

インドネシア国中部ジャワ州ブカロンガン林業資源調査
に係る航空写真林分材積表等の作成作業

— 作 業 報 告 書 —

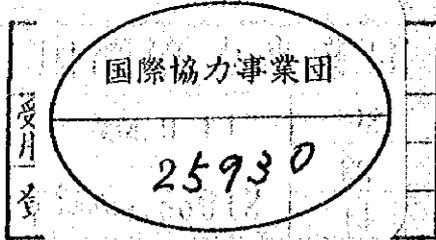
JICA LIBRARY



1113787141

昭和52年12月

計画機関 国際協力事業団
実施機関 社団法人日本林業技術協会



国際協力事業団

25930

受月

号

航空写真林分材積表等の作成作業 作業報告書目次

I. はじめに	1
1. 目的	1
2. 対象地域	1
3. 使用資料	1
II. 作業実施方法および作業結果	4
1. サンプルプロットの抽出	4
(1) 対象林班の抽出	4
(2) 森林区画	5
(3) サンプルプロットの抽出	6
2. 現地調査	6
(1) 踏査	8
(2) プロット調査	8
(3) 調査結果の取りまとめ	10
3. プロットの航空写真判読	11
(1) プロットの設定	12
(2) 樹高判読	12
(3) 本数判読	12
(4) 樹冠疎密度判読	13
(5) 局所地形判読	13
(6) 判読精度の分析	13
4. 判読資料カードの作成	14
5. 航空写真林分材積表の作成	15
(1) 因子の検討	15
(2) 因子の決定	15
(3) 材積式の調整	17
(4) 精度分析および再計算	18
(5) 航空写真林分材積表の作成	19
III. 航空写真林分材積表の解説	30

IV. 成 果 品 一 覧33

(卷 末 資 料)

1. 現地調査結果一覧表

(DATA OF FIELD SURVEY)

2. プロット反応パターン表

3. 判読結果一覧表

(PHOTO-INTERPRETATION DATA)

I. は じ め に

1. 目的

この作業は国際協力事業団が実施するインドネシア国中部ジャワ州ブカロンガン地域林業資源調査のため、航空写真材積表等の作成を行なうことを目的とする。

2. 対象地域

インドネシア国中部ジャワ州西ブカロンガン管林署管内国有林（面積約35,000 ha）の内、
Ⅱ 齢級以上のメルクソーマツ造林地を対象とする。
対象区域の概略位置を第1図に示す。

3. 使用資料

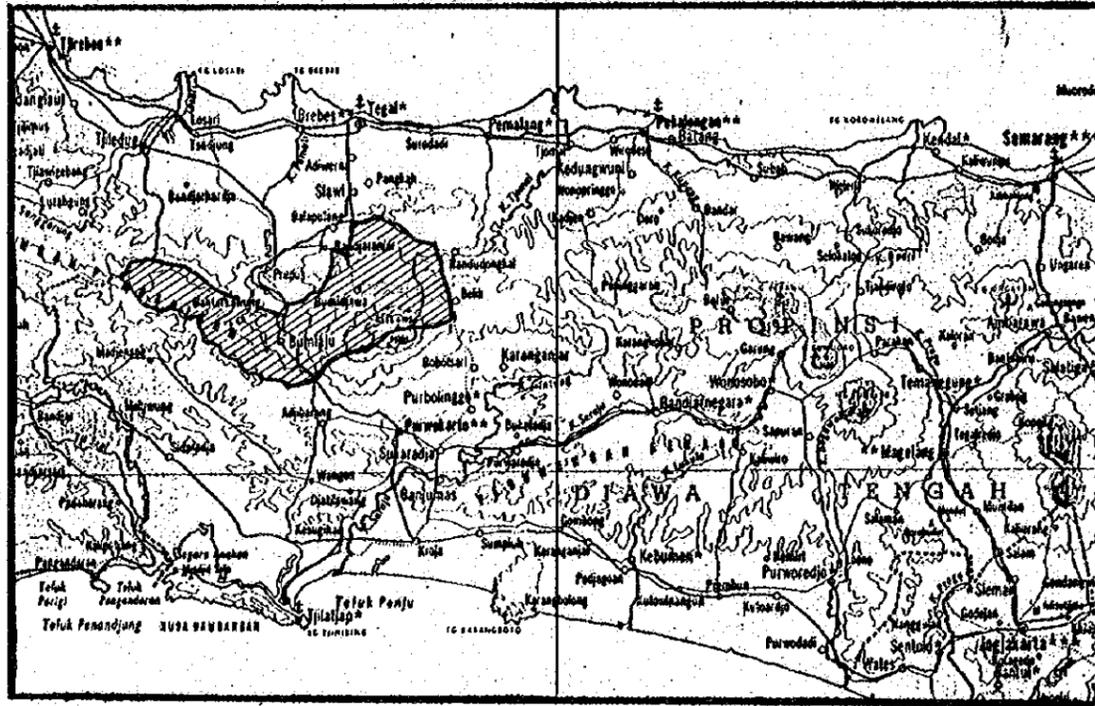
この作業では次に述べるような資料を用いた。

(1) 航空写真

次表の中から適宜選択して使用した。

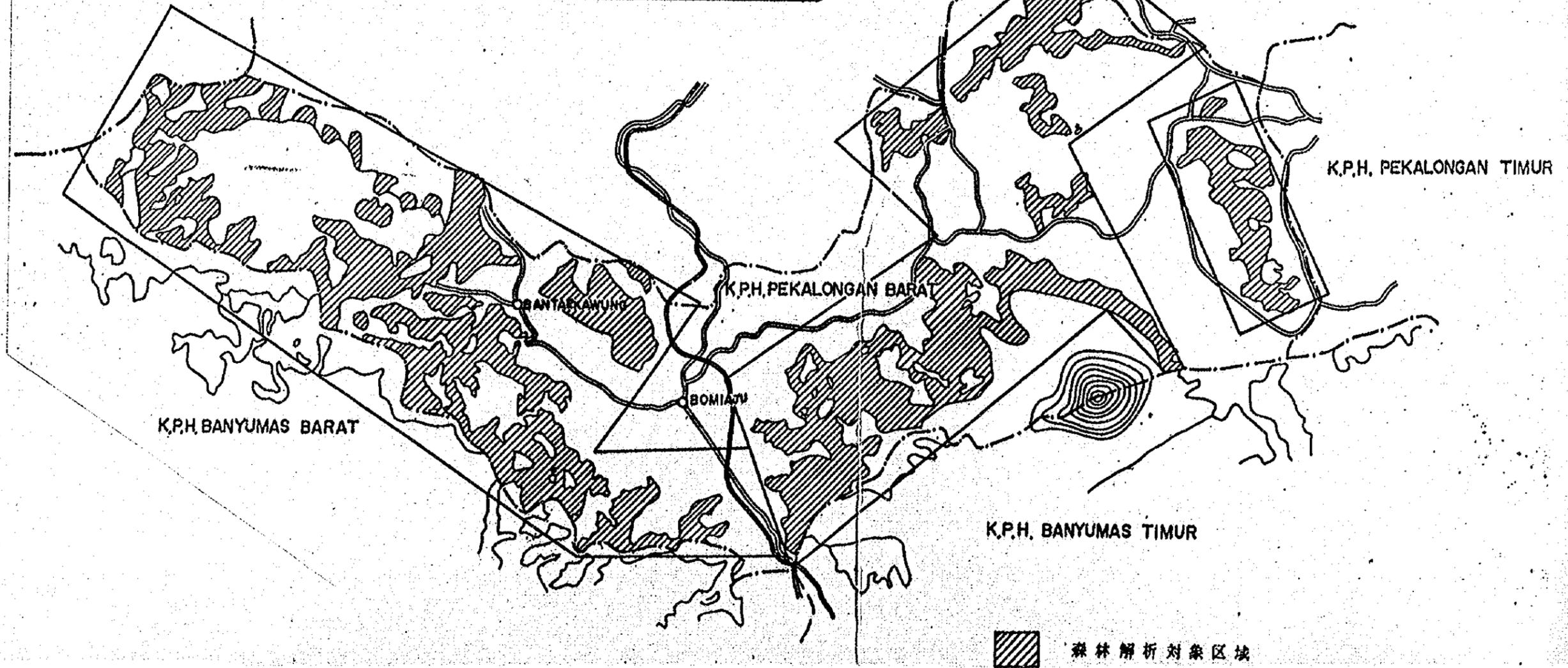
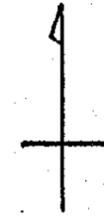
第1表 使用航空写真

地区名	コース番号	写真番号	枚数	備 考
G. SLAMET	I	1 - 23	23	撮影カメラ： R.M.K 焦点距離： 153,05 mm 撮影縮尺： 約1:20,000 撮影高度： 3,350 ~ 4,360 撮影年月日： 1977年4月19日 ~ 5月1日 作業には密着写真と 一部の2倍伸し写真 を用いた。
"	IA	1 - 11	11	
"	II	3 - 23	21	
"	III	9 - 30	22	
"	IV	1 - 27	27	
"	VA	4 - 27	24	
"	V	1 - 24	24	
"	VI	1 - 10	10	
"	VII	6 - 16	11	
"	VIII	1 - 20	20	
"	IX	3 - 36	34	
"	X	5 - 40	36	



第1图 对象地域位置图

Scale 1 : 250,000



森林解析对象区域

地区名	コース番号	写真番号	枚数	備考
G. SLAMET	XA	4 - 13	10	
"	XI	1 - 10	10	
"	XII	2 - 9	8	
合計			291	

(2) 各種の地図

- ① 1/50,000 地形図
- ② PETA RENCANA JALUR PEMOTRETAN UDARA
(K. P. H PEKALONGAN BARAT) 縮尺1:50,000
- ③ PETA KAWASAN HUTAN
(K. P. H PEKALONGAN BARAT) 縮尺1:100,000
- ④ PETA JALAN DAN RENCANA TEBANGAN
(K. P. H PEKALONGAN BARAT) 縮尺1:25,000
- ⑤ PETA TANAH DAN HUDJAN
(K. P. H PEKALONGAN BARAT) 縮尺1:250,000

(3) 材積表

「Tarief pohon Pinus-merkusii」(1971年8月 Ir. Atang作成)

II. 作業実施方法および作業結果

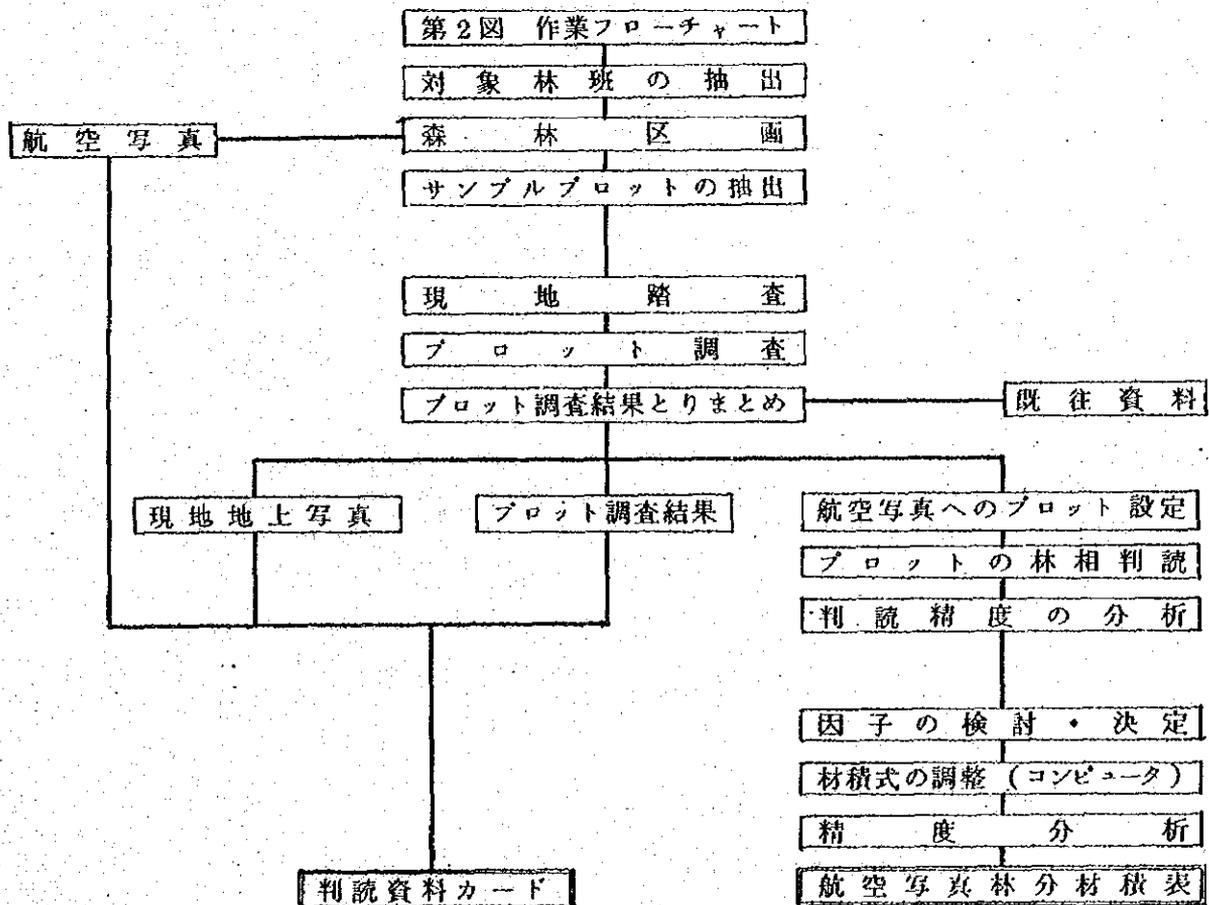
この作業の全体の流れをおおまかに図示すると第2図のようになる。今回作業で採用した個々の作業内容とその結果を、このフローチャートの順序に従って述べることにする。

