

南スマトラ低湿地の森林植生

山 田 勇*・Sukristijono SOEKARDJO**

Ecological Study of Mangrove and Swamp Forests in South Sumatra

Isamu YAMADA* and Sukristijono SOEKARDJO**

はじめに

インドネシアのスマトラ島東海岸一帯には広大な低湿地帯が広がっている。この湿地帯の最も海よりの部分はマングローブによっておおわれ、内陸にすすむにつれて湿地林が出現する。この報告は1978年9月1日より12月10日まで約100日をかけておこなわれた南スマトラの森林調査のうち、特に低湿地部の森林の現状とその開発状況についてのべるものである。¹⁾

赤道を中心にして南北ほぼ30度の緯度までの熱帯、亜熱帯の海岸線には、マングローブ林が広く分布している。北端は日本列島の南西諸島（一部南九州）にみられるが、最も規模の大きいものは植物地理でいうマレーシア地域を中心に広がっている。その中でも特に、インドネシアのスマトラ、カリマンタン、イリアンジャヤなどに大きな群落がみられる。Wiroantmodjo [1978] の報告によれば、インドネシアのマングローブ林面積はイリアン

ジャヤが2,934,000 haで第1位であり、スマトラが397,000 haで第2位を占めている。このスマトラのうちでも、最も大きな面積をもつのが南スマトラであり、パンカ島の西海岸も含めると195,000 haを占めている。リアウ、北スマトラ、アチュの順に少なくなっていくが、いずれも南スマトラの半分以下の面積である。

マングローブ林構成樹種のもつ特異な形態、特に支柱根、気根、胎生種子などは古くから関心をひき、マングローブに関する研究はひじょうに数が多い。インドネシアにおいては1920年代から、Becking *et al.* [1922], Luytjes [1923], Haan [1931] の研究が、Karsten [1891], Schimper [1891] などの古典的業績以後おこなわれた。マレーシアでは、Watson [1928]、フィリピンではBrown & Fischer [1918; 1922] の研究があって、いずれも東南アジアのマングローブに関する基本文献として重要である。最近のものとしては、Flora Malesianaの一部としてのDing Hou [1958] のRhizophoraceaeの分類とそのまえがきにあたるVan Steenis [1958] のマングローブに関する概論、Chapman [1975; 1977] など

* 京都大学東南アジア研究センター；The Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University

** Herbarium Bogoriense, LBN, LIPI, Indonesia

1) この調査は、文部省科学研究費海外調査「熱帯多雨林気候下におけるイスラム稲作社会の展開過程に関する研究」の一環としておこなわれた。

の世界各地のマングローブのモノグラフの集積などの仕事があげられる。

インドネシアのマングローブに関しては、先にあげた古典以後はしばらく研究がとだえるが、最近になって、インドネシア政府の沿岸開発政策にともなって、マングローブ林の基礎的な研究が再開された。共著者のひとりである Soekardjo & Kartawinata [1978] によるバニユアシン (Banyuasin) 地域の研究は、最近の数少ない生態学的業績のひとつである。

マングローブが海岸植生を代表するものとすれば、湿地林は、低地林とマングローブの

中間に位置する代表的な森林植生である。一般に東南アジアにおいては湿地林が随所にみられ、特に、大河の河口周辺のマングローブにつづく内陸地帯に広く発達するのであるが、その研究例はきわめて少ない。アプローチの悪さによるものと考えられるが、ボルネオを中心にした Anderson [1958; 1963], Muller [1963] などの業績が代表的なもので、最近になって Corner [1978] の仕事がまとめられた。熱帯の低地、山地、海岸林などにくらべて、最も研究の少ない地域が湿地林であるといえるだろう。

I 調査地の概況

1. マングローブ林

南スマトラ州州都パレンバンは、南スマトラ州の交通の中心でもあり、インドネシアの首都ジャカルタからは空路1時間である。ここから東、東南、南方向へは自動車道がついているが、北方向のバンカ海峡にいたるまでの低湿地の交通はすべて川を利用している。(Fig. 1)

パレンバンから40馬力の船外機をついたスピードボートで、ムシ (Musi) 川の下流をまず東へ下る。南スマトラの石油積出港のプラジュ (Pladju), プルタミナの基地のあるスンガイ・グロン (Sungaigerong) あたりは、川幅も大きく、大型タンカー、各種の帆船、小型ボートが往き来し、石油、肥料、材木などの出入りが激しい。航行する船舶のために波がかなり大きくなる。やがて、ムシ川が北へ曲折するあたりがプラウ・ボラン (Pulau Borang) である。この少し手前のマリアナ (Mariana)

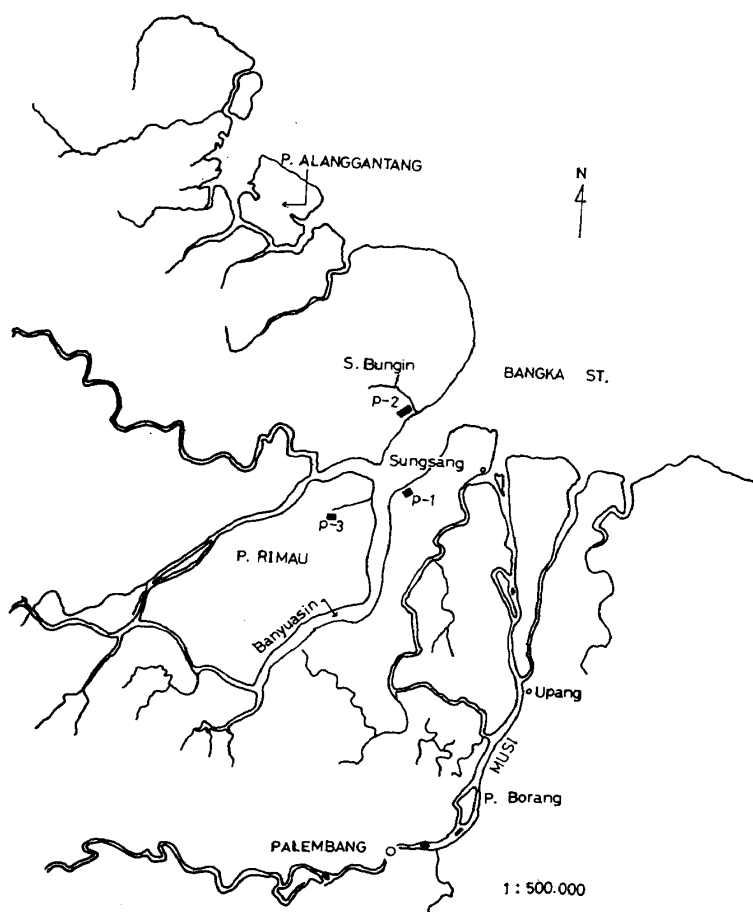


Fig. 1 Map of survey area. P1, 2 and 3 are the plots surveyed.

地域の住民はワニをとることを生業としていたが、近年ではワニはほとんどみられない。プラウ・ボラン周辺は、低湿地一帯から集積される材の集荷場である。川の両岸に1本ずつワイヤーでつながれた数十本の材のイカダがみえる。直径40 cm以下のものは付近の製材所で製材されて国内用に、40 cm以上のものは輸出用に供される。森林局のチェックポイントがあって、運搬されてきた材の検査をおこなう。ここに現在ある材の大部分はアイル・ララン (Air Lalang) の上流、ジャンピ州との国境に近いあたりからおくられてくる。メランティ、プライなどの材が中心である。パレンバン周辺にこのような材はもはや残っていない。プラウ・ボランの川岸を優占するのは *Sonneratia caseolaris* である。樹高10~20m, 直径30~50 cm くらいの大木の樹冠が水面近くまでたれ下り、川筋にそってみられる。

パレンバンから約40kmでウパン (Upang) である。数年前まではこの周辺は原生林であったといわれるが、現在は移住政策の中心地として大規模な開発がおこなわれ、川からみると、大木の切り残しが目立つ。さらに真北にむかって約40 km北上するとムシ川がアイル・トラン (Air Telang) と合流してバンカ海峡に入る地点にスンサン (Sungsang) がある。スンサンの町はこの流域で最も海よりの町である。杭上家屋が軒をならべる。大部分の杭はニボン (*Oncosperma tigillaria*)、一部鉄木を使う。道も杭上にニボンを縦わりにしたものを横にわたした杭上道である。

この町から海よりへはもう町はなく、あるのは数軒の漁師の家が海上に集まったものくらいである。したがって、必要な飲料水、軽油、食糧などはすべてこの町で調達する必要がある。

