

写真-9 干潟地造林木の油、粒砂の付着状況 (バリ)

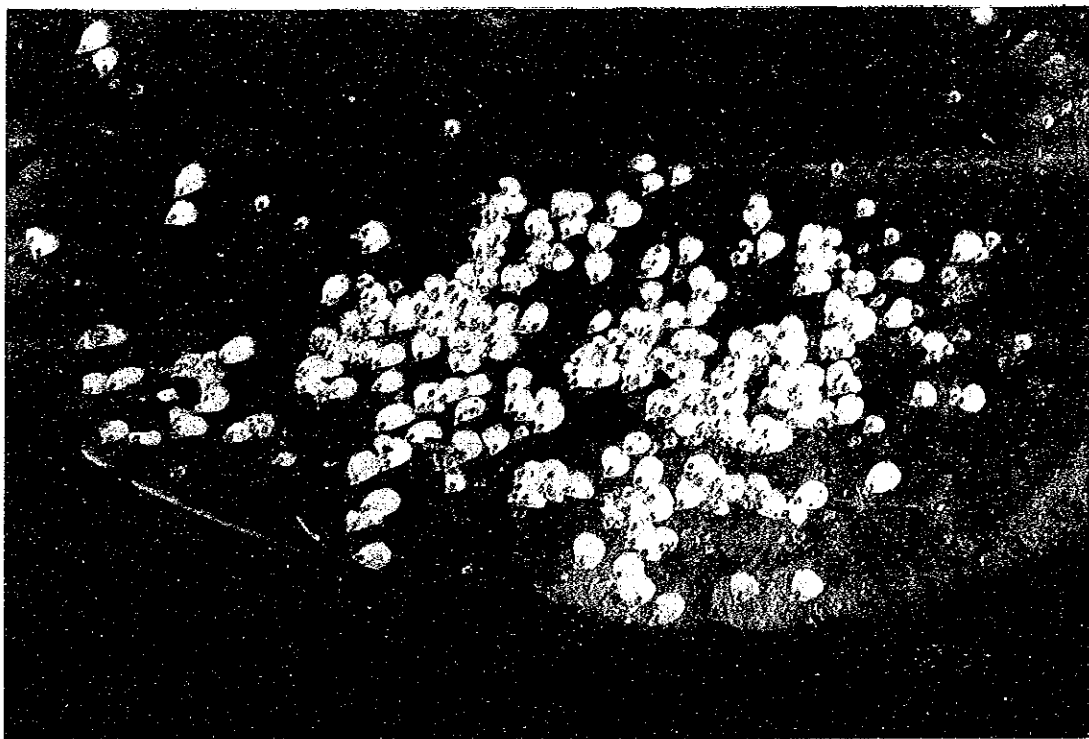


写真-10 カイガラ虫による被害状況 (バリ)

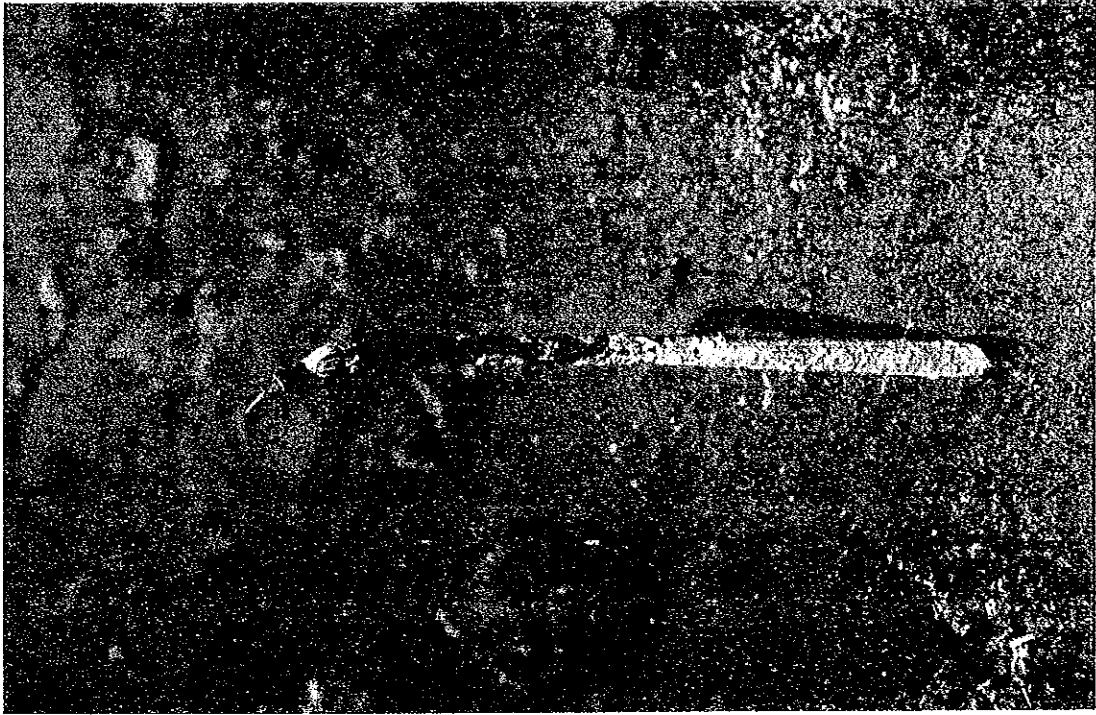


写真-11 発芽不全木の状況（ロンボク）



写真-12 蟹害（ロンボク）

III. 生態に関する報告

1. 事業の経過と実績

(1) 生態関連の事業計画

生態系分野の目的は苗畑事業や造林事業に必要なデータを収集し側面から支援することであるが、調査活動の中で得られた新知識や調査方法を普及活動の形で技術移転することも非常に重要である。このためカウンターパートとともに調査の成果や方法を分かりやすく整理し、林業に携わる技術職員だけでなく社会林業を行なう住民にもマングローブの機能や生態系としての重要性が理解できるようとりまとめた。

この内中間報告としてまとめられるものは後述のとおり報告書等を作成した。

(2) 事業実績

1) 観察歩道の設置と設置手引書

マングローブ林内は徒歩で調査するが、林内での歩行は非常に困難でありまた危険を伴う。そこで限られた出張日数、任期の中で効率的にかつ安全に調査作業を行うため簡易な調査歩道を設置した。

設置延長はバリサイト（ベノア湾天然林）；700m（固定試験地内170mを含む）Gili Sulat；1,950m（固定試験地内120m含む）歩道の位置、構造等、歩道設置歩掛等は別冊手引書のとおり（参考資料6）。

2) ヘリウムガス気球を利用した写真撮影の手引書

ガス気球を利用し植生図を作成したが、ガス気球取扱と撮影の方法を技術移転するため具体的手順を記載した手引書を別冊のとおり作成した（参考資料7）。

3) マングローブ造林7樹種の写真集

インドネシア国の林業技術者の中には、マングローブ造林に長年にわたり携わっている職員もある。しかし当国ではマングローブ種に関する情報が普及しておらず現場技術者が造林種を同定できない場合があり、造林の失敗原因の一つになっている。したがって現場技術者が主要なマングローブ種を理解できるよう当プロジェクトで造林している7樹種の写真集を別冊のとおり作成した（参考資料3）。

4) 現場技術者のためのマングローブ写真集の作成準備

今後当国でマングローブ造林事業が拡大する場合、マングローブ種の知識不足のため造林種の取り違いが生じる恐れがある。当プロジェクトの造林樹種以外にも地域によっては造林に利用されている樹種があり、それらの種の違いの認識を深め、また造林地の立地特性に適応した種の紹介を行なう目的で写真集を作成する。任期中に約51種のマングローブ種のスライドを作成したが、今後もまだ揃っていない種についてスライドを作り代表的な科、属から順次写真集を発行する。

5) マングローブ種の写真パネルの展示等

代表的マングローブ種の写真パネルを事務所に掲示するとともに、インドネシア国内で採取したマングローブ種を標本瓶にアルコール保存し来訪者が視認できるよう陳列した。また地方林政局（KANWIL）が行なう催しにパネルなどの貸し出しを行なった。

6) マングローブ林棲息動物の標本制作・展示

バリサイトの天然林と養殖場跡地に棲息するカニ、エビその他の動物の標本を保存し展示した。

7) その他の活動

この国の技術や研究活動についての資料やインドネシア周辺諸国のマングローブに関する資料を収集し、当プロジェクト事務所に保管し事業に役立てた。また国内支援員会からの技術情報なども併せ整理保管した。この結果インドネシア国内外の技術情報に関しては十分ではないが、分類に関する著名な文献・資料が収集できた。

また出張により得られた技術的な情報、マングローブ林に関係した地域社会の情報なども出張報告としてまとめ記録した。

さらに植物、動物の種の知識普及のため来訪者、関係機関、マングローブ・セミナー参加者、パネル・ディスカッション参加者に上記の印刷物を配布し、展示物の説明などを行いマングローブに関する普及を行った。

2. 調査研究計画と実績

(1) 生態に関する研究項目と計画

1) 植生調査

事 項	内 容
1. ねらい、期待する成果	造林予定地の伐採以前の状態、現存植生、生育環境、近隣の種子採取林の有無を調査し、造林・苗畑事業の基本情報の充実を図る。
2. サンプル、プロット場所、数量、取り方	造林地予定地：ロンボク島の造林予定地。 種子採取林：バリ島、ロンボク島の海岸線。
3. 計測方法	ロンボク島の造林予定地は、ガス気球を利用した写真撮影と現地踏査による。 種子採取林は現地調査による。
4. 計測時期	造林予定地：93年 8月ガス気球 94年 9月踏査 種子採取林：随時。
5. 分析の仕方	ロンボク島の造林予定地：現在の植生分布と伐採以前の植生を調べ、造林の適地、適木を検討する。 種子採取林の有無は調査毎に、林況、面積、樹種等を報告書としてまとめる。 その他調査で知見なども整理して記録する。
6. 取りまとめ時期	中間報告：1994年12月 最終報告：1997年12月

2) 自然環境条件調査

事 項	内 容
1. ねらい、 期待する成果	各樹種の水深等自然環境に対する適応性を検討し造林の基礎情報を得る。
2. サンプル、プロット 場所、数量、取り方	バリ島とロンボク島の天然林と造林地の中の代表的箇所で調査を行う。
3. 計測方法	気温・水温・水深（地盤高）・光環境を自動記録計、測量機を用いて記録する。
4. 計測時期	地盤高の測定は観察歩道の設置後に行う。その他の項目の観測開始は機器の到着後 1年間とする。
5. 分析の仕方	天然林と造林地の計測項目毎の比較から、適切な環境条件を検討する。
6. 取りまとめ時期	中間報告：1994年12月 最終報告：1997年12月

3) 土壌堆積調査

事 項	内 容
1. ねらい、 期待する成果	天然林内の土壌堆積の速度と量を測り、陸地形成機能を定量化する。
2. サンプル、プロット 場所、数量、取り方	バリサイトとロンボクサイトの天然林に各1箇所試験地を設け1箇所に10枚の亚克力板を設置する。 バリサイトの造林予定地に1箇所設置する。
3. 計測方法	亚克力板の上の堆積した土砂の厚みと絶乾重量を測る。
4. 計測時期	1年間
5. 分析の仕方	天然林と造林予定地の堆積量の平均値で比較を行なう。
6. 取りまとめ時期	中間報告：1994年12月 最終報告：1997年12月

4) 固定試験区内定期毎木成長調査

事 項	内 容
1. ねらい、 期待する成果	天然林内でのマングローブ林の実態調査と成長状況、 リター生産量を調査し造林・生態の基礎情報とする。
2. サンプル、プロット 場所、数量、取り方	天然林内に3箇所のプロットを設置し毎木調査を行う。 バリサイト: <i>Sonneratia alba</i> 林 1 箇所 <i>Rhizophora apiculata</i> 林 1 箇所 ロンボクサイト: 天然林内の混交林で1 箇所。
3. 計測方法	直径 3cm以上の木を樹高、直径、樹種、樹冠を毎木調 査。 プロット1 箇所に10個のリタートラップを設置、器官 毎に絶乾重量を測定。
4. 計測時期	毎木調査は年1 回、4 年間。 リターは1 週間に1 回収、5 年間。
5. 分析の仕方	直径成長、樹高成長、リター生産量等の記録をとり、 林分の動態を把握する。
6. 取りまとめ時期	中間報告: 1994年12月 最終報告: 1997年12月

5) 天然林内更新過程調査

事 項	内 容
1. ねらい、 期待する成果	天然林内の更新過程を調査し、更新可能な条件を求め 造林技術の基礎資料とする。
2. サンプル、プロット 場所、数量、取り方	4) で設置した固定試験区にサブプロットを設置し毎 木調査を行う。
3. 計測方法	バリサイト: <i>Sonneratia alba</i> 林 1 箇所 <i>Rhizophora apiculata</i> 林 1 箇所 ロンボクサイト: 混交林にサブプロット1 箇所、他に 幼木のみ成長を調査する小プロットを 数箇所
4. 計測時期	サブプロットは5m×5m程度 直径3cm 以下の幼木を樹高、直径、樹種を毎木調査。
5. 分析の仕方	2 ヶ月に1 回 4 年間 測定項目から幼木の消滅、成長と光環境、水深条件と の関連性を求める。
6. 取りまとめ時期	中間報告: 1994年12月 最終報告: 1997年12月

6) 造林地での動物相の変遷調査

事 項	内 容
1. ねらい、期待する成果	天然林内と造林地の動物相を調査し、生物資源かん養機能の基礎資料とする。
2. サンプル、プロット場所、数量、取り方	天然林と造林予定地で他の調査と合わせ観察を行う。特に調査区を設定することはしない。
3. 計測方法	写真撮影や採集を長期専門家が行い、必要があれば同定や詳細調査を短期専門家が行う。
4. 計測時期	随時
5. 分析の仕方	標本作成や写真、分布図等により現状を整理する。
6. 取りまとめ時期	中間報告：1994年12月 最終報告：1997年12月

7) 害虫および害獣調査

事 項	内 容
1. ねらい、期待する成果	天然林と造林地での害虫および害獣を調査し、造林事業の基礎資料とする。
2. サンプル、プロット場所、数量、取り方	天然林と造林地で随時被害の程度や特徴を調査する。
3. 計測方法	写真撮影や採取を長期専門家が行い、必要があれば同定や詳細調査を短期専門家が行う。
4. 計測時期	随時
5. 分析の仕方	害虫や害獣の標本作成、写真撮影により整理する。
6. 取りまとめ時期	中間報告：1994年12月 最終報告：1997年12月

8) 主要樹種の種子成熟過程調査

事 項	内 容
1. ねらい、期待する成果	造林木の種子の成熟過程を観察し、種子採取作業や苗木作業の基礎資料とする。
2. サンプル、プロット場所、数量、取り方	観察のしやすい木をサンプルにし、花から種子成熟までを調査する。
3. 計測方法	バリサイトで7樹種の観察を行う。 花芽の形成から開花、受精、結実、成熟、落果までのサイクルを定期的に観察し記録する。
4. 計測時期	各樹種週1回とする。明らかになり次第完了
5. 分析の仕方	多数の花の観察結果から各生長段階の平均期間を求め平均的成熟過程図を作成する。
6. 取りまとめ時期	中間報告：1994年12月 最終報告：1997年12月

9) 7樹種の種子生産量調査

事 項	内 容
1. ねらい、期待する成果	天然林の種子生産量を時期的、量的に調査し苗木生産事業の基礎資料とする。
2. サンプル、プロット場所、数量、取り方	バリサイト近辺で7樹種に種子トラップを置き種子を採取する。
3. 計測方法	種子を回収し、個数、重量、長さ、病気、虫害等を調査する。
4. 計測時期	1週間に1回、5年間
5. 分析の仕方	各樹種の生産量の年間の変動を平均的な単位面積当たりの生産量を推定する。
6. 取りまとめ時期	中間報告：1994年12月 最終報告：1997年12月

(2) 調査研究の結果

1) 植生調査

A) ロンボクサイトの植生調査

a) 現存植生調査

・ロンボク島の植生調査

西ヌサ・テンガラ (NTB) 州林政局からマングローブ林があるロンボク島の海岸を事前に聞き取り生育環境と種子採取林調査を行った。

ロンボク島は西ヌサ・テンガラ (NTB) 州の面積の1/3を占めるのに対し、人口は2/3を占めている。従って島の内陸部、海岸部を問わず集落は発達し、土地の利用・開発は古くから進み、海岸部のマングローブ林も早くから減少していたと考えられる。特に近

年のエビ・魚の養殖場開発によりその減少速度が速まっている。森林保全センター(BRLKT)は、社会林業の一環としてマングローブ造林を実行しているが十分な成果は上がっていないようである。

結果

ロンボク島海岸部26か所(図2-3-1)の調査で観察された種は表2-3-1にまとめた。種の構成は純マングローブ種が19種、準マングローブ種が7種、従マングローブ種が13種、海岸性植物が14種である。

種の構成はバリ島とよく似ている。

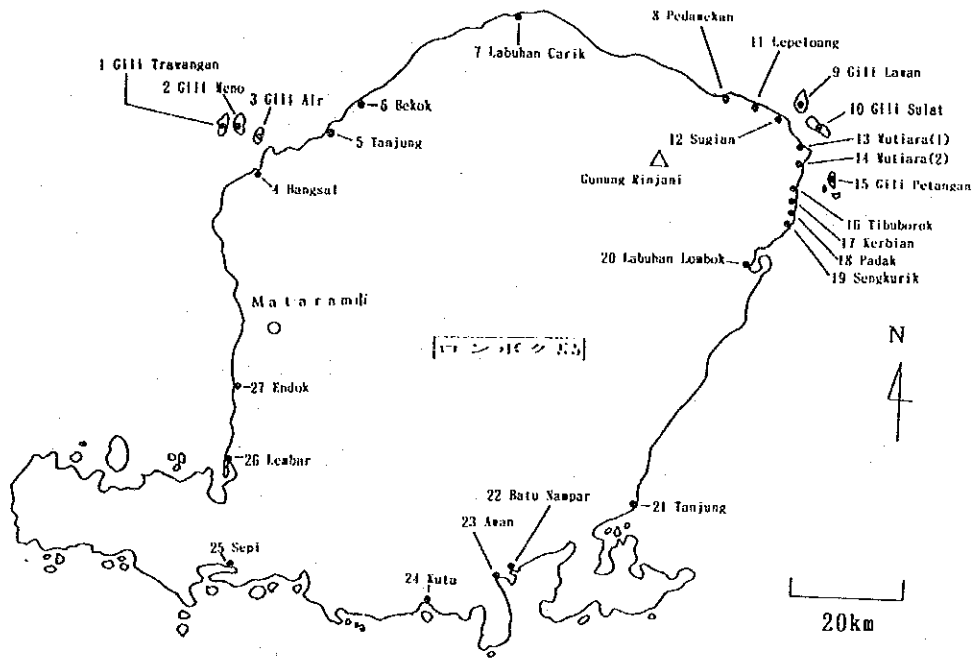


図2-3-1 ロンボク島の植生調査位置

・ロンボクサイトの現存植生調査

1993年8月にガス気球を利用し造林予定地一帯の現存植生の空中撮影を行なった。その写真と地図を基に1994年9月14～17日に現地で伐根と植生を調査し植生図を作成した(図2-3-2)。

現場は1970年代までの地元民の不法伐採により島の周囲を覆っていたマングローブ天然林がほとんど消失し、その後1980年代に西ヌサ・テンガラ(NTB)州の州営林局が造林したが、不成績に終わった場所である。

結果

調査結果は表2-3-2にまとめたが、その概要は以下のとおりである。

- ① 全般的に現在の植生は明らかに島の周囲の地盤高の高い所、島と島の中の砂州状地帯の地盤高の高い地域に集中しているが、低い地盤地帯にも少数の個体が散在する。その群落はいずれも樹高が低く樹冠はうっ閉していない。

表2-3-1 ロンボク島におけるマングロープ種と海岸性植物一覧

1. 真性マングロープ種 (Strict mangrove species)		
1	Avicenniaceae	Avicennia alba Bl.
2		A. lanata Ridl.
3		A. marina (Forsk.) Vierh.
4		A. officinalis L.
5	Meliaceae	Xylocarpus granatum Koenig.
6		X. mekongensis Pierre
7	Myrsinaceae	Aegiceras corniculatum (L.) Blanco
8		A. A. floridum Roem. & Schult.
9	Rhizophoraceae	Rhizophora apiculata Bl.
10		R. × lamarckii Montr.
11		R. mucronata Lamk.
12		R. stylosa Griff.
13		Bruguiera cylindrica (L.) Bl.
14		B. gymnorrhiza (L.) Lamk.
15		Ceriops decandra (Griff.) Ding Hou
16		C. tagal (Perr.) C. B. Rob.
17	Rubiaceae	Scyphiphora hydrophyllacea Gaertn. f.
18	Sonneratiaceae	Sonneratia alba J. Smith
19		S. caseolaris (L.) Engler
2. 準マングロープ種 (Sub mangrove species)		
20	Asclepiadaceae	Finlaysonia obovata
21	Combretaceae	Lumnitzera racemosa Willd.
22	Euphorbiaceae	Excoecaria agallocha L.
23	Myrtaceae	Osbornia octodonta F. Muell. loc. cit.
24	Palmae	Nypa fruticans (Thunb.) Wurmb.
25	Sterculiaceae	Heritiera littoralis Dryand. in Aiton
26	Pteridaceae	Acrostichum aureum Linnaeus
3. 従マングロープ種 (Minor mangrove species)		
27	Acanthaceae	Acanthus ilicifolius L.
28	Apocynaceae	Cerbera odollam Gaertner
29	Bignoniaceae	Dolichandron spathacea (L. f.) K. Schumann
30	Lecythidaceae	Barringtonia racemosa (L.) Spreng.
31	Leguminosae	Caesalpinia bonduc (L.) Roxb.
32		C. crista L.
33		Derris trifoliata Lour.
34		Pongamia pinata (L.) Pierre.
35	Lythraceae	Pemphis acidula Forst.
36	Malvaceae	Hibiscus tiliaceus L.
37		Thespesia populnea (L.) Solander ex Correa
38	Pandanaceae	Pandanus tectorius Soland. ex Balf.
39	Verbenaceae	Clerodendron inerme Gaertn.
4. 非マングロープ種 (Non mangrove species)		
40	Aizoaceae	Sesuvium portulacastrum
41	Asclepiadaceae	Calotropis gigantea R. Br.
42	Cactaceae	Opuntia vulgaris
43	Casuarinaceae	Casuarina equisetifolia (L.) J. R. et Forst.
44	Chenopodiaceae	Halosarcia halocnemoides
45	Compositae	Pluchea indica
46	Combretaceae	Terminalia catappa Less.
47	Convolvulaceae	Ipomoea pes-caprae
48		I. alba L.
49	Ebenaceae	Diospyros littorea
50	Geamineae	Spinifex littoreus
51	Goodeniaceae	Scaevola taccada (Gaertn.) Roxb.
52	Guttiferae	Calophyllum inophyllum L.
53	Phanaceae	Zizyphus maurtiana Lam.