1. サンプルプロットの抽出

西ブカロンガン管林署管内（以下「当地域」という。）全域に適応する判読資料カードおよび航空写真林分材積表を、短時間で能率的にかつ高い精度で作成するためプロット調査法を採用した。

(1) 対象林班の抽出

メルクシーマツ造林地は第1図に示したように当地域に広く分布しており、メルクシーマツの成長の地域的な特性、差を考えに入れ、できるだけ当地域のマツ造林地にまんべんなくサンプルプロットを落とすようにした。



このため、まず、西プカロンガン営林署管内図（PEYTA JALAN DAN RENCANA TEBAN-GAN縮尺1:25,000）等の林小班毎に記入されているマツの植栽年度によって、齢級別分布図を作成した。この図によって、できるだけ地域的にも齢級別にもまんべんなくプロットが抽出できるように、プロット調査の対象林班を抽出した。

メルクシーマツ造林地の齢級区分を第2表に示す。また、対象林班の番号および位置は第3図の通りである。

第2表 齢級区分基準

齢 級	植 栽 年 度	齢 級	植 栽 年 度
Ⅲ	1965年～1969年	Ⅶ	1945年～1949年
Ⅳ	1960年～1964年	Ⅷ	1940年～1944年
Ⅴ	1955年～1959年	Ⅸ	1935年～1939年
Ⅵ	1950年～1954年	(注)当地域にはⅩ齢級以上の人工林はない。	

(2) 森林区画

次にサンプルプロットが樹高、樹冠疎密度等の林相においてさまざまな状態の林分にばらまかれるようにするため、先の対象林班を航空写真判読によって概略の森林区画を行なった。

この森林区画の区分基準および区分記号は次の通りである。

① 齢級区分

第2表の通りである。

② 林相区分

メルクシーマツの混交歩合を次により区分した。

第3表 林相区分基準

区	分	記 号
メルクシーマツの混交歩合	75%以上	P100
"	25～75%未満	P 50
"	25%未満	P 0

③ 樹高区分

林小班内の平均的樹高を対象メルクシーマツ人工林の相対的な樹高分布から、高、中、低の3段階に区分した。

第4表 樹高階区分基準

区 分	記 号
高	H ₃
中	H ₂
低	H ₁

④ 樹冠疎密度

第5表 樹冠疎密度区分基準

区 分	記 号
散	D ₁
疎	D ₂
中	D ₃
密	D ₄

(3) サンプルプロットの抽出

上記の航空写真による森林区画によって、プロットの林相ができるだけこれらの林況要因、カテゴリーを満たすようにした。

即ち、今回は、種々の林況、地域的な広がりとともに、地形的（標高、方位、傾斜、局所地形）にもいろいろな条件の所からプロットを抽出し、成果である判読資料カードおよび航空写真林分材積表が当地域に広く適応できるように計画した。

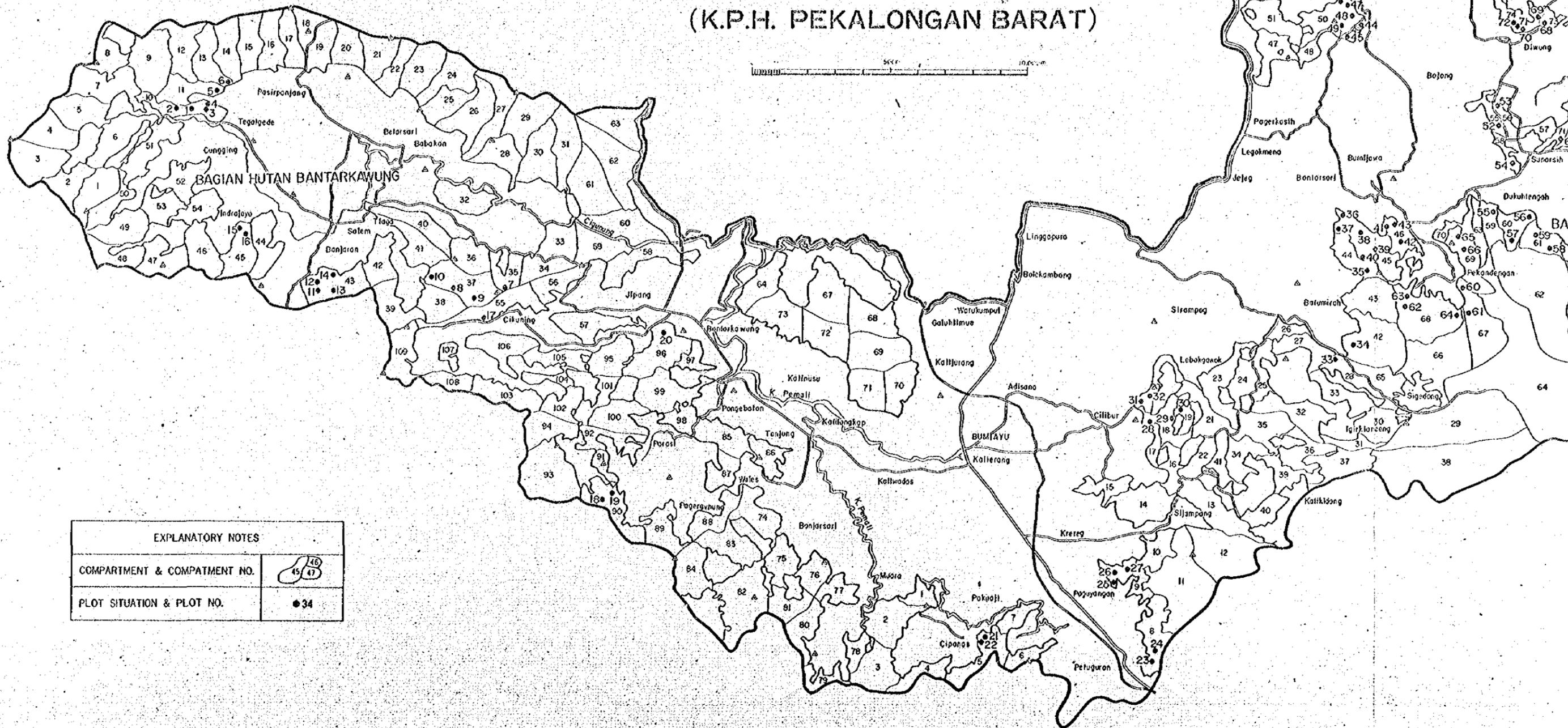
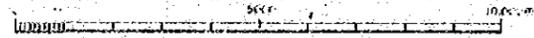
当初約100点のプロット予定地を設けておいたが、現地調査の進行に従って、各プロットの林況地況因子反応パターンを調べ同一なパターンのプロットや地理的に調査が困難なプロットなどを省略し、最終的には88プロットを抽出し現地調査を行なった。なお、プロット予定林分までの抽出は地図、空中写真等により机上で行なったが、細かいプロットの位置は現地において選定した。

最終的に抽出、現地プロット調査の行なわれた88点のプロット位置を第3図に示す。

2. 現地調査

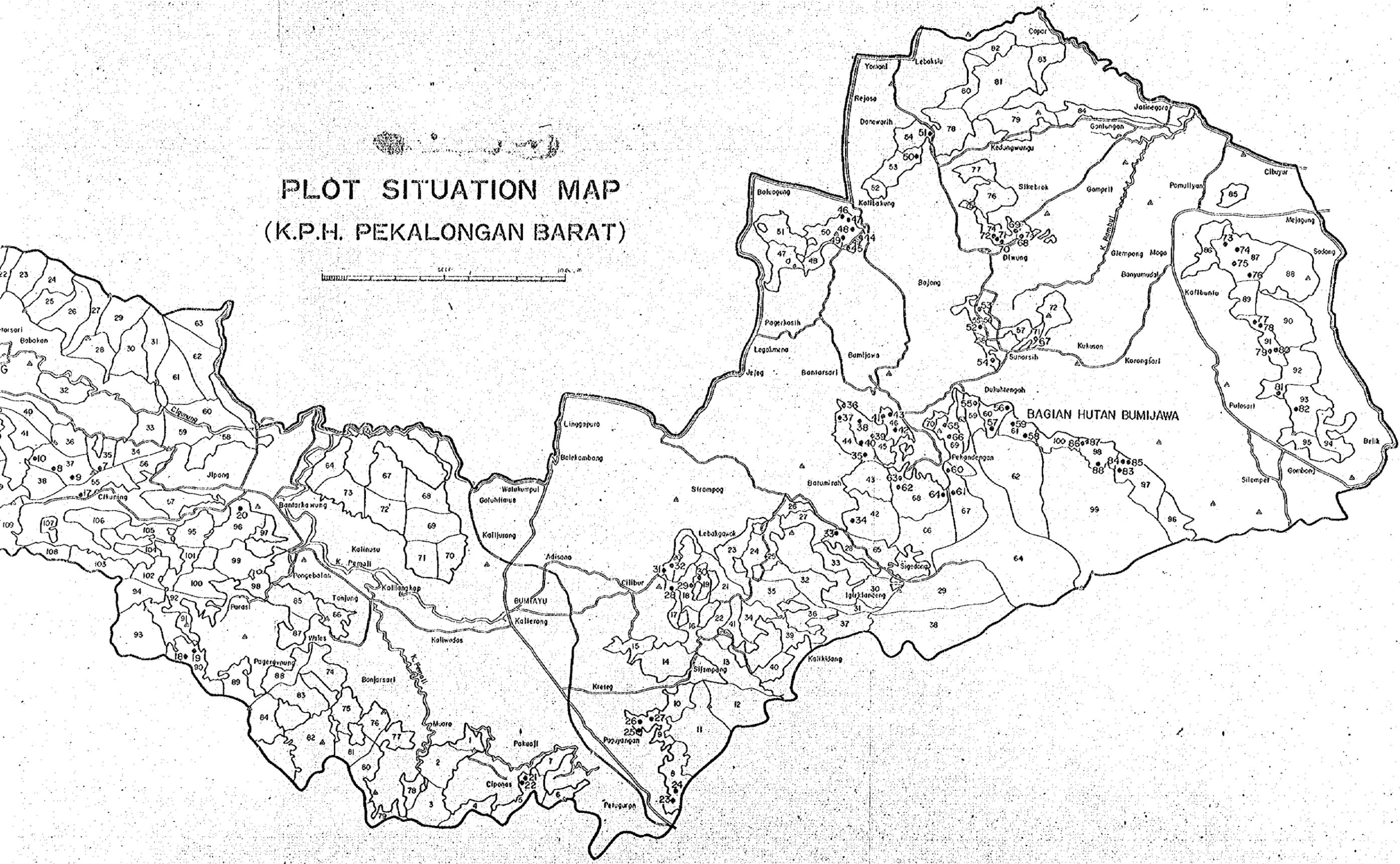
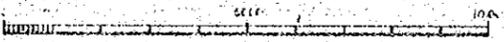
以上のように抽出されたサンプルプロットの現地での林況、地況調査のため1977年5月28日から同年7月16日まで50日間の現地調査を行なった。

PLOT SITUATION MAP (K.P.H. PEKALONGAN BARAT)



EXPLANATORY NOTES	
COMPARTMENT & COMPARTMENT NO.	
PLOT SITUATION & PLOT NO.	

