



Title	ソーダ法によるササパルプ
Author(s)	福山, 伍郎; 川瀬, 清; 里中, 聖一
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 17(2), 321-336
Issue Date	1955-12
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/20716
Type	bulletin (article)
File Information	17(2)_P321-336.pdf



[Instructions for use](#)

ソーダ法によるササパルプ

福山 伍郎
川瀬 清
里中 聖一

ALKALINE PULP FROM "SASA"

By

Goro FUKUYAMA, Kiyoshi KAWASE
and Seiichi SATONAKA

目次

序言	322
I. 試料	323
II. 蒸解と生成パルプおよび廢液の分析	323
1. 實驗方法	323
2. 結果と考察	324
A. 收量	324
B. 廢液	325
C. 組成	325
III. 紙力試験	326
1. 試験方法	327
2. 結果と考察	327
結言	329
摘要	329
文献	330
附表	
蒸解時の温度と壓力の経過	333
Summary	336

福山 伍郎	北海道大學農學部	林産製造學	講師
川瀬 清	北海道大學農學部	林産製造學	助教授
里中 聖一	北海道大學農學部	林産製造學	助手

序 言

ソーダ法によるササのパルプ化はすでにふるから筆者の試みたものである。また戦時中岩内町に建設されたササパルプの工場は、ソーダの欠乏によつて閉鎖のやむなきにいたつたが、最近北海道開発事業の一環として幌別村にソーダ工場が建設されており、ササの蓄積も利用に充分であり、かつソーダ法によるパルプ工場は中小規模で、操業も比較的簡単である点から容易に建設も可能であるなどを考えると、その基礎的資料を報告しておくことはササパルプの発達にたいする今後の参考となる点も多いことと考へ、ここにデータをとりまとめて報告する。

この研究を行うにさいして紙力試験の便宜を与えられた北日本製紙株式会社江別工場長曾良中清作氏、研究課長上野桂助氏、次長中村芳雄氏、直接御援助下さつた児玉栄一氏ほか課員の方々に深く感謝する。なお研究費の一部は文部省科学研究費によつたことを附記して謝意を表す。

ササ利用研究史の概要

ササとくにネマガリダケの稈はふるから籠など加工用に利用されているほか、垣根・農業用手柴・スキーのストックなどに多く用いられてきたが、これら理学的利用に関する研究はほとんど見当らない。一方北海道東部の馬産地ではミヤコザサが放牧馬の飼料としてさかんに利用されており、さらに西部のネマガリダケ地帯では化学的利用方面でパルプ化がおもに考えられ、工業化も試みられてはきたが、まだ確立するまでには至つていない。

ササは竹にくらべて研究の歴史が浅く、竹にみられるような系統的研究^{30-39),46-51)}はなく文献の紹介も少ない。その主なものはミヤコザサの家畜栄養学的研究として大原^{40),41),42)}の研究があり、牧野のササに関しては松井・毛利¹⁸⁾、内田¹⁵⁾の研究などがある。また化学的利用の基礎となる研究では高橋・白浜⁴⁴⁾、福山³⁾、福山・川瀬⁴⁾、福山・川瀬・里中^{9),10)}、米沢⁵⁷⁾の研究などがある。さらにパルプ化の研究ではその基礎となるものに繊維長、理学的性質、化学的性質について福山・川瀬・里中^{3),4),7),9),10)}、ソーダ法について福山・里中・川瀬⁸⁾、クラフト法について福山・川瀬・里中¹¹⁾、中性亜硫酸ソーダ法について福山・川瀬・里中¹²⁾、中性亜硫酸ソーダ法およびソーダ法について農林省林業試験場⁴³⁾の発表がある。そのほか温泉利用によるパルプ化に相山¹⁾、米沢⁵⁶⁾、腐化精練によるパルプ化として野原・陳野・松岡^{23),27)}、木醋液による方法として野原・陳野・高城²⁵⁾、野原・安江²⁶⁾の研究などがある。また稀硫酸によるフルフラールの製造に関して福山・川瀬^{4),5),13)}、フルフラールおよびパルプの製造について福山・川瀬^{5),14)}、木醋液による蒸解廃液からのフルフラール製造として野原・安江²⁶⁾の研究があり、フルフラールおよび特殊繊維の製造に関する

ものに野原・横山²⁴⁾の研究がある。また炭化方面では空気電池用炭素について三宅・杉浦^{20),21)}の研究がある。

I. 試 料

試料は北海道札幌市郊外定山溪産のネマガリダケで、加工用として8尺に採取し、市販されていたものである。これの全重量137 kg(400本)、1本平均重量343 g、元口径14~24 mm、平均18.4 mmの大型ササで、これを3~5 cmの長さに切断し、カビの発生を防ぐため金網にのせて約1週間ボイラー上において風乾状態まで乾燥させたものをプレスを用いて4つ割にし、さらに1カ月間空中に放置して空中湿度と平衡にしたのち、大型のデシケーター中に保存し、水分を測定して試験に供した。

切断の際に生じた鋸屑は60~100 meshの部分をとって木材分析法に従って分析した結果は第1表のようである。また繊維の形と大きさを測定した結果は第2表のようである。なお試料についての詳細なデータは別報⁹⁾を参照されたい。

第1表 化学的組成(%)

灰分	抽出物				全ペント ーザン	ペント ーザン	メチル ペント ーザン	セルロ ーズ	リグニン
	冷水	温水	1% NaOH	アルコール・ ベンゼン					
2.03	7.97	10.51	34.42	6.44	29.17	26.59	2.58	53.18	21.71

