

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
作業監理調査団報告書

平成6年5月


国際協力事業団

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 作業監理調査団報告書

平成6年5月



| |
|--------|
| 林開林 |
| JR |
| 94-008 |

JICA LIBRARY

1121558(9)

28238

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
作業監理調査団報告書

平成6年5月

国際協力事業団

国際協力事業団

28238

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劣化マングローブ林の回復技術、並びに造林地（回復地）の保全技術及び持続的開発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調査研究活動計画を現地専門家と協議・検討し、試験設計を策定するため、平成6年1月13日から1月22日まで国際協力事業団林業水産開発協力部長 二澤安彦氏を団長とする作業監理調査団を派遣しました。

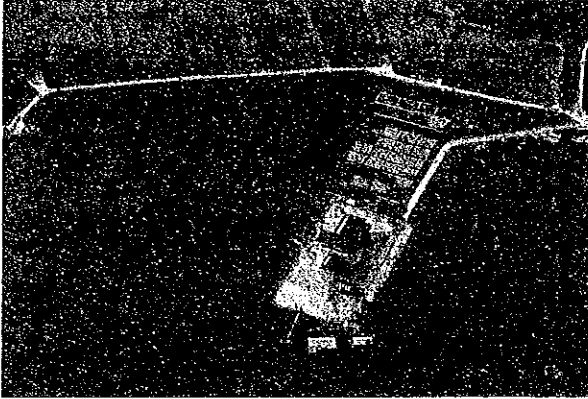
調査団はインドネシア共和国関係者と協議を行うとともに現地調査を実施し、帰国後の作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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。

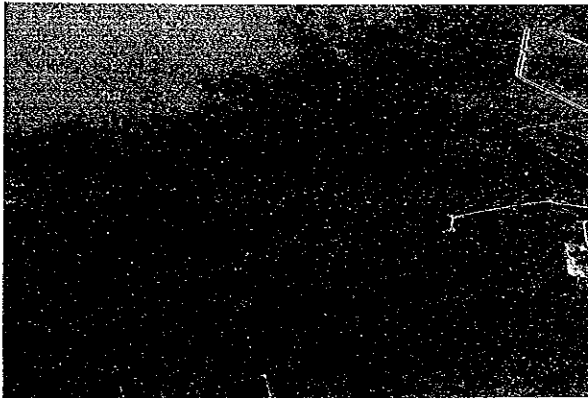
終わりに、今回の調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成6年5月

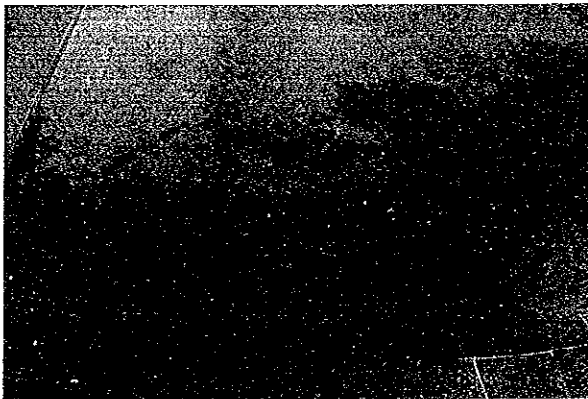
国際協力事業団
理事 田口俊郎



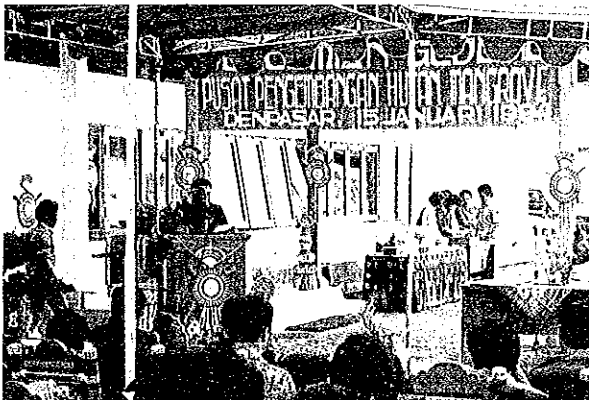
1. エビ養殖池（タンバック）跡地に隣接したプロジェクト事務所と苗畑。



2. タンバック跡地（ブロックⅡとⅢの一部）とその前面に広がる天然林
右端にプロジェクト事務所が見える。



3. タンバック（稼働中）及びその跡地と前面に広がる天然林と干潟堆砂地
左上部を横切っている道路は、ベノアポートへむかっている。



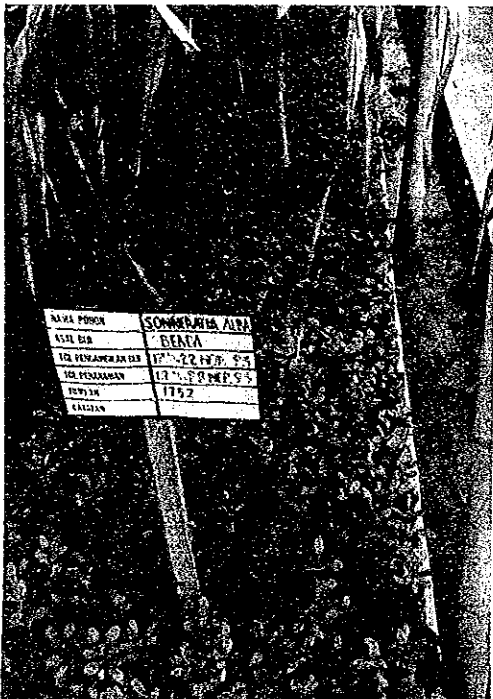
4. 新センター開所式



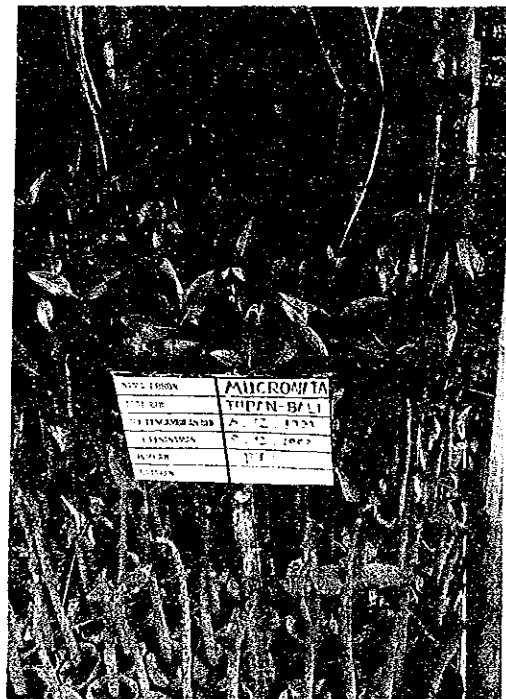
5. 苗畑での育苗



6. *Avicennia*の苗づくり



7. *Sonneratia alba*のポット苗



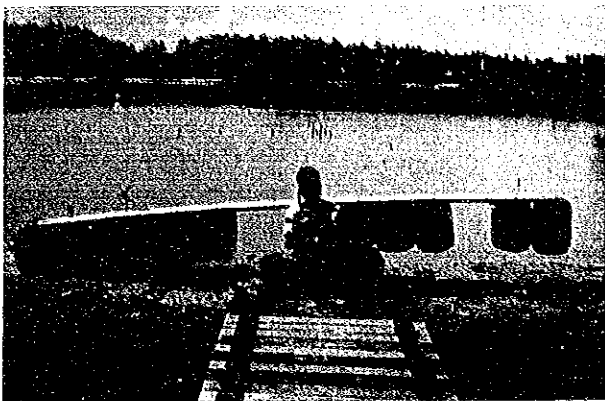
8. *Rhizophora mucronata*のポット苗



9. タンバック跡の天然更新



10. タンバック跡地にて実施中のテラス試験 (10cm×16段、高さの違いによる生育・生存率を調査)



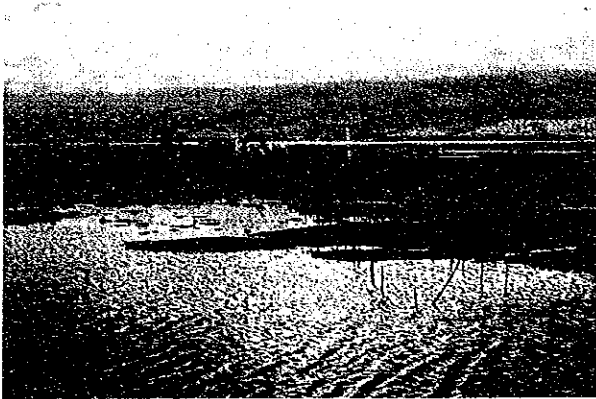
11. 天然林に近いタンバック跡地付近で、カニ採りをしている住民



12. タンバック近くの天然林内に設置された木道



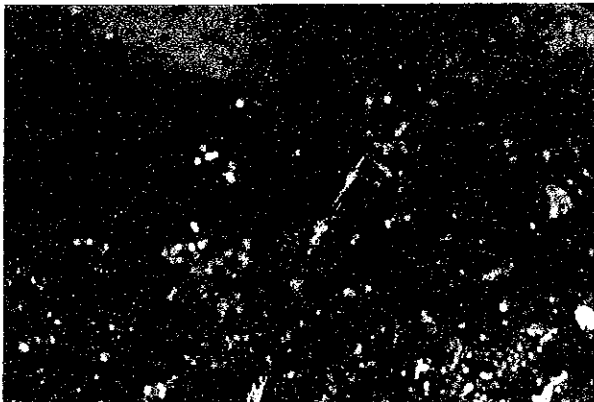
13. Gili Petangan島の造林予定地
(南東海岸) 盗伐の跡の伐根



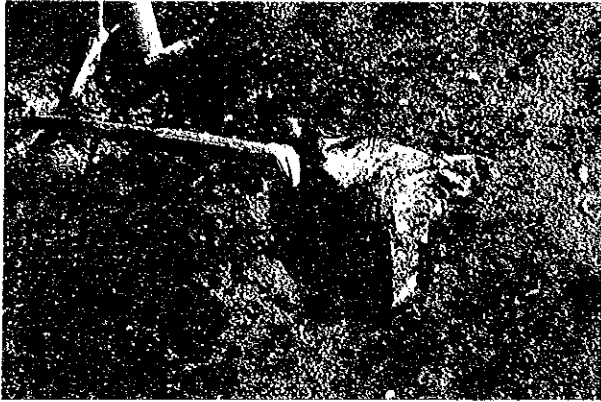
14. Gili Petangan島
造林予定地への試験植栽



15. Gili Petangan島
苗畑、波浪の影響が強い



16. Gili Petangan島
試験植栽苗にみられた、付近の住
民の通過の際にできたと思われる
ボートによる擦過傷様跡



17. Gili Petangan島

苗畑の苗木のプラスチックポット
と苗の日焼け



18. Gili Petangan島対岸サンベリア
にある仮設苗畑における苗木の
養成



19. サンベリアの仮設苗畑で養成中
の苗木についているアリマキ



20. サンベリアの仮設苗畑を設置し
ているSiola Cottagesから海岸を
約150m離れたところにある淡水の
池。ガマの一種が成育しており、
ここに苗畑を移した方がよいと思
われる。



21. Gili Petangan島の苗畑近くに
自生する*B. gymnorrhiza*に発生し
ているカイガラムシの一種



22. Sili Sulat島の盗伐跡
(東海岸) 前面を残してその後背
部分が伐採されている。

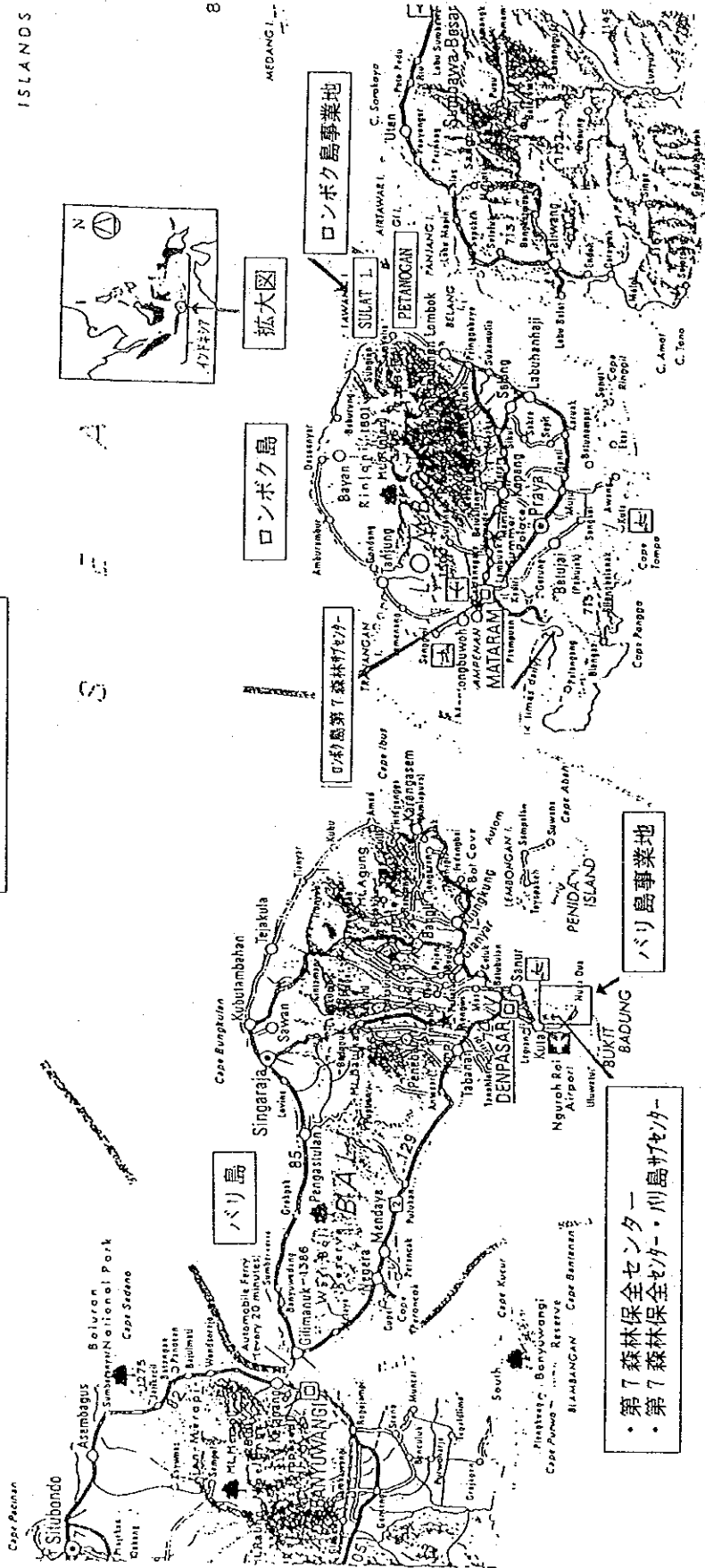


23. Gili Rawang島 (Gili Sulat島
と水路で隔てられている島)
天然林 (西側)、新しく更新して
いる



24. Gili Rawang島 北海岸
波によって運ばれたサンゴが堆積
しはじめ、マングローブの根が埋
まってきたり。

プロジェクトサイト位置図



<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 |
| バリ島デンパサール (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 |

目 次

序 文

写 真

プロジェクト位置図

| | |
|----------------------------------|----|
| 1. 作業監理調査団派遣 | 1 |
| 1-1 派遣の経緯と目的 | 1 |
| 1-2 調査団の構成 | 1 |
| 1-3 調査日程 | 2 |
| 1-4 主要面談者 | 2 |
| 2. 要 旨 | 4 |
| 3. プロジェクトの進捗状況 | 6 |
| 3-1 協力部門別活動 | 6 |
| 3-2 建物施設等 | 8 |
| 3-3 専門家派遣 | 8 |
| 3-4 研修員受入れ | 9 |
| 3-5 機材供与及び利用状況 | 9 |
| 4. 実施運営上の問題点 | 10 |
| 4-1 造林地の確保について | 10 |
| 4-2 関連する開発計画 | 11 |
| 4-3 政府関係機関の支援体制 | 14 |
| 4-4 その他 | 14 |
| 5. 指導内容及び今後の調査研究活動計画 | 19 |
| 5-1 作業監理調査団の調査研究設計にかかる基本方針 | 19 |
| 5-2 今後の調査研究活動計画（試験設計書）の検討 | 20 |
| 5-3 造林・苗畑分野 | 23 |
| 1. バリ島ベノア湾岸における造林事業 | 23 |
| 1) エビ養殖池跡地の造林 | 23 |

| | |
|-------------------------|----|
| 2) 干潟堆砂地の造林 | 25 |
| 3) 育苗技術 | 26 |
| 2. ロンボク島（プタガン島）における造林事業 | 27 |
| 1) 天然林伐採跡地の造林 | 27 |
| 3. 試験計画の検討 | 29 |
| 1) 造林分野 | 29 |
| 2) 育苗分野 | 35 |
| 5-4 植生・生態分野 | 38 |
| 1. エビ養殖池と苗畑 | 38 |
| 1) エビ養殖池周辺の天然更新と育苗 | 38 |
| 2) 苗畑 | 39 |
| 2. プタガン島の伐採跡地とそこでの植栽 | 42 |
| 1) プタガン島の伐採跡地（造林予定地） | 42 |
| 2) プタガン島とサンベリアの苗畑 | 44 |
| 3. スラット島のマングローブ林 | 44 |
| 4. 試験計画の検討 | 46 |
| 5-5 経営分野 | 49 |

