

パナマ共和国林業資源調査

森林調査マニュアル

昭和60年3月

国際協力事業団

100
100
100

パナマ共和国林業資源調査

森林調査マニュアル

昭和60年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.12.21	618
登録No. 12258	88
	FDD

パナマ共和国林業資源調査
森林調査マニュアル

目 次

I	はじめに	1
1.	森林調査の定義	1
2.	森林調査法	1
3.	本マニュアルの性格	2
II	森林調査の全体計画	3
1.	森林調査の条件の整理	3
2.	森林調査フロー	3
III	航空写真及び森林基本図	5
1.	計画準備	5
2.	航空写真の撮影	6
3.	森林基本図の図化	6
IV	森林調査	8
1.	森林予備調査	8
1-1	林相図作成基準	8
1-2	標本調査法	10
1-3	調査事項	12
1-4	工程調査	14
1-5	その他	14
2.	林相図の作成	14
2-1	記載事項	14
2-2	事業区、林班等の区分	15
2-3	林相・林型の判読・区分	15
2-4	林相図の作成	16
3.	面積測定	16
4.	森林本格調査(標本調査)	17
4-1	サンプリング設計	17
4-2	現地プロット調査(標本調査)	20
4-3	プロット調査結果の取りまとめ	21
4-4	総蓄積の推定	22
4-5	林分林積判定基準表の作成	23

5.	材積表の検定及び作成	23
5-1	区分求積調査	24
5-2	既往材積式の検定	24
5-3	材積表の作成	25
6.	森林調査簿の作成	26
6-1	蓄積推定結果の判定	26
6-2	記載事項	26
6-3	森林調査簿の作成	27
(付)	地況に関する調査法	28
<参考様式>		31
(F No)		
1	森林調査フロー	33
2	航空写真標定図	34
3	森林基本図の主な注記と凡例	35
4	林相及び土地利用区分基準, 林型区分基準	36
5	胸高直径測定位置	37
6	樹高測定区分	37
7	形質判定基準	37
8	林相図(一部)	38
9	点格子板(一例)	39
10	プロット調査用標準資機材	40
11	森林調査測量野帳	41
12	プロット調査野帳	42
13	プロット調査結果一覧表	43
14	プロット毎の分類集計結果(一部)	46
15	プロット毎直径階毎の立木本数	47
16	プロット毎の樹種構成	49
17	プロット調査野帳のデータ・シート(一部)	50
18	林分材積判定基準表	51
19	写真林分材積表	52
20	区分求積調査野帳	53
21	利用材積表(一部)	54
22	森林調査簿(A)(一部)	55
23	<F 2 2>のコード・記号の説明	56
24	森林調査簿(B)(一部)	57
25	<F 2 4>のコード・記号の説明	58

1 はじめに

1. 森林調査の定義

森林調査とは、主に森林の蓄積や成長量、林分構成状況等を、林内での計測（測樹）あるいはその計測結果の統計処理によって把握し、その森林の経営計画や施業に役立つ森林情報資料を作成することである。

従って、その調査の計画、準備に始まって現地調査、現地調査結果の集計・分析及び関連図表の作成までの一連の作業はすべて森林調査であると言える。

2. 森林調査法

森林調査の方法には個々の作業の段階において、以下に列挙するようさまざまな方法がある。

a 調査に航空写真を利用するか否かによって

- ① 航空写真利用による森林調査
- ② 現地調査のみによる森林調査

b 現地調査（測樹作業）を対象森林の全域について行うか否かによって

- ① 全数調査
- ② 標本調査

c 標本調査において、対象森林の目的とする森林情報（材積、立木本数等）を統計的手法によって推定するか否かによって

- ① 標本調査（無作為抽出あるいは系統抽出による標本調査）
- ② 標準地調査（有意抽出による標本調査）

d 標本調査におけるその標本の抽出法によって

- ① 無作為抽出法
 - I 単純無作為抽出法
 - II 層化抽出法
 - III 多段抽出法
 - IV 二重抽出法（ダブルサンプリング）

② 系統抽出法

e 標本調査におけるその標本地（プロット）の形状によって

- ① 矩形プロット
- ② 帯状プロット
- ③ ラインプロット（帯線プロット）
- ④ 円形プロット
- ⑤ プロットレス・サンプリング（ビッターリッヒ法）

3. 本マニュアルの
性格

現実の森林調査は、前記のさまざまな調査法を、その調査の目的、調査期間、調査経費、更には調査対象地の自然環境（気候、林相、地勢等）及び社会環境（交通手段、現地作業員の質と量等）等に応じて、適宜選択し組合わせて実行される。そのため、画一的な森林調査マニュアルを作成することは困難で、ここでは国際協力事業団が昭和57年より昭和59年に実施した「パナマ共和国林業資源調査」において実施された森林調査の方法、すなわち航空写真利用による森林調査法、標本調査法、腐化抽出法等の組合わせ（前項 a-①, b-②, c-①, d-①-ii, e-②）による方法をベースにして、熱帯多雨林における森林調査の一手法を紹介するにとどめる。

他の種々の方法について、あるいは本マニュアル中の統計理論についての詳細な説明は、関連テキストや既往文献を参照されたい。また、本マニュアルの使用にあたっては、前記調査のファイナル・レポート（第Ⅲ部）の併読によってその調査の実際を研究した上で、これから実行しようとする森林調査の条件に適合した方法、手順に改良されることを望むものである。

尚、文中の〈FNa〉は、前記の調査で使用、あるいは作成した図表を参考様式として例示するもので、本マニュアルの巻末にまとめて掲示している。これらを適宜改良して使用していただければ幸いである。

<p>II 森林調査の全体計画</p> <p>1. 森林調査の条件の整理</p> <p>2. 森林調査フロー</p>	<p>森林調査の全体的な計画をたてる前に、その調査を実行する上でのさまざまな条件を整理しておかねばならない。整理すべき条件を列挙すれば次のとおりである。</p> <p>a. 調査目的 最終的に何を何のために作成し、どのように利用するか。</p> <p>b. 調査期間 自然的、社会的（行政的）な調査期間の制約。</p> <p>c. 調査予算、調査要員、調査機材 その調査実行に許容される予算額と調査要員及び調査機材の量と質等。</p> <p>d. 調査対象地の自然条件 気候条件、おおまかな地況及び林況等</p> <p>e. 調査対象地の社会条件 アプローチ及び調査のための交通条件、宿泊条件、現地作業員の量と質等。</p> <p>f. 既存の資料 調査対象地に関する航空写真、森林基本図（または地形図）、材積表、既往調査資料等の有無とそれらの内容、精度。</p> <p>上記の条件を総合的に勘案して、実行しようとする森林調査の主要な作業の項目とそれらの流れを検討し、調査の全体計画案をたて、フローチャート〈F1〉にまとめる。</p> <p>〈F1の場合の条件〉（項目記号は前項と同順）</p> <p>a. 調査目的 森林開発計画カイドラインの策定 このための基礎資料として、航空写真、森林基本図、林相図、森林調査簿を作成する。</p> <p>b～e 調査期間、調査予算、調査対象地の自然的、社会的条件等 「パナマ共和国林業資源調査・調査報告書」（第1部序論及び第1章）参照。</p> <p>c. 既存資料 既往の地形図（縮尺1：5万）、航空写真（縮尺1：60,000）があったが、林相図作成や総蓄積の推定のためにはいずれも小縮尺すぎるため両者とも縮尺1：20,000のものを新たに作成した。また、既往の利用材積表があったが、その現地適合性の検定が必要で、不適合な場合新たに利用</p>	<p>F 1</p>
--	---	------------

材積表を作成しなければならなかった。

(注) このフローでは、既往の地形図や航空写真によって森林予備調査を行うようになっているが、これは予算的あるいは作業スケジュール上の都合によるものである。事情が許せば新規の航空写真の撮影や森林基本図の作成を待ってこれらを利用した森林予備調査を行うべきである。

Ⅲ 航空写真及び森林基本図

1. 計画準備

調査対象地に関する既往の航空写真や森林基本図（あるいは地形図）及び関連資料を収集、整理する。また、それらの資料の作成年次、精度等のチェックを行い、実行しようとする森林調査への利用可能性の可否を判断する。その可否に応じて次のような資料の準備や計画が必要となる。

a. 既往の航空写真及び基本図の利用が可能な場合の収集資料

① 航空写真について

- i 密着写真（詳細な林相判読の場合は縮尺1：2万までは密着写真で可能）
- ii 伸し写真（上記の場合、縮尺1：2万より小縮尺の場合、伸し写真が必要）
- iii 航空写真標定図（航空写真の主点位置図、撮影コース位置図）
- iv 航空写真の撮影諸元（撮影縮尺、撮影年月日、撮影高度、撮影カメラの焦点距離等）

② 基本図について

- i 最終的な林相図作成のためのベースとなる図面の第2原図（ポリエステルベース）
詳細な林相図を作成する場合、縮尺1：2万程度のものである。
- ii その他調査計画や調査結果の整理用としての既往地形図等
縮尺1：50万，1：20万，1：5万等の地勢図，地形図，道路図

b. 新規の航空写真撮影や森林基本図の図化が必要な場合の計画及び収集資料

① 航空写真の撮影のための計画事項

- i 撮影の全体的な計画（撮影諸元，全体的なスケジュール等）
- ii 撮影予算，撮影機関の決定
- iii 撮影体制（撮影機の運航，撮影要員，写真の処理施設，撮影作業の管理，成果品の検査等）

② 森林基本図の図化のための必要資料

- i 既往の各種地勢図，地形図（縮尺1：50万，1：20万，1：5万等）
- ii 既往の空中三角測量成果
- iii 既往の基準点測量成果，水準点成果
- iv 地籍図簿
- v 道路台帳
- vi 森林基本図の凡例，注記に関する準拠資料

<p>2. 航空写真の撮影</p>	<p>航空写真は、詳細な林相判読を行う場合は、少なくともその縮尺は1：2万程度は欲しい。</p> <p>a. 撮影の具体的な計画において必要な事項</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 撮影面積（既往地形図にその位置を明記する） ② 撮影縮尺 ③ 撮影コース数（同上） ④ 写真枚数（おおよその写真枚数を計算しておく） ⑤ カメラ焦点距離 <p>b. 撮影作業体制として決定しておくべき事項</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 撮影作業者（操縦士、撮影士、整備士） ② 使用機材（航空機、航空カメラ、レンズの種類と焦点距離、使用フィルム） ③ 撮影基地及び写真処理施設 ④ 撮影作業の管理、成果品の検査（撮影日誌、気象情報の常時チェック、写真のオーバーラップ、サイドラップ、写真上の震量、キズや汚れのチェック等） <p>c. 撮影成果</p> <p>撮影作業の成果品として次のようなものを作成する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ネガフィルム ② 密着写真 ③ 伸し写真（特に写真が小縮尺の場合はその2倍伸し写真） ④ 航空写真標定図< F 2 >（ポリエステルベース上に撮影コース、写真主点を主な地形地物とともに描画したもの。） 	<p>F 2</p>
<p>3. 森林基本図の図化</p>	<p>a. 記載事項について</p> <p>森林基本図の用途は広いため、単に森林管理機関だけでなく、他の行政機関とその記載事項を協議して決める必要がある。特に、行政界やその名称、集落、道路等の名称、位置、大きさ、更には基本図の凡例やその他注記事項< F 3 >等は広範な利用に耐えるものを用いなければならない。</p> <p>b. 図化作業</p> <p>森林基本図の基本的な図化作業については、次のような仕様を定めておく。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 図化面積（既往地形図にその位置を明記する） ② 図化縮尺（詳細な林相図作成には少なくとも縮尺1：2万） ③ 図化面数（既往地形図上にその図割を明記しておく） ④ 使用図化機（通常ステレオプロッターA-8またはこれと同等以上の性能を有するもの） ⑤ 等高線間隔（主曲線、間曲線について） 	<p>F 3</p>

⑥ 図化精度（相対精度，高低精度について）

ここで，計画準備において，既往の基準点，水準点測量成果，空中三角測量成果がない場合，新たにこのための測量作業が必要となる。

また，一般的に前記の基本的な図化作業と並行して，航空写真判読では不明瞭な地類の種別や地類界，集落，河川の現地名称や位置等の現地確認調査が必要である。

c. 図化成果

森林基本図の図化作業の成果品としては次のようなものがあげられる。

- ① 森林基本図第1原図（ポリエステルベース）
- ② 同上 第2原図（ 同 上 ）
- ③ 同上 陽面焼

N 森林調査

< F 1 >に従って個々の作業方法を説明することとする。一般的に森林調査で行う主な作業項目は以下にあげるようなものである。

1. 森林予備調査
2. 林相図
3. 面積測定
4. 森林本格調査（標本調査）
5. 材積表の検定及び作成
6. 森林調査簿の作成

1. 森林予備調査

森林予備調査は、上記2～6特に林相図の作成や森林本格調査を行うための詳細な調査事項、調査方法を事前に検討し、確定する作業を言う。

ここで、検討、確定する事項の主なものは以下のとおりである。

- 1-1 林相図作成基準
- 1-2 標本調査法（または標準地調査の方法）
- 1-3 調査事項
- 1-4 工程調査
- 1-5 その他

1-1 林相図作成基準

林相図作成のため基準として検討、確定する事項は次のとおりである。

a. 事業区、林班等の区分基準

これらは、後の対象地域の森林情報の集計や分析のための単位として、また、将来の森林開発や流域管理等の計画における取扱いのための単位として用いられる重要な区分である。従って、関係機関と将来の利用も考慮の上協議して決定する。

① 事業区

社会開発や流域管理といった面も考慮に入れる場合は、事業区界として行政界や大流域界を用いるが、林業面から考える場合は将来の森林の管理、開発にあたって一地域として取扱った方がよい地域を事業区と考える。事業区面積についてもその管理、開発体制や地域の実情に応じて、その標準的な区分面積を定めておく。

② 林班

森林の取扱いのための基本的な単位で、通常、小流域界や小河川の右岸、左岸すなわち一つのまとまった斜面を林班とする。これについても、標準的な区分面積を定めておく必要があるが、森林情報の集計上から、極端に大きな面積は不便である。対象地の林相の状態にもよるが、その

