

インドネシア国マングローブ林  
資源保全開発現地実証調査  
総 合 報 告 書

平成11年12月

国際協力事業団  
農林水産開発調査部

## 序 文

国際協力事業団は、インドネシア共和国林業省との討議議事録（R/D）に基づき、「インドネシア国マングローブ林資源保全開発現地実証調査」を平成4年12月から5年間実施しました。さらに、平成9年12月からは新たな討議議事録に基づき、2年間のフォローアップを実施しました。本報告書はそのまとめになります。

この実証調査は、開発協力事業の一環として、環境保全機能の高いマングローブ林の商業ベースとして採算を見込めるまでの施業方法を確立することで、民間企業による林業開発協力事業を誘導し、地域の開発に資することを目的としていました。本フォローアップ調査では、実証調査で蓄積されたデータに更に追加する補足収集を行い、マングローブ林経営に直接に関わる要素の分析・評価を行いました。

本報告書は、調査全体の成果を踏まえ、民間企業が営利事業として森林経営を行っていくに十分な「マングローブ林経営モデル」と「造林マニュアル」を示すべく、これらをも包含して作成したものです。今後広く関係者に活用され、インドネシア共和国のみならず、他の地域のマングローブ林資源の保全開発、及び民間企業の開発事業の推進の一助になれば幸いです。

未筆ながら、7年間の本調査にご協力・ご支援賜りました多くの皆様に、心から御礼申し上げます。

平成11年12月

国際協力事業団  
理事 後藤 洋

# 総合報告書目次

## はじめに

1 . 背景 .....	1
1 - 1 背景 .....	1
1 - 2 インドネシア国におけるマングローブ林の現況 .....	2
2 . 目的 .....	6
2 - 1 J I C Aの協力 .....	6
2 - 2 目的 .....	7
3 . プロジェクトの経緯 .....	8
3 - 1 プロジェクトの経緯 .....	8
3 - 2 実施体制及び事業地 .....	8
3 - 3 事業内容 .....	16
4 . プロジェクトの活動状況 .....	19
4 - 1 専門家/カウンターパート .....	19
4 - 2 カウンターパート研修 .....	22
4 - 3 各種会合 .....	23
4 - 4 調査団 .....	26
4 - 5 予算 .....	28
4 - 6 基盤整備 .....	29
4 - 7 供与資機材 .....	30
4 - 8 訪問者 .....	
5 . 実施結果 .....	31
5 - 1 事業実施結果 .....	31
5 - 2 育苗 .....	32
5 - 3 造林 .....	33
5 - 4 生態 .....	34
5 - 5 経営 .....	40

6 . 本実証調査の成果 .....	37
6 - 1 生態 .....	37
6 - 2 育苗 .....	37
6 - 3 造林 .....	38
6 - 4 経営 .....	38
7 . 投資の可能性 .....	41
付属資料 .....	43
1 . 年表 .....	43
2 . 討議議事録 (Record of Discussion:R/D) .....	

## はじめに

インドネシア国マングローブ林資源保全開発現地実証調査は、インドネシア林業・農園省造林総局と国際協力事業団（JICA）の間における開発協力事業の現地実証調査として、1992年12月に開始され、当初の5カ年及びフォローアップの2カ年間の協力を1997年11月末に終了した。

本プロジェクトの目的は、養殖池への転換や伐採のために劣化した条件下におけるマングローブ林の復旧を図るための技術開発を行うとともに、マングローブ林を持続可能な形で経営するための施業技術を確立することであり、そのために不可欠なデータの収集・分析を実施してきた。

本プロジェクトは、事業地のあるバリ州と西ヌサテンガラ州で目的に対応した様々な活動を順調に実施してきた。インドネシア政府（林業・農園省）は、プロジェクトの活動を高く評価し、JICAに対してその延長を要請した。1997年7月にJICAから派遣された最終評価調査団は、それまでの5カ年間の本プロジェクトの活動を評価した結果、まだ完了していない課題があるので、2年間のフォローアップを行うことが必要であると判断した。2年間のフォローアップの実施についてインドネシア側と合意するとともに、日本側へその旨を勧告した。

1997年9月にJICAインドネシア事務所長と造林総局長の間でフォローアップの討議議事録（R/D）が交換された。この結果、本プロジェクトは、フォローアップという形で、1999年11月末までの2年間の延長が認められた。

本プロジェクトは、当初の目的に対応する技術開発を実現するなど技術的には非常に大きな成果を挙げたが、これを可能にしたのは、インドネシア側受入機関の林業・農園省造林総局の関係者の支援・協力と努力、さらには、派遣された長期及び短期専門家の絶ゆまぬ努力及びJICA並びに日本の関係各機関や国内推進委員会の強力な支援があったからこそである。

プロジェクト・リーダー 井田篤雄

# 1 . 背景

## 1 - 1 背景

FAOによる「Forest Resources Assessment 1990 in Tropical Countries」(1993年)によれば、1981年から1990年の10年間で、年間平均1,540万haの熱帯林の減少・劣化が進行しているといわれている。

熱帯林の減少・劣化の原因は、それぞれの地域の条件によってかなり異なっているものの、主たる原因としては、農地への転用、非伝統的な焼畑移動耕作、過放牧、薪炭材の過剰採取、不適切な商業伐採、大規模な開発事業等があげられる。

このような熱帯林の減少・劣化の背景には、開発途上地域における人口の急増と貧困、経済活動の活発化、必要な資金・技術の不足など様々な社会的・経済的要因が存在している。その一方で、温帯林等も大気汚染が原因の酸性雨などによって劣化が進行している。

このような世界的な森林の減少・劣化の問題は、二酸化炭素などの温暖化ガスの排出による地球規模の気候変動の問題、絶滅種の増加による生物多様性の減少する問題、砂漠化の進行などの問題と併せて、国際的に緊急に取り組むべき地球規模の環境問題の一つとなっている。

このような中で、1992年6月にブラジルのリオ・デ・ジャネイロにおいて、「国連環境開発会議」(United Nations Conference on Environment and Development : UNCED)が開催された。UNCEDの結果、地球環境を保全しつつ、社会的・経済的開発を図っていく「持続可能な開発 (Sustainable Development)」という考え方に基づいた「リオ宣言 (Rio Declaration)」が取りまとめられた。その中で、21世紀に向けての行動計画である「アジェンダ21 (AGENDA 21)」と持続可能な森林経営の原則を定めたいわゆる「森林原則声明 (Non-legally Binding Authoritative Statement of Principles for a Global Consensus on the Management, Conservation, and Sustainable Development of All Types of Forests : Forest Principles)」が採択された。アジェンダ21の中では「砂漠化防止条約 (United Nations Convention to Combat Desertification)」の促進も明記された。

同時に、「気候変動に関する国際連合枠組み条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change : FCCC)」と「生物多様性条約 (Convention on Biological Diversity : CBD)」に関する各国の署名が開始された。

UNCED以降、地球規模の森林問題に対しても、世界各地で活発に様々な取り組みが行われ、その減少・劣化のスピードは弱まってはきているものの、森林の減少・劣化に大きく歯止めをかける状況には至っていないのが現実である。

特に、熱帯林の中でもユニークな存在であるマングローブ林は、その分布域が人間の様々な活動領域に近接していることもあり、現在残されているとされている1,600万ha (ISME調査; 1995年)のマングローブ林が毎年20万haずつ減少しているといわれている。マングローブ林が減少している主な原因は、エビ等の養殖池への転換、薪炭材の過剰採取、大規模な港湾開発や臨海開発などの人間の経済活動によるものである。

インドネシア国政府 (林業・農園省) は、このような状況を十分に認識しており、第5次及び6次開発計画で、持続可能な開発を図る一環として海岸地域の積極的な保全を打ち出すとともに、「マングローブに関する国家戦略 / 行動計画 (National Strategy for Mangrove Management in Indonesia)」を取りまとめて、今後のマングローブ林の保全・管理を促進しようとしている。

一方、林業・農園省は、技術的蓄積の少ないマングローブの造林技術を早急に確立するべく、

1990年に日本政府に対してマングローブ林復旧計画の協力を要請した。日本政府としては、持続可能な開発を行っていくための拠り所として、マングローブ林の持続可能な経営の可能性を検討することが必要であることをインドネシア側に示唆し、開発協力事業の現地実証調査の趣旨を説明した上で、現地実証調査として本プロジェクトが形成され、1992年12月から開始された。

人間の様々な活動によって減少・劣化したマングローブ林を復旧するとともにマングローブ林の持続可能な経営を実施しようとする本プロジェクトは、時代的背景を考えれば非常に意義があるものと言えよう。また、マングローブ林の構成する植物の種の共通性などから、本プロジェクトの成果は、インドネシア国内だけでなく、アジア地域のみならず、さらには地球レベルでのマングローブ林の復旧と持続可能な利用・開発に寄与するものとなると考えられる。

## 1 - 2 インドネシア国におけるマングローブ林の現況

### 1 - 2 - 1 政策

第5次5カ年開発計画（1989年～1994年）においては、持続可能な開発を国是として、自然・環境保護及び保全のために海洋汚染防止、環境的に健全な沿岸コミュニティの開発、珊瑚礁・マングローブ林などの海洋生態系の保全を目指す行動計画を策定し、その実施を図っていた。

林業に関わる開発政策としては、魚・エビ等の養殖池に転換されて放棄された沿岸部の旧マングローブ林地帯を対象に、浸食防止、潮風害防備、薪炭材供給などを目的としてマングローブ林の復旧を図り、森林保全と海洋資源利用のバランスを取りつつ海岸部の開発と保全を進めることとしていた。

第6次5カ年開発計画（1994年～1999年）では、海岸地域等の開発については「環境への配慮」から、より踏み込んだ「積極的に保全」という取り組みを目指すことになっている。

このため、インドネシア政府は、林業・農園省が中心になり、関係政府機関などが協力して、アジア開発銀行（ADB）からの融資によって、インドネシア政府がマングローブ林の保全・開発について今後取り組むべき戦略を明らかにした「インドネシアにおけるマングローブ林管理国家戦略（ 、 ）：National Strategy for Mangrove Management in Indonesia Volume I, II（1997年11月）」を策定している。

マングローブ林管理国家戦略及び管理計画は、総合的海岸部国家管理計画の一部で、また生物多様性国家戦略の一部でもあるとされている。そして、マングローブ林は、現在及び将来の世代の経済的、社会的、精神的繁栄のためにその場所に応じて持続可能な形で保全、復旧、管理が行われなければならない、さらに、現在及び将来の世代の利益のために、自然的、文化的、経済的価値の保全・強化を図り、持続可能に管理されたマングローブ生態系にするという認識に基づいて策定されている。

本国家戦略が優先して実施すべきとしている活動は、以下の通りである。

マングローブ林の正確な分布と資源量の把握

州毎の行動戦略及び管理計画の策定

イリアンジャヤ州のマングローブ林の保全

関連する国家委員会の統合及びセクター横断機関の設立

マングローブに関する啓蒙・普及活動の強化

## 外部経済効果評価システムの確立

### 既存の法律の実効性確保

### 統一的な行政の実施

しかしながら、現在、政権が過渡期にあることもあり、本国家戦略に基づいて、マングローブ林に関わる行政や制度の改革などについてはほとんど何も実行されていないのが現実の姿である。

1995年に改訂されたIFAP(インドネシア林業行動計画；Indonesian Forestry Action Plan)においては、マングローブ林の位置付けが不明確であり、マングローブ林の特性を踏まえた森林管理が行われるような状況にはなっていない。また、15万haのマングローブ造林が予定されているが、具体的な活動についてはどのように実施するのかについても余り明確にはされていない。

## 1 - 2 - 2 マングローブ林の分布状況

林業・農園省森林資源調査総局が公表した資料(1994年9月30日)によれば、マングローブ林の面積は、381万haになっている。(表-1 マングローブ林の賦存状況) 林業・農園省が所管する国有林は、マングローブ林も含めて各々その有している機能によって、三通りに区分されている。

生産林：木材、チップ、薪炭材等の林産物を供給する森林

保安林：自然災害等を防備する機能を持つ森林

保護林：自然保護区域、国立公園、野生生物保護地区などの森林

マングローブ林の用途別の面積は、以下の通りである。

生産林	1,356,460 ha
保安林	1,211,149 ha
保護林	1,246,190 ha
合計	3,814,299 ha

生産林に指定されているマングローブ林のうち、民間企業がHPH(伐採権)を取得して、開発している森林は、877千haとなっている。

インドネシア国内におけるマングローブ林の賦存状況は、発表された時期等によって色々と異なっている。このため、本報告書では、林業省資源調査総局がリモートセンシング技術を使って調査した1994年9月30日に発表したものを用いることにした。その他の発表による賦存状況は、以下の通りとなっている。

・1982年	FAO/UNDP	4,251,010 ha
・1987年	PHPA/AWB	3,235,700
・1985~9年	RePPPRoT	3,790,500
・1993年	GIESEN	2,490,185



表-1 インドネシアにおけるマングローブ林の賦存状況

単位：ha

州名	生産林 休養林	保護林	計	伐採制限森林 (HPL)
ア	48,750	54,220	102,970	35,000
北スマタラ	56,840	42,500	99,340	
西スマタラ		4,850	4,850	
ブンクル		2,610	2,610	
リャウ	111,150	109,900	221,050	177,000
ジャンプ	4,800	8,650	13,450	
南スマタラ	316,340	47,090	363,430	32,000
ランブ	12,190	37,250	49,440	
西カリマンタン	83,940	116,360	200,300	43,000
中央カリマンタン	11,720	37,020	48,740	10,000
南カリマンタン	43,590	72,190	115,780	60,000
東カリマンタン	580,030	195,110	775,140	143,000
北スラウェシ	7,920	30,230	38,150	
中央スラウェシ	5,920	31,720	37,640	
南東スラウェシ	33,040	37,800	70,840	
西スラウェシ	32,500	71,530	104,030	
マラク	80,710	68,000	148,710	
東ヌサテンガラ	2,810	7,970	10,780	
西ヌサテンガラ	2,759		2,759	
バリ	1,684		1,684	
イロアンジャヤ	1,059,570	267,420	1,326,990	377,000
ロキ	330	4,270	4,600	
合計	2,492,650	1,246,690	3,739,340	877,000
西ジャバ	32,530		32,530	
中央ジャバ	22,513		22,513	
東ジャバ	19,916		19,916	
小計	74,959		74,959	
合計	2,567,609	1,246,690	3,814,299	877,000

出典：林業省森林資源調査発表資料（1994年9月30日）

なお、バリ州と西ヌサテンガラ州の数値（斜体字）は、本プロジェクトで調査したものによって明らかにされた数値であり、林業省（当時）からの発表には両州に分布しているマングローブ林の面積は計上されていない。このため、表の合計数値にはバリ州と西ヌサテンガラ州のものは加えられていない。

### 1-2-3 マングローブの用途

マングローブ林を構成する樹木の用途は、地域住民による伝統的な利用によるものが多く、建築用材、チップ、薪炭材、タンニンの抽出、薬、染料原料、砂糖、アルコール生産などが主なものである。

マングローブ林の生産林で伐採権（HPH）を取得している民間企業は、チップ生産を目的としたものが中心であり、その他には木炭生産を行うために伐採権を取得している企業も一部にはある。

マングローブ林は、その分布地域が海岸地域であるため、移民政策のための開拓による農地への転換やジャワ島、スマトラ島を中心としたエビ養殖池への転換が活発に行われてきた。エビ養殖池への転換は、他の地域のマングローブ林地帯にも拡大してきており、集約的なエビ養殖によって短期間で疲弊した大量の養殖池の放置及びその復旧が大きな問題になってきている。

#### 1 - 2 - 4 マングローブ造林の現状

マングローブの造林は、オランダ統治時代から一部では行われた記録が残されている。本格的な造林が行われたのは、1964年に国営林業公社（PERM PERHUTANI）によって、ジャワ島西部海岸地区のインダラマユにおけるものが最初であり、その後、ジャワ島では国営林業公社による造林が継続的に行われてきていた。造林手法は、ポット苗や直挿しによるもので、樹種は残存する天然林に多く分布し、育苗等が容易なオオバヒルギ（*Rhizophora mucronata*）が主として用いられている。

近年の動きとしては、エビ等の養殖池の開発、臨海開発、過剰伐採などによって、マングローブ林の減少・劣化が進んできたこともあり、林業・農園省が国有林として確保できた場所においては沿岸住民の生活環境などを復旧するために造林等の取り組みが行われ始めてきている。これは、マングローブ林が浸食防止や魚類資源保全等に果たす役割に注目して、農民などに対して展示林などを造成することによって造林技術を普及して、マングローブ林地帯に居住する住民自らの手でマングローブ造林を行わせようとするものであり、一種の社会林業としての取り組みである。

事業対象地としては、ジャワ島のカラワンとブルブス、マドゥーラ島、南スラウェシ、バリ島の5カ所を選定して、マングローブ林造成の事業を1989年から実施してきている。しかしながら、造林事業が成功している箇所は、造林のための万能な樹種とでもいえる*R. mucronata*を使用して行った箇所が中心であり、多様な樹種による造林の成功は、まだ余り多くないと推察される状況にある。

また、マングローブ林の造林実績は、インドネシア国内では陸上での一般の造林実績に比較して数量的には非常に少ないと見込まれる。このためもあり、インドネシア国内全体でマングローブ林の造成だけを取り出して整理した統計は存在しない。インドネシア国内での造林実績は、1997年の経済危機に至るまでは林業・農園省から造林を担当する地方機関に予算配分が行われて造林をしてきており、さらに、国内NGOや農・漁民等の自主的な造林活動もあることから、年間数百haから千ha程度の造林の実績があるものと見込まれる。

他の機関による援助プロジェクトとしては、アジア開発銀行（ADB）によるものがあり、これは1992年から1997年まで社会林業の側面からのアプローチによって、南スラウェシ州で実施された。このプロジェクトは、林業・農園省、環境省、科学技術院、内務省及びインドネシアマングローブ財団の関係機関が関わる形で、横断的な取り組みとして行われた。実際の横断的な取り組みは、「インドネシアにおけるマングローブ林管理国家戦略（ 、 ）」の策定に関して主として行われており、南スラウェシ州パレパレ地区のシンジャイなどにおける造林の実行は、もっぱら林業・農園省によって実施された。

## 2 . 目的

### 2 - 1 J I C Aの協力

我が国の政府開発援助（ODA）は、大きく3つに分類されている。

- （1）二国間贈与（無償資金協力、技術協力等）
- （2）二国間貸付（一般に円借款と呼ばれる）
- （3）国際機関への拠出、出資等

二国間贈与の多くは、国際協力事業団（JICA）によって行われている。また、円借款は、海外経済協力基金（OECF）によって行われている。

JICAは、1974年8月に技術協力を実施するための特殊法人として設立された。JICAは世界中で技術協力を行っており、そのスローガンは「国の建設、人間の開発、心から心へ」である。JICAの活動の基本的な目的は、開発途上国における国の建設をリードする人材の育成を図ることである。この観点から、JICAは、研修員の受入、専門家や海外青年協力隊などの派遣などを行っている。

同様に、JICAは、技術力を向上させるための資機材の供与、様々な開発のために調査を行う専門家で構成される調査団の派遣、必要とされる資機材の供与や病院、学校、研究所などの施設の建設等を行う無償資金協力事業を促進するための調査団などの派遣を行っている。

JICAの活動は、以下の通りにまとめることができる。

- （1）技術協力
  - ・研修員受入
  - ・専門家派遣
  - ・機材供与
  - ・プロジェクト方式技術協力
  - ・開発調査
- （2）海外青年協力隊の派遣
- （3）技術協力のための人材養成及び確保
- （4）無償資金協力の実施促進
- （5）投融資を通じた開発協力
- （6）移住事業
- （7）緊急援助隊

インドネシア国マングローブ林資源保全開発現地実証調査（The Development of Sustainable Mangrove Management Project）は、プロジェクト方式技術協力に類似した形で実施されている。しかしながら、その基本的考え方及び枠組みは、より経済開発を指向している。換言するならば、プロジェクトの目的は、低位にある民間経済活動を融資、必要な調査、技術的支援などを提供することによって、活発化させようとするものである。現地実証調査の目的は、経営の観点から、データ収集・分析を行って、その活動のフィージビリティ（投資可能性）を明らかにし、技術的未熟さや複雑さなどから困難になっている投資を容易にしようとするものである。

## 2 - 2 目的

世界の森林の劣化・減少は、世界的に重要な環境問題の一つとなっている。特に、熱帯林は、著しく劣化・減少しており、熱帯林の保全と持続可能な経営を実施することが強く求められているところである。

マングローブ林は、熱帯及び亜熱帯の海岸地帯に分布しており、非常に特徴のあるかつ重要な生態系の一つであり、海岸地帯の保全などに重要な役割を果たしてきている。しかしながら、その分布域が人間の活動領域に隣接していることから、近年の大規模な経済開発や海岸資源の過剰利用などのために、マングローブ生態系の劣化や破壊が次第に著しくなっている。

マングローブ林の劣化・減少の主な要因は、以下の通りである。

- ・ 養殖池、田畑、工業団地等への転換
- ・ 港湾開発
- ・ 不適切な商業伐採
- ・ 薪炭材の過剰採取

このようにマングローブ林を転換した養殖池から生産されたエビやマングローブ林から生産された木炭などが大量に日本を含む各国へ輸出されている。天然のマングローブ林からの木炭やチップの商業生産が持続可能な形で維持していけるのかどうか危ぶまれさえしてきている。また、疲弊し、放棄されるなどした養殖池跡地にもマングローブ林を再生していくことも必要になってきている。

本プロジェクトの目的は、持続可能な木材生産等による経営システムの確立及び森林が喪失・劣化した条件でのマングローブ林の復旧技術の開発を目指すものである。このためには、基礎的なデータを収集して、基本的な技術を確立することが重要かつ不可欠である。このような基本的技術を確立することによって、造林活動などが伴う持続可能なマングローブ林経営を行うことのフィージビリティすなわち本邦企業による投資の可能性を明らかにしていくことである。

マングローブ林は、潮間帯に分布していることから、植物相及び動物相も豊かで複雑なため、基礎的なデータや知見が不十分で、それに対応する技術開発が進んでいない状況にあった。このため、企業ベースによる大規模なマングローブ林造成などを実施することが非常に困難な状況下に置かれていた。

本プロジェクトは、マングローブ林に関する基礎的なデータの収集・分析を行い、養殖池跡地と伐採跡地におけるマングローブ林復旧のために必要とされる基本的な技術の開発及びマングローブ林の施業技術の確立を目指したものである。したがって、本プロジェクトの成果は、持続可能なマングローブ林経営を可能にする道筋を明らかにすることになると考えられる。

それと同時に、本プロジェクトの実施した造林活動は、潮風害から海岸線を守るなどの公益的機能を発揮するとともに、周辺に居住する住民が必要とするものが造成されたマングローブ林から供給されることを可能にするなどして、環境保全及び住民福祉の面でも大きく寄与していると考えられる。



### 3 . プロジェクトの経緯

#### 3 - 1 プロジェクトの経緯

1990年にインドネシア国政府からマングローブ林復旧計画の協力要請が日本政府へ提出された。これを受けて、JICAとしては、開発調査等にはなじみにくいと考え、開発協力事業の現地実証調査で実施すべきではないかとの検討を行い、現地の状況等を把握するために必要な調査団を派遣した。1992年11月に討議議事録(R/D)が結ばれるまでに4回の調査団が派遣された。調査団は、インドネシア側の協力要請内容の確認、マングローブ林の現状の確認、プロジェクトサイトの選定、実施体制の確認、R/D、暫定実施計画(案)の協議などを行った。各調査団の概要は、以下の通りとなっている。

##### (1) 基礎一次調査団(1992年1月23日~2月7日)

村田吉三郎団長、佐藤隆、宮城豊彦、田淵隆一、相葉学 計5名

- ・林業省等関係機関との協議
- ・プロジェクトサイト選定のため、西ジャワ州カラワン地区、東ジャワ州マドゥーラ島、南スラウェシ州パレパレ地区を調査し、天然林の分布、開発状況、森林造成の緊急性などを総合的に勘案し、南スラウェシ州パレパレ地区をプロジェクト予定地に選定

##### (2) 基礎二次調査団(1992年4月9日~23日)

伊藤文彦団長、佐藤隆、田中昌之、田淵隆一、小原忠夫、今井忠美、西村正裕 計7名

- ・プロジェクト予定地(南スラウェシ州パレパレ地区)をADBと協議の結果、ADB側に譲り、新たな候補地として、バリ州ベノア地区及び西ヌサテンガラ州ロンボク島北東部を選定
- ・新たなプロジェクトサイトで想定される試験項目等を調査

##### (3) 計画打ち合わせ調査団(1992年6月29日~7月27日)

大島克郎団長、星野智巻、是松雅巳、田淵隆一、小原忠夫、今井忠美、本郷豊 計7名

- ・R/D及び暫定実施計画(TSI)の案をインドネシア側と協議
- ・試験計画、資機材計画、施設計画、事業費算定などを含む事業計画案の取りまとめ

##### (4) 計画打ち合わせ調査団(1992年10月26日~11月6日)

鈴木康之団長、立川雅宣、曾根則人、田中昌之、川原輝彦、瀬戸茂之 計6名

- ・R/D及びTSIの協議及び署名

この結果、1992年12月2日に、JICAから派遣された6名の長期専門家が着任し、本プロジェクトは開始された。なお、日本側はインドネシア側の要望も踏まえ、さらにマングローブ林造成のための基礎的な知見が不足していることから、天然林内での更新や適地適木等のマングローブ林の生態学的特性を把握するために、当初予定されていなかった生態分野の専門家を派遣することとした。

#### 3 - 2 実施体制及び事業地

##### 3 - 2 - 1 実施体制

本プロジェクトは、林業・農園省造林総局が実施機関で、造林総局長が総括責任者(合同委員会の議長)となり、造林局長を実行管理責任者とする形式的には中央直轄の実施体制を取っ

ている。(図 - 1、2)

実際の業務の遂行は、バリ州にある第7森林保全センター所長が調整責任者となり、第7森林保全センターのバリ州支所長及び西ヌサテンガラ州支所長が現場責任者となって実施する形になっている。その他、プロジェクトの枠外にバリ州と西ヌサテンガラ州のそれぞれの林政局長と州営林局長で構成するステアリング・コミッティーとして、プロジェクトの円滑な推進を図るためにインドネシア側における独自の場を設けて、プロジェクトの実行上の問題点等を討議している。(図 - 2)

