

インドネシア・マングローブ林  
資源保全開発現地実証調査  
計画打合せ調査団報告書

平成5年9月

国際協力事業団



林 開 林
J R
93-45



 LIBRARY



111864(3)

国際協力事業団

26068

インドネシア・マングローブ林

資源保全開発現地実証調査

計画打合せ調査団報告書

平成5年9月

国際協力事業団



## 序 文

国際協力事業団は開発協力事業の一環として、平成4年12月からインドネシア共和国においてマングローブ林跡地の回復技術、並びに造林地（回復地）における持続的開発・保全技術に係る基礎的なデータ収集等を目的とした現地実証調査を開始しました。

このたび当事業団は、本実証調査の今後の事業計画策定に当たり、現地専門家と試験設計を協議・検討するため、平成5年5月16日から5月27日まで林野庁指導部計画課海外林業協力室長 三島征一氏を団長とする計画打合せ調査団を派遣しました。

調査団はインドネシア共和国関係者と協議を行うとともに現地調査を実施し、帰国後の作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

本報告書が本実証調査の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、今回の調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成5年9月

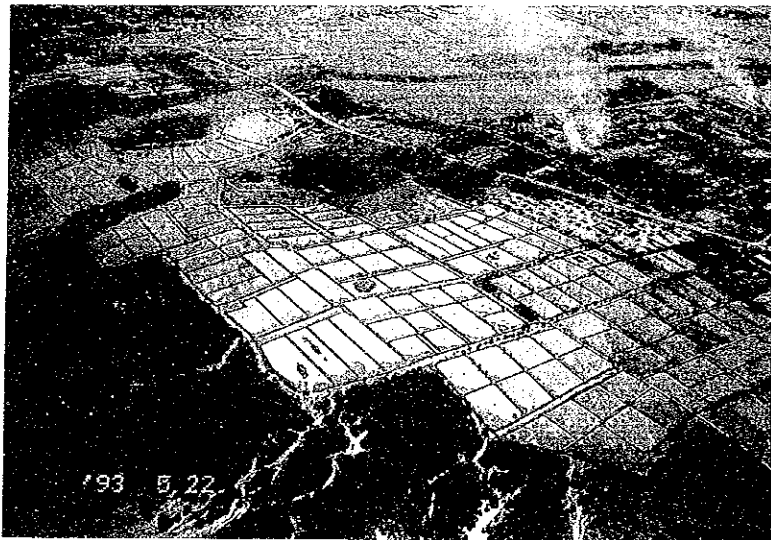
国際協力事業団  
理事 田口俊郎





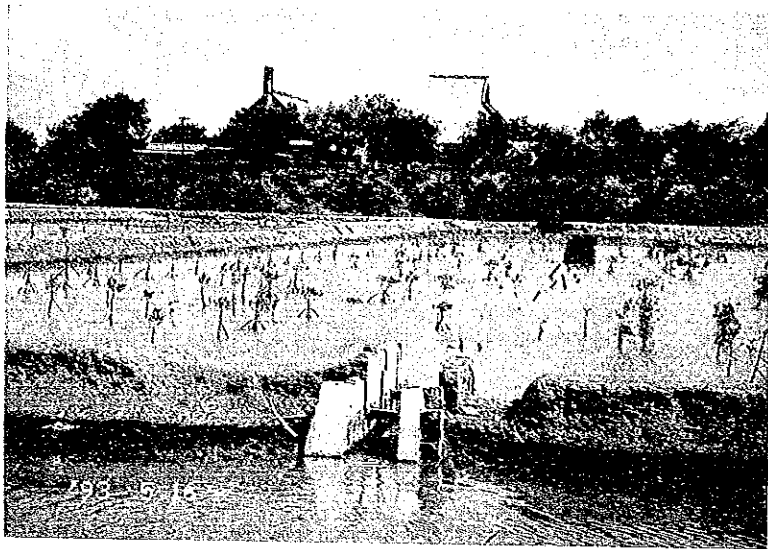


機上よりプロジェクト撮影。  
上部に飛行場、下部国道から  
白い道路がセンター予定地へ  
向けて伸びているのが見える。  
向かって左がプノア湾、右は  
ヌサドゥビーチ。

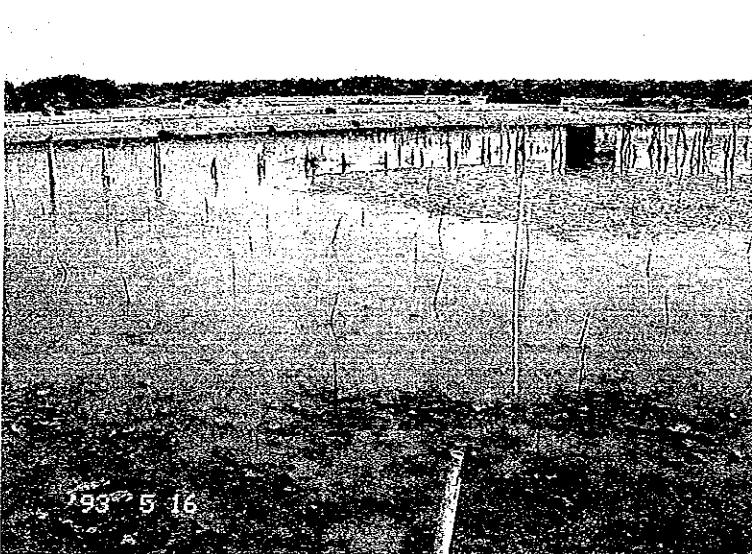


同上  
真中やや上よりセンター予  
定地、Block II、Block III  
のTambak。





91年DINAS(州営林局) 植栽地。  
活着良好、手前にエビ養殖池  
当時の水門。

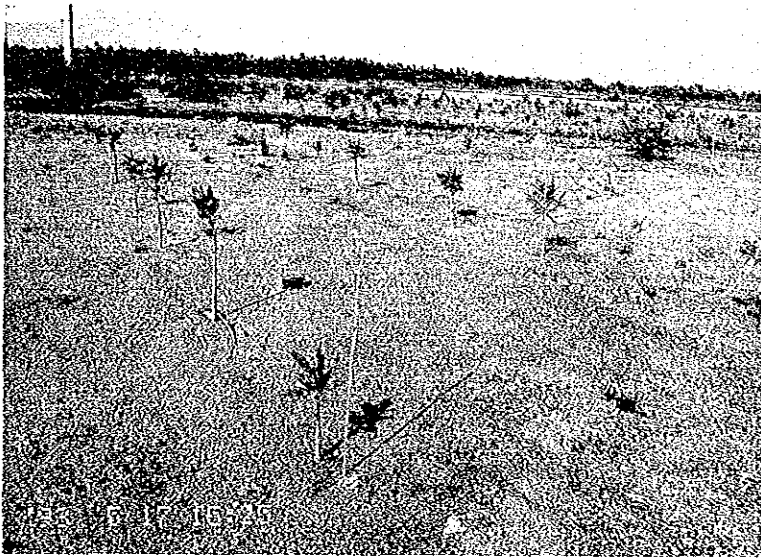


同 Dinas植栽地、活着不良。  
ほとんどが立ち枯れ状態。



Tambakごとに条件が異なるの  
みならず、同一Tambak内でも  
これだけの高低差ができてい  
る。





国道沿い、プロジェクトサイトの近くにある笹川財団造林地。節間があまり伸びていない。



ブノア湾内の天然林に残る大木。



ブノア湾内天然林で根こそぎでなく、株の一部を伐採した跡、生態系を壊さず上手に利用している。





ギリプタガン島  
植栽予定地近く。  
伐採跡に天然更新している。



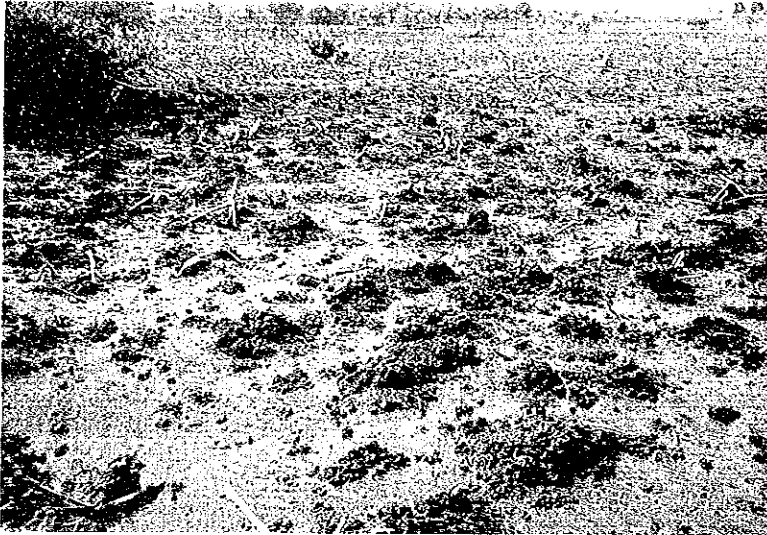
同  
南側入江のSanneratia



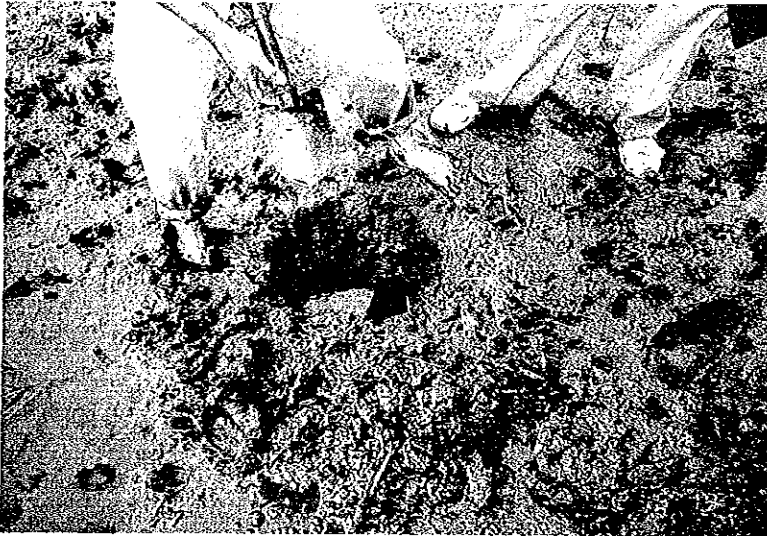
同  
内部の陸地部分。  
雑草原化し、部分的に陸生樹  
木が生育している。







