非木材繊維の利用と問題点

三島製紙株式会社技術部 原 啓 志

The Utilization of Non-wood Fiber and The Subject to Be Studied

Hiroshi Hara

Technical Dept. Mishima Paper Co., Ltd.

Non-wood fiber plants have been used as raw materials for the hand made paper in the Western Europe, which made from rags, and for the Japanese paper (Washi) since the old days. Thereafter, the fiber and other cells of the hemp kind, bamboo, sugar cane bagasse and cereal straw have been used as raw materials for the paper around the various Asian countries, Latin America and so on. The utilization of kenaf, sugar cane bagasse and bamboo for the pulp and paper is being extended further in accordance with the demand for the substitutes for wood and the need of the preservation of the earth environment.

Non-wood fiber plants mainly signify dicotyledon with bast fiber, the grass kind and true grasses. They have slender fiber cells and offer paper strength and characteristic functions. Those characteristics including large hemi-cellulose and ash contents, however, become an obstacle to pulping and manufacturing the high quality paper as well as mixing large vessel element with the thin cell wall and little parenchymatous cell of non-wood fiber plants causes the lower quality of paper.

They estimate that the quantity of non-wood fibers on the earth to be 2.5 billion tonnes, but only 20 million tonnes of them in terms of pulp are utilized for paper manufacturing. In general its raw material ratio of the pulp and paper manufacturing is low in the advanced countries and further increase of using non-wood fibers is expected. Although there are several subjects to be discussed such as overall influences on the environment of the earth including cultivation of rivalry crops and influences on the soil and materials, non-wood fiber plants including kenaf grow annually with a very large amount and good effects can be expected which are the fixation of carbon dioxide, the effective use of the solar energy, the conservation of forest, and afforestation.

Varieties of paper have been manufactured from kenaf, sugar cane bagasse, bamboo, and cotton, and those papers offer good printability and other strong points which wood paper does not have. The usage of non-wood fibers will be expanded in the future if making the most of their strong points with reference to the influences on the environment of the earth.

1. はじめに

・世界の手漉き紙

紀元前 179～141 年に作られた最古の紙、放馬灘紙や灞橋麻紙、蔡侯紙の原料は麻を中心とした非木材繊維である。絹のくずを洗って簀でシートを作る方法は、絹織物、紙とともにシルクロードを通して 12 世紀にヨーロッパに伝わった。以来、19 世紀に木材パルプが開発されるまで、欧米でも非木材繊維を使って手漉き紙が作られ続け、現在でもフランスやイタリアのいくつかの工房で作られている。これら手漉き紙の原料は衣類のボロが中心で、紙の需要の増加とともにボロが不足した話が知られている。

日本には 6 世紀末頃伝来し、和紙に発達した。和紙の原料は、木本の茎であるが、その皮を利用することから木材パルプとは区別され、非木材繊維とされる。

これら非木材繊維は、主に織物用繊維として利用、栽培されていた。亜麻は紀元前 4200 年頃にはエジプトで栽培されていた。大麻は紀元前 1700 年頃中国で栽培され始め、楮も古くから日本で織物に利用されていた。

・ケナフ、バガスの利用

洋紙の利便性、供給能力等から、木材を主原料とする紙が主流を占め、その中で僅かに、シガレットペーパー、コンデンサーペーパー、粘着テープ原紙、特殊印刷用紙などの特殊印刷用途に非木材繊維が使用されてきた。世界では木材資源と非木材植物資源との供給、価格バランスから穀物ワラやバガス及び各種の麻類が使用されている地域もある。

過去には、木材資源の枯渇問題から木材代替資源の研究や開発が幾度となく試みられたが、定着するまでには至っていない。そのような状況のもとで、森林資源の確保、維持、CO₂ による地球の温暖化等の地球環境保全の必要性が問われはじめ、ここ数年ケナフやバガスといった非木材植物資源の利用が再び注目を浴び、広く浸透しつつある。