**PLOT SITUATION MAP
(K.P.H. PEKALONGAN BARAT)**



(1) 踏査

航空写真等で行なった森林区画、齢級等の区画の点検とプロット位置の概略把握のため、当地域の現地踏査を行ない、プロットの毎木調査の計画をたてた。

この現地踏査の結果から、航空写真で行なった森林区画、管内図から行なった齢級区分等が現地林況とほとんど大差なく、従って、サンプルプロットの抽出も各種の林況、地況を網羅するよう行なわれていることがわかった。

また、当地域のメルクシーマツ造林地は、一部広葉樹が混生している所もあるが、ほとんどマツの純林となっているため、プロット調査ではマツの混交歩合を考えなくともよいと言える。

(2) プロット調査

① プロットの設定

1プロットは原則として50 m×50 m、面積0.25 haの方形区とし、1つの林分の面積が小さい場合や林分の地形的特徴を出した方がよい場合などは25 m×100 mの長方形とした。このプロットをポケットコンパス、メートル縄によって周囲測量を行ない、その起点をそのプロットの代表点として航空写真上に刺針しそのプロット番号を記入した。

またプロットの設定方位角も記録しておいた。

② 調査事項

a 位置

航空写真上のプロット刺針点の位置によって、そのプロットのBAGIAN HUTAN（事業区）名、林班、小班番号を調べた。

b 林 齢

西ブカロンガン管林署管内図に記載されているメルクシーマツの植栽年度によった。

なお、植栽年はできるだけ現地担当区主任、作業員により確認するようにした。齢級区分は前表のような植栽年度から求めたもので、これは当地域で用いられている齢級区分法であるためこれをそのまま用いるようにした。参考までに今回採用した齢級に対する実際の林齢を第6表に示す。

第 6 表 齡級区分と林齡

齡 級	植 栽 年 度	林 齡
I	1975-1979年	3年生以下
II	1970-1974年	8-14年生
III	1965-1969年	13-19年生
IV	1960-1964年	18-24年生
V	1955-1959年	23-29年生
VI	1950-1954年	28-34年生
VII	1945-1949年	33-39年生
VIII	1940-1944年	38-44年生
IX	1935-1939年	43-49年生

(注) 1977年12月現在の林齡を示したもの。

c. 樹 高

当地域で採用しているメルクシーマツ幹材積表 (Tarief pohon Pinus-merkusii : 1971年8月 Ir. Atang 作成) が、胸高直径にのみ対応した材積表であるため、今回はプロット内全林木の樹高測定は行わず、そのプロットを代表する林木5本程度をブルーメイス測高器により実測するにとどめ、後に全プロットの樹高実測値とそれぞれの胸高直径との対比により相関式を求めこれにより胸高直径から逆に全林木の樹高、プロット平均樹高を算出することとした。

d. 胸高直径

前述のようにプロットの平均樹高、幹材積が胸高直径によって求まるので、プロット内に入る全立木について輪尺により実測した。なお測定単位は1cm括約とした。

e. 本 数

プロットに入る立木本数を胸高直径毎木調査とあわせ調査した。

f. 樹冠疎密度

プロット平均の樹冠疎密度を現地において観察し前記4区分の中から判定した。

g. 方 位

プロットの最大傾斜線方向をポケットコンパスあるいはプラントンコンパスによってその方位角を測定した。

h. プロットの最大傾斜線方向の傾斜角をポケットコンパスあるいはプラントンコンパスによって測定した。

i. 局所地形

プロット全体の地形を観察し第7表の区分から判定した。

第7表 局所地形区分

区 分	記 号	備 考
台 地	1	山頂緩斜面を含む
尾 根 筋	2	山腹凸形斜面 山頂急斜面
山 腹 面	3	山腹平衡面
沢 筋	4	山腹凹形斜面

プロット調査ではこれらの因子測定のほか、判読資料カードにおける現地参考写真としてプロットの地上写真を撮影しておいた。

(3) 調査結果の取りまとめ

以上の現地調査結果から巻末「DATA OF FIELD SURVEY」のように現地調査結果一覧表を作成した。この表の記載事項について若干補足説明すると次のとおりである。

① 平均樹高

前述のように各プロットからそのプロットの代表的な林木を5本位選び、その樹高と胸高直径を測定した。樹高測定した全林木を齡級別に分け、齡級毎に樹高と胸高直径との相関式を計算した。この式により各プロット全林木の樹高を胸高直径から逆算し、プロット平均樹高を計算した。

齡級別の胸高直径と樹高の相関式とその相関係数は第8表の通りである。

第8表 齡級別相関式

齡 級	相 関 式	相 関 係 数
III	$y=0.4152x+4.6684$	0.9495
IV	$y=0.4134x+7.2315$	0.8404
V	$y=0.4451x+10.0438$	0.9480
VI	$y=0.3294x+14.1852$	0.8757
VII	$y=0.2558x+17.9379$	0.7217
VIII	$y=0.3185x+15.0469$	0.8824
IX	$y=0.3529x+14.5840$	0.9441

(注) x = 胸高直径 (cm) y = 樹高 (m)

② 平均胸高直径

プロット内の全林木の胸高直径を合計しプロット内立木本数で除して算出した。

③ 立木本数

プロット内本数とその ha 当り本数とを記載した。

④ 材 積

材積の算出は「Tarief pohon Pinus-merkusii」(1971年8月 Ir. Atang 作成)の Kaju tebal ϕ 7 cm 以上の材積表によった。この表は胸高直径 14 cm 以下は記載されていないが、この部分は推定により材積を算出した。

材積についてもプロット (0.25 ha) 当りと ha 当りの材積を記載した。

ここで、さきの材積表が胸高直径 15 cm 以上となっているように当地域の施業対象の一つの目安が胸高直径 15 cm であろうと判断し、以上の林況因子の計算を胸高直径 15 cm 以上の林木についてと、胸高直径 14 cm 以下のものも含めた全林木についてと二通り計算しておいた。

今回調査を行なった 88 プロットの平均的な林況は第 9 表にまとめたように、平均樹高約 18 m、胸高直径 24 cm、ha 当り本数約 480 本、ha 当り材積 182 m³であった。

88 プロットの林況、地況因子の反応パターン表を参考までに巻末にとりまとめておいた。

第 9 表 プロット平均林況

区 分	胸高直径 15 cm 以上の立木				全 立 木				
	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	本 数	材 積 (m ³)	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	本 数	材 積 (m ³)	
合 計	180007	242.747	9,270	3967.480	193392	258,279	10622	4014.346	
プロット平均	0.25ha	194	26.2	105	45.085	18.2	24.3	121	45.618
	1ha			420	180.340			484	182.472

(注) プロット数 88

3. プロットの航空写真判読

現地調査を行なったプロットについて、航空写真を用いて測定可能な林況および地況を判読し、判読資料カードおよび航空写真林分材積表作成のためのデータとした。

今回航空写真で判読した林況因子は、樹高、本数、樹冠疎密度であり、これらは針葉樹人工林の航空写真による材積推定に必要不可欠のもので、しかも比較的判読の容易な因子である。

一般的には判読因子として樹冠直径も考えられるが、今回のように対象林分がマツの人工林で樹冠がかなり小さい上に、判読に使用する航空写真が縮尺 1/20,000 の密着写真であることから今回は樹冠直径は判読しなかった。

参考までに地況因子として局所地形を空中写真により判読した。

判読に使用した航空写真は I-3 に掲げた撮影縮尺約 1/20,000 の密着写真である。また一般的には 3 倍の双眼鏡付き立体鏡を用いるが、今回は 6 倍の双眼鏡付きを用いて判読精度の向上に努めた。

(1) プロットの設定

調査結果一覧表末尾に記載したプロット設置方位角から、航空写真上のプロット刺針点を中心に 2 本のプロット設定方向線を写真上に引いた。なお航空写真の撮影基線の方位角は 1/50,000 地形図との対比によって求めた。

縮尺約 1/20,000 の航空写真上に正確に 0.25 ha の方形区を表示することは困難であり、またプロットの標高によっても大きさを変えねばならないこともあり、今回は各因子の判読の際に、 p 本の方向線にプロットサイズ板（種々の縮尺、面積に応じた円または正方形を描いた透明板）の縮尺 1/20,000 で面積 0.2 ha の正方形をあてて測定し、最後に判読値を修正計算することにした。

(2) 樹高判読

まず、プロットの基線長を測定し、次に写真上のプロット内の平均的な林木を 5 本位選びこれら林木の視差々（梢端と根元との差）を視差測定桿によって測定し、平均視差差を計算した。平均視差差から平均樹高への計算は次式によった。

$$h = \frac{H \times \Delta P}{b + \Delta P}$$

h (m) : プロット平均樹高

H (m) : 標高差。これは次式で求めた。

$$H = H_0 - H_p$$

H_0 : 撮影高度（航空写真注記から読み取った。）

H_p : プロットの標高（プロットの指針されている航空写真から図化機により標高を読みとった。）

ΔP (m) : 視差差

b (m) : プロット基線長

(3) 本数判読

前述のようにプロットを立体視しながら、縮尺 1/20,000 で面積 0.2 ha のプロットサイズ板をあてその中に入る本数を 10 本単位に 3 回数え、その平均値をプロット判読本数とし

た。そして判読本数を次式によって ha 当り本数に修正した。

$$N = N_0 \times \frac{1}{0.2 \times \left(\frac{S}{20,000}\right)^2}$$

N : プロット ha 当り本数

N_0 : 判読本数

S : プロット地点の写真縮尺分母。これは次式によって求めた。

$$S = \frac{H_0 - H_p}{F}$$

H_0 (m) : 航空写真撮影高度

H_p (m) : プロットの標高

F (m) : 撮影カメラの焦点距離

当地域撮影のカメラ (R. M. K) の焦点距離は 0.1531 m。

ここで $\frac{1}{0.2 \times \left(\frac{S}{20,000}\right)^2}$ を本数修正値としてあらかじめ計算しておき、判読本数に掛けていった。

(4) 樹冠疎密度判読

本数とともに縮尺 1 / 20,000 で面積 0.2 ha のプロットサイズ板の中の樹冠疎密度を 5 % 単位に 3 回測定し、その平均値を樹冠疎密度判読値とした。

(5) 局所地形判読

プロットサイズ板をあてたまま、プロットの属する地形を前掲の区分基準から判定していった。航空写真での局所地形判読は現地での判定に比して大局的になるため両者の間に多少のくいちがいが生じる。

以上の判読および修正計算の結果を巻末判読結果一覧表にまとめた。

(6) 判読精度の分析

航空写真林分材積表作成に最も重要な因子である樹高と本数について、判読値と実測値との比較検討を行なって判読の精度を調べた。

各プロットの判読樹高と現地調査結果プロット平均樹高 (全林木)、判読 ha 当り本数と現

地調査結果 ha¹ 当り本数 (全林木) についてそれぞれ相関計算を行ない、回帰直線式と相関係数を求めると第 10 表のようになった。

第 10 表 実測値と判読値の関係

区 分	樹 高	ha 当り本 数
回 帰 直 線 式	$y=0.8282x+6.7449$	$y=1.3887x-57.1138$
相 関 係 数	0.9404	0.8984

(注) x = 判読値, y = 実測値

この計算において、次に掲げる 8 プロットは樹冠疎密度がきわめて低く樹高測定が困難であったり、当地域の松としては特異な測定値を示すもので、あらかじめ除外して残り 80 プロットで計算したものである。

相関計算から棄却したプロット
 $\left[\begin{array}{l} \text{No 8, No 31, No 52, No 61, No 66, No 67, No 70, No 85} \end{array} \right]$

第 10 表にみられるように樹高、ha 当り本数いずれも実測値よりかなり下回って判読されているが、その判読の傾向はほぼ一定であり相関係数がどちらも 0.9 前後となっている。従ってこれら判読値は航空写真林分材積表作成のためのデータとして十分使用できるものと言える。

4. 判読資料カードの作成

プロット毎に次にあげる事項をとりまとめた判読資料カード 88 枚を作成した。

(1) プロットの位置

(2) 現地調査年月日

(3) 現地プロット調査結果

① 地 況

局所地形、傾斜、方位、土壌(「PETA TANAH DAN HUDJAN」による。)

