

## 第Ⅱ部

### 事業及び調査研究報告

## 第II部 事業及び調査研究報告

### 目 次

第1章 育苗に関する報告	139
1. 事業	141
1-1 事業経過	141
1-2 事業計画	141
1-3 事業実績	142
1-3-1 苗畑設営	142
1-3-2 苗木生産	145
1-3-2-1 苗木生産実績	145
1-3-2-2 育苗方法	151
添付資料	
1. 種子	169
2. <i>S.alba</i> 発芽試験	175
3. 種子保管に関する調査	179
4. 播種方法	185
2. 調査研究	187
2-1 調査研究計画	187
2-1-1 調査研究課題	187
2-1-2 調査研究課題の設計	187
2-2 調査研究実績	189
3. 成果と今後の課題	227
3-1 成果	227
3-2 今後の課題	227
第2章 造林に関する報告	229
写真	
1. 事業	243
1-1 事業計画	243
1-2 事業実績	245
1-2-1 養殖池跡地の堤の開口	245
1-2-2 試験林の造成	245

1-2-3	生存率及び補植	256
1-2-4	植栽木の成長(平均樹高)	259
1-2-5	Silvo-fisheryのモデル造成	260
1-2-6	展示林の造成	260
1-2-7	低コスト試験林等の造成	261
1-2-8	保育	261
1-2-9	養殖池跡地の緑化	263
1-2-10	作業路網の整備	263
1-2-11	造林標準作業工程の作成	263
1-2-12	その他	265
2.	調査研究	267
2-1	造林に関する研究項目と計画	267
2-2	調査研究の結果	270
2-2-1	立地環境別植栽木成長比較試験	270
2-2-1-1	バリサイト	270
2-2-1-2	ロンボクサイト	295
2-2-2	植栽方法試験	316
2-2-3	植栽密度試験	326
2-2-4	堆砂地における植栽試験	330
2-2-5	苗木形態別植栽試験	336
2-2-6	生存率調査	339
2-2-7	水門管理試験	341
2-2-8	カイガラムシ防除試験	342
3.	マングローブ造林マニュアルの作成	349
4.	成果と今後の課題	349
4-1	成果	349
4-2	今後の課題	350
第3章	生態に関する報告	353
	写真	
1.	事業	363
1-1	観察歩道の設置及び作設マニュアルの作成	363
1-2	固定調査プロットとリクートラップの設置	363

1-3	報告書の作成、出版	365
1-4	マングローブ樹種図鑑の作成、出版	365
1-5	植物標本作製マニュアル及び機材の整備	365
1-6	マングローブ植物及び動物標本の作成、展示	366
1-7	開花結実過程標本の作成、展示	366
1-8	インドネシア国内のマングローブ開花結実状況調査	366
1-9	気球を使用した空中写真の撮影マニュアル作成	366
1-10	造林対象マングローブ7樹種のパンフレット作成、出版	366
2.	調査研究	367
2-1	調査研究項目と成果概要	367
2-2	E-01 植生調査	367
2-3	E-02 自然環境条件調査	369
2-4	E-03 土壌堆積調査	375
2-5	E-04a 成長量調査	377
2-6	E-04b リター生産量調査	379
2-7	E-05 天然林内更新調査	383
2-8	E-06 種子成熟過程調査	387
2-9	E-07 種子生産量調査	389
2-10	E-08 動物層変遷調査	392
2-11	E-09 病害獣虫調査	395
第4章	経営に関する報告	399
1.	事業	401
1-1	事業関連項目	401
1-2	事業関連項目取りまとめ結果	401
2.	調査研究	405
2-1	調査研究の計画と実績	405
2-1-1	調査研究の計画と事項	405
2-1-2	実績の概要	410
2-2	森林調査簿の作成に関する検討	413
2-2-1	研究の目的	413
2-2-2	研究の方法	413
2-2-3	研究結果の概要	414

2-3	収獲予想表の作成	418
2-3-1	調査の目的	418
2-3-2	調査の方法	418
2-3-3	調査結果と考察	418
2-3-4	今後の課題	419
2-4	社会経済的便益の検討	421
2-4-1	調査の目的	421
2-4-2	調査の方法	421
2-4-3	結果と考察	421
2-4-4	今後の課題	423
2-5	製炭利用技術の改善	424
2-5-1	調査の目的	424
2-5-2	調査の方法	424
2-5-3	結果と考察	424
2-6	マングローブ林経営モデルの提案	426
2-6-1	経営モデル作成の目的	426
2-6-2	作成の方法	426
2-6-3	結果と考察	426
2-6-4	今後の課題	429
3.	成果と今後の課題	431
3-1	成果	431
3-2	今後の課題	432

## 第1章

### 育苗に関する報告



## 第1章 育苗に関する報告

マングローブ林資源保全開発実証調査プロジェクトは1992年12月1日に開始され、5年間に、バリサイトではエビ養殖池跡地150ha。一方、ロンボクサイトにおいては伐採跡地50haの植林が計画された。このためバリサイトでは、エビ養殖事業で変化した植林地の環境に適応性の広いポット苗木の育苗生産がなされたが、ロンボクサイでは胎生種子を直接林地に挿し付ける植林方式に変更された。したがって育苗活動は主としてバリサイトにおいて実施され、種子形態では胎生種子、半胎生種子及び普通種子からなる7マングローブ樹種の育苗生産がなされた。

さらに、事業と並行して、育苗技術の改善確立のための調査研究を実施した。調査研究については本報告の第1章 2. 調査研究に報告したが、苗畑で実施された調査研究のほか、他の3分野における調査研究の成果により育苗技術の確立がなされた。

これらの成果はによりマングローブ樹種苗畑手引書（ポット苗木育苗）を作成し、別冊で報告した。なお本報告書はプロジェクト5年間の業務報告であり、この期間2名の長期専門家が派遣され、前期専門家の報告は既に中間報告でされているが、これをあわせて最終報告としている。

### 1. 事業

#### 1-1 事業経過

事業実施計画の基本実施計画をもとに苗木生産活動を実施するため、バリサイトでは1993年2月に仮苗畑の建設に着手し、1か月後の3月に完成。同年5月より育苗事業を開始した。これと並行し同年4月には事業苗畑の建設に着手し、同年9月末に完成させた。完成とともに事業苗畑での育苗を開始し、仮苗畑での育苗は中止した。なお、この事業苗畑に付随して調査研究に供される実験苗畑も建設した。

一方、ロンボクサイトではGili Petagan島に簡易な苗畑を造成し、同年11月に完成させ、小規模に苗木生産を開始したが、1994年1月の作業監理調査団の指導により造林事業における植林方法が胎生種子の直挿し植林方法に計画変更となり、ロンボクサイトにおける育苗事業は中止し、以後、種子を採取し、造林事業に種子を供給した。

#### 1-2 事業計画

前項の事業実施計画の基本実施計画をもとに苗木生産活動を実施するために次の項目を計画した。

- ① 苗畑設営（1-3-1参照）。



② 苗木生産（1-3-2 参照）。

### 1-3 事業実績

苗畑部門の事業は造林事業を展開していくうえで必要不可欠な苗木生産・供給とそれを可能にするための苗畑設営にある。苗畑の位置図を図1-1に、また、仮苗畑及び事業苗畑の見取図を図1-2及び図1-3に示す。

#### 1-3-1 苗畑設営

##### (1) パリサイト

##### 1) 仮苗畑

1992年12月プロジェクト開始とともに、パリサイトにおいて1993年度造林事業用の苗木の生産を緊急に開始する必要があった。しかし、事業苗畑の完成は1993年9月末と計画されていたので、当面の苗木生産は仮苗畑を造成し実施することとした。

仮苗畑用地としてエビ養殖池跡地の一部を利用する計画を立て、比較的環境条件の良いブロックII No.80に設営することに決定した。

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。

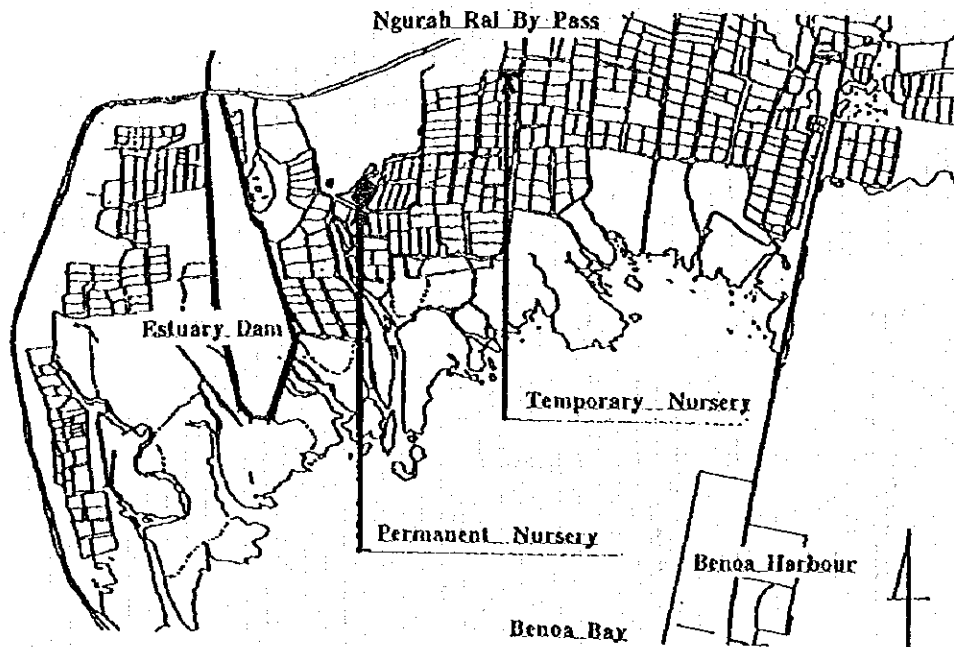


図1-1 苗畑位置図（パリサイト）

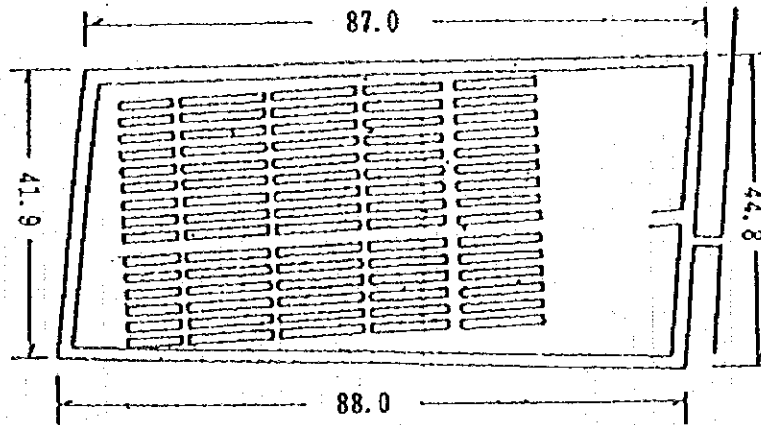


図1-2 仮苗畑見取図

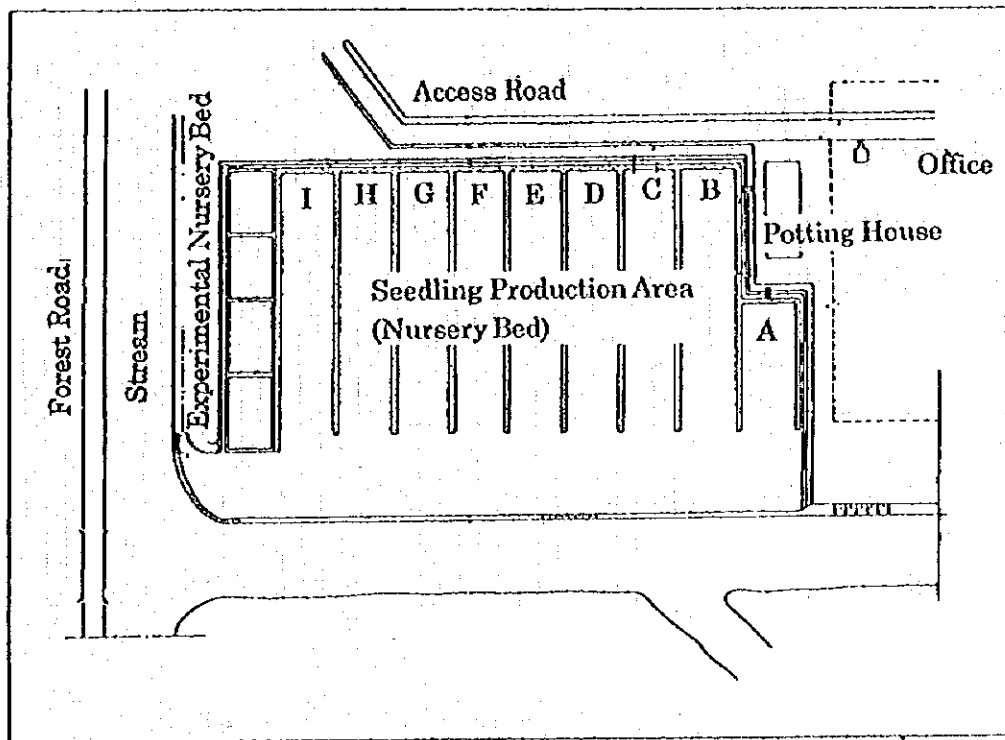


図1-3 事業苗畑見取図

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。更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行し、3月中旬に完成させた。