資 料

| | |
|---------------------------------|----|
| 1. 団長レター | 53 |
| 2. マングローブセンター施設引き渡しに係るミニッツ（M/M） | 60 |
| 3. 1993. 9. 25 付 林業大臣裁定 | 62 |
| 4. 調査研究設計書 | 67 |

1. 調査団の概要

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調査研究活動計画を検討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 二 澤 安 彦 国際協力事業団林業水産開発協力部長
- (2) 協力企画 石 橋 暢 生 農林水産省経済局国際協力課開発協力第一係長
- (3) 試験計画 河 原 輝 彦 農林水産省森林総合研究所生産技術部育林技術科長
- (4) 苗畑・造林 中 村 松 三 農林水産省森林総合研究所東北支所更新技術研究室長
- (5) 植 生 馬 場 繁 幸 琉球大学農学部助教授
- (6) 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投融資課職員

1-3 調査日程

94年1月13日～1月22日まで(10日間)

| 日 順 | 行 程 | 調 査 内 容 |
|----------|----------------|--|
| 1月13日(木) | 東京→デンパセル | |
| 14 (金) | | 州知事・バリ州営林局・バリ林政局表敬打合せ、 バリサイト視察、専門家打合せ |
| 15 (土) | | 新センター開所式出席、バリサイト視察 |
| 16 (日) | デンパセル→マタラム | ロンボクサイト視察(ギリスラット天然林) |
| 17 (月) | | 同上(ギリプタガン造林地) |
| 18 (火) | マタラム→デンパセル | 西ヌサトゥンガラ州営林局・西ヌサトゥンガラ 林政局表敬打合せ |
| 19 (水) | | 調査研究設計協議 |
| 20 (木) | デンパセル→ジャカルタ | 専門家打合せ、在バリ領事館表敬 |
| 21 (金) | | 林業省表敬打合せ・団長レター手交、大使館・ JICA事務所報告 |
| 22 (土) | ジャカルタ → →東京 | |

1-4 主要面談者

- (1) 林業省造林総局
- | | |
|------------|------------------|
| 造林総局長 | Sumahadi |
| 総務局長 | Subagyo |
| 総務局計画課スタッフ | Yudi |
| 造林局長 | Sudjadi |
| 土壌保全局長 | Supadmo |
| 社会林業局長 | Toehadi |
| 二国間協力課長 | Sulistyo |
| 国際協力課長 | Asep Suwarna |
| アセアン地域課長 | Bambang Murdiono |
| 技術協力課長 | Udaria |
- (2) 林業省バリ林政局
- | | |
|---------------|------------------------|
| 造林部長 | Hery Subagio |
| 第7森林保全センター 所長 | Nasori S. Djajalaksana |
| 第7自然保護センター 課長 | Abdul Muttalib |

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 |
| (3) 林業省西ヌサトゥンガラ林政局 | | |
| | 林政局長 | Mursidin |
| | 事業計画課長 | I Gusti Made Widatra |
| | スタッフ | Amarius |
| (4) バリ州政府 | 副知事(環境担当) | Ahim Abdurahim |
| (5) バリ州営林局 | 農民林業課長 | Soehoedi |
| (6) 西ヌサトゥンガラ州営林局 | | |
| | 営林局長 | Apipudin Hermani |
| | スタッフ | Subagyo |
| | スタッフ | Sudirman |
| (7) 在インドネシア日本国大使館 | | |
| | 公使 | 神長善次 |
| | 二等書記官 | 井出光俊 |
| | 在デンバサー駐在官事務所 | |
| | 領事 | 石井 実 |
| (8) J I C A事務所 | 所長 | 岡崎剛一郎 |
| | 次長 | 斉藤直樹 |
| | 所員 | 福永 敬 |
| (9) J I C A派遣専門家 | 林業省 | 嶋崎 省 |
| | 〃 | 佐藤雄一 |

2. 要 旨

(1) 進捗状況

ア. 建物・諸施設

平成5年中に完工した建物・諸施設の引渡し式が1月15日に開かれ、調査団も参加した。

イ. 育苗

7樹種について今植栽期(1993.11~1994.2)用の苗木をおおむね順調に育苗中。2樹種については若干の困難性が認められた。

ウ. 造林

バリサイトでは今植栽期中に30haの造林が行われる。その際ほぼ連日潮の満ち引きのあるタンバックから実行するよう指導した。

ロンボクサイトでは今植栽期中、直挿しにより8haのプレ試験造林が行われる。育苗、造林とも今植栽期については大きな支障なく実行しうる見込である。

(2) 試験設計書について現地の専門家とともに検討し、A(最優先で実行すべきもの)、B、Cのクラス分けを行った。

(3) 今後ともインドネシア側と協議を続け、確定していくべき事項(インドネシア側に善処を申し入れた事項)

ア. バリ島の造林面積150haのうち場所が確定されているものは今植栽期分の30haのみで、残りについては、森林公園計画、用水ダム、汚水処理場計画、固形ゴミ処理場構想、バリ州営林局が実行している造林地との関連などの中で、今後確定していく必要がある。

なお、120ha(150-30)のうち30haについては、タンバックではなく干潟堆砂地で行うという方向になっているが、これについてはまず植栽試験をして可能性を確かめてから確定するという整理を行った。

イ. カウンターパートのほとんどが兼任となっているため、プロジェクトに専念できる体制をつくること。

(4) 日本人専門家に指導した事項

ア. 各専門家の現在の任期(2年間)が終わる以前に中間報告書を作成すること。これは単に任期中の実行結果をまとめるといったものにとどまらず、現地実証調査の大きな目的である「民間企業の重要な指針となりうる充実した最終報告書」作成に資するという

意味でも重要である旨の指導を行った。

イ、JPCM手法の中で重要な役割を持つ、かつプロジェクト運営上の指針としても有効に活用しうるプロジェクト・デザイン・マトリックスについて説明を行い、今後プロジェクト内で検討していくよう指導した。

(5) 以上のうち、インドネシア側に文書の形で念押しを行っておく必要があると判断した事項については、団長レターの形で取纏め、造林総局長に手渡した。(レターについては巻末資料参照)

(6) その他

インドネシア側より、ロンボクサイトにおいて何らかの管理施設をつくれないかとの意見表明があった。

3. プロジェクトの進捗状況

3-1 協力部門別活動

本プロジェクトが開始されて1年が経過し、本格事業化へ向けて実施体制がほぼ整えられたと言えよう。これまでの活動を踏まえ、93年10月にジャカルタ林業省において第1回ジョイントコミッティーが開催され、プロジェクト支援が確認された。ここではプロジェクトの進捗状況、試験研究内容を紹介するとともに当面する懸案事項について協議を行い、ミニッツが結ばれている（巻末資料参照）。基盤整備事業による諸施設整備も昨年12月20日をもって完工し、今後は新センターを拠点として事業実行に当たる。また今般の調査では専門家チームの作成した案をもとに試験活動の根幹をなす調査研究活動計画について協議し、具体的設計書を策定するに至った。残された協力期間中はこの設計書に沿って活動を展開することとなるが、このようにプロジェクトの実施環境が整備されたことで、今後の活動のより順調な進捗が期待できる。

育苗分野では基盤整備事業による事業用苗畑が完成し、10月下旬から本格使用を開始している。養苗実行量は93年度計画128千本に対し12月末現在で140千本と109%の実行率である。ただし *Sonneratia* spp. については、結実が不定期であること、発芽後まもなく病気にかかりやすく、またポット移植後の成長が良くないことなどにより実行が遅れている。また雨季に入り種子結実期であるため、94年度育苗分として種子採取・育苗を前倒しで実施している（*Sonneratia* spp.、*Avicennia* spp. を除く）。なお94年度からロンボクでも事業が開始されることにともない、ロンボクでの育苗も前倒しで開始した。ロンボクにおける苗畑は93年5月の計画打合せ調査団の提言を受け、造林事業地であるプタガン島造林地横（事業用）及び対岸（試験用）にそれぞれ設置された。93年12月末現在の育苗実行状況は次頁表のとおり。

93年度の造林計画は30haとなっており、93年12月までにBlock IIにおいて14haの試験造林が実施され、94年2月下旬までに完了する見込みである。来年度以降の造林計画は下表に示したとおり。具体的な造林用地についてはこれまでの度重なる要請にもかかわらず、まだ確定していない。当プロジェクトサイトは93年9月の造林大臣決定によって国立公園に組み込まれることとなり、国立公園における用地区分決定を待たねばならないためである。本件については、第4章にて詳細に述べる。

年次別造林計画

| | |
|---------|-------------------|
| 1年次(93) | 30ha(バリ30、ロンボク0) |
| 2年次(94) | 60ha(バリ50、ロンボク10) |
| 3年次(95) | 60ha(バリ40、ロンボク20) |
| 4年次(96) | 50ha(バリ30、ロンボク20) |
| 5年次(97) | 補植のみ |

育苗実行状況

93/94年度分 (Bali)

| 樹種 | 育苗予定数量(A) | 実行数量(B) | 育苗進行率(C) |
|----------------------|-----------|---------|----------|
| <i>Sonneratia</i> | 24,000 | 13,000 | 54.0 |
| <i>Bruguira</i> | 24,000 | 30,300 | 126.2 |
| <i>Apiculata</i> | 24,000 | 29,400 | 122.5 |
| <i>Mucronata</i> | 24,000 | 26,400 | 110.0 |
| <i>Avicennia</i> | 24,000 | 24,000 | 100.0 |
| <i>Ceriops tagal</i> | 5,000 | 12,500 | 250.0 |
| <i>Xylocarps</i> | 3,300 | 4,000 | 121.2 |
| 計 | 128,300 | 139,600 | |

(C=B/A)

94/95年度分

| 樹種 | 場所 | 育苗予定数量(A) | 実行数量(B) | 育苗進行率(C) |
|----------------------|-----|-----------|---------|----------|
| <i>Sonneratia</i> | B | 57,100 | 0 | 0.8 |
| | L | 5,000 | 40 | |
| | B 裸 | 675 | 0 | |
| <i>Bruguira</i> | B | 57,100 | 31,300 | 54.8 |
| | L | 5,000 | 300 | 6.0 |
| | B 裸 | 675 | 0 | |
| <i>Apiculata</i> | B | 57,100 | 37,500 | 65.6 |
| | L | 11,800 | 0 | |
| | B 裸 | 675 | 0 | |
| <i>Mucronata</i> | B | 57,100 | 8,600 | 15.0 |
| | L | 11,800 | 4,700 | 39.8 |
| | B 裸 | 675 | 0 | |
| <i>Avicennia</i> | B | 57,100 | 1,600 | 2.8 |
| | L | 5,000 | 1,000 | 20.0 |
| | B 裸 | 675 | 0 | |
| <i>Ceriops tagal</i> | B | 5,000 | 4,700 | 94.0 |
| <i>Xylocarps</i> | B | 3,300 | 1,200 | 36.3 |
| 計 | B | 293,800 | 84,900 | |
| | L | 38,600 | 6,040 | |
| | B 裸 | 3,375 | 0 | |

(C=B/A)

* 場所中 B:Bali, L:Lombok

またロンボクでは、94年度から開始される試験造林に備えプレ試験植栽を行うとともに、前回計画打合せ調査の折提案のあった、防風機能を発揮させるための植栽試験 (*Canarium spp.*) を陸地を実施している。

生態分野では天然林に観察路を設置し、固定プロット内での各種試験およびフェノロジー、動物相の観察等を実施している。また経営分野では、試験造林事業を開始したことに伴ない造林コスト調査を実施中である。

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、ポットハウス、ウォータータンク）が93年10月末に、第2期工事（事務所、実験室、倉庫、ジェネレーター室、警備小屋、フェンス）が12月中旬に、それぞれ完工した。すでに新事務所において業務を行っているが、本調査団滞在中に、諸施設をインドネシア側へ引き渡す開所式が行われ、引き渡し及び施設の利用に関するミニッツが交換された。なお本基盤整備事業の総予算は 173,359千円（示達予算実績）であった。

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。また93年度としては、6名の短期専門家が派遣された。これまでの実績は下表のとおり。

長期専門家

| | | |
|------|-------|-----------------|
| リーダー | 田中昌之 | 92.12.2~94.12.1 |
| 業務調整 | 八戸英喜 | 92.12.2~94.12.1 |
| 造林 | 濱田秀一郎 | 92.12.2~94.12.1 |
| 育苗 | 三浦精志 | 92.12.2~94.12.1 |
| 生態 | 林信次 | 92.12.2~94.12.1 |
| 経営 | 照井隆一 | 92.12.2~94.12.1 |

短期専門家

92年度

| | | |
|------|------|-------------------------------------|
| 詳細設計 | 小原忠夫 | 92.12.21~93.2.3 |
| 詳細設計 | 今井忠義 | 92.12.21~93.2.3 |
| 詳細設計 | 浅香文雄 | 92.12.21~93.2.3 |
| 施工監理 | 浅香文雄 | 92.2.24~93.3.22、7.5~7.31、9.20~10.16 |

93年度

| | | |
|-------|---------|----------------------------------|
| 植 生 | 中 村 武 久 | 93. 5. 16~93. 5. 23 |
| 社 会 学 | 大 田 克 洋 | 93. 5. 16~93. 5. 26 |
| 環境工学 | 成 岡 市 | 93. 5. 16~93. 5. 23 |
| 土 壤 | 三 原 真智人 | 93. 8. 1~93. 8. 16 |
| 水 管 理 | 成 岡 市 | 93. 8. 1~93. 8. 16 |
| 施工監理 | 浅 香 文 雄 | 93. 6. 27~93. 7. 4、11. 21~12. 30 |

なお現地調査及びプロジェクトとの協議の結果、94年度に必要とされる短期専門家の分野として、マングローブ苗の成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要である。また可能であれば水産生物分野の派遣が望まれる。

3-4 研修員受入れ

92、93年度の受入実績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技術者レベルでの受入が効果的であると思われる。なお94年度からロンボクサイトでの事業が開始になり、かつバリ・ロンボクとも同数のカウンターパートが配置されていることから、予算が許す範囲内でバリ・ロンボクからそれぞれ同数の研修員受入が望ましい。

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、これまで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、新事務所移転後も、日常的に良く利用かつ、適正に管理されている。なお新事務所移転直後、事務所に泥棒が入り、エアコンプレッサー、スライドプロジェクター及び専門家所有のプリンター、ラジオカセットが被害に遭った。エアコンプレッサーは保険で対処済、スライドプロジェクター(平成4年度供与機材)は、再度供与機材として検討する予定である。

4. 実施運営上の問題点

4-1 造林地の確保について

バリ島ベノア湾のプロジェクトサイトにはエビ養殖池（タンバック）跡地が 330haあり、このうち 300haはすでにバリ州営林局（DINAS）によって90年度から毎年100haずつ3年間植栽されている。しかし、成林率は前回の調査団の報告にあったように、相当低い結果となっている。

当プロジェクトはこの地区において、今後5年間で150haの植栽を予定している。93年度の計画は30haであり、DINASが植栽していない30haをすでにプロジェクト用地として確保している。94年度以降の造林用地について「イ」側と協議する中で、DINASが植栽した300haのタンバックは、新たにプロジェクトが植栽する際には造林事業が重複することになるため、造林実行予算を林業省で組むことができないことが判明した。（既植栽地に対しては補植予算となる。）このためプロジェクトでは、既植栽地における造林結果について評価調査を行い、評価に基づいて成林率の低いタンバックをDINASによる植林プログラムの枠組みから外しプロジェクト用地として確保するよう、関係各機関に要請してきたところである。第7森林保全センターに評価調査の予算がすでについたということであるが、本調査時にはまだ行われていなかった。この評価調査実施は今後の造林地の確保にあたっての大前提であるので、評価調査を確実に行うよう第7森林保全センターに対して引き続き働きかける必要がある。