第2表 繊維の形と大きさ

繊維長 (mm)			繊維巾 (μ)			繊維比
Max.	Min.	Av.	Max.	Min.	Av.	
3.46	0.26	1.28	34	4	13.7	93.3

II. 蒸解と生成パルプおよび廃液の分析

1. 実験方法

オートクレーブは3ℓ容2個(a, b), 1.5ℓ容1個(c)を用い、3ℓ容のものには絶乾量として300 g, 1.5ℓ容には150gの試料を入れた。蒸解液は市販の化学用純NaOHを用い3, 4, 5%の濃度に調製したもの、液比は1:5としたもので、圧力5 kg/cm²(153~157°C)および7 kg/cm²(165~168°C)の下に、2及び4時間の条件で蒸解した。蒸解時の温度と圧力の経過は附表のようである。オートクレーブは放冷した後パルプを布袋に移した。廃液はその量を測定するとともに、硝子電極pHメーターを用いてpHを測定し、全アルカリと有効アルカリを常法¹⁹⁾により定量した。

すなわち全アルカリの定量は試料 2 cc を磁製ルツボにとり、105°C 乾燥器中に 1 夜放置して蒸発乾涸させたのち、灰化し、熱水を加えアルカリ化合物を浸出し、この浸出液をメチルオレンジを指示薬として、1/10 N HCl を用いて滴定した。また活性アルカリの定量は塩化バリウム法、すなわち、試料 10 cc を 200 cc 容三角フラスコにとり、炭酸を含まない水 50 cc を加えて加熱し、煮沸している飽和塩化バリウム溶液 15 cc を加え、ゴムの密栓をして水道水をもつて冷却する。これを 100 cc 容メスフラスコに移し、標線まで水を加え、濾過したのち、この濾液の一定量を取り、フェノールフタレインを指示薬とし、1/10 N HCl を用いて滴定した。袋中のパルプは水道水をもつて十分に洗い、その 1/4 をとつて乾燥し収量を測定した。パルプはその組成を常法¹⁰⁾にしたがつて分析した。

2. 結果と考察

A. 収 量

実験の結果を表示すると第 3 表のようである。収量は 3% NaOH, 5 kg/cm², 157°C, 2 時間の場合が最高で 54.7%, 最低は 5% NaOH, 7 kg/cm², 166°C, 4 時間処理の 36.9% であった。その間に蒸煮条件の強弱によつて、おおよそ連続的に変化している。薬剤の濃度、すなわち使用量の影響が収量に対し、もつとも著しいことがわかるが、さらにこれを第 4 表のように配列して検討すると、NaOH 使用量 15% では、収量は 50 以上 55% で、時間よりも圧力の影響が大きき、NaOH 用量 20% の収量は 50% 以下 42% で両者の影響がいずれも大きい、NaOH 用量 25% の収量は 42% 以下 37% で、すでに 2 時間でもよく蒸解されているため、両者の影響の小さいことを示している。

第 3 表 ソーダパルプの蒸解条件と廢液

実験番号	添加アルカリ g/100 g の試料				有効度 %	温 度 °C	壓 力 kg/cm ²	時 間 hr	収 量 %	廢液中の アルカリ Na ₂ O g/l	
	全		有 効							全	有効
	NaOH として	Na ₂ O として	NaOH として	Na ₂ O として							
A 24	17.0	13.2	16.1	12.5	94.6	157	5	2	54.7	22.2	0
A 22 a	17.9	13.9	15.4	11.9	85.6	157	5	4	54.3	22.3	0
A 13 c	17.5	13.6	15.1	11.7	86.0	165	7	4	51.3	21.4	0
A 19 c	24.3	18.8	21.0	16.3	86.7	155	5	2	47.7	31.1	4.3
A 21 b	23.9	18.5	20.8	16.1	87.0	155	5	4	43.8	29.2	2.9
A 20 b	24.3	18.9	20.8	16.2	85.7	166	7	2	44.4	29.9	2.1
A 16 a	22.3	17.3	19.6	15.2	87.9	167	7	4	42.0	27.8	0
A 18 c	29.8	23.1	27.1	21.0	90.9	155	5	2	40.6	43.2	9.5
A 15 b	29.5	22.9	27.4	21.3	93.0	153	5	4	41.1	38.6	8.0
A 14 c	29.2	22.6	26.5	20.6	91.1	168	7	2	39.6	41.4	5.8
A 17 b	29.9	23.2	26.0	20.2	87.0	166	7	4	36.9	41.3	4.0

第4表 収量におよぼす薬品用量, 圧力, 時間の影響

NaOH 濃度 %	使用量 g/100 g	2 時間		4 時間	
		156°C, 5kg/cm ²	166°C, 7kg/cm ²	156°C, 5kg/cm ²	166°C, 7kg/cm ²
3	15	54.7	—	54.3	51.3
4	21	47.7	44.4	43.8	42.0
5	26	40.6	39.6	41.1	36.9

B. 廃液

廃液中の全アルカリ (Na₂O) は, 22.0, 29.5, 41.1 g/l で, 原液の 27.2, 36.8, 45.0 g/l にたいし, それぞれ 81%, 80%, 89% となり, 3, 4% の液はパルプに吸着されて残ることの多いことを示している。

また廃液の活性アルカリ (Na₂O) は 3% 液 (24.1 g/l) では 0 で, 原液の 24.1 g/l を消費しつつし, 4% 液 (31.4 g/l) では, 167°C, 7 kg/cm², 4 時間の条件において 0 となつたが, それよりも緩和な条件においては 2~4 g/l を残した。5% (41.5 g/l) 液では, 4~10 g/l を残し, ネマガリダケのアルカリ蒸解において, 5% 液の 5 倍量, すなわち原料に対し 25% の NaOH 用量は, 従来行つた多数の実験からも明らかなように, すでに充分であることがわかる。

