

a 灌水回数と成長の関係及び考察

- ① *Shorea leprosula* は、灌水の間隔日数が2日1回と3日1回が、活着率90%台で成績が良かった。しかし、成長量は1日1回と2日1回の方が良かった。
- ② *Dryobalanops aromatica* は、灌水の間隔日数1日1回、2日1回、3日1回の方が95%以上であり、成長も1日1回の方が成績が良かった。
- ③ *Shorea parvifolia* は、灌水の間隔日数に関係なく活着率は他と比べて全体的に一番悪い。成長量は、1日1回の方が良かった。
- ④ *Pentaspadon motleyi* は、灌水の間隔日数が1日2回と1日1回の方が活着率も良く、成長量も良かった。
- ⑤ *Neobalanocarpus heimii* は、灌水の間隔日数に関係なく活着率は良かったが、成長量は全体的に最も低かった。
- ⑥ *Palaquium spp.* は、1日1回、2日1回及び3日1回のほうが95%以上の活着率で成績が良く、成長量については1日1回の方が良かった。

以上のことから、*Pentaspadon motleyi* 以外の樹種については、1日2回よりも1日1回、2日1回、3日1回の方が、活着率が良かった。また、成長量では、1日1回の方がすべての樹種について成績が良かったことから全体的に乾燥性を好んでいると思われる。しかし、*Pentaspadon motleyi* については、乾燥性よりも過湿性を好んでいると思われる。

したがって、造林樹種選択に当たっては、これらの樹種の性質を十分に配慮しながら造林樹種を選定しなければならない。

2) 種子からの育苗試験

フタバガキ科等の開花・結実特性は、不明な点が多いことから安定した種子採集が困難なため、マレーシア連邦森林局では、これまで山引き苗を中心に採取し、造林樹種として植栽している。そのため、種子からの育苗技術がほとんどないのが現状である。1993年の種子採集実施で多くの樹種の種子を採集(16種類)したが、一部の種子について腐れが発生するなど多くの失敗もあり、種子からの育苗基準を早急に

確立するための試験を行った。

(1) 種子の保存試験

苗畑作業のスケジュールに合わせて種子採集することは不可能なので、短期間であっても種子を適温で保存する必要がある。そのため「種子保存室」の設置等の基準や条件を得るためにも重要な種子保存試験を実施した。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は表-29, 30に示したとおりである。

- ①種子貯蔵器の温度を20℃に設定している。
- ②種子採集は、母樹に登り枝を切り落として採集している。
- ③採集した種子をビニール袋に入れて保存している。
- ④種子の生死区分は、同一樹種の種子を①から③と同様な取扱いで行い、腐れやカビ等のある種子を切断して調査し、種子の色合い等である程度生死区分（生きている種子は、種皮自体が褐色であり、枯死している種子は、種皮自体が黒色になっている。）ができるようにした。
- ⑤枯死数は、すべて種子を切断してチェックした結果である。

表-29 20℃における種子貯蔵試験

樹種名	採集時	貯蔵期間	試験用の種子数(個数)			備考
			供試個数 個	生存数 個	枯死数 個	
1. <i>Shorea leprosula</i>	8月21日	25日間	95	66	29	
2. <i>Shorea curtisii</i>	8月21日	25日間	256	150	106	
3. <i>Shorea macroptera</i>	8月24日	22日	77	48	29	
4. <i>Shorea pauciflora</i>	8月19日	27日	175	175	0	
5. <i>Parashorea spp.</i>	8月19日	27日	190	0	190	全部腐れ
6. <i>Intsia palembanica</i>	9月10日	5日	210	210	0	
7. <i>Shorea ovata</i>	9月9日	6日	100	100	0	

表-30 20℃で保存した後における発芽試験

樹種名	発芽試験日	発芽試験調査日			発芽数 個	発芽率 %
	9月14日 種子数	9月17日 発芽数	25日 発芽数	30日 発芽数		
1. <i>Shorea leprosula</i>	66個	0個	0個	全部腐れ	0	0
2. <i>Shorea curtisii</i>	150個	4個	9個	残り腐れ	13	1
3. <i>Shorea macroptera</i>	48個	0個	0個	全部腐れ	0	0
4. <i>Shorea pauciflora</i>	50個	10個	4個	残り腐れ	14	28
5. <i>Intsia palembanica</i>	32個	4個	16個	残り腐れ	20	63
6. <i>Shorea ovata</i>	100個	78個	16個	残り腐れ	94	94
7. <i>Koompassia spp.</i>	100個	19個	18個	残り腐れ	37	37
8. <i>Sindora spp.</i>	100個	0個	8個	残り腐れ	8	1

注) 1. 樹種のうち *Shorea leprosula*, *Shorea curtisii*, *Shorea macroptera*, *Shorea pauciflora*, *Intsia palembanica*, *Shorea ovata* の樹種については、20℃で保存した後、生存した種子について発芽試験を継続した。

2. 保存方法は、ビニール袋に種子を保存し20℃に温度を固定して継続的に調査した。

3. 発芽試験は、種子50個入れの発芽皿を使用し水分に注意しながら行った。

a 種子保存試験及びその後の発芽試験の結果

① *Shorea leprosula* は、表-29で示したとおり69%が25日間生存したが、その後20℃での発芽能力はなく殆ど腐敗するなどしてカビが発生した。

② *Shorea curtisii* は、表-29で示したとおり59%が25日間生存したが、その後20℃での発芽能力は、1%程度であり殆どはカビによる腐れであった。

- ③ *Shorea macroptera* は、表-29で示したとおり62%が22日間生存したが、その後20℃での発芽能力はなく、殆ど腐れ等で枯死した。
- ④ *Shorea pauciflora* は、表-29で示したとおり殆どが27日間も生存したが、その内50個について20℃での発芽能力は、28%程度であり残りは殆ど腐れ等で枯死した。
- ⑤ *Intsia palembanica*は、貯蔵期間が5日間で100%も生き残り20℃での発芽能力もあり、発芽率でも63%もあった。
- ⑥ *Shorea ovata*は、貯蔵期間が6日間で100%も生き残り20℃での発芽能力もあり、発芽率でも94%もあった。
- ⑦ *Parashorea spp.*は、27日間で全部腐れが入り枯死した。したがって保存もできない事がわかった。
- ⑧ *Koompassia spp.* や *Sindora spp.*の樹種については、発芽試験のみであり、37%と1%程度の発芽率であった。

以上のとおり、樹種によっては相当期間保存して苗畑作業のスケジュールを調整しながら播種等の作業が可能である。1993年8月から10月にかけて多くの種子を採集したが、苗畑管理作業員が5人であり、そのために多くの種子を枯死させるなど作業管理上の問題もあった。

しかし、今後は、種子の保存できるものについてはある程度保存しながら臨時作業員等を雇用し、苗畑作業管理を進めて行くことが肝要である。

(2) 発芽試験

(2) - 1 発芽試験

種子採集の方法により発芽率がどのように変化するのか、それによって種子採集方法を幾つかのケースについて試験し、今後の種子採集や苗木生産の尺度としたい。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は表-31から表-33に示したとおりである。

- ① 1993年3月から5月にかけて4種類の種子を採集し、その後直ちに種翼をとりどき、これらの発芽率などを調査した。

- ② 3月15日、20日及び5月18日まき付けの種子は母樹から地表へ落下したものを採集した。
- ③ 3月30日から4月21日のまき付けの種子は母樹の下にネットを張りそのネットに落ちた種子を採集した。
- ④ 発芽後の生存数は、1993年12月にその後の生存数を調査した。
- ⑤ この母樹は、観察木に指定した。

表-31 *Shorea parvifolia*(Meranti sarang punai) の発芽率と生育状況

まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	発芽後の 枯死数(本)	発芽後の 生存本数	備 考
3月15日	300	139	46	23	116	調査月日 1993年 5月24日
3月20日	261	80	31	10	70	
3月30日	632	529	84	98	431	
4月 9日	2,502	1,607	64	370	1,237	
4月10日	1,896	1,801	95	374	1,427	
4月11日	1,071	976	91	152	824	
4月21日	546	481	88	97	384	
5月18日	210	114	54	3	111	
合 計	7,418	5,727	77	1,127	4,600	

注) この母樹は、パハン州ベントン営林署のレンタン苗畑事務所の管内にあり、観察木(No. 1)に指定した。

表 - 32 *Dipterocarpus crinitus*と*Hopea odorata*の発芽率と生育状況

樹種名	まき付け日	まき付け数 (個)	発芽数 (本)	発芽率 (%)	発芽後の枯死数 (本)	発芽後の生存数 (本)
1. <i>Dipterocarpus crinitus</i> (Keruing mempelas)	3月15日	649	95	15	4	91
2. <i>Hopea odorata</i> (Merawan siput jantan)	3月15日	79	79	100	0	79

- 注) 1. 発芽率は、1993年5月24日に調査した。
 2. 発芽後、1993年12月に生存数を調査した。
 3. BESOUTの地域で母樹の下にネットを張り採集した。
 4. *Dipterocarpus crinitus*の母樹を観察木 (No. 2) に指定した。
 5. *Hopea odorata*の種子は、4mmから6mm程度の厚さの種子である。

表 - 33 *Dipterocarpus cornutus*(Keruing gombang)の発芽率と生育状況

まき付け日	まき付け数 (個)	発芽数 (本)	発芽率 (%)	発芽後の枯死数 (本)	発芽後の生存数 (本)	備考
3月20日	261	80	31	10	70	1993年5月24日発芽率調査

- 注) 1. 発芽後、1993年12月にその後の生存数を調査した。
 2. すでに地上へ落下した種子を採集した。
 3. パハン州ベントン営林署レンタン苗畑事務所の管内に母樹があり、観察木 (No. 3) に指定した。

a. 1993年3月から5月にかけて採集した種子の発芽試験の結果

- ① *Shorea parvifolia* の発芽率については、母樹の下にネットを張りそのネットから種子を採集したものが良かった。
しかし、天然に落下した種子を採集した場合は50%台以下の発芽率であった。
- ② *Dipterocarpus crinitus* の発芽率についてはネットを張り種子を採集したがほとんど発芽能力がなく、ネットの効果がなかった。すでに樹上で虫や鳥にやられているものが多い。
- ③ *Hopea odorata* の発芽率は種子も小さく虫害や鳥の害も少ないため落下した後、地上でひろった種子でも発芽率が非常に良かった。
- ④ *Dipterocarpus cornutus* は、種子も大きく虫害や鳥の害が多い。今回は落下した種子をすべて採集し、発芽率を調べたが成績は良くなかった。

以上のことから種子採集の方法により発芽率が非常に違うことになり、樹種によって採集方法を確立し、それぞれの樹種の種子について採集方法を調査し、最も簡単な方法で採集でき、発芽率も良く生育状況もよい方法について検討しなければならない。

(2) - 2 発芽試験

1993年7月～10月にかけてペラ州森林局グリック営林署管内で10種類の種子を採集し、その後直ちに種翼を取り除き、発芽率などの試験調査を実施したので報告する。

試験条件は、種子採集日から6日間種子に水分を補給して苗畑で保管し、その後まき付けをしたものであり、その結果は、表-34、35に示したとおりである。表-36から表-39は、種子採集日から2週間種子に水分を補給し、その後まき付けしたものであり、表-40は、種子採集日から3日以内にまき付けしたものである。

表-34 *Shorea leprosula*と*Shorea pauciflora*の発芽試験

樹種名	まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	備考
(1) <i>Shorea leprosula</i> (Meranti tembaga)	8月28日	13,500	12,265	90.9%	種子は、 GERIK 営林署 管内から 採集した
(2) <i>Shorea pauciflora</i> (Meranti nemesu)	8月26日	11,100	10,350	93.2%	

注) 1. 種子は、木に登って母樹から直接採集したものである。

2. 調査月日は、1993年10月25日である。

表-35 *Shorea macroptera*と*Shorea ovata*の発芽試験

樹種名	まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	備考
(1) <i>Shorea macroptera</i> (Meranti merantai) 計	9月15日	180	180	100%	種子は、 GERIK 営林署 管内から 採集した
	9月27日	180	180	100%	
		360	360	100%	
(2) <i>Shorea ovata</i> (Meranti s.p. bukit) 計	9月27日	561	278	49.6%	
	10月10日	500	388	77.6%	
		1061	666	62.8%	

- 注1. ポットへ直接に種を蒔き約一ヶ月後に調査した。
 2. 種子は、木に登って母樹から直接採取したものである。
 3. 調査月日は、1993年11月25日である。

表-36 *Sindora spp.*と*Intsia palembanica*の発芽試験

樹種名	まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	備考
(1) <i>Sindora spp.</i> (Sepetir) 計	9月20日	650	161	24.8%	種子は、 GERIK 営林署 管内から 採集した
	9月25日	650	167	25.7%	
		1300	328	25.2%	
(2) <i>Intsia palembanica</i> (Merbau) 計	9月20日	500	273	54.6%	
	9月25日	500	181	36.2%	
		1000	454	45.4%	

- 注1. ポットへ直接に種を蒔き約一ヶ月後に調査した。
 2. 種子は、木に登って母樹から直接採取したものである。
 3. 調査月日は、1993年12月1日である。

表-37 *Dipterocarpus cornutus*の発芽試験

樹種名	まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	備考
<i>Dipterocarpus cornutus</i> (Keruing gombang) 計	9月10日	1000	545	54.5%	種子は GERLK 営林署 管内から 採集した
	9月15日	1000	404	40.4%	
		2000	949	47.5%	

- 注1. ポットへ直接に種を蒔き約一ヶ月後に調査した。
 2. 種子は、木に登って母樹から直接採取したものである。
 3. 調査月日は、1993年10月23日である。

表-38 *Parashorea spp.* の発芽試験

樹種名	まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	備考
<i>Parashorea spp.</i> (Gerutu pasir) 計	9月23日	500	79	15.8%	種子は GERIK 営林署 管内から 採集した
	9月29日	500	114	22.8%	
		1000	193	19.3%	

- 注1. ポットへ直接に種を蒔き約一ヶ月後に調査した。
 2. 種子は、木に登って母樹から直接採取したものである。
 3. 調査月日は、1993年12月1日である。

表-39 *Dialium spp.* の発芽試験

樹種名	まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	備考
<i>Dialium spp.</i> (KerANJI) 計	10月20日	600	79	13.1%	種子は GERIK 営林署 管内から 採集した
	11月5日	600	42	7.0%	
		1200	121	10.0%	

- 注1. ポットへ直接に種を蒔き約一ヶ月後に調査した。
2. 種子は、木に登って母樹から直接採取したものである。
3. 調査月日は、1993年12月 1日である。

表-40 *Shorea curtisii* のまき付け条件変化での発芽試験

樹 種 名	まき付け日	まき付け数 個	発芽数 本	発芽率 %	備 考
<i>Shorea curtisii</i> (Meranti seraya)	9月22日	900	213	23.7%	(1)ノコ屑を利用した発芽率
	9月25日	1209	555	45.9%	(2)ココナツ屑を利用した発芽率
	9月23日	10.291	672	6.5%	(3)直接まき付けベットにまきつけた時の発芽率

- 注1. まきつけ箱やまきつけ床に直蒔きし、約一ヶ月後に調査した。
2. 種子は、木に登って母樹から直接採取したものである。
3. 調査月日は、1993年10月23日である。

a 1993年7月から10月にかけて10種類の種子を採集した種子の発芽試験の結果

① 表-34 *Shorea leprosula* と *Shorea pauciflora* の発芽率は非常に高い。これは種子採集のタイミングもよく、また、直接母樹から採集したことが、今回の発芽率が高い原因であると思われる。

② 表-35 *Shorea macroptera* の発芽率は非常に良い。これも種子採集のタイミングが良かったことと、直接木から採集したことが良い結果をうんでいる。またこの種子は発芽力も旺盛で、すべての種子（10種類）で、取扱いが一番簡単であった。

しかし、*Shorea ovata*の種子は*Shorea parvifolia*の種子より小さく、他の樹種よりも発芽率も低い、これは直接ポットへ種を蒔いたため鼠（全長約20cm）に食害されたことによる。

③ 表-36 *Sindora spp.*と*Intsia palembanica*の発芽率は悪いが、*Sindora spp.*については種子が二重になっているため、その種子の取扱いが悪かったこと及び苗畑の作業上、2週間苗畑の倉庫で保管したため、一部に腐れが発生したためである。また、*Intsia palembanica*についても苗畑の倉庫に保管し2週間過ぎていたため、一部に腐れが発生したものや、皮が厚くその処理ができていない（皮にキズを付ける）ためであると思われるが、なお、今も発芽が続いている。

④ 表-37 *Dipterocarpus cornutus*の発芽は種子も大きく無処理でポットへ直接に種蒔きして行っている。これも2週間くらい苗畑倉庫で保管しているため発芽能力が低下しているものとおもわれる。しかし3~5月に採取した種子から比べて発芽率は良かった。

⑤ 表-38 *Parashorea spp.* の発芽試験は種子量も一本の木から50,000個の採取が可能であり最初は23,000個を採取してきたが、次の日から発芽が始まり、苗畑の作業が続かなかった。また、苗畑の作業所でポットへ直接に種を蒔いたが、ほとんどが鼠の害にあい、また苗畑でまきつけ床に蒔いたが、約10%程度しか発芽しなかった。

しかし、種子採取した母樹のまわりに蒔いた種子の発芽率は100%に近かった。1ヶ月後、山引き苗として10,000本を採取しグリックの臨時苗畑で育苗している。

⑥ 表-39 *Dialium spp.* の発芽率は現在のところは10%であるが、これは発芽処理(厚い皮に傷をつける)をしていないため発芽は非常に遅くなっている。しかし、発芽は続いている。保存も長期間できる種子である。

⑦ 表-40 *Shorea curtisii* の発芽は非常に悪く、3日でほとんどカビや腐れで死んでしまう。最初は23,000個を採集したが全部カビや腐れで播種できなかった。2回目の種子も10,000個を採集し、直接ベッドへ播種したがほとんど発芽までに至らなかった。そこで特にこの種子について発芽条件を変えて試験したのが表-40である。この結果、ココナツ屑を利用した発芽箱の処理が最も成績が良かったので今後この方法で続けることとする。

以上のとおり、発芽率の調査や種子の保管箱を含めて調査したが、種子によって、発芽条件が異なることや苗畑作業の準備体制の問題、種子に対する発芽処理の問題、さらには、種子の採集時期の問題など、多くの諸条件が旨くかみあうことが必要である。この経験を踏まえ、作業員の増員、苗畑ベッドの増設等をすると共に苗畑施設の再検討(発芽室の整備)をするなど、短期に採取した種子の保管処理や発芽処理ができるような体制を検討した。

なお、今回は一時に多くの種子が採集されたため、発芽処理等はせず、水分を吸収させて直接種を蒔いて処理した。

(3) 種子からの育苗

育苗は、苗畑の播種床で発芽させた稚苗をポットに移植して行う。ポットのサイズは6インチ×9インチのものを使用する。育苗の段階では、多少の庇陰が必要である。

なお、フタバガキ科の苗の成長は、表-41のとおりである。

表-41 種子からの育苗

樹種名	調査月日		成長量 (cm)	まき付け日
	JUN 1993	DEC 1993		
<i>Dipterocarpus crinitus</i> (Keruing mempelas)	7.9cm	12.6cm (100%)	4.7cm	3月15日
<i>Dipterocarpus cornutus</i> (keruing gombang)	13.3cm	18.2cm (97%)	4.9cm	3月20日
<i>Shorea parvifolia</i> (Meranti sarang punai)	11.6cm	22.7cm (99%)	11.1cm	4月11日
<i>Hopea odorata</i> (Merawan siput jautan)	5.0cm	9.1cm (92%)	4.1cm	3月15日

注)1. ()は、生存率である。

2. 成長量は、1993年6月から12月までの間である。



写真- Dipterocarpus crinitusの種子からの生長調査

a 種子からの育苗についての結果

3月から4月にかけてポット（6×9インチ）にまきつけた種子はそれぞれ発芽率に差はあるものの、その後順調に生育しているのでその成果に付いて1993年6月から3ヶ月毎に調査し、12月が3回目の調査時期となった。

- ① *Dipterocarpus crinitus*は100%活着しており、病虫害も受けず生育しているが、6ヶ月以上たってもその間の伸長は約5cm程度の伸びであり、山引き苗とするまでは一年以上を必要とする。
- ② *Dipterocarpus cornutus*は97%の生存率である。しかし成長量は同じく6ヶ月間で約5cm程度である。これも一年以上の期間の育苗が必要と思われる。
- ③ *Shorea parvifolia*は、生育も良く6月から12月までの6ヶ月間で約11cm伸長した。
- ④ *Iloepa odorata*は種子も小さいが発芽後の成長も非常にスローであり、6ヶ月間で約4cm程度である。山出し苗にするまで一年以上が必要である。天然林内に前生稚樹が多く山引き苗の苗木調達上の問題はない。

以上のことから種子からの育苗のデータを常に取りながら苗木の成長を調査するとともに、山出しとするまでの期間及び病虫害の対策と肥料との関係について更に継続して調査し、今後の育苗方法の改善のための資料としたい。

(4) マイコライザ接種効果試験

フタバガキ科の成長についてはマイコライザが必要で成長促進の因子でもあることから、今回種子からの育苗方法・改良活動の一環として調査したものである。すでに山引き苗の稚樹にはマイコライザが付着しており問題がないが、種子からの場合にはマイコライザが付着するチャンスがないため、マイコライザを混入した場合と混入しない場合の成長について調査した結果を表-42に示した。