一方、1996年に行われた組織改革によって、実際の現場における最高責任者は、林業・農園省バリ州林政局長となり、森林保全センター等はその傘下に入ることになり命令系統が複雑なものとなっていった。その後、1999年7月には林業・農園省全体の大規模な組織改革が行われ、バリの第7森林保全センターは、種苗センターとなりその中に森林保全部門を有する形になるとともに、西ヌサテンガラ州の支所が森林保全センターに昇格した。本報告書では、現地実証調査の終了直前まではそれまでの運営形態が機能しており、実質的に組織改革が下部で機能し始めたのは9月になってからであったので、従来の組織に基づいた形で整理されている。

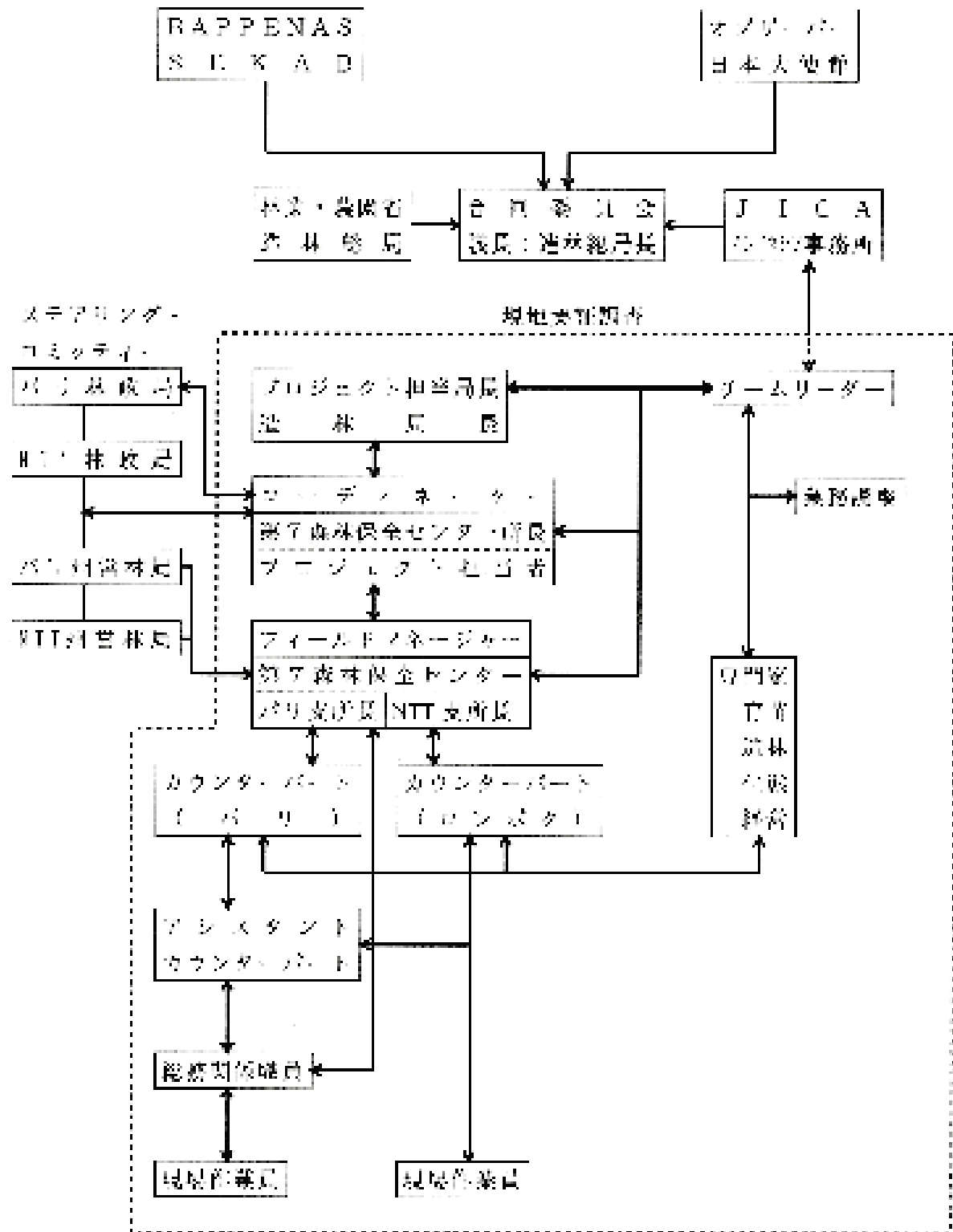
各専門家のカウンターパートは、林政局、森林保全センター、林業研究開発庁などから派遣されており、本実証調査の開始から暫くの間は非常勤のカウンターパートのままで、常勤のカウンターパートは配置されなかった。日本側からの強い要請で後半には常勤のカウンターパートが配置されるようになった。ロンボク島のカウンターパートは、専門家が常駐していないため非常勤のままであった。

リーダー及び業務調整のカウンターパートは、プロジェクト事務所に日本側が建設した施設と本実証調査の活動が林業・農園省内における一定の組織としては明確に位置付けられるということがなかったので、終了するまで第7森林保全センターの所長と同センターのプロジェクト担当者が主としてその任に当たった。

常勤のカウンターパートは、専門家に対応する者だけのため、日本側とインドネシア側の関係者との間で意志疎通が十分に行き渡らない面があったことから、月に一度マンスリー・ミーティングとして、バリの関係者による月一度の定例の会議を開催し、双方の考えや行動が十分に理解されるようにしていた。



図 2 事業実施体制





### 3 - 2 - 2 支援体制

本実証調査に対する技術的支援を目的として、JICA本部に国内推進委員会が組織されており、本実証調査が抱える技術的課題等に対して必要な助言等の支援を行ってきた。構成委員は、以下の通りで、通常年に3回、委員会を開催してきた。

#### 推進委員会のメンバー

委員長	杉 二郎	東京農業大学名誉教授（生物環境調節学）
副委員長	中村 武久	東京農業大学教授（植物分類・生態学）
委員	西谷 嘉光	林野庁指導部計画課海外林業協力室長（森林経営）
委員	河原 輝彦	森林総合研究所育林技術科長（育林）
委員	荻野 和彦	愛媛大学教授（森林生態学）
委員	國府田佳弘	琉球大学教授（農業工学）
委員	桧垣 宮都	東京農業大学教授（林産化学）
委員	隆島 史夫	東京水産大学（水産動物学）
委員	木島 真人	名古屋大学教授（土壌学・土壌微生物学）
委員	大田 克洋	東京農業大学助教授（国際経済学）
委員	藤井 清	海外林業コンサルタンツ協会参与（森林経営）

このほか、分野別により詳細な技術的支援を提供するために、推進委員以外に専門委員による作業部会を、環境、造林、経営の3分野に設けて、プロジェクトに必要な技術的支援等を提供してきた。

### 3 - 2 - 3 事業地

事業対象地は、バリ島南部のベノア湾のPrapat Benoa国有林とロンボク島北東部のGili Sulat島、Gili Lawan島及びGili Petagan島の国有林である。（図 - 3、4）

Prapat Benoa国有林は、州都デンバサル市の中心街から約10kmに位置し、北側にはバリ島脊梁山脈から流れ出る大小の河川によって発達した沖積平野があり、バリ本島と陸続きになった島に囲まれて形成された波の静かな遠浅の入り江である。本来は海岸線に沿って発達した干潟とマングローブ林が存在した一帯ではあるが、水利条件の良いところでは水田としての開発が継続的に行われ、それ以外の所では塩田として開発されて昔から利用されてきており、近年では一部の塩田はエビなどの養殖池に転換されている。その後、バイパス道路が完成してから、完成した道路沿いに商業用施設の建設などが行われ、次第に市街地としての開発が進んできている。

また、同国有林は1970年頃から伝統的な手法によるバンデン（ミルクフィッシュ）やエビの養殖池として一部が貸与され、開発されてきており、林業・農園省に返還される前の1990年頃にはエビの集約的養殖池として利用されていた。その内容は、養殖池としての利用区域が334ha（養殖池282ha、水路21ha、その他31ha）で、残存マングローブ天然林が158haとなっていた。このため、養殖池跡地については本実証調査による造林の様々な試験が行われ、残されいた天然林は、造林用種子の採取や生態観察などのために用いられた。

一方、ロンボク島北東部のGili Sulat島、Gili Lawan島及びGili Petagan島の国有林は、保護林になっている。しかしながら、Gili Petagan島のマングローブ林を中心とした樹木は、消石灰生産の燃料にするために、違法伐採によって島からほとんど全てのものが失われてしまっていた。このため、Gili Petagan島では環礁地帯の伐採跡地における造林の様々な試験が行われ、Gili Sulat島には天然林がそのまま残されているため、歩道の整備等を行い、生態観察などに用いられた。

バリ島におけるプロジェクトサイトは、本実証調査の開始当初には生産林などとしての区分が行われ、一般の施業が可能なマングローブ林であった。しかし、現在では、バリ州ベノア湾大森林公園（Taman Hutan Raya : TAHURA）の計画の一部になっており、林業・農園省の地方組織のバリ州林政・農園局（KANWIL）が直轄で管理を行っている国有林で、州営林局が管理し、造林等を実施する通常の管理形態とは大きく異なっている。さらに、公園計画の一部になったため、プロジェクトサイト及び周辺にある国有林のマングローブ林は、基本的には伐採等を一切行わない保護林としての位置付けを与えられており、当初の施業が可能なマングローブ林ではなくなってしまっている。

図-3 パリのプロジェクトサイト

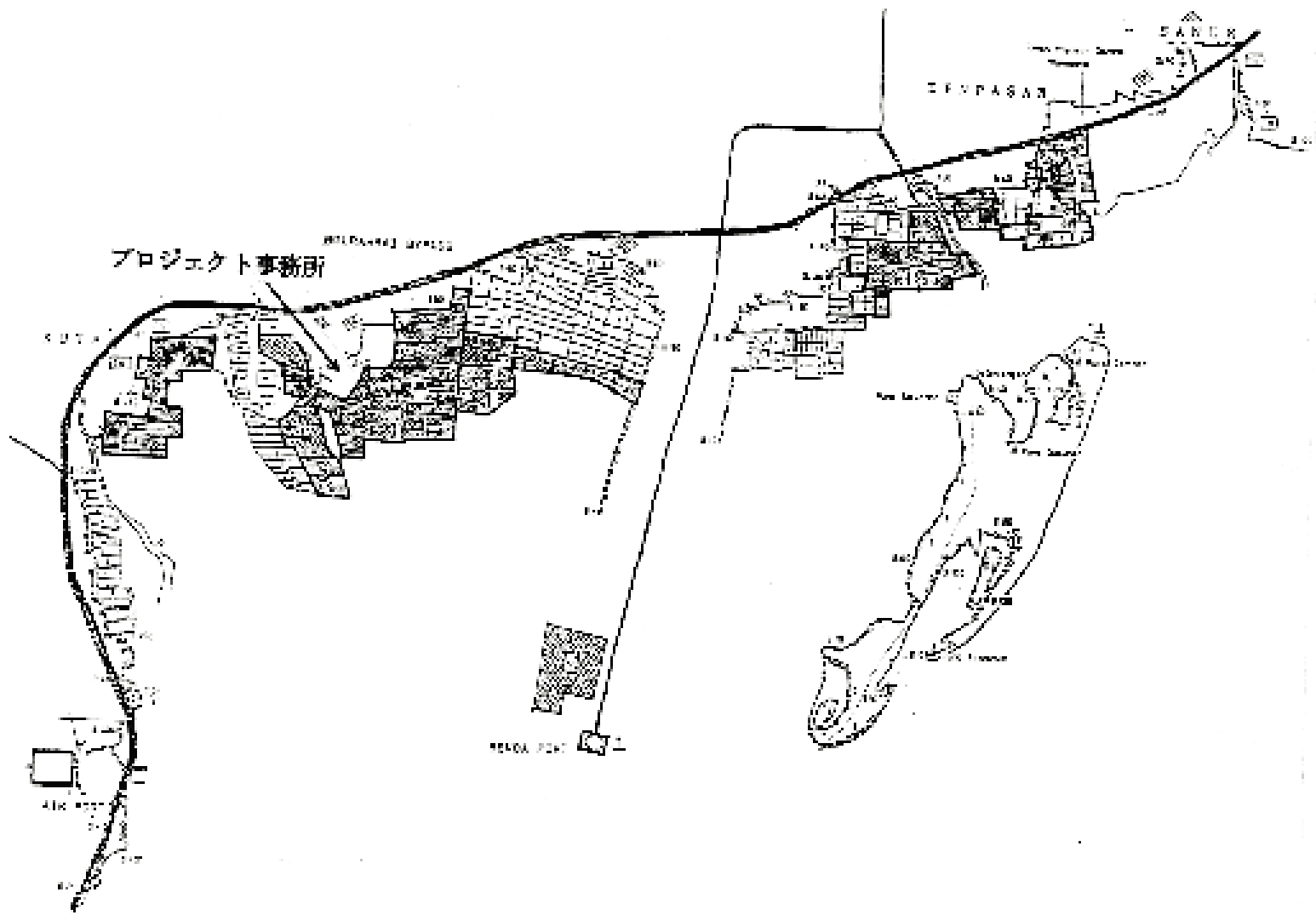
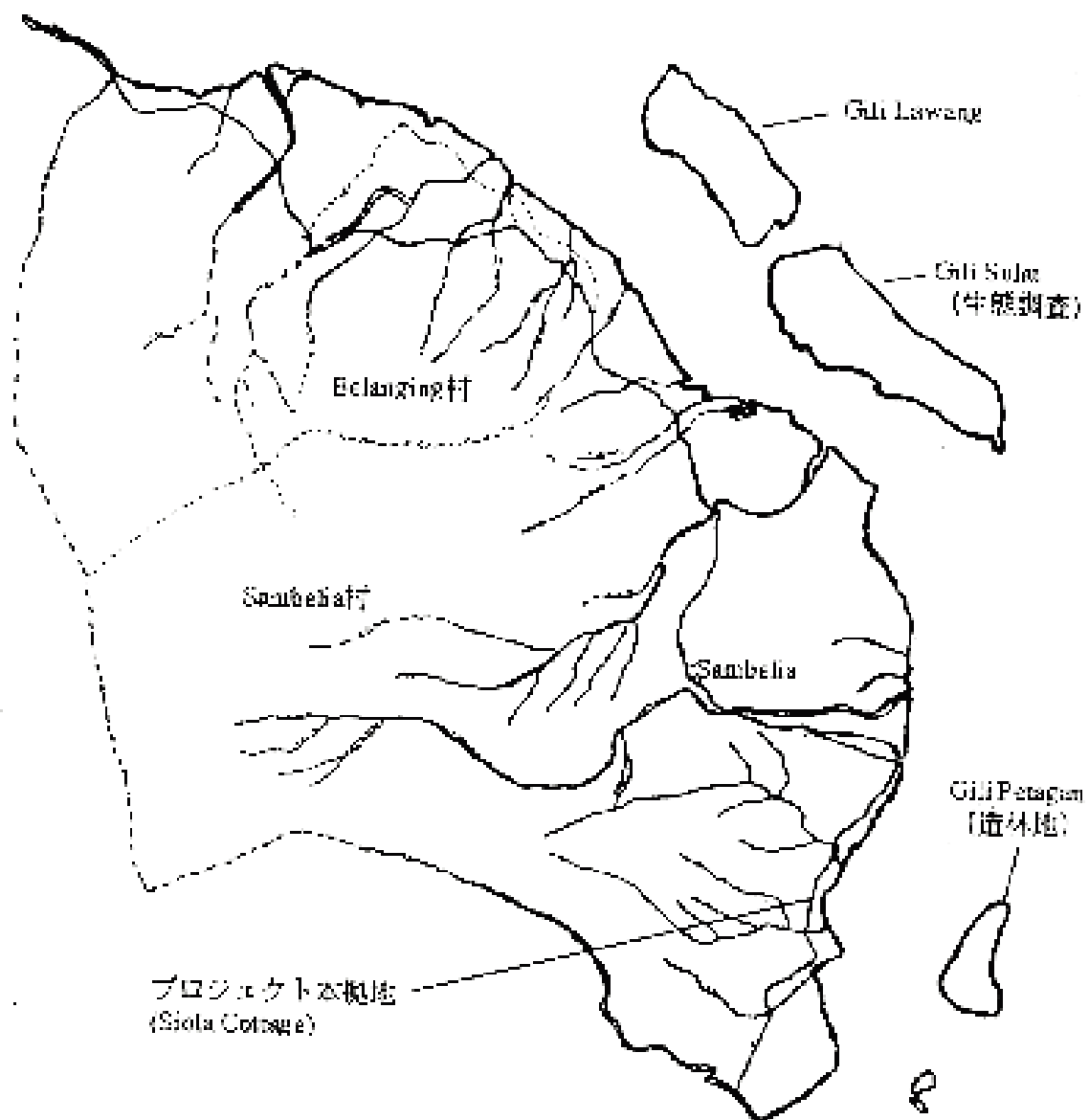


図-4 コシボタのプロジェクトモイト



### 3 - 3 事業内容

本実証調査の目的は、有用なデータを収集し、マングローブ林を復旧する技術を確立するとともに、持続可能なマングローブ林経営システムの技術的及び経営的手法を確立することである。R / Dのマスタープランの中に記載されている具体的な実証調査の活動は、以下の10項目であり、試験造林と天然林の観察等を通じて実施され、予定されている成果を導き出すことである。

- (1) マングローブ造林樹種の選定
- (2) 造林技術の確立
- (3) マングローブ林造成コストの算定
- (4) マングローブ林の周辺環境へもたらす効果の検討
- (5) プロジェクトサイトでのマングローブ生態系における動植物保全管理の検討
- (6) 病虫害防除技術の検討
- (7) 林業、漁業への社会・経済的便益の検討
- (8) マングローブ林生産物の利用技術の開発
- (10) その他(基盤整備等の実施)

以上の10項目の活動を実施するために必要となる試験研究項目を、当初派遣された長期専門家が中心になって、カウンターパート等と協議しつつ立案した。育苗6項目、造林11項目、生態9項目、経営6項目の合わせて、32項目が試験研究項目として策定された(表-2)。これは、第2回合同委員会で承認され、これに基づいて様々な試験、調査、研究のプロジェクト活動が進められていった。

しかしながら、これらの活動を実施していくうちに、32項目のうち幾つかのものは、プロジェクト期間内には終了することが困難なことや緊急な必要性が乏しいことなどが明らかになり、また、幾つかのものは、調査方法自体が確立されていないなどの問題点が明らかになった。このため、1995年8月に派遣された作業監視調査団が事業の進捗状況の中間評価を行った際に、これらの調査研究項目の整理が必要であるとの勧告を本実証調査の派遣されている長期専門家などに対して行い、それを受けて項目の整理に取り組むことになった。

この結果、6項目を中止したり、事業結果の報告だけとし、1項目を項目の課題名を変更するなどして整理を行った。このことによって、実際の調査報告を行うものは26項目となり、この変更は第4回合同委員会で承認された。

1997年7月に派遣された最終評価調査団は、これら26項目のうち、21項目は終了したが、5項目については引き続き調査・研究を行う必要があり、2年間のフォローアップを実施するようという勧告を日本側へ行うとともに、インドネシア側とも2年間のフォローアップを行うことで合意した。

なお、当初の5年間の協力期間における大きな成果品としては育苗マニュアルとマングローブハンドブックが作成されたことが挙げられる。

フォローアップの期間に実施する項目は、以下の通りとなっている。この期間における成果品としては、造林マニュアルと森林経営モデルで、フォローアップ期間における本実証調査の活動は、この2つのものを作成していくことに収斂する形で実施された。

- 造林 造林技術の開発
- ・植栽密度試験
  - ・生存率調査
  - ・カイガラムシ防除技術の開発
- 経営 マングローブ林経営モデルの作成
- ・経営モデルのさらなる検討
  - ・森林経営の構成要素の検討

表 2 活動及び関係試験項目の一覧表

名 称	課 次 項 目	実施状況		
マングローブ造林開始の準備	N01	日本の成長比較	完了97	
	S01	現地調査(非植樹区)成長比較	完了97	
造林技術調査	N01	日本の成長比較	完了97	
	N02	停止用上の検討	完了97	
	N03	育苗・植樹木に用いる土壌と成長及び停止持続時間の影響	完了97	
	N04	育苗・植樹木の枯死・成長阻害及び停止開始の影響	完了97	
	N05	育苗・植樹木の枯死と成長阻害に及ぼす塩分濃度の影響	完了97	
	N06	育苗・植樹木の枯死と成長阻害に及ぼす肥料の影響	削除96	
	S01	現地調査(非植樹区)成長比較	完了97	
	S02	植樹方法比較	完了97	
	S03	植樹後調査	完了97	
	S04	作砂地・干潟地植樹試験	完了97	
S05	移植別調査	削除96		
マングローブ林造成メカニズムの調査	S06	日本形苗圃植樹試験	完了97	
	S07	シムネア・マンダラ・ライの試験	削除96	
	S08	補植調査調査		
	S09	生育率調査(停止)	完了99	
	S09	水門による水質悪化	完了97	
	S10	塩分濃度調査試験	削除96	
	マングローブ林造成メカニズムの調査	M01	育苗・造林工程(作業効率調査)	完了97
		M02	育苗・造林コスト調査(分析)	完了97
	マングローブ林の自然環境に及ぼす効果調査	E01	植生調査	完了97
		E02	大気質・人工物の環境条件調査	完了97
E03		人工への生態的被害調査	削除96	
E04		生長量・リタ・貯留調査	完了97	
E05		天然への生態的被害調査	完了97	
E06		移植別種子成苗調査	完了97	
E07		移植別種子生産量調査	完了97	
プロジェクト・サポーターのマングローブ自然環境の創出時の保全意識の検討	E08	遠く地の動物相の調査調査	完了97	
環境監視技術	E09	病虫発生状況の調査	完了99	
E10	病害予防技術の検討	完了99		
林業・漁業への社会的・経済的便益の調査	K05	マングローブ造林を巡る社会・経済効果の分析	完了99	
マングローブ林経営戦略的発展の達成	M08	水産調査等の作成	完了99	
	M14	電機子起きの作成	完了99	
	S11	人工林の健全性の調査	削除96	
マングローブ林生産物の活用技術的便益	M09	マングローブ産品を巡る社会・経済効果の分析	完了99	
	M10	製菓利用技術の改善	完了97	
その他		主要な産品等の分析	完了94	
		高知及び高松林マングローブの作成	完了97,99	
		マングローブの回復(マングローブ)の作成	完了97	

## 4. プロジェクトの活動状況

### 4-1 専門家/カウンターパート

#### 4-1-1 専門家

1992年12月2日に6名の長期専門家（リーダー、業務調整、育苗、造林、生態、経営）がバリ州デンパサール市に着任し、本プロジェクトは開始された。当初のプロジェクト期間及びフォローアップ期間における長期専門家の派遣状況は、以下の表-3の通りとなっている。

表-3 長期専門家の派遣状況

分野	氏名	派遣期間
リーダー	田中 昌之	1992年12月2日～1995年3月1日
	伊々木 紀	1995年5月13日～1997年9月30日
	丹山 篤雄	1997年9月23日～1999年11月30日
業務調整	八戸 英喜	1992年12月2日～1995年3月29日
	宮坂 夫	1995年3月30日～1997年10月31日
	谷田 和之	1997年10月8日～1999年11月30日
育苗	三浦 精志	1992年12月2日～1994年12月1日
	八戸 英喜	1994年12月2日～1997年12月1日
造林	濱田 秀一郎	1992年12月2日～1994年12月1日
	谷口 忠介	1994年11月2日～1997年11月30日
	高嶋 伸二	1997年11月10日～1999年11月30日
生態	林 信治	1992年12月2日～1994年12月1日
	北村 昌三	1995年1月10日～1997年11月30日
経営	照井 隆一	1992年12月2日～1995年12月1日
	石川 英之	1995年11月13日～1997年11月30日
	井上(飯山) 泰子	1997年11月10日～1999年11月30日



長期専門家で対応し難い分野には、短期専門家を派遣しており、その派遣状況は、以下の表 - 4 の通りとなっている。

表 - 4 短期専門家派遣状況

年度	分野	氏名	派遣期間
92	新設設計 施設管理	浅野 文雄	1992年12月21日～1993年2月3日
		浅野 文雄	1993年2月24日～1993年3月22日
93	植生 社会学 環境工学 上級 水管理 第一監理 第二監理	中村 武久	1993年5月16日～1993年5月23日
		大田 克洋	1993年5月16日～1993年5月26日
		成岡 市	1993年5月16日～1993年5月23日
		三原 真知人	1993年8月1日～1993年8月16日
		成岡 市	1993年8月1日～1993年8月16日
		浅野 文雄	1993年6月27日～1993年7月4日
		浅野 文雄	1993年11月21日～1993年12月30日
94	施設分類 造林 造園 カイogramシ 景観	鳥場 繁幸	1994年7月30日～1994年8月27日
		中村 松三	1994年10月14日～1994年11月22日
		渡辺 裕一	1994年12月12日～1995年1月9日
		河合 孝三	1995年2月20日～1995年2月27日
		市川 周二	1995年2月20日～1995年2月27日
95	造林 カイogramシ 施設分類 林業経営	山口 泰三	1995年11月28日～1995年12月14日
		竹谷 邦彦	1995年11月28日～1995年12月14日
		鳥場 繁幸	1996年1月31日～1996年2月21日
96	林業経営 データ解析 生態系 カイogramシ 造林 林業経営	鶴 助治	1996年8月6日～1996年9月3日
		荻野 和彦	1996年12月22日～1997年1月12日
		口湖 隆一	1996年12月22日～1997年1月19日
		国崎 研一	1997年1月8日～1997年2月1日
		中村 松三	1997年3月4日～1997年3月29日
		昭堂 洋光	1997年3月2日～1997年3月30日
97	カイogramシ + 造園	国崎 研一	1998年3月11日～1998年3月26日
		鈴木 廣志	1998年3月11日～1998年3月27日
98	経営分析 社会経済 造園経営 総合経営 カイogramシ	二階堂 洋介	1998年9月20日～1998年10月10日
		岩崎 茂	1998年9月20日～1998年10月10日
		鈴木 隆史	1998年9月20日～1998年10月10日
		森 真一	1998年11月8日～1998年11月25日
99	カイogramシ	国崎 研一	1999年2月14日～1999年3月17日

