

## (研究資料)

# パルプおよびファイバーボード原料としての 末木および枝材について

(Research materials)

### On the Branches and Top Part of Tree as the Raw Materials for Pulp and Fiberboard

Yasumasa YONEZAWA, Tōkitsu MURATA, Tsutomu KAYAMA,  
Kuninori USAMI, Norio TAKAMURA and Isao TAKANO

米澤 保正<sup>(1)</sup> 村田 藤橋<sup>(2)</sup> 香山 彊<sup>(3)</sup>  
宇佐見国典<sup>(4)</sup> 高村 憲男<sup>(5)</sup> 高野 勲<sup>(6)</sup>

近年、パルプおよびファイバーボード原料として一般原木の不足とその価格の高騰に対処するため、種類の加工廃材が利用される気運になつてきた。このため、廃材をチップ化してパルプまたはファイバーボード工場へ売るチップ工業が新企業として、全国的に急速に普及し、そのチップ生産量も昭和 33 年度において約 100 万  $m^3$  にも達し、さらに増産の勢いにある。しかしその原料が地域によつて、工場廃材にとどまらず、造材廃材の末木、枝材にも及び、将来ますますそれらに注目される情勢にあるが、一部のチップ需要者によつて、枝材がパルプおよびファイバーボード特にパルプ原料として不適当といわれ、枝材チップを忌避する場合もみられ、せつかくの廃材利用、ひいては木材利用合理化に反する結果ともなりかねない。そこでわれわれは実験的に末木、枝材のパルプまたはファイバーボード原料としての正しい評価の資料をうるために、それらの材を用いてパルプおよびファイバーボード製造試験を行つた。ここにはとりあえずヒノキ、サワラについてのみ報告し、他の樹種については逐次発表する予定である。この資料がいささかでも末木、枝材の利用に役だつたら幸いである。

## 1. 供 試 材

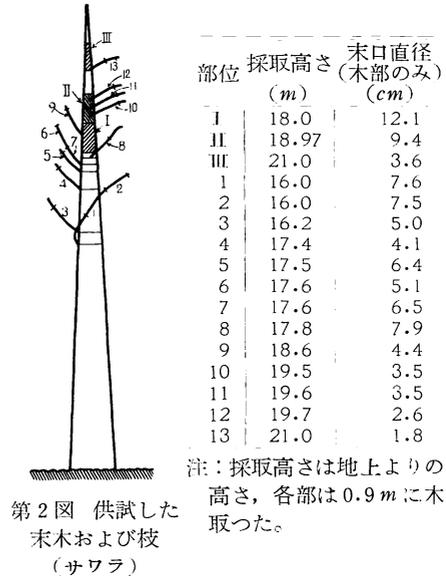
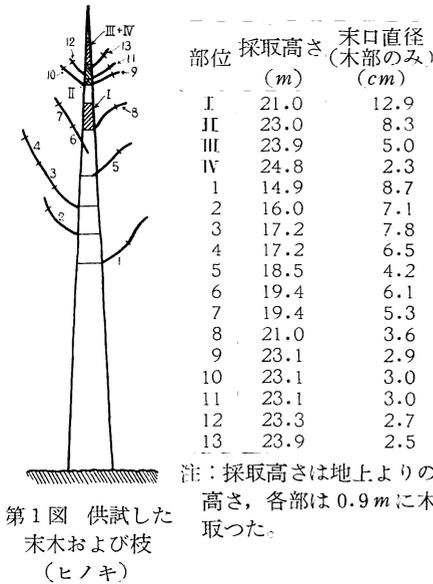
### 1-1 採取の場所

長野県西筑摩郡開田村大字末川、福島営林署、福島経営区皆沢国有林 77 林班い小班、南向き斜面にして、海拔高 1,700~1,800 m、傾斜 25~30°。

### 1-2 供試した部位

第 1 図および第 2 図に示した。

- 
- (1) 林産化学部パルプ繊維板科長兼パルプ研究室長・農学博士  
(2) 林産化学部パルプ繊維板科繊維板研究室長  
(3)(4)(6) 林産化学部パルプ繊維板科パルプ研究室員  
(5) 林産化学部パルプ繊維板科繊維板研究室員