- ② 個体数は、*Rhizophora apiculata* > *Rhizophora stylosa* > *Pemphis acidula* > > *Rhizophora mucronata* > *Ceriops tagal* > > *Excoecaria agallocha* > > *Sonneratia alba* の順である。
- ③ *R. apiculata* が全個体数の 70～80% を占め、面積的にも全域で優占種である。しかし樹高は平均して 3～4 m と低く、8 m を越えるような個体は無い。
- ④ *R. stylosa* の多くは *R. apiculata* と混在している。No.25 に樹高 8～10 m、面積 1 ha 程の群落があるが、他には樹高 4 m を超えるような個体はない。
- ⑤ *P. acidula* は No.20 にまとまった群落が汀線の砂浜から内陸にかけ覆っている。その区域は隣接する砂浜と比べ波による浸食に耐えており、乾燥するサンゴ砂浜での浸食防止用樹種として利用できる可能性がある。
- ⑥ *C. tagal* は樹高 2～4 m の 100 個体程度が No. 5 と No.11 のサンゴ砂の堆積する比較的地盤の高い区域に生育している。
- ⑦ *S. alba* は No. 2 と No.27 に 20 個体程度が汀線沿に生育している。地元で薪として利用しているためか、現在も地元住民の不法伐採により幹を切られた跡が散見される。
- ⑧ *Xylocarpus mekongensis* は樹高 2～4 m の 5 個体が No.15～17 付近の汀線沿に生育している。地盤の低い区域には分布していない。
- ⑨ *R. mucronata* は No.17, No.18 に 100 本程度の個体があるが、他の場所にはほとんど生育していない。この二つの群落も 1980 年代に西ヌサ・テンガラ (NTB) 州の州営林局が造林した残存木と考えられる。当種がこの区域に *R. apiculata* や *R. stylosa* と同様に広範囲に生育していない原因は不明である。

考察

- ① 現存植生は明確な帯状構造は形成されていないが、地盤高による種の分布差はある。造林時に樹種特性を考慮した植え分けが必要であると思われる。
- ② A 島の汀線沿には *Rhizophora* 属の残存支柱根に混じり *X. mekongensis* と *S. alba* の直径 30～100 cm の根株が数多く観察される。この 2 種の根株はいずれも 30 cm ほど地面から浮いたように見え、伐採後広範囲の表土が流失したことが示されており、大面積皆伐が土壌に与える影響が大きいことがうかがえた。
- ③ 上述の両種よりさらに地盤の低い所まで広範囲に *Rhizophora* 属の支柱根が際面に残存している。*Rhizophora* 属の特徴である支柱根は伐採後早い時期に地上部が腐朽し、その上部に残っていた幹とともに倒れ外洋へ流されたと考えられ幹の直径の推定はできない。
- ④ 残存している支柱根からは、*R. mucronata* と *R. apiculata* の区別はつかない。
- ⑤ Gili Petangan 島のマングローブ林の林縁は、環境条件の良く似ている Gili Sulat 島と Gili Lawan 島の西側海岸の林縁と同様に *R. stylosa* が帯状に取り巻いていたと考えられる。
- ⑥ この調査から以前の Gili Petangan 島の天然林は、陸地近くは帯状に *X. mekongensis*、*S. alba*、*R. mucronata* と *R. apiculata* の混在した林分、その海側に *R. mucronata* と *R. apiculata* が優占する林分、海側の林縁は *R. stylosa* が帯状に取り巻いていたと考えられる。
- ⑦ Gili Petangan 島での造林に近辺の在来樹種である *R. mucronata*、*R. apiculata*、*S. alba*、*Avicennia marina* を用いる事は適切であると考えられた。

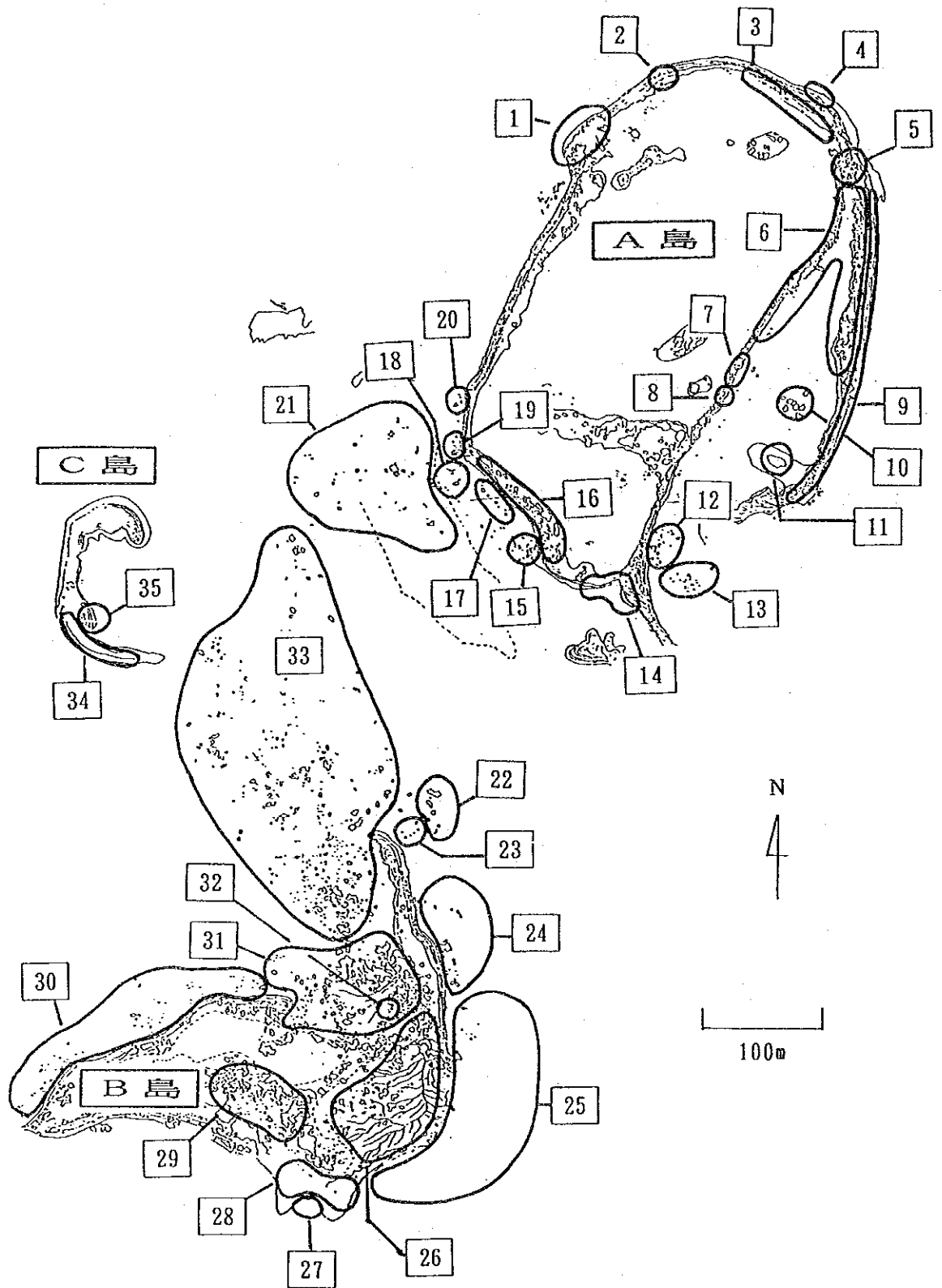


図2-3-2 Gili Petangan 島の現存植性図



写真-1 Gili Petangan 鳥

表2-3-2 Gili Petangan 島の群落特性一覧 (No. 1)

群集号	優占種	備考
A 島		
1	<i>P. acidula</i>	珊瑚砂の白浜の波打ち際から内陸の平坦地までの間に群落を作る。h=2 ~ 3m 面積0.2ha
2	<i>S. alba</i>	前回の調査までは波打ち際に 1本のみ残っていた、今回の調査時点ですでに幹を盗伐されていた。
3	<i>P. acidula</i>	珊瑚砂の白浜の波打ち際から内陸の平坦地までの間に群落を作る。
4	<i>R. stylosa</i>	海岸の波打ち際に 5本程度 (h=2m) 生育している。
5	<i>R. stylosa</i> <i>P. acidula</i> <i>C. tagal</i>	湾の一番奥まった場所である。白い砂浜で乾燥している。3種が集団に生育している。h=2-3m
6	<i>R. stylosa</i> <i>R. apiculata</i>	湾の奥まった場所で赤褐色のマングローブ泥と白い砂の混じった乾燥気味の土地である。h=2 ~ 3m
7	<i>E. agallocha</i>	波打ち際から少し高い土地に生育している。h=4 ~ 6m
8	<i>S. alba</i>	波打ち際に 2~ 3 本生育している。h=4 ~ 6m
9	<i>P. acidula</i>	珊瑚砂の白浜の波打ち際から砂州の上部までに生育。
10	<i>R. apiculata</i>	湾の幾分高い部分に生育している。h=2 ~ 3m
11	<i>C. tagal</i>	No10より更に高い部分に生育している。h=2 ~ 4m
12	<i>R. apiculata</i>	湾内の砂浜に生育しているが個体数は少ない。 h=2 ~ 3m
13	<i>R. stylosa</i> <i>R. apiculata</i>	湾の入り口に生育しているが個体数は少ない。 h=2 ~ 3m
14	<i>R. apiculata</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 3m
15	<i>R. stylosa</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 3m
16	<i>E. agallocha</i> <i>R. stylosa</i> <i>R. apiculata</i>	波打ち際から少し高い土地に生育している。h=2 ~ 4m <i>R. stylosa</i> と <i>R. apiculata</i> も混じって生育している。 恐らく砂浜がだんだんと海側に前進しているため現在位置に取り残されたものと考えられる。
17	<i>R. mucronata</i>	島の他の地域 (No18以外) には見当たらないことから恐らく以前に州営林局が植えた残存木であると考えられる。 個体数は少ない。h=2 ~ 4m
18	<i>R. stylosa</i> <i>R. mucronata</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 3m
19	<i>R. apiculata</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 3m

(注) h: 樹高

表2-3-2 Gili Petangan島の群落特性一覧 (No.2)

群番	優占種	備考
20	<i>R. apiculata</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 3m
21	<i>R. apiculata</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 4m No19-21 について言える事であるが、数本から10本程度の群状で生育している個体が多くまたその真中の個体が一番伸びて葉数も多い。
B島		
22	<i>R. apiculata</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 4m
23	<i>R. stylosa</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 3m
24	<i>R. apiculata</i>	個体数は少ない。h=2 ~ 4m
25	<i>R. stylosa</i>	個体数は多く樹冠は鬱閉をはじめている。 面積 1ha
26	<i>R. apiculata</i> <i>R. stylosa</i>	個体数は多いが樹冠は鬱閉していない。面積は3 ha h=2 ~ 8m 個体数の比は <i>R. apiculata</i> : <i>R. stylosa</i> = 6:4 程度である。
27	<i>S. alba</i>	個体数は10本程度だがこの地域では貴重な群落である。 h=2 ~ 6m
28	<i>P. acidula</i> <i>C. inerma</i>	波打ち際から少し高い土地に生育している。h=1-2m <i>C. inerma</i> は水分が常時不足しているためかBALIのものより葉は肉厚で小型である。
29	<i>R. apiculata</i> <i>R. stylosa</i>	個体数は多いが樹冠は鬱閉していない。面積は2ha h=2 ~ 6m 個体数の比は <i>R. apiculata</i> : <i>R. stylosa</i> = 6:4 程度である。
30	<i>R. apiculata</i> <i>R. stylosa</i>	個体数は少ない。 h=2 ~ 6m 個体数の比は <i>R. apiculata</i> : <i>R. stylosa</i> =6:4 程度である。
31	<i>R. apiculata</i>	個体数は多いが樹冠は鬱閉していない。
32	<i>A. marina</i> <i>A. officinalis</i>	<i>A. marina</i> の個体数は 5本程度で、どれも枝垂れ柳のように枝が垂れているのが特色であるが、花の構造葉の質、果実から <i>A. marina</i> と判断した。h=5m <i>A. officinalis</i> が 1本のみ <i>A. marina</i> に混じり生育している。h=6m
33	<i>R. apiculata</i> <i>R. stylosa</i>	個体数は多いが樹冠は鬱閉していない。面積は2ha h=2 ~ 6m 個体数の比は <i>R. apiculata</i> : <i>R. stylosa</i> = 8:2 程度である。

(注) h:樹高

表2-3-2 Gili Petangan島の群落特性一覧 (No. 3)

群番号	優占種	備考
C島		
34	<i>P. acidula</i>	波打ち際から少し高い土地に生育している。h=1-2m
35	<i>R. apiculata</i>	個体数は少ない。 h=2 ~ 3m

(注) h:樹高

P. acidula : *Pemphis acidula* Forst. ,
S. alba : *Sonneratia alba* J. Smith ,
R. stylosa : *Rhizophora stylosa* Griff.
C. tagal : *Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Rob. ,
R. apiculata : *Rhizophora apiculata* Bl. ,
E. agallocha : *Excoecaria agallocha* L.
R. mucronata : *Rhizophora mucronata* Lamk. ,
C. inerma : *Clerodendron inerma* Gaertn. ,
A. marina : *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.
A. officinalis : *Avicennia officinalis* L.

b) マングローブの生育環境

・生育環境の区分

植生調査の結果、マングローブ種の生育している環境は、外洋の波が直接打ち寄せない場所であることが共通条件であり、さらに次の4区分に大きく分けられた。

①離島のサンゴ礁内面の干潟

優占種 : *R. mucronata*, *R. apiculata*

場 所 : 1 Gili Trawangan, 3 Gili Air, 9 Gili Lawan,
10 Gili Sulat, 15 Gili Petangan (図2-3-1参照)

塩分濃度 : 真水の供給がほとんどなく海水と同程度

②湾内の奥部の干潟

優占種 : 微小地形により優占種が異なる。

場 所 : 20 Labuhan Lombok, 22 Batu Nampar, 23 Awan, 24 Kuta,
25 Sepi, 26 Lembar (図2-3-1参照)

塩分濃度 : 背面の山地からの地下水または河川水により大量の真水があり、海水に比べ低塩分濃度

③河川の河口域

優占種 : 塩分濃度が比較的高く地盤の比較的高い場所は *A. marina*、塩分濃度が比較的低い場所は *Sonneratia caseoralis*、*Dolichandron spathaceae* など。塩分濃度により群落の構成種に大きく差が認められる。

場 所 : 4 Bangsal, 5 Tanjung, 6 Bekok, 7 Labuhan Carik,

8 Pedamekan, 11 Lepeloang, 12 Sugian, 13 Mutiara (1),
14 Mutiara (1), 16 Tibuborok, 17 Kerbian, 18Padak,
19 Sengkurik, 21 Tanjung Luar, 27 Endok (図2-3-1 参照)

塩分濃度： 河川水により大量の真水があり、海水に比べ低塩分濃度

④離島の内陸部にある外洋に繋がる水路が閉ざされた湖

優占種： *Avicennia marina*

場 所： 2 Gili Meno (図2-3-1 参照)

塩分濃度： 真水の供給がほとんどなく海水より高塩分

・ *Avicennia marina* と *Sonneratia alba* の生育環境

一般にマングローブ林の特性として帯状構造を形成し、前面に *A. marina* と *S. alba* が先駆樹種として生育するといわれるが、調査結果からは *A. marina* と *S. alba* の生育環境は以下のようにまとめられた。

Avicennia marina

- ・ 前述の①のサンゴ礁内面の干潟では、少しでも波が来る前面には生育せず、むしろ全く波の来ない自然堤防状の砂州周辺の地盤が高く、幾分土壌の堅い場所に生育する。
- ・ ②と③の環境で地盤が幾分高い場所で *A. marina* が前面にでる場合がある。
- ・ ④の環境では *A. marina* が前面に生育する。
- ・ 稚樹が観察される場所は、波がなく、地盤が幾分高い場所である。

つまり *A. marina* が前面に生育している場所は、波静かで比較的地盤の高い場所であること、または他の種が生育できないような高い塩分濃度の場所であることが分かった。この観察結果は造林分野と苗畑分野の実験結果とほぼ一致しており、今後の造林技術に活かせると考えられる。

Sonneratia alba

- ・ 前述の①②③の環境下で前面に生育している個体があるが、しかし同じ場所で稚樹はほとんど観察されない。
- ・ 稚樹が多く生育している場所は、波静かで比較的地盤の高い場所であること。
- ・ ④の環境では観察されない。

両種とも稚樹が観察できる場所が似通っている原因は、恐らく発芽直後の苗木の苗長が短く、地盤の低い場所では海水に浸る時間が長くなり生育が困難であるためと考えられる。従って大苗を使用すれば自然状態での分布より幾分深い所まで造林範囲を広げられる可能性がある。

・ 高塩分濃度の環境にあるマングローブ林

前述④の現場は、ロンボク島北西部の Gili Meno 島内の面積 3 ha ほどの Meno 湖である。この湖は入江が砂州により閉ざされて形成されたものと考えられ、塩分濃度は 7.3% と非

常に高い。

湖の周囲にマングローブ林が10haほど生育している。その構成種は *A. marina* が前面で優占種、その後ろに *A. marina* - *C. tagal* のゾーン、さらに *Scyphiphora hydrophyllacea* - *E. agallocha* - *Bruguiera cylindrica* のゾーンが連なっている。

調査日の満潮時に行った水準測量では湖面が40cm 海水面より低い状態であった。

地下水の塩分濃度は計測していないため満潮時に海水が砂州の下を浸透してきているか不明である。少なくともこの *A. marina* は高塩分濃度の湖水環境に長年適応していたものと考えられる。従って当地で地下水の塩分濃度の測定と種子を採取し普通の塩分環境下で植栽し、その成長を従来のもものと比較観察することは今後の課題として価値があると考えられる。

c) 種子採取林

今回の調査からロンボク島で比較的面積のまとまったマングローブ林として残っているのは Gili Sulat 島、Gili Lawan 島の2島 (1171.9ha) であり、他の地域では小面積の林分または少数の個体が良好とはいえない状況で残っているにすぎないことが判明した。

さらに地元社会による不法伐採や伐採に至らずとも家畜の飼料として枝葉の過度の利用など開発圧力が強く、集落近くに残されたマングローブ林も遠からず消失すると思われる。

今後マングローブ造林を進めるに当っては、種子採取林の保護政策をとらなければ種子の確保さえできない状態になると思われる。

利用可能な種子採取林が残っているのは表2-2-3のとおりである。

表2-3-3 種子採取適地一覧表

樹種	地名									
	GS	GL	GM	LE	SE	SA	GP	LL	KU	
<i>R. apiculata</i>	○	○	×	△	△	×	△	×	×	
<i>R. mucronata</i>	○	○	×	△	△	×	×	×	×	
<i>B. gymnorrhiza</i>	△	△	×	△	△	×	×	×	×	
<i>C. tagal</i>	○	△	×	×	×	×	×	△	×	
<i>S. alba</i>	△	△	×	○	○	○	×	△	○	
<i>A. marina</i>	×	×	○	○	×	○	×	×	×	
<i>S. alba</i>	×	×	×	×	×	×	×	×	×	

樹種略号 *R. apiculata*: *Rhizophora apiculata* Bl. *S. alba*: *Sonneratia alba* J. Sm.
R. mucronata: *Rhizophora mucronata* Poir. *A. marina*: *Avicennia marina* Forsk.
B. gymnorrhiza: *Bruguiera gymnorrhiza* Lam. *X. garanatum*: *Xylocarpus granatum* Koenig.
C. tagal: *Ceriops tagal* C. B. Rob.