② 林 況

平均樹高、平均胸高直径、立木本数、材積

(4) 判読結果

平均樹高，樹冠疎密度，立木本数，局所地形等。

(5) 航空写真データ

撮影地区名，撮影期間，撮影縮尺，撮影高度，撮影カメラの焦点距離，基線長，使用写真番号等。

(6) プロットの立体写真（縮尺 1 : 20,000）

(7) 現地地上写真

(8) プロット位置図（縮尺 1 : 10,000）

判読資料カードの一例を第 4 図に示す。

5. 航空写真林分材積表の作成

現地プロット調査の結果とプロットの航空写真判読結果から適当な因子のデータを選び出し，これらのデータを用いて重回帰計算を行ない材積式を求めた。そして空中写真判読によって当地域の任意の林分の材積が求められるような航空写真林分材積表を作成した。

(1) 因子の検討

判読精度の分析によってプロット平均樹高と ha 当り本数がかなり高い精度で判読されていることがわかった。また樹冠疎密度も航空写真上で比較的容易に測定できる因子である。従って，航空写真林分材積表作成のための因子としてこれら 3 つの因子を考えた。材積は現地調査結果一覧表の各プロット ha 当り材積（全林木）を用いることとした。

第 11 表 使用因子一覧表

従属変数	V	ha 当り材積（全林木）	実測値
独立変数	H	平均樹高	判読値
	N	ha 当り本数	"
	D	樹冠疎密度	"

(2) 因子の決定

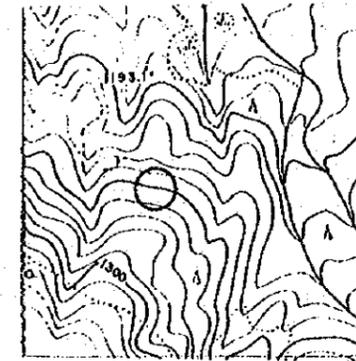
航空写真林分材積表の基となる材積式に用いる因子は次のような条件を満たすものでなければならない。

第4図 判読資料カード(一例)

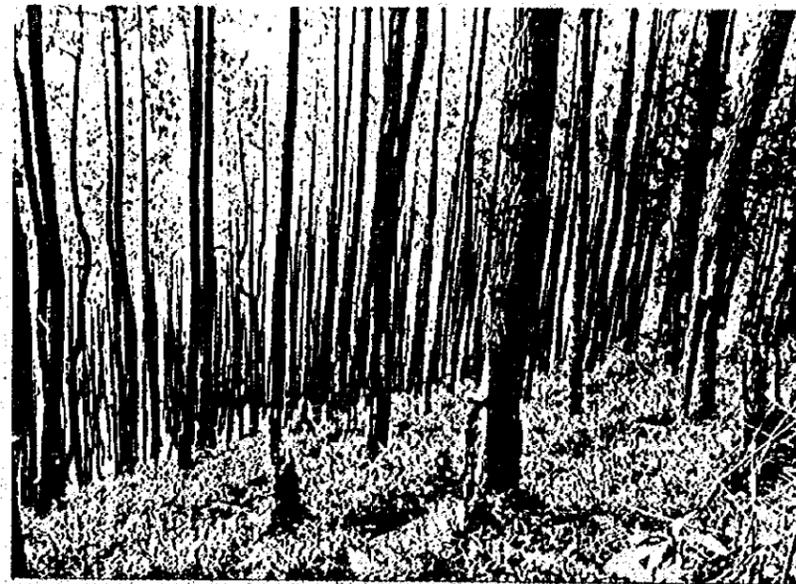
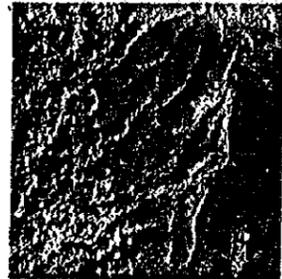
Plot No.	58
Name of K.P.H.	Pekalongan Barat
Name of Bagian Hutan	B. J
Compartment & Sub-compartment	61-b
Planned by	J.I.C.A. PERUM PERHUTANI
Enforced by	J.F.T.A. BINA LESTARI
Surveyed on	13. June, 1977
Plot Area	0.25 ha.

Data of Field Survey			
Site Conditions		Forest Age & Planted Year	
Topography	Mountain-side	IV (1961)	
Inclination	31°	Average Height	18 m 18 m
Direction	N (10°)	Average D.B.H.	27 cm 27 cm
Altitude	1251 m	Number of Trees	Plot 150 152
Soil Type	Andosol (28)		Per ha 600 608
Forest Conditions		Volume	Plot 63 m³ 63 m³
Species	Pinus Merkusii		Per ha 251 m³ 251 m³
Data of Photo-interpretation			
Topography	Mountain-side	Average Height	18 m
Inclination	25	Crown Density	80 %
Direction	N	Number of Trees/ha	560

Data of Aerial Photograph	
District Name	G. Slamet
Photographed	PENAS
Photographed on	19 April 1977 ~ 1 May, 1977
Scale of Photograph	1 : 20,000
Flight Altitude	4,360 m
Focal Length	153.1 mm
Course No. & Photo No.	IX - 25, 27
Base Length	1:20,000 94.7 mm
	1:10,000 mm



Plot Location Map (Scale 1 : 10,000)



Stereo Photograph (Scale 1 : 20,000)

Stereo Photograph (Scale 1 : 10,000)

Plot No.	58	Filing No.	27
----------	----	------------	----

- ① 現地においても航空写真上でも比較的容易にかつ精度よく測定できるもの。
- ② その因子と林分材積との相関が高いもの。

前項で検討した3因子はこれらの条件を満たすものであるので、今回はこの3因子を組み合わせて数通りの材積式を求め、それらの精度分析などによって最終的に2因子を変数とする材積式を一つ選ぶことにした。

(3) 材積式の調整

2因子を変数とした材積式を電算機を用いた重回帰分析計算により求めた。計算式やそれに用いた因子等は第12表の通りである。

第12表 材積式一覧表

使用因子	ケースNo	材積式
H, N	1	$V = a_1 H + b_1 N + C_1$
H, D	2	$V = a_2 H + b_2 D + C_2$
H, N	3	$\log V = a_3 \log H + b_3 \log N + C_3$
H, D	4	$\log V = a_4 \log H + b_4 \log D + C_4$
H, N	5	$V = a_5 H + b_5 N^2 + C_5$

V = ha 当り材積 (全林木)

H = 平均樹高 (判読値)

N = ha 当り本数 (判読値)

D = 樹冠疎密度 (判読値)

使用電算機: IBM 370/168

データ数: 80 (プロットNo 8, 31, 52, 61, 66, 67, 70, 85は棄却)

以上の計算の結果をまとめると第13表の通りである。

第13表 材積式と重相関係数

ケースNo	材積式	重相関係数	備考
1	$V = 13.0979H + 0.2133N - 116.8899$	0.9257	データ数 80
2	$V = 11.5333H + 1.8701D - 132.1929$	0.9239	"
3	$\log V = 1.1324 \log H + 0.5033 \log N - 0.9185$	0.9349	"
4	$\log V = 0.9852 \log H + 0.4826 \log D + 0.4407$	0.9098	"
5	$V = 12.5524H + 0.0002N^2 - 58.6465$	0.9067	"

④ 精度分析および再計算

① 精度分析

第13表の通りデータ数80の場合、ケース3の樹高と本数の自然対数を変数とする材積式が重相関係数0.9349と最も高く、次いでケース1が0.9257となっている。このよう樹高と本数の2因子を変数とする材積式の方が、樹冠疎密度を含む材積式よりも精度が良い。

もう一つの精度分析方法として、材積式算出に用いた実測値（プロットha当り材積）と材積式による推定値の差（残差という）から求めた残差の標準偏差および標準誤差率をケース1とケース3について求めると第14表となる。

第14表 残差による精度分析

区 分	ケ ー ス 1	ケ ー ス 3
残 差 の 平 均	25.697	25.937
残差の標準偏差	16.618	18.708
標準誤差率	9.11%	10.25%

(注) データ数 = 80

$$\text{標準誤差率} = \frac{\text{残差の標準偏差}}{\text{実測値平均}(182.472)} \times 100(\%)$$

このように、ケース3は重相関係数はケース1より若干良いが標準誤差率はケース1よりかなり下回る。従って今回はケース1の $V = aH + bD + C$ の式を採用することにし、ケース1の計算結果を吟味した。

② 再計算

ケース1の実測値と推定値の比較により、プロット番号32がかなり異常な推定値を示し残差が大きいことがわかった。この1点を棄却しデータ数79で再計算を行なうと、第15表のような材積式（ケース1-2）、精度となった。

第15表 再計算結果（ケース1-2）

材 積 式	$V = 13.1619H + 0.2121N - 116.3809$
重 相 関 係 数	0.9328
残 差 の 平 均	24.938
残差の標準偏差	15.261
標準誤差率	8.36%

上表のようにケース 1-2 は重相関係数、標準誤差率ともに高い精度を示し、航空写真林分材積表作成に十分使用できるものである。

なお参考まではケース 1-2 式による推定値と実測値との相関関係は次の通りである。

$$y = 0.9999976 x + 0.0016937$$

y : 実測値, x : 推定値

また各因子の単相関行列は第 16 表の通りで、材積推定には樹高が大きく効いていることがわかる。

第 16 表 単相関行列

因 子	樹 高	本 数	材 積
樹 高	1.0000	-0.5251	0.8412
本 数	-0.5251	1.0000	-0.0987
材 積	0.8412	-0.0987	1.0000

(5) 航空写真林分材積表の作成

前項で求めた材積式(ケース 1-2)

$$V = 13.1619H + 0.2121N - 116.3809$$

に順に樹高、本数を代入して樹高と本数に対する材積を算出し、これを航空写真林分材積表(第 17 表)としてとりまとめた。

表の横方向に判読立木本数(ha 当り)を 10 本単位に、また縦方向には判読平均樹高を 1 m 単位にとっており、上方の判読本数と左方の判読樹高とが交差する数値が ha 当り幹材積となっている。

PHOTO VOLUME TABLE (10-1)

SPECIES: PINUS MERKUSII
 AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA
 (UNIT: m/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)																			
	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240					
4																				
5																				0.333
6									0.768	2889	5010	7131	9252	11373	13494					
7			1204	3325	5446	7567	9688	11809	13930	16051	18172	20293	22414	24535	26656					
8	10124	12245	14366	16487	18608	20729	22850	24971	27092	29213	31334	33455	35576	37697	39818					
9	23286	25407	27528	29649	31770	33891	36012	38133	40254	42375	44496	46617	48738	50859	52980					
10	36448	38569	40690	42811	44932	47053	49174	51295	53416	55537	57658	59779	61900	64021	66142					
11	49610	51731	53852	55973	58094	60215	62336	64457	66578	68699	70820	72941	75062	77183	79304					
12	62772	64893	67014	69135	71256	73377	75498	77619	79740	81861	83982	86103	88224	90345	92466					
13	75934	78055	80176	82297	84418	86539	88660	90781	92902	95023	97144	99265	101386	103507	105628					
14	89096	91217	93338	95459	97580	99701	101822	103943	106064	108185	110306	112427	114548	116669	118790					
15	102258	104379	106500	108621	110742	112863	114984	117105	119226	121347	123468	125589	127710	129831	131952					
16	115419	117540	119661	121782	123903	126024	128145	130266	132387	134508	136629	138750	140871	142992	145113					
17	128581	130702	132823	134944	137065	139186	141307	143428	145549	147670	149791	151912	154033	156154	158275					
18	141743	143864	145985	148106	150227	152348	154469	156590	158711	160832	162953	165074	167195	169316	171437					
19	154905	157026	159147	161268	163389	165510	167631	169752	171873	173994	176115	178236	180357	182478	184599					
20	168067	170188	172309	174430	176551	178672	180793	182914	185035	187156	189277	191398	193519	195640	197761					

PHOTO VOLUME TABLE (10-2)

