

図2-1-17 床地の種類

2) 苗木の生産

A) 普通種子 (作業工程を図2-1-18に示す)。

ポット用土は堤の土を使用する。

篩をかける。

運搬。(作業舎にいれる)

ポット詰め。(詰め終えたものは箱にいれ配列の準備に備える)

発芽箱に配列。

まき付。(水をポット上部まで入れる) 1~2粒

発芽後5~10cmのものを床地に移す。

B) 胎生種子 (作業工程を図2-1-19に示す)

ポット用土は堤の土を使用する。

篩をかける。

運搬。(作業舎に入れる)

ポット詰め。(詰め終えたものは箱に入れ配列の準備に備える)

床地に配列。(満潮でも海水の入らない時は散水して充分ポットに水を含ませる)

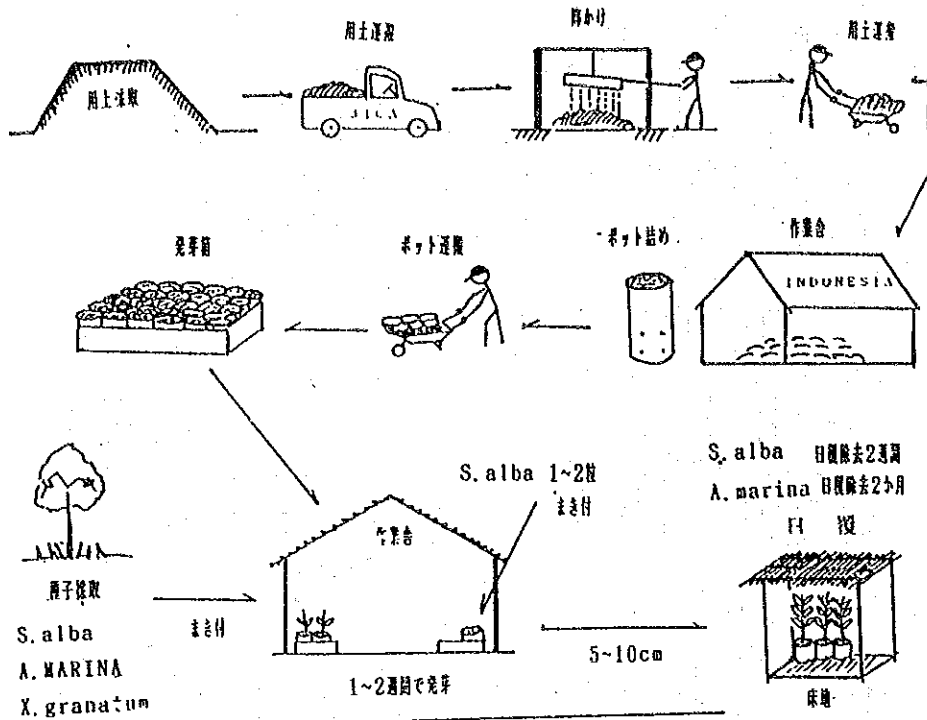
さし付。

3) 病虫害防除

A) 蟹の食害のため堪えず見廻り捕殺に努めること。

B) 虫害発生の際は直ちに海水を散布し洗い流すこと。

C) 病害発生の際は満潮でも海水の入らない時を選んで対策を講ずること



山行苗目標

種名	苗長	葉数
S. alba	10cm以上	6枚以上
A. marina	20cm以上	6枚以上
X. granatum	50cm以上	6枚以上

図2-1-18 種子まき付作業系統

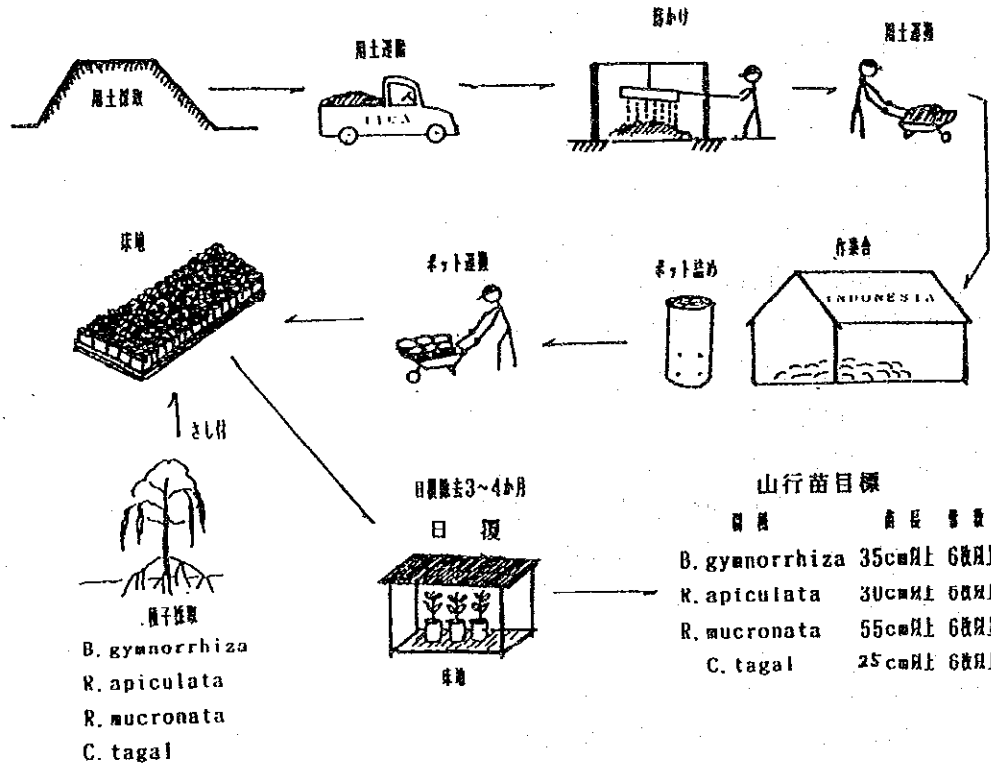


図2-1-19 種子さし付作業系統

4) 山行苗規格目標

当面各樹種の成長試験の結果に基づき生産するが、現段階での規格は1-(2)-5-c) の、山出し苗の規格(表2-1-6)を基本とする。

4. 評価

1) 事業評価

仮苗畑設営に始まる育苗事業の展開は事業苗畑の完成とともに急速に進展した造林事業に必要な欠くべからざる *B. gymnorhiza*, *R. apiculata*, *R. mucronata* ポット苗の生産は2年を待たずして軌道に乗りほぼ確立されたものといえる。

今後は、より短期間に健全苗を育成するという視点から、あるいはある養苗期間内により大きく育てるという視点から技術開発を進めなければならない。当該苗畑の冠水環境が重要な樹種である *R. apiculata* (*R. mucronata* も含む) の育苗にマッチしていないことが明らかになってきており、樹種毎の適正地盤に配慮した苗床面の一部改修、あるいは、冠水管理手法の改良が必要になってくるものと考ええる。

また、育苗事業の年間行程表の作成を今後早急に行う必要がある。

2) 調査研究項目の評価

6 研究課題を実行し、成長、冠水持続時間、日射量に関する試験を中心に着実に成果があがってきている。これらの成果を育苗事業の改良につなげていかなければならない。

今後、特に、苗畑地盤高(冠水頻度)と各樹種の成長の関連性を、また、*S. alba* の得苗率向上に関連する試験(養繁殖も含む)を行っていく必要があると考える。

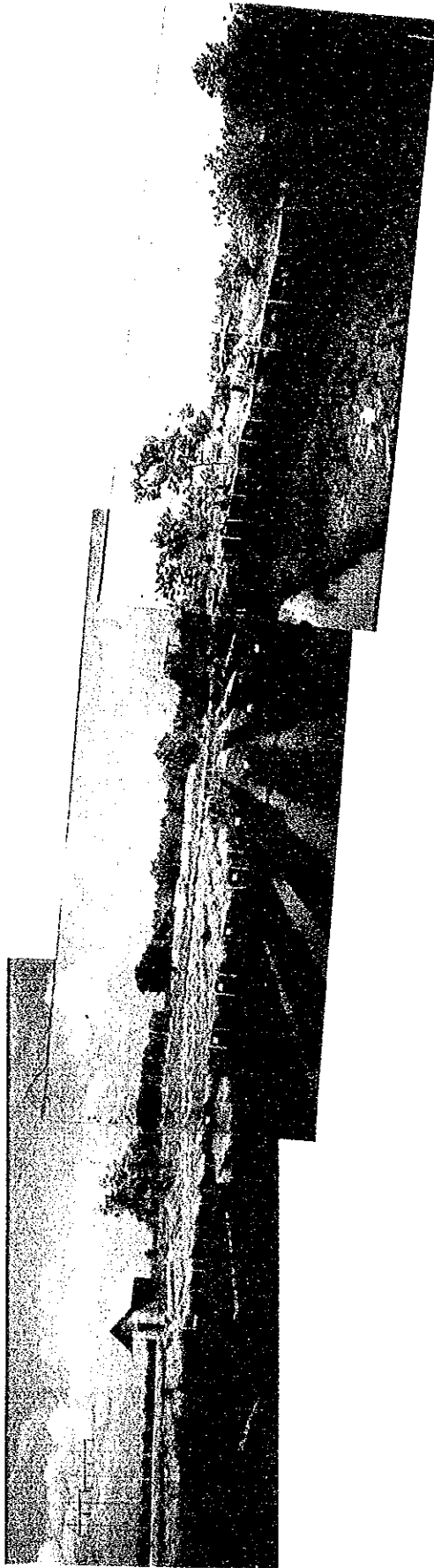


写真-1 仮苗畑全景 ブロックII No.80 (バリサイト)



写真-2 事業苗畑満潮時 (バリサイト)



写真-3 事業苗畑でポット用土採取と運搬 (バリサイト)



写真-4 事業苗畑でのポット詰め (バリサイト)



写真-5 バリサイトでの種子採取 (*R. muclonata*)



写真-6 事業苗畑でのポット詰めと種子調査 (バリサイト)

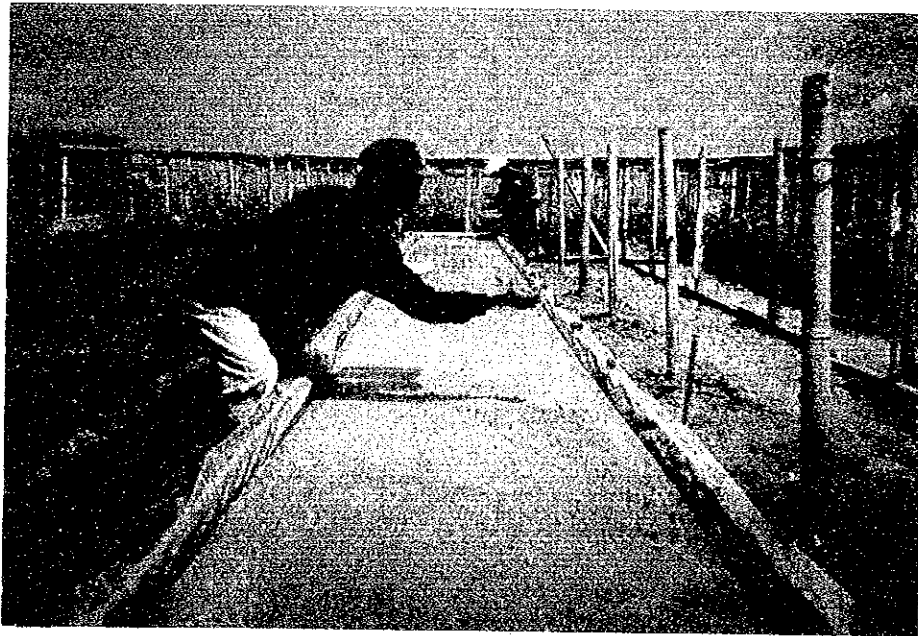


写真-7 事業苗畑でのあげ床地への *S. alba* の種子直まき (バリサイト)



写真-8 事業苗畑での *R. mucronata* の種子選別 (バリサイト)



写真-9 事業苗畑での *R. mucronata* のさし付 (バリサイト)



写真-10 事業苗畑での *R. mucronata* の育苗 (バリサイト)



写真-11 事業苗畑での被陰試験 (バリサイト)

R. mucronata *R. apiculata* *B. gymnoriza*

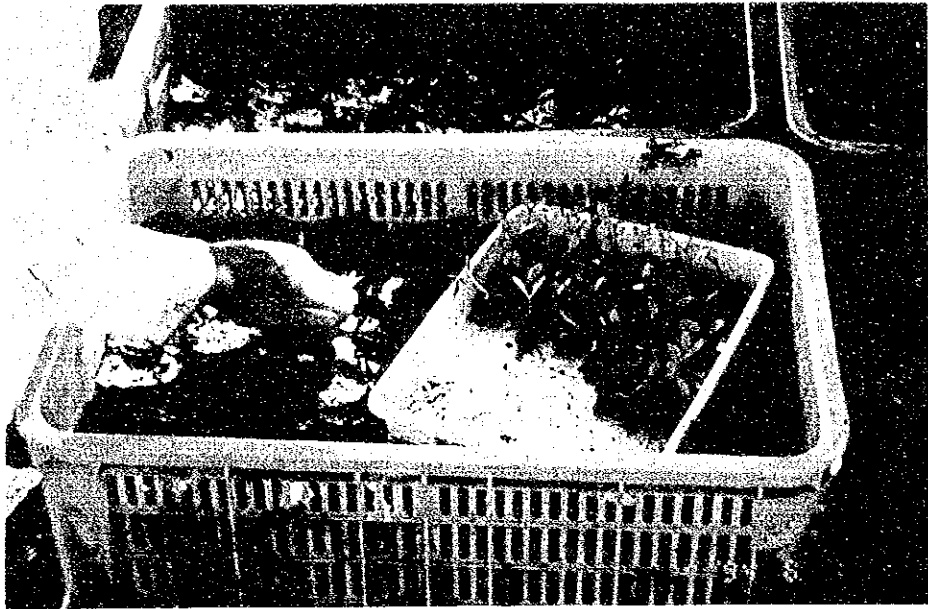


写真-12 事業苗畑での *S. alba* のポットへ団子移植 (バリサイト)

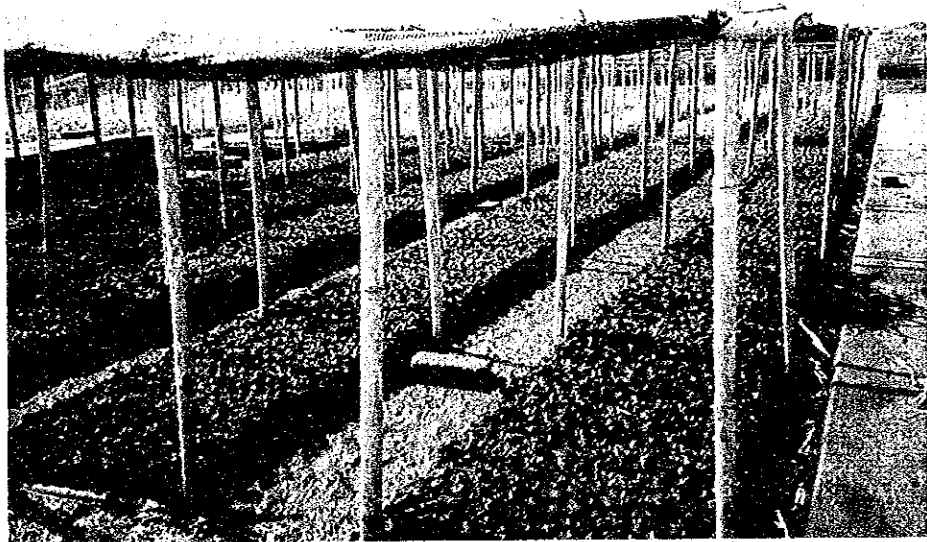


写真-13 事業苗畑での *S. slba* の床地育苗 (バリサイト)

II. 造林に関する報告

1. 事業の経過と実績

(1) 造林関連の事業計画

1) インドネシア側による造林の実態解析

国有地であるバリサイトの各タンバックは1990/91, 1991/92, 1992/93の3カ年に分割されて国に返還された。返還後は直ちに州営林局によってマングローブ樹が植林されている。この造林は、返還年に植栽し、次年度に補植、3年次の手入れまでの予算が確定しており、3年経過後は、最終評価調査を実施してそのときの造林成績次第で当プロジェクトの造林予定地となる。

この間、タンバック (Tambak) の立地条件とマングローブの活着成績、適地選定と適木の選択、プロジェクト植栽の造林成績の予察などの参考にするために造林成績の追跡調査を実施してきた。

2) 造林予定地の立地環境調査

マングローブ造林の適地選択や活着及び植栽成績検討の基礎資料とするために造林予定地全域について立地環境調査を実施し、立地環境因子別の分布図を次のとおり作成した。

A 冠水深の測定と分布図の作成

ベノア湾平均満潮位200cmの時の各養殖池跡地の水深を測定した。

B 高さ別冠水持続時間の調査

平均満潮位の時の養殖池跡地の高さ30, 50, 70, 90cmにおける冠水持続時間を調査した。

C 塩分濃度の測定と分布図の作成

乾期と雨期に調査した。

D 停滞水分分布図の作成

E 土壌深の調査と分布図の作成

F 硫化水素発生予測地の分布図

G 空中写真の図化と立地区分図の作成

3) プレ試験植栽

事業実施計画の基本計画を基にして造林を行うこととしているが、その後の各調査団、短期専門家等からの指導、助言をもとに計画の一部変更及び事業実施上の若干な変更を行いつつ、1993/94年度：34ha、1994/95年度（1994年11月末現在）：27haの植林を実行した（表2-2-1）。

表2-2-1 年度別、試験造林別造林実績

	1993/94年度		1994/95年度(11月末)		累 計	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
生産林	10.0	17.0	45.0	17.9	55.0	34.9
保全林	10.0	10.2	5.0	2.2	15.0	12.4
教育・展示林	10.0	6.9	10.0	6.4	20.0	13.3
合 計	30.0	34.1	50.0	26.5	90.0	60.6

4) 作業路網の整備

造林事業が効率的かつ安全に行われるために、作業路網計画を作成し、路面保全、仮設橋（椰子丸太、竹製）作設、草刈等を実施した。また、養殖池の堤を利用した作業路のため、水流による侵食を受け、修繕・改良工事は人力により定期的に行った。

修繕・改良工事の実行総延長距離は、5,700mである（図2-2-1）。

5) その他

通常業務に加えて、造林事業実施に必要な情報収集、現地視察等をバリサイト、ロンボクサイト以外で行った。

表2-2-2 プロジェクトサイト以外での現地視察及び情報収集

州 / 市町名	調 査 内 容
スラウェシ / Malili, Palopo 中部ジャワ / Cilacap	マングローブ林の分布状況、種子の結実状況 マングローブ林人工造林地成育状況、 Silvo-fishery手法、管理状況
西部バリ / Gilimanuk, Negara	マングローブ林人工造林地成育状況、 天然林植生調査 Silvo-fishery手法、管理状況
東部バリ / Nusa lembogan	人工造林地成育状況 天然林植生調査
東ジャワ / Cikion マルク / Ambon, ternate	Silvo-fishery手法、管理状況 種子採取、開花結実調査

なお、「第5回生態系マングローブセミナー」に参加し、カウンターパートと調査研究課題の中間報告を行った。

さらに、インドネシア環境記念植樹祭（1994年5月、バリ州ベノア地区）、日本のNGO植林グループ（1994年5月、バリ州Gili manuk地区、同年8月バリサイト）への技術指導をカウンターパートとともにいった。