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业が少なくなり、また2種の地盤高を設置する場合でも、約20cm高さの切土、ある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がなどである。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ので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。

## 2) 事業苗畑

事業苗畑の建設は1993年4月中旬に着手した。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12mの区画を1単位とし、総数38の区画からなっている。各区画内には幅1m、長さ12mの苗床を6本設置し、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行うこととした。なお苗床の設置については、1995年より方向を90度変え、苗床が区画歩道に直角になるよう設置し、特に散水作業が便利に行われるようにした。この変更により苗床のサイズは幅1m、長さ9mで289苗床の設置ができるようになっている。育苗地の地盤高はベノア湾大潮満潮時に60cmの冠水深となるよう設計し、もとの地盤を60cm掘り下げるとともに、あわ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か月間に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、1995年以降は、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か月間に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。ただし、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。

1993年9月、事務所に先立ち工期6か月で建設を完了した。

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。

## (2) ロンボクサイト

ヌサテンガラパラット州東ロンボクのGili Petagan島において実行予定の50haの造林事業に対して苗木の供給体制を築く必要があった。

当初、ロンボク島南西部レンバルにおいて育苗事業を考えていたが、造林事業地より遠隔地（陸路2時間30分、海路40分）であったため、苗畑立地としては劣るが、造林事業地のGili Petagan島を選び、簡易な苗畑を造成することとした（ベースキャンプのサンベリアにも簡易苗畑を併設した）。また、1994年度育苗事業がインドネシア国側による事業として実行されることになったためプロジェクト側での育苗事業は中止した。

### 1-3-2 苗木生産

#### 1-3-2-1 苗木生産実績

##### (1) バリサイトにおける苗木生産数量

エビ養殖池跡地120ha、干潟堆砂地30haの造林事業に供する苗木の育苗を仮苗畑及び事業苗畑で行った。育苗対象樹種、7樹種を表1-1に示す。

表1-1 育苗樹種名

育苗樹種名	和名	バリ地方名
<i>Rhizophora mucronata</i> Polr.	オオバヒルギ	Bakau
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	フタバナヒルギ	Jangkah
<i>Brugulera gymnorrhiza</i> Lam.	オヒルギ	Lindur
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	ヒルギダマシ	Prapat
<i>Sonneratia alba</i> J. sm	マヤブシキ	Api-api
<i>Ceriopus tagal</i> C. B. Rob.	コヒルギ	Tengeh
<i>Xylocarpus granatum</i> Koenlg.	ハウガンヒルギ	Banang-banang

5年間の育苗実績を表1-2(a)、(b)及び図1-4、図1-5に示す。

生産林、保全林及び展示林の、いずれの造成にも用いられる*R. mucronata*, *R. apiculata*, *B. gymnorrhiza*, *A. marina*, *S. alba*が育苗の主要樹種である。

これらの山行苗の予定本数はそれぞれ1995年度以降、各樹種ごとの植栽適正地盤高が明確にされ、その植林年度の植林地の地盤高の面積に従って苗木生産本数が決められたので、樹種別苗木本数は増減した。

表1-2(a)に示すように*R. mucronata*の生産本数が急増し、*A. marina*の生産本数が減少している。また、*S. alba*の生産本数も少ないが、これは適正な植栽面積も少なかったが、適切な育苗方法（用土の検討、各種被害の防除対策）がプロジェクト実施期間の後半によりやく確立されたことによる。なお、*C. tagal*、*X. granatum*は展示林にのみに供されるため苗木生産本数は少なくなっている。

1993年度の育苗実績は前述したように仮苗畑において実施したものである。

1994年度分の育苗は、事業苗畑の完成とともにを1993年に前倒しして実行したが、この苗木生産数量は1994年度の生産数量に計上している。最終の1997年度分は補植用（一部新植用）であるが、1997年11月現在育苗継続中のため計画数量を計上している。なお、直挿し植林用に採取した種子数量は表1-2(b)に示している。

表1-2(a) 苗木生産計画と実績

Bali site								(November, 1997)
Year	Rm	Ra	Bg	Sa	Am	Ct	Xg	Total
1993 Plan	21500	21500	21500	21500	21500	4500	3000	115000
Sown	26400	29400	30300	13000	24000	12500	4000	139600
Production	23800	19300	22600	2600	21600	10500	3600	104000
1994 Plan	42300	42300	42300	42300	42300	3800	2500	217800
Sown	90000	88800	68300	62600	68200	5000	5000	387900
Production	85930	70558	51495	27080	24125	3830	3780	266798
1995 Plan	117150	72600	34750	22600	35900	550	4200	287750
Sown	164800	104600	47570	29400	25000	550	4200	376120
Production	157910	92324	43725	20740	23475	0	3850	342024
1996 Plan	66700	46300	29800	16900	**35000	0	5000	199700
Sown	82750	61100	40000	22280	1100	0	5000	212230
Production	78800	54900	36500	14400	945	0	4500	190045
1997 Plan	15000	5000	55000	10000	2000	10000	3000	100000
Sown	15900	9200	56600	10500	0	11600	3800	107600
Production			Not completed					
Total Production	346440	237082	154120	64620	20145	14330	15730	802867

Lombok site							
Year	Species	Rm	Ra	Bg	Sa	Am	Total
1993 Plan							
Sown		4700		30300		1000	36000
Production		2000		22600		400	25000
1994 Plan		4800	4800	9100	5000	5000	28700
Sown		0	0	0	5900	0	5900
Production		0	0	0	0	0	0
Total Production		2000	0	22600	0	400	25000

Remarks. Bali site \*\*Various seedlings with order

表1-2(b) 直挿し用種子採取実績

Bali site			
Year	Rm	Ra	Bg
1995	63010	3400	800
1996	30780	280	9680
1997			
Total	93790	3680	10480

Lombok site			
Rm	Ra	Bg	Rs
124700	1570	250	7250
143650			
Plan			
Total	268350	1570	7250

Legends

Rm=R.mucronata

Ra=R.apiculata

Bg=Bruguiera gymnorhiza

Sa=S.alba

Am=Avicennia marina

Xg=Xylocarpus granatum

Rs=R.stylosa

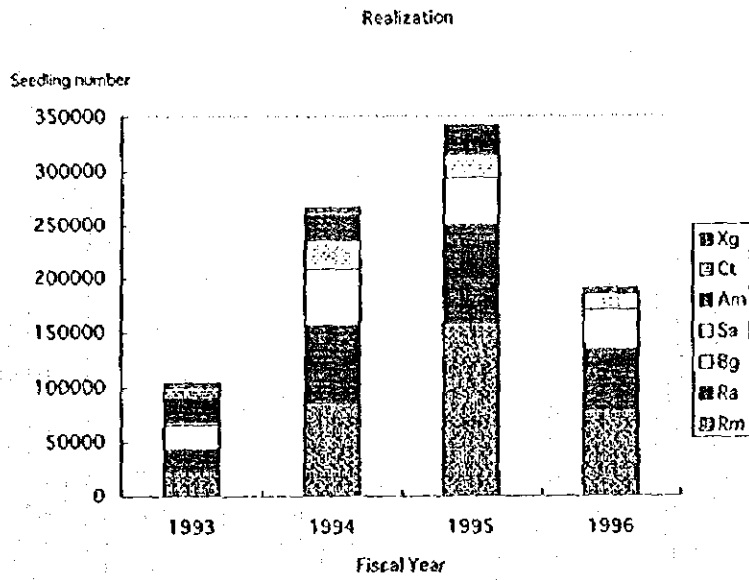
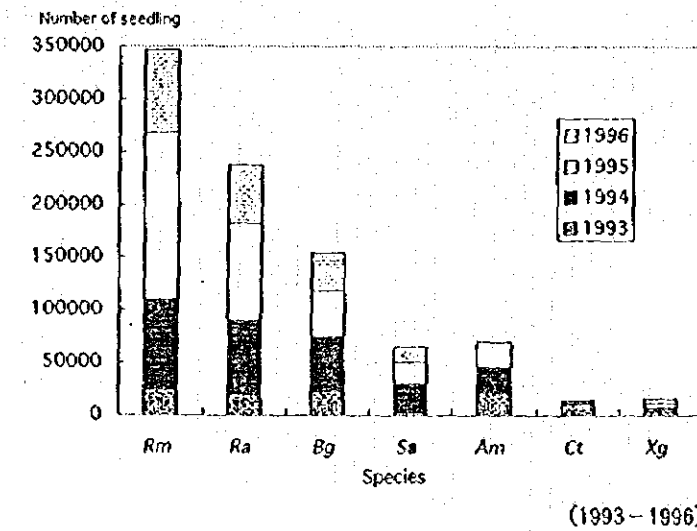


圖 1 - 4 年度別苗木生産実績



Legends

Rm=*R. mucronata*      Ra=*R. apiculata*      Bg=*Bruguiera gymnorrhiza*  
 Sa=*S. alba*            Am=*Avicennia marina*      Ct=*Ceriops tagal*  
 Xg=*Xylocarpus granatum*

