

琉球大学学術リポジトリ

未利用資源としてのヒルギダマシの飼料化に関する 基礎的研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 星野正生 公開日: 2009-06-30 キーワード (Ja): 飼料化, 未利用資源, ヒルギダマシ, 有害成分, マングローブ, 再生力, 育苗 キーワード (En): 作成者: 星野, 正生, 渡嘉敷, 義浩, 中須賀, 常雄, 新城, 健, 多和田, 真吉, 志茂, 守孝, 及川, 卓郎, 馬場, 繁幸, 佐藤, 一紘, Hoshino, Masao, Tokashiki, Yoshihiro, Nakasuga, Tsuneo, Shinjo, Takeshi, Tawata, Sinkichi, Shimo, Moritaka, Oikawa, Takuro, Baba, Shigeyuki, Satoh, Kazuhiro メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/11048

未利用資源としてのヒルギダマシの 飼料化に関する基礎的研究

(61480079)

昭和62年度科学研究費補助金(一般研究B)
研究成果報告書

昭和63年3月

研究代表者 星 野 正 生
(琉球大学農学部教授)

— 目次 —

1. はじめに	1
2. 研究組織	2
3. 研究経費	2
4. 研究総括	2
5. 研究発表	4
6. 研究報告	
1) ヒルギダマシの飼料としての有害性に関する研究 (多和田真吉)	7
2) ヒルギダマシの飼料成分および栄養元素組成に関する研究 (志茂 守孝・渡嘉敷義浩)	25
3) ヒルギダマシに対する家畜の嗜好性に関する研究 (及川 卓郎・佐藤 一紘)	37
4) ヒルギダマシの刈り取り利用に関する研究 (星野 正生・新城 健・佐藤 一紘)	47
5) ヒルギダマシの樹種特性に関する研究 (中須賀常雄)	57
6) ヒルギダマシの育苗と造林に関する基礎的研究 (Ⅰ) —種子とその発芽特性— (馬場 繁幸・中須賀常雄・佐藤 一紘)	83
7) ヒルギダマシの育苗と造林に関する基礎的研究 (Ⅱ) —とり木、挿し木の可能性と二、三の移植方法の検討— (馬場 繁幸・中須賀常雄・佐藤 一紘)	93

1. はじめに

マングローブの一構成樹種であるヒルギダマシ (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) は、我が国では宮古島と八重山諸島の一部にだけ分布し、全く利用されていない。他のマングローブも現在は利用されていないが、かつてはオヒルギ、ヤエヤマヒルギは薪炭材や柱材、染材、カッチの原料等に利用されていた。ヒルギダマシが利用されていない理由は、樹高、直径ともに小さく、分布地が限られ資源量が少ないためだと考えられる。

この属には、世界で10数種あるとされており、ヒルギダマシは東アフリカからインド、東南アジアまで広く分布している。その利用は、薪炭材としてのものがほとんどで、イラン、パキスタン、西インドの一部で家畜の飼料としての利用形態が見られる。この地域は乾燥地域の沿岸域で、飼料となる草本類が不足しており、ヒルギダマシは重要な飼料としての地位を占めているものと考えられる。しかし、この属の広範な分布域からすれば、そのような利用形態は極一部に限られ、その飼料としての適性も不明なことから、未利用資源として位置付けた。

マングローブ林全般について言えることだが、種々の理由で、各地でその面積は急速に減少している。乾燥地域のヒルギダマシ林についても、薪炭材としての伐採、飼料としての過度の採取、放牧による蚕食等によって、同様にその面積は減少している。このような現状は、この種の特性を科学的に明きらかにしないまま、無秩序な利用を続けてきた結果だとも言えよう。近年、その保全と復旧の重要性が認識され、そのための調査や研究が始められている。

本研究は、このような現状に鑑みて、飼料としての有害性、成分組成、嗜好性、生産性、継続的利用のための収穫法、資源量増大のための造林法、管理、資源調査へのリモートセンシングの利用の可能性等を総合的に検討し、飼料としての適性が認められれば、保全・造林と調和のとれた有効利用に資することを目的として始められた。この問題が明きらかになれば、乾燥地域の沿岸域はもとより、湿潤熱帯の地域の飼料資源の多様化およびヒルギダマシ林の保全に、何等かの貢献が成し得ると考えたからである。

27年の研究期間を経て、残されている問題も多々あるものの、基本的な検討の一応の成果は得られたと考えている。残された課題についても、継続して検討して行く所存である。

この間、地元の多くの方々からご協力を頂いた。ここに記して、深謝の意を表する。

2. 研究組織

研究機関 琉球大学農学部

研究代表者 星野 正生 教授

研究分担者 渡嘉敷義浩 助教授

中須賀常雄 助教授

新城 健 助手

多和田真吉 助手

志茂 守孝 助手

及川 卓郎 助手

馬場 繁幸 助手

佐藤 一祐 助手

3. 研究経費

昭和61年度 2,700千円

昭和62年度 2,000千円

計 4,700千円

4. 研究総括

優良な飼料が具備すべき条件は、家畜に対して無害な事、栄養に富む事、嗜好性が高い事、良質の肉や乳等をもたらす事、資源量が多い事、再生産が容易な事、採取や給餌が容易な事等であろう。現在利用されている飼料は、各々の地域で飼育、経営様態に応じて、これ等の条件を総合的に勘案して、採用されている。よって、飼料化を考える場合、どの地域で、どのような経営様態を前提にするのかが明確でなければならない。しかし、逆に、その特性から、どの地域で、どの様な飼育、経営様態であれば飼料化が可能だ、と云う考え方もできよう。

本研究から明きらかになった事柄を総括すると、対象としたヒルギダマシは、上述の諸条件に照らし、粗放な飼育、経営の様態であれば、乾燥地域はもとより湿润熱帯地域でも、飼料化は可能だと判断された。

即ち、外部からの観察で異常を認めるような、急性または慢性的の有害性は認められず、

優良な飼料とされるアルファルファに比較すれば、成分的に若干劣るものの、一般の牧草と比べて大きな欠点は認められなかった。さらに、沖縄の農家が経験的に家畜に与えてきた木本類13種と比較して、ヒルギダマシの嗜好性は高く、アカメガシワ、オオバギとともに第1位のグループを形成した。ヒルギダマシだけを与えた9週間の給餌試験でも、アルファルファには及ばないが着実な体重増加が認められた。以上の事から、質的には大きな問題は無いものと判断した。

収量、再生力の検討から、強度の、そして頻繁な枝葉の刈り取りには耐え得ず、枯死する危険があり、収穫に工夫が必要な事が明きらかになった。その事から、収量を確保するには、資源量を増やして、刈り取りにしる放牧にしる、緩やかな輪番の利用等が望ましいと考えられる。よって、造林による資源量の増大、適切な管理と利用等を条件にすれば、飼料化は十分に可能だと判断した。

この属の種々の特性、沖縄におけるヒルギダマシの種子の発芽、発根、幼苗の定着、無性繁殖の難易等の検討から、分布範囲が広く、種苗生産に多少の工夫を必要とするものの大きな障害はないと考えられ、造林は充分可能であると判断した。また、分光反射特性が他のマングローブとかなり異なる事から、リモートセンシングによる分布域の分離・抽出は充分可能だと考えられる。

詳細は各々の報告に述べられているが、上述の総括の基となった研究の概略を以下に述べる。

ヒルギダマシの葉を溶媒抽出・分画・調整処理した、糖類、塩基性物質、有機酸類、中性物質、酸性物質の5分画を、種々の濃度でマウスに腹腔内注射し、毒性試験を行ったが、どの分画の 50,000 ppm という高濃度でも異常は認められなかった。カゼインを蛋白源として一定水準に調整したヒルギダマシの葉を含む3種の飼料で、90日間のラットによる飼育試験を行ったが、増体量の比較でも外部観察でも異常は認められなかった。粗蛋白含量は、アルファルファ、ギンネム、ヒルギダマシの順に多かったが、増体量はギンネムより大きかった。

葉と種子の6成分含量（水分、粗蛋白、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、可溶無窒素物）および栄養元素組成（N, P, K, Ca, Mg, Mo, Cu, Fe, Mn, Zn, Na）を分析し、アルファルファと比較した。葉の成分含量や元素組成に時季的変動は認められず、種子では可溶無窒素物が顕著に多かった。葉の6成分含量は、可溶無窒素物がアルファルファより多く、粗脂肪はほぼ同程度で、他は少なかった。葉の元素組成は、Na, Mg, P, Mn がアルファルファより高く、他は

低かった。特に、Na は9倍と顕著に高い。

ヒルギダマシを含む14種の沖縄産広葉樹を対象に、乾燥した葉のヤギに対する嗜好性を調べたが、ヒルギダマシは、アカメガシワ、オオバギとともに第1位のグループとして位置付けられた。6才齢のヤギを用いて給餌試験を行ったが、嗜好性は良好で採食量もほぼ安定しており、成獣の体重維持に必要な栄養成分は含まれていると考えられた。Naを多く含むため、採水量、排尿量に明らかな差を生じた。その事と、粗脂肪が含有率、消化率ともに低い事が、飼育上配慮を要する点として指摘できる。6ヶ月齢のヤギ若獣を用いて成長試験を行ったが、ヒルギダマシの増体量、採食量はアルファルファに比較して、77%および95%であり、採食量に比較して増体性は劣っていた。

刈り取りの程度と回数を変えて、年間合計収量や再生状態を検討した。古い枝まで刈り取る、強度の刈り取りでは枯死するので、樹冠の左右のいずれか半分、あるいは上下の半分という程度の刈り取りが安全であると考えられる。また、頻繁な刈り取りでも枯死するものが見られた。合計収量は2回刈りが最大で、以下3回刈り、4回刈り、1回刈りの順であった。

この属は分布範囲が広く、塩分濃度の高い場所にも適応でき、種子は豊凶の差が大きいものの比較的多産である。発芽率や定着率には種子の大きさ、播付けの時期が大きく影響する。種子を固定し、小動物による食害を防ぐ工夫を施せば、かなり高い苗の得苗率、定着率が期待できる。施す位置等に工夫すれば、とり木も可能である事が示された。

分光反射特性が他のマングローブとかなり異なるので、リモートセンシングによる分布域の分離・抽出は比較的容易だと考えられる。

いずれにしろ、沖縄においてという条件が付くものの、ヒルギダマシの飼料化に関する基礎的事項に関しては、ほぼ明らかにできたと考えている。この研究成果が、他地域での同様の検討に際し、参考になれば幸いである。

5. 研究発表

- 1) 星野正生・新城健・佐藤一祐：未利用資源としてのヒルギダマシ (*Avicennia marina* V IERH.) の飼料化に関する基礎的研究 第1報 ヒルギダマシの刈り取り利用, 熱帯農業, Vol. 32, No. 4, 223-227, 1988
- 2) 志茂守孝・渡嘉敷義浩・大屋一弘：ヒルギダマシの飼料成分および栄養元素組成に関する研究, 琉球大学農学部学術報告, No. 35, 27-35, 1988

- 3) 中須賀常雄・馬場繁幸・荻野和彦：ヒルギダマシの根系について，日本林学会九州支部研究論文集，No. 41, 91-92, 1988
- 4) SATO, Kazuhiro and HOSHI, Takashi: Approach to Estimation of Mangrove Resources using Remoto Sensing and a Trial in Okinawa, Proceedings of ISPRS Congress, Vol. 27, B7, 470-481, 1988
- 5) 佐藤一紘・馬場繁幸・星 仰：沖縄産マングローブ単葉の分光反射特性の樹種特性，日本林学会九州支部研究論文集，No. 40, 41-42, 1987
- 6) SATO, Kazuhiro and HOSHI, Takashi: Spectral Reflectance Properties of a Leaf of some Mangrove Species in Okinawa, Proceedings of the 8th ACRS, A4, 1-10, 1987
- 7) 佐藤一紘・星 仰：沖縄産マングローブ単葉の分光反射特性の季節変化，日本写真測量学会昭和62年秋季学術論文集，35-40, 1987

(以上の文責：星野正生・佐藤一紘)

ヒルギダマシ (*Avicennia*) の飼料としての有害成分に関する研究

多和田真吉

I. 緒言

マングローブの一種ヒルギダマシ (*Avicennia marina* VIERH) は、我が国では全く利用されてない。その理由は、分布が宮古、八重山に限られ、資源量が少なく、樹幹形も悪く、材質も特に良い訳でもないからである。沖縄県の畜産の現状を考えると、肉牛の飼育頭数の増加と、草地拡大の頭打ちとが相俟って新たな飼料資源の開発が必要となっている。ヒルギダマシは熱帯には広く分布しており、樹高、胸高直径ともに相当大きくなるものの、薪の他めだつた利用は見られない。しかし、アラビア湾岸からインド北西部にかけての乾燥地域の一部に限っては、葉、果実を家畜の飼料とする利用形態が見られる。この事に関する記述はマングローブ関係の文献で数件見られるものの、畜産関係での検討は行われていない。上述の地域では、ラクダ、ウシ、ヤギの飼料として、相当量この葉に依存している。

本研究は、この葉の飼料としての特性を検討し、熱帯、亜熱帯、および乾燥地域の畜産面での積極的利用に資する事を目的とする。

II. 材料および方法

1. 材料および一般成分分析

ヒルギダマシは沖縄県西表島で採取したものをを用いた。茎葉部を水洗し、5~10mmに切断後、通風乾燥機で70℃、48時間乾燥し、粉碎機で粉末とした。一般成分の分析は常法に

よった。すなわち、水分は試料約2gを秤量管に精秤し135℃の乾燥減量によって測定した。粗蛋白質はケルダール法により全窒素を定量し、これに6.25を乗じて粗蛋白質量を求めた。粗脂肪は試料2～3gを円筒口紙に入れ100℃で2時間乾燥してから、ソックスレー脂肪抽出器を用いエーテル抽出して粗脂肪の量を求めた。粗繊維は試料2～5gをトールピーカーに採取し、希硫酸で煮沸した後、酸を除きついで希アルカリで煮沸した後、アルカリを除き残渣をアルコールとエーテルで洗った上で乾燥重量と粗灰分含量を測定して、その差をもって粗繊維量とした。粗灰分は試料2gを磁製ルツボに採り、灼熱灰化後測定した。

2. ラット飼育実験

実験に供したラットは生後6週齢（150～160）のWister系雌雄で日本クレア（株）より購入した。飼育密度は各試験区ごとに3匹ずつ各々35x35x50cm容のケージに収容し、給餌はガラス製粉餌用給餌器（径8mm）にて、食べのこしのないように給餌した。換気扇、冷暖房の装置を設置し、室温 $23\pm1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $55\pm5\%$ の恒温恒湿の条件下で飼育し、飼料および飲料水は自由摂取させた。ラットの体重と飼料摂取量は一日置きに給餌前の午前10時頃測定した。供試飼料はラットの飼料標準にしたがってカゼインを蛋白源として一定水準にし、対照区、ヒルギダマシ30%区、アルファルファ20%区とギンネム30%区の各試験区に分けた。ギンネムは浸漬法により毒性アミノ酸ミモシンを除去したものをを用いた。供試した飼料の組成は表1に、混合ミネラルと混合ビタミンの配合割合はそれぞれ表2と表3に示した。

3. ヒルギダマシ茎葉成分の溶媒抽出法による分画

新鮮生葉ヒルギダマシ3Kgを5～10mmに細切したものをメタノール8ℓに3日間5℃で漬浸し、固形物を濾去後メタノール抽出物を約300mlの粘稠液になるまで濃縮した。これに酢酸エチル1ℓと蒸留水1ℓを加え3ℓ容分液漏斗を用い30分振盪後12時

間5℃で放置し、水層と酢酸エチル層に分配した。水層に1N NaOH溶液を加えpH 12とし、再び酢酸エチル1ℓを加え水層と酢酸エチル層に分配した。水層は1N HClを用い中和後、60℃で濃縮し、糖類を含む中性物質の分画として56.3gを得た。有機層は無水酢酸ナトリウムを加え脱水した後濃縮し、0.2gの塩基性物質を得た。図1に示す様に上記と同様な操作で有機酸類0.4g、フェノール性物質0.4gおよび中性物質を0.3gを得た。

4. マウスに対する毒性試験

振盪分配法により得た糖類、塩基性物質、有機酸類、中性物質、酸性物質の5分画を0.9%塩化ナトリウムとポリエチレングリコールの9:1の溶媒で希釈し、それぞれ1,000、5,000、10,000および50,000ppmの濃度に調整し、各分画とも3匹のマウス（ICR雌）を用い体重30g当たり0.5mlを腹腔内注射した。

III. 結果

1. 飼料摂取量と増体量

各試験区の2日間3頭のラットの飼料摂取量を表5に示した。対照区は1週目の飼料摂取量は雌雄両方とも低い値を示したが、ヒルギダマシ、アルファルファ、ギンネム区は第1週目から高い値をしめした。雌よりも雄の方が30g程高い飼料摂取量を示し、また、試験群の中ではヒルギダマシ区の方が最も高い飼料摂取量を示した。

ラット雄の1週間毎の増体量の変化を表6に、また雌の体重増加量を表7に示した。対照区では試験開始時体重より試験終了時の90日までに1.62倍の体重増加を示したが、ヒルギダマシ1.55倍、アルファルファ1.66倍およびギンネムは1.41倍を示した。ヒルギダマシは粗蛋白質含量が低いのでアルファルファよりは劣るがギンネムよりは良い結果を示した。雌の場合には試験開始時体重より終了時の8週目までに対照区では

1.63倍の増加を示し、次いでアルファルファが1.60倍、ヒルギダマシが1.43倍で、ギンネム区は1.35倍と最も低い値を示した。雄よりも雌の方が試験飼料による体重変化に及ぼす較差は大きい様であった。

表8は増体量当たりの飼料摂取量を示してあるが、対照区では雄が1g増えるのに8.63gの飼料を必要とするのに対し、雌では9.04gと高い値を示し、一般に他の試験群でも雌の方が増体量当たりの飼料摂取量は高い値を示す傾向であった。ヒルギダマシ区の雌雄の値はそれぞれ13.39gと11.15gであり、アルファルファ区の10.53gと9.18gよりは高いがギンネムよりは低く、蛋白質含量がギンネムより低いにもかかわらず比較的効率の良い増体量をしめた。

2. マウスに対する毒性試験

ヒルギダマシ3Kgのメタノール抽出液8ℓを約300mlにまで濃縮し、溶媒抽出分画法により、それぞれ糖類、塩基性物質、有機酸類、中性物質、酸性物質に分け、得られた量を表9に示した。生理食塩水とポリエチレングリコール(9:1)の混合溶媒で希釈し、1,000~50,000ppmの濃度になる様にそれぞれの分画を調整し、3匹のマウスに体重30g当たり0.5mlを腹腔内注射した。表10に示した様に、いずれの分画にも50,000ppmの高濃度でもマウスに致死作用を示す様な有害成分は含まれてなかった。ヒルギダマシには急性毒性を示す物質が含まれてなかったのも、各分画の注射1週間後の体重の変化を調べ、表11に示した。糖類と中性物質の両分画は50,000ppmでわずかに0.3g程体重を減少させたが、外観上は全く対照区と同様であった。経口的にも局注的にもヒルギダマシ茎葉中には毒性成分は含まれないことから、この植物が多量に栽培できるのならば地域によっては家畜飼料として用いても動物の成長および安全性に何ら問題がないものと判断された。

IV. 考察

ヒルギダマシはマングローブを構成する一樹種で、我が国におけるその利用についてはほとんど報告されてない。汽水帯における緑化植物、および環境保全植物として熱帯、亜熱帯ではとても重要な植物である。本研究では西表島に自生しているヒルギダマシを用い、その飼料価値をアルファルファ、ギンネムと比較しながら検討した。マングローブ関係の文献の中にヒルギダマシの飼料としての利用形態について簡単に述べているものが若干見られる。また、高槻の調査報告書の中でラクダ、ヤギの飼料としての利用について比較的詳しく述べられている。しかし、畜産学の分野からの栄養分、成分等の分析をふまえた飼料としての評価は全くなされてなかった。本研究では従来、資源として重視されず、未利用資源の一つとも云い得るヒルギダマシが、飼料となる草種の極度に不足する乾燥地域の一部で、飼料として利用され得る点に注目し、他の熱帯沿岸地域での、他の飼料との複合利用等を含めて、積極的に利用し、有効資源化を計る事を目的とし、ヒルギダマシの一般成分や毒成分についてラットとマウスを用いて調査確認した。

ヒルギダマシ、アルファルファ、ギンネムを用い配合飼料を調整し、ラットによる飼料摂取量を調査した結果、ヒルギダマシは比較的嗜好性が高く、摂取量も高いことがわかった。体重増加率はアルファルファ、ヒルギダマシ、ギンネムの順で高く、粗蛋白質含量はアルファルファとギンネムがほぼ同率であるのにアルファルファの方がかなり高い値を示した。表4に示した様にヒルギダマシの粗蛋白質含量はアルファルファおよびギンネムの約57%しか含まれていないのに何故このように増体効果が高いのか興味もたれる。ギンネムは浸漬処理法により動物の成長に悪影響を及ぼす毒性アミノ酸ミモシンを除去しており、ヒルギダマシよりも増体効果が低いのはミモシン以外に何か他に原因があるものと思われた。マウスに対するヒルギダマシ成分の毒性試験の結果、50,000 ppmの高濃度でも全く影響がないことから、この植物は家畜飼料として用いても安全性に関しては何ら問

題がないものと思われた。粗蛋白質含量が低めであるので反芻家畜に対する粗飼料あるいはアルファルファの様な蛋白質含量の高い飼料植物との混合により単胃家畜の飼料として利用できると思われた。

V. 引用文献

- 1). 高槻成紀、向後元彦 ペルシヤ湾岸ケシム島およびパキスタン・ミアニ潟におけるマングローブ林の生態学的調査、第二回中東マングローブ植生調査報告書、(財)中東協力センター、pp 23~65、(1980)
- 2). Tawata, S., F. Hongo, K. Sunagawa, Y. Kawashima, and S. Yaga, A Simple Reduction Method of Mimosine in the Tropical Plant *Leucaena*, Sci. Bull Coll. Agr. Univ. Ryukyus, 33:87~94 (1986)

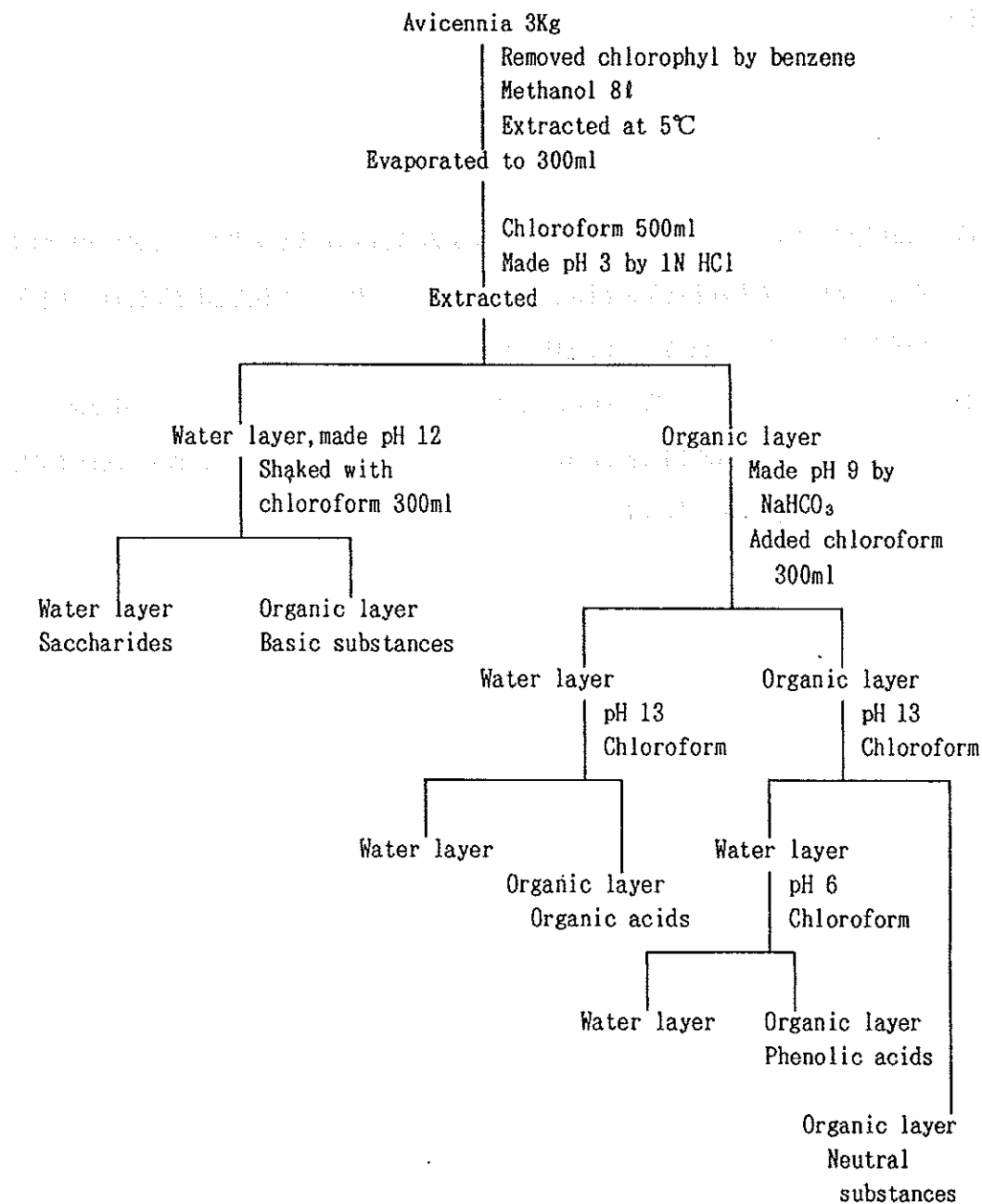


Fig. 1. Division of Avicennia Extracts by Organic Solvent Extraction

Table 1. Combination rate of experimental feeds

	Control	Avicennia	Medicago	Leucaena
Casein	15	15	15	15
Corn oil	10	6	7	6
Minerals	4	4	4	4
Vitamins	1	1	1	1
Cellulose	4	4	4	4
Choline chloride	0.3	0.3	0.3	0.3
Sucrose	25	25	25	25
Corn starch	40.7	14.7	23.7	14.7
Avicennia	-	30	-	-
Medicago	-	-	20	-
Leucaena	-	-	-	30

