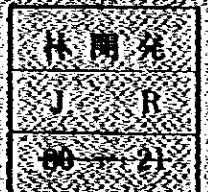


# 森林施業計画基準作成調査報告書

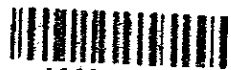
昭和56年3月

国際協力事業団





JICA LIBRARY



1008477(9)



# 森林施業計画基準作成調査報告書

昭和56年3月

国際協力事業団

林 開 発
J      R
80--21-

81-12

国際協力事業団		
納入 月日	'84. 3. 21	000
登録No.	01094	88.5
		FDD

## あ い さ つ

林業の経営管理にあたっては、林業生産の長期性と森林が持つ機能の公益性のために、総合性と計画性をもつことが特に必要である。開発途上国の多くは森林法等で森林施業のあり方が定められているものの、基礎となる森林調査、林業経営等の技術水準が低いこと、あるいは、実行体制が弱体なこと等から、合理的林業経営が行なわれていないところが多い。凡そ開発途上国の林業の発展のためには造林、収獲等の個別技術の向上とともに、これらの活用の基礎となる森林施業の技術的、体制的な向上が必要とされている。また我が国が整合性のある林業協力を効率的に進めるためにも、規範となる森林施業の計画基準を作成する必要がある。

本報告書は、昭和55年11月11日から27日間海外林業コンサルタント協会専務理事 名村 二郎氏を団長とする調査チームをタイ国、マレーシア国及びインドネシア国に派遣し、剥樹、森林調査、森林施業法、森林計画、森林管理等の森林施業に係る各分野について現地調査を行うとともに、これら3カ国及びその他主要国における既存の資料・情報を収集、分析し、その結果、現地林業の実態に即した総合的かつ規範的森林施業計画を樹立するための基準をとりまとめたものである。

本報告書が、今後、発展途上国における林業協力を推進する際の指針として広く活用されることを期待するとともに、本調査の実施に眞尽力をいただいた関係国及び我が国の政府関係機関の関係各位ならびに調査団員各位に対し心より感謝の意を表わすものである。

昭和56年3月

国際協力事業団  
理事 松山良三





# 目 次

1. 調査の目的及び経緯 .....	1
1-1 調査の目的 .....	1
1-2 調査の行程 .....	2
1-3 調査団の構成 .....	4
2. 森林培養の意義 .....	5
2-1 森林培養の定義 .....	5
2-2 森林培養と森林資源 .....	7
2-2-1 熱帯森林資源の調査 .....	7
2-2-2 熱帯森林資源の見通し .....	8
2-2-3 熱帯森林資源と培養の問題点 .....	11
3. 森林培養の現状 .....	14
3-1 剝樹 .....	14
3-1-1 フィリピンの剝樹 .....	17
3-1-2 インドネシアの剝樹 .....	18
3-1-3 マレーシアの剝樹 .....	21
3-1-4 タイの剝樹 .....	23
3-1-5 インドの剝樹 .....	24
3-1-6 ホンジュラスの剝樹 .....	26
3-2 森林調査 .....	29
3-2-1 森林資源調査 .....	29
-1. タイの森林資源調査	-2. 西マレーシアの森林資源調査
-3. 東マレーシアの森林資源調査	-4. フィリピンの森林資源調査
-5. フォジーの森林資源調査	-6. その他の熱帯林における森林資源調査
3-2-2 林分調査 .....	52
-1. タイの林分調査	-2. 西マレーシアの林分調査
-3. インドネシアの林分調査	-4. フィリピンの林分調査
3-3 森林培養法 .....	80
3-3-1 培養法の概観 .....	80
3-3-2 フィリピンの森林培養法 .....	81
-1. フタバガキ科林型の培養	-2. マツ林型の培養
-3. マンダローブ林型の培養	

3-3-3	インドネシアの森林施業法	87
- 1.	インドネシア択伐方式 (TPI)	
- 2.	インドネシアの皆伐施業	
3-3-4	マレーシアの森林施業法	91
- 1.	マレー均等方式	
- 2.	択伐経営方式	
- 3.	マレーシアの皆伐施業	
3-3-5	タイの森林施業法	95
- 1.	ブランディス法	
- 2.	タウンヤ法	
- 3.	マングローブ林の施業	
3-3-6	南アジアの森林施業法	100
3-3-7	熱帯オセアニアの森林施業法	104
3-3-8	その他の熱帯の森林施業法	106
- 1.	天然林施業	
- 2.	人工林施業	
3-4	森林計画	111
3-4-1	森林の区分	112
3-4-2	収穫予定法	116
- 1.	ブランディス法の収穫予定法	
- 2.	ブラスネットの収穫予定法	
- 3.	レイスの収穫予定法	
3-4-3	各国の森林計画	126
- 1.	フィリピンの森林計画	
- 2.	インドネシアの森林計画	
- 3.	マレーシアの森林計画	
- 4.	タイの森林計画	
- 5.	インドの森林計画	
- 6.	ホンジュラスの森林計画	
3-5	森林管理	156
3-5-1	森林管理の位置づけ	156
3-5-2	森林保全 (タイの例)	156
3-5-3	土地利用区分 (西マレーシアの例)	159
3-5-4	森林経営 (ジャワの例)	162
3-5-5	森林管理組織	167
- 1.	タイの森林管理組織	
- 2.	西マレーシアの森林管理組織	
- 3.	インドネシアの森林管理組織	
3-5-6	山村振興 (タイの例)	176
- 1.	山村振興政策の背景	
- 2.	Forest Villages System	
- 3.	FIO の Forest Villages	
- 4.	RPD の Forest Villages	
- 5.	FAO/UNDP のプロジェクト	
- 6.	世銀のプロジェクト	
- 7.	森林管理組合	
- 8.	その他の山村振興計画	

3-5-7	森林開発の体系（インドネシアの例）	185
	— コンセッション林業の考察 —	
	1. 森林開発の背景	
	2. 森林開発投資	
	3. 森林開発の手順	
4.	森林林業と国際協力	194
4-1	森林林業への協力の背景	194
4-2	森林林業への協力のあり方	205
5.	森林林業の計画基準	210
5-1	測樹の基準	211
5-1-1	使用用語の基準	211
5-1-2	測定方式の基準	213
5-1-3	材積計算の基準	218
5-1-4	林分における測樹の基準	221
5-1-5	成長量測定の基準	223
5-1-6	収獲表の基準	225
5-1-7	形質調査の基準	226
5-1-8	歩止まり調査の基準	234
5-2	森林調査の基準	239
5-2-1	森林調査法の仕組み	239
5-2-2	資料整備	240
5-2-3	事前作業	246
5-2-4	本格調査	249
5-3	森林林業法の基準	259
5-3-1	天然林林業の基準	259
5-3-2	人工林林業の基準	262
5-4	森林計画の基準	269
5-4-1	調査項目とその内容の基準	269
5-4-2	計画項目とその内容の基準	274
5-4-3	地利判定の基準	279
5-5	森林管理の基準	290
5-5-1	森林管理の運営と組織	290
5-5-2	森林管理と地域社会	291
5-5-3	森林複合経営 (Agro-forestry)	292

## 6. 資料

資料1 「途上国における森林産業技術の一覧表」

資料2 「Forest and Forest Products Development Indonesia」

インドネシア林業及び林産業の開発計画

(An Indicative Analysis of Timber Supply Alternatives in Indonesia)

資料3 「Siviculture and Forest Management Malayan Forest Records, No 23」

産林と森林産業

マレーシア森林法規 No 23

資料4 Manual of Forest Inventory

with special reference to mixed tropical forests

森林調査教程(熱帯混交林に特に関して)

## 1. 調査の目的及び経緯

### 1-1 調査の目的

およそ林業は、その生産の長期性あるいは森林の機能の公益性等に起因して、これの経営管理について長期に渉る総合性と計画性が必要とされている。

先進諸国の林業においては、森林法、林業基本法等の法律・制度によって森林計画制度が定められ、公的な森林開発計画あるいは個別の林業経営計画が作成され、これが林産物の生産には勿論のこと、森林資源の保護、培養、治山治水、自然環境の保全、地域社会の発展等の公益性の発揮にも役立っている。

開発途上国にあっては、森林計画制度は、多くの国において制定されているものの、その実態は精粗の差が大きいこと、あるいは、実効を挙げていない場合などの問題点がある。

このような実態の原因は、計画の基礎データを得るための剥樹・森林調査の技術的・体制的な未整備、あるいは現地に適合した森林培養法の未確立、さらには地域社会との関連における森林管理手法の不信等にあるといえよう。

森林培養（計画）は、森林・林業の経営管理の基本となるものである。上述のような途上国におけるこの面の実態を考えると、林業協力について、造林・伐出・木材加工等の実行技術への協力もさることながら、森林培養の技術的・制度的な向上充実が肝要である。換言すれば、多くの途上国において、森林調査、森林培養法、森林計画等がどの程度充実整備されているかによって、その国の林業の先進性、集約度等を計ることができる。この観点から、FAO等の国連機関や先進国の国際協力機関による途上国への森林培養に関する援助協力としてのフィールド・プログラムも幾つか行なわれている。

以上の背景のもとに、わが国の林業技術協力の各プロジェクトの効果的な運営のためにも、また、途上国の森林培養技術そのものの向上のためにも、本調査は、途上国の森林培養の現状を剥樹、森林調査、森林培養法、森林計画、森林管理等の専門分野別に調査し、これを検討し、問題点を明らかにすることによって、途上国の自然的・社会経済的条件に即した森林培養を定める規範を得ることを目的としている。

1-2 調査の行程

本調査の行程は、表1-1の現地調査の旅程のほか、出発前の準備作業 (Questionnaire の作成等)及び帰国後における現地調査国以外の国の資料調査ならびに報告書作成作業を行った。(国内作業 142人・日)

表1-1 森林施業計画基準作成調査現地調査旅程表

月 日	旅 程		寄 着	寄 在 地	調 査 内 容
	発	着			
11/11	火	東 京	バンコック	バンコック	
12	水			・	DTEC 表敬訪問, ROYAL FOREST DEPARTMENT と打合せ, 会議及び資料入手, 大使館, JICA 事務所と打合せ
13	木			・	ROYAL FOREST DEPARTMENT 会議及び資料入手, カセナート大学林学科と会議及び資料入手
14	金	バンコック	チェンマイ	チェンマイ	FAO バンコック事務所訪問及び会議 チェンマイへ
15	土			チェンマイ バンコック	ROYAL FOREST DEPARTMENT による FOREST VILLAGE を調査, DOI INTANON NATIONAL RESERVE FOREST の山地林調査, 名村, 翌 バンコックへ
16	日			・	大友, 田崎 TUNGCHAW ROYAL WATERSHED DEVELOPMENT UNIT を調査, 名村, 翌 FAO 派遺専門家と会議, 資料整備及び発送
17	月	チェンマイ/	バンコック/	バンコック	大友, 田崎 MAE-SA INTEGRATED WATERSHED AND FOREST LAND USE PROJECT を調査 名村, 翌 カンチャナブリ上流乾燥フタバガキ林および乾燥フタバガキ林型の施業調査
18	火			・	ROYAL FOREST DEPARTMENT と会議及び資料入手
19	水			・	ESCAP 事務所訪問及び資料入手, 大使館, JICA 事務所あいさつ
20	木	バンコック	クアラ・ ランブール	クアラ・ ランブール	FOREST INDUSTRY ORGANIZATION と打合せ, 及び資料入手 クアランブール へ
21	金			・	FOREST DEPARTMENT と打合せ, 会議及び資料入手, 大使館, JICA 事務所と打合せ
22	土			・	FOREST RESEARCH INSTITUTE と会議及び資料入手, 実験林視察
23	日			・	ボート・クラン, ボート・ディクソン, ボート・マランカ等木材, チョップ資源を調査
24	月			・	ULU LANGA 国有林天然林施業調査
25	火	クアラ・ ランブール	テノロー	テノロー	KEMASUL カリビブマン造林特別プロジェクト調査
26	水	テノロー	クアラ・ ランブール	クアラ・ ランブール	JENKA 国有林, 天然林施業調査
27	木			・	FOREST DEPARTMENT と会議及び資料入手 大使館, JICA 事務所あいさつ
28	金	クアラ・ ランブール	ジャカルタ	ジャカルタ	FOREST RESEARCH INSTITUTE への派遺専門家あいさつの後ジャカルタへ
29	土			・	林業総局 (KUBUTANAN) 計画局 (ゴボール) と打合せ, 会議及び資料入手
30	日	ジャカルタ	パレンバン	パレンバン	パレンバンへ, 派遺専門家と打合せ

年 月		旅 程		所在地	調 査 内 容
		発	着		
12	1			バレンバン	バレンバン管林局と打合せ、会議及び賃料入手
	2	バレンバン	ブナカット	ブナカット	南スマトラ森林造成技術協力プロジェクト現地(ブナカット) 調査
	3	ブナカット	バレンバン	バレンバン	スネデイ伐採事業地及びシュバンシエリシ政府造林事業地の調査、バレンバンへ
	4	バレンバン	ジャカルタ	ジャカルタ	バレンバン管林局あいさつ、ジャカルタへブルフタニ(PERHUTANI) あいさつ、打合せ
	5			■	林業総局計画局(ボゴール)と会議
	6			■	ブルフタニ(PERHUTANI) と会議
	7	ジャカルタ	東 京		

1-3 調査団の構成

調査団の構成及び関係者リストは、表1-2及び表1-3のとおりである。

表1-2 調査団員表

氏名	担当	職名	報告書における分担
名村 二郎	総括 森林施業法	社団法人 海外林業コンサルタンツ協会 専務理事	1, 2, 3-3, 4, 5-3
大友 栄松	制樹 森林計画	同上 主任技術者	3-1, 3-4, 5-1, 5-4
堀 正之	森林調査	同上 主任技術者	3-2, 5-2
田嶋 謙三	森林管理	同上 技術嘱託	3-5, 5-5

表1-3 関係者リスト

(質疑応答または現地説明の労をわずらわした関係者を挙げた)

国名	氏名	所属
タイ	Anan Nalampoorn	Royal Forest Department
	Thanit Yingvansiri	"
	Pisal Wasuwanich	"
	Boonchana Klankamsorn	"
	Anuat Corvanich	Kasetsart University
	Sudhakara Rao 有原 元博	FAO, Regional Office " (現 FAO, 本部)
マレーシア	Mohd. Nor Yaacob	Forestry Department
	Salleh Moho. Noor	Forestry Research Institute
	Ahmat Hambali Mokhtar Mat Isa	Forest Dep. Selangor District Forest Offices
	Chin Yue Mun	Temerloh Plantation Manager Mentahab
インドネシア	Djamaludin I.	Perum Perhutani
	Soedjadi Martodiwirjo	"
	Dharmono Sadri Dian P	Directorate Planning Kehutanan Palembang Regional Forest Office



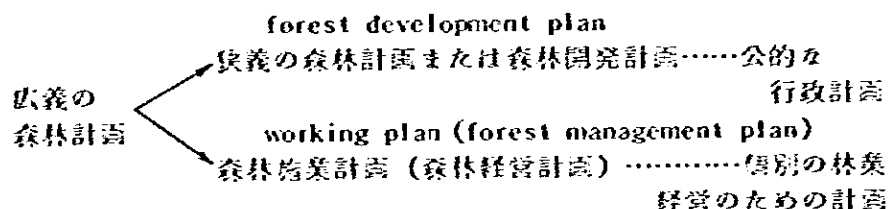
## 2. 森林施業の意義

### 2-1 森林施業の定義

まず、「森林施業」なる言葉の定義づけをすると、本報告書では、森林施業を「森林経理」(forest management・Forsteinrichtung)と同義語とした。一般に森林施業あるいは森林経理とは、「合目的かつ適正に、森林のとり扱いを時間的・空間的に秩序づけること」と理解されている。この意味から、Forstorganization, Forstsystemasierung あるいは forest regulation, などの名称があるものと考えられる。

この forest management は、FAO & IFURO 監修の Terminology of Forest Science, Technology (Society of American Foresters 発行)の定義によると、「一般には、定められた目的のために、森林 (forest estate)の作業と管理に対する科学的・社会経済的原則の実際の適用をいう」となっている。

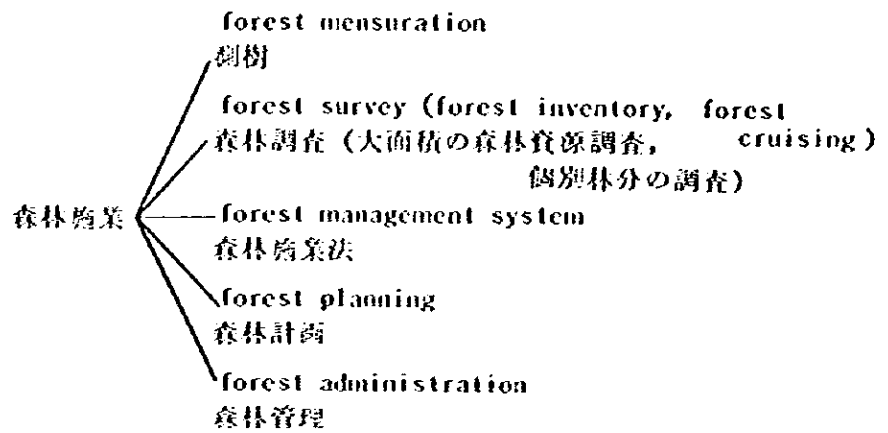
ところで、実務的には森林施業は森林(施業)計画の内容でもあることから、本報告書における森林計画の概念を整理すると次のごとくである。



なお、これら森林計画には、対象地域の広狭あるいは計画期間の長短があり、それによって目的や内容が異なり、かつ、計画作成の資料を得るための調査方法も異っている。例えば、途上国においても、20年以上の長期計画、5~10年の中期(分期)計画及び1年(年次)計画のごとき体系を採るところがあり、また、全国計画、州または流域ごとの計画、事業区あるいはコンセッション区域ごとの計画などがある。

次に、森林施業を構成する分野について考察してみると、英国の森林経理学者 Recknagel 氏は、forest management を4部に分け、forest mensuration(測樹・森林調査)、forest organization(森林施業・計画)、forest finance(森林財務)、forest administration(森林管理)としている。

本報告書では、実務的観点から次のような構成分野とした。



以上を要するに、本報告書における「森林施業」の定義としては、最も広い概念としてとらえ、地域的には、全国規模から個別の林分までの森林のとり扱い方、期間的には数十年の長期から年ごとの問題、包括する分野も測樹、森林調査等の技術分野から、森林施業法、森林施業計画等の経営技術的分野、さらには、森林開発計画、森林管理等の行政的分野までとした。

#### 参 考 文 献

- F. C. Ford - Robertson : Terminology of Forest Science, Technology Practice and Products. 1971.
- 吉 田 正 男 : 改訂理論森林経理学 1950.
- 藤 島 信太郎 : 森林経理学精義 1958.

## 2-2 森林施業と森林資源

すでに述べたように、森林施業は、適切な森林・林業の経営管理の基本となるものである。これが技術的にも制度的にも適正に行なわれることによつて、森林のストックにおいても、フローにおいても、最も望ましい状態を得ることができる。

したがつて、森林施業を論ずるに先立って、熱帯森林（殆んどが開発途上国にある）の資源状況と問題点を述べ、途上国における森林施業の意味を明らかにすることとする。

### 2-2-1 熱帯森林資源の調査

FAO は 1948 年に地域レベル及び世界レベルでの森林資源の評価を行ない発表した。その後 1951 年から世界森林資源調査と称する 5 年ごとの資源状況を報告しており、公式なレポートとしては 1953 年、1958 年、1963 年のものが公表されている。しかし、各国により森林の区わけにバラツキがある等、多くの理由からこれらのデータの現在時点への修正はわずかしくなっており、地域レベルでの修正がこころみられている。

これらのもののうち R. Persson による「アフリカの森林資源」(1975) 及び、「アジア及び極東の森林資源」(1976) が熱帯に関するものである。また、1976 年の第 4 回 FAO 熱帯林開発委員会の際 A. Sommer により、Unasylva (1976 No 122-113 Vol 28) に「世界の熱帯森林の調査への試み」が発表されている。より最近のものでは FAO の緊急再調査による熱帯における現在及び将来への森林及び造林 (J. P. Lanly 及び J. Clement (1979) がある。

熱帯地方の森林消失は、注目すべきこととして、国連環境会議において UNDP 及び FAO によるプログラムにハイライトが当てられた。このプログラムの第 1 は、熱帯開発途上国自身の監視活動への援助の形で行なわれたもので、1976 年から 1978 年、ベニン、カメルーンで行なわれた。FAO としては更に多くの熱帯地域での UNEP の地球環境監視システムの下での支援を望んでいる。第 2 のプログラムは地球全体の熱帯森林資源の現状と推移の調査を課題とし、FAO/UNDP 熱帯森林資源調査計画を国ベースで行ない、国の林業研究機関により毎年出されるすべての有用な資料を用いて行なうものである。最近熱帯アフリカの部分が完了し、全体的には 1980 年末迄には完成が期待されている。

2-2-2 熱帯森林資源の見通し

以下は、前掲の Lantý/Clement の報告によるものである。熱帯森林の全面積は 1975 年に区分されたもので、将来については 5 年毎に 2000 年まで示されている。

表 2-1 熱帯地域の天然林面積

(1975 年及び 2000 年の予想)

	Africa		America		Asia & Oceania		Total	
	1975	2000	1975	2000	1975	2000	1975	2000
	(million ha)							
Closed hardwood forests	202	187	628	562	291	212	1,121	991
- Operable	134	119	457	425	138	142	809	686
- Inoperable	68	68	141	137	103	100	312	305
Softwood forests	1.9	1.7	31.8	21.6	11.9	10.7	46	34
- Operable	0.4	0.2	26.0	16.7	8.7	7.6	35	24
- Inoperable	1.5	1.5	5.8	4.9	3.2	3.1	11	10
Total operable closed forests	134	119	523	452	197	150	854	720
Total closed forests	204	189	660	584	303	253	1,167	1,025

- 注・対象国は、ソト、南アフリカ、スワジランドを除く南サハラのアフリカ、アルゼンチン、チリー、ウルグアイを除く中南米、オーストラリア、中国、日本、韓国、北朝鮮をモンゴリア、ニュージージーランドを除くアジア及びオセアニア。
- ・閉鎖林か否かは、うっべい度ではなく、うっべい度とほぼ同様と考えられる植生型による。
  - ・利用可能か否かの区別は、もっぱら急傾斜とか湿地とかの生態的条件によっており、アクセスの有無は考慮に入れていない。
  - ・針葉樹林、広葉樹林の区別は浸透性による。

1975 年から 2000 年迄の森林消失の見込みは、総計で 142 百万 ha である。現在の森林消失の率はスローダウンするよう期待されている。すなわち主要地域である北部アマゾン、コンゴ沿岸地区では森林以外の土地利用のための減少はそれ程多くない。適正な農業に不向きであるという理由から、利用可能林の方が、不可能林よりも消失の傾向が大きい。丸太生産後の非生産林の増加が消失の著しい部分を占めている。小規模の針葉樹の減少は量的には少ないが著しい。(おおよそ 1/4 にあたる)

産業造林についても同様に 1975 年に調査された。そして、その 2000 年の面積は表 2-2 のとおり予想された。25 年間の産造林面積 (1,150 万 ha) は予想されている森林消失の 14,200 万 ha に比べ非常に小さい。新造林地は伐採跡地の再造林及び、天然林再造成及び、薪炭林や果樹植栽によるものである。

天然林及び造林地の産業用木材生産の 1975 年及び 2000 年の状況は表

表2-2 熱帯地域の産業造林の面積

(1975年及び2000年の予想)

	Africa		America		Asia & Oceania		Total	
	1975	2000	1975	2000	1975	2000	1975	2000
	(million ha)							
Hardwood plantations	0.51	1.05	0.94	4.51	1.63	4.32	3.08	9.91
- Low-yielding	0.40	0.64	0.15	0.73	1.37	2.94	1.92	4.31
- High-yielding	0.11	0.41	0.79	3.81	0.26	1.38	1.16	5.60
Softwood plantations	0.40	1.04	0.96	3.48	0.27	1.96	1.63	6.48
- Low-yielding	0.27	0.41	0.41	1.79	0.21	1.26	0.92	3.49
- High-yielding	0.13	0.60	0.55	1.69	0.06	0.70	0.71	2.99
Total plantations	0.91	2.09	1.90	8.02	1.90	6.28	4.71	16.39
- Low-yielding	0.67	1.08	0.56	2.52	1.61	4.20	2.84	7.80
- High-yielding	0.24	1.01	1.34	5.50	0.29	2.08	1.87	8.59

注・国のカバレッジは表2-1と同じ。

- ・薪炭材を除く産業造林のみを対象としている。
- ・造成された面積は表2-1の内で十分に管理されている、うっべのした利用可能材を含んでいる。
- ・低生産林は年平均成長量12-15m<sup>3</sup>/ha未満、これ以上を高生産林とした。低生産林はおおむね長大丸太用、高生産林はおおむねパルプ用である。

表2-3 熱帯地域の産業用木材の生産量

(1975年及び2000年の予想)

	Africa		America		Asia & Oceania		Total	
	1975	2000	1975	2000	1975	2000	1975	2000
	(million m <sup>3</sup> under bark)							
Hardwood	16.1	31	22.7	77	72.3	128	111.1	236
- Operable forests	15.4	23	18.9	52	70.0	111	101.3	186
- Low-yielding plantations	0.2	1	0.1	3	0.5	1	0.8	5
- High-yielding plantations	0.5	7	3.7	22	1.8	16	6.0	45
Softwood	1.5	8	19.6	64	2.8	16	23.9	88
- Operable forests	0.2	0.3	17.8	23	2.8	7	20.8	30
- Low-yielding plantations	0.8	3	-	3	-	2	0.8	8
- High-yielding plantations	0.5	5	1.8	38	-	7	2.3	50
Total industrial roundwood	17.6	39	42.3	131	75.1	141	135.0	324

注・定義及び国のカバレッジは、前表と同じ。

- ・産業用木材には、製材、ベニヤ、チップ、パルプを含み、薪炭材は除いてある。
- ・1975年の数値は、1974-76年の平均値である。
- ・2000年については、経済・技術面からの検討は困難であるので、その潜在的能力から見れば過小に示されている。

2-3のとおりである。2000年の木材生産量は、1975年のそれのおおよそ2.5倍と見込まれる。熱帯地方住民の人口及び所得の増大は、木材の国内需要も大きく増大させ、熱帯地域内においても木材不足を生じ、熱帯材の輸出余力の実質的な減少にみまわれるだろうことを意味し、加えて、森林の少ない地域における営材不足という重大な問題がある。

2000年に予想される木材消費に見合う木材生産量は、FAOの消費予想により推定されている。これによれば、丸太及び加工木材の輸出は、まだ可能とみられるが、パルプ及び紙の輸入と相殺されるだろう。もし熱帯産の雑多な樹種が大巾にパルプ用材として利用される技術的及び経済的変化が生ずれば、この表に掲げた以上の木材が収穫されることとなるであろう。2000年を超えた状況については、供給不足が一層増大するとみられる。造林における特別な努力とともに、土地利用と森林経営における劇的な変化が必要とされよう。

図2-1は、前述の森林造成による面積増加と、森林消失による面積減とを対比して図示したものである。

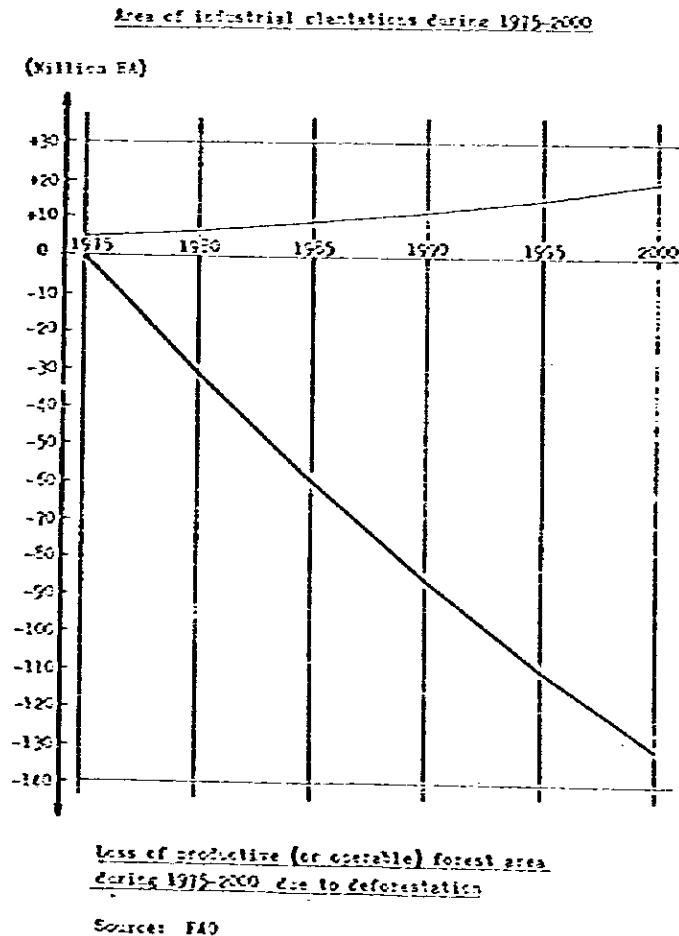


図2-1 熱帯地域の森林の造林と消失

### 2-2-3 熱帯森林資源と農業の問題点

前節に掲げた木材生産量は産業用木材のみであるが、これに燃材の消費を加えれば、実に10億 $m^3$ の木が毎年消費されている。燃材の消費は森林に対する重大な脅威であり、とくに人口稠密地域及び乾燥地域においてそうである。

産業用木材の生産は、燃材に比べ価値が高いため、かなりの奥地林まで生産地化されるが、一般的には、限られた樹種の胸高直径40~50cm以上の木が収穫の対象となるに過ぎず、択伐率は通常20~30%である。問題は、この伐出事業の後の林道・劣出路の問題である。択伐跡の道路は、しばしば土壌流亡のもととなるほか、不法な森林占拠者（焼畑耕作者）の導入路となる。

焼畑移動耕作に関連して重要なことは、熱帯森林地域における土地利用区分である。開発途上地域での土地利用区分は、多大の経費を必要とし、その区分による実効のあがり方も遅々としていることが問題で、土地利用区分のための技術面、制度面の改善充実が必要とされている。

熱帯森林の消失原因は、焼畑移動耕作のほか、通常の農地転用によるものも多い。恒久的な農地への転換は、それが適切な土地利用計画に基づき行なわれているものならば、地域社会にとって利益をもたらすものである。しかしながら、途上国の地域社会経済の現状からみて、粗数を農業による森林の消失を、これ以上拡大しないためのアグロフォレストリーの方式を進展させていく必要性が叫ばれている。

一方、熱帯森林に対する林業活動にも多くの問題点がある。例えば、天然更新を期待する択伐による育林技術の成功率は僅かであり、森林生態系の更新、機能、構造等の基礎的研究が進められるべきである。また、林木育種が、熱帯森林の樹木の質、量、成長率の改善に推進されるべきである。

熱帯の森林培養は、国または国の中でも地域ごとに多様であるのが本来であって、これは、それぞれの生態系の中で定まるべきことから、画一的な操作はあり得ない。

熱帯森林の培養は、その育苗、要光量、成長率、土壌条件及び市場性についてほとんど知られていない樹種の多様性故に多大な困難に出合っている。森林を破壊するのはやさしいが、木材の再生産のための森林の再生はむずかしい。安定した環境条件下にあっても、種子の休眠期間はほとんど無く、散布域も狭く、特別の着床条件の故に、発生率はきわめて低い。

天然更新の試みは、しばしば上層木の取り扱いに関する知識不足による

失敗に見舞われており、また、下層木は更新を妨げる。択伐の要点及び要領は有効となっていない。常態的な生態環境について充分注意深く観察していないと、天然更新林分は、環境変化に敏感であって、これが経営に大きく影響する。

多くの熱帯森林において、その更新が実現することをもって、次期生産の引きあてにしてきた。有用な樹種を増やす傘伐作業 (Shelter wood system) は鹿麩の注意深い操作で更新が達成されると考えていた。これは必ずしも確実な方法ではない。最近では、この作業方法は、前生の稚幼樹を生残らせ、適切に育てることを確保するものとして理解されている。

反復伐作業 (Polycyclic system) (1回毎年に2回以上の主伐を行う作業) は、大きく、かつ高い樹冠の木を伐倒して、稚樹を健全に育てる目的から採用されている。この手法による稚樹及び更新の管理は、傘伐作業以上にむずかしい。ガーナ選抜法 (Ghana selection system) は伐木時に存在していた 10 cm 以上の目的樹種の生存及び育成を助長するために、保育作業を含むものである。

天然更新システムの主要な欠点は、目的樹種を特定樹種あるいは、製材用樹種、さらには有用樹種まで拡大しても、生産林として十分なレベルでの稚幼樹の存在を保証することが困難な場合があることである。育苗した苗木による人工更新が、しばしばこのギャップを埋めるために列状植栽や集積えにより、樹種構成や森林生産力の改善のため導入されてきた。

一般的には、伐木以前に十分な稚幼樹が林床に存在することを前提とするが、しばしば、木材の必要性が、時期的・地域的に必ずしも稚樹が充分でなくとも伐木を強要することがある。このような、稚樹のストック及び配置のギャップが、定期的な植込みの必要性をつくり出している。

伐採は時として森林養育計画に反して行なわれる。伐採率、量及び樹種は市場の要求に左右され、伐採規制に対し、十分な配慮に欠けることがままある。さらに、この伐採規制も、選木時点での専門教員による現地での適当な監督・指導に欠けているため、正確には実施されていない。

伐跡地、あるいは低質林の再伐・改良に関し、いくつかの国が早生樹の人工造林に向っている。旧フランス領アフリカ諸国のある国では、特に天然林養育から、早生樹用材人工林の造成政策を策定している。この育林規則では、オクメ (*Aucumea klaiaveana*)、ターミナリア (*Terminalia worrensis* 及び *T. superba*) の 3 樹種が掲げられている。薪炭材及びパルプ用材には、ユーカリ類が、地域の生態的立地条件に適しており、6-7年の



ローテーションで、年平均50 m<sup>3</sup>/haの成長を伴うことが研究結果として公表されている。アジア地方及び中南米における用材、燃料林造林の試みは早生広葉樹及び針葉樹で相当の成功をおさめている。一般的には、まだ長伐期樹種造林の導入は試験段階と言えよう。

林地所有権の安定性は、計画的林業開発にとって基本的な必須要件である。長期的に見た森林造成には、更新及び造林投資が守られ、また成功することを保証するための林地所有の永続性が要求される。

#### 参 考 文 献

- UNCTAD : Research and Development : Identification of  
K.D.Menon : Priorities for International Action on Forest  
Management and Reforestation.  
TD/B/IPC/TIMBER/, 5 th Preparatory  
Meeting on Tropical Timber,  
1980.

