

ハードボード原料としてのスギチップのア スプルンド・デファイブレータによるパルプ化

鈴木 岩 雄⁽¹⁾

Iwao Suzuki : On the Pulping of Sugi (*Cryptomeria japonica*)
Chips as Raw Material for Hardboards by the ASPLUND DEFIBRATOR

要 旨 : アスプルンド・デファイブレータによって解繊しハードボード原料とするスギチップの利用が近年増大したことから、デファイブレータパルプにおけるシブ (shive) の形成、とくに浮上性シブの形成や泥状物質の形成が大きな問題となっていた。これらの障害についての情報を取得し、それらの解決方法を見いだすために、二三の実験を行った。

解繊パルプ中の浮上性シブは、原質にしたとき、その表面に浮上し、そのまま湿板に抄造されてしまうため、ボード表面の外観の低下を招来するので、その解決策が求められていた。まず、実験室的手法によって、浮上性シブの形成の再現を試み、その再現に成功した。ついで、浮上性シブをろ紙による付着捕集法で数量化して、浮上性シブ含有率を測定した。浮上性シブの形成に関する規則性を検討して、解繊パルプの含水率との間に有意な関係があることを明らかにした。その含水率は、原料チップの含水率と蒸煮解繊条件によって変化するので、浮上性シブを形成しない良質パルプを取得するには、原料チップの含水率を調整し、低温長時間蒸煮が有効であることがわかった。また、樹皮付きチップの解繊では、浮上性シブを形成しない条件でパルプ化すると、浮遊物の沈殿が困難な排水が排出するので、その沈殿処理について検討し、硫酸アルミニウム—石灰処理法の有効性を明らかにした。乾・湿チップの混合蒸煮解繊実験、ならびに類別した原料5種類についての蒸煮解繊実験を行い、浮上性シブの形成の規則性を検討した。これらの類別した原料から浮上性シブを生じない条件でパルプ化しハードボードを製板し、その性能を評価した結果、これらの原料はいずれもボード原料として利用可能であることがわかった。シブ (浮上性および沈降性) およびそのパルプについて、走査電子顕微鏡の観察を行い、浮上性シブの形成に関する知見の補完を行った。

目 次

緒 言	166
I 樹皮付きチップのパルプ化	167
1. 序	167
2. 実験方法	168
3. 実験結果	169
3・1 統計的解析	169
3・2 シブおよび浮上性シブ	169
3・3 排水流出物	173
3・4 排水流出物の沈殿促進処理	175
3・5 取得したパルプの性質	177
4. 摘 要	178
II 乾・湿チップの混合物のパルプ化	179
1. 序	179
2. 実験方法	180

3. 実験結果	180
3.1 統計的解析	180
3.2 パルプ収率	180
3.3 浮上性シブ	180
4. 摘要	180
Ⅲ 類別した原料チップのパルプ化	182
1. 序	182
2. 実験方法	183
3. 実験結果	184
3.1 供試原料の木材分析値	184
3.2 パルプ収率	185
3.3 冷水抽出物 (IG1)	185
3.4 解繊パルプの pH	185
3.5 浮上性シブ	185
3.6 走査電子顕微鏡による観察	188
4. 摘要	189
Ⅳ 類別した原料からのボードの製造	189
1. 序	189
2. 実験方法	189
3. 実験結果	190
3.1 パルプの SEM による観察	190
3.2 ボードの性質	191
3.3 ボードの性質間の関係	191
4. 摘要	193
Ⅴ 総括	194
引用文献	194
図版説明	195
Summary	197
Plate	1~7

緒 言

ハードボード工業は、生産量が増大するに伴い、原料獲得競争に巻き込まれ、大量のチップを常時確保する必要に迫られている。そこで、他工業で利用できない原料を、しかも安価に、利用するという方式によって有利な条件を作り出し、原料獲得競争を勝ち抜いてきた。例えば、ラワン廃材は、パルプ工業で利用されなかったため、長い間ボード用原料として安定した位置を占めてきた。しかし、最近合板用ラワン材の輸入量の減少、パーティクルボード工業でも利用が始まるなど、原料としてのラワン廃材は競争原料となり、さらに燃料としての利用が合板工場で始まるにつれ、ラワンチップの価格の高騰がみられるようになり、原料樹種の転換に活路を求める工場が多くなった。

この時期は、丁度、戦後植林の人工林からスギ除伐材や間伐材が供給され始めた時期であった。小径木や製材工場廃材がチップ工場でチップ化され、大量にしかも安価に供給され始めた。樹皮率が高いためパルプ工業用原料には利用できないので、その価格は低く評価されたためである。ボード原料としてのスギチップの利用は、ラワンチップ代替からラワンチップに代わって使用されるほど、その需要が増大するよ

うになってから、若干の問題が起こり始めた。

需要はあるが低価格ということで、スギ間伐材や除伐材、製材工場残廃材だけでなく、雑多な原料がチップ化され、混合して供給されるようになった。

スギ廃材チップをハードボード用パルプに換える繊維化工程において、アスプルンド・デファイブレータで解繊するとき、ある条件では、シブ（単冊状未解繊破片，shive）とくに浮上性シブの多いパルプを与え、ある条件では、繊維状破片や泥状物（short fibre and debris）の多いパルプを与えることであった。浮上性シブは、精砕後もサイズが小さくなるだけで、その性状は変わらないため、原質の表面に浮上したまま成板されてしまう。その結果、製品ボードの表面の外観が低下する。泥状物は、汙水性を低下させ湿板成形工程の障害になることが多い。

このため、スギ廃材チップに汚名が着せられ、スギ間伐材や除伐材の利用の芽をつむ結果になるのではないかと予想された。

文献²⁾では、実験室で設定した標準条件で蒸煮解繊実験が実施されているため、浮上性シブの形成に関する記述はなく、問題のない良質のボードを製造可能な樹種であると報告されている。

本研究は、スギチップのパルプ化で提起された浮上性シブの生成に関する原因を究明し、良質パルプの取得を目標に、昭和45年から昭和52年までの期間に実施したものである。その成果の一部は、すでに公表²⁾し、ボード用原料としてのスギチップのパルプ化に寄与し、浮上性シブの問題は、すでに周知のことであり、技術的にも克服されていることである。しかし、より高収率パルプを指向する生産の方向、ならびに建築解体材がボード原料として定常的に利用される体制が確立しつつあるボード工業界の現状に対処し、これに裨益するため表題の研究のもとに実施した断片的なものを集め、パルプ化技術の見直しにもなるように検討考察を行い、体系的に取りまとめたものである。

原料は、つぎの方々のご好意によったものであり、深甚なる謝意を表します。

樹皮付きチップ；東北開発（株）会津ハードボード工場。間伐材および立木枯死木；林業試験場浅川実験林。クレオソート油注入処理材；日産農林（株）東京工場。建築解体材チップ；平川林業（有）。

本研究の遂行にあたり、有益なるご指導、ご好意をいただいたつぎの方々に感謝の意を表します。

秋田県立工業試験場 工藤文夫氏。大館工芸社 堺谷社長。

ご協力いただいたつぎの方々に感謝いたします。

林産化学部化学加工研究室 加藤昭四郎技官，木材成分化学研究室長 田中治郎技官，パルプ研究室ならびに繊維板研究室の皆様。

I 樹皮付きチップのパルプ化

1. 序

浮上性シブの生成に関する実験室的再現および数量化を試み、広範なパルプ化条件で蒸煮解繊を行った。そして、未洗浄解繊パルプ中のシブ（沈降性シブと浮上性シブからなる）および泥状物の生成に関する要因を検討した。さらに、湿式ボード工場の排水問題に対処するため、排水流出物の沈でんに関する実験を行った。

2. 実験方法

a 原料チップ

供試スギチップは、福島県下の製材工場付属のチップ工場でチップ化されたものである。樹皮率19.2%、含水率52.8%（樹皮部48.1%、木質部53.4%）で、チップ寸法は、長さ18mm、幅14mm、厚さ3.4mm および平均1年輪幅3.3mmであった。

b 実験の配置

解繊実験は、Table 1 に示すように、蒸煮圧を因子 A として3水準、チップの含水率を因子 B として5水準、A×B（交互作用）が求まるよう反復2回とし、A で分割する分割区法二元配置実験の計画で実験を行った。

蒸煮条件は、蒸煮圧8kp/cm²で5分間蒸煮の条件と等価な蒸煮時間を求める計算式^{*)}を用いて計算し、10kp/cm²で2.35分、12kp/cm²で1.23分の等価時間を算出した。また、含水率52.8%の供試チップを室温で風乾して、36.7%、31.6%、20.8% および12.4%の含水率をもつチップを調整した。解繊は、実験室型アスプルンド・デファイブレータでそれぞれの蒸煮条件で蒸煮したあと、1分間摩砕した。

解繊消費動力は、定常回転時の空転消費動力を差し引き、実消費動力（KWH/t パルプ）を求めた。

c パルプの性質

解繊終了後解繊室の蒸気を放出し、蓋を開け水洗してパルプを洗いだす前に、未洗浄パルプをはさみ出し、ビニール袋に収納しパルプの性質測定に供試した。パルプの含水率は、冷却後に測定した。pHは、絶乾10g相当のパルプを秤取し、水（pH 7.0）100mlを加え良くかきまぜて20時間室温で静置したのち、ガラスフィルタで濾過し、バックマン pH 計で測定した。冷水抽出物（1G3）は、1G3 ガラスフィルタを用い、JIS P 8004 に準じて測定した。また、濾液（排水）の沈でん処理を検討するため、冷水抽出物（1G1）も測定した。これは、冷水に溶ける物質と1G1 ガラスフィルタを通過する微細物質からなる。濾液の採取直後に測色した。測色は、色差計を用い、透過光でL, a, b 値を測定し、色差は、使用水の測色値との差 ΔL, Δa, Δb から、つぎの計算式で ΔE を計算して求めた。

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Table 1. 因子と水準
Factors and levels.

因子 Factors			水準 Levels				
			1	2	3	4	5
A	解 繊*1 Defibration	蒸 煮 圧 Cooking pressure (kp/cm ²)	8	10	12		
		蒸 煮 時 間 Cooking time (min.)	5	2.35	1.23		
		摩 砕 時 間 Milling time (min.)	1	1	1		
B	チップ*2の含水率（湿量基準） MC of chips (wet bases)	(%)	12.4	20.8	31.6	36.7	52.8

*1: In the laboratory-type ASPLUND DEFIORATOR with 250 grammes (o. d.) of chips per one charge.

*2: Sugi (*Cryptomeria japonica*) chips contains 19.2% bark.

Chip dimension are: long, 18mm; width, 14mm; and thickness, 3.4mm.

解繊パルプ収率は、未洗浄パルプと洗浄パルプに分けて取得しているので、洗浄による冷水抽出物の流亡を補正し、水洗前と水洗後の収率を求めた。シブ含有率は、フラットスクリーン法により、沈降性シブと浮上性シブの合計量をシブとして測定した。この方法は変動が大きいことが分かっているので、標準測定方法の検討を行い、つぎのような標準化を行った。

「パルプ 5g を標準解繊機 (製紙パルプ用) を用い、750 回転で離解し、0.014 in カットのフラットスクリーンを装着したフラットスクリーンボックスに注ぎ入れ、10 l/min. の流水下で 10 分間ふるい分けを行い、排水後スクリーン上の留分を集め、秤量瓶に入れ絶乾重量をはかり、その重量百分率を求めてシブ含有率とする」。この方法による測定値の変動係数は、2% であった。浮上性シブ含有率は、沓紙を用いた附着捕集法により測定した。測定値の変動を少なくするため、標準測定方法を検討し、つぎのような標準化を行った。

「パルプ 2g を 50 ml 容ビーカーに秤取し、少量の水を加えて良くかきませたのち、1,000 ml 容ビーカーに移し、水を加えて満水にする。スパーテルでかきまぜて浮上したシブをろ紙に附着させて捕集する。浮上するものがなくなるまでこれを繰り返す、秤量瓶に移して絶乾重量をはかり、その重量百分率を求めて浮上性シブ含有率とする」。この方法による測定値の変動係数は、8% であった。ウェットシートの被圧縮性は、水洗パルプからシブを除いたのちウェットシートを抄造し、既報⁶⁾の方法を用いて測定した。

3. 実験結果

3.1 統計的解析

実験結果は、各特性値ごとに因子 A による分割区法二元配置の分散分析法に従って解析を行った。

A を検定する 1 次誤差の期待値は、 $\sigma_E^2 + l\sigma_P^2$ であり、B および A × B を検定する 2 次誤差の期待値は σ_E^2 である。1 次誤差は 2 次誤差より $l\sigma_P^2$ の分だけ大きくなるのであるが、この実験では、 $(\sigma_E^2 + l\sigma_P^2) \div \sigma_E^2 \approx 1$ となったので、 $l\sigma_P^2$ は十分小さいと推定した。その結果、文献⁶⁾の方式を用い、R、 E_1 を 2 次誤差 E_2 にプールして解析した。

この分散分析は、結果として「繰返しのある二元配置実験」と同形の分散分析表になった。

測定した特性値に関する分散分析のうち、F 検定と最少有意差 (l. s. d.) を Table 2 に示した。

3.2 シブおよび浮上性シブ

解繊パルプの含水率は、Fig. 1 に示すように、蒸煮時間の長い A_1 で高く、 A_2 、 A_3 と順次低くなった。また、供試チップの含水率が高いものほど高くなる傾向があった。このような解繊パルプの水分増加は、蒸煮中に生成する凝縮水に起因するが、凝縮水の生成率はチップの含水率によって変化し、 B_3 の水準に変曲点があり、この水準より高いチップ含水率で急増が認められた。

これは、凝縮水に関する LOWGREEN⁷⁾の指摘と一致する結果である。この変曲点の含水率は、乾量基準含水率では、46.2% となり、スギの繊維飽和点、約 23% よりはかなり高い含水率であった。

解繊パルプの pH は、蒸煮解繊時に、木質繊維の化学的成分に生じた加水分解の程度を推定するに役立つ特性値である。本実験では、因子 A の各水準とも加水分解の程度が等価になるように設定しているので、Fig. 2 のように、因子 A の効果はなく、因子 B の効果だけが認められる。チップ含水率の低い B_1 で pH が低く、酸性が強くなっている。しかし、チップの含水率が高くなるにつれ、無処理木粉の pH 値に近づいている。チップ含水率が少ないときには、蒸煮中、チップ中に熱の蓄積が起り、加水分解がより強く起るためと考えられる。

Table 2. 分散分析, 共分散分析および最小有意差の推定
The analysis of variance, analysis of covariance and estimation of l. s. d..

