

新パルプ資源ケナフの栽培と栽培ケナフの抽出・分配 ならびに植物化学的考察

神奈川大学 理学部 釜野徳明・小竹文乃・高野 智・小峰 啓・山下晃太・
野川俊彦・山下顕宏・中山朋大・黒田直孝・河西純一・金子 綾・
島倉幸子
工学部 大塚一郎
総合理学研究所 門屋 卓

緒言

新パルプ資源として注目を浴びているケナフ（英名 Kenaf）は、西アフリカ原産¹⁾のアオイ科（Malvaceae）フヨウ属（*Hibiscus* L.）の一年生植物である。成長が早く材質がパルプとして適切であることから、繊維植物としてアフリカは勿論のこと、東南アジア、中国、ロシア、カリブ海沿岸およびアメリカ南部などで古くから栽培されている。そもそもその栽培の歴史は紀元前 4000 年に始まると言われ、アジアでも 300 年の歴史を持っている。日本では、いわゆる広義の麻と言われていたものの 1 つ（野麻）に属している。自然環境の改善と森林資源の保護を考える時、当然パルプ資源を木材にだけ求めるのは適当ではない。この意味でも、草パルプケナフの位置は重要である。

表 1 に世界各国の紙とパルプの生産量および紙の消費量を要約した。日本は紙の生産量がアメリカについて第 2 位、紙の消費量（一人あたり）でも第 4 位であり、その量は増加の傾向にある。しかし、紙の原料はほとんど木材であり、全パルプ中の非木材パルプの占める割合は、1994 年の時点でたった 0.13% にしか過ぎない。勿論、各国の非木材パルプは、ケナフだけではないが、日本の順位は非木材パルプを生産している 25 ヶ国中 22 位のほとんど最下位である。一方、中国、タイ、インド、パキスタン、ベトナムの非木材パルプの生産量ははるかに多く、パキスタンは 100% にもなっている。その他、メキシコ、コロンビア、ベネズエラなどが平均値（24.3%）を遥かに越えている。この表の意味するものは貴重である。いわば紙の消費量の多い先進国ほど木材パルプを使わず、非木材パルプを利用していることになる。言い換えれば、先進国ほど地球上の森林を破壊していると言っても過言ではあるまい。日本こそ、いち早く木材パルプの使用から草パルプケナフを導入すべきであり、今こそ、新しいアイデアの 1 つとして、ケナフの利用を考えても良いのではないだろうか。ケナフの利用は単に紙パルプへの利用に留まらない。しかし、日本は、まだ実用性に富んだ研究データに乏しく、植物としてのケナフの性質、栽培技術のノー・ハウ、ケナフの種類や土壌の問題、花・葉・根・種子各部位の化学成分や代謝産物など不明な点が多い。そこで、著者らは可能な限り各種のケナフの栽培を検討し、上述の不明な各点を明らかにすると共に、成果を実質的に社会に還元する目的でこの研究を開始した。

最初のこの論文では、まずケナフの植物学的位置と植物化学的な背景を考察しておきたい。ついで平塚キャンパスで栽培した各種ケナフの研究成果の概要を述べ、加えてケナフ各部位の抽出・分配の検討結果について報告する。

表 1. 世界の紙・パルプ生産量^{a)}と紙の消費量^{b)}

国名	紙・板紙 生産量	木材 パルプ 生産量	非木材 パルプ 生産量	非木材パルプ 全パルプ% (順位) ^{c)}	紙の消費量	
					1995(順位)	1996(順位)
アメリカ	81088	59824	211	0.35 (20)	332.0(1)	319.5(2)
日本	28527	10575	14	0.13 (22)	239.1(4)	246.4(4)
中国	26903	2704	17551	86.65 (2)		
カナダ	18358	24703		0	229.7(5)	227.4(5)
ドイツ	14457	1957		0	193.7(12)	188.9(13)
フィンランド	10909	10054		0	304.3(2)	320.4(1)
スウェーデン	9283	10416		0	210.2(10)	197.5(12)
フランス	8481	2791	1	0.04 (25)	164.2(20)	160.1(20)
イタリア	6704	456	130	22.18 (9)		
韓国	6435	532		0		
英国	5829	626		0	193.6(17)	198.0(11)
ブラジル	5730	5795	106	1.80 (16)		
旧ソ連	3606	3924	6	0.15 (21)		
オーストリア	3603	1634	1	0.06 (24)	192.1(14)	179.2(16)
スペイン	3503	1457	11	0.75 (18)		
インドネシア	3054	1259	141	10.07 (11)		
オランダ	3011	119	3	2.46 (15)	201.3(11)	204.3(9)
インド	2626	1147	1096	48.86 (6)		
メキシコ	2517	164	117	41.64 (8)		
オーストラリア	2232	987	6	0.6 (19)	186.7(15)	181.3(14)
ノルウェー	2148	2287		0	175.8(18)	171.2(18)
南アフリカ	1684	1468	99	6.32 (14)		
タイ	1663	64	177	73.44 (4)		
ポーランド	1343	814	1	0.12 (23)		
スイス	1332	280		0	216.2(7)	209.2(7)
ベル・ルックス	1088	378		0		
ポルトガル	949	1539	13	0.84 (17)		
アルゼンチン	931	725	53	6.81 (13)		
ニュージーランド	860	1363		0	212.6(9)	179.9(15)
トルコ	762	328	35	9.64 (12)		
チェコ	735	842		0		
コロンビア	672	164	147	47.27 (7)		
ベネズエラ	629	20	66	76.74 (3)		
フィリピン	518	151	27	15.17 (10)		
スロヴェニア	460	83		0		
パキスタン	403		150	100.00 (1)		
ベトナム	129	59	74	55.64 (5)		
総計	263162	151689	20236 ^{d)}	60773 ^{d)}		
平均値	7112.49	4213.58	809.44 ^{d)}	24.31 ^{d)}		