SPECIES: PINUS MERKUSII

AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA
(UNIT: m²/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)																			
	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390					
4							2018	4139	6260	8381	10502	12623	14744	16865	18986					
5	2454	4575	6696	8817	10938	13059	15180	17301	19422	21543	23664	25785	27906	30027	32148					
6	15615	17736	19857	21978	24099	26220	28341	30462	32583	34704	36825	38946	41067	43188	45309					
7	28777	30898	33019	35140	37261	39382	41503	43624	45745	47866	49987	52108	54229	56350	58471					
8	41939	44060	46181	48302	50423	52544	54665	56786	58907	61028	63149	65270	67391	69512	71633					
9	55101	57222	59343	61464	63585	65706	67827	69948	72069	74190	76311	78432	80553	82674	84795					
10	68263	70384	72505	74626	76747	78868	80989	83110	85231	87352	89473	91594	93715	95836	97957					
11	81425	83546	85667	87788	89909	92030	94151	96272	98393	100514	102635	104756	106877	108998	111119					
12	94587	96708	98829	100950	103071	105192	107313	109434	111555	113676	115797	117918	120039	122160	124281					
13	107749	109870	111991	114112	116233	118354	120475	122596	124717	126838	128959	131080	133201	135322	137443					
14	120911	123032	125153	127274	129395	131516	133637	135758	137879	139999	142121	144242	146363	148484	150605					
15	134073	136194	138315	140436	142556	144677	146799	148919	151040	153162	155282	157404	159524	161645	163767					
16	147234	149355	151476	153597	155718	157839	159960	162081	164202	166323	168444	170565	172686	174807	176928					
17	160396	162517	164638	166759	168880	171001	173122	175243	177364	179485	181606	183727	185848	187969	190090					
18	173558	175679	177800	179921	182042	184163	186284	188405	190526	192647	194768	196889	199010	201131	203252					
19	186720	188841	190962	193083	195204	197325	199446	201567	203688	205809	207930	210051	212172	214293	216414					
20	199882	202003	204124	206245	208366	210487	212608	214729	216850	218971	221092	223213	225334	227455	229576					

PHOTO VOLUME TABLE(10-3)

SPECIES: PINUS MERKUSII

AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: m³/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)																			
	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690					
4	52922	55043	57164	59285	61406	63527	65648	67769	69890	72011	74132	76253	78374	80495	82616					
5	66084	68205	70326	72447	74568	76689	78810	80931	83052	85173	87294	89415	91536	93657	95778					
6	79245	81367	83487	85608	87729	89850	91971	94092	96214	98335	100455	102576	104697	106818	108939					
7	92407	94528	96649	98770	100891	103012	105133	107254	109375	111496	113617	115738	117859	119980	122101					
8	105569	107690	109811	111932	114053	116174	118295	120416	122537	124658	126779	128900	131021	133142	135263					
9	118731	120852	122973	125094	127215	129336	131457	133578	135699	137820	139941	142062	144183	146304	148425					
10	131893	134014	136135	138256	140377	142498	144619	146740	148861	150982	153103	155224	157345	159466	161587					
11	145055	147176	149297	151418	153539	155660	157781	159902	162023	164144	166265	168386	170507	172628	174749					
12	158217	160338	162459	164580	166701	168822	170943	173064	175185	177306	179427	181548	183669	185790	187911					
13	171379	173500	175621	177742	179863	181984	184105	186226	188347	190468	192589	194710	196831	198952	201073					
14	184540	186662	188783	190904	193025	195145	197267	199388	201508	203630	205751	207872	209993	212113	214235					
15	197703	199823	201945	204065	206186	208308	210428	212550	214670	216791	218913	221033	223154	225276	227396					
16	210864	212985	215106	217227	219348	221469	223590	225711	227832	229953	232074	234195	236316	238437	240558					
17	224026	226147	228268	230389	232510	234631	236752	238873	240994	243115	245236	247357	249478	251599	253720					
18	237188	239309	241430	243551	245672	247793	249914	252035	254156	256277	258398	260519	262640	264761	266882					
19	250350	252471	254592	256713	258834	260955	263076	265197	267318	269439	271560	273681	275802	277923	280044					
20	263511	265633	267754	269875	271996	274117	276238	278359	280479	282601	284722	286843	288964	291084	293206					

AVERAGE TREEHEIGHT(MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)

PHOTO VOLUME TABLE(10-4)

SPECIES: PINUS MERKUSII

AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: m²/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA (MEASURED BY PHOTO -INTERPRETATION)																			
	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540					
4	211.07	232.28	253.49	274.70	295.91	317.12	338.33	359.54	380.75	401.96	423.17	444.38	465.59	486.80	508.01					
5	342.69	363.90	385.11	406.32	427.53	448.74	469.95	491.16	512.37	533.58	554.79	576.00	597.21	618.42	639.63					
6	474.30	495.51	516.72	537.93	559.14	580.35	601.56	622.77	643.98	665.19	686.40	707.61	728.82	750.03	771.24					
7	605.92	627.13	648.34	669.55	690.76	711.97	733.18	754.39	775.60	796.81	818.02	839.23	860.44	881.65	902.86					
8	737.54	758.75	779.96	801.17	822.38	843.59	864.80	886.01	907.22	928.43	949.64	970.85	992.06	1013.27	1034.48					
9	869.16	890.37	911.58	932.79	954.00	975.21	996.42	1017.63	1038.84	1060.05	1081.26	1102.47	1123.68	1144.89	1166.10					
10	1000.78	1021.99	1043.20	1064.41	1085.62	1106.83	1128.04	1149.25	1170.46	1191.67	1212.88	1234.09	1255.30	1276.51	1297.72					
11	1132.40	1153.61	1174.82	1196.03	1217.24	1238.45	1259.66	1280.87	1302.08	1323.29	1344.50	1365.71	1386.92	1408.13	1429.34					
12	1264.02	1285.23	1306.44	1327.65	1348.86	1370.07	1391.28	1412.49	1433.70	1454.91	1476.12	1497.33	1518.54	1539.75	1560.96					
13	1395.64	1416.85	1438.06	1459.27	1480.48	1501.69	1522.90	1544.11	1565.32	1586.53	1607.74	1628.95	1650.16	1671.37	1692.58					
14	1527.26	1548.47	1569.67	1590.89	1612.10	1633.31	1654.52	1675.72	1696.94	1718.15	1739.36	1760.57	1781.78	1802.99	1824.20					
15	1658.87	1680.08	1701.29	1722.50	1743.72	1764.92	1786.13	1807.35	1828.55	1849.77	1870.97	1892.18	1913.40	1934.60	1955.81					
16	1790.49	1811.70	1832.91	1854.12	1875.33	1896.54	1917.75	1938.96	1960.17	1981.38	2002.59	2023.80	2045.01	2066.22	2087.43					
17	1922.11	1943.32	1964.53	1985.74	2006.95	2028.16	2049.37	2070.58	2091.79	2113.00	2134.21	2155.42	2176.63	2197.84	2219.05					
18	2053.73	2074.94	2096.15	2117.36	2138.57	2159.78	2180.99	2202.20	2223.41	2244.62	2265.83	2287.04	2308.25	2329.46	2350.67					
19	2185.35	2206.56	2227.77	2248.98	2270.19	2291.40	2312.61	2333.82	2355.03	2376.24	2397.45	2418.66	2439.87	2461.08	2482.29					
20	2316.97	2338.18	2359.39	2380.60	2401.81	2423.02	2444.23	2465.44	2486.65	2507.86	2529.07	2550.28	2571.49	2592.70	2613.91					

PHOTO VOLUME TABLE(10-5)

SPECIES: PINUS MERKUSII

AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: m²/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)																			
	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850				
4	84737	86858	88979	91100	93221	95342	97463	99584	101705	103826	105947	108068	110189	112310	114431	116552				
5	97899	100020	102141	104262	106383	108504	110625	112746	114867	116988	119109	121230	123351	125472	127593	129714				
6	111061	113182	115303	117423	119544	121665	123786	125908	128029	130150	132271	134391	136512	138633	140754	142875				
7	124222	126343	128464	130585	132706	134827	136948	139069	141190	143311	145432	147553	149674	151795	153916	156037				
8	137384	139505	141626	143747	145868	147989	150110	152231	154352	156473	158594	160715	162836	164957	167078	169199				
9	150546	152667	154788	156909	159030	161151	163272	165393	167514	169635	171756	173877	175998	178119	180240	182361				
10	163708	165829	167950	170071	172192	174313	176434	178555	180676	182797	184918	187039	189160	191281	193402	195523				
11	176870	178991	181112	183233	185354	187475	189596	191717	193838	195959	198080	200201	202322	204443	206564	208685				
12	190032	192153	194274	196395	198516	200637	202758	204879	207000	209121	211242	213363	215484	217605	219726	221847				
13	203194	205315	207436	209557	211678	213799	215920	218041	220162	222283	224404	226525	228646	230767	232888	235009				
14	216356	218477	220598	222718	224840	226961	229081	231203	233324	235445	237566	239686	241808	243929	246050	248171				
15	229518	231638	233759	235881	238001	240123	242243	244364	246486	248606	250727	252849	254969	257090	259211	261332				
16	242679	244800	246921	249042	251163	253284	255405	257526	259647	261768	263889	266010	268131	270252	272373	274494				
17	255841	257962	260083	262204	264325	266446	268567	270688	272809	274930	277051	279172	281293	283414	285535	287656				
18	269003	271124	273245	275366	277487	279608	281729	283850	285971	288092	290213	292334	294455	296576	298697	300818				
19	282165	284286	286407	288528	290649	292770	294891	297012	299133	301254	303375	305496	307617	309738	311859	313980				
20	295327	297448	299569	301690	303811	305932	308052	310174	312295	314416	316537	318657	320779	322900	325021	327142				

PHOTO VOLUME TABLE (10-6)

SPECIES: PINUS MERKUSII

AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: m²/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)															
	H(m)	100	110	120	130	140	150	160	7170	180	190	200	210	220	230	240
21	181.229	183.350	185.471	187.592	189.713	191.834	193.955	196.076	198.197	200.318	202.439	204.560	206.681	208.802	210.923	
22	194.391	196.512	198.633	200.754	202.875	204.996	207.117	209.238	211.359	213.480	215.601	217.722	219.843	221.964	224.085	
23	207.553	209.674	211.795	213.916	216.037	218.158	220.279	222.400	224.521	226.642	228.763	230.883	233.005	235.126	237.247	
24	220.715	222.835	224.956	227.078	229.198	231.320	233.440	235.561	237.683	239.803	241.925	244.045	246.166	248.288	250.408	
25	233.876	235.997	238.118	240.239	242.360	244.481	246.602	248.723	250.844	252.965	255.086	257.207	259.328	261.449	263.570	
26	247.038	249.159	251.280	253.401	255.522	257.643	259.764	261.885	264.006	266.127	268.248	270.369	272.490	274.611	276.732	
27	260.200	262.321	264.442	266.563	268.684	270.805	272.926	275.047	277.168	279.289	281.410	283.531	285.652	287.773	289.894	
28	273.362	275.483	277.604	279.725	281.846	283.967	286.088	288.209	290.330	292.451	294.572	296.693	298.814	300.935	303.056	
29	286.524	288.645	290.766	292.887	295.008	297.129	299.250	301.371	303.492	305.613	307.734	309.855	311.976	314.097	316.218	
30	299.686	301.807	303.928	306.049	308.170	310.291	312.412	314.533	316.654	318.775	320.896	323.017	325.138	327.259	329.380	

PHOTO VOLUME TABLE(10-7)

SPECIES: PINUS MERKUSII

AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: m²/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)																													
	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390															
21	213044	215165	217286	219407	221528	223649	225770	227891	230012	232133	234254	236375	238496	240617	242738															
22	226206	228327	230448	232569	234690	236811	238932	241053	243174	245295	247416	249537	251658	253779	255900															
23	239368	241489	243610	245731	247852	249973	252094	254215	256335	258456	260577	262698	264819	266940	269062															
24	252529	254651	256771	258892	261013	263134	265255	267376	269497	271618	273739	275860	277981	280102	282223															
25	265691	267812	269933	272054	274175	276296	278417	280538	282659	284780	286901	289022	291143	293264	295385															
26	278853	280974	283095	285216	287337	289458	291579	293700	295821	297942	300063	302184	304305	306426	308547															
27	292015	294136	296257	298378	300499	302620	304741	306862	308983	311104	313225	315346	317467	319588	321709															
28	305177	307298	309419	311540	313661	315782	317903	320024	322145	324266	326387	328508	330629	332750	334871															
29	318339	320460	322581	324702	326823	328944	331065	333186	335307	337428	339549	341670	343791	345912	348033															
30	331501	333622	335743	337864	339985	342106	344227	346348	348469	350590	352711	354832	356953	359074	361195															

PHOTO VOLUME TABLE(10-8)

SPECIES: PINUS MERKUSII
 AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: ml/ah)