### 3. 森林施業の現状

#### 3-1 測 樹

開発途上国の測樹法を総覧すると、施業計画、施業方法の場合もいえることであるが、その技術に幾多の共通点が見られる。これらの国は熱帯、亜熱帯地方にある旧植民地が第二次世界大戦後独立した国が大部分であるので、戦直後は旧宗主国の方式を踏襲して国により若干異なっていたが、その後30余年を経た今日、木材市場が拡大し、流通、貿易圏の拡大と共に、戦後の測樹技術、森林調査技術の急速な発展、FAO、IUFROの本会議、部門会議、各国の情報活動により、新技術は直ちに普及し、途上国でも先進国に劣らず取入れられる技術は取り入れている傾向が見られる。しかも、これらの国が低緯度地帯にあるため、熱帯林、亜熱帯林という共通点、とくに天然林がほとんど大部分をしめ、しかも広葉樹が多いという点で、測樹技術に類似性が見られる反面、温帯・寒帯に多い先進国に見られない難かしい問題もある。例えば、計測単位一つをとってみても旧英国領植民地系ではヤードポンド法であるが、旧フランス、スペイン領系ではメートル法である。英国は1972年メートル法を英国の森林局で取り入れたので、近い将来世界各国はメートル法を採用するものと思われる。胸高については、日本を除く各国とも1.30mであるが、熱帯の広葉樹の特徴である根張りの大きい木の場合には、1.30mの胸高直径を測定しても意味がないので、Reference Heightと称し、根張りの上何cm、何f1を指定している。この何cm上を計るかは、各国により区々である。また立木材積表もアメリカ流の利用可能材積を表わしているが、その表示は丸太1本の長さを基準としているが、その丸太の長さ、極高、最小利用直径などは国により異なり、材積も大まかな利用材積を示しているにすぎない。

もちろん、戦後これら諸国の学者、研究者により多数のよりきめ細い立木材積表が作られているが、自放な森林調査の場合にはこのような表は煩雑で非能率的であるという理由から使用されていないケースがあるように思われる。しかし、これらの表の作成手法その他は先進諸国のものに比して決して遜色はない。先進諸国に比し、著しく遅れていると思われるのは、収獲表の作成と成長量の調査であろう。収獲表がほとんど作られていない理由は天然林が多く、人工林の少いことにある。天然林の収獲表は先進諸国には天然林の少いこと、クエイトの低いことのため余り作られて

おらず、とくに地位査定技術は天然林では未だ確立していないこともあり、天然林収獲表の作成技術は先進国でも確立していない。しかし、択伐作業を主とする熱帯林では収獲規制上是非とも必要とするものであるので、収獲表に関する研究は熱帯林ではとくに必要である。少なくとも当面の成長量の予測技術は是非とも確立する必要がある。

とくに問題であることは熱帯広葉樹はほとんどが年輪がなく成長量による成長量調査が至難であることである。しかし、熱帯林の主流を占める択伐作業の収獲規制の根幹は成長量にあり、この成長量の把握が正確でなければ残存林分が過伐により漸次凋落するおそれなしとしない。現在、おそまき乍ら途上国では、固定試験地を設けて測定を開始しているが、広葉樹天然林収獲表作成といい、広葉樹天然林の成長量予測技術の確立といい、いずれも難しい問題で先進国ではウエイトが低いが、熱帯林の多い途上国では当面の大きな問題である。

測樹の個々の技術、器械については先進国との差は見られない。測樹技術におけるサンプリング手法の導入は広く行なわれており、サンプリングの活用は先進国をしのぐ途上国も、中には見られる。

以下主要各国の測樹の現況を述べるが、その前に重複をさけるため、共通している事項について若干述べておく。

測定単位：メートル法採用国では直径はcm、長さはm、材積は $m^3$ でキードボンド法採用国では直径または周径はft, inch、長さはft、材積は立方ft, (ft<sup>3</sup>)またはHoppus Ton (50 ft<sup>3</sup>, 2240ポンド)

丸太の材積計算はBrereton法による国が多いが、その測定と計算は次のとおりである。

末口、元口において直角2方向(この場合最小直径をはじめに測り、ついでそれに直角の直径を測る国が多いが、ランダムにとる国もある。)に直径を測り、それぞれの平均直径を求め、この端数を切捨て、さらに両者の平均を求めて、これを丸太の直径とし、丸太を円柱とみなして材積を計算する。この実際の計算法を次に示す。丸太についてはいつれの国でも皮を除いた材積(皮内材積、無皮材積)を示す。

- 末口直径 36cmと39cm 平均は37.5cmだが、cm止めで端数切捨て37cmとする。
- 元口直径 13cmと15cm 平均は14cm。
- 末口と元口の平均直径は10.5cmとなるが端数切捨て、この丸太の直径は10cmとみなして材積( $\frac{\pi}{4} \times$ 直径の2乗 $\times$ 長さ)を求める。

根張りのある木は、根張りの終った個所の若干上の個所を胸高とみなし、直径を測定する。この個所の地上高をReference Heightといい、その直径をReference Diameterという。今後これをRHまたはRFおよびRD またはRFD (RHIDまたはRID)と略称する。

伐根(株)高以下は普通、立木材積の計算に入れない。この高さは各国でまちまちであるが、根張りのある木では一定しており、根張りの終りの点をもって伐根高(Stump Height)としている。

これら共通点については以下重複して説明することを省く。

なお、成長量による成長量調査は、マツ類やチークのように年輪のはっきりしたもの以外は、一般に行なわれな。成長量についての調査は固定試験地の調査を通じて求められるのが普通である。

次にメートル法と英国法(キードポンド法)について、その関係などを掲げておく。

#### ① 英国法

$$1 \text{ マイル} = 80 \text{ チェーン} = 80 \times 22 \text{ キード} = 80 \times 22 \times 3 \text{ フィート} = 5,280 \text{ フィート}$$

$$1 \text{ エーカー} = 48.40 \text{ 平方キード} = 43,560 \text{ 平方フィート}$$

$$1 \text{ 平方マイル} = 6.40 \text{ エーカー}$$

$$1 \text{ トン} = 2,240 \text{ ポンド} = 50 \text{ 立方フィート (輸送その他のため)}$$

$$1 \text{ ガロン} = 4 \text{ クォーツ} = 8 \text{ ピント} = 10 \text{ ポンドの水} = 277 \text{ 立方インチ} \\ = 0.160 \text{ 立方尺}$$

$$1 \text{ 立方フィート} = 6 \frac{1}{4} \text{ ガロン} = 1,000 \text{ オンスの水} = 62 \frac{1}{2} \text{ ポンド}$$

#### ② 英国法とメートル法の関係

$$1 \text{ インチ} = 25.4 \text{ mm} \qquad 1 \text{ m} = 39.4 \text{ インチ}$$

$$1 \text{ フィート} = 0.305 \text{ m} \qquad 1 \text{ m} = 3.281 \text{ フィート}$$

$$1 \text{ キード} = 0.914 \text{ m} \qquad 1 \text{ m} = 1.094 \text{ キード}$$

$$1 \text{ マイル} = 1.609 \text{ km} \approx \frac{8}{5} \text{ km} \qquad 1 \text{ km} = 0.621 \text{ マイル} \approx \frac{5}{8} \text{ マイル}$$

$$1 \text{ エーカー} = 0.405 \text{ ha} \qquad 1 \text{ ha} = 2.471 \text{ エーカー}$$

$$1 \text{ 平方フィート} = 0.093 \text{ m}^2 \qquad 1 \text{ m}^2 = 10.764 \text{ 平方フィート}$$

$$1 \text{ 立方フィート} = 0.028 \text{ m}^3 \qquad 1 \text{ m}^3 = 35.316 \text{ 立方フィート}$$

$$1 \text{ ポンド} = 453.592 \text{ gr.} \qquad 1 \text{ kg} = 2.205 \text{ ポンド}$$

$$1 \text{ エーカーあたり} 1 \text{ 平方フィート} \qquad 1 \text{ m}^2/\text{ha} = 4.356 \text{ 平方フィート/エーカー} \\ = 0.0230 \text{ m}^2/\text{ha}$$

$$1 \text{ エーカーあたり} 1 \text{ 立方フィート} \qquad 1 \text{ m}^3/\text{ha} = 1.4291 \text{ 立方フィート/エーカー} \\ = 0.070 \text{ m}^3/\text{ha}$$

③ 特殊なもの

タイの 1 rai = 0.16 ha.

3-1-1 フィリピンの測樹

フィリピンでは測定単位は、メートル法である。

RF は胸高は 1.3m であるが、根張りのある場合は、根張りの終端より 30 cm 上を採用している。直径測定には輪尺または直径(割)テープを用いている。

樹高はいわゆる利用可能長 (Bole 又は Merchantable Height) を測る。利用可能長は伐採点 (フィリピンでは山筋の地際より 0.5 m の高さ) から利用可能最小直径 (Top Diameter) 30cm の傷所までの長さとしてされているが、RFD が 15~35cm 未満の木では RFD の 60% とされている。もちろん Top Diameter より低い傷所に枝がでて、Top Diameter の傷所が樹冠内にある場合は樹冠高点までの高さとなる。すなわち、Merchantable Height = Crown (Point) Height または Top Diameter Height - Stump Height で、この短い方をとる。この利用長の測定は他の諸国と同じだが、フィリピンでは白りを考慮にいれている。5 m の長さに利用 (採材) 可能な区分をして行き、最大の白り (5 m 区分の両端を結ぶ中心線と最大の白りの傷所の中心との距離) がこの区分の末口直径の  $\frac{1}{2}$  以上の場合はこの白りの下で利用可能長の測定をとどめる。しかし、この区分より上に利用可能部分が 3 m 以上ある場合はこの限りでない。測定器具としては、Haga 測定器や Abney ハンドレベルかペンタプリズムを用いている。

立木材積表の一例として、1963年、USAID の協力で作られた全国を 7 区域にわけた 2 樹群別のもの材積式と表の一部を示す。

地 域	非フタバガキ科樹種	フタバガキ科樹種
Luzon 北部	$V_{樹} = 0.00005109(D^3H)$	$V_{樹} = 0.00005203(D^3H)$
Luzon 南部	$V = 0.00005204(D^3H)$	$V = 0.00005171(D^3H)$
Visayas 東部	.....	$V = 0.00005231(D^3H)$
Visayas 西部	$V = 0.00004874(D^3H)$	$V = 0.00004649(D^3H)$
Mindanao 東部	$V = 0.00004961(D^3H)$	$V = 0.00005087(D^3H)$
Mindanao 中部	$V = 0.00005039(D^3H)$	$V = 0.00005019(D^3H)$
Mindanao 西部	$V = 0.00004840(D^3H)$	$V = 0.00004668(D^3H)$

注 (D : cm, H : m)

表の一部 フタバガキ科樹種 (Mindanao 中部)

胸高 直径 cm	5 m 丸太の数								
	1 2	1	1 2	...	3	...	7	7 2	8
15	0.03	0.06	0.09	...	0.17	...			
20	0.05	0.10	0.15	...	0.30	...			
25	0.08	0.16	0.24	...	0.47	...			
				...		...			
190				...	27.18	...	63.12	67.95	72.17
195				...	28.63	...	66.80	71.57	76.31
200				...	30.11	...	70.27	75.29	80.30

上表によれば直径は 15 cm から始まり 5 cm おきに 200 cm まで示され、長さは 5 m 丸太の数で  $\frac{1}{2}$  本から始まり、 $\frac{1}{2}$  本おきに 8 本まで示されている。(各区分材積は Huber 式によって、それをもとに材積式を定めている。)

なお、立木材積表は更に気候型を加えても作られており、1978 年 UNDP の報告では測定最小直径は 10 cm となっている。

丸太の材積は、5 m 以下は最小径と長さを用いて丸太材積表で求める。5 m 以上は末口の最大直径と最小直径の平均直径と長さを用いて表から求める。また中央直径を用いる場合もあるという。丸太材積表は直径の二乗  $\times$  長さ  $\times 0.7854$  の式で求められている。

薪材積表は日本の密薪のように積み、その巾、高さ、長さを測り、それにより材積を求める。

収穫予測や収穫表の作成の研究は最近になり、A.V.Revilla や F.J.A. Canonizado らにより進められ、後者は択伐後のフタバガキ科について地位別、密度別、齡階別に蓄積を示している簡易な収穫表を発表している。それによれば地位は上層高で 20 m から 5 m 区分に 40 m までの 5 階級に、密度は ha あたり断面積合計で 4 m<sup>2</sup>, 6 m<sup>2</sup>, 8 m<sup>2</sup>……, 22 m<sup>2</sup>, 24 m<sup>2</sup> で、年齢は 2 年, 4 年, 6 年, ………, 18 年, 50 年としている。表で示しているものは蓄積のみで、林分構造、各種成長量などを示してならず初歩的段階であるが、フタバガキ科天然林については貴重なものであり、今後の改良が期待される。

### 3-1-2 インドネシアの調査

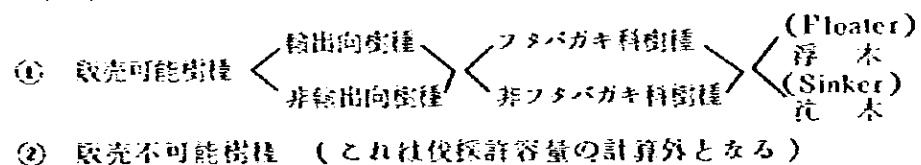
インドネシアもメートル法を採用している。

RFは1.30mで、根張りのある場合は根張りの終端より20cm上である。直径測定は直径(割)テープ、輪尺、Biltimore Stick, Relaskopなどによる。括約は1cmであるが、周囲測定るときは小数点2位以下切捨て1位にとどめる。

樹高の測り方はPERHUTANIと外領の営林局とでは異なる。前者は地際から樹頂までの高さを測り、樹高としているのに反し、外領を所管する林業移局の計測局関係では利用長を測る。この利用長は根張りの終端や伐採点でなく、RFから第1枝までの長さ(L)を指す。測定器具はHAGA測定器やクリステンが用いられる。括約は直径で1cm、樹高で0.5mである。

立木材積の計算は計測局管轄の外領では $V = \frac{\pi}{4} (RPD)^2 \times \text{利用可能幹長} \times \text{係数}$ で計算する。この係数は0.7 (Kalimantan など) または 0.75 (Palemban など) である。最近は、立木材積表も若干作成されてきている。例えば中央 Kalimantan のラミン (*Corystylus bancanus*) とか Jambi のノランティ (*Shorea* 属) の立木材積表などが作成されている。記載される材積は、前述の利用材積と直径10cmまでの成材材積(直径10cmまでの幹材積と枝の材積)である。直径のみで引けるものと、直径と枝下高の両者が見出しとなっている2種類の表が作成されている。なお成材としてはラミンは直径7cm以上、ノランティは10cm以上の材部を含めている。直径は、ラミンは30cm以上、ノランティは20cm以上1cmきざみで、枝下高は1mきざみで記載され、材積は、小数点以下3位まで示されている。なおチークについてはすでに立木材積表はあるとのことである。PERHUTANI では主要樹種について10内外の標準材積表を作成しこれに依っている。なおチーク人工林については地位別の林分材積表をも利用している。

樹種の区分は、PERHUTANIではチークとその他樹種にわけているが、計測局では、次のとおりに分けている。



用途区分は、用材と薪材とにわけられるが、形質、品質の区分は立木では、PERHUTANIも計測局でも行なわない。丸太にしてから行なうことになっている。

丸太材積は既に説明し Breerton法により、丸太材積表では直径5cmから1cm間隔で200cmまで、長さは2mから20mまでであるが、この表にない

材積は次のように計算する。

- (1) 材長 25m, 直径 100 cm の丸太材積は 20m の長さの丸太と 5m の長さの丸太の材積の和として計算する。すなわち,

$$V = 35.34 \text{ m}^3 + 8.84 \text{ m}^3 = 44.18 \text{ m}^3$$

- (2) 材長 10m, 直径 250 cm の丸太の場合,

$$V = \left( \frac{250}{200} \right)^2 \times 31.42 \text{ m}^3 = 49.08 \text{ m}^3$$

31.42 m<sup>3</sup> は材長 10m, 直径 200 cm の丸太材積。

表の材長は 10cm あがりであるが, 10cm ~ 19cm の短寸をつけるのが原則で, 例えば長さ 4.18m は 4.00m, 4.20m は 4.10m, 4.25m は 4.10m となる。薪材材積は巾, 長さ, 高さを割り, それぞれ 1 meter のとき 1 stacked meter (1 sm) という。2 sm で 1 m<sup>3</sup> とし, 実績係数を 0.5 としている。

PERHUTANI では丸太材積表はチークとその他樹種にわたる 2 種類の材積表があるとのことである。

収獲表は Bogor の林業試験場で 1972 年 10 樹種の暫定収獲表を発表し, 1975 年にチーク, *Altingia excelsa*, アガチス, メルクシマツ, ローズ・ウッド (*Dalbergia latifolia*), マホガニー, *Acacia decurrens*, アルビシア・フアルカータ, バルサ (*Ochroma bicolor*), アンソセファルス・カダンバの 10 種について, 本格的な収獲表を作成している。内容はチークの例をあげると地位を 5 等まで分け, 掲載項目は齡級 (5 年から 110 年まで 5 年おき), 上層高, 主林木についての本数とその%, 平均高, 平均直径, 断面積合計, 成材材積 (直径 7cm までの部分の材積, Thickwood という, ドイツの *Derbholz* (成材) に相当する) を記載し, 副林木については成材材積及びその累計材積を示している。さらに成材材積と, 総平均成長量, 定期連年成長量をも示し, 先進国の収獲表に比べほとんど遜色を見せない。上に述べた上層高は 50m × 50m の固定試験地を各辺 10m に区画し, 100m<sup>2</sup> のプロットを 25 個作り, 各プロットの最も樹高の高い木 1 本をとり, その樹高を平均したものである。従って 1ha では 100 プロットの最高木 100 本の平均高である。なお, 固定試験地の材積は直径階別本数表を作成し, 各クラスの断面積合計が等しくなるように 3 クラスにわけ, 各クラスから断面積平均直径木 3 本の標準木をとり, Sualian 式による区分求積を行ない, 各クラスの材積を求めて林分材積を導いている (Hartig 法による計算法)。



PERHUTANI でもチークの収獲表を作成しているが、林業試験場のものに比べ、古く、かつ記載事項も少く、単に林分材積推定に使用しているようである。

林分成長量の査定は人工林では収獲表により、天然林では成長量による成長量調査が行なっていない。

### 3-1-3 マレーシアの測樹

マレーシアは現在英国法のフィート、エーカー等を採用しているが、1982年にはメートル法に移行する予定である。

樹高あるいはRFは人工林では4フィート3インチ(129.5cm)、天然林では4フィート6インチ(4.5ft=137cm)と定められているが、根張りのある場合は根張りの終端より2.5フィート(76cm)をRFとしている。<sup>①</sup>

立木の直径または周囲は、通常はこのRFを巻尺または直径テープによって測る。輪尺も使われるが、直径テープが最も多い。周囲測定値を直径に換算して用いることが多いが、その場合は $\pi$ の逆数0.3183をかけて換算している。直径は $\frac{1}{10}$ フィートまで測る。

樹高測定は、人工林では地源から樹頂までを測るが、天然材では、株または根張りの終端から第一枝(Crown Point 樹冠最下部)までを測り、これを幹高(Bole Height)という。

株高は根張りのない木では2フィート(61cm)と仮定している。なお、Crown Pointの下に皮付直径で12インチの箇所があれば、そこまでが幹高となる。

樹高測定器具はHAGAが最も広く用いられ、SUUNTO、Blume Leissも用いられる。

立木材積は全国共通の直径のみによる一般材積表(General Volume Table)によって求めるが、地方には直径、樹(幹)高によるLocal Volume Tableもある。またマレーシアの林業試験場でも同国の主要販売樹種についての利用材積表を1965年に発表している。表は13に分かれ、含まれる樹種は軽貨の広葉樹24種(内Shorea属11種)中貨の広葉樹6種、重貨の広葉樹8種の合計38種である。表示してある材積は株を含まない(旧材積表は株の材積を含む利用材積であった)。上部

① 林業試験場の試測では、RFは根張りの上1フィート(30.5cm)とのことだが、Kuantan 産葉区やFAOなどの調査報告では2.5フィートとなっている。1フィートは林試だけの取りきめと思われる。

皮付周囲 48 インチ ( 直径 15 インチ ) までの利用材積を示している。見出しは周囲 ( インチ ) と幹長 ( Clear Bole Height (ft) ) で周囲は 48 インチから 3 インチきざみで最大 216 インチ ( 直径 69 インチ = 175 cm ) まで、幹長は 5 フィートきざみで 20 ~ 最大 130 フィートまで材積は立方フィートが単位となっている ( たゞし、最大周囲、最大幹長は樹群によって異なる )。利用材積の終端の上部直径についてはこの材積表では 15 インチであるが、FAO の行なった資源調査では 12 インチまでとしており、両者に食い違いが見られる。また同国森林局の外業指針によれば、RFD が 18 インチ ( 46 cm ) 以上の木についてだけ、16 インチ丸太が何本とれるかを調べればよいことになっており、18 インチ未満の RFD の木については調査しなくともよいことになっている。いずれにしても、これらは直径や周囲と異なり目刻でよいとされている。上述のように多数の材積表はあるが、現実にはこれらをまとめ、カリビアマツ 1 種、広葉樹 2 種の計 3 種の立木材積表が実用されているとのことである。

丸太は末口の最短径とその直角方向の直径の両者を測り平均して径数を整理し 1 インチにとゞめ円柱として材積を求め、州によっては直径の代わりに周囲を測る場合もある。従って、丸太材積表は直径 ( 6 インチ以上 1 インチきざみで 5 フィートまで ) と長さ ( 6 フィート以上 1 フィートきざみで 30 フィートまで ) で材積 ( 立方フィート ) を表わした Log Volume Tables と、周囲 ( 3 フィートから 1 インチきざみで 13 フィートまで ) と長さ (  $\frac{1}{2}$  フィートと、10 フィートから 1 フィートきざみで 30 フィートまで ) で材積 ( 立方フィート、小数点以下 1 位まで示す ) を表わした Quarter-Girth Log Volume Tables が発表されている。たゞし前者はマレーシア連邦全体に適用するもので、後者は Johore 州だけのものである。なお丸太の長さは、5 捨 6 入式で 1 フィート単位に括約する。

薪材の材積測定は日本の薪薪の場合と同様で、Stack Volume である。長さは不定だが炭材の場合は 1 m の長さに伐る。ただし、マングローブ林の場合は Pickle ( 133 ポンド ) が単位である。

製材は 50 立方フィートを 1 ( マレーシア ) トンとしている。

用途区分は用材と薪材にわけ、マングローブ林はさらに木炭用、薪用、小丸太にわけ、また、森林調査の際、18 インチ以上の直径を有する木の第 1 丸太 ( 長さ 16 フィート ) については Prime ( ベニヤ用 )、Good ( 製材用 )、Poor ( 用途なし ) の 3 クラスに分けるよう定められている。FAO の資源調査では Prime ( ベニヤ用 )、Good ( 高級製材用 )、

Fair to Poor Quality Sawwood (並製材用), (残丸太 Residual, 8 ft 未満の丸太)の4種にわけている。

収穫表については、過去においてノランティ、クルイン、ユーカリ、その他各樹種の成長収穫の研究の発表はあるものの、まとまったものはない。現在林業試験場で固定試験地を設けて当初数年は毎年、以後3年ごとに測定してデータを収集しているとのことである。

### 3-1-4 タイの測樹

タイではメートル法を採用している。

樹高は1.30mで、直径を測定せず、テープにより周囲(Girth)を測る。普通の調査では樹高周囲(GBH)30cm以上の樹のみ測定する。

材積を求めるためには樹冠下の枝のないいわゆるClear Bole Length(幹長)を測ることは他の熱帯諸国と同様であるが、HAGAなどの器具を使って、樹高をも求める。幹長は伐採点以上において普通5m長さの丸太何本とれるかで表わし、GBHと丸太本数で立木材積表で求める(株高は20cm)。

立木材積表はチークとフタバガキ科とその他広葉樹の3種の材積表があり、GBHは15~45cm, 46~100cm, 101~110cm, 以下10cmきざみで最大500cmと区分され、GBH Class, 1, 2, 3, …… , 42とされている。丸太本数は1 Log, 2 Logs, …… , 5 Logsまで掲げられ、下表のように材積は小数点一位まで示される。

GBH (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )					GBH Class
	1 Logs	2 Logs	3 Logs	4 Logs	5 Logs	
15~45	-	-	-	-	-	01
46~100	-	-	-	-	-	02
101~110	0.3	-	-	-	-	03
111~120	0.3	0.6	0.8	-	-	04
…						
…						
491~500	7.2	12.1	16.8	20.4	23.1	42

なお立木の用途および品質区分として、健全材、不良材、悪材がGBH 100cm以上の木について区分され、GBH 46~100cmは小丸太材として区別している。

丸太は中央周囲を測り、10cm階に分類され、中央断面積に長さをかけ

て材積を求めている。

なおマングローブについては単に用、薪の区分を行なうだけである。

タイはジャワと同様チークの人工植栽が今世紀当初より行なわれ(1906年)、収獲表もチークについては作成されている。他樹種についてはないが、森林の成長については、王室森林局の造林部、カセサート大学などで研究が進められているが、独立した林業試験場のないせいか、インドネシア、マレーシアなどよりはこの面では遅れている。

### 3-1-5 インドの測樹

インドの林業は、世界の熱帯林業のなかでは、実行も研究も歴史が古く、森林経理、測樹の研究は最も進んでいる。これは英領時代、英国人がインドを根拠として林業の研究を進めたからである。

この国はすでにヤードポンド法すなわち英国法をメートル法に切りかえているが、ここで述べるものは旧英国法時代のものである。現在は、メートル法になったため若干変わったもののその骨子は変わっていないと思われる。

○胸高。地上1フィート6インチでマレーシアと同じであったが現在は1.3m。胸高部が異常なときはずらして測定し、分枝木は分枝点が胸高より下にあれば2本とし、上にあれば1本とする。根張りがあれば、その樹種が将来どこまで根張りが達するかを想定し、そこに+印をつけてRFとし測定する。RFは地方、樹種によってその高さが定められている。