圖 1 - 5 樹種別苗木生産実績

# STANDARD NURSERY WORKING

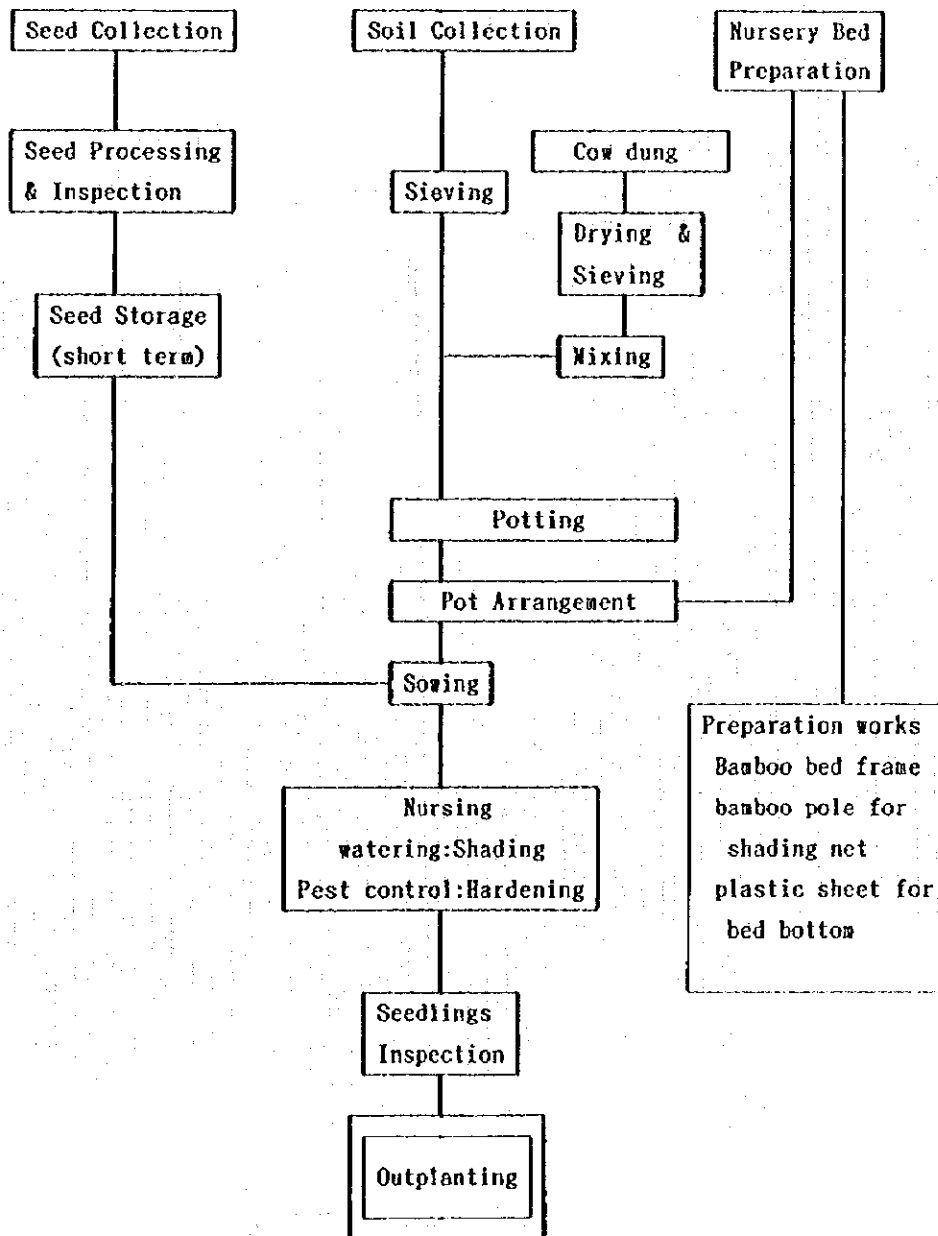
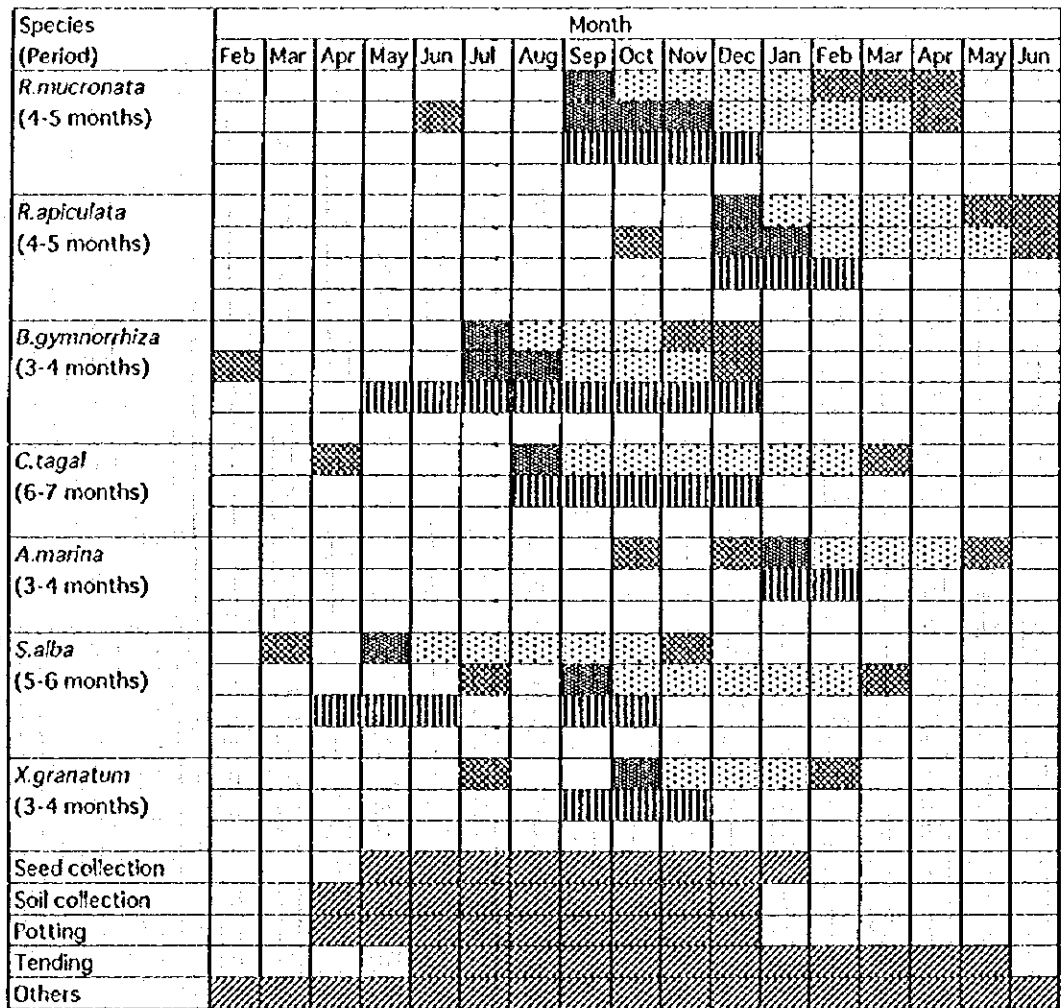






图 1 - 6 育苗标准作业





Work Plan



Legend

-  : Seed collection and sowing
-  : Raising period
-  : Outplanting
-  : Other works

-  : Seed maturing season
-  : Survey for seed collection

(Seven Mangrove Species)

図1-7 年間ポット苗木生産実行計画

## (2) ロンボクサイトにおける苗木生数量

1993年度における育苗事業は計画されていなかった。ただし1994年度からの造林事業を考へて、1993年度中に試行的に簡易な苗畑を設営し育苗を行った。さらに、1994年度分の育苗を開始したが、前述したように造林事業が胎生種子を用いた直挿しによる植栽に変更されたため、事業としての育苗事業はなくなった。

以上のような背景から、両年度に生産された苗木の総数は2,500本にとどまった。

### 1-3-2-2 育苗方法

このプロジェクトでは、すべての樹種の育苗についてポット苗木生産方式（プラスチックの袋に土壌を詰めて種子を播種、あるいは植え込み養苗する方法）を基本とした。これは胎生種子についてもポットで養苗し完全な苗木形態をした苗木が、種々の厳しい植林地環境に対して広い適応性が求められたためである。エビ養殖池跡地では、エビの収穫毎に池の底を掘り下げているのでもとの地盤高より深くなっていることや餌の残り、糞あるいは薬剤で汚染されていることによる。また他の例では、雑草灌木類のため地ごしらえ、及び下刈を必要とする植林地である西部ジャワのチラチャップでは*B.gymnorrhiza*, *R.apiculata*の胎生種子直挿し造林からポット苗木造林に変更して成功している。

一方、伐採跡地が植林地であるロンボクサイトでは胎生種子（主として*R.mucronata*）の直挿し造林に変更になり育苗事業は中止になった。育苗作業は図1-6に示す育苗標準作業による。

7樹種の年度別苗木生産実行計画は予算年度を越えるが、現在種子の長期貯蔵がほとんどできないので、樹種毎に種子の採取時期及び育苗期間に基づいて計画されねばならないので、図1-7に示すようになる。

#### (1) 種子採取

すべての樹種の種子採取が自家採取となる。このため、種子採取源を確保し、樹種の判別を正確にし、更に種子の成熟過程及び成熟期を把握して調査をし、成熟した種子を適期に採取しなければならない。

種子採取方法は落下果実を採集をする*S.alba*を除いては樹上の果実あるいは種子を地上から直接、あるいは竹竿を使用して、あるいは木登りをしてもぎ取することを原則としている。

この場合、花芽から成熟過程にあるものまで混在するので、成熟種子以外のものを落させないように十分注意しなければならない。

さらに、同じ種子木でも成熟は一斉におこらず少量ずつ成熟するので、そうとう長期間にわたり、ある間隔で繰り返して採取することが必要である（*X.granatum*で2か月、胎生

種子はこれより長く、*S.alba*, *A.marina*はこれより短い期間と推定している)。経験的に、*S.alba*毎日、*A.marina*、*X.granatum* 1週間、*R.mucronata*, *R.apiculata*, *B.gymnorhiza*, *C.tagal*では2週間を目安にしている。

## 1) 種子採取源

### ① バリサイト

育苗対象の7樹種についてはプロジェクトサイトのPrapat Bonoa国有林においてすべての種子の採取が可能である。ただし、*R.mucronata*については、過去に植林されたもので、樹高はほとんど10m以下、養殖池跡地の運河沿いに列状散在した母樹から採取するが、年間推定生産量は約30,000本である。したがって不足分は隣州東ジャワ州プロボリンゴ地方(車両で1日行程)の養殖池での林分を主として種子採取源として採取した。古くから継続的に、養殖池の土手あるいは運河、河川に沿って列状に密に植林されてきた伝統的な養殖池の林分であるが母樹も多く、樹高も高くなく、足場が非常によく、最も優れた採取源となっている。

バリサイトでは、現在の植林地が確保され、*R.mucronata*については更に運河、河川の土手に沿って種子採取用林分として植林すれば最も優れた種子採取源となることが可能である。

### ② ロンボクサイト

植林地の隣島、Gili Sulat島の天然林で*R.mucronata*を採取したが、足場が悪いこと、採取木の樹高が高いことなど、また落下した種子はキクイムシに加害された種子も多いため(約10%)、できるだけ木登りして樹上の種子採取に努力するなど、多くの困難があったが、他により優れた採取源なく、ここから年間120,000~150,000の種子を採取した。

## 2) 樹種別種子成熟と採取適期及び寸法

成熟は外観の判別による成熟種子を添付資料Ap-1, Colour Plate 1, 2及び3に示す。

### ① *R.mucronata*

成熟種子：樹上に果実が着生したままで種子が発芽して、果実の外にでて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。これは胎生種子で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。

種子の外観により判別した成熟種子の長さ、最大直径及び重量の平均値は次のとおりになっている。

長さ	最大直径	重さ	1 kg当り本数
59.2cm	18.5mm	98.5g	10~11本

採取時期：Prapat Benoa国有林においては9、10、11、12月である。この時期以外にも個々の樹木により時期がずれて成熟し、1か月当たり極少量200~300本の成熟種子の採取は通年可能である。

東ジャワ州プロボリンゴ地方においても大体同じ時期に成熟期となっている。

② *R. apiculata*

成熟種子：*R. mucronata*と同じく胎生種子で、成熟過程は胚軸が成長し、発育し色は暗赤色になる。あるいは黄色のものもある。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、生態系分野の調査研究で、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、あるいは開始時期にあり12mm以下は未熟種子であるという結果を得ている。

種子の外観により判別した成熟種子の長さ、最大直径及び重量の平均値は次のとおり。

長さ	最大直径	重さ	1 kg当り本数
28.9cm	14.3mm	29.9g	32~34本

採取時期：Prapat Benoa国有林において、母樹の種子生産量も比較的高く、年間推定生産量は100,000本以上となる。この樹種は養殖池跡地囲んで外海側の天然林内で小林分を形成し分布しているので、林内の足場は悪いが、養殖池跡地から林分への接近は容易になっていて種子採取作業を比較的容易にしている。成熟期は12~2月になっている。

③ *B. gymnorhiza*

成熟種子：胎生種子で、樹上に着生したままで胚軸が成長し、緑色の伸長した胚軸の表皮が下部から徐々に頂端部に向けて赤褐色に変色し、全体が変色すると成熟した種子となる。

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。

種子の外観により判別した成熟種子の長さ、最大直径及び重量の平均値は次のとおり。

長 さ	胚軸最大直径	重 さ (calyxを含む)	1 kg当り本数
29.7cm	15.4mm	53.0g	18~20本

採取時期：採取源はPrapat Benoa国有林で、採取時期は5~12月になっている。

④ *S.alba*

成熟種子：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が、カリックスを付着したまま落下することも多い、この場合でも地上で離脱しているか、容易にカリックスから離脱する。

この成熟して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、さらに脱離した種子もほとんどが潮汐に浮遊する。また手でも果実の分解ができ、簡単に果実から種子を取り出すことができる。成熟した果実はほとんど蛾の幼虫の被害を受けており、正常な種子の量にはバラツキが大きい。この落下した果実の種子が成熟した種子で育苗に使用する。

なお、未熟果実は水に浮かばないし、また種子を取り出すことが非常に困難である。

選別された種子の重量及び果実は次のとおり。

1000粒	果 実	正常種子平均
62~80 g (100g : 1,250~1,600粒)	平均28.7 g	107粒

採取時期：採取源Prapat Benoa国有林の天然林分で、採取時期は、年2回で、4、5、6月及び9、10月になっている。

⑤ *A.marina*

成熟種子：成熟した種子は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。また種皮開裂するものもある。しかし、これらの成熟種子を判別して採取することは困難で、大きめの種子を採取し、約1.5g以上の種子を選別している。

選別した種子の重量は次のとおり。

1 kg当り
500~550個

採取時期：採取源はPrapat Benoa国有林で、採取時期は12、1、2月頃となっている。

⑥ *C. tagal*

成熟種子：*R. mucronata*と同じ胎生種子で、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、既に黄色のコテレドンが出現し1 cm以上に発育する。成熟した胚軸はコテレドンから脱離し、落下する。

種子の外観により判別した成熟種子の長さ、最大直径及び重量の平均値は次のとおり。

長さ	胚軸最大直径	重さ	1 kg当り本数
23.8cm	8.5mm	8.0g	1,500本

採取時期：採取源はPrapat Benoa国有林、採取時期は8、9、10、11、12月である。

⑦ *X. granatum*

成熟種子：成熟した果実は既に果皮に洗われている果実を縦に4分割している線に、少しずつ亀裂が生じてくる。この果実のなかの種子は茶褐色を呈し灰色の大きな斑点が見られ幼根(radicle)がはっきり現われる。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幼根ははっきりしていない。