^{a)} 1994年のFAO year bookのデータ (単位 1000MT)

^{b)} 国民一人あたりの消費量 (単位 Kg)

^{c)} 当事国 25ヶ国の多い%からの順位

^{d)} 当事国 25ヶ国の総計と平均値

I. ケナフの植物化学的考察

緒言で述べたように、ケナフ (*H. cannabinus* L.) の歴史は古いが、植物学的特徴はほとんど知られていない。その記載も唯一小林¹⁾のものがあるに過ぎず、通常の植物学書・図鑑に至っては全く記載がなく一事典²⁾に、ローゼル (*H. sabdariffa* L.) に関連して *H. cannabinus* L. (Deccan hemp) の名とその記載が見られるだけである。この Deccan hemp とは、ケナフ Kenaf の別名称である。

ケナフはアオイ科 (Malvaceae) フヨウ属 (*Hibiscus* L.) に属する。ケナフを中心としたフヨウ属の分類図を図1に示す。アオイ科を含むアオイ目 (Malvales) の特徴は、種子油脂肪酸中に、共通した cyclopropane 脂肪酸を含むことである。最初のもは、アオギリ科 *Sterculia foetida* L. (台湾名蘋婆：ピンポン) から発見された sterculic acid (1) (mp. 18.2°C) $C_{19}H_{34}O_2$ であり、^{3),4)} しばしば malvalic acid (2) を伴うことが多い (図2)。アオイ科は、草本または木本、葉は掌状脈があり、雄蕊は一般に多数、花系は合生して筒となる。葯は1室、花粉は大きく刺を持つ。世界に約85属、1500種⁵⁾、日本には3属5種⁷⁾が記録されており、帰化自生・栽培種などを併せると10属約30種が知られている。アオイ科には、フヨウ属のほか、馴染みの深いアオイ属 (ウスベニアオイ、フユアオイ、日本のオカノリイなど) やイチビ属 (イチビ麻などの繊維植物)、さらにワタ属 (陸地綿、アジア綿、南京綿など) があり、近縁植物である。ケナフの種子もその油を利用するが⁷⁾、ワタ類の綿実油には、有毒な成分 gossypol (3) $C_{30}H_{30}O_8$ が含まれている⁸⁾ (図2)。さらに、アルテア属も近縁植物で、ピロウドアオイ、タチアオイ、アルテアなど根や花を薬用としている。

フヨウ属は、いわゆるハイビスカス属と言われるが *Abelmoschus* 類 (オクラ) が含まれやはりフヨウ属と呼ぶのが正しい。ブッソウゲ、フヨウ、ムクゲ、ハイビスカスと花が大きく美しく観賞用にもなるが、食用・薬用にもなりケナフのように繊維を利用するものもある。分類図には、原産地と主な用途を記載した。オクラ (*H. esculentus* L.) は、日本でも普通に栽培してその未熟果を食用にするが、種子をコーヒーの代用にすることもある⁹⁾。オクラの糖質は、ペクチン、ガラクトマン、アラバン等の混合物である¹⁰⁾。トロロアオイ (*H. manihot* L.) も栽培され、根を薬用として、胃腸カタル・気管支炎・粘膜などの炎症に適用している。また、和紙製造の際にもノリウツギと共に繊維均質用 (糊料) に用いられている。粘液質の主体はアラバン、キシラン、グルコサンなどと L-rhamnose と D-galacturonic acid を含む複合多糖類である¹¹⁾。トロロアオイモドキ (*H. abelmoschus* L.) は、熱帯産香料植物であり、種子に麝香 (ジャコウ) に似た佳香を発する成分：abrettolid (4) を含み、チンキとして香料に配合される¹²⁾。ノリアサ (*H. glutinoterile* Kagawa) は、日本でトロロアオイとオクラの雑種としてつくられたものであり、果実を食用に根を薬用とする¹³⁾。フヨウ (芙蓉) は、日本にも普通にみられ、観賞用として親しまれている¹⁴⁾。ムクゲも観賞用として親しまれており、韓国では、無窮花と記し国花としている¹⁵⁾。つぼみ (木槿花)、果実 (木槿子、朝天子)、葉 (木槿葉)、根 (木槿根) および幹皮 (木槿皮) すべてを薬用とし、漢方では胃腸カタル、腸出血などに服用する¹⁵⁾。樹皮に抗カビ性物質を含むとされているが、成分は未詳。薬用に使うつぼみ (木槿花) の粘液質中にフラボン配糖体 saponarin (5) が含まれている¹⁵⁾ (図2)。一方、ハマボウ (*H. hanabo* Sieb. et Zucc.) は日本に生育し花を観賞するが、繊維用としても利用されている⁶⁾。同じくオオハマボウ (*H. tiliaceus* L.) も

