/見掛容積)は、前掛<sup>1)</sup>のチップ見掛比重の測定法に準じて測定し、粒度分布(重量%)はJIS標準篩を用いて測定した。この測定結果によると、鋸屑の見掛容積は元の材の約3.5倍に増えている。また粒度分布は、樹種による差が殆んどなく、且つ可成り粒度が揃っている。

第4表 鋸屑の見掛比重及び容積増

樹種	水分 (%)	容積重	鋸屑	
			見掛比重	容積増 (倍)
ナラ	37	0.55	0.16	3.5
カバ	43	0.49	0.14	3.6
ニレ	47	0.48	0.13	3.6
ハン	44	0.40	0.12	3.3
シナ	58	0.34	0.09	3.7
平均				3.5

鋸屑の見掛比重は軽い振動を与えて容器に入れた場合



第2図 鋸屑の粒度分布

### 5. チッパー及びスクリーン

チッパーの処理能力は、モーター馬力数と体積効率によって大きく左右される。

今かりに、スパウト断面一杯に隙間なく、且つ間断なく原木を供給した場合に、チッパーが理論的に切削しうる原木の量を  $Q$  [ $m^3/min$ ] とし、これに対して実際作業において切り得た原木の量を  $Q$  [ $m^3/min$ ] とすれば  $Q/Q \times 100 =$  体積効率 [%] である。ここに

$$Q = A \cdot d \cdot f \cdot n, \quad [m^3/min]$$

A...チッパーディスク面に対するスパウト開口部の断面積 [ $m^2$ ]

d...チッパーナイフの刃出距離 [m]

f ナイフの数

n...ディスクの回転数 [rpm]

実際作業に於て、原木をスパウトの断面一杯に供給することは不可能であり、必ず隙間ができる。更に原木と次の原木との間が開くとき、或はモーターの負荷状態によって原木供給量が制限されることなどにより体積効率は可成り低下するものである。当所のチッパーは、 $A = 21.0 \times 33.5cm$ 、 $f = 8$  枚、 $n = 465$  r.p.m. であるから、 $d = 4.5mm$  のとき  $Q = 1.17$   $m^3/min$  であるが、これに対して実際の切削量は、比較的剛調木材を供給した場合で、 $Q =$  ナラ  $0.14$   $m^3/min$  ~ シナ  $0.23m^3/min$  位なので、体積効率は12~20%である。

榎原氏<sup>7)</sup>によると、大型チッパーの体積効率は、普通の場合で14~22%、順調な場合35%とのことであるが、小型チッパーは、モーター馬力に比してスパウト断面積が大きく、且つ回転数も早いので、体積効率は割合低くなるものと考えられる。原木が不齊な断面を有する廃材になれば更に低下することになる。

チップスクリーンの下網は2×2mmの細かい網

第5表 チップスクリーン屑生成量

樹種	供試材積 ( $m^3$ )	水分 (%)	容積重	スクリーン屑 率 (%)
ナラ	8	31	0.54	0.36
タモ	8	33	0.48	0.68
カバ	11	28	0.43	0.64
ニレ	10	38	0.42	0.92
ハン	9	32	0.37	0.90
カラマツ	10	38	0.35	0.48
シナ	8	32	0.28	0.26
平均				0.61

スクリーン屑率はチッパー供試材に対する重量収率

チッパー刃出 4.5 mm

スクリーン網目 { 上網 25 × 35 mm  
                  { 下網 2 × 2 mm

目のものを使用しているため、スクリーン屑は割合に少い。実測した結果は第5表の如くで、チッパー供試材に対し平均 0.6%であった。この程度のスクリーニングでも、完成チップ中に残留するダスト量は微量である。

繊維板用のチップには、少量の鋸屑やダストが混入しても、製品に悪影響を及ぼすことは殆んどないが<sup>8)</sup> 樹皮片や砂礫、雪等を除去するという意味で、スクリーンはかけた方がよい。

チップ品質及び切肖抵抗等については、前報<sup>1)</sup>を参照せられたい。

### 6. チッパーのナイフ数がチップ形状に及ぼす影響

チッパーのナイフ数を多くすれば、原木に対して2枚以上のナイフが同時に喰込むため、材の躍りが抑えられ、切削されたチップの形状が揃うと云われているが、ナイフ数の多少によってどの程度違うものか実際に確かめるため、前述の42吋チッパーについて、4枚刃と8枚刃の比較試験を行った。

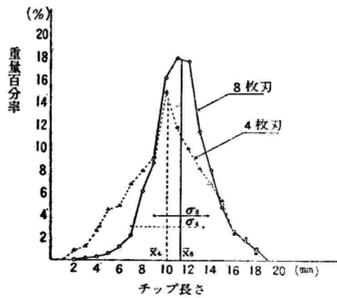
このチッパーは8枚刃なので、4枚刃の試験を行うときには、チッパー・ディスクのナイフ取付口を、表面が平滑となるように、一つおきに金具で塞ぐ方法をとった。

