研 究 報 文

ココヤシ殻繊維のパルプ化および得られたパルプの性状 (II) —クラフトおよびサルファイトパルプにおける叩解の影響—

製 品 科 学 研 究 所 品 川 俊 一, 春 日 和 行

インドネシアセルロース研究所 マンシュエ・エディ, ムリア

Studies on Pulping of Coconut Coir Fiber and Properties of Obtained Pulp (II) —Effect of Beating on Kraft and Sulfite Pulp—

Shunichi Shinagawa and Kazuyuki Kasuga

Industrial Products Research Institute

Mansyur Eddy and Muliah

Cellulose Research Institute (Indonesia)

Pulping of the coir fiber from the coconut husks was undertaken to see the feasibility to use them as pulping materials for kraft, alkaline sulfite and bisulfite cooking processes. In this report, studies on the effect of the beating for physical properties were mainly investigated. The results were summarized as follows;

- 1) The products from the crushed coconut husks for pulping by a use of disk-refiner comprized 40.6% coir fiber, 37.2% coir dust and 22.2% water soluble compounds.
- 2) The removal of coir dust from the coconut husks was important for pulping. The pulp yields of coir fiber ranged from 41.7% to 47.1%. However, the pulp yields obtained from the whole husks containg coir dust were reduced to 21.1%—25.5%,
- 3) Kraft and alkaline sulfite cooking processes were applicable successfully, mainly on the physical properties of coir pulp. The values of breaking length and tear factor obtained from optimum beaten pulp sheets were about 80% in comparison to those of wood chemical pulps, and the MIT folding endurance was superior to them. Bisulfite pulp gave the good result for brightness, but not for physical properties.
- 4) The brightness decreased slowly with increase of beating, but the tendency was not so remarkable.

Keywords: Coir fiber, Coir dust, Beating, Kraft, Alkaline sulfite, Bisulfite.

脚注 本報告の一部は第 49 回紙パルプ研究発表会において発表した。

1. 緒 言

木材資源がリニューアブルな非化石資源として重要視されている折, 木質繊維に代る原料として, 非木質繊維の利用が再び見直されている。筆者らは世界で年間約 500 万 t ものヤシ殻が大部分焼却し, 廃棄されているのに注目し, 同原料に含まれる繊維部のパルプ化を試みてきた。前報¹⁾において, 同原料のクラフト (KP), バイサルファイト (BiSP) 及びアルカリ性サルファイト法 (ASP) によるパルプ化について, 蒸解温度の変化を主とする蒸解条件を検討し, 得られた製紙適性を示した。

本報告では引き続き, 上記各パルプ化法について, 薬液濃度, 薬液比などを種々変え, 最適条件を調べると共に, 叩解度を変えて得られたパルプの製紙適性を検討した。ヤシ殻に絶乾重量比で約 40% 存在するコイアダストは約 40% のホロセルロース分を含んでおり, 本実験では, コイアダストを含んだままのヤシ殻全体をパルプ原料としたときの, パルプ収率及び製紙適性について検討したので併せて報告する。

2. 実 験

2.1 試 料

前報と同じインドネシア産ココヤシ殻を試料に供した。収穫後, 多くの日数を経たオールドココヤシ殻は前報と同様の処理を行い, 蒸解試料として用いた。今回はディスクリファイナー処理を 3 回繰り返したため, 繊維に付着するダストはほとんどなく, ヤシ殻から得られた蒸解用繊維部分の割合は表 2 の試料 D に示す 40.6% であった。収穫後の経過日数が短いヤングココヤシ殻及びオールドココヤシ殻の一部は, 縦, 横共に約 3 cm のチップにし, ヤシ殻全体を蒸解試料とし

た。

2.2 顕微鏡観察

ココヤシ殻繊維断面及びシートの表面について, 金蒸着後, 日立一明石 MSM 6 型走査電子顕微鏡 (MI-NISEM) による観察を行った。試料台傾斜角 20°, 電子線加速電圧は 15 kV である。

