

2-2-2 植栽方法試験

目的：植栽木の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ために調査する。

(1) 高畝植栽試験

<目的>

地盤高が相対的に低い場所（平均小潮満潮位より70cm以下の場所）において、地盤高を人工的に底上げすることによって植栽木の生存を図る。

<調査方法>

試験はブロックII-33の養殖池跡地で行った。本養殖池跡地の地盤高は平均小潮満潮位より80cm低く（テラスNo15に相当）、*R.apiculata*、*B.gymnorrhiza*、*S.alba*、*A.marina*に対しては厳しい地盤高である。高畝は板材を使用して幅2m、長さ16mの規格で、*R.mucronata*、*R.apiculata*、*B.gymnorrhiza*については30cm（テラスNo12に相当）、*S.alba*、*A.marina*については40cm（テラスNo11に相当）の高さまで土手の土を入れて造成した。用いた苗木は苗畑でポット育苗された実生苗である。植栽は1996年4月に行い、植栽間隔0.5m×0.5m、1樹種32～53個体を植栽した。生存率、成長量の調査は1997年4月に行った。

表2-11 試験に用いた苗木の規格

樹種	規格 (cm)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	26±4.7
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	22±6.8
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	37±5.2
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	39±5.2
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	41±6.2

<結果と考察>

立地環境別植栽木成長比較試験での相対地盤高110cmにおける各樹種の生存率は、*R.mucronata*は96%、*R.apiculata*は0%、*B.gymnorrhiza*は10%、*S.alba*は16%、*A.marina*は0%であった。

一方、高畝植栽試験の結果での各樹種の生存率は、*R.mucronata*は95%、*R.apiculata*は99%、*B.gymnorrhiza*は100%、*S.alba*は99%、*A.marina*は100%であった。

このように、地盤高が低く本来であれば活着が困難な樹種であっても、何らかの手段によって地盤高を高めて植栽すれば生存が可能になったことが明らかになった。

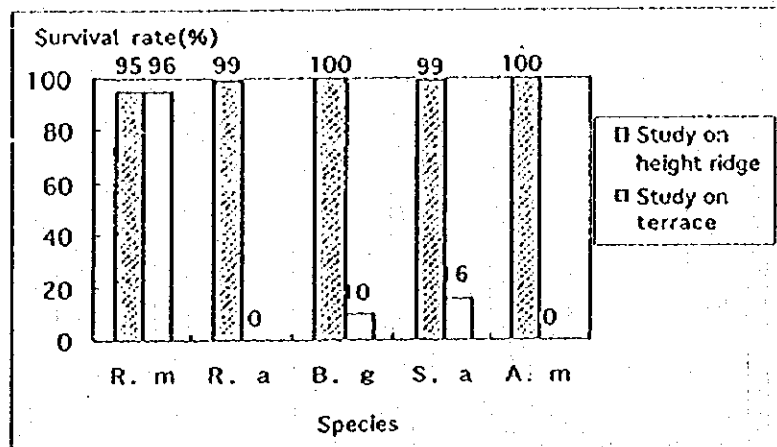


図2-102 高畝植栽試験と相対地盤高110cmの生存率

(2) 耕うん植栽試験

<目的>

嫌気状態にある養殖池跡地の土壌を耕うんすることによって嫌気状態を緩和し、植栽木の生存率の向上及び成長の促進を図る。

<調査方法>

試験はブロックII-91の養殖池跡地で行った。試験設定は1995年5月、植栽間隔2m×2mで、市販のスコップを使用して直径約30cm、深さ約30cmの植え穴を耕うんし、ポット部分の深さまで100本を植栽した。また、対象プロットとして耕うんしないで同様の深さまで100本を植栽した。用いた樹種は苗畑で育成されたシュート長19±5.9cm、葉数6±3枚の*R. mucronata*である。生存率及び成長量の調査は1997年4月に行った。

<結果と考察>

耕うん植栽試験の生存率は81%、成長量は63cm、対象プロットの生存率は79%、成長量は67cmで、両者に有意差はみられなかった。マングローブ土壌は極めて泥土性が強く、スコップの耕うんのみでは土壌の改善はされなかったと推察される。

(3) 植栽深試験

<目的>

胎生種子の直挿し苗植栽における適正な植栽深を見出す。

<調査方法>

試験は、*R. mucronata*についてはブロックII-31、*R. apiculata*についてはブロックII-56、*B. gymnorrhiza*についてはブロックII-43の養殖池跡地で行った。

試験設定は、1997年2月にそれぞれの樹種について6段階に区分して、植栽間隔0.1m×0.1mで各々30個体を植栽した。(表2-12) 用いた種子は養殖池跡地周辺の天然林等で採取した。(表2-13) 活着率及び成長量の調査は1997年4月に行った。

表2-12 各樹種の植栽深

樹種	植栽深 (cm)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir,	5,10,20,30,40,50
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	3,5,10,15,20,25
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	3,5,10,15,20,25

表2-13 試験に用いた種子の規格

樹種	種子長 (cm)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir,	62±5.9
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	34±4.1
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	31±3.8

<結果と考察>

3樹種は、植栽深によってそれぞれ異なった結果を示したが、3樹種ともおおむね3分の1の植栽深が良好であることが明らかになった。各樹種の結果は次のとおりである。

1) *R. mucronata*

生存については、植栽深5cmはすべて水流によって流失し、50cmは40%が枯死したが、10~40cmの生存率は良好であった。成長については、20~40cmは良好で差が認められなかったが、20cmが最も成長が良好であった。また、10cmは若干成長の速度が遅く、50cmは最も成長の速度が遅かった。葉数及び節数については、成長とほぼ同様の傾向を示した。

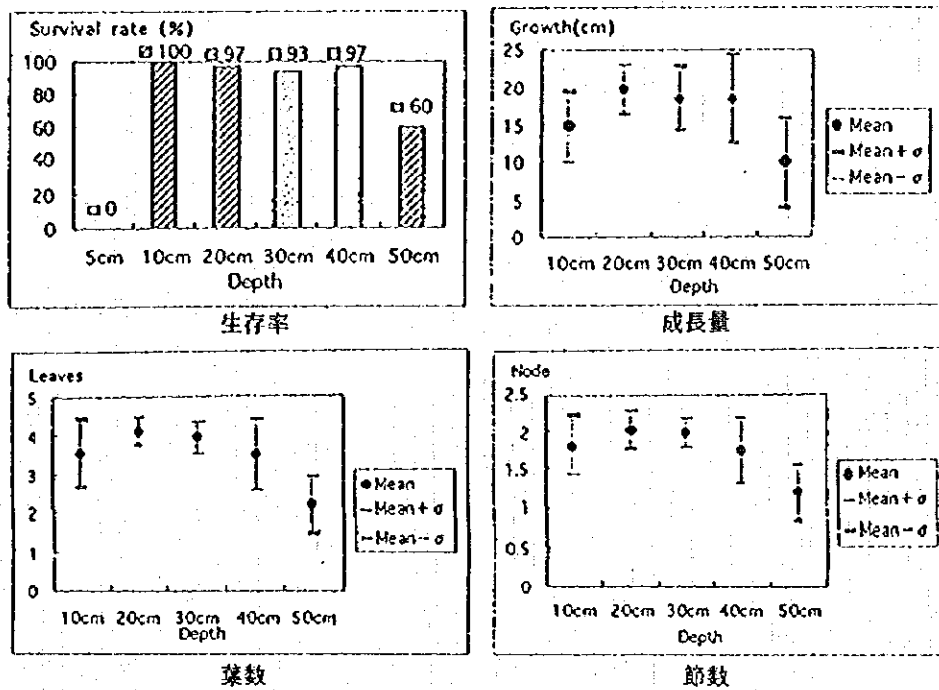


図2-103 *R. mucronata* Poir

2) *R. apiculata*

生存については、植栽深3cmは50%、5cmは33%が水流によって流失したが、10~25cmの生存率は良好であった。成長については、10~25cmは良好で差が認められず、3cm、5cmは成長の速度が遅かった。葉数については、3~20cmには差が認められず、25cmは若干少なかった。節数については、葉数とほぼ同様の傾向を示した。

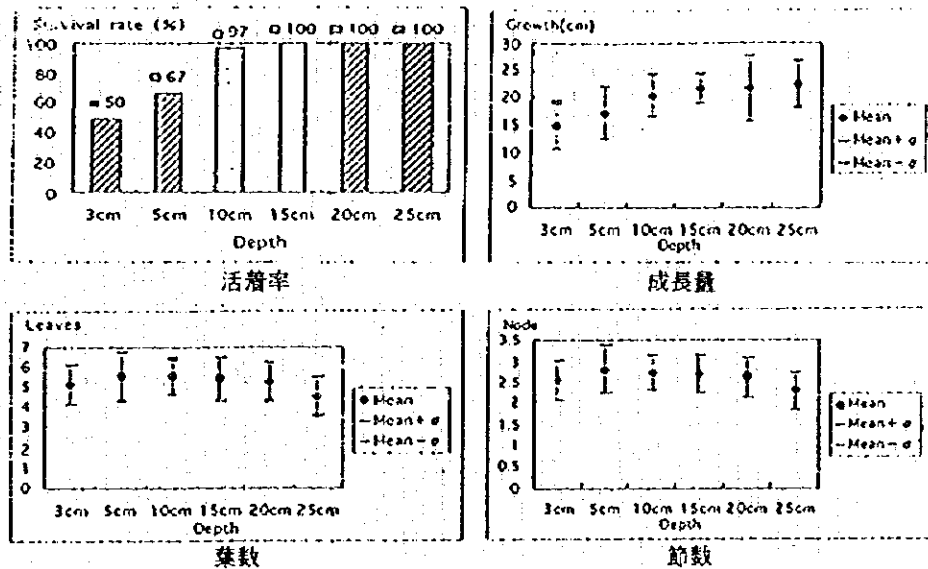


図2-104 *R. apiculata* Bl.

3) *B. gymnorrhiza*

生存については、植栽深3cmは90%、5cmは20%が水流によって流失したが、10~25cmの生存率は良好であった。成長については、10~25cmは良好で差が認められず、3cm、5cmは成長の速度が遅かった。葉数については、15cmが最も多く他の植栽深には差が認められなかった。節数については、葉数とほぼ同様の傾向を示した。

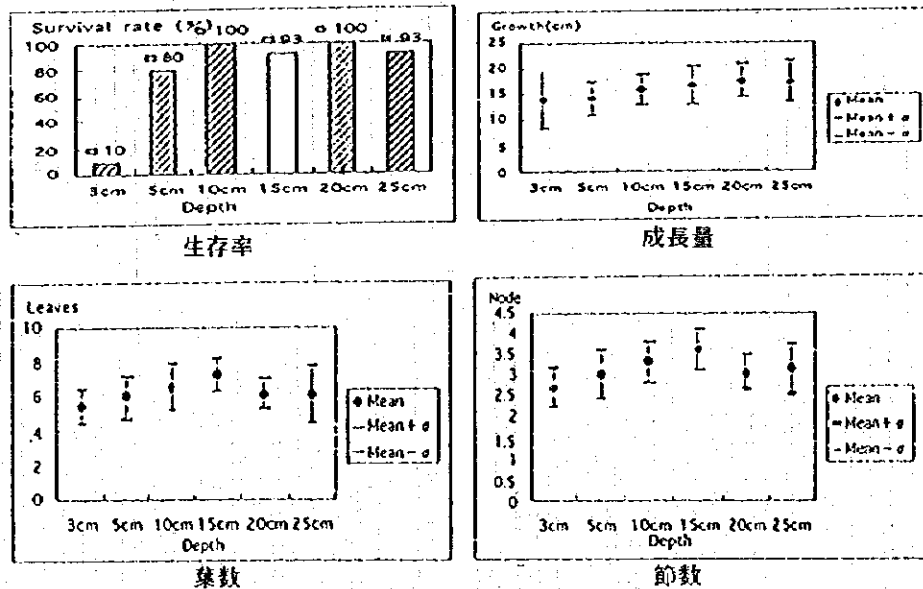


図2-105 *B. gymnorrhiza* Lam.

(4) 庇蔭植栽試験

<目的>

地盤高が高く1か月のうちに数日間冠水しない立地において、植栽木を庇蔭し植栽木の生存率の向上及び成長を促進する。

<調査方法>

試験は、ブロックII-33の養殖池跡地に造成したテラスのうち、テラスNo 3~7 (ベノア湾潮位表の220~180cmに相当)で行った。試験設定は、1995年11月に、竹かご、ニッパヤシの葉によって苗木を日蔭して植栽した。用いた樹種は、苗畑でポット育苗された *R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*、*S. alba*、*A. marina* の5種である。生存率及び成長量の調査は1997年4月に行った。

表 2 - 14 調査方法

目蔭の方法	植栽間隔	植栽本数
竹かご	1m×1m	16
ニッパヤシの葉1枚 (植栽木の東側)	0.5m×0.5m	32
ニッパヤシの葉2枚 (植栽木の東西)	0.5m×0.5m	32
対象プロット	0.4m×0.4m	64

表 2 - 15 試験に用いた苗木の規格

樹種	規格 (cm)	葉数 (枚)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	17±1.1	7±1
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	16±4.6	8±3
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	37±5.4	19±9
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	38±8.7	20±10
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	33±7.2	13±4

<結果と考察>

1) *R. mucronata*

生存率については、庇蔭しなかった対照プロットの生存率は78%と低かったが、庇蔭したプロットの生存率は良好で差は認められなかった。

成長については、ニッパヤシの葉を2枚使用したプロットの成長は良好で他のプロットと差が認められたが、他のプロットの間には差が認められなかった。

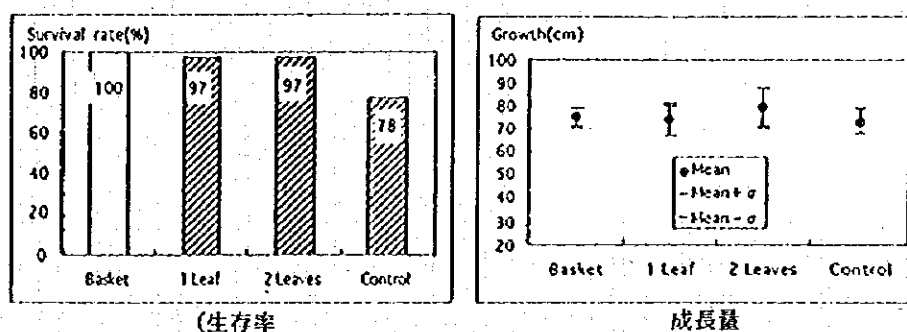


図 2 - 106 *R. mucronata* Poir.

2) *R. apiculata*

生存率については、対照プロットの生存率は64%と低かったが、庇蔭したプロットの生存率は良好で差は認められなかった。

成長については、プロットの間には差は認められなかった。

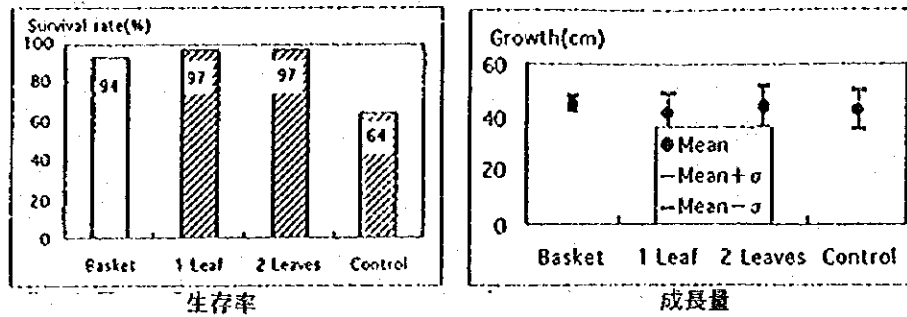


図2-107 *R. apiculata* Bl.

3) *B. gymnorrhiza*

生存率については、対照プロットの生存率は94%と他のプロットに比較して若干低かったが、全プロットとも生存率は良好で差は認められなかった。

成長については、葉1枚及び2枚のプロットの成長は、他の2プロットと比較して良好で差は認められなかった。対照プロットの成長は最も速度が遅かった。

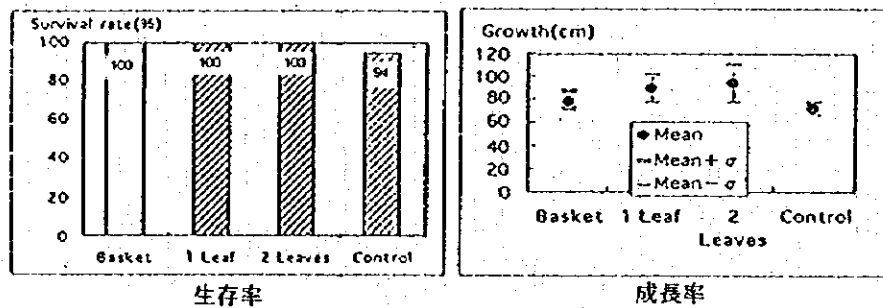


図2-108 *B. gymnorrhiza* Lam.

4) *S. alba*

生存率については、全プロットとも生存率は良好で差は認められなかった。

成長については、庇蔭したプロットには差は認められず、対照プロットの成長は速度が遅かった。

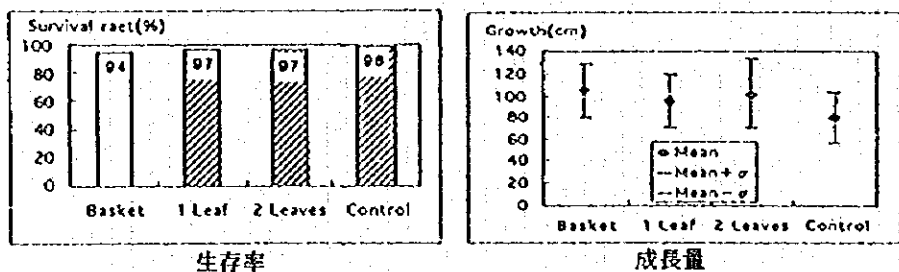


図2-109 *S. alba* J.Sm.

5) *A. marina*

生存率については、全プロットとも生存率は良好で差は認められなかった。

成長については、葉1枚及び2枚のプロットの成長には差は認められず、対照プロット
の成長は最も成長が早く、竹かごで庇蔭したプロットは最も成長が遅かった。

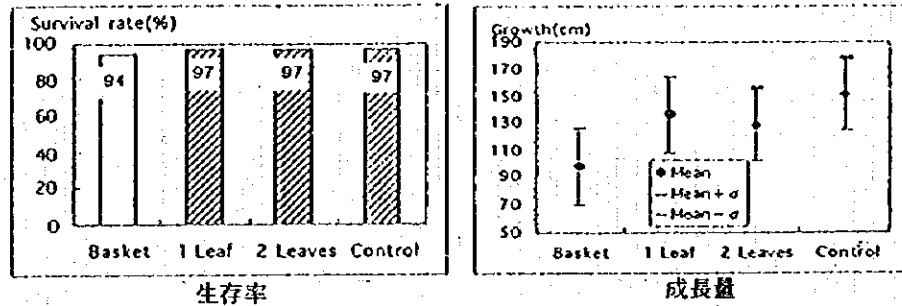


図2-110 *A. marina* Forsk.

