

笹パルプ製造に関する研究

米沢 保正⁽¹⁾, 菊池 文彦⁽²⁾, 宮崎 鑑吾⁽³⁾

猪股 孝⁽⁴⁾, 高野 勲⁽⁵⁾, 宇佐見国典⁽⁶⁾

1. ま え が き

笹の種類は 30 数種に及ぶといわれておるが、利用上からは、北海道および東北地方に分布するネマガリダケ（学名上のネマガリダケ *Sasa senanensis* REHD. およびチシマザサ *Sasa Kurilensis* MAKINO et SHIBATA を含めたもの）に注目しなければならない。この笹が、森林の撫育上著しい障害をなしておることは明らかであるにもかかわらず、その旺盛な増殖力は、撲滅を困難とし、現在のところ、ほとんど自然に放任のやむない状態にある。現在までにその利用策、ことにその蓄積量の莫大なことから、パルプあるいは繊維板の原料として考えられ、一部工業化も行われたのであるが、パルプとしての経済性についての結論をうるまでにいたらずして工場操業は中止され、これが巷間に誤りつたえられてか、笹パルプ事業は不成功でだめだというように関係者間にも喧伝されるようになってしまった。

しかし今日までに、そのパルプについても充分研究¹⁾²⁾³⁾されたわけではなく、蓄積豊かのことのみで、あるいは、一工場の短期事業経験のみで、笹パルプ事業の前途を判断することはできないのである。われわれはここにおいて、笹パルプの系統的研究を行い、それに基いて、他のパルプ原料と比較し、どの程度の資源的価値があるかを知り、経済価値判断の資料をうるべく、あえて本研究を行つたのである。もちろん、実験室の研究結果のみで、その総体的価値は判断できないが、すくなくともその前駆研究として、まず行われなければならないことがらである。

本研究は製紙用パルプとしての特性を究めることとし、人織用パルプについてはふれなかつた。

2. 供 試 材 料 に つ い て

2.1 物理的測定

供試材料は、秋田営林局毛馬内営林署管内産のネマガリダケを用いた。その生育年数はたしかではないが、だいたい 6 年生までのもので、1 年生（当年生）のものは用いながつた。

容積重は 0.44~0.77 で、生育年数に比例して、大きくなる傾向があり、平均 0.56 を示した。

稈の長さはだいたい 2m 内外で、肉厚は 2~6mm で、これは基部の方ほど厚く、平均 4mm、直径は平均 1.5cm（全稈の 1/2 のところの測定値）であつた。繊維長については 4.4 項に示した。

2.2 化学的組成

試料は枝を落し、葉鞘の部分を取り除いた茎稈を鋸挽し、えられた材粉を篩にかけ、60~80 メッシュの部分分析用試料とした。なお、全稈、維管束部および基本組織部別に分離したものについても行つた。しかし、これは完全に相互を分離することはできなかつたので比較的の数字にすぎない。なお、分析法は

(1) 林産化学部パルプ及繊維板科長 (2)(3)(5)(6) 林産化学部パルプ及繊維板科パルプ研究室員 (4) 元同研究室員

Table 1. Chemical Composition of Bamboo-grass (%)

Sample Component	Stem	Joint	Fundamental tissue	Fibrovascular bundle
Ash	1.93	1.38	1.57	1.49
Alcohol-benzol extracts	5.65	5.42	2.71	3.22
1%NaOH extracts	31.25	30.78	28.59	33.90
Lignin	23.38	23.61	24.12	24.89
Pentosans	26.68	29.41	27.14	28.56
Cellulose	50.76	49.41	53.58	46.17
Uronic acid	3.84	2.69	3.41	3.85

木材分析法⁷⁾によつた。その結果は Table 1 に示した。

上表を一般木材と比較すると、灰分、抽出物ペントーザン等が多く、リグニンは針葉樹と広葉樹との中間程度、その他の成分は著しい相違は認められない。

節部は節間部よりややペントーザン多く、維管束は基本組織より 1%NaOH 抽出物がかかなり多い。既往の文献⁸⁾と比較すると、ペントーザン、1%NaOH 抽出物がかかなり多く、また、ウロン酸を相当量含有することが明らかとなつた。

3. 蒸 解 試 験

稈を圧潰後、長さ約 3cm 程度に切断して蒸解試験用チップとした。

蒸煮法としてソーダ法、硫酸塩法および中性亜硫酸ソーダ法の 3 つについて行つた。

3.1 ソーダ法

3.1.1 薬品添加率と温度の影響

薬品添加率を絶乾チップに対し、5%、10%、15% および 20% の 4 種とし、また、温度は 150°C、160°C および 170°C の 3 種、蒸煮時間は 5 時間に一定して蒸煮し、パルプの洗滌は、損失を皆無とするために、定性濾紙を用いて行つた。なお、液比は全試験を通じ絶乾チップ 1 kg に対し 3.5 l の割合に一

Table 2. Effect of chemicals added and temperature on the properties of Bamboo-grass soda pulp.

Expt. No.	Chemicals added %	Temp. °C	Time hr	Yield %	Roe No.	Pentosans %	Lignin %
15	5	150°C	5	81.9	20.5	26.01	25.62
16	10	"	"	71.5	16.2	26.07	21.82
17	15	"	"	59.7	12.6	27.49	14.58
17'	20	"	"	60.8	—	31.35	3.25
18	5	160°C	"	77.5	19.3	21.84	27.35
19	10	"	"	69.6	14.5	24.37	23.25
20	15	"	"	57.0	10.0	27.53	11.14
20'	20	"	"	49.3	2.2	29.50	2.80
21	5	170°C	"	71.1	18.9	8.17	30.36
22	10	"	"	67.9	14.8	23.53	13.23
23	15	"	"	55.5	11.7	25.42	14.24
23'	20	"	"	44.7	—	25.39	5.77

定して行つた。

かくして、えられたパルプについては、収率を測定するとともに、ペントーザン、リグニンおよびローエ価を常法によつて測定した。

その結果は Table 2 のとおりである。

前表によつて知りうることは、温度および時間を一定とし、薬品の添加率をかえた場合の効果は、各温度ともに、その増加につれ、収率は減少し、成分的には、ペントーザンは多少増加し、リグニンは著しく減少した。ペントーザン含有率増加は、リグニンの減少がきわめてはやいために、ペントーザン絶対量の減少にかかわらず、百分率は増加する結果となつた。

つぎに、添加率の効果を見ると、5% 区では、NaOH 量不足となり、このため廃液は酸性を呈するにいたつた。10% 区では、終始アルカリ性で、反応に必要な最低 NaOH 量は、5% と 10% との間にあるものと考えられる。なお、5% 区では、リグニン % とローエ価との関係が、普通には正比例の関係にあるべきものが逆関係にあり、これは液が酸性となつたために、リグニン以外のおそらくは炭水化物のようなものから二次的に 72% H_2SO_4 に不溶の、リグニン部として定量されるものを生じたためと考えられる。脱リグニンをパルプ化の指標として考えた場合に、木材より少量のアルカリで充分であり、15% くらいが適当とおもわれる。

3.1.2 温度と時間の影響

先の実験で、NaOH 量は、15% 程度でだいたい充分であるという見とおしをえたので、さらに温度と時間を変化させた場合の影響を検討した。その結果は Table 3 のとおりである。

Table 3. Effect of cooking temperature and time on the properties of Bamboo-grass soda pulp.

Expt. No.	Chemicals added %	Temp. °C	Time hr.	Yield %	Roe No.	Pentosans %	Lignin %
1	15	100	1	68.6	15.2	27.82	25.61
2	"	"	3	68.4	12.2	28.32	13.11
3	"	"	6	65.2	11.0	28.74	12.71
4	"	130	1	64.5	10.6	28.74	11.06
5	"	"	3	63.3	8.5	29.15	11.84
6	"	"	6	63.9	8.4	27.21	10.45
7	"	160	1	57.5	9.1	29.19	8.89
8	"	"	3	56.5	8.0	27.17	8.49
9	"	"	6	56.9	7.8	27.10	9.79

この結果によると、温度と時間の増加は主としてリグニンの溶出を盛んにするが、ペントーザンに対しては、それほど著しく作用しない。生成パルプ中のペントーザン量は、原料中のそれと大差はない。木材と著しく異なることは、組織の密度が木材よりはむしろ硬質であるにもかかわらず、100°C のようなソーダパルプ化の条件としては、著しく低温でもかなりの程度にパルプ化ができることである。木材では、100°C 程度では NaOH 量を 25% とし、反応時間を 6 時間以上に延長しても、ほとんどパルプ化できない。高温の効果は、笹では木材ほど顕著ではない。これは、笹では NaOH 15% 添加、100°C で 3~6 時間蒸煮程度で、すでに製紙用パルプとしては相当反応が進んでおり、その後は緩慢な反応過程にあると考えられる。ゆえに、笹のソーダ法によるパルプ化は比較的温和な条件で行うことができるといえよう。

3.2 硫酸塩法

3.2.1 薬品添加率と温度の影響

薬品添加率は、NaOH および Na₂S を Na₂O として計算し、試料の無水物量に対する%で表わした。また、硫化率すなわち Na₂S/NaOH+Na₂S は 30% に一定して行つた。その結果は Table 4 のとおりである。

Table 4. Effect of chemicals added and temperature on the properties of Bamboo-grass sulphate pulp.