統計的方法 Statistical analysis		分散分析 Analysis of variance						共分散分析*3 Analysis of covariance						
		F-検定*1 F-tests			最小有意差*3 l. s. d.			効果 efficiency	F-検定*1 F-tests			最小有意差*3 l. s. d.		
要因 Source of variation		A	B	A×B	A	B	A×B			A	B	A×B	A	B
パルプの性質 Property of pulp														
解繊パルプの含水率	MC of defibrated pulp	**	**	NS	4.0%	6.1%			NS					
解繊パルプの pH	pH of defibrated pulp	NS	**	NS		0.11			NS					
解繊消費動力	Power consumption for defibration	NS	**	NS		KWH /t 124								
シブ含有率	Shive content	*	NS	NS	3.3%			**	**	NS	*	2.1%		7.4%
浮上性シブ含有率	Floating shive content	*	**	NS	1.3%	2.1%								
パルプ収率 Pulp yield	水洗前 Before washing	NS	**	NS		2.9%			NS					
	水洗後 After washing	NS	**	NS		2.7%			NS					
冷水抽出物 Cold water extractives		by 1G3	**	NS	NS	0.9%			NS					
		by 1G1	NS	**	NS		1.5%		NS					
排水流出物の色差 Colour difference of the effluence	排出直後 ΔEd^{*4}	*	**	NS	4.2	6.5		*8						
	静沈後 ΔEs^{*5}	NS	**	NS		7.7								
	遠沈後 ΔEt^{*6}	NS	**	NS		2.5								
ウェットシートの圧縮性	Compressibility of wet sheet*7	*	*	NS	0.005	0.007								

*1: **; Highly significant, *; significant, NS; Not significant.
 *2; l. s. d.—least significant different—= $Q\sqrt{V_E/n}$, Where, Q ; Studentized range ($k, \phi, 0.05$) in the Table q, k ; Number of comparison, $\phi = k(n-1)$, n ; Number of effective replications, V_E ; Unbiased mean square.
 *3; Concomitant measurements used in this calculation is the power consumption for the defibration.
 *4, *5, *6; See foot-notes of Table 1, 4, *7; The wet sheets were made from the shive-free-pulps. *8; Not calculated.

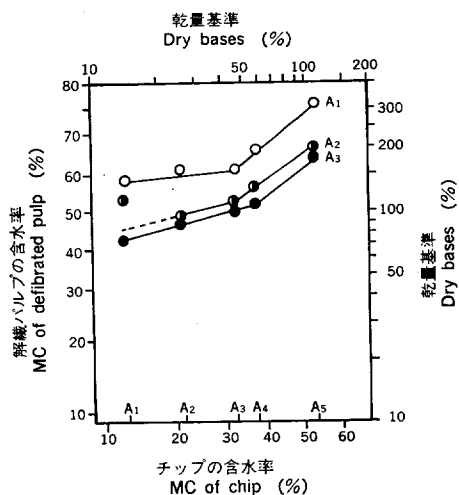


Fig. 1. 解繊パルプの含水率
The moisture content (MC) of the defibrated pulp.

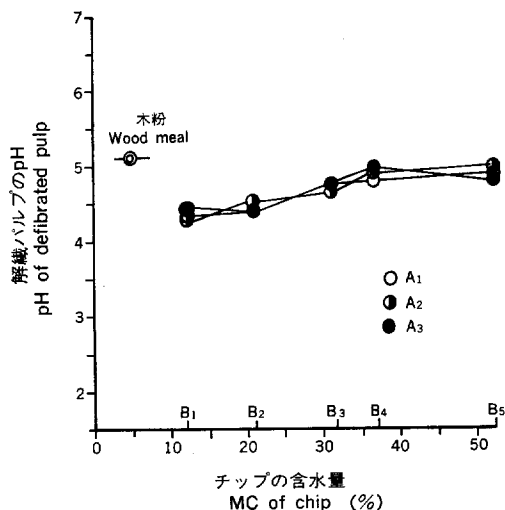


Fig. 2. 解繊パルプのpH
The pH of the defibrated pulp.

解繊消費動力は、チップの含水率、加水分解の程度などの影響を受け、チップの繊維化の難易やその程度などの変動につれて変わるが、分散分析結果は、pHの場合と同様、因子Bのみが有意となった。

最小有意差は、Table 2 に示すように、124 KWH/tであった。この値はかなり大きいものである。これは、誤差変動が大きいため、主として解繊機の解繊機構に由来するものであり、偶然に生じた繊維化度合の不均一のためと考えられる。

しかし、このような精度の低さにもかかわらず、因子Bは高度に有意と判定され、Fig. 3 に示すように、含水率の変曲点 (Fig. 1) に相当する B₃ の水準に極大値が認められた。

また、解繊消費動力は、チップが熱的機械的作用を受け繊維化 (一部では切断も起こる) するとき必要とするエネルギー量の記録としてみれば、補助測定値の意味が強い特性値である。その上、等質条件下ではつぎのような構造模型を仮定できる。

$$y = \beta x + e$$

ここで、 β は母回帰係数である。

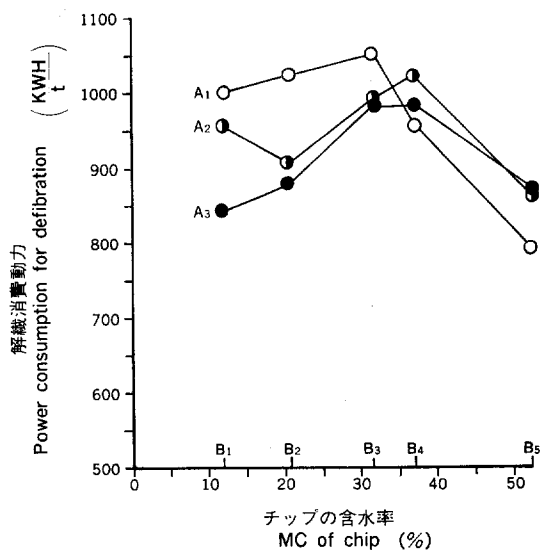


Fig. 3. 解繊における動力消費
The power consumption for defibration.

そこで、解繊消費動力を補助測定値 X 、検討対象の特性値を Y とする共分散分析⁸⁾⁹⁾を行ったところ、Table 2 に示すように、シブ含有率のが有意となった。

シブ含有率は、分散分析では、因子 A が有意、因子 B では検出されなかった。

共分散分析では、A が高度に有意、交互作用 $A \times B$ が有意となった。この結果は、繊維化が等質であると仮定できる条件下では、蒸煮条件ごとにチップ含水率の影響が異なることを意味する。Table 3 に示すように、共分散分析の推定値は、その測定値よりも少なくなるものがある。チップの含水率の高い条件の蒸煮解繊で形成したシブは、解繊が十分行われる条件下では、繊維化が進みシブでなくなるものがあることを示唆する結果である。走査電子顕微鏡 (SEM) の観察で補足すると、つぎようになる。沈降性シブの多くは、粗大繊維束状を呈しており、その末端や側面ではすでに繊維化が始まっている (Photo. 4 ~8 参照) ので、続いて精砕すれば、繊維化がさらに進行すると推定される。

浮上性シブの生成に関与する要因は、因子 B が有意で、因子 A の影響は少ないが、 $A \times B$ は無視できない要因であることがわかった。Fig. 4 に示すように、チップ含水率が少ない条件で解繊したときに浮上性シブが多くなり、チップ含水率が高いときに少なく、とくに A_1B_5 の条件では 0 になった。

浮上性シブの形成における規則性を検討するため、特性値相互間の関係を検討した。その結果、解繊パルプの含水率 (x) と浮上性シブ含有率 (y) との間に有意な関係が認められ、両者間にはつぎの実験式が求められた。

Table 3. 解繊パルプ中の含有率の測定値と推定値
The measured value and the estimated value of the shive content in the defibrated pulp.

因子と水準 Factor and levels	項 目 Items		因子と水準 Factor and levels			B_j の平均値 Mean of B_j
			A_1	A_2	A_3	
B_1	測定値	Measured value	11.8	8.9	17.9	12.9
	推定値	Estimated value	13.7	9.3	14.7	12.6
	差	Difference	+ 1.9	+ 0.4	- 3.2	- 0.3
B_2	測定値	Measured value	16.7	11.7	11.9	12.4
	推定値	Estimated value	19.2	10.7	9.9	13.3
	差	Difference	+ 2.5	- 1.0	- 2.0	- 0.1
B_3	測定値	Measured value	11.6	9.2	9.3	10.0
	推定値	Estimated value	15.0	10.8	10.6	12.1
	差	Difference	+ 3.4	+ 1.6	+ 1.3	+ 2.1
B_4	測定値	Measured value	13.0	10.7	8.3	10.7
	推定値	Estimated value	13.4	13.2	9.6	12.1
	差	Difference	+ 0.4	+ 2.5	+ 1.3	+ 1.4
B_5	測定値	Measured value	17.3	12.5	9.3	13.0
	推定値	Estimated value	12.7	9.9	7.1	9.9
	差	Difference	- 4.6	- 2.6	- 2.2	- 3.1
A_4 の 平均値 Mean of A_4	測定値	Measured value	14.1	10.6	11.3	12.0
	推定値	Estimated value	14.8	10.8	10.4	12.0
	差	Difference	+ 0.7	+ 0.2	- 0.9	0

$$y = 11.73 - 0.146 \cdot x \dots\dots(1)$$

この式において、 $y=0$ となる x の値は、80.3%と推定された。A₁B₈の場合は、71.2%で $y=0$ であったことから、解繊パルプの含水率を高くするような条件が与えられれば、浮上性シブはなくなるだろうという推定が得られた。

解繊パルプの含水率は、Fig. 1 に示すように、チップの含水率と密接な関係が認められるので、チップの含水率は、浮上性シブを生成しない水準に調節しておく必要がある。

3.3 排水流出物

排水流出物に関する情報を取得するため、解繊後水洗しないで採取したパルプを供試した。このパルプ中に含有する水可溶物は、冷水抽出物 (1G3) として測定したものである。Fig. 5 に示すように、交互作用の存在を示唆する結果であるが、因子 A のみが有意となった。

最小有意差は、0.9%であった。蒸煮温度の高い A₃ で多く、順次少なくなった。

水可溶物のほかに繊維破片などの微細物の流亡があるものとして、それらを包含する特性値として冷水抽出物 (1G1) を測定した。Fig. 6 に示すように、因子 B のみが有意となり、B₂ で多く、B₈ で最小値となった。

これらの冷水抽出物が排水中に流亡するものとして、計算上これらを補正し、水洗前と水洗後のパルプ収率を求めたものが、Fig. 7 である。

両者の収率とも、因子 B のみが有意で、B₈ の条件で収率が高く、B₅ で少なくなる傾向となり、B₈, B₄ および B₈ 間の差は有意であった。

湿式法による繊維板の製造においては、排水中に流亡する物質を 0 にすることはできないので、これらの冷水抽出物 (1G1) が排水中に流亡する物質であると仮定して、排水流出物の沈殿の難易⁴⁾について検討した。

排水の色差は、排出直後 (ΔEd), 24時間静沈後 (ΔEs) および遠心分離後 (ΔEt) に測定した。その結果を Table 4 および Fig. 8 に示す。

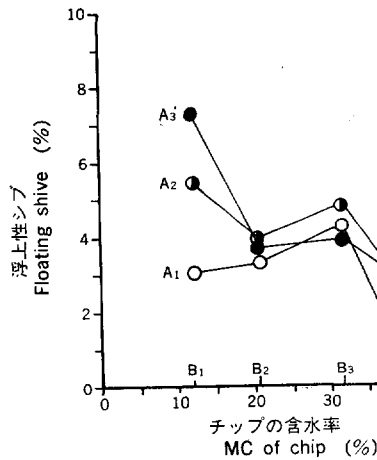


Fig. 4. 解繊パルプ中の浮上性シブ
The floating shives in the defibrated pulp.

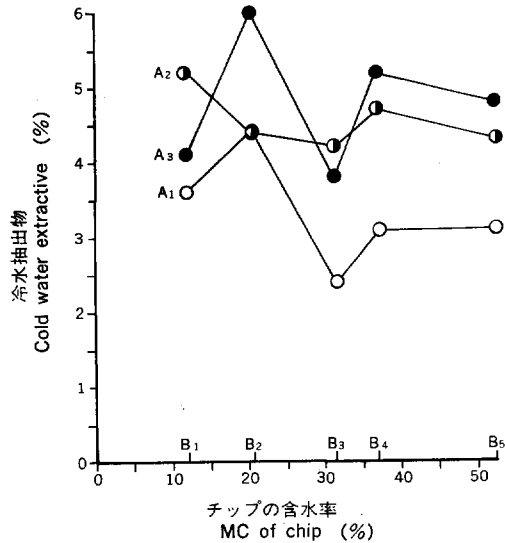


Fig. 5. 解繊パルプ中の冷水抽出物 (1G3)
The cold water extractives (by 1G3) in the defibrated pulp.

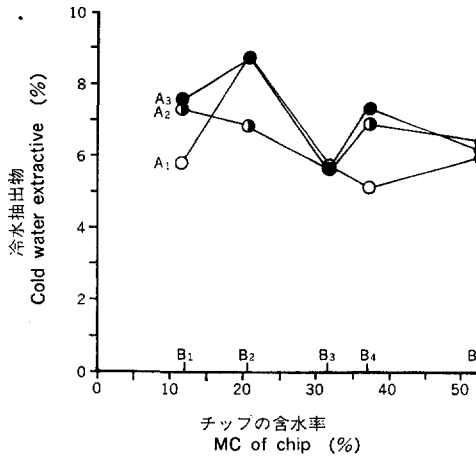


Fig. 6. 解繊パルプ中の冷水抽出物 (1G1)
The cold water extractives (by 1G1)
in the defibrated pulp.

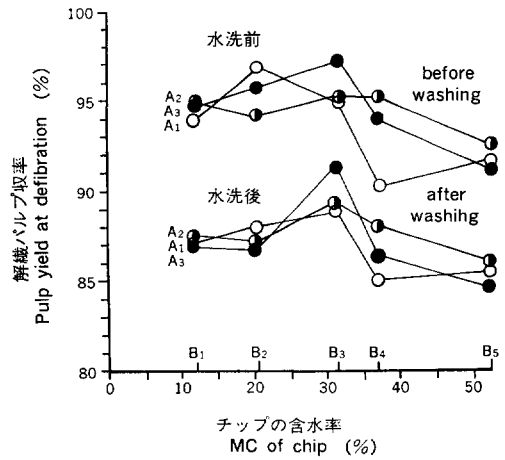


Fig. 7. 解繊におけるパルプ収率
The pulp yield at the defibration.

Table 4. 排水流出物 (1G1ガラスフィルター通過) の色差**
The colour difference** of the effluence passed through 1G1 glass filter.

因子 A の水準 Levels of factor A	排水流出物の色差 Colour difference of the effluence	因子 B の水準 Levels of the factor B				
		1	2	3	4	5
1	ΔEd	52.6	58.1	58.6	62.6	67.9
	ΔEs	34.6	40.2	39.8	48.2	55.8
	ΔEt	6.6	6.6	9.2	9.6	12.9
	$(\Delta Ed - \Delta Es)^{*1}$	18.0	17.9	18.8	14.4	12.1
	$(\Delta Es - \Delta Et)^{*2}$	28.0	33.6	30.6	38.6	42.9
	$(\Delta Es - \Delta Et) \div \Delta Ed \times 100 (\%)$	53.2	57.8	52.2	61.7	63.2
2	ΔEd	56.9	57.2	58.8	64.2	75.9
	ΔEs	30.7	36.0	42.5	47.4	59.4
	ΔEt	4.8	6.3	8.8	8.6	11.2
	$(\Delta Ed - \Delta Es)^{*1}$	26.2	21.2	16.3	16.8	16.5
	$(\Delta Es - \Delta Et)^{*2}$	25.9	29.7	33.7	38.9	48.2
	$(\Delta Es - \Delta Et) \div \Delta Ed \times 100 (\%)$	45.5	51.9	57.3	60.4	63.5
3	ΔEd	55.2	62.9	68.4	68.2	73.8
	ΔEs	37.5	39.6	49.3	48.7	57.3
	ΔEt	7.3	6.2	11.2	9.8	10.0
	$(\Delta Ed - \Delta Es)^{*1}$	17.7	23.3	19.1	19.5	16.5
	$(\Delta Es - \Delta Et)^{*2}$	30.2	33.4	38.1	38.9	47.3
	$(\Delta Es - \Delta Et) \div \Delta Ed \times 100 (\%)$	54.7	53.1	55.7	57.0	64.1

ΔEd ; 排出直後 Directly after the discharge.