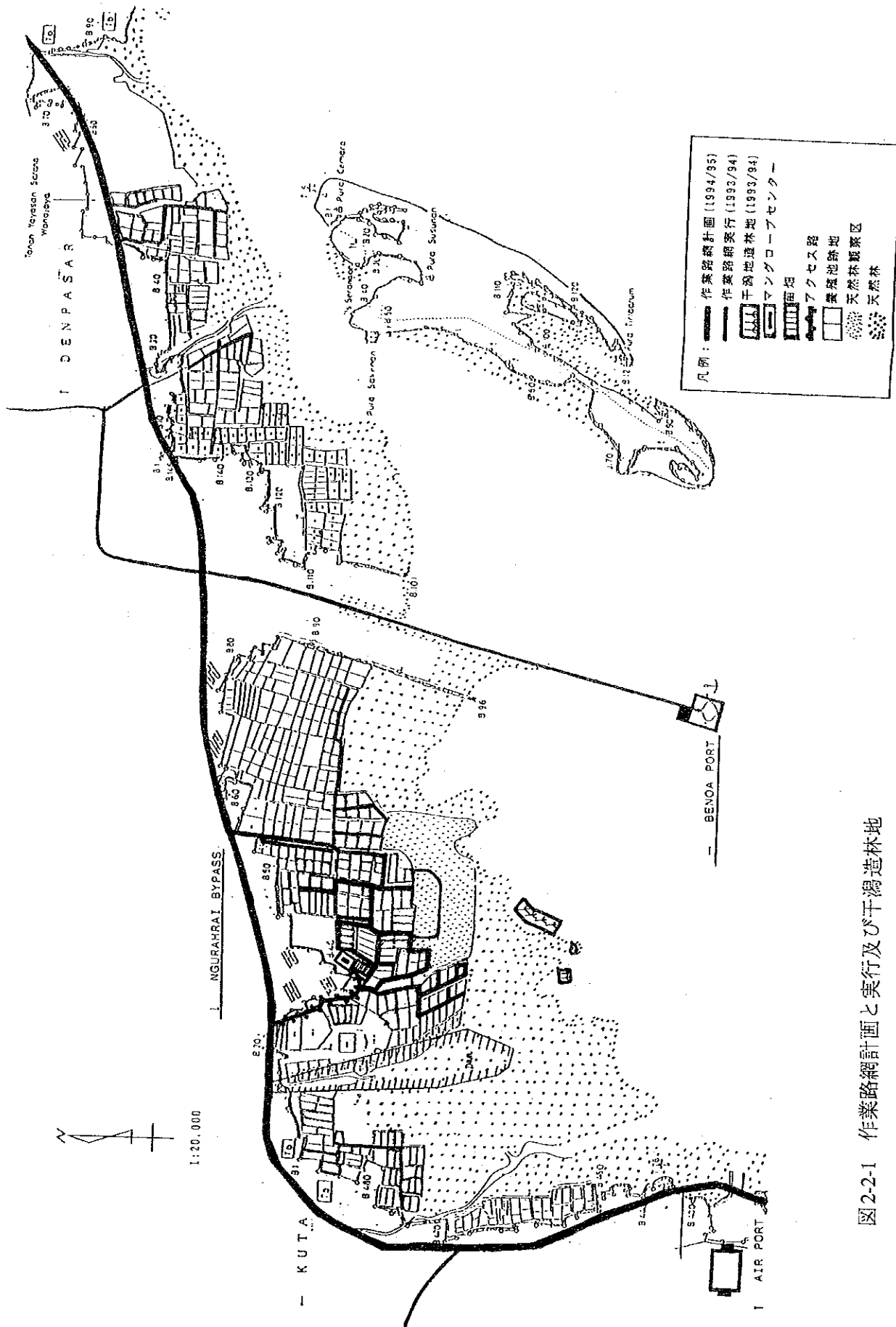


図2-2-1 作業路網計画と実行及び干潟造林地

(2) 事業実績

1) インドネシア側による造林の実態解析

植栽間隔は3 m×2 mで、植栽苗は苗畑で4カ月以上育成し17cm以上伸長し4葉より多い葉がついたポット苗をポットをつけたまま植栽している。(ポット下部には穴があいているものを使用)

植栽樹種は、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza*の3種である。一部条件の良い所は*S. alba*と*X. granatum*の種子が漂着し、天然更新した場所が数カ所みうけられる。

*R. mucronata*はバリ島に分布していないため種子はジャワ島から移入して育成したものとされる。*R. apiculata* (*R. stylosa*がまじっている)と*B. gymnorhiza*はバリサイト周辺からの採種である。造林は返還年度別に3カ年にわたって実施されており、植栽年度別の成績は次のとおりである。

① 1990/91 返還タンバック-A

1991年1～2月に*R. mucronata*を主に植栽し、翌年*B. gymnorhiza*を補植している。植栽3年経過の1993年2月に州営林局、地方林政局、森林保全センター合同成績調査が実施されたが、その結果は次表のとおりで、造林したタンバックの70%が1回補植を加えても3年後の生存率が20%以下であり、生存率を80%におくと目標値に遠く及ばない。

表2-2-3 タンバックAの生存率

生存率%	タンバック%
51～100	0
41～50	3
31～40	8
21～30	19
11～20	13
0～10	57

注：タンバック総数：135

② 1991/92 返還タンバック-B

1992年1～2月に主として*B. gymnorhiza*のポット苗が植栽され、さらに1993年1月～2月に補植されている。1994年6月に調査し、次表のような結果をえた。

表2-2-4 タンバックBの生存率

生存率%	タンバック%
51～100	8
41～50	2
31～40	7
21～30	0
11～20	4
0～10	80

注：タンバック総数：52

TAMBAK-Bについても3年経過後はインドネシア側によって評価調査が実施されると思うが、植栽1年半後、補植半年後で全体の84%が生存率20%以下にまでおちこんでいる。

③ 1992/93 返還タンバックーC

ブロックIIをのぞいて1993年2月に主として *B. gymnorhiza* が植栽され、翌年の2月に補植されている。この造林成績は植栽1年半後の1994年6月に調査したが、造林した養殖池跡地の65%が20%以下にまで低下していた。

表2-2-5 タンバックCの生存率

生存率%	タンバック%
51~100	17
41~50	4
31~40	6
21~30	8
11~20	7
0~10	58

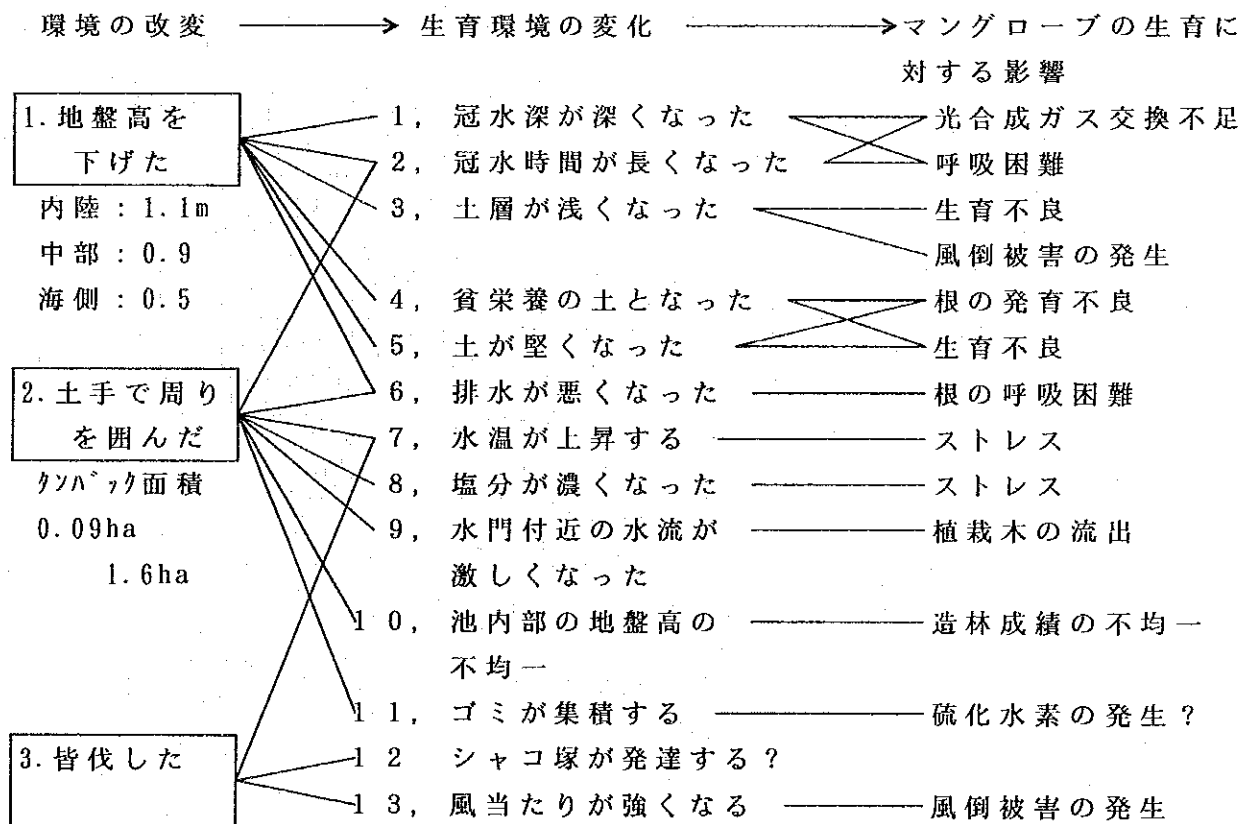
注：タンバック総数：142

2) 造林予定地の立地環境調査

マングローブ分布のゾーネーションや生育に関与する主な自然環境因子として、冠水深、冠水頻度及び冠水時間、地盤高、ゾーネーションを決定するといわれる塩分濃度、養分吸収に影響を与えるであろう土壌pH、土壌中の溶存酸素量などがこれまでの研究調査報告の中で重要視されている。

しかし、プロジェクトの対象地であるエビ養殖池跡地は、池作設の為自然地形が改変され、掘り下げによる地盤高の低下、土手構築による冠水・排水状況の変化のため次のようなマングローブの生育に悪影響が予想されたので、立地状況把握のための調査を実施し、立地条件別の区分図を作成した。

エビ養殖池跡地の生育条件



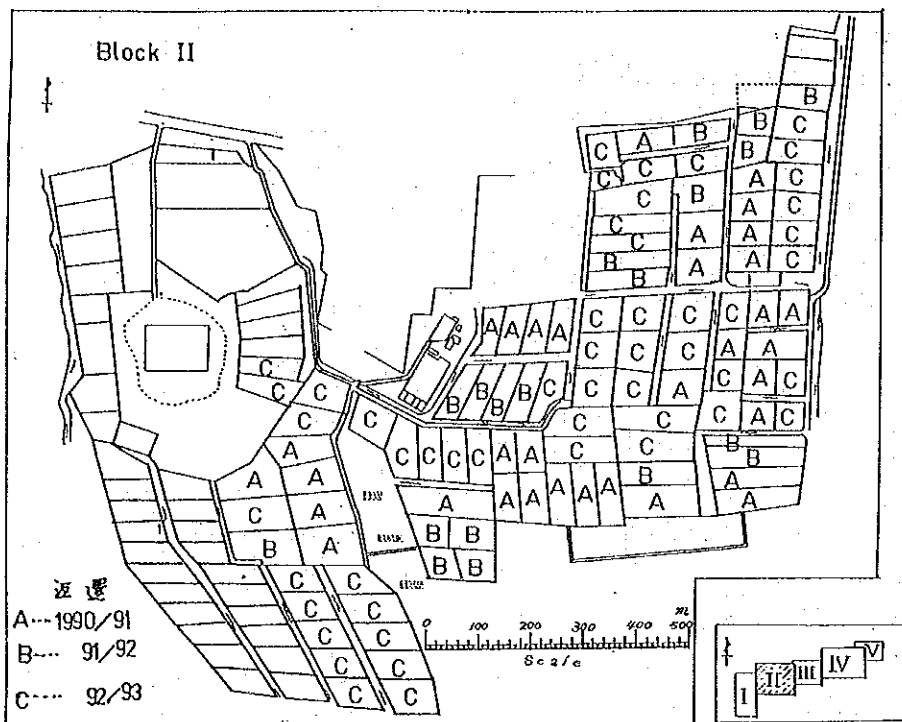


図2-2-2 タンパック位置図 (ブロックII)

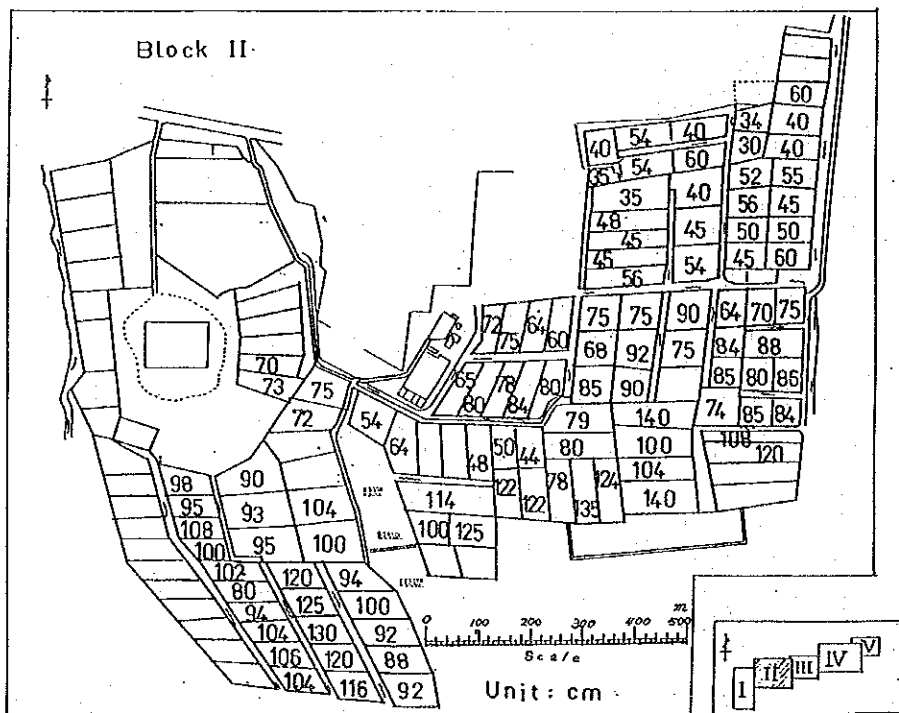


図2-2-3 冠水深分布図

① 冠水深の測定と分布図の作成

ベノア湾においては、1日に2回の潮位の変化があつて、一年間の満潮位の加算平均値は、206cmとなる。各タンバックは、池作設と底土の掘り下げた地盤高がまちまちであることからベノア湾平均満潮位（200cm）のときのタンバック内潮位を求めるための測定を実施し、冠水深分布図を作成した。

内陸側の養殖池跡地では湾から潮の移動のタイムラグが予想されたが天然林の残っている海から800mの距離にあるところで満潮のタイムラグが30分あつた。

概略であるがプロジェクト内全部の養殖池跡地の平均冠水深を把握した。

内陸から海側にいくに従つて冠水は深くなる。その範囲は7cm～140cmまでであつた。冠水深の資料は、ほかの立地要因と組み合わせ樹種選択や植栽苗の大きさの検討に使用する。

② ベノア湾満潮位高別タンバックの冠水深

満潮位の高さは連日変化していく。タンバック毎の冠水頻度を推定するときの資料としてベノア湾満潮位、140、170、200、230、260cmのときに対応する各タンバックの潮位高を計算した(表2-2-6)。この表からベノア湾満潮位のときの各タンバックにおける最大冠水深が求められる。

表2-2-6 ベノア湾満潮位高別のタンバック冠水深ブロック

ベノア湾満潮位高 c m											
タンバックNo	260	230	200	170	140	タンバックNo	260	230	200	170	140
1	130	100	70	40	10	30	124	94	64	34	4
2	133	103	73	43	13	31					
3	135	105	75	45	15	32					
4	132	102	72	42	12	33	108	78	48	18	0
5	150	120	90	60	30	34	110	80	50	20	0
6	153	123	93	63	33	35	104	74	44	14	0
7	164	134	104	74	44	36	174	144	114	84	54
8	155	125	95	75	45	37	182	152	122	92	62
9	160	130	100	70	40	38	182	152	122	92	62
10	180	150	120	90	60	39	170	140	110	80	50
11	185	155	125	95	65	40	174	144	114	84	54
12	190	160	130	100	70	41	160	130	100	70	40
13	180	150	120	90	60	42	185	155	125	95	65
14	176	146	116	86	56	43	100	70	40	10	0
15	154	124	94	64	34	44	114	84	54	24	0
16	160	130	100	70	40	45	100	70	40	10	0
17	152	122	92	62	32	46	95	65	35	5	0
18	148	118	88	58	28	47	114	84	54	24	0
19	152	122	92	62	32	48	120	90	60	30	0
20	132	102	72	42	12	49	95	65	35	5	0
21	135	105	75	45	15	50	100	70	40	10	0
22	124	94	64	34	4	51	108	78	48	18	0
23	120	90	60	30	0	52	105	75	45	15	0
24	125	95	65	35	5	53	105	75	45	15	0
25	140	110	80	50	20	54	116	86	56	26	0
26	138	108	78	48	18	55	105	75	45	15	0
27	144	114	84	54	24	56	114	84	54	24	0
28	140	110	80	50	20	57	135	105	75	45	15

③ 高さ別冠水持続時間

タンバック内に流入した海水の滞留時間は、タンバックの面積、位置、水路からの取り込み口の数によってまちまちである。マングローブ植栽樹種選択の参考にするために各タンバック内の高さ別滞水時間を表2-2-7のように計算した。

これは、ベノア湾の満潮位200cmの日に1時間から30分毎の各タンバックの水位の変化を測定し、水位高のカーブから高さ別の冠水時間を求めたものである。苗木の大きさに対応させ30、50、70、90cm高に区分し、高さ別の滞水時間を求めた。

ブロックIIIを例にみると、30cm高で0～18時間20分、50cm高で0～15時間、70cm高で0～12時間、90cm高で0～8時間20分と非常に大きな差がある。このような冠水持続時間の差が同じ高さの地盤高でも異なった造林成績となるのではないだろうか。

表2-2-7 高さ別冠水持続時間/日 Block 3

苗					高				
タンバックNo	30cm	50cm	70cm	90cm	タンバックNo	30cm	50cm	70cm	90cm
1	10.20	1.00	0	0	29	5.40	1.00	0	0
2	13.40	4.40	0	0	41	3.20	0	0	0
3	13.20	3.00	0	0	42	7.40	3.20	0	0
4	13.40	4.00	0	0	43	8.00	3.00	0	0
5	4.20	0	0	0	44	3.20	1.00	0	0
6	9.00	0	0	0	45	6.20	2.40	0	0
7	3.40	0	0	0	46	7.20	3.00	1.20	0
8	11.20	2.40	0	0	47	3.00	1.00	0	0
9	8.40	4.00	0	0	60	3.20	1.00	0	0
10	11.20	6.00	0.40	0	61	4.20	1.20	0	0
11	10.20	4.40	0	0	62	2.00	0	0	0
12	15.40	10.40	6.40	1.40	76	15.40	11.00	4.40	0
13	10.40	0.40	0	0	77	15.20	10.20	3.20	0
14	13.40	10.00	7.00	0	78	15.20	8.20	2.40	0
15	14.00	10.40	7.20	4.40	79	16.40	11.40	6.20	0.40
16	14.40	11.20	8.20	5.20	80	15.00	11.20	6.20	2.40
17	17.00	14.00	9.20	2.00	81	14.20	10.20	5.00	0
18	16.00	13.00	10.20	7.20	84	17.20	13.40	10.40	6.20
19	16.20	12.40	8.40	4.20	85	16.00	12.40	7.20	3.00
20	18.20	15.00	12.00	8.20	86	17.00	13.00	8.20	3.40
21	0	0	0	0	87	17.00	12.40	7.40	1.20
22	0	0	0	0	88	16.00	11.00	4.00	0
23	0	0	0	0	89	16.00	8.00	3.20	0
24	0	0	0	0	90	18.20	11.00	9.00	3.40
25	4.20	0.40	0	0	102	2.40	0	0	0
26	7.00	3.00	0	0	103	4.40	1.40	0	0
27	3.40	0	0	0	104	6.40	4.00	0.40	0
28	6.40	2.40	0	0	106	5.20	2.00	0	0