地名略号 G.L: Gili Sulat, G.L: Gili Lawan, G. M: Gili Meno, LE: Lembar, SE: Sepi, SA: Mutiara (1), Mutiara (2),
G. P: Gili Petangan, L. L: Labuhan Lombok, KU: Kuta

記号凡例 ○; 適地 △; 大量には採取できない。 ×; 不適地または極少量

B) バリサイトの植生調査

調査はベノア湾沿岸、西バリ国立公園、Negara市周辺の海岸低湿地と Nusa Lembongan島の4か所で行った(図2-3-3)。その外の海岸線は今後順次調査を行なっていくが、現在までにバリ島内で観察された種は表2-3-4にまとめた。

内訳は純マングローブ種が17種、準マングローブ種が7種、従マングローブ種が14種、非マングローブ種(海岸性植物)が15種である。

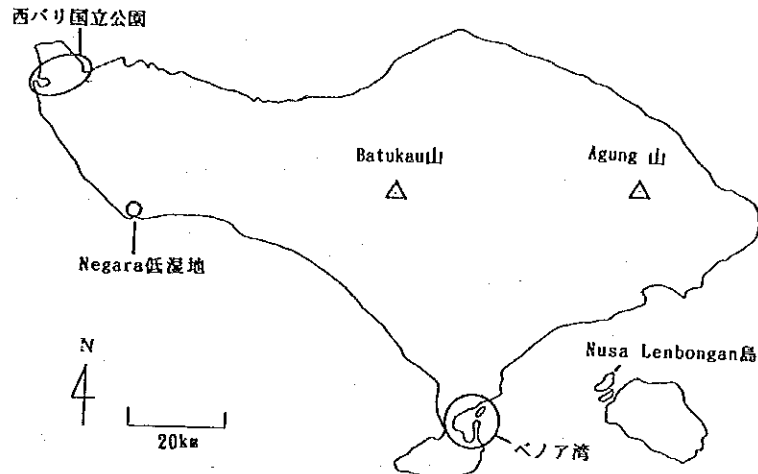


図2-3-3 バリ島の植性調査箇所

a) ベノア湾内

当地域はその沿岸に古くから集落が多数発達しており、マングローブ林は地元住民の木材資源供給の場として、また塩田や魚類の養殖場として、さらに漁業の場所として長年利用されていた。1970年代から保護林としての管理が厳しくなったこと燃料がガスや石油などに交換したため不法伐採などは減少しているようであるが、いまだに天然林内で不法伐採の跡をみかける。

観察された種は表2-3-5にまとめた。種の構成は純マングローブ種が13種、準マングローブ種が6種、従マングローブ種が14種、海岸性植物が13種である。

前述のとおりこの地域は古くから人為的攪乱が行われていたためマングローブ林の構成種はロンボク島のものに比べ差が少ないが、地盤の高い内陸に近い場所に生育するマングローブ種の個体数が非常に少ないことが特色としてあげられる。特に近年は観光開発によりこれらのマングローブ種の生育地がさらに減少しており、当プロジェクトで種の見本林をつくる必要が生じる可能性もある。

ベノア湾沿岸の带状構造は人為的攪乱が行われているため明瞭ではない。しかし大きく区分すれば前面に *S. alba*、*R. apiculata*、内陸との中間帯に *A. marina*、*Avicennia lanata*、*B. gymnorrhiza*、*X. garanatum*、*Aegiceras corniculatum* が出現する。さらに湾の沿岸部に沿ってつくられたバイパス道路に近い陸地化が進んだ区域では、個体数は少ないが *Lumnitzera racemosa*、*Clerodendron inerma*、*Osbornia octodonta* などが出現する。また塩分濃度の極めて低い河川沿に *Sonneratia caseolaris*、*D. spathacea* などが出現する。

表2-3-4 バリ島におけるマングロープ種と海岸性植物一覧

1. 眞性マングロープ種 (Strict mangrove species)		
1	Avicenniaceae	Avicennia lanata Ridl.
2		A. marina (Forsk.) Vierh.
3	Meliaceae	Xylocarpus granatum Koenig
4		X. mekongensis Pierre
5		X. moluccensis (Lamk.) Roem.
6	Myrsinaceae	Aegiceras corniculatum (L.) Blanco
7		A. A. floridum Roem. & Schult.
8	Rhizophoraceae	Rhizophora apiculata BL.
9		R. × lamarckii Montr.
10		R. mucronata Lamk.
11		R. stylosa Griff.
12		Bruguiera cylindrica (L.) BL.
13		B. gymnorrhiza (L.) Lamk.
14		Ceriops decandra (Griff.) Ding Hou
15		C. tagal (Perr.) C. B. Rob.
16	Sonneratiaceae	Sonneratia alba J. Smith
17		S. caseolaris (L.) Engler
2. 準マングロープ種 (Sub mangrove species)		
18	Asclepiadaceae	Finlaysonia obovata
19	Combretaceae	Lumnitzera racemosa Willd.
20	Euphorbiaceae	Excoecaria agallocha L.
21	Myrtaceae	Osbornia octodonta F. Muell. loc. cit.
22	Palmae	Nypa fruticans (Thunb.) Wurmb.
23	Sterculiaceae	Heritiera littoralis Dryand. in Aiton
24	Pteridaceae	Acrostichum aureum Linnaeus
3. 従マングロープ種 (Minor mangrove species)		
25	Acanthaceae	Acanthus ilicifolius L.
26		A. ebracteatus Vahl.
27	Apocynaceae	Cerbera manghas L.
28	Bignoniaceae	Dolichandron spathacea (L. f.) K. Schumann
29	Lecythidaceae	Barringtonia asiatica (L.) Kurz.
30		B. racemosa (L.) Spreng.
31	Leguminosae	Caesalpinia bonduc (L.) Roxb.
32		Derris trifoliata Lour.
33		Pongamia pinata (L.) Pierre.
34	Lythraceae	Pemphis acidula Forst.
35	Malvaceae	Hibiscus tiliaceus L.
36		Thespesia populnea (L.) Solander ex Correa
37	Pandanaceae	Pandanus tectorius Soland. ex Balf.
38	Verbenaceae	Clerodendron inerme Gaertn.
4. 非マングロープ種 (Non mangrove species)		
39	Aizoaceae	Sesuvium portulacastrum
40	Asclepiadaceae	Calotropis gigantea R. Br.
41	Cactaceae	Opuntia vulgaris
42	Casuarianaceae	Casuarina equisetifolia (L.) J. R. et Forst.
43	Compositae	Pluchea indica
44	Combretaceae	Terminalia catappa Less.
45	Convolvulaceae	Ipomoea pes-caprae
46		I. alba L.
47	Geamineae	Spinifex littoreus
48	Goodeniaceae	Scaevola taccada (Gaertn.) Roxb.
49	Guttiferae	Calophyllum inophyllum L.
50	Hernandiaceae	Hernandia peltata Meisn.
51	Phanaceae	Zizyphus mauritiana Lam.
52	Verbenaceae	Lantana camara L.
53		Vitex ovata

表2-3-5 ベノア湾におけるマングローブ種と海岸性植物一覧

1. 真性マングローブ種 (Strict mangrove species)	
1	Avicenniaceae Avicennia lanata Ridl.
2	A. marina (Forsk.) Vierh.
3	Meliaceae Xylocarpus granatum Koenig
4	X. mekongensis Pierre
5	Myrsinaceae Aegiceras corniculatum (L.) Blanco
6	Rhizophoraceae Rhizophora apiculata BL.
7	R. × lamarckii Montr.
8	R. mucronata Lamk.
9	R. stylosa Griff.
10	Bruguiera gymnorrhiza (L.) Lamk.
11	Ceriops decandra (Griff.) Ding Hou
12	C. tagal (Perr.) C. B. Rob.
13	Sonneratiaceae Sonneratia alba J. Smith
14	S. caseolaris (L.) Engler
2. 準マングローブ種 (Sub mangrove species)	
15	Asclepiadaceae Finlaysonia obovata
16	Combretaceae Lumnitzera racemosa Willd.
17	Euphorbiaceae Excoecaria agallocha L.
18	Myrtaceae Osbornia octodonta F. Muell. loc. cit.
19	Palmae Nypa fruticans (Thunb.) Wurmb.
20	Pteridaceae Acrostichum aureum Linnaeus
3. 従マングローブ種 (Minor mangrove species)	
21	Acanthaceae Acanthus ilicifolius L.
22	A. ebracteatus Vahl.
23	Apocynaceae Cerbera manghas L.
24	Bignoniaceae Dolichandron spathacea (L. f.) K. Schumann
25	Lecythidaceae Barringtonia asiatica (L.) Kurz.
26	Leguminosae bonduc (L.) Roxb.
27	Derris trifoliata Lour.
28	Pongamia pinata (L.) Pierre.
29	Lythraceae Pemphis acidula Forst.
30	Malvaceae Hibiscus tiliaceus L.
31	Thespesia populnea (L.) Solander ex Correa
32	Pandanaceae Pandanus tectorius Soland. ex Balf.
33	Verbenaceae Clerodendron inerme Gaertn.
4. 非マングローブ種 (Non mangrove species)	
34	Aizoaceae Sesuvium portulacastrum
35	Asclepiadaceae Calotropis gigantea R. Br.
36	Cactaceae Opuntia vulgaris
37	Casuarinaceae Casuarina equisetifolia (L.) J. R. et Forst.
38	Compositae Pluchea indica
39	Combretaceae Terminalia catappa Less.
40	Convolvulaceae Ipomoea pes-caprae
41	Geamineae Spinifex littoreus
42	Goodeniaceae Scaevola taccada (Gaertn.) Roxb.
43	Guttiferae Calophyllum inophyllum L.
44	Phanaceae Zizyphus mauritiana Lam.
45	Verbenaceae Lantana camara L.
46	Vitex ovata

観察歩道に沿っての天然林の状態は、前面に *S. alba* が優占しているがその中に *R. apiculata* の幼木がすでに侵入している。天然林の平均樹高は前面の *S. alba* が一番高く内陸に向かい各樹種とも低く、また樹齢も若くなる傾向がある。恐らく内陸側は伐採され易く、大きな木が消滅した後に生長を始めた個体であろうと思われる。

Sonneratia alba の天然更新方法について

ベノア湾のマングローブ林の優占種である *S. alba* は、最前面から内陸近くまで生育しているが、その苗、幼木は天然林前面周辺ではほとんど観察されない。原因として水深が深すぎることと林内が暗いため発芽しても生育はできないことがあげられる。しかし歩道沿いの *S. alba* を観察した結果、伏条更新を行っている個体が少なからずあることが判明した (写真-2~5)。根が泥に覆われているため、いままで別々の個体と思われてきたものがかなりの頻度で一つの個体である可能性がでてきた (写真-6)。今後の造林方法の参考にするため実態把握の調査が必要である。

b) 西バリ国立公園 (WEST BALI NATIONAL PARK)

当地で観察された種は純マングローブ種が16種、準マングローブ種が7種、従マングローブ種が14種、海岸性植物が14種である (表2-3-6)。

公園地域であるため植生の人為的攪乱はベノア湾に比較すると少なく良い状態にマングローブ林が保護されている。そのため带状構造が比較的明瞭に観察できる場所がある。またマングローブの大きな個体が数多く残っている。

Rhizophora × *lamarkii* Montr. の分布について

Thomlinson の「The Botany of Mangrove」では *R. lamarkii* は当地に分布していないとされているが、当地に生育していることが確認された (発見者：西バリ国立公園係官の Ir. Undang 氏)。

その後、他の地域を観察した結果、ベノア湾内の Plau Selangan 島、Nusa Lembongan 島やロンボク島でも当種が生育していることを確認できた。

c) Negara 市周辺の低湿地

数本の河川が低地に流れ込んでおり汽水化が進んでいる。以前は大面積のマングローブ林があったといわれているが、現在この地域は養殖場や水田開発が進んでマングローブ林は減少してしまった。しかし現在でもバリ島の他の地域では見られなくなった低塩分濃度を好むマングローブ種が多数残っていると思われるため、標本採取の調査を行う必要があると思われる。

ヒルギ科の *R. mucronata*、*R. apiculata* など残っているとされており種子採取林調査も併せて行う必要がある。

Nypa fruticans の群落

汽水化が進んでいる場所にバリ島内で唯一比較的まとまった樹高3~5m、面積5haの *N. fruticans* の群落が水田の脇に残っている。現在も地元住民に様々な用途に利用され



写真-2 ベノア湾天然林内における *Sonneratia alba* J. Smith の伏条更新 例-1



写真-3 ペノア湾天然林内における *Sonneratia alba* J. Smith の伏条更新 例-2



写真-4 ペノア湾天然林内における *Sonneratia alba* J. Smith の伏条更新 例-3



写真-5 ベノア湾天然林内における *Sonneratia alba* J. Smith の伏条更新 例-4



写真-6 ベノア湾天然林内における *Sonneratia alba* J. Smith の伏条更新
(地下部で一つに繋がっていると思われる個体群) 例-5

表2-3-6 西バリ国立公園におけるマングローブ種と海岸性植物一覧

1. 真性マングローブ種 (Strict mangrove species)	
1	Avicenniaceae Avicennia lanata Ridl.
2	A. marina (Forsk.) Vierh.
3	Meliaceae Xylocarpus granatum Koenig
4	X. mekongensis Pierre
5	X. moluccensis (Lamk.) Roem.
6	Myrsinaceae Aegiceras corniculatum (L.) Blanco
7	A. floridum Roem. & Schult.
8	Rhizophoraceae Rhizophora apiculata BL.
9	R. × lamarekii Montr.
10	R. mucronata Lamk.
11	R. stylosa Griff.
12	Bruguiera cylindrica (L.) BL.
13	B. gymnorhiza (L.) Lamk.
14	Ceriops decandra (Griff.) Ding Hou
15	C. tagal (Perr.) C. B. Rob.
16	Sonneratiaceae Sonneratia alba J. Smith
2. 準マングローブ種 (Sub mangrove species)	
17	Asclepiadaceae Finlaysonia obovata
18	Combretaceae Lumnitzera racemosa Willd.
19	Euphorbiaceae Excoecaria agallocha L.
20	Myrtaceae Osbornia octodonta F. Muell. loc. cit.
21	Palmae Nypa fruticans (Thunb.) Wurmb.
22	Sterculiaceae Heritiera littoralis Dryand. in Aiton
23	Pteridaceae Acrostichum aureum Linnaeus
3. 従マングローブ種 (Minor mangrove species)	
24	Acanthaceae Acanthus ilicifolius L.
25	A. ebracteatus Vahl.
26	Apocynaceae Cerbera manghas L.
27	Bignoniaceae Dolichandron spathacea (L. f.) K. Schumann
28	Lecythidaceae Barringtonia asiatica (L.) Kurz.
29	B. racemosa (L.) Spreng.
30	Leguminosae Caesalpinia bonduc (L.) Roxb.
31	Derris trifoliata Lour.
32	Pongamia pinata (L.) Pierre.
33	Lythraceae Pemphis acidula Forst.
34	Malvaceae Hibiscus tiliaceus L.
35	Thespesia populenea (L.) Solander ex Correa
36	Pandanaceae Pandanus tectorius Soland. ex Balf.
37	Verbenaceae Clerodendron inerme Gaertn.
4. 非マングローブ種 (Non mangrove species)	
38	Aizoaceae Sesuvium portulacastrum
39	Asclepiadaceae Calotropis gigantea R. Br.
40	Cactaceae Opuntia vulgaris
41	Compositae Pluchea indica
42	Combretaceae Terminalia catappa Less.
43	Convolvulaceae Ipomoea pes-caprae
44	I. alba L.
45	Geamineae Spinifex littoreus
46	Goodeniaceae Scaevola taccada (Gaertn.) Roxb.
47	Guttiferae Calophyllum inophyllum L.
48	Hernandiaceae Hernandia peltata Meisn.
49	Phanaceae Zizyphus mauritiana Lam.
50	Verbenaceae Lantana camara L.
51	Vitex ovata

ている。

d) Nusa Lembongan 島

Nusa Lembongan 島北部にマングローブ林 (約 200ha) がある。小島であるため流れ込む大きな河川は無く塩分濃度は海水とほぼ同じであると考えられる。島上空から観察した限りでは帯状構造が残っているようであるが、現場でマングローブ林内部に入り植生調査を行っていない。

93年3月の調査では林縁は *R. stylosa* が優占しており、*R. mucronata* は観察されなかった。*S. alba* 林は比較的良い成長をしている。

今後種子採取林調査も併せて植生調査を行う必要がある。

e) 種子採取林

今回の調査からベノア湾周辺と西バリ国立公園は大面積のマングローブ林があり種子の供給には大きな問題が無いようである (表 2-3-7)。しかしながら今後マングローブ造林を進めるに当っては、種子採取林の保護政策をとる必要はあるように思える。

表 2-3-7 種子採取林一覧表

樹種	地名			
	ベノア湾	西バリ国立公園	Negara市	Nusa Lembongan島
<i>R. apiculata</i>	○	○	—	—
<i>R. mucronata</i>	○	○	—	—
<i>B. gymnorrhiza</i>	○	○	—	—
<i>C. tagal</i>	○	○	—	—
<i>S. alba</i>	○	○	—	—
<i>A. marina</i>	○	○	—	—
<i>X. garanatum</i>	○	○	—	—

樹種略号	<i>R. apiculata</i> :	<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.
	<i>R. mucronata</i> :	<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.
	<i>B. gymnorrhiza</i> :	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.
	<i>C. tagal</i> :	<i>Ceriops tagal</i> C. B. Rob.
	<i>S. alba</i> :	<i>Sonneratia alba</i> J. Sm.
	<i>A. marina</i> :	<i>Avicennia marina</i> Forsk.
	<i>X. garanatum</i> :	<i>Xylocarpus granatum</i> Koenig.
記号凡例	○; 適地	△; 大量には採取できない。
	—; 未調査	×; 不適地または極少量

2) 自然環境条件調査

A) ロンボクサイトの植生と地盤高

調査は Gili Sulat 島の天然林の海側林縁から内部に約 80m 入った場所にある毎木調査用

の固定試験区を利用した。30m×30mの広さの固定プロットを5 mメッシュに区分し、メッシュの交点を水準器でcm単位で測定する。その結果から20cm刻みの等高線をいれた地形図を作成した。さらに等高線の高さ区分毎の面積及び個体数と樹種をあきらかにし、地盤高と植生の関係を求めた。一例として図2-3-5の等高線60cmと80cmの間の面積は163m²であり、その範囲に生育する*R. apiculata*の個体数は25本であるので1 ha当り1,534本の生育密度となる。

地盤高調査は、Gili Sulat島に公式の水準点が設置されていないので、現状の植生により形成された境界線である天然林の海側林縁沿（図2-3-4）を3地点測定しその平均地盤高を原点として用いた。なお測定した地点は水流や波が強く当たらない平均的な林縁沿である。