採取時期：採取源はPrapat Benoa国有林で、採取時期は9～11月になっている。

3) 種子の採取方法

① 胎生種子(*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*、*C. tagal*)

樹上に着生している種子の採取を原則とする。*R. mucronata*、*R. apiculata*、*C. tagal*についてはよく発達したコテレドンの色調により、*B. gymnorrhiza*については表皮の色で成熟の判定をし、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。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。既に落下した種子を採集する場合は、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ない種子を選ばなければならない。

なお、特に*R. mucronata*、*R. apiculata*の種子採取において、天然林あるいは閉鎖した林分内での落下した種子はピンホールの有無を調べながら採集しなければならない。ピンホールのある種子は除外し、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ネットの米袋に入れ、日陰にまとめ、苗畑に運搬する。

② *S. alba*

落下した成熟果実は潮汐で流失するので、満潮の潮が到達する前に拾い集める。また地上落下を防ぐため樹上の果実を選別し、袋掛けしたり、トラップを掛け果実の落下を待つ方法もある。この場合は母樹に既に果実が落下した後のカリックスが見られること、また大きい果実を選ぶことが必要である。

さらに種子成熟の最盛期には付近河川の潮汐に浮遊する果実あるいは種子も多くなるので、これを網で掬う方法もある。*S. alba*の発芽試験結果を添付資料2に示す。

③ *A. marina*

樹上の種子をもぎ取る。できるだけ大きめの種子を取る。

④ *X. granatum*

皮の割れた果実をもぎとる、また落下した種子あるいは果実を拾い集める。

(2) 種子の取り扱い及び選別

作業はすべて種子に直射日光の当たらない場所で行う。

① *R. mucronata*、*R. apiculata*、*C. tagal*

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調べ、幼芽及び胚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。

虫の被害については、特に*R. mucronata* (添付資料1-4 A、B、C参照)、*R. apiculata* (添付資料1-4 D、E参照)の種子についてseed borerの加害を検査する。加害はその穿入孔から判別できるので、pinholeがある種子は除去し、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ならない。特に天然林分での落下した種子については、ロンボクサイトでの種子被害調査では被害率が10~15%となっている例もあるので十分注意する。カイガラムシにより全体に被害を受けたものは同様に処理する。

各々の種子長(胚軸長)については、*R. mucronata*で50cm以上、*R. apiculata*及び*C. tagal*は20cm以上の種子を選別する。

② *B. gymnorhiza*

水で洗浄せず、付着した泥などは布切れでふき取る。カリックスは無理にを取り外さないで、保管中あるいは播種後の自然離脱を待つか、付着している場合は取り外してやる必要がある。

選別は外観で胚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。胚軸表皮の褐変が始まったもので、長さ20cm以上のものを選別する。

③ *S. alba*

水を8分に満たしたバケツに採取した果実を約20個にいれて約2時間放置した後、棒で十分かき回す。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取り、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取り作業台の古新聞、あるいは布に広げて選別する。虫害（添付資料1-4F参照）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し、さらに挾雑物、極端に小さい種子を取り除く。

④ *A. marina*

カリックスを除去しながら虫害の有無（添付資料1-4H、G参照）を調べ、重量を測定する。できるだけ大きい種子（1.5g以上）を選別する。

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

⑤ *X. granatum*

採取した果実を水を入れた苗木箱にいれておくと、果皮が割れ、種子が自然に果実から分散する。水に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（30g以上）。

(3) 種子保管方法

苗木の種子採取や播種作業を効率的に実行するために、各樹種間あるいは作業間で作業の順序などを調整する必要があると生じる。このため短期間（約1週間）の種子保管が必要となる。最適な種子の短期保管方法が検討（添付資料3に示す）され、樹種毎に次の保管方法が採られた。

① *R. mucronata*

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。また1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。

② *R. apiculata*

選別された種子を毎に200本バケツに直立させて入れ、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1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。



③ *B. gymnorhiza*

選別された種子を200本バケツに直立させて入れ、水を半分入れて直射日光の当たらない場所に保管する。保管期間については、最長10日間とする。前述のように決してカリックス（果実）部分を長期に水に浸けないことが必要である。

④ *S. alba*

選別した種子を約500粒毎に、水を8分にいったバケツに入れ、ネズミの食害を防ぐためかならず蓋をして、冷暗所に置いて保管する。保管された種子は2日ほとんど沈み、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(radicule)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。

⑤ *A. marina*

水のいったバケツで風通しの良い冷暗所に置き、5日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おそれがあるので、種子は水の量の5分の1位にする。

⑥ *C. tagal*

選別した種子をバケツに直立させて入れ、水を一杯にして直射日光の当たらない場所に保管する。また保管中は1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。

⑦ *X. granatum*

プラスチックの苗木箱（プラスチック苗木箱）に水を入れ、果実から分散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。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、ごくまれに上向き（幼根部を上にして浮かぶ）になる種子があるので裏返す。

(4) ポット用土の準備

1) 土壌採取とポット用土調整

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。残度は保管し適時砕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。

*S. alba*を除いては種子自身の貯蔵養分で生育できるので、フルイにかけた土壌をそのまま使用する。普通種子の*S. alba*貯蔵養分が少なく、この用土では十分生育ができないため、土壌7に対して牛糞3の容積の割合で混入して用土を調整して使用する。牛糞の処理は、天日で乾燥後砕いて土壌用のフルイをかける。

## 2) ポット用土詰め

ポットの寸法は幅12cm、長さ20cm、材質の厚さ0.05mm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12個入れ一時保管をする。

## 3) 苗床とポット設置

床枠は直径約10cmの割竹を使用、竹杭で固定する。両側から植え付けができるように幅1m、長さは9mとし、歩道に対して直角方向に設置し、両端約50cmは潮の通り道とする。各苗床間隔は約50cmとし、作業道とする。

冠水深80cmの苗床ではポットの自重で沈まないように竹網ゴザを敷き、さらにポットからはみ出した根が地面に侵入すること防ぎ、山出し時の苗木の根切りを軽減するために、ビニールシートを敷き、ポットを設置する。苗木箱に入れたポットを苗床に一輪車で運搬し、床にビニールシートを敷き込んでから、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。

遮光ネットは竹で1.7mの高さに支柱を組み設置する。

なお、播種した種子が潮の干満で流失するおそれのある*A.marina*、*X.granatum*については、陸上苗床で播種、発芽のための苗床を設置する。

## (5) 養苗と管理

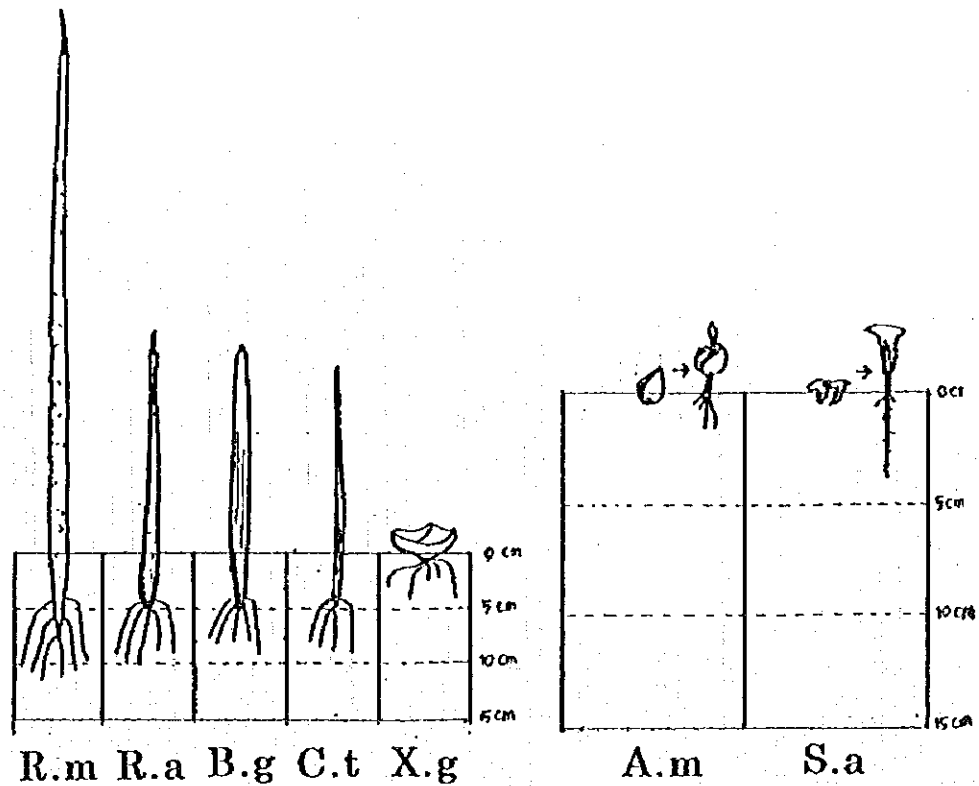
### 1) 播種

播種方法は発芽した根が十分にポットの空間を利用できるように養根部分が用土に隠れるように浅く植え付けることが基本となるが、成熟した種子はほとんどが水によく浮かぶので潮汐により流失しないように検討されなければならない。

苗床に設置した、直径8cm、高さ15cmのポットに直接幼根部を差し込んで播種するが、前もってポットは満潮の水で、あるいは散水でポット用土全体を濡らしておく。

各樹種の播きつけ深さを図1-8に示すが、胎生種子はポット高の下部3分の1は最低で残すように挿しこみ、*S.alba*では種子の半分幼根部を挿し込む。

なお、埋め込みのできない*A.marina*及び*X.granatum*については種子の流失を避けるため陸上の苗床で播種して育苗する。



Species	Sowing depth(cm)
R.m: <i>R. mucronata</i>	7
R.a: <i>R. apiculata</i>	5
B.g: <i>B. gymnorrhiza</i>	5
C.t: <i>C. tagal</i>	5
X.g: <i>X. granatum</i>	Put a seed with a radicle downward and press lightly
A.m: <i>A. marina</i>	1/3 of seeds
S.a: <i>S. alba</i>	0.5 (half of seed)

図1-8 播種方法 (植付け深さ)

## 2) 被陰管理

*R. mucronata*、*R. apiculata*、*A. marina*、*S. alba*、*C. tagal*については、遮光率50%の遮光ネットを使用し、*B. gymnorrhiza*、*X. granatum*については遮光率30%のネットを竹支柱にかけて被陰し、ハードニング開始時、山出し1か月前に取り外す。

## 3) 灌水管理

灌水は基本的に自然の潮汐によって行われるように、苗畑の地盤高播ベノア湾の大潮満潮時に60cmの冠水深なるように設計されている。ただし、この地盤高では1か月の間に小潮の時、満潮時においても潮が苗床に侵入できない日が9~10日出現し、苗木が

灌水されないなのでこの期間は人工の灌水が必要である。

さらに、冠水深を80cmとした場合には、1か月の間に潮汐の入らない日が2~3日となり、胎生種子の苗木については伸長量は増大するが、*R. mucronata*についてはカニによる食害の増加、*B. gymnorrhiza*については根系の発達に差を増大させるので、*R. apiculata*のみに有効である。

また、苗長の低い*S. alba*については、苗畑作業で攪乱された土壌の微粒子で汚染されるので、洗浄も含めて毎日の散水が必要となる。

#### 4) 苗畑病虫害防除

これまでの育苗生産で発生した被害は蛾の幼虫、カニ、ネズミ、アリ等によるもので、主として*S. alba*が潮間帯苗畑においても、また陸上苗畑においても多くの被害を受けた。これらの被害のうち育苗上防除が必要とする被害については 樹種別に次のように防除をしなければならない。なお加害種について、種の同定ができていない種、またその生態が明らかにされていない種も多いので、今後調査研究し更に有効な防除方法に改善することが必要である。樹種別に防除対策を示す。

##### ① *R. mucronata*

###### 1. 甲虫：サルハムシの一種(Coleoptera: Chrysomelidae)

加害種：*Tricliona* sp. インドネシア、スマトラ島に5種の*Tricliona* sp.が分布しており、その葉が中部ジャワ、チラチャップ地方で別の種が発見されている。いまだはっきりと同定されないがバリの種(添付資料1-6、C)はこれと同じものと推定される(Rosickorn, 1997)。

被害：未展葉の主軸頂端部(添付資料1-6D)に侵入して未展葉の葉を食害し、多数の穴をあける(添付資料1-6E)、激害になれば頂芽をも食害しこれが苗木の成長の停滞、品質低下を招く。

