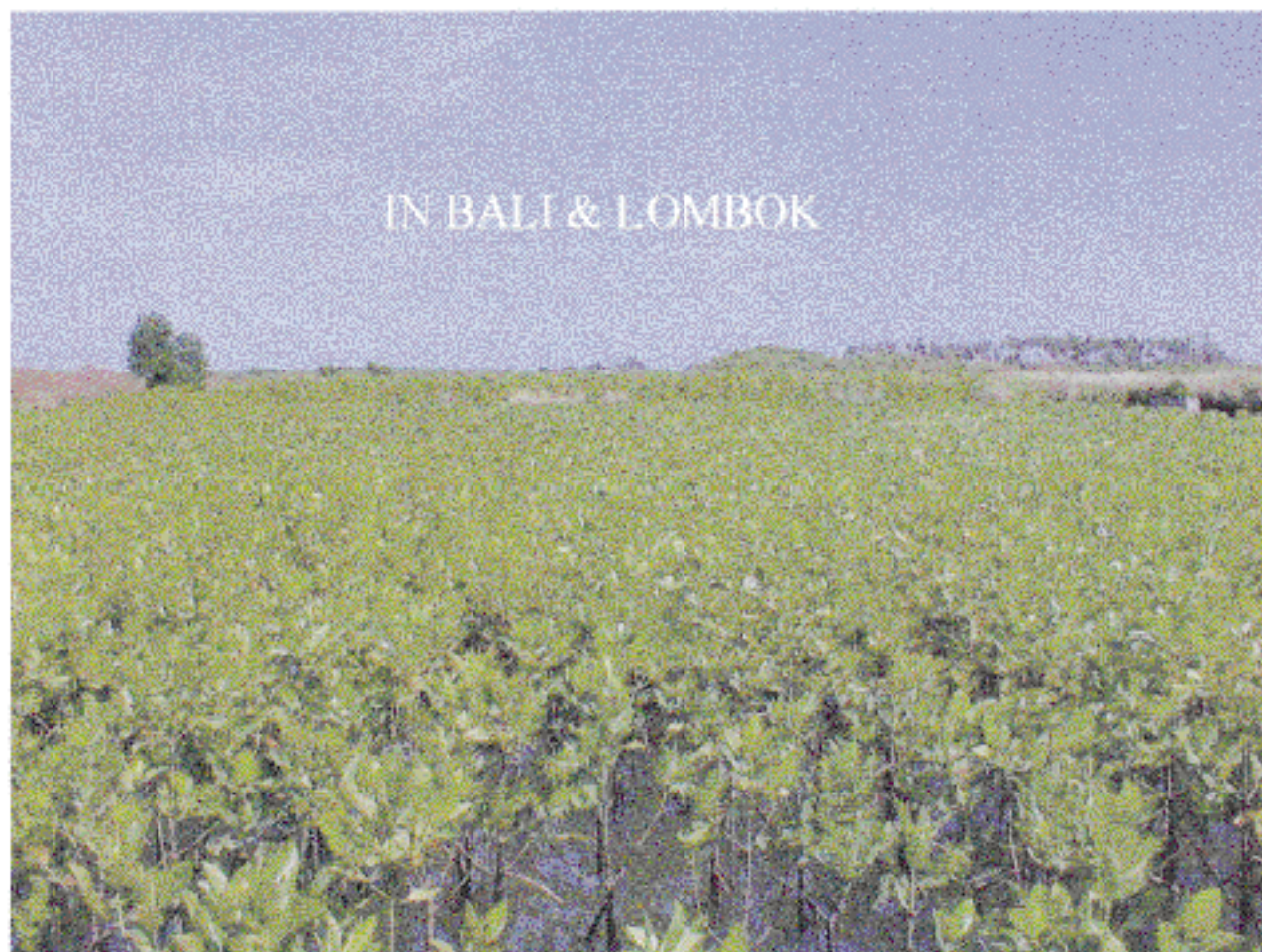


マングローブ造林マニュアル



BY **Keluke TANIGUCHI**

Shinji TAKASHIMA

OLIYA SUKO

目 次

はじめに

1 背景	1
2 目的	1
3 定義等	1

植栽の準備

1 事前調査の準備	3
1) 調査機材	3
2) 調査日程	4
3) 植栽地周辺の社会・経済的環境	6
2 事前調査の実施	6
1) 境界調査	6
2) 造林事業に必要な施設を見積もるための調査	6
3) 必要な苗木量の見積もりのための調査	7
4) 植栽樹種を選定するための調査	8
5) バリ島及びロンボク島における主たる植栽樹種	10
6) その他の調査	13
7) 研究機関との連携	13
8) 調査事項の整理	13
3 植栽計画の作成	15
1) 植栽経費の積算	15
2) 苗木量の積算(植栽間隔)	15
3) 植栽樹種を選定	21
4) 植栽作業施設	24

育苗と種子供給

1 種子供給	25
1) 種子の採取時期	25
2) 種子の選別	29
3) 種子の保存	29
4) 種子の採取経費	30
2 育苗施設	30
1) 苗畑の設置場所の選定	30
2) 苗畑作成の準備作業	30
3) 苗床の作成	31

3	養苗	32
1)	用土	32
2)	播種	32
3)	被陰管理	33
4)	灌水管理	33
5)	育苗期間	34
6)	病害虫対策	34
7)	山出し作業	34

植栽作業

1	植栽の準備	35
1)	施設・資材等の植栽準備	36
2)	苗木輸送	39
2	植栽	41
1)	植栽時期	41
2)	作業可能な時間帯	41
3)	植栽間隔の測定	41
4)	植え穴	42
5)	その他	43

管理

1	補植	45
1)	生存率の測定	45
2)	補植の実行	46
2	保護	47
1)	被害要因とその対策	47
3	カイガラ虫防除	50
1)	加害種	50
2)	本種の加害内容	50
3)	防除対策	51

マングローブ造林マニュアル

はじめに

1 背景

本手引きは、1992年からインドネシア政府林業・農園省と日本政府（国際協力事業団／JICA）の協力のもとにバリ島及びロンボク島において実施された「マングローブ林資源保全開発現地実証調査」における約230haの試験造林、生態調査、森林経営調査、育苗試験などで得られた成果・経験に基づき作成した。



Photo 1a; Plantation at Gili Petagan



Photo 1b; Plantation at Bali site

2 目的

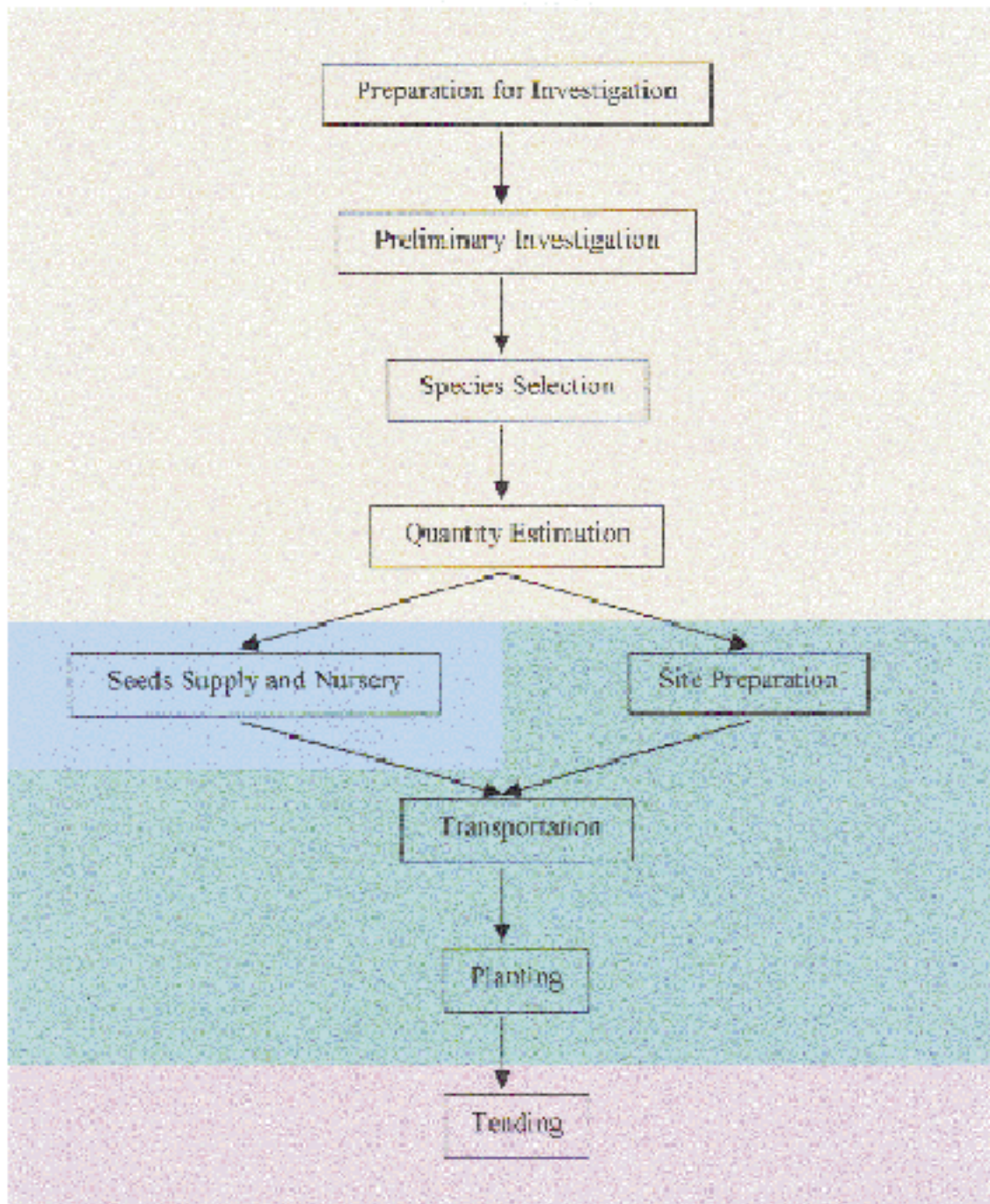
マングローブの造林に携わる現場技術者が実際の造林作業を現地で適切に指導できるように実際の造林作業の流れに沿った記述を行っている。

バリ島及びロンボク島（珊瑚伐採跡地／潮汐影響地）においては、本手引きを参照することによって、適切かつ効率的なマングローブ造林事業の実施が可能である。

3 定義等

本書は、バリ、ロンボク島での植栽試験結果に基づいて開発された技術を基に記述しているため、植栽地の状況が異なるその他の地域では、造林対象地及びその周辺における天然分布の状況、地盤高（主として潮汐の条件）、塩分濃度、マングローブ林構成樹種の開花結実習性などのマングローブの群落を構成する諸条件を把握して、本書に記載されている技術を検証すれば、本書に記載されている技術を利用した、その地域に対応した造林マニュアルの作成が十分可能である。

Flow Chart of Planting Activities



植栽の準備

造林事業を効率的かつ確実に成功させるためには、植栽を予定する箇所の生育環境を事前に把握しておくことが極めて重要である。

特に、人為が加わりその生態系が著しく破壊されたようなところでは、近隣の天然林に存在する樹種をそのまま植栽しても、その生育は期待できない。このため、その生態系破壊の程度、地形の変化の程度を的確に把握してから、その環境に応じた樹種の選択、植栽の準備をすれば、より確実な生育と改植などのコストの削減が期待できる。

本項では、事前調査の準備から植栽の計画を樹立するまでを記述する。

Table 1 List of Investigation Aids

Items	Items	Items
Topographical Maps	Tripod	Sledge Hammer
Base Map	Measuring Rope	Shovels
Forest Management Plan Map	Aluminum Measuring Pole	Soil Boring Stick
Land-Use Classification Map	Survey Poles	Recording Sheet
Vegetation Map	Survey Stakes	Mangrove Handbook
Tide Table	Bamboo Stakes	Insect Repellent
Surveying Compass	Colored Paint	Miscellaneous

1 事前調査の準備

事前調査を効率的に行うために次のような準備をすればよいであろう。

1) 調査機材

現地調査には、造林作業に必要な河川、道路、水路及び関連施設の位置が示された地図（縮尺2万分の1程度）、造林予定地の区域を示す地図（縮尺5千分の1）及び造林地周辺の土地利用の計画が分かる地図を用意すべきである。さらに天然林の分布を示す植生図があれば、より効率的に調査を実行することが可能である。

これらの地図は、KANWIL、DINASの林業関係事務所に申請すればそのコピーを入手できる。

また、マングローブ林の分布域は、潮汐の状況によって作業時間が左右されるので、造林予定地に最も近い港湾の事務所に行って潮汐表（DAFTAR PASANG - SURUT）を購入すべきである。

植栽区域を現地で明示するためにポケットコンパスや巻き尺などの測量機材、表示用の竹などのほか記録用紙を用意する。

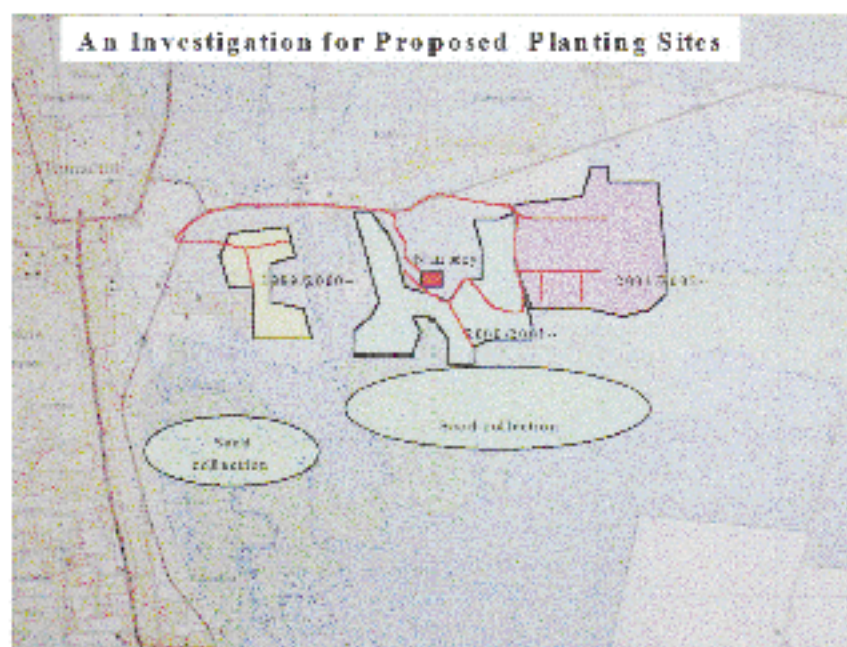


Photo 2: A Topographic Map of the Bali Site

Table 1 List of Investigation Aids

Items	Items	Items
Topographical Maps	Tripod	Sledge Hammer
Basic Map	Measuring Rope	Shovels
Forest Management Plan Map	Aluminum Measuring Pole	Soil Boring Stick
Land-Use Classification Map	Survey Poles	Recording Sheet
Vegetation Map	Survey Stakes	Mangrove Handbook
Tide Table	Bamboo Stakes	Insect Repellent
Surveying Compass	Colored Paint	Miscellaneous

2) 調査日程

マングローブの造林地域は、潮汐によって可能な調査の内容が異なるので、調査項目によって、潮汐表に従って調査日程を検討する。少なくとも満潮時と干潮時における造林予定地域の状況を把握することが必要である。

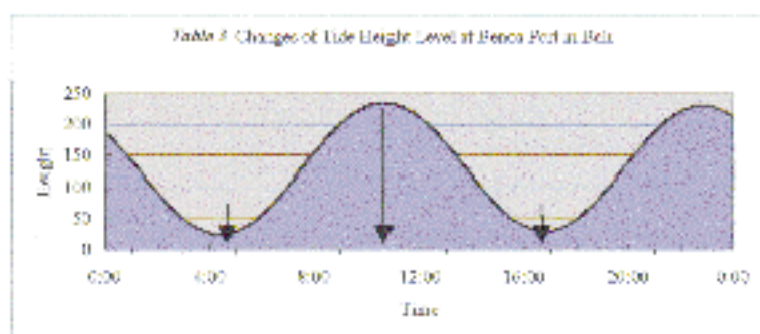
- a 土壌の様々な状態は干潮時に調査する必要がある。
- b 樹位を測定する際には、満潮になる前に現地に入る必要がある。
- c 既存の水路が使用可能な時間帯などを調査する必要がある。

Table 2 Tide Table at Benoa Port in Bali

BENOA(BALI)		APRIL, 1999																								W. of GMT +8.00	
08.75-115.27																											
Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Time	1	
1	14	5	5	3	3	5	10	15	20	22	22	21	17	12	7	4	3	3	3	10	13	22	23	21	1		
2	17	12	7	3	3	4	8	13	18	21	24	24	20	15	9	6	7	7	8	11	18	21	23	21	2		
3	22	17	9	5	2	2	5	11	17	22	25	25	23	18	10	6	7	7	7	13	18	23	21	1	3		
4	23	17	12	7	2	2	4	8	14	20	24	26	25	21	15	9	4	2	2	5	9	15	19	22	4		
5	23	14	15	10	5	3	3	6	11	17	22	25	25	23	18	10	7	3	2	3	7	11	15	20	5		
6	23	20	17	12	8	5	4	6	9	14	19	23	25	24	21	16	10	6	3	3	5	9	11	17	6		
7	17	13	18	14	11	7	6	6	8	13	18	20	23	23	20	18	14	9	6	4	5	7	10	13	7		
8	15	18	17	16	11	10	8	7	8	11	14	17	20	22	21	20	16	15	9	7	5	5	8	11	8		
9	13	15	16	16	11	11	11	10	9	10	12	14	17	19	20	19	16	15	11	10	8	7	8	9	9		
10	12	14	15	15	14	13	12	11	11	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	1	2	10		
11	8	9	11	13	14	12	12	12	14	12	12	11	10	10	12	14	13	12	12	13	17	17	15	10	8		
12	7	7	8	10	12	15	16	17	17	16	14	12	10	10	10	10	12	14	16	18	19	18	16	11	12		
13	5	6	6	7	10	13	15	16	16	15	14	13	10	8	7	6	5	4	3	11	14	17	19	16	11		
14	6	6	5	5	7	11	12	13	13	12	11	10	10	12	8	6	5	5	7	10	14	18	21	19	16		
15	12	7	4	4	5	9	11	15	22	23	22	19	14	9	5	3	4	3	11	16	22	22	22	15	12		
16	14	9	5	5	6	13	16	21	26	26	22	17	12	7	3	3	4	8	13	18	21	21	16	16			
17	17	12	7	4	5	8	14	20	24	26	25	21	15	9	4	2	2	4	9	13	19	22	22	17			
18	20	15	10	5	5	5	6	11	17	23	26	26	23	18	12	6	5	3	2	8	11	17	21	22	18		
19	23	17	12	8	6	5	5	9	16	20	24	26	25	21	16	9	4	3	3	4	8	13	18	21	19		
20	21	18	15	10	6	6	6	7	12	17	22	25	25	23	19	13	8	3	3	3	6	10	15	18	20		
21	20	19	17	13	9	6	5	7	10	14	19	23	24	24	21	15	11	7	4	3	5	8	12	15	21		
22	18	18	17	14	12	9	7	7	9	13	16	20	22	23	21	18	14	10	7	5	5	6	9	12	22		
23	15	17	17	16	14	11	9	9	9	11	14	16	19	21	21	19	17	13	10	8	6	6	8	10	23		
24	12	14	15	16	15	14	12	11	10	11	12	14	16	17	19	19	18	16	13	11	8	7	8	9	24		
25	9	11	13	15	15	15	14	13	12	11	12	13	14	15	17	17	17	16	14	12	10	8	8	8	25		
26	8	9	10	12	12	10	10	10	10	10	12	11	11	11	12	14	15	17	17	17	15	13	11	8	26		
27	7	7	8	10	11	16	18	19	18	17	14	12	10	8	9	10	12	15	17	18	18	16	14	10	27		
28	6	6	6	7	10	16	18	20	21	20	17	14	10	7	6	7	9	12	15	19	20	19	17	13	28		
29	6	6	5	5	8	12	16	20	22	22	20	17	12	8	5	4	5	9	13	17	20	21	19	16	29		
30	12	8	5	4	6	9	14	19	23	24	23	20	15	9	5	3	3	5	10	15	19	21	21	16	30		

参考 潮汐の見方

この図は、バリ島ベノア (Benoa) 港の1日 (1999年4月1日) の潮位の変化である。午前4時と午後5時頃が干潮となり、午前11時と午後11時に満潮となる。このように潮汐は月と太陽によって半日周期で干潮と満潮が引き起こされる。また、大潮時は干潮時と満潮時の潮位差が大きく、小潮時は干潮時と満潮時の潮位差が小さい。この大潮と小潮は概ね2週間の周期で大潮から小潮へ小潮から大潮と変化している。さらに季節的な潮位の変化もある。この潮汐の状況は、各地で異なりバリ島の潮位差が最大250cmに対して、ロンボク潮位差は最大で180cmとなるなど、その場所毎に異なる。



3) 植栽地周辺の社会・経済的環境

海岸線近くに多くの人が居住する地域では、造林予定地及び周辺地域の土地の所有関係や利用計画などを県の事務所、村長、農民集落のなどに会って話を聞く必要がある。特に農民集落の長からの情報は、その後の調査や造林作業に極めて有益に働くことになる。



Photo 3

Learning about the current situation from the Leader of "Kelompok Tani (Mr. M. Tsaiyeb)" at Sinjai.

a 造林を計画した地域と現地に違いがないかどうかを確認する。村長等にマングローブ林の植林計画について説明し、住民の協力の有無などを調査する。

b マングローブ林の周辺住民が植栽予定区域内で薪を採取したり、魚類を取ったりしている場合は、その利用を極力妨げないような作業施設の設置や作業スケジュールを検討する必要がある。

c その他、天然林の分布状況、既存の水路や道路の状況、作業員の確保の可能性などについても調査する。

2 事前調査の実施

1) 境界調査

植栽予定地の境界を確認する。特に陸側の農地等との境界が不明瞭なときは、農地を所有する農民集落長の同行を求め境界を明確にする。

2) 造林事業に必要な施設を見積もるための調査

造林作業に必要な施設（保管施設、自動車道や歩道、水路）の予定位置を地図に明示し、植栽前に施設を完成させる。特に突撃の植え付け作業では、苗木搬送作業が大きなウエイトを占めることになるため、苗木の運搬経路の概要を地図に整理し、植栽前には必要な施設の整備を完了させることが必要である。

苗畑を作る場合には、苗畑の候補地をいくつか地図に明記する。養殖池跡地の場合は、水門の位置、作業用の仮設橋、作業路の補修箇所、船の進入経路、荷下ろし場所、荷揚げ場所など、また、海岸の伐採跡地の場合には、作業・管理用水路又は船の進入経路、船の保管施設、荷下ろし施設、荷揚げ施設などを明らかにしておく必要がある。



Photo 4

Boundary Marker at the Project site in Bali.