ギリブタガン島  
南側入江、有機質を多量に含んだ泥。シャコ山が発達中。



同  
前生樹の地下根未分解のため  
タンニン色を呈している。  
通水性は良好。



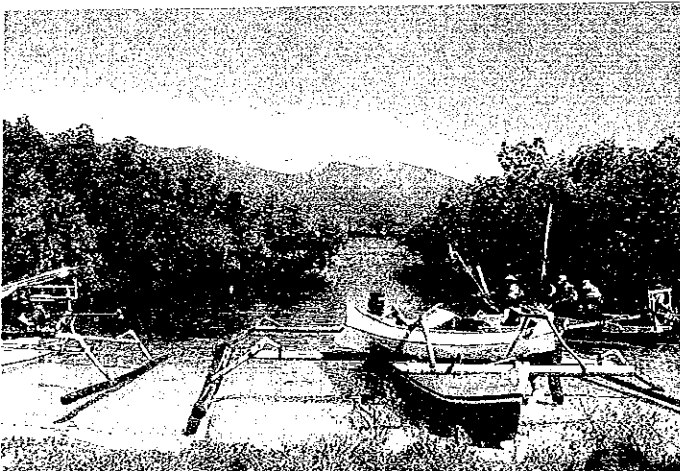
同  
シオマネキが多数生息。



ギリスラット島  
天然林内部

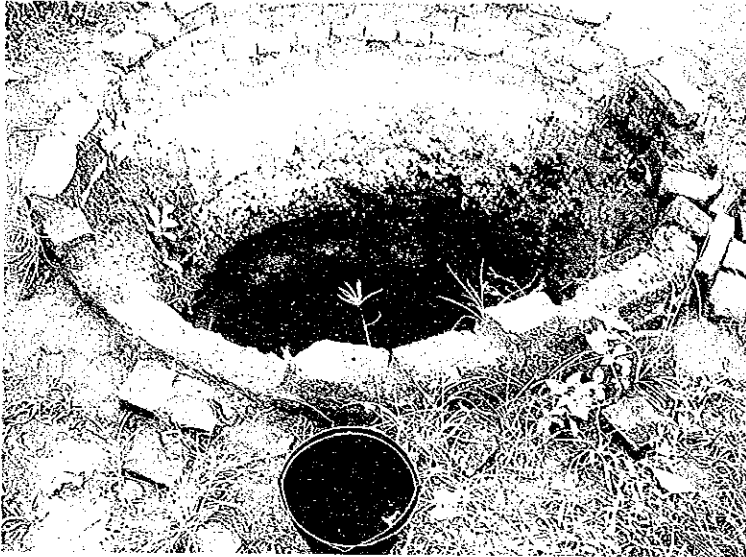


同 天然林外縁

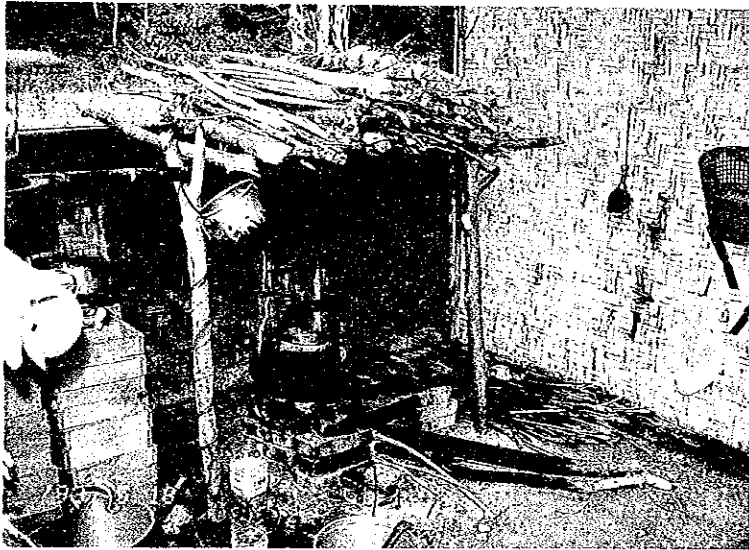


同  
調査上陸地点





ロンボク島  
トルック地区（当初苗畑予定地）小集落の中の井戸。  
（4-7 環境 参照）



同  
トルック地区  
小集落の民家の台所の様子。  
薪は眼前の沿岸にあるマング  
ローブ林からでなく、集落の  
裏手の山から採集している。



ロンボク島  
ギリプタガンへ渡る拠点の集  
落でみられた桓根。  
切った枝を挿し、自然の更新  
による生け桓となっている。  
樹種はカナリウムと思われる。





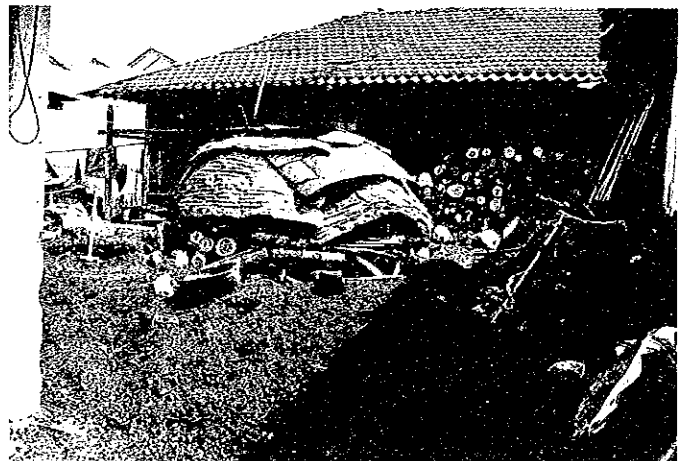
バリ島デンパサールのBADUNG  
公設市場近くの燃料店。樹種  
不明だが（コーヒーの木とい  
う説明があった）、マングロ  
ープ材は含まれていないよう  
である。薪 2 kg/500ルピア。

同 デンパサールのBADUNG公  
設市場。木炭 5 kg袋いり  
1 kg/1400ルピア、同じく用  
材は不明。



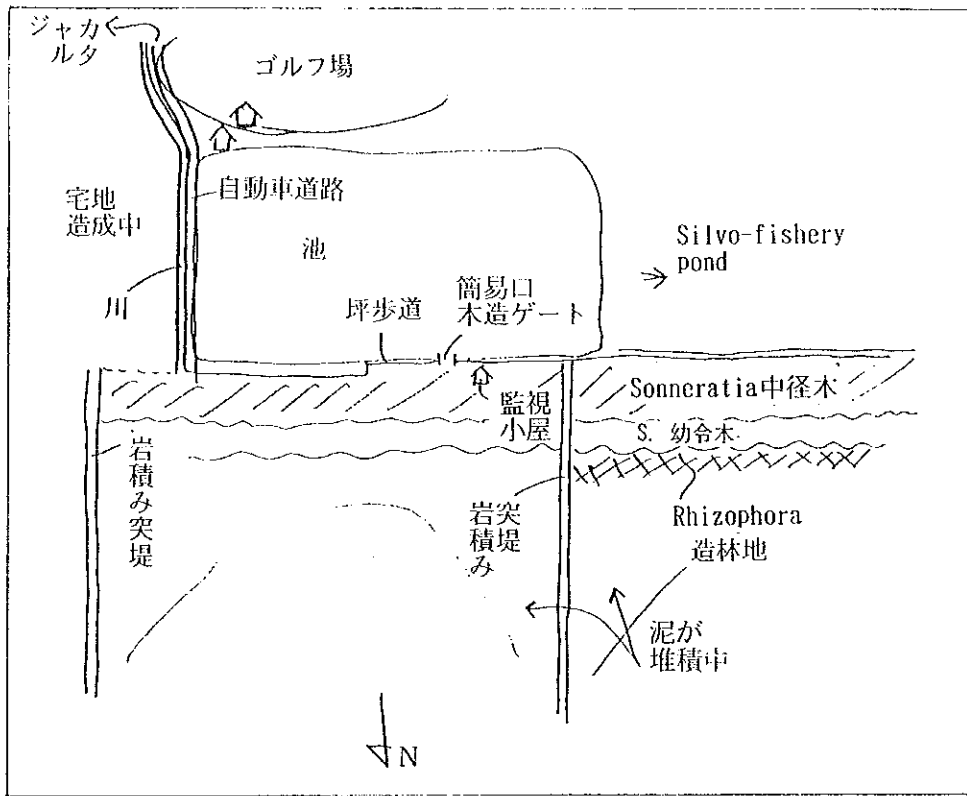
バリ島プロジェクトサイト近  
くの製塩所。積み上げられて  
いる製塩用薪は未木枝風。  
マングロープ材ということだ  
が、当地のものではなく、ど  
こから調達してきている。

ジャカルタ市内住宅街にある  
炭焼所、野積状態でトタン板、  
消炭、泥の混った庶蔽材で覆  
い、ケロシンを注入し2~3  
昼夜焼く。  
製炭用の原木は街路樹、不用  
材など。









石積突堤左側  
Sonneratia幼令木

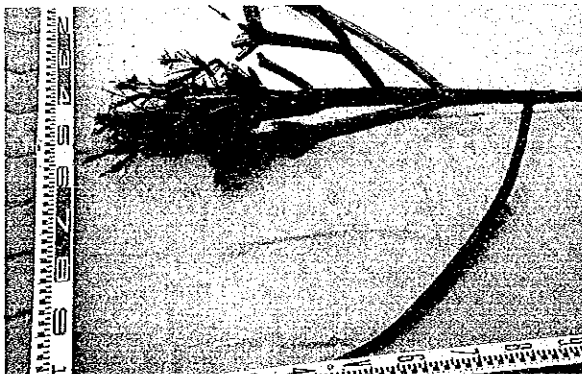
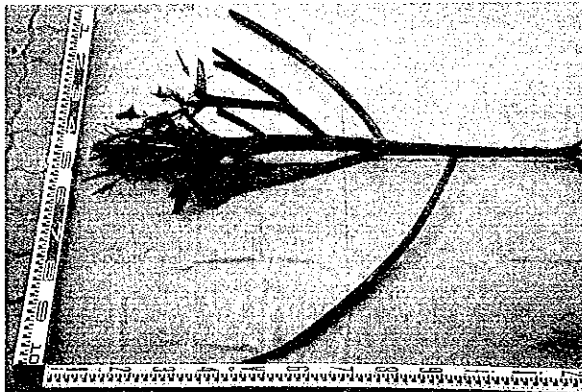
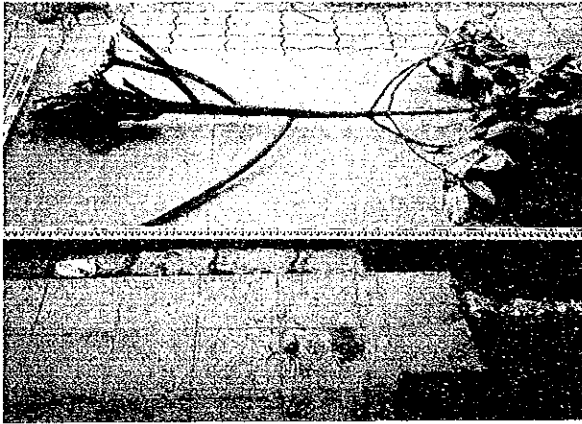


