

NO. 113

昭和 57 年度

パラグアイ国北東部林業資源調査

報告書

JICA LIBRARY



1217604[6]

昭和 58 年 3 月

国際協力事業団

林開発

83-5

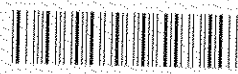
昭和 57 年度

パラグアイ国北東部林業資源調査

報告書

昭和 58 年 3 月

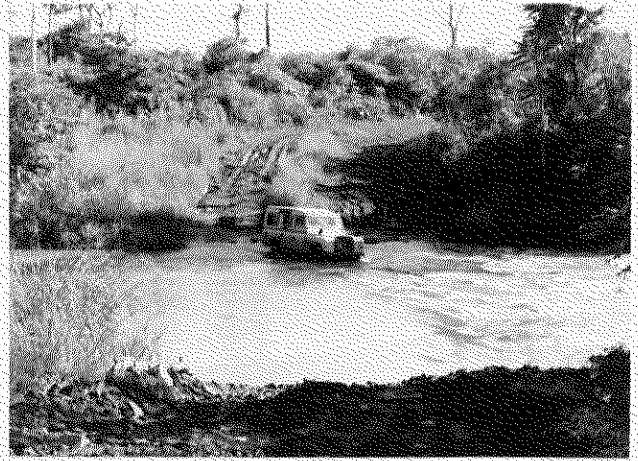
国際協力事業団



1217604 [6]



Amanbay 県の森林、伐採が進んでいる。



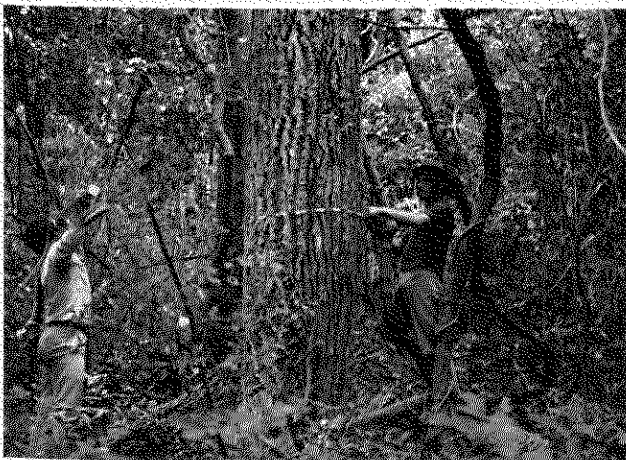
踏査、川を渡るランドローバー



Peroba, 既に作業道が伸びている。



森林調査（測量）



森林調査（測樹）



土壌調査

ま え が き

パラグアイ国における林業資源調査は昭和55年6月に締結された Scope of Works (S/W)に基づき実施されているものであり、空中写真等を利用した森林調査をとおして、パラグアイ国の森林資源の保全と有効利用に資するための森林計画の策定に寄与することが目的である。

本調査報告においては、昭和55年度の予備調査、56・57年度両年の本格的現地調査の結果を取りまとめ業務の参考とすることを目的としている。昭和58年度において補足的現地調査を実施した後、最終報告書を提出することとしているが、本報告書は過去の調査経過を知るうえで貴重な資料となるものと期待している。

調査の実施にあたり各種の便宜を供されたパラグアイ国農牧省及び林野庁の関係者、在パラグアイ日本大使館、並びに外務省、農林水産省の関係各位に深い謝意を表する次第である。

昭和58年3月

国際協力事業団
林業水産開発協力部長
渡 辺 桂

目 次

まえがき

要 約	1
I. 総 括	3
1. 調査の目的及び背景	3
2. 調査団の構成，期間及びパラグアイ国関係者.....	5
3. 調査対象地	8
3-1. 位 置	8
3-2. 地 況	10
3-3. 林 況	10
3-4. 気 象	10
4. 調査概要.....	10
II. 空中写真撮影とモザイク写真作成	15
1. 空中写真撮影	15
2. モザイク写真作成	17
III. 概況調査	19
1. ランドサット解析の目的及び概要	19
2. ランドサットの概要	19
2-1. 軌 道	19
2-2. 感知装置	21
2-3. 入手できるデータの種類と形式	22
3. 森林及び土地利用図の作成	23
3-1. データの準備	23
3-2. 前 処 理	24
3-2-1. 副射的補正	24
3-2-2. 幾何学的補正	25
3-3. 分類作業	26
3-3-1. 分類項目の選定	26
3-3-2. トレーニング領域での初期設定	28
3-3-3. テスト区域での分類試行	33
3-4. 分類図の作成	34
3-4-1. 分類項目の分離・統合	34

3-4-2. 対象地全域の分類図作成	37
4. 森林の経年変化把握	38
4-1. ランドサット画像による経年変化	38
4-2. 空中写真判読組込による特定区域の経年変化	40
IV. 森林予備調査	
1. 森林予備調査の目的及び概要	45
2. 調査計画及び準備作業	45
2-1. 調査区域の決定	45
2-2. 林相判読	46
2-3. サンプルプロットの抽出	46
3. 現地調査の実施	47
3-1. 概況調査	47
3-2. サンプルプロット調査	49
3-2-1. サンプルプロットの大きさや形状	49
3-2-2. 位置	49
3-2-3. 測定項目	50
3-3. 工程調査	50
3-4. カウンターパートの訓練及び技術移転	50
4. 現地調査の結果	51
4-1. 林相区分の修正判読	51
4-2. サンプルプロット調査結果	53
4-2-1. サンプルプロットの位置	53
4-2-2. サンプルプロットの概況	56
4-2-3. データの集計	56
4-3. 工程調査結果	57
4-3-1. 踏査	60
4-3-2. 移動-B.C.の設営	60
4-3-3. サンプルプロットへ到達のための伐開	60
4-3-4. サンプルプロットの区画設定	61
4-3-5. サンプルプロットの調査時間	61
4-3-6. 1プロット調査に要する工程	62
5. 本調査方法の検討	63
5-1. 林相区分の適否	63

5-1-1. 判読区分と立木本数の比較	63
5-1-2. 判読区分と材積の比較	64
5-1-3. まとめ	68
5-2. プロットの形状	68
5-3. プロットの個数	68

V. 森林本調査

1. 本調査の目的及び概要	71
2. 調査計画	71
2-1. 林相判読	71
2-1-1. 写真判読基準の決定	71
2-1-2. 写真判読と各層の面積測定（北部地域）	74
2-2. プロットの数（北部地域）	75
2-2-1. ha当りの平均材積と標準偏差の設定	75
2-2-2. プロット総数と各層へのプロットの配分	77
2-3. 北部地域現地調査結果	77
2-3-1. プロットの位置	77
2-3-2. 立木本数	78
2-3-3. 層別の材積	78
2-4. プロットの数（全域地域）	79
2-4-1. プロットの総数と各層へのプロットの配分	81
2-4-2. プロットの抽出（北部地域）	81
2-4-3. プロットの抽出（全域地域）	84
3. 現地調査の実施	87
3-1. 現地作業計画	87
3-2. 現地調査の実施	87
3-2-1. 作業方法	88
3-2-2. プロット内立木調査の方法	88
3-2-3. プロット内立木調査の集計方法	89
4. 現地調査結果	92
4-1. プロットの位置	92
4-2. プロットの概況	94
4-2-1. 対象林全体の概況	94
4-2-2. 各層の概況	94

4-3.	プロット調査結果一覧	100
4-4.	立木本数から見た林相の特徴	108
4-4-1.	総本数	108
4-4-2.	全体の樹種別立木本数	108
4-4-3.	層別の樹種別立木本数	110
4-4-4.	層別の直径階別立木本数	116
4-4-5.	樹種クラス別本数率	116
4-5.	材積から見た林相の特徴	121
4-5-1.	全体の樹種別材積	121
4-5-2.	層別の樹種別材積	122
4-5-3.	層別の直径階別材積	128
4-5-4.	樹種クラス別材積率	130
4-6.	欠点木について	133
4-7.	樹高及び直径	133
4-7-1.	全体の平均樹高及び平均直径	133
4-7-2.	層別平均樹高	133
4-7-3.	直径階別樹高	134

VI. 調査地の蓄積

1.	全体の森林面積及び蓄積	135
1-1.	面積測定	135
1-2.	全調査地域の蓄積の推定	136
2.	地域別の蓄積	138
2-1.	地域別面積の測定	141
2-2.	地域別の蓄積	143
3.	地域の特徴	144
3-1.	森林面積による比較	144
3-2.	蓄積による比較	147
3-3.	樹種分布の分析	150
4.	土地所有形態	155

VII. 密樹冠林調査

1.	密樹冠林調査の目的及び概要	156
2.	密樹冠林の分布	156

3.	密樹冠林の林分構造	158
3-1.	密樹冠林プロット調査のまとめ	158
3-2.	立木本数, 材積から見た林相	159
3-3.	直径階別, 本数, 材積分布	162
4.	密樹冠林プロットと資源量調査プロットの比較	164
Ⅶ.	土壌調査	
1.	土壌調査の目的及び概要	165
2.	土壌調査方法	166
3.	自然特性	166
4.	主要な土壌群	167
5.	土壌調査結果	170
5-1.	本地域の土壌の特性	170
5-2.	土壌型の特徴	174
Ⅸ.	諸成果の分析及び作成	
1.	林相図	179
2.	森林調査簿	179
3.	判読資料カード	183
4.	材積判定表	185
5.	Perobaの立木材積表	188
6.	土壌断面写真集	188
X.	使用資料	189
	おわりに	190

表 目 次

表 I - 1.	調査団の構成, 調査期間	6
2.	パラグアイ国関係者	7
3.	P.J.C. の気温及び降水量	10
II - 1.	撮影諸元	15
III - 1.	各バンドのスペクトル領域	22
2.	分類項目の選定	26
3.	トレーニング領域と分類項目	30
4.	各項目に対する分離度	32
5.	トレーニング領域における分類結果クロス表	36
6.	分類項目別面積と比率	37
7.	ランドサット画像判読による森林・伐採面積	39
8.	テスト区域における 1980 年時点の土地利用分類	42
IV - 1.	写真判読の基準	46
2.	修正判読の基準	51
3.	予備調査区域の森林・土地利用面積	53
4.	サンプルプロットの位置	53
5.	立木本数(サブプロット別)	56
6.	材 積(サブプロット別)	57
7.	現地作業工程調査結果	58
8.	伐開工程	60
9.	サンプルプロットの区画設定工程	61
10.	測樹工程	62
11.	1 サンプルプロット調査工程	63
12.	サンプルプロットの林相区分	63
13.	直径階別, クラス別, 本数	64
14.	利用価値別樹種クラス	65
15.	サンプルプロット別材積	67
16.	大径木(胸高直径 42cm 以上)の材積	69
17.	サブプロットの分散値	69
18.	分散化	69

表 V - 1.	ランドサット解析項目とその精度	73
2.	ランドサット解析項目のまとめ	74
3.	森林判読の基準	74
4.	各層の暫定面積（北部地域）	75
5.	FAO森林調査で用いたha当りの平均材積と標準偏差の推定値	75
6.	FAO森林層化区分と今回の森林調査の層化区分の対応	76
7.	森林予備調査結果のha当りの平均材積と標準偏差	76
8.	ha当りの平均材積と標準偏差の設定（北部地域）	76
9.	各層のプロット数（北部地域）	77
10.	層別のha当りの材積（北部地域）	78
11.	ha当りの平均材積と標準偏差	79
12.	ha当りの平均材積と標準偏差の設定（全域地域）	80
13.	各層の暫定面積（全域地域）	80
14.	各層のプロット数（全域地域）	81
15.	抽出対象ブロックおよび抽出ブロック	85
16.	欠点項目一覧表	89
17.	プロットの配分	92
18.	プロット調査結果一覧表	101
19.	層別，プロット調査結果一覧表	107
20.	全体の出現樹種上位10種	108
21.	層別のha当りの本数（全本数）	110
22.	層別，クラス別出現樹種数	111
23.	層別のha当り出現樹種上位10種	112
24.	樹種クラス別本数率	119
25.	全体の材積量上位10種	122
26.	層別のha当りの材積（欠点木を含めた合計）	122
27.	層別のha当りの材積上位10種	124
28.	層別の単木当りの平均材積	128
29.	樹種クラス別材積率	131
30.	平均樹高と平均直径（95プロット平均）	133
VI - 1.	調査地域の面積	135
2.	調査地域全体の平均材積	137

表 VI - 3.	調査地域全体の分散	137
4.	層別蓄積	138
5.	地域別, 層別森林面積	142
6.	地域別蓄積	143
7.	樹種別総蓄積	144
8.	地域別, 層別, 森林面積率	145
9.	地域別, 層別蓄積	148
10.	地域の統合	150
11.	統合区画内の ha 当りの本数	152
12.	統合区画内の樹種別本数	154
VII - 1.	密樹冠林の面積	156
2.	密樹冠林のプロット調査結果一覧表	158
3.	密樹冠林の層別プロット調査結果一覧表	158
4.	密樹冠林の層別, ha 当り, 胸高直径 10cm 以上の本数, 材積上位 10 種	160
5.	密樹冠林の層別, ha 当り, 胸高直径 41cm 以上の本数, 材積上位 10 種	161
6.	資源量調査プロット A 2, A 3, M 2 層のまとめ	164
7.	密樹冠林の単木当りの材積	164
VIII - 1.	土壌型と森林構成	172
IX - 1.	森林調査簿の様式	180
2.	高木層の材積と樹冠疎密度	181
3.	中木層の材積と樹冠疎密度	181
4.	胸高直径 41cm 以上の樹冠疎密度別林分材積表	182
5.	胸高直径 41cm 以上の A + B クラスの樹冠疎密度別林分材積表	182
6.	樹冠疎密度別面積	183
7.	判読資料カードの様式	184
8.	材積判定表作成のためのデータ	186
9.	胸高直径 41cm 以上の材積判定表	187
10.	胸高直径 41cm 以上の A + B クラスの材積判定表	187

目 次

図 I - 1.	調査対象位置図	9
2.	調査概要	11
3.	調査計画の概要	12
II - 1.	空中写真撮影地区及びコース	16
2.	地形図とモザイク写真との対応	18
III - 1.	ランドサットの軌道	20
2.	ランドサット軌道の範囲	20
3.	MSSの構造	21
4.	対象地とランドサット画像	24
5.	ヒストグラム・エタオリゼーション	25
6.	画像のリサンプリング	26
7.	分類作業フロチャート	27
8.	トレーニング領域位置図	29
9.	各分類項目別スペクトル特性	31
10.	テスト区域範囲	33
11.	ラインプリンター出力による分類結果	34
12.	ランドサット画像判読による経年変化	40
13.	空中写真判読による経年変化テスト区域	41
14.	1968年と80年の土地利用の比較	42
15.	経年変化の推移	42
16.	経年変化の推移位置図	43
IV - 1.	森林予備調査作業フロチャート	46
2.	森林予備調査標本点位置図	48
3.	サンプルプロットの大きさや形状	49
4.	サンプルプロットの位置	55
5.	直径階別、クラス別本数	66
6.	サンプルプロット別材積	67
V - 1.	現地調査計画フロチャート	72
2.	層別のha当りの材積(北部地域)	78
3.	プロット位置の把握およびプロットの形状と大きさ	83

図 V-4.	抽出対象ブロック及び抽出ブロック	86
5.	プロット位置図	93
6.	層別の林相断面模式図	95
7.	層別のha当りの本数	110
8.	層別の直径階別本数分布(本数/ha)	117
9.	樹種クラス別本数率	120
10.	層別のha当りの材積	123
11.	層別の直径階別材積分布(m^3/ha)	129
12.	樹種クラス別材積率	132
13.	層別平均樹高	134
14.	主要樹種の樹高曲線	134
VI-1.	土地利用別面積率	136
2.	森林内層別面積率	136
3.	地域区画	139
4.	地域別森林面積率	146
5.	地域別蓄積の比較	149
6.	地域の統合	151
7.	統合区画内のha当りの樹種別本数	153
VII-1.	密樹冠林の分布	157
2.	密樹冠林の直径階別, 本数, 材積分布	163
VIII-1.	土壌断面位置図	165
2.	土壌の分布	168

付 表 目 次

II - 1.	空中写真明細	195
II - 2.	モザイク写真明細	196
V - 1.	立木本数	197
2.	出現樹種一覧表	200
3.	プロット別, 樹種別立木本数	205
4.	プロット別, 直径階別, クラス別本数	220
5.	層別, 樹種別 ha 当り本数	239
6.	層別, 直径階別, クラス別, ha 当り本数	245
7.	プロット別, 樹種別材積	247
8.	プロット別, 直径階別, クラス別材積	262
9.	層別, 樹種別, ha 当り材積	281
10.	層別, 直径階別, ha 当り材積	272
11.	欠点木本数	289
12.	欠点木材積	293
13.	プロット別, 平均樹高及び平均直径	297
14.	層別, 平均樹高及び平均直径	300
VI - 1.	ブロック別, 層別, 土地利用別面積	301
2.	ブロック別, 層別, 土地利用別面積率	305
3.	ブロック別, 層別, 蓄積	309
4.	ブロック別, 層別, 蓄積率	314
5.	地域別, 層別, 土地利用面積	319
6.	地域別, 層別, 土地利用面積率	320
7.	地域別, 層別, 蓄積	321
8.	地域別, 層別, 蓄積率	322
9.	樹種別, 地域別, 層別蓄積	323
VII - 1.	密樹冠林の面積	341
2.	密樹冠林のプロット別, 直径階別, クラス別本数分布	346
3.	密樹冠林のプロット別, 直径階別, クラス別材積分布	350
4.	密樹冠林のプロット別, 樹種別本数	354

Ⅶ-5. 密樹冠林のプロット別, 樹種別材積	359
Ⅷ-1. 土壌調査結果集計表	364
Ⅸ-1. Peroba材積表	377

付 図 目 次

付図 V - 1. 胸高直径測定位置	381
2. 野帳の形式	382

要 約

本報告は1980年より3カ年継続して行ってきたパラグアイ国北東部林業資源調査の結果をとりまとめたものである。

目 的

当地域の林業資源の賦存状態を明らかにし、森林開発計画ガイドライン作成の基礎資料にすることを目的とする。

方 法

1. 人工衛星ランドサット解析
2. 空中写真による標本調査
3. 土壌調査

結 果

◎ 人工衛星ランドサット解析

1. ランドサット解析により土地分類図を作成した。
2. ランドサット解析により森林の経年変化を把握した。

それによると、調査対象地全域の森林消失率は、1973年から1977年までで、年平均1.3%であった。また空中写真と組合せた特定地域(52,500 ha)では、1980年までの12年間で、高木林27.5%、低木林17.2%が消失している(ただし、1975年まではほとんど変化がなかったのに対し、1980年までの5年間で急激に消失した)ことが判明した。

◎ 空中写真による標本調査

1. 森林内を9層に層化し、95点(1点1 ha)の標本調査を行い、その中の胸高直径10 cm以上の樹木について、諸因子を測定した。
2. 樹種……全出現樹種数は135種であった。
3. 本数……全調査本数は30,820本であった。当調査地域の代表樹種Perobaは1,888本(6.1%)であり、ha当り19.9本であった。

胸高直径41 cm以上の樹木は2,417本であり、そのうちPerobaは339本(14.0%)であり、ha当り、3.4本であった。

4. 材積……各層のha当りの平均材積(胸高直径41 cm以上、欠点木除く、樹皮なし)は下記のとおりであった。

層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	平均
材積 (m^3)	22.19	36.99	61.07	27.78	29.27	37.18	0.41	11.05	26.27	29.14

5. 面積……調査地域の全面積は1,568,803 ha であり, そのうち森林面積は955,404 ha (60.90%) であった。
6. 蓄積……調査地域の全蓄積は27,845千 m^3 ± 2,315千 m^3 と推定された。そのうち樹種クラスA + Bは, 14,964千 m^3 (53.7%), Perobaは, 5,237千 m^3 (18.8%), Cedroは457千 m^3 (1.6%), Lapachoは876千 m^3 (3.1%)と推定された。

◎ 土壌調査

1. 森林調査のプロットを対象に60カ所の土壌断面調査を行った。
2. 土性を基準にして6個の土壌型に区分し, 土壌の形態と森林の構成状態との関係を解明した。

I 総 括

I-1 調査の目的及び背景

本報告は1980年より3カ年継続して行ってきたパラグアイ国北東部林業資源調査の結果をとりまとめたものである。

パラグアイ国の国土面積は、406,752 km²であり、その内森林面積は、約150,000 km²で37%を占めるとされている。それらの多くは同国の中央をほぼ南北に貫流するパラグアイ川を境にして東部に集中している。この東部地域の森林のうち南部のアルトパラナ県(Dep. del Alto Paraná)、イタブア県(Dep. del Itapúa)を中心とする地域は、1967年から1971年にわたってFAOによる森林資源調査が行われた。

しかしアマンバイ県(Dep. Amambay)を中心とする北部(以後北東部と呼ぶ)においては、1968年に空中写真(縮尺1/60,000)が撮影されたのみで、その森林資源は計量的に把握されておらず、確たる方針のないまま伐採が行われている。同国では、それまで、森林は利用のための道路等がなく開発がなされず、むしろ農耕地開発の障害とみなされる場合が多かった。しかし、1970年代より近隣諸国からの木材需要の高まりから急速に森林の開発が進み、森林に関する計画も確立されないうちに乱伐や農牧地への転用が激しく行われだした。資源実態が不明のまま無計画な森林の伐採や農耕地開発が行われるならば、国の長期展望における森林資源維持の危機を招くのみならず、土壌保全及び地域の自然環境保全等にも悪影響を及ぼすものと思われる。このためパラグアイ政府林野庁は1978年3月に、北東部地域の林業生産の持続、適正な森林開発のために森林資源の実態を把握し、今後の森林開発のガイドラインを確立することを主眼とした森林資源調査を当国際協力事業団に要請してきた。

これにこたえて、1979年3月に、名村二郎氏を団長とする開発協力基礎一次調査団が派遣され、その必要性、調査方法が明らかにされ、1980年6月にScope of Works(S/W)が締結され、本調査の実施の運びとなった。以上が調査に至る簡単な経緯である。

さて、この北東部の森林資源の特徴はPeroba(Aspidosperma polyneuron)の蓄積のすぐれて高いことである。森林の伐採はこのPerobaを主体として行われており、それは、きわめて急速かつ広範な地域にわたっている。これは近時、特にブラジルにおいてPerobaが、市場価値を確立し、需要が急速に高まったためである。

このため、ブラジルに陸続きで隣接する当地域の森林は、急速に伐採され、ランド

(*) FAO — DESARROLLO FORESTAL (1979); FO: DP/PAR/76/005

サット解析結果の項で詳述するが、年間1.3%程度(特定地域では、この倍以上)の皆伐が行われ、そのまま放置されたり、農耕地に転用されたりしており、更にこの他に相当量の抜き伐りが行われている。

伐採のテンポについて、パラグアイ林野庁は、1980年代になってからの伐採は、鈍ってきており、1970年代のような急激な伐採は緩和しているとしている。

しかし北東部地域に限っていえば、伐採のテンポが緩和したというより、むしろ伐採現場がより広範化し、より奥地へ進展しているためと見るべきであろう。それは、ブラジル側に通じる最大の流通基地である Pedro Juan Caballero(以後P.J.C.と呼ぶ)へ通じる国道5号線における木材搬出トラックの通行量の減少に基づいているようであるが、P.J.C.の製材工場群も、周辺森林の伐採が進んだため約70 km南部の町 Capitan Bado(以後C.B.と呼ぶ)へ移りつつあり、製材所所有者でもP.J.C.ではその周辺ではもう数年で利用木が、枯渇すると見ている者が多い。いずれにせよ、このままでは、すべての利用木が伐りつくされるまで森林の伐採が進む危険がある。

また、こうした急速な伐採をもたらした理由のひとつに、セロコラ(Cerro Corá)国立自然公園を除いて、すべてが私有地であることがあげられる。パラグアイ国では、ブラジル国に比べて地価が低く、また外国人による土地所有売買等が自由であり、更に、この地域は、ブラジル国境に接していることもあって、ブラジル国籍を有する者のほか、ブラジル国系の資本を背景とする者が、土地所有、牧場経営を目的として激しく侵入している。それらの者の当面の意向は、伐採による収益と、牧場への土地利用の変換であって、森林の経営、木材の持続的生産には、まったく意を払っていないのが実情である。

そして、森林が消失して、牧場が増加するという土地利用の変化が、環境に及ぼす影響については、明確なことは、わかっていないが、地力の減退、土壌の流亡等に対する影響は、かなり明らかに見られ、植生の退化や、ひいては微気象に対する影響も懸念されるに至っている。

例えば、近年は世界的な異常気象が報道されているが、パラグアイ国でも異常渇水、冷霜害によるコーヒー園に大被害が発生しており、これは森林の減少に伴って顕著になってきたとの話も伝えられている。

また森林の伐採による表土の流出は、河床を押し上げ氾濫の一因ともなりうる。同国は地形が平坦で、河川勾配が緩く、1982年のパラグアイ川の氾濫には、本地域の森林伐採が影響しているとも考えられなくはない。

また、かつては森林地帯であった南部地方での農作物の収量の減少は伝えられるところである。

森林は、木材生産のほか、水源かん養、山地災害防止、保健保全等の多面的機能を

持っている。これらの機能が総合的に最大限に発揮されるよう適切な保全と管理がなされなければならない。

パラグアイ国の林業政策の方向は、国土の 37 % を占め、同国の最も主要な資源となっている森林の適正な管理保全と資源の持続的供給、有効利用をはかる森林計画を樹立し、その円滑な実行によって、国の経済、社会を発展させ、国民の福祉向上に寄与することにあると考えられる。

本事業は、パラグアイ国の経済社会に重要な役割をはたしている林業及び林産業振興計画策定に必要な基礎資料の作成のため、林業資源調査を実施したものであり、資源の状態を明らかにすることによって、森林開発計画並びに保全計画等の編成に資することを目的としている。

事業は、1980年度から1983年度の4年間にわたるが、前期3年において資源量調査を実施した。これをまとめたのが本報告である。1983年度は、本報告を基礎に、森林開発計画のガイドラインを樹てる予定である。

なお1980年度には、「ランドサット解析報告書」が、また1981年度には、「昭和56年度北東部林業資源調査報告書」が既に報告されているが、本報告は、資源量調査の最終的報告として、1980年度及び1981年度調査結果を合わせて取りまとめたものである。

1-2 調査団の構成、調査期間及びパラグアイ国関係者

(1) 調査団の構成、調査期間

調査は後述するよう1980年から1982年の3カ年にわたって行われ、その間合計6回の調査団が派遣された。

その調査団の構成、調査期間は表1-1のとおりである。

表 I - 1 調査団の構成，調査期間

(所属は全員 バラグアイ国森林航測事業共同体である)

回	区分	担 当	氏 名	調 査 期 間	所 属 内 訳
1	空中写真 撮 影	撮影企画・設計 撮影監督・検査	池 島 功 斎 藤 秀 作	1980. 7. 29 ~ 1980. 8. 27 1980. 8. 12 ~ 1980. 10. 25	国際航業株式会社 "
2	森 林 予備調査	総 括 調査設計・森林調査 調査指導・" 森林調査	渡 辺 宏 小 原 忠 夫 畠 村 良 二 増 井 博 明	1980. 11. 20 ~ 1980. 12. 19 1980. 11. 20 ~ 1981. 1. 8 " "	(社)日本林業技術協会 " " "
3	空中写真 撮 影	撮影企画	池 島 功	1981. 6. 29 ~ 1981. 7. 24	国際航業株式会社
4	森林調査	総括・計画 調査設計・森林調査 森林調査 " " "	渡 辺 宏 小 路 口 誠 志 郎 畠 村 良 二 増 井 博 明 近 藤 道 治 久 道 篤 志	1981. 9. 4 ~ 1981. 9. 28 1981. 9. 14 ~ 1981. 11. 12 " 1981. 9. 4 ~ 1981. 11. 12 1981. 9. 18 ~ 1981. 11. 16 1981. 9. 14 ~ 1981. 11. 12	(社)日本林業技術協会 " " " " "
5	森林調査	総括・土壌調査 調査指導 森林調査 " " "・土壌調査	村 松 保 男 小 路 口 誠 志 郎 畠 村 良 二 野 村 章 品 川 信 夫 中 村 輝 司	1982. 7. 5 ~ 1982. 9. 2 " " " " "	" " " " " "
6	森林調査	調査設計 調査指導 森林調査 " " "	土 江 昭 吉 若 森 邦 保 水 上 正 昭 増 井 博 明 久 道 篤 志 東 羊 三	1982. 9. 13 ~ 1982. 11. 11 " " " " "	" " " " " "

(2) バラグアイ国関係者

調査に協力したバラグアイ国林野庁(Servicio Forestal Nacional, 以後 SFN と呼ぶ) 関係者及び SFN の各調査時のカウンターパートは，表 I - 2 のとおりである。

表 1-2 バラグアイ国関係者

林野庁(SFN)長官及び次長

称 号	氏 名
Ing. Agr.y Ftal. Director	Pedro. F. Calabrese
Ing. Agr.y Ftal. Jefe, Departamento de Bosques, Parques Nacionales y Vida Silvestre	Hilario Moreno

林野庁(SFN)カウンタパート

回	称 号	氏 名
1	Ing. Agr. Ing. Agr.	Hugo Huespe Luciano Cabral
2	Ing. Agr. Ing. Agr. Ing. Agr. Tech. Ftal. Guardad Bosque	Hugo Huespe Luciano Cabral Elvio Enciso Enrique Ortega Gilberto Bareiro
3	Ing. Agr.	Hugo Huespe
4	Ing. Agr. Ing. Agr. Ing. Agr. Tech. Ftal. Guarda. Bosque Tech. Ftal Tech. Ftal	Hugo Huespe Luciano Cabral Elvio Enciso Enrique Ortega Gilberto Bareiro Angel Cuenca Raul Alonso
5	Ing. Agr. Ing. Agr. Tech. Ftal. Ing. Agr. Tech. Ftal. Tech. Ftal. Tech. Ftal.	Hugo Huespe Luciano Cabral Enrique Ortega Carlos Cuevas Esmerio Gonzalez Angel Cuenca Raul Alonso
6	Ing. Agr. Ing. Agr. Tech. Ftal. Ing. Agr. Tech. Ftal. Tech. Ftal. Tech. Ftal.	Hugo Huespe Luciano Cabral Enrique Ortega Carlos Cuevas Esmerio Gonzalez Raul Alonso Roque Martinez

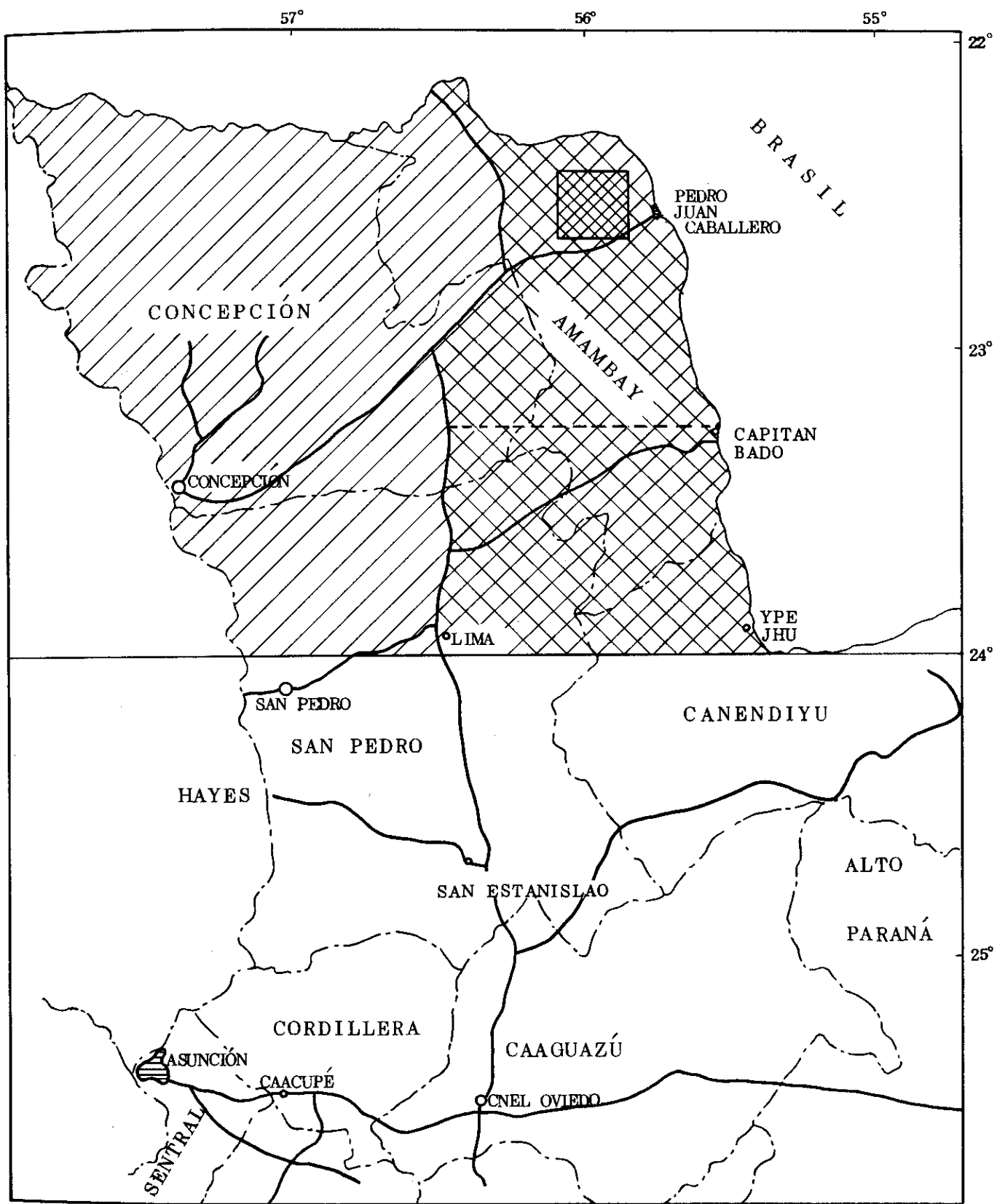
I - 3 調査対象地

I - 3 - 1 位 置

調査対象地は、パラグアイ国北東部のアマンバイ県 (Dep. Amanbay) を中心として、隣県のコンセプション県 (Dep. Concepción), サンペドロ県 (Dep. San Pedro) 及びカネンディユ県 (Dep. Canendiyu) の一部を含む 1,500 千 ha であり、南緯 24° 以北及び国道 3 号線の東側でブラジル国境とで囲まれる範囲である。(図 I - 1 粗網目) 林業資源調査はこれを南緯 23°15' で北部地域と南部地域の 2 地域にわけて実施する。

また次頁で述べる概況調査のための人工衛星データ解析を行う地域は、上記を含み南緯 24° 以北及びパラグアイ川の東でブラジルとの国境に囲まれる約 500 万 ha で、図の斜線に示す範囲である。

なお、図には林業資源調査のための予備調査を実施した Cerro Cora 国立公園の近くの 52,500 ha もあわせて示した。図の細網目である。



1/2,000,000




-  森林予備調査地域
-  森林本調査地域
-  ランドサット解析地域

図 I - 1 調査対象地域

1-3-2 地 況

この地域は、パラグアイ国においてはCordillera de Amambay(アマンバイ山脈)と呼ばれており、北東から東部につながるブラジルとの国境線上が、ほぼ山脈の尾根に当たっている。しかし、標高は200m~600mと高くはなく、南西部に向ってゆるい丘陵状の波状地形よりなっており、むしろ平坦地形に近い。しかし、その中に台地状に平坦面から約50m~100m程突出した、玄武岩よりなるCerro(丘)が散在している。パラグアイ国における主要な河川であるパラグアイ川とパラナ川は、このアマンバイ山脈によって流域が分けられるが、今回の調査地域はすべてパラグアイ川の支流に含まれる。

1-3-3 林 況

調査地の森林はすべて天然生の広葉樹林で、人工林や針葉樹はなく、亜熱帯広葉樹林である。本地域には数多くの樹種が生育するが、この森林を特徴づける樹種は、この地域の最大の利用木であるPeroba(*Aspidosperma polyneuron*)である。Perobaは、この地域の高木林の優勢木で、よく純林を形成することもある。

そのほか、優良木で多く見られるのは、Yvyrá pytá, Kurupay, Guatambú 等である。

1-3-4 気 象

調査地域内の主要都市P.J.C.での1961年から1970年までの10年間の観測結果は表1-3のとおりで年平均気温21.3°C、年降雨量1,537mmである。

表1-3 P.J.C.の気温及び降水量(*)

(1961~1970平均)

気 温	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
最高平均気温		28.6	28.4	27.9	26.3	23.9	22.1	22.5	25.4	26.0	27.2	27.8	28.3	26.2
最低平均気温		19.7	19.7	18.9	16.8	14.3	12.8	12.0	13.7	15.4	17.0	18.0	19.3	16.5
平均気温		24.1	24.0	23.2	21.4	19.0	17.3	17.2	19.4	20.9	22.3	23.2	23.9	21.3
絶対最高気温		34.0	34.0	33.2	31.5	31.4	29.0	30.0	32.2	34.8	34.8	35.4	34.8	35.4
絶対最低気温		13.0	14.3	10.0	7.0	1.2	22.3	-1.0	-1.0	3.0	8.0	8.9	11.8	-1.0
降水量(mm)		177.1	151.2	163.0	113.6	114.3	108.3	46.4	41.0	96.7	170.9	168.5	185.8	153.7

* ESTADISTICAS CLIMATOLOGICAS 1961-1970
PROYECTO PAR 71/520

1-4 調査概要

調査は大きくわけて次の3つの項にわけられる。

- ① 概況調査：人工衛星ランドサットのデータを利用して、広域にわたる土地利用の実

態を把握し、その中での森林の分布をとらえるとともに、2時点の解析の差を通して経年の変化を把握する。同時に森林に対して数種の区分を行い、②の空中写真による林相区分の基礎とする。

- ② 林業資源調査：空中写真を撮影し、その判読によって林相区分を行い林相図を作成する。同時にこれと現地標本調査を組合せた手法を用いて森林資源量を推定する。また土壌調査を行い林分構造、更新等の分析を行う。
- ③ 森林開発計画の策定：上記①②の結果をもとに、更に必要な関連諸調査を行って計画性のある森林開発計画ガイドラインを策定する。

このうち林業資源調査は、対象地が広大であること、及び調査計画に必要な既存情報が極めて少ないことから3カ年をかけて行うこととし、空中写真の撮影を第1、2年度に調査関係は第1年目に予備調査を、2～3年目に本調査を実施することとした。これらの関係を図示すると図1-2となる。

項目 \ 年度	1980年度	1981年度	1982年度	1983年度
概況調査	人工衛星 ランドサット解析			
林業資源調査	空中写真撮影 (北部地域)	空中写真撮影 (南部地域)		
	森林予備調査			
		写真判読		
		森林本調査 (北部地域)	森林本調査 (全域地域) 第1次 第2次	
			密樹冠林調査	
		土壌調査		
森林開発計画策定				森林開発計画 ガイドラインの検討 策定

図1-2 調査概要

以下、年度別に行ってきた調査内容を整理すると、次のとおりとなる。(図1-3参照)

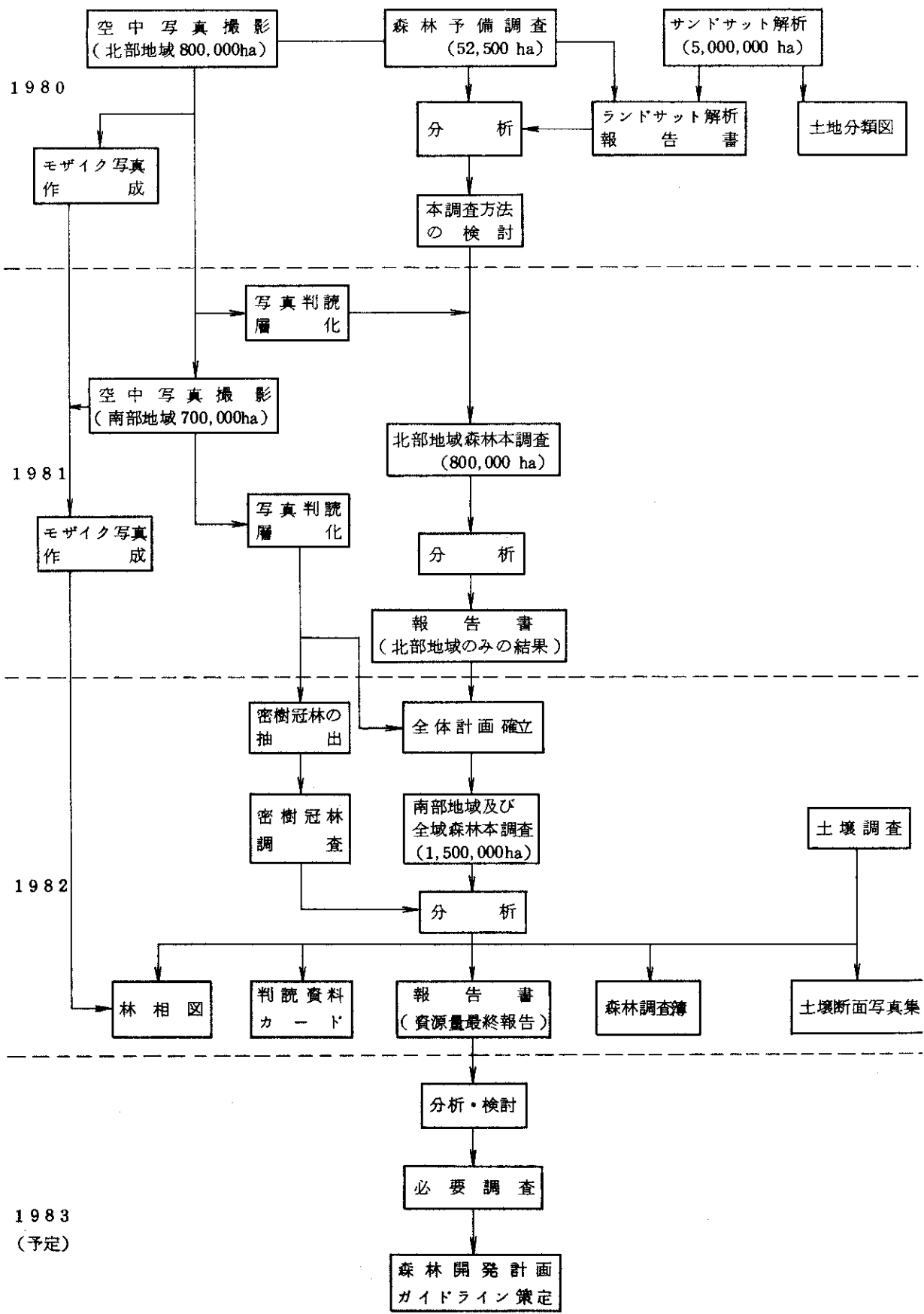


図 1-3 調査計画の概要

〔 1980 年度 〕

- ① ランドサット解析 …… 概況調査用範囲 5,000 千 ha を対象として、人工衛星ランドサットによるデータの解析を行った。
- ② 森林及び土地利用図作成 …… ランドサット解析データを基に、森林を含む土地利用図を作成した。また森林地域の経年変化を把握した。
- ③ 空中写真撮影 …… 林業資源調査対象地域 1,500 千 ha の北部地域約 800 千 ha について空中写真撮影（縮尺 1/20,000）を行った。
- ④ モザイク写真作成 …… 上記の空中写真を用いてモザイク写真 56 面を作成した。
- ⑤ 森林予備調査 …… 本調査実行のための森林予備調査を、52,500 ha を対象地域として実施した。
- ⑥ 本調査方法の検討 …… 森林予備調査結果を基に本調査の方法を検討した。

〔 1981 年度 〕

- ① 空中写真撮影 …… 林業資源調査対象地域の南部地域、約 700 千 ha について空中写真撮影を行った。
- ② モザイク写真作成 …… 上記の空中写真を用いて、モザイク写真 53 面を作成した。
- ③ 写真判読、層化 …… 1980 年、1981 年に撮影した空中写真を用いて、資源量調査対象地域全域、1,500 千 ha について、森林タイプごとに層化を行った。あわせて森林以外の土地利用について判読区画した。
- ④ 森林本調査 …… 標本調査法により対象地域の北部地域 800 千 ha を対象に、32 点の現地標本調査を行った。
- ⑤ 分析 …… 標本点の調査結果を取りまとめ、分析を行い、各層ごとの ha 当たりの平均材積とその標準偏差を推定し、森林の特徴を把握した。
- ⑥ 資源量推定 …… 北部地域について、土地利用面積及び資源量を推定した。

〔 1982 年度 〕

- ① 調査の設計 …… 1981 年度の分析結果を基に、調査対象地域全体の標本調査の設計をした。なお、1981 年度の標本調査は全体の一部を構成するものである。
- ② 森林本調査 …… 標本調査法により、1,500 千 ha を対象として 63 点の現地調査を行った。
- ③ 分析 …… 標本点の調査結果を取りまとめ、分析を行い、各層ごとの ha 当たりの平均材積とその標準偏差を推定し、森林の特徴を把握するとともに各種分析を行った。
- ④ 資源量推定 …… 全調査地域について、土地利用面積及び資源量を推定した。
- ⑤ 密樹冠林調査 …… 空中写真上で、樹冠疎密度が高い場所を密樹冠林として、判

読区画を行うとともに、代表カ所 14 点を資源調査の標本点と同様な方法で現地調査を行った。

- ⑤ 土壌調査 …… 資源調査及び密樹冠林調査の標本点の代表箇所について、土壌調査を行い、森林土壌と森林の構成状況等の解析を行った。
- ⑥ 判読資料カードの作成 …… 標本点について判読資料カードを作成した。カードは代表的林分 62 点について作成した。
- ⑦ 林相図の作成 …… 空中写真の判読結果をモザイク写真上に移写し、それを基図とし、ポリエステルベースの林相図を作成した。(109 面)
- ⑧ 森林調査簿の作成 …… 判読区画ごとに、林分構成因子、面積、材積等を取りまとめて、森林調査簿を作成した。

II 空中写真撮影とモザイク写真作成

II-1 空中写真撮影

林業資源調査の対象地 1,500 千 ha について、空中写真の撮影を実施した。撮影諸元は、表 II-1 のとおりである。

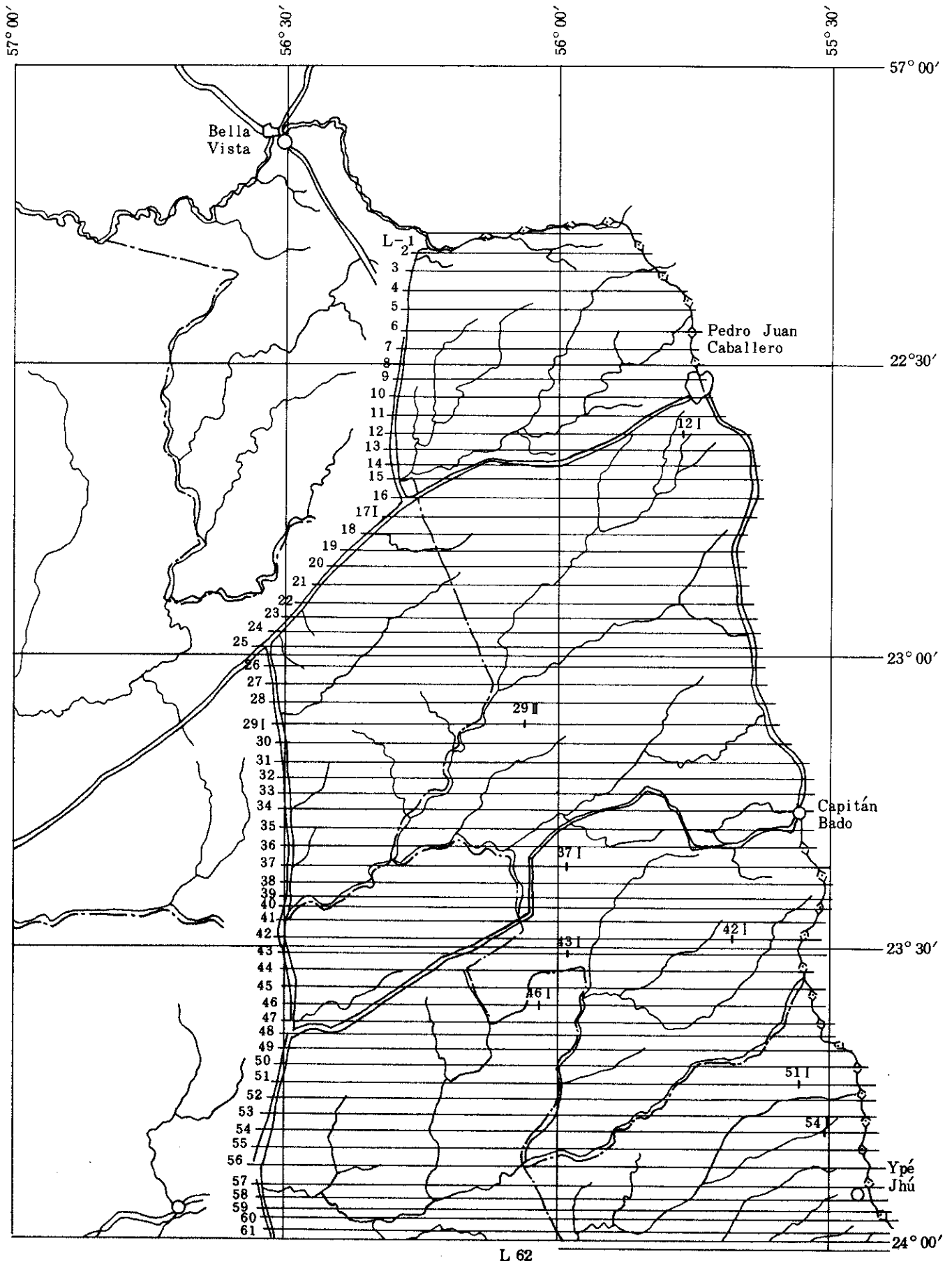
なお、撮影作業は、撮影地区に近く、当地域の地形や気象条件を熟知しており、撮影のための近代設備を備えているブラジル国の Terra Foto S/A Atividades de Aerolevantamentos 社に外注した。しかし、撮影の企画、監督検査には、日本から技術者を派遣し、S.F.N. からのカウンターパートとともに実施した。

また、撮影地区及びコース配置は、図 II-1 のとおりである。このうち Linea 1 ~ Linea 36 までの北部地域、約 800 千 ha を 1980 年に、Linea 37 ~ Linea 62 までの南部地域約 700 千 ha を 1981 年に撮影した。これらはすべて東西コースであるが、参考として、これらを縦に貫ぬく形で南北コース撮影している。(Linea 63 ~ 68)

これらの空中写真明細は付表 II-1 のとおりである。

表 II-1 撮影諸元

項 目	内 容
航 空 機	EMB BANDEIRANTE PT-GKE EMB NAVAJO PT-EHJ
撮 影 カ メ ラ	WILD RC-10 NR 1037 WILD RC-10 NR 6076
レ ン ズ	15 VAG 15 VAGI
焦 点 距 離	f = 151.79 f = 152.02
撮 影 縮 尺	1 : 20,000
撮 影 高 度	海拔 3,400 m (撮影区域の標高は 300 ~ 680 m)
オーバラップの制限	60 % ± 5 % 以内
サイドラップの制限	30 % ± 5 % 以内
カメラの傾きの制限	Tip, Tilt 5度以内 Crab 10度以内
撮 影 基 地	Pedro Juan Caballero



1/2,000,000

図 1-1 空中写真撮影地区及びコース

Ⅱ-2 モザイク写真作成

撮影した空中写真を集合接合してモザイク写真(略モザイク方式)を作成した。

これは、林相図の基図として及び作業用基図等に有効に活用するためである。

モザイク写真は、縮尺1/20,000であり、作成にあたっては、パラグアイ国 Instituto Geografico Militar で発行している縮尺1/50,000の地形図をベースとした。また図郭の大きさは使用上の便宜のため、1/50,000の地形図を4分割したものを1モザイク写真とした。すなわち、経緯度ともに15'毎に分割されている地形図をさらに2分割し、7'30'毎に分割したものである。これにより調査地域内のモザイク写真枚数は109枚となった。このうち北部地域56面については1980年に、南部地域53面については、1981年にそれぞれ撮影作業に合わせて作成した。1/50,000の地形図との対応図は、図Ⅱ-2のとおりである。またその明細は、付表Ⅱ-2のとおりである。

			1	2	3	4				
		5 5676-Ⅲ	6 5676-Ⅱ	7 5676-Ⅱ	8 5776-Ⅲ	9 5776-Ⅲ	10 5776-Ⅱ			
		11	12	13	14	15	16			
		17 5675-Ⅳ	18 5675-Ⅰ	19 5675-Ⅰ	20 5775-Ⅳ	21 5775-Ⅳ	22 5775-Ⅰ	23 5775-Ⅰ		
		24	25	26	27	28	29	30		
	31 5575-Ⅱ	32 5675-Ⅲ	33 5675-Ⅲ	34 5675-Ⅱ	35 5675-Ⅱ	36 5775-Ⅲ	37 5775-Ⅲ	38 5775-Ⅱ		
	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
	48 557-Ⅰ	49 5674-Ⅳ	50 5674-Ⅳ	51 5674-Ⅰ	52 5674-Ⅰ	53 5774-Ⅳ	54 5774-Ⅳ	55 5774-Ⅰ	56 5774-Ⅰ	
		57	58	59	60	61	62	63	64	
		65 5674-Ⅲ	66 5674-Ⅲ	67 5674-Ⅱ	68 5674-Ⅱ	69 5774-Ⅲ	70 5774-Ⅲ	71 5774-Ⅱ	72 5774-Ⅱ	
		73	74	75	76	77	78	79	80	
		81 5673-Ⅳ	82 5673-Ⅳ	83 5673-Ⅰ	84 5673-Ⅰ	85 5773-Ⅳ	86 5773-Ⅳ	87 5773-Ⅰ	88 5773-Ⅰ	89 5873-Ⅳ
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
	100 5573-Ⅱ	101 5673-Ⅲ	102 5673-Ⅲ	103 5673-Ⅱ	104 5673-Ⅱ	105 5773-Ⅲ	106 5773-Ⅲ	107 5773-Ⅱ	108 5773-Ⅱ	109 5873-Ⅲ

Ⅳ	Ⅰ
Ⅲ	Ⅱ

一枚の1/50千の地形図を左のように番号をつけた。

図Ⅱ-2 地形図とモザイク写真との対応

Ⅲ 概況調査

Ⅲ-1 ランドサット解析の目的及び概要

本地域のように急激な変化が生じている場合、その現況をグローバルな視点からとらえ、過去の開発進行度から今後の大まかな見通しを早急に把握する必要がある。その方法に人工衛星がとらえる情報（データ）を利用して森林の状態や周辺土地利用の状況等を調査し分類図を作成する手法がある。すなわち約900 km 宇宙を周期的に飛行する人工衛星がとらえる多重なスペクトル情報（具体的には磁気テープ上の多波長のデジタルデータ）を用い、コンピュータ演算処理を行い、目的とする土地利用種や森林型を分類するのである。この方法は従来の資源調査によるような詳細なデータを得ることは不可能であるにしても、短期間にかつ、少ない経費で大面積の概況を把握することが可能であり、本対象地のような広大な調査面積における現況の把握に最適なものと考えられている。

本項は、以上のような背景をもとに、既存データとしての人工衛星ランドサット（Landsat）のデータを解析し、森林及び土地利用の状態を把握し、更にその経年の変化を解析するものである。より具体的には、次の2点について解析作業を実施しようとするものである。

- ① 人工衛星ランドサットのデータを解析し、4～5林相に分類した森林を含む土地利用図を作製し、その分布を把握すること。
- ② 年次を異にする観測データ（ランドサット画像の他、空中写真も含む）の重ね比較分析によって、森林の経年変化・動向をさぐること。

以上がランドサット解析の目的及び調査概要である。

Ⅲ-2 ランドサットの概要

調査方法及び結果を述べる前に、調査媒体としてのランドサットの概要を説明する。

ランドサット（LANDSAT = 地球資源観測実験衛星）はアメリカ合衆国の航空宇宙局（NASA）がEROS計画の一環として、地球の資源や環境を探查する目的で計画したもので、Ⅰ号、Ⅱ号、Ⅲ号がありそれぞれ1973年7月23日、1975年1月22日、1978年3月5日に打上げられた。そのうちⅠ号は1978年1月6日にその機能を停止したが、Ⅱ、Ⅲ号は現在作動中で多くの有用な情報をもたらしてきている。

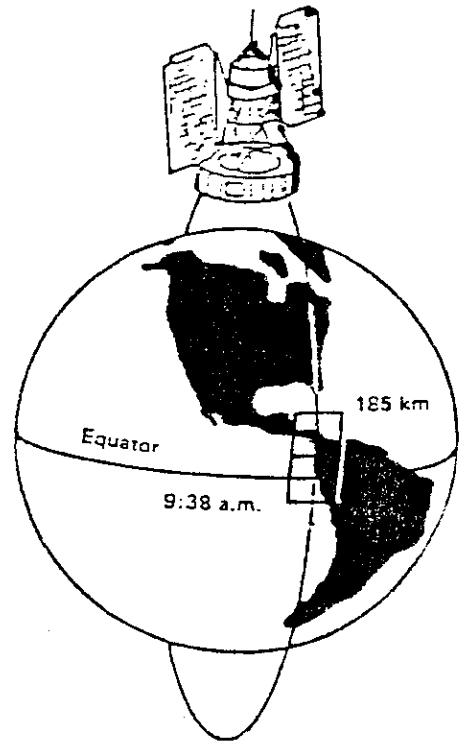
Ⅲ-2-1 軌道

この人工衛星は、ほぼ完全な円軌道（図Ⅲ-1及び図Ⅲ-2）を描き、高度約920 kmで103分かかって地球を1回し、1日に14周するが、人工衛星自身は同一軌道を回っていても、地球が自転しているため、いかなる地域でも現地時間でほぼ同時間

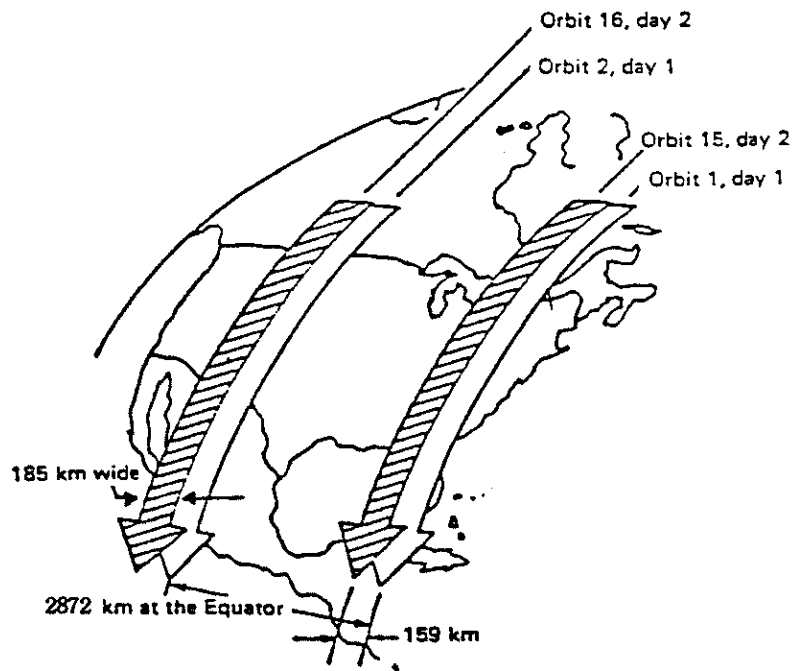
(緯度によって異なり午前9時半～10時半頃)に撮影されることになる。

翌日の軌道の14周は前日の14周の軌道に対して赤道上で約159 km 西へずれることになる。(図Ⅲ-2)1軌道の情報収集巾は185 km であるから、サイドラップは赤道上で15%の最小で全地球がカバーされることになる。また、この1日で159 kmの軌道のずれは18日後には最初の軌道にもどることを示しており、したがって地球上のいかなる地域も18日に1度の情報が得られる。しかも現在は、ランドサットⅡ号とⅢ号が中間を埋める形で飛行しているので理論上は、9日に1度のチャンスがあることになる。しかしながら実際には、

雲がその撮影を防げることが少なくなく、地域あるいは年によってかなりチャンスが少ない場合がある。また受信局の運行の都合によってデータが取得できないことも少なくない。



図Ⅲ-1 ランドサットの軌道



図Ⅲ-2 ランドサット軌道の範囲

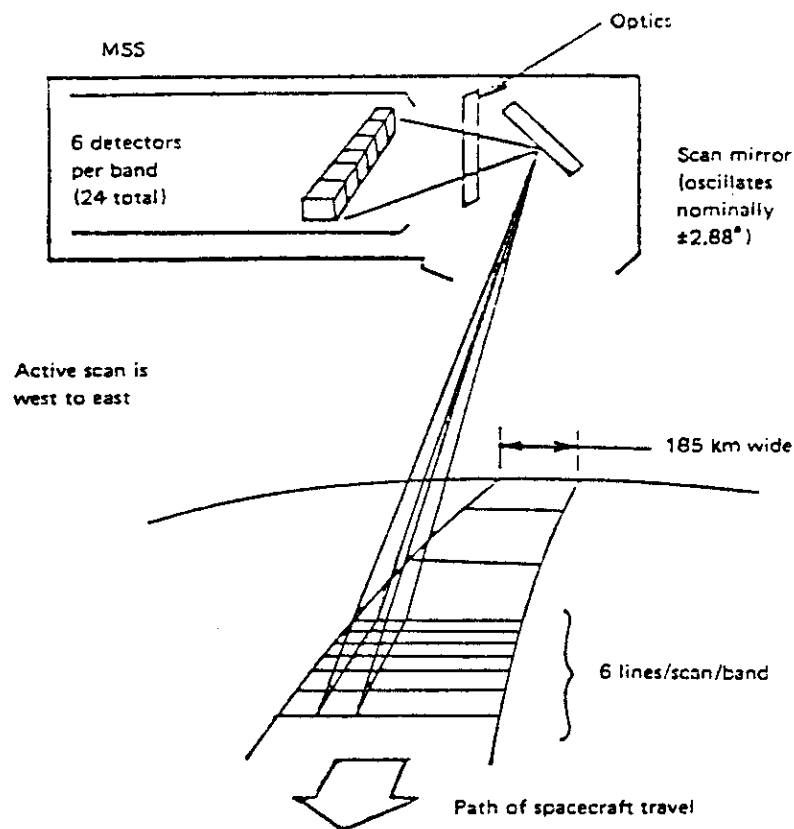
Ⅲ-2-2 感知装置

ランドサットの感知装置（情報収集装置）には、MSS（Multi Spectral Scanner）とRBV（for Return Beam Vidicon）の2種類がある。