面積は 500～1,500ha位が適当であろう。

このほか、対象地の実情（地域面積、地勢、森林の分布状態、交通条件等）によっては、事業区と林班の間に、例えば亜事業区、担当区等を設置することも考える。

b. 林相・林型区分基準

① 主な区分方法

i 樹種による区分

針葉樹、広葉樹、及びそれらの個別の樹種毎

ii 人為的な係わりによる区分

人工林、天然林、二次林、伐採跡地等

iii 森林の立地条件による区分

山岳林、丘陵林、平地林、湿地林、海岸林等

iv 森林の平均的な樹高による区分

高木林、中木林、低木林、灌木林等

v 森林の樹冠疎密度による区分

密、中、疎、散生

上記 i～iii のような森林の質的な区分を林相区分と言い、iv、v のような森林の量的な区分を林型区分とすることができる。

いずれにしても、対象地域の森林が的確に表現でき、かつ調査目的に適合するような林相・林型区分の基準を作成しなければならない。

② 予備判読と区分基準の現地検討

このため、あらかじめ林相・林型区分基準案を作成しておき、これに従って航空写真の判読・区分を行い、既往のできるだけ大縮尺の図面に林相現況図を作成する。（このことを予備判読と言う）そして、主要な区分については、現地踏査（空中偵察含む）や試験的なプロット調査によってその区分基準案の妥当性を検討した上、最終的な区分基準を作成する。

③ 土地利用区分について

尚、未開発地域での森林開発計画においては、単に森林についてのみ区分するのではなく、土地利用の現況も区分しておくことが重要である。このため、土地利用区分基準も上記の林相区分基準と併せて定めておくこと良い。これについても現地のその実態と調査目的によって定める。

④ 区分の種類・ランクの大きさ等

林相・林型区分及び土地利用区分のそれぞれの基準は、実際の区分作業の技術的制約や作業効率の面からも、それらの区分の種類やランクの大きさを考慮する必要がある。また、それらの区分作業の手順から、各種の区分法を組合わせた方が良い場合もある。〈F 4〉は林相区分と土地利用区分を組合わせた例である。

F 4

1-2 標本調査法（または標準地調査法）

森林本格調査における標本調査あるいは標準地調査の方法の検討、決定は、試験的な標準地調査（プロット調査）によって行う。このための標準地は林相・林型区分の区分数にもよるが、少なくとも合計10箇所以上は必要であろう。

標本調査法の検討事項は、標本抽出法、プロットの形状、プロット面積及び標本数である。

a. 標本抽出法

まず、対象地の森林の総蓄積を明確な精度のもとで推定するか否かによって、統計理論に基づく標本調査か、任意に抽出した林分の標準地調査かが決まる。前者は、総蓄積の推定に恣意が入らず、推定精度が明確である代り、調査期間や調査経費が後者よりかかる場合が多い。この選択は調査全体の目的、期間、経費等のほかに、対象地の調査実行上の難易度にもよる。

標本調査の場合の標本抽出法には、冒頭（1-2-d）で述べたような方法がある。概して、系統抽出法は小面積林分の場合、無作為抽出法は広域の森林の場合に利用される。また、無作為抽出法の中でも多段抽出法や二重抽出法は、より広域な森林の場合に用いられる。数万ha位の森林の場合では、単純無作為抽出法が層化無作為抽出法が一般的であろう。対象地の航空写真があれば、前記の林相区分を用いた層化無作為抽出法によって、標本数を単純無作為抽出法よりも少なくすることができる。（d. 標本数の項参照）

おのおのの標本抽出法の得失と対象地の森林状況等を総合的に勘案して、その採用方法を決定する。

b. プロットの形状

プロットの形状は、矩形プロット、帯状プロット、ラインプロット、円形プロット及びプロットレス・サンプリングと種々あるが、標本調査の場合一般的に矩形プロット、帯状プロット、円形プロットが用いられる。これらの内のいずれのプロットによれば、現地でより効率的、かつ高精度に調査できるかを検討した上、プロットの形状を決定しなければならない。

従って、例えば100m×100mの正方形のプロットをいくつか設定して、その毎木調査結果の値（立木本数、林分材積等）を真値とし、この真値と、同一箇所の他の形状のプロット調査結果の値とを比較検討するのも一つの方法である。ただ、この際にはおのおののプロット調査の作業工程や作業上の問題点も明らかにしておき、これらも考慮した上でプロットの形状を決定する。

c. プロット面積

プロット面積は調査精度に直接影響する重要な因子であるため、プロットの形状を定めた後、同一林分で面積に応じたプロットを設定し、それぞ

れの調査結果の比較検討によって決める。また、それぞれの作業工程も考慮に入れる。

帯状プロットでのプロット面積の検討例を次に示す。

(プロットの形状)

a	c	e	g	i	20m	40m
b	d	f	h	j	20m	
50m					250m	

(プロット面積別の精度分析)

区 分	1 haプロット (a~j)	0.5 haプロット		0.4haプロット (a~d)
		a, c, e, g, i	b, d, f, h, j	
調査プロット数	13	13	13	13
平均材積 (m ³ /ha) v	66.01	66.27	65.76	75.52
標準偏差 s	25.07	25.88	34.13	35.29
変動係数 c	0.38	0.39	0.52	0.47
抽出標本数 n	26	27	49	39

(注) a~jは1 haプロットの内の0.1 ha毎のブロックを示す。

○ $c = s/v$

○ n は単純無作為抽出法で、信頼度95%、誤差率15%による。

この例では、当然ながらプロット面積が大きい程精度も良く、抽出標本数も少なくて済む。また、同じ面積でも細長い帯状プロットでは、その位置によってかなり調査結果が異なる場合が生じる。

d. 標本数

標本数の概数は、予備調査の標準地や調査結果によって求められるが、事前に対象地の森林総蓄積の推定精度(信頼度、誤差率)を規定しておくことが必要である。抽出すべき標本数は次式によって求められる。

① 単純無作為抽出法による場合

対象地の森林を一つの層としてとらえて計算するので、単にその総蓄積を推定するたけなら林相区分する必要はない。

$$n = \left(\frac{tC}{E} \right)^2$$

ただし、 n ; 抽出標本数

t ; 信頼度係数(信頼度95%の時 $t = 2$)

C ; 変動係数 (全プロットの値)

E ; 推定誤差 (誤差率15%の時 $E = 0.15$)

② 層化無作為抽出法による場合

まず、総蓄積の推定をいくつの層（林相）に分けて推定するかを決める。林相区分基準のすべての区分を用いても良いが、そのためには予備調査の標準地を各区分から少なくとも3点はとる必要があり、標準地数が多くなる。このため層化に用いる林相は、最も林分材積に影響の大きいもの5つ前後に限定し、予備調査やその後の集計の労力を省くことも考える。

$$n = \left(\frac{t}{E}\right)^2 \cdot \frac{\sum Ni(\bar{x}_i \cdot Ci)^2}{(\sum Ni \bar{x}_i)^2} \cdot \frac{N}{S}$$

ただし、 n ；抽出標本数

t ；信頼度係数（信頼度95%の時 $t=2$ ）

E ；推定誤差（誤差率15%の時 $E=0.15$ ）

S ；プロット面積（1プロット当たりの面積；ha）

N ；対象森林面積（ha）

Ni ；層（林相）別森林面積（ha）

\bar{x}_i ；層別平均林分材積（ m^3/ha ）

Ci ；層別変動係数

尚、ここで計算された抽出標本数は、予備調査時点で林相区分別面積（層別森林面積）が確定している場合で、かつこの計算に用いたプロット数が多い場合は除き、森林本格調査（標本調査）の途中で再計算し、後の総蓄積推定の時に目標精度を十分満たすことができるような標本数であるか見直す必要がある。

また、標本数の見直し以前にも、森林本格調査のサンプリング設計に支障をきたさないようにするためには、ここでの計算において層別の変動係数にあらかじめ安全率（20-50%）を見込んでおく必要がある。

1-3 調査事項

森林本格調査での標本調査における調査事項を、予備調査時点で検討、決定する。この調査事項や個々の調査方法は、関係機関で既に定められていたり、あるいは他の類似の調査例があったりするので、関係機関との協議や既往調査報告書との照合が必要である。

標本調査における調査事項としては次のようなものを想定し、予備調査における標準地で予行演習を行い、その問題点と対策を検討する。

a. 地況

これについては、プロット全体で平均的な地形を判定するか、もつと小さい面積の区画（例えば1-2-cプロット面積の項で図示した各ブロック）毎に判定するかも考えねばならないが、一般的に次のような項目を判定あるいは測定する。

① 地形

山頂面，山腹凸面（尾根筋），山腹平衡面（斜面上），山腹凹面（沢筋），台地，平坦地，湿地等

② 斜面方位

平均的な斜面の方位（4方位または8方位及び全方位）

③ 斜面傾斜

平均的な斜面の傾斜角，または傾斜角によって区分したものの区分記号あるいは区分番号

④ 土壤に関する事項

土壤調査は森林調査と並行して行うにはかなりの技術と労力が必要なため，このための条件が整った場合のみ行うこととしたい。この場合でも簡易試孔点により土壤型と土壤深度等の数項目に限定することも考える。

b. 林況

① 樹種名

地方名，可能な限り学名を検索する。

② 上下層別

③ 胸高直径（単位cm）

この測定位置を板根のあるなしにより明確にしておく。〈F5〉また，1cm毎か2cm毎の測定かを規定する。

F 5

④ 板根高（単位mまたはdm）

⑤ 枝下高（単位m）

⑥ 全樹高（単位m）

測定位置を明確にする。〈F6〉

F 6

⑦ 形質

事前にこの判定を行うか行わないか，行うとすればその基準を明らかにしておく。〈F7〉は樹幹の通直度を主とした外見上の形質判定基準の例である。

F 7

このほか，森林情報として最終的に何が必要なかを考慮した上で，上記の調査対象木の範囲（例えば胸高直径における下限，全樹高における下限等）や樹種（商業材等の特定樹種か全樹種か）を検討，決定する。

上記の測定結果から，プロット別（標本別）のha当たり立木本数やha当たり材積を算出する訳であるが，材積は全樹高に対する皮付きの材積とするのか，枝下高に対する皮なしの利用材積にするのか，またこれらを求めるための材積表には何を用いるのかを，調査目的や既往材積表によって決めねばならない。

上記の林況のほか，下層植生の調査も重要であるが，精密な植生調査はかなりの熟練技術と調査期間が必要で，調査目的に応じて簡易な方法を考案すると良い。また，土壤調査を行う場合は，これと併せて植生調査するのが効率的である。

<p>1-4 工程調査</p>	<p>プロット調査の工程を調べることは、予備調査における重要な現地調査項目である。森林本格調査の全体的な日程を考えるためにも、標本調査の具体的な作業計画をたてるためにも次のような作業工程を調査する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 調査実施機関の所在地から調査基地までの交通手段別所要時間 b. その調査基地から対象林分までの交通手段別所要時間（時間/km） c. 測量線の伐開及び測量の所要時間（時間/km） おおよかな林相や植生との関係や作業員の人数との関係も把握する。 d. プロットの周囲測量の所要時間（時間/プロット） cと同様の関係も把握する。 e. プロットの測樹の所要時間（時間/プロット） cと同様の関係も把握する。 <p>尚、調査チームの構成も併せて検討し、その構成の仕方によって上記の工程がどのように変わるかも検討する。</p>
<p>1-5 その他</p>	<p>予備調査で実施しておくことは以上のほか、森林調査に関する既往資料の収集と分析、調査要員のトレーニング及び関係機関、関係者との協議等である。</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 森林調査に関して収集、分析すべき資料としては次のようなものである。 <ul style="list-style-type: none"> ① 各種既往図面 地形図、交通図、気候図、植生図、地質図、土壌図等 ② 既往材積表とその解説書 ③ 樹木リスト、樹木図鑑、植物図鑑等 ④ 既往の類似調査の報告書等 b. 調査要員（技術者及び現地作業員）のプロット調査に関するトレーニングは、技術者間の意見交換や技術移転の場となり、森林本格調査における標本調査の円滑化のために重要である。 c. 森林調査の目的や森林開発計画の策定方針等によって、森林調査の内容や方法が大きく変わることが多いため、これらの全体計画とともに細部の技術的な事項に関しても、関係者間の綿密な協議が必要となってくる。
<p>2 林相図の作成</p>	<p>林相図は対象地の森林の現況を図面として記録するもので、森林の管理、開発のための基本図である。林相図の縮尺は、諸般の事情によっていろいろであるが、少なくとも2万分の1か5万分の1程度のものが欲しい。</p>
<p>2-1 記載事項</p>	<p>林相図に記載すべき事項は一般的にみて次のようなものである。</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 行政界（州、市町村、字等）とその名称 b. 地形地物の位置、名称、標高等 c. 事業区、林班界及びその名称あるいは番号

- d. 小班界及びその番号
- e. 小班界の林相・林型（林相・林型区分記号）
- f. 小班毎の蓄積（図面の繁雑さを避けるため林相図からは省き，森林調査簿に記載する場合が多い。）
- g. 森林以外の土地利用現況（土地利用区分記号）
- h. 以上 a～g の凡例，表題，方位，図面位置，その他注記等