3) 必要な苗木量の見積もりのための調査

必要な苗木量を選定するために以下の調査を行う。



Photo 5

Naturally remaining trees

a 残存する点生木

植栽予定地内に残存する樹種、立木の本数及び占有の割合を明らかにし、所要苗木の見積もりから差し引く。

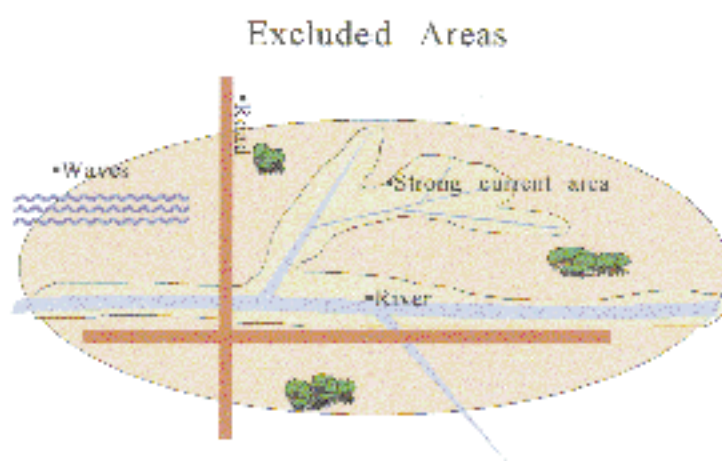
b 除地

将来とも造林地の管理のために使用する作業用の歩道、水路の敷地は、面積を測り植栽する面積から除く。

c 植栽を見合わせる箇所

水の流れが強い箇所で植栽木の生育が困難と見込まれるところは、図面におおまかな位置と

面積を記入しておき、所要苗木の見積もりから差し引く。



4) 植栽樹種を選定するための調査

マングローブを構成する樹種は、地盤高、塩分濃度、土壌条件のわずかな違いから厳密な棲み分けをしていることから、造林の作業の中でも適切な樹種の選択がその造林の成果を大きく左右する。適切な樹種選択が行われない場合、植栽後の良好な生育を期待することはできない。

樹種選択については以下の点を検討して進めるべきである。

a 近隣天然林の樹種

近隣の天然林で、地盤の高いところ、地盤の低いところ、河川のそばまたは海岸の先端部にどんな樹種があるのかを把握するとともに植栽に必要な種子が確保できるかについて調べる。近隣の天然林と地盤高、地形、土壌などが類似した条件であれば、そこに生育している樹種を採用することが可能である。実際には、伐採や開発によって多くの条件が変えられている可能性も高いため、この調査だけで植栽樹種を決定することは困難である。

b 地盤高の測定

地盤高の違いは、その場所の冠水頻度、冠水時間を大きく左右し、さらに塩分条件や土壌の堆積状況にも影響がある。従って、植栽木の活着、生育にきわめて大きな影響を与えることから、事前に地盤高を把握して、植栽樹種を選択することが必要である。

「地盤高の測定」

基準点の設定

用意した潮汐表から大潮のときの満潮位の日時を調べ、事前に竹竿などを用意して、現地で最高潮位に達するのを待ってその到達地点に印を付ける。そこを基準点として、各植栽地の地盤高の差を測定する。多くの場合、地元の人がある地域の最高潮位の到達地点や位置を知っているので、その地点を基準点にすることも可能である。

* 潮汐表は、その作成ために設定された潮位の観測地点での潮汐を示しているため、植栽地域との間にその潮位の時間的なズレが生じることに注意しなければならない。

実際の地盤高の測定

・竹の棒を使った簡易な測定

竹の棒に目盛りをつけて、測定したい箇所に立て、最高潮位になった瞬間に素早く各地点の潮位を測定し、その最高潮位との差で地盤高が明らかになる。この方法は、測定できる時間帯が最高潮位に達する間のごくわずかしかなことが欠点であるが、特別な機材を必要としないことや基準点の設定を必要としないことから、非常に現実的な方法である。



Photo 6

Measuring with a bamboo stake

・水準測量

水準測量では、地盤高を高い精度でしかも、大潮満潮時を待つ必要がなく、いつでも測定できることが大きな利点である。マングローブ造林の場合は、ミリ単位の精度は必要ないので高価な水準器ではなく、比較的安価なポケットコンパスを使用して行う簡易な水準測量で問題はない。



c 塩分濃度の測定

塩分濃度もマングローブの成育に密接な関係をもつ因子の一つである。塩分濃度の測定は、Salinometer, HandRefractometerで簡単に測定可能である。しかしながら、測定時期や測定位置などによって大きな差が生じることから、一定の塩分濃度の数値を具体的な塩地適木の判断基準にするということは困難である。このため塩分濃度に対する判断は、真水の供給状況を河川の位置などから検討したり、地盤高から見て、直接、日射に晒される時間の長さによって塩分の蒸発などがあるのかどうかを検討して、実施する方が現実的である。

5) バリ島及びロンボク島における主たる植栽樹種

バリ及びロンボク島のプロジェクトサイトで植栽に使用された8樹種の特徴を以下に示す。植栽予定地の立地条件や塩分濃度の傾向に適合する樹種を選択することが必要である。

なお、バリ・ロンボク島のマングローブ林を構成する樹種の特徴は、本プロジェクトの成果の一つである” Handbook of Mangroves in Indonesia (Bali&Lombok)” に詳細に記述してある。

マングローブの特徴

Avicennia marina (ヒルギダマシ)

干潟、川岸、比較的乾燥したところ、塩分濃度が極めて高いところでも生育可能。

種子のタイプは半胎生種子 (cryptoviviparous) で、長さ1.5-2.5cm、幅1.5-2.0cm。

主として7月～2月に開花し、11月から3月に結実する。

開花から2～3ヶ月で種子が成熟。



Photo 7 *A.marina*



Photo 8 *B.gymnorhiza*

Bruguiera gymnorhiza (オヒルギ)

マングローブの繁茂する中心区域内に分布し、淡水の供給が多いところを好む。

種子のタイプは胎生種子で (viviparous) で、直径1.7-2.0cm長さ20-30cm。

1年を通して開花し、主として7月から8月に結実。

開花から7～8ヶ月で種子が成熟。

***Coriaria sagai* (コヒルギ)**

マングローブの繁茂する地域でも塩分濃度が比較的高いところに成育。

種子のタイプは胎生種子 (viviparous) で、直径0.8-1.2cm、長さ25cm。

1年を通して開花。

開花から10ヶ月程度で種子は成熟。



Photo 9 *C. sagai*

***Rhizophora apiculata* (フタバナヒルギ)**

河口などの比較的柔らかい泥が堆積しているところに成育。

種子のタイプは胎生種子 (viviparous) で、直径1.3-1.7cm、長さ20-25cm。

1年を通して開花するが、主として雨期に結実。

開花から6~6ヶ月で種子が成熟。



Photo 10 *R. apiculata*

***Rhizophora mucronata* (オオバヒルギ)**

河口などの柔らかい泥が堆積しているところで広い範囲の造陸高に適応。

種子のタイプは胎生種子 (viviparous) で、直径2.0-2.3cm、長さ50-70cm。

1年を通して開花 (主として8月~12月) するが、主として雨期のはじめに結実。

開花から14~15ヶ月で種子は成熟。

***Rhizophora stylosa* (ヤエヤマヒルギ)**

最も樹側に成育し、比較的低い造陸高に適応。

種子のタイプは胎生種子 (viviparous) で、直径1.5-2.0cm、長さ30cm。

開花時期、結実時期、種子の成熟期間は*R. mucronata*と概ね同じで、1年を通して開花 (主として8月~12月) するが、主として雨期のはじめに結実。

開花から14~15ヶ月で種子が成熟。



Photo 11 *R. mucronata*



Photo 12 *S. alba*

***Scaevola alba* (マヤブシキ)**

河口などの砂と泥が混ざったところに生育、しばしば、海側先端部に見られ、塩分濃度の高いところにも適応。

種子のタイプは普通種子 (normal seed) で、果実の直径は3.4~4.5cmで150~200粒の種子が入っている。

1年を通して開花 (3~4ヶ月間隔) するが、3~6月と10~11月に結実。

開花から2~3ヶ月で種子が成熟。



***Xylocarpus granatum* (ホウガンヒルギ)**

入り江などの比較的塩分濃度の低いところに生育。

種子のタイプは普通種子 (normal seed) で、果実の直径は5-20cmで6~18個の種子が入っている。

1年を通して開花(3~4ヶ月周期)するが、7~8月と11~12月に結実。

開花から10ヶ月で種子が成熟。

Photo 13 *X.granatum*

6) その他の調査

造林作業の準備や造林木の保護対策などのため、現地の状況について以下の項目を調査することが必要である。

- ① 波による被害の恐れがあるか。
- ② 天然更新しているか。その樹種は何か。
- ③ どんな雑草が生えているか。
- ④ どんな害虫、害獣がいるか。
- ⑤ 造林予定地及びその周辺で樹草・海藻が繁茂しているか。
- ⑥ 植栽地の土壌はどんな状態か(色、硬さ、臭い)。

これらのことを事前に把握して、植栽作業前に必要な対策を講ずることにより、効率的な事業の実施が可能となる。

*育苗時にカニが多ければカニに対する対策を講じなければならない。波が大きければ植栽箇所から外したり、波浪施設などの設置や植栽樹種と植栽方法を検討しなければならない。泥が柔らかく深く堆積しているれば苗木の倒伏防止の対策をしなければならぬ。土壌から悪臭がしているようであれば土壌洗浄が必要となる。

7) 研究機関との連携

過去に植栽した地域で植栽木を定着させることができなかった場所などでは、植栽木が定着できなかった原因を究明するために事前調査に際してインドネシア国内のマングローブ研究機関等の専門家からの助言や調査依頼を検討する。

8) 調査事項の整理

地盤高などの諸条件を調査する際に、植栽条件や除地を図面上で整理するとともに、調査データを森林調査簿に記載しなければならない。

3 植栽計画の作成

事前調査の終了後、得られたデータに基づき植栽樹種を決定し、植栽本数や植栽作業とその後の管理に必要な施設を積算し、植栽計画を樹立しなければならない。実際の作業時には計画を変更すべき箇所が生じるので積算には、幾分余裕を見ておくことが必要である。

1) 植栽経費の積算

a 植栽面積の積算

全体の植栽地域の面積から作業道や水路といったマングローブ林の管理に必要な施設の面積、植栽困難地（水の流れが速く植栽木が流失したりして更新が困難な土地）の面積を差し引き実際に植栽する面積を把握する。

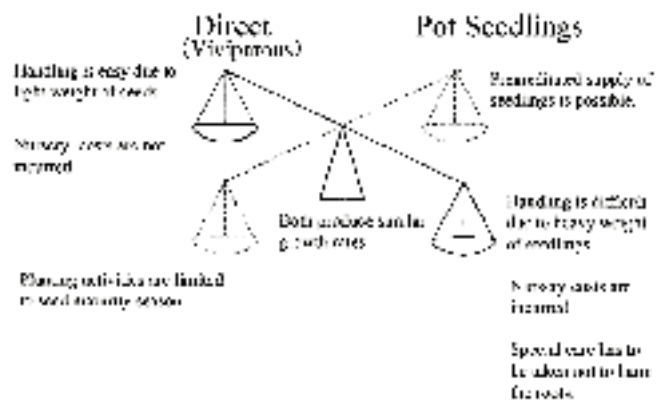
植栽地の中には、通常、林木の生育に適さない箇所や管理のための施設敷地などが混在する。従って、作業道や水路の敷地は、将来ともマングローブ林の管理に必要な施設敷地として、林地（林木の生育に供される土地）と明確に区分して管理しなければならない。また、植栽困難地については、当面は植栽を必要としないが将来とも林地として管理することとし、調査簿及び施肥図に整理しておかなければならない。当然、このような土地は、造林成績の評価（生存率、林分生長量）の対象からは除外されるようにする必要がある。

b 苗木形態の決定

胎生種子の場合、採取した種子をそのまま直挿しで植栽することが可能である。苗木の重量もポット苗に比べ、軽く運搬が容易で、植え穴を掘る作業もないため極めて少ない経費で植栽することができ、その生育もポット苗とほとんど変わらない。造林の作業が種子の成熟期の限られた期間に集中するため、比較的大きな規模で造林を行う場合には、

一時期に大量の作業員の雇用を必要とすることになる。このような場合には、造林作業の平準化を図るために、ポット苗を併用することが必要である。

また、POT苗を使って造林する場合には、山出し作業時、運搬作業時、植栽作業時に根を損傷しやすいことが原因と思われる、各作業時に根を損傷しないよう十分な注意が必要である。普通種子の場合は、POT苗を使用する。



c 作業量の積算

バリ島またはロンボク島における苗畑と造林の標準作業に必要な人工数をTable 4 - 6表に示す。決定した植栽面積に従って書く作業に必要な雇用量，経費を算出することになる。

Table 4 Labors Required for Nursery Practices

(Unit : men day/0.5ha)

Activities	Species							
	<i>R. cucurbitata</i>	<i>R. apiculata</i>	<i>E. gymnocarpa</i>	<i>C. lapa</i>	<i>S. alba</i>	<i>A. mannis</i>	<i>X. granatum</i>	
1 Preparation	116	116	116	116	116	116	116	116
2 Making Bed	198	198	198	198	198	392	392	392
3 Soil Collection	250	250	250	250	250	250	250	250
4 Sieving								
Soil	111	111	111	111	111	111	111	111
Compost					42			
5 Potting	504	504	504	504	504	504	504	504
6 Sorting								
Terrestrial Bed						231	231	231
Tidal Bed	340	340	340	340	340	340	340	340
7 Seed Collection	427	427	427	427	65	560	550	550
8 Seed Selection	64	64	64	64	64	64	64	64
9 Sowing	66	66	66	66	81	81	81	81
10 Nursing	280	280	224	448	326	224	224	224
11 Out-Planting	156	156	156	156	156	372	372	372
Total	2,574	2,574	2,518	2,742	2,353	3,297	3,297	3,297

Table 5 Labors Required for Reforestation Activities in Former Shrimp Ponds

(Unit : men day/ha)

Activities	Spacing	Species													
		<i>R. cucurbitata</i>		<i>R. apiculata</i>		<i>E. gymnocarpa</i>		<i>C. lapa</i>		<i>S. alba</i>		<i>A. mannis</i>		<i>X. granatum</i>	
		Direct	tot	Direct	tot	Direct	tot	Direct	tot	Direct	tot	Direct	tot		
1 Preparation	0.5x0.5m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	1m x 1m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	2m x 2m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2 Seed Transportation	- Car	0.5x0.5m	11	65	11	65	11	65	65	65	65	65	65	65	
		1m x 1m	3	16	3	16	3	16	16	16	16	16	16	16	
		2m x 2m	1	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	
	- Manpower	0.5x0.5m	7	12	7	12	7	12	12	12	12	12	12	12	
		1m x 1m	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	
		2m x 2m	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
3 Planting	0.5x0.5m	22	104	22	104	22	104	104	104	104	104	104	104		
	1m x 1m	5	26	5	26	5	26	26	26	26	26	26	26		
	2m x 2m	1	7	1	7	1	7	7	7	7	7	7	7		
4 Tending	0.5x0.5m	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
	1m x 1m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	- Supplementary Planting	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Total	0.5x0.5m	52	190	52	190	52	190	190	190	190	190	190	190		
	1m x 1m	14	49	14	49	14	49	49	49	49	49	49	49		
	2m x 2m	5.4	14.8	5.4	14.8	5.4	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8		

Table 6 Labors Required for Reforestation Activities in Tidal Flats

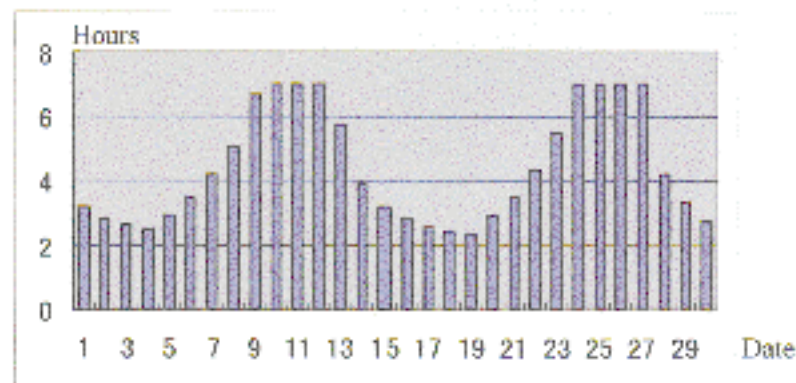
(unit : man day/ha)

Activities	Spacing	Species
		<i>R. mucronata</i>
		Direct
1 Preparation	0.5x0.5m	2
	1m x 1m	2
	2m x 2m	2
2 Seed Transportation - Boat	0.5x0.5m	7
	1m x 1m	2
	2m x 2m	0.4
3 Planting	0.5x0.5m	52
	1m x 1m	13
	2m x 2m	3
4 Tending - Supplementary Planting	0.5x0.5m	10
	1m x 1m	2
	2m x 2m	1
Total	0.5x0.5m	71
	1m x 1m	19
	2m x 2m	64

d 作業量の補正

植栽に必要な作業量は、その場所の潮汐に大きく左右される。例えばバリ島の190cm（小潮平均高潮位）の地盤高の造林地では、平均一日4.3時間（1999年4月の1ヶ月間の平均）の作業が可能である。従って必要な作業量を検討するときには上記の標準工程を補正して積算する必要がある。また、出来高払いを採用する場合には、標準作業量からあらかじめ積算した上で作業単価と交渉して、周辺地域の賃金水準との均衡を図りつつ、作業単価を決定すべきである。