2. 非木材繊維

2.1 非木材繊維の利用

(1) 非木材繊維の種類

非木材植物繊維には、植物体の繊維の種類によって、靱皮繊維、維管束鞘繊維、種毛繊維に分類される。靱皮繊維を利用する植物としては、ケナフ、亜麻、ラミー（苧麻）、ジュート（黄麻）、楮、三桠、雁皮があり、この内、和紙の原料となる後三者は木本である。維管束鞘を利用する植物には、サトウキビバカス、穀物ワラ、竹、マニラ麻（アバカ）、サイザル麻、エスパルト、葦（リード）、パピルスがある。種毛繊維としては、木綿、コットンリンター、カボックがある。

これらは、天然植物繊維、栽培植物繊維、農産物あるいは紡績工程等で発生する廃物繊維に分類し直すこともできる（表 1）。また、ケナフや維管束鞘繊維植物は繊維以外の構成細胞も紙として同時に利用されることが多い。

(2) 非木材繊維紙の種類

非木材繊維紙には、非木材繊維の持つ特性を利用する用紙と環境問題などを考慮して、木材を出来るだけ使用しないようにという観点から非木材パルプを配合する用紙がある。前者には、楮、三桠、雁皮、マニラ麻を使用する和紙、亜麻を使用するシガレットペーパー、マニラ麻を使用するコンデンサーペーパー、粘着テープ原紙の他、工業用途やコスメチック類で使用される特殊紙がある。後者は塗工紙、非塗工紙を含め各種の印刷用紙、包装用紙、ファンシーペーパーがあり、主にケナフやバガス、コットンのパルプが使用される。これらの内、ファンシーペーパー等では、ステーションナリーに使用されているコットンに代表されるような非木材繊維の生み出す筆記適性や風合いを利用する側面も有する。

2.2 非木材繊維とは

(1) 木材と非木材繊維植物の構造

木材パルプは樹皮、皮層を取り除いた二次木部の各

表 1 製紙に用いられる非木材植物繊維

(大江：MIC, No.2, (1995) 引用)

1. 天然植物繊維	竹 エスパルト 葦 竜鬚草 サバイグラス パピルス 雁皮
2. 栽培植物繊維	
(1) 靱皮繊維	楮 三桠 亜麻 大麻 ラミー ジュート ケナフ
(2) 葉 繊 維	マニラ麻（アバカ） サイザル麻 ニューゼaland麻
(3) 種毛繊維	綿（コットンリンター）
3. 農産廃物繊維	甘蔗バガス 小麦わら 大麦わら 稲わら 棉茎幹 玉蜀黍茎幹

(Illustrated by H. Hara)

図 1 亜麻の茎の構造

種細胞の集合体となっているが、主に針葉樹では仮導管が、広葉樹では木繊維が主体となり、これが木材パルプ繊維といわれている。ほかに導管要素や各種の柔細胞が含まれる。

これに対して、韌皮繊維は双子葉植物の皮に当たる部分の内、肥大成長した師部繊維（韌皮繊維）をパルプにするため、剥皮した後、この繊維を取り出して利用する（図1）。竹やバガス、ワラは茎や葉の維管束の周辺にある鞘繊維を主体にする（図2, 3）が、工程や使用上問題となる細胞以外は全て紙にする。種毛繊維は種子の皮の部分から成長する繊維であり、紡績での未利用繊維を利用する場合が多い。

(2) 非木材繊維の形態的特徴

非木材繊維は、一般に木材に比べて、繊維細胞の繊維長が長い。このため、紙にした場合、引裂強さ等の紙力が強い紙が得られ易い。しかし、葉や茎全体をパルプにする場合に含まれる繊維以外の細胞は、各種の形態を有する。導管要素や髓の柔細胞は薄壁で幅広く、幅に対する長さの比が小さい形態であり、紙を構成する場合、紙力の低下や通気性、印刷適性の低下をもたらす（図4, 5, 表2）。

(3) 非木材繊維の化学組成

非木材繊維の化学組成は各植物で、また構成部位、構成細胞で異なるが、概して織物や糸に使われるような繊維はセルロースの含量、結晶性、配向性が高い。非木材植物として化学組成を見ると、ヘミセルロースや灰分、シリカ分が多い傾向にある。このため、製紙用に直接用いる場合は、形態的に異なる各種細胞の処理とこれら組成の違いを考慮してパルプ化、製紙される（表3）。