同  
Rhizophoraの造林地



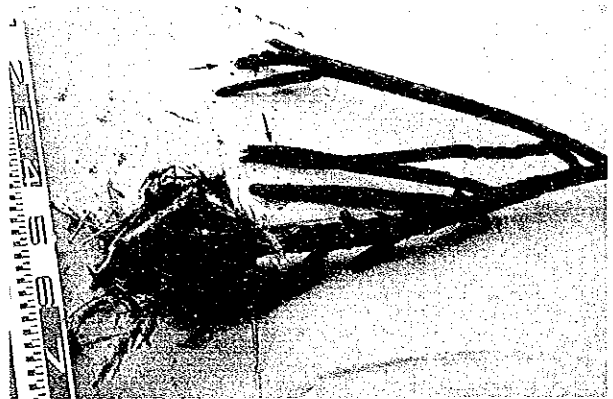
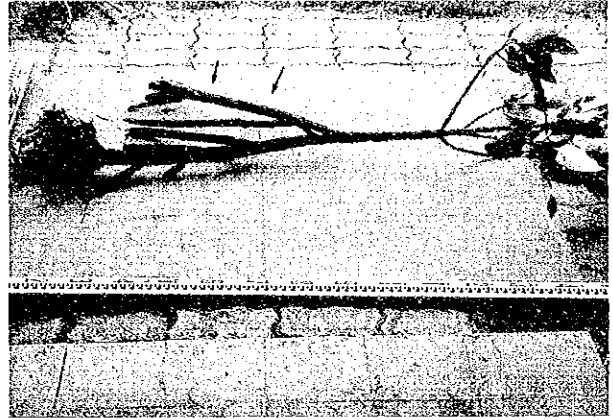
Black III Tambak27に生育する*Rhizophora mucronata*の地下部の観察

生育良



矢印：気根から根が分化している。

生育中

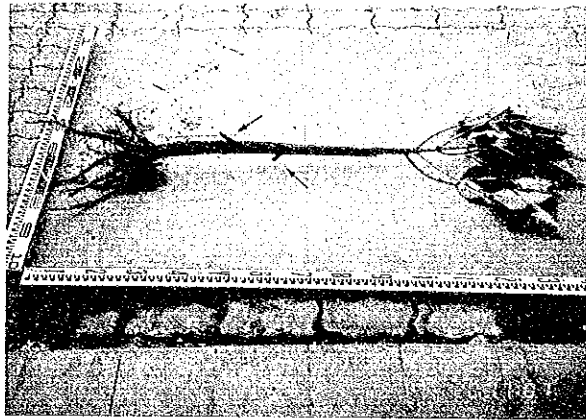


矢印：気根の発達良、しかし根の分化はみられない。

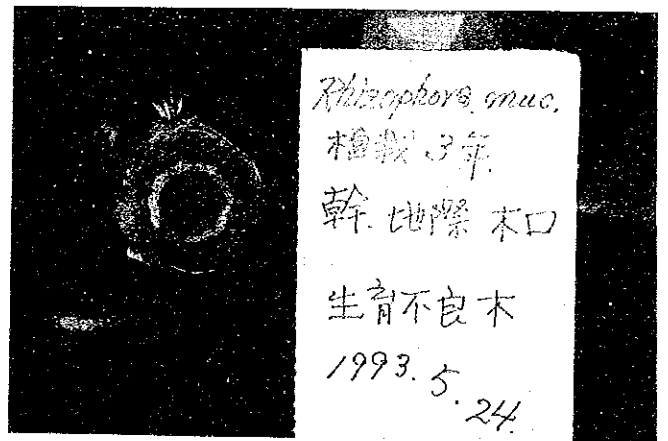
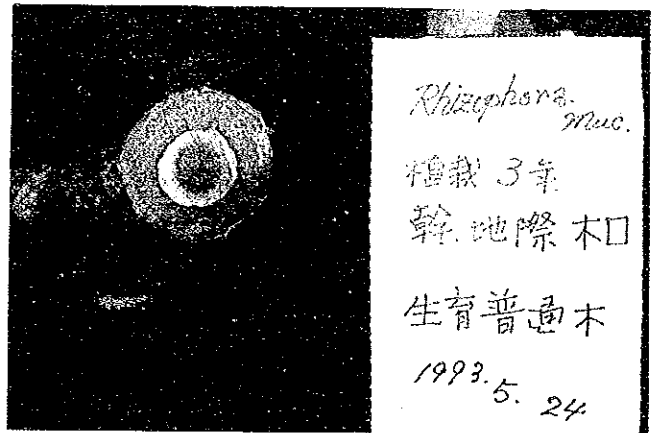
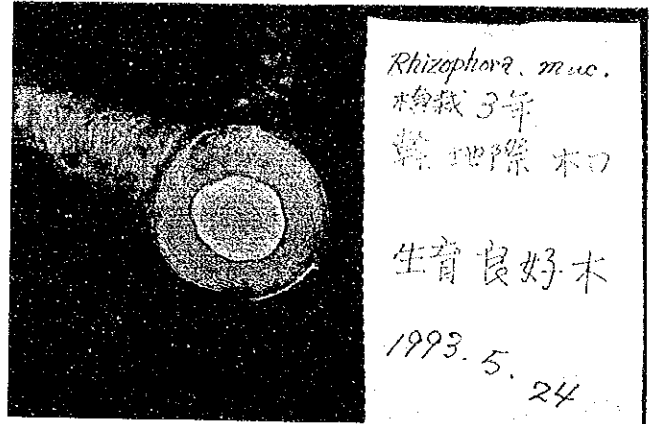


Black III Tambak27に生育する*Rhizophora mucronata*の地下部及び地上部の観察

生育不良（地下部）



地上部



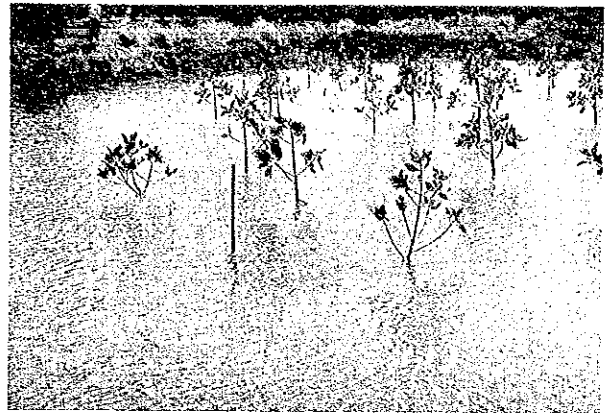
矢印：気根の発達不良。



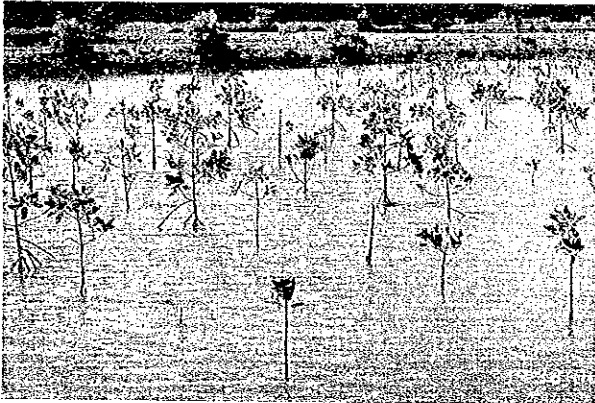
1993. 5. 19 BlackIV Tambak 31, 32における時間経過に伴う冠水状況