スンサンから約10 kmばかり北上する間には、はじめニッパ (*Nypa fruticans*)、やが

て *Avicennia alba*, *Sonneratia alba* などが海岸ぞいにみられる。バンカ海峡に近くなると波がやや荒くなり、*Avicennia* や *Sonneratia* の倒木がかなり多くなる。タンジュンチャラット (Tanjung Carat) を左へまがると、ひじょうに浅い海が広がる。バニユアシンとムシ川の両河川によって堆積した泥が一面におおっている地域である。*Avicennia alba* が岸近くにいろいろな発育段階で出現し、その後方には *Rhizophora* の群落がみえる。時々、海の中に島状にある泥上には、*Sonneratia alba* が単木、または数本、群生している場合がある。これらの泥海は海鳥の餌場でもある。水深はおどろくほど浅く、スピードボートは何度も立ち往生する。この泥海を約10 km弱はしると、タンジョンアピアピ (Tanjung Api Api) というバニユアシン側の岬に出、そこからバニユアシン入江を横切ると、対岸のスンガイ・ブンギン (Sungai Bungin) に到着する。この川はバニユアシンに注ぐ最大の川であり、この河口の海上には10数軒の杭上家屋がある。エビとりを生業とする漁師小屋である。このうちの1軒がインドネシアのMAB計画によって建てられた小屋であり、すでにここを中心に数回の調査がなされている。ここを基地にして、周辺のマングローブ林を調査することになる。

すでに Soekardjo & Kartawinata [1978] によって、バニユアシン入江の両岸4カ所に4本のトランセクト (20m×500m) がとられているので、今回の調査は、それらの結果をふまえ、補足する意味で、二つの調査地をもうけた。

プロット1は、バニユアシン入江の東岸ぞいに南下し、タンジョングヌック (Tanjung Genuk) のやや手前にあたる場所で、入江から10m林内に入った地点に50m×50mの方形区をもうけた。バニユアシン東岸は、*Avicennia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Rhizophora*

apiculata などが前面にみられるが、調査した地点は、*Rhizophora apiculata* が最も波うちぎわまで出現している地点である。*Avicennia alba* の幼木が *Rhizophora* の前面、海よりに生育している場所が多かったので、同時にこれらの地点の調査もおこなった。

プロット2は、スンガイ・ブンギンを約1 km さかのぼった地点から、バニユアシンに並行に、20m×500m のトランセクトをもうけた。これは、内陸にむかう河川沿岸のマングローブ林の帯状構造を知るためである。バニユアシン西岸のスンガイ・ブンギンやスンガイ・アポン (Sungai Apong) などの河川をさかのぼると最も優占するものはニッパであり、上流へ行けば行くほど高密となる。プロット2をとったあたりの岸辺近くには、ニッパと共に *Kandelia candel*, *Rhizophora apiculata* などが混成しているのが船上からみえる地点である。

2. 湿地林

スンガイ・ブンギンからバニユアシンを南へさかのぼると、アイル・ラランの合流点に出る。さらに南へ行くと西岸に出現するのがプラウ・リマウ (Pulau Rimau) とよばれる大きな島である。タンジョンスラ (Tanjung Serah) がアイル・ラランとアイル・バニユアシンの合流点であり、そこから少し南へ行くと右手にやや大きな川がプラウ・リマウから流れている。この川は特に名前はないが、土地の人はスンガイ・ブサル (Sungai Besar, 大きな川) とよぶ。この川に入ると、はじめのうちは *Sonneratia alba* が優占するが、やがてニッパのみになり、川幅はどんどん狭

くなる。川水の色は黒色に近くなり、ピート地帯から流れてくることを示している。ニッパの葉高は平均9 m近くなり、両側から川面をおおいつくすようになる。ニッパの果序が川面にたれ下り、果実が落下して、川面を漂い、そのうちに芽を出してもなお漂流し、そのうち河岸に着地し、生育をはじめる。こうして川の両岸はますます狭くなる。7 km ほどこのような川をさかのぼると突然視界が開ける。ニッパ林が切り開かれ、小さな精米所と舟着場がある。ここがパルブシ (Parubusi) という村の入口である。ここから舟をすて、小運河ぞいに土のつみあげられた小道を行くと村の中心部をすぎ、やがて村のはずれに出る。このはずれから湿地林にいたるまでは伐採跡地を歩くことになる。伐採跡地には、主として切り倒されたニボンがあちこちに橋のようになって、湿地の上をまたいでいる。この上を歩いて湿地林にむかう。湿地にたまる水は黒色で、深さは平均して30cm 前後である。伐開地あとの滞水地には、ミズワラビ (*Ceratopteris thalictroides*) が繁茂している。伐倒木がなくなると滞水地をよけて、もりあがった根株周辺をとび歩いていくことになる。

湿地林の内部はマングローブ林や低地林、山地林などとくらべるとずっと明るい。すなわち林冠の閉鎖度がゆるやかであり、太陽光線が林床にまで届く場所が多い。上層を占めるのはプライであり、その下に *Campnosperma* や *Oncosperma* があり、その下には地表植生という構造になる。この湿地林では20m×50mのプロットを一つとって調査をおこなった。

II 調査方法

マングローブ林、湿地林のそれぞれのプロ

ット内においてつぎのような方法で調査をお

こなった。方形区をさらに10m×10mの小方形区にわけ、そこに含まれる胸高直径10cm以上の個体の胸高直径を直径巻尺で測定し、樹種の同定をおこなった。不明の樹種は標本をもち帰り、ボゴールのハーバリウムで同定した。プロット1については、20m×50m内の直径10cm以上の個体の樹高、生枝下高の測定をおこなった。プロット2については、標準木を30本選んで樹高の測定をおこなった。湿地林については、胸高直径10cm以上の全立木の樹高を測定した。いずれの場合にもワイゼ測高器を用いた。プロット1と湿地林においては、測定した胸高直径10cm以上の個体の

位置図ならびに樹冠の拡がりを投影図として描いた。さらにプロット1の *Rhizophora apiculata* については支柱根の根張りの位置を記した。測定木のうち数本につき根系の写生をおこなった。

胸高直径2cm以上10cmまでの小木については5m×5mのコドラートを各小方形区内にもうけ、全出現個体の胸高直径、樹高を測定し樹種を同定した。胸高直径2cm以下の地表植生については1m×1mの小コドラートを各小方形区内にもうけ、全出現種の記載をおこない、被度、個体数を記録した。プロット3については種名の記載だけにとどめた。

Ⅲ 調査結果と考察

1. マングローブ林

イ) プロット1

Table 1 にプロット1の調査結果を示した。出現した胸高直径10cm以上の樹種はわずかに4種である。1ha あたりになおすと本数が596本、胸高断面積合計は25m²である。そのうちわけをみると、本数では *Rhizophora apiculata* が最も多く全体の52パーセントを占めるが、胸高断面積合計では *Avicennia alba* が

49パーセントを占めて、前者よりも大きな割合を示している。他の2種、*Bruguiera parviflora* と *Avicennia officinalis* の胸高断面積合計に占める割合は10パーセントに達していない。したがって、このプロット1では *Avicennia alba* が最も優占し、*Rhizophora apiculata* がそれにつづき、この2種によって大部分が占められているといえる。

胸高直径の最大のものは、*Avicennia alba* にみられ、85.1cmを記録し、同じ個体が最

Table 1 Floristic composition of Plot 1. Trees 10 cm DBH and over are shown. The plot is 50 m×50 m.

Species	Number (N/ha)	Basal Area (m ² /ha)	Dmax (cm)	Hmax (m)
<i>Rhizophora apiculata</i>	312	9.67	51.1	35.0
<i>Bruguiera parviflora</i>	136	1.86	18.2	18.0
<i>Avicennia alba</i>	88	12.23	85.1	36.5
<i>Avicennia officinalis</i>	60	1.24	22.1	21.0
Total	596	25.00		

Table 2 Floristic composition of Plot 1.