2.3 化学分析

ペントウサンの定量は TAPPI T_{19m}-50 で, ホロセルロースの定量は亜塩素酸定量法²⁾で行った。その他の定量法は JIS 法に準じた。

2.4 蒸 解

4l 容回転式オートクレーブを用いて, 表 1 に示す条件で蒸解した。蒸解パルプは 200 メッシュ金網を用いて十分に水洗し, 離解機で解繊後, 粗収率を求めた。次いで, 10 カットのフラットスクリーンを通して結束繊維を除去した後, 精選収率を求めた。

2.5 叩解及び紙質試験

PFI ミルを用い, 叩解数を変えてフリーネス (CSF) 及び汙水度を測定した。以下前報と同様に抄紙し, 紙質試験を行った。

3. 結果と考察

3.1 ヤシ殻の組成

ヤシ殻は収穫直後で青い表皮をしたものをヤング, 経過日数が長く褐色に変化したものをオールド, 中間的なものをハーフアライブココヤシ殻と称している。収穫直後のヤシ殻では, コイアダストの繊維部への付着が強く分離し難いが, 放置日数が長くなるにつれ, 結合が弱まり両者の分離が容易になる。表 2 の A~C に, ディスクリファイナーを用いてヤシ殻を破碎し, 繊維部とコイアダストに分離したときの組成比を示す。水可溶分は分離の際に用いた水中へ流出した量である。

Table 1 Cooking Conditions

Chemicals		Kraft		Bisulfite		Alkaline sulfite	
		Total Alkali	16%	T.A.*	5%	Na ₂ SO ₃	30%
		Sulfidity	25%	C.A.*	2.5%	NaOH	10%
Liquor to wood ratio	1/kg	5 : 1		5 : 1		5 : 1	
Time to max. temp.	hr	1.5		2		2	
Maximum temp.	°C	170		160		170	
Time at max. temp.	hr	2		4		4	
Crude yield	%	42.3		41.7		47.1	
Screen yield	%	40.1		41.0		45.3	
Kappa number		38.7		90.4		83.0	
Brightness		19.2		34.3		21.6	

* T.A. : Total acid, C.A. : Combined acid

Table 2 Components of coconut husk

	Sample	Fiber, %	Dust, %	Water soluble content, %
A	Old coconut husk	47.5	32.2	20.3
B	Half alive "	50.5	33.7	15.8
C	Young "	53.3	31.2	15.5
D	Old "	40.6	37.2	22.2

Note: Values of A, B and C were determined to know the components of coconut husks. Values of D were obtained when coconut husks were crushed to get fiber portion as pulping materials by a diskrefiner.

繊維部分の割合は、ヤング>ハーフアライブ>オールドと古くなるほど減少し、水可溶分が逆に増大している。ダストの割合は変化が小さい。

3.2 繊維形態

図1に繊維の横断面の走査電子顕微鏡写真を示す。一本の繊維はマニラ麻やバナナの葉繊維とよく似ており、多数の繊維細胞から構成されている。平均繊維幅は 16μ ($10\sim 25\mu$) で、ルーメンが約 10μ あり、繊維壁は 6μ と薄い。

3.3 化学分析

表3に化学分析の結果を示す。ヤシ殻繊維は、水、有機溶媒可溶分、灰分、リグニンなどの含有量が木質材に比べて多く、セルロース含有量は約50%である。一方、ダストのホロセルロース含有量は約40%と、繊維部分のそれより更に少なく、リグニン、灰分、溶媒抽出成分が多い。試料Dは、パルプ原料として繊維部分のみを得るために、ヤシ殻の破砕過程にディスクリファイナーを用い、大量の水による洗浄を行ったので、水、有機溶媒可溶成分及び灰分の大部分が水中へ流出除去されたものと考えられる。その際、繊維に付着しているリグニン含有量の高いダストがほぼ完全に

Fig. 1 Scanning electron micrographs of transverse section of coir fiber.

Table 3 Chemical Components of Coconut Coir Fiber and Dust

	A	B	C	D
	Old coconut ^{*)} fiber %	Young coconut ^{*)} fiber %	Old coconut ^{*)} dust %	Old coconut ^{**)} fiber %
Cold water solubles	10.3	11.0	17.2	0
Hot water solubles	12.3	14.4	22.2	0.2
1% NaOH solubles	34.8	39.8	45.6	—
Alcohol-Benzene extractives	6.6	5.0	6.7	0.6
Cross and Bevan cellulose	49.6	50.4	53.1	—
Klason lignin	37.8	32.5	43.0	29.9
Pentosan	—	21.2	—	—
Holocellulose	51.7	52.0	42.1	72.7
Ash	4.5	4.2	5.6	1.7

^{*)} Separated from the coconut husk with a mechanical hand machine.