(5) 巢植え植栽試験

<目的>

巢植え植栽と単木植栽との比較を行い、植栽木の生存、成長や安定度への影響を調査する。

<調査方法>

試験は、ブロックII-31の養殖池跡地で行った。試験設定は、苗畑でポット育苗された*R. mucronata*及びプロジェクト周辺から採取した*R. mucronata*の直挿し苗を、植栽間隔2m×2m、3本植えと1本植えで1993年12月に行った。生存率及び成長量等の調査は1997年6月に行った。

① 生存率

ポット苗の1本植えが74%と他の3植栽形態に比較して生存率が低かったが、他の3植栽形態の生存率は良好で差が認められなかった。

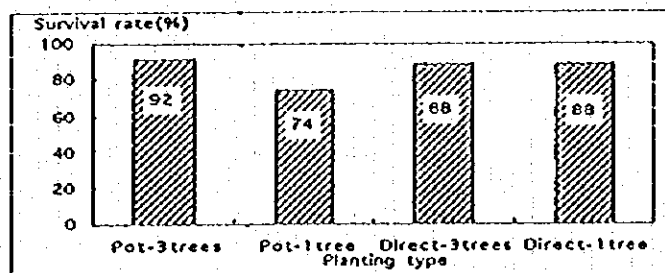


図2-111 植栽形態と生存率

② 樹高成長

ポット苗、直挿し苗ともに3本植えが1本植えより良好な成長を示し、3本植えでは植栽木間に競合が始まっていると推測される。樹高と胸高直径には4植栽形態間に相関が認められた。

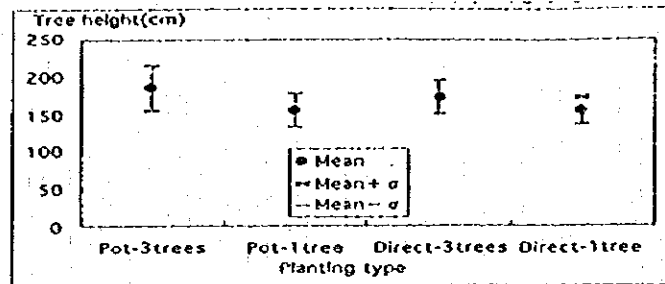


図2-112 植栽形態と樹高成長

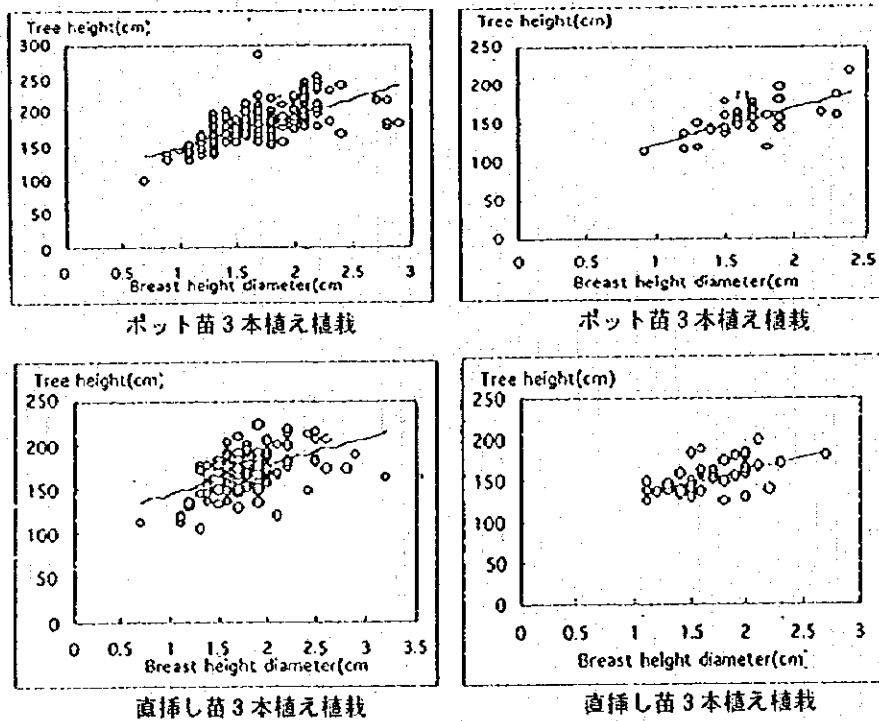


図2-113 胸高直径と樹高の相関図

③ 葉数

ポット苗が直挿し苗より葉数が多く、直挿し苗間には差は認められなかった。

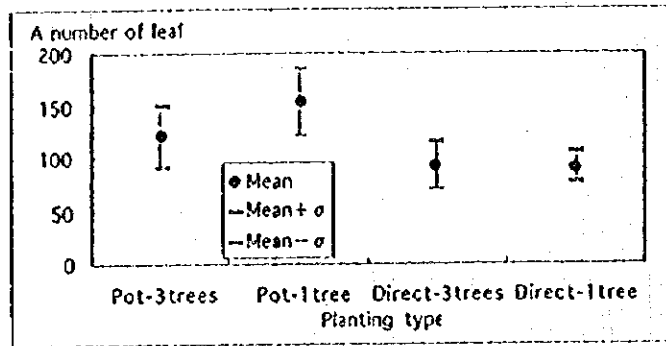


図2-114 植栽形態と葉数

④ 葉面積

植栽形態間には差は認められなかった。

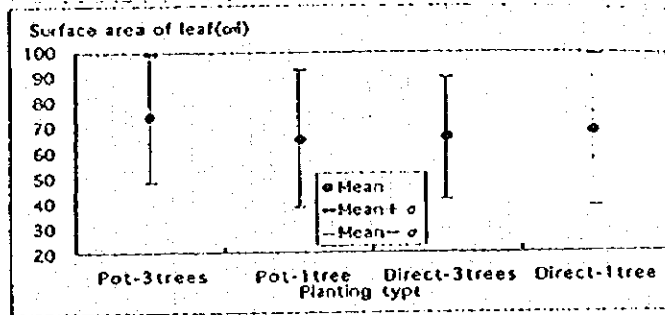


図2-115 植栽形態と葉面積

⑤ 胸高直径

4 植栽形態の胸高直径は1.6~1.8cmと大きな差はなく、3本植えと1本植えの間の肥大成長にはいまだ影響がでていない。

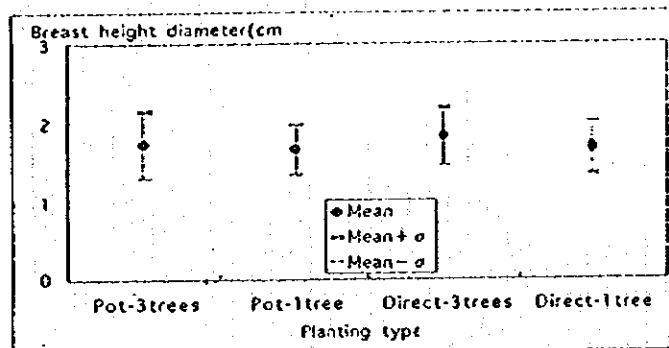


図2-116 植栽形態と胸高直径

⑥ 植栽木の安定度

プロジェクトが所在するバリ州Benoa地区は乾季の7月頃を中心として、南から北へ一種の季節風が吹く。*R. mucronata*は植栽後約2年前後から支柱根を出す、支柱根が地面に根を降ろす間の一時期は植栽木の上下のバランスが不安定になり、強い風を受ける場所に植栽された植栽木は斜めに傾く場合がある。

ポット苗、直挿し苗とも3本植えのプロットには傾いた植栽木はみられなかったが、1本植えでは20%、直挿し苗では5%に傾いた植栽木がみられた。

このように、複数本を巣植え植栽すると安定度が高まることが明らかになった。

2-2-3 植栽密度試験

<目的>

植栽密度試験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

試験は、*R. mucronata*についてはブロックII-96、*R. apiculata*についてはブロックIII-11、*B. gymnorhiza*についてはブロックI-4、*S. alba*についてはブロックI-5、*A. marina*についてはブロックI-1の養殖池跡地で行った。試験設定は、*R. mucronata*については1995年2月、*R. apiculata*については1994年6月、*B. gymnorhiza*については1995年12月、*S. alba*については1996年1月、*A. marina*については1996年6月に行った。用いた苗木は、苗畑でポット育苗された実生苗である。調査は1997年5月に行った。

表2-16 各樹種の植栽密度

樹種	植栽密度 (m)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	0.5×0.5, 1×1, 2×1, 2×2
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	0.5×0.5, 1×1, 2×1, 2×2
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.	1×1, 2×1, 2×2, 2×3
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	1×1, 2×1, 2×2, 2×3
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	1×1, 2×2, 2×3

表2-17 試験に用いた苗木の規格

樹種	規格 (cm)	葉数 (枚)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	24 ± 6.2	7 ± 3
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	16 ± 4.6	8 ± 3
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	27 ± 5.4	13 ± 5
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	23 ± 7.3	14 ± 6
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	34 ± 8.1	13 ± 6

<結果と考察>

植栽木の収量等に対する植栽密度の影響を分析するためには、密度効果が見られるまで試験地がうっ閉することが必要であるが、試験地はその段階まで至っていない状況にあり、現段階では分析は困難である。したがって、本試験については調査続行が必要である。

なお、参考までに3年経過した*R.apiculata*及び約2年半経過した*R.mucronata*の現状(1997年5月調査)について報告する。

1) *R.mucronata*

生存率については、4プロットとも良好で植栽密度間に差が認められなかった。成長については、0.5m×0.5mが最も良好で他のプロットと差が認められたが、他の3プロットの間には差が認められなかった。

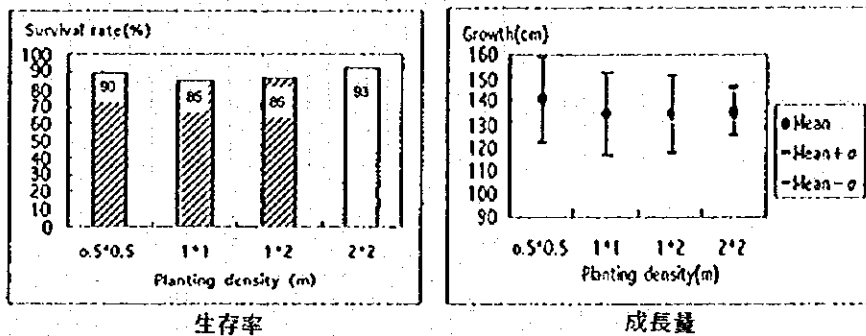


図2-117 *R. mucronata* Poir.

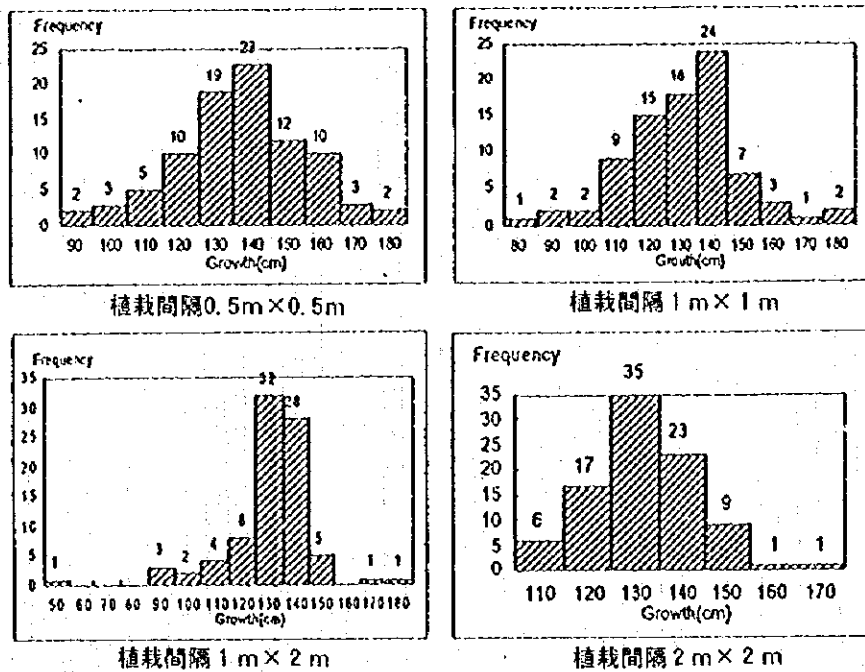


図2-118 *R. mucronata* Poir.の植栽間隔による成長量の度数分布

(2) *R. apiculata*

生存率については、0.5m×0.5m及び1m×1mが良好で、1m×2m及び2m×2mは低かったが、これは植栽密度の影響ではなく1m×2m及び2m×2mのプロットの立地条件（プロットが養殖池跡地の水門にあるため、より強い水流を受ける）によるものと推察される。

成長については、0.5m×0.5mが最も良好で、2m×2mが最も悪かったが、2m×2mの成長は生存率と同様の影響を受けたものと推察される。

樹冠については、既にプロット内がうっ閉している0.5m×0.5mが最も狭く、1m×1m及び2m×2mの70%であった。2m×2mの樹冠が1m×1m及び1m×2mより狭いのは、植栽密度の影響ではなく、成長度合と関連しているものと推察される。

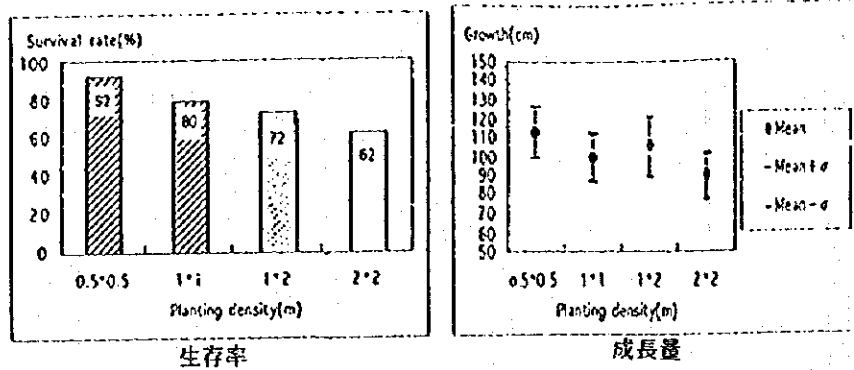


図2-119 *R. apiculata* Bl.

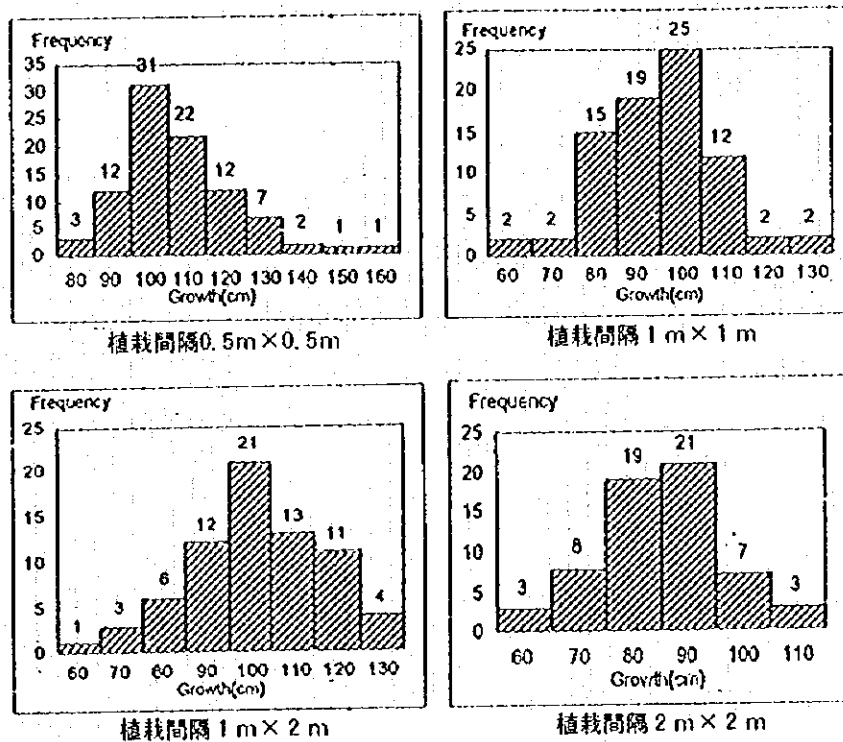


図2-120 *R. apiculata* Bl.による成長量の度数分布

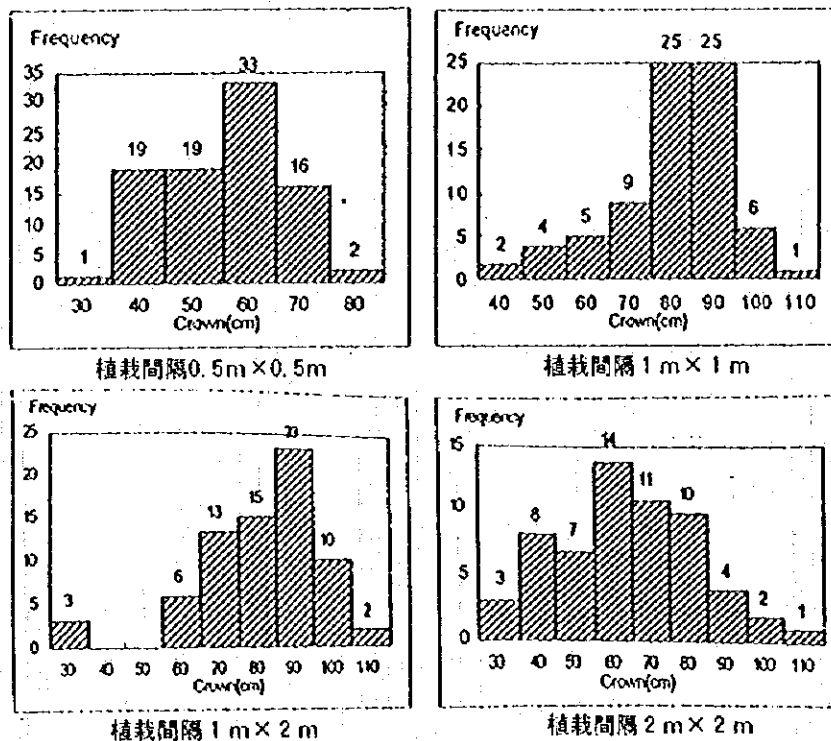


図2-121 *R. apiculata* Bl.による樹冠径の度数分布

2-2-4 堆砂地における植栽試験

<目的>

干潟堆砂地、珊瑚環礁内堆砂地においてマングローブ林を人工的に造成するための手法を開発する。

<調査方法>

試験は、ペノア湾のアクセス道路沿いの常時波浪、強風の影響を受けている干潟地で行った。試験設定は、1995年1月に行った。用いた苗木は、苗畑で育苗されたポット苗及びプロジェクト周辺の天然林等から採取した胎生種子である。活着率及び成長量の調査は1997年6月に行った。

表 2 - 18 試験設定の方法

樹種	苗木形態	植栽形態	植栽間隔 (m)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	ポット苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2
	直挿し苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	ポット苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2
	直挿し苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	ポット苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2
	直挿し苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	ポット苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2
<i>Avicennia marina</i> Forak.	ポット苗	5,3,1 本植え	1×1, 2×2

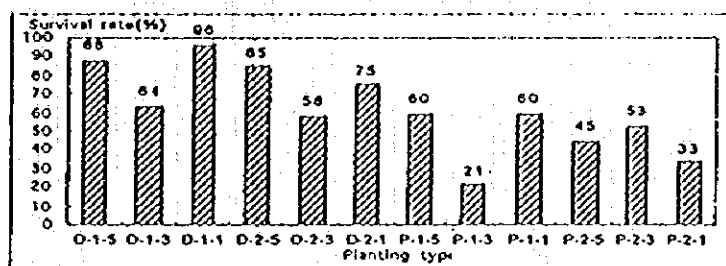
<結果と考察>

*S.alba*及び*A.marina*は虫害を受け正常なデータを収集できなかったため、分析から除外した。

1) *R.mucronata*

① 生存率

直挿し苗がポット苗より良好な生存率を示したが、植栽密度、植栽本数の間には一定の結果がでなかった。

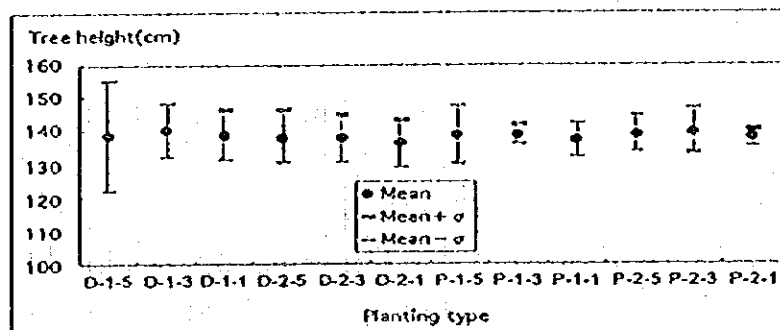


- (注) D-1-5 ; 直挿し苗植栽、植栽間隔 1m×1m、5 本植え
 D-1-3 ; 直挿し苗植栽、植栽間隔 1m×1m、3 本植え
 D-1-1 ; 直挿し苗植栽、植栽間隔 1m×1m、1 本植え
 D-2-5 ; 直挿し苗植栽、植栽間隔 2m×2m、5 本植え
 D-2-3 ; 直挿し苗植栽、植栽間隔 2m×2m、3 本植え
 D-2-1 ; 直挿し苗植栽、植栽間隔 2m×2m、1 本植え
 P-1-5 ; ポット苗植栽、植栽間隔 1m×1m、5 本植え
 P-1-3 ; ポット苗植栽、植栽間隔 1m×1m、3 本植え
 P-1-1 ; ポット苗植栽、植栽間隔 1m×1m、1 本植え
 P-2-5 ; ポット苗植栽、植栽間隔 2m×2m、5 本植え
 P-2-3 ; ポット苗植栽、植栽間隔 2m×2m、3 本植え
 P-2-1 ; ポット苗植栽、植栽間隔 2m×2m、1 本植え