各部位の末口横断面は写真1および写真2に示した、写真中黒色部分は心材部またはアテ部である。

1-3 チツプの調製

末木は全試料につき、皮を手剥ぎした後、チツパー (円板直径 71 cm, 回転数 620 rpm, 動力 15HP) によりチツプとし、チツプスクリーンにて 2.5 cm 目を通過し、0.4 cm 目にとどまる部分を取り試験試料チツプとした。

枝材は、ヒノキについては 1, 3, 4, 6, 7, サワラは 2, 5, 6, 7, 8 を剥皮した後、鋸を用いて、肉眼的にアテ部と正常部分に分け、それぞれ別々にチツプ化、篩分けしてアテ部、正常部の試験試料チツプとした。

枝材の全枝区としては、以上に用いなかっ枝の全部をヒノキ、サワラの別に剥皮した後、そのままチツプ化、篩分けを同様に行つて試験試料チツプとした。

なおアテ率 (元の枝重量に対する肉眼的に区別してえたアテ部の重量 %, ただし絶乾状態) は、ヒノキで約 67%, サワラで約 62% であった。

2. 試 験 法

試験は、原木については容積重測定のみ行い、木材分析は省略し、パルプ製造試験は、製紙用亜硫酸パルプおよび硫酸塩パルプの2つにつき、ファイバーボードはハードボードのみにつき行つた。それらの概略は下記のとおりである。

2-1 原木の容積重測定法

各部位の末口より採取した、厚さ約 1 cm の円板を用いて、空気中および水中での重量を測定し、次式で求めた容積と、その絶乾量とから算出した。

$$\text{試料の容積 (cm}^3\text{)} = \{(W_a + S_a) - (W_w + S_w)\} - (W_a - W_w)$$

ただし、 $S_a$  = 試料の空気中での重量 (g)

$S_w$  = 試料の水中での重量 (g)

$W_a$  = 試料を水中に沈めるために付けた重垂の空気中での重量 (g)

$W_w$  = 試料を水中に沈めるために付けた重垂の水中での重量 (g)

注：測定は室温 30°C 内外，水温 20°C 内外で行った。

概数の比較にとどめたので温度補正は行わなかった。

## 2-2 製紙用亜硫酸パルプ製造試験法

4 l 容ステンレス製オートクレーブ（電熱自働対時温度調節器付）を用い，1回のチップ仕込み量を絶乾 300 g とし，これに蒸煮液として全  $\text{SO}_2$  約 8%，遊離  $\text{SO}_2$  約 6.5%，結合  $\text{SO}_2$  約 1.5% の濃度のもの 1,800 cc 加え，加熱は，室温より 110°C まで 2 時間，110°C より 140°C まで 3 時間，140°C で 3 時間保持し，直ちにガスブローしてオートクレーブの蓋を開け，蒸煮物を取り出し，100 メツシュ篩上で水洗し，離解機にて解繊し，試験用ダイヤフラム型スクリーンにて，8"/1000 スクリーン・プレートを用いて篩分けし，通過部と非通過部にわかち，各部の収率を算出した。なお蒸煮中ガス抜きを行ったが，念のためそのガス中の  $\text{SO}_2$  は NaOH 液に吸収させ定量した。えられたパルプについてはローエ価のみ測定した。

## 2-3 製紙用硫酸塩パルプ製造試験法

オートクレーブおよび1回のチップ量は 2-2 に同じ。

蒸煮液は，全アルカリ ( $\text{Na}_2\text{O}$  で示した NaOH と  $\text{Na}_2\text{S}$  の合計量) をチップ絶乾量に対し 20%，硫化率 30%，液量 1,800 cc の一定とした。

