

パ ル プ 材 に 関 す る 試 験

米 澤 保 正⁽¹⁾, 菊 池 文 彦⁽²⁾

宮 崎 鑑 吾⁽³⁾, 香 山 彊⁽⁴⁾

高 野 勳⁽⁵⁾, 宇 佐 見 国 典⁽⁶⁾

この報告は、外部からの依頼により当場が行った、パルプ材に関するパルプ製造試験と、パルプ研究室自体が行った小試験（単独報告とするには簡単すぎるもの）をまとめたものである。内容は、一般にも参考になりうるものと考えられるので、あえて報告することとした。したがって、その内容は系統的計画研究というようなものではなく、おおむね、ある原木がパルプ原木に適するか否か、また、現に使用している樹種との比較価値はどうであるかといったような比較試験であつて、その結果は実験データと、研究者の経験的判断とにより結論が引きだされている。もちろん、経済試験を行つた後でなければ正確な判断は下せないのであるが、依頼者の拙速的要求もあり、得られた内容そのものも散漫なきらいがないわけではない。もちろん、詳細な研究に興味とその必要を感じないでもないが、一応依頼者の要求を満たすにとどめた。なお、本報告の内容としてはなるべくデータを主とするにつとめ、また、相互に関連のないものの集録であることをお断りする次第である。なお、本報告の発表を承諾された各社に対し謝意を表する。

内 容

1. イタジイ：硫酸塩法（以下 K.P. 法と省略）および中性亜硫酸ソーダ・セミケミカル法（以下 N.S.P. 法と省略）について
2. ラワン：K.P. 法および N.S.P. 法について
3. ブナ：K.P. 法および N.S.P. 法について
（アカマツおよびブナ K.P. 法混煮試験を含む）
4. アカマツ：N.S.P. 法について

1. イタジイ *Shiia Sieboldi* MAKINO

試料のイタジイは鹿児島奄美大島産のもので、年輪数 21（現地の人の言によると、この年輪は1カ年に2コ生成されるという）、直径 18 cm、中心より 12 年輪まで淡鉄錆色に着色した心材部を有するものを用いた。その容積重は 0.476~0.515 g/cc であつた。

繊維長測定は、K.P. 法によりパルプ化し（下記 1.1 項参照、そのパルプ収率 41.74%、Roe 価 3.23）、Tappi 式標準篩分試験機（本機は 24, 42, 80, 150 メツシュの 4 個の丸金網篩を有し、パルプ絶乾 10g を用いて、篩目の荒い方から水で順次流され篩分けられる）により、メツシュに区分、得られた 5 区分について平均繊維長を測定した。その結果は Table 1 に示すとおりである。

化学分析は、鋸屑粉の 60~80 メツシュ部分につき、標準木材分析法¹⁾により行つた。ただし、タンニン定量は皮粉法²⁾を用いた。それらの結果は Table 2 に示した。

(1) 林産化学部パルプ及び繊維板科長 (2)~(6) 林産化学部パルプ及び繊維板科パルプ研究室員

Table 1. Screening Analysis and Fiber Length of Itajii
(*Shiia Sieboldi* MAKINO) Sulfate Pulp.

Species	Item	Mesh				
		<24	24~42	42~80	80~150	>150
Itajii	% to weight	48.99	21.59	12.41	3.53	13.48
	average Fiber length (mm)	1.59	1.40	1.15	1.03	—
Beech*	% to weight	1.86	41.09	25.61	8.72	24.40

* Beech (*Fagus crenata* BLUME)Table 2. Chemical Composition and Solubility
of Itajii. (% to moisture free sample)

Ash	0.34
Hot-water soluble extractives	10.05
Alc.-Benz. soluble extractives	5.07
Tannin substances	8.20
Pentosans	20.57
Holocellulose	72.03 (lignin free)
Lignin	23.35
α -cellulose	44.95

イタジイは Table 1 に示すとおり、他の材と著しく相違する点は、タンニンを 8% 内外も多量に含有することで、その他の成分あるいは溶解度には一般材とあまり異なるところがない。

1.1. K.P. 法

パルプ化試験用チップは、繊維方向に約 13 mm のものを用いた。比較のためにブナを標準

Table 3. Itajii Sulfate Cooks and Properties of the Obtained Pulp.

Cooks

Wood species	Total(a) alkali (%)	Sulfidity (%)	Liquor volume to chip (l/kg)	Time to 170°C (min)	Time at 170°C (min)	Pulp yield to chip (%)	Roe number
Itajii	25	31.7	5	54	40	41.74	3.25
Beech	25	31.7	5	55	40	47.82	1.77

Properties of the Obtained Pulp. (at 26°C, relative humidity 75%)

Wood species	Beating (b)		Burst(d) factor	Breaking length (km)	Stretch (%)	Tear (e) factor	Folding endurance
	time (min)	freeness(c)					
Itajii	74	230	4.90	8.09	4.42	101.2	1105
Beech	67	230	3.79	6.38	4.29	87.8	204

Note: (a) Total alkali = NaOH + Na₂S + Na₂CO₃

(b) Beated with Lampen mill,

(c) Freeness is measured Canadian Standard.