植栽作業が可能な時間（バリ州ベノア港）



(At a ground height level of 190 cm on the Project Site in April, 1999)

2) 苗木量の積算 (植栽間隔)

植栽間隔は、その森林の管理経営の目的と種子及び苗木の供給可能量、植栽経費、樹種特性を総合的に検討して決定しなければならない。

植栽間隔毎のha当たり植栽本数を次表に示した。

* 苗間 = 植栽苗木の間隔, 列間 = 植栽列の間隔, 列数 = 植栽列の数, 帯間 = 植栽帯の間隔

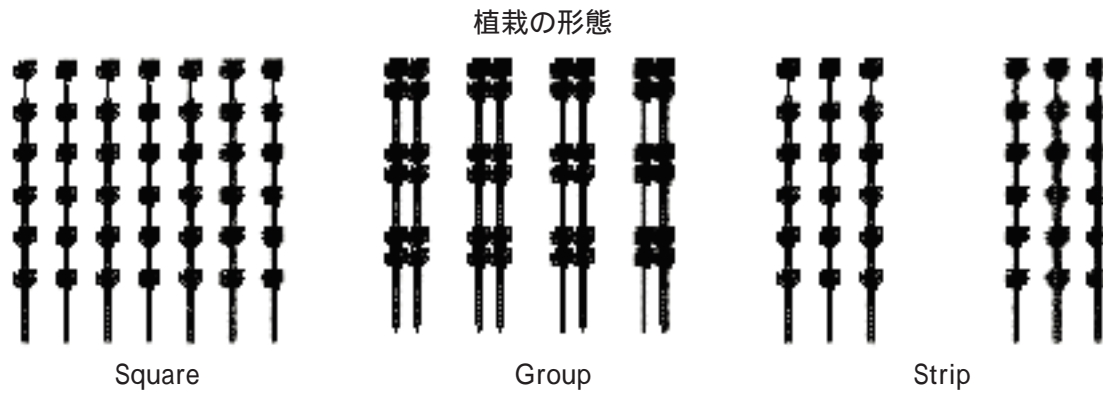


Table 7 The Quantity per Planting Density

Normal		Strip (2 lines per strip)			Strip (3 lines per strip)			Strip (4 lines per strip)		
Interval /m	Quantity /ha	Interval /m	Strip Interval /m	Quantity /ha	Interval /m	Strip Interval /m	Quantity /ha	Interval /m	Strip Interval /m	Quantity /ha
0.5x0.5	40,000	0.5	3	10,000	0.5	3	13.333	0.5	3	16,000
1.0x1.0	10,000	0.5	4	8,000	0.5	4	10.909	0.5	4	13,333
1.0x2.0	5,000	0.5	5	6,667	0.5	5	9.231	0.5	5	11,429
2.0x2.0	2,500	0.5	6	5,714	0.5	6	8.000	0.5	6	10,000
2.0x3.0	1,667	0.5	7	5,000	0.5	7	7.059	0.5	7	8,889
3.0x3.0	1,111	1	3	4,000	1	3	5,000	1	3	5,714
		1	4	3,333	1	4	4,286	1	4	5,000
		1	5	2,857	1	5	3,750	1	5	4,444
		1	6	2,500	1	6	3,333	1	6	4,000
		1	7	2,222	1	7	3,000	1	7	3,636



Photo 14

Mangrove Fire Wood

a 木炭や燃料の供給

木炭や燃料の生産を目的とする場合には、適度で枝の少ない木材を生産できるように植栽間隔は50cm程度にすべきである。バリ島以外でも薪炭材の採取を目的に*R.apiculata*, *R.mucronata*, *B.gymnochiza*が極めて高い密度で植栽され良好な生育状況を見せている。植栽間隔が狭くても収穫サイクルが短いため、過密・競合による生長量の低下を心配する必要はないと考えられる。また、うっ閉した段階からは家畜の飼料や燃料用の小柴として近隣の農家や植田業者による利用が可能になる。

苗木の供給が十分でない場合には、列状（帯状）植栽とし、苗間を50cm程度として、2～3の植栽列毎に、5m程度の空間を設けるなどの方法で、苗木の必要量を少なくすることが可能である。この設けられた空間は、植栽後数年経過すれば生

長した植栽木から供給される種子によって自然に埋められていくことになる。あるいは、種子の採取地としての利用も可能である。

b 木材生産

大径材の生産を目的とする場合は、植栽間隔は薪炭材の供給を目的とする場合より大きくして良い。また、近隣住民による薪炭材の需要が見込まれるような地域では間伐材の利用が可能であり、密植にして間伐を繰り返しながら育成すべきである。搬出条件が悪く、間伐材の利用が困難な地域では植栽間隔は大きめにすべきである。

c 海岸の緑化

海岸の侵食を防ぐことが目的であるならば、密植によって植栽木の早期の活着を目指すことが必要である。種子が豊富に供給される場合には、果植え（一方所に3本をまとめて植栽するもの）でしかも列の間隔もできるだけ狭くすることが必要である。

必ずしも対象地域の全域に一度に植える必要はなく、まず、波の侵食作用を軽減するための消波帯を形成することを目指し、その後、対象地域全体に植栽を拡大していくべきである。



Photo 15 The eroded coastline at Bengkalis

3) 植栽樹種の選定

植栽樹種を選定する場合には、植栽地の条件に適した樹種であるだけでなく、種子供給が安定的に確保でき、かつ安価であること、森林の管理経営の目的などを考慮して決定しなければならない。

■ 植栽地の条件

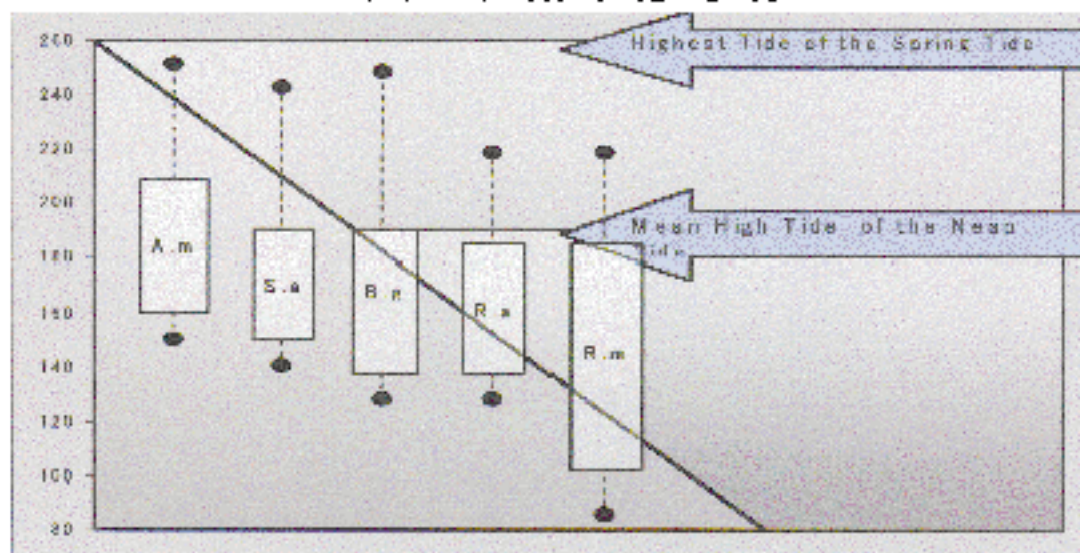
各マングローブ林を構成する樹種は、地盤高、土壌、塩分濃度、地形条件などの因子が相互に影響し合っており、極めて限定的な分布を示していることから、これらの植栽地の各種条件を総合的に判断して植栽樹種を決定しなければならない。

① 地盤高

地盤高は、BALI島内における過去の植栽試験結果から、各樹種の分布に影響する因子の中で測定が容易かつその影響が非常に大きいことが明らかになっている。

バリ島内において植栽樹種を選定する場合には、最初に次の適正地盤高のグラフから樹種を選定すればよい。それから地形的な因子、塩分濃度、河川水などの影響も検討して植栽樹種を決定すれば良好な成績が得られる。

バリ島における樹種毎の適正地盤高



このグラフは、バリ島プロジェクトサイトに近いプノア港の大潮最高位260cmの地点を基準にした地盤高を表している。例えば、A.marinaの植栽適正地盤高は最高潮位から50cm～100cm低いところが適しているということがわかる。小潮平均満潮位の190cm付近では、多くの樹種が適している。特に、R.mucronataは広い範囲の地盤に適応できることを表している。

なお、バリ島以外の植栽では、潮汐の条件が異なるため、このグラフをそのまま適用することは困難である。その地域における地盤高毎の適正な植栽樹種を選定する基準を確立するためには、当プロジェクトがバリ島で行ったテラス植栽試験（地盤高毎の植栽試験）を行えば容易に樹種別の適正地盤高を把握することが可能である。

「テラス試験地の設定」

試験に必要な区域内が同じ土壌条件でかつ塩水などで地形が変化しない箇所を選び、潮汐表の大潮満潮時前に現地へ行き、水位が最高満潮位に達したときの地点に目印を付ける。

1つのテラスは、幅2m以上とし、目印を付けた最大満潮位地点の高さから可能な限り低い地点まで盛土あるいは切土によって、高低差を10cmに調整して作成する。

各テラスの法面は、崩れないように板や竹を使って保護する。

テラスの長さは、1樹種当たり50本以上が植栽できる長さ（植栽間隔が40cmの場合には、最低でも5mは必要）とする。例えば、5樹種を試験するのであれば、25m以上の長さを確保する必要がある。

海岸線の地域においては、大潮満潮位の地点を基準に陸側から海側に向かって10m毎に木杭や竹の杭で表示して区画したプロットを設定し、各地点の地盤高を測定する。植栽は40cmの植栽間隔で植栽した場合には、10mの区画内に

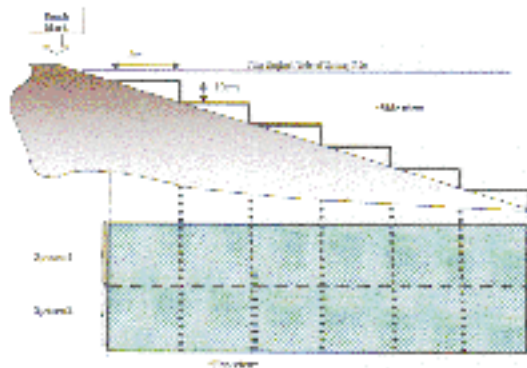


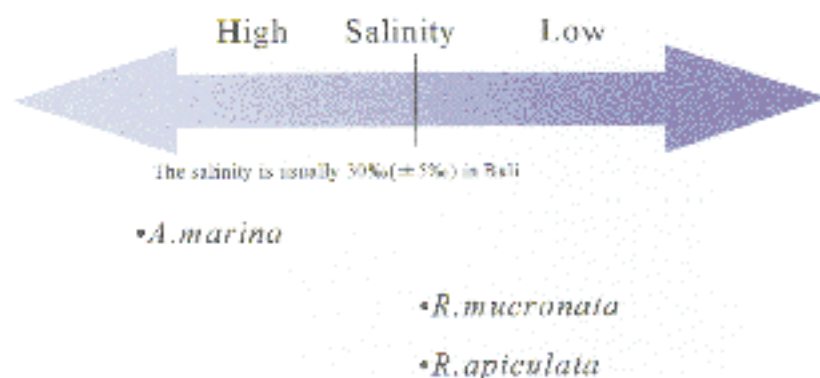
Photo 16 Terrace Test in Bali, 1994

100本が植栽可能である。

＊一般的に湿植は、病虫害や災害に強いとされているが、マングローブの場合には、わずかな環境の違いから樹種の分布が決定されており、植栽地の中には地盤の高いところ、低いところが混在しているので、高いところにはAvicenniaceae, Sonneratiaceaeなどを植栽し、低いところにRhizophoraceaeを植栽する方法も有益な手法である。しかしながら、詳細に地盤高を把握することは、非常に多くの時間を要し、用意する苗木、種子量を適正に見積もるためには、事前調査に手間がかかる。

b 塩分濃度

一般的に塩分濃度が高い場所には、*A.marina*を、真水の供給が多い場所では*B.gymnorhiza*を、真水の影響が小さいところや塩分が集積していないところには*R.mucronata*, *R.apiculata*を選択すべきである。塩分濃度の測定結果だけを用いて、植栽樹種を選択することは避けるべきである。すなわち、塩分濃度の測定は、その測定時の気候や潮流の状況に大きく左右され、正確な値を把握するためには長期間に渡る精密な調査が必要になるからである。



c 地形的な条件

河川沿いで真水の供給がある場所では*B.gymnorhiza*, 海水が常に交わるような干潟で比較的水深が深い場所には*R.mucronata*, 河川から遠く河川水の流入が少ない場所で塩分濃度が高い場所では*A.marina*を選択すべきである。

d 土壌条件

砂が多く含まれるような場所には、*A.marina*, 泥が深く堆積しているような場所には、*R.apiculata*, *R.mucronata*が適している。

また、土壌の色が黒く、臭いを放つような場所では、堆積物が還元し硫化水素が発生している可能性があり、そのまま植栽したとしても生存の可能性は低く、堆積物を除去した後に植栽する必要がある。

e 管理経営の目的

木炭や薪材の生産を目的とする場合には、*B.gymnorhiza*, *R.apiculata*, *R.mucronata*, *R.stylata*を選択すべきである。荒廃した海岸線の緑化を目的とする場合には、先駆的な性質を有する*A.marina* (特に初期成長が早い), *Salba*が適しているものの、直挿して植栽ができる胎生種子に比べて、育苗経費等が掛かり増しとなり全体的な植栽経費が高くなるのが懸念である。



Photo 17 Re-greening of eroded area at Bengkalis.

Table 8 Factors for Selection of Planting Species

Species	<i>Ramuzenda</i>	<i>Rapanea</i>	<i>Raposa</i>	<i>Rhynchospora</i>	<i>Coco</i>	<i>Avicennia</i>	<i>Sesuvium</i>	<i>Utricularia</i>
Ground Height Level	High~Low	~Mid~		Mid~High	High	Mid~High	Mid~High	High
Salinity			-	-	-	Adaptable to high salinity	-	Lower only
Soil	Adaptable to soft ground	Adaptable to soil ground	Adaptable to soft ground		Adaptable to sandy soil		-	-
Topography			Seaward	Fresh water	-	Seaward	Seaward	Landward
Wind	Good	Good	Good	Good				
Growth in Early Stages	-	-	-	-		Very good		

4) 植栽作業施設

a 養殖池跡地

マングローブの造林作業のうち苗木運搬は最も困難な作業となるので、作業効率を上げるためには、可能な限り植栽地の近くまで車両が使用できるように事業地内に幹線作業道を整備することが必要である。

その他、養殖池跡地では既存の土手を作業用歩道として利用するが、水門の跡や海水の入排水を良くするために作られる開口部に竹若しくは木材を使って簡易な橋を作設することが必要である。

どれくらいの頻度でどのくらいの期間使用するのかということ判断して、路網の整備内容を決定しなければならない。また、ヤシの丸太や一般の建築材は潮流のあるところでは非常に損傷しやすいので、長期間使用の使用が見込まれる場合には、kayu Besi (鉄木) などの耐水性の高い木材を使用すべきである。

b 海岸地域

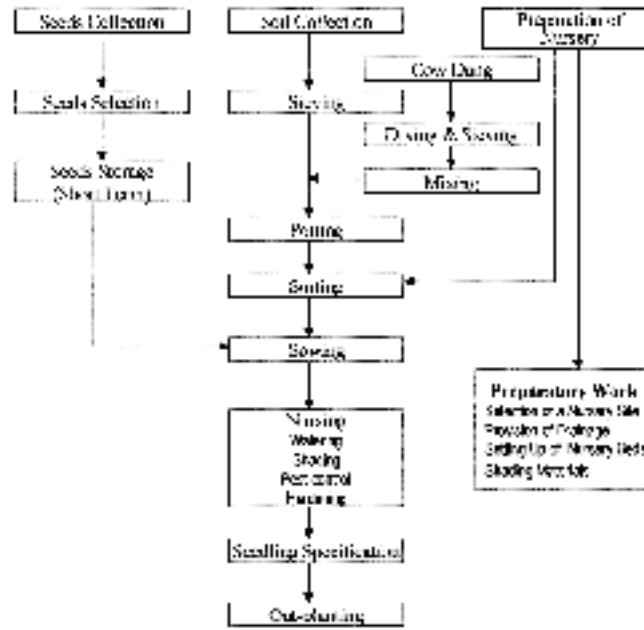
植栽後の管理を容易にするため、小舟が通れる幅の水路を造林地内に設定することが必要で、作業用船舶の係留場所等も確保することが必要である。ただし、海岸線に桟橋などの工作物の新設が認められない区域があるので、その地域の関係機関に確認しなければならない。

波の高いところや土壌の流失が著しいところでは、根が洗掘されるなどして、植栽木の活着は極めて困難である。竹で編んだネット等の工作物を設置して保護することは可能であるが、植栽経費が過大となるため、比較的波が小さな時、波が打ち寄せる海岸線から少し離れた場所から植栽を開始し、徐々に植栽地を拡大していく方法を取るべきである。

育苗と種子供給

育苗及び種子採取の詳細については、当プロジェクトの成果として育苗マニュアルが作されているのでそれを参照することとし、ここでは概要を記述することとする。

Flow Chart of Nursery Work



1 種子供給

1) 種子の採取時期

バリ島のプロジェクトサイトにおける種子の採取時期及び養苗期間を次の表に示した。表に示されている種子採取期間は、ほぼ年中見られるマングローブの成熟種子が特に多い時期を表している。この時期に種子を採取するのが最も効率的である。なお、緊急に植栽する場合には、種子の採取はほぼ年中可能ではあるが、大量の種子を確保することは困難である。

また、種子の成熟期はその年の気象条件などにより若干の差が生じることから、種子採取前に種子採取予定地で、どの成長段階にある種子が多いのかということ判断して採取時期などの苗畑作業や植栽作業の時期を決定しなければならない。

Table 9 Schedule of Standard of Nursery Working

Species/Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>R. mucronata</i>	Survey											
	Collection&Sowing											
	Nursing Period											
	Out Planting											
<i>R. apiculata</i>	Survey											
	Collection&Sowing											
	Nursing Period											
	Out Planting											
<i>B. gyanwarthya</i>	Survey											
	Collection&Sowing											
	Nursing Period											
	Out Planting											
<i>C. longif</i>	Survey											
	Collection&Sowing											
	Nursing Period											
	Out Planting											
<i>A. ovata</i>	Survey											
	Collection&Sowing											
	Nursing Period											
	Out Planting											
<i>S. rotta</i>	Survey											
	Collection&Sowing											
	Nursing Period											
	Out Planting											
<i>A. graminum</i>	Survey											
	Collection&Sowing											
	Nursing Period											
	Out Planting											
Catching Soil												

2) 種子の選別

バリ島においては、以下の事項に注意して採取・選別を行う。

<胎生種子>

原則として樹上に着生しているものを採取する。

<*Ramocroata*, *Rapicriata*, *Caspa*>

コチレドンの発達及び色の変化により成熟種子を見分けて採取する。落下した種子を採取するときには、落下間もないもので発根していないもの、食害のないもの、カイガラムシが寄生していないものを選別する。

<*B. gyanorrhiza*>

表皮の色から成熟種子を判断し、胚軸が健全で発根、萎凋していないものを採取する。

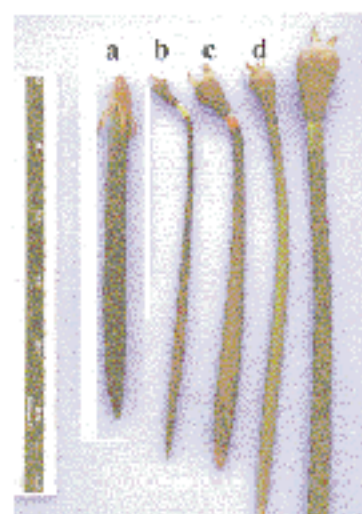


Photo 18 a: *B. gyanorrhiza* b: *Caspa*
c: *Ramocroata* d: *Rapicriata* e: *Ramocroata*

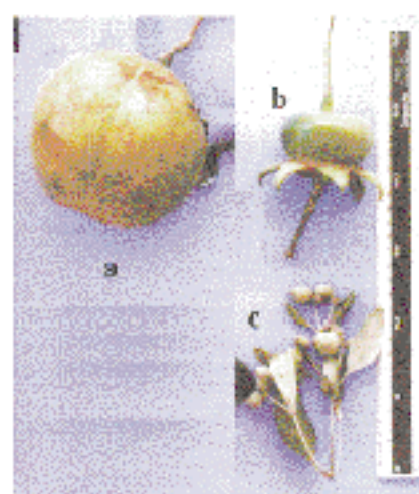


Photo 19 a: *X. granatum*, b: *Salba*
c: *A. marina*

<*Salba*>

極端に小さい種子、虫害により変色したもの、数粒の塊になっているものを取り除く。

<*A. marina*>

果皮の色から成熟種子を見分け、できるだけ大きな種子を選んで樹上からもぎ取る。また、虫害のあるものは取り除く。

<*X. granatum*>

成熟した果実は果皮に亀裂があり、種子は茶褐色となっている。また、成熟した果実は水に入れると浮かび、そのままにしておけばやがて果皮が割れて種子が出てくる

Table 10 Characteristics of Mature Seeds

Species	Size	Color or others
<i>R. mucronata</i>	At least 50cm in length	Color of cotyledon changes from light green to yellow.
<i>R. apiculata</i>	At least 20cm in length, and at least 14 mm in diameter	Color of cotyledon changes from light green to reddish brown, rarely to yellow.
<i>B. gymnorhiza</i>	At least 20cm in length	Colors of hypocotyl epidermis change from green to brown.
<i>C. tagal</i>	At least 20cm in length	Cotyledon grows 1-1,5 cm in length.
<i>S. alba</i>		The matured fruit can float on the water.
<i>A. marina</i>	Weighing 1,5 g/seed	Color of seed coats change from light green to light yellowish green.
<i>X. granatum</i>		The fruit has same cracks. Color of seed changes to brown, with grayish spots. The hypocotyl becomes clear. If the fruit sinks in water, it has not yet matured.