(4) 非木材繊維のパルプ

印刷用紙等に利用されている代表的なバンブーパルプの特性を表4に示した。ケナフの全茎パルプの一例を示すと、収穫したケナフ全茎をチップ化した後クラフト法で連続蒸解、C-EO-H-Dの漂白シーケンスで漂白してBKPが生産されている。パルプの特性としては、白色度、チリ等木材パルプと差異はなく、木材パルプと同様の扱いで製紙に供することができる。但し、構成細胞のディメンションや組成が異なるため、単純に木材パルプと置き換えて使用することはできない。非木材パルプから調製した手すきシートの紙質は木材パルプから調製した手すきシートに比べて、低密度でポーラスな紙層となる（表5）。

図 2 竹の横断面

Sheath

Stem

図 3 ワラの横断面

図 4 ケナフの構成細胞

図 5 ワラの構成細胞

3. 非木材繊維の利用

3.1 非木材繊維資源の推定量

利用可能な非木材繊維資源の推定量は、25 億トン以上になる（1995 年、表 6）。これに対して世界の木材パルプ生産量は、1 億 5 千万トン強であるので、紙パルプに利用されている木材資源量としては 3～4 億トンの範囲で、比べて非木材資源量は多い。そのうち、小麦ワラ、稲ワラ、その他麦ワラ、トウモロコシの茎を合わせると 20 億トン程度になり、これら農産廃物で大半が占められることになる。

その利用に当たっては、地域的な拡散や集荷の問題、他のエネルギーや肥料等との置き換え価格差の問題等の解決が必要で、単純にそのまま紙パルプに利用できない非木材資源と見なすことはできない。またすでにこれらの問題や木材パルプとの比較から利用できる資源はアジア、中南米、アフリカを中心に利用されている

のも実状である。

3.2 非木材繊維の利用率

パルプ生産原料に占めるに非木材原料の割合を比べてみると世界全体の平均では10%前後になる(表7)。この内、先進国の総平均は0.5~1.0%で、途上国の総平均は50%前後になる。特に中国(87%)、インド(65%)、中南米(8.7%)、旧ソ連(4%)と各国での非木材パルプの利用率が高い。これは、木材資源が少ないことや非木材資源が利用可能な状況で豊富にあること、コストパフォーマンスが良いこと、設備的に小規模でできること等々の要因があるためであると推定される。これに対してアメリカ(0.4%)、日本(0.04%前後)等先進国の利用率は低い。

3.3 利用の効果と影響

(1) 農産廃物の利用

穀物ワラや砂糖キビバカス、木綿茎はその本来の目

的である、穀物、砂糖、コットンを収穫した残さであり、これらを総称して農産廃物という。

農産廃物は、燃焼、焼却して畑地に栄養素として還元したり、エネルギーとして利用したり、あるいはそ

表3 亜麻の化学組成

(%)	Flax waste		Flax waste
	Fiber	Xylem	
Moisture	10.2	11.9	7.6
Ash	0.8	1.3	2.1
Hot water sol.	2.0	2.7	—
Et-OH-benzene sol.	3.1	1.8	2.2
1 % NaOH sol.	23.0	25.2	21.7
Klason lignin	5.0	28.2	8.3
Holocellulose	95.0	73.6	86.4
Cellulose	88.4	49.0	—
α -cellulose	77.2	33.5	—
Glucose	64.6	34.8	62.0
Galactose	2.9	6.9	3.4
Mannose	4.0	12.2	5.9
Xylose	0.6	27.5	4.5
Arabinose	0.4	6.5	1.1
Rhamnose	0.3	0.8	0.5
Methoxyl group	0.58	5.50	—
Pectin	1.49	1.27	4.46*
Crystallinity	75	51	—
Ratio of mix. (Fiber)	—	—	65.8
(xylem)	—	—	34.2