ΔEs ; 24時間静沈後 After settling the sediment for 24-hours.

ΔEt ; 遠心分離後 After centrifuging the sediment.

*1; 容易に沈でんする物質に負う色差 The colour difference due to the material which was easily precipitated.

*2; 沈でん困難な物質に負う色差 The colour difference due to the material which was difficult to precipitate.

*3; See foot-notes of Table 5.

ΔEd は、因子 B の影響が大きく、 B_5 で最大値となった。因子 A の影響は少ないが、 A_1 と A_3 の間には差が検出できた。

色差の大小は、排水の濁りの程度と密接に関係し、濁りのひどいものは、色差が大となった。色差の数値で、3~6 のものは、「感覚的な差がめだつ」、6~12 のものは、「大いに」、12 以上で「多大に」差がめだつとされているものである。

24 時間の静沈によって、その色差は、平均値 62.8 あったものが、44.5 となった。その差 ($\Delta Ed - \Delta Es$) は、容易に沈殿する物質に負う色差の変化と推定できる。

静沈後の ΔEs は、因子 B のみが有意であった。

遠心分離 (8,500 rpm, 4,800 G, 7 分間) 作用を受けた遠心分離後上澄液の色

差 ΔEt は、沈殿困難な物質が沈殿し、8.6 となった。因子 B のみが有意となった。水準間の差を検出できたが、その差は無視できるほど少なかった。

これらの上澄液は、使用水に近い透明度であったが、溶存物質のため黄色の着色が認められた。

色差の差 ($\Delta Es - \Delta Et$) は、沈殿困難な物質に負う色差の変化と推定できる。このような沈殿困難な物質は、 B_1 で少なく、順次多くなり B_5 で最大となった。顕微鏡により検討すると、これらの物質は樹皮を源泉とするものが支配的であると判断できた。

樹皮¹⁰⁾は、内樹皮および外樹皮よりなるが、コルク質やストランドなどの組織もあり、解繊工程において、繊維化する部分と無定形粉末状になりやすい部分とから成る。その上、化学的成分としては、タンニン、縮合性タンニン、タンニンの重合体などのポリフェノール物質を多量に含んでいる。

また、チップと樹皮の混合解繊¹¹⁾では、木質部が解繊される前に、樹皮部が解繊され、結果として過剰解繊となり、樹皮混入率が少ない場合でも、滲水性が低下しやすいと報告されている。

また、単純沈殿分離可能な粒子の直径は、0.2 mm 以上であることが公知である。それより粒子が小さく、しかも、それらの粒子が良好な分散剤として知られているポリフェノール性物質からできているとすれば、沈殿困難は起りうることでありと想定した。

3.4 排水流出物の沈殿促進処理

浮上性シブを生成しない解繊条件として推定した高含水率のチップの解繊では、樹皮付きチップの場合、沈殿困難な排水流出物が多くなるという結果となった。

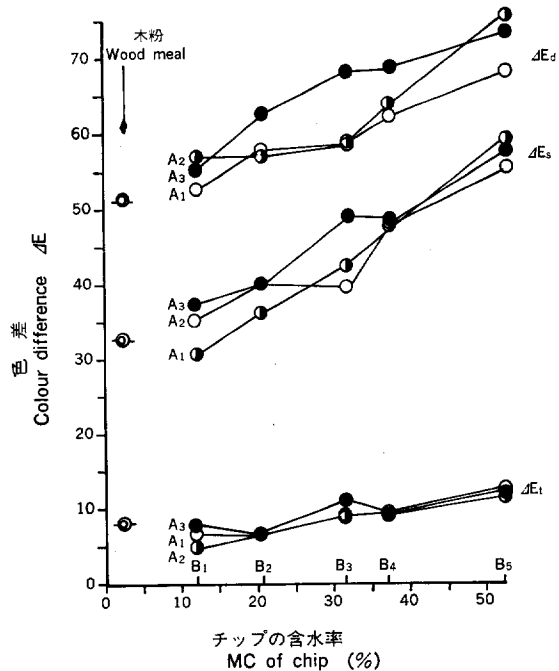


Fig. 8. 排水流出物 (1G1) の色差 (Table 4 参照)

The colour difference of the effluence (1G1) (See Table 4).

そこで、これらの結果を補完するために、沈殿困難な物質の沈殿促進処理について検討を行ったものである。

沈殿促進処理には、高分子凝集剤法とコロイド溶液法とが有効であるが、ポリフェノール性物質の含有が想定できるので、後者の方法についてその効果を検討することにした。

タンニン水溶液は、石灰 $[Ca(OH)_2]$ で沈殿できる。また Al イオンは、Ca イオンの約 7.5 倍の沈殿能力を有することが知られているので、石灰と硫酸アルミニウムの組合せ処理について検討した。

Table 5 のような処理条件の組合せにより排水流出物を処理した。

透過光で測色し、30 分静沈後その上澄液を測色し、使用水基準の色差を求めると、Fig. 9 のような結果となった。

Fig. 9 において、pH 7.0~5.0 (記号で N・1, AS・1, AS・2) の場合には、石灰粉末の少量添加 (0.05 g/l) で、その pH がアルカリ性に移行したが、その色差は減少せず、逆に黒色化が進行した。0.38 g/l (PL・5) 以上添加すると、沈殿の生成を意味する色差の減少が起こった。pH 4.5 (AS・3) の場合は、0.1 g/l (PL・3) で急激な沈殿が始まり、pH 4.25 (AS・4) の場合では、PL・2 の水準で pH がまだ酸性側にあるのに沈殿が起こった。しかし、石灰の添加が多い PL・3 の水準では、pH がアルカリ性側に移行し、色差の急増が起こったのち、PL・4 の水準で急減する傾向を示した。pH 4.0 (AS・5) では、PL・2, PL・3 の水準まで、酸性を示し、その色差も小さく、良好な沈殿を示し、その後石灰添加の多い水準では、アルカリ性を示したが、AS・4 の場合のような色差の増加は起こらなかった。pH 3.65 (AS・6) では、石灰添加による pH の変化は少なく、PL・7 の水準の添加量ですら pH 4.0 の水準を保持していた。色差がすでに十分小さくなっているために、石灰添加の効果が現れなかったものと考えられる。

Table 5. 排水流出物の処理

The treatment of the effluence.

記号 Sign	処 理 方 法 Treatments	水 準 Levels						
		1	2	3	4	5	6	7
E _c	排水流出物 (1G1 ガラスフィルター通過) Effluence passed through 1G1 glass filter	弱酸性 weak acidity						
N	E _c の pH は 0.1% 苛性ソーダ溶液で 7.0 に調整された。 The pH of E _c was adjusted to 7.0 with 0.1% NaOH solution	7.0						
AS	N の pH は、1~5% 硫酸アルミニウム溶液でこれらの水準に調整された。 The pH of N was adjusted to these levels with 1~5% Alum solution.	6.0	5.0	4.5	4.25	4.0	3.65	
PL	石灰粉が AS に添加された。((g/l))*1 Powder of Ca(OH) ₂ was added to AS.	0	0.05	0.1	0.25	0.38	0.5	0.75

*1: 処理した排水流出物は 2 分間攪拌され、そこで 30°C で 3 分間静置された。その表面水が注意深く注ぎだされて pH と色 (L, a, b として) が測定された。

The treated effluence (PL) was aditated for 2 min. and then allowed to stand undisturbedly for 30 min. at 30°C. The supernatant water was carefully poured off, and then the pH value and the colour (L, a, b) of it were measured.

pH を調整するために必要とする 硫酸アルミニウムの添加量は、pH 4.5 を 1 とすると、pH 4.25 で 2.3 倍、pH 4.0 で 6.4 倍、pH 3.65 で 26.7 倍となる。

最適処理条件は、つぎのような条件を加味して求めることができる。

- (1) 硫酸アルミニウムや石灰の添加量が少ない。
- (2) 処理後の水の pH を、污水排出基準以内 (5.8~8.6) とし、水の循環使用を考慮し、工業用水 2 級基準 (6.8~8.5) 以内とする。
- (3) 沈殿の生成が容易で安定している。これらの条件を包含する処理条件は、AS-4 と AS-5 の処理であった。

pH 4.25 の条件では、石灰の添加量と pH の監視を厳密にする必要が認められる。

pH 4.0 の条件では、硫酸アルミニウムの添加量も石灰の添加量も pH 4.25 の条件より多く必要であるが、安定した沈殿が得られた。

処理温度の影響は、Fig. 10 に示すように、pH 7.0 で若干認められたが、pH 4.0 では認められなかった。

3.5 取得したパルプの性質

解繊パルプのふるい分析結果は、Table 6 に示すように、三つのフラクションに分けて集計した。フラクション I は、シブと繊維束、II は、小さい繊維束と単繊維、III は、短繊維、切断繊維、繊維破片および微細物として区分できる。

精砕工程においては、フラクション I では繊維化と微粉化が起り、フラクション II では微粉化が起るから、それぞれフラクション III を増加させることになる。

精砕する前に、解繊パルプから精砕後のパルプの良否を評価するとすれば、フラクシ

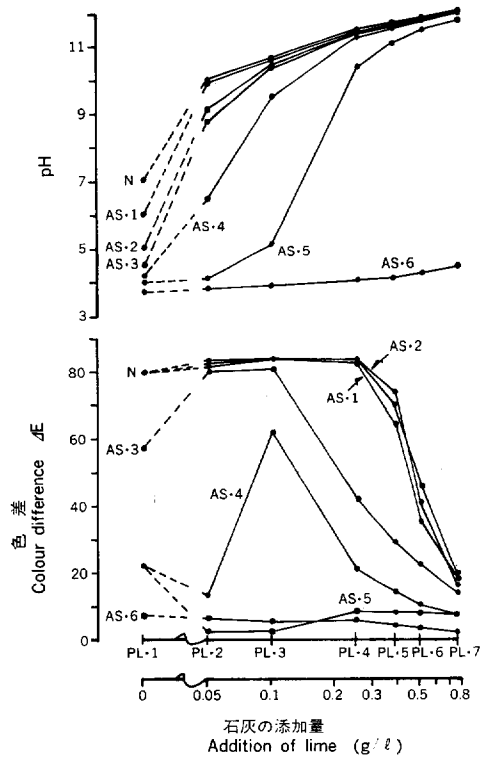


Fig. 9. 排水流出物の pH および色差に及ぼす硫酸アルミニウム—石灰処理の効果 (Table 5 参照)

Effect of alum-lime treatment on the pH and the colour difference of the effluence (See Table 5).

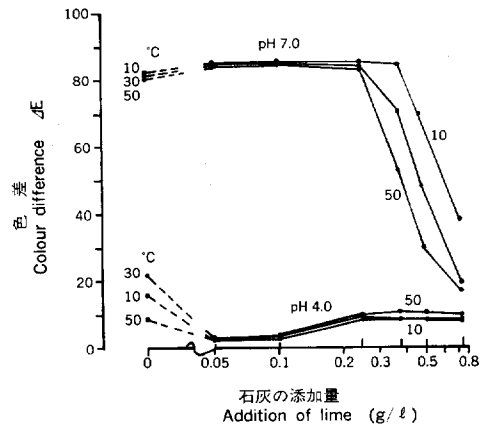


Fig. 10. 排水流出物の色差に及ぼす硫酸アルミニウム—石灰処理温度の効果
Effect of alum-lime treatment temperature on the colour difference of the effluence.

Table 6. 解繊パルプのふるい分析結果
The results of screen analysis of the defibrated pulps.

因子A の水準 Levels of factor A	ふるい分析*1 Screen analysis (%)		因子Bの水準 Levels of factor B					
			1	2	3	4	5	
1	I	R16	37.8	40.5	35.4	36.0	37.8	
		シブ shive (R16-shive)	11.8 26.0	16.7 23.8	11.6 23.8	13.0 23.0	17.3 20.5	
	II	16/48	33.8	30.4	35.0	34.6	35.1	
	III	残り The rest	28.4	29.1	29.6	29.4	27.1	
		48/80	6.0	6.8	7.7	7.4	6.7	
		80/150	2.7	3.8	3.4	3.9	3.8	
		P150	19.7	18.5	18.5	18.1	16.6	
	2	I	R16	32.2	32.0	30.9	28.4	34.7
			シブ shive (R16-shive)	8.9 23.3	11.7 20.3	9.2 21.7	10.7 17.7	12.5 22.5
II		16/48	34.8	36.8	37.8	39.0	35.6	
III		残り The rest	33.0	31.2	31.3	32.6	29.7	
		48/80	6.7	6.6	7.6	7.8	7.2	
		80/150	4.1	3.2	3.5	3.7	3.5	
		P150	22.2	21.4	20.2	21.1	19.0	
3		I	R16	37.4	39.3	29.6	28.2	33.1
			シブ shive (R16-shive)	19.9 19.6	11.9 27.4	9.3 20.3	8.3 19.9	9.3 23.8
	II	16/48	33.8	32.4	38.4	39.2	38.2	
	III	残り The rest	28.8	28.3	32.0	32.6	28.7	
		48/80	7.0	6.2	7.7	8.2	7.8	
		80/150	3.0	2.8	4.1	3.8	3.7	
		P150	18.8	19.3	20.2	20.6	17.2	

*1; I; Shives and fibre bundle, II; Single fibre and small fibre bundle, III; short fibre, cutting fibre, debris and cell fragments.

ンIIが多く、IとIIIの少ないパルプということができる。

このような基準に適合したパルプは、A₂B₄とA₃B₄の条件で得たパルプであった。

シブを除去したパルプで、取得パルプの被圧縮性を測定したところ、Fig. 11に示すように、圧縮性常数bで検討すると、因子AおよびBで有意となった。A₃(高温短時間解繊)では、圧縮性常数bが小さく、さらに、チップの含水率の少ない条件でも小さく、パルプの被圧縮性が低くなることがわかった。

4. 摘 要

1) 樹皮付きスギチップを用い、実験室型アスブルンド・デファイブレータで蒸煮解繊を行い、浮上性シブの生成現象の再現に成功した。ろ紙による付着捕集法による浮上性シブの数量化によって、浮上性シブ

プの生成に関する規則性の探索が可能になった。

浮上性シブの生成に関する規則性は、解繊パルプの含水率 (x) と浮上性シブ含有率 (y) との間に存在することがわかった。両者間につきのような実験式が求められた。

$$y = 11.73 - 0.146 \cdot x \dots\dots(1)$$

このことから、Fig. 1 に示すように、浮上性シブのない高含水率の解繊パルプを得るためには、供試チップの含水率を高くする必要が認められた。

浮上性シブを0にする条件では、シブ含有率の多いパルプを与えるという結果であったが、解繊消費動力を補助測定値とする共分散分析に基づき推定すると、Table 3 に示すように、解繊が十分であればシブでなくなるものがあることがわかった。

以上のことから、今後の実験においては、浮上性シブだけに問題を限定できることがわかった。

2) 湿式法による繊維板の製造においては、排水中に流出する物質をなくすることはできないので、これを数量化するために冷水抽出物 (1G1) を測定した。

排水流出物の色差は、排出直後 (ΔEd)、24 時間静沈後 (ΔEs) および遠心分離したあと (ΔEt) について測色した。

沈殿困難な物質に負う色差 ($\Delta Es - \Delta Et$) は、チップの含水率の増加によって増加することが明らかになった。また、沈殿困難な物質は、樹皮を源泉とするものが支配的であると推定した。

そこで排水流水物の沈殿促進処理においては、排水流出物に含有するものと推定するポリフェノール性物質に着目し、硫酸アルミニウム—石灰処理を検討した。

沈殿の安定性の良い条件は、排水水の pH を硫酸アルミニウムで 4.25 あるいは 4.0 に調整したあと、石灰を添加してその pH を中性にした条件で求められた。

pH 4.25 の条件の場合には、硫酸アルミニウムの添加量は、pH 4.0 の場合の必要量の約 36% であったが、石灰添加による pH の監視を厳密にする必要を認めた。

3) 解繊パルプのふるい分析結果およびウェットシートの被圧縮性の結果から判断して、良質パルプは、引続いて精砕することを前提として、浮上性シブを生成しないチップ含水率の高い水準から製造できると推定した。

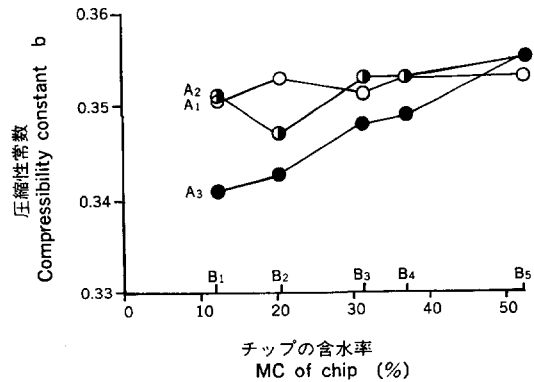


Fig. 11. ウェットシート圧縮性常数 b
The compressibility constant b of the wet-sheet.

