

4 - 2 本 F / U の R / D に基づく成果

(1) 複層林技術開発

1) 適正樹種選択

425ヘクタールの植栽試験地において49樹種の植栽を行った結果、20樹種のフタバガキ科樹種を含む23樹種が複層林造成に有望であることを見だし、本プロジェクトによる試験結果及び周辺の自然林や試験地での観察結果なども組み入れて、表4 - 4に示したような成長特性表を作成した。

成長の早い樹種として*S. leprosula*及び*S. glauca*があげられ、遅いものとして*S. bracteolata*、*Neobalanocarpus heimii*、*Intsia palembanica*、及び*Gonystylus*-*spp.*があげられた。また、耐陰性、耐乾索性、直射光感受性についても評価が試みられている。特に、クライマーの被害を受けやすい樹種として8樹種をあげているが、いずれも芽が小さくシュートが細く柔らかく、クライマーに引き倒されやすい樹種である。このことは複層林造成の植栽・保育時、特に注意を払う必要があることとして、本F / Uにおいて初めて指摘されたことである。

丘陵林における有望樹種は、*Shorea parvifolia*、*S. pauciflora*及び*S. curtisii*を選定したが、苗木の都合でわずかな数量しか植栽されなかった*S. platyclados*や*S. leprosula*などもかなり成長が良く有望な樹種と思われた。

また、平地における裸地植栽では、*H. odorata*を除き、いずれの樹種でも初期活着が悪く有望樹種を選び出すことはできなかった。二次林内の列状植栽においては、*S. roxburghii* (旧名*S. talura*)、*S. ovalis*、*S. leprosula*、*S. glauca*が生存率と成長において良く、*N. heimii*、*S. bracteolata*、*S. ovata*などは逆に良くなかった。

*A. mangium*林内の列状植栽においては、*S. leprosula*、*S. parvifolia*、*S. ovalis*、*D. cornutus*、*Intsia palembanica*などが生存率と成長から判断して有望であることが実証された。

2) 複層林タイプ比較

熱帯の有用樹種の多くは乾燥耐性に乏しく、裸地植栽に不向きであるが、樹下・樹間植栽、すなわち複層林造成によって比較的安全・確実に有用樹種の植林が可能であることが確認された。次に、複層林の造成地ごとに記述する。

a) 丘陵地 (ブキットキンタサイト)

複層林造成法の違いは明らかになっていないが、斜面地形に対応した生存率や成長の差が大きいことが明らかになった。例えば、*S. parvifolia*は斜面上部、中部では良くないが斜面下部では他のおよそ倍の樹高成長をするなどの結果が得られている。頻繁に霧が発生する丘陵林においても乾燥枯死による初期活着の悪さは大きな問題であ

るので、地形に応じた適木選定が極めて重要である。

また、下層植生の成長が早いので下刈りは約3か月ごとでも遅い場合があること、下刈り時の不注意による植栽木の損傷・切断を防ぐために2メートル程度の間隔である一定本数以上の植栽をする方式が良いことが分かった。

b) 平地裸地（チクスAサイト）

早成樹との同時植栽方式は、有用樹の初期生存率が悪く、マルチ植栽やタケカゴ被陰植栽を行ってもなお不成績造林の危険性が高く、有望な造成法とはいえないことが明らかになった。しかし、二次林を日陰木として利用し、約14メートル（Fタイプ）の植栽幅による方式は、大面積の裸地を作らないので、林地保全の面でも生態系保全の面でも、合理的で有望な方法であることが実証された。

c) 平地アカシア林地（チクスBサイト）

植栽試験の結果、伐開幅にかかわらず、樹高成長に大差がないこと、直径成長では伐開幅が広いほど良いことが明らかにされた。しかし、生存率は伐開幅が狭いほど良かった。また、伐開幅が広いほど下刈りが長期間かつ頻繁に必要なこと、伐開幅が狭いと植栽木の成長に伴い、上木の枝打ちや伐採を早い時期に頻繁に行う必要があることなどが分かった。

これらの結果を総合的に判断すると、Aタイプのように樹下植栽的ではない、Cタイプ及びDタイプのような約15～27メートル幅の小面積皆伐地の繰り返し型が生存率や成長が比較的良好で、有望な造成法であることが実証された。このような、規則的に造成する方法は、画一的な作業を行うのに適しており、有用樹のみならず被陰木の除間伐も比較的実行しやすいという利点があり、植林初期段階での評価として、優れた複層林造成法といえる。

（2）複層林経営モデル策定

1) 造林コスト算出

経営モデル作成のためには、基礎になる造林・保育作業のコストの算出が必要であった。このため、プロジェクトでは、現地で実施した造林関係の請負価格を基にペラ州森林担当者等からの聞き取りによる造林経費を参考に1ヘクタール当たりの造林経費を試算した（表4 - 5）。なお、1999年5月現在、1米ドルは約3.8RM（リンギット）であった。

経費は、天然林とその他のタイプの森林（天然二次林、アカシア・マンギウム人工林、ゴム林）とでは植生や地理的条件が異なることから、天然林とその他のタイプ（便宜的に人工林とする）に分けて試算した。このとき、天然林の場合はブキットキンタサイトの請負価格を、人工林の場合はチクスA、Bサイトの請負価格を基にしている。

表 4 - 4 適正樹種及びその成長特性

樹種名 (現地名)	(1) 成長速度	(2) 耐陰性	(3) 耐乾燥性	(4) クライマー 耐性	(4) 直射光 感受性
<i>Shorea glauca</i> (Balau laut)	A		D		
<i>Shorea bracteolata</i> (Meranti Paang)	D	S			X
<i>Shorea roxburghii</i> (Meranti temak)	B		D		
<i>Shorea multiflora</i> (Damar hitam Pipit)	C	S		X	
<i>Shorea ovalis</i> (Meranti kepong)	B		D		
<i>Shorea macroptera</i> (Meranti melantai)	C	S			
<i>Shorea pauciflora</i> (Meranti nemesu)	C	S			
<i>Shorea acuminato</i> (Meranti rambai daun)	C			X	
<i>Shorea parvifolia</i> (Meranti sarang punai)	B			X	
<i>Shorea curtisii</i> (Meranti seraya)	C	S		X	
<i>Shorea leprosula</i> (Meranti tembaga)	A			X	
<i>Parashorea densiflora</i> (Gerutu pasir)	B		D	X	
<i>Hopea odorata</i> (Merawan siput jantan)	B	S			
<i>Neobalanocarpus heimii</i> (Chengal)	D	S		X	
<i>Dipterocarpus baudii</i> (Keruing bulu)	C				
<i>Dipterocarpus cornutus</i> (Keruing gombang)	C				
<i>Dipterocarpus kerrii</i> (Keruing gondol)	B		D		
<i>Dipterocarpus oblongifolius</i> (Keruing neram)	B	S	D		X
<i>Dryobalanops aromatica</i> (Kapur)	B	S		X	
<i>Anisoptera laevis</i> (Mersawa durian)	C				
<i>Dialium Platysepalum</i> (KerANJI kuning besar)	C				
<i>Intsia palembauica</i> (Merbau)	D	S			
<i>Gonystylus</i> spp. (Ramin)	D	S	D		

(1) A: Very fast, B: Fast, C: Average, D: Slow

(2) S: Good

(3) D: Good

(4) X : Sensitive

表 4 - 5 造林経費表

(R M / ha)

作業種	人工林 (植栽本数450本/ha)	天然林 (植栽本数450本/ha)
地ごしらえ	450	675
地ごしらえ (二次林、伐採費を含む)	1,500	-
苗木代	1,350	1,350
苗木輸送代	450	675
植付	450	675
下刈	270	400
つる切り	270	400
除伐	675	1,000
保育間伐 (抜き伐り)	675	1,000

注 1 : 下木の植栽面積は複層林対象地の50%としている。

注 2 : 上表の経費は0.5ha (実作業対象面積) 当たりの価格である。

造林経費のほかに、マレーシア国内で実際に複層林経営をするにあたり必要と思われる経費として、森林地の賃貸借 (リース) 料があり試算した (表 4 - 6)。

マレーシアにおいて、森林地の価格と立木 (天然木、アカシア・マンギウム、ゴム木等) 価格を補償すれば、森林の買収ができると考えられるが、この場合、補償 (買取) 価格が高く林業経営として現実的ではない。このためリース料は、用途のない天然二次林、収穫する見込みのないアカシア・マンギウム人工林、放棄されたゴム園について、貸借契約が可能と想定して試算されている。

天然林と天然二次林のリース料は、各々の伐採権取得に必要な金額 (Premium) とその利息 (20年間) を勘案して試算されている。アカシア・マンギウム人工林の場合は、造成経費 (植林費及び保育費) とその利息 (15年間) を勘案して算出されている。ゴム園の場合は、ゴム木を立木販売することにより収入を得ることができることから、アカシア・マンギウムの立木販売価格とリース料を勘案して試算されている。