Table 2. Composition of Vitamins

Element	(mg)
Vitamin A acetate	93.2
Vitamin D ₃	0.5825
Vitamin E acetate	1,200.0
Vitamin K ₃	6.0
Vitamin B ₁ hydrochloride	59.0
Vitamin B ₂	59.0
Vitamin B ₆ hydrochloride	29.0
Vitamin B ₁₂	0.2
Vitamin C	588.0
D-biotin	1.0
Folic acid	2.0
Calcium pantothenate	235.0
Nicotinic acid	294.0
Inositol	1,176.0
Lactose	96,257.0175
TOTAL	100,000.0

Table 3. Composition of Minerals

Element	(g)
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.43
KH_2PO_4	34.31
NaCl	25.06
Fe-Citrate	0.623
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	9.98
ZnCl_2	0.02
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\sim 6\text{H}_2\text{O}$	0.121
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.156
KI	0.0005
CaCO_3	29.29
$(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.0025
TOTAL	99.993

Table 4. Chemical Composition of Medicago, Avicennia and Leucaena

	Medicago	Avicennia	Leucaena
Crude protein	21.9	12.6	20.8
Crude fat	3.5	4.4	8.3
Crude fiber	25.2	14.1	17.8
Crude ash	10.4	11.9	5.4
Water soluble carbohydrate	39.0	57.0	47.7

Table 5. Intake of each Feeds on Rats

Intake (g) during 2 days by 3 male rats				
Week	Control	Avicennia	Medicago	Leucaena
1	82	110	112	112
2	108	120	110	120
4	107	120	110	115
6	120	128	115	126
8	110	130	126	130

Intake (g) during 2 days by 3 female rats				
1	68	85	75	78
2	70	90	82	84
4	70	90	90	80
6	73	80	80	71
8	85	96	90	85

Table 6. Changes of Body Weight of 3 Heads Male Rat in each Group

Feed	Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Control		205	225	245	265	285	290	305	325	335
		210	225	250	270	285	300	315	335	345
		220	230	250	270	290	305	320	335	350
Medicago		190	210	235	255	275	290	300	320	325
		210	215	245	270	290	300	310	325	330
		210	230	255	280	300	315	325	345	355
Avicennia		200	210	240	265	280	290	300	305	315
		215	220	245	270	285	295	305	315	330
		225	220	255	285	305	315	325	335	345
Leucaena		210	210	215	225	235	245	255	255	265
		210	230	245	275	295	305	310	305	315
		220	235	255	275	300	305	310	315	320

Table 7. Changes of Body Weight of 3 Heads Female Rat in each Group

Feed	Week	1	2	3	4	5	6	7	8
Control		130	145	155	175	185	190	195	200
		135	150	165	180	190	200	210	215
		135	155	165	190	210	225	230	235
Medicago		125	135	150	160	170	175	180	190
		125	145	165	180	195	200	210	210
		135	155	170	190	195	200	210	215
Avicennia		135	145	155	165	170	175	185	185
		130	150	160	170	175	180	190	190
		140	155	170	185	195	200	205	205
Leucaena		135	140	155	160	165	170	175	175
		130	145	160	165	170	175	180	180
		130	145	160	170	175	175	180	180

Table 8. Feed Intake per Increase of Body Weight

		Control	Avicennia	Medicago	Leucaena
	A	1,136.3	1,301.7	1,225.0	1,288.0
Male	B	131.6	116.7	133.4	86.7
	A/B	8.63	11.15	9.18	14.86
	A	693.0	824.8	789.8	739.7
Female	B	76.7	61.6	75.0	45.0
	A/B	9.04	13.39	10.53	16.44

A : The total of intake (g) during 9 weeks by 1 head of rat.

B : The increase of body weight (g) during the same period.

Table 9. Quantity of Collected Fractions

Avicennia leaves	3Kg
Methanol	8 l
Evaporated extract	300ml
Saccharides	56.23g
Basic substances	0.21
Organic acids	0.36
Acids	0.35
Neutral substances	0.35

Table 10. Effect of Intra-abdomen Injection on Mouse

	1×10^3 ppm	5×10^3	1×10^4	5×10^4
Saccharides	-	-	-	-
Basic substances	-	-	-	-
Organic acids	-	-	-	-
Acids	-	-	-	-
Neutral substances	-	-	-	-
Control	-	-	-	-

Table 11. Changes of Body Weight before and after Intra-abdomen Injection on mouse

		$1 \times 10^3 \text{ ppm}$	5×10^3	1×10^4	5×10^4
Saccharides	B	37.1	36.8	36.7	36.5
	A	37.2	36.6	36.5	36.2
		+0.1	-0.2	-0.2	-0.3
Basic substances	B	35.1	38.0	38.2	36.8
	A	35.3	38.1	38.1	36.6
		+0.2	+0.1	-0.1	-0.2
Organic acids	B	37.6	37.7	38.0	36.8
	A	38.0	38.1	38.0	36.7
		+0.4	+0.4	0.0	-0.1
Acids	B	36.4	36.1	36.8	36.1
	A	36.1	36.7	36.6	35.9
		+0.3	+0.6	-0.2	-0.2
Neutral substances	B	37.0	36.6	36.7	35.9
	A	37.4	36.9	36.5	35.6
		+0.4	+0.3	-0.2	-0.3
Control	B	35.1	35.7	35.9	36.2
	A	35.3	35.8	35.8	36.2
		+0.2	+0.1	-0.1	0.0

B : The body weight before injection

A : The body weight after injection

ヒルギダマシの飼料成分および 栄養元素組成に関する研究

志茂守孝・渡嘉敷義浩

緒 言

マングロープの一種であるヒルギダマシ(*Avicennia marina* VIERH.)の我国における分布はかなり限定され、宮古島島尻の入江、石垣島名蔵の河口附近、小浜島西海岸および西表島主要河川の河口附近に生育し、特に、後者の西表島での分布面積が広く、分布箇所も多いことが知られている(中須賀、1979)。そして、その資源量が少なかったのか、あるいはその利用が全く試みられなかったのか、明確な理由は不明であるが、我国では他のマングロープの利用状況と同様に、ヒルギダマシはほとんど活用されていないようである。

ヒルギダマシの利用について、佐藤(1980)のソロモン諸島、マライタ島での調査によれば、住民は日常生活の用具や資材にマングロープを有効利用しているが、その一種であるヒルギダマシの利用については、特に目につくものがなかったようである。一方、アラブ首長国連邦、イランからインド北西部にかけての乾燥地域では、ヒルギダマシの葉や果実は、ラクダ、ウシ、ヤギの家畜飼料として有効利用され、量的にもかなりそれに依存している記述が数種の文献(Chapman, V. J. 1970、高槻等 1980、宮城等 1982、向後 1987, 1988)に見られる。しかし、その植物の飼料成分や栄養元素組成などの分析評価は見当たらないことから、昔からの習慣的なヒルギダマシの有効利用の一つの形態として推察することができる。これらの利用実態は、マングロープが生育する熱帯、亜熱帯および乾燥地域での家畜飼料の資源の一つとして、ヒルギダマシの葉や果実を有効利用できる可能性が有ることを示唆しているように思われる。

本研究は、ヒルギダマシの家畜飼料としての有効利用に資するため、市販の家畜飼料のアルファルファを対照に用いて、飼料としての栄養成分および栄養元素組成に関する基礎的資料を得ることを目的とした。

分析試料

ヒルギダマシの葉身、その種実および市販飼料のアルファルファキューブを分析試料として、それぞれ供試した。前者の葉身には葉の他に葉の付着した幼若茎も含まれた。

ヒルギダマシの葉身は、採取時季の異なる4種類の試料を供試し、ヒルギダマシの葉身-A(1986年4月24日 採取)、同-B(1986年4月24日 採取)、同-C(1986年9月29日 採取)および同-D(1986年11月4日 採取)とそれぞれ区別して用いた。また、ヒルギダマシの種実は、1987年10月7日採取の1試料だけを用いた。そして、これらの葉身および種実は、いずれも西表島の浦内川河口附近に生育する樹木群から採取された。市販のアルファルファキューブは、1986年7月10日に購入したものを用いた。

分析試料の調整は、慣行法(森本、1968)に準じて次のように行なった。ヒルギダマシの葉身および種実は、河口附近に生育中の樹木群からそれぞれ採取した後、水洗した。他方、アルファルファキューブは水洗しないで、そのまま用いた。そして、いずれの試料も紙袋に入れて70℃の送風乾燥器内で、数日間乾燥された。乾燥は、試料の重量減がほぼ認められなくなるまで続けられ、その後、2日間、室温に放置された。この後、それらの風乾物は、紙袋中から小分けした試料(約100g)の全体を、孔径1mm以下にウィレー粉砕機を用いてそれぞれ粉砕され、よく混合され、それぞれフタ付き試料瓶に入れて密栓され、分析用試料として供試された。

分析方法

1. 飼料成分

一般に、飼料の性質および栄養価を知る目安として、飼料中の水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物、粗灰分などの飼料の一般成分または飼料の6成分を調べ、それらの含量を百分率で表示している。これらの飼料成分分析を慣行法(森本、1968)に準じて、次のように行なった。

1) 水分含量

分析試料2gを105℃の恒温乾燥器中で3時間乾燥、デシケーター中で30分間放冷、秤量を重量減が見られなくなるまで繰り返し、乾燥前後の重量差を水分含量として百分率で表示した。

2) 粗蛋白質含量

後述するように、硫酸分解法と蒸留法によって、飼料中の栄養元素組成の一つとして全窒素量を測定する。その際、分析試料約0.5gを供して求めた全窒素量に、係数6.25を乗じて粗蛋白質量とした。

3) 粗脂肪含量

円筒ろ紙に入れた分析試料約2gを105℃の恒温乾燥器中で2時間乾燥後、ソックスレー脂肪抽出装置を用いて純エーテルで16時間、試料中の全脂肪の抽出を繰り返し、脂肪抽出前後の重量差を粗脂肪含量として百分率で表示した。

なお、円筒ろ紙中に残った全脂肪抽出後の試料は、粗繊維含量を求める試料に供した。

4) 粗繊維含量

粗脂肪定量後の残渣を、粗繊維定量用煮沸装置を用いて硫酸液およびカセイソーダ液でそれぞれ30分間煮沸し、その後の残渣をろ過した。残渣とろ紙を105℃の恒温乾燥器中で3時間乾燥後、デシケーター中で30分間放冷し、秤量を重量減が見られなくなるまで繰り返し、ろ過前後の重量差を残渣量とした。その残渣量と後述する方法で求めた粗灰分量との重量差を粗繊維含量として、百分率で表示した。

なお、ろ紙とその中の残渣の試料は、粗灰分含量を求める試料に供した。

5) 可溶無窒素物含量

水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維および粗灰分含量の百分率の合計を100から減じて、可溶無窒素物含量とした。

6) 粗灰分含量

粗繊維定量後のろ紙と残渣を、600℃の電気炉中で2時間灰化した後、デシケーター中で30分間放冷し、秤量を重量減が見られなくなるまで繰り返し、灰化前後の重量差を粗灰分含量として百分率で表示した。

2. 栄養元素組成

植物体の必須栄養元素として、C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, MoおよびClの16元素が一般に知られている。これらの元素のうち、C, H, O, S, B, MoおよびClの定量分析は測定上の都合で行わず、別にNaの定量分析を追加して、いずれも慣行法により次のように行なった。

1) 窒素(N)

窒素含量は、西垣および渋谷（1957）の記述に準じ、硫酸分解法と塩入・奥田法によって求めた。分析試料約0.5gに分解促進剤と濃硫酸を加えて分解した後、分解液全量を塩入・奥田式蒸留装置に移してアルカリ蒸留し、1/28規定硫酸液を同規定カセイソーダ液で逆滴定して窒素含量を求め、百分率で表示した。

2) リン(P)

リン含量は、作物分析法委員会（1975）の方法に準じ、湿式灰化法と比色法によって求めた。分析試料約2gに酸混液（硫酸：硝酸：過塩素酸＝3：15：6）を加え、約200℃で湿式灰化後、分解液を100mlに定容した。その一部をバナドモリブデン酸法により、470nmで比色測定し、リン含量を求めて百分率で表示した。

3) その他の元素(K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Na)

その他の元素含量は、灰化後の定容液を作物分析法委員会（1975）の方法に準じ、いずれも原子吸光光度法でそれぞれの元素含量を求め、百分率で表示した。

結果及び考察

1. 飼料成分

飼料の一般成分として、ヒルギダマシの葉身、その種実およびアルファルファキューブ中の水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物および灰分の各含量をとりまとめ、Table 1.に示した。

採取時季の異なる4種類のヒルギダマシの葉身試料間では、Table 1.でみられるように、水分および可溶無窒素物含量を除けば、その他の各飼料成分ごとの含有率はいずれも大きな変化を示さず、ほぼ近似した。両成分含有率に見られる試料間での若干の変化は、試料中に混入する幼若茎の混合割合の違いに起因することが推察される。そして、可溶無窒素物含量のそれは、その他の全飼料成分の含量を100から減じて求めるため、付随してもたらされたものと思われる。このことから、葉身中の各飼料成分は、時季的にはほとんど変動せず、年間を通じてかなり均質であることを示している。

市販飼料のアルファルファキューブの各飼料成分含量に比較して、ヒルギダマシの葉身（平均値）およびその種実の各飼料成分含量には、Table 1.およびFig. 1.に示すような特徴が認められた。すなわち、水分含量は、種実<アルファルファ<葉身の順に高く、葉身ではアルファルファよりも2%ほど高かった。粗蛋白質含量は、種実<葉身<アルファル

Table 1. Percentage of nutritious components of leaves and seed of *A. marina* and Alfalfa

Name of Sample	Date of Sampling	Water	Crude Protein	Crude Fat	Crude Fiber	Crude Ash	NFE
Leaf of <i>A. marina</i> — A	1986 4 24	6.10	12.11	2.28	14.58	0.21	64.72
Leaf of <i>A. marina</i> — B	1986 4 24	15.03	11.11	3.08	14.51	0.22	56.05
Leaf of <i>A. marina</i> — C	1986 9 29	9.38	13.00	2.89	11.54	0.26	62.93
Leaf of <i>A. marina</i> — D	1986 11 4	10.46	12.94	2.07	14.75	0.19	59.59
Leaf of <i>A. marina</i> (mean)		10.24	12.29	2.58	13.85	0.22	60.82
Seed of <i>A. marina</i>	1987 10 17	6.57	10.23	0.63	1.88	0.06	80.63
Alfalfa cube		7.69	16.59	2.62	17.95	1.92	53.23

NFE : Nitrogen Free Extract

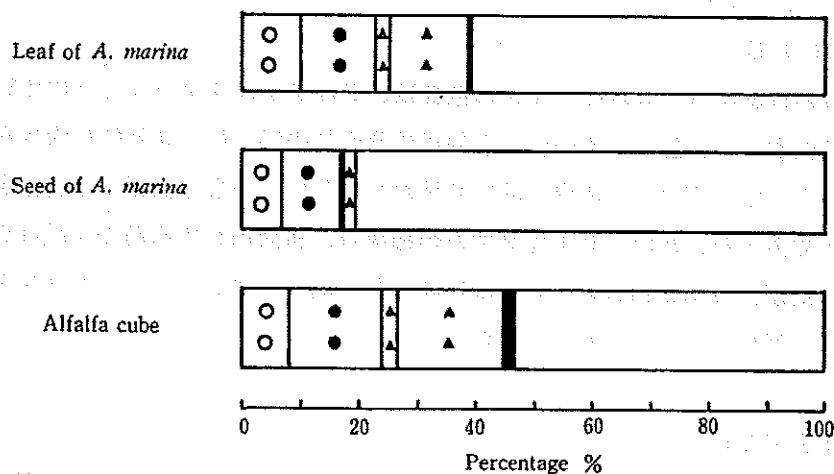
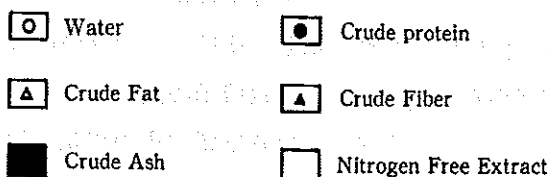


Fig. 1. Mean percentage of the nutritious components of *A. marina* and Alfalfa



ファの順に高く、葉身ではアルファルファよりも5%ほど低かった。粗脂肪含量は、種実<葉身、アルファルファの順に高く、葉身ではアルファルファとほぼ同じ含量を示した。粗繊維含量は、種実<葉身<アルファルファの順に高く、葉身では4%ほどアルファルファよりも低かった。一般に、粗繊維は、セルロース、リグニン、ペントサンおよびヘミセルロースなどの消化のよくないものからなり、栄養価は高くはないが、飼料に容積を与え、食欲の増進、排泄の調節などに効果があることが知られている。また、可溶無窒素物は、主としてデンプンおよび糖類などからなり、これと粗繊維との合計量を炭水化物含量として用いることも知られている。その可溶無窒素物含量は、アルファルファ<葉身<種実の順に高く、葉身ではアルファルファよりも8%ほど高かった。また、炭水化物含量としては、アルファルファ<葉身<種実の順に高く、葉身では4%ほどアルファルファよりも高かった。最後の粗灰分含量は、種実<葉身<アルファルファの順に高く、葉身ではアルファルファよりも2%ほど低かった。

これらの特徴から、ヒルギダマシの葉身は、アルファルファキューブに比較して粗脂肪含量が近似するのに加え、その他の各飼料成分含量の間には、含量的に大きな相違がほとんど認められず、飼料成分の内容的な見地から見れば、かなり近似する特徴を有することが明らかであった。また、ヒルギダマシの種実は、相対的に粗脂肪や粗繊維含量が低い結果を示したが、炭水化物含量としては葉身よりも高い結果を示し、デンプンや糖類の補充飼料として利用できることも示唆された。

2. 栄養元素組成

ヒルギダマシの葉身、その種実およびアルファルファキューブ中の多量および微量栄養元素の含量について、それぞれTable 2. およびTable 3. にとりまとめて示した。

採取時季の異なるヒルギダマシの葉身中の元素組成は、Fe含量に見られる若干の変動を除けば、いずれもほぼ同じ含量を示し、採取時季の違いによる葉身中の栄養元素組成の変化は、ほとんど認められなかった。採取時季の違いによって、葉身中のFe含量が若干変化するの、ヒルギダマシが生育している堆積物中の酸化還元状態に何らかの違いがあったのか、あるいはここでは分析しなかった他の栄養元素との拮抗作用のようなことが起こったのか、その説明は困難であるが、いずれにせよ、ヒルギダマシの栄養生理的特性の一つであるかもしれないことを示唆するように思われる。

一般に、高等植物（高井ら、1976）、被子植物（高橋ら、1969）および陸生植物（久馬

Table 2. Major elemental contents of leaves and seed of *A. marina* and Alfalfa

Name of Sample	Date of Sampling	N	P	K	Ca %	Mg	Na
Leaf of <i>A. marina</i> - A	1986 4 24	1.94	0.18	1.59	0.87	0.60	2.27
Leaf of <i>A. marina</i> - B	1986 4 24	1.78	0.17	1.41	0.80	0.80	2.02
Leaf of <i>A. marina</i> - C	1986 9 29	2.08	0.18	1.52	0.80	0.80	2.44
Leaf of <i>A. marina</i> - D	1986 11 4	2.07	0.16	1.47	0.81	0.58	2.88
Leaf of <i>A. marina</i> (mean)		1.97	0.17	1.50	0.82	0.69	2.40
Seed of <i>A. marina</i>	1987 10 17	1.64	0.19	1.28	0.01	0.04	0.31
Alfalfa cube		2.65	0.17	2.44	1.91	0.37	0.27

Table 3. Micro elemental contents of leaves and seed of *A. marina* and Alfalfa

Name of Sample	Date of Sampling	Fe	Mn	Zn	Cu
		ppm			
Leaf of <i>A. marina</i> - A	1986 4 24	354	78	160	74
Leaf of <i>A. marina</i> - B	1986 4 24	1,360	125	172	80
Leaf of <i>A. marina</i> - C	1986 9 29	1,937	168	197	75
Leaf of <i>A. marina</i> - D	1986 11 4	392	69	234	68
Leaf of <i>A. marina</i> (mean)		1,011	110	191	74
Seed of <i>A. marina</i>	1987 10 17	51	14	162	570
Alfalfa cube		1,836	85	327	126

ら、1988) について、ここで取り扱った栄養元素組成とその含量の概略値のレベル範囲は、多量元素 (%) では、N : 1.5 ~ 3.0、P : 0.2 ~ 0.23、K : 1.0 ~ 2.5、Ca : 0.5 ~ 1.8、Mg : 0.2 ~ 0.32 および Na : 0.02 ~ 0.12、微量元素 (ppm) では、Fe : 100 ~ 400、Mn : 50 ~ 630、Zn : 20 ~ 160、Cu : 6 ~ 14 程度である。

ヒルギダマシの葉身中の多量栄養元素含量 (平均値) は、上述の植物体の各元素含量に比較して、N、K、Ca はいずれも同じ範囲に、P は若干低いレベル、Mg は若干高いレベルをそれぞれ示し、特に Na は 20 倍以上もそのレベル範囲を越える特徴を示した。葉身中に、後者の Na 含量が著しく高いのは、その生育環境に伴う好塩性植物の特徴の一つであるに違いない。他方、ヒルギダマシの葉について、同様の栄養元素組成とその含量に関する久馬

ら(1988)およびUNDP(1983)の結果のレベルと比較してみると、N、P、Naではほぼ同じレベルで、他のK、Ca、Mgでは若干高いレベルにあることを示した。また、UNDP(1983)の結果では、ここで得られた葉身中のNa含量のレベルよりもその含量が数倍も高く、Mg含量は数倍も低いレベルにあることも示した。このことは、ヒルギダマシが生育する堆積物やその環境の違いに原因があるのかもしれない。いずれにせよ、多量元素の組成は上述の一般的植物体のそれとはNa含量において著しく異なるが、ヒルギダマシ間では同様の傾向を有して類似する特徴を示した。

ヒルギダマシの葉身中の微量元素含量(平均値)は、上述の植物体のレベル範囲と比較して、Fe、Cuでは数倍高いレベルに、Mn、Znでは同じ範囲のレベルにある特徴を示した。また、ヒルギダマシの葉のそれらについては、久馬ら(1988)のレベルと比較して、Fe、Mn、Znのいずれもここで得られたレベルの方が数倍高いレベルにあることも示した。この種の微量元素の植物体中における動態は、その植物が生育する環境下にある土壌や堆積物などのpHや酸化還元条件に左右され、植物体中の各元素含量のレベルには、それなりの範囲が生じることを推察させ、ここで得られた特徴は妥当のように思われる。

ヒルギダマシの葉身中の無機元素バランスについてみると、グラステタニーの発生率と関係すると知られている $K/(Ca+Mg)$ は0.34~0.43を示し、牛におけるグラステタニーの発生がみられる1.8(原田 1979)より著しく低い値であった。くる病に関連し、一般に1~2(原田 1979)が適当であるとされている Ca/P は4.4~5.1を示した。広く家畜飼料として使用されているアルファルファの Ca/P は11.2を示し、ヒルギダマシの葉身のそれの約2倍の高い値を示していることから、ヒルギダマシの葉身の高い Ca/P は、飼料としてヒルギダマシの葉身を用いることに支障ないと推察される。

ヒルギダマシの葉身に比較して、その種実中の栄養元素含量は、全般的に著しく低いレベルにあるが、N、K、Zn、Cuでは低い程度がゆるく、Pではわずかに高いレベルにある特徴を示した。(Fig. 2., Fig. 3.)