3) 種子の保存

種子の保存は、直射日光が当たらないところで水に浸して保存する。保存中に種子は十分な給水を必要とする。保存期間は樹種によって異なるが長期間保存すると発根してしまうので、6日から10日間程度にとどめるべきである。

次に主要樹種の保存の概要を示した。

Table 11 The Summary of Seed Storage

Species	Place	Period	Others
<i>R. mucronata</i>	Well protected from direct sunlight, soaked in brackish water.	10 days	Avoid soaking calyx for long time.
<i>R. apiculata</i>		5 days	
<i>B. gymnorhiza</i>		10 days	Do not remove calyx. Spray seeds with water daily.
<i>C. tozal</i>		10 days	
<i>S. alba</i>	In a cool, dark place, totally protected from sunlight. Soaked in brackish water.	5 days	Use containers with a lid.
<i>A. murina</i>	In a cool, breezy, dark place, totally protected from sunlight. Soaked in brackish water.	10 days	
<i>X. granatum</i>	In a place protected from sunlight. Soaked in brackish water.	10 days	Place radicle part of seed downwards in the water.



Photo 21 Storing *R. mucronata* Seeds



Photo 20 Storing *X. granatum* Seeds

4) 種子の採取経費

胎生種子 (R.mucronata、R.apiculata) の場合、地元住民から10Rp~40Rp.程度で購入することが可能である。バリ島のプロジェクトサイトでは、採種適期で1日1人当たり1000本程度の採種が可能であるが、採取適期以外では大幅に工程が落ちてしまう。

2 育苗施設

1) 苗畑の設置場所の選定

苗畑を設置する場所は以下の条件に留意して選定する。

- ・自然灌水（潮汐）で養苗できる地盤高の地点を選定。バリ島のプロジェクトサイトにおいてはBenoa港最高満潮時（260cm）から60cm下げて設計し、作設してある。
- ・作業時の歩行が楽なように比較的地盤の固いところを選定。
- ・著しい塩分濃縮がない箇所（塩分濃度は3%以内が望ましい）であること。
- ・波の影響を受けないこと
- ・集中豪雨による被害を受けにくい地形であること。
- ・干潮時に海水が停滞しない箇所または容易に停滞水が処理できる箇所であること
- ・ポットの用土が近くで容易に採取できること
- ・植え付け予定地から近い箇所
- ・小規模な苗畑で被陰施設を設置しない場合は、木陰などを利用。

2) 苗畑作成の準備作業

a 苗床地盤高の調整

地面をかき均し、自然灌水（潮汐）による養苗が可能な地盤高に調整する。本プロジェクトでは、深すぎると地盤が軟弱になり作業が困難になることから、最大満潮時（260cm）から60cm掘り下げてあり、小潮時には人工灌水が必要である。

b 排水処理

海水が停滞する場合には、排水溝を作設し、停滞水が生じないようにする。また、海水が流入する作用によって障害が予想される場合には、海水の流入口から離して苗床を作設する。

c 長期間使用する苗畑の作設（事業苗畑）

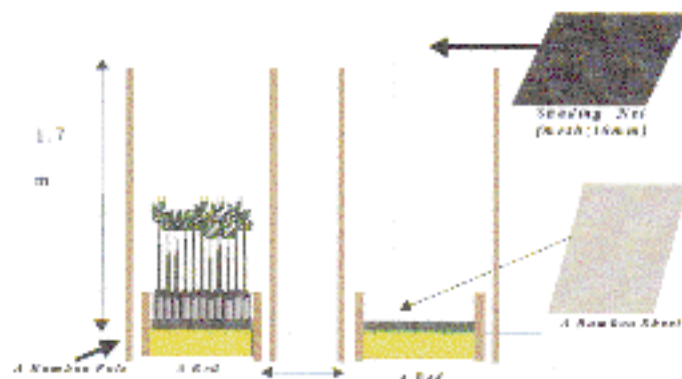
長期間使用する事業苗畑を設置する場合には、作業中に歩行が容易になるようにコンクリートや土盛りによって堅固な土手を配置する。ただし、土手が入排水の障害にならないように土手の配置方向や配置位置に留意しなければならない。

3) 苗床の作成

- ① 1×9mの苗床でおおよそ1,700本の苗木（ポット規格は直径約8cm×高さ20cmである）が入るので、各備種の得苗率を乗じて、必要な苗床の数を決定する。



- ② 苗床の間隔は作業員がゆっくり進むことができるような幅とする。山出し作業や移植作業をより容易にするため、必要に応じて割った竹や板を使って作業路を作設する。
- ③ ビニールシートを苗床に敷き込めば、ポットから根が出て苗床の地盤に根を張ることが防止できる。そのことが山出し作業を容易にする。
- ④ 苗床の地盤が軟弱で苗木の自重で沈むような場合には、竹で編んだものを敷き込む。
- ⑤ 遮光材は、高さ1.7mの竹の支柱で骨組みを作り、遮光ネット又はニッパヤシの葉等で編んだものを張る。



3 養苗

1) 用土

用土は、苗畑付近から採取した土を使えるが、固まった土は良く粉砕する。Salba以外は種子自身の貯蔵養分で成育できるので、用土に肥料を混入する必要はない。Salbaについては、総容積の30%の牛糞を混ぜた用土を使う。



Photo 22 Soil Sieving

2) 播種

根がポットの空間を十分に利用できるように浅めに差し込めば良い。流水によって種子が流出しないような深さにしなければならない。流されやすい*A.marina*, *X.granatum*は陸上で播種し、発芽させたのち苗床へ移動した方がよい。

Table 12 Summary of Sowing Depth for Each Species

<i>R.mucronata</i>	Sticking \pm 7cm
<i>R.apiculata</i>	Sticking \pm 5cm
<i>B.gymnorrhiza</i>	Sticking \pm 5cm
<i>C.tagal</i>	Sticking \pm 5cm
<i>S.alba</i>	Sticking half of seeds (0.5cm)
<i>A.marina</i>	Sticking 1 / 3 of seed
<i>X.granatum</i>	Pushing radicle part of seed

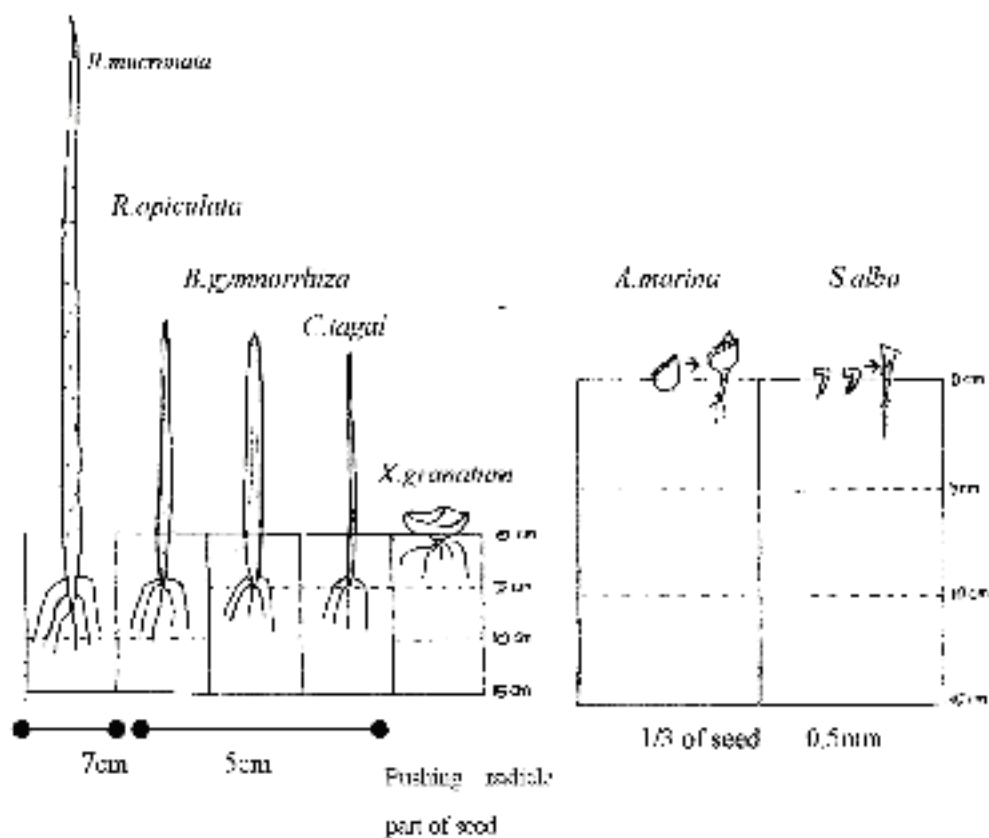


Photo 23

Shading for *R. mucronata*
at the Project nursery.

3) 植栽管理

R. mucronata, *R. apiculata*, *C. tagai*の場合は遮光率を50%にする。*X. granatum*,

B. gymnorhiza, *Salba*, *A. marina*は遮光率を30%とする。山出しをする1ヶ月前からハードニングを行う。

4) 灌水管理

潮汐による灌水がないときに人工灌水する。*Salba*については苗長が短いので、土壌が葉に付着しやすく、付着した土壌を洗淨するためにも毎日人工灌水を行った方がよい。

5) 育苗期間

樹種毎の育苗期間及び山出し苗の基準は下表のとおりである。この育苗期間を越えると根がポットから大きくはみ出してしまい、苗木も大きくなりすぎて、苗木を運搬する際の取り扱いが非常に困難になる。

Table 13 Recommended Specifications of Seedlings for Out-planting

Species	Seedling Length (cm)	Number of Leaves	Nursing Period (months)
<i>R. mucronata</i>	55	4	1-5
<i>R. apiculata</i>	30	4	4-5
<i>B. gymnocarpa</i>	35	6	3-4
<i>C. tagal</i>	20	4	6-7
<i>N. alba</i>	15	6	5-6
<i>A. mariana</i>	30	6	3-4
<i>X. grandis</i>	40	6	3-4

6) 病虫害対策

カニ、ネズミによる食害が多く見られる。被害が著しい場合は、金網等を苗床の周囲に張り巡らしカニの侵入を防止したり、カニが侵入しない地盤高の苗床に移したりすれば被害を防止できる。

蛾の幼虫による食害に対しては、捕殺又は遮光ネットで苗床を覆うことで被害を防止できる。

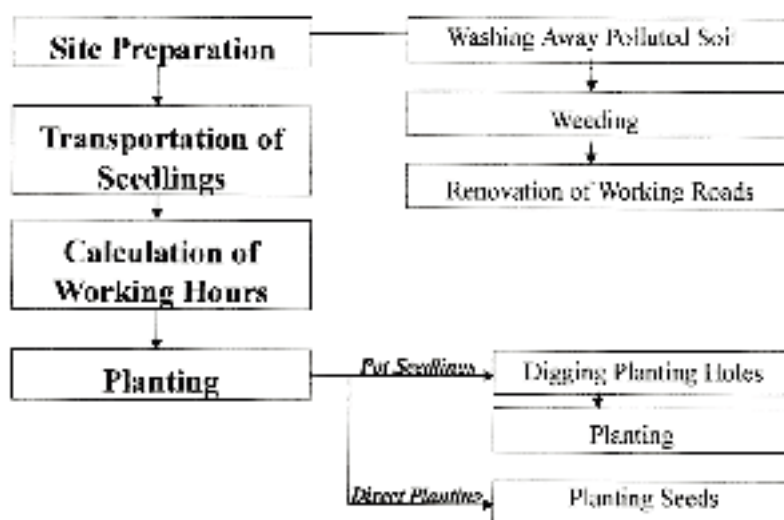
7) 山出し作業

山出し苗の基準に適合するものを選別し、出荷する。

山出し作業では、ポットから出ている根を折らないこと、根を乾燥させないことに注意を払って作業を行う。もし、屋外にしばらく置いておかなければならない場合には必ず日覆いをする。この際には、苗木がムれてしまうことがないように覆う布と苗木との間に隙間を作るようにしなければならない。

植栽作業

Flow Chart of Planting Work



1 植栽の準備

苗木の生産計画が明らかになったら、計画に対応した詳細な植栽作業の日程を立案する。

植栽作業は、潮汐によって大きく左右されるので、効率的に植栽を進めるためには、あらかじめ植栽順序など細部まで決めて、他の業務との組み合わせることが必要となる。

* 作業員を遊休化させることがないように明確な計画を樹立しなければならない。

この計画を作る場合には以下の点について検討する。

- ・ 各植栽地の植栽作業に適した時間帯を潮汐表で調べる。
- ・ 植栽に必要な作業時間を見積もる。
- ・ 植栽作業時間帯内で植栽可能な苗木の量を積算する。
- ・ 苗木量に応じた苗木の運び入れ時間を積算し、運搬可能な時間帯を調べる。
- ・ 準備作業に必要な作業時間を調べておく。

これらの必要な作業を組み合わせ、効率的に実行する。しかしながら、実際に作業を実行すれば、何らかの問題が発生するので、柔軟に作業計画を組み替えて、効率的な作業が実行できるように、変更の都度、作業員に明確に指示する。

1) 施設・資材等の植栽準備

a 養殖池の洗浄

予備調査において、具臭、土壌の色から堆積物や汚染物質が確認された場合には、土手を開いて、潮汐などによる水の出入りを促し、洗浄しなければならない。開口部があまりに大きかったり、多く作設した場合には、苗木の移植に支障が生じるので、必要最小限の大きさや数にするようにする。

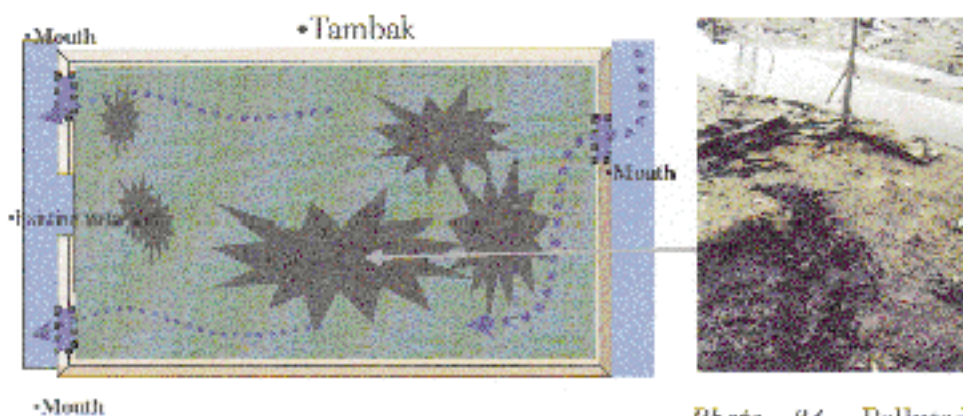


Photo 24 Polluted Soil

b ゴミの流入防止

上流から生活排水やゴミが流れ込むような場合には、その流入口を閉鎖し、上流の影響の少ない他の流入口を作設する。

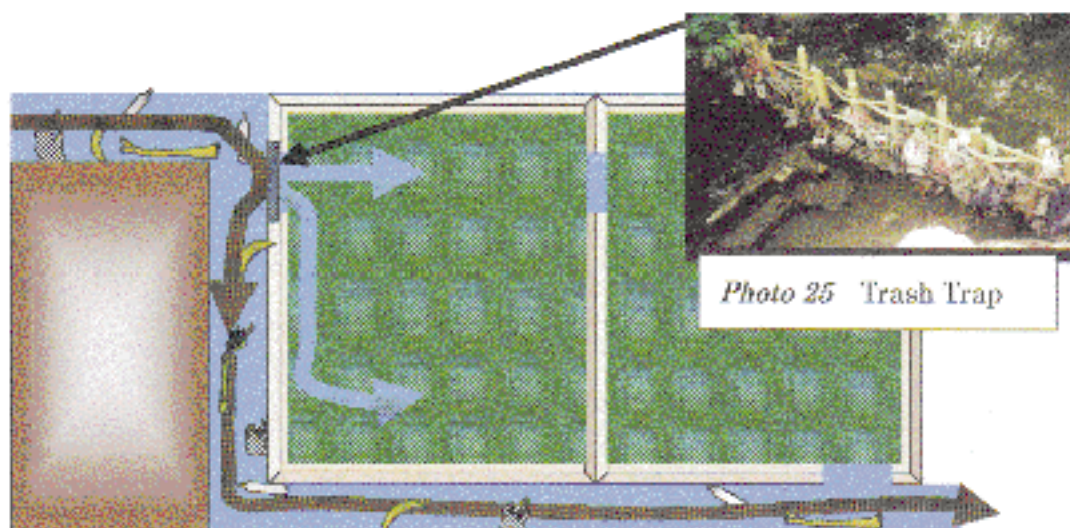


Photo 25 Trash Trap

c 雑草の処理

雑草が繁茂するような場所では、植栽する列を1m幅で刈り払って植栽する。その際、刈り幅内に存在する天然稚幼樹は、そのまま残すようにする。



Photo 26
Weeding prior to planting
in Cilacap

d 作業路の確保

苗木の運搬や作業員の運動を効率的に行うために、養殖池断地を洗淨するために作設した開口部や流入口に簡易な橋を作設する。

海岸部では作業用船舶の水路が容易にわかるように竹竿等で表示する。

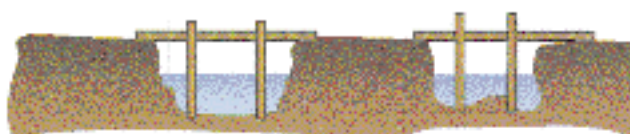


Photo 27
A Marked Waterway at
Gili Petagan.