④ 塩分濃度分布図の作成

汽水の塩分濃度はマングローブの生育に関係する重要な立地因子の中の1つである。プロジェクトサイトには5本の小河川が流入してきているが、流量は少なく、干潮の時の淡水はタンバック内に入らず汽水化は、ほとんどされていない。雨期と乾期における干潮の時のタンバック内表面水について測定した(図2-2-4)。

乾期に測定したプロジェクト内350カ所タンバックの平均塩分濃度は、33.6%であったが雨期の12月中旬の測定では雨のために薄められ、塩分濃度の平均は27.0%まで下げた。

この調査の目的は、汽水化しているところ、海水100%の所、濃縮して海水よりも高濃度になっているタンバックを判別することにある。

調査の結果、海水よりも塩分濃度の高いタンバックが多く認められ、排水不良のため濃縮による塩分の高濃度化が進んでいる。

汽水化しているタンバックは350カ所中43カ所である。

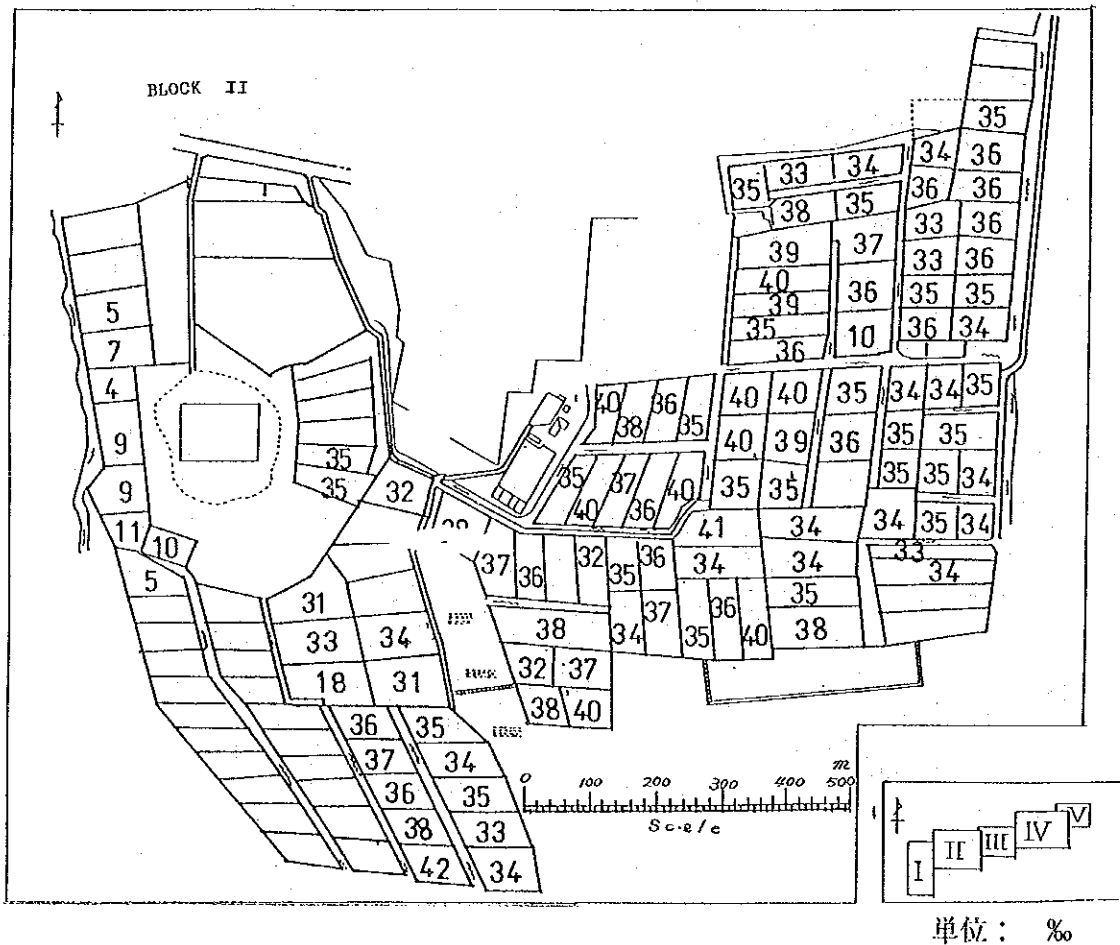


図2-2-4 塩分濃度分布図(乾期)

⑤ 停滞水分布図の作成

タンバック内底土の掘り下げ、土手の構築、タンバック内地盤高の不均一などのため、大部分のタンバックが排水不良となり、干潮時においても排水できず停滞水となっている。これは、マングローブ植栽木の活着や生育上重大なことであるので、干潮後、水門からの排水が停止した段階でのタンバック内停滞水の状況をスケッチし、分布図を作成した。

エビの収穫がしやすいように土手に沿って溝状に掘り下げた所だけが停滞するタンバック、全面に停滞するところ、大潮のときに潮が入り、その後水が抜けなくなって停滞が持続するところ、とさまざまである。冠排水がしやすくなるように土手を切っているが、地盤掘り下げにより地盤高が水路よりも低くなっているところでは排水は難しい。

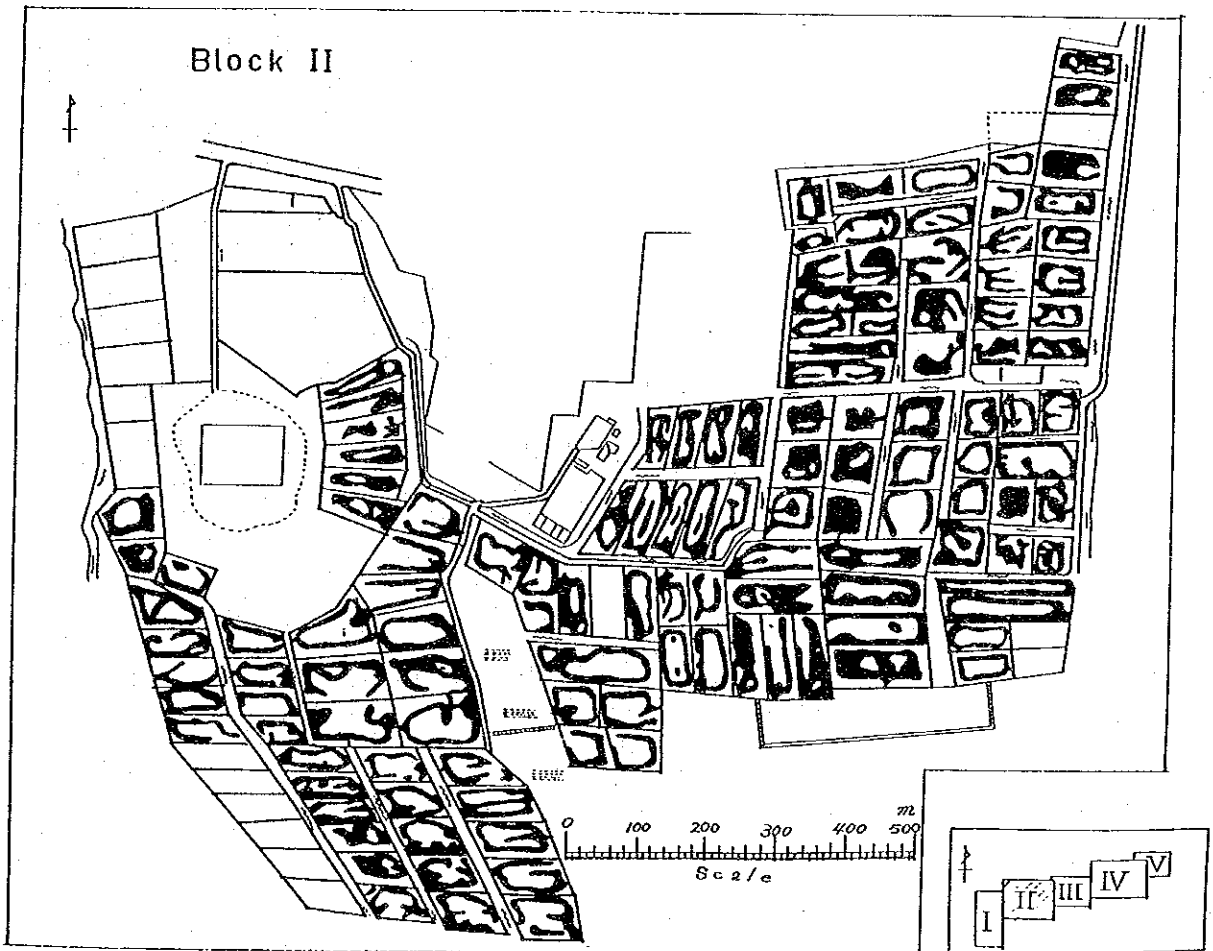


図2-2-5 停滞水分布図

⑥ 土壤深の調査と分布図の作成

エビ養殖池は病原菌で土壤が汚染されるとエビを収穫した後、底土を天日干しをして、深さ15cm位の厚さで底土を掘り養殖池の外へ除去する。このため、池の地盤高は年々低下し、土は堅くなり、土層は薄くなっていく。

土層の厚さは、マングローブ活着後の生育に影響すると考えられる。ボーリングステッキを使用し、各タンバックの土層の厚さを測り、分布図を作成した。

土壤深は、45cmから150cm以上の範囲であった。

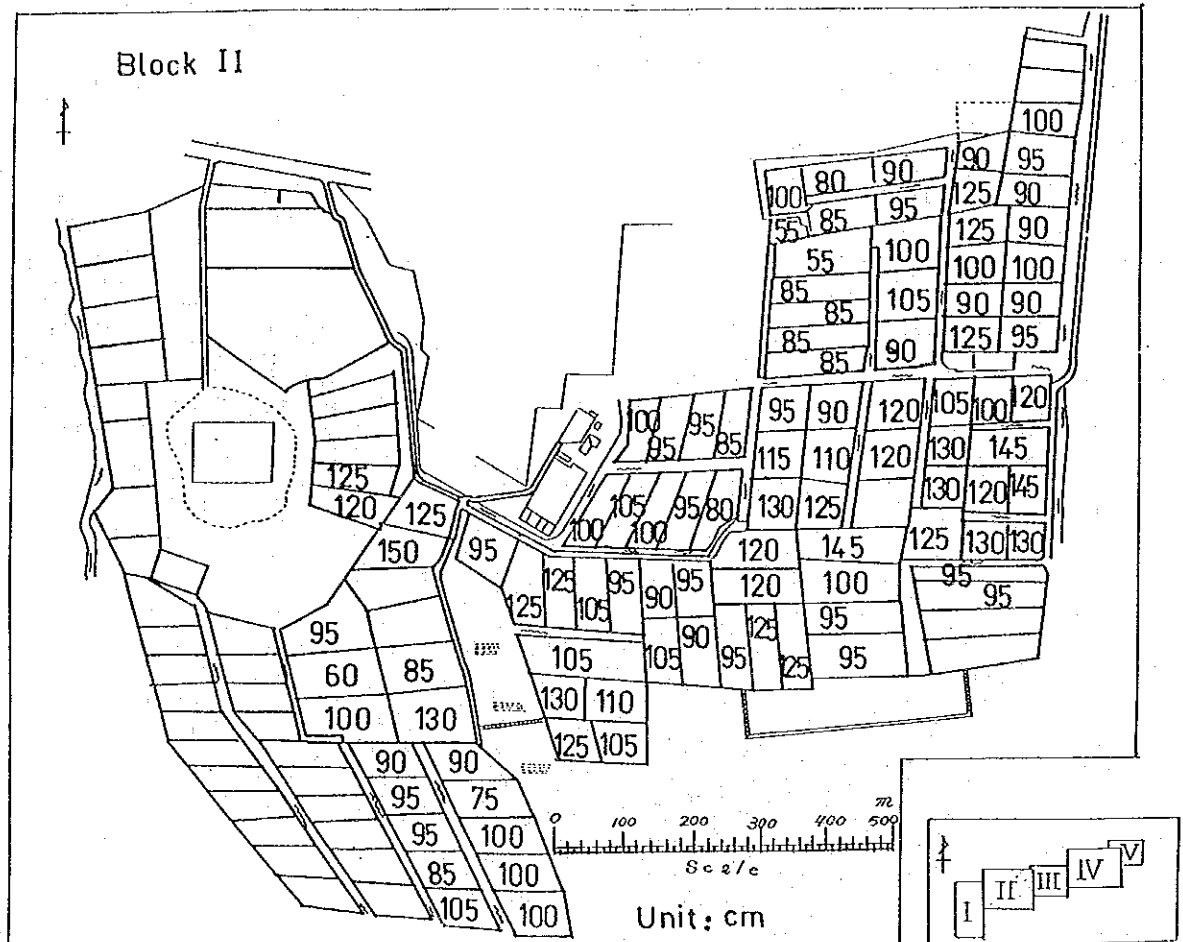


図2-2-6 土壤深分布図

⑦ 硫化水素発生予測タンバックの分布図

土手を切り崩すと風に乗って遠くまで硫化水素の臭いがすることがある。硫化水素は、マングローブの活着や生育を阻害する有毒物質であるが、土壌・水管理の短期専門家によって発生予測地図が報告されている。

発生予測地は下図のとおりである。

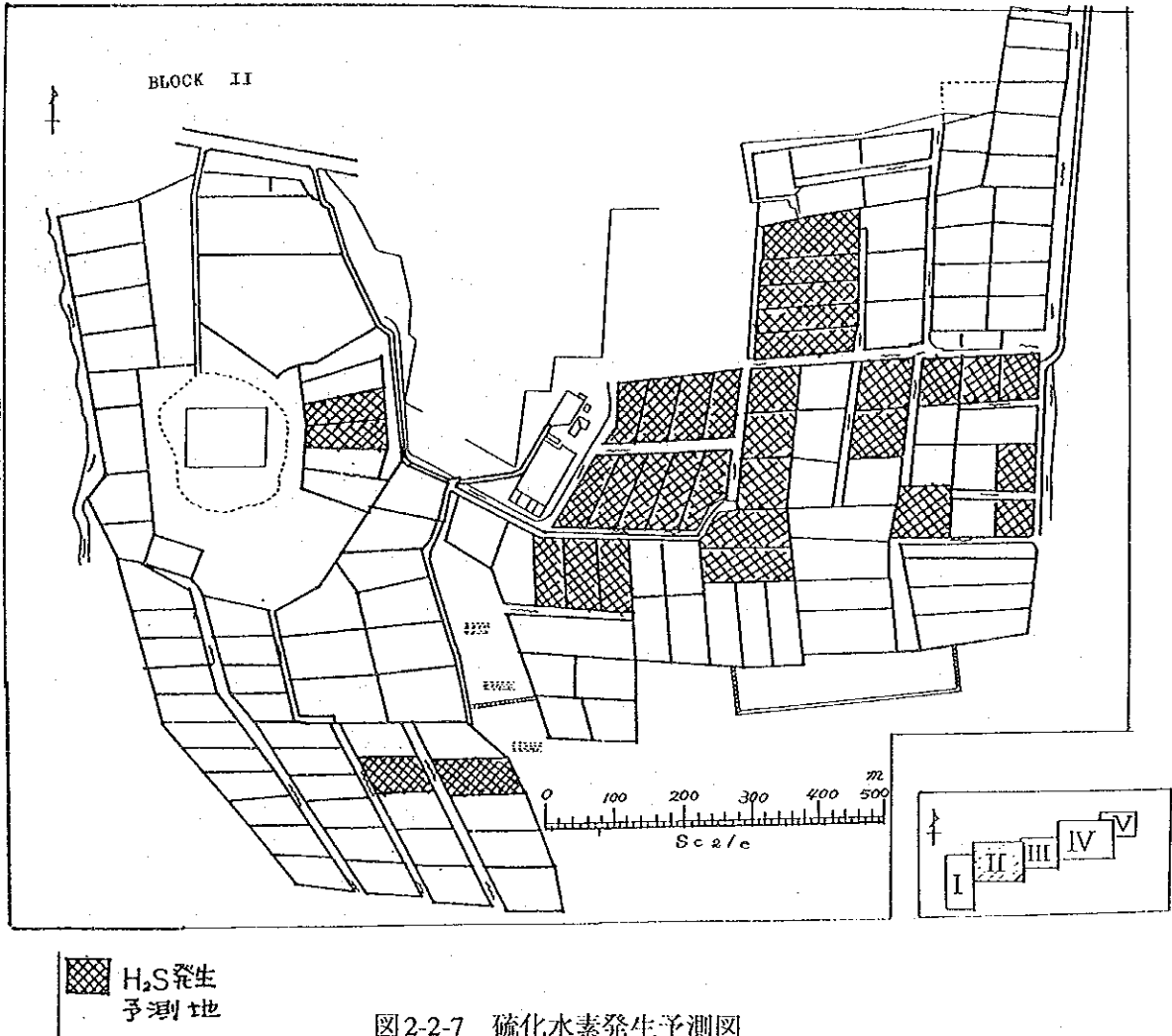


図2-2-7 硫化水素発生予測図

⑧ 空中写真の図化

1993年8月にロンボク島 Gili petangan において、バルーンによる空中写真を撮影し、1994年9月にバリ・サイトでヘリコプターからの空中写真撮影（満潮と干潮の二回）をおこなっている。Gili petangan 地区では、集合写真から微地形、天然マングロープの更新位置、海水の色調の違いなどから判読し図化を行った。