市販飼料のアルファルファキューブとヒルギダマシ葉身の栄養元素含量(平均値)との比較では、全般的には市販飼料中の元素含量が高い傾向を示した。それらのうち、ヒルギダマシの葉身中にはNa含量が著しく高いレベルを示し、MgやMn含量が若干高いレベルとP含量がほぼ同じレベルをそれぞれ有する特徴を示した。特に、ヒルギダマシの葉身中のNa含量が著しく高いことを示す特徴は、飼料として利用するのに一つのメリットになると思われる。すなわち、家畜を飼育する過程では、飼料と一緒に岩塩をなめさせて塩分補給し

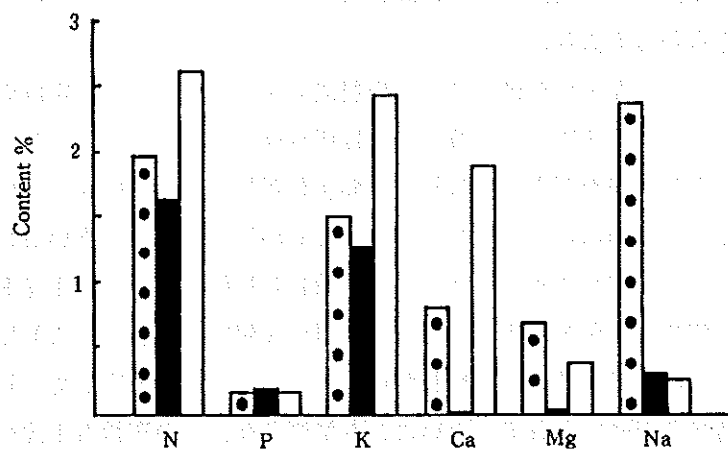


Fig. 2. Mean major elemental contents of *A. marina* and Alfalfa.

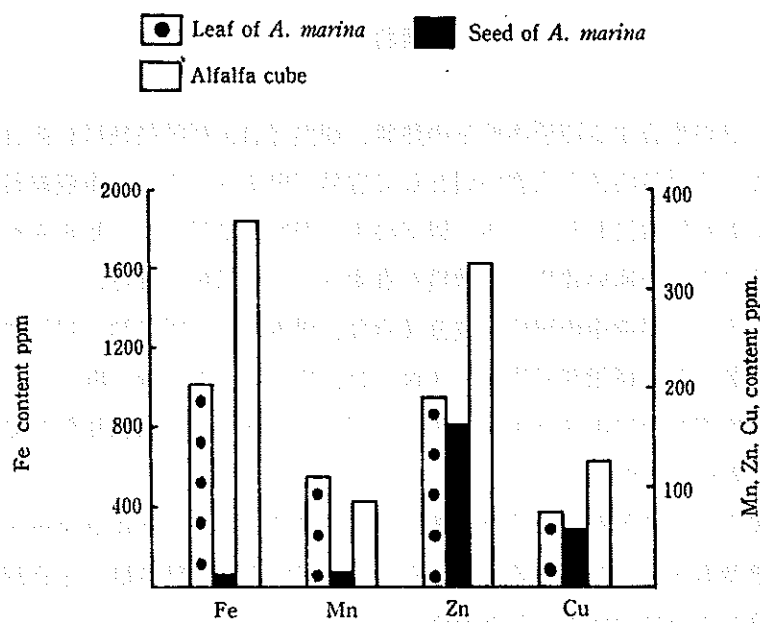


Fig. 3. Mean micro elemental contents of *A. marina* and Alfalfa.



ているので、ヒルギダマシの葉身中の高いNa含量が、岩塩に代わって塩分の補給を助けることになるからである。

先述したように、ヒルギダマシは、葉身の飼料成分（6成分）含量が市販飼料のアルファルファキューブのそれと比較して、特徴的には何ら遜色がなかったことと、これと同様に栄養元素組成にも何ら遜色がなく、むしろ、Na含量が相対的に高いレベルにあることがプラスに作用する可能性のあることから、飼料としての価値が十分に高い植物体であることが示唆された。また、アルファルファキューブ飼料と比較しながらヒルギダマシの葉身飼料を給飼して、実際にヤギの飼育実験をした及川氏（研究分担者の一人）によれば、嗜好性があり、いずれのヤギも健全に生育しているということから推察して、ヒルギダマシの葉身中には有毒成分が含有されていないことも推測され、この実情も上述の飼料としての利用価値の高い植物体であることの示唆を支持するように思われる。

要約

マングローブが生育する環境条件下の熱帯、亜熱帯および乾燥地域に生育するヒルギダマシについて、その植物体を家畜飼料として有効利用するために、市販飼料のアルファルファキューブと比較検討したところ、以下のような結果が得られ、ヒルギダマシは家畜飼料として十分に価値の高い植物体の特徴を有することが示唆された。

1) ヒルギダマシ葉身中の飼料6成分（水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物および粗灰分）および栄養元素組成（N、P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Zn、およびCu）の各含量は、市販飼料のアルファルファキューブ中のそれらの含量に比較して、特徴的にはほとんど遜色がなかった。

2) ヒルギダマシの葉身中にはNa含量が著しく高く、アルファルファキューブ中のそれに比べて9倍量も多く、その栄養元素含量の高い傾向を示す特徴は、家畜飼育過程での必要な塩分補給を大いに助けることを示唆した。

3) ヒルギダマシの種実中の飼料成分は、その葉身中のそれに比較して粗脂肪や粗繊維の含量はいずれも低いが、炭水化物含量として高い特徴を示した。

4) ヒルギダマシの葉身中の飼料6成分および栄養元素組成の各含量には、採取時季の違いによる変動はほとんど認められなかった。

5) ヒルギダマシ葉身の微量栄養元素のFe、Mn、Zn、Cuなどの含量は、その植物が生育

する環境条件に左右されて、含有量のレベルが変動することを示唆した。

参考文献

- 中須賀常男 1979 マングローブ林の林分解析, 琉大農学術報告, 26, p413-519
- 佐藤一紘 1980 マライタ島ランガラングラグーンにおけるマングローブの利用, 亜熱帯林
2, p1-12
- Chapman, V. J. 1964 Some factors involved in mangrove establishment, Les
Problemes Scientifiques des Deltas de la Zone Tropicale Humide et leurs
Implications, UNESCO, p219-225, PARIS
- 高槻成紀・向後元彦 1980 ヘルシャ湾岸ケシュム島およびパキスタン・ミアニ湾におけ
るマングローブ林の生態学的調査, 第2回中東マングローブ調査報告書, p23-65
- 宮城豊彦・向後元彦 1982 アラビア湾・パキスタンおよびインド西岸におけるマングロ
ーブ林の植物地理学的調査, 第3回中東マングローブ調査報告書, p19-67
- 向後元彦 1987 砂漠のマングローブ「地球緑化」への冒険, あるくみるきく, 244号,
p4-43, 近畿日本ツーリスト(株)
- 向後元彦 1988 緑の冒険—砂漠にマングローブを育てる, p65-71, 岩波書店
- 森本宏 1968 飼料成分と飼料の分析法, 飼料学, p41-57, 養賢堂
- 西垣晋、渋谷政夫 1979 新しい角度からみた分析法(作物試験法 戸刈義次、松尾孝嶺、
畑村又好、山田登、原田登五郎、鉢木直治編), p387-445, 農業技術協会
- 作物分析法委員会編 1975 栄養診断のための栽培植物分析測定法, p59-61, p69-72,
p73-75, p76-81, p81-86, p96-99, p99-104, p105-107, p107-116, p127-128, 養賢堂
- 高井康雄・早瀬達郎・熊沢喜久雄 1976 植物体の組成; 植物栄養土壌肥料大事典, p9,
養賢堂
- 久馬一剛・西村和雄・平井英明・舟川晋也 1988 マングローブ林下の土壌/堆積物の特
徴, 「環境科学」研究報告集(B-344-R12-04), p123-147
- UNDP/UNESCO REGIONAL PROJECT-Training and research pilot programme on the
mangrove ecosystems of Asia and Oceania Ras/79/002/E/10/13 1983 1st Train
ing Course-Introduction to Mangrove Ecosystem, Thailand, 2-30 March 1983,
Volume I-B, p12-13

高橋英一・谷田沢道彦・大平幸次・原田登五郎・山田芳雄・田中 明 1969 作物栄養学
p13-14, 朝倉書店

原田湧 1979 牧草の栄養と施肥, p124-137, 養賢堂

ヒルギダマシに対する家畜の嗜好性に関する研究

及川 卓郎・佐藤 一祐

I. 緒言

ヒルギダマシ (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh) はマングローブの一構成樹種で、中近東から東南アジアにかけて広く分布している。熱帯から亜熱帯域の海岸部に広く分布するこの資源量は相当なものと考えられるが、現在一部で燃料用のマキとして利用されている他に、極一部で飼料資源としての利用形態が見られるだけである。わが国では宮古、八重山地方にわずかに自生しているのみで、利用されていない。近年、未利用資源の飼料化に関する研究は盛んで、北方のシラカンバの飼料化¹⁾、南方のギンネムの飼料化²⁾などが報告されている。これらの共通した視点は、ヒトの食料と競合しない飼料資源の確保、未利用資源の有効利用、濃厚飼料に対し相対的に高価格化する粗飼料資源の確保という点にある。ヒルギダマシは、アラビア湾岸からインド北西部にかけての乾燥地帯では、その葉部や果実を家畜の飼料に利用しているという記述が一部の文献^{3, 4)}で見られるが、詳細な調査研究報告はなく、その飼料としての適性および価値について不明な点が多い。そこで本研究では、ヒルギダマシに対する家畜の嗜好性について明らかにすることを目的に反すう獣のヤギを用いて嗜好性の調査および給餌試験を行った。まず実験1は、他の未利用木本類の葉部と比較し、ヒルギダマシの嗜好性について試験を行った。実験2では、ヒルギダマシを成獣のヤギに給餌し、比較的長い期間の嗜好性について試験すると共に、ヒルギダマシ給餌の影響について検討した。実験3では、成長期にあるヤギへの給餌試験を行い、その増体性について検討した。

II. 材料および方法

実験1：カフェテリア法による嗜好性の調査

供試動物は9カ月令の雄ヤギ4頭である。調査方法にはカフェテリア法を用い、1頭の供試動物につき1日60分間づつ調査を行った。またオミット方式により上位の飼料はその都度、除外し順位づけた。ヒルギダマシは、沖縄県の西表島で葉部を採取し、真水で水洗した後、天日乾燥したものである。ヒルギダマシの比較対象としたものは沖縄に自生する木本植物の葉部で、オオバギ、アカメガシワ、オオハマボウ、ギランイヌビワなど13種である。これらの植物もヒルギダマシ同様、西表島で採取した後天日乾燥し、試験に用いた。

実験2：給餌試験

供試動物は、約6才令の雄ヤギ2頭で、代謝ケージを使い実験を行った。試験期間は1カ月で最初の1週間はアルファルファハイキューブの粉碎飼料を給餌し、次の1週間でヒルギダマシに切り替え、その後2週間にわたり給餌試験を行った。給餌に用いたヒルギダマシは実験1と同様の乾燥葉部である。飲水は自由摂取とした。飼料および水の給餌は、午前7時と午後7時の2回とした。測定項目は採食量、飲水量、排糞量、排尿量の4項目で、飼料の給餌時に計量した。体重は週2回計量した。また糞の試料を採取し成分分析に供した。

実験3：ヒルギダマシ給与による成長試験

供試動物は6カ月令の雄ヤギ6頭で、3頭をヒルギダマシ給餌区、3頭をアルファルファ給餌区に割り当てた。6頭を代謝ケージに飼い、実験期間は9週間とした。給与回数は、当初午後1時の1回（アルファルファ区、1500g；ヒルギダマシ区、1200g）であったが、採食量が増えたため6週目より給与回数を1日2回（アルファルファ区、2500g；ヒルギダマシ区、2400g）に増やした。ヒルギダマシ区では、前2実験と同様に水洗後天日乾燥したヒルギダマシ葉部を自由摂取させた。アルファルファ区では、ハイキューブ粉碎飼料を給餌していたが、7週目よりアルファルファ乾草に切り替えた。測定項目は、採食量を毎日計量し、1週間に1回体重を計量した。

Ⅲ. 結果および考察

実験1

表-1は、実験1により嗜好性について調査した結果である。ヒルギダマシは4頭のヤギのうち、2頭のヤギで1位に順位付けられた。他の2頭では4位に順位付けられ14種

表一 1 オミット方式による嗜好性試験結果

順位	ヤギ個体NO.			
	NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4
1	ウラジロアカメガシワ	ヒルギダマシ	ヒルギダマシ	ギランイヌビワ
2	オオバギ	アカメガシワ	オオバギ	アカメガシワ
3	ブツウゲ	オオバギイヌビワ	アカメガシワ	オオバギ
4	ヒルギダマシ	オオバギ	ウラジロアカメガシワ	ヒルギダマシ

の試験対象木本植物のうちで最も嗜好性が高い結果になった。またオオバギやアカメガシワの嗜好性も高く、これら3種の植物に対するヤギの嗜好性は良いものといえる。しかしヒルギダマシの比較対象とした飼料はいずれも未利用飼料資源の木本植物の乾燥葉部であるため、飼料として毎日給餌した場合の嗜好性について結論付けるのは難しい。長期にわたる嗜好性については実験2の給餌試験および実験3の成長試験で検討する。

実験2

表一2は2頭の雌ヤギの体重、採食量、飲水量、排糞量、排尿量の推移について示したものである。ヤギAの体重の推移をみると16日目から20日目にかけて大幅に低下している。これは18日目にヤギAが下痢をしたためである。この下痢の原因は、代謝ケージのスタンションストールから首が抜け、皮膚病治療のため塗布していた抗生物質を含む塗り薬をなめたためである。そこで、下痢をする前の20日目までの体重の推移についてみるとほぼ現状維持の状態であった。またヤギBの体重の推移についても同様の結果で、実験期間中を通して体重に大きな変化はなく、現状維持の水準にあった。

次に採食量についてみるとヤギAでは9日目から16日目にかけて少ない量で推移していたが20日目以降上昇した。これは下痢による体重の減少を補うための代償的な採食作用と考えられる。ヤギBでは2日目、6日目には少ない量であったが餌がヒルギダマシに切り替わった後、徐々に増加する傾向がみられた。

飲水量は、ヤギA、Bともアルファルファ給餌時には1000gから1500gの水準で推移し、この傾向は13日目まで続いたがその後、増加する傾向がみられた。ヒルギダマシの給餌

中の13日目以降の飲水量の増加は採食量の増加に伴うものと考えられ、ヒルギダマシの採食量の増加は飲水量の増加を引き起こすことが示唆された。

排糞量は、アルファルファ給餌期間に比較しヒルギダマシ給餌期間では、増加する傾向にあった。排糞量でも飲水量の増加と同様に13日目以降の増加傾向が特に顕著であった。また排尿量も13日目以降の増加が大きく、アルファルファ給餌期間の2倍の水準で推移した。これは、飲水量の増加による影響であると考えられる。

表一 2 体重、採食量、飲水量、排糞量、排尿量の推移

	2	6	9	13	16	20	23	27	30 日
体重 A	52.2	50.2	51.5	50.0	52.2	46.0	44.0	42.5	43.0
(Kg) B	48.5	50.5	50.5	52.5	49.5	50.5	51.5	50.5	50.5
採食量 A	725	675	927	375	700	548	1110	963	1367
(g) B	475	805	1140	598	1007	1045	783	958	1077
飲水量 A	1115	1595	1367	1290	2307	2005	2947	4028	4423
(g) B	960	1395	1643	1828	2960	3983	2150	3155	3210
排糞量 A	368	367	607	410	661	594	840	1284	1466
(g) B	242	328	715	603	1113	1384	1003	1117	1714
排尿量 A	673	850	651	398	1230	2771	1544	1863	1521
(g) B	904	561	738	687	2074	2373	1765	1734	1714

表—3 アルファルファ給餌期間とヒルギダマシ給餌期間の比較（平均値±SD）

個体	A		B	
	アルファルファ (1週目)	ヒルギダマシ (4週目)	アルファルファ (1週目)	ヒルギダマシ (4週目)
採食量(g)	691±150	1136±275***	695±246	1009±196***
飲水量(g)	1435±565	4197±830***	1250±348	3179±617***
排糞量(g)	367±85	1362±167***	299±246	1331±332***
排尿量(g)	790±395	1716±381***	675±254	1726±98***

*** --- P<0.001

表—3は1週目のアルファルファ給餌期間中と4週目のヒルギダマシ給餌期間中7日間の採食量、飲水量、排糞量、排尿量平均値を比較したものである。採食量、飲水量、排糞量、排尿量のいずれにおいてもヒルギダマシ給餌期間中の量が有意に多かった。このように飼料に違いに伴う影響は大きなものであった。これは志茂等の分析結果⁵⁾で明らかになったようにNaの含有割合がヒルギダマシでは、アルファルファに比較して9倍も高い含有量であったためと考えられる。従って、ヒルギダマシ給餌区では飼料中の塩分摂取量が多いため、水を多量に飲むようになり、その結果糞重量、排尿量も増加したものと考えられる。

表—4は飼料に用いたアルファルファとヒルギダマシ乾物中の飼料成分の割合である。アルファルファとヒルギダマシの飼料中水分割合はそれぞれ16.32%、20.76%であった。粗蛋白質の割合は、アルファルファの18%に対し、13%で比較的高い。ヒルギダマシの粗脂肪と粗繊維割合は、アルファルファに比較し少し低い程度であったが、粗灰分の含有割合はかなり低い値だった。しかしヒルギダマシの可溶性無窒素物の割合は、ヒルギダマシの方が高かった。

表—5は、アルファルファとヒルギダマシの消化率について比較した表である。粗蛋白

表一４ ヒルギダマシ、アルファルファ乾物中の飼料成分割合

	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可溶性無窒素物
アルファルファ	17.97	2.84	19.44	2.08	57.67
ヒルギダマシ	12.94	2.07	14.75	0.19	70.05

質、粗脂肪、粗繊維、可溶性無窒素物のすべてにおいてヒルギダマシの消化率は低いものであった。この中で特に低かったのが粗脂肪の消化率で、アルファルファ区の4分の1にも満たない消化率であった。従って、ヒルギダマシの飼料成分は含有割合が少ない上に消化率も悪く、アルファルファに比較しかなり質の面で劣っていた。特に粗脂肪の消化率が低く、ヒルギダマシを給与する場合には粗脂肪の添加が不可欠であると考えられる。

以上の実験2の結果をまとめるとヒルギダマシの給餌は、本実験で供試したような成獣の体重に対しては維持するに十分な栄養成分が含まれると考えられた。実験期間中の採食量はヒルギダマシに切り替えた2週目に減少した以外は、ほぼ安定しており、嗜好性は良好と思われる。また実験当初危惧されたような悪い影響は認められなかった。ヒルギダマシの飼料成分をみるとアルファルファに比較して劣っており、アルファルファの70%程度であった。しかし消化率も考慮するとアルファルファよりかなり劣り、50%程度の飼料的価値しかないものと考えられる。特に粗脂肪の含有率、消化率は低く、単体給餌するのは難しいと考えられる。

表一５ アルファルファ給餌区とヒルギダマシ給餌区の消化率の比較

	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可溶性無窒素物	乾物
アルファルファ	77.66	64.24	52.14	-	67.59	66.28
ヒルギダマシ	50.95	13.63	35.62	0.26	65.36	57.90

注：a) アルファルファ区の粗灰分の消化率は負の値であった。

実験3

表一六の体重平均値の推移をみるとアルファルファ給餌区では1週目より体重の増加が顕著で6週目まではほぼ直線的に増加した。しかし6週目以降の体重はほとんど増加がなく停滞していた。一方、ヒルギダマシ給餌区では1週目から3週目まで体重が実験前より2Kgほど低下していたが4週目には実験前の水準に回復した。その後、7週目まではほぼ同じ水準で推移し、8週目と9週目には増加に転じている。増体量の推移をみるとアルファルファ給餌区では実験の前半では高い増体量を示したがその後実験が進むに従って低下する傾向がみられた。またヒルギダマシ給餌区では実験の前半低かったものの後に行くに従って上昇していた。

表一六 アルファルファおよびヒルギダマシ給餌区における体重、増体重、増体量、採食量、飼料要求率平均値の推移

	1	2	3	4	5	6	7	8	9 週
体重(Kg)									
アルファルファ	30.3	32.2	34.2	35.5	36.0	37.8	38.0	38.8	37.8
ヒルギダマシ	28.0	28.2	28.3	30.0	29.8	29.5	30.3	32.7	32.8
増体量(g)									
アルファルファ	1833	1833	2000	1333	500	1833	167	833	-1000
ヒルギダマシ	-1750	500	167	1667	-167	-333	500	2667	167
採食量(g)									
アルファルファ	805	1032	1045	1124	1245	1620	1405	1472	1320
ヒルギダマシ	428	741	659	882	1193	1317	1311	1573	1594
飼料要求率									
アルファルファ	5.37	5.53	3.66	8.34	-0.23	9.80	-4.21	15.93	-11.76
ヒルギダマシ	-1.63	4.83	2.01	4.12	-3.86	-2.14	13.37	5.83	7.40

注：a) 個体数はアルファルファ、ヒルギダマシ給餌区それぞれ3頭。

b) 増体量は1週間ごとの増体量を示し、採食量は1日の量である。

次に採食量についてみるとヒルギダマシの採食量は、第8週目と9週目を除いた大部分の週でアルファルファ区より少ない採食量であった。アルファルファ給餌区およびヒルギダマシ給餌区の両区とも採食量は増加傾向を示したが、最初の採食量が少なかった分だけヒルギダマシ給餌区の増加率が高かった。飼料要求率は、変動が大きい割に両給餌区間に差は少なく、明確な傾向はみられなかった。

ヒルギダマシ区の体重は3週目まで低迷していたがこの原因としては次の2点が考えられる。第1点は、ヒルギダマシ乾燥葉部という飼料に慣れるまで期間を要したこと。この点は採食量の推移をみると明らかなように、この期間中のヒルギダマシ区の採食量はアルファルファ給餌区に比較し、その60%程度の少ない量であった。第2点は2週目にヤギのうちの1頭が風邪をひいた影響が考えられる。この時はすぐに抗生物質を注射し治療に努めたが回復するのに1週間程度の期間を要した。また6週目にもヒルギダマシ区の1頭が風邪気味であった。飲水量については計量しなかったが実験中に与えた水の量は、ヒルギダマシ区で明らかに多かった。従って、実験期間が12月から3月までの冬季に行われたことおよび多量の飲水量が生体から熱を奪ったことが原因となり、ヒルギダマシ区のヤギは風邪にかかり易かった可能性がある。

ヒルギダマシ給餌区の採食量は6週目まで増加し続け、5週目には1200gに達していた。ヒルギダマシの乾燥葉部には葉のほかに小枝部分も多量に含んでおり、ヒルギダマシ飼料中の小枝部分と葉部の重量割合はそれぞれ14.98%と85.02%であった。この小枝部分に対するヤギの嗜好性は悪く、4週目まではほとんど残す状態であった。またこの小枝部分は飼料としての価値も低いものと推察される。従って、4、5週目には、かなりこの小枝部分を採食しており、この期間中の採食量の増加はほとんど体重の増加に結び付かなかったと考えられる。一方、給餌量を増加させた7週目以降の体重はほぼ順調な増加傾向を示し、葉部の割合が高く質の良いヒルギダマシ飼料を与えれば採食量が増し、増体性は高いことが示唆された。

表一7は両実験区の3週目から9週目までの増体量、採食量および飼料要求率平均値について比較した表である。増体量、採食量、飼料要求率のすべてにおいてアルファルファ区がヒルギダマシ区よりも高かったが、有意な差はなかった。ヒルギダマシ区の増体量、採食量は、それぞれアルファルファ区の77.4%、95.2%であり、ヒルギダマシ区の増体性はその採食量に比較し悪かった。またヒルギダマシ区の増体量は、3週目からのものであり2週目までの体重の減少分を考慮していない。従って、このヒルギダマシ区の増体量は

表一7 アルファルファおよびヒルギダマシ給餌区における3週目から
9週目までの増体量、採食量、飼料要求率の比較(平均値±SD)

	アルファルファ 給餌区	ヒルギダマシ 給餌区
増体量(g)	809.5±393.4	627.0±112.5
採食量(g)	1316.1±81.8	1253.0±88.5
飼料要求率	14.13±6.94	14.35±2.54