RBV は表Ⅲ-1のように主に可視光線の波長をとらえるテレビカメラであり、ランドサットⅠ、Ⅱ号においては解像力は80 m×80 m で現在作動しているランドサットⅢ号の解像力は、40 m×40 mである。

一方、マルチスペクトル・スキャナーは従来のカメラやテレビカメラとは、データ収集システムが異なり、衛星の進行と直角に走査（スキャン）する走査鏡によって带状に画像をとらえるものである。図Ⅲ-3はMSSのマルチ検波器の配列とスキャン・システムの概念を描いたものであるが走査鏡は±2.89° 振幅し、これが地上で185 km の幅に相当する。情報の1単位は79 m四方の波長をとらえるので、これを解像力80 mと呼んでいる。なお、解像力は80 m ではあるがそのコントラストの状況によっては、10 m 幅のものでも解像可能の場合もある。例えば、水上の橋や濃密な植物群の中の未舗装の道路などに起こり得るもので、本調査対象地の国道3号および5号線などはその例といえる。

地上からの反射光は走査鏡に反射して記録装置に達するのであるが、その間に異なる波長のみが通過することのできるフィルターによって、それぞれ異なった波長帯の



図Ⅲ-3 MSSの構造

強弱が記録される。これらの異なる波長帯をMSSのバンドと呼び、それぞれバンド4, 5, 6, 7がある(バンド1, 2, 3はRBVのもつ波長帯である)。各バンドの波長領域は表Ⅲ-1のとおりである。

表Ⅲ-1 各バンドのスペクトル領域

受像装置	種類		波長 (μm)	解像力	画像型
RBVカメラ	ランドサットI, II号	バンド1	0.475~0.575(青~緑)	80m	カメラ3台, 同一地域 185×185km 14%サイドラップ(赤道上) 10%オーバーラップ
		バンド2	0.580~0.680(黄~赤)		
		バンド3	0.690~0.830(赤~近赤外)		
	ランドサットIII号	0.505~0.750(パンクロ)	40m	98×98km 4シーン MSSの1シーン	
マルチスペクトルスキャナー	ランドサットI, II, III号	バンド4	0.50 ~ 0.60(緑)	80m	185km帯状 10%オーバーラップシーン 14%サイドラップ(赤道上)
		バンド5	0.60 ~ 0.70(赤)		
		バンド6	0.70 ~ 0.80(近赤外)		
		バンド7	0.80 ~ 1.10(近赤外)		
	ランドサットIII号	バンド8	10.4 ~ 12.6 熱赤外	240m	

Ⅲ-2-3 入手できるデータの種類の型式

ランドサットから地上の受信局に送られてくる情報は、電算機用デジタルデータとして、磁気テープに7または9トラックの型で集録される。これをCCT(Computer-Compatible Tape)と呼ぶ。

更にこれらのデジタルデータよりバンドごとに、その波長の強弱を濃度に変換して表わした白黒フィルムも作成さる。(画像データという)ところでMSS情報は185km幅の連続する帯であるが、活用の便を考慮して同じ185kmごとの長さで区切っている。これをシーンという。

デジタルデータの利用法は、Ⅲ-3-3項において実作業を例に説明するが、画像データの利用は各種のカラー写真合成することによって行われる。カラー合成写真はこれらのバンドごとの白黒写真に特殊なカラーフィルターをかけ、合成することによって作成される。例えば、バンド4(緑光)に青のフィルターを、バンド5(赤光)に緑のフィルターを、バンド7(近赤外光)に赤のフィルターをかけて合成すると赤外カラーが得られる。一方、各バンドに対するフィルターを変えてやれば、異なる色調の合成写真が作成される。例えばバンド4に青のフィルターを、バンド5に赤、バンド7に緑のフィルターをかけると、天然色カラー写真となる。(但し、これは厳密に言うと真の天然色ではなく、植物は緑の色調で表わされるので天然色に似ているという意味である。)これら赤外あるいは天然色合成写真を総称してフォールスカラー(擬似カラー)写真と呼んでいる。

普通、多く利用されているのは赤外カラー写真の方であり、この像は植物は種々の赤の色調で、岩や土壌は黄色や茶色をベースにした種々の青味のかかった色調で、水はその深さ、水質、沈澱物によるが青から黒の色調で、また都市部は青味のかかった灰色の色調でそれぞれ表わされている。

一般に画像データとして入手することのできる写真の種々のタイプとして70mmサイズの白黒ポジ及びネガフィルム、24cmサイズのポジフィルム及びプリント、そして24cmサイズのカラー合成フィルム及びプリント等である。ここで24cmサイズの画像を例にとると縮尺は約1,000千分の1で画像上での1cmが地上の10kmに当たる。したがって、正味の画枠は地上で185kmあるので18.5cmとなり、1シーン面積は34,225 km²となる。

Ⅲ-3 森林及び土地利用図の作成

Ⅲ-3-1 データの準備

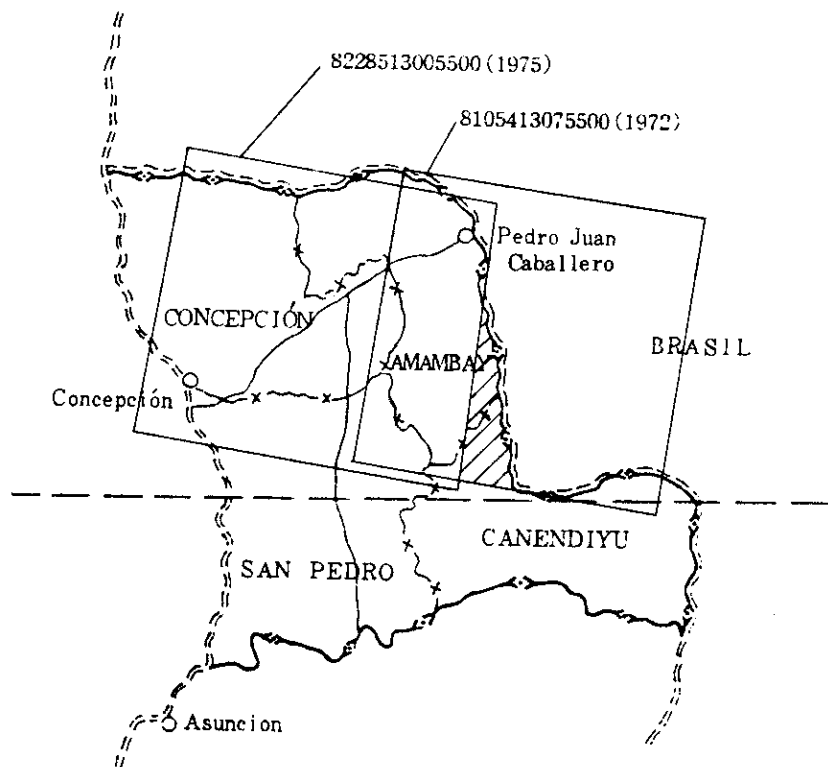
対象地のランドサットデータについて1979年現在の最新で曇被覆が30%以下のものをリストアップしたところ次のようになった。

- a 82100412290X0 - 1977年10月22日の画像データ
- b 82100412292X0 - 1977年10月22日の画像 #
- c 82091312285X0 - 1977年7月23日の画像 #
- d 8235813054500 - 1976年1月15日の画像 #
- e 8212313015500 - 1975年5月26日の画像 #
- f 8228513005500 - 1975年11月3日の画像とデジタルデータ
- g 8123513144500 - 1973年3月15日の画像データ
- h 8123513151500 - 1973年3月15日の画像 #
- i 8105413075500 - 1972年9月15日の画像とデジタルデータ

このうち、コンピュータの解析に使用可能であって最新のものとなるとfのランドサットⅡ号による1975年11月3日のデータであり、結局これを用いることに決定した。なお、この1シーンでほぼ対象地をカバーするが、ブラジル国境付近の東側の一部がかけることになる。

この欠損する部分についての補足データとして、同年のデータは得られなかったので、ランドサット1号による1972年9月15日のものを使用することとした。このため、以下では前者を主画像領域、後者を補助画像領域と呼んで処理することとする。(図Ⅲ-4参照)

一方、資料として与えるグランド・トゥルースのための判読用航空写真としては、既存の1968年撮影、縮尺60千分の1のパンクロ白黒写真と、本調査に並行して実施された当国際協力事業団による1980年撮影、縮尺20千分の1のパンクロ白黒写真(対



図Ⅲ-4 対象地とランドサット画像

象地の北東部 800 千 haのみ)とを入手した。

その他に準備できたものとして、縮尺 2,000 千分の 1 と 1,000 千分の 1 のパラグアイ国全域図、500 千分の 1 の植生図、そして 50 千分の 1 の地形図等である。

Ⅲ-3-2 前処理

受信して提供される生の CCT は一般に検波器の構造上の問題や軌道の振幅による理由で歪を有しているから分類作業に先立ってこれらの補正処理を行う必要があるが、前者によるものを「幅射的補正」、後者によるものを「幾何学的補正」と呼んでいる。

Ⅲ-3-2-1 幅射的補正

ランドサットの MSS は 4 バンドの波長域のそれぞれに、平行に配列された 6 つの検波器が地表の反射を同時にとらえている(図Ⅲ-4 参照)。

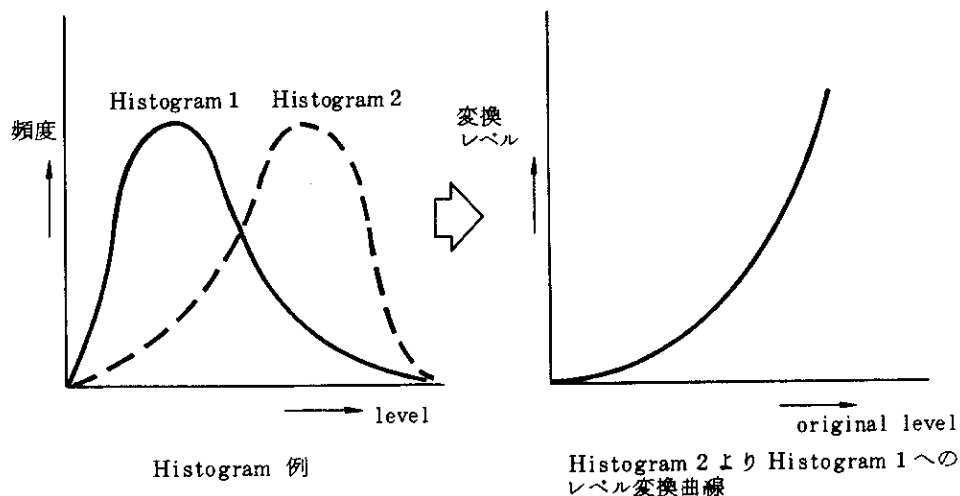
この 6 つの検波器は感知特性がほぼ同一になるよう調整されているが、完全ではないので特性のバラツキが 6 ラインの周期をもつノイズとなって現われてくる。これは「スキャン・ノイズ」と呼ばれるもので、幅射的歪の内で最も代表的なものとなっている。このスキャン・ノイズは視覚的な影響を及ぼすだけでなく、データ解析時の統計処理上の誤差となって表われる場合もあるので、これを除去する必要がある。

スキャン・ノイズの除去方法として種々あるが、最も有効と思われるものに「ヒストグラム・エクオリゼーション」(Histogram Equalization)という方法がある。

この方法は概念として、同時にスキャンした並列の 6 つの検波器はほぼ同一の対象

物を観測していると考え、したがって検波器の統計的特性もまた、本来一致するはずであるとの前提に基づいているものである。

具体的には、この統計的特性を表わすものの1つとして、各バンド毎の濃度レベルのヒストグラムに着目し、6つの検波器によるそれぞれのヒストグラムを算出し、その内1つのヒストグラムを基準にして他の5つのヒストグラムをこの基準ヒストグラムと重なるように、非線型の変換レベル式を使ってレベル変換するのである。ここで基準ヒストグラムを選定する際の統計的根拠は特にない(図Ⅲ-5)。



図Ⅲ-5 ヒストグラム・エクオリゼーション

ところで、実際に本調査で用いたランドサットデータ(1975年11月3日 8228513005500)には原画像上で多くのスキャン・ノイズがかなり強烈に認められたが、このヒストグラム・エクオリゼーション方式の補正によってほぼ完全にスキャン・ノイズの除去に成功したので、今後もスキャン・ノイズ除去のためには、この方法を活用することによってほぼ満足のいく成長を得られるものと確信している。

Ⅲ-3-2-2 幾何学的補正

幾何学的歪の多くは次のような原因で生じる。

- ① 衛星の軌道そのものによる。
- ② 衛星の姿勢の変動による。
- ③ 地球の自転の歪によるもの。
- ④ スキャナーのデータサンプリング後の画素サイズの縦横比の相異によるもの。

このうち、①、②による歪は複雑な影響を画像に与えるが、③及び④によるものは比較的単純な影響を与えるにすぎない。

一般に、幾何学的補正を行うにはリサンプリング(Resampling)と呼ばれる処理を行う。これは原画像におけるライン番号及びライン上の画素番号で定まる座標(L、

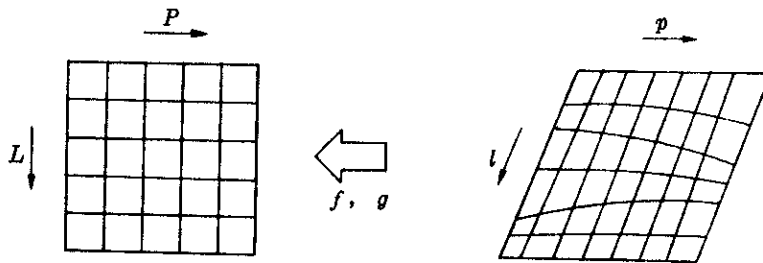
P)と補正後の同様な座標(l, p)の間の変換式 f, g を次のような形に定め、補正後の各点に対応する原画像の点を埋め込む方法である(図Ⅲ-6)。

$$L = f(l, p)$$

$$P = g(l, p)$$

この f, g なる変換式には簡易補正として線型変換式、精密補正としては多項式等、非線型変換式が用いられる。

また、補正後の各点に対応する原画像の情報を埋め込む場合も、計算上(L, P)では整数値をとらないため、原画像上の点が一意に定まらない。この対処として(L, P)に最も近い点を対応点とする方法と、近傍の何点かの濃度レベルから平均的に補完する方法の2種類があるが、最もよく用いられるのは前者であり、本解析においても前者を採用した。



図Ⅲ-6 画像のリサンプリング

Ⅲ-3-3 分類作業

分類作業の手順は、図Ⅲ-7のフローチャートの通りである。ここでコンピュータによる分類手法としては、判別資料付きの分類法の一つである最尤法を用いた。それはⅢ-3-1において準備した航空写真によって、目的とする分類項目が十分に判読でき得るものと判断したからである。

Ⅲ-3-3-1 分類項目の選定

まず航空写真を用いて、対象地内の数箇所について予備的判読をし、その結果、表Ⅲ-2のような分類項目を選定した。

表Ⅲ-2 分類項目の選定

① 高木林 - タイプA	⑦ 混交林
② 高木林 - タイプB	⑧ 低木林
③ 高木林 - タイプC	⑨ 農牧地
④ 中木林 - タイプA	⑩ 未利用地
⑤ 中木林 - タイプB	⑪ 天然草地
⑥ 密樹冠林	⑫ 低湿地

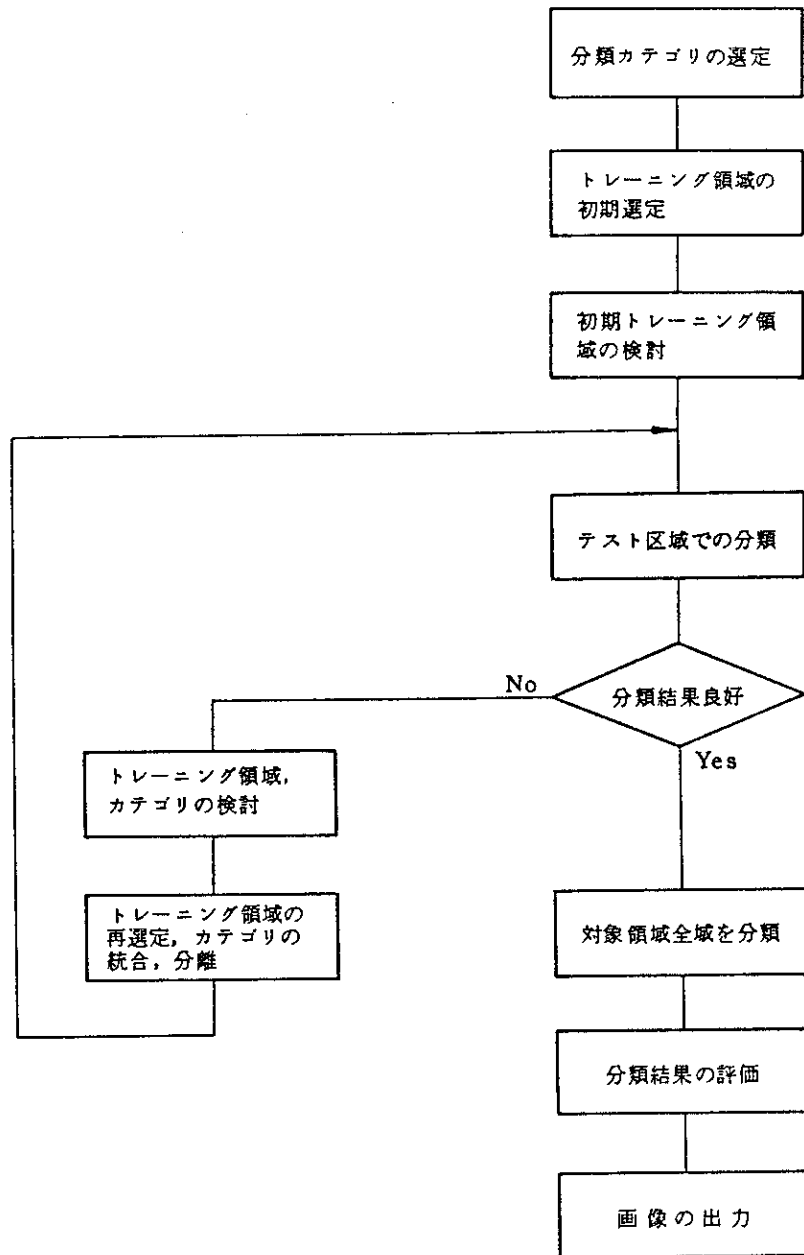


図 III-7 分類作業フローチャート

この12項目の内容について述べると①～③の高木林とは、主として高木が多く含まれる林分であり、その高木林の密度をもつてタイプA、B及びCとに分類した。このタイプA、B、Cの相違とその材積との相関関係は現地調査の結果をまたないと明らかにならない。なぜなら航空写真判読のみでは、有用樹種の構成比が明確に判読されないためである。しかしいざれにせよ、これらの高木林は樹高や枝張りから見て、最も高い材積を有しているものとみられる。

④、⑤の中木林とは、高木林につぐものであるが、樹高がかならずしも中間的な位置を占めているというのではなく、比較的有用樹種の割合が少ないと思われる高木

林を有している森林という意味である。タイプAとBの違いは地域的な違いや、樹種構成が異なっていることによって区分されたものである。中木林の材積としては、高木林よりはやや落ちるものと予想される。

⑥の密樹冠林とは樹冠密度がきわめて高く、ほとんどうっ閉した状態にあるものではあるが、これは立木度が高いためというよりも個々の樹冠が大きいためと思われ、有用樹種はきわめて少なく、材積としてもあまり期待できないものである。また⑦の混交林とはきわめて多種の樹種が混交しており、複雑な樹種構成をもっている。これも材積的には、密樹冠林とさして大きな差はないものと思われる。

更に⑧の低木林とは、大部分が低木で占められた林分で経済的な価値はほとんどない。以上が森林における分類項目である。

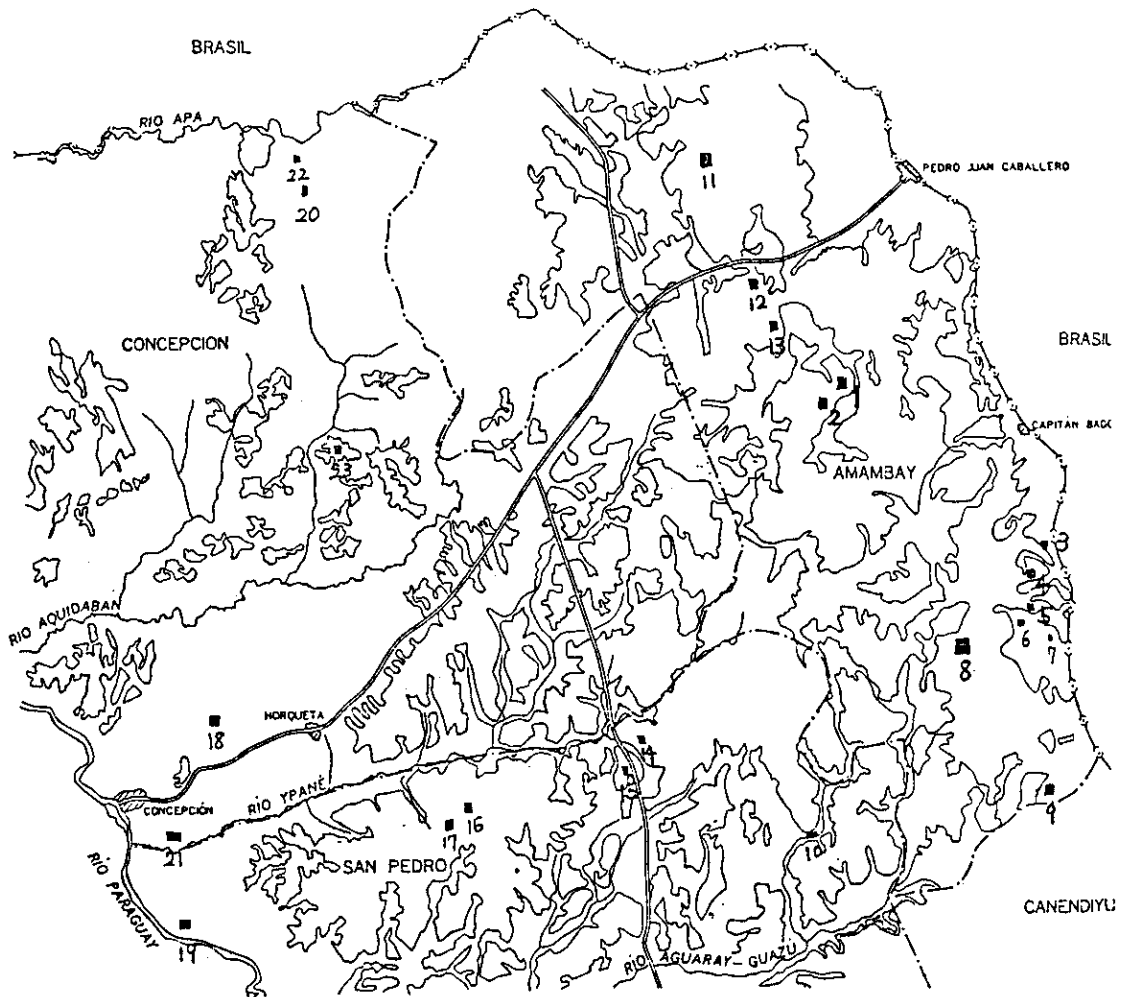
一方、森林以外の土地利用であるが、⑨の農牧地とは、農地及び牧場として利用されている土地であるが、時として両者の区分判読が不可能な地域があったのでひとくくりにした。事実、現地における土地利用面においても判然としない場合も多くあるようである。次の⑩の未利用地についても何に利用されているかが、写真判読のみではその判別が不可能な土地のことである。ただ若干のかん木がある場合もある。⑪の天然草地については、丈が約1.5～2mの草が生い茂っている土地を言う。⑫の低湿地とは、河川沿いの裸地が所々のぞいていて低い草が生えている土地を言い、おそらく湿地であろうことが予想される。

Ⅲ-3-3-2 トレーニング領域の初期選定

各分類項目に対して、判別の資料として与えるべきデジタルデータの位置的な領域をトレーニング領域という。このトレーニング領域をランドサットの画像情報であるカラー合成写真に正確に区画(図Ⅲ-8)した後、それらの領域と一致するデータを表Ⅲ-3のように選定した。

トレーニング領域の検討には2つの工程がある。1つはそれら領域の位置が正確にグラウンド・トゥルースとして使用されるデジタルデータの領域と各分類項目とが一致しているかを検討する工程である。これはそれらの領域が純粹に、それぞれの分類項目を代表する典型的なスペクトル特性を示すことが必要であり、もし不純物のまじりあったもののスペクトル特性を形作った場合、それはその分だけ不正確な分類結果にならざるを得ないからである。これを見分ける方法としては、カラーディスプレイ、ラインプリンター出力、濃度分布表示等がある。

もう一方の検討工程として、各分類項目の各スペクトル特性が、使用されるコンピューター多次元解析法によって分類可能であるかどうかを予備的にチェックしておき、不可能であると思われるものに対しては項目の消去、変更を考慮するためのものである。



図Ⅲ-8 トレーニング領域位置図

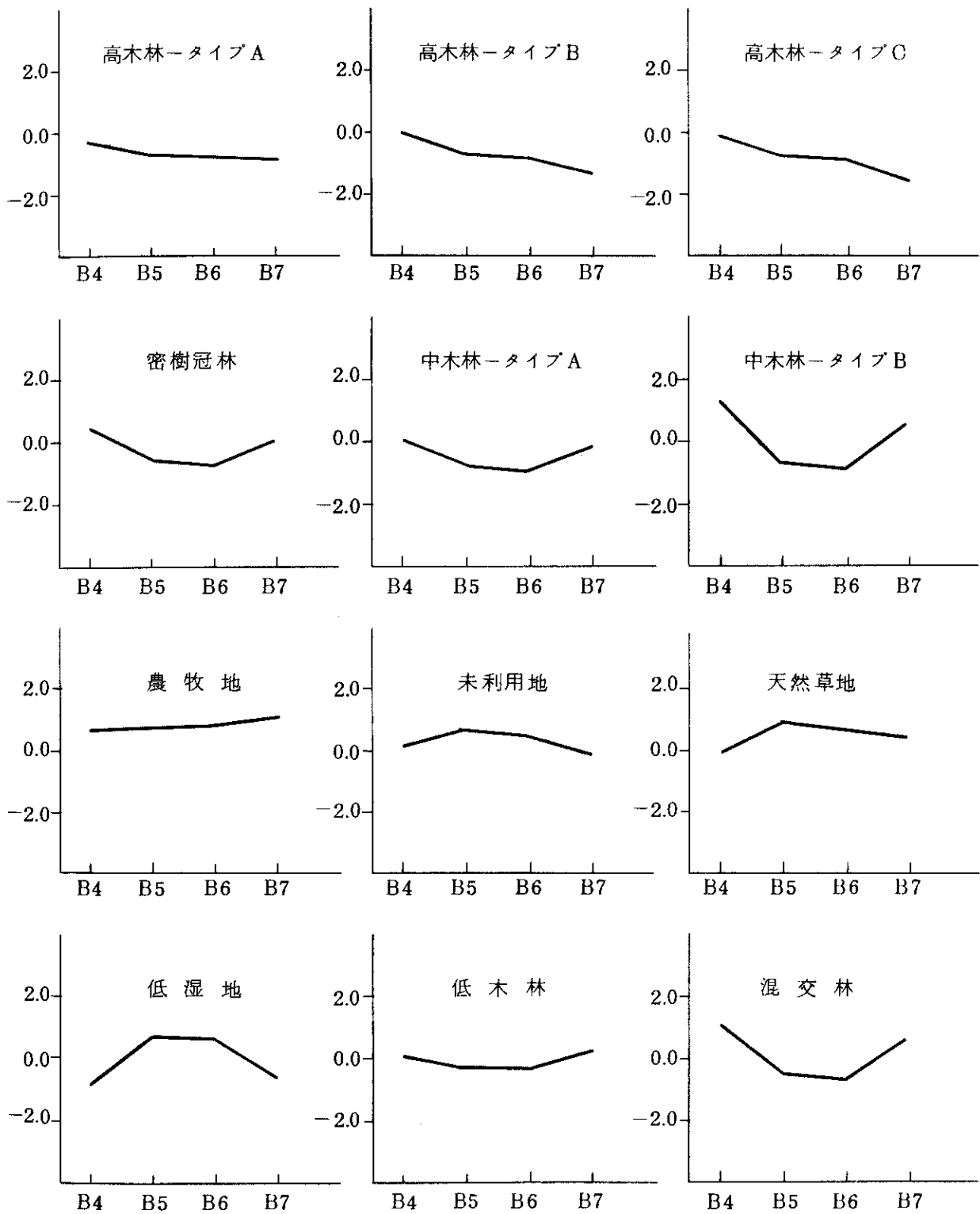
そこでまず各分類項目のスペクトル特性を図Ⅲ-9に表わした。この図は各バンドの濃度値を正規化したもので表わしてあるが、これによると高木林のタイプBとC等が非常に似かよっている。しかしながらこれはコンピュータ演算による各分類項目の分離度とは必ずしも一致しない。そこで各項目の平均、標準偏差や分散・共分散行列等を一般的な公式にあてはめ、項目間の相対距離を表わしたものが表Ⅲ-4である。これはその最大距離を2,000と設定しており、1,000以上であれば完全な識別が期待され、500～1,000ではやや識別誤差を伴う場合があると考えられる。

表Ⅲ-3-a トレーニング領域と分類項目（主画像）

分類項目		シンボル マーク	トレーニ ング領域	ライン領域		ピクセル領域	
高木林	タイプA	C	11	199	212	2294	2313
	タイプB	D	12	555	572	2446	2462
			13	650	677	2543	2573
	タイプC	E	1	781	802	2786	2816
			2	786	816	2712	2746
	中木林	タイプA	G	15	1760	1771	2083
タイプB		H	16	1847	1875	1569	1599
			17	1874	1902	1510	1560
密樹冠林	F	14	1669	1680	2125	2157	
混交林	P	23	928	957	1082	1127	
低木林	O	22	118	130	1109	1123	
農牧地	J	18	1665	1690	745	795	
未利用地	K	19	2098	2104	535	554	
天然草地	L	20	248	265	1140	1166	
低湿地	M	21	1870	1880	549	562	

表Ⅲ-3-b トレーニング領域と分類項目（補助画像）

分類項目		シンボル マーク	トレーニ ング領域	ライン領域		ピクセル領域	
高木林	タイプA	C	8	1607	1643	831	873
	タイプB	D	12	674	696	2446	2462
			13	777	807	134	166
	タイプC	E	1	920	953	395	422
			2	937	969	298	329
			4	1392	1424	1080	1116
5	1493	1518	1101	1133			
密樹冠林	F	9	1965	2006	1183	1227	
低木林	O	6	1540	1549	1051	1027	
農牧地	J	3	1338	1374	1141	1174	
天然草地	L	7	1584	1600	1181	1201	
低湿地	M	10	2075	2078	375	394	



図Ⅲ-9 各分類項目別スペクトル特性

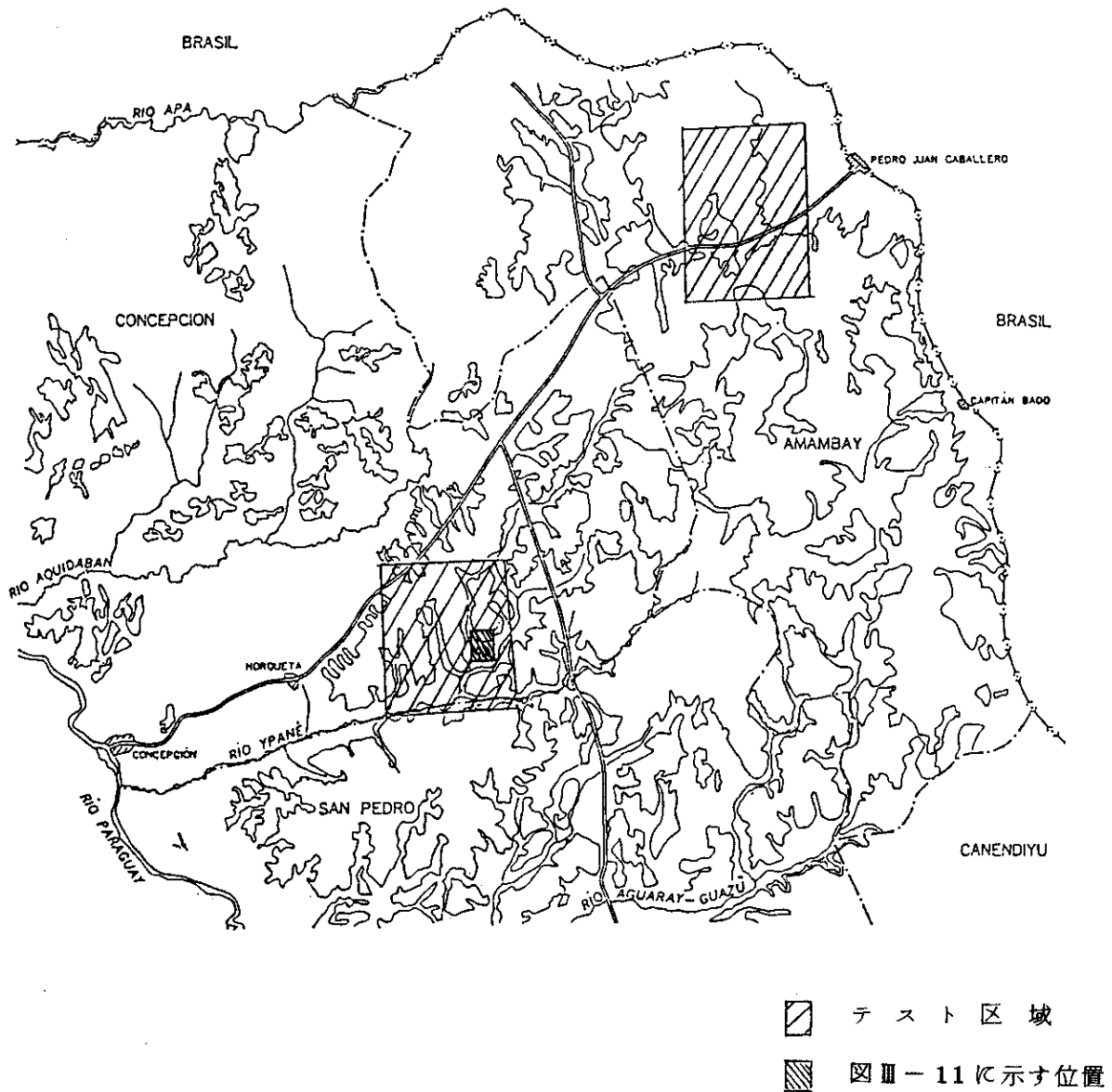
表 III - 4 各項目に對する分離度

分類項目	高木林			中木林		密樹冠林	混交林	低木林	農牧地	未利用地	天然草地	低湿地
	A	B	C	A	B							
高木林	A	387	842	854	1066	622	1114	1826	2000	2000	2000	2000
	B		315	981	1512	849	1525	1525	1999	1999	1999	1999
	C			1162	1722	1331	1844	1863	2000	1999	1999	1999
中木林	A				1724	1331	1728	1895	2000	2000	2000	2000
	B					1399	716	1952	2000	2000	2000	2000
密樹冠林							806	1650	1999	1999	1999	2000
混交林								1759	2000	1999	2000	2000
低木林									1991	1888	1984	1998
農牧地										1222	1595	1994
未利用地											942	1706
天然草地												1665
低湿地												

Ⅲ-3-3-3 テスト区域での分類試行

全対象地の画像処理に先立って、図Ⅲ-10に示す範囲の2カ所にテスト区域をもちけて分類結果をラインプリンターで出力した(図Ⅲ-11)。分類結果はほぼ予想されたような結果であり、特に林地としての区画線は明瞭に描くことができ、適確な森林分布を把握することが可能と同時に81年度より実施される森林本調査に有効に活用されるものと思われる。しかしながら高木林のタイプA、B及びC間で多少の混乱が見られる部分もあった。また森林資源調査に直接関係はないが、農牧地と未利用地においても同様な現象がみられた。しかしこの場合は、現実の土地利用状況も判然としない場合が多くいたしかたないように思われる。

他方、分類不能とされる部分が予想を上回っている点について検討した。



図Ⅲ-10 テスト区域範囲

```

JLJLLKECEEEEEEDDGGEEEE EEDOCCECEEEEEEDDDEODFF
LJJJJJKFEDEDEEDDGGFFEEEFEEFCGCGFDCFEDEDDDDGD
JJJLLJKEEEEDEEEEGGEEEEEEEEEDGCFDFCEEEEEEGDD
JJJJLLKFEFEDEDEEEEEE EEDDCGCCFCFEDEEEGDEOD
JJLJLJJJLKE EEEEEEDDDEEEEGGOCCHDPDDDEEEEDGD
JJLJLJJJKKFEFEDEFEEDGGEEEGEFCGGFCpFFDCEDDDDE
JJLLJJLKKKKEEEE EDEDGEEEEEEECCGFGFFCDCEEEE O
KJJLJJJJKLJ EEEEDFEEDDEEEEEEEDGCGFFpFFDDEEQOOL
JJJLJLLJKLKKEEEEEEEEEEEEEEEEEGDGGGFFFCDEOD JJ
JJJKLJLJJJLIFEFF EEEEGFEEDDGCOfpFFD OKOJJ
JJJJJJJJJJJJ EEEDEEDGGDEEEEEEGGCCDFFFDDEKJKK
JJJJJOJJLJJKEEFFEDEEEEDDEEGEEEDGEGGFGFFDDDLLLJ
JJJJJKJLJJJEEEEDEEODEEEEEEGGDGGDODDFDOLJJJ
JJJJJKKJJJJ EEEFEDEEEEGEEEGEGGGDGDGFGODFDOJLJ
JKJJJJJKLJEEDD EEEDE DEEEEDGEGDGGDDDFDOKJJ
KKJKLJJJKL FEE O E EDEEEEEEEEDDFOODOKKOO
JJJLJJJJJJJEE DEEOO EEEDEEEEOKODGOODGEOOKKOO
JKLK JLJJJJJJ EEEEEFE DEE EOLIKLJKODOKMKKIJLJ
MOLKJJJJJJJE EE E OLKKOKLLJJJJJJJJJJJJJJJJ
K OK JJJJJJJJOEEFE EEEKJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJ
K O LLLJJJJ EED DDDEE OLL LJJJJJJKJJJJJJJK
JKKJJ LLLJJJ F D DDOEEEDJJJJJJJJJJJJJJJJJJ
JKKOKJJLJJJJ EED DEDODEDDDDOJJJLKKJJJJJJJJJJ
J KKKJJJJJJ EFDDDFDEDEDEDEOKLJJJ KJJJ KJJJ KJ
KO LLL JJJJK DEEOEEODEDEDDDDDE LLJLJJJJJJJJJJ
K O JJ J J OJ DEFEDEDDDDGGGOFDDOKJJJJJJJJJJ
ODKJJJJJK JK EDDEEEEEDEEDDDGGDEFKJJJJJJJJJJJJ
OK JJJ JK KE EDEEEEDDDOEFCDGDEKJJJJJJJJJJJJ
DKKJJJJJJ EEE O OEDDO DODEDEDDDDGGDJJJJJJJJJJJJ
DJJJJ JJK EFKK ODEDEEEOEDEDEEEDKI JJJJJJJJJJ
JKJJJJ JL EOKJLOEEDOKKOEODDDDEDGOJLJJJJJJJJJJ
JJJJJ KJK OO JJJKOD KJJJ ODDDDDDDEDEJJJJJJJJJJ
JJLJJJKJLL KJJJJJLK LJLJDFEEEEEEEEKJJJJJJJJJJ
JJJJ KMLJJLJJLJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJ
JJJJ JJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJJ

```

図Ⅲ-11 ラインプリンター出力による分類結果
(シンボルは表Ⅲ-3を参照)

このランドサット画像には不幸にして若干の雲が散在しており、それらの雲の部分が分類不能として識別されることがあらかじめ予想された。それは雲のもつスペクトル特性はきわだったものであり、他とは大きくかけ離れているからである。しかしながら、予想を上回ってこの現象が起っているということは雲以外の地表の何かが分類されていないことを意味しており、空中写真の再判読を行ってみたが、それに該当するものは特に見出すことができなかつた。しかしランドサットのカラー合成写真の判読によって、推定されるスペクトル特性より、裸地もしくは森林の伐跡焼却直後のものであることが判明したので、これに新たな項目をもうける必要があると判断された。

Ⅲ-3-4 分類図の作成

Ⅲ-3-4-1 分類項目の分離・統合

一般に本工程で項目の最終的な分離あるいは統合を行うのであるが、分離工程においては、Ⅲ-3-3-3のテスト区域での検討によって裸地もしくは森林の伐跡焼却地(伐採跡地と称する)の1項目加えるに至った。

表Ⅲ－5は用いられたトレーニング領域内での分類結果のクロス表である。これによると高木林タイプAとBが極端に混乱した識別結果となっており、また密樹冠林と混交林においても若干の混同がみられる。しかしながら、これらの混同は必ずしも誤判別の結果であると結論するには、次の2つの理由で現段階では早計と思われた。

- ① グランド・トゥルースが必ずしも純粋なものとはかぎらない。
- ② 森林資源調査に用いられる最終的な層化項目ではない。

①については、トレーニング領域を細分して純粋なものだけを正確に取り上げることは技術的には可能であるが、本来、層としての利用目的からすれば、ある程度まとまっていなければならない。もし材積推定の際に技術的な精度向上が求められる場合、空中写真の判読等で補充することが適切な処理と思われる。

②は、本分類結果が直接森林資源調査の計画にのみ結びつくような場合に生じる議論である。しかしながら、一般に既存情報が皆無であるような広大な調査対象地を層化するにあたって、まず手掛りとなるものはスペクトル特性であり、その材積あるいは樹種構成について未知ではあっても対象森林が異なるスペクトル特性によって区分されている以上、そこに何らかの相違を見い出すことができるものとするからである。

以上の理由で、本分類においては項目の統合は行わないことにした。

表Ⅲ-5 トレーニング領域における分類結果クロス表

分類項目	高木林			中木林			密冠林	混交林	低木林	農牧地	未用地	天然地	低湿地	伐採跡地	未判別
	A	B	C	A	B										
高木林	A	35	5	10	20	13	14	4	1	0	0	0	0	0	0
	B	11	19	31	17	3	10	5	5	0	0	0	0	0	0
	C	5	6	60	22	1	3	0	1	0	0	0	0	0	2
中木林	A	5	1	6	74	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	4	0	0	1	78	3	14	0	0	0	0	0	0	0
密樹冠林	9	3	1	20	2	48	12	5	0	0	0	0	0	0	0
混交林	3	0	0	0	15	16	65	1	0	0	0	0	0	0	0
低木林	0	0	0	0	0	3	2	91	0	0	4	0	0	0	0
農牧地	0	0	0	0	0	0	0	0	3	71	13	12	1	0	0
未利用地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	64	16	10	0	0
天然草地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	84	1	0	0
低湿地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	97	0	0
伐採跡地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0

Ⅲ-3-4-2 対象地全域の分類図作成

分類結果は、分類項目ごとに配色し、カラープロッターでフィルムに焼きつけ、それを縮尺500千分の1の図面として表わした。配色は森林項目を緑をベースとした色調にまとめた。結果は、別添成果、THE FOREST TYPE AND LAND USE MAP のとおりである。

この分類法によると、分類図の出力と同時に項目ごとの面積を求めることができる。

表Ⅲ-6は調査対象地の大部分を網羅している主画像域の面積比率を表わしている。これによると森林は全体の50.3%に当たる1,720千haである。また材積のほとんど期待されない低木林を除くと1,190千ha(34.9%)となる。これらの大部分は、国道5号線以南に集中している。

一方、ブラジル国境と接する東側の一部は前述のように、補助画像として異なるランドサットデータを使用しているため、正確な面積率は算出できないが、別途ドット板で測定したものを推定値とすれば、780千haの森林面積となるので全対象地における森林面積は2,500千haと推定される。

表Ⅲ-6 分類項目別面積と比率

	分類項目	面積(ha)	比率%	
1	高木林	A	109,408	3.2
2		B	169,670	4.9
3		C	320,530	9.4
4	中木林	A	169,122	4.9
5		B	135,512	3.9
6	密樹冠林	144,965	4.2	
7	混交林	144,248	4.2	
8	低木林	528,896	15.5	
9	農牧地	512,164	15.0	
10	未利用地	493,362	14.4	
11	天然草地	333,617	9.7	
12	低湿地	226,815	6.6	
13	伐採跡地	2,452	0.07	
14	未判別	131,739	3.8	
計		3,422,500	100.0	

Ⅲ-4 森林の経年変化把握

調査の背景に述べたごとく、本調査対象地はその地域的特性に加えて近年の経済的な事情によって森林が急速に伐採され消失している。しかしながらその状況は観念的にか、あるいは現地における局所的な形でしか把握されておらず、地域全体としてしかも属地的に計量されたものはなかった。

しかし、林業・林産業の経営の計画的発展、土地利用の適正化をはかろうとする場合、過去の変化を適確にとらえ、今後の進歩を見定めたものでなければならない。ここでは、ランドサット衛星の持つ周期性を活用し、過去の森林の動きを明らかにし、今後の見直しを予察する資料となそうとするものである。

またこの解析は、別途実施される統計的手法による本格的な森林資源調査が2～3年の長期にわたる見込みなので、事前にその動向を把握しておく点においても意味づけられるものである。

方法としては、まずランドサット情報で対象地の全域にわたる広域の状態を調査しその変化状態を把握した。更にそのうちの特定区域について、事例的に空中写真判読を組んだ詳細な調査を実施してみた。

なおここで調査している森林の変化とは、林業行為としての大規模伐採と、その跡地を農牧用地等に開発する林地転用の両者を含むものであるが、伐採はPeroba等の主要木の皆伐であり、当国においては未だ更新技術、造林技術が充分に確立していないことから農牧用地に転用されない場合もそのまま放置されることが多いので、両者を合わせて森林の消失と見ることができるであろう。

Ⅲ-4-1 ランドサット画像による経年変化

経年変化の把握は、画像タイプのランドサット情報の判読作業によって実施した。

調査に使用するランドサット画像のソースは、Ⅲ-3-1で示したものであり、そのうち直接利用した画像は次のとおりである。

主 画 像 領 域		補 助 画 像 領 域	
①	8123513144500 1973年 3月 15日	8105413075500	1972年 9月 15日
②	8228513005500 1975年 11月 3日	81100412292X0	1977年 10月 22日

つまりこの地域での経年とは、主画像領域については1973年3月から1975年11月までの2年8カ月間であり、補助画像領域のそれは1972年9月から1977年10月までの5年1カ月を意味している。ここで、使用するデータは、②に該当する後期データができるだけ最近のものであり、また比較する2時点の間隔ができるだけ開いたものであることが望ましい。しかしランドサット情報はⅢ-2-1でも述べたように雲がその撮影を防げることが少なくなく、また受信局の運行の都合などもあってシーンの全域が雲の障害がない(あるいは極めて微量である)という画像は数年に

1度しか得ることが出来ないという実態で、不本意ながら上記のデータを利用せざるを得なかった。地域をつなぐ主画像領域と補助画像領域において用いているデータが異なるのもこの理由による。

比較分析にはランドサット画像としてのカラー合成写真（赤外カラータイプ）で縮尺1,000千分の1のものを作成し使用した。消失した森林の面積をこの縮尺で測定することは精度上やゝ劣ることは否めないが、1mmのドット板を使用しての測定を一応の結果とした。

しかしそれでもこのカラー合成写真上での消失した森林の判読は極めて容易なものであった。すなわち森林の存在する状態では濃い赤色であるのに対し、伐採された森林はぼゞ線型をなす境界線を持つピンク色として表われ、更に年限をへたものは青味をおびてくるからである。

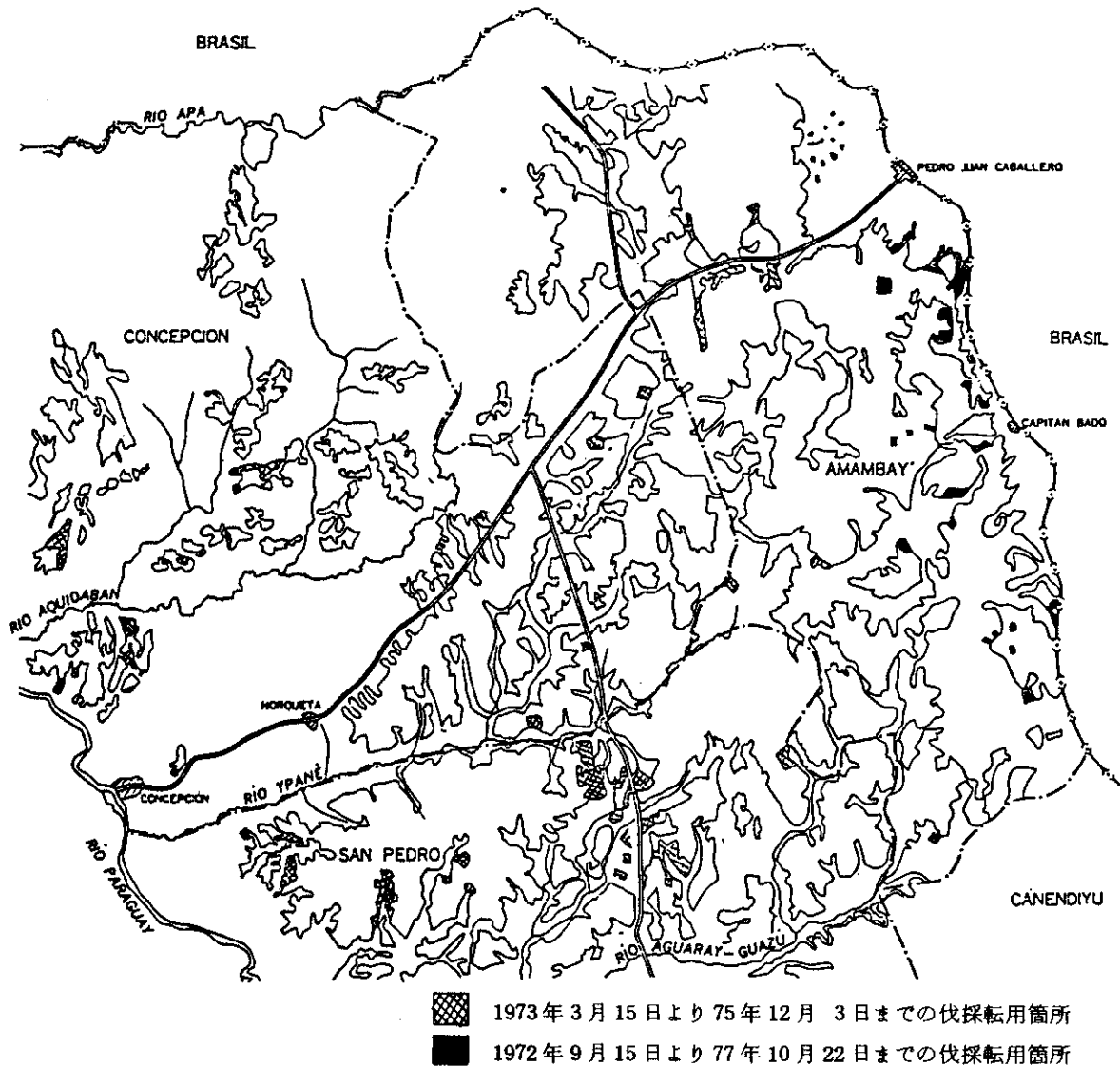
図Ⅲ-12は比較分析によって判読された経年変化の表われた箇所であり、これを測定した結果が表Ⅲ-7である。

表Ⅲ-7 ランドサット画像判読による森林・伐採面積

—	期 間	森林面積 ha	伐採面積 ha	伐 採 面積率 %	年間伐採 面積率 %
西 側 (主画像領域)	2年8カ月 (1973年3月～75年12月)	771,200	29,600	3.70	1.39
東 側 (補助画像領域)	5年1カ月 (1972年9月～77年10月)	209,800	14,300	6.38	1.26
全 域	—	981,000	43,900	—	—

これによると、主画像領域では森林面積771,200 ha に対し変化した箇所は29,600 ha, その率は3.70%, 補助画像領域では森林面積209,800 ha 変化箇所14,300 ha, 変化率6.38%となっている。

更にやゝ大担であるが、変化率を単純に各期間の長さで除すとそれぞれ1.39%, 1.26% となり、本調査対象における年間の消失は1.3%前後で進行して来たことが推察された。7～8年で1割の森林が消失する現実を予想をはるかに上廻るスピードと言わねばなるまい。



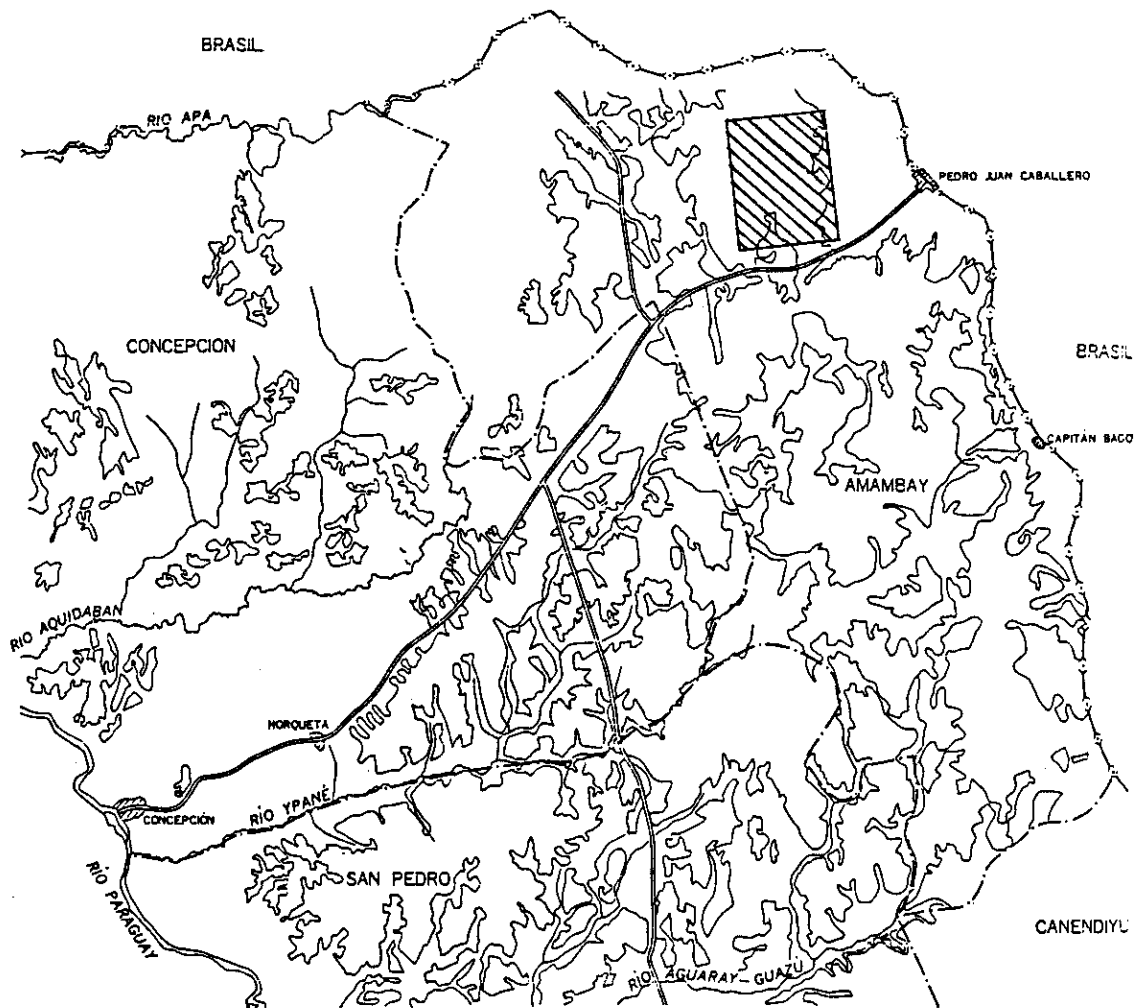
図Ⅲ-12 ランドサット画像判読による経年変化

Ⅲ-4-2 空中写真判読組込による特定区域の経年変化

このように急速な開発は詳細に見るとどのように行われているか、また多時点を経年的に見ればどのような動きを示しているのかを見るために本対象地区に特定の区域を選定し、空中写真解析を組込んだ（解析精度の面からすると空中写真解析を主体としてランドサット画像解析を組込んだ）経年の変化の把握を実施してみた。

テストに用いた区域は図-Ⅲ-13に示す52,500 haの範囲で、本年度、森林予備調査を実施した地区である。当地区には優良なPerobaが多く、しかもブラジルに近接し国道5号線による搬出条件にもめぐまれており、全調査対象地の中でも近年かなり激しく伐採、開発が行われていると予測されていた。

当区域に関する空中写真は1980年及び1968年の2種類がある。まず至近の方は本年度（1980年）、来年度より実施予定の森林本調査のために当国際協力事業団に



図Ⅲ-13 空中写真判読による経年変化テスト区域

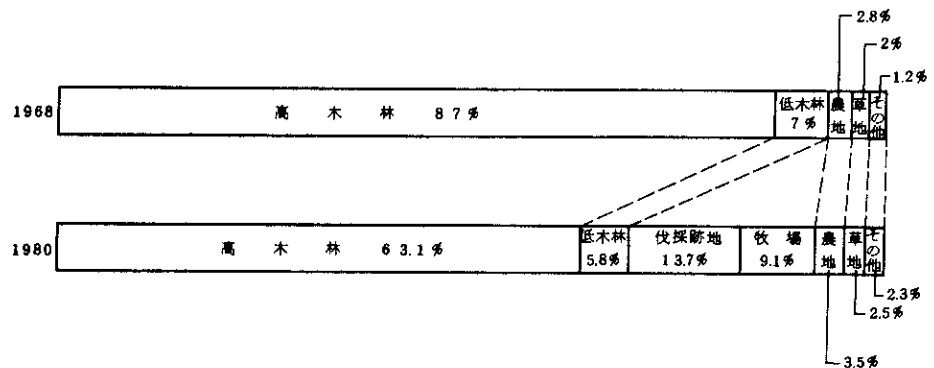
よって撮影された縮尺20千分の1のもので、これによる森林及び周辺土地利用の面積は予備調査によって表Ⅲ-8のように求められている。

これに対して同区域を網羅する従前の空中写真は、1968年撮影の縮尺60千分の1のものであるが、これを用いて前述の縮尺20千分の1と同様の感覚で森林及び周辺土地利用を判読し、前者との比較において図示すると、図Ⅲ-14のようになる。

すなわち1968年から1980年までの12年間に、高木林（ここで言う高木林とは何らかの材積を期待でき得る、低木林を除いたすべての森林を指す）は12,556 haが伐採跡地や牧場に変化し、その元の森林に対する比率は27.47%であった。また低木は638 haで消失率は17.22%であった。これを単純に12年間で除すと年間の消失率は2.29%及び1.44%となり、対象地全域の1.3%前後と比べてやはりかなりの速度で開発が行われていることが判明した。しかも森林の主要部を占める高木は、4年で1割が消失していることになり、そのスピードは極めて憂慮すべき事態にたち至っていることを示している。

表Ⅲ-8 テスト区域における1980年時点の土地利用分類

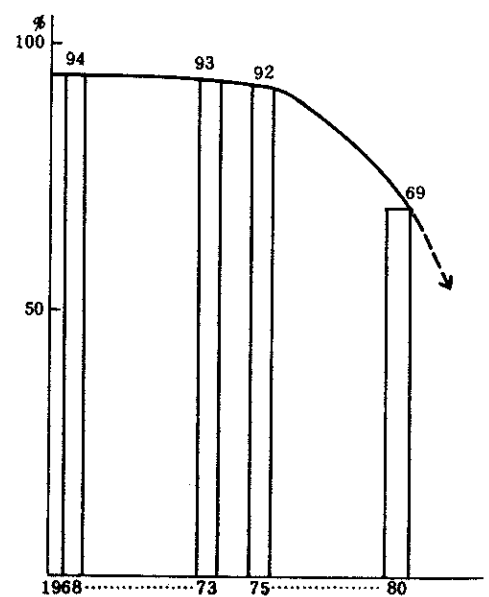
項目	面積(ha)	%
高木多	5,535	10.5
高木中	9,764	18.6
高木少	11,703	22.3
抜き伐り林	6,145	11.7
低木	3,066	5.8
伐採跡地	7,209	13.7
牧場	4,755	9.1
農地	1,830	3.5
湿地草原	1,303	2.5
その他 (未利用・家等)	1,190	2.3
合計	52,500	100.0