表 4 - 6 賃貸借 (リース) 料

	天然林	天然二次林	アカシア・マンギウム人工林	ゴム園
賃貸借 (リース) 料	3,600	1,800	4,000	5,200

注 : 1999年5月現在、1米ドルは約3.8 R M (リンギット)。

プロジェクトでは、このほかの支出経費として林道経費についても試算した（表４－７）。天然林については、ブキットキンタサイトの実績により、作業道作設費と林道等維持費を試算している。また、人工林（天然二次林、アカシア・マンギウム人工林、ゴム園（林））については、複層林造成時に必要な林道、作業道が作設されていると想定し、経費は維持費のみとしている。

このほか、間接費（税金、雇人費）を支出の10%、ロイヤリティーは販売材積1立法メートル当たり10リンギットとしている。

これらの支出経費は、各々のタイプの経営モデルの収支試算の因子として活用されている。また、造林経費、林道、作業道の経費以外の支出については、チクス等の複層林造成過程より得られるものではないが、現実的には十分想定できるものであり、経営モデルの因子とすることは重要であると考えられる。

表４－７ 林道経費

	チクス	ブキットキンタ
作業道作設費	-	3,500
林道等維持費	50	210

２）収穫予想表作成

プロジェクトでは、複層林経営モデルの収入を試算するうえで必要な郷土樹種ごとの収穫予想表を、松村短期専門家作成（1996年）の既存のShorea 属樹種のものに基づき作成した（表４－８）。新たな収穫予想表は、チクス地区の造林木成長データの結果により、樹高成長速度に応じて４つに分けられている。樹種は、プロジェクトの活動を通して有望と選定された23樹種としている（表４－９）。

また、タイプ別の経営モデル作成にあたっては、アカシア・マンギウムとゴム木の収穫時の利用材積も必要ことから、プロジェクトでは立木価格表（ポーハン、1999年、「３）木材価格調査」で記述）から1本当たりの材積を換算し、材積表を作成した（表４－10）。

これらの表のデータは、経営モデルの因子となっている。また、ペラ州森林局では、郷土樹種の収穫予想表を作りそれに基づいて施業をするということは、プロジェクト開始以前にはなかったことである。本表の作成は、経営モデル作成の因子とするほかにペラ州の森林行政にとっても大きな成果であるといえる。

なお、郷土樹種収穫予想表については、チクス地区の造林木のデータを基にしているので本表を用いる場合、山岳林では多少割り引くなどの点に留意する必要がある。

表4-8 郷土樹種収穫予想表 (1/4)

グループA (5年生でおおむね10mの平均樹高が期待できる樹種)

林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径(cm)	利用材積 (立木) (m³/ha)
5	9.45	10.0	17
10	21.15	10.2	140
15	29.48	29.2	226
20	35.40	37.2	286
25	39.61	44.3	332
30	42.61	50.6	367
35	44.74	56.2	395
40	46.26	61.1	415
45	47.34	65.5	434
50	48.11	69.4	449
55	48.65	72.9	459
60	49.04	76.0	467
65	49.32	78.7	475
70	49.52	81.1	476
75	49.66	83.2	481
80	49.75	85.1	481

注：チクスサイトの造林木の成長データを基に作成。

表 4－8 郷土樹種収穫予想表（2／4）

グループB（5年生で7～8mの平均樹高が期待できる樹種）

林齢（年）	樹高（m）	胸高直径(cm)	利用材積（立木）(m ³ /ha)
5	7.70	8.4	10
10	18.60	17.3	93
15	26.70	25.4	198
20	32.70	32.6	257
25	37.16	39.2	304
30	40.47	45.1	341
35	42.93	50.5	369
40	44.75	55.3	392
45	46.10	59.7	411
50	47.11	63.6	426
55	47.85	67.1	440
60	48.41	70.3	449
65	48.82	73.2	457
70	49.12	75.8	466
75	49.35	78.2	469
80	49.52	80.3	476

注：チクスサイトの造林木の成長データを基に作成。

表 4 - 8 郷土樹種収穫予想表 (3 / 4)

グループ C (5 年生で 5 ～ 6 m の平均樹高が期待できる樹種)

林齢 (年)	樹高 (m)	胸高直径(cm)	利用材積 (立木) (m ³ /ha)
5	5.2	6.2	4
10	14.79	13.3	46
15	22.33	19.9	144
20	28.25	26.0	211
25	32.91	31.6	256
30	36.57	36.8	294
35	39.44	41.6	325
40	41.70	46.0	351
45	43.48	50.1	375
50	44.88	53.9	391
55	45.97	57.4	408
60	46.83	60.7	419
65	47.51	63.7	431
70	48.04	66.4	439
75	48.46	69.0	447
80	48.79	71.3	457

注 : チクスサイトの造林木の成長データを基に作成。

表 4－8 郷土樹種収穫予想表（4／4）

グループD（5年生で5m以下の平均樹高が期待できる樹種）

林齢（年）	樹高（m）	胸高直径(cm)	利用材積（立木）(m³/ha)
5	3.60	4.5	2
10	12.23	10.2	23
15	19.25	15.5	79
20	24.97	20.5	170
25	29.63	25.2	220
30	33.41	29.6	255
35	36.50	33.8	287
40	39.01	37.7	314
45	41.05	41.4	339
50	42.72	44.8	359
55	44.07	48.1	375
60	45.17	51.2	391
65	46.07	54.1	404
70	46.80	56.8	412
75	47.40	59.3	421
80	47.88	61.8	432

注：チクスサイトの造林木の成長データを基に作成。

表 4 - 9 選定樹種 (グループ別)

グループ	樹種名	樹種現地名
A	<i>Shorea leprosula</i>	Meranti tembaga
	<i>Shorea glauca</i>	Balaulaut
B	<i>Shorea hypochra</i>	Meranti temak
	<i>Shorea ovalis</i>	Meranti kepong
	<i>Dipterocarpus kerii</i>	Keruing gondol
	<i>Hopea odorata</i>	Merawan siput jantan
	<i>Dipterocarpus oblongifolius</i>	Keruing nera m
	<i>Shorea parvifolia</i>	Meranti sarang punai
	<i>Parashorea densiflora</i>	Gerutu pasir
	<i>Dryobalanops aromatica</i>	Kapur
C	<i>Shorea acuminata</i>	Meranti rambai daun
	<i>Shorea pauciflora</i>	Meranti nemesu
	<i>Dialium platysepalum</i>	Kerangi kuning besar
	<i>Shorea multiflora</i>	Damar hitam pipit
	<i>Shorea macroptera</i>	Meranti melantai
	<i>Dipterocarpus cornutus</i>	Keruing gombang
	<i>Dipterocarpus baudii</i>	Keruing bulu
	<i>Anisoptera laevis</i>	Mersawa durian
	<i>Shorea curtisii</i>	Meranti seraya
D	<i>Intsia palembanica</i>	Merbau
	<i>Gonystylus affine</i>	Ramin
	<i>Neobalanocarpus heimii</i>	Chengal
	<i>Shorea blacteolata</i>	Meranti paang

表 4 - 10 アカシア・マンギウムとゴム木の材績表

樹種名	林齢 (年)	利用材積(m ³ /ha)
<i>Acacia mangium</i>	15	165
<i>Hovea brasiliensis</i> (ゴム木)	25	184

3) 木材価格調査

プロジェクトでは、複層林経営モデルに必要な立木価格を算出するため、木材価格の市場調査をマレーシア国内の農林業環境コンサルタントのボーハン・ビン・モハメド氏に委託して行った。調査は、プロジェクトで選定された23樹種のほか *Shorea platyclado* (Meranti Bukit)、*Koompassia malacensis* (Kempas)、*Acacia mangium*、*Hovea brasiliensis* (ゴム木) を加えた27樹種について、ペラ州とその周辺の州内の製材工場へのアンケート等や既存のデータを基に進められた。これらの調査活動により、立木価格表を作成した(表4 - 11)。プロジェクトではこの立木価格表を基に、経営モデルに必要な立木価格(表4 - 12)を算出した。

表 4-11 立木価格 (1997年) (1/2)