なお、マイコライザについては土壌と一緒に販売している会社が、Bidorにあり同社の協力を得ながら試験調査している。

a 試験条件は、以下のとおりである。

- ① マイコライザ混入土壌（民間会社から購入）とチクス苗畑周囲の土壌（地表から1m以内の所を掘りとった土壌）を1：1の割合で混入した。
- ② 一樹種当たり100本をポットに移植した。
- ③ ポットの移植日は、1993年10月20日である。

b マイコライザの試験結果

1993年10月にポットに土壌と一緒に混合してあるマイコライザを入れた後、ポットに苗木を移植し、その活着率と成長量を調査した。その結果マイコライザの入ったポットに移植した場合は、活着率の悪い樹種が多かった。

しかし、現在の段階では移植後、3か月の調査であり長期的にみたマイコライザの効果は明らかでない。



写真一 *Shorea leprosula*の根に付着したマイコライザ

表-42 マイコライザの接種効果試験

樹種名	調査月日	マイコライザを挿入した場合 (cm)		マイコライザを挿入しない場合 (cm)		備考
(1) <i>Shorea macroptera</i> (Meranti melantai)	NOV. 1993	9.2	(99%)	13.6	(100%)	ポットに移植 (10月20日)
	FEB. 1994	14.4	(95%)	17.9	(100%)	
	SHOOT GROWTH	5.2		4.3		
(2) <i>Shorea ovata</i> (Meranti sarang punai bukit)	NOV. 1993	6.7	(96%)	10.3	(100%)	
	FEB. 1994	11.2	(79%)	15.4	(98%)	
	SHOOT GROWTH	4.5		5.1		
(3) <i>Shorea pauciflora</i> (Meranti nemesu)	NOV. 1993	6.1	(98%)	10.9	(100%)	
	FEB. 1994	10.5	(92%)	14.1	(96%)	
	SHOOT GROWTH	4.4		3.2		
(4) <i>Shorea leprosula</i> (Meranti tembaga)	NOV. 1993	14.6	(95%)	16.5	(100%)	
	FEB. 1994	17.9	(91%)	21.2	(98%)	
	SHOOT GROWTH	3.3		4.7		
(5) <i>Shorea curtisii</i> (Meranti seraya)	NOV. 1993	5.2	(80%)	9.5	(100%)	
	FEB. 1994	8.4	(72%)	14.4	(99%)	
	SHOOT GROWTH	3.2		4.9		
(6) <i>Parashorea spp.</i> (Gerutu pasir)	NOV. 1993	2.9	(72%)	9.5	(100%)	
	FEB. 1994	3.6	(44%)	10.9	(98%)	
	SHOOT GROWTH	0.7		1.4		
(7) <i>Dipterocarpus</i> <i>cornutus</i> (Keruing gombang)	NOV. 1993	14.9	(100%)	16.1	(100%)	
	FEB. 1994	18.3	(100%)	18.0	(100%)	
	SHOOT GROWTH	3.4		1.9		
(8) <i>Intsia palembanica</i> (Merbau)	NOV. 1993	33.9	(100%)	33.5	(100%)	
	FEB. 1994	45.4	(100%)	44.4	(99%)	
	SHOOT GROWTH	11.5		10.9		
(9) <i>Sindora spp.</i> (Sepetir)	NOV. 1993	13.3	(100%)	14.1	(100%)	
	FEB. 1994	20.1	(78%)	18.6	(97%)	
	SHOOT GROETH	6.8		4.5		

注) 1. 稚樹高の単位は、cmであり、()は、生存率である。

2. 成長量は、1993年11月から1994年2月までの間である。

3) 山引き苗の育苗試験

フタバガキ科などの郷土樹種の育苗技術は現在多く植栽されている早生樹種（アカシアマンギウム、ヤマネ等）やチークのそれと比較すると十分に確立されているとはいえない。種子採集、種子貯蔵などに困難な問題が多いため、現在の苗木生産の中心は山引き苗によるものである。

なお、山引き苗としてチクス天然林等で採取している樹種は次のとおりである。

- | | |
|--|---|
| ① <i>Shorea leprosula</i>
(Meranti tembaga) | ⑫ <i>Gonystylus spp.</i>
(Ramin) |
| ② <i>Shorea parvifolia</i>
(Meranti sarang punai) | ⑬ <i>Dacryodes spp.</i>
(Kedondong) |
| ③ <i>Pentaspadon motleyi</i>
(Pelong) | ⑭ <i>Koompassia spp.</i>
(Kempas) |
| ④ <i>Hopea odorata</i>
(Merawan siput jantan) | ⑮ <i>Pometia spp.</i>
(Kasai) |
| ⑤ <i>Palaquim spp.</i>
(Nyatoh) | ⑯ <i>Shorea pauciflora</i>
(Meranti nemesu) |
| ⑥ <i>Dryobalanops aromatica</i>
(Kapur) | ⑰ <i>Endospermum malaccense</i>
(Sesendok) |
| ⑦ <i>Shorea macroptera</i>
(Meranti melantai) | ⑱ <i>Sindora spp.</i>
(Sepetir) |
| ⑧ <i>Calophyllum spp.</i>
(Bintangor) | ⑲ <i>Shorea hypochra</i>
(Meranti temak) |
| ⑨ <i>Heritiera spp.</i>
(Mengkulang) | ⑳ <i>Shorea curtisii</i>
(Meranti seraya) |
| ⑩ <i>Parashorea spp.</i>
(Gerutu pasir) | ㉑ <i>Shorea assamica</i>
(Meranti pipit) |
| ⑪ <i>Dipterocarpus cornutus</i>
(Keruing gombang) | ㉒ <i>Shorea bracteolata</i>
(Meranti pa'ang) |

これらの樹種の多くは種子の休眠がなく、種子が林床に落下してから数日から数週間のうちに発芽する。稚樹は発生時には非常に多く成立するが、光不足や病虫害による消失も多い。山引き苗を多量に生産するためには稚樹の発生後、早い時期に採取を行うのが効果的である。しかし、矮小な稚樹は概して弱いため、現在では6～30cm程度の稚樹を採取している。

また、山引きした稚樹を健全な苗木に仕立てる方法については未解決の部分も多いので山引き苗の健全な養成に関する試験を行った。

(1) 山引き時の稚樹の大きさと成長

発芽してから時期別に稚樹を集め、その生育状態を試験した。また、併せて天然林内の稚樹の消失経過（生存率と高さ）を調査した。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は、表-43から表-48に示したとおりである。

- ① 土壌は、天然林内のトップソイルを使用している。
- ② 一処理一樹種当たり50本を試験した。

表-43 山引き時の稚樹の大きさと育苗（発芽してから1年以上（高さ30cm～50cm）と3カ月以内（高さ7cm～12cm）の稚樹）

樹種名	調査日	稚樹の大きさ				備考
		高さ30cm～50cm		高さ7cm～12cm		
		苗高(cm)	活着率%	苗高(cm)	活着率%	
1. <i>Hopea odorata</i> (Merawan siput jantan)	MAY 1993	3.9	82	8	100	ポットの 大きさは 6×9 inch で同じ
	DEC 1993	4.7	78	1.4	96	
	GROWTH(cm)	8		6		

表-44 山引き時の稚樹の大きさと育苗（発芽してから1年以上（高さ20cm～50cm）と3カ月以内（高さ6cm～15cm）の稚樹）

樹種名	調査日	稚樹の大きさ				備考
		高さ20cm～50cm		高さ6cm～15cm		
		苗高(cm)	活着率%	苗高(cm)	活着率%	
2. <i>Palaquium gutta</i> (Nyatoh taban merah)	SEP 1993	3.2	100	1.0	100	ポットの 大きさは 6×9 inch で同じ
	DEC 1993	3.3	100	1.1	100	
	GROWTH(cm)	1		1		

表-45 山引き時の稚樹の大きさと育苗（発芽してから1年以上（高さ30cm～65cm）と3カ月以内（高さ5cm～12cm）の稚樹）

樹種名	調査日	稚樹の大きさ				備考
		高さ30cm～65cm		高さ5cm～12cm		
		苗高(cm)	活着率%	苗高(cm)	活着率%	
3. <i>Shorea hypochra</i> (Meranti temak)	SEP 1993	43	100	9	100	ポットの 大きさは 6×9 inch で同じ
	DEC 1993	45	100	10	100	
	GROWTH(cm)	2		1		

表-46 山引き時の稚樹の大きさと育苗（発芽してから3カ月以内で高さ20cm～35cmと高さ8cm～15cm）の稚樹

樹種名	調査日	稚樹の大きさ				備考
		高さ20cm～35cm		高さ8cm～15cm		
		苗高(cm)	活着率%	苗高(cm)	活着率%	
1. <i>Calophyllum spp.</i> (Bintangor)	MAY 1993	22	100	13	100	ポットの 大きさは 6×9 inch で同じ
	DEC 1993	23	100	13	100	
	GROWTH(cm)	1		0		

表-47 山引き時の稚樹の大きさと育苗（発芽してから3カ月以内で高さ20cm～30cmと高さ10cm～15cm）の稚樹

樹種名	調査日	稚樹の大きさ				備考
		高さ20cm～30cm		高さ10cm～15cm		
		苗高(cm)	活着率%	苗高(cm)	活着率%	
1. <i>Gonystylus spp.</i> (Ramin)	MAY 1993	22	100	14	100	ポットの 大きさは 6×9 inch で同じ
	DEC 1993	23	100	16	100	
	GROWTH(cm)	1		2		

表-48 山引き時の稚樹の大きさと育苗（発芽してから3カ月以内で高さ20cm～30cmと高さ5cm～12cm）の稚樹

樹種名	調査日	稚樹の大きさ				備考
		高さ20cm～30cm		高さ5cm～12cm		
		苗高(cm)	活着率%	苗高(cm)	活着率%	
1. <i>Calophyllum spp.</i> (Bintangor)	MAY 1993	22	100	13	100	ポットの 大きさは 6×9 inch で同じ
	DEC 1993	23	100	13	100	
	GROWTH(cm)	1		0		

a 山引き時の稚樹の大きさの育苗試験の結果

発芽して1年以上のものと3カ月以内の稚樹を山引き苗として採取し、その育苗方法を知るための試験を実施した。現在のデータは1年未満のもののみなので今後継続してデータを収集する必要がある。試験結果では、*Hopea odorata*は小さい苗の方が活着率が良かったが、成長量では、殆ど変化がなかった。また、他の5樹種については調査期間が短いため現段階ではハッキリした結果が得られていない。

なお、今後は、より多くの樹種について試験を実行するとともに継続してデータの収集分析を図る。



写真一 山引き苗の稚樹の大きさ試験
樹種 *Ropea odorata*



樹種 *Shorea hypochra*

(2) 天然林下の稚樹の消失速度

チクス天然林内にはフタバガキ科等の *Shorea leprosula*(Meranti tembaga), *Shorea parvifolia*(Meranti sarang punai), *Neobalanocarpus heimii*(Chengal), *Hopea odorata*(Merawan), *Pentaspadon spp.*(Pelong), *Koompassia malaccensis*(Kempas) の樹種があり、これらの樹種の稚樹を山引き苗として採取している。

Shorea leprosula, *Shorea parvifolia*や *Hopea odorata* 等の母樹の周囲にコドロード (2×2 m) を1993年3月に6カ所設定し、天然林内の稚樹の消失経過調査を試験地プロットNo. 1からNo. 6プロットを次のとおり実施した。

試験地プロットNo. 1

稚樹 調査 番号	調査日	調査日
	MAR 1993	FEB 1994
	苗高(cm)	苗高(cm)
1	10	21
2	80	80
3	90	92
4	25	34
5	60	62
6	15	-
7	100	85
8	100	-
9	240	180
10	30	36
11	20	37
12	100	98
13	120	110
14	120	97
15	20	-
16	10	-
17	30	38
18	20	27
19	10	12
合計	1200	1009

消失率 21%

試験地プロットNo. 2

稚樹 調査 番号	調査日	調査日
	MAR 1993	FEB 1994
	苗高(cm)	苗高(cm)
1	4	-
2	210	300
3	300	100
4	220	102
5	122	250
6	120	91
7	5	-
8	150	170
9	165	122
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
合計	1296	1135

消失率 33%

稚樹の種類
 1. *Shorea leprosula*
 2. *Shorea parvifolia*
 3. *Pentaspadon spp.*
 4. *Koompassia malaccensis*
 5. *Neobalanocarpus heimii*
 6. *Pometia spp.*
 7. *Hopea odorata*
 8. *Cinnamomum spp.*
 9. *Others*

試験地プロットNo. 3

稚樹 調査 番号	調査日	調査日
	MAR 1993	FEB 1994
	苗高(cm)	苗高(cm)
1	92	92
2	50	78
3	90	77
4	21	35
5	40	-
6	25	28
7	100	49
8	5	-
9	113	125
10		
合計	536	484

消失率 22%

- 稚樹の種類
1. *Shorea leprosula*
 2. *Shorea parvifolia*
 3. *Pentaspadon spp.*
 4. *Koompassia malaccensis*
 5. *Neobalanocarpus heimii*
 6. *Pometia spp.*
 7. *Hopea odorata*
 8. *Cinnamomum spp.*
 9. *Others*

試験地プロットNo. 4

稚樹 調査 番号	調査日	調査日
	MAR 1993	FEB 1994
	苗高(cm)	苗高(cm)
1	135	163
2	83	83
3	143	148
4	40	-
5	85	92
6	75	78
7	13	14
8	15	17
9	5	17
10	93	80
合計	687	692

消失率 10%

注) 1. 調査方法は、次のとおりである。

試験地プロットNo. 1

A	a	b	c
	d	e	f
	g	h	i
B			D

- C
- ① 各プロットの稚樹に竹ばしを挿して稚樹を数え、その苗高を調べた。
 - ② 稚樹の樹種判定は、地元のFORESTERと確認しながら実施した。
 - ③ ロタンの稚樹は、数えなかった。

試験地プロットNo. 5

稚樹 調査 番号	調査日	調査日
	MAR 1993	FEB 1994
	苗高(cm)	苗高(cm)
1	23	17
2	23	19
3	23	-
4	40	44
5	23	-
6	20	-
7	16	18
8	30	37
9	30	-
10	105	109
11	20	24
12	16	26
13	21	25
14	20	-
15	100	110
16	14	14
17	18	18
18	17	17
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
合計	559	478

消失率 28%

試験地プロットNo. 6

稚樹 調査 番号	調査日	調査日
	MAR 1993	FEB 1994
	苗高(cm)	苗高(cm)
1	59	79
2	19	24
3	10	-
4	19	19
5	48	46
6	20	21
7	56	51
8	60	61
9	12	17
10	22	22
11	80	51
12	93	91
13	13	-
14	19	-
15	122	175
16	146	167
17	76	120
18	76	85
19	5	8
20	5	-
21	58	66
22	56	54
23	5	-
24	19	19
25	9	12
合計	1107	1188

消失率 20%

稚樹の種類
 1. *Shorea leprosula*
 2. *Shorea parvifolia*
 3. *Pentaspadon spp.*
 4. *Koompassia malaccensis*
 5. *Neobalanocarpus heimii*
 6. *Pometia spp.*
 7. *Hopea odorata*
 8. *Cinnamomum spp.*
 9. *Others*

注) 試験地プロットNo. 1からNo. 5まではチクス事業地Bサイトの天然林内に設定したが、No. 6は、チクス事業地のAサイトの天然林内に設定している。

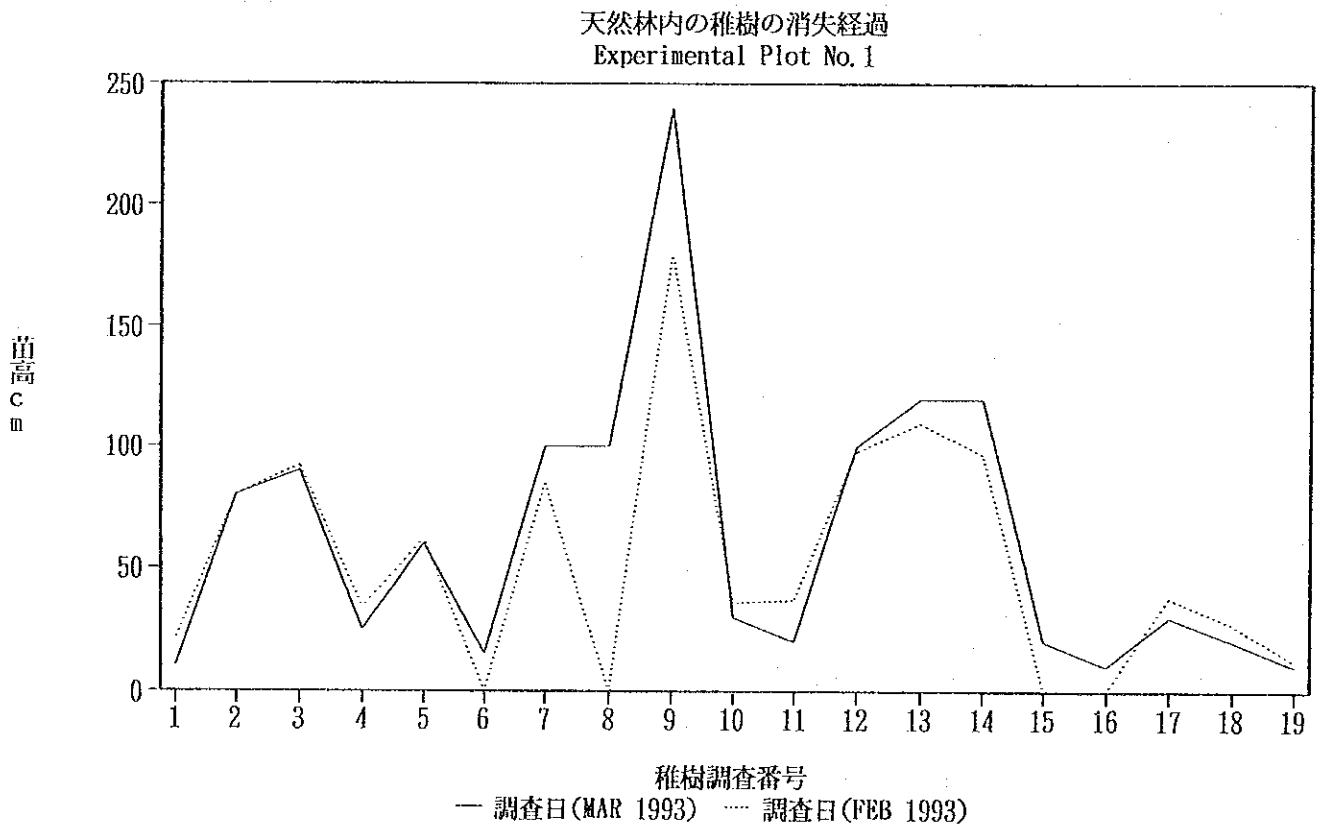
a チクス天然林内の稚樹の消失経過

① 各プロットを調査した結果、①1993年3月には、全体で90本の稚樹が発生しており、そのうち52本が順調に成長している。②消失稚樹も多く19本が消失しており、そのうち16本が30cm以下の稚樹である。③幹が途中で折れている稚樹も19本あり、そのうち100cm以上の稚樹が10本あった。したがって、順調に成長しているのは57%である。また、消失した稚樹のうち、84%が30cm以下の稚樹であった。なお、途中折れ稚樹で100cmのものが53%もあり、天然林内での成長にも限界があり殆どが枯死してしまうように思われる。

したがって、天然林内の稚樹の有効利用を図るためには稚樹を早めに採取して苗畑等で養成し、植栽できる苗木に育苗することが大事である。

② NO. 1のプロットの天然林内の稚樹消失経過調査結果をグラフで表わすと次のとおりである。

1993年3月調査時に19本の稚樹が成長していたが、一年後の1994年2月調査時には稚樹調査番号6, 8, 15及び16の稚樹が既に枯死しており、100cm以上の稚樹は、殆ど途中折れていることが、このグラフからも読み取ることができる。



(3) 育苗時のポットの大きさと成長

コスト的に妥当で、かつ、育苗上も十分活用できるポットを樹種別に明らかにするためポットサイズ試験調査を実施した。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は、表-49のとおりである。