C. 組成

パルプの性質は第5表に示した通りである。一般に色調は収量の高い程濃厚であるが廃液中に有効アルカリの残存しないものは, 条件の強いものが, かえつて濃い。その組成は灰分が 0.36~1.11%, セルローズは 79~94% で, 通常 90% を越え, 収量の高いものが

第5表 ソーダパルプの化学的組成

実験 番 号	収量 %	廃液の pH	色 調	灰分 %	セルローズ (%)				ペントーザン (%)			リグ ニ ン
					全	α	β+γ	全セルロー ズ中のペ ントーザ ン	全	ペント ーザ ン	メチル ペント ーザ ン	
A 24	54.7	11.7	クラフト色	0.98	89.00	81.34	7.66	22.84	22.28	21.21	1.07	8.43
A 22 a	54.3	11.4	〃	0.63	86.12	72.24	13.88	20.17	29.55	26.92	2.63	10.35
A 13 c	51.3	10.7	濃クラフト色	1.11	78.51	65.52	12.99	21.03	26.71	25.14	1.57	9.68
A 19 c	47.7	—	明クラフト色	0.94	86.29	77.19	9.10	23.55	29.62	27.30	2.32	4.36
A 21 b	43.8	—	明色	0.49	93.94	81.53	12.41	15.74	28.36	26.58	1.78	2.76
A 20 b	44.4	13.0	クラフト色	0.41	90.07	77.93	12.14	21.93	26.89	25.03	1.86	1.74
A 16 a	42.0	12.1	〃	0.53	92.26	81.76	10.50	21.69	28.31	26.00	2.31	1.12
A 18 c	40.6	—	淡桃褐色	0.54	91.91	83.91	8.00	21.24	25.29	24.14	1.15	2.68
A 15 b	41.1	—	〃	0.42	90.28	75.41	14.87	20.63	25.47	23.42	2.05	1.88
A 14 c	39.6	—	〃	0.86	93.81	85.18	8.66	22.99	23.47	21.90	1.57	1.73
A 17 b	36.9	—	〃	0.36	92.14	80.96	11.18	18.79	22.27	20.86	1.41	0.67

低い傾向を示している。ペントーザンは22~30%で、セルローズ中のペントーザンは16~24%で20%余を普通とし、パルプ中のペントーザンの大部分がセルローズに含まれている。リグニンは0.7~10.4%で、緩条件のものほど多い。原試料からパルプに移行したこれら成分の収率を原試料ならびに初めの分量にたいして見ると第6表のようである。

第6表 ソーダパルプ各成分の原試料に対する割合

実験番號	灰 分		セル ロ ー ズ			ペ ン ト ー ザ ン		リ グ ニ ン	
			全セルローズ		α	%	比率	%	比率
	%	比率	%	比率					
原試料	2.03	100	53.18	100	—	29.17	100	21.71	100
A 24	0.54	27	48.68	92	44.49	12.19	42	4.61	21
A 22 a	0.34	17	46.76	92	39.23	16.05	55	5.62	26
A 13 c	0.57	28	40.28	76	33.61	13.70	47	4.97	23
A 19 c	0.44	22	41.16	77	36.32	14.13	48	2.08	10
A 21 b	0.21	10	41.15	77	35.71	12.42	43	1.21	6
A 20 b	0.18	9	39.99	75	34.60	11.94	41	0.77	4
A 16 a	0.22	11	38.75	73	34.34	11.89	41	0.47	2
A 18 c	0.22	11	37.32	70	34.07	10.27	35	1.09	5
A 15 b	0.17	8	37.10	70	30.99	10.47	36	0.77	4
A 14 c	0.34	17	37.15	70	33.73	9.29	32	0.69	3
A 17 b	0.13	6	34.00	64	29.87	8.22	28	0.25	1

灰分は原試料の0.13~0.57%、灰分の6~28%が移行し、94~72%が除去されている。セルローズの収量は、34~49%で、その64~92%が移行し、またペントーザンは8.2~16.1%で、28~55%が移行している。リグニンは最もよく溶出されて、0.3~5.6%が残存し、原試料中のリグニンの99~74%が除去された。

III. 紙力試験

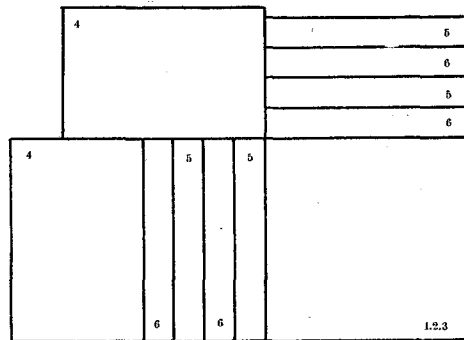
上記のようにして得たパルプから、収量を基準として第7表の4段階をえらび、手漉により紙葉を調製し、抗張力、破裂度、引裂度、耐折度の諸強度の試験を行った。

第7表 紙力試験用の試料

実験番號	収 量 %	蒸 解 條 件			パ ル プ 組 成 %		
		薬品用量 NaOH %	蒸解壓力 kg/cm ²	蒸解時間 hr	セルローズ	ペ ン ト ー ザ ン	リグニン
AA (A 24)	54.7	15	5	2	89.0	22.3	8.4
AB (A 13 c)	51.3	15	7	4	78.5	26.7	9.7
AC (A 20 b)	44.4	20	7	2	90.1	26.9	1.7
AD (A 17 b)	36.9	25	7	4	92.1	22.3	0.7