注: a) 個体数はアルファルファ、ヒルギダマシ給餌区それぞれ3頭。

b) 増体量は1週間ごとの増体量を示し、採食量は1日の量である。

過大なもので、実際の増体量は半分程度と考えられる。

謝辞

本研究を行うに際し、中城村のヤギ肥育業花城可仁氏から多大の便宜を供与された。ここに記して、心から謝意を表する。

引用文献

- 1) 梶川博・寺田文典・田野良衛・岩崎和雄・伊東稔・長沢定男・富村洋一・松田敏督・石井忠・須藤賢一・志水 一・大山嘉信: 蒸煮解繊処理したシラカンバの給与がホルスタイン種去勢牛の飼料摂取量および増体量に及ぼす影響, 日本畜産学会報, 58, 101-106 (1987)
- 2) 本郷富士弥・多和田真吉・渡辺由美・城間定男: ギンネムのサイレージ調製によるミモシンの減少, 日本畜産学会報, 57, 223-230 (1986)

- 3) 高槻成紀・向後元彦：ペルシャ湾岸ケシュム島およびパキスタン・ミアニ湾における
マングローブ林の生態学的調査, 第二回中東マングローブ植生調査報告書, 中東協力セ
ンター資料No. 100, 21-68 (1980)
- 4) 向後元彦・宮本千晴・川井康男・望月 昭：オーマンのマングローブ, 第四回中東マン
グローブ調査報告書, 中東協力センター資料No. 191, 22-40 (1986)
- 5) 志茂守孝・渡嘉敷義浩：本報告別項参照

ヒルギダマシの刈り取り利用

に関する研究

星野 正生・新城 健・佐藤 一紘

要 約

マングローブの一構成樹種であるヒルギダマシ (*Avicennia marina* VIERH.) を生物資源として保護しながら、飼料資源として有効に利用する方法を検討した。その結果、ヒルギダマシの再生力はあまり強くなく、生葉を全部取り去るような強度の利用、また頻繁な刈り取りは危険であり、個体の枯死と群落の衰退をもたらす。群落を保護しながら、ヒルギダマシを飼料資源として有効に利用するためには、樹冠を部分的に刈り取り利用し、残葉の働きにより、個体の維持と再生への貢献を図ることが有効であることが明かになった。また、刈り取り回数を多くしても多収は得られず、むしろ年2回位と少なくして、再生期間を長くした方が多収となった。

緒 言

マングローブの一構成樹種ヒルギダマシ (*Avicennia marina* VIERH.) は、わが国では全く利用されていない。その理由は、分布が宮古、八重山に限られており、資源量も少ないこと、樹幹形も悪く、材質も特に良いわけでもないこと等があげられる。一方紅海からインド西部にかけての乾燥、半乾燥地帯においては、家畜の放牧は粗放な形ではあるが重要な産業の位置を占めている。しかし、草地が貧弱なため、沿岸地域では現地語でハラと呼ばれるヒルギダマシが、ラクダその他の家畜の重要な飼料となっている¹⁾。そして、それらの地域においては、無秩序で、かつ過度の採取、放牧利用により、各地でヒルギダマシ林の消滅と衰退が進み、ヒルギダマシを含むマングローブ林の破壊、裸地化、砂漠化が進んでいることが認められている²⁾。

筆者らの研究グループにおいては、マングローブを含む、熱帯、亜熱帯の木本植物を飼

料資源として有効に活用すべく、研究を進めている。幸いにも琉球大学農学部附属熱帯農学研究施設は西表島にあり、その亜熱帯の生態的条件から、わが国のマングローブ研究のフィールドの拠点となっている。そこでヒルギダマシを取り上げ、資源を保護しながら有効に利用する方法、飼料的な評価、増殖、造林技術の確立等について研究を進め、その成果をもって、広く乾燥地域および熱帯地域の飼料資源の確保と環境の保全に貢献したいと考えている。本報においてはヒルギダマシの刈り取り利用法について検討した結果を報告する。

ヒルギダマシの刈り取り回数に関する試験

ヒルギダマシを安全に、かつ効率的に収穫、利用し、資源を保護していくためには、年間を通じてどの程度の頻度で刈り取り利用するのが良いかを知る目的で試験を行った。材料および方法

1986年 4月 24日に船浦地区の施設用地内において、生育が比較的揃い、かつ、独立的に生育している個体を選び、第1表のように年1回、2回、3回、4回刈りの試験処理区を設定し、第1回の刈り取りを実施した。刈り取りは樹形を変えるような強い収穫を避け、生葉を若い新梢から全部摘みとる方法によった。船浦地区においてはヒルギダマシの個体数が少なく、生育も不揃いであつたので、1処理に2個体を供試するに止まった。収穫した生葉は葉と新梢にわけ、重量を測定した後、80°Cの通風乾燥器で48時間乾燥し、乾物重を測定した。

結果と考察

刈り取り回数に関する試験の結果を示したのが第2表である。調査は個体当りの重量で測定したが、植物がほぼ円形または楕円形で地上を覆う様な形の生育を示すことから、株の大小の不同を補正する意味で、面積当りの重量に換算して比較を行った(以下第2試験、第3試験も同様)。

年1回刈りの供試木では生草重で約900kg/10aの新梢を含む生葉が収穫された。2回～4回刈りにわたる多回刈りの利用において、それぞれの区で1000～1500kg/10aの収量が得られた。利用回数と収量との関係は供試木の大きさが揃わず繰り返しも2回と少なかったため、明瞭な関係は得られなかった。しかし刈り取りの回数を増加した場合は回を重ねる毎に、1回当りの収量が激減する傾向がみられた。本試験における刈り取りの程度は生葉

第1表. 刈り取り利用回数に関する試験 (61年度)

1 調査本数 4処理×2反復=8本 船浦地区

2 刈り取り処理

1回刈 (年1回刈)	10月 (秋)	10月24日
2回刈 (6ヵ月1回刈)	4月 (春), 10月 (秋)	4月24日, 10月24日
3回刈 (3ヵ月1回刈)	4月 (春), 7月 (夏) 10月 (秋)	4月24日, 7月24日 10月24日
4回刈 (2ヵ月1回刈)	4月 (春), 6月 (夏) 8月 (夏), 10月 (秋)	4月24日, 6月24日 8月24日, 10月24日

3 刈り取り方法

- 1 樹形は変えず、生葉を全部若い新梢から摘み取る。
- 2 生葉重を測定する。
- 3 約300gのサンプルをとり、葉と新梢に分けて乾物重を測定する。

4 調査項目

樹高、幹の直径、樹冠の直径

を新梢から全部摘み取ったが、このような収穫方法により、刈り取り試験終了後に枯死する個体が生じた。特に年間3回 (3ヵ月に1回)、また4回 (2ヵ月に1回) 刈り取った区においては全部の個体が枯死した。また年1回のような少ない刈り取りにおいても枯死する個体がみられた。ヒルギダマシの生育、分布する条件は、汽水域でしかも海側の前線部に多く、常時水湿状態にあり、特に満潮時には植物体の殆どの部分が冠水すること、気根の発生している生態から明かなように、かなり還元的な条件に耐えて生育していると考えられる。このような条件におかれた植物の葉を一時に全部取り去るというような処理が強いストレスを植物にあたえるであろうということは容易に想像されたが、試験の結果は明かにこれを裏書する形となった。本試験の当初の目的である、生態的条件を破壊すること

第2表. 刈り取り利用回数と年間合計収量 (Kg/m²) (61年度)

上段 生草重

下段 乾物重

処理	1 回刈	2 回刈	3 回刈	4 回刈	合計	試験後の樹勢
1 回刈	0.891 0.282				0.891 0.282	A B (枯死) (+)
2 回刈	0.946 0.251	0.597 0.160			1.543 0.411	A B (+) (+)
3 回刈	0.802 0.198	0.169 0.045	0.061 0.016		1.032 0.259	A B (枯死) (枯死)
4 回刈	1.124 0.309	0.218 0.045	0.021 0.004	0.002 0.001	1.365 0.358	A B (枯死) (枯死)

刈り取り回数：生草重、乾物重ともに

LSD 5 % NS

なく生物資源を有効に利用するという点からみると、このような頻繁な利用は避けるべきであり、安全な刈り取りの程度について更に検討を要するものと思われる。

刈り取り程度に関する試験

刈り取り利用に関する第1試験において、生葉を全部摘みとるような収穫方法をとると、たとえ年1回と利用回数が少なくても、枯死する危険性があることが明らかになった。刈り取りの際の残葉が再生長に有効に働くことは牧草において良く知れていることである³⁾。これらの点から考えて、ヒルギダマシを枯死させることなく安全に利用する方法を知るた

めに、刈り取りの程度に関する試験を行なった。

材料および方法

1986年 6月に船浦地区において、ヒルギダマシの植物を試験1と同じ方法で選び、第3表のような刈り取り処理を行った。すなわち、1. 古条刈り； 枝の太い所から切断、収穫し、栽培桑のような収穫利用を想定、2. 新梢刈り； 第1試験と同様に生葉を全部新梢から刈り取る方法、3. 上部刈り； 供試木の上部約1/2を新梢から収穫し、下葉を残し再生に役立てる、4. 1/2刈り； 供試木の幹を中心に左右に分け、半分を刈り取り利用する方法とし、以上4通りの刈り取り処理を設けた。刈り取りは 6月と12月の年2回に行った。

結果と考察

この結果、第4表に示されるように、古条刈り、新梢刈りのような利用においては、生葉で1500~1600Kg/10aの収量が得られたが、古条刈りの1個体は枯死し、他の個体の樹勢も弱く、新梢刈りも枯れはしなかったが、樹勢は明かに弱まることが観察された。上部刈りと1/2刈りでは、収量も560~570Kg/10aと少なかった。しかし樹勢は維持され、枯死する個体は認められなかった。本試験は第1試験とほぼ平行して行われたものであるが、第1試験において樹冠の葉と新梢を全部取り去るような処理と、更にそれが繰り返されることにより枯死株を生ずることが明かにされたが、それより更に強い処理の古条刈りによって

第3表. 刈り取り程度に関する試験 (61年度)

1 調査本数

4処理×2反復=8本 船浦地区

2 刈り取り処理

- 1 古条刈： 古い枝から刈り取る。
- 2 新梢刈： 新しい緑色の小枝から刈り取る。
- 3 上部刈： 樹冠下部を残し、上部約1/2を刈り取る。
- 4 部分刈： 幹を中心として樹冠の1/2を刈り取る。

3 調査方法

- 1 樹高、樹冠の直径、幹の直径の測定
- 2 生葉重の測定
- 3 サンプルを葉と新梢に分けて乾物重を測定

第4表. 刈り取り程度と年間合計収量 (Kg/m²) (61年度)

刈り取り処理	上段 生草重		合計	下段 乾物重	
	1回刈り	2回刈り		試験後の樹勢	
古条刈り	1.308	0.307	1.601	A	B
	0.467	0.076	0.543	(枯死)	(+)
新梢刈り	0.867	0.652	1.521	A	B
	0.287	0.176	0.463	(+)	(+)
上部刈り	0.368	0.193	0.561	A	B
	0.126	0.057	0.183	(#)	(++)
1/2刈り	0.394	0.179	0.573	A	B
	0.125	0.051	0.176	(#)	(++)

刈り取り処理：生草重 LSD 1% 0.435,

5% 0.262

乾物重 LSD 1% 0.113,

5% 0.068

枯死株が発生し、また新梢刈りでは枯死はなかったが明らかに樹勢が弱まる傾向が認められた。この試験の結果からヒルギダマシにおいては、樹冠を部分的に刈り取り利用する方法が最も安全な利用方法であることが明らかにされた。更に部分刈りにおける効率的な利用方法を知る必要があると思われる。

刈り取り程度と回数に関する試験

前2試験において、ヒルギダマシを飼料資源として利用する際には、葉を全部取り去るような強い、またあまり頻繁な収穫は避け、樹冠を部分的に刈り取り利用することが、個

第5表、利用回数と刈り取り程度に関する試験（62年度）

1 調査本数（刈り取り回数）（刈り取り程度）

$$4 \text{ 処理} \times 2 \text{ 処理} \times 3 \text{ 反復} = 24 \text{ 本}$$

2 刈り取り処理

1回刈（年1回）	10月（秋）	10月23日
2回刈（6ヵ月1回）	4月（春）、10月（秋）	4月23日、10月23日
3回刈（3ヵ月1回）	4月（春）、7月（夏） 10月（秋）	4月23日、7月23日 10月23日
4回刈（2ヵ月1回）	4月（春）、6月（夏） 8月（夏）、10月（秋）	4月23日、6月23日 8月23日、10月23日

3 刈り取り程度

上部刈； 植物の上部の約1/2を刈り取る。

1/2刈； 茎を中心として1/2を刈り取る。

4 刈り取り方法

1. 樹形は変更せず、若い新梢からつみとる。

2. 全葉重（生）を測定。約300gをサンプリングし、乾物重を測定。

5 調査項目

樹高、樹冠の直径、茎の直径（地上10cm）

体、ひいては群落を維持するために重要なことが明らかにされた。本試験においては刈り取りを原則的に安全な部分刈りとし、最適な利用回数を知る目的をもって試験を行った。

材料および方法

試験方法として第5表に示されるように、刈り取り程度は、上部刈り：樹冠の上部を約1/2刈り取る、1/2刈り；幹を中心として植物を左右にわけ、1/2を刈り取る。以上の処理とし、刈り取り回数は年1回、2回、3回、4回とした。

1987年はヒルギダマシの群落が、前年の試験地の船浦地区よりも発達している古見地区の前良川、後良川の河口に近い所に試験区を設定し、3反復の繰り返しを行った。

結果と考察

第6表に示されるように、上部刈り、1/2刈りのいずれの処理においても2回刈りの年間の合計収量が最大であった。以下、3回刈り、4回刈りと刈り取り回数が増えるに従って減収した。この刈り取り回数と収量の間には極めて明瞭な関係があり、処理間に乾物収量、生草収量ともに1%水準の有意差があった。刈り取り回数が増加するに従って1回毎の収量は激減しており、再生長の期間が6ヵ月と最もながかった2回刈りが最多収となった。1987年においては、刈り取り処理2×刈り取り回数4×反復3＝計24個体を供試したが、試験終了後に枯死した株は見られなかった。

以上の3試験により、ヒルギダマシを飼料資源として有効に利用するためには、樹冠を全面的に刈り取るような強度の利用を避け、部分的に利用し、残葉の働きにより、個体の維持と、再生への貢献を図ることが重要であることが明らかになった。中東地域におけるヒルギダマシ（現地名ハラ）の利用方法が、ラクダによる下部の採食の繰り返しにより、傘状になっていること、また人手による枝の刈り取りの繰り返しにより、人手のとどかない中央の部分のみが残されているため、中高の盆栽状になっている事実と本試験の結果を考えあわせると、偶然の結果かも知れないが、部分刈りの安全性という点では一致することが認められた。また利用回数については、年間の刈り取り回数を多くしても、多収は得られず、むしろ利用回数を年2回位と少なくし、再生期間を長くおいた方が多収となることが明らかとなった。

第6表. 年間合計収量 (乾物重: Kg/m²) (62年度)

処理	頻度 回/年	ブロック			合計	平均	Kg/10a
		A	B	C			
上部刈り	1	0.138	0.142	0.146	0.426	0.142	142
	2	0.404	0.351	0.201	0.956	0.319	319
	3	0.260	0.156	0.235	0.651	0.217	217
	4	0.128	0.140	0.228	0.496	0.165	165
1/2刈り	1	0.119	0.146	0.135	0.400	0.133	133
	2	0.395	0.404	0.208	1.007	0.336	336
	3	0.332	0.223	0.409	0.964	0.321	321
	4	0.346	0.186	0.279	0.811	0.270	270

刈り取り方法 : LSD 5% NS.

刈り取り回数 : LSD 1% 0.177

5% 0.128

摘 要

マングロープの一種であるヒルギダマシ (*Avicennia marina* VIERH.) はわが国では利用されていないが、中東地域ではラクダなどの家畜の重要な飼料となっている。そしてそれらの地域では、過度の利用により、マングロープ林の破壊と衰退がおこっている。本試験においては、ヒルギダマシの群落を保護しながら、飼料資源として有効に利用する方法について、検討を行った。1986年、1987年の2年間にわたり、刈り取りに関する3試験を実施して下記の結果を得た。

1. 刈り取り利用回数に関する試験を実施した結果、ヒルギダマシはあまり再生力が強

くなく、年3回～4回のような頻繁な刈り取りには耐えず、枯死する。年1～2回刈りでも全部の生葉を一時に収穫すると枯死する個体を生ずることが明らかになった。

2. 刈り取り程度に関する試験を実施した結果、古い枝から刈り取るような処理では枯死する。樹冠の上部のみを約1/2刈り取る方法、または左右に分けて、1/2だけ新梢の部分を刈り取るような処理をあたえた場合には、収量は多くなかったが、樹勢は維持され、枯死する個体は認められなかった。

3. 収穫方法を安全な部分刈りとし、刈り取り回数を変える試験を行った結果、生葉の1/2を残すような部分刈りの利用では、年3回～4回の刈り取りを行っても、枯死することはない。また刈り取りの回数を多くしても、多収は得られず、むしろ利用回数を年2回位として、再生期間を長くしたものが多収となった。

以上の試験を通じて、ヒルギダマシを群落を保護しながら安全に利用するためには、樹冠全体を収穫する方法を避け、部分的に収穫し、その程度は新梢までとし、利用回数は少なくしたほうが、むしろ多収となることが明らかとなった。またヒルギダマシの再生力はあまり強くないので、刈り取り後の再生を利用するよりも、現存量を増やしつつ有効に利用する方向が重要であると思われる。

引用文献

1. 高槻成紀・向後元彦：ペルシャ湾岸ケシュム島およびパキスタン・ミアニ潟におけるマングローブ林の生態学的調査, 第二回中東マングローブ植生調査報告書, 中東協力センター資料No. 100, 21～65 (1980)
2. 宮城豊彦・向後元彦：アラビア湾・パキスタンおよびインド西岸におけるマングローブ林の植物地理学的調査, 第三回中東マングローブ調査報告書, 中東協力センター資料No. 137, 17～69 (1982)
3. Hodgkinson, K. C., N. G. Smith and G. E. Miles: The photosynthetic capacity of stubble leaves and their contribution to growth of the lucerne plant after high level cutting, Aust. J. Agric. Res., 23, 225-38 (1972)

ヒルギダマシ類の樹種特性について

中須賀常雄

I はじめに

クマツヅラ科 (Verberaceae) のヒルギダマシ亜科 (Avicennioidae) には 2属15種があるとされ、マングローブ林の構成種となっている。このうち、ヒルギダマシ属 (*Avicennia*) は広く世界中のマングローブ林に分布しており、材は薪や炭に、枝葉は家畜の飼料に利用されてきた。特に、インドからアフリカ東岸にかけての乾燥地域においてはラクダ、山羊、羊などの飼料として重要な役割を果たしているが、最近過度の伐採利用のため、その分布地の減少及び質の低下がおきている。筆者等はヒルギダマシ類の飼料としての資源に注目し、その生態及び再生産について調査研究を行なっているが、本論では既往の研究及び筆者等の西表島での調査結果をもとにヒルギダマシ類の樹種特性について報告する。

II 樹種及び地理的分布

ヒルギダマシ属の種数は研究者によって異なっているが、Chapman(1976) はインドー太平洋—東アフリカに 6種、太平洋アメリカに 3種、大西洋アメリカに 3種、西アフリカに 1種、計11種と報告している。文献からヒルギダマシ属の樹種を取りまとめると表-1のとおりである。全部で14種であるが、このうち *Avicennia intermedia* は *Avicennia marina* と、*Avicennia tomentosa* は *Avicennia schaueriana* とシノニウムとされているので、種数は12種となる。Macnae (1968) は *Avicennia balanophora* と *Avicennia eucalyptifolia* を除いて10種としている。*Avicenniaceae* の分類については Moldenke (1960, 1967) の研究があるとのことであるが、今回は参考にすることができなかった。

表-1 ヒルギダマシ属の樹種

1. <i>Avicennia africana</i>	東アフリカ
2. <i>Avicennia alba</i> Bl.	インド、東南アジア
3. <i>Avicennia balanophora</i> Moldenke	オーストラリア
4. <i>Avicennia bicolor</i> Standl.	中米太平洋
5. <i>Avicennia eucalyptifolia</i> Zipp. ex Miq.	パプア、ニューギニア
6. <i>Avicennia germinans</i> L.	北・南アメリカ
7. <i>Avicennia intermedia</i>	マレー半島
8. <i>Avicennia lanata</i> Rindl.	マレー半島
9. <i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.	東アフリカ、インド、東南アジア
<i>Avicennia marina</i> var. <i>austrasica</i> (Walp.) Moldenke	
<i>Avicennia marina</i> var. <i>acutissima</i>	
<i>Avicennia marina</i> var. <i>resinifera</i> (Forst.) Bakh.	
<i>Avicennia marina</i> var. <i>rumphina</i> (Hallier) Bakh.	
10. <i>Avicennia nitida</i> Jacq. (=6)	北アメリカ
11. <i>Avicennia officinalis</i> L.	インド、東南アジア
12. <i>Avicennia schaueriana</i> Stapf and Leechm	南米大西洋
13. <i>Avicennia tomentosa</i> Jacq. (=12)	南米大西洋
14. <i>Avicennia tonduzzii</i> Moldenke	中米

以上に述べたようにヒルギダマシ属の分類については研究者により異なっている点がある。インドー太平洋域に分布しているヒルギダマシ属には 4-5種あるとされており、又、同域に広く分布している *Avicennia marina* にも 5変種があるとされているが、これらについては今後更に検討されなければならない。

主要な樹種の北・南アメリカにおける分布を図-1 に、インドー太平洋における分布を図-2 に示した。

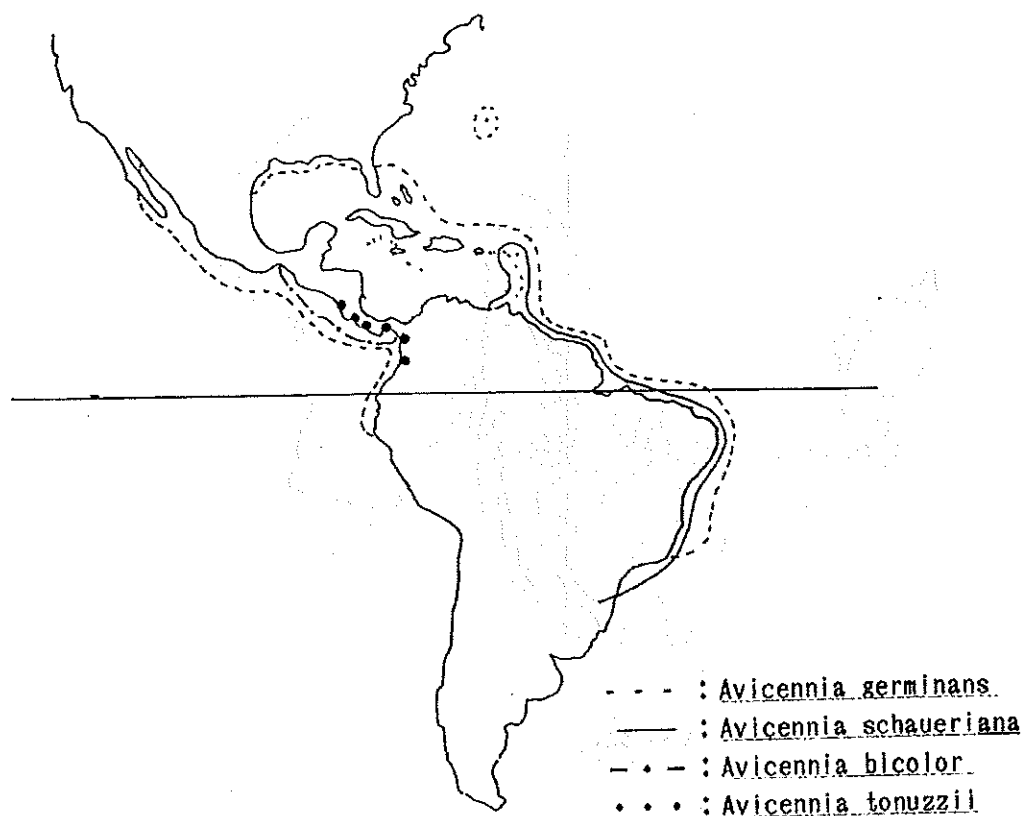


図-1 北・南アメリカでのヒルギダマシ属の分布

インドー太平洋域に分布している主な樹種は下記のとおりである。

1. *Avicennia alba* Bl.