No	Species	Log Size (dbh)/ Age (Yrs Old)	Total Volume, m ³ / tree	No. of trees/ ha	Mill- gate Log price RM/m ³	Total Millgate Price, RM/ tree	Transpor- tation Cost; RM/ tree/ 100km (1)	Logging Cost, RM/ tree (2)	Stumpage Price, RM/ tree
1	Balau laut	45	2.502		475	1,188.45	182.65	262.71	743.09
		60	4.600		575	2,645.00	335.80	483.00	1,826.20
		90+	10.462		675	7,061.85	763.73	1,098.51	5,199.61
2	Meranti paang	45	2.502		272	680.54	182.65	262.71	235.18
		60	4.600		372	1,711.20	335.80	483.00	892.4
		90+	10.462		472	4,938.06	763.73	1,098.51	3,075.82
3	Meranti temak	45	2.502		275	688.05	182.65	262.71	242.69
		60	4.600		375	1,725.00	335.80	483.00	906.20
		90	10.462		475	4,969.45	763.73	1,098.51	3,107.21
4	Damar hitam gajah	45	2.502		267	668.03	182.65	262.71	222.67
		60	4.600		367	1,688.20	335.80	483.00	869.40
		90	10.462		467	4,885.75	763.73	1,098.51	3,023.51
5	Meranti kepong	45	2.502		372	930.74	182.65	262.71	485.38
		60	4.600		472	2,171.2	335.80	483.00	1,352.40
		90	10.462		572	5,984.26	763.73	1,098.51	4,122.02
6	Mt. Melantai	45	2.502		372	930.74	182.65	262.71	485.38
		60	4.600		472	2,171.20	335.80	483.00	1,352.40
		90	10.462		572	5,984.26	763.73	1,098.51	4,122.02
7	Meranti nemesu	45	2.502		509	1,273.52	182.65	262.71	828.16
		60	4.600		609	2,801.40	335.80	483.00	1,982.60
		90	10.462		709	7,417.56	763.73	1,098.51	5,555.32
8	Meranti rambai daun	45	2.502		372	930.74	182.65	262.71	485.38
		60	4.600		472	2,171.20	335.80	483.00	1,352.40
		90	10.462		572	5,984.26	763.73	1,098.51	4,122.02
9	Meranti Sarang punai	45	2.502		509	1,273.52	182.65	262.71	828.16
		60	4.600		609	2,801.40	335.80	483.00	1,982.60
		90	10.462		709	7,417.56	763.73	1,098.51	5,555.32
10	Meranti seraya	45	2.502		509	1,273.52	182.65	262.71	828.16
		60	4.600		609	2,801.40	335.80	483.00	1,982.60
		90	10.462		709	7,417.56	763.73	1,098.51	5,555.32
11	Meranti tembaga	45	2.502		372	930.74	182.65	262.71	485.38
		60	4.600		472	2,171.20	335.80	483.00	1,352.40
		90	10.462		572	5,984.26	763.73	1,098.51	4,122.02
12	Gerutu pasir	45	2.502		168	420.34	182.65	262.71	-25.02
		60	4.600		268	1,232.80	335.80	483.00	414.00
		90	10.462		368	3,850.02	763.73	1,098.51	1,987.78
13	Merawan siput jantan	45	2.502		168	420.34	182.65	262.71	-25.02
		60	4.447		268	1,191.80	324.63	466.94	400.23
		90	10.349		368	3,808.43	755.48	1,086.65	1,966.30
14	Chengal	45	2.502		891	2,229.28	182.65	262.71	1,783.92
		60	4.600		991	4,558.60	335.80	483.00	3,739.80
		90	10.645		1091	11,613.70	777.09	1,117.73	9,718.88
15	Keruing bulu	45	2.502		395	988.29	182.65	262.71	542.93
		60	4.447		495	2,201.27	324.63	466.94	1,409.70
		90	10.349		595	6,157.66	755.48	1,086.65	4,315.53
16	Keruing gombang	45	2.502		395	988.29	182.65	262.71	542.93
		60	4.447		495	2,201.27	324.63	466.94	1,409.70
		90	10.349		595	6,157.66	755.48	1,086.65	4,315.53
17	Keruing gondol	45	2.502		395	988.29	182.65	262.71	542.93
		60	4.447		495	2,201.27	324.63	466.94	1,409.70
		90	10.349		595	6,157.66	755.48	1,086.65	4,315.53

表 4-11 立木価格 (1997年) (2 / 2)

No	Species	Log Size (dbh) / Age (Yrs Old)	Total Volume, m ³ / tree	No. of trees/ ha	Mill-gate Log price RM/m ³	Total Millgate Price, RM/ tree	Transportation Cost, RM/ tree/ 100km (1)	Logging Cost, RM/ tree (2)	Stumpage Price, RM/ tree
18	Keruing neram	45	2.502		395	988.29	182.65	262.71	542.93
		60	4.447		495	2,201.27	324.63	466.94	1,409.70
		90	10.349		595	6,157.66	755.48	1,086.65	4,315.53
19	Kapur	45	2.502		356	890.71	182.65	262.71	445.35
		60	4.447		456	2,027.83	324.63	466.94	1,236.26
		90	10.349		556	5,754.04	755.48	1,086.65	3,911.91
20	Mersawa durian	45	2.502		473	1,183.45	182.65	262.71	738.09
		60	4.447		573	2,548.13	324.63	466.94	1,756.56
		90	10.349		673	6,964.88	755.48	1,086.65	5,122.75
21	KerANJI kuning besar	45	2.502		174	435.35	182.65	262.71	-10.01
		60	4.600		274	1,260.4	335.80	483.00	441.60
		90	10.645		374	3,981.23	777.09	1,117.73	2,086.41
22	Merbau	45	2.502		466	1,165.93	182.65	262.71	720.57
		60	4.600		566	2,603.60	335.80	483.00	1,784.80
		90	10.645		666	7,089.57	777.09	1,117.73	5,194.75
23	Ramin	45	2.502		443	1,108.39	182.65	262.71	663.03
		60	4.496		543	2,441.33	328.21	472.08	1,641.04
		90	10.349		643	6,654.41	755.48	1,086.65	4,812.28
24	Meranti bukit	45	2.502		770	1,926.54	182.65	262.71	1,481.18
		60	4.600		870	4,002.00	335.80	483.00	3,181.20
		90	10.462		970	10,148.10	763.73	1,098.51	8,285.86
25	Kempas	45	2.502		450	1,125.90	182.65	262.71	680.54
		60	4.600		550	2,530.00	335.80	483.00	1,711.20
		90	10.645		650	6,919.25	777.09	1,117.73	5,024.43
26	<i>Acacia mangium</i>	8 yr	0.18 (3)	330	82 (8)	14.76	13.14 (8)	6.87 (11)	5.25
		12 yr	0.39 (4)	330	150 (9)	58.50	28.47 (8)	14.89 (12)	15.14
		15 yr	0.50 (5)	330	210 (10)	105.00	36.50 (8)	17.07 (13)	51.43
27	<i>Hevea brasiliensis</i>	10 yr	0.37 (6)	300	241 (8)	89.17	27.01 (9)	7.40 (14)	54.76
		25 yr	0.46 (7)	400	241 (8)	110.86	33.58 (10)	9.2 (15)	68.08
		40 yr	n.a.			-			

Assumptions:

- (1) Transportation cost of RM73.00/ m³/100km; (2) Logging cost: RM105.00/m³,
 (3) Based on 30% thinning, vol. = 60m³/ha; (4) Based on next 30% thinning, vol. = 130m³/ha;
 (5) Based on final felling, vol. = 180m³/ha; (6) First thinning, vol. = 110m³/ha;
 (7) Final felling, Vol. = 185m³/ha; (8) Survey data (9) Assumed price; (10) Forestry Dept. Pen. Malaysia (1992): Proceedings of the National Seminar on Economics of Forest Plantation.
 (11, 12) Logging Cost: 38.19/m³ (Survey data); (13) Logging Cost: 34.14/m³ (Survey data)
 (14, 15) Logging cost: RM20.00/m³ (Abdul Aziz, 1998).

表 4 - 12 胸高値直径別の立木価格表

樹種名	樹種現地名	グループ	20cm	45cm	60cm
<i>Shorea leprosula</i>	Meranti tembaga	A	19	194	294
<i>Shorea glauca</i>	Balaulaut		30	297	397
<i>Shorea hypodra</i>	Meranti temak	B	10	97	197
<i>Shorea ovalis</i>	Meranti kepong		19	194	294
<i>Dipterocarpus kerii</i>	Keruing gondol		22	217	317
<i>Hopea odorata</i>	Merawan siput jantan		0	0	90
<i>Dipterocarpus oblongifolius</i>	Keruing neram		22	217	317
<i>Shorea parvifolia</i>	Meranti sarang punai		33	331	431
<i>Parashorea densiflora</i>	Gerutu pasir		0	0	90
<i>Dryobalanops aromatica</i>	Kapur		18	178	278
<i>Shorea acuminata</i>	Meranti rambai daun	C	19	197	294
<i>Shorea pauciflora</i>	Meranti nemesu		33	331	431
<i>Dialium platysepalum</i>	Kerangi kuning besar		0	0	96
<i>Shorea multiflora</i>	Damar hitam pipit		9	89	189
<i>Shorea macroptera</i>	Meranti melantai		19	194	294
<i>Dipterocarpus cornutus</i>	Keruing gombang		22	217	317
<i>Dipterocarpus baudii</i>	Keruing bulu		22	217	317
<i>Anisoptera laevis</i>	Mersawa durian		30	295	395
<i>Shorea curtisii</i>	Meranti seraya		33	331	431
<i>Intsia palembanica</i>	Merbau	D	29	288	388
<i>Gonystylus affine</i>	Ramin		27	265	365
<i>Neobalanocarpus heimii</i>	Chengal		71	713	813
<i>Shorea blacteolata</i>	Meranti paang		9	94	194

注：グループは成長速度による。

4) 複層林経営モデル

プロジェクトでは、チクス、ブキットキンタでの活動で得られた造林経費やその他想定される支出経費、木材価格調査で得られた立木価格等に基づき、複層林経営モデルを作成した。本モデルは、企業採算性を意識して作成されている。したがって、施業方法の設定についても、より経済性の高いものを想定しているため、必ずしもチクス、ブキットキンタにおける造林地の施業方法とは一致していない。