アオイ科ケナフの分類図

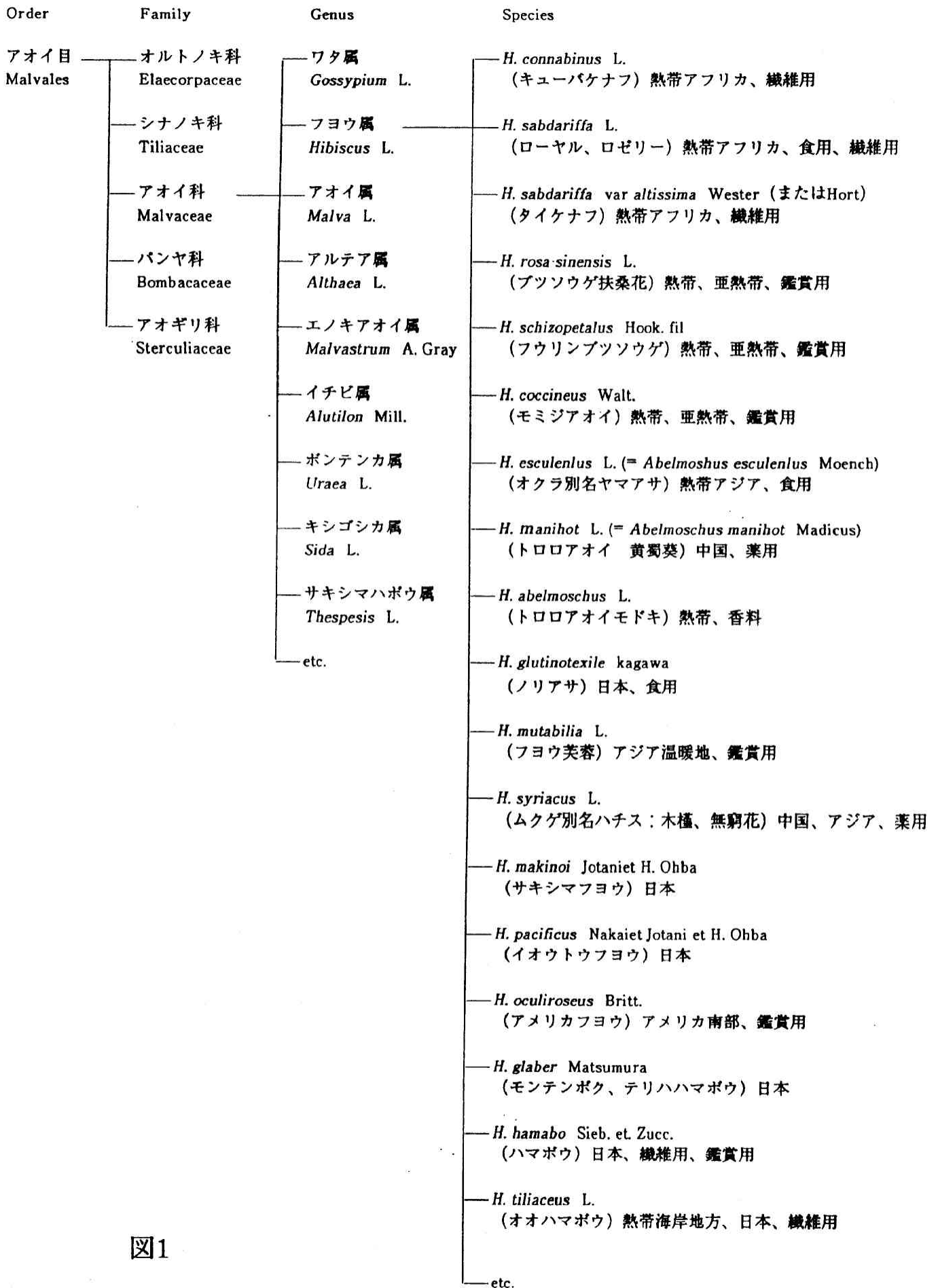


図1

日本を含む熱帯海岸地方に生育し繊維植物となっている⁶⁾。

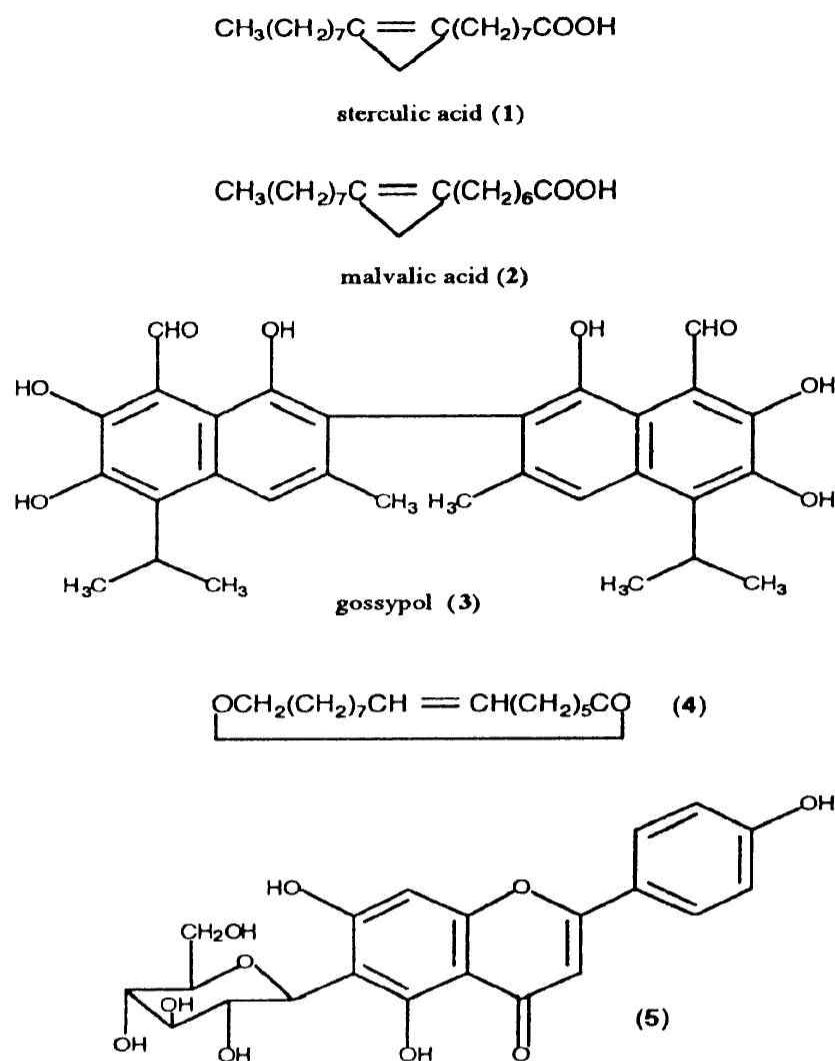


図 2

ケナフの英名は、Kenaf であるが、この名称は、ジュートの代用、インド麻の二級品という意味のペルシャ語に由来している。化学的論文を検索する目的で Chemical Abstracts を調べたところ、ケナフはすべて *Hibiscus cannabinus* L. であった。現在、この種を便宜的にキューバケナフと称しているが、一方のタイケナフと呼んでいるケナフがあり、これは学名上、*Hibiscus sabdariffa* L. の変種、*H. sabdariffa* L. var. *altissima* Wester¹⁾ (あるいは Hort)²⁾ のことである。*H. sabdariffa* L. は、いわゆる古くローゼル (roselle) またはロゼリーと言われている食用の植物を指す。この植物については、かなりの成書に記載がみられる²³⁹⁾。タイなどとは、このローゼルの未熟果を野菜の代用、葉をサラダや煮物用とし、ジャワなどでは、カレーに混用している。また、アメリカなどでも、果実を発酵させローゼル酒 (Sorrel drink) としているし、種子も薬用 (利尿・強壯) にし、茎もまた繊維に用いるなどこのローゼルの利用範囲は広い。実が熟すると総苞片が紅色となり膨大し肉質となる。酒石酸を含み酸味の汁液を満たす。タイケナフは、前述のように、このローゼルの変種であるが、茎が高く繊維用とされたものである。キューバケナフの方は、早く (1940 年代から 1950



(上) ケナフの花

(右下) 蕾の連なり

(下) 草むらに生えたケナフ

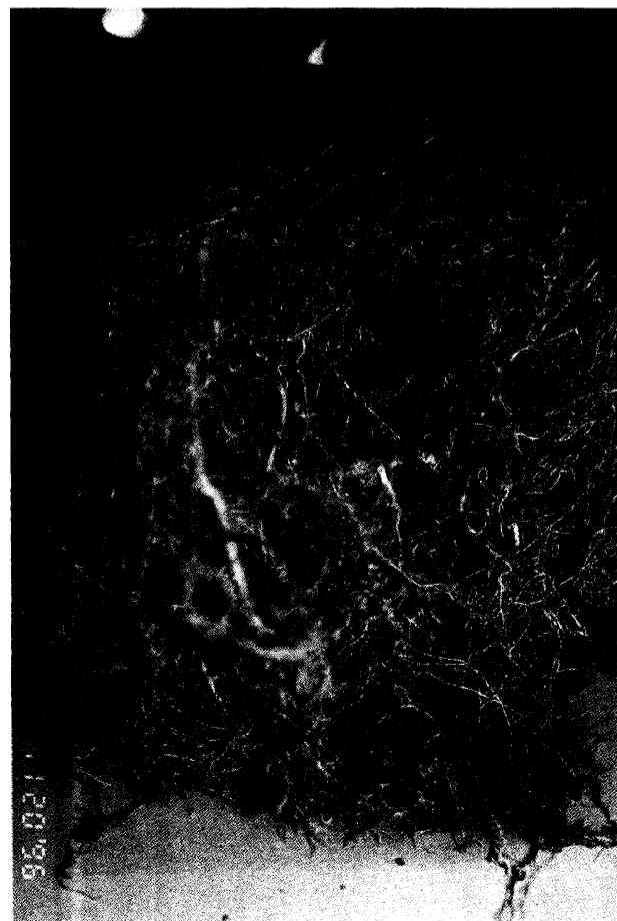




(上) 天井までとどいても成長を続ける水耕栽培（温室）のケナフ



(上) ケナフの水耕栽培（若い葉が成長によって形を変える）
(下) 成長の良い（pH 4.5）水耕栽培ケナフの根



年代) から、アメリカの紙化学研究所 (Institute of Paper Chemistry) や農務省 (USDA) が力を入れパルプとして開発したもので、その後世界各国で広まっている。タイもタイケナフの開発をアメリカに依頼している¹⁾。