No.31 8:58



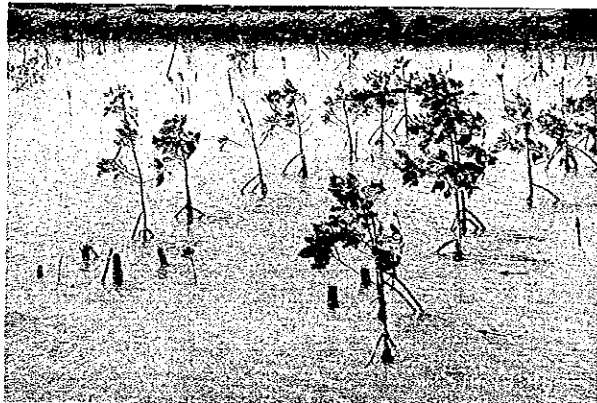
No.31 10:33



No.31 11:47



No.32 11:10  
エビ養殖時のクイ

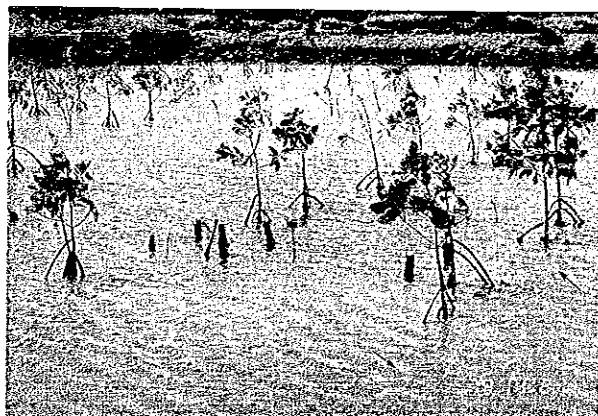


No.31 12:34

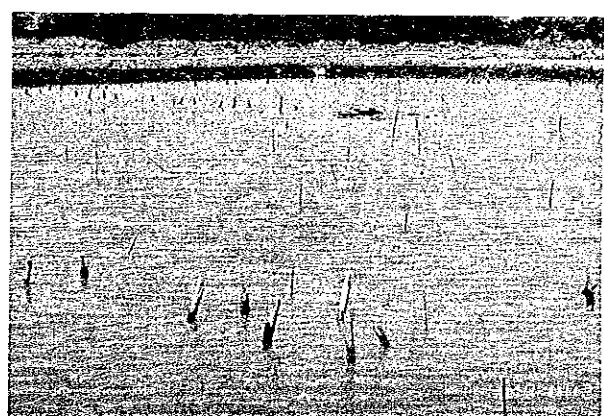
矢印部に土壌表面らしきものが見られる。



No.32 12:34



No.31 13:06



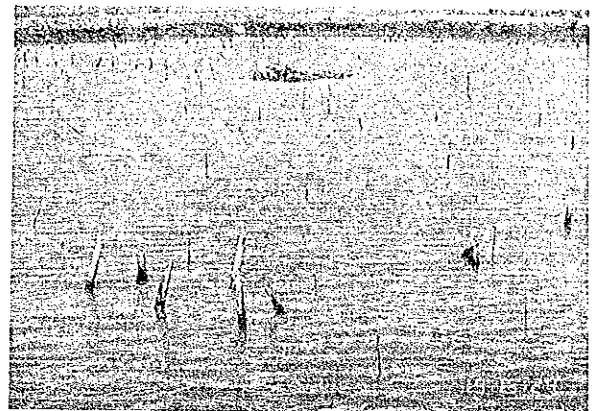
No.32 13:06



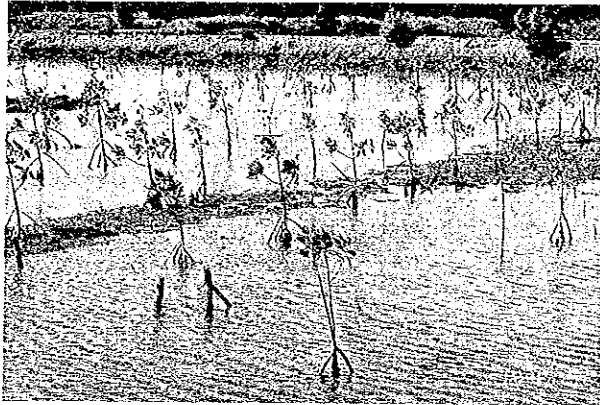




No.31 14:09  
一部土壌露出



No.32 14:09  
エビ養殖時のコンクリート露出



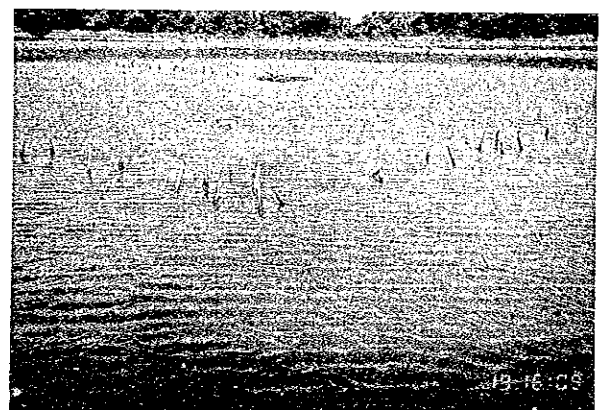
No.31 14:37



No.32 14:37



No.31 14:55



No.32 14:54



No.31 15:18



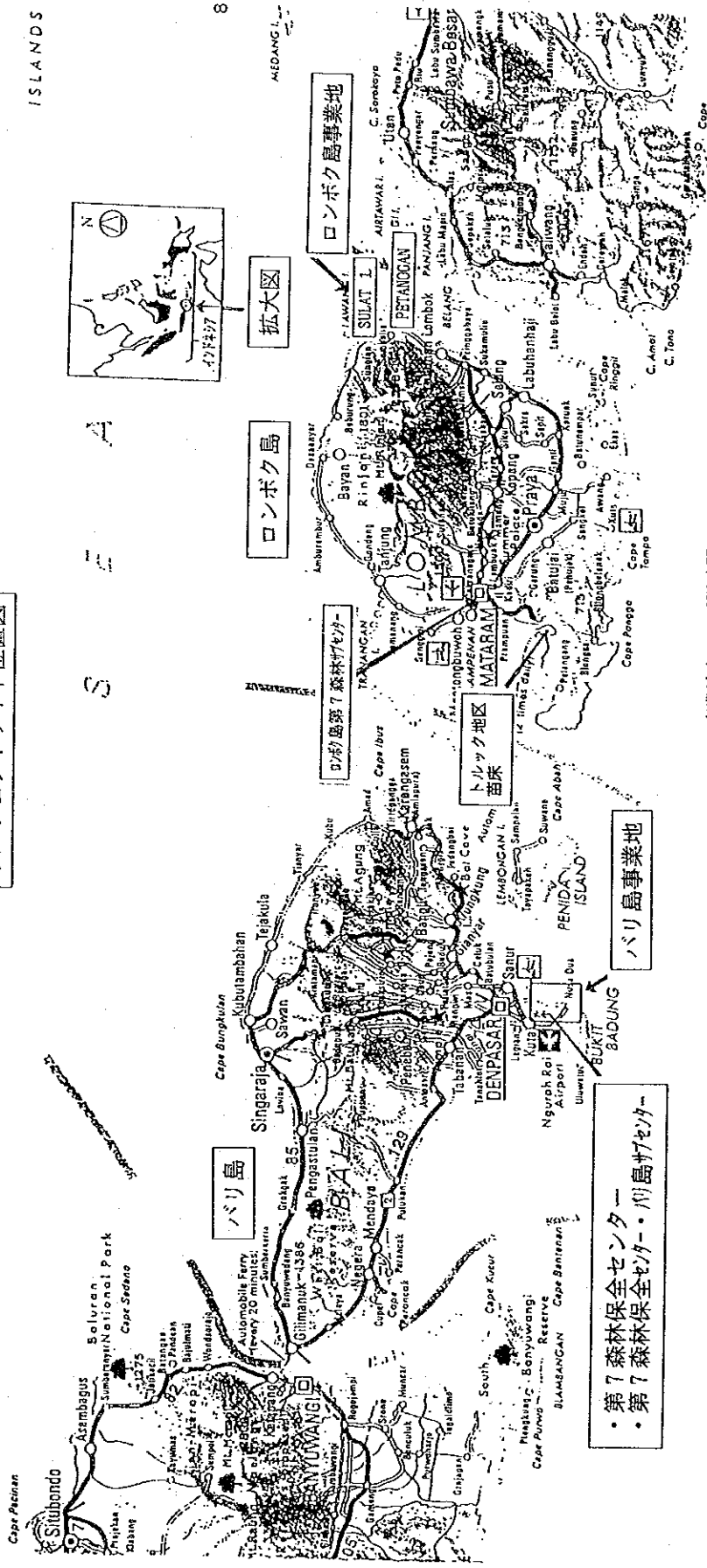
No.32 15:18  
矢印部土壌露出



プロジェクトサイト位置図



拡大図



ロンボク島

ロンボク島事業地

第7森林センター

トルック地区  
苗床

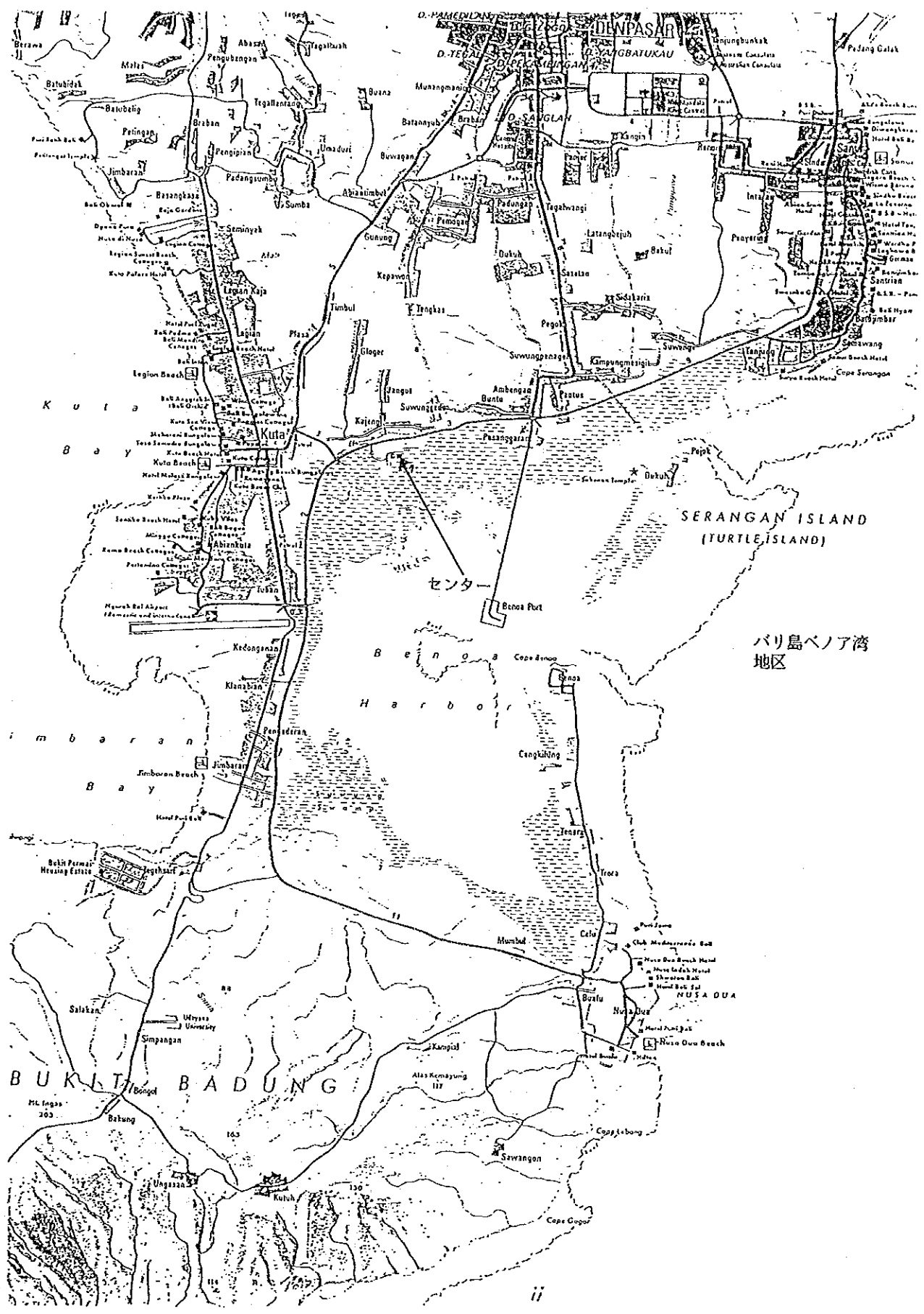
バリ島事業地

- ・第7森林保全センター
- ・第7森林保全センター・バリ島サテライト

<事業地までの所要時間>

- ジャカルタ (ジャワ島) → バリ島 : 飛行機 1時間45分
- バリ島テンパサル (州都) → バリ島事業地 (約12km) : 車 15分
- バリ島 → ロンボク島 : 飛行機 20分
- ロンボク島マタラン (州都) → ロンボク島事業地 (約100km) : 車 2時間