防除：未展葉の中で加害している甲虫を見つけ捕殺する。

###### 2. 蛾の幼虫

加害種：*Capua endocypa* (Lepidoptera Tortricide) (Rosickorn) (添付資料1-5 C、D)

被害：展葉前の頂端部に幼虫(添付資料1-5 B)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苗木の成長が停止する(添付資料1-5 A)。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。

防除：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、強制的に開葉し幼虫を捕殺する。

### 3. カニ

被害種：下記の種が苗畑で捕獲され同定されているが、*R. mucronata*に対する加害種は特定されていない。

*Neopisesarma (Neopisesarma) lafondi* (オオベンケイガニ)

*Cardisoma carnifex* (ミナミ オカガニ)

*Sesarma (Chiromantes) bidens*

*Metopograpsus latifrons* (クイラハシリーイワガニ)

*Baptozius vinosus* (クマドリオオギガニ)

*Thalamita crenata* (ミナミーベニツケガニ)

*Uca spp.* (シオマネキ類)

*Scylla oceanica* (アミメーノコギリガザミ)

*Scylla serrata* (アカテーノコギリガザミ)

*Portunus pelagicus* (タイワンガザミ)

被害：成長部分の幹を部分的に食害し苗木を曲げるか、あるいは幹を切断する。  
この被害は冠水深80cmの苗床で多発している。

防除：冠水深60cmの苗床で育苗する。

#### ② *S. alba*

種子及び幼苗がカニとネズミ及び蛾の幼虫による激しい被害を受けるので、防除対策を十分考慮した育苗をしなければならない。

<潮間帯苗畑の苗床における被害防除>

##### 1. ネズミ

加害種：エビ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及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か月間、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* (タイワンベンケイガニ?) (添付資料1-6、F)

被害：発芽を開始した種子、2～3か月の幼苗を採食、また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。苗木の成長に従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1-9に

示す。

### 3. ハマキガ類の幼虫

加害種：*Lasiognatha leverii* (Bradley)、ヒメハマキの幼虫（添付資料1-5 G、H）。

被害：苗床で遮光ネットを取り外すと（4～5か月苗）加害が始まる。加害はほとん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（添付資料1-5、E）、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（添付資料1-5、F）。被害は全体に広がり、激害ではすべて落葉し枯死に到る。

防除：カニ及び蛾の幼虫の被害防除のため3mm網目のプラスチックネットで苗床全体を覆う。（設置方法は図1-9参照）。

#### <陸上苗床の苗床における防除方法>

1. ネズミ：同上。

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(aphids)の被害

加害種：アブラムシ（添付資料1-6、G参照）、種の同定はしていない。

被害：陸上育苗床で2～3か月育苗に発生する。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で枯死する。

防除：スミチオン乳剤800～1,000倍液を散布して防除する。ある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*)毒蛾の類（添付資料1-5、J、K参照）

被害：陸上苗床だけで被害が発生し、幼虫（添付資料1-5、I）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800～1,000倍液を散布する。

③ *A. marina*

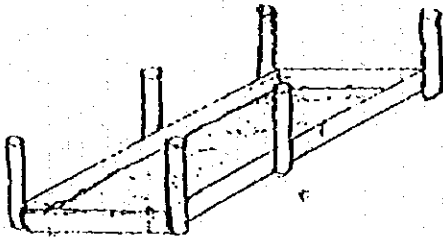
1. 蛾の幼虫

加害種：*Lepidoptera Pyralidae*、種（添付資料1-6、B）は同定されていない。

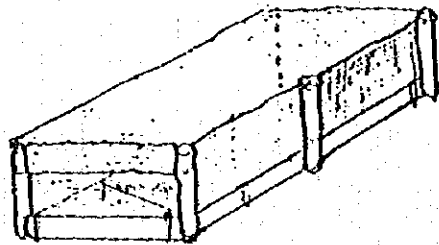
被害：陸上苗床だけで被害が発生し、幼虫（添付資料1-6、A）が葉を食害する。

防除：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、大被害にになった場合はスミチオン乳剤800~1,000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。

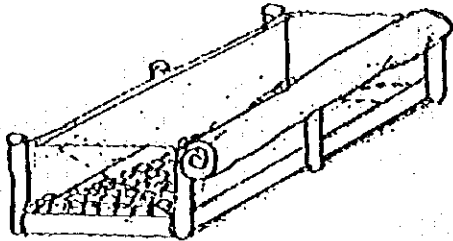
1 Nursery bed



3 Covering with a plastic net



2 Covering with a plastic net against damages by crabs and larvae.



4 Covering with a wire net against damages by rats.

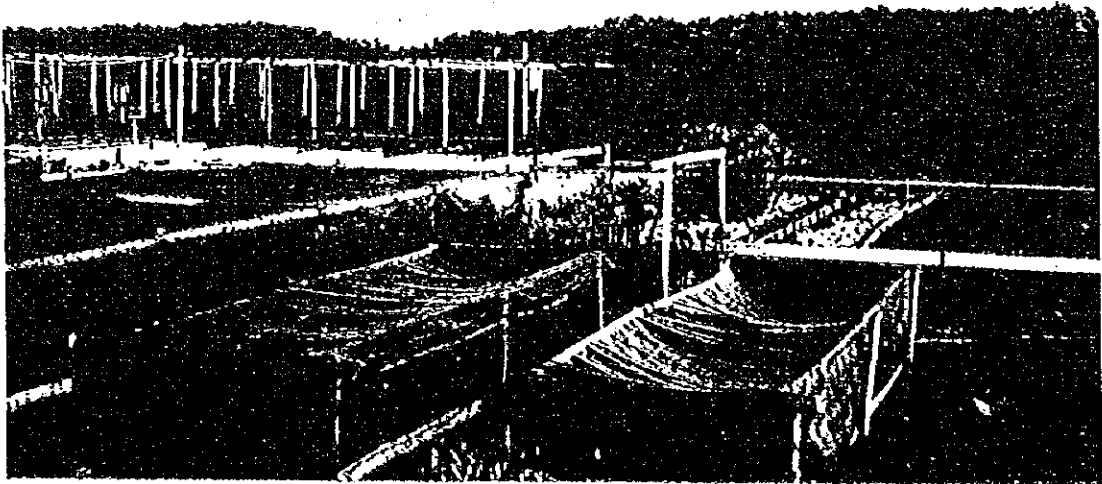
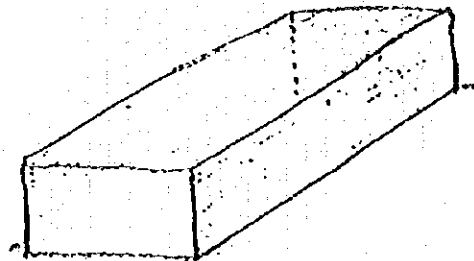


図1-9 *S. alba*の育苗苗床設置方法

## 2. バック、キリギリス

加害種：種は同定していない。

被害：葉を食害する。

防除：スミチオン乳剤800～1,000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。

*R. apiculata* 及び *B. gymnorrhiza* については、カニの食害及び蛾の幼虫による被害はあるが、育苗上問題ないので被害防除はしていない。

### ④ *X. granatum*

#### 1. カニ

加害種：*Cardisoma carnifex* (ミナミ オカガニ)

被害：発混前の種子を持ち運び、食いかじる。

防除：苗畑用地のカニ穴を石で塞ぐ。

#### *Sonneratia alba*の育苗苗床設置方法

竹で幅1m、長さ4mの苗床枠を設置しビニールシートを敷く、プラスチックネットを重ねて敷きネットの四方を立ち上げる。60cmの高さにして、bedの両側に各3本たてた竹の支柱に掛ける。上面は播種後閉じる。また播種後2か月間はネズミの害を防除するために10mmのwire netで外側から苗床の四方及び上面を覆う。

## (6) 山行苗の規格

バリ州営林局が行ってきたマングローブ(胎生種子)山行苗の規格は展葉4枚、養苗期間4か月である。一方、マングローブ社会林業育苗マニュアルでは伸長量平均17.0cm以上の苗木を山行苗の規格としている。

1993年度、1994年度の樹種毎の山行苗の規格については、養苗期間等を含めた規格毎(苗長)の成長・活着試験を造林で実施してるが、その結果得られるまで、苗木の育苗状況及びインドネシア国側の基準を勘案し表1-3のように定めている。

以後樹種毎に育苗方法の改善(ポット用度、苗床地盤高等)により得られた苗木の成長結果をもとに、また造林地において造林適地の判定技術が進み活着率非常に良くなり、再検討して苗木の山出し基準を表1-4とした。

## (7) 年度別、樹種別得苗率

各年度の樹種別得苗率の推移(最終年度は除く)は図1-10に示すよう、*S. alba*を除いて高率を確保できたが、*S. alba*については最終年度まで被害防除方法の確立が遅れた。



表1-3 山行苗の規格(暫定)

樹種	苗長 (cm)	葉数(枚以上)	育苗期間(月)
<i>Rhizophora mucronata</i>	55	6	4~5
<i>Rhizophora apiculata</i>	30	6	4~5
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	35	6	2~3
<i>Avicennia marina</i>	20	6	2~3
<i>Sonneratia alba</i>	10	6	4~5
<i>Ceriops tagal</i>	25	6	8
<i>Xylocarpus granatum</i>	50	6	4~5

表1-4 山行苗の規格(最終)

樹種	苗長 (cm)	葉数(枚以上)	育苗期間(月)
<i>Rhizophora mucronata</i>	55	4	4~5
<i>Rhizophora apiculata</i>	30	4	4~5
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	35	6	3~4
<i>Avicennia marina</i>	30	6	3~4
<i>Sonneratia alba</i>	15	6	5~6
<i>Ceriops tagal</i>	20	4	6~7
<i>Xylocarpus granatum</i>	40	6	3~4