図 2 - 122 *R. mucronata* Poir. の植栽形態と生存率

② 樹高成長

植栽形態間の樹高成長には差は認められなかった。

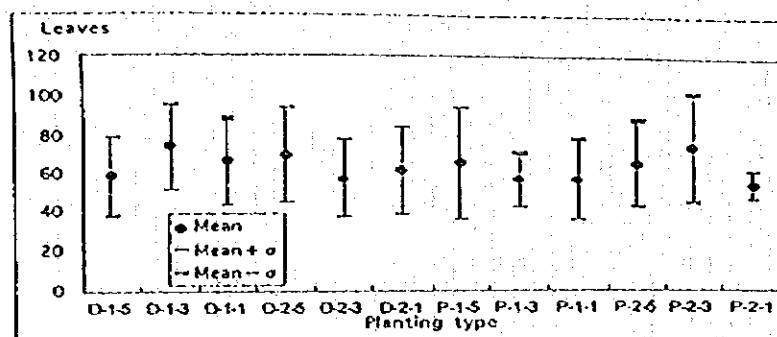


(注) 横軸は図 2-122と同じ。

図 2-123 *R. mucronata* Poir.の植栽形態と樹高成長

③ 葉数

一部の植栽形態には葉数に差が認められたが、植栽形態全体の間には一定の結果はみられなかった。

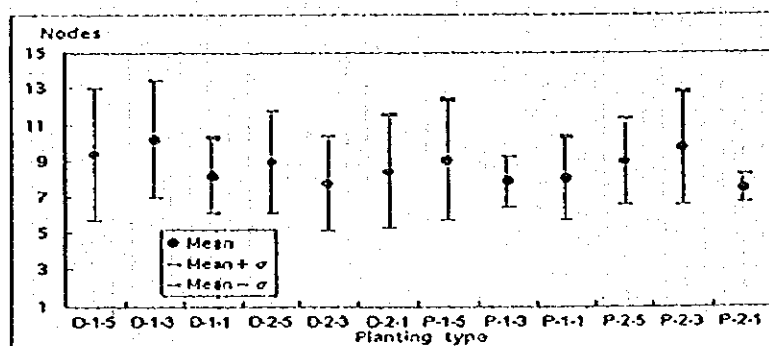


(注) 横軸は図 2-122と同じ。

図 2-124 *R. mucronata* Poir.の植栽形態と葉数

④ 枝数

植栽形態間の枝数には差は認められなかった。



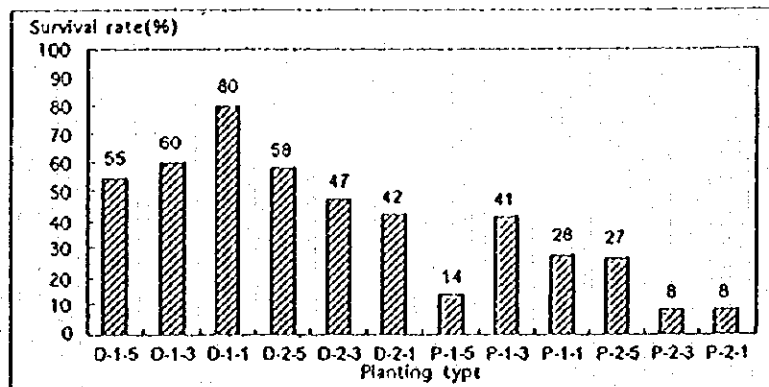
(注) 横軸は図 2-122と同じ。

図 2-125 *R. mucronata* Poir.の植栽形態と枝数

2) *R. apiculata*

① 生存率

直挿し苗がポット苗より良好な生存率を示したが、総体的には低い生存率を示した。

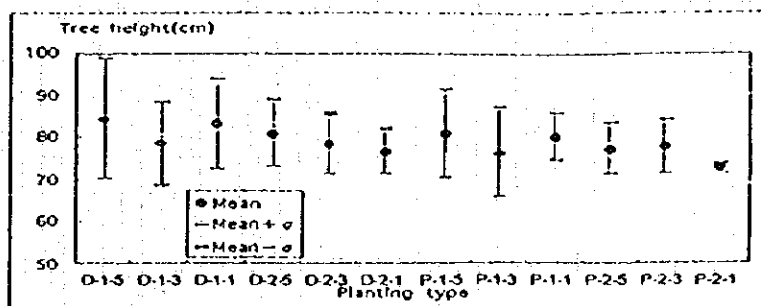


(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-126 *R. apiculata* Bl.の植栽形態と生存率

② 樹高成長

植栽形態間の樹高成長には差は認められなかった。

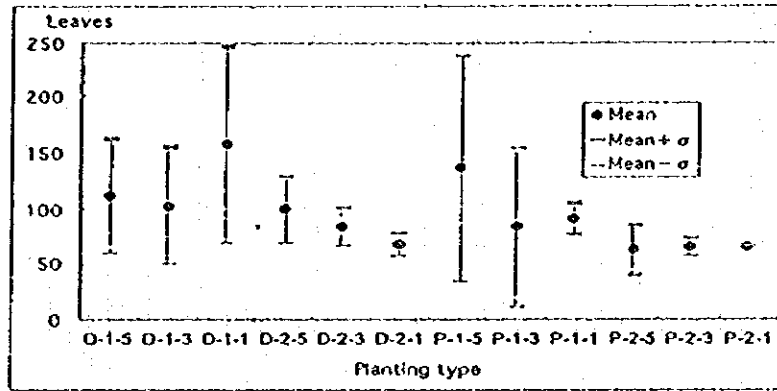


(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-127 *R. apiculata* Bl.の植栽形態と樹高成長

③ 葉数

一部の植栽形態には葉数に差が認められたが、植栽形態全体の間には一定の結果はみられなかった。

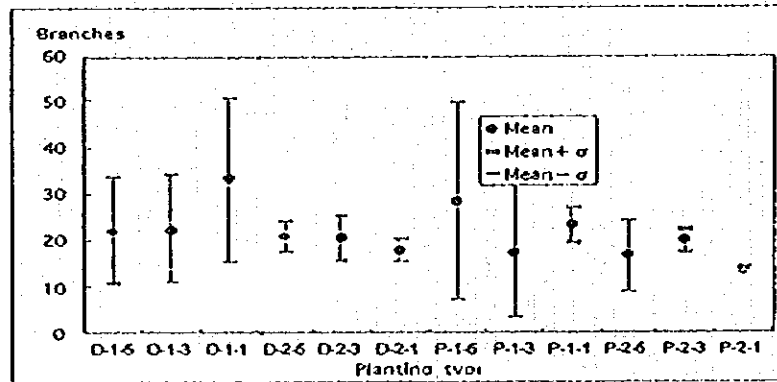


(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-128 *R. apiculata* Bl.の植栽形態と葉数

④ 枝数

葉数と同じ傾向を示した。



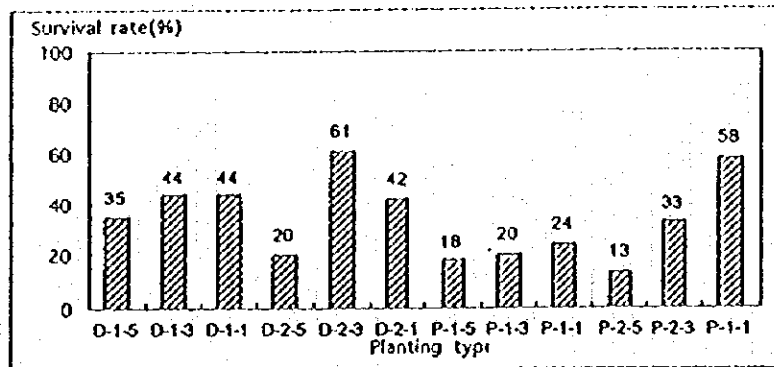
(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-129 *R. apiculata* Bl.の植栽形態と枝数

3) *B. gymnorrhiza*

① 生存率

各植栽形態とも生存率は低く、植栽形態の間には一定の結果がみられなかった。

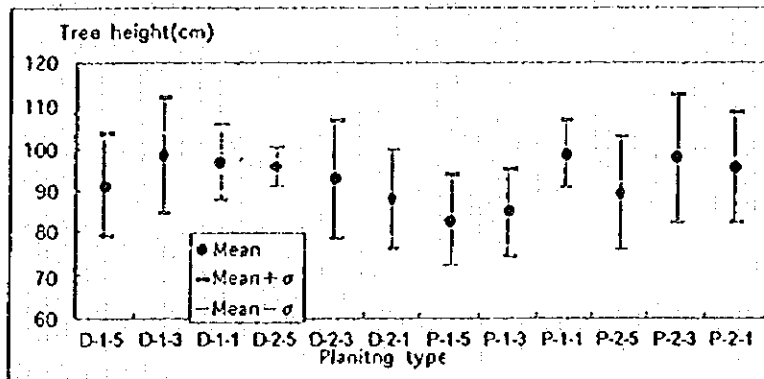


(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-130 *B. gymnorrhiza* Lam.の植栽形態と生存率

② 樹高成長

植栽形態間の樹高成長には差が認められたが、一定の結果はみられなかった。

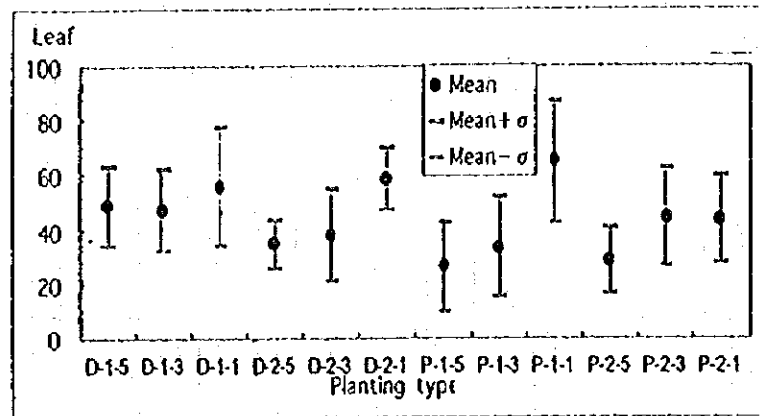


(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-131 *B. gymnorrhiza* Lam.の植栽形態と樹高成長

③ 葉数

樹高成長と同じ傾向がみられた。

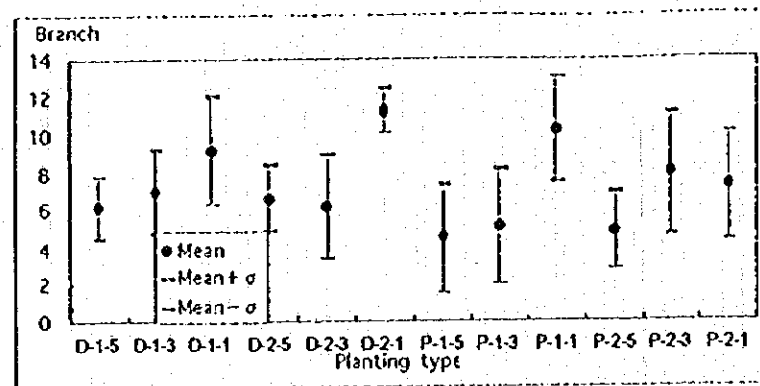


(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-132 *B. gymnorhiza* Lam.の植栽形態と葉数

④ 枝数

植栽形態間には差が認められたが、一定の結果はみられなかった。



(注) 横軸は図2-122と同じ。

図2-133 *B. gymnorhiza* Lam.の植栽形態と枝数

2-2-5 苗木形態別植栽試験

<目的>

植え付け時の苗木の形態（ポット苗、直挿し苗）と生存、成長との関係を調べ、各樹種ごとの適正な苗木形態を検討する。

<調査方法>

試験はブロックII-33の養殖池跡地に造成したテラスで行った。試験設定は1996年2月に、各樹種の適正地盤高で行った。用いた苗木は苗畑で育苗されたポット苗及びプロジェクト周辺の天然林等から採取した胎生種子である。

表2-19 試験設定の方法

樹種	苗木形態	育苗期間 (か月)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	ポット苗	3,4,5,
	直挿し苗	-
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	ポット苗	3,4,5,
	直挿し苗	-
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	ポット苗	3,4,5
	直挿し苗	-
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	ポット苗	3,4,5

表2-20 試験に用いた苗木・種子の規格

樹種	苗木形態	育苗期間 (か月)	規格 (cm)	葉数 (枚)
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	ポット苗	3	25±4.1	8±1
		4	22±3.7	9±2
		5	24±3.0	9±2
	直挿し苗	-	58±4.5	-
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	ポット苗	3	26±4.3	14±7
		4	28±4.5	19±6
		5	25±6.4	13±5
	直挿し苗	-	31±3.8	-
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	ポット苗	3	32±4.7	10±2
		4	36±4.6	11±1
		5	42±6.7	15±4
	直挿し苗	-	28±3.2	-
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	ポット苗	3	42±8.5	18±4
		4	44±9.5	16±6
		5	55±8.8	18±7

<結果と考察>

1) *R. mucronata*, *R. apiculata*, *B. gymnorrhiza*

生存率については、3樹種のポット苗、直挿し苗ともに良好で、苗木形態間に差がみられなかった。

成長については、3樹種とも直挿し苗の成長がより大きな成長を示したが、これは、

胎生種子の成長過程において、第一節間の成長が特に大きな成長を示すためによるものであり、必ずしもポット苗よりも成長が大きいとはいえない。ポット苗の苗木形態間には差がみられなかった。

以上のことから、試験した3樹種については、造林コストの低い直挿し苗でも植栽が可能になったことが明らかになった。

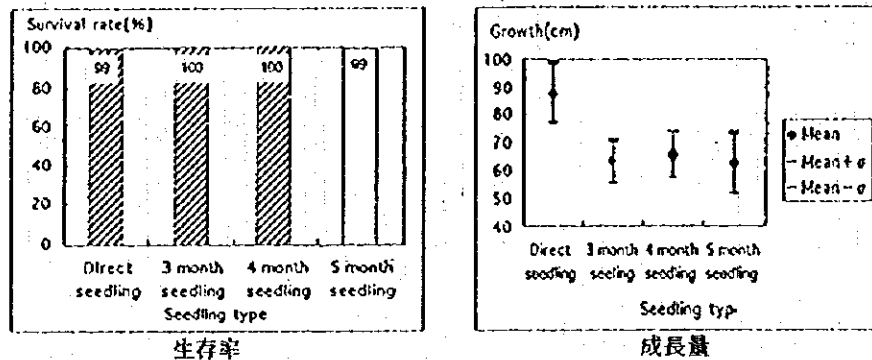


図2-134 *R. mucronata* Poir.

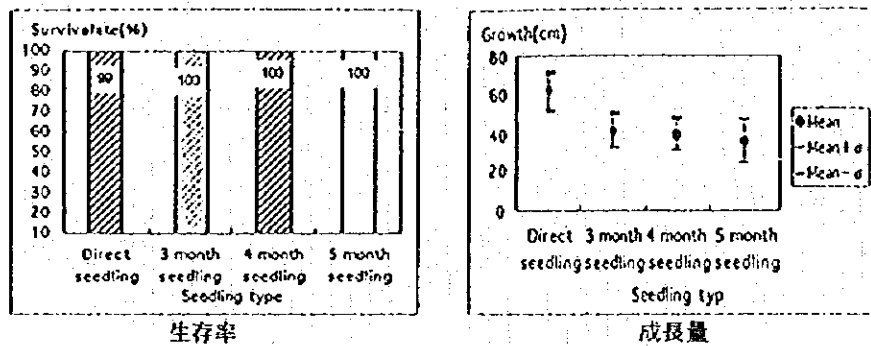


図2-135 *R. apiculata* Bl.

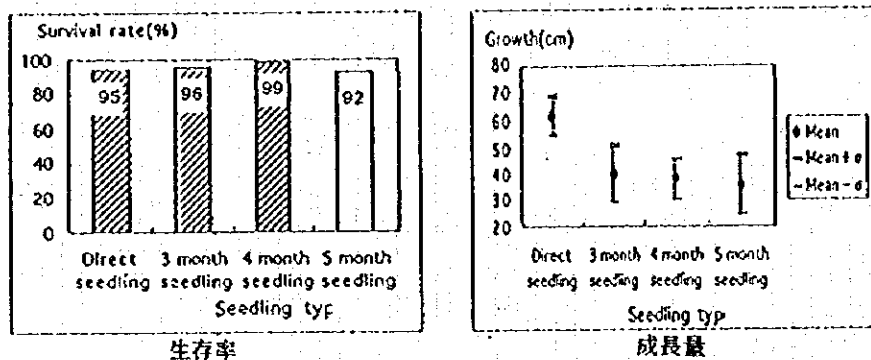


図2-136 *B. gymnorhiza* Lam.

(2) *A. marina*

生存率については、すべての苗木形態とも良好で苗木形態間に差がみられなかった。成長については、4か月苗がきわだった成長を示し、差がみられた。

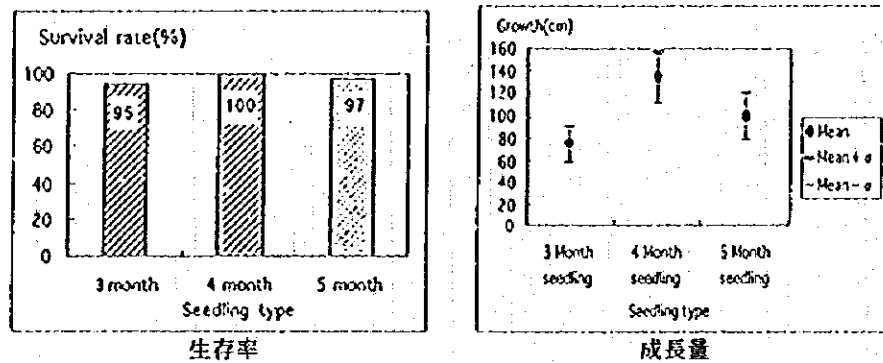


図2-137 *A. marina* Forsk.

2-2-6 生存率調査

<目的>

補植本数を決定するために、生存率調査を行う。

<調査方法>

調査対象地は全植栽地とし、植栽後1年後以降、3か年生存率を行う。なお、生存率調査の結果、活着率が80%以下の場合には原則として補植を行う。

<結果と考察>

調査継続中であるが、1997年8月現在の各樹種・各植栽年度の生存率の推移は表2-21のとおりである。

表2-21 各樹種・各植栽年度の生存率の推移 (バリサイト)

①1993/1994年度植栽

樹種	1993/1994年度植栽 (%)		
	1995年	1996年	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	79	72	86
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	43	63	81
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> Lam.	54	64	83
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	35	0	10
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	8	34	59

②1994/1995年度 (%)

樹種	1995年	1996年	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	79	81	84
<i>Rhizophora apicurata</i> Bl.	60	83	82
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	70	80	86
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	33	74	81
<i>Xylocarpus granatum</i> Koenig.	75	33	-

③1995/1996年度植栽 (%)

樹種	1996年	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	86	89
<i>Rhizophora apicurata</i> Bl.	80	89
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	90	91
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	85	89
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	70	79

④1996/1997年度植栽 (%)

樹種	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	90
<i>Rhizophora apicurata</i> Bl.	87
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lam.	93
<i>Sonneratia alba</i> J.Sm.	82
<i>Avicennia marina</i> Forsk.	72

表2-22 各樹種・各植栽年度の生存率の推移 (ロンボクサイト)

①1993/1994年度植栽 (%)

樹種	1995年	1996年	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	61	76	77

②1994/1995年度

(%)

樹種	1995年	1996年	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	67	79	79

③1995/1996年度植栽

(%)

樹種	1996年	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	92	90
<i>Rhizophora stylosa</i> Griff.	41	17

④1996/1997年度植栽

(%)

樹種	1997年
<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	86

2-2-7 水門管理試験

<目的>

地盤高が低く、マングローブの成育が困難な養殖池跡地における造林技術を、水門管理によって開発する。

<調査方法>

試験は、地盤高的には*R. mucronata*の適正地盤高であるブロックII-27の養殖池跡地で行った。試験設定は、まず対照試験として1995年8月に通常の状態（水門を開いたままの状態）で行い、次に本試験を1996年6月に水門を閉口して行った。用いた苗木は苗畑でポット育苗された*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*、*S. alba*、*A. marina*の5樹種である。調査は対照試験については1996年11月に、本試験については1997年4月に行った。

<結果と考察>

対照試験の生存率は、*R. mucronata*は75%であったが、他の4樹種は0%であった。これに対し本試験の生存率、*R. mucronata*は92%、*R. apiculata*は81%、*B. gymnorrhiza*は90%、*S. alba*は90%、*A. marina*は78%であった。