また、当該地域は「イ」政府内の各レベル（中央政府レベル、州レベル）で今後開発が予定されている地域である。当初の植栽予定地(150ha)は全てエビ養殖池跡地を予定していたが、このような各種開発計画（図1参照）の関係でエビ養殖池跡地における植栽面積を減少せざるを得ないため代替地が必要となっている。また前回の調査で指摘があったが、外洋に面したデルタ地域における植栽データをとるのも有意義であると思われることから、150haのうち30haはベノア湾の干潟堆砂地（Tidal flat area）にすることとした。

この変更については、昨年10月21日のジョイントコミッティーにおいて協議されているが、今回、団長レターという形で林業省に申し入れを行った。ただし、この中で干潟堆砂地での植栽は、技術的観点から不明な点を明らかにするため試験的に植栽を試みた後、自然的技術的に可能であれば30haの植栽を行うと付記している。

また、150haから今年度植栽予定地の30haと干潟堆砂地の30haを引いた90haについては、エビ養殖池跡地に確保するよう強く要望した。

なお、94年度の植栽予定地の30haについて、上述したように当初エビ養殖池跡地に予定していたが、用水ダム建設の関係で計画の変更が必要となり、30haのうち4.17haを干潟堆砂地

の植栽に予定を変更した。

DINASが90年から3年間にわたって新植を行ったタンバック300haに対する補植予算（林業省からの配布）については予算がつかないようにプロジェクトから林業省の担当者へ要請している（現在ストップしている）。しかし、DINASは労務省を抱えている関係などもあり予算を要求しており、予算がつく可能性は考えられる。この予算の問題はインドネシア側の問題であるが、予算がいつ復活するかわかれば、また、認可された場合プロジェクトの事業に大きく関わるので常に注意が必要である。

4-2 関連する開発計画

当プロジェクトを含めた開発計画及びプロジェクトサイト内や隣接地に計画されている開発計画は下記の通りである。

- ① TAMAN HUTAN RAYA (TAHURA) 開発計画（森林公園開発計画）
- ② エスチュアリ貯水場建設計画
- ③ デンパサル下水道整備計画
- ④ ゴミ投棄場
- ⑤ 駐車場

これらの計画については、プロジェクトの実行のために、林業省のリーダーシップのもと関係機関間において十分な注意をもって地域決定をするよう、林業省に対し団長レターをもって要望した。

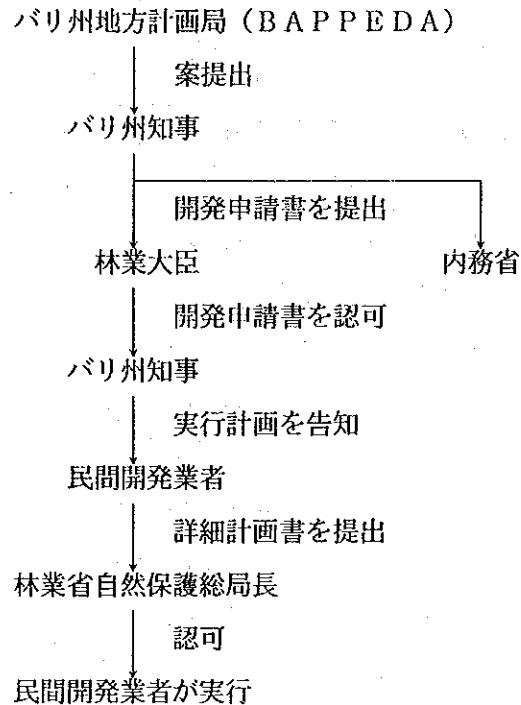
以下、開発計画の概要を記す。

(1) TAMAN HUTAN RAYA (TAHURA) 開発計画（森林公園開発計画）

セラガン島、ベノア湾及び近隣の観光地域に位置する地域の開発計画である（図2参照）。これは国有林の開発計画であるが、No.9の民有地、No.10の海洋、No.12のベノアポートも含まれている（全体面積4,000ha）。No.1～8、及びNo.11の国有林が林業省の管轄地域（1,373.50ha）であり、バリ林政局（KANWIL）の中にある第7天然資源保全センター支所（SBKSDA）が開発計画のチェック機関となっている。No.9、10、12については州政府が計画を担当しているが、この部分についても国有林と関係があればSBKSDAは必要な手続きをとることができる。

開発計画のチェック機関である第7天然資源保全センター支所（SBKSDA）の担当者は当プロジェクトの生態のC/Pであり、今回この開発計画についてはこのC/Pからの聞き取りである。

このTAHURA開発計画の流れは下記の通りである。



1993年9月25日に林業大臣により開発申請書が認可され、現在バリ州政府及びバリにある政府関係機関において実行計画が検討されているが、この計画案がまとまるまでには相当の時間がかかる模様である。

この計画では国有林を下記の5つのゾーンに区分している。

- ① 利用区域 (Zona Pengembangan Intensive)
- ② 制限区域 (Zona Pengembangan Terbatas)
- ③ 植生・動物保全区域 (Zona Pembinaan Flora/Fauna)
- ④ 保全林区域 (Zona Perlindungan)
- ⑤ 緩衝区域 (Zona Penyangga) : 海岸線

現在、これをさらに区分するサブゾーンの区分作業を行っている (図3参照)。

プロジェクトサイトの地域は保全林区域内であり、また、サブゾーンの中でプロジェクトサイトはマングローブプロジェクト事務所やマングローブ林、スポーツ・レクリエーション場等として位置付けられている。しかし、プロジェクト用地として想定された地域内には、まだ用途が不明な箇所や他用地にむけた開発計画も予定されており、関係機関間での調整が必要である。このTAHURA開発計画は民間資本による開発であり、開発計画の初期の段階から民間開発業者がすでに関わっている。

プロジェクトとしてはプロジェクトサイトが将来インドネシア国内のみならず世界のマングローブ研究の中心センターとなるように発展的な利用を林業省に要望している。また、州政府としても、将来的には研修センターとしての機能充実を合わせ持ったものとするこ

林業省表敬のおり、造林総局総務局長は当プロジェクトがTAHURA開発計画の中でしっかりと位置付けられるように自然保護総局と話し合う必要があると発言した。

最近、KANWILの局長である Efficdy氏が自然保護総局の総務局長へ異動した。総務局はTAHURA開発計画の許認可についての権限を持っており、新局長がこれまでプロジェクトに関わっていたことは、プロジェクトとしては心強いと思われる。

(2) エスチュアリ貯水場建設計画

クタ地区の給水事情改善のために公共事業省が計画しているもので、第1期工事(93~94、河口ダム建設)がすでに実行されている(エビ養殖池跡地20ha、天然林20ha使用)。93年度植栽予定地をこの計画の関連で変更する必要があり、30haのうち4.17ha(Block2)を干潟堆砂地に植栽するように変更した。第2期工事(関連施設)はまだ未定であるが、天然林40haがつぶれる可能性がある。また、Block1(15ha)にダム付帯施設の建設が予定されており、虫食い状態になる可能性があるため、プロジェクトとしては植栽を当分の間見合わせ、2、3年後の状況により植栽するかどうか判断するとのことであり、妥当と思われる。

(3) デンパサル下水道整備計画

デンパサル市を含む3都市の衛生・環境状況の改善を目的とした公共事業省都市住宅総局の計画で、JICAが開発調査(F/S、93年1月終了)を実施した。予定面積は16.5haである。インドネシア側で現在検討中であるが関心は高い。予定地は図1でBlock4に予定されているが、今回入手したTAHURA開発計画のサブゾーンの区分図(図3)ではBlock3に記載されている。プロジェクトとしてはプロジェクトサイトの外側にするこ、及び処理廃水が森林環境に影響しないようにベノアポートの外側にするこを要望している。

なお、OECFの詳細設計調査が今年の4~5月頃に入る予定ということであった。(OECFはマングローブにも関心を寄せているということであった。)

(4) ゴミ投棄場

現在のゴミ投棄場はBlock4に隣接した場所にあるが、満杯状態になりつつあるため、州政府が次のゴミ投棄場の設置を検討している。予定地はBlock3とベノアポートへのアクセス道路との間で約8haが予定されている。プロジェクトとしてはプロジェクトサイトに入らないように要望している。市当局はさらに約40haのゴミ投棄場の構想を持っているようであるが、プロジェクトとしては観光地として見栄えが良くないこと、また悪臭もすることから、面積が少なくすむゴミ焼却場の建設を市当局に提案している。

また、これとは別に、今年度インドネシア政府からJICAへ固形ゴミを処理する「Solid Waste Management Project」開発調査の要請があったが、緊急度が低いということで検討されなかった。しかし、来年度以降再度要請される可能性があるということであり、プロジェクトに影響がないよう注意が必要である。

(5) 駐車場

プロジェクトサイト外であるが、現在のゴミ投棄場を整備して駐車場にする計画がある。これは対岸のセラガン島にあるお寺への参拝客用及びセラガン島に建設予定のホテルの駐車場として使用する等の構想があるようである。今のところプロジェクトには直接の影響はないと思われる。

4-3 政府関係機関の支援体制（複数の行政機関）

プロジェクトのC/P機関は林業省造林総局長が総括責任者であり、実行管理責任者は造林緑化局長である。プロジェクトの現地での実施については、造林総局の直轄出先機関である在バリ島の第7森林保全センターが行っている。同センターに属するバリ及びロンボク島のサブセンター、並びにバリ及びNTB林政局がプロジェクトに参加している。また、バリ及びNTB州の営林局も関わっている。このようにプロジェクトの関係機関は国と2つの州というように複数の機関と関わっている。前回の調査団において実行組織図が確認されたが、プロジェクトの現地での調整は第7森林保全センター長が行うことになっており、現在のところ関係機関との連絡調整については特に問題はないということであった。個々の機関と特に連絡調整が必要な時は必要に応じてプロジェクトからも連絡を取っているということである。複数の関係機関と連絡調整しなければならないという煩雑さはあるが今後とも十分な意志疎通を図る必要がある。

なお、バリ州営林局(DINAS)長のLatihan氏がバリ営林局(KANWIL)長へ2月10日に異動した。前回の調査団の報告の中でDINASと中央政府や当プロジェクトとの関係が必ずしも円滑でない旨の記述があったが、今回の移動によりLatihan氏の今後のプロジェクトに対する支援の動向と、バリ州にある林業省の地方機関からバリ州営林局長を迎えるDINASの動向も注意する必要がある。

調査団は、ロンボク島のNTB林政局(KANWIL)とNTB州営林局(DINAS)へも表敬を行ったが、調査団の出迎えや調査へのC/Pの同行等、ロンボク島の関係機関のプロジェクトに対する姿勢に好印象をうけた。

4-4 その他

(1) ロンボクサイトの事務所について

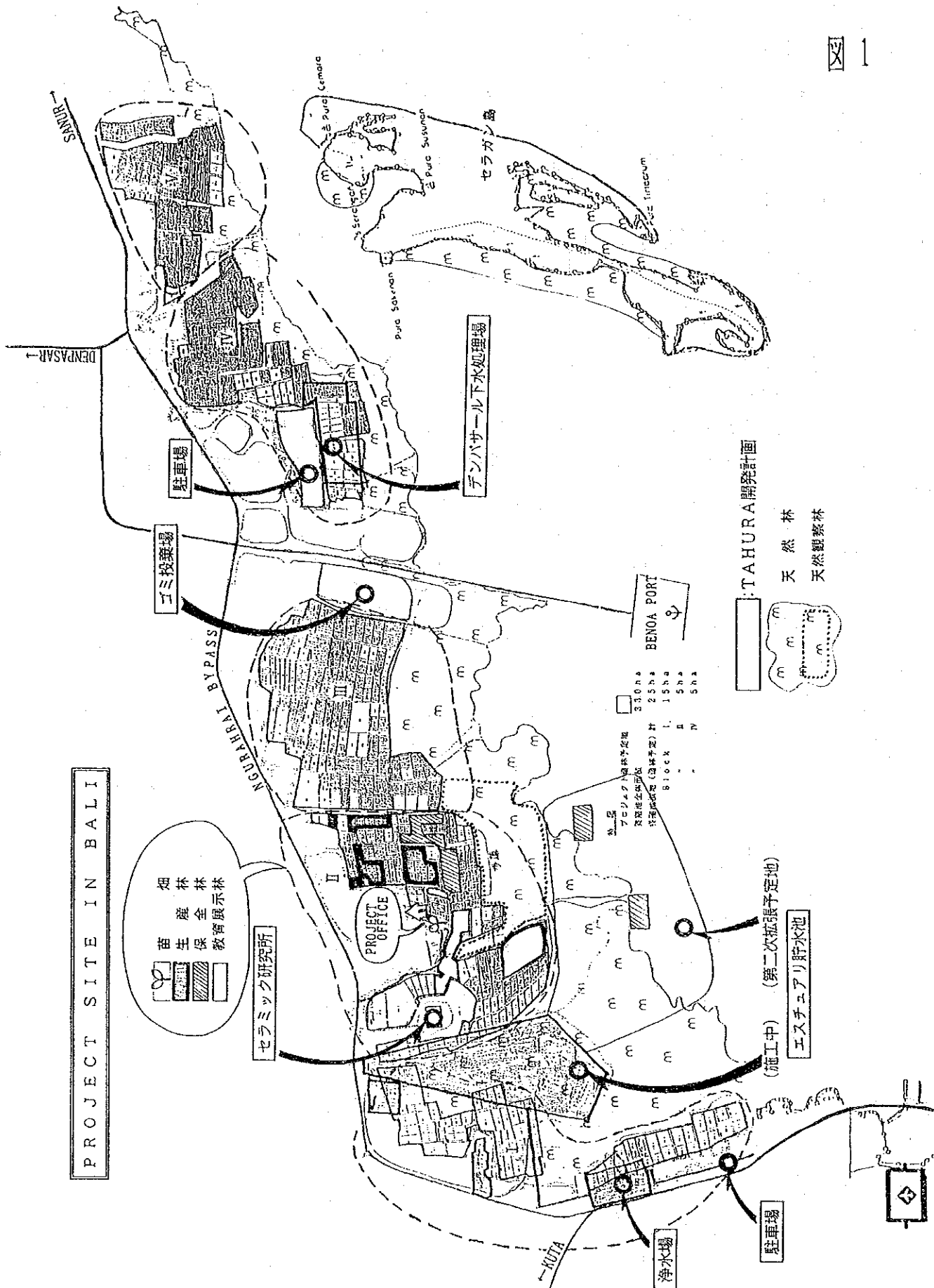
プロジェクトはロンボクサイトのベースとして、今回、調査団が投宿したS I O L A C O T T A G E Sを利用しており、ここに苗畑と物置小屋を作って管理をコテージに依頼している。