図2-2-8 ロンボク島 Gili Petangan

⑨立地区分図の作成

ロンボク島 Gili Petangan の植栽予定地の立地区分図を下图のように作成した。

区分の因子は、全土層の厚さ、層位の配列、土性、冠水深である。

植栽成績との対応を検討するための資料である。

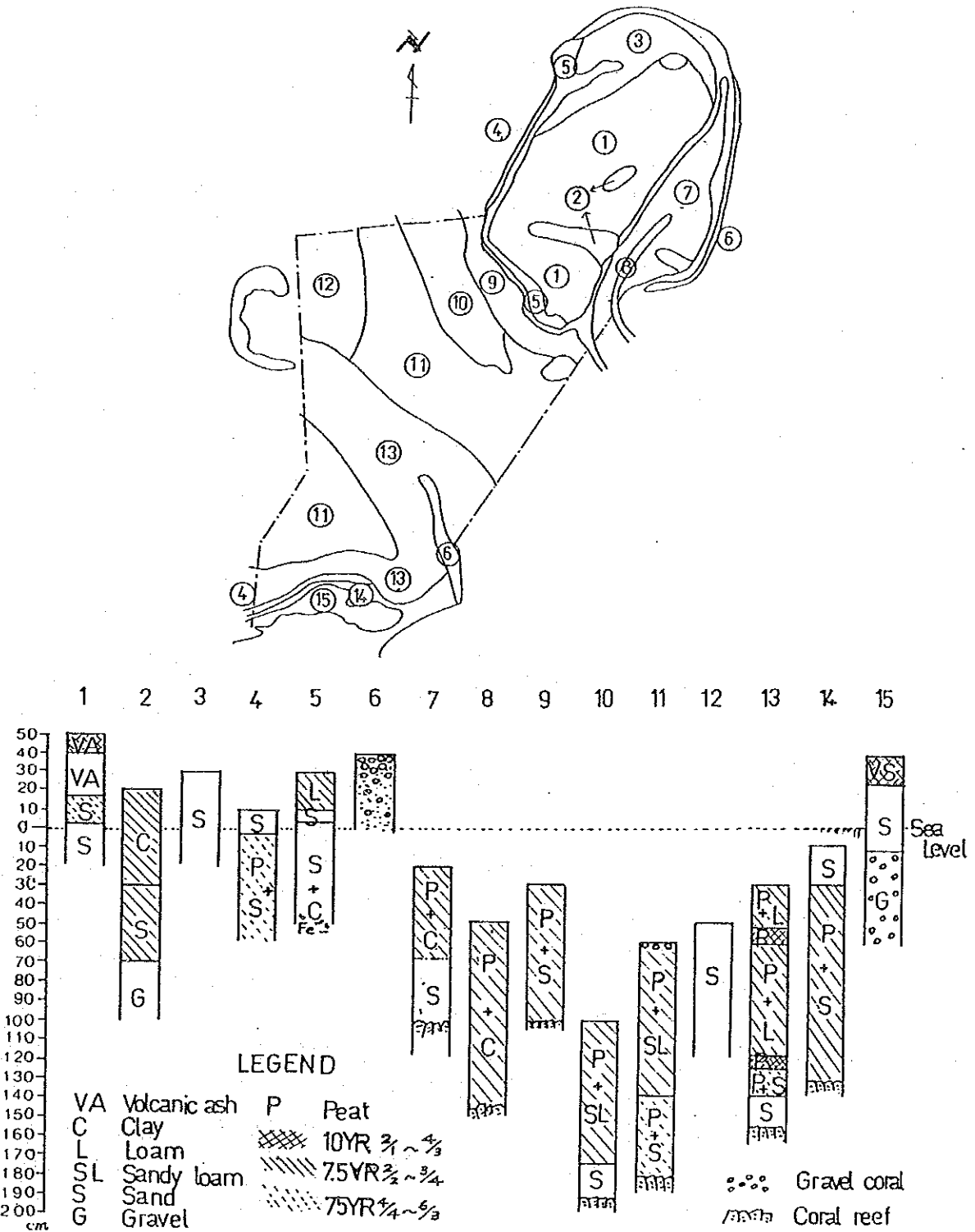


図2-2-9 立地区分図

3) プレ試験植栽の実行

生産林、保全林、教育・展示林別及びサイト別、年度別の造林計画面積、造林実績面積（1994年11月末現在）及び造林実行見込みを取りまとめた（表2-2-8）。

表2-2-8 試験造林別、サイト別、年度別造林計画と造林実績及び造林見込み

(ha)

	計画 1993/94	実績 1993/94	計画 1994/95	実績 1994/95	累 計		
					計画 1993~1995	実績 1994年11月末	実行見込み 1994年度末
生産林バリ ロンボク	10.000	9.811	25.778	17.838	35.778	27.649	35.778
	-	7.150	11.000	0.020	11.000	7.170	18.150
保全林バリ ロンボク	10.000	10.208	14.543	2.120	24.543	12.328	24.500
	-	-	-	-	-	-	-
教育・バリ 展示林ロンボク	10.000	6.944	9.715	6.382	19.715	13.326	18.500
	-	-	-	-	-	-	-
小 計バリ ロンボク	30.000	26.963	50.036	26.340	80.036	53.303	78.778
	0	7.150	11.000	0.020	11.000	7.170	18.150
合 計	30.000	34.113	61.036	26.360	91.036	60.473	96.928

4) 試験造林地の設定

a) 1993/94年度計画と実績

バリサイトにおいては、保全林造林面積のうち、河口の干潟地（デルタエリア）での造林面積が4.2ha含まれている。これは、1993年6月の計画打ち合わせ調査団の助言を基にバリサイト試験造林面積150haのうち30haをデルタエリアに試験的に植栽し、造林の可能性と植栽方法等技術開発のために活用することとした（図2-2-1）。

展示・教育林では、東西5,000kmにわたる国土を10地域に区分けして各地域から集められた種子を使って見本林を造成するとともに産地試験を行うものである。しかし、種子の調達に時間と労力がかかり、またポット苗による植栽を行うために養苗期間がかかったことから当年度内に全10区域の種子採取と植栽計画どおり完了できず、翌年に越した。

1994/95年度の産地試験用種子の採取は、1993/94年度の種子採取調査の結果を基に地域毎、樹種毎の開花結実期等を確認して、効率的に実施する。

生産林は、プロジェクトセンター隣接地に着工した河口ダムによる若干の変更はあったが、造林面積の確保に大きな影響はなく事業を実施した。

ロンボクサイトにおいては、1994年1月作業監理調査団の調査結果①伐採後の土壌攪乱は少なく造林技術的に直挿しによる植栽の可能性が高いこと、また②孤島での育苗の管理経費は膨大になること、③種子の採取可能時期に造林を実行することから直挿しを基本とした植栽方法で当年度から造林を開始することとした。したがって、1993/94年度の当初計画の0haに対して、7.2haの造林を実行した（図2-2-10）。

なお、このうち0.6haは、来年度植栽のための仮設苗畑で試験的に養苗していたポット苗を植栽した。

b) 1994/95年度計画と実績（11月末までの実績）

バリサイトにおいては、当初計画のとおり50haを各試験林別にブロックI～Vで造林を実施している。

樹種ごとの適地区分に当たっては、立地条件別成長試験（テラス試験）の中間結果を反映させて造林計画を作成した。すなわち、冠水頻度の異なるテラス毎に植栽された苗木を観察し、植付時点からの伸長成長量が良好で、かつ展葉数が最も増加し、枯死率が低い地盤高付近を各々の樹種の適地と判断した。その試験地地盤高と各造林予定養殖池跡地池の地盤高とを比較して植栽樹種の決定を行った（図2-2-11）。

ロンボクサイトにおいては、植栽予定面積を約11haと設定しており、1993/94年度の隣接した干潟地の全面を覆う形で計画している。

また、Gili Petagan島の植栽地では、地元住民が航行時及び造林作業時に植栽木を傷めないように必要な作業航路を造林地内に設置した（図2-2-10）。

5) 樹種別植栽面積

各年度の樹種別植栽計画面積とその実行面積を比較した（表2-2-9）。

初年度の実行面積の変更原因は、ロンボクの直挿し植栽の実施及び養苗に時間を要した樹種があったことによる。また、1994/95年度は、初年度の試験結果（樹種毎の適正地盤高）を活用して養殖池跡地の地盤高に適した樹種を選定した造林計画に変更したために当初計画との違いが生じた。

表2-2-9 樹種別植栽面積

(ha)

	1993/94年度			1994/95年度			累 計			
	計画		実行	計画		実行	計画		実行	
	ハ'リ	ハ'リ	ロンボク	ハ'リ	ロンボク	ハ'リ	ハ'リ	ロンボク	ハ'リ	ロンボク
<i>R. mucronata</i>	5.5	10.9	4.6	20.1	3.3	1.5	25.6	3.3	12.4	4.6
<i>R. apiculata</i>	5.5	3.8	0.8	17.8	3.0	15.6	23.3	3.0	19.4	0.8
<i>B. gymnorrhiza</i>	5.5	6.5	0.1	8.8	1.5	7.3	14.3	1.5	13.8	0.1
<i>S. alba</i>	5.5	0.1	-	1.0	0.5	0.5	6.5	0.5	0.6	-
<i>A. marina</i>	5.5	5.4	0.1	1.7	0.5	1.5	7.2	0.5	6.9	0.1
<i>C. tagal</i>	1.5	0.1	-	0.3	-	-	18.0	-	0.1	-
<i>X. granatum</i>	1.0	0.1	-	0.3	-	-	1.3	-	0.1	-
<i>R. stylosa</i>	0	-	-	-	2.2	-	-	2.2	-	1.6
小 計	30.0	26.9	7.2	50.0	11.0	26.4	80.0	11.0	53.3	7.2
合 計	30.0	34.1		61.0		26.4	91.0		60.5	

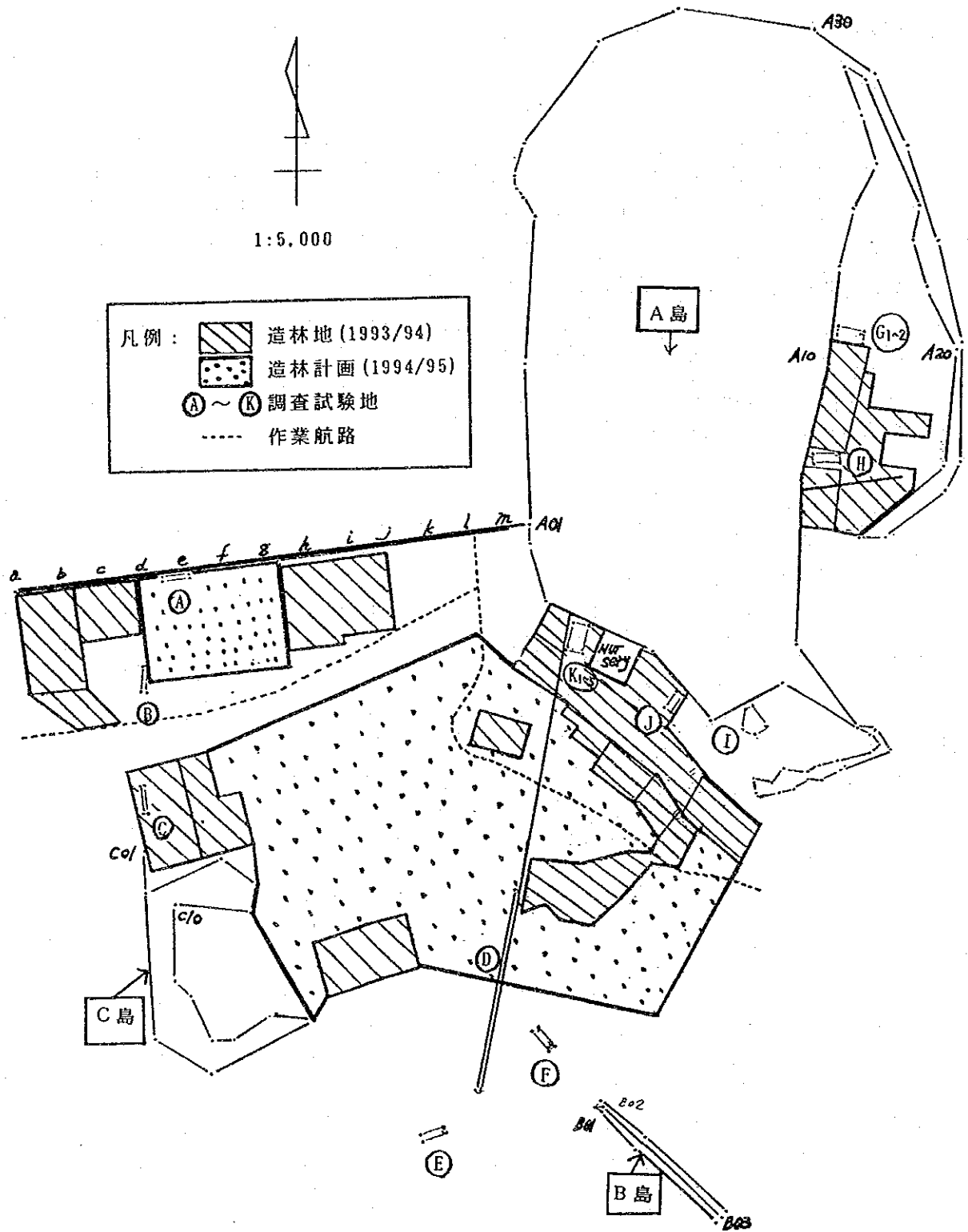


図2-2-10 ロンボクサイトの事業図

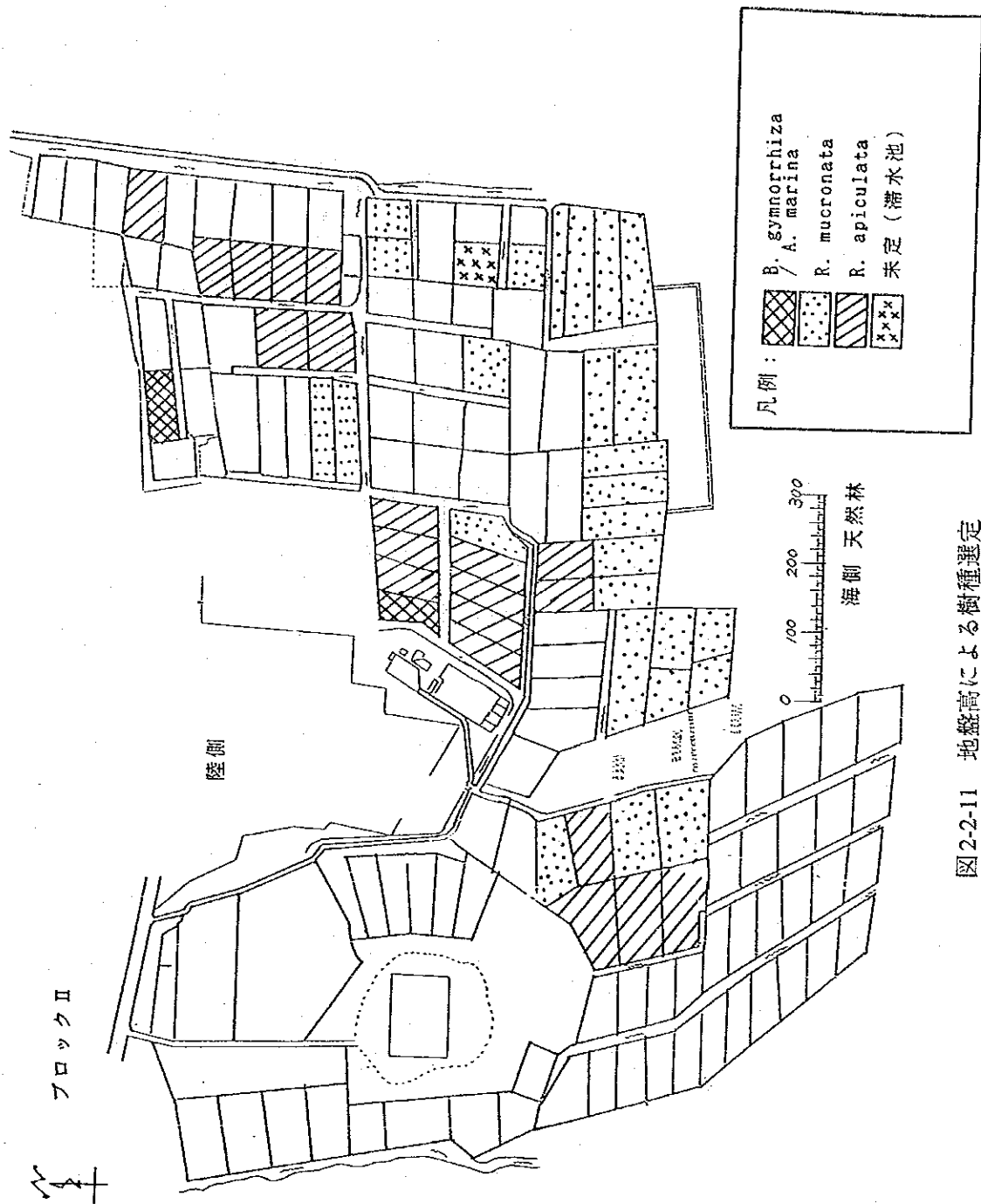


図2-2-11 地盤高による樹種選定

6) 苗木形態別植栽面積

苗木形態別の造林事業実行については、バリサイトでは、インドネシア側の既人工造林地の活着・成長状況を観察した結果、蟹の害、冠水深等に配慮して、原則としてポット苗を植栽している。一方、現在試験的規模ではあるがより低廉な植栽方法を検討するために直挿し、裸根苗、山引き苗、直播きを小規模に試みている。既植栽地の苗木形態は5形態である（表2-2-10）。

表2-2-10 苗木形態別造林実績（1994年11月末現在）

(ha)

	ポット苗	直挿し	裸根苗	山引き	直播き
<i>R. mucronata</i>	12.7	4.3	-	-	-
<i>R. apiculata</i>	19.3	0.9	-	-	-
<i>B. gymnorhiza</i>	13.8	0.1	-	-	-
<i>S. alba</i>	0.5	-	(0.1)	0.1	(0.1)
<i>A. marina</i>	7.4	-	-	-	-
<i>C. tagal</i>	0.1	-	-	-	-
<i>X. granatum</i>	0.1	-	-	-	-
<i>R. stylosa</i>	-	1.6	-	-	-
合計	53.5	6.9	(0.1)	0.1	(0.1)

注) ()書きは0.1ha以下の小面積

7) 地拵え（事前処理）

バリサイト

養殖池跡地でのマングローブ造林に必要な地拵えは次のとおり。

- 養殖事業実施中の池内の橋、コンクリート水路、コンクリート管、水門等の仮設物の除去が考えられるが、一般に国有地内であれば元状復帰が借地側の返還時の義務であるため、返還された後植林を行う事業主体は、そうした除去作業を必要としない。しかし、民有地の養殖池跡地における造林の場合は、仮設物の除去作業の必要が出てくる可能性がある。
- 植栽方法に位置づけられる土工作業としては、耕耘、盛り度等の方法が考えられるが、本報告書では植栽方法の項目で記述する。
- 養殖事業終了直後の養殖池跡地では養殖事業時に堆積した海老の排泄物、餌の腐敗物、汚泥等を池底から早期に海水によって洗浄するために養殖池跡地の堤を開口（1養殖池跡地池当たり8箇所）することも重要である（図2-2-12）。
- また、河口付近のデルタエリアでの造林のための地拵え作業は、植栽方法に関連する

項目として後述する。

ロンボクサイト

環礁内の皆伐跡地の干潟地では、多くの伐根が残っているところがあり、直挿し植え付け時も伐根が障害になることがある。そうした場所では、直挿し時に頑強な案内棒で直挿し用の穴を作りながら植栽していく方法が効率的である。

8) 苗木運搬

バリサイト

- (a) 苗畑から堤までの苗木運搬、
 - (b) 堤から養殖池跡地内の小運搬
- の作業種細分に分けられる。

(a) の作業では、主に一輪車による人力運搬に頼っていたが、運搬距離が約600m以上になると運搬時の振動によってポット苗の土と根が分離して、植え付け時に土と一緒に植栽することが困難になる。従って、一輪車による運搬は、運搬路面の程度にもよるが600m未満にしなければならない。

(b) の作業では、効率的な泥地における運搬作業を検討してきた。これまで試行した方法は次のとおり。

- ①滑車による空中小運搬
- ②プラスチック・ケースを堤の上からピストン移動させる小運搬
- ③プラスチック・ケースを引いて歩行する小運搬
- ④スノーボードを堤の上からピストン移動させる小運搬
- ⑤スノーボードを引いて歩行する小運搬