- ① 土壌は、天然林内のトップソイルを使用し、6樹種について試験した。
- ② 一処理一樹種当たり50本を設定し、5ポットサイズについて試験した。

表-49 育苗時のポットの大きさと成長

樹種名	調査月日	ポットの大きさ (cm)				
		A=10*15	B=10*22	C=13*16	D=15*22	E=18*22
<i>Ilopea odorata</i>	MAY 1993	10.9(100%)	11.4(100%)	9.0(100%)	12.4(100%)	10.7(100%)
	DEC 1993	15.3(100%)	13.9(98%)	11.6(100%)	15.4(82%)	15.9(94%)
	GROWTH	4.4	2.5	2.6	3.0	5.2
<i>Pentaspadon motleyi</i>	MAY 1993	12.4(96%)	12.2(100%)	10.3(92%)	10.6(100%)	13.7(100%)
	DEC 1993	18.9(82%)	20.1(84%)	17.7(86%)	17.2(82%)	20.6(94%)
	GROWTH	6.5	14.4	7.4	6.6	6.9
<i>Shorea leprosula</i>	JUL 993	26.2(100%)	23.3(98%)	22.4(100%)	21.7(100%)	31.0(100%)
	DEC 1993	28.2(66%)	25.9(42%)	26.2(86%)	25.2(58%)	33.6(76%)
	GROWTH	2.0	2.6	3.8	3.5	2.6
<i>Shorea parvifolia</i>	JUL 1993	21.1(100%)	20.9(98%)	18.1(100%)	21.8(100%)	30.2(100%)
	DEC 1993	24.4(70%)	24.3(84%)	19.5(52%)	23.7(86%)	33.2(94%)
	GROWTH	3.3	3.4	1.4	1.9	3.0
<i>Shorea macroptera</i>	JUL 1993	15.8(100%)	17.7(100%)	14.2(100%)	12.9(100%)	14.8(100%)
	DEC 1993	16.4(38%)	23.7(46%)	15.5(66%)	16.4(66%)	21.6(44%)
	GROWTH	0.6	6.0	1.3	3.5	6.8
<i>Heritiera spp.</i> (Mengkulang)	JUL 1993	10.1(100%)	13.7(100%)	9.7(98%)	11.3(100%)	10.0(100%)
	DEC 1993	12.2(74%)	18.2(94%)	12.1(76%)	15.7(84%)	13.9(74%)
	GROWTH	2.1	4.5	2.4	4.4	3.0

a 育苗時のポットの大きさと育苗期間についての試験結果

- ① *Hopea odorata* 及び *Pentaspadon motleyi* の育苗期間が7カ月過ぎ去った時点では大きいサイズのポットの方が活着率と成長量とも安定した成績であった。しかし、*Pentaspadon motleyi* は、Bサイズの方が成長量が最も良好で各サイズより2倍の成長をしている。
- ② *Shorea leprosula*, *Shorea parvifolia*, *Shorea macroptera* の育苗期間が5カ月過ぎ去った時点で、*Shorea leprosula* はCサイズが活着率や成長量が最も良かった。他の2樹種についてはD及びEサイズの方が活着率や成長量が良かった。
- ③ *Heritiera spp.* の育苗期間が5カ月過ぎ去った時点ではBサイズの方が活着率や成長量も良く最も適しているように思われる。

以上のことからポットサイズについては *Hopea odorata* や *Pentaspadon motleyi* のように採取した稚樹が10cm程度の場合は1年以上の育苗期間が必要であり、そのためにはポットサイズも大きな方が効果的であると考えられる。

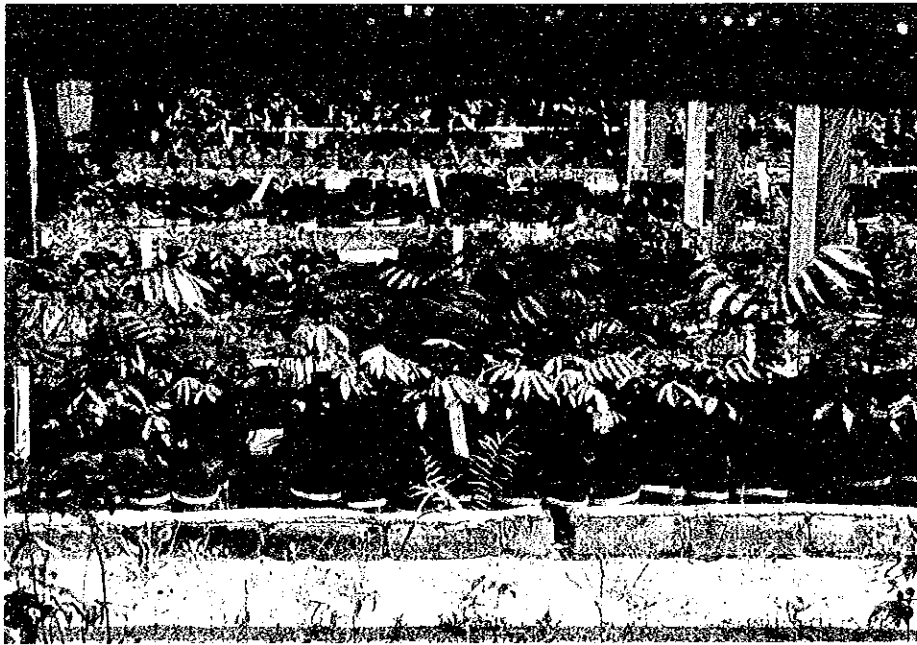
また、*Shorea leprosula* や *Shorea parvifolia* などは、20cm程度の稚樹を採取していることから1年以内に山出し苗となるため *Shorea leprosula* は、Cサイズが良く、*Shorea parvifolia* はポットの深い方が活着率も高いようである。

しかし、*Shorea macroptera* はポットが深いほうが成長が良かったが、活着率では他の樹種よりも低かった。なお、*Heritiera spp.* (Mengkulang) は、Bサイズポットの方が活着率や成長量ともに良かった。

現段階でのデータは、試験期間が短いために不十分なものであり、今後、更に継続してデータ収集に努めると共に、多くの樹種を試験対象樹種に設定することが肝要であると考えている。



写真一 育苗時のポットの大きさ試験
樹種 *Heritiera* spp. (Mengkulang)



写真一 山引き苗の施肥試験
樹種 *Koompassia malaccensis*

(4) 施肥試験

マレーシア国の森林局で使用している肥料(BAJA) (磷酸肥料; N 15%, P2 O5 15%, K2 O5 15%) をポットに施してその経過を観察しながら調査した。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は、表-50に示したとおりである。

- ① 肥料を施用しない場合、6粒を施した場合、40粒を施した場合の3段階に分け、施肥試験を実施した。
- ② 土壌は、天然林内のトップソイルを使用し、6樹種について試験した。
- ③ 一処理一樹種当たり100本を設定した。

表-50 山引き苗における肥料試験

樹 種 名	調査月日	肥料なし	6粒の肥料	40粒の肥料
<i>Shorea macroptera</i> (Meranti melantai)	Jun. 1993	17.4(100%)	18.0(100%)	17.1(100%)
	Dec. 1993	19.2(95%)	22.6(89%)	23.0(25%)
	Growth	1.8	4.6	5.9
<i>Calophyllum spp.</i> (Bintangor)	Jun. 1993	11.2(97%)	12.4(97%)	11.8(97%)
	Dec. 1993	14.2(92%)	15.6(58%)	14.7(59%)
	Growth	3.0	3.2	2.9
<i>Hopea odorata</i> (Merawan siput jantan)	Jun. 1993	11.7(100%)	12.0(100%)	12.4(100%)
	Dec. 1993	15.8(97%)	16.9(94%)	16.9(94%)
	Growth	4.1	4.9	4.5
<i>Pometia spp.</i> (Kasai)	Jun. 1993	16.8(100%)	18.0(100%)	18.1(100%)
	Dec. 1993	20.6(89%)	22.1(96%)	20.9(96%)
	Growth	3.8	4.1	2.8
<i>Koompassia</i> (Kempas)	Jun. 1993	17.3(100%)	17.0(100%)	14.8(100%)
	Dec. 1993	20.6(89%)	22.1(96%)	20.9(96%)
	Growth	3.3	5.1	6.1
<i>Pentaspadon motleyi</i> (Pelong)	Jun. 1993	21.8(100%)	20.4(100%)	19.9(100%)
	Dec. 1993	24.9(95%)	22.5(98%)	22.5(99%)
	Growth	3.1	2.1	2.6

a 山引き苗における施肥試験結果

- ① *Shorea macroptera* は6粒の肥料のほうが成長も良く、活着率も良かった。しかし、活着率だけで考えると無肥料が一番良かった。
- ② *Calophyllum spp.* は無肥料のほうが活着率と成長が良かった。山引き苗がちいさいため肥料で焼けて枯死したものが多。
- ③ *Hopea odorata* は活着率及び成長量とも無肥料とほとんど変わらなかった。
- ④ *Pometia spp.* は6粒の方が活着率と成長量が良かった。
- ⑤ *Koompassia* は40粒の肥料の方が活着率と成長量とも成績が良かった。
- ⑥ *Pentaspadon motleyi* は苗木も20cm以上であるため活着率はほとんどかわらないが、成長では無肥料のほうが伸びている。

以上の肥料試験の結果から、山引きした後ある一定の期間苗畑で育苗して、その後化学肥料をポットに挿入することが大切である。また肥料の粒数あるいは樹種によって枯れてしまうことが多い。特に今回の試験結果では40粒の場合は危険度が非常に高い。現在苗畑では6粒の肥料をポットに混入している。

(5) 被陰試験

山引きした後直ちに稚樹を被陰度をいくつかの段階に変えて育苗し、苗木の枯死や成長量を調査した。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は、表-51に示したとおりである。

- ① 相対照度（サンネットを使用）を5%、25%、50%、70%、100%に区分して調査している。
- ② 試験期間が一年以上であるためポットサイズ6×9 inchの大きめのものを使用した。
- ③ 一処理一樹種当たり50本を設定した。

表-51 山引き直後の被陰試験

樹種名	調査年月日	相 対 照 度				
		5%	25%	50%	70%	100%
1. <i>Shorea leprosula</i> (Meranti tembaga)	MAY 1993	28.2(18%)	54.0(100%)	32.4(100%)	44.1(100%)	32.9(100%)
	DEC 1993	(0%)	60.3(98%)	36.3(100%)	48.5(98%)	39.1(76%)
	Growth	0	6.3	3.9	4.4	6.2
2. <i>Shorea parvifolia</i> (Meranti sarang punai)	MAY 1993	19.8(12%)	22.9(100%)	21.4(98%)	24.0(100%)	21.2(100%)
	DEC 1993	(0%)	26.1(100%)	25.2(90%)	27.5(100%)	25.0(84%)
	Growth	0	3.2	3.8	3.5	3.8
3. <i>Shorea macroptera</i> (Meranti melantai)	MAY 1993	15.5(100%)	16.1(100%)	16.1(100%)	15.5(100%)	17.8(100%)
	DEC 1993	17.2(98%)	17.1(90%)	18.2(86%)	16.2(100%)	19.8(40%)
	Growth	1.7	1.0	2.1	0.7	2.0
4. <i>Hopea odorata</i> (Merawan siput jantan)	MAY 1993	10.3(86%)	10.8(94%)	11.4(98%)	11.1(96%)	11.4(82%)
	DEC 1993	(0%)	15.7(88%)	14.0(96%)	16.4(96%)	14.0(80%)
	Growth	0	4.9	2.6	5.3	2.6
5. <i>Pentaspadon</i> <i>motleyi</i> (Pelong)	MAY 1993	15.8(10%)	18.2(94%)	18.9(100%)	18.2(100%)	16.9(98%)
	DEC 1993	(0%)	25.1(94%)	25.2(78%)	24.6(86%)	23.7(80%)
	Growth	0	6.9	6.3	6.4	6.8

a 山引き直後の被陰試験の結果

被陰試験についてはチクス天然林の稚樹がほとんどであり稚樹採取した後、直ちに被陰試験を実施した。その結果は以下のとおりである。

- ① ポットの土壌は天然林のトップソイルであり条件はどの樹種も同じ大きさのポットを使用している。
- ② 5%の被陰度はほとんど光がはいって来ないようにネットを三重にして張って設定したがって空気の流通も少なく、蒸した状態になりほとんど枯れてしまった。
- ③ 25~50%の場合は天然林で生育している稚樹の庇陰条件と類似しているため活着率はほとんど心配なく成長量も最も良かった。
- ④ 硬化処理と同一である100%オープンの場合は、活着率は悪いが成長量は25%から50%の場合とほとんど変わらない。

以上のことから硬化処理しても活着率が80%台で維持できる樹種と40%台に落ちる樹種があり、樹種によっては段階的に硬化処理をすべきであると考えられる。このためチクス苗畑において硬化処理用ベッドを30個増設し、93年度の造林から実施している。特に、92年度の開放地に造林したAサイトの場合、活着率も50%以下の樹種が多かったのでチクス苗畑に増設した硬化処理ベッドは、今後、さらに効果を表すものと考えられる。

(6) 蒸散抑制剤施用効果試験

この試験は、93年10月にGERIK営林署管内の天然林で山引きした苗を現地の臨時林間苗畑で一ヶ月間養成したものをを用いて苗木をチクス苗畑に輸送する時(GERIKからBIDORまで220km)に、蒸散抑制剤を散布して輸送した場合と無処理で輸送した場合について比較試験を行ったものである。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は、表-52に示したとおりである。

- ① 苗は、種子採集した後に天然に稚樹が発生したものを山引きしたもので採取時は発芽して一ヶ月程度(苗高10cm程度)のものであった。
- ② 薬剤の散布は、東邦千葉科学工業株式会社の植物成長調整剤(ミドリナール)を15~20倍に水で溶かして使用した。
- ③ 1993年12月に輸送して1994年2月に調査した。

表-52 蒸散抑制剤の散布試験

区 分		樹 種 名			
		<i>Parashorea</i> <i>spp.</i> (本)	<i>Dipterocarpus</i> <i>cornutus</i> (本)	<i>Shorea</i> <i>pauciflora</i> (本)	<i>Shorea</i> <i>leprosula</i> (本)
散布した場合	輸送本数	670	163	1041	2479
	枯死本数	28	8	33	69
	生育本数	642	155	1008	2410
	生存率	96%	95%	97%	97%
無処理の場合	輸送本数	2517	24	240	120
	枯死本数	256	6	31	13
	生育本数	2261	18	209	107
	生存率%	90%	75%	87%	90%

a 蒸散抑制剤散布試験の結果についての考察

蒸散抑制剤を使用したもののほうが10%程度生存率が高かった。また、輸送後のチクス苗畑では2カ月後の苗の状態は非常に良好であった。これは蒸散作用をおさえて根の発達に効果があったためと考えられる。

今後とも、臨時林間苗畑から輸送する場合に蒸散抑制剤の使用と無使用を継続して調査し、山引き苗の生存率を向上させる技術開発に努める考えである。

4) 挿し木試験

挿し木試験については山手短期専門家の指導により実施した。チクス天然林の中から挿し穂を取り日本の発根促進剤(オキシベロン剤)を使用して実施した。

試験条件は、以下のとおりであり、その結果は、表-53に示したとおりである。

- ① 苗畑作業員に挿し穂の採取や穂作りを指導し箱ざしで実施した。
- ② 挿し穂は、いずれも12cm~15cmの長さとし先端の葉2-3枚を残し、約3分2を切り捨てた。
- ③ 採穂母樹は、チクス天然林内の天然木(樹高2m, 胸径約2cm)と苗畑で育苗中の6ヶ月苗で成長途上にある枝先を使用した。

表-53 挿し木の試験

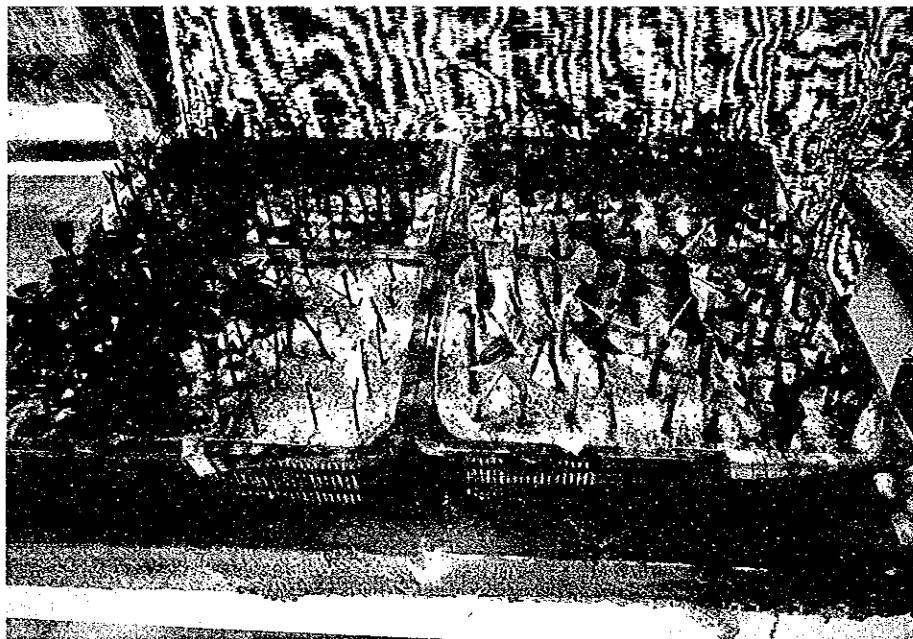
挿し木の樹種名	挿し木の本数	枯死数	活着数	活着率
1. <i>Pometia</i> spp. (Kasai)	54	53	1	2%
2. <i>Shorea leprosula</i> (Meranti tembaga)	253	218	35	14%
3. <i>Mesua ferrea</i> (Penaga)	98	84	14	14%
4. <i>Dryobalanops aromatica</i> (Kapur)	152	144	8	5%
5. <i>Cinnamomum</i> spp. (Medang teja)	218	117	101	46%
6. <i>Shorea parvifolia</i> (Meranti sarang punai)	78	76	2	3%
7. <i>Casuarina equisetifolia</i> (Ru)	26	24	2	8%
計	879	716	163	19%

a 挿し木の試験結果

挿し木を実施した樹種は14種類であり、そのうち活着したのは表-53のとおり7樹種である。同試験の目的は挿し木の可能性について、調査すると共に今後挿し木による苗木の大量生産の可能性を追及することである。マレーシア州森林局およびFRIMで一部成功している例もあるが、*Hopea odorata* 以外は造林試験では成功していない（FRIMで調査すると共に後現地も調査した）。しかし、FRIMでは少ない本数で試験用として100~200本単位で何樹種か実施している。

また、当プロジェクト苗畑とも交流のあるパハン州ベントン営林署レンタン苗畑の主任が挿し木技術の研究のため一ヶ月英国のエジンバラに派遣されるなど、マレーシアにおいても挿し木について本格的に取り組みが始まっている。

なお、当プロジェクトにおいても樹種をしぼり、将来苗木の大量生産に導くような挿し木試験を継続することが重要であると考えている。



写真一 *Cinnamomum* spp. の挿し木試験

5) 病虫害の把握と防除試験

種子の採集や山引き苗が苗畑に集中するようになってからネズミや害虫が多くなり、一時は、ネズミによる種の食害があり、その対策としてマレーシア産の薬剤を使用し退治した。その後、大きな被害もなかった。

11月から12月にかけて樹病の山口短期専門家にご指導頂きチクス苗畑の苗木について調査した。特に、問題のある病虫害の発生はないが、ただし、*Shorea macroptera*の苗木に一部病気（葉枯れ性病）発生している。直ちに地元の農薬店で消毒剤（ANCOM THIRAM80）と殺虫剤（CH MALATHON 1000E）を購入して対応した。最近、*Shorea leprosula*の苗にも虫害が発生しているが、日中は害虫も出現せずその正体を掴むことができない。

現在、苗畑で管理している苗木が約20万本あり、この苗木の管理のため2週間に一回の割合で消毒剤を散布しているが、今後、病虫害等の発生が多くなると思われる。また、苗畑の現状からより一層の注意が必要となってきているが、長期専門家では対応できないので病虫害の短期専門家の派遣で具体的に対処することが肝要である。

6) その他の育苗試験

(1) 開花促進方法試験

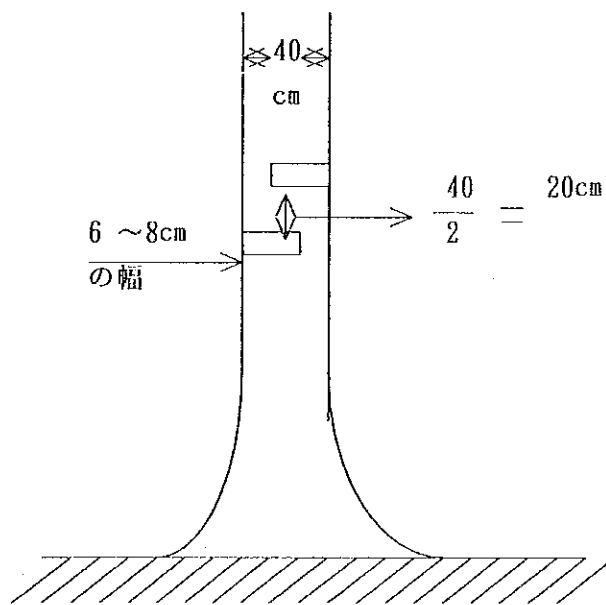
a 樹皮を剥皮して樹木にダメージを与える方法による開花促進試験

チクス天然林内にある観察木について山手短期専門家の指導で *Shorea leprosula*, *Shorea parvifolia*, *Neobalanocarpus heimii* の樹種について樹皮を剥皮してダメージを与えることによる方法で開花促進試験を表-54及び図-11のとおり実施した。

なお、日本でカラマツが7年に一度開花・結実するのが普通なのに対してこの方法を適用したところ毎年、種子がなり、カラマツの種子採集に成功しているので *Shorea* 属の樹種についても可能ではないかと考え開花促進試験を実施した。

表 - 54 開花促進樹種の試験

観察木 No	樹種名	径級 (cm)	樹高 (m)	場所名
No. 5	<i>Shorea leprosura</i>	40	2.8	①チクス天然林内 ②1993年3月に試験設定した。
No. 6	<i>Shorea leprosura</i>	40	3.4	
No. 7	<i>Shorea parvifolia</i>	4.2	3.0	
No. 8	<i>Shorea parvifolia</i>	4.2	2.8	
No. 9	<i>Neobalanocarpus heimii</i>	6.6	3.2	
No. 10	<i>Neobalanocarpus heimii</i>	2.6	1.8	