キューバケナフは、当然インドでも発展し栽培している。中国では、古くからケナフを芙蓉麻、芙麻、槿麻、洋麻、インド洋麻などと称しているが現在の中国産ケナフは、なぜか青皮 (柑橘類生薬の一種に青皮があり、中国では Qingpi: *Citrus reticulata* のことを指す)¹⁶⁾ と称し、現在、青皮 1 号、2 号 3 号、4 号などが開発されている。この青皮は、ロシアから入って来たものを改良したものであるとされているが、ロシアはどのようなルートで入り、どのように栽培しているのだろうか。そして、やはりキューバケナフであろうか。確実なところは不明であるが Chemical Abstracts の調査では、アメリカ、インド、ロシアなどからの栽培報告の記載が見られる。現在、日本に入っているものは、上述の中国産ケナフ青皮の他、アメリカ産ケナフ、例えば Everglades 41 (EG 41) および Everglades 71 (EG 71) などがあり、タイからも Ton keaw, keaw Yai, Ton Dfang, Khon Kaen 60 および Non Soon 2 などが入っている。1995 年のアメリカのバージニア州立大学のグループが、各種のケナフ種子油の脂肪酸の一斉分析を行っているが、その中には、種類として、Cubano, Everglades 41, Everglades 71, GR 2563, Guatemala 48, Indian, 178-18RS-10, Tainung #1 および Tainung #2 の 9 種の名が見られる。この種類分けで見ると、Cubano があり、これがキューバケナフであるとする他のもは一体どのように名付けたらよいのか、戸惑いを感じる。Indian は一体どちらなのか。GR2563 と 178-18RS-10 はどんなケナフなのか、Tainung #1 と Tainung #2 はタイケナフのどれに相当するのか、全く不明である。その他、Guatemala 産もあるらしい。これらのケナフの名称を何らかの基準で統一し区別する必要があると思われる。最近、著者らはベトナム産ケナフとインド産ケナフを入手している。各国で改良をし、数多くの種類があり、その実体と由来の基はまだ不明な点が多い。今後、日本の季節や土壌にあった種を探して行かなければならないと思っている。