II 乾・湿チップの混合物のパルプ化

1. 序

実験 I において、浮上性シブは、乾チップを高温短時間蒸煮し解繊したとき多く、湿チップを低温でやや長時間蒸煮し解繊したとき少なくなることがわかった。

ボード工場に乾チップと湿チップが同時に供給されたり、チップの堆積中自然に乾チップと湿チップが形成する場合などを想定し、それらが混合し蒸煮解繊する場合における浮上性シブの生成について検討を

行った。

2. 実験方法

a 原料チップ

実験 I と同じ原料チップを供試した。

b 実験の配置

解繊実験は、Table 7 のように、蒸煮圧を因子 A として水準、乾・湿チップの混合割合を因子 C として 5 水準、A × C が求められるよう反復 2 回とし、A で分割する分割区法二元配置実験を行った。

c 解繊データおよびパルプの性質

実験 I と同じ方法で測定した。

3. 実験結果

3.1 統計的解析

実験 I と同様に行った。

3.2 パルプ収率

実験結果は Table 8 に示した。水洗後パルプ収率は、実験 I の場合には、全平均値が 87.4% であったが、実験 II の場合には 92.6% であった。このとき、冷水抽出物 (1G1) は、前者では 6.7% に対し後者は 3.4% であった。冷水抽出物が少ないことがパルプ収率の増加に寄与しているものと考えられる。

乾・湿チップの混合解繊によって解繊収率が向上することは興味ある現象である。

3.3 浮上性シブ

実験 I で求めたような浮上性シブの生成に関する規則性が本実験でも認められた。

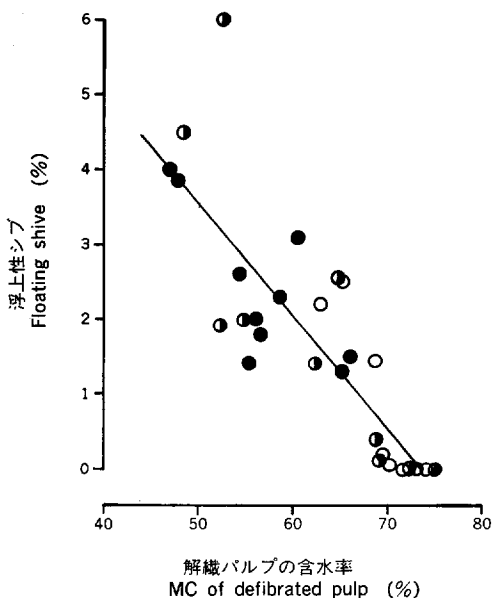


Fig. 12. 解繊パルプの含水率対浮上性シブ含有率
The MC of defibrated pulp vs. the floating shive content.

解繊パルプの含水率 (x) と浮上性シブ (y) との間に、つぎのような実験式が求められた。

$$y = 11.18 - 0.152 \cdot x \dots\dots\dots(2)$$

この式において、x = 73.6% のとき y = 0 となった。

これらの関係は、Fig. 12 に示すように、計算上のことであって、解繊パルプの含水率が 71.6% 以上になると浮上性シブは 0 となり、実験式 (2) の推定値より低い値であった。

また、乾チップの割合が多くなると、その混合物の平均含水率は低くなり、この混合物を蒸煮解繊した場合、高温短時間蒸煮解繊では、解繊パルプの含水率は低くなり、その結果として浮上性シブは多くなった。

4. 摘要

乾チップと湿チップの混合物を蒸煮解繊する場合、浮上性シブの生成におよぼす乾チップの混合率の影響を調べるため実験を実施し、つぎのよう

Table 7. 因子と水準
Factors and levels.

因子 Factors		水準 Levels					
		1	2	3	4	5	
A	解 織* Defibration	蒸 煮 圧 Cooking pressure (kp/cm ²)	8	10	12		
		蒸 煮 時 間 Cooking time (min.)	5	2.35	1.23		
		摩 碎 時 間 Milling time (min.)	1	1	1		
C	乾湿チップ の混合物 Mixtures of dry- and wet-chip	乾 チ ッ プ dry chips (MC 12.4%) (part)	90	70	50	30	10
		湿 チ ッ プ Wet chips (MC 52.8%) (part)	10	30	50	70	90
		平均含水率 (wet bases) Average MC of Mixtures (%)	16.4	24.5	32.6	40.7	48.8

* ; Table 1 の脚注参照, See foot-notes of Table 1.

Table 8. 解織および解織パルプに関するデータ
Data on the defibration and the defibrated pulp.

因子 A の水準 Levels of factor A*	因子 C の水準 Levels of factor C*	消費動力 Power consump- tion (KWH/t)	パルプ収率 (水洗後) Pulp yield (after washing) (%)	解 織 パ ル プ Defibrated pulp			
				含 水 率 MC (%)	pH	浮上性シブ Floating shive (%)	冷水抽出物 Cold water extractive (%)
1	1	772	93.0	69.4	4.9	0.8	3.6
	2	763	93.7	72.4	4.8	0	2.5
	3	839	93.0	67.3	4.9	1.1	3.1
	4	753	92.7	71.3	5.1	0.1	3.6
	5	791	94.8	69.6	5.1	1.2	3.9
2	1	820	93.9	50.3	4.4	5.2	2.8
	2	926	94.0	53.4	4.5	2.0	2.7
	3	820	93.0	63.5	4.8	2.0	3.9
	4	705	92.2	72.1	4.9	0.2	5.7
	5	772	93.3	70.6	5.1	0	4.4
3	1	820	92.6	47.3	4.2	3.9	2.7
	2	887	91.8	55.6	4.3	1.7	2.0
	3	955	91.6	55.6	4.5	2.2	2.2
	4	801	87.9	62.9	4.7	2.2	3.9
	5	849	91.7	62.4	4.5	1.9	3.4

* ; Table 7 参照, See Table 7.

な結果を得た。

1) 解繊パルプの含水率と浮上性シブ含有率間には、実験 I で得たような規則性が認められた。乾チップの混合率が高くなると、その混合物の平均含水率は低くなり、それにつれて解繊パルプの含水率は低くなった。その結果、浮上性シブは、解繊パルプの含水率に相当する量まで増大した。

2) 乾・湿チップの混合物の蒸煮解繊によって、解繊収率の向上が認められた。この問題は、興味ある結果なので、今後の研究に継続する。

III 類別した原料チップのパルプ化

1. 序

チップ工場からハードボード工場に供給される可能性のある原料は、種々雑多である。例えば、山地からは、間伐材、除伐材などのほか、曲り材、空洞材、なかば腐った材および細い材など、工場からは、製材廃材、端材、板切れなど、町や村からは、枯損木、庭木、街路樹、物干し支柱、電柱および建築解体材などが考えられる。

供給の可能性のある原料を用い、浮上性シブの生成に及ぼす原料の類別の影響を調べるための解繊実験を行った。

Table 9. 原料の類別およびチップの寸法
Classification of raw materials and chip dimension.

		原料 (スギ) の類別 Classification of raw material				
		間伐材 (劣勢木) Thinned tree (dominated tree)	立木枯死木 (被圧木) Standing withered tree (overtopped tree)	屋外使用材 (物干し支柱) Exterior used wood (clothes post)	クレオソート油処理材 (電柱) Coal-tar creosote treated wood (telegraph pole)	屋内使用材 (木造家屋の柱、梁) Interior used wood (post and beam of wooden house)
記号	Sign	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
チップ化時の原料の含水率 (%) MC of raw material at chipping		34	19	19	16	飽水 Water-saturated
直径 Diameter	末口 Top side (cm)	8.0	7.0	8.5, 6.0, 7.5	20.0	—
	元口 Root side (cm)	16.0	16.0	10.0, 8.5, 8.5	22.0	—
	胸高 Breast height (cm)	14.4	13.5	—	—	—
長さ Length	(m)	8.75	7.58	1.94, 1.93, 1.85	2.80	—
年輪 Annual ring	(cm)	38	23	17, 17, 23	24	—
チップ寸法 Chip dimension	*1 長 Length (mm)	16 (3)	17 (4)	16 (4)	15 (3)	23 (4)
	幅 Width (mm)	16 (9)	16 (8)	15 (8)	16 (6)	17 (8)
	厚 Thickness (mm)	3.2(1.2)	3.9(1.4)	3.2(1.3)	2.9(1.1)	3.8(1.4)
備考 Notes		7.7*2	18.9*3	15.2*3	78.4*4	

*1; 括弧内数字は標準偏差である。 Parenthesized number is the standard deviation.

*2; 樹皮率 Bark content (%).

*3; 腐朽チップ率 Decayed chip content (%).

*4; クレオソート油汚染チップの含有率 Content of coal-tar-creosote polluted chip (%).

2. 実験方法

a 供試原料

供試原料は、類別した5種類のスギ材を用いた。A₁~A₄の原料は、丸太で入手し、実験室型チッパーでチップ化した。A₅は、チップ工場でチップ化されたものである。

チップの平均寸法は、Table 9 に示すように、普通サイズかそれより小さめである。類別した原料のうち、間伐材は、劣勢木で、そのまま放置すればやがて枯死する可能性のあるもので、林業試験場浅川実験林より採材した。立木枯死木は、林業試験場浅川実験林の林内の谷筋で被圧を受け枯死したもので、乾腐状の腐朽が認められた。これらの腐朽した部位は、チップ化時に細粉化し、ふるい下となり除かれてしまうので、供試チップの腐朽率は少なかった。屋外使用材は、剥皮した除伐材を物干し支柱として3年間使用したものである。クレオソート油処理材(電柱)は、クレオソート油注入処理後、工場の土場に5~10年放置されていたものである。クレオソート油汚染率は、丸太から円板を切り出し、汚染部を分割して除きその重量百分率を求めたものである。屋内使用材は、木造家屋の柱や梁などの構造材として使用していたもので、チップ工場搬入後貯木池で飽水後に解体材用チッパーでチップ化^{*)}されたものである。

b 実験の配置

因子 A は、原料の類別で5水準であるが、そのうち A₁ から A₄ までを因子 B (解繊条件) で分割する分割区法二元配置実験として実施し、都合で入手の遅れた原料 A₅ は、追加実験したものである。

因子と水準は、Table 10 に示すように、チップの含水率と解繊条件を組み合わせ採用した。実験 I の Fig. 4 の解析結果から、浮上性シブの最も多い水準として B₃ を、最も少ない水準として B₁ を、その中間として B₂ を選んだものである。

解繊の順序は、ランダム化しているが、A₄ の解繊のつぎの1回分は、クレオソート油のためデファイブレータの解繊室が汚染するので、清浄のために清掃解繊を挿入した。

Table 10. 因子と水準
Factors and levels.

因子 Factors			水準 Levels				
			1	2	3	4	5
A	原料の類別 Classification of raw material	記号 Sign	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
		チップの含水率 MC of chip (wet bases)	58.6	54.6	53.4	64.4	61.7
		B ₁ (%)	27.4	23.7	28.5	32.2	29.1
		B ₂ (%)	12.2	11.9	11.9	12.9	12.3
B	解繊条件 Defibration conditions	チップの含水率 MC of chip (wet bases)	53.4~ 64.4	27.4~ 32.2	11.9~ 12.9		
		蒸 煮 圧 Cooking pressure (kp/cm ²)	8	10	12		
		蒸 煮 時 間 Cooking time (min.)	5	2.35	1.23		
		摩 碎 時 間 Milling time (min.)	1	1	1		

*1 ; Table 9 参照, See Table 9.

c 供試原料の木材分析

原料チップの一部をミルで粉碎し分析用木粉とした。A₄については、クレオソート油汚染部は除いて供試した。

木材分析法は、JIS に準拠して行い、ホロセルロースは、亜塩素酸ナトリウムによる定量法で 4 回処理し、リグニンおよび灰分を補正して求めた。

d 解繊データおよび解繊パルプの性質

実験 I の方法と同じ方法で行った。

e 走査電子顕微鏡写真撮影用試料の調整、蒸着および SEM の観察

解繊したパルプは、浮上性シブ、沈降性シブおよび繊維と繊維束に選別したのち、風乾し、ついで真空乾燥器中で絶乾にした。

調整試料は、試料台に両面テープでセットしたのち、VED 型真空蒸着装置に入れ、高真空下で初めに炭素、ついで金の蒸着を行った。走査電子顕微鏡は、MINI-SEM を用い、ブラウン管上に試料表面の拡大図を投影し、観察を行った。その代表例となる視野を選択し、60×70 mm のフィルムに撮影した。

3. 実験結果

3.1 供試原料の木材分析値

木材分析値は、Table 11 に示した。類別した原料によって多少の相違が存在する。

立木枯死木 (A₂) は、冷水抽出物、アル・ベン抽出物、ホロセルロース およびヘミセルロースが少なく、リグニン、 α -セルロースが多い傾向があり、木材成分の一部に溶脱が起きているものと考えられる。

屋外使用材 (A₃) は、ホロセルロース、 α -セルロースおよびヘミセルロースが少なく、腐朽の進行を意味する結果となっているが、その決め手とされている 1% NaOH 可溶物は、むしろ少ない値を示した。

クレオソート油処理材 (A₄) は、1% NaOH 可溶物、ヘミセルロースおよび熱水抽出物が多く、経年変化の影響と判断できる結果であったが、このほかに、加圧注入処理の影響も無視できないものと考えられる。

Table 11. Part 3 実験に供試した原料の木材分析データ
Analytical data on raw material used in Part 3 experiment.