このように、本来であれば成育が困難である樹種であっても、水門を閉口して海水の流入を制限して植栽すれば成育が可能なが判明した。

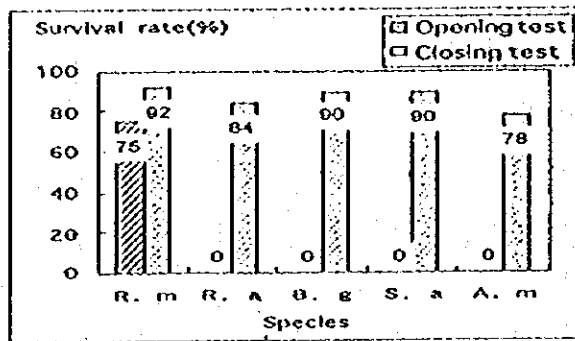


図2-138 5樹種の生存率

2-2-8 カイガラムシ防除試験

<目的>

マングローブに被害を与えるカイガラムシ(*Aulacaspis sp.*)の防除方法を開発する。

<調査方法>

試験は、*R. mucronata*が植栽されたブロックII-3、59、65、84の養殖池跡地で行った。試験設定は1996年5月に行った(表3-23)。

防除は養殖池跡地に流入する海水を、ジェットシュータ(山火事用消化器具)を使用して、木全体に散布した。

なお、ブロックII-59、65については、1996年5月から1997年5月まで海水を散布したが、1996年7・8月は散布を休止した。また、ブロックII-3、84については、1996年7月は散布を休止した。

海水散布の効果を調べるために、①健全葉(カイガラムシが寄生していないもの)、②寄生葉(カイガラムシは寄生しているが、葉の縮れや葉色に変化せず、植栽木の成長に被害がないもの)、③被害葉(カイガラムシが多く寄生し、葉の縮れや落葉など植栽木の成長に被害があるもの)の3段階に分けて数えた。

表 2-23 試験設定の方法

場所	植栽時期	平均樹高	海水散布回数	調査木数
Block II-3	1993年11月	163cm	2回/月	30本
			1回/月	30本
			対照区	30本
Block II-84	1993年12月	217cm	2回/月	30本
			1回/月	30本
			対照区	30本
Block II-59	1993年12月	145cm	2回/週	30本
			1回/週	30本
			対照区	30本
Block II-65	1993年12月	117cm	2回/週	30本
			1回/週	30本
			対照区	30本

<結果と考察>

毎週海水を散布したブロックII-59、65では寄生葉率、被害葉率ともに急激に減少し、散布後2か月以内に被害葉がみられなくなった。この間、対照区の寄生及び被害葉率は減少していないため、海水散布の効果は明らかであると考えられる。その後散布を休止した2か月間に散布区のカイガラムシは増加したが9月に散布を再開した結果、再び2か月間でカイガラムシの寄生・被害は見られなくなり、1997年5月まで続いている。一方、対照区でも寄生・被害は減少しているが、ブロックII-59では1997年の乾季に入って再び増加傾向にある。

以上のように、週1回以上の海水の散布はカイガラムシの寄生・被害の低下に効果があると考えられる。

一方、毎月散布の効果は明らかではなかった。ブロックII-3では散布区と対照区の寄生葉率、被害葉率の変動に明らかな差は見られなかった。ブロックII-84の散布区では散布を始めた当初に寄生葉率、被害葉率ともに増加した。その後、カイガラムシの寄生・被害が見られなくなったが、対照区でも同じ傾向を示した。

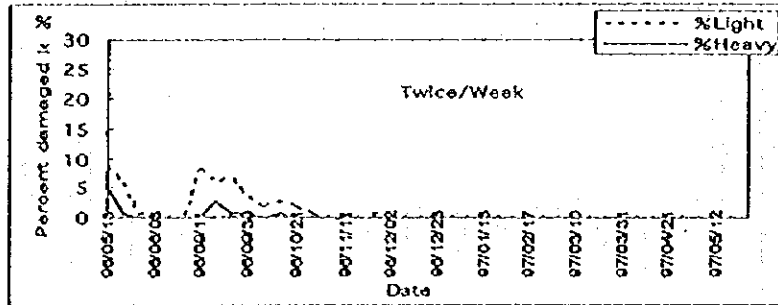


図2-139 海水散布の効果の推移 (Block II-59 週2回散布)

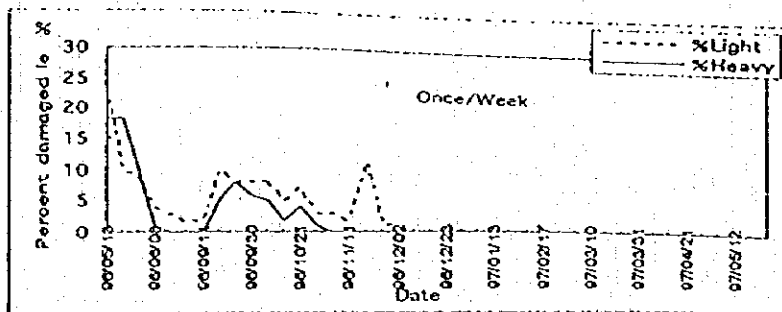


図2-140 海水散布の効果の推移 (Block II-59 週1回散布)

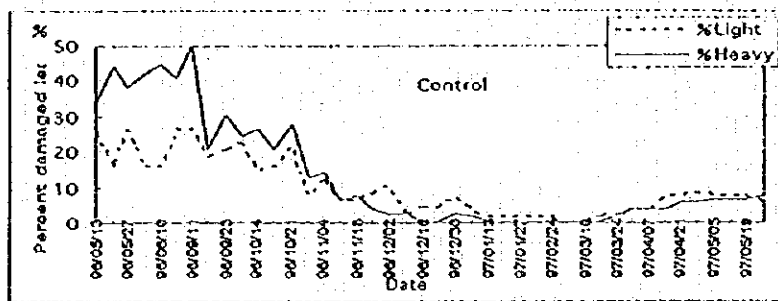


図2-141 海水散布の効果の推移 (Block II-59 対照区)

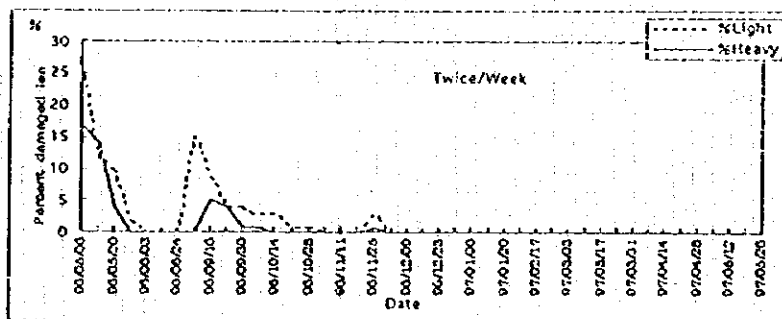


図2-142 海水散布の効果の推移 (Block II-65 週2回散布)

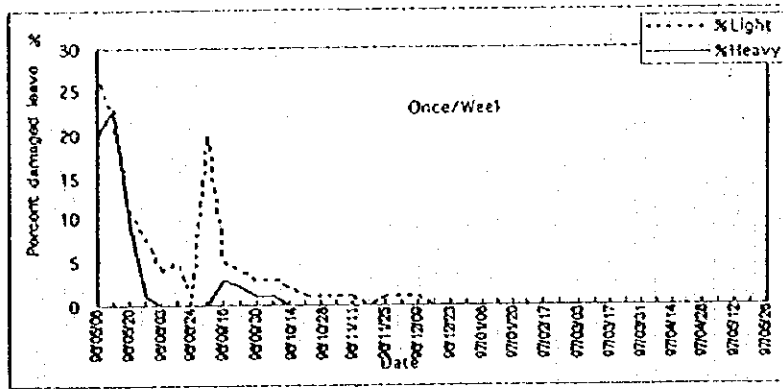


図2-143 海水散布の効果の推移 (Block II-65 週1回散布)

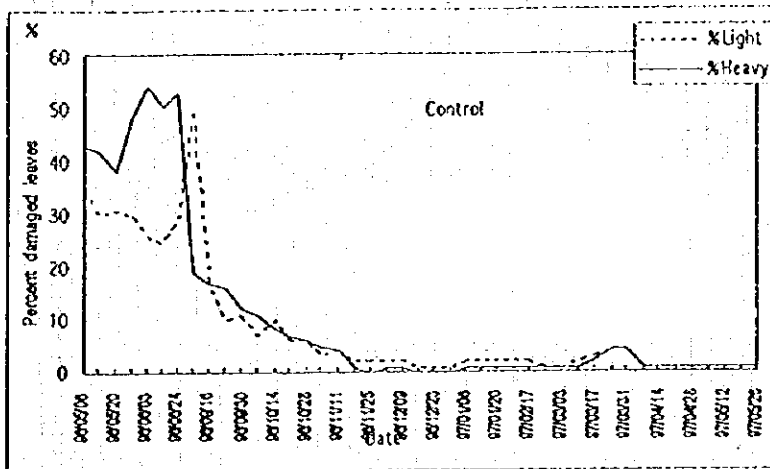


図2-144 海水散布の効果の推移 (Block II-65 対照区)

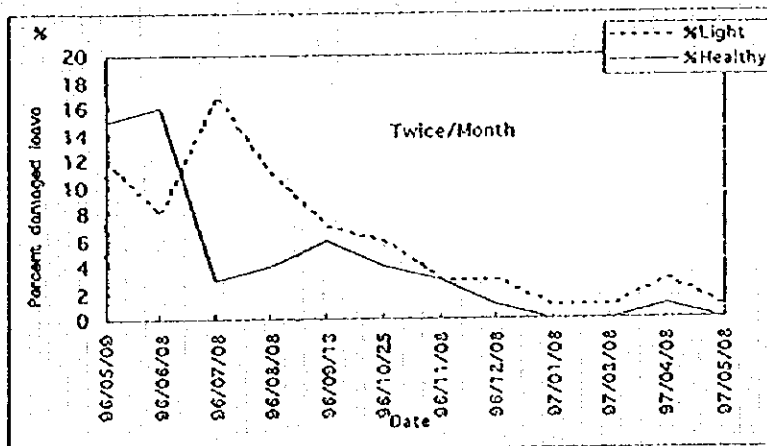


図2-145 海水散布の効果の推移 (Block II-3 月2回散布)

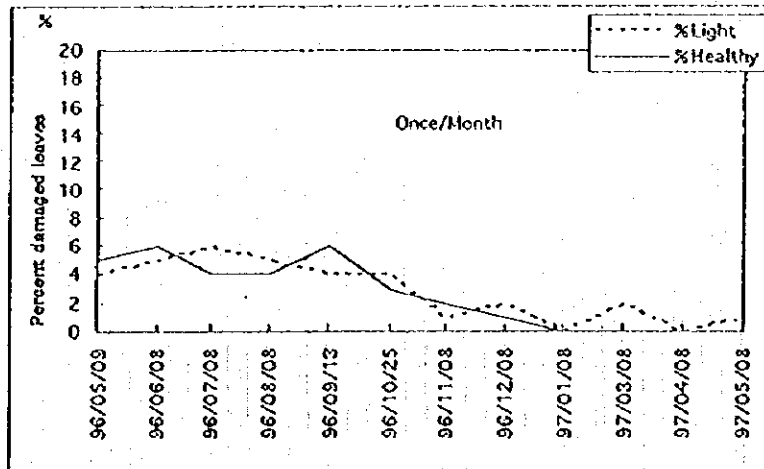


図 2 - 146 海水散布の効果の推移 (Block II-3 月 1 回散布)

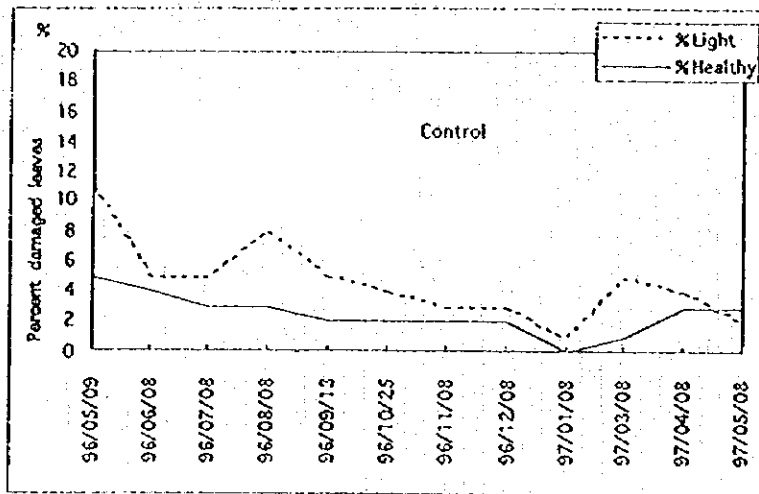


図 2 - 147 海水散布の効果の推移 (Block II-3 対照区)

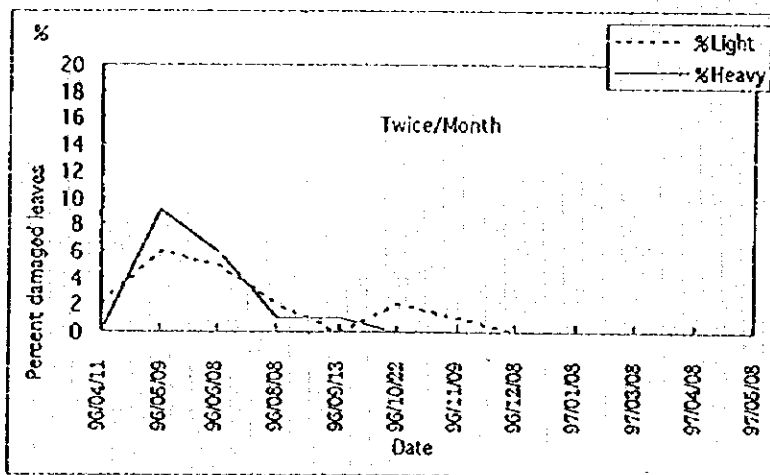


図 2 - 148 海水散布の効果の推移 (Block II-84 月 2 回散布)

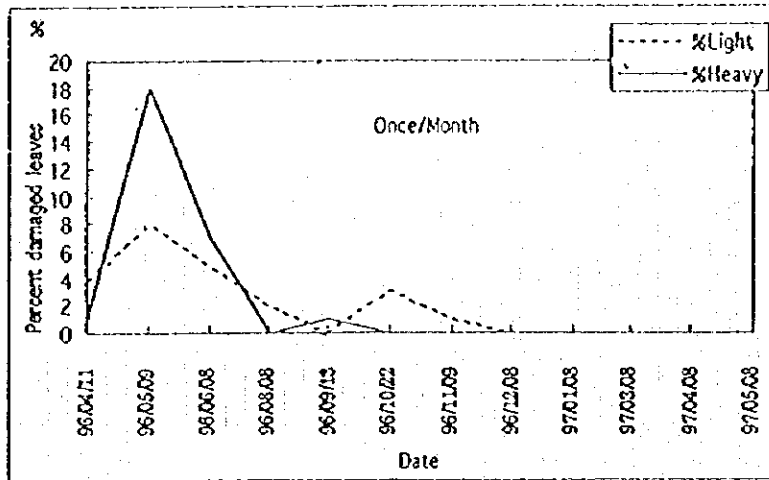


図 2 - 149 海水散布の効果の推移 (Block II-84 月 1 回散布)

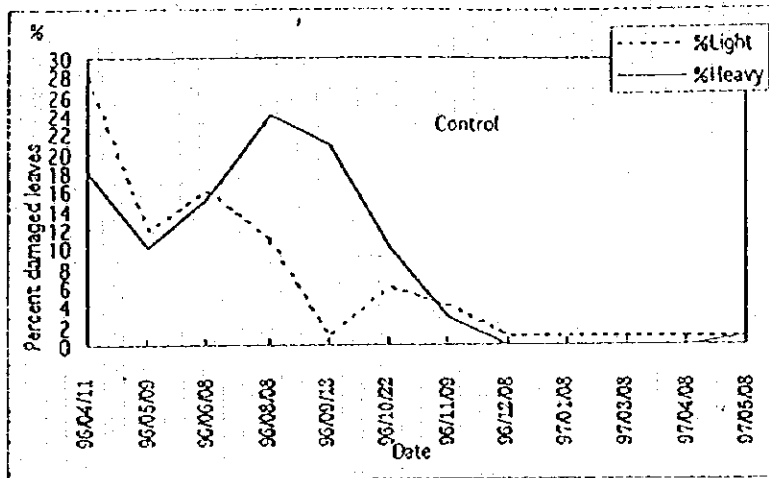


図 2 - 150 海水散布の効果の推移 (Block II-84 対照区)

3. マングローブ造林マニュアルの作成

マングローブ造林マニュアルを作成した。

4. 成果と今後の課題

4-1 成果

(1) 養殖池跡地及び天然林皆伐跡地におけるマングローブ造林技術の開発

当プロジェクトの目的は、「荒廃したエビ養殖池跡地及び天然林皆伐跡地におけるマングローブ林の人工的な造成」である。

養殖池跡地は、養殖池時代に毎年行われた地盤の掘削により、地盤高が基の高さより相当低くなっていることに加え、養殖池終了直後においては残存する汚物（餌の屑廃物等）によって、マングローブの生存や成育に悪影響を及ぼす硫化水素が発生するなどマングローブ林の人工的な造成には厳しい環境下に置かれている。

また、天然林皆伐跡地も土壌の露出・流失に伴い地盤高が低くなっていることに加え、常時強い太陽光線及び風・波浪にさらされるなど、もとの自然環境に比較して厳しい環境下に置かれている。

このような厳しい条件下でマングローブを人工的に造成するためには、植栽地の立地条件を事前に的確に把握し、健全な苗木を各々の植栽地に適した樹種を選択し、正しい植栽方法で植栽しなければならない。

このため、当プロジェクトにおいては、植栽実行開始前に各植栽地の地盤高、停滞水、塩分濃度等の現状を把握するとともに、マングローブの生存・成育と立地条件に関する各種基礎的試験を行い、この結果に基づいてマングローブの植栽を行ってきた。

この結果、マングローブの植栽にあたって最も重要なことは、各植栽地の地盤高に適した樹種を植栽しなければならないことであった。地盤高は、冠水頻度、冠水時間、塩分濃度等に大きく関係するものであり、マングローブの生存・成育に重大な影響を及ぼすものである。

このことを基礎としておこなわれた両サイトの植栽木はほぼ順調に成長しており、当プロジェクトの初期の目的は達成されつつある。

(2) マングローブと立地条件との関係解明

上述のように、マングローブ造林に当っては、植栽するマングローブ樹種とその植栽地

の立地条件との関係を解明することが重要である。

このため、造林分野においてはこれらに関する基礎的な調査研究を行ってきたが、このうち、最も重要でかつ最も明確に結果が判明したのは、立地環境別植栽木成長比較試験であった。この試験は、マングローブ5樹種と地盤高との関係を明らかにするものであったが、各樹種の適正地盤高が明らかとなった。

今後、インドネシア国内等においてマングローブ林の人工的な造成がなされていくものと思われるが、この試験方法、分析結果は参考となろう。

(3) カイガラムシの防除技術の開発

当プロジェクトの植栽木が成長するにつれ、*R. mucronata*にカイガラムシの被害が発生するようになった。被害の度合によっては、植栽木が枯死する場合があります、防除が必要である。当プロジェクトのごとく地域住民の生活圏と密接している場合は、薬剤の使用は避けるべきであり、人為的な防除対策を確立する必要がある。

このため、当プロジェクトにおいては、海水散布による防除を試みたところ有効であることが判明した。この防除技術は他の地域でも採用が可能であろう。

(4) マングローブ造林マニュアルの作成

「養殖池跡地におけるマングローブ造林マニュアル」及び「天然林皆伐跡地におけるマングローブ造林マニュアル」を作成した。

このマニュアルは、バリサイト及びロンボクサイトで行った造林事業、調査研究の結果のもととして作成したものであり、他の地域でも参考となろう。

4-2 今後の課題

(1) カイガラムシの防除

カイガラムシは、葉層が中潮満潮位を超え始めるころから寄生が始まり、大潮満潮位を超え始めると被害が顕在化することが判明した。プロジェクトの植栽木も年数を経るとともに、被害を受ける可能性が高まっていくものと推察される。現に植栽地の一部に被害が発生しており、被害の状況に応じて防除を行っていく必要がある。

(2) 補植の実行

前述したように補植は3回行うこととしている。このため、1995年度植栽地、1996年度植栽地及び1997年度植栽地については、生存率調査に基づいて補植を行う必要がある。

(3) 調査研究の継続

植栽密度試験、生存率調査については、分析を行うまでの結果が出ていないことから、調査を継続する必要がある。また、立地環境別成長比較試験等のように追跡調査を行うことに有意性を有する試験についても定期的な調査を継続していく必要がある。

(4) 低コスト造林技術等の調査

養殖池跡地においては、自然力を活かした早期かつ低コストの再生が可能であれば、養殖池跡地における画期的な造林技術の開発となろう。プロジェクトの養殖池跡地においては、*S.alba*の新たな天然更新が存在し、短期専門家によって基礎調査が行われたところである。今後は、さらなる天然更新過程の調査が必要である。