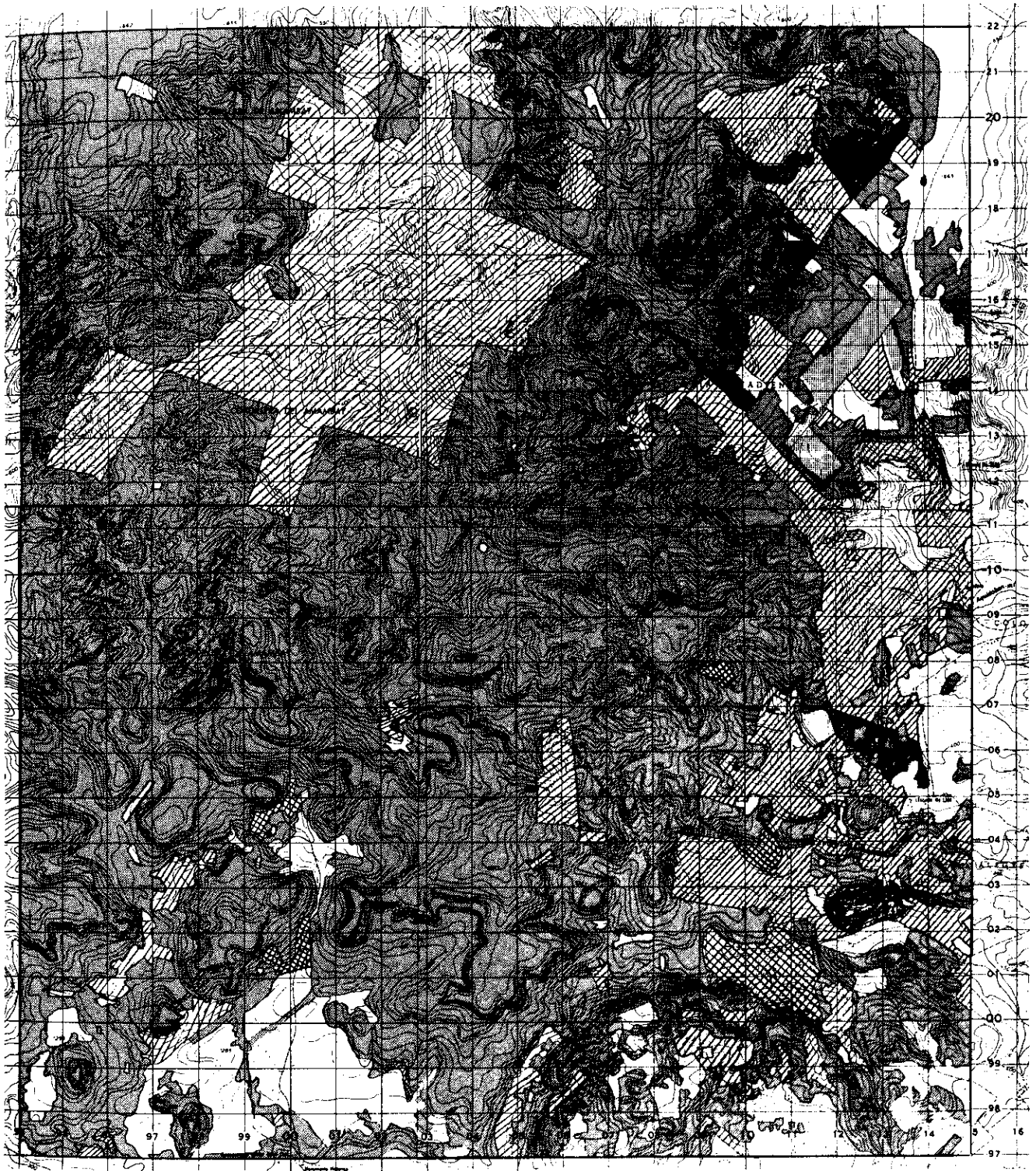
図Ⅲ-14 1968年と80年の土地利用の比較

一方この12年間の内部の時間的変化状況を解析する目的で、Ⅲ-3-1で用いたランドサット画像(1973年3月15日のと1975年11月3日のもの)をさらにカラー合成拡大して森林を判読し、空中写真判読による結果に組込んで図示すると図Ⅲ-15となる。これによると1975年まではほとんど変化がなかったのに対し、この5年間で極めて急激に森林が消失したことが明らかである。この結果は、立地条件の典型的な特定地域における解析であるが、大小は別として、この経年変化の推移はいずれの地域も同様の傾向を示しているのではないと思われる。

なお図Ⅲ-16は、それぞれの時点における森林の分布を50千分の1地形図上に示したも



図Ⅲ-15 経年変化の推移



- 1980年の森林
- ▨ 1975年～80年に伐採・転用された森林
- ▩ 1973年～75年に伐採・転用された森林
- 1968年～73年に伐採・転用された森林

図Ⅲ-16 経年変化の推移位置図

のである。年代が下るにつれて森林の伐採の転用が大面積かつ大規模になってきていることが明らかである。

IV. 森林予備調査

N-1 森林予備調査の目的及び概要

本調査の最終目的 — 森林開発計画のガイドライン作成 — のためには、その基礎資料として林業資源の賦存状況を把握する必要がある。すなわち本調査の実施である。これは、ランドサット解析では得られないより詳細なもので、調査方法としては、空中写真の判読と現地の標本調査を組合わせた調査手法が考えられる。

この方法は、今回の調査に先立つ1966年以降、南東部 (Dep-Alto Paraná, Caaguazú, Itapúa, San Pedro にかかる6,400千ha) においてFAOによって行われた森林資源調査においても採用されており、今回の調査方法も、それに準拠した形で改良し、それと比較検討が可能であるように設計することとする。

しかし、本調査地域の森林についての既存情報は、今回の調査が始めてと言える程、皆無に近く、林業資源調査の本調査を開始する前に、理論的な方法に、現実の実行をいかに近づけるかの可能性と実行の具体的手法を検討し決定する必要がある。そのため、予備調査を行い、次の事項を検討した。

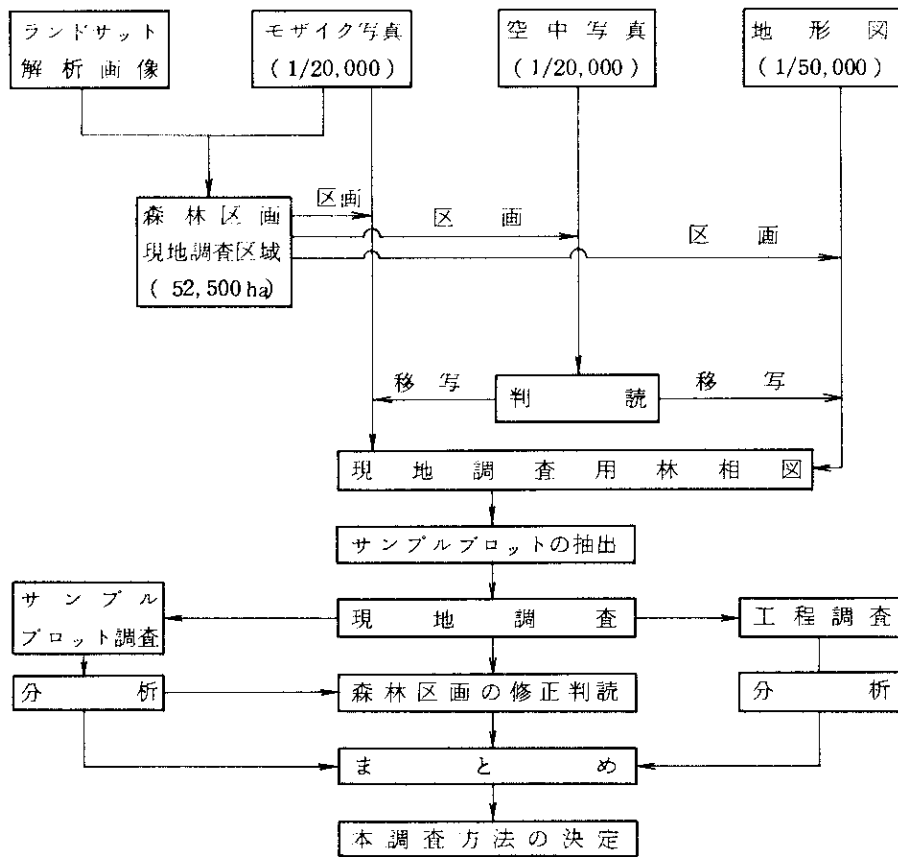
- ① 本調査方法の検討……標本調査の方法、層化の基準、抽出標本の原点の決定法、標本の大きさや形状、標本数、標本内林分要素の測定方法、及びパラグアイ国カウンターパートへの技術移転の方法等
- ② 調査工程調査……本調査にかかる現地での作業工程、移転工程等

N-2 調査計画及び準備作業

調査作業は、図IV-1のフローチャートのような順序で行った。以下各作業実施方法及び結果の説明は、このフローに沿って述べる。

N-2-1 調査区域の決定

調査作業に先立ち、森林予備調査を行う区域の決定を行った。方法は、ランドサット解析画像及びモザイク写真を用いて、高木密集地を判読して調査対象区域とし、抽出した。区画をしたのは52,500 haであった。この区域の位置はおよそ南緯22°24' ~ 22°38'，西経55°53' ~ 56°05'で囲まれた区域であり、図1-1 調査対象位置図の細網目で示す部分である。この地域を特に選んだのは、高木林が多いことの他に空中写真の1/10,000 スポット撮影が存在すること、自然保全地域としてのセロラ(Cerro Corá) 国立自然公園が含まれること、ランドサット解析上で森林の開発も認められること等の他に、土地利用の面でもみるべき点が多く含まれているからである。



図IV-1 森林予備調査作業フローチャート

N-2-2 林相判読

林相判読は、現地調査用の林相図を作成するために行った。決定した区域の森林について、空中写真(1/20,000)を用いて林相・林型の判読を行った。この段階で採用した判読の基準は次の表IV-1のとおりである。

表IV-1 写真判読の基準

—	区 分	内 容
林相	高 木 林	優勢木の樹高約15 m以上
	更新高木林	” の抜き伐り林
	低 木 林	” 15 m以下
	無立木地	森林以外
林型	樹冠疎密度	高木林の優勢木の多少で区分

この判読結果をモザイク写真(1/20,000)及び地形図(1/50,000)に移写し、現地調査用の林相図とした。

N-2-3 サンプルプロットの抽出

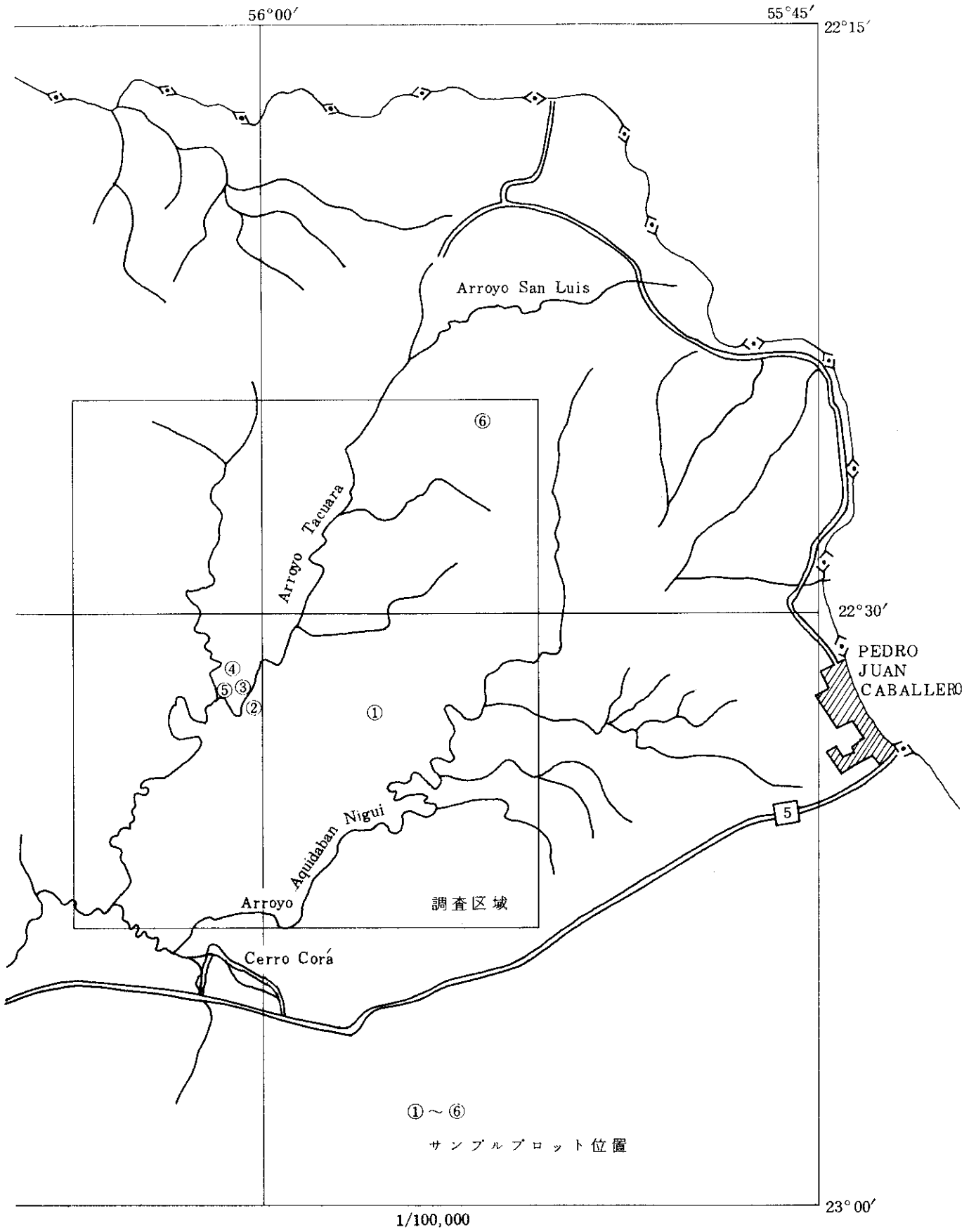
予備調査の目的は、本調査における林業資源の把握に必要な標本調査の設計と、そのプロットを計測するのにかかる工程を調査すること、及び現地スタッフトレーニング

グを行うことにある。このためこれらの目的を配慮しながらサンプルプロットを抽出した。サンプルプロットの抽出は空中写真上で判読した林相区分を基礎に、高木林から5個、低木林から1個抽出した。その位置は、図IV-2のとおりであり、詳しくは、図IV-4に示している。

IV-3 現地調査の実施

IV-3-1 概況調査

調査地内の地況・林況・土地利用・森林の開発状況等、一般的概況の把握と、ランドサットの解析結果及び空中写真判読結果の照合のために現地において、概況調査を行った。これは主として、ベースキャンプ周辺の踏査とサンプルプロットへの到達過程で行った。



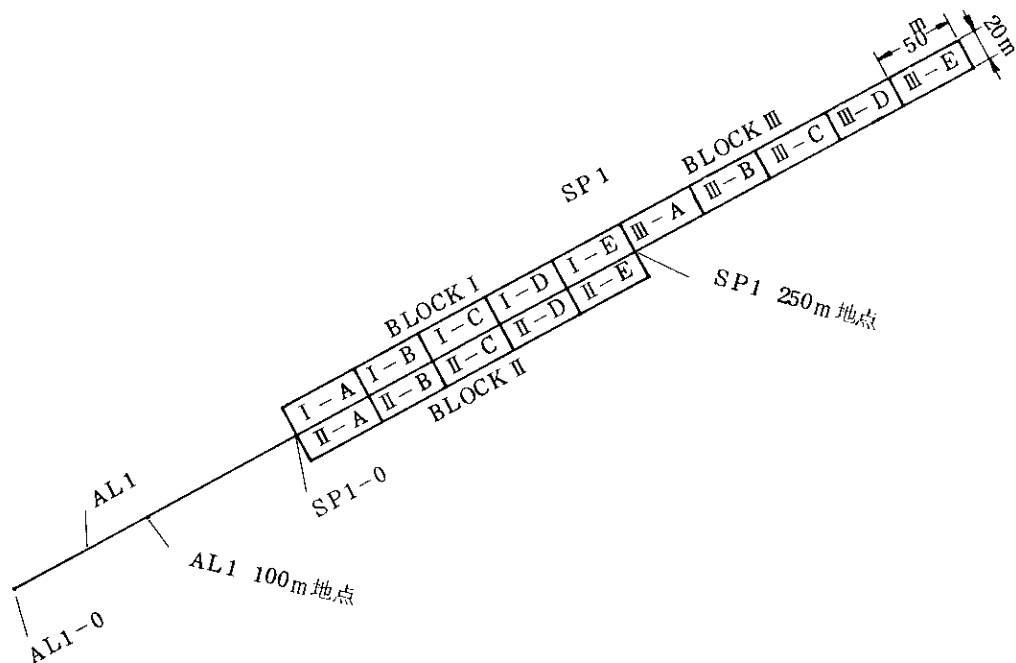
図IV-2 森林予備調査標本点位置図

N-3-2 サンプルプロット調査

サンプルプロットについて検討を加えた結果、大きさ、形状、位置、測定項目について次のように決定し、標本地調査を行った。

N-3-2-1 サンプルプロットの大きさと形状

サンプルプロット全体を 1.5 ha とし、その中を 0.5 ha の 3 個のブロックに分け、さらにブロックの中を細区分し 0.1 ha (50×20m) の 15 個のサブプロットに分けた。その形状は、図 IV-3 のとおりである。これは、ブロック I と II 又は、I と III の組合せで、1.0 ha となり、本調査におけるプロットの形状が、500 m × 20 m の 1 ha、250 m × 40 m の 1 ha、あるいは、今回のようなものがよいのか、比較が可能なように配慮したためである。なおサブプロットは I-A, I-B, …… III-E と名称をつけた。



- AL — サンプルプロットへの到達のための伐開線、伐開番号は 1, 2, 3…と付す
- AL1-0 — 同上の起点
- SP — サンプルプロット、プロット番号は 1, 2, …と付す
- SP1-0 — サンプルプロット原点
- BLOCK — サンプルプロットの中の 0.5 ha の区画で I, II, III で表わす
- I-A — BLOCK 内の細区分で 0.1 ha の区画で A, B, C, D, E で表わす。

図 IV-3 サンプルプロットの大きさと形状

N-3-2-2 位置

サンプルプロットの抽出の項で述べたとおり、空中写真を判読した林相区分の中で、高木林から 5 個、低木林から 1 個、サンプルプロットを抽出した。各々のサンプルプ

プロットは、区分した1つの林相の中に500mのサンプルラインが入り、途中で林相が変化することのないように、原点と中心線の方角を定めた。原点への到達は、空中写真上で最も近い位置の明瞭点（例えば、農地と森林の境界の角、高木、民家、道路等）を選び、この点から、空中写真上で、原点までの方位と距離を定め、コンパス測量によって到達する方法をとった。

N-3-2-3 測定項目

プロット内の胸高直径11cm以上の全立木について、①樹種、②胸高直径（1.3m）、③5m部位直径、④利用可能部位直径、⑤利用可能部位までの高さ、⑥全樹高、⑦形質（欠点木についてのみ）を測定した。ここで、利用可能部位までの高さ、同直径及び5m部位直径は、立木の利用材積を求めるためである。

N-3-3 工程調査

工程調査には、調査の根拠地であるP.J.C.の町から基地（ベースキャンプ）への移動、及び基地から基地への移動等の移動工程と、標本至近の明瞭点からサンプルプロットへの到達及び調査時における作業工程とがあり、それぞれについて資料を収集した。移動工程の中には、ベースキャンプ適地の選定、ベースキャンプの設営、ベースキャンプ地から、標本地へのルート探索及び、標本地へ入る途中で通過する土地（多くは牧場である）の管理者あるいは、所有者への通行許可の申し入れ等を含む。

作業工程の中のサンプルプロットへの到達作業とは、明瞭点からサンプルプロットまでの測量のため伐開と測量作業をい、サンプルプロット調査作業とは、サンプルプロットの区画設定及び測樹作業をいう。

調査時の人員構成は、日本人1名、カウンターパート1名、作業員3～4名の計5～6名の編成を1パーティとした。各作業の内容は、伐開・測量作業においては、野帳記帳及び測距者1名、コンパスによる方向指示及び測距、伐開に3～4名の構成となる。またサンプルプロット調査においては、区画設定は伐開・測距作業と同じであり、測樹においては、野帳記帳及び樹高測定者1名、直径測定及び形質測定者1名、各測点助手が1名、残り2～3名は測定木周辺の伐開等を行った。

N-3-4 カウンターパートの訓練及び技術移転

作業の実施は、日本側技術者とカウンターパート（パラグアイ国S.F.N.技術者）との共同で行われた。

日本側は、技術移転等の目的のため、カウンターパート全員が同一レベルで作業ができるよう指導を行った。日本側が行ったことは、技術的には、空中写真の判読技術、測量の方法、測樹の方法である。特に空中写真では、机上での、立体鏡を用いた林相の判読と地形図への移写の練習、更に肉眼立体視の練習を行った。しかし森林判読技術は長年の経験を必要とし、一朝一夕には習得できないものなので、日本側で見本を

示したのに留めた。また現地においては、現在自分が写真上でどこにいるのかを照合することが重要なので、肉眼立体視の練習とともに、現地でたびたび刺針の訓練を行った。これについても、短期間の割には成果が上ったが完全に習熟するまでにはまだ時間を要するようであった。

測量では、特にコンパスの使用法について指導した。これについては、既に経験もあったので全員すぐに習熟した。

測樹については、特に問題となったのは、5 m 部位における直径と利用可能部位における直径の測定方法であった。これについては、当初日本側から持参したレラスコープによる実習を行ったがバ国側にペンタプリズム（U. S. A 制、各部位の直径の測樹器具）があり、レラスコープに比較して、形状が大きく重量もやや重いものの、測定者から測樹木までの距離を測る必要がなく、使用法が簡易であるのでペンタプリズムを使用することにした。なお、検討のために直径巻尺を用いてレラスコープとペンタプリズムの精度を調べたが有意な差はなかった。

作業の実施方法では、ベースキャンプの選定、食料調達、作業班の編成、作業員への指示の仕方等を指導した。特に作業の前日に翌日の予定を樹立することを指導した。

技術的な訓練は調査開始前に総括的に説明を行い、調査器具等は現地における使用時にその都度指導を行った。また作業の実施方法は、実際作業を行いながら、またキャンプ生活でのミーティングの中で指導を行っていった。なお日本側にとっては、不慣れな土地のため、土地所有者への通行許可の申し入れ等案内及び、樹種同定等は、カウンターパート側に負う所が大きく、協力的、友好的雰囲気の中で作業は行われた。

Ⅳ - 4 現地調査の結果

Ⅳ - 4 - 1 林相区分の修正判読

区画した 52,500 ha について、現地調査後、踏査した結果に基づいて土地利用状況も含めて修正判読を行った。なお高木林内については、後に林相区分の適否を検討す

表Ⅳ - 2 修正判読の基準

一	区 分	内 容
林 相	高 木 林 多	優勢木の樹高 15 m 以上、優勢木の樹冠疎密度 51 % ~
	” 中	” ” 21 ~ 50 %
	” 少	” ” 0 ~ 20 %
	抜 き 伐 り 林	” 作業道が入り近い過去利用木が伐採された森林
森 林 外 の 土 地 利 用	抜 低 木 林	” 15 m 以下
	伐 採 跡 地	/
	牧 農 地 場 地	
	湿 地 草 原	
その他(未利用地、河川、家等)		

るため、更に樹冠疎密度は、3段階に分けて判読を行い、層化した各層に落ちたサンプルプロットの分析結果を照合し、層化の可否を判定した。また現地踏査で判読区分を変えた方が適切と思われるものについては、その区分を変えた。したがって結果的に判読区分は表Ⅳ-2のようになった。区分別判読内容は下記のとおりである。

(i) 高木林

高木林内を樹冠疎密度により3段階に区分することは、今回の判読区分では最も困難であったが、熟練した技術者が慣れれば比較的平易にできると思われる。高木林多は、主として高地や排水の良い場所に現われ、樹冠疎密度が51%以上を区分した。高木林少は、川沿いや崖に面した場所に多く現われ、樹冠疎密度20%以下を区分した。高木林中は、両者の中間の林分である。

なお高木林は、すべて原生と思われやすいが、高木少や高木中の場所では、過去に伐採が入ったか、あるいは現在伐採中の森林が多くある。このような森林では、判読中に樹冠を透して道らしきものが通っているのが判別され、それが現地照査で過去あるいは、現在の搬出のためのトラックが通れるほどの作業道であることが確認できた。この作業道は搬出作業の後、2~3年放置しておくだけで、相当量の灌木などに被われるようである。なお高木林では、既に最優良木が、抜き伐りされた跡もみられるものもあるが、利用木としてはまだ相当残されている。

(ii) 抜き伐り林

これは調査方法決定の段階では、更新高木林としていた森林である。すなわち、FAOにおける南部地域の報告では、樹高においては低木林と同様であるが、樹種構成が高木林と同様のものを更新高木林として区分していたが、今回の調査地内では、こうした森林は、わずかに林縁の伐採跡地等で見られただけであった。従ってこのような森林は、その他の区分に含めることとし、それに換えて高木林内で、伐採が激しく行われており、伐採道が多く入り近い過去において利用木が伐採された森林を抜き伐り林とすることとした。この判読は、林内に搬出のための作業道が多く見られ、容易である。

(iii) 低木林

優勢木の樹高が、15m以下の低木で構成される森林である。これは、ほとんどが原生林で、排水不良の湿地や低地、あるいは崖下等に多く現われる。しかし、林縁でも、上層が伐採され、低木が残された森林もわずかに存在する。判読は、小さな樹冠がきめ細かく並んでおり容易である。

(iv) 森林以外の土地利用

これは、調査方法決定段階では無立木地として一括してまとめておいた所である。そこで森林以外の区分として、伐採跡地、牧場、農場、湿地草原、その他(未利用地、

河川，家屋等）に判読した。

このうち判読が困難であったのは，伐採跡地と牧場の区分である。すなわち，伐採跡地を既に牧場として利用しているか，あるいは未だ利用していないかの区分であるが，これは現地でも必ずしも明らかでなく若干の誤差は止むおえないものと思われる。その他のものについては，問題はなかったが，森林に比較して土地利用は変化が多いので，区分が細かくなった。以上判読した 52,500 ha の林相区分を 1/50 千の地形図上に移写し，1 点当り 1 ha に当たる 2 mm の点格子板を用いて面積を測定した。その結果をまとめたのが表 IV-3 である。

表 IV-3 予備調査区域の森林・土地利用面積

区分	高木多	高木中	高木少	抜き 伐り林	低木	伐採跡地	牧場	農地	湿地草原	その他(未 利用・家)	合計
面積	5,535	9,764	11,703	6,145	3,066	7,209	4,755	1,830	1,303	1,190	52,500ha
%	10.5	18.6	22.3	11.7	5.8	13.7	9.1	3.5	2.5	2.3	100.0

この結果，この区域の森林面積の割合は 68.9 % であった。この表から原生林を推定するため，高木多と低木それに高木中と高木少の半分程度が該当すると仮定してこれらを加えてみると，約 35 % となる。一方ごく近い過去まで森林であった伐採跡地が，13.7 %，抜き伐り林が，11.7 %，さらに高木中，高木少の半分程度は，人為が加わっていると思われるから，森林の開発は，相当な範囲にわたっているとみなされる。また空中写真撮影から現地調査まで 3 カ月程度の期間であったが，この間にも空中写真に写っていない作業道がつけられていた場所もあり，開発の進度が相当早いことが確認された。

N-4-2 サンプルプロット調査結果

N-4-2-1 サンプルプロットの位置

サンプルプロットの位置は，林相区分したその層を代表するような場所とし，そこへの到達は，最至近の明瞭地点（例えば，畑の角，民家より）からのコンパス測量で行った。

サンプルプロットは，全部で 6 個とったが，そのおよその位置（経緯度）は表 IV-4 のとおりである。

表 IV-4 サンプルプロットの位置

サンプル プロット 番号	経緯度 南緯	西経	備考
SP1	22° 36'	55° 58'	高木林
SP2	22° 37'	56° 02'	"
SP3	22° 38'	56° 01'	" 原生林
SP4	22° 38'	56° 01'	" "
SP5	22° 38'	56° 01'	低木林
SP6	22° 19'	55° 54'	高木林

また、最至近の明瞭点を、サンプルプロットへの到達のための伐開線の起点（AL 1～6）とし、そこからサンプルプロットまでの、測量作業順を描いたものが、図IV-4である。

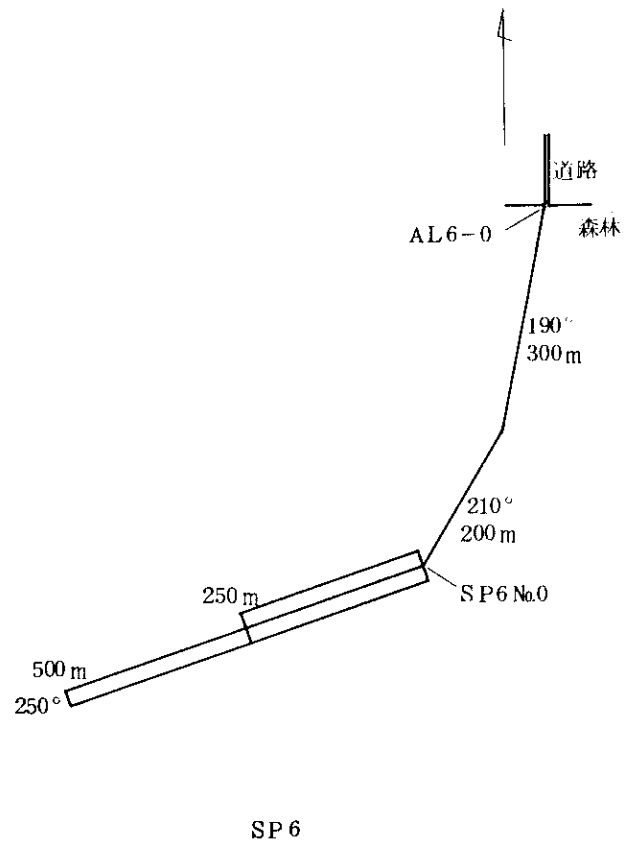
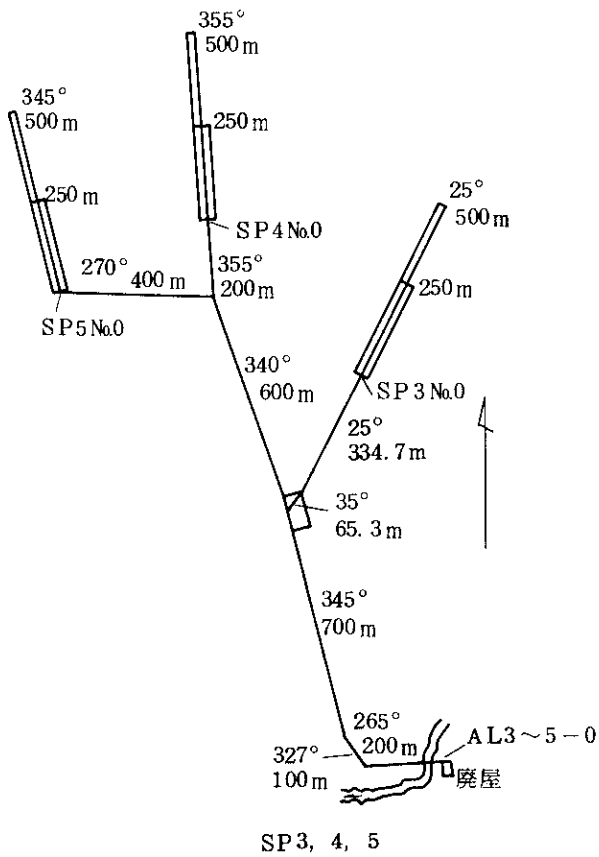
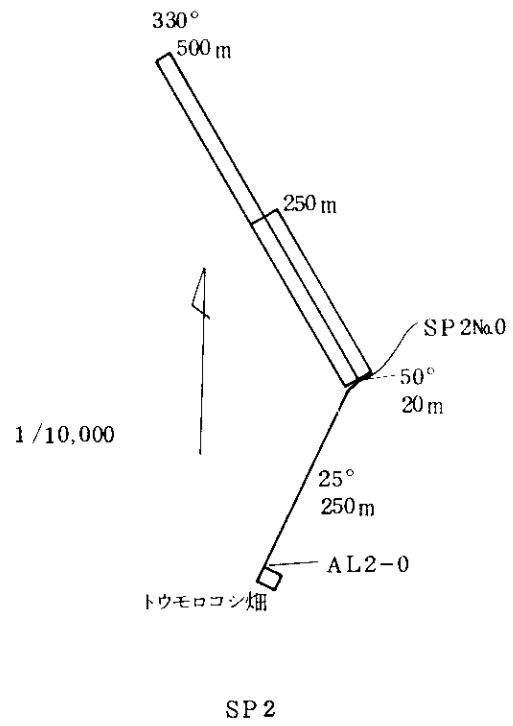
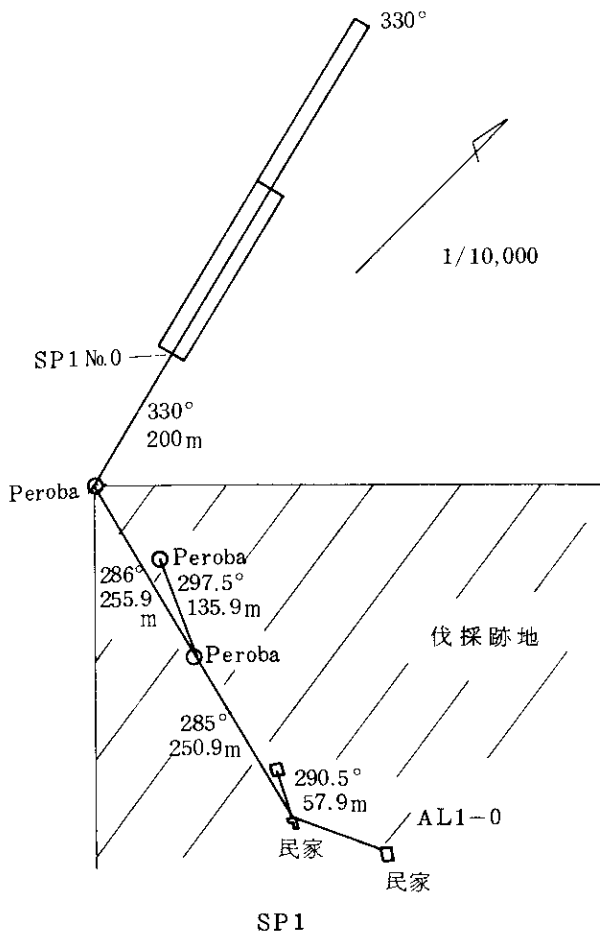


図 IV-4 サンプルプロット位置

N-4-2-2 サンプルプロットの概況

サンプルプロット周辺の森林について総じていえることは、次のようなことである。標高は 200 m ~ 600 m で、地形は、丘陵状の波状地形からなるがほぼ平坦である。しかしその中に、平坦面から 50 ~ 100 m 程度の突出した玄武岩からなる丘 (Cerro) と、その急崖が散在している。プロットへのアプローチにはそういった崖さえ避ければ測量上の問題はない。

N-4-2-3 データの集計

データは、①樹種、②立木本数、③直径、④樹高、⑤材積についてとりまとめた。なお、代表的な利用木である Peroba について特にまとめた。

上記の調査結果は、森林本調査の項で、さらに多くのデータによって詳しく分析しているのので、ここでは、層化の基準や標本の大きさ等、本調査方法等決定のために必要な要因である立木本数及び材積についてその結果をまとめたものを示し、その他については簡単に述べる。

(i) 立木本数

各プロットごと、ブロックごと、サブプロットごと、出現本数を集計したのが表 IV-5 である。

表 IV-5 立木本数 (サブプロット別)

サンプルプロット	ブロック \ サブプロット	A	B	C	D	E	合計	プロット合計
SP1	ブロック I	15	24	28	34	29	130	316(+67)
	II	20	2	3	6	6	37*	
	III	26	27	31	40	25	149	
SP2	I	40	44	52	49	48	233	644
	II	35	39	42	44	53	213	
	III	37	28	36	40	57	198	
SP3	I	31	28	36	43	39	177	546
	II	31	42	36	43	30	182	
	III	46	36	38	30	37	187	
SP4	I	33	38	47	28	33	179	545
	II	18	28	40	39	33	158	
	III	48	32	37	44	47	208	
SP5	I	57	66	59	58	63	303	908
	II	56	70	69	53	69	317	
	III	66	54	57	53	58	288	
SP6	I	34	32	50	50	42	208	513
	II	31	22	31	32	25	141	
	III	52	31	28	19	34	164	
(プロットの大きさは 1.5 ha)								
プロット 1 - II - B ~ E は胸高直径 11 ~ 41 cm については本数のみ数えた。								3,472(+67)

(ii) 材 積

材積は、樹木の各部位の直径と樹高を用いスマリアン式で計算した。なお利用可能部位の樹高が5 m以上と以下に分けて計算した。

計算式は、本調査も同様であり、V-3-2-3のとおりである。ただし今回は、樹皮付き材積で計算した。

全樹木について材積を計算し、それを各プロットごとに集計したのが表IV-6である。

表IV-6 材積(サブプロット別)

サンプル プロット	サブプロット		A	B	C	D	E	合 計	プロット合計
	ブロック								
S P 1	ブロック I		17.12	5.99	8.01	9.39	8.08	48.59	*
	II		7.47	1.93	4.10	8.53	9.94	31.97	
	III		13.34	2.61	16.77	17.57	14.50	64.79	
S P 2	I		8.21	12.16	10.61	10.86	15.81	57.65	158.27
	II		9.22	8.29	13.11	11.10	12.82	54.54	
	III		12.23	5.90	11.34	5.43	11.18	46.08	
S P 3	I		8.64	17.06	6.07	9.84	10.67	52.28	172.70
	II		6.91	22.16	12.84	16.33	18.95	77.19	
	III		6.73	9.57	10.97	8.78	7.18	43.23	
S P 4	I		5.92	9.42	6.46	6.05	18.47	46.32	182.73
	II		1.37	7.22	8.11	15.13	18.41	50.24	
	III		22.60	15.09	14.82	13.26	20.40	86.17	
S P 5	I		15.08	9.71	9.43	8.08	11.15	53.45	160.07
	II		14.89	16.25	10.93	6.91	8.39	57.37	
	III		8.50	9.52	8.72	12.23	10.28	49.25	
S P 6	I		10.90	13.72	16.23	17.21	17.49	75.55	139.36
	II		14.92	5.71	16.89	11.34	17.53	66.39	
	III		13.04	10.47	4.65	7.34	11.92	47.42	

* P1-II-B~Eの小径木の材積は含まれていない。(プロットの大きさは1.5 ha)

(iii) その他

出現した樹種は全サンプルプロット内で103種類であった。

平均胸高直径(胸高直径11 cm以上)は、サンプルプロット別に21.1~27.8 cmであった。

平均全樹高(胸高直径11 cm以上)は、サンプルプロット別に11.4~12.2 mであった。同様に胸高直径42 cm以上の平均全樹高は17.9~19.8 mであった。

IV-4-3 工程調査結果

作業工程をとりまとめたものが表IV-7である。

表IV-7 現地作業工程調査結果

No.2

月日 時刻	12月8日 供 5人 伐 5人 樹 5人	12月9日 10人	12月16日 12人	12月17日 6人
00				
7 20	B. C. 突	B. C. 突		
7 40	インディオ部着			インディオ部着
8 00				
8 20				
8 40	AL2-0着	52,500haの区域の西側の調査	Iパーテは、サンブルポイント到達のため到着及び	SP2-0着 SP2-250m地点着 BLOCK I区画設定
9 00				
9 20				
9 40	SP2-0着 BLOCK I, I-1-A の区画設定	レラスコープによる制断のカウンターパートへの指導及び練習	B. C. 地測定	BLOCK I区画終了 BLOCK II制断開始
10 00				
10 20				
10 40				
11 00				
11 20				
11 40				
12 00				
12 20				
12 40				
13 00				
13 20				
13 40				
14 00				
14 20				
14 40				
15 00				
15 20				
15 40				
16 00				
16 20				
16 40				
17 00				
17 20				
17 40				
18 00				
18 20				
18 40				

No.1

月日 時刻	12月4日 10人	12月5日 10人	12月6日 10人	12月7日 10人
00				
7 20				
7 40				
8 00				
8 20				
8 40				
9 00				
9 20				
9 40				
10 00				
10 20				
10 40				
11 00				
11 20				
11 40				
12 00				
12 20				
12 40				
13 00				
13 20				
13 40				
14 00				
14 20				
14 40				
15 00				
15 20				
15 40				
16 00				
16 20				
16 40				
17 00				
17 20				
17 40				
18 00				
18 20				
18 40				

時刻	12月22日		12月27日		12月29日	
	人数	内容	人数	内容	人数	内容
00	6人		5人	5人	10人	(5人) (5人)
7	20	B.C. 出発	P.J.C 出発	P.J.C 出発	P.J.C 出発	
8	40	SP4 250m 地点 BLOCK III 制樹		SP5-0 着 BLOCK I 制樹	AL6-0 着 存庫基線方向測量 伐開始	
9	20	III-A				
10	40	III-B				
11	20	III-C				
12	40	III-D				
13	20	III-E				
14	40	BLOCK III 終了				
15	20					
16	40					
17	20					
18	40					

時刻	12月18日		12月19日		12月21日	
	人数	内容	人数	内容	人数	内容
00	12人		6人	6人	6人	
7	40	A.L.3 300m 地点より伐閉				
8	40	午前中5人は、写真隊長の決定 L.S.方向の算出及びカウンタ ーバートの実習				
9	40	SP3-0 着	SP3-0 着	AL4 600m 地点着 伐閉 200m		
10	40	BLOCK I 制樹	SP3 250m 地点着 SP 基線伐閉	BLOCK III-B 着 制樹 III-B		
11	40	I-A	I-B	III-C		
12	40	I-C	I-D	III-D		
13	40	I-D	I-E	III-E		
14	40	BLOCK I 終了	SP3 500m 地点伐 閉終了	BLOCK III 終了		
15	40	BLOCK II 制樹	A.L.3 800m 地点 北移動 (AL4-0)	SP4 へ移動		
16	40	II-A				
17	40	II-B				
18	40	II-C				
19	40	II-D				
20	40	II-E				
21	40	BLOCK II 終了				
22	40	BLOCK III 制樹				
23	40	III-A				
24	40	III-B				
25	40	III-C				
26	40	III-D				
27	40	III-E				
28	40	BLOCK III 終了				
29	40					
30	40					

N-4-3-1 踏 査

踏査の結果、調査対象地 1,500 千 ha 全域に対して言えることは次の諸点である。

- ① 広大な面積に対して一般自動車道は少なく、奥地に入る道路はほとんどないとい
ってよい。
- ② 一般自動車道から分岐して、農・牧場への私道があるが、その利用が不可能な場合
がある。(ほとんどゲートに施錠してあり、所有者または管理者を訪問せねばなら
ない。)
- ③ 河川には橋梁が少なく、自動車での渡河が可能か否かをよく検討する必要がある。
とくに降雨後の数日間は増水がはなはだしい。
- ④ 天然林の周辺は、農・牧場がほとんどであり、サンプルプロットへの到達のため
の起点の選定が重要なポイントとなる。
- ⑤ B. C. の場所の選定 — B. C. 地として利用できる河川が非常に少ない。

上記のことを調査し、関係者への連絡のための踏査に 1 日必要である。

N-4-3-2 移動・B. C. 設営

P. J. C. から B. C. 地への移動と B. C. 設営に 1 日を要した。

N-4-3-3 サンプル・プロットへ到達のための伐開

6 つの標本への伐開線 (AL1~AL6) の工程は表 IV-8 のとおりであった。

IV-8 伐開工程

ALNO	延 長		人工数	所 要 時 間	1 パーティ 1 時間当り の伐開距離	備 考
1	200 m		10 人	100分	60 m	高木林, 灌木, 下層植生多い
2	300 m		10 人	120分	75 m	高木林, 灌木多い
3	1200m	300m	6 人	240分	63 m	高木林, 河川近く, 灌木下層植生多い
		400m	7 人	240分	71 m	高木林, 灌木多い
		500m	12 人	110分	114 m	高木林
4	800m	600m	6 人	210分	143 m	高木林
		200m	6 人	60分	167 m	高木林
5	400 m		6 人	140分	143 m	高木林, 低木林
6	300 m		10 人	100分	90 m	高木林, 歩道があり, 低灌木多い
平		均			103 m	

各伐開線の 1 パーティ 1 時間当りの伐開距離は、最大 167 m から最小 60 m で、平
均 103 m であった。これは、通過する森林の状況に大きく影響されている。すなわち、
高木林で樹冠がうっ閉している森林においては、灌木・下層植生は貧弱で伐開作業は
容易であるが、一方、過去に自然倒木や人為的疎開を受けた森林は、灌木が多く、つ
る類をはじめ下層植生が極端に繁茂し、伐開にかなりの時間を要するので、本調査に

おける伐開の工程は1パーティ1時間当たりの平均値103mを見込むのが適当と考えられる。

N-4-3-4 サンプルプロットの区画設定

プロットの中心線500mの伐開と50mごとの杭を打つ工程は表IV-9のとおりであった。

IV-9 サンプルプロットの区画設定工程

S P No.	延長	人工数	所要時間	1パーティ 当りの時間	備 考
1	500m	10人	170分	340分	高木林, 灌木, 下層植生多い
2	500m	5人	130分	130分	高木林
3	500m	6人	160分	192分	高木林
4	500m	6人	110分	132分	高木林
5	500m	6人	170分	204分	低木林, 湿地で灌木多い
6	500m	5人	150分	150分	高木林, 低灌木多い
平 均				*162分	*SP1は, 最初のプロットであり, 指導しながらの作業につき除く

1 サンプル・プロットの中心線伐開は, 1パーティ当たり162分を要した。更にこの中心線伐開に加えて, 50mごとの左右の小区画線伐開が必要であり, これに要した時間は, 現地調査資料から1本(20m)約15分であった。延長500mに対しては11本の小区画伐開線が必要であり, 合計165分(15分×11本)となる。結局1サンプル・プロット設定には162分+165分=327分(≒5.5時間)を要した。

N-4-3-5 サンプル・プロットの調査時間

測樹における測定項目は, ①樹種, ②胸高直径, ③5m部位直径, ④利用可能部位直径, ⑤利用可能部位までの高さ, ⑥全樹高, ⑦形質(予備調査においては欠点の種類のみ記帳)とした。この7項目の調査の工程は表IV-10のとおりであった。

表IV-10 測樹工程

S P No.	BLOCK	本数	人工数	所要時間	1パーティ当りの時間(0.05ha)	備考
1	I	130	10人	180分	360分	胸高直径11cm以上のもの ただしI-II(*印)については 40cm以上のものである
	II	* 37	10人	90分	180分	
	III	149	10人	150分	300分	
2	I	233	5人	170分	170分	
	II	213	5人	160分	160分	
	III	198	5人	170分	170分	
3	I	177	6人	170分	170分	
	II	182	6人	150分	150分	
	III	187	6人	190分	190分	
4	I	179	6人	130分	130分	
	II	158	6人	130分	130分	
	III	208	6人	240分	240分	
5	I	303	5人	180分	180分	
	II	317	5人	260分	260分	
	III	288	5人	240分	240分	
6	I	208	5人	180分	180分	** S P 1は調査方法測定方法等 確認しながらの測樹のために 除く
	II	141	5人	130分	130分	
	III	164	5人	150分	150分	
平均 (0.05 ha)					*177分	
(1.0 ha)					354分	

すなわち、1パーティ当たり1プロット(1.0 ha)の測樹に要する時間は354分(約6時間)である。

IV-4-3-6 1 サンプル・プロット調査に要する工程

1 サンプルプロット調査を行うに必要な工程は、各調査工程結果から次のとおりとなる。

① 踏査

踏査には1標本当たり1日を要するが、調査の前に空中写真の判読、現地聴取り等によって情報を把握し、踏査のみを調査の前段として実施すれば、1プロットごとに1日は必要としない。

② 移動・B. C. 設営

P. J. C. からB. C.地への移動、あるいはB. C.からB. C.への移動と、B. C.設営に1日を要する。

③ サンプル・プロットへの到達線伐開

調査地全域にわたって、地形は小波状を呈し、ほぼ平坦であり、かつ林内の歩道は皆無といって良く、林内に空中写真と明確に対比できる明瞭な地形・地物はない。空中写真上で確実に刺針できる林縁から、サンプル・プロットまでは、一定方向への伐開線(AL)を設けることによって初めて可能であり、しかもその距離は約2,000 mは必要と思われる。調査結果から到達線伐開の工程は、1時間に平均103 mであること

とから、2,000 mの伐開には約19.5時間つまり約2.5日必要である。

④ サンプル・プロットの区画決定

サンプル・プロットの大きさは1.0 haで、その形状は20m×500mの形状とすれば、この区画設定には、327分つまり約5.5時間必要である。

⑤ サンプル・プロットの調査(測樹)

7項目の測定を行うには、354分つまり約6時間を必要とする。

以上をまとめると次のとおりである。

表IV-11 サンプル・プロット調査工程

項 目	工程(1パーティ当り)
踏 査	調査の前段としてまとめて実施する
移 動 ・ B. C. 設 営	1.0日
到 達 線 伐 開	2.5日(19.5時間)
プ ロ ッ ト 区 画 設 定	0.7日(5.5時間)
プ ロ ッ ト 調 査 (測 樹)	0.8日(6時間)
天 候 障 害	1.0日
計	6.0日

すなわち1サンプル・プロット調査の工程は、1パーティ(5~6人)で6日間必要となる。

IV-5 本調査方法の検討

IV-5-1 林相区分の適否

林相区分の適否はプロットの落ちた地点の判読区分結果(修正判読後)と、プロット調査結果を比較し検討することとする。最初に判読区分と立木本数を比較し、次に判読区分と材積とを比較する。プロットが落ちた地点の判読区分結果は次の表IV-12のとおりである

表IV-12 サンプル・プロットの林相区分

サ ン プ ル プ ロ ッ ト	林 相
SP1	高 木 中
SP2	高 木 少
SP3	高 木 多
SP4	高 木 多
SP5	低 木
SP6	高 木 中

IV-5-1-1 判読区分と立木本数の比較

プロットに出現した立木本数について、直径階別、クラス別本数をまとめた。

表IV-13と図IV-5である。

ここで樹種クラスとは、パラグアイ国において、利用価値に応じて5クラスに分けられているもので、それは表IV-14のとおりである。

表IV-14 利用価値別樹種クラス

樹種クラス	内 容
A	国内外に価値ある樹種
B	Aよりは量、価格ともにやや劣る樹種
C	今後、国内外市場に増加が見込まれる樹種
D	国内市場に増加が見込まれる樹種
E	市場価格を生じ難い樹種

表IV-13, 図IV-5を見ると直径階別本数分布の傾向が写真判読区分と同様なグループに分かれることがわかる。すなわち、SP3とSP4, SP1とSP6, SP2, SP5の4つのグループに帰納される。

高木多と判読したSP3, SP4は、胸高直径41cmから91cm以上の、どの階も5本程度出現している。そして胸高直径50cm付近を境にして、優良木A+Bクラスと価値の落ちるD+Eクラスと本数比が逆転する。しかしFAOの報告に従い胸高直径42cm以上を大径木とするとその本数はSP3は47本、SP4は51本とSP5の低木林を除いて他の高木林よりは、その本数は少なくなっている。これはSP3, SP4は優良木の径木の割合が高いことを示している。

高木中と判読したSP1, SP6をみると、60cm以上の大径木の数が少なく、60~70cm付近で優良木A+BがC+Dよりいったん多くなって80cmで再び逆転される形となる。また優良木A+Bの小径木が、低木林のSP5を除いて他の高木林より少ない(但しSP1はブロックIIの2~5の小径木の数が加えられていない)ことがわかる。

次に高木少と判読したSP2は、60cmの大径木がほとんどない。しかし40cm~50cm階の本数は多い。

低木と判読したSP5はSP2よりもさらに極端に40cm以下の小径木に本数が固まっており、11~20cm, 21~30cm階ではD+Eクラスの本数が多くA+Bの本数は少ないことがわかる。

以上のことから、写真判読区分と林分構成(直径階別本数分布)には、極めて高い整合性があることが証明された。

N-5-1-2 判読区分と材積の比較

サンプルプロットごとの全材積、胸高直径42cm以上の大径木の材積、大径木中の優良木(A+B)の材積をまとめたのが表IV-15, 図IV-6である。

表IV-13 直径階別, クラス別本数

S P 1

胸高直径cm 樹種クラス	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~	合計
A	7	6	2	4	1	1	3	1	0	25
B	14	7	8	2	3	4	1	0	1	40
C	6	6	1	0	1	0	0	0	0	14
D	45	16	11	9	6	0	0	1	0	88
E	71	24	10	11	4	4	1	1	0	126
欠点木	9	5	5	0	3	0	0	0	1	23
合計	152	64	37	26	18	9	5	3	2	316

S P 2

胸高直径cm 樹種クラス	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~	合計
A	10	6	5	3	0	0	0	0	0	24
B	43	22	2	2	3	1	0	0	2	75
C	28	17	19	19	6	2	0	0	0	91
D	170	62	23	16	4	2	0	0	0	277
E	100	21	10	1	0	0	0	0	0	132
欠点木	19	16	4	6	0	0	0	0	0	45
合計	370	144	63	47	13	5	0	0	2	644

S P 3

胸高直径cm 樹種クラス	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~	合計
A	15	10	6	2	2	0	1	1	0	37
B	65	14	11	7	5	5	3	3	5	118
C	25	11	5	1	1	0	0	0	0	43
D	90	33	14	1	1	0	0	1	0	140
E	130	37	14	6	0	0	0	0	0	187
欠点木	9	4	4	1	1	1	0	1	0	21
合計	334	109	54	18	10	6	4	6	5	546

S P 4

胸高直径cm 樹種クラス	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~	合計
A	5	9	1	1	1	1	0	0	0	18
B	79	19	14	5	8	3	3	2	8	141
C	20	9	2	1	3	2	0	0	0	37
D	75	47	16	8	1	0	0	0	0	147
E	135	27	11	1	3	0	2	0	0	179
欠点木	12	7	3	0	0	0	0	1	0	23
合計	326	118	47	16	16	6	5	3	8	545

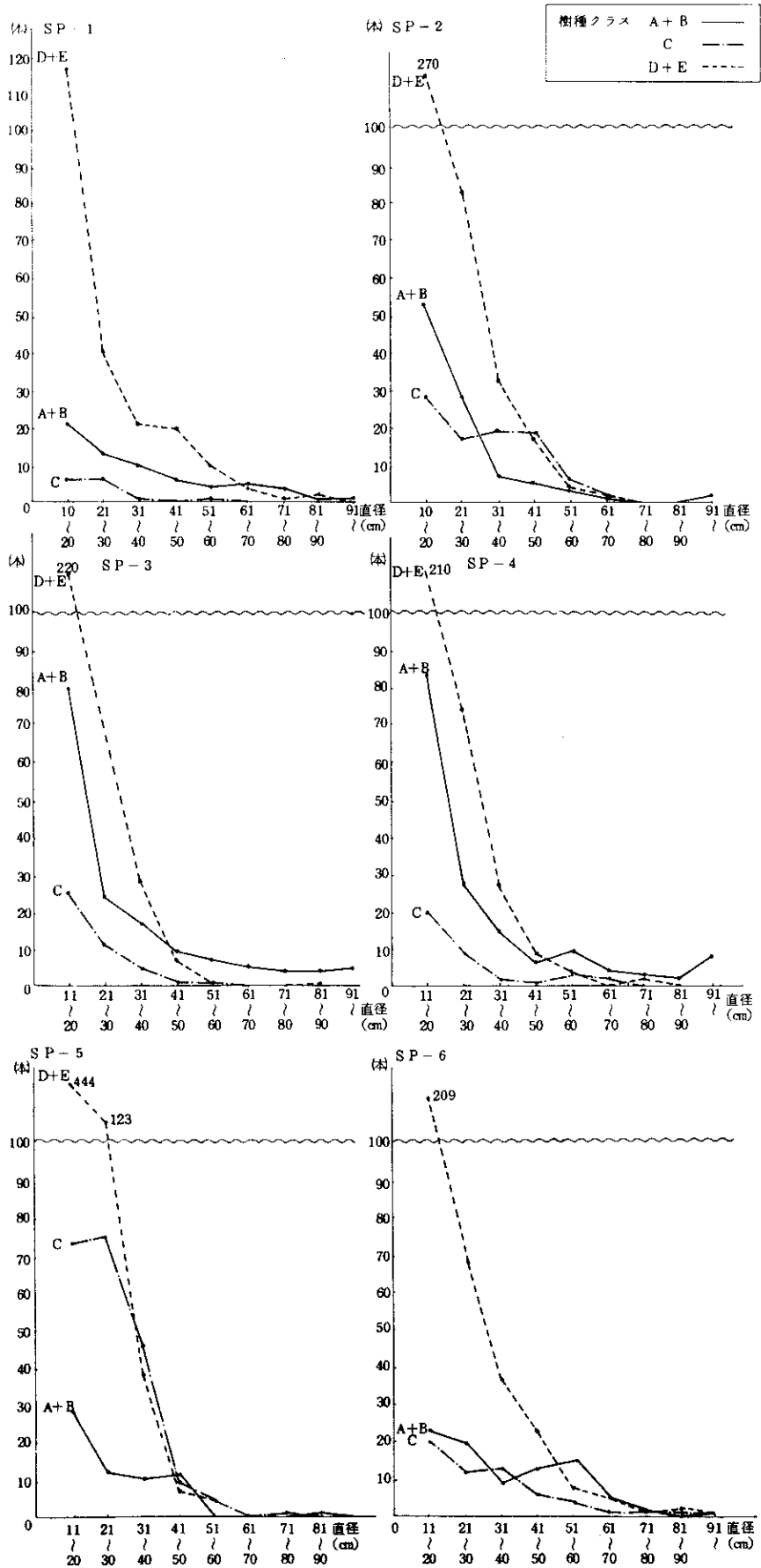
S P 5

胸高直径cm 樹種クラス	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~	合計
A	20	4	2	0	0	0	0	1	0	27
B	8	8	8	11	0	0	0	0	0	35
C	73	75	46	9	4	0	1	0	0	208
D	252	73	18	2	0	0	0	0	0	345
E	192	50	20	5	4	0	0	0	0	271
欠点木	5	7	5	3	2	0	0	0	0	22
合計	550	217	99	30	10	0	1	1	0	908

S P 6

胸高直径cm 樹種クラス	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~	合計
A	9	3	2	2	3	1	1	0	1	22
B	14	17	7	11	12	4	1	0	0	66
C	20	12	13	6	4	1	1	1	1	59
D	77	33	23	16	6	4	1	2	1	163
E	132	35	14	7	2	1	0	0	0	191
欠点木	0	3	2	1	3	3	0	0	0	12
合計	252	103	61*	43	30	14	4	3	3	513

(プロットの大きさは1.5 ha)



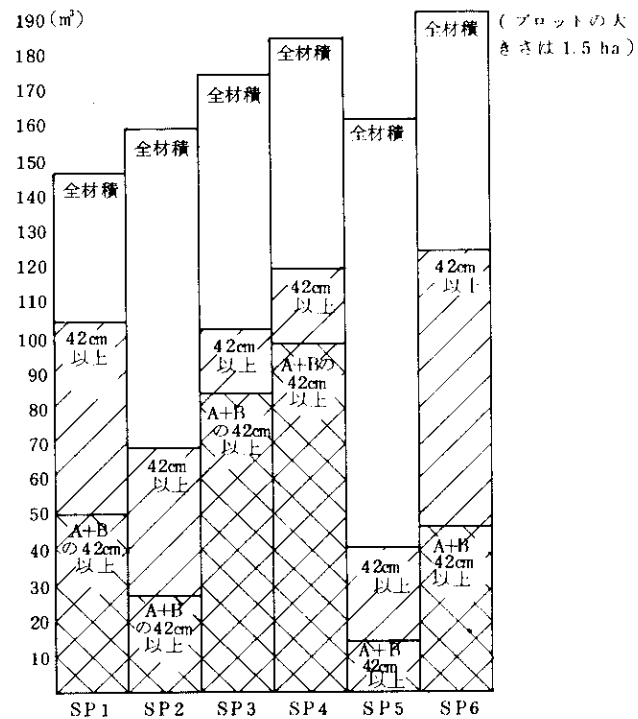
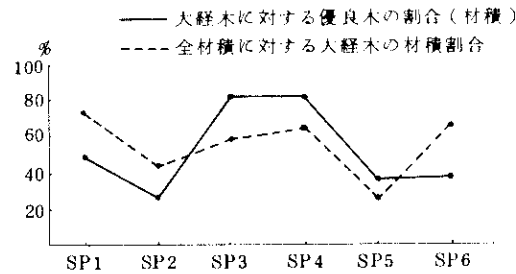
図IV-5 直径階別, クラス別本数

表IV-15 サンプルプロット別材積

—	—	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6
全材積	m ³	145.35	158.27	172.69	182.74	160.06	189.36
全大径木の材積	〃	104.39	68.88	102.60	119.24	40.75	124.52
優良大径木の材積	〃	50.20	17.93	84.59	98.29	14.78	46.80
全大径木/全材積	%	71.8	43.5	59.4	65.3	25.6	65.8
優良木/全大径木	%	48.1	26.0	82.4	82.4	36.3	37.6

(プロットの大きさは1.5ha)

これによれば小径木も含めたサンプルプロットの全材積は145.35 m³ ~ 189.36 m³ / 1.5 haで、ha当りになると96.9 m³ ~ 126.24 m³であり、高木林、低木林の差をなしに、ha当り約100 m³の材積がある。しかし、写真上で判読対象となるのは、上層の樹冠の大きい大径木である。また実際に利用対象となるのは大径木であり、そのうち特に優良木A+Bが利用の対象となる。そこで全材積に対する全大径木の材積割合、全大径木の材積に対する全優良木の材積割合をまとめてみると表IV-15であり、グラフ化すると図IV-6になる。これを見ると高木多、高木中と判読したSP3, SP4, SP1, SP6の大



図IV-6 サンプルプロット別材積

径木の材積は、102.60 m³ ~ 124.58 m³ / 1.5 haに集中し、SP3, SP4よりもSP6の方がやや多い状態になっている。一方大径木中の優良木(A+B)の材積についてみるとSP3, SP4では84.59 m³, 98.29 m³ (/1.5ha), での割合は共に82.4%である。SP1, SP6のA+Bの材積は、50.20 m³, 46.80 m³ (/1.5ha)で、その割合は、48.1%, 37.6%となる。これは、高木大と判読した場所と高木中と判読した場所では、大径木のha当りの材積においては差はないが、優良木の材積において高木大の方が倍近くの差があることである。すなわち、優良木の方が樹冠が大きいと

いうことで、従って樹高と樹冠疎密度を要因として判読した結果が、材積においては、優良木の量と関係があることがわかる。

N-5-1-3 ま と め

以上見てきたように、写真判読区分と樹木の直径階ごとの分布、及び優良材の材積と高い整合性があることがわかる。

以上より本調査においては、今回の判読区分基準に準じ、さらにランドサット解析結果等を比較検討し、より細かり判読区分を検討するのが適当であると結論づけられた。

N-5-2 プロットの形状

今回の調査では予備的検討のために、サンプルプロットとして図IV-3に示した変形の1.5 haをとったが、本調査では作業工程から1.0 haとすることが妥当と考えられる。