- ① 樹皮の剥皮は、幅 6~8 cmとした。
- ② 剥皮の間隔は径級の二分の一とした。

図 - 11 開花促進方法について

b 樹木にホルモン剤挿入する方法と根元に散布する方法による開花促進試験

チクス天然林内にある *Shorea leprosula* の樹種（径級50cmで樹高35m）についてホルモン剤1リットルを幹に挿入するとともに同じく1リットルを根元に散布した場合と *Shorea parvifolia* の樹種（径級48cmで樹高32cm）についてホルモン剤2リットルを幹に挿入した場合について図-12のとおり開花促進試験を1993年6月に実施した。

A. ホルモン剤挿入と根に散布した場合

B. ホルモン剤挿入した場合

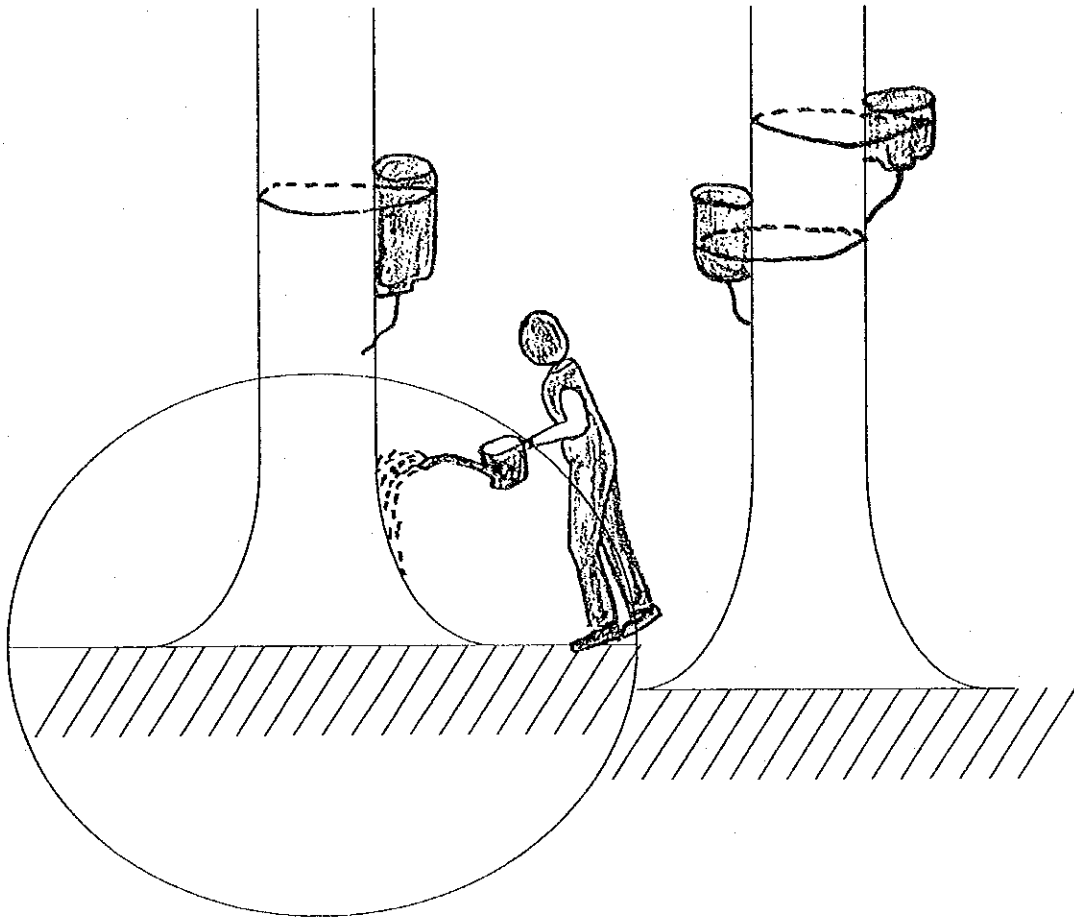


図-12 ホルモン剤による開花促進試験

c 開花促進試験結果については、現在のところ開花結実の兆候は、見られず今後さらに継続して観察するとともに観察木に指定した。

4 複層林造成のための造林

4-1 造林作業

4-1-1 造林5か年計画の実施状況

造林事業計画と進捗状況は表-55のとおりである。5か年計画に基づき、1992年から造林事業が開始された。1993年までの造林事業進捗状況は、事業実施は遅れぎみではあるが、ほぼ計画どおり達成できる見込みである。

1992年の当初植栽計画はチクスAサイト50ha、同Bサイト50haの計100haであったが、実行結果はAサイト46ha(樹木園8haを含む)、同Bサイト42haの計88haにとどまった。計画を下回った主な理由は、フタバガキ科樹種等の高品質有用樹種の苗木確保が思うように進まなかったことや、苗畑等基盤整備工事が予定より遅れたこと等のためである。

1993年計画は、1992年の残事業量を1993年の当初計画事業量に上乗せて計画した。チクスAサイト100ha(樹木園8haを含む)、同Bサイト58ha、プキットキンタ・サイト6haの計164haに対して、実行見込みは、Aサイト80ha(樹木園8haを含む)、同Bサイト80ha、プキットキンタ・サイト7haの計167haで、計画を若干上回る見込みである。1993年の事業は1993年12月末までに終了予定であったが、1993年の雨期(10-12月)は、数十年ぶりの異常降雨があり、泥ねい化により搬出の遅れや火入れ作業に支障が生じたこと、さらに、アクセス道路の橋梁決壊等により実行が計画より3か月程遅れているが、1994年3月末までには全ての計画事業量は終了する見込みである。各年の造林位置図は図-13のとおりである。

表-55 造林事業の計画と実行状況

サイト/年	1992		1993		1994		1995		1996		合計 計画・実行	進捗率 (%)
	計画	実行	計画	実行	計画	実行	計画	実行				
チクスAサイト(計)	50	46	100	(80)	104	-	-	0	300	(126)	42	
1) 複層林造成	50	38	92	(72)	100	-	-	0	280	(110)	39	
2) 樹木園造成	0	8	8	(8)	4	-	-	0	20	(16)	80	
チクスBサイト												
1) 複層林造成	50	42	58	(80)	60	-	-	0	200	(122)	61	
プキット・キンタ												
1) 複層林造成	0	0	6	(7)	14	-	-	-	50	(7)	14	
合計	100	88	164	(167)	178	-	-	-	550	(255)	46	
累計	100	88	264	(255)	442	-	-	-	550	(255)	46	

(注) 1. 1995年以降の計画事業量は前年実績を勘案して計画するので、本表には計上していない。
2. 1993年事業は事業実行中なので見込み数値である。

4-1-2 植栽樹種と試験地設定

1) 1992年及び1993年造林計画に係る植栽樹種実績

1991年12月の本プロジェクト開始以降、1994年2月末までに植栽された樹種は、フタバガキ科樹木が9種、非フタバガキ科樹木が11種、計20種である。1993年事業の植栽予定樹種をカウントすれば、フタバガキ科樹木が16種、非フタバガキ科樹木が20種、計36種となる(表-56参照)。

チクスAサイトの複層林造成試験地では、皆伐跡地の開放地に、5タイプの植栽仕様(早生樹と高品質有用樹の1列交互植栽、2列交互、4列交互、8列交互、16列交互)で早生樹の *Acacia mangium* と高品質有用樹種とを混植し、成長速度の差を利用して複層林(二段林)を造成する試験である。1992年は4種(すべて、フタバガキ科)、1993年は8種(フタバガキ科3種、非フタバガキ科5種)である。

チクスBサイト複層林造成試験地では、*A. mangium* 人工林を5タイプの方法(1伐1残、2伐2残、4伐4残、8伐8残、16伐16残)で帯状伐採し、その跡地に高品質有用樹種を植栽し、複層林(二段林)を造成する試験である。植栽した高品質有用樹種は、1992年は3種(すべて、フタバガキ科)、1993年は10種(フタバガキ科7種、非フタバガキ科3種)である。

ブキット・キクタサイトの複層林造成試験地では、天然林択伐跡地に生じた孔状地に高品質有用樹種を植え込み、複層林(多層林)を造成する試験である。1993年から事業が始まり、1993年はこの地区に天然分布している樹種1種(フタバガキ科)を植栽した。

チクスAサイトでは、約50種の樹木園(見本林)の造成を計画している。これら樹種の生理・生態の基礎的知見を収集し、植栽樹種選定のための基礎データとすることである。1992年は16種(フタバガキ科8種、非フタバガキ科8種)、1993年は16種(フタバガキ科6種、非フタバガキ科10種)を植栽した。

表-56 1992年及び1993年計画に係る植栽樹種一覧

1) 複層林造成試験地

(1) チクスAサイト(皆伐跡地の開放地における早生樹種と高品質有用樹種の同時植栽)

1992年植栽(4樹種)		
* <i>Shorea leprosula</i>	(Meranti tembaga)	-----1993年4月植栽
* <i>Shorea parvifolia</i>	(Meranti sarang punai)	-----1993年5月植栽
* <i>Ropea odorata</i>	(Marawan siput jantan)	-----1993年5月植栽
* <i>Neobalanocarpus heinzi</i>	(Chengal)	-----1993年4月植栽
1993年植栽(8樹種)		
* <i>Shorea acuminata</i>	(Meranti rambai daun)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Shorea bracteolata</i>	(Meranti pa'ang)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Dryobalanops aromatica</i>	(Kapur)	-----1994年3月植栽予定
<i>Scaphium macropodium</i>	(Kembang semangkok jantong)	-----1994年3月植栽予定
<i>Calophyllum spp.</i>	(Bintangor)	-----1994年3月植栽予定
<i>Pentaspadon notleyi</i>	(Pelong lichin)	-----1994年3月植栽予定
<i>Endospermum malaccense</i>	(Sesendok)	-----1994年3月植栽予定
<i>Pouteria malaccensis</i>	(Nyatohangka kuning)	-----1994年3月植栽予定

(2) チクスBサイト (*Acacia mangium* 人工林における樹下植栽)

1992年植栽 (3樹種)

* <i>Shorea leprosula</i>	(Metanti tembaga)	-----1993年10月植栽
* <i>Shorea parvifolia</i>	(Meranti sarang punai)	-----1993年10月植栽
* <i>Neobalanocarpus heimii</i>	(Chengal)	-----1993年11月植栽

1993年植栽 (10樹種)

* <i>Shorea acuminata</i>	(Meranti rambai daun)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Shorea laevis</i>	(Balau kumus)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Parashorea densiflora</i>	(Gerutu pasir)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Dryobalanops aromatica</i>	(Kapur)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Shorea macroptera</i>	(Meranti melantai)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Bopea odorata</i>	(Merawan siput jantan)	-----1994年3月植栽予定
* <i>Shorea singkawang</i>	(Meranti sengkawang merah)	-----1994年3月植栽予定
<i>Palaquius gutta</i>	(Nyatoh taban merah)	-----1994年3月植栽予定
<i>Pentaspadon motleyi</i>	(Pelong lichin)	-----1994年3月植栽予定
<i>Calamus nanan</i>	(Rotan nanan)	-----1994年3月植栽予定

(3) ブキット・キンタ (天然林伐跡地におけるギャップ・プランティング)

1993年植栽 (1樹種)

* <i>Shorea parvifolia</i>	(Meranti sarang punai)	-----1994年3月植栽予定
----------------------------	------------------------	------------------

2) 樹木園造成試験地

(1) チクスAサイト

1992年植栽 (16樹種)

* <i>Shorea laevis</i>	(Balau kumus)	-----1993年2月植栽
* <i>Shorea leprosula</i>	(Metanti tembaga)	-----1993年2月植栽
* <i>Shorea acuminata</i>	(Meranti rambai daun)	-----1993年5月植栽
* <i>Shorea ovalis</i>	(Meranti kepong)	-----1993年5月植栽
* <i>Dryobalanops aromatica</i>	(Kapur)	-----1993年5月植栽
* <i>Bopea odorata</i>	(Merawan siput jantan)	-----1993年5月植栽
* <i>Neobalanocarpus heimii</i>	(Chengal)	-----1993年5月植栽
* <i>Shorea parvifolia</i>	(Meranti sarang punai)	-----1993年8月植栽
<i>Scaphium macropodum</i>	(Kembang semangkok jantong)	-----1993年1月植栽
<i>Swietenia macrophylla</i>	(Mahogany)	-----1993年5月植栽
<i>Pentaspadon motleyi</i>	(Pelong lichin)	-----1993年5月植栽
<i>Ilex brasiliensis</i>	(Rubber tree)	-----1993年5月植栽
<i>Durio spp.</i>	(Durian)	-----1993年5月植栽
<i>Tectona grandis</i>	(Teak)	-----1993年6月植栽
<i>Intsia palembanica</i>	(Merbau)	-----1993年6月植栽
<i>Parkia spp.</i>	(Petai)	-----1993年6月植栽

1993年植栽 (16樹種)		
* <i>Shorea dolichocarpa</i>	(Damar hitam katup)	----1993年5月植栽
<i>Alstonia spp.</i>	(Pulai)	----1993年10月植栽
<i>Cinnamomum spp.</i>	(Wedang teja)	----1993年10月植栽
<i>Toona sureni</i>	(Surian wangi)	----1993年10月植栽
<i>Endospermum malaccense</i>	(Sesendok)	----1993年10月植栽
* <i>Shorea roxburghii</i>	(Meranti temak nipis)	----1994年3月植栽予定
* <i>Shorea macroptera</i>	(Meranti melantai)	----1994年3月植栽予定
* <i>Shorea singkawang</i>	(Meranti sengkawang merah)	----1994年3月植栽予定
* <i>Shorea hopeifolia</i>	(Damar hitam siput jantan)	----1994年3月植栽予定
* <i>Dipterocarpus cornutus</i>	(Keruing gombang)	----1994年3月植栽予定
<i>Calophyllum spp.</i>	(Bintangor)	----1994年3月植栽予定
<i>Heritiera spp.</i>	(Wengkulang)	----1994年3月植栽予定
<i>Dacryodes spp.</i>	(Kedondong)	----1994年3月植栽予定
<i>Koompassia malaccensis</i>	(Kempas)	----1994年3月植栽予定
<i>Agathis borneensis</i>	(Damar minyak)	----1994年3月植栽予定
<i>Palaquium gutta</i>	(Nyatoh taban merah)	----1994年3月植栽予定

(注) *はフタバガキ科樹木を示す。

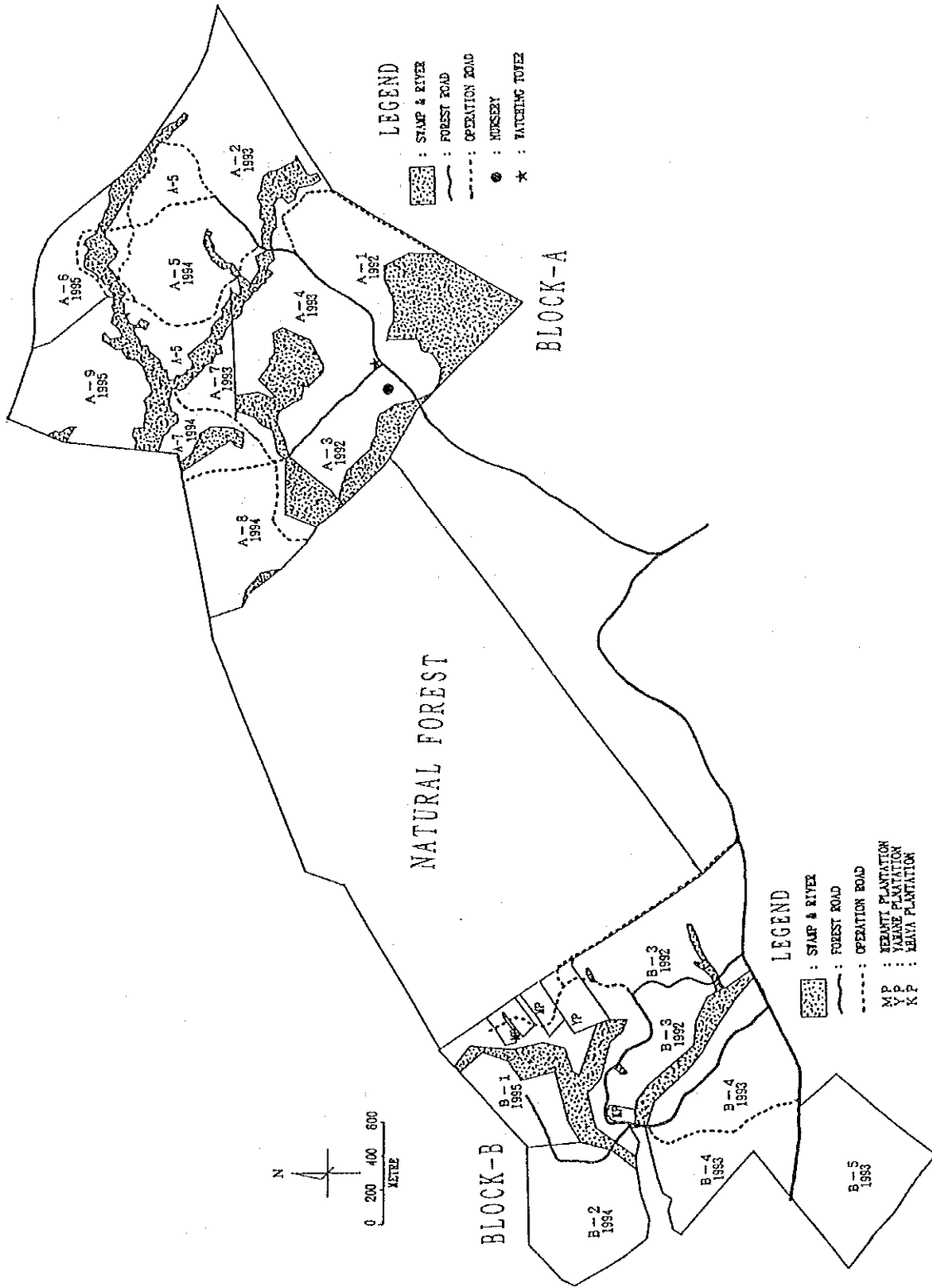
2) 試験地設定

上記の全植栽樹種について、複層林造成のためのデータ収集のため、表-57のとおり試験地を設定した。これまで設定したプロット数は197プロット(59種)である。

表-57 試験地設定一覧

1992年植栽	樹種	プロット数
チクスAサイト(計)	(20)	(36)
1) 複層林造成試験地	4	20
2) 樹木園造成試験地	16	16
チクスBサイト		
1) 複層林造成試験地	3	30
1993年植栽	樹種	プロット数
チクスAサイト(計)	(25)	(59)
1) 複層林造成試験地	8	40
2) 樹木園造成試験地	16	16
3) 耕耘・施肥試験地	1	3
チクスBサイト		
1) 複層林造成試験地	10	65
ブキット・キンタ		
1) 複層林造成試験地	1	7
合計	59	197

(注) 樹種数は36種で、樹種欄の59種は延べ樹種数である。



☒ - 13 CHIKUS FOREST RESERVE
PLANTING ORDER

4-1-3 本実証調査プロジェクトで実施されている造林作業方法

1) 既存人工林からの複層林造成 (チクスBサイト)

(1) 人工林伐採・集材

伐採はチェーンソーにより実行されている。伐採後、その場で枝払い及び梢端部直径5cm程度の位置で切り落とす。伐倒・枝払い等は、通常1人作業である。伐採幅は1列伐採、2列伐採、4列伐採、8列伐採、16列伐採では、それぞれ7.4m、11.1m、18.5m、33.3m、62.9mとなり、伐採幅の広いところは、ブルドーザーも使用可能であるが、表土を堅くさせないよう農耕用ファーム・トラクタ(Ford 5000クラス)を使用させている。集材方法は全幹集材である。セット構成は、通常、ファーム・トラクタ1台につき1名の荷掛手、及び1名の荷卸手を配置している。集材土場は、伐採量がさほど多くないので林道や作業道の路肩を活用している。

(2) 地拵え

地拵え作業内容として、伐採木の末木枝条の整理、更新している灌木の伐採・整理、除草がある。作業道具は刃渡り約54cm程度の長鉞(マレイ語でParang)という)を使用している。末木枝条類等は残存木の下又は側方に集積する。*Acacia mangium*の伐根は萌芽力が旺盛なため、すべての伐根に薬剤処理(Escort 60DF)を行う必要がある。地拵え幅は、植え付けラインに沿って2m(植付位置の左右1m幅)である。

(3) ステイキング

ステイキング(Staking)とは、植栽(植穴)位置を明示するため、1m程度のタケ製ステッキを設置する作業である。*A. mangium*伐採跡地では、上木伐採した伐根間の中間位置に植栽するため植栽位置は明確であるが、後の下刈作業時に植栽木の位置を分かりやすくするためには、ステイキング作業は実施したほうがよい。

(4) 樹種選定

事業的に実行する場合は、造林基準が判っている樹種が望ましい。しかしながら、現状では、半島マレーシア産の高品質有用樹種は不明なケースが多い。さらに、開花・結実の不規則な樹種が多いため種子確保が容易でないことと苗木生産体制が未整備等により、造林事業規模が大きくなるほど苗木の確保が困難である。このため、年度毎に、一定量の苗木が確保された高品質有用樹種を選定するという他動的な樹種選定とならざるを得ない。高品質有用樹種については「POCKET CHECK LIST of TIMBER TREES (Malayan Forest Records No.17)」によっている。既存人工林からの複層林造成試験では、約20種を選定・植栽す