Hm	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)																														
	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	
21	244859	246980	249101	251222	253343	255464	257584	259706	261826	263948	266068	268189	270311	272431	274552	244859	246980	249101	251222	253343	255464	257584	259706	261826	263948	266068	268189	270311	272431	274552	
22	258021	260142	262262	264384	266505	268625	270747	272868	274989	277110	279230	281352	283473	285594	287715	258021	260142	262262	264384	266505	268625	270747	272868	274989	277110	279230	281352	283473	285594	287715	
23	271182	273303	275424	277545	279667	281787	283908	286030	288150	290271	292392	294513	296635	298755	300876	271182	273303	275424	277545	279667	281787	283908	286030	288150	290271	292392	294513	296635	298755	300876	
24	284344	286465	288586	290707	292828	294949	297070	299191	301312	303433	305554	307675	309796	311917	314038	284344	286465	288586	290707	292828	294949	297070	299191	301312	303433	305554	307675	309796	311917	314038	
25	297506	299627	301748	303869	305990	308111	310232	312353	314474	316595	318716	320837	322958	325079	327200	297506	299627	301748	303869	305990	308111	310232	312353	314474	316595	318716	320837	322958	325079	327200	
26	310668	312789	314910	317031	319152	321273	323394	325515	327636	329757	331878	333999	336120	338241	340362	310668	312789	314910	317031	319152	321273	323394	325515	327636	329757	331878	333999	336120	338241	340362	
27	323830	325951	328072	330193	332314	334435	336556	338677	340798	342919	345040	347161	349282	351403	353524	323830	325951	328072	330193	332314	334435	336556	338677	340798	342919	345040	347161	349282	351403	353524	
28	336992	339113	341234	343355	345476	347597	349718	351839	353960	356081	358202	360323	362444	364565	366686	336992	339113	341234	343355	345476	347597	349718	351839	353960	356081	358202	360323	362444	364565	366686	
29	350154	352275	354396	356517	358638	360759	362880	365001	367122	369243	371364	373485	375606	377727	379848	350154	352275	354396	356517	358638	360759	362880	365001	367122	369243	371364	373485	375606	377727	379848	
30	363316	365437	367558	369679	371800	373921	376042	378163	380284	382405	384526	386647	388768	390889	393010	363316	365437	367558	369679	371800	373921	376042	378163	380284	382405	384526	386647	388768	390889	393010	

PHOTO VOLUME TABLE (10-9)

SPECIES: PINUS MERKUSII

AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA

(UNIT: m/ah)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)															
	H(m)	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690
21	276,673	278,794	280,916	283,036	285,157	287,279	289,399	291,521	293,641	295,762	297,884	300,004	302,125	304,246	306,367	
22	289,835	291,957	294,078	296,198	298,320	300,441	302,562	304,683	306,803	308,925	311,046	313,167	315,288	317,408	319,530	
23	302,997	305,118	307,240	309,360	311,481	313,603	315,723	317,844	319,965	322,086	324,208	326,328	328,449	330,570	332,691	
24	316,159	318,280	320,401	322,522	324,643	326,764	328,885	331,006	333,127	335,248	337,369	339,490	341,611	343,732	345,853	
25	329,321	331,442	333,563	335,684	337,805	339,926	342,047	344,168	346,289	348,410	350,531	352,652	354,773	356,894	359,015	
26	342,483	344,604	346,725	348,846	350,967	353,088	355,209	357,330	359,451	361,572	363,693	365,814	367,935	370,056	372,177	
27	355,645	357,766	359,887	362,008	364,129	366,250	368,371	370,492	372,613	374,734	376,855	378,976	381,097	383,218	385,339	
28	368,807	370,928	373,049	375,170	377,291	379,412	381,533	383,654	385,775	387,896	390,017	392,138	394,259	396,380	398,501	
29	381,969	384,090	386,211	388,332	390,453	392,574	394,695	396,816	398,937	401,058	403,179	405,300	407,421	409,542	411,663	
30	395,131	397,252	399,373	401,494	403,615	405,736	407,857	409,978	412,099	414,220	416,341	418,462	420,583	422,704	424,825	

PHOTO VOLUME(10-10)

SPECIES: PINUS MERKUSII
 AREA : WEST PEKALONGAN, CENTRAL JAVA (UNIT: m²/ha)

N	NUMBER OF TREES/HA. (MEASURED BY PHOTO-INTERPRETATION)																
	H(m)	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850
21	308489	310609	312730	314852	316972	319094	321214	323335	325457	327577	329698	331819	333940	336062	338182	340303	
22	321651	323771	325893	328014	330135	332256	334376	336498	338619	340740	342861	344981	347103	349224	351344	353466	
23	334812	336933	339054	341176	343296	345417	347538	349659	351781	353901	356022	358143	360264	362385	364506	366627	
24	347974	350095	352216	354337	356458	358579	360700	362821	364942	367063	369184	371305	373426	375547	377668	379789	
25	361136	363257	365378	367499	369620	371741	373862	375983	378104	380225	382346	384467	386588	388709	390830	392951	
26	374298	376419	378540	380661	382782	384903	387024	389145	391266	393387	395508	397629	399750	401871	403992	406113	
27	387460	389581	391702	393823	395944	398065	400186	402307	404428	406549	408670	410791	412912	415033	417154	419275	
28	400622	402743	404864	406985	409106	411227	413348	415469	417590	419711	421832	423953	426074	428195	430316	432437	
29	413784	415905	418026	420147	422268	424389	426510	428631	430752	432873	434994	437115	439236	441357	443478	445599	
30	426946	429067	431188	433309	435430	437551	439672	441793	443914	446035	448156	450277	452398	454519	456640	458761	

Ⅲ. 航空写真林分材積表の解説

今回作成した航空写真林分材積表の作成経過の概要とこの表の使用上の留意点をまとめた。

1. 対象地域および対象林分

この表の対象地域および対象林分は原則として次のとおりである。

(1) 対象地域

インドネシア国中部ジャワ州西ブカロンガン管林署管内

(2) 対象樹種

メルクシーマツ (*Pinus Merkusii*) 人工林

(3) 対象林齢

■ 齢級以上 (1969 年以前の植栽木)

2. 作成に使用したデータについて

(1) ha 当り材積 ($V m^3 / ha$)

- a. この表作成に使用した材積は、1プロット面積 0.25 ha の方形区 (50 m × 50 m) のメルクシーマツ毎木調査によって得られた材積を、ha 当り換算したものである。
- b. 立木幹材積表は「Tarif pohon Pinus-merkusii」(1971 年 8 月 Ir. Atang 作成) の Kaju tebal (ϕ 7 cm 以上) を用いた。従ってこの材積は木口直径が 7 cm に満たない梢端部の材積は入らない。

(2) 判読平均樹高 (H_m)

1/20,000 航空写真で 6 倍の双眼鏡付き立体鏡と視差測定桿により、プロット内の平均的林木 5 本の樹高測定を行ない平均したものである。

(3) 判読 ha 当り立木本数 (N / ha)

1/20,000 航空写真で 6 倍の双遠鏡付き立体鏡により、プロット地点にあてた縮尺 1/20,000 で面積 0.2 ha の正方形 (プロットサイズ板) 内に入る立木本数を、10 本単位に 3 回測定し平均した。これを更にプロット地点の写真縮尺により ha 当りに修正したものである。

3. 材積式

以上のデータを用いてコンピューターによる重回帰分析を行ない次の材積式を得た。

(1) 材積式

$$V = 13.1619H + 0.2121N - 116.3809$$

(2) 重相関係数

0.9328

(3) データ数(サンプルプロット数)

79 個

(4) 使用電算機

IBM 370/168

4. 使用上の留意点

- (1) この表の ha 当り材積は木口直径 7 cm に満たない梢端部や枝条の材積は含まれていない。
- (2) 判読平均樹高は、対象林分の平均樹高を航空写真によって判読測定したものとする。
- (3) 判読 ha 当り立木本数は、対象林分の ha 当り立木本数を航空写真によって判読測定したものとする。

(4) 材積式算出に使用したデータは次の範囲内のものである。

$$V : 34384 \leq V \leq 359364$$

$$H : 4 \leq H \leq 30$$

$$N : 100 \leq N \leq 850$$

- (5) この表に載っていない判読平均樹高と判読 ha 当り立木本数に対する ha 当り材積は、次のように各数値を材積式に代入して求める。

材積式 $V = 13.1619H + 0.2121N - 116.3809$

(計算例)

判読平均樹高 31 m, 判読 ha 当り立木本数 250 の場合

$$V = 13.1619 \times 31 + 0.2121 \times 250 = 116.3809$$

$$= 344.663$$

ha 当り材積は 344.663 m³となる。

IV. 成 果 品 一 覧

本作業における成果品の種類，数量は次のとおりである。

- | | |
|--------------------------|-------|
| 1. 作業報告書 | 4 部 |
| (現地調査資料及び航空写真林分材積表を含む) | |
| 2. 航空写真林分材積表 | 3 部 |
| (英文説明書付き) | |
| 3. 判読資料カード | 1 セット |
| 4. 判読資料カード写し | 3 セット |

卷 末 資 料

現 地 調 査 結 果 一 覧 表
プ ロ ッ ト 反 応 パ タ ー ン 表
判 読 結 果 一 覧 表

現地調查結果一覽表

現地調査結果一覽表説明

2-1

林況		林況		林況		林況	
プロット番号	事業区名	林班及び 小班番号	航空写真 番号	植栽年度	年齢級	胸高直径 15 cm 以上	
						平均樹高 (m)	平均胸高 直径(cm)
						本数	材積
						プロット 当り	プロット 当り (m ³)
						ha 当り	ha 当り (m ³)

2-2

プロット番号	林況				地況				プロット設置 方位角	
	全林		木		方向 (方位角)	傾斜	地形 (局所地形)	面積		
	平均樹高 (m)	平均胸高 直径(cm)	本数	材積						樹冠 疎密度

樹冠疎密度

区	分	記号
散	10%以下	1
疎	11~40%	2
中	41~70%	3
密	71%以上	4

局所地形

区	分	記号
台	地	1
尾	根筋	2
山	腹面	3
沢	筋	4

PLOT NO.	NAME OF BAGIAN HUTAN	COMPART. & SUB-COMPART.	AERIAL PHOTO NO.	PLANTED YEAR	AGE CLASS	FOREST CONDITION					
						HEIGHT m	D. B. H. 15 CM & UP		VOLUME		
							AVERAGE D. B. H. cm	NUMBER OF TREES	PLOT PER HA. pc's	PLOT PER HA. pc's	PER HA. m ³
1	BTK	10 - b	III-26.27	1967	III	12.9	19.8	170	680	26.995	107.980
2	"	"	"	1969	"	12.3	18.4	202	808	25.113	100.452
3	"	10 - c	"	1968	"	12.5	19.0	199	796	26.978	107.912
4	"	"	"	1969	"	12.2	18.0	170	680	19.767	79.068
5	"	11 - b	"	1968	"	11.9	17.4	197	788	20.281	81.124
6	"	13 - b	III-25.26	1963	IV	16.3	21.8	248	992	54.666	218.664
7	"	35 - b	III-18.19	1958	V	23.3	29.7	106	424	58.535	234.140
8	"	37 - b	III-19.20	1956	"	23.2	29.4	168	672	85.159	340.636
9	"	"	"	"	"	21.6	26.4	226	904	81.987	327.948
10	"	"	III-20.21	"	"	23.6	30.4	114	456	68.411	273.644
11	"	43 - b	IV-10.11	1958	"	23.6	30.7	103	412	62.893	251.572
12	"	"	"	"	"	22.2	27.5	151	604	64.053	256.212
13	"	"	IV-11.12	1957	"	24.1	31.5	117	468	75.257	301.028
14	"	"	IV-10.11	"	"	23.7	30.6	65	260	37.434	149.736
15	"	45 - a	VA-22.23	1969	III	12.1	17.8	75	300	8.507	34.028
16	"	"	"	1968	"	12.7	19.3	176	704	25.008	100.032
17	"	55 - a	III-19.20	1961	IV	18.9	27.9	111	444	48.601	194.404
18	"	90 - a	VA-13.14	1967	III	13.4	21.0	177	708	33.072	132.288