Expt. No.	Chemical added %	Temp. °C	Time hr.	Yield %	Roe No.	Pentosans %	Lignin %
42	10	150	5	59.5	7.5	29.20	9.38
43	15	"	"	52.3	2.4	29.56	3.32
44	20	"	"	48.9	1.4	30.27	2.11
45	10	160	"	57.5	9.2	25.57	12.35
46	15	"	"	48.8	1.6	28.74	2.58
47	20	"	"	46.9	0.5	27.34	1.27
48	10	170	"	56.0	9.3	24.00	15.04
49	15	"	"	50.3	5.5	26.03	6.89
50	20	"	"	44.8	2.3	24.62	3.17

上表中ローエ価およびリグニン量から判断し、添加率 10%, 150°C, 5 時間の条件で、一般の木材のクラフトパルプ程度まで蒸煮でき、また、易漂白パルプをうる条件としても、添加率 15%, 150°C, 5 時間で充分である。木材にくらべて蒸解しやすいという点はソーダ法よりなお一層顕著である。しかし、ペントーザン含有量はきわめて多く、ソーダパルプと同じように脱リグニンの速度がはなはだ早いいため、絶対値は減少するにかかわらず、百分率は増加している。10%区において、高温になるにしたがい、リグニンおよびローエ価が高くなっているが、これは 10% では、アルカリ量が反応生成物の酸を中和するに不充分なため、液がしだいに酸性になり、リグニンのような物質を生じたためと解釈される。この点から硫酸塩法のアルカリ添加率は、15% くらいが適当と考える。

3.2.2 温度と時間の影響

以上の実験結果より、15% の添加率の場合を選び、100°C, 130°C および 160°C の 3 種の温度について

Table 5. Effect of cooking temperature and time on the properties of Bamboo-grass sulphate pulp.

Expt. No.	Chemicals added %	Temp. °C	Time hr.	Yield %	Roe No.	Pentosans %	Lignin %
33	15	100	1	67.3	10.6	28.89	11.63
34	"	"	3	61.8	6.9	27.83	8.80
35	"	"	6	59.7	6.3	29.45	8.07
36	"	130	1	59.0	6.0	32.19	6.42
37	"	"	3	55.8	3.2	32.59	3.64
38	"	"	6	53.8	3.1	32.11	3.21
39	"	160	1	53.4	3.4	30.78	4.01
40	"	"	3	50.0	5.3	27.09	6.73
41	"	"	6	47.0	6.1	26.34	6.71

て、時間を1, 3および6時間に变化して行つた。

温度と時間の影響の結果は、Table 5 のとおりである。なお、硫化率はすべて 30% とした。

同表から判断して、薬品添加率を 15% とすれば、100°C のような低温でも、木材クラフトパルプ程度にまで蒸煮は容易に進行する。130°C では、3 時間以上で、ローエ価より判断すれば、易漂白クラフトパルプ程度に蒸煮しうる。160°C では蒸煮時間の延長につれ、ローエ価およびリグニン量は収率が減少するにかかわらず増加する。その原因については、以上の実験結果のみではあきらかでないが、おそらく液の酸性化による笹成分、特にペントーザン類の変化に起因するのではなからうかと想像される。

3.3 中性亜硫酸ソーダ法

笹のパルプ化は、以上のソーダ法およびクラフト法の結果からあきらかのように、木材特に針葉樹材にくらべて非常に容易である。近年広葉樹材に対し、中性亜硫酸ソーダによるセミケミカル法が適当な蒸煮法として発達してきたが、この方法は、笹のようにその成分からみて針葉樹よりむしろ広葉樹に近似しているものにも適するものと考え、この方法によるパルプ化を試みた。

3.3.1 薬品添加率と温度との影響

原料の笹に対し、薬品添加率を 15%, 20% および 25%, 温度は 160°C, 170°C および 180°C の 3 種とし、蒸煮時間は 5 時間に一定して行つた。その結果は Table 6 のとおりである。

Table 6 によつて判断すると、薬品添加率 15% では、液は蒸煮の進むにつれ酸性となり、したがつて、脱リグニン以上にヘミセルローズの加水分解が急速となり、ために収率が低下するが、その収率の割合には不良パルプを生成する。20% においても高温となるにしたがい、この傾向は大となる。160°C で 5 時間

Table 6. Effect of chemicals added and temperature on the properties of Bamboo-grass neutral sodium sulphite pulp.

Expt. No.	Chemicals added %	Temp. °C	Time hr.	Yield %	Roe No.	Pentosans %	Lignin %
24	15	160	5	64.0	14.7	23.88	16.23
25	20	"	"	60.4	8.9	29.83	6.50
26	25	"	"	57.2	6.8	28.56	5.69
27	15	170	"	57.0	15.8	14.73	18.93
28	20	"	"	53.0	13.2	18.12	12.53
29	25	"	"	51.9	8.2	23.11	8.14
30	15	180	"	51.5	18.5	4.18	24.59
31	20	"	"	49.2	16.9	7.17	19.29
32	25	"	"	48.3	11.4	14.72	12.23

Table 7. Effect of cooking temperature and time on the properties of Bamboo-grass neutral sodium sulphite pulp.

Expt. No.	Chemicals added %	Temp. °C	Time hr.	Yield %	Roe No.	Pentosans %	Lignin %
10	25	165	0	83.66	16.31	30.94	13.56
11	"	"	1	66.66	12.70	29.11	8.81
12	"	"	2	61.50	8.82	27.51	6.61
13	"	"	4	56.30	4.41	28.08	3.75
14	"	"	8	50.70	4.60	26.04	5.84

程度が最適と考えられる。

3.3.2 温度と時間の影響

上述の実験結果より、中性亜硫酸ソーダの単独蒸煮の場合は、反応液を酸性化させないためには最低 20% 必要であつて、本実験では 25% のものにつき蒸煮温度および時間をかえて行つた。実験温度は都合上 165°C のみについて行い、その結果を Table 7 に示す。

この表から判断して、蒸煮時間は、添加率 25%, 165°C 蒸煮の場合は、生成パルプのリグニン量からみて、末晒で使用するパルプの場合は 2 時間、また、漂白用としては 4 時間くらいが適当と考えられる。しかし、いずれもペントーザンが著しく多いので紙質に特別な影響があるのではなからうかと考えられる。これについては後にのべることにする。

3.3.3 滲透回収法による中性亜硫酸ソーダ蒸解

以上の中性亜硫酸ソーダ法の実験において、蒸煮廃液はそのつど廃棄し、毎回新薬液を用いたが、薬液の節約、蒸煮時間の短縮などの点から、特に浸透回収法により実験を行つた。

この方法は従来広葉樹のパルプ化の一手段として、おもに高収率のパルプ、たとえば段ボール原紙用パルプの製造に利用されてきた方法であつて、その大要は、はじめに高濃度薬液を使用して滲透を充分にし、滲透終了後余分の薬液を抜き取り、これに温水を追加するか、または追加することなく蒸煮してパルプをうる方法である。抜き取つた液は、次の蒸煮に薬品を補強して再使用する。

本実験においては、蒸煮液の繰返し使用を 1 回とし、廃液使用限度と薬品の消費の関係などについて検討した。えられたパルプの強度試験については別にのべる。

試験の方法は 3.3.1 および 3.3.2 の試験と異なる点が多いので、それについてのべる。まず、蒸煮条件は次のとおりである。

蒸煮チップ量.....300g (無水物) チップの水分率 12.5%

蒸 煮 液

Na₂SO₃ 添加率20%

NaHCO₃ " 5 %

液 比.....1 : 3.5

Table 8. Results of neutral sodium sulphite

Expt. No.	Na ₂ SO ₃ quantities (g)		pH		
	in liquor recovered	in fresh liquor	cooking liquor	liquor recovered	waste liquor
1	—	60.0	8.8	8.6	7.8
2	18.3	41.7	8.6	8.4	7.4
3	20.0	40.0	"	8.2	7.4
4	18.6	41.4	"	"	7.4
5	19.7	40.3	"	8.0	7.2
6	21.0	39.0	"	7.8	"
7	19.5	40.5	"	"	7.6
8	20.0	40.0	"	8.0	"
9	20.4	39.6	"	7.8	"
10	18.3	41.7	"	"	7.4
11	18.6	41.4	"	"	"

蒸煮ダイアグラムはFig.

1 に示す。

なお、pH の低下防止のための緩衝剤として、今までの実験には特に用いなかった NaHCO_3 を用いた。ステンレス製 4l 容オートクレーブにより蒸煮し、汁抜き（蒸煮途中で蒸煮液を抜きとること）は下部コックより冷却器を通して行い、その pH, 比重, Na_2SO_3 残存量等を測定した。なお、測定は Wulff 氏箱比色計を用いた。収率はパルプをニーダー（人絹用アルカリセルロースの解繊機）で 30 分間処理し、離解機で解繊し、さらにフラットスクリ

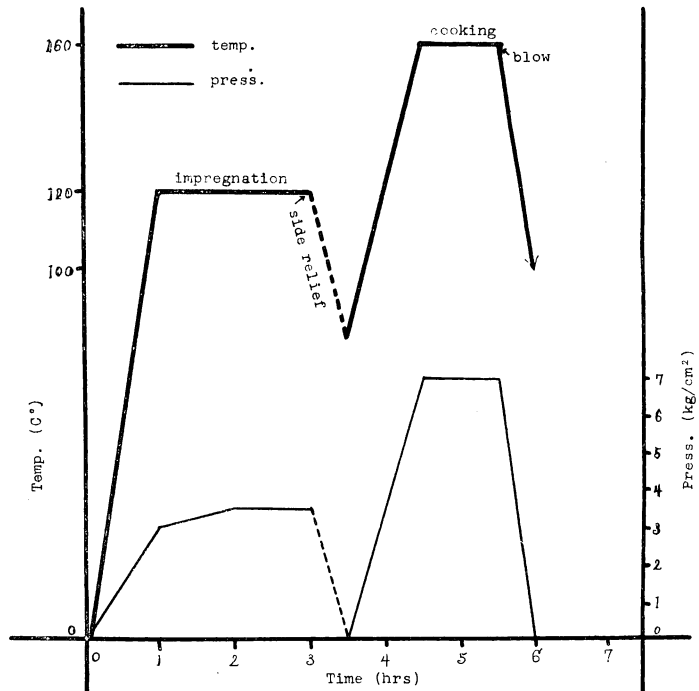


Fig. 1 Cooking diagram in neutral sulphite pulping of Bamboo-grass. (impregnation method)

ーン (10/1000 in) により精選し、これを脱水、乾燥、秤量したものである。なお、洗滌はすべて 100 メッシュ篩を用いて行つた。その結果は Table 8 のとおりである。

第 8 表をみるに、収率については 45~50% を示し、第 1 回から第 11 回まであまり増減はなく、ほとんど同様であつた。しかし、パルプの色は回を重ねるにつれ僅かずつではあるが着色が増すようである。ローエ価は最初の 1 回以外はあまり変化はみられなかつた。廃液の比重は若干増すようである。また、回収液中の Na_2SO_3 濃度もあまり増減なく、 Na_2SO_3 の吸収には変化の少ないことを示していると考えられ

impregnation cooking using Bamboo-grass.