低木又は樹高 25 m に達する高木。樹皮は暗褐色～黒色、表面はいぼ状又は平滑、しばしば短い縦長の割れ目又は小片の網目状の模様がある。下皮は緑の網目をもつクリーム色、内皮はクリーム色でスポンジ状構造。辺材は不明瞭で麦わら色で心材より青味がかっている。材は柔らかく、クリーム色～黄褐色で茶色の集中した波状の帯を持っている。

葉は長楕円形、楕円～披針形、まれに小卵形、長さ 3-16 cm、幅 1.5-5 cm 葉先及び葉脚は鋭形。表は無毛、光沢のある緑色、裏は灰色又は銀色で白色の軟毛を有する。

花は穂状の集散形で長さ 0.5-2.0 cm、10-30 個の対生花、花梗は長さ 1-3 cm。包又は小包は各花の基部にある。花は小さく無柄、顎片は 5 個、不揃いで緑色、卵形、片

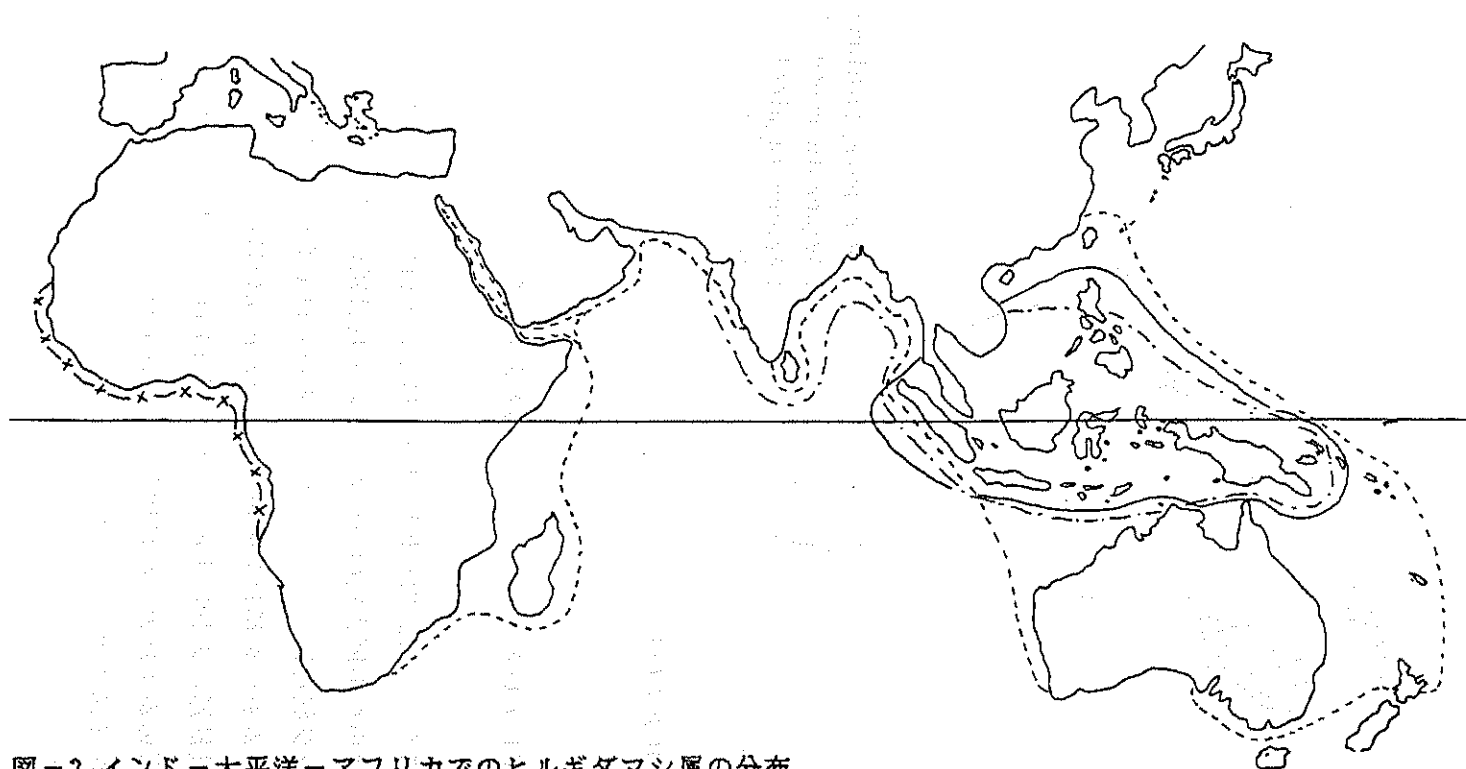


図-2 インド-太平洋-アフリカでのヒルギダマシ属の分布

- - - : Avicennia marina
- : Avicennia alba
- · - : Avicennia officinalis
- X - : Avicennia africana

は長さ 2.5-5 mm。花卉は小さく、黄色又はだいたい色、裂片は長さ 2 mm、筒は長さ 2-3 mm、筒の外部は無毛、裂片の外部には長い絹のような白い輝く毛が密生しているが内部は無毛。

雄蕊は黄色で長さ 1.5-2 mm、約は初め黄色、後に深紫色または黒色。子房は卵形又は長楕円形で基部は無毛、上部に向かって軟い白い密毛を有する。花柱は短く、ずんぐり形又は退化しており、長さ 0.5-1.5 mm。

果実はさや状で、緑黄色、灰色の軟毛を有し、不等形又は長楕円形。

2. *Avicennia eucalyptifolia* Zipp. ex Miq.

低木又は樹高 16.5 m、直径 46 cm に達する高木。樹皮は緑色、灰緑色又は褐色。薄片は剝離する。下皮は小麦色から青褐色、内皮は小麦色。材は白色から小麦色。

葉は披針形～狭披針形、長さ 4-16 cm、幅 1-4.2 cm、漸鋭頭又は尾頭、表面は明～暗緑色又は緑色から茶緑色、裏面は灰色。

花は頭状又は垂頭状花序、長さ 0.5-2.5 cm、花梗は長さ 0.5-2.5 cm、包と小包を有する。顎は青緑色、長さ 2-5 mm、外部は短毛を有する、内部は無毛。花冠は白色、黄色又はクリーム色で、裂片はながさ 3-4 mm、花筒は長さ 1-2 mm、無毛、裂片は外部に軟毛を有す、内部は無毛。

雄蕊は深紫色又は褐色。子房はオレンジ色～黄色、基部は無毛、上部には軟毛を有する。花柱は無毛、長さ 0.5-1 mm。

3. *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.

低木又は稀に樹高 30 m、直径 90 cm に達する高木。樹皮は白色、灰色又は褐色、黒色で平滑、内皮は白色。辺材は赤味がかった褐色、心材は暗褐色。葉は卵状披針形、又は楕円状披針形、鈍頭、円頭又は時に鋭頭。表面は無毛、裏面は灰白色の軟毛を有し、長さ 3-10 cm、幅 1.2-4 cm。

花は集散花で 2-12 花を有し、頭状部は長さ 0.5-1.5 cm、花梗部は長さ 0.5-3 cm、包と小包を有する。顎片は長さ 2-4 mm で基部に向かって軟毛を有し、頂端は無毛。花筒は無毛、花片は長さ 3 mm、黄色又はだいたい色で外部に軟毛を有する。

雄蕊は黒色、約は長さ 0.5-1.0 mm、花柱は長さ 0.5-1.5 mm、無毛。子房は基部は無毛、上部には軟毛を有する。

果実は卵形、平板状、淡黄緑色～黄色。

4. *Avicennia marina* var. *resinifera* (Forst.) Vierh.

低木又は樹高 23 m、直径 35 cm に達する高木。樹皮は平滑で白色、灰緑色又は褐色。下皮は緑色、内皮は白色。材は白～褐色。

葉は広楕円～長楕円形、鋭頭又は鋭頭、長さ 0.5-1.5 cm、幅 1.5-4 cm 表面は光沢のある緑色、裏面は有毛で白色。

花は頭状で 2-12 個集合し、長さ 0.5-1.5 cm、花梗は長さ 0.5-4 cm、萼は長さ 2-3 cm、外部に綿毛を有する。花冠は黄色からだいだい色、裂片は長さ 2.5-4 mm。花筒は外部は無毛、花冠の外部も無毛。約は長さ 0.5-1 mm。子房は基部に軟毛を有し、上部は無毛。花柱は軟毛を有し、長さ 0.5 mm。

果実は卵形、鋭頭、緑色から青褐色。

5. *Avicennia officinalis* L.

低木又は樹高 20 m、直径 25 cm に達する高木。樹皮は黄緑色から灰色。内皮は白色。辺材は明瞭でなく、材は小麦色から灰色。

葉は卵形～卵状長円形～長楕円形、円頭又は鈍頭、長さ 4-12 cm、幅 2-6 cm。表面は暗緑色、黄緑色、裏面は青灰色。

花序は頭状花序、2-12 花が集合し、最下位の一对の花は時々他の花群から離れている。花梗は長さ 1-6 cm、花弁は先端が茶色のとがった緑色の小包を有する。花冠は黄色、しばしば長さ 4-7 mm の綿毛で覆われている。展開した花の大きさは径 10-15 mm。花糸は長さ 3 mm、黄色の約は長さ 1 mm。子房は密生した軟毛で覆われている。花柱は全部又は基部が軟毛で覆われ、長さ 2-4 mm。柱頭片は花柱部より短く、時には不揃いである。

果実は広卵形、密な短毛を有し、先紐りのとがった先端をしている。

表-2 ヒルギダマシ 3種の区別

1. 樹皮は灰色、剝離しない

2. 葉は披針形、葉先は鋭形又は鋭頭、裏面は銀灰色。果実は卵形、偏平又は中高形、先端はくちばし状で長く、曲がっている。海側前面の柔らかい泥土上に成立する。

—— *Avicennia alba*

2. 葉は楕円形から長楕円形又は卵形から倒卵形。葉先は鈍頭又は円頭、裏面は灰褐色。果実は卵状で偏平又は中高、先端はくちばし状で短く、曲がっていない。自然堤防の後背地に成立する。

—— *Avicennia officinalis*

1. 樹皮は淡紅色、紙状に剝離する

2. 葉は楕円形又は楕円状卵形、葉先は鈍頭、裏面は灰白色。果実は広卵形又は亜球状、偏平、鈍頭、先端はくちばし状ではない。海側前面の砂質土に成立する。

—— *Avicennia marina*

日本にはヒルギダマシ (*Avicennia marina*) が琉球列島に分布しているが、その分布地は少なく、分布面積は小さい。図-3 にその分布地を示した。

正宗¹⁾ は日本での分布の北限は宮古島とし、安里¹⁾ は沖縄本島の漢那、金武に、(金武の億首川河口にはヒルギモドキが分布しているが調査表にはでていないので誤認かもしれない)、島田¹⁶⁾ は久米島での分布を報告しているが、筆者等の調査では沖縄本島及び久米島での分布は確認しておらず、分布の北限は宮古島の島尻入江である。



図-3 日本でのヒルギダマシの分布¹⁾

1) マングローブ林の帯状分布

一般的に述べると、一つめの分布をなす地域は降雨量の比較的多く、蒸発量の少ない地域にみられ、他の分布型は上記とは反対に降雨量の少ない、蒸発量の多い地域に見られる分布型とみることができると。このようなヒルギダマシの帯状分布は一見特異な分布のように思えるが、その立地条件からみると、海側前面は海水の干満による影響を受ける区域で、その環境が常時塩分濃度が高い所である。一方、マングローブ林後背の内陸側前面は年周期又は洪水時に冠水する区域ではあるが、その時侵入した汽水又は海水が残留し、蒸発量が多いため水分が減少し、その環境としては塩分濃度が高くなる所であり、両者はそれぞれ

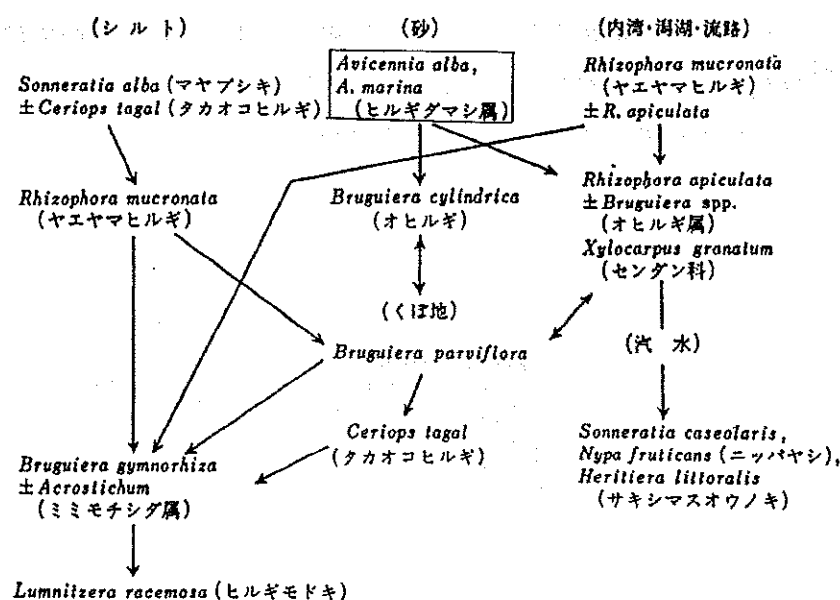


図-4 マレーシア、インドネシア、ボルネオでの
マングローブ林の遷移系列 (Chapman 1970)

れのおかれている地形的位置は異なるものの塩分環境としては同じ立地とみることができる。むしろ、海から遠い内陸側前面の区域が塩分環境としては厳しいとも言える。後で述べるが、ヒルギダマシ類は樹液の浸透圧がマングローブ林構成種の中では一番高く、上記のような立地に成立しうる樹種といえることができる。又、本樹種類は陽樹でパイオニア型の樹種であり、マングローブ林の林縁に最初に成立する性質を持っているということも言える（図-4）。

日本に分布しているヒルギダマシは、マングローブ林の海側前面に分布する型を示しているが、マングローブ林の前後両林縁に分布する樹種としてメヒルギ（*Kandelia candel*）がある。日本のマングローブ林ではオヒルギ（*Bruguiera gymnorhiza*）が極相林をなしているが、メヒルギは一般には海側前面及び流路側前面に成立しているが、時にはオヒルギの後背地にも成立していることがある。これはメヒルギが陽樹でパイオニア型の樹種であるため上記のヒルギダマシと同様にその成立立地がマングローブ林の前後両林縁にあるためである。次にヒルギダマシ属の種間の棲み分けについて、Moldenke、Armon et al. は、*Avicennia marina* は海側前面の底質が比較的固い砂質地に、*Avicennia alba* は海側前面の底質が柔らかい泥土地に、*Avicennia officinalis* は自然堤防、河岸地又は内陸側の底質の柔らかい泥土地に成立するとしている。

また、*Avicennia marina* は変種が5種報告されているが、その成立立地によって樹高が極端に異なり、塩分濃度が高い立地では灌木状の樹高の低い匍匐型の樹型をなし、一方、塩分濃度が低い立地では樹高は20 mにも達する通常の広葉樹の樹型を呈する。これらの原因としては、塩分濃度の違いによる光合成量及び蒸発量など差異が考えられるが、これらの点については後述する。

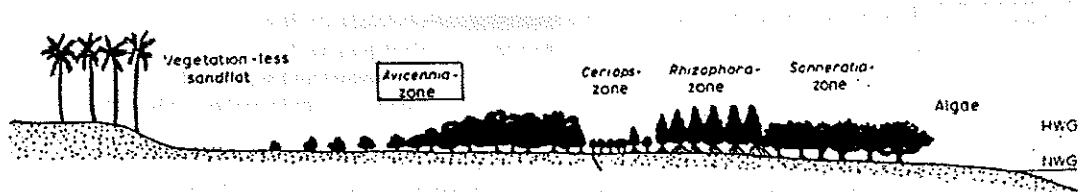


図-5 東アフリカ、タンガでのマングローブ林の断面
（Walter and Steiner 1936）

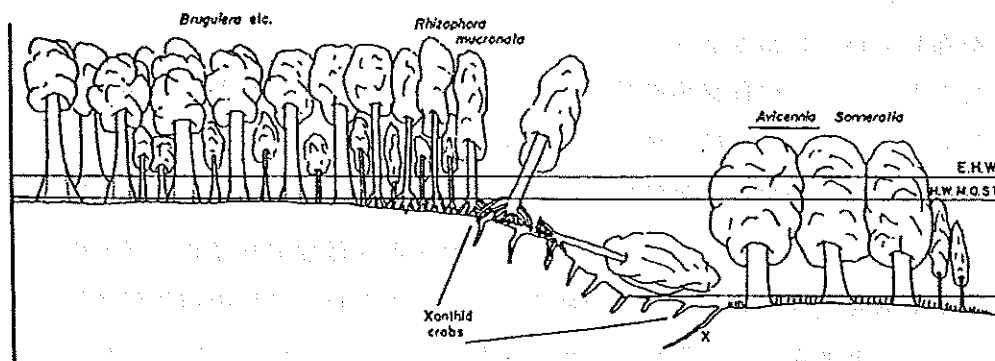


図-6 マレー半島でのマングロープ林の断面
(Macnae 1968)

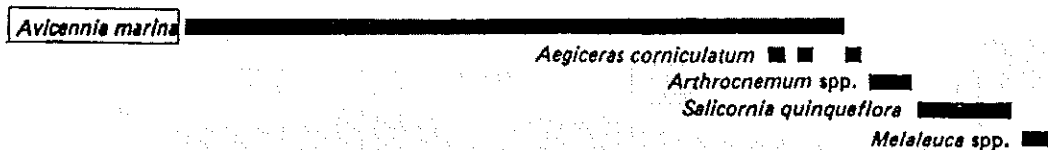
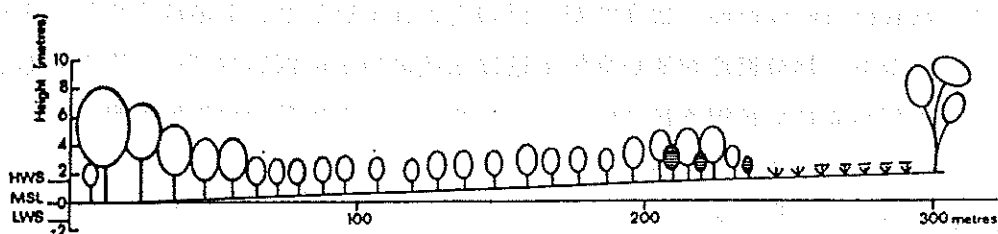


図-7 オーストラリア、ニューサウスウェルズのマングロープ林の
断面図 (Huchings and Rechner 1974)

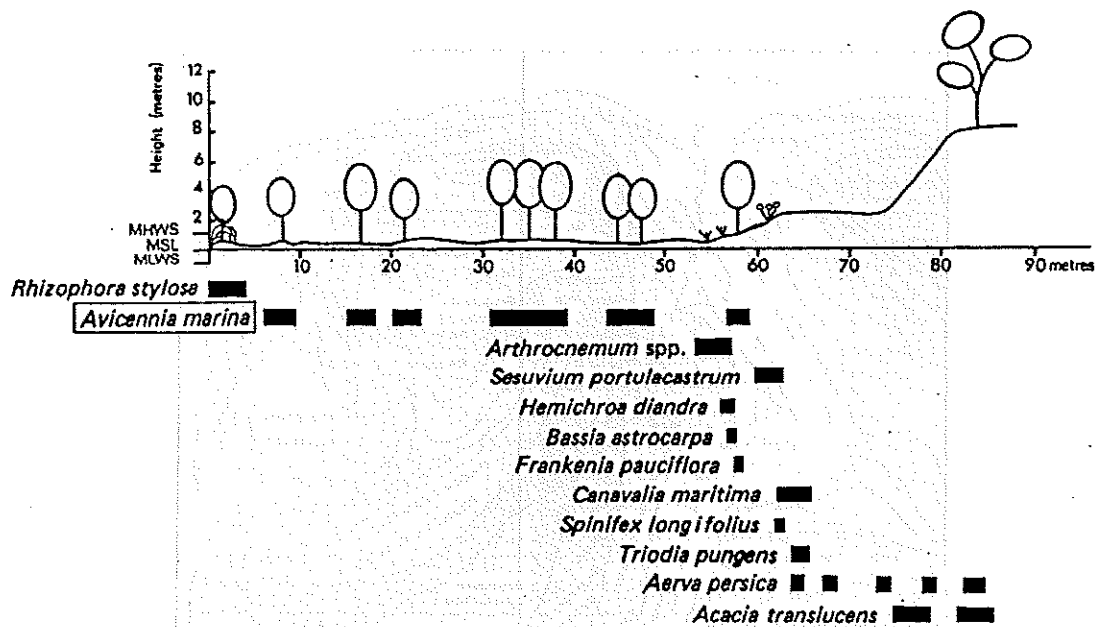


図-8 西オーストラリア、ポートヘッドランドの水路部マングローブ林の断面図 (Sayer 1965)

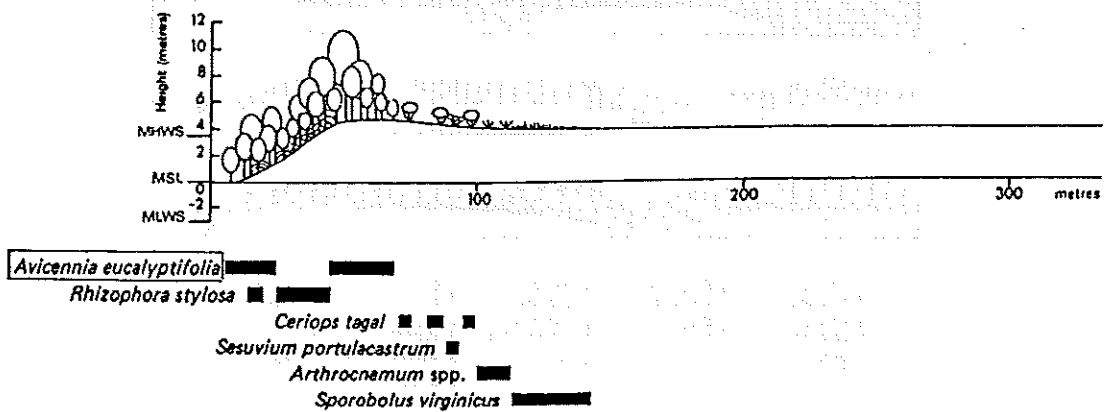


図-9 西オーストラリア、ケンブリッジ湾岸マングローブ林の断面図 (Thom et al. 1975)

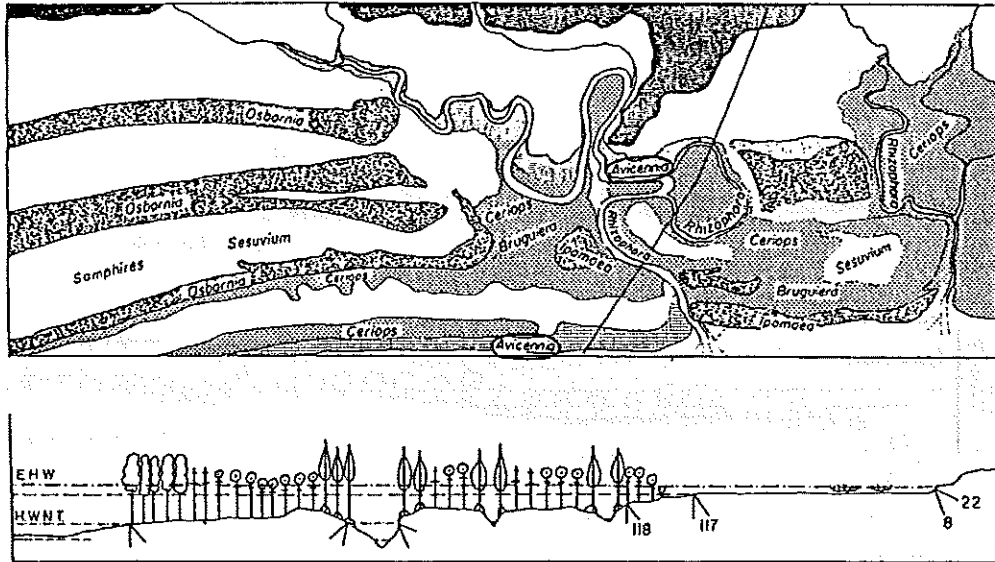


図-11 オーストラリア、クィーンズランド、タウンズビルの
マングローブ林の帯状分布 (Macnae 1968)