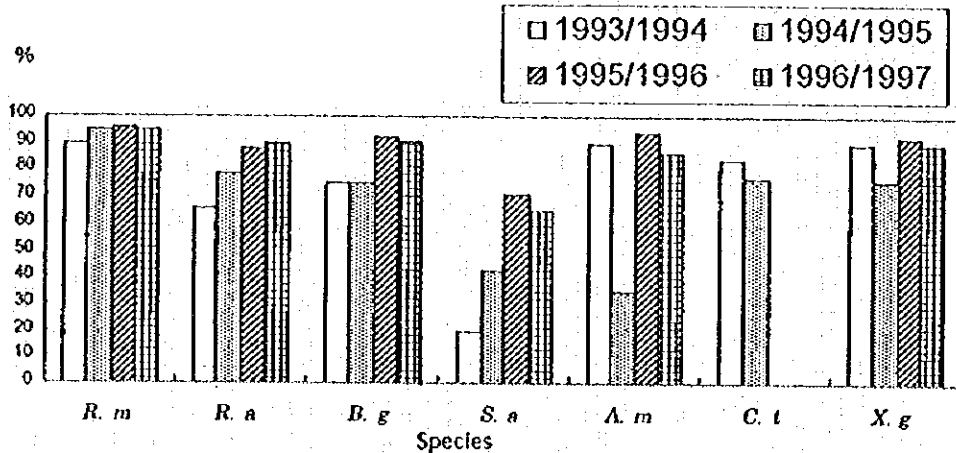


図1-10 樹種別、年度別得苗率

## 添 付 資 料

### 1. 種子

1 - 1 Colour Plate 1

1 - 2 Colour Plate 2

1 - 3 Colour Plate 3

1 - 4 Colour Plate 4

1 - 5 Colour Plate 5

1 - 6 Colour Plate 6

### 2. *S.alba* 発芽試験

### 3. 種子保管に関する調査

### 4. 播種方法

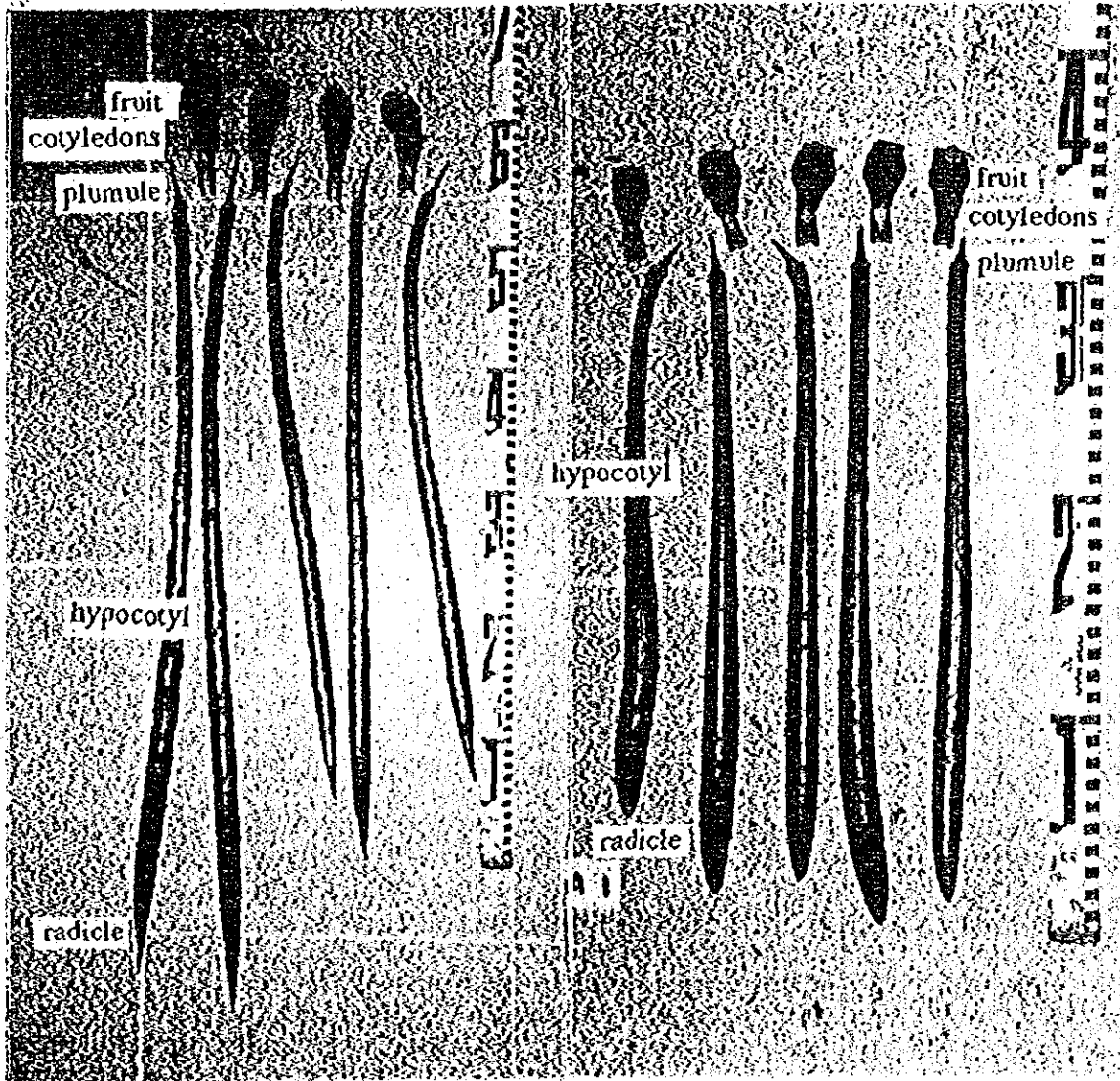


添付資料 1. 種子

1-1 Colour Plate 1

### Colour Plate 1. Mature Seeds

#### Viviparous Seeds

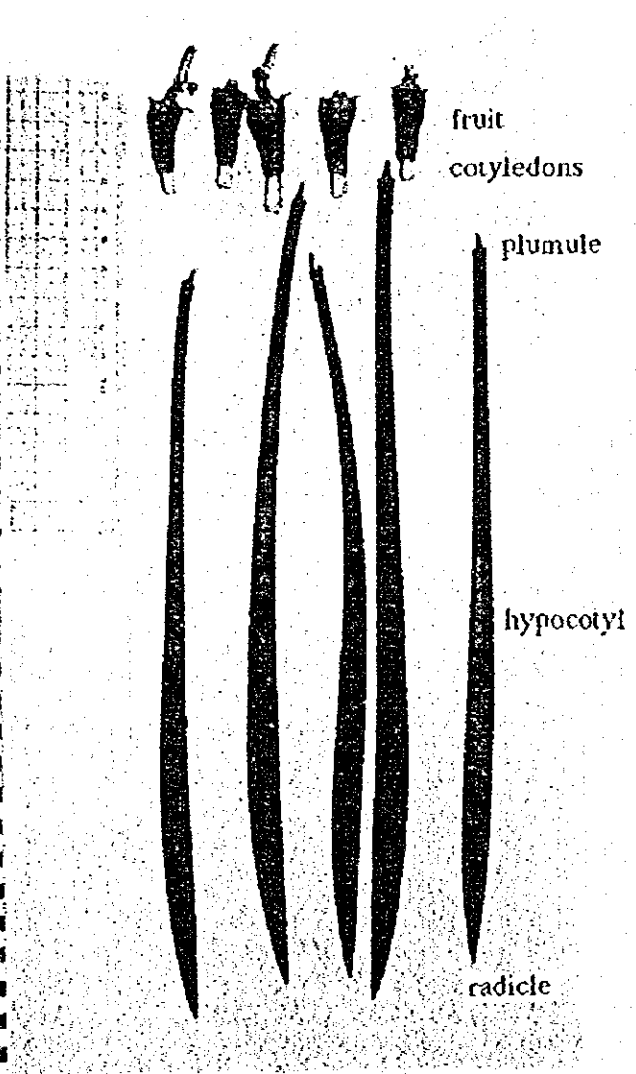
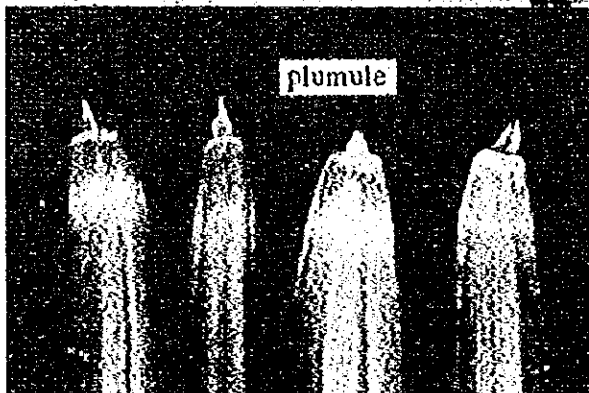
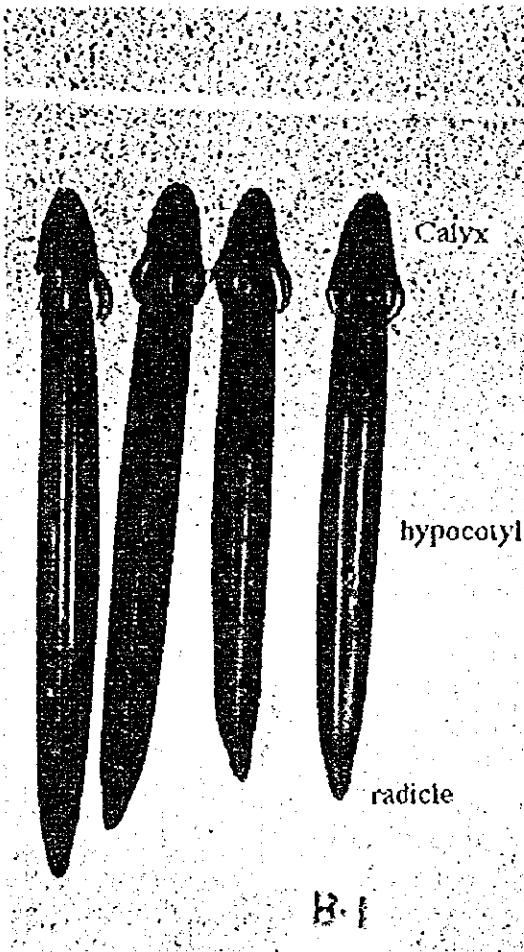


*Rhizophora mucronata* Poir.

*Rhizophora apiculata* Bl.

Colour Plate 2. Mature Seeds

Viviparous Seeds



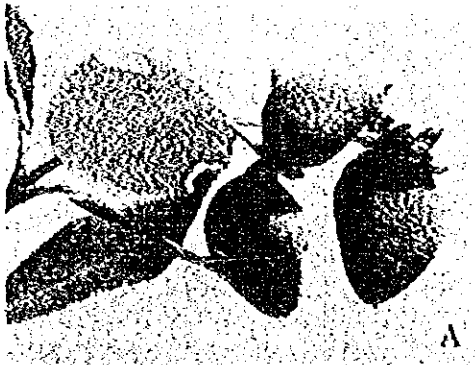
*Ceriops tagal* C. B. Rob.

*Bruguiera gymnorhiza* Lam.

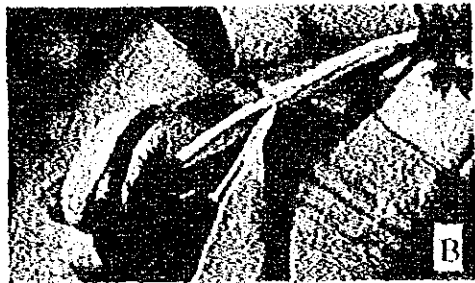
Colour Plate 3. Mature Seeds

Cryptoviviparous Seeds

Seeds



A



B



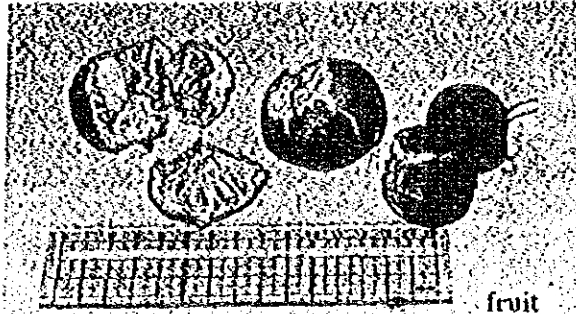
C



D

*Avicennia marina* Fodsk.

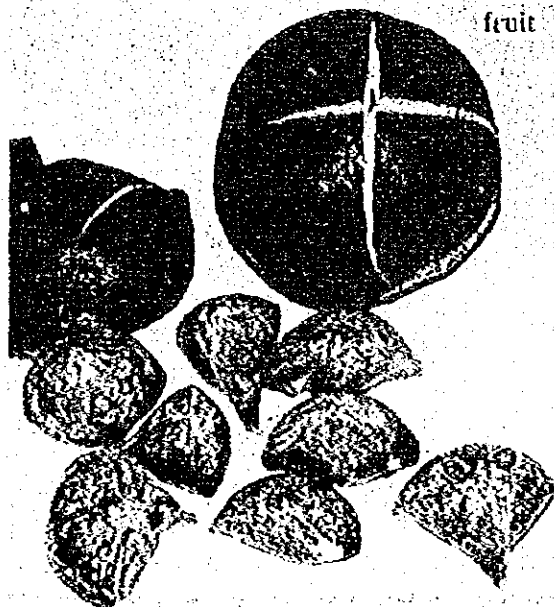
- A: Yellowish pericarp
- B: Split on the pericarp
- C: Removed pericarp
- D: Plumule and Radicle



fruit



Dispersed Seeds  
*Sonneratia alba* J.sm.