1. 試験方法

含湿パルプをフラットスクリーンの8カットにかけて、出てきたパルプを60メッシュのワイヤーでうけ、その絶乾300g相当量を王研式10ℓ容ラバス型試験ビーターに3%濃度を基準としてとり、叩解を行つた。叩解しながら30分、または1時間おきに、ビーターの中から試料をすくいとり、布につつんで含水率約70%に手絞りをし、その10gずつをとつて、1つはグリーン式カナデアンスタンダード・フリーネステスターを用いて濾水度を測定し、1つは水分測定用に、4つは手漉器を用いて強度試験用の紙葉を漉いた。紙葉は油圧プレスで4kg/cm²、10分間処理後、電気乾燥器で20分間乾燥し、4枚の紙葉のうちから均質なものを2枚をえらび、第1図のように切断して強度試験用の紙片を調製し、1夜、室温20°C、湿度70%の恒温恒湿室内において水分を平衡に達せさせ、厚さ・米坪を測定後、強度試験を行つた。使用器械、試験枚数ならびに試験回数



第1図 試験片の採取

- | | | | |
|--------|--------------------------|----|-------|
| 1. 厚さ | オートマチック・マイクロメーター (シヨッパー) | 2枚 | 5回/枚 |
| 2. 米坪 | 普通化学天秤 | 2枚 | |
| 3. 破裂度 | 電動式ミュレン型破裂度試験器 (島津製) | 2枚 | 4回/枚 |
| 4. 引裂度 | エルメンドルフ型引裂度試験器 (島津製) | 4枚 | 2回/2枚 |
| 5. 抗張力 | 抗張力試験器 (シヨッパー) | 8枚 | 1回/枚 |
| 6. 耐折度 | 耐折度試験器 (シヨッパー) | 8枚 | 1回/枚 |

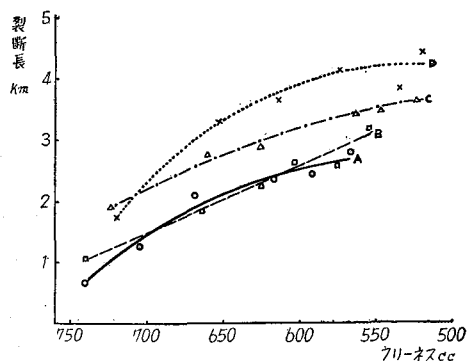
常法により米坪を用いて、緊度、比破裂度、比引裂度、裂断長を算出した。

2. 結果と考察

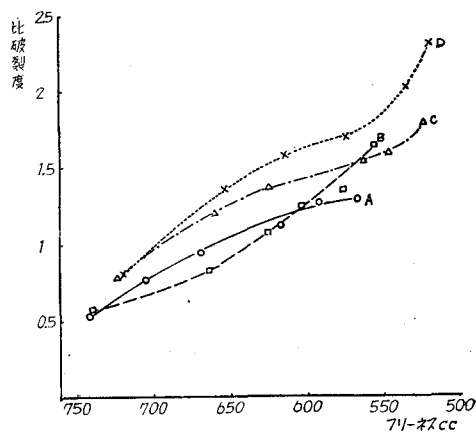
紙力試験の結果は第8表および第2~5図のようである。試験時のフリーネスは740~520ccであり、各強度ともフリーネスの低下につれて次第に増大する。すなわち裂断長は0.64kmから4.47kmに、比破裂度は0.53から2.29に、耐折度は0回から39回に、比引裂度は52から142に増大する。同じフリーネスの場合、蒸解の進んだものの方が強くなっている。なお、ソーダーパルプの強度はフリーネスの高い方のみの試験であつたため、比引裂度はまだピークには達していないと思われる。

第 8 表 ソーダパルプの紙力試験

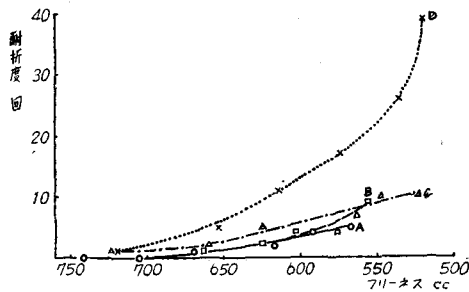
試料番號 (蒸解條件)	收量 %	フリース cc	風乾坪量 g/m ²	厚さ mm/100	緊度	裂断長 km	比破裂度	比引裂度	耐折度 回
AA (NaOH 15% 壓力 5 kg/cm ² 時間 2 hr)	54.7	741	76.7	21.0	0.37	0.64	0.53	52	0
		705	69.0	17.3	0.40	1.26	0.77	57	0
		669	74.1	17.8	0.42	2.11	0.94	68	1
		617	88.1	19.3	0.46	2.35	1.11	67	2
		592	77.6	17.0	0.46	2.45	1.26	85	4
		567	75.1	16.4	0.46	2.81	1.28	77	5
AB (NaOH 15% 壓力 7 kg/cm ² 時間 4 hr)	51.3	740	82.2	21.0	0.42	1.04	0.57	53	0
		663	81.0	18.5	0.44	1.83	0.83	70	1
		625	66.0	15.1	0.44	2.26	1.07	75	2
		603	69.9	15.0	0.47	2.67	1.24	77	4
		576	65.0	13.7	0.48	2.58	1.34	97	4
		556	70.9	14.0	0.51	3.18	1.63	110	9
AC (NaOH 20% 壓力 7 kg/cm ² 時間 2 hr)	44.4	723	68.8	15.8	0.44	1.92	0.79	66	1
		660	65.2	12.9	0.51	2.74	1.20	85	2
		625	69.2	12.9	0.54	2.92	1.36	83	5
		563	66.7	12.1	0.55	3.44	1.53	97	7
		547	62.9	11.9	0.53	3.50	1.59	86	10
		523	67.6	11.6	0.59	3.67	1.79	97	10
AD (NaOH 25% 壓力 7 kg/cm ² 時間 4 hr)	36.9	720	65.1	12.9	0.50	1.74	0.80	72	1
		653	62.1	11.0	0.57	3.30	1.35	93	5
		614	64.2	10.9	0.59	3.63	1.57	114	11
		574	63.5	10.2	0.63	4.15	1.68	125	17
		535	72.4	11.3	0.65	3.83	2.01	133	26
		520	72.3	11.3	0.64	4.47	2.29	142	39