加熱は，室温より 170°C まで 1.5 時間，170°C で 2 時間 20 分保った。

蒸煮したチップは 100 メツシュ篩上にて，手でもみながら水洗，解繊し，2-2 同様に篩分けして収率を算出した。

えられたパルプについてはローエ価測定と紙力試験を行った。

紙力試験は JIS P-8102 (1953) によりシートを作製し，諸強度は JIS P-8112 (1952)，8113 (1952)，8115 (1956)，8116 (1952) によつて測定した。

## 2-4 ファイバーボード製造試験法

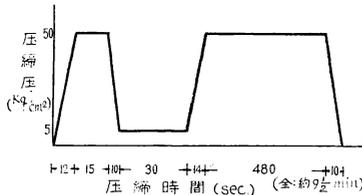
供試部位は枝の正常部を実験の都合上省略した。

パルプ化は，実験室型 Asplund Defibrator (スエーデン製，10 IP) を使用し，処理条件は，チップ仕込み量 300 g (絶乾)/回，スチーミングは蒸気圧  $10 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$  で 4 分間，解繊は同圧下で 1 分間行つた。

パルプ化直後のパルプの pH 測定は，湿つたパルプ約 30~35 g (絶乾 10~13 g 相当) に純水 50 cc を加え，よく混和し，その濾液について硝子電極 pH メーター (東亜電波製) にて測定した。

パルプのフリーネスは Defibrator Pulp Freeness Tester (スエーデン製) を用い，またパルプの篩分試験は Bauer McNett Classifier を使用した。

Asplund Defibrator より取り出したパルプはフリーネスが上記 Freeness Tester にて 30 sec 内外になるよう実験室型 Sprout Waldron Refiner (米国製，ディスク直径 12", 10IP) により，17804-A (ダム付) を用い，パルプ送込み速度約  $100 \text{ g (絶乾)}/\text{min}$ ，常温の処理条件にて行つた。ディスク間隙は第 5 表参照。



第 3 図 熱圧スケジュール

かくしてフリーネスを調整したパルプを、 $23 \times 23 \text{ cm}$  のタメズキ型ホーミング・マシンにより、1 回のパルプ量約  $220 \text{ g}$  (絶乾) を用いて成型し、これを圧縮圧  $10 \text{ kg/cm}^2$ 、圧縮時間  $30 \text{ sec}$  の常温予備圧縮を行い、含水率  $60 \sim 66\%$  (湿量基準) のウェットシートとした。

ついで熱圧を、ホットプレス ( $150 \text{ t}$ ,  $10 \text{ HP}$ , 蒸気加熱式) により、第 3 図の熱圧スケジュールで行った。

得られた板は周間約  $1.5 \text{ cm}$  の縁取りを行い、試験片 (吸水率は  $10 \times 10 \text{ cm}$ , 曲げ強さは  $5 \times 20 \text{ cm}$ ) に仕上げ、恒温恒湿室 ( $20^\circ\text{C}$ ,  $65\%$ ) に 5 日間調湿した後、JIS A-5907 (1957) により材質試験を行った。

なお吸水による厚さ膨脹率は、吸水試験前後の厚さの差より、吸水前の厚さに対する % で示し、また曲げ比強度は、曲げ強さを気乾比重で除して得た値である。

### 3. 実験結果と考察

#### 3-1 容 積 重

末木は末端に近い方が容積重大であった。枝の正常部とアテ部とでは、その区分を肉眼的に行つたため、区分の仕方では差をきたすことが考えられ、したがつて一般的傾向とは認めがたいが、この結果からは、アテ部は正常部に比べてヒノキで約 0.2, サワラで約 0.1 大であった。

第 1 表 末木の容積重 ( $\text{g/cm}^3$ )

番 号	樹 種	容 積 重 ( $\text{g/cm}^3$ )	
		ヒ ノ キ	サ ワ ラ
I		0.40	0.26
II		0.48	0.37
III		0.46	0.37
IV		0.58	—

第 2 表 枝の容積重 ( $\text{g/cm}^3$ )