2-2 事業区、
林班等の区
分

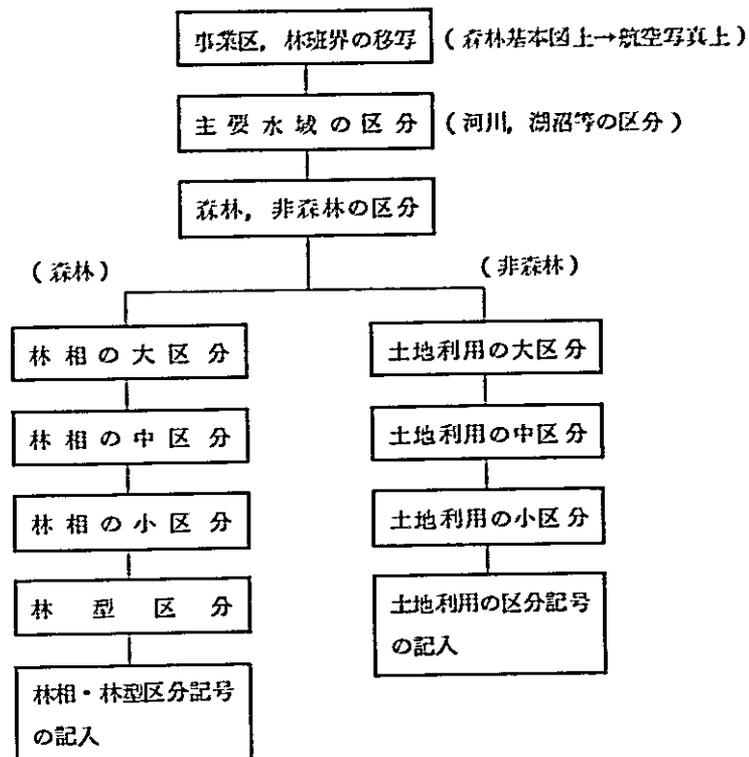
予備調査の結果，決定された事業区，林班等の区分基準に従って，森林基本図（陽画焼）上で事業区や林班を区分する。流域界を用いる場合は，前もって基本図に必要な河川の水系を描いておく。

また，事業区，林班等の名称あるいは番号を定め，おのおの該当箇所に記入する。事業区，林班等の番号は，一定方向に付記しておくこと，後の事業区や林班の抽出に便利である。特に林班番号は，流域毎に時計回りの方向に順次付記すると良い。

2-3 林相・林
型の判読・
区分

予備調査の結果，決定された林相・林型及び土地利用の区分基準に従って，航空写真の判読（実体視）により，対象地の区分を行う。この作業には，望遠鏡（×3）付立体鏡の使用が望ましい。

実際の判読・区分作業は，作業の能率上から次のような手順で行うのが良い。



<p>2-4 林相図の作成</p>	<p>尚、この判読・区分の最小区分面積を森林、非森林別にあらかじめ決めておかなければ、林相図が非常に細かくなり見辛くなるとともに、後の森林調査簿の作成や各種の集計、分析が繁雑となる。</p> <p>林相図には一般的な行政界や地形地物等も記載した方が後の利用に便利のため、通常森林基本図の第2原因(ポリエステルベース)を利用して作成する。</p> <p>このため、航空写真上の林相・林型区分や土地利用区分及びそれらの記号を、先に事業区、林班界の区分を行った森林基本図(陽面焼)の上に転写し、林相図の原稿図を作成する。そして、その林相・林型区分あるいは土地利用区分のなされたものを小班とみなし、それぞれに小班番号を一定方向に付記する。</p> <p>林相図の原稿図を森林基本図第2原因上にトレースし、必要な凡例や注記事項を付記して林相図を仕上げる。実際には、森林本格調査における林相・林型区分や土地利用区分の区分線、記号の現地チェックによって、部分的な修正が必要となってくる。</p> <p>林相図の一部見本を< F 8 >に示す。</p>	<p>F 8</p>
<p>3. 面積測定</p>	<p>林相図を用いて、小班毎の面積を測定する。図上の面積を測定する方法としては、次のようなものがある。</p> <p>a. 点格子板(dot plate)による方法 b. プラニメータ(planimeter)による方法 c. 座標測定装置による方法 d. 自動図形処理装置(digitizer)による方法</p> <p>上記のc, dはコンピュータによる図形の位置測定と面積計算システムで、最近種々の分野で用いられているが、コスト的な問題がある。手軽な方法としてはa, bであるが、点格子板< F 9 >の方が効率的である。</p> <p>小班毎の面積測定結果を、事業区、林班毎に整理するとともに、それら毎に林相・林型区分別及び土地利用区分別の面積を集計する。</p> <p>通常、小班数は相当多く、この作業量が多くなるので、できるだけコンピュータ処理による。この場合、事業区、林班、小班、その小班面積、その小班的林相・林型区分コード(記号をコード化しておく)、土地利用区分コード(記号をコード化しておく)等のデータをコンピュータ用(カード、ディスク、磁気テープ等)にファイルしておく。</p> <p>これらのデータは前述のように、森林本格調査によってチェック、修正が部分的になされるけれども、一旦これらのデータを取りまとめて面積一覧表を作成する。この集計結果は、森林本格調査のサンプリング設計に用いられる。</p>	<p>F 9</p>

<p>4. 森林本格調査 (標本調査)</p>	<p>森林予備調査の結果や林相図及び面積測定結果を用いて、調査対象地の森林資源量を標本調査または標準地調査によって本格的に調査することを、森林予備調査に対してここでは森林本格調査と言う。</p> <p>この内容を大別すれば、以下のとおりである。</p> <p>4-1 サンプルング設計</p> <p>4-2 現地プロット調査(標本調査)</p> <p>4-3 プロット調査結果の取りまとめ</p> <p>4-4 総蓄積の推定</p> <p>4-5 林分材積判定基準表の作成</p>	
<p>4-1 サンプルング設計</p>	<p>現地での標本調査(現地プロット調査と言う)を実行するに先立って設計すべき事項は、主に次のような事項である。</p> <p>a. 総蓄積推定のための目標精度</p> <p>b. 標本抽出法</p> <p>c. 標本数</p> <p>d. 標本プロットの形状と面積</p> <p>e. 標本の割当て</p> <p>f. 標本の配置</p> <p>g. 現地プロット調査の作業計画</p> <p>a. 総蓄積推定のための目標精度</p> <p>これについては調査の目的、期間、経費及び調査対象地の条件を総合的に勘案して、予備調査あるいはそれ以前に決定しておくものである。目標精度とは一般に、標本調査の場合の信頼度(信頼水準とも言う)と誤差率(標準誤差率とも言う)のことを言う。これを決める際には、何をこの精度で推定するのかを明確にしておく。すなわち、ここでは総蓄積としてあるが、調査対象地のどの林相・林型区分の蓄積なのか、また、その中でもどの樹種についてなのか、更には胸高直径何cm以上あるいは樹高何m以上の立木についての推定なのかを決めておかねばならない。それらの蓄積を、全樹高に対する皮付きの材積によって推定するのか、あるいは枝下高に対する皮なし利用材積によって推定するのも決めておく必要がある。</p> <p>b. 標本抽出法</p> <p>予備調査での検討結果により決定する。</p> <p>c. 標本数</p> <p>予備調査での検討結果により決定するが、後の標本の割当てによって若干の標本数の増加が生じる。</p> <p>d. 標本プロットの形状と面積</p> <p>予備調査での検討結果により決定する。</p> <p>e. 標本の割当て</p>	

層化無作為抽出法の場合、決定された標本数を層（林相）別に割振るが、その標本の最適割当ての計算式は次のとおりである。

$$n_i = \frac{N_i S_i}{\sum N_i S_i} \cdot n$$

ただし、 n_i ：層別標本数

N_i ：層別面積/プロット面積

S_i ：層別の ha 当たり材積の標準偏差

n ：標本数合計（抽出標本数）

層別標本数は小数点以下を切上げるため、それらの合計は当初の標本数よりも数点多くなる場合が多い。

林相別に割当てられた標本数を、更に林型別の面積比に応じて振分けておくと、後に述べる林分材積判定基準表の作成に都合が良い。

f. 標本の配置

標本を対象地の森林に無作為に配置するため、林相図を用いた格子線法を採用する。

① 格子線の設定

対象森林の上に落ちる格子点数 (M) に対する標本数 (n) の割合を標本抽出率 (R) と言う。

$$R = \frac{n}{M} \times 100 \quad \text{すなわち、} \quad M = \frac{100n}{R}$$

この R がおおむね 5% 以下となるように格子線を設定する。

格子線の間隔 (d) m は、対象森林面積 (A) ha と格子点数 (M) によって求められる。

$$d = \sqrt{\frac{A}{M}}$$

格子線間隔は、図上に格子線を引く都合上、区切りの良い数値（例えば 50 m あるいは 100 m 毎の数値）を用いる。この間隔に従って、格子線を図上に東西及び南北の 2 方向に引き、各格子線に番号を振る。

② 格子点の抽出

対象森林上の全格子点を、あらかじめ林相・林型別に、かつ格子点番号の若い順に整理しておく。そして、乱数表により林相、林型別の標本数に達するまで順次格子点を抽出していく。

抽出された格子点が、実際の現地調査がきわめて困難な地点であったり、きわめて非効率な配置である場合、乱数表によって再度抽出し直すことも考える。

このようにして抽出された格子点の現地点を標本とする。

③ 他の標準地の抽出

以上述べてきた標本は、本来対象森林の総蓄積を推定するためのものであり、林相・林型別の平均材積や平均立木本数をみるには、標本数が少ない場合がある。この場合、対象地に出現する林相・林型毎に、標本も含めて少なくとも3点ずつのプロットが欲しい。このための補助的なプロット（標準地）も、前述の格子点を利用して抽出しておき、それらのデータは林分材積判定基準表の作成に用いる。また、その他必要な標準地（例えば二次林や特殊な林相等）もこの時点で抽出しておくが良い。

g. 現地プロット調査の作業計画

現地での標本調査及び標準地調査（以下まとめて現地プロット調査と呼ぶ）を円滑に進めるために、次のような計画図表を作成する。

① 現地調査日程表

予備調査での工程調査結果から、全体的な作業の日程表を作成するが、天候障害や交通手段の故障等も考慮に入れ、弾力性のある日程を組む必要がある。

② 要員計画表

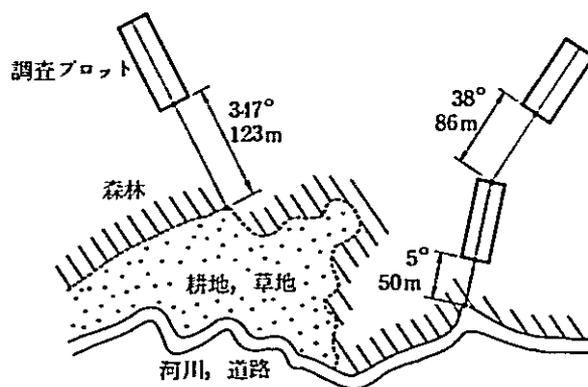
プロット調査のチーム編成とおのおののチーム毎の作業分担及びその動きを明らかにする。

③ 運航表

常時使用できる交通手段は別として、所定期日にチャーターするようなもの（軽飛行機、ヘリコプター、船等）については、日程表と併せてその運航表を作成しておく。

④ プロット調査計画図

プロット位置を一目で見られるような計画図（縮尺1：5万または1：10万等）とともに、林相図及び航空写真上にプロット位置と測量線及びその長さ、方位等を記入したものも用意しておく。（次図参照）



⑤ 資機材リスト

調査に必要な資機材のリストを作成し、それらの購入計画をたてる。プロット調査における標準的な資機材は〈F10〉のとおりであるが、

F 10

<p>4-2 現地プロット調査 (標本調査)</p>	<p>対象地の実情によってはキャンプ用具や無線機，トランシーバー，更にはジープやボート等もそろえねばならない。</p> <p>⑥ 宿舎，生活物資及び輸送に関する計画表</p> <p>そのほか，対象地の実情に応じて宿舎または幕営地の計画，調査期間中の生活物資の購入計画，調査要員及び機材・物資の輸送計画等もできる限り事前にたてておく必要がある。</p> <p>現地プロット調査では，以下の作業を実施する。</p> <p>a. 空中偵察及び現地踏査</p> <p>b. 標本調査</p> <p>c. サンプルング設計の見直し</p> <p>d. その他の標準地調査</p> <p>a. 空中偵察及び現地踏査</p> <p>現地でのプロット調査を実施するに当たってあらかじめその作業計画どおり実行できるか現地確認する必要がある。特に，現地作業員，宿舎，輸送に関する確認と手配を行っておく。</p> <p>また，プロットの概略位置（もしくは測量線の開始点）を事前に把握したり，林相図上の各種区分線や区分記号を適宜点検することも必要なことである。</p> <p>現地確認する場所や調査予算にもよるが，これらの作業にヘリコプターを利用すれば効率良く行える。</p> <p>b. 標本調査</p> <p>サンプルング設計によって航空写真及び林相図上に記入された測量線の方位と長さに従って測量（航空写真による位置確認も必要）し，目的のプロットに到達した後，設計どおりのプロットを測量によって設定する。このプロット設定に先立って，主要な測量杭の位置，杭に記入する番号・記号を定めておくとともに，測量野帳〈F 1 1〉をつけておき，後日そのプロットの追跡調査ができるよう配慮する。</p> <p>プロット内の調査事項・調査方法は，特に問題がなければ，予備調査で検討，決定されたとおりとする。各調査事項の測定結果は逐一プロット調査野帳〈F 1 2〉に記載する。</p> <p>c. サンプルング設計の見直し</p> <p>サンプルング設計において計画された標本数は既に安全率を加味したものであるが，プロット調査の二度手間を防ぐ意味で，現地プロット調査の途中段階でその妥当性を確認しておく必要がある。サンプルング設計段階での標本数はその算出のためのデータが少ないため，標本調査の途中までのデータを加えてより多くのデータ数によって標本数を再計算し，目標精度を十分満たすことができることを確認した上で標本調査を終了するよ</p>	<p>F 11</p> <p>F 12</p>
--------------------------------	--	-------------------------