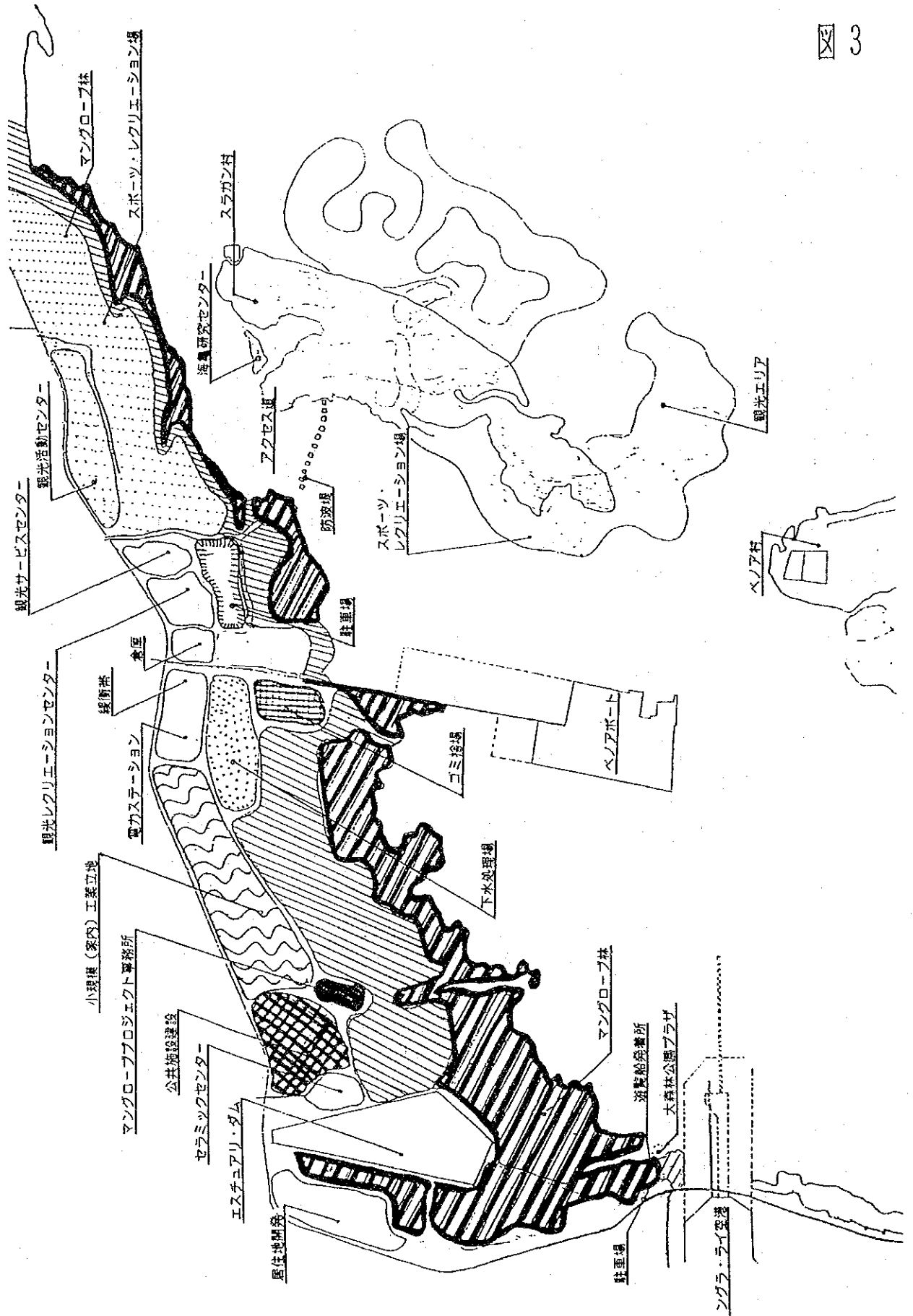
また、プロジェクト所有のボートは近くの真珠養殖工場の厚意で（日本人が1名在勤）工場の敷地内に置いている。

D I N A Sは森林警察官を置いてプロジェクトサイトの管理を行いたい意向である。（プロジェクトサイトの周辺ではソロンという所に第7森林保全センターとD I N A Sの支所があるということであった。）

これから植栽が本格的に始まり、ベースキャンプとバリ島本部等との事務連絡や島との無線連絡が必要である。また、プロジェクト終了後のプロジェクトサイトの維持管理をどのようにするかも含めて、簡単な事務所を置く等検討する必要があるように思われた。

しかし、事務所を開設するとなると、建設費やその維持管理費、事務所職員の人件費等「イ」側から要求される可能性は十分予想され慎重な対応が必要である。





5. 指導内容及び今後の調査研究活動計画

本現地実証調査の調査研究活動の基本方針は、“Tentative Schedule of Implementation (TSI)”として1992年11月5日に日・イ双方で合意され、年度別に調査研究実施項目が記載されている。本作業監理調査団は、このTSIに基づいて本実証調査が遅滞なく実行され、最終目的が達成されるよう現地での指導及び監理作業を行った。

5-1 作業監理調査団の調査研究設計にかかる基本方針

1) 本作業監理調査団は、調査研究設計の監理作業にあたり以下の二点を基本方針とした。

<基本方針>

- a. 本現地実証調査は、「民間資本や地域住民がマングローブ天然林の伐採を行わず、造成された人工林による持続的森林経営の技術的・経営的手法を確立すること」を目的としている。したがって、それに必要とされる「調査研究」と「民間企業や地域住民が経営に参画できるような経営に関する実証的な資料収集と技術の確立」の両成果が期待できるような調査研究設計であること。
- b. 「第3回合同作業部会」（1993年12月17日、主婦会館にて開催）での提言「調査研究部門と実践部門とを分けて考え、実践部門での成果を期待できる方策を講じながら調査研究を行う」を踏まえた調査研究設計であること。

2) 調査研究項目のグルーピングと優先順位

上の基本方針に基づき、田中リーダー、八戸調整員、濱田・照井・三浦・林の4長期専門家と協議しながら、「調査研究項目」を「実践部門」と「調査研究部門」にグルーピングし、実践部門についての最優先目標を次の二つに定めた。

<実践的な部門の二つの最優先目標>

- a. エビ養殖池跡（以下tambak跡と省略）に早急に林を作り上げること。
- b. プタガン島 (Gili Petangan)の伐採跡地を早急に造林・緑化すること。

二つの最優先目標を考慮しながら、八戸調整員、長期専門家並びにイ側カウンターパート (C/P) との現地調査後、「最優先目標を達成するための緊急性に基づく調査研究項目の優先順位付け作業（以下優先ランクとする）」、「優先ランクに基づく調査研究設計書の設計内容の調整作業」の2作業を実施した。なお、本作業監理調査団が「最優先目標」を達成するための緊急性に基づく優先ランク (A~C) の規準は以下の通りである。

<緊急性に基づく優先ランクの規準>

優先ランク A : tambak及びプタガン島の緑化・造林に早急に必要で、率先してデータを収

集しなければならない課題（最優先課題）

優先ランク B：Aに比較して優先順位は低いですが、極めて近い将来、すなわち本実証調査が進行するにつれてデータが必要とされる課題（優先課題）

優先ランク C：A及びBに比較して早急なデータの収集を必要としないが、本実証調査の進行に必要とされる課題（普通課題）

以上のような本作業監理調査団の監理作業の概略及び現地調査等により明らかとなった「イ側への要望事項」等については、文書をもってジャカルタの林業総局長に説明するとともに、合わせて日本大使館、JICAジャカルタ事務所長に報告した。

5-2 今後の調査研究活動計画（試験設計書）の検討

このプロジェクトは単なる技術協力プロジェクトとは異なり、プロジェクト終了時における最終報告においてインドネシアにおけるマングローブ林資源の保全開発の可能性を技術的及び経済的に明確にする必要がある。すなわち、最終報告書案の構成内容は、

- ① 自然環境及び社会経済的条件
- ② 経済モデル
- ③ 造林作業モデル

となっている。したがって、このことを踏まえて、今回プロジェクト側から提出された36試験設計書の内容について検討を行った。この検討に際しては、R/DやTSIの内容、12月17日に行われた第3回合同作業部会の検討結果、現地検討、長期専門家やカウンターパートとの協議の結果等を参考にして行った。

なお、試験設計書の妥当性を検討するに先だって、プロジェクト側から提出された調査研究課題が多いこともあって、調査研究目的別に以下のように調整を行って検討した。

1. マングローブ林造成技術の開発（造林作業マニュアルの作成）

1) 安定的な種子の供給（種子生産力調査）

- (1) 7樹種の種子成熟過程調査
- (2) 7樹種の種子害虫及び害獣調査
- (3) 7樹種の種子採種可能時期調査
- (4) 7樹種の種子生産量調査

2) 健全な苗木の供給（育苗技術の開発）

- (1) 適正用土の検討
- (2) 成長試験
- (3) 育苗及び植栽した苗木の活着と成長に及ぼす冠水持続時間の影響
- (4) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす日射量の影響

- (5) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす冠水塩分濃度の影響
- (6) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす施肥効果試験
- 3) 適地適木（植栽樹種の選定）
 - (1) 成長試験
 - (2) 堆砂地・珊瑚礁内地植栽試験
- 4) 造林技術の開発
 - (1) 植栽方法（地拵え）試験
 - (2) 苗木形態試験
 - (3) 大型苗試験
 - (4) 補植基準の検討
 - (5) 水門管理
 - (6) 塩分濃度管理
- 2. コスト等収支計算（経営モデル作成）
 - 1) コスト・行程
 - (1) 森林調査法の作成に関する検討
 - (2) 育苗作業工程別の作業能率調査
 - (3) 造林作業工程別の作業能率調査
 - (4) 育苗・造林に関するコスト調査分析
 - 2) 収穫予測
 - (1) 植栽密度試験
 - (2) バイオマス調査
- 3. 環境保全効果の評価
 - (1) 自然環境条件の解明
 - (2) リター堆積調査
 - (3) 土壌堆積調査
 - (4) 固定プロット内定期毎木生長調査
 - (5) 天然林内更新過程調査
 - (6) 現状の動物相調査
 - (7) 造林地での動物相の変遷調査
 - (8) 害虫及び害獣調査
 - (9) 害虫及び害獣防除法調査
- 4. 社会経済的評価
 - (1) Silvo-fisheries 試行・調査
- 5. 見本林の造成

(1) 産地試験

これらの各設計書ごとに内容等を検討し、早急に行うべき項目(A)、ある程度試験結果を見た上で実行するもの(B)、及びいくつかの課題をまとめてひとつの課題にした方がよいものや当面試験する必要のないもの(C)の3ランクの優先順位付けをするとともに、不足している部分については新たに試験研究課題を加えることとした。

各分野毎に設計書を検討した結果、以下のような調査研究課題にすることを提案した(設計書の内容は別紙に示す)。なお、Aの課題は最優先でやる必要があるが、BやCでも人的・時間的な余裕があれば、試験調査をどんどん実行すればよい。

なお、それぞれの分野・課題ごとの検討内容やコメント等については、以下の章で述べる。

1. マングローブ林造成

1) 種子生産力調査

- | | |
|-------------------|---|
| (1) 主要樹種のフェノロジー | A |
| (2) 主要樹種の種子生産量の推定 | A |
| (3) 主要樹種の種子害虫の調査 | C |

2) 育苗技術の開発

- | | |
|---------------------|---|
| (1) 苗木の成長試験 | A |
| (2) 苗木の活着・初期成長と日射量 | A |
| (3) 苗木の活着・初期成長と冠水時間 | B |
| (4) 苗木の活着・初期成長と塩分濃度 | B |
| (5) 苗木の活着・初期成長と施肥 | C |
| (6) 適正用土の検討 | C |

3) 植栽樹種の選定

- | | |
|------------------|---|
| (1) 主要樹種の成長と立地条件 | A |
| (2) 堆砂地における植栽試験 | A |

4) 造林技術の開発

- | | |
|--------------|---|
| (1) 植栽方法試験 | A |
| (2) 苗木形態試験 | A |
| (3) 水門管理 | B |
| (4) 塩分濃度管理試験 | B |

2. 収支計算

1) コスト・工程

- | | |
|--------------------|---|
| (1) 森林調査簿の作成 | A |
| (2) 育苗作業工程別の作業能率調査 | A |
| (3) 造林作業工程別の作業能率調査 | A |

| | |
|---------------------------|---|
| (4) 育苗・造林に関するコストの調査分析 | A |
| 2) 収穫予測 | |
| (1) 収穫予測表の作成 | A |
| (2) 植栽密度試験 | A |
| (3) バイオマス調査 | C |
| 3. 環境保全効果の評価 | |
| (1) 植生図の作成 | A |
| (2) 自然環境条件の解明 | B |
| (3) 固定プロットの生産量調査 | B |
| (4) 天然更新過程の解明 | B |
| (5) 動物相の変移調査 | C |
| (6) 土壌堆積調査 | C |
| 4. 社会経済的評価 | |
| (1) 薪炭技術の改良 | B |
| (2) マングローブ造林をめぐる社会経済要素の分析 | B |
| 5. 見本林の造成 | |
| (1) 産地試験 | A |
| (2) Silvo-fisheries 試行・調査 | B |

5-3 造林・苗畑分野

本実証調査事業はバリ島ベノア湾岸及びロンボク島において実施されている。前者は主にエビ養殖池跡地における造林事業（150ha）、後者はロンボク島北東海岸沖合い、隆起珊瑚礁起源のプタンガン島の天然林伐採跡地における造林事業（50ha）である。これらの荒廃地を持続的経営が可能な生産林、あるいは保全林として再生させるため、各種試験を並行させながら造林事業を実施している。

1. バリ島ベノア湾岸における造林事業

1) エビ養殖池跡地の造林

(1) エビ養殖池跡地周辺の概況

造林事業の対象地はベノア湾北岸、クタとデンパサールを結ぶグラライバイパスの南側に沿って広がるエビ養殖池跡地約380ヶ所である。

エビ養殖池跡地地帯の海側前面には *Sonneratia alba* が優占する天然林が帯状に分布している。この *S. alba* 群落から小河川沿いにエビ養殖池跡地地帯に入り込むと場所によっては小規模な天然林が残存しており、前述の *S. alba* に *Rhizophora apiculata* や *Rhizophora stylosa* が混交した群落が見られる。この群落には *Avicennia marina*、

Rhizophora mucronata、*Bruguiera gymnorhiza*も認められる。

エビ養殖池を造成する以前、この地帯は上記の樹種によって構成されたマングローブ林であったと考えてさしつかえない。このようなマングローブ林を伐採し地盤を掘り下げ、築堤し、エビ養殖池を造成している。地盤の掘り下げはエビ養殖池造成時にとどまらず、池底の汚泥の除去としてエビ養殖の過程でも行われている。マングローブ林は消滅し、地形は大規模に改変され、マングローブ林生態系自体が完全に崩壊してしまっている。これが再造林を行うエビ養殖池跡地地帯の現実である。

(2) インドネシア政府による造林の問題点

エビ養殖池の拡大はマングローブ林資源の減少、汽水域環境の悪化、汀線保全や防災等の機能の低下をまねくに至り、バリ州営林局はマングローブの再造林計画を立案し、コンセッション解除がなされたエビ養殖池に対し1990年から1993年にかけて造林事業を実施した。プロジェクトサイトにもこの時の造林地が散見されるが結果は完全に失敗している。

マングローブ林生態系が完全に崩壊したエビ養殖池跡地での再造林が如何に難しいかを物語っているように見える。ただここで気を付けなければならないことがある。果して万全の備えで再造林に当たったかである。プロジェクト内の不成績造林地をみて以下の数点について検証の必要性を感じた。

①植栽場所の冠水深を考慮した樹種選定をおこなったか。エビ養殖池跡地の地盤高は周辺の天然林 (*S. alba*と*Rhizophora* spp. の混交林) の地盤高より土壌を掘り上げた分だけ低くなっている。最大で約1 m近く低くなっている。冠水深が深くなったエビ養殖池跡地に*R. apiculata*、*R. mucronata*、ましてや前2樹種より後背地に生育する*B. gymnorhiza*をいきなり植栽したことに問題がなかったか。

②ビニールポットを装着したままポット苗を植栽したとのことであるが、冠水深が深いという過酷な環境下で根系に悪影響を与えることはなかったか。健全な根系の発達なしに地上部の伸長は期待できない。

③造林計画(予算)と造林実行の間にギャップがなかったか。これは技術的な問題ではないが植栽場所の特定、植栽本数の実数確認ができないかぎり本当の意味での造林成績の判定はできない。

(3) 造林における当面の考え方

本実証調査で前項の3点について先ず検証を行うことが全ての出発点と考える。

グラライバイパスから海側最前線の無植生堆砂地へ向かうにつれ本来の地盤高はしだいに低くなっている。造林予定のエビ養殖池跡地の本来の地盤高(エビ養殖池造成前)がいくらであったか、またエビ養殖池造成時にその地盤をいくら掘り下げたか、さらにエビ養殖時の病害と関連して池底の汚泥をどのくらい除去したかによって現在の地盤高

がきまっている。地盤高は冠水深に置き換えられる。エビ養殖池跡地の造林で最初に突き当たる関門は深すぎる池にある。

造林予定のエビ養殖池跡地について大潮満潮（ベノア湾の潮位260cm）あるいは小潮満潮（同潮位140cm）いずれかの時点での冠水深を測定する。ベノア湾の潮位表と照会することで各エビ養殖池跡地の大潮満潮・干潮時、小潮満潮・干潮時の冠水深が明らかになる。

一方で、造林樹種として選ばれている *S. alba*、*A. marina*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza* の5樹種について冠水深とそれらの生育状況の関係を検討し（現在実行中のテラス試験の結果を導入する）、5樹種についてそれぞれの生育好適地、生育可能地、生育不能地の冠水深領域を明らかにする。その結果を造林予定のエビ養殖池跡地の冠水深に当てはめ樹種選定を行い、ビニールポットを除去した当該ポット苗を植栽し、その後の生死・成長状態を観察することで、エビ養殖池跡地におけるマングローブ再造林の難易性の判断が初めて可能になる。