*Only this sample is flax stem without retting

表2 木材、非木材繊維のディメンション

	長さ (mm) 重量平均繊維長	幅(μ m)	壁厚(μ m)
広葉樹 (LBKP)			
ブナ	0.5~1.8	13~25	2.6~6
非木材植物			
コットン	10~56	10~40	6~21
ケナフ 韌皮繊維	0.7~10.3	5~30	3.6~11.4
木部繊維	0.2~1.5	10~46	0.8~1.1
全茎	(1.59)		
竹	(1.98)	7~12	3.6~4.3
バガス	(1.46)	~20~	—

表4 バンブーパルプの特性 (フェニックス社資料引用)

PHYSICAL PROPERTIES			STRENGTH PROPERTIES		
Brightness, EL%	=	90	Freeness CSF, m/	=	300
Viscosity, CED, cp	=	12	Breaking Length, km	=	6.4
Dirt Count, ppm	=	2	Burst Index, kPa. m ² /g	=	4.2
Opacity %	=	70	Tear Index, mN. m ² /g	=	9.5
Ash, %	=	0.2	BALE DATA		
DCM Extractives, %	=	0.2		Single Bale	Unitized Bale
pH	=	5.5	Bale Size, mm (L×W×H)	800×600×430	900×1,300×1,740 (8 bales/unit)
Avg. Fiber Length, mm	=	1.7	Tying Wire	GI-Diameter 2.3 mm	GI-Diameter 3.1496 mm
**Tests carried out as per TAPPI/ISO Standards			Gross Wt, kg	200	1,600

表 5 各種非木材パルプ手すきシートの特性 (CSF 230 ml)

		ケナフ	バンブー	バガス
坪量	g/m ²	60	60	60
密度	g/cm ³	0.619	0.561	0.687
透気度	sec/100 ml	130	15	330
裂断長	km	6.2	5.1	5.4
比引裂強さ		100	115	55
不透明度	%	79	76	73
インキ盛量	1 ml			
印刷光沢度	%	6.1	2.8	9.7
印刷濃度		1.3	1.1	1.3
セット性	%	75	76	75

表 6 世界の非木材繊維資源推定量(J. E. ATCHISON, PdP 1995 (July), 引用)

Raw materials	Potential worldwide availability BDMT	Potential availability in U. S. BDMT
Sugar cane bagasse Straws	102,200,000	4,400,000
Wheat Straw	600,000,000	76,000,000
Barley Straw	195,000,000	7,000,000
Oat Straw	55,000,000	5,000,000
Rye Straw	40,000,000	400,000
Rice Straw	360,000,000	3,000,000
Seed flax Straw	2,000,000	500,000
Grass seed Straw	3,000,000	1,100,000
Subtotal straw	1,255,000,000	93,000,000
Stem liber including jute, kenaf, hemp, etc. (whole stalk) of which bast fiber=3,000,000	13,700,000	
Leaf fiber, including sisal, henequen and maguey	500,000	
Abaca or manila hemp	80,000	
Reeds (estimated)	30,000,000	
Bamboo (estimated)	30,000,000	
Papyrus (estimated)	5,000,000	
Esparto grass (estimated)	500,000	
Sabai grass	200,000	
Total cotton staple fiber	18,300,000	3,500,000
Total first and second cut linters	2,700,000	500,000
Cotton stalks	68,000,000	4,600,000
Corn stalks	750,000,000	150,000,000
Sorghum stalks	252,000,000	28,000,000
Hemp fiber and tow	200,000	
Grand total	2,528,380,000	284,000,000

Source : Joseph E. Atchison Consultants Inc.