<p>4-3 プロット 調査結果の 取りまとめ</p>	<p>うにする。(ただし、予備調査での標準地調査のデータと標本調査のデータが異質の場合は、標本調査のデータのみによってこの見直しを行うが、十分なデータ数を用いることとする。)</p>	
	<p>d. その他の標準地調査</p> <p>林分材積判定基準表の作成のための補助的な標準地、あるいは二次林や特定林分の標準地は、基本的には標本調査と同様の方法で調査するが、それらの調査目的や調査期間に応じてプロットの形状やプロット面積を変えることも考える。林木の形状係数が決まっている場合は、ピッターリッヒ法によるのが最も効率的である。</p>	
<p>4-3 プロット 調査結果の 取りまとめ</p>	<p>調査の目的、特にこの森林調査の結果から何を見出し、それによって何をどのように表現するかによって、この取りまとめの方針が決まる。</p>	
	<p>一般的にみて、プロット調査結果を用いて作成される表としては次のようなものが考えられる。</p>	
	<p>a. 出現樹種のリスト</p> <p>地方名、可能な限り学名</p>	
	<p>b. プロット調査結果一覧表 < F 1 3 ></p> <p>プロット別の平均立木本数、平均胸高直径、平均樹高(板下高、全樹高)、林分材積等。</p>	<p>F 13</p>
	<p>c. プロット毎の各種分類集計 < F 1 4 ></p> <p>プロット毎の直径階別あるいは樹種区分(有用樹種か否かの区分)別、形質別の材積あるいは本数、またそれらの比率。</p>	<p>F 14</p>
	<p>d. 林相・林型別の平均</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 林相・林型別の平均立木本数、平均胸高直径、平均樹高、林分材積等。 ◦ 林相・林型別の各種分類集計の平均(上記cの項目について) 	
	<p>e. 直径階別の立木本数</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ プロット毎 < F 1 5 > ◦ 林相・林型毎 ◦ 全プロットの合計(特別な標本、標準地は除く) 	<p>F 15</p>
	<p>f. 樹種構成</p> <p>樹種別の材積及び立木本数、またそれらの比率</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ プロット毎 < F 1 6 > ◦ 林相・林型毎 ◦ 全プロットの合計(特別な標本、標準地は除く) 	<p>F 16</p>
	<p>上記の諸表の作成は、プロット数が少ない場合は手計算でも行えるが、プロット数が多い場合、特に上記c, d, fのようなものはコンピュータ処理によらなければ難しい。このため、プロット調査野帳から必要な情報を一旦データ・シート< F 1 7 >に移し込み、これらのデータと材積式(現地に適合</p>	<p>F 17</p>

した材積式(後述)や樹種区分のデータを用いて、コンピュータにこれらの集計と諸表の作成を同時に行わせると間違いも少なく効率的である。上記<F13~16>はこの方法によって作成されたものの一部を、代表的な参考様式として示したものである。

尚、プロット調査野帳を最初からデータ・シート形式に作成しておき、データ・シートを改めて作成する労力を省く方法もあるが、現地プロット調査の条件(調査期間、地形や気象条件等)が余程良くなければ、プロット調査の効率化をさまたげ、データのミスも多く生じる場合があるので注意を要する。

4-4 総蓄積の推定

標本調査結果から得られるデータを利用して、対象森林の総蓄積を推定する。ただし、4-1-aでも述べたように、この総蓄積の定義を明確にしておく必要がある。総蓄積の推定は、次の層化抽出法の公式によって求められる。

<層化抽出法の公式> (要約)

各層の標本の大きさ(標本数)	n_i ($\sum N_i = n$ とする)
各層の母集団の大きさ	N_i (層別面積/プロット面積)
母集団全体の大きさ	$N = \sum N_i$
層別の平均値(ha当たり材積)	$\bar{x}_i = \sum x_i / n_i$
各層の重み(層別面積割合)	$W_i = N_i / N$
総平均(ha当たり材積)	$\bar{x} = \sum \bar{x}_i \cdot W_i$
各層の標本分散	$S_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \left\{ \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n_i} \right\}$
総平均の分散	$S_{\bar{x}}^2 = \frac{1}{N^2} \sum \{ N_i(N_i - n_i) \cdot \frac{S_i^2}{n_i} \}$
総平均の標準偏差	$S_{\bar{x}} = \sqrt{S_{\bar{x}}^2}$
総平均の信頼区間	$\bar{x} \pm t\alpha \cdot S_{\bar{x}}$
	ただし、母平均 μ についての信頼区間は α の信頼度で自由度($n-h$)の t の値を用いる。 h は層の数。
推定誤差	$E = t\alpha \cdot S_{\bar{x}} / \bar{x}$ (誤差率の場合 $\times 100$)
総数(総蓄積)の信頼区間	$N(\bar{x} \pm t\alpha \cdot S_{\bar{x}})$

すなわち、上式によれば、対象森林の総蓄積(V)は、

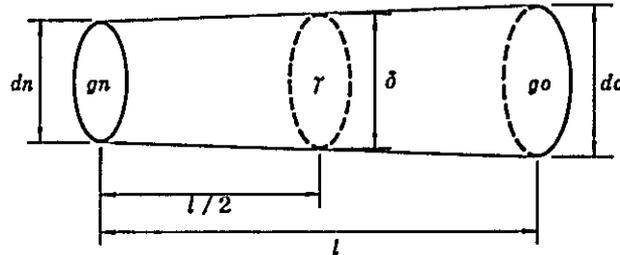
$$N(\bar{x} - t\alpha \cdot S_{\bar{x}}) \leq V \leq N(\bar{x} + t\alpha \cdot S_{\bar{x}})$$

の間にあり、その中間値は $N\bar{x}$ である。総蓄積の信頼区間は、後で森林調査簿を作成する際に、小班毎の蓄積の積上げ計算によって得られる合計蓄積が目標精度に達しているかをチェックするのに利用される。

<p>4-5 林分材積判定基準表の作成</p>	<p>最終的に作成する森林調査簿は、小班毎の各種データの集積したものであり、小班毎の ha 当たり材積やそれによって計算された森林蓄積等が記載されねばならない。前項4-4では対象森林の総体的な森林蓄積が推定されたに過ぎず、森林調査簿を作成するためには林相・林型毎の ha 当たり材積が必要である。林相・林型毎の ha 当たり材積を一つの表に取りまとめたものを、ここでは林分材積判定基準表と言う。</p> <p>これには、現地でのプロット調査結果のみによって作成されるものと、航空写真判読結果と現地プロット調査結果の相関によって作成され、写真判読数値でもって林分材積を検索するものの2種類がある。前者を一般に林分材積判定基準表(または単に林分材積表とも言う)と言い、後者を写真林分材積表と言う。</p> <p>林分材積判定基準表<F18>は、林相・林型区分の種類やおのおの中のランク(樹高階や疎密度階等)の数が少なく、この表の作成のために必要なデータが比較的容易に収集できる場合に適している。この場合、林相・林型区分基準表の最小区分毎の平均値を用いるため、各最小区分に少なくとも3プロットのデータが必要であろう。</p> <p>写真林分材積表<F19>は、樹高と疎密度あるいは樹高と立木本数等の組合わせに応じた林分材積を取りまとめたもので、普通、樹種別に作成される。この場合、林相図作成に先立ち、林型区分基準を樹高階を5m刻み、疎密度を10%刻みのように細分しておき、小班区分もそれに従って写真判読しておく必要がある。</p> <p>どちらの表を作成するかは、それぞれの利用上の得失と作成労力等を勘案して、少なくとも予備調査時点で決めておかねばならない。</p>	<p>F 18</p> <p>F 19</p>
<p>5. 材積表の検定及び作成</p>	<p>現地プロット調査結果での材積に関する集計計算にどの材積表を用いるかは、対象森林の蓄積推定に大きな影響を及ぼす。(ここで言う材積表とは、立木幹材積表のことを示す。)</p> <p>既に該当樹種の材積表があって、その材積表が対象森林あるいはその周辺の森林で長年用いられ、その精度上も特に問題がないことがわかっている場合は、この材積表の現地適合性の検定や新たな材積表の作成は不要である。</p> <p>しかしながら、既往の材積表があっても、その対象森林への適合性に不安がある場合はこの検定を行い、その結果によっては、その修正か新たな材積表の作成を行う必要がある。</p> <p>従って、既に予備調査の調査事項(N-1-3-b)の中でも述べたように、調査で使用する材積表の種類とともに、既往材積表の取扱いについても予備調査時点で明らかにしておくことが必要である。</p>	

5-1 区分求積
調査

既往材積表の検定のためには、対象森林内の試料木(以下サンプル木と言う)の区分求積調査が必要である。サンプル木の抽出やその区分求積法は、できる限り既往材積表と同様な方法を採用するのが望ましい。区分求積法には次のような方法がある。



- ① フーベル式 (Huber's formula)
 $v = \pi/4 \cdot \delta^2 \cdot l = \gamma l$
- ② スマリアン式 (Smalian's formula)
 $v = \pi/4 \cdot (do^2 + dn^2) \cdot l/2 = (go + gn) \cdot l/2$
- ③ リーケ式 (Riecke's formula)
 $v = (go + 4\gamma + gn) \cdot l/6$
- ④ シモニー式 (Simony's formula)
 $v = \{ 2(g_{1/4} + g_{3/4}) - \gamma \} \cdot l/3$
- ⑤ 末口自乗法
 $v = dn^2 l$
- ⑥ センチ・ブレレトン方式 (cm B.S.) の応用法
 $v = \pi \cdot \{ (do + dn)/4 \}^2 \cdot l$

既往材積表の材積式に用いられたサンプル木の材積がどの方法によって求められた材積なのかを調べ、検定用のサンプル木の区分求積法を定める。

上記⑥の方法による区分求積調査の野帳を< F 20 >に示す。この野帳は、末木や枝条の材積も併せて調査できるような様式となっている。

現地で抽出、求積したサンプル木の材積(ここでは実材積と言う)とそれらの樹種、胸高直径等のデータを取りまとめ、サンプル木の樹種別、胸高直径階別の本数の内訳を明らかにしておく。

5-2 既往材積
式の検定

既往材積式の現地適合性の検定は、主に次のような事項、手順でもって行う。これらの検定計算の詳細は、「ソマ共和国林業資源調査報告書」の別添資料「利用材積表の作成経過」あるいは他の統計確率関係のテキストを参照されたい。

- ① 既往材積式による推定値と実材積の比率
サンプル木の樹高や胸高直径を既往材積式に代入して得られる材積を推定値とし、これと実材積の対比を表あるいはグラフにして調べる。

② 2つの標本平均の差の検定

前記の推定値と実材積を2つの標本とみなし、それぞれの平均値が等しいという仮説をたて、その仮説が正しいか否かを検定する。

③ 推定値と実材積の相関

上記①における相関関係を回帰式によって求める。そして、その相関係数(または重相関係数)と標準偏差あるいは標準誤差率によって、既往材積式の精度を検定する。

④ ③における回帰係数と回帰定数の有意差検定

③の回帰式が $V = a + b x$ (x : 既往材積式による推定値)である場合、 $a = 0$, $b = 1$ という仮説すなわち既往材積式によって正しく実材積(近似値)が推定できるという仮説に対する有意差検定を行う。

⑤ 実材積と胸高直径及び樹高との相関

サンプル木のフータによってその実材積と、胸高直径(d)及び樹高(h)の相関関係を次のような式によって求める。

$$v = a + b d^2 h$$

$$v = a + b d^2 h + c (d^2 h)^2$$

$$v = a d^b h^c \text{ すなわち } \log v = a + b \log d + c \log h$$

材積式の形は上記のほか種々あるが、ここではまず、既往材積式と同じ形の式を作成してみる。そして、その相関係数(または重相関係数)と標準偏差あるいは標準誤差率を調べ、既往材積表のそれぞれと比較する。

⑥ 既往材積式と⑤による材積式の有意差検定

⑤で求められた回帰式(材積式)が既往材積式と異なるものであるか否かを、その有意差検定によって確かめる。

以上のほかにも検定の方法はあるが、要は、既往材積式によって実材積に近い推定値を求めることができるか、目に見える図表で表わすとともに、統計学的にも確認することが必要である。

5-3 材積表の作成

前述の検定結果によって既往材積式が明らかに対象森林に不適合という結果が出た場合、新たな材積式を求めなければならない。この場合、前項(5-2)の⑤で算出された式が新しい材積式の候補となる。また、③で求められた式も既往材積式の修正式として利用可能である。⑤の式の算出に用いたデータ数(サンプル木の数)が少なかったり、その式の精度が③の式よりも劣る場合は、③の式(修正材積式と言う)を用いるべきであろう。

⑤の材積式を用いる場合も、実材積と胸高直径及び樹高の関係を種々の式にあてはめ、できるだけ精度の良い式を求め、精度面と後の材積表の利用面を総合的に判断して新たな材積式を定める。

材積式から材積表への作成は、利用上から胸高直径と樹高の刻みを定め、

<p>6. 森林調査簿の作成</p> <p>6-1 蓄積推定結果の判定</p> <p>6-2 記載項目</p>	<p>おのこの値を材積式に代入し、胸高直径と樹高に対する材積を算出して材積表を作成する。この一例(一部)を< F 2 1 >に示す。</p> <p>この材積表とともに、この材積表の作成経過や使用データの種類及びデータ数等を解説書として取りまとめておくことが重要である。</p> <p>森林調査簿は前にも述べたとおり、対象森林の管理・開発のために必要な基本的なデータを集積したものである。そして、そのデータは林相図との対比によってフィールド・バックできる。</p> <p>小班毎の蓄積をその面積と ha 当り材積(小班の林相・林型に応じて林分材積判定基準表により求めたもの)によって求め、これを林班毎、事業区毎に集計し、最終的に対象地の森林蓄積を求める。この小班毎蓄積の積上げによる総蓄積が、標本調査による総蓄積の信頼区間に入っているか否かをチェックする。もし、入っていなければ、目標精度の下で森林調査簿が作成されていないこととなり、林分材積判定基準表あるいは林相図における林相・林型区分に戻って、それらの誤りを捜し修正した後、総蓄積の再計算をしなければならない。信頼区間に入っていれば、森林調査簿は目標精度の下に作成されていることとなる。</p> <p>森林調査簿に記載すべき項目は、森林調査や他の関連調査(例えば、成長量調査、土壌調査、地形計測調査等)の結果から出されるデータの内容や量にもよるが、基本的には各小班に関する次のような項目である。記載順についても諸般の事情によって異なる。</p> <p>a. 位置に関する情報</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 事業区名または番号 ② 林班名または番号 ③ 小班番号 <p>その他、行政区分の名称や基本図の図面番号やメッシュ番号等も考えられる。</p> <p>b. 面積に関する情報</p> <p>小班毎の面積</p> <p>c. 林況に関する情報</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 林相の種別 ② 林型の種別 ③ ha 当り立木本数 ④ ha 当り材積 ⑤ 森林蓄積 ⑥ 成長量 	
---	--	--