いづれにしても、現時点ではケナフにはキューバケナフとタイケナフがあると記しておくことにする。さらに、この二種のケナフの違いを明らかにしておくことは、将来の栽培や品質の鑑定に重要であると思ひ、文献調査から得られた結果を表 2 に要約した。

表 2. キューバケナフとタイケナフの特長の対比

キューバケナフ (<i>Hibiscus cannabinus</i> L.)	タイケナフ (<i>H.sabdariffa</i> var <i>altissima</i> Wester)
単位面積あたりの収量が大。	乾燥と病気に強い。
韌皮部の割合も高い。	
耐寒性が良い。	耐寒性に劣る。
茎に刺がある。	茎に刺はない。
茎は赤くならない。	茎は成熟時に真赤になる。
葉は心臟型で鋸歯がある。茎の上部に掌状に分裂する。	葉は、基部では卵形、上部では 3 裂し、縁辺に波状の鋸歯がある。
花は黄色で中心に深紅色の斑を有する苞は 5 裂する。	花は、5 裂、ほぼキューバケナフと同じ。

Ⅱ. 平塚キャンパスにおけるケナフの栽培研究

平塚キャンパスにおけるケナフの栽培研究の概要を述べておきたい。最初の畑栽培は1992（平成4）年からであり、青皮3号（環境フォーラムより入手）を山端の農地であった実験農場で栽培した。1993（平成5）年に同地に中国産ケナフ青皮3号（折江省種子）およびアメリカ産ケナフ Everglades 71（EG 71）と Everglades 41（EG 41）の3種を栽培した。これらはすべてキューバケナフ（*Hibiscus cannabinus* L.）と考えている。最初、温室で育てた苗を植え付けた。肥料は、はじめに施した程度であったが、すべて驚くほど順調に成長し、花が咲き、種子を採取することができた。特に青皮3号の成長は最も良く、この結果をふまえて、青皮3旧種、神奈川大学での改良種を中心に1994年まで3年ほど連作した。

1995年からは、畑を平塚キャンパス中央61号館裏へ移した。新館増設の時の余剰土壌の堆積地であり、既にススキなどの植生が見られた。大きな石が多く、耕すのが一苦労であった。青皮3号の旧種（折江省種子）に加え、新しく入手した折江省A（3-2）、折江省B（3-3）および湖南省種子（3-20）を直播きにし、密生苗を移植した。雑草との戦いであったが、雑草の多い所ほどケナフの成長が良く、一方、湖南省種の成長は悪かった。

1996年には、温室において初めて水耕栽培の検討を行った¹⁹⁾。用いたのは、青皮3号（折江省）である。この水耕栽培の成果は、二度ほど学会発表、同時に畑では、青皮3号（折江省）と、95年神奈川大学改良型および新しく入手した青皮1号、青皮2号と、さらに初めてタイから入手したタイケナフと思われる3種：Non Soon 2、Kaew Yai および Khon Kaen 60 を栽培した。さらに、青皮3号の鉢植えを用意した。一方、宮崎県熊本営林所の方々が、森林伐採した空き地に、神奈川大学から送付した青皮3号、青皮3-2号（折江省）、青皮3-3号（折江省）および青皮3-20号（湖南省）を用いて、栽培検討を行っている。

1997（平成9）年には、新しく入手したベトナム種子を温室で育てたが、青皮3号に比べ成長が悪かった。また、畑では従来通り青皮3号を連作した。この青皮3号は、途中、鉢植えしてパルプ会社が持参し、ケナフ紙新製品の展示会に利用している。著者らも、畑栽培の花の咲いている青皮3号を数本を鉢植えにし、11月7日（金）から9日（日）の第38回平塚市産業まつり科学技術工業展（平塚市見附台体育館）に出展した。この出展の後、山天東りK.K.の方から1月（平成10年）の末にケナフ壁紙の展示会に、ケナフを展示したいと申し出があり、鉢植えのものを体育館横の日当たりの良い所へ移した。12月に入って今まで暖かかったのに、急に冷え込み、ケナフ鉢を急いで研究室へ移した。まだ、2本はしっかりしていたので、そのまま水をやり続けた。暖房が入っているので日中は温かいが、夜は冷える。冬休みに入り、暖房も切れるので、12月末に引き取りに来てもらった。東りでは、これを「花と緑社」に依頼して保護し続けたようである。1月末の展示会での出展も終わったケナフ2本（1本は太く、1本は細い）が再び研究室に戻った。そのまま、水をやり続けた。花も2、3度咲き変わった。小さな黄色い花であった。数日、水を切らした時もあったがどうにか生きつづけているらしく、確かに4月上旬までは、しっかりしていた。その後上の方が少し枯れてきたが、まだ、1mぐらいまで太く、茎はしっかりしたものであった。ほとんど11ヶ月は生きていた感じである。4月28日（火）畑で、本年度の

ケナフの最初の種子播きを行った際、この1本のケナフを土におろした。茎はまだ少し青かった。茎の根元の径は約4.7cm、周囲はほぼ13.2cmのケナフであった。

以上、栽培の経緯と1本の鉢植えのケナフの経緯を述べた。これらの経験から、青皮3号は丈夫で連作が可能なことや種子も毎年採取できることがわかった。おそらく温度を保てば、年を越して育てることも可能ではないかと思っている。