(d) Burst factor = $\frac{\text{bursting strength (g per sq. cm)} \times 100}{\text{basis weight (g per sq. m moisture-free basis)}}$ (e) Tear factor = $\frac{\text{force to tear a single sheet (g)} \times 1600}{\text{basis weight}}$

とした。その結果は Table 3 に示した。

この結果からみると、イタジイはブナに比べて、パルプ収率少なく、Roe 価は高いが、パルプの紙としての諸強度は良好であつた。

つぎに、ここに得られた未晒パルプを漂白して、その収率を測定し、強度試験を行つた。その結果を

Table 4. Bleaching of Itajii Unbleached Sulfate Pulp, and Properties of thus Obtained Bleached Pulp.

Bleaching

Conditions for bleachings are as follows:

First-stage; Chlorination

consistency 4%, temperature 25°C, chlorine added 4%, reaction time 60 min,

Second-stage; Alkali extraction

consistency 4%, temperature 70°C, caustic soda added 3%, extraction time 60 min,

Third-stage; Ca-hypochlorite bleaching

consistency 4%, temperature 40°C, Ca-hypochlorite as available chlorine 4%, reaction time 60 min,

	Itajii	Beech
Bleached pulp yield to unbleached pulp (%)	96.00	96.17
to Raw chip (%)	40.08	45.99
Brightness	86.0	85.5

Properties of the Bleached Pulps (at 24°C, relative humidity 72%).

Species	Beating		Burst factor	Breaking length (km)	Stretch (%)	Tear factor	Folding endurance
	time	freeness					
Itajii	70	220	3.81	7.15	4.20	67.10	135
Beech	51	225	2.98	5.80	3.85	56.42	38

Table 4 に示した

上表に明らかなように、漂白後のパルプ収率は未晒パルプに対しては、両樹種ともに同一であるが、原木に対しては、未晒パルプの原木に対するそれと同様に、イタジイのほうがブナより数 % 少ない。晒パルプ強度は、未晒の場合と同様にイタジイが優る。しかし、ブナ、イタジイともに未晒パルプに比べて低下した。

1.2. N.S.P. 法

この実験にはイタジイ試料として、タンニンをあらかじめ抽出したチップも使用した。その抽出方法は、80°C 熱水をチップの 4 倍量加えて同温度に 1 時間抽出して抽出液と分離したもので、抽出チップ中のタンニン含有量は約 5% に減少した。すなわち、試験にはイタジイ、タンニン部分抽出イタジイ、およびブナを用いた。

$\text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{Na}_2\text{CO}_3$ 液を用いて蒸煮後の軟化チップの解繊 (refining) には、実験用 Sprout Waldron Refiner (disc 直径 12 in のもの) を使用して行つた。

試験結果は Table 5 に示したとおりである。

この表に明らかなように、イタジイパルプの収率は、タンニン抽出の有無にかかわらず、ブナより低収率であり、ことにタンニン抽出チップにおいて著しい。Roe 価はブナより未抽出、イタジイは高いが、抽出したものはブナとほとんど同一である。

紙強度では、抽出イタジイ最も優り、ついで未抽出イタジイ、ブナの順である。

かくして得られた未晒パルプにつき、3 段漂白を行い、晒パルプの強度比較を行つて、その結果を Table 6 に示す。

Table 5. Itajii Neutral Sodium Sulfite Semi-chemical Cooks, and Properties of Obtained Pulps.

Cooks			
	Itajii (a)	Itajii (b)	Beech
Cooking conditions			
Chemicals added to chip			
Na ₂ SO ₃ (%)	14	14	14
Na ₂ CO ₃ (%)	3	3	3
Liquor volume to chip (l/kg)	4	4	4
Cooking			
Time to 165°C (hr)	1.5	1.5	1.5
Time at 165°C (hr)	3.5	3.5	3.5
pH. values			
Start	10.8	10.8	10.8
End	6.5	---	6.2
Na ₂ SO ₃ consumed to chip (%)	---	---	---

Refining (with ϕ 12", Laboratory Sprout Waldron Refiner)

First refining

Conditions

Disc number No. 18034, clearance 1.0 mm, consistency 6%, temperature 25°C

Second refining

Conditions

Disc number No. 18034, clearance 0.15 mm, consistency 6%, temperature 25°C

Screening Analysis about the Refined Pulps

Fraction	Itajii (a)	Itajii (b)	Beech
<24 mesh	59.62	57.36	51.00
24~ 42 "	15.10	14.84	16.10
42~ 80 "	8.57	9.00	10.81
80~150 "	3.12	2.82	4.74
>150 "	13.59	15.98	17.34

	Itajii(a)	Itajii(b)	Beech
Pulp yield (%)	72.75	67.37	74.48
Freeness of the refined Pulp	675	735	710
Roe number	20.26	16.88	16.88

Properties of the refined Pulps (at 24°C, relative humidity 68%).

Species	Beating		Burst factor	Breaking length (km)	Strech (%)	Tear factor	Folding endurance
	time (min)	freeness					
Itajii(a)	46	215	6.23	9.43	4.22	79.7	1,210
Itajii(b)	48	220	6.81	9.29	4.67	90.6	1,702
Beech	48	220	5.39	8.12	4.86	81.4	746

Note: (a) Normal chip (b) Tannin extracted chip

Table 6. Bleaching of Itajii Neutral Sodium Sulfite Semichemical Pulp and Properties of Obtained Pulps.