(1) Species	N	D/ha	F (%)	f	BA (m ² /ha)	DR (%)	FR (%)	BAR (%)	IV
<i>Bruguiera parviflora</i>	77	1,232	84	(21)	1.67	62.60	41.18	47.98	151.76
<i>Rhizophora apiculata</i>	42	672	76	(19)	1.56	34.15	37.25	44.83	116.23
<i>Avicennia officinalis</i>	4	64	8	(2)	0.25	3.25	21.57	7.19	32.01

(2) Species	N	D/ha	F (%)	f	AC (%)	DR (%)	FR (%)	ACR (%)	IV
Trees: <i>Bruguiera parviflora</i>	34	13,600	56	(14)	8.26	43.59	31.82	62.78	138.19
<i>Avicennia officinalis</i>	8	3,200	28	(7)	1.54	10.26	15.91	11.22	37.39
<i>A. alba</i>	16	6,400	40	(10)	0.75	20.51	22.73	5.46	48.70
<i>Rhizophora apiculata</i>	13	5,200	36	(9)	1.28	16.67	20.46	9.32	46.45
<i>Xylocarpus granatum</i>	2	800	4	(1)	0.38	2.56	2.27	2.77	7.60
Shrub: <i>Aegiceras corniculatum</i>	1	400	4	(1)	0.04	1.28	2.27	0.29	3.84
Woody Climber: <i>Derris trifoliata</i>	1	400	4	(1)	0.80	1.28	2.27	5.83	9.38
Herb: <i>Acanthus ilicifolius</i>	3	1,200	4	(1)	0.32	3.84	2.27	2.33	8.44

(1) Trees with DBH less than 10 cm and 2 cm or over are shown, based on 25 plots of 5 m × 5 m.

(2) Plants smaller than 2 cm DBH, based on 25 plots of 1 m × 1 m.

Note: Abbreviations are as follows:

N=Number of individuals, D=Density, F=Frequency,

f=Number of plots in which species occurs, AC=Average total cover,

DR=Density relative, FR=Frequency relative, ACR=Average total cover relative,

BA=Basal area, BAR=Basal area relative, IV=Important value

高樹高36.5mを示した。*Rhizophora apiculata*の最大直径は51.1cmで最高樹高は35mであった。他の2種の最大直径、樹高は共にずっと小さくなる。

小木についてみると Table 2(1) に示されるように、上木の4種のうち3種のみがみられ、しかも、上木の中では大きな割合を占めていなかった *Bruguiera parviflora* が最も優占し、ついで *Rhizophora apiculata*, *Avicennia officinalis* の順になっている。上層木の中で最も優占度の高い *Avicennia alba* の小木が全くみられないことが特徴的である。

さらに小さな稚樹になると Table 2(2) に示されるように、樹種は高木種が5種、低木種1種、つる植物1種、草本1種となる。ここでも、*Bruguiera parviflora* が第1位を占めていて、*Avicennia alba* は全く出現しな

い。

このプロット1の樹冠投影図を Fig. 2 に示した。かなり均一な大きさの樹冠がかなり密に分布していることが認められる。このうち *Rhizophora apiculata* のみを取り出し、樹冠投影図と共に、支柱根の位置を投影したものを Fig. 3 に示した。*Rhizophora* の根系の拡がり、ほとんどの場合、樹冠投影面積内に含まれる範囲内にあるということがよみとれる。

代表的な支柱根、気根をもつ *Rhizophora apiculata* の1個体を取りあげ、根系の横断面と投影図をあわせて Fig. 4 に示した。幹の下部は林床近くなるほど細くなってゆく。支柱根の横断面は上部の方が幅の広い角ばった扁だ円形をしている場合が多い。

Avicennia alba が胸高断面積合計において

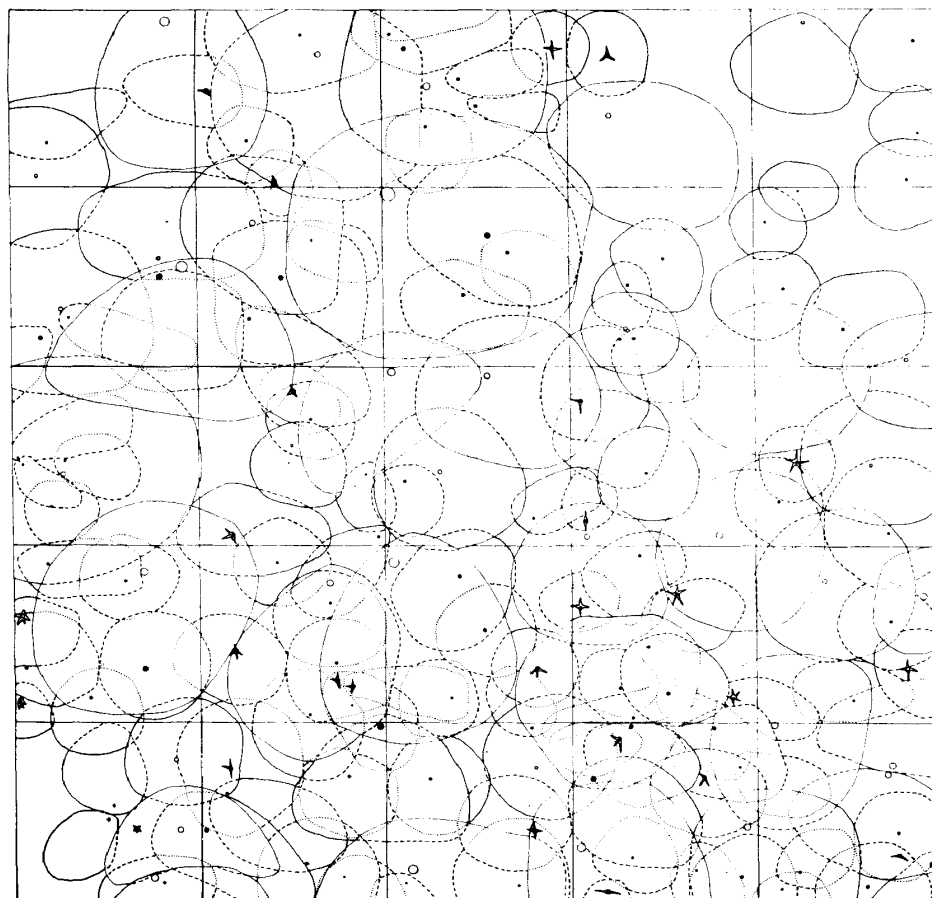


Fig. 2 Map of Plot 1, showing the horizontal projection of tree crowns and the position of stem bases. Open circles represent the stems of trees whose crowns are mostly exposed to direct sunshine, while solid circles indicate the stems whose crowns are covered by those of other trees. Plot size is 50 m×50 m. Only trees of DBH 10 cm and over are shown.

最優占したにもかかわらず、同種の稚樹や小木は全く林内にはみられなかった。ところが、林内から海側の泥上にかけては、同種の稚樹が広くみられる。そのことについて調べてみた結果をつぎに示そう。

海上からマングローブ林を遠望すると、*Rhizophora apiculata* が林縁を形成し、その林縁から海上までのきわめて泥の深い地帯に *Avicennia alba* が優占している地域が数多くみられる。プロット1の周辺にも同様な群落形態がみられたので、林縁から海がわへ50mの巻尺をはり、その両側各1 m内に含まれる全樹種の樹高、地際直径を測定し、樹種を同

定した。その結果から *Avicennia alba* のみを取り出し、各1 m×2 mの小方形区内に含まれる同種の平均樹高をプロットしたのが Fig. 5である。若い *Avicennia alba* の優占する海ぞいの群落は、一見したところ、ごく小さな個体の集まりにしかみえない。が実際にはこの図にみるごとく、樹高7 m50cmのものがあ、しかもこの *Avicennia* の帯は幅50mに達している。他種も出現するが、無視する程度であり、これは *Avicennia alba* の純群落であるといつてよい。

