

ヤシの葉の構造とその耐久性

阿部 登

国際協力事業団, 筑波国際農業研修センター 〒305 つくば市高野台 3-7

要約 ヤシの葉は熱帯地域では建材, 手芸品の材料, 記録材料として, 利用されているが, そのうちでもサゴヤシ, ニッパヤシ, ココヤシが首位をしめている。この3者の耐久性をしらべるために, その構造を観察し, その耐久性との関係を検討した。サゴヤシの葉には葉肉組織がしっかりつまり, 繊維の強い柔構造であり, ニッパヤシは外皮と壁状の葉脈による箱形の硬い構造であった。それに比べて, ココヤシはサゴヤシに似た構造であるが, 繊維が弱いので, 前2者に比べて耐久性が小さかった。しかし, これらのヤシの葉は, それぞれの性質を知った上で利用すれば, 有用な自然の資源として活用できると考えられた。

キーワード 構造, 耐久性, ヤシの葉,

Durability of Leaves of Sago Palm, Nipa Palm and Coconut Palm, and Their Lamina Anatomy

Noboru Abe

Tsukuba International Agricultural Training Center, Koyadai 3-7 Tsukuba 305, Japan

Abstract The leaves of sago palm, nipa palm and coconut palm are widely used as covering material for housing and shade shelter in the tropics because of their three to five years' durability. According to lamina anatomic observation for the durability mechanisms of the leaves of these three species and two other palm species as reference, the followings were observed. The epidermis of nipa palm has durable structure, and fibers in sago palm leaves have thick mass, which makes them strong enough to be used as roof and wall materials for several years. On the other hand, the leaves of coconut palm are less durable than the other two due to the lack of dense distribution of fiber in the leaf body. These palmleaves with different durability can be effectively utilized, taking their characteristics into consideration.

Key words: Durability, Palm, Structure of leaf

緒言

熱帯地域ではニッパヤシ (*Nipa fruticans*), サゴヤシ (*Metroxylon sagus*), ココヤシ (*Cocos nucifera*) 等のヤシの葉で家をつくることが多く, いわゆる「ニッパハウス」名で知られている。これらのヤシの葉は現地では手に入りやすいので家のほか, 食堂, あずまや, 倉庫, 苗床の日おおいなどにも利用されている。それぞれ地域にあるものが使われるから, タンヨウヤシ (*Teysmannia altifrons*) (Whitmore, 1970), ババスヤシ (*Orbignya speciosa*) (Bondar, 1964) 等のヤシが利用されることもある。これらはいずれもヤシ科に属す植物で, その葉は細工しやすく, もちがよいために, 以上の用途のほかに敷物, 土産物の箱容器, 帽子, 小物入れにもつかわれている。特別な例として, インドやオセアニアで手紙や公文書 (Heine,

1950; 小西, 1982; Kovoov, 1983), 経典, 事典の記録材料としてヤシの葉が利用され, 文字文化の開発に大きく貢献してきた。

ヤシの葉は風雨にさらされても数年はもち, ふつうは4年ないし6年程度の使用に耐える。他の植物の葉ではこのようなことは見られない。それはヤシの葉はふつうの広葉樹の葉と違い, 一旦開いたら3年ないし15年は生き続けるため (McCurrach, 1959), 丈夫で耐久性がある構造になっているからである。その表皮は厚く, 時にはそれが2重または3重になっているものもあり, また葉が箱構造になっているものもある。ヤシは単子葉植物であるから, 葉脈(維管束)の構成は稲や竹とほぼ同じである。耐久性の大きいバルミラヤシ (*Borassus flabellifer*), タリポットヤシ (*Corypha umbraculifera*) は経典等に使用され, 1600年を経た今日もほとんどつくられた時の状態で保存され

ているものもある (Silva, 1938; 中村, 1974). このようなヤシの葉の耐久性の機構を知るために, その構造を観察して, その理由と考えられる幾つかの所見を得たのでここに報告する.