○直径測定。輪尺を用いるときは相互に直角に2方向を測定し、平均する。皮内直径を測定するときは3インチ~4インチの巾に測定部位の皮をぐるりと剥く。直径は $\frac{1}{10}$ インチまで読む。

○樹高測定。立木の全樹高は地上から、樹頂または樹冠最上部まで垂直に測る。伐倒木の樹高は直線的にテープで測り、幹の曲り、欠点などは考えない。全樹高は1フィート単位で測り、0.5フィート以上は1フィートとして計算する。

○年輪。年輪を有する樹種は株の年輪を数えて決定する。たゞし、株高に達するまでの年輪を加える。株高は由倒の地上から木の中心が伐られた点までの垂直高とする。株高に達する年数は同じ条件下に生育した稚樹から推定するが、この稚樹は枝正をうけないものを選ばねければならない。樹種、形質、更新法によって標準株高年輪を定められている。株の中心に孔がある場合は、孔の最大径を測り、その直径に近似した株を多数選んで年輪を測り、それを参考にして年輪を決定する。

○材積。用材材積は無皮材積、小径木は皮付材積とする。総材は6フィート×3フィート×3フィート=54立方フィートが単位となっている。

標準木測定；標準木測定は次のとおり。

無皮および皮付胸高直径；著しい根張りのある木（とくに *Bombax malabaricum* と *Holoptela integrifolia*）の場合4.5フィートの周囲と上記+印をつけた部位の周囲と直径をも測る。

全樹高は1フィート単位で測る。

標準木樹（幹）高は地上から皮付平均直径8インチまでの幹の垂直高とする。標準木材積は皮付直径8インチまでの無皮材積とし、株も含む。根張りのある木では直径は根張りの最終部に最も近い部分とその上の地上から5フィートまたはその倍数の高さの部位で測定する。この2点間の総りはその下方地際まで同様とする。木の上部は10フィート区分で測る。

標準木の小径材積は2インチと8インチ間の皮付材積である。

伐倒木においては全長をできるだけ等しい区分にわけ、区分長、区分の中央直径（無皮と皮付）を測る。区分長は10フィートとし、端数は先端にとるのが望ましい。区分長は直線に測る。

胸高と樹頂との中央の無皮、皮付直径を測る。

株の年輪数を数える。

材と辺材の明らかな木は辺材の厚さを測る。

○利用上の測定。皮付胸高直径を測る。

全樹高は1フィート単位に測る。

利用幹長は株上利用直径までの長さ。

利用材積は利用幹長部分の無皮材積、

区分長、区分の中央直径（無皮または皮付、区分の方法は標準木のときと同様）、年輪の計算、辺材の厚さの測定などは標準木のときと同じ。

○材積表。一般材積表、地方材積表、形状隠材積表が作られている。一般材積表は8インチまでの材積を含み、各樹種について作られている標準材積表と現実の利用直径までの材積を示す利用材積表がある。一般材積表には、このほかに製材々積表と材種別材積表と、材種別製材々積表がある。

地方材積表はその地方に適するよう一般材積表より作られた直径だけで示す材積表である。

形状隠材積表は、上記の諸表を形状隠で表わしたもの。

立木材積表は1929年以降、1947年まで24樹種について作られ、その後も数多く作成されている。

収穫表は1926年ヒマラヤスギ(*Cedrus deodara*)のものを嚆矢とし、現在まで数多く作られており、成長量関係の研究もその他の研究同様熱帯アジアでは、最も多く行なわれ、調査法の研究も進んでいる。

### 3 1-6 ホンジュラスの樹樹

ホンジュラスは中米の開発途上国で、小国ではあるが、マツを主体とする林業は盛んで木材(製材のみ。丸太は輸出しない)輸出額は、輸出の第3位を占め、国土の68%は森林である。この国の林業行政は、始め、天然資源省の森林局の担当するところであったが、1974年森林局は独立して、林業開発公社(COHDEFOR)となるや、林業行政はもちろん、国有林事業をも担当することとなり、外国の援助もあり、同国の林業は急速に進展しつつある。同国の林業発展の問題点としては途上国のいずれにもみられる焼畑移動耕作と森林火災にあることには変りない。しかし、火災予防消防の施設は他の途上国には見られないほど完備している。これは海外の技術協力の賜物である。製樹の分野にも外国の援助協力が行なわれている。

ごく最近、カナダやFAOの協力を得て、中部山地地帯の森林調査指針が完成したので、このうち、製樹に関する部分(森林調査省)を紹介することとする。

樹高は1.30mとするが、横上り木は、根と幹の境い目から1.30m上とし、傾斜木は傾斜の内側の幹にそって1.30mとする。分枝木の扱いはインドの場合と同様である。直径は直径テープで測るかまたは巻尺で直角2方向を割り平均する。根張りのある木は根張りの終端の直径を樹高直径とみなす。直径活は2cm活とし、すべて偶数とし、12cm活は11~12.9cmのような範疇とする。測定は12cm活から始められる。

全樹高は10cm単位にSUNTOやHAGA 測定器で測る。全樹高は根元から樹頂までの距離とする。

直径30cm以上の木については利用高を測る。

利用高は根元から樹冠下部までである。樹冠を形成しない枝は無視するが、分枝木は分枝点までの高さとする。なお、無視される枝は長さ2m以下、直径は着生点で12cm以下とする。単木の樹冠の高さが異なるときはその平均をとる。

成長量の調査は広葉樹を除いて、針葉樹に対して成長錐により最近5年間の半径成長をcm単位で測る。

年齢は胸高から成長雑により鱗片を取り年輪を算える。中心部が腐れて算えられないときは直径長と年輪数の比例配分で推定する。

欠点は木の表面上の欠点、ねじれやまがり、芽類の着生、損傷、火傷、こぶ、折損などにより判定する。直径 30 cm 以上の木と 28 cm 以下の木とは形質のわけ方が異なり、前者は第 1 丸太（長さ 3m）と第 2 丸太（長さ 3m）の欠点の組合せで 4 階級に分ける。後者は 2 階級に分けている（詳細は JICA のホンジュラス国森林調査事前調査報告書参照のこと）。

立木材積表は、1977 年 Guatemala の Peter, R の発表したカリビアマツ、オオカルバマツ、ストローブマツの材積表を使用しているが、森林調査にあたり、標本木を伐採しており、新たに独自の材積表や地方材積表を作るとのことである。

収獲表は未調製である。

調査の研究は未だ十分でないが、その進展の気運は高まりつつあるし、とくに森林調査技術は海外の援助もあり、急速に先進国に近づきつつある。





### 3-2 森林調査

熱帯開発途上国に於ける森林調査の体系は、その森林資源開発を主目的として行なわれる森林資源調査がまず先行し、事業実行のための計画の作成を目的とする林分調査が後続する形となっている。また少なくとも

1945年以前にはこれら地域では積極的な調査は行なわれていなかったし、またその基礎となる有効な地形図さえも特定地域を除いては作成されていなかった。科学的調査方法としては、航空写真測量による地形図の作成が初段階で行なわれ、土地利用、森林資源等の開発計画に必要な森林地域の情報を航空写真判読による予備調査で把握した後、これ等の資料から必要な地域の地上調査を実施して、森林蓄積の推定や、開発道路、その他施設の測定調査を行なって来ている。特に1950年初期にサンプリング調査法が森林資源調査の新しい技術として導入されてからは、東南アジア地域(タイ、マレーシア等)ではFAOの専門技術者が中心となってこの手法による広域森林資源調査法の設計と実施指導を当該国に対して行なって、技術者の養成と手法の改善の面で大きな成果をあげて来ている。この報告はこれ等の資料を参考に森林調査の現況を次の3つの構成で述べることにする。

- ① 森林資源調査
- ② 林分調査
- ③ 森林現況調査

ここで言う森林資源調査とは、全国地域あるいは特定開発地域のような大面積の森林地帯に対して行なう調査で、森林資源の実態は勿論のこと、土地利用現況、その他の調査をも併せて行ない、森林・林業の行政上の必要なデータを定期的に継続して行なうマクロの調査である。

次の林分調査とは、森林営林やコンセプション等のための事業計画作成に必要な調査で、具体的には伐採、造林、林道沿山等の事業計画作成に必要な森林調査である。これは、林小班ごとの情報を求める調査であり、前者に比べ、ミクロなものとなる。

最後の森林現況調査とは前二種の調査を実施する以前に行なう航空写真判読調査について主として述べると共に森林計画編成に必要な一般的諸調査事項を併せて述べることにする。

#### 3-2-1 森林資源調査

まず、タイ、西マレーシアでは、森林資源調査を全国規模で実施してい

る。日本では1951年に全国森林資源調査(3,000スポット調査)を林野庁が実施し以後3回に涉ってくりかえされている。

森林資源調査の概要を述べると、地形図から、緯経度をもとに一定の方眼線を引き、その格子点を中心に調査精度に応じた標本数を定め、その必要な標本数を、この格子点間からランダム或は経統的の抽出法によって選出し、その抽出した標本点を規定の調査方法で調査して、その対象区域全域の森林面積、蓄積等を推定する方法である。以下具体的にタイ、マレーシアの方法について説明しよう。

### 3-2-1-1 タイの森林資源調査

タイ国の森林資源調査の方法は、1955年にDr. Loetshが考案した方法をDr. Chumni Bunyoposが改良したものを基準として設計されている。

この方法はCamp-Unit Systemと一般にいわれている方法でSampling densityは0.05~0.1%の範囲で実施されている。1967年にFAOは紙・パルプ資源調査(Paper And Palup Material Survey)をこの方法により実施しており、FAO方式としては、概ねこの調査方法が定着化しているようである。

以下その概要を説明しよう。

①調査準備。調査地域の航空写真から森林タイプを判定し、区分してこれを1:50,000の地形図に指示する。

※ 航空写真による森林タイプの区分については資料「調1」の資料を参照されたい。

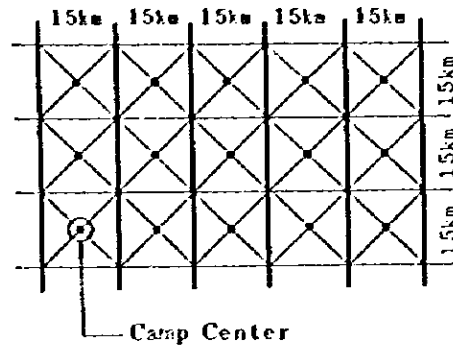
②標本地(Camp Center)の抽出。縮尺1:250,000の地形図に15×15km方眼線を引き、全国を4ブロック(北部、北東部、中部、南部)に分け、それぞれのブロックを母集団としてサンプリング調査をおこなう。サンプリングの方法は等間隔抽出法で、ランダムに出発点を定め、1074点(北部521、北東部274、中部188、南部91)を抽出し、これを固定標本地として5カ年毎に調査をしている。初回の標本地を原点として、各固定標本地は、次回以降の調査では隣接した格子点に移動して調査をすることになっている。

縮尺1:50,000の地形図上に15×15kmの方眼線を引き、抽出し標本点を1:250,000地形図より出来るだけ正確に移字をする(図3-2-1参照)。現在1074点を固定標本地として設定している。このCamp Cen-

ter は抽出された格子の中心点とする。

③ Tract Unit の測定。 Camp Center を中心点として、東、西、南、北

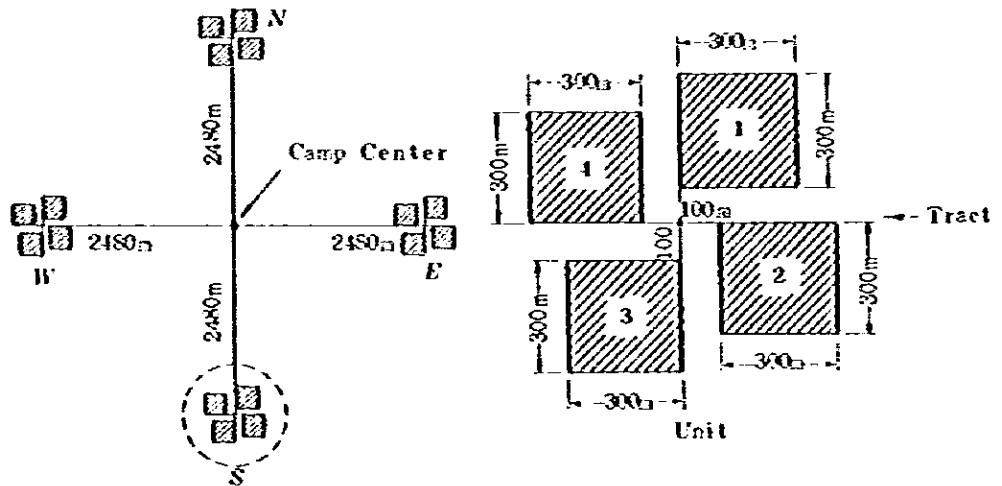
図3-2-1 camp center



にそれぞれ直角に 2480 m ずつを測定して、ここから 100m のところを起点として、方位線の右側に直角に 300×300m の正方形の Tract をとり、東西南北線の 1 個所に図3-2-2 及び 3 のような標本地を 4 ケ宛計 16 カ所を測定する。この一組を 1 Unit と云う。

図3-2-2 Tract Unit の一例

図3-2-3 Unit の関係位置図



④円形プロット調査。300×300m の正方形の四辺上に 1 辺につき 5 カ所の 0.1 ha の円形プロットを設定し、図3-2-1 のように配置する。

円形プロットの設定は、300m の一辺長の起点から 30m のところを第 1 の円形プロットの中心点とし、以降 60 m 間隔で 4 点設定する。最終点の位置は辺長末端から 30 cm のところになる。

円形プロット内には半径の異なる 4 種の同心円プロットを設定する。即ち 0.1 ha の円形プロットは半径 17.84m のもので、この円形内に更に 0.05 ha ( $r = 12.6m$ ) と 0.01 ha ( $r = 5.64m$ ) 及び  $r = 1.64m$  の 1 つの同心円を設定し、次表のように 1 つのそれぞれの円周内の立木について、調査する。

図3-2-4 円形プロット配門

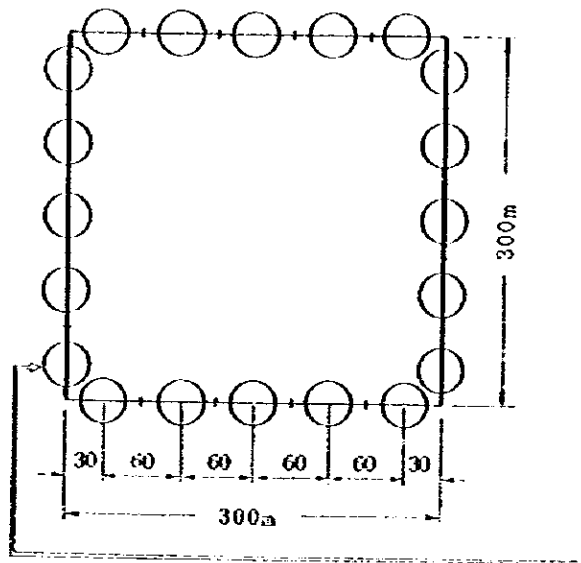
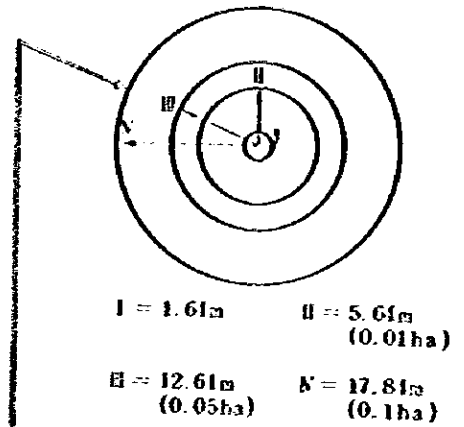


図3-2-5 円形プロット



円形半径 r	調査対象木
I      1.26m	稚樹長 0.5m 以下
II      5.61	0.6 ~ 1.3m の幼樹 (0.01ha)
III      12.61	B D H 2.8 cm ~ 5.8 cm の立木 (0.05ha)
N      17.81	B D H 5.9 cm 以上 (0.1ha)

調査野帳は次の様式が使用されている。

調査野帳の様式

Permanent Camp No. \_\_\_\_\_ Unit No. \_\_\_\_\_ Tract No. \_\_\_\_\_

Province Code \_\_\_\_\_, Reference Map sheet \_\_\_\_\_, Co-ordinate

X \_\_\_\_\_

Y \_\_\_\_\_

Sample plot No	Tree No	Species No	Girth at B.H. (cm)	Volume m <sup>3</sup> (HOPPUS)	Height (m.)	Timber Quality	Girth at B.H. (cm)	Volume m <sup>3</sup> (HOPPUS)	Height (m.)	Timber Quality	Girth at B.H. (cm)	Volume m <sup>3</sup> (HOPPUS)	Height (m.)	Timber Quality

この現地調査の結果は凡てコンピューターにより計算、集計、分析出来るように、次表の様式で取纏められる。

**THAILAND, NATIONAL FOREST INVENTORY  
FOREST INVENTORY SECTION, FOREST MANAGEMENT DIVISION  
ROYAL FOREST DEPARTMENT, BANGKOK**

RECORDER		CHECKER				DATE		MAP L7017 N2:									
CARD TYPE		PROVINCE		CAMP		UNIT	TRACT	PLOT			STRATUM			DENSITY	TOPO		
COL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
SPECIES			G. B. H.		TIMBER	N <sup>o</sup>	VOLUME			TREE	REGEN-						
ABBR.	CODE		CM	CLASS	QUALITY	CLASS	OF	HEIGHT			HEIGHT	RATIO					
COL		17	18	19		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
																	02
																	03
																	04
																	05
																	06
																	07
																	08

現地調査は次の事項を調査して野帳に記入する。

- Sample plot 番号
- 特定木番号
- 樹高直径 (樹幹 cm)
- 材積 (Hoppers m<sup>3</sup>)
- 樹高 (m)
- 丸太品質
- 更新状況

(付) タイの人工衛星写真による森林調査

タイ国では1973年～1976年の間の国土の土地利用状況変化を人工衛星写真を利用して調査している。このように人工衛星写真によって国土全域(或いは広域)の土地利用状況の変化を定期的に調査し、国土計画作成の基礎資料に活用することが近年各国で行なわれており、例えば東南アジアでは、タイのほかフィリピンが具体的林業政策の基礎資料として、衛星写真を活用して効果をあげている。

タイ国では東部地域 (Chon, Buri, Rayong, Chantaburi, Chachoengsao, Nakhon, Kayok, Prachin Bui, Trat) の八県 36,394km<sup>2</sup> (全国土の 7.1%) について 1972/73年に撮影した Landsat I号と 1975/76年に撮影した Landsat II号のデータを利用して、5バンドと7バンドから白黒の合成写真を縮尺 1:50,000 と 1:250,000 で作り、期間中の土地利用、特に森林の分布状況の変化調査をおこなった。この結果この期間年平均 5.3% の割合で森林面積は減少しており、1972/73以降3年間で 16% も減少していることが明らかになった。最も減少したところは 1973~1976 の年平均で Chonburi が 12.7%, Poyong が 12.1% であった。この結果県別に森林確保目標面積を設定して、森林行政の大きな柱として林政を推進している。

表 3 - 2 - 1 は 1973年のこの地域のセンサス調査での面積 37,725 km<sup>2</sup> をベースとして、森林面積を 10%, 15,090 km<sup>2</sup> を確保する目標を設定した表で、人工衛星写真の利用の好事例として紹介する。

表 3 - 2 - 1 県別森林面積と将来目標面積一覧表

県名	TOTAL	Forest Area Actual		Forest Area Disired		Difference	
		km	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Chachoengsao	4,146	2,131	39.1	2,178	40	-47	-0.9
Nakhon Nayok	2,413	536	22.2	965	40	-429	-17.8
Prachin Buri	12,341	4,497	40.5	4,936	40	+461	+4.05
Chon Buri	4,506	636	14.1	1,802	40	-1,166	-26.0
Rayong	3,977	628	15.8	1,591	40	-963	-24.0
Trat	2,995	1,023	34.1	1,198	40	-195	-5.9
Chanthaburi	6,047	2,680	44.3	2,419	40	+261	+4.3
TOTAL	37,725	12,631	33.5	15,090	40	-2,459	-6.5

### 3 - 2 - 1 - 2 西マレーシアの森林資源調査

西マレーシアの森林資源調査は、1970/72より次のような手順で実施している。

①航空写真と測量基本図。マレーシアの森林資源調査は、同国測量局が土地利用計画策定の目的で、1966年に撮影した縮尺 1:25,000 の航空写真から作成した 1:250,000 の西マレーシア全域の地形図を調査設計用図面として利用している。

②航空写真判読による林相区分。全国土のうちから森林地域を求めため

航空写真判読によって現況を把握する。更にその森林地域について、航空写真の判読により次のように森林のタイプを区分し、記号により表示し、航空写真林相図を各州ごとに作り、1971年に全州完了した。

航空写真による林相区分

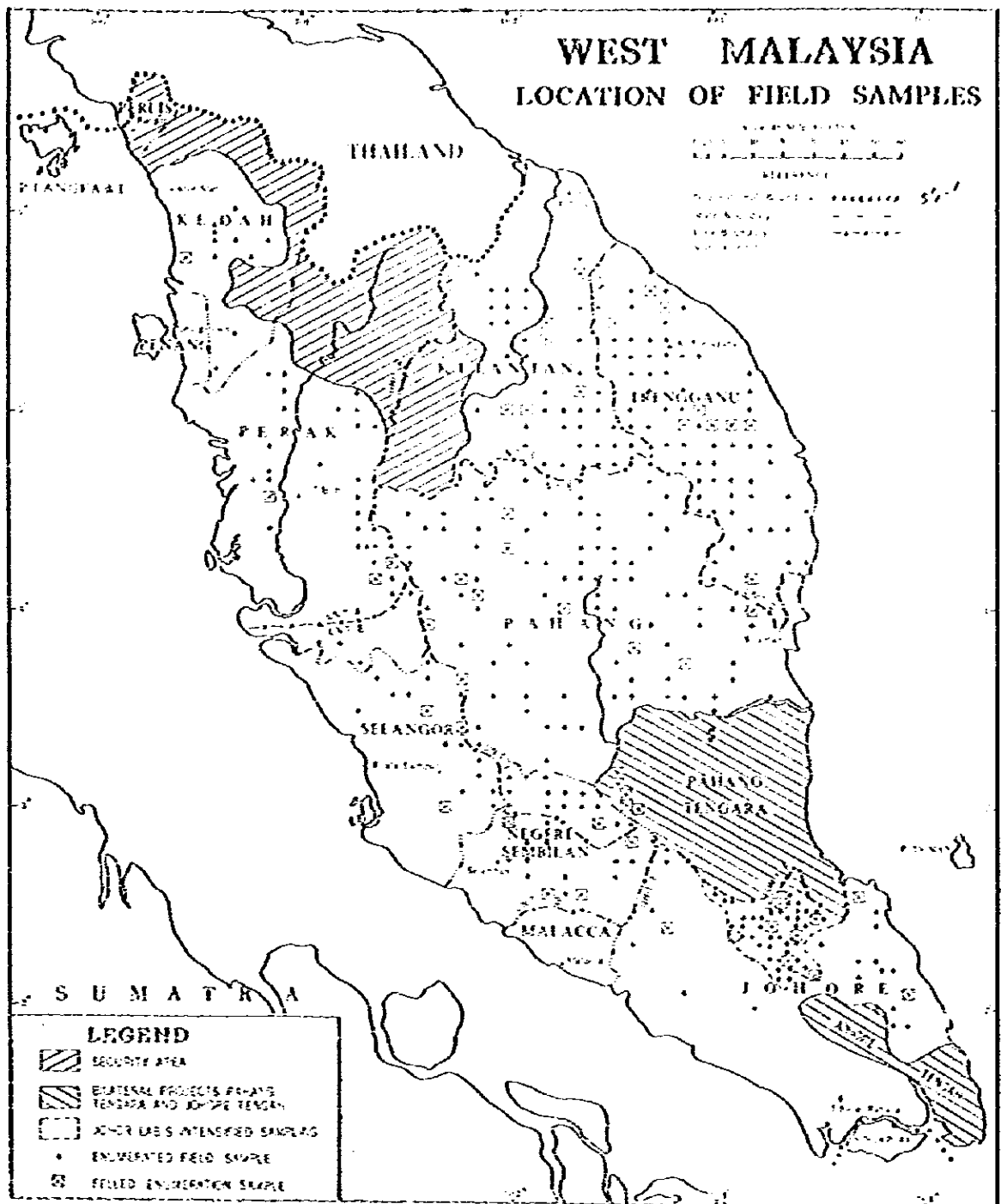
	記号			林相
1	PS	Pure	セラヤ林 Seraya Forest	優良生産山岳森林で凡て灰色の樹冠のタイプ(森林型16 type)
2	MS	Mixed		
3	G	Good	非セラヤ林 Non-Seraya Forest (Hilly)	優良生産林で灰色でない凡ての森林 まれに生産見込のある森林 生産見込のない森林
4	M	Marginal		
5	P	Poor		
6	Ma	Upper Hill (montana)		標高1070m以上の森林
7	SG	swamp, Good		WとSの優良森林
8	SP	swamp, Poor		生産見込のない森林
9	SM	swamp, Mangrove		マングローブ林
10	E	Erosion	保安林 Disturbed Forest	すべてcタイプ
11	SC	Shifting Cultivation		すべてaタイプ
12	O	Other		すべてi, jとtタイプ

- (注) ○ Sは1と2と合わせた表現で Superior の意  
 ○ PSはセラヤの大径木多いが Meranti が多い  
 ○ Wは7と8を一括にした表現で water logged の箇所を示す。  
 ○ 10, 11, 12はDとして10と11はsub-typeとしてD/E, 焼畑はD/Aとする。

以上の表にもとづいて森林を航空写真上で次の10タイプに区分している。

- S - 優 (Superior)
- G - 良 (Good)
- M - 適当 (Moderate)
- P - 不良 (poor)
- U - 高地 (Upper Hill)
- Wi - 内陸湿地 (Inland-Swamp)
- We - マングローブ (Mangrove)
- D - 危険地 (Disturb)
- D/A - 移動耕作地 (Shifting Cultivation)
- D/C - 崩壊地 (Soil Erosion)

図3-2-6 全国森林資源調査格子点図



(注) 緯経度で5'×5'の格子点を設定(森林のみ)

③サンプリング用設計図。標本抽出用基本図は1966年作成の縮尺(1:126,720)の地形図に林相区画線を航空写真から移写し、緯経度で5'×5'の方眼線を描示する。

④標本抽出調査。調査対象地は西マレーシアの6つの工業計画地域とし、標本抽出方法は各地域ごとに格子点図からランダムに抽出される。この様



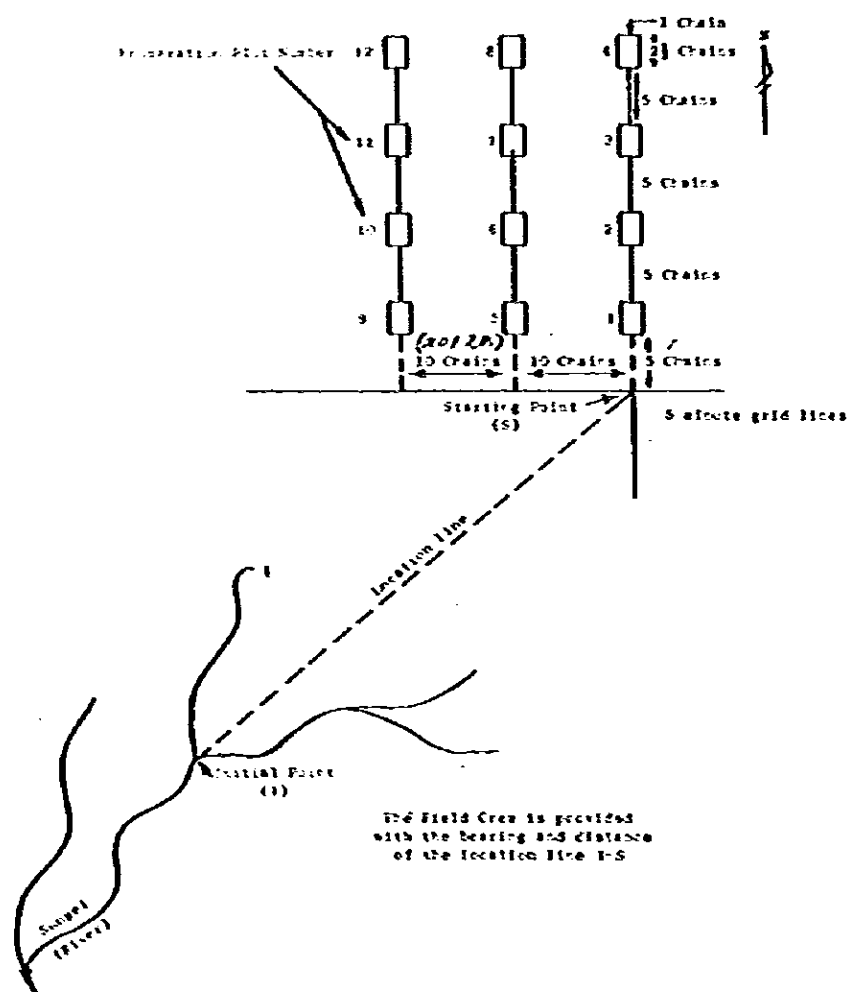
木の抽出数は過去の経験から平均階当り蓄積の変動係数を40とし、 $\frac{10}{2}\sqrt{n} = 64$  から  $n=64$  を計算する。主要樹種毎の推定誤差は別に示すように95%の確率で±10%の精度で、主要樹種の推定値は±20%の信頼中に入ることになっている。抽出された格子点は縮尺1:63,360の地形図と写真上に移写される。

この標本地の設計は過去の経験やデータから決定される。これは森林の構成が非常に複雑であるためである(図3-2-6参照)。

抽出した格子点の標本地はRandom Cluster Sampling Systemという方法によっている。これは標本毎で5間隔の格子線に直角に北に10 chain(200 m)間隔の平行線を三本測量し、各測量線の起点から、測線上に5 chains(約100m)ごとに巾1 chain(約10m)、長さ $2\frac{1}{2}$  chain(約50m)の矩形の標本を各測量線毎に1カ所宛、計12カ所を設定する。