複層林経営モデルは、具体的にはプロジェクト最終報告書（本編、造林マニュアル編、複層林経営モデル編）のうち複層林経営モデル編の収支試算表（バランスシート）を指している（各タイプの代表的なものについて表4-13として添付）。本モデルは天然林、天然二次林、アカシア・マンギウム人工林、ゴム園の4つのタイプの森林ごとに、それぞれ初年度に立木補償費を含む森林地リース料を一括して支払い、郷土樹種を主伐するまでの期間の内部収益率（IRR）を計算し、内部収益率の良い植栽郷土樹種の組み合わせを代表的なモデルとしている。本モデルでは、造成する複層林の姿として上木と下木がそれぞれ一層ずつの二段林を想定している。このため、複層林造成時の下木の植栽面積は対象地の50%となっている。また本モデルは、樹下に郷土樹種を植栽し、複層林に誘導していくために必要な造林経費等の支出、立木販売等による収入を各年度ごとに示し、一覧表としてまとめており、いつ、どのような作業が必要か、それによる収入支出は幾らかということが一目で分かるようになっている。

現実には民間企業がこのモデルを参考にして、独自のモデルを作成するものと考えられる。本モデルはプロジェクトの活動を通して得られたデータを因子としたシミュレーションとして、複層林経営のイメージをより具体的なものとしてとらえることのできるものとして仕上がっている。

しかし、実際にはすべてを通読する読者は少なく、必要な部分を取り出して使えるような工夫をすれば、より使いやすいものになると考えられる。また、複層林経営モデルを図示するなど、林業技術者以外の人にも理解しやすくすることも融資のプロモーション戦略上重要であると考えられる。

表 4-13 経営モデル (収支試算表) (1/4)

上木
下木

Natural Forest(天然林)
グループA 下木Ⅰ:Shorea glauca 下木Ⅱ:Shorea leprosula

年度

収入

販売材積(m³/ha)

単価(RM/m³)

販売額(RM/ha)

支出

支払金額(RM/ha)

林道維持費(RM/ha)

間接費(RM/ha)

その他

収入額

支出額

年収支差

収支差

年度

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

計

天然林(上木)立木販売

天然林(上木)立木販売

郷土樹種(下木Ⅰ)1回目間伐

郷土樹種(下木Ⅱ)1回目間伐

郷土樹種(下木Ⅰ)2回目間伐

郷土樹種(下木Ⅱ)2回目間伐

郷土樹種(下木Ⅰ)主伐

郷土樹種(下木Ⅱ)主伐

天然林地リース料一括支払

郷土樹種(下木Ⅰ)植栽

郷土樹種(下木Ⅱ)植栽

郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅰ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅱ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅰ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅱ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅰ)保育間伐 1回

郷土樹種(下木Ⅱ)保育間伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 3回

郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)下刈 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅳ)つる切り 2回

郷土樹種(下木Ⅲ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回

郷土樹種(下木Ⅲ)植栽

郷土樹種(下木Ⅳ)植栽

郷土樹種(下木

(1) 66m³/ha (天然林、伐採率50%)
 (2) 140m³/ha (郷土樹種10年生、1回目間伐率20%)
 (3) 341m³/ha (郷土樹種26年生、2回目間伐率20%)
 (4) 410m³/ha (郷土樹種39年生、主伐)

(1) 3,150(植栽費) = 675(地権費) + 1,350(苗木代) + 450(苗木輸送代) + 675(植付費)
 (2) 400(下刈1回)
 (3) 400(つる切り1回)
 (4) 1,000(除伐1回)
 (5) 1,000(保育間伐1回)
 (6) 3,600(リース料)
 (7) 3,500(林道維持費の1年度は作業道建設費)
 (8) その他はRoyalty (RM10/m³)

IRR 7.0%

表4-13 経営モデル(収支試算表)(2/4)

上木 Secondary Forest(天然二次林)
下木 グループA 下木Ⅰ: Shorea glauca 下木Ⅱ: Shorea leprosula

年度	収入	販売材量(m ³ /ha)	単価(RM/m ³)	販売額(RM/ha)	支出	支払金額(RM/ha)	林道維持費(RM/ha)	間接費(RM/ha)	その他	収入額	支出額	年収支差	収支差	年度
1					二次林地リース料一括支払	1,800		180	0	0	1,980	-1,980	-1,980	1
2					0 郷土樹種(下木Ⅰ)植栽	3,750	50	380	0	0	4,180	-4,180	-4,180	2
3					0 郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	-7,106	3
4					0 郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	-8,052	4
5					0 郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	-8,701	5
6					0 郷土樹種(下木Ⅰ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	-9,350	6
7					0		50	5	0	0	55	-55	-9,405	7
8					0 郷土樹種(下木Ⅰ)除伐 1回 郷土樹種(下木Ⅱ)植栽	4,425	50	448	0	0	4,923	-4,923	-14,328	8
9					0 郷土樹種(下木Ⅰ)保育間伐 1回 郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 3回	1,485	50	154	0	0	1,689	-1,689	-16,018	9
10					0 郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	-16,962	10
11					0 郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 2回 郷土樹種(下木Ⅱ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	-17,611	11
12	郷土樹種(下木Ⅰ)1回目間伐	14.0	30	420	郷土樹種(下木Ⅱ)除伐 1回	540	50	73	140	420	803	-383	-17,994	12
13					0		50	5	0	0	55	-55	-18,049	13
14					0 郷土樹種(下木Ⅱ)保育間伐 1回	675	50	73	0	0	798	-798	-18,847	14
15					0		50	73	0	0	798	-798	-19,644	15
16					0		50	5	0	0	55	-55	-19,699	16
17					0		50	5	0	0	55	-55	-19,754	17
18	郷土樹種(下木Ⅱ)1回目間伐	14.0	19	266	0		50	19	140	266	209	57	-19,697	18
19					0		50	5	0	0	55	-55	-19,752	19
20					0		50	5	0	0	55	-55	-19,807	20
21					0		50	5	0	0	55	-55	-19,862	21
22					0		50	5	0	0	55	-55	-19,917	22
23					0		50	5	0	0	55	-55	-19,972	23
24					0		50	5	0	0	55	-55	-20,027	24
25					0		50	5	0	0	55	-55	-20,082	25
26					0		50	5	0	0	55	-55	-20,137	26
27					0		50	5	0	0	55	-55	-20,192	27
28	郷土樹種(下木Ⅰ)2回目間伐	34.1	297	10,128	0		50	39	341	10,128	430	9,698	-10,494	28
29					0		50	5	0	0	55	-55	-10,549	29
30					0		50	5	0	0	55	-55	-10,604	30
31					0		50	5	0	0	55	-55	-10,659	31
32					0		50	5	0	0	55	-55	-10,714	32
33					0		50	5	0	0	55	-55	-10,769	33
34	郷土樹種(下木Ⅱ)2回目間伐	34.1	194	6,615	0		50	39	341	6,615	430	6,185	-4,584	34
35					0		50	5	0	0	55	-55	-4,839	35
36					0		50	5	0	0	55	-55	-4,894	36
37					0		50	5	0	0	55	-55	-4,749	37
38					0		50	5	0	0	55	-55	-4,804	38
39					0		50	5	0	0	55	-55	-4,859	39
40					0		50	5	0	0	55	-55	-4,914	40
41	郷土樹種(下木Ⅰ)主伐	205.0	397	81,385	0 郷土樹種(下木Ⅲ)植栽	3,750	50	585	2,050	81,385	6,435	74,950	70,036	41
42					0 郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	69,090	42
43					0 郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	68,144	43
44					0 郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	67,495	44
45					0 郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	66,846	45
46					0		50	5	0	0	55	-55	66,791	46
47	郷土樹種(下木Ⅱ)主伐	205.0	294	60,270	0 郷土樹種(下木Ⅳ)除伐 1回 郷土樹種(下木Ⅳ)植栽	4,425	50	653	2,050	60,270	7,178	53,093	119,883	47
48					0		0	0	0	0	0	0	0	48
49					0		0	0	0	0	0	0	0	49
50					0		0	0	0	0	0	0	0	50
計		506.2		159,084		28,275	2,300	3,564	5,062	159,084	39,201	119,883	2,148	

(1) 140m³/ha (郷土樹種10年生、1回目間伐率20%)(2) 341m³/ha (郷土樹種26年生、2回目間伐率20%)(3) 410m³/ha (郷土樹種39年生、主伐)

(1) 3,750(植栽費)=1,500(二次林伐倒費+地振替)+1,350(苗木代)+450(苗木輸送代)+450(補付費)

(2) 270(下刈1回)

(3) 270(つる切り1回)

(4) 675(除伐1回)

(5) 875(保育間伐1回)

(6) 1,800(リース料)

(7) その他はRoyalty (RM10/m³)

IRR 5.7%

表4-13 経営モデル(収支試算表)(3/4)

