

添付資料4. 播種方法

1 3胎生種子の播種におけるポット挿込み深さの検討

目的：

胎生種子の幼根は胚軸下部先端にあり、その長さは*R. mucronata*が約2.5-3cm、*R. apiculata*が1cm、*B. gymnorhiza*で約0.5cmの申になっている。この胚軸下部先端をポットの中央部に挿込んで養苗するが、その挿し込み深さによって形成される根系を調査して適切な挿込み深さを選定する。

方法：

ポットの底まで差し込んで貧弱な変形した根系が時々見られる。ここではプラスチックの苗木箱に入れた直径8cm、深さ15cmのポットに挿込み深さを10cm及び5cmの2段階にして陸上で養苗して各々形成された根系を調査した。供試した樹種は*R. mucronata*、*R. apiculata*及び*B. gymnorhiza*の3種で、1段階について15本の胎生種子を使用した。

結果と考察：

樹種別の平均測定値を表Ap.4.6a,b,cに示す。

供試3樹種の根系について、根系の高さ、根の乾燥重量及びTR率について、浅く差し込んだ5cm挿込みが優れている。また10cm挿込みでは幼根部付近から発根した正常な根の他にその上部に細根を発根して2層となっている苗木が多く見られた。なを上層は根系の高さの数値にはいれていないが、重量には含んでいる。

この結果から、浅く差し込んだ5cm挿込みが優れており、幼根部がポット用土に隠れる程度に挿し込むことが最も良好と考えられるが、苗木の倒伏。あるいは潮汐似よる流失防止のため、最も長い*R. mucronata*は7~8cmの深さ、他は5cmの深さを目処に挿込めばいいことになる。

また浅く挿し込んで養苗することは、胚軸地上部が長くなることになり、苗長を比較する場合には有利になる。

なを各残り5本は予備として同様に養苗したが、被害等がなかったので、それぞれ1ヶ月或いは2ヵ月養苗を延長して同様に調査したが、ほぼ同じ結果を示した。

表Ap.4.6a *R. mucronata*

養苗期間 (月)	挿し込み (cm)	種子木数	成長量 (cm)	節間数	根系高さ (cm)	根系乾燥重量 (g)	TR率
3	10	10	16.5	2.0	8.0	2.8	1.5
	5	10	19.3	2.0	10.7	3.4	1.4
5	10	5	21.2	2.8	9.7	5.1	1.4
	5	5	19.7	3.0	11.5	5.7	1.3

表Ap.4.6b *R.apiculata*

発苗期間 (月)	挿し込み (cm)	種子本数	成長量 (cm)	節間数	根系高さ (cm)	根系乾燥重量 (g)	TR率
4	10	10	14.7	3.0	6.3	2.0	2.0
	5	10	15.2	3.0	11.8	2.6	1.5
5	10	5	21.1	3.4	11.8**	1.4	3.7
	5	5	12.5	3.2	10.1	2.4	2.3

\*\*measurement of double layer root

表Ap.4.6c *B.gymnorrhiza*

発苗期間 (月)	挿し込み (cm)	種子本数	成長量 (cm)	節間数	根系高さ (cm)	根系乾燥重量 (g)	TR率
3	10	10	28.7	4.0	4.9	1.4	2.7
	5	10	27.0	4.5	9.4	1.5	2.5
5	10	5	29.0	6.0	5.5	2.0	3.4
	5	5	28.4	6.8	9.8	2.2	2.2

## 2. 調査研究

### 2-1 調査研究計画

#### 2-1-1 調査研究課題

事業実施計画をもとに苗木生産活動を実施するため、育苗技術を開発し、健全苗木の供給を主目的に1993年10月、育苗事業に係わる調査研究として下記の6研究課題を設定した。

1994年1月、作業監理調査団の来訪によって各課題の検討がなされ優先順位(A>B>C)がそれぞれ付された。ただし、(6)については特に必要性が高くないので中止された。

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| (1) 苗木の成長調査                         | A |
| (2) 適正用土の検討                         | C |
| (3) 育苗及び植栽した苗木の活着と成長に及ぼす冠水持続時間の影響   | B |
| (4) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす日射量の影響    | A |
| (5) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす冠水塩分濃度の影響 | B |
| (6) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成長に及ぼす施肥効果試験    | C |

#### 2-1-2 調査研究課題の設計

6研究課題は次のように設計された。

##### (1) 苗木の成長調査

事 項	内 容
1 むらい、期待する成果	健全苗木の育成 成木苗木、種子長時貯蔵後の計測による発根可能率の異なり方や経過時間差の把握
2 サンプル、プロットの設定、設置、取り方	プロット日数、各段階、50本
3 計測方法	各段階とも活着率、発根時間の長さの比較、 健全苗木～成木上級の苗木長さ 普通苗木～未発根苗木の苗木長さ調査
4 計測時期	月 1日
5 分析の仕方	月別成長の調査、苗木ランダム抽出による比較
6 取りまとめの時期(中間、最終)	毎年度の最終時





8か月前後経過した時点で測定を終了した。供試個体数は各樹種50本である。

<結果と考察>

各樹種の伸長量を図2-1に示す。*B. gymnorrhiza*、*A. marina*の成長が極めて良好であることが明らかである。播種後1か月目に既に20cm近くに達し、その後も順調に伸長成長を続け7~8か月後には50cm程度になった。一方、*S. alba*や*R. apiculata*の成長は非常に遅い。伸長量は8か月经過しても*S. alba*でようやく20cm、*R. apiculata*は15cmに満たない。表1-3に示した山行苗の規格に達する平均的な期間を算出すると、最も早いもので*B. gymnorrhiza*の1か月、続いて*A. marina*の2か月、*R. mucronata*の3か月、最も期間を要するもので*S. alba*、*R. apiculata*の4か月であった。

*R. apiculata*の成長はかなり劣るが、仮苗畑において実施した同樹種の成長試験では播種後5か月で事業苗畑の2倍、22cmの伸長量を記録している。両苗畑における伸長量の違いは、冠水環境が違っている可能性があり、本試験を実施した事業苗畑の地盤高が*R. apiculata*の育苗には高すぎる可能性があり、換言すれば、*B. gymnorrhiza*や*A. marina*の育苗に最適な地盤高にあったのではないと思われる。

今後、上述の地盤高を考慮した成長試験を行い、その結果をもとに、より木目の細かい樹種毎の育苗の開発を目指す必要がある。結果次第では、一部、事業苗畑の地盤高の改修、あるいは冠水管理手法の改良を行わなければならない可能性がある。

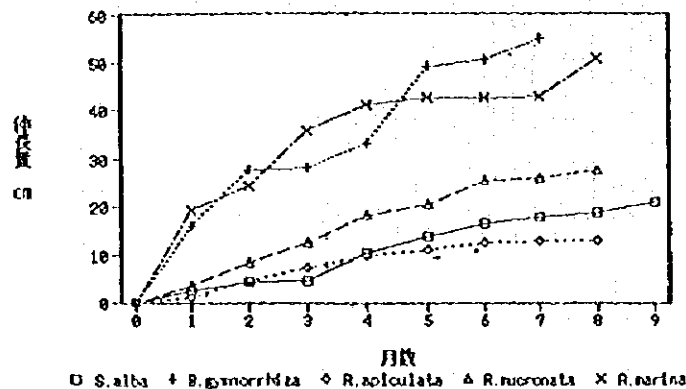


図2-1 苗木の平均伸長成長量

2) 苗木の成長試験 II

担当：八戸 英喜、Yusuf Komar、Fatahur Rochim

<目的>

胎生種子、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*の3樹種について異なる養苗期間でポット苗木養苗し、それらの伸長成長と養苗期間の関係を把握する。さらにこの異なる養苗期間の苗木を造林地に植栽しその活着率及び初期伸長成長を比

較して適切な山出し苗木規格を検討する。

#### <方法>

養殖池跡地の堤防から採取しフルイにかけた土を充填した直径8 cm、深さ15cmのポットに播種した。養苗期間及び各苗床地盤高は表2-1に示す。試供個体数は各樹種別、養苗期間別に150本、3プロットに分けて苗床に配置して、養苗した。1か月毎に、伸長量及び節間数を測定した。

さらに各プロットから30本の苗木を選び、造林地の養殖池跡地に植栽し、7か月経過後に伸長量及び節間数を測定した。

#### <結果と考察>

各樹種の苗木の平均伸長成長量を図2-2、苗木の成長の各平均測定値を表2-2に示す。また、植栽した苗木の成長量については表2-3に示す。

苗木の伸長成長量については3樹種ともに養苗期間の短い苗木のほうが優れた伸長量を示した。これは短期期間養苗の苗木が雨期にかかり、雨期の雨水による灌水の効果に因るものと考えられる。図2-3に示すように、全樹種ともに短期育苗期間の苗木の初期の節間が長くなっており、初期伸長量が、乾期に播種された長期育苗期間の苗木より大きくなっていることから判断される。苗木の灌水は、自然の潮汐によるように設定されているが乾期の植え付けではまだポットの冠水時間が十分でなかったと考えられるので、人工の灌水で補助する必要がある。

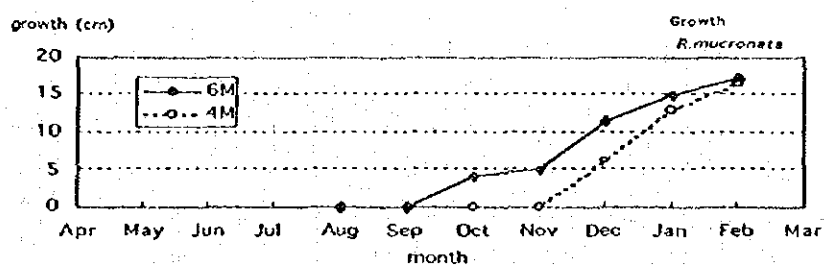
一方、造林地に植栽されたこれらの苗木の成長量について*B.gymnorrhiza*で、養苗期間の短い苗木成長が劣ったが、活着率がすべて非常に高いので、特に優れた育苗期間は判別できないが、灌水、被陰を調節しながら短期育苗期間を基準にして育苗することになる。

表2-1 播種条件

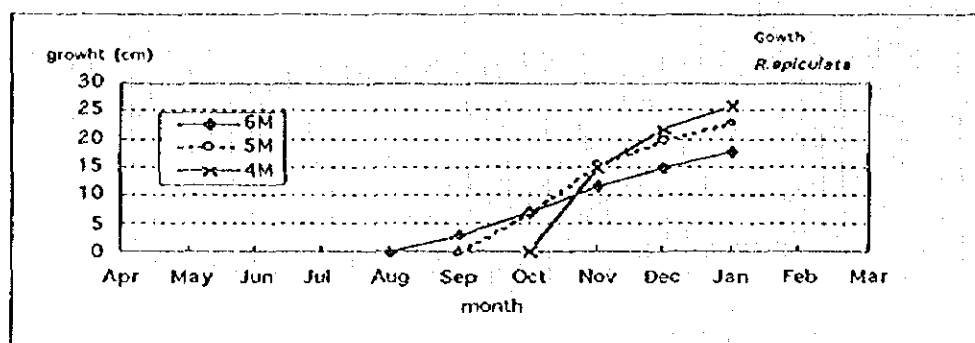
樹種	育苗期間 (月)	播種時期 1995年	苗床地盤高 (冠水深)
1. <i>R.mucronata</i>	6	9月	80 cm
	4	10月	
2. <i>R.apiculata</i>	6	8月	80 cm
	5	9月	
	4	11月	
3. <i>B.gymnorrhiza</i>	5	8月	60 cm
	4	9月	
	3	10月	

表 2 - 2 苗木伸長量

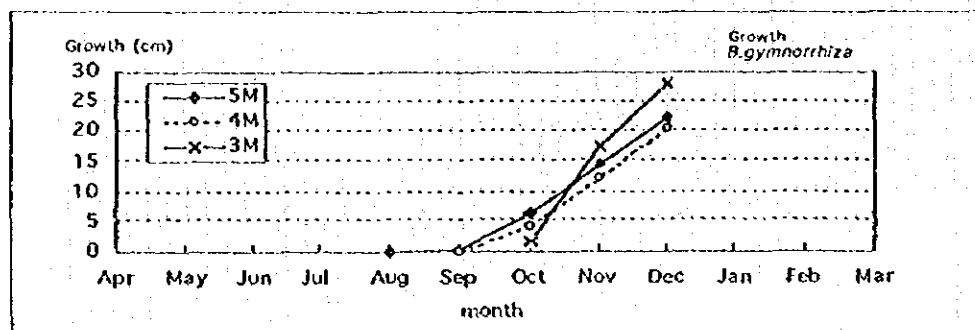
樹種	育苗期間 (月)	平均伸長量 (cm)	平均節間數	葉數
<i>R. mucronata</i>	6	17.1	3.3	6~8
	4	16.5	2.4	4~6
<i>R. apiculata</i>	6	17.6	3.7	6~8
	5	22.8	3.5	6~8
	4	25.9	3.1	6~8
<i>B. gymnorrhiza</i>	5	22.2	5.6	8~10
	4	20.3	4.6	6~8
	3	27.3	4.6	6~8



a. *R. mucronata*



b. *R. apiculata*



c. *B. gymnorrhiza*

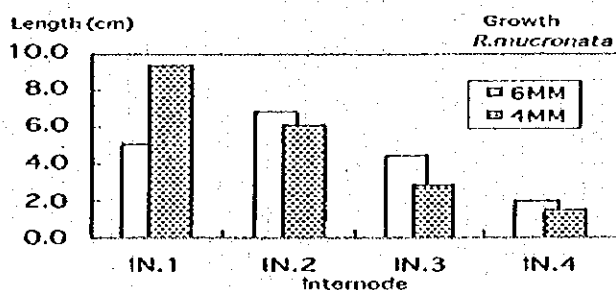
図 2 - 2 苗木伸長過程



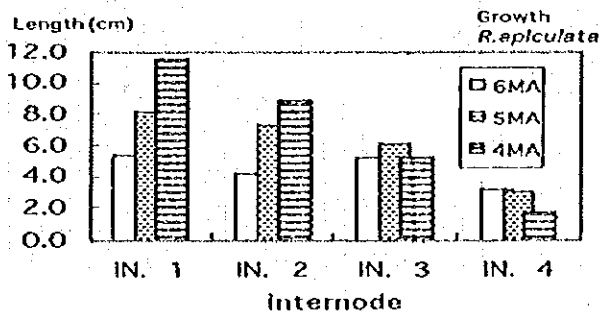
表 2 - 3 植栽木初期伸長量

樹種	育苗期間 (月)	平均伸長量 (cm)	活着率 (%)	備考
<i>R. mucronata</i>	6	7.5	99	倒伏枯死
	4	18.1	100	
<i>R. apiculata</i>	6	9.2	99	倒伏枯死
	5	8.3	100	
	4	10.4	96	
<i>B. gymnorhiza</i>	5	23.6	98	虫害枯死 倒伏枯死
	4	20.9	98	
	3	16.0	100	