このうち⑤は、スノーボードにロープを付けて引っ張りながら池内を歩いて小運搬する方法で泥地へのめり込みもなく、現在事業で実施している方法である。また、植栽間隔に応じて全植付け作業者が小運搬を兼ねる方法も実施している。

ロンボクサイト

- (a) 直挿し用種子の種子採取地から貯蔵池までの運搬及び貯蔵地から Gili Petagan 島までの運搬、
- (b) 植栽区域内の直挿し用種子の小運搬の作業種細分に分けられる。

(a) の作業では、種子の採取地（近隣の島）または貯蔵池（Gili Sulat 島）から Gili Petagan 島までの運搬に船を使う。

種子の採取地が Lembar 等の遠方の場合は、陸路の車両運搬及び海上の船運搬を行う。マングローブの胎生種子は一般種子と比較して、かさばる（米袋に100本が限度）、重い（100本で13～15kg）ため時間と労力を要する作業種である。

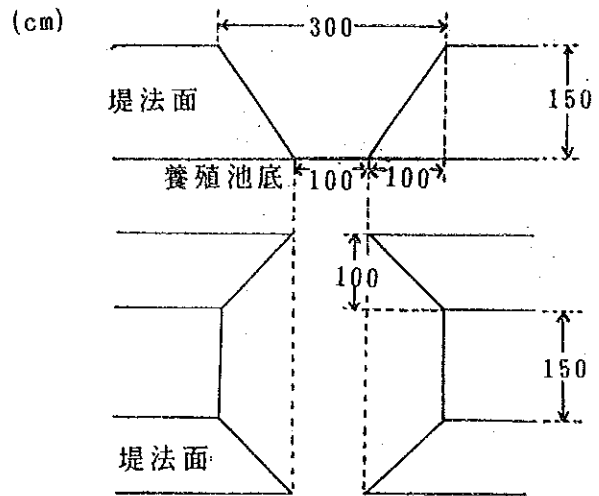


図2-2-12 養殖池跡地堤の開口モデル

運搬時には種子の乾燥と蒸れを避けるために日覆いをかけ風通しを良くし、乾燥する場合は散水を施す。また、種子が損傷（特に幼芽の折損）しないように種子の上下を裕せて、30～50本（最大50本まで）を束ねて運搬する。特に幼芽を傷つけないことが重要である。

(b) の作業では、作業小屋等の日陰で規格毎に分類した種子を産湯籠うぶゆかごに入れて運搬する。直挿し植付けの場合、植栽時に植栽地が浸水（～20cm水深）していた方が作業し易く（地盤が柔らかくなるので挿し易く、種子の根部も痛みにくい）、また産湯籠はボートのように海水に浮くため移動の際に荷重が軽減され作業員の負担にならない。

9) 植栽方法

調査研究項目に従って植栽方法別に試験植栽を実施している。事業用植栽地は立地環境に応じて普通植えで実行している（図2-2-13）。

調査研究試験項目

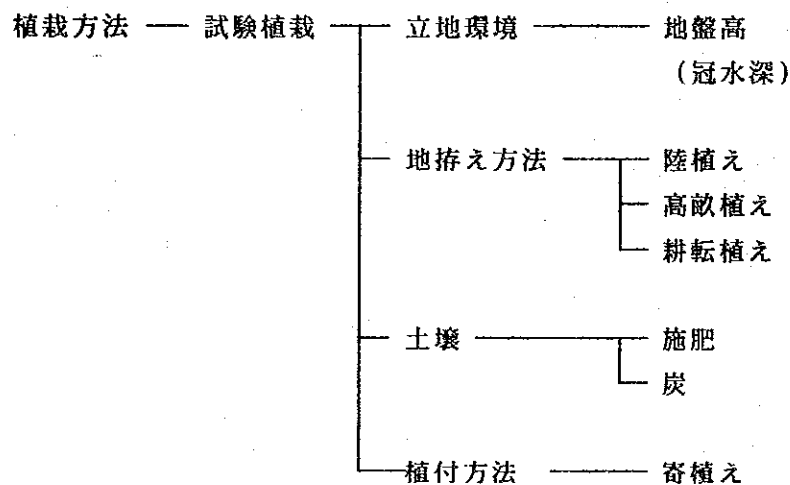


図2-2-13 植栽方法分類フローチャート

これらの植栽方法のうち試験植栽で成果の得られた方法を拡大試験していきその技術的合理性と経済性を明らかにする。調査研究項目の中間結果については、次項目3.で後述する。

- (a) バリサイトの植栽方法は、図2-2-13の全ての調査研究項目を包含して普通植栽、試験植栽を実施している。
- (b) ロンボクサイトの植栽方法は、現在、普通植えで立地環境毎の試験を実施している。

10) 保育

養殖池跡地の植栽地は泥地の軟弱地盤であり、1日に約2回の海水の出入りがある。こうした環境条件に加え、環礁皆伐跡地、デルタエリアでは風と波の影響がある。それぞれの植栽地毎の成育阻害因子、被害形態、対策をまとめた（表2-2-11）。

これらの対策として保育作業を事業的・試験的に実施している。

表2-2-11 成育阻害因子と保育作業

成育阻害因子	バリサイト		ロンボクサイト	被害の状況	対策
	養殖池跡地	デルタエリア	環礁内皆伐地		
軟弱地盤	◎	◎	◎	倒伏	支柱杭
風	◎	◎	◎	倒伏	支柱杭
水流	◎	◎	◎	流失	支柱杭・冊
波	△	◎	◎	流失	支柱杭・冊
油・微粒土	△	◎	△	落葉	海水洗浄
ゴミ	◎	◎	×	倒伏	支柱杭竹冊
海草	×	◎	△	倒伏	支柱杭
フジツボ	×	◎	△	不明（呼吸機能低下, 落葉）	海水洗浄
蟹	◎	△	△	食害	大苗植栽
害虫	◎	×	×	食害・落葉	海水洗浄

注) ◎---植栽木が成育阻害因子の影響を受けやすい。

△---植栽木が成育阻害因子の影響を受ける。

×---植栽木が成育阻害因子の影響を受けにくい。

11) 樹種選定

(a) プロジェクトの造林実行にあたっては、インドネシア側の既造林地が不成績になった原因の環境因子を考慮しつつ、活着、成林を確実にするための対策を講じることが重要であることから、インドネシア側の行った造林地の活着状況等を観察、調査した。

バリ州森林局は養殖池跡地においてマングローブ樹種の造林を3ヶ年にわたって実施した。先般、1994年2月にインドネシア側は、この造林地のうち1990年度造林地を対象に成績評価調査を行った。その結果、造林地の活着・成長の状況は必ずしも良好とはいえない旨の評価が出された。

(b) これは、インドネシア側の既造林地で初年度あるいは補植用に植栽された *Bruguiera gymnorhiza* は、陸地側の冠水深の浅い池で活着が良いが、テラス試験の中間結果からも海側部から中陸部にかけての池の地盤高は、*Bruguiera gymnorhiza* に適さないことから地盤高に関連した冠水深、冠水頻度の環境因子が植栽木の活着率低下にに影響したもの

と考えられる。

(c) 塩分濃度が樹種毎の活着や初期成長に及ぼす影響は大きいことが確認されているが、インドネシア側植栽当時の塩分濃度が現在の養殖池跡地の塩分濃度（30～35%）より高いとは考えられない。その場合、前述 1. 2. (2) のとおり塩分濃度が苗木の活着の可否を決定づける成育害を及ぼすには至らないと考えられる。

(d) プロジェクトの1993/94年度植栽地の中で、養殖池当時池内の水路でありその後細かい泥砂が堆積したところでは、かつて水路でなかったところに比べて活着率が下がる傾向はあるが、池全面で活着できない池は少なかった。

(e) 上記 (a), (b) から冠水深、冠水頻度に密接に関連する地盤高によって樹種選定を行うこととした。

従って、1994/95年度の造林計画作成にあたっては、造林予定の養殖池跡地の地盤高調査を行い、その結果を「立地条件別の成長調査」項目のテラス試験の中間結果に照らし合わせて、養殖池跡地1枚ごとに造林樹種を選定した（図2-2-11）。

(f) 一方、インドネシアが初年度に行った造林の *Rhizophora mucronata* や *Rhizophora apiculata* がなぜ活着できなかったかについては、地盤高、塩分濃度、土壌、海水の給排水の状態等の環境因子の中で、特に、

「地盤高」-----初年度植栽地の海岸部から中陸部には *Rhizophora mucronata*、*Rhizophora apiculata* の適正地盤高の養殖池跡地が多く存在するが、現況の低い活着率からすると地盤高のみの因子ではないと考えられること。

「塩分濃度」-----上記 (c) と同じ

「土壌」、「海水の給排水」----1992年10月頃に事業を止めた養殖池返還直後の池の状態は、1992年12月の時点で硫化水素臭、海老の排泄物や餌の腐敗臭、アミドロ等が確認され、その状況は1993年10月頃まで見受けられた。

現在の同一養殖池跡地には腐敗臭、アミドロ等も見受けられないが、硫化水素臭が希薄に臭う他の池跡地もあること

以上のことから、約1年間の観察結果では返還直後と1年経過後とでは池内環境は改善されていると思われる。

(g) 従って、インドネシア側の造林結果に不成績地が多いことに関しては、

①初年度の *Rhizophora mucronata*、*Rhizophora apiculata* は、跡地返還直後の池の水質や土壌等の環境条件の悪影響を受けていたと考える。

②次年度以降の補植・新植は、地盤高に対する樹種選定に問題があったと考える。

なお、①については、客観的論証性を得るために養殖池稼働中または終了した直後の池を化学的・物理的に調査する必要がある。

(h) ロンボクサイトでは、Gili Sulat島の植生及びGili Petagan島の点在して天然更新してい

る樹種を参考に、地盤高、土壌等を調査して適地適木を判定している。

なお、地盤高、土壌、伐根残存などの植栽条件が異なる毎に活着・成長試験を並行して実施しており、今後の経過観察を行い各条件別の樹種選定の在り方を確立する必要がある。

(3) 作業路網の整備

バリサイトの作業路網は、詳細施設設計調査結果に基づく計画を基本としつつその後の試験造林地の確保に関する経過を踏まえて、次のように計画した(図2-2-1)。

1993/94年度はBlock IIの整備を実施したが、海水の干満による水浸食が予想以上に激しく1年経過時点で、改良工事を必要とする人工堤や仮設橋、路肩の補強箇所が多く発生した。

1994/95年度の作業路網の整備は、植栽地が広範にわたっていることから、更に事業量としては増えるであろう。また、前年度作設した仮設橋等の改良を含め実行する必要がある。

ロンボクサイトでの路網計画は、作業地が環礁内干潟地であるため、実質的な人員・資材輸送、造林作業のための交通手段は船に頼ることから、船の航路計画を作成した。1994/95年の路網計画の実行総延長距離は約1,000mで実行完了した。

また、Gili Petagan 島における航路は、事業目的の他に地元漁師の漁場への植林地通り抜けの通行案内標識として利用され、地元民による植栽地攪乱の防止対策としての効果も期待される(図2-2-10)。

(4) その他

1) 景観保全、法面保護

バリサイトにおいて景観保全と作業道の浸食防止のために緑化木としてアクセス路沿いに *Bruguiera gymnorhiza*、*Xylocarpus granatum* を1,100mにわたり植栽した。

2) 内陸地植栽

ロンボクサイトの Gili Petagan 島は3つの小島から成っており、公式図面及び地元住民に聞いても各小島の名称は確定できないため、本報告書では各小島を、

Gili Petagan	A 島	----- 苗畑予定地所在地、調査用船発着地、島面積17.8ha、
Gili Petagan	B 島	----- A 島の南側に位置し苗畑と干潟地を挟む対岸、
Gili Petagan	C 島	----- A 島の南東方向に位置し環礁に最も近く島面積1.0ha

とする(図2-2-10)。

Gili Petagan A 島では過去数年にわたって焼き畑耕作が営まれており島の内陸部土層は栄養分が少なくかつ乾燥状態にあるため、木本類の繁茂には長い年月を要すると考えられる。しかしながら、本島干潟地の防風効果を期待した短期専門家(植物生態分野)の指導により、陸地部の造林を実施した。

具体的には、*Cannarium commune* : 150cmを挿し木(土中25cm)造林し、成林後の防

風効果、土壌侵食の抑制、有機物の供給を目的とした。植栽候補地は、内陸に散存する木本類小群落を広げていく概念で群落の周閉に造林する区域及び海岸線（2～4 m内陸）沿いに2 m間隔で1,000本の造林を行った。

その後、同造林木は順調（活着率93%：植栽3カ月後）に活着成長していたが、1994年9月6～7日に火災に合い全焼し、*Cannarium commune*の植栽木は全焼した。

こうしたことから、住民に対しては、マングローブ林保全と併せた山火事防止の啓蒙が重要である。

3) 安全対策

バリサイトの作業地である養殖池跡地内の泥地及びデルタエリアには、陸と海から流れ着いたゴミ（プラスチック製品、ガラス、釘付き端材等）や養殖池業者が撤収した時に発生したと思われる端材（ブロック片、鉄屑等）が泥中に埋没（プラスチック製品を除き）している。

これに対し、作業靴等の徹底着用を義務づけ、危険作業の未然防止、危険予知の訓練を行うために作業員を対象に安全会議を行った。

また、ロンボクサイトにおいても珊瑚礁等によってバリサイトと同様の危険性があることから、同様の対策を措置している。

2. 調査研究計画と実績

(1) 造林に関する研究項目と計画

当初の事業計画を専門分野別に研究項目を立て、次の11項目とした。

S-01 立地環境別植栽木成長比較

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	植栽地の異なる立地条件に対する各樹種の活着、生存、成長の関係を求める。
2 サンプル、フロッットの場所、数量、取り方	ハ ^レ リサイト：テラスを造成し(高低差10cmごと)各樹種ごとのフ ^ロ ットを設ける。各樹種ごとに冠水径が浅中深になる代表的な養分池地に固定フ ^ロ ットを設ける。 数量：5 樹種 × 3 タイプ = 15 フ ^ロ ット 面積：50本 / フ ^ロ ット 植栽密度：(1m × 1m) ロンネ ^ク サイト：湖岸から陸側までを包含する形で植栽地区を設定し、その植栽地内に固定フ ^ロ ットを設ける。 (溝の干満、伐根、蟹等) 数量：3 樹種 × 6 タイプ = 30 フ ^ロ ット 面積：50本 / フ ^ロ ット 植栽密度：(1m × 1m)
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 樹高、幹長、胸径ごとの幹長計測を行う。 3 支柱根、通気根等気根調査も必要に応じて実施する。
4 計測時期	固定フ ^ロ ットの設定及び計測期間は、 ハ ^レ リサイト：2月設定、植栽後約2ヶ月間詳細調査(枯損原因重点)を行い6ヶ月毎 ロンネ ^ク サイト：1994年2月設定、植栽後約2ヶ月間詳細調査その後6ヶ月毎
5 分析の仕方	樹種毎にタイプ別の計測項目の計年変化を明らかにし、立地条件と樹種毎計測項目の関係及び立地条件と樹種毎の成長との関係を求める。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ：1994年 6月、11月 最終取りまとめ：1995年 11月

S-02 植栽方法試験

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	植栽木の活着率と生存率の向上及び成長を促進する低廉な植栽方法を開発する。
2 サンプル、フロッットの場所、数量、取り方	ハ ^レ リサイト：高乾、陸側え、新うん等による植栽試験地にフ ^ロ ットを設ける。 数量：5 樹種 × 3 タイプ = 15 フ ^ロ ット 面積：0.01 ha / フ ^ロ ット 植栽密度：(2m × 2m)又は(1m × 1m) ロンネ ^ク サイト：蟹、液による被害に対して竹筒、竹籠工等の植栽試験地内にフ ^ロ ットを設ける。 数量：3 樹種 × 2 タイプ = 6 フ ^ロ ット 面積：0.01ha / フ ^ロ ット 植栽密度：(2m × 2m)又は(1m × 1m)
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 樹高の計測を行う。 3 支柱根、通気根等気根調査も必要に応じて実施する。
4 計測時期	固定フ ^ロ ットの設定及び計測期間は、 ハ ^レ リサイト：1月設定、植栽後約2ヶ月経過及びその後3ヶ月間隔毎 ロンネ ^ク サイト：必要が生じた時
5 分析の仕方	樹種毎に方法別の計測項目の経年変化を明らかにし、植栽方法と樹種毎の成長との関係を求める
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ：1994年 4月、7月、10月 最終取りまとめ：1997年

S-03 植栽密度試験

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	植栽木の成長経過の比較を行いハ・イオマスや形質への密度の影響を調べ、造林目的に応じた植栽密度を求める。
2 サンプル、フ・ロットの場所、数量、取り方	ハ・リサイト：樹種毎にタンバック(Tambak)内の同一立地条件地に各植栽密度のフ・ロットを設ける。 数量：5 樹種 × 4 タイプ = 20 フ・ロット 面積：100 本 / フ・ロット 植栽密度：(1m × 1m), (1m × 2m), (2m × 2m), (2m × 3m) ロンホックサイト：樹種毎に生産林の3タイプ ¹ の植栽密度を設け、植栽地内にフ・ロットを設定する。 数量：5 樹種 × 3 タイプ = 15 フ・ロット 面積：100 本 / フ・ロット 植栽密度：(1m × 1m), (1m × 2m), (2m × 2m)
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 直径、樹高の計測を行う。 3 支柱根、通気根等気根調査も必要に応じて実施する。
4 計測時期	固定フ・ロットの設定及び計測期間は、 ハ・リサイト：1994年 3月設定、植栽後1年毎 ロンホックサイト：1994年 3月設定、植栽後1年毎
5 分析の仕方	樹種毎に植栽密度と計測項目の経年変化を明らかにし、植栽密度と樹種毎の成長との関係を求める。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ：1994、1995、1996年 6月、9月 最終取りまとめ：1997年

S-04 堆砂地における植栽試験

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	干潟堆砂地の未立木地で人為的にマングローブを成林させるための手法を開発する。
2 サンプル、フ・ロットの場所、数量、取り方	ハ・リサイト：大苗、直挿し、支柱杭等による植栽試験地内にフ・ロットを設ける。 数量：2 樹種 × 3 タイプ = 6 フ・ロット 1 樹種 × 4 タイプ = 4 フ・ロット (直挿しは <i>Rhizophora mucronata</i> のみ) 面積：50 本以上 / フ・ロット 植栽密度：(2m × 2m), (1m × 1m)
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 樹高、節間数の計測を行う。 3 支柱根、通気根等気根調査も必要に応じて実施する。
4 計測時期	固定フ・ロットの設定及び計測期間は、 ハ・リサイト：1994年 2月設定、植栽後2ヶ月詳細調査その後6ヶ月毎
5 分析の仕方	樹種毎に方法別の計測項目の経年変化を明らかにし、植栽方法と樹種毎の成長との関係を求める。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ：1994年 11月 最終取りまとめ：1997年

S-05 産地試験 (展示林)