ることとしている。最終報告書において、既存人工林からの複層林造成に適した樹種をリストアップすることになる。

(5) 苗木運搬

苗木運搬は、苗木を傷めないよう日中の強い日射時間帯を避けるため、午前中は11時まで、午後は5時以降とする。遠距離（30分以上）を運搬する場合は、幌付きトラックで運搬する。

(6) 植栽仕様

上木の *A. mangium* の植栽仕様に準拠し、列間3.7m X 苗間3.0mとしている。植栽密度は900 本/ha となるが、実際の植栽本数は、上木の本数伐採率が50% となるので450 本/ha となる

(7) 植栽時期・植栽時間帯及び植栽方法

半島マレーシアは熱帯降雨林地帯なので、一般的には年間を通じて植栽は可能と考えられるが、植栽予定地の属する地域の気象データを参考にして植栽適期を判断するのがよい。チクスサイトでは、雨期直前又は雨期直後の10月初旬－12月初旬が理想的であるが、事業量及び労力等を考えれば、9月下旬－12月下旬を植栽適期とみてよい。植栽時間帯は、一般的に、日の出から午前11時以前、及び午後4時以降、日の入りまでとされているが、樹下植栽の場合、特に1列伐採区、2列伐採区及び4列伐採区では植栽時間帯は特に制限しなくてもよい。

植穴はポットの大きさより少し大きめの直径20cm、深さ20cm程度の穴を掘る。掘る道具は、鍬ではなく1.4mの柄の先に円形の刃先を装着した道具（マレイ語でプンガリ〈Pengali〉という）を使用している。植栽に当たって、もちろんビニールポットをはずすが、この時、土を崩さないよう注意する必要がある。ビニールポットは、ポットを外したことの確認及び後の下刈の際に目印になるようタケ製ステッキに取り付ける。

(8) 活着率調査

植栽後1か月が経過したら、活着率調査を行う。20% 以上の枯損があれば、植栽後3か月以内に補植を行う。

(9) 下刈（つる切りを含む）

チクスBサイトで行われているような帯状伐採跡地に樹下植栽し、二段林を造成する場合、帯状伐採幅によって、植栽樹種の成長状況、林床植生の種類・高さが異なってくる。主な下刈対象植物として、下記の4種の草本類が見られる。

エコ・クチン（イネ科）は伐採幅の広い16列伐採区（62.9m）や8列伐採区（33.3m）のように陽光量の多い場所に優占し、伐採幅の狭い1列伐採区（7.4m）、2列伐採区（11.1m）のような陽光量が押さえられるところではほとんど見られない。

つる性植物は3種見られる。プロコック（つる性）はBサイトに広く分布しており、除去作業が遅れると、この植物に植栽木がすっぽりと覆い被され枯死してしまうこと、また、新梢が非常に柔らかい *Shorea leprosula* や *Shorea parvifolia* 等は、梢端部が曲げられ上長成長が極度に抑制される。このプロコックは、過湿土壌や伐採幅の広い伐採区に多い傾向があるが、伐採幅の狭い伐採区でも見られる。スラプット・トングル（つる性）は、それ程多くは分布していないがプロコックより茎が太く（2-3mm）、梢端部が曲げられ上長成長を抑制する。

ズリ(Duri)も、多くは分布していないが、さらに茎が太くて（4-5mm）頑丈なため、植栽木の全体をねじ曲げ、被害を与える。

表-58 チクスBサイト(1992年造林地)に見られる主な下刈対象植物

エコ・クチン(Echo kuching)	- <i>Perotis latifolia</i> (イネ科)
プロコック(Belokok)	- <i>Dioscorea spp</i> (つる性)
スラプット・トングル(Selaput tungul)	- <i>Ipomoea triloba</i> (つる性)
ズリ(Duri)	- <i>Randia fasciculata</i> (つる性)

造林請負契約では、契約面積の関係から、植生量に対応したきめ細かな下刈は困難である。1992年10月-11月に樹下植栽された造林地の下刈請負契約及び現地観察から見て、伐採方法別のおおまかな下刈回数は表-59のとおりである。なお、1列伐採区、2列伐採区及び4列伐採区はおおむね1年で下刈は終了するが、16列伐採区及び8列伐採区は、下記の回数に1-2回のつる除去作業を主体とした下刈が必要と推測される。

表-59 伐採方法別の下刈回数（1年間）

伐採方法 (伐採幅)	下刈回数	(備考)
1列伐採区(7.4m)	2-3回	1回目はイネ科雑草下刈が主体 2回目以降はつる除去作業が主体
2列伐採区(11.1m)	2-3回	
4列伐採区(33.3m)	3回	イネ科雑草下刈+つる除去作業
8列伐採区(33.3m)	3-4回	イネ科雑草下刈+つる除去作業
16列伐採区(62.9m)	4-5回	イネ科雑草下刈が主体

(10) 保護

1992年の植栽後、病害虫による大きな被害は発生していないが、フタバガキ科樹種の多くは食葉害虫による被害が発生している。チクスサイトは平坦地形で、かつ沼地が多く、さらに、草本植生地の多いスズ採掘跡地に隣接している。このため、水牛(Water buffalos)や牛(Cows)が放し飼いされている。プロジェクトサイト内も伐採後、草本類の新芽が発生し、格好の餌場となっている。これらの牛により、大きな被害ではないが、踏み倒し被害が発生している。対策として、飼育者に餌場を移動するよう要請することになっているが飼育者が特定できない現状にある。

2) 皆伐跡地等の開放地からの複層林造成 (チクスAサイト)

(1) 低質二次林伐採

チクスAサイトは、1988年6月-1989年3月にかけて天然林が皆伐され、1992年10月に地拵えが開始されるまでの2年半の期間に、樹高2-3mの低質二次林が密生・回復していた。このため、大型バックホーにより伐採を行なった。この伐採作業は人力では、時間が掛り過ぎるので大型重機を使用せざるを得ない。表土の堅密化が予想されるが、植栽木の成長にどの程度影響を与えるかは明らかではない。

(2) 集積・火入れ

伐採後、数週間放置して乾燥させた後、集積・火入れ作業を行う。集積作業はブルドーザー(D6クラス)により適当な間隔で盛り上げる。火入れを行ったあと、燃え残った材を再度、集積し火入れを行った。通常2回の火入れを実施する。ブルドーザーで集積する際、表土を極力移動させないように注意する必要がある。

(3) ステイキング

植栽(植穴)位置を明示するため、1m程度のタケ製ステッキを設置する作業である。

(4) 樹種選定

事業的に実行する場合は、造林基準が判っている樹種が望ましい。しかしながら、現状では、半島マレーシア産の高品質有用樹種は不明なケースが多い。さらに、開花・結実の不規則な樹種が多いため種子確保が容易でないことと苗木生産体制が未整備等により、造林事業規模が大きくなるほど苗木の確保が困難である。このため、年度毎に、一定量の苗木が確保された高品質有用樹種を選定するという他動的な樹種選定とならざるを得ない。高品質有用樹種については、「POKET CHECK LIST of TIMBER TREES(Malayan Forest Records No.17)」

によっているが、強い日射条件下でも耐えられるような樹種を選定することが成否のポイントとなる。皆伐跡地の開放地での複層林造成試験では、約20種を選定・植栽することとしている。最終報告書において、開放地での複層林造成に適した樹種をリストアップすることになる。

(5) 苗木運搬

苗木運搬は、苗木を傷めないよう、日中の強い日射時間帯を避けるため、午前中は11時まで、午後は5時以降とする。遠距離（30分以上）を運搬する場合は、幌付きトラックで運搬する。

(6) 植栽仕様

A. mangium 人工林の植栽仕様に準拠し、列間3.7m X 苗間3.0mとしている。植栽密度は900本/haとなる。植栽本数は、早生樹と高品質有用樹の同列数の交互植栽であるので、早生樹450本/ha、高品質有用樹450本/haである。

(7) 植栽時期・植栽時間帯及び植栽方法

半島マレーシアは熱帯降雨林地帯なので、一般的には年間を通じて植栽は可能と考えられるが、植栽予定地の属する地域の気象データを参考にして植栽適期を判断するのがよい。チクスサイトでは、雨期直前又は雨期直後の10月初旬～12月初旬が理想的であるが、事業量及び労力等を考えれば、9月下旬～12月下旬を植栽適期とみてよい。時間帯植栽は、一般的に日の出から午前11時以前及び午後4時以降日の入りまでとされている。ポット苗の場合は、さほど時間帯には左右されないが、強光下での植栽はなるべく避けたほうがよい。

植穴はポットの大きさより少し大きめの直径20cm、深さ20cm程度の穴を掘る。掘る道具は、鍬ではなく1.4mの柄のさきに円形の刃先を装着した道具（マレイ語でプンガリ〈Pengali〉という）を使用している。

植栽に当たって、もちろんビニールポットをはずすが、この時、土を崩さないよう注意する必要がある。ビニールポットは、ポットを外したことの確認及び後の下刈の際に目印になるようタケ製ステッキに取り付ける。植付けしたら、乾燥及び地温の上昇を抑ええるため、根の周囲に枯れ草等でカバーする（マルチング）。

(8) 活着率調査

植栽後1か月が経過したら、活着率調査を行う。20%以上の枯損があれば、植栽後3か月以内に補植を行う。

(9) 下刈（つる切りを含む）

チクスAサイトで行われているような開放地での早生樹と高品質有用樹の同

時混植により二段林を造成する場合、ほぼ同様の草本植生となる。下刈対象植物として、大部分はエコ・クチン(Echo Kuching) (イネ科) で、草高は最高3-4m に達する。つる性植物はあまり見られない。

1993年4月-5月に植栽された造林地(*Shorea leprosula* 、 *Shorea parvifolia* 、 *Neobala-nocarpus heimii* 、 *Ilopea odorata*)の下刈請負契約及び現地観察から見て、下刈は年間最低でも5回は必要である。*S. leprosula* 、 *S. parvifolia* 、 *N. heimii* の3樹種は生存率が極めて悪いため、改植が必要となり、下刈は続行できない状況にある。一方、*I. odorata* については、生存率は80%程度をキープしていることから今後も下刈を継続しなければならない。これが植生高を脱するまでにどれだけの年数が必要なのかについては分からない。

(10) 保護

1993年4月の植栽以降、植栽されたフタバガキ科のほとんどに、昆虫(確認されていない)によるものと思われる食葉被害が発生している。しかしながら、チクスBサイトでは虫害はほとんどない。さらに牛による被害がある。チクスサイトは平坦地形で、かつ沼地が多く、さらに、草本植生地の多いスズ採掘跡地に隣接している。このため、水牛や牛が放し飼いされている。プロジェクトサイト内も伐採後、草本の新芽が発生し、格好の餌場となっている。これらの牛により、大きな被害ではないが、踏み倒しや食葉被害(*Parkia spp.* 、 *Hevea spp.*)が発生している。対策として、飼育者に餌場を移動するよう要請することになっているが飼育者が特定できない現状にある。

3) 天然林択伐跡地からの複層林造成(ブキット・キンタサイト)

1994年2月初旬から地拵え及び植栽が開始されたばかりで、まだ十分なデータが収集されていないので、今後の報告によることとしたい。

4-1-4 半島マレーシアにおける造林事業の現況*註1

1) 天然林

(1) 巻枯らしとつる切り (Girdling and Cutting of Liana - GCL)

伐採後、有用樹種が十分更新しているものの、樹冠が競合状態にあるか、つるが絡んでいる箇所を手入れの対象とする。その内容は、非有用樹種等の巻枯らしとすべてのつるを切ることである (Girdling of some of the relics / defective trees and cutting of liana)。非有用樹種と伐採によって傷んだ木のうち、有用樹種の更新の妨げとなっているものを対象に巻枯らし及びつる切りを行うことにより、残っている有用樹種を非有用樹種や伐採によって傷んだ木との競合状態から抜けださせ、次の回帰までにより速やかに有用樹種の蓄積の増大を図ることができる。巻枯らしを行う際には、沢や河川および主要林道に近すぎないように注意を払う必要がある。*註2

1986-1990の期間 (the Fifth Malaysia Plan - FMP) に、GCLの計画量369,252haに対し実行量260,468ha (1990年9月末) であり、累積実行面積は963,745haとなった。1991-1995の期間 (the Sixth Malaysia Plan) の計画量は、584,250haとなっている。

(2) 植え込み (Enrichment Planting)

植え込みは、伐採後の天然林のうち蓄積が低く有用樹種の更新状態が不良な箇所を対象となる。その地域で一般的な樹種を対象として、残存木の樹冠下に列間6m、苗間3mの間隔でライン・プランティングを行う。列の方向は東西方向とし、雨期に植え付けを行う。保育は、補植、下刈、苗木を覆う非有用木の巻枯らしが通常2年間にわたって行われる。

FMPにおける植え込みの計画量4,250haに対し、1,520haが1990年9月までに行われ、累積実行面積は17,885haとなった。植栽された主な樹種は、*Shorea leprosula* (Meranti tembaga), *S. parvifolia* (M. sarang punai), *S. platyclados* (M. bukit), *Anisoptera* spp. (Mersawa), *Dryobalanops aromatica* (Kapur), *Scaphium* spp. (Kembang semangkuk), *Dyera costulata* (Jelutong) などである。1991-1995の期間 (the Sixth Malaysia Plan) の計画量は、5,700haとなっている。

(3) ラタン・プランティング

木材以外では、ラタンは最も重要な天然林の産物である。半島マレーシアの熱帯林において8属104種が認められており、最近はかなりの数の種が利用されている。近年のラタンの家具の需要は急速に増大しており、結果的にラタンの伐採量は増加した。ラタンの持続的な供給を確保するために、森林局によって永久林におけるラタンの植え付けが行われた。苗木は地拵の列に沿って10m×10mの間隔で植えられ、

定期的な保育が行われた。FMPにおける植え込みの計画量3,330haに対し、2,505haが1990年9月までに造成され、累積実行面積は3,283haとなった。

森林における植栽とは別に、ゴム農園の所有者に対してラタンの植え付けが奨励された。森林局による技術的アドバイス、適切な苗木の供給が行われ、このプログラムが始まって以来、381haが植えられた。1991-1995の期間(the Sixth Malaysia Plan)に合計9,000haが森林局によって植えられる予定である。

(4) マングローブ林における植林

マングローブ林は、永久林の一部を成し、主として西海岸に分布している。マングローブ林は毎年伐採され、伐採後天然更新がおもわしくないところは植栽が必要である。苗木は主として *Rhizophora* spp. で、植栽間隔はやや水辺から遠いところで1.2m×1.2m、河川や天然の水路により近いところでは1.8m×1.8mである。植え付け方法は単純で、新鮮な種を集めて、根の方を下にして泥に挿すだけである。年平均800haが植えられている。

2) 人工林

天然林における天然更新に力点が置かれている一方で、人工林の重要性はますます高まっている。人工林の商業的確立は、ペルリスとケダの北部の州における *Tectona grandis* (Teak) の839haの造林地が造成された1957年である。これらの州においてチークが選ばれたのは、主として気候が適していること、材質が優れていることによるものであった。1960年代の終わりから1970年代の始めにかけては、半島マレーシアにおいては早生の熱帯マツ類が、ロング・ファイバー・パルプの原料として地方のパルプ・製紙工場の建設のために造成された。5,558haにわたって主に *Pinus caribaea* (カリビアマツ)、*Pinus merkusii* (メルクシマツ)、*Araucaria* spp. (パラナマツ) が、ジョホール、ネグリ・スンピラン、パハン、セランゴールの各州に植えられた。しかしこれらの工場の将来の見通しが悲観的なことから、マツ類の造林は続かなかった。

1990年代の半ばに半島マレーシアにおいて見込まれる人口増加による木材・木材加工品の不足を防ぐため、増大が予想される一般用材の国内マーケットに対応して‘コンペンサトリー・フォレスト・プランテーション・プロジェクト’が1982年に開始された。このプロジェクトでは、*Acacia mangium*, *Gmelina arborea* (Yemane), *Paraserianthes falcataria* (Batai) 等の早生樹種人工林を、15年の輪伐期により188,000ha造成することが計画された。これらの樹種を選んだ根拠は、以下のとおりである。

- (a) 成長が早く、15年前後で挽材可能な大きさとなること
- (b) 少なくとも一般用材の生産は可能なこと
- (c) 半島マレーシアの人工林造成の条件に耐えられること

(d) 種子が大量に採取可能であるかまたは海外から大量に輸入可能なこと

プロジェクトは、ジョホール、パハン、セランゴール、ネグリ・スンビラン各州政府にたいして連邦政府から2,000万M\$（現在のレートで約8億円）がイニシャル・ローンとして貸し付けられて実行された。1985年にはアジア開発銀行（ADB）からセクター・ローンとして2,450万US\$が、40,000haの人工林を造成する費用の一部に貸し付けられ（ADBプロジェクト フェーズI）、残りは連邦政府の資金により賄われた。1990年9月までに36,874haが造林され、その費用は5,154万M\$であり、その内訳は2,683万M\$がADBから、2,471万M\$が連邦政府の予算となっている。このプロジェクトにおける現在の主要樹種は*Acacia mangium*であり、期待年平均成長量は17.5 m³/haという望ましい結果を示している。実際にかかった造林および管理経費と、間伐と最終的な収穫を併せた収入の概算によれば、利回りは19.4%となり、このプロジェクトはコスト的に引きあうことになる。

ADBプロジェクト フェーズIの成功の結果として、さらに42,000haの人工林を1989-1993年の期間で造成することが計画された。ADBは造林及びすでに造林された人工林の管理経費として2,950万US\$に及ぶ2度目のセクター・ローンを承認し、連邦政府は2,410万US\$を拠出することになった。またクランタン、ペラ、テレンガヌの各州がプロジェクトに追加された。第6次マレーシア・プランの終わり（1995）には、約100,000haが造林されることが期待されている。

4-1-5 半島マレーシアにおける高品質樹種の造林作業ガイドライン*註3

1) 造林適地

対象地をいくつかのタイプに分けると、以下のとおりになる。

(1) 天然林 (Natural Forests)

過去においては、早生樹種の拡大造林が行われたが、現在は天然林のまま経営することがより望ましいとされている。高品質樹種の造林を行う場合は、以下のような準備を行う。

- ・ すべての上木を伐採する
- ・ 残った植生をきれいに刈る
- ・ 二次植生が1.5~3.0mに到達するまで植えるのを待つ*註4

(2) 退行林 (Degraded Forests)

上木および後継樹が欠けている場合、人工林の造成に適している。皆伐するか、植え付けの4年前に巻枯らしを行い、二次植生の発生を促す。

(3) 二次林 (Secondary Forests)

ほとんどの極相の樹種にとって理想的な環境である。植栽する列を伐採し、残存木があれば巻枯らしを行い、つるは地際で切って切り株に枯殺剤を塗布する。3mを超える場合は、過度の日陰となるので皆伐する。

(4) 早生樹種人工林 (Plantations of Fast-growing Species)

アカシア・マンギウム等の早生樹種の樹種転換の際の手法については、まだ調査中であり、結論に言及できる段階ではない。今後早生樹種は高品質樹種のナース・ツリー（保育の役目をする樹種）となるかもしれない。

(5) 荒廃地 (Degraded Lands)

鉱物採掘跡等の荒廃地においては、シダやララン草 (*Imperata cylindrica*) が繁り、一般的に土壌は固く侵食された箇所も多い。このため高品質樹種の造林を行うには適さない。

(6) 天然林への植え込み (Enrichment Planting)

低蓄積林における植え込みについて、Wyatt-Smith がガイドラインを示している。

2) 地拵えと植え付け

(1) 植栽間隔

二次植生が1.5m未満の場合 : 5m×3m (667本/ha)

二次植生が1.5~3.0mの場合 : 7m×3m (476本/ha)

FRIMにある高齢人工林の観察から、収穫時に120~140本/haの立木密度がもっともよいと言われている。しかし、自然落枝を促すとともに競合させて通直な材を得るために密植し、その後間伐を行う。

(2) 作業

二次植生が3m以下の樹高の場合、以下の手順で植え付けを行う。

中央付近に、苗木の運搬、作業の監督、移動を目的として、ベースラインを作設する。

できれば南北方向に、5m (または7m) 間隔で1mの幅で、植栽列を作設する。

列に沿って3m間隔で、十分な大きさの植え穴を掘る。乾燥を防止するため、植え付けの前日に掘る。

(3) 施肥

重機材によって植生を剥ぎとったような強度に攪乱されたサイトにおいては、有機質が不足していることがある。施肥を行う前に、そのような有気質の欠乏がある

かどうか確かめる必要がある。一般的な注意点は以下のとおり。

植栽直後は窒素を施肥しない。窒素は土壤中に残りにくく、雑草を繁殖させる。

リン酸およびカリを多く、窒素を控えめにする。

雑草抑制剤を肥料と組み合わせて用いる。

(4) 植え付け

植え付けの成功のためには、根は土がついていなければならず、植える過程において傷めないように気をつけ、しっかりと植えられ、根際はほんの少し地面から下になるようにする。注意点として、以下のことが挙げられている。

植え付け適期は、雨期の始めである。気象データを参考にして地方ごとの適期を判断する。また植え付けに適した時間は11:00前であるが、ポット苗の場合はその後も可能である。