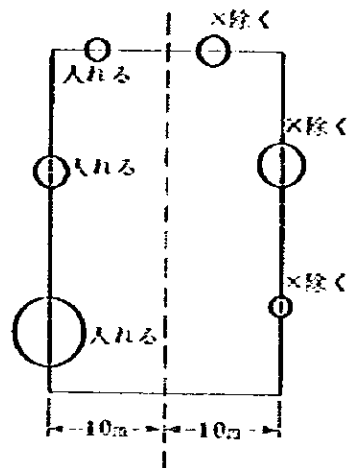
その関係位置は図3-2-7. クラスター標本地配置図の通りである。

図3-2-7 cluster sample pot  
クラスター標本地配置図



⑤調査工期。従来の経験によると1日で1.6 kmの測量と0.1 haのプロット調査を4カ所実施しているので、この調査方法では、0.1 ha (50m×20m)のプロットを4カ所を100mおきに設定して調査するのが1日の工期となる。1班で1標本地(12 plot)に8日間が必要で1カ月3～4標本を調査する。この全国調査には12カ班を編成している。

⑥調査対象木。地上調査は測量線を中心に直角に片側10m巾、両側20mで、長さ50mの区間を毎木調査する。この場合境界線上にある立木のうち、中心線より右側のものは調査しない。調査は38cm以上の立木につき樹種本数、直径等を調査する。



⑦調査事項と野帳。この調査は次の調査野帳に従って行なわれる。

一般事項：

unit 番号(2), sub-unit 番号(3), 標本番号(7・8), 州名(9・10)

林相：(18・19)

林相コード：00-16

- 00 一次林
- 01 弱度の伐跡地
- 02 中程度の "
- 03 強度の "
- 04 皆伐地 (clear land)
- 05 二次林, 灌木林
- 06 竹林
- 07 野生バナナ
- 08 焼畑地
- 09 その他の耕地

- 10 岩石露頭
- 11 エロージョン
- 12 水 坎
- 13 水中伐採
- 14 湿 地
- 15 採石物, 採鉱場
- 16 公共施設 (道路歩道)

傾斜地 (20)

傾斜コード:

- 0 峯, 山頂部
- 2 上部斜面
- 3 中部 "
- 4 下部 "
- 5 谷
- 6 平坦地

傾斜度 (21, 22, 23)

斜面方向: (斜面方向を8方位に区分する) 24

- 0 0 ~ 45°
- 1 46° ~ 90°
- 2 91° ~ 135°
- 4 136° ~ 180°
- 5 181° ~ 225°
- 6 226° ~ 270°
- 7 271° ~ 315°
- 8 316° ~ 360°
- 9 平 坦 地

土壌: (25) (各プロットの表上の状況をしらべる)

- 0 直径1 feetの大石あり
- 1 直径3 inch ~ 1 feetの中位の石あり
- 2 直径3 inch以下の小石
- 3 砂地
- 4 砂質壤土
- 5 壤土
- 6 粘質壤土

- 7 粘土
- 8 泥炭
- 9 ラテライト

立木測定記録

樹種コードと名称 (31, 32, 33)

樹木一連番号 (34, 35) (支番号01から)

伐根高 (36, 37, 38)

普通地上から2 feet (約65 cm)のところで根張りあるときはこれを除く。

直径 (39, 40, 41)

伐根高から2.5 feet (0.76 m)の高さのどこを測定する。

品質 (42, 43, 44)

(42) : 一番玉 16 feet 材 (4.88 m)

(43) : 2番玉 16~32 feet (4.88 m~9.76 m)

(44) : 3番玉 32 feet (9.76 m~枝下点)

最少の丸太は8 feet (2.44 m玉)

以上の丸太と用途別に4区分する。

- 0 ベニヤ用
- 1 板製材用
- 2 2級 "
- 3 其の他向
- 4 8 feet 以下のも

西マレーシアの森林調査野帳の様式

(F.P.L.35)

Enumeration Form																																								
ENUMERATION CARD FORESTRY AND FOREST INDUSTRIES DEVELOPMENT PROJECT																																								
Crew Leader Name															Checker Name																									
.....															.....																									
Date: .....															Date: .....																									
Card Code	Unit	Sub-unit	Sample	PWT	Site	Crew Leader	Checker	Local Status	Soil Capability	Photo Strata	Elevation	Condition	Location on Slope	Percentage on Slope	Aspect	Soil	Number of Trees	Species Group Code																						
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											

Species Code No.	Species Name	Tree Serial Number	Stump Height	Diameter	Quality	Bark Thickness	Diameter to Feet Above Stump	Diameter to Feet Above Stump	Diameter at Crown Point	Bore Length Above Stump				Remarks																						
										Total		Free of External Defect																								
										To Crown Point	To Minimum Top	To Crown Point	To Minimum Top																							
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64			

⑧ 調査結果。調査結果は林型別、地域別の面積、蓄積の集計表として作成される。

3-2-1-3 東マレーシア(サラワク)の森林資源調査

東マレーシアの森林開発計画策定のため、1969~1972にサラワクの森林開発対象の8箇地に対して、航空写真を投写し、森林調査を行っている。対象地は主としてフタバガキ科混交林である。本調査はFAO刊行のForestry and Forest Industries Development, Malaysia, an Inventory of the Mixed Dipterocarp Forest of Sarawakで報告されている。この調査方法は、次のとおりである。

① 航空写真の撮影と区化

航空写真の撮影は1:25,000~35,000で行ない、区化は1:50,000で、更に1:250,000の縮小図も作成されている。

② 航空写真判読

航空写真から、樹種区分、樹形の大小、樹冠疎密度、林型、地形などを

刊読する。

③林相区分と土地利用

- ・森林外のところは最小巾 40m, 泥水用地 4.05 ha 以上
- ・森林の密のところは, 最小巾 100m, 最少区劃 4 ha 以上
- ・山岳地の急傾斜では最少区劃は 10 ha 以上
- ・各 unit の最少単位を 105 ha とする

刊読は次のように区分してコード番号により写真上にその区域を指示する。

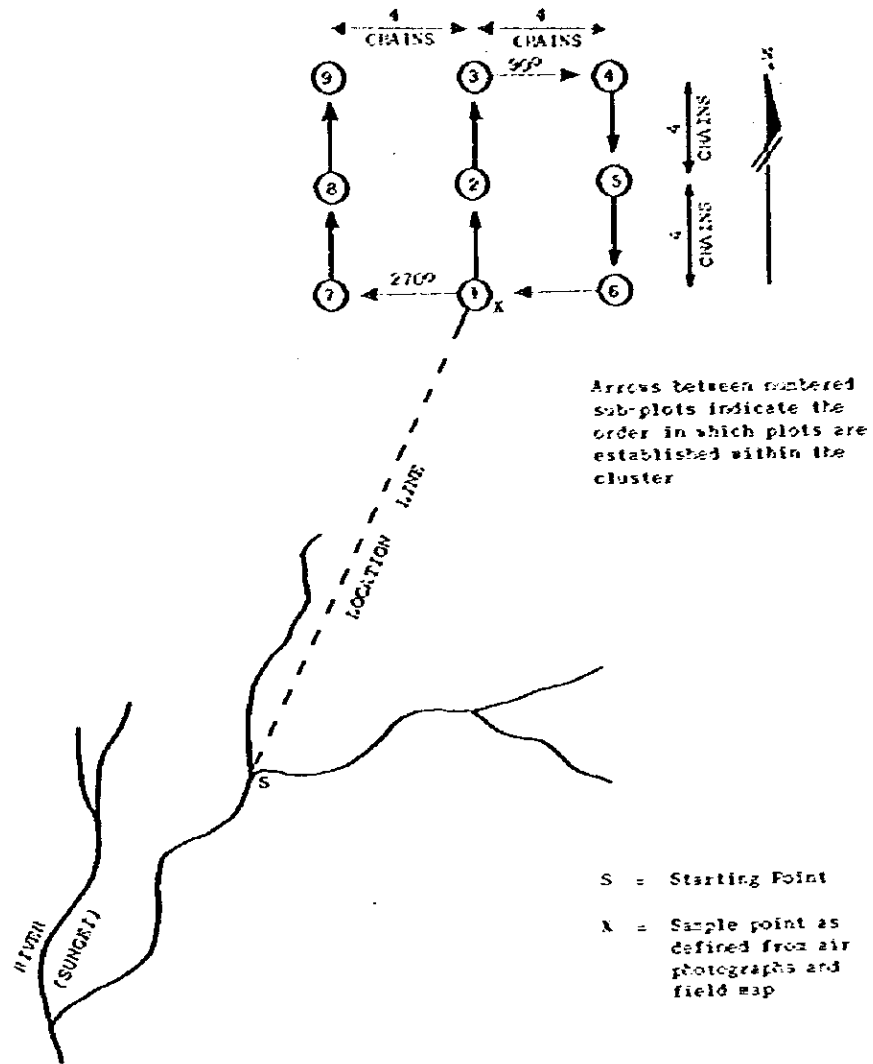
森林地域：

刊読記号	林相
MD	フタバガキ混交林 Mixed Dipterocarp Forest
MDR	フタバガキ残存林 Mixed Dipterocarp Remnant F.
K	ケランガス林 Kerangas F.
L	低地林 Low land F.
B	海岸林 Beach F.
A	アラン林 Alan F. (shorea albide)
S-F	湿地混交林 Mixed Swamp F. (Peat Sawamp F.)
NC	灌木林 Scrub F.

森林外地：

刊読記号	土地利用
C	農耕地 Crop land
P	樹木園地 Plantation : Banana, Oil palm, Pepper, Rubber 等
SA	移動耕作地 Shifting Agriculture
U	商工業, 都市, 公共用地
B	Arren 岩石地 Rocky Area
S	湿地 Swamp

LAYOUT OF INVENTORY FIELD SAMPLE



樹冠疎密度は、疎(33%以下), 中(33%~67%), 密(67%以上)に区分する。

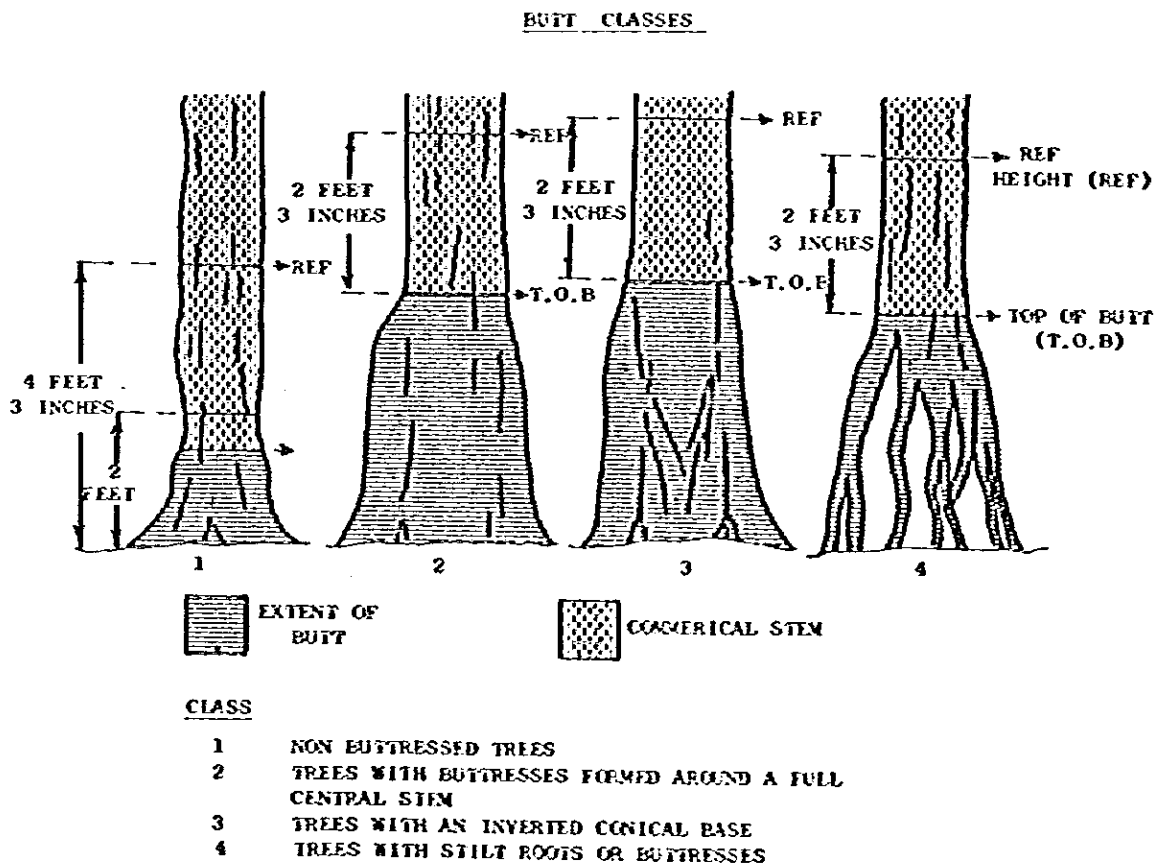
①地上調査(標本調査)

サンプリング調査は1969年には95%の確率で10%の信頼度で標本抽出を行なった。調査対象木は胸高直径が46cm以上のものであった。標本は各ユニット毎に最少19個所をとるよう設計された。

抽出方法と標本地の設定は次のとおりである。各ユニット毎に100エーカー(約40ha), すなわち656.15×636.15mの方眼を1:50,000の地形図に引き, これを格子点として等間隔抽出法で標本原点を抽出している。標本原点は, 航空写真上でその位置を明示し, これを現地で確認し

て、修定測量を行なう。測量及び立木調査は図3-2-8のように標本原点から出発し、数字の順序で80m毎に円形プロットを9点設けて行なう。一つの円形プロットの面積は10平方フィート(約0.01ha)である。調査対象木は胸高直径8インチ(約20cm)以上と主要樹種毎に調査し、次の調査対象に記憶する。

調査は胸高直径(地上1.3m)と樹高(枝下高)の測定を行なう。樹高は初めは全木測定したが後では35~50%となっている。尚根張りのある立木は次図のようにして測定する。





樹種は、次のTHE STAND TABLE GROUPS によってコード化し、  
 類別される。

### THE STAND TABLE GROUPS

Stand Table Group No.	Description <sup>2</sup>	Stand Table Entries in Group
Non Dipterocarps		
01	Agathis and Dacrydiom Genera	2
02	Very light density woods -- less than 35 lb/ft <sup>3</sup> (Sp. gravity less than 0.56)	7
03	Light density woods -- 35 to 44 lb/ft <sup>3</sup> (S.G. 0.56 to 0.70)	49
04	Medium density woods -- 45 to 54 lb/ft <sup>3</sup> (S.G. 0.71 to 0.86)	23
05	Durable heavy woods -- 54 lb/ft <sup>3</sup> + (S.G. 0.86 +)	4
06	Non durable heavy woods -- 54 lb/ft <sup>3</sup> + (S.G. 0.86 +)	11
Dipterocarps		
07	Mersawas -- floaters (Anisoptera spp.)	3
08	Keruings -- unidentified by wood density (Dipterocarpus spp.)	1
09	Light density Keruings -- floaters (Dipterocarpus spp.)	4
10	Medium density Keruings -- sinkers (Dipterocarpus spp.)	6
11	Heavy density Keruings -- sinkers (Dipterocarpus spp.)	7
12	Kapurs -- mixed sinkers and floaters (Diyobalanops spp.)	6
13	Luis (Merawan) -- floaters (Hopea spp.)	2
14	Hopea (Chengal Giam) -- sinkers (Hopea spp.)	1
15	White Seraya -- floaters (Parashorea Genus)	4
16	White Meranti -- floaters (Shorea spp.)	3
17	Yellow Meranti -- unidentified by wood density (Shorea spp.)	1
18	Yellow Meranti -- floaters (Shorea spp.)	8
19	Yellow Meranti -- sinkers (Shorea spp.)	4
20	Red and Dark Red Meranti -- unidentified by wood density (Shorea spp.)	1
21	Dark Red Meranti -- mainly sinkers (Shorea spp.)	12
22	Red Meranti -- floaters (Shorea spp.)	21
23	Selangan Batu -- sinkers (Shorea spp.)	14
24	Resaks -- sinkers (Upuna spp., Vatica spp., Cotylelebiom spp.)	5
25	Protected Trees -- (2 species)	2
99	Unidentified	1
Total		193

EXAMPLE OF INVENTORY TALLY SHEET USED TO RECORD FIELD MEASUREMENTS

FORM 9

**FOREST INDUSTRIES DEVELOPMENT PROJECT  
SARAWAK FOREST INVENTORY**

CREW ILLUSTRATION \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_ TIME \_\_\_\_\_ BAROMETRIC ELEV XXX \_\_\_\_\_ PHOTO NO. \_\_\_\_\_

TREE NO.	SPECIES CODE	BUTT CLASS	DIAMETER			DRILLING FOR DECAY				SAWLOG SECTION				NO. OF TREES	REMARKS				
			HEIGHT OF MEASUREMENT FEET/INCHES	DIA. INCHES	METHOD	ECCENTRICITY	DECAY TYPE	CRACKS	POSITION	DEPTH	INCHES	INCHES	INCHES			INCHES	INCHES		
01	XXXX	3	093	0220	X	X	X	X	X	X	X	X	040	180	18	068	120	12	
02		2	073	0263	X	X	X	X	X	X	X	X	050	190	00	064	170	55	
03		3	113	0220	X	X	X	X	X	X	X	X	022	200	00	034	140	55	
04		4	103	0480	X	X	X	X	X	X	X	X	020	240	55	020	240	55	
05		2	173	0337	X	X	X	X	X	X	X	X	080	200	55	030	200	55	
06		3	076	0160	X	X	X	X	X	X	X	X	000	999	99	030	140	55	
07		2	085	0210	X	X	X	X	X	X	X	X	017	190	00	031	120	55	
08		1	043	0200	X	X	X	X	X	X	X	X	020	180	18	050	120	55	
09		3	083	0233	X	X	X	X	X	X	X	X	020	210	00	050	170	55	
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			

Note: Diagrammatic illustrations of the tree types recorded in this example (Tree numbers 01 to 09) are given in Figures 36, 37, 38 and 39.

現地調査結果の集計表は次表により取纏めている。



により実行している。土地利区分コード表は次表の通りである。

コード 番 号	種 目
01	林 地
02	天然林 (原生林, 伐採済林分)
03	人工林
04	混交林 (人工植立林を含む)
05	其の他樹林地
06	草地と放牧地
07	やせ地, 不毛地
08	湿 地
09	耕 地
10	果樹園
11	農耕地
12	牧草地
13	居住地, 工業用地, 商業用地
14	その他用地
15	水 域

この区分について次の規約を定めている。

・森林として扱うもの：

野生野子, 竹林, 樹林地 1ha 以上, 村道・橋, 河川, 苗畑, 自然休養林, 伐採地

・森林から除外するもの：

1ha 未満の森林, 市街地, 牧草地, 庭園, 寺,

1ha 以上でも風害防備地帯

④林相区分。次のように人・天別に区分する。

コ ド No.	天 然 林	コ ド No.	人 工 林
1	Dipterocarps Forest	7	Eucalyptus.
2	Mangrove F.	8	Pine.
3	Mossy F.	9	other plantation
4	Pine F.		
5	Molave F.		
6	Bamboo		

④森林蓄積のクラス分け。コード  
番 号

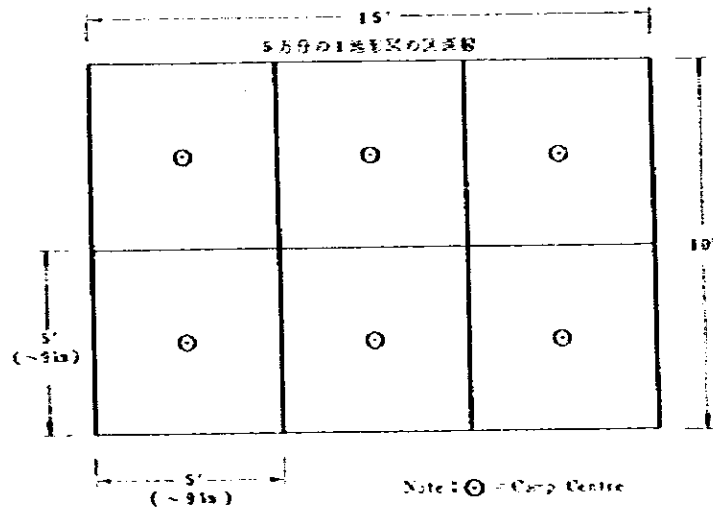
1	非生産林	Unproductive Forest
2	再生灌木林	Reproductive Bush
3	ha当り 200m <sup>3</sup> 以下の壮令林	
4	“	以上の壮令林
5	ha当り 400m <sup>3</sup> 以下の老令林	
6	“	以上の老令林

⑤土地所有区分。森林を私有林，公有林，保安林，軍用地，貯木場，利水保全林等に区分する。

②サンプリング調査の設計

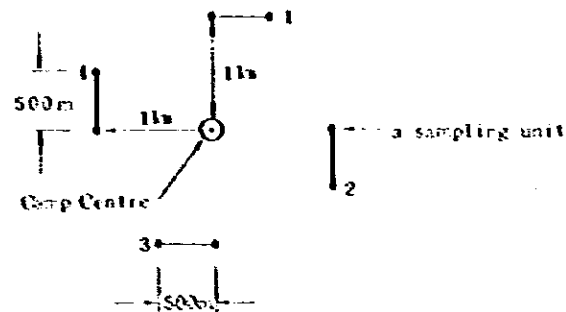
①プロットの設定。1:50,000 の地形図上に緯経度 5'×5'の方眼線を引き(図3-2-9参照)，その各方眼内の中心点を中心点(camp center)から東，西，南，北の四方向に1KMをそれぞれ刻量し，サンプル・プロットの起点を設定する。この4点を Sampling Unit と云う。

図3-2-9 Camp Center 位置図



Note: ⊙ = Camp Centre  
A map sheet (1:50000 Scale) showing the six camp-centres at the intervals of 5 minutes by 5 minutes

図3-2-10 Sampling Unit 位置図



A Camp-centre with 4 sampling unit

更にこの起点から図3-2-11のように10m×500mの帯状調査区域を  
 測定しサンプル・プロットを確定する。

図3-2-11 サンプル・プロット図

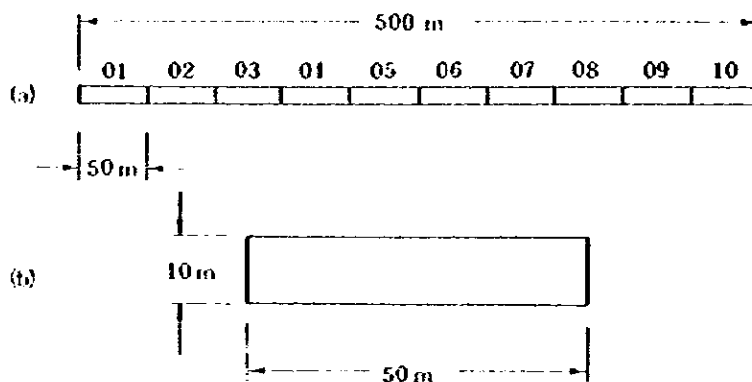


Fig. 3 (a) A sampling unit containing 10 Recording Units  
 (b) Size and shape of a recording unit

① Sampling の Intensity。森林のみを調査対象とすると、従来の検討調査  
 経験から、95%の確率で、信頼率±10%で設計し、全国で3400点が  
 拾されている。

③ 地上調査の手順

地上調査は次の手順で行なわれ規定の様式で整理される。

- ・プロット位置の確定
- ・毎木調査
- ・標本木の測定
- ・優勢木の調査

(注)各表の様式は資料を参照。

④ 調査データの分析、作表のためのコンピュータ、プログラムの準備。

⑤ サンプリング方法の最終決定。

⑥ 野外調査方法の最終決定。

⑦ その他参考事項の調査

地上調査をおこなう場合に次の事項を参考資料として調査している。

① Sample plot 内に含まれる次のデータを記録する。

位置(地方, 県, 町村名等)

土地所有, 土地利用

地勢

土壌組成(構造, 深度, 地被物等)

林相(林相, 立木の大きさ, 形質, 蓄積, 更新, エロージョン, 焼跡,

その他斜面の崩壊地等)

①最も重要な樹種の正確なサンプル調査の細目

②優勢木の階層、樹高、形質等のサンプル測定の評価

③竹、rattan 林及び椰子の評価

之等の評価分析する場合の細目コードは資料：調9を参照。

### 3-2-1-5 フィジーの森林資源調査

フィジー国の国土面積は 1,829,000 ha でこのうちビナレブ島とバヌアレブ島の2島で 87% を占めている。この2島の面積の 97% が森林でビナレブ島 475,000 ha, バヌアレブ島 411,000 ha となっている。

1969年に英国の Land Resources Division が同国の森林資源調査を行ない胸高直径 35 cm 以上の広葉樹立木の調査を行なっている。その結果、ビナレブ、バヌアレブ両島の材積が 2,189,000 m<sup>3</sup> で同国の総材積 26,856,000 m<sup>3</sup> の 9.3% を占めていることが判明した。この総材積の 9.2% は広葉樹で 2,179,700 m<sup>3</sup> となっていて、この森林資源調査は国土基本図 (1:50,000) をベースとして航空写真から判読した林相区劃を指示した林相図を基本図として調査が進められる。

その調査手順の概要は次の通りである。

① 調査用基本図は国土基本図 (1:50,000) が整備されており、凡て、航空写真により林相区分を行なって、これを 1:50,000 の地形図に移写して作成した林相図が整備されている。

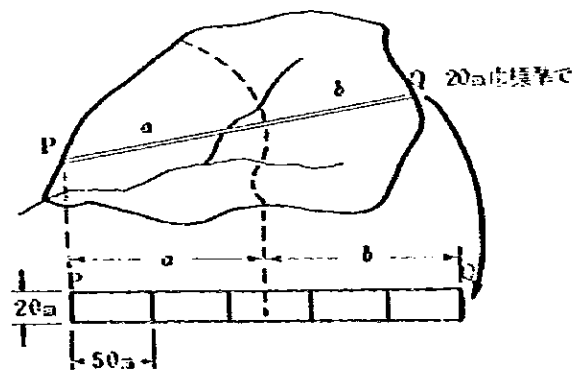
② この林相図上に流域を単位とした森林区劃線 (Compartment) を設け、その区劃が余り大きな場合には、副区劃線を設定してある。

③ 森林調査は林相区にその区域内を縦断するように巾 20m の帯状標準地を設定して調査する。

④ 調査は利用径経級以上の立木の胸高直径と枝下高を測定して、利用材積を測定する。この場合、50m 毎に区劃して、この区域単位に野帳が整理され、上層、

下層木、稚樹、及び土壌調査を行なって調査成果を取纏めている。

⑤ 調査成果は森林調査簿として整理された。



以上は広葉樹林についての概要であるが、人工林については、大部分が縮尺1:10,000の基本図が作られ、植栽年度毎の森林区割線が設定され、これをもとに林小班が設定され、これによる森林調査等が整理されている。

### 3-2-1-6 その他の熱帯林における森林資源調査

その他各国の熱帯林で森林資源調査が行なわれているが、これらのうち、ブラジル・アマゾンの調査およびインドの調査が注目される。

まず、ブラジルの森林資源調査は「LEVANTAMENTO DE RECURSOS NITDRAIS」PROJECTO RADAMの一部を構成するものである。このプロジェクトは、570万km<sup>2</sup>の広大な地域について1971年～1972年の1カ年で、レーダーによる空中写真を撮影し、この写真映像から林相地形を判読し、1:250,000の地形図と全縮尺のモザイク写真図を作り、これにより林相タイプを区分したのち、ヘリコプターで移動する現地調査を行ない、林相、土壌、地質、鉱物探査等、多角的な調査を行なったものである。一方、アマゾン開発のため、特別の組織としてSUDAM（アマゾン開発庁）が設置されている。

この調査は広域調査方法として、既述のタイ国におけるLandsatによる調査方法とともに、航空写真による森林資源調査方法として注目される方法である。この方法の詳細は、前掲の報告書に記述してあるので参照されたい。

次にインドの航空写真を利用した森林資源調査は、FAOの協力により、下記の報告書にまとめられているので、参照されたい。

1970年、FAO 刊行、FO:SP/IND 23,  
Technical Report 1,  
PREINVESTMENT SURVEY OF FOREST RESOURCES INDIA

### 3-2-2 林分調査

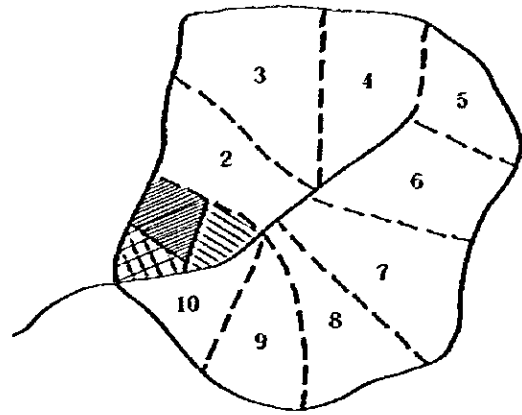
ここで云う林分調査とは、前述のようにある区域の森林の森林調査計画を樹てるものである。タイ、マレーシア、インドネシア等では航空写真により林相区分を行い、標準地調査或いはサンプリング調査を行なうのが普通である。航空写真のないところは、サンプリング調査のみを行なってその区域の蓄積を調査している。特にマレーシア、及びインドネシアについては、資料として巻末に掲載した。各国の概要については次に説明する。



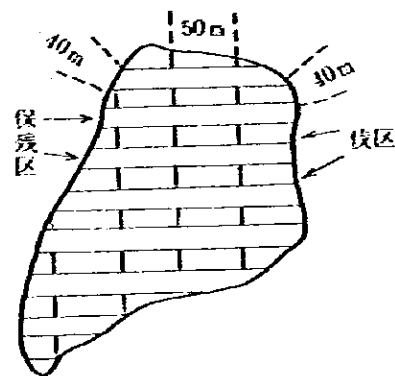
### 3-2-2-1 タイの林分調査

調査はコンヒクションを単位ブロックとしておこなわれる。天然地形を主体にして、ブロック内を大きく10のサブブロックに分ける。

この1サブブロック内を更に面積で3等分し、この区域内の立木の毎木調査を行なう。即ち、この1サブブロックを3ヶ年で伐採するように、3つの区域に分けて毎木調査を行なうようになっている。



マングローブ林では1ブロックを面積平分法で概ね30年伐期で交互帯状皆伐システムの総業方法を採用している。この調査には右図のように40m巾の帯状伐区を1列おきに設定し、1セット40m×50mとして伐採順序を定め、3ヶ年分の毎木調査をする方式をとっている。