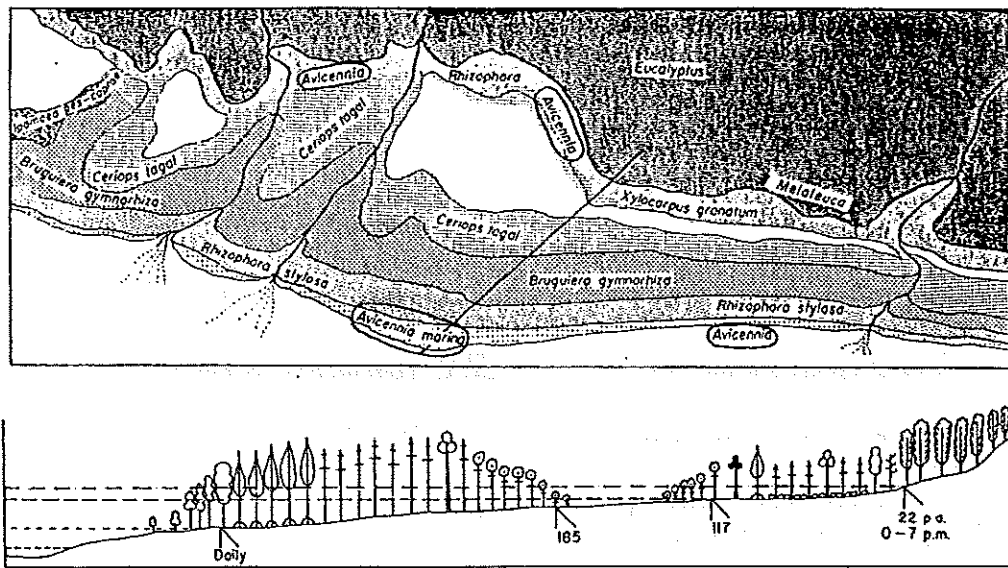
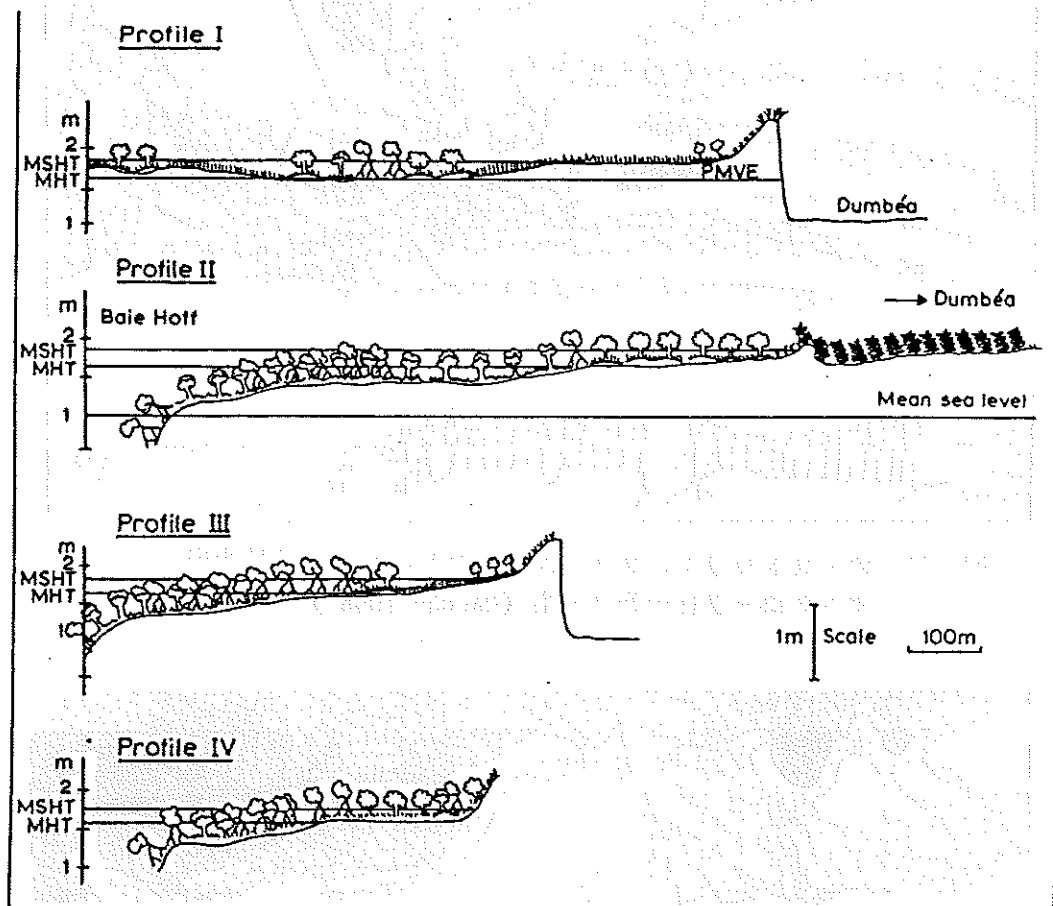


図-12 オーストラリア、クィーンズランド、マグネティック島の
マングローブ林の帯状分布 (Macnae 1968)



- | | |
|--|----------------------------|
| <i>Rhizophora mucronata</i> | Bare zone or algae |
| <i>Bruguiera eriopetala</i> | <i>Lumnitzera racemosa</i> |
| <i>Rhizophora mucronata</i>
& <i>Bruguiera eriopetala</i> | <i>Sporobolus</i> |
| <i>Avicennia officinalis</i> | Savanna |
| <i>Salicornia australis</i> | <i>Acrostichum aureum</i> |

図-13 ニューカレドニアのマングローブ林の断面図
(Baltzer 1969)

2) 葉の形態

塩分濃度の高い環境に成立しているマングローブ樹種は、その立地に適応して塩分を除去する機構を持っている。それには二つの機構があるとされており、一つは *Rhizophora* 類のように、体内に入って来た塩類を葉に集積して、その葉を落とすことによって取り除いているもの、他の一つは *Aegiceras*, *Avicennia* 類のように、体内に入って来た塩類を葉の塩腺や塩孔から排出させて取り除くというものである。

Avicennia 類は後者に属しており、排出のための塩腺があるが、図-14 にヒルギダマシの塩腺の形態を示した。

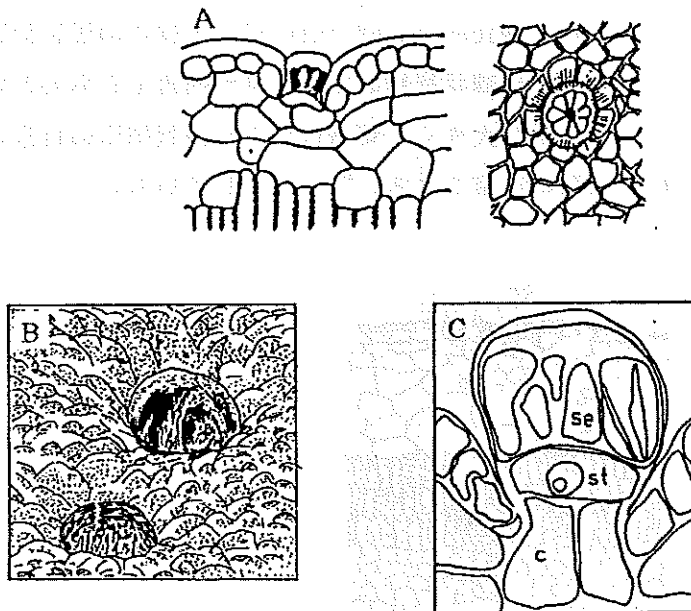


図-14 ヒルギダマシの塩腺

A: Macnae 1968, B, C: 矢口等(1985)より描く

気孔の分布、大きさ及びその数について、Timjai T.¹⁸⁾は *Avicennia* 類では気孔は葉の裏面のみに分布し、その大きさと数は、*Avicennia alba* では 35μ 、 $35,783/\text{cm}^2$ 、*Avicennia officinalis* で 36.5μ 、 $34,337/\text{cm}^2$ と報告している。佐藤等は¹⁵⁾ *Avicennia marina* で気孔は裏面のみに分布し、その大きさと数は密に軟毛があるため測定が困難だとしているが、 24.5μ 、 $600-950/\text{mm}^2$ と報告している。葉の断面を 図-15 にしめしたが、Timjai T.¹⁸⁾はその内部構造について：“上表皮のクチクラ層が厚く、下表皮の外層は多くの hair cell がかぶさっている。Hair cell の末端は鐘状細胞が不均一に集合している。上表皮の下には角形の表皮下細胞がある。薄い細胞壁の細胞が 6-7 列並んで葉の半分程度の厚さとなっている。葉肉では 2-3 層の柵状柔細胞が外側のものは最も長く、内側のものは短く、四角い形をなしている。*Avicennia officinalis* ではこの層に仮導管がある。細胞壁には多くの膜孔が認められる。海綿状組織の細胞は丸か四角できちんと並んでおり 4-5 層がみられる。維管束、特に中脈は大きく、葉脈は小さく柵状細胞の付近にあり、その周囲を繊維が覆っているのが明瞭に観察できる。”と報告している。

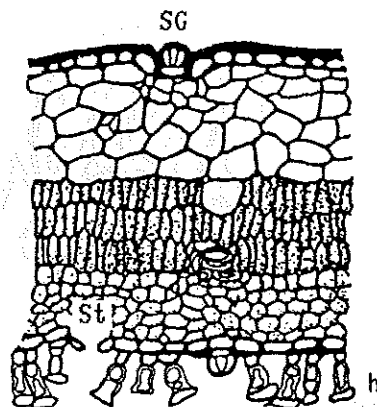


図-15 ヒルギダマシの葉の断面 (Macnae 1968)
SG: 塩腺, St: 気孔, h: 毛

3) 生殖器官の形態

その形態について文献²²⁾より引用すると、“密集した集散花序、顎は筒形で先は 5 裂する。花冠は放射相称の筒形で 4 裂する。雄しべは 4 本、子房は不完全な隔壁をもつ 4 室で、各室に 1 個のはい珠がある。果実は縦に 2 裂する蒴果、種子は果実の中で発芽してから落ちる（胎生発芽）”

果実是一般的に扁平で不正球形であるが、ヒルギダマシの果実について西表島での調査結果を図-17、表-3 に示した。採集時期によってその大きさは異なるが、1980年12月 3 日に採集した種子では平均生重量は 2.4 (± 0.5) g、平均長径は 2.4 (± 0.2)、平均短径は 2.0 (± 0.2)であった。

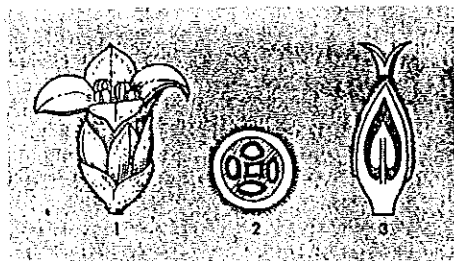


図-16 ヒルギダマシの生殖器官²²⁾
1:花 2:子房の横断面 3:子房の縦断面

表-3 ヒルギダマシの果実⁴⁾

Parts	Weight (g)		Major axis (cm)		Minor axis (cm)	
	I	II	I	II	I	II
Class (g)						
0.2-0.9	0.67	0.81	1.29	1.53	1.00	1.23
1.0-1.9	1.30	1.39	1.92	1.96	1.54	1.58
2.0-	2.41	2.55	-	2.38	-	2.07

Class: Fresh weight of fruits.

Weight: Mean value of each class.

I: Nov. 20, 1979 II: Jan. 5, 1980

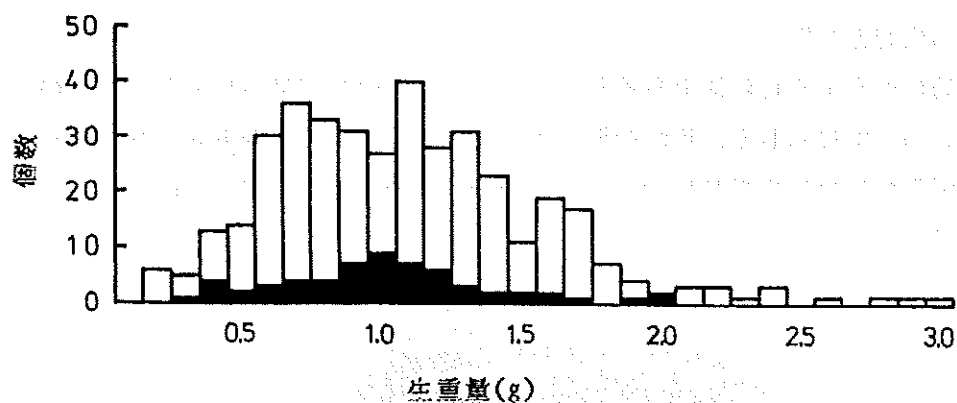


図-17 ヒルギダマシ果実の生重量分布 ¹⁰⁾

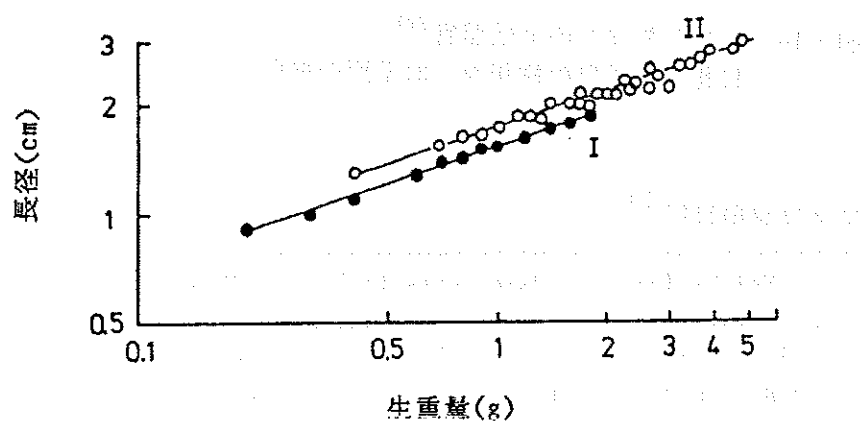


図-18 ヒルギダマシ果実の生重量と長径との関係 ⁴⁾
 I: Nov. 20, 1979 II: Jan. 5, 1980

4) 根の形態及び構造

ヒルギダマシ類は横走根から直立根を出すアスバラガス型の呼吸根を有する。図-19 にその外部形態を、図-20 に呼吸根の横断面の内部形態を示した。

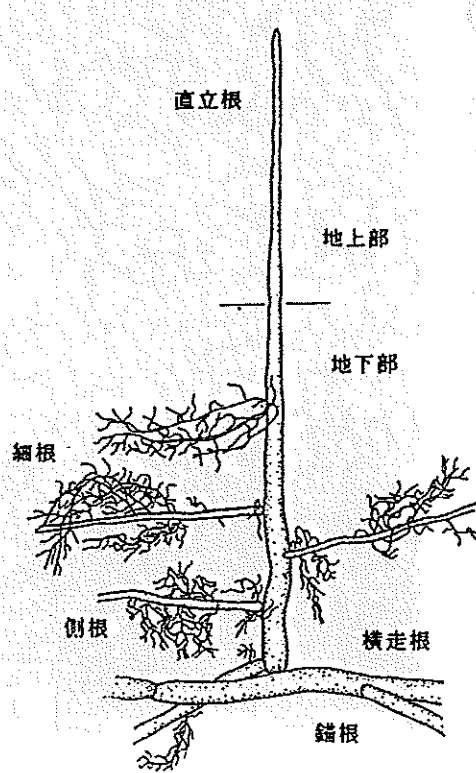


図-19 ヒルギダマシの根の外部構造 ¹⁾

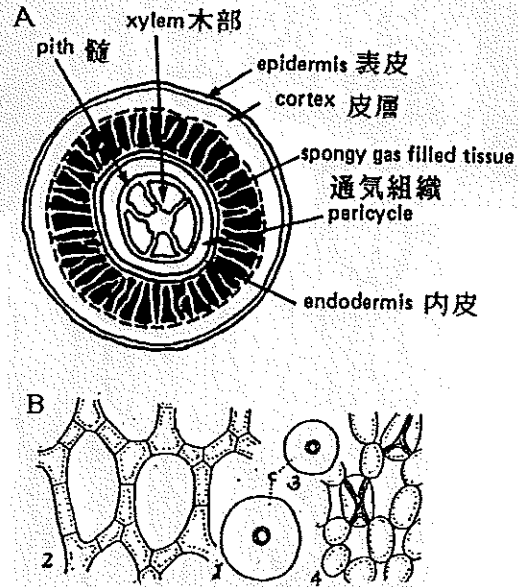


図-20 ヒルギダマシの根の内部構造
A: Lear and Turner 1977

B: 小倉 1958

1: 栄養根の横断面 2: その皮層

3: 呼吸根の横断面 4: その皮層

c: 皮層 l: 縦長細胞 s: 厚膜細胞

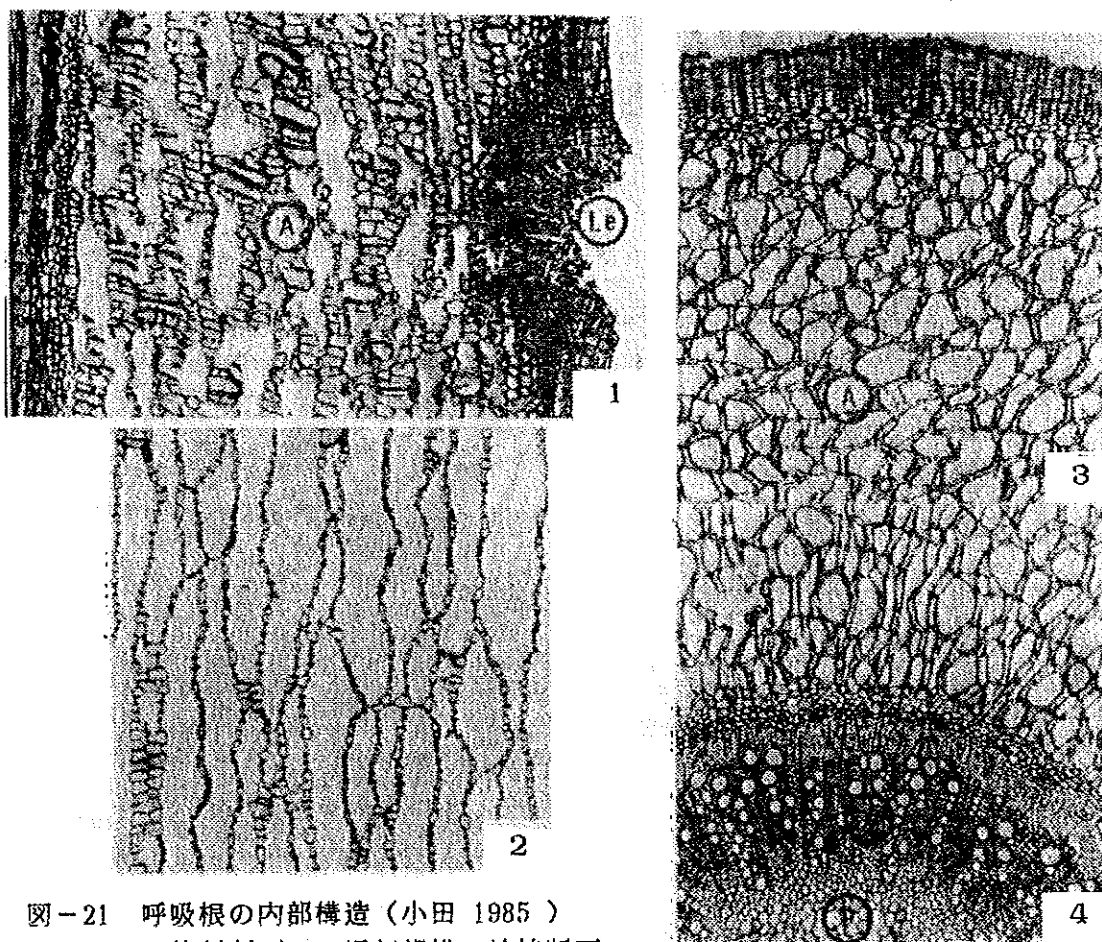


図-21 呼吸根の内部構造 (小田 1985)
 1:放射断面 2:通気組織の接線断面
 3,4:横断面
 A:通気組織 Le:皮目 P:髄状細胞

表-4 ヒルギダマシの果皮の剝離⁴⁾

Class (g)	No. of fruits	Days after treatment			
		1 day	2 days	3 days	8 days
0.5-0.9	33	9	22	24	32*
1.0-1.4	36	22	28	30	36
1.5-1.9	16	9	16		
2.0-2.4	11	8	10	10	11
2.5-	8	4	8		
total	104	52	84	88	103

* One fruit was spoiled.

5) 発芽及び播種試験

正宗⁸⁾はヒルギダマシの発芽様式について観察しているが、その結果を図-22 に示した。前述したようにヒルギダマシは胎生発芽であり、落下すると短時間内に果皮が破れて子葉がでてくる。正宗は台湾産のヒルギダマシの果実を淡水と 3.5%の食塩水に浸したところ両者とも 24 時間以内に種皮及び果皮がむけて取れたと報告している。西表産の果実を流失しないように籠で覆って干潟において実験した結果を表-4 に示した。果皮の剝離は大きい果実では早く、小さい果実では遅れる傾向がみられた。

干潟での播種試験の結果を表-5 に示した。果皮と種皮の剝離した果実では子葉が展開し、幼根より根が伸長し泥土中に着床した個体では主軸が伸長し始めたので覆っていた籠をI, III, V 区では取り除き、II, IV 区では籠の底だけを除去し、周囲の輪はそのままにしておいた(播種後 37 日目)。その 3日後、I 区のみ半数以上が流失し、他区は全部残存していた。約 2ヶ月後、I 区ではほぼ全部が、II区では 2/3 ちかくが流失し、以下、果実が大きいほど残存率は高くなり、V 区では 88 %が残存している。

表-5 ヒルギダマシの干潟での定着⁴⁾

Class (g)	No. of fruits	Days after planting		
		37 days	44 days	66 days
0.5-0.9	33	14(42.4)	13(39.4)	1(3)
1.0-1.4	36	36(100)	35(97.2)	12(33.3)
1.5-1.9	16	16(100)	16(100)	8(50)
2.0-2.4	11	11(100)	11(100)	9(81.8)
2.5-	8	8(100)	8(100)	7(87.5)
total	104	85(81.7)	83(79.8)	37(35.6)

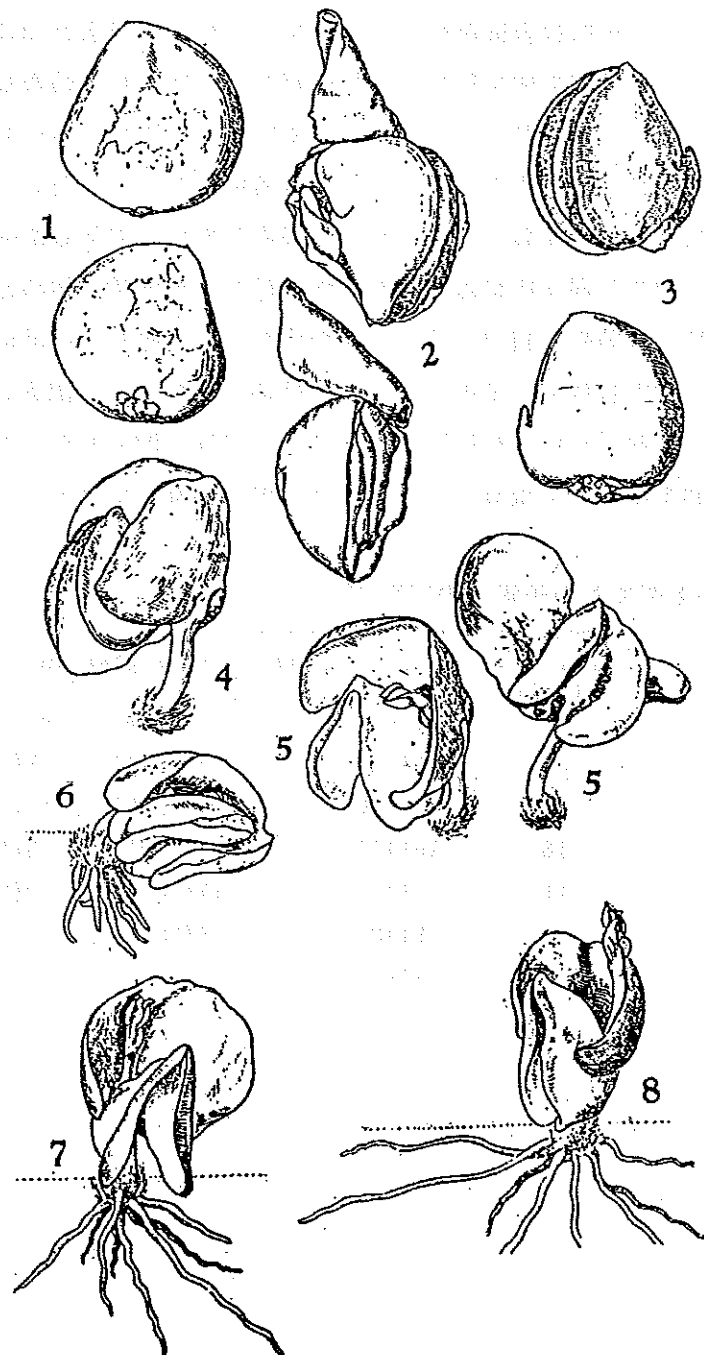


図-22 ヒルギダマシの発芽様式（正宗 1940）

6) 浸透圧

陸上植物の生育している環境に比して、実に 100 倍という塩分環境に生育しているマングローブ樹種の樹液の浸透圧に関しては古くから研究されている。Sen-Gupta (1938) はインドのベンガル地方でヒルギダマシの浸透圧は場所によって異なるとし、海岸近くで 41.93 気圧、上流部で 28.91 気圧と報告している。同時に *Rhizophora mucronata* は 32.13 気圧、*Bruguiera gymnorhiza* は 21.92-25.90 気圧、*Kandelia candel* は 21.16 気圧と報告している。Walter and Steiner(1936) は東アフリカの Tanga 海岸での測定で、ヒルギダマシのそれは 34.5-62.0 気圧、*Rhizophora mucronata* は 27.8-35.3 気圧、*Bruguiera gymnorhiza* は 31.3-34.6 気圧と報告している。長野 はタイのマングローブ林での調査で、ヒルギダマシは 27-28 気圧、*Rhizophora stylosa* は 32 気圧、*Bruguiera gymnorhiza* は 32 気圧、*Kandelia candel* は 24 気圧と報告している。Scholander(1968) は *Avicennia nitida* で 75-86 気圧あったと報告している。筆者等は沖縄のメヒルギで測定した結果、幹の樹皮部の浸透圧は 19-24 気圧、枝のそれは幹より少し高く、葉では 23-25 気圧と浸透価の勾配がみられた。また、木部汁液の浸透価は 1 気圧前後で、樹皮部の価と大きな差がみられた。