上木 Acacia mangium(アカシアマンギウム)
下木 グループA 下木Ⅰ: Shorea glauca 下木Ⅱ: Shorea leprosula

年度	収入	販売材種(m ³ /ha)	単価(RM/m ³)	販売額(RM/ha)	支出	支払金額(RM/ha)	林道維持費(RM/ha)	間接費(RM/ha)	その他	収入額	支出額	年収支差	収支差	年度
1					アカシアマンギウム植林地リース料一括支払	4,000		400	0	0	4,400	-4,400	-4,400	1
2	アカシアマンギウム(上木)立木販売	82.5	103	8,498	郷土樹種(下木Ⅰ)植栽	2,700	50	358	825	8,498	3,933	4,565	165	2
3					郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	-781	3
4					郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	-1,727	4
5					郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	-2,376	5
6					郷土樹種(下木Ⅰ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	-3,025	6
7					郷土樹種(下木Ⅰ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	-3,025	7
8	アカシアマンギウム(上木)立木販売	82.5	87	7,178	郷土樹種(郷土樹種(下木Ⅱ)植栽	3,375	50	425	825	7,178	4,675	2,503	-578	8
9					郷土樹種(郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 3回	1,485	50	154	0	0	1,889	-1,889	-2,266	9
10					郷土樹種(郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	-3,212	10
11					郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	-3,861	11
12	郷土樹種(下木Ⅰ)1回目間伐	14.0	30	420	郷土樹種(下木Ⅱ)つる切り 2回	540	50	73	140	420	803	-383	-4,244	12
13					郷土樹種(下木Ⅱ)つる切り 2回	540	50	73	0	0	55	-55	-4,299	13
14					郷土樹種(下木Ⅱ)除伐 1回	675	50	73	0	0	798	-798	-5,097	14
15					郷土樹種(下木Ⅱ)保育間伐 1回	675	50	73	0	0	798	-798	-5,894	15
16							50	5	0	0	55	-55	-5,949	16
17							50	5	0	0	55	-55	-6,004	17
18	郷土樹種(下木Ⅱ)1回目間伐	14.0	19	266			50	19	140	266	209	57	-5,947	18
19							50	5	0	0	55	-55	-6,002	19
20							50	5	0	0	55	-55	-6,057	20
21							50	5	0	0	55	-55	-6,112	21
22							50	5	0	0	55	-55	-6,167	22
23							50	5	0	0	55	-55	-6,222	23
24							50	5	0	0	55	-55	-6,277	24
25							50	5	0	0	55	-55	-6,332	25
26							50	5	0	0	55	-55	-6,387	26
27							50	5	0	0	55	-55	-6,442	27
28	郷土樹種(下木Ⅰ)2回目間伐	34.1	297	10,128			50	39	341	10,128	430	9,698	3,256	28
29							50	5	0	0	55	-55	3,201	29
30							50	5	0	0	55	-55	3,146	30
31							50	5	0	0	55	-55	3,091	31
32							50	5	0	0	55	-55	3,036	32
33							50	5	0	0	55	-55	2,981	33
34	郷土樹種(下木Ⅱ)2回目間伐	34.1	194	8,615			50	39	341	8,615	430	6,185	9,166	34
35							50	5	0	0	55	-55	9,111	35
36							50	5	0	0	55	-55	9,056	36
37							50	5	0	0	55	-55	9,001	37
38							50	5	0	0	55	-55	8,946	38
39							50	5	0	0	55	-55	8,891	39
40							50	5	0	0	55	-55	8,836	40
41	郷土樹種(下木Ⅰ)主伐	205.0	397	81,385	郷土樹種(下木Ⅲ)植栽	2,700	50	480	2,050	81,385	5,280	76,105	84,941	41
42					郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	83,995	42
43					郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	83,049	43
44					郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	82,400	44
45					郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	81,751	45
46							50	5	0	0	55	-55	81,696	46
47	郷土樹種(下木Ⅱ)主伐	205.0	294	60,270	郷土樹種(郷土樹種(下木Ⅳ)植栽	3,375	50	548	2,050	60,270	6,023	54,248	135,943	47
48							0	0	0	0	0	0	0	48
49							0	0	0	0	0	0	0	49
50							0	0	0	0	0	0	0	50
計		671.2		174,758		26,275	2,300	3,529	6,712	174,758	38,816	135,943	598,918	

- (1) 165m³/ha (アカシアマンギウム15年生、伐採率50%)
 (2) 165m³/ha (アカシアマンギウム21年生)
 (3) 140m³/ha (郷土樹種10年生、1回目間伐率20%)
 (4) 341m³/ha (郷土樹種26年生、2回目間伐率20%)
 (5) 410m³/ha (郷土樹種39年生、主伐)

- (1) 2,700(植栽費)=450(地排費)+1,350(苗木代)+450(苗木輸送代)+450(植付費)
 (2) 270(下刈1回)
 (3) 270(つる切り1回)
 (4) 675(除伐1回)
 (5) 675(保育間伐1回)
 (6) リース料 (アカシアマンギウム植林、保育費相当分+利息15年 RM4,000)
 (7) その他はRoyalty (RM10/m³)

IRR 9.8%

表4-13 経営モデル(収支試算表)(4/4)

上木 Hevea brasiliensis(ゴム木:パラゴム)
下木 グループA 下木Ⅰ: Shorea g'auca 下木Ⅱ: Shorea leprosula

年度	収入	販売材積(m³/ha)	単価(RM/m³)	販売額(RM/ha)	支出	支払金額(RM/ha)	林道維持費(RM/ha)	間接費(RM/ha)	その他	収入額	支出額	年収支差	収支差	年度
1					ゴム園(林)地リース料一括支払	5,700		570	0	0	6,270	-6,270	-6,270	1
2	パラゴム(上木)立木販売	92.0	148	13,616	郷土樹種(下木Ⅰ)植栽	2,700	50	367	920	13,616	4,037	9,579	3,309	2
3				0	郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	2,363	3
4				0	郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	1,417	4
5				0	郷土樹種(下木Ⅰ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	758	5
6				0	郷土樹種(下木Ⅰ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	119	6
7				0		0	50	5	0	0	55	-55	64	7
8	パラゴム(上木)立木販売	92.0	120	11,040	郷土樹種(郷土樹種(下木Ⅱ)植栽	3,375	50	435	920	11,040	4,780	6,261	6,325	8
9				0	郷土樹種(郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 3回	1,485	50	154	0	0	1,689	-1,689	4,636	9
10				0	郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	3,590	10
11				0	郷土樹種(下木Ⅱ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	3,041	11
12	郷土樹種(下木Ⅰ)1回目間伐	14.0	30	420	郷土樹種(下木Ⅱ)つる切り 2回	540	50	73	140	420	803	-383	2,658	12
13				0		0	50	5	0	0	55	-55	2,603	13
14				0	郷土樹種(下木Ⅱ)除伐 1回	675	50	73	0	0	798	-798	1,806	14
15				0	郷土樹種(下木Ⅱ)保育間伐 1回	675	50	73	0	0	798	-798	1,008	15
16				0		0	50	5	0	0	55	-55	953	16
17				0		0	50	5	0	0	55	-55	898	17
18	郷土樹種(下木Ⅱ)1回目間伐	14.0	19	266		0	50	19	140	266	209	57	955	18
19				0		0	50	5	0	0	55	-55	900	19
20				0		0	50	5	0	0	55	-55	845	20
21				0		0	50	5	0	0	55	-55	790	21
22				0		0	50	5	0	0	55	-55	735	22
23				0		0	50	5	0	0	55	-55	680	23
24				0		0	50	5	0	0	55	-55	625	24
25				0		0	50	5	0	0	55	-55	570	25
26				0		0	50	5	0	0	55	-55	515	26
27				0		0	50	5	0	0	55	-55	460	27
28	郷土樹種(下木Ⅰ)2回目間伐	34.1	297	10,128		0	50	39	341	10,128	430	9,698	10,158	28
29				0		0	50	5	0	0	55	-55	10,103	29
30				0		0	50	5	0	0	55	-55	10,048	30
31				0		0	50	5	0	0	55	-55	9,993	31
32				0		0	50	5	0	0	55	-55	9,938	32
33				0		0	50	5	0	0	55	-55	9,883	33
34	郷土樹種(下木Ⅱ)2回目間伐	34.1	194	6,615		0	50	39	341	6,615	430	6,185	16,068	34
35				0		0	50	5	0	0	55	-55	16,013	35
36				0		0	50	5	0	0	55	-55	15,958	36
37				0		0	50	5	0	0	55	-55	15,903	37
38				0		0	50	5	0	0	55	-55	15,848	38
39				0		0	50	5	0	0	55	-55	15,793	39
40				0		0	50	5	0	0	55	-55	15,738	40
41	郷土樹種(下木Ⅰ)主伐	205.0	397	81,385	郷土樹種(下木Ⅲ)植栽	2,700	50	480	2,050	81,385	5,280	76,105	91,843	41
42				0	郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	90,897	42
43				0	郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 3回	810	50	86	0	0	946	-946	89,951	43
44				0	郷土樹種(下木Ⅲ)下刈 2回	540	50	59	0	0	649	-649	89,302	44
45				0	郷土樹種(下木Ⅲ)つる切り 2回	540	50	59	0	0	649	-649	88,653	45
46				0		0	50	5	0	0	55	-55	88,598	46
47	郷土樹種(下木Ⅱ)主伐	205.0	294	60,270	郷土樹種(郷土樹種(下木Ⅳ)植栽	3,375	50	548	2,050	60,270	6,023	54,248	142,845	47
48				0		0	0	0	0	0	0	0	0	48
49				0		0	0	0	0	0	0	0	0	49
50				0		0	0	0	0	0	0	0	0	50
計		690.2		183,740		27,975	2,300	3,718	6,902	183,740	40,895	142,845	889,992	