表 7 世界の非木材パルプの能力 (J. E. ATCHISON, TAPPI Journal 1996 (00), 引用)

Raw materials	Total papermaking pulp capacities, million metric tons			
	1985	1988	1993	1998
1. Straw	6.166	5.260	9.566	10.187
2. Sugar cane bagasse	2.339	2.267	2.984	3.682
3. Bamboo	1.545	1.674	1.316	1.850
4. Miscellaneous raw materials	3.302	6.366	6.870	7.742
Total nonwood capacity	13.352	15.567	20.736	23.471
Total papermaking wood pulp capacity	151.000	160.174	176.000	185.000
Grand total papermaking pulp capacity	164.352	175.741	197.736	208.471
Percentage nonwood	8.1	8.8	10.6	11.2

Source : Estimates by Joseph E. Atchison Consultants, Inc., based on FAO Capacity Surveys and information obtained directly from various countries

のものを再利用したりしている。これらの資源をパルプ用に転換する場合、肥料、重油、ロープといった代用資源が必要となるほか、収集、輸送、貯蔵の問題、費用、時間、スペースの確保、解決が必要となる。ただこれらの問題は時代とともに変化し、最近ではバガス、ワラなど木材代替資源になり得る状態になりつつあるものもある。技術的、生産的には薄壁で幅と長さの比が小さい柔細胞、髄柔細胞が多く含まれると脱水、洗淨性が低下し工程の効率低下や廃液の負荷を高めることになるほか、紙質にも影響を及ぼす。ほかにシリカ分や糖分など木材とは異なる組成の影響で廃液の処理効率の低下などの問題もある。

(2) 非木材植物の栽培

亜麻や大麻、木綿は栽培植物であるが、これらは、そのものをパルプ資源として利用することは少なく、紡績に供した屑や残さを原料とする。これに対して、ケナフやサイザル麻、一部の竹は栽培してパルプ資源とする。この場合、畑地に競合作物が存在する訳で、イモ類や木綿、豆類等が競合し、生産者にとっての一年後の収益がその栽培の選択の決め手になる。さらにケナフ等の麻類は、繊維資源とも競合し、ロープや麻袋、あるいは紡績原料と比べて、より収益性の高い用途に向けられることになる。

栽培においては、ほかに連作の問題や土地がやせて行くことに対する対応、施肥、更には病虫害、土壌の改質なども考慮しなくては行けない。

成長量は生産者にとっても重要な問題であるが、木材の代替資源という点からも一定面積当たりの収穫量、パルプ生産量は重要である。1950年からのアメリカ農務省の繊維資源調査で、世界中の1,200種から総合評価を行い、ケナフ、ケナフの仲間のローゼル、竹な

ど数種が高得点を得た。

この成長の早いケナフをユーカリと比較すると、同一面積で7年間の相当パルプ量はユーカリと同等か少し低い生産量となる。この点からは、充分木材の代替あるいは森林資源の保護につながり得ることになるが、畑地利用の有効性、一年生という周期性、周辺の環境影響等々複雑に影響し合う。

現在のところ、木材パルプに、あるいは木材パルプに一部を置き換えて使用されている栽培非木材繊維資源は、ケナフ、バガス、竹等である。これらは、前述した各種の課題をクリアーし、かつパルプの生産においても木材と同等の設備、処理、環境対応がなされているからである。いずれも価格的には高くなるものの、最終製品に付加価値を見い出すことができ、利用されている。

3.4 非木材繊維の使用具体例

(1) ケ ナ フ

靱皮繊維は厚壁で細長いため、ポラスな紙層、高い紙力を有する紙が得られる。このため、木部細胞も利用することが可能で、資源の有効利用の視点に立ち、全茎パルプの利用が浸透している。この全茎パルプは、高品質のパルプが安定供給される体制もあり、塗工印刷用紙、非塗工印刷用紙、包装用紙に10~25%配合されている品種がある。ほかに全茎パルプ100%で作った特殊印刷用紙もある。

ケナフは1年生草本で、生長量が速いなど、環境的にも注目されている。幸い、ケナフから作る用紙には独特の優しい、温かい風合いがあることも寄与して益々、用途拡大している。

(2) 亜 麻

紡績、精線工程で屑(waste)を主原料とするが、

図 6 ケナフイラスト

その主体は靱皮繊維である。幅に対する長さの比が大きく、細いため、薄葉紙等の製造に用いられる。薄い、高強度、高不透明度が得られるほか、作り方によって通気性も高まる。燃焼臭が少ないこと等の理由からシガレットペーパーの原料に用いられる。特殊印刷用紙に配合した用紙も数種生産されている。