Specific Gravity			Na_2SO_3 in liquor recovered (g/l)	Na_2SO_3 consumed to chip (%)	Pulp yield %	Roe No.
cooking liquor	liquor recovered	waste liquor				
1.100	1.093	1.056	36.5	13.0	46.0	8.2
1.101	1.095	1.053	40.0	12.2	44.2	11.2
"	1.093	1.058	37.2	13.3	45.8	10.9
1.102	1.101	1.059	39.4	13.8	46.0	10.2
"	"	1.061	42.1	13.4	50.4	10.9
"	1.102	1.060	39.1	13.0	46.6	10.1
1.104	1.106	1.061	40.0	13.5	45.9	"
"	"	"	41.0	13.3	45.6	10.9
1.103	1.105	1.062	36.5	13.2	51.2	"
1.104	1.108	1.068	37.1	13.9	47.3	10.8
1.103	1.109	1.065	37.2	13.5	45.0	10.3

る。 Na_2SO_3 の消費率は約 13.5% 前後であつた。

この蒸解結果から、短時間の蒸煮においても、パルプのローエ価が広葉樹のそれより割合低いことが判明する。

以上で一応パルプ化試験の項を終るが、笹のパルプ化は木材にくらべて、単にパルプ化すること、すなわち、単繊維化は比較的容易で、使用薬品量は少量でたり、蒸煮温度は低温、かつ蒸煮時間も短時間で充分であることがわかつた。生成されたパルプは、リグニン少なく、ペントザンに富むという特徴がある。

4. 未晒パルプの紙力試験

蒸解試験結果を参考として、適当な条件にてパルプ化し、えられたパルプにつき紙力試験を行つた。なお、試料の笹チップは節部のパルプ強度に対する影響を考慮して、節間部と節部にわけ、さらに節間部については微細細胞の影響を考慮してパルプ化後 60 メツシュ篩で水中篩分けしたものについても紙力試験を行つた。木材パルプと比較のため、アカマツおよびブナパルプの実験もあわせて行つた。さらに、笹パルプの繊維の形態的特徴をも考え、その強度におよぼす影響をするために、硫酸塩法パルプについて各メツシュごとに紙力試験を行つた。なお、紙力試験の方法は TAPPI 法によつた。ただし、パルプの処理はボールミルとランペンミルの両者を用いた。

4.1 ソーダパルプ

試験結果は Fig. 2—1 より Fig. 2—7 に示すとおりである。

紙の強度は、蒸解度が進み、脱リグニンがよくなるにつれて一般に増加するが、ローエ価が 14 程度では弱

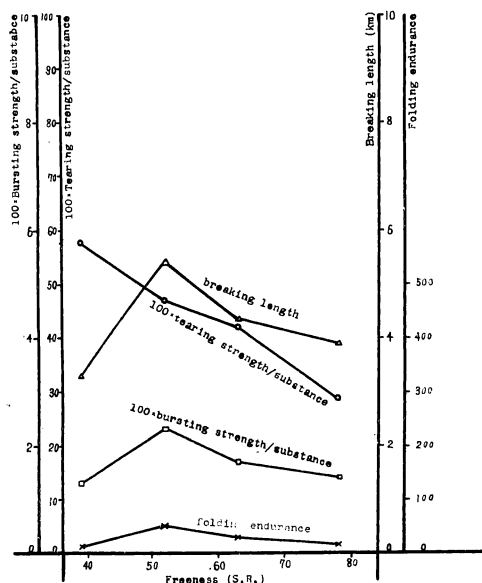


Fig. 2—1 The relation between the strength and freeness in soda pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).

Cooking condition

NaOH added 10%, temp. 160°C, time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 71.4%,
Roe No. 14.2

く、9 より 2 まではあまり大差ないので、したがってソーダ法では、NaOH 使用量は 15% 内外で 160°C、5 時間蒸煮により紙力は最高近くのパルプとなるようである。叩解度と強度との関係は叩解度 50° S. R. 付近で引裂度以外は最高を示した。節間部は節部に比べて同一蒸解条件で良質のパルプを与えた。

全笹パルプではアカマツおよびブナソーダパルプと比べると紙力は相当劣っている。

節間部から造つたパルプより柔細胞のような短小細胞を除くことにより、パルプ収率は著しく減少するが、紙力特に耐折度はかなりよくなる。

4.2 硫酸塩法

試験結果は Fig. 3—1 より Fig. 3—7 に示すとおりである。

蒸解度の進むにつれて一般的に紙力は上昇し、特に耐折度において著しい。

同一蒸解度パルプにおいて叩解度と紙力との

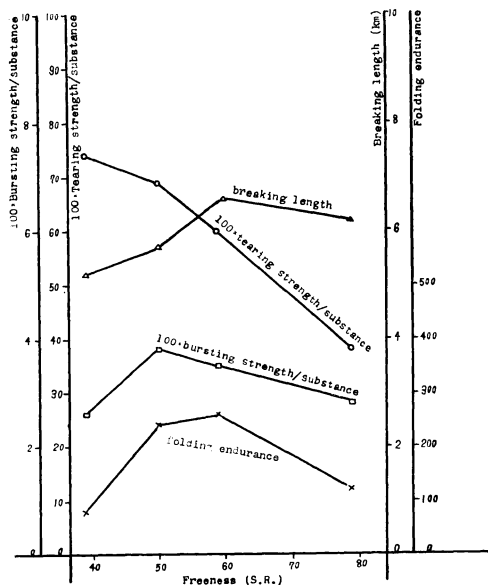


Fig. 2—2 The relation between the strength and freeness in soda pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).
Cooking condition
NaOH added 15%, temp. 160°C, time 5 hrs, liquor ratio 3.5L/kg. Pulp yield 54.7%, Roe No. 8.7

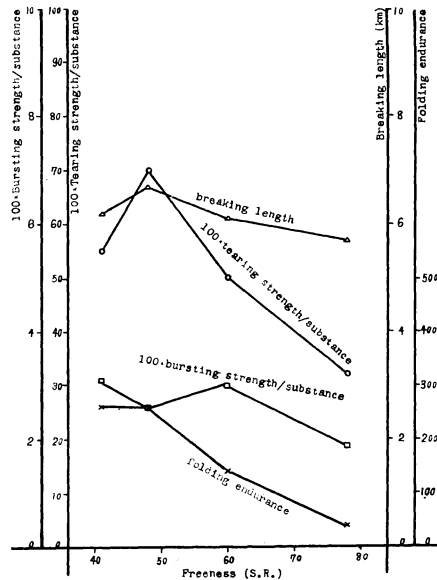


Fig. 2—3 The relation between the strength and freeness in soda pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).
Cooking condition
NaOH added 20%, temp. 160°C, time 5 hrs, liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 49.5%, Roe No. 2.2

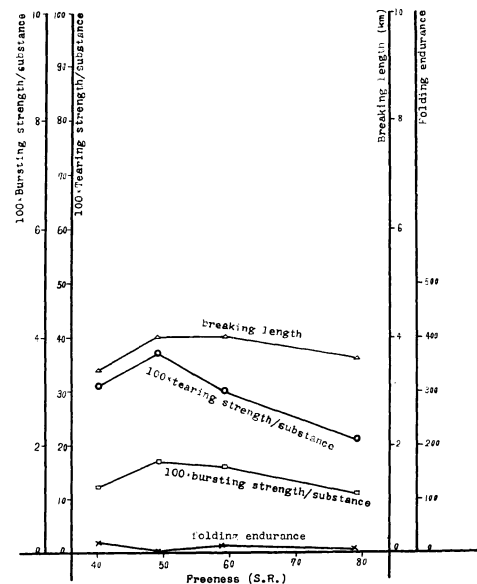


Fig. 2—4 The relation between the strength and freeness in soda pulp prepared from Bamboo-grass (joint part).
Cooking condition
NaOH added 15%, temp. 160°C, time 5 hrs, liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 57.6%, Roe No. 11.2

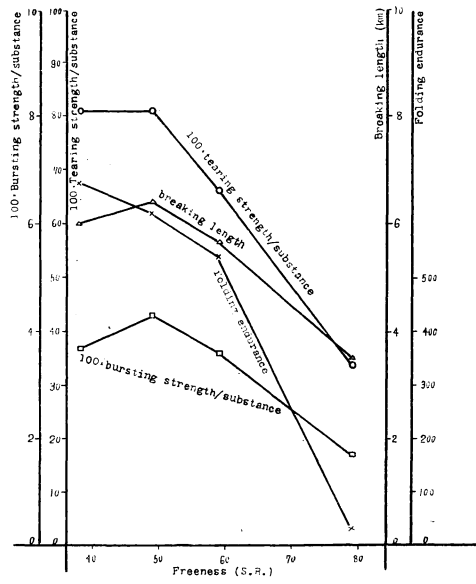


Fig. 2—5 The relation between the strength and freeness in soda pulp prepared from Bamboo-grass (excepted parenchyma).
Cooking condition
NaOH added 15%, temp. 160°C, time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 38.0%,
Roe No. 9.6

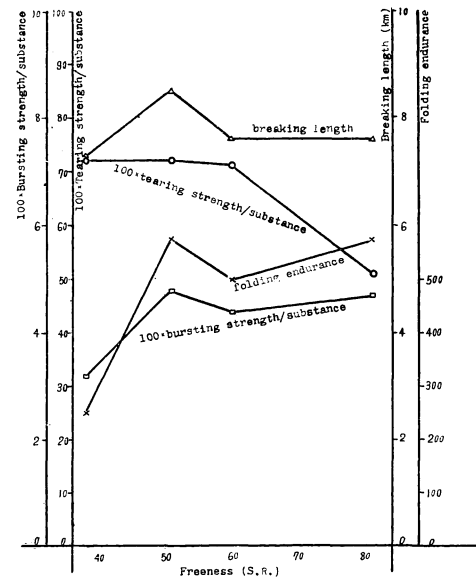


Fig. 2—6 The relation between the strength and freeness in soda pulp prepared from Beech (Buna).
Cooking condition
NaOH added 15%, temp. 160°C, time 5hrs,
liquor ratio 3.5L/kg. Pulp yield 53.3%,
Roe No. 7.6