従って林小斑毎の蓄積調査は当面3ヶ年分の収穫調査するために行なわれているのみで、事業区全域に亘る林小斑毎の蓄積推定は行なわれていない。

### 3-2-2-2 西マレーシアの林分調査

#### ① 調査対象

対象森林地域を林斑毎にSistematic Line Plot Samplingを行ない、得られたデータは、営林署単位の又は州単位の森林総業計画作成資料となる。

#### ② 調査準備

調査対象地域の地形図、林相図、航空写真等を準備し、その区域の地形、

林相の概況を把握してサンプリングプロットを設定するための基幹線の位置を選定する。この位置は少なくとも、区域の下流部で、全体の地形の傾斜方向性を考え、プロットラインの方向が充分区域内の地形の変化を代表するよりに図3-2-12のように設定する。

その基幹線の予定位置及びサンプリングプロット線とそのplot予定地は航空写真上に指示する。

### ③ 基幹線測量

地形図又は航空写真を参考に、基幹線を先づ現場で測量し、設定する。この測量は、図3-2-12のように、まづ起点(A)を決定して、概ね全体の傾斜面と直角になるように基幹線の方向線を決定する。起点(A)より5 chain(約100m)のところに杭を打ち、これを直角に第1番目のプロットラインの起点とする。続いて200mおきに2番目、3番目…のプロット・ラインの起点を決定してその位置を杭打しておく。

次にこの杭を起点として直角の直線を調査区域内に設定する。

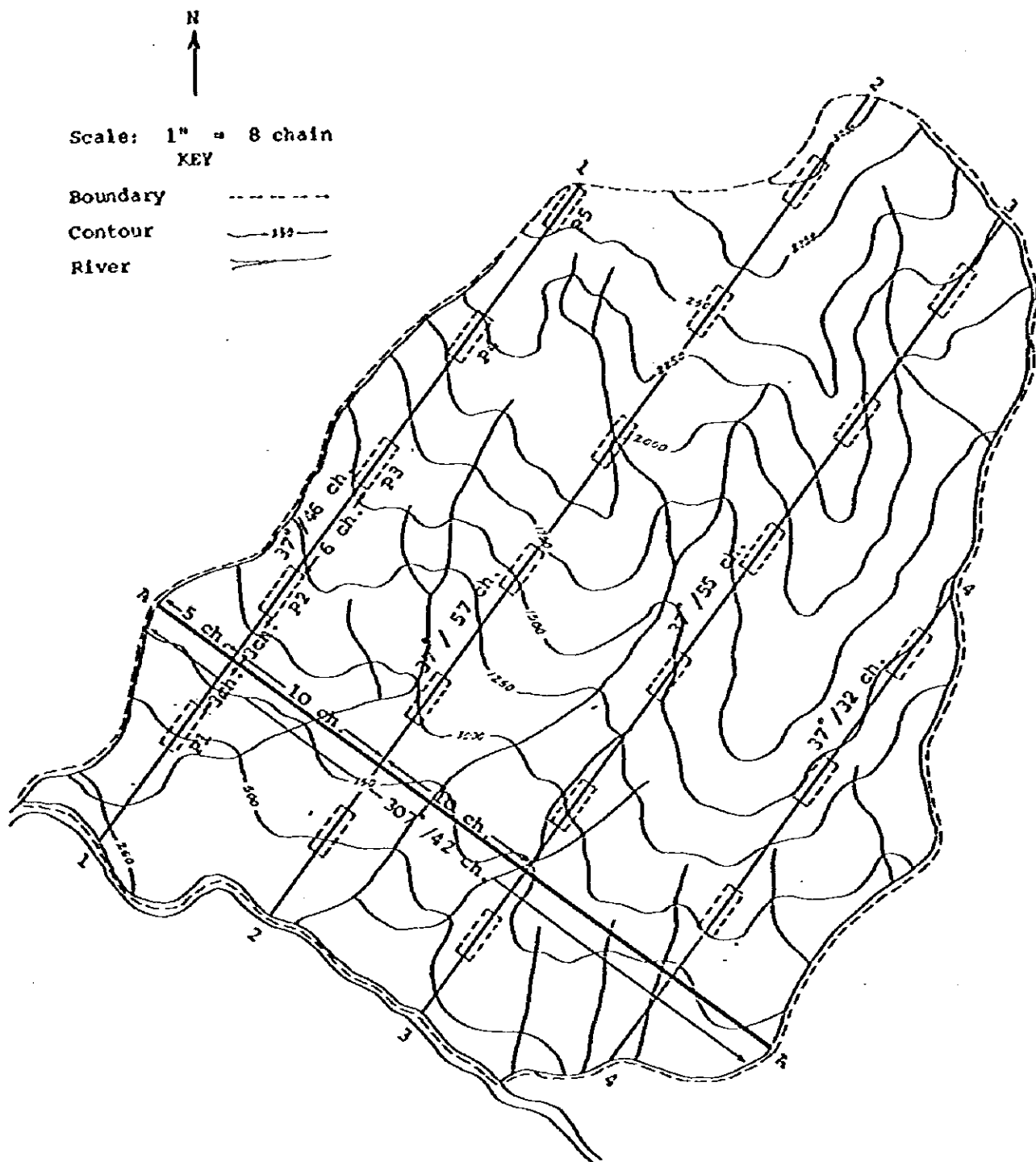
### ④ 標本プロットの測定

基幹線に直角なプロット・ラインを測定し標本プロットを設定する。標本プロットは、各基幹線を起点とし、3 chain(60m)のところを第一標本プロットの起点とし、これより測量上に1 chain×3 chainのプロットを設定する。この1プロットの大きさは20m×60mの大きさとなる。以後6 chain(120m)の間隔を置いて、標本プロットをその測量上に設定する。この1プロット内には図3-2-13のように1 chainプロット、 $\frac{1}{2}$  chainプロット、 $\frac{1}{4}$  chainプロット、 $\frac{1}{10}$  chainプロットの3種の区域が、設けられそれぞれ調査される。

以上の標本の種類をとりまとめると次表のようになる。

サンプロットの種類	大 き さ chains	面 積 (acre)	積 (ha)	Sampling Intencity%
Principal Plot	3×1	0.30000	0.12	3.333
One-Chain Plot	1×1	0.10000	0.04	1.110
Half-Chain Plot	1/2×1/2	0.02500	0.025	0.278
Quater-Chain Plot	1/4×1/4	0.00625	25.29m <sup>2</sup>	0.069
Milliacre Plot	1/10×1/10	0.00100	4m <sup>2</sup>	0.011

図3-2-12 基幹線とプロット・ライン位置図



Field Map showing inventory unit (compartment) with base line (A-A), sampling lines (1-1, 2-2, etc) and sample plots (P1, P2, etc)

図3-2-13 標本プロット図

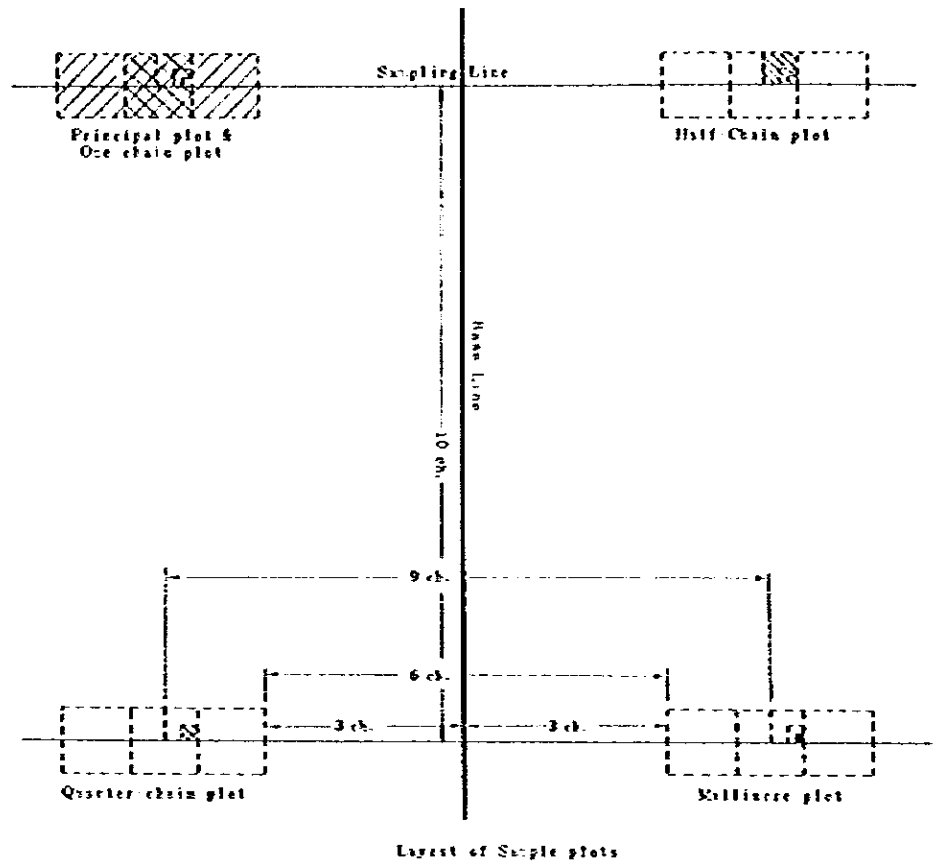
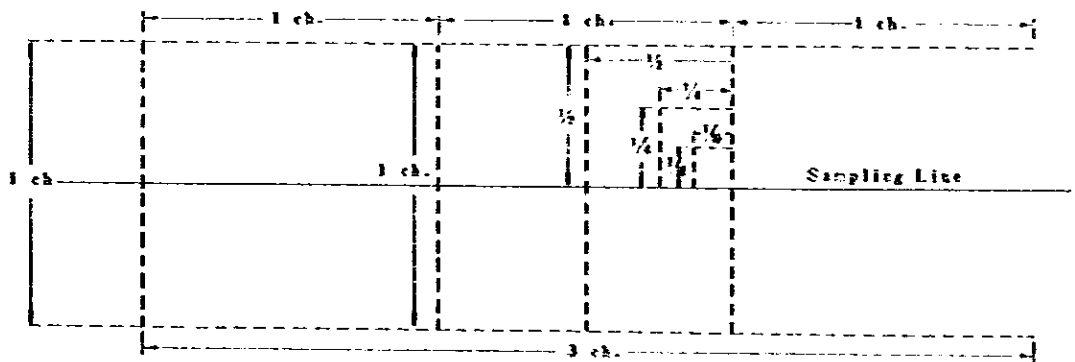


図3-2-14 標本プロット明細図



⑤ 標本木の調査

標本プロット内の立木の測定は、直径は1/10 inch まで、樹高は1 inch で測定する。測定結果は下表のように径級によりクラス分けをして記載する。

標プロットの種類	直径階	備考
原プロット (3×1 chain)	直径 45 cm 以上	大径木
One chainプロット (1×1 chain)	直径 30~45 cm	中径木
Half chainプロット (1/2×1/2 chain)	直径 15~30 cm	小径木
Quarter chainプロット (1/4×1/4 chain)	直径 5~15 cm	小杭木
Quater chainプロット (1/4×1/4 chain)	高さ 1.5m~直径 5 cm	幼 樹
Milliacreプロット (1/10×1/10 chain)	高さ 15cm~1.5m	実生稚樹

(6) 調査班構成

調査班は普通 7 人構成で、班長及び副班長は技術官。人夫は 5 人で、うち 1 名は副班長の助手、2 名は標本線の設定と測、2 名は標本線の計測と測量機の設定を分担する。

(7) 調査野帳の整理

調査内容はそれぞれの調査目的によって、異なるが、次の様式で調査し、結果がコンピュータにより計算分析出来るように取扱われる。

調査カードの様式例

INVENTORY CARD - DISTURBED FOREST INVENTORY																			CREW LEADER:						DATE:						PAGE:																									
YEAR	STATE	AREA	COOK	COMMUNITY			LINE	LOT	SLOPE	S.L. POS.	ASPECT	GR. CON.	RAVINE	WETLAND	CUMBER	ALTITUDE	POCKET	TREE	TRUNK	ECOLOG	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL																														
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																			
TREES 18" AND ABOVE																			TREES 2" - 18"																			TREES 2" AND BELOW																		
CCCE	SPECIES			DIAMETER				LOG				CCCE				SPECIES				DIAMETER				CCCE				SPECIES				SQ.	SQ.																							
(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)																			
39	40	41		42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73																				
CONTINUED TOTAL																																																								

各調査事項別記載方法は次表の通りである。

森林調査カード記載例

Column No.	Column Heading	Details of information to be recorded	Code
1	Year (年)	Year of inventory	
		e.g. 1974	4
		1975	5
2	State (州)	Name of State	
		Johore	1
		Kedah/Penang	2
		Kelantan	3
		N.Sembilan/Malacca	4
		Pahang	5
		Perak	6
		Perlis	7
		Selangor	8
	Trengganu	9	
3,4	Area Code (面積コード)	Number given to discrete survey area in order of priority by each state starting with 01	01 etc.
5,6,7	Compartment (林区)	Compartment or block number e.g. Compartment 1	001
		Compartment 12	012
		Compartment 112	112
8,9	Line Number (ライン番号)	Number of sampling line starting with 01	01 etc.
10,11	Plot Number (プロット番号)	Plot number along sampling line starting with 01.	01 etc.
12,13	Slope (傾斜)	Percentage reading for average slope taken	

Column No.	Column Heading	Details of information to be recorded	Code
14	Slope Position (斜面形状)	downhill at the centre of the Principal Plot, e.g. 10t	10
		12t	12
		15t	15
		Position at the centre of the Principal Plot.	
		Ridge top.	1
		Upper slope	2
		Mid slope	3
		Lower slope	4
		Valley	5
		Flat land	6
15	Aspect (方位)	Direction in which Principal Plot is facing.	
		North 316° - 360°	1
		North East 1° - 45°	2
		East 46° - 90°	3
		South East 91° - 135°	4
		South 136° - 180°	5
		South West 181° - 225°	6
		West 226° - 270°	7
		North West 271° - 315°	8
16	Ground Condition (地表状况)	Ground condition within the Principal Plot.	
		Rocks, boulder	1
		Erosion	2

Column No.	Column Heading	Details of information to be recorded	Code
		Swamps	3
		Water logged	4
		Mining area, quarry and other form of mining.	5
		None of the above.	6
17	Bamboo (竹)	Number of clumps of bamboo within the Principal Plot. (Code 9 represents 9 or more)	1 etc.
18	Bertan	Number of clumps of bertan within the One-chain Plot. (Code 9 represents 9 or more)	1 etc.
19	Climber (つる)	Number of sampled poles with woody climbers in the Half-chain Plot. (Code 9 represents 9 or more)	1 etc.
20	Altitude(高度)	The altitude at the centre of the Principal Plot. 0 to 500 ft. a.s.l. 500 to 1000 ft. a.s.l. 1000 to 1500 ft. a.s.l. 1500 to 2000 ft. a.s.l. 2000 to 2500 ft. a.s.l. above 2500 ft. a.s.l.	1 2 3 4 5 6
21-26	Forest Type, Soil Type and Geology	(Not to be completed by field crews.)	



Column No.	Column Heading	Details of information to be recorded	Code
27-38	Total (by size classes) <u>TREES 18" DBH AND ABOVE</u>	Total number of stems by size classes (Office)	01, 11 etc.
39, 40, 41	Species Code (樹種コード)	Name of species in code as shown in Appendix 5 (Office)	111 etc.
-	Species Name (樹種名)	Name of species in full or in symbols as shown in Appendix 2	
42, 43, 44	Diameter (直径)	Diameter overbark at breast height or 2' 6" above buttress to nearest $\frac{1}{10}$ ". e.g. Diameter 27.2"	27.2
45	Number of logs (丸太本数)	Number of 16' logs in the stem.	1 etc.
46	Quality of logs (丸太の品質)	Quality of first log based on potential utilisation Veneer log (Prime) Saw log (Good) Cull log (Poor)	1 2 3
47, 48, 49	<u>TREES &gt; 12" TO 18" DBH</u> Species code (樹種コード)	Name of species in code as shown in Appendix 5 (Office)	111 etc.
-	Species Name (樹種名)	Name of species in full or in symbols as shown in Appendix 2	
50, 51, 52	Diameter (直径)	Diameter overbark at breast height or 2' 6" above buttress to nearest $\frac{1}{10}$ ". e.g. Diameter 5.7" Diameter 16.4"	05.7 16.4

Column No.	Column Heading	Details of information to be recorded	Code
53	Vigour (活力)	Overall assessment of vigour and stem form Vigorous and good stem form Vigorous but poor stem form Poor vigour but good stem form Defect, rot, breakage	1 2 2 3
	<u>TREES 2" DBH AND BELOW</u>		
54,55,56	Species code (樹種コード)	Name of species in code as shown in Appendix 5 (Office)	111 etc.
-	Species Name (樹種名)	Name of species in full or in symbols as shown in Appendix 2	
57,58	Number of 5' to 2"	Number of saplings in the > 5' height to 2" diameter size class for every species enumerated.	01 etc.
59,60	Number of 6" to 5'	Number of seedlings in the 6" height to 5' height size class for every species enumerated.	01 etc.

## サンプリング調査樹種名リスト

THE REGENERATION SAMPLING LIST OF 1974  
(1974の改正サンプリングリスト)

## (A) Preferred Species (利用可能樹種)

No.	COMMON NAME	BOTANICAL NAME	SYMBOL
1.	Balau bukit	<i>Shorea foxworthyi</i>	BLBT
2.	Balau kumis	<i>Shorea laevis</i>	BLKS
3.	Balau kumis hitam	<i>Shorea maxwelliana</i>	BLKHM
4.	Balau laut	<i>Shorea glauca</i>	BLLT
*5.	Balau laut merah	<i>Shorea Junstleri</i>	BILMH (DALMH)†
*6.	Balau membatu	<i>Shorea guiso</i>	BLMM (MM)†
*7.	Balau membatu jantan	<i>Shorea ochrophloia</i>	BLMJN (MIMJN)†
8.	Balau merah	<i>Shorea collina</i>	BLMH
9.	Balau tembaga	<i>Shorea elliptica</i>	BLTB
10.	Cengal	<i>Balanocarpus heimii</i>	CGL
11.	Damar hitam bulu	<i>Shorea resina-nigra</i>	DHBL (DAHBL)†
*12.	Damar hitam katup	<i>Shorea balanocarpoides</i>	DHKP (DAKP)†
13.	Damar minyak	<i>Agathis dammara</i>	DMY (DAMY)†
14.	Jelutong	<i>Dyera costulata</i>	JLG
15.	Kapur	<i>Dryobalanops aromatica</i>	KPR
16.	Keladan	<i>Dryobalanops eblorgifolia</i>	KLN
17.	Kempas	<i>Koompassia malaccensis</i>	KPS
18.	Keruing belimbing	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	KRBG
19.	Keruing bulu	<i>Dipterocarpus baudi</i>	KRBL
20.	Keruing gombang	<i>Dipterocarpus cornutus</i>	KRGB
21.	Keruing gondol	<i>Dipterocarpus kerri</i>	KRGL
22.	Keruing kertas	<i>Dipterocarpus chartaceus</i>	KRKS
23.	Keruing kipas	<i>Dipterocarpus costulatus</i>	KRKP
24.	Keruing latek	<i>Dipterocarpus apterus</i>	KRLK
25.	Keruing mampelas	<i>Dipterocarpus crinitus</i>	KRMP
26.	Keruing ropol	<i>Dipterocarpus hasseltii</i>	KRRP
27.	Mengkulang jati	<i>Heritiera javanica</i>	MKJR
28.	Meranti batu	<i>Shorea dasyphylla</i>	MTBU
29.	Meranti belang	<i>Shorea resinosa</i>	MTBE (MIBG)†
30.	Meranti bukit	<i>Shorea platyclados</i>	MTBT
31.	Meranti kepong	<i>Shorea ovalis</i>	MTKP
32.	Meranti melantai	<i>Shorea macroptera</i>	MIML
*33.	Meranti remesu	<i>Shorea pauciflora</i>	MTNM (NEM)†
34.	Meranti palang	<i>Shorea bracteolata</i>	MIPA
35.	Meranti rambai daun	<i>Shorea acuminata</i>	MTRD
36.	Meranti sarang punai	<i>Shorea parvifolia</i>	MISP
*37.	Meranti seraya	<i>Shorea curtisii</i>	MISY (SYA)†
38.	Meranti tembaga	<i>Shorea lepresula</i>	MTTB
39.	Merbau	<i>Intsia palembanica</i>	MRU
40.	Meisawa dunian	<i>Anisoptera laevis</i>	MADR
41.	Meisawa gajah	<i>Anisoptera scaphula</i>	MAGH
42.	Nyatch sidang	<i>Palaquium rostratum</i>	NYSG
43.	Segetu lithin	<i>Sindora coriacea</i>	SPLN

(\* New vernacular names)

(† Symbol used previously)

## (B) Acceptable Species (優良樹種)

No.	COMMON NAME	BOTANICAL NAME	SYMBOL
1.	Balau, others	<i>Shorea</i> spp.	BL
2.	Bintangor	<i>Calophyllum</i> spp.	BN
3.	Damar Hitam, others	<i>Shorea</i> spp. of Yellow meranti group	DH
4.	Dedali	<i>Strombosia javanica</i>	DDI
5.	Durian	<i>Durio</i> spp.	DR
6.	Geruto	<i>Parashorea</i> spp.	GR
7.	Giam	<i>Hopea</i> spp. of Giam group	GM
8.	Jelawai	<i>Terminalia</i> spp.	JW
9.	Kasai	<i>Pometia</i> spp.	KI
10.	Kedondong	<i>Buiseraceae</i> spp.	KD
11.	Kekabu butan	<i>Bombax vuletonii</i>	KKH
12.	Keledang (including Bangkong and Pedu)	<i>Artocarpus</i> spp. of Keledang group	KLK
13.	Kembang semangkok	<i>Scaphium</i> spp.	KS
14.	Keranjii	<i>Dialium</i> spp.	KJ
15.	Keruing, others	<i>Dipterocarpus</i> spp.	KR
16.	Melunak	<i>Pentace</i> spp.	MLK
17.	Mengkulang, others	<i>Heritiera</i> spp.	MK
18.	Meranti balau	<i>Shorea rugosa</i>	MTBK
19.	Meranti bambong	<i>Shorea dealbata</i>	MTBB
20.	Meranti bunga	<i>Shorea teysmanniana</i>	MTBA
21.	Meranti daun besar	<i>Shorea bensleyana</i>	MTDB
22.	Meranti jerit	<i>Shorea sericeiflora</i>	MTJT
23.	Meranti kepong hantu	<i>Shorea macrantha</i>	MTKH
24.	Meranti langgong	<i>Shorea lepidota</i>	MTLG
25.	Meranti lapis	<i>Shorea lamellata</i>	MTLP
26.	Meranti mengkai	<i>Shorea bentongensis</i>	MTMG
27.	Meranti paya	<i>Shorea platycarpa</i>	MTPY
28.	Meranti pepijat	<i>Shorea leptoclados</i>	MTPJ
29.	Meranti pipit	<i>Shorea assamica</i>	MTPP
30.	Meranti sarang punai bukit	<i>Shorea ovata</i>	MTSOT
31.	Meranti sengkawang merah	<i>Shorea singkawang</i>	MTSMH
32.	Meranti temak	<i>Shorea hypochra</i>	MTTK
33.	Meranti temak nipis	<i>Shorea talura</i>	MTTN
34.	Merawan	<i>Hopea</i> spp. of Merawan group	MW
35.	Mersawa, others	<i>Anisoptera</i> spp.	MA
36.	Nyatoh, others (including Taban putih)	<i>Sapotaceae</i> other than <i>Betis</i>	NY
37.	Pelong	<i>Pentaspadon</i> spp.	PL
38.	Petai	<i>Parkia</i> spp.	PT
39.	Pedo	<i>Podocarpus</i> spp.	PD
40.	Pulai	<i>Alstonia</i> spp.	PU
41.	Punah	<i>Tetramerista glabra</i>	PNH
42.	Ramin	<i>Gonystylus</i> spp.	RM
43.	Resak	<i>Vatica</i> spp.	RK
44.	Sepetir, others	<i>Sindora</i> spp.	SP
45.	Sesendok	<i>Endospermum malaccense</i>	SSK
46.	Simpoh	<i>Dillenia</i> spp.	SM
47.	Terap (including Tampang and Temponck)	<i>Artocarpus</i> spp. of Terap group	TP
48.	Terentang	<i>Campnosperma</i> spp.	TR
49.	Tulang	<i>Koompassia excelsa</i>	TLG
50.	Other species, at the State Forest Officer's discretion, for specified Districts only.		

商用木材樹種リスト  
COMMERCIAL TIMBERS LIST

Appendix 5

(Based on Forestry and Forest Industries Development Project Classification)  
(Refer "Pocket Check List of Timber Trees" for Species not listed)

Code	Timber Group	Common Name of Species Included
1	<u>DIPTEROCARP</u>	
11	<u>Meranti Group</u>	
111	Seraya	Seraya
112	Dark Red Meranti	Meranti species producing Dark Red Meranti timber (See "Pocket Check List of Timber Trees").
113	Red Meranti	Meranti species producing Red Meranti timber (See "Pocket Check List of Timber Trees").
114	White Meranti	Meranti species producing White Meranti timber (See "Pocket Check List of Timber Trees").
115	Yellow Meranti	Damar species producing Yellow Meranti timber (See "Pocket Check List of Timber Trees").
12	<u>Non-Meranti Group</u>	
121	Balau	Balau species, Merbau spp., Damar laut merah, Sengkawang air and S. darat.
122	Kapur	Kapur and Keladan.
123	Keruing	Keruing species.
124	Mersawa	Mersawa species.
125	Chengal	Chengal
126	Others	Giam species, Resak spp., Merawan spp., Mata kucing spp.
2	<u>NON-DIPTEROCARP</u>	
21	<u>Light Hardwoods, Fully on Market</u>	
211	Sesendok	Sesendok, Terentang species.
212	Mahang	Mahang species, Machang spp.
213	Kerbang Sezangkok	Kerbang sezangkok species.
214	Kedondong	Kedondong species, Durian spp., Bengang spp., Simpoh spp., Punggai.
215	Sepetir	Sepetir species, Geronggang.
216	Mengkulang	Mengkulang species.
217	Nyatoh	Nyatoh species, Taban merah.
218	Jelutong	Jelutong.
219	Melawis	Ramin species.

Code	Timber Group	Common Name of Species Included
22	<u>Light Hardwoods, Partially on Market</u>	
211	Bintangor	Bintangor species, Penarahan spp., Mata ulat spp. Perupok.
23	<u>Light Hardwoods, Not on Market</u>	
231	Mempisang	Mempisang, Antoi, Mangitan, Jangkang bukit and J. paya.
232	Ludai	Ludai
233	Melunak	Melunak species, Ara spp., Petai spp., Pelong spp., Surian spp., Terap spp., Gerok, Kelepayan, Keredas, Kungkur, Sentang.
24	<u>Medium Hardwoods, Fully on Market</u>	
241	Kempas	Kempas, Derum species, Jelawai spp.
242	Keledang	Keledang species, Tampang spp., Chempedak spp., Nangka, Sukun, Bangkok, Temponek.
25	<u>Medium Hardwoods, Partially on Market</u>	
251	Tualang	Tualang.
252	Medang	Medang species.
253	Merpauh	Merpauh species, Punah.
26	<u>Medium Hardwoods, Not on Market</u>	
261	Rengas	Rengas species.
262	Merpening	Merpening and Berangan.
263	Petaling	Petaling.
264	Kelat	Kelat species, Kasai spp., Merbatu, Kulim, Pauh kijang, Kayu arang, Minyak Berok, Perah.
27	<u>Heavy Hardwoods, Fully on Market</u>	
271	Kekotong	Kekotong, Bitis species.

Code	Timber Group	Common Name of Species Included
272	Merbau	Merbau.
28	<u>Heavy Hardwoods, Not on Market</u>	
281	KerANJI	KerANJI species.
282	Rarbutan	Rarbutan species, Terbusu spp., Lotong, Redan, Penaga.
3	<u>CONIFER</u>	
311	Datar Minyak	Datar Minyak.
4	<u>UNCLASSIFIED SPECIES</u> <u>Not on Market</u>	Species which cannot be identified. Species which do not reach timber size. Species which are not related to those listed above according to the "Pocket Check List of Timber Trees".