#### 4 - 1 - 2 カウンターパート

派遣された各専門家に対するカウンターパートは、当初は、常勤ではなかったため、業務運営がスムーズに進まないことがしばしば生じていた。このため、日本側がインドネシア側に対して常勤のカウンターパートの配置を強く要請した。この結果、本実証調査の後半には、常勤のカウンターパートが配置されるようになったが、実際には人事が発令されても着任しないなどということがあり、当初の5年間のプロジェクト期間には十分なカウンターパートの配置がない中で運営と活動を行わざるを得なかった。

フォローアップ期間には、常勤で従事していたカウンターパートがそのまま従事することになったため、カウンターパートの配置が問題となることはなかった。

カウンターパートの配置状況は、以下の表 - 5 の通りとなっている。

表-5 カウンターパートの配置状況

分野	氏名	配置期間	配置先	備考
司 査	Esti W. Saraswari (Ms)	1992年12月～1993年6月	バリ	
	Yusuf Komar	1992年6月～1996年5月	バリ	
	Oliva Suko (Ms)	1996年5月～1997年11月	バリ	常勤
	Toni Sunauto	1992年12月～1997年11月	ロンボク	
造 林	Abdul Razak	1992年12月～1995年3月	バリ	
	Endro Subianto	1995年9月～1997年11月	バリ	兼任せず
	Oliva Suko (Ms)	1997年12月～1999年11月	バリ	常勤
	I Gusti Widatra	1992年12月～1994年12月	ロンボク	
	Adi Triswanro	1994年12月～1997年11月	ロンボク	
生 態	Abdul Murtalih S.	1992年12月～1995年3月	バリ	
	Churil Anwar	1995年9月～1997年11月	バリ	兼任せず
	Annalyus Chaikgo	1992年12月～1997年2月	ロンボク	
経 営	Heri Subagjo	1992年12月～1993年3月	バリ	
	I Nyoman Sudana	1993年3月～1993年6月	バリ	
	I Made G.S. Rimbawan	1993年6月～1996年5月	バリ	
	Oki Had'yati (Ms)	1996年5月～1999年11月	バリ	常勤
	M. Afwan Affendi	1992年12月～1999年11月	ロンボク	

一方、リーダーと業務調整のカウンターパートは、日常業務においては、通常、第7森林保全センターの所長とプロジェクト担当者が、造林等の実行などについては、森林保全センターの支所長がなっていた。また、様々な形で本実証調査に関係している州林政局長 (KANWIL) と州営林局長 (DINAS) も関わるとともに、ジャカルタにある林業・農園省本省の造林総局造林局長が本実証調査の重要な活動などに対する意志決定を行う際などには、リーダーのカウンターパートとなっていた。

4 - 2 受入研修

本プロジェクトの活動の一つにインドネシア側のカウンターパート等の人材育成があり、その一環として本邦への受入研修をプロジェクト期間に渡って実施した。本受入研修では、カウンターパートに対する各分野の必要な技術の習得、また、本実証調査に関係する機関の責任者などを中心に現地実証調査の円滑な推進に資するため、さらに我が国の森林・林業政策などへの理解を得ることなどを目的として実施された。

日本での研修受入機関は、森林総合研究所、東京農業大学、国際マングローブ生態系協会（ISME）などが中心であった。受入研修の実施状況は、以下の表 - 7 の通りとなっている。

表 6 受入研修の実施状況

年度	氏 名	所 属 先	受 入 期 間	分 野
93	Nasuri S. Djajeksa	林業総合研究所	1993年3月8日～4月3日	準高級 造 林
	I Gusti Made Widatra	林業総合研究所	1993年3月8日～4月3日	
93	Esti W. Sarawati (Ms)	林業総合研究所	1993年6月24日～8月15日	育 竹 造 林 林業政策
	Abdul Razak	林業総合研究所	1993年6月24日～8月15日	
	Suhardi W. Wangsadidjaja	林業総合研究所	1993年6月24日～8月15日	
94	I Gede Arya Latihan	林業総合研究所	1994年6月26日～7月10日	準高級 林業政策 經 営 育 竹
	Bambang Soepijandjo	林業総合研究所	1994年6月26日～8月13日	
	M. Afwan Affendi	林業総合研究所	1994年6月26日～8月13日	
	Toni Sunarto	林業総合研究所	1994年6月26日～8月13日	
95	H. Mursidin	林業総合研究所	1995年9月6日～9月21日	準高級 半 造 造 林 育 竹 林業政策
	Amalyos Chalayo	林業総合研究所	1995年9月6日～11月4日	
	Adi Triswanto	林業総合研究所	1995年9月6日～11月4日	
	Yusuf Komar	林業総合研究所	1995年9月6日～11月4日	
	Nani Rukumini (Ms)	林業総合研究所	1995年9月6日～11月4日	
96	Soedjadi Martandiwirjo	林業総合研究所	1996年6月22日～7月6日	準高級 準高級 準高級 造 林
	Kristanto	林業総合研究所	1996年6月22日～7月6日	
	Hurijoko Siswo Prasetyo	林業総合研究所	1996年6月22日～7月6日	
	Endro Subiendone	林業総合研究所	1996年9月12日～11月16日	
97	Hennani Apigudin	林業総合研究所	1997年7月13日～7月26日	準高級 準高級 準高級 育 竹 經 営
	Bambang Mardiono	林業総合研究所	1997年7月13日～7月26日	
	Suhartadi	林業総合研究所	1997年7月13日～7月26日	
	Oliva Suko (Ms)	林業総合研究所	1997年11月5日～12月20日	
	Oki Hadiyati (Ms)	林業総合研究所	1997年11月5日～12月20日	
98	Snedarto Kartodihardjo	林業総合研究所	1998年10月17日～10月30日	準高級 準高級 準高級
	Asikin Sumarya	林業総合研究所	1998年10月17日～10月30日	
	Ruhjadi Prawiratnadjaja	林業総合研究所	1998年10月17日～10月30日	
99	Hersuno	林業総合研究所	1999年7月21日～7月31日	準高級 準高級 準高級 準高級
	Syahri	林業総合研究所	1999年8月21日～8月31日	
	Nyoman Yuliansanti	林業総合研究所	1999年8月21日～8月31日	
	L. E. Subardic	林業総合研究所	1999年8月21日～8月31日	

#### 4 - 3 各種会合

合同委員会 (Joint Committee) は、現地実証調査の年間計画や活動方針の承認など重要事項を決定するための本実証調査における最高意志決定機関であり、造林総局長が議長となっている。インドネシア側は、林業・農園省の造林総局、自然保護総局、地方関係機関をはじめ、関係するバリ州政府、西ヌサテンガラ州政府、国家開発企画庁 (BAPPENAS)、内閣官房 (SETKAB) で構成されており、一方、日本側は、長期専門家、JICA 事務所長、在インドネシア日本大使館 (オブザーバー) で構成されるメンバーが出席して、ほぼ年 1 回ずつ実施されてきた。

また、テクニカル・ミーティング、ワークショップ等の会議も幾度も開催され、本実証調査の結果などをプロジェクト関係者に明らかにするとともに、成果の今後のまとめ方や方向性等について意見交換や議論が活発に行われた。

さらに、技術交換のための出張は、本実証調査の期間中に 4 回行われ、また、本実証調査の結果の学会等への発表も積極的に行われた。

##### 4 - 3 - 1 合同委員会の実施状況

合同委員会の実施状況は、以下の通りとなっている。

- ・第 1 回合同委員会 (1993 年 10 月 21 日：林業省会議室 / ジャカルタ)  
概要：本実証調査の事業実施状況及び活動の紹介  
造林地の確保、実行主体の確定、カウンターパートの配置等について議論
- ・第 2 回合同委員会 (1994 年 7 月 27 日～28 日：グランドミラージュ / バリ)  
概要：安全の確保、常勤のカウンターパートの配置等を日本側から要請  
インドネシア側の Grand Park 構想に則って行われることを確認  
バリ島のサイトを国及び国際的なセンターにしたいとの意向を表明  
継続的な造林試験の必要性を確認  
ロンボクの Gili Sulat 島のマングローブ林の生態を説明
- ・第 3 回合同委員会 (1995 年 8 月 8 日：林業省会議室 / ジャカルタ)  
概要：常勤のカウンターパートの配置を要請し、インドネシア側が確約の回答  
事業地の確保についてインドネシア側が責任を持つとの確約の回答  
カイガラムシ対策については短期専門家で対応することで了承  
今後のワークショップなどの会議の開催について意見交換
- ・第 4 回合同委員会 (1996 年 8 月 7 日：サヒッドジャヤ / ジャカルタ)  
概要：調査研究課題のうち、4 課題の中止、1 課題の名称変更、2 課題の事業実行報告のみとすることで了承  
取りまとめを科学的手法すなわち統計的処理で実施するよう要請  
経営分野では、社会的便益に対する配慮を払うよう要請  
本実証調査の延長の可能性に関する論議と合同評価を提案
- ・第 5 回合同委員会 (1997 年 8 月 8 日：グランドバリビーチ / バリ)  
概要：各専門家から各課題について最終的な報告  
2 年間のフォローアップに対するインドネシア側からの公式要請の提出を要請  
延長後の予算確保、カウンターパート確保を表明  
マニュアルに対し、写真等を多用して視覚的に分かり易いようにするよう要請  
造林地に対して開発計画による影響がでないように努力する旨表明

- ・第6回合同委員会（1998年2月25日：ロンボクラヤ/ロンボク）  
概要：フォローアップ期間の暫定実施計画（TSI）と活動計画を説明し、承認  
専門家とカウンターパートからそれぞれの分野の活動計画を説明し、了承  
事業地確保・保全について、努力する旨表明
- ・第7回合同委員会（1999年7月8日：パトラジャサ/バリ）  
概要：本実証調査の進捗状況を説明  
造林マニュアルと経営モデルについての方向性等を承認  
合同評価の結果が明らかにされ、予定通りの終了を了承

#### 4 - 3 - 2 成果公表等の実施状況

本実証調査の成果公表等の実施状況は、以下の通りとなっている。

- ・マングローブ林管理パネルディスカッション（1994年10月26日～28日）  
場 所：グランドミラージュ（バリ）  
参加者：プロジェクト関係者  
概 要：合同委員会の開催に合わせ、撮影した写真をパネル展示し、本実証調査の活動等を  
照会
- ・マングローブ林資源保全開発ワークショップ（1996年2月13日～14日）  
場 所：ナトゥール・クタ・ビーチ（バリ）  
参加者：当プロジェクト関係者、ADBプロジェクト関係者、各地区の森林保全センター所  
長等  
概 要：社会林業アプローチが主要課題で、3分科会に分かれ討議  
育苗、造林分野の本実証調査の成果の報告とその検討  
生態、経営分野の本実証調査の成果の報告とその検討  
社会林業アプローチの実践者の現地報告とADBプロジェクトの成果の報告とその  
検討
- ・テクニカルミーティング（1996年6月6日～7日）  
場 所：プロジェクト事務所会議室（バリ）  
参加者：当プロジェクト関係者（ジャカルタ、バリ、ロンボク）  
概 要：育苗、造林分野の事業実施状況と調査研究の途中経過について報告し、現場に即し  
た見地から検討  
本実証調査の実施期間で成果が得にくいなどの調査課題の整理を提起  
育苗1課題、造林2課題、生態1課題を中止し、造林2課題を実験区設定のみの報  
告にすることとした。造林1課題「補植基準の設定」から「生存率調査」へ改称し、  
調査結果の報告だけとした。
- ・テクニカルミーティング（1996年10月21日～23日）  
場 所：第7森林保全センター西ヌサテンガラ支所（ロンボク）  
参加者：当プロジェクト関係者（ジャカルタ、バリ、ロンボク）  
概 要：生態、経営分野の事業実施状況と調査研究の途中経過について報告し、検討  
参加者で、Gili Petagan島の造林地を視察
- ・テクニカルミーティング（1998年8月14日）  
場 所：プロジェクト事務所会議室（バリ）  
参加者：当プロジェクト関係者（ジャカルタ、バリ、ロンボク）

概要：造林マニュアルの基本的なコンセプトを説明し、検討  
経営モデルの基本的なコンセプトを説明し、検討

- ・テクニカルミーティング（1999年5月6日）

場所：林業省会議室（ジャカルタ）

参加者：当プロジェクト関係者（ジャカルタ、バリ、ロンボク）、マングローブ専門家（L I P I、I P B）、関係NGO

概要：造林マニュアル（案）を説明し、検討  
経営モデル（案）を説明し、検討

- ・持続可能なマングローブ林管理・経営セミナー（1999年9月29日）

場所：ケンピンスキーホテル（ジャカルタ）

参加者：当プロジェクト関係者、林業・農園省関係者、関係政府機関、J I C A 専門家、援助機関、関係NGO、日系企業関係者

概要：造林マニュアル及び経営モデルについて、発表し、意見交換  
成果の提供と活用の促進を目標として開催され、所要の成果が得られた。

#### 4 - 3 - 3 技術交換等

技術交換、学会発表やセミナー等への参加は、以下の通りとなっている。

- ・1993年9月：技術交換で、マレイシア複層林施業技術実証調査からの専門家、カウンターパートと意見交換

参加者：田中昌之（リーダー）、濱田秀一郎（造林）、三浦精志（育苗）

I Gusti Widarta（造林：ロンボク）、Toni Sunauto（育苗：ロンボク）

- ・1994年8月：東ジャワ州で開催された科学技術院（L I P I）主催のマングローブ生態セミナーに参加

- ・1995年3月：技術交換で、マレイシア複層林施業技術実証調査とMatang国有林（マングローブ経営林）を視察し、意見交換

参加者：照井隆一（経営）、谷口恵介（造林）

MGS. Rimbawan（経営：バリ）、Yusuf Komar（育苗：バリ）

Abdul Razak（造林：バリ）、Amalyos Chaniago（生態：ロンボク）

Siti Aisyah（造林総局計画局）

- ・1995年9月：熱帯生態学会（日本）で論文発表

「*Sonneratia*属の効率的な採種方法の確立（1）バナナを用いた果実の成熟の促進」

発表者：北村昌三（生態）、八戸英喜（育苗）、馬場繁幸（短期専門家）

林信次（生態）、I Nyoman Sudana（経営）

- ・1996年10月：マングローブ学術集会（日本、東京農業大学）へ論文参加

「インドネシアのバリ島における*Rhizophora apiculata*の開花結実周期」

発表者：馬場繁幸（短期専門家）、北村昌三（生態）、八戸英喜（育苗）

「5種のマングローブの実生苗の生存と初期生長に与える地盤高の影響」

発表者：谷口恵介（造林）、濱田秀一郎（造林）、馬場繁幸（短期専門家）、

中村松三（短期専門家）

- ・1996年11月：技術交換で、タイのバンコクで開催されたマングローブに関する国際シンポジウムの「FORTOP '96」へ参加し、生態分野の調査結果等を発表



「Phenological studies on mangrove in Indonesia」

「Ecological Approach for species sustainability」

参加者：北村昌三（生態）

Amylyos Chaniago（生態：ロンボク）、Chairil Anwar（生態：バリ）

- ・1998年9月：技術交換で、フィジーにおいて分野横断的な形で行われているマングローブ林の管理手法を視察し、意見交換

参加者：井田篤雄（リーダー）、井上泰子（経営）

Oki Hadiyati（経営：バリ）、M. Afwan Affendi（経営：ロンボク）

- ・1998年9月：リアウ州で開催された科学技術院（L I P I）主催のマングローブ生態セミナーに参加
- ・1999年9月：バリで開催された国際マングローブ生態系協会（I S M E）の総会に参加科学的シンポジウムの中で、本プロジェクトの成果（造林マニュアル及び経営モデル）を発表  
総会参加者によるエクスカージョンとして視察を受入

#### 4 - 4 調査団

本実証調査の開始後、試験計画の策定、進捗状況の把握、次年度計画への提言等を目的として、適時に調査団が派遣されてきた。各調査団の概要は、以下の通りとなっている。

##### （1）計画打ち合わせ調査団（1993年5月16日～27日）

三島征一団長、杉二郎、木村真人、窪田睦子 計4名、その他に短期専門家が3名同行

- ・長期専門家の作成した調査試験活動などの実施計画に対する指導
- ・造林予定地、試験観察活動候補地、運営体制等の実施運営上の問題点についてインドネシア側と協議

##### （2）作業監理調査団（1994年1月13日～22日）

二澤安彦団長、石橋暢生、川原輝彦、中村松三、馬場繁幸、窪田睦子 計6名

- ・完工した建物及び施設の引き渡し式に参加
- ・試験調査活動の優先順位を協議し、決定
- ・常勤のカウンタパートの配置と造林地の確保について申し入れ

##### （3）作業監理調査団（1994年7月25日～8月3日）

大島克郎団長、川戸英騎、吉田行郷、國府田佳弘、三澤吉孝 計5名

- ・試験研究項目を確定
- ・進捗状況の確認及びT A H U R A計画と造林地の関係を調査
- ・常勤のカウンタパートの配置を申し入れ

##### （4）作業監理調査団（1995年7月31日～8月10日）

坂本進団長、志田広幸、大上安定、中村松三、田淵隆一、江口精吾、藤田雅史 計7名

- ・進捗状況を確認し、試験調査項目の優先度について検討、協議
- ・常勤のカウンタパートの配置と造林地の確保について申し入れ、確認のミニッツを交換

##### （5）作業監理調査団（1997年1月7日～15日）

金子詔団長、内田真司、田中昌之、古市剛久 計4名

- ・管理・運営状況を確認

- ・各調査研究項目の進捗状況について確認・整理
  - ・進捗状況について協議し、進捗状況の双方の共通認識を確認し、最終評価調査団の派遣等をミニッツとして交換
- (6) 最終評価調査団(1997年6月22日~7月4日)  
西谷嘉光団長、田淵隆一、石橋聡、今井史夫 計4名
- ・本実証調査の5年間の活動を評価
  - ・育苗、生態分野は、概ね全ての調査項目について終了
  - ・造林と経営分野は、時間的な制約等もあり、以下の項目が未了であることが判明
- 造林：造林技術の開発
- ・植栽密度試験
  - ・生存率調査
  - ・カイガラムシ防除技術の開発
- 経営：マングローブ林経営モデルの作成
- ・経営モデルのさらなる検討
  - ・森林経営の構成要素の検討
  - ・フォローアップとして、2年間の延長を勧告
- (7) 作業監理調査団(1998年2月18日~27日)  
枝澤修団長、中島正彦、一方井真紀 計3名
- ・フォローアップの運営管理状況の把握し、適切な助言指導
  - ・暫定実施計画(TSI)及び今後の活動予定等の確認
- (8) 最終評価調査団(1999年6月30日~7月10日)  
宮川秀樹団長、今井豊司、岡本一孝、松本光朗、一方井真紀 計5名
- ・フォローアップの期間における進捗状況を把握し、2年間の活動状況を評価
  - ・予定通りの終了をインドネシア側と確認
- (9) 作業監理調査団(1999年9月27日から10月6日)  
中村武久団長、源甲斐洋行、金井正典、井手徹 計4名
- ・持続可能なマングローブ林管理・経営セミナーに参加し、基調講演
  - ・進捗状況を把握
- (9) その他
- 上記の他、プロジェクトの運営全般にわたる指導を行うための調査団、年次協議調査団等が本実証調査を指導のため訪問した。
- 運営指導調査団(1996年11月13日~14日)  
亀若誠JICA理事が団長で、インドネシア国におけるプロジェクトの運営全般にわたる指導を行った。
- インドネシア国年次協議調査団(1996年7月2日)  
目賀田周一郎外務省経済協力局技術協力課長が団長で、本実証調査の進行状況と延長問題等を調査した。
- 森林火災予防計画打ち合わせ調査団(1999年1月9日~10日)  
加藤鐵男林野庁指導部計画課長が団長で、インドネシア側から要請の出されているマングローブに関する技術協力と無償資金協力の背景等を調査した。



4 - 5 予算

本実証調査は、開発協力事業の現地実証調査であることから、インドネシア側の負担を求めつつも、期間内には予定されて技術開発等を完成させる必要があり、将来の開発事業などに資する開発された技術を明らかにした報告書という成果を導き出すために、インドネシア側の負担が困難な場合には必要となるローカルコストである資機材の修理費、カウンターパート等の調査旅費、資材費、労賃、事務所の維持費等を負担して様々な活動を展開してきた。その実績は、以下の表 - 7 の通りとなっている。

一方、インドネシア側の負担実績も以下の表 - 7 の通りとなっている。インドネシアの政府機関では、通常7月までに各地方機関から次期会計年度（4月から翌3月まで）の予算要求が行われ、12月に本省での査定が行われて、決定されることになっている。実際には海外からの技術協力などによるプロジェクトに関係する予算の決定と執行確保に対しては、BAPPENASがその権限を有しており、各省庁等を指導して行っている。

本実証調査の発足当初の1992年は、インドネシア側の予算措置が間に合わなかったため日本側の負担で全ての事業実行が行われたが、その後インドネシア側の負担も増加し順調に活動の拡大に伴う経費の増大に対応しつつ進められていった。1996年には、インドネシア側の予算執行の仕組みが柔軟性を失ってしまったため、日本側の負担が少し増加するというようなことはあったが、1997年11月にアジア経済危機が波及するまでは順調に推移してきた。

当初の5年間においては、インドネシア側からの応分の負担も行われたが、フォロ - アップの期間には、経済危機の影響によって、インドネシア側のローカルコスト負担は、非常に限られたものになっていった。しかしながら、外国為替の変動がインドネシア国内で使用する現地通貨の金額を大幅に増加させた結果、インドネシア側が負担できない必要なローカルコストをも含めて日本側が負担することが可能になった。本実証調査では日本側がローカルコストを必要だけ負担することが可能であったため、経費面での運営上の問題はほとんど何も生じなかった。

表 - 7 予算の執行状況

単位：「Rp、%

年 度	日 本		インドネシア		合 計	交 換 率 Rp / 円
	金 額	比 率	金 額	比 率		
92	98,104	100	0	0	98,104	16.7
93	333,699	77.7	95,849	22.3	435,699	19.6
94	538,608	68.6	246,463	31.4	794,021	22.3
95	428,929	70.0	175,739	29.1	606,281	23.2
96	415,393	71.3	167,267	28.7	699,255	20.5
97	559,913	76.4	173,012	23.6	732,925	42.5
98	1,059,793	82.5	224,409	17.5	1,284,202	62.5
99	211,787	88.0	28,945	12.0	240,732	62.5

#### 4 - 6 基盤整備等

##### 4 - 6 - 1 第一期工事

第一期工事としては、700mの橋梁を含むアクセス道路、苗畑(5,000㎡)、センター建物用敷地の造成整備、天然林観察用一般者向け歩道(120m)、調査用歩道(420m)、井戸及び水道用タンク、苗畑作業小屋が建設された。工事は、1993年3月に契約され、短期専門家による施工管理を受けながら9月末までに工期通り完了した。

当初、ブロックIに予定されていた観察用歩道(122m)は、河口ダム建設に伴う関連施設のために天然林が減少することから、ブロック の観察用歩道に延長相当分を追加する計画変更が行われて、実施された。

##### 4 - 6 - 2 第二期工事

第二期工事としては、プロジェクト事務所、研究棟などの建物が建設された。工事は、1993年7月に契約を締結し、第一期工事と同様に短期専門家の施工管理を受けながら予定工期内の12月20日に完成した。その後、追加工事として、事業用幹線林道の改修、天然林観察歩道の一部延長、事務所敷地内のフェンスの延長などを実施した。

工事が完了後、第7森林保全センター内の仮事務所から新事務所へ移転し、1994年1月15日にインドネシア側へ建物・施設を移管する式典と開所式が同時に行われた。

##### 4 - 6 - 3 追加工事及び補修工事

- ・1995年3月 車両6台収容可能な車庫を新設し、船外機等を収納する倉庫を新設
- ・1996年1月 造林用の作業道と観察用歩道の修繕を実施
- ・1996年3月 ボートの収納庫を新設
- ・1997年7月 アクセス道路のカーブ等の改良工事を実施
- ・1998年7月 基幹林道の修繕、改良工事を実施
- ・1999年5月 電話線敷設工事の実施
- ・1999年5月 基幹林道の改良工事を実施

その他、経年変化に伴って、損傷の著しい箇所については、随時、補修工事が実施され、活動に支障がないように維持された。

##### 4 - 6 - 4 資機材

本実証調査は、重機械や高度な分析機器を用いて実施するものでないため、高額な資機材(100万円以上)として計上されるものは、車両、気象観測機器、コピー機などだけである。また、本実証調査では、可能な物は出来るだけインドネシア国内で調達して、活動を展開してきた。

一方、パーソナルコンピューターについては、本実証調査開始当時には一般にその使用が開始されだして間もない頃であったことなどから、機種を選定等において適切さを欠く面もあった。フォローアップの期間においては、必要な機器整備等が現地調達を中心にして実施され、インドネシア側だけでも十分に活用できる体制が整備された。

#### 4 - 7 訪問者

本実証調査は、事務所が位置するところが世界でも有数のリゾート観光地であるバリ島にあることから、インドネシア国内だけでなく各国からの多くの訪問者を受け入れている。インドネシア国内からは、林業・農園省等による職員の比較研修や大学生による見学が多く、海外からは援助プロジェクトの関係者などが多かった。

一方、訪問者がマングローブの特徴等を十分に分かっていないため、本実証調査の活動について理解されないことがしばしばあった。このため、まず訪問者等にマングローブのことを理解してもらうことが不可欠なことであったと考えられた。このため、通常のプロジェクトを紹介するパンフレットや広報関係物品（Ｔシャツ、ボールペン等）以外に、「Basic Understanding of Mangrove（マングローブの基本的知識）」という小冊子が英語、インドネシア語、日本語の3カ国語を併記した形で作成され、マングローブに対する理解を促進するために訪問者に配布され、啓蒙活動に生かされている。

