P 259.001.2 : P 629 (SOX)

硫酸ナトリウムと二酸化硫黄を蒸解薬液とする ケミメカニカルパルプ (SOX パルプ) — (第 2 報) わらの SOX パルプ

東京工業試験所

御 田 昭 雄, 稲 田 治, 浜 松 和 隆

堀 内 悟

静岡県製紙工業試験場

山 本 登久男, 勝 地 光 雄, 山 崎 恒 夫

勝 山 敦 弘

チッソエンジニアリング(株)

赤 羽 利 昭, 梅 木 一 義, 平 井 久 夫

Sodium Sulphate-Sulphur Dioxide Chemimechanical Process (SOX)—II Rice Straw SOX Pulp

Akio Mita, Osamu Inada, Kazutaka Hamamatsu, Satoru Horiuchi

The National Chemical Laboratory for Industry

Tokuo Yamamoto, Mitsuo Katsuchi, Tsuneo Yamazaki, Atsuhiko Katsuyama

Shizuoka Prefecture Pulp and Paper Industrial Research Institute

Toshiaki Akabane, Kazuyoshi Umeki, Hisao Hirai

Chisso Engineering Co., Ltd.

High yield pulp prepared from rice straw by SOX process was studied.

Rice straw contained 2.6% alcohol benzene soluble, 16.1% hot water soluble, 46.6% of 1% sodium hydroxide aq. sol. soluble, 27.1% of 1% hydrochloric acid aq. sol. soluble, 51.1% holocellulose, 37.3% α -cellulose, 20.0% pentosan, and 13.1% lignin.

Rice straw were lightly heated in aqueous acidic solution of sodium sulphate and sulphur dioxide (liquor ratio 10 l/kg, as Na_2O 0~60 g/l, SO_2 0~60 g/l, 105~145°C, 1 hr) and then mechanically treated with a single disk refiner.

Rice straw SOX pulp (SOXP) is comparatively tough in spite of high yield (47~74%). SOX 221 (yield 74.1%) gave higher yield and stronger pulp than RMP (yield 62.0%).

SOX 223 (yield 59.7%) gave 19.7% ash, 13.7% pentosan, and Kappa number of 85.7.

Hand sheets prepared from SOXP by Tappi standard method (CSF 330 ml) showed 3.29 km breaking length, 1.55 burst factor, 33.0 tear factor, 13.9 kg strength in ring crush test.

Yield and components of SOXP was varied by cooking condition and concentration of sulphur dioxide and sodium sulphate in cooking liquor.

The yield decreased by sulphur dioxide concentration, and increased by decreasing of sodium sulphate concentration.

Ash content of SOXP was very high (11~22%), and c.a. 98% of ash was silica. Ash content increased by decreasing of sulphur dioxide and decreased by increasing of sodium sulphate concentration in cooking liquor. Pentosan content (5~23%) of SOXP increased by decreasing of sodium sulphate, and decreased by increasing of sulphur dioxide concentration in cooking liquor. Kappa number of (61~91) of SOXP decreased by increasing of sulphur dioxide.

本報をパルプ廃液の完全処理と利用に関する研究 (V) とする。

1. 結 言

現在パルプ工業は原料のほとんどを木材に頼っている。しかし、木材は世界的規模で過伐の状態にあるため、わら、竹及びバガスなどのような非木材のパルプ化に多くの関心がよせられている。稲わらは国内にも比較的大量にあり、ほとんどが未利用の状態にあるセルロース原料ではあるが表 1 に示すように (2.3.1 参照) 木材に比べ α -セルロース含有量が少なく、一方、灰分特にシリカの含有量が極めて大きい。

このような稲わらは従来多くは KP 法又は AP 法のように強いアルカリ性の蒸解薬液でパルプ化されて来た。しかし、このような方法でパルプ化した場合、多くの報告で見られるようにパルプは、対稲わら 30~40 % と極めて低い収率でしか得られなかった。