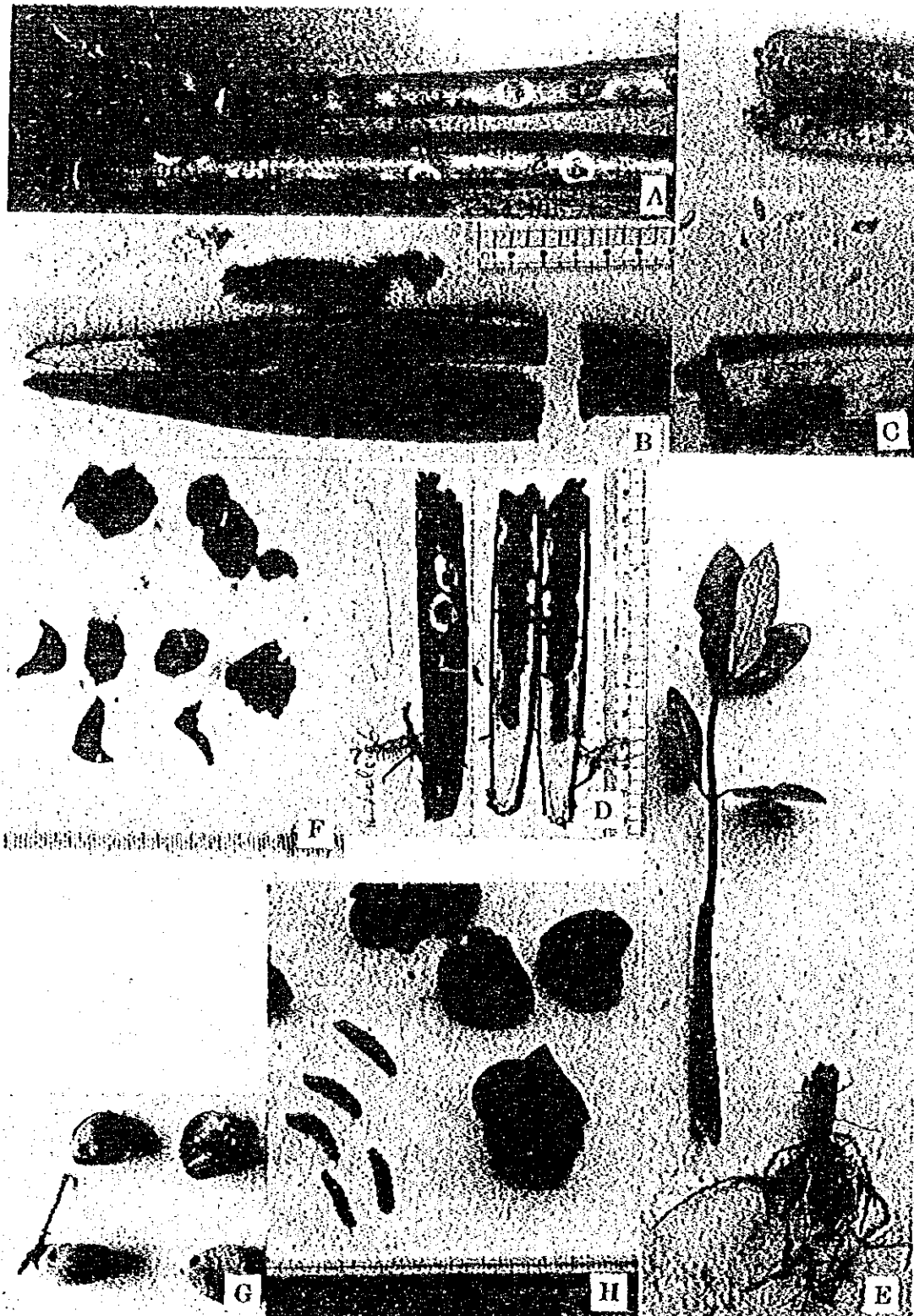


fruit

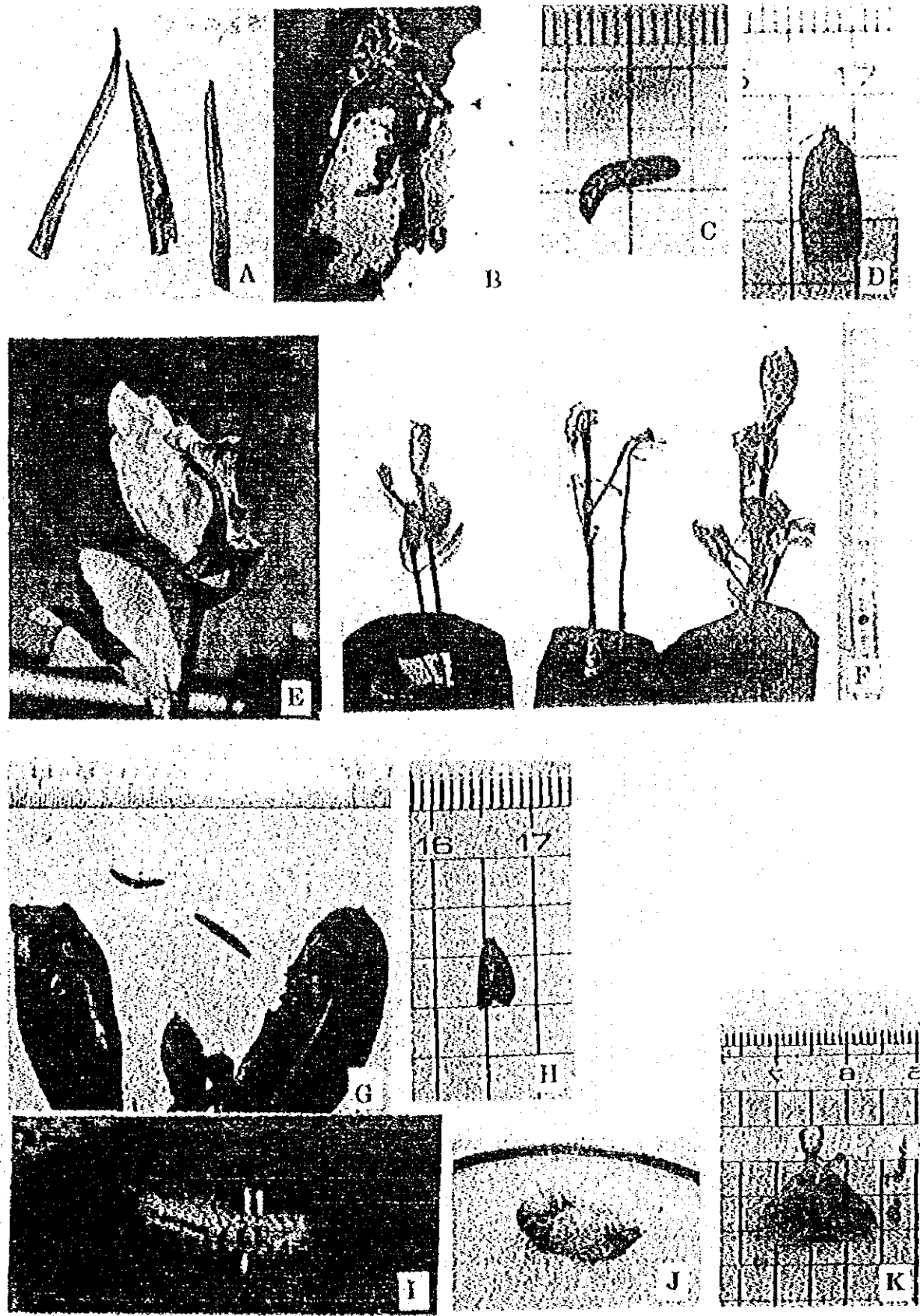
Seed and Radicle

*Xylocarpus granatum* Koenig

Colour Plate 4. Seed Harmful Insects



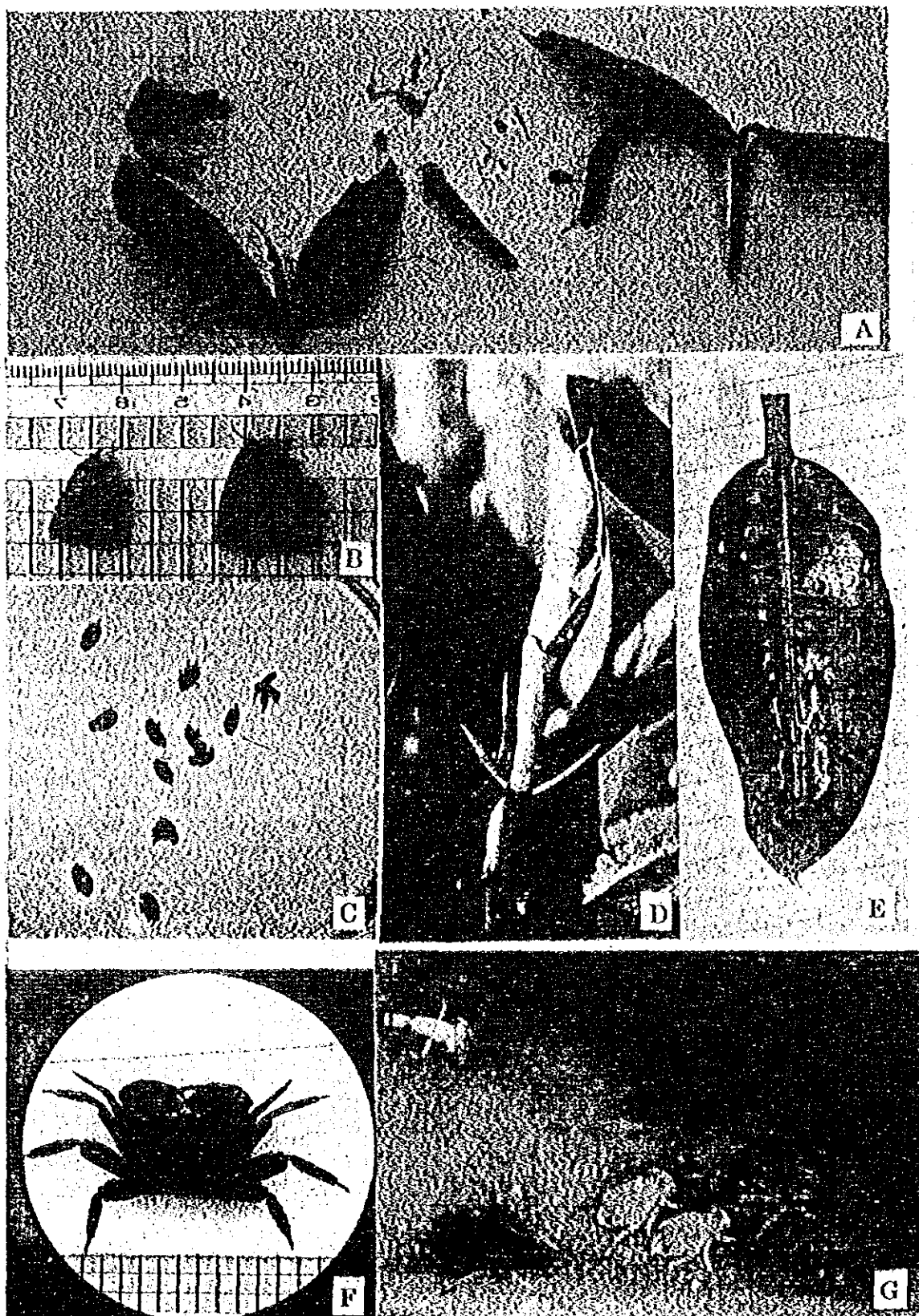
Colour Plate 5. Seedlings Harmful Insects





1 - 6 Colour Plate 6

# Colour Plate 6. Seedlings Harmful Insects and Crabs



## 添付資料2. *S. alba*発芽試験

### 2-1. *Sonneratia alba*の発芽試験 (三浦精志)

#### 目的:

*S. alba*の樹上に着生している果実の成熟度を識別することは困難なため、種子採取では成熟し落下した果実を拾い集める。ここでは樹上に着生して成熟度が進行していると判別される果実および成熟し落下した果実の種子について発芽率を調査し、種子採取の基準作成の資料とする。

#### 方法:

成熟し落下した果実を採取し種子を取り出し、ティッシュペーパーを敷いた発芽箱に設置し発芽試験を実施した。

樹上に着生している果実の中かから大きめの果実を選びもぎ取り種子を取り出し同様に発芽試験を実施した。

#### 結果:

発芽率を Table.Ap.2.1. に示す。

Table.Ap.2.1. Germination Rate of *S. alba*

Maturity of Seed	Date of Sowing	Seed Number	Germinated Seed Number	Germinated Rate(%)
落下果実	April 7, 93	386	316	87.8
樹上果実	April 24,93	300	90	30.0

樹上に着生している果実から取り出した種子の発芽率は非常に低い率をしめしている。また樹上に着生している果実からの種子の取り出しは非常に困難である。一方成熟し落下した果実は水に浸漬することで種子を容易に分散し、また発芽率も高い。

したがって、種子採取は樹上着生果実の成熟度識別が困難なことから、落下した果実を採取することが適当である。

### 2-2. 異なる塩分濃度にをける*S. alba*の種子の発芽試験 (八戸 英喜)

#### 目的:

異なる塩分濃度における*S. alba*の種子の発芽率を調査し、播種のための環境条件を決定する。

#### 方法:

発芽試験溶液を下記の5段階に調整した。

塩分濃度 0 ppt.: 市販ミネラルウォーター (Aqua)

塩分濃度 5 ppt.: 事務所井戸水

塩分濃度 10 ppt.: 苗圃満潮水に事務所井戸水を混合して塩分濃度を下げた

塩分濃度 20 ppt.: 苗圃満潮水に事務所井戸水を混合して塩分濃度を下げた

塩分濃度 30 ppt.: 苗圃満潮水に塩を混合して塩分濃度を上げた

果実採取及び種子取り出し: 1995年12月22日

ベトリデッシュにフィルターペーパーを敷き、各塩分濃度の溶液を入れ、種子30粒を設置した。繰り返しは3回とした。

発芽は5日間調査したが、塩分濃度30 ppt.については発芽が遅いため延長し10日間調査した。

結果：

各塩分濃度における5日間の発芽率を、但し塩分濃度30 ppt.については10日間の発芽率についても下記の表に示す。

表.Ap.2.2-a 塩分濃度 0 ppt.

Replicate	Number of Seed Sown	Germination after 5 days Seed Number	Rate(%)
1	29	28	97
2	30	26	87
3	30	25	83
Average	30	26	89

表.Ap.2.2-b 塩分濃度 5 ppt.