主要な訪問客は、以下の通りとなっている。

- ・ 1993年 2月 ヴィエトナム林業副大臣が視察
- ・ 1993年 12月 ジャマルディン林業大臣が視察
- ・ 1994年 1月 在スラバヤ日本総領事館主催のODAの紹介活動で、スラバヤのインドネシアの報道機関と日本の報道機関（河北、読売、日経、共同通信、毎日、南日本）による取材
- ・ 1994年 2月 ハビビ調査・研究担当大臣（当時）の案内による台湾総統の訪問
- ・ 1994年 6月 真鍋JICA副総裁が視察
- ・ 1994年 7月 マレーシア連邦科学大臣が視察
- ・ 1994年 10月 インドネシア副大統領が視察
- ・ 1995年 5月 日本外務省によるODAに関する有識者（日本経済新聞社論説委員）調査
- ・ 1996年 1月 日本の林政ジャーナリストの会による取材
- ・ 1996年 2月 タイ王室林野局視察団が視察
- ・ 1996年 3月 ヴィエトナム林業省視察団が視察
- ・ 1996年 5月 ヴィエトナム林業副大臣が視察
- ・ 1996年 5月 日本放送協会（NHK）によるテレビ取材（8月放映）
- ・ 1996年 8月 日本の農林水産省農林水産技術会議松本会長が視察
- ・ 1996年 12月 ジャマルディン林業大臣が視察
- ・ 1997年 2月 日本外務省によるODA広報ビデオ取材班による取材
- ・ 1997年 3月 コロンビアの沿岸地域研究所の所長が視察
- ・ 1997年 7月 国際熱帯木材機関（ITTO）事務局長が視察
- ・ 1997年 11月 川上在インドネシア日本大使が視察
- ・ 1997年 12月 アラブ首長国連邦水産局長が視察
- ・ 1998年 9月 毎日新聞の記者による取材
- ・ 1998年 9月 ムスリデン林業・農園大臣が視察
- ・ 1999年 5月 フィリピンの社会林業プロジェクト（USAID）の関係者が視察
- ・ 1999年 9月 ISME総会参加者（約60名）が視察

## 5 実施結果

### 5 - 1 事業実施結果

造林事業の年次計画（当初の5カ年；斜体字）とその実績は、以下の表 - 8で示される通りで、当初の200haの計画に対し実績が超過している。一方、フォローアップの期間においては、短期間であるため調査が中心になるということから、一定の面積を計画するということはしなかった。このため、フォローアップの期間は造成した面積の実績のみで整理されている。

バリ島におけるプロジェクトサイトは、周辺地域での開発が進んできており、また、一度はすでに開発された国有林でもあり、開発事業のための用地確保が容易なことから、様々な開発計画が予定されていた。このため、試験造林に必要な造林地を確保するためにインドネシア側と度重なる交渉と要請を行わざるをえなかった。

まず、開始の頃、本実証調査で試験造林を実施しようとした場所に、州営林局（DINAS）が既に造林の予定をしていたため、造林地の確保が困難になった。ところが、州営林局が既に造林した箇所は、不成績造林地が多いことから、日本側としては、インドネシア側に対して不成績造林地は本実証調査の側で造林を実施するとの約束を取り付けて、約150haの造林地の確保が図られた。

その一方では、試験造林を予定していた場所に河口ダムの建設が予定され、ダムは計画通りに建設された。また、下水処理施設も計画されているが、これについては現在まだ着手されていない。このような様々な開発計画などのため、造林地が将来どのように取り扱われるのかということが明確でなかったため、色々な計画などが明らかにされる度に、インドネシア側に造林地の確保の確認を取り付けつつ、本実証調査の活動を進めていくことが必要であった。

現在のプロジェクトサイトは、バリ州ベノア湾大森林公園（Taman Hutan Raya : TAHURA）の計画の一部になっており、林業・農園省の州林政・農園局（KANWIL）が直轄で管理を行っている国有林で、州営林局が管理し、造林等を実施するという通常の管理形態とは異なっている。この公園の土地利用計画において、本実証調査で予定していた造林地の位置付けが不明確であったことから、インドネシア側に対して明確な位置付けとするように強く要請するとともに、将来的にも造林地のままで維持するようという要望も日本側から強く行われた。

造林地の確保を確実にするために、インドネシア側と粘り強い交渉等を続けていった結果、1996年6月に造林総局長から発出された通達によって、試験造林地が明確に確定され、維持されることになった。

フォローアップの期間には、経済危機の影響もあるため、インドネシア側の現場サイドとしては少しでも多くの造林実績を達成したいとの意向を示した。しかしながら、日本側としては、目標の造林面積を掲げる形にはせず、実務的に試験に必要な面積を確保して造林を実施する形でプロジェクトの活動は進められた。試験の必要性等についてインドネシア側からの理解を得つつ、試験等に必要となるだけの試験造林が行われた。



表-8 年度別・条件別試験林造成面積

単位: ha

		93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	合 計
バリ	養殖池跡地	39	40	39	20				138
		23	58	37	21	15	21	7	182
	デルタ	-	10	10	10				30
		-	1	6	-	-		-	7
小計		30	50	40	20				150
		23	59	43	21	15	21	7	189
ロンボク (デルタ)		-	10	20	20				50
		7	11	20	20	3	3	-	64
合 計		30	60	60	50				200
		30	70	63	41	18	24	7	253

なお、本実証調査における造林樹種は、バリサイトでは、一般造林用として*Rhizophora mucronata* (オオバヒルギ)、*Rhizophora apiculata* (フタバナヒルギ)、*Bruguiera gymnorrhiza* (オヒルギ)、*Sonneratia alba* (マヤブシギ)、*Avicenia marina* (ヒルギダマシ)の5樹種が用いられ、教育展示林用として*Ceriops tagal* (コヒルギ)、*Xylocarpus granatum* (ハウガンヒルギ)の2樹種を加えられたものである。ロンボクサイトでは、一般造林用として*Rhizophora stylosa* (ヤエヤマヒルギ)、*R. mucronata*の2樹種を用いて、試験造林用としては*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*の2樹種が用いられている。

## 5 - 2 育苗

本分野におけるそれぞれの調査試験の結果は、育苗の手引きに反映されており、その概要は、以下の通りである。

### N 0 1 苗木の成長比較

各樹種毎に、種子からの初期成長過程が明らかになり、採種した種子の成熟度の目安、各樹種の山出し苗木の規格、必要な育苗期間などが明確になった。

### N 0 2 適正用土の検討

*S. alba*を除けば、ポット用の用土については特別な取り扱いは不要で、養殖池跡地の土手などから採取されるもので問題ないことが明らかになった。*S. alba*は、発芽直後の苗木が非常に小さいことなどもあり、容積比で30%の牛糞を用土に加えた方が良かったことが明らかになった。

### N 0 3 育苗・植栽木の活着と成長に及ぼす冠水持続時間の影響

初期成長に与える冠水の影響が明らかになり、育苗期における必要な灌水頻度なども明らかにされた。また、苗畑を設置する場合の冠水条件が明らかになるとともに、*A. marina*と*X. granatum*の2樹種は種子の流出を避けるために陸上苗畑が望ましいことも判明した。

### N 0 4 育苗・植栽木の活着と成長に及ぼす日射量の影響

初期成長に与える日射量の影響が明らかになされ、育苗期における最適な日陰の程度や方法が明らかになった。

## N 0 5 育苗・植栽木の活着と成長に及ぼす塩分濃度の影響

各樹種毎に、初期成長に対する望ましい塩分濃度が明らかになり、苗畑を設置する場合における塩分濃度の条件等が明確にされた。

## 5 - 3 造林

本分野におけるそれぞれの調査試験の結果は、造林マニュアルに反映されており、その概要は、以下の通りである。

### S 0 1 立地環境別植栽木成長比較

この試験は、最大大潮における潮位（ブノア港基準：260cm）の地盤高から10cmずつ低くする下げるテラスを16個設けて行われた。すなわち、最も低いテラスは、最大大潮の地盤高から160cm低くなっており、地盤高は100cmということになっている。それぞれのテラスは、2m幅で、バリサイトにおいて選定された5造林樹種（*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*、*S. alba*、*A. marina*）を対象に実施された。この試験の結果、各樹種毎にそれぞれの生育に最適な地盤高が明らかにされた。このことは、生態分野における天然林の分布状況等の観察からも裏付けられている。

### S 0 2 植栽方法試験

高畝、耕耘等による植栽、日陰や植穴の深さを替えたりしての様々な試験が実施され、植栽方法については特別な扱いをする必要がないことが明らかにされた。また、直挿しで植栽する場合には、胎生種子の長さの1/3程度を差し込むことが必要であることが明らかにされた。

### S 0 3 植栽密度試験

植栽密度自体は、造成されるマングローブ林の経営目的によって大きく左右されるものである。したがって、マングローブ林を造成するに当たっては、経営目的を明確にした上で取り組むことが重要であることが明らかになるとともに、技術的にはほぼどのような植栽密度に対しても種子供給能力がありさえすれば、実施することは可能であることも明らかにされた。

### S 0 4 碓砂地・珊瑚地植栽試験

最初は、地盤高に対して十分な配慮をしなかったため植栽試験は失敗したが、その後の植栽試験では良好な結果が出ており、無立木地でも植栽樹種の地盤高が適したものであれば、造林は十分に可能であることが明らかにされた。

### S 0 5 産地別展示林

21haの産地別展示林を設定した。（事業報告のみ）

### S 0 6 苗木形態別植栽試験

胎生種子である*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*の3樹種を用いて、ポット苗の植栽と直挿しの場合の活着率や生存率及び初期成長を比較した。両方の場合とも同じような高い生存率を示し、成長量（樹高生長）は直挿しの場合が大きいという結果になった。これは、最初の発芽による伸長が直挿しの方が大きくなるためであると考えられる。この結果から見れば、直挿しの方が優位と言えるが、その他の要因を考慮するならば、苗木の形態によって余り大きな差はないという結論に到達した。

### S 0 7 シルボフィッシュアリーナの試験

モデル的なシルボフィッシュアリーナの池を作設した。（事業報告のみ）

#### S 0 8 生存率調査

マングローブ林造成の成績を明確に把握するためには、単に生存率だけでなく、潮の流れ等 が強いために生育に適していない箇所などを「除地」として造林対象地から除いた上で評価を行う必要があることが明らかになった。また、補植を行う場合においても「除地」となる箇所を正確に把握した上で行うことが不可欠であることが判明した。

#### S 0 9 水門による水管理試験

潮汐による海水の流入を制御することによって、地盤高が低いところであっても植栽した苗木を生育させ得ることが明らかになった。

### 5 - 4 生態

本分野におけるそれぞれの調査試験の結果は、ハンドブック (Handbook of Mangrove in Indonesia - Bali & Lombok - ) とマングローブの分布状況調査 (Distribution of Mangrove Species and Availability of Seed Collecting Forest on the Island of Bali and Lombok ) に反映されるとともに、育苗の手引き及び造林マニュアルにも利用されている。その概要は、以下の通りである。

#### E 0 1 植生調査

バリ島 11カ所、ロンボク島 30カ所にあるマングローブの植生が調査され、種子供給源としての可能性や位置付け等が明らかにされた。また、17種の主要構成種、11種の少数構成種及び35種の随伴種が存在することが明らかにされた。西部バリ国立公園とベノア国有林の植生分布地図が作成された。

#### E 0 2 天然林、人工林の環境条件調査

調査の結果、天然林の分布についても地盤高に大きく規定されていることが明らかになった。さらに、それぞれの樹種によってそれぞれの望ましい地盤高があり、分布している地盤高によって生長量や現存量も大きく左右されていることが明らかにされた。

#### E 0 4 成長量・リター堆積調査

バリ島とロンボク島にある天然林は、樹高生長はほぼ限界に到達しているが、直径成長は続けていることが明らかにされた。また、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*、*S. alba*の4樹種のリター生産量は、年間10～16 t / haになることが明らかにされた。

#### E 0 5 天然林内更新過程調査

マングローブの新たな天然種苗は、雨期に侵入・発芽し、その生育は、その林内の相対照度に大きく左右されていることが明らかにされた。

#### E 0 6 樹種別種子成熟過程調査

バリ島とロンボク島における主要7樹種の種子成熟過程とその期間が明らかになった。それぞれの樹種によって、開花時期は同じであっても、成熟期間等が大きく異なっていることも明らかにされた。

#### E 0 7 樹種別種子生産量調査

主要7樹種について、それぞれの種子生産量の季節的变化等が明らかにされ、育苗作業の適期等が明らかにされた。

E 0 8 造林地の動物相の変遷調査

造林を行うことによって、鳥類の飛来数や甲殻類の種類等が変化し増加してきつつあることが明らかにされた。

E 0 9 病虫害発生状況の調査

E 0 9 病虫害防除技術の検討

造林木に対して大きな被害を与えるものとしては、飴色のアリ、カメムシ、小型の甲虫、カイガラムシ、及び4種類のカニがいることが明らかになった。しかしながら、これらの被害は、カイガラムシを除いては造林地全体に深刻な影響を与えるようなものではなかった。

カイガラムシ (*Aulacaspis marina*) は、バリサイトにおける *R. mucronata* の造林地に大きな被害を与えた。このため、カイガラムシの生態等について、防除技術を確立するための詳細な調査が行われて、カイガラムシの生活史、天敵等が把握された。そして、葉面への海水散布が防除に効果的であることが明らかにされるとともに、造林地におけるカイガラムシに対する防除手法も確立された。

5 - 5 経営

本分野におけるそれぞれの調査試験の結果は、経営モデルに反映されており、その概要は、以下の通りである。

M 0 1 育苗・造林工程別作業能率調査

育苗、造林の標準的な工程が明らかにされ、各工程におけるそれぞれの作業能率が分析され、標準的な作業に必要な人工数等が明らかにされた。

M 0 2 育苗・造林コスト調査・分析

育苗、造林のコストが明らかにされ、標準的な作業を実施する場合について苗木当たりのコストが積算された。

M 0 3 森林調査簿の作成

造林されたサイトの位置、塩分濃度や土層の厚さなどの立地環境条件、植栽目的、植栽年月日、植栽樹種、保育などの様々な造林活動等を記録した森林調査簿が作成された。

M 0 4 収穫予想表の作成

マングローブの分布する地域で広い範囲に分布し、一斉林を形成することが多く、様々な形で木材等がよく利用されている *R. apiculata* と条件の厳しいところで生育し、純林を形成することがあり、本実証調査の中心造林樹種である *R. mucronata* の幹材積表が作成された。 *R. apiculata* の場合には、立地条件、すなわち条件に恵まれて成長の良い高成長地域と条件に恵まれず成長の良くない低成長地域に区分する必要があることが明らかになり、それぞれの収穫予想表が作成された。 *R. mucronata* についてもバリ島等の幹材積表などのデータに基づいて、収穫予想表が作成された。

M 0 5 マングローブ造林を巡る社会・経済要素の分析

マングローブ林から生産される産物は、周辺に居住する住民にとって必要不可欠な生活資材になっていることが明らかにされた。また、マングローブ林の存在が浸食防止や魚類等の資源かん養等多くの利益をもたらすものであることが漁民等には十分に認識されていることが明らかにされた。また、マングローブ林の利用状況は、その周辺



に居住する住民の数、すなわち人口密度の大小によって大きく異なっていることが明らかになった。

#### M06 製炭利用技術の改善

インドネシア国内では、産業的には4種類の製炭方法が実施されていることが明らかになった。生産された製品はその品質などによってそれぞれ需要先が分かれている状況にあり、マングローブの製炭利用技術としてはすでに確立されたものがあることが明確にされた。

### 5 - 6 その他

#### 必要な施設等の整備

様々な活動を実施するための建物、苗畑、林道等の施設及び車両、試験器具、パーソナルコンピューター、消耗品など多くのものが日本側から供与された。

#### 育苗及び造林マニュアルの作成

英語版とインドネシア語版の育苗及び造林マニュアルがそれぞれ1000部ずつ印刷・出版され、関係者に配布された。

#### マングローブの図鑑（ハンドブック）の作成

英語版のハンドブックが2000部印刷・出版され、関係者に配布された。

#### その他

英語版とインドネシア語版の経営モデルがそれぞれ1000部ずつ印刷・出版され、関係者へ配布された。

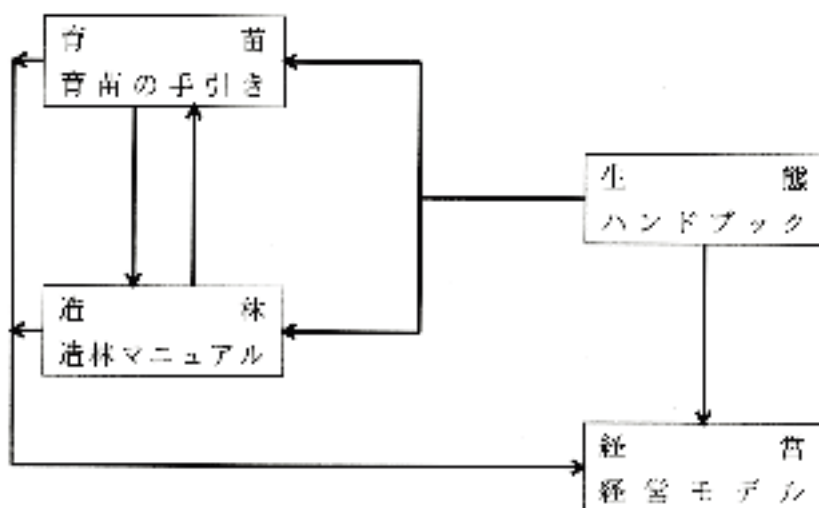
*R. apiculata*の収穫予想表（英語版とインドネシア語版）と短期専門家の報告書（英語版）が印刷・出版され、関係者に配布された。

## 6 本実証調査の成果

本実証調査の成果は、プロジェクトの目的である「森林が劣化・喪失した条件でのマングローブ林の復旧技術の開発」と「持続可能な木材生産等による経営システムの確立」に対応して、各分野の活動の結果を踏まえた上で作成されたマニュアルなどである。

成果を産み出した各分野（育苗、造林、生態、経営）の相互の関係及び主要な成果は、下記の図 - 5 の通りになっており、それぞれの成果の活用という側面から各分野の主要な成果を整理すれば以下の通りとなっている。

図 - 5 各分野の関係と主要な成果



### 6 - 1 生態

生態分野は、その他の分野の活動を支えるものであると考えられる。すなわち、「森林が喪失・劣化した条件でのマングローブ林の復旧技術の開発」を実現するためには、まず、マングローブを構成する樹種の開花結実習性や分布状況などの育苗や造林に取り組む際に不可欠となる各樹種の基本的情報を把握することが必要となる。生態分野と育苗、造林分野の協力によって各樹種の様々な特性が明らかにされ、それらは「Handbook of Mangroves in Indonesia」として、生態分野の主要な成果である出版物としてまとめられ、発行されている。さらに、「Distribution of Mangrove Species and Availability of Seed Collecting Forest on the Island of Bali and Lombok」として、バリ島とロンボク島における育苗や造林のために必要な種子採取が可能なマングローブ林の分布状況等も明らかにされている。その他、マングローブ生態系の分布の特徴やマングローブ生態系自体の特質やそこに生息している鳥類や甲殻類の状況なども明らかにされている。

### 6 - 2 育苗

育苗分野では、生態分野との協力で得られた基本的な情報を踏まえて、バリ島のプロジェクトサイトに設置された事業用苗畑における活動の経験と様々な試験結果などに基づいて、育苗分野の成果として「育苗の手引き」が作成された。「育苗の手引き」は、日本語版だけでなく、

インドネシア語版及び英語版も作成されており、英語版は、出版物としてまとめられ、発行されている。本手引きは、バリ島のプロジェクトサイト及びその周辺地域における育苗活動には適用することが出来る。その他の地域では、樹種の開花結実習性や潮汐の条件等を調査して、本手引きに記載されている技術を活用すればその地域における「育苗の手引き」を容易に作成することが可能になっている。

また、マングローブの種子は、保存期間が非常に短いことや造林作業の実施が潮汐によって大きく左右されることなどから、大規模な造林事業を展開するような場合においては、苗畑が造林事業を円滑に推進するためには必要不可欠な施設であることも明らかにされている。

### 6 - 3 造林

造林分野では、生態分野との協力で得られた基本的な情報を踏まえて、さらには育苗分野における経験と成果から、バリ島とロンボク島における約260haの試験造林の経験や様々な植栽試験や調査結果に基づいて、「造林マニュアル」が作成された。「造林マニュアル」は、日本語版だけでなくインドネシア語版及び英語版も作成されており、英語版は、出版物としてまとめられ、発行されている。本マニュアルは、バリ島とロンボク島のプロジェクトサイト及びその周辺地域における養殖池跡地と伐採跡地における造林活動には適用することが出来る。その他の地域では、造林対象地の地盤高、塩分濃度、樹種の開花結実習性等の諸条件を把握した上で、本マニュアルに記載されている技術を検証・活用すれば、その地域の諸条件に応じたその地域の「造林マニュアル」を容易に作成することが可能になっている。

本マニュアルで明らかにされている最も重要な点は、マングローブを構成する樹種が地盤高すなわち潮汐による冠水時間等の条件によって、その分布が大きな影響を受けており、また、その地盤高が容易に把握できるもので、造林の成績にとって極めて重要な因子になっているということである。すなわち、造林の基本である「適地適木」という考え方に基づいた植栽樹種の選定が地盤高を把握することによって、容易に実現できることが明らかにされた。このことから、今まで行われていたジャワ島などでの造林活動が幅広い地盤高に対応し得る *R. mucronata* が中心であったことは、非常に合理的な選択であったことも明らかになった。

胎生種子の樹種が造林できれば、直挿して植栽でき、非常に安価で造林が可能なることも明らかにされている。しかしながら、大規模な事業としてマングローブ林造成を行う場合には、直挿しだけでは作業の平準化を行うことが困難である。したがって、労務管理を容易にし、円滑な事業を実行していくためには、苗畑を建設してポット苗木との併用で造林事業を実施することが望ましいことも明らかにされている。

### 6 - 4 経営

経営分野では、生態分野からの基本的な情報、育苗と造林分野からの苗畑や造林の活動の経験や様々な試験の結果やその成果、インドネシア各地や幾つかの国におけるマングローブ林を様々な形で利用している状況に関する調査結果などに基づいて、「持続可能な木材生産等による経営システムの確立」という目的に合致すると考えられる4種類の持続可能なマングローブ林の経営モデルが考察されている。

経営モデルを考察するためには、その基礎となる幹材積表と収穫予想表を策定することが必

要である。このため、マングローブの分布する地域で広い範囲に分布し、一斉林を形成することが多く、様々な形で木材等がよく利用されている*R. apiculata*と生育条件の厳しいところで生育し、そこで純林を形成することがあり、本プロジェクトの中心造林樹種である*R. mucronata*の幹材積表が作成されている。

作成された幹材積表に基づいて、*R. apiculata*の場合には、収穫予想表を作成するに当たって、その立地条件すなわち、生育条件が恵まれている高成長地域と生育条件が恵まれない低成長地域に区分する必要があることが明らかになり、それぞれの条件別に収穫予想表が作成されている。一方、*R. mucronata*の場合には、純林を形成することが多い生育条件の厳しいバリ島やロンボク島を中心とした地域で適用可能な収穫予想表が作成されている。本プロジェクトの経営モデルの考察では、分布域が幅広く高成長地域及び低成長地域双方に分布する*R. apiculata*の収穫予想表を用いて、考察が行われている。

社会経済調査の結果、マングローブ林の周辺地域における人口密度、すなわち労働力の賦存状況によって、マングローブ林の利用状況やその利用形態が大きく異なっていることが明らかにされた。

同時に、「持続可能な木材生産等による経営システムの確立」を行う際のマングローブ林経営モデルの原則を以下のように定め、経営モデルの考察は進められた。

- 3個の構成要素、即ち、投資、地域住民の生活、自然環境において調和が保たれること
- 一定の条件において、効率性が求められること
- マングローブ林の量が増加するか少なくとも減少しないこと
- 土地利用が持続可能であること

様々な調査データやこのような原則等に基づいて、持続可能なマングローブ林経営モデルを適用するためには、ITTO（国際熱帯木材機関）が作成している「持続可能な森林経営の基準・指標」から、マングローブ林にとって最も重要であると考えられる「森林資源の健全性の維持」及び「地域の社会的経済的条件との事業の適合性」に着目し、「森林成長量による地域区分」と「経営単位面積当たりの必要な労働量による業種区分」による分類が本プロジェクトでは選択された。その結果、以下の区分による持続可能なマングローブ林経営モデルが考察された。

表-9 経営モデルの分類

	高成長地域	低成長地域
労働過少型経営	モデルA： 択伐更新によるチップ生産モデル	モデルC： 皆伐再造林による木炭生産モデル
労働多投型経営	モデルB： 択伐更新による木炭生産モデル	モデルD： 粒散的森林経営とマングローブ造林を組み合わせたモデル

なお、モデルAには、収入間伐を組み入れたケースを、モデルBには炭窯の種類（中国式窯、インドネシア伝統窯、マレーシア式窯、日本式窯）によるオプションを、モデルDには造林樹種（*Avicenniaceae spp.*、*Rizophoraceae spp.*）によるオプションを設けて、それぞれのモデルについての考察が行われている。

考察された各モデルは、インドネシア国内等で現実に行われている事業について費用便益の

分析を行った結果をふまえて、経済的な便益が確保できるものだけを対象としている。さらに、机上では理論的に投資資金を長期間寝かせれば可能になるものはあるが、現実的にはあり得ないことから、採算が確保されないものを排除した上で考察が行われたものである。そして、各モデルについては、一定の前提条件の下でそれぞれ財務分析が行われ、モデルによっては採算性の低いものも一部にはあるが、経済情勢等が厳しくならない限り、事業としての採算は確保でき、持続可能なマングローブ林経営が可能であるとの結論が導き出されている。



## 7 投資の可能性

開発事業を行う場合にその投資を可能にするためには、事業実施に必要な技術の確立及び事業実施に伴う経済的収益性の確保という二つの側面が満たされなければならないと考えられる。

技術の確立、即ち「森林が喪失・劣化した条件でのマングローブ林の復旧技術の開発」については、本実証調査で確立され、明らかにされた「育苗の手引き」と「造林マニュアル」があり、さらにはマングローブに関する基礎情報を記載したものとしては「Handbook of Mangroves」があるので、マングローブ造林に関する基本的な技術的側面は、既に完成されていると言える。

また、経済的収益性の確保、即ち「持続可能な木材生産等による経営システムの確立」については、本実証調査における考察を経て提示されている「持続可能なマングローブ林経営モデル」の各モデルに対して一定の前提条件の下で行われた財務分析の結果から、どのモデルについても採算性は確保されることが明らかになっている。

したがって、上記に記述された二つ側面が明らかにされたことから、マングローブ林の持続可能な開発及び造林事業に対する投資は、十分に可能であるということが明らかになったものと考えられる。

しかしながら、実際には上記の側面以外にも存在する様々な因子が阻害要因となって、海外からの投資が実施されることを困難にしている場合がしばしばある。本実証調査は、インドネシア共和国で実施されたので、インドネシア国内において、各経営モデルが実際に行われている中で、外国投資や大規模投資を困難にしている幾つかの重要な問題点を明らかにしており、それらは以下の通りとなっている。