^{**)} Separated from the coconut husk using a disk refiner.

除去されたので、このパルプ原料はホロセルロース含有量 72.7% を示した。従って、ヤシ殻全体をパルプ原料とするものに比べ高いパルプ収率が得られた。

3.4 蒸 解

蒸解はクラフト、アルカリ性サルファイト及びバイサルファイト法で行った。いずれの蒸解法とも、蒸解時間及び薬液比は表 1 に示す条件に固定し、蒸解温度と薬液濃度を種々変えて検討し、この表に示す蒸解諸条件を選定した。これらの蒸解条件下におけるパルプ化では、KP は蒸解後の繊維の形状は全く完全に離解していた。ASP 及び BiSP は蒸解後も繊維の形状が保たれていたものの、離解機により容易に解離された。パルプ収率は木材化学パルプよりもやや低く、41.7% (BiSP) ~ 47.1% (ASP) であり、1~2% のスクリーン粉率があつた (表 1)。BiSP, ASP のカップー価は、90.4, 83.0 と KP の 38.7 に比べ大きな値を示したが、未漂白パルプの白色度は逆に BiSP > ASP > KP の順であった。

3.5 叩解及び紙質

図 2 に叩解によるフリーネス (CSF) 及び排水時間の変化を示す。同図に示すように、排水時間は叩解時間に比例して増大するので、叩解度を示す指標となり得た。しかしながら、CSF 値は KP, BiSP では PFI 1,000 回、ASP では PFI 3,000 回で極小値を示し、更に叩解時間を長くすると、いずれも CSF 値が再び増大する傾向を示した。この様な現象は Touzinsky³⁾ や Kenneth⁴⁾ からも同様の報告をしているが、明確な

Fig. 2 Effect of beating time on freeness and drainage time.

説明はなされていない。また、前報においても、蒸解最高温度を 160~190°C へと 10°C 毎に上昇させた場合の試料について、叩解時間を一定にして得られた CSF 値の変化においても同様の傾向がみられており、今後の検討を要する。例えば、フリーネス測定の際、CSF 値が極小値を示す場合より長時間叩解した試料は、測定中にカナディアンフリーネステストの側管部から多量の繊維が流出してくる。その理由の一つとして、PFI ミルで長時間叩解した際の、繊維切断の可能性などを考慮し、それらの繊維長分布を調べたが、未叩解試料のそれとの差異はほとんど認められなかった。

未叩解のパルプシートは、図 3 にみられるように結束繊維やダストなどの夾雑物が多数認められたが、叩解処理後はほとんど消滅した。CSF 290 ml/ まで叩解したパルプは、図 4 に示すように粗朶状の結束繊維は完全に解離され消失するが、外部フィブリル化を示すひげ状の糸状体は観察されない。PFI ミルで、10,000

Fig. 3 Alkaline sulfite pulp sheet surface without beating.

Fig. 4 Alkaline sulfite pulp sheet surface beaten 1000 revolutions by PFI mill up to 290 ml c.s. freeness.

回まで更に叩解を進めたパルプ繊維も、図5に示すように外部フィブリル化は現われず、切断や裂開が生じる。

Fig. 5 Alkaline sulfite pulp sheet surface beaten 10,000 revolutions by PFI mill.

Fig. 6 Density vs. PFI mill revolution numbers.

Fig. 7 Breaking length vs. PFI revolution numbers.