材料及び方法

観察の材料はサゴヤシ, ニッパヤシ, ココヤシ, パルミラヤシおよびタリポットヤシを使った. 葉は生の状態のもの乾燥標本にして約3年をへたもの, また特例として, 30年, 300年をへた材料も用いた. 観察にはヤシの葉の小葉の軸に対して横断の切片標本をつくり, その表皮の形態, 繊維の太さ, 分布状態を, 葉肉細胞の状態から葉の構造をしらべた. 切片標本は, 採集した生のヤシの葉と採集後乾燥したもの, または既に乾燥したものの3種類を使用した. 材料の詳細は第1表に示した.

切片標本は, 生のヤシの葉の場合はホルマリン・アルコール混合固定液 (FA 固定液) で固定した後, 20% のフッ化水素水の液に1日つけてから, パラフィン埋没法でブロックにし, 12 μ に切り, サフラニンとファーストグリーンで2重染色して観察した. 乾燥された葉の場合は固定液で処理することなく水に1日つけた後, 生の葉と同じ方法で切片標本を作成した.

また, 乾燥標本を走査型電子顕微鏡またはルーペで観察する場合には前処理は行わず, ただ材料を葉の軸に直角にカミソリの刃で切ったものを使った.

以上の材料を観察して, 葉の表皮, 葉肉組織の構造, 維管束, 維管束鞘の形や分布, 維管束繊維の形や密度, 非維管束繊維の分布状態について, 生のものが乾燥し老化する経過を観察した. 材料の耐久性を調べる場合には, 実際に則した条件下で時間経過をしたものを使用する方法もあるが, ここでは室内状態で保存して時間を経過した状態の下で実施した.

表1 内部構造の観察に使用したヤシの葉と観察までの経過年次

ヤシ名	観察までの経過年数		
サゴヤシ	0*	3	—
ニッパヤシ	0	3	—
ココヤシ	0	3	—
パルミラヤシ	0	3	30
タリポットヤシ	0	3	300

*生葉観察.

観察結果

ふつうのヤシの葉の構造は上と下に表皮があり, その間に葉肉組織があり, その中に一定の間隔を保って大きい維管束が分布し, さらに維管束の間に1ないし4個の小維管束が配置されている. それらの維管束を取り囲む繊維群や維管束鞘により, 葉は強度を保っているが, このほかにも導管や篩管を含まない非維管束繊維とよぶ繊維もある. これは, 葉の構造を保つために存在するものである. 以上の諸点を構造の原型として (図1, 2), 順次観察した結果を述べる.

サゴヤシ (図3): 上下の表皮の間に葉肉組織が充実している. 維管束は円形で大維管束の間に小維管束が3ないし4個, 葉の中心線上に並んでいる. 大きい維管束は上下の表皮の間をほぼ埋めている. 葉肉組織は上部に少し空洞状の細胞があるが, ほとんどは充実しているから, 乾燥して3年たつと葉肉組織は水分を失うものの, くずれることはない. また, 葉の中に組織が均一に充填されているために葉は丸まらないし, 割れることも少ない (図4). 維管束が太く土管状であるのも特徴で, この繊維によって葉は強度を保っている.

ニッパヤシ (図7): 葉の表皮は厚く, その下の細胞群

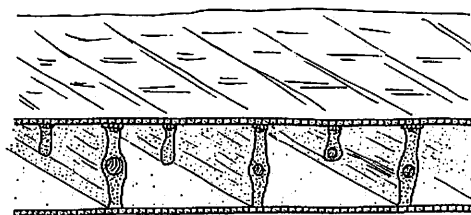


図1 パルミラヤシの葉の基本型箱構造 (30倍の模型図).