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	樹種毎に産地別に植栽し、成長比較調査を行い、造林樹種選定(産地)の基礎資料とする。
2 サンプル、フ°ロットの場所、数量、取り方	ハ°リサイト:各樹種とともに10産地の苗木を植栽する。その植栽地内にフ°ロットを設ける。 数量: 7 樹種 × 10 タイフ° = 70 フ°ロット 面積: 0.04 ha / フ°ロット 植栽密度:(2m × 2m)
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 樹高の計測を行う。 3 支柱根、通気根等気根調査も必要に応じて実施する。
4 計測時期	固定フ°ロットの設定及び計測期間は、各産地同時植栽を基本とするが、産地毎の種子(苗木)の結実時期の違い等から、植栽と同時に臨時フ°ロットを設定する。(3月までに設定し植栽後約2ヶ月経過後、その後1年毎を基本とする。)
5 分析の仕方	樹種毎に産地別の計測項目の経年変化を明らかにし、各産地毎の成長比較を行う。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ:1994年 10月 最終取りまとめ:1997年

S-06 苗木形態別植栽試験

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	植付時の苗木の形態と植栽木の活着、生存率との関係調べ、各樹種の適正苗木形態(養苗期間短縮、コスト、成育状況等)を確立する。
2 サンプル、フ°ロットの場所、数量、取り方	ハ°リサイト: • <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> <i>Rhizophora apiculata</i> については次のとおり。 形態:Potted seedling Big - sized seedling Direct planting 数量: 3 樹種 × 3 形態 = 9 フ°ロット 面積: 100 本 / フ°ロット 植栽密度:(2m × 2m)又は(1m × 1m) • <i>Sonneratia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> については次のとおり。 形態:Potted seedling Bare rooted seedling Big - sized seedling 数量: 2 樹種 × 3 形態 = 6 フ°ロット 面積: 100 本 / フ°ロット 植栽密度:(2m × 2m)又は(1m × 1m)
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 樹高の計測を行う。 3 支柱根、通気根等気根調査も必要に応じて実施する。
4 計測時期	固定フ°ロットの設定及び計測期間は、1994年4月設定、植栽後約2ヶ月間詳細調査、その後6ヶ月毎
5 分析の仕方	樹種毎に苗木形態別の計測項目の経年変化を明らかにする。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ:1994年 6月 最終取りまとめ:1995年 11月

S-07 Silvo-fishery 試行・調査

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	マングローブ林が免つき林として高い機能を有することを明らかにすること、併せて地元住民が便益を享受できる養殖池跡地とマングローブのモデルを試行することを目的とする。
2 サンプル、プロットの場所数選、取り方	ハ・リサイトの天然林に隣接した深い養殖池跡地の3箇所を選定し、1箇所は通常の植栽地、1箇所は養殖池跡地池をそのまま放置し、1箇所はモデル的に池を造成する。 面積：約0.6 ha / 養殖池跡地 植栽樹種： <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> <i>Rhizophora mucronata</i> <i>Rhizophora apiculata</i> <i>Sonneratia alba</i> <i>Avicennia marina</i> 植栽密度：(1m X 1m)
3 計測方法	1 天然水生生物の生産量及び種類を調べる。(魚類、プランクトン等)
4 計測時期	固定プロットの設定及び計測期間は、1994年2月設定、植栽後約6ヶ月経過及びその後1年毎
5 分析の仕方	1 魚類の収量を計測する 2 プランクトンの種類と生息数を計測する。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ：1994年 9月 最終取りまとめ：1997年

S-08 補植基準の検討

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	造林目的に応じた適正な補植の基準を検討し、植栽時期、植栽樹種、植栽方法、植栽面積等を設定する。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	ハ・リサイト及びロンホックサイト：枯損状況に応じて樹種毎に対象プロットを設定する。枯損原因を調査のうえ対応策を検討し、補植する箇所と補植しない箇所を設ける。
3 計測方法	1 補植木の活着、生存率調査を行う。 2 樹高の計測を行う。
4 計測時期	固定プロットの設定及び計測期間は、 ハ・リサイト：1994年6月設定、植栽後約2ヶ月詳細調査、その後1年毎 ロンホックサイト：1994年10月設定、植栽後約2ヶ月詳細調査、その後1年後
5 分析の仕方	インドネシア側の現行補植基準で実施された現場の調査を行うとともに、補植木の活着率、成長の評価を行う。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ：随時 最終取りまとめ：1997年

S-09 水門管理試験

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	養殖池跡地の堤を閉口して、海水の給排水、水環境等への影響及び植栽木の活着、成長への効果を調べる。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	類似、隣接した7区画の養殖池跡地を特別対象地として堤の4辺、2辺、1辺をそれぞれに扇形、平坦化しプロットを設ける。一般対象地では、養殖池跡地の4辺にそれぞれ2箇所ずつ扇形開口(底部1m、上部3m)して、特別対象地と類似した池を選定しプロットを設ける。 1 樹種 X 4 タイプ = 4 プロット 必要に応じ冠水時間、冠水深をタンハック(Tambak)毎に調整する工法を開発し、そのタンハック毎にプロットを設定する。 3 樹種 X 2 タイプ = 6 プロット
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 樹高の計測を行う。 3 塩分濃度等を計測する。
4 計測時期	固定プロットの設定及び計測期間は、 ハリサイト: 1993年 3月設定、扇形前、植栽後約2ヶ月後、その後6ヶ月毎
5 分析の仕方	プロット毎に計測項目の経年変化を計測し、その効果を明らかにする。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ: 1994年 7月、10月 最終取りまとめ: 1996年

S-10 塩分濃度管理試験

事 項	内 容
1 わらい、期待する成果	塩分濃度の濃淡による植栽木の活着、生存率及び成長比較を行い、その関係を求める。また、塩分濃度を希釈する簡易方法を検討する。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	塩分濃度の低い養殖池跡地を選定しプロットを設ける。河川等から淡水を引き込み汽水化を困れる養殖池跡地を選定し、施工してプロットを設ける。 数量: 2 箇所 面積: 0.1 ha
3 計測方法	1 活着、生存率調査を行う。 2 樹高、葉数、節間長の計測を行う。 3 支柱根、通気根等気根調査も必要に応じて実施する。
4 計測時期	固定プロットの設定及び計測期間は、 ハリサイト: 1995年 2月設定、植栽後約2ヶ月経過及びその後3ヶ月間隔毎
5 分析の仕方	塩分濃度と計測項目との経年変化を調査し、その効果を明らかにする。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ: 1995年 5月、11月 最終取りまとめ: 1996年

S-11 造林木のバイオマス調査

番 項	内 容
1 わらい、期待する成果	異なる立地条件下(冠水深、冠水時間、植栽密度)で植栽木の成長速度を明らかにし成長予測の基礎資料とする。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	前述調査研究課題の 17°プロット周辺の植栽木を2樹種3本選定し資料とする。 ハ [○] リサイト: 数量: 2 樹種 × 3 プロット × 3 本 = 18 本 ロンホ [○] クサイト: 数量: 2 樹種 × 3 プロット × 3 本 = 18 本
3 計測方法	1 (樹元)直径、樹高の計測を行う。 2 地上部は幹、枝、葉、地上根その他の器官重量を求める。
4 計測時期	計測時期は、 ハ [○] リサイト: 植栽後約 2年経過及びその 2年後 ロンホ [○] クサイト: 植栽後約 2年経過及びその 2年後
5 分析の仕方	樹種別、立地条件別に、林齢に対する各器官の気乾重量を計測する。立地条件と各器官の成長との関係を求める。
6 取りまとめ時期(中間、最終)	中間取りまとめ: 1995年 11月 最終取りまとめ: 1997年

(2) 調査研究の結果

調査研究計画に基づき優先順位の高低、試験実施可能地の有無及びインドネシア側の要望等に考慮して7項目の試験にすでに着手している。

1) 立地環境別植栽木成長比較

目的: 植栽地毎の立地条件に対する各樹種の活着、生存、成長の関係を求める。

バリサイト

調査方法: ブロック II No.32の養殖池跡地に、冠水頻度、冠水時間等の異なる条件(環境)下で各樹種ごとに活着、成長に最も適した地盤高を明らかにするためにテラス試験地を造成した(図2-2-14)。

A) テラス試験地は高低差10cm、幅2m、長さ45mの規格で造成した。

B) テラスの造成期間は、乾期の5月から8月までの4ヵ月である。

C) テラス造成のための盛土に利用した土は、センター隣の苗畑造成時に掘削された捨て土を利用した。

D) テラスの最上段は、ベノア湾潮位表の250cmに設定した。

(同潮位表の大潮満潮位260cm、干潮位0cm

中潮満潮位200cm、干潮位60cm

小潮満潮位140cm、干潮位120cm)

植栽は、1993年8月、1993年12月の乾期と雨期に実行した。

① 本格試験1993年12月植栽

植栽樹種は、*Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Brugu gymnorrhiza*, *Avicennia marina*の4樹種を植栽した。

植栽本数は各テラスに50本を植栽した。

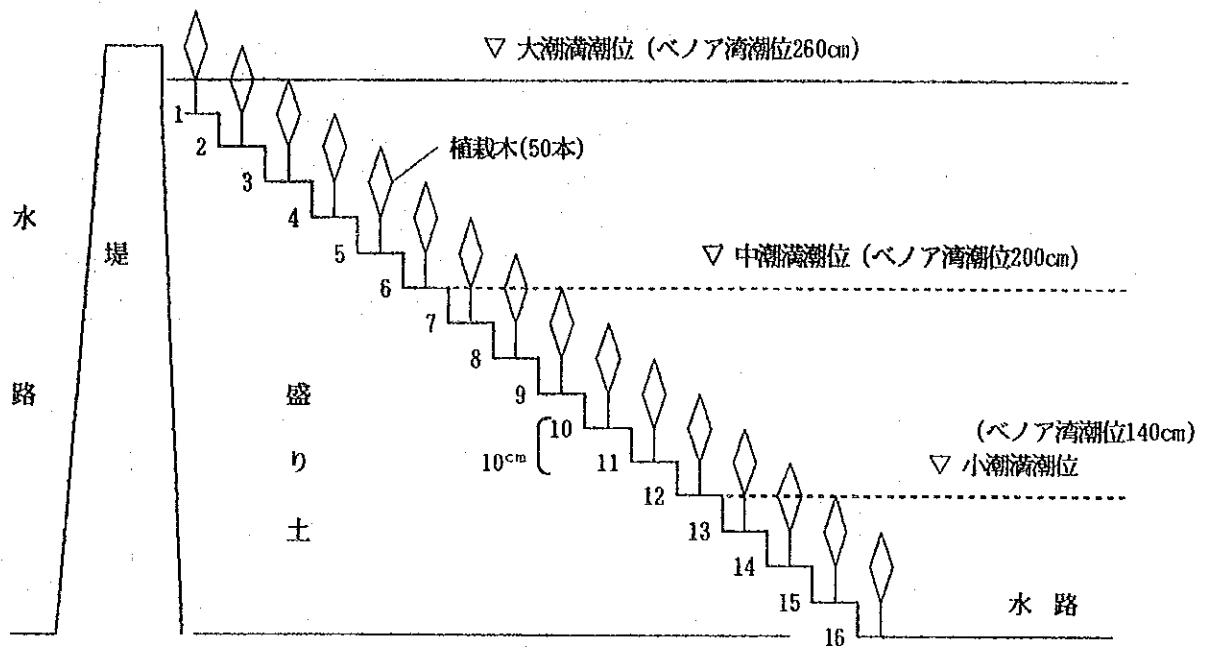


図2-2-14 テラス試験概略図

② プレ試験1993年8月植栽

植栽樹種は、*Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Brugu gymnorhiza* の3樹種と補足的に *Xylocarpus granatum*, *Ceriops tagal* を植栽した。

植栽本数は、各テラスごとに10本、このうち5本は州営林局が実施してきたポットを付けたままの状態に植栽した。

①、②ともに植栽後1ヵ月毎に伸長量、展葉増加数、枯損率を単木毎に計測し、テラスの冠水頻度、小潮時満潮位との相関関係を求めた。

また、②についても掘り取り、根系調査、葉面積、器官毎の絶乾重量を計量した。

結果と考察：①本格試験の結果と考察

A) テラス試験地の海水の冠水頻度を1994年9～12月までの3ヵ月間観察、調査した(表2-2-12)。

表2-2-12 テラス別冠水頻度

テラスNo.	1	2, 3	4 ~ 6	7 ~ 9	10 ~ 12	13~16
(回/月)	0	11	21	31	41	50
冠水頻度	<	<	<	<	<	<
	10	20	30	40	50	60

B) 各樹種のテラス毎の伸長成長量を求めて比較した (図2-2-15)。

*Avicennia marina*を除く3樹種は、テラスNo.14 (以下14段という。)をピークに15, 16段では伸長成長量が減少した。*Avicennia marina*は10段をピークに成長量が減少し14段より下段では全て枯損し、測定不能となった。

伸長成長量が減少し始めたテラスでは、冠水頻度、冠水時間が各樹種にとって呼吸作用、同化作用に影響したため成長が抑制されたと考える。

なお、各段の土壤中 (0~5 cm部位) の塩分濃度を計測した結果、1, 2段の塩分濃度が3~8段のテラスよりも低いことから淡水が供給された結果、塩分が希釈されていると考えられる (表2-2-13)。

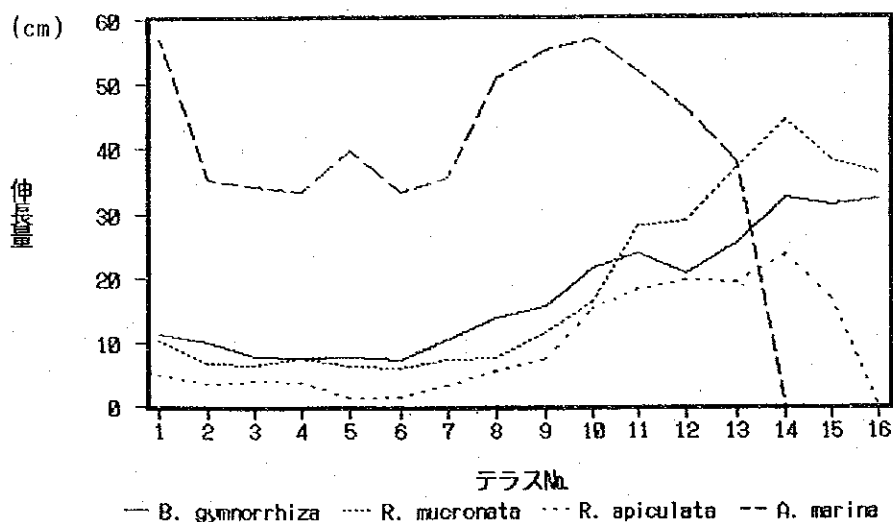


図2-2-15 樹種毎の地盤高と伸長成長量

表2-2-13 テラス毎の土壤中塩分濃度

テラス No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
塩分濃度 (%)	2.91	2.59	4.04	5.88	4.30	3.80	3.85	3.14	2.49	2.16	1.65	1.55	1.89	1.85	1.82	2.08

テラス試験地では乾季の期間でも朝露が確認されることから、管理道に隣接している1, 2段は管理道法面に降った朝露や雨季の降雨が浸透して供給されている可能性が強い。

従って、ここでは1, 2段側のデータを分析の対象外とした。

C) 各樹種別にテラス毎の展葉数の増加量を求め比較した (図2-2-16)。

*Rhizophora mucronata*は11, 12, 13, 14段、*Rhizophora apiculata*は10, 11, 12段の増加量が多いため、各樹種はこれらのテラスで最も健全に生育していると考えられる。

また、*Bruguiera gymnorhiza*、*Avicennia marina*は、2点のピークを確認できるが、上述のとおり1, 2段側のデータピークを除き*Bruguiera gymnorhiza*は8, 9, 10, 11段、*Avicennia marina*は8, 9, 10段の増加量が多く健全に成長していると考えられる。

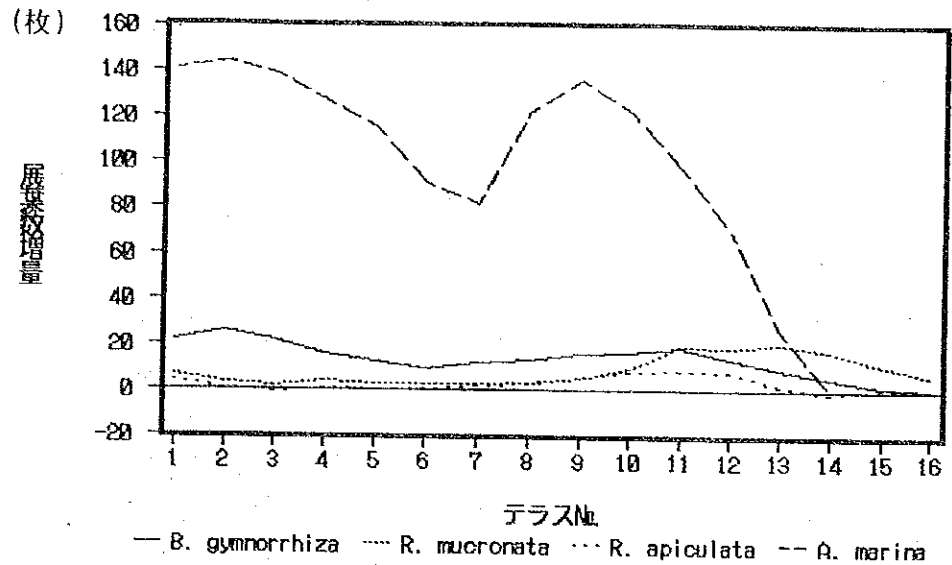


図2-2-16 樹種毎の地盤高と展葉数の増量

D) 各樹種のテラス毎の枯死率を求めて比較した (図2-2-17)。

*Rhizophora apiculata*は13段、*Avicennia marina*は11段を境に以下の冠水頻度が多くなる段での枯死率が極端に高くなる。また、*Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora mucronata*は、他の2樹種ほど極端ではないが、それぞれ12段、16段を境に以下の段での枯死率が高くなる。

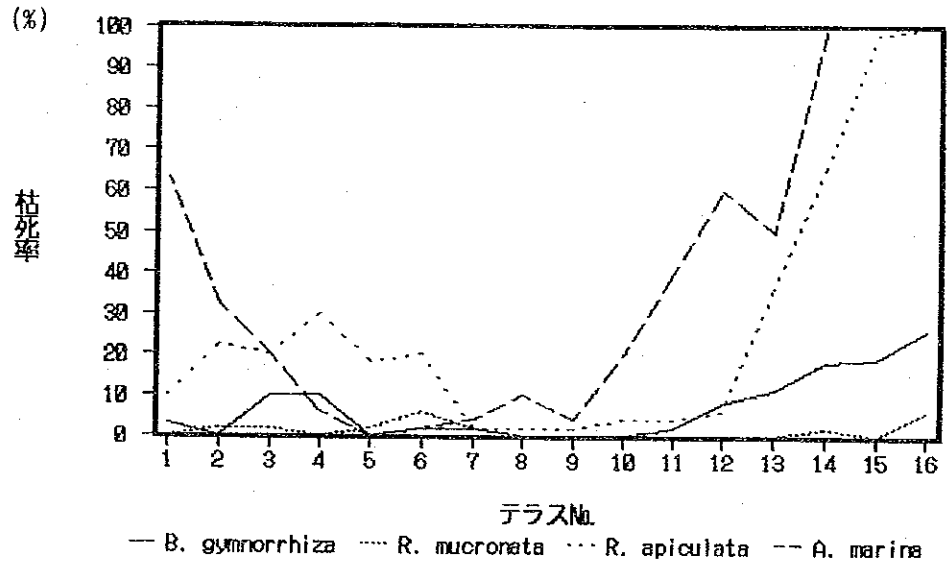


図2-2-17 樹種毎の地盤高と枯死率

E) 上記A), B), C), D) の結果から、

- (a) 伸長成長量が増加傾向にある、またはピークであるテラス
- (b) 展葉数の増加量がピークである、またはピーク時の値に近く推移しているテラス
- (c) 枯死率が20%以下であるテラスの、条件を満たすテラスを樹種毎の適正地盤高に決定した (図2-2-18及び図2-2-19)。