当面、上記の樹種選定基準ができるまでの造林事業は、ほぼ連日潮の満ち引きがあるエビ養殖池跡地を中心に実行していくこととする。これはエビ養殖池跡地の地盤が小潮時の満潮線と干潮線の間にあるエビ養殖池跡地に該当する。大潮干潮時に潮が引かないエビ養殖池跡地及びエビ養殖池跡地の地盤高が養殖池の水門底部の地盤高より低く停滞水が発生する場所については水門破壊や土壌の埋め戻しなど土木的处理を行わない限り植栽は見合わせる。また、大潮満潮時においても潮があまり満ちないエビ養殖池跡地については現時点では造林を見合わせることにする。

樹種判定基準ができ適地適木の考えのもと造林したにもかかわらず、その造林が失敗する場合、失敗原因を検討する過程で次の手だてを講じることとする。

2) 干潟堆砂地の造林

エビ養殖池跡地地帯の海側前面に帯状分布する *S. alba* 天然林のさらに前面に広がる干潟堆砂地のうち30haが造林対象地域となる。ただし、まだ具体的な造林場所は決まっていない。機上から撮影した写真によると、ブロックⅡ及びⅢのエビ養殖池跡地地帯からは相対的に広い水路4本、狭い水路4本が干潟地の形成に関与している。ベノアポートへ向かう海上道路が潮流を遮り上記8本の水路から運ばれてきた土砂の堆砂を促進している。ブロックⅢ海側前面の方がブロックⅡ海側前面より干潟堆砂地が発達している。造林事業を進めるなら前者の方が良いと考える。（写真1、2、3参照）

干潟堆砂地は天然林分布域の冠水深よりさらに深いと思われる。干潟地は現在、無植生状態にある。深すぎて *S. alba* の生育限界を超えていたのか、あるいは生育できるが定着のチャンスがなかっただけなのか、その点を明らかにしなければならない。いきなり造林事業に着手するのは危険である。*S. alba*、*A. marina*、*R. mucronata* に樹種をしぼり簡単な

試験植栽を行い前述の点を検証する必要がある。植栽が可能であれば相対的に冠水深の浅い所、すなわち天然林の分布最前線に沿って帯状に植栽地を設定していくのが良いと思われる。なお、試験植栽がうまくいかない場合には造林事業自体を中止する。

3) 育苗技術

造林事業が円滑に進むためにも健全な苗木の供給が不可欠である。実証調査が始まりわずか1年のうちに特に大きな問題もなくこの供給体制ができあがっている。

エビ養殖池跡地の造林が進行するにつれ今後さらに造林分野から苗木に対する種々の要求が上がってくるものと考えられる。例えば、冠水深対策としての大型苗の要求、植栽成績不良による樹種の変更などである。造林分野とは特に情報交換を密にし、翌年度、翌々年度の植栽計画数量を把握し育苗するとともに、種子供給量、苗畑スペース、労働力、時間が許す限りいろんな規格苗を品揃えしておくことが望ましい。

現地を視察し若干の改善、検討を要する点を以下に述べる。

(1) 庇陰

育苗段階で庇陰処理を行っているのは苗の高温障害、ポット用土の乾燥の面からリスクを軽減するという点で妥当である。ただ庇陰材料として使っているニッパを重ねすぎているため庇陰の程度が強すぎる。従来、いろいろな樹種（マングローブ以外）で行われた庇陰試験から相対照度70%程度が最も良いとされているが、この値はマングローブにも適応できる。ニッパを疎らに置き相対照度70%程度を一つの目安として木漏れ日（光斑）が入るような状態を作ってやるとよい。庇陰材料として一部にアランアランを使っているが、これは木漏れ日を作りにくいのでニッパに交換する。なお、作業がしやすいように、また苗木の観察が一目でできるように庇陰の高さは目線以上であることが望ましい。

(2) 苗木の育成

S. alba、*A. marina*の芽生えは非常に柔らかい。発芽床からポットへの移植時に稚苗がしおれることについては、手による植物体の物理的破壊が考えられる。発芽床から稚苗を移植することを考えず、直接ポットへ播種することを勧める。

(3) カニ害

従来、マングローブ造林においてカニによる食害はよく耳にする。*Rhizophora* spp.であれば胎生種子が切断されたり、伸長成長を始めた茎が切断されたりする。ただしこれらの被害は胎生種子表面が木化しはじめると見られなくなる。苗畑では*S. alba*、*A. marina*でカニ害が特に認められるという。これらの稚苗は*Rhizophora* spp.に比べると比較にならないほど柔らかく、当然、被害の発生は多くなる。苗をある程度大きくし茎を木化させ苗畑へ出せば被害は軽減できるが、それ以前にポット苗を置いておくような特別なスペースはなく、灌水が煩雑、また苗畑の有効利用の観点からも難がある。対

策としては目の細かい金網を苗畑のポット設置場所にしき、両サイドを床幅で直角に折り曲げ、先端部をネズミ返し様に折り返し、その中にポットを並べることが一番である。カニがポットに物理的に近づけないようにすればこの問題は解消する。

(4) 病虫害

育苗段階でカイガラムシの発生がわずかに認められるが大きな問題となっていない。未記載の種であるが沖縄でもマングローブにつくカイガラムシが確認されている。スミチオン系の薬剤が防除には効果があるが、水辺では絶対に施用しないことが肝要である。もし問題になるようなことがあれば、カイガラムシの生態を観察し最も弱いステージの時（若くて小さい時）に塩水を散布することとする。

2. ロンボク島（プタガン島）における造林事業

1) 天然林伐採跡地の造林

(1) 伐採跡地周辺の概況

隆起珊瑚礁起源の小島、プタガン島の東岸の小規模な入江と南西岸一帯に広がる潮間帯、面積合計50haが造林予定地である。プタガン島の造林事業はバリ島の場合と同じように無立木荒廃地に対して行われるが、バリ島の場合と決定的に異なるのはプタガン島では地形の改変がなされていない場所が造林予定地であることにある。マングローブ林は伐採によって消失したものの土壌は本来の分布・堆積状態のまま維持されており、マングローブの成長は別問題として、造林事業自体はバリ島に比べ容易であると考えられる。

現在、造林予定の潮間帯には樹高2～3mの*R. mucronata*、*R. apiculata*、*R. stylosa*、*B. gymnorhiza*などわずかではあるが生育している。マングローブの高木あるいは高木林は皆無である。しかし、この島の一部、海岸線に比較的近い部分にはマングローブ林が成立していたことは腐朽した伐根や有機質に富む泥土の存在で推測できる。プタガン島の北海上にあるスラット島のマングローブ天然林と同等あるいはそれに近いレベルのマングローブ林が成立していた可能性がある。

(2) 造林計画の変更

造林予定地は生産林として利用できる可能性が潜在的にあり、また造林事業においても生産林として位置づけられている。当初、*S. alba*、*A. marina*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*の5樹種のポット苗造林を計画していたが、*R. mucronata*、*R. apiculata*を主とし、*B. gymnorhiza*を従とした直挿し造林へ今回変更することとした。

計画変更の理由は先ず現地が苗畑立地として適さないこと、すなわち波浪の影響が大きく日覆い等構造物の維持、ポット苗の維持に難点があると判断した。造林予定地には*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*の低木がわずかではあるが生育しており、また、試験的に直挿し植栽された3樹種の活着が比較的良好で、しかもカニによる食害

が少なかったことから、これらの種子の直挿しを造林手法として考えた。これらの樹種は利用面からも炭の良質な原材料である。

なお、*S. alba*、及び*A. marina*についてはサンベリアのベースキャンプの小規模な仮設苗畑においてポット育苗を行い、造林予定地において試験的に植栽を試みる程度にとどめることとした。

(3) 造林における当面の考え方

造林予定地は汀線から緩やかに外洋側へ傾斜する干潟地である。大潮3日後の干潮時、造林予定地には広大な干潟が出現していた。植生支持基盤としての土壌は汀線に近い場所では多量の腐植を混入した粘土（黒泥土）、沖合では腐植を含まない珊瑚由来の砂土である。

造林に先行し造林予定地について以下の3点を明らかにしておく。

- ①大潮時の干潮線と小潮時の干潮線の間にある場所、小潮時の満潮線と干潮線の間にある場所、大潮時の満潮線と小潮時の満潮線の間にある場所、以上を概略把握する。
- ②泥土、砂土の分布を概略把握する。
- ③伐根あるいは現存する低木の分布を概略把握する。

①及び②の組合せから特徴的な場所を選定し、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*の簡単な直挿し試験を行う。この試験結果を参考に造林予定地の地区割りや植栽樹種の決定を行い、事業を展開する。

当面、試験結果がわからないうちは、③を参考にリスクの少ない汀線側から外洋側に、すなわち泥土堆積地から砂土堆積地へ向かって順次造林を展開していくこととする。その際、*B. gymnorhiza*は汀線からせいぜい5mの幅に、*R. mucronata*は外洋側に、*R. apiculata*は両者の中間に植栽することを取り合えず念頭においておく。

植栽密度は種子供給量との関係で決めるが2,500~10,000本/haの密度で植栽する。成長速度はそれほど期待できない場所なので早く閉鎖にもっていくためには高密度ほど望ましいと考える。

直挿しで造林を行うということは一方で造林時期に限られるという欠点を持っている。それは種子の生産、散布が1年間のうちである時期に集中するためである。*Rhizophora* spp. はこの地方では1~3月である。スラット島での胎生種子の採取、貯蔵から造林に至る種子供給体制を確立しておくことが非常に重要となる。プタガン島での造林面積は年間10ha、仮に1×1mの植栽間隔でいくと10万本の胎生種子を集めなければならない。タイで調査した*Rhizophora* spp. 天然林の種子散布量は*R. mucronata*林で年間1万本/ha、*R. apiculata*林で2.5万本/haである。スラット島の*Rhizophora* spp. 天然林は不法伐採によりある程度立木が抜かれてはいるが、その面積からみて造林事業に供給する種子量は確保できると考える。種子の貯蔵は、近日中に造

林するのであればサンベリアのベースキャンプ周辺の直射日光があたらない風通しのよい木陰に置き、ときどき散水しておけば十分である。すぐに造林しない場合は、スラット島の天然林内にて、木陰でしかも潮が連日満ち引きするような場所を探索し、簡易な貯蔵庫（予定地周囲に杭をうち中古漁網（新品は盗難にあう可能性が高い）で囲い、地表面はグラウンドシートで覆う）を作り、その中に種子をバラバラの状態に放置すれば2～3ヶ月は発芽力を失わず貯蔵できる。直挿し実行時における胎生種子の一時保管は海水に漬けておくこととし、炎天下、直射光のもと地面上に放置することは厳禁である。

この地はバリから遠隔地にあるため、日本人専門家とインドネシア側カウンターパート、現地監督者、作業員間で十分な協議を事前に行い意志疎通を図っておくことが大切である。そのためにも、サンベリアのベースキャンプ地に現地事務所を開設し、営林局の現地スタッフを配置することが必要と考える。

3. 試験計画の検討

造林事業の中核となる造林分野には13課題、育苗分野には6課題の試験課題がそれぞれ設定されていた。課題数が非常に多く、またそれらは基礎試験から技術開発試験まで多岐にわたっていた。当該実証調査事業の協力期間は残り4年間、この限られた期間中にマングローブ造林事業を成功させなければならない。そのためには事業に必要欠くべからざる試験に当面精力を集中的に配分することが肝要である。このような観点から造林、育苗分野の各試験課題に検討を加えた。検討にあたっては調査団派遣前に提示された調査研究設計書に基づいて行った。なお、各試験課題の試験目的及び試験方法はこの設計書から転記した。

1) 造林分野

(1) 立地条件と成長調査

〔試験目的〕

植栽地の異なる立地条件に対する各樹種の活着、生存、成長の関係を求める。

〔試験方法〕

バリ：冠水深、冠水時間が浅中深、短中長になる代表的な養殖池跡に各樹種を植栽する。

ロンボク：海側から陸側までを包含する形で各樹種を植栽する。

〔試験設計の検討〕

造林事業において最も重要で緊急に実施しなければならない試験課題で優先ランクはAである。この課題でいう立地条件とは取りも直さず冠水深のことである。なおバリでの試験方法には冠水深とともに冠水時間についても検討事項となっていたが、両者には密接な関連性があるということで、ここではとりあえず冠水深に焦点を絞ることとする。

A. marina、*S. alba*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza* について生育が可能・

不可能な冠水深領域を明確にすることにより、ロンボクでの樹種別植栽地域区分ができ、バリではこの情報を造林予定エビ養殖池跡地の冠水深情報と合わせることによって初めて樹種選定が可能となる。これは適地適木の発想である。

バリでは1993年8月にテラス試験を開始した。それは16段の段階状植栽面(160cmの冠水深差、最上段の冠水深は大潮満潮時で約10cm)を同一エビ養殖池跡地内に造成し、各植栽面に上記樹種を植栽し、それらの成長と冠水深の関係を明らかにするものである。この試験では最高冠水深 170cmまでのチェックが可能であるが、この冠水深よりさらに深いエビ養殖池跡地が多く存在するようであれば最高冠水深 170cm以上についても同様の検討が必要となる。

なお、この試験課題に関連し、当初計画にある冠水深が浅中深と異なるエビ養殖池跡地での植栽試験も実施している。

(2) バイオマス調査

〔試験目的〕

異なる立地条件下で植栽木の成長速度を明らかにし、成長予測の基礎資料とする。

〔試験方法〕

前述の試験課題(1)のプロット周辺の植栽木を対象とする。

〔試験設計の検討〕

主要5樹種込み、バリ・ロンボク込みで毎年180本の植栽木のバイオマス調査(幹、枝、葉、気根の絶乾重量測定)を実施することが計画されている。このバイオマス調査は多大の時間、労力を必要とする。その割には当面の造林事業への技術的支援はない。優先ランクCに位置づけ余裕があれば最終年度に実施するにとどめる。

(3) 植栽方法(地ごしらえ)試験

〔試験目的〕

植栽木の活着率と生存率の向上及び成長を促進する低廉な植栽方法を開発する。

〔試験方法〕

バリ：高畝、陸植え、耕耘、寄せ植え、炭混入、竹筒、竹盾等の手法を使い各樹種を植栽する。

ロンボク：耕耘、寄せ植え、炭混入、施肥、竹筒、竹盾等の手法を使い各樹種を植栽する。

〔試験設計の検討〕

造林成績に冠水深のみが絶対的に効いているのであれば、テラス試験によって得られた適正な植栽条件を利用することにより問題はないはずで、ここでいう植栽方法の検討は基本的に必要でない。本来の適地以外に造林を展開する場合(冠水深問題がクリアされていない)、あるいは冠水深の問題はクリアされているが、それ以外の要因が造林成績に重大

な影響を及ぼしている場合、このような場合にその問題を解決する手段として上記の植栽方法が技術開発試験として提起されるものである。例えば、エビ養殖池跡地の冠水深が深すぎる場合や干潮時にエビ養殖池跡地内に停滞水がある場合には高畝、陸植え、竹盾等の植栽法で対処し、あるいはカニ食害が問題となる場合には竹筒の植栽法で対処するという考えである。

上記の各種植栽法に関する試験が同一エビ養殖池跡地内で既に実施されている。植栽法の評価にあたっては上述の点を念頭におき、エビ養殖池跡地がどのような特性（立地条件）を有している場所であるかを十分に把握した上で考察しないと誤った結論を導くことになる。

ロンボクではこの植栽法に関する試験はまだ実施されていない。冠水深などを考慮した樹種別植栽地域区分に基づき造林事業を展開していくが、その段階で造林成績が思わしくない場合、原因を考えた上で必要な植栽法を考案し試験を組むこととする。

この種の技術開発試験は造林事業において非常に重要であり優先ランクをAとする。

(4) 植栽密度試験

〔試験目的〕

植栽木の成長経過の比較を行いバイオマスや形質への密度の影響を調べ、造林目的に応じた植栽密度を求める。

〔試験方法〕

バリ：各樹種を1×1m、1×2m、2×2m、2×3mの密度で植栽する。

ロンボク：各樹種を1×1m、1×2m、2×2mの密度で植栽する。

〔試験設計の検討〕

この試験から造林目的に応じた植栽密度の考察が将来可能になる。生産林であれば植栽密度の違いによる生産林の直径分布、枝下高、形質などが明らかになり、炭、構造用材、チップなどの生産目標の違いに応じた最適な植栽密度の決定に役立つ。また、保全林であれば林分閉鎖に至る期間との関連で植栽密度の評価が可能になる。造林事業に関連した成果は短期的には出ないが、上述したような観点からマングローブ林経営に有効な情報が提供されるためこの試験課題は優先ランクをAとして位置づけた。