原料の 類別記号 Sign	灰分 Ash (%)	抽出物 Extractive			1% NaOH 可溶物 1% NaOH solubility (%)	リグニン Lignin (%)	ホロ セルロース Holo- cellulose (%)	α - セルロース α - cellulose (%)	ヘミ セルロース Hemi- cellulose (%)
		冷水 Cold- Water (%)	熱水 Hot- Water (%)	アル・ベン Alcohol- Benzen (%)					
A ₁	0.24	1.08	1.48	2.42	9.72	33.0	70.1	47.5	22.6
A ₂	0.20	0.87	1.47	1.69	8.91	35.0	67.8	50.2	17.6
A ₃	0.36	1.04	2.35	2.76	9.61	33.7	65.5	43.6	21.9
A ₄ *1	0.40	1.82	3.09	2.45	13.22	33.5	73.1	45.5	27.6
A ₅	0.50	0.70	1.43	2.45	7.39	31.9	70.4	45.3	25.1
*2	0.3~0.8	1.0~2.8	1.3~3.0	1.3~5.0	13.2~22.7	28.0~34.8			

*1; クレオソート油汚染部を取り除いたチップから木粉が調製された。

Wood meals was prepared from the chips free from the coal-tar-creosote polluted parts.

*2; 文献からの参考データ Reference data from the literature on Sugi.

Table 12. 解繊および解繊パルプに関するデータ
Data on the defibration and defibrated pulp.

因子A の水準 Levels of factor A*	因子B の水準 Levels of factor B*	消費動力 Power consumption (KWH/t)	パルプ収率 (水洗後) Pulp yield (after washing) (%)	解 繊 パ ル プ Defibrated pulp			
				含水率 MC (%)	pH	浮上性シブ Floating shive (%)	冷水抽出物 (IG1) Cold water extractive (%)
1	1	714	93.4	74.6	5.0	0	4.0
	2	750	90.4	66.6	4.9	1.1	5.6
	3	804	91.7	52.0	4.8	10.6	6.1
2	1	679	91.7	75.2	3.9	0	5.7
	2	741	91.8	64.7	3.8	2.1	8.6
	3	848	90.6	52.0	3.7	9.0	9.2
3	1	590	86.2	74.4	4.8	0	5.7
	2	822	91.9	58.2	4.4	6.6	6.6
	3	724	87.8	51.6	4.5	15.4	7.8
4	1	670	95.8	76.0	5.1	0	4.8
	2	700	91.8	69.6	4.9	0.2	5.0
	3	706	92.0	51.5	4.9	11.7	4.9
5	1	515	83.8	83.3	5.4	0	1.9
	2	747	87.6	69.0	4.9	5.7	2.5
	3	819	90.8	48.0	5.0	13.4	3.0

* ; Table 10 参照, See Table 10.

屋内使用材 (A₅) は, 冷水抽出物, 1% NaOH 可溶物が少なく, 経年変化による「枯れ」を意味する結果ではないかと考えられたが, その差は大きいものではなかった。

3.2 パルプ収率

解繊パルプの水洗後収率は, 浮上性シブが0%となった B₁ の水準と比較すると, A₅, A₃ で少なく, A₁, A₄ で多かった (Table 12)。その平均値は, 90.5% であった。

3.3 冷水抽出物 (IG1)

冷水抽出物は, 因子 B の水準によって異なるが, A₂, A₃ で多く, A₅ で少なかった。

3.4 解繊パルプの pH

解繊パルプの pH は, A₂ でとくに低い値, 3.8 であったけれども, 他の原料における pH は, スギ材としては普通の値であった。

3.5 浮上性シブ

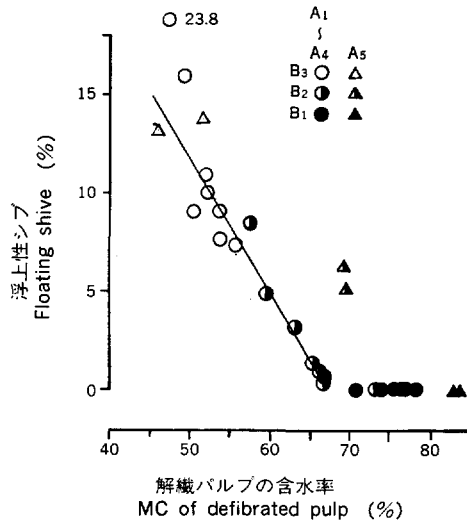


Fig. 13. 解繊パルプの含水率対浮上性シブ含有率

The MC of drfibrated pulp vs. the floating shive content.

蒸煮条件 B₁ の水準で浮上性シブは 0% となった。実験 I と II で得られた規則性が本実験においても認められた。

A₁~A₄ の実験では、解繊パルプの含水率 (x) と浮上性シブ (y) との間には、

$$y = 38.5 - 0.528 \cdot x \quad \dots\dots\dots(3)$$

なる実験式が求められた。

x = 72.9% のとき y = 0 となった。

Fig. 13 に示すように、A₁~A₄ の全データの散布図から浮上性シブが 0 になる解繊パルプの含水率は、70.9% となり、実験 I・II におけると同様に、実験式からの推定値より小さい値となった。浮上性シブを生成しないパルプの含水率は、その臨界値が求められている訳ではないので、必要以上に高い含水率になっているものもあるので、これを除いて計算してみると

$$y = 45.0 - 0.667 \cdot x \quad \dots\dots\dots(3')$$

となる。x = 67.5% のとき y = 0 となった。

A₅ は、低い含水率のパルプになる傾向があるため、浮上性シブの多いパルプとなった。このように、原料によって特徴が存在した。しかし、実験 I・II 同様、解繊パルプの含水率と浮上性シブ含有率間には規則性が認められた。浮上性シブを生成しない含水率まで解繊パルプの含水率を高めるために、原料チップの含水率を 60% 以上に保つべきであると結論した。

原料 A₅ の結果についても、解繊パルプの含水率 (x) と浮上性シブ含有率 (y) との間に、

Table 13-1. 走査電子顕微鏡写真の観察結果
The observation results on the SEM photograph.

因子Aの水準 Levels of factor A	因子Bの水準 Levels of factor B	SEM 写真の観察項目の番号*1 Number of the observation items on SEM photograph		
		浮上性シブ Floating shive	沈降性シブ Shinking shive	繊維または繊維束 Fibre or fibre-bundle
1	1		5	11, 24
	2	1, 3, 4, 15	5, 15	11, 24
	3	1, 7	8, 9, 15, 24	11, 24
2	1		5, 15, 24	11, 13, 21, 24
	2	1, 4, 15, 21	5, 24	11, 14, 23, 24
	3	1, 2	4, 24	11, 24
3	1		5, 15	11, 24, 26, 31
	2	1, 3, 22, 24	6, 24	11, 17, 24
	3	1, 2	4, 24	11, 24
4	1		5	11, 21, 27
	2	1, 3, 22	5, 24	11, 13, 24
	3	1, 2	3, 15, 24	11, 13, 24
5	1		5, 12	11, 13, 21, 27
	2	1, 21	3, 4, 21, 24	11, 13
	3	1, 2	6, 15, 24	11, 24

*1 ; Table 13-2 参照, See Table 13-2.

$$y = 31.3 - 0.372 \cdot x \dots\dots\dots(4)$$

なる実験式が求められた。

$x = 84.1\%$ のとき $y = 0$ となった。

この結果は、実験式 (3) の推定値よりかなり高い値である。このことは、原料によっては高含水率のパルプを取得できる条件でも浮上性シブの形成が起こることがあることを意味する。木材中の水分は、細胞壁の結合水として 30% (乾量基準含水率)、内腔などの空隙に毛管凝縮水として 150% 保持できるので、

Table 13-2. 走査電子顕微鏡写真の観察項目の番号と説明
Number and explanation of the observation items on the SEM photograph.

No.	観 察 項 目	Observation items
1	放射断面の平らな表面	even surface of ray section of the shive,
2	シブの表面からの一部繊維の剥脱	peelings of partial fibre from the surface of shive,
3	シブの表面からの繊維の剥脱	peelings of fibre from the surface of shive,
4	シブの表面からの繊維束の剥脱	peelings of fibre-bundle from the surface of shive,
5	シブの表面からの繊維の多層剥脱	poly-stratiform-peelings of fibre-bundle from the surface of shive,
6	シブの表面からの繊維束の多層剥脱	poly-stratiform-peelings of fibre-bundle from the surface of shive,
7	シブの側面からの繊維および繊維束の剥脱	peelings of fibre and fibre-bundle from the side-edge of shive,
8	シブの末端からの繊維の剥脱	peelings of fibre from the end-edge of shive,
9	シブの末端からの繊維の多層剥脱	poly-stratiform-peelings of fibre from the end-edge of shive,
11	中間壁面での分離	separation at Middle lamella (ML) plane,
12	シブの表面におけるML面での亀裂	crack at ML plane on the surface of shive,
13	中間壁・2次壁間開裂	rupture at between ML and Secondary wall layer,
14	折れ曲がり繊維	crooked fibre,
15	繊維の切断	cutting of fibre,
16	繊維束の切断	cutting of fibre-bundle,
17	多数の繊維束	many fibre-bundles.
21	反対側の繊維の仮導管表面から剥脱したMLの残留物	ML-remnants peeled from tracheid surface of the opposite fibre,
22	シブの放射断面の表面上のMLの残留物	ML-remnants on the surface of ray section of shive,
23	繊維上における露出した2次壁MLの破片	exposed secondary wall layer on the fibre, fragments of ML,
24	繊維の細胞壁の開裂	rupture of cell wall of the fibre,
25	繊維の破片	fragments of fibre,
26	仮導管の有縁壁孔周囲の亀裂	crack at the circumference of the bordered pit of tracheid,
27	腐朽した繊維	decayed fibre,

* : Table 13-1 参照, See Table 13-1.

合計で 180% (湿量基準含水率では 64.3%) に達する。

原料 A₅ は、「枯らし」効果があるのではないかと考えられるほど十分乾燥しているので、乾チップでは、解繊時にドレンとして水分が供給されても、シブや繊維束および繊維などの表面やそれら相互間の間隙などに付着するのみで、木質部の含水率を高める状態になっていないのではないかと推測した。このような原料では、蒸煮解繊前のチップの含水率の調整をとくに重視すべきであると結論した。

3・6 走査電子顕微鏡による観察

浮上性シブの成因に関する知見を得るため、走査電子顕微鏡 (SEM) による観察を行った。撮影した数多くの写真は、視野ごとに細部では異なっていたが、観察結果をいくつかの同類項に要約したものが、Table 13・1 である。それらの項目に要約的説明をつけたものが Table 13・2 である。

これらの結果から重複を避けて選択した SEM 写真を Photo. 1 から 14 に示した。

Photo. 1 には、A₁B₃ の浮上性シブ、Photo. 2 には、A₄B₃ の浮上性シブを示した。浮上性シブの表面は、Photo. 2 のように、その表面から繊維の剥脱が起こっているものもあるが、Photo. 1 のように、放射断面の平らな表面を示すものが多い。Photo. 3 の A₅B₃ の浮上性シブの表面の拡大は、その一例である。

Photo. 4 には、A₄B₁ の沈降性シブの表面を示す。繊維間に亀裂が生じ、単繊維化しやすい状態になっている。また、Photo. 5 では A₁B₁ の沈降性シブの末端部で箒状の繊維の多層剥脱が起こっている様子が観察できる。その表面を拡大したものを Photo. 6 に示す。

Photo. 7 は A₃B₂ の沈降性シブの、Photo. 8 は A₅B₃ の沈降性シブの例で、繊維束の多層剥脱の様子が観察される。

Photo. 9 は、A₃B₂ の浮上性シブの表面の、Photo. 10 は、A₄B₂ の浮上性シブの表面の性状を示すもので、繊維の剥脱したときに残留した中間壁 (ML) が認められる。Photo. 11 は、A₅B₂ の沈降性シブの表面の性状を示すもので、放射組織との接合部における ML の残留が観察できる。Photo. 12 は、A₃B₂ の繊維の例で、2 次壁 (SW) の露出した繊維が認められる。Photo. 9 から Photo. 11 の例のように、中間壁を残して、繊維の剥脱が起こると、Photo. 12 のように、ML が欠落し SW が露出した繊維になるという一例である。

Photo. 13 には、A₅B₁ の繊維束の表面の例を示す。Photo. 14 は、A₅B₁ の繊維の中で、大変まれにみられる細胞壁に開裂が起こったものの例を示す。

SEM の検討考察から、浮上性シブ、沈降性シブおよび泥状物質の成因について、つぎのような推論が可能である。

1) 浮上性シブ

含水率の低い乾チップが蒸煮解繊される場合、チップに剪断力が作用して繊維化するのであるが、そのとき分割されやすい放射断面¹²⁾で分割した一部の小片は、その表面、側面および末端において繊維の剥脱が進行することもなく経過し、平滑な表面をもつ小片となった。その結果、ドレンとして供給される水分の吸収も少なく、低い含水率を維持したままとなり、そのため浮上性を示すものとなった。

2) 沈降性シブ

浮上性シブとは反対に、蒸煮解繊時、小片の表面、側面および末端から繊維や繊維束の剥脱が起こり、箒状となり、あるいは小片の表面の組織がゆるみ繊維間に亀裂が生ずるなどして、巨大繊維束状となり、ドレンとして供給された水分を十分吸収し、その結果、シブの含水率が増加し、沈降性になった。

3) 泥状物質

排水中に存在する泥状物質は、シブ、繊維束および繊維の表面に残留している ML や繊維の破片などが排水中に移ったものである。

4. 摘 要

ボード工場に供給の可能性のある原料のうち、間伐材、立木枯死材、屋外使用材、クレオソート油処理材および屋内使用材などを用い、浮上性シブの生成に及ぼす原料の類別の影響を調べるため、解繊実験を行い、つぎのような結果を得た。

1) 浮上性シブ (y) は、使用原料のいずれにおいても、低い含水率のチップを解繊したとき生成し、チップの含水率に応じて可変となる解繊パルプの含水率 (x) との間に、実験 I・II に存在したような規則性があり、つぎのような実験式が得られた。

原料 $A_1 \sim A_4$ では

$$y = 38.5 - 0.528 \cdot x \quad \dots\dots\dots(3)$$

原料 A_5 では、

$$y = 31.3 - 0.372 \cdot x \quad \dots\dots\dots(4)$$

となった。浮上性シブを 0 にする解繊パルプの含水率は、 A_5 でとくに高い推定値となった。これらのことから、浮上性シブのないパルプを取得するため、供試原料全部について、チップの含水率を 60% (湿量基準) 以上にすべきであると結論した。とくに、原料 A_5 については、チップの含水率を高くする必要があると強調しておくべきであると判断した。

2) SEM 写真の検討考察から、浮上性シブ、沈降性シブおよび泥状物質などの成因についての推論を得た。

IV 類別した原料からのボードの製造

1. 序

この実験に供試した原料は、実験 III に用いた原料であり、浮上性シブを生成しない蒸煮解繊条件で解繊した。これらのパルプは、引続き精砕を行い、適当な湿度とふるい分析値をもつ原質に調整したのち、抄造し、熱圧してハードボードを製造した。

2. 実験方法

a パルプ化

供試チップは、含水率が 60% 以上になるよう浸漬処理を行い、実験室型アスブルンド・デファイブレータを用い、一回のチャージ量を 300 gr で 9 回、Table 14 に示すような条件で解繊した。引続き、KRK リファイナを用いて精砕を行い、フリーネスとふるい分析値とから精砕回数を加減し、原質を調整した。

b 抄造および熱圧製板

調整した原質は、Table 15 に示すような条件で、サイジングしない (N ボード) あるいはサイジングした (S ボード) のち、抄造し、湿式熱圧法によって熱圧製板した。

T ボードは、S ボードの表裏両面に、スプレー法で、アマニ油を 5% (重量%) 添加し、S ボードと同じ熱処理条件で処理した。

Table 14. 解繊・精砕条件および得られたパルプに関するデータ
Defibration-and refining-conditions and data on the obtained pulps.