樹種 番号	部 位	容 積 重 ( $\text{g/cm}^3$ )			
		ヒ ノ キ		サ ワ ラ	
		正常部	アテ部	正常部	アテ部
1		0.42	0.64	—	—
2		—	—	0.41	0.53
3		0.39	0.64	—	—
4		0.39	0.63	—	—
5		—	—	0.42	0.51
6		0.45	0.65	0.37	0.48
7		0.41	0.64	0.43	0.54
8		—	—	0.43	0.52
平 均		0.41	0.64	0.41	0.52

#### 3-2 製紙用亜硫酸パルプ製造試験

この結果からみると、パルプ収率はヒノキ、サワラともに末木は全枝より多く、ローエ価は末木の方が低く良質のパルプを与えた。

枝は、アテ部が著しく未蒸解物が多く、ローエ価が高かつた。これはアテ部が容積重大で、チップ中への薬液の浸透悪く、また一般にアテ部にリグニンが多いことに原因するものと考えられる。このため幹材チップと混煮した際、未蒸煮部、いわゆるノットを生成する要因の一つと想像される。

アテ部のパルプは、相当褐色に着色し、これはローエ価の高いこととあわせ、漂白困難であろう。

第3表 製紙用亜硫酸パルプ製造試験結果

樹種	項目 部位	蒸煮 番号	チップ 含水率 (%)	蒸 煮 液 組 成 (%)			ブローガ ス 中 の SO <sub>2</sub> (g/l)	廃 液					パ ル プ 収 率 (%)			ローエ価	
				全 SO <sub>2</sub>	遊 離 SO <sub>2</sub>	結 合 SO <sub>2</sub>		比 重	pH	全 SO <sub>2</sub> (g/l)	遊離 SO <sub>2</sub> (g/l)	結合 SO <sub>2</sub> (g/l)	1	2	計	1	2
ヒ	末 木	1	40	5.90	4.34	1.56	—	1.053 (33°C)	1.8	16.22	12.81	3.41	45.85	3.83	49.68	8.37	—
	末 木	3	40	7.70	6.29	1.41	—	1.055 (31°C)	1.8	16.29	13.12	3.07	43.17	2.17	45.34	6.83	—
	末 木	6	40	8.01	6.61	1.40	21.70	1.056 (33°C)	2.0	20.63	17.24	3.39	43.00	2.67	46.67	6.59	33.68
ノ	全 枝	13	27	8.02	6.50	1.52	20.85	1.058 (25°C)	1.4	23.21	19.98	3.23	36.13	4.17	40.30	14.99	40.19
	枝正常部	9	36	8.02	6.61	1.41	23.27	1.055 (27°C)	1.4	23.53	20.14	3.39	37.65	4.83	42.48	7.78	36.80
	枝アテ部	7	29	8.00	6.51	1.49	23.88	1.056 (32°C)	1.4	18.37	15.31	3.06	33.60	4.70	38.30	19.77	12.98
キ	枝アテ部	8	29	7.70	6.28	1.42	22.96	1.054 (28°C)	1.8	21.92	18.05	3.87	37.65	3.17	40.82	18.44	40.50
	末 木	5	48	7.75	6.03	1.72	23.58	1.056 (—)	2.2	20.63	16.92	3.71	41.36	1.73	43.09	3.55	—
	末 木	14	45	8.03	6.60	1.43	20.44	1.056 (31°C)	1.4	26.43	21.92	4.51	42.38	1.50	43.88	5.80	35.77
ワ	全 枝	12	42	7.95	6.32	1.63	20.56	1.058 (28°C)	1.6	23.37	20.14	3.23	40.18	1.90	42.08	8.61	40.18
	枝正常部	10	38	8.02	6.60	1.42	19.53	1.056 (29°C)	1.8	24.82	22.08	2.74	40.42	0.90	41.32	4.14	—
	枝アテ部	11	34	7.97	6.36	1.61	16.48	1.058 (29°C)	1.4	23.04	19.82	3.22	36.96	1.57	38.53	11.80	42.10