バリでは生産林に位置づけられたエビ養殖池跡地の一部に*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*の試験地が、保全林地域に指定されたエビ養殖池跡地の一部に*A. marina*、*R. mucronata*、*R. apiculata*の試験地が既に設定されていた。調査測定にあたっては各処理区を中心付近にサブプロットを設定し、その中の植栽木を調査対象木とする。処理区の外周部分にある植栽木は密度効果を評価するには不適當である。時間的余裕があれば調査測定を毎年実施しても良いが、そうでなければ最終年度に樹高、直径、枝下高を調査する程度でも良い。ロンボクではこれから試験地が設定されるが、生産林でもあり樹種は

R. mucronata、*R. apiculata*とし、各密度処理区がなるべく同一立地条件下にあるような設定の仕方を行う。

(5) 堆砂地・珊瑚礁内堆砂地植栽試験

〔試験目的〕

干潮堆砂地、珊瑚礁内堆砂地の未立木地で人為的にマングローブを成林させるための手法を開発する。

〔試験方法〕

陸植え、寄せ植え、大苗、施肥、竹筒等による植栽試験地を設定する。

〔試験設計の検討〕

バリの干潟堆砂地30haに対し造林事業を行う前に必ずこの試験を行う必要がある。*S. alba*天然林の分布域よりさらに海側にあるため冠水深が相当深く、潮が引き干潟になる日数も限られていると思われる。冠水深、冠水時間、さらには波浪の問題をクリアするための植栽法を考えなければならない。施肥、竹筒はこの試験には必要ない。陸植えは考え方としては良いが、波浪によるエロージョンの可能性が高い。事業で使っているポット苗のサイズで試験植栽を行うとともに大型苗、寄せ植え、支柱による支持など考えられる植栽法を試みる。樹種は*S. alba*、*A. marina*、*R. mucronata*の3樹種についてのみ検討する。この試験結果は直接的に造林事業に反映される。早急に結果を得る方が重要であり、大がかりな試験設計を組む必要はない。優先ランクAである。

ロンボクについては「(1)立地条件と成長調査」及び「(3)植栽方法試験」の試験課題で対応が可能である。

(6) 産地試験

〔試験目的〕

見本林造成の一環として7樹種の産地別植栽を行い、それらの成長比較を行う。

〔試験方法〕

各樹種とも10産地の苗木（または直挿し）を陸植え方式により植栽する。

〔試験設計の検討〕

この試験は産地試験というよりは、樹種毎産地別の見本林の造成に主眼がおかれている。ここでの見本林の要件とは地利がよく、各樹種を樹種毎産地別にまとめ、散策できる範囲内に配置することである。テラス試験で得られた樹種毎の最適冠水深を参考に最大公約数的なエビ養殖池跡地群を探求し産地試験のサイトとすることを勧める。

見本林としての試験林の造成は外部に対するプロジェクトの広報、宣伝となる。そのため優先ランクはAと位置づけた。造林事業にとって産地別の成長比較は大きな意味をもたない。余裕があれば最終年度に直径、樹高を測定する程度でよい。

(7) 苗木形態試験

〔試験目的〕

植え付け時の苗木の形態と植栽木の活着、生存率との関係を調べ、各樹種の適正苗木形態を明らかにする。

〔試験方法〕

バリ：*B. gymnorhiza*、*R. mucronata*、*R. apiculata*をポット苗、裸根苗、直挿しで植栽する。

ロンボク：上記の樹種をポット苗、直挿しで植栽する。

〔試験設計の検討〕

バリではポット苗によって造林事業を展開している。胎生種子の直挿しが可能であればコストの低減につながるが、あえてポット苗を使用するのは恐らくエビ養殖池造成時の地盤の掘り下げに起因する冠水深の深化、すなわち生育環境の悪化を考慮し、植栽初期の枯損のリスクを軽減するためであると考えられる。各樹種の生育にとって好適な冠水深環境のエビ養殖池跡地であれば、ポット苗と直挿しの比較を行い、造林コスト問題がらみで評価する価値がある。なお、裸根苗による植栽は掘り取り、運搬、植栽時における根系の損傷、あるいは乾燥などがおこる可能性が高い。ポット苗で造林用苗を供給する体制ができあがっている中で裸根苗の検討を行うことはあまり意味がない。

ロンボクでは直挿しで造林を行うので基本的には必要ないが、沖合いの無立木地など生育が厳しい場所では造林成績が悪くなる可能性がある。そのような場合の対処法として直挿しを対照としてポット苗や大型苗の小規模な植栽試験を事前に行っておく必要がある。なお、試験用のポット苗の育成はサンベリアベースキャンプの仮設苗畑にて行うこととする。優先ランクはAとする。

(8) 大型苗植栽試験

〔試験目的〕

冠水深が深い植栽地で樹冠の相対水深を浅くするために大型苗を植栽する。その活着、成長状況を調査し、造林技術の基礎資料とする。

〔試験方法〕

養殖池跡地（バリ）、伐採跡地（ロンボク）の冠水深の深い植栽予定地に*A. marina*、*S. alba*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*を植栽する。

〔試験設計の検討〕

この試験は課題化せず、試験課題「(5)堆砂地・珊瑚礁内堆砂地植栽試験」、「(7)苗木形態試験」の中で実行する。

*B. gymnorhiza*は絶対的に冠水深が深いところでは対象樹種としない。

(9) Silvo-fisheries試行・調査

〔試験目的〕

マングローブ林が魚つき林として高い機能を有することを明らかにする。

〔試験方法〕

バリの天然林に隣接した深い養殖池跡地の2ヶ所を選定、1ヶ所はモデル的に*A. marina*、*S. alba*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*を植栽する。もう一方は植栽を行わない。

〔試験設計の検討〕

インドネシア側のリクエストもあってこのSilvo-fisheriesは課題化されている。しかし、このSilvo-fisheriesの系の構造とは具体的にどのようなものなのか、仮に具現化できたとしてその系の機能をどのように計量化するのか、とても小手先でできるような試験課題ではない。

ここでは、とりあえず、現在までに土工が終わっているマングローブ再造林・水路系エビ養殖池跡地、マングローブ再造林系エビ養殖池跡地、放置系エビ養殖池跡地、以上の3エビ養殖池跡地系に展示林的性格を持たせることが良いと思われる。近い将来、前2系のエビ養殖池跡地にマングローブ林が再生できたら、3エビ養殖池跡地系の無機・有機環境特性と小型水生生物の量を測定し、系の評価を行うという方向に持っていくのが良いと考える。優先ランクはBに位置づける。

(10) 補植基準の検討

〔試験目的〕

造林目的に応じた適正な補植の基準を検討し、植栽時期、植栽樹種、植栽方法、植栽面積等を設定する。

〔試験方法〕

枯損状況に応じて樹種毎に対象プロットを設定する。枯損原因を調査のうえ対応策を検討し、補植する箇所としない箇所を設ける。

〔試験設計の検討〕

補植基準は試験で作る性格のものではない。優先ランクはCとする。

(11) 水門管理

〔試験目的〕

養殖池跡地の堤を開口して、海水の給排水、水環境等への影響及び植栽木の活着、成長への効果を調べる。

〔試験方法〕

類似、隣接した7区画の養殖池跡地を特別対象地として堤の4辺、2辺、1辺をそれぞれに掘削、平坦化しプロットを設定する。一般対象地では特別対象地と類似した養殖池跡地を選定し、池の4辺にそれぞれ2ヶ所ずつ掘削開口しプロットを設定する。前述の池の植栽木の活着率、生存率、成長を測定するとともに塩分濃度等を計測する。

〔試験設計の検討〕

当初の試験課題は「水管理試験」となっているが現在では「水門管理」に変更されている。ただ、試験課題名変更の際して試験内容は変更されていない。

ブロックⅡのエビ養殖池跡地群では潮の干満により水の給排水は問題なくできている。本来、水の給排水がスムーズにできていたのか、あるいは造林予定エビ養殖池跡地全てに対して堤防の掘削、水路の増設・拡大の土工を行ったためなのか定かでない。いずれにしても、この課題を試験的な性格として位置づけるのではなく、造林事業に先行付随する土工として単純に位置づけておいた方が良いと考える。堤防1ヶ所掘削（断面積：上底3m、下底1m、高さ1.5m）の土工は1.5日/人程度でこなせる作業である。優先ランクはBとする。

(12) 塩分濃度管理試験

〔試験目的〕

塩分濃度の濃淡と植栽木の活着率、生存率及び成長の関係を求める。また、塩分濃度を希釈する簡易方法を検討する。

〔試験方法〕

塩分濃度の低い養殖池跡地を選定しプロットを設定する。また、河川等から淡水を引き込み汽水化を図れる養殖池跡地を選定し、施工してプロットを設ける。植栽木の活着率、生存率、成長を測定する。

〔試験設計の検討〕

適地適木によるエビ養殖池跡地の造林を実施していく過程で、どうしてもクリアできない活着、生存問題が生じたときに塩分濃度を検討対象のひとつにするとということで、とりあえずこの試験課題は先送りした方が良いと考える。優先ランクBに位置づける。

(13) 微地形調査

〔試験目的〕

造林地の土壌堆積速度を測り陸地形成機能を定量化する。

〔試験方法〕

各樹種の造林地の地表面にアクリル板を設置し、その中に堆積した土壌の重量を測定する。

〔試験設計の検討〕

形態分野の「土壌堆積調査」の試験課題で必要があれば対応することとし、この試験は課題化しない。

2) 育苗分野

(1) 適正用土の検討

〔試験目的〕

健全苗を得るための適正なポット用土を確定する。

〔試験方法〕

砂質土壌、埴質土壌等について各樹種のポット植栽試験を行う。

〔試験設計の検討〕

エビ養殖池跡地の土手から採取した土壌（砂壤土）を用土として使用している。健全な苗木が生産され造林事業サイドに供給されており、用土として特に問題がないことから試験を実施する必要を認めない。時間的な余裕があれば基礎情報として土性の異なる用土での検討を行うこととする。優先ランクはCとする。

(2) 成長試験

〔試験目的〕

ポット苗の成長と養苗期間を把握する。

〔試験方法〕

A. marina、*S. alba*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*ポット苗の成長速度を測定する。

〔試験設計の検討〕

造林事業の実行計画を立案する場合、苗の生産期間に関する情報は必要欠くべからざるものである。優先ランクAとする。

種子採集、育苗から造林サイトへの苗の引渡しまでに要する生産期間を明らかにしておく必要がある。特にエビ養殖池跡地のいろんな冠水深環境に対応した造林を行う必要から、今後、造林サイドから苗高に関する細かい注文が出てくる可能性がある。それに応えるためにも各樹種の成長速度を把握する。これらの試験は相対照度70%程度の光環境下で実施するものとする。

なお、育苗段階で確認された病虫害については記録を取っておく。

(3) 育苗及び植栽した苗木の活着と成長に及ぼす冠水持続時間の影響

〔試験目的〕

育苗及び植栽苗木の活着と成長に及ぼす冠水持続時間の影響を究明し、苗畑の水管理や植栽適地選択の基礎資料とする。

〔試験方法〕

精密苗畑において*A. marina*、*S. alba*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*を連日、2時間、4時間、6時間、8時間、10時間の冠水環境下におき、各樹種の活着・成長状態等を記録する。

〔試験設計の検討〕

エビ養殖池跡地の冠水深問題と関連した基礎試験である。この試験を通じて、帯水時間

が長くなることによって苗木にどのような兆候が現れ、枯死に至るまでにどのような経過をたどるかを記録し、最初の兆候から枯死に至るまでのパターン化を行い、そのパターン図を造林事業サイドへ渡すこととする。優先ランクBとする。

試験対象樹種は上記5樹種とし、全樹種同時に試験を実施する。精密苗畑に長期間、常時、作業員2名を張り付けなければならない性格の試験である。冠水持続時間は2時間、4時間、6時間、8時間の4処理で実施する。冠水持続時間10時間の処理は作業員の雇用時間との関係から難点があり実施しない方が良く考える。

(4) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす日射量の影響

〔試験目的〕

育苗及び植栽苗木の活着と初期成長に及ぼす日射量の影響を究明し、苗畑管理やマングローブ更新のための基礎資料とする。

〔試験方法〕

精密苗畑において*A. marina*、*S. alba*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*を相対照度25%、50%、75%、100%(オープン)の光環境下におき、各樹種の活着・成長状態等を記録する。

〔試験設計の検討〕

育苗にあたり苗床の相対照度を70%程度に維持することを推奨した。この底陰試験を実施することにより、①底陰を必要としない樹種がないか、②相対照度70%より暗い苗床の方が良い成長を示す樹種はないか、以上の2点に関する回答を育苗事業サイドへまわすこととする。優先ランクはAとする。

なお、底陰処理下に各樹種をおいてしまえば手間はかからないことから、上記5樹種の他、余裕があれば見本林に植栽予定の*Ceriops tagal*、*Xylocarpus granatum*の2樹種も加えて試験を行うことも可とする。

(5) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす冠水塩分濃度の影響

〔試験目的〕

育苗及び植栽苗木の活着と初期成長に及ぼす冠水塩分濃度の影響を究明し、汽水化による苗畑管理やマングローブ更新の基礎資料とする。

〔試験方法〕

精密苗畑において*A. marina*、*S. alba*、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*を冠水塩分濃度0%、1%、2%、3%、4%、5%下におき、各樹種の活着・成長状態等を記録する。

〔試験設計の検討〕

高塩分濃度障害の発現を樹種毎にパターン化し造林事業サイドへ提供する。優先ランクBとする。

(6) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす施肥効果試験

〔試験目的〕

マングローブの生育に対する肥料の効果を求める。

〔試験方法〕

R. mucronata、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*に対して精密苗畑において各種施肥試験を行い、各樹種の活着・成長状態等を記録する。

〔試験設計の検討〕

陸上と違い絶えず潮によって肥料が溶出、流亡しやすいマングローブ苗畑で肥料の効果がどれだけ成長に結び付いているのか現時点では明らかでない。速効性肥料は別にして、緩効性肥料の入手が可能であれば苗木生産期間の短縮、大型苗早期育成をチェックポイントに施肥試験を実施してみる価値はある。なお、試験を行う場合には*A. marina*、*S. alba*を上記3樹種に加え、5樹種について実施することとする。優先ランクはCとする。

5-4 植生・生態分野 — 植生からみた造林予定地の植栽の可能性等について

今回の作業監理調査団の目的は、作業監理、特に試験設計についての作業監理であったので、必ずしも野外での調査に十分な時間を割くことはできなかった。しかしながら、現地に着任している田中リーダー、八戸調整員、濱田・照井・三浦・林の4人の長期専門家並びにC/P（カウンターパート、特にロンボク島のC/P）の本実証調査への熱意と、厚意によって植栽予定地、苗畑を含む現地の状況を一瞥することができた。

以下に述べる内容は、必ずしも満足できるものではないが、一瞥した造林予定地や苗畑の印象と造林の可能性等について報告したい。

1. エビ養殖池と苗畑

1) エビ養殖池周辺の天然更新と育苗

エビ養殖池跡（以下tambak跡と省略）周辺には天然のマングローブ林が残っている。当該天然林には本実証調査によって「天然林観察用木道」が設置され、マングローブ天然林の散策と小鳥などの小動物の観察を楽しむことができる。また、天然林観察用木道に近接して「天然林作業用木道」が設置されており（写真12）、林内には落葉・落枝量や種子供給量を調査するためのリタートラップが設けられている（写真-3）。この天然林の構成樹種と、林専門家によってバリ島、ロンボク島で分布が確認されたマングローブ構成植物を一覧表としたのが表-1である。リタートラップが設置されている天然林の種子供給量は、現在林専門家によって調査されているが、この天然林に近接するいくつかのtambak跡では、潮の出入りによって供給された種子による天然更新が観察される。更新樹種は種に*Rhizophora apiculata*、*Sonneratia alba*等であるが、写真9に示した*S. alba*はtambakが放棄された後の更新であることから、わずか3~4年で4~5

mに成長したことになる。

tambak跡への潮の出入りは、通常1箇所ないし2箇所の水門によってのみ調節され、その流速はかなり速いと推測される。したがって、tambak跡の中でも流路に沿う流速の速い所では種子の定着があまりみられず、更新固体数も少なかった。tambak跡の中で天然更新している個体が多いのは、水深が浅く、比較的流速の遅い土手に沿って、あるいはtambak跡の中心近くであっても、流れが緩やかで種子が定着しやすい場所に限定されている。