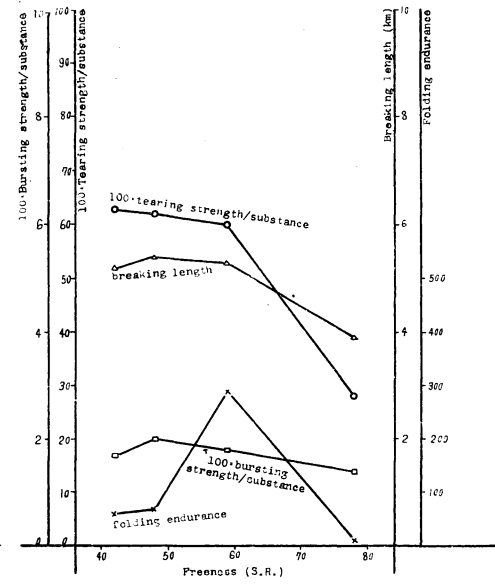


Fig. 2—7 The relation between the strength and freeness in soda pulp prepared from Red pine (Akamatsu).
Cooking condition
NaOH added 15%, temp. 160°C, time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 69.6%,
Roe No. 13.9

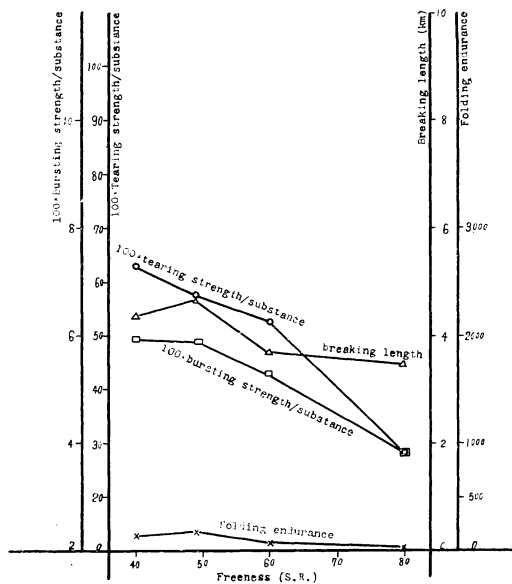


Fig. 3—1 The relation between the strength and freeness in sulphate pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).
Cooking condition
NaOH } added 15% (as Na₂O),
Na₂S }
sulphidity 30%, temp. 100°C, time 1 hr,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 65.0%,
Roe No. 8.4

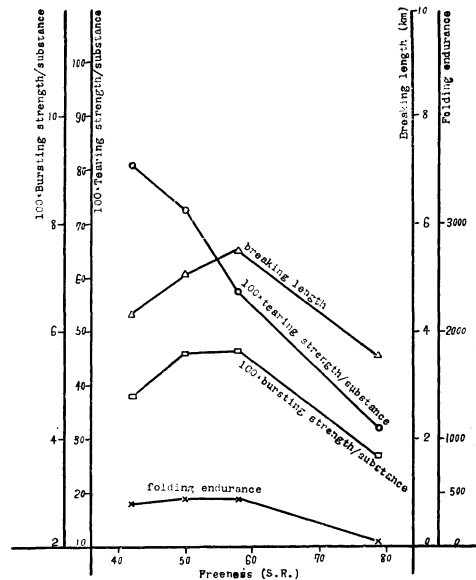


Fig. 3—2 The relation between the strength and freeness in sulphate pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).
Cooking condition
NaOH } added 15% (as Na₂O),
Na₂S }
sulphidity 30%, temp. 130°C, time 1 hr,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 60.0%,
Roe No. 5.8

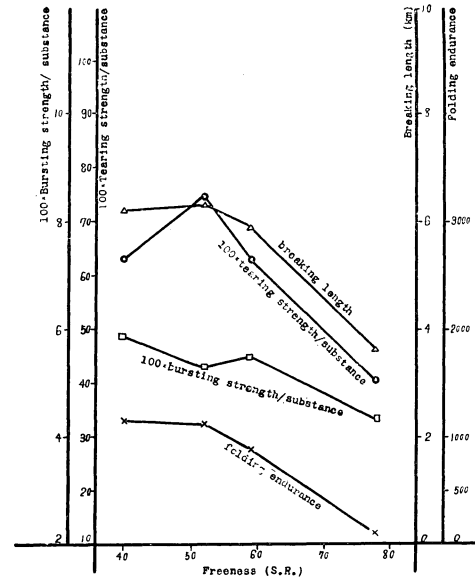


Fig. 3—3 The relation between the strength and freeness in sulphate pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).
Cooking condition
NaOH } added 15% (as Na₂O),
Na₂S }
sulphidity 30%, temp. 150°C, time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 52.0%,
Roe No. 1.1

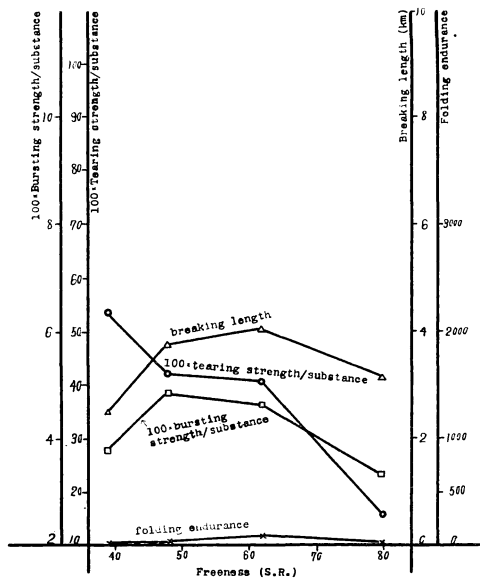


Fig. 3—4 The relation between the strength and freeness in sulphate pulp prepared from Bamboo-grass (joint part).

Cooking condition
 $\left. \begin{array}{l} \text{NaOH} \\ \text{Na}_2\text{S} \end{array} \right\} \text{added 15\% (as Na}_2\text{O),}$
 sulphidity 30%, temp. 130°C, time 1 hr,
 liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 51.0%,
 Roe No. 3.9

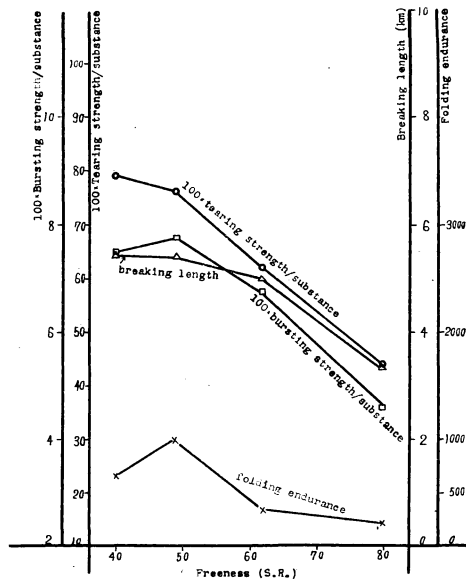


Fig. 3—5 The relation between the strength and freeness in sulphate pulp prepared from Bamboo-grass (excepted parenchyma).

Cooking condition
 $\left. \begin{array}{l} \text{NaOH} \\ \text{Na}_2\text{S} \end{array} \right\} \text{added 15\% (as Na}_2\text{O),}$
 sulphidity 30%, temp. 130°C, time 1 hr,
 liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 59.0%,
 Roe No. 6.0

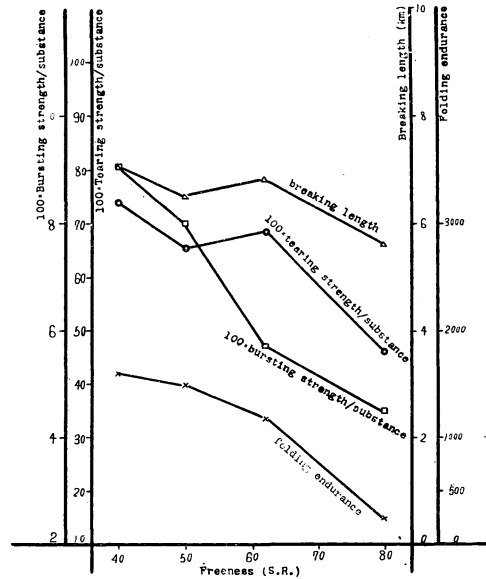


Fig. 3—6 The relation between the strength and freeness in sulphate pulp prepared from Beech (Buna).

Cooking condition
 $\left. \begin{array}{l} \text{NaOH} \\ \text{Na}_2\text{S} \end{array} \right\} \text{added 15\% (as Na}_2\text{O),}$
 sulphidity 30%, temp. 150°C, time 5 hrs,
 liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 46.0%,
 Roe No. 1.1

関係は、50° S. R. 付近で最高の強度を示した。

節部は節間部に比べ著しく劣る。短小である柔組織細胞を取り除くことにより、紙力特に破裂度、耐折度が良好となる。

木材の硫酸塩パルプに比較して、同じローエ価のパルプでも、一般に紙力は劣る。

叩解度の上昇は、木材に比べて短時間である。これはフィブリル化がほとんど行われない間に水和が起りやすく、これが繊維の絡み合いを悪くし、ヘミセルローズが多いにもかかわらず紙力が弱い理由と考えられる。

4.3 中性亜硫酸ソーダ法

結果は Fig. 4—1 より Fig. 4—7 に示した。

蒸解度、叩解度、節部および柔細胞等の因子と紙力との関係は、ソーダ法および硫酸塩法等の場合とほとんど同じである。このパルプの特徴としては、一般に淡色であり、同一ローエ価のパルプ

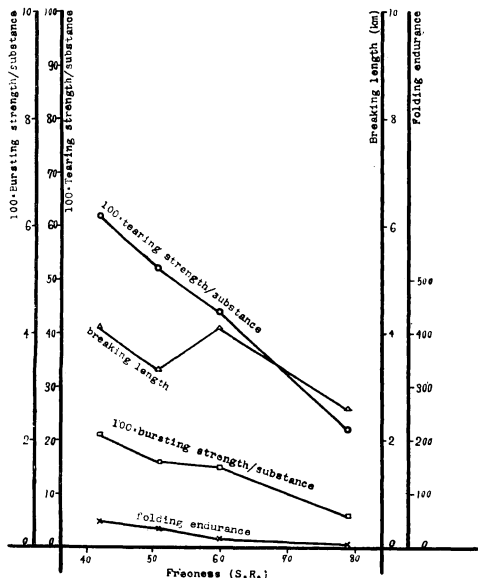


Fig. 4—1 The relation between the strength and freeness in neutral sulphite pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).