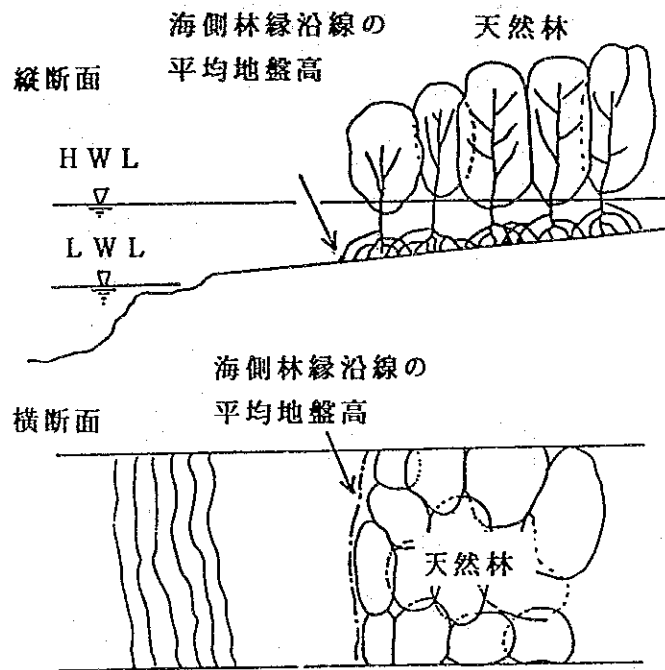
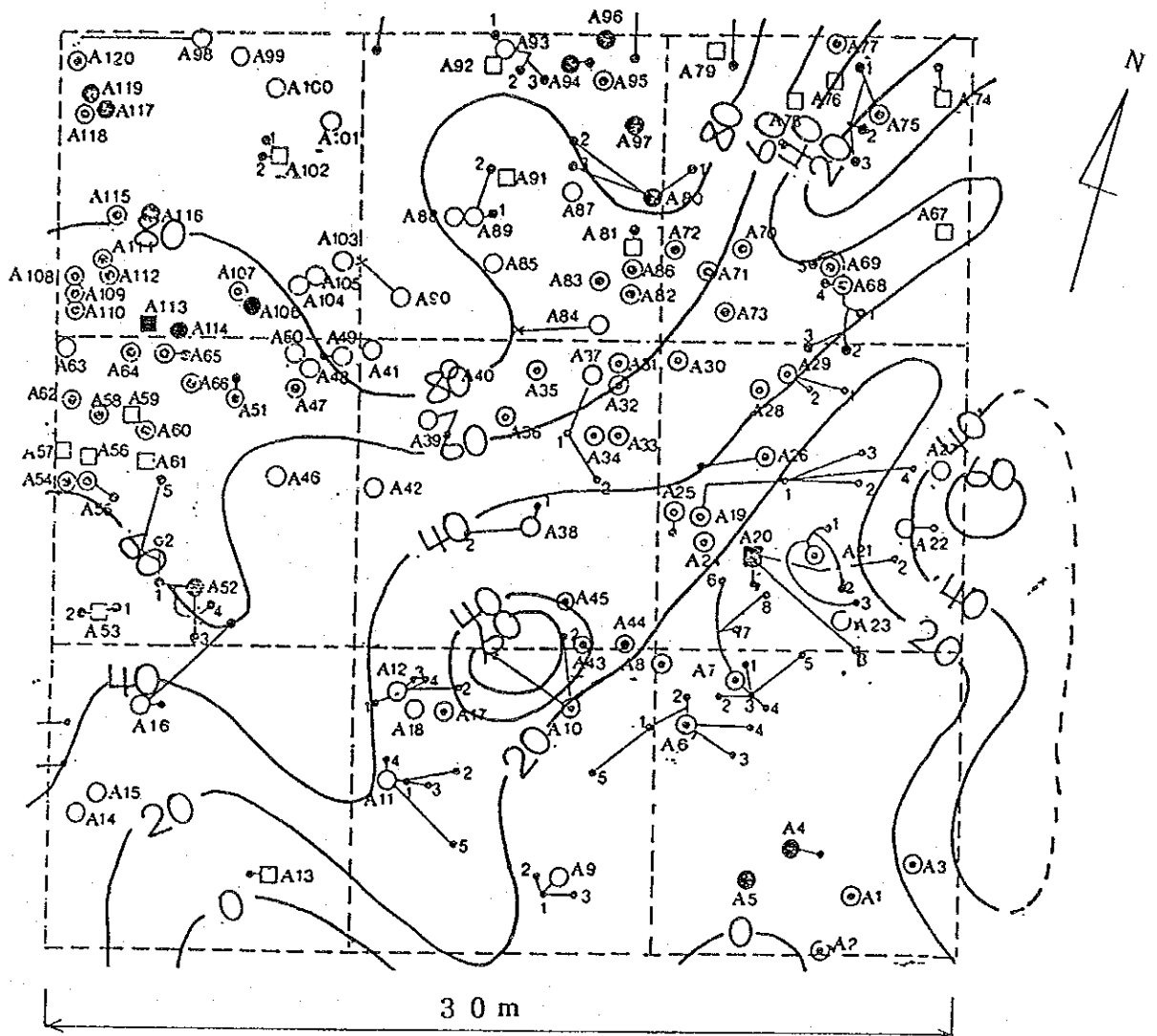


図2-3-4 海側林縁沿線の平均地盤高

結果

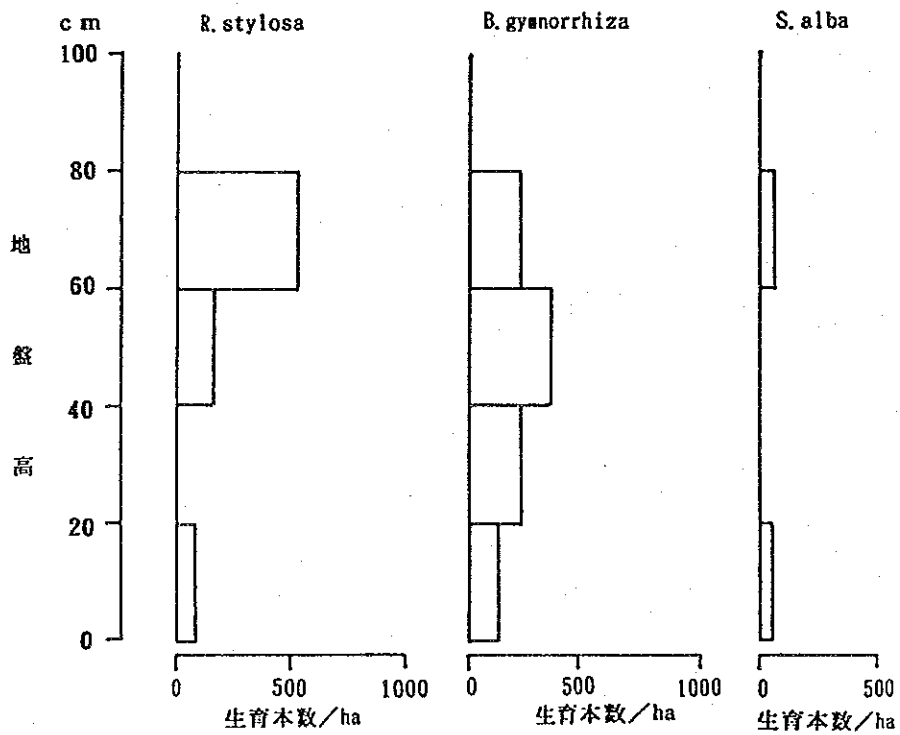
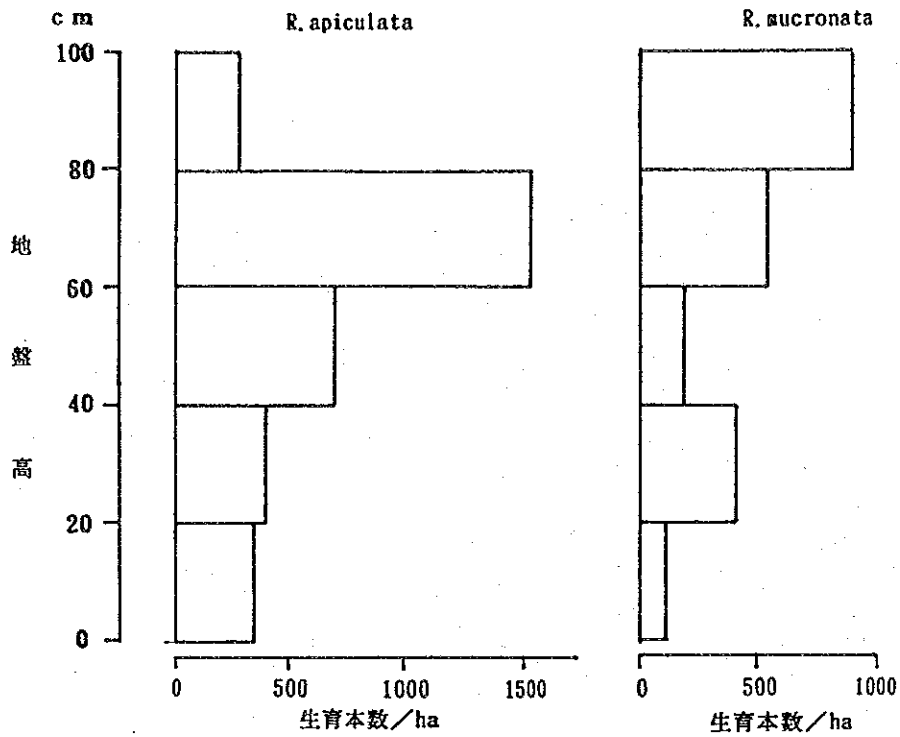
固定試験区内の地形は南側から北に向かい地盤が高くなる。地盤高0 cmから40～60cmまでがマングローブ泥に覆われており、さらに高い区域は白いサンゴ砂で覆われた比較的堅い地盤である（図2-3-5）。



等高線 単位：c m

- 凡例 ○●⊙□■：主幹 ●：副幹
 ⊙：Rhizophora apiculata BL.
 ○：Rhizophora mucronata Lamk.
 ●：Rhizophora stylosa Griff.
 □：Bruguiera gymnorhiza(L.) Lamk.
 ■：Sonneratia alba J. Smith
 ×：根の位置

図2-3-5 固定試験区内の生育樹種と地形 (Gili Sulat 島)



- 凡例
- R. apiculata* : *Rhizophora apiculata* Bl.
 - R. mucronata* : *Rhizophora mucronata* Lamk.
 - R. stylosa* : *Rhizophora stylosa* Griff.
 - B. gymnorrhiza* : *Bruguiera gymnorrhiza*(L.) Lamk.
 - S. alba* : *Sonneratia alba* J. Smith

図2-3-6 固定試験区内における各樹種の地盤高別生育本数 (Gili Sulat島)

- ① *R. apiculata*は固定試験区内では、地盤高0 cmから87cmまでの高低差の範囲で生育している（図2-3-6）。一番個体数が多いのは地盤高41cm～80cmの範囲である。この結果はB)のバリサイトでの調査やテラス造林試験ともほぼ一致する。
- ② *R. mucronata*は地盤高0 cmから87cmまでの高低差の範囲で生育している。一番個体数が多いのは地盤高61cm以上の範囲であるが、地盤高には関係なく生育しているように考えられる。Gili Sulat島の別の観察歩道脇で天然林内部を観察したがやはり地盤高にあまり影響を受けていないように思われた。この点はテラス造林試験の結果と若干異なる。
- ③ *B. gymnorhiza*は地盤高41cm以上の場所で個体数が多くなる傾向が見られた。

この調査では天然林の海側林縁沿線の平均地盤高を便宜的に原点にして、各々の個体が生育している地盤高を明らかにした。得られた結果からは、この原点が調査の基準点として適切であると思われた。つまりこの原点の地盤高は、その付近の長期間の自然環境に適応し形成された森林限界位置であることを示していると思われる。従ってこの原点の地盤高を基準にその付近の造林範囲を決めることが可能であると思われる。一例として図2-3-7のように、造林計画地近辺の天然林の海側林縁沿線の平均地盤高に海水面が来ている時に、その海水面より高い場所を造林計画地の造林範囲とすれば良いと考えられる。

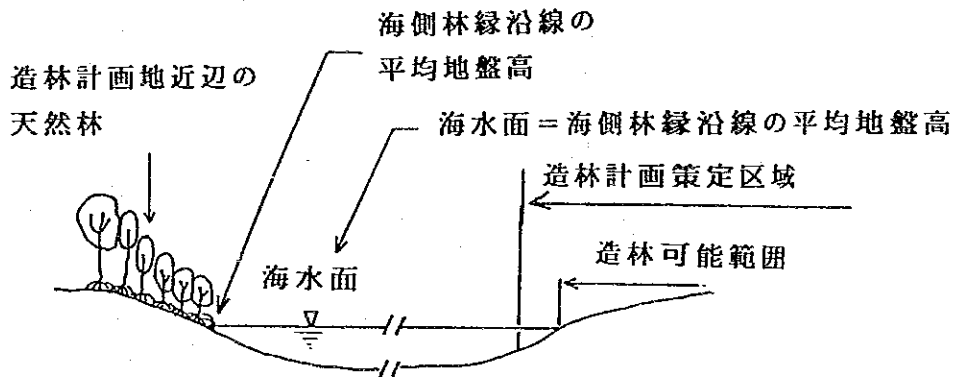


図2-3-7 海側林縁沿線の平均地盤高を利用した造林可能範囲の判定

B) バリサイトの植生と地盤高調査

地盤高はブロックIIの南端から天然林の海側林縁まで建設した観察歩道脇を10m毎に水準器を用いcm単位で測定し、さらに水深を比較するための観測杭を7本設置した。（図2-3-8及び表2-3-8）。地盤高の原点はA)と同じく天然林の海側林縁12ヶ所の平均地盤高を用いた。植生調査は歩道上から10m毎に両側の植生の特徴を記録した（表2-3-9、図2-3-9）。さらにテラス試験の結果やロンボクサイト（Gili Sulat島）で観察歩道脇を同様の方法で測量した結果とも比較を行なった（図2-3-10）。

結果

- ① 天然林の *R. apiculata* 垂直方向の生育範囲は、林縁の付近の地盤高10cmから74cmの高

さの間である（図2-3-10、樹種番号11）。

歩道上距離No516mからNo440m付近（地盤高10cm～35cm）まで *R. apiculata* の個体数は少ないが、樹形は枝が少なく主幹が比較的明瞭で成長状況も良い（表2-3-9、図2-3-9）。しかしテラス造林試験の結果では地盤高10cm（15段～16段）付近は成育不良であった（図2-3-10、樹種番号15）。

これは上層木である *S. alba* の下で生育しているため光、気温、地温、風など環境条件が緩和されテラス試験地と著しく異なるためと考えられる。また個体数が少ないのは、造林木と異なり自然状態では水深の影響で生長初期段階の枯死が多いなどが原因ではないかと思われる。

R. apiculata は、No400m～No330m付近（地盤高35cm～45cm）で個体数が増え *S. alba* が優占する林分にかなり侵入している。これは *R. apiculata* がこの地盤高の範囲を好むためと考えればテラス造林試験の結果とほぼ一致する（図2-3-10、樹種番号11, 15）。

No160m～No280m付近（地盤高41～68cm）では、*A. apiculata* は個体数が多いが樹高が低く、比較的高い地盤を好む *A. lanata*, *A. corniculatum* との競争状態にある（表2-3-9）。

No160m～No20m付近（地盤高15～55cm）で *R. apiculata* の純林が形成されている。この地盤高を *R. apiculata* の適地とするとテラス造林試験の結果とほぼ一致する（表2-3-9、図2-3-10の樹種番号15）。

- ② ブロックIIの養殖場跡地は、表2-3-8、図2-3-8の杭番号1、4の地盤高の比較からわかるように、天然林の海側林縁沿線の平均地盤高とほぼ同じ低さまで掘り下げられているものがあり、浸水時間の長さなど造林木への悪影響があると考えられる。
- ③ *A. corniculatum*, *A. lanata*, *O. octodonta* は天然林の海側林縁沿線の平均地盤高から40cm程高い場所で水路に沿って生育していることから、比較的高い地盤を好むようである。（表2-3-9、図2-3-9）。
- ④ *A. lanata* の個体数が多く、良好な生長をしている地盤高は41～68cmである。この地盤高はテラス造林試験の *A. marina* が良好な生長をする地盤高とほぼ一致する。この結果からは *A. lanata* の造林をする場合は、*A. marina* と同じ地盤高の区域で行っても問題はないと考えられる（図2-3-10、樹種番号13, 16）。
- ⑤ バリサイトとロンボクサイトの調査結果の比較結果（図2-3-10）
 - ・ マングローブ種は地盤高に応じて分布の範囲が異なる。
 - ・ *R. mucronata* などのヒルギ科は垂直方向の分布範囲は広いが、成長の良い地盤高の範囲があるような傾向が見られた。
 - ・ *R. stylosa* が地盤高80cm付近まで分布している結果となった。
一般に *R. stylosa* は天然林の海側林縁沿に分布しているが、この地盤高80cm付近で観察された *R. stylosa* は以前に入江であった場所に、堆積作用で地盤が高くなった後も残った群落と思われる。
 - ・ *A. marina* の垂直方向の分布はGili Sulat島とバリサイトのベノア湾の結果では大きく異

なっている。これはGili Sulat島では*A. marina*の生育可能地がなんらかの理由でこの高さ
にしか無かったからではないかと思われる。

以上の結果から造林する場合は地盤高に応じて造林樹種を選択する事が重要であるといえる。

また今回調査場所が異なるロンボクサイト天然林、バリサイトの天然林、テラス試験の結果を天然林の海側林縁沿線の平均地盤高を基準に比較してみたが、手法として適切であるかどうかはまだ調査箇所が少ないため疑問がある。しかし*R. apiculata*の比較結果などを見る限りでは天然林の海側林縁沿線の平均地盤高は基準地盤高として共通指標になり得る可能性があると思われた。

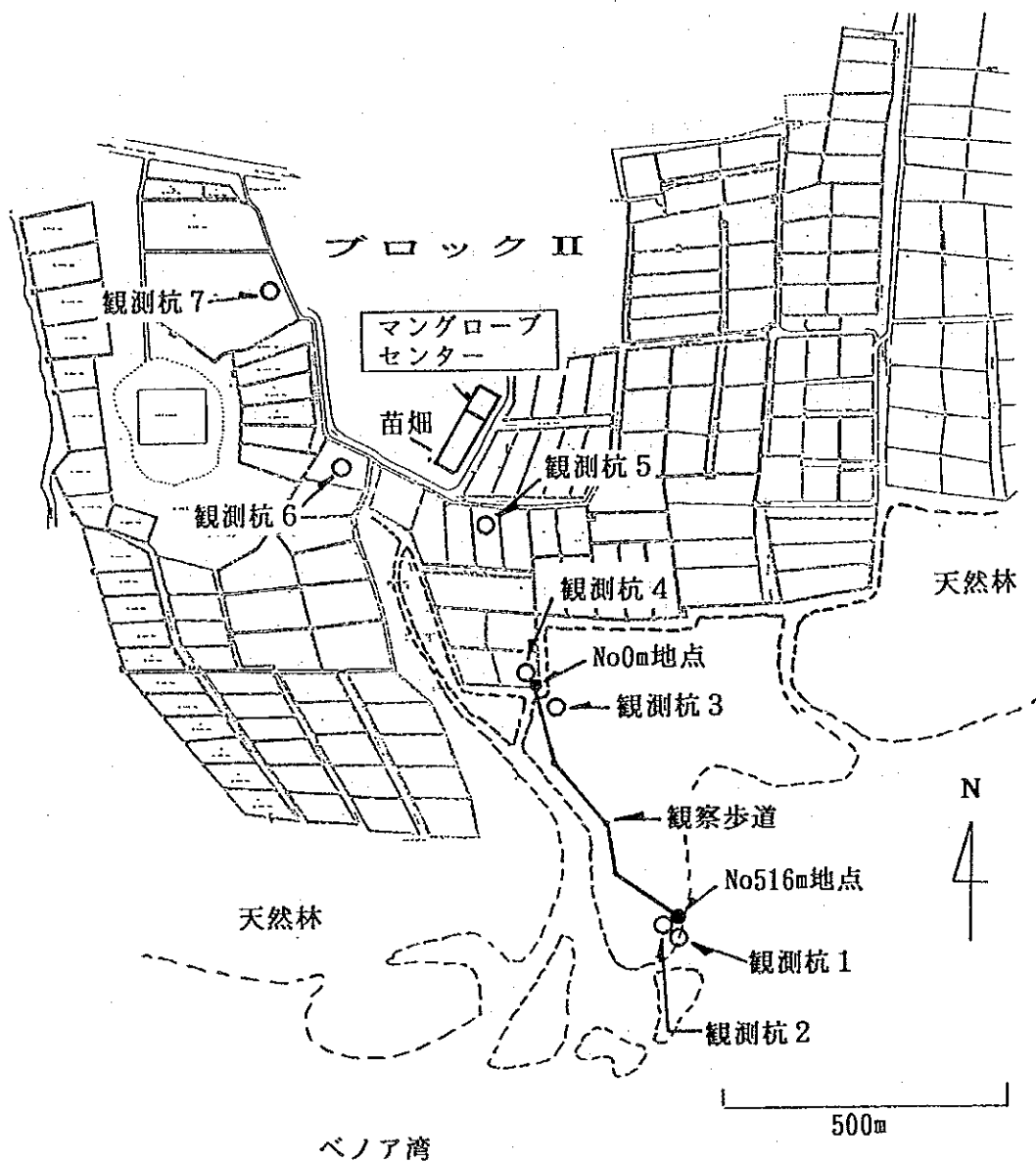


図2-3-8 バリサイトにおける天然林および養殖場跡地の地盤高測量位置

表2-3-8 ベノア湾周辺部における地盤高観測杭の位置及び地盤高

観測杭の番号	地盤高	杭の位置
1	-3 cm	天然林の先端
2	12 cm	歩道先端 (516m地点)
3	72 cm	天然林の北端歩道脇 (40m地点)
4	7 cm	養殖場跡地 (ブロックII No42)
5	17 cm	テラス試験地 (ブロックII No32)
6	20 cm	展示林 (ブロックII No3)
7	73 cm	養殖場跡地 (ブロックII No11)