注…パルプ収率およびローエ価欄の1は8%/1000スクリーン通過部、2は未通過部を示す。

第 4 表 製紙用硫酸塩パルプ製造試験結果

項目	樹種 部位	ヒ		ノ		キ		サ		ワ		ラ	
		末木*	末木	全枝	枝 正常部	枝 アテ部	末木*	末木	全枝	枝 正常部	枝 アテ部		
収 率 (%)	1	—	41.22	38.36	40.47	35.07	—	41.41	41.00	42.64	37.47		
	2	—	0.37	1.00	0.17	1.20	—	0.01	0.30	0.13	0.67		
	計	43.65	41.59	39.36	40.64	36.27	43.90	41.42	41.30	42.77	38.14		
未叩解フリーネス		—	665	660	660	700	—	660	665	670	690		
叩解フリーネス		190	190	195	230	210	215	190	200	220	190		
坪厚	量 $g/m^2$	61.28	63.01	63.91	64.35	62.09	60.90	65.46	63.23	63.70	64.63		
緊度	長さ $mm$	0.07	0.07	0.075	0.075	0.07	0.07	0.075	0.075	0.075	0.07		
裂断	度 $g/cm^3$	0.88	0.90	0.85	0.86	0.89	0.87	0.85	0.84	0.85	0.92		
比耐	度 $km$	10.4	9.4	6.2	7.4	5.6	9.7	9.0	7.8	7.4	6.9		
折	度	8.5	7.9	5.0	6.3	3.4	7.7	7.3	6.3	5.9	5.2		
ロ	度	90.6	97.6	66.5	102.6	55.6	102.6	107.7	92.0	109.9	61.9		
エ	度	1288	2744	90	475	27	1325	1430	470	281	184		
値	度	8.07	5.26	8.14	5.44	8.96	6.32	5.01	6.78	4.95	7.57		

注：1. \*は蒸煮時間中最高温度保持時間を1時間 20分に変更したもの。

2. フリーネスは Canadian standard cc にて示した。

3. 収率欄の1は 8"/1000 スクリーンプレートを通じた部分。

4. 収率欄の2は同上スクリーンプレートを通じぬ部分。

### 3-3 製紙用硫酸塩パルプ製造試験

この結果から、スクリーンかすとしての未蒸解物は、亜硫酸法に比べて著しく少なく、またアテ部の方が正常部よりわずかに多かつたにすぎない。これは薬液の浸透がアテ部でも十分に行われた結果と考える。これはパルプのローエ価に各部とも大差ないことから推察できる。

パルプ収率は、亜硫酸法と同様に末木が最も多く、ついで枝の正常部、全枝、アテ部の順であつた。

紙力は、ヒノキ、サワラともに末木は枝よりはるかに優れ、枝については、ヒノキは正常部、全枝、アテ部の順に、またサワラは、全枝、正常部、アテ部の順に悪くなつてゐる。いずれもアテ部は著しく不良で特に耐折度が悪かつた。

E. HÄGGLUND<sup>1)2)</sup> のスプルーースのアテの研究によると、アテ部は正常部に比べて著しく多量のリグニンと Wood Polyose を含み、緻密、高比重、褐色で、仮導管は正常材より短く、かなり幅広くて、材として大きな細胞間隙ができるほどに円形であるといわれている。このことから上の結果を考察すると、亜硫酸法では蒸煮液のチップへの浸透不十分のために脱リグニン不完全、ホロセルロースが比較的多く加水分解を受け溶出し、このため収率の少ない割合にローエ価（リグニン量と正比例関係にある）の高いパルプとなつたものと考えて誤りなからう。

また、紙力がことにアテ材で劣る原因は仮導管の大きさの問題と、その形状が円形で紙層形成に不適当とに原因するものとする。

### 3-4 ファイバーボード製造試験

試験の条件、回数ともに制限されたため、十分な考察はできかねるが次のようなことが考察される。

- パルプ化直後のパルプ収率および pH は各部位間に差が認めにくい。
- パルプ化動力量は全枝、アテ部が末木より少なかつたが、これは等重量仕込みとしたため、等容積仕込みの場合にどうなるか十分考察しがたい。
- リファイニング後のフリーネスを同一にするには、原木の部位によつて処理条件を変える必要がある。