Bleaching

Conditions for bleachings are same as follows:

First stage; chlorination

consistency 4%, temperature 25°C, chlorine added 15%, reaction time 60 min,

Second stage; Alkali extraction

consistency 4%, temperature 70°C, NaOH added 4%, extraction time 60 min,

Third Stage; Ca-hypochlorite

consistency 4%, temperature 40°C, Ca-hypochlorite as available chlorine 3%,
reaction time 90 min,

	Itajii(a)	Itajii(b)	Beech
Bleached pulp yield to unbleached pulp	83.62	80.49	85.14
to raw chip	60.83	54.23	63.41
Brightness	70	75	80

Properties of the Bleached Pulps (at 24°C, relative humidity 72%)

Species	Beating		Burst factor	Breaking length (km)	Stretch (%)	Tear factor	Folding endurance
	time (min)	freeness					
Itajii (a)	49	225	8.58	11.54	4.84	73.3	2,844
Beech	36	220	7.40	11.42	4.88	86.5	1,217

漂白パルプ収率はブナ、未抽出イタジイ、抽出イタジイの順に低下した。白色度も同様であつた。

漂白パルプの紙強度はイタジイは耐折度がブナに比べてはるかに優つておるほかだいたい同程度の強度を示した。

以上を要約すると、同一条件による K. P. 法試験では、ブナより未晒および晒パルプの収率が低く、Roe 価は高い。したがつて、同一白色度となすにはブナよりやや多量の漂白剤を必要とする。紙強度はブナに優る。その原因は繊維長においてイタジイのほうがブナより長いことが有力な原因と考えられる。ただし、タンニンを多量に含むため、パルプ収率および白色度に対し悪影響を与える。

2. ラワン Lauan

試料はフィリピン産の大径材で、合板工場にて単板を剥ぎ取つた残りのいわゆる剥芯と称するものをを用いた。これは合板工場残材の利用の点からとりあげた試験である。

生育年数、直径などについては不明である。

その容積重、繊維長、および繊維巾はつぎのとおりであつた。

	Volume weight (g/cc)	Fiber	
		Length (mm)	Breadth (μ)
White Lauan	0.365~0.498	1.612	46
Red Lauan	0.404~0.422	1.330	29

ラワンには種類多く、したがつて材質も区々であるが、既往の文献によるといずれも広葉樹でありながら、温帯産のものと異なりリグニンが著しく多いことである¹⁾。また、Red Lauan と称するものは、赤色に着色することはなほだしいものであるが、White Lauan のほうは淡黄色にすぎない。なお、わが国に輸入しておるものは、色で区別する場合に、赤と白の両極端のほか、その中間色が連続しており、相互

に近似色のものは判別できがたい。

本試料ラワンについては化学分析は省略して、直ちに蒸煮試験にはいることとした。

蒸解用チップは繊維方向に約 13 mm とした。

2.1. K. P. 法

これはつぎの K. P. 法セミケミカルパルプとの比較のために一例 White Lauan について行つたにすぎない。その結果は太要つぎのとおりであつた。

Table 7. White Lauan Sulfate Pulp.

Cooking conditions:

Total alkali 24%, Sulfidity 25%, Liquor volume to chip: 4.5 l/kg, Max. temp. 165°C,

Time at max. temp. 3 hr, Total cooking time 4 $\frac{1}{6}$ hr,

Pulp yield 50.63%, Roe number 2.3

Properties of Paper made at Degree of Beating 40° S. R.

Density	Burst factor	Breaking length (km)	Tear factor	Folding endurance
0.73	5.11	5.22	107.2	1,256

これを既往の研究結果³⁾と比較してみると、収率やや高く、Roe 価低く、強度は裂断長やや低いほかだいたい同一である。これは White Lauan によるものであるので、Red Lauan について行つた場合には、後の実験で明らかのように、これより悪い結果となるであろうことが予想される。

2.2. 硫酸塩・セミケミカル法

セミケミカル法には、使用する薬液の種類によつて、種々な方法に区分される。一般に N. S. P. 法、すなわち、亜硫酸ソーダを用いているが、特に樹脂、リグニンに富むような材では、それをよく溶出させる硫酸塩・セミケミカル法が適当と考えられたので、ラワンはリグニンに異常に富むため、本法を試みた。

これもラワン蒸解試験の重点を N. S. P. においたので、単に比較する簡単な実験にとどめた。

その結果は Table 8 に示すとおりである。

Table 8. White Lauan Semi-Sulfate Cooks.

Species	White Lauan 1.	Red Lauan 2.
Cooking		
Total alkali (%)	12.0	15.0
Sulfidity (%)	30.0	33.3
Liquor volume to chip (l/kg)	4	4
Time at 170°C (hr)	2.0	2 $\frac{1}{2}$
Total time (hr)	3 $\frac{1}{6}$	5.0
Refining(ϕ 12" Sprout Waldron Refiner)	Disc number No. 18034 Clearance 0.5 mm Consistency 6% Temperature 20°C	
Pulp yield (%)	50.97	54.77
Roe number*	27.2	26.5
Beating (b)		
Time (min)	100	115
Freeness (Can. Std.)	230	200
Strength of Pulp		
Burst factor	3.82	2.89
Breaking length (km)	5.92	4.55
Stretch (%)	3.83	3.10
Tear factor	9.90	62.6
Folding endurance	454	45

Note: * These figures were measured from exhaustive absorption quantities.