また、バリサイトにおいて*R.apiculata*、*B.gymnorrhiza*の直挿し苗植栽及びロンボクサイトにおいて*R.stylosa*の直挿し苗植栽に関する調査を行う。

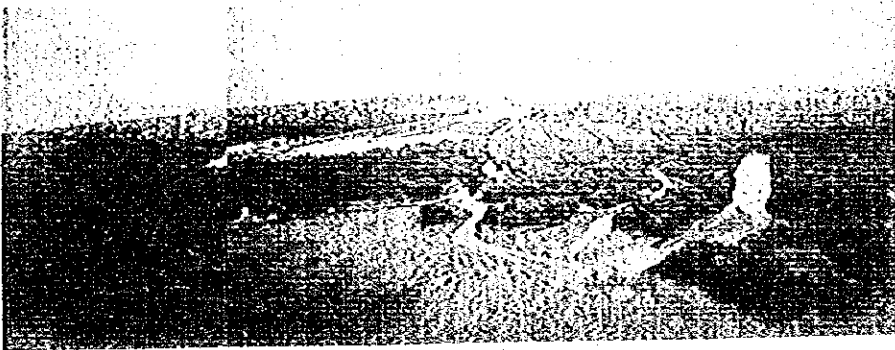
(5) マングローブ造林技術の普及

マングローブ造林マニュアルについては、今まで実施した各種試験及び造林実行の結果を踏まえて作成したところである。今後は内容の更なる充実化とこれを普及させるためのパンフレット等の作成が望まれる。

第3章

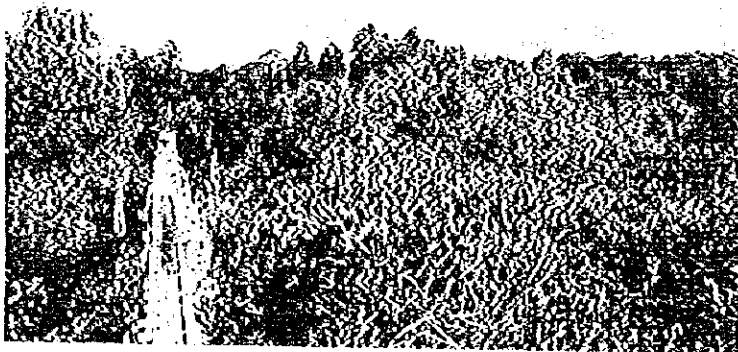
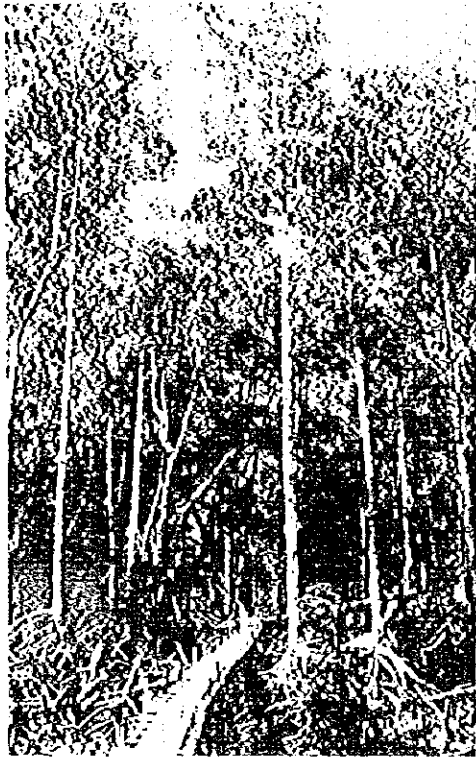
生態に関する報告

注：本編は生態部門の報告概要である。詳細については、北村昌三専門家の生態部門最終報告書（インドネシア林業省提出、英文）を参照。



From top
the project site in Bali (natural
forest and plantation area),
Gili Sulat island in Lombok,
Gili Lawang island in Lombok,
Gili Betangan island in Lombok





Foot-paths in the natural forest on Gili Sulat island in Lombok and study on scale insect:

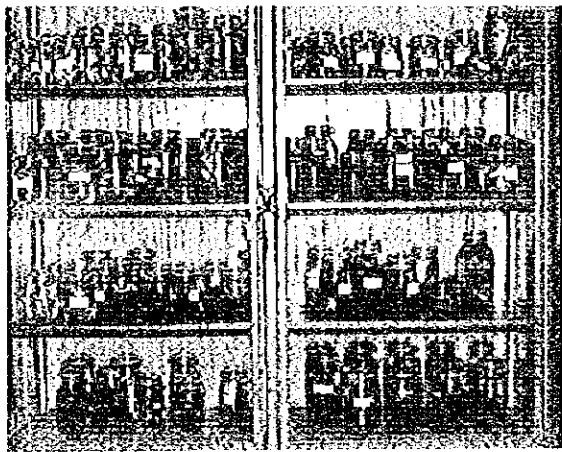
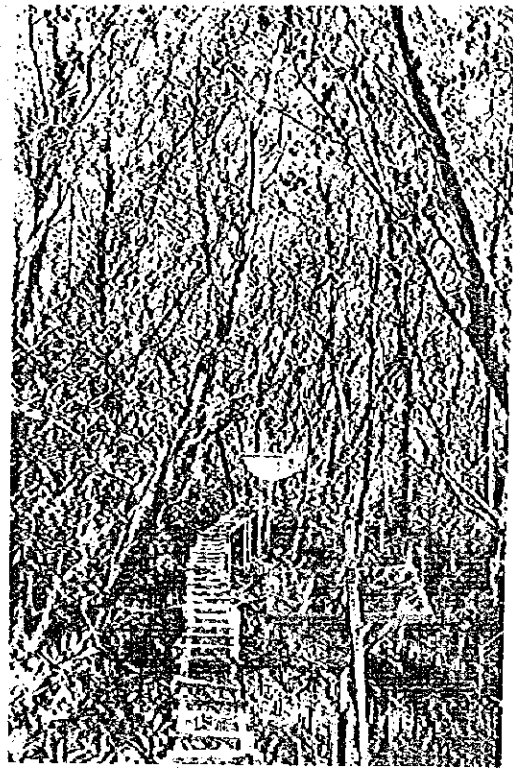
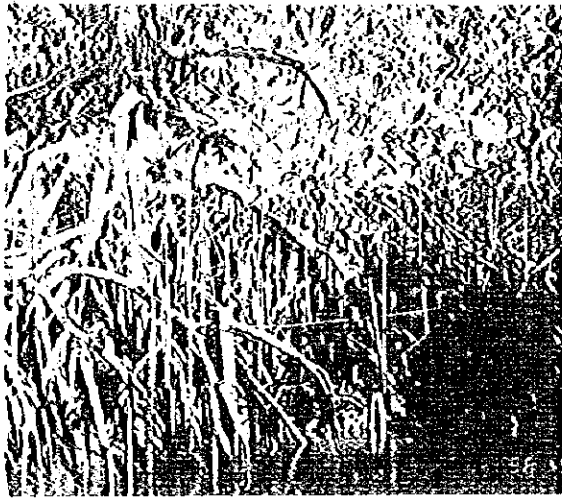
top left: *R. mucronata* pure stand (400 m inside the seaward margin).

top right: *R. stylosa* pure stand (15 m inside the seaward margin).

center: *L. racemosa*, *A. marina* and *C. agal* mixed stand on the high elevation, deciated area (1300 m inside the seaward margin).

bottom: study on the life cycle of scale insect on potted *R. mucronata* seedlings.



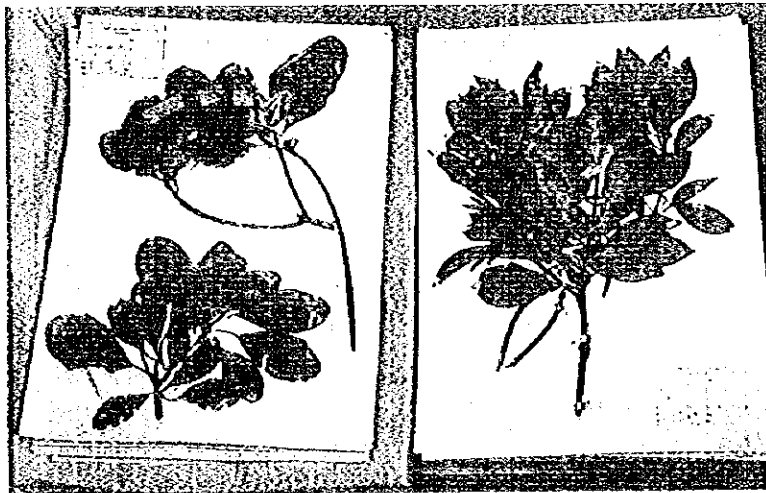


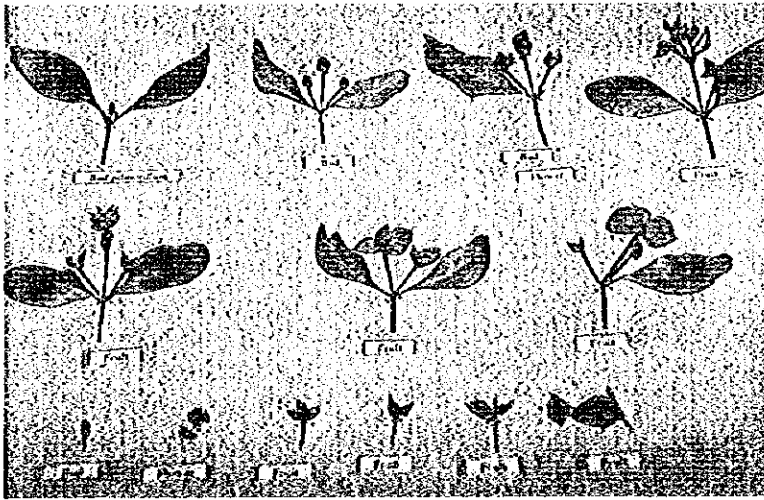
Top left: monitoring plot for natural regeneration of *R. mucronata*,

top right: litter traps in the *S. alba* pure stand in Bali site.

center: mangrove plants and animals specimens in spirits.

bottom: herbarium of mangrove plant species.





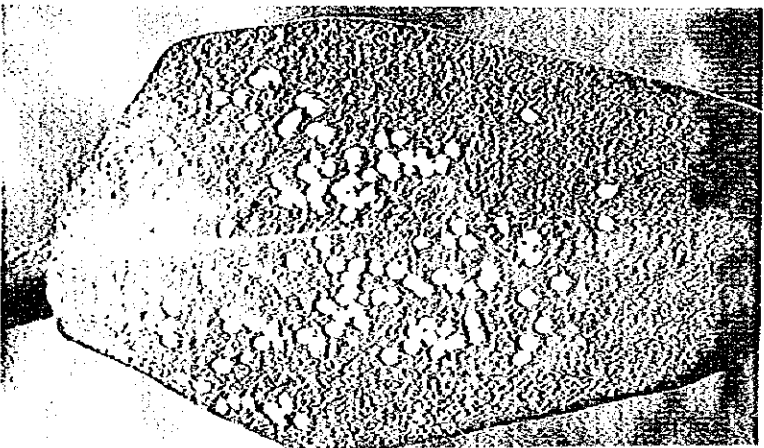
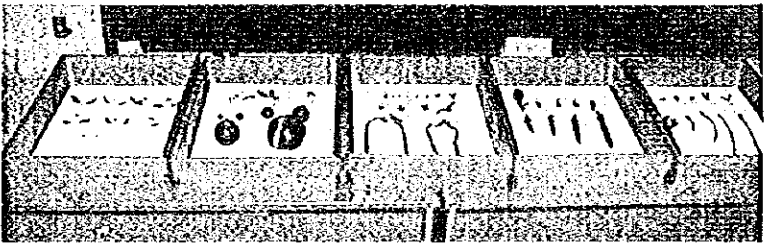
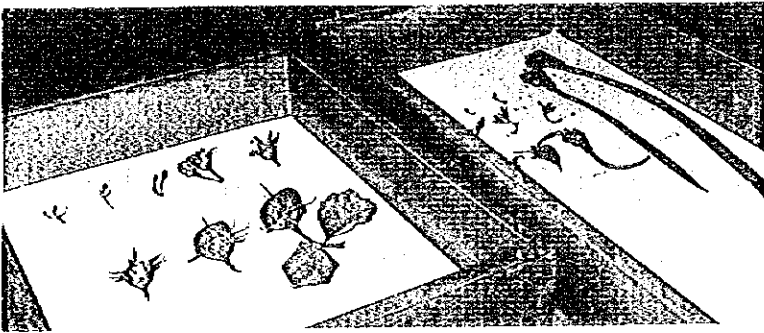
From the top;

displays of reproductive process for *Avicennia marina*,

displays of reproductive process for *Salba* and *R. mucronata*,

displays of reproductive process for seven mangrove species,

R. mucronata leaf infested by scale insect (*Aulacaspis* spp.).



1. 事業

生態部門の目的は、プロジェクトサイトのマングローブ天然林を中心に、造林事業の展開に必要となる生態学的調査を行い、得られた結果を育苗、造林、経営部門の基礎資料として提供することにある。このため、当部門の事業実施は、調査に伴う設備、機材の整備設置、調査方法その他マニュアルの作成、標本の作製及び調査報告書の作成等として位置づけ、整備を行った。

1-1 観察歩道の設置及び作設マニュアルの作成

マングローブ林内の発達した気根、深い泥による調査の困難と危険、及び調査活動のマングローブ林に与える悪影響を軽減するため、木材による懸架観察歩道を設置するとともに、その作業マニュアルを作成した。作設した観察歩道の箇所、延長は下記のとおり、位置は図1-1及び図1-2に示すとおりである(作業マニュアルは中間報告書で報告済み)。

(1) バリサイト

- ① 520m タンバックからベノア湾
- ② 500m 天然林内
- ③ 150m *R.apiculata*固定調査試験地内
- ④ 120m *S.alba*固定調査試験地内
- ⑤ 20m *R.mucronata*固定調査試験地内

(2) ロンボクサイト

- ① 1830m Gili Sulat島海岸から内陸部
- ② 120m Gili Sulat島天然林固定調査試験地内

1-2 固定調査プロットとリタートラップの設置

E-04成長量調査のため、*R.apiculata*、*S.alba*、*R.mucronata*、混交天然林の4か所について杭とロープによるプロットを設置した。*R.apiculata*、*S.alba*については、将来の再計測に備え、長期間にわたって試験地を維持するためにコンクリート杭を使用した。また、E-05天然林内更新調査のために、ロンボクGili Sulat島内の天然林内に計14か所のモニタリングプロットを設置した。各プロットの大きさは下記のとおり、位置は図1-1及び図1-2に示すとおりである。また、E-04リター生産量調査及びE-07種子生産量調査のために固定調査プロット内及び調査対象木についてリタートラップを設置した。方法、数量については各項目の節で記載する。

(1) バリサイト

- ① *R. apiculata* 30m × 30m
- ② *S. alba* 30m × 50m
- ③ *R. mucronata* 10m × 30m

(2) ロンボクサイト

- ① 混交天然林 30m × 30m
- ② 天然林内更新調査プロット 1m × 1m to 2m × 2m 14プロット

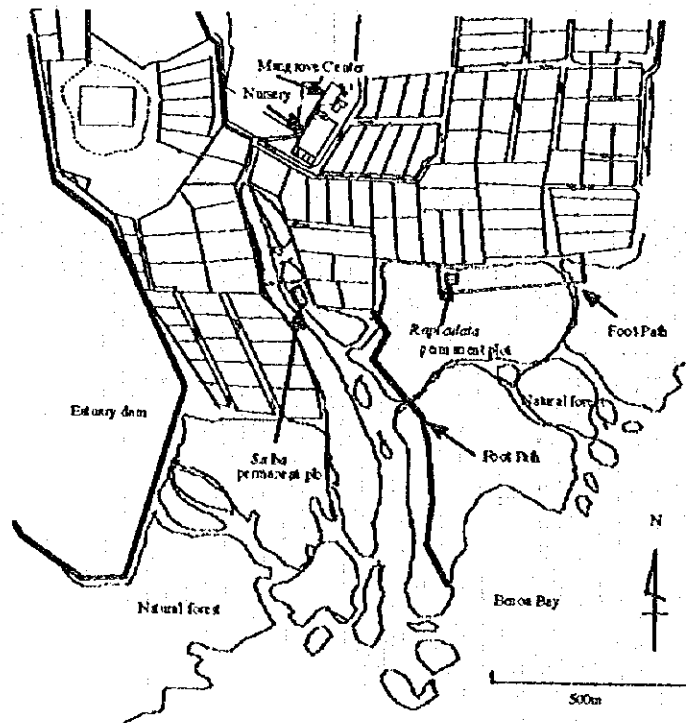


図1-1 Location of the footpaths and the research plots at Bali site

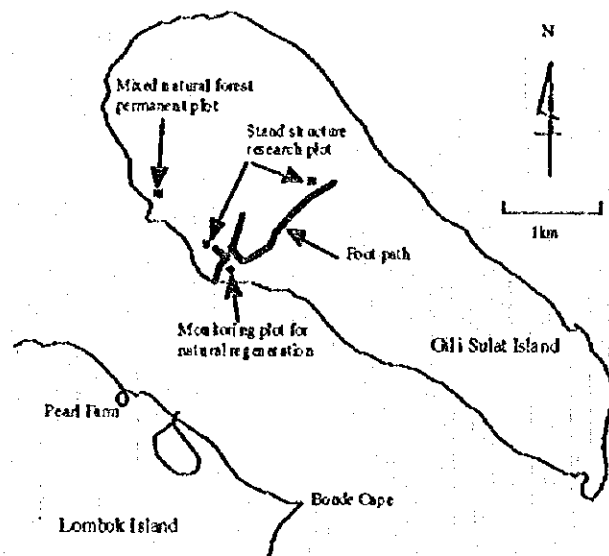


図1-2 Location of the footpaths and the research plots at Lombok site

1-3 報告書の作成、出版

“Distribution of Mangrove Species and Availability of Seed Collecting Forests on the Island of Bali and Lombok”

E-01植生調査の一部として、バリ島11か所、ロンボク島30か所のマングローブ林を調査し、その状況を報告するとともに、樹種の分布及び、種子採取林としての可能性についての情報を整理し、報告書(英文)として取りまとめた。

1-4 マングローブ樹種図鑑の作成、出版

インドネシア国では、マングローブ樹種の具体的な知識が未だ一般化していない。造林事業その他の現場で、マングローブ樹種を的確に判別することは、マングローブの種子採取、造林その他の事業において樹種の取り違い等を防ぎ、また造林樹種を決定する上でも重要な事項である。このため、マングローブについての基礎知識の解説を加え、図による検索キーを中心とした、写真、イラスト入りのハンドブック(英文)を作成、出版した。収録した樹種の範囲はバリ、ロンボクに分布するマングローブ樹種及びマングローブ樹種計50種である。

1-5 植物標本作製マニュアル及び機材の整備

植生調査等に必要なた標本作製について、マニュアル(インドネシア語)を作成するとともに、乾燥オーブン、薬剤その他の機材を整備し、インドネシア人スタッフに技術を移転した。

1-6 マングローブ植物及び動物標本の作成、展示

植生調査にあたって収集した資料の整理、さらにマングローブセンターの普及教育用として、バリ、ロンボク地域を中心として、収集した海岸性植物及びマングローブ林内の動物の乾燥及び液浸標本を作製し、展示した。標本数は、乾燥標本（1997年5月現在約400サンプル）、液浸標本（142本）。乾燥標本、液浸標本の作成法をアシスタント・ワーカーに指導した（写真参照）。

1-7 開花結実過程標本の作成、展示

E-06種子成熟過程調査の一環として、またマングローブセンターの普及教育用として、*R.apiculata*、*R.mucronata*、*B.gymnorrhiza*、*S.alba*、*C.tagal*、*A.marina*、*X.granatum*の7樹種について花芽の形成から開花結実にいたるまでの過程が一目でわかるようにレイアウトした乾燥標本を作成し、マングローブセンター内の会議室に展示した（写真参照）。

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

E-06開花結実過程調査の一環として、インドネシア国内では地域によって気象条件が異なり、開花結実のタイミングが違ふことが予想されるため、調査票をつくり調査を行った。現地でのマングローブに関する知識の普及の問題等から十分な資料が集まらなかったが、各地域によって一定の傾向があることが判明した。