F) この試験結果に基づいて今後の植栽計画を作成する。

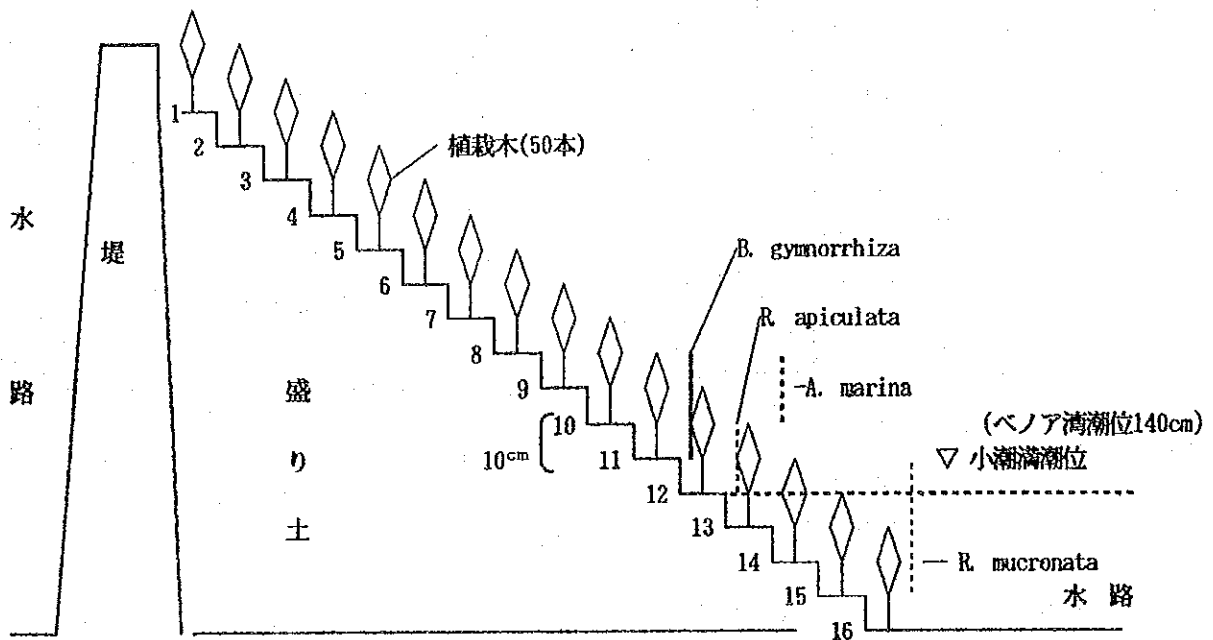


図2-2-18 小潮時満潮位と樹種毎の適正地盤高

冠水頻度 (回/月)	0 ~ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 40	41 ~ 50	51 ~ 60
------------	--------	---------	---------	---------	---------	---------

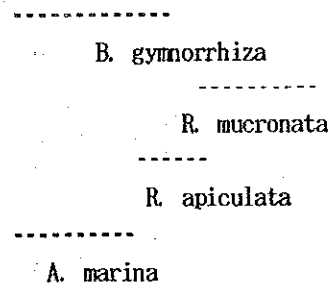


図2-2-19 樹種毎の適正冠水頻度

② プレ試験の結果と考察

A) 植栽後1年経過時点で試験木を掘り取り根系調査を行った。上述①で結論づけた各樹種の適正地盤高テラス、高地盤高テラス、低地盤高テラスでの根系等の発達の状況を整理した(表2-2-14、図2-2-20)。

B) 適地地盤高の根系は毛根が多く良く発達している。高地盤高の根系は水分を求めて地中深く伸びているが、根径5mm以上の根、毛根の数は少ない。また、低地盤高の根系は毛根の数が少なく根の広がり小さい。

C) 地上部、地下部の重量比(T/R率)では、高地盤高の試験木が最も小さい数値を示し、

表2-2-14 テラス毎（地盤高の高い、適正、低いテラス毎）の活着、成育状況

項目	対象 テラスNo.	(高地盤高) (適正地盤高) (低地盤高)		
		No. 3	No. 9	No. 15
(A) 根の深さ (cm)		58.5	46.4	27.0
(B) 根の幅 (cm)		54.8	46.2	16.0
(C) 発根径5mm以上の本数 / 1本あたり		3.8	9.8	4.3
(D) T/R率 (胎生種子部分を除く)		1.73	2.79	3.12
(E) 植栽後の平均伸長成長量 (cm)		17.8	42.7	61.9
(F) 植栽後の展葉数の平均増加数量		36.3	59.0	11.7
(G) 葉面積 / 1本あたり (cm ²)		641.2	1,016.5	278.5
(H) 節間数 / 1本あたり		14.0	18.0	22.3
(I) 枯死率 (%)		20.0	0.0	40.0

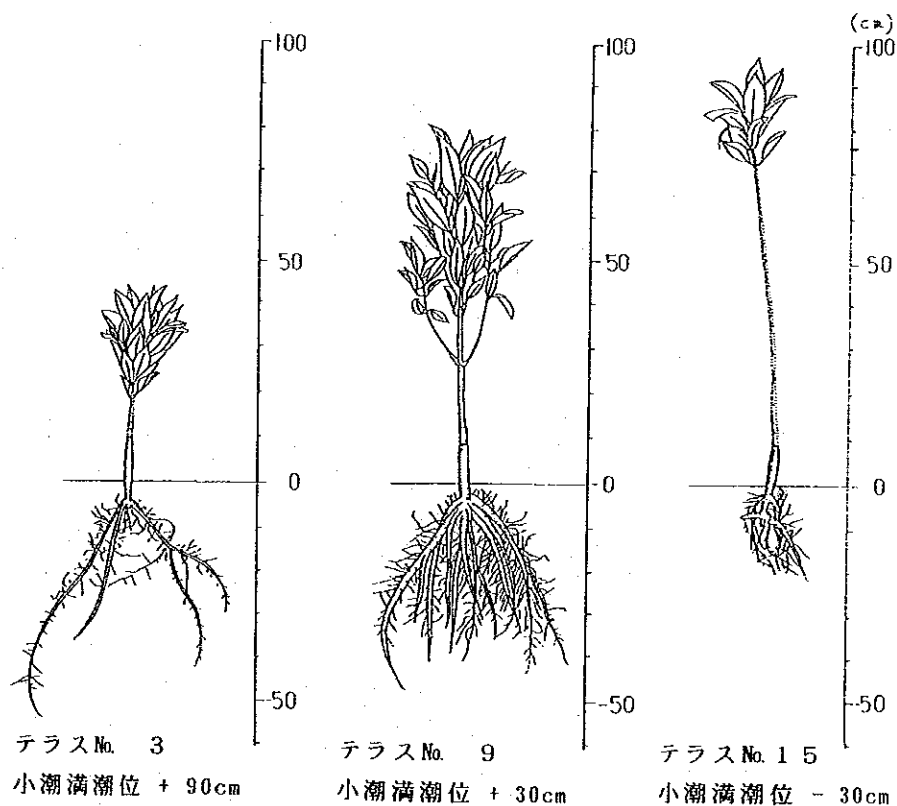


図2-2-20 地盤高別成長形態

植栽木が安定して成育しているように見受けられるが、適正地盤高に比較して地上部の成長量が少ない。

D) 一本当たりの葉面積に関しては、適正地盤高と他の地盤高ではその差が明らかである。この結果は、葉面積が少ない個体に比べて多い個体は同化作用が有利であると思われる。また、このように旺盛な物質生産機能を早期に維持できることは、養殖池跡地のような冠水深の深い立地環境下で活着成長しうる可能性が高いと考える。

E) また、*Rhizophora mucronata*、*Rhizophora apiculata*の適地のテラスでは、植付後9カ月で支持根の発生を確認できた。これは、他のテラス地盤高よりも成長が旺盛で成長速度が速いために、支持根を発生できる成長ステージに早く達したと考える。

F) 植栽後1年間の成長比較では、植栽地盤高によって上記B), C), D) のように植栽木の成長形態に大きな差が生じることがわかった。

従って、地盤高は初期の成長、活着に影響が大きく、適地適木判定の基準因子になることが裏付けられた。

ロンボクサイト

調査方法：陸地から海側に向けた列状（1993年7月、11月）及び地盤高、土壌、伐根（残根）別（1994年2月）試験地を設定し、伸長成長量、展葉数、節間数の計測を行った（表2-2-20, 図2-2-21）。

結果と考察：

A) プロットA, B, Cの試験地結果から、地盤高が低い冠水深の深いプロットA, Bで直挿し苗木の消失が多い。この原因として波による流失と蟹による害が考えられるが、砂地で蟹穴が少ないことから、波による流失が主な消失原因であると思われる。これに対し、

表2-2-20 各プロットの立地環境

因子	プロット															
	A	B	C	D	E	F	G1	G2	H	I	J	K1	K2	K3	K4	K5
土壌	泥				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	砂	*	*	*	*		*	*	*	*	*					
冠水深	浅			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	中		*													
	深	*														
残根	多					*	*	*	*	*						
	少										*	*	*	*	*	*
	無	*	*	*	*											

注) * 印は各プロットの立地環境を表す。

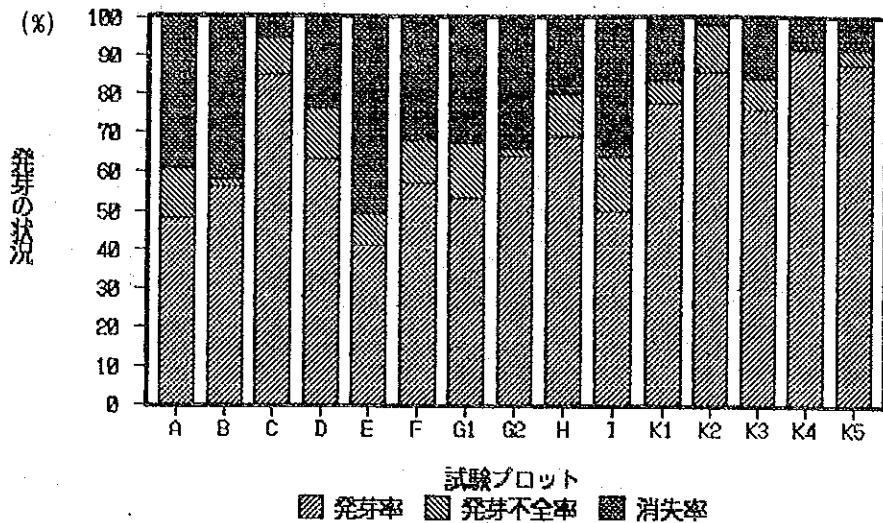


図2-2-21 立地環境別発芽状況

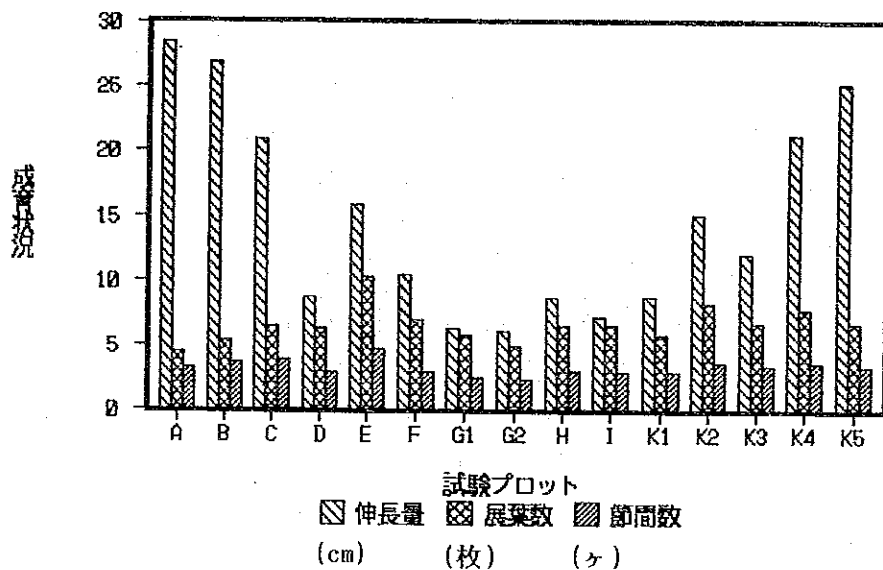


図2-2-22 立地環境別成長状況

浅瀬で潮の出入りのある付近で杭を施した流失防止試験を設定（1994年9月）しているが、今後プロットA付近で同様の試験地を設定して調査する必要がある（図2-2-22）。B) プロットE, F, G1, G2, H, Iの環境因子は、土壌は砂混じりで泥が多く、地盤高は高く、前生木の残根が多い。蟹が多く生息しており、プロットG, E, Fの植栽木の消失地点で残根の掘取り調査を行った結果、最も被害の多いところで約3割の蟹によると思われる折損が確認できた。このような環境は蟹が好んで生息する域であると考えられることから、今後は、こうした立地環境下では大苗植栽、または蟹による被害木あらかじめ想定して、高密度に植栽すること等を検討する必要がある。

C) K1, K2, K3, K4, K5は、直挿しによる種子の大きさ毎に成長と活着を比較した。伸長成長量は、種子長の短い種子が高く、消失率も低い。これは、冠水時間を克服するために上長成長を旺盛に行うためや波の抵抗が小さく流失が少なかったためと考えられる。ま

た、この立地環境では、上述B)のように蟹の害が少なかったために、全般的に消失率が低く8%にとどまった。

D) 発芽不全率を、生存はしているが植栽種子上部が褐変し、シュートの成長が見られない状態とした。1993/94年度植栽地の活着調査の結果では、発芽不全率が平均16%であった。この原因に対して中村短期専門家と発芽不全の状態にある植栽木を対象に抜き取り調査した結果、その67%にキクイ虫を確認できた。

従って、種子採取時にキクイ虫の侵入痕をチェックして健全な種子を採取することが重要である。

2) 植栽方法(地拵え)試験

目的：植栽木の活着率と生存率の向上及び成長を促進する低廉な植栽方法(地拵え方法)を開発するために調査する。

調査方法：

バリサイト

樹種ごとに高畝、陸植え、耕うん、施肥、炭等による植栽試験地を設ける。高畝、陸植え、耕うんの試験地は1993年8月及び1993年12月に設定した。

施肥試験地は、1993年8月及び1994年12月に設定した。

木炭敷き込み試験地は、1993年8月に設定した。

1993年8月に設定した試験地は、

樹種：3樹種 (*Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorrhiza*)

タイプ：6タイプ(高畝、耕耘、炭、施肥、対象、ポット付き)である

ロンボクサイト

種子、苗木流失を防止するため、杭を施した試験を実施している。

結果と考察：

8月に設定した試験地の7カ月後の調査結果では、*Rhizophora mucronata*の耕耘植えの成長が良いため、事業造林に反映させる。高畝植栽の7カ月後の活着率は高いが、病害虫による葉の形質変化が多くみられた。

12月試験の調査結果から、陸植えでは、根まわりの排水は良くなるが、蟹の生息数が増え食害が多い。また、侵食により根が洗われるため杭を立て倒木防止に対処する必要がある。

その他木炭の効果は*Rhizophora apiculata*に現れたので本格試験を実施した。

寄せ植えは、1994年12月に試験を開始した(1、3、5本寄せ植え)。

*Rhizophora mucronata*では、寄せ植え植栽が1本植えよりも成長がよい結果が得られた(植栽後8ヶ月後の調査結果、表2-2-21)。

3) 植栽密度試験

目的：植栽密度ごとに植栽木の成長経過の比較を行い初期成長や形質への密度の影響を調査し、造林目的に応じた適正な植栽密度を求める。

調査方法：

バリサイト

樹種別にタンバック (Tambak) 内の同一立地条件地に各植栽密度のプロットを設ける。

表2-2-21 寄せ植え試験の成長比較

樹種	植付本数	伸長成長 (cm)	展葉数増数 (枚)
<i>Rhizophora mucronata</i>	1 本	33.5	5.1
	3 本	36.8	5.2
	* 5 本	36.0	8.7
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	* 1 本	33.2	- 0.8
	3 本	25.0	- 1.7
	5 本	26.6	- 2.5

注) * 印は成長が良い傾向を示した植付本数

植栽間隔 2×3、2×2、2×1、1×1、0.5×0.5m の試験地を設置した。

植栽樹種は、*Rhizophora apiculata*、*Bruguiera gymnorhiza*、*Avicennia masina* の 4 種類を設定した。

植栽時期は、1994年6、8月に実施した。

結果と考察:

バリサイト

傾向は植栽後1年後の6、8月から計測する。

ロンボクサイト

1994年度試験地を設定し、調査を開始する。

4) 堆砂地における植栽試験

目的：干潟堆砂地、珊瑚礁内堆砂地の人工林を造成するための手法を開発する。

調査方法：ベノア湾の堆砂地に4.2haの試験地を設けて調査プロットを設定した。樹種は、*Rhizophora mucronata*、*Avicennia marina*である。

結果と考察：植栽木は約1ヵ月で両樹種とも、油、泥の細かい粒子（未確定）、フジツボが付着し7割の個体の葉が堅厚（3～5mm、*Rhizophora mucronata*）になり、葉が汚れに覆われている状態になり、4ヵ月後に枯死した。

比較試験として、植栽木に付着した油やフジツボの除去を月に2回行う試験区を設定し、比較した。試験の結果は次のとおりである。

この結果から、油まみれの泥土が植栽木を枯損に至らしめた原因の一つであるとは明らかで、局地的な課題であることから小規模な追跡調査に止める。

5) 産地試験（展示林）

目的：造林樹種毎にインドネシアの各地から集めた種子を育苗し産地別に植栽し、成長比

表2-2-22 油等の付着物を除去した場合の生存比較

	試験開始時成育本数 (植栽後 3ヵ月)	調査時成育本数 (試験開始後 2ヵ月)	(1994年2月植栽) (生存率%)
除去作業区	34	26	(76%)
対象区	27	1	(4%)

較を行う。造林樹種選定(産地)の基礎資料とする。

調査方法：センターサイトの教育・展示林に主要樹種5樹種 *Rhizophora mucronata*、*Rhizophora apiculata*、*Bruguiera gymnorrhiza*、*Avicennia marina*、*Sonneratia alba*と *Xylocarpus granatum*、*Ceriops tagal*の2樹種、合計7樹種を植栽する。

産地地域は、北スマトラ、中部スマトラ、西ジャワ、中部ジャワ、東ジャワ・バリ・NTB、カリマンタン、南スラヴェシ、NTT、マルク、イリアンジャヤの10カ所である。

採取種子は、育苗してポット苗植栽を行う。

結果と考察：1994/95年度の種子採取箇所は7地区を実施した。

採取量は、各地の開花結実の状況がわからないため、適期の収集ができず必要樹種、数量に満たなかった。

今年度も種子採取を実行して、必要樹種、数量を確保する必要がある。

1993/94年度に採取した種子はポット育苗後に植林を開始した。

6) 苗木形態別試験

目的：植付時の苗木の形態(ポット苗、直挿し、裸根苗、山引き、直播き)と活着、生存率との関係を調べ、各樹種毎の適正苗木形態(育苗期間短縮、コスト、成育状況等)を検討する。