(3) 大麻、ジュート

いずれも靱皮繊維植物で、靱皮もしくはある程度脱木部を行った原料を用いて引裂強さの改善や不透明性といった特性を生かして特殊用紙に使用されたことがある。

(4) 楮、三桠、雁皮

和紙の三大原料であり、木本の皮から靱皮繊維を取り出し、精選して手漉きもしくは機械抄紙に供する。特殊な例として表皮の一部を漉き込むこともある。手作業で精選するため、単繊維を切断することなく紙料とできること、穏和なパルプ化、調成を行うことの原因から、高い引裂強さ、低密度で和紙独特の落ち着きのある風合いになる。各繊維の特性を利用して和紙の用途を分けている。

(5) マニラ麻

芭蕉科の葉鞘繊維で、物理的に繊維以外の細胞を除いたのち、ロープ等の繊維用と製紙用に向ける。厚壁で細長いことと、作られる紙の特性、風合いが和紙に似るため、楮、三桠の代替原料として使用されるほか、ティーバック用紙等のフィルターペーパー、コンデンサーペーパーなどの薄葉特殊工芸用紙に使用される。

(6) バガス

サトウキビの糖分を圧搾して抽出した残さで、一般にバガスと称される。イネ科植物であるが、成長が良く、茎の径は大きくなる。このため、柔細胞、髄柔細胞と呼ばれる薄壁の細胞が多数混在することが特徴で、このため、蒸解廃液処理における糖分の問題、柔細胞(ビス)による、紙力低下、表面強度の低下の問題を解決する必要があるが、世界の数ヶ所でバカスパルプの生産が行われている。得られる用紙や特性は、木材パルプから得られるそれに近く、印刷用紙や包装用紙に配合されている。

(7) 竹

東南アジアで産するいわゆるバンブーを原料としたパルプが作られている。竹も柔細胞の問題を含んでいるほか、繊維細胞は薄壁で細いことなど幾つかの課題があるものの木材パルプに代替されて印刷用紙に配合される例もある。

(8) ワラ

小麦ワラ、稲ワラ等のワラは注目されるが、現在では毛筆の特性を利用した手漉き紙や原料事情に合わせて、パルプ、紙用資源として使用されている。ワラの場合にも、柔細胞の問題、シリカの問題を含んでいるほか、原料が高価であることなどの問題も含んでいる。

(9) その他

サイザル麻、エスパルト、コットンリントー等々非木材繊維は多数あるが、特殊印刷用途に特性を利用して僅かに使用されているほかは、木材資源との対比において、そのメリットを生かしてパルプ、紙用セルロース資源として利用される。この場合、用紙の品質が厳しく要求されると難しい状況であるのも現状である。

4 環境との関わり

4.1 太陽エネルギーの転換効率

投下太陽エネルギーに対する総光合成固定量の比率は、高効率の熱帯雨林等で1~3%という報告がある。非木材植物のケナフの光合成能力は、他の植物に比べて高いことも知られており、非木材繊維植物の育成は太陽エネルギーの有効利用ということにもなる。

4.2 CO₂の吸収

地球の大気中のCO₂濃度及び地球の平均気温は年々上昇している。これは、直接、間接的に人類から排出されているCO₂の大気中への放出、蓄積による温室効果と考えられる。

1年生植物のケナフの成長量はha当りの乾燥重量10~30トンとなり、ほぼ同量のCO₂が固定化される。これに対して森林は14~17t/ha (3.8~4.6 T-C/ha・Y相当)の固定化能力といわれる。

仮に日本の火力発電所から出る CO₂ をケナフに固定化させようとするとな北海道並の畑地が必要になると言う報告もある。しかし、身近で栽培できる非木材繊維植物を生育して、人類の活動によって放出される CO₂ を少しでも固定化し続けることも意味があることと思われる。

4.3 その他の環境に対する影響

環境問題については、その規模、地域、その内容によって単純に論ずることは難しく、CO₂ の固定化にしても、その後の繊維植物の利用、処理方法、あるいは栽培のために使用される肥料や機械設備等のエネルギー消費やそのものの生産の影響等々が複雑に影響し合っている。