図 1 はパルプ化に際してのパルプ収率と、パルプの単位生産量当りの原料成分の廃棄される量との関係を示したものであるが、もしパルプ収率を 30 % から 70 % に上げることが可能となるならば、パルプ生産量 1 t 当りの原料成分の廃棄物となる量は 2,333 kg から 428 kg に激減させることが可能となることを示し、高収率化は環境負荷量を小さくするのに有効なことが分かる。

また、原料中のシリカがアルカリ性の蒸解薬液で抽出することは薬品回収の際、シリカの入った廃液を濃縮燃焼しなければならなくなるので、いわゆるクロードシステムを組むことを困難にして来た。

筆者らは稲わらのパルプ化が従来アルカリ性の蒸解薬液に頼って来たことに疑問を抱き、予備実験として

Table 1 Analytical results of rice straw

	Rice straw
Moisture, %	9.81
based on oven dry	
Ash, %	18.4
SiO ₂ , %	15.3
Alcohol benzene soluble, %	2.6
Holo-cellulose, % ^{*1}	51.7
α -cellulose, % ^{*1}	37.3
Pentosan, %	20.0
Lignin, % ^{*1}	13.1

^{*1} Corrected by ash.

Fig. 1 Relation to Pulp yield and waste

稲わらを希酸及び希アルカリ液で抽出する比較実験 (2, 4 参照) を試みた結果、希酸処理は希アルカリ液処理に比べ抽出残分が多く、シリカの溶出量ははるかに少ないことを知った。

そこで既報の硫酸ナトリウム、二酸化硫黄、ケミカル法 (SOX 法)¹⁾ を稲わらに試み、高収率でパルプを得るとともに幾つかの知見を得たので、以下報告する。

2. 実 験

2.1 試 料

2.1.1 稲 わ ら

前報同様わらパルプ工場で用いる内地産水稻のわらを長さ約 6 cm に切断し、風選して比較的葉の部分の少ないものを用いた。

2.1.2 使用薬品

1) 蒸解用薬品

硫酸ナトリウムは試薬 1 級を用いた。二酸化硫黄はボンベ入り化学用液化二酸化硫黄を用いた。

2) 分析用試薬

規定液標定用の炭酸ナトリウム及び重クロム酸カリウムは標準試薬を用いたが、他はいずれも試薬特級を用いた。

2.2 装 置

2.2.1 蒸解用装置

SUS-33 製回転式円筒型容 4 l オートクレーブ電気加熱自動温度調節式を用いた。

2.2.2 解 織 装 置

蒸解後の粗砕及び精砕用に熊谷理機製径 30 cm, 10

HP シングルディスクリファイナーを使用した。

2.2.3 抄紙装置及び測定装置

抄紙の際に用いる離解装置、ナイヤガラ型叩解機、カナディアン汙水度試験器、ふるい分試験器及び手すき装置等の試験用装置並びに紙葉の引張強さ、破裂強さ、引裂強さ、耐折強さ及び白色度等の測定装置等はいずれも JIS に規定された装置を用いた。

2.2.4 電子顕微鏡

1) 電子顕微鏡本体

日立明石 MINI SEM-101 型に 6 cm×7 cm 判写真撮影装置の付属したものを用いた。

2) イオンコータ

EIKO イオンコータ IB-3 型を用いた。

2.2.5 X線マイクロアナライザー

堀場 E. MAX-8000 型を用いた。

2.3 実験方法

2.3.1 SOX パルプの調製

硫酸ナトリウムと二酸化硫黄の混合液を蒸解薬液とし、原料わらの軽度の蒸解を行ったのち機械的に解繊してパルプ化した。

1) 蒸解薬液の調製

硫酸ナトリウムを所望の濃度 (Na_2O として表示) の水溶液となし、これに二酸化硫黄を通じて所望の濃度とし蒸解薬液として用いた。

2) 蒸解操作

表 1 に示した風乾稲わら各 250 g をオートクレーブ中に入れ、これに蒸解薬液を加え密閉後加熱し、所定の時間で最高温度に到達させ、さらに所定の時間同温に保持することにより蒸解を行った。