ところで1.0 haとするにはブロックIとIIと組み合わせた250 m × 40 mのプロットとブロックIとIIIを組合せた500 m × 20 mのプロットが考えられる。そこでどちらを採用すべきかをF検定の手法で検討してみる。まず各ブロックのサブプロットの各組み合わせで、大径木(胸高直径42 cm以上)の材積の分散を計算した。表IV-16は、サブプロットにおける大径木の材積を集計したものである。そして表IV-17が、各組合せにおける各サブプロット内の大径木の分散値である。表IV-18はこの分散値を各組合せで大きい方を分母として計算した分散比である。

最初にプロットの大きさ1.5 haと1.0 haを比較する。F分布表より危険率5%で自由度(9, 14)に対する値をみると2.65である。表IV-18で、I+II, I+IIIとI+II+IIIの分散比でこの値をこえるものはない。このことはプロットの大きさは、1.5 haでも1.0 haでも差がないことを示しており、プロットの大きさは1.0 haで十分と考えられる。

次に形状であるが、I+II, I+IIIの形状を比較するとF分布表より、危険率5%で自由度(9, 9)の値は3.18である。ここにおいてもI+II, I+IIIの分散比でこの値をこえるものはなく、I+II, I+IIIでも差はないことがわかる。したがってどちらの形状をとっても調査結果に影響がないと推定されるがSP1, SP2, SP4, SP6においてI+IIIがI+IIより分散値が大きいことからI+IIIの形状すなわち500 m × 20 mのプロットを採用することが適当と判断される。

N-5-3 プロットの個数

層化標本抽出法におけるプロットの個数は t (信頼度)を1とした時一般的には、

$$n = \frac{1 \cdot \left(\sum_{h=1}^L W_h \cdot S_h \right)^2}{e^2 \left(\sum_{h=1}^L W_h \cdot \bar{Y}_h \right)^2} \quad \begin{array}{l} n = \text{総プロット数} \\ L = \text{層の数} \end{array}$$

表IV-16 大径木(胸高直径42cm以上)の材積

(単位: m³)

プロット	サブプロット	A	B	C	D	E	合計	プロット合計
	ブロック							
SP1	I	15.01	4.94	4.50	4.87	4.03	33.35	104.38
	II	5.53	1.93	4.10	8.53	9.94	30.03	
	III	9.44	0.00	12.14	8.97	10.45	41.00	
SP2	I	4.09	7.17	3.22	5.24	7.79	27.51	68.88
	II	3.78	3.06	7.09	3.75	4.46	22.14	
	III	5.91	2.60	7.05	0.81	2.86	19.23	
SP3	I	4.47	11.85	0.95	3.33	6.18	26.78	102.59
	II	2.18	16.09	8.11	11.82	15.93	54.13	
	III	2.45	4.89	6.16	6.41	1.77	21.68	
SP4	I	3.58	5.67	0.91	3.13	13.95	27.24	119.24
	II	0.00	3.28	3.83	9.88	13.16	30.15	
	III	15.91	12.26	10.22	7.42	16.04	61.85	
SP5	I	7.77	3.67	0.00	0.49	0.92	12.85	38.93
	II	5.93	5.54	2.14	1.12	0.62	15.35	
	III	0.00	1.93	2.14	4.48	2.18	10.73	
SP6	I	5.88	8.92	9.52	12.84	12.92	50.08	124.57
	II	8.41	2.98	13.39	7.85	13.69	46.32	
	III	8.54	6.48	1.33	5.70	6.12	28.17	

表IV-17 サブプロットの分散値

プロット ブロック	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
I+II	14.550	5.024	26.642	29.850	9.550	13.423
I+III	24.605	8.702	8.686	33.800	3.967	15.763
I+II+III	24.734	7.093	22.678	36.997	7.076	17.046

表IV-18 分散比

プロット ブロック	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
I+II/I+II+III	1.700	1.412	1.175	1.239	1.350	1.270
I+III/I+II+III	1.005	1.227	2.611	1.095	1.784	1.084
I+II/I+III	1.691	1.732	3.067	1.132	2.407	1.174

(分散値の大きい方を分母とした)

W_h = ある層 h の全面積に対する比率

S_h = h 層の ha 当りの材積の標準偏差

\bar{Y}_h = h 層の ha 当りの平均材積

e = ha 当りの許容誤差率

の式で計算される。ここで e は目標とする推定精度であるから、仮に 10 % と決定できるが、各層の分散の状態を示す S_h (標準偏差) は、今回の予備調査結果からは個数が少なく、推定はむずかしい。ただし FAO の調査によれば、高木層を 1 層とし、調査対象地域 6,400 千 ha に対して、総数 126 点 (プロットの大きさは 1 ha) としており、今調査では高木林が 3 区分に層化が可能であるという結論を得たことかな少なくとも、それよりは少なくなるはずである。

一方工程分析からは 1 プロット (1.0 ha) の測定に 6 日かかるという結論から、例えば 4 パーティーで 60 日林内に入るとすれば 40 点調査できることとなる。したがって投入する費用、実施可能な作業パーティー数、林内作業日数等から調査個数を決定し、それに見合った相対誤差率でプロット数を決定するのも判断の 1 つの根拠である。

また調査にかかる経費、日数等から 2 カ年で実施するとすれば、第 1 年で約半分以下の標本の調査を実施し、その結果から全体の標準偏差 S_h を予想して前式の計算により、全体個数を決定することが適当と思われる。

V. 森林本調査

V-1. 本調査の目的及び調査の概要

本調査は、資源量（地域の蓄積）の推定を目的として実施するもので、現地における標本の調査を主体とし、そのために必要な林相の区分・層化、および標本調査の設計（標本の数、大きさ、抽出法等の決定）からなる。ただし対象地が広大なため、現地の調査は2ヶ年をかけることとし、第1年目の1981年度は地域の北部を中心に調査を行い、第2年目は、これを含みつつ南部地域を中心とする調査を行って全体の資源量を推定することとした。また標本調査の設計にあつては、標本数を決定する根拠となる情報（各層ごとの平均値及び標準偏差）が既存情報では得られなかったことから、まず第1年目は暫定的に設計をし、その調査結果を用いて、第2年目に全体調査の設計を行う、という段階的手法をとり入れることとした。

具体的には、1981年度には、その前年に実施したランドサット解析結果及び森林予備調査結果より、写真判読層化基準を決定し、北部地域について層化を行い、標本調査の計画に基づいて現地調査を実施し、各層のha当りの平均材積と標準偏差を推定した。その結果により北部地域だけの資源量を一応推定するとともに、全体地域の資源量推定の資料として1982年度の調査に備えた。

次いで、1982年度は、前年度の調査結果を受けて、その分析結果より調査地域全体1,500千haの資源量推定のための調査設計を行い、それにしたがって南部地域を中心とする現地標本調査を行い、全体調査結果とあわせて、とりまとめ対象地域全域の森林資源量を推定した。

V-2. 調査計画

V-2-1. 林相判読

林相判読とは、図V-1のフローチャートの1～6までの過程である。この工程は、対象地の林相の分布状態を明らかにするとともに、現地調査のプロットの数及び位置等、調査計画全体に重要な影響を与えるものである。

V-2-1-1. 写真判読基準の決定

林相区分にあたっては、まず調査対象とする森林の基準が問題となる。そこで森林とは、最小4ha以上の立木の集団とした。この根拠は、縮尺1/20千の空中写真上で1cm平方で、森林の現況を最も適切かつ円滑に把握するために、判読が可能で、森林の総蓄積の推定という前提の上で、面積的に無視することのできない大きさである。

次に写真判読による林相区分であるが、写真判読基準を決定するにあたり、森林内

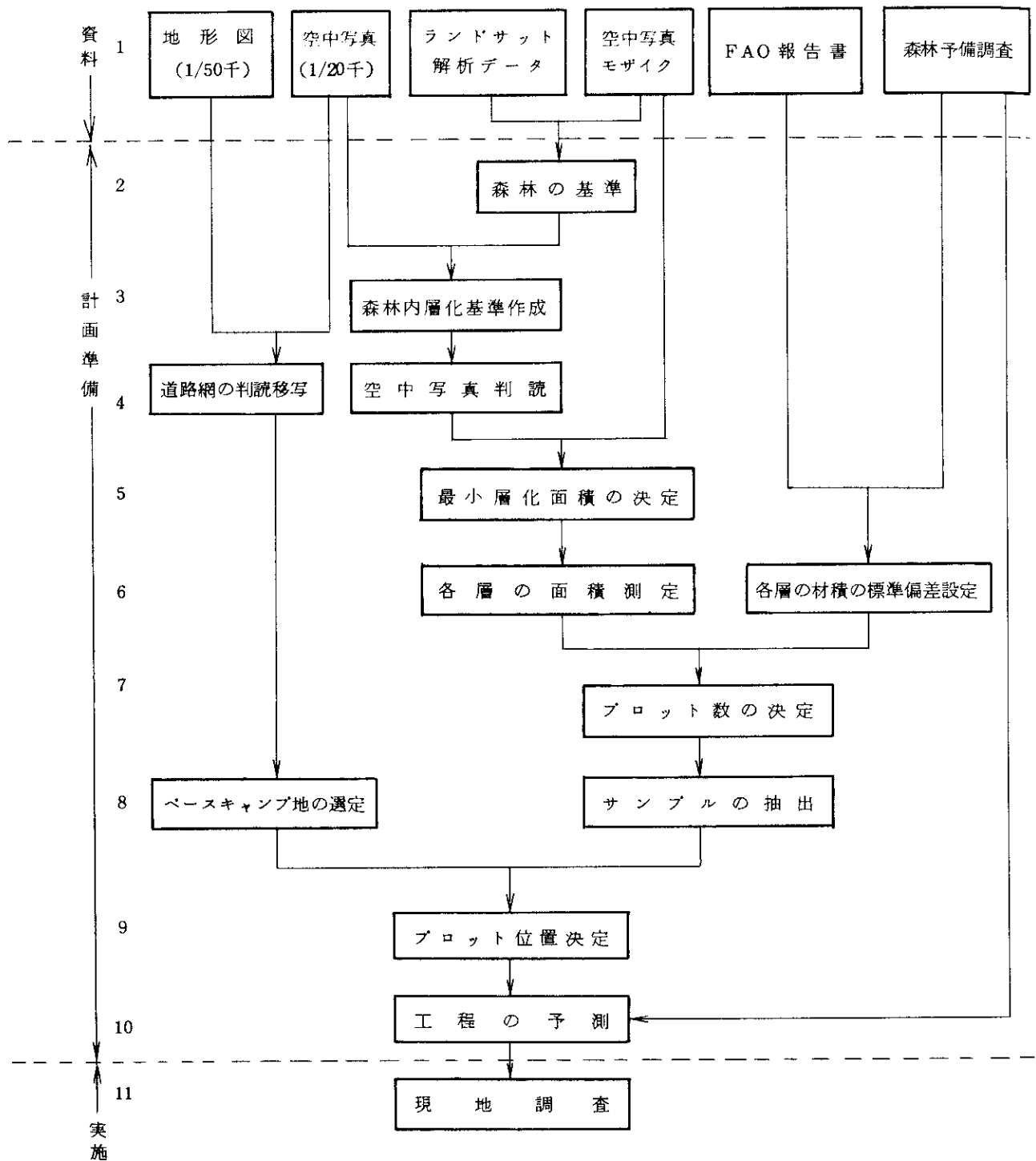


図 V - 1 現地調査計画フローチャート

の層化は写真判読の区分が、そのまま標本調査における層化区分になるものとした。

ここで、層化区分基準決定のために、FAO 調査報告書、ランドサット解析結果および森林予備調査結果を参考とした。

このうちFAOの森林調査では、1/60千の空中写真を用い、高木林、更新高木林、低木林、混生林の4区分に層化をしているが、今回の調査では、新規撮影で1/20千とさらに大縮尺の空中写真を用いるのでより細かい層化区分が可能と予想された。また森林予備調査の結果、高木林では3段階に層化が可能であり、さらにランドサット解析で分類した項目に準じて層化の可能性があることが確かめられた。このため写真判読基準は、ランドサット解析項目をベースとして、これにさらに細かい項目を加えることが適当と判断された。なおランドサット解析項目に準じて層化をすることは、将来ランドサットによる追跡調査が行われるならば、空中写真判読による調査結果と比較対照上便利と思われる。そのランドサットによる解析項目は13項目で、その精度は表V-1の通りであった。

この分類結果を森林と森林以外、さらに高木林、中木林内の亜項目をまとめれば、表V-2のようになる。

ところで、表V-2のランドサットデータ解析では、高木林を3段階にまた密樹冠林を区分することは、現段階では精度上誤差が大きいのを示しているが森林予備調査で、高木林内を3段階に区分して調査した結果、その基準で空中写真の判読層化が可能であることが明らかになった。そこで、高木林の層化は、疎密度によって3段階に区分することとした。空中写真判読でもあまり明確でない密樹冠林については、1年目の調査結果後検討することとした。

表V-1 ランドサット解析項目とその精度

分類項目	高木林			中木林		密樹冠	樹林	混生林	低木林	農牧地	未利用地	草地	天然地	低湿地	伐跡	採地	未判別
	A	B	C	A	B												
高木林 A	35	5	10	20	13	14	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
“ B	11	19	31	17	3	10	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
“ C	5	6	60	22	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
中木林 A	5	1	6	74	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
“ B	4	0	0	1	78	3	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
密樹冠林	9	3	1	20	2	48	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
混生林	3	0	0	0	5	16	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
低木林	0	0	0	0	0	3	2	91	0	4	0	0	0	0	0	0	0
農牧地	0	0	0	0	0	0	0	3	71	13	12	1	0	0	0	0	0
未利用地	0	0	0	0	0	0	0	0	10	64	16	10	0	0	0	0	0
天然草地	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	84	1	0	0	0	0	0
低湿地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	97	0	0	0	0	0
伐採跡地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0

表 V-2 ランドサット解析項目のまとめ

分類項目	高木林	中木林	密樹冠林	混生林	低木林	非森林	
高木林	61	25	9	3	2	0	これらの値は密樹冠林以外は、許容される精度(50%以上)であり、層化の基準として妥当である。
中木林	8	77	8	7	0	0	
密樹冠林	13	22	48	12	5	0	
混生林	3	15	16	65	1	0	
低木林	0	0	3	2	91	0	
非森林	0	0	0	0	0	100	

中木林については、ランドサット解析では2段階に層化が可能であったので、2段階の層化区分とした。

また現在、林内に縦横に作業道が入り乱れ、抜き伐りの進捗が激しいと思われる森林を伐採進行林として加えた。従って、表 V-3 の基準で判読を行うこととした。

表 V-3 森林の判読基準

区分	記号	内容
高木林	A1	上層木の樹高15m以上、樹冠疎密度20%以下
"	A2	" " 21~50%
"	A3	" " 51%以上
混生林	M	上層木で高木と低木が混生している
中木林	M2	A2と同様だが単木の樹冠がA2より小
"	M3	A3 " " A3 "
低木林	B1	上層木の樹高15m以下、小さい樹冠がそろっている
"	B2	" " 樹冠にむらがあり、たまに高木も含まれる
伐採進行林	E	上層木の樹高15m以上だが、伐採道が多く入り近い過去、利用木が伐採された森林

また森林以外の土地利用については農用地(Ag)、湿地(H)、牧場(G)、伐採跡地(C)、市街地(P)の5区分で判読した。()は記号)

V-2-1-2. 写真判読と各層の面積測定(北部地域)

表 V-3 の判読基準で、縮尺1/20千の空中写真を立体判読し、区画はその写真上に1枚おきに描いた。面積測定は、調査対象地域が800千haと広大なためこの段階では、1/20千モザイク写真を接写縮小(1/200千)し、その上に1/20千で判読した結果を描き1点2mmの点格子板で測定した。したがってここでの各層の面積は最終的なものではなく、暫定的なものである。各層の最終面積は現地調査後に修正判読をした後、確定された層化の区画をモザイク写真に記入したものを面積測定のための光学的機械(comos)で測定した後に決定される。北部地域における各層及び非森林の面積は、表 V-4 のとおりである。

なお、現地調査後の写真判読の区画の確定は、現地の確認を経て、必要な箇所については再判読を行い修正補正の後確定される。1981年の北部調査地域については現

地での確認及び現地調査後プロットの含まれる区画の写真映像とデータと比較し、判読の修正、補正を行い確定した。その後残された南部地域700千haについても同様の感覚で判読を行った。さらに1982年度の現地調査後、修正補正を加えた。

表V-4 各層の暫定面積(北部地域)

層	記号	面積 (ha)	調査地内の割合 (%)	森林内の割合 (%)
高木林	A1	28,789	3.7	7.0
〃	A2	118,542	15.2	28.9
〃	A3	14,464	1.9	3.5
混生林	M	68,449	8.8	16.7
中木林	M2	99,712	12.8	24.3
〃	M3	17,972	2.3	4.4
低木林	B1	11,668	1.5	2.8
〃	B2	34,078	4.4	8.3
伐採進行林	E	15,911	2.0	3.9
森林合計	—	409,585	52.4	100.0
非森林合計	—	371,366	47.6	100.0
合計	—	781,319	100.0	—

V-2-2 プロットの数(北部地域)

V-2-2-1 ha当りの平均材積と標準偏差の設定

前述のように1年目に調査を行う標本は、それによって北部地域の資源量を一応推定するとともに、全体調査の資料の一部をなし、かつ全体調査に必要な標本数決定の資料となるものである。したがって、標本数は、その際に必要なパラメーター(各層のha当りの平均材積と標準偏差が推定できる数ということになる。

ここでは、まず予備的にFAO調査報告書と、森林予備調査結果を参考にして次のように設定した。

FAOが行ったパラグアイ国南東部森林調査では、ha当りの平均材積と標準偏差の推定値として表V-5の値を用いている。これは、胸高直径42cm以上の樹木について利用可能樹高までの材積を計測した場合の推定値である。

表V-5 FAO森林調査で用いたha当りの平均材積と標準偏差の推定値

—	平均材積 / ha	標準偏差
高木林	30	30
更新高木林	15	20
混生林	10	15
低木林	2	3

これを今回の層化区分と比較してみると、FAOの森林調査の高木林には、今回調査の高木林と中木林が含まれ、更新高木林には低木林が、低木林には低木林のうちB1が、混生林には混生林が含まれると推定されるので、表V-6のように対応する。

一方、森林予備調査結果でのha当りの平均材積と標準偏差（胸高直径42cm以上、利用可能樹高まで）は表V-7のとおりである。

今回の調査対象地域の森林の開発度は、FAOの実施した南東部の森林よりは低く、全体に高い材積が期待されることと、今回調査における層化をより細分したことによる標準偏差の縮小が期待されることを考慮して、ha当りの平均材積及び標準偏差を表V-8のように仮定した。

表V-6 FAO森林層化区分と今回の森林調査の層化区分の対応

FAOの層化区分	今回の層化区分
高木林	A1, A2, A3, M2, M3
再生高木林	B1, B2
低木林	B1
混生林	M

表V-7 森林予備調査結果のha当りの平均材積と標準偏差

層	プロット数	平均材積(m ³ /ha)	標準偏差
A2	10	68	18
M2	2	26	3

表V-8 ha当りの平均材積と標準偏差の設定（北部地域）

層	A1	A2	A3	M	M2	M3	B1	B2	E
平均材積	30	70	90	15	30	40	2	5	30
標準偏差	25	35	30	10	20	30	2	5	30

V-2-2-2 プロット総数と各層へのプロットの配分

プロット総数の推定と各層への配分は、次式によった。

◎プロット総数

$$n = \frac{t^2 \left(\sum_{h=1}^L W_h \cdot S_h \right)^2}{e^2 \left(\sum_{h=1}^L W_h \cdot \bar{Y}_h \right)^2}$$

◎各層への配分式

$$n_h = \frac{n \cdot W_h \cdot S_h}{\sum_{h=1}^L W_h \cdot S_h}$$

ここで

n : 総プロット数

L : 層の数

W_h : h 層の全面積に対する比率

S_h : h 層の ha 当りの材積の標準偏差

\bar{Y}_h : h 層の ha 当りの平均材積

e : ha 当りの許容誤差率

t : 信頼度係数

そこで、表 V-4 の各層の面積率と表 V-8 の各層の ha 当りの平均材積と標準偏差を用い、FAO に準じて $t = 1$ (信頼度係数)、 $e = 10\%$ (誤差率) を目やすとし、各層最低 2 点は調査するものとして計算すると表 V-9 のようになり、その総数は 32 点となった。

表 V-9 各層のプロット数 (北部地域)

層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	合計
実行予定数	3	10	3	3	5	2	2	2	2	32

V-2-3 北部地域現地調査結果

この調査結果は、全体の調査結果に含まれるものなので、分析は、第 2 年目調査結果と共にすることとする。ここでは、その結果を簡単に述べると共に、全域調査の設計に必要な、層別の材積について分析を加える。

V-2-3-1. プロットの位置

プロット調査は、V-2-2-2 で定められたプロット総数 32 点を各層へ振り分けた通り、すべての点を V-2-4-2 で定める抽出ブロック内で実施した。これらの位置は、全域調査の図 V-5 に示す①～⑳までである。

V-2-3-2. 立木本数

本数分布は、プロット別、層別、樹種クラス別、また樹種別にも集計した。

(i) 調査本数

調査した32プロット(32ha)で、胸高直径10cm以上の立木の総本数は11,000本であった。その内訳は付表V-1に示すとおりである。

(ii) 出現樹種

総本数11,000本のうち、出現した樹種数は、不明木(No identificado)を1樹種とすると合計114種類であった。その樹種名を樹種クラス別に示したのが付表V-2である。なおクラス別出現樹種数は、Aクラス9、Bクラス10、Cクラス20、Dクラス35、Eクラス40種類であった。

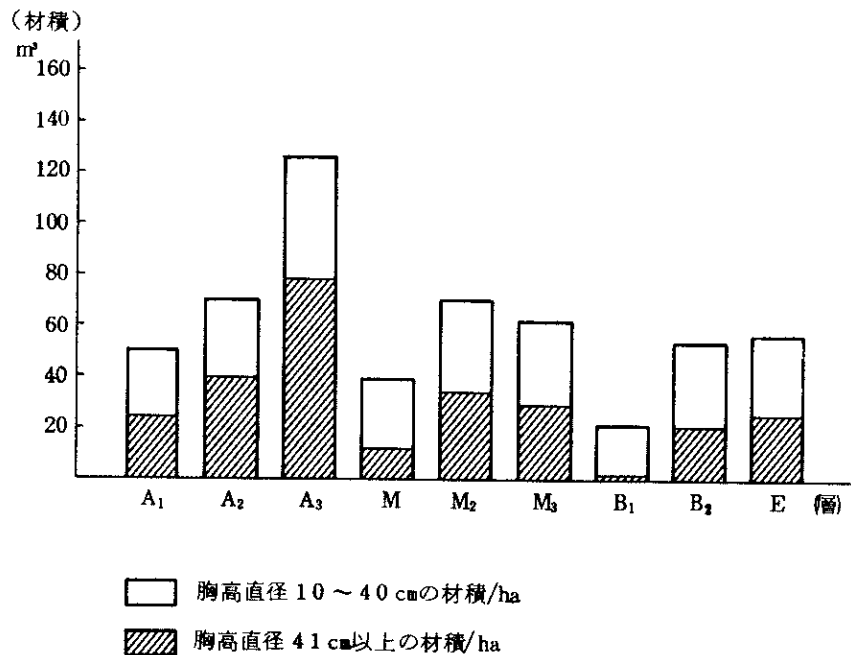
V-2-3-3 層別の材積

層別にha当りの材積を胸高直径10~40cmと41cm以上とにまとめると表V-10のとおりであり、図示すると図V-2のとおりである。

表V-10 層別のha当りの材積(北部地域)

(単位: m³)

層	A1	A2	A3	M	M2	M3	B1	B2	E	平均
胸高直径 10~40 cm	25.75	30.86	48.09	27.09	35.91	32.65	21.50	33.84	32.07	32.23
" 41 cm以上	24.20	39.27	78.04	11.67	33.70	29.26	0.55	20.51	25.32	32.94
合計	49.95	70.13	126.13	38.76	69.61	61.91	22.05	54.35	57.39	65.17
胸高直径41 cm 以上の割合	48.4	56.0	61.9	30.1	48.4	47.3	2.5	37.7	44.1	50.5



図V-2 層別のha当りの材積(北部地域)

この層別材積は、胸高直径10~40cmの材積は、各層とも30 m³前後で変化が少ない。一方、41 cm以上については、表V-3の写真判読基準とよく一致し、疎密度および樹冠直径による材積の変化が明確に表われている。ただし、中木林M2層と低木林B2層においては予想に反し、それぞれ中木林M3層、混生林M層より材積が上回っている。これは単なるサンプリング誤差（偶然誤差）か、写真判読の要因である樹冠疎密度と材積算出の要因である樹幹直径との関係に何らかの相違点があるのか、はっきりしたことは不明である。

V-2-4 プロットの数（全体地域）

全体地域における標本数と各層への配分はV-2-2-2に掲げた式によって行われる。このため、ha当りの平均材積と標準偏差について、北部地域調査の結果と調査前の設定値との比較を示すと表V-11となる。

表V-11 ha当りの平均材積と標準偏差（単位：m³）

層	—	A1	A2	A3	M	M2	M3	B1	B2	E
ha当りの 平均材積	結 果	23	38	77	10	31	28	0	19	22
	調査前設定	30	70	90	15	30	30	2	5	30
標準偏差	結 果	5	15	50	8	9	13	0	13	17
	調査前設定	25	35	30	10	20	30	2	5	30

これによれば、ha当りの平均材積については、B2以外の層においていずれも調査の設定より下回る結果となった。この理由として

- 調査後の結果は樹皮なし材積値を集計したものであり、調査前のものは前年度の予備調査を基にして樹皮を含んで材積が計算されていることによる差
- 空中写真撮影時と現地調査時との間に時間的ずれが約1年あり、その間に予想を上回る抜き伐り等が行われたこと。特にA2層では著しいと思われること等が考えられる。

一方、B2層での違いは

- この層が内容的にはE層に近い構成であったにもかかわらず、その各区画面積が極めて小さいので低木林と判断したことが考えられる。

次に標準偏差であるが、A3、B2層以外は、調査前の設定値より調査結果の値が下回った。これは、参考としたFAOの調査では層数が少なかったのに対し、今回の調査においては、層数そのものが多かったことにより、標準偏差が小さくなったものと考えられる。

以上のことより全体地域に予定されている調査に用いるha当りの平均材積，標準偏差設定で留意すべきことは

1. 高木林 A 2 層は次年度以降さらに開発が進行する可能性がある。
2. 高木林 A 3 層は標準偏差が高く，奥地に多く分布していること。
3. M2, M3 層では，M 3 層の方が大径階に材積が高かったこと。
4. B 2 層はかなり高い ha 当り平均材積が予想されること。

等である。従って，用いるべき ha 当りの平均材積及び標準偏差は北部地域調査結果に近い値とし上記のことを勘案して表 V-12 のように設定するのが適当と判断された。

表 V-12 ha 当りの平均材積と標準偏差の設定（全域地域）

層	A 1	A 2	A 3	M	M2	M3	B 1	B 2	E
推定平均材積 (/ha)	25	45	85	15	30	35	1	20	20
# 標準偏差	15	25	45	10	15	20	1	15	20

次に各層の面積比であるが，これは北部地域において確定された面積に，南部地域の判読段階の面積を加えて算出し，表 V-13 に示した。

ただし，南部の判読区画の面積の確定は，現地調査後行われるため，最終的なものではなく，暫定的なものである。

表 V-13 各層の暫定面積（全域地域）

(単位：ha)

層	北 部	南 部	計	%
A 1	29,799	39,253	69,052	7.18
A 2	124,772	122,625	247,397	25.72
A 3	14,380	6,577	20,957	2.18
M	67,701	51,854	119,555	12.43
M2	104,992	234,897	339,889	35.33
M3	18,510	13,513	32,023	3.33
B 1	12,204	18,576	30,780	3.20
B 2	32,204	41,043	73,247	7.61
E	18,924	10,094	29,018	3.02
計	423,486	538,432	961,918	100.00
非森林	355,514	262,720	618,234	—
計	779,004	801,152	1,580,156	—

V-2-4-1 プロット総数と各層へのプロットの配分

表V-13の面積と表V-12の各層のha当りの材積の平均と標準偏差を用いて次式によりプロット総数を計算する。

$$n(\text{総プロット数}) = \frac{t^2 \left(\sum_{h=1}^L W_h \cdot S_h \right)^2}{e^2 \left(\sum_{h=1}^L W_h \cdot \bar{Y}_h \right)^2}$$

ここで推定の精度を示す t (信頼度係数), e (誤差率) を決定するのにあたり, 北部地域のみ調査では, FAO に準じて 68% の信頼度 ($t=1$) で行ったが, 全体調査においては, より信頼度の高い値で蓄積を推定することが必要と考えられたので, 90% の信頼度 ($t=1.67$) で 10% の誤差率で推定することとした。計算の結果 n は 89 と求められた。

各層へのプロットの配分は, 同様に各層の標準偏差と面積率によって求められる。これにより, 各層への値を計算し少数点以下を切り上げると表V-14となる。

表V-14 各層のプロット数(全域地域)

層	A1	A2	A3	M	M2	M3	B1	B2	E	合計
計算上の標本数	6	33	6	7	28	4	2	6	4	96

これを合計すると 96 点であり, これがプロット総数となる。

なお第 2 年目は, 調査を 2 回に分けて実施したため, 第 1 回目の調査が終了した時点で, 各層の ha 当りの平均材積と標準偏差を推定し, 上記と同様の計算を行い, 標本配分の補正を行った。これにより実際に現地調査を行ったプロットは 95 点であった。

V-2-4-2 プロットの抽出(北部地域)

プロットの抽出には偏りを生じてはいけなないので, 各層ごとに配分されたプロットが, 各層内で均等にサンプリングされるような方法を検討した。

そのために調査対象地 (1,500 千 ha) をいくつか分割し, その分割したものを一つの単位とし, ランダムに抽出することとした。

この分割単位としてモザイク写真の図郭を使うことが最適なものと判断された。それは, モザイク写真 (縮尺 1/20 千) が, 調査地全体を 109 のブロック (以下, この抽出単位をブロックと呼ぶ) に分割しており, さらにモザイク写真は好都合なことに 4 図葉で地形図 (縮尺 1/50 千) の一図葉に一致するようになっている。すなわち経緯度ともに 15' 毎に切られている地形図をさらに経緯度を 2 分割し, 面積は 4 等分されたものである。つまり, ブロックは経緯度 7' 30" で区切られる区画ということになる。使用したモザイク写真は図 II-2 のとおり北西から順に番号をつけた。(地形図との

対応番号は付表Ⅱ－２)

各層についての対象ブロックの抽出は次の順序で行った。

まず、該当層が1,000 ha以上含まれるブロックを抽出対象ブロックとした。次に抽出対象ブロックの中から表V－14で定められた各層に配分されたプロット数を、ランダムに抽出ブロック中から抽出した。

この結果は、表V－15の第1年目調査済の欄のとおりである。

ここで、抽出ブロックの中で該当層が1,000 ha以上含まれるとしたのはプロットの区画が500 m×20mであり、またプロット起点は、次に述べる理由で層界から200 m以上、その層内に入った位置に設置して、調査をするため、一定面積以上をもつ区画が必要なためである。

プロットは、前項で抽出されたブロックの該当層の区画から次の方法で設定した。

- ① 区画が含まれる空中写真上で、見通せる2点以上の明瞭点を指針し、一方の明瞭点から他の明瞭点をコンパス測量し、空中写真の正確な磁北を算出する。
- ② ある明瞭点を伐開起点とし、伐開起点から選ばれた区画の中心に向う方位を決定する。
- ③ その方位によって測量を行い、該当区画に進入してから200 m以上測量伐開した地点をサンプル起点とする。これは林相が漸進的に移行するような場合、部分的に不確実な層化による他相の要素の混入を防ぐためである。

プロットの方法は、伐開起点からの測量方向と同じくした。これは、中心へむけた測量の無作為性を継続しようとするものである。

なお、その大きさと形状は図V－3のとおりである。

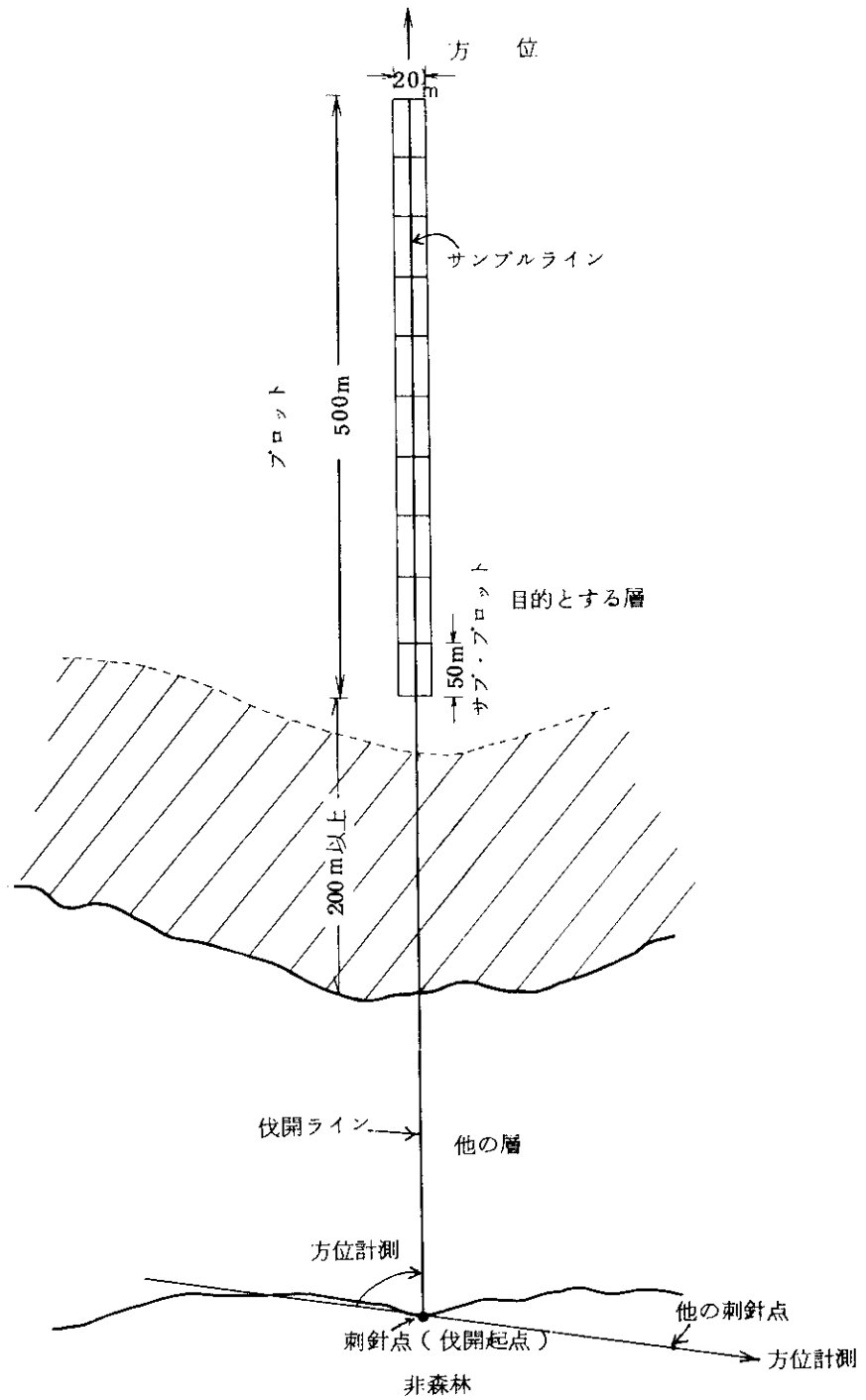


図 V - 3 プロット位置の把握及び
プロットの形状と大きさ

V-2-4-3 プロットの抽出(全域地域)

第2年目の南部地域を中心とする全域調査のためのプロットの抽出は北部地域と同様な方法で行った。しかし、全プロット数に対し、北部地域のみで既に32点のプロットが抽出されているから、全体でランダムにサンプリングされるためには、各層の全数をまず北部地域と南部地域に配分し、南部地域はそのまま、北部地域は既調査分を除いた分とする必要がある。この新規調査分の配分法は、北部の抽出ウエイトを1に固定した時の南部のウエイトを計算することによって求められる。その方法は次のとおりである。

全体で抽出ブロックとして選ばれる数	Nh
既に北部で抽出ブロックとして選ばれている数	nh
北部の抽出対象ブロック数	xh
南部	" yh

とすると、

$$\text{全体であるブロックが抽出される確率は } \frac{Nh}{xh + yh}$$

$$\text{北部のあるブロックが抽出される確率は } \frac{Nh}{xh + yh} - \frac{nh}{xh}$$

したがって、北部を1とした時の南部は次のウエイトをもって抽出される。

$$Wsh = \frac{\frac{Nh}{xh + yh}}{\left(\frac{Nh}{xh + yh} - \frac{nh}{xh}\right)}$$

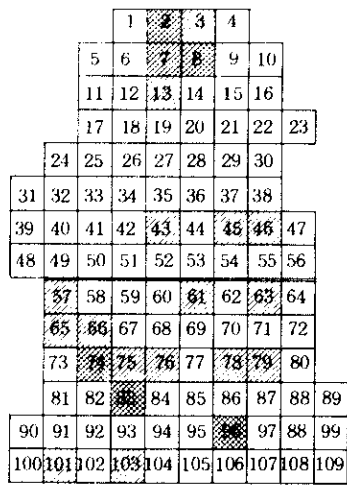
このウエイトを各層ごとに計算し、各層ごとに抽出対象ブロックから、ランダムに抽出した。

その結果は表V-15の第2年目調査の欄のとおりであり、全体の抽出ブロック図は図V-4のとおりである。

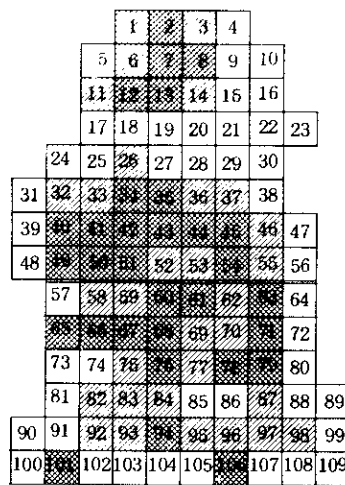
なおプロットの設定は第1年目と同様である。

表 V-15 抽出対象ブロック及び抽出ブロック

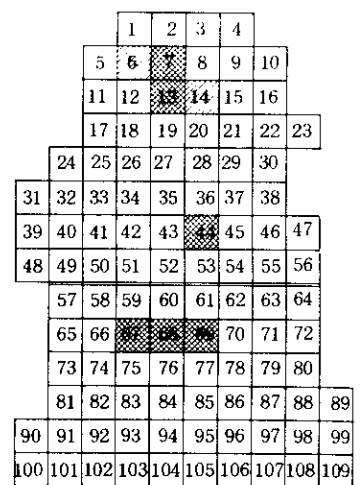
層	抽出対象ブロック			抽出ブロック						
	北 部	計	南 部	計	計	第1年目調査済	計	第2年目調査	計	計
A 1	2, 3, 7, 8, 13, 43, 45, 46	8	57, 61, 63, 65 66, 74, 75, 76, 78 79, 83, 96, 101, 103	14	22	2, 7, 8	3	74, 83, 96	3	6
A 2	1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 12 13, 14, 26, 32, 33, 34 35, 36, 37, 40, 41, 42 43, 44, 45, 46, 49, 50 51, 52, 53, 54, 55	31	58, 59, 60, 61, 62, 63 65, 66, 67, 68, 69, 70 71, 75, 76, 77, 78, 79 82, 83, 84, 87, 92, 93 95, 96, 97, 98, 101, 106	31	62	2, 7, 12, 13 34, 40, 42, 44 45, 50	10	8, 13, 35, 41, 43 49, 51, 54, 60, 61 63, 65, 66, 67, 68 71, 76, 78, 79, 94 101, 106	22	32
A 3	6, 7, 13, 14, 44	5	68, 69, 65	3	8	7, 13, 44	3	67, 68, 69	3	6
M	2, 6, 11, 12, 13, 14, 18, 19 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45 46, 49, 50, 51, 52, 53 54, 55,	37	58, 59, 60, 61, 62 69, 70, 77, 78, 91 93, 94, 96, 97, 102 104, 105, 106, 107 108	20	57	13, 18, 21	3	35, 52, 53, 54 60, 96, 105	7	10
M 2	1, 6, 12, 14, 18, 19, 20 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30 32, 33, 34, 35, 36, 37, 44 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55	29	57, 58, 59, 60, 61, 62 63, 65, 66, 67, 68, 70, 73 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97 98, 101, 102, 103, 104 105, 106, 107, 108	43	72	18, 19, 20, 26, 36	5	21, 27, 32, 52, 53 55, 57, 58, 65, 66 67, 68, 73, 75, 76 81, 85, 88, 102 107, 108	21	26
M 3	12, 18, 25, 26, 51	5	58, 95, 105 106, 107, 108	6	11	25, 26	2	95, 108	2	4
B 1	27, 28, 35	3	60, 67, 78, 81	4	7	27, 28	2	—	0	2
B 2	1, 5, 6, 13, 19, 34 37, 41, 42, 50, 51	11	58, 76, 79, 93 94, 95, 96, 97 105, 106, 107	11	22	5, 34	2	76, 95, 96	3	5
E	7, 27	2	76, 79	2	4	7, 27	2	76, 79	2	4
合計	—	131	—	134	266	—	32	—	63	95



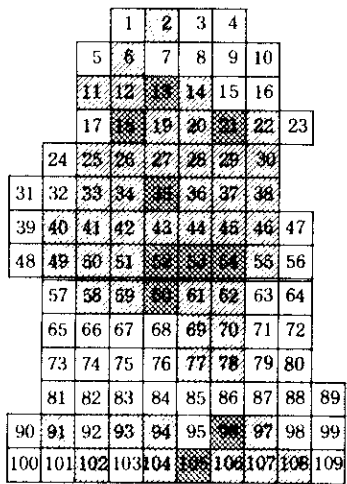
高木林 A 1層



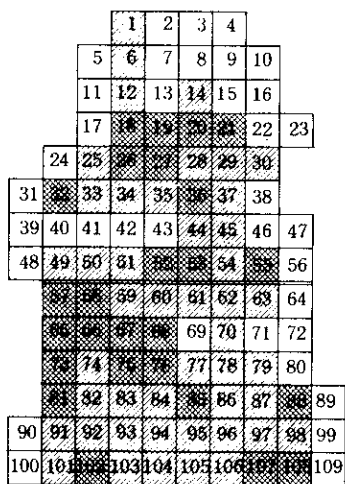
高木林 A 2層



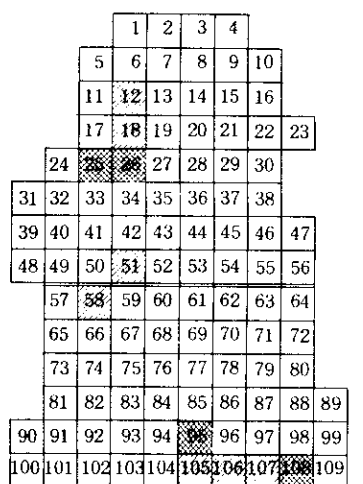
高木林 A 3層



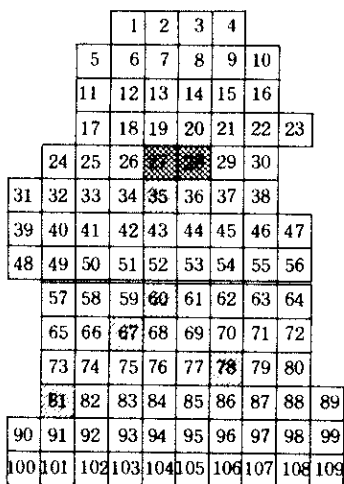
混生林 M層



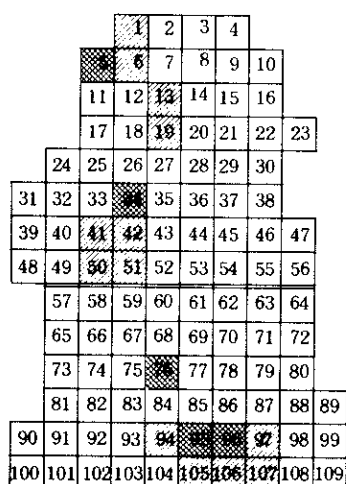
中木林 M 2層



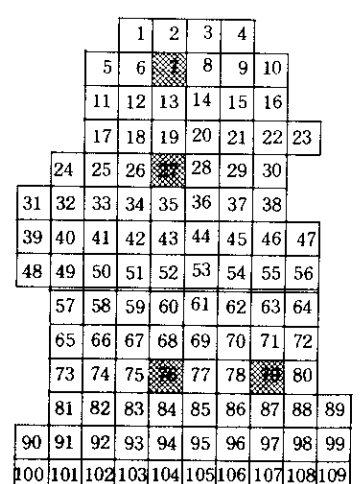
中木林 M 3層



低木林 B 1層



低木林 B 2層



伐採進行林 E層



 該当層を1,000 ha以上含む抽出対象ブロック
 抽出ブロック

図 V-4 抽出対象ブロック及び抽出ブロック

V-3. 現地調査の実施

V-3-1. 現地作業計画

森林予備調査で1プロットを調査するのに作業工程は、5～6人を1チームとして次の順序で次のような時間がかかることが明らかになっている。

〔1〕 アプローチ：最も効率よくプロットに到達できるような伐開起点を探し、測量方位を決めるための2点の明瞭点を刺針すること、及び森林所有者等への連絡等に約1日。

〔2〕 測量伐開：プロットの到達及びプロットの区画設定に約2日。森林の測量伐開は森林の状態や作業員数に左右されるが、1時間に約100m。

〔3〕 測樹：プロット内の測樹作業に約1日。

その他天候状態、ベースキャンプの移動等で1点調査するのに約6日要することが明らかになっている。

ところで、限られた期間内に現地調査を実施するには、能率よく作業を進めなければならない。単純に1チームが〔1〕、〔2〕、〔3〕を連続して進めるとすれば、各段階における作業工程が林相によって異なるので、これを数チームの平行で行うにはかなりロスが大きい。そこで複数のチームを作り、同チームが、〔1〕、〔2〕、〔3〕と一連の作業をすべて連続して消化していくのではなく、分業体制をとることとした。

第1のポイントとして作業の流れを大きく規制するのは、伐開起点の決定である。伐開起点が決定してしまえば測量伐開及び測樹は何らかの障害がない限りほぼ機械的に行える。したがって伐開起点の決定を先行させることにした。こうすることにより予想される障害、例えば写真で利用可能と判読した道路の通行不可、所有者の許可が得られないこと、決定されたプロットの森林の焼却による消失、渡河不可等が明らかになり、アプローチルートの変更等、対策が立てられる。こうして伐開起点が決まったプロットが、ある程度ストックされた時点で測量伐開班を投入し、プロットの伐開区画が終了した後、測樹班を投入する方法で作業を進めることとした。

以上の分業体制で、全プロット調査終了までの工程、日程等の計画を立てた。

V-3-2. 現地調査の実施

プロットへのアプローチは予想通り数々の困難があった。農用地、牧場への転換のために調査対象林分が焼却されていたり、関門の施錠や悪路で車輛が通行不可能であったり、また車輛自体の故障等があった。

しかし、森林作業に熟練している作業員を雇用したことや、パラグアイ国林野庁のカウンターパート達の日本側への熱心な協力と作業員への適切な指示が非常にうまくいったこと、及び好天に恵まれたことが幸いして計画どおり作業を終了することができた。

V-3-2-1. 作業方法

現地作業計画の項で述べたように作業は、分業体制をとり、次の班に分けた。

1. アプローチ班
2. 測量伐開班
3. 測樹班

各班の構成は以下の通りである。

1. アプローチ班

アプローチ班の編成は、日本人1名、カウンターパート1～2名、作業員1名、運転手1名（運転手が作業員をかねる場合もある）の、3～5名の編成である。この班は、パラグアイ国カウンターパートの空中写真の肉眼立体視及び明瞭点の刺針の訓練をかねた。

2. 測量伐開班

測量伐開班は、コンパス測量1名、ボール作業2～3名、測距作業2～3名、伐開作業4～5名で、総計約10名とし、この中に日本人1名、カウンターパートが1名以上含まれ、運転手もかねる編成とした。

3. 測樹班

測樹班では野帳記入、樹高測定、直径測定の大部分がカウンターパートそれに樹種名に詳しい作業員が、低木、ツル、ツタ伐りの作業をかねて2～3名に、日本人1名で総計6～7名の編成とした。

以上のような編成になるが、時によりアプローチ班が2班、測量伐開班が2班というふうに状況に応じて能率よく作業が出来るよう、臨機応変の班編成とした。

V-3-2-2. プロット内立木調査の方法

胸高直径（高さ1.3 m）が10 cm以上の全立木について、次の項目を測定した。

1. 樹種
2. 胸高直径
3. 5 m部位直径
4. 利用可能高部位直径
5. 利用可能部位までの高さ
6. 全樹高
7. 形質

なお、胸高直径測定位置は、付図V-1、また野帳の形式は付図V-2の通りである。

樹種の同定はカウンターパートが主として行い、作業員で植物名に詳しいものがそれを補佐した。樹種名は地方名で記入し不明なものは、No. identificadoとした。胸

胸高直径は1.3 mの高さを，直径巻尺で1 cm単位に測定した。5 m部位直径は5 mの測桿を用い，その部位をペンタプリズム（Pentaprism，USA製，各部位の直径の測樹器具）を用いて測定した。利用可能部位までの高さ及び全樹高は，測桿との比較目測で測定した。形質については，測樹木が材として使用されうるかどうかという点から判断し，健全木か欠点木であるかを観察した。欠点木については，さらに表V-16のような欠点項目を野帳に記入した。

表V-16 欠点項目一覧表

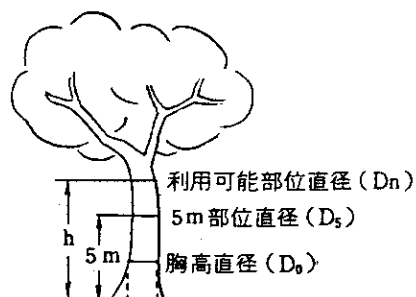
番号	欠点項目	意味
1	Curvado	曲がっている
2	Descorchado	樹皮がはがれている
3	Hueco	空洞になっている
4	Inclinado	傾いている
5	Podrido	腐っている
6	Roto	割れている
7	Seco	枯れている
8	Semi Seco	半枯れている
9	Sin copa	樹冠がない
10	Sin gajo	枝がない
11	Sin hoja	葉がない
12	Caido	衰えている
13	Volteado	ひっくりかえっている

V-3-2-3. 標本内立木調査の集計方法

(i) 単木材積の集計方法

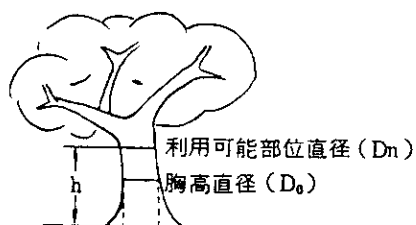
材積の集計上，特に問題となるのは利用できる量であるため，単木の材積は測定した樹木の各部位の直径と利用可能樹高を用いて計算した。計算式は，スマリアン式によっている。また利用可能部位の樹高が5 m以上と以下に分けて計算した。計算式は次のとおりである。

利用可能部位の樹高が5 m以上の場合



$$V = \frac{5 \cdot (g_0 + g_5) + (g_5 + g_n) \cdot (h - 5)}{2}$$

利用可能部位の樹高が 5 m 以下の場合



$$V = \frac{(g_0 + g_n) \cdot h}{2}$$

ここで

h = 利用可能樹高

$g_n = \frac{\pi}{4} d_n^2$ = 利用可能部位断面積

$g_5 = \frac{\pi}{4} d_5^2$ = 5 m 部位断面積

$g_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2$ = 胸高直径断面積

d_n = 利用可能部位直径

d_0 = 胸高直径

材積で利用できる量となると、さらに樹皮量を除いた材積が必要となる。材積は、樹皮付き材積と樹皮なし材積と両方算出したが、次に樹皮厚の算出について述べる。

(ii) 樹皮厚の算出方法

樹皮厚の算出は FAO の調査報告書に基づいた。それによると、個々の樹種について樹皮厚を算出する式を作成してあるが、樹皮厚が同じような樹種を 4 つのグループに分け、グループ毎に樹皮厚を算出する式を用いている。ただし、今回の調査では Peroba は、当調査地の最重要樹種であるため、Peroba については Peroba のための式を用いた。

その式は下記のとおりである。

$$\text{Peroba} \quad : \quad y = 0.0586 x + 0.0221$$

$$\text{グループ I} \quad : \quad y = 0.0236 x + 0.0093$$

$$\text{II} \quad : \quad y = 0.0632 x + 0.0023$$

$$\text{III} \quad : \quad y = 0.0768 x + 0.0013$$

$$\text{IV} \quad : \quad y = 0.0824 x + 0.0030 \quad (y : \text{樹皮厚}, x : \text{直径})$$

上記により各部位の樹皮なし直径を算出し、材積を算出した。

なお、樹種についてはそれぞれ付表 V-2 に示すようにコード番号を付したので、各グループに属する樹種を次にコード番号で示す。

Peroba : 26

グループ I : 8, 19, 25, 36, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 52, 55, 56, 57, 60
79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 92, 98, 101, 103, 104, 110, 112

116, 117, 122, 129, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 164, 165
172, 180, 182, 186

グループ II : 2, 3, 5, 6, 9, 17, 18, 21, 23, 27, 37, 38, 46, 48, 51, 53, 54, 61, 62
76, 77, 78, 80, 84, 90, 95, 96, 97, 106, 107, 108, 109, 113, 114
118, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 127, 129, 146, 148, 149, 150
151, 159, 160, 163, 166, 167, 168, 173, 174, 179, 183, 184, 187
188, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203
204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215

グループ III : 20, 79, 83, 100, 105, 153

グループ IV : 1, 7, 10, 22, 91, 185, 190

(iii) プロットごとの材積の集計

プロットごとの集計は、単木ごとに算出した材積を加えることにより集計した。
それぞれのプロットにつき、10 cm 直径階別、クラス別、また樹重別に集計した。
また、層別の材積の集計はプロットごとの材積を層別に集計した。
これらは、付表 V-1 ~ V-14 に示したとおりである。

V-4 現地調査結果

全体地域の資源量推定のための標本は、V-2-4で述べたように全体で95点が各層に配分され調査されている。

これにより各層のha当りの材積並びに全体の蓄積等が明らかにされるが、それに先立ち標本データの分析によって当地域の林相の状態を明らかにしたい。

ここでは、始めにプロットの概況を述べ、続いて各プロットの因子をまとめた現地調査結果一覧表を載せる。続いて立木本数、材積の順で、プロットごと、層ごとに分析を行う。

V-4-1 プロットの位置

調査を行ったプロット95点の位置は図V-5に示すとおりであり、各層への配分は表V-17のとおり95である。

プロット番号には、調査準備段階でつけた番号と調査終了後、プロットの位置の緯度に準拠して北からつけ直した整理プロット番号があるが、図の番号は、整理プロット番号である。以後、プロット番号とは整理プロット番号を指す。

表V-17 プロットの配分

層	記号	プロット数	プロット番号
高木林	A1	6	2, 5, 8, 70, 80, 88
"	A2	32	1, 7, 9, 11, 24, 27, 28, 29, 30, 31 33, 34, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 53, 55, 56 58, 60, 63, 64, 68, 72, 76, 77, 83, 89, 92
"	A3	6	4, 10, 32, 62, 65, 67,
混生林	M	10	12, 13, 17, 38, 44, 47, 49, 54, 86, 91
中木林	M2	26	14, 15, 16, 20, 26, 35, 36, 37, 45, 46, 50 51, 52, 57, 59, 61, 66, 69, 71, 73, 79, 81 82, 90, 93, 95
"	M3	4	18, 19, 85, 94
低木林	B1	2	21, 23,
"	B2	5	3, 25, 74, 84, 87
伐採進行林	E	4	6, 22, 75, 78
合計	—	95	—

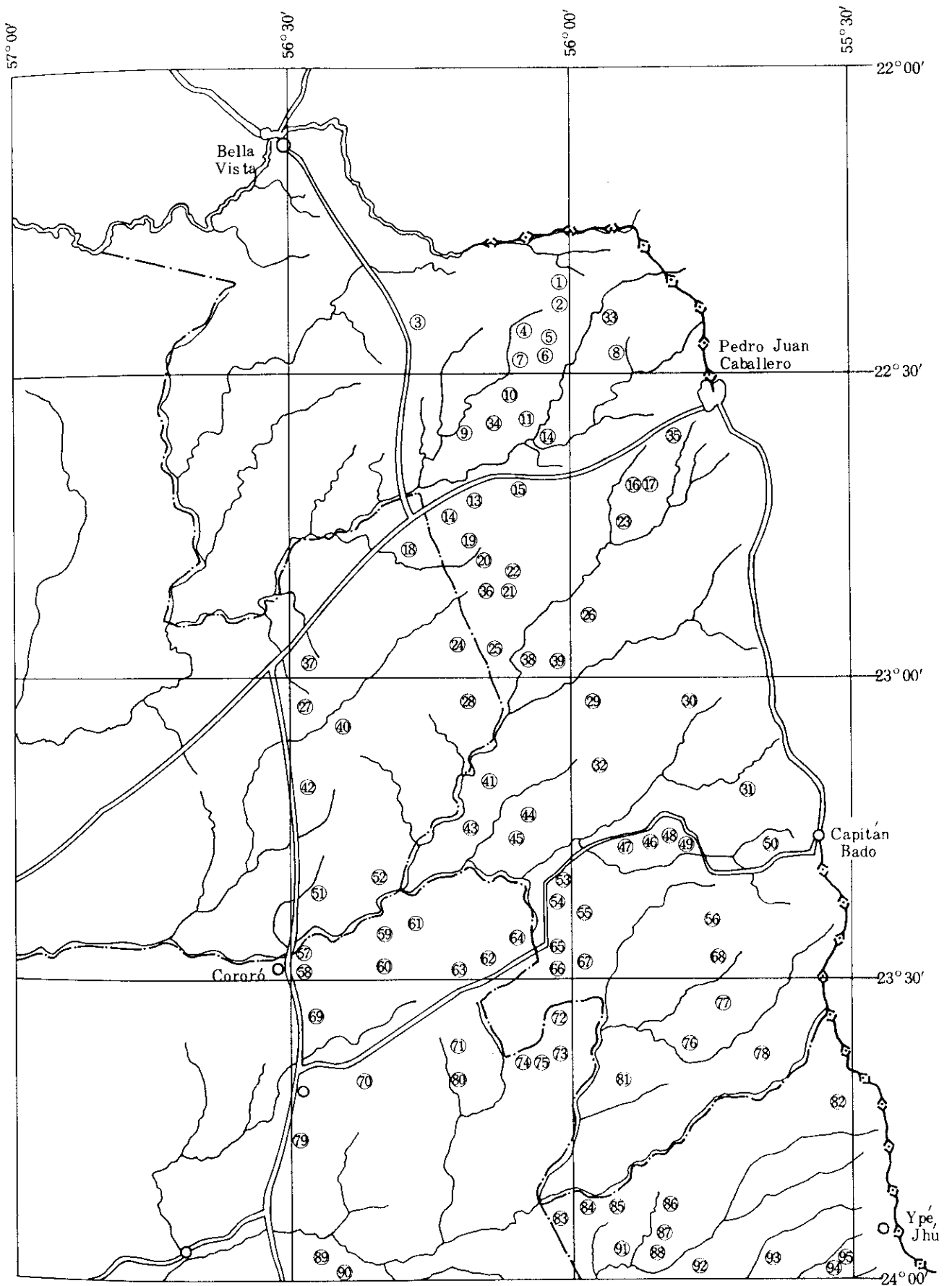


図 V-5 プロット位置図

V-4-2 プロットの概況

V-4-2-1 対象林全体の概況

林内での観察と写真判読区分による層化基準，すなわち高木，中木，低木の区分及び樹冠疎密度での区分とが大きく異なっている所はなく，写真判読はほぼ正確に行われていた。

データ分析は後述するが，調査対象森林全体に総じていえることは，林況の項でも述べたとおり，どの林分でも非常に激しく伐採（優良木，大径木の抜き伐り）が行われていることである。

例えば，調査プロット内の森林で，伐根やかたて搬出のためにつけられた作業道がみられなかったのは，一部のプロットのみであり，ほとんどのプロットで抜き伐りの跡が認められた。ちなみに，A3層は高木林の中でも最も疎密度が高く，また，B1層は低木林で利用木のないところであるが，A3層にあっても，既に抜き伐りの跡が認められた場所もあり，またB1層では，インディオが伐り開いている場所が多く認められた。

かつては広大な原生林が広がっていたと思われるが，現在は分断されつつあり，また，森林が残っていても原生林と呼ぶにふさわしい森林は，極めて少なくなっているといっても過言ではない。