Cooking condition

Na_2SO_3 added 15%, temp. 160°C, time 5 hrs, liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 67.4%, Roe No. 11.8

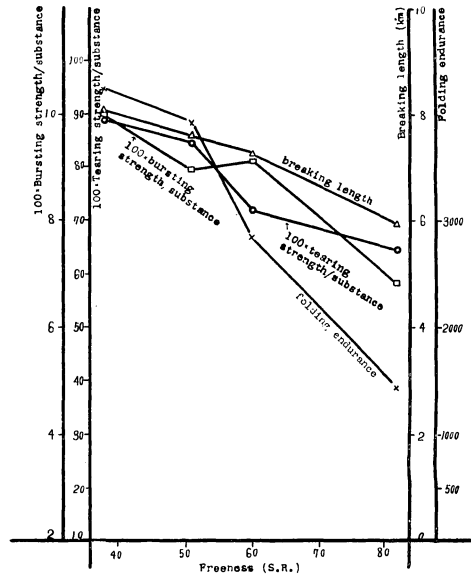


Fig. 3—7 The relation between the strength and freeness in sulphate pulp prepared from Red pine (Akamatsu).

Cooking condition

$\left. \begin{matrix} \text{NaOH} \\ \text{Na}_2\text{S} \end{matrix} \right\}$ added 15% (as Na_2O), sulphidity 30%, temp. 150°C, time 5 hrs, liquor ratio 4 L/kg. Pulp yield 51.0%, Roe No. 6.2

では、ブナより破裂度、裂断長が劣る。耐折度はほとんど差異がない。

つぎに透過回収法による中性亜硫酸ソーダ法の結果を示す。パルプは 3.3 試験中の No. 1, 3, 5, 7, 9, 11 の 6 個を用いて行つた。その結果は Table 9 に示した。

前にものべたようにこの紙力試験の紙料は連続的に回収液を使用して蒸解してえられたものであるが、各回の紙力の相違は、蒸解の場合と同じようにほとんど認められなかった。しかし、No. 1 の新液のみの場合が最も良好であつた。紙力試験の結果からみると、連続 11 回程度行つてもあまり影響がないといふことができる。

4.4 篩分けと紙力

笹をパルプ化した場合に不利な点の一つは、低収率ということである。その原因はしばしばのべてきたように、柔細胞部分の機械的損失によるものである。この部分の損失を完全になくしてパルプ収率を高めることは同時に紙力低下をきたす結果となるので、収率と紙力との関

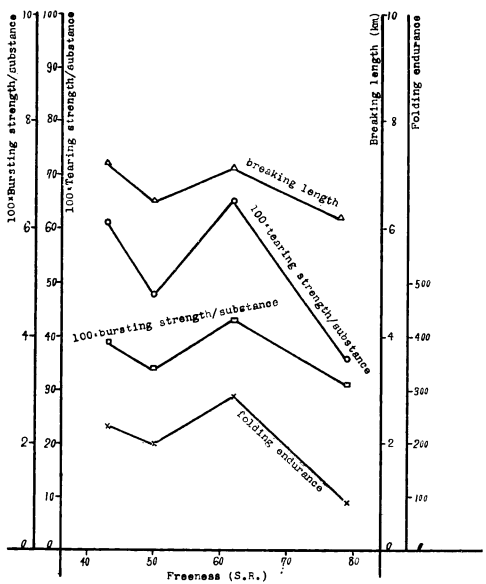


Fig. 4—2 The relation between the strength and freeness in neutral sulphite pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).
Cooking condition
 Na_2SO_3 added 20%, temp. 160°C , time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 60.4%,
Roe No. 8.9

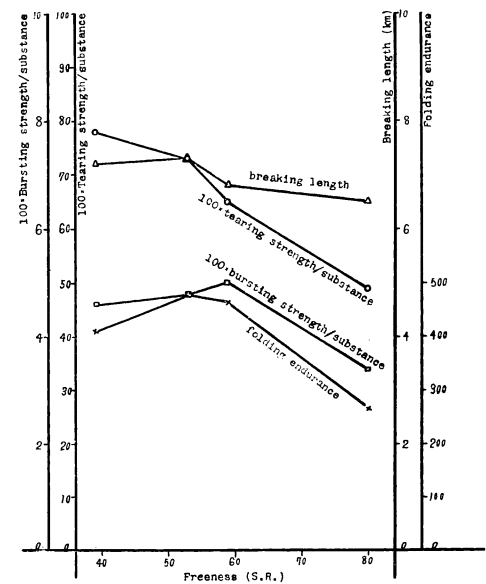


Fig. 4—3 The relation between the strength and freeness in neutral sulphite pulp prepared from Bamboo-grass (excepted joints).
Cooking condition
 Na_2SO_3 added 25%, temp. 160°C , time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 57.4%,
Roe No. 5.2

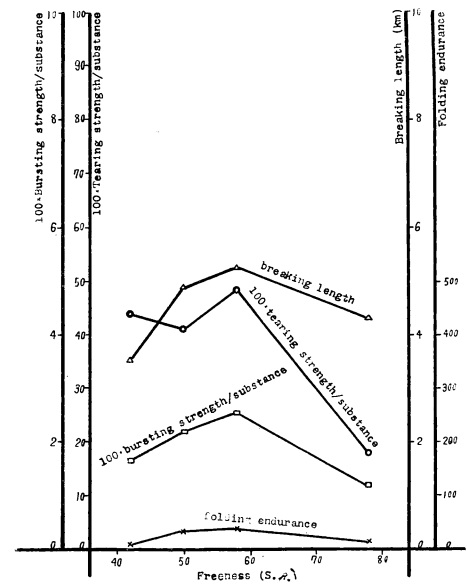


Fig. 4—4 The relation between the strength and freeness in neutral sulphite pulp prepared from Bamboo-grass (joint part).
Cooking condition
 Na_2SO_3 added 20%, temp. 10°C , time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 53.2%,
Roe No. 9.9

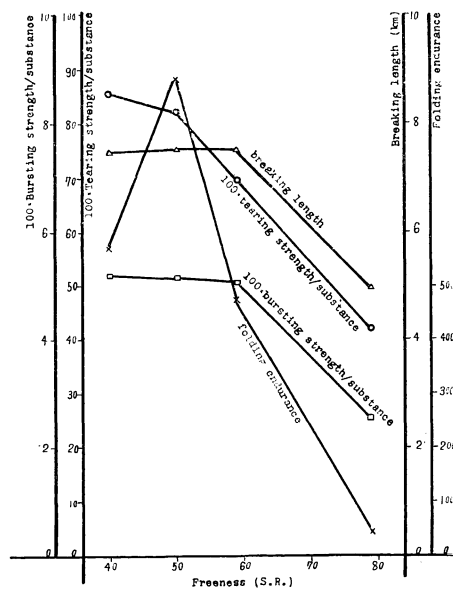


Fig. 4—5 The relation between the strength and freeness in neutral sulphite pulp prepared from Bamboo-grass (excepted parenchyma).
Cooking condition
 Na_2SO_3 added 20%, temp. 160°C , time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 38.5%,
Roe No. 5.0

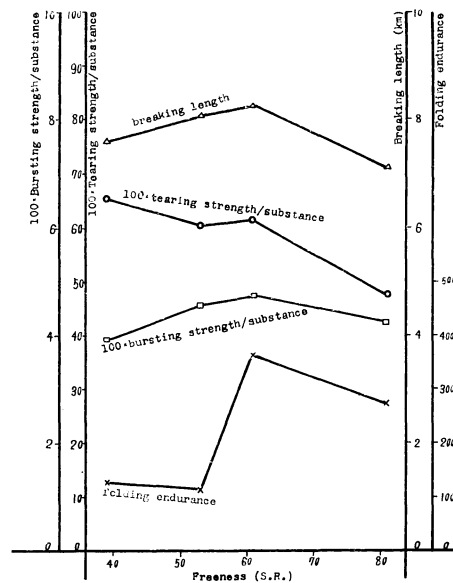


Fig. 4—6 The relation between the strength and freeness in neutral sulphite pulp prepared from Beech (Buna).
Cooking condition
 Na_2SO_3 added 20%, temp. 160°C , time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 64.5%,
Roe No. 8.1

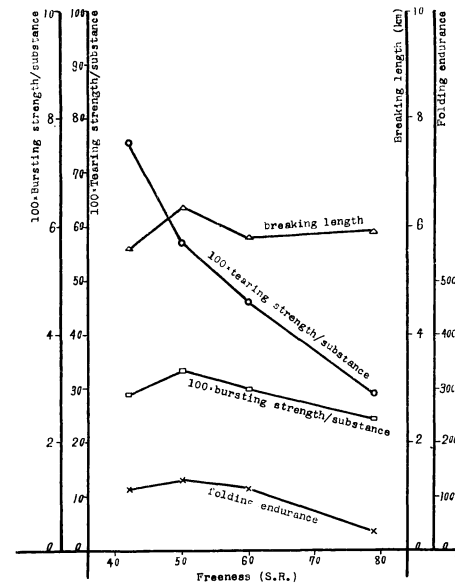


Fig. 4—7 The relation between the strength and freeness in neutral sulphite pulp prepared from Red pine (Akamatsu).
Cooking condition
 Na_2SO_3 added 20%, temp. 160°C , time 5 hrs,
liquor ratio 3.5 L/kg. Pulp yield 83.1%,
Roe No. 15.2

Table 9. Strength of paper made from Bamboo-grass neutral sodium sulphite pulp.