(1) 184m³/ha (パラゴム25年生、伐採率50%)

(2) 184m³/ha (パラゴム31年生)

(3) 140m³/ha (郷土樹種10年生、1回目間伐率20%)

(4) 341m³/ha (郷土樹種26年生、2回目間伐率20%)

(5) 410m³/ha (郷土樹種39年生、主伐)

(1) 2,700(植栽費)=450(地耕費)+1,350(苗木代)+450(苗木輸送代)+450(植付費)

(2) 270(下刈1回)

(3) 270(つる切り1回)

(4) 675(除伐1回)

(5) 675(保育間伐1回)

(6) 5,700(リース料、ゴム園)

(7) その他はRoyalty (RM10/m³)

IRR 36.1%

なお、現在、プロジェクトでは複層林造成箇所、植栽樹種の選定、収穫のサイクル、環境への影響、配慮についてのチェックリスト（フローチャート）を作成中であり、プロジェクトの期間終了までに完成の見込みである。

各森林タイプごとの状況については次のとおりである。

a) 天然林

胸高直径が100センチメートル以上の高品質樹種が1ヘクタール当たり2～3本残されている林分で、これらの高品質樹種を上木とし、列状に伐採された跡地に郷土樹種を植栽することを想定している。天然林の林齢は特に設定していない。

植栽郷土樹種の組み合わせとIRRは、表4-14のとおりとなっている。

b) 天然二次林

半島マレーシアには、他の用途としての見込みがない天然二次林の面積は少なくないと考えられることから、天然二次林（5～10年生程度、樹高10メートル以上）を上木とした複層林を想定し、将来的には郷土樹種のための複層林に転換する経営モデルとしている。

植栽郷土樹種の組み合わせとIRRは、表4-15のとおりとなっている。

c) アカシア・マンギウム人工林

アカシア・マンギウムは心材腐朽という樹病が明らかになり、今後、半島マレーシアで、造林地の拡大や木材市場価格の安定的な推移は難しいと考えられる。このため、伐期に達したアカシア・マンギウム（15年生、20メートル程度）を上木とした複層林を想定し、将来的には郷土樹種のための複層林に樹種転換する経営モデルとしている。

植栽郷土樹種の組み合わせとIRRは、表4-16のとおりとなっている。

d) ゴム園（林）

近年の天然ゴム価格の低迷により、放棄ゴム園の面積が増加することが予想される。加えてゴム木伐採後ゴム以外の有用樹を植栽している農園もあり、今後は、ゴム園（林）から郷土樹種への林種転換が促進されることが考えられる。

このため、ゴム園においてはゴム木を30年程度の周期で植え換えていることから、将来的には郷土樹種のための複層林に転換する経営モデルとしている。

植栽郷土樹種の組み合わせとIRRは、表4-17のとおりとなっている。

表4-14 天然林での植栽郷土樹種とIRR

グループ	下木Ⅰ 樹種名	下木Ⅱ 樹種名	内部収益率 (IRR)(%)
A	Shorea leprosura	Shorea glauca	6.8
	Shorea glauca	Shorea leprosura	7.0
B	Shorea hypochra	Dyobalanops aromatica	4.2
	Shorea ovalis	Dyobalanops aromatica	5.0
	Dipterocarpus kerii	Dipterocarpus oblongifolius	5.4
	Hopea odorata	Parashorea densiflora	-0.3
	Shorea parvifolia	Dipterocarpus kerii	6.1
	Dyobalanops aromatica	Shorea ovalis	5.0
C	Shorea acuminata	Shorea macroprata	3.4
	Shorea pauciflora	Shorea curtisii	4.5
	Dialium platysepalum	Shorea multiflora	1.0
	Shorea multiflora	Dialium platysepalum	1.2
	Dipterocarpus cornutus	Dipterocarpus baudii	3.6
	Anisoptera laevis	Shorea pauciflora	4.3
D	Instia palambanica	Gonystylus affine	2.9
	Gonystylus affine	Instia palambanica	2.9
	Neobaranocarpus heimii	Instia palambanica	3.9
	Shorea bracteolata	Gonystylus affine	2.1

注：網掛け文字の下木の組み合わせについて経営モデルを作成。

表4-15 天然二次林での植栽郷土樹種とIRR

グループ	下木Ⅰ 樹種名	下木Ⅱ 樹種名	内部収益率 (IRR)(%)
A	<i>Shorea leprosura</i>	<i>Shorea glauca</i>	5.5
	<i>Shorea glauca</i>	<i>Shorea leprosura</i>	5.7
B	<i>Shorea hypochra</i>	<i>Dyobalanops aromatica</i>	3.5
	<i>Shorea ovalis</i>	<i>Dyobalanops aromatica</i>	4.1
	<i>Dipterocarpus keri</i>	<i>Dipterocarpus oblongifolius</i>	4.5
	<i>Hopea odorata</i>	<i>Parashorea densiflora</i>	-0.2
	<i>Shorea parvifolia</i>	<i>Dipterocarpus keri</i>	5.1
	<i>Dyobalanops aromatica</i>	<i>Shorea ovalis</i>	4.1
C	<i>Shorea acuminate</i>	<i>Shorea macrophylla</i>	3.1
	<i>Shorea pauciflora</i>	<i>Shorea curtisii</i>	4.0
	<i>Dialium platysepalum</i>	<i>Shorea multiflora</i>	1.1
	<i>Shorea multiflora</i>	<i>Dialium platysepalum</i>	1.2
	<i>Dipterocarpus cornutus</i>	<i>Dipterocarpus baudii</i>	3.3
	<i>Anisoptera laevis</i>	<i>Shorea pauciflora</i>	3.9
D	<i>Instia palambanica</i>	<i>Gonystylus affine</i>	2.7
	<i>Gonystylus affine</i>	<i>Instia palambanica</i>	2.7
	<i>Neobalanocarpus heimii</i>	<i>Instia palambanica</i>	3.7
	<i>Shorea bracteolata</i>	<i>Gonystylus affine</i>	2.1

注：網掛け文字の下木の組み合わせについて経営モデルを作成。

表4-16 アカシア・マンギウム人工林での植栽郷土樹種とIRR

グループ	下木Ⅰ 樹種名	下木Ⅱ 樹種名	内部収益率 (IRR)(%)
A	Shorea leprosura	Shorea glauca	9.5
	Shorea glauca	Shorea leprosura	9.8
B	Shorea hypochra	Dyobalanops aromatica	6.6
	Shorea ovalis	Dyobalanops aromatica	7.4
	Dipterocarpus kerii	Dipterocarpus oblongifolius	7.8
	Hopea odorata	Parashorea densiflora	2.5
	Shorea parvifolia	Dipterocarpus kerii	8.1
	Dyobalanops aromatica	Shorea ovalis	7.4
C	Shorea acuminate	Shorea macrophylla	5.5
	Shorea pauciflora	Shorea curtisii	6.3
	Dialium platysepalum	Shorea multiflora	2.9
	Shorea multiflora	Dialium platysepalum	3.2
	Dipterocarpus cornutus	Dipterocarpus baudii	5.4
	Anisoptera laevis	Shorea pauciflora	6.1
D	Instia palambanica	Gonystylus affine	4.2
	Gonystylus affine	Instia palambanica	4.2
	Neobaranocarpus heimii	Instia palambanica	5.3
	Shorea bracteolata	Gonystylus affine	3.5

注：網掛け文字の下木の組み合わせについて経営モデルを作成。

表 4-17 ゴム園（林）での植栽郷土樹種と IRR

グループ	下木Ⅰ 樹種名	下木Ⅱ 樹種名	内部収益率 (IRR)(%)
A	<i>Shorea leprosura</i>	<i>Shorea glauca</i>	36.0
	<i>Shorea glauca</i>	<i>Shorea leprosura</i>	36.1
B	<i>Shorea hypochra</i>	<i>Dyobalanops aromatica</i>	32.7
	<i>Shorea ovalis</i>	<i>Dyobalanops aromatica</i>	32.7
	<i>Dipterocarpus kerii</i>	<i>Dipterocarpus oblongifolius</i>	32.8
	<i>Hopea odorata</i>	<i>Parashorea densiflora</i>	32.5
	<i>Shorea parvifolia</i>	<i>Dipterocarpus kerii</i>	32.9
	<i>Dyobalanops aromatica</i>	<i>Shorea ovalis</i>	32.7
C	<i>Shorea acuminate</i>	<i>Shorea macropreta</i>	19.7
	<i>Shorea pauciflora</i>	<i>Shorea curtisii</i>	20.3
	<i>Dialium platysepalum</i>	<i>Shorea multiflora</i>	18.7
	<i>Shorea multiflora</i>	<i>Dialium platysepalum</i>	19.1
	<i>Dipterocarpus cornutus</i>	<i>Dipterocarpus baudii</i>	19.9
	<i>Anisoptera laevis</i>	<i>Shorea pauciflora</i>	20.2
D	<i>Instia palambanica</i>	<i>Gonystylus affine</i>	8.2
	<i>Gonystylus affine</i>	<i>Instia palambanica</i>	8.1
	<i>Neobaranocarpus heimii</i>	<i>Instia palambanica</i>	10.8
	<i>Shorea bracteolata</i>	<i>Gonystylus affine</i>	6.6