(注) ・基準高さは観測杭1の周辺の12点の平均高を「0cm」とした。
 ・地盤高は杭の「0cm」表示位置の高さである。

表2-3-9 天然林内の地盤高と植性 (No.1)

測点	地盤高	植生の状況
林縁*	0cm	so (h=15m) が先端に生育しているが、幼木は観察されない。
516m	10cm	so (15m) とapi (7m) が生育、比率は9:1
510m	13cm	so (15m) とapi (7m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
500m	21cm	so (15m) とapi (7m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
490m	24cm	so (15m) とapi (7m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
480m	30cm	so (15m) とapi (7m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
470m	29cm	so (15m) とapi (8m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
460m	30cm	so (15m) とapi (12m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
450m	34cm	so (15m) とapi (13m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
440m	35cm	so (15m) とapi (8m) が生育、比率は9:1、api の幼木は生育
430m	39cm	so (15m) とapi (8m) が生育、比率は8:2、api の幼木は生育
420m	37cm	同上
410m	37cm	同上
400m	35cm	so (15m) とapi (10m) が生育、比率は8:2、api の幼木は生育
390m	39cm	so (15m) とapi (4m) が生育、比率は6:4、api の幼木は生育
380m	37cm	so (15m) とapi (3m) が生育、比率は6:4、api の幼木は生育
370m	33cm	同上
360m	38cm	so (10m) とapi (3m) が生育、比率6:4、api の幼木生育
350m	35cm	同上
340m	46cm	同上
330m	45cm	so (12m) とapi (7m) が生育、比率6:4、api の幼木生育
320m	59cm	so (10m), api (5m), cor (2m), lana (8m) 比率4:4:1:1 api, cor の幼木生育
310m	51cm	so (8m) とapi (4m) が生育、比率6:4
300m	53cm	so (10m) とapi (3m) が生育、比率6:4
290m	57cm	so (10m) とapi (4m) が生育、比率5:5
280m	66cm	api (3m) が生育、比率5:5
270m	64cm	so (8m), api (3m), cor (3m), lana (7m) 樹冠はうっ閉していない。
260m	68cm	so (6m), api (4m), cor (2m), lana (7m) 樹冠はうっ閉していない。
250m	-30cm	自然水路
240m	54cm	so (7m), api (3m), cor (2m), lana (6m) 樹冠はうっ閉していない。
230m	65cm	so (4m), api (3m), cor (2m), lana (6m), osbo (4m) 樹冠はうっ閉していない。

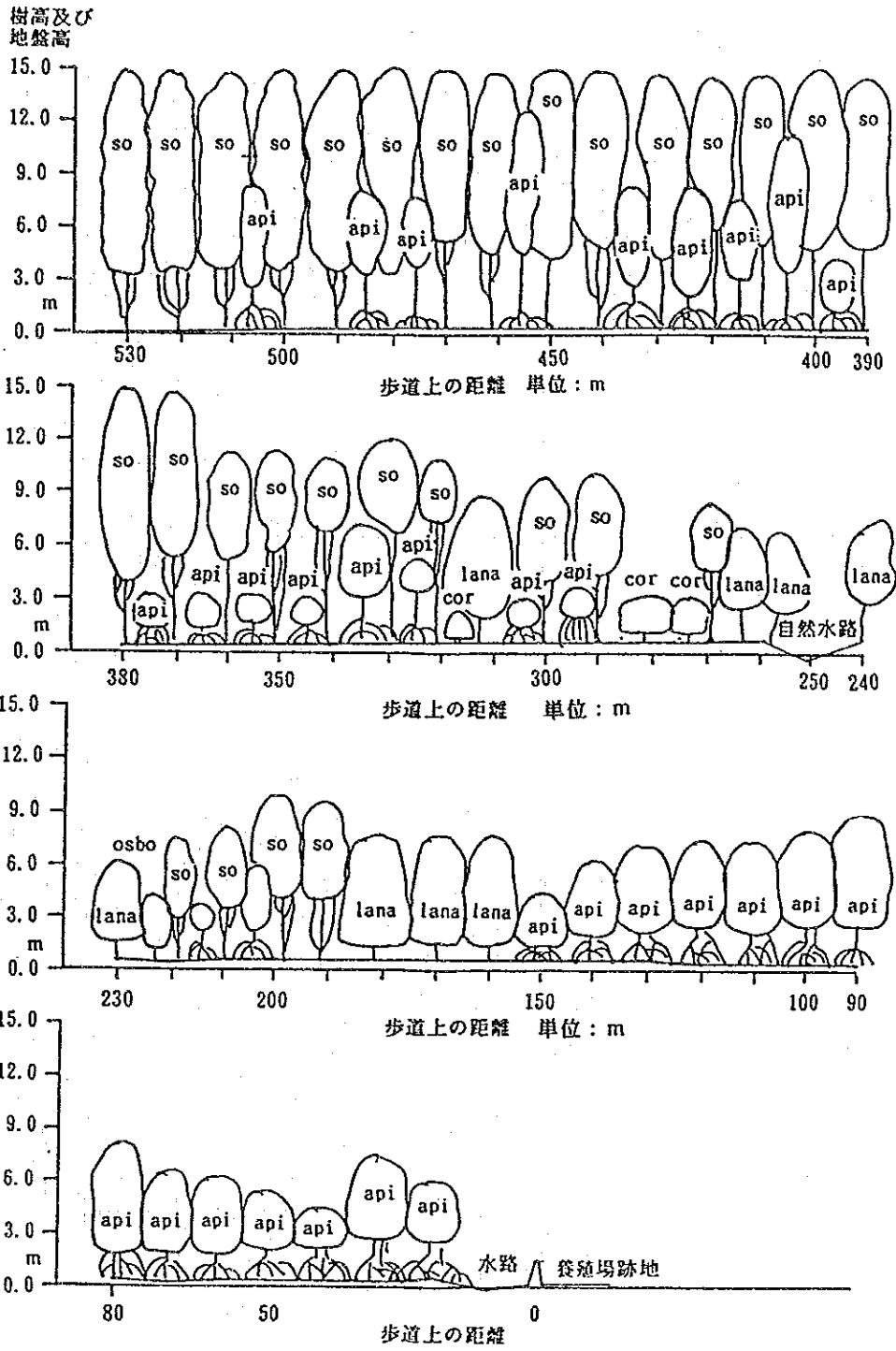
(注) 林縁は図2-3-8の観測杭1付近であり、基準高さはその林縁付近12点の平均高さである。

表2-3-9 天然林内の地盤高と植性 (No. 2)

測点	地盤高	植生の状況
220m	52cm	so (7m), api (4m), cor (3m), lana (4m) 樹冠はうっ閉していない。
210m	47cm	so (8m), api (5m), cor (2m) 樹冠はうっ閉していない。
200m	50cm	so (10m), api (6m), cor (3m) 樹冠はうっ閉していない。
190m	47cm	so (10m), api (3m), cor (2m), lana (7m) 樹冠はうっ閉していない。
180m	41cm	so (8m), api (3m), cor (2m), lana (7m) 樹冠はうっ閉していない。
170m	47cm	so (5m), api (4m), cor (1m), lana (7m) 樹冠はうっ閉していない。
160m	42cm	api (4m), cor (3m), lana (5m) 樹冠はうっ閉していない。
150m	55cm	api (4m) 樹冠はうっ閉
140m	42cm	api (6m), cor (3m), 樹冠はうっ閉
130m	52cm	api (7m) 樹冠はうっ閉
120m	33cm	so (8m), api (7m) 樹冠はうっ閉
110m	39cm	api (7m) 樹冠はうっ閉
100m	33cm	api (8m) 樹冠はうっ閉
90m	32cm	api (9m) 樹冠はうっ閉
80m	29cm	api (8m), mcr (7m) 樹冠はうっ閉
70m	15cm	api (6m) 樹冠はうっ閉
60m	39cm	api (6m) 樹冠はうっ閉
50m	37cm	api (5m) 樹冠はうっ閉
40m	39cm	api (5m) 樹冠はうっ閉していない。
30m	31cm	api (7m) 樹冠はうっ閉していない。
20m	45cm	api (5m) 樹冠はうっ閉していない。
10m	-20cm	人工水路
0m	174cm	養殖場跡地の土手

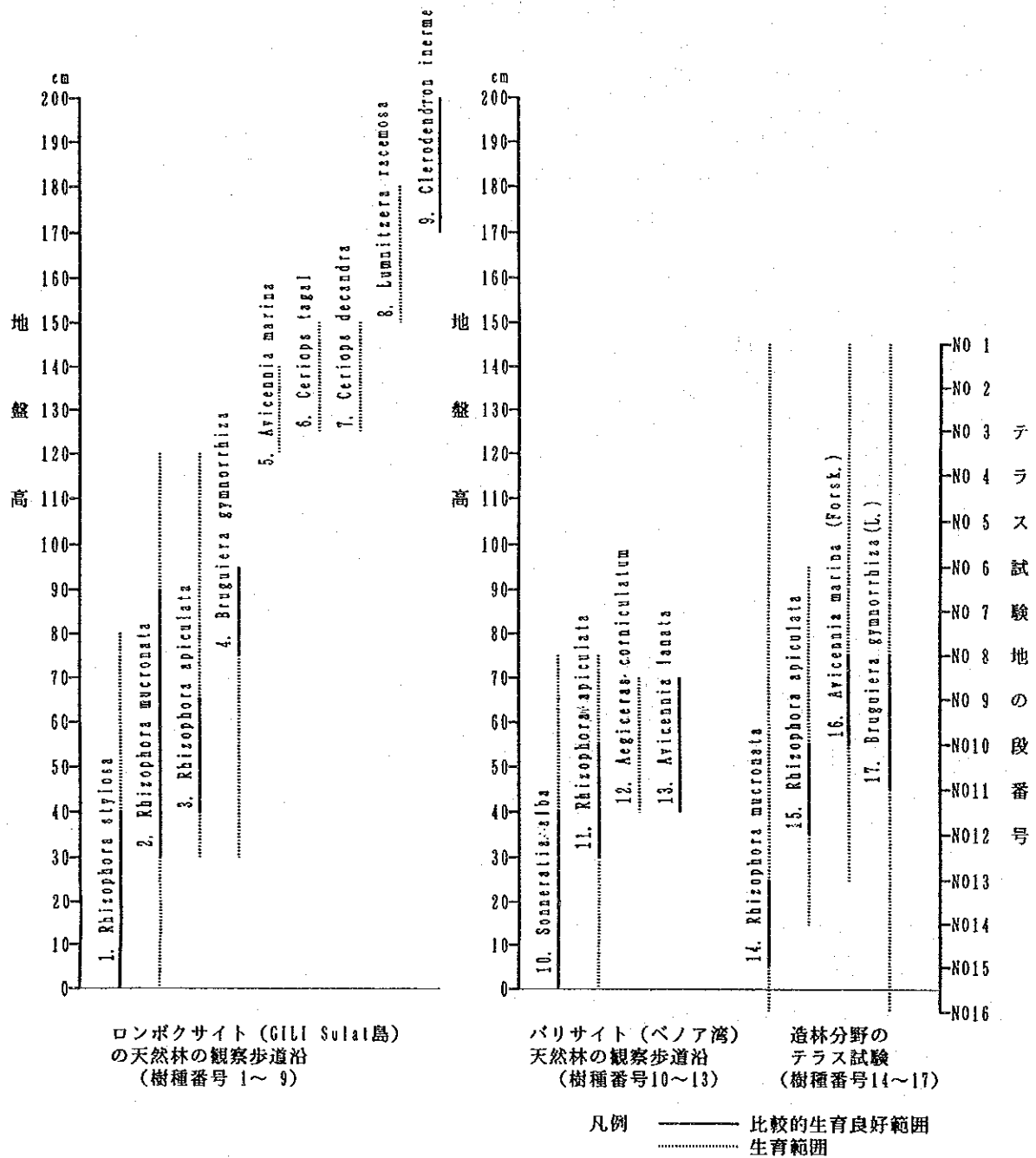
(注) 測点は観察歩道に沿い10m 毎に設置し歩道脇の地盤を測量した。

凡例 so : *Sonneratia alba* J. Smith, alba
 api : *Rhizophora apiculata* BL.
 cor : *Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco
 lana: *Avicennia lanata* Ridl.
 osbo: *Osbornia octodonta* F. Muell. loc. cit.
 mcr : *Rhizophora mucronata* Lamk.



- 凡例 so : *Sonneratia alba* J. Smith. alba
 api : *Rhizophora apiculata* BL.
 cor : *Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco
 lana : *Avicennia lanata* Ridl.
 osbo : *Osbornia octodonta* F. Muell. loc. cit.
 mcr : *Rhizophora mucronata* Lamk.

図2-3-9 バリサイトにおける天然林内縦断植性図



ロンボクサイト (GILI Sulat島)
 の天然林の観察歩道沿
 (樹種番号 1~ 9)

バリサイト (ベノア湾)
 天然林の観察歩道沿
 (樹種番号10~13)

造林分野の
 テラス試験
 (樹種番号14~17)

- (注) ・地盤高の「0 cm」は天然林の林縁沿線の平均地盤高である。
 ・ロンボクサイト (樹種番号 1~ 9) とバリサイト (樹種番号10~17) の「0 cm」の絶対値は等しくない。
 ・バリサイトの天然林の観察歩道沿と造林分野のテラス試験の「0 cm」は共通である。
 ・テラス番号NO16の上端は、天然林林縁沿線の平均地盤高から-6cmの高さである。

図2-3-10 各樹種の生育範囲の比較

3) 土壤堆積量調査

1 調査地当り 10 枚の亚克力板 (15cm × 15cm、図 2-3-11) を天然林内の地際にほぼ均等間隔で下図のとおり設置し、1 年後にその上に溜まった土砂を絶乾重量で測定する。

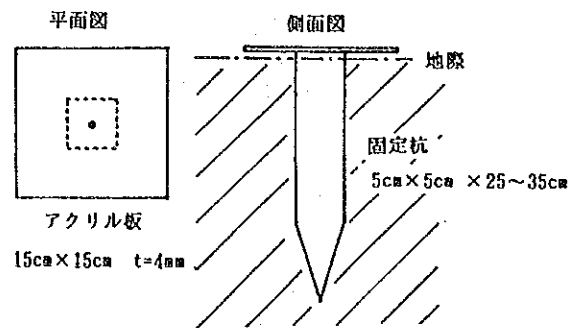


図 2-3-11 土壤堆積量調査装置

結果

堆積量の測定は 94 年 1 月に開始し 1 年間経過していないので、結論は得られないが現在までの観察から下記のように様々な問題があることが判明した。1 年経過した時点で再度手法を検討し直すべきであろう。

・ Gili Sulat 島における調査

10 枚の亚克力板を 94 年 1 月に固定試験地に設置し継続調査中である。天然林内の自然流路に設置した亚克力板を除き、他の亚克力板は泥が堆積して見えない状態である。しかしその堆積現象も以下の問題点が生じ対策が必要である。

- ①亚克力板を地際に設置したが、カニやシャコが巣穴を作るときに土を表面に運び上げるため亚克力板が埋まることが多い。従って実際の堆積量と分離ができない恐れがある。
- ②地元民の侵入はないが、毎木調査や他の調査のたびに調査者の歩行による表土の巻き上げ散乱が生じ堆積量の測定誤差になる。

・ バリサイトの天然林内における調査

10 枚の亚克力板を 94 年 1 月にブロック II 南側天然林内の基盤整備事業で設置したヤシ丸太歩道脇に設置し継続観察中である。亚克力板は泥が堆積して見えない状態であるが、その堆積現象も以下の問題点が生じ対策が必要である。

- ①亚克力板を地際に設置したが、カニやシャコが巣穴を作るときに土を表面に運び上げるため亚克力板が埋まることが多い。従って実際の堆積量と分離ができない恐れがある。
- ②地元住民が天然林内をカニやエビの採取のため頻繁に歩行することが判明した。歩行による亚克力板の破損と表土の巻き上げが生じ堆積量の測定誤差になる。

4) 固定試験区内定期毎木成長調査

A) ロンボクサイトにおける調査

Gili Sulat 島の北西部 (図2-3-12) の林縁部から約80m林内に入った場所に一辺30mの正方形の固定試験区を設定した (図2-3-14)。試験区はその周辺で平均的林相の場所を選んだ。調査による根系へのダメージをさけるため試験区内に、延長175mの木製の歩道を設けた。

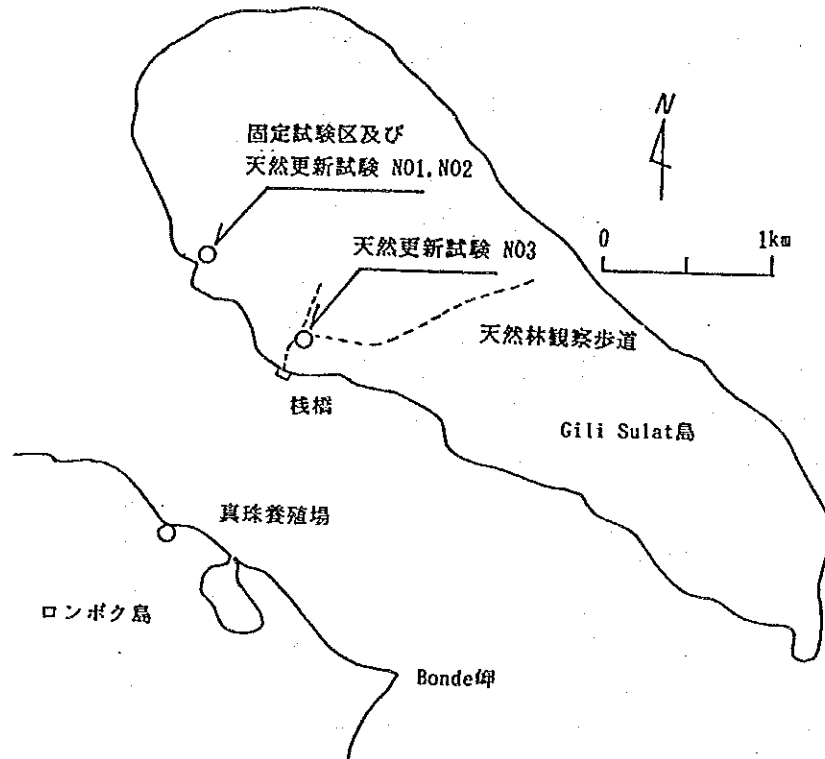


図2-3-12 固定試験区及び天然更新試験位置

毎木調査は試験区を一辺10mの小区画に分け木杭をその交点に設置した。さらにその小区画を一辺5mの区画にナイロンテープで分けた後、直径3cm以上の個体にナンバリングテープとペンキで番号を記入した。

直径の測定高は *Rhizophora* 属の幹が根系から分離する高さ $h=2$ m の位置とした。*Rhizophora* 属の個体のなかには幹の低い部分から枝 (根系) が横方向に著しく伸び、幹と同等の機能がありさらに根を持つ枝が出る場合があり、どれもが幹と判断しても差支えないような個体がある。その場合は一番太い幹を主幹、枝 (根系) でつながっている枝を副幹として調査した (図2-3-13)。一つの個体であるかどうかの判別は、根系のつながりを干潮時に確認する方法で行った。

結果

試験区の個体数は118本で1,311本/haの立木密度である、副幹79本を加えると2,189本/haの立木密度である。樹種構成は個体数では *R. apiculata* が47.5%、*R. mucronata* が27.1%、*B. gymnorhiza* が12.7%、*R. stylosa* が11.0%、*S. alba* が1.7%であった (表2-3-

10、図2-3-15)。上木層の樹高は13～15mである。直径分布は直径4 cmから直径が大きくなるに従い順次本数が減少していく。しかし直径14～16cm付近で一且本数が少なくなり、直径18cmで本数が増えその後また順次本数が減少する (図2-3-16)。