e 入排水口の確保

養殖池岸地の植栽地に海水が常に停滞しているような場合には、潮汐に応じた入排水ができるように水門等の入排水扉を掘り下げるなどしなければならない。

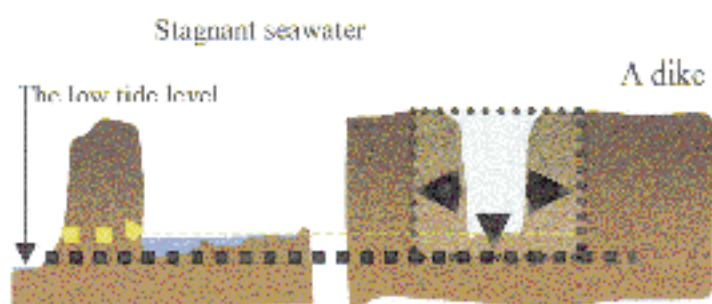
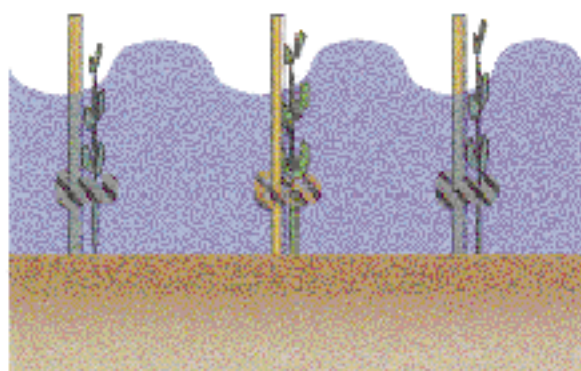


Photo 28

Digging a Water Gate.

f 支柱の準備

軟弱な地盤やゴミの浮遊が見られるような場合には、苗木の傾伏を防止するためにあらかじめ竹の支柱と麻縄を用意する。



2) 苗木輸送

a 搬入路の確保

養殖池跡地においては、洗淨のために作設した土手の開口部や水門跡に竹や水に強い木材を使って簡易な橋をつけておけば苗木の運搬作業が効率的になる。

船で直挿し用の胎生種子を運ぶ場合には、水をいれたバケツ(731cm x 30 cm)に150本程度の種子を入れて運ぶ。

b 1日の苗木準備量

順位表からその日の植え付け作業可能時間を見積もり、作業員の数、功程によって植栽可能量を算定して、その日又は翌日の植栽可能量を植栽地に運搬する。

c 植栽地への苗木の搬入

一輪車を使う場合には、運搬時の振動によって600m程度の距離でポットの土と根が分離してしまう。従って、良く整備された歩道がある場合や運搬距離が短いときにのみ一輪車を使用できる。



多くの場合、竹かごや土嚢袋を開いてロープをくくりつけたものに苗木を入れて、天秤棒にぶら下げて運ぶ。

養殖池跡地内での苗木の運搬は、ロープ付きのプラスチックのスノーボード、ベビバスが便利であるが、ビニール袋を改良して使っても良い。なお、竹製のそりでは、重すぎて尻に枕んでしまっていて使えない。



Photo 29 Seedlings Transportation at the Project site in Bali



Photo 30 Snow Boards for Carrying Seedlings in a Tambak.

d 運搬中の苗木の取り扱い

トラックの運搬中には苗木が乾燥することを防止するために、必ずシート、ニッパ縄子、土のう袋などを用いて苗木を覆うように徹底することが不可欠である。直挿し植栽を行う種子を運ぶ場合においても、直射日光を極力避けるなど苗木の乾燥を防止する対策を講じなければならない。

現地に運搬した苗木が余った場合や前日に苗木運搬を行う場合には、海水の入ってくるところで、直射日光が当たらない木陰を選んで保存する。木陰がない場所であれば、シートやヤシの葉で苗木を覆って、日陰になるようにしなければならない。潮汐によって苗木が流されないようにロープやシートを用いて流失防止策を講じる。



Photo31 Seedlings Covered Temporarily at a Planting Site.

2 植栽

1) 植栽時期

植栽時期は基本的には、苗木が供給される時期に大きく左右される。植栽作業が遅れるとポット苗の根が伸びすぎて作業時に根切れを起こし、活着率が低下することになる。また苗木及び種子の供給が少ない場合には、大幅に作業工程が滞る。したがって、事前に効率的な作業計画を立てて計画的に作業を進めることが非常に重要になる。

波の高い季節、風の強い季節などは避けて植栽を施す。やむを得ず条件が悪い季節に植栽しなければならない場合には、竹等の支持杭を用いて圃で苗木を縛るなどして、苗木が倒伏しないような対策を講じるなければならない。

2) 作業可能な時間帯

植え付け作業は、潮汐の時間によって、作業可能な時間が定められる。ポット苗の場合には、海水があるとポットの用土が崩れたり、植え穴の掘削が困難なため、干潮時にしかできない。

船で苗木を輸送する場合には、船が航行可能な間に苗木を運び込み、潮が引いてから植え付ける。

直挿し植栽の場合には、人間の腕の長さと同じ潮位（苗木を押し込むときに腕が海水に浸からない高さ）までは植栽が可能である。

植栽作業は他の作業と効率的に組み合わせることが、円滑な造林事業を推進するためには非常に重要である。



Photo 32 Direct Planting at Gili Petagan. (It is possible to plant at this tide level.)

3) 植栽間隔の測定

植栽間隔毎にリボンなどで目印をつけたロープを用いて、目印のところに植え付ける。このときロープの両端を支柱の棒に結び、支柱の棒を地面に差し込んで固定する。

そのほか、スコップや竹の棒に目印をつけて、植栽間隔を1本ずつ測りながら植え付けていく方法もある。残存する天然生のある場合には、その樹下に植え付ける必要はない。その他、目印にするために竹串を用いる場合があるが、竹串の作成経費に見合う分の効果を期待することはできない。

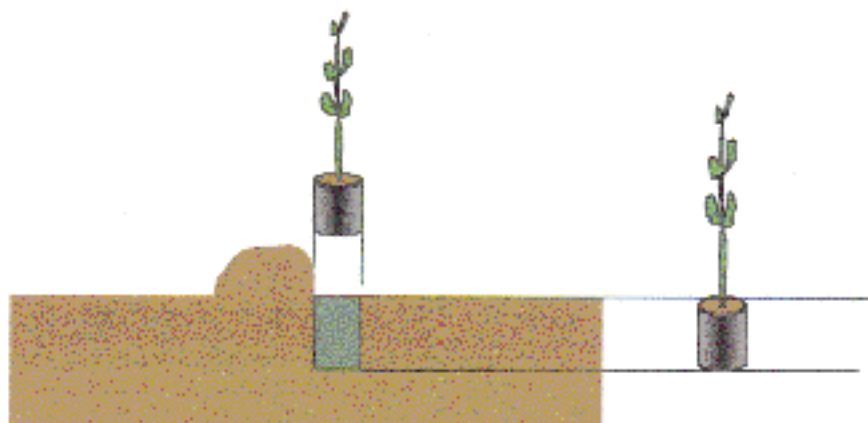




4) 植え穴

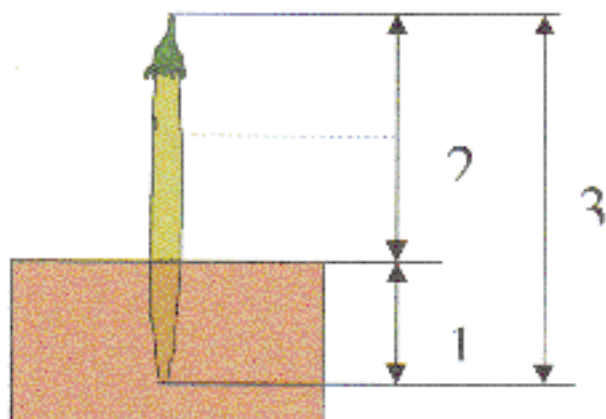
a. ポット植え

ポットの大きさと同じ植え穴で十分に植え付けが可能である。植え穴の深さが浅すぎると植栽木が倒伏したり、流出するので、ポット苗の根際と地盤の高さが同じになるようにする。地盤が軟弱な場合には手で植え穴を掘ることができるが、地盤が堅い場合には、シャベル等を使用する。



b. 直挿し植栽

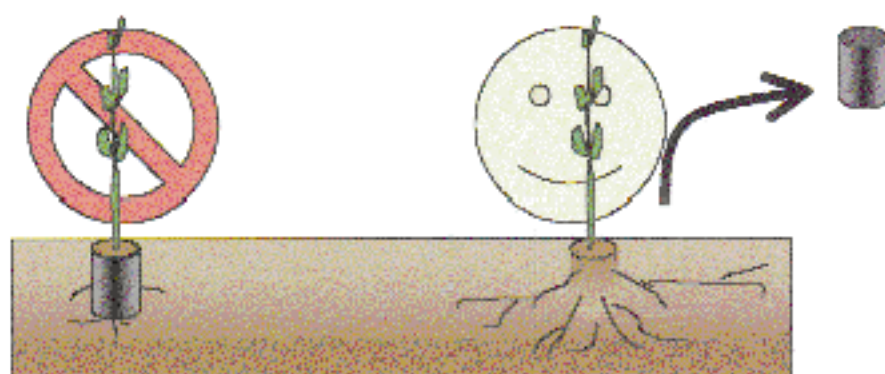
各樹種とも種子の長さの1/3程度を土の中に押し込むようにする。地盤が堅い場合には、先を尖らせた案内棒を用いて事前に穴をあけてその穴に押し込むようにする。潮流が強かったり、地盤が軟弱で苗木が流出する恐れがある場合には、種子を安定させるためにやや深めに挿すことが必要である。植栽に潮の流れが強い箇所が局所的にあるが、その箇所には植栽する必要はない。



5) その他

a ポットのはく離

ポット苗を植え込むときには、カッター又は手でポットをはぎ取り、ポットの用土を固さないようにすることやポットから出ている根を折損しないようにすることに注意して植え込む。はぎ取ったポットは必ず回収しなければならない。ポットを付けたままでは、根の伸長が遅れたり、活着が不良になる。また、はぎ取ったポットを放置すると、ゴミとなって害を及ぼし、苗木に付着しその苗木の生長を阻害することもある。



b 直挿し苗の選定

種子採取の項で既に記述したが、直挿し植栽に用いる種子は成熟種子を使わなければならない。現地で採取してそのまま植栽する場合には、植栽時に未成熟なもの、虫害のあるもの、根がすでに出ているもの、頂芽が損傷しているものを取り除いてから植栽しなければならない。R. mucronata, R. piculata, R. stylosaは、カリックスを必ずはずして植栽し、R. gymnorhizaはカリックスを残したまま植栽し、無理にはがさないようにして植栽しなければならない。ただし、植栽後、1週間を経過してもカリックスが残っている場合には手ではがすことが必要である。



Photo 33 Direct Planting of *B. gymnorhiza*. (Don't forcibly remove *B. gymnorhiza*'s Calyx!)

c 作業の安全

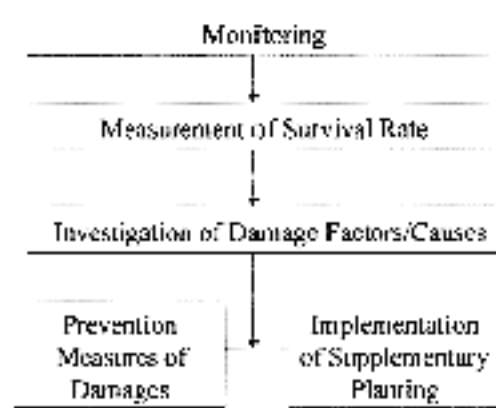
船を使う場合には、救命胴衣の装着や的確に天候を判断して、天候が悪化するような場合には作業の中止を指示する。

植栽地では、珊瑚、ウニ、古い木の根、ゴミなどによって作業員等が足に切り傷を負うことがしばしばあるので、足元などに十分な注意を払って作業を行わせる必要がある。さらに、上流からの生活排水に混入した有害物質や細菌などが流れ込んでいるような場所では、裸足での作業及び足に切り傷や腫れ物を有する作業員による作業を禁止することも必要である。

V 管理

造林地をその管理・経営の目的に合致した森林に育て上げるためには、可能な限り造林地を観察して、何らかの被害が植栽木に生じた場合には、その原因を究明して、その被害が拡大する前に必要な対策を講じなければならない。

Flow Chart of Tending



1 管理

1) 生存率の測定

植栽後、植栽木の活着状況が安定してきた6ヶ月目位から造林地の生育状況を観察する。また、強い風や大きな波又は河川の増水が発生したりしたときにも造林地や施設の状態を点検する必要がある。

造林地に著しい被害があった場合には、標準的な被害とみなせる地点を数カ所（養殖池

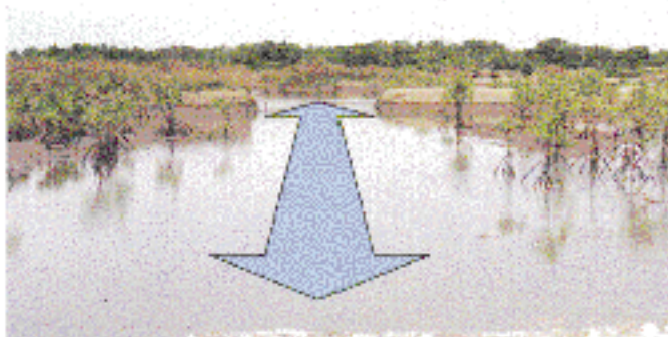


Photo 34 Strong Current Areas

では2～3、大面積の造林地の場合には必要とする精度に応じてその箇所数を決定する。)を選定して植栽木の残存数を数え、植栽時の本数で除して生存率とする。

なお、恒常的な潮流によって被害を受けたものと判断される箇所については、植栽不適地であることから、生存率を計算する対象からは除かなければならない。このため、潮流の影響によって被害を受けた箇所については、その面積の概数を記録することが必要である。

2) 補植の実行

被害の状況が確認できたら、補植について検討するが、基本的には被害の要因に対して対策が可能である場合に、実行するようにしなければならない。

水流が恒常的にあるような箇所は、その立地環境に問題があると判断されるので除地 (Left-over area)とする。

生活排水や油・微粒子の流入・堆積による被害地で枯死率が高い場所では、その環境が変わるまで更新見合わせ地として取り扱い、補植の対象地から除くようにしなければならない。

実際の補植の検討は以下の点を含めて検討を行った上で、実行するかどうかを判断しなければならない。

a 経営的な判断

どの程度の本数が最終的に残ればよいのかということは、森林の管理経営の目的によって大きく異なる。マングローブ林の密度管理の手法は現時点では、十分確立できていないので、明確な数値で補植・改植基準を示すことはできない。

しかし、木材生産 (大径材) を目的とする場合には、伐期でha当たり1,000本程度あれば十分であり、現在、疎林のようになっていても2、3年で林冠がうっぺいすることが見込める状態であれば補植は必要ない。インドネシア林業省の造林基準では、植栽後2年間は、植栽木の生存率が80%を下回った場合に補植を実行することになっている。

木炭や薪材の供給を目的とした場合には、立地条件に恵まれていることが明らかであることから、少しでも空間が生じたら、随時、植え付けを行えば良い。

緑化や国土保全を目的とする場合には、以前はマングローブ林が分布していたとしても、開発によって生態系が著しく破壊されているため、当初からその復旧作業は困難なことが多い。したがって、被害の要因を明らかにして、それらを取り除くことが重要であり、その後、目標とする森林へ誘導する。



Photo 35 Present Conditions



Photo 36 Target Forest

b 補植間隔と補植

補植間隔を短くした場合には、生存率の測定の時点で20%の被害があったとしても、まだ、80%も生存していることから、今後、さらに生存率が減少して、森林の管理経営の目標の達成が困難であると判断されるとき補植を実施すれば良い。ただし、全滅するようであれば、選択した樹種が適切であったのか、さらに生育として適しているのかどうかということを確認する必要がある。

c 補植作業

一時的な波の被害や海藻などによって被害が生じた場合、波の穏やかな時期や海藻の浮遊状況を確認してから補植を実行する。POT苗を使って補植する場合には必要な苗木をあらかじめ苗畑で生産しておく必要がある。胎生種子の植栽が可能な箇所の場合には、種子の成熟期に直差し植栽する。

2 保護

1) 被害要因とその対策

生存率の測定と同時にその被害の要因原因を明らかにし、それぞれの要因に応じた対策を検討する。被害があったからといって直ちに補植する必要はない。

もし、恒常的な潮流によって被害を受けているのであれば、その地形が変化して潮流が変化するなどしない限り何度補植しても同じ結果になる。また、盗伐や引き抜きなどの人為的な被害は、住民の意識を変化させる取り組みをしなければ、どんな対策も無効である。植栽作業自体はそれほど困難なものではないので、まず、被害が拡大するのか、一時的なものなのか、恒常的な被害になるのかなど、その被害状況の変化や要因を十分に見極めてから具体的な対策を講じることが不可欠である。

マングローブが分布する地域では潮流や河川の流入によって土砂が動いたりして、その条件が変化している場合があるので、生存率が低かったときには、地盤高があっているのか、塩分濃度が高くないかどうかなどを調べ、適正な樹種選択であったかということを検証することが必要である。バリ、ロンボク島において見られる被害とその対策を次に示す。

Photo 37 Damage by Trash



Photo 38 Damage by Crabs



Photo 39 Damage by Limyets



Photo 40 Damage by Seaweed

生育障害要因と対策

要因	被害内容	対策
収場北風	泥が軟弱なため自葉あるいは竹の支柱(昔長以上の高さ)を押し、平かな水面によって倒伏、流失する。	竹の支柱(昔長以上の高さ)を押し、昔木を縄で縛る。支柱し植栽の場合には押し込む深さをやや深くする。
風	強風によって倒伏し、流失する。	竹の支柱(昔長以上の高さ)を押し、昔木を縄で縛る。作業時刻の見直し。
波	波によって倒伏又は巻きおられる。	竹の支柱(昔長以上の高さ)を押し、昔木を縄で縛る。防護柵の設置、作業時刻の見直し。
水害	水害によって根元が露出され又は苗木を押し流す。	竹の支柱(昔長以上の高さ)を押し、苗木を縄で縛る。支柱し植栽の場合には押し込む深さをやや深くする。防護柵の設置。
油・枯葉等	油・糞尿等が葉に付着し、落葉し、枯死する。	排水による洗浄
ゴミ	流入したゴミが苗木に絡まりその重みで倒伏、枯死する。	竹の支柱(昔長以上の高さ)を押し、苗木を縄で縛る。流入口には竹の柵を立てゴミの流入を防止する。
海草	海草に浮遊する荷葉が苗木に絡みその重みで倒伏、折損する。 (この被害は恒常的なものではなく、季節的に発生する。)	竹の支柱(昔長以上の高さ)を押し、苗木を縄で縛る。造林地外から侵入している場合には竹等の防護柵を設置する。倒伏した苗木をおこす。
スズメバチ	樹幹部に竹筒し樹皮が幹に被害が著しい場合には苗木が枯死する。	苗木から削り取る。
カニ、シヤムシ	カニは主に苗木の根元、茎を咀嚼被害する。 シヤムシは土中の苗木の根を切断する。	現在のところ防除対策はない。(大規模な被害に至ることはほとんどない。)
虫害	葉の食害、根汁によって落葉し、枯死する。	虫害による洗浄。手で捕殺

これまでの試験造林地やその他いくつかのインドネシア国内のマングローブ造林地では、病害虫獣によって壊滅したという造林地はほとんどない。従って、たとえ被害が発生したとしても、多くの場合は、特別な防除対策を講じる必要はなかった。

3 カイガラムシ防除

この項では、比較的大きな被害が発生したカイガラムシの被害について詳細に記述する。

なお、プロジェクトでは造林地における病虫害に対しては、マングローブ林の立地環境を勘案して、薬剤の使用は好ましくないと判断し使用を避けてきた。したがって、薬剤を使用した防除対策に関する技術の開発は行っていない。



Photo 41 *Aulacuspis marina*

1) 加害種

バリ島のプロジェクトサイトの植栽木に大きな被害をもたらしたのは、*Aulacuspis marina*である。本種はフィリピン、マレーシアなど東南アジアの広範囲にわたって生息する。バリ島においては*R.apiculata*、*B.gymnorhiza*、*X.granatum*などに寄生することが確認されており、特に、プロジェクトサイトの主要な造林樹種である*R.macrocarpa*に大きな被害を与えた。

本種は、風に飛ばされたり、海水面を浮遊したりして移動し、葉の表面や茎に付着し、寄生する。1世代は32～42日であり、年間9～10世代が交代する。1回の産卵数は約130～200と多いため、急速に個体数が増加して、寄生してから4～5ヶ月で枯死に至らせる。

天然林のように本来の生態系が維持されているところでは、天敵に捕食されるため、生息密度が抑制されて大発生に至ることはない。しかしながら、養殖地跡地や大規模な皆伐跡地などようにその生態系が大きく損なわれたところでは、天敵などによる捕食がないため、大発生し造林地に甚大な被害をもたらす可能性がある。