第 5 表 ファイバーボード製造試験結果

項 目	樹 種 部 位	ヒ ノ キ			サ ワ ラ			
		末木	全枝	アテ部	末木	全枝	アテ部	
パ ル プ 化	パルプ収率 (%)	91.5	89.9	89.9	86.2	88.6	89.2	
	繊維所要動力 (kwh/パルプ・t)	255	221	192	283	271	275	
	フリーネス (Defib. sec.)	—	—	—	13.6	—	—	
	pH	3.72	3.60	3.78	3.40	3.33	3.45	
リフアイニング	第 1 回	ディスク間隙 (mm)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		処理濃度 (%)	3	3	3	3	3	3
		所要動力 (kwh/パルプ・t)	915	640	401	785	739	542
		フリーネス (Defib. sec.)	24.5	21.9	17.2	26.3	29.4	24.8
	第 2 回	ディスク間隙 (mm)	0.05	0.05	0.05	0.10	—	0.05
		処理濃度 (%)	3	4	4	3	—	4
		所要動力 (kwh/パルプ・t)	229	231	346	230	—	207
		フリーネス (Defib. sec.)	30.2	27.9	23.0	33.8	—	31.8
	第 3 回	ディスク間隙 (mm)	—	0.05	0.05	—	—	—
		処理濃度 (%)	—	4	4	—	—	—
		所要動力 (kwh/パルプ・t)	—	144	151	—	—	—
		フリーネス (Defib. sec.)	—	29.4	24.4	—	—	—
	第 4 回	ディスク間隙 (mm)	—	—	0.02	—	—	—
		処理濃度 (%)	—	—	4	—	—	—
		所要動力 (kwh/パルプ・t)	—	—	209	—	—	—
		フリーネス (Defib. sec.)	—	—	29.3	—	—	—
	リフアイニング所要動力計 (kwh/パルプ・t)	1144	1015	1107	1015	739	749	
	パルプ化, リフアイニング所要動力合計 (kwh/パルプ・t)	1399	1236	1299	1298	1010	1024	
パルプ篩分析	24メツシュにとどまる (%)	23.2	5.6	0.7	52.2	36.8	10.1	
	24~ 48 メツシュ (%)	37.0	32.5	17.5	25.7	26.6	29.8	
	48~ 80 メツシュ (%)	16.6	27.8	31.2	9.1	18.0	24.1	
	80~150 メツシュ (%)	6.1	9.1	15.2	3.2	7.2	10.1	
	150 メツシュ通過 (%)	17.1	25.0	35.4	9.8	11.4	25.9	
ハードボードの材質	厚 さ (mm)	3.2	3.4	3.2	3.3	3.3	3.3	
	気乾比重	1.06	1.03	1.04	1.04	1.05	1.04	
	含水率 (絶乾基準) (%)	5.7	5.9	6.0	5.3	5.9	6.0	
	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	648	477	437	595	524	464	
	曲げ比強度	609	463	420	571	499	449	
	吸水率 (%)	54.2	60.9	58.2	49.2	52.6	55.9	
	吸水による厚さ膨脹率 (%)	35.2	36.5	34.9	30.1	32.1	33.0	

注： 1. 所要動力の単位に用いたパルプとは生成されたパルプを指すものである。  
 2. リフアイニングについてはサワラ全枝は 1 回、ヒノキ末木、サワラ末木サワラのアテ部は 2 回、ヒノキ全枝は 3 回、ヒノキのアテ部は 4 回まで行つて成型に用いた。

るようである。特にヒノキに著しかつた。このことは篩分け試験結果と関連してみると処理条件に多くの問題があるように考える。

d. 材質から見ると各部位ともファイバーボード原料に適するものといえる。部位間を比較すれば末木、全枝、アテ部の順に曲げ強さが低下し、吸水率はこの逆順に増大した。この原因は繊維長と化学的組成の差異によること製紙用パルプの場合と類似であると考えられる。しかし紙の場合よりもファイバーボードの場合は、特にホットプレスの操作によつて繊維が柔軟となり、相互の接着が助長されるため、リグニンに富む硬直繊維も、その欠点がそれほど目立たないのではないかと考える。