この結果によると、セミケミカルパルプとしては、収率低すぎ、また紙力の点でも後にのべる N.S.P. と比較して劣る。さらに広範な実験によらなければ結論はえられないであろうけれど、この結果のみで判断すれば、硫酸塩法セミケミカル法はあまり有望とは考えられない。

2.3. N. S. P. 法

N. S. P. 法は低リグニン、高ヘミセルローズの材に適応したパルプ化法であつて、したがつて、ラワン材のようなリグニン 30~40%、ヘミセルローズ 10% 内外というような材では、高収率の割に強度高いパルプをうることは困難なことが予想されるわけであるが、現在合板工場の屑材（主としてラワンを使用し、原木の約 40% は屑材になるといわれる）利用が木材利用合理化上一つの問題であるので、本試験をあえて行つたわけであつて、その結果は Table 9~12 に示したとおりである。

パルプ収率は、蒸煮条件、赤白ラワン別、個体によつてかなり異なる。上表では白ラワンは赤ラワンより多かつた。

Na_2SO_3 消費率は約 15% 内外とみられるが、添加量、加熱時間、蒸煮方式（直接法と滲透法）により異なる。Roe 価は測定時間により異なるので（本実験では 15 分の一般法と、徹底的吸収量法）一様に比較できないが、ブナの同種条件で得られたものにくらべ、ラワンの方が高い。また、パルプの色調は、赤ラワンでは原木のそれとほとんど変化なく、着色著しいので漂白困難が予想される。未晒パルプの紙強度は、No. 5 の W.2 を用いたものが最も良好で、ついで No. 6 であり、この 2 つ以外はブナの N.S.P.（後出）にも劣るようである。ただ引裂度のみは平均繊維長がブナより長いためか若干良好であつた。

つぎに漂白試験結果を Table 10 に示す。

この漂白試験においては、未晒亜硫酸パルプと同じ程度の白色度（50~55）を目標として行つたのであるが、総じてこれより白色度は悪かつた。

赤ラワンと白ラワンとでは、後者の方が漂白されやすい。

すなわち、未晒パルプ中のリグニン量多きため、Roe 価の 80% 相当量の塩素および晒粉を使用してはじめて白色度 48 となつた。

つぎに半漂白パルプの強度試験を行つて、Table 11 に示した。

いずれも漂白により、未晒パルプに比較して諸強度は増加した。同一条件で漂白したものでは、白ラワンの方が赤ラワンよりかなり強度大である。

つぎにこの半漂白パルプを、未晒亜硫酸パルプの代替として碎木パルプと混用して新聞原紙となす場合に、白色度、強度の点からその目的にかなうか否かにつき混合紙力試験を行い Table 12 に示した。

上記表において、一般に新聞用紙の配合とされる Paper number 3 を標準として考えると、未晒亜硫酸パルプの代りに、半晒の N. S. P. または K. P. をそれと同率混入したものの紙力、白色度はいずれも標準より劣り、また、市販品と比較しても劣る。ゆえに、さらに白色度と強度良好なものをい用いなければならないと考える。

3. ブ ナ

3.1. K. P. 法

ブナの利用は、わが国樹種別蓄積中広葉樹の最高に位するため、つとにやかましくいい古されてきておるが、いまだその効果は実績によるとようやくその緒についたばかりのような状況にある。この利用を妨

Table 9. Lauan Neutral Sodium

Digestion number	1	2	3	4	5	6
Sample (a)	W.1	W.1	W.1	W.1	W.2	W.2
Cooking method (b)	imp.	dirc.	dirc.	dirc.	dirc.	dirc.
Cooking						
Chemicals added						
Na_2SO_3 (%)	33.0	25.5	16.6	16.6	20.0	13.3
Na_2CO_3 (%)	5.6	4.4	2.8	2.8	5.0	3.3
liquor ratio (c)	6.6	5	5	5	5	5
Max. temperature ($^{\circ}\text{C}$)	170	165	165	165	170	170
Time at max. temp. (hr)	2	3	4	6	2.5	2.5
Total time (hr)	7.0	5.0	5.7	7.75	5.0	5.0
pH of spent liquor	9.3	9.0	8.3	8.4	9.2	9.4
Consumed Na_2SO_3 (%)	17.8	15.5	15.3	15.3	10.9	13.0
Refining (d)	Asp.	Asp.	Asp.	Asp.	S.W.	S.W.
Pulp yield (e) (%)	77.55	71.00	72.00	72.60	58.83	61.83
Roe number	17.8	15.5	15.3	15.3	29.9(f)	37.4(f)
Beating						
Time (min)	35	30	29	34	83	140
Freeness (Can. Std.)	280	280	320	320	220	220
Strength of pulp						
Burst factor	3.27	3.87	2.99	2.78	5.52	3.99
Breaking length (km)	3.97	3.16	3.12	3.65	7.93	6.18
Stretch (%)	—	—	—	—	4.20	2.69
Tear factor	60.4	60.2	66.5	65.0	83.0	76.6
Folding endurance	24	43	18	15	1,494	193

Note: (a) W....White Lauan, R....Red Lauan

(b) Imp.....Impregnation method, the charge was heated to 120°C . within 60 minutes and held at the temperature for one hour. Then, after about one half of cooking liquor was withdrawn through a cooler, the same volume of hot water was added, and again continued indirect heating with electric heater.

dirc.....Direct cooking method was not especially impregnated.

(c) Liquor ratio....Liquor charged (l) to moisture free chip (kg).

(d) Asp.....Laboratory type of Asplund Defibrator.