注：網掛け文字の下木の組み合わせについて経営モデルを作成。

(3) その他の成果

1) 挿し木苗施設の導入

フタバガキ科等の郷土樹種による複層林造成にあたっては、同樹種の苗木の安定供給が必要である。しかし、フタバガキ科の樹種は開花・結実が非定期的に見られ、かつ、種子の安定的な確保とその保存が困難で、実生苗の供給には限界があるのが現状である。

本プロジェクトにおいては、当初から山引き苗も含めて種子収集に力を注ぎ、プロジェクト開始後数年で約50樹種、約30万本（いずれも最盛時）の苗畑におけるストックを実現した。しかしながら、種子収集の労力は甚大であり、特定の植栽時期にあわせて必要な樹種の苗木を必要量用意することは極めて困難である。

一方、挿し木増殖が困難とされていたフタバガキ樹種においても、近年、数樹種において高い発根率で可能となる技術が開発された。F/Uフェーズに入り、マレイシア側からの要請もあったことから、プロジェクトでは挿し木によるフタバガキ科樹種の苗木生産のために挿し木苗施設を導入した。

同施設は、ビドールのプロジェクト事務所構内に設置された。床面積100平方メートル、高さ7メートル、施設内に設置したセンサーにより設定以上に温度が上がると自動的に散水し、施設内の温度を調整できる。挿し木は、透明なプラスチックケースで密封されたマルチチャビトレに挿しつけられている。

1999年5月現在、*Shorea roxburghii*（旧名*S. tarula*）及び*S. Leprosula*の2樹種、約5,000本の挿し木苗が育苗されている。

2) アカシア・マンギウム集団枯死の原因

チクスのアカシア・マンギウム人工林で、造林木のアカシア・マンギウムが集団的に枯死しているのが発見されたため、短期専門家による現地調査及び病原菌の分離を行った（伊藤進一郎、1999年）。調査は、プロジェクト内の被害発生地、無被害地のほか、ペラ州森林局の複層林でも行った。調査内容は、被害木の分布と被害程度、病虫獣害の調査、土壌調査、植生調査、土壌菌のトラップ調査などである。

被害地において、病虫獣害の発生状況について調査を行った結果、土壌病害の原因と考えられる子実体が多数採取された。それは、red root rot diseaseの病原体である *Ganoderma philippii* (= *G. pseudoferreum*) と同定された。また、被害木の根の表面は、この病気の特徴である赤褐色に変色していた。これらのことから、アカシア・マンギウムの集団枯死の原因はred root rot diseaseによることが判明した。

現時点で、この土壌病害の有効的な防除法は知られていないが、プロジェクト及び連邦森林局ではその対策について検討を始めている。

また、*Shorea leprosula* の樹幹傷害が見られたが、調査の結果、樹幹傷害の被害

は将来的にも深刻な問題にはならないと判断され、当面は継続観察することにした。現在、被害木のうち、梢端に被害を受けた個体から新芽が伸びてきたものも観察された。

3) 自走式簡易架線集材機による上木伐採試験

いったん成立した複層林における施業において最も困難な問題は、上木の伐採・搬出方法と時期である。上木を疎開し下木を植栽する場合、下木にとっては植栽時が一番明るく、時間とともに残された上木の枝葉の繁茂により暗くなり、成長低下の原因となるので、下木の成長が大きく阻害されない時期までに上木の枝打ち又は伐採（受光伐）を行う必要がある。また、上木が収穫対象の場合にはいつかはそれを伐採する必要がある。この上木の伐木・搬出の際に、無秩序な作業を行えば、せっかく育てた下木が損傷する。したがって、可能な限り下木の損傷が少ない方法をとる必要がある。そこで、高能率・低コスト・低下木損傷の上木伐採・搬出技術を開発するために、本試験を計画し実行した。試験区の位置は図4 - 9に示した。

B92内のアカシア・マンギウム林において、1995年にバックホーにより伐採木の伐倒方向を制御し、搬出に農業用トラクターを使用した上木伐採試験を実施したところ、この方法が下木の損傷率を低く抑える方法として有効である（下木の損傷率：Cタイプで1.5%）ことが明らかになった（短期専門家・澤口勇雄）。しかし、工程は2.2立方メートル/人/日で伐採等の経費は掛かり増しになり、また、傾斜がある山岳林でのバックホーの採用は困難であると考えられた。

そこで、B92の東西列の12か所のプロットを用いて1997年11月～1998年9月に、我が国において主に間伐材の搬出時に使用されている自走式簡易架線集材機による方法を検討したところ、集材機本体に装備されているウインチにより伐採木の伐倒方向を制御できることが明らかになった。このことから、自走式簡易架線集材機を使った上木伐採技術の開発試験を行うこととなった。

試験対象地は、当初ペラ州森林局のグノンブサオの複層林を試行試験地とし、次いでチクスフォレストリザーブ内のプロジェクト・サイトBブロック（図4 - 9斜線部）で、時間観測による工程調査、伐採、搬出により損傷を受けた下木の本数調査、

上木伐採前後のジアゾ感光紙を用いた林内の相対照度の測定、伐採前後の下木の成長の測定、上木伐採予定木の立木材積調査、試験期間中の作業員の労賃・集材機の燃料代・修理代等の経費、について調査を行った。

試験の結果、集材機による伐採、搬出では、下木の損傷も少なく（下木損傷率14%）、伐採直後の強い光環境のなかでも生存率は大きく下がっていないことが明らかになった。工程の面では、作業員がタワーの設置や集材機の操作に不慣れだったことから、バックホーとトラクターによる作業よりも低い結果（0.55立方メートル/人/日）

が出た。これは日本における実績の約20%でしかないが、マレーシアにおいて架線集材が一般化していないことを考えると、習熟により向上は可能と考えられる。また、丘陵・山岳地においても応用可能であることから、アカシア・マンギウムを上木とした複層林において上木伐採を行う場合、同集材機による方法は有力な選択肢の1つと判断できよう。

4) 気象データの収集（チクス苗畑、ビドール事務所）

日射量、気温、湿度、雨量、風速、風向などの気象観測を、ブキットキンタ（ブロックD）、チクス苗畑、及びビドール事務所構内で行っている。チクス苗畑では落雷による破損機器交換のため1997年5～12月の間、ビドール事務所では1997年5月に約半月間、1998年8月に約1か月間、同12月に約3日間の欠測が生じているが、それぞれ貴重な実測データの集積が進んでいる。

4 - 3 今後の課題

(1) 適正密度

フタバガキ樹種などを造林する目的は、できるだけ大径木を収穫することにあると思われる。このことを前提とすれば、収穫時点でちょうど樹冠がうっ閉する密度が最良な立木密度となろう。仮に樹冠直径が20メートルとすれば、約25本/ヘクタール、10メートルとしても約100本/ヘクタールである。単純に考えて、収穫時にほぼ均等に分布していれば、この立木本数で土地面積当たり最多収穫が期待できるわけである。いい換えれば、収穫時の樹冠直径が20メートルになる樹種は、20メートルごとに1本残っていれば良く、10メートルのものでも10メートルおきに1本で十分ということになる。たくさん残っていれば、かえって保育時に密度調整のために余分な伐採の手間がかかる。

したがって、我が国の無節、通直、完満材を生産目標としたスギ、ヒノキ人工造林のイメージで考えることなく、適正な密度で主伐まで残るような植え方、保育の仕方を確立することが、今後は重要である。そのためには、樹種ごと立地ごとの密度管理図の作成が必要になろう。そのうえで、保育管理のしやすい方法、例えば小群状植栽法など、適正植栽配置などの再検討を行う必要がある。

(2) 植栽樹種

本プロジェクトでは、下木にフタバガキ樹種を主体とした有用樹種を主に用いてきたが、主伐まで30年、50年といった長期にわたることが、大きな林業経営上の欠点としてあげられる。一方、熱帯には収穫までにフタバガキ科樹種のように長期間を要しない有用樹種が多く存在する。このような有用樹種は、フタバガキ科樹種と同様に、これまで天然林

から必要な樹種の材を必要な部分だけ収穫・利用するということが多く、資源として枯渇し始め、あるいは利用不可能な状況に陥っている。

例えば、マメ科の*Pericopsis*属の樹種はマホガニー材に優り、チーク材とほぼ同等な利用価値があるといわれているにもかかわらず、もともとわずかな天然林からの略奪的伐採に供給を頼り、既に先進国の市場にはほとんど出回っていない（ワシントン条約に記載された種もある）。また、*Endospermum malaccense*（Sendok sendok、セセンドック）は、熱帯早成樹の代表的なマカランガー樹種であるが、材は細工材などに広く使われている。さらに、*Pentaspadon motleyi*（Pelong lichin、ホワイトペロン）は、年直径成長2センチメートルの記録もあるほど成長の早い陽性の二次林優占種ともなり得る樹種であるが、室内構造材・床材・額縁材などに利用されている。