SERANGAN ISLAND  
(TURTLE ISLAND)

センター  
Benoa Port

バリ島ベノア湾  
地区

BUKIT BADUNG

NUSA DUA



# 目 次

序 文

写 真

プロジェクト位置図

1. 計画打合せ調査団派遣の概要	1
1-1 派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 日 程	2
1-4 主要面談者	3
2. 総合所見	4
2-1 要 旨	4
2-2 科学・技術的事項	5
(1) マングローブ生態・立地面から見た各サイトの特徴	5
(2) 育苗実施上の留意点	7
(3) 造林実施上の留意点	8
(4) 天然林調査・展示林造成上の留意点	13
3. 暫定実施計画（T S I）の進捗状況と93年度計画	14
3-1 協力部門別活動	14
3-2 建物施設等	14
3-3 専門家派遣	15
3-4 研修員受入れ	15
3-5 機材供与及び利用状況	15
4. 事業計画の検討	16
4-1 要 約	16
4-2 造 林	17
(1) マングローブ造林予定地としてのバリ島とロンボク島	17
(2) マングローブ林生態系の動的平衡	18
(3) バリ島における造林計画の注意すべき点とその対処法	19
(4) ロンボク島における造林計画の注意すべき点とその対処法	20
(5) 苗畑および種子技術の開発について	22

(6) 造林目的と収穫量について .....	22
(7) 動物観察の必要性について .....	23
(8) マングローブ林再造林計画の社会性について .....	23
4-3 造林の社会経済的要素 .....	24
(1) 社会生態系としてのマングローブ林 .....	24
(2) マングローブ林生態系の諸機能と持続的利用 .....	25
(3) マングローブ林産物の生産と消費の現状 .....	26
(4) マングローブ林業経営開発の方途と社会経済要素 .....	29
(5) マングローブ林の持続的利用に対する転用・開発圧力 .....	31
(6) 造林をめぐる社会経済的要素の分析と社会調査 .....	31
(7) 社会調査における気球による航空写真の有用性について .....	31
4-4 土 壤 .....	32
(1) 予想された調査・分析事項 .....	32
(2) バリ島ブノア湾地域調査結果 .....	33
4-5 植 生 .....	38
(1) 造林・開発計画に先立って実施すべき植生調査 .....	38
(2) バリ島ブノア湾のマングローブ自然植生の概要 .....	39
(3) ブノア湾のマングローブ林調査への提言 .....	42
(4) ロンボク島ギリ・プタガン及びギリ・スラット島のマングローブ植生 .....	42
4-6 森林経営 .....	44
4-7 環 境 .....	46
(1) 調査地 .....	46
(2) 調査方法 .....	47
(3) 結果および考察 .....	47
(4) 今後の展望 .....	63
5. 実施運営上の問題点 .....	65
5-1 協議事項 .....	65
(1) 州政府との関係について .....	65
(2) 総括的問題提起の内容 .....	65
(3) 先方からの回答及び協議結果 .....	67
(参考) ジャカルタ市近郊のO I S C Aマングローブ造林地の調査 .....	70
別添) 試験・調査活動計画(案) .....	72



## 1. 計画打合せ調査団派遣の概要

### 1-1 派遣の経緯と目的

近年、熱帯地域におけるマングローブ林の消失が急速に進んでいることから、マングローブ林の保全を行うための造林技術を開発し、周辺地域の発展に有効なマングローブ林の適正な管理方法を確立することが緊急の課題となっている。

国際協力事業団ではこのような背景を踏まえ、開発協力事業の一環として、劣化したマングローブ林の回復及び再生林の持続的開発の分野に本邦民間企業の進出が容易に展開できるよう、また地域住民にも裨益するよう技術的・経営的条件整備を図ることを目的とした現地実証調査を、平成4年12月から開始した。

本調査団は、平成4年11月に締結されたR/Dにより合意された協力課題に対し、現在までの進捗状況、実施体制整備状況及び問題点を把握し、協力期間中に実施する活動の具体的内容について、先方関係機関及びプロジェクトと協議の上今後の実施計画を検討するとともに、個々の協力課題に関する実施上の問題点等について、専門家及びC/Pに対し指導、助言することを目的に派遣された。

### 1-2 調査団の構成

- |           |       |                                  |
|-----------|-------|----------------------------------|
| (1) 団長・総括 | 三島 征一 | 農林水産省林野庁指導部計画課海外林業協力室長           |
| (2) 総合企画  | 杉 二郎  | 東京農業大学名誉教授・理事                    |
| (3) 造林    | 荻野 和彦 | 愛媛大学農学部教授                        |
| (4) 土壌    | 木村 真人 | 名古屋大学農学部教授                       |
| (5) 業務調整  | 窪田 睦子 | 国際協力事業団林業水産開発協力部林業技術協力<br>投融資課職員 |

なお本調査には下記の短期専門家3名も同行し、その調査内容についても本報告書中に記載した。

- |          |       |           |
|----------|-------|-----------|
| (1) 植生   | 中村 武久 | 東京農業大学教授  |
| (2) 社会学  | 大田 克洋 | 東京農業大学助教授 |
| (3) 環境工学 | 成岡 市  | 東京農業大学講師  |

1-3 調査日程

日 順	行 程	調 査 内 容	備 考
1	5/16 日 成田 → デンパサル	団内打合せ	ヌサドゥアバリリゾートパレスホテル
2	/17 月 (三島団長 成田発)	バリ林政局・州営林局表敬 プロジェクトサイト視察(バリ) 専門家打合せ	〃
3	/18 火 (三島団長 デンパサル着) (AM)デンパサル → マタラン (三島団長 マタラン着)	ロンボク林政局表敬 ロンボクサブセンター打合せ 調査団主催会食	グラハアユホテル
4	/19 水	プロジェクトサイト視察(ロンボク: 造林予定地、ギリプタガン島)	スロン宿舎
5	/20 木 マタラン → デンパサル	プロジェクトサイト視察(ロンボク: 観察林予定地、ギリスラット島) *インドネシア休日	サヌールビーチホテル
6	/21 金	領事表敬 天然林洋上視察、専門家打合せ 調査団主催会食	〃
7	/22 土 (荻野・木村団員及び 中村・成岡専門家帰国)	林業省第7センター打合せ・協議	〃
8	/23 日 デンパサル → ジャカルタ		プレジデントホテル
9	/24 月	JICA事務所・派遣専門家打合せ 団内打合せ、資料整理	〃
10	/25 火	林業省表敬・打合せ JICA事務所報告、日本国大使館報告、資料収集	〃
11	/26 水 ジャカルタ →	OISCA造林地視察	〃
12	/27 木 成田		

1-4 主要面談者

(1) 林業省造林総局	総務局長	Sumarsono Hardiyanto		
	総務局計画課長	Widarya Noer		
	総務局計画課スタッフ	Yudi		
	総務局計画課スタッフ	Ashadi		
	造林緑化局長	Purwadi Mangunwardojo		
	造林緑化局緑化課長	Sukardi		
	造林緑化局緑化課長補佐	Marjono		
	造林緑化局緑化課スタッフ	Hardjunadi		
	(2) 林業省バリ林政局	林政局長	Effendi A. Sumardja	
		(3) バリ自然保護センター	センタースタッフ	Abdul Muttalib
(4) 第7森林保全センター			所長	Nasori S. Djajalaksana
			庶務課長	I Gusti Putu Wija
	技術課長	Rb Karunia Hadi		
	技術課スタッフ	Abdul Razak		
	〃	Esti W. Saraswati		
	〃	I Gede Made Rimbawan		
	〃	Suratman		
	〃	Sugiyanto		
第7森林保全バリサブセンター	前所長	Herry Subagyo		
	所長	Bambang Soepijanto		
第7森林保全ロンボクサブセンター	所長	Suhardi S. Wangsadidjaja		
	スタッフ	Afwan Affendi		
	〃	Toni Sunarto		
	〃	Sudirman		
	〃	Dadang Sukmana		
(5) 林業省西ヌサテトゥンガラ林政局	林政局長	Mursidin		
	事業計画課長	I Gusti Made Widatra		
	スタッフ	Amarius		
	〃	Bambang		
(6) バリ州営林局	営林局長	I G. Arya Latihan		
(7) ウダヤナ大学	講師 (生物学)	Putu Gede Ardhana		
(8) 在バリの日本国大使館	参事官	森 敏光		
	一等書記官	角谷徳道		
在バリの駐在官事務所	領事	石井 実		
(9) JICA事務所	所長	高橋 昭		
	次長	斉藤直樹		
	所員	穴戸健一		
(10) JICA派遣専門家	林業省	宮川秀樹		
	〃	佐藤雄一		

## 2. 総合所見

### 2-1 要旨

#### (1) 目的

今次調査の目的は、92年12月に派遣された現地専門家が作成した実施計画に対してガイダンスを与えること及び実施運営上の諸問題に対する解決を図ることであった。

特に前者の実施に関しては、当プロジェクトの造林地予定地の条件が日本の研究陣にとってもなじみが少なく、また、現地の研究者・技術者も育っていない島嶼型でかつ攪乱された状態のマングローブ林を取り扱っており、第1級のマングローブ研究者を中心に構成されている支援委員の諸氏も現地を確認することなしには、的確な技術者支援もできないことから、科学的側面からの現地把握及び現地検討を通じた認識の統一が支援の前提として必要であることが派遣前に確認されていた。

#### (2) 方法

科学・技術的な調査・指導の方法は、現地専門家及び担当調査団員がペアとなった現地踏査及び簡単な道具を用いた調査による現地把握および個別指導、その個々の結果のミーティングによる専門家・調査団員全体での確認によった。

実施運営上の諸問題の取扱は、インドネシア側の責任・権限に係るものについては、現地及びジャカルタでの合同ミーティングにより、当方の関心・要望事項を中心に説明・検討され、その他の日本側で解決可能なものについては適宜個別に検討した。

なお、インドネシア側への現地調査に基づく当調査団の科学・技術的知見については、現地（ロンボク、バリ）およびジャカルタで要約して口頭説明した。

#### (3) 結果

スケジュールについては、全体としては、当初から支援委員の都合に合わせタイトな日程とせざるを得なかったが、現地においては、現地踏査（観察）だけでは技術的対処方法が決まらなかったことから、地形・土壌などの現地調査が必要となりさらにタイトなものとなった。