Ⅲ. ケナフ各部位の抽出と分配²⁰⁾

1993年に栽培した中国産青皮3号とアメリカ産EG71およびEG41の3種類を用いて、乾燥させた葉・茎・根のそれぞれを抽出・分配し、溶媒の違いによる抽出量の検討を行った。

材料・試薬 試薬類・溶剤は市販の特級品を用いた。ケナフは、1993年に平塚キャンパスで栽培した中国産の青皮3号とアメリカ産の2種EG71とEG41を用いた。ケナフの各部位：葉、茎、根それぞれを日光をさけて風乾させた。

抽出・分配 抽出・分配をA、Bの2つの方法で検討した。[A法] ケナフ3種の葉・茎をヘキサン(He)、エーテル(Et)、塩化メチレン(CH)、酢酸エチル(Ac)およびメタノール(Me)で段階的に順次抽出した。図3に方法を示す。抽出は、材料が十分に溶媒に浸る程度に、室温にして1週間ごと各3回抽出した。抽出液を減圧下で濃縮し、デシケーター中で減圧下乾燥した。[B法] ケナフ3種の葉・茎・根のそれぞれをメタノールで抽出後、水を加えて9:1に調節しヘキサンで抽出、ついで4.5:1に調節し酢酸エチルで抽出した。この操作は、分液ロートで行った。メタノール・水部分は濃縮した。このようにして、メタノール抽出物(①)、ヘキサン可溶部(①-1)、酢酸エチル可溶部(①-2)およびメタノール・水部(①-3)を得た。図4に方法を示す。抽出液の処理、乾燥はA法と同様に行った。

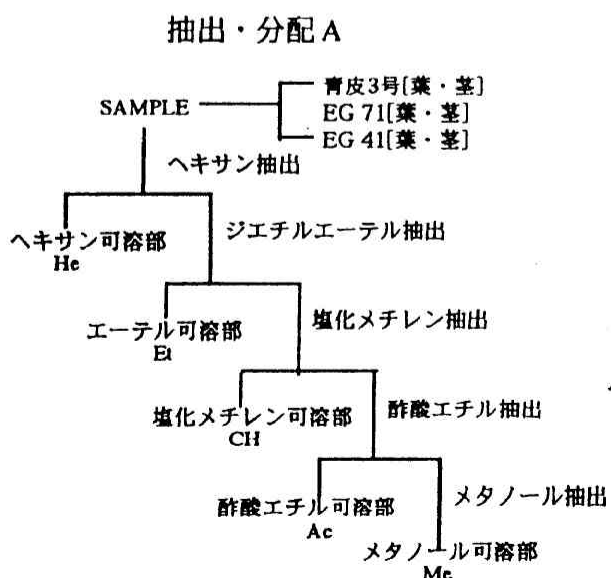


図3

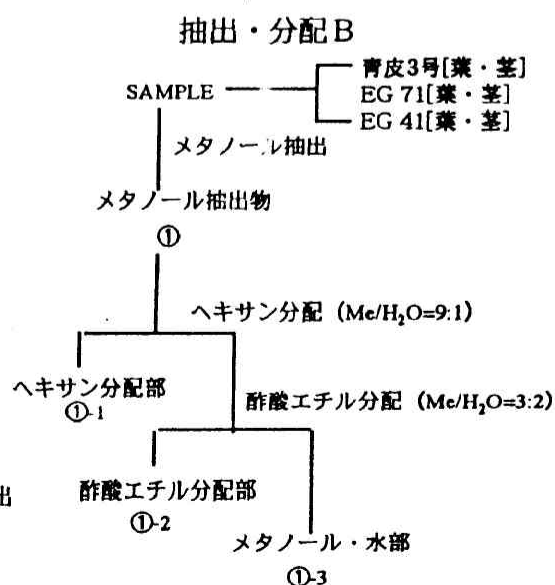


図4

結果 上記 A 法および B 法で行った各ケナフ各部位の抽出・分配量を表 2 および表 3 にそれぞれ要約した。

[A 法] 3 種の葉の抽出量は、全て Me エキスが一番多く、ついで He、Et、Ac、CH の順であった。葉の場合、Me エキスはいずれも一番多かったが続く順位は変化し、青皮 3 号の He エキスが最も少なかった。

表 3. 各種ケナフの抽出・分配量 (1) (A 法)

a. 葉

	青皮 (40.12gdry)	EG71(19.12gdry)	Eg41(15.64gdry)
収量	g (%)	g (%)	g (%)
He	1.090(2.72)	0.643(3.36)	0.354(2.26)
Et	0.526(1.31)	0.56(2.94)	0.319(2.04)
CH	0.383(0.96)	0.124(0.65)	0.144(0.92)
Ac	0.408(1.02)	0.157(0.82)	0.163(0.10)
Me	2.956(7.37)	1.446(7.56)	1.754(11.2)

b. 茎

	青皮 (70.83 g dry)	EG71(112.06 g dry)	EG41(105.89 g dry)
収量	g (%)	g (%)	g (%)
He	0.1139(0.20)	0.186(0.17)	0.183(0.170)
Et	0.333(0.47)	0.171(0.15)	0.170(0.16)
CH	0.141(0.20)	0.120(0.11)	0.119(0.11)
Ac	0.168(0.24)	0.166(0.15)	0.100(0.09)
Me	11.446(2.04)	3.178(2.84)	1.887(1.78)