Replicate	Number of Seed Sown	Germination after 5 days Seed Number	Rate(%)
1	30	26	87
2	30	22	73
3	30	26	87
Average	30	25	82

表.Ap.2.2-c 塩分濃度 10 ppt.

Replicate	Number of Seed Sown	Germination after 5 days Seed Number	Rate(%)
1	30	26	87
2	30	25	83
3	30	26	87
Average	30	26	86

表.Ap.2.2-d 塩分濃度 20 ppt.

Replicate	Number of Seed Sown	Germination after 5 days Seed Number	Rate(%)
1	30	25	83
2	30	29	97
3	30	23	77
Average	30	26	86

表.Ap.2.2-e 塩分濃度 30 ppt.

Replicate	Number of Seed Sown	Germination after 5 days Seed Number	Rate(%)	Germination after 10 days Seed Number	Rate(%)
1	30	14	47	16	53
2	30	16	53	18	60
3	30	11	37	11	37
Average	30	14	46	15	50

塩分濃度 20 ppt.以下では同等に良好な発芽率を示したが、塩分濃度30 ppt.では明らかな低い発芽率及び発芽の遅れを示している。したがってSalba播種時には低塩分濃度に保つ必要がある。



### 添付資料 3. 種子保管に関する調査

#### 1. 胎生種子 *R. mucronata*, *R. apiculata*, and *B. gymnorrhiza* の短期保管方法の検討

##### 1-1. 河川流水での保管 (三浦 精志)

###### *R. mucronata*

###### 方法:

1993年3月17日に採取した 150 の種子を50本づつ3米袋に入れて、木陰のある流水に1ヵ月間保管し、発芽試験を実施する。

###### 結果:

種子全部がズルズルし、頂端部から腐れを生じ使用に耐え得るものではなかった。棄却する。

###### *B. gymnorrhiza*

###### 方法:

1993年3月17日に採取した 150 の種子を50本づつ3米袋に入れて、木陰のある流水に1ヵ月間保管し、発芽試験を実施する。

###### 結果:

幼芽と胚軸に腐れを生じ折損するものもあった。生きる可能性のありそうな83本を挿し付け、発根を確かめて見たが5月10日現在で1本も発根していない。棄却する。

##### 1-2. 水槽での保管 (三浦 精志)

###### *R. mucronata*

###### 方法:

種子採取: 1993年 4月 21日、供試種子本数50本  
保管期間: 18日間 1994年4月 22日から5月9日まで  
研究苗畑内水槽 (12m x 10m x 1m) に遮光度50%の寒冷沙を設置種子を浮遊させる。

###### 結果:

5月9日 50本を水槽より取り上げ直ちにポットに挿し付ける。全部発芽した。  
なを、保管中発根は見られない。

###### *R. apiculata*

方法: 同上 *R. mucronata* に同じ。

###### 結果:

5月9日 44本を水槽より取り上げ直ちにポットに挿し付ける。全部発芽した。  
保管後10日前後に発根が見られた。  
なを、供試種子50本の内6本は保管中に紛失した。

###### *B. gymnorrhiza*

###### 方法:

種子採取: 1993年 4月 21日、供試種子本数50本  
保管期間: 11日間 1994年4月 22日から5月2日まで  
研究苗畑内水槽 (12m x 10m x 1m) に遮光度50%の寒冷沙を設置種子を浮遊させる。

###### 結果:

頂端部がズルズルし腐れを生じていた、5月2日 49本挿し付け中、頂端部が完全なものが6本あった。1本不明。9月5日の調査の時で頂端部が腐ったもので新芽のでてきたものが13本あった。

1. 3胎生種子の短期保管方法の検討 (八戸 英喜)

方法:

*R. mucronata*, *R. apiculata* 及び *B. gymnorhiza* の種子を3方法、室内常温放置、水を入れたバケツに直立させる方法およびプラスチックの水がめに種子全体を入れ浮遊させる方法で、4段階の保管期間、5日間、10日間、15日間及び20日間で保管した。各保管期間において、種子重量を測定した。各樹種、保管方法及び保管期間毎に発芽試験をした。供試試料は各処理毎に5本とし、全ての種子は果実を取り外して供試した。

*B. gymnorhiza* の全体を水がめに入れ浮かべる処理の試料については、カリックスを自然に離脱するようにバケツに直立させて3日間保管し自然離脱をしてから水がめに入れ保管した。

発芽試験は各保管期間終了後、プラスチックの苗木箱にポットお入れ種子を植え付けて、日陰に置き、1日2回事務所井戸水(塩分濃度5%)で灌水した。

保管は1995年12月23日から1996年1月11日までし、2ヵ月後に発芽の調査をした。なを、*R. apiculata* については、保管中種子の外観の劣下の進行が早かったので保管期間を5、8、10及び15日に変更して実施した。

結果と考察: 各樹種別に、各保管方法別の発芽試験結果を表.Ap.3.3に示す。

表.Ap.3.3. 3胎生種子の保管方法別の発芽試験結果

*R. mucronata*

保管期間 (日)	室内常温放置		バケツ		水がめ	
	種子重量 増減%	発芽率 %	種子重量 増減%	発芽率 %	種子重量 増減%	発芽率 %
5	-5	100	-2	100	+1	100
10	-9	100	-3	100	+1	100
15	-12	100	-4	100*	+2	100**
20	-15	80	-2	100*	+5	100

備考 \* 発根 \*\* 1本幼芽損傷

*R. apiculata*

保管方法 : 室内常温放置 : バケツ : 水がめ

保管期間 (日)	種子重量 増減%	発芽率 %	種子重量 増減%	発芽率 %	種子重量 増減%	発芽率 %
5	-11	100	-6	100	+3	100**
10 (8)	-17	0	-7	100	+6	100
15 (10)	-19	20	-6	100*	+8	100
20 (15)	-27	0	-4	100*	+8	100

備考 ( ) は室内常温放置の保管日数をしめす \* 発根 \*\* 1本幼芽損傷

*B. gymnorrhiza*

保管方法 : 室内常温放置 : バケツ : 水がめ

保管期間 (日)	種子重量 増減%	発芽率 %	種子重量 増減%	発芽率 %	種子重量 増減%	発芽率 %
5	-11	100	-3	100	+1	100
10	-17	100	-9	100	+1	100***
15	-23	40	-10	100*	+2	100***
20	-27	20	-13	100**	+5	100

備考 \* 全数発根 1本発芽 \*\* 全数発根 2本発芽 \*\*\* 1本幼芽損傷

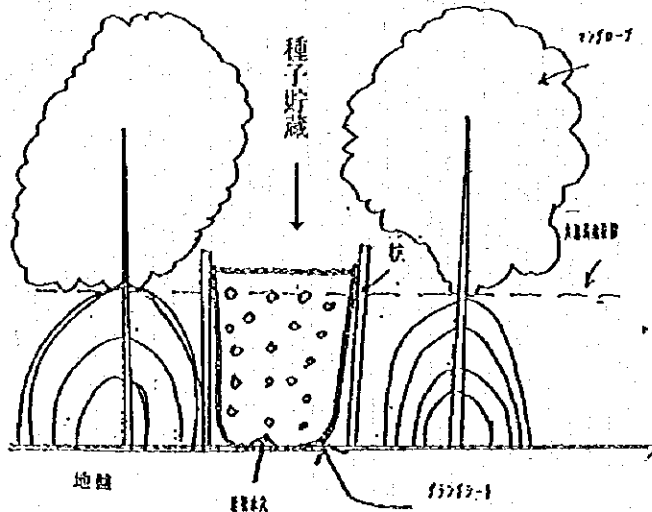
全樹種とも、水を入れたバケツに直立させる方法およびプラスチックの水がめに種子全体を入れ浮遊させる方法で発芽力を低下させずに20日間の短期保管が可能であるが、前者のバケツで保管した場合には10日間で発根が始まる。後者の全体を水に入れ浮遊させて保管した場合には幼芽に多少の損傷を受けるのもあるが、20日間発根を抑制して保管が可能である。一方常温下に放置した場合は発芽力の低下見られ特に*R. apiculata*早く著しく種子の劣下が始まるので、種子の取扱に注意をしなければならない。

従って約1週間の種子保管ではバケツを使用した保管方法が簡便でいいが、2~3週間の少し長くなる保管では水槽等で洗浄も兼ねて種子全体をいれて保管する方法を選択できる。なお*B. gymnorrhiza*については水を使用して保管する場合、どのような保管方法でも果実を水に浸けたまま2~3日継続して保管すると幼芽が腐敗することがあるので避けなければならない。



#### 1-4 直挿し造林前の一時的種子貯蔵

ロンボクでは胎生種子の直挿し造林を実行している。直挿し用の種子はポット苗と違い良好な環境条件下での養苗期間がないうえ、直接陽光にさらされ乾燥しやすい条件下で初期成長を強いられるため、採取した種子は乾燥させることなく植栽時まで保つことが重要である。ギリベタガン島における造林種子はギリスラット島天然林において採取し調達しているが、それらの種子は造林時まで天然林内に仮設した種子貯蔵庫において貯蔵されている(図Ap.3.1)。種子の乾燥を防ぐため、一日に一度は必ず潮汐があるような立地を探索することが貯蔵庫建設において重要である。このような貯蔵庫を活用することにより、種子採取が可能な時期に多数の種子を採取しておき、それを適宜植栽できるので、植栽にあたっての労働力の平準化が可能となり円滑に造林事業を実施することができる。



##### <留意事項>

1. 潮の干満に応じて種子貯蔵は上下すること。
2. 干潮時の種子は直接地盤に替かずグランドシートに接触すること。
3. 大潮満潮位よりネットの最高位を高くして、種子が流れ出さないようにすること。
4. 風通しが良く、林内の木陰を設設場所とすること。

図Ap.3.1 天然林内の種子貯蔵方法

## 2. *A. marina* の種子保管試験 (三浦 精志)

方法： *A. marina* の種子、各100個をプラスチックの容器にいれ、ポッティングハウス内で1993年12月28日から11日間及び15日間保管して、ポットに植え付け発芽試験をした。

結果と考察：発芽試験結果を表Ap.3.4に示す。

表Ap.3.4 発芽試験結果

保管期間 日数	供試種子数 個	発芽種子数 個	発芽率 %
11	100	97	97
15	100	25	25

15日間の保管では種子の周辺に腐敗の黒変が点状に現われる。また果皮の剥離が非常に困難になる。また蛾の幼虫の被害を受けた種子が多いが、加害された種子を混入すると、この幼虫がすぐに正常な種子に移り加害をするので加害された種子の除去は正確に前もってしなければならない。

## 3. *X. granatum* の種子保管試験 (八戸 英喜)

方法：

1996年7月20日、成熟した果実を採取し、取り出した種子を2保管方法、3保管期間毎に計6処理とし、各処理に10個の種子を選別し、重量を測定し、直ちに保管した。室内常温放置では机の上に新聞紙を敷木保管期間毎に各10個ずつ並べ、水に浮遊させる方法では3個のバケツ(直径28cm高さ26cm)に水を8分目に入れて各期間毎に各10個浮かべ実験室内の直射日光の当たらない場所に設置した。通常、幼根部を下に浮かぶが、人為的に逆転しないように注意した。またバケツの水は1週間毎に取り替えた。

発芽試験は各保管期間終了後に種子の重量を測定し直ちにプラスチック苗木箱に入れた通常のポットに植え付け50%遮光ネットで日陰し、1日2回朝夕灌水した。保管は1996年7月20日から8月12日まで、発芽試験の調査は約3ヶ月後の11月4日に実施した。

結果と考察：保管方法、保管期間別に種子重量の平均増減率及び発芽率を表Ap.3.5に示す。

室内常温放置では乾燥が進み1週間では約6~7%の重量減少となり枯死する種子芽出てくる、2週間の保管では約10~12%の減少で枯死率が30%と高くなり、さらに減少率は13~17%で、この場合殆どが枯死する可能性が出てくる。一方水に浮遊させて保管した場合3週間で発芽率が落ちることはない。この場合5日位から発根が散見されるようになる。少しの場合は植え付けた場合の発芽に支障がないが、事業上は播種作業が困難になる。しかし水に入れることで果実からの種子の脱離が自然に行われ、また浮くことで成熟した種子であることが判別されるので、これらの作業もあわせて、約1週間短期に保管する方法として水に浮遊させて保管することがよい。

表Ap.3.5 保管種子の重量の増減率及び発芽率

保管方法	保管期間	種子重量の増減率	発芽率
室内常温放置	1 週間	- 7.2	80
	2 週間	-11.3	70
	3 週間	-16.0	20
水に浮遊させる方法	1 週間	10.3	100
	2 週間	12.0	90
	3 週間	15.9	100