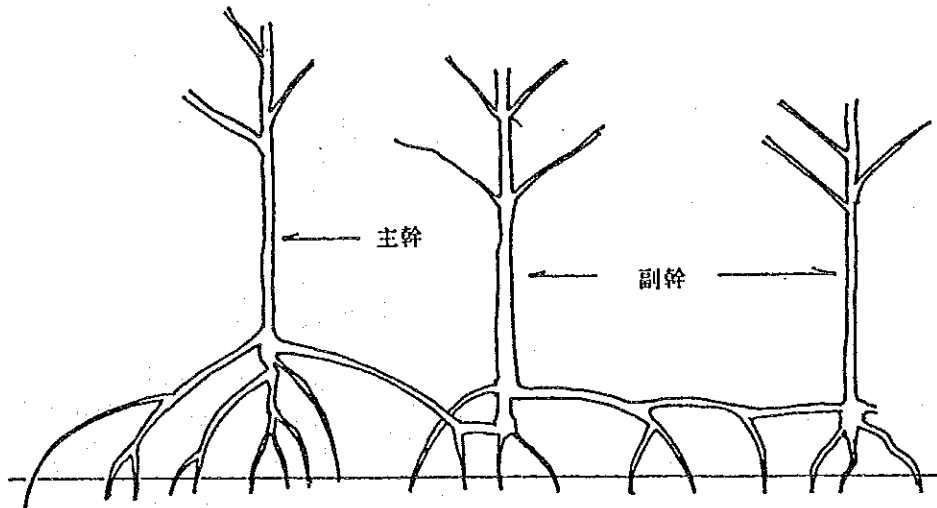


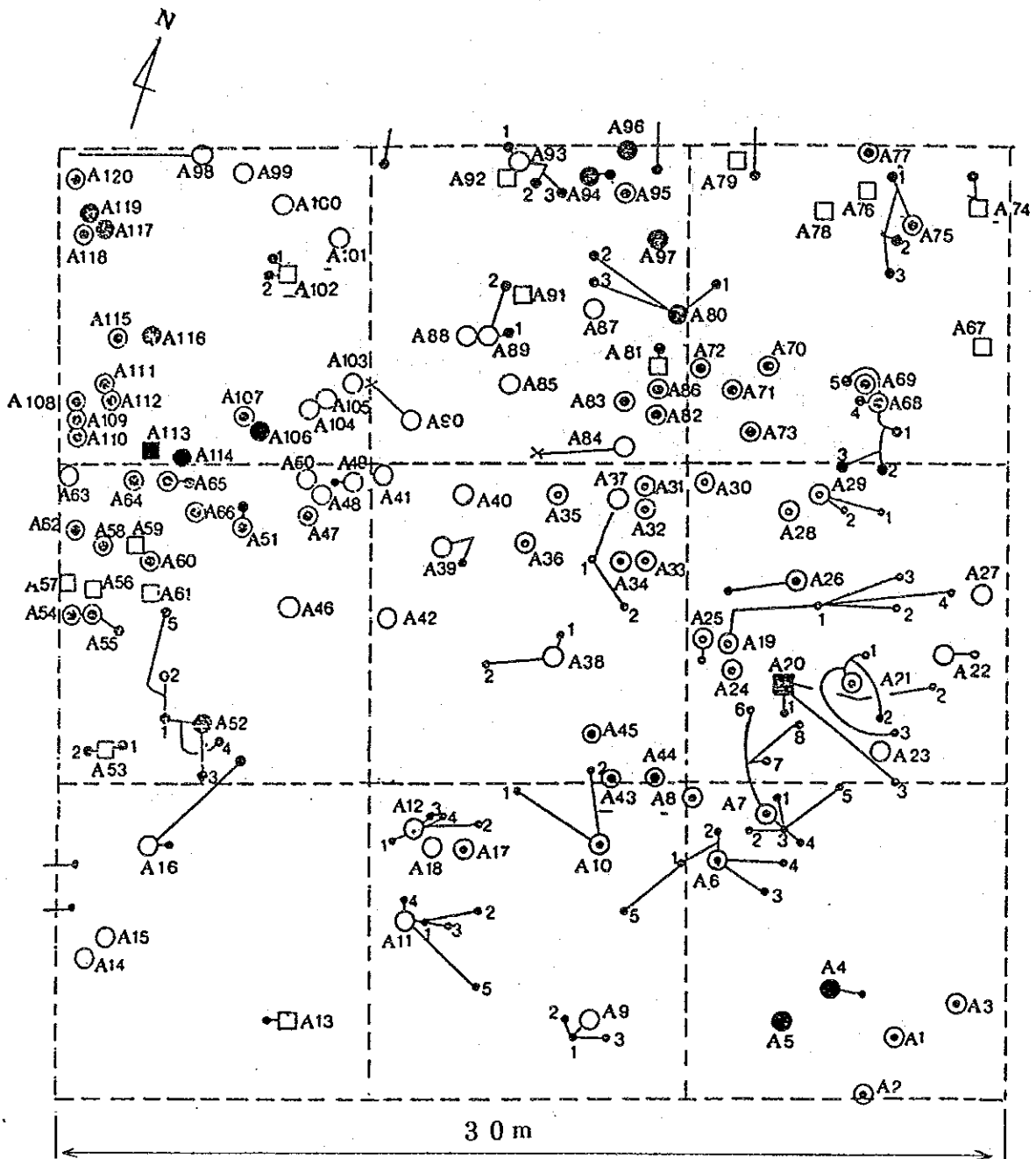
図2-3-13 *Rhizophora apiculata* BL. の樹形

表2-3-10 Gili Sulat島の固定試験区における個体数

区分	api	mcr	sty	bru	son	計	立木密度
主幹 (個体数)	56	32	13	15	2	118	1.311
副幹	36	23	8	8	4	79	878
計	92	55	21	23	6	197	2.189

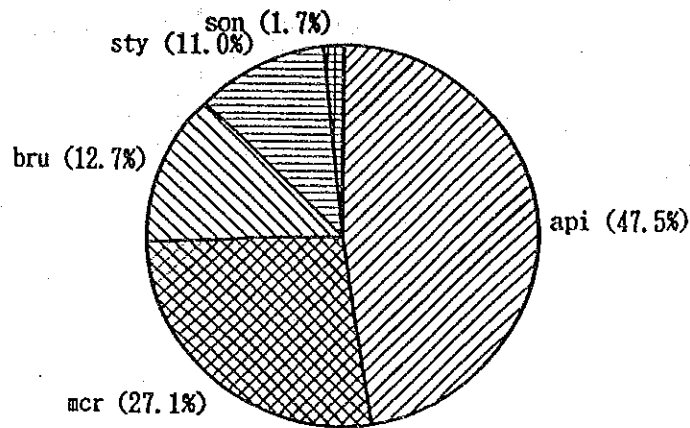
単位：本 立木密度：本/ha

- 凡例
- api: *Rhizophora apiculata* BL.
 - mcr: *Rhizophora mucronata* Lamk.
 - sty: *Rhizophora stylosa* Griff.
 - bru: *Bruguiera gymnorhiza*(L.) Lamk.
 - son: *Sonneratia alba* J. Smith



- (注) 直径測定位置：地際から2mの位置
 測定対象木：直径3cm以上
- 凡例
- ◎□■：主幹
 - ：副幹
 - ◎：Rhizophora apiculata BL.
 - ：Rhizophora mucronata Lamk.
 - ：Rhizophora stylosa Griff.
 - ：Bruguiera gymnorrhiza(L.) Lamk.
 - ：Sonneratia alba J. Smith
 - ×：根の位置

図2-3-14 固定試験区内の個体位置 (Gili Sulat島)



凡例

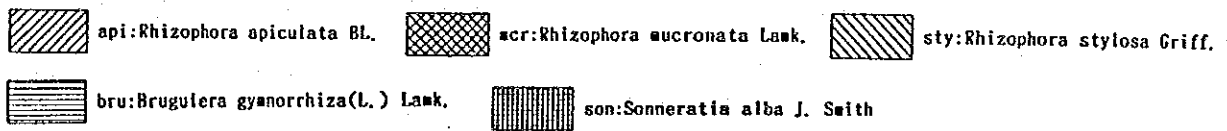
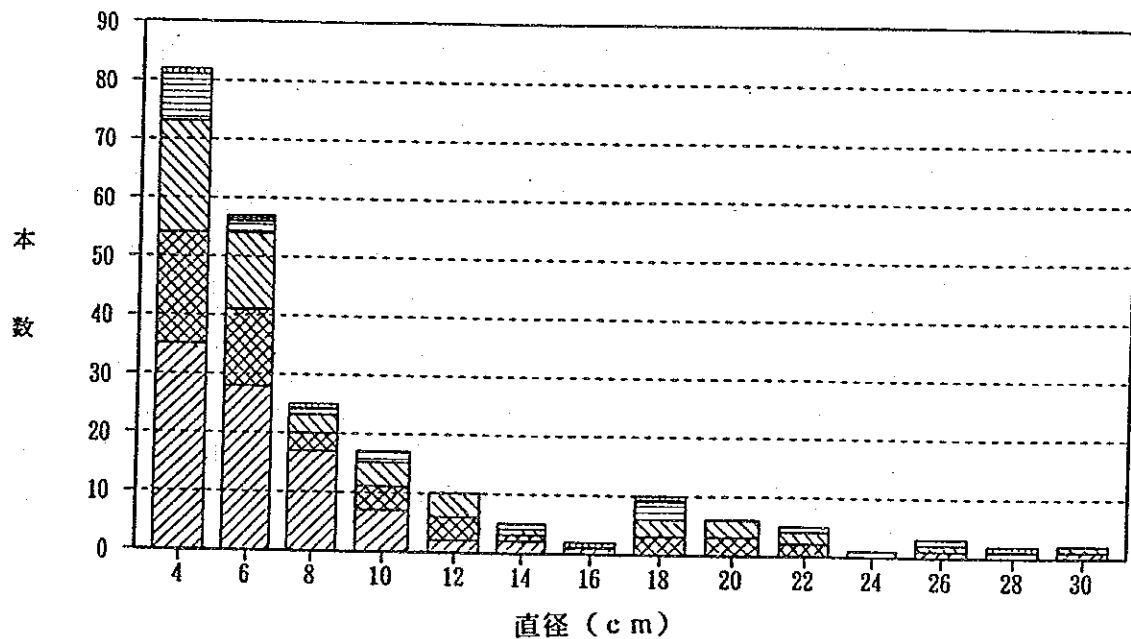


図2-3-15 固定試験区内の樹種構成 (Gili Sulat島)



凡例

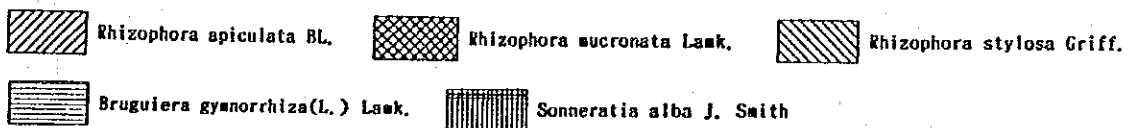


図2-3-16 ロンボクサイト (Gili Sulat島) 固定試験区内樹種別直径区分

試験区内のその他の観察結果は以下のとおりである。

- ① 以前この林分は海岸前面付近にあり *R. stylosa* が優占していたが、その後林縁が沖合に向かい前進した。その結果試験区の自然環境が穏やかになったためか、*R. apiculata* と *R. mucronata* に置き変ってきた。2) - 2) - A) で述べたように *R. apiculata* は幾分高い場所に生育する傾向にあり、*R. mucronata* は地盤の高さに偏りなく生育していることから、恐らく *R. mucronata* が先に侵入してきたと思われる。
- ② *R. apiculata* の樹形は1本の幹から副幹が複数生じているのが多い。この樹形が生じる原因は、種の性質によるものか盗伐や風などで幹が失われ残された枝が横に這うためなのかは不明である。試験区の中では主幹が盗伐され副幹だけが残っている個体があり、副幹は主幹と切り離しても一つの個体として成長ができることを示している。この観察結果から *R. apiculata* は、伏条更新の可能性があるとと思われる。
- ③ *R. mucronata* の樹形は主幹が1本だけの場合がほとんどである。天然林のほかの地域を観察しても根元から株分かれして複数の幹を持つ個体はあるが、*R. apiculata* のように枝（根系）が伸びて副幹を持つ個体は非常に少ない。
- ④ 図2-3-16から直径15cm前後の径級の本数とその前後の径級に比べ少ない、これは地元民が柱材や薪に適する径級を伐採したことによるものと考えられる。
- ⑤ *S. alba* が伏条更新している例が観察された。この観察例と2) - B) で述べた例からも *S. alba* は根元近くの枝を地中に接触させれば発根する可能性があると思われる。

(2) バリサイト（ベノア湾）における調査

(a) *S. alba* 天然林での毎木調査とリター調査

当プロジェクト事務所南側の *S. alba* 天然林内に 30m × 50m の固定試験区を設定した（図2-3-17）。試験区はその周辺で平均的林相の場所を選んだ。調査による根系へのダメージをさけるため試験区内に延長100mの木製の歩道を設けた。毎木調査は試験区を一辺10mの小区画に分け木杭をその交点に設置した。さらにその小区画を一辺5mの区画にナイロンテープで分けた後、直径3cm以上の個体にナンバリングテープとペンキで番号を記入した。

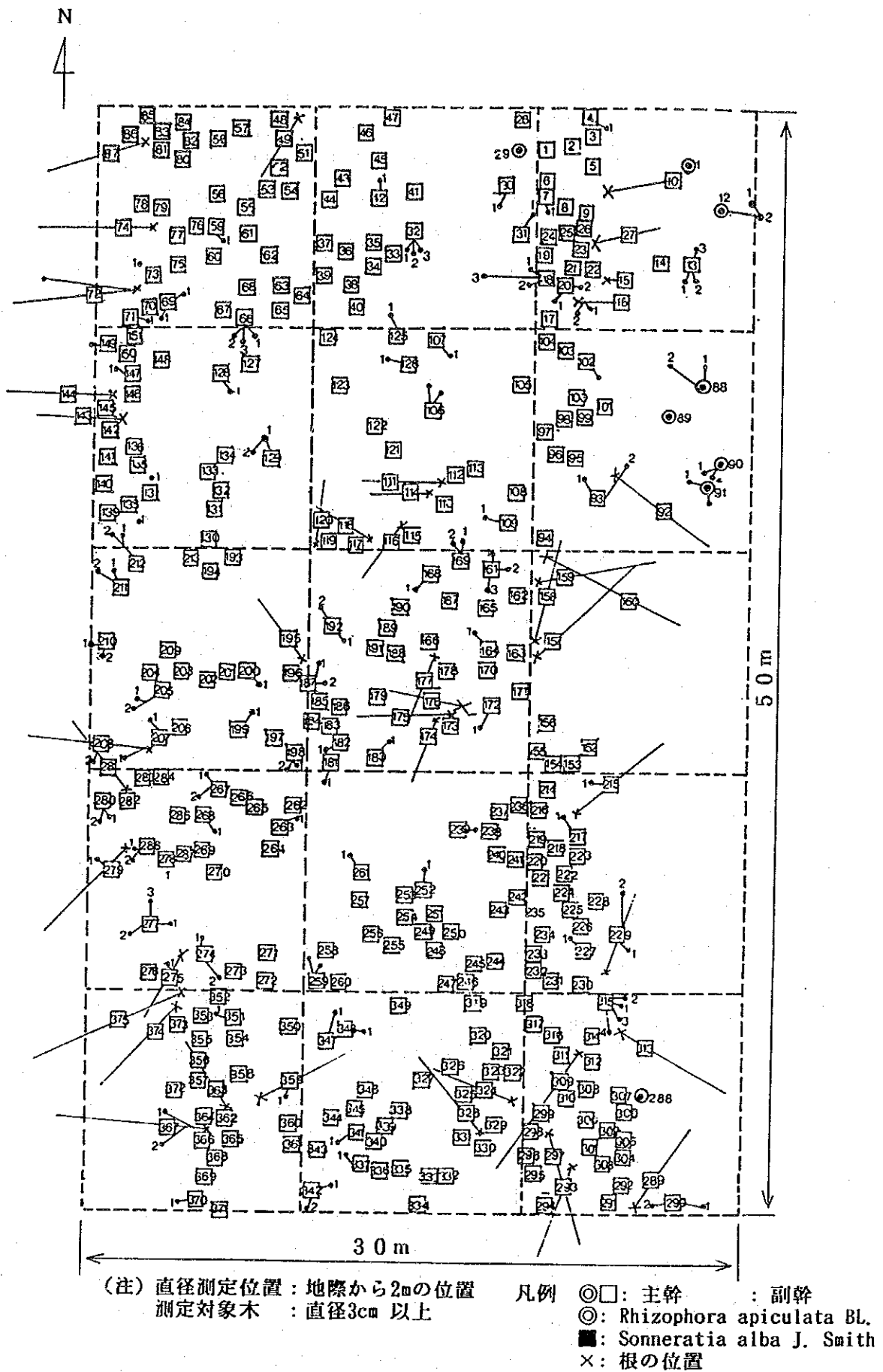


図2-3-17 バリサイト固定試験区内の個体位置 (ペノア湾内天然林)

結果

・毎木調査

試験区の個体数は375本で立木密度は、2,500本/haであり、副幹を加えると3,360本/haの立木密度である。樹種構成は個体数で*S. alba*が98.4%、*R. apiculata*が1.6%である。(表2-3-11)。上木層の樹高は10～12mである。直径分布は直径4 cmから直径が大きくなるに従い順次本数が減少していく(図2-3-18)。

表2-3-11 バリサイト(ベノア湾)の固定試験区における個体数

区 分	son	api	total	立木密度
主幹(個体数)	369	6	375	2,500
副 幹	123	6	129	860
計	492	12	504	3,360

単位：本 立木密度：本/ha

凡例 son: *Sonneratia alba* J. Smith

api: *Rhizophora apiculata* BL

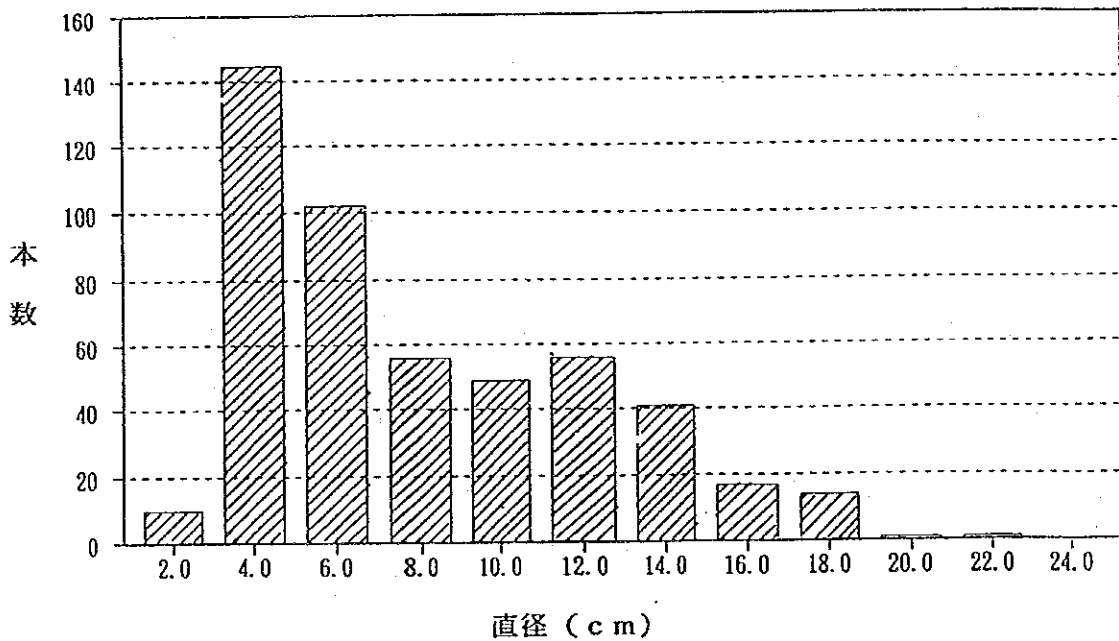


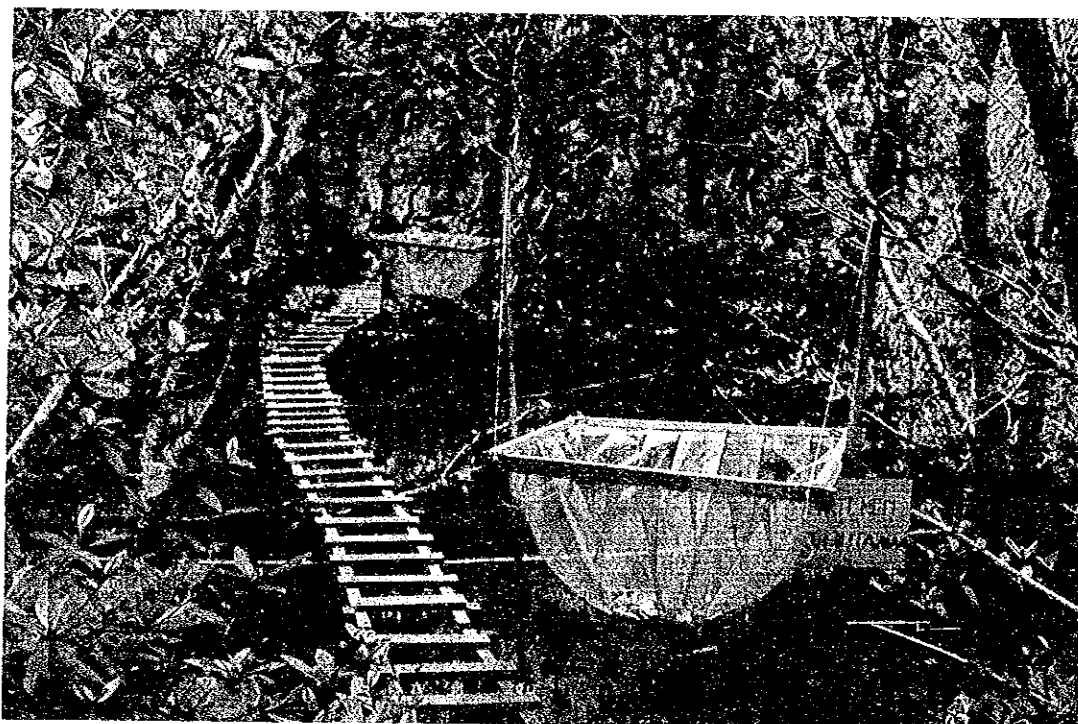
図2-3-18 バリサイト固定試験区の直径分布(ベノア湾)