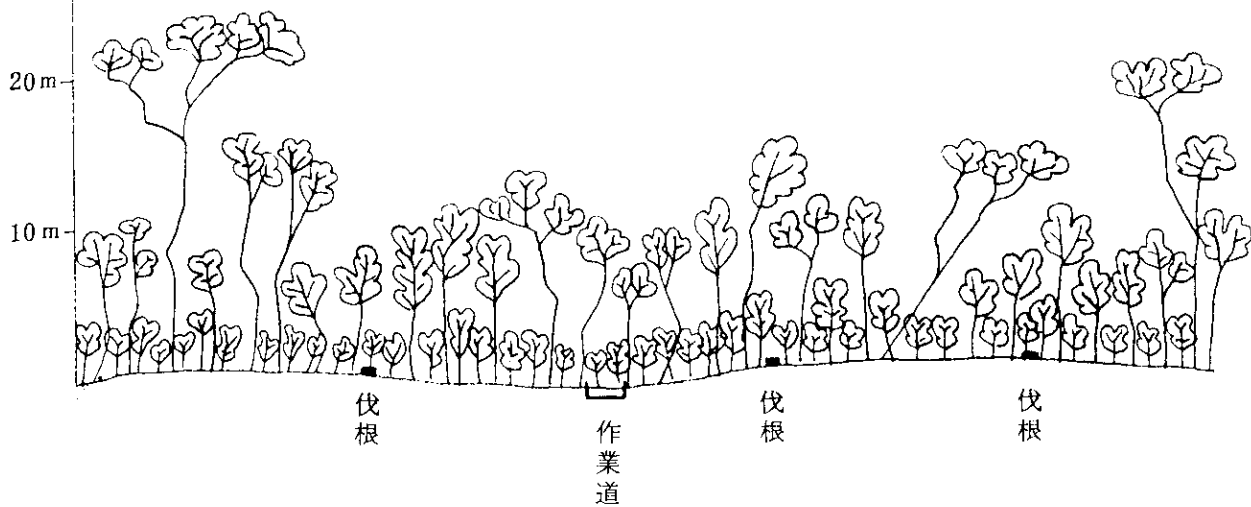
V-4-2-2 各層の概況

調査時にプロット内で林相断面の簡単なスケッチを描いたので，それを基に各層の概略を模式的に描くと図V-6のようになる。

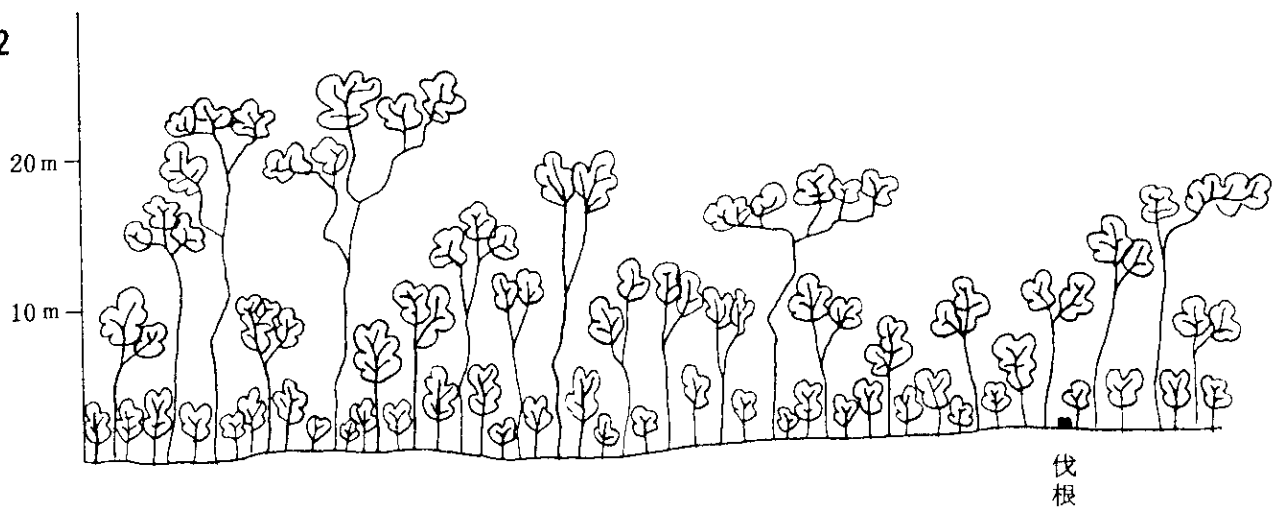
次に林層別の概況を以下の項に追って述べる。

- a. 写真判読との相異
- b. 抜き伐りの跡
- c. 低木，ツル，ツタの繁茂状態
- d. その他

A1



A2



A3

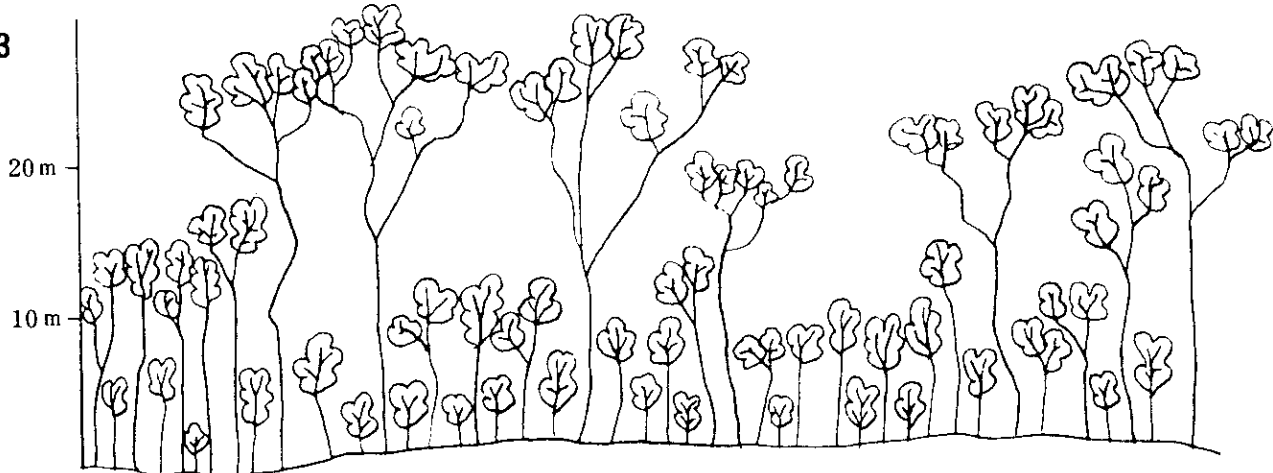
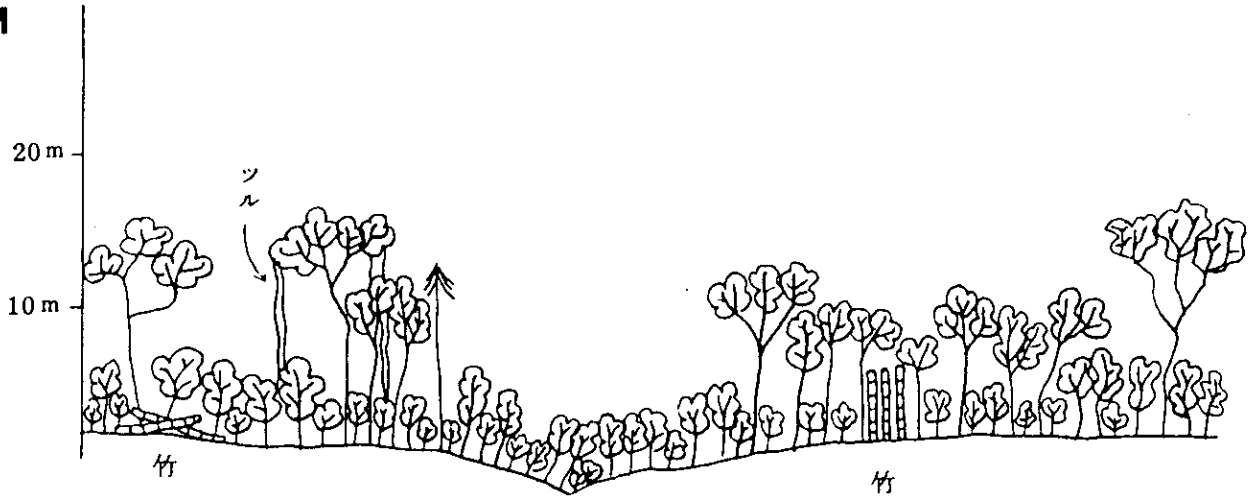
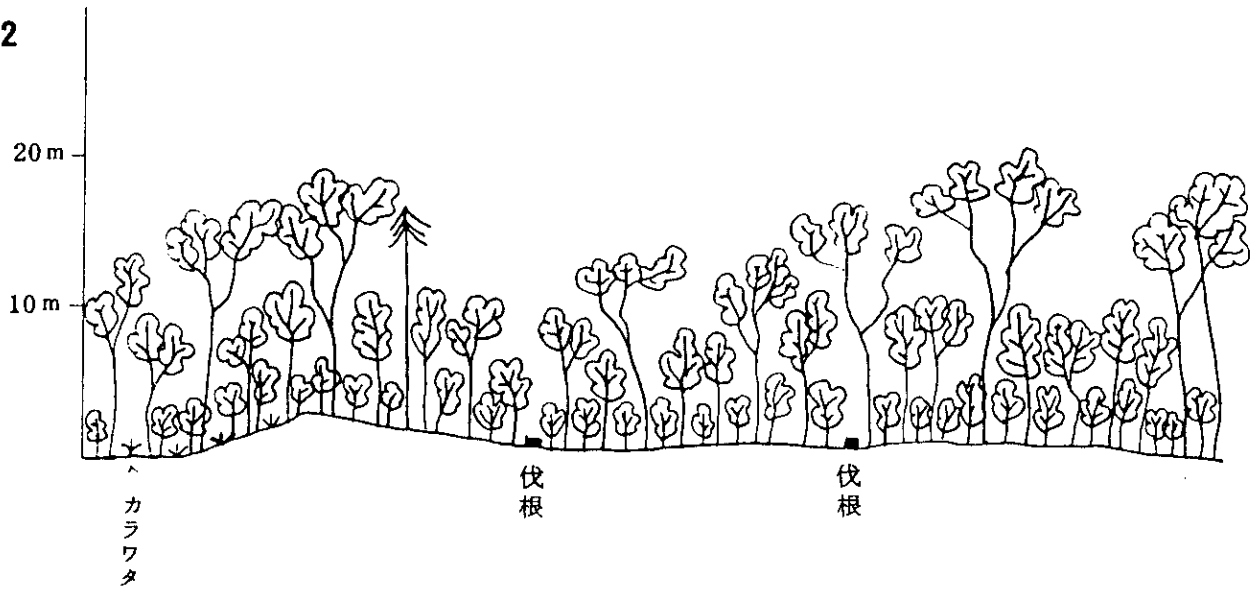


図 V - 6 層別の林相断面模式図(1)

M



M2



M3

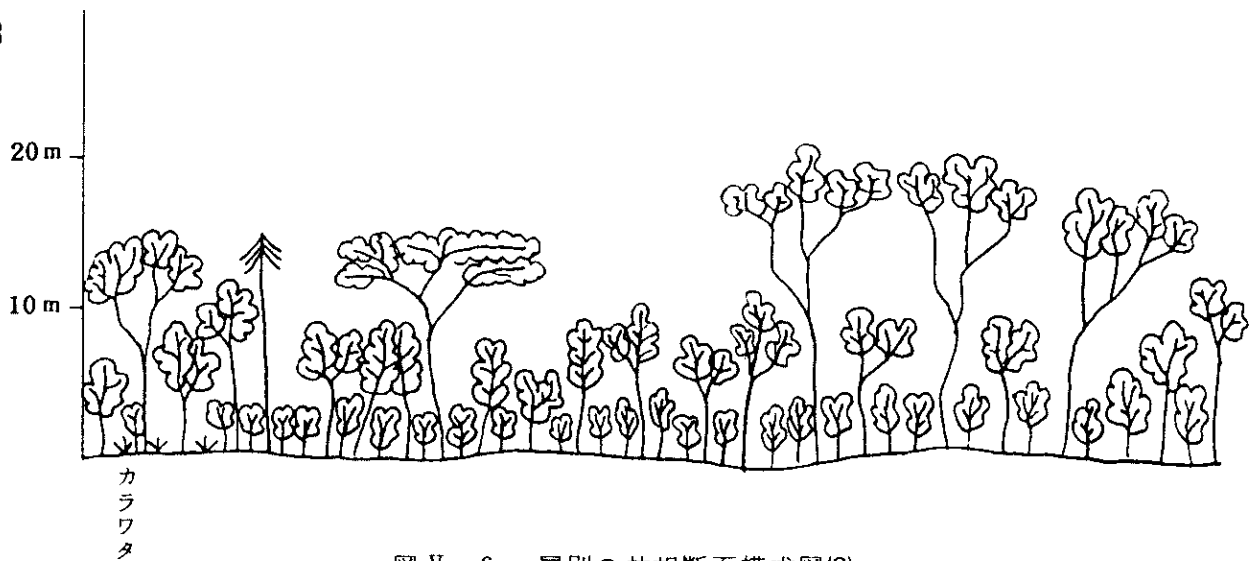
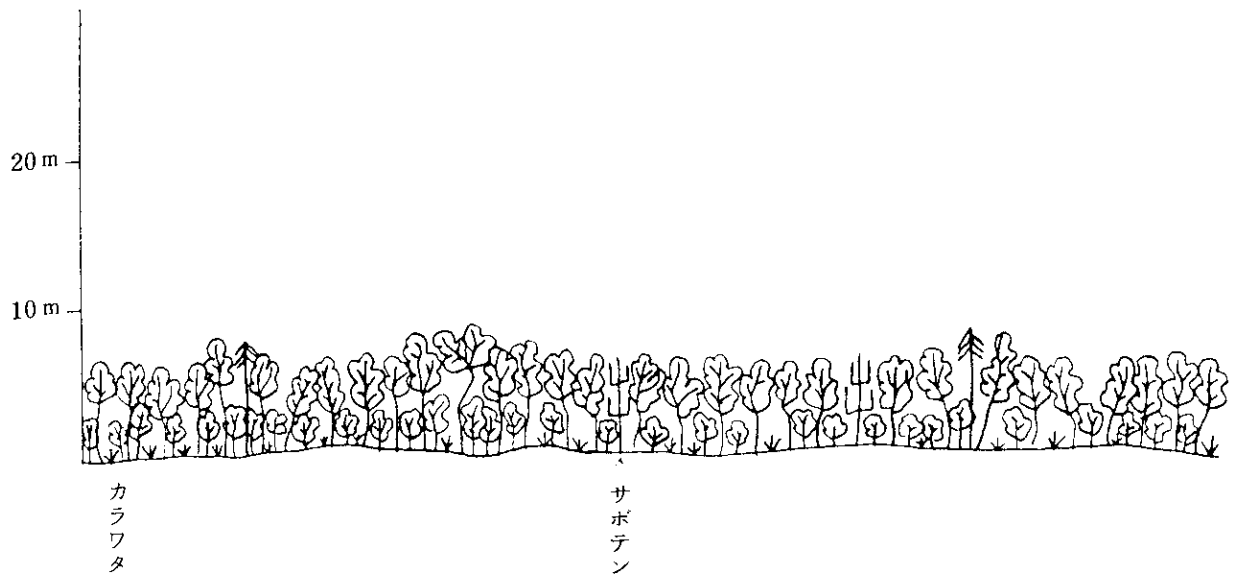
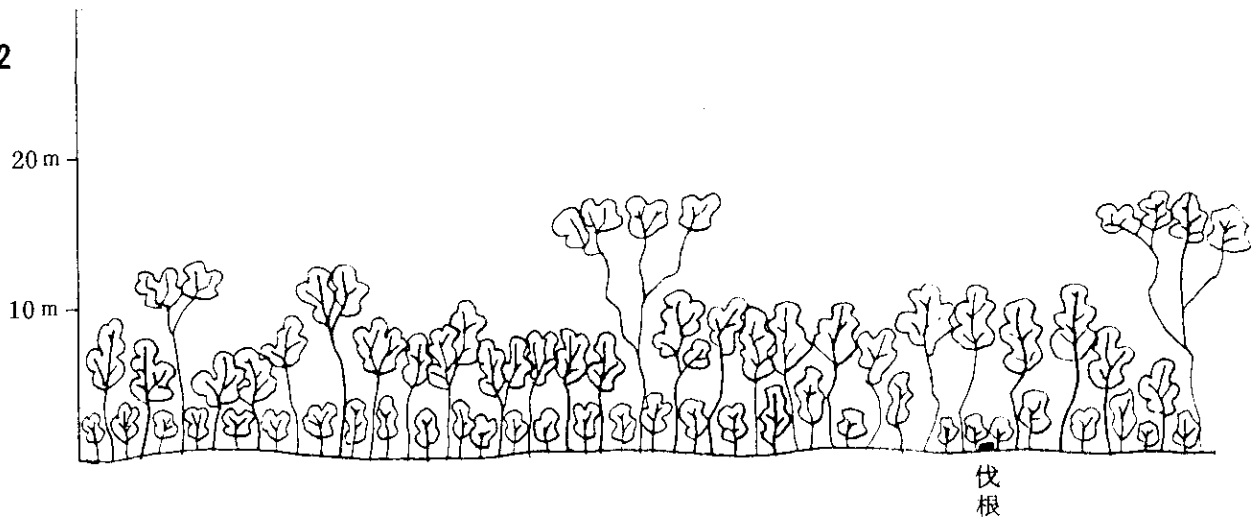


図 V-6 層別の林相断面模式図(2)

B1



B2



E

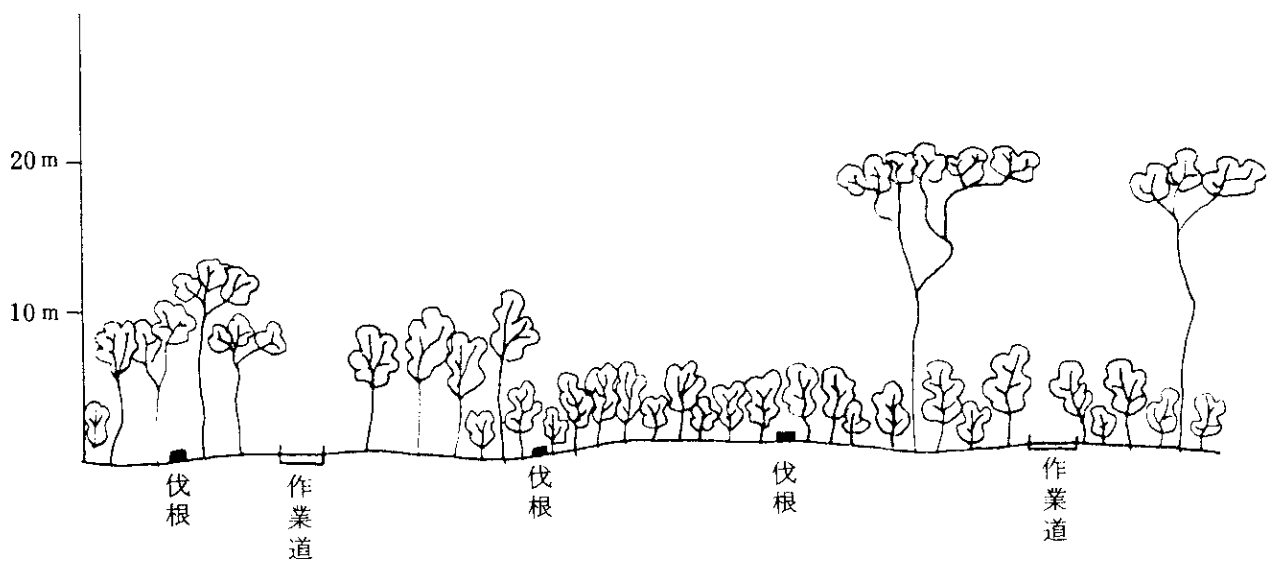


図 V-6 層別の林相断面模式図(3)

A 1 層

- a. 写真判読で上層木 15 m 以上、樹冠疎密度 20 % 以下と判読した層であるが、ほぼそのように観察された。
- b. どのプロットでも相当な抜き伐りの跡が観察された。伐根やかつての作業道の跡がみられた。
- c. どのプロットでも 2～3 m 程の低木が相当に繁茂し、ツル・ツタ類は多い。特に、かつての作業道の跡に密生している。これらの低木類は、人が入らなくなって 2～3 年もすれば相当に繁茂するとのことである。
- d. この層は、次の A 2 層の抜き伐りのあとの層のように観察され、むしろ E 層に近い林相である。

A 2 層

- a. 上層樹高 15 m 以上、樹冠疎密度 21～50 % と判読した層である。ほぼそのようであり、A 1 層と比較してやはり上層木の立木密度は高いように観察された。
- b. A 1 層と同様、すべてのプロット又はプロットの周辺で抜き伐りの跡が観察された。
- c. 低木類の繁茂状態は A 1 層と同様、非常に多い。
- d. この層は、最も多くのプロットを調査した。この層の面積が大きいと、材積の分散が大きいと予想されたためである。この層は第 1 年目の北部地域のみ調査では、面積は M 2 よりやや多かったものの、南部地域では、M 2 層の約半分である。しかし A 2 層は、北部、南部ともに同様な面積を有している。つまり、相対的に北部地域の方が樹冠が大きい樹木が多く分布しているといえよう。

A 3 層

- a. 上層木 15 m 以上、樹冠疎密度 51 % 以上と判読した層である。ほぼこのようであるが、樹冠疎密度を 51 % 以上としたので、やや ha 当りの材積の分散が大きいように観察された。また、樹冠疎密度は写真上での映像で、胸高直径に対して樹冠の大きい樹種もあった。このような傾向は M 3 層でも見られる。
- b. この層内は、樹冠疎密度 51 % 以上であり、最も高材積が期待できる層である。したがって、判読段階では原生林と予想した。確かにそのような場所もあったが、多くは既に伐採道が延びており、抜き伐りされている場所も多く、原生林と呼ぶにふさわしくないものであった。
- c. 低木類の繁茂は、A 1、A 2 層と比較すれば、やや少ないようである。しかし、これもプロットによりやや差があり、Peroba が優勢林となっているようなプロット、例えば P 32 のような場所では、上層樹冠が発達しているため、ツル、ツタ等が少なく、林内歩行は容易である。

- d. この層での優勢木は、Peroba である。しかし Chancha ana, Kupay, Chiparupá 等も上層樹冠形成するようである。

M 層

- a. この層は、上層木の樹高が 15 m 以上（高木）とそれ以下（低木）の混生している層と判読したもので、写真映像と一致している。
- b. 北部地域調査ではすべてのプロットで抜き伐り跡が観察されたが、南部地域の低木が主となったプロットでは、抜き伐り跡が少なかったが、優良木も少なかった。
- c. 低木類の繁茂は激しい。特に代り残されたと思われる高木にツタやツルが巻きついているのが非常に目立った。また、竹類も多く、林内歩行を困難にしている。
- d. この層は高木と低木の入り混じった混生林のためどちらが主になるかで林相が相当異なった。

高木林が主の場所では M 2 層に、また低木が主の場所では、B 2 層に類似している。また、この層の多くは川沿いに残された森林として分布している。

M 2 層

- a. この層と M 3 層は、中木林として区分したが樹高が低いというわけではなく、A 2, A 3 層に比較して樹冠がやや小ということであり、写真判読の結果は現地と一致していた。
- b. すべてのプロットまたはその周辺で抜き伐りの跡が観察された。
- c. 低木類の繁茂は激しく、また場所によっては Carawata というトゲをもつ植物（特に B 1 層に多い）が多く見られた。

M 3 層

- a. この層も A 3 層に似ているが、それよりやや樹冠が小という層である。A 3 層の項でも述べたが、樹冠の割には直径が小という樹種が多いように観察された。判読基準とは、概ね一致している。
- b. 抜き伐り跡が見られたプロットと見られないプロットがある。見られなかったプロットは、有用で利用され得るような樹木が少ないように思われる。そのような場所では、Pindó や Carawata が観察された。一方抜き伐りが見られたプロットは、A 3 層、M 2 層に類似しているようであった。
- c. 低木はどのプロットでも繁茂しており、A 3 層で見られた Peroba の純林といったものは見られなかった。

B 1 層

- a. 上層木の樹高 15 m 以下で小さい樹冠がそろっているものとしたが、写真映像とほぼ一致していた。
- b. 抜き伐りの跡はなく Carawata と、たまにサボテンがみられた。

- c. 低木類の繁茂は多く、トゲ、ツル、ツタ等が林内歩行を非常に困難にしている。
- d. この層はB2層とは、性質が異なるようである。それはこの層は乾燥地のため低木になっていて、また、B2層は湿地のため低木になっていることである。
またこの層は、インディオが伐り開いて居住地にしている場所が多い。

B2層

- a. この層はB1層よりやや高木が多く、樹冠にむらがあるということで判読したが、M2層に近いものとB1層に近いものがあった。
- b. 抜き伐り跡が見うけられたものとそうでないものがあった。抜き伐り跡が見られたのは、林縁に多く、かつては高木層であったと思われる。中には伐り残された高木が含まれている。しかし、こういうB2層は少なく、多くは上層樹冠がそろっている低木林でB1層よりは樹高が高く、湿地に多い。
- c. 低木類は、非常に繁茂している。

E層

- a. この層は、写真上で作業道が縦横に入りみだれ、相当に伐採が進んでいると予想された層である。実際に現在でも伐採が進行中の森林ではほとんどの大径木が抜き伐りされているようであったが、伐採後かなりの時間が経過したとみられるところではA1層に類似している。
- b. 低木類の繁茂は、現在伐採中の場所では、それらもいっしょに伐採されて林内歩行は容易であった。一方、既に伐採が終了している場所では調査が写真撮影からほぼ1年後であったため、写真上で作業道と認められるものが、現場では低木でおおわれている場所もあった。
- c. 上記のことより、抜き伐り直後のA1層などがE層のようで、また、抜き伐り後2～3年でE層がA1層のような写真映像になると推測される。

V-4-3 プロット調査結果一覧

調査した95点についてプロットごとに各因子についてまとめたものが表V-18である。

また、これより層別に同様にまとめたものがV-19である。

既に述べたが、表中A+Bとは、表V-14に示した樹種クラスのAとBを合わせたものである。

また、欠点木とは表V-16に示した欠点項目を持つ樹木である。

なお、プロット1～32までは1981年度に33～95までは1982年度に調査を行ったものである。

表 V-18 プロット調査結果一覧表 (1)

整理 プロット 番号	実 施 プロット 番号	層	調 年 月 日	果 及 ひ 地域 番号	空 中 写 真 番 号	1/50千地形 図 番 号	通 シ モ ザ イ ク 番 号	樹 冠 疎 密 度	樹 高	地 形	傾 斜	傾 斜 の 方 向	標 高 (m)	プロット ラインの 方 向
1	2	A2	13/X/1981	I-2	L 3-21, 22	5676-Ⅱ	2	4	1	平坦	1°	NE	390	170°
2	26	A1	12/X/ "	I-2	3-21, 22	"-Ⅱ	2	1	"	"	2°	NW	410	230°
3	3	B2	4/X/ "	I-1	5-3, 4	"-Ⅲ	5	-	-	"	1°	NW	340	40°
4	6	A3	18/X/ "	I-2	6-18, 19	"-Ⅱ	7	7	2	"	0°	-	660	5°
5	5	A1	15/X/ "	I-2	6-19, 20	"-Ⅱ	7	2	1	"	4°	S	500	20°
6	7	E	14/X/ "	I-2	8-17, 18	"-Ⅱ	7	-	-	"	3°	NE	490	120°
7	31	A2	17/X/ "	I-2	9-16, 17	5675-Ⅰ	7	4	1	凸	6°	N	470	180°
8	8	A1	20/X/ "	I-3	7-25, 26	5676-Ⅱ	8	2	1	平坦	3°	NE	650	10°
9	9	A2	29/K/ "	I-2	12-10, 11	5675-Ⅰ	12	5	1	"	2°	SE	310	300°
10	32	A3	20/X/ "	I-2	9-16, 17	"-Ⅰ	12	8	2	"	4°	NW	460	220°
11	10	A2	29/K/ "	I-2	11-14, 15	"-Ⅰ	12	5	1	"	1°	NE	410	80°
12	12	M	6/X/ "	I-3	12-17, 18	"-Ⅰ	12	-	-	"	0°	-	280	45°
13	13	M	30/K/ "	I-5	16-12, 13	"-Ⅰ	18	-	-	"	3°	E	380	290°
14	14	M2	1/X/ "	I-5	16-7, 8	"-Ⅰ	18	4	1	平衡	7°	NE	380	190°
15	15	M2	27/K/ "	I-5	15-15, 16	"-Ⅰ	19	5	1	平坦	3°	NW	320	160°
16	16	M2	6/X/ "	I-6	15-27, 28	5775-Ⅳ	20	4	1	"	3°	NW	370	240°
17	17	M	4/X/ "	I-6	16-28, 29	"-Ⅳ	21	-	-	凹	7°	SE	400	80°
18	15	M3	12/X/ "	Ⅱ-1	18-5, 6	5675-Ⅲ	25	6	1	平衡	9°	SW	340	40°
19	19	M3	1/X/ "	Ⅱ-5	18-13, 14	"-Ⅱ	26	6	1	"	7°	NE	630	265°
20	24	M2	30/K/ "	Ⅱ-5	18-14, 15	"-Ⅱ	26	4	1	"	7°	E	620	110°
21	21	B1	28/X/ "	Ⅱ-5	20-21, 22	"-Ⅱ	27	-	-	平坦	1°	SE	250	25°
22	22	E	28/X/ "	Ⅱ-5	20-21, 22	"-Ⅱ	27	-	-	"	1°	SE	280	45°
23	23	B1	7/X/ "	Ⅱ-6	18-25, 26	5775-Ⅲ	28	-	-	"	1°	W	320	185°
24	23'	A2	9/X/ "	Ⅱ-2	25-25, 26	5675-Ⅱ	34	4	1	"	1°	SE	320	300°
25	1	B2	7/X/ "	I-5	25-25, 26	"-Ⅱ	34	-	-	"	1°	SE	290	300°
26	33	M2	21/X/ "	I-8	22-35, 36	5775-Ⅲ	36	3	1	"	0°	-	340	280°
27	25	A2	2/X/ "	Ⅱ-1	27-5, 6	5674-Ⅳ	40	4	1	"	0°	-	330	135°
28	24'	A2	8/X/ "	Ⅱ-2	27-23, 24	"-Ⅰ	42	3	1	"	1°	E	270	45°
29	28	A2	5/X/ "	I-10	27-33, 34	5774-Ⅳ	44	4	1	"	2°	NE	290	270°
30	29	A2	22/X/ "	I-9	26-47, 48	"-Ⅳ	45	4	1	"	0°	-	280	270°
31	30	A2	22/X/ "	I-12	32-47, 48	"-Ⅰ	55	4	1	"	1°	W	280	5°
32	34	A3	23/X/ "	I-10	29Ⅱ-10, 11	"-Ⅳ	44	9	1	"	0°	-	390	180°

表V-18 プロット調査結果一覧表 (2)

整理 プロット 番号	実 施 プロット 番号	層	調 査 日 年 月	果 及 び 地 域 番 号	空 中 写 真 番 号	1/50千地形図 番 号	通 シ メ ザ イ ク 番 号	樹 冠 疎 密 度	樹 高	地 形	傾 斜	傾 斜 の 方 向	標 高 (m)	プロット ラインの 方 向
33	66	A 2	8/X/1982	I-3	L 6-29, 30	5776-Ⅲ	8	5	I	平坦	3°	NE	650	250°
34	67	A 2	9/X/ "	I-2	11-12, 13	5675-I	13	5	I	平衡	5°	S	500	0°
35	3	M 2	15/Ⅷ/ "	I-6	14-32, 33	5775-N	21	3	I	平坦	3°	W	430	160°
36	68	M 2	10/X/ "	I-5	20-20, 21	5675-II	27	4	I	"	1°	SW	330	200°
37	4	M 2	19/Ⅷ/ "	Ⅱ-1	24-9, 10	"	32	3	I	"	1°	N	390	260°
38	5	M	18/Ⅷ/ "	I-8	25-24, 25	"	35	-	-	"	3°	S	240	284°
39	69	A 2	12/X/ "	I-8	25-33, 34	"	35	5	I	"	0°	-	340	350°
40	70	A 2	13/X/ "	Ⅱ-2	27-11, 12	5674-Ⅳ	41	4	I	"	1°	E	370	340°
41	71	A 2	14/X/ "	I-10	291-26, 27	"	43	4	I	"	2°	SW-NE	300	60°
42	6	A 2	19/Ⅷ/ "	Ⅱ-2	31-4, 5	"	49	4	I	"	2°	SW	330	310°
43	7	A 2	24/Ⅷ/ "	I-10	33-20, 21	"	51	4	I	"	1°	SW	260	70°
44	62	M	1/X/ "	I-11	33-27, 28	"	52	-	-	"	3°	W	250	155°
45	8	M 2	23/Ⅷ/ "	I-11	33-26, 27	"	52	4	I	"	2°	E	270	320°
46	9	M 2	1/Ⅷ/ "	I-13	34-35, 36	5774-Ⅳ	53	3	I	"	1°	N	280	10°
47	63	M	7/X/ "	I-13	35-36, 37	"	53	-	-	"	1°	N	280	180°
48	10	A 2	31/Ⅷ/ "	I-13	35-40, 41	"	54	3	I	"	2°	E	310	200°
49	64	M	7/X/ "	I-13	34-40, 41	"	54	-	-	"	2°	S	270	140°
50	11	M 2	7/Ⅷ/ "	I-12	35-52, 53	"	55	3	I	"	1°	W	510	260°
51	12	M 2	30/K/ "	Ⅱ-3	37-6, 7	5674-Ⅲ	57	3	I	"	0°	-	280	250°
52	42	M 2	29/K/ "	Ⅱ-3	36-11, 12	"	58	3	I	"	3°	SE	220	235°
53	14	A 2	8/X/ "	I-13	36-30, 31	"	60	4	I	"	1°	N	270	275°
54	48	M	23/Ⅷ/ "	I-13	38-29, 30	"	60	-	-	"	1°	W	290	60°
55	16	A 2	25/Ⅷ/ "	I-13	39-30, 31	5774-Ⅲ	61	3	I	"	2°	NE	380	170°
56	17	A 2	3/Ⅷ/ "	I-14	39-46, 47	"	63	4	I	"	1°	N	400	190°
57	18	M 2	28/K/ "	Ⅲ-1	41-4, 5	5674-Ⅲ	65	4	I	"	2°	NW	200	10°
58	19	A 2	28/K/ "	Ⅲ-1	41-4, 5	"	65	4	I	"	2°	SW	210	210°
59	21	M 2	4/X/ "	Ⅲ-1	41-15, 16	"	66	4	I	"	1°	NE	300	80°
60	22	A 2	23/K/ "	Ⅲ-1	43-14, 15	"	66	4	I	"	2°	N	320	150°
61	23	M 2	30/K/ "	Ⅲ-1	40-18, 19	"	67	4	I	"	4°	W	290	160°
62	20	A 3	30/Ⅷ/ "	Ⅲ-1	43-22, 23	"	67	6	I	"	2°	E	360	0°
63	38	A 2	1/Ⅷ/ "	Ⅲ-1	43-20, 21	"	67	4	I	"	0°	-	410	0°
64	13	A 2	4/X/ "	Ⅲ-1	42-27, 28	"	68	4	I	"	2°	W	370	10°

表 V-18 プロット調査結果一覧表 (3)

整理 プロット 番号	実施 プロット 番号	層	調 年 月 日	査 日	県及 地蔵 番号	空中写真番号	1/50千地形図 番号	通し モザイク 番号	樹冠 疎密度	樹 高	地 形	傾 斜	傾斜の 方向	標 高 (m)	プロット ラインの 方向
65	24	A3	31/Ⅷ/1982		I-13	L 41-31, 32	5674-Ⅱ	68	7	1	平坦	2°	W	330	80°
66	25	M2	4/Ⅷ/ "		I-13	44-29, 30	5673-I	68	3	1	"	1°	N	350	200°
67	26	A3	28/Ⅷ/ "		I-13	43-33, 34	5774-Ⅲ	69	7	1	"	1°	SE	310	250°
68	27	A2	27/Ⅷ/ "		I-14	41-53, 54	"-Ⅱ	71	4	1	"	1°	N	470	190°
69	28	M2	28/Ⅸ/ "		Ⅱ-1	44-4, 5	5673-Ⅳ	73	4	1	"	1°	N	270	160°
70	29	A1	22/Ⅸ/ "		Ⅲ-2	47-8, 9	"-Ⅳ	74	2	1	"	1°	N	250	150°
71	30	M2	3/Ⅹ/ "		Ⅲ-3	48-20, 21	"-Ⅰ	75	4	1	"	2°	SW	230	20°
72	31	A2	2/Ⅷ/ "		Ⅱ-4	461-1, 2	"-Ⅰ	76	5	1	"	2°	W	320	140°
73	33	M2	5/Ⅷ/ "		Ⅲ-4	47-29, 30	"-Ⅰ	76	5	1	"	2°	E	270	170°
74	55	B2	7/Ⅷ/ "		Ⅲ-4	47-27, 28	"-Ⅰ	76	-	-	"	3°	NE	290	220°
75	32	E	6/Ⅷ/ "		Ⅲ-4	47-27, 28	"-Ⅰ	76	-	-	"	1°	E	290	120°
76	34	A2	3/Ⅷ/ "		I-15	461-15, 16	5773-Ⅳ	78	4	1	"	4°	S	260	330°
77	35	A2	26/Ⅷ/ "		I-15	45-49, 50	"-Ⅰ	79	4	1	"	1°	NW	450	310°
78	36	E	22/Ⅷ/ "		I-16	461-25, 26	"-Ⅰ	79	-	-	"	3°	W	440	340°
79	65	M2	29/Ⅸ/ "		Ⅲ-2	51-4, 5	5673-Ⅳ	81	4	1	"	1°	W	200	160°
80	37	A1	3/Ⅹ/ "		Ⅲ-3	49-22, 23	"-Ⅰ	83	2	1	"	1°	S	220	0°
81	39	M2	4/Ⅷ/ "		I-16	49-37, 38	5773-Ⅳ	85	4	1	"	1°	N	260	210°
82	41	M2	23/Ⅷ/ "		N-1	49-60, 61	"-Ⅰ	88	5	1	"	2°	E	410	280°
83	44	A2	6/Ⅷ/ "		N-1	57-31, 32	"-Ⅲ	94	4	1	"	1°	N	240	320°
84	45	B2	5/Ⅷ/ "		N-1	55-34, 35	"-Ⅲ	95	-	-	"	1°	SW	160	55°
85	46	M3	6/Ⅷ/ "		N-1	55-36, 37	"-Ⅲ	95	8	1	"	4°	N	200	85°
86	56	M	15/Ⅷ/ "		N-1	55-41, 42	"-Ⅲ	96	-	-	"	2°	W	200	65°
87	47	B2	13/Ⅷ/ "		N-1	55-41, 42	"-Ⅲ	96	-	-	"	1°	SW	170	250°
88	49	A1	13/Ⅷ/ "		N-1	57-42, 43	"-Ⅲ	96	2	1	"	1°	NW	240	320°
89	52	A2	4/Ⅹ/ "		Ⅲ-5	58-8, 9	5673-Ⅲ	101	4	1	"	1°	E	170	280°
90	53	M2	24/Ⅸ/ "		Ⅲ-5	59-9, 10	"-Ⅲ	102	4	1	"	3°	NW	180	180°
91	54	M	16/Ⅷ/ "		N-1	60-42, 43	5773-Ⅲ	105	4	1	"	4°	SE	160	130°
92	57	A2	15/Ⅷ/ "		N-2	60-47, 48	"-Ⅲ	106	4	1	"	1°	S	230	350°
93	58	M2	11/Ⅷ/ "		N-2	57-54, 55	"-Ⅲ	107	4	1	"	3°	NE	230	305°
94	59	M3	10/Ⅷ/ "		N-2	57-60, 61	5873-Ⅲ	108	4	1	"	1°	SW	240	160°
95	60	M2	10/Ⅷ/ "		N-2	57-60, 61	"-Ⅲ	108	3	1	"	1°	W	260	100°

表 V-18 プロット調査結果一覽表 (4)

整理 プロット 番号	層	本										数										材積 (樹皮付き)										材積 (樹皮なし、欠点木除く)										備考
		胸高直径 10 cm 以上					胸高直径 41 cm 以上					欠点木					胸高直径 10 cm 以上					胸高直径 41 cm 以上					胸高直径 10 cm 以上					胸高直径 41 cm 以上					利印可能樹高 3m 以上					
		全樹種		A+B		欠点木含む		全樹種		A+B		欠点木除く		全樹種		A+B		欠点木含む		全樹種		A+B		欠点木除く		全樹種		A+B		全樹種		A+B		全樹種		A+B						
		全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く	全樹種	欠点木除く							
1	A2	221	45	14	7	0	0	39.12	19.81	19.37	12.78	33.01	15.97	16.63	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	10.62	16.38	2							
2	A1	221	32	23	1	6	6	50.24	9.29	29.37	6.45	39.80	7.85	21.96	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	5.63	21.45	26							
3	B2	372	54	15	0	0	0	56.41	6.81	11.16	0.00	48.89	5.82	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	0.00	9.84	3							
4	A3	453	62	26	9	10	10	100.21	20.68	30.26	8.16	84.63	16.89	26.66	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6.92	26.48	6							
5	A1	263	46	24	9	3	3	60.53	26.55	31.84	18.98	52.17	22.40	28.15	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	16.46	27.88	5							
6	E	180	27	12	5	1	1	29.35	9.10	10.65	5.77	25.08	7.46	9.01	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	4.71	8.68	7							
7	A2	346	42	55	9	5	5	86.33	14.99	53.85	11.39	73.54	12.61	46.11	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	9.83	44.29	31					
8	A1	402	70	24	9	7	7	61.06	17.84	20.35	9.23	52.04	15.38	17.48	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8.02	16.41	8					
9	A2	312	77	21	18	7	7	103.04	64.37	51.66	47.63	82.94	51.93	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	42.21	39.75	9						
10	A3	368	104	46	31	1	1	141.24	84.29	92.50	67.94	117.11	70.27	76.37	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	76.08	57.72	32						
11	A2	383	52	41	16	8	8	109.50	29.81	59.04	23.47	93.96	24.87	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	51.36	19.86	10						
12	M	340	4	10	0	1	1	38.75	0.52	8.58	0.00	33.83	0.44	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	7.84	0.00	12						
13	M	321	64	4	1	10	10	31.96	7.07	3.73	2.49	26.46	5.95	3.40	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	3.22	2.32	13						
14	M2	398	68	42	13	0	0	88.90	23.47	45.19	13.90	77.54	20.36	40.06	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	12.22	39.30	14					
15	M2	424	35	23	11	13	13	68.85	15.05	24.52	9.68	56.02	12.94	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	8.41	18.84	16					
16	M2	352	109	31	11	1	1	74.31	33.53	30.61	14.44	63.08	27.06	27.08	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	12.35	26.25	17					
17	M	304	41	13	7	2	2	64.33	15.16	27.92	10.25	50.85	12.64	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	8.50	19.65	18					
18	M3	320	56	19	10	1	1	51.47	18.16	21.87	12.47	44.00	16.33	18.48	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	11.41	17.56	15					
19	M3	354	42	29	15	7	7	91.35	34.88	44.82	28.55	76.47	29.20	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	24.26	37.01	19					
20	M2	341	64	27	18	7	7	77.76	35.45	39.92	26.81	61.78	29.92	30.27	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	22.95	29.50	24					
21	B1	399	18	1	0	10	10	20.40	1.62	0.53	0.00	16.58	1.37	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21						
22	E	506	51	25	11	12	12	101.85	29.55	45.40	20.75	80.69	25.76	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	18.66	33.70	22					
23	B1	459	23	2	0	0	0	31.74	3.08	0.73	0.00	26.95	2.64	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	23					
24	A2	286	95	15	13	4	4	58.88	37.19	25.85	24.88	48.95	30.31	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	21.04	21.91	23'					
25	B2	420	36	21	11	8	8	70.19	28.89	36.14	24.65	56.86	24.08	28.30	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	20.68	27.81	33					
26	M2	386	49	40	23	16	16	94.50	40.29	52.87	32.56	75.25	33.28	40.95	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	26.84	40.33	25					
27	A2	447	39	34	16	4	4	85.59	19.08	37.86	16.49	74.73	16.82	33.78	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	14.69	33.46	28					
28	A2	289	43	25	12	13	13	61.07	20.10	31.41	14.56	49.85	15.97	26.52	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	11.79	24.92	28					
29	A2	344	74	26	19	15	15	94.88	49.69	40.78	33.21	76.02	40.21	32.60	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	27.68	32.19	28					
30	A2	190	56	20	16	11	11	102.30	77.81	80.07	72.96	81.28	65.27	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	61.38	63.25	29					
31	A2	251	84	34	24	1	1	83.35	47.33	57.67	38.95	72.12	40.84	50.47	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	34.03	49.90	30					
32	A3	348	81	46	29	5	5	201.49	141.89	149.36	129.40	170.79	119.70	126.81	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	125.75	109.94	34				

表 V-18 プロット調査結果一覽表 (5)

整理 プロット 番号	所	本										材積(樹皮付き)										材積(樹皮なし, 欠点木除く)										備考
		胸高直径 10 cm 以上					胸高直径 41 cm 以上					胸高直径 10 cm 以上					胸高直径 41 cm 以上					胸高直径 10 cm 以上					胸高直径 41 cm 以上					
		全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	
		全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く	胸高直径 10 cm 以上	全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く	胸高直径 41 cm 以上	全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く	胸高直径 10 cm 以上	全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く	胸高直径 41 cm 以上	全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く	胸高直径 10 cm 以上	全樹種	欠点木含む	全樹種	欠点木除く		
33	A2	372	71	70	25	2	1	123.17	41.70	79.25	32.75	105.59	34.69	68.09	27.52	65.28	26.80															
34	A2	230	42	25	11	12	3	60.23	23.41	31.88	18.58	48.88	20.21	26.44	16.48	26.44	16.48															
35	M2	246	50	32	14	8	2	58.29	26.34	33.26	17.24	47.76	21.94	27.12	14.70	26.27	14.70															
36	M2	381	46	17	9	4	1	63.66	23.39	26.69	17.65	53.49	19.75	22.69	15.26	22.10	14.96															
37	M2	315	60	28	8	8	0	56.98	13.66	27.82	7.79	49.61	12.00	24.84	6.96	24.84	6.96															
38	M	390	58	27	14	12	3	112.40	37.23	52.46	24.92	90.85	29.80	41.14	20.16	41.14	20.16															
39	A2	420	100	36	24	16	2	161.61	97.34	101.48	77.94	122.93	79.98	74.94	65.47	74.33	65.47															
40	A2	418	44	19	8	13	1	72.11	23.54	25.37	13.12	61.82	20.98	22.42	11.99	22.42	11.99															
41	A2	214	50	21	10	3	1	53.53	27.77	31.31	20.70	45.90	24.97	27.06	18.90	27.06	18.90															
42	A2	326	37	11	6	14	0	74.12	22.21	22.32	13.20	63.09	19.78	19.91	11.97	19.91	11.97															
43	A2	375	110	17	9	6	0	71.11	32.15	20.60	11.75	59.53	26.32	18.18	10.46	17.95	10.46															
44	M	267	18	36	5	2	0	80.25	3.98	47.77	5.37	70.47	5.88	42.72	4.54	42.47	4.54															
45	M2	473	118	18	11	14	1	70.44	38.40	31.56	22.82	55.21	30.27	24.96	18.96	24.61	18.96															
46	M2	303	36	13	6	8	0	70.48	19.60	25.17	11.95	60.17	16.15	22.24	10.09	22.24	10.09															
47	M	329	32	49	5	2	0	127.54	16.97	83.41	8.04	112.87	14.58	75.05	7.16	75.05	7.16															
48	A2	392	97	35	20	17	1	111.39	45.07	51.84	79.75	89.93	36.24	43.31	23.21	43.31	23.21															
49	M	326	21	11	3	10	1	41.42	5.11	13.28	2.85	32.95	4.52	10.06	2.57	9.88	2.57															
50	M2	224	53	22	12	9	1	57.95	17.40	25.53	10.62	47.25	14.78	21.20	9.20	21.01	9.20															
51	M2	346	19	38	1	6	1	61.13	3.36	16.06	0.59	52.53	2.79	13.99	0.49	13.99	0.49															
52	M2	284	62	35	12	3	2	85.15	27.65	51.59	20.80	73.62	23.91	45.09	18.47	45.09	18.47															
53	A2	296	61	27	18	0	0	83.11	39.89	44.94	32.29	73.02	35.01	40.62	29.04	40.62	29.04															
54	M	513	32	24	4	0	0	95.79	7.63	28.97	3.87	83.73	6.62	26.00	3.39	26.00	3.39															
55	A2	295	68	24	13	10	1	67.09	26.81	32.66	18.40	57.69	23.51	28.90	16.62	28.39	16.62															
56	A2	317	69	29	12	10	1	92.83	29.11	37.30	17.42	78.11	24.85	32.15	15.31	32.15	15.31															
57	M2	348	68	25	10	8	3	66.67	27.14	30.14	16.55	55.70	23.51	25.03	14.62	24.74	14.62															
58	A2	211	44	22	12	2	1	57.62	27.10	31.59	18.04	50.35	24.15	28.03	16.44	28.03	16.44															
59	M2	296	52	25	15	2	2	72.31	34.48	41.78	28.62	62.56	31.01	36.13	26.02	36.13	26.02															
60	A2	308	34	12	4	1	0	48.95	7.64	9.60	3.57	42.37	6.55	8.58	3.12	8.40	3.12															
61	M2	291	48	16	10	12	1	68.45	25.93	27.15	16.78	58.21	22.77	23.42	15.09	23.42	15.09															
62	A3	388	83	29	21	16	5	119.38	45.57	53.22	29.36	91.01	37.45	36.05	24.94	36.05	24.94															
63	A2	292	53	28	8	4	1	70.41	17.78	34.42	10.86	61.18	15.87	30.49	9.93	30.49	9.93															
64	A2	243	74	21	15	1	1	91.27	54.11	55.79	40.50	74.82	46.92	44.56	35.18	44.56	35.18															

表 V-18 プロット調査結果一覧表 (6)

整理 プロット 番号	種	本										材積(樹皮付き)										材積(樹皮なし、欠点木除く)										備考
		胸高直径10cm以上					胸高直径41cm以上					胸高直径10cm以上					胸高直径41cm以上					胸高直径10cm以上					胸高直径41cm以上					
		全樹種		A+B		欠点木含む	全樹種		A+B		欠点木含む	全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	全樹種		A+B		欠点木除く	
		全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木含む	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木含む	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	
65	A3	343	131	41	28	3	112.23	79.46	68.60	57.48	93.74	65.26	58.86	48.83	58.86	48.83	58.86	48.83	58.86	48.83	58.86	48.83	58.86	48.83	58.86	48.83	58.86	48.83	58.86	48.83	24	
66	M2	348	91	27	13	7	101.93	47.26	43.13	27.85	87.13	40.48	38.06	24.80	38.06	24.80	38.06	24.80	38.06	24.80	38.06	24.80	38.06	24.80	38.06	24.80	38.06	24.80	38.06	24.80	25	
67	A3	365	114	30	18	4	97.40	58.82	49.13	38.15	81.06	47.93	41.69	31.82	41.69	31.82	41.69	31.82	41.69	31.82	41.69	31.82	41.69	31.82	41.69	31.82	41.69	31.82	41.69	31.82	26	
68	A2	293	17	25	5	11	78.47	9.32	33.68	6.56	66.06	8.00	28.90	5.64	28.90	5.64	28.90	5.64	28.90	5.64	28.90	5.64	28.90	5.64	28.90	5.64	28.90	5.64	28.90	5.64	27	
69	M2	283	33	15	8	9	68.67	20.11	22.97	13.42	58.22	17.93	20.11	12.20	20.11	12.20	20.11	12.20	20.11	12.20	20.11	12.20	20.11	12.20	20.11	12.20	20.11	12.20	20.11	12.20	28	
70	A1	292	20	24	6	1	69.05	13.12	31.07	8.65	60.70	11.66	27.97	7.83	27.97	7.83	27.97	7.83	27.97	7.83	27.97	7.83	27.97	7.83	27.97	7.83	27.97	7.83	27.97	7.83	29	
71	M2	235	48	15	9	1	51.01	26.33	23.11	17.20	43.05	21.75	19.69	14.39	19.69	14.39	19.69	14.39	19.69	14.39	19.69	14.39	19.69	14.39	19.69	14.39	19.69	14.39	19.69	14.39	30	
72	A2	271	48	13	5	5	65.37	25.64	25.63	15.55	56.18	22.16	23.05	13.91	23.05	13.91	23.05	13.91	23.05	13.91	23.05	13.91	23.05	13.91	23.05	13.91	23.05	13.91	23.05	13.91	31	
73	M2	391	131	27	18	2	117.74	61.75	59.11	35.66	99.34	49.82	51.50	29.85	51.50	29.85	51.50	29.85	51.50	29.85	51.50	29.85	51.50	29.85	51.50	29.85	51.50	29.85	51.50	29.85	33	
74	B2	356	10	8	1	1	51.34	3.66	9.32	1.20	44.53	3.20	8.47	1.04	8.47	1.04	8.47	1.04	8.47	1.04	8.47	1.04	8.47	1.04	8.47	1.04	8.47	1.04	8.47	1.04	55	
75	E	320	72	20	8	8	78.45	32.01	33.18	16.91	66.40	26.87	29.56	15.04	29.56	15.04	29.56	15.04	29.56	15.04	29.56	15.04	29.56	15.04	29.56	15.04	29.56	15.04	29.56	15.04	32	
76	A2	280	110	32	21	9	114.80	75.94	70.66	56.23	94.40	61.53	59.53	46.67	59.53	46.67	59.53	46.67	59.53	46.67	59.53	46.67	59.53	46.67	59.53	46.67	59.53	46.67	59.53	46.67	34	
77	A2	302	69	37	18	15	125.14	65.35	71.73	50.55	106.96	57.50	63.44	44.75	63.44	44.75	63.44	44.75	63.44	44.75	63.44	44.75	63.44	44.75	63.44	44.75	63.44	44.75	63.44	44.75	35	
78	E	348	11	26	3	0	98.37	5.46	36.54	3.81	86.75	4.62	32.82	3.32	32.82	3.32	32.82	3.32	32.82	3.32	32.82	3.32	32.82	3.32	32.82	3.32	32.82	3.32	32.82	3.32	36	
79	M2	354	23	24	6	5	65.02	12.96	31.36	10.30	54.83	11.20	26.90	8.99	26.90	8.99	26.90	8.99	26.90	8.99	26.90	8.99	26.90	8.99	26.90	8.99	26.90	8.99	26.90	8.99	65	
80	A1	272	69	23	11	10	51.41	17.62	25.37	8.59	42.53	15.66	21.04	7.80	21.04	7.80	21.04	7.80	21.04	7.80	21.04	7.80	21.04	7.80	21.04	7.80	21.04	7.80	21.04	7.80	37	
81	M2	421	13	23	5	4	65.12	6.86	24.33	5.79	56.78	5.94	21.43	5.06	21.43	5.06	21.43	5.06	21.43	5.06	21.43	5.06	21.43	5.06	21.43	5.06	21.43	5.06	21.43	5.06	39	
82	M2	348	33	31	13	37	113.45	41.22	57.75	32.25	89.04	35.95	48.43	28.43	48.43	28.43	48.43	28.43	48.43	28.43	48.43	28.43	48.43	28.43	48.43	28.43	48.43	28.43	48.43	28.43	41	
83	A2	270	60	9	6	0	61.30	23.54	18.14	8.97	53.15	20.15	16.04	7.71	16.04	7.71	16.04	7.71	16.04	7.71	16.04	7.71	16.04	7.71	16.04	7.71	16.04	7.71	16.04	7.71	44	
84	B2	272	32	9	0	0	29.60	3.61	5.94	0.00	25.75	3.08	5.44	0.00	5.44	0.00	5.44	0.00	5.44	0.00	5.44	0.00	5.44	0.00	5.44	0.00	5.44	0.00	5.44	0.00	45	
85	M3	311	45	39	17	0	80.78	30.75	46.70	25.90	71.55	27.29	41.98	23.10	41.98	23.10	41.98	23.10	41.98	23.10	41.98	23.10	41.98	23.10	41.98	23.10	41.98	23.10	41.98	23.10	46	
86	M	243	37	18	12	4	58.54	30.57	30.32	25.32	51.24	27.50	27.12	22.97	27.12	22.97	27.12	22.97	27.12	22.97	27.12	22.97	27.12	22.97	27.12	22.97	27.12	22.97	27.12	22.97	56	
87	B2	351	12	5	1	4	37.14	2.75	3.62	0.71	31.63	2.41	3.20	0.65	3.20	0.65	3.20	0.65	3.20	0.65	3.20	0.65	3.20	0.65	3.20	0.65	3.20	0.65	3.20	0.65	47	
88	A1	207	48	15	8	11	48.07	21.17	18.76	12.99	40.24	18.32	16.51	11.29	16.51	11.29	16.51	11.29	16.51	11.29	16.51	11.29	16.51	11.29	16.51	11.29	16.51	11.29	16.51	11.29	49	
89	A2	271	90	26	12	3	84.03	40.53	31.94	19.03	73.14	35.36	28.46	16.91	28.46	16.91	28.46	16.91	28.46	16.91	28.46	16.91	28.46	16.91	28.46	16.91	28.46	16.91	28.46	16.91	52	
90	M2	299	84	12	4	0	69.58	25.93	21.53	4.69	61.05	22.22	19.60	3.98	19.60	3.98	19.60	3.98	19.60	3.98	19.60	3.98	19.60	3.98	19.60	3.98	19.60	3.98	19.60	3.98	53	
91	M	308	70	26	13	0	68.12	30.96	27.57	17.98	59.75	27.15	24.81	16.12	24.81	16.12	24.81	16.12	24.81	16.12	24.81	16.12	24.81	16.12	24.81	16.12	24.81	16.12	24.81	16.12	54	
92	A2	275	55	46	26	7	119.35	56.66	74.69	48.73	103.68	51.23	65.87	44.37	65.87	44.37	65.87	44.37	65.87	44.37	65.87	44.37	65.87	44.37	65.87	44.37	65.87	44.37	65.87	44.37	57	
93	M2	237	48	22	13	1	67.57	35.18	40.47	28.00	59.78	31.60	36.57	25.44	36.57	25.44	36.57	25.44	36.57	25.44	36.57	25.44	36.57	25.44	36.57	25.44	36.57	25.44	36.57	25.44	58	
94	M3	239	57	35	21	6	86.24	50.81	56.68	43.86	76.10	45.61	51.24	39.65	51.24	39.65	51.24	39.65	51.24	39.65	51.24	39.65	51.24	39.65	51.24	39.65	51.24	39.65	51.24	39.65	59	
95	M2	286	68	21	8	0	83.92	26.85	38.58	13.60	73.58	23.36	34.81	12.66	34.81	12.66	34.81	12.66	34.81	12.66	34.81	12.66	34.81	12.66	34.81	12.66	34.81	12.66	34.81	12.66	60	
合計		30,820	5,302	2,332	1,066	592	7,397.00	2,858.56	3,573.91	1,998.00	6,274.45	2,423.07	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	3,032.03	1,728.15	1,496.46	

表V-19 層別，プロット調査結果一覧表

層	本						材 積 (樹皮付き)						材 積 (樹皮なし, 欠点木除く)					
	胸高直径10cm以上			胸高直径41cm以上			胸高直径10cm以上		胸高直径41cm以上		胸高直径10cm以上		胸高直径41cm以上		胸高直径10cm以上		胸高直径41cm以上	
	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く	全樹種	A+B	欠点木除く
	欠点木含む	欠点木除く	欠点木除く	欠点木含む	欠点木除く	欠点木除く	欠点木含む	欠点木除く	欠点木含む	欠点木含む	欠点木除く	欠点木含む	欠点木含む	欠点木除く	欠点木含む	欠点木含む	欠点木除く	欠点木除く
A 1	276.2	47.5	22.2	7.4	6.3	1.3	56.76	17.60	26.16	10.82	47.91	15.21	22.19	9.50	21.88	9.46		
A 2	304.4	62.9	27.1	13.7	7.2	0.7	84.72	37.27	43.57	28.68	71.09	31.59	36.99	23.20	36.67	23.11		
A 3	377.5	95.8	36.2	22.6	6.5	1.2	128.66	71.79	73.85	55.08	106.39	59.59	61.07	46.70	60.82	46.56		
M	334.1	37.7	21.8	6.4	4.3	0.7	79.34	15.52	32.40	10.11	61.30	13.51	27.78	8.77	27.66	8.71		
M 2	331.2	58.0	24.2	10.7	7.1	1.1	71.19	27.29	34.32	17.60	62.79	23.18	29.27	15.34	28.62	15.27		
M 3	306.0	50.0	30.4	16.0	3.5	0.8	77.46	33.65	42.52	27.70	67.03	29.61	37.18	24.61	36.82	24.44		
B 1	429.0	20.2	1.5	0.0	5.0	0.5	26.07	2.35	0.63	0.00	21.76	2.00	0.41	0.00	0.32	0.00		
B 2	354.0	28.8	11.6	2.6	2.6	0.4	48.94	9.14	13.24	5.31	41.53	7.72	11.05	4.47	10.76	4.47		
E	338.5	40.3	20.7	7.0	5.3	1.4	77.01	19.03	31.44	11.81	64.73	16.18	26.27	10.43	26.13	10.43		
平均	324.4	55.8	24.5	11.2	6.2	0.9	77.86	30.09	37.62	21.03	65.52	25.51	31.92	18.19	21.80	15.75		

V-4-4 立木本数から見た林相の特徴

集計は直径階別、樹種クラス別、欠点木別に集計した。また、層別にどのような相異がみられるか分析した。

V-4-4-1 総本数

(1) 調査本数

調査した95プロット(95 ha)で、胸高直径10 cm以上の立木の総本数は30,820本であった。その内訳は付表V-1に示すとおりである。

(2) 出現樹種

総本数30,820本のうち、出現した樹種数は、不明木(No identificado)を1樹種とすると合計135種類であった。その樹種名を樹種クラス別に示したのが付表V-2である。なお、クラス別出現樹種数は、Aクラス10、Bクラス10、Cクラス24、Dクラス39、Eクラス52種類であった。

V-4-4-2 全体の樹種別立木本数

プロット別、樹種別立木本数は付表V-3に、また、プロット別、直径階別、クラス別本数は付表V-4にまとめたとおりである。

95プロット全体の単純合計を、胸高直径10 cm以上と41 cm以上で、本数の多かった樹種の上位10種を示すと表V-20のようになる。

表V-20 全体の出現樹種上位10種

胸高直径 10cm以上						
	地 方 名	科	属	クラス	本 数	%
1	Yvá poroity'	<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrciaria</i>	D	3,561	11.6
2	Peroba	<i>Apocynaceae</i>	<i>Aspidosperma</i>	B	1,888	6.1
3	Ñangapiry'	<i>Myrtaceae</i>	<i>Eugenia</i>	E	1,552	5.0
4	Laurel	<i>Lauraceae</i>	<i>Nectandra</i>	C	1,549	5.0
5	Aguaí	<i>Sapotaceae</i>	<i>Chrysophyllum</i>	D	1,436	4.7
6	Fakuri'	<i>Guttiferae</i>	<i>Rhodia</i>	D	1,413	4.6
7	Yvyra' piu	<i>Sapindaceae</i>	<i>Diatenopteryx</i>	D	1,167	3.8
8	Mborevi ka á	<i>Rubiaceae</i>	<i>Rudgea</i>	E	827	2.7
9	Pindó	<i>Palmaceae</i>	<i>Aracastrom</i>	E	785	2.5
10	Ysy'	<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Reichembachia</i>	D	648	2.1
合計					14,826	48.1