Expt. No.	Substance g/m ²	Thickness mm	Density g/cm ³	Freeness S.R.	100Bursting strength /substance	Breaking length km	100 Tearing Strength/ Substance	Folding Endurance
1	64.0	0.110	0.582	52	5.74	6.89	85.7	302
3	62.5	0.110	0.568	47	5.44	6.09	78.4	281
5	66.5	0.120	0.554	53	5.04	5.90	71.4	138
7	64.3	0.110	0.585	53	4.28	5.87	74.7	105
9	67.0	0.125	0.536	46	4.39	5.66	84.3	165
11	63.2	0.110	0.575	52	4.51	6.04	83.9	168

係（これは柔細胞損失と紙力との関係になる）を知つて、工業的には目的に応じて調和させる必要があると考え、本試験を行つた。

試験方法は硫酸塩法の笹パルプを用い、これを TAPPI 法の篩部試験機により、篩分けを行い、えられた各フラクションのパルプについてその篩分率を測定し、顕微鏡観察、紙力試験および混合抄紙試験を行つた。

4.4.1 篩分試験

試料パルプの蒸解条件は次のとおりである。

チップ（絶乾）	600g	液	比 (L/kg)	3.5
全アルカリ (Na ₂ Oとして)	20%	温	度	130°C
硫 化 率	30%	同上	持続時間	2 時間

また、えられたパルプの収率は 51.3%，ローエ価は 3.6 であつた。

篩分けの方法は TAPPI 法によつた。これは無水物として 10g 相当の湿潤パルプを離解機でよく離解後、あらかじめ流量 8.3L/min に調整した篩分試験機の上部より原料を注加し、攪拌機により攪拌しつつ、特有メツシュの金網を設置した 4 つの槽（24, 42, 80, 150 メツシュ）を通過せしめて篩分けられる。この各槽にとどまつた部分をあつめてパルプを乾燥秤量し篩分率を算出した。なお、150 メツシュを通過する部分は金巾製の袋（平織 70×80 メツシュ）に捕集して紙力試験に用いた。各篩分部の紙力試験結果は Table 10 に示すとおりである。

篩分率をみると、150 メツシュ通過部が最大、ついで 24 メツシュにとどまる部分、最小は 80～150 メ

Table 10. Strength of paper made from the screened sulphate pulp of Bamboo-grass

Fraction screend	Fraction %	Roe No.	Free- ness Can. Std.	Beating time min	Subs- tance g/m ²	Thi- ckness mm	Density g/cm ³	100× Bursting strength/ Subs- tance	Brea- king length km	100× Tearing strength/ Subs- tance	Folding endu- rance
>24 mesh	33.4	2.1	220	65	55.0	0.082	0.671	10.00	10.86	156.7	2607
24~42	10.5	2.8	225	105	64.4	0.090	0.716	8.96	9.57	122.6	2344
42~80	9.7	3.4	220	60	64.4	0.088	0.732	6.40	8.84	117.4	1373
80~150	2.7	4.0	225	50	64.5	0.090	0.717	6.62	6.94	79.3	904
<150	43.7	3.7	—	—	56.0	0.075	0.747	0.43	0	16.3	0
Entire pulp	100.0	3.7	230	45	56.0	0.080	0.709	8.20	9.32	104.1	1175

ツシュ部であつた。

篩分けした各フラクションについて紙力試験を行つた結果は、24 メツシュにとどまる部分の強度(耐折度を除いて)は、アカマツの同法バルブより高い価を示し、メツシュの増大につれ強度は減少し、150 メツシュ通過部では紙にすることが困難なほど強度は減少した。これによつて微細な細胞を多量に含むことが、全体の紙力に悪影響を及ぼしておることがしられる。

この実験の際、すなわちメツシュ別にシート作製の際に用いたバルブは水とともに金網を通つて損失するので、その歩留りを参考のために測定した。その方法は稀釈原値(シート1枚に相当する)を、定量濾紙(東洋濾紙 No. 6)で濾過乾燥、秤量したものと、他方常法によりシートを作製し、それを乾燥、秤量して前者に対する後者の割合にて歩留りを算出した。その結果は Table 11 に示した。

同表からみると、42～80 メツシュ・フラクションまでは損失部が少ないが、150 メツシュ・フラクションはきわめて大となり、工業化の場合に考慮されなければならない問題と考える。

篩分けしてえた各フラクションの繊維長および巾を測定した結果を Table 12 に示した。

この表に示すとおり、メツシュの異なるにつれ、繊維長はかなり相違するが、巾は割合差がすくない。なお、150 メツシュを通過する部分

Table 11. The retention of fiber in the forming of Bamboo-grass hand paper.

Fraction screened	Fiber retained on the screen %	Fiber lossed %
>24 mesh	96.68	3.32
24～ 42	95.37	4.63
42～ 80	95.05	4.95
80～150	91.96	8.04
<150	60.15	39.85
Entire fiber	94.77	5.23

Table 12. Fiber length and Fiber width of Bamboo-grass screened sulphate pulp fiber.

Fraction screened	Fiber length mm			Fiber width μ			Fiber length: Fiber width
	max.	min.	Ave.	max.	min.	Ave.	
>24 mesh	2.37	0.83	1.45	17.4	8.7	13.9	104
24～ 42	1.93	0.28	1.12	17.4	8.7	12.8	88
42～ 80	1.49	0.28	0.88	17.4	7.0	11.0	80
80～150	1.76	0.17	0.84	17.4	7.0	10.4	84

は次の写真に示すように、ほとんど粉状なので測定しなかつた。平均繊維長は 1.261mm (加重平均)、巾は 13.2 μ 、長さ/巾は 97 であつた。長さ巾ともに既往の測定値³⁾より大である。なお、メツシュ別の顕微鏡写真は Photo 1 に示すとおりである。これは Gentiana Violet Blue で染色して撮影したものである。

この写真にみられるごとく、篩分けによつて各部を厳密に区分することは困難である。しかし、150 メツシュ通過部は比較的単一の細胞の集合のようにみえる。

4.5 混合抄紙試験

笹バルブの平均繊維長が、それほど短いというほどではないが、紙力の点で劣る原因は、微細細胞を多量に混合するためであるが、その定量的影響についてしるために本実験を行つた。

実験法は 4.4 に用いたと同じように、硫酸塩法によりバルブ化し、篩分けを行つた後、24 メツシュにとどまる部と、最も微細な部分の 150 メツシュを通過する部分とを用いて種々の割合に混合して抄紙した。なお、叩解は各部混合前に行つたものと、混合後に行つたものとの 2 種に大別して比較した。その結

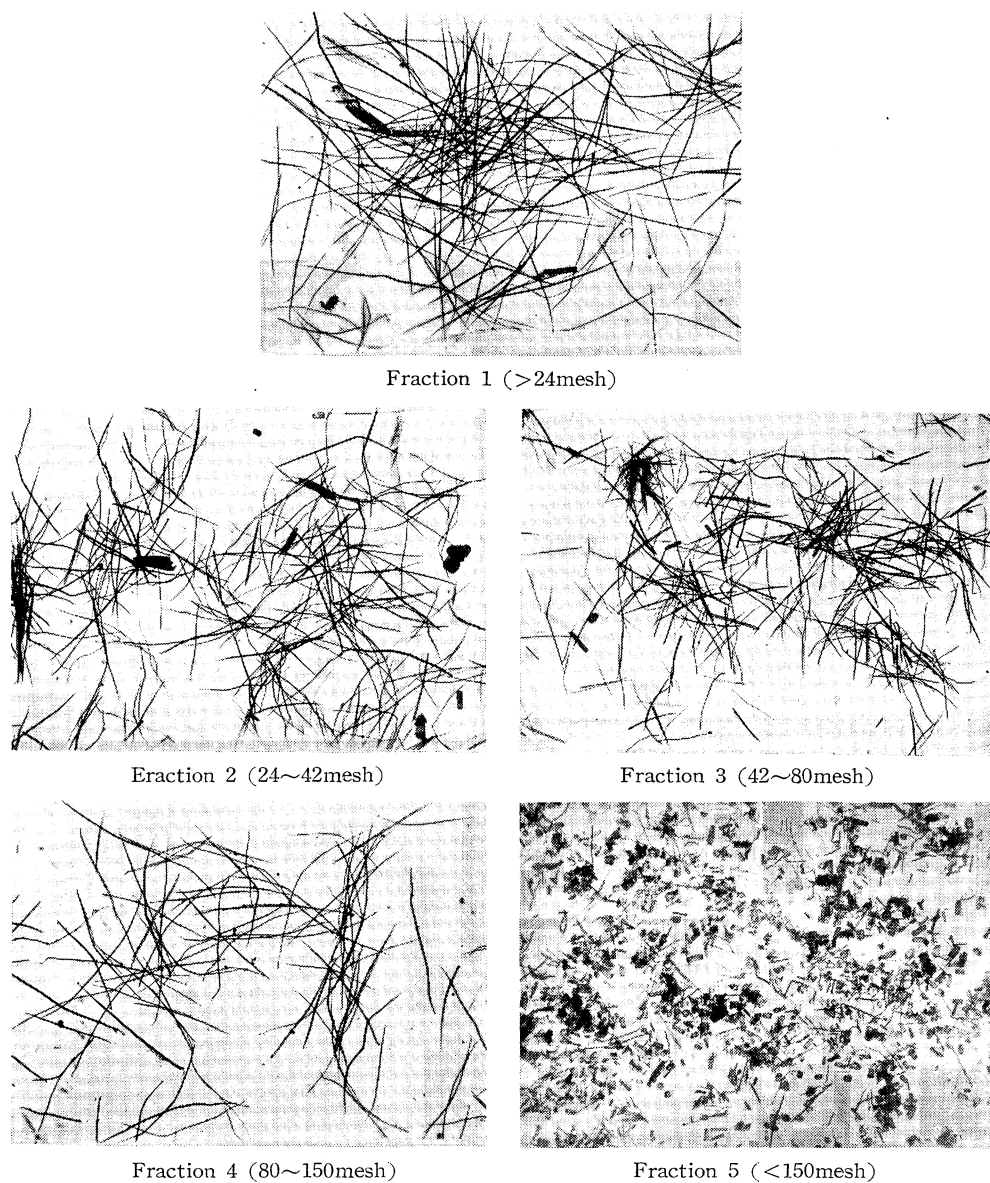


Photo 1. Photomicrograph of the screen-analysed fiber of Bamboo-grass sulphate pulp.
($\times 17$)