一般に東南アジア一帯のマングローブ林で最も海側を占める先駆種は *Avicennia* である

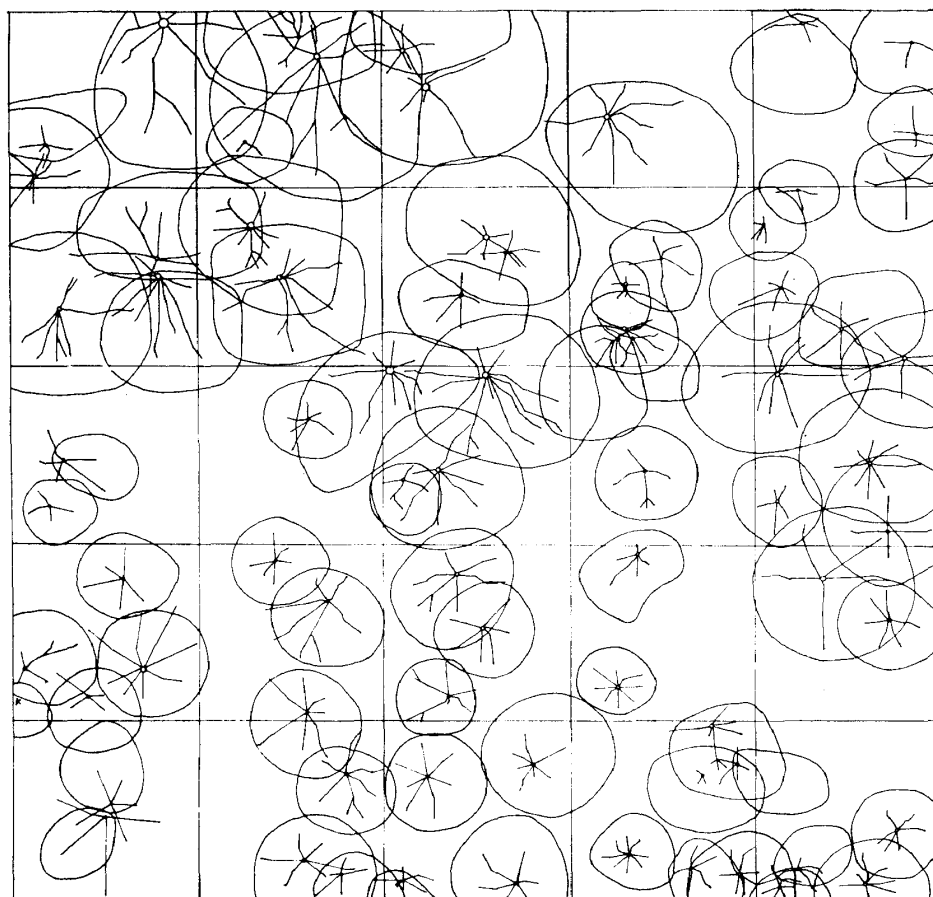


Fig. 3 Map of Plot 1, showing the horizontal projection of tree crowns, the position of stem bases and root distribution of *Rhizophora apiculata*.

ことが認められている。実際に、沿岸ぞいにマングローブ林を観察すると、同じ *Avicennia* 林でもきわめて多様な段階がみられる。この調査地のようにきわめて幼齢な段階から、生長して樹高10mから15mになった中木林、さらには老齢化して胸高直径が60cmをこえ、大木のいく本かが倒れている段階などさまざまである。が基本的には、この南スマトラのマングローブ林においても最も海ぎわを占めるのは、*Avicennia alba* であると考えてまちがいはないであろう。すでにのべたように、この樹種の稚樹は林内では生育しえないのである。パニユアシンから海岸ぞいにアランガンタン (*Alanggantang*) まで予察をおこなった結果も同じことがいえる。

ロ) プロット2

このプロットでは、すでにのべたように、20m×500mのトランセクトをとり、川岸から林内にむかってどのような変化がみられるかを目的とした調査をおこなった。まず全体の数字を Table 3 に示そう。*Bruguiera gymnorhiza* と *Rhizophora apiculata* が本数でそれぞれ40~45パーセント、胸高断面積合計で42~51パーセントを占めている。他の2種、*Bruguiera sexangula* と *Excoecaria agallocha* の本数、胸高断面積合計は共に小さい。

これをもう少し詳しく川岸からの距離によってどのように変化するかを調べた。Fig. 6 は、川岸から 100 m² ごとにまとめた場合

の4種の動きである。まず本数では大きな目立った傾向もなく、*Rhizophora apiculata* と *Bruguiera gymnorhiza* が出現している。胸高断面積合計においても同様の傾向がみられる。これらのことは、本流から約1 km 内陸に入った地点では、*Rhizophora apiculata* と *Bruguiera gymnorhiza* が特にすみわける状態もなく出現していることと考えてよいだろう。

むしろ、この中で重要なことは、ここにあげた4種のマングローブ樹種が出現しない小方形区がかなり多いということである。Segmentの6, すなわち小方形区の51から60にかけては、全く1本の高木も出現しないのである。ここに生育していたのはニッパとシダの *Acrostichum aureum* であった。特にニッパは小クリークを中心に葉高9 mの高さでいくつもの株状に大きな群落をつくっている。また *Acrostichum aureum* は倒木跡地などにいちはやく侵入するし、上層木があって直射日光のささない林床にも多くみられた。

小木の調査結果は Table 4(1) に示されている。プロット1と異なる点は、上層木の優占順に小木も出現していることである。*Glochidion* などの非マングローブ樹種が出現することも水辺真近なプロット1との違い

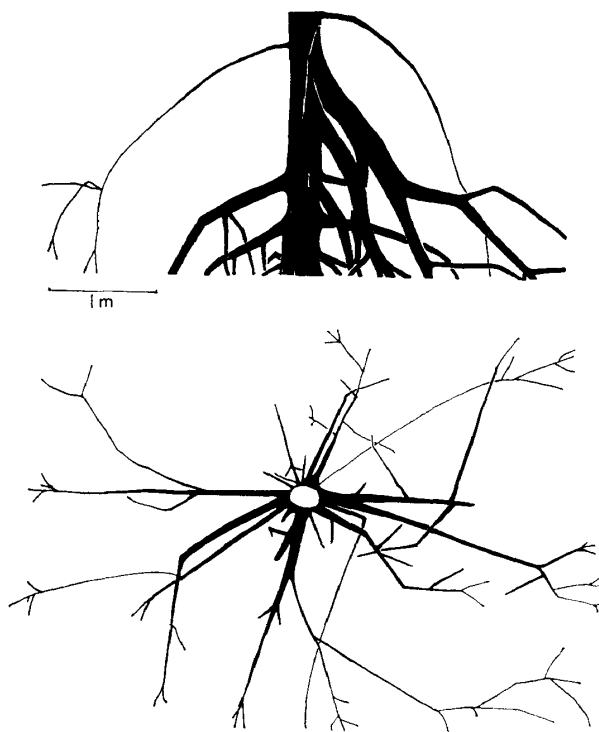


Fig. 4 Root system of *Rhizophora apiculata* in Plot 1. Sample tree is 29.0 cm DBH and 25.5 m in height.

である。稚樹 (Table 4(2)) についても同じことがいえると同時に、*Acrostichum aureum* が圧倒的に大きな優占度を占めることが示される。プロット1では着生植物やつる植物はほとんどみられなかった。ところが、このプ

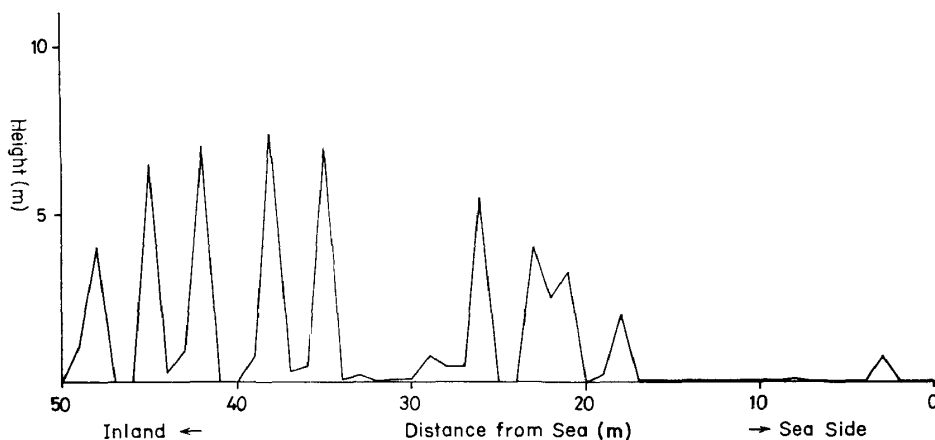


Fig. 5 Average height distribution of *Avicennia alba* from the margin of the forest to the sea near Plot 1.