科学・技術的事項については、一定の知見が得られ、分野毎の個々の調査課題についても現地で説明しているものもあるが、調査課題一覧表に即した個別のガイダンスについては、十分な時間がとれていないため、今後に残されている部分が多く、今後の支援委員会の業務として残されている。

ただし、調査団員の構成から、水産生物、植物生理分野については今後に残されている。

また、生態、地形、定点観測のためアドバルーン・空中写真の必要性が確認された。

実施運営上の問題については、現地における協議を通じ一定の前進があった。

以下、科学・技術的事項及び実施運営事項について総括的に述べる。

## 2-2 科学・技術的事項

### (1) マングローブ生態・立地面から見た各サイトの特徴

総括的には、ロンボク島（ギリスラット、ギリプタガン）、バリ島プノア湾ともに潜在自然植生は南太平洋島嶼部のマングローブの特徴を示している。各サイト毎に概観すると次のとおり。

#### 1) ロンボク島（ギリスラット島）：天然林観察林予定地

環礁をともなう小さな珊瑚礁起源の細長い島。小型ボートからの洋上観察と一部上陸して地上から観察を実施。

林相としては、やや透けて見えるが目だった形で伐採跡が見られない（保存状態のよい）天然林である。Sonneratia spp. とRhizophora spp. が優占種で Avicennia spp. が見られない。これは、南太平洋島嶼部マングローブと同様の特徴である。

生育状態は、河川デルタ地域のマングローブに比べ劣っている。

孤立した珊瑚礁の小島であることによる地形・地質的成長制限的要因は、珊瑚礁起源の栄養分の少ない土壌、降雨のキャッチメントエリアがほとんどないに等しく真水の供給量が少ないこと、孤立している島であり風の影響を強く受けることである。

調査地点で目視観察された最大の樹木はSonneratiaでD=35cm、H=15~20mであった。（樹高が低い）

#### 2) ロンボク島（ギリプタガン島）：植栽予定地／新たに苗畑予定地としている。

環礁をともなう小さな珊瑚島。それぞれの担当分野に分かれ干潟を踏査。

陸化した部分は満潮位から1~1.5mの平坦地となっており、草で被われているが、窪地を中心に樹高5m程度の樹木が侵入しつつある。

マングローブ林は既に伐採されてしまい根株のみ観察できるが、この根株からは原生自然植生はギリスラット島とほぼ同様と推定できる。

遠浅の堆積地形の場所には、Sonneratia, Rhizophora spp. が侵入してきているが、成長は、よいとは言えない。

土壌は、風化珊瑚礁に前生のマングローブから供給された有機質が混じり黒く見え、場所により新たに珊瑚礁の風化物が堆積したところは表面が褐色に見える。

地下5cmから下部には未分解の根が残り、タンニン色を呈する。

ぬかるみの程度は有機質の堆積の程度に応じて体重60kgで5cm程度のところが多いが、入江の堆積地ではひざまで入るところもある。

シオマネキが多数見られ（専門家の調査によれば100個/m<sup>2</sup>）、水・酸素の供給は悪くない。有機質を含む土壌の深さが浅いこと、伐採後の年数がそれほどたっていないた

め、シャコ山の著しい発達は見られないが高さ10cm程度に盛りあげたものが相当数見られる。

### 3) バリ島ブノア湾：植栽予定地

ブノア湾の外洋側に亀島（通称）がある。この島の外洋側には珊瑚礁が発達しており、陸化した部分は平坦で満潮位から2~2.5m程度の高さがある。部分的に侵食され、小川があり珊瑚礁内に風化物が堆積しつつあるところもある。

湾内の陸地よりエビ養殖跡地を含む植栽対象地では、バリ島の火山灰起源の上流からの堆積物が基質を形成している。土層は1~2m程度。

現存するマングローブは、外洋に面した地域、自然・人工水路沿いに残されており、*Avicennia* spp. *Sonneratia* spp. *Rhizophora* spp. が優占している。また、*Celiops* spp. が亀島には生息しており、この種の分布域は訂正（追加）する必要がある。この地域の最大のマングローブは*Sonneratia* spp. D=1m程度 H=30m程度のものが、1本見られ、また、亀島の内海側には、*Rhizophora mucronata*の成長のよい造林木が見られ、潜在的生産力は、ロンボクの2島より高いと推定できる。

ただし、造林対象地であるエビ養殖池跡地について見るとここ1~2年の間にインドネシア側が植栽したものはほとんど枝・葉・支柱根が出ない植え付けた姿のまま枯死し、辛うじて生育しているものも活力は低い。池によっては自然に侵入した*Sonneratia* spp.の生育が見られる。

マングローブの生育条件について、バリ島の造林対象地であるエビ養殖池跡地とロンボクの2島とを比べると、次のような違いがある。

- a. エビ養殖池跡地の下部は数m下は珊瑚礁質であるが、この上部の堆積土層は、火山灰、火山れき起源の泥にマングローブの有機質、風化珊瑚礁が混じり合ったものと考えられ、組成が異なること、
- b. また、土層は1m以上はあり厚いが、エビ養殖池としたことによって自然の土層が攪乱されていること、
- c. 水深が一般に深く、また、池毎・池の内部で深さが異なること
- d. バリ島対象地に河川があることは、ロンボクとの大きな違い。ただし、水質についてもエビ養殖池のため人工水路を整備・給排水しているため通常の汽水ではない。島が小さく流量・泥の堆積量とも少ないことは、通常のデルタタイプのマングローブ域との違い。
- e. エビ池毎に水のコントロールのための水門があり、池内部でも水の流れが場所により異なっていること。
- f. シオマネキの生育状況、シャコ山の発達状況はロンボクの2島とあまり違いが見ら

れない。防風林の有無という観点からは、ほぼ同様。

また、土壌の堆積状況について見ると、バリのサイトの内陸寄りのセンター予定地は陸化し草原になっており、エビ池も高く土手を盛り上げ、海水をポンプで汲み上げている、一方、海よりの場所の近くには、*Sonneratia*, *Avicennia* spp. を中心とした群落が残されており、中潮位で40~70cm程度潮が被る高さであり、ポンプによる海水の汲み上げは行っていない（であろう）。この程度の勾配の違いでも、マングローブの生育条件としては大きな違いとなることを認識する必要がある。

潮の高さ（地盤高）と樹種、活着、成長の関係は試験結果の解析のキーになるものであり、それぞれの池毎に全試験区共通のベンチマークを設定することをすすめる。（材料は、20~30cm程度のコンクリート杭または水道用塩化ビニールパイプとし土手の4箇所横方向に打ち込む）

また、全面的に調査する場合に、簡易測量法として、アドバルーンを用いた大縮尺のリモコン写真による地形、植生調査が有効であり、この利用をすすめる。

このため、早い時期に、この道具の取扱に習熟し、この写真解析による写真測量、植生調査もできる専門家を資機材供与とともに派遣する必要がある。

また、飛行場近くでは、アドバルーンについて高さ制限があり得るので、派遣・実施前に関係機関への許可申請の必要性の有無について確認のうえ、必要ならば手続きをすること。

## (2) 育苗実施上の留意点

種子の選択については、成熟したものをを用いることをすすめる。胎生種子の場合、木にぶら下がっているものよりは、地上にあるものを拾ってくる方が根が出やすい（5mm位根が出ているものでもよい）。成熟度の判定については、キャップの抜けかけの状態が容易に判定できる。

種子の管理についても、通常、直挿し前には、50~100程度を束にした*Rhizophora* spp. は、風通しのよい木陰に横に積み重ね、水をかけて湿らせておけば、1週間以上おいても問題なく発根するものである。

### 1) ロンボク島

苗畑予定地を当初予定していた飛行場近くの計画地から造林予定地内に設定することは、運搬経費、運搬中の苗木管理のことを考えると妥当な変更であろう。

水深は、中潮位の満潮で30~40cm水にひたる程度（先端部が潮のうえに出る程度）とし、日覆を設けるのがよい。

日覆いは、仮苗畑の場合高価な寒冷紗を使うことなく、ニッパヤシの葉で十分である。（バリ島でも同じ）

ポット用土は、水はけのよい土壌が望ましく、この意味で、ロンボク島のサイトの表

土を使用することがよいであろう。もみガラ燻炭をまぜるなどの工夫は、推奨されるが陸上苗畑ほどの必要性は大きくない。

## 2) バリ島

バリ島の現在の仮苗畑については、胎生種子のポットィングを実施しているが、まだ根と葉が出ていない状態で、しおれが目立った。自然の状態にならい、汽水に浸るようになるとともに、日覆いを設ける必要がある。

胎生種子は、天然更新の場合は落下したのち潮の満ち引きにより一定期間は水に浸っており、潮の引いた時でも泥の湿った状態におかれている。

また、潮に流された場合には、浮かんでいるが、徐々に根の出る下部が下を向き土に触れて定着発根する。

また、天然更新箇所は、一般には上木の近くで、光の量は十分であるが、常時は日が当たらない場所が多いことに気がつく。このような自然の生育条件にならって苗畑の管理をするならば、ポットに挿し付けたあとに水を能率的に吸収できない発根前段階での「しおれ」を避けることができるであろう。

また、水管理については、ゲートを設け適宜水深の調節及び場合により塩分濃度を調節出来るようにしてみるのがよい。

土壌は、土手の土を用いているとのことであるが、物理性は問題ないであろうが、硫酸酸性化しているものならば、避ける必要がある。土壌酸度を調べる必要がある。

## (3) 造林実施の留意点

植栽から活着までの初期の主な被害・成長阻害要因及び活着後の主な成長規定因子としては、土壌（物理性・化学性）、水深、水質（塩分濃度など）、温度、生物被害（カニ、サル）、潮流・波風などがあり、造林実施にあたっては、樹種・苗木の選定、樹種別の造林適地選定、生育条件の人為的回復・改善が必要である。

このような観点から植栽予定地における造林計画の現状と今後の留意点につき述べる。

### 1) ロンボク島（ギリプタガン島）：天然林の伐採跡地

植栽予定地の範囲：

干潮時に陸化する範囲で選定されており妥当である。その範囲で土壌の面から見て造林不可能な場所は見あたらない。ただし、土地生産力から見れば場所毎に差異があり、造林計画上の予備地となっている入江は最も生産力が高いと考えられるため当初から造林計画に組み込むことが必要であろう。

また、造林計画の実施に当っては、立地条件別成長データの比較をする上からは、一土壌条件等により大まかにゾーニングし、同一年に異なった条件の場所に植栽することも検討しておくこと。