胸高直径 41 cm 以上						
	地 方 名	科	属	クラス	本 数	%
1	Peroba	<i>Apocynaceae</i>	<i>Aspidosperma</i>	B	339	14.0
2	Yvyrá pytá	<i>Leguminosae</i>	<i>Peltophorum</i>	B	165	6.8
3	Kupa ý	<i>Leguminosae</i>	<i>Copaifera</i>	C	154	6.4
4	Guajayví	<i>Boraginaceae</i>	<i>Patagonula</i>	C	137	5.7
5	Kurupay	<i>Leguminosae</i>	<i>Pitadenia</i>	A	105	4.3
6	Kurupay rá	<i>Leguminosae</i>	<i>Pitadenia</i>	B	100	4.1
7	Guatambú	<i>Rutaceae</i>	<i>Balfourodendron</i>	A	92	3.8
8	Cancharana	<i>Meliaceae</i>	<i>Cabralea</i>	B	89	3.7
9	Yvyrá piú	<i>Sapindaceae</i>	<i>Diatenopteryx</i>	D	80	3.3
10	Kurñai			E	71	2.9
合計					1,332	55.1

これをみると胸高直径 10 cm 以上で第 1 位は、Yvá poroitý の 3,561 本となっている。すなわち、今回の調査プロットの総本数 30,820 本中 Yvá poroitý が 3,561 本 (11.5%) 出現したことを意味する。続いて Peroba 1,888 本 (6.1%)、Ñangapirý 1,552 (5.0%) となっている。一方、41 cm 以上について見ると、2,417 本中、第 1 位 Peroba の 339 本 (14.0%)、続いて Yvyrá pytá 165 本 (6.8%)、Kupa ý 154 本 (6.4%) となっている。上位 10 種による本数の全体本数に対する比を計算すると 10 cm 以上は 48.1%、41 cm 以上は 55.1% を占め、これらの樹種だけで約半分の占有率を示している。

表 V-20 より、10 cm 以上、41 cm 以上ともに上位 10 種に入っているのは Peroba、Yvyrá piú、の 2 樹種である。すなわち、これらの樹種は当地区では相対的に本数が多く、41 cm 以上にも多くが成長し得るといえよう。したがって出現樹種上位 10 種に限っていえば、41 cm 以上に載っていない樹種、すなわち Yvá poroitý、Ñangapirý、Laurel、Aguai、Pakuri、Mborevi ka á、Pindó、Ysý は、小径階の本数は多いけれども、大径木には生長し難いことがわかる。

逆に、10 cm 以上に載ってなくて 41 cm 以上に載っている樹種、Yvyrá pytá、Kupa ý、Guajayví、Kurupay、Kurupay rá、Guatambú、Cancharana、Kurñai は小径階の本数が少ない割に、41 cm 以上に生長し得るといえよう。

次に利用価値による樹種クラスに注目してみれば、10 cm 以上では、A、B クラスでは Peroba しか出現していないのに対し、41 cm 以上では A、B クラスが 6 樹種出現し、41 cm 以上に成長するのは、A、B クラスに多く、D、E クラスの樹種は、41 cm 以上に成長し難いことがわかる。言いかえれば、大径木でなければ商業的利用価値を生じないことを示しているといえよう。

また、Peroba に注目すれば、10 cm 以上で 6.1% で出現率第 2 位であるが、41

cm以上では 14.0%を占め、断然第1位となり、第2位の Yvyrá pytá の 6.8%の約 3.3倍の出現率となっている。これからも Peroba が当地区の最大の優勢木であることがわかる。無秩序に乱伐が進んでいる現在、その伐採木の大半が Peroba の大径木であることにより、かつては Peroba の占有率が更に高かったと思われる。

ただし、以上までの全体集計は 95プロットの値を単純に加えたものであり、プロットが面積に比例して抽出されているわけではないので、正しい推定値というわけではないが、全体を示す大まかな数字としてその傾向をつかめるであろう。

V-4-4-3 層別の樹種別立木本数

層別、樹種別、ha 当りの本数は付表 V-5 のとおりである。

(1) 層別の ha 当りの本数

層別に ha 当りの本数を胸高直径 10~40 cm と 41 cm 以上にまとめると表 V-21、図 V-7 のとおりである。

表 V-21 層別の ha 当りの本数 (全本数)

(単位:本数)

胸高直径 \ 層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	平均
10 ~ 40 cm	252.7	276.6	340.1	311.6	305.9	274.8	427.0	342.0	316.4	299.0
41 cm 以上	23.5	27.8	37.4	22.5	25.3	31.2	2.0	12.0	22.1	25.4
合計	276.2	304.4	377.5	334.1	331.2	306.0	429.0	354.0	338.5	324.4
41 cm 以上の割合 (%)	8.5	9.1	9.9	6.7	7.6	10.2	0.5	3.4	6.5	7.8

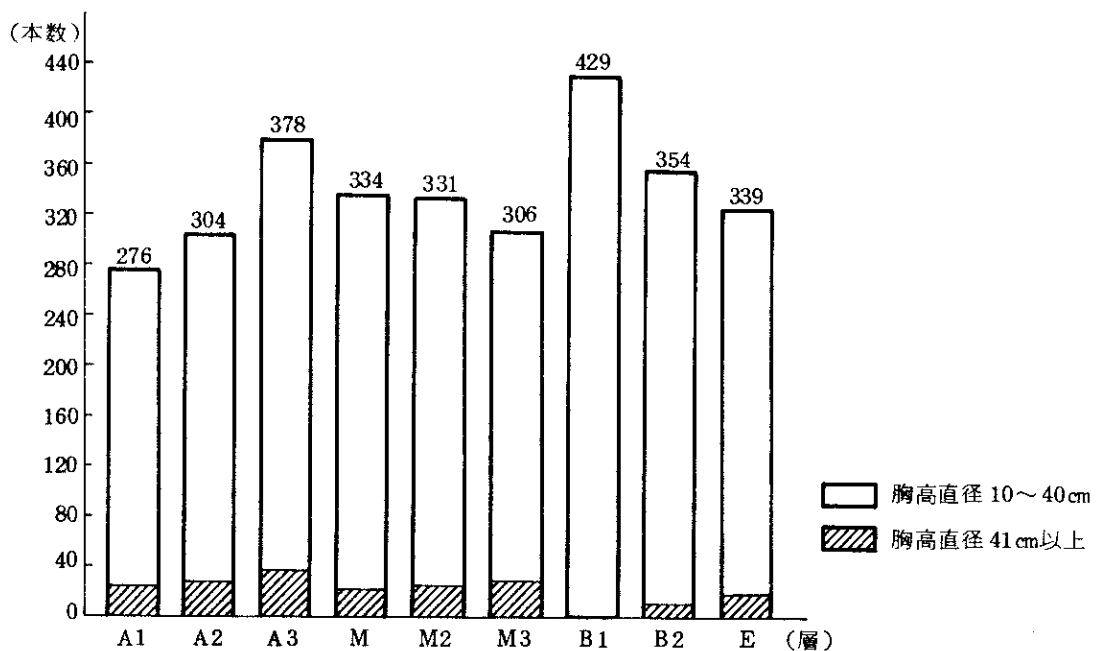


図 V-7 層別の ha 当りの本数

表V-21, 図V-7より10~40cmの本数は, 低木林のB1, B2層に多く, 次いでA3層となる。

一方, 41cm以上で出現本数が多い層順に並べると, A3, M3, A2, M2, A1, M, E, B2, B1となる。これは調査計画の表IV-1の写真判読基準, すなわち高木(上層木の樹冠疎密度で判読層化した結果と, 大径階の本数順位はほぼ一致していることを示している。一方, 小径階については, B1, B2層は予想どおりほとんど大径階がなく, A3層については小径階から大径階まで分布しており, 各層の中で最も良い林分であることが示されている。

(2) 層別の出現樹種

層別に出現した樹種数を樹種クラス別にまとめたのが表V-22である。

これにより出現樹種数が多い層順に並べると, M2, A2, M, A1, M3, A3, B2, E, B1, となる。これを見ると高木林, 中木林, 混生林に出現樹種が多い。

表V-22 層別, クラス別出現樹種数

層	A		B		C		D		E		合計		標本 点数
	出現 樹種数	%	出現 樹種数	%	出現 樹種数	%	出現 樹種数	%	出現 樹種数	%	出現 樹種数	%	
A1	9	90	8	80	18	75	30	77	25	48	90	67	6
A2	10	100	8	80	18	75	33	85	35	67	104	77	32
A3	9	90	7	70	16	67	29	74	24	46	85	63	6
M	7	70	8	80	17	71	32	82	29	56	93	69	10
M2	10	100	9	90	19	79	34	87	34	65	106	79	26
M3	9	90	7	70	16	67	27	69	29	56	88	65	4
B1	4	40	2	20	6	3	6	15	8	15	26	19	2
B2	8	80	6	60	17	71	21	54	25	48	77	57	5
E	8	80	5	50	13	54	27	69	23	44	76	56	4
全 体	10	100	10	100	24	100	39	100	52	100	135	100	95

それに比較して, 伐採進行林, 低木林には出現樹種が少ない。特にB1層では出現樹種が少ない。

(3) 層別のha当り出現樹種上位10種

表V-23は層別にha当りの出現樹種上位10樹種を胸高直径10cm以上と41cm以上に分けて集計したものである。以下高木林, 混生林, 中木林, 低木林, 伐採進行林の順に記す。

高木林

まず表V-23を見て, 高木林A1, A2, A3層の中でPerobaに注目すると, A3層で10cm以上, 41cm以上ともにPerobaが第1位を占め, ha当りそれぞれ

表 V-23 層別の ha 当り出現樹種上位 10 種(1)

A 1

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Yvá poroitý	D	22.2	8.2
2	Yvyrá piú	D	17.3	6.4
3	Aguaí	D	16.0	5.9
4	Laurel	C	13.3	4.9
5	Yvyrá pytá	B	9.8	3.6
6	Katigva	E	8.7	3.2
7	Guatambú	A	8.3	3.1
8	Peroba	B	8.2	3.0
9	No Identificado	E	7.7	2.9
10	Urunde y pará	C	6.8	2.5
合計			118.3	43.7

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Palo blanco	D	1.7	7.7
2	Kurnai	E	1.3	5.9
3	Guatambú	A	1.3	5.9
4	Yvyrá pytá	B	1.2	5.4
5	Kurupay	A	1.2	5.4
6	Samu hú	E	1.0	4.5
7	Urunde y pará	C	1.0	4.5
8	GuaJayví	C	0.8	3.6
9	Ombú	E	0.8	3.6
10	Jacaratiá	E	0.8	3.6
合計			11.1	50.1

A 2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Yvá poroitý	D	25.1	8.4
2	Peroba	B	24.0	8.1
3	Aguaí	D	19.5	6.6
4	Pakurí	D	18.8	6.3
5	Yvyrá piú	D	16.5	5.6
6	Laurel	C	12.1	4.1
7	Mbavy	D	8.1	2.7
8	Ysy	D	7.3	2.5
9	Jacaratiá	E	7.1	2.4
10	Guatambú	A	6.8	2.3
合計			145.3	49

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	4.4	16.2
2	Yvyrá pytá	B	1.9	7.0
3	Kurupay	A	1.7	6.3
4	Kurupay rá	B	1.4	5.1
5	Sama hú	E	1.3	4.8
6	GuaJayví	C	1.3	4.8
7	Jacaratiá	E	1.1	4.0
8	Guatambú	A	1.0	3.7
9	Cancharana	B	1.0	3.7
10	Kupa y	C	0.8	2.9
合計			15.9	58.5

A 3

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	60.3	16.3
2	Yvá poritý	D	42.2	11.4
3	Pakurí	D	28.0	7.5
4	Laurel	C	18.3	4.9
5	Yvyrá piú	D	14.2	3.8
6	Marinero	D	13.0	3.5
7	Ñangapirý	E	12.8	3.4
8	Cancharana	B	12.2	3.3
9	No Identificado	E	10.7	2.9
10	Aguaí	D	10.5	2.8
合計			222.2	59.8

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	11.3	31.1
2	Cancharana	B	3.0	8.3
3	Yvyrá pytá	B	2.2	6.1
4	GuaJayví	C	1.7	4.7
5	Chipá rupa	C	1.5	4.1
6	Yvyrá piú	D	1.3	3.6
7	No Identificado	E	1.2	3.3
8	Guatambú	A	1.2	3.3
9	Kurupay rá	B	1.0	2.8
10	Urunde y pará	C	1.0	2.8
合計			25.4	70.1

表 V-23 層別の ha 当り出現樹種上位 10 種(2)

M

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Yvá poroity'	D	59.1	17.9
2	Laurel	C	24.2	7.3
3	Kupa y'	C	21.6	6.5
4	Ñangapiry'	E	17.5	5.3
5	Pindó	E	13.7	4.2
6	Kurnai	E	12.5	3.8
7	Laurel hú	C	9.6	2.9
8	Yvyra' ovi	C	8.8	2.7
9	Cancharana	B	8.4	2.5
10	Mborevi ka á	E	7.5	2.2
合計			182.9	55.3

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Kupa y'	C	6.7	30.7
2	Kurnai	E	3.4	15.6
3	Yvyra' pyta'	B	2.0	9.2
4	Peroba	B	1.7	7.8
5	Guajayvi'	C	1.4	6.4
6	Palo haya	D	0.8	3.7
7	Lapacho	A	0.7	3.2
8	Cancharana	B	0.7	3.2
9	Cedro	A	0.6	2.8
10	Laurel hú	C	0.4	1.8
合計			18.4	84.4

M2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Yvá poroity'	D	40.3	12.4
2	Peroba	B	18.6	5.7
3	Aguaí	D	17.8	5.5
4	Pakuri'	D	16.8	5.2
5	Ñangapiry	E	16.8	5.2
6	Laurel	C	14.2	4.4
7	Yvyra' piú	D	11.5	3.5
8	Mborevi ka á	E	10.3	3.2
9	Ysy'	D	7.7	2.4
10	Guatambú	A	7.6	2.3
合計			161.6	49.8

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	2.9	12.0
2	Guajayvi'	C	1.5	6.2
3	Yvyra' pyta'	B	1.4	5.8
4	Guatambú	A	1.3	5.4
5	Lapacho	A	1.1	4.6
6	Kurupay' ra'	B	1.1	4.6
7	Kupa y'	C	1.1	4.6
8	Yvyra' piú	D	1.1	4.6
9	Urunde y para'	C	0.9	3.7
10	Yvyra' pepe'	C	0.8	3.3
合計			13.2	54.8

M3

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Pindó	E	22.3	7.3
2	Ñangapiry	E	18.8	6.2
3	Yvá poroity'	D	18.0	6.0
4	Aguaí	D	17.0	5.6
5	Laurel	C	12.8	4.2
6	Mbavy'	D	11.0	3.6
7	Ysy'	D	10.3	3.4
8	No Identificado	E	9.8	3.2
9	Pakuri'	D	9.3	3.1
10	Marinero	D	9.3	3.1
合計			138.6	45.7

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Yvyra' pyta'	B	3.8	12.5
2	Guajayvi'	C	3.0	9.8
3	Kurupay' ra'	B	2.5	8.2
4	Peroba	B	2.5	8.2
5	Cedro	A	1.8	5.9
6	Palo blanco	D	1.3	4.3
7	Guatambú	A	1.0	3.3
8	Kurupay	A	1.0	3.3
9	Laurel canela	C	1.0	3.3
10	Ombu'	E	1.0	3.3
合計			18.9	62.1

表 V-23 層別の ha 当り出現樹種上位 10 種(3)

B 1

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Ñangapirý	E	166.0	39.2
2	Pindó	E	84.5	19.9
3	Tatare'	E	29.5	7.0
4	Yvyra'ovi	C	28.5	6.7
5	Laurel	C	27.0	6.4
6	Laurel canela	C	15.6	3.7
7	No Identificado	E	13.0	3.1
8	Yva'poroitý	D	10.0	2.4
9	Ka a'	E	10.0	2.4
10	Cancharana	B	5.5	1.2
合計			389.6	92.0

胸

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Tatare'	E	1.0	66.7
2	Kupa y'	C	0.5	33.3
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
合計			1.5	100.0

B 2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Yva'poroitý	D	50.6	14.4
2	Ñangapirý	E	29.6	8.4
3	Laurel	C	28.6	8.1
4	Mborevi ka a'	E	18.4	5.2
5	Kupa y'	C	16.2	4.6
6	Pindó	E	14.6	4.2
7	Palo vino	D	14.2	4.0
8	Guajayví	C	12.6	3.6
9	Ñuati arroyo	E	12.2	3.5
10	Urunde y para'	C	10.4	3.0
合計			207.4	59.0

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Kupa y'	C	2.4	20.7
2	Laurel	C	1.2	10.3
3	Peroba	B	0.8	6.9
4	Lapacho	A	0.8	6.9
5	Kurupay	A	0.6	5.2
6	Inga'	E	0.6	5.2
7	Palo vino	D	0.6	5.2
8	Kurñai	E	0.4	3.4
9	Kurupay'ra'	B	0.4	3.4
10	Zota caballo	C	0.4	3.4
合計			8.2	70.6

E

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Yva'poroitý	D	82.2	24.7
2	Pakurí	D	23.5	7.1
3	Laurel	C	20.5	6.2
4	Peroba	B	20.0	6.0
5	Ñangapirý	E	16.3	4.9
6	Mborevi ka a'	E	12.5	3.8
7	Ysy'	D	12.0	3.6
8	Yvyra'piu'	D	11.3	3.4
9	Yvyra'pepe'	C	8.0	2.4
10	Cancharana	B	7.0	2.1
合計			213.3	64.2

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	2.0	9.6
2	Guajayví	C	1.5	7.2
3	Kupa y'	C	1.3	6.3
4	Ysy'	D	1.3	6.3
5	Cancharana	B	1.3	6.3
6	Yvyra'pyta'	B	1.0	4.8
7	Kurupay	A	1.0	4.8
8	Laurel	C	1.0	4.8
9	Urunde y para'	C	1.0	4.8
10	Chipa'rupa'	C	1.0	4.8
合計			12.4	59.7

60.3本(16.3%)、11.3本(31.1%)存在し、41cm以上では、第2位の Cancharana の3.0本(8.3%)の4倍近く、また、その他の樹種に比べて5倍以上の占有率を示し、Peroba の優勢林と判断される。

次にA2層では、10cm以上では24.0本(8.1%)で第2位、41cm以上では4.4本(16.2%)で第1位となっている。41cm以上では第2位の Yvyrá pytá の1.9本(7.0%)の2倍以上の占有率を示し、A2層も Peroba の優勢林と判断される。しかし、A3層に比較してha当りでは $\frac{2}{5}$ 程度しか出現していない。一方A1層では、41cm以上の Peroba はha当り0.7本(3.2%)のみであり、上位10種には入っていない。しかし、10cm以上では第8位8.2本(3.0%)になる。

このことは林況の概況の項とあわせて考えれば、A3層では原生林に近い形で小径階から大径階まで Peroba が存在し、A2では、かなり伐採が進んではいるが、まだ Peroba は残っている状態、そしてA1層はほとんどの Peroba が伐採されてしまった林分であると推測される。

他樹種についてはA1、A2、A3層に限ったことではないが、10cm以上では、D、Eクラスの樹種が多いのに対し、41cm以上ではA、Bクラスの樹種が多くなる。しかし Peroba 以外は、ha当りの平均出現本数が少ない。そこでha当り1.5本以上出現している41cm以上の樹種を列挙すると、A1層で Palo blanco 1.7本(7.7%)、A2層で Yvyrá pyta 1.9本(7.0%)、Kurupay 1.7本(6.3%)、A3層で Cancharana 3.0本(8.3%)、Yvyra pyta 2.2本(6.1%)、Guajayvi 1.7本(4.7%)、Chipá rupá 1.5本(4.1%)となっている。

混生林

10cm以上で第1位となっているのは、Yvá poroitý 59.1本(17.9%)である。この樹種は、どの層にもかなりの数で出現している。ha当りの本数で特に多いのがE層、次にM層となる。しかし、41cm以上にはどの層も出現していない。この樹種は、川辺林に多いことや、E層のように抜き伐り跡地に多く出現するので、造林立地や破壊された森林などの何らかの指標になるかもしれない。41cm以上では第1位は Kupa ý 6.7本(30.7%)である。またこの樹種も湿性を好む。これは、B2層とともにM層が川辺林が多かったことと一致している。Peroba は、10cm以上では出現していないが、41cm以上では4位1.7本(7.8%)であった。

中木林

M2層で41cm以上の第1位は Peroba 2.9本(12.0%)である。一方M3層では Peroba は第4位で2.5本(8.2%)である。これらはA2、A3層と比較して相対的に少なくなっており、Peroba は樹冠がより広がった形で生育していることを示している。10cm以上では、第1位はM2、M3層で、それぞれ Yvá poroitý 40.3本

(12.4%)、Pindo' 22.3本(7.3%)となっている。M3層では10cm以上では上位10種にはD、Eクラスしか出現していない、また、ヤシ科のPindo'は特に土地条件が悪い場所に生長するものである。

低木林

B1、B2層で、10cm以上の10種の出現本数はそれぞれ389.6本(92.0%)、207.4本(59.0%)と、他の層に比較して多い。

41cm以上では、B1層はTataré 1.0本(66.7%)、Kupa'y 0.5本(33.3%)、のわずかに2種しか出現していない。B2層は第1位Kupa'y 2.4本(20.7%)のみがha当たり1.5本以上出現している。10cm以上では、B1層はÑangapirýが166.0本(39.2%)あり、第2位のPindo' 84.5本(19.9%)の約2倍の出現率で、圧倒的に多い。B2層では、Ñangapirýは第2位に落ち29.6本(8.4%)で、第1位はYvá poroity'の50.6本(14.4%)となっている。Yvá poroity'はB1層では上位10種には入らない。Ñangapirýは丘の上や開けた土地に多いことから、乾性のB1層、湿性のB2層と推測できる。

伐採進行林

E層では、10cm以上では、ha当たりYvá poroity'が82.2本(24.7%)出現し、第2位のPakuriの23.5本(7.1%)の4倍近くとなっている。一方、41cm以上ではPerobaが2.0本(9.6%)で第1位、第2位がGuajaivi 1.5本(7.2%)である。

この層は比較的最近に、極度の抜き取りが行われたと推定される林分であるから、特に小径木でYvá poroity'が多いのは、土壤水分、日射条件とともに上層木の抜き伐りと何らかの関連があると思われる。

V-4-4-4 層別の直径階別立木本数

層別、直径階別、クラス別、ha当たり本数は付表V-6にまとめた。前項の層別の本数をさらに細かく見るために胸高直径10cm階ごとに集計し、A+Bクラスと全体の本数について(ha当たり)図示すれば、図V-8となる。図V-8より大径階に本数が多いのは高木林、中木林であることがわかる。特にA3層が顕著である。また、A+Bクラスの本数も高木林、中木林に多く、小径階ほどA+Bクラス以外の本数が多く、大径階ほどA+Bクラスが多いことがわかる。

V-4-4-5 樹種クラス別本数率

前項の大径階ほどA+Bクラスが多いことを、さらに明確にするためにA+B、C、D+E、欠点木の4段階にまとめ、胸高直径を10~30cm、31~40cm、41cm以上に分け、各樹種クラスがどのような割合で変化するかを示したのが表V-24、図V-9である。

これをみると41cm以上でA+Bクラスを含まないB1層を除いて、ほぼどの層も

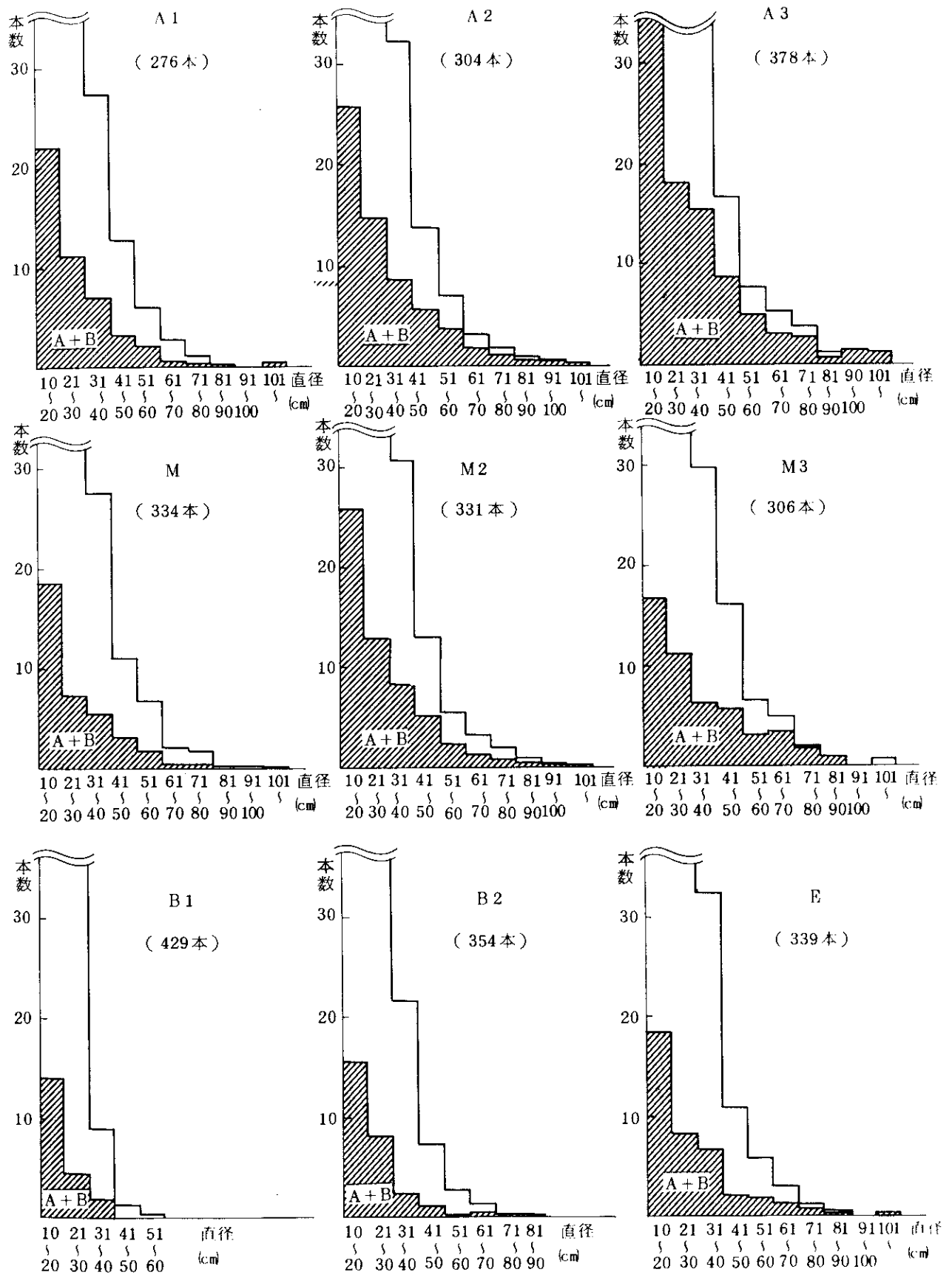


図 V-8 層別の直径階別本数分布 (本数/ha)

胸高直径が増えるにしたがって、A+Bクラスの割合が増、逆にD+Eクラスの割合は減り、Cクラスの割合はそれほど変化しない。

これにより大径階に生長するのは、A、B、Cクラスに多いことが想定される。

表V-24 樹種クラス別本数率

A1

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(33.2本) 15%	(7.0本) 26%	(7.4本) 31%
C	(39.7本) 18%	(6.3本) 23%	(6.6本) 28%
D + E	(148.5本) 66%	(13.0本) 48%	(8.3本) 35%
欠点木	(4.0本) 2%	(1.0本) 4%	(1.3本) 6%
計 (本)	225.4	27.3	23.5

A2

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(40.5本) 17%	(8.7本) 27%	(13.8本) 50%
C	(34.4本) 14%	(7.0本) 22%	(5.5本) 20%
D + E	(164.1本) 67%	(15.5本) 48%	(7.9本) 28%
欠点木	(5.5本) 2%	(1.1本) 3%	(0.7本) 3%
計 (本)	244.3	32.3	27.8

A3

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(57.7本) 19%	(15.5本) 38%	(22.8本) 61%
C	(32.3本) 11%	(9.0本) 22%	(6.5本) 17%
D + E	(204.0本) 68%	(16.2本) 40%	(7.2本) 19%
欠点木	(5.0本) 2%	(0.3本) 1%	(1.2本) 3%
計 (本)	299.0	41.0	37.4

M

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(25.8本) 9%	(5.5本) 20%	(6.4本) 28%
C	(71.1本) 25%	(10.3本) 37%	(9.3本) 41%
D + E	(184.6本) 65%	(10.7本) 39%	(6.1本) 27%
欠点木	(2.6本) 1%	(1.1本) 4%	(0.7本) 3%
計 (本)	284.1	27.5	22.5

M2

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(38.9本) 14%	(8.3本) 27%	(10.7本) 42%
C	(39.5本) 14%	(7.2本) 23%	(6.2本) 25%
D + E	(191.9本) 70%	(14.0本) 46%	(7.0本) 28%
欠点木	(4.8本) 2%	(1.1本) 4%	(1.1本) 4%
計 (本)	275.2	30.7	25.3

M3

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(28.1本) 11%	(6.3本) 21%	(16.0本) 51%
C	(32.6本) 13%	(6.3本) 21%	(6.5本) 21%
D + E	(181.8本) 74%	(17.3本) 58%	(8.4本) 27%
欠点木	(2.8本) 1%	(0.0本) 0%	(0.8本) 3%
計 (本)	245.0	29.8	31.3

B1

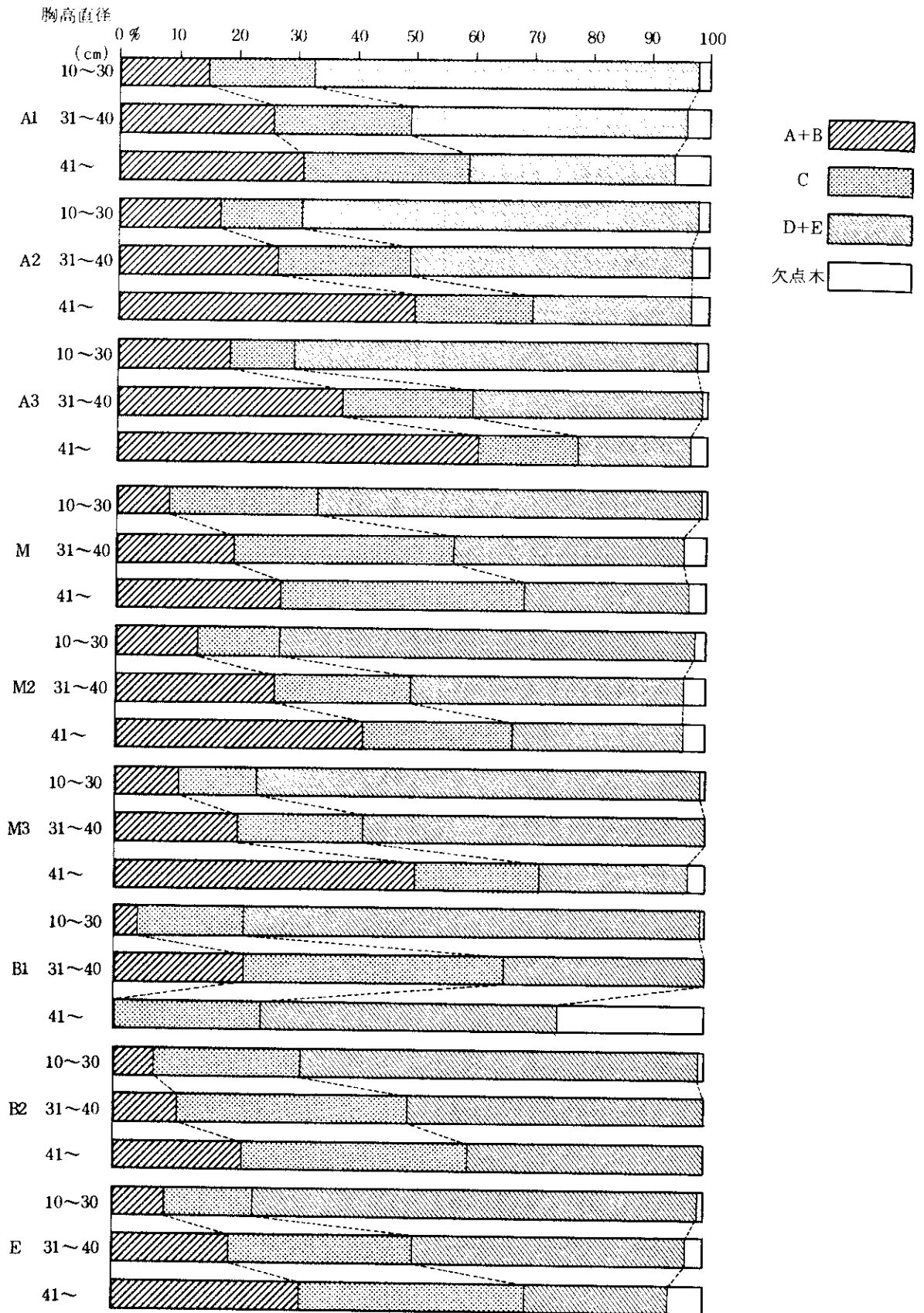
胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(18.5本) 4%	(2.0本) 22%	(0本) 0%
C	(74.0本) 18%	(4.0本) 44%	(0.5本) 25%
D + E	(321.0本) 77%	(3.0本) 33%	(1.0本) 50%
欠点木	(4.5本) 1%	(0本) 0%	(0.5本) 25%
計 (本)	418.0	9.0	2.0

B2

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(23.8本) 7%	(2.4本) 11%	(2.6本) 22%
C	(80.8本) 25%	(8.4本) 39%	(4.6本) 38%
D + E	(213.8本) 66%	(10.8本) 50%	(4.4本) 37%
欠点木	(2.2本) 1%	(0.0本) 0%	(0.4本) 3%
計 (本)	320.6	21.6	12

E

胸高直径 (cm) クラス	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(26.8本) 9%	(6.8本) 20%	(7.0本) 32%
C	(41.0本) 15%	(10.5本) 31%	(8.3本) 38%
D + E	(211.6本) 75%	(16.0本) 47%	(6.0本) 27%
欠点木	(3.1本) 1%	(1.0本) 3%	(1.4本) 6%
計 (本)	282.3	34.3	22.1



図V-9 樹種クラス別本数率

V-4-5 材積から見た林相の特徴

プロットの材積をもとに立木本数から見た林相の特徴と同様の分析を行ってみる。材積は測定木すべてについて、樹皮付き材積と樹皮なし材積を計算してあるが、ここでの分析には、すべて樹皮なし材積を用いている。

V-4-5-1 全体の樹種別材積

樹種別本数と同様に、プロット別、樹種別材積は付表V-7に、またプロット別、直径階別、クラス別材積は付表V-8にまとめたとおりである。全体を通じて材積が多い順に上位10種を、胸高直径10 cm以上及び41 cm以上についてまとめると表V-25のようになる。表V-25をみると、どちらもPerobaの占有率が圧倒的に高いことがわかる。10 cm以上ではPerobaが全体の14.2%を占め、第2位のYvyrá pytáの約3倍あり、また41 cm以上では更に多く全体の22.3%を占め、第2位のYvyrá pytáの約2倍である。このように材積比で見れば、Perobaが当調査地域の最優勢木であることは、本数比よりもさらに明らかである。

Perobaの比率は1981年の北部地域のみ調査では、更に高い値を示していたが、全体地域調査では、やや値が下がった。これは南部地域ではPerobaの分布が少なかったことが影響している。それにかわってYvyrá pytáが南部地域に多く分布し、この樹種が調査地域全体ではPerobaに次ぐ優勢木となっている。

表V-25で10 cm以上、41 cm以上で共通して出現している樹種は7樹種である。したがって、10 cm以上に出現していて41 cm以上に出現していない樹種、Yvá poroitý, Laurel, Yvyrá piúは、大径木にはなり難いことがわかる。逆に10 cm以上に出現していないが、41 cm以上に出現している樹種、Lapacho, Kurñai, Urunde y paráは、構成比は少ないが大径木になり得ることがわかる。ここで表V-23, 表V-25の本数と材積を比較してみると、10 cm以上で両表に出現している樹種は、Peroba, Yvá poroitý, Laurel, Yvyrá piúの4樹種である。したがって本数の表に出ていなくて、材積の表に出ていたYvyrá pytá, Kupa y, Kurupay, Guatambú, Kurupay rá, Guajayvíは、本数は少ない割に材積が多いことがわかる。また41 cm以上で本数、材積の表にはB樹種が共通して出ている。これは当然のことながら41 cm以上のものは高材積であるということである。

次に樹種クラスに注目してみれば、10 cm以上ではA, BクラスはPeroba, Yvyrá pytá, Kurupay, Guatambú, Kurupay ráの5樹種に対し、41 cm以上ではPeroba, Yvyrá pytá, Kurupay, Kurupay rá, Guatambú, Lapachoの6樹種となっている。

また、41 cm以上ではマメ科(Leguminosae)に出現樹種が多い。

表 V 25 全体の材積量上位 10 種

胸 高 直 径 10 cm 以上						
	地 方 名	科	属	クラス	材 積	%
1	Peroba	<i>Apocynaceae</i>	<i>Aspidosperma</i>	B	883.38	14.2
2	Yvyrá pytá	<i>Leguminosae</i>	<i>Peltophorum</i>	B	345.00	5.5
3	Kupa ý	<i>Leguminosae</i>	<i>Copaifera</i>	C	277.05	4.5
4	Yvá poroitý	<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrciaria</i>	D	258.31	4.1
5	Laurel	<i>Lauraceae</i>	<i>Nectandra</i>	C	216.82	3.5
6	Kurupay	<i>Leguminosae</i>	<i>Piptadenia</i>	A	211.17	3.4
7	Guatambú	<i>Rutaceae</i>	<i>Balfourodendron</i>	A	203.19	3.3
8	Yvyrá piú	<i>Sapindaceae</i>	<i>Diatenopteryx</i>	D	197.39	3.2
9	Kutupay rá	<i>Leguminosae</i>	<i>Piptadenia rigida</i>	B	173.16	2.8
10	Gua jayví	<i>Boraginaceae</i>	<i>Patagomula</i>	C	170.81	2.7
合計					2936.28	47.2

胸 高 直 径 41 cm 以上						
	地 方 名	科	属	クラス	材 積	%
1	Peroba	<i>Apocynaceae</i>	<i>Aspidosperma</i>	B	676.38	22.3
2	Yvyrá pytá	<i>Leguminosae</i>	<i>Peltophorum</i>	B	303.30	10.0
3	Kupa ý	<i>Leguminosae</i>	<i>Copaifera</i>	C	215.18	7.1
4	Kurupay	<i>Leguminosae</i>	<i>Piptadenia</i>	A	167.91	5.5
5	Kurupay rá	<i>Leguminosae</i>	<i>Piptadenia rigida</i>	B	140.64	4.6
6	Gua jayví	<i>Boraginaceae</i>	<i>Patagomula</i>	C	121.94	4.0
7	Guatambú	<i>Rutaceae</i>	<i>Balfourodendron</i>	A	100.12	3.3
8	Lapacho	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia</i>	A	93.00	3.1
9	Kurnai			E	85.10	2.8
10	Urunde y para	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Astonium</i>	C	84.01	2.8
合計					1987.58	65.6

V - 4 - 5 - 2 層別の樹種別材積

層別、樹種別 ha 当りの材積は付表 V - 9 のとおりである。

(i) 層別の ha 当りの材積

本数の項と同様に層別に ha 当りの材積を胸高直径 10 ~ 40 cm と 41 cm 以上とにまとめると表 V - 26 のとおりであり、図示すると図 V - 10 のとおりである。

表 V - 26 層別の ha 当りの材積 (欠点木も含めた合計) (単位: m³)

胸高直径 \ 層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	平均
10 ~ 40 cm	26.28	34.97	45.88	33.93	34.35	30.13	21.55	30.60	38.98	34.28
41 cm 以上	23.29	38.06	63.46	28.74	30.36	37.93	0.55	11.63	28.15	33.03
合 計	49.57	73.03	109.34	62.67	64.71	68.06	22.10	42.23	67.13	67.31
41 cm 以上の割合(%)	47.0	52.1	58.0	45.9	46.9	55.7	2.5	27.5	41.9	49.07

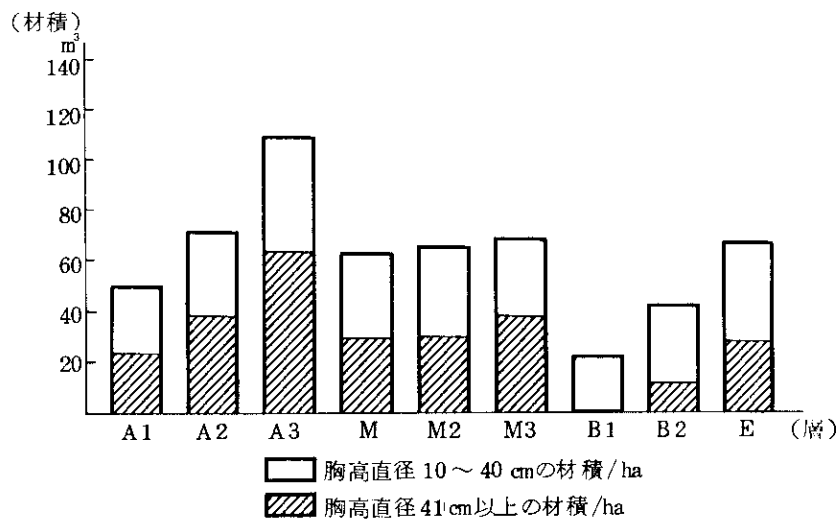


図 V - 10 層別の ha 当りの材積

この層別材積は、10~40 cmの材積は、B1層の21.55 m³からA3層の45.88 m³まで各層とも30 m³前後で変化が少ない。一方、41 cm以上については、多い層順に並べると、A3, A2, M3, M2, M, E, A1, B2, B1となる。

(ii) 層別の ha 当りの材積上位10種

表 V - 27 は、本数の項と同様に層別に ha 当りの材積が多い上位10種を胸高直径10 cm以上と41 cm以上とに分けて集計したものである。これをみると、本数の項とはやや異なって、10 cm以上と41 cm以上で同じような樹種が出現していて、変化が少ないことがわかる。これは当然のことながら材積を高めるのは大径木で、小径木の立木密度が高くとも高材積にはなり得ないことを表わしている。

各層を比較して Peroba の占有率が高いことがわかる。それは、A2, A3, M2層で、10 cm以上、41 cm以上とも Peroba が第1位である。またB2層でも41 cm以上では Peroba が第1位である。またA1, M3層で、10 cm以上、41 cm以上とも Yvyrá pytá が第1位で、E層の41 cm以上でも Yvyrá pytá が第1位となっている。

以下、高木林、混生林、中木林、低木林、伐採進行林の順に述べる。

高木林

A1層では Yvyrá pytá, A2, A3層では Peroba が優勢である。しかし、その占有量、率ではかなり差がある。まず Peroba を比較すると、41 cm以上で ha 当りの材積はA1(1.62 m³), A2(9.52 m³), A3(31.19 m³)である。A3層はA1層の19倍、A2層の3.3倍の Peroba が含まれ同様に Yvyrá pytá を比較するとA1(1.93 m³), A2(3.57 m³), A3(4.41 m³)で、A3層はA1層の2.3倍、A2層の1.25倍の Yvyrá pytá が含まれる。

他樹種については、41 cm以上に出現していて、10 cm以上に出現していない樹種、

表 V-27 層別の ha 当りの材積上位 10 種 (1)

A 1

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Yvyra' pyta'	B	2.97	6.1
2	Guatambú	A	2.55	5.3
3	Urunde y para'	C	2.45	5.1
4	Peroba	B	2.37	4.9
5	Palo blanco	D	2.34	4.8
6	Yvyra' piú	D	2.26	4.7
7	Timbó	B	1.78	3.7
8	Laurel	C	1.68	3.5
9	Yvá poroity'	D	1.51	3.2
10	Kupa y'	C	1.50	3.1
合計			21.41	44.4

胸高直径 40 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Yvyra' pyta'	B	1.93	8.7
2	Timbó	B	1.78	8.0
3	Peroba	B	1.62	7.3
4	Palo blanco	D	1.47	6.6
5	Samu hú	E	1.27	5.7
6	Kurnai	E	1.26	5.7
7	Kupa y'	C	1.25	5.6
8	Guatambú	A	1.21	5.5
9	Urunde y para'	C	1.16	5.2
10	Kurupay	A	1.07	4.8
合計			14.02	63.1

A 2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	12.22	17.2
2	Yvyra' pyta'	B	3.96	5.6
3	Kurupay	A	3.43	4.8
4	Yvyra' piú	D	2.67	3.8
5	Guatambú	A	2.54	3.6
6	Aguaí	D	2.36	3.3
7	Kurupay' ra'	B	2.34	3.2
8	Yvá poroity'	D	1.98	2.8
9	Laurel	C	1.97	2.7
10	Pakurí	D	1.78	2.5
合計			35.25	49.5

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	9.52	25.7
2	Yvyra' pyta'	B	3.57	9.7
3	Kurupay	A	2.80	7.6
4	Kurupay' ra'	B	1.95	5.3
5	Samu hú	E	1.41	3.8
6	Lapacho	A	1.26	3.4
7	Kupa y'	C	1.20	3.2
8	Guatambú	A	1.18	3.2
9	Guajayví	C	1.14	3.1
10	Tata yva'	C	0.98	2.6
合計			25.01	67.6

A 3

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	38.54	36.2
2	Cancharana	B	4.44	4.2
3	Yvyra' pyta'	B	4.44	4.2
4	Pakurí	D	3.76	3.5
5	Laurel	C	2.92	2.7
6	Yvyra' piú	D	2.90	2.7
7	Yvá poroity'	D	2.86	2.7
8	No Identificado	E	2.83	2.7
9	Guatambú	A	2.65	2.5
10	Urunde y para'	C	2.54	2.4
合計			67.88	63.8

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	31.19	51.1
2	Yvyra' pyta'	B	4.41	7.2
3	Cancharana	B	2.83	4.6
4	Guajayví	C	1.79	2.9
5	Kurupay' ra'	B	1.44	2.4
6	Urunde y para'	C	1.40	2.3
7	No Identificado	E	1.36	2.2
8	Guatambú	A	1.35	2.2
9	Marinero	D	1.20	2.0
10	Kupa y'	C	1.08	1.8
合計			48.05	78.7

表V-27 層別のha当りの材積上位10種(2)

M

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Kupa y	C	12.31	20.1
2	Kurñai	E	6.77	11.0
3	Yvá poraitý	D	4.40	7.2
4	Yvyrá pytá	B	4.04	6.6
5	Peroba	B	3.23	5.3
6	Laurel	C	2.76	4.5
7	Pindó	E	1.69	2.8
8	Cancharana	B	1.50	2.8
9	Palo haya	D	1.49	2.4
10	Guajayví	C	1.31	2.1
合計			939.55	64.4

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Kupa y	C	9.33	33.6
2	Kurñai	E	4.53	16.3
3	Yvyrá pytá	B	3.60	13.0
4	Peroba	B	2.44	8.8
5	Polo haya	D	1.18	4.2
6	Lapacho	A	1.05	3.8
7	Guajayví	C	1.02	3.7
8	Samu hú	E	0.71	2.6
9	Cancharana	B	0.56	2.0
10	Cedro	A	0.47	1.7
合計			24.89	89.7

M2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	6.41	10.2
2	Yvyrá pytá	B	3.09	4.9
3	Yvá poroitý	D	2.89	4.6
4	Guatambú	A	2.80	4.5
5	Urunde y pará	C	2.56	4.1
6	Kurupay	A	2.41	3.8
7	Guajayví	C	2.35	3.7
8	Kurupay rá	B	2.18	3.5
9	Yvyrá piú	D	2.15	3.4
10	Laurel	C	2.09	3.3
合計			28.93	46.0

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	4.39	15.0
2	Yvyrá pytá	B	2.59	8.9
3	Kurupay	A	1.98	6.7
4	Kurupay rá	B	1.80	6.2
5	Guajayví	C	1.69	5.8
6	Kupa y	C	1.69	5.8
7	Urunde y pará	C	1.52	5.2
8	Gautambú	A	1.48	5.1
9	Yvyrá piú	D	0.68	2.3
10	Cancharana	B	0.67	2.3
合計			18.49	63.3

M3

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Yvyrá pytá	B	9.35	13.9
2	Kurupay rá	B	4.44	6.6
3	Peroba	B	4.30	6.4
4	Guajayví	C	2.64	3.9
5	Yvyrá katú	D	2.38	3.6
6	Cedro	A	2.20	3.3
7	Aguaí	D	1.98	3.0
8	Lapacho	A	1.93	2.9
9	Laurel	C	1.84	2.7
10	Guatambú	A	1.82	2.7
合計			32.88	49.0

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Yvyrá pytá	B	8.92	24.0
2	Kurupay rá	B	3.73	10.0
3	Peroba	B	3.62	9.7
4	Guajayví	C	2.38	6.4
5	Cedro	A	1.95	5.2
6	Lapacho	A	1.79	4.8
7	Gautambú	A	1.43	3.8
8	Palo blanco	D	1.32	3.6
9	Kupa y	C	1.29	3.5
10	Kurupay	A	1.08	2.9
合計			27.51	73.9

表V-27 層別のha当りの材積上位10種(3)

B 1

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Pindo'	E	7.14	32.8
2	Ñangapirý	E	3.96	18.2
3	Tatará	E	2.30	10.1
4	Laurel	C	1.45	6.7
5	Laurel canela	C	1.34	6.2
6	Yvyra ovi	C	0.92	4.2
7	Kurupay	A	0.65	3.0
8	Yvá poroitý	D	0.44	2.0
9	Kupa y	C	0.43	2.0
10	Cancharana	B	0.41	1.8
合計			19.04	87.0

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Tatare'	E	0.24	57.1
2	Kupa y	C	0.18	42.9
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
合計			0.42	100.0

B 2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Kupa y	C	5.07	12.2
2	Yvá poroitý	D	3.49	8.4
3	Laurel	C	2.98	7.2
4	Peroba	B	2.87	6.9
5	Palo vino	D	2.44	5.9
6	Kurñai	E	1.81	4.4
7	Pindo'	E	1.55	3.7
8	Guajayví	C	1.48	3.6
9	Lapacho	A	1.38	3.3
10	Ñangapirý	E	1.19	2.9
合計			24.26	58.5

胸高直径 41 cm 以上				
	樹高	クラス	材積	%
1	Peroba	B	2.65	24.0
2	Kupa y	C	2.64	23.9
3	Lapacho	A	1.07	9.7
4	Yvyra piú	D	0.47	4.3
5	Laurel	C	0.41	3.7
6	Inga'	E	0.36	3.3
7	Kurñai	E	0.31	2.8
8	Aratiku'	E	0.30	2.7
9	Palo vino	D	0.28	2.5
10	Kurupay ra'	B	0.28	2.5
合計			8.77	79.4

E

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Yvá poroitý	D	6.54	10.1
2	Laurel	C	4.75	7.3
3	Pakurí	D	4.47	6.9
4	Peroba	B	4.09	6.3
5	Yvyra pyta'	B	3.43	5.3
6	Ysy'	D	3.25	5.0
7	Yvyra piú	D	2.74	4.2
8	Cancharana	B	2.44	3.8
9	Chipá rupa'	C	2.40	3.7
10	Guajayví	C	2.22	3.4
合計			36.33	56.0

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Yvyra pyra'	B	2.98	11.3
2	Peroba	B	2.12	8.1
3	Kupa y	C	1.74	6.6
4	Kurupay	A	1.71	6.5
5	Laurel canela	C	1.62	6.2
6	Laurel	C	1.59	6.1
7	Guajayví	C	1.48	5.6
8	Urunde y para'	C	1.37	5.2
9	Ysy'	D	1.29	4.9
10	Cancharana	B	1.25	4.8
合計			17.15	65.3

すなわち大径木に成長している樹種は、A 1層で Samu hú, Kurñai Kurupay, A 2層で Samu hú Lapacho, Kupa ý, Guajaivi, Tata yvá, A 3層で Guajayvi, Kurupay rá, Marinero, Kupa ý である。また A 3層には不明木が多かった。

混 生 林

この M層では、10 cm以上、41 cm以上とも第1位は Kupa ý である。ha 当りの材積でも 41 cm以上で 9.33 m³ (33.6%) とかなりの占有率を示す。一方 Peroba は 10 cm以上、41 cm以上でそれぞれ第5位、第4位で、3.23 m³ (5.3%), 2.44 m³ (8.8%) となっている。

他樹種で大径階に生長している樹種は Lapacho, Samu hú, Cedro である。

中 木 林

M 2層は Peroba, M 3層は Yvyrá pytá が優勢している。41 cmで比較すると、Peroba は ha 当り M 2層が 4.39 m³ (15.0%), M 3層が 3.62 m³ (9.7%), Yvyrá pytá は M 2層で 2.59 m³ (8.9%), M 3層で 8.92 m³ (24.0%) となっている。Peroba の量を A 2, M 2層で比較すると、A 2層が M 2層の約2倍多い。A 3層と M 3層では A 3層が M 3層の 8.6倍である。Yvyrá pytá では A 2, M 2層では A 2層が 1.4倍多いのに対し、A 3, M 3層では、M 3層が A 2層より2倍多い。

他樹種で大径階に生長しうる樹種は、M 2層で、Kupa ý, Cancharana, M 3層で Palo blanco, Kupa ý, Kurupay である。

低 木 林

B 1層では Peroba は、まったく出現していない。また B 1層の 41 cm以上になる樹種は Tataré と Kupa ý のみで、合計でも 0.42 m³ という少なさである。一方 B 2層では 41 cm以上で Peroba が第1位で 2.65 m³ (24.0%) である。これは M層の 2.44 m³, E層の 2.12 m³ に近い値である。また B 2層は上位 10種で 8.77 m³ (79.4%) あり、B 1層とは明らかな差がある。

他樹種で大径階に生長している樹種は B 2層で Yvyrá piú, Ingá, Aratikú, Kurupay rá である。

伐採進行林

E層の 10 cm以上で第1位は Yvá poroitý 6.54 m³ (10.1%) であるが、これは 41 cm以上の上位 10種には入らない。41 cm以上の第1位は Yvyrá pytá の 2.98 m³ (11.3%) で、Peroba は第2位で 2.12 m³ (8.1%) である。

他樹種で大径階に生長している樹種は、Kupa ý, Kurupay, Laurel canela, Urunde y pará, である。

(iii) 層別の単木当りの平均材積

次に本数の項の表 V - 21 と、材積の表 V - 26 を用いて層別に単木の平均材積を

算出すれば、表V-28のとおりである。

表V-28 層別の単木当りの平均材積

(単位: m³)

胸高直径	層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	平均
10~40 cm		0.10	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.05	0.09	0.12	0.11
41 cm 以上		0.99	1.37	1.70	1.28	1.20	1.22	0.28	0.97	1.27	1.30
全 体		0.18	0.24	0.29	0.19	0.20	0.22	0.05	0.12	0.20	0.21

これより胸高直径10~40 cm階の単木の材積は、層別に差は少ないが、41 cm以上ではA 3層が高く、単木当りの材積が高いことがわかる。これについては、表V-1の写真判読基準とよく一致している。しかし、M、E層の単木材積がA 1層を上回った。これは、混生林M層の中に低木階よりも高木階のものが多かったこと、またこの層は川辺林などに多く、伐採の影響をそれほど受けていないこと、またE層とA層はほとんど似た林相であることが考えられる。

V-4-5-3 層別の直径階別材積

層別、直径階別 ha 当り材積は付表V-10にまとめた。

それよりA+Bクラスと全体を図示すると図V-11のようになる。図V-11よりA+Bの割合はどの層でも大径階で高い値を示している。高木林を比較するとA 1層では胸高直径10~90 cm階までA+Bクラスが平均的に出現しており31~40 cm階でやや高い。A 2層では101 cm階までどの階も約4 m³以上あり、A+Bクラスも、どの階にもありピークが51~60 cm階と101 cm階にある。A 3層は、A 1、A 2層と比較してどの階でも多く、101 cm以上で特に多い。そしてそのほとんどがA+Bクラスである。

次に、写真判読基準で樹高、疎密度は同じだが、樹冠の大きさが異なるA 2、M 2層を比較すると、90 cm階までは同じように漸減しているが、A 2層では91 cm階以上で再び増大している。これに対しM 2層はそのまま減少する。またA 3、M 3層では似た形を示すが、すべての階でA 3層の材積がまさっている。

このことは表V-28の単木当りの材積では、41 cm以上での値がA 3、A 2、M 3、M 2の順でそれぞれ1.70 m³、1.37 m³、1.22 m³、1.20 m³となっており、写真判読基準どおりの大径階の材積順位となっている。

次に低木林、混生林、伐採進行林であるが、低木林のB 1層はA+Bクラスも41 cm以上の樹木もほとんどない。またB 2層も10~90 cm階までA+Bクラスは出現するが、その数は少ない。

次に混生林M層であるが、31~60 cm階でA+Bクラスは、多少あるがそれ以上の階では少ない。

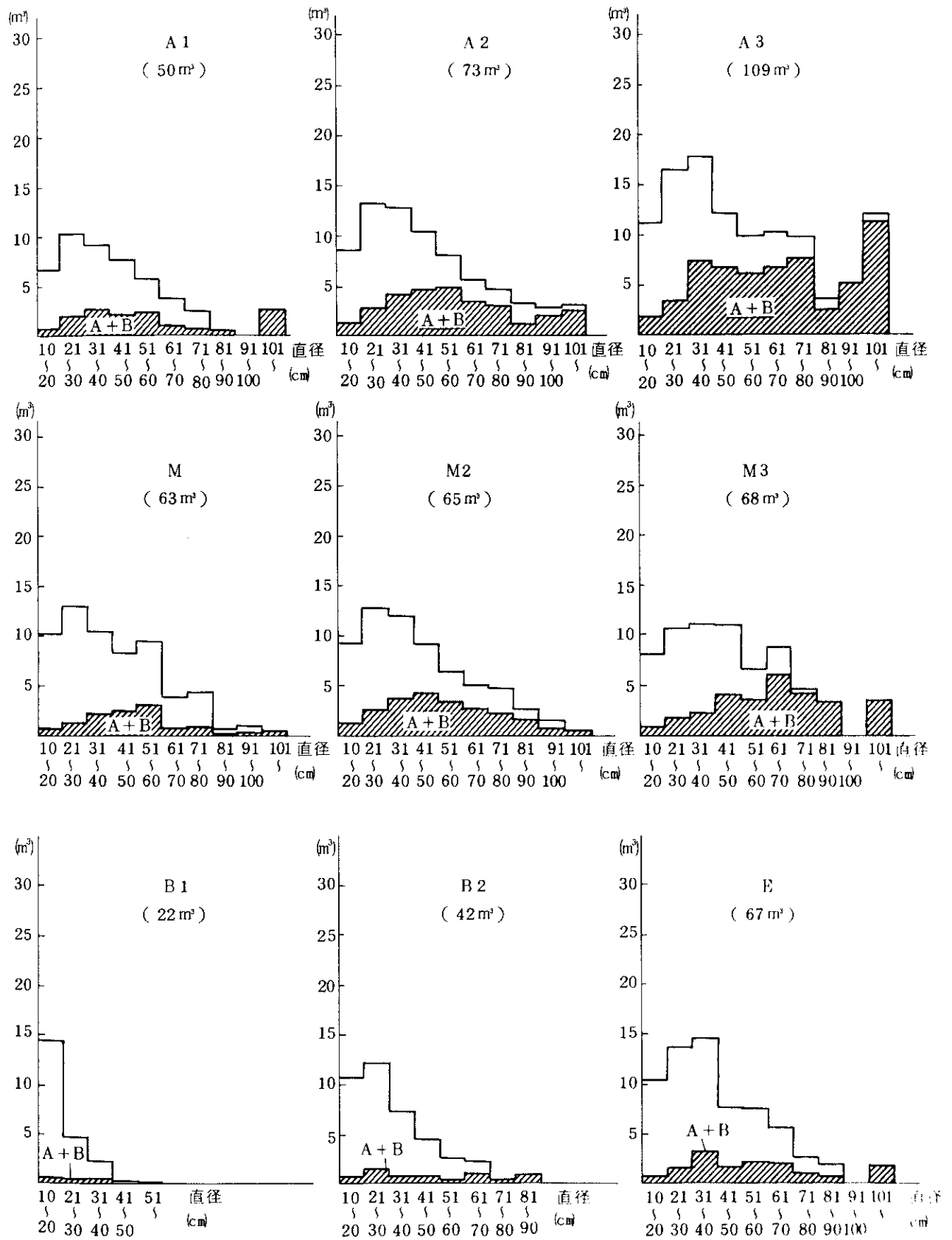


図 V - 11 層別の直径階別材積分布 (m³/ha)

その他、図 V - 11 より B 1, M 層以外は、21 ~ 40 cm 階で材積率が多い。現在抜き伐られている樹木が 41 cm 以上と思われることから、現在 21 ~ 40 cm 階にあるものは、次代の大径木となると思われる。

V - 4 - 5 - 4 樹種クラス別材積率

本数での分析と同様に A + B, C, D + E, 欠点木と 4 段階に分け、胸高直径が 10 ~ 30 cm, 31 ~ 40 cm, 41 cm 以上となるにつれて材積率がどのように変化するかを表 V - 29 及び図 V - 12 に示した。

これを見ると、41 cm 以上で A + B クラスを含まない B 1 層を除いて、ほぼどの層も胸高直径が増えるにしたがって A + B クラスの割合が増え、逆に D + E クラスの割合は減っており、C クラスの割合は変化が少ない。このことは本数の項の図 V - 9 よりも材積の方がより顕著な差があることを示している。