DATA OF FIELD SURVEY

PLOT NO.	NAME OF BAGIAN HUTAN	COMPART. & SUB-COMPART.	AERIAL PHOTO NO.	PLANTED YEAR	AGE CLASS	FOREST CONDITION					
						HEIGHT m	D. B. H. 15 CM & UP		VOLUME		PER HA. m ³
							AVERAGE D. B. H. cm	PLOT PER HA. pc's	PLOT PER HA. pc's	PLOT m ³	
19	BEK	90 - a	VA-13.14	1967	III	13.5	21.1	114	456	21.211	84.844
20	"	96 - c	III-15.16	1966	"	12.7	19.2	164	656	23.346	93.384
21	BJ	5 - b	IV-25.26	1969	"	11.3	15.9	35	140	2.747	10.988
22	"	"	"	"	"	11.5	16.4	80	320	6.873	27.492
23	"	8 - c	X-39.40	1961	IV	20.0	30.7	76	304	44.114	176.456
24	"	"	"	"	"	20.1	30.8	67	268	37.843	151.372
25	"	9 - b	IX-4.5	1969	III	11.9	17.4	128	512	13.113	52.452
26	"	"	"	"	"	11.7	16.9	123	492	11.638	46.552
27	"	"	"	"	"	12.4	18.5	132	528	16.761	67.044
28	"	18 - a	VIII-17.18	1956	V	22.1	27.2	136	544	53.554	214.216
29	"	18 - b	"	1968	III	14.3	23.1	173	692	42.049	168.196
30	"	19 - a	VIII-16.17	1958	V	21.7	26.0	148	592	53.517	214.068
31	"	20 - b	VIII-17.18	1956	"	22.7	28.3	36	144	15.571	62.284
32	"	"	"	"	"	21.9	26.5	93	372	33.081	132.324
33	"	28 - a	IX-16.17	1959	"	26.1	36.2	82	328	78.377	313.508
34	"	42 - f	IX-17.18	1940	VIII	28.2	41.3	65	260	89.763	359.052
35	"	44 - i	IX-20.21	1950	VI	27.0	39.0	63	252	72.878	291.512
36	"	45 - a	VIII-11.12	1966	III	14.3	23.2	120	480	30.647	122.588

DATA OF FIELD SURVEY

PLOT NO.	NAME OF BAGLAN HUPAN	COMPART. & SUB-COMPART.	AERIAL PHOTO NO.	PLANTED YEAR	AGE CLASS	FOREST CONDITION					
						HEIGHT m	D. B. H. 15 CM & UP		PER HA.		VOLUME PER HA. m ³
							D.B.H. cm	PLOT pc ²	PLOT pc ²	PLOT m ³	
37	BJ	45 - b	VIII-12.13	1939	IX	28.3	38.7	61	244	69.581	278.324
38	"	45 - c	VIII-11.12	1950	VI	26.2	36.6	80	320	81.728	326.912
39	"	45 - f	"	1941	VIII	28.7	42.7	58	232	89.811	359.364
40	"	45 - k	VIII-12.13	1949	VII	28.1	39.5	33	132	39.429	157.716
41	"	46 - c	VIII-11.12	1937	IX	31.0	46.6	18	72	35.267	141.068
42	"	"	"	"	"	28.4	38.9	71	284	86.398	345.592
43	"	46 - e	"	1938	"	29.1	40.8	44	176	59.125	236.500
44	"	49 - a	VI-3.4	1963	IV	16.4	21.9	184	736	40.112	160.448
45	"	49 - b	"	1958	V	21.3	25.2	160	640	50.426	201.704
46	"	50 - e	"	1967	III	12.9	19.7	123	492	19.100	76.400
47	"	50 - g	"	1962	IV	15.8	20.7	147	588	26.677	106.708
48	"	"	"	"	"	16.2	21.5	143	572	29.398	117.556
49	"	50 - i	"	1958	V	21.4	25.6	170	680	57.491	229.964
50	"	53 - f	VI-5.6	"	"	22.0	26.7	86	344	31.515	126.066
51	"	54 - e	VI-6.7	"	"	22.8	28.7	83	332	39.193	156.772
52	"	55 - g	VIII-8.9	1954	VI	25.0	33.4	23	92	17.077	68.308
53	"	56 - a	"	"	"	24.2	30.6	69	276	38.267	153.068
54	"	58 - f	IX-25.27	1953	"	26.0	36.0	42	168	37.580	150.320

DATA OF FIELD SURVEY

PLOT NO.	NAME OF BACIAN HUTAN	COMPART. & SUB-COMPART.	AERIAL PHOTO NO.	PLANTED YEAR	AGE CLASS	FOREST CONDITION					
						HEIGHT m	D.B.H. cm		D.B.H. 15 CM & UP		VOLUME PER HA. m ³
							PLOT pc's	PER HA. pc's	PLOT pc's	PER HA. pc's	
55	BJ	59 - c	IX-25.27	1944	VIII	28.1	41.2	47	188	65.814	263.256
56	"	60 - d	"	1958	V	21.2	25.0	170	680	54.787	219.148
57	"	"	"	"	"	20.5	23.3	204	816	53.187	212.748
58	"	61 - a	"	1961	IV	18.4	26.8	150	600	62.680	250.720
59	"	61 - c	"	1962	"	17.2	23.9	161	644	45.898	183.592
60	"	67 - a	IX-22.24	1948	VII	27.2	34.6	68	272	59.717	238.868
61	"	67 - c	IX-21.22	1949	"	28.1	40.3	8	32	9.646	38.584
62	"	68 - d	IX-20.21	"	"	27.3	33.8	67	268	62.804	251.216
63	"	"	"	"	"	27.3	36.5	69	276	66.389	265.556
64	"	68 - p	IX-21.22	"	"	25.9	31.1	106	424	62.405	249.620
65	"	69 - b	IX-22.24	1944	VIII	26.2	34.8	95	380	81.790	327.160
66	"	69 - e	"	1943	"	26.9	37.2	16	64	17.044	68.176
67	"	71 - a	IX-27.29	1942	"	28.6	43.1	14	56	20.780	83.120
68	"	73 - a	VIII-6.7	1957	V	21.2	25.0	159	636	51.430	205.720
69	"	73 - b	"	"	"	21.8	26.5	83	332	30.743	122.972
70	"	74	"	1953	VI	25.9	35.9	32	128	28.423	113.692
71	"	"	"	"	"	23.3	27.9	120	480	51.965	207.860
72	"	"	"	"	"	24.0	30.2	115	460	63.060	252.240

PLOT NO.	FOREST CONDITION						SITE CONDITION				ESTABLISHMENT OF PLOT (AZIMUTH)
	AVERAGE HEIGHT		TOTAL NUMBER OF TREES		VOLUME		CROWN DENSITY	DIRECTION	GRADIENT	TOPOGRAPHY	
	m	cm	pc's	pc's	PER HA.	PER HA.					
1	11.8	17.1	243	972	29.241	116.964	4	125°	21°	4	125° 215°
2	11.6	16.5	281	1124	27.948	111.792	4	130	18	3	130 220
3	11.6	16.4	299	1196	30.266	121.064	4	80	28	3	80 170
4	11.3	15.9	253	1012	22.587	90.348	4	175	14	1	175 265
5	10.7	14.6	357	1428	25.375	101.500	4	175	20	3	175 265
6	15.6	20.0	302	1208	56.775	227.100	4	160	16	3	160 250
7	23.3	29.7	106	424	58.535	234.140	4	15	17	4	285 15
8	23.2	29.4	168	672	85.159	340.636	4	11	11	3	155 245
9	21.6	25.8	229	916	82.130	328.520	4	0	5	2	350 80
10	23.6	30.3	115	460	68.454	273.816	4	0	5	1	70 160
11	23.6	30.7	103	412	62.893	251.572	4	85	26	3	85 175
12	22.2	27.5	151	604	64.053	256.212	4	5	17	2	275 5
13	24.1	31.5	117	468	75.257	301.028	4	40	20	3	40 130
14	23.7	30.6	65	260	37.434	149.736	3	340	21	2	250 340
15	10.9	14.8	139	556	10.512	42.048	2	310	11	1	220 310
16	12.3	18.2	205	820	27.072	108.288	4	335	23	3	335 65
17	18.8	27.8	112	448	48.655	194.620	4	215	17	3	305 35
18	13.2	20.3	192	768	35.618	134.472	4	360	10	3	270 360

DATA OF FIELD SURVEY

PLOT NO.	FOREST CONDITION										SITE CONDITION			ESTABLISHMENT OF PLOT (AZIMUTH)		
	TOTAL										CROWN DENSITY	DIRECTION	GRADIENT	TOPOGRAPHY	120°	210°
	AVERAGE HEIGHT m	AVERAGE D.B.H. cm	NUMBER OF TREES	VOLUME		PER HA. PER HA.	CROWN DENSITY	DIRECTION	GRADIENT	TOPOGRAPHY						
PLOT pc	PER HA. pc	PLOT m ³	PER HA. m ³													
19	13.2	20.5	123	492	21.528	86.112	3	0°	0°	1	120°	210°				
20	12.4	18.5	185	740	24.327	97.308	4	190	17	2	100	190				
21	9.6	11.7	235	940	8.596	34.384	2	0	0	1	40	130				
22	10.3	13.4	196	784	10.510	42.040	2	175	20	2	85	175				
23	20.0	30.7	76	304	44.114	176.456	4	180	8	4	180	270				
24	20.1	30.8	67	268	37.843	151.372	3	260	12	3	260	350				
25	11.3	15.9	175	700	14.809	59.236	4	270	20	3	180	270				
26	11.1	15.2	200	800	14.801	59.204	4	10	10	1	65	155				
27	11.9	17.1	172	688	18.398	73.592	4	320	22	3	230	320				
28	22.1	27.2	136	544	53.554	214.216	4	230	25	3	140	230				
29	14.2	23.0	174	696	42.103	169.132	4	110	14	3	20	110				
30	21.7	26.0	148	592	53.517	214.068	4	280	10	3	280	10				
31	22.7	28.3	36	144	15.571	62.284	2	275	22	3	95	185				
32	21.9	26.5	93	372	33.081	132.324	3	0	0	1	85	175				
33	26.1	36.2	82	328	78.377	313.508	3	25	22	3	205	295				
34	28.2	41.3	65	260	89.763	359.052	3	10	20	3	50	140				
35	27.0	39.0	63	252	72.878	291.512	4	360	34	3	360	90				
36	14.0	22.4	130	520	31.054	124.216	4	220	28	2	130	220				

DATA OF FIELD SURVEY

PLOT NO.	FOREST CONDITION						SITING CONDITION				ESTABLISHMENT OF PLOT (AZIMUTH)	
	TOTAL						DIRECTION	GRADIENT	TOPOGRAPHY			
	AVERAGE HEIGHT m	AVERAGE D.B.H. cm	NUMBER OF TREES PER PLOT	PER HA. pc's	PLOT m ²	VOLUME PER HA. m ³				CROWN DENSITY		
37	28.3	38.7	61	244	69.581	278.324	3	340°	18°	3	250°	340°
38	26.2	36.6	80	320	81.728	326.912	4	330	30	3	240°	330
39	28.7	42.7	58	232	89.811	359.364	3	100	10	3	10	100
40	28.1	39.5	33	132	39.429	157.716	2	350	22	4	350	80
41	31.0	46.6	18	72	35.267	141.068	1	285	19	2	285	15
42	28.4	38.9	71	284	86.398	345.592	4	355	20	3	355	85
43	29.1	40.8	44	176	59.125	236.500	3	235	24	3	235	325
44	15.6	20.1	219	876	40.985	163.940	4	95	20	2	95	185
45	21.3	25.2	160	640	50.426	201.704	4	140	11	3	140	230
46	12.1	17.8	165	660	20.624	82.496	4	325	30	3	325	55
47	14.9	18.4	197	788	28.367	113.468	4	55	23	2	55	145
48	15.9	20.7	159	636	30.114	120.456	4	75	10	3	165	255
49	21.4	25.6	170	680	57.491	229.964	4	0	0	1	200	290
50	22.0	26.7	86	344	31.515	126.060	3	110	20	4	20	110
51	22.8	28.7	83	332	39.193	156.772	3	300	19	3	210	300
52	25.0	33.4	23	92	17.077	63.308	2	0	0	1	230	320
53	24.2	30.6	69	276	38.267	153.068	4	8	8	4	10	100
54	26.0	36.0	42	168	37.580	150.320	2	0	0	1	245	250° 100° 335