a. *R. mucronata*



b. *R. apiculata*



c. *B. gymnorhiza*

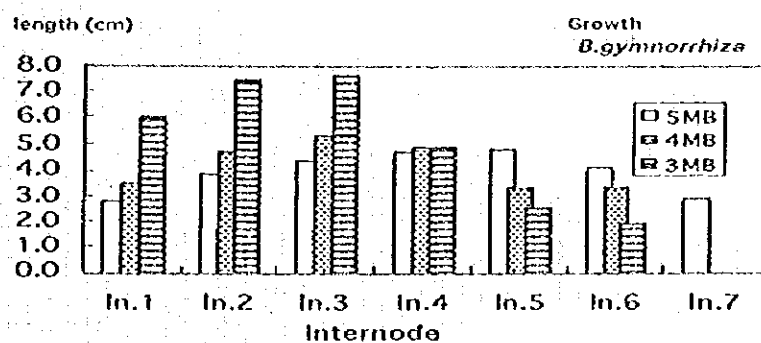


図 2 - 3 節間別伸長量

### 3) 苗畑地盤高別胎生種子苗木の成長

担当：八戸 英喜、Oliva Suko、Fatahur Rochim

<目的>

潮間帯苗畑では苗木の灌水は自然の潮汐によって行われ、苗床の灌水条件は苗床の

地盤高による。当苗畑ではベノア湾の最高満潮位（260cm）より60cm下げた、冠水深60cmに苗畑の地盤高を設定している。この地盤高では1か月に2回の小潮満潮時に合計9～10日間潮汐が苗畑に到達できない。これをさらに20cm掘り下げた冠水深80cmでは1か月間に2回ある小潮満潮時に合計3～4日潮汐が苗床に到達しない。この2段階の苗床地盤高で*R.apiculata*、*B.gymnorrhiza*及び*R.mucronata*を養苗し、苗木の成長を比較して各々の適切な地盤高を選ぶ。

#### <方法>

*R.apiculata*については、供試種子を各50本、ポットサイズ直径10cm、高さ15cm、播種は1995年10月、養苗期間は4か月とし、*B.gymnorrhiza*及び*R.mucronata*については各60本、ポットサイズ直径8cm、高さ15cm、播種は1996年12月、各養苗期間は4か月と5か月とし、2段階の地盤高で育苗した。調査は、1月毎に伸長量及び節間数を測定し、最終調査で苗木の乾燥重量を測定した。

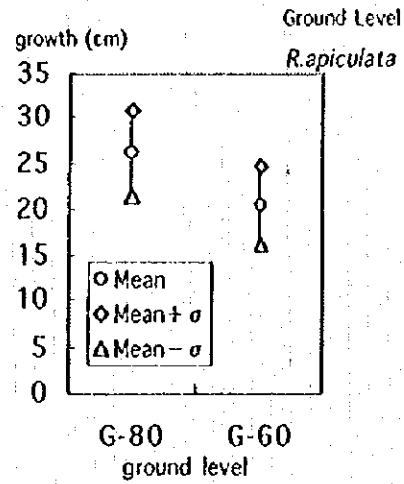
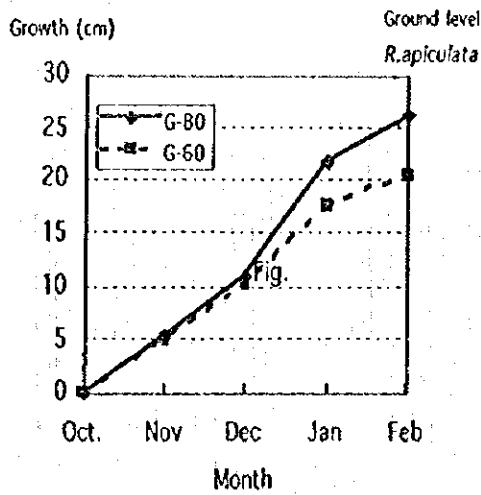
#### <結果と考察>

苗床地盤高別の苗木平均伸長過程及伸長量を図2-4に、月別の平均節間数を表2-4に示し、最終調査での各平均節間長を図2-5に、乾燥重量の平均TR率を表2-5に示す。

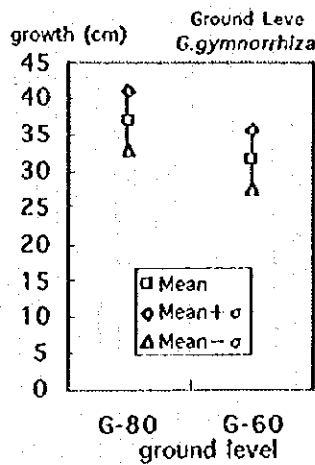
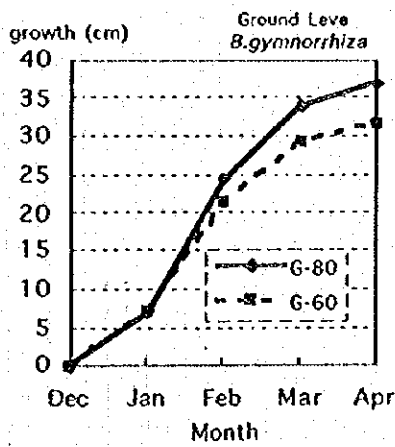
各樹種の地盤高別伸長量は、最終調査で、3樹種とも地盤高冠水深80cmでの養苗苗木が優れた結果を示した。しかし、TR率については全樹種とも地盤高冠水深60cmでの養苗苗木が良い結果を示した。特に*B.gymnorrhiza*において差が大きく地盤高冠水深80cmにバラツキが大きくなった。

以上の結果、3樹種共に地盤高冠水深80cmでの苗木成長が優れているが、TR率について*R.apiculata*は差も大きくないので、上長成長を確保するために地盤高冠水深80cmでの育苗とし、*B.gymnorrhiza*は差が大きくなるとともに、バラツキが大きくなったので、地盤高冠水深60cmでの苗木が優れている。*R.mucronata*は地盤高冠水深80cmでの育苗が適している。しかし、この調査の目的外のことであるが、カニの食害が大きく、現状では被害防除ができないので、地盤高冠水深60cmでの育苗となる。

*R. apiculata*(R.a)



*B. gymnorhiza*(B.g)



*R. mucronata*(R.m)

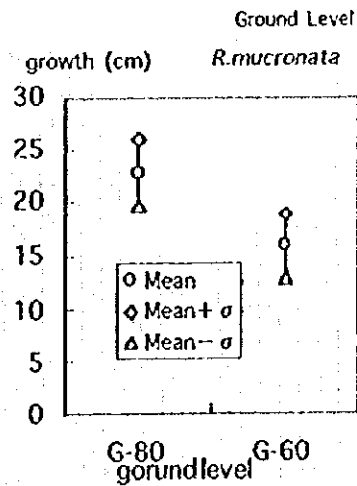
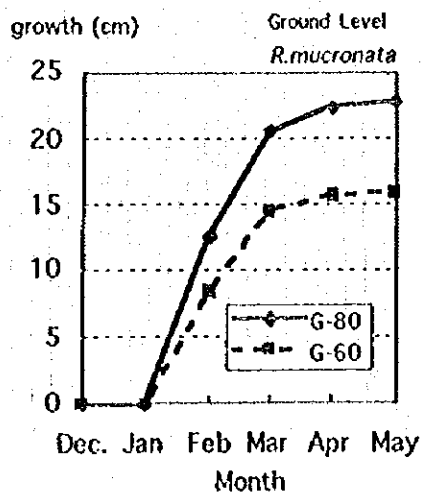


図2-4 苗木成長過程と伸長量比較

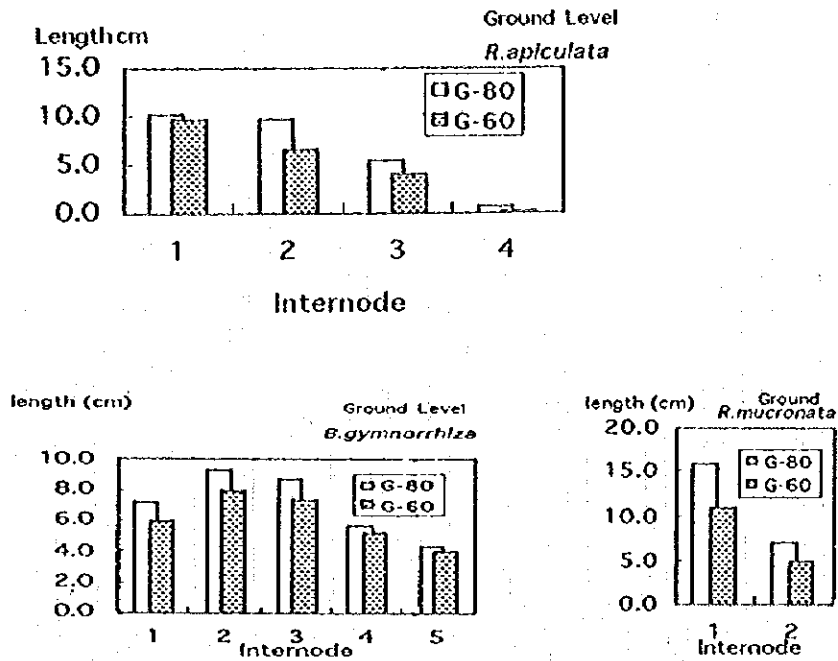


図2-5 樹種別平均節間長

表2-4 平均節間数

a. *R. apiculata*

Month	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
G-80			1.4	2.7	3.3
G-60			1.5	2.7	3.1

b. *B. gymnorrhiza*

Month	Dec.	Jan	Feb	Mar	Apr
G-80	0	1.5	3.1	4.8	5.5
G-60	0	1.7	3.2	4.7	5.4

c. *R. mucronata*

M.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May
G-80	0	0	1	2.0	2.0	2.1
G-60	0	0	1	2.0	2.0	2.0

表2-5 平均乾燥重量

a. *R. apiculata*

G.L.	Leaves	Stem	Root	TR
G-80	1.9	1.5	1.1	3.1
G-60	2.3	1.2	1.5	2.4

b. *B. gymnorrhiza*

G.L.	Leaves	Stem	Root	TR
G-80	1.86	2.26	1.06	4.40
G-60	2.03	2.19	1.26	3.40

c. *R. mucronata*

G.L.	Leaves	Stem	Root	TR
G-80	3.24	2.35	2.67	2.14
G-60	3.04	1.66	2.81	1.73

4) 胎生種子の種子基準に係る成長試験

担当：八戸 英喜、Oliva Suko, Fatahur Rochim

① *R. apiculata*の種子最大直径により選別した成熟種子の成長

<目的>

生態系分野のフェノロジーの調査研究で、*R. apiculata*の樹上着生種子に関して種

子（胚軸）最大直径が14mm以上はほとんど成熟し、直径13mmでは未成熟、成熟種子が入り、直径12mm以下はほとんど未成熟であることが判明した。種子最大直径階別にポット育苗し、成長を調査し、種子基準を検討する。

<方法>

種子を樹上から採取し、3種子長別、20~21.9cm、22~23.9cm、24~25.9cmに分類し、さらに直径ゲージで5直径別、11、12、13、14、15mmに分類し、地盤高冠水深80cmの苗床で、4か月育苗をした。調査は月毎に伸長量及び節間数、最終調査では根系の乾燥重量も測定した。

<結果と考察>

種子（胚軸）最大直径別平均伸長量について図2-6、節間数及びTR率を表2-6に示した。苗木伸長量について、種子長階別と直径階別とで分散分析を行ったが、種子長階別の伸長量間の差は認められず、直径階別の伸長量間に差が認められた。ただし、直径14、13mm間では差が認められなかった。直径11、12mmについては形態的には正常に生育したが伸長量、節間数、またTR率についても劣るので、未熟種子と判断される。

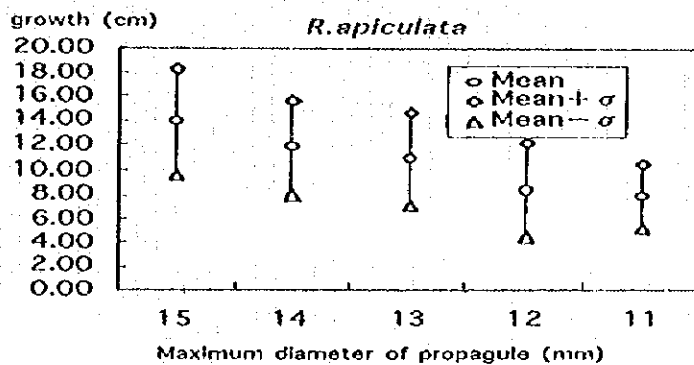


図2-6 種子（胚軸）最大直径別平均伸長量について

表2-6 平均節間数及びTR率

胚軸最大直径 (mm)	15	14	13	12	11
平均節間数	2.9	2.8	2.8	2.4	2.6
TR率	2.2	2.2	2.3	2.4	2.8

② *B. gymnorhiza*の成熟種子に関する種子長別成長

<目的>

外観で判別した成熟種子を種子長別に3区分して、ポット育苗をし、各々の成長を調査し種子基準の検討をする。

<方法>

成熟種子を種子長別に、大(25cm以上)、中(20~24cm)、小(15~20cm)と3区分した。各区分毎に50本、地盤高冠水深60cmの苗床で養苗した。養苗期間は5か月とし、調査は毎月伸び量及び節間数を測定した。

<結果と考察>

種子長別平均伸び量と平均節間数を表2-7及び表2-8に示す。種子長別伸び量は分散分析の結果、大、小間にだけ1%の有為で差が認められたが、ほとんど同等の伸び量を示した。また、植栽された苗木の初期成長も同様である。したがって、成熟種子はここで分類された種子の長さに関係なく、おおむね同じ伸び量を得る。