## 5. む す び

ヒノキ、サワラの末木、枝材を原料として製紙用亜硫酸および硫酸塩パルプ、ファイバーボードの製造試験をおこなつて、それらの材の原料的価値評価の資料をえた。

一般的結論にはなお多くの実験を要するが、この実験の範囲内でも各部位間にかなり明りような差異が認められた。

枝材は、末木おそらく幹材部に比べて次のようなことがいえるように考える。

亜硫酸パルプとする場合、枝材は主としてアテ部に起因して蒸煮困難、低歩止り、高リグニンパルプを与える。

硫酸塩パルプとする場合、薬液浸透はそれほど問題ではないが、歩止り、紙力ともに枝材は劣る。

また両パルプともに着色度は枝材の方が不良である。

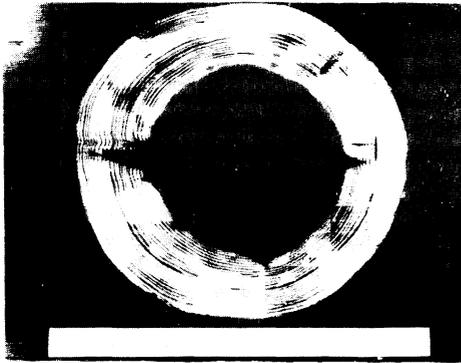
ファイバーボードとする場合、アスブルンド方式でパルプ化したパルプの収率は、各部位間にほとんど差は認められないが、フリーネス、繊維長構成にはかなり差がある。また材質特に曲げ強さにも差は明りようであつた。

しかし枝材は紙パルプ原料とする場合は、亜硫酸法より硫酸塩法の方がパルプ化容易であり、ファイバーボード原料としては十分実用化できると考える。

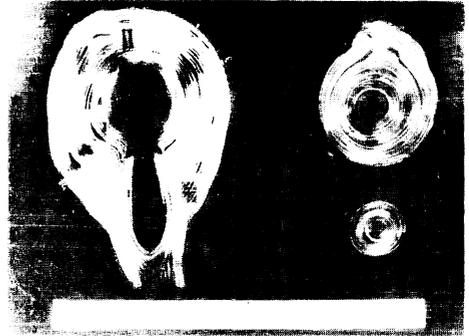
終りに試験材料の採取に特別な御尽力をいただいた木曾分場長渡辺録郎、同作業研究室の方々に厚く感謝いたします。

#### 文 献

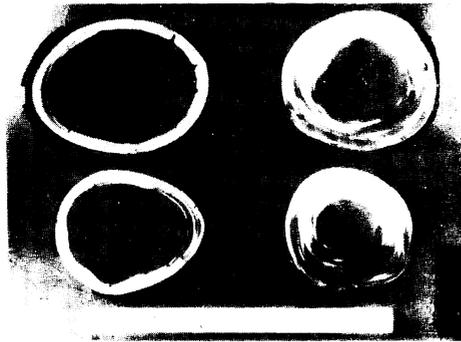
- 1) HÄGGLUND, E. and LJUNGREN, S.: Svensk Kem. Tid., 45, (1933) p. 123
- 2) STOCKMAN, L. and HÄGGLUND, E.: Svensk Papperstidn., 51, (1948) p. 269



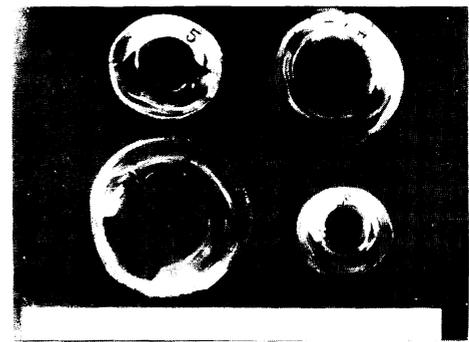
(末木 I)