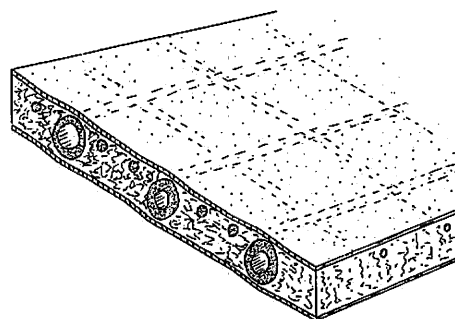


図2 サゴヤシの葉の基本型繊維型構造 (30倍の模型図).

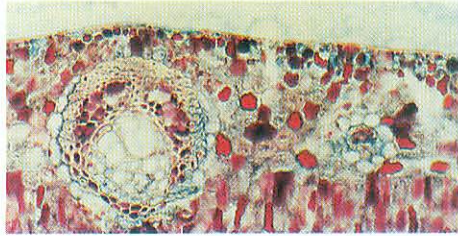


図3 太い維管束繊維が見える、生のサゴヤシの葉の断面 (光学顕微鏡による, 80倍).

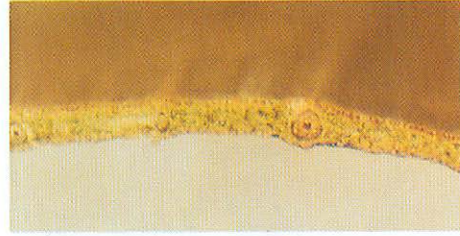


図4 太い維管束繊維と葉肉組織が葉を保っている、乾燥3年目のサゴヤシの葉の断面 (20倍).

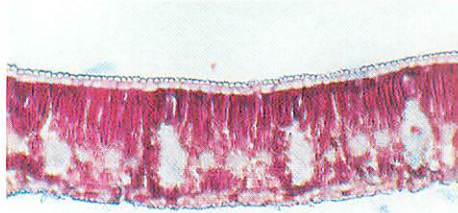


図7 生のニッパヤシの葉の断面 (光学顕微鏡による, 60倍).

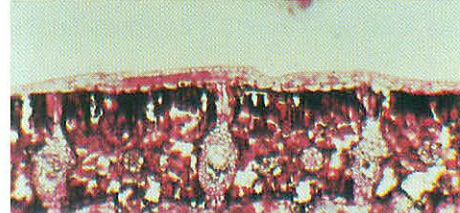


図8 乾燥3年目のニッパヤシの葉の断面. 維管束繊維が箱状の構造を作っているのが分かる (光学顕微鏡による, 60倍).

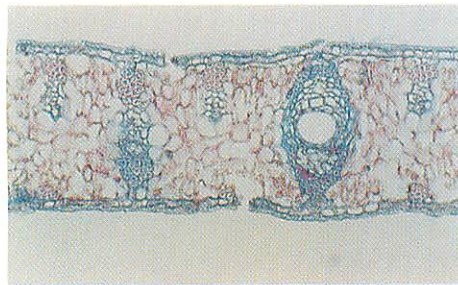


図9 生のパルミラヤシの葉の断面. 維管束繊維が箱状の構造を作っているのがわかる (光学顕微鏡による, 70倍).

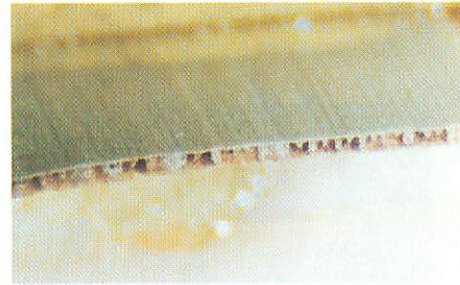


図11 乾燥したパルミラヤシの葉の断面. 箱状の構造がわかる (6倍).

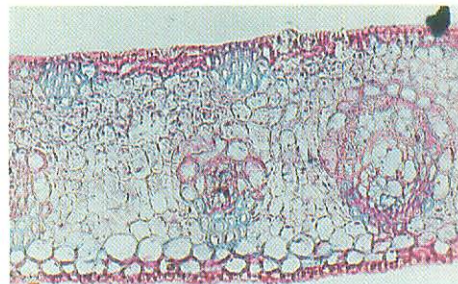


図14 生のタリポットヤシの葉の断面. 維管束繊維が並ぶ状態がわかる (光学顕微鏡による, 100倍).