オールドココヤシ殻の繊維部分のみを原料としたパルプの叩解による密度、裂断長、比引裂き強さ、耐折強さの変化を図6～9に示す。密度及び裂断長は叩解時間と共に増大する。KP、ASPの裂断長は約6.5kmに達し、普通の木材化学パルプの約80%近い強度が得られたが、BiSPは他の2者に比べやや低く、最大裂断長は5.0kmであった。比引裂き強さはKP、ASPでは叩解時間による変化は少なく約120～130で一定の値を示した。BiSPのそれは叩解時間と共にやや減少し、その強さはKP、ASPの約1/3であった。耐折強さは裂断長と同様の傾向を示した。白色度は図10に示すように、BiSP>ASP>KPの順で、叩解時間とともにゆるやかに減少する。

Fig. 8 Tear factor vs. PFI revolution numbers.

Fig. 9 Folding endurance vs. PFI revolution numbers.

Fig. 10 Brightness vs. PFI revolution numbers.

3.6 パルプ化に際してのダストの影響

本報告では、これまでヤシ殻から分離した繊維部分のみを原料とするパルプ化について述べた。しかしながら、ココヤシ殻に約40%含まれるダストは繊維形

Fig. 11 Effect of coir dust for pulping on breaking length.

O : Separated only old coconut fiber portion was cooked.

Y : Whole young coconut husk containing coir dust was cooked.

Table 4 Data on Cooking

		Cooking	Yield		Brightness
			Crude	Screen	
Old coconut	(A)	Kraft	42.3%	40.1%	19.2
"	(A)	Alkaline Sulfite	47.1	45.3	21.6
"	(B)	Kraft	25.5	24.0	8.0
Young coconut	(B)	Kraft	21.1	19.8	10.7
"	(B)	Alkaline Sulfite	25.0	20.5	14.7

(A) Separated onry fiber portion was cooked.

(B) Whole coconut husk was cooked.

状こそ認められないものの、表3に示すように、約42%のセルロース成分を含有することから、より多くのパルプ原料を確保するため、繊維部分とダストとの分離過程を省くために、ヤシ殻全体をそのままチップ化しパルプ化を試みた。表1と同じ蒸解条件で得られた結果を表4に示す。繊維部分のみを原料とするパルプと、ダストを含む原料から得られるパルプとの紙質に関し、裂断長の比較を図11に示すが、その差はほとんど認められなかった。しかし、ダストを除去しない場合のパルプ収率は半量近くに減少し、且つ白色度は大幅に低下することから、ヤシ殻のパルプ化に際しては、蒸解前のダストの分離が必要である。

4. 結 論

ココヤシの実のうち、未利用部分であるヤシ殻中に重量比で約半量含まれる繊維部分のパルプ化をクラフト、アルカリ性サルファイト及びバイサルファイト法によって行った。

ヤシ殻の繊維部分のみをパルプ原料とした場合のパルプ収率は42~47%であった。クラフトあるいはアルカリ性サルファイトパルプの物理的強度はどちらも、適正な叩解処理により、引張り強さ、引裂き強さ、耐折強さなどは木材化学パルプの約80%の強さが得られた。しかし、バイサルファイトパルプは、他の2法に比べ白色度は良好であったが、物理的強度は劣った。

ヤシ殻繊維は平均繊維長は約 0.5 mm と短かいために、良質の紙、パルプは得られ難いと懸念されたが、以上のパルプ収率及び物理的性質を考慮すると、パルプ原料としての実用性は有望であると考えられる。

ヤシ殻に含まれるダストは、パルプの物理的強度にこそ影響を与えないものの、パルプ収率が大幅に減少し、且つ白色度の低下が生じる。従って、ヤシ殻の約半量を占めるダストは蒸解前に分離除去し、ハードボード用原料など他用途を考える必要があろう。

謝 辞

本研究の実施に際し助言を得るとともに、電顕写真

を撮影して戴いた、繊維高分子材料研究所の栗田利夫氏に深く感謝致します。

文 献

- 1) 品川俊一, 春日和行, 矢野彰一郎, 畠山兵衛: 紙パ技協誌, 37 (10), 933 (1983)
- 2) 東大農学部林産化学教室編: 林産化学実験書, p. 103, 産業図書 (1956)
- 3) Kenneth, W. Britt and John E. Unbehend, Tappi Vol 63 (4), 67 (1980)
- 4) G. F. Touzinsky, R. L. Cunningham, and M. O. Bagby, Tappi Vol 63 (1), 53 (1980)

(受理: 59.9.4)