		原料の類別*					
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	
解繊条件 Defibration condition	チップの含水率 MC of chip (%)	66.0	61.6	60.4	62.8	61.7	
	蒸煮圧 Cooking pressure (kp/cm ²)	10	10	10	10	10	
	蒸煮時間 Cooking time (min.)	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	
	摩砕時間 Milling time (min.)	1	1	1	1	1	
精砕条件 Refining condition	パルプ濃度 Pulp concentration (%)	4	4	4	4	4	
	一次 1st	供給量 Feeding (g/min.) ディスク間隙 Disc distance (mm)	131 0.32	150 0.32	150 0.32	137 0.32	131 0.32
	二次 2nd	供給量 Feeding (g/min.) ディスク間隙 Disc distance (mm)	150 0.31	— —	150 0.31	— —	150 0.32
	解繊収率 Pulp yield (defibration) (%)	91.7	85.3	86.1	89.5	87.4	
消費動力 Power consumption	解 繊 Defibration (KWH/t·chip)	639	587	553	627	604	
	一次精砕 1st refining (KWH/t·pulp)	1,001	579	326	621	1,205	
	二次精砕 2nd refining (KWH/t·pulp)	404	—	313	—	409	
	計 Total (KWH/t·chip)	1,930	1,080	1,100	1,180	2,020	
フリーネス Defib. freenes	一次精砕後 After 1st refining (sec.)	14.5	19.5	14.2	19.0	19.0	
	二次精砕後 After 2nd refining (sec.)	14.5	—	16.0	—	24.2	
	最 終 End (sec.)	14.5	19.5	16.0	19.0	24.2	
ふるい分析 Screen analysis	R 16 (%)	31.0	37.2	29.6	37.1	37.9	
	16/24 (%)	28.4	24.3	23.6	24.7	21.1	
	24/48 (%)	16.7	15.8	21.6	14.1	13.0	
	48/80 (%)	6.8	6.9	8.3	5.6	2.1	
	80/150 (%)	1.9	3.0	2.9	2.6	5.0	
	P 150 (%)	15.2	12.8	14.0	15.9	20.9	

*; Table 9 参照, See Table 9.

c ボードの性質

ボードは、65%、20°C で約 1 か月間調湿したのち、曲げ試験は、幅 5 cm、スパン 15 cm、加重速度 50 mm/min. で試験し、曲げやすさ指数は、曲げ破壊係数を撓み量で除して求めた。吸水試験は、10×10 cm の試験片で行い、25°C、24 時間浸漬後の吸水率と吸水厚さ膨張率を測定した。衝撃曲げ強さは、幅 1.5 cm、スパン 6 cm で測定し、硬度は、ブリネル硬度計で測定した。

3. 実 験 結 果

3・1 パルプの SEM による観察

浮上性シブを生成しない条件で解繊したあと、引き続き精砕したボード製造用に調整したパルプについて SEM 観察を行ない、その写真を Photo. 15~Photo. 20 に示した。

Photo. 15 (原料 A₁) および Photo. 17 (原料 A₃) では、アスプルンドパルプの典型的な性状を呈し、

Table 15. ハードボードの製造条件
Manufacture conditions of hardboard.

		ハードボード Hardboard		
		無処理 Not sized	標準 Standard	オイル テンパー Oil- tempered
記号	Sign	N	S	T
サイジング Sizing	パラフィンワックス Paraffin wax (%)	None	0.5	0.5
	フェノール樹脂 Phenolic resin (%)	None	0.3	0.3
	硫酸バンド Alum (%)	3.5	3.5	3.5
熱圧条件 Hot-pressing condition	温度 Temp. (°C)	183		
	圧力スケジュール Pressure schedule	50—10—50 (kg/cm ²)		
	時間スケジュール Time schedule	30—180—210 (sec.)		
熱処理 Tempering	亜麻仁油 Linseed oil (%)	None	None	5
	温度 Temp. (°C)	None	150	150
	時間 Time (hr.)	None	3	3

中間壁で離解が起こった健全な ML 面が観察できた。しかし、原料 A₃ では、Photo. 18 に示すように、健全なパルプの中に、腐朽が起こっているため、細胞壁が損傷して押しつぶされたものも観察できた。

Photo. 16 (原料 A₂)、Photo. 19 (原料 A₄) および Photo. 20 (原料 A₅) では、隣り合っていた繊維が剥脱したためにできた ML の残留が観察できた。さらに、Photo. 19 では、壁孔周辺の亀裂、Photo. 20 では壁孔に沿ったリング状痕が確認できた。

これらは、経年変化を受けた材¹³⁾で観察されているように、経年変化による劣化が細胞壁の ML-SW 間および壁孔周辺で起こり、その結果を観察しているのではないかと推測した。

3・2 ボードの性質

ハードボードの性質は、Table 16 に示すように、各々特性値とも、平均値と標準偏差 (括弧内数字) を表示した。

曲げ強さは、N ボードでは、原料 A₄ を除き、JIS・S 350 以上の強さで、中でも、原料 A₂ および A₅ のボードは、JIS・T 450 以上の強さに達していた。

S ボードでは、いずれの原料とも T 450 以上の強さとなり、T ボードでは、S ボードより高強度であった。

吸水率は、N ボードでは、JIS・S 200 の水準である 30% より多いが、S ボードでは、原料 A₁、A₄ のボードでは JIS・T 450 の水準 20% より多くの耐水性が低い傾向があるが、その他の原料では 20% 以下となった。とくに、原料 A₄ のボードは、外装用ボードの規格にパスする耐水性を有する結果であった。

サイジングやテンパー処理の効果は、供試原料すべてに認められたが、原料 A₄ でとくに顕著であった。

T ボードでは、曲げ強さと吸水率で判定すると、JIS 合格となり、原料間の差は少なくなった。

3・3 ボードの性質間の関係

ボードの剛性と衝撃強さというような相反する性質を総合的に検討するため、Fig. 14 を求めたとこ

Table 16. ハードボード
The properties

原料 Raw ma- terial	含 水 率 MC (%)	密 度 Density (g/cm ³)	曲げ試験 Bending test		
			破壊係数 Modulus of rupture (kg/cm ²)	比強度 Specific strength	ヤング率 Modulus of elasticity (kg/cm ² ×10 ⁸)
無処理ハードボード					
A ₁	7.1 (0.16)	1.02 (0.006)	404 (15.0)	396 (15.8)	39.8 (2.1)
A ₂	6.6 (0.10)	1.03 (0.008)	551 (41.0)	535 (37.9)	49.2 (2.1)
A ₃	6.8 (0.14)	1.02 (0.008)	444 (8.9)	437 (9.7)	38.8 (0.4)
A ₄	5.9 (0.12)	1.06 (0.017)	312 (19.2)	296 (15.5)	37.5 (0.7)
A ₅	7.0 (0.12)	1.05 (0.014)	543 (8.4)	518 (9.5)	49.5 (1.5)
標準ハードボード					
A ₁	7.0 (0.11)	1.02 (0.010)	549 (25.4)	537 (23.4)	39.2 (1.0)
A ₂	6.6 (0.06)	1.03 (0.010)	604 (35.2)	588 (32.4)	45.7 (2.6)
A ₃	6.8 (0.04)	1.02 (0.010)	499 (17.6)	491 (19.7)	37.0 (1.2)
A ₄	6.5 (0.07)	1.07 (0.008)	600 (18.4)	561 (14.2)	48.2 (1.2)
A ₅	6.8 (0.07)	1.06 (0.007)	655 (22.4)	621 (21.7)	48.2 (1.2)
オイル・テンパーハードボード					
A ₁	6.6 (0.07)	1.06 (0.007)	756 (19.6)	712 (22.8)	49.4 (1.8)
A ₂	6.3 (0.12)	1.08 (0.008)	719 (23.4)	669 (20.9)	51.3 (1.7)
A ₃	6.5 (0.10)	1.06 (0.015)	659 (25.0)	623 (21.0)	43.5 (1.8)
A ₄	5.2 (0.08)	1.11 (0.011)	652 (19.8)	586 (18.5)	51.9 (2.1)
A ₅	6.4 (0.04)	1.09 (0.024)	788 (30.6)	724 (18.7)	53.8 (3.7)

*1; The index of bendable ability were calculated to divide the modulus of rupture by the bent in
 *; 括弧内数字は標準偏差である。Parenthesized number is the standard deviation.

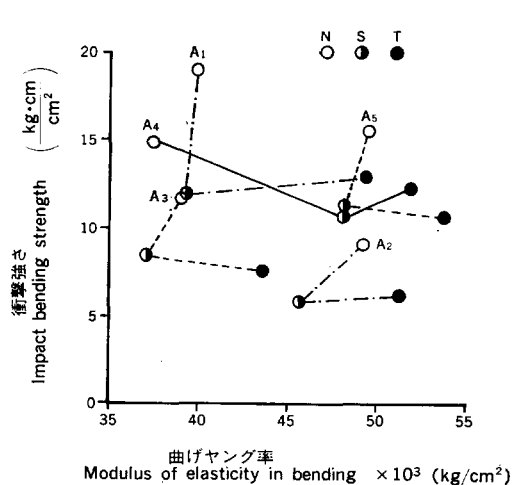


Fig. 14. 衝撃強さ対曲げヤング率
The impact bending strength vs. the modulus of elasticity in bending.

る、原料の種類によって特徴が認められた。

曲げヤング率 (EB) と衝撃強さ (IB) がともに強いもの (原料 A₅ のボード), EB が強く, IB が比較的弱いもの (原料 A₂ のボード), EB が弱く, IB が強いもの (原料 A₁ および A₄ のボード), EB と IB がともに弱いもの (原料 A₃ のボード) であった。

一般的な傾向としてみれば, サイジング処理により IB が減少し, オイルテンパー処理により, EB が増加した。

曲げやすさ指数は, 数値の小さいものが曲げやすいことを意味する特性値であるが, EB の強いボードは曲げにくい傾向となるので, T ボードは, N・S ボードより曲げにくくなった。原料のうち,

の 性 質
of hardboards.

曲げやすさ指数 Index of bendable ability*1 (kg/cm ² ·cm)	24 時 間 浸 漬 24-hrs. immersion		衝 撃 強 さ Impact bending strength (kg·cm/cm ²)	硬 度 Hardness
	吸 水 率 Water absorption (%)	厚 さ 膨 張 率 Thickness swelling (%)		
Not sized hardboard (N-board)				
216 (16.0)	51.3 (0.9)	31.0 (1.0)	18.9 (1.94)	2.4 (0.16)
233 (17.4)	45.0 (1.6)	27.0 (1.7)	9.1 (0.88)	2.6 (0.31)
184 (6.9)	50.7 (1.1)	30.3 (0.5)	11.6 (0.89)	2.4 (0.14)
189 (3.3)	40.6 (1.3)	30.0 (1.7)	15.0 (1.73)	1.7 (0.17)
245 (14.9)	45.4 (1.9)	45.4 (1.3)	15.5 (1.03)	2.5 (0.23)
Standard hardboard (S-board)				
177 (6.4)	20.4 (0.6)	18.4 (1.0)	11.8 (0.95)	2.1 (0.22)
250 (17.6)	18.1 (0.9)	16.6 (0.8)	5.7 (1.00)	2.7 (0.40)
168 (13.9)	20.2 (1.0)	18.9 (0.4)	8.3 (0.64)	2.1 (0.33)
229 (13.2)	13.7 (0.4)	14.5 (0.8)	10.8 (1.34)	2.4 (0.33)
222 (8.0)	17.8 (0.2)	18.2 (0.4)	11.3 (1.18)	2.5 (0.23)
Oil-tempered hardboard (T-board)				
298 (6.3)	12.9 (0.6)	13.6 (0.4)	12.8 (2.66)	2.4 (0.38)
345 (14.9)	11.3 (1.0)	12.1 (0.4)	6.4 (1.22)	3.1 (0.37)
270 (13.3)	14.9 (1.2)	14.3 (0.4)	7.5 (1.06)	3.1 (0.45)
231 (13.2)	8.5 (0.4)	10.8 (0.7)	12.3 (1.14)	2.4 (0.39)
317 (27.4)	11.6 (0.2)	12.8 (1.4)	10.7 (1.22)	3.6 (0.31)

bending test.

A₃, A₄ および A₁ の原料のボードは曲げやすく, A₂ および A₅ の原料のボードは, 曲げにくい傾向があった。

原料 A₃ からは, EB, IB がともに弱く, 曲げやすいボードが製造でき, 原料 A₅ からは, それとは反対に, EB, IB がともに強く, 曲げにくいボードが製造できることがわかった。これらのことを考慮すると, 原料の類別によって, 異なる用途に適合しうる ハードボードを 製造できる可能性がある と推論できる。

4. 摘 要

実験Ⅲに用いた原料を用い, 浮上性シブを生成しない蒸煮解繊条件で解繊し, 引き続き精砕し, 抄造しあと, 湿式法により熱圧製板してハードボードを製造した。

つぎのような結果が得られた。

1) ハードボード製造用パルプの SEM 写真 (Photo. 15~20) に示すように, 繊維の表面における ML の残留, 伝導管の有縁壁孔周辺の亀裂やリング状痕が, 経年変化を受けた原料, A₂ (Photo. 16), A₄ (Photo. 19) および A₅ (Photo. 20) の場合に観察された。

劣化は, 細胞壁の ML および SW 間, および伝導管の有縁壁孔の周囲で起こるものと考えられる。

2) 製造したハードボードは、供試したどの原料から作った場合でも、パラフィンやフェノールレジン
の添加や熱処理により、曲げ強さと耐水性が向上し、また、オイルテンパリングによりさらに向上した。
これらのボードは、JIS 合格の性能を有していた。

3) 製造したボード (N・S および T ボード) の曲げヤング率 (EB) と衝撃曲げ強さ (IB) 間の関係、
ならびに曲げやすさ指数の検討結果から、つぎのような結果を得た。

原料 A₃ からのボードは、EB および IB がともに弱く、曲げやすい性質があり、これと反対に、原料
A₅ からのボードは、EB および IB がともに強く、曲げにくい性質があることがわかった。

V 総 括

実験 I ~ 実験 IV で得られた結果から、つぎのような結論が得られた。

1) アスプルンド・デファイブレータによるパルプ化において、ハードボード用原料としてスギを用い
る場合には、浮上性シブの生成を避けるとともに、良質パルプを取得するため、供試チップの含水率を
60% (湿量基準) 以上にする必要が認められる。

2) それぞれの原料に応じて、対策 (例えば実験 I における排水流出物の対策のような) が必要になる
けれども、供試原料の全部から、良い品質のボードが製造可能であることがわかった。これら原料は、ハ
ードボード用原料として利用できると判断した。

引 用 文 献

- 1) 佐野弥三郎・長沢定男・松田敏誉：林地残材を原料とする フェイバーボードの製造，林試研報，
199, 163~190, (1967)
- 2) 鈴木岩雄：ハードボード用パルプの特性について，木材工業，28(9), 10, (1973)
- 3) 鈴木岩雄：ボード原料としての建築解体材—資源リサイクルの観点から—，木材工業，32(12),
12, (1977)
- 4) 鈴木岩雄：排水の沈澱促進について，ハードボード・パーティクルボード，52, 14, (1972)
- 5) 鈴木岩雄：ハードボード用ウェットシートの圧縮性について (第 1 報)，木材学会誌，16(2), 51~
55, (1970), 第 2 報，16(2), 55~59, (1970)
- 6) 近藤良夫・舟阪 渡：技術者のための統計的方法，共立出版，269~279, (1967)
- 7) U. LOWGREEN: Wood pulping by the ASPLUND DEFIBRATOR., FPRS Poceeding, 2, 83~88, (1948)
- 8) 奥野千恵子：共分散分析法，推計学への化学および生物学への応用，III 南江堂，190~203,
(1959)
- 9) 近藤良夫・舟阪 渡：技術者のための統計的方法，共立出版，413~428, (1967)
- 10) 重松頼生：樹皮の構造に関する研究 (第 2 報)，樹皮の肥厚と顕微鏡的構造，西京大学学術報告，
10, 61~67, (1900)
- 11) R. BRANION: Fibreboards from Bark-Wood Mixtures. PPMC., 62(11), 506~508, (1961)
- 12) 農商務省山林局纂：木材の工芸的利用，大日本山林会，69~71 (明 45, 昭 57 年復刻版)
- 13) T. K. BORGIN, N. PARAMESWARAN and W. LIESE: The Effect of Aging on the Ultrastructure of
Wood. Wood Sci. and Tech., 9(2), 87~98, (1975)

図 版 説 明
Explanation of plates

Plate. 1

- Photo. 1** A_1B_3 の浮上性シブの SEM は、放射断面の平らな表面を示す。
SEM of a floating shive A_1B_3 shows the even surface of ray section.
- Photo. 2** A_4B_3 の浮上性シブの SEM は、その表面からの繊維の剥脱を示す。
SEM of a floating shive of A_4B_3 shows peelings of fibre from the surface.
- Photo. 3** A_5B_3 の浮上性シブの SEM は、ML で被われた表面を示す。
SEM of a floating shive of A_5B_3 shows the surface covered with ML.