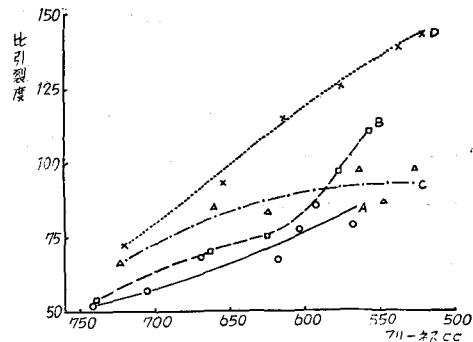
第 2 圖 ソーダパルプの抗張力



第 3 圖 ソーダパルプの破裂強度



第4圖 ソーダパルプの耐折強度



第5圖 ソーダパルプの引裂強度

結 言

ソーダ法によるパルプは製紙用を目的として蒸解したので、収量も37~55%と比較的低い値がえられている。紙力試験は上記収量の中に等間隔に段階をえらんで行つたが、蒸解の進んだものほど強度が高く、クラフトパルプの場合¹¹⁾とことなつている。従つてこの方法によつて強度の高いパルプを得るためには、相当の低収量の条件が考えられるから木材パルプと比較して劣るものである。しかし充分蒸解されたパルプは漂白が容易であつて、紙も雅致のある特殊なものができる。ソーダパルプの試験は、クラフトパルプの試験などを行う上に、一つの基準を見出すことに役立つが、試験の結果から考えられることは、収量やパルプの性質の上から、ササパルプの製造方法としてはクラフト法か、セミケミカル法がむしろ適当であるということである。

摘 要

札幌市郊外定山溪産のネマガリダケを用い、ソーダ法による蒸解を行い、できたパルプの分析と紙力試験を行い、さらに廃液の分析を行つた。

1. 蒸解条件はつぎのようである。NaOHの3, 4, 5%濃度のものを用い、液比を1:5とし、圧力5, または7 kg/cm²で、2または4時間蒸解した。
2. 収量は54.7~36.9%で、NaOH用量の影響が温度、圧力、時間などにくらべてもつとも著しい。
3. 廃液の活性アルカリは、薬品用量15%の場合、全部消費しつくされ、20%の場合は7 kg/cm², 4時間の条件では0となつたが、それよりも緩和な条件では2~4 g/lを残した。25%の場合は4~10 g/lを残し、ネマガリの蒸解には25%のNaOH用量はすでに充分なことを示した。

4. 組成についてみると、灰分は1.1~0.4%、セルロースは79~94%で通常90%を越えている。ペントーザンは22~30%で、パルプ中のペントーザンの大部分はセルロース中に含まれている。リグニンは10.4~0.7%で緩条件のものほど多い。

5. 紙力試験はパルプ収量55, 51, 44, 37%のものについて行つた。試験時のフリーネスは740~520 ccであり、各強度ともフリーネスの低下につれて次第に増大する。同じフリーネスの場合、蒸解の進んだものの方が高い強度を示している。