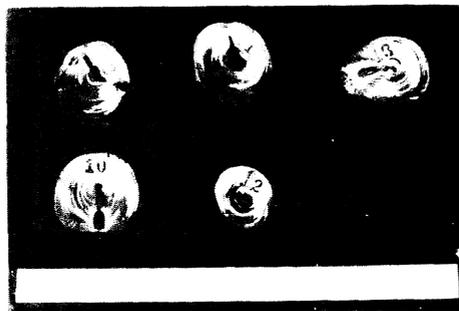
左 (末木 II), 右上 (末木 III), 右下 (末木 IV)



左上 (枝 1), 左下 (枝 2), 右上 (枝 3),  
右下 (枝 4)

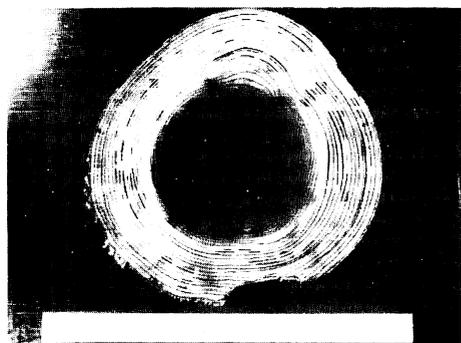


左上 (枝 5), 左下 (枝 6), 右上 (枝 7),  
右下 (枝 8)

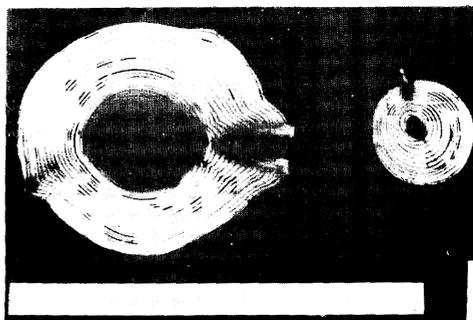


左上 (枝 9), 左下 (枝 10), 中上 (枝 11),  
中下 (枝 12), 右上 (枝 13)

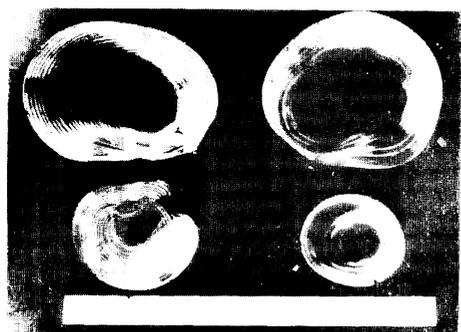
写真1 供試した部位の横断面 (ヒノキ)  
(注: 写真の下の横スケールは全長 15 cm)



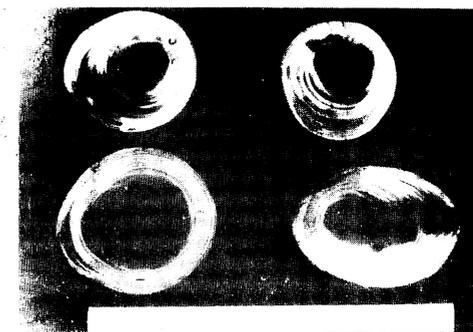
(末木 I)



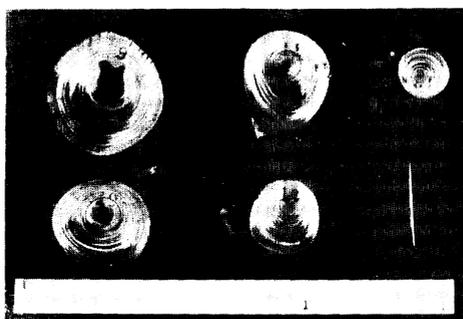
左 (末木 II), 右 (末木 III)



左上 (枝 1), 左下 (枝 3), 右上 (枝 2),  
右下 (枝 4)



左上 (枝 5), 左下 (枝 7), 右上 (枝 6),  
右下 (枝 8)



左上 (枝 9), 左下 (枝 10), 中上 (枝 11),  
中下 (枝 12), 右上 (枝 13)

写真 2 供試した部位の横断面 (サワラ)  
(注: 写真の下の横スケールは全長 15 cm)