◆ He: ヘキサン抽出, Et: ジエチルエーテル抽出, CH: 塩化メチレン抽出,
Ac: 酢酸エチル抽出, Me: メタノール抽出

[B 法] ケナフ 3 種の比較と各部位の比較を行った。メタノールエキス量は、青皮 3 号の葉が最も多く、EG71 と EG41 のそれらの 2 倍近くであった。部位での比較では、青皮 3 号の葉・茎・根の比が 20 : 5 : 1 であり EG71 が 10 : 5 : 1、EG41 が 13 : 4 : 1 であった。メタノール-水による分配では、葉の場合では、EG71 と EG41 とともにヘキサン可溶部の量が多く、一方、根においては、EG71 と EG41 とともにメタノール-水可溶部の量が多いのに、青皮 3 号では酢酸エチル可溶部の量が多かった。このように中国産ケナフ青皮 3 号は、アメリカ産ケナフ EG71 および EG41 と異なる興味ある結果を与えた。

表 4. 各種ケナフの抽出・分配 (2) (B 法)

a. 葉			
	青皮 (43.52 g dry)	EG71(56.43 g dry)	EG41(67.26 g dry)
収量	g (%)	g (%)	g (%)
①	7.001(16.10)	4.004(7.90)	6.201(9.22)
①-1	1.615(3.71)	1.491(2.64)	1.889(2.81)
①-2	2.973(6.83)	0.776(1.37)	1.7604(2.62)
①-3	1.981(4.55)	0.772(1.37)	2.7059(4.02)
b. 茎			
	青皮 (64.48 g dry)	EG71(117.96 g dry)	EG41(113.70 g dry)
収量	g (%)	g (%)	g (%)
①	2.646(4.10)	4.515(3.83)	2.997(2.64)
①-1	0.210(0.33)	0.433(0.37)	0.290(0.26)
①-2	0.904(1.40)	1.292(1.10)	1.056(0.93)
①-3	1.346(2.09)	1.715(1.45)	1.679(1.48)
c. 根			
	青皮 (530 g dry)	EG71(440 g dry)	EG41(560 g dry)
収量	g (%)	g (%)	g (%)
①	4.291(0.81)	3.364(0.76)	4.083(0.73)
①-1	0.708(0.13)	0.646(0.15)	1.237(0.22)
①-2	1.368(0.26)	0.794(0.18)	0.941(0.17)
①-3	1.333(0.25)	1.580(0.36)	1.777(0.32)

◆①：メタノール抽出エキス, ①-1：ヘキサン可溶部, ①-3：酢酸エチル可溶部, ①-4：メタノール+H₂O部

現在、これらの抽出・分配物の各種生物活性スクリーニングと有用な成分の分離を行っている。

総括

この研究の重要性と価値を緒言で述べた。ケナフの栽培は、単に非木材パルプの作製と応用という点だけでなく、空き地や休耕地や森林採地に対する対策にもつながり二酸化炭素吸収力の強い点を考えれば、緑化と環境対策へも貢献するものと考えられる。

第1章は、ケナフの植物学的考察を行った。歴史は古いにもかかわらずケナフそのものに対する成書はほとんどなく記載が乏しいことに気付いた。ケナフの学名は、*Hibiscus cannabinus* L. であり、今ではこれをキューバケナフと称し、別にタイで開発されたタイケナフ *Hibiscus sabdariffa* var *altissima* Wester があり、これは従来ローゼル *roselle* と言われる食用のもの *H. sabdariffa* L. の変種であって、繊維用にされたものである。しかし、ケナフをキューバケナフとタイケナフと区別することに少し問題があり、別の呼び名が必要と思われる。これらの考察に加えアオイ科のこと、さらにフヨウ属のケナフ近縁植物の特に重要な植物について解説した。加えて、最近のケナフの各国の種類について言及した。

第2章では、各種ケナフの平塚キャンパスの畑栽培と水耕栽培の経緯を簡単に説明し

た。水耕栽培についてはその成果を別にまとめる。使用した各種ケナフの中で、平塚キャンパスの土壌には、青皮3号が適切であり種子をとって、それを使っての連作にも成功した。この畑栽培の検討は、他の種子を用いて今も継続している。

第3章では、中国産ケナフ青皮3号とアメリカ産ケナフ2種のEG41とEG71を用い、葉・茎・根に対する抽出・分配物を作製した結果を示した。非極性から極性溶媒へと順次抽出(A法)すると、葉・茎・根のいずれもメタノール抽出物が多く、メタノール抽出後分配する抽出(B法)では、ヘキサン可溶部がいずれの部位も多いことが分かった。ケナフの種類にも差があり、中国産青皮3号葉、アメリカ産2種のものとは異なる結果を与えた。現在、これらの抽出・分配物を用いて、生物活性スクリーニングと成分の分離を行っている。

謝辞

本研究に当たり、実験材料を提供して戴いた宮崎県熊本営林所の方々に深謝致します。また、平塚キャンパスでの畑での栽培に、それぞれ献身的に協力して下さった大学院学生諸君と卒業研究生諸君に心から感謝致します。