3~8カ月の樹齢の苗木が最も良い。正確には樹種により異なる。

大きさにより等級分けを行う。衰弱したもの、形質の悪いもの、病虫害にかかっているものはすべて棄却する。苗高は、50~75cm。

硬化処理（ハードニング）した苗木だけを植える。運搬した日のうちに植栽する。

植え付け前に苗木を乾燥させない。運搬、植え付けの間も可能な限り日陰の湿度の保てる箇所に置くようにする。

大きな岩、根株等は避ける。植えやすい箇所に植え、植栽間隔や列を厳密に保つことは重要なことではない。

ポットから出した苗を円柱形の土ごと植え穴に入れる。穴を埋め、さらに土を盛って両足で固める。幹に触ってはいけない。植え終えたときに根際が2cm地面から下にあるようにする。

3) 初期における保育（約6mに達するまで）

人工林は、単に植え付けて放置した場合は失敗する。成功するためには、最初の2年間が重要である。経済的、生物学的理由から、できるだけ早く成林させるよう保育する。最も注意すべきは、列間の植生の成長および雑草の繁茂による過度の日陰である。定期的なモニタリングと以下のような保育が必要である。

(1) 下刈り

つるは、ほどくより切るかまたは抜くほうが良い。

もしほふく性のつる（*Mikania creeper*）が現われたら、1年間にわたり月に一度刈り払わなければならない。

上木の無い箇所であれば、草本雑草が繁茂するので、半径0.5mの範囲で刈払う。必要な場合は、フォークで土を柔らかくしてから引き抜く。その際に、鋏

は必然的に苗木を傷める結果となるので、使わないこと。除草剤を使用してもよい。

(2) 陽光量の調節

二次植生などの天然の日除けが全く無い場合は、直射日光に耐えられる種を選ぶ。

大部分が日陰となっているサイトに直射日光に弱い樹種を植栽する場合は、日陰となっていない箇所には活着するまで日陰を作るために、ヤシの葉か苗木をしっかりと地面に刺しておく。倒れて苗木に被害を与えるようなものは使用しないようにする。

日陰に植えた場合は、活着したらすぐに陰を減らす。最初のカウントを行う1ヵ月後には、初めて上層を開け、苗木に上からの光を与える。上木の巻枯らしを行い、周辺の稚幼樹やつるを切る。

植栽から3ヵ月後により広く上層を開ける。育つ見込みのある苗木はすべて手入れを行う。上層を閉鎖させないようにすること。

刈った草は苗木の周りに置き、根元を覆う。

2~3年後には、植栽木は他の植生との競合状態となるため、つる切りおよび除伐を行う。

(3) 調査

造林地が確実に造成されたとみなされるまで、プランテーション・マネージャー／営林署職員は、定期的に苗木を見回らなければならない。

植え付けから1、3、6ヵ月後に苗木の高の級 (<1m、1~1.5m、1.5~3m、>3m) 毎に苗木の数を数える。

その後は5年間にわたって1年に1度1cm単位で胸高直径を測定すると同時に、植栽木のおおよその平均樹高も測定する。

1年後に造林の成功度を評価する。その後の枯損は、植え付けよりも他の要因に起因する。最初の1年は、‘形成’の年であり、その後成林するまでが‘成林’の期間である。いったん人手がかからなくなったら、‘成林した’といえる。

(4) 補植及び改植

植え付け1ヵ月後の望ましい生存率は、枯れた個体が一様に分布している場合80%である。同様の状態で1年後の生存率がまだ75%以上の場合は、補植の必要はない。これに当てはまらない場合は、補植するか改植するか決めなければならない。

天候が許せば、最初の調査(1ヵ月)後に補植を行う。その後3ヵ月目まで待つか、同じことを繰り返す。

3カ月目において、苗木が枯れかかっている場合は、近くに別の苗木を植える（苗木に限られている場合は、枯れている箇所を優先する）。

6カ月目までに枯れている箇所を埋められない場合は、1年目により大きな苗木を植えてみる。

4) 除伐（樹高が6mから15mに達するまで）

この段階では、側方の日除けを強くする。自然落枝を促すとともに通直な幹形状を得るために閉鎖状態を保つ。以下の作業を1度にまたは2度に分けて行う。

つる切り（ラタンを含む）

目的樹種の優勢木または準優勢木の樹冠の成長を妨げているあばれ木の伐採

*注1 CURRENT STATUS OF FORESTRY SECTOR IN PENINSULAR MALAYSIA
FORESTRY DEPARTMENT HEADQUARTERS (1991年版) による。

*注2 沢および河川の近くで巻枯らしを行わないのは、マレーシアの場合巻枯らしに必ず枯殺剤の注入を伴うため、水系を汚染することを防ぐためであり、主要林道から離すのは、わが国の場合同様倒木が林道を塞いだり、倒れる際の事故を防ぐためである。

*注3 GUIDELINES FOR PLANTING QUALITY TIMBER TREES IN PENINSULAR
MALAYSIA FOREST RESEARCH INSTITUTE (FRIM) による。

*注4 二次植生が1.5～3.0mに到達するまで植えるのを待つのは、二次植生が苗木に適度な日陰を与えるためである。

4-2 造林試験

本調査・研究の背景と意義

地球規模の環境保全の観点から、熱帯林の持続可能な開発を目指すことの重要性が認識されるようになり、このための森林施業体系確立の必要性が叫ばれている。その一つとして、複層林施業の推進があげられる。複層林施業は異なる樹種を混交して植栽することによって、複雑な立体的構造からなる森林を造成し、単一樹種による単層林の欠点を緩和し、環境保全機能が高く、かつ病虫害に対して、より抵抗性の強い森林を造成しながら多様な木材生産を行おうとするものである。しかしながら、熱帯地域では、この様な施業法に関する技術的な蓄積が少なく、現状では実際的に複層林施業法を採用することは困難である。上述の観点から、天然林皆伐跡地等の開放地、*Acacia mangium* 人工林及び天然林択伐跡地等立地条件の異なる林種において、複層林を造成するための造林技術及びその施業方法を試験するものである。

4-2-1 皆伐跡地等の開放地からの複層林造成試験

1) はじめに

この報告では、下記の試験項目アの「複層林造成に適した樹種の選定」に関連して、フタバガキ科樹種4種の植栽6か月後の生存率と成長量についてのみ報告する。

2) 試験目的と試験項目

この試験の目的は、熱帯地域において、皆伐跡地等の開放地において、成長速度の異なる樹種を同時混植し、その成長速度の差を利用して複層林を造成するための基礎的な造林データを収集し、その造成技術基準を作成することである。その試験項目は次のとおりである。

- ア. 複層林造成に適した樹種の選定
- イ. 各種複層林型の保育技術
- ウ. 各種複層林型のコスト分析

3) 試験地の位置及び試験地設定以前の施業経過

試験地は、マレーシア国ペラ州森林局南ペラ営林署チクス保存林(Forest Reserve)に位置する。この地域は、もともと低地フタバガキ林が分布していたが、林種転換(生産力の低い天然林からより生産力の高い*A. mangium*人工林に転換)のため、1988年6月-1989年3月に皆伐された後、1992年9月まで放置されていた。この約2年半の放置期間に、樹高2-3mの*Macaranga spp.*等の先駆樹種が優占する二次林が回復していた。

4) 試験地の位置する地域の自然条件

ケッペン(KÖPPEN)による気候区分によれば、試験地の位置する地域は熱帯降雨林気候帯(Af)に属する。この試験地に最も近いタパー気象観測所(試験地から北へ約10km)の年平均降水量は3,313mm、年平均気温は27.6℃、年平均最低気温は21.7℃、年平均最高気温は33.3℃、年平均降雨日数は168日である。この試験地の位置する地域は海拔30m程度の平坦な地形で湿地帯が広く分布している。隣接する保護林は *Shorea leprosula* や *Neobalanocarpus heimii* などが生育する低地フタバガキ林である。この試験地の属する地域の地質はシルル紀-オルドビス紀の堆積岩あるいは変成岩からなる。土壌は、FAO/UNESCOの分類によればアクリソル(Acrisols)である。

5) 試験方法

(1) 試験プロット設定方法

皆伐跡地の開放地に、1樹種につき5通りの植栽様式(1列交互混植、2列交互混植、4列交互混植、8列交互混植、16列交互混植)により、試験プロットを設定した。各試験プロット内に、20mの緩衝帯に囲まれるようにデータ収集プロットを設定した。なお、データ収集プロット内の調査木本数は、最低100本以上となるよう設定した。試験プロットの植栽様式と大きさは表-60及びプロットの位置は図-15のとおりである。

表-60 植栽様式と試験プロットの大きさ

植栽様式	試験プロットの大きさ
1列交互混植(Aタイプ)	(27列35本;100X105m)
2列交互混植(Bタイプ)	(30列33本;111X 99m)
4列交互混植(Cタイプ)	(28列38本;104X114m)
8列交互混植(Dタイプ)	(32列33本;118X 99m)
16列交互混植(Eタイプ)	(48列33本;178X 99m)

(2) 前生樹伐採及び地拵え

1992年9月から1993年1月にかけて、この二次林の伐採・集積後及び火入れ地拵えを実施した。なお、耕耘は実施していない。計画では1992年11月に地拵えを終了することとしていたが、請負業者の事業実行状況が悪かったため地拵えが2か月程遅れた。

(3) 植栽樹種と苗木の特徴

植栽樹種は、*Shorea leprosula*、*Shorea parvifolia*、*Neobalanocarpus heimii* 及び *Hopea odorata* の4樹種である。これらの苗木はすべて山引き苗

木であり、幼苗を採取後、苗畑で約6-8か月間育苗されたものである。これらの苗木は森林局及び民間苗畑から購入した。

(4) 植栽方向及び植栽間隔

植栽方向は東西方向とし、植栽間隔は *A. mangium* 人工林に準拠し、列間 3.7 m X 苗間 3 m とした。

(5) 植栽年月

植栽は1993年1月から5月に実施した。計画では1992年11-12月に植栽することとしていたが、請負業者の事業実行状況が悪かったため植栽時期が大幅に遅れた。

(6) 成長量等調査年月

生存率及び樹高の調査は1993年7月-11月(植栽6か月後)に実施した。なお、植栽1か月後の生存率及び樹高調査はデータ収集プロットの設定が遅れ実施できなかった。

6) 結果と考察

(1) 生存率

植栽6か月後の生存率は表-61のとおりである。これらフタバガキ科の4樹種は、大面積皆伐跡地の開放地(約46ha)に植栽されたものである。それぞれの樹種の全プロット平均の生存率は、*H. odorata* の80.1%を除いて、*S. leprosula* は16.0%、*S. parvifolia* は25.1%、*M. heimii* は44.3%とかなり低い値となった。*S. leprosula*、*S. parvifolia* 及び *M. heimii* の3樹種は、葉数が少なく活力がないことから、今後さらに多く枯死するものと予想され、成林の可能性は極めて低いと考えられる。*H. odorata* については、生存率は約80%と高いが活力はあまり旺盛とは言えず、今後も生存率は低下するものと予測される。*H. odorata* の成林の可能性については、現時点で結論づけるのは困難であり、今後も継続観察が必要である。光条件がほぼ同様なBサイトの16列伐採地区のプロット(Eタイプ)より悪いのは、大規模皆伐跡地の開放地であるため気温、日射、土壌、空中湿度、地温等の条件がこれら樹種の生育にとって、より厳しい環境になっているものと推察される。生存率が極度に低いことに関するその他の要因として、

ア. 植栽前に硬化処理が充分でなかったため日焼け現象を起こしたこと

(4樹種)

イ. 牛の踏み付けによる被害が発生したこと(4樹種)

ウ. *S. leprosula* 及び *S. parvifolia* には食葉害虫の被害が発生したこと(2樹種)

が考えられ、これらの要因が重なって生存率が極度に低くなったものと推測されるが、生存率の低下に大きく影響を与えている因子は高温と硬化処理が不十分であったことが考えられる。*H. odorata* についても、他の3樹種と同様、硬化処理はしていないが、生存率が高いのは、他の3樹種より高温、強光条件下に強く耐乾性が高いことを示していると思われる。

表-61 植栽6か月後の生存率

樹種	植栽様式と生存率(%)					プロット平均
	A (1)	B (2)	C (4)	D (8)	E (16)	
<i>S. leprosula</i>	19.7 (93/4)	12.1 (93/4)	25.4 (93/4)	6.7 (93/4)	16.8 (93/2)	16.0
<i>S. parvifolia</i>	32.2 (93/3)	20.4 (93/3)	14.8 (93/3)	47.7 (93/3)	32.2 (93/2)	25.1
<i>H. heimi</i>	40.0 (93/4)	33.0 (93/4)	43.2 (93/4)	51.6 (93/4)	* 48.3 (93/1)	44.3
<i>H. odorata</i>	77.4 (93/5)	75.4 (93/5)	69.6 (93/5)	85.9 (93/5)	85.2 (93/5)	80.1

(注) 1. ()は植栽年月である。

2. *は植栽7か月後のデータである。

(2) 樹高及び上長成長量

植栽6か月後の樹高及び6か月間の上長成長量は表-62のとおりである。*H. odorata*を除く3樹種は極めて生存率が低いことを反映して上長成長量はなく、梢端部の枯死により、樹高はむしろ低くなっている。*H. odorata*の生存率が高いが、上長成長量はほとんどなく、かろうじて生存している状態である。

表-62 樹高及び上長成長量

樹種	樹高と上長成長量 (単位: ha)				
	A (1)	B (2)	C (4)	D (8)	E (16)
<i>S. leprosula</i>	53 (-6)	42 (-6)	48 (-2)	35 (-3)	36 (-2)
<i>S. parvifolia</i>	40 (-3)	43 (-4)	45 (+3)	51 (-5)	38 (-2)
<i>H. heimi</i>	44 (-7)	28 (-6)	40 (-5)	32 (-5)	* 35 (+2)
<i>H. odorata</i>	48 (-3)	49 (-2)	44 (+3)	42 (-2)	52 (-2)

(注) 1. ()は上長成長量である。

2. *は植栽7か月後のデータである。

3. 植栽時の苗高は各プロットで50本調査した。

7) 今後の課題

樹木の成長に影響を与える一般環境因子として、気象条件（気温、日射量、湿度等）や土壌条件（物理・化学的性質、土壌水分、菌根、土壌温度等）が考えられる。これら環境因子が樹木の成長に最も抑制的な因子であるかを明らかにする必要があるが、植栽直後の生存率に大きく影響する育苗段階での硬化処理方法をまず確立する必要がある。開放地造林に適する高品質有用樹種の選定、保育技術、コスト分析及び施業方法も併せて検討を行い、トータルとして最も実地的な樹種ごとの複層林造成技術を検討する必要があると考えている。



写真 - I *Shorea leprosula* の成長状況
(植栽 6 ヶ月後)



写真 - II *Shorea parvifolia* の成長状況
(植栽 6 ヶ月後)

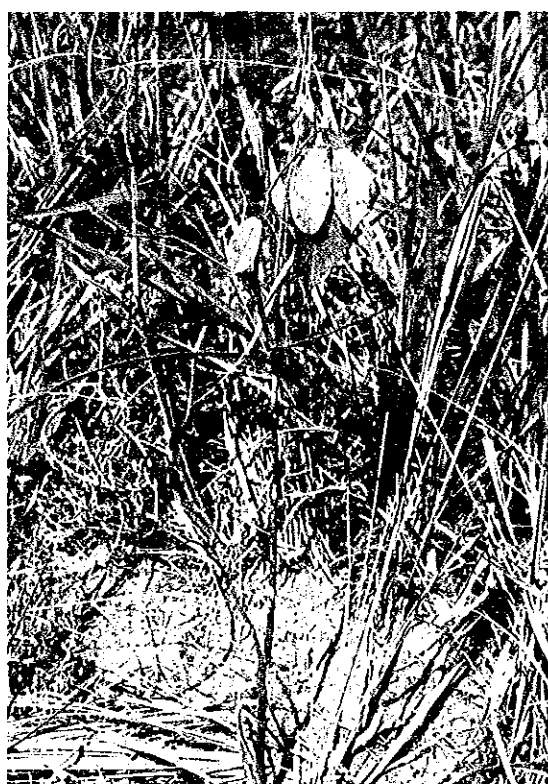
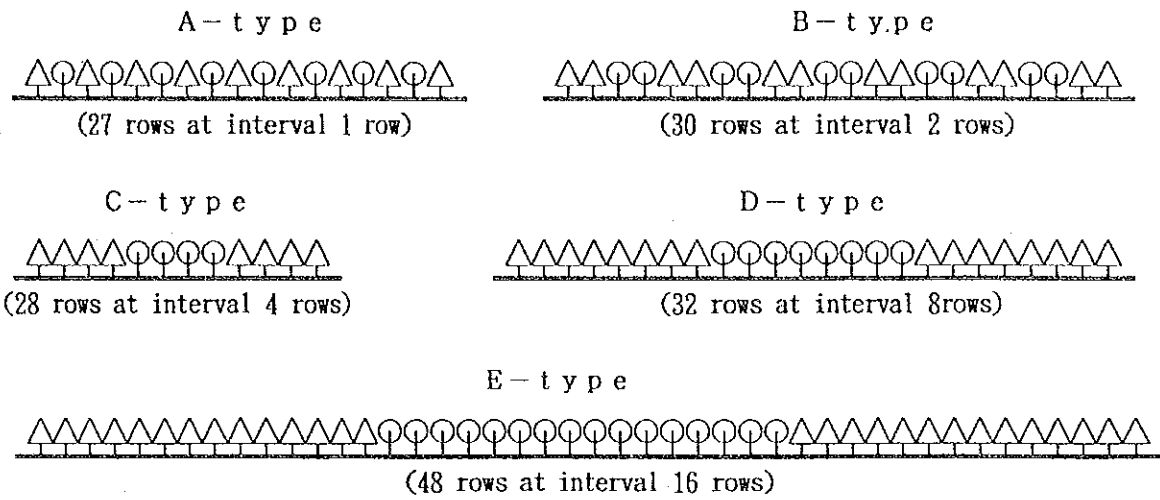


写真 - III *Neobalanocarpus heimii* の成長状況
(植栽 6 ヶ月後)



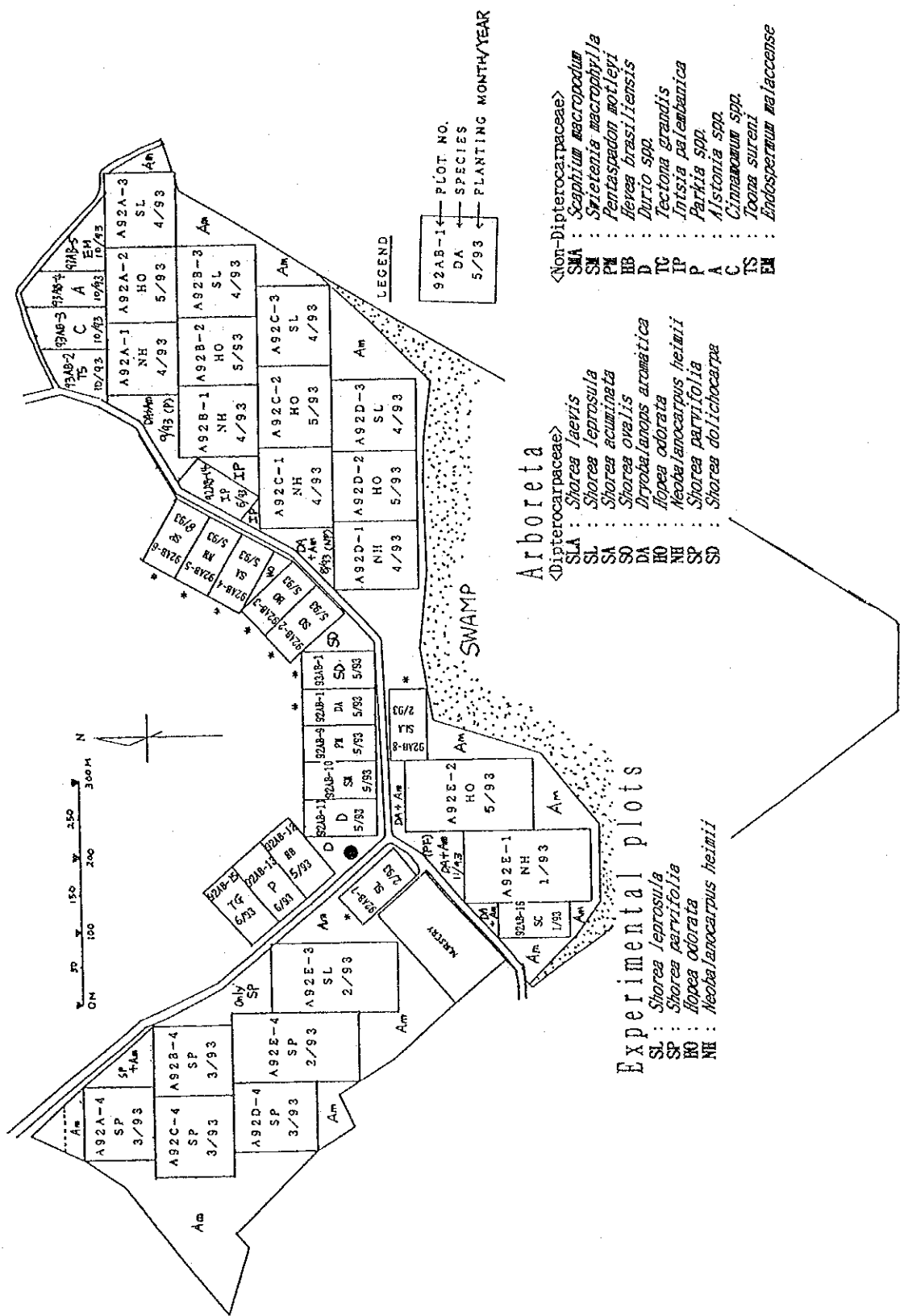
写真 - IV *Hopea odorata* の成長状況
(植栽 6 ヶ月後)