3) 解 繊

稲わらは蒸解後シングルディスクリファイナーで粗砕及び精砕することにより解繊してパルプ化し、水洗し 200 メッシュのふるいで受けた。収率は絶乾パルプ対絶乾原料で表示した。

4) 叩解及び抄紙

抄紙は JIS に準じて行った。すなわち本研究では解繊して得られたパルプをナイヤガラ型叩解機を用いて叩解 (特に記載しないものはいずれも C.S.F. 300 ± 30 ml) したのち常法に従い標準抄紙機を用いて手すきし 60 g/m^2 (圧縮強さ測定用は 120 g/m^2) の紙葉を調製した。

2.3.2 パルプの分析法及び測定法

1) 化学分析法

灰分、アルコール・ベンゼン抽出物、ホロセルロース、 α -セルロース、ペントサン、リグニン及びカップー価は JIS に従って求めた。シリカ分析資料を一旦灰

化したのち重量法で求めた。

2) 物性の測定

パルプの物性の測定は一旦紙葉 (2.3.1.4) 参照) として行った。すなわち白色度、坪量、密度、裂断長、伸び、比破裂強さ及び耐折強さはいずれも JIS に従って求めた。

3) ふるい分け試験

ふるい分け試験は解繊して得られたパルプを常法により、ふるい分け試験機を用いて行った。

2.3.3 電子顕微鏡による観察

得られたパルプは、(1)一旦水に懸濁し凍結乾燥したのち金蒸着し標本とした。また、一部は(2)抄紙後紙葉の表面を金蒸着して標本とした。金蒸着はいずれも (金の厚み約 $250 \text{ \AA}$ に) イオンコーターを用いて行った。得られた標本は走査電子顕微鏡を用い、加速電圧 15 kV で常法に従って観察し写真撮影を行った。

2.3.4 X線マイクロアナライザーによる観察

ディスクリファイナーによる解繊工程におけるわらパルプの形状と、シリコンの存在の状態を X線マイクロアナライザーを用い常法により観察した。

2.4 予 備 実 験

従来の AP 法及び KP 法などによる、稲わらからのパルプの収率は先にも述べたように極めて低い。稲わらの高収率パルプ化の研究を始めるのに先立ち、稲わらの熱水、アルカリ溶液及び酸溶液を用いて比較抽出実験を試みた。

稲わらを分析用に粉碎した試料の一部を各 2.0 g 秤取し、逆流冷却器を付した 200 ml 容三角フラスコ中に入れてそれぞれ抽出実験を行った。

すなわち、熱水抽出は熱水を液比 50 l/kg となるように加え 100°C で 4 時間の抽出実験を行った。アルカリ抽出は 1% 水酸化ナトリウム溶液を液比 50 l/kg となるように加え 100°C 1 時間の抽出実験を行った。酸抽出は 1% 塩酸溶液を液比 50 l/kg となるように加え 100°C 1 時間の抽出を行った。

表 2 に見られるように稲わらの成分は熱水、希酸、希アルカリのいずれにも抽出され易く、熱水抽出でもその重量の 16% が溶出した。アルカリ抽出では実に半量近くの 46% が失われることが分かった。

しかもアルカリ抽出では灰分の 98% 近く、シリカに至っては 99% 近くもが母液中に溶出した。このことから、KP 法及び AP 法などアルカリ性蒸解薬液によるパルプ化法では稲わらから高収率でパルプを得ることが極めて困難なことが分かる。また、これらパルプ廃液中には原料わらに含まれる大量のシリカのほとんどが流出することになるので、パルプ廃液

Table 2 Solubility of rice straw in hot water,
1% NaOH and 1% HCl

	Total	Ash	SiO ₂
Hot-water soluble, %* ¹	16.1	44.6	41.2
1%-NaOH soluble, %* ²	46.6	97.8	98.7
1%-HCl soluble, %* ²	27.1	31.5	21.6

*¹ Liquor ratio 50 ml/g, 100°C, 4 hr.*² Liquor ratio 50 ml/g, 100°C, 1 hr.