文献および註

- 1) 小林良生：環境保全に役立つ紙資源（第2版）1998, pp.14-19, ユニ出版
- 2) 柴田桂太編：資源植物辞典（増版改訂版）1957, pp.51-52, 北隆館
- 3) 刈米達夫、北村四郎共著：薬用植物分類学（改稿版）1989, p157, 広川書店（Carter, Frampton: Dhem. Rev. 64, 497, 1964より引用）
- 4) 刈米達夫：最近植物化学（第2版）1985, pp.15-16, 広川書店
- 5) 手持ちの図書によると、(a)Australia産のMalvaceae (mallows)は、24 genera、160 speciesであり、内35 spp. がNative *Hibiscus* L. (Edit. by B. D. Morley, H. R. Toelken, *Flowering Plants in Australia*, 1988, Rigby publishers, Australia.) ; (b)W.S. A. Arizona産のMalvaceaeとして、*H. denudatus* Benth, *H. coulteri* Haruey, *H. biseptus* S. Watsの3種が記載されている（L. Benson, R. A. Darrow, *Trees and Shrubs of the South weaferu Deaerts*, 1981, The University of Arizona Press.) ; (c)Papua New Guinea産のMalvaceaeとしては、*Abelmoschus manihot* L. (トロロアオイ: *H. manihot* L.), *H. rosa-sinensis* L. (ブツソウゲ: 扶桑花), *Sida acuta* Buem.の記載がみられる(Edit. by E. Woodley, *Medicinal Plants of Papua New Guinea*, 1991, Verlag Josef Margraf) ; (d)林弥栄、古里和夫監修“原色世界植物大図鑑”（1986, 北隆館）には、*Malva moschata* L. (ジャコウアオイ), *Malva sylvestris* L. (ウスベニアオイ), *Lavatera trimestris* L. (ハナアオイ), *Malope trifida* Cav. (マロペトリフィダ), *Hibiscus schizopetalus* Hook. (フウリンブツソウゲ: *H. rosa-sinensis* L.の変種), *Aethaea rosa* Cav. (タチアオイ), *Hibiscus manihot* L. (トロロアオイ), *Malva verticillata* L. (フユアオイ), *Hibiscus hanabo* Sieb. et Zucc. (ハマボウ), *Hibiscus mutabilis* L. (フヨウ), *Hibiscus rosa-sinensis* L. (ブツソウゲ), *Thespesia populbunea* Soland (トウユウナ), *Urena lobata* L. var. *sinuata* Gagn. (ボンテンカ), *Hibiscus huegelii* Enal. (ヒビスクスフエグリー), *Hibiscus insularis* Enal. (ヒビスクスインスラリス), *Hoheria Lyallii* Hook. f. (ホーヘリアソイアリー), *Abutilon megapoticanicus* St Hil. et Naudin (ウキツリボク), *Pavonia multiflora* St. Hill. (パボニアムルティフローラ), *Sphaeralcea umbellata* Don (スファエラルケアウンベラータ)などについてかなり詳細な記載がみられる

- 6) 日本固有の Malvaceae は少ない。草本では、Uvena L. (ボンテンカ属) に、*U. lobata* L. var *tomentosa*, (blune) Walp. が、Sida L. (キンゴジカ属) に、*S. rhombifolia* L., *S. spinosa* L. (アメリカキンゴジカ), *S. subspicata* F. V. M. (ホザキキンゴジカ) があるに過ぎず、木本では、*Hibiscus* L. (フヨウ属) に、フヨウ(*H. mutabilis* L.), サキシマフヨウ(*H. makinoi*), イキ(*H. pacificus*), ムクゲ(*H. syriacus* L.), モンテンボウ(*H. glaber*), ハマボウ(*H. hamabo*), オオハマボウ(*H. tiliaceus*) が野生に見られるだけである (佐竹義輔、原 寛、亘理俊次、富成忠夫編：日本の野生植物 (木本 I および草本 II) 1989, 平凡社)
- 7) 3) の p.17
- 8) 5) の p.162
- 9) 木村康一、木島正夫共著；薬用植物学各論 (改稿版), p.175, 1990, 広川書店
- 10) 4) の p.85
- 11) 奥田拓男編；天然薬物辞典 p.303, 1986, 広川書店および 4) の p.510 と 5) の pp.160-161
- 12) 6) の p.162, 7) の p.15
- 13) 木村康一、木村孟淳共著；原色日本薬用植物図鑑, p.59, 1980, 保育社
- 14) 4) の p.678, 5) の p.159
- 15) 11) の p.176, 13) の p.418, 4) の p.767, 5) の p.161
- 16) 土田貴志、山本知枝、山本恵一、人見信之、小坂 昇、岡田正道、小松かつ子、難波恒雄；*Natural Medicines*, 51(3), pp.231-243 (1997)
- 17) Ali Mohamed, Harbans Bhardwaj, An war Hamams, C III. Webber, Ind. Crops. Prod. 1995 (pub 1995), 4(3), 157-165.
- 18) ケナフの栽培研究の成果については、既にその一部を報告している。：
- (a) 釜野徳明、小竹文乃、大塚一郎、門屋 卓、“第 11 回ケナフ栽培・紙すき研究発表会” (1997 年 8 月 5 日、東京) にて発表。
- (b) 釜野徳明、小竹文乃、高野 智、金子 綾、島倉幸子、山下晃太、小峰 啓、黒田直孝、河西純一、中山朋大、大塚一郎、門屋 卓、「新パルプ資源ケナフの最近の栽培経験と特に有用な化学成分の探索」JBLBA Report, 1997 年 10 月、PP2-6 (非木材普及協会)。
- 19) ケナフの水耕栽培については、二回に渡って学会発表を行っている。：
- (a) 金子 綾、島倉幸子、黒田直孝、河西純一、中山朋大、小竹文乃、釜野徳明、門屋 卓、大塚一郎、「新パルプ材ケナフの水耕栽培およびはのパラフィンとステロールの組成について」日本化学会第 72 春季年会、講演 No.4PB012、講演予稿集 P.1420、1997 (東京)。
- (b) Sachiko Shimakura, Naotaka Kuroda, Aya Kaneko, Jun-ichi Kasai, Tomohiro Nakayama, Ayano Kotake, Yoshiaki Kamano, Takashi Kadoya, Ichiro Ohtsuka, “Hydroponics and Chemotaxonomy of The New Pulp Source Kenaf”, International Symposium on Natural Medicines, Abstracts P. 249 (No. 3P-007), Oct. 1997, Kyoto, Japan.
- 20) この研究の一部は別に学会発表を行っている。釜野徳明、高野 智、小竹文乃、小峰 啓、山下晃太、門屋 卓、「新パルプ材ケナフの成分研究 (1)」、日本化学会第 67 春季年会、講演 No.1P101 要旨集、東京 (1994)、P.1371.

(文責 釜野徳明)