2) 苗畑

(1) 苗畑での育苗樹種

苗畑は新設されたセンター (center office)に隣接し、苗畑作業が効率的に行われるように作業棟 (workshop) が併設されている。この苗畑で育苗されている主要な樹種は*Avicennia marina*、*Bruguiera gymnorrhiza*、*Ceriopus tagal*、*R. apiculata*、*R. mucronata*、*R. stylosa*、*Xylocarpus* spp. などであった。これらの樹種は苗畑に近接する天然林の構成樹種であり、次の条件の立地を避けることにより概ね造林可能であろう。

- ① 水深が造林予定樹種にとって深過ぎる立地
- ② 水が停滞し、根系への酸素の供給が十分に行われない立地
- ③ 乾季に水が供給されず、地表近くに塩分の集積がみられる立地
- ④ tambak以外の造林予定地では、波によって根系が洗掘を受ける立地

なお、今回の調査時期は雨季であるが、苗畑及びセンター周辺のtambak跡の満潮時の塩分濃度は20~22%前後であった。したがって、少なくとも雨季に関しては苗畑やセンター周辺のtambak跡では塩分濃度が造林予定樹種の生育に支障を与えることはないと思われる。

(2) 育苗

前記樹種が苗畑で育苗されているが、それらを含むいくつかのマングローブ構成樹種の気根 (aerial root)の有無と胎生種子 (viviparous seed)の形成を簡単にまとめたのが表-2である。近年、胎生種子よりも散布体 (propagule)と呼ぶことが多いが、一般に胎生種子は大形の種子を生産し、胎生種子それ自体が実生苗 (seedling)の性格を持っている。胎生種子を生産するのは主にヒルギ科 (Rhizophoraceae)であり、*Rhizophora*属、*Bruguiera*属の散布体は実生苗の性格をもっている。したがって、両属の樹種については「散布体の直挿し」で植栽が可能であり、原則的には育苗の必要がない。このような散布体については、育苗方法の確立よりも「採種から植栽までの期間、どのような方法で発根を抑制しながら、散布体の健全度を保つか」の検討が重要事項の一つとなろう。ちなみにそれらの散布体は休眠していないので、そのままでは

容易に発根してしまう。私の沖縄での調査結果では、*B. gymnorrhiza*、*R. stylosa*は採取時生重の25%以上の重量減少があると発芽力を失い、15℃以下では寒さの害があるので冷蔵庫での保存は難しい。しかし、室温で水分の減少を抑制すると6ヵ月以上にわたって発芽力が維持可能である。

育苗の経費と効率から考えると、実生苗の性格をもつ散布体については直挿しすることを奨励するが、以下の三点を考慮し、必要量の苗も確保しなければならない。

- ① 補植用に大型苗が必要とされる場合
- ② 水没している時間が長い立地（以下では冠水時間という）（当該樹種の散布体を直接挿し付けるには深過ぎる立地）への植栽のために大型苗が必要とされる場合
- ③ カニなどの食害を回避するために大型苗が必要とされる場合

以上の場合には胎生種子であっても、それに必要な数量の大型苗を苗畑で確保しなければならない。

胎生種子を生産しない*Sonneratia*属の採種は、未成熟の果実の採取を避け、できる

表-1 バリ島およびロンボック島で分布が確認されたマングローブ構成植物

| Family | Species | Family | Species |
|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Acanthaceae | <i>Acanthus ilicifolius</i> | Malvaceae | <i>Thespesia populenea</i> |
| Apocynaceae | <i>Cerbera odollam</i> | Meliaceae | <i>Xylocarpus granatum</i> |
| Asclepiadaceae | <i>Calotropis gigantea</i> | | <i>X. mekongensis</i> |
| Avicenniaceae | <i>Avicennia officinalis</i> | | <i>X. moluccensis</i> |
| | <i>A. marina</i> | Myrsinaceae | <i>Aegiceras corniculatum</i> |
| | <i>A. alba</i> | Rhizophoraceae | <i>Rhizophora apiculata</i> |
| Bignoniaceae | <i>Dolichandron spathacea</i> | | <i>R. stylosa</i> |
| Combretaceae | <i>Lumnitzera racemosa</i> | | <i>R. lamarckii</i> |
| | <i>Terminalia catappa</i> | | <i>R. mucronata</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Excoecaria agallocha</i> | | <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> |
| Goodeniaceae | <i>Scaevola taccada</i> | | <i>Ceriops tagal</i> |
| Guttiferae | <i>Calophyllum inophyllum</i> | | <i>C. decandra</i> |
| Leguminosae | <i>Derris heterophylla</i> | Sonneratiaceae | <i>Sonneratia alba</i> |
| | <i>Caesalpinia bonduc</i> | | <i>S. caseolaris</i> |
| | <i>Pongamia pinata</i> | Sterculiaceae | <i>Heritiera littoralis</i> |
| Lythraceae | <i>Pemphis acidula</i> | Verbenaceae | <i>Clerodendron inerme</i> |
| Malvaceae | <i>Hibiscus tiliaceus</i> | | |
| Pandanaceae | <i>Pandanus tectorius</i> | Palmae | <i>Nypa fruticans</i> |
| Pteridaceae | <i>Acrostichum aureum</i> | | |

林専門家からの資料による

表-2 マングローブの主要な構成植物と副次的な構成植物の
気根の有無と胎生種子の形成

| | 科名 | 属名 | 種数 | 気根の有無 | 胎生種子 |
|----------------------------|----------------|---------------------|-------|-------|------|
| 主 要 な 構 成 | Combretaceae | <i>Laguncularia</i> | 1 | + | - |
| | | <i>Lumnitzera</i> | 2 | + | - |
| | Palmae | <i>Nypa</i> | 1 | - | + |
| | Rhizophoraceae | <i>Bruguiera</i> | 6 | ++ | ++ |
| | | <i>Ceriops</i> | 2 | ++ | ++ |
| | | <i>Kandelia</i> | 2 | - | ++ |
| | | <i>Rhizophora</i> | 8 | ++ | ++ |
| | Sonneratiaceae | <i>Sonneratia</i> | 5 | ++ | - |
| | Verbenaceae | <i>Avicennia</i> | 8 | ++ | + |
| | 小計 | 9 | 34 | | |
| 副 次 的 な 構 成 | Bombacaceae | <i>Camptostemon</i> | 2 | + | - |
| | Euphorbiaceae | <i>Excoecaria</i> | 1(-2) | - | - |
| | Lythraceae | <i>Pemphis</i> | 1 | - | - |
| | Meliaceae | <i>Xylocarpus</i> | 2 | ++ | - |
| | Myrsinaceae | <i>Aegiceras</i> | 2 | - | + |
| | Myrtaceae | <i>Osbornia</i> | 1 | - | - |
| | Pellicieraceae | <i>Pelliciera</i> | 1 | - | + |
| | Plumbaginaceae | <i>Aegialitis</i> | 2 | - | + |
| | Pteridaceae | <i>Acrostichum</i> | 3 | - | - |
| | Rubiaceae | <i>Scyphiphora</i> | 1 | - | - |
| | Sterculiaceae | <i>Heritiera</i> | 3 | - | - |
| 小計 | 11 | 19(-20) | | | |
| 合計 | 20 | 53(-54) | | | |

++:よく発達している +:発達している -:発達していない

Tomlinson(1986)から引用(一部改写)。なお、Tomlinsonでは*Avicennia*属をAvicenniaceae(ヒルギダマシ科)に分類しているが、ここでは従来通りのVerbenaceae(クマツヅラ科)とした。

だけ完熟した果実、手で触るだけで簡単に果実が崩れるくらいに完熟しているか、地上に落果し、すでに砕けている果実を採取することが望ましい。種子に果肉がついていると発芽が抑制されるので、ザルなどを用いて果肉をきれいに洗い落としてから播種することに心掛ける必要がある。Sonneratia属では、播種後6ヵ月前後の実生苗は移植が可能であるが、6ヵ月以前の若い実生苗、6ヵ月以降の大型実生苗になると活着率が著しく低下するので (Siddiqi et al. 1993)、ポットへの直播きによる苗の生産が望ましい。

半胎生種子を生産する Avicennia属の種子の取扱いはSonneratia属やRhizophora属の種子の取り扱いとは若干異なる。Avicennia属の半胎生種子も休眠していないので、長期間の保存は難しい。また、種皮が腐敗しやすく、採種後はできるだけ速やかに種皮を取り除く必要がある。腐敗しやすい種皮を取り除かずに放置すると、種皮の腐敗が子葉の腐敗を生じ、初期成長や得苗率に影響を及ぼすことがある。種皮の取り除きは簡単で、種子を一晩水に漬けておくと自然に剥皮する(海水よりも淡水の方が剥皮は早い)。種皮は腐敗しやすいので、剥皮した種子は速やかに種皮と分けることが望ましい。一晩水に漬けても剥皮しない種子は、もう一晩水に漬けて剥皮する。二晩水に漬けても剥皮しない種子は、未成熟の種子の可能性があるので、種子の状態を確認する。剥皮した種子は、乾燥しないように取り扱うとしばらくは発芽力を失うことはないが、速やかに播種することが望ましい。Avicennia属では、山取り苗も含めて実生苗の移植は可能性であるが、掘り取り後の実生苗の根の乾燥には十分注意し、淡水ではなく、汽水か海水に漬けておくことを奨励したい。移植時に実生苗の取り扱いを誤ると、得苗率が著しく低下する。実生苗の取り扱いに不安がある場合には、ポット苗の植栽を考慮することが望ましい。なお、三浦専門家はすでに播種床に播種した実生苗をポットに移植する技術を熟知しているので、本実証調査では、「播種床への播種」→「ポットへの移植」→「ポット苗の山出し」の手順で植栽多能である。2.

2. プタガン島の伐採跡地とそこでの植栽

1) プタガン島の伐採跡地(造林予定地)

プタガン(Gili Petangan)の伐採跡の現状は写真13の通りである。当該伐採跡地の伐根として*B. gymnorrhiza*、*Ceriopus tagal*、*Rhizophora* spp.、*Sonneratia* spp.、*Xylocarpus* spp. などがみられたことから、伐採前はそれらの森林であったことが容易に推測できる。なお、*Ceriopus tagal*や*Xylocarpus* spp. の伐根が主に島の東岸に集中しているので、島の東岸と西岸ではマングローブ林の構成樹種が若干異なっていたと思われる。

島の内陸部分は畑が放棄された草地であり、一部に*Cannarium* sp. が挿し木で植栽されはじめている。この早生の*Cannarium* sp. は挿し木が容易であることから内陸部の植

栽には適した樹種の一つであるが、オトギリソウ科 (Guttiferae) のテリハボク (*Calophyllum inophyllum*) も植栽対象としたい樹種である。テリハボクは潮風に強く、バリ島の海岸線にも天然に分布する高木で、材 (舟材、家具材など) としての利用もでき、苗木を養成して植栽することを奨励したい。このテリハボクはTomlinson(1986)によるとマングローブの副次的構成種 (minor components) に区分されている。テリハボクの種子はピンポン玉をやや小さくした程度の大きさで、沖縄の資料によると発芽率は80%、得苗率90%であるが (沖縄開発庁総合事務局農林水産部 1987)、移植が難しくポットで育苗する必要がある。Tomlinson(前出) では、テリハボクはマングローブの副次的構成種とされるが、育苗は淡水のみの散水で陸上植物の育苗と同じ取り扱いとする。深根性の樹種なので、深目のポットを用い、移植前にポットの底を突き破った根を根切りし、細根を出させると移植後の活着率を高めることができる。

プタガン島の造林予定地の一部には濱田専門家が中心となって500mの長さにわたって *R. apiculata*、*R. mucronata*、*B. gymnorrhiza*の散布体の直挿しによる試験植栽が実施されている。調査に同行したC/PのWidatra氏からの聞き取り調査によると、写真14の試験植栽での残存率は表-3の通りである。この試験植栽地は漁場 (満潮時) であることから、植栽木の網による流失被害や、舟による擦過傷様の被害が懸念される。また、カニ等による食害と思われる被害も散見されたが、カニ等の食害による被害率は高くないようである。表-3の1993年6月植栽の結果 *B. gymnorrhiza*、*R. apiculata*、*R. mucronata*の流失率が高いのは魚網や舟による被害、冠水時間が適していない立地への植栽等によるものであろう。植栽予定地には *B. gymnorrhiza*、*C. tagal*、*R. apiculata*、*R. stylosa*、*S. alba*、*Xylocarpus* spp. などが天然更新しているが、*S. alba* と *R. stylosa*がリーフに近い前面に分布し、*R. apiculata*がより島に近い部分に、さらに島に近い汀線近くに *B. gymnorrhiza*が分布している。この分布の違いは、主に水深 (浸水深) の違いによる一種のゾーネーション (zonation) と推測される。造林にあたっては浸水深に注意し、自然の分布状態を勘案して樹種を選定する必要がある。天然更新している樹種の浸水深に合わせて植栽樹種を選択を行うことが、最も安全で、確実に成果をあげることになる。天然更新がみられない樹種の植栽については、次の点に配慮して試験植栽を行い、その成長の状況に応じて事業植栽を実施する。

表-3 プタガン島造林予定地の直挿しによる試験植栽の流失率等

| 樹種名 | 植栽本数 | 流失 | 先枯れ | 枯死 | 植栽時期 |
|-----------------------|-------|------------|-----------|----------|----------|
| 確認せず | 1,000 | 71 (7.1%) | 48 (4.8%) | 5 (0.5%) | 1993年11月 |
| <i>B. gymnorrhiza</i> | 40 | 15 (37.5%) | - | - | 1993年6月 |
| <i>R. apiculata</i> | 40 | 7 (17.5%) | - | - | 1993年6月 |
| <i>R. mucronata</i> | 40 | 26 (65.0%) | - | - | 1993年6月 |

調査に同行したC/PのWidatra氏からの聞き取りによる
-: 確認できず

① 冠水深が適当かどうか。冠水深が不適当な場合には、それに適当な大きさの苗（大型苗）を用意するなどの対策をとる――冠水深については、tambak跡で実施している濱田専門家の樹種別のスロープ（階段）植栽試験結果が貴重なデータとなろう。なお、プタガン島の造林予定地は、tambak跡と状況が異なり「陸植え」や「畝植え」を行っても、波浪により丘や畝が簡単に崩壊する危険があるので、「陸植え」や「畝植え」は可能な限り回避することが望ましい。

② 塩分濃度と耐陰性――プタガン島は小さな島であり、しかも島の中央部分は草地であるから、雨季の大量の降雨以外に淡水の供給が期待できない。したがって、塩分濃度は海水と同じか、乾季の日中の干潮時には地表面近くの濃度は40%以上に達することがあろう。また、被陰樹がないので（写真-8~12参照）、植栽した苗は直射日光を受け、耐陰性が強い*B. gymnorhiza*の初期成長はあまり良くないことが考えられる。しかし、*B. gymnorhiza*は当該造林予定地に天然更新しているので、植栽場所さえ間違ふことがなければ、十分植栽可能であろう。

2) プタガン島とサンベリアの苗畑

プタガン島の造林予定地とロンボク島サンベリア (Sambelia) には写真-17、18のような苗畑が仮設されている。プタガン島の仮設苗畑では*R. mucronata*を主体とした育苗が行われているが、Rhizophoraceaeでは原則的に育苗の必要がないので、当該造林予定地では大量に育苗する必要性は然程強くない。サンベリアの苗畑は、水管理からみると、現在の場所から北に約300m程海岸線を移動した淡水の池に隣接して設置することが望ましい。サンベリアの仮設苗畑の*Avicennia* sp. にみられたアリマキの発生は、海水の散水で容易に駆除可能と思われ、薬剤散布は当面必要ないであろう。

プタガン島の仮設苗畑で育苗されている苗の多くには日焼けとみられる症状が出ている。この日焼けの原因は、日中の日溜りに散布体を放置したためか、ポットに植え付け後に生じた直射日光によるものかはっきりしなかった。前者であるならば、散布体を日中の日溜りに放置しないことに心掛ける必要があり、特に*R. mucronata*では日焼けが生じ易い。また、現在の仮設苗畑は汀線近くに設置され、「波によるポット内の土壌の洗掘の心配」、「冠水深が浅く干潮時の水の供給が十分ではないので、晴天の干潮時にはポット内の温度が必要以上に上昇し、苗の成長を阻害することの心配」等がある。仮設苗畑の位置は、現在の場所の汀線近くから多少海側に移動することを考慮すべきであろう。また、この仮設苗畑近くに自生する*B. gymnorhiza*にはカイガラムシの一種が発生しており、仮設苗畑での被害の有無を確認しておく必要がある。