その他の観察結果は以下のとおりである。

- ① *S. alba*の稚樹は、試験区の中には生育していない。陽樹であるため親木の下では光量が不足していると考えられる。十分光のあたる養殖場跡地では種子が発芽し稚樹が生育している箇所が数箇所見受けられる。

② *R. apiculata*の稚樹は試験区の中で生育しており、樹高9 mに成長している個体もある。将来はこの試験区は *S. alba*林から *R. apiculata*林に遷移していくと考えられる。

③ *S. alba*の個体の中には明らかに伏条更新しているものがある。個体の分布を見ると小集団を形成しているものがあるが、その根元部分は表土に覆われ見えないが1) -B) で述べたように恐らく伏条更新と考えられる。伏条更新となる原因は、*S. alba*は成長しても地際に近い非常にひくい位置の枝が残っている場合があり、その枝が地面に接することにより新たに根を出す性質があることによると考えられる。



リター調査

・リター調査

①リター量は17.16t/ha.yearの結果を得た。葉が68.6%、生殖器官が16.9%、枝が14.3%、その他が0.3%を占める(図2-3-19)。

②リター量は乾季の終りから雨季の初めにかけて増加するが、その他の期間はほぼ一定の値を示し、大きな変動はない。

③リターは、毎日2回の満潮によりほとんどすべて林外に流され、天然林内にリターが層をなして堆積している箇所が見られない。養殖場跡地の隅に若干量堆積するが、大部分は海洋に流れ出ていると考えられ、マングローブ林が沿岸部に有機物を供給する役割は極めて大きいと言える。

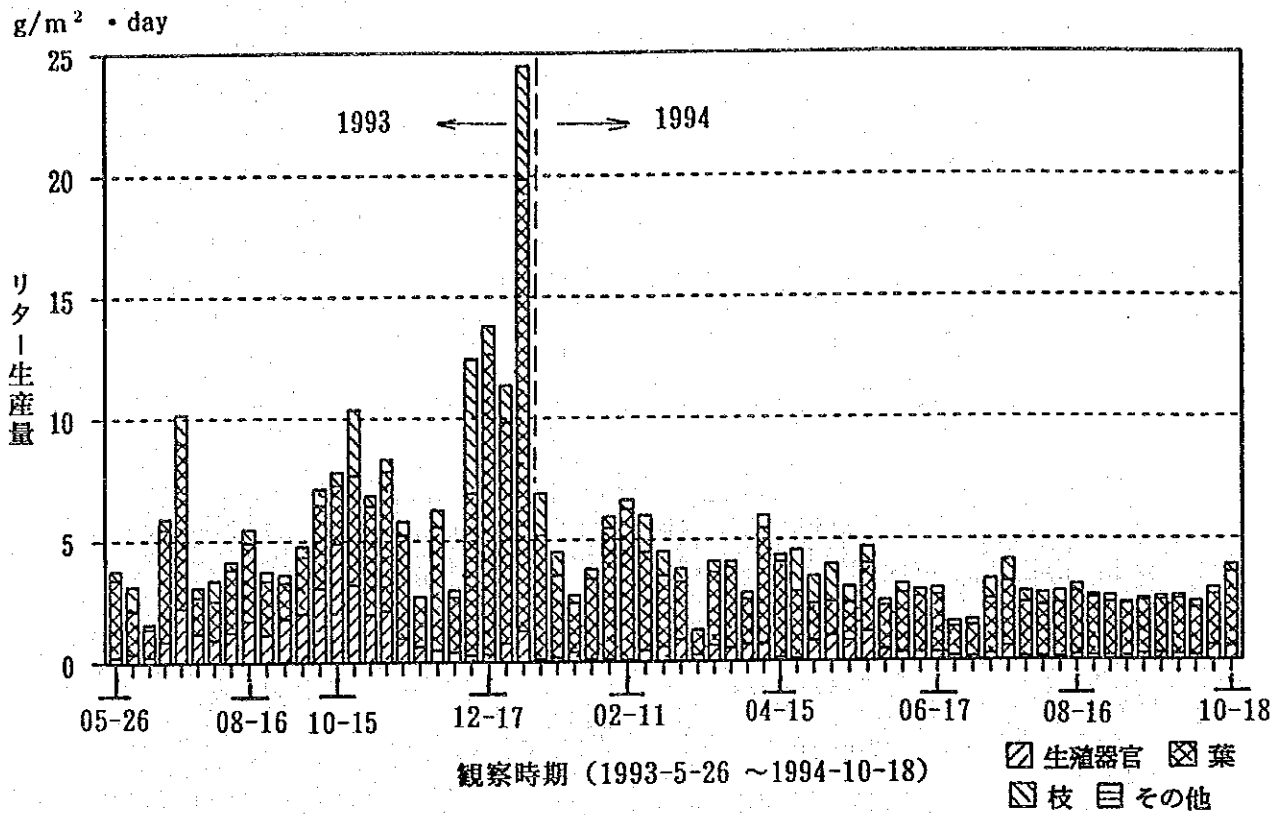


図2-3-19 バリサイト (*Ronneratia alba* 林) のリター生産量

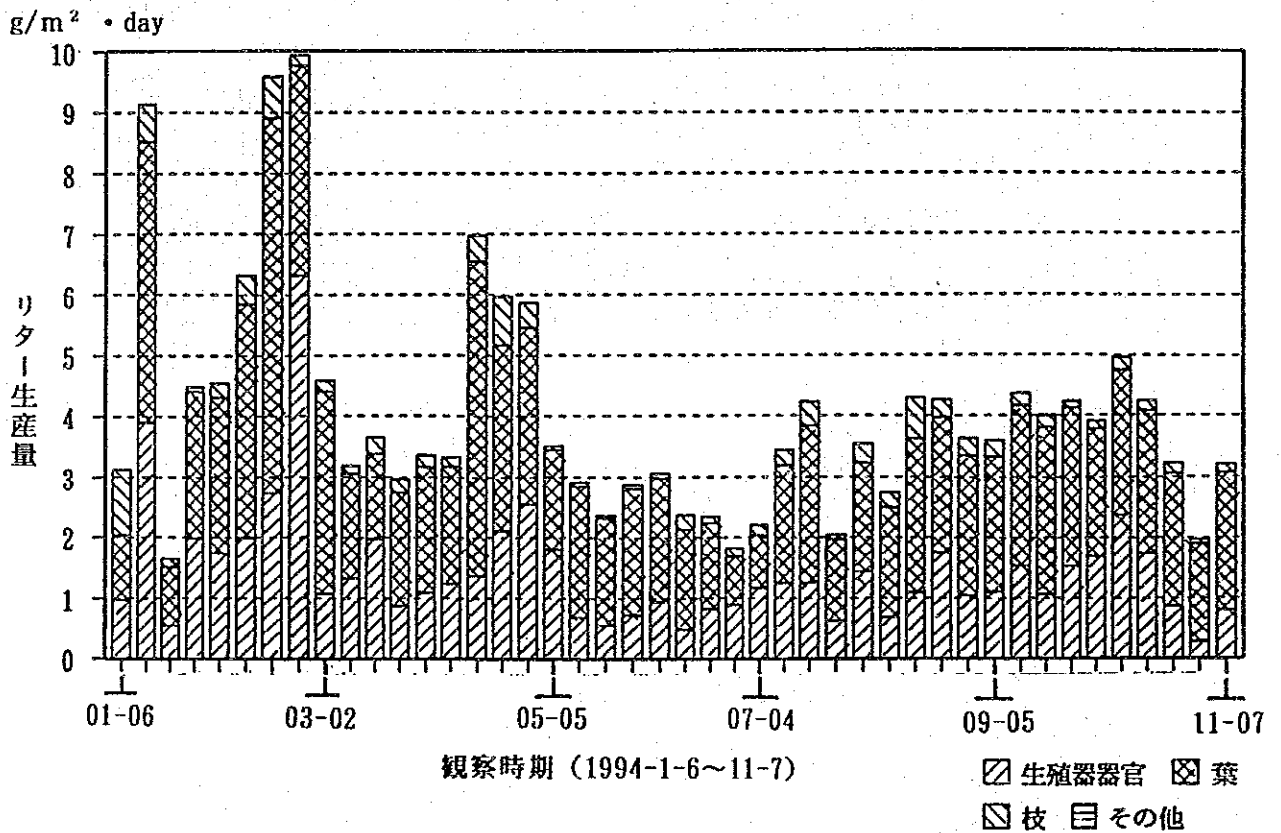


図2-3-19 バリサイト (*Rhizophora apiculata* 林) のリター生産量

④昼間観察した限りでは、リターが大量にカニなどの餌になることは無い。ただしGili Sulat島の天然林の奥深い場所での観察では、リターが一日の干満で林外に流れる去ることなくカニやキバウミニナなどに食べられているのがしばしば観察された。

b) *R. apiculata*天然林でのリター調査

事務所南側の *R. apiculata*天然林に固定試験区を設定中である。対象地の概要は平均樹高が6～7m、樹冠が閉鎖しておらず下枝は2m付近まで枯れ上がり始めた状態である。

試験区設定予定地内に陽樹の *A. corniculatum*の最近枯れた個体があり、試験区の周辺には樹勢の弱った *S. alba*がある。以上のことからこの林分は10～15年以前は、陽樹の *S. alba*や *A. corniculatum*が優占しており、その後 *R. apiculata*が侵入し始め、現在では優占種としておきかわったと考えられる。*R. apiculata*の樹形は根元付近から株立し複数の幹があり単独木的な形状を残しているが、養殖場跡地の単独木に比べると支柱根が少なく幹の数も少ない。Gili Sulat島の天然林の中のうっ閉した場所にある幹のはっきりした樹形の *R. apiculata*と養殖場跡地の単独木との中間的形状である。

結果

①リター量は14.64t/ha.yearの結果を得た。葉が57.5%、生殖器官が36.1%、枝が6.4%、その他は微量である(図2-3-20)。

②リターは、*S. alba*林と同じく毎日2回の満潮によりほとんどすべて林外に持ち去られ、現場にリターが層をなして堆積している箇所が見られない。*S. alba*林と同様に沿岸部に有機物を供給する役割は極めて大きいと言える。

③ *S. alba*林と同様にカニなどの餌になるリターは極めて少ないように観察された。

5) 天然林内更新過程調査

試験区No.1は固定試験区の内部の地盤高0～20cmの箇所に設けた。表層土壌はマングローブ泥で調査時に20cmほどぬかるむくらいに軟弱である。固定試験区の毎木調査(d=3cm以上)の調査木より小さな個体のみを対象とし、稚樹データと上層木データの間に空白が生じないようにした。

試験区No.2は固定試験区の内部の地盤高80～100cmの箇所に設けた。表層土壌はサング砂で比較的堅い地盤である。

試験区No.3は林縁から330m内部に入った観察歩道脇の地盤高約90cmの高さの場所に設けた。表層土壌はマングローブ泥で調査時に30cmほどぬかるむくらいに軟弱である。

結果

試験区No.1は上層木の林冠がうっ閉しており、3箇所の試験地では一番光量の少な

い場所である。稚樹の樹種はすべて *R. mucronata* である。これは暗くさらに地盤が低い
ため他の種では初期の成長ができないためによると思われる。

試験区 No. 2 は上層木の林冠が完全にうっ閉しておらず林冠の隙間は No. 1 より多い。
稚樹の *R. apiculata*、*R. mucronata*、*B. gymnorhiza* の3種である。

試験区 No. 3 は試験区の真上が母樹である *R. mucronata* の樹冠に覆われている。しかし
付近は不法伐採で大きく林冠が開いた状態であるため、側方からの光が十分に当たる場
所で3箇所の試験地の中で一番明るい。

稚樹はすべて *R. mucronata* であるのは、*R. mucronata* の樹冠直下であるためと考えられ
るが、試験地に接して *B. gymnorhiza* の成木があるにもかかわらず *B. gymnorhiza* の稚樹
は無い。

1994年7月、9月、11月に調査し以下の考察を行なった。

- ①3回の観察ですでに枯死消滅した個体がある、原因は不明なため今後観察を続ける必要
がある(表2-3-12、表2-3-13、表2-3-14)。一番明るいNo.3試験地で枯死消滅する個体
が少ない結果となった。

表2-3-12 天然更新試験区No.1 調査結果

樹種	7月14日	9月15日	11月15日	増減(本)
<i>R. mucronata</i>	21	19	17	-4
計	21	19	17	-4

(1994年)

R. mucronata: *Rhizophora mucronata* Lamk.

表2-3-13 天然更新試験区No.2 調査結果

樹種	7月14日	9月15日	11月15日	増減(本)
<i>R. mucronata</i>	4	4	3	-1
<i>R. apiculata</i>	10	9	7	-3
<i>R. stylosa</i>	2	1	1	-1
<i>B. gymnorhiza</i>	3	3	3	0
計	19	17	14	-5

(1994年)

R. mucronata: *Rhizophora mucronata* Lamk.

R. apiculata: *Rhizophora apiculata* Bl.

R. stylosa: *Rhizophora stylosa* Griff.

B. gymnorhiza: *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lamk.

表2-3-14 天然更新試験区 No. 3 調査結果

樹種	7月14日	9月15日	11月15日	増減(本)
R. mucronata	34	34	34	0
R. mucronata	0	52	52	0 *
計	34	86	86	0

(1994年)

*追加観察

R. mucronata : *Rhizophora mucronata* Lamk.

②No. 2 試験地に節数が47節、茎長57cmの *B. gymnorhiza* の稚樹がある、一般に一つの節は1.5~2.0ヶ月で形成されることから、この対象木は5.8~7.8年間もこの稚樹の状態で生き続けていることになる。なぜ上長生長をしないのか不明である。

③観察歩道を利用した試験区設定と調査は、歩行が簡単で安全であることと作業が比較的楽になるため、今後は天然林内に造林するなど条件を変えて試験区を増やすことも可能である。

④No. 2 の試験区付近は、不法伐採により林冠が開いた状態である。しかし母樹の直下以外で稚樹の生育地の分布にバラツキが生じているのはなぜであるか不明である。微小地形によるものかどうか調査課題として残る。

6) 造林地での動物層の変遷調査

当調査は各分野の短期専門家が調査する予定であり、専門家は天然林内と造林地で観察された動物を写真や捕獲し標本とし記録するにとどめた。

観察された種は、分類毎に下記のとおりであった。特に鳥類については、バリ鳥が南半球と北半球を往復する渡り鳥のコースになっているため様々な鳥が立ち寄っているとされている。

またカニは内陸側に陸性の大型のミナミオカガニ、養殖場跡地のコンクリート水門などに半陸性のイワガニ、養殖場跡地や天然林の中の干潟を好むスナガニの仲間が生息しており変化に富んでいる。また食用にされるワタリガニの仲間も3種確認された。

なお記録された動物は、特に注釈されていない限り当事務所周辺の動物である。

鳥類10種

- サギ類 *Pulmed egret* (?)
- シギ類 *Wood sandpiper* (?)
- シギ類 *Swinhoe's snipe* (?)
- ハト類 *Black-backed imperial pigeon* (?)
- カワセミ類 *King fisher* (?)

猛禽類他4種類

甲殻類20種

(同定者：鹿児島大学水産学部鈴木廣志先生)

クルマエビ科 (<i>Penaeidae</i>)	3種類	
<i>Penaeus ?semisulcatus</i>		(写真-7)
<i>Penaeus (Fenneropenaeus) indicus</i>		
<i>Metapenaeus ?moyebi</i>		(写真-8)
テッポウエビ科 (<i>Alpheidae</i>)	1種類	
<i>Alpheeus ?lobidens</i>		
ハサミシャコエビ科 (<i>Laomediidae</i>)	1種類	
<i>Laomedia ?astacina</i>		
オキナワアナジャコ科 (<i>Thalassinidae</i>)	1種類	
<i>Thalassina sp.</i>		
ワタリガニ科 (<i>Portunidae</i>)	3種類	
<i>Portunus pelagicus</i>		(写真-9, 10)
<i>Scylla serrata</i> (2 types)		(写真-11, 12)
<i>Thalamita crenata</i>		(写真-13, 14)
イワガニ科 (<i>Grapsidae</i>)	3種類	
<i>Metopograpsus latifrons</i>		(写真-15, 16)
<i>Sesarmops ?impressum</i>		(写真-17)
<i>Neopisesarma (Neopisesarma) lafondi</i>		
オカガニ科 (<i>Gecarcinidae</i>)	1種類	
<i>Cardisoma carnifex</i>		
スナガニ科 (<i>Ocyropodidae</i>)	7種類	
<i>Uca (Thalassuca) vocans</i>		(写真-18, 19)
<i>U. (Deltuca) dussumieri dussumieri</i>		(写真-20, 21, 22)
<i>U. (D.) coarctata coarctata</i>		(写真-23, 24, 25)
<i>U. (D.) demani demani</i>		(写真-26, 27, 28)
<i>U. (Australuca) bel lator bellator</i>		(写真-29, 30, 31, 32, 33)
<i>Macrophthalmus (Venitus) latreillei</i>		(写真-34, 35, 36, 37)
<i>M. (Mareotis) pacificus</i>		(写真-38, 39)
オウギガニ科 <i>Xanthidae</i> (未同定)		(写真-40, 41)

爬虫類5種

大トカゲ (天然林内)

ウミヘビ (小型、黒色と黄色の斑、天然林内、有毒)

ヘビ (小型、黒色、苗畑内)

ヘビ (大型、黒色、養殖場跡地内の水中、有毒)

ヘビ (小型、緑色、天然林内、有毒)

哺乳類2種

ネズミ (天然林内、苗畑) (写真-42, 43, 44)

サル (Gili Sulat)

魚類 4 種

サヨリ類

その他

1 種類 (天然林内)

3 種類程

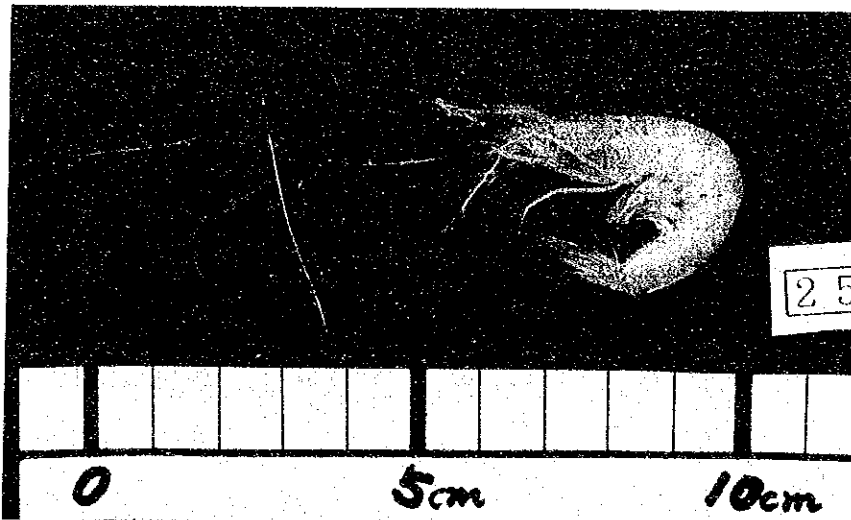


写真-7 *Penaeus (Penaeus)? semisulcatus*
クルマエビ? クルマエビ科 (Penaeidae)