ヒルギダマシは前述したように、塩腺をもっており、ここから体内の塩類を排出しているが、排出液の塩分分泌には日周期がみられ(*Aegiceras* では明かに昼間に多い)、塩分濃度にも日周期がみられ、正午頃が最大でその濃度は約4.1 %となり、分泌物の塩分成分は NaCl が 90 %以上を占めている。また、*Avicennia germinans* での塩素分布は、根に 55.7%、幹に 7.7 %、葉に 2.4%、葉の浸出物に 34.2 %が含まれていると報告されている。

7) 生産性

ヒルギダマシ類の生産性は他のマングローブ樹種に比して大きくはない。Lugo et al.(1974) によると、フロリダでガス交換から推定された生産量は(mt/ha/yr)、ヒルギダマシで総生産量は 65.7、呼吸量は 45.3、リター 9.5、材 11.0、純生産量 20.5 と報告されている。また、*Rhizophora* の灌木林で純生産量は 3.8 mt/ha/yr、海岸地域のそれで 32.1 mt/ha/yr、*Rhizophora*混交林で 59.6 mt/ha/yr と報告している。Teas (1974) によると、フロリダでの測定で *Avicennia germinans* でリターは 2.85 mt/ha/yr で、これから推定すると純生産量は 8.6 mt/ha/yr となると報告している。

ちなみに、陸上の落葉性森林でのそれは 12 mt/ha/yr、球果をつける森林でのそれは 28 mt/ha/yr と報告されているので、ヒルギダマシの生産量は陸上の森林に比しては小さくはないが、マングローブ林としては大きい方ではないと言える。

8) 利用

マングローブ樹種の利用は木材としての柱、杭、構造材及び薪炭用、その他タンニン及び薬用がその主なものである。ヒルギダマシ類は材としては薪としての利用が主であり、材が柔らかいため他の利用はなされていない。また、薪は燃える時煙を出すので薫製用に使われることがある。しかし、ヒルギダマシ類の枝葉は飼料用としての利用は世界中で広く行なわれており、アメリカのフロリダでは牛の、インド、パキスタン、中近東では水牛、牛、山羊、羊の、東アフリカでは山羊、羊、ラクダの飼料として本格的に利用されている。

IV まとめ

ヒルギダマシ類はマングローブ林の構成樹であり、広く世界中に分布している。樹種の分類はまだ検討しなければならない点があるが、インドー太平洋域に 6種、北・南米域に 5種、アフリカに 2種、オセアニアに 1種、計12種が分布している。このうち、インドー太平洋区では *Avicennia marina* が、北・南米では *Avicennia nitida* が広く分布している樹種である。その他、東南アジア、インド、オセアニアで重要な樹種は *Avicennia alba* と *Avicennia officinalis* である。日本にはヒルギダマシ (*Avicennia marina*) が琉球列島の南部の宮古島、八重山群島に分布しているが、その分布地は少なく、分布面積も小さい。

ヒルギダマシ類はマングローブ林の帯状分布では、林分の前縁林縁に分布している。この両立地は常時冠水する、しないの違いはあるにしても、マングローブ林域としては塩分濃度の高い所であり、本樹種類はこの立地に適応していると見ることができる。そのため、浸透圧は他のマングローブ樹種より高く、最高 75-86 気圧と報告されている。また、体内に侵入した塩類を排出するため葉に塩腺を持ち、ここから塩類を排出している。排出された塩類の 90 % 以上は塩素である。これらの塩類が蒸散量を抑制して生産性に影響を与えている。種子は胎生発芽で落下するとすぐに果皮が剝離し、直ちに発根を始め、波浪や

水流に抗して定着しなければならない立地に適している。また、子葉が大きく発根及び生長に寄与している。しかし、この子葉がカニや貝類の餌となり、芽生えの消失率を大きくしている原因の一つとなっている。西表島での観察では種子の生産には豊凶がみられるが、平均して種子の生産量は他のマングローブ樹種に比して多い方で、ヒルギ科の樹種と比すと、小さい種子を数多く生産する性質の樹種と言える。

生産性は他の樹種と比べて大きい方ではないが、大なるもので 20.5 mt/ha/yr、小なるもので 8.6 mt/ha/yr で、陸上の落葉広葉樹林とほぼ同じ生産性である。

材の利用は少なく、薪としての利用が大半であるが、枝葉は牛、水牛、山羊、羊、ラクダ等の飼料として重要で、特に、インドから東アフリカにかけては本格的に利用されている。

文献

- 1 安里順貴 1981 琉球列島に於けるマングローブの生態的研究 琉大生物学科卒論
- 2 Chapman, V.J.(ed) 1977 Wet Coastal Ecosystems. Ecosystems of the World 1 Amsterdam. Elsevier 428P
- 3 Frodin, D.G. 1974 Mangroves of the Port Moresby Region. University of Papua New Guinea 53P
- 4 伊藤和昌・中須賀常雄 1980 マングローブ樹種の生長に関する予備調査 亜熱帯林 5 16-38
- 5 小見山 章 他 1985 西表島船浦湾のヤエヤマヒルギ林の根量について 文部省科学研究費報告書 マングローブ林の管理及び造成技術に関する森林生態学的研究 1985 19-35
- 6 Lear, R. and T. Turner 1983 Mangroves of Australia
- 7 Macnae, W. 1968 A General Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamps and Forests in the Indo-west Pacific Region. Academic Press, London and New York
- 8 正宗敬 1940 ヒルギダマシの甲析 植物及動物 8(6) 32-34
- 9 中須賀常雄 1979 マングローブ林の林分解析 琉大農学報 26 413-519

- 10 中須賀常雄 1983 マングローブ樹種の果実、胎生芽及び発芽について
亜熱帯林 5 16-38
- 11 中須賀常雄他 1988 ヒルギダマシの根系について 日林会九支論 41 (印刷中)
- 12 農林水産省熱帯農業研究センター (編) 1985 東南アジアの低湿地 301P
農林統計協会 東京
- 13 小倉 謙 1958 マングローブに関する諸問題 横浜国立大論叢 10
自然科学系 1 545-580
- 14 Percival, M. and J.S. Womersley 1975 Floristics and Ecology of the Mangrove
Vegetation of Papua New Guinea. 96P Papua New Guinea National Herbarium. Lae.
- 15 佐藤一紘他 1987. 沖縄産マングローブ単葉の分光反射特性と葉の特徴
日林会九支論 40, 41-42 1987
- 16 島田 勇 1957 琉球列島に於ける紅樹林の植物生態学考察 琉大生物クラブ誌
- 17 Sugi, J. 1980 Mangrove Forest in the Tropical Regions I 175P
Nodal Research Institute (NRI)
- 18 Sugi, J. 1980 Mangrove Forest in the Tropical Regions II 147P
Nodal Research Institute (NRI)
- 19 Teas, H.J. (ed) 1983 Biology and Ecology of Mangroves 188P
Dr. W. Junk Publisher The Hague, Boston, Lancaster
- 20 Ubolcholaket, A. and P. Pataponpaiboon 1985 Diversity and Ecology of
Avicenniaceae in Thailand. Studies on the Mangrove Ecosystem NRI 212-217
- 21 矢口行雄・中村重正 1985 マングローブ塩排出機構に関する組織、細胞学的解析
マングローブ研究 東農大総研 86-93
- 22 山崎 敬 (編) 1982 現代生物学大系 7c 169-170 中山書店 東京

ヒルギダマシの育苗と造林に

関する基礎的研究 (I)

— 種子とその発芽特性 —

馬場繁幸・中須賀常雄・佐藤一紘

1. はじめに

我が国のマングローブ(mangrove)林の構成樹種は、研究者により異なるものの、中須賀によるとマヤブシギ科(Sonneratiaceae)のマヤブシギ (*Sonneratia alba* Sm.)、ヒルギ科(Rhizophoraceae)のオヒルギ(*Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lamk.)、メヒルギ (*Kandelia candel* (L.) Druce)、ヤエヤマヒルギ(*Rhizophora stylosa* Griff.)、シクンシ科(Combretaceae)のヒルギモドキ(*Lumnitzera racemosa* Willd.)、クマツヅラ科(Verbenaceae)のヒルギダマシ(*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.)、それにヤシ科(Palmae)のニッパヤシ(*Nypa fruticans* Wurm)の5属7種とされる¹⁾。これら7種のマングローブ構成樹種の内、種子の発芽特性、初期成長などが詳しく報告されているのは、大型の胎生種子(viviparous seed)を着けるオヒルギ、メヒルギ、ヤエヤマヒルギなどであり^{3, 5, 7, 8, 9)}、ヒルギダマシなど比較的小型の種子を着ける樹種のそれらについては、伊藤ら¹⁾、中須賀ら⁶⁾などの報告のみられるにすぎない。今回、ヒルギダマシの育苗と造林に関する基礎的研究の一環として、ヒルギダマシの種子とその発芽特性について調査したので、その結果について報告する。

2. 調査および実験方法

ヒルギダマシの種子(果実)の採取は、1986年12月5日に西表島仲間川河口域、前良川河口域、後良川河口域で行った(図-1)。この年は採種時期が遅かったためか、採取果実数は必ずしも多くはなかった。採取個体数が50個と少なかった仲間川河口域のものを除いた残り二産地、すなわち前良川河口域からの170個と、後良川河口域からの227個の果実の中から、任意に50個ずつを取り出し、琉球大学農学部附属熱帯農学研究施設(西表島、竹富町字上原)にて、皮付きのまま果実の重さ、長さ(長径)、厚さを測定した。測定後、果実の重さにはかなりのばらつきがみられたことから、仲間川から採取した50個の果実を含め

たすべての果実を便宜的に大(3.5g以上)、中(2.5g~3.4g)、小(2.4g以下)に区分した。区分した果実の内、後良川河口域から採取した果実170個をプロット1とし、仲間川河口域から採取した50個と前良川河口域からの果実の内、後述の灌水試験に用いた172個を除いた残り55個の合せて105個をプロット2として、採取翌日の12月6日に西表島船浦湾岸域のヒルギダマシ自

生地に近い砂泥地に播種した(以下直播き種子と呼ぶ)。なお、プロッ

ト1とプロット2は、直線距離にして約15m程度離れている。直播きに当たっては、未剥皮の果実(種子)は果皮が短毛で覆われていることから海水に浮き、剥皮種子は海中に水没はするものの、いずれの種子とも海水の干満、あるいは波浪で容易に移動・流失してしまうことから、図-2aに示したように寒冷紗とループ状に折り曲げた針金を用い、種子の移動と流失の防止に努めた。また、これまでの観察では、自然状態で発芽した実生苗のほとんどすべては、その正体は確認できていないが、魚、貝あるいは虫などによって被害されていることから、かまぼこ型に張った外側の寒冷紗には(図-2b)、被害防止効果も合わせて

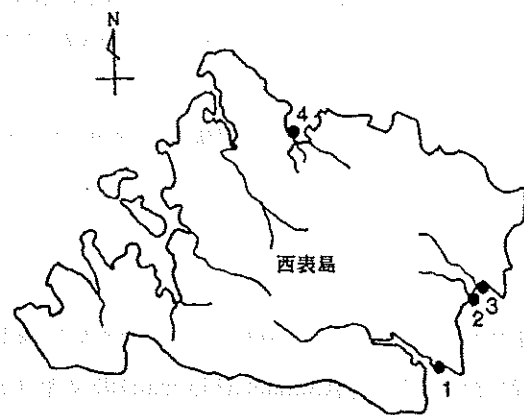


図-1 ヒルギダマシ種子(果実)の採取および播種地

- 1: 仲間川河口 2: 前良川河口
3: 後良川河口 4: 船浦湾岸

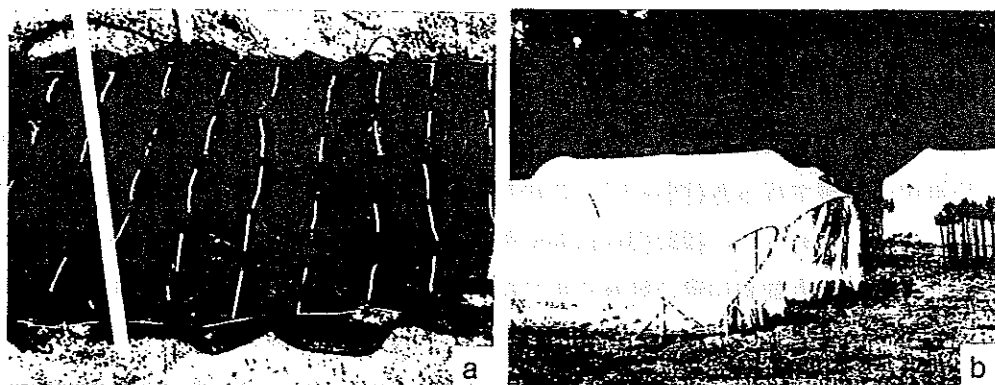


図-2 ヒルギダマシの播種の状況

- a: 寒冷紗とループ状に曲げた針金での果実の移動と流失の防止
b: 被害防止用に張った寒冷紗

期待した。残存率の確認は、播種後およそ1.5か月目の1987年1月16日、4.5か月目の3月18日、7.5か月目の7月15日、11.5か月目の11月14日に行った。なお、種子の移動・流失防止効果を期待した内側の寒冷紗は、第1回目の調査日である1月16日には、発根後の種子の伸長を著しく阻害し始めていたことから取り除いた。

播種せずに持ち帰った前良川河口域から採取した果実172個は、琉球大学農学部（西原町字千原）のガラス室内で、パーミキュライトを入れたプランター（長さ58cm、幅19cm、深さ18cm）に播種した。灌水は、常に果実がわずかに水に浸る程度とし、淡水（水道水）、海水、汽水（水道水：海水＝1：1）を用いた。播種した果実は淡水59個、海水54個、汽水59個である。灌水は減水状況に応じ適宜行い、用いた海水は琉球大学農学部の北東約3kmに位置する中城漁港から採取した。発根および伸長経過の観察は、播種後10日目（12月18日）、17日目（12月25日）、23日目（12月31日目）、32日目（1月9日目）、45日目（1月22日目）、52日目（1月28日）に行った。

3. 結果および考察

前良川および後良川河口域の2箇所から採取した各々50個の果実の重さ、長さ、厚さについて、有意差を検定したところ、表-1、2、3に示した通り、3形質のすべてについて有意差は認められなかった（5%有意水準）。したがって、両採取地の合計100個の果実を一つにまとめて、ヒストグラムとして図示したのが図-3、4、5である。重さは、階級値2.1をモードとし、わずかに右に歪んだ分布となっており、平均値と標準偏差はそれぞれ2.6gと0.77、変動係数は29.6%であった。長径と長さのヒストグラムは、いずれも一つのモードをもたず、長さ、厚さの平均値と標準偏差はそれぞれ

22.5±2.58mm、11.8±1.50mm、変動係数は11.5%と12.7%であった。伊藤ら¹⁾は1979年11月20日と1980年1月5日に西表島船浦湾で採取したヒルギダマシの果実の重さ、長径等について詳しく述べている。その結果と今回の結果とを比較すると、重さおよび長径のいずれにつ

表-1 前良川および後良川河口域から採取したヒルギダマシ果の重さの分散分析

要 因	平方和	自由度	平均平方	F*
産地間 誤 差	1.49 56.43	1 98	1.49 0.58	2.57
全 体	57.92	99		

* 産地間に有意差なし

表-2 前良川および後良川河口域から採取したヒルギ
ダマシ果実の長さ(長径)の分散分析

要 因	平方和	自由度	平均平方	F [*]
産地間 誤 差	0.01 658.03	1 98	0.01 6.71	0.001
全 体	658.04	99		

* 産地間に有意差なし

表-3 前良川および後良川河口域から採取したヒルギ
ダマシ果実の厚さの分散分析

要 因	平方和	自由度	平均平方	F [*]
産地間 誤 差	0.49 223.54	1 98	0.49 2.28	0.21
全 体	224.03	99		

* 産地間に有意差なし

厚さと長径の間の相関は高くはなかった(相関係数0.5858)。相関係数の高かった前二者

いても、今回採取した果実の方が大きい傾向にあった。また、中須賀ら⁶⁾が1980年12月3日に同じく船浦湾岸で採取した果実の結果と比較すると、重さおよび長径とも大きな違いは認められなかった。しかしながら、前述の伊藤ら¹⁾のものとは若干異なっていることから、ヒルギダマシの果実の大きさには採取時期の違い、産地による違い、あるいは豊凶などによる年変動があることも予想される。

採取果実の重さ、長径、厚さの3形質相互間の散布図は、図-6、7、8に示した。重さと長径の間の相関が高く(相関係数0.8794)、次いで重さと厚さの間(相関係数0.7324)、

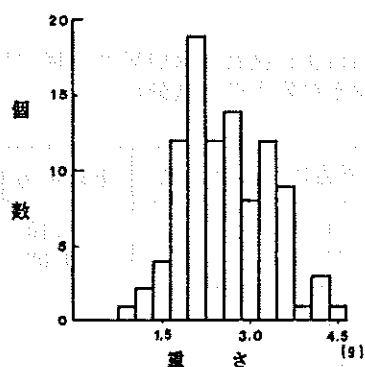


図-3 ヒルギダマシ果実の重さのヒストグラム

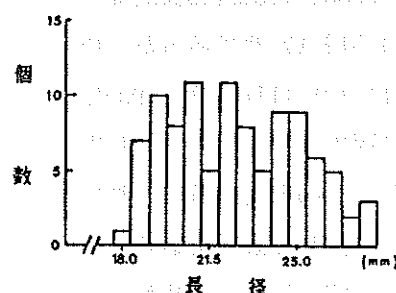


図-4 ヒルギダマシ果実の長径のヒストグラム

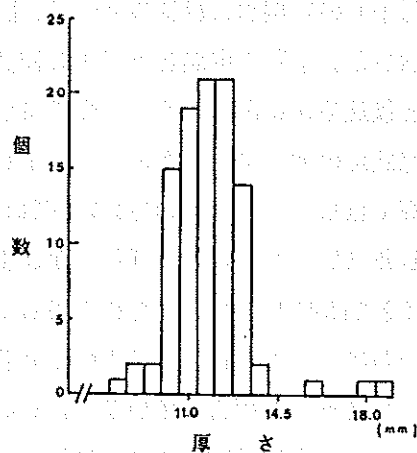


図-5 ヒルギダマシ果実の厚さのヒストグラム

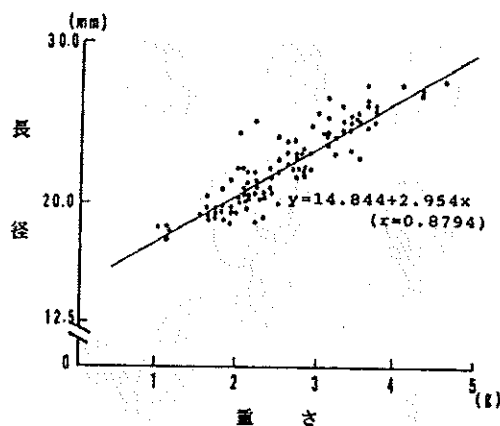


図-6 ヒルギダマシ果実の重さと長径の関係

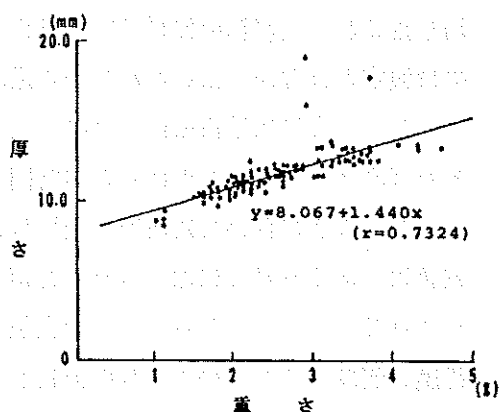


図-7 ヒルギダマシ果実の重さと厚さの関係

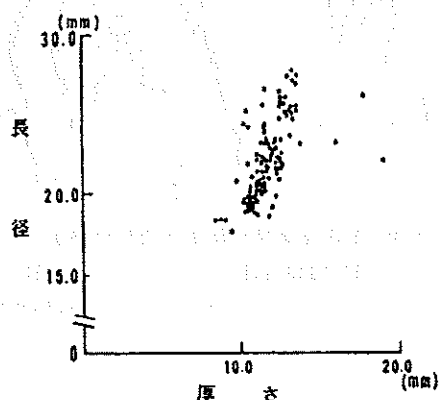


図-8 ヒルギダマシ果実の厚さと長径の関係

については散布図中に回帰直線を記入したが(図-6、7)、それらの直線の方程式はそれぞれ $y=14.844+2.59x$ と $y=8.067+1.440x$ で示された。なお、図-7の重さと厚さに関する散布図中、回帰直線から上方に離れており、重さに比較して厚い果実は、1果実中に2個の種子が入っていたものであり、この果実は長径に比較しても厚い傾向にあった(図-8)。このように、ヒルギダマシの1果実中の種子は通常1個であるが、時には2個の種子が含まれるものもみられた。

台湾産のヒルギダマシの発根とその伸長については、正宗²⁾が詳しく述べているが、今回ガラス室内のパーミキュライトに播種した果実（種子）の発根および伸長経過は、図-9

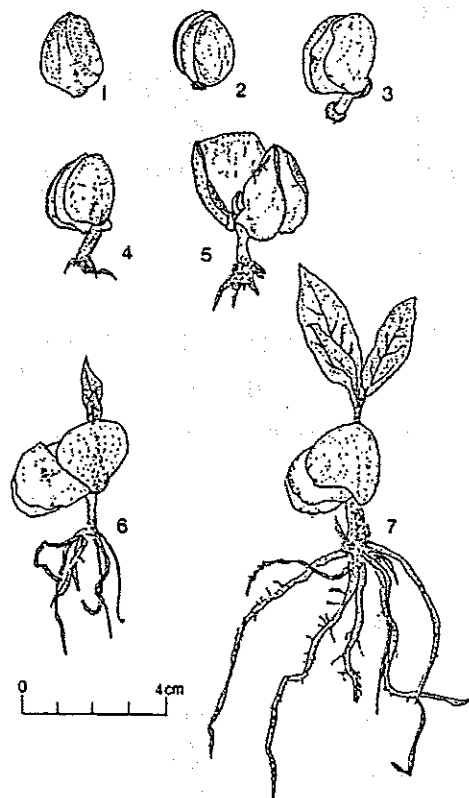


図-9 ヒルギダマシ種子と発芽の様子

1: 播種当日

2: 播種翌日

3~5: 1~5週間後

6~7: 約10週間後

に示した。子葉の展開と下胚軸の伸長は、剥皮後速やかに開始するが、発根は種子の完熟度の違いによるものか、必ずしも一斉ではなく、遅いものでは2週間以上を要した（表-4）。正宗は「幼根が砂土に着くと24時間以内に、すでに準備していた根がはやくも発育して砂土中に固着させてしまう」と報告している²⁾。この点に関して、今回は詳細な調査は行っていないが、10日目までの発根個体の割合が淡水86.4%、汽水64.4%、海水50.0%であり、17日目にはそれが98.3%、78.0%、59.3%に増加したこと、上胚軸の伸長は23日目までには観察されなかったことなどから推測すると、下胚軸は播種後速やかに伸長するが（図-9）、正宗が指摘した24時間以内などのように極めて短時間に発根した個体は、あまり多くはなかったと考えられる。しかしながら、果実の完熟の程度、剥皮してからの下胚軸の伸長と幼