DATA OF FIELD SURVEY

PLOT NO.	FOREST CONDITION						SITE CONDITION			ESTABLISHMENT OF PLOT (AZIMUTH)		
	TOTAL						DIRECTION	GRADIENT	TOPOGRAPHY			
	AVERAGE HEIGHT m	AVERAGE D.B.H. cm	NUMBER OF TREES PER PLOT pc's	PER HA. pc's	PLOT m ²	VOLUME PER HA. m ³					CROWN DENSITY	
55	28.1	41.2	47	188	65.814	263.256	2	10°	25°	3	320	50
56	21.1	24.8	174	696	55.003	220.012	4	0	0	1	90	180
57	20.5	23.3	204	816	53.187	212.748	4	75	12	3	255	345
58	18.3	26.6	152	608	62.788	251.152	4	10	31	3	10	100
59	17.2	23.9	161	644	45.898	183.592	4	345	22	4	345	75
60	27.2	34.6	68	272	59.717	238.868	3	330	20	3	330	60
61	28.1	40.3	8	32	9.646	38.584	1	300	10	1	300	30
62	27.3	33.8	67	268	62.804	251.216	3	355	12	2	355	85
63	27.3	36.5	69	276	66.389	265.556	3	20	34	3	20	110
64	25.9	31.1	106	424	62.405	249.620	4	315	20	1	315	45
65	26.2	34.8	95	380	81.790	327.160	4	50	25	3	345	75
66	26.9	37.2	16	64	17.044	68.176	1	360	18	3	360	90
67	28.6	43.1	14	56	20.780	83.120	1	0	0	1	315	45
68	21.1	25.0	160	640	51.484	205.936	4	335	20	3	20	110
69	21.8	26.5	83	332	30.743	122.972	3	280	7	4	190	280
70	25.9	35.9	32	128	28.423	113.692	2	0	0	1	320	50
71	23.3	27.9	120	480	51.965	207.860	4	300	10	1	300	30
72	24.0	30.2	115	460	63.060	252.240	4	350	15	1	350	80

プロット反応パターン表

判 說 結 果 一 覽 表

PHOTO-INTERPRETAION DATA

1

Plot No	Aerial Photo		Photo Altitude	Plot Altitude	Balance	Focal Length	Scale of Photoon Plot	Exposure Interval	Distance between Plots (Left & Right)	Base length	Average Height	Crown Density	Number of Trees/ha	Topogra -Phy	Remarks	
	R. No	Photo Companion No. Photo No.														
1	III	26	27	3350m	604m	2,746m	0.1531m	1:17936	341.2mm	253.5mm	87.7mm	71.8m	83%	715	4	Topography
2	"	"	"	"	662	2,688	"	1:17557	341.2	252.0	89.2	6.91	88	811	3	1=Plateau
3	"	"	"	"	540	2,810	"	1:18354	341.2	254.7	86.5	7.45	93	790	3	2=Ridge
4	"	"	"	"	534	2,816	"	1:18393	341.2	255.4	85.8	6.22	80	731	1	3=Mountain-side
5	"	"	"	"	518	2,832	"	1:18498	341.2	256.0	85.2	6.30	92	853	3	4=Dale
6	"	26	25	"	475	2,875	"	1:18779	346.6	257.3	89.3	12.82	88	851	3	
7	"	18	19	"	875	2,475	"	1:16166	354.5	258.5	96.0	18.17	80	574	2	
8	"	20	19	"	732	2,618	"	1:17100	342.5	256.0	86.5	19.53	95	725	1	
9	"	"	"	"	806	2,544	"	1:16617	342.5	253.6	88.9	19.31	95	847	2	
10	"	20	21	"	551	2,799	"	1:18282	335.3	250.4	84.9	20.29	77	377	1	
11	V	11	10	"	593	2,757	"	1:18008	333.2	248.6	84.6	19.09	70	352	3	
12	"	"	"	"	552	2,798	"	1:18276	333.2	250.2	83.0	19.08	80	539	2	
13	"	11	12	"	663	2,687	"	1:17551	338.3	255.5	82.8	20.93	85	487	3	
14	"	11	10	"	508	2,842	"	1:18563	333.2	251.2	82.0	17.57	37	232	2	
15	VA	23	22	3380	449	2,931	"	1:19144	341.7	260.6	81.1	5.05	50	366	1	
16	"	"	"	"	482	2,898	"	1:18929	341.7	259.7	82.0	7.40	75	631	3	
17	III	20	19	3350	578	2,772	"	1:18106	342.5	253.6	88.9	12.42	75	519	3	
18	VA	13	14	3380	588	2,792	"	1:18236	339.6	248.5	91.1	7.03	88	559	1	
19	"	"	"	"	539	2,841	"	1:18556	339.6	249.6	90.0	7.87	51	366	1	
20	III	16	15	3350	176	3,174	"	1:20732	348.5	263.0	85.5	8.52	72	512	2	
21	N	25	26	"	259	3,091	"	1:20189	327.8	249.3	78.5	3.93	68	491	2	
22	"	"	"	"	268	3,082	"	1:20131	327.8	249.2	78.6	4.70	68	459	2	

Plot No.	Aerial Photo		Photo Altitude	Plot Altitude	Balance	Focal Length	Scale of Photo on Plot	Exposure Interval	Distance between Plots (Left & Right)	Base-length	Average Height	Crown Density	Number of Trees/ha	Topogra -phy	Remarks
	R.No.	Companion Photo No.													
23	X	40	39	4360	395 m	"	1:25898	300.3 mm	262.3 mm	38.0 mm	20.55 m	72 %	319	4	
24	"	"	"	"	453	"	1:25519	300.3	261.8	38.5	16.77	72	267	1	
25	K	4	5	"	411	"	1:25794	296.5	254.5	42.0	6.57	77	352	3	
26	"	"	"	"	436	"	1:25630	296.5	254.6	41.9	7.94	72	435	1	
27	"	"	"	"	549	"	1:24892	296.5	253.7	42.8	10.66	65	355	3	
28	VII	17	18	3690	752	"	1:19190	329.3	247.5	81.8	20.33	80	516	3	
29	"	"	"	"	957	"	1:17851	329.3	242.7	86.6	9.43	88	690	3	
30	"	17	16	"	936	"	1:17988	348.3	253.3	95.0	15.85	78	464	3	
31	"	17	18	"	686	"	1:19621	329.3	249.0	80.3	21.91	20	140	3	
32	"	"	"	"	756	"	1:19164	329.3	246.7	82.6	20.11	52	349	2	
33	K	17	16	4360	1258	"	1:20261	290.3	254.0	36.3	25.43	73	341	3	
34	K	17	18	"	1335	"	1:19758	297.1	257.4	39.7	30.17	65	266	3	
35	"	20	21	"	1351	"	1:19654	305.7	263.4	42.3	25.39	65	274	3	
36	VII	12	11	3690	1039	"	1:17315	347.4	257.2	90.2	9.96	67	467	3	
37	"	12	13	"	1072	"	1:17100	346.3	256.5	89.8	23.12	45	287	3	
38	"	12	11	"	1139	"	1:16662	347.4	254.2	93.2	25.18	73	324	3	
39	"	"	"	"	1288	"	1:15689	347.4	248.5	98.9	29.98	67	268	2	
40	"	12	13	"	1287	"	1:15696	346.3	250.6	95.7	20.91	40	187	4	
41	"	12	11	"	1050	"	1:17244	347.4	257.5	89.9	21.84	8	101	2	
42	"	"	"	"	1129	"	1:16728	347.4	255.2	92.2	29.11	73	357	3	
43	"	"	"	"	1094	"	1:16956	347.4	256.3	91.9	24.35	33	195	3	
44	VI	3	4	"	546	"	1:20534	345.8	244.8	101.0	9.31	93	712	2	

Plot No.	Aerial Photo		Photo Altitude	Plot Altitude	Balance	Focal Length	Scale of Photo on Plot	Exposure Interval	Distance between Plots (Left & Right)	Base length	Average Height	Crown Density	Number of Trees/ha	Topogra -phy	Remarks
	R.No.	Photo No.													
45	VI	3	4	3,690m	608m	3,082m	0.1531m	1:20131	345.8m	243.0m	1,028m	82%	533	1	
46	"	"	"	"	473	3,217	"	1:21012	345.8	245.5	1,003	80	453	3	
47	"	"	"	"	473	3,217	"	1:21012	345.8	246.8	990	82	362	3	
48	"	"	"	"	481	3,209	"	1:20960	345.8	246.9	98.9	77	351	1	
49	"	"	"	"	673	3,017	"	1:19706	345.8	241.2	1,046	92	546	1	
50	"	6	5	"	553	3,137	"	1:20490	344.5	254.0	90.5	33	262	3	
51	"	6	7	"	449	3,241	"	1:21169	349.1	259.6	89.5	73	268	4	
52	VIII	9	8	"	932	2,758	"	1:18014	341.7	247.5	94.2	25	123	1	
53	"	"	"	"	871	2,819	"	1:18413	341.7	248.4	93.3	60	248	4	
54	K	25	27	4,360	922	3,438	"	1:22456	349.5	263.0	86.5	32	147	1	
55	"	"	"	"	1,065	3,295	"	1:21522	349.5	259.0	90.5	65	181	2	
56	"	"	"	"	1,093	3,267	"	1:21339	349.5	258.7	90.8	70	408	3	
57	"	"	"	"	1,172	3,188	"	1:20823	349.5	256.8	92.7	80	507	4	
58	"	"	"	"	1,251	3,109	"	1:20307	349.5	254.8	94.7	80	558	3	
59	"	"	"	"	1,137	3,223	"	1:21052	349.5	257.3	92.2	87	496	4	
60	"	22	24	"	1,264	3,096	"	1:20222	346.4	257.0	89.4	77	269	1	
61	"	22	21	"	1,386	2,974	"	1:19425	298.6	253.6	45.0	5	42	1	
62	"	20	21	"	1,520	2,840	"	1:18550	305.7	261.5	44.2	50	215	2	
63	"	"	"	"	1,431	2,929	"	1:19131	305.7	262.6	43.1	38	202	3	
64	"	22	21	"	1,401	2,959	"	1:19327	298.6	253.5	45.1	77	375	1	
65	"	22	24	"	1,214	3,146	"	1:20549	346.4	258.5	87.9	75	393	3	
66	"	"	"	"	1,266	3,094	"	1:20209	346.4	257.8	88.6	5	54	3	

Plot No.	Aerial Photo		Photo Altitude	Plot Altitude	Balance	Focal Length	Scale of Photo on Plot	Exposure Interval	Distance between Plots (Left & Right)	Base -length	Average Height	Crown Density	Number of Trees/ha	Topogra -phy	Remarks
	R. No	Companion Photo No.													
67	X	29	27	4360 m	936m	3424m	01531m	1:22364	3527mm	2600mm	927mm	231.1m	15%	56	1
68	VI	6	7	3690	696	2994	"	1:19556	3390	2525	865	16.52	87	628	1
69	"	"	"	"	685	3005	"	1:19628	3390	2530	860	17.72	40	260	1
70	"	"	"	"	713	2977	"	1:19445	3390	2520	870	23.42	18	138	1
71	"	"	"	"	703	2987	"	1:19510	3390	2525	865	19.21	73	410	1
72	"	"	"	"	713	2977	"	1:19445	3390	2523	867	22.83	93	423	1
73	XI	5	4	3700	599	3101	"	1:20255	3688	2682	1006	7.99	75	317	3
74	"	"	"	"	638	3062	"	1:20000	3688	2670	1018	15.26	80	415	3
75	"	"	"	"	638	3062	"	1:20000	3688	2680	1008	23.21	83	465	3
76	"	"	"	"	633	3067	"	1:20033	3688	2684	1004	19.73	87	563	1
77	"	6	5	"	793	2907	"	1:18988	3547	2640	907	21.00	57	178	4
78	"	"	"	"	807	2893	"	1:18896	3547	2640	907	21.53	70	185	2
79	"	6	7	"	810	2890	"	1:18877	3542	2653	889	17.77	57	309	2
80	"	"	"	"	897	2803	"	1:18308	3542	2634	908	15.35	77	465	4
81	"	8	7	"	1049	2651	"	1:17315	3553	2606	947	20.28	80	467	2
82	"	"	"	"	1089	2611	"	1:17054	3553	2590	963	14.83	70	413	3
83	X	14	12	4360	1470	2890	"	1:18877	3412	2546	866	22.19	60	236	1
84	X	"	"	"	1394	2966	"	1:19373	3412	2563	849	23.91	20	149	2
85	"	"	"	"	1394	2966	"	1:19373	3412	2563	849	23.22	15	75	2
86	"	"	"	"	1291	3069	"	1:20046	3412	2589	823	20.01	47	119	1
87	"	"	"	"	1272	3088	"	1:20170	3412	2590	822	17.56	85	408	1
88	"	"	"	"	1482	2878	"	1:18798	3412	2549	863	12.62	50	198	1

LIB