Plate. 2

- Photo. 4** A_5B_1 の沈降性シブの SEM は、その表面の ML 面における亀裂を示す。
SEM of a sinking shive of A_5B_1 shows crack at ML-plane of the surface.
- Photo. 5** A_1B_3 の沈降性シブの SEM は、シブの末端からの繊維の多層剥脱を示す。
SEM of a sinking shive of A_1B_3 shows poly-stratiform-peelings of fibre from the end-edge of shive.
- Photo. 6** A_1B_3 の沈降性シブの SEM は、Photo. 5 の細部を示す。
SEM of a shiking of A_1B_3 shows the detail of Photo 5.

Plate. 3

- Photo. 7** A_3B_2 の沈降性シブの SEM は、そのシブからの繊維束の多層剥脱を示す。
SEM of a sinking shive of A_3B_2 shows poly-stratiform-peelings of fibre bundles from the shive.
- Photo. 8** A_5B_3 の沈降性シブの SEM は、そのシブからの繊維束の多層剥脱を示す。
SEM of a sinking shive of A_5B_3 shows poly-stratiform-peeling of fibre bundles from the shive.
- Photo. 9** A_2B_2 の浮上性シブの SEM は、反対の繊維の仮導管表面からの剥脱した ML の残留物を示す。
SEM of a floating shive of A_2B_2 shows ML-remnants peeled from tracheid surface of the opposite fibre.

Plate. 4

- Photo. 10** A_4B_2 の浮上性シブの SEM は、ML の残留物を示す。
SEM of a floating shive of A_4B_2 shows ML-remnants.
- Photo. 11** A_5B_2 の沈降性シブの SEM は、ML の残留物を示す。
SEM of a sinking shive of A_5B_2 shows ML-remnants.
- Photo. 12** A_5B_2 の繊維の SEM は、露出した 2 次壁を示す。
SEM of a fibre of A_5B_2 shows exposed Secondary wall layer.

Plate. 5

- Photo. 13** A_3B_1 の繊維束の SEM は, ML の残留物を示す。
SEM of a fibre bundle of A_3B_1 shows ML-remnants.
- Photo. 14** A_3B_1 の繊維の SEM は, 細胞壁の開裂を示す。
SEM of a fibre of A_3B_1 shows rupture of cell wall.
- Photo. 15** A_1 の繊維束の SEM は, ML で被われている表面を示す。
SEM of a fibre bundle of A_1 shows the surface covered with ML.

Plate. 6

- Photo. 16** A_2 の繊維の SEM は, ML の残留物を示す。
SEM of a fibre of A_2 shows ML-remnants.
- Photo. 17** A_3 の繊維束の SEM は, ML で被われている表面を示す。
SEM of a fibre bundle of A_3 shows the surface covered with ML.
- Photo. 18** A_3 の繊維の SEM は, 腐朽した繊維の表面を示す。
SEM of a fibre of A_3 shows the surface of decayed fibre.

Plate. 7

- Photo. 19** A_4 の繊維の SEM は, 仮導管の有縁壁孔周囲における亀裂を示す。
SEM of a fibre of A_4 shows crack at the circumference of the bordered pit of tracheid.
- Photo. 20** A_5 の繊維の SEM は, 仮導管の有縁壁孔周囲におけるリング状痕および ML の残留物を示す。
SEM of a fibre of A_5 shows ring-trace at the circumference the bordered pit of tracheid and ML-remnants.

**On the Pulping of Sugi (*Cryptomeria japonica*) Chips as Raw
Materials for Hardboards by the ASPLUND DEFIBRATOR**

Iwao SUZUKI⁽¹⁾

Summary

The use of Sugi (*Cryptomeria japonica*) chips as raw materials for hardboard after defibration by the ASPLUND DEFIBRATOR has increased in recent years. The formation of the shives, especially the floating shives, and the debiris in the defibrated pulp has become a big problem. To obtain information about these problems and find solutions to them, several laboratory experiments were conducted as follows.

Part 1. On the pulping of Sugi chips with bark

In an attempt to reproduce the floating shives during the laboratory defibration and to enumerate the contents in a convenient way, Sugi chips were defibrated using a laboratory-type ASPLUND DEFIBRATOR.

1. 1 Experimental procedure

A pulping experiment, as shown in Table 1, was carried out using a simple split-plot design (split by factor A) with two replications. Factor A was the defibration conditions, and factor B was the moisture content (MC) of chips. After the defibration, when steam had been released from the defibrator, the defibrated pulps—such as ones used in the mensuration of the pulp properties—were sampled from the defibrator housing without dilution with water, and then the pulp was stored in a polyethylene-film bag. The shives content was measured by the flat-screening method. The floating shives content was measured by the gathering method, with filter paper, from the surface of the pulp slurry, and the cold water extractive (debris) by the 1G3-grass-filter method. The colour difference of the effluence which was passed through the 1G1-glass-filter was measured.

1. 2 Results

1) The pulping experiment successfully reproduced the floating shives, and the enumerization of the contents had been established with simple- and easy-measuring, therefore, this knowledge enabled one to study the formation rule of the floating shives. The relation between the MC of defibrated pulp (x) and the floating shives content (y) was found, and the following experimental equation was obtained,

$$y = 11.73 - 0.146x \quad \dots\dots\dots(1)$$

The floating shives depended greatly on the MC of defibrated pulp after the defibration. However, the MC of defibrated pulp, as shown in Fig. 1, depended on the MC of chips used in this experiment and the defibration conditions.

From the above results, it is concluded that in order to prepare floating shives-free pulp, the MC of the chip should be 60 percent (wet bases).

2) The analysis of covariance, which was calculated by means of the power consumption for defibration as the concomitant measurement, was examined. From these results, it is as-

Received February 22, 1984

(1) For. Products Chemistry Division

sumed that if the defibration of chips is sufficient, the shives in the defibrated pulps may decrease as the MC of chips increases. And, from the above results, it is concluded that, in the future, work on the problems in defibration of Sugi chips can be limited to a matter of the floating shives.

3) According to the results of the screen analysis (see Table 6) and the compressibilities of the shive-free wet sheet (see Fig. 11), if the defibrated pulps were additionally refined, the defibration with the high MC chips would be expected to produce a pulp of acceptable quality.

4) In a process of manufacturing hardboards, the problem of effluence cannot be avoided. Therefore, to study the treatment of the effluence, a filtrate was prepared. The colour difference of the effluence, as shown in Table 4, was measured directly after the discharge (ΔEd), after settling the sediment for 24-hours (ΔEs), and after centrifuging the sediment (ΔEt). The colour difference due to the materials that are difficult to precipitate could be expressed as a formula: $\Delta Es - \Delta Et$. And, these materials, which increased as the MC of chips increased, were presumed to originate in the bark. The bark was expected to contain the polyphenolic substance. Therefore, the alum-lime-treatment of the effluence was examined. As shown in Fig. 9, stable precipitation was obtained under the condition that the effluence was adjusted to 4.0~4.25 with alum, and then the pH value was neutralized by addition of Ca(OH) powder.

Part 2. On the pulping of the mixtures of dry and wet chips

In the board factory, dry chips and wet chips are supplied separately. These chips are mixed, and then the defibration is carried out. In order to study further the formation of floating shives, the defibration of these mixtures was examined.

2. 1 Experimental procedure

A pulping experiment, as shown in Table 7, was carried out using a simple split-plot design with two replications. Factor A, the split-factor, was defibration conditions, and factor B was the mixture rate of dry and wet chips.

2. 2 Results

1) The relation between the MC of the defibrated pulp and the floating shives content was found. The experimental equation that had been obtained in the Part 1 experiment, was again observed. Therefore, the same discussion given for the Part 1 experiment may be applied to these experimental results.

2) The floating shives content increased as the percentage of the dry chip increased. It is seen that formation of the floating shives was not dominated by the unevenness of the MC among the chips, but was dominated rather by the unevenness of the inside of the chip at the fiberization.

3) It is interesting that the pulp yield was increased by the defibration of the mixtures of dry and wet chips, in comparison with those of the Part 1 experiment. This problem shall be further examined in future work.

Part 3. On the pulping of the classified chips

Since various kinds of raw materials such as thinned trees, standing withered trees, used exterior wood, coal-tar creosote impregnated telegraph poles and interior used wood (posts and beams of wooden houses), etc., are supplied to board factories, the defibration of these materials was examined in order to study the formation of floating shives.

3. 1 Experimental procedure

A pulping experiment, as shown in Table 9, was carried out using different sorts of raw materials made of Sugi. In the case of A₁~A₄, this experiment again used a simple split-plot

design with two replications. Factor A was classification of raw materials, factor B, the split factor, was defibration conditions. Material A₃ was also investigated.

The wood analysis of the raw materials (see Table 11) and the properties of the defibrated pulps (see Table 12) were examined. And, a study of the floating shives, the sinking shives, and the fibre bundle by means of a Scanning Electron Microscope (SEM) was conducted.

3. 2 Results

1) The relation between the MC of the defibrated pulp (X) and the floating shives content (Y) was found, and the experimental equation, of the form obtained in the Part 1 and Part 2 experiments, was observed.

In the case of A₁~A₄,

$$y = 38.5 - 0.528x \dots\dots\dots(3)$$

And, in the case of A₅,

$$y = 31.3 - 0.372x \dots\dots\dots(4)$$

2) According to the results that were observed by SEM (see Photo. 1~14, and Table 13-1 ~13-2), these inferences follow :

(1) In the case of the defibration of the low MC chips, the water, which was introduced as drain in cooking, permeated insufficiently through the chip. Consequently, the shives were separated from the chip in the shape of the even surface of the ray section, accompanied with a few peeling of fibre from the surface, the end-edge, and the side-edge of them. Therefore, this state left these shives to the drying condition, thus, these shives became the floating ones in the pulp slurry. On the other hand, the sinking shives were separated from the chip in the state of polystratiform-peelings of fibre and fibre bundles from the surface of them, accompanied with many peelings of fibre and fibre bundle from the end-edge and the side-edge of them.

(2) In the case of some defibration conditions, a part of the sinking shives and fibre of A₂, A₄ and A₅ was ruptured between the middle lamella (ML) and secondary wall layer (SW), and was accompanied with ML-remnants. Thus, these ML-remnants became the debris in the effluence.

Part 4. The manufacture of hardboards from the Sugi classified chips

The floating shives-free pulp was prepared under the pulping conditions expected to produce pulp of acceptable quality from the raw materials used in the Part 3 experiment. The defibrated pulp was further refined, and the hardboards were made by the conventional wet processes.

4. 1 Experimental procedure

The chip containing moisture content of about 60 percent, as shown in Table 14, was defibrated, and the pulp was additionally refined. The stock was controlled by the freeness and the screen analysis of the pulp, and then, the hardboards were hot-pressed under the conditions shown in Table 15. N-board as control board was not sized; S-board was sized with paraffin-wax and phenolic resin and subsequently heat-treated; and T-board was oil-temperad S-boards. The fibre for board making was examined using SEM.

4. 2 Results

1) As shown in the SEM photographs (Photo. 15~20), the ML-remnants on the surface of the fibre, and the crack and the ring marks at the circumference of the bordered pit of tracheid were observed in cases of degenerated raw materials, A₂ (Photo. 16), A₄ (Photo. 19) and A₅ (Photo. 20). It is thought that the degradation occurred between the ML and SW of

the cell wall, and the circumference of the bordered pit of tracheid.

2) All sorts of raw materials were made into hardboards of acceptable properties, as shown Table 16. And those hardboards—e. g. S- and T-boards—met the Japanese Industrial Standard (JIS) for hardboards.

3) From the results of the study on some properties of hardboards—e. g. modulus of elasticity in bending (EB), impact bending strength (IB) and index of bendable ability (IBA), the difference of hardboard properties caused by the difference of raw materials was observed. The A₃-boards showed that EB and IB were weak, but had a good IBA, and A₂ boards showed that EB and IB were strong, but had a poor IBA.

Conclusion

On the basis of the data and the consideration obtained on the Part 1~Part 4 experiments, the following recommendations are drawn :

1) In the case of pulping of Sugi chips as raw material for hardboards by the ASPLUND DEFIBRATOR, in order to produce pulp of acceptable quality and free of floating shives, the MC of the chips should be about 60 percent (wet bases).

2) Sugi wood is available as raw materials for hardboards. But, according to the kinds of raw materials, the proper countermeasures—e. g. the treatment of effluence in the Part 1 experiment—should be required.