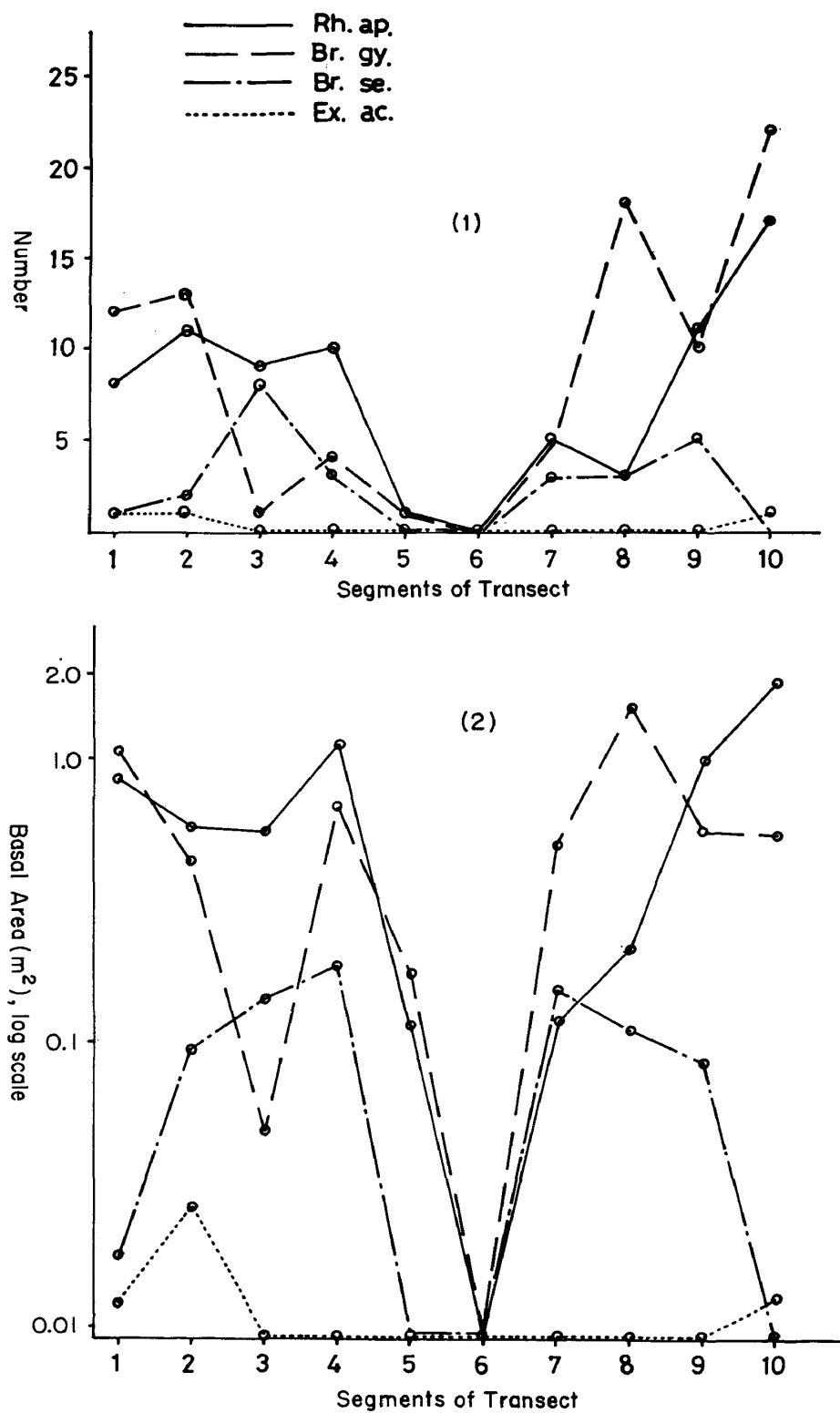


Fig. 6 Distribution of Number (1) and Basal area (2) of 4 species of DBH 10 cm and over in Plot 2. Each segment is 20 m x 50 m.

Rh. ap. : *Rhizophora apiculata*, Br. gy. : *Bruguiera gymnorrhiza*,
 Br. se. : *Bruguiera sexangula*, Ex. ac. : *Excoecaria agallocha*.

Table 3 Floristic composition of Plot 2. Trees 10 cm DBH and over are shown, based on a 20 m×500 m transect.

Species	Number (N/ha)	Basal Area (m ² /ha)	Dmax (cm)	Hmax (m)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	86	5.53	61.2	37.0
<i>Rhizophora apiculata</i>	76	6.66	59.5	45.0
<i>Bruguiera sexangula</i>	25	0.79	33.0	21.0
<i>Excoecaria agallocha</i>	3	0.05	18.3	13.0
Total	190	13.03		

ロットでは着生のシダが5種, つる植物が6種採取された。これらの種名は次のとおりである。

着生シダ

Nephrolepis biserrata, *N. radicans*,
Vittaria elongata, *Drynaria quercifolia*,
Pyrrosia adnascens.

つる植物

Uncaria glabrata, *Coccinia cordifolia*,
Mikania cordata, *Derris trifoliata*,
Ficus trichocarpa, *Cayratia trifolia*.

このプロットで出現した樹種の中で最大の

胸高直径をもつのは *Bruguiera gymnorrhiza* で, 61.2 cm, その樹高は37mであった。最大樹高は *Rhizophora apiculata* の45mであった。

プロット1とくらべると, 泥が固くなり, 樹高が高く, 個体が大きくなり, かつ散在する。倒木跡地には, *Acrostichum aureum* が侵入し, クリークぞいにはニッパが多い。着生植物, つる植物ならびに地表植生の種類数が多くなるなどの差が認められる。

形態的には, *Bruguiera gymnorrhiza* は小さな板根があり, 黒色に近いざらついた樹皮

Table 4 Floristic composition of Plot 2

(1) Species	N	D/ha	F (%)	f	BA (m ² /ha)	DR (%)	FR (%)	BAR (%)	IV
<i>Rhizophora apiculata</i>	41	328	44	(22)	0.52	45.05	38.84	43.33	127.22
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	24	192	34	(17)	0.23	26.37	26.56	19.17	72.10
<i>B. sexangula</i>	6	48	44	(22)	0.21	6.59	38.84	17.50	62.93
<i>Excoecaria agallocha</i>	18	144	6	(3)	0.22	19.78	4.69	18.33	42.80
<i>Glochidion litorale</i>	2	16	2	(1)	0.02	2.21	1.57	1.67	5.45

(2) Species	N	D/ha	F (%)	f	AC (%)	DR (%)	FR (%)	ACR (%)	IV
<i>Acrostichum aureum</i>	38	7,600	62	(31)	23.53	69.09	73.80	82.88	225.77
<i>Nephrolepis biserrata</i>	1	200	2	(1)	0.06	1.82	2.39	0.22	4.43
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	6	1,200	10	(5)	1.88	10.91	11.91	6.62	29.44
<i>Rhizophora apiculata</i>	10	2,000	10	(5)	2.92	18.18	11.90	10.28	40.36

(1) Trees with DBH less than 10 cm and 2 cm or over are shown, based on 50 plots of 5 m×5 m.

(2) Plants smaller than 2 cm DBH are shown, based on 50 plots of 1 m×1 m.

Note: Abbreviations are the same as in Table 2.

で、樹幹の下部や板根上にはコルク質の皮目あらわれる。気根は幹周辺の滞水した湿地から膝根が突き出た形をとる。胎生種子は *Rhizophora* のものにくらべると短く太い。

Rhizophora apiculata の支柱根は幹から大きくわん曲して地上に到達し、そこからさらに数本の根系が伸長する。支柱根の高さは、大径木になると地表より4 mに達することもある。気根は幹または枝からたれ下る型となる。*Bruguiera* の黒色に近い樹皮にくらべて、平滑で灰白色に近い樹皮であり、材は固い。

前者は比較的固い泥上に生育し、マングローブ林の最も内陸部に分布するといわれている。後者は、入江付近の深くやわらかい泥中から、内陸よりの固い泥の上にまで分布する。プロット2の調査結果からは両者のすみわけ状態は判然とせず、むしろ混交していると考えた方が事実在即している。

ハ) まとめ

プロット1および2の調査結果ならびに周辺のマングローブ林の観察結果と Soekardjo & Kartawinata [1978] の調査結果などから、南スマトラ東部海岸のマングローブ林については、つぎのようにいうことができる。

①最も海より出現する先駆種は *Avicennia alba* である。この樹種の稚樹は林内にはみられず、常に海側に生育する。パニユアシン入江からアランガンタンにいたるマングローブ林の海側を形成するのは一定してこの樹種であり、群落形成の時期により幼木の段階から老齢林にいたるまで、各種の段階がみられる。この生育地は泥が深く、体重70 kgの人間が1 mの深さにまでもぐるくらいである。

② *Rhizophora apiculata* が *Avicennia* の内側にみられる。*Avicennia* が欠如した場合 *Rhizophora* が最前面に出現することにもみられるように、かなり深い泥から、内陸の固い泥上まで幅広い適応性をもっている。樹高は最高値が45 mを記録した。