1-9 気球を使用した空中写真の撮影マニュアル作成

中間報告書で報告済み。

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

中間報告書で報告済み。

2. 調査研究

2-1 調査研究項目と成果概要

調査研究項目	Priority	成果概要	備考
E-01 植生調査	A	バリ、ロンボクの植生調査及び種子採取林調査終了。結果を報告書してとりまとめた。 マングロープ植物の標本を作製展示するとともにガイドブックを作成し、標本作成技術を移転した。 マングロープ図鑑を出版した。	標本はマングロープセンターの資料として利用される。 マングロープ図鑑はマングロープ植物の同定を始め、理解を助ける資料として有用と考えられる。
E-02 自然環境条件調査	B	地盤高と天然林植生の関係および造林地の成長についての調査を行った。 天然林内の微気象を記録した。	プロジェクトサイト周辺の地盤高と天然林植生の関係は樹種選定に利用できる。
E-03 土壌堆積調査	C	バリ、ロンボクサイト天然林内での土壌堆積量を推定した。	人為的な擾乱による誤差が大きいと、信頼性に欠ける。
E-04 成長およびリター生産量調査	B	バリサイトの <i>Salv. Rapiculata</i> 天然林およびギリスラット島の天然混交林の蓄積・生長量を推定した。 主要4樹種のリター生産量を推定した。またその年間の変動を明らかにした。	短期間では正確な生長量の調査は難しいため、期間をおいての再調査が望まれる。 水系への養分供給を明らかにするためにはリターの化学分析が必要。
E-05 天然更新過程調査	B	ロンボク <i>R. mucronata</i> 天然林内で光条件と稚苗成長について調査した。	天然林内の補植条件の基礎資料として利用可能。
E-06 種子成熟過程調査	A	主要7樹種の花芽形成から結実開花の過程と期間が明らかになった。	種子成熟形態と効果的な種子採取に必要不可欠な資料である。
E-07 種子生産量調査	A	バリサイト周辺天然林での主要7樹種の種子生産量を推定した。また、成熟果実（散布体）のサイズ、精実のピークシーズンについて把握した。	種子生産量、ピークシーズンは種子採の日安となる。成熟果実（散布体）のサイズは優良な果実（散布体）の選別基準としても利用可能とおもわれる。
E-08 動物相変遷調査	C	バリサイトマングロープ林、造林地内の動物のリスト、写真を作成した。	行になし
E-09 病害虫獣調査	C	害虫獣のリストを作成した。カイガラムシについてはライフサイクルを明らかにした。	カイガラムシについては、引き続きフォローアップ期間に造林部門で防除法についての調査研究を行う。

2-2 E-01 植生調査

(1) 目的

バリ、ロンボクの現植生を調査するとともに種子採取林としての適正を検討し、造林事業への基礎資料を提供する。

(2) 調査対象と試験調査方法

1991年7月から1996年8月にかけて、現地踏査と気球写真システムで実施。林分構造調査は含まない。種子採取林適正は構成樹種の質、量、状況から総合的に判断した。

(3) 結果と考察

バリ11か所、ロンボク30か所のマングローブ林を調査した(図2-1、図2-2)。観察されたマングローブ樹種及び採取林としての適正はリストとしてまとめられた(表2-1)。バリ及びロンボクには28種の真正マングローブ樹種と35種の海岸性植物(マングローブ・アソシエーツ)が確認された。ベノア湾とバリ西国立公園のマングローブ植生図を作成した(図2-3)。各箇所についての詳細な調査報告は“Distribution of Mangrove Species and Availability of Seed Collecting Forests on the Island of Bali and Lombok”として取りまとめた。この種の調査は、各地域においてマングローブ造林事業を開始する上で必要不可欠な基礎資料を整備する観点からも重要である。

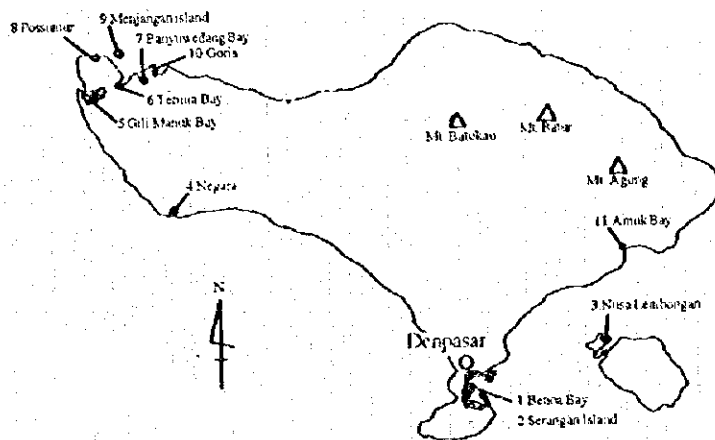


図2-1 The locations of mangroves in Bali

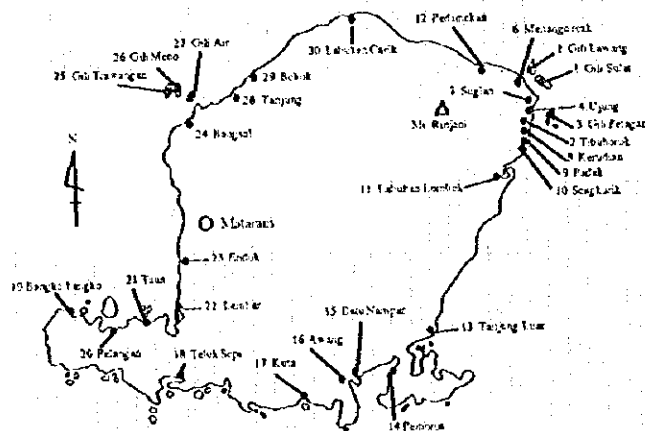


図2-2 The locations of mangroves in Lombok

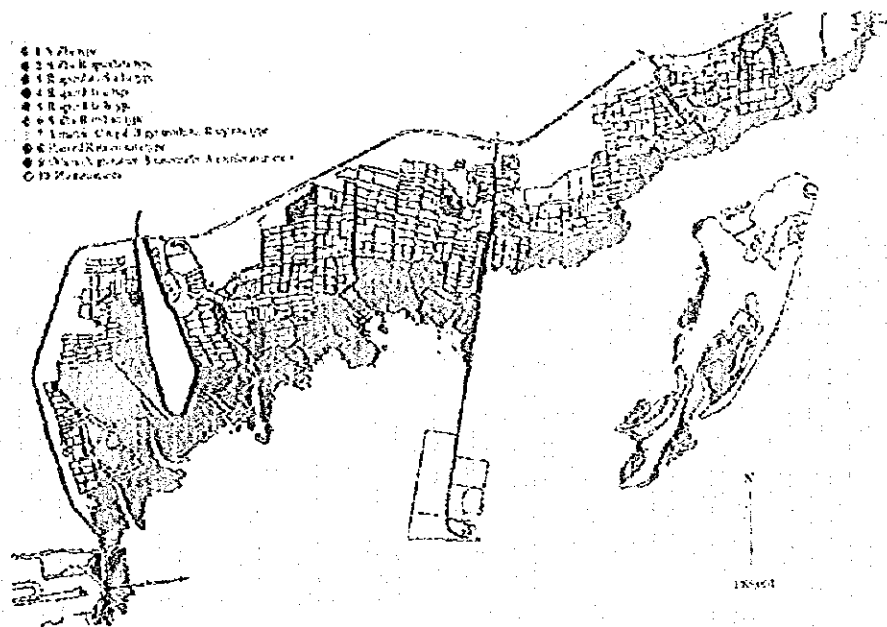


図2-3 Distribution of Forest Types in Benoa Mangrove Forest in Bali (Northern part)

2-3 E-02 自然環境条件調査

(1) 目的

各樹種と地盤高の関係を調査し、造林事業における樹種選定の基礎資料を提供する。

(2) 調査対象と試験調査方法

バリ・ベノア湾ロンボク、Gili Sulat島の天然林内のプロット及び歩道沿いに海岸を基点とする相対地盤高を測定するとともに、植生調査を実施した。各森林について、相対地盤高と樹種の出現頻度及び樹高についての関係を分析した。また、Gili Sulat島において、立地環境条件の異なる典型的な林分3か所を選び、林分構造調査を行い、林分構造及び現存量の分析比較を行った。

(3) 結果と考察

バリ、ロンボクの観察歩道沿いに、明確なゾーネーションが観察された。図2-4はGili Sulat島の相対地盤高と樹種別出現頻度の関係である。樹高は、相対地盤高が高くなるほど、低くなった(図2-5)。条件の良い林分は条件の悪い林分に比べて約30倍の現存量を有していた(表2-2)。図2-6は異なる地域の天然林の相対地盤高と植生及びその成長についての比較を示している。*Rhizophora*種、特に*R. mucronata*は広い地盤高に適應するが特に成長の良い地盤高がある。天然林海岸の地盤高は、造林対象地の地盤

高からその地域の造林樹種を決定する基準となり得ると考えられる。

(4) その他

Gili Sulat島の調査結果は、1997年度日本熱帯生態学会で発表された。

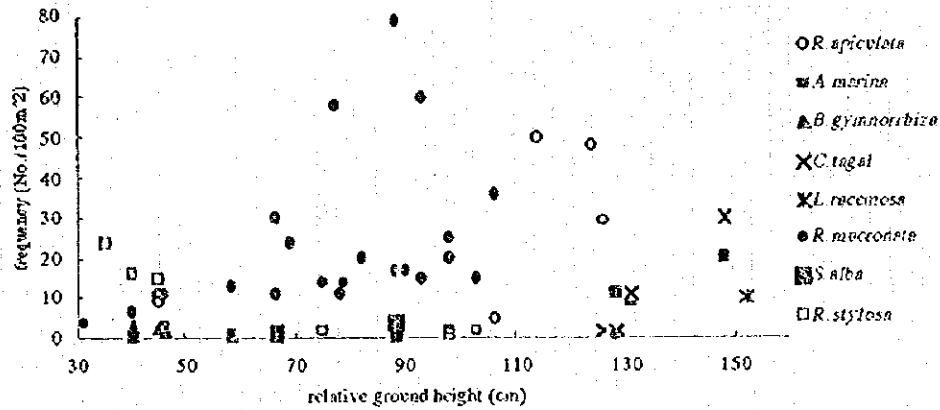


図2-4 Relationship between relative ground height and occurrence of species

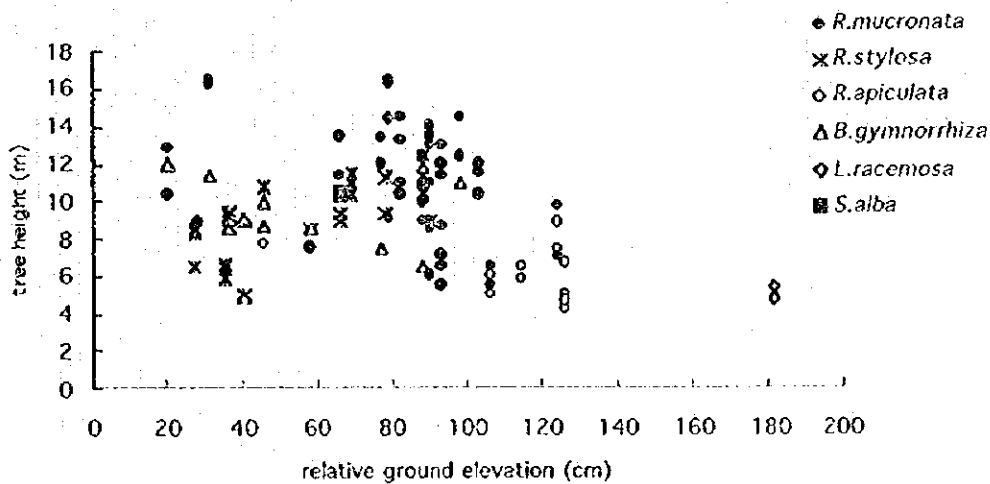


図2-5 Relationship between relative ground height and tree height

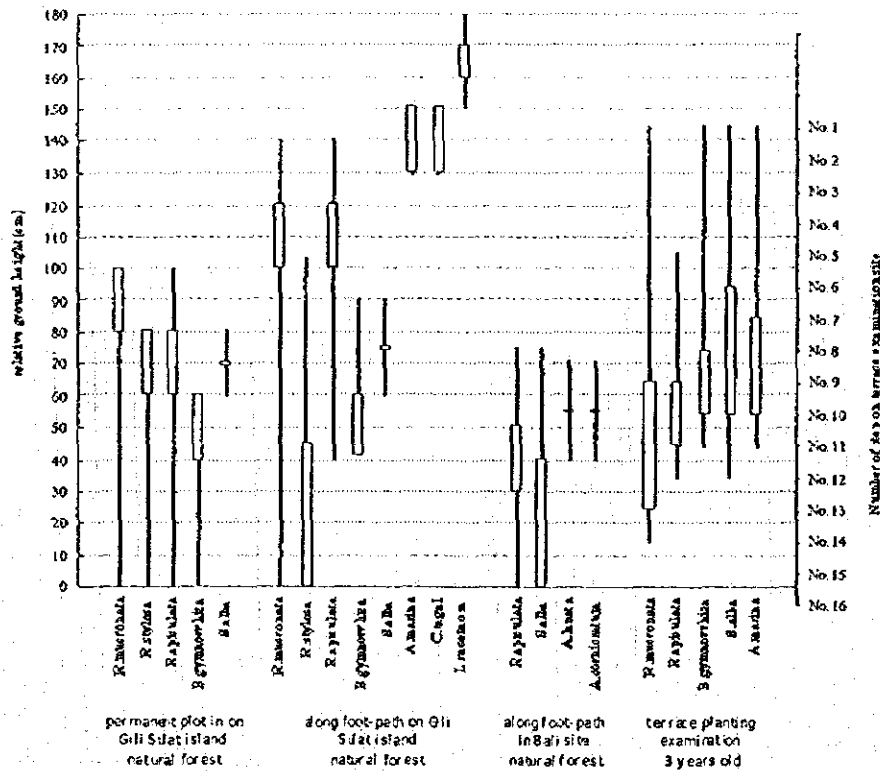
表 2 - 1 Distribution of mangrove species and availabilities of seed collecting forests on the islands of Bali and Lombok

Major element of mangrove	Island of Bali										Island of Lombok																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Major element of mangrove	family	genus	Species name																											
1	Asteraceae	Asteris	officinalis																											
2	Asteraceae	Asteris	officinalis																											
3	Asteraceae	Asteris	officinalis																											
4	Asteraceae	Asteris	officinalis																											
5	Compositae	Lumnitzera	racemosa																											
6	Compositae	Lumnitzera	racemosa																											
7	Palmae	Nypa	glauca																											
8	Rhizophoraceae	Rhizophora	apiculata																											
9	Rhizophoraceae	Rhizophora	stylosa																											
10	Rhizophoraceae	Rhizophora	lamarckii																											
11	Rhizophoraceae	Rhizophora	hirsuta																											
12	Biaceae	Sonneratia	cyndrica																											
13	Biaceae	Sonneratia	cyndrica																											
14	Biaceae	Sonneratia	tagala																											
15	Biaceae	Sonneratia	tagala																											
16	Sonchaceae	Sonneratia	tagala																											
17	Sonchaceae	Sonneratia	tagala																											
Minor element of mangrove																														
1	Euphorbiaceae	Croton	sp. keda																											
2	Lythraceae	Pteris	sp. keda																											
28	Meliaceae	Xylocarpus	granatum																											
29	Meliaceae	Xylocarpus	granatum																											
30	Meliaceae	Xylocarpus	granatum																											
30	Myrsinaceae	Agave	sp. keda																											
31	Myrsinaceae	Agave	sp. keda																											
32	Myrsinaceae	Agave	sp. keda																											
33	Fonfocaceae	Azadirachta	indica																											
34	Rubiaceae	Syzygium	sp. keda																											
35	Stemmateaceae	Stemmatea	sp. keda																											
Mangrove associates																														
1	Acanthaceae	Acanthaceae	sp. keda																											
2	Alismaceae	Alismaceae	sp. keda																											
3	Alismaceae	Alismaceae	sp. keda																											
4	Apocynaceae	Apocynaceae	sp. keda																											
5	Apocynaceae	Apocynaceae	sp. keda																											
6	Asclepiadaceae	Asclepiadaceae	sp. keda																											
7	Asclepiadaceae	Asclepiadaceae	sp. keda																											
8	Bignoniaceae	Bignoniaceae	sp. keda																											
9	Celastraceae	Celastraceae	sp. keda																											
10	Celastraceae	Celastraceae	sp. keda																											
11	Convolvulaceae	Convolvulaceae	sp. keda																											
12	Convolvulaceae	Convolvulaceae	sp. keda																											
13	Convolvulaceae	Convolvulaceae	sp. keda																											
14	Convolvulaceae	Convolvulaceae	sp. keda																											
15	Convolvulaceae	Convolvulaceae	sp. keda																											
16	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
17	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
18	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
19	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
20	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
21	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
22	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
23	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
24	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
25	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
26	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
27	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
28	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
29	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
30	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
31	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
32	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
33	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											
34	Ebenaceae	Ebenaceae	sp. keda																											

note: 0: Appropriate for seed collection
 +: Adequate but insufficient
 -: Plants are found but inadequate

表 2 - 2 Estimated biomass of *R. mucronata* stands and *L. racemosa* mixed stand on Gili Sulat Island in Lombok

community	trunk	branch	leaf	stilt root	fruit	total
<i>R. mucronata</i> (almost pure stand)	248.8	39.1	7.7	53.9	0.5	349.9
<i>L. racemosa</i> , <i>A. marina</i> , <i>C. tagal</i> (mixed stand)	7.72	3.62	0.9	-	0.03	12.26



note: The 0 cm of relative ground height is the average ground height along the seaward margin of the natural forests. Therefore the ground heights at 0 cm of relative ground height on Gili Sula island and Bali site are not equal. The 0 cm heights along the footpath in Bali site natural forest and terrace planting examination are common. The top of No. 16 step of terrace is 6 cm lower than the average height of ground along the margin of the natural forest in Bali site.

Boxed areas on the figure represent the range of RGH where each species grew in good condition in the natural forests, or where high growth rate was shown in the terrace planting examination.

Figure 2-6 Range of ground elevation where mangrove species were observed

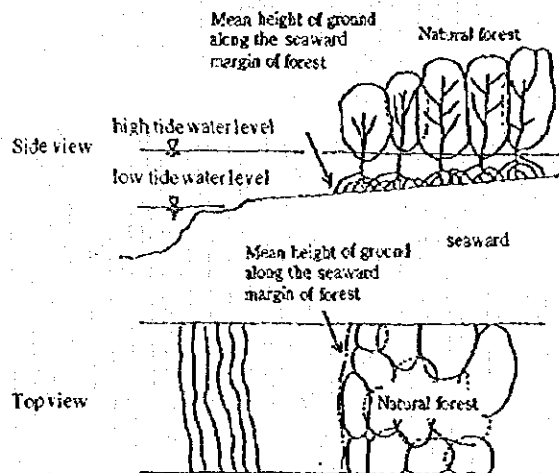


Figure 2-7 Mean height of ground along the seaward margin of forest

2-4 E-03 土壌堆積調査

(1) 目的

天然林内の土壌堆積を計測し、陸地形成機能について分析する。

(2) 調査対象と試験調査方法

バリ島*S.alba*林、*R.apiculata*林、クンバック内、Gili Sulat島混交林、に各10個のアクリル板でつくったトラップをおき、21~31か月後に回収して、その上に堆積した土壌を計測した。

(3) 結果と考察

平均土壌堆積速度は 8.7kg/m²/年であった。平均土壌密度を 1.4g/cm³とすると6.2mm/年となる。

*S.alba*林が高い堆積率を示した(17.3mm/年)。気根の形状によるものと思われる。タンバックは樹木がほとんどないにもかかわらず土壌の堆積があったがこれは水流によるものと思われる(4.9mm/年)。詳細は表2-3を参照のこと。なお、調査値内に入り込む地域住民や動物の攪乱により、得られたデータには大きな誤差が含まれるため、注意が必要である。

表2-3 Soil accumulation within the natural forests and an abandoned fishpond area

condition (g)	No.	raw weight (g/225cm ²)	oven dried weight (g/225cm ²)	water content (%)	relative ground height (cm)	soil texture	period (month)	soil accumulation (kg/m ² /year)	accumulated soil height (cm/year)
Gili Sulat Island									
mixed natural forest	1	7.6	5.9	22	10	muddy	21	0.15	0.01
	2	22.5	7.7	66	20	muddy	21	0.20	0.01
	3	107.3	47.6	56	50	muddy	21	1.21	0.09
	4	957.6	651.1	32	70	sandy	21	16.54	1.18
	5	142.9	24.6	83	40	muddy	21	0.62	0.04
	6	1,662.7	1,123.2	32	75	sandy	21	28.53	2.04
	7	42.4	32.0	25	80	fine sandy	21	0.81	0.06
average		420.4	270.3	45.1	49.3		21	6.86	0.49
Bali site									
ex-tamback	8	889.2	409.9	54	-	muddy	32	6.83	0.49
<i>S.alba</i> natural forest	9	2,311.5	1,321.2	43	-	muddy	32	22.02	1.57
	10	2,663.4	1,585.5	40	-	muddy	32	26.43	1.89
	average		2,487.5	1,453.4	41.7		32	24.22	1.73
<i>R.apiculata</i> natural forest	11	1,350.0	893.3	34	-	muddy	32	14.89	1.06
	12	145.9	64.8	56	-	muddy	32	1.08	0.08
	13	551.0	198.5	64	-	muddy	32	3.31	0.24
	14	1,747.7	796.3	54	-	muddy	32	13.27	0.95
	15	193.9	80.7	58	-	muddy	32	1.35	0.10
	16	321.7	119.1	63	-	muddy	32	1.99	0.14
average		718.4	358.8	54.9		32	5.98	0.43	
Total average		819.8	460.1	48.9	49.3			8.70	0.62

note: accumulated soil height was calculated with the quantities and the relative density of soil (1.4 g/cm³).