げるものとして、奥地未開発林に偏在するため出材経費のかさむこと、腐朽しやすいことなどの原因とともに、利用面の技術的研究が一応限界にきており、さらに広範な利用面の開拓によらなければならない時期と考えられる。

ブナをパルプ材として考えた場合に、単価が針葉樹と同一ならば紙、人織パルプ用としては扱いやすく、また紙パルプ用としては、紙力のある針葉樹を使用するに相違ない。最近針葉樹のほかは広葉樹がかなりの量使用されたしたのは、そのほうがより経済的なことに主として起因しておる。しかるに、近年米国で盛大となつたセミケミカルパルプは広葉樹に特に適応したパルプ化法で、これがわが国の針葉樹の割り高な国情にマッチして、その普及が急速にひろがりつつあるわけである。

Sulfite Semichemical Pulping.

7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.1	R.1	R.1	R.2	R.2	R.2	R.2	R.2	R.2
imp.	dir.	dir.	dir.	dir.	dir.	dir.	dir.	dir.
33.0	25.5	16.6	30.0	20.0	16.8	16.7	13.3	13.3
5.6	4.4	2.8	5.0	5.0	5.0	4.2	3.3	3.3
6.6	5	5	5	4	4	4	4	4
170	165	165	170	170	170	170	170	170
2	3	4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
6.0	5.25	5.25	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
9.5	9.2	9.1	—	9.1	9.1	9.3	9.1	9.3
19.7	21.5	14.9	—	15.0	15.0	16.3	16.6	16.2
Asp.	Asp.	Asp.	S.W.	S.W.	S.W.	S.W.	S.W.	S.W.
67.47	59.30	67.21	44.20	58.75	56.84	57.57	56.78	60.65
20.2	15.3	19.6	—	33.48(f)	—	39.46(f)	—	40.58(f)
35	35	35	—	50	—	110	—	60
320	270	290	—	220	—	210	—	210
2.87	3.37	3.04	—	2.19	—	1.99	—	1.54
3.36	4.43	3.00	—	4.08	—	4.18	—	3.29
—	—	—	—	2.60	—	2.21	—	1.99
62.6	93.1	56.4	—	59.4	—	59.4	—	47.6
13	58	33	—	22	—	14	—	6

S. W....Laboratory type of Sprout Waldron Refiner with 12 inches diameter disc.
Refining conditions by this refiner were the same in all experiments as follows:

1st. Refining: Disc number 18034, disc clearance 0.3 mm, pulp consistency 8%, temperature 60°C

2nd. Refining: Disc number 18034, disc clearance 0.03 mm, pulp consistency 8%, temperature 60°C

(e) Pulp yields were calculated to moisture free chip.

(f) Roe number were measured from exhaustive absorption quantities.

現在わが国のブナの利用は、人絹用パルプおよび K. P. に使用されているが、前者には 1 工場がアカマツと等量混合を実行しており（これが混合の限度であろう）、また後者にあつては、アカマツに 20% 程度の混入を 2～3 工場で行つておる程度である。また後述される N. S. P.（これはさきに述べたように広葉樹利用を有利とする方法である）にはほとんど利用されておらない状況にある。したがつて、ブナ利用はさらに拡大できないものかどうか、特に K. P. 法で針葉樹に混入した場合の影響、N. S. P. 原木とした場合の紙力との関係などにつき試験を行つた。ここには K. P. につきのべることとする。

試料のアカマツは福島、鹿児島、岡山各県産のものの等量混合したものを、ブナは福島、岩手各県産のものの等量混合したものをを用いた。混煮試験はこの 2 樹種チップを混合して使用した。

Table 10. Semi-bleaching of Lauan Neutral Sodium Sulfite Semichemical Pulp.

Digestion number	Bleaching number	1st. Stage			2nd Stage end pH	3rd. Stage			Bright-ness	Yield %	
		Chemicals (%)	Time (min)	End pH		Ca-hypochlorite as available Chlorine (%)	Time (min)	End pH		To unbleached pulp	To chip
5	1	Ca-hypo. 10	23	7.2					27.0	96.5	56.8
	2	"	25	7.0		5	30	7.0	34.5	93.9	55.2
	3	Chlorine 10	50	1.5	9.3	5	25	6.0	32.5	88.8	52.2
6	1	Ca-hypo. 10	30	6.1					27.0	92.5	57.2
	2	"	"	5.9		5	23	6.2	35.0	96.4	59.6
	3	Chlorine 10	75	1.5	9.1	5	45	6.0	28.0	88.7	54.8
	4	Ca-hypo. 20	30	6.6		10	"	6.2	48.5	87.9	54.3
11	1	Ca-hypo. 10	25	6.8					21.0	96.9	56.9
	2	"	"	6.7		5	35	6.8	31.0	92.7	54.5
	3	Chlorine 10	60	1.4	9.4	5	25	6.4	25.0	84.4	49.6
13	1	Ca-hypo. 10	30	6.5					16.5	95.7	55.1
	2	"	"	6.7		5	22	6.2	21.5	93.4	53.8
	3	Chlorine 10	75	1.2	8.9	5	25	6.0	19.5	85.1	49.0
	4	Ca-hypo. 20	20	6.8		10	40	6.2	46.0	88.0	50.7
14	1	Ca-hypo. 10	25	6.4					13.0	97.8	55.5
	2	"	30	6.3		5	25	6.4	17.5	97.5	55.4
	3	Chlorine 10	75	1.6	9.4	5	20	6.3	15.0	88.1	50.0
	4	Ca-hypo. 20	30	6.6					31.5	87.7	49.8

Note: (1) 1st. stage is chlorination or Ca-hypochlorite bleaching, and conditions are as follows:

Pulp consistency 4%,

Temperature

20°C in the case of chlorination

40°C in the case of Ca-hypochlorite

(2) 2nd. stage is alkali extraction, and conditions are as follows:

NaOH added 3%,

Na₂SO₃ added 0.5%,

Pulp consistency 4%,

Time is 60 minutes at 50°C

(3) When Ca-hypochlorite is used on 1st stage, 3rd stage is omitted.