表V-29 樹種クラス別材積率

A 1

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(3.02 m ³) 18%	(2.70 m ³) 29%	(9.50 m ³) 41%
C	(3.62 m ³) 21%	(2.06 m ³) 22%	(5.76 m ³) 25%
D + E	(10.16 m ³) 59%	(4.17 m ³) 45%	(6.92 m ³) 30%
欠点木	(0.27 m ³) 2%	(0.29 m ³) 3%	(1.10 m ³) 5%
計 (m ³)	17.08	9.21	23.28

A 2

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(4.33 m ³) 20%	(4.06 m ³) 31%	(23.15 m ³) 61%
C	(3.45 m ³) 16%	(2.87 m ³) 22%	(6.20 m ³) 16%
D + E	(13.56 m ³) 62%	(5.80 m ³) 44%	(7.60 m ³) 20%
欠点木	(0.52 m ³) 2%	(0.35 m ³) 3%	(1.07 m ³) 3%
計 (m ³)	21.88	13.09	38.07

A 3

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(5.43 m ³) 19%	(7.47 m ³) 42%	(46.70 m ³) 74%
C	(3.53 m ³) 13%	(3.71 m ³) 21%	(6.99 m ³) 11%
D + E	(18.51 m ³) 66%	(6.66 m ³) 37%	(7.39 m ³) 12%
欠点木	(0.43 m ³) 2%	(0.13 m ³) 1%	(2.39 m ³) 4%
計 (m ³)	27.91	17.97	63.46

M

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(2.39 m ³) 10%	(2.34 m ³) 22%	(8.77 m ³) 31%
C	(6.94 m ³) 30%	(3.88 m ³) 36%	(11.39 m ³) 40%
D + E	(13.78 m ³) 59%	(4.18 m ³) 39%	(7.62 m ³) 27%
欠点木	(0.14 m ³) 1%	(0.27 m ³) 3%	(0.96 m ³) 3%
計 (m ³)	23.26	10.68	28.74

M 2

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(3.99 m ³) 18%	(3.86 m ³) 32%	(15.34 m ³) 51%
C	(3.85 m ³) 17%	(2.87 m ³) 24%	(7.60 m ³) 25%
D + E	(14.05 m ³) 63%	(4.92 m ³) 41%	(6.30 m ³) 21%
欠点木	(0.43 m ³) 2%	(0.40 m ³) 3%	(1.09 m ³) 4%
計 (m ³)	22.33	12.05	30.33

M 3

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(2.61 m ³) 14%	(2.39 m ³) 21%	(24.61 m ³) 65%
C	(3.02 m ³) 16%	(2.25 m ³) 20%	(5.90 m ³) 16%
D + E	(13.04 m ³) 69%	(6.52 m ³) 58%	(6.66 m ³) 18%
欠点木	(0.28 m ³) 1%		(0.75 m ³) 2%
計 (m ³)	18.96	11.17	37.92

B 1

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(1.33 m ³) 7%	(0.66 m ³) 28%	—
C	(3.52 m ³) 18%	(1.05 m ³) 45%	(0.18 m ³) 33%
D + E	(14.13 m ³) 74%	(0.63 m ³) 27%	(0.24 m ³) 44%
欠点木	(0.20 m ³) 1%	—	(0.14 m ³) 25%
計 (m ³)	19.2	2.35	0.55

B 2

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(2.38 m ³) 10%	(0.87 m ³) 12%	(4.48 m ³) 38%
C	(7.33 m ³) 32%	(2.85 m ³) 38%	(3.73 m ³) 32%
D + E	(13.33 m ³) 58%	(3.73 m ³) 50%	(2.84 m ³) 24%
欠点木	(0.12 m ³) 1%	—	(0.58 m ³) 5%
計 (m ³)	23.16	7.44	11.64

E

胸高直径 クラス (cm)	10 ~ 30	31 ~ 40	41 ~
A + B	(2.51 m ³) 10%	(3.23 m ³) 22%	(10.42 m ³) 37%
C	(4.42 m ³) 18%	(4.60 m ³) 31%	(10.35 m ³) 37%
D + E	(17.13 m ³) 70%	(6.56 m ³) 45%	(5.50 m ³) 20%
欠点木	(0.25 m ³) 10%	(0.28 m ³) 2%	(1.88 m ³) 7%
計 (m ³)	24.32	14.66	28.15

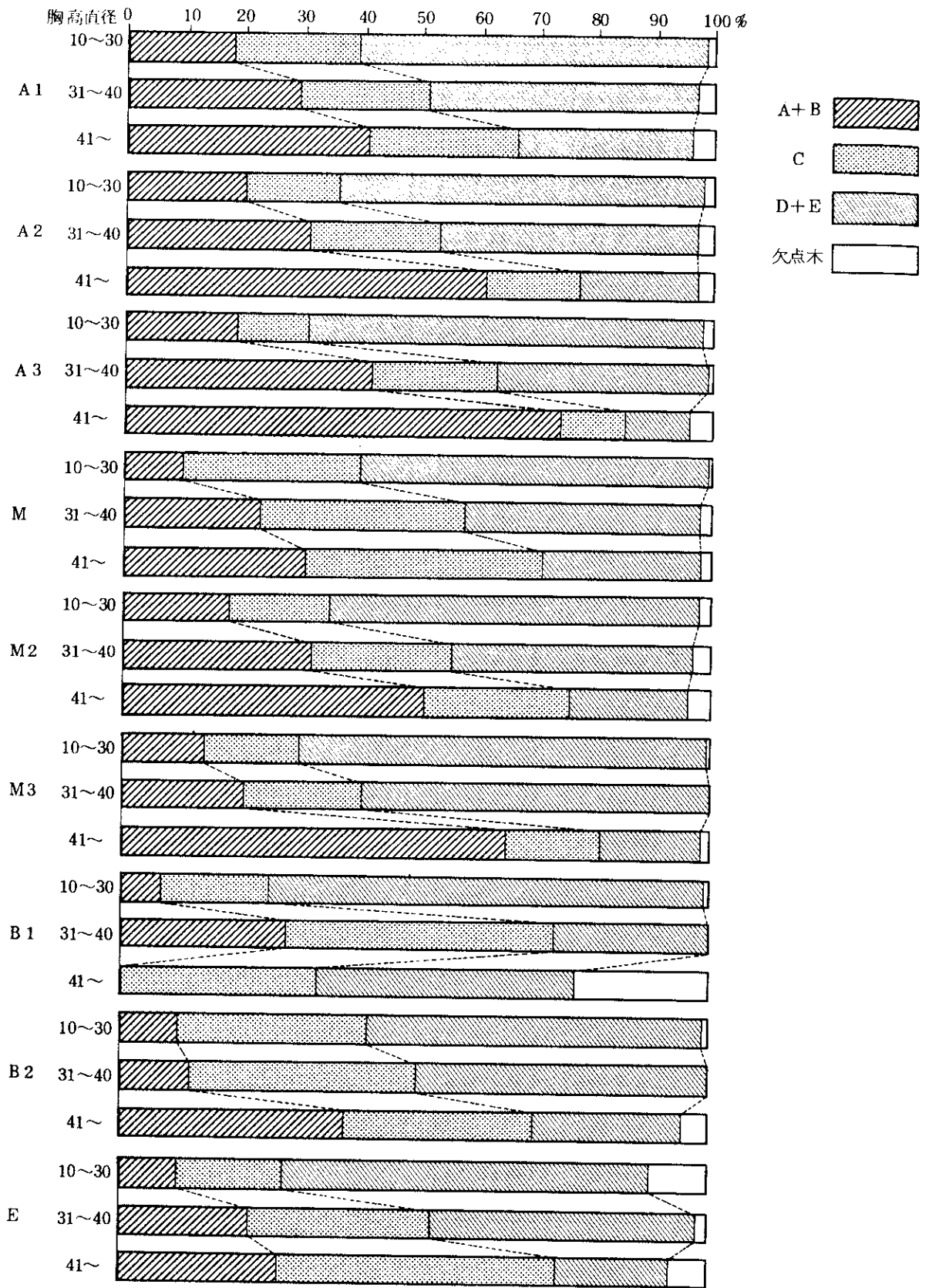


図 V - 12 樹種クラス別材積率

V-4-6 欠点木について

欠点木については立木調査時に表V-16に示した項目について野帳に記入した。これについて欠点木本数をまとめたものが付表V-11, 材積についてまとめたのが付表V-12である。これをみると全欠点木本数は胸高直径10 cm以上で592本で全30820本中1.9%であった。また材積でみると171.24 m³で全7397.00 m³中2.3%であった。これを欠点項目別にみると, 最も本数, 材積とも多いのがSin copa (樹冠がない)で, 266本(0.9%), 50.11 m³(0.7%)となっている。続いて本数ではInclinado (傾いている)が187本(0.6%), Hueco (空洞になっている)が66本(0.2%), Semiseco (半枯れている)が24本(0.1%)が主な欠点項目の順位である。材積ではSin copaに続いてHueco 41.34 m³(0.6%), Inclinado 38.63 (0.5%), Semi seco (0.3%)となっている。これより, Huecoが本数が少ない割に材積が多いことがわかる。これは現地調査時にもたびたび観察されたが, 胸高直径1 m程の大径木によく空洞木が見られ, 主に老令過熟木に空洞が生ずると思われる。なお, これらの欠点木は, 全体の蓄積推定からは除外した。

V-4-7 樹高及び直径

V-4-7-1 全体の平均樹高及び平均直径

胸高直径10 cm以上と41 cm以上に分けた, プロット別及び層別の平均樹高(全樹高と利用可能樹高)と平均直径(胸高直径, 5 m部位直径及び利用可能部位高直径)は, 付表V-13, 付表V-14にまとめた。

なお, 95プロット全体の平均値は表V-30のとおりである。

表V-30 平均樹高と平均直径(95プロット平均)

各部位 \ 直径	胸高直径10 cm以上	胸高直径41 cm以上
平均全樹高	12.27 m	19.04 m
平均利用可能樹高	4.41 m	6.79 m
平均胸高直径	22.19 cm	55.33 cm
平均5 m部位直径	19.02 cm	47.62 cm
平均利用可能部位高直径	18.35 cm	44.69 cm

V-4-7-2 層別平均樹高

付表V-14より層別に胸高直径10 cm以上と41 cm以上について図示すると図V-13のようになる。これで見ると写真判読の基準で高木と低木の境界を上層木の樹高15 mとしたことは概ね合致している。高木林のA1, A2, A3層は中木林M2, M3層に比較して, 写真判読の際, 疎密度は同様で樹冠がやや大きいとしたものであるが, 樹高においてもA2, A3層の方がM2, M3層よりやや高いものであったことを伺わせる。低木層のB2層は, 41 cm以上で予想を上回る高い値をもった。これ

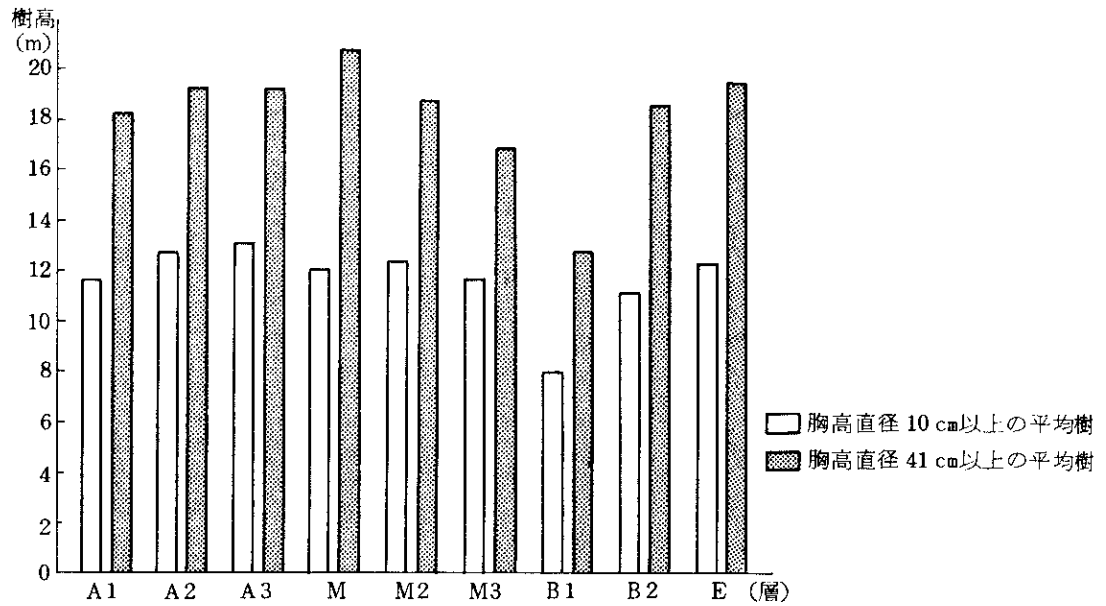


図 V-13 層別平均樹高

はどちらかというとい伐採進行林 E 層に近い型である。B 2 層は林縁に沿って帯状または単独に帯状に分布していることにより、やはり抜き伐りがしやすく、若干切り残された高木がこのように影響していると推定される。

V-4-7-3 直径階別樹高

主な樹種 Peroba, Cedro, Lapacho, Yvyra' pyta' について、樹高階別 (2m 階) 及び直径階別 (10 cm 階) に本数をまとめ、移動平均法で樹高曲線を描いたのが図 V-14 である。

これを見ると直径の割に樹高が高いのは Lapacho, Peroba, Cedro, Yvyra' ptá の順になっている。

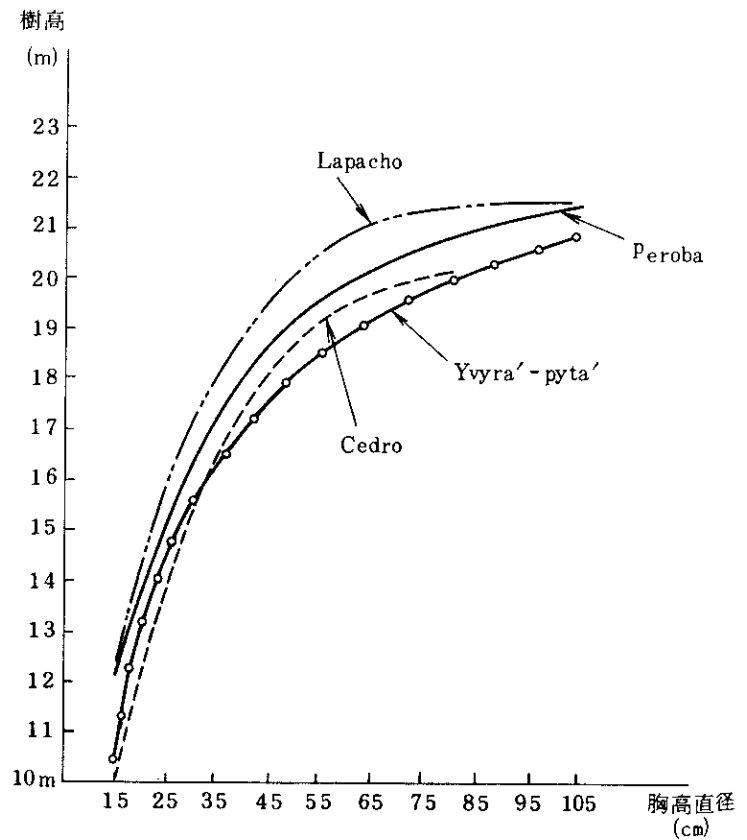


図 V-14 主要樹種の樹高曲線

VI 調査地の蓄積

調査地の蓄積は、前項の標本調査の材積（胸高直径41cm以上、樹皮なし、欠点木を除く）と各層の面積から推定する。

VI-1 全体の森林面積及び蓄積

VI-1-1 面積測定

面積の測定は、現地調査を経て補正・修正された林相図によって行った。

測定は、面積測定装置Comos（各区画の境界の変曲点のX、Y座標値を光学的にとらえ、その数値を1/10mm単位で表示すると同時に電算機へ入力し、倍横距法によって面積を集計する）を用いてブロック単位に行っている。この結果を層別および非森林の土地利用別に集計すると、それぞれ、

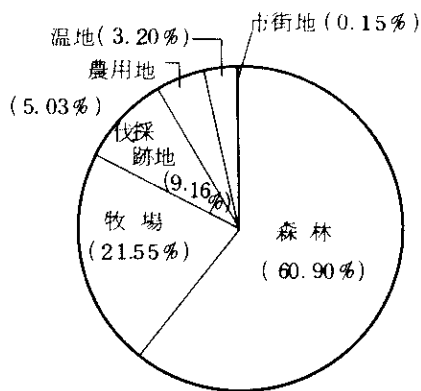
付表VI-1 ブロック別、層別、土地利用別面積

付表VI-2 " " " " 率 となる。

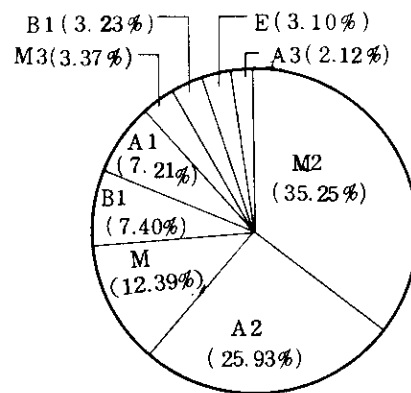
それによれば、今回の調査対象地域の面積は、1,568,803.14 haであり、その内、森林は955,404.11 ha（60.90%）となり、全地域についてまとめると表VI-1となる。これより土地利用別面積率を図示すると図VI-1であり、森林内の層別面積率を図示すると図VI-2となる。

表VI-1 調査地域の面積

層及び土地利用	記号	面積 (ha)	調査地内の割合 (%)	森林内・非森林内の割合 (%)
高木林	A 1	68,908.56	4.39	7.21
	A 2	247,706.11	15.79	25.93
	A 3	20,244.00	1.29	2.12
混生林	M	118,385.02	7.55	12.39
中木林	M 2	336,838.09	21.47	35.25
	M 3	32,188.59	2.05	3.37
低木林	B 1	30,829.04	1.97	3.23
	B 2	70,688.78	4.51	7.40
伐採進行林	E	29,615.92	1.89	3.10
森林合計	—	955,404.11	60.90	100.00
農用地	A	78,927.73	5.03	12.87
湿地	H	50,225.87	3.20	8.19
牧場	G	338,167.34	21.55	55.12
伐採跡地	C	143,704.89	9.16	23.43
市街地	P	2,373.20	0.15	0.39
非森林合計	—	613,399.03	39.10	100.00
合計	—	1,568,803.14	100.00	—



図VI-1 土地利用別面積率



図VI-2 森林内層別面積率

VI-1-2 全調査地域の蓄積の推定

調査地域全体（母集団）の蓄積は、調査地域全体の ha 当りの平均材積と標準偏差と、信頼度から推定した。推定式は次のとおりである。

母平均（調査地全体の ha 当りの平均材積）の推定は式：

$$\bar{Y}_{st} \pm t(\alpha, n-L) \cdot S\bar{Y}_{st}$$

母総計（調査地全体の蓄積）の推定は式：

$$N \{ \bar{Y}_{st} + t(\alpha, n-L) \cdot S\bar{Y}_{st} \}$$

で求められ、この中で

標本平均材積は式：
$$\bar{Y}_{st} = \sum_{h=1}^L W_h \cdot \bar{Y}_h$$

標本の標準偏差は式：
$$S\bar{Y}_{st} = \sqrt{\sum_{h=1}^L \left(\frac{1}{nh} - \frac{1}{Nh} \right) \cdot W_h^2 \cdot S_h^2}$$
 で求められる。

ここで

\bar{Y}_{st} : 標本の平均材積 / ha

t : 信頼度

α : 有意水準

$n-L$: 自由度

$S\bar{Y}_{st}$: 標本標準偏差

N : 調査地域全域の面積（母集団, ha）

W_h : h 層の面積率

\bar{Y}_h : h 層の平均材積 / ha

nh : h 層の標本数（1 個 1 ha）

Nh : h 層の面積（ha）

S_h : h 層の標準偏差

まず蓄積推定に当り、調査地全体の ha 当りの平均材積をまとめたのが表 V-2 である。

表 VI-2 調査地域全体の平均材積

層 \ 因子	\bar{Y}_h	W_h	$\bar{Y}_h \cdot W_h$
A 1	22.185000	0.072125	1.600094
A 2	36.994062	0.259268	9.591392
A 3	61.073333	0.021189	1.294079
M	27.779000	0.123911	3.442122
M 2	29.269615	0.352561	10.319321
M 3	37.177500	0.033691	1.252550
B 1	0.410000	0.032268	0.013230
B 2	11.050000	0.073988	0.817571
E	26.272500	0.030998	0.814403
合計	-	1.000000	29.144762

これより $\bar{Y}_{st} = 29.144762$ となる。

また、調査地全体の分散は表 VI-3 のとおりである。

表 VI-3 調査地域全体の分散

層 \ 因子	N_h	n_h	W_h	S_h^2	$1/n_h - 1/N_h$	$W_h^2 \cdot S_h^2$	$(1/n_h - 1/N_h) \cdot W_h^2 \cdot S_h^2$
A 1	68908.56	6	0.072125	24.950350	0.166652	0.129792	0.021630
A 2	247706.11	32	0.259268	302.793509	0.031246	20.353813	0.635974
A 3	20244.00	6	0.021189	1349.270907	0.166617	0.605784	0.100934
M	118385.02	10	0.123911	446.739366	0.099992	6.859201	0.685862
M 2	336838.09	26	0.352561	100.396052	0.038459	12.479145	0.479930
M 3	32188.59	4	0.033691	190.147492	0.249969	0.215834	0.053952
B 1	30829.04	2	0.032268	0.105800	0.499968	0.000110	0.000055
B 2	70688.78	5	0.073988	99.694400	0.199986	0.545755	0.109143
E	29615.92	4	0.030998	135.613025	0.249966	0.130310	0.032573
合計	955404.11	95	1.000000	-	-	-	2.120054

これより $S_{\bar{Y}_{st}}^2 = 2.120054$ となる。

したがって、母集団全体の標準偏差は

$$S_h = \sqrt{2.120054} = 1.456 \quad \text{となる。}$$

これを、設計時の 90% の信頼度で推定すると、

$$t(0.10, 80) = 1.664 \quad \text{であるから}$$

$$\text{母平均: } 29.144762 \pm 1.664 \times 1.456 = 29.144762 (\text{m}^3) \pm 2.423 (\text{m}^3)$$

$$\text{母総計: } 955404.11 (29.144762 \pm 2.423) = 27,845,025 (\text{m}^3) \pm 2,314,944 (\text{m}^3)$$

$$\text{抽出誤差率: } (2,314,944 / 27,845,025) \times 100 = 8.31\%$$

となる。

以上により、実際の蓄積推定は、調査設計の誤差率 10% に対して、8.31% の誤差率で推定できたことになる。

同様の計算を A+B クラス、Peroba (胸高直径 41 cm 以上、樹皮なし、欠点木除く) について 90% の信頼度で行うと、

A + Bの総蓄積 14,963,651 (m³) ± 1,731,470 (m³)

Peroba " 5,236,869 (m³) ± 1,462,447 (m³)

と推定される。A + Bクラスは総蓄積に対し53.7%，Perobaは18.8%である。

なお、層別の蓄積内訳は表Ⅳ-4のとおりである。

表Ⅵ-4 層別蓄積

層	記号	蓄積 (m ³)	割合(%)
高木林	A 1	1,528,737	5.5
	A 2	9,163,655	32.9
	A 3	1,236,369	4.4
混生林	M	3,288,617	11.8
中木林	M 2	9,859,121	35.4
	M 3	1,196,691	4.3
低木林	B 1	12,640	0.1
	B 2	781,111	2.8
伐採進行林	E	778,084	2.8
合計	-	27,845,025	100.0

更にブロック別の蓄積の推定は、それぞれ、

付表Ⅵ-3 ブロック別、層別、蓄積

付表Ⅵ-4 " " " 率

にまとめた。

Ⅵ-2 地域別の蓄積

調査地全体の蓄積は前記のとおりであるが、当調査地の緊急、かつ特殊な状況を考えると、現時点での搬出系統、あるいは今後の森林施業面からの地域的特徴、更に森林管理、行政の視点からなる地域ごとの資源量の把握が必要となる。このため、このような視点から全域を26の地域に区分し、蓄積の推定を行った。地域区分の具体的な分割基準は、前述の理由により、まず大きく県単位で区分し、さらに細かく川の流路、主要道路、国立公園敷等で区分した。

県番号は次のようにつけた。

I : アマンバイ県 (Dep. AMAMBAY)

II : コンセプション県 (Dep. CONSEPCIÓN)

III : サンペドロ県 (Dep. SAN PEDRO)

IV : カネンディユ県 (Dep. CANENDIYU)

なお、地域区画は図Ⅳ-3に示すとおりであり、以下各地域の説明は次のとおりである。

- 地域 I - 1 ; 北部の国境線（ブラジルと接する）と Laguna Ciervo を通過する道路で囲まれた地域。
- 地域 I - 2 ; 国道 3 号線，5 号線，国境及び Arroyo Tacuara に囲まれた地域。
- 地域 I - 3 ; 国道 5 号線，国境，Arroyo Tacuara に囲まれた Perdo Juan Caba-Hero が含まれる地域。
- 地域 I - 4 ; Cerro Corá 自然保護地区。
- 地域 I - 5 ; 国道 5 号線，コンセプション県とアマンバイ県の県境及び Cerro Corá より南下する主要道路で囲まれた地域。
- 地域 I - 6 ; 国道 5 号線，Cerro Corá より南下する主要道路及び，Rio Ypané に囲まれた地域。
- 地域 I - 7 ; Rio Ypané，Arroyo Ypané - mi 及び国境で囲まれた地域。
- 地域 I - 8 ; Rio Ypané，Arroyo Ypané - mi の分岐地域。
- 地域 I - 9 ; Arroyo Ypané - mi，Arroyo Guazu 及び国境で囲まれた地域。
- 地域 I - 10 ; Rio Ypané，Arroyo Blanco で囲まれた地域。
- 地域 I - 11 ; Arroyo Blanco，Arroyo Guazú で囲まれた地域。
- 地域 I - 12 ; Arroyo Guazú，国境及び国道 11 号線で囲まれた地域 Capitán Bado が含まれる。
- 地域 I - 13 ; Arroyo Guazú，Arroyo Aguaveré とアマンバイ県とサンベドロ県の県境で囲まれた地域。
- 地域 I - 14 ; Arroyo Aguaveré，Arroyo Piray と国境で囲まれた地域。
- 地域 I - 15 ; Arroyo Piray，Rio Aguaray Guazú と国境で囲まれた地域。
- 地域 I - 16 ; Rio Aguaray Guazú，Arroyo Puendy と国境で囲まれた地域。
- 地域 II - 1 ; 国道 3 号線，5 号線とアマンバイ県とコンセプション県の県境及び Arroyo Cagatá で囲まれた地域。
- 地域 II - 2 ; 国道 3 号線，アマンバイ県とコンセプション県の県境及び Arroyo Guaireño で囲まれた地域。
- 地域 II - 3 ; 国道 3 号線，Arroyo Guaireño と Rio Ypané で囲まれた地域。
- 地域 III - 1 ; 国道 3 号線，11 号線とサンベドロ県とコンセプション県及びサンベドロ県とアマンバイ県の県境で囲まれた地域。
- 地域 III - 2 ; 国道 3 号線，11 号線と Rio Aguaray Guazú，Rio Verde に向う Rio Aguaray Guazú の支流で囲まれた地域。
- 地域 III - 3 ; 国道 11 号線，Río Aguaray Guazú，Arroyo Verde，Arroyo Empalado で囲まれた地域。
- 地域 III - 4 ; Río Aguaray Guazú，Arroyo Verde，Arroyo Empalado 及びサン

ペドロ県とアマンバイ県の県境で囲まれた地域。

地域Ⅲ－５；国道３号線，Rio Aguaray Guazú とサンペドロ県とカネンディユ県の県境及び南緯 24° 線で囲まれた地域。

地域Ⅳ－１；Arroyo Puendy, Rio Itanara' とサンペドロ県とカネンディユ県の県境及び国境で囲まれた地域。

地域Ⅳ－２；Rio Itanara' と国境及び南緯 24° 線で囲まれた地域。

Ⅵ－２－１ 地域別面積の測定

Ⅵ－１－１において，確定された林相区分の単位区画は，前述の地域区分界によっても集計できるように設計されている。

その方法は，機械による面積測定結果を，地域番号をキーにして集計すれば，各地域別の面積を求めることができる。

その結果は，

付表Ⅵ－５ 地域別，層別，土地利用別面積

付表Ⅵ－６ " " " " 率

であり，森林のみを再掲すると表Ⅵ－５となる。

表 V-5 地域別，層別，森林面積

地域	層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	合計
I	1	408.94	2099.44	0.00	500.48	1716.96	0.00	1007.78	3887.18	0.00	9620.78
	2	10346.42	29771.31	6980.84	8086.89	8894.00	4755.90	1122.55	4155.42	2527.50	76660.83
	3	3830.49	11333.79	2109.17	5735.72	2695.48	269.72	625.02	2485.32	870.66	29955.37
	4	7.05	0.00	0.00	1393.51	246.07	329.09	115.92	781.69	0.00	2873.33
	5	499.30	3041.15	90.68	6258.96	18957.30	5828.53	1319.39	2815.94	4050.19	42861.44
	6	38.55	0.00	71.16	5711.73	14156.86	31.19	1832.26	1642.68	784.03	24268.46
	7	5.27	342.80	0.00	4951.64	10611.72	84.10	1405.87	1747.48	1982.30	21131.18
	8	307.16	4733.08	961.95	3025.36	5487.01	0.00	1646.91	955.41	1766.63	18883.51
	9	2114.31	10249.83	821.85	5421.95	5948.69	0.00	1068.42	2105.21	1496.58	29226.84
	10	4226.80	18819.53	502.72	5793.57	7000.35	1998.02	293.74	2197.96	1295.40	42128.09
	11	0.00	6020.22	799.71	3401.00	4707.15	656.80	129.50	1058.27	1991.93	18764.58
	12	3117.09	11430.22	0.00	4594.89	3170.17	0.00	174.86	1614.51	478.95	24580.69
	13	5313.32	18175.11	3088.35	6475.41	9676.34	357.37	2411.32	1322.27	1374.44	48193.93
	14	1841.26	10717.40	100.02	5159.62	10123.91	101.19	703.42	376.90	546.53	29670.25
	15	4922.57	6859.79	35.44	2917.73	7423.07	0.00	1423.79	666.03	279.07	24527.49
	16	2687.57	4421.55	217.48	4357.81	13400.82	675.66	1473.95	3570.17	3293.67	34098.68
II	1	831.02	6535.81	572.92	4447.63	10765.93	2912.06	449.31	1238.33	150.60	27903.61
	2	315.44	15579.17	893.04	4749.08	5736.29	499.49	961.48	2772.98	1291.74	35637.71
	3	3344.46	5964.63	575.02	5373.59	19584.01	1885.96	889.09	3955.74	388.78	41961.28
III	1	5397.82	28968.65	918.61	3498.71	22917.72	1805.49	5191.32	2635.37	1203.17	72536.86
	2	3474.65	3647.12	0.00	952.48	16951.46	0.00	1546.77	888.09	0.00	27460.57
	3	2719.64	8573.47	557.78	2950.12	17091.21	62.81	804.33	944.05	578.72	34282.13
	4	1786.71	6525.98	132.21	3394.55	22243.69	603.99	1642.19	4813.77	1802.03	42945.12
	5	3674.01	9603.43	0.00	3252.69	35217.90	20.23	1157.61	1070.90	0.00	53996.77
IV	1	2393.88	15267.64	155.65	6557.79	24228.68	4950.46	1086.38	10933.10	394.75	65968.33
	2	2465.83	9024.99	659.40	9422.11	37885.30	4340.53	345.86	10054.01	1068.25	75266.28
合計		68908.56	247706.11	20244.00	118385.02	336338.09	32188.59	30829.04	70688.78	29615.92	955404.11

(単位:ha)

VI-2-2 地域別の蓄積

全地域と同様の手法で地域別の蓄積を推定した。

結果は、

付表VI-7 地域別, 層別, 蓄積

付表VI-8 地域別, 層別, 蓄積率

のとおりである。これをまとめると, 表VI-6となる。

また, A+Bクラスの樹種について, 地域別, 層別に蓄積をまとめたのが付表VI-9(1)~(18)である。これより樹種別に総蓄積をまとめたのが表VI-7である。

表VI-6 地域別蓄積

(単位: m³)

地域番号	面積 (ha)	蓄積		
		総蓄積	A + B	Peroba
I-1	9620.78	194263.27	100678.50	39721.10
2	76660.83	2532547.26	1484596.99	610402.94
3	29955.37	931925.59	516258.95	215143.41
4	2873.33	66989.04	27657.65	7749.73
5	42861.44	1212615.99	623201.48	168256.39
6	24268.46	618894.03	287037.41	84530.22
7	21131.18	536043.71	244626.70	71099.04
8	18883.51	542950.14	290956.60	113328.33
9	29226.84	864033.67	459984.86	174767.97
10	42128.09	1319245.01	730798.06	262418.87
11	18764.58	592304.34	320633.60	120642.75
12	24580.69	742929.26	395873.95	144322.66
13	48193.93	1506961.96	850441.33	344012.47
14	29670.25	905662.95	481055.93	167747.66
15	24527.49	678740.43	352804.46	116484.78
16	34098.68	901476.50	448809.67	141620.53
II-1	27903.61	859965.33	469016.90	153728.03
2	35637.71	1084225.32	600797.15	229995.19
3	41961.28	1176865.47	612405.21	197419.31
III-1	72536.86	2145487.92	1216813.17	438555.61
2	27460.57	745076.11	389722.42	119514.14
3	34282.13	1022073.77	550363.05	189687.98
4	42945.12	1158160.75	600377.94	193930.06
5	53996.77	1571008.81	831194.07	262986.29
IV-1	65968.33	1834432.26	987825.49	324276.42
2	75266.28	2100146.44	1089719.66	344526.79
合計	955404.11	27845025.32	14963651.19	5236868.67

表 VI-7 樹種別総蓄積

樹種クラス	樹種名	蓄積 千m ³	ha 当り
A ク ラ ス	Cedro	457	0.48
	Guatambú	971	1.02
	Incienso	72	0.08
	Kurupay	1,582	1.66
	Lapacho	876	0.92
	Peterevú	171	0.18
	Taperva guasú	267	0.28
	Urunde y mi	45	0.05
	Yvyrá ró	185	0.19
	Taperva hú	29	0.03
B ク ラ ス	Cancharana	635	0.66
	Kirandy	87	0.09
	Kurupay rá	1,318	1.38
	Tatajy vá	104	0.11
	Timbó	135	0.14
	Yvyrá pytá	2,781	2.91
	Peroba	5,237	5.48
	Kurupay curú	7	0.01

VI-3 地域の特徴

VI-3-1 森林面積による比較

各地域の特徴をみるために、森林面積率がどれほどあるか、地域別、層別に算出したのが表 VI-8 である。

この表 VI-8 より各地域の森林率を 0~50%, 51~60%, 61% 以上の 3 段階に分けて比較することとし、これを図示したのが図 VI-4 である。

図 VI-4 より 61% 以上の森林率の地域は、I-2, I-5, I-8, I-10, I-13, II-3, III-1, III-2, III-4, III-5, IV-1, IV-2, の 12 地域である。これは、国道 5 号線より北部では、Arroyo Guazú の流域及び Arroyo Tacuara の北西部である。

また国道 5 号線及び国道 11 号線で囲まれた地域では、Rio Ypané の流域、また国道 11 号線より南部では Rio Aguaray Guazú の流域及びその上流の Arroyo Aguarveré の北西側、及び Arroyo Puendy の南側である。

一方森林率が 50% 以下の地域は I-3, I-6, I-7, I-11, I-12, I-15, I-16 である。この地域は、相対的にブラジル国境側である東側に位置し、森林転用がいかほどブラジル側から進んでいるかを如実に物語っている。またブラジル国境を接している主要な 2 つの町 P.J.C. と C.B. の周辺はすべて 50% 以下であるのに対し、

表 VI - 8 地域別，層別，森林面積率 (單位：%)

地域	層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	合計	森林面積率
I	1	4.25	21.82	0.00	5.20	17.85	0.00	10.48	40.40	0.00	100.00	53.6
	2	13.50	38.84	9.11	10.55	11.60	6.23	1.46	5.42	3.30	100.00	64.6
	3	12.79	37.84	7.04	19.15	9.00	0.90	2.09	8.30	2.91	100.00	36.7
	4	0.25	0.00	0.00	48.50	8.56	11.45	4.03	27.21	0.00	100.00	52.5
	5	1.16	7.10	0.21	14.60	44.23	13.60	3.08	6.57	9.45	100.00	68.2
	6	0.16	0.00	0.29	23.54	58.33	0.13	7.55	6.77	3.23	100.00	47.2
	7	0.02	1.62	0.00	23.43	50.22	0.40	6.65	8.27	9.38	100.00	36.4
	8	1.63	25.06	5.09	16.02	29.06	0.00	8.72	5.06	9.36	100.00	66.6
	9	7.23	35.07	2.81	18.55	20.35	0.00	3.66	7.20	5.12	100.00	56.1
	10	10.03	44.67	1.19	13.75	16.62	4.74	0.70	5.22	3.07	100.00	82.5
	11	0.00	32.08	4.26	18.12	25.09	3.50	0.69	5.64	10.62	100.00	48.5
	12	12.68	46.50	0.00	18.69	12.90	0.00	0.71	6.57	1.95	100.00	42.7
	13	11.02	37.71	6.41	13.44	20.08	0.74	5.00	2.74	2.85	100.00	62.1
	14	6.21	36.12	0.34	17.39	34.12	0.34	2.37	1.27	1.84	100.00	58.9
	15	20.07	27.97	0.14	11.90	30.26	0.00	5.80	2.72	1.14	100.00	47.2
	16	7.88	12.97	0.64	12.78	39.30	1.98	4.32	10.47	9.66	100.00	48.8
II	1	2.98	23.42	2.05	15.94	38.58	10.44	1.61	4.44	0.54	100.00	53.7
	2	8.85	43.72	2.51	13.33	16.10	1.40	2.70	7.78	3.62	100.00	55.6
	3	7.97	14.21	1.37	12.81	46.67	4.49	2.12	9.43	0.93	100.00	63.7
III	1	7.44	39.94	1.27	4.82	31.59	2.49	7.16	3.63	1.66	100.00	82.1
	2	12.65	13.28	0.00	3.47	61.73	0.00	5.63	3.23	0.00	100.00	65.2
	3	7.93	25.01	1.63	8.61	49.85	0.18	2.35	2.75	1.69	100.00	50.5
	4	4.16	15.20	0.31	7.90	51.80	1.40	3.82	11.21	4.20	100.00	78.6
	5	6.80	17.79	0.00	6.02	65.22	0.04	2.14	1.98	0.00	100.00	71.9
IV	1	3.63	23.14	0.24	9.94	36.73	7.50	1.65	16.57	0.60	100.00	73.0
	2	3.28	11.99	0.88	12.52	50.34	5.77	0.46	13.36	1.41	100.00	79.5
合計		7.21	25.93	2.12	12.39	35.26	3.37	3.23	7.40	3.10	100.00	60.9

2つの町の間地域Ⅰ-9は、まだ56%の森林率があり、2つの町を中心として森林が開発されていることがわかる。

次に、各地域の森林の中で、層別に占有率がどのように異なるか比較した。

表Ⅵ-7より各地域の森林には次のような特徴がある。地域Ⅰ-1はB2、B1で50%以上の面積率を占め、低木林が主な地域である。地域Ⅰ-2、Ⅰ-3は高木林が主で、特にA3層が他地域と較べて高い。

地域Ⅰ-4は、国立森林自然公園であり、混生林と低木林が多い地域である。地域Ⅰ-5、Ⅰ-6、Ⅰ-7は、中木林が主である。地域Ⅰ-8、Ⅰ-9は中木林と高木林の混生状態にある。地域Ⅰ-10、Ⅰ-11、Ⅰ-12、Ⅰ-13、Ⅰ-14は高木林A2の比率が高い。またⅠ-11はE層が相対的に多く、現在伐採が進んでいる。地域Ⅰ-15、Ⅰ-16は高木林と中木林の混生状態である。地域Ⅱ-1、Ⅱ-2、Ⅱ-3、Ⅲ-1も高木林と中木林の混生状態である。地域Ⅲ-1、Ⅲ-2、Ⅲ-3、Ⅲ-4、Ⅲ-5、Ⅳ-1、Ⅴ-2では高木林よりも中木林が主の森林となる。

Ⅵ-3-2 蓄積による比較

森林面積による比較と同様に、各地域を蓄積により比較した。面積と同様に地域別、層別に蓄積をまとめたものが表Ⅵ-9である。

これより、ha当り30m³以上の材積を有する地域を右斜線、蓄積が1,000,000m³以上有する地域を左斜線で示すと図Ⅵ-5となる。

これを見てもわかるように、ha当り30m³以下の材積で、地域内で1,000,000m³を有しないのはⅠ-1、Ⅰ-4、Ⅰ-6、Ⅰ-7、Ⅰ-8、Ⅰ-9、Ⅰ-15、Ⅰ-16であり、P.J.C. C.B. 周辺の森林の蓄積が少なく、この町を中心として森林が伐採されていることがわかる。

次に面積による比較と蓄積による比較の図Ⅵ-4と図Ⅵ-5を比較すれば、ほぼ似たような斜線が描かれるが、調査地域の南部は森林面積が多い割に、ha当りの蓄積は少ない。これは南部地域にはM2層の面積が多いことによる影響である。

表 VI - 9 地域別，層別蓄積 (単位: m³)

地域	層	A 1	A 2	A 3	M	M 2	M 3	B 1	B 2	E	合計	ha 当り材積
I - 1	1	9072.33	77666.81	0.00	13902.83	50254.76	0.00	413.19	42953.34	0.00	194263.27	20.19
	2	229535.33	1101361.69	426343.17	224645.72	260323.96	177556.02	460.25	45917.39	66403.74	2532547.26	33.04
	3	84979.42	419282.93	128814.04	159332.57	78895.66	10027.52	256.26	27462.79	22874.41	931925.59	31.11
	4	156.40	0.00	0.00	38710.31	7202.37	12234.74	47.53	8637.67	0.00	66989.04	23.31
	5	11076.97	112504.49	5538.13	173867.65	554872.87	216690.17	540.95	31116.14	106408.62	1212615.99	28.29
	6	855.23	0.00	4345.98	158666.15	414365.84	1159.57	751.23	18151.61	20598.43	618894.03	25.50
	7	116.91	12681.56	0.00	137551.61	310600.96	3126.63	576.41	19309.65	52079.98	536043.71	25.37
	8	6814.34	175095.85	58749.49	84041.48	160602.67	0.00	675.23	10557.28	46413.79	542950.14	28.75
	9	46905.97	379182.85	50193.12	150616.35	174115.87	0.00	438.05	23262.57	39318.90	864033.67	29.56
	10	93771.56	696210.86	30702.79	160939.58	204897.55	74281.39	120.43	24287.46	34033.40	1319245.01	31.32
	11	0.00	222712.39	48840.96	94476.38	137776.47	24418.18	53.09	11693.88	52332.98	592304.34	31.57
	12	69152.64	422850.27	0.00	127641.45	92789.66	0.00	71.69	17840.34	12583.21	742929.26	30.22
	13	117876.00	672371.15	188615.83	179880.41	283222.75	13286.12	988.64	14611.08	36109.97	1506961.96	31.27
	14	40848.35	396480.16	6108.55	143329.08	296322.95	3761.99	288.40	4164.74	14358.71	905662.95	30.52
	15	109207.22	253771.50	2164.44	81051.62	217270.40	0.00	583.75	7359.63	7331.87	678740.43	27.67
	16	59623.74	163571.09	13282.23	121055.60	392236.84	25119.35	604.32	39450.38	86532.95	901476.50	26.44
II - 1	1	18436.18	241786.16	34990.13	123550.71	315114.63	108263.11	184.22	13683.55	3956.64	859965.33	30.82
	2	69981.25	576336.78	54540.93	131924.69	167899.00	18569.79	394.21	30641.43	33937.24	1084225.32	30.42
	3	74196.85	220655.89	35118.39	149272.96	573216.43	70115.28	364.53	43710.93	10214.22	1176865.47	33.02
III - 1	1	119750.64	1071668.03	56102.57	97190.67	670792.84	67123.60	2128.44	29120.84	31610.28	2145487.92	29.58
	2	77085.11	134921.78	0.00	26458.94	496162.71	0.00	634.18	9813.39	0.00	745076.11	27.13
	3	60335.21	317167.48	34065.48	81951.38	500253.14	2335.12	329.78	10431.75	15204.42	1022073.77	29.81
IV - 1	1	39638.16	241422.51	8074.51	94297.20	651064.24	22454.84	673.30	53192.16	47343.83	1158160.75	26.97
	2	81507.91	355269.88	0.00	90356.48	1030814.37	752.10	474.62	11833.44	0.00	1571008.81	29.09
	3	53108.23	564812.02	9506.06	182168.85	709164.14	184045.73	445.42	120810.75	10371.07	1834432.26	27.81
合計	1	54704.44	333871.04	40271.76	261736.79	1108888.15	161370.05	141.80	111096.81	28065.60	2100146.44	27.90
	2	1528736.40	9163655.19	1236368.55	3288617.47	9859121.21	1196691.30	12639.91	781111.02	778084.26	27845025.32	29.14

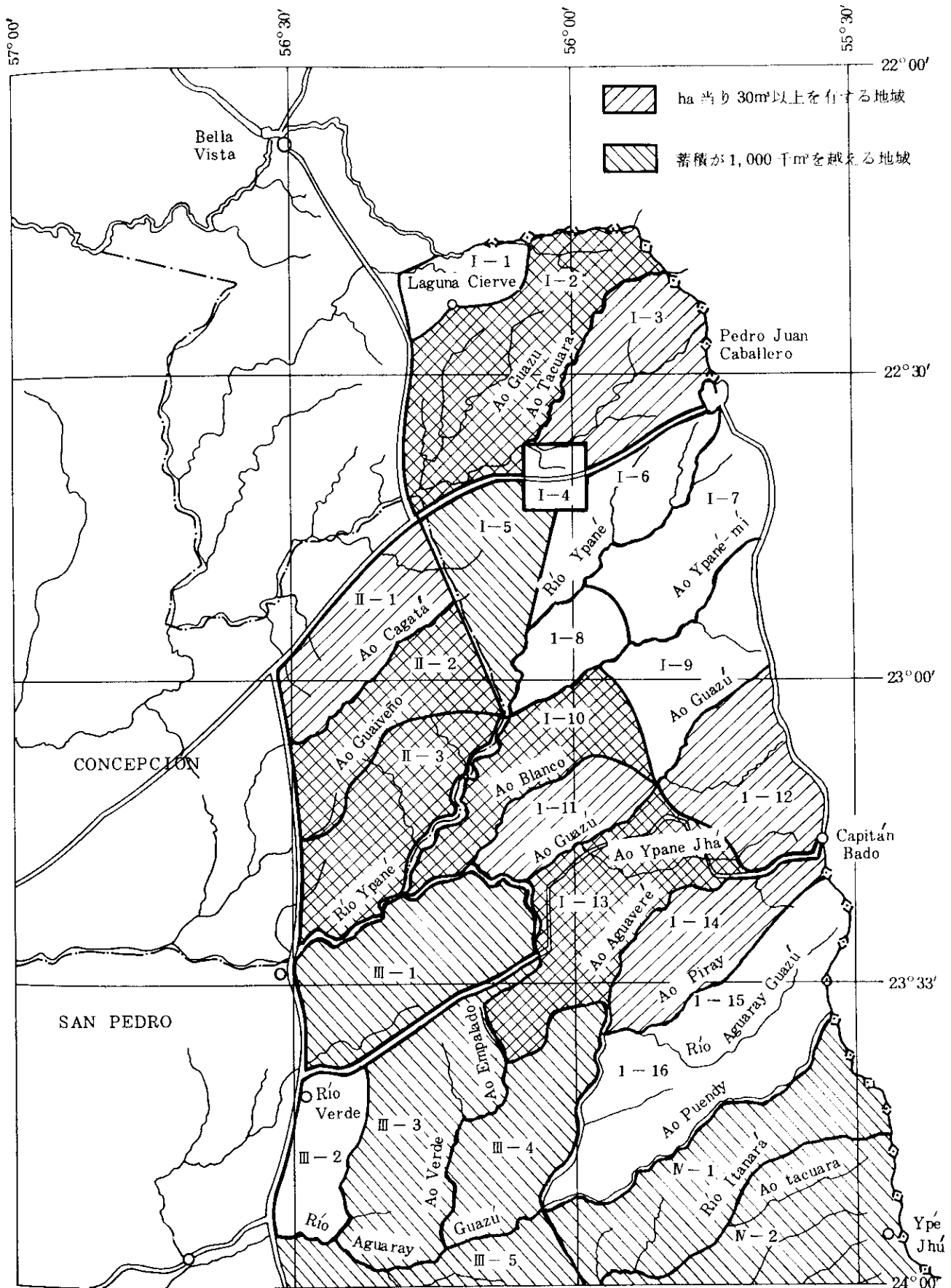


図 M-5 地域別蓄積の比較

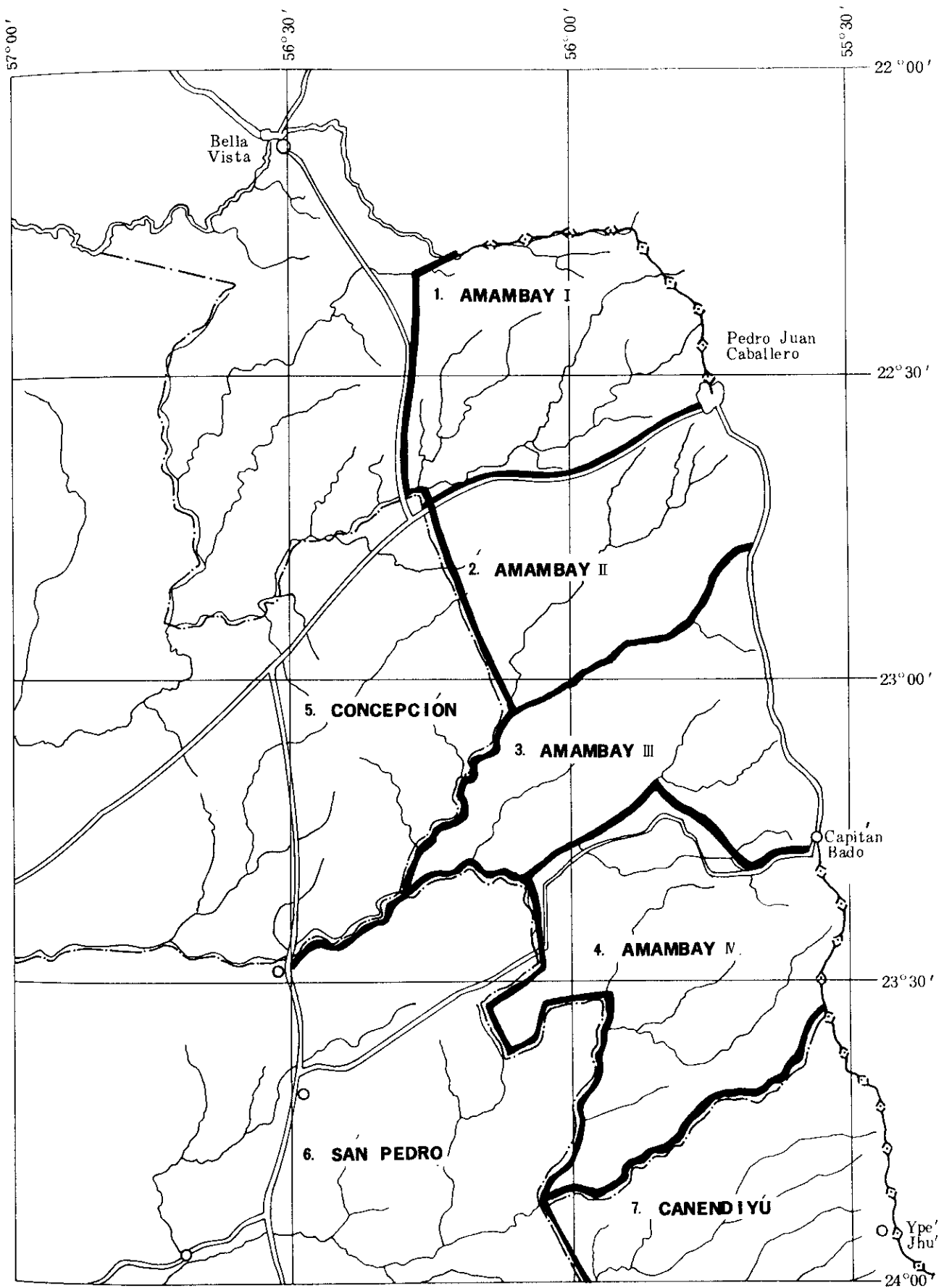
VI-3-3 樹種分布の分析

今までの分析は、全プロットを用いて各層ごとの平均値で比較したものであるが、各地域に分布したプロットごとに、地域の樹種分布を分析した。これは各地域ごとの比較では標本点が少ないので、アマンバイ県を4つに分け、他県と合計で7つの区画に地域を統合し、標本点数の多いA2層とM2層で比較することとした。統合した地域は表VI-10のとおりであり、その区画割は図VI-6のとおりである。

表VI-10 地域の統合

区画番号	区画名	含まれる地域	含まれるプロット	
			A2層	M2層
1	AMAMBAY I	I-1, I-2, I-3, I-4	1, 7, 9, 11, 33, 34	————
2	" II	I-5, I-6, I-7, I-8	39	14, 15, 16, 20, 26, 35, 36
3	" III	I-9, I-10, I-11, I-12	29, 30, 31, 41, 43	45, 50
4	" IV	I-13, I-14, I-15, I-16	48, 53, 55, 56, 68, 76, 77	46, 66, 81
5	CONCEPCIÓN	I-1, II-2, II-3	24, 27, 28, 40, 42,	37, 51, 52
6	SAN PEDRO	III-1, III-2, III-3, III-4, III-5	58, 60, 63, 64, 72, 89	57, 59, 61, 69, 71, 73, 79, 90
7	CANENDIYÚ	IV-1, IV-2	92	82, 83, 93, 95

比較は、全30,820本(胸高直径10cm以上)調べたうちの、A+Bクラスで150本以上出現したPeroba, Cedro, Guatambú, Kurupay, Cancharana, Kurupay rá, Yvyra pytáで行った。各区画のA2, M2層のそれぞれのha当りの出現樹種別の本数の平均値は表VI-11である。



図VI-6 地域の統合

表VI-11 統合区画内の ha 当りの本数

(単位:本数/ha)

層		A 2							M 2						
県		アマンバイ				コンセプ ション	サン ペドロ	カネン ディユ	アマンバイ				コンセプ ション	サン ペドロ	カネン ディユ
番号	区画番号 樹種名	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	Peroba	31.0	78.0	3.3	32.6	19.2	7.3	2.0	—	23.6	52.5	19.7	8.0	14.9	4.3
2	Cedro	3.5	3.0	6.2	4.3	2.4	11.2	2.0	—	3.0	2.0	2.3	5.3	6.25	8.3
3	Guatambú	3.3	3.0	9.6	5.7	7.6	8.8	0.0	—	5.9	8.0	5.0	4.3	11.0	13.5
4	Kurupay	3.8	2.0	6.8	0.7	5.0	9.0	0.0	—	1.6	0.0	0.7	4.7	7.1	3.5
5	Cancharana	5.0	2.0	1.2	15.7	0	2.8	11.0	—	4.9	13.0	7.3	0.0	2.5	6.8
6	Kurupay rá	3.2	9.0	3.4	2.9	3.5	3.5	12.0	—	5.3	4.0	2.3	2.7	2.25	1.3
7	Yvyrá pytá	1.7	1.0	6.2	2.6	6.0	4.7	14.0	—	7.3	4.0	1.7	6.7	3.90	4.0

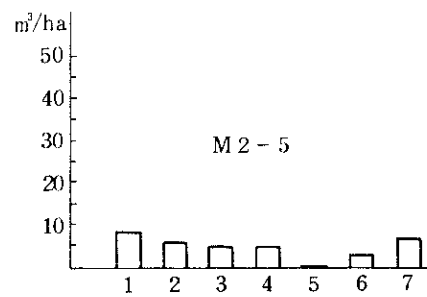
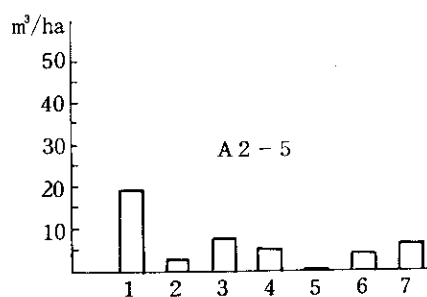
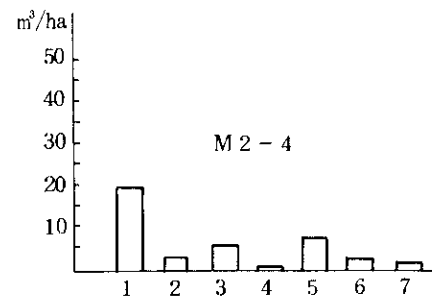
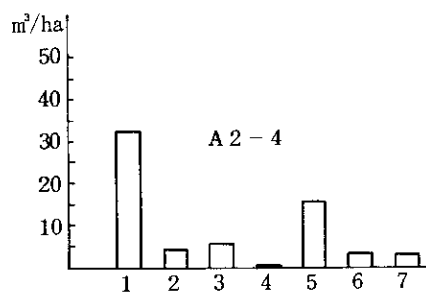
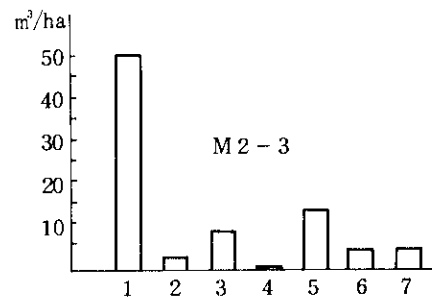
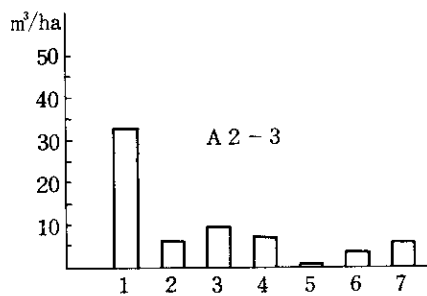
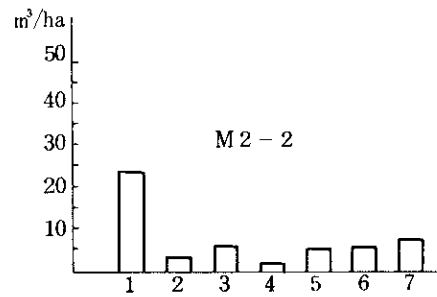
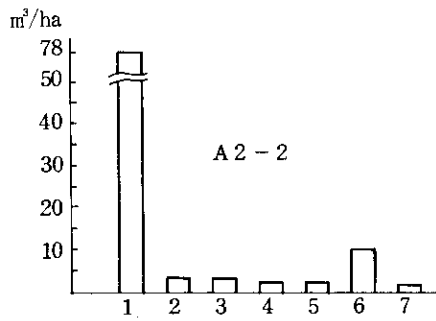
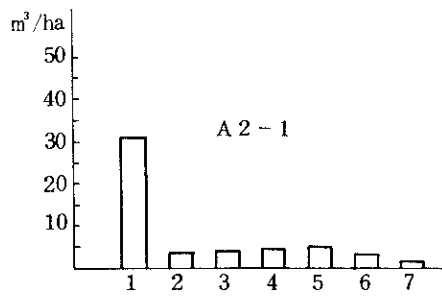
表VI-11より ha 当りの本数を図示したものが図VI-7である。これよりアマンバイ県では、Peroba がどの区画でも多く、特に2の区画のA2層において ha 当りの本数が多い。

コンセプション県では、A2層ではPerobaが多いが、アマンバイ県に比較して少なくなり、他樹種との差が減り、Yvyrá pytáの本数が多くなる。サンペドロ県では、A2層ではPeroba, Cedro, Guatambú, Kurupayの本数がほとんど変わらずM2層でPerobaとGuatambúが多い。

カネンディユ県ではPerobaはもはや優占種ではない。代ってA2層ではCancharana, Kurupay rá, Yvyra pytáが、M2層ではGuatambúが優占する。

このA2, M2層の ha 当りの本数にそれぞれの層面積を乗じて、量の形で示すと表VI-12になる。表VI-12よりPeroba本数が最も多く分布していると推定されるのは、アマンバイ県のⅢの区画、すなわちCerro guazú (セログアス)を含みArroyo guazの上流域である。Cedro, Guatambú, Kurupay, Kurupay ráはサンペドロ県に多く、Cancharanaはアマンバイ県のⅣの区画、すなわちArroyo Aguaveréの上流域に多く、Yvyrá pytáはカネンディユ県に多い。