⑧ 調査結果の取まとめ

A：直径12" (30cm)以上の樹種別一覧表及び Principal Plot (0.12ha)当りの竹の株数を除外に記入。

Aa：直径12"～18" (30～45cm)で品等。1～2等に該当する樹種別本数

B：直径6"～12" (15～30cm)の樹種別一覧表及び1chainプロット内のつるの生育情況。

Ba：更新状況調査で活力1クラスの本数。

C：直径2"～6" (5cm～15cm)の樹種の一覧表と1/2chainプロット内のつるの生育状況。

Ca：更新状況調査で活力1クラスの樹種別本数。

D：高さ・5', 直径・2" (高さ1.5m～径2.5cm)以下の1/4chainプロットの樹種別一覧表。

Da：更新状況調査で樹種別本数。

E： $\frac{1}{10}$ chainプロット内の6"～5' (高さ1.5cm～1.5m)の全樹種の一覧表。

以上の整理をして対象林分の取まとめをする。

3-2-2-3 インドネシアの林分調査

インドネシアにおける森林調査は、外領の森林調査法とジャワの国有林公社(プラフタニ)森林調査法とに分けられる。

外領の森林調査法は同国の林業総局・計測局で1967年に作成した SURVEY DIRECTORY によっている。

ジャワの国有林は PERUM PERHUTANI で管理経営しているが、この森林調査は、我が国と同様の小班単位の面積、地位、地利、傾斜、樹種、立木度、胸高直径、樹高、作業種、林相、下層植生、蓄積、林令を森林調査簿で明らかにしている。

ジャワ以外の外領の森林調査は、森林開発のための基礎として使われるデータを収集することを目的として行なわれている。此等の調査は、植物標本の収集と樹種分布のための帯状サンプリングで10～20meter巾で立木蓄積を推定するための等間隔抽出サンプル調査(1～2%の抽出率)である。

1964年以來実施された森林調査は主として森林開発を行なおうとする民間企業のために林業総局の手でつづけられてきた。1967年の中程まで



に約150万haが調査された。民間資本の林産業への関心の増大にともない、調査の需要増大がもたらされてきている。

この森林調査は次の3つの段階に分類することができる。

## I 概況調査

## II 基礎調査

## III 細部調査

### ① 概況調査

① 目的。概況調査は、林分の全般的林型の概観、その地域の地理的状況、地利、社会経済的条件等を把握するために行なり。

得られたデータは更に細部調査のための基礎として役立つものである。

概況調査は未知の分野が多い熱帯降雨林地帯に対してとくに必要である。

② 調査手法。航空機による飛行によって植生や地形的状況の全般的概観を観察する。

社会、経済条件のデータは面接、質問書方式、または目的に合った他の方法によって得ることが出来る。

河川、海、又は陸路から進入する地上調査を通じて、帯状調査方式で森林の状況を観察することが出来る。この間に面積測定が現地において行なわれる。

最近の航空写真がある場合には、関係森林の貴重な情報を得るために役立つことができる。

③ データ処理。調査地域の位置、境界は当該地域の広狭によって1:25,000又はそれ以下の縮尺で図化される。

地理的状況のデータは確実な数字で提示されなければならない。(気象、地形等)

社会、経済条件のデータ、例えば人口、生計の源、通信等は通常、地方官公署、公的機関から収集する。

森林状況、植生分布、林型、密度は樹種別、生育状況別に整理する。

現行の伐採活動状況は、伐採面積、方法、生産量、販売を含めて、記録されなければならない。

④ 実行手続。偵察飛行は伐出申請者を伴なり林業総局の職員2名の専門家によって行なわれる。飛行に先だって、知事及び地域空軍隊長から許可をとらなければならない。飛行完了次第報告書を上記の機関に提出する。

地上調査は調査班を構成して行なわれる。知事又は駐在官の許可は人林

前に入手しなければならない。

報告書は前記機関に提出されなければならない。

## (2) 基礎調査

(1) 目的。基礎調査或は事前調査なるものは、森林開発計画の基礎として役立つ十分正確な林分の質的、量的データを得ることを目的としており、また、水資源管理機能 (hydrological function) のために保全される森林の必要性を確認するものである。

(2) 調査手法。調査方法は基本的にはランダムサンプリング方法による。実行は現地で次のような4種類のものが行われる。

- ・直接又は条件つきによるもの。
- ・層化によるもの。
- ・ブロック区分によるもの。
- ・無作為スタートによる系統抽出によるもの。

サンプリングの標本は10~20mの巾の帯状形か、0.1haの円形プロットである。

サンプリングの抽出率は、許容誤差±20% ( $25\frac{Se}{M} \times 100\%$ ) を得られるよう行われる。

限られた時間と資金のために低い抽出割合となってもランダムの原則は常に適用されなければならない。この調整は多段サンプリング又はクラスターサンプリング (Cluster Sampling) によって行なわれる。

河川、道路その他調査地域内の明瞭な地点はサンプリング調査地の位置確定に有効である。正確な位置を定めるために、帯と帯との間の正確な距離がとれるよう垂直方向に主軸 (main axes) が現地で樹定される。

各サンプリング調査地において、一定直径以上の全ての樹木が欠けることなく、必要な一定の寸法に従って樹定され記録される。パルプ材では7cm以上、合板用材は60cm以上、製材用は35cm以上である。

直径は胸高 (1.3m) で樹定される。又板根材は板根から20cm上のところを測定する。樹高測定は枝下高を根張りの上で測定する。此等の測定は産用材となる立木について測定する。

輸出可能な林分材積の推定は、上記方法とLoetsshierもつづく材質調査を複合して行なうことによって出来る。

林分状況 (株密度、分布、下層植生等)、地形、土壌等につき各サンプリング調査地で、個別集計表に記録する。

使用器具は直径巻尺、クリステン測高器、測量コンパス、距離測定テー

ブ、ボール等(まれに使用するものではあるが光学機核としてはピッチルビの測定器、プルノライス、Hagaやその同類のもの)である。

地理的、社会経済的考察は調査観察、質問表方式、または面接・聞きとりによって収集する。

⑧ データ処理及び報告書作成。収集した現地データは、提示するために、処理分析される。出されたデータは樹種・樹群ごと、および直径階・樹高階ごとの単位で取まとめられる。編集された形のデータは次のものである。

・林分材積表(Stand and stock Table)

・サンプリング誤差の計算に使用する総括表(Recapitulation Table)

このサンプリング誤差の計算はつねに、選定した確率水準(Probability level)のもとで、平均値と全蓄積の推定値の計算によって出される。

材積の計算は次式にもとづくVolume tableを使用しておこなわれる。

$$V = \pi 1/4 \cdot (D/100)^2 \cdot (T-t) \cdot F$$

$V$  = 材積  $m^3$

$D$  = 直径  $cm$

$T$  = 枝下高  $m$

$t$  = 根張高  $m$

$F$  = 形数, 通常 0.7

報告書は地理的条件, 社会経済環境, 林型, 蓄積, 更新, 森林開発, 木材工業, 販売, 結論勧告等からなっている。

⑨ 実施手続。森林調査の設計を含めて調査計画は林業総局の計画局長による証認がなされねばならない。

調査は計画局長が任命した4~5人のチームによって行なわれ, 一方, 現地の営林局からの追加支援を得ることができる。

調査地域において, そのチームは2人の技術者, 1人の樹種確認者, コックを含めた7人の人夫で構成されるグループに分けられる。

保安員が必要である。治安の悪い地域ではとくに, 少なくとも2名必要である。

調査の前には地方官公署の認可が必要である。

⑩ 細部調査。

細部調査は立木調査と技術的調査からなっている。この調査の主目的は森林開発事業の事業計画の資料を得ることである。

① 調査手続。有用樹種の本数と材積についてのデータは高精度の立木調査を通じて得られる(許容サンプリング誤差5~10%)。サンプリング

の原則は基礎調査において述べたものと同様である。

地理的考察、すなわち輸送施設、土壌、伐木集材に適した場所、事業計画 (working plan) 作成上必要なその他の情報もまた調査される。

技術調査はベースキャンプ、工場、貯木場、貯木池、道路、港湾等の位置を決定する。

㉑ データ処理と報告書作成。基本的には基礎調査での記述と同様の手順で行なわれ、図面を含めたサンプリングの方法および事業計画が補足される。

㉒ 実行手順。立木調査を行なうために、基礎調査に記述したと同じ手順がとられる。

技術調査は原則的に、関係企業によって、林業局長の承認のもとに行なわれる。

① 更新調査。

① 目的。更新調査は伐木集材作業の実行に際して適切な造林システムを勧告するために更新の状況や分布状況に関連した情報を把握することを目的とする。

② 調査手法。基本的原則は材積調査と同じである。実行方法は次のように分けることができる。

1プロット約450㎡の面積のサンプルプロットによる方法である。この小面積のサンプルプロット内で稚樹の有無をしらべる。この調査は伐木運材作業の行なわれる前に採られる。

1/4chain (プロットサイズ25㎡) の線形サンプリングシステムで、この中で稚樹段階の観察をする。この方法は必要な造林手段をとるために伐採の2～3年後に行なわれる。

③ 1/2chain (プロットサイズ100㎡) の線形サンプリングで、この中で幼樹段階の観察をする。この方法は将来の林分が何のようになるかのアイデアを得るための伐採後8～10年後に行なわれる。

④ データ処理と報告書作成。集められたデータは有用樹種の更新について述べるために処理、分析される。

この調査から得られる結果は、通常蓄積調査の報告書に記載される。

⑤ 実行手順。更新調査は普通蓄積調査と同様の手順で行なわれる。

次に、プロット内の立木調査の調査表の例を掲げておく。

附表1

立木材積調査表

ストリップNo. 調査年月日  
 サンプルプロットNo. 調査者氏名  
 地 形 樹名調査者氏名

樹木番号	樹種名	胸高直径 cm	板根高 cm	板下高 m	材 積	Floater or Sinker	備 考

附表2

樹種別、胸高直径別、ha当りプロット内の材積、本数集計表

商用樹種 (非商用樹種)	胸 高 直 径 ク ラ ス												合 計				
	10		50		60		70		80		その他						
	N	Vm <sup>3</sup>	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V			

3-2-2-4 フィリピンの林分調査

① コンセッショナーによる森林調査。

ここでは、フィリピンのPICOP(PEPER INDUSTRIES CORPORATION OF THE PHILIPPINES)の会社所有林の森林経営と造林開発の手順書から森林調査に関係する部分を抜き出したものを紹介する。

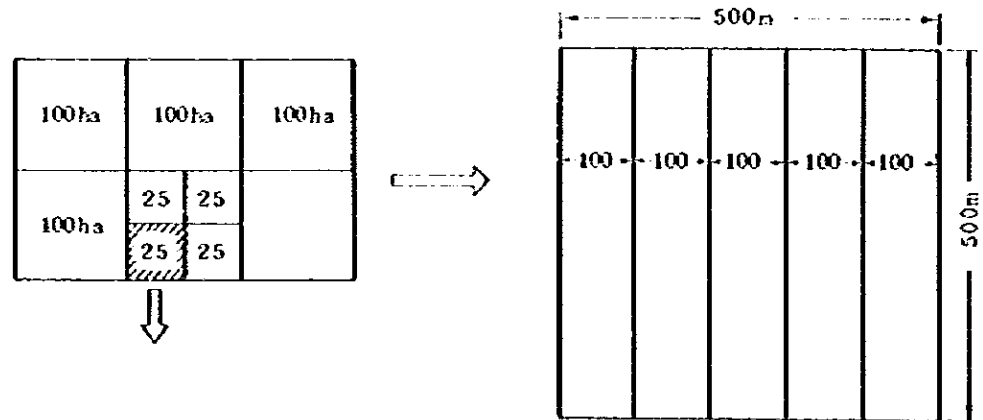
コンセッション内に現存する天然林、人工林の蓄積、樹種や地形などの森林調査を推進する目的は、木材生産の目標を定め、実行を組織的、計画的に指導するのに有効である。調査データは年次計画や5カ年計画に必要な有効なデータとして集められる。

森林調査は政府の規定に従って、PICOPのコンセッションに遠慮して行なわれ、年次計画の場合で20%の抽出率、5カ年計画では5%の抽出率で、格状標準地の従来方法が行なわれる。

PICOPのコンセッションは郡界や国界で区割りし、各郡界内は100haを標準に小区割(Section)を設ける。

更にこの section は 4つの小区割 (quarter) に分かれる。この 1 quarter が 25ha となる。

調査は各 quarter 毎に行なわれる。このなかに基準線 (Baseline) から 100m の間隔で、調査線 (strip) が引かれる。この strip line の両側 10m 巾即ち 25m×20m (500m<sup>2</sup>) の面積について毎木調査を行なう。調査木は胸高直径 20 cm 以上の健全木とする。材積計算法はコンピュータで行なう。



## ② UNDPによる森林調査方式。

ここで、UNDPの協力によるフィリピンの森林調査に関する勧告での調査項目とその内容を紹介しておく。

傾斜：斜面の最上部、最下部又は 100m の距離を標準として定める。地形図を参照してもよい。

区分	%	数
平坦	0~3%	
緩斜	4~8 "	
中斜	9~18 "	
急斜	19~25%	
陰面	26~50 "	
絶険	51~100 "	
絶壁	100%	

土性：石礫土、砂土、砂壤土、壤土、粘土、粘土

深度：表土なし、浅 (30cm未満)

中 (31~90 cm)、深 (90 cm以上)

均床植生、枝土：

極少 (0~10%)、少 (11~25%)

中 (26~50%)、やや密 (51~75%)

畜（75%以上）

侵食状態：

侵食なし。表面侵食，細流状侵食

溝状侵食。小谷状重侵食

生産級（地位）：

熱帯林では地位の決定は困難なので，土壤，植生の状態から間接的に査定するが，その際深度，排水，湿度，栄養物の摂取状態，自然植生などが判断の材料となる。

- 非生産地：露岩地，急傾斜地，尾根筋，沼沢地。木があってもいじけて，主材木があっても樹高20m以下。
- 地位下：深度，湿度，栄養の面で不良で，排水も悪い。主林木の上層高20～30m。
- 地位中：成長が中なもの，土壤も深度が中で傾斜は中～急斜。主林木の上層高30～40m。
- 地位上：平坦が起伏のゆるやかな土地。土壤も深く，排水も良好，栄養も適当にある土地。主林木の上層高40m以上。

林相：

天然林

フタバガキ科

マングローブ林

コケ林（高地にあり，低いいじけた林，5m以下の丸木しかとれない。  
徐々にしてコケがついている。）

マツ林

モラベ林

竹林（市販性のあるもの）

人工林

ユーカリ林

マツ林

他

上層木直径：標本地（面積0.05ha）内の最大直径3本の平均直径。cm単位。

上層高：上の3本の樹高（その国で定められた林高から樹頂までをいう）

断面積立木度：ピットーリッヒ法により2ないし3回カウントし平均して求める。ただし，直径20cm以下は除く。

林分級

## 皆伐地

### ・更新級

Reproduction とは樹高 1.3 m 以上で胸高直径 5 cm 以下のものをいう。

### ・壮齡林 (Young Growth)

### ・高齡林 (Old Growth)

(なお、また幼樹林 (SAPLING 直径 5~14.9 cm), 小丸太林 (POLETIMBER 直径 15~34.9 cm), 製材向林 (SAWTIMBER 直径 35 cm 以上) の区分も用いてもよい。)

### 市販性樹種の更新状態成立本数率 (%)

なし	0
散生	10
疎	30
中	60
達	60~90
最達	90 以上

### トウ類の成立本数:

なし, 疎, 中, 密, に区分。

竹: なし, 疎, 中, 密に区分。

森林調査では胸高直径を測定する場合は、直径級ごとにプロット面積を変えるが、この場合は 10 cm~29.9 cm, 30 cm~59.9 cm, 60 cm 以上にわけてプロット面積を 0.1 ha, 0.2 ha, 0.5 ha としている。(詳細は森林調査の項参照。) 樹高は既述のように上部直径は 30 cm か第一枝下高までの丸太 (長さ 5 m) 本数により査定する。この場合、後述のマレーシアの時とは異なり、欠点部分があってもその長さを含む。

森林調査の場合、標準木 (標本木) を伐採して種々のデータを取るが、どのような項目についてとるかは、定まっていないうが、この場合は次の項目についてしらべている。

根張り: 根張りの状態により次のように分けている。この項目は従来見られなかったものである。

#### 根張り区分 (Butt Class)

根張りなし

幹軸を中心としてそのまわりに根張りがあるもの

逆円錐形の幹底の木

根上りした根張りの木



周囲林分については林相と林分級を調べ、ついでその木の大きさを前述の、Sawtimber Poletimber, Sapling, Reproduction, のようにわけ、さらに樹冠級をしらべるが、樹冠級の区分は次のとおりである。

- Dominant (優勢木) : 林冠層の上部にあり、上からは十分に、側方からは部分的に陽光が入射する。平均木より大きく、樹冠発達する。しかし、側方は若干、木がこみあっている。
- Codominant (準優勢木) : 林冠層の主体をなす。陽光は上方からは十分、側方からは比較的僅か入射する。普通、中健な樹冠を形成し、大体は斜左をうける。
- Intermediate (中層木) : 上の兩者より樹高低いが、林冠層の下部には樹冠が入り、陽光の入射は僅かで、側方光線はうけない。側方の木の成立が密であり、樹冠も小さい。
- Overtopped (被圧木) : 樹冠が林冠層の下部に達せず、直光は上からも側方からも受けない。

単木の品質：これも従来は余り詳しくしらべなかつたものである。

1級：将来の主伐収獲木で高品質のもの。

- 健全な優勢木、中健木。直径75cm以下(マツは45cm以下)。現在または将来少くとも10mの無節の製材用丸太のとれるもの。(利用できない材積は10%以下のこと。)
- 無節の要件は丸太の1面のうち3面に直径10cm以上の枝、節、深い傷がないこと。
- 葉は濃緑またはその樹種通常の色を呈していること。
- 樹冠の大きさも正常で25%以上破かいされていないこと。樹冠は尖っていないこと。幹の上部に枯枝がないこと。
- 幹の表面の傷は15cm×15cm、または幹の直径の $\frac{1}{2}$ に達していないこと。
- 幹の周囲の半分に達する巻いた傷がないこと。
- 主幹の中心が裂けたり、孔があいたりしていないこと。
- 根がしっかりしていて、根系が傷つけられていないこと。

2級：将来主伐収獲木となる中品質のもの。1級と同じ要件であるが、無節の丸太部分が10m以下5mまで、胸高直径は55cm以下(マツは45cm以下)のこと。

3級：主伐収獲木になりそうな木で高品質のもの。

- 健全な下層木、被圧木。胸高直径55cm以下(マツは45cm以下)。現在または将来10mの無節の製材用丸太がとれそうなもの。利用できない

部分は10%以下のこと。

- ・葉は樹種としての通常の色を呈する。
- ・樹冠の大きさは通常。樹冠の破壊は25%以下。先端が尖っていないこと。幹の上部に枯死のないこと。
- ・幹の表面の傷は15cm×15cmまで。また傷の巾が直径の半分以下のこと。
- ・幹をまわる傷は周囲の半分以下。
- ・幹の中心に腐れや孔のないこと。
- ・根はしっかりして、根系の損傷の少ないこと。

4級：将来主伐収獲木になりそうな中品質のもの；3級と同じ要件だが、無節の製材用丸太が10m以下5mまでのもの。

5級：市販可能な成熟木；1級にできないが、胸高直径5.5cm(マツは4.5cm)以上の健全木。

6級：他の健全木；胸高直径5.5cm(マツは4.5cm)以下で、1、2、3、4級にならないもの。

7級：無価値木(利用価値のない木、CULL TREES)；健全木といえない木。1級から6級まで。

#### 株(伐り株)の分類

1級：正常株；基部に特別のふくらみや突出した所もなく、自然に根はっている普通の株。伐根高は地際より0.5m(マツでは20cm)とする。

2級 根張りのある株；自然の根張りをもつもの。根元が突出したり、ふくらんでいるもの。伐根高は根張りの最上端とする。

3級 また木；分岐点の下に少くとも3mの丸太のとれないもの。伐根高は分岐点の高さ。

胸高は1.3mで根張りのある木は根張りの上30cmのところの直径を測ることを前に述べた。

ここがReference Heightとなる。

幹高または幹長(Bole Height)；伐根高から第一枝下または上部直径30cmまでの距離で、どちらかの短かい方をとる。なお、この長さには欠点部分(利用不可能)の長さを含む。

幹の区分の品質区分；直径30cm以上の区分につき行なう。30cm以下のものには行なわない。各区分につき、ベニヤ用(Peeler)、製材用(Sawlog)、パルプ基の他(Pulp and Others)、利用価値なし(Cull)の4級にわけらる。

以上のように森林調査を行ない、さらに付帯調査を行う。最も重要なもの

は市場調査で、需要量、付近の製材工場、パルプ工場その他木材関連工場  
の能力等を十分に調査する。他の一般的な調査項目は、次のとおりである。

- 施業の沿革
- 自然条件：地勢，土壤，気候（とくに降水の関係）
- 地域の社会，経済，産業
- 地域での協力関係
- コンセプションの境界の精査
- 道路その他の輸送条件

#### 参 考 文 献

- Report to the Government to THAILAND FOREST INVENTORY OF  
THE NORTHEASTERN REGION F.A.O 1962
- AERIALPHOTO for FORESTRY in THAILAND
- KUANTAN FOREST MANAGEMENT UNIT (MALAYSIA)  
(FOREST LANDUSE, FOREST MANAGEMENT AND ORATION  
PLANS) 1977/1978
- INVENTORY OF DISTURBED FOREST IN PENINSULAR  
MALAYSIA
- FORESTRY AND FOREST INDUSTRIES DEVELOPMENT  
MALAYSIA  
(A DESCRIPTION OF METHODOLOGY AND TECHNIQUES  
USED IN THE INVENTORY OF SELECTED AREA OF  
MIXED DIPTEROCARP FOREST IN SARAWAK) 1974
- ENGINEERING SURVEY GUIDELINES INDONESIA 1970
- IDENTIFICATION AND PLANNING OF A NATIONAL FOREST  
INVENTORY FOR THE PHILIPPINES
- LEVANTAMENTO DE RECURSOS NITURALS PROJETO RADAM  
(BRAZIL) VOLUM 4
- MANUAL OF FOREST INVENTORY with special reference to  
mixed tropical Forest F.A.O 1972
- Photogrammetric as a Basis for the Exploitation of Tropical Hard-  
wood Foresting F.A.O

### 3-3 森林施業法

#### 3-3-1 施業法の概観

開発途上国の森林の殆んどを占める熱帯・亜熱帯林の森林施業法を、まず概観してみよう。

この地域のなかには、未だ森林調査が行なわれず、体系的な森林施業が行なわれていない、いわゆる未開発林や放棄林分がかなり存在している。すなわち、森林施業法なるものが未だ確立されていない地域が多い。

しかし、近年は、途上国においても、世界的規模での森林資源の重要性が認識され、林業行政当局は、適正な森林施業の実施に努めるようになってきた。また、これら地域における森林施業については、上述のように事業的に広く成功しているか否かは別として、戦前からの幾つかの森林施業法が研究、実地採用、修正、変更されてきたことも事実である。

現在、熱帯及び亜熱帯林で採用されている森林施業法の主なものは、次のように大別される。

- ①択伐天然更新施業 ( Selective Cutting & Natural Regeneration System )
- ②皆伐人工造林施業 ( Clear Cutting & Artificial Reforestation System )
- ③母樹保残更新施業 ( Seed - Tree Silvicultural System )
- ④天然林人工補整施業 ( Enrichment Planting System )
- ⑤帯状植栽施業 ( Line Planting System )

上記のうち③は、天然生の熱帯マツ林、例えば、中南米のカリビアマツ・*Pinus caribaea*、フィリピンのケシアマツ・*Pinus kesiya*、インドネシアのメルクマツ・*Pinus merkusii*等に対して採用されるもので、母樹を残して皆伐を行ない、天然下種による更新を期待する施業である。また、④は①のモデルファイされたもので、択伐時に後継樹が不足する場合、苗木を植え込む施業方法で、我が国の国有林で天然下種第1類と称する施業と同じ考えである。この方法は、東南アジアのフタバガキ科森林、アフリカ西岸の熱帯降雨林及び南米アマゾン流域の熱帯降雨林等における Commercial tree の択伐時に採られる場合がある。次の⑤は②の変形であって、天然林の伐採において、有用木の抜き伐り及び帯状の皆伐（不用木は伐倒のまま林内に残置）を行ない、その帯状の伐開面に人工植栽を行ない、後に残存上木を巻枯し等で除去する施業である。この方法は、植栽時に多

少の被陰を必要とする樹種（例えばマホガニー・*Swietenia macrophylla*）の場合と天然林を皆伐することが非効率的な場合等に行なわれる（フィジー、ソロモン等）

以上の施業方法を主体として、幾つかの国における森林施業の現状を次に述べることとする。

### 3-3-2 フィリピンの森林施業法

フィリピンの森林は、その構成樹種によって6つの林型(Forest Type)に分類されている。すなわち、フタバガキ科林、マツ林、マングローブ林、海岸林、山地林(蘆荻林)、モラベ林(モンスーン林)

フタバガキ科林型は、平地から標高約1200mまでの間に成立し、年間降雨量が均等か、極く短い乾期のある地域によく分布する。構成樹種には、レッド・ラワン、タンギール、アルモン、マヤビス等の *Shorea* 属、パクチカンの *Parashorea* 属、ヤカールの *Hopra* 属、アビトンの *Dipterocarpus* 属、ホワイト・ラワンの *Pentacme* 属等のフタバガキ科の多数の有用樹種を含んでいる。この林型の蓄積は、フィリピンの生産林の全蓄積の実に98%に達する。

マツ林型は、ルソン島北部山地のベンゲットマツ・*Pinus kesiya*及びデンプレス北部とミンドロ島北部のミンドロマツ・*Pinus merkusii*の2カ所、2樹種として成立しているが、これの蓄積は、生産林全蓄積の1%強にしかならない。

マングローブ林型は、満潮位以下の遠浅の沿岸や河口に成立し、7樹種に及ぶマングローブ類・*Rhizophoraceae*から構成される。蓄積の割合は、1%弱である。

海岸林型は、満潮位以上の沿岸砂地に成立するが、この地域はココナツ木の植栽地となっているケースが多く、原植生が現存していることは稀である。

山地林型は、フタバガキ科林型の生育限界より高い標高の所に成立し、商業的価値は低いが、水源かん養、侵蝕防止上重要な森林で、保安林(Unproductive Forest)として扱われる。これの蓄積は、保安林全蓄積の12%に当たる。

モラベ林型は、雨期と乾期が明瞭な地域に成立し、表上の浅い水はけのよい海岸に近い石灰岩土壌によく繁茂する。これの蓄積は、統計上はフタバガキ科林型に含まれる。

次に、上記の林型のうち、主要なフタバガキ科林型、マツ林型、マングローブ林型の施業法について述べることにする。

### 3-3-2-1 フタバガキ科林型の施業

フィリピンのフタバガキ科林型に対しては、択伐施業が原則で、例外的にパルプ用早成樹造林の場合に、皆伐が許されている。上記の択伐施業は、フィリピンでは Selective Logging と呼ばれ、1954年にバシラン事業区で適用され、漸次、他地区へ適用されてきている。

この択伐施業は、成熟木、過熟木、欠損木を伐採し、将来の木材生産、土壌・水資源保全のための森林を確保しうるよう、有用樹種の健全後継樹を適正な本数・材積だけ残すという方法である。フィリピンの山林局は、この択伐施業の目的にかなうよう、多くの国が実施し、かつ、フィリピンの条件下でも実用性のある原則に基づいて、独自の方法を開発した。

この施業は3つの段階から成っている。すなわち、選木(Tree Marking)、残存木調査(Residual Inventory)、林分種整作業(Timber Stand Improvement)である。

まず、選木であるが、伐出作業によって損傷されず将来の木材収穫に必要な立木の本数を維持するために、選木作業は非常に重要な作業であって、伐採木と残存木とがマークされる。選木方法は、直径の範囲を基準としている。フィリピンでは、残存木の一部として60～70cmの直径階の伐採基準以上のものも残すよう選木法を修正した。以前は20cm～60cmの直径階の木の60%しか残存木として残されなかったが、現在は70%が残り、70cmの木も40%が残存木として選ばれる。残存木の本数は、上場、索道敷及び伐出作業中の止むを得ない損傷等のフローアンスをみて、サンプリングチェックのうえ決定される。支柱の周りの上場に対する最大のフローアンスは、設置された場所にもよるが、半径30～40mである。

残存すべき木をマークすることの目的は、①伐出業者やライセンス保有者へ、残存蓄積として必要な木の種類、条件、質を知らしめること、②マークされた木の記録に基づき、将来の収穫予測を容易にすること、③規定違反の賠償の根拠を得ること、である。

伐採される木もまた、伐採夫への指示として必要な場合と、伐採時に幼令残存林分のムダな損傷を防ぐのに必要な場合には、いつでもマークされる。実際のやり方は、マークされた残存木に最小限の損傷ですむような伐倒方向を樹幹に矢印で標示することである。このような方法で、伐出作業は、残存蓄積として残すべくマークされた木の損傷を最少限とするように

実行される。

次に残存木調査であるが、択伐施業においては、収穫の保続は、残存林分の条件、構成、構造に全く依存するものである。伐出後に残された木が将来に価値ある林木として成育することが出来ることを確保するため、必要な保護とチェック手段が採られる。これらの残存木は、欠点がなく、活力があり、高品質材生産に適した形状を有していなければならぬ。伐出作業は基本的に幼令林分に損傷を与える原因であることを考えると、このときの監督は非常に重要である。したがって、残存林分の調査の必要性は、強調してもしすぎることはない。残存木調査は、伐出作業後の現場に残ったマークされた残存木の検査と計数である。調査チームは、マークされた木を一本ごとに、健全か、これに準ずるものか、損傷木かを検査しながら伐出跡地を進んでいく。計数されなかったか、失くなった木は、すべてノートされる。目的樹種でマークされていない健全残存木もまた記録され、マークされた残存木の最後の番号に続けて番号を付される。しかし、これらは、傷損されたマーク木の替りとすることはできない。残存木調査は3つの主目的がある。すなわち、①必要な修正方法をとるために残存木の損傷の原因と程度を明らかにすること、②残存蓄積に対する収穫量、枯損量及び造林手法の基礎を知らしめること、③マークされた残存木の損傷についてのペナルティの判定の基礎として必要な情報を与えること、である。

この残存木評価として、残存木が健全かどうかを決めるための基準が作られている。これは次のとおりである。

健全残存木とは、①通直で円筒形の樹幹をもつ健康にして成長良好で、傷がないか、僅か傷のあるもの、②樹冠の1/6以上の著しい損傷がないもの、③木材質（形成層以内）に達する樹幹の傷が、樹幹の垂直軸に平行な直線にはば沿って、巾5cm以上、長さ50cm以上でないもの、④段根の数の1/3以上が打ちくだかれてないもの、⑤樹幹のいかなる部分も1/2以上の剥皮やワイヤロープによる深いくぼみのないもの、⑥根系の1/6以上の変動・障害のないもの、である。

準健全木または残存疑問木とは、①樹冠の1/6から1/2まで著しく損傷しているもの、②木材質に達する樹幹損傷が巾5cm以上周囲の1/3までで、長さが樹幹垂直軸に平行な直線に沿って2m以内のもの、③樹幹周囲の1/2から2/3までに及ぶ剥皮またはワイヤロープによるくぼみのあるもの、④段根の数の1/3から1/2が打ちくだかれているもの、⑤根系の1/6から1/4の変動のあるもの、である。

損傷木とは、上記の準健全木を超える損傷のあるものである。

次は、3段階の調査の最後の林分補整作業(TSI)である。この作業は、入手しうる設備・資金の限度内で、最多の量、最良の質、林分構造、成長率、条件を確保するために、林産物の収穫及び間伐の前後において、行なわれる処置として定められている。この目的は、固有林野の全てにおいて、最上の製材用材、パルプ用材、その他の産物の最大量を、収穫保続ベースで、可能な限り短期間に育て上げることである。

原生林で伐出作業が行なわれた後には、地表が露出される。多数の望ましくない木や草本類が、望ましい樹種よりも優占し、稚幼樹の成長を遅らせる。このために、林分補整作業を行なうことが必要となるのである。

林分補整作業の実行は、通常、下刈り、除伐、つる切り、間伐、巻枯し或は不要な樹種の除去が含まれる。好ましい樹種とは、フタバガキ科の全樹種とバラキウム属・*Palaquium* spp.である。内容として次の作業が行なわれる。①若木の樹冠梢を摘む全てのツル類の切除、②好ましい樹種の成長を阻害する全てのヤシ類の切除、③変形したり、損傷したり、病害を受けたり、または、樹冠下に強い蔭を生ずる密な或は多くの下枝をもった直径15cm以下の全ての雑樹種の伐除、④曲ったり、著しく損傷したり、病害を受けたり、または、成木となった時に一本立ちとなりそうもない多くの幹を有する直径15cm以下のフタバガキ科樹木の伐除、⑤フタバガキ科樹木と混生し、好ましくないか、製材用材、パルプ用材、マッチ用材にもなりそうもない直径15cm以下の全ての低質木("Weed" tree)の伐除、⑥期待樹種の上方で、枝の密なあるいは下枝の多い直径15cm以上の全てのフタバガキ科以外の樹種を、巾4~8インチで切り刻む巻枯し。