Table 11. Properties of Semi-bleached Lauan Neutral Sodium Sulphite Semichemical Pulps.

Digestion number	Bleaching number	Burst factor	Breaking length (km)	Stretch (%)	Tear factor	Folding endurance	Brightness
5	2	7.62	10.85	4.39	92.4	4,104	34.5
6	2	5.66	7.66	3.29	86.9	1,686	35.0
11	2	3.17	4.49	2.99	69.9	599	31.0
13	4	4.10	5.91	3.63	82.8	387	37.5
14	4	3.16	5.45	3.35	70.5	68	31.5

Table 12. Properties of Papers made from Semi-bleached Lauan N. S. S. C. P. and Ground Wood.

Paper number	Mixing Ratio (%)				Beating		Burst factor	Breaking length (km)	Stretch (%)	Tear factor	Folding endurance	Brightness
	(1) G.W.	(2) S.P.	(3) S.B. L.P.	(4) S.B. K.P.	time (min)	freeness (Can. Std.)						
1	0	100			60	200	4.96	5.90	4.23	82.2	2188	56
2	90	10			"	"	0.50	1.65	1.56	39.0	1	54
3	80	20			"	"	0.73	2.05	1.91	46.8	2	56
4	90		10		"	215	0.45	1.42	1.05	32.1	0	48
5	80		20		"	"	0.62	1.78	1.54	38.3	1	49
6	90			10	100	"	0.36	1.39	1.18	31.6	1	57
7	80			20	"	"	0.62	1.88	1.91	38.7	1	50
(5) 8 { l (7)							0.59	2.84	1.43	63.4	10	46
t (8)							0.59	1.23	2.30	54.8	2	46
(6) 9 { l							0.62	2.57	1.41	71.6	17	47
t							0.62	1.39	2.34	59.4	3	47

Note: (1) G. W. is a market Red Pine ground wood.

(2) S. P. is a market Red Pine unbleached sulfite pulp.

(3) S. B. L. P. is 11—2 pulp in Table 10, namely semi-bleached semichemical pulp made from Red Lauan 2.

(4) S. B. K. P. is Red Lauan pulp 2 in Table 8, namely Red Lauan semi-bleached sulfate pulp.

(5) 8 is a market newspaper, made from Red-Pine ground wood and Red-Pine neutral sodium sulfite semichemical pulp.

(6) 9 is a market newspaper, made from Red-Pine ground wood and Red-Pine semibleached sulfate pulp.

(7)~(8) l....lengthwise, t....transverse.

Table 13. Sulfate Cooks on Mixed Species, Red-Pine and Beech, and Properties of the Obtained Pulp.

Digestion number	Mixing ratio	Pulp yield (%)	Roe number	Beating		Density (g/cc)	Burst factor	Breaking length (km)	Tear factor	Folding endurance
				Time (min)	Freeness (Can. Std.)					
1	Red-Pine 100	47.55	6.75	0	680	0.550	5.31	4.30	184.1	1246
	Beech 0			120	200	0.761	8.98	8.80	101.5	4987
2	Red-Pine 60	46.27	3.85	0	675	0.525	4.22	4.25	155.6	232
	Beech 40			60	215	0.783	6.55	6.99	103.8	2948
3	Red-Pine 50	46.77	3.29	0	670	0.576	4.12	4.05	148.2	163
	Beech 50			55	210	0.772	6.20	6.85	94.8	1442
4	Red-Pine 40	46.00	2.25	0	635	0.503	3.68	4.04	124.2	60
	Beech 60			60	210	0.785	6.21	7.04	86.2	1280
5	Red-Pine 0	47.83	1.33	0	650	0.511	2.23	2.78	53.4	5
	Beech 100			60	230	0.784	6.13	7.21	84.4	1480

Note:

Cooking conditions

Chemicals added to chip

NaOH + Na₂S = 23%Na₂CO₃ = 5.9%

Sulfidity

$$\frac{\text{Na}_2\text{S}}{\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}} \times 100 = 25$$

Liquor volume to chip (l/kg) = 6

Time to max. temp. 172°C = 2 hr

Time at max. temp. 172°C = 1 hr

蒸煮条件は、4l 容電熱式オートクレーブを用い、全アルカリ (NaOH + Na₂S) = 28.9%、硫化率 25%、液比 6l/kg、最高温度 172°C まで達するに 2 時間、同温度保持 1 時間とした。

生成パルプの紙力試験は常法によつたが、抄紙時のフリーネス調製は Canadian Standard の 650 cc、220 cc の 2 種を目標として、前者はほとんど特に叩解することなく、後者はランペンミルにより調製した。

混煮蒸煮試験および紙力試験結果を Table 13 に示した。

試験結果からみると、収率は単独、混煮によつてほとんど差異は認められなかつた。

Roe 価はアカマツ単独が最高を示し、ブナの混率大となるにしたがい低下する。

紙力試験結果によると、一定叩解度となすに要する時間は、アカマツ単独の場合は他のものの約 2 倍を要し、緊度は叩解度によつて相違するが、混率の影響はほとんどないようである。