2-5 E-04 a 成長量調査

(1) 目的

固定プロットの定期測定により、林分の樹木及び現存量の成長を推定し、造林地で期待できる成長及び蓄積推定の参考資料とする。

(2) 調査対象と試験調査方法

バリ島*S.alba*林、*R.apiculata*林、Gili Sulat島混交林に固定プロットを設置し、定期的に直径、樹高の測定を行った。各測定回ごとに、各プロットの直径、樹高分布及び、C-Dルールに基づくD-H曲線が求められ、林分構造の解析を行うとともに、アロメトリー式による現存量の測定を行った。その結果から、各林分の成長について推定した。

(3) 結果と考察

各林分とも現存量は増加の過程にある。樹高はほぼ限界に達しているが直径は成長を続けている。また、林分構造の解析から、これらの林分は過去に選択的な伐採を受けていることがわかった。

バリサイトでは*S.alba*林、*R.apiculata*の樹高は10~14m止まりであるが、直径は更に成長をつづけている。次ページ参照 (*S.alba*林の例)。

図2-8の直径頻度分布は選択的伐採と直径成長の状況、図2-8は林分の推定最大樹高を示している。また、現存量の成長の状況は図2-9に示されている。

対象とした林分は2次林と考えられるので、当プロジェクトの造林地の将来の成長の参考資料となりうると考えられる。

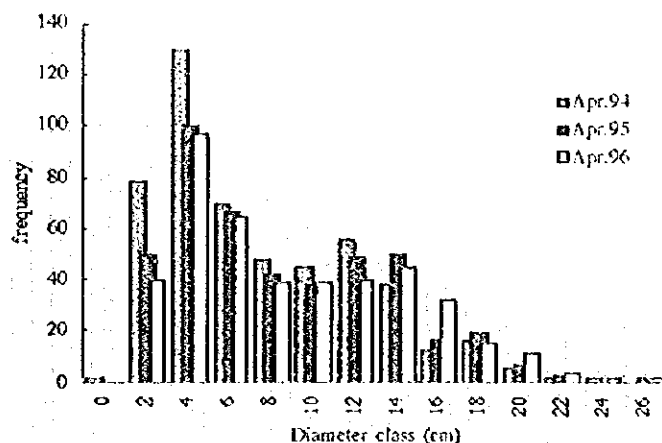


図2-8 Distribution change of Diameter over 3 years in the *S.alba* plot

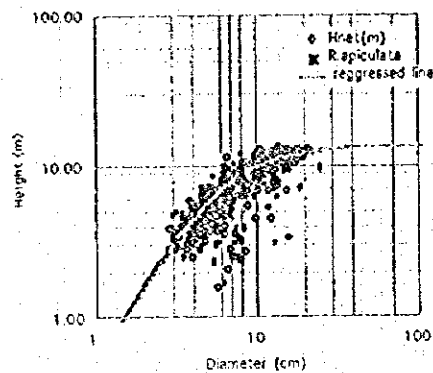


図2-9 D-H curve and the D&H relationship in the *S.alba* plot in 1996

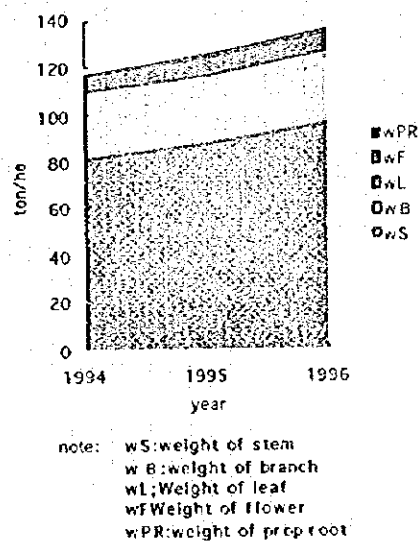


図2-10 Changes in biomass and its component in the *S.alba* natural forest

2-6 E-04 b リター生産量調査

(1) 目的

リクートラップにより、天然林のリター生産量及び年間の変化について調査し、マングローブ林の水系への栄養分供給等の貢献分析についての基礎資料とする。

(2) 調査対象と試験調査方法

S.alba、*R.apiculata*、*R.mucronata*、*B.gymnorhiza*についてリクートラップを設置し、一週間ごとに資料を回収し、各器官別に絶乾重量を測定した。

(3) 結果と考察

*S.alba*林、*R.apiculata*林、*R.mucronata*林、*R.mucronata*孤立木、*B.gymnorhiza*孤立木、の総リター生産量は各16.28、13.92、9.88、13.26、9.38ton/ha/年であった(表2-4)。

リターの器官別構成は図2-11に示すとおり。大部分は葉である。*S.alba*林、68.6% *R.mucronata*林では78.5%それぞれ葉によるものである。しかし、*R.apiculata*林、*R.mucronata*孤立木、*B.gymnorhiza*孤立木では、42.7%、46.1%と56.3%が生殖器官(花、実)によるものであった。構成割合は季節によってほとんど変化がなかった。

各樹種のリターフォールの年間変化はそれぞれ固有のパターンを示した。*R.apiculata*は雨期の中央に当たる1月にピークを持つ典型的なパターンを示した。これは、胎生種子の成熟落下が雨期に集中することによる(図2-12)。しかし、*S.alba*ではピークは雨期の初め11~12月に鋭いピークを示した。これは雨期の初めの雨嵐によるものである(図2

表2-4 litter production of mangroves in Bali (ton/ha/year)

	fruit & propagule	flower	flower & fruit	stamen	leaf	stem	bark	others	total	note
<i>S.alba</i> stand			2.71	0.27	11.08	2.06	0.01	0.14	16.28	3 year average
<i>R.apiculata</i> stand	4.47	1.47			7.50	0.45	0.00	0.02	13.92	3 year average
<i>R.mucronata</i> stand	1.15	0.58			7.76	0.12	0.00	0.27	9.88	in 1996
<i>R.mucronata</i> individual tree	5.01	1.11			7.11	0.06	0.00	0.03	13.26	in 1996 assumed 400 trees/ha
<i>B.gymnorhiza</i> individual tree	4.41	0.87			4.07	0.01	0.01	0.01	9.38	in 1996 assumed 1600 trees/ha

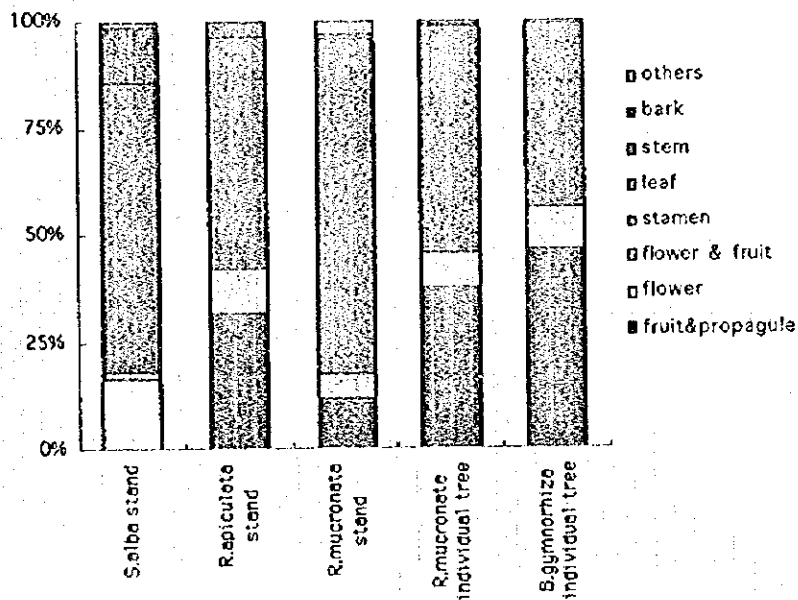


図2-11 Component ratio of litter fall

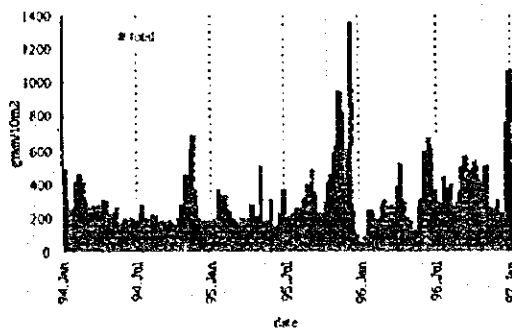


図2-12 Seasonal change in total litter fall of *S.alba*

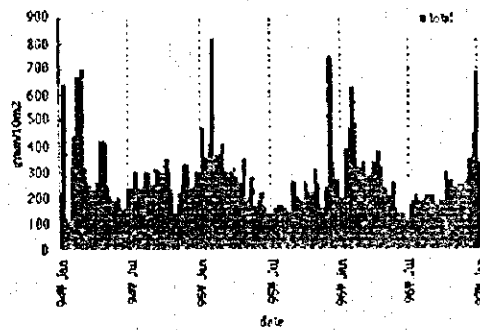


図2-13 Seasonal change in total litter fall of *R.apiculata*

図2-13)。リター量の季節変化は栄養分供給という点から、水系の生態系に影響を及ぼすものと考えられる。

2-7 E-05 天然林内更新調査

(1) 目的

天然林内の更新状況を調査し、造林事業の参考とする。

(2) 調査対象と試験調査方法

ロンボク・Gili Sulat島 *R.mucronata* 天然林内に照度条件の異なる11か所のモニタープロットを設置し、1994年9月から1997年3月にかけて調査を行った。各プロットの稚苗の増減及び成長について、定期的に調査記録するとともに、各プロットの相対照度を計測し、その関係を分析した。

(3) 結果と考察

新しい稚苗は主として雨期（9～2月）にプロット内に進入し、その後個体数がゆるやかに減少する（図2-14）。しかし、長期間で見れば、更新初期の稚苗の密度は進入と枯死のバランスにより、一定に保たれる傾向があった。

相対照度が高くなるほど稚苗の成長速度は大きかった。

R.mucronata は照度条件が悪い環境下で成長をせず、18年以上生存していた。

プロット内の個体本数及び枝数と相対照度の間には強い正の相関関係があった（図2-15、図2-16）。

相対照度15%以下で、プロット内への稚苗の進入、枯死の現存数に対する割合は高くなる傾向を示した（図2-17）。

R.mucronata は伐採前の樹冠下への苗木の植栽が可能と思われる。しかし、順調な成長には高い相対照度を必要とする。

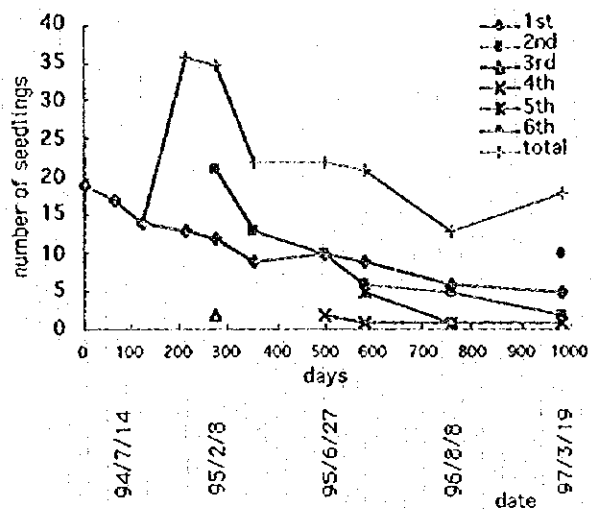


Figure 2-14 Change in number of seedlings and saplings in plot of

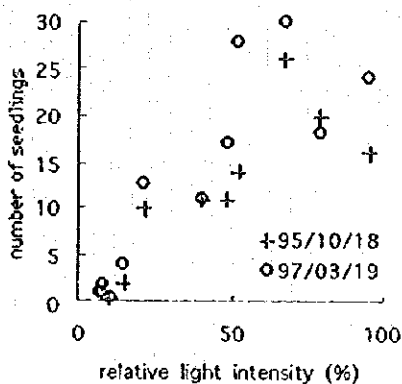


Figure 2-15 Relationship between the relative light intensity and the number of seedling

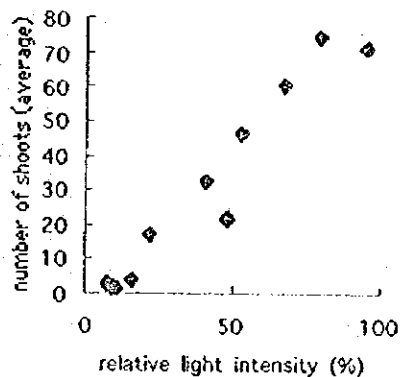


Figure 2-16 Relationship between the relative density and the number of shoots

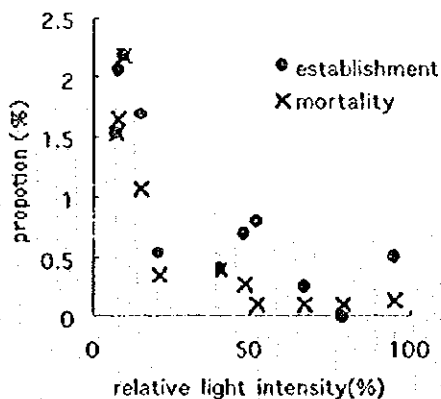


Figure 2-17 Relationship between the relative intensity and the occurring and mortality of new seedlings

2-8 E-06 種子成熟過程調査

(1) 目的

主要7樹種の種子成熟過程を観察し、その過程と期間及び結実率を明らかにし、種子採取の基礎資料とする。

(2) 調査対象と試験調査方法

バリ・ベノア湾マングローブセンター近隣の天然林及びタンバック土手に生育するの *R.apiculata*、*R.mucronata*、*B.gymnorhiza*、*S.alba*、*A.marina*、*C.tagal*、*X.granatum*の7樹種について、花芽に番号をつけて開花結実成熟に至る過程を定期的に観察した。

(3) 結果と考察

7樹種の種子成熟過程とその期間が明らかになった。参考として *R.apiculata* 及び *S.alba*の開花種子成熟過程のダイアグラムを図2-18及び図2-19に示した。

図2-20は各樹種の開花結実過程とその期間を示している。*Rhizophora*各樹種では開花結実過程はにているが、各段階に要する期間は大きく違った。また、樹種により、花芽形成から、結実落下に要する期間は大きく違った。

*R.apiculata*の花芽形成から結実落下に要する期間はもっとも長く23か月であった。これに対し *S.alba*、*A.marina*では3~4か月であった。

大きな果実(種子)をもつ熱帯性の樹種の通例とおり、結実率は非常に小さかった(表2-5)。

種子採取計画に当たっては各樹種の開花結実過程の特徴的な段階を把握することによ

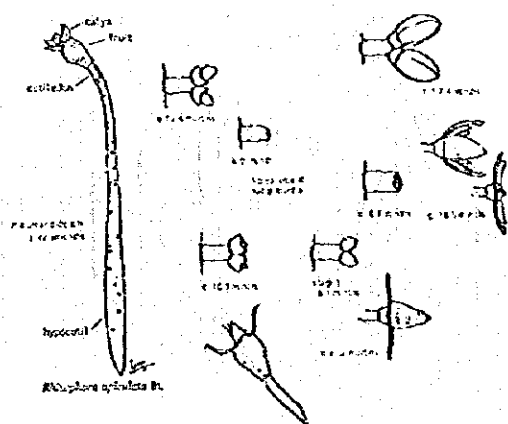


図2-18 Reproductive cycle of *R.apiculata*

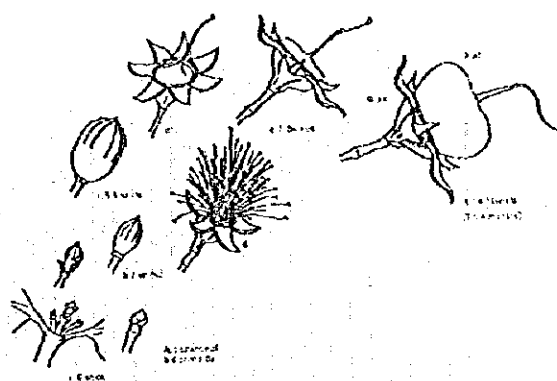


図2-19 Reproductive cycle of *S.alba*

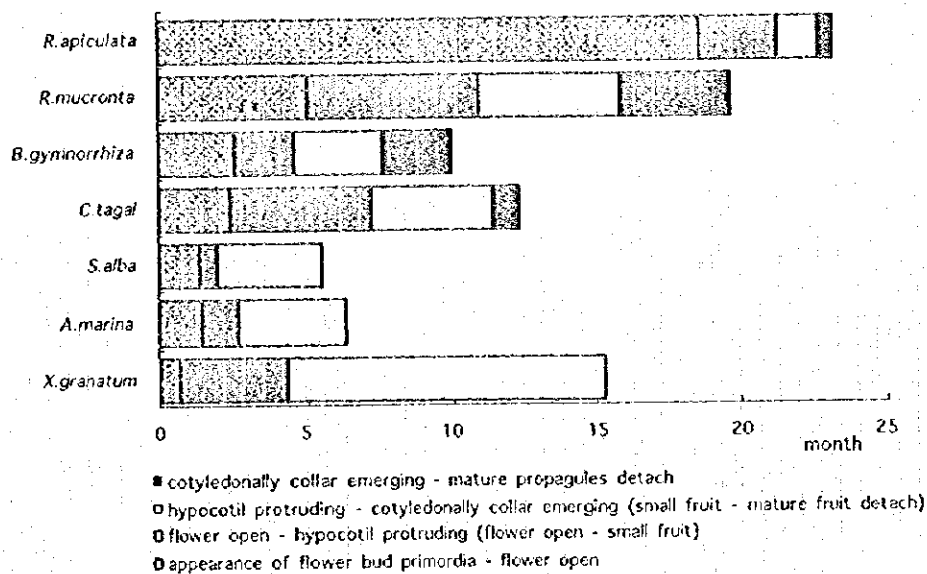


図2-20 Reproductive cycles in main mangrove species

表2-5 Rate of fertilizing and forming mature fruit from bud primordia

	fertilizing rate	mature fruit forming rate
<i>R. apiculata</i>	15%	11%
<i>R. mucronata</i>	28%	0.5-1%
<i>B. gymnorrhiza</i>	20%	18%
<i>C. tagal</i>	16%	5%
<i>S. alba</i>	-	-
<i>A. marina</i>	-	0-10%
<i>X. granatum</i>	4%	0.013%

note: figures were estimated from the shoot observations

り、結実の時期、量の予測が可能である。各樹種の開花種子成熟過程のダイアグラムは野外での正確な観察に役立つものと思われる。

2-9 E-07 種子生産量調査

(1) 目的

主要7樹種の種子生産量及び結実ピーク期間を調査し、種子採取活動の参考資料とする。

(2) 調査対象と試験調査方法

バリ・ベノア湾マングローブセンター近隣の天然林及びクンバック土手に生育するの *S. alba*、*R. apiculata*、*R. mucronata*、*B. gymnorrhiza* について、リクートラップを利用して、毎週資料を回収し、その量と形状について測定した。

(3) 結果と考察

各樹種の果実及び胎生種子の年間生産量が推定された。表2-6に各樹種の果実及び胎生種子の生産量、受精、結実率、及び成熟落下果実または胎生種子の形状を示した。

各樹種はそれぞれ固有の結実周期と時期を示した。図2-21、図2-22、図2-23及び図2-24に*S.alba*、*R.apiculata*、*A.marina*及び*B.gymnorhiza*の調査期間中の成熟落下果実または胎生種子の落下数の変化を示した。

調査結果は種子採取活動の計画の参考資料として使用が期待される。また、成熟落下果実または胎生種子の形状は優良種子または胎生種子の選別基準として利用できると考えられる。

表2-6 Fruits or propagule production in main mangrove species in Bali
(1,000 unit/ha/year for stand, unit/tree/year for isolated tree)

		production reproductive organ total	(number) mature fruit or propagule	proportion to the number of flowers (%) fertilization	mature fruit or propagule	average size of mature propagule or fruit (L:length, D:diameter)
<i>R.apiculata</i>	stand	5,898	272	6.2-11.4	3.0-4.6	L:23cm, D:14.6mm
<i>S.alba</i>	stand	1,323	152	36.7-46.2	10.8-12.3	D:40mm
<i>R.mucronata</i>	stand	2,508	18	4.0	0.7	L:60cm, D:20mm
<i>R.mucronata</i>	isolated tree	4,526	48	6.9	0.8	
<i>B.gymnorhiza</i>	stand	2,197	277	14.3	12.6	L:19cm, D:15.6mm
<i>A.marina</i>	stand	275,490	6,595	17.1	2.4	L:16mm
<i>A.lanata</i>	isolated tree	327,685-620,607	1,043-84,905	13.0-38.1	0.3-25.7	
<i>C.tagal</i>	isolated tree	1,229-2,067	136-168	15.4-17.0	9.1-11.1	L:24cm, D:9.5mm
<i>X.granatum</i>	isolated tree	83,784-187,611	3-13	1.3-8.3	0.004-0.0007	D: more than 10cm

note: a fruit of *S.alba* and *X.granatum* contain 100-150 and 12 normal seeds respectively.