を濃縮燃焼して灰から蒸解薬液を回収し、循環利用するいわゆるクローズドシステムを組むことは容易でないことが分かる。

一方、1%塩酸抽出による減量は27%とアルカリ抽出に比べてはるかに少なく、さらに灰分の抽出による減量は31%、シリカの減量は21%とそれぞれアルカリ抽出の減量の1/3及び1/4以下であることが示された。

以上の結果から稲わらの高収率パルプ化を目的とする場合には酸性の蒸解薬液による蒸解を試みることは有意義と考えられた。

しかして、稲わらの高収率パルプ化の予備実験として前報で発表したSOX法によるパルプ化を試みた。実験結果は図2に示すように硫酸ナトリウムと二酸化硫黄との混合液による蒸解後、ディスクリファイナーにより機械的に解繊する方法(SOX法)ではパルプの収率が極めて高かった。なお、硫酸ナトリウム水溶液による蒸解では水煮の場合とほぼ同様で(図3, 4及び表3参照)蒸解効果が認められなかった。

3. 実験結果と考察

3.1 パルプ化条件とSOXパルプ

SOX法による蒸解条件と得られるパルプの成分及びパルプの白色度と強度などの諸性質を表3に示した。さきにも述べたように(2.4参照)SOX法によるパルプは極めて収率が大きかった。そして稲わらのSOXパルプはカップー価が高く、ペントサン含有量が大きく、特に大量のシリカが含まれ、含有量の大きいものでは23%にも達した。稲わらのSOXパルプの白色度は従来発表されている木材のUKPに比べて幾分高い値を示し、高収率の割には高い強度を示した。

稲わらは木材に比べてもろく、水や硫酸ナトリウム水溶液のように蒸解効果のないもので処理した場合、ほとんど柔軟にならないので、機械的に解繊しても図3, 4, 9, 10, 11及び12の電子顕微鏡写真に見られ

Fig. 2 Pre-examination of SOX process.Liq. ratio 10 l/kg, Na₂SO₄ (as Na₂O)

5~20 g/l

SO₂ 0~60 g/l. Max. temp. 115°C

Retention time at max. temp. 2 hr.

るように繊維の破壊は著しかった。なお、パルプ化に際して大量の微細粒子が生じ、200メッシュのふるいは通過し流亡するのが観察された。そのためパルプとしての収率は熱水抽出の残分に比べてもかなり低く、また木材のGPの収率に比べてはるかに低いものになった。

しかし、SOX法では蒸解により、わらの組織が柔軟になるため、ディスクリファイナーによる解繊工程で起きる破壊は少なく(図5, 6, 13及び14参照)、200メッシュのふるいを通過し流亡する微細粒子はほとんど観察されなかった。しかして、稲わらからSOX法で得られたパルプは水煮及び解繊で得られたパルプ(RGP)や硫酸ナトリウム水溶液蒸解及び解繊で得られたパルプより強度的にもはるかに優れていた。なお、表4はSOXパルプとRGPのふるい分け試験結果であるが両者に大きな差異は認められなかった。

また、稲わらのSOXパルプ中には極めて大量のシリカが含まれていることが見出されたが、これらシリカは原料稲わらに由来するもので、蒸解の際に不溶化し、機械的に解繊される際にもまた水洗の際にも図7及び8のX線マイクロアナライザーの写真で示されるように溶出せず、パルプの一部となって収率向上に寄与し、利用されるものであることが分かった。