フタバガキ科林型に対する回帰年と年伐採許容量については次のとおりである。

フィリピンのフタバガキ科林型の回帰年は、その地域の気候型によって30年から45年と異っている。フィリピンは次の4つの気候帯に区分される。①第1型 — 2つの明瞭な季節、すなわち、11月から4月の乾燥とそれ以外の期間の湿潤、②第2型 — 11月から1月に明瞭な最大雨量がある無乾期、③第3型 — それほど明瞭でない季節、すなわち、11月から4月の比較的乾燥とそれ以外の期間の湿潤、④第4型 — 年間を通じ雨量が多かれ少かれ均等に分布する。

回帰年は第1型で45年、第2型で35年、第3型で40年、第4型で30年である。



年伐採許容量は、次の公式を用いて決定される。

$$C = A \frac{(v_0 + v_r)}{2 \cdot cc} f$$

但し、 $C$  = 年伐採許容量  $m^3$

$A$  = 事業対象面積  $ha$

$v_0$  = 胸高直径 60 cm の材積の 25%

“ “ 70 cm “ 55%

“ “ 80 cm 以上 “ 100%

の総計の  $ha$  当たり平均蓄積  $m^3$

$v_r$  = 回帰年の終りに期待する残存林分における  $v_0$  と同様の蓄積

$f$  = 修正係数 (70% であるが、材の利用率又は伐出効率により定まる)

$cc$  = 回帰年数

択伐採業のもとでの地域の年伐採許容量の総計は 18.85 百万  $m^3$  である。しかし、1974 年施行の伐採規則の変更により、各コンセッション地域の年伐採許容量は再検討されている。この結果は、恐らく現在の伐採許容量の減少となるであろう。しかしながら過去 5 年間の生産量は平均して年 8.5 百万  $m^3$  で許容量の 45% である。

永久林地のうちのフタバガキ科森林 9.6 百万  $ha$  は択伐採業下にある。1977 年末までに 1.14 百万  $ha$  の選木が行なわれた。しかし、限られた資金と人員のために、残存木調査と林分改良作業の実績は、伐出事業の進展と見合った進捗をみていない。1977 年末までに、残存木調査でわずか 764 千  $ha$  がカバーされ、林分改良作業は 249 千  $ha$  行なわれただけである。森林採業のコストは確定することが困難である。何故ならば、森林採業に含まれる要員は同時に他の森林作業をも遂行するからである。

### 3-3-2-2 マツ林型の採業

フィリピンのマツ林型は、総計 199 千  $ha$  あるが、皆伐母樹保残更新採業 (Seed-tree Silvicultural System) が採られている。これの実際は、種子生産能力と天然下種上都合のよい位置関係で選ばれた胸高直径 40 cm 以上の母樹が、 $ha$  当たり 16 ~ 20 本残される。

マツの輪伐期は当面 50 年と設定されている。年伐採許容量は次式によって決定される。

$$C = \left\{ \frac{V_0 - (V_w + V_s)}{R} \right\} f$$

$$A_c = \frac{A}{R} \text{で調整検討される。}$$

但し、 $C$  = 年伐採許容量  $m^3$

$V_0$  = 胸高直径 20 cm 以上の総材積

$V_w$  = 流域保全用に残置する材積

$V_s$  = 母樹の材積

$A$  = 事業対象面積 ha

$A_c$  = 年伐採面積 ha

$R$  = 輪伐期 (50年とするが、成長量調査によって変更される)

$f$  = 修正係数 (70%であるが、材の利用効率の決定による)

### 3-3-2-3 マングローブ林型の廃業

マングローブ林型の多くの部分は従前から養魚池に転換されてきている。現在、249千haのマングローブ林があると推定されており、そのうち23千haは不要存置地区 (Alienable & Disposable Land) にある。この不要存置地区 (A & D地区) は、山林局によって永久林 (Permanent Forest) としては必要でないものとされ、公共用地法に基づき適正な公共用地に変えられるべき土地である。

さて、マングローブ林型でも、マツ林型と同様、皆伐母樹保残更新廃業が適用される。これは、当該林分に天然生稚苗が発生するように、少なくとも胸高直径10cmの母樹がha当たり20本以上残される。

年伐採許容量は、次式によって決定される。

$$C = \frac{V_0 - V_s}{R}$$

但し、 $C$  = 年伐採許容量  $m^3$

$V_0$  = 胸高直径 20 cm 以上の立木の材積

$V_s$  = 胸高直径 10 cm 以上の、ha 当たり 20 本以上の母樹の材積

$R$  = 輪伐期 (30年とするが、成長量調査の結果によって変更される)

マングローブ林の廃業の目的は、薪炭材、建築用柱材を生産することであるが、資金と人員が不十分なため造林保育に関する事業は困難となっている。

### 3-3-3 インドネシアの森林施業法

インドネシアの全森林面積は約120百万ha(国土面積の約64%)で、スマトラに21%、ジャワに2%、カリマンタンに35%、スラウェシに9%、モリテンガラ諸島に2%、マルク諸島に5%、イリアンに26%と分布している。

スマトラは基本的には熱帯降雨林地帯であるが、メルクツマツの天然林及び人工林がある。このマツの天然林は、中部アチェの山岳地帯に生育している。カリマンタンは、現在インドネシアの林業開発の中心地である。森林面積の約1/3は開発可能林とされている。しかし、林地のうち約10百万haが焼畑移動耕作の被害を受けている。インドネシアのフタバガキ科森林の最も豊かなものがカリマンタンにある。カリマンタンの森林の80%はフタバガキ科森林で、残りの殆んどは、有用材のラミン・*Gonystylus bancanus* を産する湿地林である。ジャワでは、最も重要な森林はチーク林(人工及び天然林)マツ林及びアガチス林(主として人工林)である。これら以外は、殆んど落葉樹林(モンスーン林)である。イリアンでは、約73%の土地が森林で、農業開発は僅か1%以下を占めているにすぎず、焼畑移動耕作のほうが多い。

インドネシアの森林の林型は、熱帯降雨林が主体である。勿論これにはいろいろな植物生態学的群落を含んでいる。メランティ(*Shorea* 属)、クルイン(*Dipterocarpus* 属)、ラミンは、カリマンタンを含むインドネシア西部の重要樹種である。東部(例えばイリアン)へ向っては、フタバガキ科が消えて、マトア・*Pometia* 属や、メルバウ・*Intsia* 属のような現在ではやゝ価値の低い樹種がとって替る。更に、標高による大きな差がある。低地の広葉樹優占から高地の針葉樹優占となる。特定地域では特定樹種の純林がみられる。例えば、北スマトラのメルクツマツ、西カリマンタンのラミン、中カリマンタンのアガチス、イリアンのマトアである。

インドネシアには12の林型が認められる。すなわち、低地降雨林(*Shorea*, *Hopsea*, *Dipterocarpus* 属が特徴)、中位降雨林(*Lauraceae*, *Quercus*, *Netkofoanus* 属が特徴)、高地降雨林(*Araucaria*, *Podocarpus* 属が特徴)(以上3つで73%の面積を占める)、二次林(12%)、湿地林(10%)、泥炭地林、マングローブ林、海岸林(以上3つはいずれも1%以下)及び人工林(2百万haと推定されている)である。

これらの森林に対する森林施業の基本方針は、云うまでもなく収穫保持であり、伐採、更新、保育を通ずる施業体系は、ジャワのチーク林では皆

伐とこれに続く人工造林であり、熱帯降雨林ではインドネシア択伐方式と称する択伐天然更新施業である。以下この択伐方式を紹介する。

### 3-3-3-1 インドネシア択伐(TPI)方式

この方式は、後述のマレー均等方式(Malayan Uniform System)のモディファイされたもので、降雨林のメランティ、ラミン、カブール(*Dryobalanops* 属)等の有用樹種のうち、一定直径範囲以上(胸高直径50cm以上または板根より上の直径20cm以上)のものを、35年の回帰年で伐採する方式である。植込み(Enrichment)や地掻き(Sanitary Operation)等の天然林補整作業もこの方式のもとで企図される。

このインドネシア択伐方式の基本は次のとおりである。

①選木基準として、下記に示す直径以下の有用樹種の伐採は禁止されている。

伐採しうる 最小直径 cm	回 帰 年 年	伐採後の残存木	
		ha 当たり本数 本	残置木の直径 cm以上
50	35	25	35
40	45	25	35
30	55	40	20

②伐採前後の作業として、調査、伐区設定選木、更新、植え込み、保育、侵蝕防止等が行なわれる。

伐採許容量は、造林及び施業規定、収獲規制原理、樹種の市場性に基づいている。現在フタバガキ科は100本、非フタバガキ科は50本が市場性があると考えられているが、実際には、そこまでは難しい。一般に、伐採許容量は、回帰年35年で、胸高直径50cm以上の択伐における年成長量がha当たり1m<sup>3</sup>ということに根拠を置いている。このことは、現時点でha当たり35m<sup>3</sup>を択伐することとなる。

伐採許容量の式は次のとおりである。

$$C = \frac{1}{35} A \times \bar{V}_c \times 0.8 = \frac{1}{35} \times V_c \times 0.8$$

これに、しばしば0.7 (exploitable factor) を乗ずることがある。

但し  $C$  = 年伐採許容量, 35 = 回帰年

$A$  = 採伐の単位の面積 (通常コンセッションの面積)

$\bar{V}_c$  = Commercial tree (DBH 50 cm以上) の ha 当たり平均蓄積

$V_c$  = 同上の總蓄積

0.8 = reduction factor (安全率)

すなわち、伐採許容量決定の原則は、胸高直径 50 cm 以上の有用樹種の蓄積の 80% 以上を超えることはない。したがって、回帰年は通常 35 年であるから、年伐採許容量は立木蓄積の 2.29% である。

伐採許容量の計算は、コンセッションを与えた地域のみについて行なわれている。1974 年までに行なわれた調査と伐採許容量の計算は、次のとおりである。

○調査全面積 .....	50,458 千ha
○同上の森林実面積 .....	37,401 千ha
○コンセッションに含まれる面積 .....	33,075 千ha
○胸高直径 50 cm 以上の ha 当たり蓄積 .....	97.36 m <sup>3</sup>
○ " 50 cm 以上の有用樹の " .....	600.0 m <sup>3</sup>
○年伐採許容量の總計 .....	45 百万 m <sup>3</sup>

森林開発の対象地は、生産林で約 40 百万 ha 生産保留林で約 27 百万 ha である。この合計の約 75% に当たる 50.651 千haは、51 百万 m<sup>3</sup> の年間許容伐採量で 37 百万 m<sup>3</sup> の指示生産量をもつ生産的な森林として推定される。

天然林の一定区域からの最初の伐採取扱は、控え目な手筈や推定の不確実性があるにも拘らず、これまでのところ、うまく行なわれている。しかし、将来の生産能力は、事業地の性質と成長期待量にかゝっている。この成長期待量は、十分優れた造林智識とその適用、木材の市場性の開発及び取扱木の高度利用によってのみ達成される。

伐採事業へのコントロールは材積によってなされる。そして時には、年伐量は地区の 1/35 以上の面積における伐採事業で達成しうる。

ある種の(例えば沈木)樹種の場合、胸高直径 50 cm 以上でも、商品価値がなかったり、伐出が不採算のために残される。このため、森林の構成状態は相当に変化を受けることになり、2 回目の伐採は、望ましい樹種の予想割合を有することにはならないであろう。

### 3-3-3-2 インドネシアの皆伐農業

インドネシアの皆伐人工造林農業の歴史は、19 世紀末までさかのぼり、ジャワでのチーク・*Tectona grandis* による相当面積の人工造林に始まる。また、メルクンマツによる人工造林は、北スマトラ及びジャワ等で戦前から開始されていた。なお、ジャワでは同様の時期からアガチス・*Agathis*

*toranthifolia* による人工造林も行なわれた。近年は、このほかの樹種により、色々な機関による、色々な目的をもった、各地域での人工造林が実行されている。

すなわち、ユーカリ類、アカシア類、アルビシア・*Albizia falcata* 等の早成樹種、あるいはマホガニー、ソノクリン(紫檀)・*Dalbergia latifolia*、ウリン・*Eusideroxylon zugerii*、エボニー(黒楡)*Diospyros* 属、ナラ・*Pterocarpus* 属等の高級樹種およびマトア、メルbau、フタバガキ類等の有用樹種をもって、林業総局、州当局、国有林公社(Perum Perhutani) およびコンセッション関係者によって、ある場合は未立木地の造林緑化(Greening)のため、また、パルプ用造林、伐採跡地造林等として、ジャワ、スマトラ、カリマンタン、スラウェシ等の各地で開始されている。1976年現在の人工造林地の状況は表3-3-1のとおりである。

表3-3-1 インドネシアの人工造林地面積

令 階 年	針 葉 樹 千 ha	チ ー ク 千 ha	そ の 他 の 広 葉 樹 千 ha	計 千 ha
0~5	128.	103	196.5	427.5
6~10	64.	129	176.	369.
11~20	97.5	220	322.	639.5
21~40	72.5	274	295.	641.5
総数	362.	726	989.5	2,077.5

皆伐人工造林による年平均成長量は次のように推定されている。いずれも、天然林における同樹種の成長量の数倍となっている。

針葉樹	15~18 m <sup>3</sup>
チーク	5~12 m <sup>3</sup>
ユーカリ類	20 m <sup>3</sup>
アルビシア・フアルカタ	40 m <sup>3</sup>
<i>Sesbania grandiflora</i>	20~25 m <sup>3</sup>

主要造林樹種の伐期令は次のとおりである。

メルクシマツ	30年~40年、間伐5年生から5年ごと。
その他の針葉樹	20~50年
ユーカリ類	20年
アルビシア・フアルカタ	12~15年、間伐3年ごと
チーク	60~80年、間伐4年生から8年ごと

これらの皆伐人工造林施業は、トゥンパンサリ方式(Tumpang Sari System)と称する一種の農林複合施業, 集約トゥンパンサリ方式, (以上主として, ジャワ島内) 世界食糧計画方式(World Food Programme), 治山造林方式等の各種形態が採られている。

インドネシアの人工造林施業のうち, 最も集約に行なわれている国有林公社(PERHUTANI)によるジャワの人工林からは, 年間約50万 $\text{m}^3$ の木材が恒常的に生産されており, これは, 今世紀末に向って法正収穫量を生産するという算定に基づく5カ年計画のもとでの造林に裏打ちされた森林利用である。

この国有林公社の森林施業計画について述べると, これの経営の集約度は先進国のそれと優るとも劣らない高さである。同公社の事業は, 特別会計で行なわれ, 直営直轄で実行されている。管轄区域はジャワ本島とマドウラ諸島に限られており, 全面積300万haの約30%の保安林は天然林であるが, このほかの生産林は, チーク, マツ, アガチス等を主体とする人工林である。これら生産林に対しては, 較前から, 営林署ごとに森林調査が10年ごとに行なわれ, 5年を1期とする施業案が5年ごとに編成されている。上位計画として, 全体の20年計画も作られている。収穫規制は, 以前は, 面積平分法と材積平分法で行なわれていたが, 1960年以降, Burn氏法, すなわち, Average Cutting Age Method が採用されている。本法は, 年伐採面積( $\alpha$ ) =  $\frac{\text{総面積}(A)}{\text{伐期}(f)}$  と 年伐採材積( $\beta$ ) =  $\frac{\text{総材積}(V)}{\text{伐期}(f)}$  とを各樹種で算出しておき, 一方, 現実林分の貯積表を作って,  $\alpha$  と  $\beta$  をあてはめていく方法で, 我が国の国有林の保続表方式と極めて類似している。

### 3-3-4 マレーシアの森林施業法

マレーシアの森林・林業事情は, 西マレーシア(半島マレーシア)と東マレーシア(サバ・サラワク州)とでは著しく様相を異にしている。

西マレーシアにおいては, 森林の林地としての利用とゴム林, オイルパーム林等の農業的利用との競合が大きな問題であり, 現在の森林率は既に50%台に下がっている。しかし農業的利用の圧力の強いことから, 他の東南アジア諸国に見られるような焼畑移動耕作は殆んどない。西マレーシアの森林は6つの大分類として, 低地熱帯降雨林(フタバガキ科林), 高地林, マングローブ林, 湿地林, 泥炭林, その他特殊林(edaficな特殊林)があり, これを更に細かく14の林型に分けている。

一方, 1970~1973年の間に行なわれた西マレーシアの森林資源調査

による森林構成は、表3-3-2のようになっている。

表3-3-2 西マレーシアの森林構成

項目	フタバガキ科林		湿地林 その他 非生産林	計	
	原生林	既収穫量		(実数)	
面積比率%	41	39	20	(8321)千 $m^2$	100
蓄積比率%	59	32	9	(899)百万 $m^3$	100

これら西マレーシアの森林は、後述の東マレーシアの構成と較べて、既に過去に伐採収穫された林分の比率が高く、原生林といえども、利用可能材のha当たり平均蓄積は46 $m^3$ であって、今後の森林資源は豊富とは言い難い。また、人工林の造成面積は、天然林産業が主体であったため、少ないが、実行結果の成績は良好である。

これに対し、東マレーシアの森林は、近年において急激に開発利用が進んだが、奥地のいわゆる hill forest、とくにサラワクのそれは、今後の開発利用の対象地となろう。人工林の造成は、その歴史が浅く、とくにサラワク州は湿地帯が奥地まで拡がり、土壌条件に恵まれぬことも原因して人工林は極めて少い。サバ州は火山地帯のために土壌条件に恵まれ、近年、人工造林が拡大されつつある。サラワク州の森林は、フタバガキ科林79%、混交湿地林12%、湿地林(アラン及びバダンバヤ林)3%、マングローブ・ニッパヤシ林2%、台地林(ケランガス林)4%の各林型に分けられる。サバ州の森林は、植生型として、低地フタバガキ林、丘陵フタバガキ林、山岳林、海岸マングローブ林の林型に分けられるが、利用状態として、未利用山地林49%、既利用林(二次林を含む)27%、山岳林13%、海岸林(淡水湿地林を含む)4%、マングローブ林7%に分類されている。なお、森林総面積と森林率は、サラワク州で9433千ha、76%、サバ州で1519千ha、74%となっている。

以上のような森林に対するマレーシアの森林産業の特色の最たるものは、古くから研究されている天然林の択伐産業である。マレー均等方式(Malayan Uniform System)を始めとする天然林の択伐産業法は、インドネシア、フィリピン等のほか、西アフリカ、中南米の熱帯降雨林の産業として、いろいろモディファイされて採用されている。以下、マレーシアにおける天然林産業を述べることにする。

#### 3-3-4-1 マレー均等方式



マレー均等方式 (Malayan Uniform System) は、邦訳して「マレー統一方式」という場合もあるが、マレーシア森林当局者の解説では、uniform という意味は pocketly 或は partially の反対語、すなわち homogenous に択伐することであるので、本書では「均等」の語を用いる。

さて、マレー均等方式は、結論を先に云えば、通常、予備伐、下種伐を省略した、均等に (樹群単位でない) 択伐する前更作業、すなわち傘伐作業 (Schirm Schlagbetrieb, Shelterwood Uniform System) の一種である。

このマレー均等方式に至るまでには、一・二の択伐産業方式が採用されていた。

すなわち、古く 1910 年、ツラツク州クチン保存林で始められた林分改良産業法 (Improvement Felling System) がある。これは、フタバガキ科のカポール (*Dryobalanops* 属) を主たる目的樹種とする択伐産業法である。カポールを含むファースト・クラスの樹種とロタン (藤) の主伐と保育を行ないつつ、有用樹種の混交歩合を高め、有用種樹に富む林分へ改良していく方式である。

ついで、1927 年から下種伐を加えた更新を重視する林分更新改良産業法 (Regeneration Improvement Felling System), 略称 RIF 法が始められ、とくに、半島マレーシアのマラッカ州森林の重硬材の伐採に採用された。これは、どちらかと云うと樹群単位の択伐すなわち、一種の劇伐作業 (Femel Schlagbetrieb, Shelterwood Group System) である。

以上の産業法の系譜を経て、1950 年から本題のマレー均等方式が採用された。学術的に云えば、劇伐作業から傘伐作業へ、Femel から Schirm へ、group から uniform へ、樹群から単木へと変わったわけである。

この方式は、主としてメランティ、クルインを目的樹種とする低地フタバガキ科林で、前生後継樹が十分あることを前提として、かなり強度の択伐率で収穫する方式である。作業の手順としては、まず、事前更新状況調査 (後継樹の現存状態をベルト上におとした 4 畝のサンプル・プロットで行なう。通常、事前の更新作業は行わないが、場合によっては、収穫年の 3~7 年前の下種伐あるいは 2~5 年前のツル、竹、ヤシ類の除去を行なう。次が主伐であり、胸高直径 17 インチ以上の対象木が伐採され、同時に、不要樹種の巻枯し業殺及びツル、竹、ヤシ類の除去を行なう。収穫後の種樹刈出し等は特殊な場合以外に行なわず、収穫後 3~5 年後に事後更新状況調査 (ベルト上におとした 2.5 畝のサンプル・プロットで) を行な

う。この結果が、1ヘクタール当たりで、樹高3 m以上、胸高直径17インチ以上の後継樹が24本以上均一にあること、これ以下の稚樹が300本以上あることが合格基準で、この更新成績が悪い場合は、苗木を植え込む人工補植が必要とされている。さらに、収穫後10年および20年に更新状況調査を行なうこととしている。回帰年は70年とされている。

このマレー均等方式は、低地林では成功し、人工補植もそれほど必要としないが、丘陵林では失敗例が多い。その理由は、地形の差による土壌条件の変化に基づく稚樹の成長の差が大きいため、斜面のための光量不足による更新不良等である。丘陵林では尾根筋のみが天然更新が良好といわれている。更新不良の場合の人工補植の事業は必ずしも順調に行なわれてはいない。過去数年の伐採面積に対する更新補助作業面積は1割以下である。

#### 3-3-4-2 択伐経営方式

前述のマレー均等方式が丘陵林の択伐作業として不満足な点が多いことから、新しい天然林択伐作業法として、1973年から始められ、現在強力に推進しているのが択伐経営方式(Selective Management System)である。これは大規模なコンセッション伐出事業で採用され始めている。この方式は、マレー均等方式に比べ、まず回帰年が25~40年の林分に応じた変動値であって、かつ、短いこと、したがって一回の伐採強度は低い。まず、順序として、収穫前に森林調査を行ない、これの資料に基づき5か年の作業計画、年間伐採量の決定、更新状況による更新計画等を策定する。収穫は、樹種グループごとに伐採下限(胸高直径17~23インチの間で、これ以上を伐採対象木とする)を定めて行なう。収穫に先立っての選木では、伐採木のマークと伐倒方向のマーク及び残存木のマークを行なう。収穫後には、残存木調査が行なわれる。人工補植等の補整作業は必要に応じて行なわれる。

以上の択伐経営方式は、マレー均等方式よりもキメの細かい方式であるため、統一的な作業がとれないこと、回帰年の決定、伐採木指定に高度の技術的判断が必要なこと、生長・更新等の状況の正しい把握が必要なこと等の問題がある。しかしながら、マレーシア林業当局者によれば、従来の方式に比べ、収入率は1割程度であるが、造林・保育経費が少なくてすむことから経済的であると云われている。

なお、本方式は、前節フィリピンで述べた方式の択伐作業方式(Selective Logging System)と基本的には同一と云えよう。

#### 3-3-4-3 マレーシアの皆伐作業

マレーシアの皆伐人工造林産業は近年まで盛んではなかった。西マレーシアの1973年までの人工造林地は僅か5,400haで、主として試験目的のものであった。しかし、1973年以降、主としてパハン州、ジョホール州、ネグリセンビラン州、セラシゴール州等において、産業規模の外来針葉樹による人工造林が、連邦山林局及び州政府の手で始められた。外来針葉樹は、カリビアマツ・*Pinus caribaea*、ナンヨウスギ・*Araxearia cunninghamii*、クリンキー・パイン・*Araxearia huxtenii*で、とくにカリビアマツは試験造林の成績も良く、良質・安価な種子の輸入が容易であること等から大規模造林事業に選んでいる。カリビアマツの造林経費は植栽後3年間の保育費を含めて、平均1ha当たり1050リンギットと推定されている。伐期が12年で、1ha当たり蓄積約210m<sup>3</sup>を期待している。技術的問題点としては、白アリ(*Coptotermes*)の被害防除と、良質種子の入手・保蔵である。

西マレーシアの1974～'77の間の人工造林面積の累計は4500haといわれている。

東マレーシアのサラワク州では、1973年以前に約600haの試験目的の人工造林が行なわれた。植栽樹種は、カリビアマツ、メルツカマツ、ナンヨウスギ、クリンキーパイン、ユーカリ(*E. deglupta*)、モルツカ・ネム・*Albizia falcata*、チーク、メリナ・*Gmelina arborea*等である。年平均成長量は、カリビアマツで21m<sup>3</sup>/ha、ユーカリで35m<sup>3</sup>/haであった。

1974年には、サバ基金(Saba Foundation)の資金による大規模造林が企画され、タウ近傍に10,000ha以上の人工造林を行なってきた。植栽樹種の主なものは、カリビアマツ、ナンヨウスギ、ユーカリ、モルツカ・ネム、メリナ、カシア・*Cassia mangiana*である。技術的問題点は病虫害の防除問題があり、苗畑の立枯病、ユーカリとメリナの赤腐れ病(Brown root)と白腐れ病(White root)、穿孔虫(Branch borer)の被害がある。

これに対し、サラワク州では、過去においては、造林試験として樹種の導入適応試験が行なわれたが、大規模造林は未だ行なわれていない。

### 3-3-5 タイの森林産業法

タイの森林・林業の重要課題の一つは、近年における森林面積の急激な減少と、これの回復策である。

焼畑移動耕作民や不法伐採者の森林への激しい侵入によって、年間100

千haと推定される割合で恒常的に森林が減少している。非公式ではあるが、全森林面積は25百万haと推定され、これは国土面積の50%（38%という数字もある）にあたる。これは森林面積としては過大であろう。何故ならば、焼失、伐間、農地化、侵蝕、及び叢林化されてきた広大な区域は、生産林地として性格づけすることは困難であるからである。

タイ国の森林は、熱帯常緑林（Tropical Evergreen Forest）35%、山地常緑林（Hill Evergreen Forest）12%、針葉樹林（Coniferous Forest）0.4%、マングローブ林1%、混交落葉林（Mixed Deciduous Forest）19%、落葉フタバガキ科林（Deciduous Dipterocarpus Forest）33%、その他（モクマオー属の海岸林、カロフィルス属の湿地林等）0.3%、の各林型に分類されている。

これら森林に対する施業は次のように行なわれている。

タイ国の森林施業は、同国王立森林局の施業計画班のもとに所掌されている。施業計画は、通常、地域の森林官によって規格化された形で作られ、森林局長官の認証を得ることになっている。

この森林局は、その創設当初からチーク林に対する森林施業計画を樹てた。これらチーク林が、北部の地方長官から中央政府へ移管されると、チーク林の伐採権区（lease）の数は、100余から約20に減少した。同時に、択伐の回帰年も、径級の低い木が次の径級に進級するのに十分な期間をみて、6年が12年に、さらに30年へと延長された。チークと関連する広葉樹材の需要増大にともない、森林局はチークと他樹種を含めた施業計画を、同一施業単位のなかで策定した。これは、主として択伐方式により、商業的な径級の広葉樹の選木とチークの巻枯し（軽量化、材質向上等のための収穫前の手法として）選木を行なう。収穫対象木の伐採・搬出の後、林分改良のための除伐や、劣勢木、欠損木の除去が行なわれる。また、これに付随して、裸地へのチークの人工造林が行なわれる。

1913年に制定された森林保護法（Forest Conservation Act）は、チーク以外の有用樹種の伐採に対する管理権限を政府に与えた。1949年には、森林法（Forest Act）の改正があって、詳しい規定が作られた。まず、重要な数樹種が保護樹として指定され、続いての追加措置の結果、現在では200樹種以上が王室令によって貴重材または高級材（カテゴリー1）あるいは通常保護木（カテゴリー2）として指定されている。

約19百万haの面積をもつ長期（30年）伐採権区（lease）に対する改訂施業計画は、非チーク林を328の伐採区（felling series）に分けて

いる。これとは別に、3390千haの面積をもつ146の伐採区が多目的森林として施業されている。落葉ツクバガキ科林には、一種の中林施業(modified coppice with standard system)が採られており、1800千haの面積をもつ91の伐採区がある。ここでは、伐採跡の根株からの萌芽の旺盛な成長が有用樹の天然更新に役立っている。この林型に対しては、山火事防止以外の造林作業は採られていない。マングローブ林には、15~20年輪伐期の帯状皆伐施業が採られており、これの面積は16.8千haで308の伐採区から成っている。多くのマングローブ林は、更新が概ね良好である。以下これらの主な施業法について述べる。

### 3-3-5-1 ブランデイス法

ブランデイス法とは、1856年、ビルマの森林官となったドイツ人のブランデイス(Dietrich Brandis)氏が、同国のチーク天然林に適用した択伐施業法である。当時、ビルマのチーク林は乱伐によって将来の収穫保続に不安を生ずる状態であったのに対し、ブランデイスは、回帰年を30年とする収穫規制による施業法を採った。すなわち、チーク林分を構成するチークを径級に従って次のような5等級に分類した。1級木(胸高直径7インチ以上)、2級木(同7~6インチ)、3級木(同6~4.5インチ)、4級木(同4.5~3インチ)、5級木(同3インチ以下)である。このうち1級木を収穫対象木とし、2級木の最小のものが1級木に進級するのに要する年を年輪から算出して回帰年(前述の30年が相当する)とする方法である。具体的には、伐採権区を2分し、その1分区の伐出期間を15年間として、さらにこれを数等分、例えば5等分なら、その細分区を3年間で択伐することになる。2級木が1級木に進級するのに要する年数すなわち回帰年は、当然、立地条件に左右されるので、40年に延長する傾向にある。

このブランデイス法は、径級による施業と収穫を行う点で、収穫規制方式からみると、成長量法のうちの照査法(Kontrollverfahren)の一種とみなされる。(本法の収穫手定については次章で詳述する。)

現在、タイ国では、ブランデイスの修正法をチークの天然林施業だけでなく、一般天然林施業にも採用している。一方、チーク林施業として、次の人工造林の手法、とくにタウンヤ法が各地で行なわれている。