2) 本種の加害内容

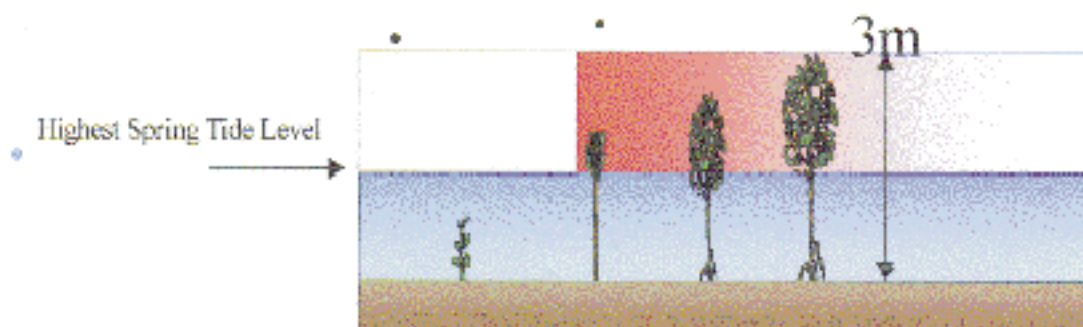
本種は、造林木の葉や幹に付着し、寄生する。幼虫は植物組織内に長い口針を挿入し、吸汁する。加害された葉は黄色く変色し、萎縮し落下する。苗木の接種試験結果によれば*R.macrocarpa*の苗木は、幼虫の付着後約130日で枯死に至る。従って、本種が高密度で寄生した場合には、*R.macrocarpa*の苗木にとって致命的であるといえる。植栽木は被害葉の割合が100%になると著しく成長が遅くなり、枯死する可能性がある。

現在、*R.macrocarpa*の造林地の被害のみが観察されているが、*R.apiculata*、*B.gymnorhiza*についても寄生が可能であるため、被害状況の観察が必要である。

3) 防除対策

a 観察

造林木が大潮の満潮位線を超える高さに生長した頃から、カイガラムシの寄生数が増大する恐れがある。従って、*R. mucronata*の造林地では、この時期から2、3ヶ月に一回程度の観察を行うことが必要である。また、樹高が3m程度になると被害を受ける恐れが極めて少なくなる。



b 防除

カイガラムシは海水がついた葉に定着することを嫌うことから、週に1回、12週間継続して、農業用の噴霧器（プロジェクトでは“Solo”というインドネシア製の噴霧器）を使って海水を散布するだけで寄生率の拡大を防ぐことができる。さらに、散布時に顕著な寄生が見られる葉の虫をこすり落とすことで、ほとんど寄生は見られなくなる。

海水散布作業の1本当たりの作業時間は、2～3分程度である。噴霧器への給水を考えれば、干潮時よりは造林地内に海水がある時間帯に行う方が効率的である。

また、海水で濡らした布（木綿の軍手）でこすり落とすと1本あたり5～20分の作業時間を要ししかも完全に除去することは困難である。従って、この方法は本種の寄生の範囲が狭く、加害が著しい場合に適した方法である。

補植が安価に実行できる*R. mucronata*に対して、散布作業の適期や被害が明確でなくしかも高価な薬剤を用いた防除対策は効率的ではない。

天然林においては、天敵による捕食によって、カイガラムシの生息数が抑制されていることから、早期に造林地内で天敵が営巣できる環境を作ることが有効と考えられる。



Photo4I: Spraying the infested trees by *Aulacaspis marina* with seawater.

References

- Aksornkoae, S., Maxwell, G.S., Havamond, S. and Panichauko, S. 1992. Plant in Mangroves. Chalungat Co. Ltd. Bangkok, Thailand. pp. 120
- Aksornkoae, S. 1993. Ecology and Management of Mangroves. IUCN. Bangkok, Thailand. pp. 176
- Chapman, V.J. 1976. Mangrove Vegetation. J. Cramer. Vaduz. pp. 447
- Cribb, A.H. and Cribb, J.W. 1985. Plant Life of the Great Barrier Reef and Adjacent Shores. University of Queensland Press. Queensland, Australia. pp. 294
- Ding Hou, Leyden, 1958. Rhizophoraceae. Flora Malesiana, Ser. I, Vol. 5 (4). P429-493
- Field, C.D. 1995. Journey amongst Mangroves. The International Society for Mangrove Ecosystems (ISME). Okinawa, Japan. pp. 140
- Field, C.D. (Ed.) 1996. Restoration of Mangrove Ecosystems. The International Society for Mangrove Ecosystems (ISME). Okinawa, Japan. pp. 250
- Gil, A.M. and Tomlinson, P.B. 1975. Aerial roots : an array of forms and functions. Chapter 13 in The development and function of roots, eds. J.G. Torrey and D.T. Clarkson. Academic press. London.
- Harrington, H.D. 1957. How to Identify Plants. 1957. Swallow Press Incorporated, Chicago, USA. pp. 203
- Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A., Hayashi, S., Muthalib, S. and Sudana, R. 1997. Distribution of Mangrove Species and Availability of Seed Collecting Forests on the Islands of Bali and Lombok. The Development of Sustainable Mangrove Management Project. Ministry of Forestry and JICA. pp. 60
- Kusnana, C., Suhardjono, Suharnadji and Onrizul. 1997. Mergensiul Jenis-Jenis Pokok Mangrove di Teluk Bintuni, Irian Jaya. PT Penerbit Institut Pertanian Bogor. pp. 24
- Lemmens, R.H.M.J. and Wulijarni-Soetjipto, N.(Eds.). 1992 Plant Resources of South-East Asia No.3 Dye and tannin-producing plants. Prosea Foundation. Bogor, Indonesia. pp.195
- Lettscher, W. and Boesa, G. 1981. Tropical Plants. William Collins Sons & Co Ltd. London. UK. pp.256
- Mabberley, D.J., Pannell, C.M. and Sing, A.M. 1995. Meliaceae. Flora Malesiana, Ser. I, Vol. 12 (1).pp371-381
- Mannerje, L. It and Jones, R.M. (Eds.). 1992. Plant Resources of South East Asia No. 4 Forages. PROSEA Foundation. Bogor, Indonesia. pp.300
- Robertson, A.L. and Alongi, D.M. (Eds.). 1992. Tropical Mangrove Ecosystems. American Geophysical Union, Washington, DC, USA. pp.329
- Seimonstna, J.S. and kasem Piliuk (Eds.). 1994. Plant Resources of South East Asia No. 8 Vegetables. Prosea Foundation. Bogor, Indonesia. pp.412
- Soegiarto. 2007. Kenalilah Flora Purwai Kita. Fa. WIDJAYA. Indonesia. pp 151
- Soemodiharjo, S., Wiratmadjo, p., Abdullah, A., Lutra, I.G.M. and Soegiarto, A. 1993. Condition socio-economic values and environmental significance of mangrove areas in Indonesia. The Economic and Environmental Values of Mangrove Forest and Their Present State of Conservation in the South-East Asia/Pacific Region, ITTO/ISME/ITAM Project PD71/89 Rev.1 (F). pp.17-40

Acknowledgements

We acknowledge with appreciation the support of both Ministry of Forestry and Estate Crops, Republic of Indonesia and Japan International Cooperation Agency:

Ir. Harsono, Director General of IKHRI

Ir. Hendarsan Suryasamsiputra, Former Director General of DGLRI

Ir. Sunnahadi, MBA, former Director General of DGLRI

Ir. Sjahri, Director of Reforestation, DGLRI

Ir. Soedjadi Martodiwijono, former Director of Reforestation, DGLRI

Ir. Asikin Sunarya, Head of Regional Office Ministry of Forestry and Estate Crops Bali Province

Ir. Kristanto, former Head of Regional Office Ministry of Forestry Bali Province

Ir. U Gede Arya Lathnan, Med., ALPC, Head of Regional Office Ministry of Forestry Bali Province

Dr. Utendi A. Sumaraja, MSc., Head of Regional Office Ministry of Forestry Bali Province

Ir. M. Rachwan, Head of Regional Office Ministry of Forestry and Estate Crops NTB Province

Ir. Rusbjadi Prawitzatmadja, former Head of Regional Office Ministry of Forestry NTB Province

Ir. Hermani Apigudin, former Head of Regional Office Ministry of Forestry NTB Province

Dr. Ir. Nyoman Yuliansana, Head of Forestry Service in Bali

Ir. Suhardi, Head of Forestry Service in NTB

Ir. Harijoko SP, MM, Head of the 7th Regional Reforestation and Land Rehabilitation

Ir. Nasori Djajalaksana, former Head of the 7th Regional Reforestation and Land Rehabilitation

Ir. Bambang Soepijanto, Head of Sub Regional Reforestation and Land Rehabilitation in Bal

Ir. Hery Subagio, former Head of Sub Regional Reforestation and Land Rehabilitation in Bal

Ir. Subantadi, Head of Sub Regional Reforestation and Land Rehabilitation Dodekan Moresari

Ir. Subardi W. Wangsulidjaja, former Head of Sub Regional Reforestation and Land Rehabilitation Dodekan Moresari

We are grateful for pedologist and entomologist for soil analyses, identification of harmful insect and crabs in the Nursery and control of scale insect in the Silviculture, as follows:

Dr. Supriadi Sabiliari, Bogor Agriculture Institute

Dr. Abdul Rachim, Bogor Agriculture Institute

Drs. Rosidion Ubaidillah, Museum Zoologicum Bogoriense

Dr. Yayuk R. Suhardjono, Museum Zoologicum Bogoriense

Dr. Suhardjono, Herbarium Bogoriense

Dr. Kaoru MATSUO, Forestry and Forest Product Research Institute

Prof. Dr. KOMAI, Osaka Gaijutsu University
Dr. Atshushi KOKUBO, Team Leader, The Tropical Rain Forest Research Project
Prof. Dr. Seiichi WATANABE, Tokyo University of Fisheries
Dr. Kenichi OZAKI, Hokkaido Research Center
Dr. Shozo NAKAMURA, Tohoku Research Center
Dr. Shozo KAWAI, Tokyo University of Agriculture
Dr. Shuji TACHIKAWA, Tokyo University of Agriculture.

We also acknowledge for :

Ir. Daniswara, Head of the 5th Regional Reforestation and Land Rehabilitation
Ir. Ayu Dewi Utari, staff of the 5th Regional Reforestation and Land Rehabilitation
Ir. Ikin Zaenal Mustajin, former Head of Bali Barat National Park
Wawan Suryawan, staff of Bali Barat National Park
Ir. Aliwafa, Head of Sub Regional Reforestation and Land Rehabilitation Indragiri Rokan
Sudarto, staff of Sub Regional Reforestation and Land Rehabilitation Indragiri Rokan
Sakdullah, Leader of Kelompok Tani Desa Bantan Air, Bengkalis, Riau
Moch. Soelah, Head of BKPH Rawa Timur, Perum PERHUTANI Unit I
Kusimin, staff of BKPH Rawa Timur, Perum PERHUTANI Unit I
M. Tayeb, Leader of Kelompok Tani in Sinjai, South Sulawesi.

Finally, we are extending our thanks to individual who worked for seedling production and planting operation, anyone had gone, and anyone is still in the Nursery and Silviculture.



持続可能なマングローブ林経営モデル

— インドネシア共和国における事例調査に基づいたモデル —

林業経営専門家
飯山（井上） 幸子

林業経営カウンターパート（バリサイト）
Oki Hadiyati, S HUT

林業経営カウンターパート（ロンボクサイト）
H.M. Afwan Affendi SF

林業経営アシスタントカウンターパート
Ketut Raka Sudarma

生態アシスタントカウンターパート
I Nyoman Budiana



写真1 植樹後15年目のマングローブ林 上層樹高18m
樹種 フタバナヒルギ(*Rhizophora apiculata*)
スマトラ島 リアウ州 HPH PT Bina Lestari
— 植樹技術試験 1983年～ —

初版 1999年 インドネシア国林業農園省

この本は国際協力事業団(JICA)の助成により出版されました。

©井上泰子 1999

この本は著作権を取得しています。著者の許可無く転載できません。

デザイン及びイラストレーション:

井上泰子、アフワン・アフエンディ、オキ・ハディヤティ、
クトゥット・ラカ・スダルマ、イ・ニョマン・ブディアナ
(H. M. Afwan Affendi, Oki Hadiyati, Ketut Raka Sudarma
and I Nyoman Budiana)

写真: 井上泰子、ファイルス・ムリア (Ir. Fairus Mulia)

ISBN 979-606-019-1

インドネシア国林業農園省

国際協力事業団 (JICA)

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

Jl. Bypass Ngurah Rai Km 21, Suwung Kauh,

Denpasar, Bali, P.O. Box 1115 Tuban, Bali, Indonesia.

表紙写真: マングローブ植林地・フタバナヒルギ (Rhizophora apiculata)

インドネシア国リアウ州

15年生

上層樹高 18メートル

- HPH保有者による植栽間隔試験 (1 9 8 3 -) -

(参考資料):

Ir, Fairus Mulia (1993) Laporan Hasil Penelitian Riap Diameter Bakau
pada Areal HPH PT Bina Lestari, Indragiri Hitir- Propinsi Riau pp4)

FOREWORD

Mangrove forms one of the most important natural resources in Indonesia. It provides enormous ecological and economical functions to the local community and to the regional as well as to national development. Consequently, mangrove resource must be managed and utilized in a sustainable sound in which environmental protection for coastal zone can be achieved and at the same time living standard of the local community can be improved.

There are many problems faced by the Government of Indonesia in protecting and preserving mangrove forest, such as lack of knowledge and technical skill in mangrove silvicultural techniques. To solve these problems, the government of Japan has provided a Technical Assistance since 1992 namely the Development of Sustainable Mangrove Management Project, which is located in Bali and West Nusa Tenggara Provinces. The main objective of this project is to establish an appropriate silvicultural techniques and sustainable management model of mangrove. It was intended primarily for rehabilitation and development of mangrove in Indonesia. In implementing this project the JICA Experts have worked closely hand in hand with the Indonesian counterparts and other related agencies.

One of the most important project outputs is "Sustainable Management Model for Mangrove Forest". This model has been established based on many long-term studies and trials and has been discussed in several technical meetings. It contains fundamental management alternatives of mangrove forest and needs further assessment and adjustment before its replication to other areas outside Bali and Lombok islands. It is expected that the management model can be used as general guidance for Indonesian officials in implementing Sustainable Mangrove Management.

Finally, it is hoped that this management model contributes invaluable information for all agencies concerned pursuing mangrove development program and other individuals involved in mangrove rehabilitation activities in Indonesia.

Jakarta, July 1999.



H A R S O N O

Director General of Land
Rehabilitation and Social
Forestry.

謝辞

この出版に協力して下さいました各関係機関、個人に心から御礼申し上げます。

暖かい励ましとアドバイスを下さいましたインドネシア国林業農園省土地保全社会林業総局長 Ir. Harsono様 及び 林業農園省土地保全社会林業局長 Ir. Sjahrir様、西ヌサテンガラ林政局長 Ir. M.Ridwan、バリ州林政局長 Ir. Asikin Sunarya様、バリ州政府林業部 Dr. Nyoman Yuliarsana, M. Agr様、西ヌサテンガラ州政府林政局長 Ir. H.E. Suherdie, MS様、前在インドネシア大使館宮澤 俊輔 様。アドバイス、助言、激励に感謝申し上げます、JICA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（以降“本プロジェクト”と短縮させていただきます。）チームリーダー井田 篤雄 様、第七保全センター所長 Ir. Harijoko SP。いつも暖かい助言とサポートを下さいました本プロジェクト業務調整担当専門家 谷田 和之 様。前バリ州副森林保全センター所長 Ir, Bambang Soepijanto 様。Ir. Achmad Wratsongko、Ir. Suhartadi 様 ほか全サポートスタッフの皆様。

このレポートの全ページ、全文はインドネシア全域に及ぶフィールド調査の結果に基づいて書かれました。こうした調査のアレンジ、情報の提供、または収集と一緒に汗を流して下さいました皆様の暖かいご協力にこの場をお借りして厚く御礼を申し上げたいと思います。西ジャワ州BKPH Cikeong 第3林業公社(Perum Perhutani III) 所長Supriadi 様、東ジャワ州政府林業局プロボリンゴ県支局 Ir. Bambang Kadarningrat 様。南スラウェシ州政府林業局シンジャイ県 Mubasir 様。南スラウェシ州シンジャイ県NGO “ACI(Aku Cinta Indonesia)” 会長 Mr. Thayeb 様、東ジャワ州プロボリンゴ県チュラサウォ村慣習村長 Bowo 様及びマングローブ保全NGO会長のMustakim様。中部ジャワ州林業公社チラチャップ郡トリテ公園所長 David 様、チラチャップ第1林業公社東ラワ事業所長 Ir. Moch Soelah 様及びスタッフのKasimin様、Tukimin 様及びNasimin様。伝統的な水産養殖技術について指導して下さいました、東ジャワ州シドアルジョ Haji Ali Ridho 様、M. Khosim様、Iwan 様、Haji Agus 様 他Ali Ridho グループの多くのタンバック（養殖池）経営者、ワーカーの皆さん。東ジャワ州チュラサウォ村の村長及びタンバックオーナー、Haji Mustafa 様。経営者の Susmin 様他多くのインタビューに協力して下さいました皆さん。また、農業省水産局ゴンドール沿岸漁業研究所所長 Dr. Ketut Sugama様、プロジェクトリーダーの Dr. Toni Ruchimat K様 Dr. Zafril I. A様。前JICA多種類種苗養殖研究プロジェクトチームリーダーの池ノ上 宏 様、現チームリーダーの河原 省吾 様、業務調整担当専門家の石山良夫 様、魚類の同定についてご指導下さいました熊谷 茂 様、エビ養殖についてご教授下さいました津村 誠一様、他専門家の皆様。社会経済調査にご協力下さいましたバリ州プランチャック村の村長はじめインタビューに答えて下さった30名の住民の皆さん。集約的エビ養殖の実際についてインタビューに協力して下さいました東ジャワ州バニユワンギ郡の Hendro 様、デンパサールのHendra 様、養殖池土手へのAvicennia sp.植栽にご協力下さいましたほか、毎週お邪魔したにもかかわらず、いつも笑顔で養殖経営について教えて下さったTambakオーナーの Agun 様。ほか、インタビューに答えて下さったバリプロジェクトサイト周辺の養殖池経営者、塩田経営者、農家、製炭業者等50名の住民の皆さん。西カリマンタン州バトゥアンバル村におけるマングローブ製炭の実際、住民による伝統的な林業経営について指導して下さいましたHarun. Abwahab. BA様他インタビューに答えて下さった20名の住民の皆さん。バリ州スダジ村における伝統的製炭について教えて下さった村役場のスタッフ及び住民の皆さん。リアウ州スラットパンジャンにおいて、インドネシアのHPHHホルダーと協力して高品質な製炭技術を開発し、15年に渡って地場産業として振興し、持続可能な林業経営を成功させてきた