<p>6-3 森林調査簿の作成</p>	<p>⑦ 成長率</p> <p>⑧ 法的規制の種類(保安林, 国立公園等)</p> <p>このほか, 針広混交林の場合, その混交率, 針広別蓄積, また, ③④⑤は胸高直径階毎にまとめられる。</p> <p>d. 土地利用に関する情報 土地利用の種類</p> <p>f. 地況に関する情報</p> <p>① 地形</p> <p>② 斜面方位</p> <p>③ 斜面傾斜</p> <p>④ 起伏量</p> <p>⑤ 谷密度</p> <p>⑥ 地質</p> <p>⑦ 土壌 土壌型や土壌深度等</p> <p>g. その他 土地の所有者, 管理者等</p> <p>これらのデータを小班毎に整理し, 事業区, 林班, 小班の番号順に記載して森林簿を作成するが, データが多い場合, この作業はコンピュータによって行う。これは3.面積測定でファイルされたデータに, 4-5の項で求められた林分材積等のデータを加え, コンピュータに必要な計算をさせ, 所定様式(コンピュータ・フォーム)の上に全データをプリントさせる方法である。</p> <p>この森林調査簿の一例を<F 22>に, またそのコード・記号の説明を<F 23>に示す。更に, これとは別のタイプの森林調査簿の例を<F 24>に, そのコード・記号の説明を<F 25>に示す。</p> <p>森林調査簿をより使い易いものにするためには, 単に小班毎の調査簿を並べるだけでなく, 主な集計結果表を冒頭にファイルすることが望ましい。また, 少なくとも事業区や林班の概略位置図を添付しておく。すなわち, 森林調査簿の編集方法の一例を示せば次のとおりである。</p> <p>a. 全域の面積・蓄積一覧表</p> <p>① 林相・林型別の面積と蓄積</p> <p>② 土地利用区分別面積</p> <p>b. 事業区別面積・蓄積一覧表 上記①, ②</p> <p>c. 林班別面積・蓄積一覧表 上記①, ②</p> <p>d. 小班毎調査表 (付図) 事業区・林班位置図</p>	<p>F 22</p> <p>F 23</p> <p>F 24</p> <p>F 25</p>
---------------------	---	---

(付) 地況に関する
調査法

森林調査簿に記載する項目として地況に関する情報をあげたが、ここで、それぞれの調査法を簡単に述べておく。

6-2で挙げた地形、斜面方位、斜面傾斜、起伏量及び谷密度は、個々の小班の地形的な構造をみるだけでなく、それらの集計によって、林班毎及び事業区毎の地形特性の差異を見出すのに用いられる。そして、これらの地形特性は森林蓄積とともに、対象森林の開発計画に対する重要な要因となる。

また、地質及び土壌は、森林開発計画の中でも特に更新計画（人工造林、天然更新）に関係してくる。

a. 地形

地形の区分基準は、地形学的な地形区分とともに、対象地域個有の地形的な特色が出るような区分基準を考えねばならない。また、やや大きな広がりをもった区分のほか、局所地形による区分も設定し、これら大・小区分の組み合わせも考える。

<区分基準例>

区 分		記 号
大 区 分	平 担 地	F
	丘 陵 地	H
	小起伏丘陵地	H ₁
	大起伏丘陵地	H ₂
	山 地	M
小 区 分	低 湿 地	l
	台地(洪積台地)	f
	”(山間部)	p
	山 腹 凹 面	v
	山 腹 平 衡 面	s
	山 腹 凸 面	r
	山 頂 面	t
	急 崖	c

これらの区分の判定は、不定形の小班毎にその面積比の大きいものに小班の地形を代表させる方法と、森林基本図上に一定間隔のメッシュをオーバーラップさせ、そのメッシュ毎に上記の地形を判定させる方法がある。小班面積が全体的に大きく、地形判定に困難な場合は、小面積のメッシュ法を採用した方がよい。

b. 斜面方位

小班毎の平均的な斜面方位を森林基本図上で4方位あるいは8方位により測定するか、前述のようにメッシュ毎にその方位を測定する。平坦地や山頂面などで、どの方位にもとれる場合を想定し、全方位の区分も設定しておくが良い。

<区分基準例>

区 分	記 号	摘 要
北	N	315° - 0° - 45°
東	E	45° - 90° - 135°
南	S	135° - 180° - 225°
西	W	225° - 270° - 315°
全方位	A	

c. 斜面傾斜

小班毎にその平均的な斜面の傾斜を森林基本図上で測定し、その測定値そのものを用いるか、傾斜角による区分記号を判定する。

<区分基準例>

区 分	記 号	摘 要
平 坦	1	傾斜角 0° - 5°
緩	2	" 6° - 15°
中	3	" 16° - 30°
急	4	" 31° 以上

この測定法には、次のような方法がある。

- ① 小班に最も多く出現するコンターの幅とコンター間隔から、次式により傾斜角を計算する。

$$\tan \theta = c/w$$

ただし、 θ ：平均傾斜角（°）

c ：コンター間隔（m）……主曲線の高低間隔

w ：コンターの幅（m）……主曲線の水平距離

- ② メッシュを切り、メッシュ内接円に入るコンター本数を数え、次式によって傾斜角に換算する。

$$\tan \theta = c \cdot n/d$$

ただし、 θ ：平均傾斜角（°）

c ：コンター間隔（m）……主曲線の高低間隔

n ：メッシュ内接円に入るコンター（主曲線）本数

d ：メッシュ間隔の実長（m）

この方法は、一般に現実の斜面傾斜よりかなり緩く表わす傾向があるが、地域内の相対的な比較に用いる場合に良い。また、メッシュ間隔 d を補正し、現実の斜面傾斜により近づける方法も考えられる。

d. 起伏量

面積的にも不定な小班では、それ毎に起伏量を測定しても意味がなく、一般的に起伏量は一定面積のメッシュ内における最高点と最低点の標高差

によって表わされる。起伏量の区分は、対象地域の標高における特色が表現できるようなものとする。

<区分基準例>

区 分	記 号	摘 要
小	1	0 m - 49 m
中(やや小)	2	50 m - 99 m
“(やや大)	3	100 m - 149 m
大	4	150 m 以上

e. 谷密度

谷密度は、一般にある程度広い区域について測定されるもので、林班毎か、やや広めのメッシュ毎に測定する。その測定方法には次のような方法がある。

- ① ある地域内の河川の総延長を地域面積で割る。
- ② 一定面積の方眼(メッシュ)に分け、各方眼の四辺が横切る谷の総数を数える。(方眼四隅あるいは四辺の上の河川は0.5として数える)
- ③ 一定面積の方眼(メッシュ)に分け、各方眼内に入る河川の本数を数える。

メッシュ法によらない場合は、上記①の方法を採用するが、この方法では林班内における谷密度の差異はわからない。メッシュ法による場合、上記②の方が③より作業効率が良い。

<区分基準例>

区 分	記 号	摘 要
疎	1	0 - 2.5
中	2	3.0 - 5.5
密	3	6.0 - 8.5
きわめて密	4	9.0 以上

(注) 上記②の場合の一例。

f. 地質

既往の地質図があれば、これを利用して各小班の地質を判定する。

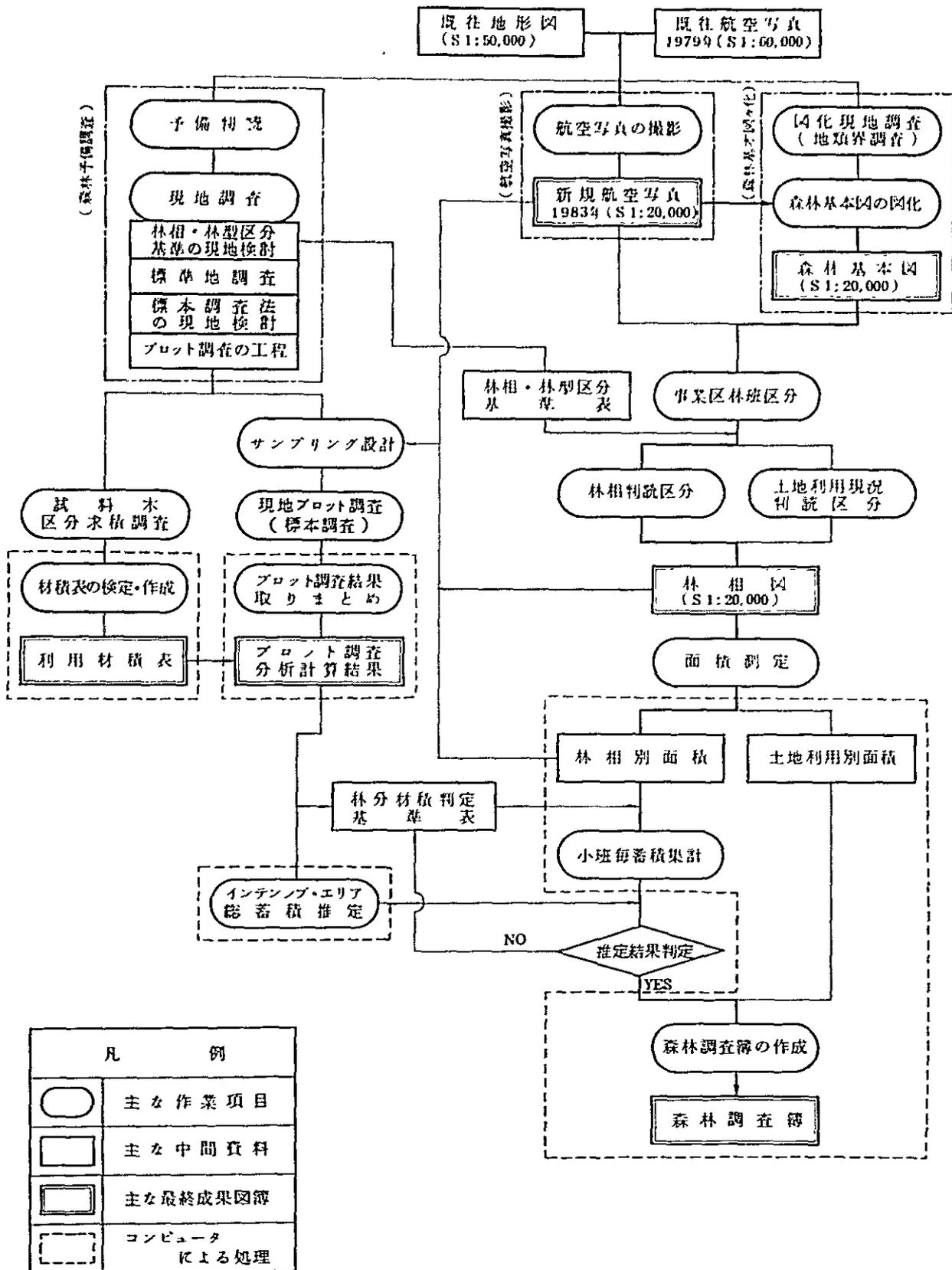
g. 土壌

既往の土壌図があれば、これを利用して各小班の土壌(少なくとも土壌型)を判定する。また、現地で土壌調査を行い、それがその小班を代表する土壌であれば、その土壌型、土壌深度、物理・化学的組成も森林調査簿に記載しておく。

< 参 考 様 式 >

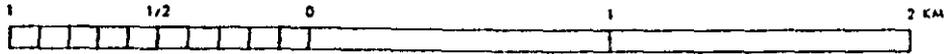
(F1 ~ F25)

F1 森林調査フロー



MAPA FORESTAL

ESCALA 1:20,000



NOTAS SOBRE INTERVALO DE CURVAS, CUADRÍCULA, PROYECCIÓN, ESFEROIDE

Curvas de Nivel a intervalo de 10 Metros
 Curvas Suplementarias a intervalo de 5 Metros
 Esferoide Clarke 1866
 Cuadrícula Dos Mil Metros UTM: Zone 17 (Trazos Numerados)
 Proyección Transversa de Mercator
 Dato Vertical Nivel medio del Mar
 Dato Horizontal Norteamericano de 1927
 Dato Hidrográfico Sondeo En Brazos (1.8m) Referidos a la Bajamar media aproximada



LEYENDA

SIGNOS CONVENCIONALES

POBLACIONES

101 a 800 edificios COCLECITO
 41 a 100 edificios Coclé del Norte
 6 a 40 edificios San Lucas
 Menos de edificios La coca

CAMINOS

Transitable en tiempo bueno o seco
 Revestimiento suelto
 Rodera
 Sendero o veredo
 Límite de Área Vegetal

LÍMITES

Provincial
 Distrital
 De Corregimiento
 Casa, Chozas:
 Escuela, Iglesia, Cementerio
 Tanque, Punto campesino

Punto de control horizontal (Triangulación, N.N.S.S.I)
 Punto de control vertical (cota fija)
 Elevaciones fotogramétricas
 Arena
 Derrumbe
 Cenaga o pantano
 Palmas
 Paso
 Rastrojo y Cultivo
 Río
 Quebrada intermitente o seca
 Saltos, cataratas, raudales o rapidas grande
 Saltos, raudales o rapidas pequeñas
 Curva de nivel índice
 Curva de nivel intermedia
 Curva de nivel suplementaria