モデルA；択伐更新によるチップ生産モデル

- ・外国企業に対する伐採権（HPH）の許可及び参入の禁止
- ・成長条件の良い広大な規模のマングローブ林の確保
- ・安定的な需要先の確保

モデルB；択伐更新による木炭生産モデル

- ・事業が可能となる一定面積以上の成長条件に恵まれたマングローブ林の確保
- ・高度な木炭生産技術の確保

モデルC；皆伐再造林による木炭生産モデル

- ・事業が可能となる一定面積以上のマングローブ林の確保
- ・高度な木炭生産技術の確保

モデルD；粗放的養殖経営とマングローブ造林を組み合わせたモデル

- ・事業が可能となる一定規模のマングローブ地域（養殖池跡地等）の確保
- ・土地所有権の明確化及び土地所有者の組織化
- ・持続可能な養殖技術の確立

実際には、上記の問題点以外にも様々なことがあることが想定されるが、このような様々な問題点が解消され、財務分析などを行った際の前提条件が満たされるならば、投資の採算性が確保されることから、外国からの投資は十分に可能であると考えられる。

各経営モデルのうち、国際協力事業団（JICA）の投融資制度に合致するものとしては、モデルAのうちの造林事業、モデルB、Cの造林事業と木炭生産事業が試験的事業に相当するものになると考えられる。何故なら、本実証調査で開発された造林技術は、あくまでも基本的

なものであるので、実際の事業を行う場合にはその事業地の諸条件にあわせた必要な技術の適用化を図る開発を行わなければ、事業の成功は見込めないからである。さらに、木炭生産技術についても効率的で品質の良い木炭を生産するためには現地の諸条件に合わせて様々な技術開発を行うことが必要なことが本実証調査の様々な調査から明らかになっている。

また、モデルDの造林事業は、本体事業即ち収益を得る事業が粗放的養殖経営になることから、関連施設整備事業に相当するものになると考えられる。何故なら、基本的には造林事業だけで直接的な収益を上げることは余り期待できず、造林事業は間接的に粗放的養殖経営に対して利益をもたらすものになると考えられるからである。また、造林事業を行うことによって発揮することが期待されている機能は、木材生産ではなく、基本的には間接的な公益的機能の発揮が中心となっているからである。

以上のことから、マングローブ林の持続可能な開発に対する投資は、前提となる諸条件が満たされるならば、非常に有望なものであると考えられる。



年表-1 1992年度

月	日	業 務 内 容
10	26	計画打合せ調査団派遣 ～11月6日
11	4	討議議事録 (Record of Discussion: R/D) の締結
12	2	長期専門家 (6名) 派遣
12	15	仮事務所開設 (第7森林保全センター内)
12	21	短期専門家 (苗畑設計) 派遣 ～2月3日
2	22	ヴェトナム林業副大臣視察
2	24	短期専門家 (施工監理) 派遣 ～3月22日
3	8	カウンターパート (2名) 本邦研修 ～4月3日
3	15	基盤整備事業第1期工事契約調印
3	30	仮苗畑完成

年表-2 1993年度

月	日	業 務 内 容
5	16	計画打合せ調査所及び短期専門家(3名)派遣 ~27日
6	24	カウンターパート(3名)本邦研修 ~8月15日
6	27	短期専門家(施工監理)派遣 ~7月4日
7	1	基盤整備事業第2期工事契約調印
8	1	短期専門家(環境工学、水管理)派遣 ~8月16日
9	20	基盤整備事業第1期工事完成
9	25	技術交換:マレーシア複層林施業技術現地実証調査から訪問し、意見交換 ~26日
10	21	第1回合同委員会開催
11	21	短期専門家(施工監理)派遣 ~12月30日
12	19	新事務所へ移転
12	20	基盤整備事業第2期工事完成
12	21	基盤整備事業完了引き渡し
12	24	ジャマルディン林業大臣視察
1	13	作業監理調査所派遣 ~22日
1	15	マンダラープセンター引き渡し/開所式
2	12	台湾総統、BJハビビ調査・研究担当大臣視察

年表-3 1994年度

月	日	業 務 内 容
4	24	第1回作業部会開催
4	26	カウンターパート（4名）本邦研修 ～8月13日
4	27	JICA副総裁視察
7	12	マレーシア連邦科学大臣視察
7	25	作業監理調査団派遣 ～8月3日
7	27	第2回合同委員会開催 ～28日
7	30	短期専門家（植物分類）派遣 ～8月27日
8	3	第5回マングロープ生態セミナー参加（東部ジャワ）
10	7	第2回作業部会開催
10	14	短期専門家派遣（造林） ～11月22日
10	26	マングロープ林管理研修会等の開催（バリ） ～28日
11	2	長期専門家（造林の交代）派遣
11	30	長期専門家（育苗、造林、森林生態）帰国
12	12	短期専門家（海浜動物）派遣 ～1月9日
1	10	長期専門家（森林生態の交代）派遣
2	20	短期専門家（カイガラムシ、昆虫）派遣 ～27日
3	1	長期専門家（リーダー）帰国（経営担当専門家が代行）
3	12	技術交換（マレーシア複層林施業技術実証調査視察） ～18日
3	29	長期専門家（業務調整）派遣

年表-4 1995年度

月	日	業 務 内 容
5	5	林業省自然保護総局長視察
5	13	長期専門家（リーダー）派遣
7	31	作業監理調査員派遣 ～8月11日
8	8	第3回合同委員会開催
9	6	カウンターパート（5名）本部研修 ～11月4日
9	11	林業省造林総局長視察
9	19	JICA事務所長視察
10	13	長期専門家（森林経営の交代）派遣
11	13	巡回指導調査員（亀若理事団長）視察 ～14日
11	28	短期専門家（造林、カイガラムシ）派遣 ～12月14日
11	30	長期専門家（森林経営）帰国
1	31	短期専門家（植物分類）派遣 ～2月21日
2	12	第7森林保全センター所長交代
2	13	ワークショップ開催 ～14日
2	27	バリ州林政局長交代
3	28	短期専門家（林業経営）派遣 ～4月24日

年表 5 1996年度

月	日	業 務 内 容
5	22	NHKによる取材 ～24日
5	24	ヴィエトナム林業副大臣視察
6	6	テクニカルミーティング開催 ～7日
6	22	カウンターパート（3名）本邦研修 ～7月6日
8	6	短期専門家（林業経営）派遣 ～9月3日
8	7	第4回合同委員会開催
9	12	カウンターパート（1名）本邦研修 ～11月26日
10	21	テクニカルミーティング開催 ～23日
11	24	技術交換（タイのFORTOP'96への参加/発表） ～31日
12	22	短期専門家（データ解析、生態系）派遣 ～1月19日
12	25	ジャマルデオン林業大臣視察
1	7	作業監視調査団の派遣 ～15日
1	8	短期専門家（カノガラムシ）派遣 ～2月1日
1	23	国際協力事業団副総裁視察 ～26日
2	12	外務省ODA広報ビデオのための取材 ～14日
3	2	短期専門家（林業経営）派遣 ～5月30日
3	4	短期専門家（造林）派遣 ～29日
3	6	TVRIによる取材
3	13	林業省ビデオ撮影班による取材

年表-6 1997年度

月	日	業 務 内 容
6	23	最終評価調査員派遣 ～7月4日
7	5	国際熱帯木材機関（ITTO）事務局長視察
7	10	外務省ODA広報用ビデオ撮影班による取材
7	13	カウンターパート（3名）本邦研修 ～26日
8	8	第5回合同委員会開催
8	9	BAPPENAS 林業担当局長視察
8	30	バリ州林政局長交代
8	9	セミナー開催
8	23	長期専門家（リーダーの交代）派遣
8	26	フォローアップのR/D締結
8	30	長期専門家（リーダー）帰国
10	8	長期専門家（業務調整の交代）派遣
10	31	長期専門家（業務調整）帰国
11	5	カウンターパート（2名）本邦研修 ～12月20日
11	10	長期専門家（造林、森林経営の交代）派遣
11	15	川上在インドネシア日本人使視察
11	30	長期専門家（造林、森林経営、生態）帰国
12	1	長期専門家（育苗）帰国
12	22	アラブ首長国連邦農業水産省水産局長視察
1	27	JICAインドネシア事務所長視察
2	18	作業監理調査員派遣 ～27日
2	25	第6回合同委員会開催
2	26	林業省造林総局長視察
2	27	林野庁森林総合研究所長視察
3	11	短期専門家（カイガラムシ、甲殻類）派遣 ～26/27日

年表-7 1998年度

月	日	業 務 内 容
4	27	林業・農園省大臣補佐官視察
5	20	避難一時帰国 ～6月3日
7	28	ワークショップ開催 ～29日
8	14	テクニカルミーティング開催
8	29	技術交換（フィジー国） ～9月5日
9	15	マングローブ林生態セミナーに参加（ワラ州）
9	20	知財専門家（経営分析、社会経済、養殖経営）派遣 ～10月30日
9	24	ムスリデン林業・農園大臣視察
10	17	カウンターパート（3名）六邦研修 ～31日
11	8	知財専門家（複合経営）派遣 ～24日
12	5	林業・農園省造林総局長視察
12	6	JICA神足参与視察
2	14	短期専門家（カイガラムシ）派遣 ～3月13日



年表-8 1999年度

月	日	業 務 内 容
4	20	ワークショップ開催
5	6	テクニカルミーティング開催
6	30	最終評価調査団派遣 ～7月9日
7	8	第7回合同委員会開催
7	24	カウンターパート（1名）本邦研修 ～31日
8	15	JICA事務所長視察
8	21	カウンターパート（3名）本邦研修 ～31日
8	31	バリ州林政局長交代
9	6	第4回国際マングローブ生態系協会（ISME）総会／科学シンポジウム参加 ～9日
9	8	ISME総会参加者エクスカージョン受入
9	27	作業監理調査団派遣 ～10月6日
9	29	セミナー開催
11	30	長期専門家（リーダー、造林、森林経営）帰国 公式に現地実証調査は終了
12	10	長期専門家（業務調整）帰国

# マングローブ育苗手引書

## ポット苗木生産

# 目 次

1 序文 .....	1
2 苗畑作業 .....	1
3 樹種別育苗作業 .....	8
3 - 1 Rhizophora mucronata.....	8
3 - 2 Rhizophora apiculata .....	14
3 - 3 Bruguier mucronata.....	18
3 - 4 Sonneratia alba .....	21
3 - 5 Avicennia marina .....	29
3 - 6 Ceriops tagal .....	33
3 - 7 Xylocarpus granatum .....	36

## 1 序文

マングローブ林は熱帯、亜熱帯の潮間帯に分布し、潮間帯に生育できる種々の樹種から形成されている。

近年これらのマングローブ林は養殖池造成などのために急激に減少している。この森林の再生のため、マングローブ林資源保全開発現地実証調査プロジェクトは1992年12月から5年間、バリ州Prapat Bena国有林の150haのエビ養殖池跡地における造林事業を実行した。このため多くのマングローブ樹種から、7樹種が造林樹種として選ばれ、苗畑はそれらのポット苗木を養苗し供給した。この5年間の苗木生産実行のなかで育苗方法について生じた種々の問題を検討し、改善して、林業技術者を対象に、この育苗手引書を作成した。

従ってこの育苗手引書は当プロジェクトのポット苗木生産の育苗手引書であり、異なる地域で、特に種子採取時期及び潮汐の干満の条件が異なる地域では、しっかりと調査しこれらの条件にあわせて、この手引書は使用されなければならない。

本育苗手引書は一部は苗畑作業の全般を、二部では樹種毎の育苗作業を述べている。

## 2 苗畑作業

### 2 - 1 育苗樹種と種子形態

表1に示す。

表1 育苗樹種名と種子形態

樹種名	和名	種子
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	(オオバヒルギ)	胎生種子
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	(フタバナヒルギ)	胎生種子
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.	(オヒルギ)	胎生種子
<i>Sonneratia alba</i> Jsm.	(マヤブシキ)	普通種子
<i>Avicennia marina</i> Forst.	(ヒルギダマシ)	半胎生種子
<i>Ceriops tagal</i> C.E. Rob.	(コヒルギ)	胎生種子
<i>Xylocarpus granatum</i> Koenig.	(ホウガンヒルギ)	普通種子

### 2 - 2 苗畑の造成

マングローブの樹種の苗畑は潮間帯の汽水域に造成し、潮の干満を利用して苗木の灌水をすることや、種子材料は表1に示す様に3形態あり、多くは胎生種子の大型種子を種子材料とすることなどを十分考慮して造成しなければならない。

苗畑の立地条件として下記の条件が上げられるが、当然全ての条件を満たす候補地はないの

で調整が必要である。

潮間帯、汽水域であること。干満の潮の出入り順調におこなわれること。また塩分濃度が30%を超えないこと。波浪の影響がないこと。ただし、河川付近では雨期の大雨で大洪水の被害を受けることもあり注意する。

種子採取源に近いこと。

ポット用土の採集が容易にできること。

造林地に近いこと。

苗畑の造成について最も重要なことは養苗地の（苗床）の地盤高を決めることである。潮位は日々変化するが、予定地に最も近くの潮位表を見て最大満潮時に、予定地の冠水深が60cmになるように地盤高を決める。更に掘り下げ冠水深が80cmでは、*R.mucronata*等のカニによる食害が増加することや、苗床地盤が殆ど乾燥することがないため固まらないので作業が著しく悪くなる。従って、小潮時満潮水がポットを冠水できない場合及び日中に冠水が行われない場合、人工の散水による灌漑が必要である。

当プロジェクトでは仮苗畑と事業苗畑を次の通り造成した。見取図を図1に示す。

#### a . 仮苗畑

選定したエビ養殖池跡地の面積は4,016㎡で、その内、苗畑敷として1,008㎡をあてた。

基本的な苗床の規格は幅1m、長さ12mとし、総数75の苗床を建設した。さらに管理歩道として中央に竹を支柱にして板橋を作設した。2月中旬の干潮時に養殖池の水門を閉鎖して養殖池を乾燥させ、苗床の区画建設、苗床間の水路新設、その他に道路補修等を実施した。

なお、苗床の高さはベノア（Benoa）湾大潮最大満潮時（2.6m）に160cmの水位があったことから、40cmの土盛りした上げ床とした。

この苗畑の利点は、適性地盤高を得るため土工作業が少なくなり、また2種の地盤高を設置する場合でも、約20cm高さの切土或いは盛土作業で済むことになる。さらに水門により、潮汐の調節ができるので、苗床準備作業が乾燥した状態でできること、自然潮汐による苗木灌水の調節が可能になる。この他に、ポット用土を付近で採取できることなどである。一方、短所としては、この干満の流速が水門付近で非常に強くなる苗床の設置は水門から20m以上離して行うことが必要で、養殖池跡地を全部は使用できない。また場合によってはアクセス道路が長くなることなどである。

苗木生産規模は養苗地面積1,008㎡に幅1m、長さ12mの苗床を75本作設可能で、直径8cmのポットを約135,000個設置できる。山出し率を80%とすると108,000本の苗木生産本数となる。

#### b . 事業苗畑

建設場所は利便性を考慮しプロジェクト事務所建設予定地に隣接する草地をあてた。苗畑敷地面積は7,700㎡、造林事業に必要な苗木生産数量から苗畑の育苗面積を5,542㎡とした。なお、この他にポット詰め作業舎442㎡及び付属地1,716㎡がある。

苗畑の育苗地は幅10m、長さ52.6mの区画を1単位とし、8の区画（1区画は10×26.3m）からなっている。各区画間にはコンクリート歩道を配置し、ポット、苗木、その他苗畑資材の運搬はこの歩道を一輪車でおこなうこととした。苗床のサイズは幅1m、長さ9mとして、区画歩道に直角に配置し合計289苗床の設置ができるようになっている。

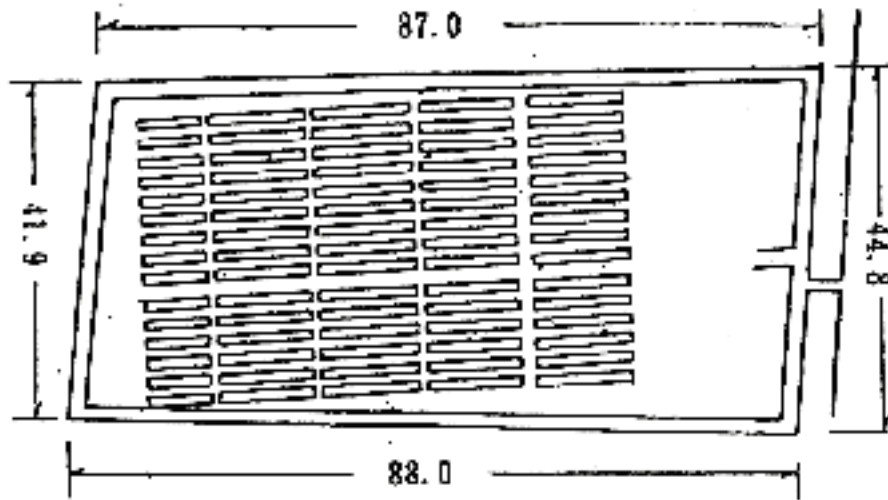
育苗地の地盤高はBenoa湾大潮満潮時に60cmの冠水深となるよう設計し、元の地盤を60cm掘り下げるとともに、併せて水路を掘削し自然の潮汐による苗木の灌水管理を行うようにした。この場合、1ヶ月間に2回ある小潮時、各々5-6日間、計11日間潮汐は苗床に到達しないことになるので、人工灌水が必要となる。なお、1区画Hは*R.apiculata*の育苗のため更に20cm掘り下げている。この場合、1ヶ月間に2回ある小潮時、各々1-2日間、計約3日間潮汐は苗床に到達しないが、苗床は乾燥することがなく、人工灌水の必要はない。但し、地盤が固まらず、ポットが自重で沈まないように、竹編ゴザを苗床に敷く必要がある。

なお、*A.marina*、*X.granatum*については、潮間帯の苗床でポットに直接播種した場合、種子が潮汐で流失するため苗畑の西南部の陸上に仮設苗床を設置し播種、育苗し、潮間帯苗畑でハードニングをすることとなっている。

一方、育苗研究に供する実験苗畑として4区画（2区画：サイズ10m×15m、2区画：10m×12m）を苗畑敷南端に同様に建設した。

実験苗畑については床をコンクリート打ちにし、そのうち、2区画は高さ1mのコンクリートの側壁で水槽になっている。

苗木生産規模は養苗地面積（コンクリート歩道、排水溝及び実験苗畑を除く）は0.5ha、幅1m、長さ9mの苗床を289本作設可能で、直径8cmのポットを約424,500個設置できる。山出し率を80%とすると339,600本の苗木生産が可能となる。



仮苗畑見取図

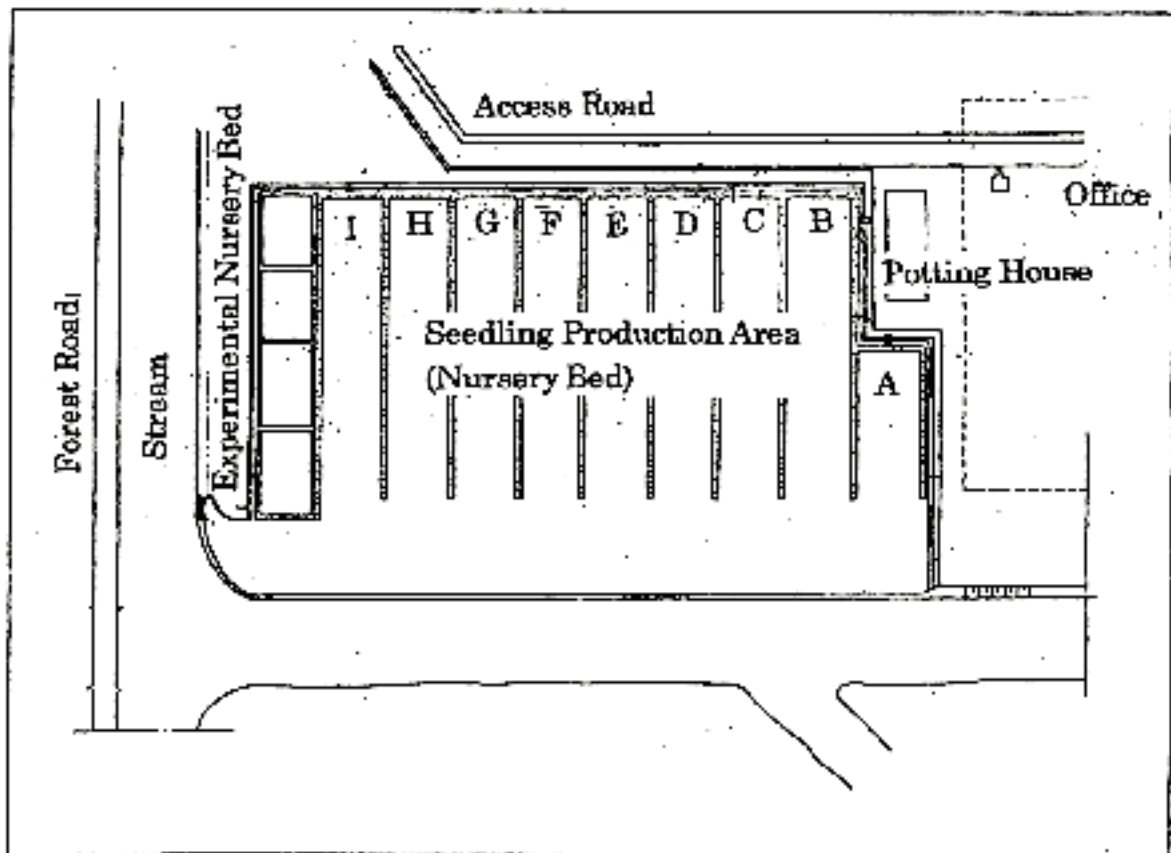


图1 事業苗畑見取図



## 2 - 3 育苗作業及び育苗時期

育苗作業における作業種及び作業の流れについて育苗標準作業として図1育苗作業フローチャートに示した。

また、7樹種の育苗時期を図2年度別苗木生産実行計画に示した。現在種子の長期貯蔵が殆どできないので、樹種毎に種子の採取時期育に従って計画されねばならない。

## 2 - 4 山行苗の規格

各樹種毎の山行苗の規格を表2に示す。

表2 山行苗の規格

樹種名	苗長 (cm)	葉数 (枚以上)	育苗期間 (月)
<i>Rhizophora mucronata</i>	65	4	4~5
<i>Rhizophora apiculata</i>	30	4	4~5
<i>Eugenia gymnorhiza</i>	35	6	3~4
<i>Adicennia marina</i>	30	6	3~4
<i>Sonneratia alba</i>	15	6	5~6
<i>Ceriops tagal</i>	20	4	6~7
<i>Nyctopanus granatum</i>	40	6	3~4

# STANDARD NURSERY WORKING

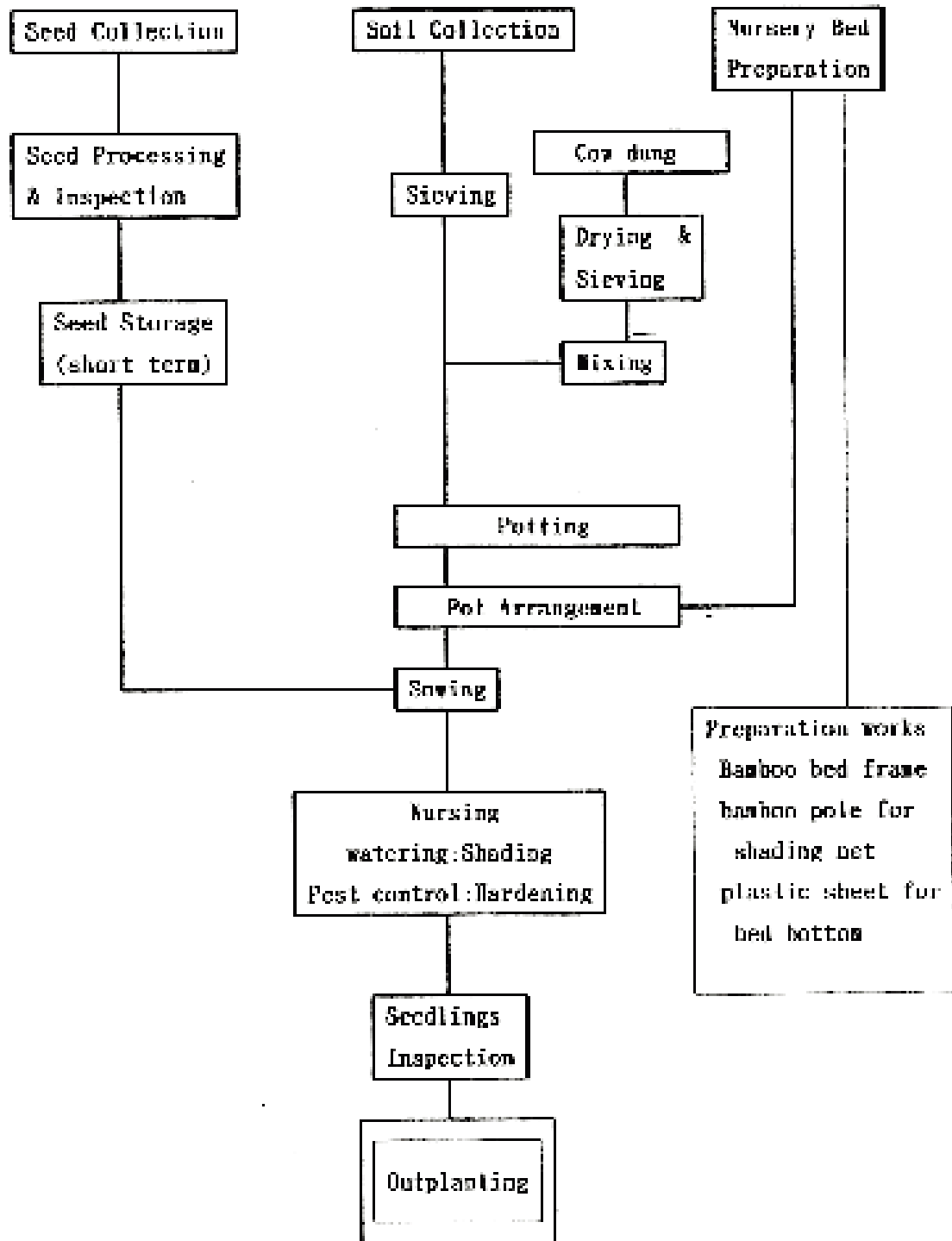


图2 育苗標準作業

Work Plan

Species (Period)	Month																
	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
<i>R. mucronata</i> (4-5 months)					■			■	■	■	■	■	■	■	■		
<i>R. apiculata</i> (4-5 months)									■		■	■	■	■	■	■	■
<i>B. gymnorhiza</i> (3-4 months)	■				■	■	■	■	■	■	■	■					
<i>C. tagal</i> (6-7 months)			■				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
<i>A. parviflora</i> (3-4 months)									■		■	■	■	■	■	■	■
<i>S. alba</i> (5-6 months)		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>X. granatum</i> (3-4 months)						■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Seed collection				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Soil collection			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Potting			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tending				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Others	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