### 3-3-5-2 タウンヤ法

タウンヤ(ビルマ語で、Taungは山、yaは目作を意味する)法は、農産と複合された林業経営方式と定義づけられよう。農業生産は植伐前の樹冠

が閉鎖するまで行なわれる。そしてこの間、農民はその労働力提供の見返りとして土地の使用をすることができる。

この方式は、最初、ビルマで1856年に始められ、多くの開発途上国へ色々な変形をもって拡がって行なった。そしてこれら開発途上国は、低い生活水準下の地域社会における失業と耕地不足というクワンヤ法導入に適した基礎条件をもっていた。この方式は、焼畑移動耕作の慣習のある山村にも適している。インドのある地域におけるごとく、場合によっては、クワンヤ耕作の権利は、競争価格で優れた農業協同組合にリースされる。

論理的には次のように結論されよう。農作物が林産物と連けいして生育し、林業が人工造林による主たる土地利用であるならば、植栽樹種は、農作物と効率的に競争することが可能な造林学的性質をもつ樹種として選ぶことが望ましい。すなわち、①植栽樹種は農作物を速やかに抜きとることができる早成・陽樹であるべきである、②植栽樹種は樹冠閉鎖が早い、密植できる樹種であるべきである、③植栽樹種はその根系が耕作者によって傷つけられやすい浅根性でないこと、④植栽樹種は陽光、水、肥料分での短期の競合に耐える十分な能力をもつべきこと、である。

同様に、農作物は次のようなものでなければならない。①作物は陰を多くつくるものであってはならない、②作物はつる性のものであってはならない、③作物の肥料要求度は土地を疲へいするほど強くはならない、④根茎作物の場合、根の伸長が早すぎないこと、⑤農作物の間作とその期間は、それによる競合が長期に渉らないこと、もし可能であれば、農作物は土壌改良（例えば窒素固定により）や水保全のような植栽樹に役立つ性質をもつものであること、である。

以上のことは、林木をできるだけ速やかに成立することが主目的であるという前提に立っている。しかし、社会経済的事由から農民をできるだけ長い期間で助けることが望ましい。そしてこれは、農業と林業の目的の間の妥協でなされるものである。このような場合、植栽樹種は、早いうっぺいができ、自然落枝の性質を持ち、濃い庇陰を作らず、かつ、幼時において、上方の蔽陰がないならば、弱方蔽陰に耐えうるものであるべきである。

この植栽法は、皆伐と伐採跡の残存物あるいは二次林の焼払いで始まる。しかし、いくつかの国で行なわれているように、数種の貴重材の樹種は保存木としてマークされる。多くの場合、植樹の前に農作物が植栽されるが、植樹と同時にあるいは植樹後に植栽されることもある。これら農および林の作物の実際の植栽時期は、当該地域の降雨形態に規制される。農作物が植

樹に先行するところでは、ねらいは、農民に整地することのインセンティブを与えること、農民が植栽樹の保育の要なしに土地を使う期間を与えること及び植樹の前に地拵えが済んでいることである。しかし、農・林作物が同時に又は植樹が先の場合、植栽木は、草木灰の肥効により初期成長の支援を受け、また、農民は、自分の作物で利益が挙がる時は、植栽木保育にも一層配慮することになることも事実である。このことは、農民の植栽樹への関心は、その農作物の収穫と関連しているからである。

タウンヤ法は、ビルマで開始され、タイのPIO (Forest Industry Organization) による林業村事業 (Forest Village)、インドネシアのトゥンバンサリ等として実行されている。ここでタイの林業村の例をみると、160 haの人工造林対象地を林業村の一年間の人工造林単位面積とし、これに100世帯の農家がタウンヤ法に従事する。したがって、1世帯、年間、10 haの農作と植林を同時併行する。チークの場合では、以前は60年輪伐期であったが、これを30年に短縮したので、 $30 \times 160 \text{ ha} = 4800 \text{ ha}$ 、余ゆりを含めて5680 haを保険収穫のための経営単位としている。早成樹種であれば、輪伐期は10~15年であるので、この経営単位は、より小さくて十分である。なお、この1世帯10 haのタウンヤ地のほかに、各0.16 haの住居地と自作地が与えられる。植栽樹の間で耕作する農作物は、陸稻、豆類(大豆、小豆、落花生、いんげん)、キャッサバ、ジュート、メイズ、ソルガム、パイナップル等である。これの耕作期間は3年を超えることはない。タイのフォレスト・グイレッジの場合は、農民が植林作業に従事したことに対する報酬が払われる。(例えば1年目に対しては、ha当たり1188バーツに12,500円の固定給が払われる。) 植林の植栽間隔は、通常の4×4 mが8×2 mに改訂されている。植栽樹種は、チークのほか、メリア・*Melia acedarack*、ユーカリ・*Eucalyptus comaldulensis*、アカシア・*Acacia auriculiformis* 等が多く使用される。

### 3-3-5-3 マングローブ林の農業

タイのマングローブ林は、南海の半島地域のインド洋岸およびシヤム湾岸ならびに東部のシヤム湾岸に分布する。

これらに対する陸業法として、従前は、一定の径級以上を収穫する15年回帰年の択伐作業が採られていたが、これの実行結果は失敗であった。1967年から、森林局は、これを交互帯状皆伐 (Clear felling in alternate strips) 作業に変え、天然更新が不十分の場合は、コンセッション所有者は、植栽を必要とするようになった。この方法は成功している。

この交互帯状皆伐を詳述すると、次のとおりである。

交互皆伐の巾は40mで、帯の方向は潮流に対して45°の角度をもつ。これは、稚苗や種子が潮流によって外海へ流されず、むしろ内陸方向の皆伐帯へ流動するようにするためである。

伐区の中では、胸高周囲15cm以下の有用樹の小径木および稚樹以外は全て収穫される。収穫規制は、採集区(伐採列区・Cutting series)の平均蓄積で行なわれる。枝条や残置木はとりかたずけられ焼却される。

収穫にさきだつて、全林が帯状プロット調査で調べられる。胸高周囲15cm以上の全林木が測定され、蓄積が計算される。全地域が回帰年15年で分けられ、年伐量が定まる。このようにして、採集区全体は30年の輪伐期で収穫される。すなわち残った他の半分の帯は、次の15年間で収穫される。

主伐の1年後に、帯状プロット調査で天然更新の状況を調べる。平均1畝に1つの稚樹があれば合格とする。不合格の場合は、コンセッション所有者は、マングローブ(*Rhizophora* 属)の苗を1.5m×1.5mの間隔で植栽しなければならない。そして、更新が確実とみられるまで植栽地を看視しなければならない。下刈りも定期的に行なわれる。

1967年から始まった現行の交互帯状皆伐採集は、以前の傘伐採集に比べて成功し満足しうるものであることが明らかにされた。

本法も1つだけ障害がある。それは、例外的な高潮位のとくに冠水するような林床のところ、すなわち、高位のマングローブ林には不適当なことである。このようなケースでは、水流による種子の散布が少いために天然更新は不安定で不良である。また、人工造林も、皆伐した後、産木が急速かつ密に侵入するため成功し難い。

### 3-3-6 南アジアの森林採集法

ここでは、インドを主体とし、バングラディッシュ、スリランカにふれて、その森林採集の概要を述べる。

インドの天然林採集の歴史は古く19世紀までさかのぼり、東南アジアの天然林採集の原型とされるマレーシアのその更に起源ともなっている。ここでは、インドのフタバガキ科天然林採集の状況を述べる。

インドのフタバガキ科天然林は、大別して東部グループと、西部グループの2林型に分けられている。東部グループは、ビルマ、バングラディッシュ国境、ヒマラヤ山脚部に囲まれた地域すなわち東経92°と96°との間



にある低地およびアンダンマン諸島のフタバガキ科林である。主要樹種は、*Dipterocarpus* 属のなかの *alatus*, *grandiflorus*, *Costatus*, *Kerrii* 等である。西部グループは、アラビア海沿岸帯(巾で約 600 km)の山地で、東経 74° ~ 77° との間にあるフタバガキ科林である。主要樹種は、*Dipterocarpus* 属のほか、*Cullenia excelsa*, *Diospyros* 属, *Nephelium longnum*, *Artocarpus* 属等である。

上記の東部グループのうち、単木択伐作業 (Selection System) とその変形方式が、アッサム、ノーガランド等で行なわれ、択伐作業がアンダンマン諸島で行なわれている。

このアッサム等で行なわれている択伐作業は、胸高周囲 2 ~ 3 m 以上の有用樹種を、ha 当たり 7 ~ 10 本、あまり大きな伐開面をあげないように伐採するもので、10 ~ 30 年の回帰年で 100 ~ 150 年の輪伐期としている。天然更新が不良の場合は 3 ~ 4 月に *Dipterocarpus* 属の播種を 3 ~ 4 m 間隔で 4 ~ 5 粒つつ行なう。主伐翌年に (11 月, 12 月) つる切り、下刈りを行ない、天然下種更新を助ける。更新経費は ha 当たり約 100 us \$ (2 万円強) である。

これの修正法として、アッサムの *Dipterocarpus macrocarpus* に対して、Selection-cum improvement felling の名称をもつ択伐作業が行なわれている。これは永い回帰年をもつ 180 年の輪伐期で遂業される。主伐後 16 ~ 18 年後に被陰を明けるために除伐が行なわれる。またトリビュラ地方では、胸高周 1.8 m 以上の *Dipterocarpus turbinatus* の択伐作業が 30 年回帰年で行なわれ、天然更新不良の場合は、補植が行なわれている。

アンダンマン諸島で行なわれる択伐作業は、フタバガキ科樹種に対する適切な天然更新技術を見つけ出すための研究として、1933 ~ 1936 年の間に Changappa によって行なわれ、現在のアンダンマン樹冠上昇択伐方式 (Andanman Canopy Lifting Shelterwood System) が開発された。

この技術は、更新を容易にするためのかん木の除去、種子が地表に達しうるように樹冠層の上昇および稚樹の生育を助ける下刈りからなっている。すなわち、有用樹と胸高周 2 m 以上の取穫の後、かん木の除去と樹冠層の上昇、例えば、樹高 10 m までの下幹木と小径木の除伐を行なう。母樹又は目的樹種としては不必要な 10 m から 20 m の木は巻括しをする。この段階で、樹冠は地表へ適切な光量を到達せしめ得る。母樹が少なかったり、前生稚樹や下種が十分でない場所では、3 月 ~ 4 月の雨期直前に、フタバガキ科樹種の播種を行なう。9 月までには、稚樹が発生し、この時期

に下刈り、つる切り、巻枯した上木の除去を必要な箇所に行なう。次の下刈り、つる切りは1月に行なう。2年目、3年目には、年1～2回の下刈りが行なわれる。最終の巻枯しと除伐は3年目に行なわれる。アンダンマン諸島のフタバガキ科林は、他の地域のフタバガキ科林と異って、同科の樹種の構成割合が50%にもものぼるほど富んでいるため、(他では20%程度である)この方式によるフタバガキ科林の施業は成功している。なお、この方法による経費はha当たり約120us\$ (2万5千円強)である。

次に、前記の西落グループの施業法を述べると、基本的には、東落のシステム等で行なわれる前述の択伐作業と同じである。更新については、前生の有用稚樹の保育を行なうことと、樹冠を疎開して、主伐後の天然更新を助長することである。西落グループでの本施業は、フタバガキ科樹種の構成率が低いこと、主伐時の前生稚樹の損傷、保育コストの高いことによる手入れ不十分等から、東落グループに比較して容易ではない。

バングラディッシュの森林は、面積が約1284千ha(国土の9.2%)で、森林局のもとに管理経営されている。その他、約948千haの無立木地(草原)が国有地としてある。前者の森林は、①山地林(熱帯常緑および半常緑樹)が48%、②マングローブ林が44%、③内陸Sal林(*Shorea robusta*に他の常緑および落葉樹が混生)が8%、の構成となっている。

これらの森林は、同国の南東部のチッタゴン、ヒル、トラクトの3地域に集中している。

最初の森林施業計画は、1922年に、有用樹の蓄積調査をもとにして、Cowan氏によって策定された。この計画は、暫定改良期が80年の、第1分期指定林分だけは皆伐で20年で更新するよう定めた流動的分期伐区法(floating periodic block system)(次章、森林計画を参照)が採用された。一分期指定林分以外の地域は択伐作業が定められた。しかし、後になって、このような精密な計画は時期早尚で、どのような地域でも更新伐採が可能な施業計画が適するとされた。

現行の施業法は、皆伐とタウンヤ法あるいは森林局によるチークの人工造林である。ただし、この皆伐地域では、将来、人工造林方式が失敗した場合の天然更新のために、8～10本の母樹を残している。チッタゴン、ヒル、トラクト地区では、人工造林が失敗した場合に天然更新ができるよう、また、天然林分からの下種が可能な場所に、植伐帯の間に3チェーンの巾の天然林を残している。

人工造林用樹種の選択が行なわれていた1950年代の初期には、チーク

が重視されたが、その後次第にチークの比率は下がり、常緑のフタバガキ科樹種（ガーシアン、ダキジウム）に重点がおかれた。このガーシアンの間伐スケジュールは、次のとおりである。

間伐回数	樹 齢	ha 当 たり 立 木 本 数	ha 当 たり 樹 高 断 面 積 合 計
1回目	14 年	1,200 本	16.47 m <sup>2</sup>
2回目	20	596	20.00
3回目	27	350	20.00
4回目	35	204	20.00
5回目	50	125	20.00

次に、スリランカの森林産業であるが、同国の森林は、西部・西南部・中央山地のWet zone に主体をおく約134千haで代表され、常緑フタバガキ科樹種で構成されている。

1933～1939年の間に、地利の良いWet zone の常緑林に対する詳しい蓄積調査が適正産業を行うために実施された。この蓄積調査は、主として16チェーン間隔の帯状標準地内の目視で行なわれた。この結果、4つの便宜的な森林型が認められた。①ホラ林（HORA: *Dipterocarpus zeylanicus*）、②利用林、③針葉樹林、④薪炭林である。この分類は経済的重要性に基づいたもので、1本の抽出帯の調査が行なわれた。

この蓄積調査に基づいて1939年に産業計画が作られた。これの産業目的は、次のように述べられている。

- ①劣化した森林を天然あるいは人工更新により再建すること。
- ②択伐作業方式により、良好な蓄積をもつ森林を産業すること。
- ③小径木、薪炭材生産のための保続的中林作業による低位林の産業。

しかしながら、この産業は、第2次大戦によって崩れ、緊急伐採が行なわれた。マレーの「下種伐採」(Seeding Pelling)に基づく択伐作業も行なわれた。これには、主伐後の除伐・つる切り、不用木の巻枯しが続いている。

1950年に、Wet zone の常緑林の産業計画が再度こころみられた。5本の系統抽出帯調査が行なわれた。このWet zone の伐採事業は、その後過伐状況が続き、とくに、国営木材公社が設立され、森林局の企業的高門を行なうことになって以来、生産林における造林的産業は衰退し、過伐が各地でみられた。著しく過伐された地域では、森林局によって天然林へ

の人工補整作業 (Enrichment Planting) が行なわれた。1977年からは、Wet zone の森林の伐採事業は規制され、これの大部分が、UNESCOの「人と生物環境」計画のもとに保護されることになった。

### 3-3-7 熱帯オセアニアの森林養業法

ここでは、バブア・ニューギニア、ソロモン、フィジー等のオセアニア(大洋州)の熱帯(亜熱帯を含む)、いわゆる南太平洋地域の開発途上国の森林養業の概要を述べる。

これらの地域の森林養業は、その林業開発の歴史が新しいこともあって、東南アジア等におけるような沿革がなく、体系化も十分とは云い難い。とくに、天然林養業については、樹種の開発利用が新しく、いわゆる未利用樹の比率が高いため、実効のある養業方法が難しく、むしろ、皆伐あるいはラインプランティング等の人工造林養業に重点がおかれている。

まず、バブア・ニューギニアの森林養業であるが、同国の森林は、ニューギニア島の東半、ニューブリテン、ニューアイルランド、ブーゲンヴィル及びその他の島に約40百万ha(国土面積の86%)の面積を占め、次の7つの林型に分けられている。

- ①西バブア林型：バブアの西南半を占め、フライ川上流域にあり、*Vatica*, *Anisoptera*, *Hopsea* のフタバガキ科と *Pometia*, *Ternstroemia*, *Eugenia*, *Podocarpus* を含む森林。
  - ②バブア南岸林型：バブアの南岸を帯状に、標高1000m以下を占め、低地は *Pometia* 属、山地は *Hopsea*, *Anisoptera* が優占する。
  - ③バブア東南岸林型：本島のラエから東端の岬までの低地林で、*Anisoptera* 属が優占する。
  - ④ビスマルク諸島林型：ニューブリテン島、ニューアイルランド島等の諸島の森林で、低地は、*Pometia* 属が優占し、天然生のユーカリ(デグレブタ)を含むのが特徴で、山地では、*Nothofagus* 属を含む。
  - ⑤ソロモン林型：ブーゲンビル島の森林で、湿地林におけるターミナリア、カンブノスベルマの存在が特徴である。
  - ⑥セビック・ラム林型：本島の西北部の低地森林が主帯で、*Intsia* 属が優占し、山地にはアガチスが生育する。
  - ⑦高地林型：本島の中央部とフオン半島を走る高地の森林で、*Araucaria* 属、*Nothofagus* 属、*Podocarpus* 属、カン頂が主要樹種である。
- 以上の林型をもつ森林に対する養業としては、前述したとおり、天然林

施業の体系は、東南アジアにおけるような歴史もなく、未確立である。天然林施業の調査研究も少く、僅かに、1976年のK.T.Whiteによる天然更新の可能性調査（天然更新適樹の選定）あるいは、1979年の「フクバガキ科森林の施業に関するセミナー」（於マニラ）におけるPNG山林局の調査報告（フクバガキ科 *Anisoptera* 属の天然更新調査）がある。

後者の報告では、Herzog 山系の *Anisoptera* 属の天然更新（天然枯損跡地、択伐跡地、森林と草原の境等における）は、かなりの期待をもてるとしており、森林施業技術の今後の重要課題として、択伐における選木技術の開発を挙げている。現在の採材径級からは、回帰年は30～35年とみている。なお、フクバガキ科の幼樹の成長量調査の一例を下記に掲げておく。

○ 胸高直径の肥大の平均値

	<i>Anisoptera</i> 属	<i>Hopra</i> 属
1970年	7.25cm	5.62cm
1972	9.34	6.78
1973	11.63	7.85

以上の天然林施業に対し、人工林施業は、1950年に、高地林地帯であるプロロ地区での、フープ・パイン (*Aracaria cunninghamii*) による試験造林から始まった。その後、低地のニューブリテン島のカメレレ (*Excavipus deglupta*) の造林、ブラウンリバーのチークの造林及び高地草原地帯へのマツ類の造林が行なわれ、近年では、JICAの開発協力事業の融資によって、マダン地区で、早成樹種（カメレレ、アカシア類）による皆伐—人工造林施業が行なわれている。

現在の人工林は、やはり高地に多く、樹種は、前記のフープ・パイン、マツ類、チークのほか、クリンキー・パイン (*Aracaria kunsteini*) ユーカリ類が多い。これらのうち、ニューブリテン島のカメレレ (*Excavipus deglupta*) の成長をみると、20年生で、上層木（高い木から50本/ha）の平均樹高52m、ha当たり材積540m<sup>3</sup>、ha当たり年平均成長量27m<sup>3</sup>となっている。植栽密度は4.5m×4.5mである。一般にカメレレの場合、7年位で間伐、15年程度で主伐（バルブ用材）が考えられている。

次に、ソロモン諸島の森林施業についてであるが、これは、基本的には、パプア・ニューギニアの低地林の施業と交らない。天然林施業の体系は未確立であり、人工造林施業は、伐採跡地のライン・プランティングと丘陵草原の人工造林を主として早成樹種によって行なっている。

最後に、フィジーの森林施業をみると、ここでも、天然林施業は未確立である。それにも拘らず、フィジーの天然林は、アガチス、サルサル (*Podocarpus ritiensis*)、ヤカ (*Dacrydium elatum*)、パラキウム、カルフイリウム、エンドスベルミウム等の有用材をもって、木材生産の主体となっている。ところが、これらの成長は、材積においても、直径成長においても遅く、加えて、これら有用樹の混交歩合を高めることも困難と考えられている。このため、東南アジアにおけるような体系的な天然林施業は、フィジーでは現在、意図されていない。天然林の択伐は、一応60年回帰年としてあり、35cm以上を採材して、1ha当たり30~110m<sup>3</sup>の収穫を期待しているが、保続のための収穫規制は行なっていない。つまるところ、天然林地帯に対しては、天然林の択伐、→ライン・プランティング、→残存・不要天然木除去、→一斉人工林化の方法を主流と考えている。このため、択伐時あるいは択伐後のサルベージ・ロギングにより、できるだけ不要木を残さぬようにすること、換言すれば、未利用樹のチップ材等への活用を重要課題としている。すなわち、フィジーの天然林施業は、択伐作業種と皆伐作業種の両方をもつ改良期施業の一種とみることもできる。

人工林施業については、上述の降雨林地帯 (Wet zone) における、マホガニー、コルディア、ユーカリ類、アンソセハルス・カダンバ、マエソブシス、エンドスベルミウム等によるライン・プランティング方式及び草原地帯 (Dry zone) における、マツ類による一斉造林方式が採られている。伐期令は、マホガニーで40年、エリオッティマツで35年、カリビアマツで25年、早成樹種 (パルプ用材) で15年としており、ha 当たり収穫 (間収穫を入れて) は、それぞれ、280m<sup>3</sup>、420m<sup>3</sup>、550m<sup>3</sup>、260m<sup>3</sup>を見込んでいる。

### 3-3-8 その他の熱帯の森林施業法

これまで、東南アジア、南アジア、熱帯オセアニアの森林施業について述べてきたが、これら以外の、アフリカ及び中南米の熱帯ないし亜熱帯の森林施業について以下述べることにする。

アフリカの森林は、大きく分けて、西アフリカの熱帯降雨林と東アフリカのサバンナ林となる。勿論、前者においても周辺地区はサバンナ林であり、後者においても海岸地帯は降雨林がある。これらを国でみると、前者には、リベリア、アイボリーコースト、ガーナ、トーゴ、ベニン、ナイジェリア、カメルーン、ギニア、ガボン、コンゴ、ザイール等があり、後者に

は、モザンビク、マラウイ、マダガスカル等がある。

中南米の森林は、アマゾン及びカリブ海沿岸の熱帯降雨林と、その周辺の熱帯乾燥林（半落葉林）ないしサバンナ林、ならびに環太平洋山岳地帯の山地林に大別される。

これらの地域における森林施業は、熱帯オセアニアにおけると同様、第二次大戦後に研究が始まり、開発されてきた。この点で、東南アジア地域のように戦前から体系化された成果を未だ有していない。すなわち、戦後の世界的な木材貿易の拡大によって、西アフリカ及び南米の熱帯降雨林を主とする森林開発の進展がみられ、アフリカ及び中南米地域の森林施業も検討され始めたのである。以下、これを天然林施業と人工林施業別に述べる。

### 3-3-8-1 天然林施業

一般に、熱帯の天然林施業は、前述の東南アジアでの択伐天然更新法でみられたように、基本的には、伐採種、主伐の前後の更新補助作業、保育作業あるいは更新調査等の組み合わせ等で種々のシステムが開発されている。

アフリカ、中南米地域の天然林施業法も、これらの観点から整理すると、表3-3-3 のようになる。

表3-3-3 アフリカ・中南米の天然林施業法

施業法名	Tree Selection Systems				Uniformization Per la Haut	Gertion Selective		
	ガーナ	ナイジェリア	トリニダード	コンゴ	ガーナ	アマゾン	ブエルトリコ	
森林の取扱い	主伐前	つる切り、中下層木除去（1-5年前） 刈払い（1-3年前）	つる切り、中層木除去 更新状況調査（5年後）	つる切り（1年前）	蓄積調査 つる切り、不要上中下層木の除去	森林調査・選木（1年前）	つる切り 上層木除去、刈払い、採伐（2-3年前）。地帯整理（1年前）	
	主伐	更新状況調査 補植必要な場合						採伐の主伐
	主伐後	下層木除去、下刈り。（2年後） つる切り（5年後）	上層木除去、つる切り、下刈り（2年後） 更新状況調査（9年後）	上中下層木除去（1年後）、下刈り、つる切り（2-5年後）、上層木除去（5年後）	上層木の除去	つる切り、中下層木除去（数年後）	中下層木除去、刈払い（1年後） 更新状況調査、補植（2年後）、上層木除去、刈払い、つる切り（3年後）	
目標林型	単層林型	単層林型	単層林型	単層林型		単層林型	多層林型	
作業法の分類	受光伐を行なう 単伐作業	受光伐、後伐を行なう 単伐作業	前伐なく、後伐を行なう 単伐作業	前伐、後伐を行なう 単伐作業	前伐なく、後伐を行なう 単伐作業	後伐の前伐と後伐を行なう 単伐作業	後伐の前伐と後伐を行なう 単伐作業	後伐の前伐と後伐を行なう 単伐作業

### 3-3-8-2 人工林施業

アフリカ・中南米地域の人工林施業は、大別して、熱帯降雨林地帯の天然林伐採跡地への人工造林と、サバンナ地帯等の低木林、草原への人工造

林となる。

前者は、被陰樹のない皆伐地への造林(皆伐造林)、列状伐開地への造林(ライン・プランテイング)、被陰樹下への造林、(樹下植栽)、群状伐開地への造林(群状植栽)等に分けられ、これらが西アフリカ及びソマリン等で実施されてきている。この地域では、前述の天然林施業法が未発達なこともあり、むしろ、択伐跡の天然林を人工林化によって林分価値を高めることが重視されている。この場合、皆伐地への造林は、原材料としての早成樹種が主体となり、列状、樹下、群状等の被陰下の植栽は、伐期の高い陰樹すなわち構造材用樹種が主体となる。

一方、後者のサバンナ造林は、西アフリカの降雨林地帯の周辺部に広がるサバンナ地帯、東アフリカのマラウイ、タンザニア、マダガスカル等の高原、中米及びブラジル南部等の熱帯・亜熱帯乾燥林地帯で実施されている。

西アフリカの熱帯降雨林を開発利用した跡地に対する皆伐人工造林施業は、従前から、各種の方式が検討されてきているが、これの代表的な方式を次に紹介する。

リンバ法、これはターミナリア(*リンバ・Terminalia superba*)を目的樹種とする皆伐人工造林法である。伐採跡地(残存木が多い)に対し、植栽前に、刈払い、つる切り、30cm以下の残存木の除伐、30cm以上の残存木の巻枯し、葉殺、焼払い、筋刈地拵え(6~14m間隔)を行なう。植栽は、雨期のはじめに、ターミナリアの台切苗をもって植え穴に1~2本植える。下刈り、除伐、つる切りは4年間は年3回、あと2~3年間は年2回行なう。年平均成長量は20~25m<sup>3</sup>/ha(12m×12m)及び45m<sup>3</sup>/ha(6m×6m)となっている。

オクメ法、これはオクメ・*Anconea klaineana*を目的樹種とする皆伐人工造林法である。リンバ法のターミナリヤと同様、オクメも陽樹であるので、伐採跡地の残存上木は除去する必要がある。すなわち、直径30cm以下の残存木はブルドーザで倒し、50m間隔の列に積み上げ30cm以上の残存木は、葉殺・巻枯しを行なう。ポット苗を5m×4mのスペースで植栽するか、6~8粒の種子を渠播きする。下刈りは3年間、年3回行なう。植栽木の周りにはある程度植生を残して樹形をととのえる。15年目に間伐を行ない、スペースを12m×12mにする。15年で単木材積は0.75~1.00m<sup>3</sup>程度を示し、伐期60年で60~65木/ha、200~300トン/haとなることを期待している。



このほか、ラインプランティング方式のレイヨン法、側方被陰を作るル  
クリュ法等が西アフリカを主体に開発された。

世界の熱帯降雨林の伐採跡が、しばしば、低質な天然林(Second growth)  
となることから、これら不良天然林の林分改良植栽が中南米、西アフリカ、  
東南アジア等で行なわれている。これらの基本は、不良林分内へのライン  
プランティングと天然の植生遷移の促進を狙う保育とエンリッチメント・プ  
ランティングの2つの型がある。後者は、フィリピン、マレーシアでTim-  
ber Stand Improvement (TSI) と名づけて実施されているが、本書の  
定義で云えば、択伐跡地の林分改良であるのでむしろ、天然林施業の分類  
に入る。

#### 参 考 文 献

- BFD: Forestry Statistics Philippine 1978
- F.S.Arcangel: Introduction to the Philippine Selective  
Logging System.  
Seminar on Management of Diptero-  
Carp Forests, 1979, Manila.
- Dr. Hans J. Weidelt: Guidelines for Timber Stand Improve-  
ment in the Philippine Rain  
Forest.  
同 上
- C.B.Serna & D.Morales: Forest Management Systems in  
the Philippines.  
Report of the ADB/ILO/  
FINNIDA Regional Seminar,  
1979, Manila.
- Buyahmin Wariman: Country Report in Indonesia  
同 上
- Dr. C. Chandrasekharan: A Report on Forestry Situation  
FAO, Bngkok. in Indonesia. 1977
- Forest Department: Malayan Forest Records No. 23 1963.  
Part III.
- M.S. Tambong: Country Report Malaysia

- Seminar on Management of Dipterocarp Forests, 1979, Manila.**
- Chan Hing Hon : Major Management Problems in Dipterocarp Forest in Sabah.  
同 上
  - Irenao L. Domingo : Regeneration and Treatment of Dipterocarp Forest in Southeast Asia.  
同 上
  - C. Chandrasekharan : Forest and Forestry in Thailand  
FAO. Bangkok Office Memorandum FAO. 1980.
  - Sometch Mungkorandin : Forestry in Thailand & Kian Eadkeo  
Kasetsart University  
1978.
  - Anan Nalampoon : Harvesting and Silvicultural Techniques in Mangrove Forest of Thailand.  
Biotrop Spec. Pub. No. 10, 1979.
  - JICA : 造林計画基準作成調査報告 1979.
  - JICA : 熱帯地域における森林の更新技術 1978.
  - FAO : Forest News for Asia and Pacific  
Volume II 1978
  - E. S. Thangam : Regeneration Methods of Dipterocarpus Species in India  
Seminar on Management of Dipterocarp Forests, 1979, Manila.
  - Someswar Das : Country Report of Bangladesh  
同 上
  - Forest Department : Country Report - Sri Lanka  
同 上
  - Forests Department : Papua New Guinea Experience in PNG.  
Management of Dipterocarp Forests  
同 上