F4 林相及び土地利用区分基準，林型区分基準

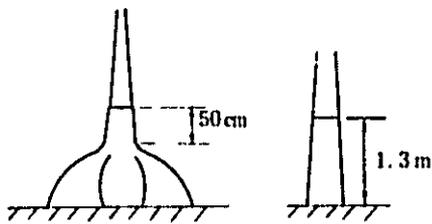
林相及び土地利用区分基準

大区分	中区分	記号	小区分	記号	細区分	記号	備考	
森 林	広葉樹天然林	N	丘陵林	Nh	小起伏丘陵林	Nh ₁	雨季に湛水する 林地含む。	
					大起伏丘陵林	Nh ₂		
			平地林	Nf	マングローブ林 海岸風衝林	Nc ₁ Nc ₂		
			湿地林	Ns				
			海岸林	Nc				
	二次林	S	B			樹高4m以上の 灌木林含む。 崖、岩石地、崩 壊地等。		
		裸地		B				
	非 森 林	焼畑・耕作地	C			焼畑放棄地及び 樹高3m以下の 灌木林含む。		
		放牧地・草地	G					
		ヤシ林	P			オイルパーム含む。		
集落		V						
河川・湖沼		W						
道路		R						
	その他	O						

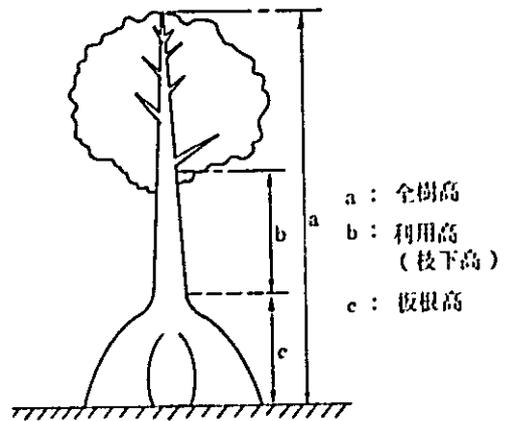
林型区分基準表（広葉樹天然林について）

種 別	区 分	記号	備 考
樹 高 階	高 木 林	25 m 以上	上層木平均樹高による。
		15 ~ 25 m 未満	
	中 木 林	20 ~ 25 m 未満	
		15 ~ 20 m 未満	
		低 木 林	
樹冠疎密度	密	D ₃	二次林は除く。4m未満は上表 のB,G,O等。 上層木の樹冠疎密度による。
	中	D ₂	
	疎	D ₁	
		10%未満は上表のB,G,O等。	

F5 胸高直径測定位置

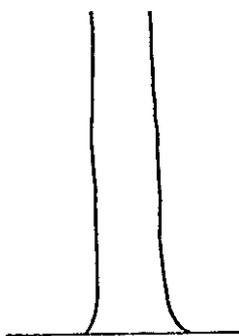


F6 樹高測定区分

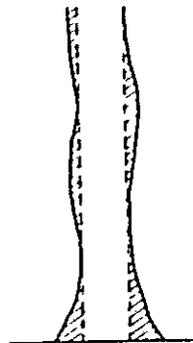


F7 形質判定基準

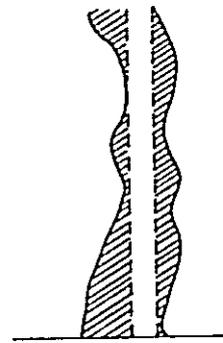
<樹形区分>



区分：A
・通直材

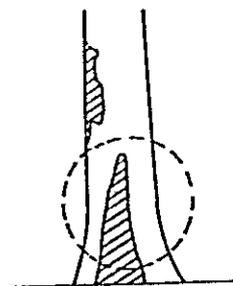


区分：B
・多少(10~50%)
曲っている

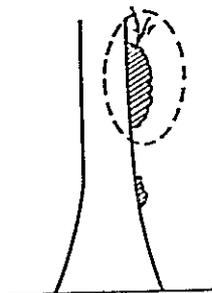


区分：C
・50%以上
曲っている

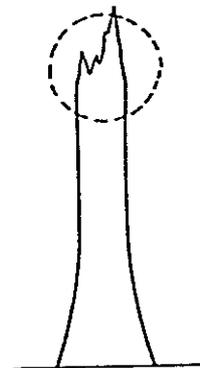
<形質区分>



区分：a
・腐れ
(Hueco)

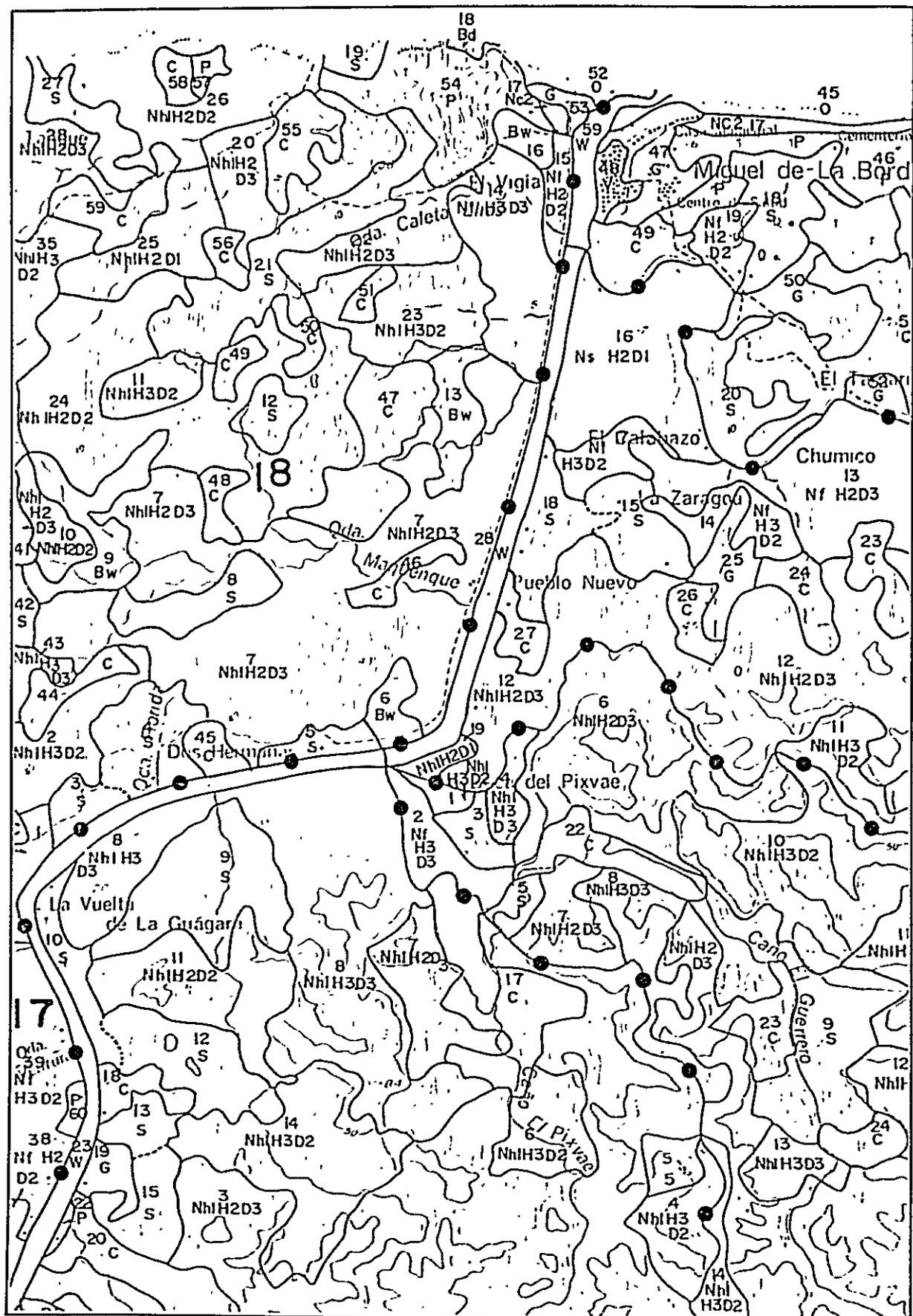


区分：b
・樹病による
コブ寄生等
(Enfermo)



区分：c
・折れ
(Sincopa)

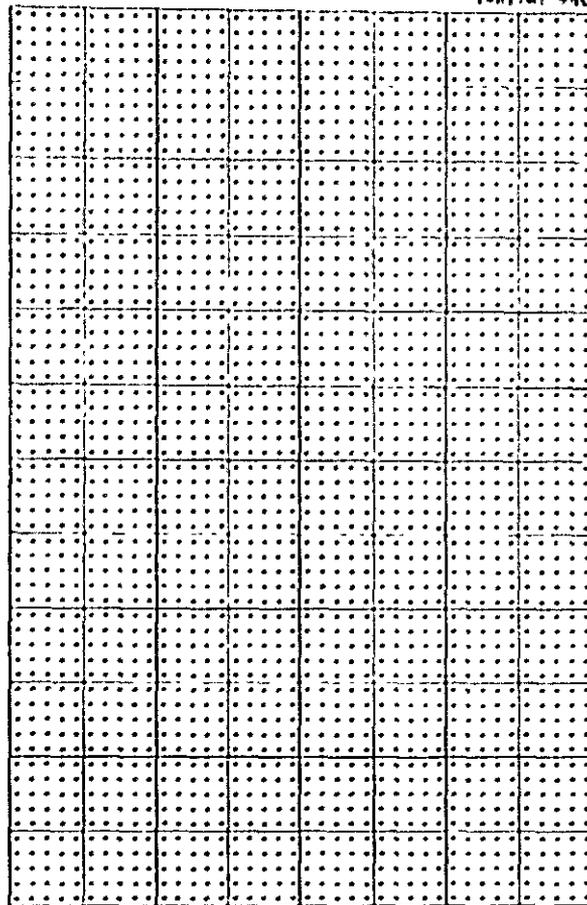
F8 林相図(一部)



(註) 記号については<F4>参照。

F9 点格子板 (一例)

点 格 子 板



目 数	点 距 (mm)	点 距 (mm)
1 5000	0.01	100
1 10000	0.04	25
1 20000	0.16	6.25

日本材料技術協会

F 10 プロット調査用標準資機材

作業区分	資機材名	規格	数量	備考
測 量	トランソット・コンパス	望遠鏡, 三脚付き	1~2	ブランドン・コンパス代用可
	ポール	2 m, 組立式	2~3	
	メートル縄	100 m	1	
	ク	50 m	1	50m 巻尺代用可
	巻 尺	20 m	1	
	斜距離換算表		1~2	
	標識テープ		適 量	目印用のカラーテープ
	鉋		ク	伐開作業用
	鋸		1	ク
	マノックペン		適 量	測量杭のNo記入用
	リュックザック	小・中・大	ク	資機材運搬用, 大は背負子代用可
	ビニール・ノート		1~2	雨避け
測 樹	クリノメーター		1	斜面方位・傾斜測定用, コンパス代用可
	測 高 器		1~2	ハガー, ブルーメライス等
	メートル縄	50 m	1	50m 巻尺代用可
	巻 尺	20 m	1	
	斜距離換算表		1~2	
	輪 尺	64 cm	2	小, 中径木測定用
	直径巻尺	5 m	2	大径木測定用
	ポール	2 m, 組立式	1~2	
	標識テープ		適 量	目印用のカラーテープ
	木材チョーク		ク	目印用
	鉋		ク	伐開, ノル切り用等
	リュックザック	小・中・大	ク	資機材運搬用, 大は背負子代用可
ビニール・ノート		1~2	雨避け	
そ の 他	航空写真, プロット調査計画図(地形図, 森林基本図), 測量野帳, プロット調査野帳, 筆記用具, 医薬品, サイル(安全確保用), トランシーバー等			

- 註
- 上表は, 一般的なプロット毎木調査における必要資機材。
 - 立木のまま, 幹の上部直径の測定が必要な場合, ベンタブリズムまたはレラスコープが必要。
 - プロット調査にビッターリッヒ法を用いる場合, テンドロメーターが必要。

(註) FT 1 : 小起伏丘陵林
 2 : 大起伏丘陵林
 3 : 平地林
 4 : 湿地林
 5 : 二次林(抜切跡地)

F13 プロット調査結果一覧表

A TABLE OF PLOT SURVEY IN DONOSO DISTRICT, REPUBLIC OF PANAMA
 (CLASS NO. 1: 10<D<40, NO. 2: 40<D, NO. 3: TOTAL)

プロット No	林相	立木本数			平均胸高直径			平均枝下高			平均全樹高			プロット平均材積			林型			
		PN	FT	NUMBER OF TREES (/HA.)	AVERAGE OF DBH (CH)	D1	D2	D3	CH1	CH2	CH3	AVERAGE OF T.H (M)	IH1	IH2	IH3	V1	V2	V3	FOREST FORM	H
1	1	601	16	617	17.0	51.0	17.9	6.7	10.2	6.8	14.5	20.1	14.7	85.960	21.783	107.743			3	2
(2)	5	393	6	399	15.1	45.3	15.6	5.0	12.5	5.2	11.4	20.8	11.5	39.459	7.386	46.845				
3	3	104	27	211	22.6	46.2	25.6	8.5	14.1	9.2	16.0	22.0	16.7	46.879	40.250	87.129			2	3
4	1	468	40	508	17.4	54.8	20.4	9.3	13.9	9.7	14.9	22.2	15.5	92.179	85.336	177.515			2	3
5	1	452	10	462	18.3	53.0	19.0	7.5	11.4	7.6	15.4	21.4	15.5	77.833	16.681	94.514			2	3
6	1	336	24	360	18.7	47.7	20.6	7.5	10.1	7.6	13.0	17.5	13.3	57.600	28.115	85.715			2	3
7	4	90	30	120	21.3	62.4	31.0	9.2	13.0	10.1	13.8	21.7	15.7	28.671	81.634	110.305			3	2
8	1	261	30	291	18.2	50.7	21.5	5.4	11.0	6.0	13.2	21.1	14.0	35.818	44.164	79.982			2	3
9	2	334	43	377	19.2	53.5	23.1	7.0	11.1	8.1	13.9	23.7	15.0	66.814	72.901	139.715			2	3
10	1	622	36	658	17.8	51.2	19.7	6.6	12.2	6.9	14.5	22.6	14.9	101.499	59.193	160.692			3	2
11	2	384	19	403	16.6	63.4	18.0	5.0	9.1	5.2	11.1	20.4	11.5	43.461	46.763	90.224			2	2
12	1	408	24	432	17.3	51.6	19.2	5.2	10.8	5.5	12.8	22.2	13.4	54.167	33.760	87.927			2	3
13	2	259	26	285	20.3	52.0	23.2	7.7	9.7	7.9	14.8	23.0	15.6	54.004	34.032	88.036			2	3
14	1	391	42	433	17.8	53.2	21.2	6.4	11.6	6.9	13.7	20.8	14.4	62.824	73.546	136.370			2	3
15	2	628	21	649	16.5	46.3	17.4	7.5	9.9	7.6	13.2	21.6	13.5	86.807	22.078	108.885			2	3
16	1	288	40	328	20.0	53.6	24.1	7.2	11.7	7.8	12.1	23.3	13.5	56.800	67.464	124.264			2	3
(17)	5	263	6	269	16.2	44.3	16.8	4.7	8.5	4.7	9.1	15.0	9.2	26.124	4.876	31.000				
18	2	258	43	301	20.1	51.0	24.5	8.9	13.6	9.5	15.9	22.9	16.9	61.769	82.392	144.161			3	3