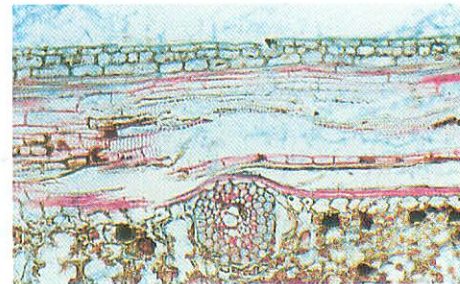


図15 300年をへたタリポットヤシの葉の断面. 表皮が3重になっているのがわかる (光学顕微鏡による, 250倍).



図5 生のココヤシの葉の断面。葉肉組織の上と下で組成の違うのがわかる(光学顕微鏡による, 100倍)。



図6 繊維がやや細い, 乾燥3年目のココヤシの葉の断面(光学顕微鏡による, 200倍)。

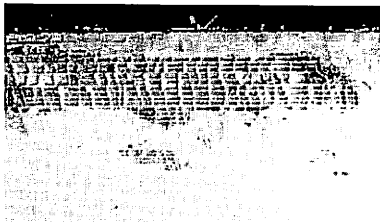


図10 表皮を剥いで維管束繊維(葉脈)が箱状になっている構造を示す(3倍)。

が表皮を支えており, 柵状組織は発達している。大きい維管束は長楕円形で規則正しく縦に並び, その間に小さい円形の維管束が2-3個並んでいる(図8)。乾燥して3年たつと上の表皮を支えていた細胞が硬化して, 2重か3重に近い構造をつくりだす。下の表皮の場合は, 前者ほどはっきりはしないが, 表皮の近くにあった細胞が硬化し表皮と合体して厚い皮をつくっている。サゴヤシと著しく違うところは, 大型の維管束は維管束鞘により上と下の表皮をつなげ, 箱状の構造をつくっていることである。このために, 葉肉細胞がこわれて隙間ができている

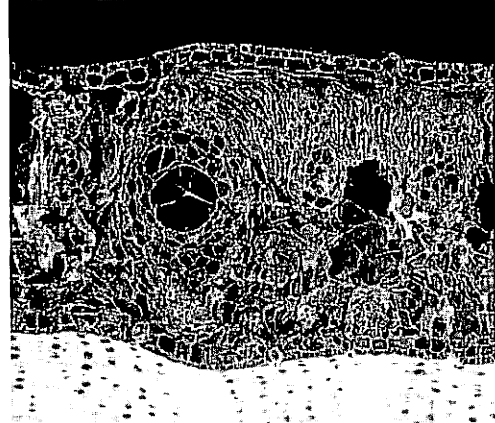


図12 乾燥したパルミラヤシの葉の断面。表皮が2重になっている状態を示す(電子顕微鏡による, 120倍)。

が, 葉の形がくずれることなく保たれている。

ココヤシ(図5): 表皮はクチクラが発達し, 上の表皮のすぐ下の細胞群が表皮を支えている形になっているが, 充実した組織は少ない。大きい維管束は楕円形で不規則に並び, その間に小さい円形の維管束が2-3個並んでいるが, 規則的な分布はしていない。乾燥すると上の表皮を支えていた空洞のある細胞群は収縮するから, 上と下の表皮のバランスがくずれ, 葉は丸まる傾向がある。維管束鞘を形づくる繊維は丈夫であり, 上下の表皮の下の細胞群に非維管束繊維が分布しているため, 葉はこれらの繊維によって保持されている。ただし, 丸まると割れやすくなるから, サゴヤシやニッパヤシにくらべて壊れやすい(図6)。