調査方法：

- ① ブロックII No32のテラスに *Rhizophora mucronata*、*Rhizophora apiculata*、*Bruguiera gymnorrhiza*の3樹種をそれぞれの適地地盤高に直挿し、2、4、6、8カ月の各ポット苗を植栽し試験を行った。

植栽時期は1994年7月、植栽本数は各30本である。

- ② *Sonneratia alba*は、山引き苗の活着・成長の試験区を設定した。

- ③ ロンボクのGili Petangan島においてポット苗と直挿しの比較試験地を設定した。育苗期間5カ月の *Rhizophora mucronata*の苗長60cmと直挿し用種子60cmをそれぞれ100本を植栽した。

各試験とも伸長成長、展葉数、節間数、活着率を計測した。

結果と考察：

- ① 開始後、短期間なため結果は得られていないが、*Bruguiera gymnorrhiza*の直挿しでは、発芽はしたがその後のシュートの成長が2.5カ月経っても見られない。他の樹種とあわせて調査を継続する。

表2-2-23 山引き苗の採取方法による植栽後の生存率

方 法	生存率	植栽期間
抜き取り（土無し）	0 %、	植栽後 4 カ月
掘り取り（土有り）	72 %、	植栽後 4 カ月

- ② *Sonneratia alba* の山引き苗の成育活着試験を実施したが、8カ月経過時点での生存木（58%）は展葉数が増加し始め、活着したと判断できる。
- ③ 植栽後6カ月時点で直挿し植栽の活着率が55%と低い。これは、枯れてはいないがシュートが伸びてこない個体が27%あり、（種子の熟度はチェック済み）、前述（2）、1）、ロンボクサイト、D）のキクイ虫の原因によるものが多いと考えられる。また、消失した18%は前述（2）、1）、ロンボクサイトA）と同様、波による流失が多いと考えられる。なお、今後の結果をもとに直挿しとポット苗植栽について経費を比較した上で造林方法の選択の基礎資料とする。

7) Silvo-fishery 試行・調査

目 的：マングローブ林が水生生物の涵養林として機能が高いことを明らかにするとともに、併せて地元住民が便益を享受できる養殖池跡地の森林利用を図るためのマングローブ植林による Silvo-fishery のモデルを試行することを目的とする。

調査方法：バリの天然林に隣接した冠水深の深い養殖池跡地の3箇所を選定し、1箇所は通常の植栽地、1箇所は養殖池跡地をそのまま放置し、1箇所はモデル的に Silvo-fishery 池を造成し、比較試験地を設けた（表2-2-24）。

1994年4月に水門を取付て、試験を開始し、7月に魚類の収穫及びプランクトンの採取を行った。

表2-2-24 Silvo-fishery 池の設定内容

養殖池跡地番号	面積	対象内容(植栽間隔)	植栽樹種
ブロックⅡ No.19	0.58 ha	Silvo- (1×1m) fishery	<i>Rhizophora mucronata</i> <i>Avicennia marina</i> <i>Rhizophora apiculata</i> <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>
No.18	0.58 ha	一般植栽 (2×2m)	<i>Rhizophora mucronata</i>
No.17	0.56 ha	対象区 (未植栽)	—

1994年8月から再度試験を開始し、1年間放置してその変化を調べる。

結果と考察：既に比較対象池において、魚類の収量の差が生じている（表2-2-25）。今後、マングローブ造林木の成長、プランクトン数量等と魚類の収量との関係を調べる。

大潮満潮のプランクトンが多く発生する時間帯に海際の天然林、天然林内、苗畑、Silvo-fishery 関連池等のプランクトンの生息種・量を調べるために海水の採取しプランクトンの同定
表2-2-25 試験開始時での収量

収穫場所	魚類（魚、海老等）	収穫量
No. 19	333匹	7.00 Kg
No. 18	35匹	0.22 Kg
No. 17	22匹	0.07 Kg

収穫日時：1994年7月21日

定を行い、種の分類等を行った（種の同定は、JICA多種類種苗生産技術開発計画の津村専門家による、表2-2-26）。

今後収穫量を増加させるために、入り込んだ魚類を逃がさない方法を徹底する必要がある。プランクトンの数量、種類の確認については、定期的に行い、植栽木と被陰との関係も調

表2-2-26 プランクトン収量（単位：個体数）

I T E M	Harpacticoda	Mysidacea	Egg	Other
試料採取場所				
No. 19	42	-	3	2
No. 18	22	-	-	-
No. 17	16	-	-	4

べることが必要であると考える。

8) 補植基準の検討（未着手）

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

調査方法：枯損状況に応じて樹種ごとに対象プロットを設定する。枯損原因を調査のうえ対応策を検討するとともに、補植する箇所と補植しない箇所（補植割合を違えた）等の試験地を設定する。

結果と考察：生産林、保全林では、原則として群状枯損が発生した場合に補植を行う（ロンボクサイトの生産林を含む）。また、教育・展示林は、原則として補植を行う。

枯損状況調査時に同樹種、同程度の生存率の箇所が2カ所以上あった場合には植栽（改植）

割合を違えて補植を行い、各々を比較対象試験地とする。

補植の調査時期は少なくとも活着本数が安定する植栽後6カ月経過後に行うべきである。

1993/94年度植栽地で枯損率の高い養殖池跡地で原因を検討し、特に養殖池跡地地盤高の適応樹種を選定して補植（・改植）する。

9) 水門管理（未着手）

目的：

① 養殖池跡地の堤を開口して、海水の給排水、水環境等への影響及び植栽木の活着、成長への効果を調べる。

② 養殖池跡地の水門を利用して海水の給排水を管理する技術を開発する。

調査方法：① 類似、隣接した4区画の養殖池跡地の堤をそれぞれ4辺（全ての堤）、2辺（向かい合う2辺の堤）、1辺、一般（2カ所掘削/1辺×4辺=8箇所（底部1m, 上部3m）を掘削し、平坦化しプロットを設けた。

植栽樹種は *Bruguiera gymnorhiza* (2m×2m)。

結果と考察：

① 対象植林地の活着率はいづれも低い。これは枯損木の状況から冠水頻度、冠水時間、排水不良が原因であると考えられる。1993/94の植林地は、中潮満潮位時の水門の水深を基本にして樹種選定しており、排水不良の可能性が高いと考える。

② 水門管理のまとまった池を確保することは今後も困難が予想されることから、群状の養殖池跡地の水門を管理するのではなく、まずは単一の養殖池跡地の水門で海水の給排水を調整する工法を検討する。

10) 塩分濃度管理試験（未着手）

目的：塩分濃度の濃淡による植栽木の活着、生存率及び成長比較を行いその関係を求める。また、塩分濃度を希釈する簡易方法を検討する。清水や河川水によって汽水化されている可能性のある養殖池跡地を調査した結果、ブロックⅡNo.43（河川水）、56（自噴水）に汽水化が可能であるため試験地を設定する。

11) バイオマス調査（未着手）

目的：異なる立地条件下（冠水深、冠水時間）で植栽木の成長量を明らかにするための資料とするが成長予測の基礎資料とする。

テラス試験のプレテスト試験木（450本）の器官毎の絶乾重量を計測した。

この調査は、各テラスにおける植栽木の初期成長の形態を比較するためであった。従って、従来のhaあたりの生産量を予測する試験目的が異なるため、本調査は未着手とする。

今後、植栽密度試験のプロット隣接木を対象として調査する。

(3) 造林普及マニュアル（案）

1) 養殖池跡地造林

A) 植栽方法等の決定

(a) 樹種選定

① 海水の小潮時満潮位と浸水頻度を測定し、植栽予定の養殖池跡地地盤高毎に適正樹種を判定して植栽する（樹種毎の適正地盤高はテラス試験の結果を参照）。

(b) 場所の選定

② 養殖事業終了直後の植栽は避け、約1年間くらいの養殖池跡地洗浄期間を経てから造林を開始する。

③ 絶えず滞水している養殖池跡地では、普通植栽を避け盛土植栽等の工夫した植栽方法を用いる。

B) 苗木運搬

(a) 苗畑から養殖池跡地

① 選定された40ポット苗をプラスチックボックスに移し、トラックに積み込み（10箱/2t車）運搬する。

② 植栽地が車道の終点からさらに奥地の場合、一輪車に積み替えて植栽予定養殖池跡地に運搬する。

(b) 養殖池跡地内

③ ロープ付きスノーボードにポット苗を移し入れ（10～20個）、植え付け者が牽引して運搬する。

C) 植付

(a) 植え穴

① 布手袋を着装してポットと同規格の植え穴を人力で掘る。

(b) 植付

② 植栽間隔の印の付いたビニールロープの両端を固定し、植栽地点を決定する。

③ ポット土を崩したり、根を切ったりしないようにポットを破脱する。

④ 植栽木の根際と植栽地の地盤高とが同じ高さになるように植え付ける。

⑤ 植え穴の堀土は根の周りに緩やかに盛る。

(c) ポット

⑥ 植付時に破脱した使用済みのポットは収集して焼却炉で完全に焼却する。

D) 保育

(a) 杭

① 幅25mm、長さ130cmの竹杭を作る。

② 植栽木のポット土の際に竹杭を30cmの深さまで差し込む。

③ 種軸の上部と杭を麻紐で八の字に縛る。

④ 樹種によって杭の必要性は異なる。*Rhizophora mucronata*は必ず必要とするが、

⑤ その他の樹種に対しては、苗木の大きさに応じて措置する。

(b) ゴミ

⑥ 5～10cm編み目の竹網を作り、水門に設置しゴミの侵入を防ぐ。

⑦ 侵入してきたゴミは収集して焼却炉で完全に焼却する。

(c) 病虫害

- ⑧ カイガラ虫、コガネ虫等の付着、被害が散見されたら海水による害虫の洗浄を行う。

2) 河口の干潟地造林

A) 植栽方法等の決定

(a) 樹種選定

- ① 周辺の天然林の構成樹種を参考にするとともに、海水の小潮時満潮位と浸水頻度を測定し、植栽予定の干潟地地盤高毎に適正樹種を判定して植栽する（樹種毎の適正地盤高はテラス試験の結果を参照）。

(b) 場所の選定

- ② 活着が期待できる干水時間の長い干潟地から造林を着手する。

B) 苗木運搬

- ① 選定された40ポット苗をプラスチックボックスに移し、トラックまたは一輪車に積み込み（10箱／2t車、1箱／一輪車）船着き場まで運搬する。
- ② ボートに積み替えて植栽予定干潟地まで運搬する。
- ③ ロープ付きスノーボートにポット苗を移し入れ（10～20個）、植え付け者が牽引して運搬する。

C) 植付

(a) 植え穴

- ① 布手袋を装着してポットと同規格の植え穴を人力で掘る。

(b) 植付

- ② 植栽間隔の印が付いたビニールロープの両端を固定し、植栽地点を決定する。
- ③ ポット土を崩したり、根を切ったりしないようにポットを破脱する。
- ④ 植栽木の根際と植栽地の地盤高とが同じ高さになるように植え付ける。
- ⑤ 植え穴の堀土は根の周りに緩やかに盛る。

(c) ポット

- ⑥ 植付時に破脱した使用済みのポットは収集して焼却炉で完全に焼却する。

D) 保育

(a) 杭

- ① 幅25mm、長さ130cmの竹杭を作る。
- ② 植栽木のポット土の際に竹杭を30cmの深さまで差し込む。
- ③ 種軸の上部と杭を麻紐で八の字に縛る。
- ④ 樹種によって杭の必要性は異なる。*Rhizophora mucronata*は必ず必要とするが、その他の樹種に対しては、苗木の大きさに応じて措置する。

(b) ゴミ、フジツボ、海草

- ⑤ 油混じりの粒砂、フジツボ等で葉茎が覆われた場合は海水で洗浄する（2回／月）。
- ⑥ 海草の繁茂する時期を過ぎてから植林を行う。

(c) 病虫害

- ⑦ カイガラ虫等の付着、被害が散見されたら海水による害虫の洗浄を行う。
- (d) 人為的害
 - ⑧ 網掛け漁師等が植栽地へ侵入することを防ぐため植栽地に表示版を設置する。

3) 環礁内の皆伐跡地造林

A) 植栽方法等の決定

(a) 樹種選定

- ① 周辺の天然林の構成樹種を参考にするとともに、海水の小潮時満潮位と浸水頻度を測定し、植栽予定の干潟地地盤高毎に適正樹種を判定して植栽する（樹種毎の適正地盤高はテラス試験の結果を参照）。

(b) 場所の選定

- ② 活着が期待できる干水時間の長い干潟地から造林を着手する。

B) 苗木（種子）運搬（直挿し用種子）

- ① 幼芽の折損、害虫の食害、侵入等の損傷の無い種子のみを選定する。
- ② 選別された直挿し用種子を50本に束ね船で植栽地まで運搬する。
- ③ プラスチック容器に100本ずつ積み替えて植栽予定干潟地まで運搬する。

C) 植付（直挿し植栽）

- ① 植栽間隔の印の付いたビニールロープの両端を固定し、植栽地点を決定する。
- ② 種子を傷めないように珊瑚、残根を避けながら、根部を15cm程度を土壤に挿入する。

D) 保育

(a) 杭

- ① 幅25mm、長さ130cmの竹杭を作る（潮流の早い場所、水深の深いところ）。
- ② 植栽木のポット土の際に竹杭を30cmの深さまで差し込む。
- ③ 種軸の上部と杭を麻紐で八の字に縛る。
- ④ 樹種によって杭の必要性は異なる。*Rhizophora mucronata*は必ず必要とするが、その他の樹種に対しては、苗木の大きさに応じて措置する。

(b) 海草

- ⑤ 海草の繁茂する時期を過ぎてから植林を行う。

(c) 病虫害

- ⑥ カイガラ虫等の付着、被害が散見されたら海水による害虫の洗浄を行う。

(d) 人為的害

- ⑦ 網掛け漁師等が植栽地へ侵入することを防ぐため植栽地に表示版を設置する。



写真-1 養殖池跡地の造林池（バリ、生産林、1993/1994）



写真-2 養殖池跡地の植林状況（バリ、生産林、1994/1995）



写真-3 テラス試験地 (バリ)

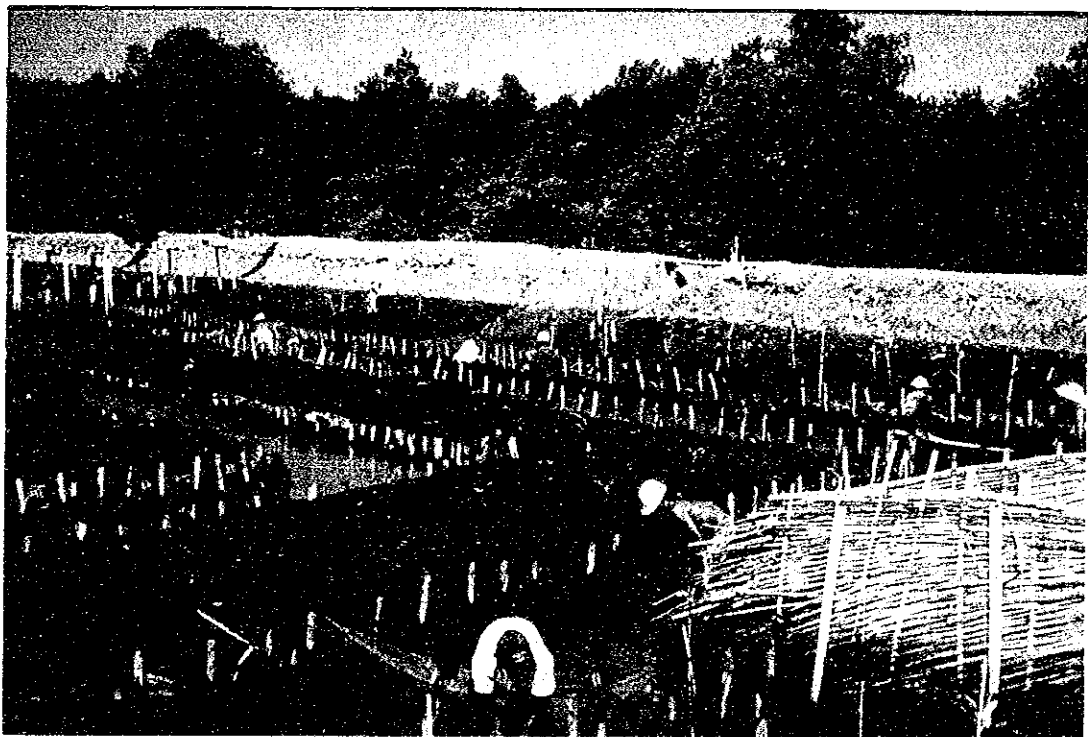


写真-4 シンボフィッシャリー (魚類収獲調査状況-バリ)



写真-5 干潟地の造林状況 (バリ、1993/1994)

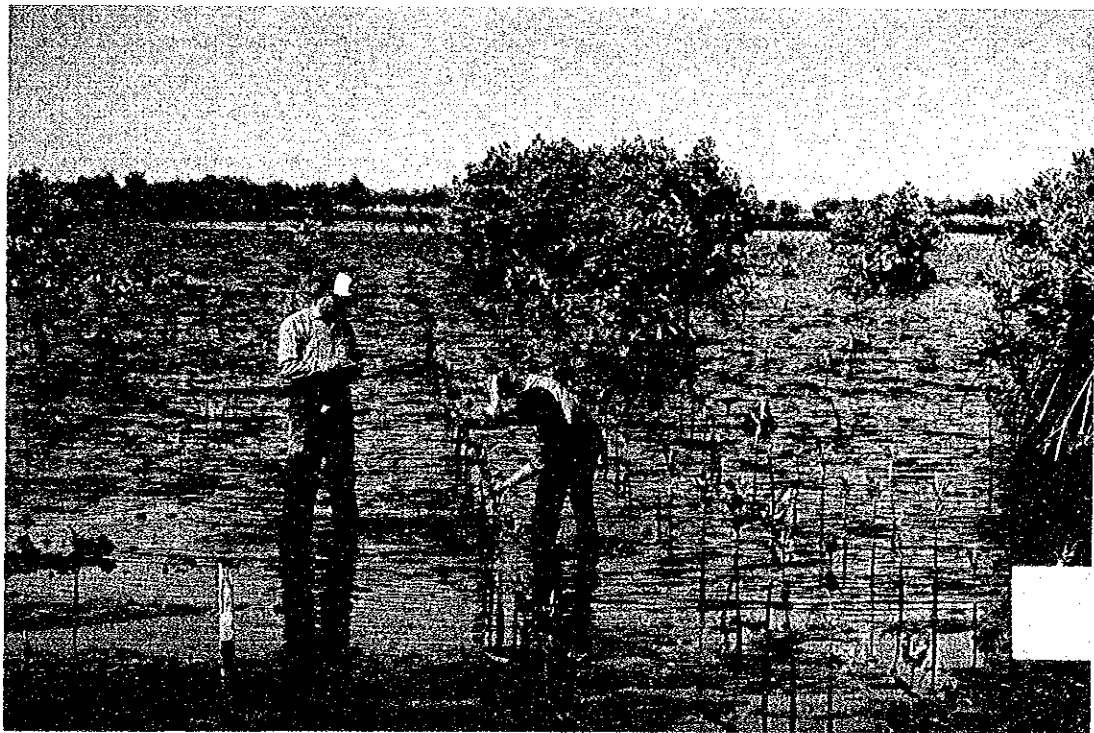


写真-6 珊瑚礁内堆砂地の造林地 (ロンボク、生産林、1993/1994)



写真-7 直挿し植栽状況（ロンボク）



写真-8 立地環境の成長調査試験地設定状況（ロンボク）