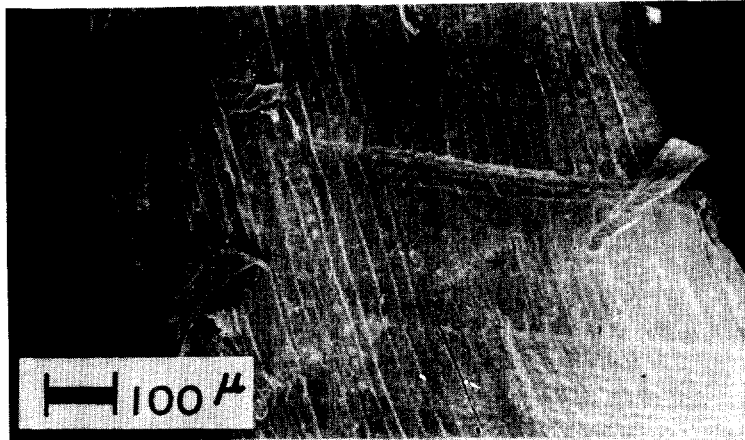


Photo. 1

× 100

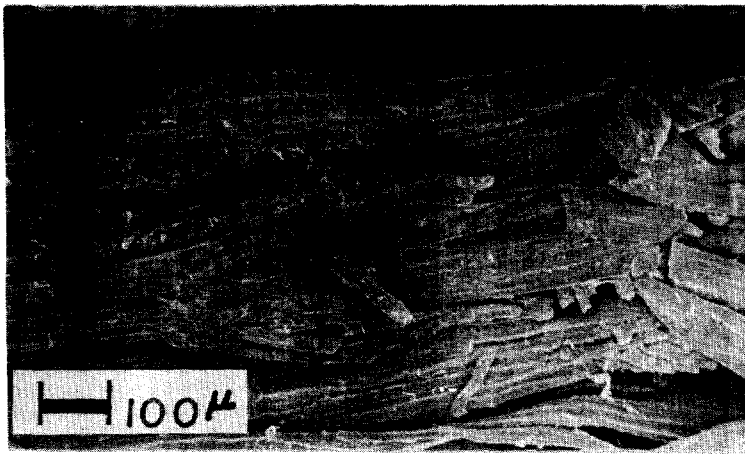


Photo. 2

× 100

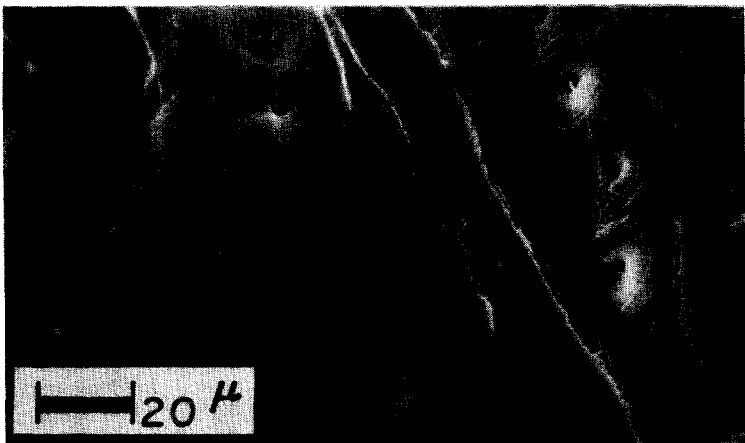


Photo. 3

× 700

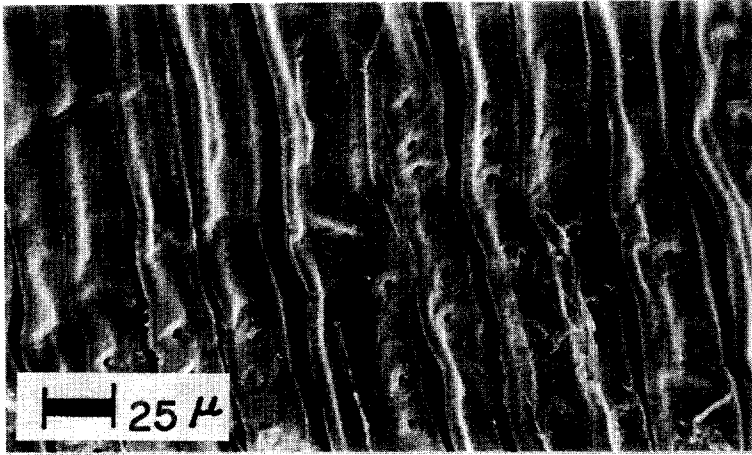


Photo. 4

× 400

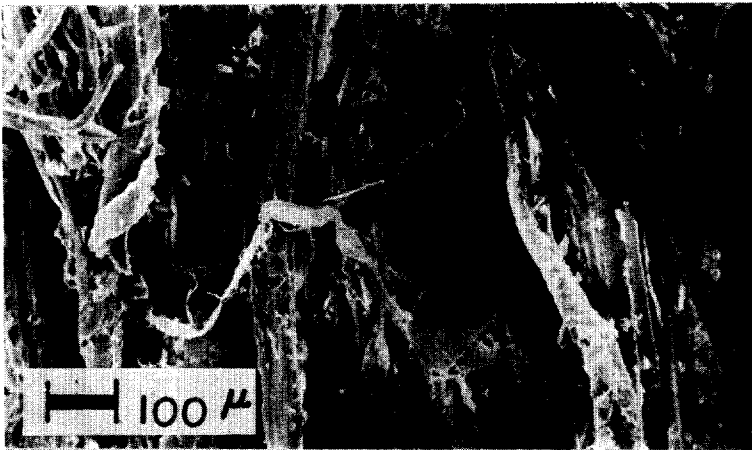


Photo. 5

× 100

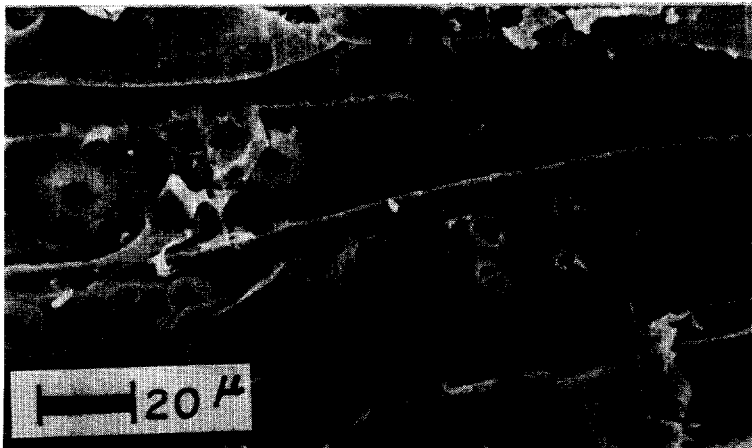


Photo. 6

× 700



Photo. 7

× 100

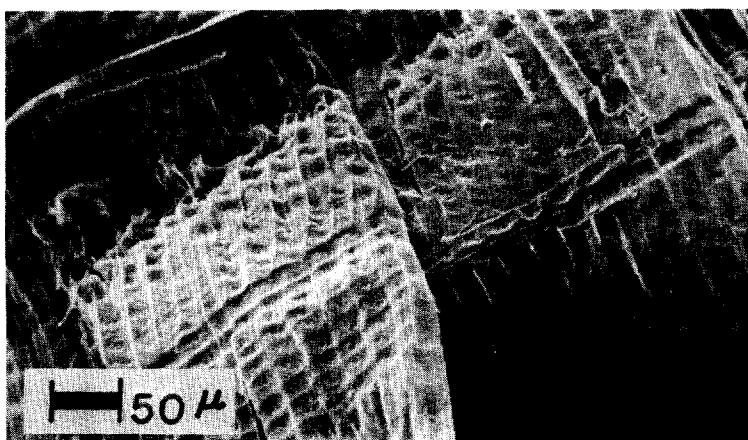


Photo. 8

× 200



Photo. 9

× 200

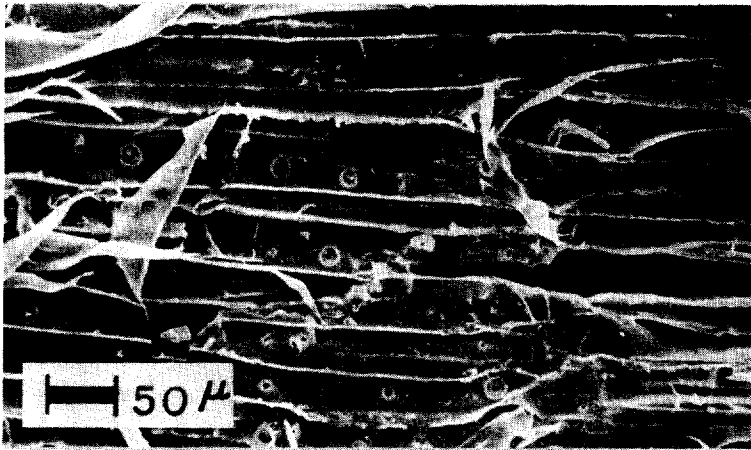


Photo. 10

× 200

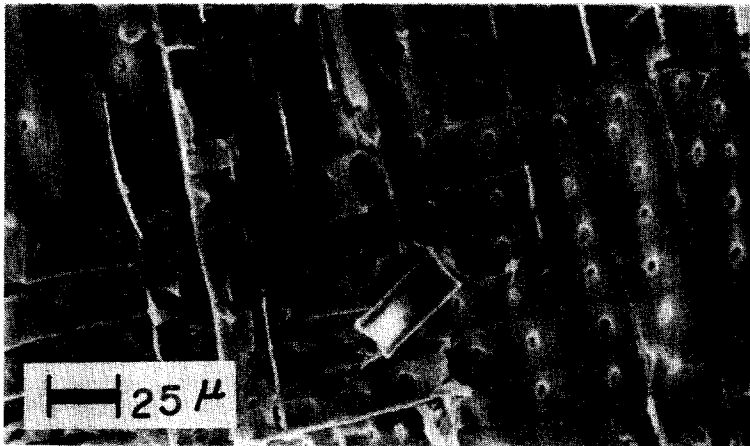


Photo. 11

× 400

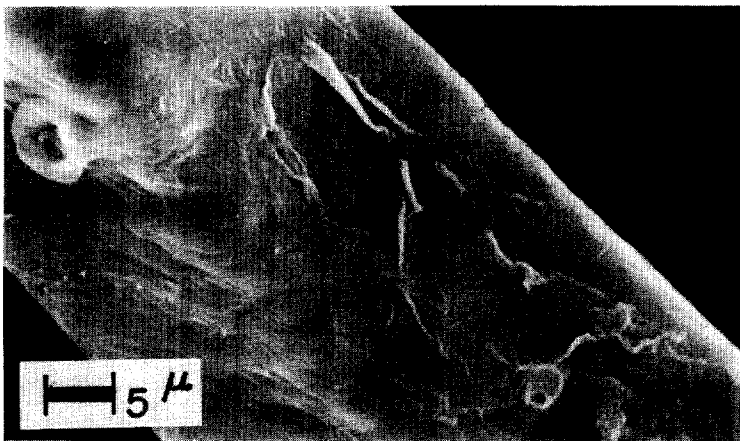


Photo. 12

× 2000

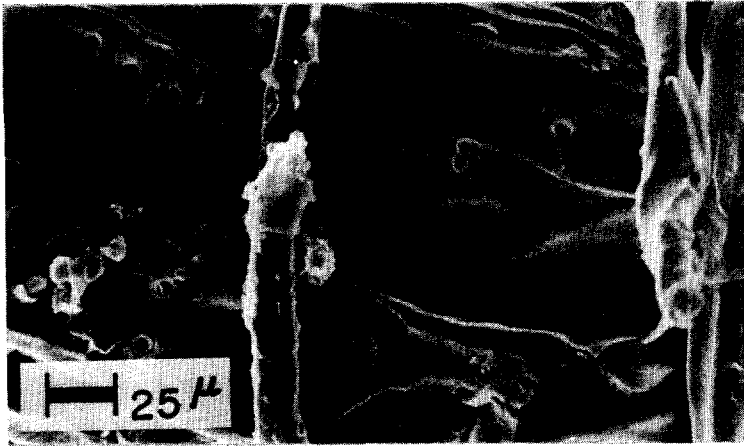


Photo. 13

× 400



Photo. 14

× 2000

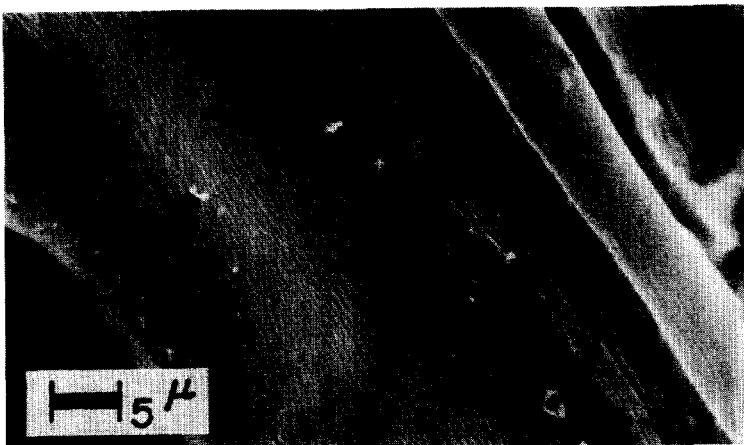


Photo. 15

× 2000

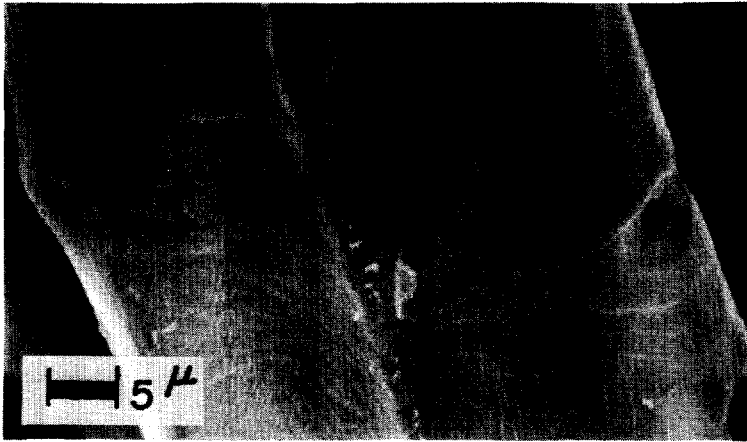


Photo. 16

× 2000



Photo. 17

× 2000

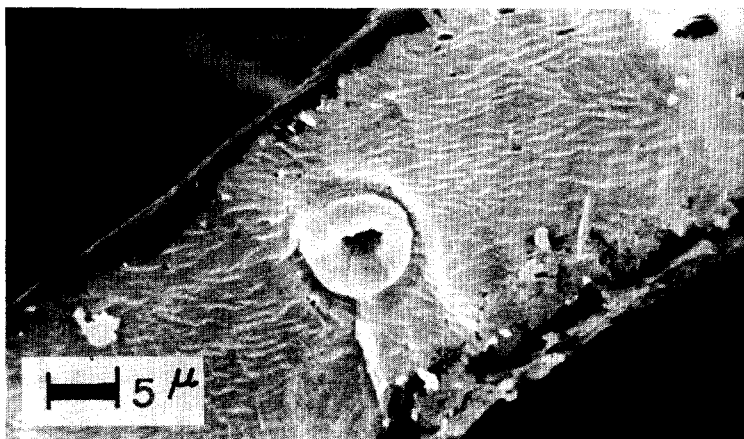


Photo. 18

× 2000



Photo. 19

× 2000

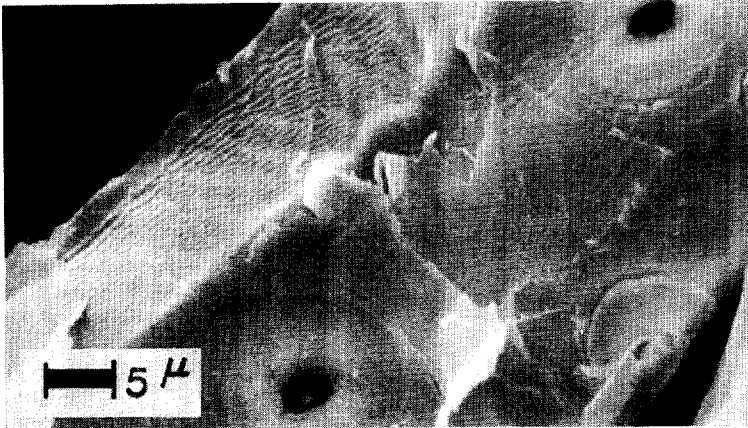


Photo. 20

× 2000