パルミラヤシ(図9): 葉肉組織は葉の上下の表皮の間に均一に分布し, 表皮は下皮組織にしっかりと支えられている。維管束は規則的に並び壁状で, 上と下の表皮をしっかりと結び, 葉全体を箱状構造にしている(図10)。古くなり, 3年たつと葉肉組織は少しこわれるが, 生の状態とほとんど変わらない。30年もたつと, 葉肉細胞が一部こわれて空隙ができるが, 維管束繊維や維管束鞘はもとの形を保ち, 箱構造を保っている(図11)。

表皮自体は箱構造になっているが(図12), さらにその表皮は皮下の細胞群により2重構造(図13)になっているため, 全体としてニッパヤシと同じく硬い構造をつくっているとみられた。

タリボットヤシ(図14): 葉肉細胞は上の表皮の近くで空隙のある一部を除いて, 葉の中にはほぼ均等に充実している。上と下の表皮は柔軟で厚くできている。この葉は3

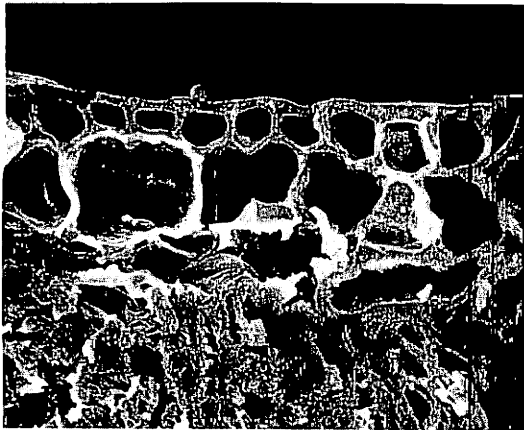


図13 乾燥したパルミラヤシの葉の表皮の箱状構造になっている構造を示す(電子顕微鏡による, 800倍).

年たってもほとんど変化がない。300年たつと、葉肉細胞は4分の1くらい壊れるが、維管束は痩せるものの繊維の太さが変わらず健在である。表皮は下皮細胞が表皮と合体し、2重または3重構造になって強度を保っている(図15)。

考察

ヤシの葉の耐久性を決める要素は建築物と同じで、構造の仕組みと外皮の厚さと構造を支える繊維の強度の、3点にあると考えられる。この3点からサゴヤシ、ニッパヤシ、ココヤシの耐久性を論ずるが、その耐久性を長い年月にわたり示す実例として、ここにパルミラヤシとタリポットヤシの2つのヤシをも比較に用いた。両者は経典として保存され、1600年の年月を経過している。パルミラヤシは硬い箱構造であり、老化すると葉肉組織の一部はこわれるが、箱構造全体は変わらずに形を保つ。ただ、外殻が破碎されると耐久性は小さくなる。

一方、タリポットヤシは、乾燥しても葉の中にはパルプ状になった葉肉組織が残っており、表皮がなめし皮状の柔構造である(図16)。年月がたつと、その葉肉組織がこわれ一部空洞化するが、繊維は健在し、外皮が柔軟で厚いために外力による破碎は少ない。この例からみて、ニッパヤシはパルミラヤシに似た箱構造であり、表皮は2重なため硬い構造としての葉の耐久性はよいし、表面は滑らかである。ただし、あまりこわさないように使う必要がある。サゴヤシの表皮はニッパヤシよりも薄いですが、維管束繊維は太く葉肉組織はそのまま残っているので、柔構造物として耐久性は十分あるとみられた。