しかし、図2-7に示すように苗長は種子の地上部と伸び量を合計した長さで選別されるため、苗木山出し基準から種子長19cm以下は基準外とされる。

表2-7 種子長別苗木平均伸び量と平均節間数

種子(胚軸)長	苗長 (cm)	種子(胚軸)長		伸び量 (cm)	節間数
		地下部(cm)	地上部(cm)		
大(25 cm and up)	41.5	10.3	19.0	22.5	5.5
中(20-24 cm)	35.7	10.6	11.7	24.0	6.0
小(15-19 cm)	34.3	7.8	9.4	24.9	5.9

表2-8 種子長別平均植栽木初期伸び量及び節間数

種子(胚軸)長	樹高 (cm)	伸び量 (cm)	節間数
大(25 cm and up)	61.5	20.3	13.1
中(20-24 cm)	59.6	23.9	13.6
小(15-19 cm)	58.7	24.4	14.4

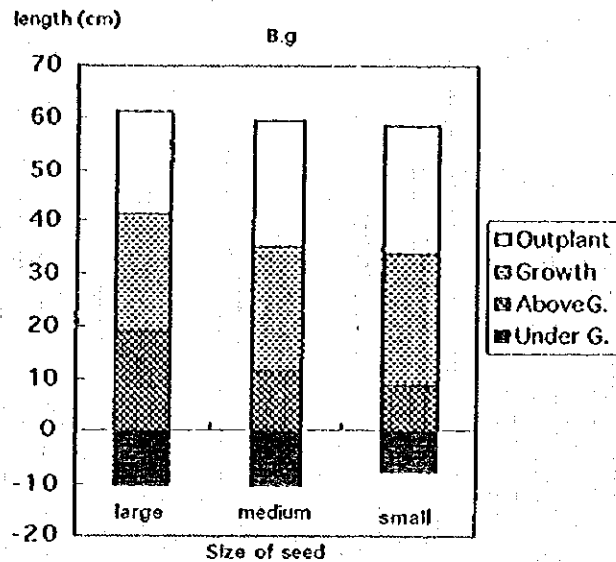


図2-7 種子長別苗木の植栽木樹高

### ③ *B.gymnorrhiza*の樹上着生成熟前種子の種子長別成長

#### <目的>

1本の採種木に着生している生育段階にあるすべての種子を採取して、ポット養苗し、種子長別の成長を調査し、種子として使用可能な範囲を検討する。

#### <方法>

1本の採種木からすべての種子を採取し、自然にカリックスがはずれた種子を間潮帯苗床のポットに植え付けた。ただし、10cm未満の種子は苗木箱にポットを設置して、陸上で養苗した。3、4、5か月及び7か月目に伸長を測定した。

#### <結果と考察>

採取した種子長の構成は図2-8に示す。種子数は215個、そのうち外観の判別による成熟種子が24個あった(図2-9)。4か月育苗の種子長別平均伸長量を図2-10に示す。種子長は2cm毎にまとめ、7cm以下及び26cm以上は個数が少ないので除外した。

種子長別の伸長では、種子長14/15cmを基準として、短い種子長の伸長量が長さに従って順次小さくなり、長い種子は最初の種子長16/17cmで伸長量は高くなり以下ほとんど同じ伸長量を示した。一方、成熟種子の平均伸長量は種子長14/15cmと同等で、種子長16/17cm以上の種子はすべて成熟種子より優れている。種子長16/17cm以上の種子は種子材料として使用できる。ただし、種子長19cm以下の種子は苗木山出し基準により除外される。種子長20cm以上の基準では、65本採取されることになり、外観判別の場合の21本(24本-3本胚軸長19cm以下)の約3倍となる。

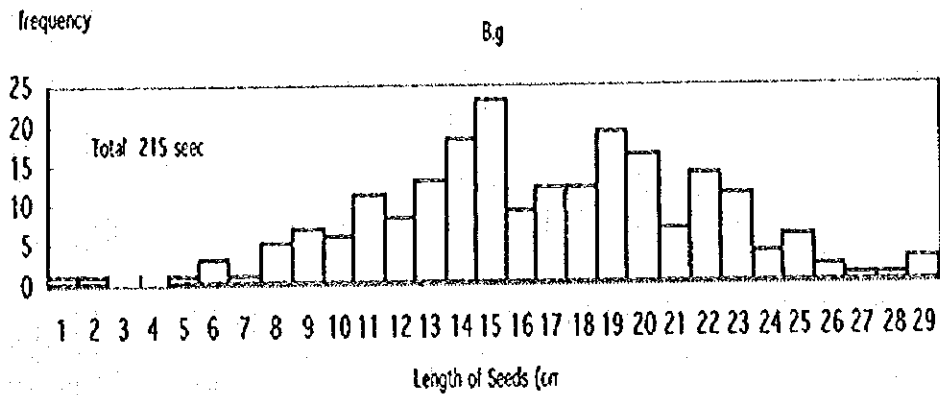


図2-8 種子長分布

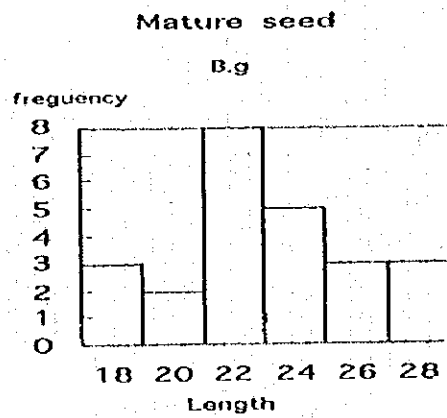


図2-9 成熟種子の種子長分布

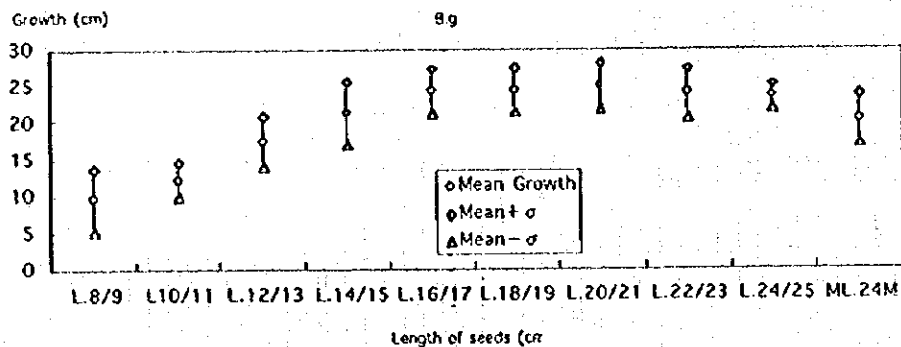


図2-10 種子長別苗木平均伸長量(cm)

④ *X.granatum*の陸上苗床での育苗試験

<目的>

*X.granatum*を陸上苗床で3か月育苗し、苗木の山出し基準を検討する。



<方法>

各30個のポットをを3個のプラスチック苗木箱に入れ陸上で育苗した。幼根部を下にして置くように軽くポットに押し付けて播種した。調査は1か月毎に、苗長と葉数を測定した。

<結果と考察>

月別平均成長量を図2-11に示す。また3か月育苗(測定12日間遅れ)の苗長の構成を5cm括約のヒストグラムで図2-12に示す。初期の展葉は約1か月半から2か月で終了する。平均成長量からは枯死した種子、発芽が著しく遅れた種子各6個と他の被害苗2個を除外している。平均成長量は2か月で約50cmに達したが後の1か月は約5cmと小さくなり、3か月育苗での平均苗長は54.8cmとなった。展葉数は7.1枚になっている。なお、最終の発芽率は93%になっているが、このうち7%は発芽が著しく遅れ3か月育苗での有効な発芽率は86%となった。さらに、苗長の下限を40cmに設定すれば、5本除去されることになり、得苗率が81%になる。

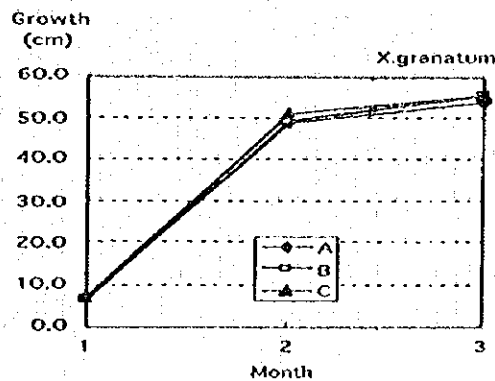


Fig.-1 Growth process of seedlings

図2-11 苗木成長過程

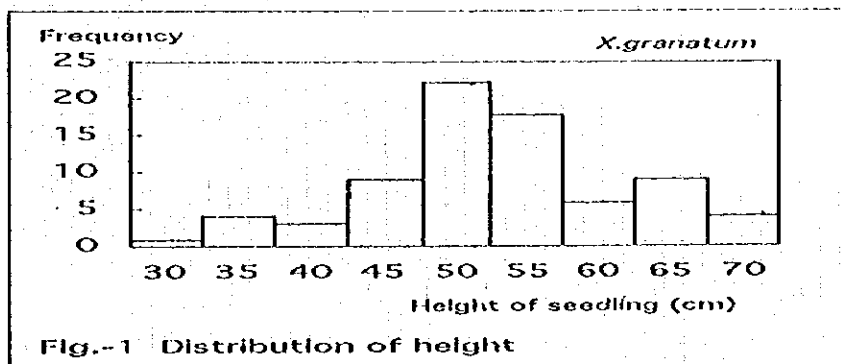


Fig.-1 Distribution of height

図2-12 苗木苗長分布

⑤ *X. granatum*の陸上苗床での育苗試験（播種方法の検討）

<目的>

*X. granatum*はこれまで二つの播種方法が取られてきた。一つは幼根部を真下にしてポットに置き軽く抑える方法であり、他の方法は幼根部を横にして、その幼根部がポットの用土に隠れるまで挿し込む方法である（図2-12）。その発芽と成長を調査して、播種方法を検討する。

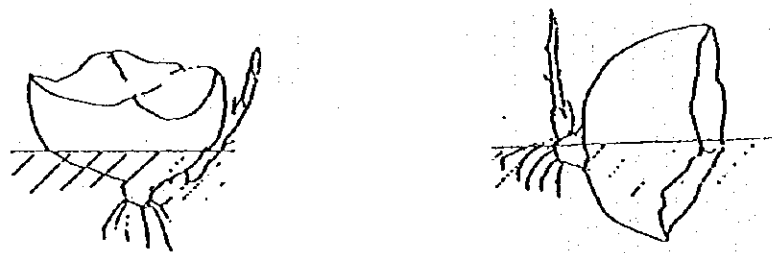
<方法>

各30個のポットを6個のプラスチック苗木箱に入れ陸上に設置し、幼根部を真下にした方法と水平にした方法で各3苗木箱のポットに播種し、4か月育苗をした。調査は1週間毎に発芽調査をし、胚軸の間から幼芽が伸長したものを発芽とした。また2か月後に発芽終了した苗木を調査し、発芽伸長したが未展葉の種子を発芽遅れ苗木として除外した。

<結果と考察>

播種別苗木の平均成長量を図2-14に示した。ほとんど同じように成長しており、植え付け方法による差は見られない。発芽調査の結果を図2-15に示す。

発芽についても大きな違いはない、ただし、植え付け2か月後の発芽終了の調査で、幼根部水平の方法が未展葉の苗木が多く、発芽遅れとなる苗木が多く出た（表2-9）。原因ははっきりしないが、幼根部が露出しやすいために、乾燥の影響等を受けやすかったと考えられる。成長に対して、播種方法による差はないが作業のしやすさ、発芽の安定性から幼根部を真下にした播種方法が作業上有利と考えられる。



(D) 幼根部真下の播種

(L) 幼根部水平の播種

図2-13 播種方法

(2) 適正用土の検討

担当：八戸 英喜、Oliva Suko、Fatahur Rochim

1) 適正用土の検討 I

<目的>

*S. alba*の養苗のために、牛糞を混入したポット用土を検討する。

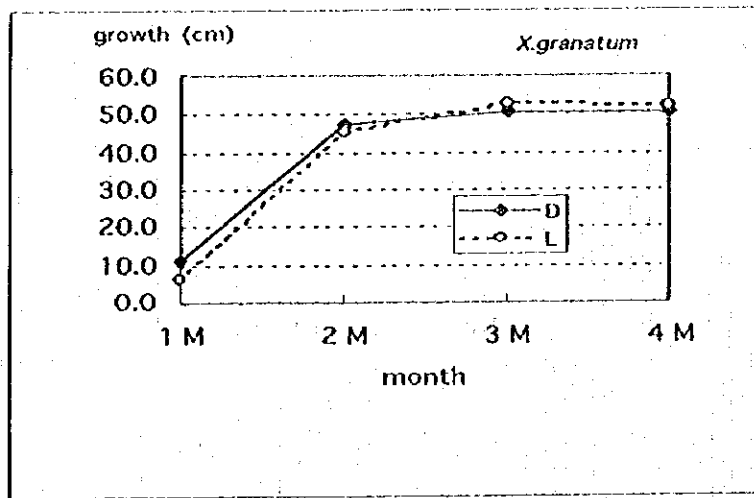


圖 2 - 14 苗木成長過程

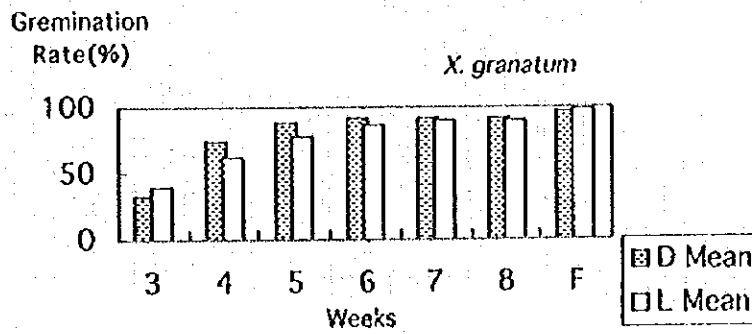


圖 2 - 15 播種方法別發芽率

表 2 - 9 得苗率

播種方法 methods	得苗率	規格外 枯死率	發芽遅れ	單位% 成長不良
幼根真下播種 D	85	3.5	8	3.5
幼根水平播種 L	81	1	16	2

### <方法>

牛糞を天日で乾燥し粉碎して1 cm網目でフルイにかけ、土壌に混入する。牛糞の混合比率は0%、10%、30%とする。陸上苗床は木枠苗床（幅1 m、長さ3.80 cm、高さ40 cm）に底にビニールシートを敷きポット（直径8 cm、高さ15 cm）を設置し、70%遮光ネットを苗床に直接取り付け、さらにネズミの食害を防ぐため金網覆う。