③ *Bruguiera gymnorrhiza* はマングローブ林の最も奥まった地帯に出現し、*Rhizophora apiculata* と混交する。マングローブの中では大木になる樹種である。同属の *B. parviflora* は、やややわらかい泥上でも生育し、*B. sexangula* は *B. gymnorrhiza* に似た生息条件を示すが個体数は少なく、樹体も小さい。

④ニッパはクリークを中心に繁茂する。クリークぞいから倒木跡地などにかけて分布が広がってゆく。ニッパの生育土壌は固い。

⑤倒木跡地や林内下床に多くみられるのは *Acrostichum aureum* である。

⑥倒木による解放地の出現頻度はかなり高い。海ぞいのマングローブ林が密であっても、内陸に行くにしたがって粗になると考えられる。

⑦海岸より内陸河川に入ると *Avicennia alba* にかわって *Sonneratia alba* が前面にみられる場合もあり、さらに上流には *Sonneratia caseolaris* が前面をほぼ優占することになる。

2. 湿 地 林

Table 5 に調査結果を示した。ここではヤシ類は含んでいない。本数で最も多いのは *Polyalthia glauca* であるが、この胸高断面積合計は大きくない。すなわち、この樹種の各個体は小さい。本数で第2位を占める *Campnosperma auriculata* は、胸高断面積合計もかなり大きな値を示している。胸高断面積の最も大きいものは *Alstonia angustiloba* である。1本で全胸高断面積合計の1/3を占めている。この樹種がインドネシア名でプライと呼ばれ、この地域の湿地林から産する最も重要な材である。遠望すると、湿地林の中に大きな半円形の樹冠が他を圧倒しているので、すぐにそれとわかる。樹皮は肌色に白味がかった色をし、幹下部の樹皮はやや粗で

Table 5 Floristic composition of Plot 3. Trees 10 cm DBH and over are shown, based on a 20 m × 50 m plot.

Species	Number	Basal Area (cm ²)
<i>Polyalthia glauca</i>	6	1,259.5
<i>Camptosperma auriculata</i>	5	3,812.2
<i>Ocanostachis amintasea</i>	2	215.7
<i>Alstonia angustiloba</i>	1	5,407.9
<i>Macaranga tricarpa</i>	1	1,224.8
<i>Palaquium</i> sp.	1	779.0
<i>Eugenia</i> sp.	1	498.5
<i>Elaeocarpus obtusus</i>	1	359.5
<i>Brochidia</i> sp.	1	326.7
<i>Artocarpus umisophylus</i>	1	277.4
<i>Memecylon</i> sp.	1	277.4
<i>Litsea</i> sp.	1	254.3
<i>Baccaurea</i> sp. 1	1	224.2
<i>Neonauclaea</i> sp.	1	158.3
<i>Dendrocnide stimulans</i>	1	141.0
<i>Neonauclaea calycina</i>	1	126.6
<i>Macaranga ipolicea</i>	1	102.1
<i>Neonauclaea obtusa</i>	1	84.9
<i>Baccaurea</i> sp. 2	1	80.1
Total	29	15,610.1

ある。かなり高い板根を有する。湿地林内でこの樹種のある周辺は土がもりあがり、*Dendrocnide* 属などの低木類が密生している。この樹種が湿地林の第1層であると考えてよい。樹高50mに達する。

第2層にくるのは *Camptosperma* である。この樹種は、ちょうど球を半分に切ったような半球型の樹冠を形成し、葉が大葉で、樹幹が樹冠までまっすぐにのびているのですぐに同定できる。プライの下第2層を形成し、平均して樹高30m前後である。この第2層に達するものには *Macaranga tricarpa*, *Palaquium* 属などがある。またここでは表に示していないが、ヤシの *Oncosperma tigillaria* がある。このヤシは一般にニボンとよばれ、株状になって数本から10数本が群生する。樹高

は最高26.5mに達する。茎下部にはするどいトゲがあり、材は固い。湿地林の第2層を特徴づけるのは、*Camptosperma* と *Oncosperma* のやや粗な樹冠である。これらの閉鎖度は、熱帯低地多雨林や山地林などのようにうっ閉した感じからはほど遠く、したがって湿地林の林床は明るい。

第3層以下は *Polyalthia glauca*, *Neonauclaea obtusa*, *Baccaurea* 属などの低木がみられる。林床では、上層木の稚樹と共にヤシのサラック (*Salacca* 属) 数個体がみられ、そのトゲが歩行をさらに困難にする原因となっている。

林床のうち、植物の生育している場所以外はすべて水が滞水している。水の色は黒色に近く、すくいあげると細かい有機物質で混濁していることがわかる。水深は20~40cmでその下に約20cmの腐植層があり、土壌はその下からはじまっている。この腐植層の厚さはピートとよぶにはあまりに薄い、スマトラの他の地方では、ボルネオの数mに及ぶものと同じくらい深いピートがあるともいわれるので、一応ピートと考えてよいであろう。

胸高直径2cmから10cmの小木についてはTable 6に示すとおりである。*Euonymus javanicus*, *Syzygium polycepalum*, *Dendrocnide stimulans* などが多い。20個の5m × 5mの小方形区内の全出現種は24種でマングローブ林などにくらべてずっと多くなっている。湿地林といえども、汽水域のマングローブよりは環境条件がずっとよくなり、生育可能な植物が多くなるとみてよいだろう。

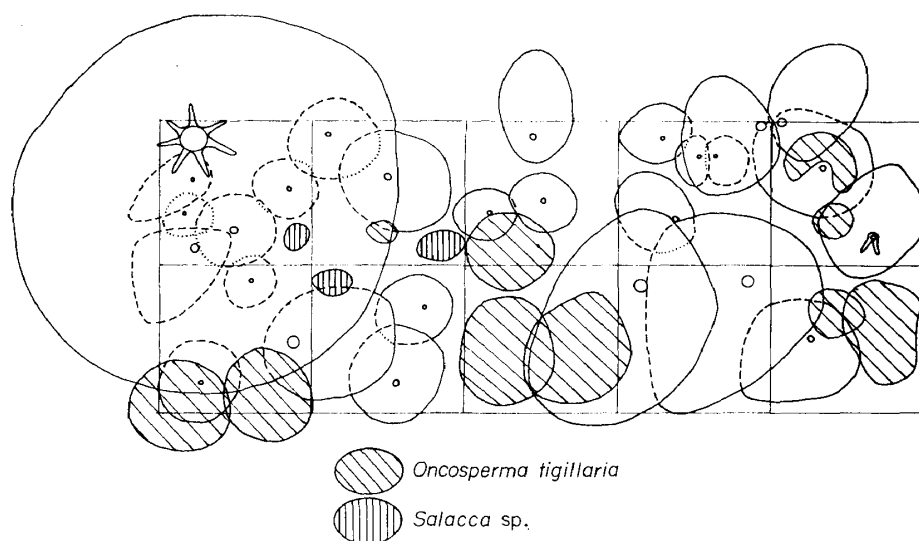
地表の稚樹にはTable 6の小木類と全く同種のものが観察された。先にのべたように、*Salacca* も重要な構成要素の1種である。

Fig. 7に、プロット3の樹冠投影図を示した。最も大きな樹冠をもち、板根を有する個体が *Alstonia angustiloba* である。そのつぎに大きな樹冠を示すのは *Camptosperma*

Table 6 Floristic composition of Plot 3. Trees with DBH less than 10 cm and 2 cm or over are shown, based on twenty 5 m×5 m plots.