参 考 文 献

- 1) 相山藤吉：温泉利用によるネマガリダケの紙化について。林業試験集報, 59, 13 (昭和25年; 1950).
- 2) 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。林業試験集報, 59 (昭和25年; 1950).
- 3) 福山伍郎：簡易曹達木材パルプ製造法並に笹パルプに就て (3)。北海道林業會報, 36, 64 (昭和13年; 1938).
- 4) 福山伍郎・川瀬清：廢材の化學的利用に關する研究 (第8報), 北海道産ササのペントーザンの利用に就て。第61回日本林學會大會講演集, 248頁 (昭和27年; 1952).
- 5) 福山伍郎・川瀬清：廢材の化學的利用に關する研究 (第10報), ササを原料とするフルフラールの製造。第62回日本林學會大會講演集, 254頁 (昭和28年; 1953).
- 6) 福山伍郎・川瀬清・里中聖一：北海道産ササの活用に關する研究 (第2報), オクヤマザサの組成, 比重ならびに纖維長。日本林學會北海道支部講演集, 第3號, 2頁 (昭和29年; 1954).
- 7) 福山伍郎・川瀬清・里中聖一：北海道産ササの活用に關する研究 (第3報), ササの纖維長。第63回日本林學會大會講演集, 339頁 (昭和29年; 1954).
- 8) 福山伍郎・里中聖一・川瀬清：北海道産ササの活用に關する研究 (第4報), ササのアルカリ蒸解。第63回日本林學會大會講演集, 341頁 (昭和29年; 1954).
- 9) 福山伍郎・川瀬清・里中聖一：ササの水分, 容積重および纖維長。北海道大學農學部演習林研究報告, 第17卷, 第2號, 271頁 (昭和30年; 1955).
- 10) 福山伍郎・川瀬清・里中聖一：ササの化學的組成。北海道大學農學部演習林研究報告, 第17卷, 第2號, 295頁 (昭和30年; 1955).
- 11) 福山伍郎・川瀬清・里中聖一：クラフト法によるササパルプ。北海道大學農學部演習林研究報告, 第17卷, 第2號, 337頁 (昭和30年; 1955).
- 12) 福山伍郎・川瀬清・里中聖一：中性亞硫酸ソーダ法によるササパルプ。北海道大學農學部演習林研究報告, 第17卷, 第2號, 359頁 (昭和30年; 1955).
- 13) 福山伍郎・川瀬清：ササからフルフラールの製造。北海道大學農學部演習林研究報告, 第17卷, 第2號, 383頁 (昭和30年; 1955).
- 14) 福山伍郎・川瀬清：ササからフルフラールおよびパルプの製造。北海道大學農學部演習林研究報告, 第17卷, 第2號, 417頁 (昭和30年; 1955).
- 15) 加藤晴治：バガス纖維及其利用
- 16) 加藤晴治：竹パルプの化學 (I). 纖維學會誌, 9, 626 (昭和28年; 1953).
- 17) 加藤晴治：竹パルプの科學 (II). 纖維學會誌, 10, 39 (昭和29年; 1954).
- 18) 松井善喜・毛利勝四郎：ミヤコザサにたいする牧野並に混牧林業的研究, (混牧林業試験 第7報). 林業試験場札幌支場昭和24年度研究發表會講演集, 123頁 (昭和25年; 1950).
- 19) 右田伸彦：パルプ及製紙工業實驗法 (昭和18年; 1943).
- 20) 三宅勇・杉浦銀治：根曲竹を原料とせる活性炭の研究, 特に空氣電池用炭素に就て 第1報。日本林學會誌, 32, 181 (昭和25年; 1950).

- 21) 三宅勇・杉浦銀治：根曲竹を原料とせる活性炭の研究，特に空氣電池用炭素に就いて 第2報。日本林學會誌，**33**，207 (昭和26年；1951)。
- 22) 西田屹二：木材化學工業，上・下卷 (昭和21年；1946)。
- 23) 野原勇太：竹の腐化精練に關する研究 (豫報)。日本林學會誌，**25**，392 (昭和18年；1943)。
- 24) 野原勇太・横山敏之：竹類の化學的利用法…竹笹類より「フルフラール」及び特殊纖維の製造について。日本林學會誌，**26**，266 (昭和19年；1944)。
- 25) 野原勇太・陳野好之・高城秀雄：木醋液應用による製綱用竹纖維採取法並に強度試験について。日本林學會誌，**31**，100 (昭和24年；1949)；同試験成績脱落の分，**31**，156 (昭和24年；1949)。
- 26) 野原勇太・安江保民：木醋液應用による竹蒸解廢液のフルフラール利用に就いて。日本林學會誌，**31**，127 (昭和24年；1949)。
- 27) 野原勇太・陳野好之・松岡昭四郎：竹腐化精練に依るパルプ製造並に抄紙試験に就て。日本林學會誌，**31**，130 (昭和24年；1949)。
- 28) 野原勇太・陳野好之：木醋液應用による笹パルプ製造並に抄紙試験に就て。日本林學會誌，**31**，165 (昭和24年；1949)。
- 29) 野原勇太・陳野好之：木醋液應用による笹パルプ製造並に抄紙試験，山林。No. 779，20 (昭和24年；1949)。
- 30) 小栗捨藏・奈良正章：竹材の研究，(第1報) 竹材の組成及成分に關する研究。工業化學雜誌，**33**，691 (昭和5年；1930)。
- 31) 小栗捨藏・奈良正章：竹材の研究，(第2報) 竹材纖維素のアセトリシスに關する研究。工業化學雜誌，**33**，1416 (昭和5年；1930)。
- 32) 小栗捨藏：竹材の研究，(第3報) 竹材中のペントーゼンに關する研究。工業化學雜誌，**34**，637 (昭和6年；1931)。
- 33) 小栗捨藏・奈良正章：竹材の研究，(第4報) 竹材纖維素の研究。工業化學雜誌，**34**，899 (昭和6年；1931)。
- 34) 小栗捨藏：竹材の研究，(第5報) 竹の纖維素に就て。工業化學雜誌，**35**，849 (昭和7年；1932)。
- 35) 小栗捨藏：竹材の研究，(第7報) 孟宗竹の水溶性成分。工業化學雜誌，**35**，990 (昭和7年；1932)。
- 36) 小栗捨藏：竹材の研究，(第8報) 竹纖維素の旋光性に就て (其1)。工業化學雜誌，**35**，998 (昭和7年；1932)。
- 37) 小栗捨藏：竹材の研究，(第8報) 竹纖維素の旋光性に就て。工業化學雜誌，**35**，1004 (昭和7年；1932)。
- 38) 小栗捨藏・鹿島次郎：竹材の研究，(第10報) 竹炭の吸着に就て (其1)。工業化學雜誌，**36**，443 (昭和8年；1933)。
- 39) 小栗捨藏・鹿島次郎：竹材の研究，(第12報) 竹炭の吸着に就て (其2)。工業化學雜誌，**36**，1517 (昭和8年；1933)。
- 40) 大原久友：北海道産笹類の家畜營養學的研究。北海道農業試験場報告。第42號 (昭和23年；1948)。
- 41) 大原久友：ササ類の家畜飼料的價值。北方林業，No. 7，115 (昭和24年；1949)。
- 42) 大原久友：ササを飼料に利用する。農業朝日，**6**，No. 9，1 (昭和26年；1951)。
- 43) 林業試験場編：木材工業便覽，582頁 (昭和27年；1952)。
- 44) 高橋榮治・白濱潔：ねまがりだけの炭水化物特にリグニン及びヘミセルローズ構成糖類に就て。札幌農林學會報，**97**，335 (昭和4年；1929)。
- 45) 竹内叔雄：竹の研究 (昭和7年；1932)。
- 46) 土屋積・福原節雄：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第1報)。日本農藝化學會誌，**15**，429 (昭和14年；1939)。
- 47) 土屋積・今井昌男：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第2報)，特に17.5% NaOHにて處理せるパルプの灰成分に就て。日本農藝化學會誌，**15**，1052 (昭和14年；1939)。
- 48) 土屋積・福原節雄：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第3報)，桂竹の亞硫酸マグネシヤ法に就て その1。日本農藝化學會誌，**16**，621 (昭和15年；1940)。