潮間帯苗床ではカニ防除のため、同じ木枠苗床に底板を張り付け、ビニールシートは2枚使用して床中央で重ね外側に折り返しをつける。播種後遮光ネットを取り付け、鼠害防除のため金網を張る。灌水は、陸上で1日2回できるだけ多く、潮間帯では小潮で満潮水が苗床に到達しない時に灌水をする。播種はポット1個当たり2粒、ポットに直接幼根を挿し込む。調査は1苗床（1用土処理）に前後及び中央に各50本、3区設け、1か月毎に苗長、節間数を測定した。ただし、潮間帯苗床では最初カニの大被害を受けて再試験となり、種子の採取が困難になったため、移植用発芽苗を使用して3種用土を一つの苗床にまとめて設置して養苗した。陸上育苗については、最終調査で各調査区で10本、乾燥重量を測定した。

### <結果と考察>

陸上苗床育苗、牛糞30%混入区が良好な成長を示した（図2-16及び図2-17）。3処理区間の苗長成長の分散分析では、1%の有意で差が認められた。節間数（表2-10）については牛糞混入区間では差がないが、無混入区とは差があり、土壌だけの用土では成長速度が遅いことを示している。乾燥重量によるTR率（表2-11）は10%混入が一番小さくなっているが大きな差はなかった。そのなかで無混入区にバラツキがあり、根量自体小さく劣っている、したがって、タンバックの土壌は*S.alba*の育苗には、業糞を混入して調整した用土を使用することが必要である。

潮間帯苗床育苗においても、3種用土の苗長成長（図2-18及び図2-19）及び節間数（表2-12）についての分散分析では、1%の有意で差が認められ、潮間帯苗床の養苗においても牛糞混入の効果が同様にあることが解った。

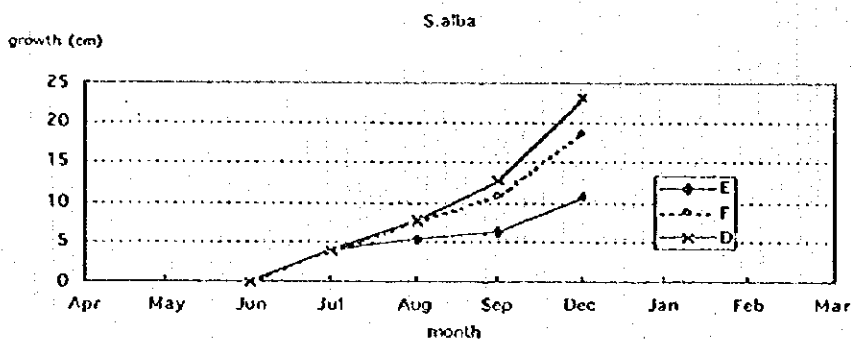


図2-16 牛糞混入用土別苗木成長過程（陸上苗床）

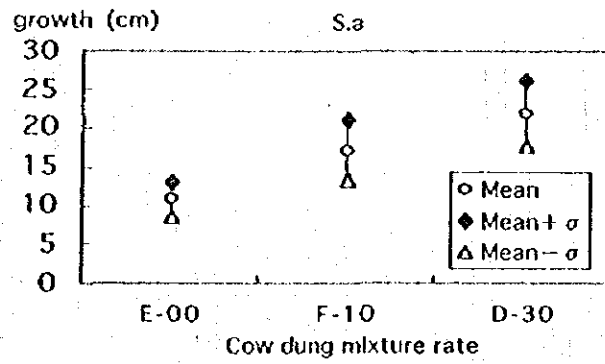


圖 2-17 牛糞混入用土別苗木成長比較 (陸上苗床)

表 2-10 苗木節間數

用土	7月	8月	9月	10月	11月	12月
牛糞混入 0%	1.4	2.7	3.7	5.3	6.6	8.1
牛糞混入 10%	1.8	4.0	5.4	7.1	9.7	10.3
牛糞混入 30%	1.9	4.2	6.2	7.7	9.3	11.1

表 2-11 TR率

用土	葉	莖	根	TR率
牛糞混入 0%	0.19	0.17	0.26	1.56
牛糞混入 10%	0.42	0.43	0.66	1.33
牛糞混入 30%	0.53	0.59	0.75	1.54

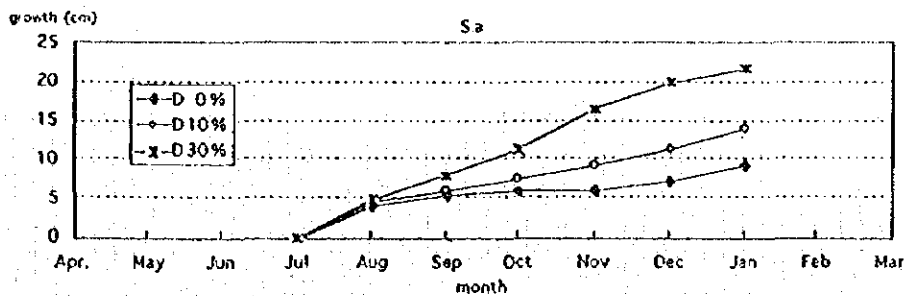


圖 2-18 牛糞混入用土別苗木成長過程 (潮間帶苗床)

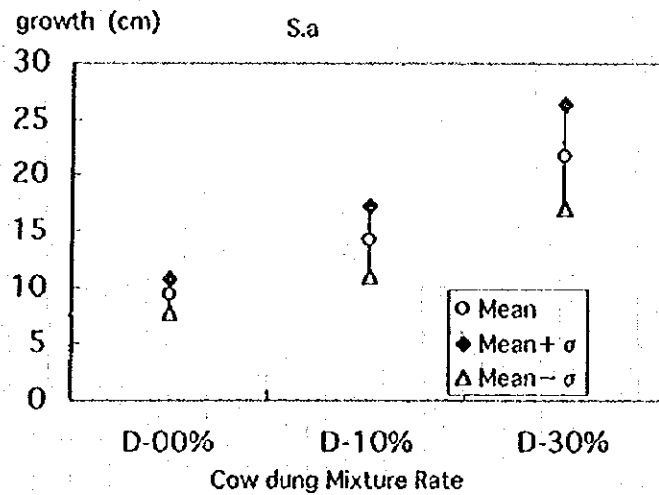


図2-19 牛糞混入用土別苗木成長比較 (潮間帯苗床)

表2-12 苗木節間数

用土	8月	9月	10月	11月	12月	1月
牛糞混入 0%	1.9	3.7	4.6	5.7	6.1	9.1
牛糞混入 10%	2.0	4.1	5.4	7.0	7.4	10.5
牛糞混入 30%	2.5	5.4	6.9	8.4	8.7	11.1

## 2) 適正用土の検討 II

### <目的>

*S. alba*の育苗のため、クンバックの土壤に砂を混入したポット用土がを検討する。さらに各々の砂混入用土に牛糞を10%及び30%混入して調整した用土もあわせて検討する。

### <方法>

土壤と砂の混入比を、土壤だけ、砂33%、砂66%及び砂だけとした。これのほかに各混合比の用土に牛糞10%及び30%混入した用土のポットを、各々苗木箱に42個を詰めて陸上苗床で育苗した。発芽1か月の稚苗を移植して、移植後5か月間の養苗をした。調査は1か月毎に苗長及び節間数を測定した。

### <結果と考察>

それぞれの混合比の用土による、5か月目最終調査の平均成長量を、牛糞混入別に図2-20、図2-21及び図2-22に示す。砂混入のポット用土、0%、33%、66%、100%間における成長量については、砂混入量の増加に従って劣った。この砂混入用

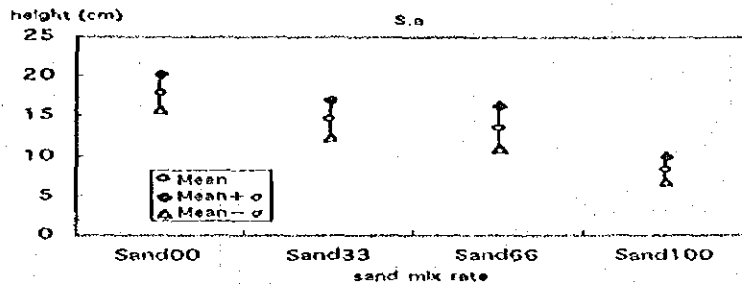


図2-20 砂混入用土別成長比較 (牛糞混入 0%)

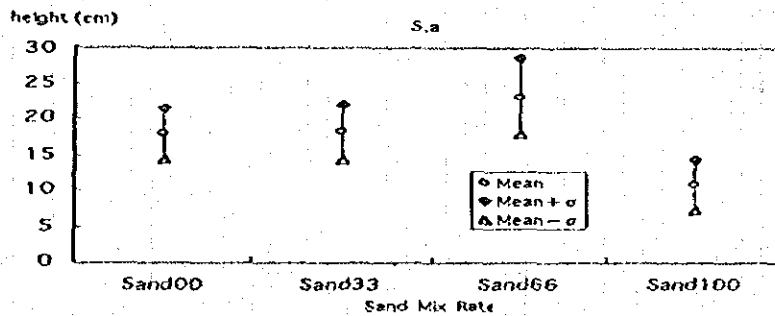


図2-21 砂混入用土別成長比較 (牛糞混入 10%)

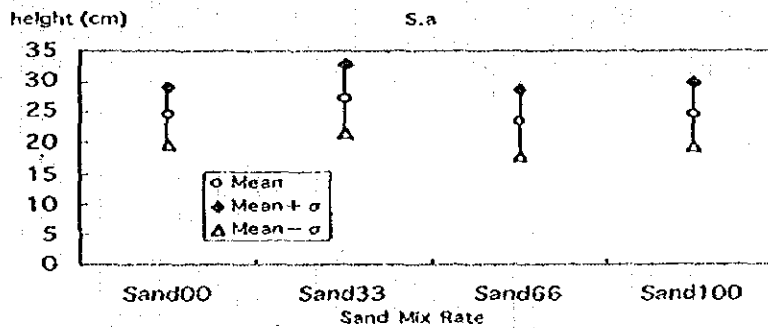


図2-22 砂混入用土別成長比較 (牛糞混入 30%)

土に牛糞を混入した用土では、それぞれ各1区優れた成長を示した砂混入用土があるが、全体の傾向は牛糞混入により強い影響を受け、砂の混入は効果は見られない。

### 3) *Sonneratia alba* の育苗における施肥効果の検討 I

#### <目的>

国産の水田用肥料として市販されているUrea tablet (尿素) 2 g が錠剤加工なので施用も簡単なことから、外国産遅効性NPK (12,12,12) 錠剤 2 g を使用して比較し、*S. alba* に対する施肥効果を検討する。

#### <方法>

土壌に牛糞をそれぞれ、0、10%及び30%の割合で混入して3種類のポット用土を調

整し陸上苗床に設置する。通常の養苗をして、2か月後に施肥をする。施肥は、2種類の肥料を、各用土別に、1肥料について1苗木箱(42ポット基準)とし、各ポットに指で約2cm深さの穴を作り、1錠の肥料を埋め込み穴を閉じる。1苗木箱は比較のため無施肥とする。

測定は1か月毎に5か月間苗長を測定し、施肥後1か月の3回目に施肥による枯死の調査を、4か月目で、各苗木箱10本の苗木について乾燥重量を測定する。

<結果と考察>

苗長成長について、各月別平均成長量を図2-23に及び図2-24に成長比較を示し、月別節間数については表2-13に示した。施肥1か月後の苗木枯死率は表2-14のとおりになっている。

これから、2種類の施肥効果は十分あったが、NPK錠剤が各用土別にも安定し、成長量が高く、Urea Tabletと同等か、それ以上の効果を示し、また節間数もわずかながら多く成長速度が速くなっていることを示している。施肥による枯死率については、NPK錠剤では0%であった。しかしUrea Tabletでは高く、今後施肥の量及び時期が検討されねはならない。また速効性の肥料が遅効性のものより効果の発現が遅く、現状では使用困難と判断される。さらに乾燥重量によるTR率(図2-25)については、2施肥区が無施肥より大きくなっているがこの数字は成長時点で変化するもので、形態的観察では問題ないと判断される。

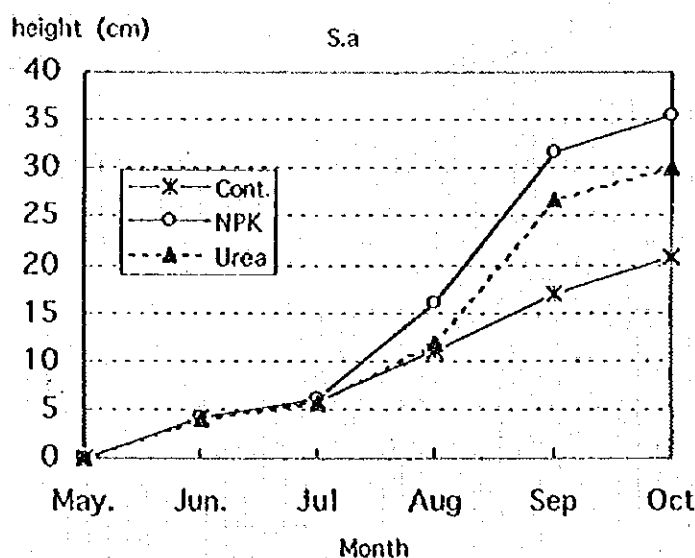


図2-23 肥料別苗木成長過程



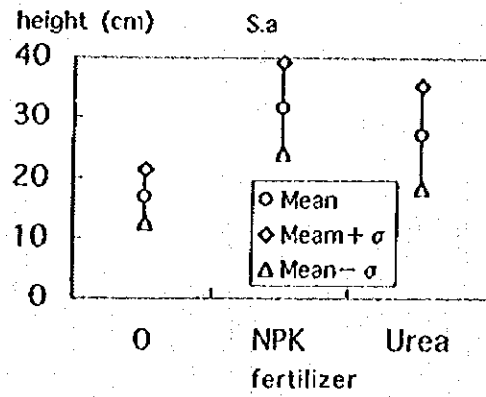


図2-24 肥料別苗木成長比較

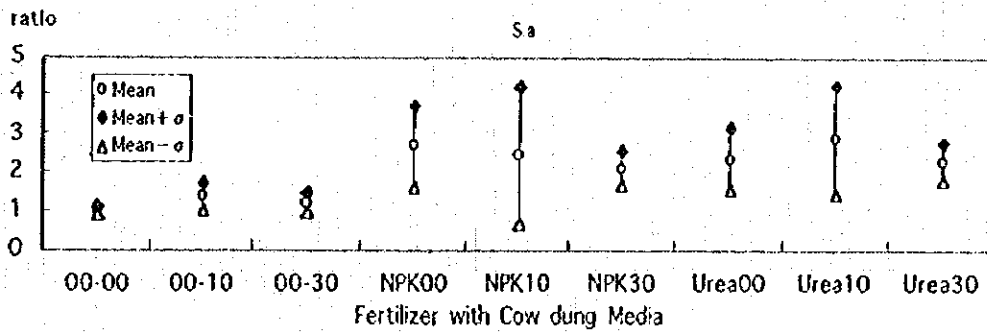


図2-25 肥料別用土別TR率

表2-13 節間数

肥料	6月	7月	8月	9月	10月
Cont.	2.0	3.5	6.0	8.0	10.2
NPK	2.2	3.9	8.1	10.8	11.9
Urea	2.1	3.5	6.8	9.6	11.4