根の発達状態などによっては、発根までの時間にはかなりの個体差があることも予想されることから、発根時間についてはさらに詳細な観察が必要とされる。

淡水、汽水、海水の灌水別発根率は表-4に示した。いずれの灌水条件でも、播種後10日目には50%以上の発根が見られたが、正宗も報告している通り、海水に比較して淡水での発根が早く²⁾、腐敗種子を除くと、播種後17日目あるいは23日目までにはすべての個体が発根した。また、正宗は「塩水（3.5%位の塩水）と淡水では、塩水に比較して淡水では菌類による腐敗が早かった」とも指摘しているが²⁾、今回の結果はそれとは逆に、淡水に比較して海水では、腐敗種子が多い結果となり、特に播種後52日目には海水で2/3以上の個体が

表-4 ヒルギダマシ果実(種子)の灌水別の発根および発芽率

灌水	種子の状態	10日目	17日目	23日目	32日目	45日目	52日目
淡水	上胚軸伸長	— %	— %	— %	25.4 %	35.6 %	56.0 %
	発根	86.4	98.3	89.8	62.7	52.5	25.4
	未発根敗	13.6	—	—	—	—	—
汽水	上胚軸伸長	—	—	—	20.3	44.1	49.1
	発根	64.4	78.0	72.9	50.9	27.1	6.8
	未発根敗	23.7	1.7	—	—	—	—
海水	上胚軸伸長	—	—	—	7.4	14.8	16.7
	発根	50.0	59.3	55.6	40.7	13.0	5.6
	未発根敗	27.8	—	—	—	—	—
	腐敗	22.2	40.7	44.4	51.9	72.2	77.7

淡水は水道水、汽水は淡水:海水=1:1

腐敗した。前述の通り子葉の展開と下胚軸の伸長は剥皮後速やかに開始するが、上胚軸の伸長は播種後23日目まではみられず、しかも32日目までに上胚軸が伸長した個体は、淡水25.4%、汽水20.3%、海水7.4%であった。このように32日目でも、海水での上胚軸の伸長個体が極めて少なかったのは、播種した種子の半分以上(51.9%)が腐敗したためであり、本実験のように現場から直接採取してきた海水を用いる場合には、あらかじめ殺菌剤などによる腐敗防止処理、頻繁な海水の取り替え、エアレーションなどによる通気を考慮する必要があったことも考えられる。また、汽水および淡水での剥皮の完了が、海水に比較して早い傾向がみられたこと、剥皮した果皮は短期間で容易に分解していたことなどから考えると、海水を灌水した果実の腐敗原因の一つとし、果皮の剥皮が速やかに行われず、しかもその果皮が腐敗しやすかったことが挙げられる。なお、52日目以降は詳細な調査を行ってはいないが、上胚軸の52日目以降の伸長は海水および汽水がよく、それに比較して淡水では52日目以降に上胚軸の急速な伸長がみられなかった。したがって、ヒルギダマシ果実の剥皮と発根には、淡水の濃度が比較的強く影響し、それ以降の根の伸長成長や上胚軸の伸長成長には海水の濃度が強く関与していることも考えられる。沖縄県内では、ヒルギダマシはマヤブシギ同様マングローブの中でも、その前面、すなわち海水濃度の高い立地条件に出現するが、伊藤らはマヤブシギの発芽を左右しているのは淡水の影響とも示唆している¹⁾。本研究の結果では、ヒルギダマシの発根と上胚軸の伸長開始には、必ずしも海水が必要ではない傾向がみられたことから、今後、ヒルギダマシの成立立地条件と種子の発根や成長

に関する生理的な機作についての詳細な検討が必要とされる。

直播き種子の発根および流失率は表-5に示した。オヒルギ、メヒルギ、ヤエヤマヒルギのような大型の胎生種子は、種子自体が一種の苗の性格をもっているとも考えられることから、胎生種子をそのまま挿し付けることによって、比較的容易に稚苗（実生苗）を得ることができる。しかしながら、それらに比較して小型のヒルギタマシの種子では、潮の干満や小さな波浪でも容易に移動・流失してしまう。したがって、種子を発根・定着させるためには、何等かの工夫が必要とされる。伊藤らは¹⁾、ポリ製のザルを伏せ、その中に果実を播くことによって、その移動・流失を防いでいるが、本研究では寒冷紗とループ状に曲げた針金とを組み合わせることで、種子の発根・定着につとめた。プロットごとの直播き種子全体の残存率(100-流失率)は、1.5か月目がプロット1、プロット2それぞれ87.1%と81.0%、4.5か月目には57.1%と51.4%、7.5か月目は36.7%と23.8%であり、7.5か月目までは時間の経過に伴って残存個体数は減少したが、それ以降は減少しなかった。また、プロット1とプロット2は直線距離にして15m程度しか離れていないが、プロット1が地形的にはほんのわずかながら高い位置にあることから滞水時間の微妙な違い、あるいは用いた果実の完熟度の違いによる種子の発根と定着までの時間の違いなどによって、その残存率に違いが生じたことが考えられる。果実の大きさにはかなりのばらつきがみられ、重さの最大は4.6g、

表-5 直播き種子の発根および流失率

果実の大きさ	果実の状態	プロット 1				プロット 2			
		1.5か月	4.5か月	7.5か月	11.5か月	1.5か月	4.5か月	7.5か月	11.5か月
大 型	上胚軸伸長	40.0 %	60.0 %	57.5 %	57.5 %	13.0 %	58.5 %	43.5 %	43.5 %
	発根	42.5	—	—	—	78.3	—	—	—
	発根(食害)	5.0	7.5	—	—	—	8.7	—	—
	流失	12.5	32.5	42.5	42.5	8.7	34.8	56.5	56.5
中 型	上胚軸伸長	13.0	42.8	37.7	37.7	2.0	43.1	21.6	21.6
	発根	64.9	—	—	—	82.3	—	—	—
	発根(食害)	10.4	16.9	—	—	2.0	17.7	—	—
	流失	11.7	40.3	62.3	62.3	13.7	39.2	78.4	78.4
小 型	上胚軸伸長	3.8	28.3	22.8	22.6	—	16.1	12.9	12.9
	発根	67.9	—	—	—	51.6	—	—	—
	発根(食害)	13.2	17.0	—	—	12.9	9.7	—	—
	流失	15.1	54.7	77.4	77.4	35.5	74.2	87.1	87.1
全 体	上胚軸伸長	16.5	42.4	36.7	36.7	3.8	38.1	23.8	23.8
	発根	60.6	—	—	—	72.4	—	—	—
	発根(食害)	10.0	14.7	—	—	4.8	13.3	—	—
	流失	12.9	42.9	63.3	63.3	19.0	48.6	76.2	76.2

大型：重さ3.5g以上の果実； 中型：重さ2.5g～3.4g； 小型：重さ2.4g以下

最小は1.0gであったことから、便宜的に重さを基準に大、中、小に類別したが、その構成割合はプロット1では大が23.5%、中が45.3%、小が31.2%であった。プロット2は仲間川河口域と前良川河口域から採取した果実とが混ざってはいるが、全体としての構成割合は大21.5%、中48.6%、小29.5%であったことから、両プロット間の構成割合には大きな違いはなかったものとみなせた。果実の大きさ別の残存率は、1.5か月目ではプロット1で大87.5%、プロット2で91.3%であり、中のそれは88.3%と86.3%、小は84.9%と64.5%であった。4.5か月目にはそれが67.5と65.2%、59.7と60.8%、45.3と25.8%で、最終的には(7.5か月以降には) 57.5と43.5%、37.7と21.6%、22.6と12.9%となった。プロット間での残存率に違いはみられるが、いずれのプロットでも2.0g以下の小型果実の残存率が低かった。また、1.5か月目でみると大型果実では上胚軸の伸長個体がプロット1で40.0%、プロット2で13.0%に対して、小型果実のそれは3.8%と0%であることから、明かに上胚軸の伸長個体も大型果実が小型果実よりも早かった。同様のことは、伊藤らも指摘しており、「播種後66日目の2.5g以上の大型種子の残存率は87.5%と高率であるが、0.9%以下の小型種子のそれはわずか3%にすぎなかった」と報告している¹⁾。したがって、発根と初期成長には果実の大小が極めて大きく関与しており、播種に当たっては、小型の果実は避けて、大型あるいは中型の果実を用いることが望ましいといえよう。

4. まとめ

沖縄産のヒルギダマシの育苗と造林に関する基礎的な資料を得ることを目的として、果実および種子の大きさや、その発芽特性等について調査を行った。その結果、ヒルギダマシの果実の大きさにはかなりのばらつきがあるが、小型の果実と比較して、大型および中型の果実の定着率、残存率が高いことを明らかにすることができた。また、未剥皮の果実は海水に浮くこと、剥皮種子(種子)は海水に沈むものの、いずれも潮の干満あるいは波浪により容易に流失することから、干満時における流速の早い立地や波浪の影響が比較的大きい立地条件での播種にあたっては、当然のことながら何らかの流失防止策が必要と考えられる。本実験では、寒冷紗による流失防止策を講じて定着させ、十分な効果がみられたが、播種時にはかなりの労力と時間が必要とされることから、大面積での造林あるいは事業規模での造林などには、この方法を用いることなどは望むべくもない。したがって、さらに容易な造林方法、すなわち山引き苗の移植やポット苗の移植方法などを確立する必

要が考えられる。また、自然状態で生育している実生苗の大部分は、その正体は確認できてはいないが被害され、このことにより著しく成長も抑制されている。今回は被害防止用の寒冷紗を用いることにより、ある程度の被害防止につとめたが、今後は被害がどのような動物によるものかを明らかにし、簡単で有効な被害防止策の確立も望まれる。

引用文献

- 1) 伊藤和昌・中須賀常雄：マングローブ樹種の生長に関する予備実験 亜熱帯林 2:13～15 (1980)
- 2) 正宗巖敬：ヒルギダマシの甲析 植物及動物 8:1006～1008 (1940)
- 3) Nakagoshi, N. and K. Mehira: Growth and mortality of mangrove seedling transplanted to Hirishima. Hikobia 9:439～449 (1986)
- 4) 中須賀常雄：マングローブ林の林分解析 琉大農学報 26:413～519 (1979)
- 5) 中須賀常雄：マングローブに関する研究(X)－ヤエヤマヒルギの植栽試験－ 亜熱帯林 5:54～57 (1983)
- 6) 中須賀常雄・伊藤和昌：マングローブ樹種の果実、胎生芽及び発芽について 亜熱帯林 5:16～38 (1986)
- 7) 中須賀常雄・馬場繁幸：マングローブ樹種の植栽試験(Ⅱ) マングローブ林の管理及び造成技術に関する森林生態学的研究(昭和60年度科学研究費補助金研究成果報告書) :3～8 (1986)
- 8) 佐藤一紘：ヤエヤマヒルギの初期成長について 亜熱帯林 3:60～65 (1981)
- 9) 島袋敬一・宮城康一：ヒルギ散布体の植栽実験 1.ヤエヤマヒルギ マングローブ生態系に関する生理生態学的研究(文部省科学研究費補助金研究成果報告書) 113～129 (1984)

ヒルギダマシの育苗と造林に

関する基礎的研究 (Ⅱ)

一、とり木、挿し木の可能性と二、三の移植方法の検討一

馬場繁幸・中須賀常雄・佐藤一紘

1. はじめに

マングローブ林(mangrove)の構成樹種であるヒルギダマシ(*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.)の育苗と造林に関する基礎的資料を得るために、研究を推し進めており、前報¹⁾では、ヒルギダマシの種子(果実)とその発芽特性、直播き種子の残存率等について報告した。本報では、ヒルギダマシのとり木、挿し木による無性繁殖の可能性と、山引き苗の移植およびポット苗の育苗とその移植の可能性について述べる。

2. 調査および実験方法

(1) 挿し木

挿し木は、西表島船浦湾岸域のヒルギダマシの自生地に近い砂泥地と、琉球大学農学部のガラス室内の鹿沼土を入れたプランター(58×19×18cm)で行った。挿し穂は、1987年6月28日に前良川河口域で採取し、挿し穂の長さは25~30cm、着葉数は2~4枚、切口は楕円切り返しとした。穂作りは、船浦湾岸域に挿し付けたものは採穂当日、ガラス室内のものは、沖縄本島に持ち帰った後の6月29日に行った。挿し穂はホルモン処理として、インドール酢酸(200ppm)、インドール酪酸(200ppm)、ナフタリン酢酸(200ppm)、無処理として水道水にそれぞれ一晩浸漬した。発根の確認は、船浦湾岸域では11月13日に、ガラス室内のものについては12月5日に行った。

(2) とり木

とり木は1987年6月27日に、船浦湾岸域に生育する樹高2~3m内外の母樹を用いて行った。方法は環状剥皮の後、湿らせたミズゴケを十分に巻き、その上を黒色のビニールで覆う、通常の空中とり木法によった。発根の確認は、約4.5か月後の11月13日に行った。

3) 山引き苗の移植

山引き苗の採取は、1986年12月5日に仲間川河口域、1987年10月17日に前良川河口域で行った。1986年採取の苗は、採取後、一晩水道水に浸漬し、1987年採取のものは採取後、一晩海水に浸漬した。移植は、前述の船浦湾岸の砂泥地とし、活着率および残存率の確認は、前者については1987年1月16日、3月19日、7月14日に、後者については、1987年11月14日、12月11日、1988年1月15日に行った。

4) ポットの育成と移植

ポット苗を育成するための種子の採取は、1987年の山引き苗の採取日と同じ10月17日に、前良川河口域で行い、琉球大学農学部を持ち帰った後、バーミキュライトを入れた方形のジフィーポット（上面5×5cm、底面3.5×3.5cm、深さ6cm）に播種した。灌水は常にポットの下端から約2cm程度が浸漬している程度とし、減水に応じて適宜水道水のみを灌水した。ポット苗の移植は、その生育にばらつきがみられたので、1987年11月13日と12月11日の2回に分けて行った。沖縄本島内にはヒルギダマシが自生していないので、苗の移植地は西表島、船浦湾岸域の砂泥地とした。苗木は、輸送前日に1ポットずつポリエチレンの袋に簡単に封入した後、携帯用アイスボックスに入れ、石垣島までは空輸、石垣島から西表島までは船で輸送した。ポット苗は、輸送翌日の干潮時に、ポットごと植栽し、前報同様¹⁾ 食害防止用の寒冷紗で覆った。活着率（残存率）は、11月に移植したものは12月11日と1988年1月15日、12月に移植したものは1月15日に調査した。

3. 結果および考察

1) 挿し木およびとり木について

一般に種子を用いた有性繁殖に比較して、とり木、挿し木あるいは接ぎ木などの無性繁殖は、種子の豊凶にかかわらず、しかも親の遺伝的な形質をそのまま受け継ぐなどの利点がある。ヒルギダマシの挿し木は、ホルモン処理と挿し付け場所（船浦湾岸域の砂泥地とガラス室内の鹿沼土）の違いに関係なく、発根は認められず、比較的挿し木が困難な樹種と考えられた。しかしながら、挿し木は一般に挿し付け時期、穂取り部位などにより、その発根に大きな違いもあることから、さらに挿し付け時期や穂取り部位などについての検討も必要とされる。

とり木（空中とり木）は、25箇所のととり木部位のうち、図-1に示した形態で3箇所から発根

した。この発根部位の割合を、単純に計算すると12%の発根率である。しかしながら、それら3箇所が発根部位は、いずれも地上10cm以下であり、表-1にみられるように樹高および地際径から推測すると比較的若齢の母樹であった。また、母樹の生育立地条件からみると、25箇所のとり木部位のうち、潮の干満で日に一度は冠水するであろう地上50cm以下の部位が13箇所であった。これら日に一度は冠水する部位、13箇所に対する発根率を求めると23%となる。また、発根調査時には未発根であったが、さらに時間をかけると発根の可能性があると思われる部位が3箇所ほど観察され、その部位もすべて地上50cm以下であった。これらのことから、ヒルギダマシのとり木は、若齢の母樹を用い、しかも日に一度は冠水するなど、とり木部位が乾燥しなければ、比較的容易にとり木が可能と考えられる。しかし、ヒルギダマシの発根は、図-1にみられるように1~2本の直径1cm程度の太根のみの発根であり、細根の発根はみられなかったことから、それら発根個体を親木から切り離した移植後の成長について、さらに検討が必要と思われる。

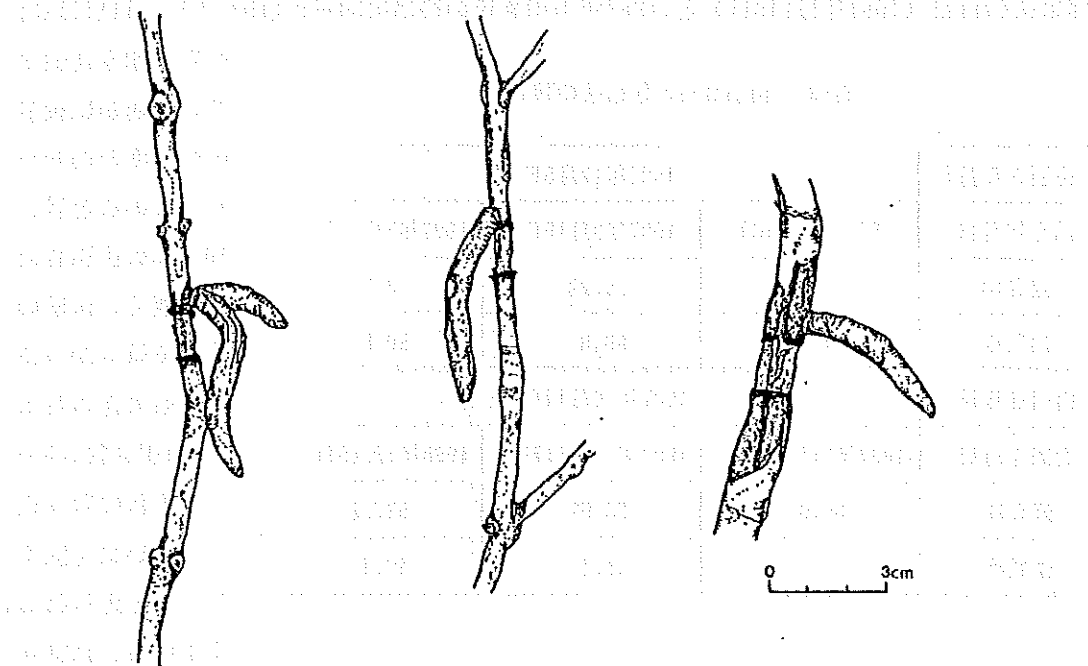


図-1 とり木によるヒルギダマシの発根の形態

表-1 とり木母樹の形質、とり木部位と発根率

母 樹	樹 高	地際径	とり木箇所の数	発根箇所数	発根箇所の高さ
1	160cm	9cm	3	0	地上10cm
2	180	7	3	0	
3	50	2	5	1	
4	160	10	3	0	
5	30	2	3	2	地上3cm、5cm
6	120	4	3	0	
7	60	2	3	0	

2) 山引き苗の移植とポット苗の移植について

山引き苗の移植の結果は、表-2に示した。1986年に山引いた苗と1987年に山引いた苗のどちらも、時間の経過とともに残存率は減少した。しかしながら、1986年山引き苗の移植後42日目（1987年1月16日）と、1987年山引き苗の移植後54日目（1987年12月11日）以降

表-2 山引き苗の移植後の残存率

山引き年月日	1986年12月5日		
調査年月日	1987年1月16日	1987年3月19日	1987年7月14日
残存率	25.4%	19.2%	9.2%
枯死率	74.6	80.8	90.8
山引き年月日	1987年10月17日		
調査年月日	1987年11月14日	1987年12月11日	1988年1月15日
残存率	60.0%	58.6%	53.6%
枯死率	40.0	41.4	46.4

の残存率を比較すると、明かに後者の残存率が高かった。このことは、1986年の山引き時期が遅く、移植の適期ではなかったことも考えられるが、山引き後、移植までの苗の取り扱いの違いに主因するものと思われる。すなわち、1986年

の山引き苗は移植までの1晩、淡水(水道水)浸漬されており、この間に根にかなりの褐変がみられたのに対し、1987年の山引き苗は、1晩海水中浸漬されていたことから、わずかな褐変しかみられなかった。この褐変が移植後の活着、すなわち残存率に大きな影響を及ぼした

ものと推測される。根の褐変がどのような機作で生ずるのかは、不明であるが、山引き直後よりわずかに褐変がはじまり、時間の経過にともなって、それが著しくなる傾向にあり、空気中あるいは淡水中ではそれが顕著で、海水中ではさほど著しくはなかった。

ポット苗の移植結果は、表-3に示した。11月に移植したものと12月に移植したものとでは、残存率が異

なっていた。前者では、調査期間中に4.2%しか枯死しないのに対し、後者では30%以上の枯死がみられた。この

表-3 ポット苗の移植後の残存率

移植年月日	1987年11月13日		1987年12月11日
調査年月日	1987年12月11日	1988年1月15日	1988年1月15日
残存率	97.9%	95.8%	66.7%
枯死率	2.1	4.2	33.3

ことは前者に比較して後者の供試種子が活力がなかったこと、あるいは移植適期を逸したることによるもの考えられる。

ポット苗と山引き苗とを比較すると、残存率の高かった1987年山引き苗の残存率に比較しても、明かに移植したポット苗の残存率が高かった。ヒルギダマシの種子は、メヒルギ、オヒルギ、ヤエヤマヒルギなどの胎生種子に比較して、小型の半胎生種子であることから、潮の干満あるいは波浪などによって容易に流失し、その生育立地条件から考えても直播きによる育苗が難しい樹種である。したがって、その育苗には何等かの工夫が必要とされ、前報では¹⁾、寒冷紗とループ状に曲げた針金を用いることにより、ある程度の効果をあげることができた。しかしながら、この方法では、多大の労力と時間が必要とされ、事業規模での植栽には用いることができない欠点がある。また、山引き苗の利用は、着果量が多く、十分な天然生実生苗が確保できる果実の豊年には、ある程度の対応も可能と考えられる。しかしながら、ヒルギダマシの果実の豊凶周期は確認されていないが、これまでの観察では、必ずしも毎年豊年とはならない傾向がある。しかも前述の通り、果実は容易に流失することから、たとえ豊年であっても、所定量の苗を山引くことはなかなか容易ではない。その点、ポット育苗は、果実（種子）さえ確保できるならば、その発芽率の高いことから、比較的容易に所定量の苗を養成できることになる。また、ヒルギダマシは汽水域というきわめて特殊な立地条件に生育する樹種でありながら、初期の発芽および成長には汽水あるいは海水を必要とせず¹⁾、淡水のみでも容易に育苗可能であり、育苗については、大

きな問題点はないものと考えられる。ポット育苗は、山引き苗に比較すると、労力や経費の面で割高になることは事実であるが、ヒルギダマシのような極めて流失しやすい環境条件下で生育する樹種の育苗には有効な育苗方法といえよう。

4. まとめ

沖縄産のヒルギダマシの育苗と造林に関する基礎的な資料を得ることを目的として、とり木、挿し木、山引き苗の移植、ポット育苗を試みた。その結果、挿し木では発根しなかったが、とり木は若齢の母樹を用い、乾燥に注意すると比較的容易であることがわかった。山引き苗の移植も可能であるが、山引き後、移植までの間、根の褐変に注意をする必要があるものと思われた。ポット苗の育成は比較的容易であり、淡水灌水での育苗後、移植しても大きな問題はなく、活着率もよかった。ヒルギダマシのように比較的小型の果実（種子）で、しかも容易に流失しやすい立地条件に生育する樹種の育苗には、何等かの工夫が必要とされるが、多少割高になっても、ポット育苗による苗の生産が、一番成功率が高いように思われ、本研究によりヒルギダマシの育苗から移植まで一応の目安が得られたものと考えられる。今後は、移植後の成長と、その生育特性に関する調査を行うとともに、簡単な食害防止策の確立が急がれる。

引用文献

- 1) 馬場繁幸・中須賀常雄・佐藤一紘：ヒルギダマシの育苗と造林に関する基礎的研究（Ⅰ）
—種子とその発芽特性— 未利用資源としてのヒルギダマシの飼料化に関する研究（昭和62年度文部省科学研究費補助金報告書：研究代表者星野正生）：83～92

未利用資源としてのヒルギダマシの
飼料化に関する基礎的研究

発行年 1988年 3月
代表者 星野 正生
発行者 琉球大学農学部
 沖縄県西原町千原1番地
 (附属熱帯農学研究施設)
 09889-5-2221 (EX. 2808)
印刷 コロニー印刷所
 沖縄県浦添市宮城728
 0988-77-3344