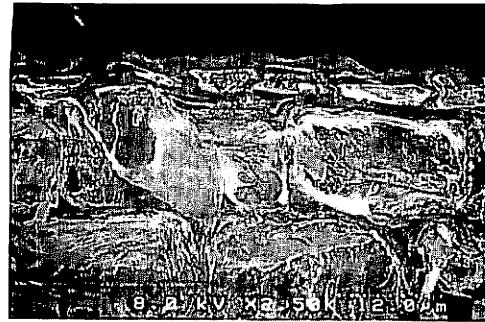


図16 乾燥3年目のタリポットヤシの表皮の状態。柔軟な構造がわかる(電子顕微鏡による, 800倍)。

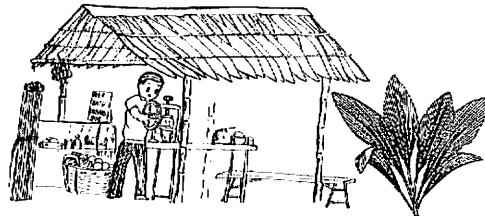


図17 タンヨウヤシとその葉で屋根を葺いた「あづまや」(マレーシア、ペラ州、クリムにて)。

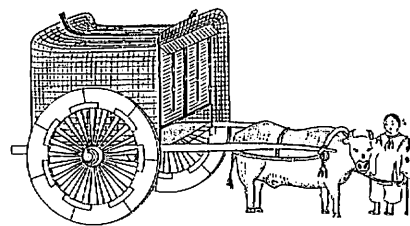


図18 平安時代にビロウの葉で車体を造った牛車。一名「檳榔毛車」といわれているが、ピンロウではなくビロウである。

ココヤシは箱構造ではなく、サゴヤシに似た構造である。繊維も不揃いなために、以上の2者に比べて耐久性は劣るとみられた。また、乾燥すると丸まって筒状になるために、被覆効果は少ないが断熱効果は大きい。

以上のように、それぞれのヤシの葉には特性があるから、それを知って長所を生かせば有効な利用ができる。

実際に、現地では手近にあるものを利用しているのが現状である。サゴヤシ、ニッパヤシ、ココヤシを建材として使っている現地の人は「サゴ5年、ニッパ4年そしてココは3年」といって、その耐久性を評価している

が、必ずしもこれは当てはまらない。地域的に利用方法は変わるであろう。たとえば、タンヨウヤシなどは広葉樹の葉に近い形をしており、耐久性もよいので最適な建材であるが(図 17)、マレーシアのごく限られた地域にのみ産出するので、広く利用されることはない。日本でも、滑らかなピロウ(*Livistona chinensis*)の葉は沖縄では帽子にされ、平安時代には牛車(図 18)の建材に使用された例がある。以上のことから考えて、それぞれの地域にあるものの長所を生かして、サゴヤシは屋根材料に、ニッパヤシは壁材に、そしてココヤシは苗床の日陰材などに使えば、それぞれの特性が生かされ無駄がない。また、パルミラヤシやタリポトヤシは、今後も長期に保存する経典等の記録材料として使用すれば、文化の伝承に大きく貢献できるといえよう。

謝辞

本研究を進めるにあたり、その研究費の一部をトヨタ財団に支援していただいた。また、「ヤシ研究会」の皆さんからは貴重な助言と協力をいただいた。ここに記して心

から感謝します。

引用文献

- Bondar G. 1964 *Palmeiras do Brasil*. Instituto de Bôtanica (Sao Paulo) pp. 240.
- Heyne K. 1950 *De nuttige planten van Indonesië*. Uitgeverij Vanhoeve (Amsterdam) pp. 460.
- 小西正捷 1982 インドにおける紙本以前の文書素材. 中央大学アジア史研究 6: 1-18
- Kovoor A. 1983 *The palmirah palm: Potential and perspective*. FAO, Rome pp. 86.
- McCurrach M. 1959 *The Palm of the World*. Harper & Brother (New York) pp. 290.
- 中村 元, 紀野一義 1974 般若心経金剛般若経. 岩波書店 (東京) pp. 215.
- Silva W.A. 1938 *Catalogue of palm leaf script*. Colombo Museum pp. 412.
- Whitmore T.C. 1970 *Palms of Malaya*. Oxford University Press (Kuala Lumpur) pp. 119.