また、これで見るとPerobaはアマンバイ県、コンセプション県、サンペドロ県で最も多く、カネンディユ県ではYvyrá pytáが最も多く分布している。



図VI-7 統合区画内のha当りの樹種別本数

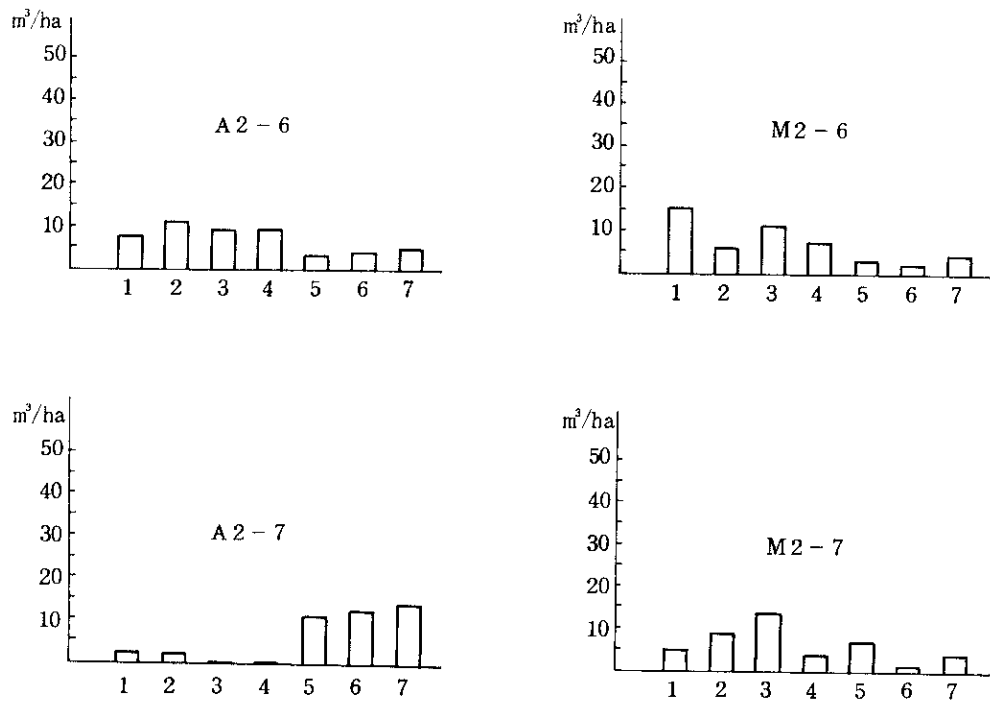


図 VI-7 統合区画の ha 当りの樹種別本数

図中、A 2、M 2 は層を表わし、その右の数字は統合区画番号を指す。
また、横軸の数字は樹種番号である。

表 VI-12 統合区画内の樹種別本数 (単位: 千本)

区画 面積 と樹種	区画 番号	1	2	3	4	5	6	7
A 2 面積		43204.54	8117.03	4659.80	40173.85	28079.61	60318.65	24292.63
M 2 面積 (ha)		13552.51	49212.89	20826.36	40624.14	36086.23	114421.98	62113.98
1. Peroba		1339	1795	2629	2110	828	2145	316
2. Cedro		151	172	330	266	259	1391	564
3. Guatambu		143	315	613	432	369	1789	839
4. Kurupay		164	95	316	69	310	1355	217
5. Cancharana		216	257	331	927	—	455	690
6. Kurupay ra		138	334	241	210	199	469	372
7. Yvyra pyta		734	367	372	174	410	730	1118

VI-4 土地所有形態

調査対象地域の土地所有形態は次のようになっている。

(i) 国有林

ブラジルとの国境の町 Pedro Juan Caballero の西方約 40 km にある、Cerro Corá に自然保護区に指定されている国有林 5,300 ha がある。区域内にはキャンプ場、独立記念広場等の施設があり、また森林監視事務所が設けられており、常時パトロールが行われ、動植物が保護されている。

(ii) インディオ保護区

インディオ保護区は、アマンバイ県に 26 カ所、約 32,000 ha あるが名義は現在 Asociacion Indigena del Paraguay (パラグアイ・インディオ協会・本部アスンシオン) で登録されている。Asociacion 名義であるため地租税が課税されており、非課税にするためには、新法律による共有地登録が必要とのことで、政府と交渉中である。

現在、保護区は法律により譲渡禁止等の種々の制約を受けている。立木については、自からの生活に必要な自家消費分の伐採は認められているが販売は禁止されている。しかし現状では一部の酋長は生活資金を得るために販売しているとのことである。

(iii) 私有林

1981 年撮影の空中写真判読による土地利用区分は表 VI-1 のとおりである。

前述の国有林 5,300 ha、インディオ保護区約 32,000 ha の他はすべて私有地 (約 1,531,500 ha) である。

空中写真撮影後、約 1 年後に現地調査に入ったが、当初、写真上で設定した調査地及び付近の森林がすべて広大に焼却されている処が各所にみられたので、相当な進度で農場や牧場に転換が図られているものと思われる。これ等に関し現地聴取等によると、利権関係は定かではないが、森林地帯へのブラジル資本の投入もみられるので、森林開発並びに森林から農場、牧場への転換に少なからぬ影響を及ぼしているものと思われる。

VII 密樹冠林調査

VII-1 密樹冠林調査の目的及び概要

前述したように、当調査地域は無計画、無秩序に乱伐が進んでいる。このような緊急かつ特殊な状況に鑑み、主要樹種のより詳細な密度分布あるいは、樹種構成を明らかにするため、比較的樹冠疎密度の高い林分を特定し（密樹冠林と呼ぶ）、調査を行った。密樹冠林の抽出は、既に判読区画した高木林A2、A3、中木林M2、M3層の中で、局部的に樹冠疎密度が高い所（その基準は樹冠疎密度90%以上）をピックアップし密樹冠林として区画した。

VII-2 密樹冠林の分布

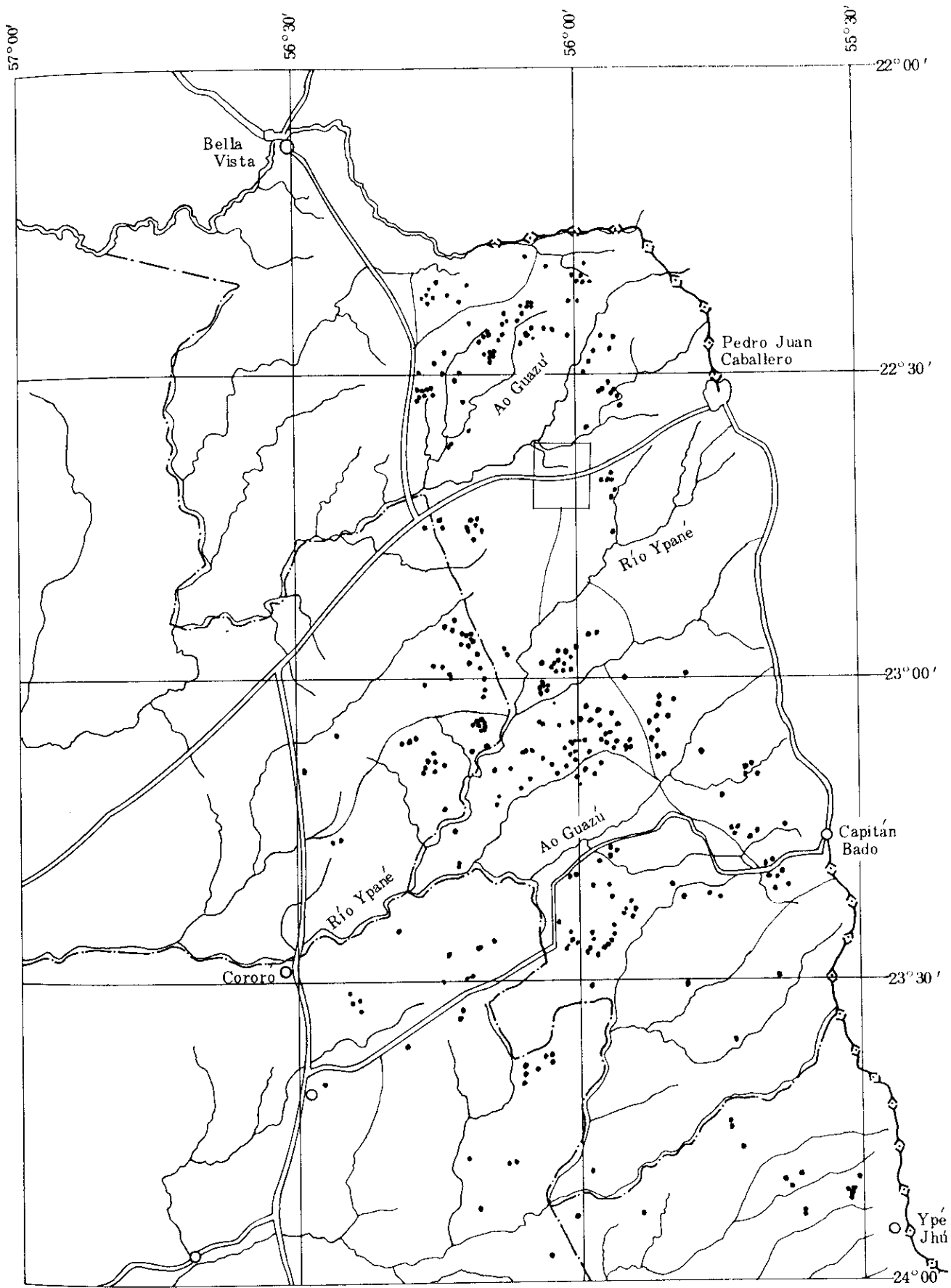
判読区画した密樹冠林は、その位置と広がりをも別添、森林分布図上に斜線で表示した。また、これらに北から順に番号をつけその前にD（Densidad）を付け整理した。各区画の面積は付表VII-1に示した。またそれよりまとめたのが表VII-1である。

表VII-1 密樹冠林の面積

層	面積	合計面積 (ha)	層全体に対する割合
D A 2		8,786	3.5 %
D A 3		5,243	25.9 %
D M 2		1,451	0.4 %
D M 3		1,615	5.0 %
合計		17,095	2.7 %

また、その位置のみを縮尺1/2,000千の図上に表示すると図VII-1となる。

これらの分布を見ると密樹冠林は、調査地域の北部Arroyo CabayuiとArroyo Guazúに囲まれた地域の上流、及びCerro Guazúの周辺に多く分布しており、その他の地域についてはまばらにしか分布していない。地区名でいうとI-2、I-10、I-13に多く分布している。



図Ⅶ-1 密樹冠林の分布

Ⅶ-3 密樹冠林の林分構造

Ⅶ-3-1 密樹冠林プロット調査のまとめ

判読区画した密樹冠林の中から現地調査時に、任意に14点を選び資源量調査のプロット調査と同様な調査を行った。その結果、密樹冠林のプロット別、直径階別、クラス別本数分布は、付表Ⅶ-2に、またプロット別、直径階別、クラス別材積分布は付表Ⅶ-3にまとめた。それより、その結果を一覧表にまとめたのが表Ⅶ-2である。

表Ⅶ-2 密樹冠林のプロット調査結果一覧表

通し 番号	プロット 番 号	本 数						材積(樹皮なし, 欠点木除く)			
		胸高直径 10cm以上		胸高直径 41cm以上		欠 点 木		胸高直径10cm以上		胸高直径41cm以上	
		全樹種	A+B	全樹種	A+B	全 樹 種		全樹種	A+B	全樹種	A+B
		欠点木 含む	欠点木 除く	欠点木 除く	欠点木 除く	胸高直径 10cm以上	胸高直径 41cm以上				
1	DA2-39	233	53	35	24	1	1	100.80	67.14	69.91	62.74
2	" 52	261	71	26	15	1	0	95.90	56.59	52.59	41.25
3	" 61	384	95	60	40	18	6	114.56	76.13	77.88	64.45
4	" 63	345	92	43	30	3	2	98.72	66.26	63.79	56.21
5	" 64	218	64	36	27	5	0	94.18	64.86	67.83	57.29
6	" 90	212	64	43	36	2	1	109.79	80.18	78.82	74.80
7	" 93	258	96	39	27	2	1	148.75	116.67	111.25	99.42
8	" 107	182	37	46	12	3	1	101.15	37.15	78.96	33.62
9	" 162	402	123	56	41	7	1	125.52	84.52	77.87	67.43
10	DA3-11	408	43	54	22	23	5	111.27	60.23	78.94	56.39
11	" 24	242	49	35	17	2	0	99.88	54.19	65.39	46.91
12	" 61	264	80	38	30	2	0	168.04	125.18	122.86	114.36
13	" 64	305	100	41	31	4	1	116.09	76.42	73.44	64.61
14	DM2-25	324	14	39	4	2	0	76.99	7.00	38.44	4.66

表Ⅶ-2より各層ごとに平均をとりまとめると表Ⅶ-3となる。

表Ⅶ-3 密樹冠林の層別プロット調査結果一覧表

層	本 数						材積(樹皮なし, 欠点木除く)			
	胸高直径 10cm以上		胸高直径 41cm以上		欠 点 木		胸高直径10cm以上		胸高直径41cm以上	
	全樹種	A+B	全樹種	A+B	全 樹 種		全樹種	A+B	全樹種	A+B
	欠点木 含む	欠点木 除く	欠点木 除く	欠点木 除く	胸高直径 10cm以上	胸高直径 41cm以上				
DA2	277	77	43	28	5	1	109.93	72.17	75.43	61.91
DA3	305	68	56	25	8	1	123.82	79.00	85.16	70.57
DM2	324	14	39	4	2	0	76.99	7.00	38.44	4.66

Ⅶ-3-2 立木本数，材積から見た林相

密樹冠プロットの，プロット別，樹種別，本数分布は付表Ⅶ-4に，また，プロット別，樹種別，材積分布は付表Ⅶ-5にまとめた。これより，資源量調査のプロットで分析したように本数，材積について出現樹種が多い順に上位10種を胸高直径10 cm以上と41 cm以上に，層別に集計すると表Ⅶ-4と表Ⅶ-5となる。

これよりDA2とDA3は，ほぼ同じような傾向があり，DM2はDA2，DA3とはまったく異なっていることがわかる。それはDA2，DA3においては圧倒的にPerobaが多く，DM2ではPerobaはまったくなく，Kupa'yが優占していることである。DA2，DA3は，本数でも材積でも同種が多く出現し，ほとんど同様な林分構成である。特にPerobaは，41 cm以上の材積では共に66%を占め，第2位のYvyra' pytaの10倍以上の存在を示している。

一方DM2においては，Kupa'yが78%を占め，第2位のCaroba guazuの5倍の存在を示している。

表VII-4 密樹冠林の層別, ha 当り胸高直径 10 cm 以上の本数材積上位 10 種

DA 2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	53.5	19.6
2	Pakurí	D	29.9	11.0
3	Yvá poroitý	D	20.3	7.4
4	Yvyrá piú	D	12.3	4.5
5	Laurel hú	C	11.8	4.3
6	Sangre de dragón	E	10.6	3.9
7	Mbavy	D	8.8	3.2
8	Ysy	D	8.1	3.0
9	Aguaí	D	7.9	2.9
10	Jacaratiá	E	7.6	2.8
合計			170.8	62.6

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	56.6	51.5
2	Yvyrá pytá	B	3.1	2.8
3	Yvyrá piú	D	3.1	2.8
4	Pakurí	D	3.0	2.7
5	Mbavy	D	2.7	2.5
6	Marinero	D	2.4	2.2
7	Guajayví	C	2.2	2.0
8	Kurupay rá	B	1.9	1.7
9	Aguaí	D	1.8	1.6
10	Yvá poroitý	D	1.7	1.5
合計			78.5	71.3

DA 3

胸直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	50.5	17.0
2	Pakurí	D	31.5	10.6
3	Yvá poroitý	D	28.0	9.4
4	Yvyrá piú	D	28.0	9.4
5	Ñanagapirý	E	13.5	4.5
6	Katigua	E	12.8	4.3
7	No identificado	E	12.3	4.1
8	Aguaí	D	11.5	3.9
9	Guajayví	C	7.5	2.5
10	Mbavy	D	6.8	2.3
合計			202.4	68.0

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	61.8	49.9
2	Yvyrá piú	D	5.8	4.7
3	Pakuri	D	5.8	4.7
4	Yvyrá pytá	B	5.5	4.4
5	Guajayví	C	4.2	3.4
6	Kurupay rá	B	2.8	2.3
7	Kurupay	A	2.8	2.3
8	Yvá poroitý	D	2.5	2.0
9	Lapacho	A	2.4	1.9
10	Urunde y para	C	1.9	1.5
合計			95.5	77.1

DM 2

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Laural hú	C	70	21.7
2	Caroba guasú	D	57	17.7
3	Kupa y	C	55	17.1
4	Jata yvá	C	31	9.6
5	Ñangapirý	E	21	6.5
6	Marinero	D	16	5.0
7	No Identificado	E	14	4.3
8	Yvá poroitý	D	12	3.7
9	Kurupay	A	12	3.7
10	Pindó	E	10	3.1
合計			298	92.4

胸高直径 10 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Kupa y	C	34.00	44.2
2	Caroba guasú	D	15.44	20.1
3	Kurupay	A	6.91	9.0
4	Jata yvá	C	6.90	9.0
5	Laurel hú	C	5.94	7.7
6	No Identificado	E	1.81	2.4
7	Pindó	E	1.21	1.6
8	Marinero	D	1.12	1.5
9	Ñardypá guagú	E	0.94	1.2
10	Ñangapirý	E	0.48	0.1
合計			74.75	96.8

表Ⅶ-5 密樹冠林の層別, ha 当り, 胸高直径 4 cm 以上の本数, 材積上位 10 種

DA2

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	20.8	50.5
2	Yvyrá piú	D	1.8	4.3
3	Yvyrá pytá	B	1.4	3.5
4	Kurupay rá	B	1.2	3.0
5	Marinero	D	1.2	3.0
6	Cedro	A	1.0	2.4
7	Aguaí	D	0.8	2.2
8	Guatambú	A	0.8	1.9
9	Kirandý	B	0.8	1.9
10	Tata yvá	C	0.7	1.6
合計			30.5	74.3

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	50.0	66.3
2	Yvyrá pytá	B	3.0	4.0
3	Kurupay rá	B	1.7	2.3
4	Guaíjayví	C	1.7	2.3
5	Cedro	A	1.3	1.8
6	Guatambú	A	1.2	1.6
7	Yvyrá piú	D	1.2	1.6
8	Loro blanco	D	1.2	1.5
9	Tata yvá	C	1.0	1.3
10	Aguaí	D	0.9	1.2
合計			63.2	83.9

DA3

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Peroba	B	18.3	45.1
2	Yvyrá piú	D	2.5	6.2
3	Kurupay rá	B	1.5	3.7
4	Kurupay	A	1.3	3.1
5	Yvyrá pytá	B	1.3	3.1
6	Kurñal	E	1.3	3.1
7	Guatambú	A	1.0	2.5
8	Lapacho	A	1.0	2.5
9	Urunde y pará	C	1.0	2.5
10	Yvyrá pepé	C	1.0	2.5
合計			30.2	74.3

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Peroba	B	56.1	65.9
2	Yvyrá pytá	B	5.4	6.3
3	Guaíjayví	C	3.2	3.7
4	Kurupay	A	2.5	2.9
5	Lapacho	A	2.3	2.7
6	Kurupay rá	B	2.3	2.7
7	Yvyrá piú	D	1.7	2.0
8	Kurñai	E	1.4	1.6
9	Urunde y pará	C	1.4	1.6
10	Palo blanco	D	1.2	1.4
合計			77.5	90.8

DM2

胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	本数	%
1	Kupa y	C	24.0	66.5
2	Caroba guasú	D	6.0	15.4
3	Kurupay	A	4.0	10.3
4	Jata yvá	C	4.0	10.3
5	Ñandypá guasú	E	1.0	2.6
6				
7				
8				
9				
10				
合計			39.0	100.0

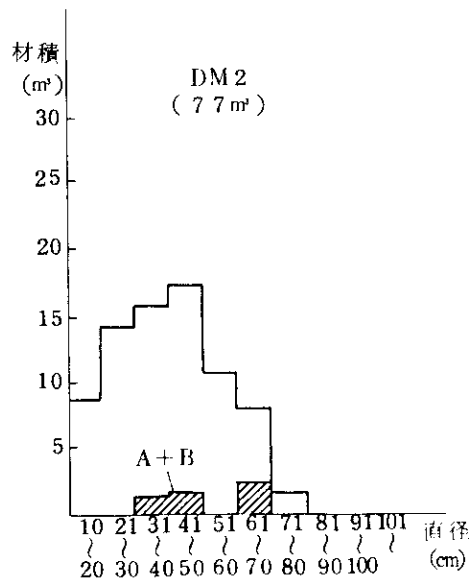
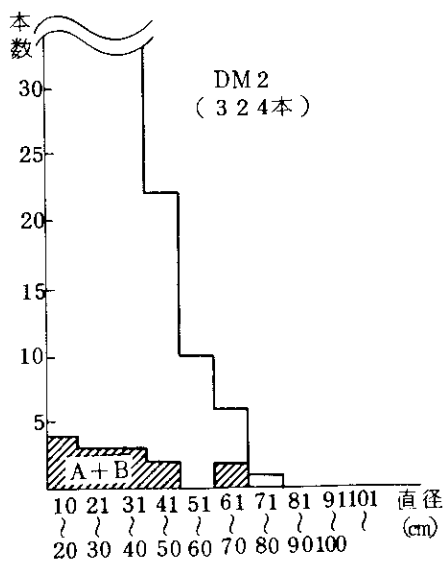
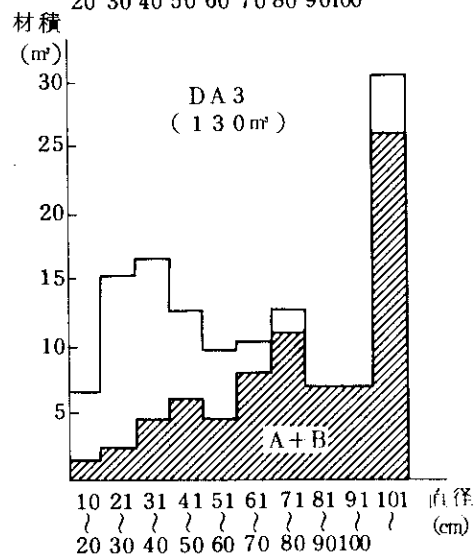
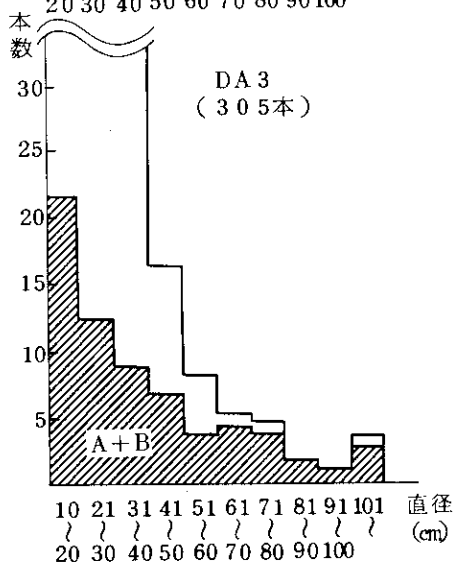
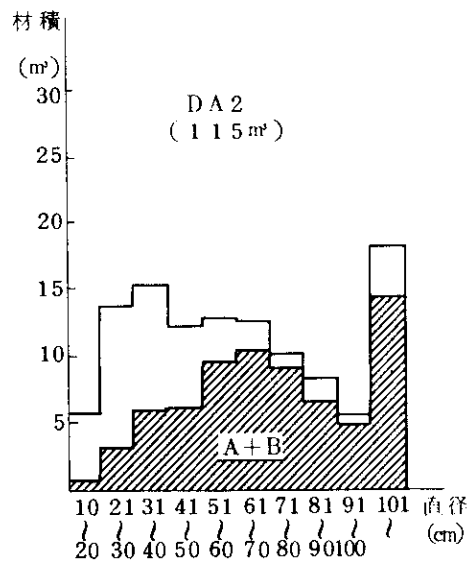
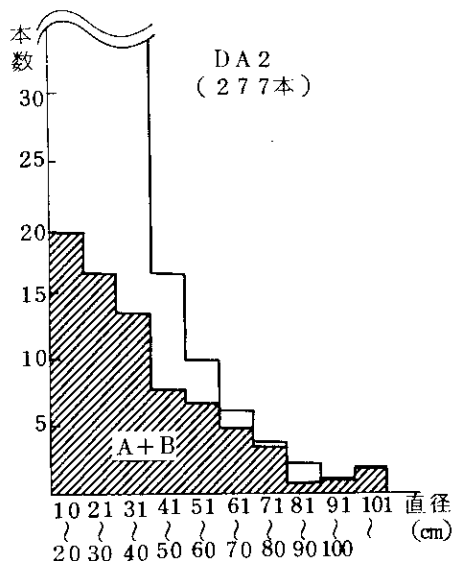
胸高直径 41 cm 以上				
	樹種	クラス	材積	%
1	Kupa y	C	25.1	78.0
2	Caroba guasú	D	5.4	14.1
3	Kurupay	A	4.7	12.1
4	Jata yvá	C	2.6	6.7
5	Ñandypá guasú	E	0.7	1.8
6				
7				
8				
9				
10				
合計			38.4	100.0

Ⅶ-3-3 直径階別, 本数, 材積分布

層別に直径階別に, 本数と材積を図Ⅶ-2にまとめた。これをみると, DA2, DA3層は, 同じ傾向を示している。まず本数であるが, 小径階ほどC, D, Eクラスの本数は多く, 大径階ではA+Bクラスの本数が多くなる。一方, DM2ではほとんどがC, D, Eクラスで, 大径階では61~70 cmにわずかにA+Bクラスが存在する。

次に材積であるが, DA2, DA3層は資源量調査のA3層と似た分布形を示すが, 31 cm以上どの階でもA3層の材積を上回っている。特にA+Bクラスの樹種が大径階に多く優良林分であることがわかる。

一方, DM2はどの資源量調査の層とも似た分布を示さない。31~70 cmの材積は多いがA+Bクラスはわずかにしか存在しない。



図VI-2 密樹冠林の直径階別、本数、材積分布

Ⅶ-4 密樹冠林プロットと資源量調査プロットとの比較

密樹冠林の実態を資源量調査のプロットの比較において分析するため、資源量調査のプロットのA2, A3, M2層の平均を表Ⅶ-6にまとめた。

表Ⅶ-6 資源量調査プロットA2, A3, M2層のまとめ

層	本 数						材積(樹皮なし, 欠点木除く) (m ³)			
	胸高直径 10cm以上		胸高直径 41cm以上		欠 点 木		胸高直径10cm以上		胸高直径41cm以上	
	全樹種	A+B	全樹種	A+B	全 樹 種		全樹種	A+B	全樹種	A+B
	欠点木 含む	欠点木 除く	欠点木 除く	欠点木 除く	胸高直径 10cm以上	胸高直径 41cm以上				
A2	304	63	27	14	7	1	71.09	31.59	36.99	23.20
A3	378	96	36	23	7	1	106.39	59.59	61.07	46.70
M2	331	58	24	11	7	1	62.79	23.18	29.27	15.34

表Ⅶ-3, Ⅶ-6より, 胸高直径10cm以上の本数では, DA2層のA+Bを除いて, 密樹冠林よりも資源量調査の標本の方が本数は多い。胸高直径41cm以上では, DM2層のA+Bを除いて, 密樹冠林の方が逆に多くなっており, 樹冠疎密度が高い方がより大径木によって構成されていることを示している。

一方材積でみると, 胸高直径10cm以上でも, 密樹冠林の方が1.1~1.5倍程多くなっている。A+Bクラスでは, DA2層が2.3倍, DA3層で1.3倍となお顕著になる。ここで単木当りの材積をDA2, DA3, DM2層について算出すると表Ⅶ-7となる。

表Ⅶ-7 密樹冠林の単木当りの材積 (単位:m³)

胸高直径 \ 層	DA2	DA3	DM2
10~40cm	0.15	0.16	0.14
41cm	1.75	1.52	0.99
全 体	0.40	0.41	0.24

これと表Ⅴ-28の資源調査のA2, A3層の単木材積を比較すると, DA2, DA3層では全体でA2, A3層と比較して単木材積が大きく, 上記のこととあわせて, 径級がより太いものであることが想定される。

一方, M2, M3層については, DM2層は標本点が1点, DM3層は調査できなかったもので, 詳しい分析は不可能だが, DM2層の1点について見れば, これの材積はM2層よりも多いが, A+Bクラスの材積は極めて少なく, 単に樹冠疎密度が高いのみと思われ, 利用すべき材は少ないと推察される。

VIII 土 壤 調 査

VIII-1 土 壤 調 査 の 目 的 及 び 概 要

土壌調査は、調査地域の森林土壌について、できるだけ調査地域のほぼ全域に分布するように配慮して、主として森林調査のプロットを対象に60箇所の土壌断面を設定して精密調査を行った。その結果、地域内の森林土壌を断面の形態により数箇の指標的形態に分類することができたが、調査区域が150万haと広大なため、調査点が約2万5千haに1点という割合であり、本調査によって地域内の土壌形態を網羅するときは到底不可能である。(図VIII-1土壌断面位置図参照)

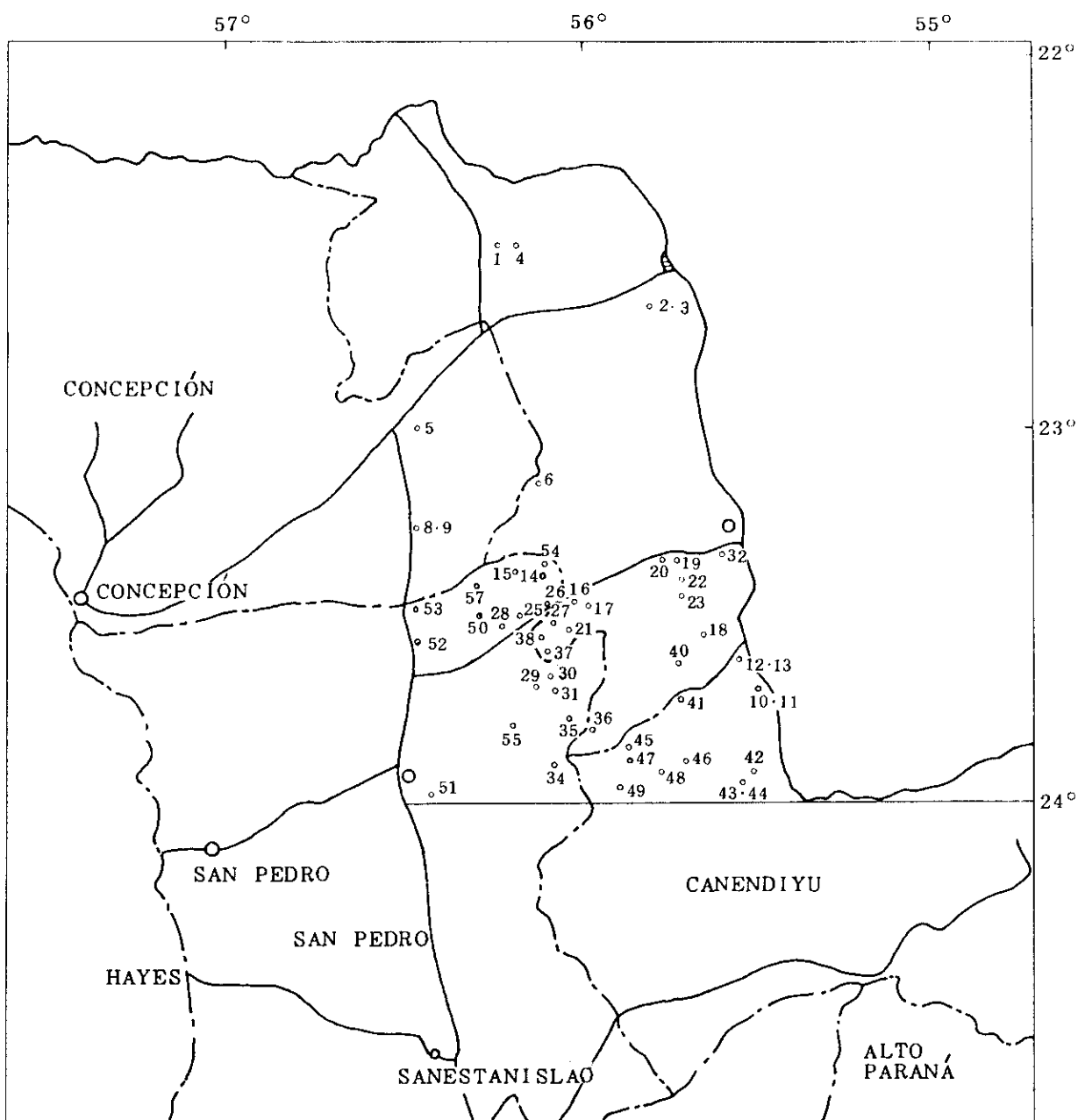


図 VIII-1 土 壤 断 面 位 置 図

したがって、今回の調査においては、森林調査のプロットを中心に土壌の断面調査を行うことによって、主として森林の構成状態と土壌との関係を解明し、森林の造成、生長等森林計画策定の基礎資料を得ることを目的としたものである。

本調査地域の一部には、すでに米州機構 (Organización de los Estados Americanos) によってパラグアイ北東部土壌図 (REGION NORORIENTAL DEL PARAGUAY Suelos 1/500千) が作成されているが、調査地域の全域がカバーされていない関係もあって、本調査では分類の順序として、先ず世界土壌図 (Soil Map of The World) (1971～1978年 FAO Uneseo 共同作成) の分類に従って土壌群の区分を行い、この上にならって土壌断面の特徴により小区分を行うこととした。

Ⅷ-2 土壌調査方法

土壌調査は、次の方法で行った。

(1) 調査箇所

林分構成状態を基準に局所地形を考慮して土壌調査の試孔点を選定した。試孔点の選定に当たっては可能な限り森林の層区分に分布するよう考慮し、かつ標本点について行った。

(2) 調査方法

- ① 調査箇所に土壌断面を設け試孔調査を行った。土壌断面は幅70 cm程度、深さ100 cm～125 cm程度とした。
- ② 調査箇所について、地形、森林の状況、地床植生等の調査を行った。
- ③ 調査項目は土壌断面ごとに腐植石礫、土性、構造、堅密度、色等について行った。

(3) 調査箇所数

60断面について行った。これらの結果については付表Ⅷ-1の土壌調査集計表に示した。

Ⅷ-3. 自然特性

本地域における森林土壌の生成過程を見るために、まず、地域の自然特性を通覧することとする。

調査対象地域は、パラグアイ国北東部の南緯22°～24°、西経55°30'～56°30'で囲まれた地域でアマンバイ県を中心とする約150万 haの地域である。この地域は北東から東部に走るブラジル国との国境線上をほぼ分水嶺とするアマンバイ山脈とその南西部に連なる丘陵状の波状地形よりなっていて、標高は200 m～600 mである。

地質はブラジルから本地域にかけて広く分布しているパラナ盤層 (The parana'

basin)中の砂岩、泥岩、頁岩、礫岩等の碎屑状の固結堆積物で占められている。パ
ラナ盤層は下部Devon期から白亜期にかけて堆積した年代の異なる海成と陸成の堆積物
から成るブラジルに多く分布する大きな盤層である。中央部及び南部における表層の
大部分は粗質のSera Geral玄武岩の流出物によって覆われている。西部境界に沿う
盤層は断層によって多くの影響を受けている。

地域の気象(P. J. CABALLERO, 1961~1970年)は、年平均気温21.3℃、最
高が1月の24.1℃、最低が7月の17.2℃で年較差は少ない。

年降雨量は1,537mmで、7月の46.4mmと8月の41.0mmを除くとおおむね100mm
/月以上の降雨量を有している。多雨期は10月~3月であるが、この間おおむね
150~185mm/月の降雨量を示していて極端な変動は少い。

地域内の森林は天然生広葉樹から成る亜熱帯林である。

VIII-4. 主要な土壌群

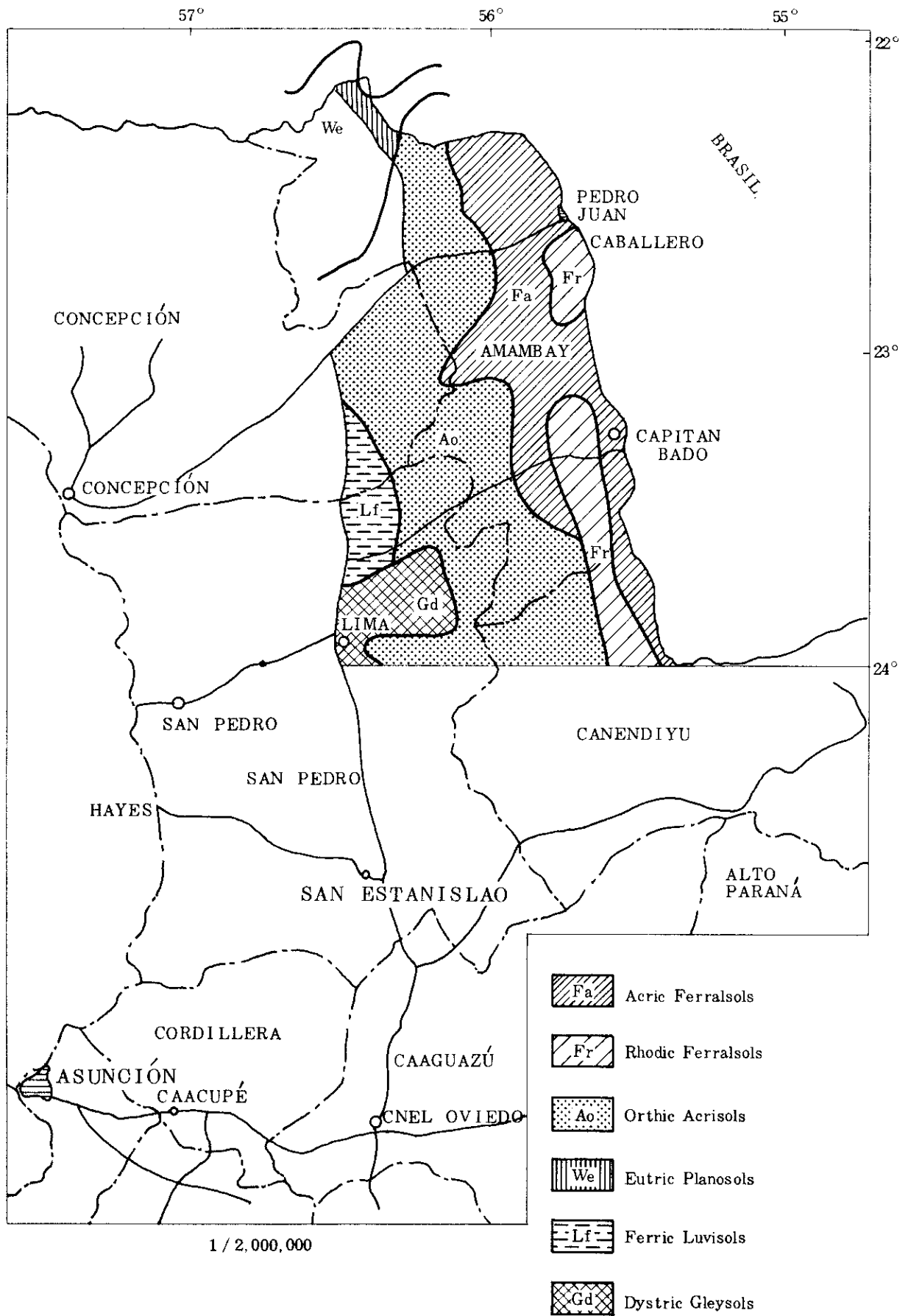
本地域の土壌群の分布を世界土壌図によって見ると、北~東部のブラジル国境に沿
うアマンバイ山脈脊梁部の西側一帯にわたってフェラルソルス(Ferralsols)が分布
している。本地域のフェラルソルスはアクリック・フェラルソルス(Acric Ferral-
sols)及びローディック・フェラルソルス(Rhodic Ferralsols)である。

フェラルソルスの西側に接して地域の北部から南部までほぼ地域の中央部を貫いて
アクリソルス(Acrisols)が広く分布している。このアクリソルスは標準的なオルジ
ック・アクリソルス(Orthic Acrisols)である。

その他本地域に部分的に分布する土壌群として、地域の最北西部アパ川(Rio
Apa)沿いにプラソルス(Planosols)が見られ、西部のコンセプション県とサン・
ペトロ県境付近にルビソン(Luvisols)が、また西南部のリマ附近にグライソルス
(Gleysols)が分布している。(図VIII-1)

(1) フェラルソルス(Ferralsols……鉄礬土化土壌)

フェラルソルスは深くてかなり一様に赤色、黄赤色または黄色を呈する熱帯土壌で
あって、オキシック(Oxic……酸化性)のB層位をもつ、湿潤熱帯地方における
典型的土壌である。このB層位は30cm以上の厚さがあり、15%以上の粘土分を含み、
層位界(horizon boundaries)は漸変(diffuse)である。概言すれば、フェラルソル
スはオクリックA層位(Ochric A horizon……淡黄色A層位)と深いB層位をも
つか、さもないければほとんど特徴のない、全く帯赤色または帯黄色の極めて均一な熱
帯性埴質土壌である。土壌断面標式は均一の様相を呈し、数メートルの厚さがあると
思われる。排水の良い良好な浸透性と安定した構造をもつ。これらの土壌は古くて既
に塩基類を排出してしまっているため、易風化鉱物をほとんど含まず、天然肥沃度は



図Ⅶ-2 土壤の分布(世界土壤図による)

低い。

フェラルソルスのうち本地域に見られるのは、古いフェラルソルスで粘土分の極めて低い陽イオン置換容量（CEC）をもつアクリック・フェラルソルス（Acric Ferralsols ……過風化鉄礬土化土壤）及び濃い赤色ないしうす黒い赤色のB層位をもつローディック・フェラルソルス（Rhodic Ferralsols ……暗赤色鉄礬土化土壤）の2群である。

はっきりした層位を持たず、均一な断面標式をもって深部まで風化が進み、物理性は良好であるが、化学性が貧弱な埴質の土壤群で土壤は常に湿っていて（湿潤熱帯地方）多孔質土壤中のほとんど絶え間ない水の浸透がある。粘土粒子類は多くの場合、鉄によって固結されており、微砂分（silt）の含量もふつう低い。

この種土壤中の生物的活動は高く盛んであり、特に森林下では旺盛で、大きな根部組織が存在する。真正の原生熱帯森林は温帯気候下の森林に比べて5倍の有機物を生産する。しかし、湿潤熱帯地方では有機物の分解作用も温帯の5倍以上も高い。この種の土壤には多数の生物類が棲息し、特に白蟻（termites）の活動が多い。

鉄礬土化土壤の性状をもったやや軽粗な土性の土壤（lighter-textured soils）フェラリック・アレノソルス（Ferralic Arenosols ……鉄礬土化砂質土壤）である。

上記、米州機構作成の土壤図によるラトソルス（Latosols）は概ね、このフェラルソルスを指すものと見られる。

(2) アクリソルス（Acrisols ……粘土集積低飽和赤色土壤）

古い熱帯の塩基の溶解した埴質土壤で、低い塩基飽和度と明確なアルジリックB層位（argillic B horizon ……粘土集積性B層位）を持っていることが特徴である。この土壤は乾期と雨期のある季節風気候をもつ地方の古い熱帯土壤であり、極めて長い期間の洗脱によって土壤は消耗されて化学的に貧弱となり、また、物理的には、アルジリックB層位が堅密度が加わって根の分布を制約している。性状により、数群に分類されているが、本地域のアクリソルスは標準的なオルシック・アクリソルス（Orthic Acrisols ……正規粘土集積低飽和赤色土壤）である。

この土壤は一般に化学性が低く、特に窒素に不足していて、特に表土の陽イオン置換容量（CEC）が低い。アクリソルスは、一般に酸性の母材から発達し、特に南アメリカでは礬土によって飽和されているものがある。一般に農耕地として生産力が低く、最良の利用方法は森林または放牧地とすることである、といわれる。全般に侵食を受けやすく、森林が伐採されると表層が侵食され、新しい淡黄色の若いA層位が粘土性のB層位の上部に生成される場合が多い。

(3) プラノソルス（Planosols ……盤上漂白土壤）

これは季節的な滞水があり、粘土盤の上にアルビックE層位（albic E horizon ……

…溶解漂白A層位)をもつ強い溶脱のある土壤である。この種の粘土盤は緩慢な透水性の層位であるか、あるいは重粘な粘土層である。したがって、湿潤な季節にはE層位に滞水があり、E層は還元作用と酸化作用の交替による水成性状(hydromorphic properties)を示す。本地域に見られるのは塩基飽和度50%以上のユトリック・ブラノソルス(Eutric Planosols ……富栄養的盤上漂白土壤)である。この土壤は稲の栽培に適している。

(4) ルビソルス(Luvisols ……粘度集積高飽和土壤)

この土壤は、典型的な熱帯土壤ではなくて亜熱帯地方や温帯地方にも大きな区域に出現する。ルビソルスは粘土集積性のB層位を有するが、その塩基飽和度は高く農業的には良好である。本地域のルビソルスはフェリック・ルビソルス(Ferric Luvisols ……富鉄性粘土集積高飽和赤褐色土壤)で、第二鉄富化性状(ferric properties)を持っている。

大部分のルビソルスは農業に適している。

(5) グライソルス(Gleysols ……地下水成土壤)

低地や窪地の排水不良土壤で、地下水の影響により地表から50cmの深さまでに水成性状が出現している土壤である。グライソルスは高い地下水のため土壤が還元条件を持ち帯灰青色を呈する。地下水位が上下に動揺するゾーンでは灰青色の斑点や橙色又は帯赤色の斑点(鉄の凝結……Segregation of iron) や小さな帯黒色の斑点(マンガンの凝結……Segregation of manganese)が見られる。本地域に見られるのは主として塩基飽和度が50%未満のディストリック・グライソルス(Dystric Gleysols ……貧栄養的表下水成土壤)である。

VII-5. 土壤調査結果

VII-5-1 本地域の土壤の特性

世界土壤図による土壤群の分布は概ね以上のとおりであるが、現地においてはフェラルソルスを基調に、いくつかの形態の土壤が大きな波状地形と母材料の影響を受けて比較的広い区域を画して分布していて、その間を縫って、低湿地にグライソルスが帯状に貫入しているものと思われる。

総じて本地域の土壤は、

- ① 土壤層が極めて深いこと
- ② 暗赤色、赤色、黄赤色など赤みが強いこと
- ③ 一般に層位界が明瞭でないこと
- ④ まったくと言ってよいほど土層中に石礫を含まないこと
- ⑤ 適潤性の土壤が多く、乾燥型の土壤はほとんど見られないこと

などの特徴を挙げるができる。ただし、上記の特徴は、今回の調査が地表面から概ね100 cm～125 cmまでの深さについて行ったものであり、その範囲内でのことである。事実、2～3の崩積地では、玄武岩・砂岩等の角(片)礫層が出現した断面もあり、また道路の法面等で、明らかな角礫の層(石線…… Stone Line)の認められる箇所も見られた。

そこで今回の調査では60箇所の断面から主として土性を基準にして本地域の森林土壌を数箇の形態(土壌型)に区分し、土壌の形態と森林の状況を解明することとした。ただし、本地域の森林は全域が民有林で全般的に開発が進み、何等かの形で人力の加わったものが大部分であると考えられるので、できるだけ総体的に観察していくこととした。

表Ⅷ-1に本地域に一般的に見られる土壌の形態と森林構成の概要を掲げる。

表Ⅷ-1 土壤型と森林構成(1)

土 壤 型	番 号		林 況			pH		備 考		
	断面No.	プロット No.	層 別	本 数	材 積	A	B		実施プロットNo.	
砂 土 型 (S 型)	Pf 5	37	M 2	315	50.12	7.2	6.3	P 41 近傍	4	
	6	38	M	390	94.97	5.3	5.2		5	
	10	82	M 2	348	99.60				41	
	11	—	M 2			5.1	5.1		—	
	14	45	M 2	473	58.06	4.7	5.1		8	
	15	43	A 2	375	59.94	6.4	5.4		7	
	20	46	M 2	303	60.98	4.8	4.8		9	
	25	62	A 3			5.5	5.1		20	
	27	65	A 3	343	93.92	5.4	5.1		24	
	37	72	A 2	271	57.01				31	
	41	81	M 2	421	57.55				39	
	47	88	A 1	207	41.88	5.9	6.3		49	
	50	60	A 2	308	42.54				22	
	51	90	M 2	299	61.05				53	
	52	58	A 2	211	51.25				19	
	53	51	M 2	346	53.35				12	
	58	DA3-41							密樹冠林	DA3-41
	59	DA2-63							密樹冠林	DA2-63
60	—							—		
	平 均			329	63.02	5.6	5.4	0.19/1本 Humus 6.95%		
砂 土・壤 土 型 (S・L 型)	Pf 8	42	A 2	326	64.80	5.6	5.4		6	
	9	42	A 2						6	
	12	78	E	348	86.75	5.4	5.2		36	
	13	78	E						36	
	16	54	M	513	83.73	5.2	5.2		48	
	23	68	A 2	293	68.74				27	
	26	62	A 3	388	102.05				20	
	29	74	B 2	356	44.63	4.1	4.6		55	
	30	75	E	320	67.48				32	
	34	83	A 2	270	53.15	6.1	5.9		44	
	36	85	M 3	311	71.55	7.0	4.8		46	
	38	66	M 2	348	88.48	5.8	5.6		25	
	40	76	A 2	280	95.56	6.1	5.4		34	
	46	93	M 2	237	59.94	4.5	5.4		溶脱あり	58
	49	91	M	308	59.75	4.7	4.5			54
	54	44	M	267	70.77					62
55	80	A 1	272	44.80				37		

表Ⅷ-1 土壤型と森林構成(2)

土 壤 型	番 号		林 況			pH		備 考
	断面No.	プロットNo.	層 別	本 数	材 積	A	B	
(S・L型)	Pf 56	DA3-61						DA3-61 14 0.23/1本 H=8.31%
	57	53	A 2	296	73.02			
	平均			318	72.70	5.7	5.3	
壤 土 型 (L型)	Pf 1	DA3-11						DA3-11 DA2-61 16 35 10 26 38 33 60 59 0.26/1本 H=11.38%
	7	DA2-61				5.5	5.7	
	17	55	A 2	295	58.62	6.3	5.6	
	18	77	A 2	302	109.56	5.5	5.5	
	19	48	A 2	392	94.02	4.9	4.5	
	21	67	A 3	365	81.64	4.7	4.7	
	28	63	A 2	292	62.21	5.3	5.3	
	31	73	M 2	391	99.58	5.3	4.8	
	42	95	M 2	286	73.58	5.9	4.8	
	43	94	M 3	239	76.92			
	平均			320	82.02	5.4	5.1	
埴 壤 土 型 (CL型)	Pf 2	35	M 2	246	50.22	7.3	7.3	3 3 DA3-11 11 0.21/1本 H=18.10%
	3	35	M 2			7.2	7.3	
	4	DA3-11				7.2	6.8	
	32	50	M 2	224	50.69	7.4	6.1	
	平均			235	50.45	7.3	6.9	
埴 土 型 (C型)	Pf 22	56	A 2	317	80.75	6.7	6.2	17 -- -- H=16.38%
	24	--						
	33	--						
グライソルス (G型)	Pf 35	84	B 2	272	25.75	4.5	4.6	45 -- P43附近湿地草原 47 56 H=20.17%
	39	--	B			4.2	4.6	
	44	--				5.0	4.9	
	45	87	B 2	351	31.85	4.7	5.1	
	48	86	M	243	51.91	4.9	--	
	平均			289	36.50	4.8	4.9	

Ⅷ - 5 - 2 土壌型の特徴

(1) 砂土型土壌 (S型)

深い砂質の土壌で深部まで一般に軟く、広く根系が分布している。微砂質のものからやや粒型の大きい (0.2~1mm程度) 砂質のものまで含まれるが、細砂質のものも多く、石礫は全く含まない。

A層は10cm~40cm、平均26cmの厚さを有し、一般に暗赤褐色~赤褐色を呈し一般に赤味が強い、腐植の含量は多くない。

次の基準(試案)を準用して試算した結果では、腐植含有量7%程度である。

腐植含有率区分	土 色	炭素含有率(%)
乏 し	: 5~8/8, 4~6/6, 4~6/4 (明褐~褐)	0~3 1.5
含 む	: 3~4/4, 4~4/3 (暗褐)	3~6 4.5
富 む	: 2~3/3, 2~3/2 (黒褐)	6~12 9.0
すこぶる富む	: 2/2, 1.7~2/1 (黒)	12以上..... 15.0

注) 土色は新版標準土色帳(上述)による。色相はいずれも7.5 YRまたは10 YR。

腐植含有率は炭素含有率を1.724倍して求める。

礫は全く含まず細砂~砂質であるが、A層中に僅かに感ずる程度の壤土を含んでいる場合もある。

このタイプの土壌では構造は余り発達せず、一般に弱い団粒や塊状構造が見られる程度であるが、表層の乾燥している土壌では弱い粒状構造の見られる場合もある。土壌は粗鬆で概ね適潤であるが、乾期にはA₁層が乾燥している場合も見られる。根の分布は多い。A₀層は1~4cm程度で厚くないが主としてL層中に菌糸を含んでいる場合が多い。

A層のpHは4.7~7.2の範囲で平均5.6程度である。

B層は極めて深く、何れも地表下100~125cm以下まで漸移的な層位を形成している。色調は暗赤褐色~赤色でA層より明るい赤色系であるが、80cm附近からやや暗い赤色又は赤褐色を示す場合が多い。礫は含まず、細砂~砂質であるが1m附近からやや微砂又は粘土を感ずる傾向が見られ、中には暗赤色の粘土層を形成している場合もある。断面は一般に軟かくおおむね適潤であるが、層の下部でやや湿度が高い。

B層のpHは4.8~6.3の範囲で平均5.4程度である。

今回の調査によるこの型の土壌の平均立木本数(胸高直径10cm以上の1ha当り~以下同じ)は329本、立木材積63.02m³、平均の単木材積は0.19m³であり、他の型の土壌に比べて生立木本数は変らないが、単位面積当りの材積は少ない。すなわち、単木の平均材積が小さく、小径木の多い林況を呈している。

総体的に天然更新は良好であるが生産力は高くない。しかし、一部地域を除けば人工造林は可能で、ある程度の生長は期待できるものと考えられる。

この型の土壌のうち、特に本地域の東部ブラジル国境に接する赤黄色ラテライト砂土地帯等では森林の伐採により地床植生が退化し、表層の砂土が洗脱されて灰褐色を呈し、貧弱な草原化し、侵食が進んでいる地域が見られる。熱帯・亜熱帯地方においては温帯地方の5倍にも及ぶ腐植の消耗が行われる、といわれているが、特に砂土地帯では、植生の破壊により急速に地力を消耗し、いわゆる砂漠化が進行し、侵食の原因となるばかりでなく、地力の回復には極めて困難が伴うので、森林の開発に当たっては、十分に注意する必要がある。

(2) 砂土・壤土型土壌 (S・L型)

この型の土壌は砂土型土壌と後掲する壤土型土壌の中間的な形態をもつ型の土壌で地域内の平坦地に広く分布している。

前者に比べて土壌粒子がやや細かく、細粒又は微砂質のものが多く、層中に粘りの少ない粘土を含むか、又はB層下部(70cm~80cm以下)にやや粘質の層を持っている。石礫は全く含まず、土層は全般に軟かくて深い。

A層は、20cm~35cm、平均28cm程度で前者よりやや厚い。色調は暗赤褐色~赤褐色、時に暗赤色~赤色を呈し赤味が卓越している。腐植の含量は前者よりやや多い(H=8%程度)、礫は全く含まず、細砂~微砂の中に粘りの少ない粘土を含んでいる場合が多い。顕著ではないが団粒構造を持つ場合が多く、塊状及び表層が乾燥している場合には粒状構造を混じえる場合もある。

土層は粗鬆で全般に適潤であるが、場所によってはやや乾燥しているものも見られる。層中の根の分布は良好である。

A₀層は1~3cm程度で菌糸を含んでいる場合が多い。

A層のpHは概ね5~6、平均5.7程度であるが、このグループの中で林型区分上低木層に属するPf 29(森林調査プロットNo.74)ではA層のpHが4.1と明らかに異なる傾向を示していることは注目する必要がある。

B層は極めて深く、色調や土性によって2層程度に区分できるが極めて漸移的で、明瞭な相違点も少ない。色調は暗赤色~暗赤褐色を呈し全体的に赤味が強い。また、下層になるに従って暗赤色~赤色に移行する傾向が見られる。礫を含まず、土性は細砂又は微砂質の壤土か、もしくはそれに近い砂土を成している場合が多いが、一部に、60cm程度以下にかなりの粘土を集積しているものや、中には暗赤色の埴壤土の硬くて湿性のB₂層を持つものも見られる(Pf 34)。

断面は一般に軟かいが、下位の粘性の層ではやや硬い。全般に適潤性で下層まで木本植生の根が分布している。

B層のpHは4.5～5.4，平均5.3程度である。

この型土壤の平均の1 ha当り立木本数は318本，1 ha当り材積72.70m³，平均の単木材積0.23m³程度で，前者に比べて森林の生産力は高く，人工林の造成は十分に可能であると考えられる。

この型の土壤においても裸地化による洗脱，地力減退，表面侵食の影響は大きいので森林の取り扱いに当たっては留意する必要がある。

(3) 壤土型土壤（L型）

ある程度の傾斜をもつ波状地形の高地森林地帯に多く分布していて指標的な暗赤色フェラルソルスの形態に近い型の土壤である。

深い壤土質の土壤で，一部に砂岩，玄武岩等の片礫層を含むものがあるが，一般には深さ125 cmまでの層中には礫を含まない。断面は，前二者に比べると若干硬く，深さ70 cm程度以下にやや粘質の粘土集積層を持っている場合が多い。全般に適潤性で根の発達も良く，生産力の高い土壤である。

A層は，20～40 cm，平均28 cm程度を有し，色調は暗赤褐色～赤褐色又は暗赤色を呈していて赤味が強い。腐植の含量は，ほぼ中程度である（H＝11%程度）。定積土中には石礫を含まず，土性は壤土が主体であるが，僅かに微砂を含む場合及び埴壤土のA層をもつ場合もある。団粒状，塊状などの土壤構造がかなり明らかに形成されていて，一部の，やや埴質の乾燥傾向の土壤ではA₁層に粒状構造，A₂層に堅果状構造を含む箇所も見られる。

全般に膨軟適潤であるが，乾燥傾向（潤やや乾程度）の土壤ではやや硬い（軟～堅）根系の分布は良好である。

A₀層は1～3 cmで，L層中に菌糸が発達している。

A層のpHは4.7～6.3，平均5.4程度である。

B層は全般に深く125 cm程度では礫層に達しない。ただし台地形上部やこれらの脚部崩積地帯では比較的浅い層（深さ20 cm程度のB，又はA₂層）に明らかな片岩礫（ $\phi = 20 \times 20 \text{ cm} \sim 5 \times 5 \text{ cm}$ ）の層を持つ場合も見られるので，波状地形の狭い尾根や斜面上部，崖錐部等には，比較的浅いところに角礫層を含むものと考えられる。おおむね2層程度に区分でき，漸移的であるが，下層位にやや粘土が多い傾向がある。

色調は全面に暗赤褐色～暗赤色を呈していて，A層より粘土の含量が多く，またB層内でも下部に移行するほどやや粘土を増すか又は粘土層を含む場合がある。一般に軟かいが粘土の多い層ではやや硬い，適潤又はやや湿程度で，根系は概ね1 m程度まで分布している。

B層のpHは4.5～5.7，平均5.1程度となっていてA層より，やや酸性である。

地床は稚樹の発生良好で，地床植生は豊富である。一般に，カイアロス（Kai

Arroz ……いね科), エレチヨ・アマンバイ (Helecho Amanbay ……シダ類), タクア・ピ (Tacua Pi ……笹類) などが指標的である。

この型土壌の平均 1 ha 当り立木本数は 320 本, 1 ha 当り材積 82.02 m³, 平均の単木材積は 0.26 m³ 程度であり, 本地域の中においては最も生産力の高い森林土壌といえることができる。地床植生の生育も盛んであるので, 適正な施業を行えば, 生育旺盛な人工林の造成が可能であろう。

(4) 埴壤土型土壌 (CL 型)

今回の調査の中で埴質壤土のタイプが 4 断面 (ただし, プロット数では 3 点) 見られた。この型の土壌は前掲の壤土型土壌に比較して土壌層中に粘土の含量が多く, A 層では埴壤土又はやや粘質の壤土をなし, 腐植の含量も多い傾向を示している。(H = 18% 程度), B 層では埴壤土, 時にかなりはつきりした粘土層を形成している場合がある。したがって, これらの層では風般に硬く, 根系の分布も下層になるに従って急速に減少する。

この型の土壌の大きな特質として見られるのは pH 値が著しく中性側であることである。すなわち A 層では pH が 7.2 ~ 7.4, 平均 7.3, B 層では 6.1 ~ 7.3, 平均 6.9 となっている。ただし, この現象がこの型の土壌固有の性質であるか, 森林の取り扱いによるものであるか (例えば, Pf 32 では明らかに優良木伐採と火入れが行われた形跡がある), 今回の調査では判定困難である。

この型の土壌は, 壤土型と後掲の埴土型土壌の中間的性質を有するものと思われるが, 今回の調査では出現度数が少なく, 森林生産力との関係についても性格付けできるまでの資料が得られていない。しかし, これらについては, 森林の現況等から, 概ね前掲の壤土型土壌に準じてよいものと考えられる。

今後, 細部調査の機会を得られれば検討課題の 1 つであろう。

(5) 埴土型土壌 (C 型)

本地域の波状地形の頂部台地等に出現する重粘な埴質土壌である。今回の調査では, 参考として森林調査のプロット以外の粘質土地帯の断面調査 (Pf 24, Pf 33) を行ったもので, 分布は広くないと思われる。

A 層は暗赤色 ~ 暗赤褐色を呈し, 埴質で硬く, 腐植の含量は 16% 程度を示している, しばしばかなり顕著な堅果状構造 ($\phi = 0.5 \sim 1.5$ cm) が発達しているのが見られる。乾期には表層はやゝ乾燥しているが, 雨期中は雨水の停滞するものと考えられる。

B 層は暗赤褐色又は暗赤色の重い埴土で硬い。B 層内の根の分布は少ない。

この種の土壌のうち, 季節的に滞水のある地域では地床をイネ科, カヤツリ草科の丈の低い草木が占め, 雑灌木が散生する, いわゆるカンボ (Campo) と称する荒原植生を呈する場合がある。これらの地域は農地としての生産力も低いもようであり, 今

後更に研究を要する問題であろう。

何れにしてもこの型の土壌は森林生産力は低い。人工林の造成は避けることが安全であろう。

(6) グライソルス (G型)

地域内の河川周辺，低湿地等に出現する。A層は赤黒色を呈し一般に腐植の含量はかなり多い(20%程度)。壁状構造をなしているが，やゝ乾いている場合は塊状構造をもつ場合もある。根はほぼこの部分に集中している。

B層はグライ層で，灰色がかった赤色～赤褐色を呈している。地下水位は高く，乾期中でも1m以内である場合が多い。

グライソルスはA層，B層を通じて酸性が強く，pHはA層で4.5～5.0，B層で4.6～5.1程度で平均4.8～4.9である。

この土壌型の植生は湿性草地又は灌木林，中低木林相を呈していて，森林生産力は低く，林業生産の対象とはならない。