Species	N	D/ha	F (%)	f	BA (m ² /ha)	DR (%)	FR (%)	BAR (%)	IV
<i>Euonymus javanicus</i>	7	117	25	(5)	0.18	10.94	9.80	9.13	29.87
<i>Syzygium polycepalum</i>	7	117	20	(4)	0.14	10.94	7.84	7.23	26.01
<i>Dendrocnide stimulans</i>	6	100	15	(3)	0.14	9.38	5.88	6.79	22.05
<i>Canarium</i> sp.	2	33	10	(2)	0.18	3.13	3.93	8.98	16.04
<i>Eugenia</i> sp. 1	3	50	15	(3)	0.10	4.69	5.88	5.17	15.74
<i>Macaranga</i> sp.	4	67	15	(3)	0.06	6.25	5.88	3.23	15.36
<i>Elaeocarpus odontopetalus</i>	4	67	15	(3)	0.06	6.25	5.88	2.80	14.93
<i>Neonauclea calycina</i>	3	50	15	(3)	0.08	4.69	5.88	4.14	14.71
<i>Elaeocarpus obtusus</i>	3	50	15	(3)	0.07	4.69	5.88	3.61	14.18
<i>Glochidion zeylanicum</i>	3	50	10	(2)	0.09	4.69	3.93	4.69	13.31
<i>Eugenia reinwardtiana</i>	2	33	10	(2)	0.12	3.13	3.93	5.99	13.05
<i>Litsea</i> sp.	2	33	10	(2)	0.11	3.13	3.93	5.64	12.70
<i>Polyalthia sumatrana</i>	3	50	15	(3)	0.15	4.69	5.88	7.37	12.06
<i>Camposperma auriculata</i>	1	17	5	(1)	0.13	1.56	1.96	6.34	9.86
<i>Leea indica</i>	3	50	10	(2)	0.02	4.69	3.93	1.09	9.71
<i>Elaeocarpus glaber</i>	2	33	5	(1)	0.09	3.13	1.96	4.33	9.42
Species of <i>Annonaceae</i>	2	33	10	(2)	0.04	3.13	3.93	2.04	9.10
<i>Euodia</i> sp.	1	17	5	(1)	0.09	1.56	1.96	4.66	8.18
<i>Aglaia</i> sp.	1	17	5	(1)	0.06	1.56	1.96	2.79	6.31
<i>Timonius flavescens</i>	1	17	5	(1)	0.03	1.56	1.96	1.58	5.10
<i>Anthocephalus chinensis</i>	1	17	5	(1)	0.02	1.56	1.96	0.95	4.47
<i>Artocarpus</i> sp.	1	17	5	(1)	0.02	1.56	1.96	0.81	4.33
<i>Ficus glaberrima</i>	1	17	5	(1)	0.01	1.56	1.96	0.32	3.84
<i>Parastemon urophyllum</i>	1	17	5	(1)	0.01	1.56	1.96	0.26	3.78

Note: Abbreviations are the same as in Table 2.


Fig. 7 Map of Plot 3, showing the horizontal projection of tree crowns and the position of stem bases. Plot size is 20 m×50 m. Clumps of *Oncosperma tigillaria* and *Salacca* sp. are also shown.

auriculata である。斜線は, *Oncosperma tigillaria* が株状に生育する場所を描いたものであり, 湿地林におけるこの種の優占度が示される。縦線は *Salacca* の位置である。

3. 湿地林の開発

プラウ・リマウの名は, この島にトラ (hari-mau) が多く生息していたことからつけられた。その名の示すごとく, この島は湿地林でおおわれた無住の地であった。この島に最初に関心を示したのはスンサンのパッシラ (pasirah) である。彼はここに生育するプライ (*Alstonia* 属) を伐出することを計画した。材を出すためには積出港までの伐出経路が整備されなければならない。1970年当時は, この島へ入るスンガイ・ブサルはニッパではほぼ完全におおわれていた。バニユアシンからこの川に入り, パランでニッパを切り, この島の中央部の現在精米所があるところまで川幅が広げられた。そこからさらに運河をほって原生林を切り開く下地がととのえられた。運河は湿地林内の水を排水する役目もする。4 m 40 cm の長さに切られた材は, 横方向にコロの上をすべるようにして, 数名の人間の手によっておされて運河までたどりつく。運河のやや広い貯木場とでもいうべきところで10本の材が2列縦にならべられてつながれ, それにひとりの人間がついて, 水の流れにまかせてバニユアシンの河口まで行く。そこで集められた材は今度は1本ずつ横にそろえられ, まん中をワイヤーでしめつけて, 数十本がひとつのイカダとなって, パレンバン近郊のプラウ・ボランまで曳航される。そこで再び仕わけされて輸出用と国内向けにまわされるのである。

材を搬出したあとのプラウ・リマウには運河もあり, 大木は切られているところから, 開拓は容易である。スンサンのパッシラはここへブギスを導入した。入植したブギスは1

家族あたり 2 ha の土地を与えられる。ここへ入植したブギスの大部分は, すでにジャンビ州の同じような低湿地の開拓をおこない成功した人々が中心となっている。入植したブギスは残った中, 小木を切りはらい, 1年後の9月(1年中でやや雨の少ない時期)に火をかけて焼いた。そのあと $20 \times 20 \text{ m}^2$ くらいの土地を整地する。といっても焼け残りの倒木が比較的少なく, 排水状態の良好な土地を選ぶだけである。それと並行して運河をほりおこした土が固まってできた道路上や, 人工的につくった高床, あるいはその屋根の上などに苗床をつくる。一番下にニッパの葉をしき, その上に 3 cm ばかりの厚さの泥をひいて, その上にモミをまく。バナナの茎, ニボンの幹などで四方をかこい, 上をニッパまたはバナナの葉などでおおう。1日2回, 朝夕に灌水する。1週間で背丈約10cmくらいになり, 2週間たつと移植可能となるので, あらかじめ整地しておいた $20 \times 20 \text{ m}^2$ くらいの土地に第1回めの分植をおこなう。この際トゥガル (tugal) という, 採色し木彫をほどこした穴あけ棒によって穴をあけ移植するが, 穴は表面の腐植層内でとどまり, 土壌中に入ることはない。これは, 次の第2回めの移植の際に根系が切断されることをさけるためである。第1回移植後, そのまわりの土地をさらに整地し, 約40日後に第2回めの移植をおこなう。この際, 穴は深く土中にまで到達する。収穫は4月である。初年度の収穫はモミで 1 ton/ha あったが, 毎年 1 ton/ha の増加量で将来的にはモミで 8 ton/ha. yr. が予想されるという。燃えきらずに残った材の腐植化がすすみ, それが肥料となって収穫をあげると同時に, 田地が整地されてゆくことが条件であるという。生育期間中, たよるのは雨水のみであり, 運河は排水用のみである。

ジャンビ州では同じような湿地において, 7年めにモミで 8 ton/yr の収穫をえている。

米のあとにココナツを植えている人も多いという。稲を連作しても30年くらいは大丈夫であろうという話である。

稲以外ではナンカ、バナナ、サトウキビ、ナス、トウガラシ、トマトなどが植えられている。運河をほって排水しているとはいっても、集落の周辺は常に水びたしの状態である。したがって、これらの諸作物は盛土した上に植え付けられる。またニボンや大木の根株のもりあがった上は徐々に分解がすすんで作物の生育には好条件であるところからトウガラシなどが好んで植えられている。これらの作物は点状に植えられているだけで換金作物となるまでにはっていない。現金収入の主なものはニボンを切り出し、売ることによっている。ブギスの本拠地であるスラウェシでは、水牛を使い、かんがいによって稲作をおこなっているが、ここでは水牛はいない。動物はニワトリ、アヒル、犬、猫がいるくらいで数は多くはない。

耕作地が不足する場合は周辺の林を切り開いて新たに拓けることができる。が平均して1家族1haくらいで十分であるという。ブギスは金の余裕ができるとスラウェシへ帰り、新たな人々をつれて帰ってくる。現在（入植後3年め）このパルプシの人口は700人（100家族）である。

家の建築に際しては、家人があらかじめニボンに穴をあけ、棟上げの段階で近隣のものが協力して1日で組み立てる。あとの床、壁、屋根づくりは住む人間がおこなう。

村の拡張は運河の拡張と並行しておこなわれる。村の中央を流れる運河の拡張、整備は毎週土曜日、村中総出でおこなわれる。現在幅2m、深さ1mの中央運河を中心に左右に数多くの小運河が開拓の最前線までのびている。小運河にはそれぞれ名前がついており、運河ぞいに住む人々がその整備をおこなう。深さ1m、幅1mの運河をひとり1日で10m

ほりすすむことができる。作業に使うのはシャットとよばれる小型のスコップ状のものである。この作業量はジャワ人の3倍である。運河を拡張することによって居住空間は拡がり、現在もこの村の人口はふえつつある。スンサンのパッシラによれば、スンサン地区内でこのような湿地に50万人の入植が可能であるということである。

4. 低湿地の保護と開発

以上、南スマトラの低湿地のマングローブ林ならびに湿地林の現状をのべてきた。これらの地域は現在残された最後の未開発地域であり、しかもそこが現在、急速な開発の波にさらされているといつてよい。森林生態学的な見地から考えて、南スマトラの低湿地はどのような姿であるべきかを最後に考えてみたい。