- R e m a r k s
1. \triangle indicates Fast Growing Species (Ex. *Acacia mangium*)
 2. \odot indicates High Quality Timber Species (Ex. *Dipterocarpaceae*)
 3. Planting distance : 3.0 m X 3.7 m

図 - 14

チクスAサイトの植栽様式



- Non-Dipterocarpaceae
- SMA : *Scaphium macropodium*
 - SM : *Srietenia macrophylla*
 - PM : *Pentaspadon molle*
 - HB : *Hevea brasiliensis*
 - D : *Durio spp.*
 - TC : *Tectona grandis*
 - IP : *Intsia palenbanica*
 - P : *Parkia spp.*
 - A : *Alstonia spp.*
 - C : *Cinnamomum spp.*
 - IS : *Icoca sureni*
 - EM : *Endospermum malaccense*

- Arboreta
- Dipterocarpaceae
- SLA : *Shorea laevis*
 - SL : *Shorea leprosula*
 - SA : *Shorea acuminata*
 - SO : *Shorea ovalis*
 - DA : *Dyobalanops aromatica*
 - HO : *Hopea odorata*
 - NH : *Neobalanocarpus heimii*
 - SP : *Shorea parvifolia*
 - SD : *Shorea dolichocarpa*

- Experimental plots
- SL : *Shorea leprosula*
 - SP : *Shorea parvifolia*
 - HO : *Hopea odorata*
 - NH : *Neobalanocarpus heimii*

FIG-15 PLANTING ORDER IN A-BLOCK
(AS OF 1 MAY, 1994)

4-2-2 既存人工林からの複層林造成（樹下植栽）試験

1) はじめに

この中間報告では、下記の試験項目ア「複層林造成に適した樹種の選定」に関連して、フタバガキ科樹種3種の植栽12か月後の生存率と成長量についてのみ報告する。

2) 試験目的と試験項目

この試験の目的は、熱帯地域において、単純一斉人工林を複層林化するための基礎的な造林データを収集し、その造成技術基準を作成することである。その試験項目は次のとおりである。

- ア. 複層林造成に適した樹種の選定
- イ. 各種複層林型の保育技術
- ウ. 各種複層林型のコスト分析

3) 試験地の位置及び試験地設定以前の施業経過

試験地はマレーシア国ペラ州森林局南ペラ営林署チクス保存林(Forest Reserve)に位置する。この地域は、もともと低地フタバガキ林が分布しており、林種転換のため1988年6月-1989年3月に皆伐され、1989年4月に2回の火入れ地拵えを実施後、1989年11月に *Acacia mangium* が造林されたところである。現在、(1993年11月)、4年0か月の林齢である。植栽から本試験地設定までの期間に、1989年12月から1990年4月にかけて2回の下刈と1回のつる切り・除伐、1991年7月に枝打ち(全木、枝打高は樹高の1/2)が実施された。1992年7-9月の伐採時の *A. mangium* 平均樹高は13m、平均胸高直径は14cmであった。

4) 試験地の位置する地域の自然条件

ケッペン(KÖPPEN)による気候区分によれば、試験地の位置する地域は熱帯降雨林気候帯(Af)に属する。この試験地に最も近いタパー気象観測所(試験地から北へ約10km)の年平均降水量は3,313mm、年平均気温は27.6℃、年平均最低気温は21.7℃、年平均最高気温は33.3℃、年平均降雨日数は168日である。この試験地の位置する地域は海拔30m程度の平坦な地形で湿地帯が広く分布している。隣接する保護林は *Shorea leprosula* や *Neobalanocarpus heimii* などが生育する低地フタバガキ林である。この試験地の属する地域の地質は第4紀の未固結堆積岩であり、土壌は、FAO/UNESCOの分類によればアクリソル(Acrisols)である。

5) 試験方法

(1) 試験プロット設定方法

林齢2年10か月の *A. mangium* 人工林を5通りの方法で帯状伐採(1伐1残

(A)、2伐2残(B)、4伐4残(C)、8伐8残(D)、16伐16残(E)し、試験プロットを設定した(図-1参照)。伐採の方向は、*A. mangium* の植栽方向である南北方向及び植栽方向に直角の東西方向の2とおりとした。従って、1樹種につき、10プロットとした。各試験プロット内に、約20mの緩衝帯に囲まれるようにデータ収集プロットを設定した。データ収集プロット内の調査木本数は、最低100本以上となるよう設定した。試験プロットの大きさ及び伐採幅は表-63のとおりである。各試験プロットの位置は図-17のとおりである。

表-63 試験プロットの大きさと伐採幅(伐採方向:南北)

伐採方法	試験プロットの大きさ	伐採幅
1伐1残(Aタイプ)	(27列35本;100X105m)	7.4(6.0)m
2伐2残(Bタイプ)	(30列33本;111X99m)	11.1(9.0)m
4伐4残(Cタイプ)	(28列38本;104X114m)	18.5(15.0)m
8伐8残(Dタイプ)	(32列33本;118X99m)	33.3(27.0)m
16伐16残(Eタイプ)	(48列33本;178X99m)	62.9(51.0)m

(注)伐採幅の裸書は南北、()書は東西である。

(2) 伐木・集材及び地拵え

伐採及び集材作業は1992年7月-9月に実施し、集材は農耕用ホイールタイプトラクタにより行った。集材した後、1992年9月-10月に伐採幅の全域について地拵えを実施した。なお、耕耘は実施していない。

(3) 植栽樹種と苗木の特徴

植栽樹種は、*Shorea leprosula*、*Shorea parvifolia*、*Neobalanocarpus heimii* の3樹種である。これらの苗木はすべて山引き苗木であり、幼苗を採集後、苗畑で約6-8か月間育苗されたものである。これらの苗木は森林局及び民間苗畑から購入した。植栽時の平均苗高は、*S. leprosula* は44cm、*S. parvifolia* は40cm、*N. heimii* は28cmであった。

(4) 植栽間隔及び植栽位置

南北方向の植栽間隔は上木の*A. mangium*人工林と同じく列間3.7m X 苗間3m、東西方向の植栽間隔は列間3m X 苗間3.7mとした。植栽位置は伐採した列の伐根間の中間位置に植栽した。

(5) 植栽年月

植栽は1992年10月から11月に実施した。

(6) 成長量等調査年月

成長調査は、1993年6-7月(1回目)及び10-11月(2回目)に、照度の測定は植栽時(1回目)の1992年10月、1993年7月(2回目)及び10月(3回目)に測定した。照度は、薄曇り日の南中時の1時間前後を含む時間帯(12:30-14:30)に、ミノルタ・デジタル照度計(T-1H)で全天光、また林内照度データ収集プロット内)は約1.3 mの高さの位置で10分程度歩き回り積算照度を測定し、相対照度を算出した。なお、積算照度の測定箇所は、*S. leprosula* の各試験プロット(伐採方向は南北方向)で測定した。

6) 結果

(1) 伐採幅と相対照度

伐採幅と相対照度の関係は表-64のとおりである。上木の状態(樹高と樹冠)と伐採幅の関係が相対照度に大きく影響を与える。無伐採プロットの相対照度は、植栽時(1992年10月)、植栽8か月後(1993年7月)、植栽12か月後(1993年10月)は、それぞれ20.1%、18.3%、6.8%と樹高が高くなるにつれて低下した。1992年10月時点での *A. mangium* 人工林はほぼ閉鎖した状態であったが、樹高が高くなるにともなって葉量も増加し、相対照度が低下したと思われる。(A)タイプではそれぞれ38.6%、34.4%、14.2%となり、植栽時点での伐採幅は樹高の0.6倍であった。(B)タイプでは65.4%、62.2%、22.9%、伐採幅は樹高の0.9倍であった。(C)タイプでは71.8%、66.8%、42.8%、伐採幅は樹高の1.4倍であった。(D)タイプでは93.2%、88.7%、68.1%、伐採幅は樹高の2.6倍であった。(E)タイプでは97.5%、94.2%、94.1%、伐採幅は樹高の4.8倍であった。伐採幅が約6-7mの(A)タイプでは、伐採してから約1年で上木樹冠は閉鎖した。伐採幅が約9mの(B<EW>)タイプは、約1年半で上木樹冠は閉鎖した。伐採幅が約11mの(B<SN>)タイプは、約2-3年以内に閉鎖するものと推測される。

表-64 各試験プロットの相対照度と伐採幅・上木樹高との関係

プロット (伐採幅)	相対照度と上木(<i>A. mangium</i>)の樹高			伐採幅/樹高(1992/10)
	1992年10月	1993年7月	1993年10月	
無伐採プロット	20.1%	18.3%	6.8%	
1伐1残(A:7.4m)	38.6	34.4	14.2	0.6
2伐2残(B:11.1m)	65.4	62.2	22.9	0.9
4伐4残(C:18.5m)	71.8	66.8	42.4	1.4
8伐8残(D:33.3m)	93.2	88.7	68.1	2.6
16伐16残(E:62.9m)	97.5	94.2	94.1	4.8
平均樹高(m)	(13)	(17)	(18)	
平均胸高直径(cm)	(14)	(17)	(18)	

(注) 1. *A. mangium* の平均樹高及び平均胸高直径は上記6プロットの平均である。

(2) 相対照度（伐採幅）と生存率

林内相対照度は上木の成長とともに低くなるが、植栽後1年間は、3樹種とも、相対照度が約30-70%となる伐採幅の狭いプロットの方が、相対照度が90%程度以上となる伐採幅の広いプロットに較べて生存率及び上長成長量は良好であった。帯状伐採直後の相対照度が約30-70%のとなる伐採幅と上木樹高との関係は表-64から明らかなように、樹高の約1/2から樹高と同程度の伐採幅が適当と考えられる。なお、(E)及び(D)の植栽木は、3樹種とも葉数が少なく活力の低いものが見られ、今後も生存率は減少するものと推定されるが、(A)、(B)及び(C)は、病虫害等の被害がなければ大幅な生存率の低下はないものと推定される(表-65参照)。

ア、*S. leprosula*

植栽1年後の生存率は、伐採方向が南北の場合では、(A)、(B)、(C)及び(D)が80%以上、伐採方向が東西では、(A)及び(B)が生存率80%以上を示している。南北及び東西とも2列伐採の(B)が最も高い生存率を示した。一方、伐採幅の最も広い(E)が、最も低い生存率を示した。

イ、*S. parvifolia*

植栽1年後の生存率は、伐採方向が南北では、(A)及び(B)が生存率80%以上、伐採方向が東西では、(A)が生存率80%以上を示している。南北の(D)及び(E)、東西の(B)及び(E)は、降雨量の多い日には滞水が観察された。滞水による過湿のため、根腐れが発生し生存率が低い原因の1つになっているものと考えられる。

ウ、*M. heimi*

植栽1年後の生存率は、伐採方向が南北のプロットでは、(B)が生存率80%以上、伐採方向が東西のプロットでは、(A)が生存率80%以上を示している。*M. heimi*の苗木は強光や乾燥に弱いため、植栽箇所は、ある程度の日陰が必要であると報告されているが、植栽12か月後時点では、最も相対照度が高い(E)においても55-65%の生存率を示し、予想以上に高い生存率を示した。南北の(A)、東西の(B)は、降雨量の多い日には滞水が観察された。滞水による過湿のため根腐れが発生し、生存率が低い原因の1つとなっているものと考えられる。

表-65 相対照度（伐採幅）、伐採方向及び生存率

樹種	伐採方向	植栽経過月	生存率 (%)				
			A(1)	B(2)	C(4)	D(8)	E(16)
<i>S. leprosula</i> : 南北(SN)	8か月	8か月	85.3	99.0	91.9	83.0	74.3
		12か月	85.3	99.0	91.9	82.1	67.7
			0.0	0.0	0.0	-0.9	-6.6
	: 東西(EW)	8か月	88.0	91.4	76.0	73.1	60.4
		12か月	88.0	89.3	75.0	70.1	54.7
			0.0	-2.1	-1.0	-3.0	-5.7
<i>S. parvifolia</i> : 南北(SN)	8か月	8か月	88.3	85.6	67.9	*56.4	*60.0
		12か月	86.2	84.6	65.1	*52.4	*53.9
			-2.1	-1.0	-2.8	-4.0	-10.1
	: 東西(EW)	8か月	91.5	*71.2	74.0	58.7	*41.7
		12か月	87.9	*65.4	72.1	52.9	*37.1
			-3.6	-5.4	-1.9	-7.7	-4.6
<i>N. heimi</i>	: 南北(SN)	8か月	*78.1	86.5	82.3	69.2	68.7
		12か月	*77.1	86.5	79.8	64.2	64.7
			-1.0	0.0	-2.5	-5.0	-4.0
	: 東西(EW)	8か月	96.6	*46.2	70.2	*64.1	59.4
		12か月	96.6	*41.4	67.3	*53.9	55.2
			0.0	-4.8	-2.9	-10.2	-4.2

備考：*は降雨量の多い日には滞水が観察された。

(3) 伐採幅（相対照度）と上長成長量及び平均樹高

伐採幅と上長成長量及び平均樹高の関係は表-66のとおりである。フタバガキの苗木は、相対照度が30-70%程度の庇陰下で最も良好な成長を示し、開放地のような強光下ではかなり成長が抑制されると報告されている。本試験においても、3樹種とも相対照度が30-70%程度の光条件下で上長成長は良好であった。特に、2列伐採である(B)において、3樹種とも上長成長量は最大値を示した。最も成長の良いプロット間で上長成長量を比較すると、*S. leprosula*は133 cm (B<EW>)、*S. parvifolia*は81 cm (B<SN>)、*N. heimi*は40 cm (B<SN>)であった。*S. leprosula*及び*S. parvifolia*は、*N. heimi*に比較してかなり初期成長は旺盛である。植栽12か月後の3樹種の樹高は表-66のとおりである。植栽12か月後の平均樹高の最も高いプロットは*S. leprosula*は177 cm (B<EW>)、*S. parvifolia*は121 cm (B<SN>)、*N. heimi*は68 cm (B<SN>)であり、すべて2列伐採の(B)であった。

表 - 66 伐採幅と上長成長及び平均樹高

単位 : cm

樹種	伐採方向	平均樹高と上長成長量					
		A (1)	B (2)	C (4)	D (8)	E (16)	
<i>S. leprosula</i>	: 南北	平均樹高(0M)	<44>	<44>	<44>	<44>	<44>
		平均樹高(12M)	148	153	114	124	80
		年間上長成長量	(104)	(109)	(70)	(80)	(33)
	: 東西	平均樹高(0M)	<44>	<44>	<44>	<44>	<44>
		平均樹高(12M)	146	177	131	107	98
		年間上長成長量	(102)	(133)	(87)	(63)	(54)
<i>S. parvifolia</i>	: 南北	平均樹高(0M)	<40>	<40>	<40>	* <40>	<40>
		平均樹高(12M)	115	121	118	* 86	85
		年間上長成長量	(75)	(81)	(78)	* (46)	(45)
	: 東西	平均樹高(0M)	<40>	* <40>	<40>	<40>	* <40>
		平均樹高(12M)	117	* 120	101	92	* 90
		年間上長成長量	(77)	* (80)	(61)	(52)	* (50)
<i>N. heimi</i>	: 南北	平均樹高(0M)	* <28>	<28>	<28>	<28>	<28>
		平均樹高(12M)	* 64	68	66	57	(56)
		年間上長成長量	* (36)	(40)	(38)	(29)	(28)
	: 東西	平均樹高(0M)	<28>	* <28>	<28>	<28>	<28>
		平均樹高(12M)	(62)	* (63)	(61)	(51)	(56)
		年間上長成長量	(34)	* (35)	(33)	(23)	(28)

(注) 1 : *は降雨量の多い日には滞水が見られた。

2 : 平均樹高(0M)は植栽時、平均樹高(12M)は植栽1年後の樹高である。

(4) 伐採方向と生存率

伐採方向によって日射量及び日射時間が大きく異なる(D)及び(E)の生存率を比較すると、*S. leprosula*は、南北のプロットに比較して東西のプロットの方が10%程度生存率が低かった。*S. parvifolia*、*N. heimi*は滞水の関係で正確な比較は困難であるが、東西方向のプロットの方が低い傾向があった(表-65参照)。

(5) 伐採方向と上長成長量

伐採方向と上長成長量を比較すると、伐採方向によって日射量及び日射時間が大きく異なる(D)及び(E)を比較すると、現在(1993年11月)、3樹種とも明らかな差異は認め難い。

7) 論議と今後の課題

植栽1年後のとりまとめから、3樹種の成長状況及び生存率の傾向を知ることができた。特に、(B)、(A)及び(C)は、他の2プロット(D、E)に比較して上長成長及び生存率とも良好な結果を示した。この結果、生存率及び上長成長の双方から見て、初期成長は3樹種とも相対照度30-70%程度となる伐採幅が適切と考えられる。また、相対照度30-70%程度となる伐採幅と上木樹高との関係は、樹高と同程度の伐採幅が適切と考えられる。なお、これまでに、樹木の成長に影響を与える環境因子として、相対照度のみしか測定されなかったが他の気象条件(気温、日射量、湿度等)や土壌条件(物理・化学的性質、土壌水分、菌根、土壌温度等)を測定し、それら環境条件との関係を明らかにする必要があるとともに、いろいろな伐採方法下での樹下植栽木の保育技術やコスト分析及び上木の施業方法も併せて検討を行い、トータルとして最も実地的な樹種ごとの複層林造成技術を検討する必要があると考えている。



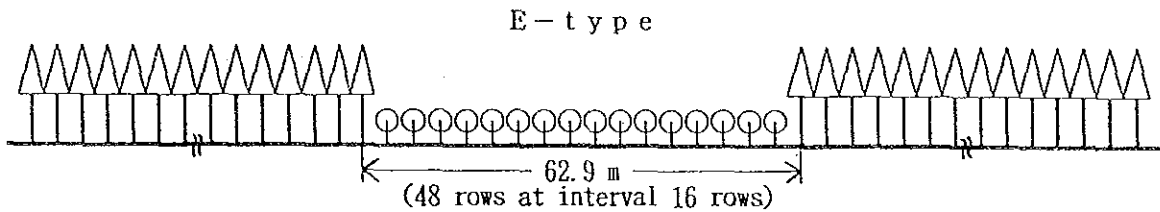
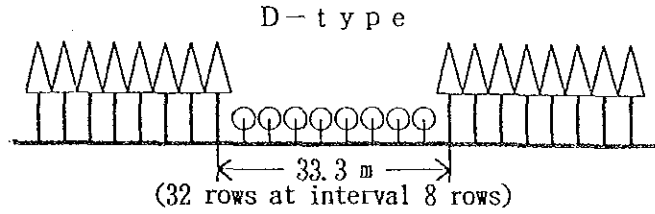
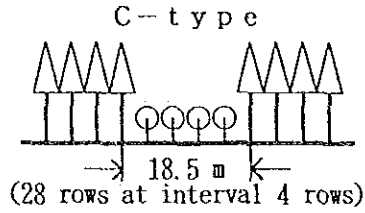
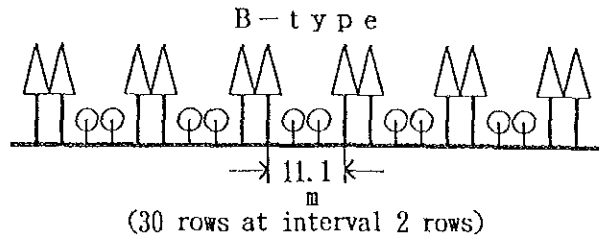
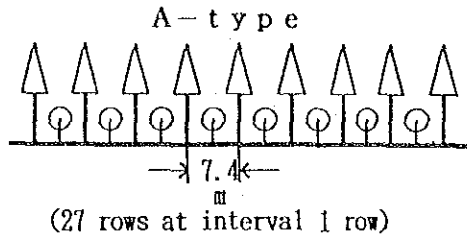
写真 - I *Shorea leprosula* の成長状況
(2列伐採区：植栽12ヶ月後)



写真 - II *Shorea parvifolia* の成長状況
(2列伐採区：植栽12ヶ月後)