表2-14 施肥1か月後の苗木枯死率

基本用土	Fertilizer		
	NPK	Urea	Control
牛糞混入 0%	0%	36%	0%
牛糞混入 10%	0%	36%	13%
牛糞混入 30%	0%	23%	5%

#### 4) 施肥効果の検討 II

##### <目的>

陸上苗畑の育苗で、遅効性PNK錠剤の播種2か月後の施肥が効果を示すことがわかった。潮汐の干満で灌漑する潮間帯苗床での*S.alba*の育苗におけるNPK錠剤と、国内で市販されているNPK粒剤の施肥効果を検討する。

##### <方法>

牛糞を20%の混入ポット用土を調整する。2種類の剤形の異なる肥料を使用し、施肥方法は次のとおりとする。NPK (10,10,10) 粒剤及びNPK (12,12,12) 2 g 錠剤とし、NPK (10,10,10) 粒剤の施用は、1ポット当たり3 g及び6 gになるように用土に直接混入する方法で2処理、別に播種2か月後にポットに各1 gを指で用土に穴をあけて施用する方法で1処理、同様にNPK 2 g 錠剤の1錠施用で、計4処理としてさらに対照区として無施用上々のポットを設け、それぞれの潮間帯苗床に基準ポット数750個を設置する。

成長測定は苗床の中央に50本の苗木を選定し、1か月毎に苗長及び節間数を測定する。5か月育苗とし、4か月目にはハードニングのため遮光ネットを取り外す。

##### <結果と考察>

苗長成長について、各月別平均成長量を図2-26に示し、成長比較を図2-27に示した。月別節間数については表2-15に示した。全育苗期間の苗木枯死率は表2-16のとおりになっている。

2か月後に施肥した2剤形の施肥効果はあり、NPK (12,12,12) 2 g 錠剤がより高い効果を示したが、最初から用土に肥料を混入したポットでは肥料効果はほとんどなかった。分散分析の結果は、2か月後施肥の錠剤2 gと同粒剤1 g間の成長量については1%有意で差が認められ、また、これらの2処理と無処理を含む播種前ポット用土混入の3 g及び6 g粒剤の3処理間では差が認められなかった。

節間数に関しても同様に、成長が促進されていることがわかる。苗木の枯死は施肥時期と離れており、施肥により枯死したもではないと考えられる。したがって、簡単に入手できるNPK粒剤を追肥の方法で、手間はかかるが苗木の成長状態を見て施肥が可能である。

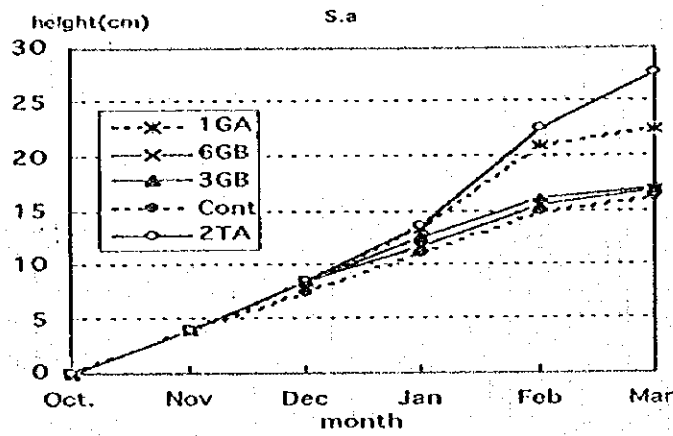


圖 2-26 肥料別苗木成長過程

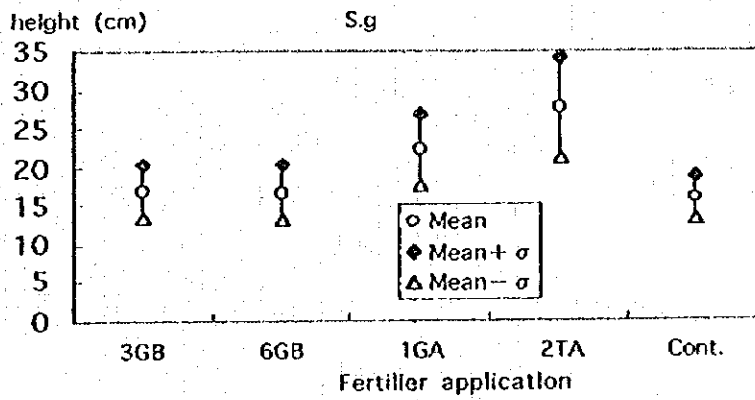


圖 2-27 肥料別成長比較

表 2-15 節間數

施肥	Dec.	Jan	Feb	Mar
1-A NPK G-1g	4.7	6.8	8.3	9.4
3-A NPK G-3g	4.5	6.8	7.9	9.3
4-A NPK G-6g	4.8	6.7	8.0	8.6
5-A Control	4.3	6.1	7.6	9.0
6-A NPK T-2g	4.5	7.3	9.1	11.0

表 2-16 苗木枯死率

施肥	枯死率 %
1-A NPK G-1g	4
3-A NPK G-3g	16
4-A NPK G-6g	8
5-A Control	4
6-A NPK T-2g	2

(3) 育苗及び植栽した苗木の活着と成長に及ぼす冠水持続時間の影響

<目的>

マングローブ主要樹種の育苗や、成長に及ぼす冠水時間の影響を究明し、苗畑の水管理や苗畑設置場所の基礎資料とする。

<方法>

冠水持続の試験区分は、2時間/日、4時間/日、6時間/日、及び8時間/日の4区分とし、冠水は日中に行った。試験対象樹種は、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*、*A. marina*、*S. alba*の5樹種である。径8cm、深さ20cm、下方に穴8個あけたビニール製ポットにそれぞれの供試種子を播種し、長さ60cm、幅40cm、深さ22cmのプラスチック箱に15ポットずつ入れ、これをコンクリート製水槽内の海水中に試験区分の時間浸し、その後引き上げる操作を繰り返し実施した。

この海水は、塩分濃度が25%~30%ぐらいで、1週間に1回入れ替えをしている。なお、この水槽には上部120cmの高さに遮光率50%の寒冷紗を張り、直射日光を受けないようにしている。測定調査は1週間に1回行った。

試験開始は1995年2月24日、試験終了は7月25日、試験期間は5か月間である。測定項目は、開芽、開葉、着葉数、上部伸長量その他で、試験終了後各処理区から伸長量最大苗、平均苗、最小苗各1本を選び、上部伸長絶乾重量と根の絶乾重量を求め処理区ごとの比較をした。

<結果と考察>

*A. marina*と*S. alba*は試験開始後3週間のうちにカニの食害のため試験の継続ができなくなった。

① *R. mucronata*

開葉は6時間及び8時間冠水区分で播種後3週間目から始まるが、2時間、4時間冠水区分では4週間目から始まり、冠水時間が長い方が開葉の開始が早い着葉数は冠水時

間が長くなるほど少なくなる傾向を示した（表2-17参照）。

表2-17 苗木1本当たりの平均着葉数単位枚

冠水時間	2時間	4時間	6時間	8時間
葉の数	5.1	4.8	4.4	2.1

（注 着葉数は試験終了時の数）

成長経過は図2-28のとおりである。2時間、4時間、8時間冠水区は同様の成長経過を示したが、6時間冠水区は他区より成長が早い。また、2時間、4時間、8時間冠水区は、播種11週間目から上部への成長が鈍化するが、6時間冠水区では成長の鈍化は13週から始まり前者より2週間遅い。

試験を終了した時の6時間冠水区は、他の3区に比べ25%上部への伸長量大きい。上部へ伸長した幹、葉及び根を絶乾し、苗木1本当たりの絶乾重量を求めた。

上部への伸長は、6時間冠水が最も大きかったが、絶乾重量で比較すると4時間冠水区が、地上部地下部ともに重量、成長が大きく、またT/R率も他区より小さく、苗木として最も充実している（表2-18）。

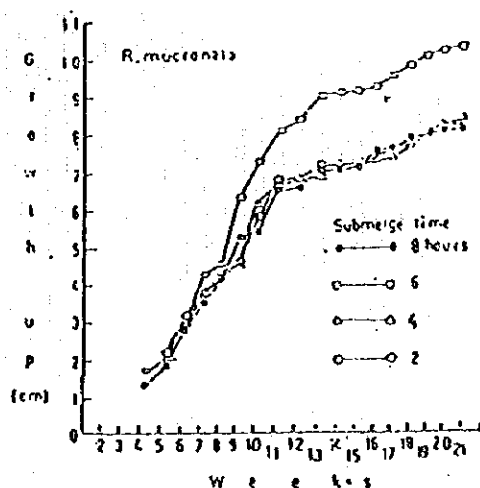


図2-28 冠水持続時間と伸長量

表2-18 絶乾重量成長とT/R率

冠水時間	2時間	4時間	6時間	8時間
幹・葉 g	4.64	4.97	3.97	0.93
根 g	5.00	5.60	3.30	1.57
T/R率 %	0.93	0.89	1.20	0.50

以上の結果から、*R. mucronata*の育苗に必要な1日当たりの最適冠水時間は4時間であると判断される。

② *R. apiculata*

開葉は播種後3週目から始まった。開葉はじめの日は6時間冠水区で播種後24日目、4時間区が26日目、2時間区、8時間区が27日目でその差は2、3日である。

苗木1本当たりの着葉数は試験終了時において2時間、4時間、6時間冠水区で8枚ついているが、8時間冠水区では、2枚減少し6枚となる(表2-19)。

各冠水区ともに伸長は、3週目から始まるが、伸長のスピードは6時間区、8時間区、4時間区、2時間区、の順で6時間区の伸長が最も大きい(図2-29)。

上部への伸びは14週目になると鈍化するが、その程は2時間、4時間冠水区で大きく、6時間、8時間冠水区で小さい。

この成長の差はポット内の水分の減少や地温の上昇あるいは濃縮による塩分の高濃度化が影響しているのかもしれない。

このことは、次回のテストで確認する必要がある。

苗木1本当たりの絶乾重量成長は、幹、葉、及び根において2時間冠水区が最も大きく、冠水時間が多くなるにつれて大きな値を示し、冠水時間が少ない方がより充実した苗木となることを示している(表2-20)。

T/R率の小さい充実した*R. apiculata*の苗木をつくるためには、1日当たりの冠水時間は2時間が適しているが、伸長量の大きい苗を作るには6時間の冠水が適している。伸長量が大きく、しかも充実した苗木育成に適した冠水時間は今回の試験からは求められなかったが、伸長量とT/R率を勘案し、*R. apiculata*の苗木の育成冠水時間は4時間が適していると判断した。

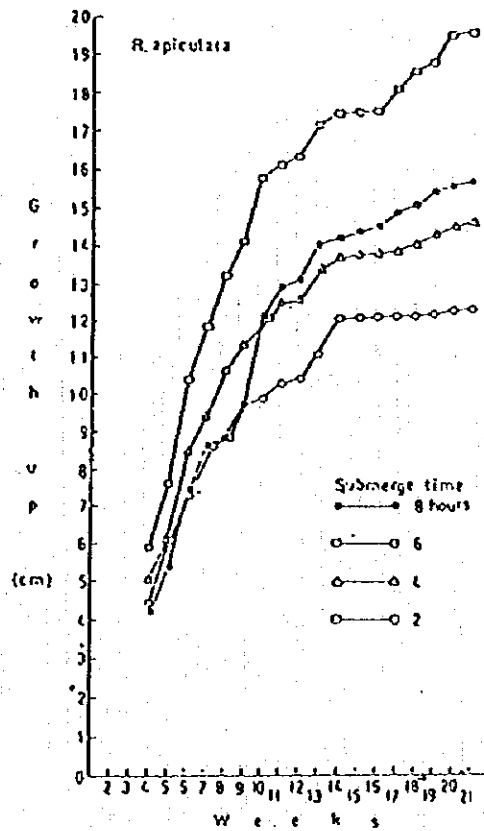


図 2-29 冠水持続時間と伸長量

表 2-19 苗木 1 本当たりの平均着葉数 (単位: 枚)

冠水時間	2時間	4時間	6時間	8時間
着葉数	7.6	7.3	7.6	6.1

表 2-20 苗木 1 本当たりの絶乾重量成長

冠水時間	2時間	4時間	6時間	8時間
葉、幹 g	5.07	4.83	3.73	3.10
根 g	4.07	2.20	1.57	0.97
T/R率 %	1.25	2.20	2.38	3.21

③ *B. gymnorrhiza*

開葉の始まりは各区とも3週目から始まった。冠水時間の多い区の方が開葉が1日ぐらい早く始まる。苗についている葉の数は、2時間、4時間冠水区で8~9枚、6時間冠水区で6枚と冠水時間が長くなるにつれて少なくなる。

成長経過は図2-31のとおりである。2時間、6時間、8時間冠水区は同様の成長経過を示したが、4時間冠水区は6週目から前者よりも早く伸長し、試験が終了した時点では14%伸長量が大きくなっていた。