- Legend
- : Seed collection and sowing
  - : Raising period
  - : Outplanting
  - : Other works
  - : Seed maturing season
  - : Survey for seed collection

図3 年間ポット苗木生産実行計画 (Seven Mangrove Species)

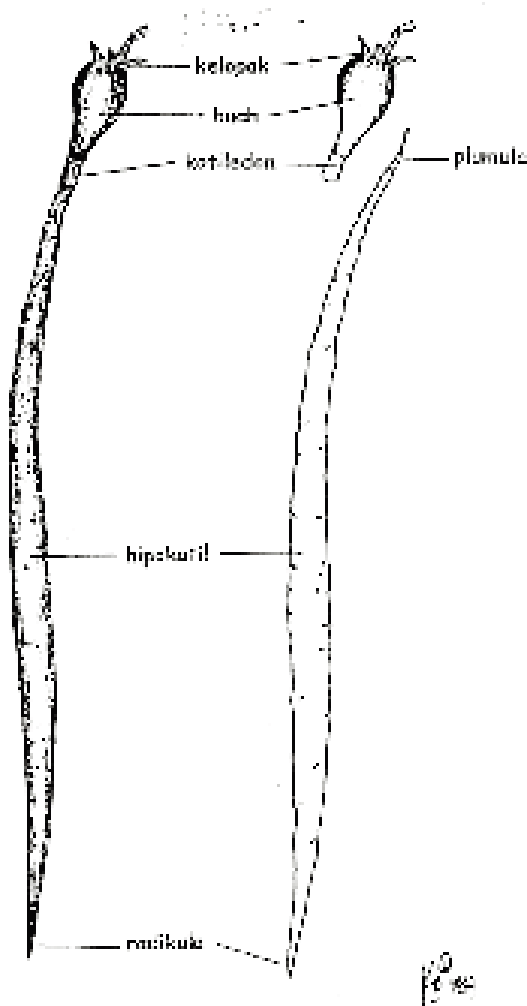


図4 *R.mucronata*成熟種子

### 3 - 1 *Rhizophora mucronata* Poir.

#### a 種子採取

##### 成熟種子：

樹上に果実が着生したままで種子が発芽して、果実の外に長い胚軸が成長する。やがてコテレドンが出現し発育し成熟過程に入り、コテレドンの色が薄緑から黄色に変化して成熟する。

成熟した胚軸はコテレドンから脱離し、落下する。これは胎生種子と云われ、コテレドンに包まれていた先端部が幼芽で、胚軸下部先端は幼根になっている（図4）

##### 採取時期：

バリ、ブラパットベノア国有林で9、10、11月になっている。

##### 採取方法：

樹上に着生している種子の採取を原則とする。よく発達したコテレドンの色調により成熟の判定し、薄緑から黄色を呈したものを、先端をU字に削った竹竿を使用するか、木登りしてもぎ取る。このとき、他の種子、果実や花を落とさないように、十分注意しなければならない。

なお、すでに落下した種子の場合は落下3～4日後のまだ発根しない新鮮な種子で虫害やカニの食害の無い種子を選ばなければならない。特に虫害（ピンホール）を受けた種子は害虫の飛散を防ぐため、土中に埋めることが必要である。

採取した種子はプラスチック編の米袋（55 cm × 85 cm）に入れ、日陰にまとめ、苗畑に運搬する。

#### b 種子選別

作業は全て直射日光の当たらない場所で行う。採取した種子を苗木箱に入れ水で洗浄し、果実を取り外す。

外観新鮮度については、幼芽およびはい軸が健全なものを選び、萎凋したり、発根したものは除去する。

虫害被害については、キクイムシに加害された種子はその穿入孔（ピンホール）から判別できる、これは除去し、さらに飛び出して他のもの

に加害することを防ぐために土中に埋めなければいけない。

特に天然林分での落下した種子についてのロンボクサイトの調査では加害率が10～15%となっている例もあるので十分注意する(図5)。カイガラムシにより全体に被害を受けたものも、同様に除去し、埋土して処理する。

サイズ：胚軸長(種子長)を測り50cm以下は除去する。



図5 *R.mucronata*のキクイムシ (*Poecilip sfallax*) による被害

c 種子保管

選別種子を150本バケツ(直径35cm、高さ31cm)に直立させて入れ、水を一杯にして直射日光の当たらない場所に保管する(図6) また一日一回ホースで種子の上部が十分濡れるように散水する。保管期間については、最長10日間とする。



図6 *R.mucronata*の保管

d 播種

ポット準備：

土壌採取は養殖池の土手の上部を40cm深さに鍬で掻きとりスコップでピックアップに積み込み、作業舎に運搬して、10mm網目のフルイにかける、残度は保管し適時碎土しフルイにかけて使用する。特に、雨期に土壌採取が困難になった場合、作業が中断しないように必要量を保管する。

ポットの寸法は幅12cm長さ20cm材質の厚さ0.05mで直径6mmの穴を4個あけたもので、用土を詰めて直径8cm、高さ15cm穴8個のできあがりとなる。ポットに竹べらを使用して用土を詰める、土を8割方詰めたところで、ポットの上部の端を両手でつかみ床に軽く落して用土が分断しないように注意をする。さらに土をたして、軽く押して土がこぼれないようにしてプラスチック箱(57cm×38cm×23cm)に42個入れる。

苗床準備：

日陰支柱は竹を使用して1.70mの高さに竹を差し込んで組み立てる。上部は割った竹を遮光ネットを掛けるための棧として取り付ける。遮光ネットを取り付け、苗床枠の約直径10cmの割った竹を竹杭で固定する。

ポット苗床設置：

ポットからはみ出した苗木の発達した根が苗床に侵入することを防ぎ、山出し時の根切りを軽減するためにビニールシート床敷き込み、ポット小運搬を一輪車でする。4人一組で、2人がポットを入れた箱を移動し、1人が箱から取りだし苗床に設置する作業員に手渡してポットを並べる。

播種：

ポット設置後潮汐でポットを完全に冠水し用土を濡らしてから播種する。

播種は大潮になりはじめたときにおこなうとよい。これにより差し込んだはい軸が1日1回冠水を受け水分の蒸散を減少させることができる。

二人一組で苗床の両側から半分ずつ十分にポットに種子(胚軸)を差し込む、差し込み深さは約7cmとし、親指、人差しおよび中指の3指で保持し小指で差し込み深さの目安を決める。

1苗床で差し込みが終わったら6本毎にプラスチック紐で結束する。これは胚軸を直立に保持するためで、さらにこれでもまだ湾曲するものは中央に支持杭を差し込んで直立を保持しなければならない(図7)。

第一開葉(約1.5月)がすんだら結束をとく。



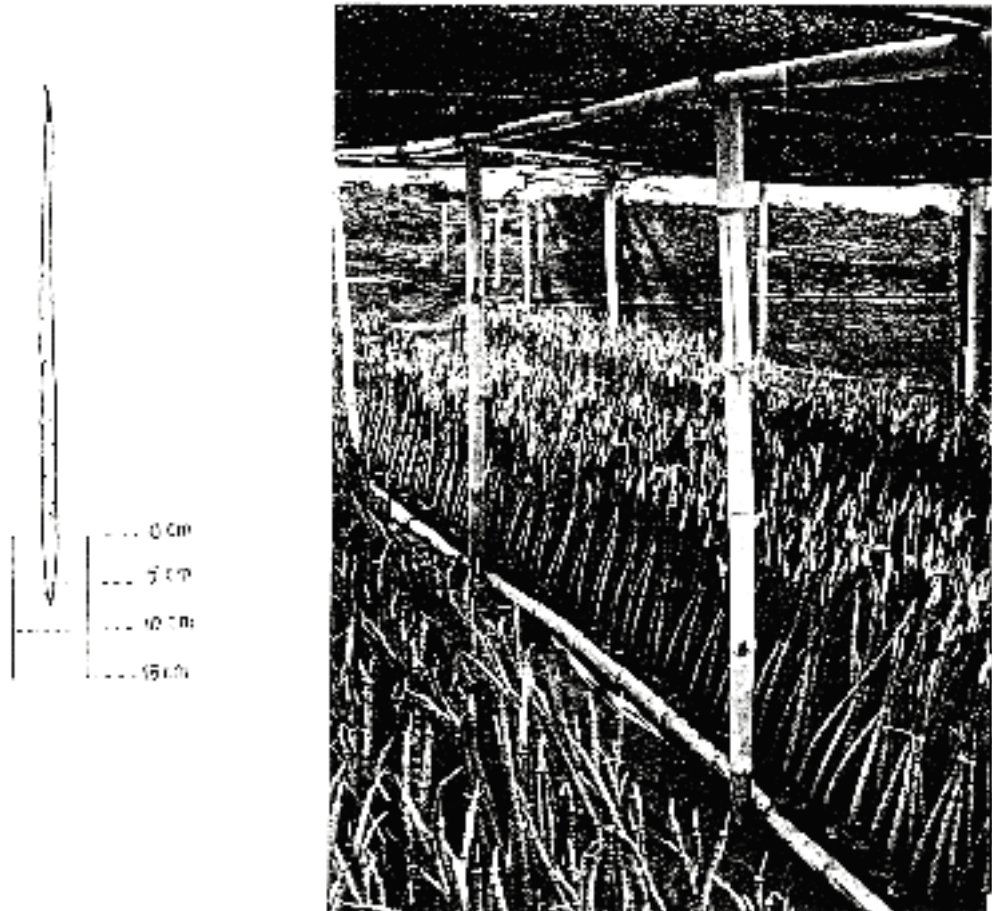


図7 *R. mucronata*の播種

e 養苗

灌水：

小潮時、または大潮でも夜間の場合、散水を十分にする。

日陰：

50%遮光ネットを使用し、前後、両側にも高さの3分の2まで垂れ下げる。山出し1ヶ月前には取りはずす（ハードニング）。

虫害防除：

甲虫 *Tricliona* sp. ( Coleoptera: Chrysomelidae )

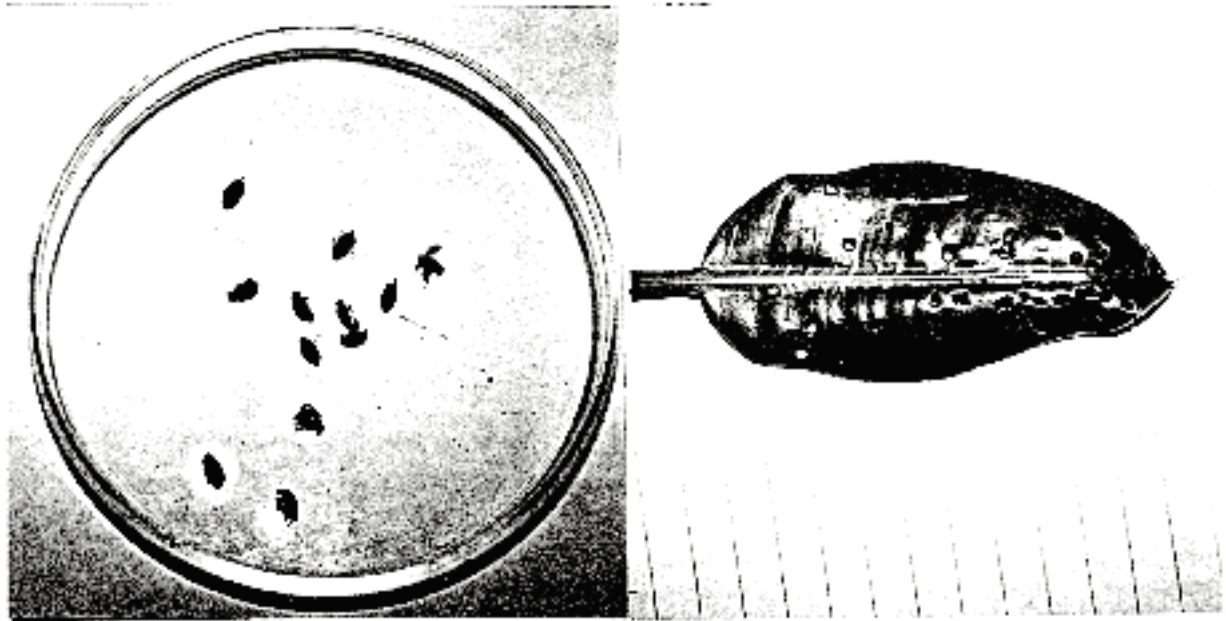
未展葉の主軸頂端部に侵入して未展葉の葉を食害し、多数の穴をあける（図8）、甲虫を見つけ捕殺する。

蛾の幼虫 *Capua endocypa* ( Lepidoptera: Tortricidae )

展葉前の頂端部に幼虫が侵入して葉を食害すると同時に頂芽にも被害を与えるので成長が停止する（図9）。苗木はぼう芽するのでこの被害で枯死することはないが、成長が著しく遅れ、品質も低下する。

苗木の頂端部を調査し、侵入孔と考えられる孔を発見した場合、強性的に開葉して、幼虫を捕殺する。

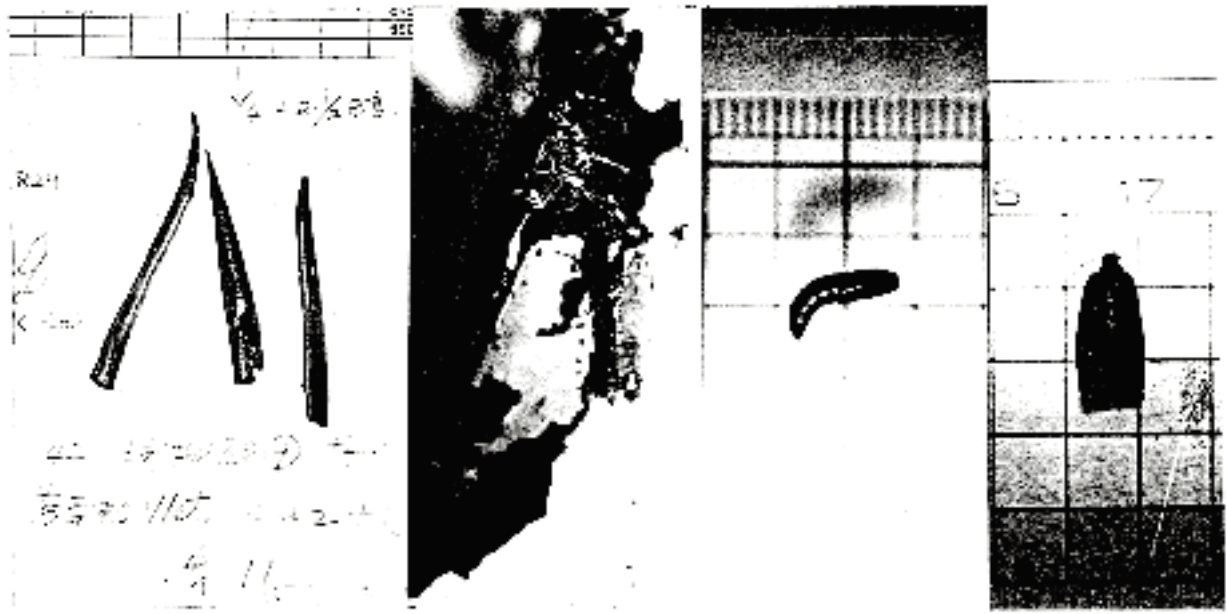




成虫

食害

図8 甲虫 *Tricliona* sp. の食害



食害

幼虫

サナギ

成虫

図9 蛾の幼虫 *Capua endocypa* の食害

f 山出し (図10)

苗木箱詰め苗床の両端から各々2作業員が1組になって苗木を箱につめる。枯死、著しい生長遅れ、頂端欠落の苗木を除去しプラスチック苗木箱(57cm×38cm×23cm)に40本を詰める。

これを一輪車で運搬し苗畑前面の車道横に並べる。検査員が苗長について検査し規格外苗木を除害して本数を計算する。

当日の運搬で残された苗木には撒水する。

山行苗の規格：

苗長 55 cm以上 展葉数 4枚以上 育苗期間 4～5ヵ月

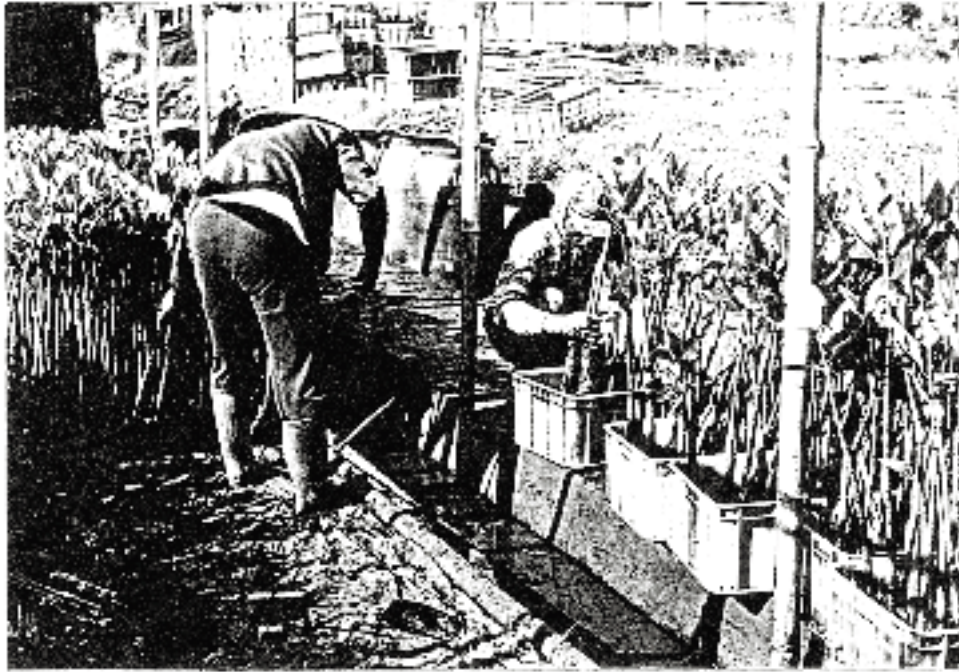


図10 山出しと山行苗規格



### 3 - 2 . *Rhizophora apiculata* B1.

#### a 種子採取

##### 成熟種子：

*R. mucronata*と同じく胎生種子で、成熟過程も同じで、コテレドンが発育し色は小豆色になる。極少量黄色に変色する種子もある。コテレドンのなかに包まれている幼芽は薄緑からあずき色に変化する。成熟した胚軸はコテレドンから脱離し、落下する。また、この地方の*R. apiculata*の胚軸はその最大直径が14mm以上が成熟しており、13mmは成熟過程開始にあり12mm以下は未熟種子であると云う結果もでている(図11)。

##### 採取時期：

バリ、プラパットベノア国有林で12~3月になっている。

##### 採取方法：

樹上に着生している種子の採取を原則とする。コテレドンが発育した(長さやく1cm)胚軸の太めのものを目標にし、先端をU字に削った竹竿を使用するか、木登りしてもぎ取る。後続の種子や花芽を落とさないように十分注意しなければならない。

なお、すでに落下した種子の場合は落下3~4日後のまだ発根しない新鮮な種子で虫害やカニの食害の無い種子を選ばなければならない。特に虫害(ピンホール)(図12)を受けた種子は害虫の飛散を防ぐため、土中に埋めることが必要である。採取した種子はプラスチック編の米袋(55cm x 85cm)に入れ、日陰にまとめ、苗畑に運搬する。

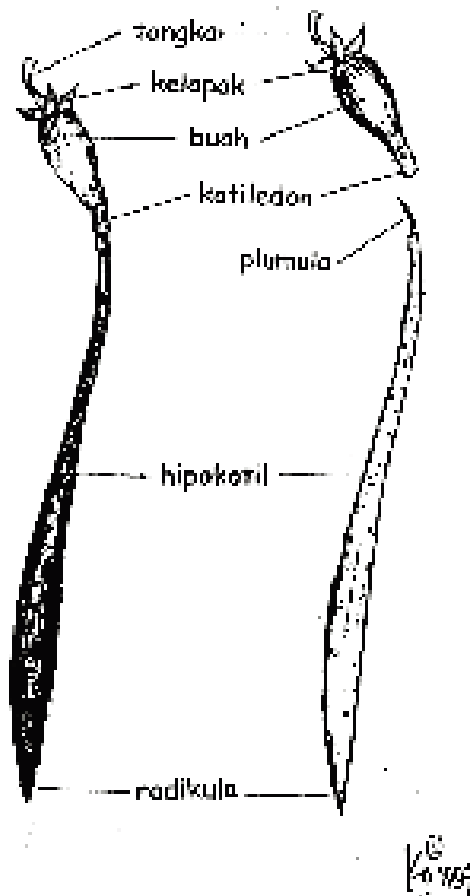


図11 *R. apiculata* 成熟種子

#### b 種子選別

*R. mucronata*と同様に、最初に外観で選別する。次に胚軸の最大直径を直径ゲージで測定し14mm以上、13mmおよび12mm以下に分類し12mm以下は不合格とする。

胚軸長は20cm以上とし、2インチのビニールパイプを20cm長さに切断し、立ててそれに種子を差し込み幼芽がパイプから出た、

20cm以上の種子を選別する。

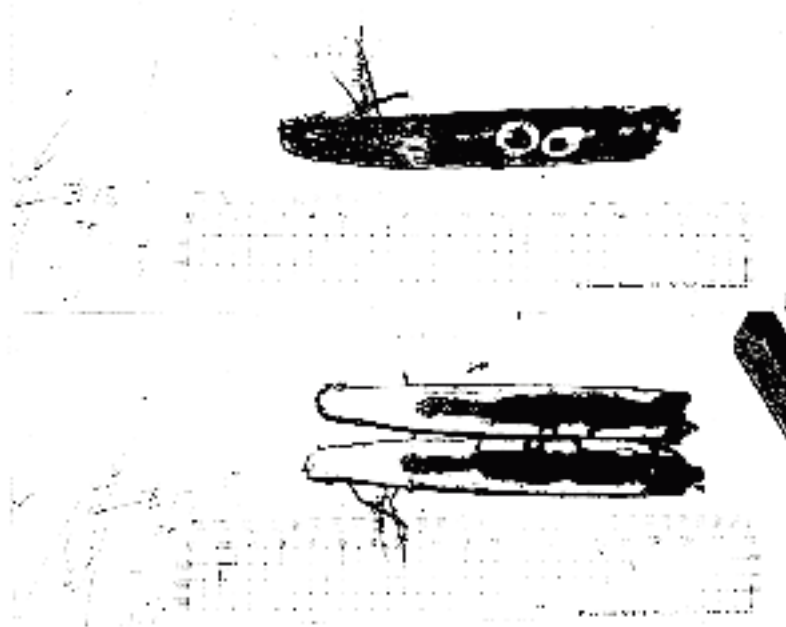


図12 *R. apiculata*のキクイムシ (*Poecilip fallax*) による被害

c 種子保管

選別された種子を 毎に200本バケツ(直径 35cm、高さ31cm)に直立させて入れ、水を一杯にして直射日光の当たらない場所に保管する(図13)、また一日一回ホースで種子の上部が十分濡れるように散水する。保管期間については、最長5日間とする。



図13 *R. apiculata*の保管



d 播種

ポット準備：苗床準備：ポット苗床設置：

*R. mucronata*と同じ。但し、冠水深芽80cmの苗床を使用する場合は、自重でポットが沈まないように苗床に竹編を敷く。

播種：

ポット設置後一度ポットを潮汐で完全に冠水し用土を濡らしてから播種する。

播種は大潮になり始めたときにおこなうとよい。これにより差し込んだはい軸が1日1回冠水を受け水分の蒸散を減少させることができる。

二人一組で苗床の両側から半分ずつポットに種子(胚軸)を差し込む、差し込み深さは約5cmとする。この場合、倒伏防止の種子の結束は必要ない(図14)。



図14 *R. apiculata*の播種

e 養苗

灌水：冠水深60cmの苗床では*R. mucronata*の場合と同じ。但し冠水深80cmの場合は殆ど自然の潮汐の干満による。

日陰： *R. mucronata*と同じ。

f 山出し(図15)

*R. mucronata*と同じ。

山行苗の規格：

苗長 30cm以上 展葉数 4枚以上 育苗期間 4 - 5月



图 1 5 山出しと山行苗規格



### 3 - 3 *Bruguiera gymnorrhiza* Lam.

#### a 種子採取

##### 成熟種子：

胎生種子で樹上に着生したままで、十分成長した胚軸の表皮の色は、成熟過程で下部から上部に徐々に、緑色から褐色に変色し全体に及ぶ、やがて成熟した種子はカリックスを付着したまま母樹から脱離し、落下する。落下後2～3日で、カリックスは自然に胚軸から脱離する(図16)。

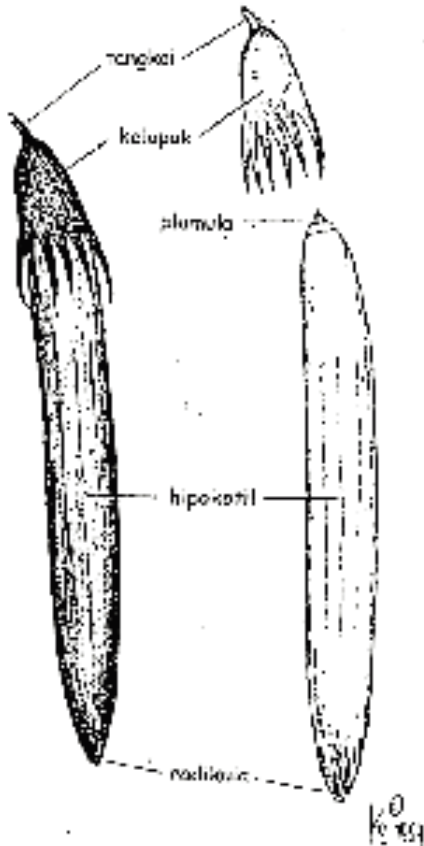
##### 採取時期：

バリ、プラパットベノア国有林では、5月から12月頃までと長い期間にわたる。

##### 採取方法：

樹上に着生している種子の採取を原則とし、先端をU字に削った竹竿を使用するか、あるいは直接もぎ取る。

既に落下した種子は落下3～4日後のまだ発根しない新鮮な種子のみ採集する。採取された種子はプラスチックの編袋(55cm×85cm)に入れ、日陰に置き、終了後苗畑に運搬する。