紙力についてみると、叩解前 (フリーネス 650~680) と叩解後 (フリーネス 200~230) とでは著しい差があり、前者では引裂度を除いて、裂断長、破裂度、耐折度が劣る。

混合率と紙力との関係をみるに、一般にアカマツにブナを混合する割合の増加につれ低下してゐる。ただし、裂断長では等量混煮の場合に極小を示した。

各強度別に検討すると、比破裂度は、アカマツ単独より、ブナ 50% 混入まで急激に低下し、それ以後ブナ 100% まであまり変化がない。

裂断長は今のべたように等量混合まで急激に減少して極小値となり、これよりブナ 100% 側に向つてわずかに増加する。比引裂度は、アカマツ 60% より 40% の間が急激低下するほかほとんど変化がない。

耐折度は、ブナ 50% 混合まできわめて急激に低下し、その後はさしたる変化を認めなかつた。

以上の実験によつては、ブナ混入 40% 以上では諸強度低下の影響大であるといふことができる。しか

して、どの程度の混入までならば実用上の影響を無視しうるかは、使用目的に応じた試験を行つた後でなければ不明である。

3.2. N. S. P. 法

試料はいずれも福島県内産のもので、原ノ町、猪苗代、宮ノ下産の3種を試料とした。

蒸煮条件を一定として蒸煮し、Asplund Defibrator (Laboratory type) により、室温にて解繊し、パルプ洗滌は100メツシユ篩を用いて行つた。

その結果は Table 14. に示すとおりである。

Table 14. Properties of Neutral Sodium Sulfite semichemical Pulps made from Beeches Grown on Different Localities.

	A	B	C
Cooking conditions			
Chemicals added to chip			
Na ₂ SO ₃ (%)	14	14	14
Na ₂ CO ₃ (%)	3	3	3
Liquor volume to chip (l/kg)	4	4	4
Cooking			
Time to 165°C (hr)	1.5	1.5	1.5
Time at 165°C (hr)	3.5	3.5	3.5
pH values			
Start	10.8	10.8	10.8
End	8.7	9.4	6.3
Na ₂ SO ₃ consumed to chip (%)	11.7	12.3	11.4
Roe value	13.6	14.6	11.7
Pulp yield to chip (%)	62.9	56.3	55.9
Beating			
Time (min)	40	40	20
Freeness	330	280	310
Strength			
Burst factor	5.6	4.6	5.3
Breaking length (km)	6.6	5.8	5.7
Tearing factor	52.0	43.0	49.0
Folding endurance	581	314	234

Note: A....Beech from Inawashiro district, Fukushima Pref.

B....Beech from Miyashita district, Fukushima Pref.

C....Beech from Haranomachi district, Fukushima Pref.

この表から、パルプ収率、Roe 値、パルプ強度等と産地別樹種との間には確然とした関係はみられないことがわかつた。すなわち、産地を異にする材は各特有の性質をもち、特有のパルプを与えるように考えられる。

4. アカマツの N. S. P. について

N. S. P. は前にものべたごとく、広葉樹に適するが、針葉樹には高収率を目標とする場合には不適當な方法であるといわれている。すなわち、針葉樹はリグニンが広葉樹の約 1.5~2.0 倍含有されているために、脱リグニンにともなつてヘミセルロースが広葉樹の場合に比べて多く溶脱され、したがつて、収率を広葉樹 N. S. P. よりかなり低下させるのでなければ実用強度となすことは困難である。しかし、針葉樹でも本法によるときは、一般に淡色で割合に収率の高いパルプを与え、また強度も亜硫酸パルプの未晒程度となすことができる利点が期待できる。そこで、われわれは高収率の場合のアカマツ N. S. P. の性質をしるためにこの実験を行つてみた。

試料アカマツは岡山県産のものを使用し、滲透蒸煮法により行つた。その結果は Table 15. に示すとおりである。

Table 15. Red-Pine Neutral Sodium Sulfite Semichemical Pulping and Properties of the Obtained Pulps.

Digestion number	3	2—1	2—2	1
Cooking conditions				
Chemicals added to chip				
Na ₂ SO ₃ (%)	25	25	25	25
Na ₂ CO ₃ (%)	5	5	5	5
Liquor volume to chip (l/kg)	5	5	5	5
Impregnation time at 120°C (hr)	1.0	1.0	1.0	1.0
Cooking time at 175°C (hr)	1.0	1.0	1.0	3.0
pH values				
Start	10.8	10.8	10.8	10.8
End	8.5	9.0	8.5	8.3
Chemicals consumed to chip				
Na ₂ SO ₃ (%)	11.3	10.8	10.0	22.1
Pulp yield to chip (%)	72.12	73.00	73.60	67.40
Roe number	21.77	21.40	21.00	18.00
Beating				
Time (min)	90	90	90	95
Freeness (Can. Std.)	52	51	52	58
Strength				
Burst factor	3.0	3.1	3.0	3.9
Breaking length (km)	3.6	3.6	3.5	4.3
Tear factor	40	40	40	40
Folding endurance	72	114	112	270

Note: The charge was heated to 120°C, in 60 minutes by direct electric heating, and held at that temperature for one hour. Then, after a half of cooking liquor was withdrawn through a cooler, the same volume of hot water was added again, and the contents of the autoclave were heated to 175°C.