果は Fig.5 に示すとおりである。

この結果から明らかなことは 150 メツシュ通過部の混合率が高いほど紙力は低下するが、50% 混合程度までは低下緩慢で、それより 150 メツシュ部が多くなると比較的急速に低下することである。

叩解と混合との関係は、叩解前に混合したものの方が、その逆の場合にくらべて一般に紙力がすぐれている。

叩解時間は微細部分が多いほど長く要する。

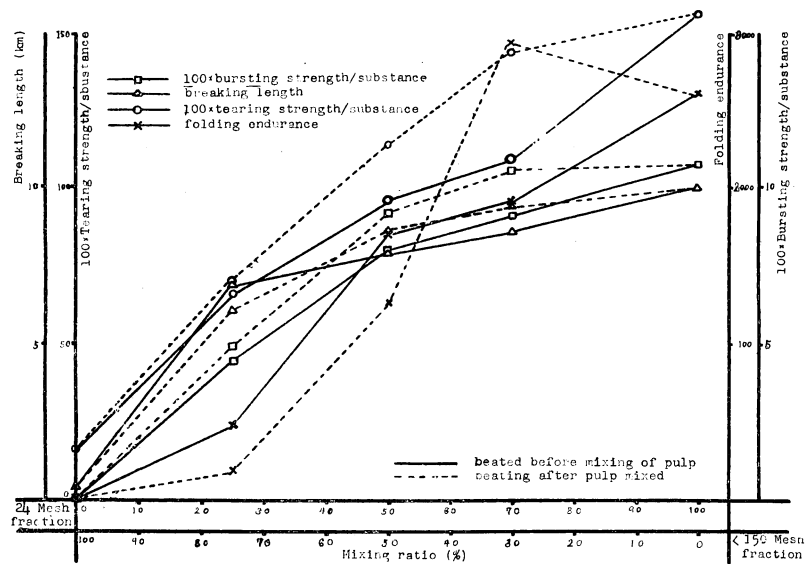


Fig. 5 The relation between the strength and the screening of sulphate pulp prepared from Bamboo-grass.

5. 漂白試験

以上の試験結果から、硫酸塩法および中性亜硫酸ソーダ法による笹パルプは、製紙用として充分使用しうるものと考えられる。これをさらに高級印刷紙として使用する場合には漂白を必要とするので漂白試験を行った。

まず、予備実験により漂白条件を決定して、漂白の本試験を行い、えられたパルプにつき紙力、白色度、不透明度、油吸収性等について試験し、漂白パルプの性質を検討した。なお、比較のためにアカマツ、ブナを用いた。

5.1 漂白

試料の未晒パルプのローエ価は3～5の範囲を標準とした。パルプ製造および洗滌処理はすべて前項と同じように行つた。その条件と結果は Table 13 のごとくである。

Table 13. Data in manufacture of Bamboo-grass pulp with sulphate and neutral sodium sulphite process for bleaching test.

No.	Raw material	Process	Chemicals added %	Max. temp. °C	Time at max. temp. hr.	Liquor ratio L/kg	Yield %	Roe No.
1	Bamboo-grass	N.S.S.P	Na ₂ SO ₃ 25%	165	4	3.5	48.3	3.05
2	Beech	"	Na ₂ SO ₃ 30%	170	5	4.0	55.6	6.52
3	Bamboo-grass	Sulphate	Total 15% (Sulphidity 30%)	130	2	3.5	53.1	3.77
4	Beech		Total 20% (Sulphidity 30%)	160	1	4.0	61.4	2.41
5	Red pine	"	"	160	4	4.0	51.5	4.23

ここにえられたパルプを漂白試験に用いた。

5.2 漂白試験

調製された各種のパルプについて予備試験を行つた結果、1 段漂白は、塩素消費量多く、また、白色度の点からもあまり良好とはならなかつた。また、3 段漂白以上の多段漂白による場合、3 段漂白と大差を認めなかつたので、塩素処理、アルカリ抽出および晒粉漂白による 3 段漂白により試験することとした。

試料は湿潤パルプの状態、絶乾 30 および 10 g を同時にとり、並行して両者を漂白し、前者は紙とした後、紙力試験に、また後者は晒収率測定用に供した。

塩素化は約 0.5% の塩素水を用いた。

全有効塩素使用率は、ローエ価相当量とし、塩素化に 75%、晒粉漂白に 25% を使用した。アルカリ抽出には NaOH をパルプに対し 3% 使用した。パルプ濃度はすべて 4% とし、塩素化は室温、アルカリ抽出は 70°C で 1 時間、晒粉漂白は 45°C で 4 時間保持して行つた。各段間の洗滌はブフナーロートに金巾 (80×70 メツシュ) を濾布として用い、そのうえで洗滌を行つた。

白色度は Photovolt 白色度計を用いて測定した。試験結果は Table 14 のとおりである。

Table 14 から、笹パルプとアカマツ、ブナパルプと比較すると、中性亜硫酸ソーダ法においては、有効塩素使用量が少ないにもかかわらず、最高の白色度を示した。硫酸塩法においても笹パルプの方が優れていた。

製法別にみると中性亜硫酸ソーダ法パルプの方が硫酸塩法パルプより漂白が容易である。

5.3 紙力試験

漂白パルプにあつては、未晒パルプほど紙力を要求されることはないが、それでも印刷用に供する場合などでは、ある程度の強度が必要であるので、漂白前後の強度比較を行つた。その結果は Table 15 に示した。

Table 15 から、一定叩解度に達するまでの叩解時間は、笹パルプはほぼ同じであるが、ブナ、アカマツ硫酸塩法の場合のみやや多くの時間を要した。

緊度はいずれも漂白により大となつた。

紙力のうちには漂白により増加するものと、低下するものがある。中性亜硫酸ソーダ法パルプはいずれも増加した。

比破裂度および裂断長は一般に低下し、比引裂度および耐折度は上昇する傾向がある。

Table 14 Bleaching

Expt. No.	1st Chlorination			2nd. Alkali extraction		
	Chlorine added %	Temp. °C	Time min	NaOH added %	Temp. °C	Time min
B 1	2.30	22	80	3	70	60
B 2	4.89	16	60	"	"	"
B 3	2.83	16	60	"	"	"
B 4	1.81	16	60	"	"	"
B 5	3.17	22	80	"	"	"

Note....B1, B2, B3, B4 and B5 correspond respectively to the sample number in Table 13.

Table 15. Strength of paper made from Bamboo-grass unbleached and bleached pulps.

Sample No.	Freeness	Beating time	Sub-	Thick-	Density	100× Bursting strength/ Substance	Bursting length	100× Tearing strength/ Substance	Folding endurance
	Can. Std.	min	stance g/m ²	ness mm					
1	220	40	55.8	0.073	0.764	6.27	5.38	77.1	789
B1	180	45	55.0	0.068	0.809	6.30	6.15	70.4	899
2	185	30	58.4	0.080	0.730	6.51	7.99	61.6	379
B2	220	30	56.8	0.072	0.789	6.68	6.81	65.1	585
3	220	45	57.8	0.082	0.701	6.61	7.77	83.4	1241
B3	225	45	57.8	0.073	0.792	7.27	6.99	81.3	1688
4	210	52	63.0	0.070	0.700	7.74	8.46	82.5	2281
B4	225	60	64.0	0.080	0.800	6.41	6.77	93.8	902
5	210	66	56.4	0.078	0.723	10.30	10.99	106.4	3702
B5	225	80	62.0	0.078	0.795	9.52	8.93	122.6	5766

5.4 その他の試験

上記試験により一般用紙としての適否についてしることができ、印刷紙としては紙力のはかに、油吸収度および不透明度が重要であるので、これについても試験を行つた。

この試料は漂白に用いたものと同一の未晒バルブを同一条件で漂白したものである。

すなわち、中性亜硫酸ソーダ法および硫酸塩法によりバルブ化し、漂白後フリーネス 220 (Can. Std.) に調製抄紙し試験に供した。

5.4.1 油吸収性試験

これは油浮遊法 (Oil floatation method) により行つた。すなわち、薬局法ヒマシ油をシャーレ中にとり、その油の表面に一定大きさの試験紙片を浮かせ、その表面に油が滲透するまでの時間を測定し、その数値をもつて油吸収性を表わした。なお、この測定は紙の両面について行つた。その結果は Table 16 に示した。

笹はブナ、アカマツより油吸収性が良好であり、硫酸塩法において特に顕著である。

方法別では中性亜硫酸ソーダ法よりも、硫酸塩法の方が良好であつた。この原因は化学的にはヘミセルローズの多いこと、また、物理的には繊維形態の相違に基くものと考えられる。粗面と平滑面では前者の方が良好であつた。

Data

3rd Hypochlorite bleaching			Total available chlorine consumed %	Yield of bleached pulp/Unbleached pulp %	Yield of bleached pulp/Chip %	Brightness	
Added %	Temp. °C	Time min				Unbleached pulp	Bleached pulp
0.75	45	240	3.05	93	44.9	47	81
1.63	"	"	6.52	95	52.8	44	76
0.94	"	"	3.77	85	45.1	33	69
0.60	"	"	2.41	89	54.6	27	70
1.06	"	"	4.23	88	45.3	24	64

Table 16. Oil absorbency of Bamboo-grass papers.