3. スラット島のマングローブ林

プタガン島の北に位置するスラット島 (Gili Sulat) は、すぐ北隣のラワン島 (Gili Lawang) と小さな水路で隔てられている。ラワン島には野性の猿がおり、観光資源の一つ

となっている。スラットとラワン両島には、樹高20m以上、胸高直径50m以上に達する *B. gymnorrhiza*、*R. apiculata*、*R. stylosa* などから構成されるマングローブ林が発達している。しかしながら、盗伐が著しく、ロンボク島に面している島の西岸では最外郭に面した樹木を残し林内での盗伐が、ロンボク島からは陰になる東岸ではより大規模に海岸線に沿って、あるいは海岸線に沿って成立している *B. gymnorrhiza* を残してその内側が盗伐されている。ラワン島の北側の海岸では波によって運ばれたサンゴの堆積がみられ、一部ではマングローブが埋め立てられている。なお、写真22はスラット島の南端に近い盗伐跡であるが、一般には海側の前面に分布することの少ない *B. gymnorrhiza* (樹高6m以上で胸高直径50cm以上) が残っていることから、海岸侵食が生じている可能性もある。海岸侵食がどのように生じ、また侵食された土砂の堆積がどこで生じているのかを明らかにすることは、プタガン島での今後の造林作業を進める上で一つの参考資料となろう。

スラット島の盗伐跡には多くの天然更新がみられ、天然林内の落葉・落枝量や種子供給量の調査と平行して、天然更新について固定試験区を設置し、以下の項目を調査すると、プタガン島の造林予定地での成長量の予測、植栽密度の決定等に貴重な資料を得ることが期待できよう。

- ① 更新樹種
- ② 更新密度
- ③ 更新場所の光条件と更新樹種の構成
- ④ 更新樹種の成長とその光条件

最初に述べたように今回の調査団の主要目的は作業管理であったことから、必ずしも野外での調査には十分な時間を割くことはできなかった。しかしながら、現地の田中リーダー、八戸調査員、濱田・照井・三浦・林の長期専門家、C/Pはじめとする関係各位の厚意によって、現地を一瞥する時間を確保できたことに深く感謝している。

個々のtambak跡への植栽やプタガン島への造林については樹種選定や水深などに細かい注意を払う必要があるが、当該植栽予定地は概ねマングローブが植栽可能な場所であり、一瞥した限りでは、土壌や塩分条件が植栽を不可能にする大きな要因にはなっていないだろうと思っている。

田中リーダーはじめとする長期専門家の方々が、現地に赴任する直前の1992年11月、私が講師となり沖縄(西表島)で約1週間のマングローブに関する研修を行った時の印象からすると、わずか1年間という短い期間に当初の予想を遙かに越えるだけの成果をあげている。

マングローブとは通常の植物が生育できない塩水(海水)の中に成立しており、田中リーダーや長期専門家の方々のスギ・ヒノキやコナラ・ミズナラなどの林木に関する常識

(知識や経験)がある部分では通用しないこともあったであろう。その壁を破り、田中リーダー、八戸調整員、4人の長期専門家の全員が奮闘されていることから、近い将来、当該造林予定地に立派なマングローブ林が作り上げられるだろうことを期待している。

引用文献

沖縄開発庁沖縄総合事務局農林水産部 1987. 沖縄に生育する樹木等の高度利用のための可能性調査報告書. 131pp.

Siddiqi, N. A., M. R. Islam, M. A. S. Khan and M. Shahidular 1993. Mangrove nurseries in Bangladesh. 14pp. ISME mangrove ecosystems occasional papers no. 1.

Tomlinson, B. P. 1986. The botany of mangroves. 413pp. Cambridge University Press. New York.

4. 試験計画の検討

1) 造林地及び天然林の植生図作成

〔試験目的〕

造林地及び天然林の植生図を作成し造林樹種選定の資料とする。

〔試験方法〕

バリ：航空写真からの植生の読み取りと現地調査による図化。

ロンボク：バルーンによる空中写真及び航空写真による図化。

〔試験設計の検討〕

バリの調査地は航空法等に抵触することから、バルーンによる空中写真の撮影は難しい。バルーンによるロンボクのプタガン島の造林予定地の写真撮影は一部完了している。空中写真の入手を極力推進する。また、バルーンによる空中写真の撮影もさることながら、プタガン島と隣接するスラット島等にはヘリコプターのチャーターによる空中写真撮影を実施し、早急に植生図の作成に努力する。ランドサット等のイメージデータの入手の可能性についても検討を要する。優先ランクはAとする。

2) 自然環境条件調査

〔試験目的〕

天然林と造林地の自然環境条件の違いを比較し、造林方法検討の資料とする。

〔試験方法〕

バリ：Sonneratia天然林内に固定プロットを設定し、データ・ロガーで計測を行う。

〔試験設計の検討〕

データ・ロガーの購入を申請しているが、入手時期が確定していない。入手でき次第開始することになるので、優先順位をBとする。なお、バリのプロジェクトサイトには

データ・ロガーを常設するが、ロンボク島でのデータ・ロガーの設置は、その保守等が極めて難しいことから、常設は見送ることとする。

3) 土壌堆積調査

[試験目的]

天然林内の土壌堆積の速度と量を測定し、陸地形成機能を定量化する。

[試験方法]

バリ・ロンボク：天然林内に固定プロットを設定し、堆積（アクリル板）と侵食を合わせて測定する。

[試験設計の検討]

大量の土砂の堆積があるならば、堆積速度の測定は比較的容易であるが、少量の堆積の測定には大きな誤差が含まれる恐れがある。アクリル板と実際の土壌表面とでは摩擦計数に違いがあり、アクリル板の設置初期の堆積状態は土壌と大きく異なる。土壌侵食については、杭などで固定標準点を設置することによって、容易に測定可能であろう。本試験課題は造林分野の「(13)微地形調査」と合わせて本課題で対応するが、長期専門家の課題数が多いことから、優先ランクはCとする。

4) 固定プロット内成長量調査

[試験目的]

天然林の成長量とリターの生産量の測定。

[試験方法]

バリ：*Sonneratia alba*林に1林分、*Rhizophora apiculata*林に1林分、各林分に5つのリタートラップを設置する。毎木調査と成長量の測定は、直径3 cm以上のものについて実施。

ロンボク：バリ同一方法で実施するが、スラッド島の*Bruguiera gymnorhiza*、*R. apiculata*、*R. mucronata*、*R. stylosa*の混交林の1林分で実施する。

[試験設計の検討]

試験課題名を「固定プロット内定期毎木成長量調査」から「固定プロット内成長量調査」と変更した。足場が悪く、根系の入り組んだ林内で、成長があまり早くない*Bruguiera*や*Rhizophora*の成長量の測定にあたっては、測定部位を厳密にしなければ大きな測定誤差が含まれる。なお、バリ・ロンボク両島ともにマングローブを伐採できないので、原則的に伐採による現存量の測定は行えない。優先ランクはBとする。

5) 天然林内更新過程調査

[試験目的]

天然林内の更新過程と更新条件を明らかにすることにより、造林のための基礎的資料を得る。

〔試験方法〕

バリ： *S. alba* 林に1林分、 *R. apiculata* 林に1林分各5 m×5 mの数ヵ所のサブプロットを設置する。

ロンボク：バリと同一方法で実施するが、スラット島の *B. gymnorhiza*、*R. apiculata*、*R. mucronata*、*R. stylosa* の混交林の1林分で実施する。

〔試験設計の検討〕

スラット島では盗伐跡にはきれいな更新がみられている。この更新過程と更新条件を明らかにすることができると、プタガン島の造林予定地での植栽樹種の選定並びに植栽後の成長予測などに貴重な基礎的資料を得ることが可能である。前出の〔4〕固定プロット内成長量調査〕と平行して調査が可能であることから、優先ランクはBとする。

6) 造林地での動物相の変遷調査

〔試験目的〕

天然林内と造林地の動物相を調査し、生物資源涵養機能の基礎資料とする。

〔試験方法〕

天然林と造林予定地で適宜観察を行う。

〔試験設計の検討〕

適宜写真撮影や採集は長期専門家が行うが、詳細な調査並びに種の同定等は短期専門家に依頼する。長期専門家の調査時等に適宜平行して観察並びに調査を実施することから、優先ランクはCとする。

7) 害虫及び害獣調査（種子害虫を含む）

〔試験目的〕

天然林内と造林地での害虫及び害獣を調査し、造林事業の基礎資料とする。

〔試験方法〕

天然林と造林予定地で適宜調査する。

〔試験設計の検討〕

苗畑での病害虫と天然林での病害・虫害・獣害をまとめて一つの試験課題とする。病虫害や獣害は発生の都度調査する必要があるが、現在大きな病害等の発生がみられないこと、病虫害が発生すると長期専門家では対応不可能であり、短期専門家の招聘が不可欠であることから、現在での優先ランクはCとする。

8) 主要樹種の種子成熟過程調査

〔試験目的〕

造林対象樹種の種子の成熟過程（フェノロジー）を調査し、種子採種作業、育苗作業の基礎的資料とする。

〔試験方法〕

バリで *Avicennia marina*、*B. gymnorrhiza*、*C. tagal*、*R. apiculata*、*R. mucronata*、*S. alba* の 7 樹種について花芽の形成から落果までのフェノロジーを調査する。

〔試験設計の検討〕

採種時期の決定、育苗計画の設計等になくなくてはならない基礎的資料であることから、優先ランクは A とする。

9) 7 樹種の種子生産量調査

〔試験目的〕

天然林の種子生産量を調査し、造林事業の基礎的資料とする。

〔試験方法〕

バリで *A. marina*、*B. gymnorrhiza*、*C. tagal*、*S. alba*、*R. apiculata*、*R. mucronata*、*R. stylosa* の 7 樹種を対象とし、天然林内に種子トラップを設置し種子生産量とその年間の推移を調査する。

〔試験設計の検討〕

採種時期の決定、育苗計画の設計等になくなくてはならない基礎的資料であることから、優先ランクは A とする。

5-5 経営分野

このプロジェクトの目的は、将来民間企業がマングローブ林造成を目的とした造林投資を行う場合に参考になるようなデータを収集し、その一般的なモデルを作ることにある。そのためには、生態的試験結果のほかに各作業におけるコスト計算、収穫量の推定等が必要となる。

1) コスト・工程調査

〔試験目的〕

必要経費を調査分析し、今後の苗木生産や造林事業の参考資料にする。

〔試験方法〕

作業動作別の作業能率の記録、苗木生産事業及び造林事業の実施に際し、その収支を記録し分析する。

〔試験設計の検討〕

コスト計算や工程調査については提案されている 4 つの試験計画で十分である。

しかし、「収穫予想表の作成」に関する計画書が提出されていなかったため、「収穫予想表の作成」の計画を入れるようにコメントした。

収穫予想の基礎データである既存の生長量のデータが皆無であるため、その作成は非常に難しい。しかし、何らかの方法で求めるとするならば、マレーシア人工林のデータと

このプロジェクトサイト近くの植栽木あるいは天然木の毎木調査結果等を利用して推定するしか方法はないと思われた。

T S I や長期試験計画での経営分野の調査研究項目として、上記コスト計算のほかに、「製炭技術の改良」と「マングローブ造林をめぐる社会経済要素の分析」が記載されている。したがって、これら項目も5年間のプロジェクト期間中に何らかの調査する必要があるので、後日設計書は提出されることになった。なお、両調査研究項目とも短期専門家が対応することになっている。

「製炭技術の改良」は、マングローブ材による製炭試験と製炭技術の改良からなっている。しかし、両者とも実際に試験することは困難であることから、インドネシア国内あるいはマレーシアなど国外の製炭の現状と問題点を文献で整理するとともに、現地視察を行って、改善点の抽出を行うことがまず必要であろう。

「社会経済要素の分析」についての調査は、すでに短期専門家・太田克洋氏によって調査されているので、造林事業に目処がたった時点で再度不足部分を調査すればよいであろう。

巻末資料

1. 団長レター
2. マングローブセンター施設引き渡しに係るミニッツ (M/M)
3. 1993. 9. 25付 林業大臣裁定
4. 調査研究設計書

January 21,1994

Ir.Sumahadi
Director General
Reforestation and Land Rehabilitation
Ministry of Forestry
Government of the Republic of Indonesia
Jakarta

Dear Ir.Sumahadi,

It was indeed a great pleasure visiting the Republic of Indonesia from January 13 to 21,1994,as leader of the Advisory Team for The Development of Sustainable Mangrove Management Project to monitor the project progress and to make necessary advice.

We were able to make field survey and to exchange views with not only the Japanese experts and their counterpart personnels but also Indonesian authorities concerned with the project.

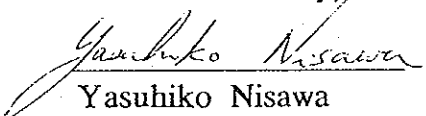
As a result,our team would like to present findings to you as given in the attachment with a view to improve further the implementation of the project.

I would appreciate it if you could kindly review these points and take appropriate measures,wherever necessary.

I avail this opportunity to express my sincere gratitude for your excellent leadership and guidance rendered for the smooth operation of the project.

With best regards,

Yours sincerely,



Yasuhiko Nisawa
Leader,Advisory Team
Japan International
Cooperation Agency

cc:

Drs.Effendy A.Sumardja,Msc
Head,Regional Forestry Office
Bali Province,Ministry of Forestry

Drs.Moersidin
Head,Regional Forestry Office
Nusa Tenggara Barat Province,
Ministry of Forestry

Ir.I Gede Arya Latihan
Head,Provincial Forestry Service
Bali Province

Ir.Hermani Apipudin
Head,Provincial Forestry Service
Nusa Tenggara Barat Province

[1] Project Progress

1. Construction of Facilities

Following facilities have been constructed and were officially handed over to the Government of Indonesia on 15th January, 1994.

- (1) Center Office 1 lot
- (2) Supplementary Facility for Center Office (fencing, etc) 1 lot
- (3) Laboratory 1 lot
- (4) Machines Storage and Garage 1 lot
- (5) Generator Room 1 lot
- (6) Potting House 1 lot
- (7) Guard House 1 lot
- (8) Nursery 1 lot
- (9) Additional Work (access road etc) 1 lot

2. Selection of tree species for mangrove plantation

(1) Bali

a. Pot seedlings of following species are raised for 1993/94 planting season

(Nov. 1993 – Feb. 1994)

- *Sonneratia alba*
- *Bruguiera gymnorrhiza*
- *Rhizophora apiculata*
- *Rhizophora mucronata*
- *Avicennia marina*
- *Ceriops tagal* (Demonstration/Education purpose only)
- *Xylocarpus granatum* (Demonstration/Education purpose only)

b. Small scale experiment on other species may be conducted in the following years.

(2) Lombok

a. Direct sticking planting for following species will be done in this rainy season of 1994.

- *Rhizophora mucronata*
- *Rhizophora apiculata*
- *Bruguiera gymnorrhiza*

b. Pot seedlings of following species for experiment purpose will be raised for 1994/95 planting season (Nov. 1994–Feb. 1995)

- *Sonneratia alba*
- *Avicennia marina*

Nursery for the above will be located at Samberia.

3. Development of silviculture techniques

(1) Bali

30 ha will be planted in 1993/94 planting season.

In total 150 ha will be planted by the completion of the project.

Various experiments will be conducted in the course of planting.

(2) Lombok

8 ha will be planted in 1993/94 rainy season, using sticking planting method.

In total 50 ha will be planted by the completion of the project.

4. Cost estimation for mangrove plantation.

This will be done throughout the project duration.

5. Study on effects of mangrove forest on surrounding environment.

This will be done throughout the project duration.

6. Study on conservation management of flora and fauna of the mangrove ecosystem in the project site.

This will be done throughout the project duration.

Particular emphasis is laid on the phenology as it is closely related to securing seeds.

7. Pests and disease control technique.

This will be done throughout the project duration, whenever and wherever necessary.

8. Study on the social and economic benefits for forestry and fisheries in the mangrove forests and surrounding areas.

This will be done throughout the project duration.

Reviewing and utilizing the existing data/information in other locations in Indonesia has to be effectively combined.

9. Preparation of a mangrove forest development model.

Preparatory work will be done throughout the project duration but final model, utilizing the results of project activities and other information, will be completed around the end of project duration.

10. Development of utilization techniques for mangrove forest products.

This will be done in the latter half of the project duration, through utilizing the existing information already available in Indonesia and through other relevant means.