上表結果を Table 5. のブナ（大体収率的には同一）と比較してみると、各強度ともブナより著しく劣る。アカマツはブナより繊維長大であり、この因子が特に関係する引裂および耐折度においても劣っている。これはリグニンがまだ大量にパルプ中に残有して、ためにアカマツの長繊維パルプとしての特性を充分に発揮することができない状態にあると考えられる。また、Table 11. の亜硫酸パルプ紙と比較してみても、これでは到底同パルプの代替には、強度の点から無理があるように考えられる。

さらに、広範な実験により結論すべきであるが、アカマツ N. S. P. を未晒亜硫酸パルプに代替するには、これらの収率よりさらに蒸煮度を進めた、すなわちより低いリグニンパルプに期待すべきであると考えて誤りはなかろう。

5. 結 び

イタジイ、ラワン、ブナ、アカマツ等につき硫酸塩法、中性亜硫酸ソーダセミケミカル法等によりパルプ製造試験を行い、パルプ材としての価値評価を行った。

イタジイはタンニンを多量に含み、繊維長はブナに比べやや長い特徴がある。

硫酸塩法および中性亜硫酸ソーダセミケミカル法によりパルプ化した場合に、ブナよりパルプ収率少なく、Roe 価高く、やや漂白されにくい。しかし紙力は未晒、晒パルプともにブナに優っていた。

ラワンの硫酸塩法、中性亜硫酸ソーダセミケミカル法および硫酸塩セミケミカル法などによるパルプ化試験の結果は、一般に白ラワンは赤ラワンより収率、Roe 価および紙力の点で優っていた。しかし、三法中硫酸塩法を除く他の二法によるパルプは、ブナのそれより劣り、これらの方法によつてラワンをパルプ化することは不利と考えられた。試みにアカマツ未晒亜硫酸パルプの代替にすため、このパルプと同程度にラワン硫酸塩および中性亜硫酸ソーダセミケミカルパルプの、漂白したものを、碎木パルプに混入して新聞紙級の更紙とし、その紙力試験を行つてみたが、特に紙力の点で、未晒亜硫酸パルプ混入の標準品におよばなかつた。ラワン硫酸塩パルプはこれとは反対に広葉樹としては、かなり良質なパルプを与えた。

つぎに硫酸塩法により、アカマツパルプを得る際にブナを混入した場合の、紙強度におよぼす影響を調べたところ、ブナ混率の増大は、パルプ収率には影響なく、Roe 価はしだいに低下し、紙力ははじめ急激に低下し、50% 以上ではその影響緩慢となつた。

アカマツ中性亜硫酸ソーダセミケミカルパルプを製造し紙力試験を行つたところ、パルプ収率 75% 程度のもものでは、ブナの同程度収率パルプに比較して、強度的性質はかなり劣り、さらにリグニンを除去するのでなければ、長繊維としてのアカマツの特性を発揮することは困難であることを知つた。

引 用 文 献

- 1) 西田屹二：木材化学工業（上巻），朝倉，昭 21，（1946）
- 2) American Leather Chemist Association: Official International Method of Quantitative Tannin Analysis, J. Am. Leather Chem. Assoc. 22, (1927), p. 311.
- 3) 堀尾正雄，太田永勝：南方材パルプに関する研究（第 7～8 報），工化，47，（1944），p. 129.

Yasumasa YONEZAWA, Fumihiko KIKUCHI, Kango MIYAZAKI, Tsutomu KAYAMA,
Isao TAKANO and Kuninori USAMI: Experiments on Pulp Woods.

Résumé

Authors have experimented on the pulping of Itajii (*Shiia Shiibodi* MAKINO), Lauan (Red Lauan and White Lauan), Beech (*Fagus crenata*), and Japanese red pine (*Pinus densiflora*), using sulfate and neutral sodium sulfite semichemical (NSSC) methods to evaluate these woods as pulp wood.

(1) Itajii was characterized in containing about eight per cent pyrogallol tannin substance, but other components were similar to those of Northern Hemisphere hardwoods, and having longer wood fiber than beech. The sulfate and NSSC methods gave pulps of higher Roe number than corresponding beech pulps, and the yields were lower as compared with the latter.

The pulps, unbleached and bleached, from these two processes were superior in their strength properties to those from beech wood.

(2) The results on the pulping of Lauan with sulfate, NSSC, and sulfate semichemical methods, indicated that, in general, White Lauan gave pulp of high yield, low Roe number, and good pulp strengths as compared with Red Lauan; but the pulps obtained using two methods, other than the sulfate method, were inferior to corresponding beech pulps. Therefore, it would seem to be unsatisfactory to prepare pulps from Lauan by these two pulping methods.

However, Lauan gave sulfate pulp of good strength properties, and better than the usual broad leaved trees.

In the experiments, which have been done to verify whether Lauan semi-bleached NSSC pulp and semi-bleached sulfate semichemical pulp were suitable or not as a substitute for Japanese red pine unbleached sulfite pulp for newspaper making, the Lauan pulps were found to be slightly inferior to the reference pulp.

(3) In pulping experiments of the mixed species, Japanese red pine and beech, using the sulfate method, the pulps obtained were the same in pulp yield, lower in Roe number, but had become weaker in strength properties with the increase of beech addition, especially and suddenly so up to fifty per cent of addition of beech, and slowly from the percentage to beech only.

(4) Japanese red pine NSSC pulp having about seventy-five per cent yield, was inferior in strength properties to beech NSSC pulp of the same yield, therefore, we think it will be difficult to improve these values if the pulp is not delignified in the cooking stage.