金子浩志 様。このレポートの主な調査はTan Thai Ping 様による暖かいご協力がなければ実現できなかったものです。服部 芳文 様、井上 孝志 様、池内 拓夫 様のご協力に衷心から感謝申し上げます。 HPH PT. INHUTANI II 生産部長Arifin Trihastoyo 様。HPH PT Bina Lestari 生産部長様。 HPH PT Bintuni Utama Murni Wood Industries 及びHPH PT Bina Mandah Pratama Chip Industris 代表取締役の Suwandi様。HPH PT Bintuni Utama Murni Wood Industries 生産部長Goenari様。 リアウ州バタムPT Batu Bata Ladi代表取締役Djaya Iskandar様。HPHH PT Mandah Lestari マネージャーSuwardi様。HPH PT Bintuni Utama Murni Wood Industries 林業経営専門家兼HPH PT Bina Mandah Pratama Chip Industris サイトマネージャーIr. Fairus Mulia様。ポゴール農科大学講師 Ir.Nyoto Santoso MS 様。HPH PT Bintuni Utama Murni Wood Industries林業経営専門家 Ir. Sudarmadji様。 イリアンジャヤ州バボHPH キャンプにおいてプロット調査及び幹材積表作成のための60本のマングローブ材サンプル採取に汗を流し多大なご協力を下さいましたEdi様。林業経営マネージャーのBambang Purwanto様。保全担当林業専門家Sri Rahayu様、育林担当林業専門家Marsono様、伐採担当林業専門家Hery Sugianto様。伐採現場主任Thamrin Tapilatu様。チェーンソーオペレーターJoko Dwi Margono 様 及びMr. Yunus 様。伐採現場主任Amir Baraweri様。育林担当スタッフSaladin様。Purasa Siagian様。 森林保全担当スタッフRudi Irianto様。機械担当Saidi 様。Domingus 様。キャンプ庶務担当 Anjar 様。リアウ州タンピラハンにおけるプロット調査、チップ工場のオペレーション、HPH事業の実際につきまして調査にご協力下さいました工場長のSalbun 様。伐採担当マネージャーのSumitro様。 現場監督長のAwisudiu様。 現場監督Tuamrinsyah Lubis様及びNazakuddin 様。運転手の Chairue様。西カリマンタン州バトゥアンバル村でのプロット調査、社会経済調査にご協力下さいましたアシスタントマネージャーのAteng 様。森林計画担当林業専門家の Ir. Gunawan様。現場主任林業専門家のIr. Fatah様。 , Kepala Bidang PH, 伐採担当林業Supeni。ボートドライバーのYuspik様。 庶務担当スタッフのLisnawati 様、ドライバーのFerry様。HPH PT INHUTANI II西カリマンタン州ポンティアナック支部長, Ir. Totok Suropto 様。HPHHによるマングローブ製炭についてご指導下さいましたリアウ州HPHH PT Mandah Lestari 会計担当Asnir様。工場長Kisman 様。 インドネシア国内のみならず調査に協力して下さいました各国の現場の皆様にもこの場をおかりして感謝の意を述べたいと存じます。クロスセクショナルなガバメントレベルのマングローブ林経営のありかたについて、実例を示し多くの助言を下さいましたフィジー国マングローブ経営委員会の水産局、住宅局、農業灌漑省、林業省、環境庁、南太平洋大学等のメンバーの皆様。とりわけ大変にお世話になりました、マングローブ林地域のマネジメントにおいて調整の役割を果たされているフィジー国土産産エネルギー省土地調査局長Mohammed Jaffer様。土地局専門調査員Swarath Singh様。Palme Reddy様。マレーシア国ペラ州マタンマングローブ国有林における100年にわたる林業経営の歴史について詳細にご説明下さいました営林所長のMohamed Bin Ismail様。マレーシアのマングローブ木炭についてご教授下さいました 松永陽一 様。マタン国有林から毎年ライセンスを受け地道にマングローブ木炭を生産されているThuan様。マタン国有林の現場をご案内下さいました森林レンジャーのAhmad 様。Z. Abidin様。マタンマングローブ国有林におけるツーリズムについてお教え下さいました、ブキットメラリゾートツアー会社マネージャーのMohamad Nazri Hj Hassan様。マレーシア国ケダー州メルボックマングローブ国有林をご案内下さり、森林保全を中心としたマングローブ林の経営のあり方についてご指導下さいました営林署次長のAbdul Yazib Hamat様。同じく次長のAbdul Rahim様。森林レンジャーのAbdul Halim様。Abdul Lati様。 Mohamed Kamis様。 Mena様。マレーシア国ペラ州、ケダー州のマン

グローブ林見学についてアレンジして下さいましたJICA複層林施業経営プロジェクトチームリーダーの坂本 進 様。現地まで同行、ご案内下さいました伊藤 香里 専門家。他プロジェクトの専門家の皆様の暖かいご指導に厚く御礼申し上げます。タイ王国のカンボジア国境、トラート州においてマングローブの種苗供給センターの所長兼唯一のオフィサーとして日夜活躍されているPaisarn 様におかれましては、センターの活動をご案内いただきました上に、チャンタブリー州における王様プロジェクトのシルポフィッシャリーの見学について、休日を返上してご協力いただきました。それらの全てのアレンジをして下さいましたバンコクFAOの櫻尾 様。ミャンマーのUNDPオフィサーを御紹介下さいました元FAO職員 堀 正彦 様におかれましては、派遣前より語学勉強法等についてもご指導賜りありがとうございます。タイ王国のマングローブ林経営についてご教授下さいましたカセサート大学教授Dr. Vipak Jintana様。アラブ首長国連邦における養殖経営とAvicennia sp.の植栽を組み合わせた経営についてご教授下さいましたアラブ首長国連邦水産省環境局長A. Abdulrazzaq, B. Sc., M. Sc.様。エコツーリズムの文献についてご紹介下さいましたイギリス王国サセックス大学の鎌田 陽司 様。これまで、多大なる助言と激励を下さいました元ケニア国社会林業プロジェクトチーフアドバイザー、JICA専門員の増子 博 様。元ケニア国社会林業プロジェクト普及専門家、福岡県庁の山内 耕二 様。PCM手法の活用について助言して下さいました開発協力専門家在タンザニアの白鳥くるみ様。JICAネパール村落林業開発普及プロジェクトをご案内下さいました元チームリーダー永目 伊知郎 様、元流域管理専門家の北浦 真吾 様。派遣前にマレーシアマタン国有林ワーキングプランをお貸し下さり、ヒントを与えて下さいました前チームリーダー佐古田 睦美 様。また、タンザニア国、ヴェトナム国、ホンジュラス国においてプロジェクトをご案内下さいました長期専門家及び汽水域の土地利用についてご教授下さいました皆様に厚く御礼申し上げます。この2年間の活動を最も強く支えてくれたのは当インドネシア共和国において、20年以上マングローブ林経営に携わり、林業経営の専門家として現場を持ち、様々なトライアルを行い、在野から林業省のマングローブ林経営政策に積極的に発言してきたご経験を持つフォレスター、Ir. Fairus Mulia 氏のかげがえの無い友情、温かいご協力でした。彼がいなければ、ここにこの本を出版することは到底不可能なことでした。実務の経験の深さ、長さ、内容、情報量、人脈等について、インドネシアのマングローブ林経営の分野においては、彼以上に頼れる人材はいないと確信しています。彼や、その仲間（Yayasan Mangrove : Indonesia Mangrove Foundation）のマングローブリサーチャー達のNGOとしてのアグレッシブな活動に非常に高く尊敬しています。彼らとのこの1年間の毎週、時には毎日に及ぶ意見交換や、現地調査の数々、また、親切に膨大な情報やデータを提供していただきましたことに、どれだけ学ぶことが大きかったか、助けられたか、どんなに感謝してもしつこくすることができません。これからどこに行こうとも氏に教えられたことを大切にしていきます。また、本書の財務分析については、IMG代表取締役、Financial AnalystとしてMBAの資格を持つ森 真一 短期専門家の懇切丁寧なご指導を得て分析、作成されたものです。森専門家は今後本プロジェクトのみならず全ての開発協力プロジェクトに欠かせない重要な“マネージメント&フィージビリティ”の視点を注入してくれる貴重な専門家であると確信しております。また、養殖経営分野の鈴木 隆志 短期専門家におかれましては、その長いインドネシアでのエビ養殖研究における広く深い知識、ご経験、ご人脈から素人であった私達に多くの養殖に関する知識を与えてくださり、また、シドアルジョの伝統的で持続可能なエビ養殖経営とAvicennia sp.の組み合わせについて教えて下さいました、Ali Ridhoグループの皆様をご紹介下さいましたおかげで、これまで内外的林業省等林業分野の専門家には全く知られていなかった持続可能な経営の可能性を紹介し、林業、水産分野の相互

協力による総合的なコースタルマネジメントの方向性を発掘することができました。二階堂洋充 短期専門家におかれましては、経営分析についてご指導いただきました。社会経済調査分野の岩崎 茂 短期専門家により、社会経済調査の分析手法についてご指導、助言いただきました。甲殻類の鈴木 廣志 短期専門家により、エビ、カニ等の甲殻類の同定方法についてご指導いただき、おかげさまで、生態アシスタントカウンターパートは自力でマングローブ林地域の甲殻類の同定ができるようになりました。上述の鈴木 隆志 専門家は鈴木 廣志 専門家からご紹介いただきました。また、そのほか、日本から数々の助言を下さいましたISMEの馬場 繁幸 先生、筑波大学の増田 美砂 先生、滋賀大学教授 荻野 和彦 先生、農林水産省森林総合研究所高知支所 田淵 隆一 室長、に心から感謝の意を述べたいと思います。また、森林総合研究所北海道支所の猪瀬 光雄 経営部長の本当にご親切なご指導がなければ、収穫予想表、材積表を(まだまだ改良が必要なものではありませんが)完成することはできませんでした。ここに厚く御礼申し上げます。本書は2人の前専門家、照井 隆一 様と石田 英夫 様及びカウンターパート、アシスタントカウンターパートの努力と成果が基礎となっております。また、インドネシアに派遣されておりますJICA, Jetroの各専門家の暖かいご協力、ご支援に心から深く感謝申し上げます。投資省投資調整庁JICA投資アドバイザー菊池 剛 専門家。Jetro (日本貿易振興会)の田中 隼人 様には、日本のインドネシア語学学校でお世話になりそれから、Jetroのインドネシアに造詣が深い皆さんをご紹介下さり、SBI、投資政策に関する様々な情報をご提供下さいましたことに心から厚く御礼申し上げます。環境アセス、AMDALについて情報をご提供下さいました大林 重信 チームリーダー、青山 銀三 専門家。水産業の動向に関する情報、データをご提供下さいました岡 貞行 専門家、アラブ首長国連邦での水産養殖とマングローブ植林についてお教え下さいました玉栄 茂康 JICA専門員様。助言、サポートをありがとうございました、林業政策アドバイザー佐藤 雄一 専門家、秘書のRikaさん。JICAインドネシア事務所の大宮 直明 様。PCM手引書のインドネシア語版のご提供ありがとうございました、WID専門家の雑賀 洋子 様。タンニンの生体に対する影響について情報をありがとうございました、JICA保健学専門家の保志門 澄江 様。アップトゥーデートなJakarta退避デモ状況等について情報のフォローありがとうございました杉山一葉 様。資料収集や会議のアレンジなどにご協力ありがとうございました林業農園省局長スタッフ Ir. Nani Rukmini 様。JICAインドネシア事務所のDinur Krismasari様のご協力おかげで、大統領府その他より協力を得、必要な法律、規則、政策のドキュメントを得ることができました。

最後に、私達の同僚、造林専門家の高嶋 伸二 様、カウンターパートのOliva Suko 様、A. A. D.Y. Krisnawati様をはじめとしたアドミニストレーションスタッフ、そして私達の非常に優秀な秘書、Kompyang 様、Yuni様、さらに毎日のフィールドワークを支えてくれたワーカーの皆さん、励ましてくれた友人、家族に心から感謝の気持ちを述べたいと思います。

井上 泰子 H.M. Afwan Affendi SP Oki Hadiyati, S HUT

Ketut Raka Sudarma I Nyoman Budiana,

Denpasar, July 1999

目 次

1 緒論	1
1-1. 背景	1
1-2. 目的	3
2 マングローブ林をとりまく環境条件	4
2-1. マングローブ林の位置	4
2-2. 自然環境	5
2-3. 社会経済	6
2-3-1. 投資環境	7
(1) 基本的な投資環境	7
(2) 投資の環境影響に対する規制	9
(3) 林業部門への投資に関する法律、規則	10
2-3-2. 税制	12
(1) 所得税	12
(2) 付加価値税	13
(3) 財産税	13
(4) 森林開発にかかる税金	13
2-3-3. 資金調達	16
2-3-4. 用地取得問題	17
(1) 土地所有権	17
(2) 政府による土地収用	17
(3) 住民による土地獲得のための手続き	19
(4) 林地利用について	19
2-3-5. 労働力の確保	20
2-4. マングローブ利用の現況	21
2-4-1. 木炭	21
2-4-2. 燃料材	23
2-4-3. 建設資材	23
2-4-4. チップ	25
2-4-5. タンニン	25
2-4-6. ニッパ	26
2-4-7. 薬品	26
2-4-8. 水産	27
(1) 漁業	27
(2) 養殖	27
2-4-9. 農業	32
(1) 直積的利用	32

(2) 間接的利用	32
(3) 家畜飼料・肥料	32
(4) 塩田	33
2-4-10. 観光.....	33
(1) エコツーリズム	33
(2) ツーリズム	35
3. 政策及び関連法	38
3-1. 政策、戦略、法令	38
(1) 憲法	38
(2) 農業基本法	38
(3) 林業基本法	38
(4) マングローブ林施業令	39
(5) 環境保全地域の管理	39
(6) 自然資源・生物・生態系の保全	39
(7) 造林基金	39
(8) 土地利用管理法	39
(9) 環境影響評価の必要な事業等	40
(10) ロイヤルティの金額について	40
(11) 環境管理法	40
(12) 投資閉鎖分野リスト	40
(13) 遺伝資源保存林	41
(14) 社会林業	41
(15) 生産林における森林開発権・林産物利用権	41
3-1-2 政策と戦略	43
3-2. 土地利用システム	43
4. マングローブ林経営モデルの原則.....	45
5. モデルの分類（持続可能な森林経営）.....	46
5-1. 森林成長量による区分	48
5-1-1. 高成長地域	50
5-1-2. 低成長地域	52
5-2. 社会経済的側面による区分	55
5-2-1. 労働過少型経営	56
5-2-2. 労働多投型経営	56
6. モデル.....	57
6-1. モデル A. 択伐更新によるチップ生産モデル	60
6-1-1. 区分	60
6-1-1-1. 森林成長量による区分	60

6-1-1-2.	経営単位面積あたりの必要労働量による区分	61
6-1-2.	経営モデル	62
6-1-2-1	経営主体	62
6-1-2-2	経営システム	63
	(1) 法令上のシステム	63
	(2) より発展したシステム	67
6-1-2-3	考察	70
	(1) 利用間伐の可能性	70
	(2) 回帰年の短縮	71
6-1-3.	経営分析と結果	73
6-1-3-1.	前提条件	73
6-1-3-2.	財務分析	75
6-1-3-3.	市場性及び大規模外国投資の可能性	75
6-1-3-4.	フィージビリティ	76
	モデルA 財務分析条件、感度分析要約表	77
6-2.	モデルB. 択伐更新による製炭業	80
6-2-1.	区分	80
6-2-1-1.	森林成長量による区分	80
6-2-1-2.	経営単位面積あたりの必要労働量による区分	81
6-2-2.	経営モデル	82
6-2-2-1.	経営主体	82
6-2-2-2.	経営システム	84
	(1) 林業経営システム	84
	(2) 製炭システム	85
	(3) 回帰年の短縮の可能性	86
	(4) 森林の保護	88
6-2-3.	分析と結果	89
6-2-3-1.	前提条件	89
6-2-3-2.	財務分析	91
	Option 1 中国式窯	91
	Option 2 伝統的インドネシア式窯	92
	Option 3 マレーシア式窯	92
	Option 4 日本式窯	93
6-2-3-3.	市場性及び大規模外国投資の可能性	94
6-2-3-4.	フィージビリティ	96
	モデルB 財務分析条件、感度分析要約表	97
6-3.	モデルC. 小面積皆伐再生林による製炭モデル	109
6-3-1.	区分	109
6-3-1-1.	森林成長量による区分	109
6-3-1-2.	経営単位面積あたりの必要労働量による区分	110
6-3-2.	経営モデル	110
6-3-2-1.	経営主体	110

6-3-2-2. 経営システム	110
6-3-3. 分析と結果	111
6-3-3-1. 前提条件	111
6-3-3-2. 財務分析	112
6-3-3-3. 市場性及び大規模外国投資の可能性	113
6-3-3-4. フィージビリティ	114
モデルC 財務分析条件、感度分析要約表	115
6-4. モデルD. 養殖経営とマングローブ植林を組み合わせたモデル	120
6-4-1. 区分	120
6-4-1-1. 森林成長量による区分	120
6-4-1-2. 経営単位面積あたりの必要労働量による区分	123
6-4-2. 経営モデル	124
6-4-2-1. 経営主体	124
6-4-2-2. 経営システム	125
6-4-2-3. 考察	128
(1) 養殖池と植栽地の面積の割合	128
(2) 養殖経営と社会経済的ニーズに合致した樹種の選択	128
6-4-3. 分析と結果	130
6-4-3-1. 前提条件	130
6-4-3-2. 財務分析	132
Option 1 粗放養殖と <i>Avicennia</i> sp.を組み合わせた経営	131
Option 2 粗放養殖と <i>Rhizophora</i> sp.を組み合わせた経営	132
6-4-3-3. 市場性及び大規模外国投資の可能性	132
6-4-3-4. フィージビリティ	134
モデルD 財務分析条件、感度分析要約表	135
7. まとめ.....	140
添付資料	143
参考資料と文献	168
1. 参考・参照した資料と文献リスト.....	168
<マングローブ林経営>	168
<森林政策、法律、制度及びインドネシア政府林業省との契約文書等>	169
<土地利用計画>	170
<投資政策及び制度>	170
<森林資源調査と収穫予想>	171
<投資可能性調査と財務分析>	172
<チップ、パルプ、製炭業>	172
<環境影響評価・調査>	172
<社会経済調査>	172
<その他>	173

2. 参考・参照した統計資料リスト	173
3. 参考・参照した法令文書リスト	173
用語解説	

表・添付資料・図

I. 文章中の表

表 (1)	消費者物価上昇率 (%) と為替レート (Rp/US\$)の変動	8
表 (2)	1998-1999に改正、策定された法律、規則による、HPH, HPHKM, HPHH and HPH Masyarakat Hukum Adatの申請と取得制度について	11
表 (3)	所得税率	12
表 (4)	減価償却率	12
表 (5)	森林開発権取得にかかる税金(IHPH)	14
表 (6)	マングローブ林開発にかかる税金(ロイヤリティと造林基金)	15
表 (7)	中央銀行貸出金利	16
表 (8)	繊維形態及び漂白結果 (Rhizophora sp. (マングローブ) と Fagus sp. (ブナ))	25
表 (9)	タンニン含有量	25
表 (10)	マングローブ林の区分	44
表 (11)	フタバナヒルギ幹材積表 (要約表)	49
表 (12)	高成長地域、地位中位、フタバナヒルギ収穫予想表 (要約表)	51
表 (13)	低成長地域、地位中位、フタバナヒルギ収穫予想表 (要約表)	53
表 (14)	人口とマングローブ林面積の対比	55
表 (15)	経営モデルの区分	57
表 (16)	キャッシュフロー (例)	59
表 (17)	チップ生産に必要な経営面積	61
表 (18)	インドネシアとマレーシアのマングローブ林経営システムの相違	72
表 (19)	日本のパルプチップ輸入量の推移	75
表 (20)	炭窯の概要	80
表 (21)	30回帰年択伐森林施業によるマングローブ製炭事業に必要な経営面積	81
表 (22)	15回帰年択伐森林施業によるマングローブ製炭事業に必要な経営面積	87
表 (23)	木炭の品質試験及び販売価格	94
表 (24)	日本の木炭輸入量の推移 (Ton)	95
表 (25)	30輪伐期皆伐再造林施業によるマングローブ製炭事業に必要な経営面積 (低成長地域)	110
表 (26)	炭窯の概要(マレーシア式炭窯)	111
表 (27)	オガくずによるpH試験 (汽水の pH:6.9-7.0)	122
表 (28)	粗放型養殖経営に必要な稚エビ、稚魚の投入量、収穫高、販売価格 (1 cycle/1 hectare)	131
表 (29)	経営モデルの区分	140

II. 各モデルの財務分析条件、感度分析要約表

モデル A. 択伐更新によるチップ生産モデル

表 A-1.	択伐更新によるチップ生産のためのマングローブ造林コスト (高成長地域)	77
--------	---	----

表 A-2. チップ生産コスト算定基礎	78
表 A-3. 財務分析 感度分析の要約表	79

モデル B. 択伐更新による木炭生産モデル

Option 1. 中国式炭窯

表 B-1. 択伐更新による製炭事業のためのマングローブ造林コスト（高成長地域）	97
表 B-2. 製炭コスト算定基礎	98
表 B-3. 財務分析 感度分析の要約表	99

Option 2. 伝統的インドネシア式炭窯

表 B-4. 択伐更新による製炭事業のためのマングローブ造林コスト（高成長地域）	100
表 B-5. 製炭コスト	101
表 B-6. 財務分析 感度分析の要約表	102