苗木1本当たりの幹、葉及び根の絶乾重量成長は、幹、葉、根ともに冠水時間が長くなるにつれて成長が悪くなる(表2-22)。

また、T/R率は2時間冠水区が最も小さく、苗木として充実している。

このことから、伸長量は4時間冠水区よりもやや劣るが充実した苗木を作るために必要な*B. gymnorhiza* 苗育成の最適冠水時間は2時間であると判断された。

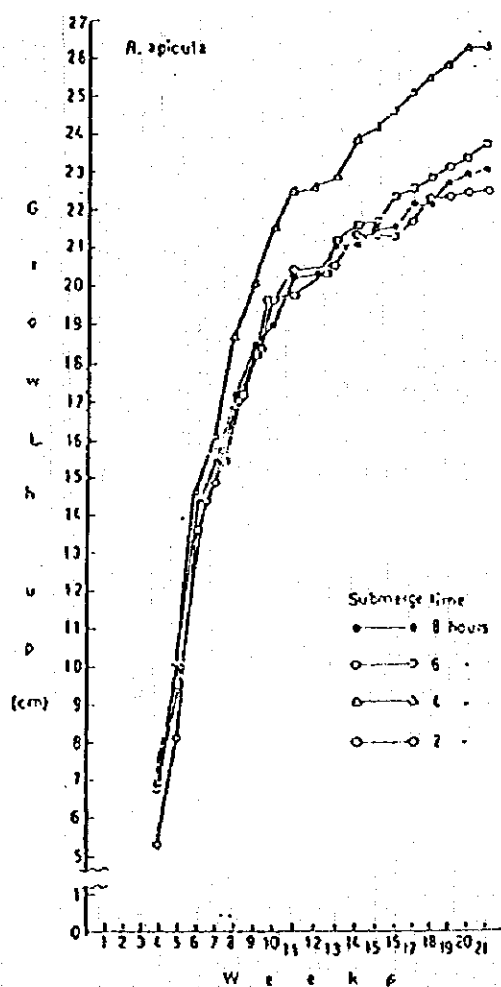


図2-31 冠水持続時間と伸長量

表2-22 苗木1本当たりの絶乾重量成長とT/R率

冠水時間	2時間	4時間	6時間	8時間
葉、幹 g	5.60	5.27	3.00	3.53
根 g	3.10	1.43	1.10	1.40
T/R率 %	1.81	3.67	2.73	2.52



#### (4) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期生育に及ぼす日射量の影響

##### <目的>

マングローブ主要5樹種の育苗及び植栽苗木の活着と初期成長に及ぼす日射量の影響を究明し、育苗管理やマングローブ更新のための基礎資料とする。

##### <方法>

実験苗畑において、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*を被陰75%、50%、25%、0%（オープン）の環境下に置き、各樹種の活着、成長状態等を記録する。

##### <結果と考察>

###### ① *R. mucronata*

被陰75%区、50%区の*R. mucronata*の開葉は、被陰0%区に比べて約5日早く始まった。被陰を多くした方が開葉が早まる傾向を示している。

成長は図2-30のとおりであるが、播種後12週まで各区とも直線上に伸長を続ける。伸長量の大きいのは被陰75%区で、ついで50%区、25%区、0%区の順となり育苗初期の上部への伸長は被陰が多くなる程促進される傾向が認められた。また、13週以降になると、各区とも成長が鈍化するが、成長差には変化がない。

着葉数は被陰が多くなるにつれて増える傾向にある。

葉、幹及び根の絶乾重量成長は被陰が多くなるにつれて増大する傾向を示した。しかし、T/R率については、被陰0%区が1.42であり、被陰50%区、75%区が1.74、1.62となり、被陰の少ない方が健苗の傾向を示しているが、その差は極めて小さい（表2-21）。

以上のことから*R. mucronata*育苗に当たっての適正な被陰はこれまでにいわれている25%より多い50%程度の被陰が最適でないかと判断される。

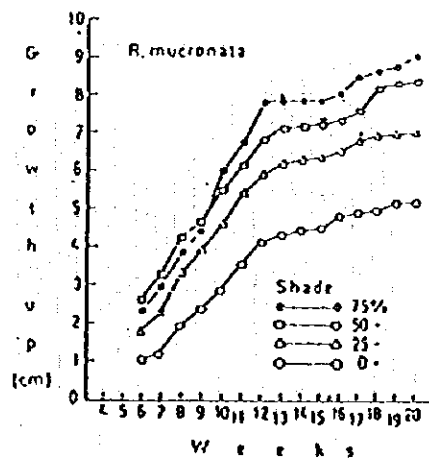


図2-30 被陰と伸長量

表2-21 着葉数、絶乾重量成長とT/R率

被 陰		0%	25%	50%	75%
葉、幹	g	2.27	2.77	3.77	3.73
根	g	1.60	1.70	2.17	2.30
T/R率	%	1.42	1.63	1.74	1.62
着葉数	枚	3.6	4.1	4.4	4.9

② *R. apiculata*

被陰0%区に比べて開芽、開葉など成長の始まりは被陰75%区で6日、50%区で3日、25%区で1日早く始まり、被陰が多い程成長が早く開始される。

成長経過は図2-32のとおりであるが、被陰75%区及び50%区で播種後8週目から上部伸長が鈍化した。25%区、0%区では10週目から成長の鈍化が始まっている。被陰区が他の3区よりも大きく伸長の差は開いてきている。

苗木1本当たりの平均着葉数は被陰0%区で3.5枚、被陰75%区で5.8枚で被陰が増すにつれて葉の数が増えてきている(表2-23)。

葉、幹、根の絶乾重量成長は被陰が50%までは増大しているが、被陰が75%になると小さくなる。また、T/R率は0%から50%被陰区まではほぼ同じであるが75%被陰区になるとT/R率が大きくなり苗木の充実度が低下してきている(表2-23)。

以上のことから、*R. apiculata*育苗の最適被陰は50%であると判断された。

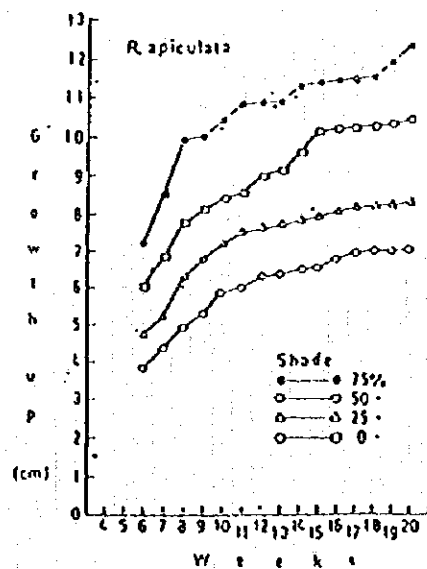


図2-32 被陰と伸長量

表 2-23 着葉数、絶乾重成長量とT/R率

被 陰	0%	25%	50%	75%
葉、幹 g	2.33	2.47	3.03	2.57
根 g	0.87	1.07	1.20	0.73
T/R率 %	2.67	2.31	2.53	3.50
着葉数 枚	3.5	4.7	5.7	5.8

③ *B. gymnorrhiza*

被陰0%区に比べて、開芽、開葉など成長の始まりは被陰75%区で8日、50%区、25%区で3日早く始まり、被陰が多い程成長の開始がはやまる。成長経過は図2-33のとおり被陰75%区が最も大きく、50%、25%、0%区の順に小さくなる。また、伸長の鈍化は被陰75%区で8週目、50%区で10週目、25%で11週目、0%区12週目からはじまっている。

試験終了時の上長成長は被陰0%を100とすると被陰75%区で154、50%区で132、25%区で110となった。

苗木1本当たりの平均着葉数は被陰が多くなるにつれて増加する傾向にある(表2-24)。

葉、幹の絶乾重成長は被陰が多くなるにつれて増加する傾向を示している。しかし、根は被陰50%を越えると成長量が小さくなる。また、T/R率は被陰50%を越えると大きい値を示し充実度が低下する(表2-24)。

以上のことから*B. gymnorrhiza*育苗の最適被陰は25%であると判断された。

被陰に関する試験はコンクリートの床で実施した。土の上での育苗に比べると全般に成長は遅い。また、この試験を実施した場所は小潮の時に潮が流入しない乾燥、ポット内の温度の上昇、濃縮による塩分の高濃度化が被陰によって変わり、成長に影響するのかも知れない。今回の試験は乾季に実施したが雨季に、しかも小潮のときも苗畑に潮が流入する条件下で再試験を実施する必要があるように思う。

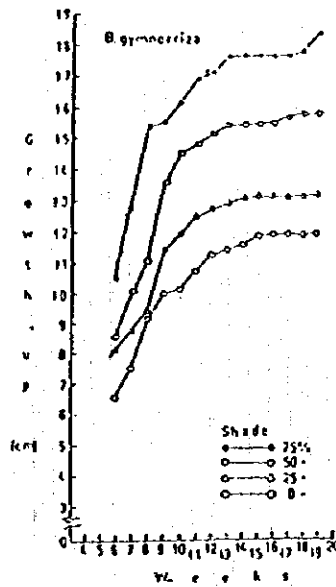


図 2-33 被陰と伸長量

表 2-24 着葉数、絶乾重成長量とT/R率

被 陰	0 %	25 %	50 %	75 %
葉、幹 g	3.37	3.40	3.57	4.10
根 g	1.20	1.27	0.77	1.00
T/R率 %	2.81	2.68	4.65	4.10
着葉数 枚	7.0	7.1	8.1	8.5

(5) 育苗及び植栽した苗木の活着と初期成育に及ぼす冠水塩分濃度の影響

<目的>

育苗及び植栽苗木の活着と初期成育に及ぼす冠水塩分濃度の影響を究明し汽水化による苗畑管理やマングローブ更新の基礎資料とする。

<方法>

実験苗畑において *R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*、*A. marina*、及び *S. alba* を冠水塩分濃度 0%、10%、20%、30%、40%、50% 下に置き、各樹種の活着、成長状態を記録する。

試験は 2 個のバケツをパイプで連結し、一方のバケツに供試用播種ポットを入れ他方のバケツには所定濃度の塩水を入れ、塩水バケツを上げ下げし、日中ポット在中バケツに塩水が入るようにした。

また、2 m の高さに遮光率 50% の寒冷紗を張っている。

<結果と考察>

① *R. mucronata*

成長の開始は、塩分濃度0%区がもっとも早く播種後29日目から始まった。ついで塩分10%区、20%区が開葉し、海水塩分濃度とほぼ同じ30%区では成長開始は大幅に遅れ、播種後50日目からはじまった。

また、塩分濃度40%区では更に遅れ51日目で、そして50%では、試験が終了した18週でも開葉、伸長はしなかった。

塩分濃度が濃くなるにつれて成長の開始が遅くなるのは明らかである。ことに海水濃度よりも高濃度になると成長開始が大幅に遅れる。

成長経過は図2-34のとおり塩分濃度の0%区、10%区が最も大きく、ついで、20%区となり30%区、40%区となると成長が劣り、塩分が濃くなるにつれて成長が抑制される傾向が見られた。

T/R率で各区の苗木を比較すると塩分0%区では1.01であるが10%区、20%区、30%区では0.45から0.58で類似した値である。

成長の早さと乾物生産量、T/R率を勘案すると、*R. mucronata*育苗の塩分濃度は10%から20%の範囲が最適濃度であると判断した(表2-24)。

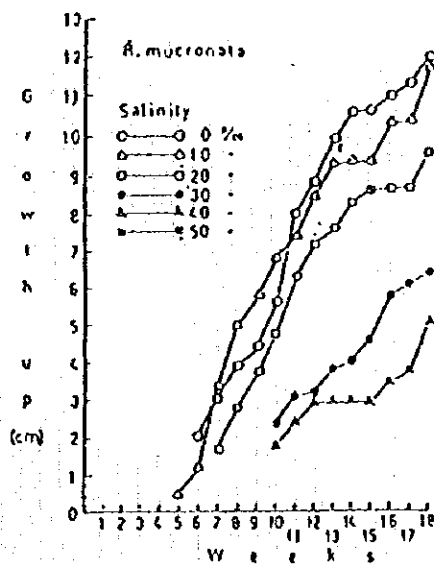


図2-34 塩分濃度と伸長量

表 2-24 絶乾重成長量とT/R率

塩分濃度	0‰	10‰	20‰	30‰	40‰	50‰
葉、幹 g	4.8	3.0	3.5	1.9	1.4	0.3
根 g	4.6	5.9	7.6	3.3	2.0	2.6
T/R率 %	1.04	0.51	0.45	0.58	0.73	0.1

② *R. apiculata*

成長の開始は、塩分濃度 0‰、10‰、20‰区が播種後 4 週目に集中し、30‰、40‰区は 5 週目から成長を開始している。しかし 50‰区では播種後 12 週目になってやっと開葉し、伸長をはじめた。成長経過は図 2-35 のとおり塩分濃度 0‰区が最も大きく、ついで 10‰、20‰区であるが、海水よりも高濃度である 40‰区になると成長量は一段と小さくなる。

また、50‰の高塩分下では開葉しても成長は横ばい状態で上部への伸長は認められない。

塩分濃度 0‰区で伸長量が最も大きかったが、絶乾重量による T/R 率で比較すると 0‰が 2.94 であるのに対し、10‰区 1.44、20‰区 1.15 で小さい値を示していることから、*R. apiculata* の育苗に必要な最適塩分濃度は 10‰から 0‰の範囲にあると判断した (表 2-25)。

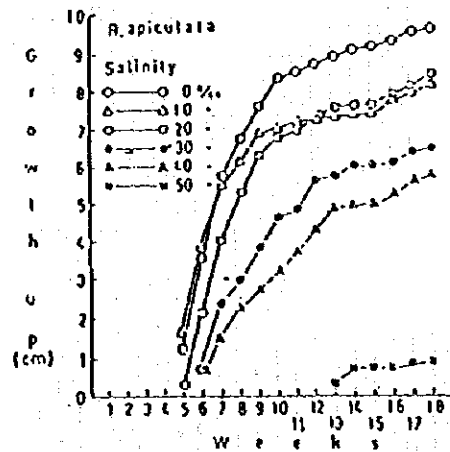


図 2-35 塩分濃度と伸長量

表 2-25 絶乾重成長量とT/R率

塩分濃度	0%	10%	20%	30%	40%	50%
葉、幹 g	3.03	3.73	2.60	2.27	1.67	0.20
根 g	2.10	2.60	2.27	1.57	1.57	0.70
T/R率 %	2.94	1.44	1.15	1.45	1.06	0.29