植栽樹種・方法：



水深を基準としたゾーネーションを考えた樹種の植栽及び *Rhizophora* spp. のみの植栽の両方法を試みるべきである。

(また、真水の比重が軽いことから、しばらくは海水の上に浮いている性質を利用し、このような地域で汽水をしばらくは岸のそばに確保しておくため、造林地の外縁部に支持根を出す樹種を密植し、生け垣状の多数の支持根により汽水のたまりを作ることは、場所により試みることも意味があるかも知れない。)

波風の影響を緩和するため、巣植えを一部試みることは意味がある。

苗木：

現在までに、高潮位の場所で10~20本程度の直挿しが2回程度試みられており、50%以上の活着をしていることから、直挿しの事業的実施の成功の可能性もある。

しかしながら、一般的に直挿し時に挿し付けた胎生種子に被害を及ぼす水生動物も生育しており、安定を期してポット苗の造林も計画していることは、本計画の実験的性格から妥当である。

植栽時期：

波風の強い時期は、苗木が流されること、揺すられて根が伸びられないことから避ける方が安全であろう。実験的には同様の条件の場所に時期を変えて植栽して、影響の程度を検討してみることも一案である。

また、塩分濃度が高い現状からは、雨期に植え付ける方が、植物にとっては生育しやすいこととなろう。

なお、成長などの比較データ処理は、当初3~5年は経過月単位で比較することとなるので、念のため。

成長促進対策：

陸上に防風林兼水源かん養林の植栽を実施すべきである。このような、狭い島で水源かん養効果があるかどうかは、確認できないが、防風効果は、間違いなく期待できる。

## 2) バリ島エビ養殖池跡地

エビ養殖のために地形・土壌は攪乱されており、潮の流れも人工的なものである。

造林方法の基本は、このような人為的に形成された条件で (a) 生育可能な場所は、そのまま植栽し、不可能な場所は (b) 生育可能な状況に復元し植栽し、または、(c) 植栽しないことである。

エビ養殖池跡地の造林の試行例は、世界的に見ても知られていない。ここで開発された技術・知見はわが国とインドネシアによる世界的な業績・貢献になるであろう。

技術的に難しいため、初年度は、さまざまな方法を試み、生育可能な条件を捜し出すこととすべきである。そのために、全体計画が遅れることがあってもやむを得ないと覚悟すべきである。

すでにインドネシア側が造林し失敗している場所を観察した結果からは明確な立地条件の違いは見られない。造林する日前後の苗木の取扱い（乾燥）が悪かったことがあるのかも知れないが全ての理由ではないであろう。カニによる被害ではない。

経験的に見て自然にマングローブが侵入してくる場所とこの場所との違いは、水深（エビ池建設にともない掘上げられているため水深が深くなっている）、水流・水質（強い水流の影響は水門付近のみの問題、全般的に停滞気味で、濁りが多いように見える。また、調査時点では乾期であり水の塩分濃度は、海水と同じ程度の3%と高い。）、土壌（物理性からは明らかな特徴が見られないとされている）である。

*Sonneratia* spp. が自然に侵入している場所があるが、それは一般的には池の真中付近の小高い場所である。

これらの池は数年から1年前まではエビ池であり、池の底は完全に酸素不足の状態にあったことが活着に影響しているかもしれない。カニは穴をほり、この穴を通じた縦横方向の通水によって、陸上のミミズの穴の果たしていると同様の水、酸素などの供給の役割をしているが、カニの集団の生育が初期的に悪かったことが影響している可能性もある。

既に、現地専門家は様々な生育条件の改善の計画を立てており、これら上記の観点からは概して妥当なものである。

以下で、造林（試験）実施上の留意点を述べる。

使用する苗木規格と植栽時の注意（土木的处理の有無にかかわらず共通事項として）

インドネシア側が実施したのは、*Rhizophora* spp. 直挿しのようなものである。失敗したのを見ると立ち枯れ状態になっている。カニの被害ではないことから、直挿しの可能性がないわけでもないこととなる。

しかしながら、その他の活着不良要因を考えると、主なものは攪乱されたことによる土壌中の酸素欠乏によると考えられる。

（現在枯死しているものは、若干根が出た状態で根ぐされを起こしていると思われる）、

したがって、少なくともポットだけでも酸素欠乏を起こさないように水はけのよい状態を保ちうる砂っぽい材料を多めにいれること、および、ポットそのものも大きめのもの（10～12cmポットとする）を利用すること、植栽時にはポット上部を泥で覆わない程度の深さで植え付けることにより初期の生育の確保・生育の助長をはかる観点からポット苗を主に用い、直挿しは純試験的なものにとどめるべきである。

さらに、植栽時の根の周囲の土質を改良するため、小規模の試験として木炭を混ぜる、草などの有機質のすき込み、固形林業肥料による施肥などを組み合わせて実施してみることをすすめる。

この場合、水平方向の水（酸素・栄養分）の移動を確保するため、木炭の場合単純に混ぜるよりは、泥の表面下3～5 cm程度のところに、薄い層（数mmでもよい）をなすように散布することを試みるのも一案である。

a) 生育可能な場所(現地形をいじらないで実施する場合の造林可能な場所と植栽樹種)

現状で池の形を壊さないで生育可能と思われる場所は、

- 7) 池周囲の土手周辺（どこでも可能）及び
- イ) 池の中央部の小高い場所（水深次第：最高潮位から40cm下がり程度までが生育限界であろう）ある。
- ウ) 土手周辺の口の字型の水深の深い場所と中央部との比高は20～30cm程度と見られる。

7) 周囲の土手周辺

自然のゾーネーションにならない高い方から次のように植栽（植える範囲は狭いので千鳥状の植え方になるだろう）する。

冠水しない場所には、陸生の防風林となる樹種を植える。（ただし、土手の中は広くないので、長期的には風で倒れることとなるので、多くを期待して実施するべきものではないが、ロンボクの項で述べたような成長促進の効果は期待できる可能性がある）

（中潮の最高潮位からの高さ（-）の目安）

<i>Xylocarpus</i> spp.	(10～20cm)
<i>Bruguiera</i> spp. + <i>Celiops</i> spp.	(20～40cm)
<i>Rhizophora</i> spp.	(30～60cm)

（この場所は水の流れが強く泥が堆積中の場所ではないので、*Sonneratia*, *Avicennia* spp. の植栽には適さないが、その前提の上でこれらの樹種もやってみるのもよいだろう）

イ) 池の真中部分

泥が堆積し易い場所であり、通常は先駆樹種である*Sonneratia*, *Avicennia* spp. が生育する。これら樹種は、樹冠の数倍の根の広がりを持ち、地上向けの気根を出して、嫌氣的な土壤に適応している。

中潮の最高潮位からの高さ（-）の目安で言えば、40～60cm程度までは生育可能であろう。

*Sonneratia*, *Avicennia* spp. を主体に植栽し、または、種子そのものを散布し（すぐに流れてしまわないように根が出かけたくらいのところで裸苗直挿しという方法も考えるべきか）、*Bruguiera* spp. + *Celiops* spp., *Rhizophora* spp. の植栽は従と考えるべきである。

ウ) 深過ぎる場所

植栽しないこととする。

特に海に近い地盤高の低いところでは、土手造りのために、より多くの土の掘上げを行っており、常時滞水する場所が多いであろうから、植栽しない場所も多くなるであろう。

b) 現状で植栽不可能と思われる場所（インドネシア側の造林で失敗している場所）

とりあえず、苗木の取扱によるものかどうかを確かめるために、失敗箇所にも再度10～20本ずつなりとも、直挿し、または、出来るならば根のでている山引き苗の移植を試みることを早急に実施されたい。

活着率に大きな差があり、その理由のよく分からない3枚の池について、池の土手から考えるのではなく、池の中で自ら追試験を実施してみることである。

初期的な結果は2～3カ月以内に得られるであろう。

これにより、土木工事がどの程度必要か（絶対に必要か。相対的に必要か）どうかを確かめることができる。

土木工事が、マングローブの生育に適した水深に改善し、潮の流れをよくすることから相対的に造林にとって良い結果をもたらすであろうことは、十分に予想される。

ただし、土壌の攪乱を再度行うことになるので、場合によっては、上記の「使用する苗木規格と植栽時の注意」の項目で述べたように、土壌改良が不可欠になる可能性がないでもない。

計画されている事項を実施することは、妥当であるが、一部に土壌改良の観点を組み合わせた試験を組み込んでおくこと。

（陸上で工業団地など土地造成した場所での樹木の植栽と同様な配慮である。マングローブの場合、長期的には潮や生物による養分供給、土壌改良効果が期待できるが、本件の場合、工事後1年以内の植栽となるため、念のため。）

ア) 生育可能な状況に地形を復元し植栽する方法。

① 全面的に土手を崩して、エビ池造成前の地形に戻す。

全体の高さが原地形に近い状態まで高くなること、水の循環が良くなることから、最も有効な方法だが、コストがかかること、土壌の安定に一定期間かかること、濁り水を出すこと（実施時注意）などの欠点もある。

初年度は、海よりの場所、内陸寄りの場所の2箇所、池を2～3枚程度を単位に試行する程度にとどめること。

土手くずしの高さに差をつけて、崩した土手の場所も適宜植栽試験目的で使用すること。

また、土手の切取り面は、圧密されているので植栽時に状況を見て耕運の必要があれば耕運すること。

崩した土の安定を考えれば、植栽の1カ月前には、工事は済ませておくこと。

(②、③も同じ)

② 海側から土手の1/4程度列状に崩す。

海から陸にちかいところまで一列通してやってみることをすすめる。水流がスムーズとなるよう土手を崩したところと池内部の高さの差は付けないこと。

③ 植栽場所の土盛りにより高さを調節。

試験データをとる場所は土盛り面は水平にしておく方が後のデータ処理上は容易になる。また、高さは4~5段階とすること(3段階では、着率の活着・成長をプロットした傾向線を引けないので注意)。

④ 生育可能な状態に水管理を試みつつ植栽する。

この場所での、成長制約因子の一つは、塩分濃度が高いことである。

雨期の雨水のコントロールは出来ないが、河川水、地下水を利用して汽水化を促進することが考えられる。

河川水の流入する近くのエビ池では、水の比重が軽いことを利用し、ゲートを一定の高さに維持して(片開きドア方式等)、または、パイプ(ホース)により上流から水を引き、塩分濃度をコントロールする方法が考えられる。工夫が必要。

ただし、この方法は、試験的スケールで小規模に実施されるべきものである。

c) コントロール(植栽しない場所)を設けておくこと。

試験のための対象区として、それぞれの試験目的に対応し類似した条件の場所に(隣接したところが良い)植栽しない池(池の一部の場合もある)を設ける。

3) バリ島プノア湾内(2次林の外側のデルタ形成地域での植栽)