このような有用樹種が熱帯には豊富に存在する（していた）が、その成長特性・適地も十分に把握されていないばかりか、発芽特性、苗木生産方法も十分に解明されておらず、人工造林の経験も皆無に等しい。林業経営上有望と思われる樹種でも、利用にあたっての樹種特性すら分からない樹種も極めて多い。

投下資本の早期回収という視点では、合板や建築構造材以外の利用も当然ながら考える必要があり、これら換金性の高い熱帯早成樹の造林手法開発は、今後の重要な技術開発目標である。

すなわち、国力に余裕の少ない熱帯開発途上国において、回収に長期を要する投資は期待することに無理があり、また、我が国・現地を問わず民間活力を期待するのであれば、既存の油ヤシ経営など、既存に匹敵する程度の収益性が期待できるミニローテーション林業、多目的少量生産林業を実現できる方法を提示することが必要であるからである。

このことを実現するためには、目的にあった樹種を選択すること、苗木増殖法を開発すること、それを用いた適正な施業方法を開発することなどを実証することが必要である。しかし、苗木準備に関してだけでさえ、これまで天然林から利用できる部分を切り出してきただけであり、育てた経験のない樹種が大半であるので、いつ種子が採取できるのか、その発芽方法は、育苗方法は...等々、分からないことだらけである。一つ一つ解明しながら、実証データを集積することが必要で、このようなことを現地で実証することが今後は必要であろう。

（３）データの保存・引き渡し

本プロジェクトでは、比較的大きな規模で植林を行い、これまで困難と思われていたフタバガキ科樹種の人工造林が可能であることを実証した。この間の植栽方法、保育方法などを含めた成長経過データは、現時点の成功例のみならず失敗例についても、後年の成長

解析を有意義に行うために極めて重要である。

本 F / U 終了後、新規プロジェクトが開始される場合には、生データの引き渡しは特に重要である。しかし、その受け渡しが現地で行えない場合に備えて、気象データ等も含めた成長データ等について、デジタル記録物と印刷物を簡易製本し、マレーシア側にはペラ州森林局、日本側では J I C A 本部及び森林総合研究所の短期専門家としての派遣経験者に寄贈・保管依頼することなど、将来利用に備えた対応が必要であろう。

Block-B 1992 in Chikus Project Site

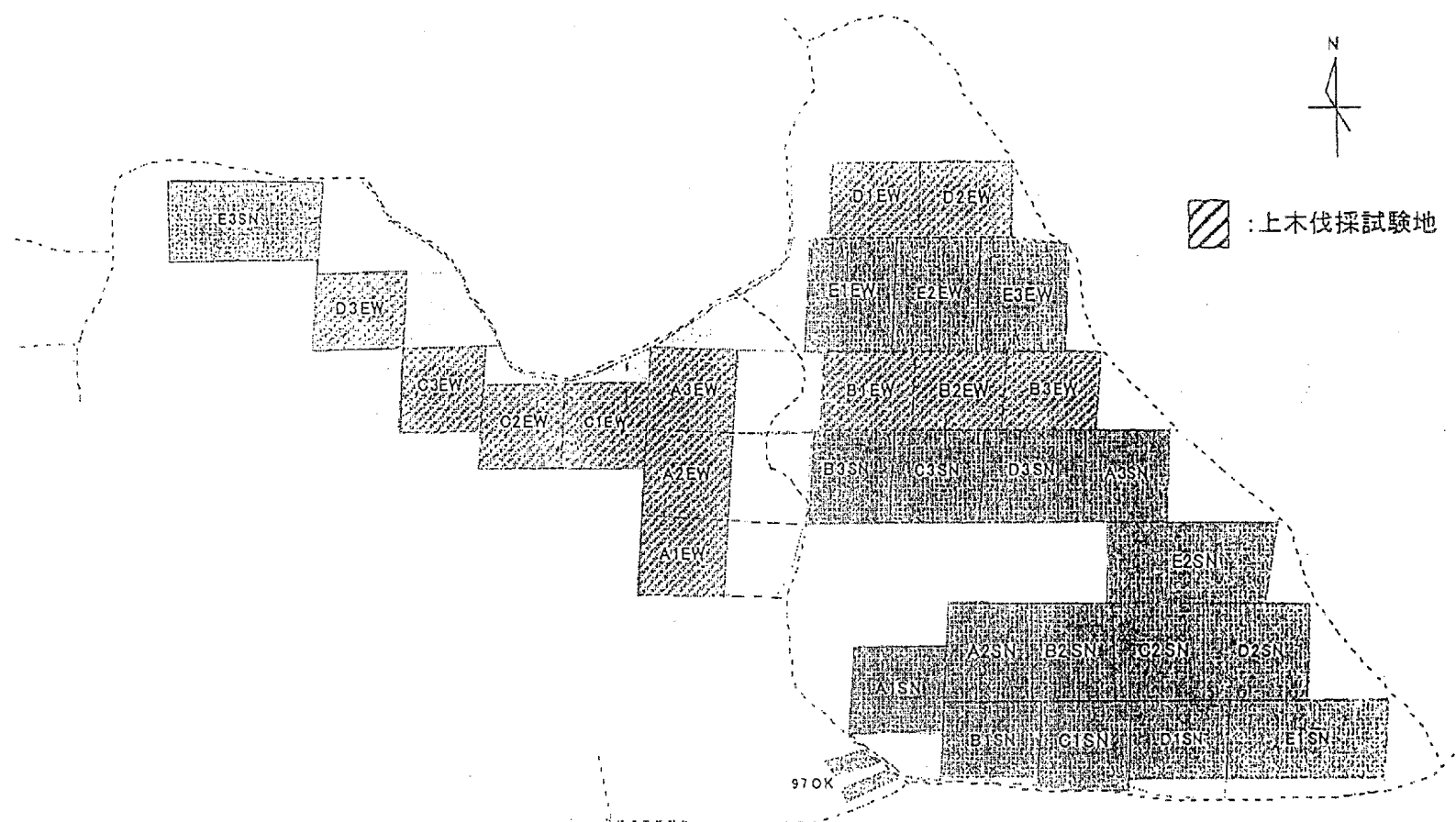


図4-9 上層伐採試験区の位置 (チクスBサイト、ブロックB92内)

5 . 今後の展望

従来、熱帯地域においては、アカシア及びユーカリ等の早生樹の造林技術開発は活発に行われてきたが、フタバガキ科との組み合わせによる複層林の技術開発はほとんど実績がなかった。CO₂固定のための造林に対する民間企業の関心の高まりとともに、持続的かつ環境に配慮した複層林施業技術のニーズは今後高まることが予想されるため、本実証調査により収集・策定された複層林の成長データ、複層林経営モデル等は、当該地域において造林を展開するにあたり、非常に重要な資料になると思われる。

本実証調査で開発された熱帯地域における複層林施業技術が、民間企業による造林で導入され、持続可能な木材生産及び環境保全に資するためには、次の点について考慮する必要がある。

(1) 本実証調査の成果の普及

本実証調査の成果を造林関係者が利用しやすい形にまとめ、広く関係者に提供することが重要である。このための取り組みとして、本実証調査では、次の活動を実施中、あるいは今後実施予定である。

- ・複層林経営モデル及びフタバガキ科の樹種特性解説を含めた造林マニュアルの作成（実施中）
- ・イポー（チクス試験林視察を含む）における複層林セミナー（本調査終了時セミナー）の開催（1999年8月予定）
 - *このセミナーにおいては、在マレーシア民間企業、プレス関係者を含む内外の官民関係者が出席し、調査最終報告書が配布される予定である。
- ・複層林施業技術を分かりやすく解説したリーフレットの作成、及び造林関係者が出席する会議・セミナー等における同リーフレットを利用した広報活動（調査期間終了後、本邦において実施予定）

これらのような活動により、本実証調査の成果が広く官民関係者に浸透し、もって民間企業による投資に結びつくことが期待される。

(2) 複層林試験地において収集されたデータの継続収集・保存

本実証調査は、3年間のF/U期間を含め計8年間実施された。一方、フタバガキ科の伐期は通常30年以上であり、複層林施業技術に関するより精緻な情報を得るためには、本実証調査地におけるフタバガキ科の成長データ等を引き続き収集することが重要である。今次調査団がマレーシア側と署名・交換したミニッツの提言部分には、このデータ収集継続の必要性が記載されており、マレーシア側も本件に関し考慮する旨述べている。また、本実証調査期間中に収集されたフタバガキ科の成長データ等については、同一のものが本

邦及びマレーシア側関係機関において保存されることが望ましいが、現在、このデータ等の共有についても、実証調査専門家により体制が整えられつつある〔前出「4 - 3（3）」参照〕。

（3）その他の事項

本実証調査試験地においては、山火事の発生が問題となったため、日本側の調査費によりパトロールの人員を雇用している。調査期間終了後も、マレーシア側により何らかの山火事防止対策を講じる必要があると思われる。