③ *B. gymnorrhiza*

成長開始は、塩分濃度10%区が最も早く、播種後26日目から始まった。ついで0%区と20%区が26日から開葉を始めている。

これに対し30%区では49日、40%区では51日目から遅れて開葉が始まった。

塩分濃度50%区では開葉をしなかった。成長経過は図2-36のとおり上部への伸長量は10%区が最大でついで0%、20%区の順であり、塩分濃度30%、40%区になると伸長量は小さい。また、30%区では14週目で伸長を停止した。

塩分濃度10%のときに伸長量が最も大きいT/R率も2.28で、やや大きな値を示している。これに対し塩分0%区では成長が0%区よりもやや劣るがT/R率が1.68で10%区の苗木よりも充実している。このことから*B. gymnorrhiza*育苗の最適塩分濃度は10%以下の低濃度であると判断した(表2-26)。

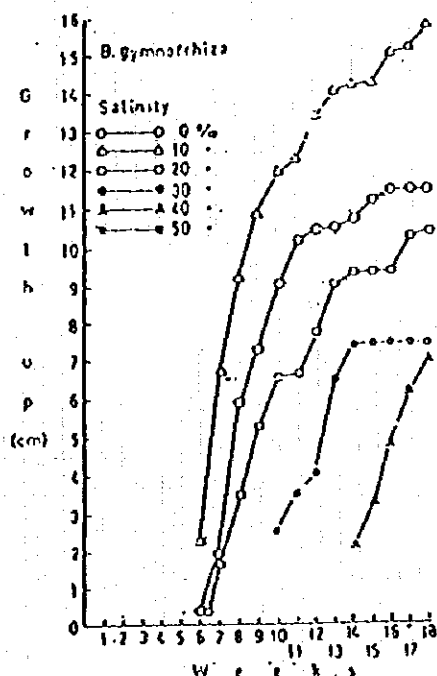


図 2-36 塩分濃度と伸長量

表 2-26 絶乾重成長量とT/R率

塩分濃度	0%	10%	20%	30%	40%	50%
葉、幹 g	2.63	3.93	1.67	0.80	0.77	-
根 g	1.57	1.73	1.47	0.77	0.67	-
T/R率 %	1.68	2.28	1.14	1.04	1.15	-

④ *A. marina*

事業用苗畑であらかじめ苗高 5 cm に成長したポット苗を供試した。成長経過は図 2-37 のとおり塩分濃度 20% 区において最も大きい。ついで、0% 区、10% 区である。この 3 処理区は育苗の後半も生育が鈍化することなく旺盛な成長を続けていた。

しかし、塩分濃度が 30%、40% の高濃度になると育苗の後半は成長が鈍化する。さらに、塩分濃度 50% になると成長はほとんどしない。

葉、幹及び根の絶乾重成長量は塩分濃度 20% の時が最大で、しかも、T/R率は 1.51 で値が小さく苗が充実していることを示している。

このことから、*A. marina* の育苗に最適な塩分濃度は 20% であると判断した (表 2-27)。

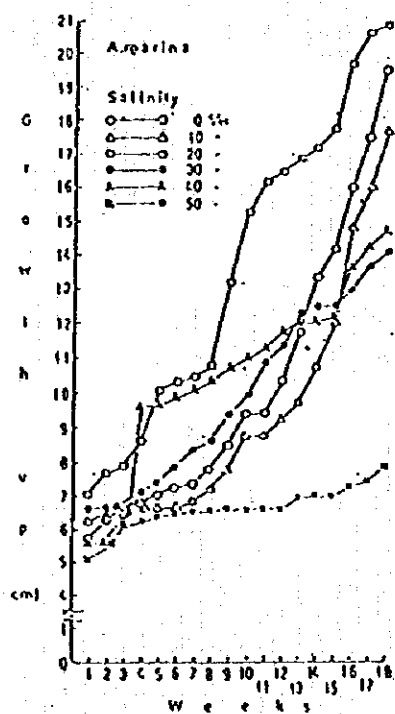


図 2-37 塩分濃度と伸長量



表 2-27 絶乾重成長量とT/R率

塩分濃度	0%	10%	20%	30%	40%	50%
葉、幹 g	2.10	1.87	2.47	1.77	0.73	0.33
根 g	0.87	1.17	1.63	0.87	0.57	0.20
T/R率 %	2.42	1.63	1.51	2.04	1.29	1.67

⑤ *S. alba*

事業前畑であらかじめ苗高 2 cm に成長させたポット苗を供試した。成長経過は図 2-38 のとおり塩分濃度 20% 区において最も大きい。ついで 0% 区、10% 区であるがこの 2 区はほぼ同一の成長経過を示している。

塩分濃度 30% になると成長は極めて緩慢となる。濃度 40% 区では試験開始 7 週目で枯死した。

葉、幹及び根の絶乾重成長量を比較すると最も大きいのは塩分濃度 20% 区であり、また、T/R率は 1.45 と小さな値で苗が充実していることを示している (表 2-28)。

このことから *S. alba* 育苗に適した塩分濃度は 20% であると判断した。

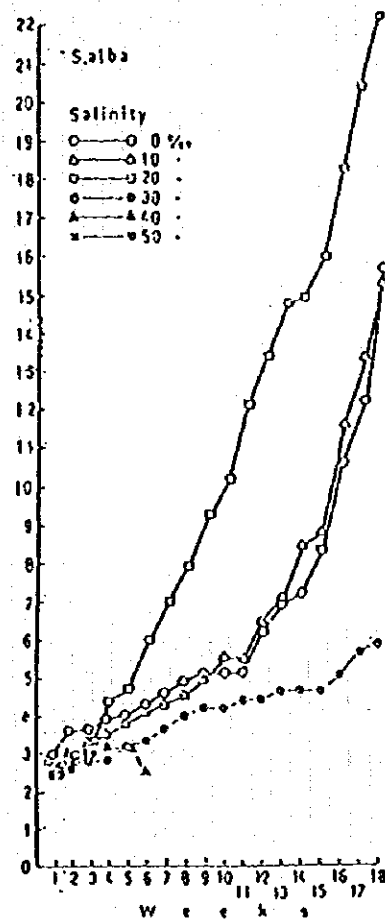


図 2-38 塩分濃度と伸長量

表 2-28 絶乾重成長量とT/R率

塩分濃度	0%	10%	20%	30%	40%	50%
葉、幹 g	1.23	1.57	2.70	0.13	-	-
根 g	0.73	0.80	1.87	0.13	-	-
T/R率 %	1.67	1.96	1.45	1.00	-	-

<まとめ>

実験苗畑で実施した冠水持続時間、被陰、塩分濃度の試験結果からマングローブ苗育成の最適環境が（表 2-29）のとおり判明した。

表 2-29 マングローブ苗育成の最適条件

樹 種	日/冠水持続時間	被陰	塩分濃度
<i>Rhizophora mucronata</i>	4 時間	50 %	10%~20%
<i>Rhizophora apiculata</i>	4 時間	50 %	10%~20%
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	2 時間	25 %	10%以下
<i>Avicennia marina</i>			20%
<i>Sonneratia alba</i>			20%

### 3. 成果と今後の課題

#### 3-1 成果

##### (1) 苗木の生産

最終年度苗木生産は継続しているが、これを含んでバリサイトでは7樹種約百万本の苗木生産となる。一方ロンボクサイトでは胎生種子、特に*R. mucronata*の直接林地に挿しつける直挿し植栽方法による植林が行われたため、種子を採取選別し、植林に供した。

##### (2) 育苗技術の確立

事業活動及び調査研究活動をもとに苗木手引書を作成した。

#### 3-2 今後の課題

##### (1) ポット育苗方式について

バリサイトにおいてはエビ養殖池跡地が植林地で、養殖事業によりもとの地盤が掘り下げられ、土壌が攪乱され更に汚染されて植林の環境が著しく悪化している。このため胎生種子についても厳しい環境に適応性の広いポット育苗方式が採られた。一方、伐採跡地が植林地であるロンボクサイトでは胎生種子、特に*R. mucronata*の直接林地に挿しつける直挿し植栽方法による植林が行われた。さらにバリサイトにおいても試験的に胎生種子の直挿し植栽の植林が行われ良好な結果を得ている。

今後胎生種子の直挿し植栽方法の適応範囲を検討し、植林地の環境により育苗方式的確な選択が可能になるようにしなければならない。

##### (2) 種子採取について

すべて自家採取となるため樹種の判別、成熟度の判別、採取源の確保及び採取（成熟）時期の判別が的確に行われなければならない。また採取作業は、同じ種子木でも成熟は一斉におこらず少量ずつ成熟するので、多くの種子木を対象にある間隔で、樹種毎の採取期間中繰り返し採取することが必要となっているが、特に胎生種子は大型であること、潮間帯の林地は足場が悪いため非常に困難な作業となっている。

現在採種園はないが、最も優れた種子採取源としては、東ジャワ州プロボリングゴ地方で、養殖池の土手及び運河あるいは川に沿って列状に継続的に植え付けられてきた林分の例がある。足場がよく採取作業を容易にしているが、ただし当プロジェクトにとっては遠隔地にあるため、また大型の種子であるための採取コストが高く、採取が集中するため、数量が不確定になることは避けられない。

したがって、各地域毎に（各州毎に）、養殖池を利用して、大型の胎生種子を中心に採種園を造成することが植林事業を進めるために必要となっている。

(3) また、苗木の灌水は自然の潮汐によるように設計されている。ただし、潮汐の動きは大潮、小潮の変化、また時間的変動があり、潮汐が苗畑に全く到達しない場合、また日中に到達しない場合、人工灌水による調整が必要となっている。平均小潮満潮線まで20cmさらに掘り下げた場合、ほとんど満潮水が苗畑に到達し、胎生種子の成長は良くなった。ただしカニの害が増加した(*R. mucronata*)、T/R率のバラツキが大きくなった(*B. gymnorhiza*)、さらに、苗床が固くならず作業性が非常に悪くなるなどマイナス面も大きい。このため地域的な変動にも対応でき、更に塩分濃度の管理、灌水時間の管理もできるように人工灌水の割合を高め、揚水ポンプ使用し、苗畑の周囲を土手で囲み水門を設置して管理することが必要と考えられる。

(4) 病虫害防除は後追いになった。特に被害が多かった*S. alba*については生産実績にも示すように生産量が少なくなっている。既に対策は取られているが、加害中の生態に関して不明の点が多い。すべての加害虫について生態の調査研究をしなければならない。

## 第2章

### 造林に関する報告



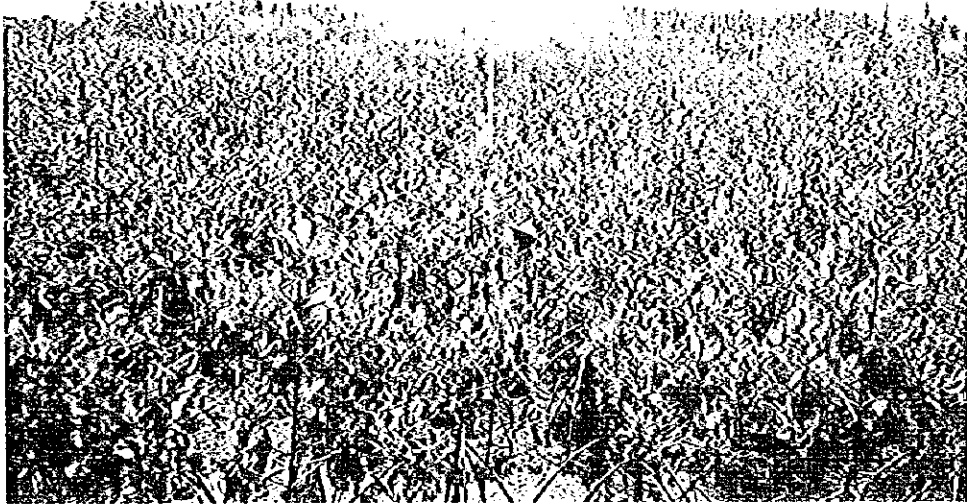


写真1. *Rhizophora mucronata* Poir.の植栽地  
(ポット苗植栽、Block II-№81 1993年12月植栽)

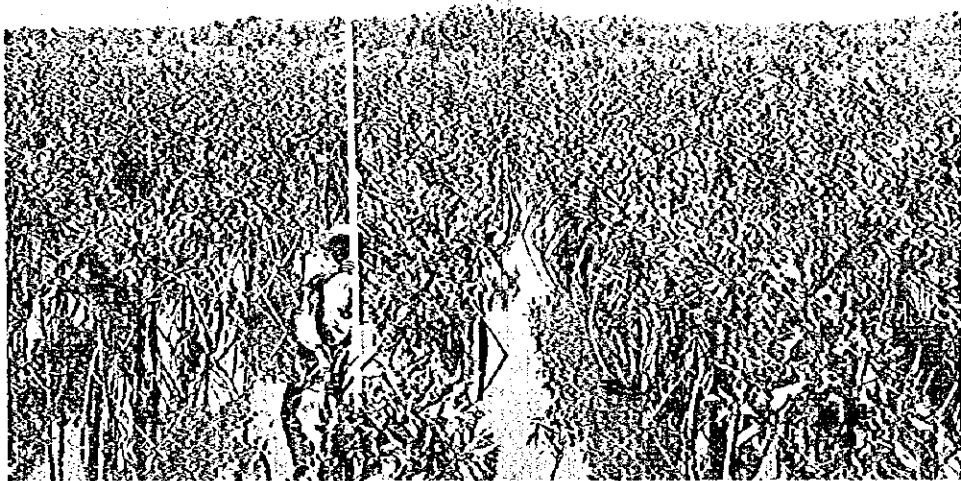


写真2. *Rhizophora mucronata* Poir.の植栽地  
(直挿し苗植栽、Block II-№37 1994年7月植栽)