供試材は、直径約15cm、長さ約1.8mのシラカバ小径材を、チッパー・スパウトにはいる太さに縦免したものをを用いた。チッパーで切削したチップは、前述の振動式二役篩でふるってから、チップ長さの重量百分率分布、及び平均長、標準偏差、変動係数<sup>1)</sup>を求めた。

第6表 チッパーナイフ4枚刃と8枚刃の比較

ナイフ数	番号	チップ長さ			刃出の 倍数
		平均長 (mm)	標準偏差 (mm)	変動係数 (%)	
4	1	10.1	3.3	32.8	2.3
	2	10.1	3.3	32.8	2.3
	3	10.4	3.3	32.0	2.3
	4	10.1	3.2	32.1	2.3
	5	10.4	3.3	31.7	2.3
	平均		10.2	3.3	32.3
8	1	11.3	2.3	20.4	2.5
	2	11.4	2.4	21.2	2.5
	3	11.5	2.5	22.2	2.6
	4	11.5	2.5	22.1	2.6
	5	11.3	2.4	21.4	2.5
	平均		11.4	2.5	21.4

樹種 シラカバ  
水分 35 %  
容積重 0.45  
刃出し 4.5 mm



第3図 チッパーナイフ4枚と8枚の両方のチップ長さ分布比較

刃出し距離及びディスク回転数が同じ場合には、第6表及び第3図に示す如く、8枚刃のほうが、狭い範囲に多くのチップが集っており、チップの長さがよく揃っている。これに較べて4枚刃のときは、短いチップを含む割合が多く、分布巾も広くなり、従って平均長も短くなっている。また長さのパラッキ程度を示す変動係数は、4枚刃のときのほうが、8枚刃のそれに比較して、約1.5倍であった。

以上の試験結果より、チッパーはナイフ数の多いほうが、明らかにチップの形状が揃うことが確かめられた。

### 7. チップ収率

小径材を丸鋸で調材した場合について、第3表の結果より丸鋸の鋸屑生成率は2.7%、又第5表よりスクリーン屑生成率はチッパー供試材に対して0.6%なので、始めの原木に対するチップ収率は96.7%である。

### 8. 電力消費量

チップ製造に必要な電力費は第7表に示す如く、割合に少ないものであり、原木価格(後述)の1%以下

にすぎない。尚、チッパーの消費電力を原木トン当りで比較すると、樹種により余り大きな差はない。

### 9. 原木の材積誤差

原木の材積は、末口自乗法によって検収しているがその材積は実材積に対して通常大きな誤差を有する。末口自乗法は、末口短径の自乗に長さを掛け、角柱として材積を求むるので、原木の断面形状、太り率(taper value)、材の長短、延べ寸の有無等によって誤差を生ずるのは当然であり、普通、末口径18~24cm以下の小径材に対しては、末口自乗法材積は実材積よりも小さい値を示す<sup>9)10)</sup>。

試験データの解析等に於ては、正しい実材積を求めなければならない。しかし多量の、しかも形状の複雑な原木の実材積を、区分求積法又はキシロメーター法で求むるのは大変なことなので、我々は次に述べる方法で算出した。先ず原木の総重量〔ton〕を測定し次にその原木のチップについて、前報<sup>(1)</sup>に従い、水分及び容積重を測定する。

容積重 = 絶乾重量 / 実容積〔ton/m<sup>3</sup>〕であるから、次式により総実材積が求められる。

$$\text{実材積} [\text{m}^3] = \frac{\text{総絶乾重量} [\text{ton}]}{\text{容積重}}$$

実材積と末口自乗法材積との比が、材積誤差率即ち材積比率であり、普通、実積率或は増産率ともいう。即ち、

$$\text{材積比率} [\%] = \frac{\text{実材積} [\text{m}^3]}{\text{末口自乗法材積} [\text{m}^3]} \times 100$$

我々が最近使用した原木について材積比率を求めた結果は、第8表に示す如く樹種によりまちまちで、102~144%、平均114%であった。

### 10. 原木の比容積及び価額

チップ、パルプ及び製品(ハートボード)は、工場内に於て重量で計量される。従って原木も重量に換算

第7表 チップ化電力

樹種	電力 KWH/m <sup>3</sup> チップ (実材積)				電力 KWH/ton チップ (絶乾重量)				チップton 電力単価 当り電力費 円/KWH	チップton 電力費 (円)
	調材	チップ	スクリーン及 びコンベヤー	計	調材	チップ	スクリーン及 びコンベヤー	計		
ナラ	1.7	4.3	0.7	6.7	3.2	7.9	1.4	12.5	6.5	81
タモ	1.4	4.4	0.8	6.6	2.9	9.2	1.6	13.7	"	89
カバ	1.0	3.0	0.6	4.6	2.4	7.0	1.4	10.8	"	70
ニレ	1.3	3.5	0.7	5.5	3.1	8.3	1.7	13.1	"	85
ハン	0.9	3.1	0.6	4.6	2.5	8.4	1.7	12.6	"	82
カマツ	0.3	2.3	0.6	3.2	0.9	6.7	1.6	9.2	"	60
シナ	0.2	2.1	0.6	2.9	0.9	7.4	2.2	10.5	"	68
平均	1.0	3.2	0.7	4.9	2.3	7.7	1.7	11.7		76