A TABLE OF PLOT SURVEY IN DONOSO DISTRICT, REPUBLIC OF PANAMA

(CLASS NO. 1:10 < D < 40, NO. 2:40 < D, NO. 3:TOTAL)

PN	FT	NUMBER OF TREES (/HA.)			AVERAGE OF DBH (CH)			AVERAGE OF C.H (H)			AVERAGE OF T.H (H)			GROWING STOCK IN PLOT (M ³ /HA)			FOREST FORM	
		N1	N2	N3	D1	D2	D3	CH1	CH2	CH3	TH1	TH2	TH3	V1	V2	V3	I	D
19	2	204	59	263	21.3	53.4	28.5	7.6	12.1	8.6	13.4	22.9	15.5	49.344	107.146	156.490	3	2
20	1	362	27	309	10.6	51.1	20.8	0.3	13.3	0.6	14.7	21.4	15.2	69.704	56.318	126.102	2	3
21	3	228	28	256	17.4	55.2	23.4	5.6	8.7	6.0	10.5	19.1	11.4	34.414	40.014	74.420	2	2
22	1	183	49	232	21.1	54.1	28.0	0.2	14.3	9.4	14.4	25.4	16.7	43.555	112.280	155.835	3	3
23	1	199	34	233	19.7	53.4	24.6	8.9	12.8	9.4	14.5	21.2	15.5	45.157	62.339	107.496	2	3
24	2	318	65	383	19.2	59.3	26.0	8.2	15.3	9.4	14.6	25.1	16.3	68.117	196.542	264.659	3	3
(25)	5	427	1	428	15.4	58.0	15.5	6.5	9.0	6.5	10.3	20.0	10.3	44.732	1.472	46.204		
26	1	183	41	224	24.5	57.8	30.6	9.4	11.8	9.8	15.3	21.7	16.4	56.764	87.519	144.283	3	2
27	1	446	41	487	18.9	51.6	21.7	9.3	13.7	9.6	16.2	22.9	16.8	95.772	77.919	173.691	3	3
28	1	294	47	341	16.4	55.3	21.7	8.8	16.6	7.9	12.3	24.1	13.9	51.765	135.181	186.946	3	3
29	2	286	44	330	19.9	52.5	24.2	9.3	16.6	10.3	15.0	24.0	16.2	74.653	107.031	181.684	3	2
30	2	345	50	395	18.1	52.8	22.5	9.5	16.2	10.3	14.2	23.7	15.4	77.067	127.315	204.382	3	2
31	1	330	33	363	10.8	50.4	21.7	10.4	17.8	11.1	15.6	25.9	16.5	87.701	77.430	165.131	3	2
32	2	277	47	324	19.7	52.4	24.5	13.0	20.2	14.1	17.9	27.9	19.4	92.928	144.900	237.828	3	3
33	1	302	59	361	20.3	53.7	25.8	10.7	15.4	11.5	17.3	24.4	18.4	83.942	149.540	233.482	3	2
34	1	293	43	336	18.3	52.0	22.6	4.8	9.6	5.4	11.8	20.2	12.9	37.777	63.437	101.214	3	2
35	1	301	36	337	18.1	51.6	21.7	5.9	10.2	6.4	13.1	21.5	14.0	45.214	52.434	97.648	3	3
36	1	226	45	271	20.4	55.1	26.1	7.1	9.7	7.5	11.9	17.2	12.7	44.064	72.900	116.964	3	2

A TABLE OF PLOT SURVEY IN DONOSO DISTRICT, REPUBLIC OF PANAMA

(CLASS NO. 1:10 < D < 40, NO. 2:40 < D, NO. 3: TOTAL)

PN	FT	NUMBER OF TREES (/HA.)			AVERAGE OF DBH (CH)			AVERAGE OF C.H (H)			AVERAGE OF T.H (H)			GROWING STOCK IN PLOT (M**3/HA)			FOREST FORM	
		N1	N2	N3	D1	D2	D3	CH1	CH2	CH3	TH1	TH2	TH3	V1	V2	V3	H	D
37	1	243	54	297	19.4	56.7	26.2	6.5	10.2	7.1	12.3	20.7	13.8	41.697	101.201	142.898	2	3
30	1	274	29	303	19.6	60.8	23.5	6.7	11.0	7.1	13.5	23.7	14.4	50.882	68.815	119.697	3	3
39	3	197	29	226	16.3	55.6	21.4	7.0	10.6	7.4	12.9	20.2	13.8	28.655	48.876	77.531	3	3
40	4	204	16	220	18.5	50.7	20.8	6.8	10.7	7.0	12.3	18.6	12.7	37.430	21.387	58.817	2	1
41	3	196	46	242	21.8	49.3	27.0	5.8	9.1	6.4	13.3	19.4	14.5	37.294	51.465	88.759	3	2
42	3	96	10	114	22.1	53.0	27.0	6.7	10.1	7.3	14.3	21.3	15.4	20.622	25.784	46.406	2	2
43	3	343	8	351	16.5	48.0	17.2	4.2	5.5	4.2	10.0	16.0	10.1	31.218	5.143	36.361	2	1
(44)	5	434	0	434	16.0	.0	16.0	7.8	.0	7.8	13.2	.0	13.2	54.201	.000	54.201		
45	2	557	8	565	15.3	48.2	15.8	6.9	9.5	7.0	12.3	20.9	12.5	62.079	8.655	70.734	2	1
46	2	273	41	314	21.0	56.6	25.6	10.0	14.4	10.6	17.8	23.4	18.5	78.607	96.144	174.751	4	2
47	2	295	69	364	19.6	55.0	26.3	12.8	19.4	14.0	17.6	27.2	19.5	95.718	218.081	313.799	4	3
48	1	259	31	290	18.3	52.5	21.9	9.2	15.5	9.9	15.3	26.3	16.5	51.761	72.058	123.819	4	2
49	1	142	57	199	20.0	56.6	30.5	0.1	11.6	9.1	14.2	23.1	16.8	30.283	110.336	140.619	4	3
平均		307	36	343	19.1	53.3	23.2	7.8	12.3	8.4	14.0	22.1	15.0	58.608	73.517	132.125		

※:平均は、(No)のプロットを除く平均

F14 プロット毎の分類集計結果 (一部)

GROWING STOCK IN SAMPLE PLOT (PLOT NO. 1)

(UNIT: M**3/HA.)

C L A S S	O U	10 ≤ D < 40			40 ≤ D	TOTAL
		10 ≤ D < 30	30 ≤ D < 40	TOTAL		
COMMER.	A	.330	.504	.834	5.855	6.689
	B	.465	.000	.465	.000	.465
	C	.465	.000	.465	.000	.465
	T	1.260	.504	1.764	5.855	7.619
OTHERS	A	8.500	3.386	11.886	8.309	20.195
	B	2.230	.000	2.230	.000	2.230
	C	.000	.000	.000	.000	.000
	T	10.730	3.386	14.116	8.309	22.425
OTHERS	A	34.305	9.448	43.753	5.696	49.449
	B	17.765	2.947	20.712	1.125	21.837
	C	5.615	.000	5.615	.798	6.413
	T	57.685	12.395	70.080	7.619	77.699
TOTAL	A	42.805	12.834	55.639	14.005	69.644
	B	19.995	2.947	22.942	1.125	24.067
	C	5.615	.000	5.615	.798	6.413
	T	68.415	15.781	84.196	15.928	100.124
TOTAL	A	43.135	13.338	56.473	19.860	76.333
	B	20.460	2.947	23.407	1.125	24.532
	C	6.080	.000	6.080	.798	6.878
	T	69.675	16.285	85.960	21.783	107.743

F 15 プロット毎直径階毎の立木本数

NUMBER OF TREES / HA. OF EACH DBH CLASS IN SAMPLE PLOT

NO. 1

PN	FT	10≤D<20	20≤D<30	30≤D<40	40≤D<50	50≤D<60	60≤D<70	70≤D<80	80≤D<90	90≤D<100	100≤D	TOTAL
1	1	415	155	31	8	6	1	0	1	0	0	617
2	5	330	40	23	5	1	0	0	0	0	0	399
3	3	65	90	29	18	7	1	1	0	0	0	211
4	1	320	110	38	21	6	7	2	3	1	0	508
5	1	265	155	32	4	2	4	0	0	0	0	462
6	1	210	100	26	17	4	3	0	0	0	0	360
7	4	45	30	23	14	2	4	3	2	3	2	128
8	1	150	85	26	16	10	3	0	1	0	0	291
9	2	175	125	34	26	7	4	3	1	0	2	377
10	1	410	155	57	23	5	3	3	1	1	0	658
11	2	265	100	19	11	2	1	1	3	0	1	403
12	1	300	60	48	13	5	2	3	1	0	0	432
13	2	110	120	29	11	7	6	2	0	0	0	285
14	1	270	75	46	27	4	5	3	2	1	0	433
15	2	470	135	23	17	1	3	0	0	0	0	649
16	1	165	80	43	24	4	4	7	0	1	0	328
17	5	195	55	13	6	0	0	0	0	0	0	269

NUMBER OF TREES / HA. OF EACH DBH CLASS IN SAMPLE PLOT

NO. 2

PN	FT	10≤D<20	20≤D<30	30≤D<40	40≤D<50	50≤D<60	60≤D<70	70≤D<80	80≤D<90	90≤D<100	100≤D	TOTAL
18	2	125	95	38	30	2	4	4	0	1	0	301
19	2	105	55	44	33	11	6	5	2	1	1	263
20	1	220	110	32	18	2	4	0	1	1	1	389
21	3	120	80	28	16	4	3	2	2	0	1	256
22	1	95	55	33	32	3	4	5	1	3	1	232
23	1	115	55	29	21	2	6	3	1	0	1	233
24	2	175	110	33	30	8	4	14	4	3	2	383
25	5	340	80	7	0	1	0	0	0	0	0	428
26	1	25	130	28	22	1	7	2	4	5	0	224
27	1	265	150	31	26	1	8	6	0	0	0	487
28	1	215	55	24	25	5	9	3	4	0	1	341
29	2	145	95	46	28	6	3	3	4	0	0	330
30	2	205	110	30	29	10	4	3	2	0	2	395
31	1	205	90	35	20	5	6	1	1	0	0	363
32	2	145	100	32	35	3	2	2	1	2	2	324
33	1	145	115	42	37	3	9	7	1	1	1	361
34	1	195	70	28	29	3	5	3	1	2	0	336

NUMBER OF TREES / HA. OF EACH DBH CLASS IN SAMPLE PLOT

NO. 3

PN	FT	10≤D<20	20≤D<30	30≤D<40	40≤D<50	50≤D<60	60≤D<70	70≤D<80	80≤D<90	90≤D<100	100≤D	TOTAL
35	1	195	70	36	14	13	4	2	0	1	0	337
36	1	110	80	36	21	12	7	2	1	2	0	271
37	1	125	95	23	26	12	3	6	5	1	1	297
38	1	165	65	44	14	3	4	3	1	1	3	303
39	3	140	40	17	9	12	3	4	1	0	0	226
40	4	120	55	29	11	4	0	0	0	0	1	220
41	3	70	95	31	25	15	5	1	0	0	0	242
42	3	40	30	26	9	4	4	0	1	0	0	114
43	3	240	80	23	7	0	0	1	0	0	0	351
44	5	320	110	4	0	0	0	0	0	0	0	434
45	2	475	65	17	7	0	0	0	1	0	0	565
46	2	130	95	48	17	4	15	4	0	1	0	314
47	2	165	100	30	38	8	11	6	4	2	0	364
48	1	140	105	14	17	7	3	0	4	0	0	290
49	1	80	40	22	20	13	12	6	6	0	0	199
TOTAL		9515	4350	1480	929	250	208	126	68	34	23	16983

8

F 16 プロット毎の樹種構成

No 1

TREE SPECIES COMPOSITION IN PLOT

(PLOT NO. 1)

NAME CORD	CLA -SS	G R O W I N G S T O C K (M**3/HA)				NUMBER OF TREES (/HA)			
		V1	V2	V3	%	N1	N2	N3	%
4	1	.465	.000	.465	.43	5	0	5	.81
5	1	.504	.612	1.116	1.04	1	1	2	.32
7	2	.000	1.014	1.014	.74	0	1	1	.16
11	3	.830	.000	.830	.77	15	0	15	2.43
20	1	.525	.000	.525	.49	10	0	10	1.62
23	3	.766	.000	.766	.71	1	0	1	.16
41	2	.170	.000	.170	.16	5	0	5	.81
43	3	4.155	.000	4.155	3.86	25	0	25	4.05
44	2	.720	.000	.720	.67	5	0	5	.81
50	3	1.395	.000	1.395	1.29	5	0	5	.81
51	2	1.260	.000	1.260	1.17	5	0	5	.81
56	2	3.267	.000	3.267	3.03	18	0	18	2.92
58	3	.511	.000	.511	.47	1	0	1	.16
59	3	.408	.000	.408	.38	1	0	1	.16
63	3	5.370	.000	5.370	5.00	45	0	45	7.27
73	3	.305	.000	.305	.28	5	0	5	.81
77	3	1.055	.000	1.055	1.00	15	0	15	2.43
90	3	.470	.000	.470	.44	10	0	10	1.62
105	3	.265	.000	.265	.25	5	0	5	.81
120	3	16.524	.000	16.524	15.34	105	0	105	17.02
152	2	.170	.000	.170	.16	5	0	5	.81
154	3	8.606	.000	8.606	7.99	92	0	92	14.91
155	3	.990	.000	.990	.92	10	0	10	1.62
156	3	.865	.000	.865	.80	5	0	5	.81
172	3	1.250	.000	1.250	1.16	10	0	10	1.62
183	3	1.580	.000	1.580	1.47	15	0	15	2.43
210	2	.000	1.120	1.120	1.04	0	1	1	.16
212	3	.365	.000	.365	.34	1	0	1	.16
222	3	.270	.000	.270	.25	5	0	5	.81
231	3	2.824	1.985	4.809	4.46	17	2	19	3.08
234	2	2.240	.000	2.240	2.08	10	0	10	1.62