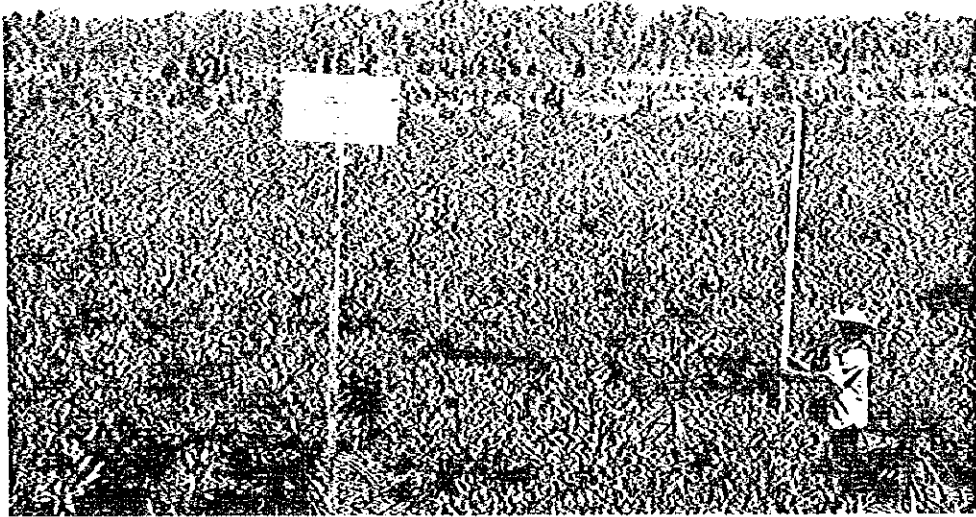


写真3. *Rhizophora apiculata* Bl.の植栽地  
(ポット苗植栽、Block III-No11 1994年6月植栽)



写真4. *Rhizophora apiculata* Bl.の植栽地  
(直挿し苗植栽、Block II-No20 1996年7月植栽)



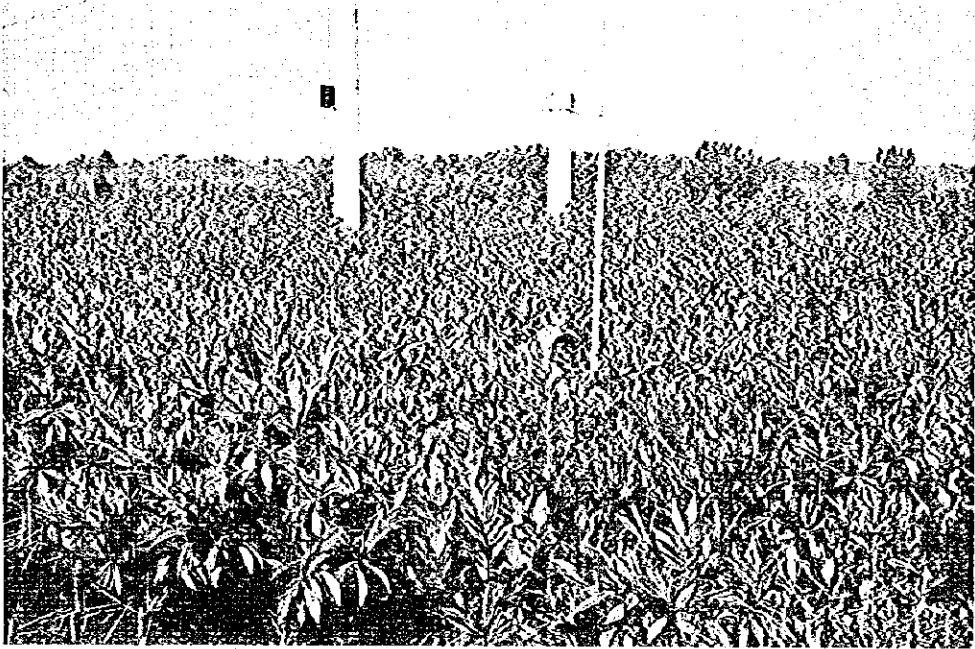


写真5. *Bruguiera gymnorrhiza* Lam.の植栽地  
(ポット苗植栽、Block II-No.49 1993年12月植栽)



写真6. *Bruguiera gymnorrhiza* Lam.の植栽地  
(直挿し苗植栽、Block I-No.66 1996年5月植栽)



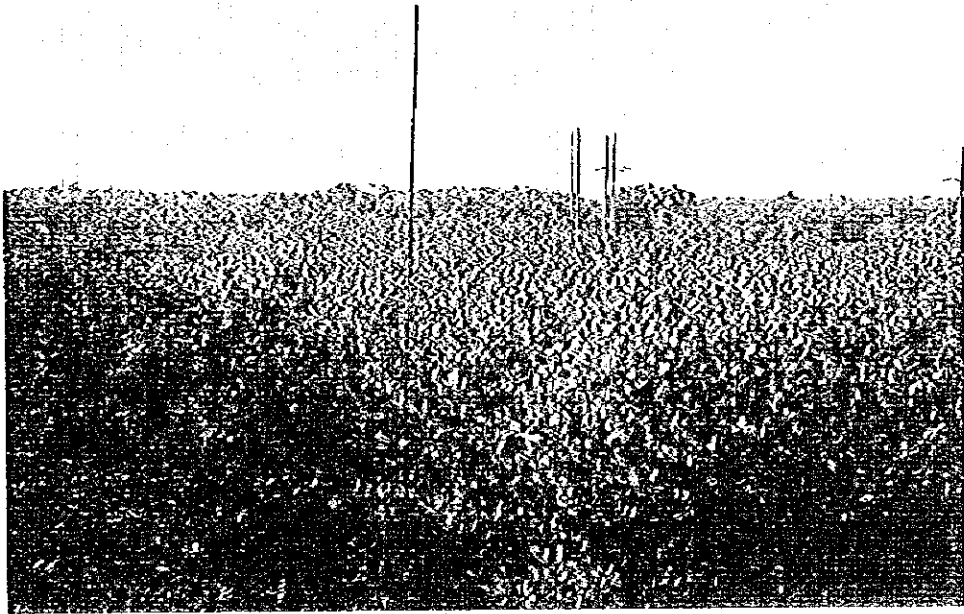


写真7. *Sonneratia alba* J. Sm.の植栽地  
(ポット苗植栽、Block I-No.27 1995年10月植栽)

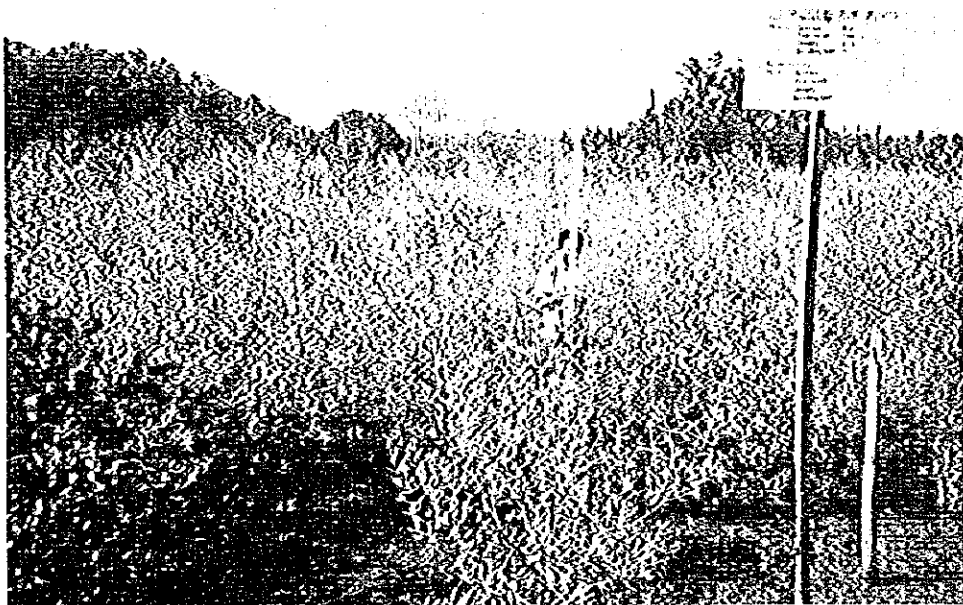


写真8. *Avicennia marina* Forsk.の植栽地  
(ポット苗植栽、Block I-No.57 1996年6月植栽)



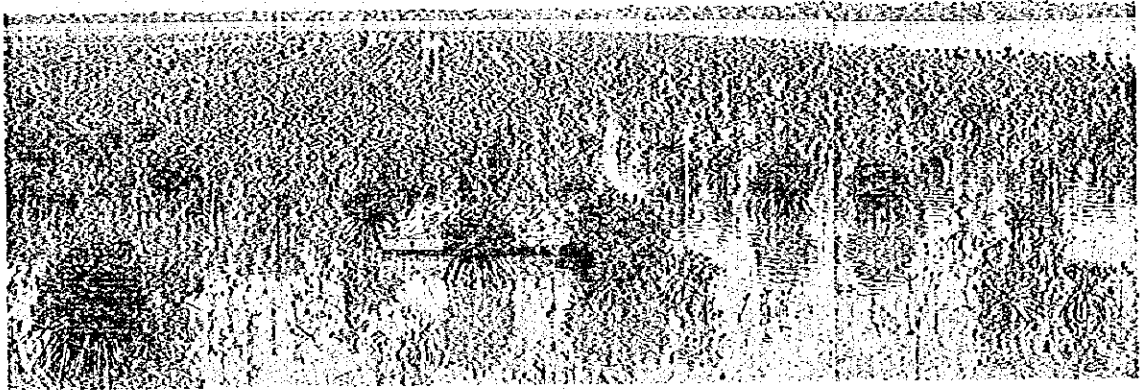


写真9. デルタエリアの植栽地 (ベノア湾、1995年1月、10月、11月及び1996年3月植栽)

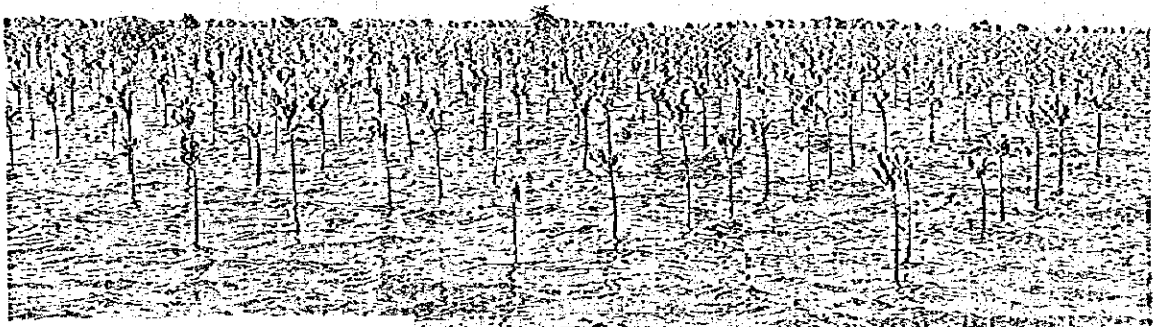


写真10. ロンボクサイトの植栽地 (直挿し苗植栽、Gili Petagan 島1996年1月植栽)





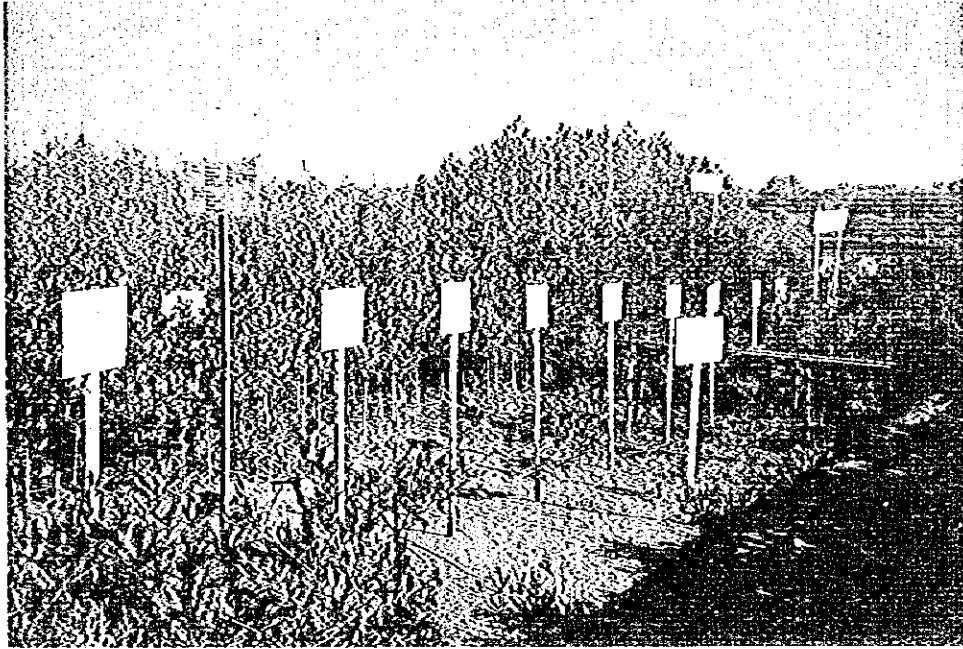


写真11. 立地環境別植栽木成長比較試験  
(Block II-No.32、1993年12月及び1994年12月設定)

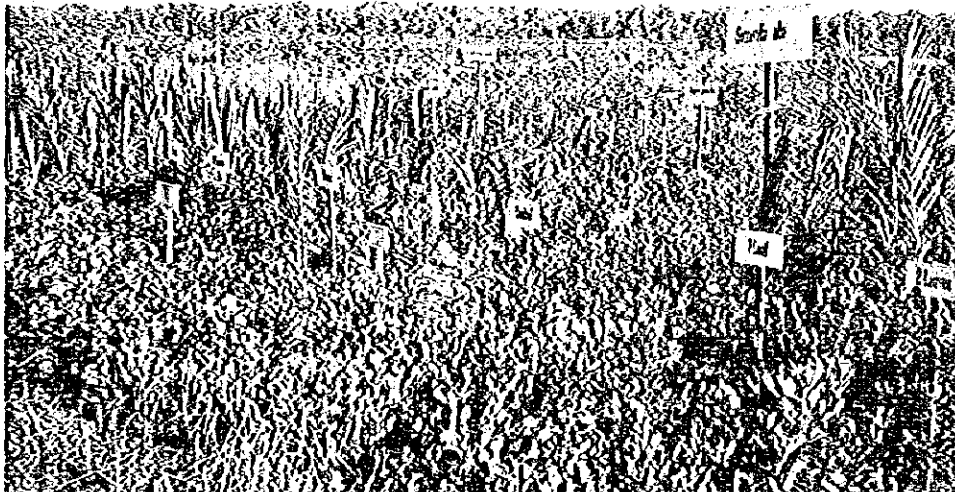


写真12. 庇陰植栽試験及び苗木形態別植栽試験  
(Block III-No.33、1995年5月及び1996年2月設定)