3.2 SOX蒸解のパルプ成分への影響

3.2.1 薬液組成の影響

1) 灰分への影響

Table 3 SOX pulping and results*2

	Na ₂ SO ₄ (as Na ₂ O)	SO ₂	Max. temp.	Max. press	Final pH	Pulp yield	Kappa No.	Ash	SiO ₂	Pentosan
	[g/l]	[g/l]	[°C]	[kg/cm ²]		[%]		[%]	[%]	[%]
RGP-126	0	0	115	(1.8)	—	62.0	90	12.5	12.1	26.2
No-125	40	0	115	(1.8)	6.3	59.2	95.3	11.5	10.9	—
SOX-221	60	30	105	(1.9)	1.8	74.1	88.2	13.2	13.0	23.3
SOX-232	10	30	115	(3.1)	1.8	63.2	84.1	20.9	20.5	12.7
SOX-223	60	30	125	(3.5)	2.2	59.7	85.7	19.7	19.0	13.7
SOX-255*1	5	30	145	(6.4)	—	47.5	74.0	23.7	—	—
SOX-114	40	60	115	(5.1)	—	57.7	88.6	21.5	—	—
SOX-205	20	30	145	(5.5)	1.8	52.6	66.7	23.2	—	6.5
SOX-222	60	30	115	(2.1)	1.9	67.8	90.1	14.1	13.7	23.7
SOX-103	20	10	115	(2.0)	2.1	61.7	91.0	15.1	—	22.3
SOX-235	10	30	145	(6.2)	1.8	48.0	68.3	23.3	23.0	5.6
	C.S.F.	Bulk density	Breaking length	Elongation	JIS burst factor	Tear factor	Folding endurance	Ring*3 crush test	Brightness (by Hunter)	
		[m/l]	[g/cm ³]	[km]				[kg]	[%]	
RGP-126	300	0.367	0.97	2.9	0.27	42.6	0	9.5	27.8	
No-125	300	0.366	1.01	2.6	0.35	20.7	0	9.2	26.2	
SOX-221	330	0.386	1.37	3.4	0.48	28.3	0	10.9	29.9	
SOX-232	300	0.479	3.02	4.9	1.61	32.0	2	12.5	30.3	
SOX-223	330	0.542	3.29	4.8	1.55	33.0	2	13.6	30.8	
SOX-255*1	(230)	0.490	1.81	3.7	0.70	24.6	1	10.4	28.7	
SOX-114	300	0.457	2.93	3.7	1.34	32.0	2	13.8	33.3	
SOX-205	330	0.507	2.43	4.0	1.04	27.5	1	10.1	30.7	
SOX-222	330	0.399	1.54	3.4	0.59	29.9	0	9.6	30.7	
SOX-103	290	0.392	1.91	4.2	0.84	31.4	1	13.0	29.5	
SOX-235	300	0.511	2.48	4.7	1.09	31.4	1	11.2	29.1	

*1 Cooking condition : Sample (o, d.) Liquor ratio 10 l/kg, retention time 1 hr., at max. temp.

*2 Basic weight of test sheets in c. a. 60 g/m².*3 Basic weight of test sheets for ring crush test is c. a. 120 g/m².

SOX パルプ中の灰分は蒸解薬液の組成によって著しく異なる。図15に示すように蒸解薬液中の二酸化硫黄の濃度が上昇するに従ってパルプ中の灰分含有量は著しく増加した。そして灰分含有量の大きいSOX パルプにあっては23%にも達するものがあった。この場合、原料わら中の灰分66%もがパルプ中に残りパルプの収率の向上に貢献することを示している。また、このことは同時にパルプ製造の際の廃棄物を大きく減少させることにも役立つことを示す。一方、蒸解薬液中の硫酸ナトリウム濃度の増加に伴いSOX パル

プ中の灰分含有量は著しく低下したが、この間液(蒸解終了時)のpHの変化はほとんど認められなかった。

なお、水煮後機械的に解繊した場合、パルプ(RGP)中の灰分含有量は12.5%と稲わら中の灰分含有量(18.4%)に比べはるかに低い値を示した。さらに硫酸ナトリウムの水溶液で蒸解後機械的に解繊してパルプ化する実験を試みたが、パルプ中の灰は11.5%まで低下するに至った。

稲わらのSOX パルプ中の灰分含有量とシリカ含有量との関係を図16に示したが、ほとんど直線的関係

Fig. 3 RGP **Fig. 6** SOXP **Fig. 4** RGP **Fig. 7** Mechanical treatment of rice straw after SOX cooking. **Fig. 5** SOXP **Fig. 8** Silicon (in Fig. 7) with Xray micro analyzer.