#### b 種子選別

作業は全て直射日光の当たらない場所で行う。

採取した種子は水で洗浄せず、汚れを布等で取って選別する。また、カリックスを無理に取り外さないで、付着したままで、胚軸表皮の褐変が進行し始めたもの、虫害が無い種子を選別する。さらに、胚軸長を測定し20cm以上を選別する。

なお次の保管作業も含めてこれらの作業期間中に絶対にカリックス(果実部分)を1昼夜水に浸け無いこと、浸けると果実が腐敗場合があり幼芽も同時に腐敗する。またカリックス(果実)を無理に胚軸から脱離しないこと、無理にすると殆どの幼芽が折損するので、自然脱離を待たなければいけない。

図16 *B. gymnorrhiza*の成熟種子



c 種子保管

選別された種子を200本バケツ(直径35cm、高さ31cm)に直立させて入れ、水を半分入れて直射日光の当たらない場所に保管する(図17)。

保管期間については、最長10日間とする。決してカリックス(果実)部分を長期に水に浸けてはならない。



図17 *B. gymnorrhiza*の保管

d 播種

ポット準備：苗床準備：ぼっと苗床設置：*R. mucronata*と同じ。

播種：*R. apiculata*と同じ(図18)。

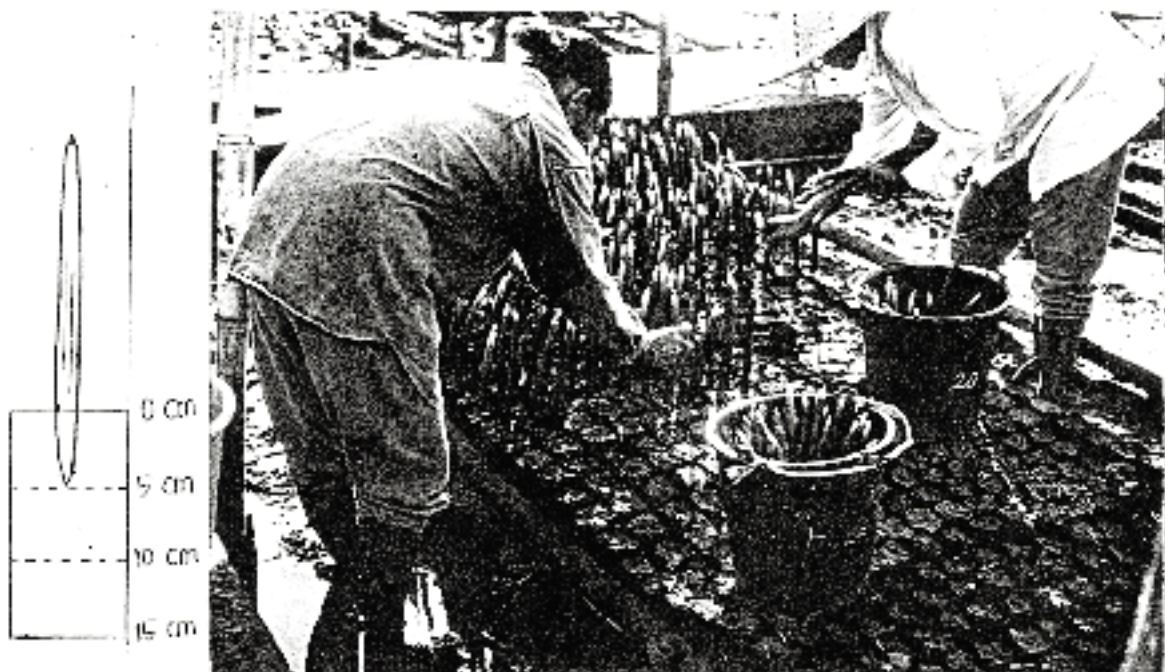


図18 *B. gymnorrhiza*の播種

e 養苗

播種補正：

播種後1週間に差し込まれた種子を調査し、流失、幼芽折損した種子を交換補植する。附着しているカリックスの除去、倒伏した種子の立て直しをする。

灌水：*R. mucronata*と同じ。

日陰：

30%遮光ネットを使用し、前後、両側にも支柱の高さの3分の2垂れ下げる。山出し1ヶ月前に取り外す。(ハードニング)

f 山出し(図19)

*R. mucronata*と同じ。

山行苗の規格：

苗長 35cm以上 展葉数 6枚以上 育苗期間 3 - 4ヵ月

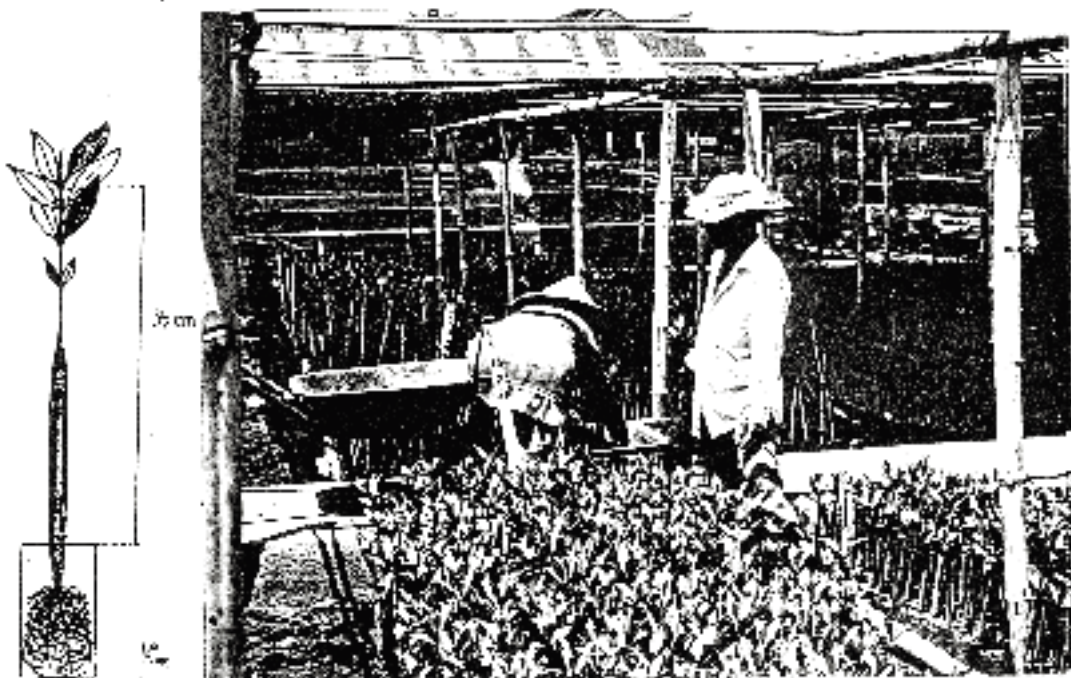


図19 山出しと山行苗規格

3 - 4 . *Sonneratia alba* J.sm.

a 種子採取

成熟種子：

普通種子で成熟した果実から成熟した種子が離脱する。外観の特徴から、樹上の果実の成熟度は判別できない。

成熟した果実はカリックスから離脱し落下するか、また、カリックスを付着したまま落下するが、この場合も容易にカリックスから離脱する。この成熟し落下した果実は潮汐で簡単に分解し種子を分散する。そして、果実も、さらに分散した種子も殆どが潮汐に浮遊する。また手でも果実の分解が出来、簡単に種子を取り出すことができる(図20)。

成熟した種子は殆ど蛾の幼虫の被害を受けており種子の量にもバラツキが大きい。

未熟果実は水に浮かばない、また種子の脱離が非常に困難である。

採取時期：

バリ、プラパットベノア国有林で、年2回で、4、5、6、月および9、10月になっている。

採取方法：

落下した成熟果実は潮汐に浮遊し流失するので、満潮の潮が到達する前に拾いあつめる。トラップを使用することもよい(図21)。この場合、大きめ果実の多い場所にトラップを設置しなければならない。

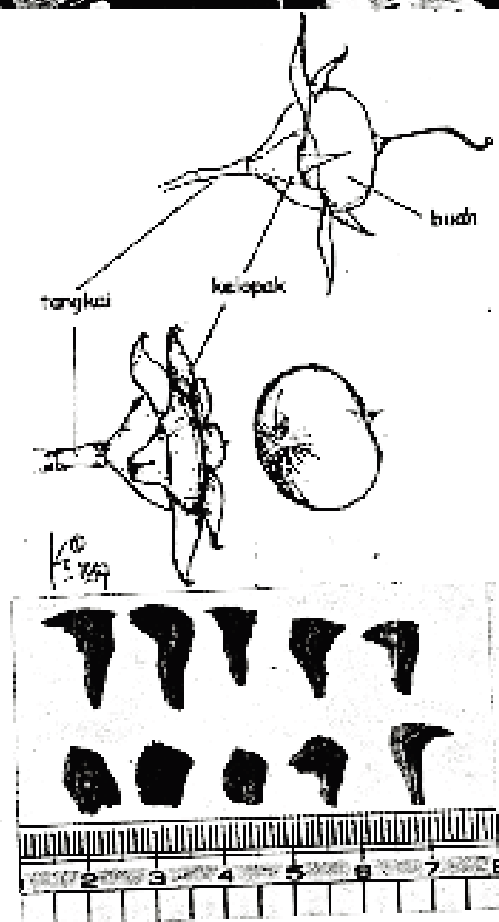


図20 *S.alba*の成熟種子

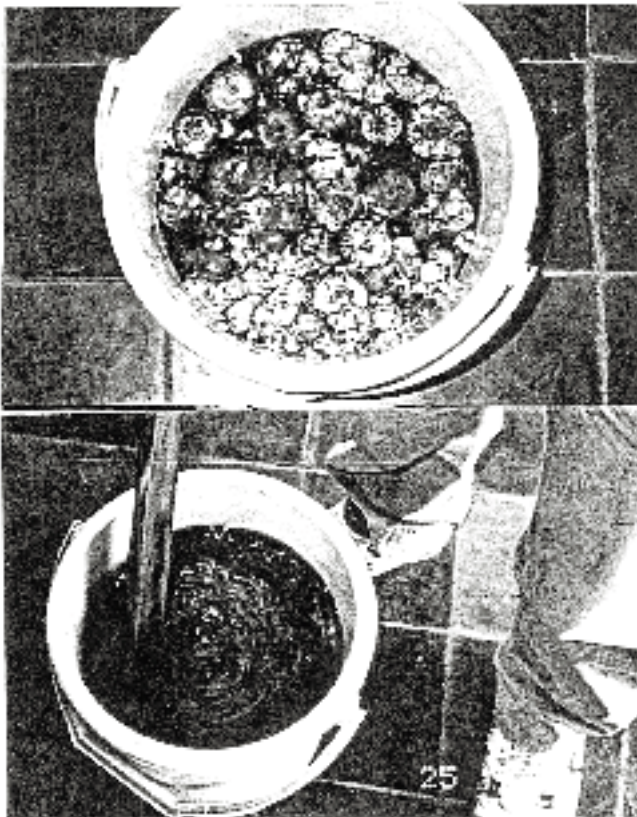




図 2 1 トラップを使用した*S.alba*の種子採取

b 種子の脱粒 および選別

種子の脱粒は下記の作業手順（図 2 2）で行う。



A 水を 8 分に満たしたバケツに採取した果実を約 5 0 個にいれて約 2 時間放置する。

B 棒で充分かき回す。

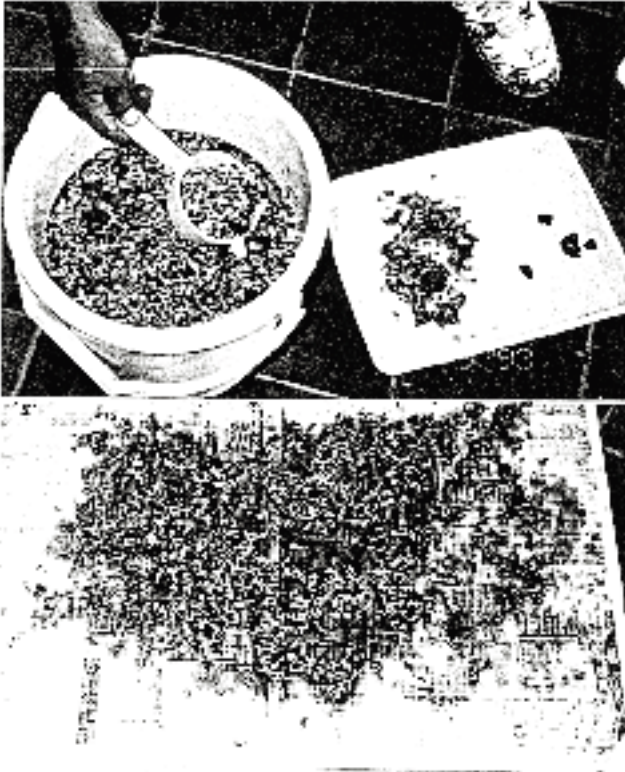


図 2 2 種子脱粒の作業手順

C 種子は果実から分散して大部分は浮くのでまず浮いた種子を茶漉しで掬いとり別の水のいれたバケツに移しさらに棒でかき回し洗浄し茶漉しで掬いとる。

D 作業台の古新聞にひろげて選別する。虫害を受けた種子は褐変黒変し数粒固まっているのが多くこれを除去する(図 2 3)。さらに挟雑物、極端に小さい種子を取り除く。

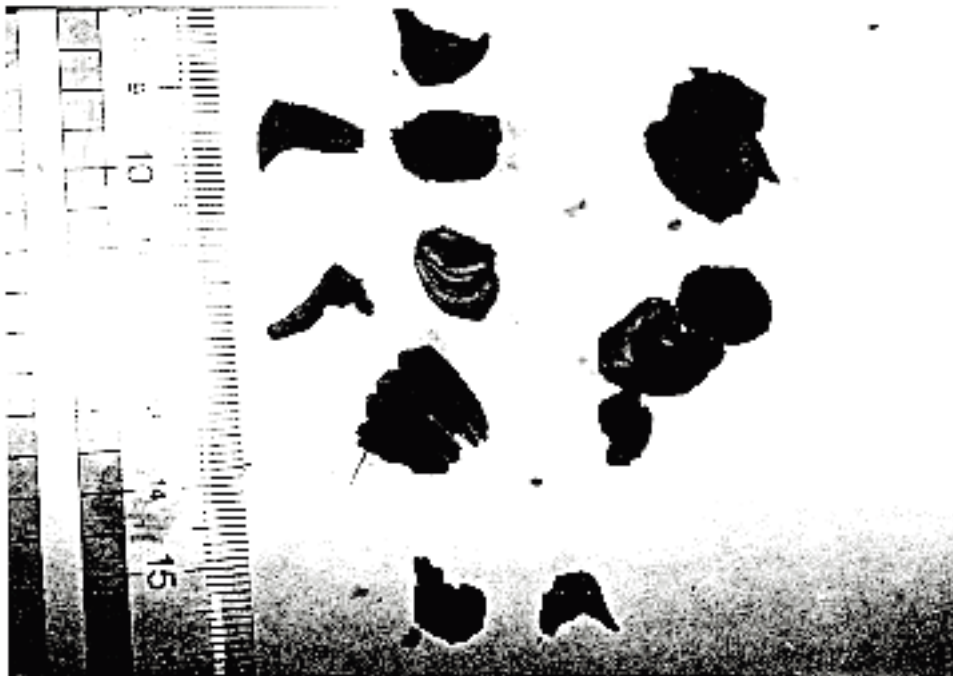


図 2 3 虫害被害種子

c 種子保管

選別した種子を約 500 粒毎に、水を 8 分にいれたバケツ(直径 35 cm、高さ 31 cm)に入れ、ネズミの食害を防ぐためかならず蓋をして、冷暗部に置いて保管する(図 2 4)…。保管された種子は 2 日殆ど沈み、吸水により種皮の幼根部の割れが目立ち始める。5 日目では発芽を始める種子も出てきて、1 週間では幼根を伸ばし水面に浮かぶ種子もあるので、保管は 5 日間が限度となる。



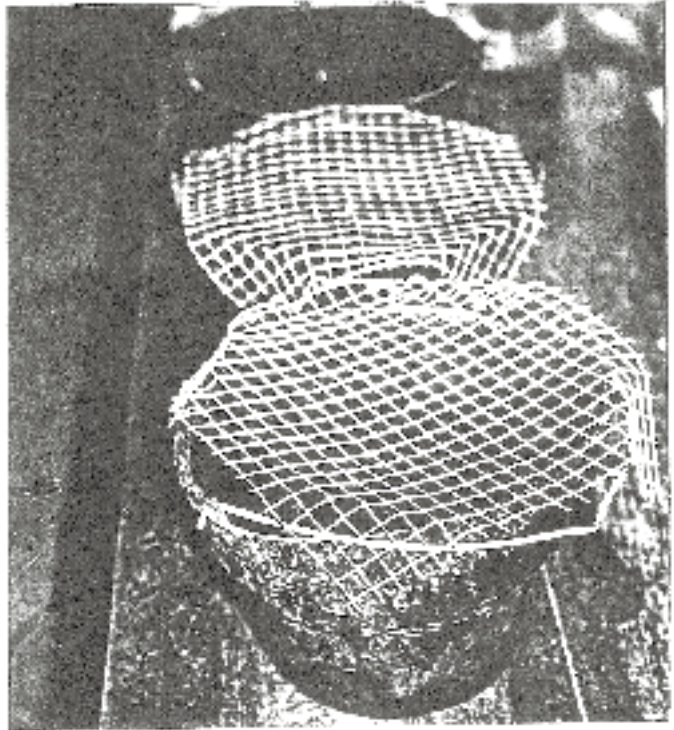


図 2 4 *S.alba*の保管

d 播種

ポット準備：

用土は他の樹種に使用する養殖池跡地の土手から採集した土壌に牛糞を容積比で3割混入して調整する。牛糞は苗畑で3～4日間天日で乾燥し、土壌のフルイ器にかけ、残りはさらに2～3日乾燥してから砕いてフルイにかける。土壌7に対してフルイにかけた牛糞3を混入してよくかき混ぜてポット用土を調整してポットに用土を詰め、プラスチック箱に42個のポットを詰めて保管する。

苗床準備：

カニの侵入を防ぐため、ビニールシートを敷いた竹枠苗床に支柱をたて、防除ネットで全体を覆う。これで蛾の幼虫の被害も防除出来る。さらにネズミの害を防ぐため周囲、上面を金網で囲む。金網は播種から2ヵ月間で取り外す(図25)。

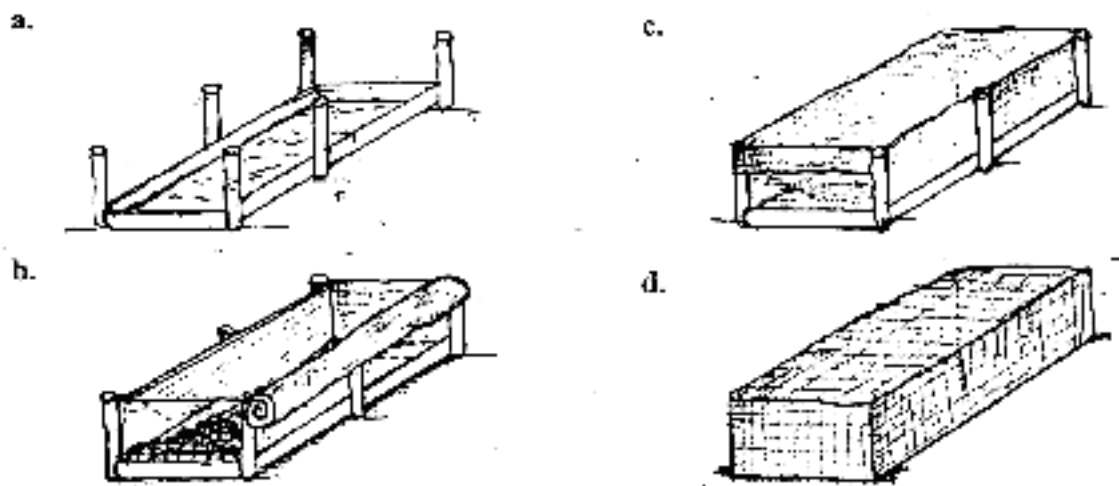


図 2 5 防除ネット及び金網設置の苗床

ポット苗床設置：

4人1組、管理歩道側から開始する。

播種：

作業員2人1組、ポット設置後灌水しポットを完全に冠水し用土を濡らす。

播種は精選した種子をふたつきのプラスチックの小箱に水と一緒にいれ、両側から1ポット当たり2粒幼根側を差し込む。幼根側の判別は、水分を吸水した種子は最初に幼根側が割れるので(図26)これをもって訓練しておく。播種終了、ネットを針金でしっかり留め閉じる。

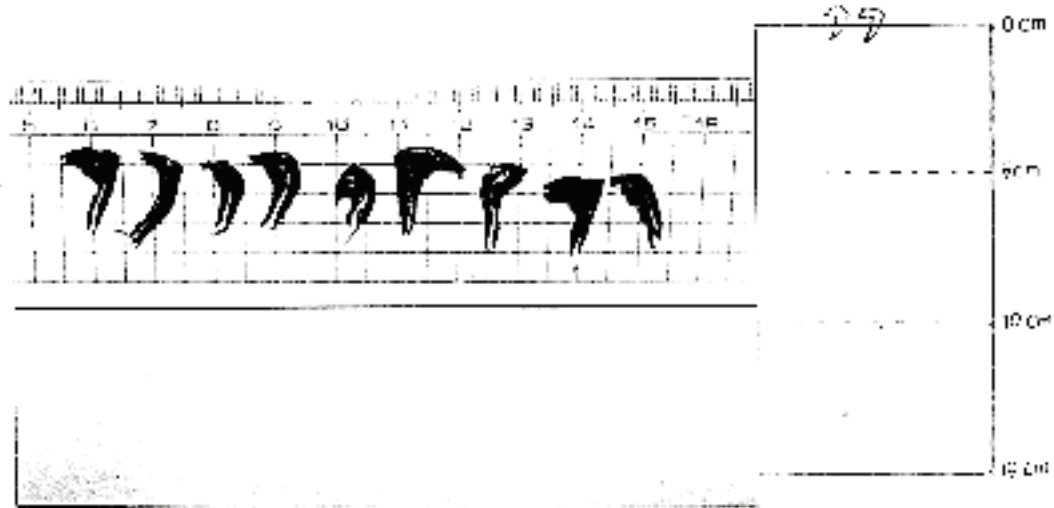


図26 *S.alba*の播種

e 養苗

播種の補正：

播種後2週間に発芽調査をし、発芽しなかったポットには再度播種する。

1ヵ月後苗木生存を調査し、幼苗の枯死したポットには、2本発芽した他のポットから、あるいは播種時発芽箱で育成した幼苗を移植する。

灌水： 1日2回各2時間散水する。

日陰： 50%遮光ネットを使用し、しっかりと木箱苗床に取り付ける。山出し1ヶ月前に取りはずす(ハードニング)。

被害防除(潮間帯苗畑)：

1) ネズミ

加害種：えび養殖池跡地に生息するノネズミであるが、種は同定していない。

被害：播種前の種子、潮間帯の苗床にも侵入し種子および発芽稚苗を食害し全滅させる。

防除：種子は必ず容器に入れて蓋をする。苗床の被害は、播種から1.5ヶ月間、苗床に金網をはり、防除する。毒餌を使用してネズミを駆除してもよい。



## 2) カニ

加害種：*Sesarma bidens* (台湾ベンケイガニ ?)(図27)

被害： 発芽を開始した種子、2～3ヶ月の幼苗を採食、又この場合被害は部分的であるが、苗長10cm位の苗木でも根元約4～5cmの幅で巻枯らし状に樹皮を採食しやがて枯死にいたらしめる。苗木の成長にしたがって被害は減少するが、葉の食害等、育苗期間中被害を受ける。

防除： 苗床全体を防除用プラスチックネット3mmメッシュで覆う(図25)。

## 3) ハマキガ類の幼虫

加害種：*Lasiognatha leverii* (Bradley)、ヒメハマキの幼虫(図28)

被害： 苗床で遮光ネットを取り外すと(4～5ヵ月苗)加害が始まる。加害は殆ど最上部の葉から始まるが、頂芽を包んで対の葉を重ね併せて閉鎖し葉は捻転する、その中で幼虫が食害して成長する。頂芽を食害されるので成長が著しく落ち、苗木の品質が低下する。被害は全体に広がり、激害では全て落葉し枯死に到る。

防除： カニおよび蛾の幼虫の被害防除のため3mm網目のplastic netで苗床全体を覆う(図25)。



図27 *Sesarma bidens* (台湾ベンケイガニ ?)