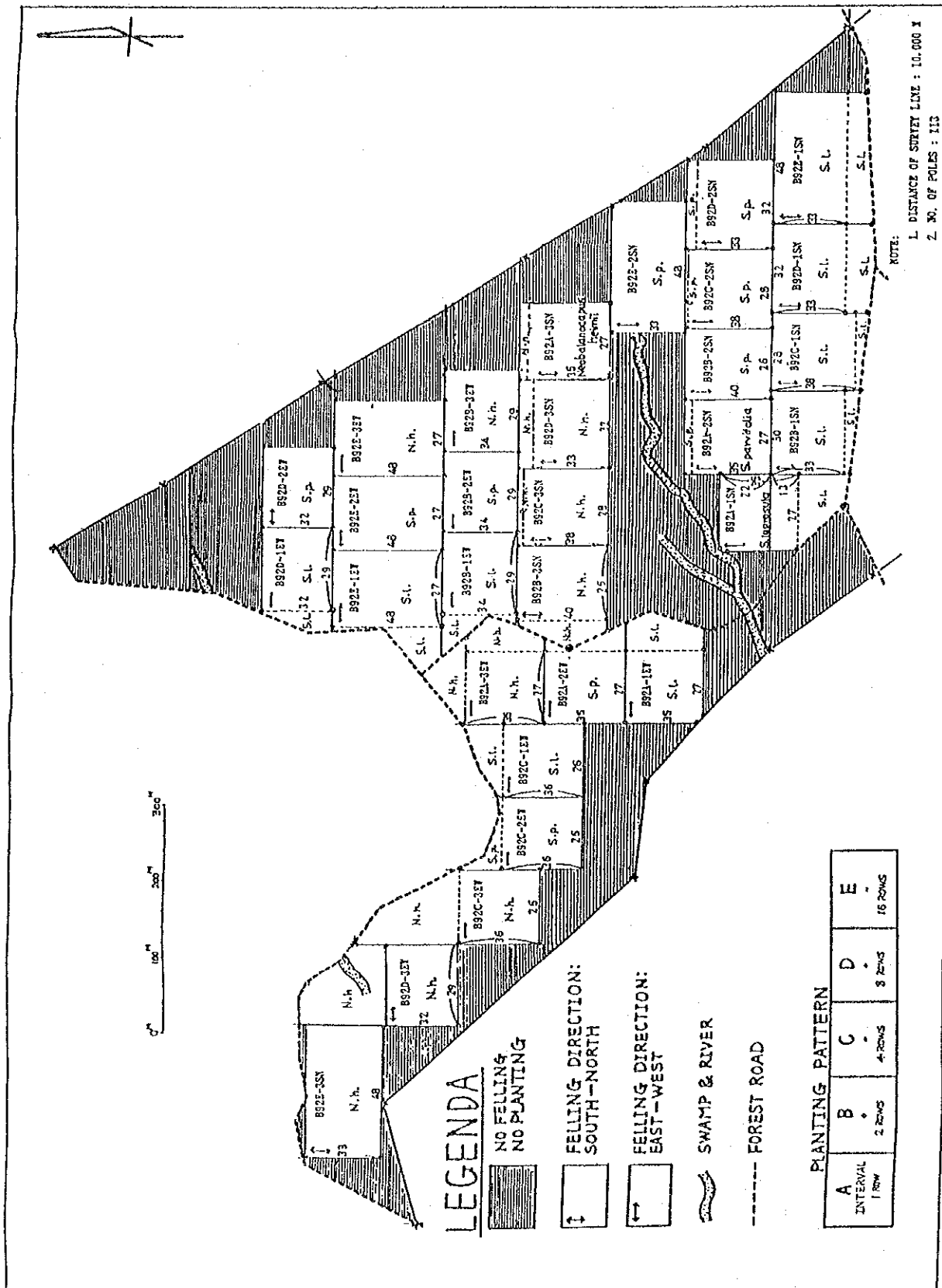
写真 - III *Neobalanocarpus heimii* の成長状況
(2列伐採区：植栽12ヶ月後)



- Remarks
1. \triangle indicates Fast Growing Species (Ex. *Acacia mangium*)
 2. \odot indicates High Quality Timber Species (Ex. Dipterocarpaceae)
 3. Planting distance : 3.0 m X 3.7 m
 4. *Acacia mangium* in site-B were planted in Sept. - Dec., 1989.

図 - 16

チクスBサイトの植栽様式



☒ - 17 PLANTING ORDER IN B - BLOCK

4-2-3 天然林択伐跡地からの複層林造成試験

1) はじめに

本調査・研究の試験地設定のための準備は1993年8月から開始されたが、1993年の10月から12月にかけて数十年ぶりの異常降雨のため、ブキット・キンタのプロジェクトサイトへのアクセス道路や橋梁が決壊し、試験地設定（植栽）が遅れている。1994年2月末現在、1993年造林計画面積(6.61ha)の内、1.03haの植栽が終了したのみである。従って、本中間報告においては、試験設計のみを報告する。

2) 試験目的

この試験の目的は、天然林択伐跡地の孔状地にフタバガキ科樹種等の郷土高品質樹種の植え込みを行い、これら植栽木の成長と土壌及び光環境との関係を明らかにし、複層林施業を行うための基礎的な更新、保育及びコストに関するデータを収集することである。

3) 試験地の位置及び試験地設定以前の施業経過

試験地は、マレーシア国ペラ州森林局キンタ・マンジュン営林署ブキット・キンタ保存林 (Forest Reserve:146 林班内) に位置する。この146 林班は、隣接の147 林班と合わせて立木販売されており、1990年4月-1990年11月に、セレクトティブ・マネジメント・システムに基づき択伐が実施された。146 林班のみの伐採材積等のデータは明確ではないが、これら2 個林班の平均では、伐採本数は6本/ha、調査材積は39m³/ha、生産材積は33m³/ha、平均胸高直径81cmであった。この伐採により、大小の孔状地が発生し、1994年1月の本調査のための地拵えが始まるまでの2-3年間に、タケ類、シダ類、パーム類を混じえた二次林が相当程度回復しており、タケは約十数m、二次林は約4-5m程になっていた。

4) 試験地の位置する地域の自然条件

ケッペン(KÖPPEN)による気候区分によれば、試験地の位置する地域は熱帯降雨林気候帯(Af)に属する。この地域は、標高300-600mで、斜度が20-45度程度あり、全体的に急峻な山岳地帯である。森林型は丘陵フタバガキ科林であり、*Shorea curtisii*、*Shorea parvifolia*、*Shorea leprosula* 等が多く生育している。この地域の気象データはない。参考として、ブキット・キンタサイトから南南西に約60km(直線距離)地点にあるタパー気象観測所(標高35m)の年平均降水量は3,313mm、年平均気温は27.6℃、年平均最低気温は21.7℃、年平均最高気温は33.3℃、年平均降雨日数は168日である。この試験地の属する地域の地質は花崗岩であり、全体に風化が進み粘土質の母材となっている。土壌型は、明確にされていない。

5) 試験方法

(1) 試験プロット設定方法

天然林択伐跡地において、地形条件(土壌)及び大きさの異なる孔状地(光環境)を選定する。設定(植栽)面積は、4年間で約50haとする(表-67参照)。

表 - 67 試験地設定計画

項目/年	1993	1994	1995	1996	計
試験地面積(ha)	6.6	(14)	(20)	(10)	(50)
植栽樹種数	1	(1)	(2)	(1)	(5)

(注) () は計画である。

(2) 調査項目及び調査計画

- ア. 植栽木の成長
- イ. 植栽地の光環境 (相対照度)
- ウ. 植栽地の土壌条件
- エ. 地拵え後の天然更新木 (高品質樹種) の発生と消長
- オ. 地拵え前の天然更新木 (高品質樹種) の成長

「植栽木の成長」、「植栽地の光環境」及び「地拵え前の天然更新木 (高品質樹種) の成長」調査は、第1回目は、植栽1か月後、第2回目以降は植栽から6か月目毎に実施する。「植栽地の土壌条件」調査は、植栽前に実施する。「地拵え後の天然更新木 (高品質樹種) の発生と消長」調査は、上木に有用樹があり種子の供給がありそうなプロットを選び、稚樹が発生した時点から調査を開始する。

(3) 植栽予定樹種

プキット・キンタ地区に多く天然分布している高品質樹種のうち、苗木の調達容易なもの約5樹種とする。

(4) 地拵え基準

- ア. 高品質樹種の更新木 (稚・幼樹、小・中・大径木) は、原則としてすべて残す。高品質樹種とは、「POCKET CHECK LIST of TIMBER TREES (Malayan Forest Record No.17)」に掲げられている更新調査対象樹種のうち、高品質有用樹種 (Preferred species) 43樹種とする。
- イ. 上記の高品質樹種以外の樹種は、急激な環境変化を避けるためとコスト削減のため胸高直径5 cm以上の木は伐採しないですべて残す。
- ウ. 伐採された樹木、タケ、パーム等は植え付けの支障とならないよう等高線に沿って集積する。

(5) 植栽方向及び植栽間隔

原則として、等高線植栽とし、列間5 m X 苗間2.5 m とする (植栽密度は800 本/ha)。

6) 1993年試験地の概要

(1) 植栽樹種と苗木の特徴

樹種は *Shorea parvifolia* である。種子は、1993年3月にパハン州ベントン (Bentong) 地

区の丘陵フタバガキ林から採取された後、本プロジェクトのチクス苗畑で育苗されたものである。苗齢は9か月で、平均苗高は32cmであった。

(2) 植栽箇所及び植栽面積

植栽箇所は7プロットで、全体の植栽面積は6.61haである(図-1参照)。7プロットとも北東斜面に面している。プロット(D)、(G)及び(F)は、斜面下部(谷)に位置し、近くにルー川(Sg. Lu)が流れている。一方、プロット(A)は斜面上部の小尾根に位置し、(B)、(C)及び(E)は、尾根から尾根筋斜面上部に位置している。

(3) 植栽年月

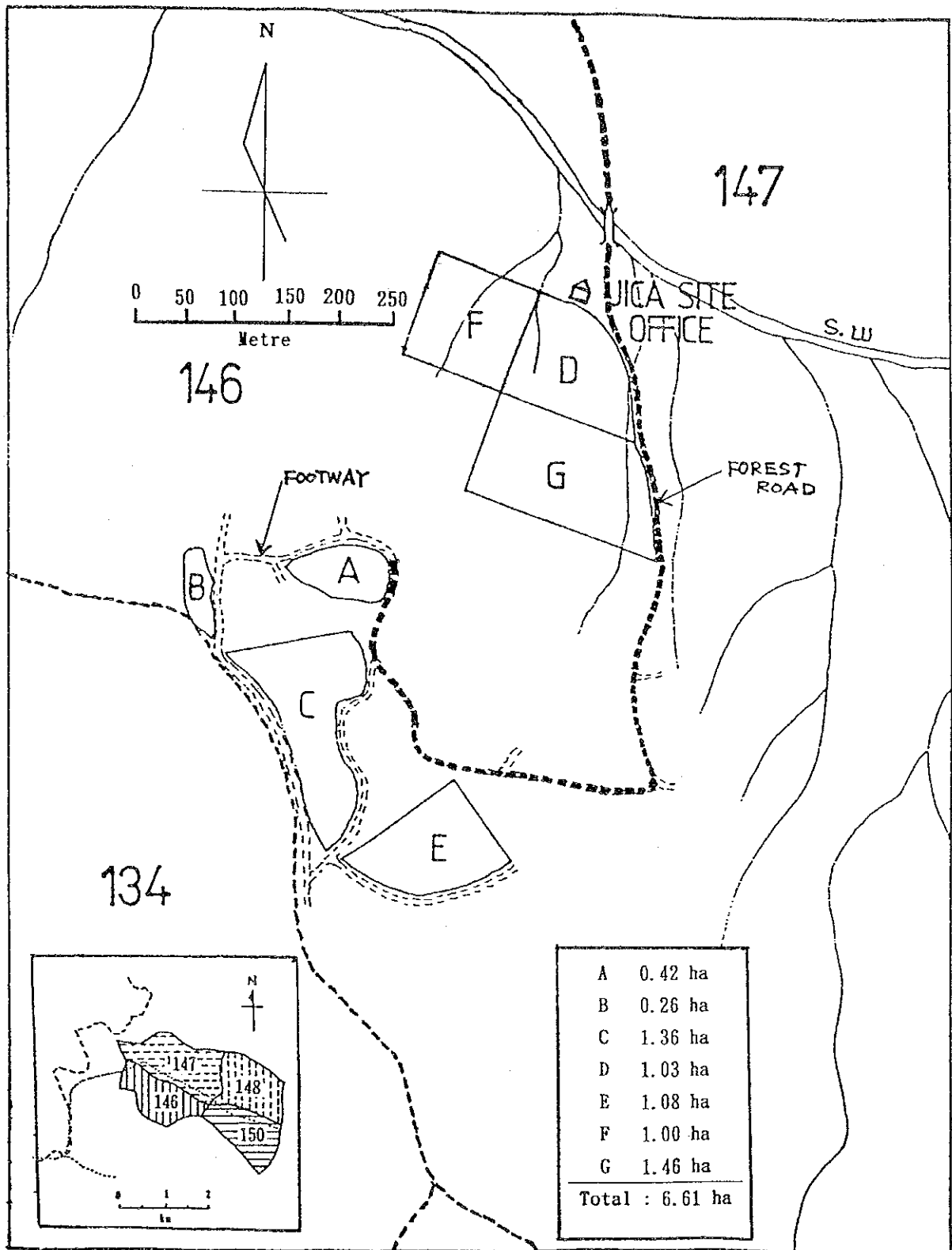
(D)プロットは、1994年2月25日植栽された。



写真-I *Shorea parvifolia* が植栽された天然林
択伐跡地のギャップ
(Dプロット: 植栽1ヶ月後)



写真-II 植栽された*Shorea parvifolia* の苗木
(Dプロット: 植栽1ヶ月後)



☒ - 18

PROPOSED PLANTING AREA
IN BUKIT KINTA

4-2-4 樹木園（見本林）造成試験

1) はじめに

この中間報告では、1993年12月末までに植栽された21樹種（フタバガキ科9種、非フタバガキ科12種）について、これまで得られたデータの生存率及び成長について報告する。

2) 試験目的

この試験の目的は、郷土樹種及び外来樹種の木材生産用樹種合わせて約50種の樹木園（見本林）を造成し、これら樹種の生理・生態の基礎的知見を収集し、今後の複層林造成に当たっての植栽樹種選定の基礎データとする。ここでの植栽樹種は、上木となる早生樹と下木となる高品質有用樹とする。

3) 試験地の位置及び試験地設定以前の施業経過

試験地は、マレーシア国ペラ州森林局南ペラ営林署チクス保存林(Forest Reserve)に位置する。この地域は、もともと低地フタバガキ林が分布していたが林種転換（生産力の低い天然林からより生産力の高い *Acacia mangium* 人工林に転換）のため、1988年6月-1989年3月に皆伐された後、1992年10月まで放置されていた。この約2年半の放置期間に、樹高3-4mの *Macaranga spp.*等の先駆樹種が優占する二次林が回復していた。

4) 試験地の位置する地域の自然条件

ケッペン(KÖPPEN)による気候区分によれば、試験地の位置する地域は熱帯降雨林気候帯(Af)に属する。この試験地に最も近いタパー気象観測所（試験地から北へ約10km）の年平均降水量は3,313mm、年平均気温は27.6℃、年平均最低気温は21.7℃、年平均最高気温は33.3℃、年平均降雨日数は168日である。この試験地の位置する地域は海拔30m程度の平坦な地形で湿地帯が広く分布している。隣接する保護林は *Shorea leprula* や *Neobalanocarpus heimii* などが生育する低地フタバガキ林である。この試験地の属する地域の地質はシルル紀-オルドビス紀の堆積岩あるいは変成岩からなる。土壌は、FAO/UNESCOの分類によればアクリソル(Acrisols)である。

5) 試験方法

(1) 試験プロット設定と調査計画

皆伐跡地の裸地に、1樹種につき最低0.48ha(48m X 99m)、429本(900本/ha)以上になるように植栽プロットを設定した。調査木はプロットの中心部に最低100本以上となるよう設定した。成長量等調査時期は、第1回目は、植栽1か月後に、生存率、樹高及び直径（地上5cmの位置）を調査し、第2回目に

降、植栽後6か月目毎に同様の調査を行う。なお、植栽後の定期的巡視（1か月毎）により観察された生理・生態的特徴、病虫害発生等は特記事項として記録する。

(2) 植栽予定樹種

植栽樹種は、郷土樹種及び外来樹種を含めて約50種とする。

(3) 植栽方向及び植栽間隔

植栽方向は特に定めず、植栽間隔は *A. mangium* 人工林に準拠し列間3.7m X 苗間3m とする。

6) 実行結果

(1) これまでに植栽された樹種及び地拵え方法

1993年12月末までに21樹種（フタバガキ科9種、非フタバガキ科12種）の植栽を行った（表-68参照）。なお、植栽に先立って、1992年10から1993年1月にかけて、二次林の伐採・集積及び火入れ地拵えを実施した。なお、耕耘は、*Toona sureni*、*Cinamomum spp.*、*Alstonia spp.* 及び *Endospermum malaccense* の4樹種のみ実施し、他の樹種は実施していない。計画では1992年11月に地拵えを終了することとしていたが、請負業者の事業実行状況が悪かったため地拵えが2か月程遅れた。

表-68 樹木園に植栽された樹種と苗木の特徴

フタバガキ科樹種	苗木の特徴（産地/実生又は山引き/苗木調達先<所在地>）
1 <i>Shorea laevis</i>	Neguri Sembilan(Mantin) /山引き/州森林局苗畑<Mantin>
2 <i>Shorea leprosula</i>	Perak(Chikus) /山引き/プロジェクト直営生産<Chikus>
3 <i>Shorea dolichocarpa</i>	Pahang(Jutantut) /山引き/州森林局苗畑<Raub>
4 <i>Shorea ovalis</i>	Pahang (Jutantut) /山引き/州森林局苗畑<Raub>
5 <i>Shorea acuminata</i>	Neguri Sembilan(Sg. Menyala, PD) /山引き/州森林局苗畑<Mantin>
6 <i>Iloepa odorata</i>	Terengganu(Kuala Berang) /山引き/民間苗畑<Kuala Berang>
7 <i>Neobalanocarpus heimii</i>	Terengganu(Kuala Berang) /実生・山引き/民間苗畑<K. Berang>
8 <i>Dryobalanops aromatica</i>	Selangor(Kanching) /実生/民間苗畑<Banting>
9 <i>Shorea parvifolia</i>	Perak(Manong) /山引き/州森林局苗畑<Manong> Neguri Sembilan(Sg. Menyala, PD) /山引き/州森林局苗畑<Mantin>
非フタバガキ科樹種	苗木の特徴（産地/実生又は山引き/苗木調達先<所在地>）
1 <i>Scapius macropodum</i>	Neguri Sembilan(Pelangai) /山引き/州森林局苗畑<Mantin>
2 <i>Durio spp.</i>	Kedah(Kota Setar) /実生/民間苗畑<Kota Setar>
3 <i>Swietenia macrophylla</i>	Neguri Sembilan(Jelebu) /実生・山引き/州森林局苗畑<Mantin>
4 <i>Hevea brasiliensis</i>	Selangor(RRIM, Sg. Buluh) /実生/実生/州森林局苗畑<Mantin>
5 <i>Pentaspadon notleyi</i>	Perak(Chikus) /山引き/プロジェクト直営生産<Chikus>

6	<i>Tectona grandis</i>	Perak(Gerik) / 根株苗 / 州森林局苗畑<Gerik>
7	<i>Parkia spp.</i>	Kedah(Kota Setar) / 実生 / 民間苗畑<Kota Setar>
8	<i>Intsia palambanica</i>	Perak(Gerik) / 山引き / 州森林局苗畑<Gerik>
9	<i>Toona sureni</i>	Kedah(Kota Setar) / 実生 / 民間苗畑<Kota Setar>
10	<i>Cinaronum spp.</i>	Kedah(Kota Setar) / 実生 / 民間苗畑<Kota Setar>
11	<i>Alstonia spp.</i>	Selangor(Sg. Buluh) / 実生 / 民間苗畑<Sg. Buluh>
12	<i>Endospermum malaccense</i>	Neguri Sembilan (Mantin) / 実生 / 州森林局苗畑<Mantin>

(注) *Neobalanocarpus heimii* 及び *Swietenia macrophylla* は、調達時点で実生苗と山引き苗が混在していた。

(2) 植栽年月

植栽年月は表-69のとおりである。1992年植栽予定樹種(16種)は、1992年11月-12月に植栽することとしていたが請負業者の事業実行状況が悪かったため植栽時期が大幅に遅れ、1993年1月から1993年8月に実施した。1993年植栽予定樹種(16種)は、1樹種を1993年4月に、4樹種を1993年10月に植栽した。

(3) 成長量等調査年月

1993年1月から1993年6月までに植栽した16樹種の成長量等調査は労務事情等により、植栽1か月後の調査が計画どおりできなかつたので、1993年8月に第1回目の一斉調査を行った。植栽後6か月目以降の成長量等調査は計画どおり行った。1993年8月以降の植栽プロット(5樹種)については計画どおり調査を行った。

7) 結果と考察

(1) 生存率

全体的にみて、生存率は極めて悪い結果を示している。植栽後6か月以上を経過している樹種(17樹種)の中で、生存率が80%を越えている樹種は、2樹種のみであり、フタバガキ科樹種では *Shorea laevis* が83%(12か月)、非フタバガキ科樹種では *Tectona grandis* が95%(6か月)である。*Tectona grandis* は陽樹であり、強光下でも良く成長する樹木である。日焼けにより完全に葉が落ちたものが一部あったが、根株苗としての性質を持ち合わせていることから、新葉が再生し、高い生存率を維持しているものと思われる。これまでの研究報告で、強光下でも比較的耐乾性があると言われている *Shorea leprosula* は、14%と極端に低い結果となった。これは、植栽前に硬化処理が充分なされなかつたこと、及び山引き大苗(苗高66cm)で養苗が十分でなかつたことが大きな原因と考えられる。裸地造林の容易な *Hevea brasiliensis* (パラゴム)の生存率が16%と極端に低かつた。この苗木は徒長苗であったことと牛の食害があったためと考えられる。ほとんどの樹種の生存率が低い要因として、気候