Expt. No.	Kind of sample	Process	Oil absorbency	
			Blotting paper side	Steel plate side
1	Bamboo-grass	Neutral sodium sulphite	5.4	8.1
2	Beech	"	10.3	15.1
3	Bamboo-grass	Sulphate	2.1	2.5
4	Beech	"	3.9	4.6
5	Red pine	"	5.4	8.1

5.4.2 不透明度試験

試料は 5.4.1 と同一試料を用い、Marten photometer により測定した。

この測定法は、まず検体を白色標準体 (MgSO_4) 上においてその光度を測定する。このさいは光は紙および白色体の表面より反射する光線の和である。いまこれを R_1 とする。つぎに同一の検体を黒色体 (黒色ビロード) の面上におき、そのときの反射光度を測定し R_2 とすれば、検体の不透明度は $(R_2/R_1) \times 100$ で示される。この値は完全不透明体では 100, 完全透明体では 0 である。

その結果は Table 17 に示した。

Table 17. Opacity of paper made from Bamboo-grass pulp.

Expt. No.	Kind of sample	Process	Substance g/m^2	Freeness cc	Brightness	Opacity %
1	Bamboo-grass	Neutral sodium sulphite	72.6	190	70	71.4
2	Beech	"	73.5	180	76	61.9
3	Bamboo-grass	Sulphate	72.2	250	70	72.3
4	Beech	"	76.2	230	76	69.2
5	Red pine	"	66.0	210	66	52.9

笹はブナ、アカマツに比較して不透明度が高い。また、製法別にみると硫酸塩法の方が、中性亜硫酸ソーダ法のパルプより高い。

6. 総 括

通常ネマガリダケと称する 2 種の笹 (*Sasa kurilensis* MAKINO et SHIBATA, *Sasa senanensis* REHD.) について、化学的一般分析を行つた後、製紙パルプをうるためのソーダ、硫酸塩および中性亜硫酸ソーダ法によりパルプ化試験を行い、さらに漂白および紙力試験を行つて、笹の製紙用パルプとしての適否について検討した。その結果の概要は次のとおりである。

試料に用いた笹は、全稈長約 2 m, 直径約 1.5 cm, 肉厚 2~6 mm, 容積重 0.44~0.77 g/cc であつた。

繊維長は一般には 0.5~1.5 mm でブナよりは長繊維のものも相当あるが、きわめて微細細胞を多量に含有することが著しい特徴である。長いものは木材繊維に比し長対巾の比が大で繊細な繊維細胞である。

化学分析の結果は木材に比べ、灰分、アルコール・ベンゾール抽出物、ペントーザンなど多く、リグニ

ンは針葉樹と広葉樹の中間程度である。

節部は節間部よりややペントーザン多く、維管束組織は基本組織より 1% NaOH 抽出物が少ない。

蒸解はいずれの蒸煮法によるも蒸煮により繊維化することは、木材より著しく容易で、薬品使用率少なく、より低温、かつ、短時間にて十分に繊維化された。これは笹リグニンが木材に比べて著しく溶出しやすく、ためにパルプ化にあたり脱リグニンが急速に進み、高ペントーザンパルプとなりやすいためである。

滲透回数による中性亜硫酸ソーダ蒸煮は、繰り返し 11 回まで行つたが、はじめの一回を除いて収率、色調、ローエ価等にはほとんど影響は認められなかつた。

未晒パルプの紙力試験結果は一般に木材に劣るが、実験範囲内では硫酸塩法および中性亜硫酸ソーダ法にまさり、前 2 者には顕著な相違は認められなかつた。

紙力の弱い原因としては微細細胞を多量に含むためで、これを除去することにより収率は低下するが、アカマツパルプの紙力以上に到達しうる。

組織と強度との関連性をみると、節部は節間部より劣る。

叩解度と紙力との関係は、一般に 50° S. R. で最高を示すが、引裂度の最高は、これよりもフリーネス大なる方にみとめられる。

節分けした各フラクションと紙力との関係は微細部（150 メッシュ通過部）は紙力を著しく弱める原因となつてゐる。最長部との混合の場合に相互に 50% 混合までは著しい強度低下は認められないが、これより微細部の増加につれ急激に低下する。

笹パルプの漂白はブナ、アカマツなどに比べて容易であつて同一ローエ価パルプを用いた場合に、笹が白色度は最高であつた。同じ笹パルプでは白色度の順位は、

中性亜硫酸ソーダパルプ > 硫酸塩法 > ソーダ法

であつた。

笹パルプの紙はブナ、アカマツより、その油吸収性および不透明性良好である。

要するに笹は微細繊維（むしろ細胞というべきか）を多量にふくみ、高ペントーザン含有のパルプとなりやすい。

収率をある程度犠牲にして、微細繊維を除去すれば、木材と強度の点で遜色のないパルプがえられる。

紙力をあまり必要としない用途、たとえば、各種印刷紙などには、その印刷適性が良好と考えられるので良質原料となるであろう。

終りに本研究遂行上種々ご指導ご鞭撻を賜つた安倍林産化学部長に深謝する。

引 用 文 献

- 1) 相山藤吉：パルプ及び製紙工業より見たる根曲竹の利用に就て，林試集，59，1，昭．25（1950）
- 2) 相山藤吉：温泉利用による根曲竹の紙化に就て，林試集，59，13，昭．25（1950）
- 3) 北海道のササバルプ資源，北海道開発庁，昭．27（1952）
- 4) 木材化学工業（上）：朝倉書店，昭．21
- 5) 福山伍郎：紙業雑誌 33，1，昭．13
- 6) 杉本俊三，吉川清兵衛：人絹界，6，845，昭．13
- 7) 西田屹二：木材化学工業（下），朝倉書店，昭．21
- 8) 小倉 謙：日本学術振興会第 6 特別委員会発表，昭．15

Yasunasa YONEZAWA, Fumihiko KIKUCHI, Kango MIYAZAKI, Takashi INOMATA,
Isao TAKANO and Kuninori USAMI:

Studies on the Production of Chemical Pulps from Bamboo-grass.

Résumé

The northern section of Japan has an abundant growth of bamboo-grasses. There they grow very dense, especially in Hokkaido.

There are several species, but the more common and abundant ones are *Sasa Kurilensis* MAKINO et SIBATA, and *Sasa senanensis* REHD.

Their total amount is estimated to be about fifty million tons, and their age to be generally under seven years.

Bamboo thrives vigorously, being in most cases interspersed among other trees.

The utilization of bamboo-grasses means, in effect, 'killing two birds with one stone', as they obstruct afforestation.

In the present instance, we have carried out systematic studies on the production of chemical pulp from bamboo-grasses.

We analyzed *Sasa Kurilensis* MAKINO et SIBATA and *Sasa senanensis* REHD which were commonly called Nemagaridake, conducted cooking by the soda-sulphate- and neutral sulphite process for the purpose of producing paper making pulp, and tested their bleachability and strength also.

Tested Bamboo-grass measured 2 m in length, 2—6 mm in thickness, and 0.44—0.77 g/cc in volume weight. Though a few fibres measured more than 2 mm in length, the fibre-length generally was 0.5—1.5 mm, and the extremely fine part under 0.5 mm, supposedly the cell of fundamental tissue, was as much as 40%.

Results of the chemical analysis show that the contents of ash, alcohol-benzol extractives, and pentosan were higher than those of woods; and that of lignin came between the soft and the hard woods.

The joints were slightly richer in pentosans, and vascular tissue was considerably less in 1% NaOH extractives as compared with fundamental tissue.

We cooked Bamboo-grass by the soda-sulphate- and neutral sulphite process, and tried the impregnation method in neutral sulphite process also.

Cooking was much easier in both cases as compared with woods. For instance, we could cook utilizing less chemicals, lower temperature, and shorter time.

Since lignin in Bamboo-grass was removed considerably easier than in the case of woods, the produced pulp, it was suggested, was inclined to be rich in pentosans.

We tried re-using impregnating liquor eleven times in neutral sulphite process,

but it was not badly influenced on yield, color, and Roe number except in the case of the first cooking.

Generally speaking, in the strength of unbleached pulp, soda pulp was weak, and KP and NSP were almost alike strong, but they were inferior to those in woods. It was attributed to the fine cells. We could make Bamboo-grass pulp which was stronger than that from Red Pine by removing the fine cells thoroughly, but this reduced the yield by half.

Observing the relation between tissue of Bamboo-grass and its pulp strength, pulp from the part of the joint was weaker.

As regards the relation between freeness and Bamboo-grass pulp strength, generally the strength reached its maximum at 50° S. R., and only the tearing strength showed its maximum at a degree lower than 50° S. R.

Judging from the relation between screened fractions of Bamboo-grass pulp and its strength, the part of the fine cells showed very weak strength. We could hardly make paper from Bamboo-grass pulp passed through 150 mesh; but paper made from Bamboo-grass pulp retained at 24 mesh was stronger than that made from Red Pine.

Screening Bamboo-grass pulp, then mixing the longest and the shortest fractions at a varying ratio, the strength of the mixed pulp decreased gradually till the ratio became 50%; but when the shortest fraction was added to give a ratio higher than 50%, the strength decreased acutely.

In bleaching the same Roe number pulp of Beech, Red Pine, and Bamboo-grass, the most bleachable was Bamboo-grass pulp. However, bleachability of Bamboo-grass pulp became difficult in the following order: NSP, KP, soda pulp. A characteristic of Bamboo-grass pulp was that its oil absorbency was good and its opacity high.

From the foregoing we may deduct the main point of this paper to be:

Bamboo-grass can be cooked utilizing milder conditions than can be applied to woods.

Since lignin in Bamboo-grass is easily removed, produced pulp is inclined to be rich in pentosans. Owing to the high content of fine fibres, the strength of Bamboo-grass pulp just as it is, is lower than that of Beech; but by removing the fine fibres (and decreasing the yield), we can considerably increase the strength.

Bleaching of Bamboo-grass pulp being comparatively easy, oil absorbency is good and opacity high; and when used for printing paper without removing the fine fibres, we may reasonably expect a point of excellence which we cannot find in wood pulps. So, such a utilization, we believe, will be most advantageous.