同様に、日本の都市部でも問題になっている都市ゴミの問題についても非木材繊維との関わりも無視できない。また、栽培に当たっての土壌に対する影響や他の動植物に対する影響などいろいろと考えなければならないことがある。

5. 非木材繊維紙の特性

5.1 紙 質

非木材繊維紙は、主体となる繊維細胞あるいは混在する非繊維細胞が形態的に木材の繊維細胞と異なる。また組成的にも木材とは異なる。このため単なる木材パルプとの併用や配合によって木材パルプからつくる用紙との同等の品質、紙質を作るだけでなく、個々の

特性に合わせた用紙とすることで特徴を生かすことができる（表 8）。

5.2 リサイクラブル，リターナブル

非木材繊維もリサイクラブルであり、現在いろいろな意味を持って行われている古紙回収、利用のサイクルに入ることになる。

また、和紙などの歴史を考えると長繊維であること、耐折強さが強いこと耐候性があることなどの理由で、包装紙として何度も使用されたり、建材用に再利用されたりしている。現在でも一部このように使用されており、その代表的な例としては紙幣等がある。このように、非木材繊維紙はリターナブル性を持っているものが多い。

5.3 印刷適性その他

印刷適性については、表 9 にも示したように非木材繊維紙も適当な製造方法を用いれば良い印刷適性を発現する。さらに紙質と同様、非木材繊維の持つ特性を上手く生かすことにより、優れた発色性、柔らかな反射光沢、あるいは特徴を利用した独特の着肉、光沢を発現させることも可能となる。

他にも、電気的特性や生物に対する特性、染色性、熱伝導性、ヤング率等非木材繊維固有の特性を有するものも多い。

6. おわりに

・今ある環境下で

表 8 四六判連量 110 kg の各紙質

		ケナフ100 GA	上質紙	ケナフフィールド GA	コート紙
192 頁の蒿	mm	19.4	13.8	16.6	9.8
密 度	g/cm ³	0.62	0.90	0.73	1.20
不透明度	%	94	89	93	92
平滑度 (F)	sec/10 m ^l	10	60	28	2,000

表 9 四六判連量 110 kg の印刷用紙の印刷品質

	非木材紙 ケナフフィールド GA	木材紙 オフセット印刷用紙
ベタ部濃度	1.39	1.36
ベタ部光沢度	15.4	16.2
各網点反射率の濃度		
スミ 40%	0.35	0.31
60%	0.58	0.58
80%	0.85	0.81

紙の歴史と共に歩んできた非木材繊維及び紙が、再度注目されている。これは地球環境の保全が重要でかつ早急に対応していく必要があることを背景に、非木材植物資源に対しても期待がかけられているためであろう。

幸い非木材繊維植物を紙の製造に利用するための技術的な課題は解決されつつあり、非木材繊維を含めたそれらを取り巻く環境の許される範囲で使用が可能で、一部使用されている。さらに、非木材繊維は形態的、組成的に特徴があり、それを上手く使っていくことも利用を加速することになると予想される。

地球環境の保全に対して非木材繊維の果たせる役割は大きくないかもしれないが、周辺に対する影響も考慮しつつ少しでも活用できることを期待したい。

参考文献

- 1) 原 啓志：「紙のおはなし」日本規格協会（1996）
- 2) 小林良生：環境保全に役立つ紙資源，ケナフ，ユニ出版（1991）
- 3) 原 啓志：紙パ技協紙，30（10），37（1976）
- 4) 原 啓志：紙パ技協紙，34（9），43（1980）
- 5) 原 啓志，分部 春樹：WEB Journal，（7），7（1996）
- 6) 大江礼三郎：MIC，（22）18（1995）
- 7) 星野 均：ケナフ協議会ニュース，（51）7（1997）
- 8) J.E.ATCHISON：TAPPI Journal，79（10），87（1996）
- 9) 原 啓志：紙パ技術タイムス，（3），1（1994）
その他