チップー刃出 4.5 mm の場合

第 8 表 原木の材積比率、比容積、及び価格

樹種	供 試 材					比容積 m <sup>3</sup> /ton		材積比率 (%)	剥皮原木単価 (円/m <sup>3</sup> )	剥皮原木 ton 当り 価格 (円)
	径級 (cm)	平均樹令 (年)	容積重	材積 (材積自乗法) (m <sup>3</sup> )	絶乾重量 (ton)	末口自乗法基準	実材積基準			
ナラ	4~30	25	0.54	7.26	4.27	1.70	1.85	109	4,020	7,437
タモ	6~24	36	0.48	8.31	4.06	2.05	2.13	102	4,020	8,442
カバ	6~26	25	0.43	8.22	3.77	2.18	2.32	106	4,200	9,744
ニレ	6~26	65	0.42	9.76	4.36	2.24	2.36	105	4,020	9,487
ハン	6~26	38	0.37	8.85	3.99	2.22	2.67	120	4,020	10,733
カラマツ	4~16	27	0.35	9.97	3.96	2.52	2.85	113	5,280	15,048
シナ	4~16	35	0.28	8.04	3.24	2.48	3.57	144	4,020	14,351
平均			0.41					114	4,226	10,749

(註) 供試材は何れも低質小径材である。

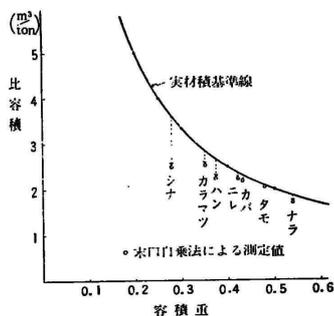
試験材単価内訳 (昭和36年)

樹種	原 (側繰渡し) 木 (円/m <sup>3</sup> )	構内運搬 (円/m <sup>3</sup> )	剥皮費 (円/m <sup>3</sup> )	計 (円/m <sup>3</sup> )
ナラ、シナ、ハン、タモ、ニレ	3,420	104	496	4,020
カバ	3,600	104	496	4,200
カラマツ	4,680	104	496	5,280

する必要がある。

重量から材積絶乾を求むる換算係数として、単位絶乾重量当りの容積、即ち比容積 [m<sup>3</sup>/ton] を求めたのが第8表及び第4図である。実材積基準の比容積は、容積重の逆数なので、容積重と比容積との関係は、第4図の曲線(実材積基準線)の如くなる。しかし末口自乗法基準の比容積は、同じ第4図に示した如く、材積比率相当の誤差を生ずるので、一般的に用いることができない。

実材積基準の比容積に原木単価を掛けて得た剥皮原木 1 屯(絶乾重量)当り価額を第8表に示す。原木単価(第8表下欄)は末口自乗法材積について決めてあるが、材積比率は樹種



第 4 図 原木の比容積

に周有の値でなく、また元来誤差の無いのが正当なので、それを実材積の単価とみなした。カラマツ、カバを除いた他の樹種は、原木単価が同じなので、屯当り価額は、シナとナラで約 2 倍の開きがあった。

繊維板製造試験結果によれば、原木重量に対する繊維板製品重量収率(乾物基準)及び製品面積収率は、樹種によって殆んど差が無かった。従って原木単価が

同じならば、容積重の大きい原木ほど有利である。

#### 引用文献

- (1) 池田修三; 指導所月報, No. 121 (1962)
- (2) 赤間兵悦他 3; 日本林学会道支部講演集, No. 7 (1958)
- (3) 赤間兵悦他 3; 林指研究報告, No. 14 (1959)
- (4) 金内忠彦他 2; 林指研究報告, No. 16 (1960)
- (5) 金内忠彦他 1; 第11回日本木材学会大会講演集 (1961)
- (6) 新納守他 4; 指導所月報, No. 100 (1960)
- (7) 榎原操吾; パルプ機械, P. 32 (1960) 丸善
- (8) 池田修三他 4; 指導所月報, No. 114 (1961)
- (9) 小野寺重男; 指導所月報, No. 94 (1959)
- (10) 及川盛也; 指導所月報, No. 70 (1957)

- 林指繊維板試験工場 -