Option 3. マレーシア式炭窯

表 B-7. 択伐更新による製炭事業のためのマングローブ造林コスト（高成長地域）	103
表 B-8. 製炭コスト	104
表 B-9. 財務分析 感度分析の要約表	105

Option 4. 日本式炭窯

表 B-10. 択伐更新による製炭事業のためのマングローブ造林コスト（高成長地域）	106
表 B-11. 製炭コスト	107
表 B-12. 財務分析 感度分析の要約表	108

モデル C. 小面積皆伐再造林による木炭生産モデル

表 C-2. 低成長地域にかかる製炭コスト	115
表 C-3. 財務分析 感度分析の要約表	117

モデル D. マングローブ植林と粗放養殖経営を組み合わせたモデル

表 D-1. <i>Avicennia</i> sp.と <i>Rhizophora</i> sp. 造林コスト	135
--	-----

Option 1. *Avicennia* sp タイプ

表 D-2. 粗放型養殖経営コスト <i>Avicennia</i> sp. タイプ	136
表 D-3. 財務分析 感度分析の要約表 <i>Avicennia</i> sp. タイプ	137

Option 2. *Rhizophora* sp タイプ

表 D-4. 粗放型養殖経営コスト <i>Rhizophora</i> sp. タイプ	138
表 D-5. 財務分析 感度分析の要約表 <i>Rhizophora</i> sp. タイプ	139

III. 添付資料

添付資料 1. 収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 低成長地域, Site Index L-I	143
添付資料 2. 収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 低成長地域, Site Index L-II	144
添付資料 3. 収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 低成長地域, Site Index L-III	145
添付資料 4. 収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 低成長地域, Site Index L-IV	146

添付資料	5.	収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 低成長地域, Site Index L-V	147
添付資料	6.	収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 高成長地域, Site Index H-I	148
添付資料	7.	収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 高成長地域, Site Index H-II	149
添付資料	8.	収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 高成長地域, Site Index H-III	150
添付資料	9.	収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 高成長地域, Site Index H-IV	151
添付資料	10.	収穫予想表 <i>Rhizophora apiculata</i> , 高成長地域, Site Index H-V	152
添付資料	11.	苗木育成コスト及び苗畑建設コスト	153
添付資料	12.	直挿植林のコスト	155
添付資料	13.	ポット苗造林のコスト	156
添付資料	14.	財務分析 Model A Chip Production Investment	157
添付資料	15.	財務分析 Model A Chip Production (+Commercial Thinning)	158
添付資料	16.	財務分析 Model B Charcoal Production : Chinese Type Kiln	159
添付資料	17.	財務分析 Model B Charcoal Production : Indonesian Type Kiln	160
添付資料	18.	財務分析 Model B Charcoal Production : Malaysian Type Kiln	161
添付資料	19.	財務分析 Model B Charcoal Production : Japanese Type Kiln	162
添付資料	20.	財務分析 Model C Charcoal Production in Low Growth Site	163
添付資料	21.	財務分析 Model D Extensive Aquaculture with <i>Avicennia</i> sp.	164
添付資料	22.	財務分析 Model D Extensive Aquaculture with <i>Rhizophora</i> sp.	165
添付資料	23.	インドネシア国におけるマングローブ森林施業令	166
添付資料	24.	マレーシア国マタンマングローブ林施業	167

IV. 図

図1.	マングローブ林面積	4
図2.	降水量を比較する (Biak, Irian Jaya と Denpasar, Bali)	5
図3.	養殖池の増加	28
図4.	Site Index Curve (高成長地域) <i>Rhizophora apiculata</i>	52
図5.	Site Index Curve (低成長地域) <i>Rhizophora apiculata</i>	53
図6.	LAND-USE PATTERN ? Mangrove Plantation : <i>Tambak</i> = 1 : 1	129

一覧リスト

No.	内 容	撮影所	撮影日	撮影者	ページ
写真1	マングローブ植林地(15年生、ブアタ州)	Txl, RI	Sep-98	JICA	66
写真2	水田が田舎をとり囲むの風景(1998年8月)	Dps, DL	Jun-99	JICA	66
写真3	伝統的なマングローブ森林によるマングローブ森林工場	Sq, RI	Apr-98	JICA	67
写真4	漁民が水田にマングローブ植	Cx, Pa, EJ	Sep-98	JICA	67
写真5	カニがマングローブにマングローブ森林(水中撮影)	Cw, RI	Sep-98	JICA	67
写真6	Apoc sp. (マングローブ)	Ra, WK	Apr-99	JICA	67
写真7	稲の生育地(タイ北部)	THA	Feb-98	JICA	68
写真8	牧野主産のカタツムリ(タイ北部)	Cg, Kt, Wa	Dec-98	JICA	68
写真9	鹿の肉がめと <i>Sambaria cascata</i> の肉を食むカニの状況	Dps, RI	May-99	JICA	68
写真10	伝統的養殖場の棚が設置されている様子	Cx, Pa, EJ	Sep-98	JICA	69
写真11	マングローブ林の中を記述されたマングローブ	Sm, Kt, Wa	Dec-98	JICA	71
写真12	マングローブ林(タイ北部、林内の風景撮影(水田と森の境))	Mt, MAl	Feb-99	JICA	71
写真13	タイ北部マングローブ林(タイ北部、ブアタ州)	THA	Feb-98	JICA	72
写真14	長尾長尾蟹 <i>Rhizophora apiculata</i> Age 1 年生	Dps, DL	May-99	JICA	73
写真15	長尾長尾蟹 <i>Rhizophora apiculata</i> Age 3 年生	Sq, RI	Jul-98	JICA	73
写真16	長尾長尾蟹 <i>Rhizophora apiculata</i> Age 10 年生	Cg, Kt, Wa	Dec-98	JICA	73
写真17	長尾長尾蟹 <i>Rhizophora apiculata</i> Age 15 年生	Tbl, RI	Sep-98	JICA	74
写真18	長尾長尾蟹 <i>Rhizophora apiculata</i> Age 20 年生	Cx, Ph, EJ	Sep-98	JICA	74
写真19	マングローブ林(タイ北部)の風景	Thl, RI	Sep-98	JICA	75
写真20	マングローブ林(タイ北部)	Tbl, RI	Sep-98	JICA	75
写真21	長尾長尾蟹 <i>Rhizophora apiculata</i>	Rh, RI	Jul-98	JICA	77
写真22	長尾長尾蟹	Pa, WK	Apr-99	JICA	77
写真23	長尾長尾蟹	Pa, WK	Apr-99	JICA	77
写真24	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Pa, WK	Apr-99	JICA	78
写真25	川原の風景	Ba, WK	Apr-99	JICA	78
写真26	川原の風景	Pa, WK	Apr-99	JICA	78
写真27	川原の風景(タイ北部) 長尾長尾蟹	Pa, WK	Apr-99	JICA	79
写真28	長尾長尾蟹 <i>Rhizophora apiculata</i> (タイ北部)	Ba, WK	Apr-98	JICA	79
写真29	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Pa, SS	Apr-99	JICA	80
写真30	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Txl, RI	Sep-98	JICA	70
写真31	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Txl, RI	Sep-98	JICA	71
写真32	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Txl, RI	Sep-98	JICA	71
写真33	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Sq, RI	Apr-99	JICA	82
写真34	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Sq, RI	Apr-99	JICA	84
写真35	長尾長尾蟹(タイ北部) 長尾長尾蟹	Sq, RI	Apr-99	JICA	84
写真36	長尾長尾蟹(中国式製)	Ec, WK	Apr-99	JICA	85
写真37	長尾長尾蟹(中国式製)	Ec, WK	Apr-99	JICA	85
写真38	長尾長尾蟹(中国式製)	Ec, WK	Apr-99	JICA	85
写真39	長尾長尾蟹(中国式製)	Ec, WK	Apr-99	JICA	85
写真40	長尾長尾蟹(日本式製)	Sq, RI	Apr-99	JICA	86
写真41	長尾長尾蟹(日本式製)	Sq, RI	Apr-99	JICA	86
写真42	長尾長尾蟹(日本式製)	Sq, RI	Apr-99	JICA	86
写真43	長尾長尾蟹(日本式製)	Sq, RI	Apr-99	JICA	86
写真44	長尾長尾蟹(日本式製)	Sq, RI	Apr-99	JICA	87
写真45	長尾長尾蟹(日本式製)	Sq, RI	Apr-99	JICA	88

No.	内 容	撮影場所	撮影日	撮影者	巻数
写真46	桜の満開	Ba. WR	Apr-99	JICA	89
写真47	夕陽の空	Sy. RI	Apr-99	JICA	89
写真48	鹿児島市長（中国武会）ハンチング中	Ba. WR	Apr-99	JICA	90
写真49	中国武会	Da. Wh	Apr-99	JICA	91
写真50	インテックス大分会場	Sp. RI	Apr-99	JICA	92
写真51	インテックス会場	Sy. RI	Apr-99	JICA	92
写真52	日本武会	Sy. RI	Apr-99	JICA	93
写真53	本町の風景（朝陽）（一般市民）	Sp.	Feb-99	JICA	94
写真54	金瓶の風景（インテックス会場）	Sy. RI	Apr-99	JICA	94
写真55	マレーシアの民間企業（建設会社）の社長（中国武会）	Ml. MAL	Feb-99	PM	95
写真56	本町風景（夕陽）	Sy. RI	Apr-99	JICA	96
写真57	本町風景（夜）（インテックス会場）	Sy. RI	Apr-99	JICA	96
写真58	日本武会（中国武会）の社長（中国武会）	Sy. RI	Apr-99	JICA	96
写真59	マレーシアの民間企業（建設会社）の社長（中国武会）	Ml. MAL	Feb-99	JICA	103
写真60	鹿児島市の風景（インテックス会場）	Upe. RI	May-99	JICA	108
写真61	鹿児島市の風景（夜）（インテックス会場）	Sy. RI	Oct-98	JICA	109
写真62	鹿児島市の風景（夜）（インテックス会場）	Ca. Pb. EJ	Sep-98	JICA	120
写真63	鹿児島市に Avicennia casearia 属の植物が自生している。	Sy. RI	Oct-98	JICA	121
写真64	「アサギ」の産地 （鹿児島市）	Sy. RI	Oct-98	JICA	122
写真65	「アサギ」の産地（鹿児島市）	Sy. RI	Oct-98	JICA	123
写真66	Avicennia casearia の産地（鹿児島市）	Sy. RI	Oct-98	JICA	123
写真67	鹿児島市の風景（夜）（インテックス会場）	Ca. Pb. EJ	Jan-98	JICA	24
写真68	「アサギ」の産地（鹿児島市）	Ca. Pb. EJ	Sep-98	JICA	124
写真69	鹿児島市の風景（夜）（インテックス会場）	Ca. Pb. EJ	Sep-98	JICA	129
写真70	鹿児島市の風景（夜）（インテックス会場）	Ca. Pb. EJ	Sep-98	JICA	129

(省略番号) 撮影場所

1. Oki	鹿児島市（鹿児島県）	16. Oki	鹿児島市（鹿児島県）
2. K	鹿児島市	17. Pm	鹿児島市（鹿児島県）
3. Dpa	鹿児島市（鹿児島県）	18. WR	鹿児島市（鹿児島県）
4. BL	鹿児島市	19. Ba	鹿児島市（鹿児島県）
5. Sp	鹿児島市（鹿児島県）	20. RI	鹿児島市（鹿児島県）
6. Ca	鹿児島市（鹿児島県）	21. Ss	鹿児島市（鹿児島県）
7. Pb	鹿児島市（鹿児島県）	22. Sst	鹿児島市（鹿児島県）
8. E7	鹿児島市	23. Sst	鹿児島市
9. Cw	鹿児島市（鹿児島県）	24. Sst	鹿児島市
10. H14	鹿児島市	25. Sby	鹿児島市
11. Cg	鹿児島市（鹿児島県）	26. Sp	鹿児島市
12. RI	鹿児島市（鹿児島県）	撮影者	
13. Wh	鹿児島市	19. PM	鹿児島市（鹿児島県）
14. Sm	鹿児島市（鹿児島県）	28. JICA	鹿児島市（鹿児島県）

1 緒論

1-1 背景

インドネシア共和国はスマトラからイリアンジャヤまで北アメリカ大陸に匹敵する5千kmに及ぶ17,500の島からなる島嶼国であり、土地と海面を含む領土は770万平方kmに及んでいる。その海岸線の長さは81千kmに及び世界でカナダに次ぐ距離となっている。このため、インドネシアのマングローブ林面積は、全世界約1,600ha（IUCN/1982年）の約20%を占め、マングローブ林を構成する植物は75種存在し、マングローブ林面積、構成種数ともに世界一を誇る。

このような立地条件を持つインドネシアにおいては、人口の約60%が沿岸地域に居住していると言われており、マングローブ林は、日々刻々ととりまく環境の変化や人間の経済活動によって影響を受けている。

マングローブは汽水域、すなわち海水と陸水の供給のある海と陸の接点に分布し、燃材や建材などの木材として利用されるのみならず、多様な動植物が生息することで知られており、生物生産の場として、エビ、カニ、魚などの漁業資源の供給などさまざまな形で人間生活に大きく関わっている。また、その根系は土壌の堆積機能をもたらし、沿岸の浸食を防止し、陸上及び河川・海洋の生態系における食物連鎖を促す有機物の供給という、生態系の根幹となる機能を有している。

世界のマングローブ林は、海岸線における開発が進むにつれて、毎年約20万haづつ減少していると言われており、養殖、港湾施設・商工業施設・住宅といった基盤設備及び農業といった目的のためにマングローブ林が切り開かれ、残存するマングローブ林も開発の圧力下にさらされ続けている。インドネシアにおいては、1997年からの経済危機に始まる対ドル交換レートの急激な下落に伴う、ルピアによる相対的な輸出価格の高騰に乗じて、一層の養殖池の開発、建設資材としての盗伐、それらの近隣諸国への輸出が増加し、マングローブにとって重大な脅威となっている。

操業していないタンバック（養殖池）及び集約的エビ養殖の後に放棄されたタンバックもまた、近年増加している。（ADB/1996年）トロール漁業の禁止に伴い、1980年代にはおよそ10万haものタンバックがインドネシア国内で建設されたが、その多くはマングローブ林を切り開いたものであった。こうしたタンバックのほとんどにおいて集約的えび養殖が行われた。集約的養殖には大規模設備投資が必要とされ、さらに生産性を上げ資本コストを可能な限り早急に回収するために、大量の人工の餌及び化学物質が投与された。これらの大量の投入物によりえび養殖池の土壌・水質の汚染が急速に進み、数年間の経営の後には集約的養殖の生産性は著しく低下することとなる。しかも集約的養殖によるえびは病気への抵抗性が低く、1990年初めにはインドネシア全土にエビの病気が大量に発生し、15,000haもの養殖池が放棄されたと報告されている。

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、インドネシア政府（林業省）からの要請を

写真2 バリ プロジェクトサイト(1999年5月)



受けて、国際協力事業団（JICA）と林業・農園省造林社会林業総局が協力して1992年12月からバリ州及び西ヌサテンガラ州にプロジェクトサイトを設け、実施している。本プロジェクトは開発協力事業の現地実証調査であり、技術の開発などが行われなければ民間投資が困難な場合に、先行して必要な基礎的資料の収集及び技術の開発等を行う目的で実施されている。このため、マングローブ林に関わる造林技術の確立のみならず、持続可能な経営モデルを策定することがプロジェクトの主要な課題となっており、これを完成させるために、1997年11月よりフォローアップとして2年間延長された。マングローブ林経営モデルの考察は、このフォローアップ期間における各種調査の一部であり、大規模海外企業を含めた事業・投資の可能性、フィージビリティを分析するものである。

持続可能な林業経営の基礎として、まず、収穫を予想するための林分成長量の分析がなされなければならない。しかし、マングローブ林の構成樹種においては、利用可能な収穫予想表が作成されていなかったため、インドネシア共和国各地マングローブ林においてプロット調査を実施し、これらのデータを分析することにより、成長予測式が明らかになった。調査期間が限られていたため、また、林齢の特定できる林分が少なかったことから、各分析に十分なデータが集められたとはいえないものの、モデルを考察する上においては利用可能な収穫予想表が作成された。各地域においてマングローブ林の分布している環境や条件は多様なものとなっており、各プロットの成長量を分析した結果、成長率の違いから、少なくとも2つに分けて収穫予想式を作成する必要があることが明らかになった。2つの収穫予想式は、第1に非常に成長が早く、更新も容易である地域（高成長地域; High Growth Site）に適合するものと、他方は生育条件が厳しく成長が遅い地域（低成長地域; Low Growth Site）に適合するものである。

本プロジェクトサイトの存在するバリ島及びロンボク島や、西隣のジャワ島などでは、生育環境条件が厳しい地域(Low Growth Site)として見なされた。すなわち集約的な利用や開発、養殖経営のためのタンバックとしての利用などが行われてきているような地域では、更新を図るためには確かな造林技術が必要であり、一定のコストも必要となる。利用可能な林分の蓄積に達するには、一定期間が必要であり、上層樹高の成長限界も比較的低い。したがって、生長条件が良くなければ、木材生産のみでの持続可能な経営を実現することは困難である。社会経済調査をふまえて財務分析を行った結果、一定の条件が整えば木材生産による持続可能な経営も可能であり、また総合的な土地利用計画を以て、植林と他の収益性の見込める産業との複合経営を行うことにより持続可能かつ収益性の高い経営が可能になることも明らかになった。

一方、マングローブの成長に適した自然環境条件である地域（高成長地域；High Growth Site）においても、どのような林業経営のシステムを用いることで持続可能な経営が可能となるのかについても比較分析して、林業経営と財務分析の両面から持続可能でありフィージブルである経営モデルが明らかにされた。インドネシアにおいてのみならず、マングローブ林が分布する地域において、今後マングローブ林の経営計画等を樹立する際に、このモデルは大きな貢献をするとともに明確な方向性を与えるものになると考えられる。

本書においては、インドネシア国内のマングローブがおかれている諸条件をまず分析し、マングローブ林経営の潜在的問題点及び可能性について明らかにしていった。次に、経営モデルを作成するに当たって考慮すべき原則について記述し、その原則に基づいた経営モデルを形成し、その実施可能性に関する分析が行われている。

経営モデルは、インドネシア国内の諸条件を踏まえて形成されたものであるが、マングローブ林が分布する他国地域においても、その地域の諸条件を把握し、本書の経営モデルを検証すれば、その地域に対応した経営モデルを形成することが十分に可能である。

1-2 目的

マングローブ林の持続可能な経営モデルの考察における、最終的な目標は、マングローブ林の保全とその地域の持続的な開発を両立しうるようにすることである。したがって、以下の点に主眼を置き、インドネシア国内のマングローブ林の経営状況等について調査が進められた。

1-2-1 その事業・経営の収益から再造林活動を推進し得るような投資の可能性を明らかにすること

造林、育林には一定のコストが必要である。もし、十分な資本（または予算）がなければ造林、保育などに向けた活動を行っていくことは事実上不可能であり、森林を持続可能な形で管理、保全していくことは困難である。このため持続可能なモデルとしては、経済的に収支の均衡がとれたものでなくてはならない。

インドネシアでは、すでに多くの自発的な植林活動や、シルポフィッシャリーのような活動がマングローブ林地域で展開されている。本調査では、こうした活動について可能な限りの、聞き取り調査、経済活動に関する様々なデータが収集された。そのデータを基にして費用便益分析が行われ、その結果収益が見込める場合に関してのみ財務分析が行われるとともに、投資の可能性が考察された。想定される投資家は、国内の民間セクターの事業家に限定せず、政府等の公共事業体から外国投資家まで含む広範なものである。

1-2-2 環境に適しかつ経営の目的にあった持続可能なシステムを明らかにすること

その土地の森林生産力を最大にし、維持することは、森林資源の保全と将来の持続可能な利用にとって重要な課題である。林分の収穫量の予想は対応しうる経営システムと利用可能な林分の蓄積を明らかにするもので、適切な経営計画等を樹立するために不可欠なものである。適切な収穫量の予想が行われることによって、持続可能な経営に必要な面積や森林の蓄積に見合った投資・経営規模を明らかにすることができる。このことによって森林の立地環境に適合した造林と生産を組み合わせた経営モデルを導くことが可能となる。