Rice straw pulp

Fig. 9 Hand sheet prepared from RGP

Fig. 12 Hand sheet prepared from chemimechanical (Na_2SO_4 treated) pulp.

Fig. 10 Hand sheet prepared from RGP

Fig. 13 Hand sheet prepared from SOXP.

Fig. 11 Hand sheet prepared from chemimechanical (Na_2SO_4 treated) pulp.

Fig. 14 Hand sheet prepared from SOXP

Hand sheets rice straw pulp

Table 4 Fiber length classification

	SOX-232	RGP
On 24 mesh, %	19.8	21.6
On 8 mesh, %	22.8	21.7
On 80 mesh, %	19.9	21.1
On 150 mesh, %	13.3	20.4
Passing 150 mesh, %	24.2	16.2

Fig. 15 Effect of SO_2 in SOX cooking.
 Liq. ratio 10 g/l, Na_2SO_4 (as Na_2O)
 5~60 g/l
 Max. temp. 115°C
 Retention time at Max. Temp. 2 hr.
 — 5 — Na_2SO_4 (as Na_2O) 5 g/l
 — 10 — Na_2SO_4 (as Na_2O) 10 g/l
 — 20 — Na_2SO_4 (as Na_2O) 20 g/l
 — 40 — Na_2SO_4 (as Na_2O) 40 g/l
 — 60 — Na_2SO_4 (as Na_2O) 60 g/l

にあり、灰分の 98.0~98.5% がシリカであることが分かった。

2) カッパー価への影響

SOX パルプ中のリグニン含有量の指標となるカッパー価は図 17 に示すように蒸解薬液の組成により大

Fig. 16 SiO_2 in ash of straw SOX pulp.

Fig. 17 Effect of Na_2SO_4 in SOX cooking.
 Liq. ratio 10 l/kg, SO_2 10~60 g/l
 Max. temp. 115°C
 Retention time at max. temp. 2 hr.
 — 10 — SO_2 10 g/l
 — 30 — SO_2 30 g/l
 — 60 — SO_2 60 g/l

きく影響される。すなわち、硫酸ナトリウムの濃度が大きくなるに従ってカッパー価は一時減少し、最低値を示したのち再度上昇した。なお、蒸解薬液中の二酸化硫黄の濃度の上昇に伴ってカッパー価が低下することが分かった。

3) ペントサンへの影響

蒸解薬液中の二酸化硫黄の濃度の上昇に伴い、SOX パルプ中のペントサン含有量は図 18 に示すように急速に低下した。また、蒸解薬液中の硫酸ナトリウムの濃度の上昇に伴いペントサンの含有量は図 19 に示すように増加することが分かった。

Fig. 18 Effect of SO₂ in SOX cooking.
 Liq. ratio 10 g/l, Na₂SO₄ (as Na₂O)
 20 g/l
 Max. temp. 115°C
 Retention time at max. temp. 2 hr.

Fig. 19 Effect of Na₂SO₄ in SOX cooking.
 Liq. ratio 10 l/kg, SO₂ 30 g/l
 Max. temp. 115°C
 Retention time at max. temp. 2 hr.

3.2.2 蒸解温度の影響

SOX 法における蒸解の際の最高温度を 105°C から 145°C に上げるのに伴って SOX パルプの成分は図 20 に示すように変化した。蒸解温度が高い程パルプの収率、カップ価及びペントサンの含有量は低下した。一方、パルプ中の灰分の含有量は蒸解温度が高くなるのに伴って増加した。

Fig. 20 Effect of Max. temp. of SOX cooking.
 Liq. ratio 10 l/kg, Na₂SO₄ (as Na₂O)
 10 g/l, SO₂ 30 g/l
 Cooking time at max. temp. 1 hr.