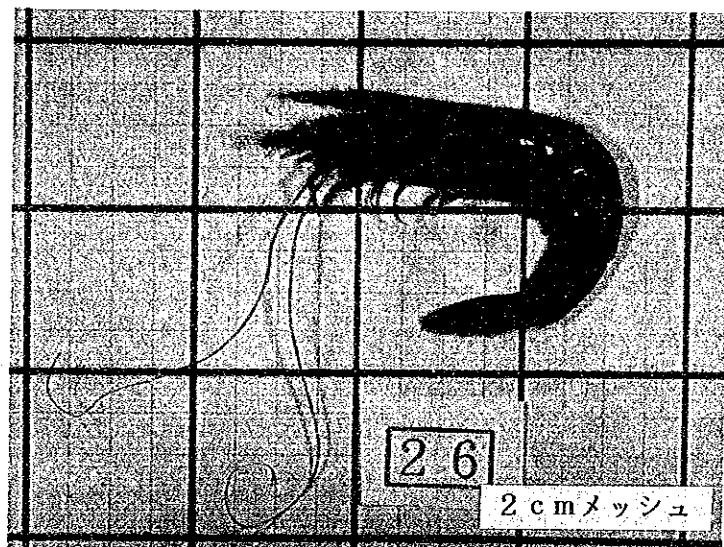


写真-8 *Metapenaeus ? moyebi*
ヨシエビ? クルマエビ科 (Penaeidae)

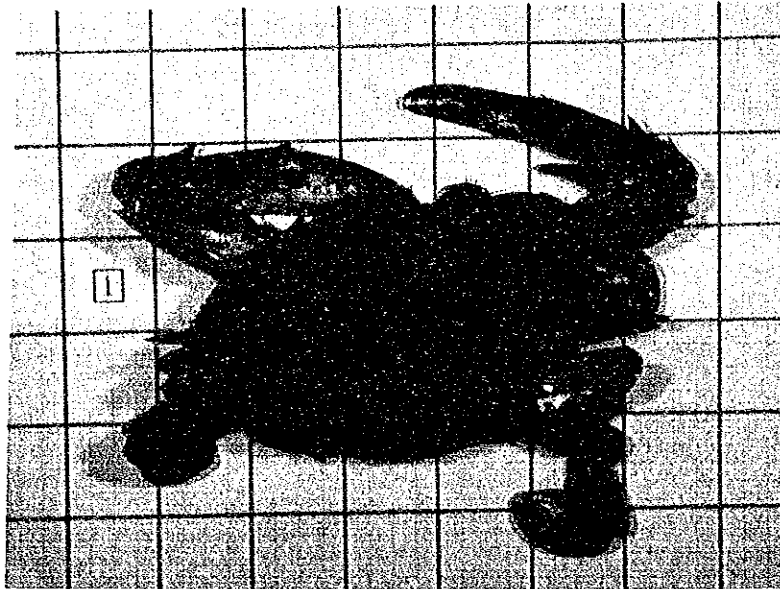


写真-9 *Portunus*(*Portunus*) *pelagicus*
台湾ガザミ ワタリガニ科 (*Portunidae*)
2 cm メッシュ

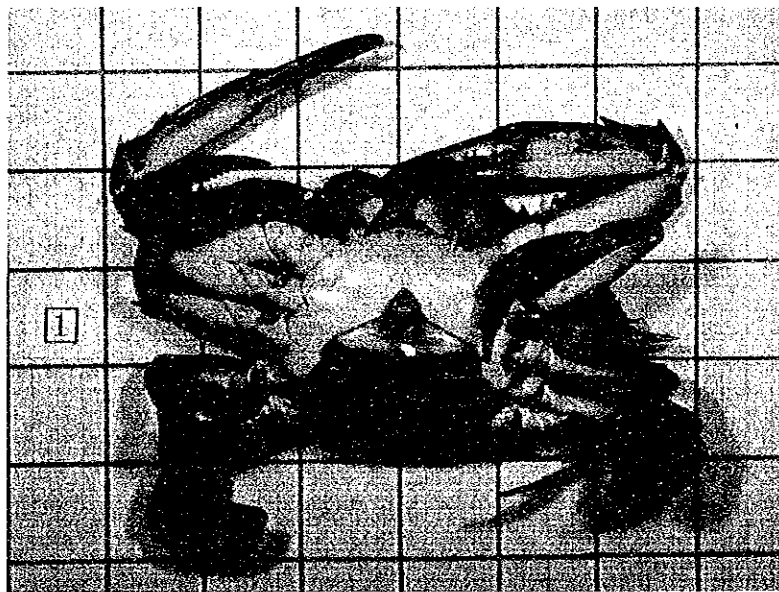


写真-10 *Portunus*(*Portunus*) *pelagicus*
台湾ガザミ ワタリガニ科 (*Portunidae*)
2 cm メッシュ

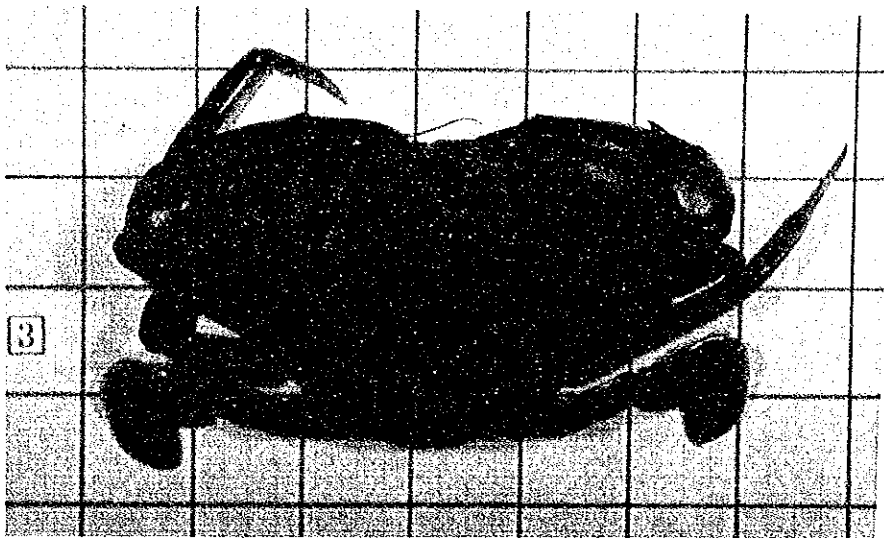


写真-11

2 cm メッシュ

Scylla serrata

ノコギリガザミ (雌) ワタリガニ科 (Portunidae)



写真-12

2 cm メッシュ

Scylla serrata

ノコギリガザミ (雌) ワタリガニ科 (Portunidae)

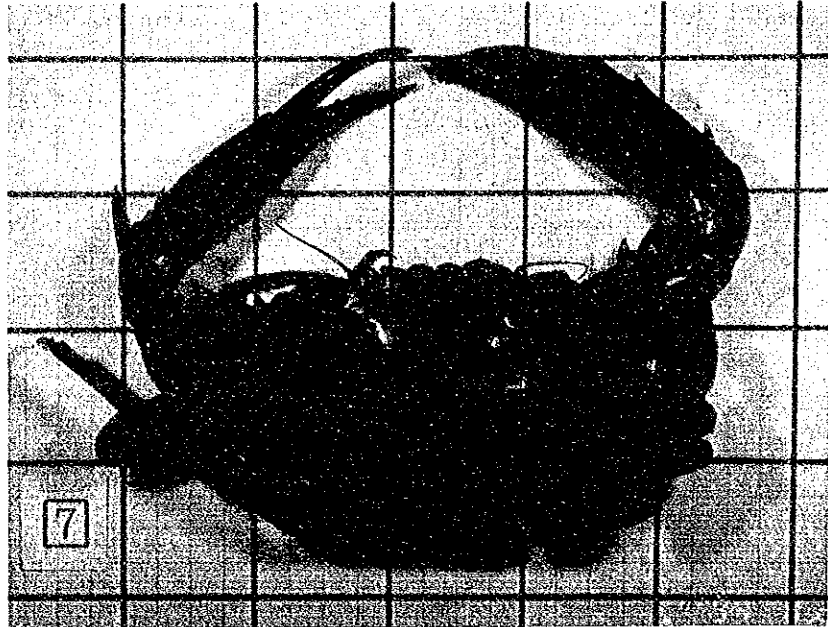


写真-13

2 cmメッシュ

Thalamita crenata

ミナミベニツケガニ ワタリガニ科 (Portunidae)

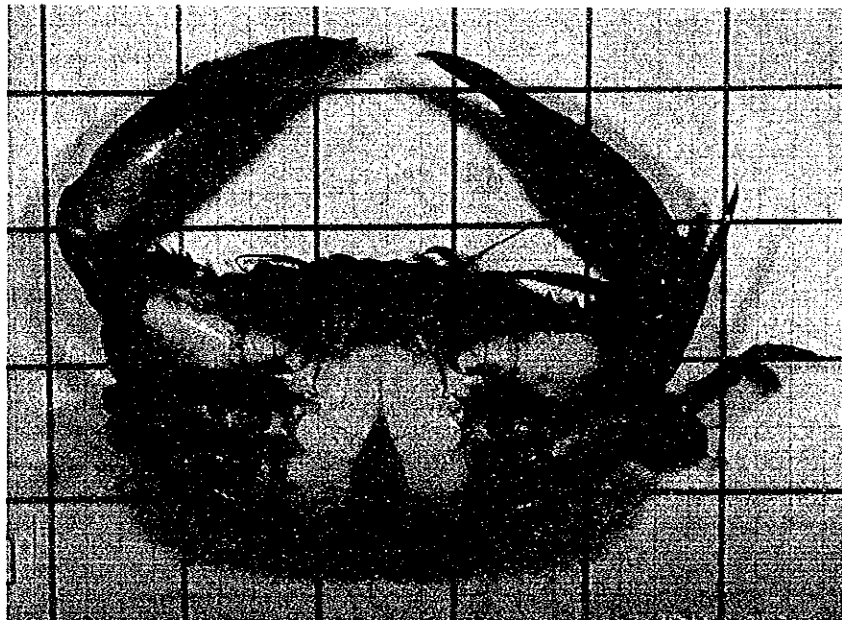


写真-14

2 cmメッシュ

Thalamita crenata

ミナミベニツケガニ ワタリガニ科 (Portunidae)

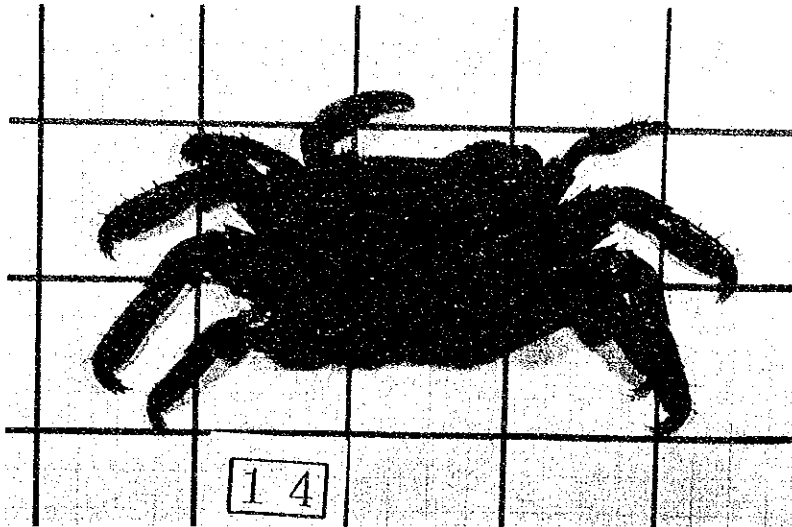


写真-15

2 cmメッシュ

Metopograpsus latifrons

クイラハシリイワガニ イワガニ科 (Grapsidae)

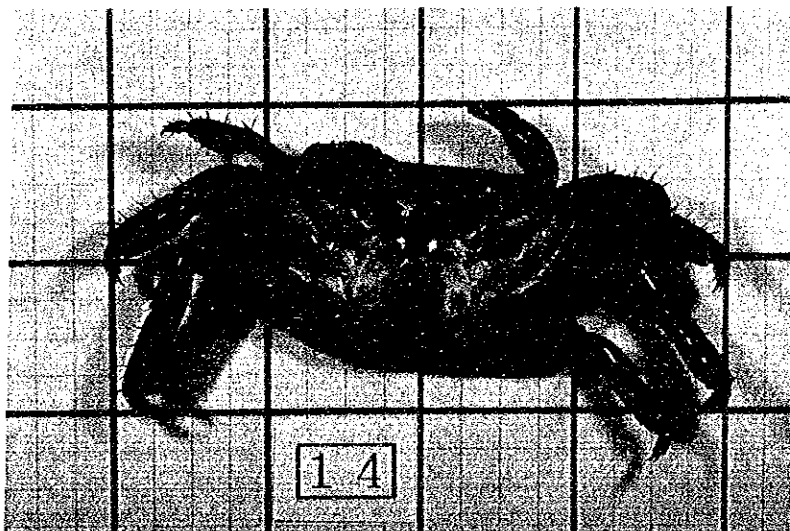


写真-16

2 cmメッシュ

Metopograpsus latifrons

クイラハシリイワガニ イワガニ科 (Grapsidae)

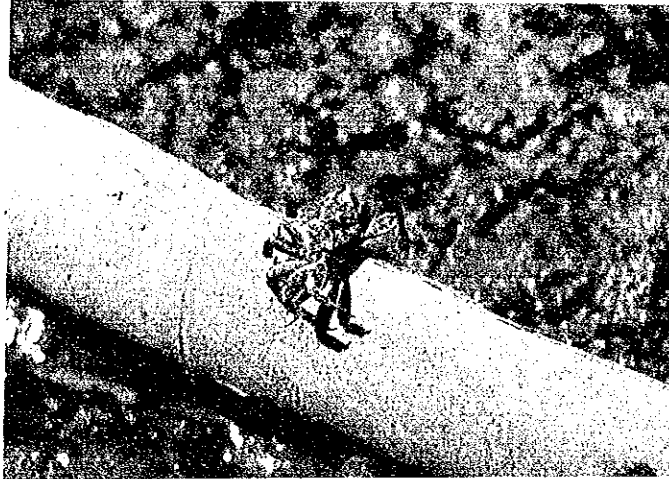


写真-17

Sesarmops ?impressum

台湾ベンケイガニ? イワガニ科 (Grapsidae)

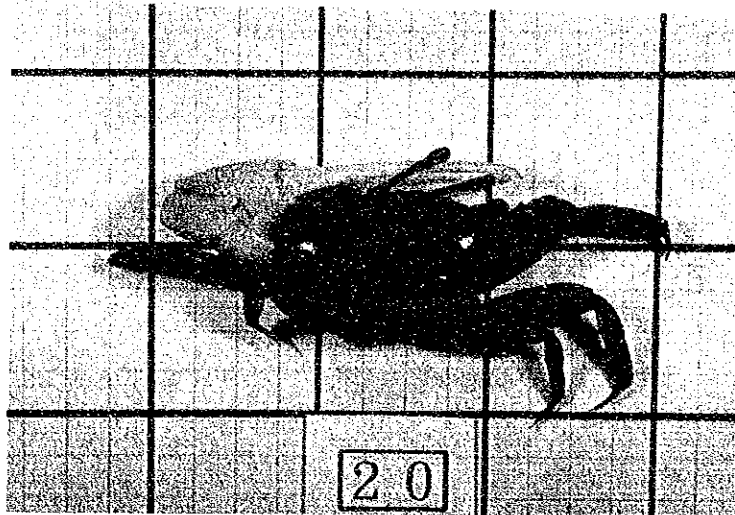


写真-18

2 cmメッシュ

Uca(*Thalassuca*) *vocans*

ヒメシオマネキ スナガニ科 (*Ocypodidae*)

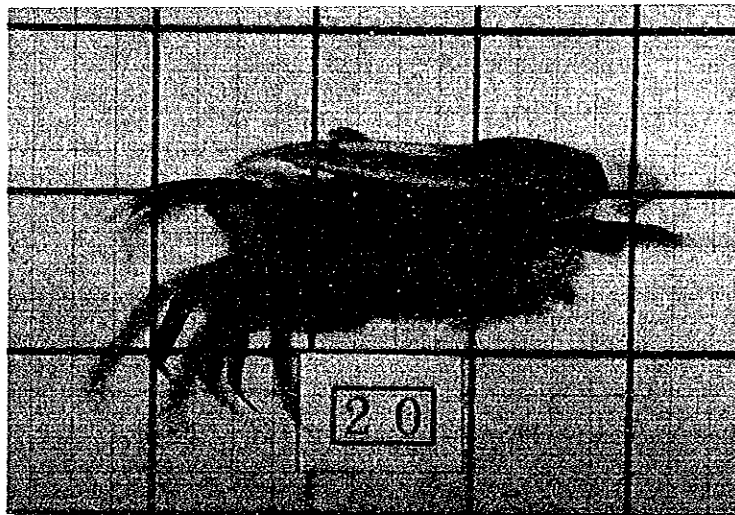


写真-19

2 cmメッシュ

Uca (*Thalassuca*) *vocans*

ヒメシオマネキ スナガニ科 (*Ocypodidae*)

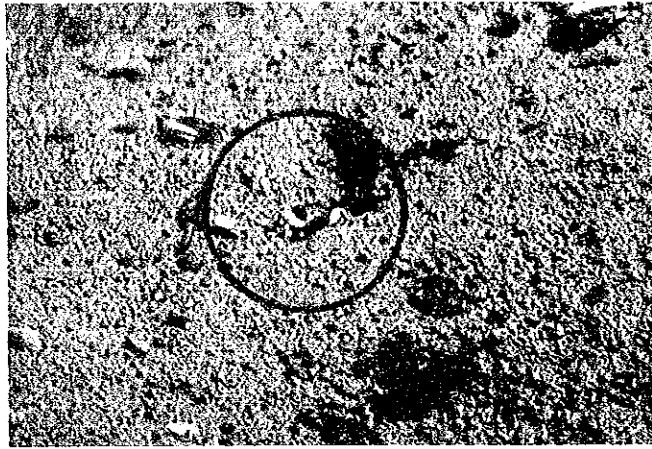


写真-20

U. (Deltuca) dussumieri dussumieri
 ヤエヤマシオマネキ (雌) スナガニ科 (Ocypodidae)

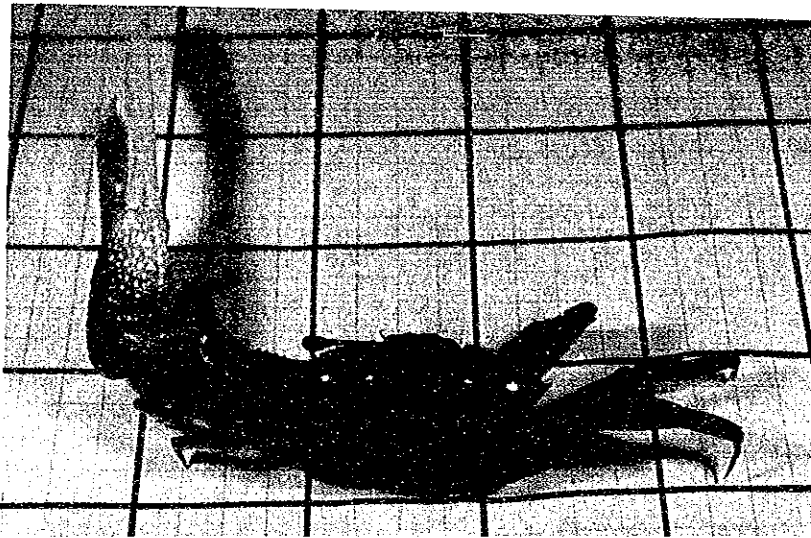


写真-21

U. (Deltuca) dussumieri dussumieri
 ヤエヤマシオマネキ (雄) スナガニ科 (Ocypodidae)

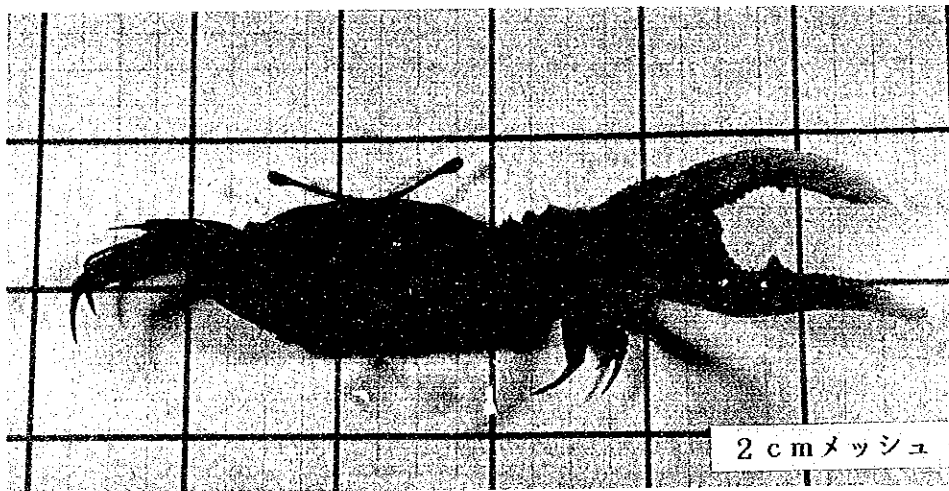


写真-22

2 cmメッシュ

U. (Deltuca) dussumieri dussumieri
 ヤエヤマシオマネキ (雄) スナガニ科 (Ocypodidae)