エビ池との生育比較試験+外洋での植栽試験を兼ねて、マングローブ2次林の外側のデルタ形成地域にも造林試験地を設けることは妥当である。

この試験は、ロンボク島植栽試験地との対比にも使用可能である。

ここも、突堤により人為的に土砂の堆積が促進されている場所であり、堆積状況を見極めて適地を選定する必要がある。(ジャカルタ市内の2本の突堤の間のような過度の堆積場所は避ける。樹種選択に注意)

(4) 天然林調査・展示林造成上の留意点

先に述べた、アドバルーン・リモコン写真は、天然林の調査の能率を高めるので、ここでも利用することが有効である。

展示林については、陸上植物の観察も出来るよう、また、陸上での休憩が可能なよう陸地を含めたものとする。

(潮の加減で島に取り残された場合のことも考え休憩小屋を作っておくこと、対岸との連絡ができるよう無線機の配備も必要)

### 3. 暫定実施計画（T S I）の進捗状況と93年度計画

#### 3-1 協力部門別活動

本プロジェクトが開始されて半年が経過し、今後5年間に亘る事業計画をR/D及びT S Iに基づき目下立案、策定しているところである。センター開設までは専任配置は見込めないものの、各部門ごとにC/Pが配置され、今後詳細な試験活動計画についても先方と詰めていく予定である。

93年度の造林事業実施にむけて、種子の採取、仮苗畑における育苗及び地拵えが行われている。造林予定地については、別途記述したようにインドネシア側における調整がつかないものの、造林面積については確保できるとのコメントを取りつけた。具体的な用地については今後現地で検討することとした。

また実証事業に必要なデータ収集を図るための試験観察活動の候補地についても、インドネシア側に対し説明し了承を得た。特にロンボク島の試験観察地は島の反対側に位置し遠隔地であることから、今後の活動計画策定に当たってはロンボク林政局と十分に連携をとり、協力を要請する必要がある。

なおプロジェクトの実施にあたり、事業地がいくつものサイトに別れており且つ異なる行政組織にまたがっていること、及びR/Dに本来添付されるべき組織図が添付されていなかったこと等により、これまでインドネシア側との意志疎通が必ずしも円滑でなかったことから、今回プロジェクトと先方関係機関との関係を整理した組織図を作成した（後述5.参照）このことにより、インドネシア側におけるプロジェクトの位置付けが明確に示された。

#### 3-2 建物施設等

92年度に実施した詳細施設設計調査に基づき、第1期基盤整備工事（アクセス道路、天然林観察道、橋梁、苗畑）が施工中である。工事は10月に完工予定であるが、計画通り順調に進捗しており、特にアクセス道路はまもなくセンター建設予定地まで全面開通するところまで進んでいた。93年度は第2期工事（事務所、実験室、作業室）を予定しているところ、早期に契約締結することが望ましい。

センターが開設されるまでの間、プロジェクトは第7森林保全センターの建物の一部を借りて活動しているが、専門家執務室、会議室等は十分に確保されていた。ただし一般的にバリ島は通信事情が悪く、センターの電話を借りざるを得ないこともあって通信に困難を生じている。また造林事業実施にあたり現在精密苗畑は造成中のため、仮苗畑を造成し育苗に当たっている。調査団の所見として、仮苗畑での養苗には日覆いを設けるよう助言した。

### 3-3 専門家派遣

R/Dに基づき現在6名の長期専門家を派遣中である。93年度としては、本調査団と同時に植生・社会学・環境工学の3名の短期専門家が派遣された。現地調査及びプロジェクトとの協議の結果、今後必要とされる短期専門家の分野として、マングローブ苗の生育を阻害している要因を究明するための土壌分野及び水管理分野での派遣が緊急である。また可能であれば水生生物の派遣が望まれる。

### 3-4 研修員受入れ

92年度の受入実績及び93年度の受入予定は下記の通りである。実証事業においては調査活動が根幹であり、「イ」側と共同で活動を進める上で今後も引き続き年2～3名の技術者レベルでの受入が効果的であろう。

#### 92年度

Mr. Nasori S. Djajalaksana	93. 3. 8	～	93. 4. 3	プロジェクトコーディネーター
Mr. I Gusti Made Widatra	93. 3. 8	～	93. 4. 3	造林C/P (ロンボク)

#### 93年度

Mr. Abdul Razak	93. 6. 24	～	93. 8. 15	造林C/P (バリ)
Mr. Suhardi S. Wangsadidjaja	93. 6. 24	～	93. 8. 15	フィールドマネージャー (ロンボク)
Ms. Esti Wening Saraswati	93. 6. 24	～	93. 8. 15	苗畑C/P (バリ)

### 3-5 機材供与及び利用状況

機材については、専門家の携行機材及び現地管理費購入機材が挙げられるが、主要なものは事務用及び調査用の車両の他コンピューター等事務用機材であり、日常的に良く利用かつ、適正に管理されている。プロジェクトが進捗するにつれ今後事業用供与機材も増加していくこととなるが、これまで通り管理簿をつけることで良好な管理が望まれる。

## 4. 事業計画の検討

### 4-1 要約

- (1) 今回の視察の時期が雨季の直前であり、降雨状況を経験することは出来なかった。従って、巡察した各区とも淡水の影響を受けない約3%濃度の潮汐による海水環境条件下での mangrove 育苗あるいは移植試験の実地状況観察に止まった。
- (2) 周辺には未だに小規模の塩田および小河川に沿った養魚池を見た。河川水が旧養魚池用の水路と交わる点での濃度は約1.8%ではあったが、他の地区での海水濃度では何れも約3%であったことから、全地区とも陸水等の影響は殆どないと思われる。従って、今後の雨季における降雨状況あるいは洪水による汽水化の現象は要注意である。また地下水濃度も同様であった。
- (3) 旧養魚池 (tambak) 跡には、concreat製の水門枠および排水孔が残されている。また、地盤の土壌は何れも大きな差異はなく多量の鉄分 (Fe) を含むため還元されて黒色であるが、大気中に晒すと褐色化することから判断の目安になる。なお、3-地区でのNa-20で硫化水素の悪臭があり且つ多数の貝殻を発見したが、他地区には見られずその特異性は目下のところ不明である。
- (4) 上潮によって導入される海水の温度は、大約30°C前後であった (満潮時=am-9…、干潮時=pm-4/19-MAY) 導入後の池内海水温度は約33°Cであり、上層地温はやや高目で約34°Cであったことから、夜間に気温が24~27°Cに降下しても根層地温は昼夜30°C程度を保っていると推定する。根層の地温は非常に重要である事から、自然林での調査によって適切な数値を把握する必要がある。
- (5) 自然生態の環境では、沿岸と河川あるいは嶼島海浜が代表的である。従って、終始海水濃度環境でも生育可能な *Avicennia-Lumnitzera* 等を除いては、計算濃度1.5%汽水が適切と言われている (実際は河川水の下行流に対し潮汐の上下運動が関与する時、比重の関係で海水は川底に沿って楔状に二層となるが、何かの障害物に当たるか、あるいは岸边に打ち上げる際に攪乱して条件に適った夫々の汽水濃度となる)
- (6) 人工的に植栽する際に注意する要点を要約すれば次の通りと考える。
  - 1) 土壌条件では、粘土質の方が砂質より良好であると言う。これは比熱の関係で地温の季節・昼夜での温度格差が、砂質は大きく且つ浸透も良く通気は良いが有機質等の蓄積が乏しく、planktonも少なく小動物の生息も貧弱で生態系が乏しいと考えられている。これに反して粘土質では環境条件が年間で平均化されている。但し、その程度には多少差があるものの一般には還元状態であり、植物にとっては非常であるとさえ思われるものもある (私見ではあるがplotonの作用があるやも知れぬと推測している)。



- 2) 海水を人工的に濃度調節を行う必要が、降雨を除いて別途あると思考する。  
即ち、河川水の導入を何等かの方法で思考する必要がある。
- 3) 湛水の調節を自然生態を参照して工夫する必要がある。即ち、水深および時間を既設水門枠等を利用して工夫する。多少の水漏れを気にせず水位の調節に意を払う（現状では約80cmであり、冠水するものも希ではない）。
- (7) 理由が未だ明確ではないが、潮汐運動で流入する海水の濃度は常時3%を切ることが、殆どなく植物にとっては実に過酷でありストレスは大きい。  
\*一般には、(0.1~0.3%) ≤では被害が出る。
- (8) 海浜先端の数種のものを除いては、汽水環境に叶う。即ち自然の生態系では、河川水または陸水によって希釈され、実に適切な汽水環境の範囲に植生する。
- (9) 人工的に植栽する場合には、この自然生態を完全に把握し理解の下で模倣することが賢明である。即ち、選択する品種毎に培養海水濃度を合わせて汽水化することである。  
\*この事は、prawnとshrimpの場合と全く同様である。  
Shrimpの場合には、海水で水温も低く20℃である。Prawnは汽水で常温でよい。
- (10) Tambakの様な全環境要因を調節しなければならない場合の凡例を示せば、常に3%海水が導入される場合には、Avecennia-Lumnitzera-Sonneratia等を植栽する。  
河川水の利用が可能であれば、適切な汽水を任意に造る事ができるので任意の樹種を選択可能となる。  
\*降雨の雨水は、汽水化に大いに役立つが、不定期で計画には組めない。
- (11) 一般の予定地を選択する際には、海水・汽水・淡水の水環境条件は、Tambakとは違って複数的植栽が可能である。この際にも濃度別に樹種を選び、先ずは高濃度の耐塩植生群を第一線に群落を造れば、その後方は海水の侵入が妨げられ且つ陸水の海洋への流出を押さえることになるため、後方環境は汽水適応樹種に適切化されることになる。  
\*この際には、地形による水および土壌環境条件を見極める事が容易である。

#### 4-2 造林

##### (1) マングローブ再造林予定地としてのバリ島とロンボク島

インドネシアのバリ島、ロンボク島の沿岸部はかつてマングローブ林におおわれていた。近年ご多分にもれず、大規模開発によってつぎつぎと姿を消していった。マングローブ林の消滅は環境の劣化、資源の消滅という点で、地域あるいは国の発展をさまたげるという認識から、再造成計画がインドネシア政府当局によって策定され、実施に移されてきた。しかし、沿岸部のマングローブ林生態系は独特の複雑な構造をもち、再造成計画は順調に発展してきたとはいいがたい。

マングローブ再造林計画の実施が予定されているバリ島とロンボク島における計画対象