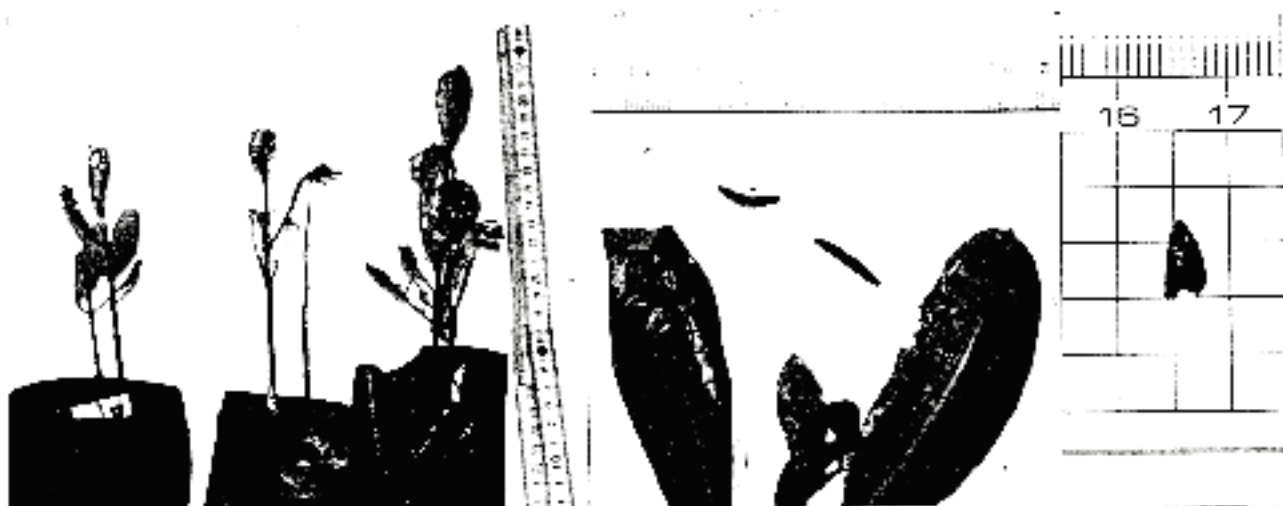


図28 ヒメハマキの幼虫の害

- f 山出し (図29)  
*R. mucronata*と同じ。

山行苗の規格：

苗長 15 cm以上 展葉数 6枚以上 育苗期間 5 - 6か月



図29 山出しと山行苗規格

陸上苗床での育苗

潮間帯苗床で、特にカニによる被害防除がうまくできない場合、陸上の苗床で育苗し、山出し前えに潮間帯に移動してハードニングして育苗をすることも出来る。この場合、ネズミの食害、アブラムシによる被害、蛾の幼虫による葉の食害があるので防除して育苗する。陸上苗床で4ヵ月養苗し1ヵ月潮間帯苗床に移してハードニングをする。以下は潮間帯苗床と作業が異なる部分について記述した。

播種

木枠苗床、高さ40 cm幅1 m長さ3.8 m底板無しを作成し、カニ穴のない場所を平らにして固めて設置する。ビニールシートを床に敷き込みポットを設置する。

播種終了後遮光ネットで直接木箱苗床に張り、ネズミの侵入を防ぐため金網を張る。

b 養苗

播種補正：

播種後2週間に発芽調査をし、発芽しなかったポットに再度播種する。

1ヵ月後苗木生存を調査し、枯死したポットには幼苗を移植する。このため播種時に発芽箱でも播種し準備しておく。

灌水：

1日2回各2時間散水する。

日陰：

50%遮光ネットを使用し、潮間帯苗床に移す前に取りはずす（ハードニング）。

被害防除：

1) ネズミ：潮間帯苗床と同じ。

2) アリ

加害種：黒色の小型のアリ、種は同定されていない。

被害： 播種直後の種子を食害するか持ち去る。

防除： 苗床に敷込んだビニールシートの四方の縁をポットの高さまで持ち上げ、ポットを冠水させて播種する。発芽後シート穴をあけ排水を良くする。

3) アブラムシ

加害種：アブラムシ、種の同定はしていない。

被害： 陸上育苗床で2～3ヶ月育苗苗に発生する。特に苗木の上部の葉の裏面に付着し急激に増加する。同時に蟻も多数発生する。葉は裏面に巻き込み萎凋し、生長が抑制され放置しておくとも枯死する。

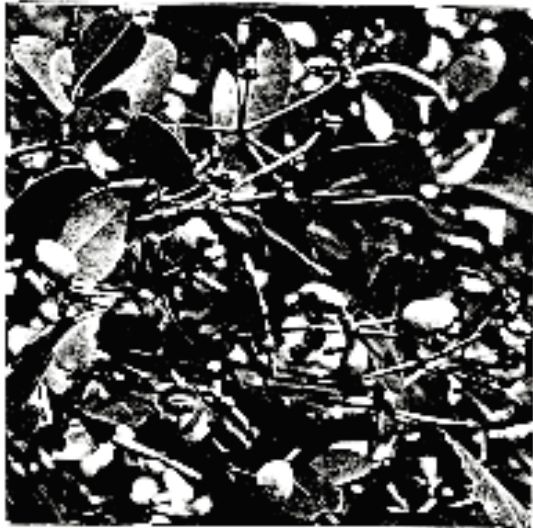
防除： スミチオン乳剤800～1000倍液を散布して防除する。或いは潮間帯苗床に移動して育苗する。

4) 蛾の幼虫による葉の食害

加害種：*Dasychira* sp. (Lepidoptera Pyralidae ae)

被害： 陸上育苗床だけで被害が発生し、幼虫が葉を食害する。

防除： 遮光ネットが防虫効果を示すので遮光ネットを正確に取付ける。遮光ネット取り外し以後はよく調査し、補殺する。被害が拡大した場合はスミチオン乳剤800～1000倍液を散布する。



3 - 5 . *Avicennia marina* Forsk.

a 種子採取

成熟種子：

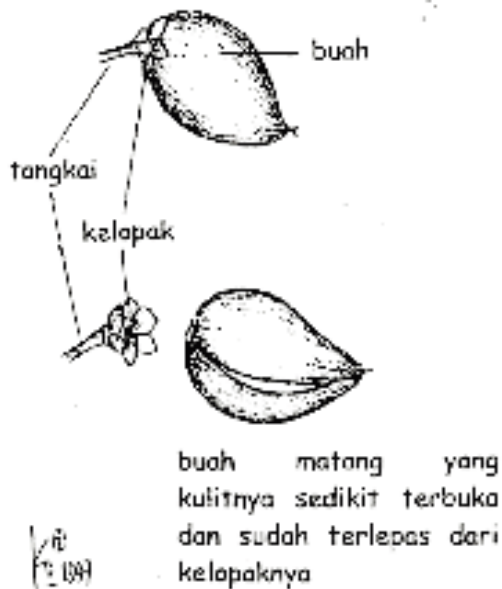
成熟種子は樹上で、種皮の色が薄緑から薄黄緑に変化しカリックスから離脱して落下する。また微小数であるが種皮開裂するものもある(図30)。

採取時期：

バリ、プラバットベノア国有林では12月から2月になっている。

採取方法：

樹上の種子をもぎ取る。出来るだけ大きめの種子を取る。



b 種子選別

カリックスを除去しながら虫害(図32)の有無を調べ、重量を測定する。また1.5グラム以下は除去する。

c 種子の剥皮

選別した種子を水のいれたバケツに翌朝まで入れる。殆どの種子は自然に種皮が剥離するが、剥離していない種子は手で皮を開く(図31)、種皮を除去し水を交換して保管する。

d 種子の保管

水のいれたバケツで冷暗所に置き1週間は保管可能である。この場合種子を多量に入れると腐敗する恐れがあるので、種子は水の量の5分の1位にする。

図30 *A. marina*の成熟種子





図3 1 種子の剥皮



図3 2 被害種子



d 種子の保管

水のいれたバケツで冷暗所に置き1週間は保管可能である。この場合種子を多量に入れると腐敗する恐れがあるので、種子は水の量の5分の1位にする。



図3 3 種子保管

e 播種

種子は潮汐で流失する恐れがあるので発芽および2ヶ月養苗を陸上苗床で行う。

ポット準備：*R. mucronata*と同じ

苗床準備：

日陰支柱作設、日陰ネット取り付け、竹枠取り付け、金網で保護柵取り付け蟹穴を石で塞ぐ。

ポット苗床設置：*R. mucronata*と同じ。

播種：(図34)

ポット設置後散水してポットを完全に冠水し用土を濡らす。

種子は保管したバケツのまま水を半分捨てて運搬する。播種は種子の幼根部を座らせるように軽く押さえる。深く差し込むと種子の腐敗を招く。

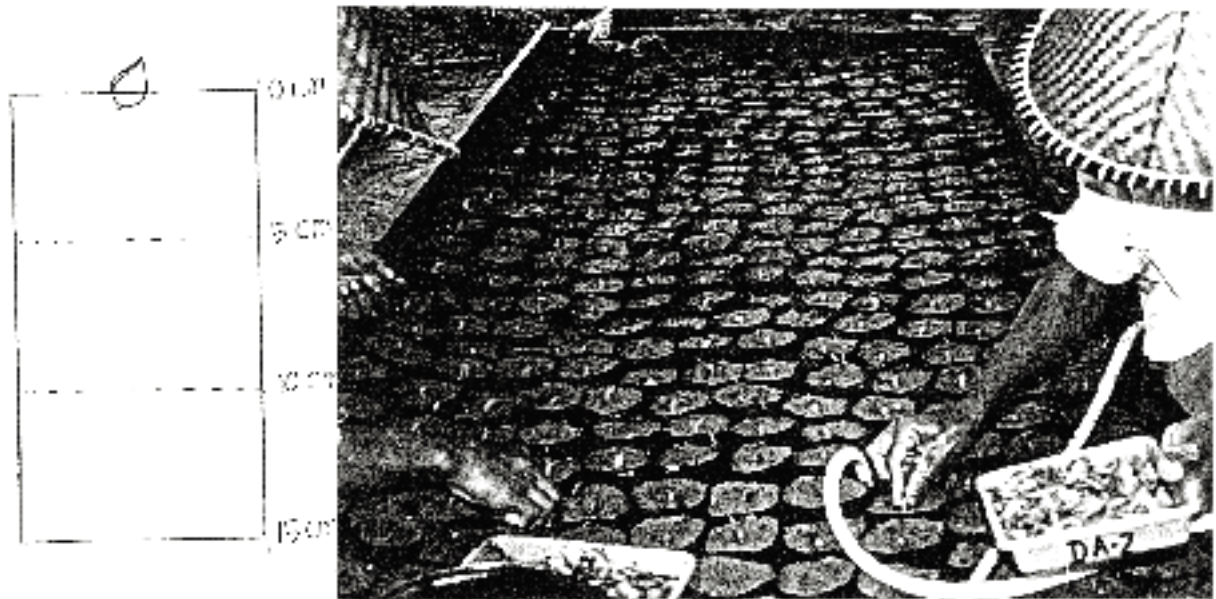


図34 *A. marina*の播種

f 養苗

播種補正：

播種後10日目に発芽調査し、発芽していない種子は交換する。

灌水： 1日1回充分に灌水する。

日陰： 50%遮光ネットを使用し、前後、両端にも垂れ下げる。

虫害防除：

蛾の幼虫(図35) 遮光ネットを垂れ下げ苗床をカバーすることで防除できる。

遮光ネットを取り外した後は捕殺し、大被害になった場合はスミオチン800~1000倍液を散布する。また、潮間帯苗床に移動して育苗すれば被害を受けない。





図35 蛾の幼虫の被害

カニの被害防除：

陸上苗床では*Neopisesarma* (*Neopisesarma*) *lafondi* (オオガニ)、*Cardisoma carifex* (ペンケイカニ)の被害を避けるため蟹穴を発見次第石で塞ぐことが必要。

g 山だし(図36)  
*R. mucronata*と同じ。

山行苗の規格：

苗長 30cm以上 展葉数 6枚以上 育苗期間 5 - 6か月



図36 山出しと山行苗規格





3 - 6 . *Cerriops tagal* C. B. Rob.

a 種子採取

成熟種子： 胎生種子で、樹上に果実が着生したままで種子が発芽して、胚軸が生長し、黄色のコテレドンが出現し発育し、その長さが1 cm ~ 1.5 cmになる(図37)。成熟した胚軸はコテレドンから脱離し、落下する。

採取時期：

バリ、プラパットベノア国有林で8月、9月になっている。

採取方法：

樹上の種子をもぎ取る。落下した種子は、まだ発根しない新鮮な種子のみ採取する。採取された種子はプラスチックの編袋(55 cm x 85 cm、)に入れ、日陰に置き、終了後苗畑に運搬する。

b 種子選別

苗畑に集荷した種子は水を満たした苗木箱にいれ、洗浄し、外観より幼芽およびはい軸が健全なものを選別し、萎凋したり、発根している種子は除去する。作業は全て直射日光の当たらない場所で行う。

c 種子保管

選別した種子をバケツ(直径35 cm, 高さ31 cm)に直立させて入れ、水を一杯にして直射日光の当たらない場所に保管する、また保管虫は一日一回ホースで種子の上部が充分濡れるように散水する。保管期間については、最長10日間とする(図38)。

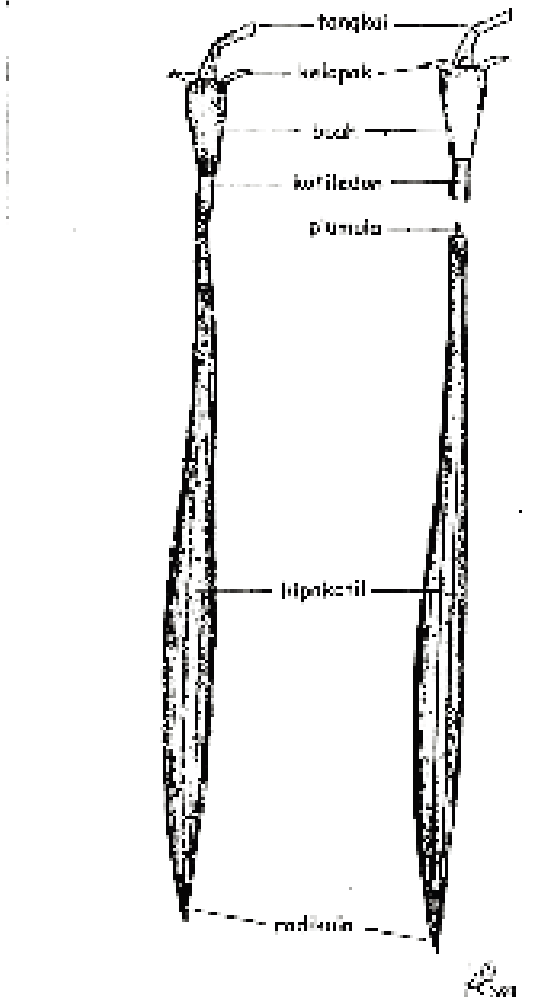


図37 *C. tagal*の成熟種子

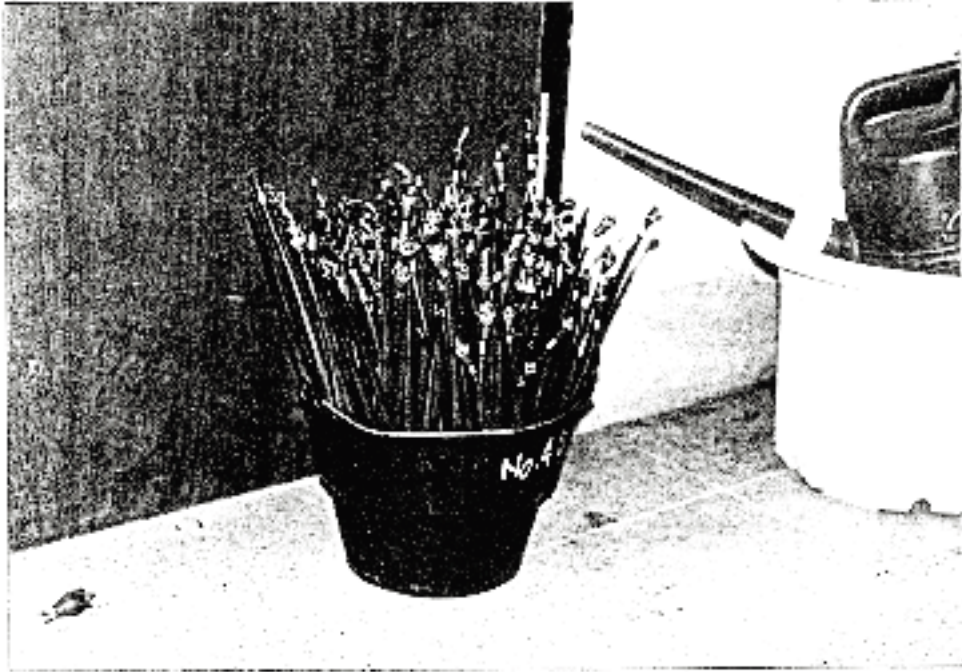


図38 種子保管

d 播種

ポット準備：苗床準備：ポット苗床設置：*R. mucronata*と同じ。

播種（図39）：*R. apiculata*と同じ。

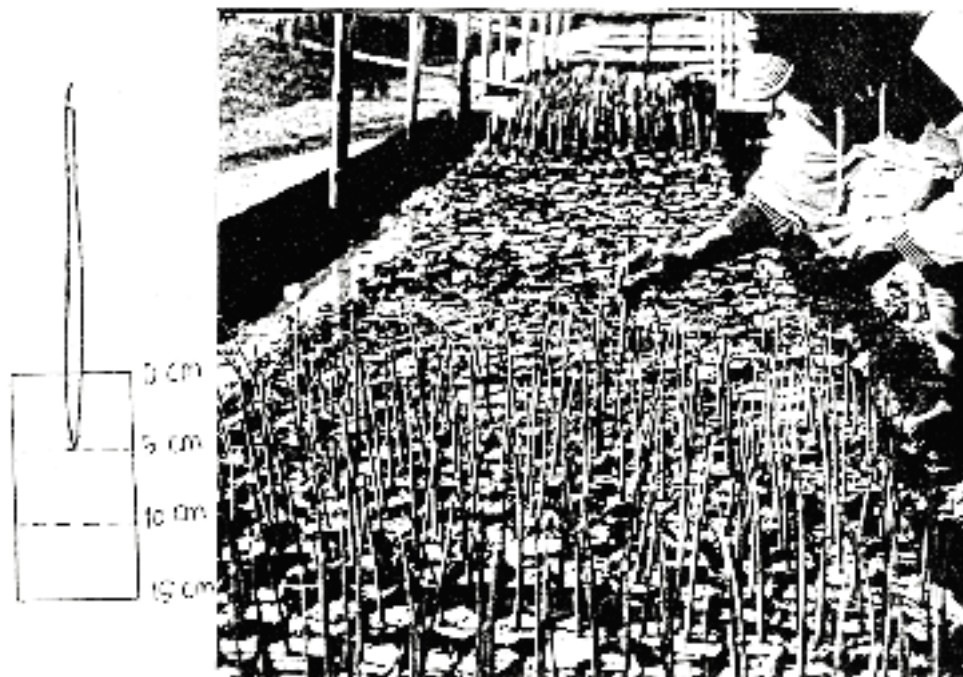


図39 播種

e 養苗

播種後1週間に差し込まれた種子を調査し流失、幼芽折損した種子を交換補植する。また倒伏した種子の立て直しをする。

灌水：*R. mucronata*と同じ。

f 山出し（図40）

*R. mucronata*と同じ。

山行苗の規格

苗長 20cm以上 展葉数 4枚以上 育苗期間 6 - 7か月

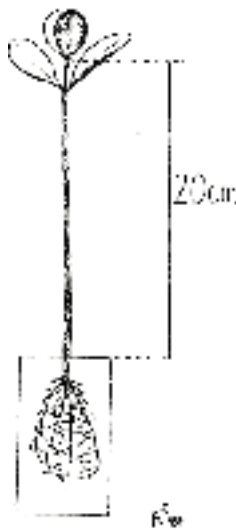


図40 山出しと山行苗規格



3 - 7 . *Xylocarpus granatum* Koenig.

a 種子採取

成熟種子： 成熟した果実は果皮に亀裂が生じ割れが進行し種子が落下分散する。種子は茶褐色を呈し灰色の大きな斑点が見られ胚軸がはっきり現れる。まだ果皮が割れずに落下あるいは採取して、成熟度がはっきりしない果実は、水に浮かべると、成熟し始めた果実は水に浮き、そのまま水に浮かしておくと、やがて果皮が割れ種子を分散する。

一方未熟の果実は底に沈んでやがて腐敗し始める。これから取り出した種子はピンク色で胚軸がはっきりしていない(図41)。

採取時期：

バリ、プラバットベノア国有林で、採取時期は9～11月になっている。

採取方法：

皮の割れた果実をもぎとる、落下した種子あるいは果実を拾い集める。

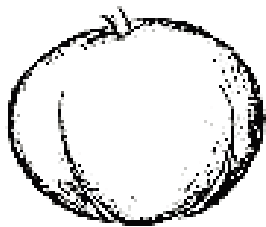
b 種子の脱離

採取した果実を水を入れた苗木箱にいれ浮かべておくと、果皮が割れ、種子が自然に脱離する(図42)。

c 種子選別

浮かんでいる種子を掬い取る。

種子の多い場合は大きい種子を選ぶ(300g.以上)



buah matang yang kulitnya sudah retak menurut ukuran



bercak abu-abu

radikula

biji yang sudah tua berwarna coklat tua dengan bercak abu-abu dan radikula terlihat jelas.

図41 *X.granatum*の成熟果実と種子



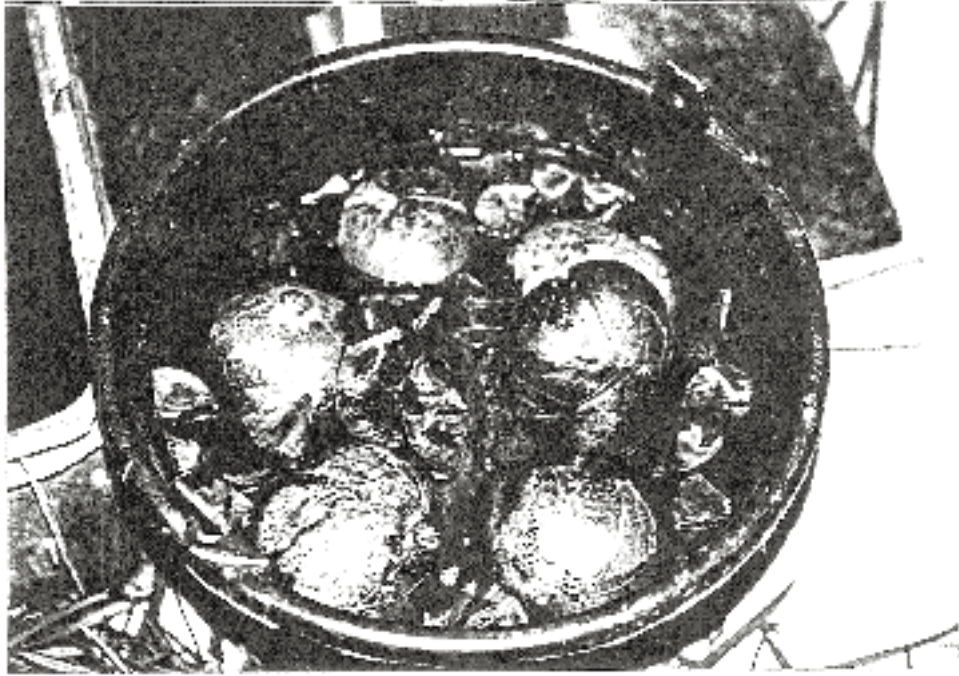


図42 浸漬による種子分散

d 種子の保管

プラスチックのバケツに水を入れ、分離した種子をいれて直射日光の当たらない場所で保管する(図43)。保管期間は10日間(発根が多くなるため)、保管中、自然に種子は幼根部を下に浮かぶが、極まれに上向き(幼根部を上にして浮かぶ)になる種子があるので裏返す。



図43 種子保管

e 播種

種子は潮汐で流失する恐れがあるので発芽および2ヶ月養苗を陸上苗床で行う。

ポット準備：苗床準備：ポット苗床設置：*R. mucronata*と同じ。

播種：

ポット設置後散水してポットを完全に冠水し用土を濡らす。

種子は保管している苗木箱から掬いバケツに入れ、運搬する。

播種は種子の幼根部を座らせるように軽く押さえる。深く差し込むと種子の腐敗を招く（図44）。



図44 *X. granatum*の播種

f 養苗

2ヵ月間陸上苗床で養苗した苗木を選別し、潮間帯苗床に移動して養苗する。

播種補正：

播種後10日目に発芽調査し、発芽していない種子は交換する。

灌水： 1日1回充分に灌水する。

日陰： 30%遮光ネットを使用し、1.5ヵ月で遮光ネットをとりはずす。

カニの被害防除：

陸上苗床では*Neopisesarma (Neopisesarma) lafondi*（オカガニ）、*Cardisoma carifex*（ベンケイカニ）の被害を避けるため蟹穴を発見次第石で塞ぐ。



苗木選別：2ヵ月の養苗の終わり、次のように苗木を選別する。

発芽、伸長し十分に展葉した苗木： 潮間帯苗畑に移しハードニングをする。  
発芽し、伸長過程未展葉の苗木： さらに1ヵ月の養苗継続する。  
発根だけ、枯死、紛失： 除外する。

ハードニング 潮間帯苗木に選別した苗木を移し1ヵ月間ハードニングする。

g 山だし(図45)  
*R. mucronata*と同じ。

山行苗の規格：

苗長 40cm以上 展葉数 6枚以上 育苗期間 3 - 4ヵ月

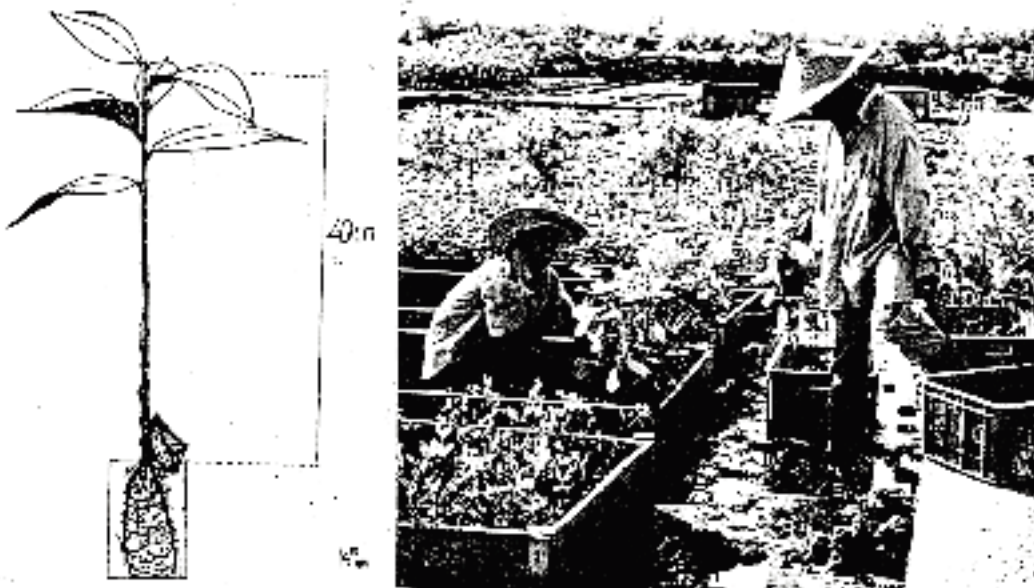


図45 山出しと山行苗規格