Muller [1963] によれば、サラワクのピート地帯からはマングローブの花粉が発見され、4,500年前には現在ピートである地帯がマングローブであったことを物語っている。スマトラにおいてはまだそのような研究はなされていないが、いずれにせよ湿地林とマングローブ林は、大河のもたらす泥の沖積する地域に生育する二つの隣接する大きな森林植生であり、湿地林は淡水域、マングローブ林は汽水域にみられる。湿地林とマングローブとの境界は決して明白なものでなく、きわめて徐々に樹種の変化がおこることはすでにみた通りである。この地域が今まで未開発の状態に残されたのはアプローチの悪さと病害の中心という認識からであろう。

ところが、人口増加によって、こういった最後の未開発地域も大きな開発の影響をうけている。特に、インドネシアでは移住政策の名のもとに人口過密なジャワの人口を外領に移す計画が進行中であり、本論であつかった低湿地はその開発の中心地域でもある。

現在南スマトラでおこなわれている低湿地の開拓方法は三つの型にわけられるように思われる。第1の型は政府指導型の大資本投下、大規模工事、大量移住方式である。機械力による原生林の伐採、運河掘削、大水田造成、居住地域の設定など、きわめて計画的に工学的におこなわれる。現在進行中のウパン地区周辺の開拓はみなこの型である。

第2にはプラウ・リマウでみたように、パッシラレベルの資本投下による伐採のあと、ブギスなどが入植し徐々に共同作業を加えていって入植する型である。

第3の型は、全く個人レベルで入植する。小さな舟の通れるような運河をつくり、小さな畑を自分でつくってゆく。パレンバンからスンサンにいたる低湿地の間にある小河川の沿岸には、こういった小規模な零細開拓民が多くみられる。この中の大部分は、数年して開拓地を放棄して他の地へうつってゆく。雑草の繁茂が原因でうつる場合が多い。

これら三つの開発の型式をみた場合、最も低湿地の条件をよく克服し、地道に息長い定着生活を成しうるのは第2の型であろうかと考えられる。第1の型は、大計画であるがゆえに、無駄や失敗が大きく、かつ入植者の現地に対する認識が浅い。第3の型は、個人の力では熱帯低湿地の自然力を人間に利用しつくす限界がみられる。いたずらに二次林をふやすだけである。第2の型が最も好ましいであろうと考える根拠は、現にそこに住んでいる人間の自然に対する認識の深さである。

熱帯の低湿地の自然条件はむろん楽なものではない。常にかかなりの手を入れてゆかなければ、第3の例のように、自然の力が人間を駆逐する。プラウ・リマウでみたパッシラの伐採から材の搬出、そのための運河開削、火入れ、稲作化、他作物の植え付け、運河の拡張と整備などの作業は、低湿地の条件を完全に理解した上でおこなわれている。

森林が切り開かれる場合には、利用されるべき材は用途に応じて最も有意義に使われなければならない。プライは輸出用材として、*Campnosperma* は国内材として、ニボンは付近住民の建築材として、まず利用される。他の中小木は切られ、焼かれる。焼け残った材は無理に排除することをしないで、分解のすすむにまかせておく。それがやがて土地を肥やしてゆく。滞水は排除し、作物の植え付けはその性質により場所を選んでいねいにおこなう。同時に運河の拡張などの大仕事は共同作業でおこなう。森林が森林である時、自己施肥能力でもって地力を維持し、森林としての機能を保ってゆく。プラウ・リマウのブギスは低湿地の森林を稲や他作物と変えるだけで、森林のもつ物質循環作用と同じ効力を維持するための努力をおこなっている。ここにみられるのは、低湿地の悪条件を完全にのみこんだ上で、ひとつひとつ克服してゆく姿勢である。こういった生き方が低湿地に最もかなったものであらうと考えられるし、また、これ以外に定着する方法はないだろうと考えられる。いわば中規模の開発方式が低湿地の開拓に最もふさわしいのではないかと思われる。

開発と共に原生林がなくなってゆく速度ははやい。南スマトラでは道路または河川の両側 10 km 以内の森林は全く残存しないといわれる。低湿地の開拓が今のような状態でつづけば、コントロールとしての原生林も早晩なくなるであらう。厳正自然保護地の確立を急がねばならない。

本調査期間中にみた限りにおいて最も適当と思われるのはアランガンタンからジャンビ国境にかけての一带である。この一部はすでに自然保護地として考慮中であるといわれている。現在、漁民は、アランガンタンの手前までしか入っていない、アランガンタンを中心とする一带は静寂につつまれている。イン

ドネシアではめずらしく人声のしない地域である。この地域のマングローブ林には人手は全く入っていない、いわゆる原始のままの自然が残されている。マングローブ林を中心に生息する野生動物も豊富である。また、この地域の一部にはサタンが住むといわれ、漁師達もおそれて近づかない場所がいくつかある。このような条件は、自然保護地をつくるのに有利である。移住政策の線びきもここまでは到達していない。

すでにのべたように、スマトラの低湿地は世界でも有数の規模をほこっている。森林の種組成の豊富さ、構造の複雑さ、森林面積の広さ、樹体の大きさ、そこに生息する野生動物の豊かさなどは当然保護してしかるべきであろう。海岸線から内陸にかけて、30万ha級の厳正自然保護区の確立が切望される。このような自然状態の生態系を維持し、基礎的な研究をその中でつづけることができるなら

ば、低湿地を開発する際のより好ましい方策も生まれるであろう。

謝 辞

本論文のもととなる調査をするにあたり、多くの方々をわずらわした。スンサンのパッシラには、低湿地での調査に必要なボート、宿泊所から人夫、食糧の世話まで数々のお世話になった。パレンバンの森林局は、必要な情報を与えられた。採集した標本の同定や、荷物の発送などに関しては、いつものように、Herbarium BogorienseのDr. Kuswata Kartawinataをはじめとする所員の方々の援助によることが大きい。本文の作表、作図などは早川慎子さんをわずらわした。いちいちあげないが、その他数多くの人々の協力なしにはこの調査は実行できなかった。深く感謝したい。

参 考 文 献

1. Anderson, J. A. R. 1958. Observations on the ecology of the peat swamp forests of Sarawak and Brunei. Proceedings of the Symposium on humid tropics vegetation. Tjiawi. UNESCO. 141-148.
2. Anderson, J. A. R. 1963. The flora of the peat swamp forests of Sarawak and Brunei, including a catalogue of all recorded species of flowering plants, ferns and fern allies. *Gardens' Bulletin*. Singapore. XX. Part II.
3. Becking, J. H.; L. G. Den Bergar; and H. W. Meindersma. 1922. Vloed—of mangrovebosschen in Ned.—Indië. *Tectona*. 15. 561-611.
4. Brown, W. H.; and A. F. Fischer. 1918, 1922. Philippine mangrove swamps. *Philip. Bur. For.* 17, 22.
5. Chapman, V. J. 1975. *Mangrove vegetation*. Cramer. Lehre. 425p.
6. Chapman, V. J. ed. 1977. *Wet coastal ecosystems*. Elsevier. 428p.
7. Corner, E. J. H. 1978. The freshwater swamp-forest of south Johore and Singapore. *Gardens' Bulletin*. Supplement, No. 1. 266p.
8. Ding Hou. 1958. Rhizophoraceae. *Flora Malesiana*. Ser. I. Vol. 5. Part 4. 429-493.
9. Haan, J. H. de. 1931. De Tjilatjapsche vloedbosschen. *Tectona*. 24. 39-76.
10. Karsten, G. 1891. Über die mangrove vegetation in Malayischen Archipel. *Bibl. Bot.* Heft. 22.
11. Luytjes, A. 1923. De Vloedbosschen van Atjeh. *Tectona*. 16. 575-601.
12. Muller, J. 1963. Palynological study of Holocene peat in Sarawak. Symposium on ecological research in humid tropics vegetation. Kuching. Sarawak. 147-156.
13. Schimper, A. F. W. 1891. *Die Indo-malaysische Strandflora*.
14. Soekardjo, S.; and K. Kartawinata. 1978. Mangrove forest in Banyuasin Estuary, South Sumatra. Seminar on mangrove and estuarine vegetation in S.E. Asia. Selangor. Malaysia.
15. Van Steenis, C.G.G.J. 1958. Rhizophoraceae. The introductory matter on ecology. *Flora*

- Malesiana*. Ser. I. Vol. 5. Part 4. 429-447.
16. Watson, J. G. 1928. Mangrove forests of the Malay Peninsula. Malayan Forest Records. 6. 275 p.
17. Wiroantmodjo, P. 1978. Pengelolaan hutan payau di Indonesia. Seminar on mangrove ecosystem. Jakarta.