- 49) 土屋穰・今井昌男：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第4報), 蒸解法を異にせるパルプの灰分及び二, 三の性質に就て. 日本農藝化學會誌, **16**, 755 (昭和15年; 1940).
- 50) 土屋穰・福原節雄・加藤善輝：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第5報), 桂竹の亞硫酸マグネシヤ法に就て その2. 日本農藝化學會誌, **17**, 479 (昭和16年; 1941).
- 51) 土屋穰・加藤善輝：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第6報), 桂竹の硫酸鹽法パルプに就て. 日本農藝化學會誌, **17**, 623 (昭和16年; 1941).
- 52) 土屋穰：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第7報), 桂竹の二段蒸解に就て. 日本農藝化學會誌, **18**, 567 (昭和17年; 1942).
- 53) 土屋穰・佳島秀明：臺灣産竹類のパルプ原料としての研究 (第9報), 桂竹の酸・アルカリに依る蒸解の相異に就て その2. 日本農藝化學會誌, **20**, 169 (昭和19年; 1944).
- 54) 土屋穰・加藤善輝：臺灣産竹類のパルプ料としての研究 (第10報), 桂竹の人絹パルプ製造及び紡糸試験. 日本農藝化學會誌, **20**, 198 (昭和19年; 1944).
- 55) 内田繁太郎：根曲竹に關する研究. 盛岡高農同窓會學術彙報, **1**, 33 (大正12年; 1923).
- 56) 米澤保正：ネマガリダケの温泉處理によるパルプ化. 月報 (林試), No. 2, 3 (昭和24年; 1949).
- 57) 米澤保正・菊地文彦：パルプの話, 林業普及シリーズ, 28號 (昭和26年; 1951).

附表 蒸解時の温度と圧力の経過

實驗番號	所到達時間 分 秒	測定項目	經 過 時 間																備考
			時0分0	15	30	45	1 0	15	30	45	2 0	15	30	45	3 0	15	30	45	
A 13a	72	溫度 °C	164	167	168	168	168	166	166	167	167	168	165	167	167	166	166	166	166
		壓力 kg/cm ²	7	6.9	7	7	7	6.8	7	7	7.1	7.1	6.7	7	7	7	7	7	7
A 13b	72	溫度 "	164	164	164	163	165	165	163	164	164	163	164	164	163	164	164	164	163
		壓力 "	7	7	7	6.9	7	7	6.8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A 13c	72	溫度 "	164	165	167	165	165	167	165	166	164	166	165	166	164	165	164	165	164
		壓力 "	7	6.8	7.1	6.8	7	7.1	7	7.1	6.7	7	7	7.1	6.9	7	7	7	7
A 14a	70	溫度 "	165	165	167	164	166	166	167	167	167								
		壓力 "	7	7	7	7	6.8	6.9	7	7	7								
A 14b	70	溫度 "	163	165	164	163	164	165	164	164	164								
		壓力 "	7	7.2	7	6.9	7	7.1	7	7	7.1								
A 14c	70	溫度 "	168	168	168	168	168	168	168	168	167								
		壓力 "	7	7	7	7.1	7	7	7	7	6.7								
A 15a	71	溫度 "	157	158	153	157	—	159	—	156	159	153	154	156	156	153	156	157	157
		壓力 "	5	4.9	4.5	5	—	5.1	—	4.9	5.1	5	4.7	5.1	5	5.3	5	5	5
A 15b	67	溫度 "	152	152	152	151	152	—	154	—	153	153	153	155	154	154	151	153	152
		壓力 "	5	5	5	4.9	5	—	5.2	—	5.1	5.1	5.1	5.4	4.9	5	4.9	5	5
A 15c	65	溫度 "	157	156	158	160	156	—	157	—	154	155	156	156	153	156	153	153	153
		壓力 "	5	5	5.1	5.5	4.9	—	5.1	—	4.8	4.9	5	5	5.1	5	4.5	5.2	5.1
A 16a	85	溫度 "	163	168	168	167	167	168	168	166	166	165	166	165	167	167	166	166	165
		壓力 "	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6.9	7	6.9	7	7	6.8	6.8	6.8
A 16b	82	溫度 "	164	165	165	164	164	163	164	165	164	165	165	165	164	165	165	165	165
		壓力 "	7	7.2	7.2	7	7	6.8	7	7.1	7	7.1	7.1	7.1	7	7	7.1	7.1	7.1
A 16c	75	溫度 "	168	167	168	168	167	167	168	167	167	167	169	168	166	167	167	166	169
		壓力 "	7	6.8	7	7	7	7	7	7	6.9	7	7.3	7.1	6.8	7	7	6.9	7.1
A 17a	63	溫度 "	167	169	169	166	167	164	165	166	167	166	166	166	166	166	166	166	166
		壓力 "	7	7.3	7.3	6.9	7.0	6.6	6.9	6.9	7	7	7	7	7	7	7	7	7
A 17b	60 + 20	溫度 "	165	166	168	167	—	—	167	167	167	166	166	166	166	166	166	166	166
		壓力 "	7	7	7.2	7	—	—	7.1	7	7.2	7	7	7	7	7	7	7	7
A 17c	65	溫度 "	167	167	168	168	167	167	166	168	165	166	166	167	166	166	166	166	166
		壓力 "	7	7	7.2	7.1	7	7.1	7.1	7.1	6.8	7	7	7	7	7	7	7	7