3.2.3 蒸解薬液組成のパルプ強度への影響

蒸解薬液の組成を変えることにより得られる SOX パルプの強度は変化する。図 21 は蒸解薬液中の二酸化硫黄の濃度を 30 g/l と一定にし、硫酸ナトリウムの濃度を 0 g/l から 60 g/l に増加させたときに得られるパルプの裂断長を比較したものである。この図で示すように硫酸ナトリウムの濃度が上昇するのに伴って蒸解は困難となり、蒸解温度を高くする必要があるが、このようにして得られる各系列で最高の強度を示すパルプ同志で比べると、硫酸ナトリウムの濃度が高い程裂断長が大きくなることが分かった。

4. 結 論

筆者らは木材に代るパルプ原料として稲わらを取り上げ、前回報告した硫酸ナトリウム、二酸化ケミメカニカル法 (SOX 法) をもってパルプ化を試みた。

SOX 法によれば、パルプ中に原料稲わら中の非セルロース部分を大量に残せるため、極めて高い収率でパルプ化することが可能で、しかも同パルプは高収率の割には強度的に優れていた。

Fig. 21 Role of temperature in SOX cooking.

Liq. ratio l/kg, Na₂SO₄ (as Na₂O)

10, 60 g/l, SO₂ 30 g/l

Max. temp. 105~145°C

—60— Na₂SO₄ (as Na₂O) 60 g/l

—10— Na₂SO₄ (as Na₂O) 10 g/l

—0— Na₂SO₄ (as Na₂O) 0 g/l

一例として、稲わらから収率 63% で得られた SOX パルプは、カップー価 84.1, ペントサン 12.7%, 灰分 20.9% であり、灰分の 98% 以上はシリカであった。また同 SOX パルプは、C.S.F. 300 ml まで叩解し、手すき紙として強度を測定したが、坪量 60 g/m² の紙で裂断長 3.02 km, 比破裂強さ 1.61, 比引裂強さ 32.0 を示した。また、坪量 120 g/m² の手すき紙はリングクラッシュテストにより、圧縮強さ 12.5 kg を示した。

また、SOX 法における蒸解工程で葉液の組成と蒸解温度を変えることにより、パルプの収率、組成及び強度が変わることが分かった。パルプの収率、カップー価、及びペントサンの含有量は、硫酸ナトリウム濃度が増加すれば高くなり、二酸化硫黄の濃度が増加すれば低下することが分かった。一方、灰分は硫酸ナトリウムの濃度の増加に伴って減少し、二酸化硫黄の濃度の増加に伴って増加することが分かった。

パルプの強度は蒸解時の葉液の組成を変えることによって大きく変わることが分かった。葉液中の硫酸ナトリウムの濃度を変えることによって得られる各系列の SOX パルプの強度の山は移動する。硫酸ナトリウムの濃度が大きくなると蒸解は困難となり、低温度での蒸解の場合得られる SOX パルプの強度は小さくなるが、蒸解温度をそれぞれ適度に上げて得られるパルプの強度の山を比較すれば、硫酸ナトリウムの濃度が高い方が強度の大きいパルプが得られることが分かった。

今後、更に同原料を用いる石灰法及び KP 法などの従来法と SOX 法との比較及び他パルプとの混抄などによる用途の拡大についての研究²⁾ も発表したい。

付 記

本研究の一部は紙パルプ技術協会第 36 回研究発表会（東京、1975 年 6 月）及び第 20 回リグニン化学討論会（名古屋、1975 年 10 月）で発表した。

謝 辞

本研究を進めるに当って用いた試料の稲わらは東邦ワラパルプ(株)から御寄贈頂いた。また X 線マイクロアナライザーの写真は日製産業(株)の岸田晴雄氏に撮影して頂いた。厚くお礼申上げるとともに、研究を進めるに当たって当時研究生であった小林隆志君（現日伯紙パルプ資源開発(株)）、佐伯 剛君（現日本紙業(株)）、並びに矢沢義則君（現東邦ワラパルプ(株)）の協力に謝意を表します。

文 献

- 1) 御田昭雄, 片寄公一, 森 悦夫, 山本登久男, 勝地光雄, 勝山敦弘, 平井久夫, 赤羽利昭: 紙パ技協誌, **32**, 641 (1978)
- 2) 御田昭雄: 紙パ技協誌, 投稿準備中

(受理 54. 4. 24)