No 2

TREE SPECIES COMPOSITION IN PLOT

(PLOT NO. 1)

NAME CORD	CLA -SS	G R O W I N G S T O C K (M**3/HA)				NUMBER OF TREES (/HA)			
		V1	V2	V3	%	N1	N2	N3	%
241	3	11.784	1.238	13.022	12.09	58	1	59	9.56
242	1	.000	5.243	5.243	4.87	0	3	3	.49
260	3	4.135	.000	4.135	3.84	25	0	25	4.05
268	3	1.055	.000	1.055	.98	5	0	5	.81
302	3	.000	1.759	1.759	1.63	0	2	2	.32
304	2	.691	6.175	6.866	6.37	6	3	9	1.46
313	3	.000	2.637	2.637	2.45	0	2	2	.32
351	3	.945	.000	.945	.88	11	0	11	1.78
355	3	2.537	.000	2.537	2.35	17	0	17	2.76
358	1	.270	.000	.270	.25	5	0	5	.81
390	2	5.596	.000	5.596	5.19	22	0	22	3.57
TOTAL		85.960	21.783	107.743	100.00	601	16	617	100.00

F17 プロット調査野帳のデータ・シート(一部)

パナマ, ドノソ地区プロット調査データ PLOT SURVEY DATA IN DONOSO, PANAMA																							No	
																							プロットNo	
精 記 号 P.T	ブ 番 号 PL No		ブ 番 号 BL No		立 番 号 TR No			上 下 層 別 U.L	樹 木 名 目 SPECIES				胸 直 径 D. B. H			板 根 高 BTIH	枝 下 高 O. H		全 樹 高 T. H		形 質 QU	備 考		
	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18		19	20	21
1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	5	0	0	2	6	0	0	8	1	7	3				
					0	0	2	1	1	2	0	0	2	6	0	0	8	1	7	3				
					0	0	3	2	1	5	4	0	1	6	0	0	4	1	4	2				
					0	0	4	2	1	5	4	0	2	4	0	0	6	1	4	2				
					0	0	5	2	0	1	1	0	1	2	0	0	6	1	4	2				
					0	0	6	2	2	3	4	0	1	8	0	0	7	1	5	1				
					0	0	7	1	0	4	3	0	1	8	0	1	0	1	7	1				
					0	0	8	1	0	4	3	0	1	8	0	0	8	1	8	2				
					0	0	9	2	0	4	3	0	1	8	0	0	8	1	6	2				
					0	1	0	2	0	6	3	0	1	4	0	0	6	1	4	2				
					0	1	1	2	3	5	8	0	1	2	0	0	5	1	3	2				
					0	1	2	2	0	5	6	0	1	4	0	0	7	1	4	2				
					0	1	3	1	3	0	4	0	6	6	0	0	8	1	8	1				
					0	1	4	2	0	1	1	0	1	4	0	0	5	1	4	2				
					0	1	5	1	3	5	1	0	3	2	0	0	5	1	5	1				
					0	1	6	2	0	1	1	0	1	0	0	0	4	0	9	2				
					0	1	7	2	2	4	1	0	1	2	0	0	6	1	3	2				
					0	1	8	2	0	4	3	0	2	4	0	0	8	1	6	1				
					0	1	9	1	0	4	3	0	1	8	0	0	7	1	7	1				
					0	2	0	2	1	5	4	0	1	2	0	0	4	1	1	2				
					0	2	1	2	1	5	4	0	1	4	0	0	7	1	5	3				
					0	2	2	2	1	5	4	0	1	8	0	0	5	1	2	1				
					0	2	3	2	1	5	2	0	1	0	0	0	3	1	3	2				
					0	2	4	1	0	7	7	0	2	0	0	0	9	1	5	2				
					0	2	5	1	1	5	6	0	2	0	0	0	8	1	6	1				
					0	2	6	2	1	2	0	0	1	2	0	0	4	1	0	1				
					0	2	7	2	1	2	0	0	1	6	0	0	6	1	3	3				
					0	2	8	2	1	5	4	0	1	4	0	0	5	1	5	2				
					0	2	9	1	2	4	1	0	1	8	0	0	6	1	7	3				
✓	✓		✓		0	3	0	2	0	9	0	0	1	2	0	0	4	1	3	2				

F 18 林分材積判定基準表

(タイプA)

林相 記号	樹高 階 (H)	疎密 度階 (D)	林分材積 (m ³ /ha)		
			10 cm ≤ dbh < 40 cm	40 cm ≤ dbh	合計
小起伏 丘陵林 (Nh ₁)	1	3	31	11	42
	2	1	37	9	46
	2	2	39	31	70
	2	3	59	57	116
	3	1	51	27	81
	3	2	71	76	147
	3	3	58	89	147
	4	2	52	72	124
大起伏 丘陵林 (Nh ₂)	1	3	30	17	47
	2	1	62	9	71
	2	2	43	47	90
	2	3	69	43	112
	3	2	67	114	181
	3	3	75	141	216
	4	2	79	96	175
	4	3	96	218	314
平地林 (Nf)	2	1	31	5	36
	2	2	27	33	60
	2	3	47	40	87
	3	2	38	51	89
	3	3	30	49	79
湿地林 (Ns)	2	1	38	21	59
	3	2	28	82	110

注 dbh : 胸高直径

(タイプB)

樹冠疎密度階 (%)	樹高階 (m)			
	25	20	15	4
70	141	147	116	42
40	124	147	70	-
10	-	81	46	-

注 小起伏丘陵林の林分材積合計による。

F 19 写真林分材積表

PHOTO VOLUME TABLE

SPECIES: PINUS MERKUSII
 AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: m³/ha)

H(m)	NUMBER OF TREES per HA																			
	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540					
4								36	38	40	42	44	47	49	51					
5	34	36	39	41	43	45	47	49	51	53	55	58	60	62	64					
6	47	50	52	54	56	58	60	62	64	67	69	71	73	75	77					
7	61	63	65	67	69	71	73	75	78	80	82	84	86	88	90					
8	74	76	78	80	82	84	86	89	91	93	95	97	99	101	103					
9	87	89	91	93	95	98	100	102	104	106	108	110	112	114	117					
10	100	102	104	106	109	111	113	115	117	119	121	123	126	128	130					
11	113	115	117	120	122	124	126	128	130	132	134	137	139	141	143					
12	126	129	131	133	135	137	139	141	143	145	148	150	152	154	156					
13	140	142	144	146	148	150	152	154	157	159	161	163	165	167	169					
14	153	155	157	160	161	163	165	168	170	172	174	176	178	180	182					
15	166	168	170	172	174	176	179	181	183	186	187	189	191	193	196					
16	179	181	183	185	188	190	192	194	196	198	200	202	205	207	209					
17	192	194	196	199	201	203	205	207	209	211	213	216	218	220	222					
18	205	207	210	212	214	216	218	220	222	224	227	229	231	233	235					
19	219	221	223	225	227	229	231	233	236	238	240	242	244	246	248					
20	232	234	236	238	240	242	244	247	249	251	253	255	257	259	261					

F 21 利用材積表 (一部)

No. 1

皮なし利用材積 (単位: m³)

*** ** VOLUMEN COMERCIAL EN METROS CUBICOS *** **

(VOLUMEN SIN CORTEZA)

ESPECIES LATIFOLIADAS EN DISTRITO DONOSO, PANAMA

V=0.019315+0.0000479896D²H

DAP (胸高直径)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	0.020	0.034	0.059	0.043	0.048	0.053	0.058	0.063	0.067	0.072	0.077	0.082	0.087	0.091
12	0.033	0.040	0.047	0.054	0.061	0.068	0.075	0.082	0.088	0.095	0.102	0.109	0.116	0.123
14	0.038	0.048	0.057	0.066	0.076	0.085	0.095	0.104	0.113	0.123	0.132	0.142	0.151	0.160
16	0.044	0.056	0.068	0.081	0.093	0.105	0.118	0.130	0.142	0.154	0.167	0.179	0.191	0.204
18	0.050	0.066	0.082	0.097	0.113	0.129	0.144	0.159	0.175	0.190	0.206	0.221	0.237	0.253
20	0.058	0.077	0.096	0.115	0.134	0.154	0.173	0.192	0.211	0.230	0.250	0.269	0.288	0.307
22	0.066	0.089	0.112	0.135	0.159	0.182	0.205	0.228	0.252	0.275	0.298	0.321	0.344	0.368
24	0.075	0.102	0.130	0.158	0.185	0.213	0.240	0.268	0.296	0.323	0.351	0.379	0.406	0.434
26	0.084	0.117	0.149	0.182	0.214	0.246	0.279	0.311	0.344	0.376	0.409	0.441	0.473	0.506
28	0.095	0.132	0.170	0.207	0.245	0.283	0.320	0.358	0.396	0.433	0.471	0.508	0.546	0.584
30	0.106	0.149	0.192	0.235	0.278	0.322	0.365	0.408	0.451	0.494	0.538	0.581	0.624	0.667
32	0.118	0.167	0.216	0.265	0.314	0.363	0.412	0.462	0.511	0.560	0.609	0.658	0.707	0.756
34	0.130	0.186	0.241	0.297	0.352	0.408	0.463	0.519	0.574	0.630	0.685	0.741	0.796	0.851
36	0.144	0.206	0.268	0.330	0.392	0.455	0.517	0.579	0.641	0.703	0.766	0.828	0.890	0.952
38	0.158	0.227	0.297	0.366	0.435	0.504	0.574	0.643	0.712	0.782	0.851	0.920	0.989	1.059
40	0.173	0.250	0.326	0.403	0.480	0.557	0.634	0.710	0.787	0.864	0.941	1.017	1.094	1.171
42	0.189	0.273	0.358	0.443	0.527	0.612	0.697	0.781	0.866	0.951	1.035	1.120	1.204	1.289
44	0.205	0.298	0.391	0.484	0.577	0.670	0.763	0.855	0.948	1.041	1.134	1.227	1.320	1.413
46	0.222	0.324	0.425	0.527	0.629	0.730	0.832	0.933	1.035	1.136	1.238	1.339	1.441	1.543
48	0.240	0.351	0.462	0.572	0.683	0.793	0.904	1.014	1.125	1.236	1.346	1.457	1.567	1.678

F 24 森林調査簿(B) (一部)

WORKING AREA 2

SUB-W.A.	COMP.	SUB-COMP.	LANDUSE		AREA(HA.)	VOL.(M ³ /HA.)			GROWING STOCK(M ³)			REMARKS
			F. TYPE	FORM		V1	V2	V3	VOL1	VOL2	VOL3	
1	1											
		1	NM1	H202	10.45	39	31	70	408	324	732	
		2	NM1	H203	41.16	59	57	116	2428	2346	4774	
		3	NM1	H302	31.68	71	76	147	2249	2408	4657	
		4	S		39.69							
		5	NM1	H303	13.39	58	89	147	777	1192	1969	
		6	NM1	H202	15.52	39	31	70	605	481	1086	
		7	NM1	H203	9.80	59	57	116	578	559	1137	
		8	S		20.25							
		9	S		7.02							
		10	NM1	H203	25.80	59	57	116	1522	1471	2993	
		11	NM1	H302	16.82	71	76	147	1194	1278	2472	
		12	NM1	H203	6.04	59	57	116	356	344	700	
		13	NF	H303	6.37	30	49	79	191	312	503	
		14	S		12.74							
		15	NM1	H202	4.90	39	31	70	191	152	343	
		16	S		4.74							
		17	NC2		4.08							
		18	S		11.11							
		19	NF	H202	4.57	27	33	60	123	151	274	
		20	S		10.13							
		21	NF	H303	2.78	30	49	79	83	136	219	
		22	NF	H302	9.15	38	51	89	348	467	815	
		23	BU		5.10							
		24	NM1	H203	45.24	59	57	116	2669	2579	5248	
		25	S		4.90							
		26	S		55.20							
		27	NM1	H203	49.98	59	57	116	2949	2849	5798	
		28	S		24.66							
		29	NM1	H203	13.88	59	57	116	819	791	1610	
		30	S		3.59							
		31	NM1	H203	24.99	37	9	46	925	225	1150	
		32	S		10.45							
		33	S		6.37							
			(SUBTOTAL AREA(F.))		550.55	(TOTAL VOL.)			18415	18065	36480	
		34	G		19.43							
		35	C		6.37							
		36	C		5.45							
		37	P		10.62							
		38	C		13.07							
		39	P		5.88							
		40	C		8.98							
		41	C		12.25							
		42	C		7.51							
		43	C		63.37							
		44	P		4.41							
		45	O		3.43							
		46	P		28.58							
		47	G		8.49							
		48	V		2.94							
		49	C		6.37							
		50	G		8.17							
		51	C		32.17							
		52	G		9.96							
		53	C		2.78							
		54	C		3.10							
		55	C		34.79							
		56	G		1.80							
		57	G		7.84							
		58	C		4.08							
		59	W		5.39							
		60	O		1.47							
		61	O		2.61							
			(SUBTOTAL AREA(NF.))		319.29							
			(TOTAL AREA)		869.84	(TOTAL VOL.)			18415	18065	36480	