※ 冷却
のため
加熱

實驗 番號	所到 定時 壓間	測定 項目	經 過 時 間																備 考							
			時 分	0	15	30	45	1	0	15	30	45	2	0	15	30	45	3		0	15	30	45	4	0	
A 18a	65	溫度 °C 壓力 kg/cm ²	— 5	158 5	157 5	157 5	157 5	157 5	157 5	158 5.1	157 5	155														
A 18b	53	溫度 " 壓力 "	145 5	155 5	155 5	154 4.9	154 5	155 5.1	155 5.1	154 5	155 5.1															
A 18c	53	溫度 " 壓力 "	155 5.2	157 5.1	157 5.2	155 5	156 5.1	154 4.9	156 5.2	153 4.9	154 5															
A 19a	57	溫度 " 壓力 "	157 5	— —	157 5	157 5	158 5	157 5	157 5	157 5																
A 19b	60	溫度 " 壓力 "	155 5	— —	154 4.8	155 5	155 5	155 5	155 5	155 5																
A 19c	60	溫度 " 壓力 "	151 5	— —	152 4.9	156 5.1	154 5	155 5.1	154 4.9	156 5.1	155 5															
A 20a	110	溫度 " 壓力 "	167 7	167 7	166 6.9	166 6.9	169 7.1	166 7	167 7	167 7	168 7															
A 20b	110	溫度 " 壓力 "	166 7	166 7.1	166 7	166 7.1	166 7	166 7	166 6.9	166 7	166 7															
A 20c	112	溫度 " 壓力 "	167 7	167 6.8	168 7	168 7.1	169 7.1	168 7	166 6.9	169 7.2	167 7															
A 21a	78	溫度 " 壓力 "	158 5	157 5	157 5	157 4.9	158 5.1	158 5	157 4.9	157 4.9	157 4.9	157 5	156 4.8	157 4.9	158 5	156 4.9	157 4.8	158 5	157 4.8	158 5	158 5					
A 21b	75	溫度 " 壓力 "	155 5	155 5.1	155 5	155 5.2	154 4.9	154 4.8	154 4.8	153 4.8	154 4.9	155 5	155 5	155 5	155 5.1	154 4.9	153 4.8	154 4.8	154 4.8	154 5						
A 21c	75	溫度 " 壓力 "	156 5	157 5	157 5	158 5.1	157 5.1	155 4.9	157 5.1	156 5	155 4.9	157 5.1	158 5.3	153 4.6	156 4.9	155 4.9	158 5.1	157 5	157 5	157 5	157 5	157 5	157 5	157 5	157 5	
A 22a	83	溫度 " 壓力 "	159 5	157 5	— —	156 4.9	157 5	157 5	156 5	— —	156 5	155 4.8	156 5	156 5	157 5	157 5	157 5	157 5	157 5	156 5	157 5	156 5	157 5	157 5	157 5	
A 22b	80	溫度 " 壓力 "	157 5.5	154 5	— —	155 5	155 5.2	154 5	156 5.2	— —	154 5	155 5.1	154 5	154 5	154 5	154 5	154 5	155 5.1	154 4.9	155 5.1	154 4.9	155 5.1	155 5.1			
A 22c	80	溫度 " 壓力 "	154 5	152 5	— —	154 5.2	151 4.9	152 5	154 5.2	— —	150 4.9	154 5.2	154 5.2	151 5	153 5.2	151 4.9	150 4.9	152 5.2	152 5.2							

Summary

"Sasa" which grew in Jozankei, a suburb of Sapporo, was digested with caustic soda. The chemical composition and strength of obtained pulp were studied. The waste liquor was also analysed.

1. The conditions of digestion were as follows:

Concentration of caustic soda, % 3, 4, 5

Ratio of sample to liquor 1:5

Pressure kg/cm² 5 or 7

Cooking time hr 2 or 4

2. The yield of pulp varies 36.9 to 54.7%; the influence of caustic soda used is more obvious than that of temperature, pressure or cooking time.
3. When the chemicals are 15%, active alkali in waste liquor is completely consumed; but when 25%, active alkali is left.
4. As for the chemical composition, ash varies 0.4 to 1.1%, cellulose 79 to 94% usually exceeding 90%. Pentosan varies 22 to 30% almost all of it in the pulp being contained in the cellulose. Lignin varies 0.7 to 10.4%.
5. Strength test was made on the pulps whose yields were 55, 51, 44 and 37% respectively. Freeness at the test varies 740 to 520 cc and every strength increases with the reduction of freeness. In the case of same freeness, the lower the yield, the higher the strength.