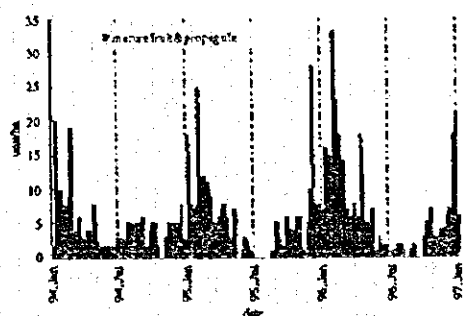


図2-21 Seasonal changes in mature propagule litter fall from *R.apiculata* stand

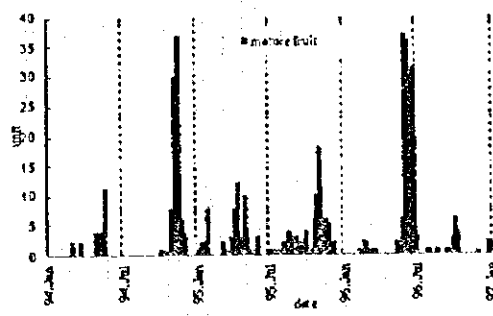


図2-22 Seasonal changes in mature fruit litter fall of *S.alba* stand

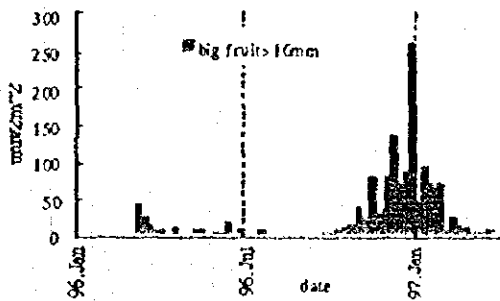


図 2-23 Seasonal changes in mature fruit propagule litter fall of *A. marina* stand

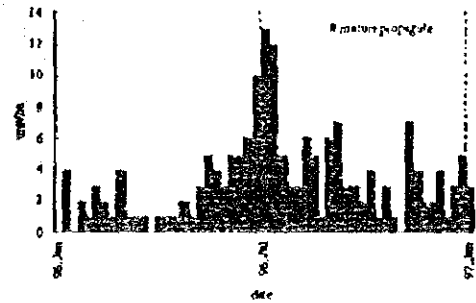


図 2-24 Seasonal changes in mature litter fall from *B. gymnorrhiza* isolated tree

(1) その他

調査項目E-06及びE-07の一部は“Phenological studies on mangrove in Indonesia (I)-flowering and fruiting seasons of *Rhizophora apiculata* BL on Bali island-”としてFORTROP '96 symposium in November 1996で発表された。

2-10 E-08 動物層変遷調査

(1) 目的

天然林及び造林地内の動物層について観察調査を行い、マングローブ林の動物資源かん養の基礎資料とする。

(2) 調査対象と試験調査方法

天然林及び造林地内の動物層について観察が行われ、リスト及び、一部については、写真及び標本が作成された。種の同定及び詳細な調査は専門の知識を有する短期専門家その他によった。

(3) 結果と考察

観察された種は分類し、インベントリーリストとして取りまとめられた(表2-7)。

南半球から北半球への渡り鳥の中継点としてバリ島には多数の鳥類が立ち寄る。

多種のかに類が観察された。

動物層の調査研究には、鳥類、魚類、ほ乳類、甲殻類、昆虫など各分野について、それぞれ個別の専門的な知識と経験が必要であるため長期専門家は観察された種について写真を撮り、標本を作製した。詳細な調査及び同定は、必要であれば、フォローアップ期間に、各動物の分野ごとの短期専門家によって行われるものとする。

表 2 - 7 List of fauna in the plantation area and natural forest in the vicinity of the Mangrove Center

Birds

37 kinds

FREGATIDAE (Frigatebird)	
1. Great Frigatebird	<i>Fregata minor</i>
ARDEIDAE (Herons, Egret)	
2. Purple Heron	<i>Ardea cinerea</i>
3. Intermediate Egret	<i>Egretta intermedia</i>
4. Little Egret	<i>Egretta garzetta</i>
5. Pacific Reef Egret	<i>Egretta sacra</i>
6. Javan Pond Heron	<i>Ardeola speciosa</i>
7. Little Heron	<i>Butorides striatus</i>
8. Black-crowned Night Heron	<i>Nycticorax nycticorax</i>
CICONIIDAE (Stork)	
9. Milky Stork	<i>Mycteria cinerea</i>
CHARADRIIDAE (Plover)	
10. Pacific Golden Plover	<i>Pluvialis fulva</i>
SCOLOPACIDAE (Curlew, Sandpiper)	
11. Whimbrel	<i>Numenius phaeopus</i>
12. Eastern Curlew	<i>Numenius madagascariensis</i>
13. Common Redshank	<i>Tringa totanus</i>
14. Wood Sandpiper	<i>Tringa glareola</i>
15. Common Sandpiper	<i>Actitis hypoleucos</i>
16. Great Knot	<i>Calidris tenuirostris</i>
COLUMBIDAE (Doves)	
17. Spotted Dove	<i>Streptopelia chinensis</i>
18. Island Turtle Dove	<i>Streptopelia bitorquata</i>
CUCULIDAE (Cuckoo)	
19. Plaintive Cuckoo	<i>Cuculus merulinus</i>
CAPRIMULGIDAE (Nightjar)	
20. Savannah Nightjar	<i>Caprimulgus macrurus</i>
APODIDAE (Swift)	
21. White-bellied Swiftlet	<i>Collocalia esculenta</i>
ALCEDINIDAE (Kingfishers)	
22. Small Blue Kingfisher	<i>Alcedo coerulescens</i>
23. Collared Kingfisher	<i>Halcyon chloris</i>
24. Sacred Kingfisher	<i>Halcyon sancta</i>
MEROPIIDAE (Bee-eater)	
25. Blue-tailed Bee-eater	<i>Merops philippines</i>
CHILOROPSEIDAE (Iora)	
26. Common Iora	<i>Aegithina tiphia</i>
PYCNONOTIDAE (Bulbul)	
27. Yellow-vented Bulbul	<i>Pycnonotus goiavier</i>
CORVIDAE (Crow)	
28. Large-billed Crow	<i>Corvus macrorhynchos</i>
ACANTHIZIDAE (Australian Warbler)	
29. Golden-bellied Flyeater	<i>Gerygone sulphurea</i>
SYLVIIDAE (Old World Warbler)	
30. Bar-winged Prinia	<i>Prinia familiaris</i>
MUSCICAPIDAE (Flycatcher)	
31. Pies Fantail	<i>Rhipidura javanica</i>
ARTAMIDAE (Woodswallow)	
32. White-breasted Woodswallow	<i>Artamus leucorhynchus</i>
LANIIDAE (Shrike)	
33. Long-tailed Shrike	<i>Lanius schach</i>
STURNIDAE (Myna)	

	34. White-vented Myna	<i>Acridotheres javanicus</i>	
	NECTARINIIDAE (Sunbird)		
	35. Olive-becked Sunbird	<i>Nectarina jugularis</i>	
	ESTRILDIDAE (Munias)		
	36. Javan Munia	<i>Lonchura leucogastroides</i>	
	37. Scaly-breasted Munia	<i>Lonchura punctulata</i>	
		(Identified by Mr. Hitoyuki Hatori)	
Crustacean,			20 kinds
	Penaeidae,		3 kinds
	<i>Penaeus ? semisulcatus</i>		
	<i>Penaeus (Femteropenaeus) indicus</i>		
	<i>Metapenaeus ? moyebi</i>		
	Alpheidea,		1 kinds
	<i>Alpheus ? lobidens</i>		
	Laomediidae,		1 kinds
	<i>Laomedea ? astacina</i>		
	Thalassinidae,		1 kinds
	<i>Thalassina sp.</i>		
	Portunidae,		3 kinds
	<i>Portunus pelagicus</i>		
	<i>Scylla serrata (2 types)</i>		
	<i>Thalassina crenata</i>		
	Grapsidae,		3 kinds
	<i>Metopograpsus latifrons</i>		
	<i>Sesarmops ? impresum</i>		
	<i>Neopisesarma (Neopisesarma) lafondi</i>		
	Gecarcinidae,		1 kinds
	<i>Cardisoma carnifex</i>		
	Ocypodidae,		10 kinds
	<i>Uca (Thalassuca) vocans</i>		
	<i>Uca (Deltuca) dussumieri dussumieri</i>		
	<i>Uca (Deltuca) coarctata coarctata</i>		
	<i>Uca (Deltuca) demani demani</i>		
	<i>Uca (Australuca) bellator bellator</i>		
	<i>Uca sp. (U.triangularis ?)</i>		
	<i>Uca sp. (U.crassipes ?)</i>		
	<i>Uca sp.</i>		
	<i>Macrophthalmus (Venitus) latreillei</i>		
	<i>Macrophthalmus (Mareotis) pacificus</i>		
	Xanthidae (not identified),		1 kinds
		(Identified by Dr. Hiroshi Suzuki and Mr. Hitoyuki Hatori)	
Reptile,			5 kinds
	Varanus (in natural forest)		
	Sea snake (in natural forest, small in size, black and yellow spots, venomous)		
	Snake (in nursery, small, black in color)		
	Snake (in water at the site of old farm, large, black in color, venomous)		
	Snake (in natural forest, small, green in color, venomous)		
Mammal,			2 kinds
	Rat (in natural forest, nursery)		
	Monkey (on Gili Sulat Island)		
Fish,			4 kinds
	Halfbeak family (in natural forest)		
	Four other fishes		

2-11 E-09 病害獣虫調査

(1) 目的

病害獣虫及び生物被害について調査し、造林事業の基礎資料とする。

カイガラムシについて、集中して調査を行う。

(2) 調査対象と試験調査方法

天然林及び造林地に発生した病害虫について観察記録し、写真及び標本を作製した。

造林地内のカイガラムシの感染率と被害率について定期調査を行った。造林木の葉は被害の程度によってわけ、2週間ごとに1995年12月から1996年12月までその変化を調査記録した。同時に被害木の樹高及び最低枝下高も計測された。

(3) 結果と考察

特徴的な被害は、銚色のアリ、カメムシ、小型の甲虫、カイガラムシ、及び4種のカニ類によるものであった。表2-8に観察された病害獣虫のリストをあげた。

R. mucronata の造林木を中心に最も大きな被害を及ぼしたものはカイガラムシ *Aulacaspis* sp. であった。苗木へのカイガラムシ接種、継続観察によりこの種のライフサイクルが明らかになった。1世代は36~42日であり、バリでは年間に9~10世代が交代することとなる(表2-9、図2-25)。また、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorhiza* の苗木にカイガラムシを接種、継続観察した結果、その被害の程度に差はなく、約130日で枯死した。以上のことから、カイガラムシの感染は樹種にかかわらず、初期の造林木にとって非常に大きいことがわかった。

R. mucronata の造林地では、感染の大きな被害を受けた葉は、樹高85cm以上の造林木にのみ見られた。これは、造林木が大潮の満潮線以上樹高に達したとき、被害が大きくなることを示している(図2-26)。大きな被害を受けた葉を持つ造林木が枯死にいたるまで約5か月を要した。

詳細な調査及び対処方法については、昆虫を専門とする短期専門家により、フォローアップ期間に造林部門の課題として行われる予定である。

(4) その他

カイガラムシ *Aulacaspis* sp. のライフサイクルと各樹種への初期感染における違いについては、尾崎短期専門家により日本応用動物昆虫学会で発表された。

表 2 - 8 List of pests observed at the site:

Insects: In the natural forest:

Amber ant
Middle ant
Small ant
Large soldier-bug
Middle soldier-bug
Small beetle
Seed borers

Scolytidae *Poecilips fallax* Eggers
(Identified by Dr. Teru Nobuchi)

In the plantation areas

Scale insect

Aulacalpis sp.

In the nursery:

Longicorn
Grasshopper
Small ant
Aphid
Middle soldier-bug like insect
Small soldier-bug
Small leaf beetle
Small rice insect
Moth larvae
Moth larvae
Moth larvae

Tricliona sp.

Capua endocyya

Lasiognatha leveri

Dasychira sp.

(Identified by Drs. Rocickon, Museum Zoologicum Bogoriense and Mr. Hachinohe)

Crabs: In the natural forest and nursery:

Metopograpsus latifrons
Neopisesarma lafouadi
Sesarmops? impressum
Cardisoma carnifex

(Identified by Dr. Hiroshi Suzuki)

Scale insect:

In Bali:

Pseudococcidae コナカイガラムシ科

Planococcus lilacinus (COCKERELL) *S.alba* (fruit, peduncle)

often found in specific conditions

タイワンコナカイガラムシ

Pseudococcus sp.

B.gymnorrhiza (young branch)

Coccidae カタカイガラムシ科

Coccus hesperidum L.

S.alba (leaf)

sometimes found in the nest of fire ant

ヒラタカイガラムシ

Asterolecaniidae フサカイガラムシ科

aerococcus (?) sp.

E.agallocha (branch) often found in specific conditions

Diaspidae マルカイガラムシ科

Aulacaspis sp.

C.inophillum (leaf)

Cionaspis sp.

X.granatum, *B.gymnorrhiza*,
R.apiculata, *R.mucronata*

often found in fish-pond area, cause cause strong chlorosis

(leaf, branch)

Chrysomphalus ficus ASHMEAD

X.granatum

アカホシマルカイガラムシ

<i>Hemiberlesia latanize</i> (SIGNORET) ヤシシロマルカイガラムシ	<i>N. fruticans</i> (fruit, peduncle)	found in the town area
<i>Lepidosaphes</i> sp.1	<i>T. populnea</i> (branch) conditions	often found in specific conditions
<i>Lepidosaphes</i> sp.1 <i>Parlatoreopsis</i> sp.	<i>N. fruticans</i> (fruit, peduncle, leaf) <i>E. agallocha</i> , <i>T. populnea</i> , <i>H. tiliaceus</i> (branch)	found in the town area
<i>Pinnospis hibisci</i> TAKAGI ハイビスカスシロカイガラムシ	<i>T. populnea</i> , <i>H. tiliaceus</i> (branch)	found in fish-pond area
Lombok:		
Pseudococcidae コナカイガラムシ科		
<i>Planococcus lilacinus</i> (COCKERELL)	<i>A. marina</i> (seedling)	
<i>Pseudococcus</i> sp.	<i>A. marina</i> (seedling)	
Coccidae カタカイガラムシ科		
<i>Ceroplastes</i> sp.	<i>T. catappa</i> (branch)	
<i>Coccus</i> sp. ヒラタカタカイガラムシ	<i>R. mucronata</i> (leaf)	
<i>Eulecanium</i> (?) sp.	<i>R. mucronata</i> (seedling)	
Diaspididae マルカイガラムシ科		
<i>Aspidiotus</i> sp.	<i>R. mucronata</i> , <i>R. stylosa</i> (leaf)	found on Gili Petangan cause strong chlorosys
<i>Duplaspidiotus</i> sp.	<i>R. mucronata</i> (leaf)	found on Gili Petangan
<i>Fiorinia</i> sp.1	<i>R. mucronata</i> (leaf)	found on Gili Petangan
<i>Fiorinia</i> sp.2	<i>R. mucronata</i> (leaf)	found on Gili Petangan
<i>Lepidosaphes</i> sp.3	<i>R. mucronata</i> , <i>R. stylosa</i> (leaf, branch)	found on Gili Petangan cause strong chlorosys
<i>Leucaspis</i> sp.	<i>R. mucronata</i> (leaf)	
<i>Lindingaspis</i> sp.	<i>R. mucronata</i> (leaf, branch)	found on Gili Petangan
<i>Neoparalatoria</i> sp.	<i>R. mucronata</i> (leaf)	
<i>Octaspidiotus</i> sp.	<i>R. mucronata</i> (propagule, seedling)	
<i>Paralatoria</i> sp.	<i>R. mucronata</i> (leaf, branch)	
<i>Pseudaulacaspis</i> sp.	<i>R. mucronata</i> , <i>R. stylosa</i> (leaf, branch)	found on Gili Petangan cause strong chlorosys

(Identified by Dr. Shozo Kawai)

表 2 - 9 Dates when crawlers were transferred and when next generation crawlers emerged, and generation time for the four generations of *Aulacaspis* sp.

crawler transfer	emergence of next generation crawlers	generation time (days)
22 January	27 February	36
26 February	4 April	37
3 April	7 May	34
7 May	18 June	42

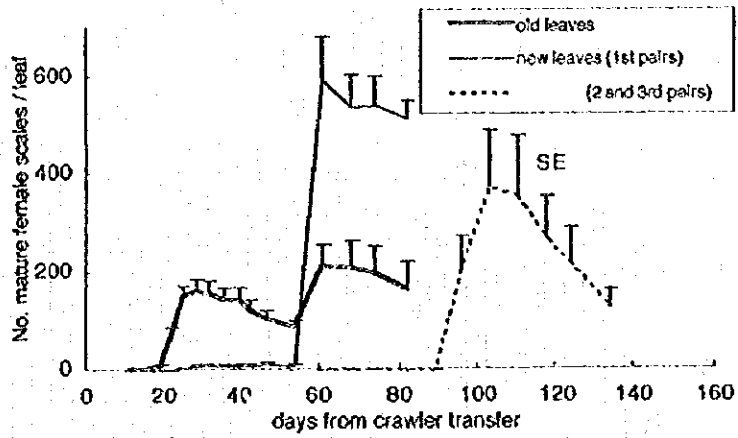


图 2-25 Changes of mature female scales per leaf

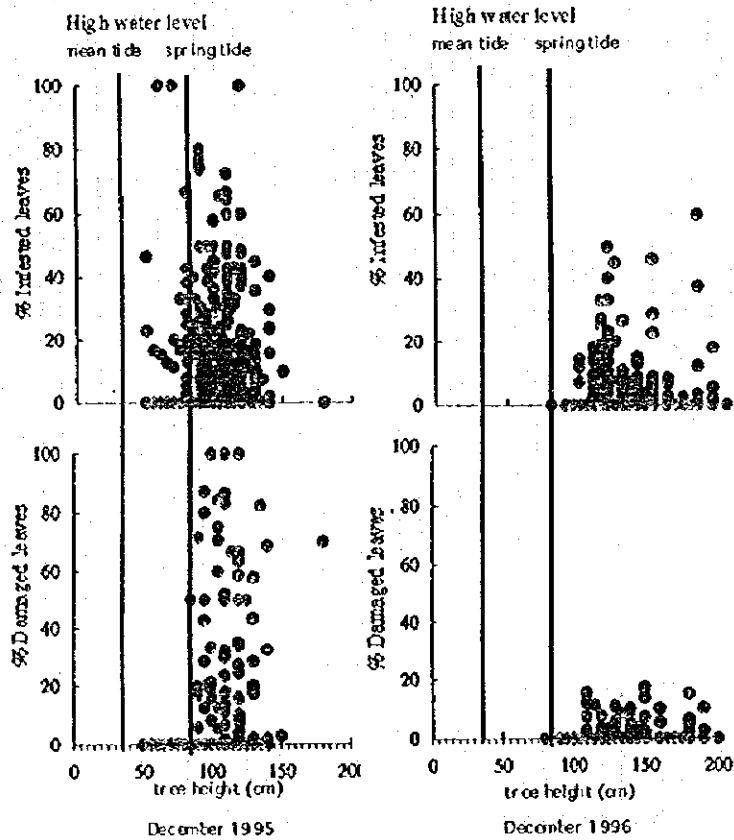


图 2-26 Tidal effects on leaf damages caused by scale insects