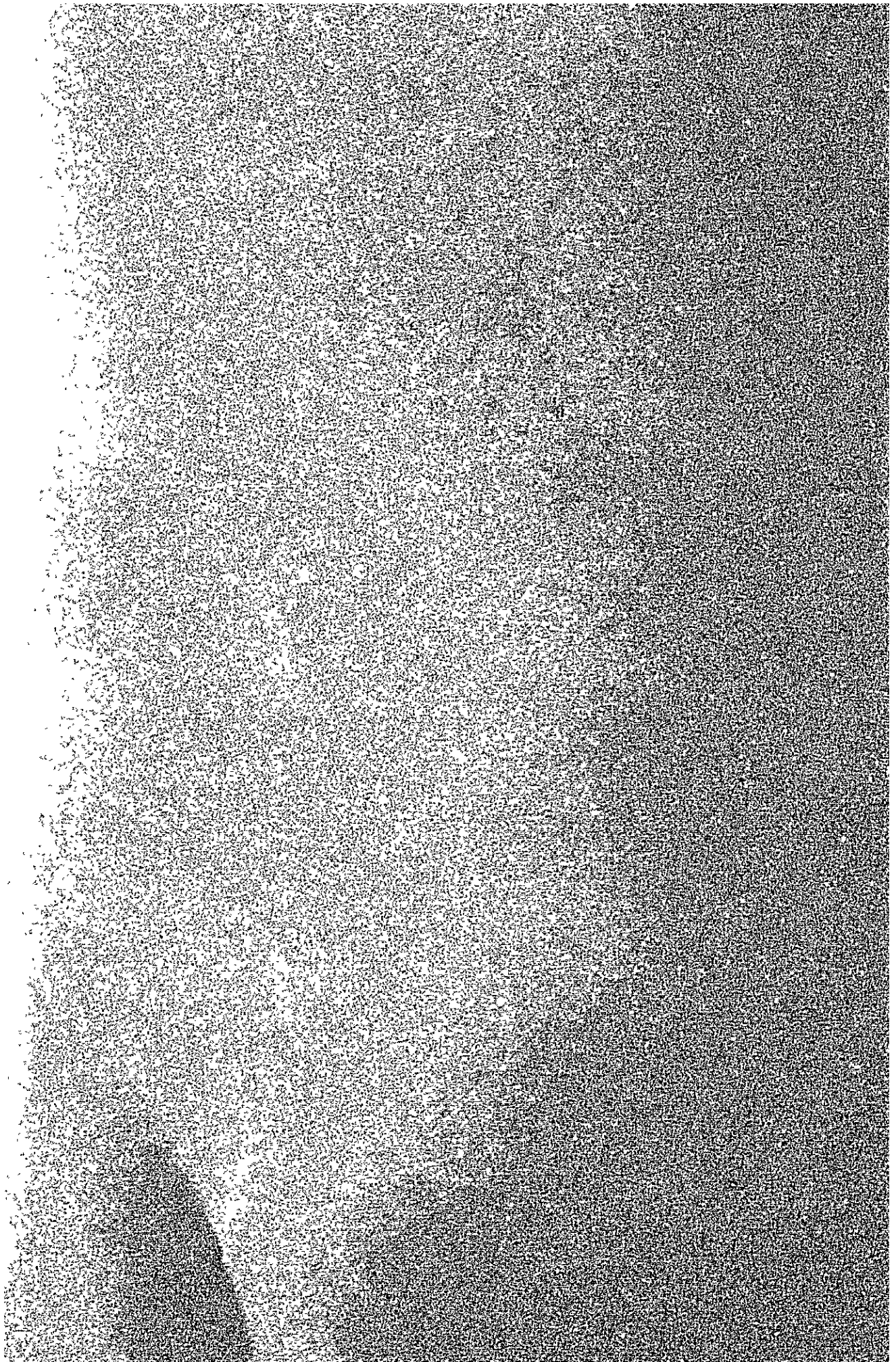


第 一 部
調 査 概 要



第 I 部 調 査 概 要

1. 調査の背景

パラグアイ国の国土面積406,752 km²の約40%は、現在森林で覆われており、そこから産出される林産物は同国にとって畜産物に次ぐ重要な外貨獲得源となっているが、森林資源は無計画な伐採が進み、急激に減少してきている。

このような現状からパラグアイ国政府は、植林が急務であることを認識し、植林を広く国内に普及していきたい考えをもっている。

しかしながら同国には、広域造林の経験と技術がないことから、同国独自で植林を進めることが困難な現状である。

このような背景によりパラグアイ国政府は、広域造林実施のために、同国林業技術者の造林技術習得及び森林造成マニュアル作成のため、モデル地区における森林造成計画作成に対する技術協力を我が国に要請してきた。

我が国としては、パラグアイ国政府が同国中央部カピバリ地区に設定した約27,000 ha のモデル地区についてマツ、郷土樹種の植林及び天然林の更新を行うためのM/P作成及びF/S実施に関し、昭和58年6月23日パラグアイ国政府関係機関と国際協力事業団と署名したS/Wに基づき技術協力を行うことになった。

2. 調査の目的と調査対象地の概要

本調査は、森林資源の維持培養と地域社会の発展に資するため、調査対象地域の森林造成計画を作成することを目的とする。

調査対象地は、パラグアイ国サン・ペドロ県(SAN PEDRO)の南東部サン・エスタニスラオ市(San Estanislao)カピバリ(Capiibary)地区のほぼ南緯24°37'、~24°49'、西経55°52' ~56°06'の範囲にある。

首都アスンシオンからはコロネル・オビエド(Colonel Oviedo)、ブトウイ(M-butuy)を経由し、ブラジル国との国境の町サルトス・デル・グアイラ(Saltos del Guaira)に向う国道10号線に沿った、約225 Km地点にある(図I-2-1)。

なお、調査対象地は、以前はFINANCIERA PICCOLO株式会社(FINAP社)の所有地であったが、会社倒産のため、国立勸業銀行の抵当物件として差押えられた土地である。国立勸業銀行が大蔵省に譲渡し、さらに農牧省林野庁に移管することになっており、現在手続中である。

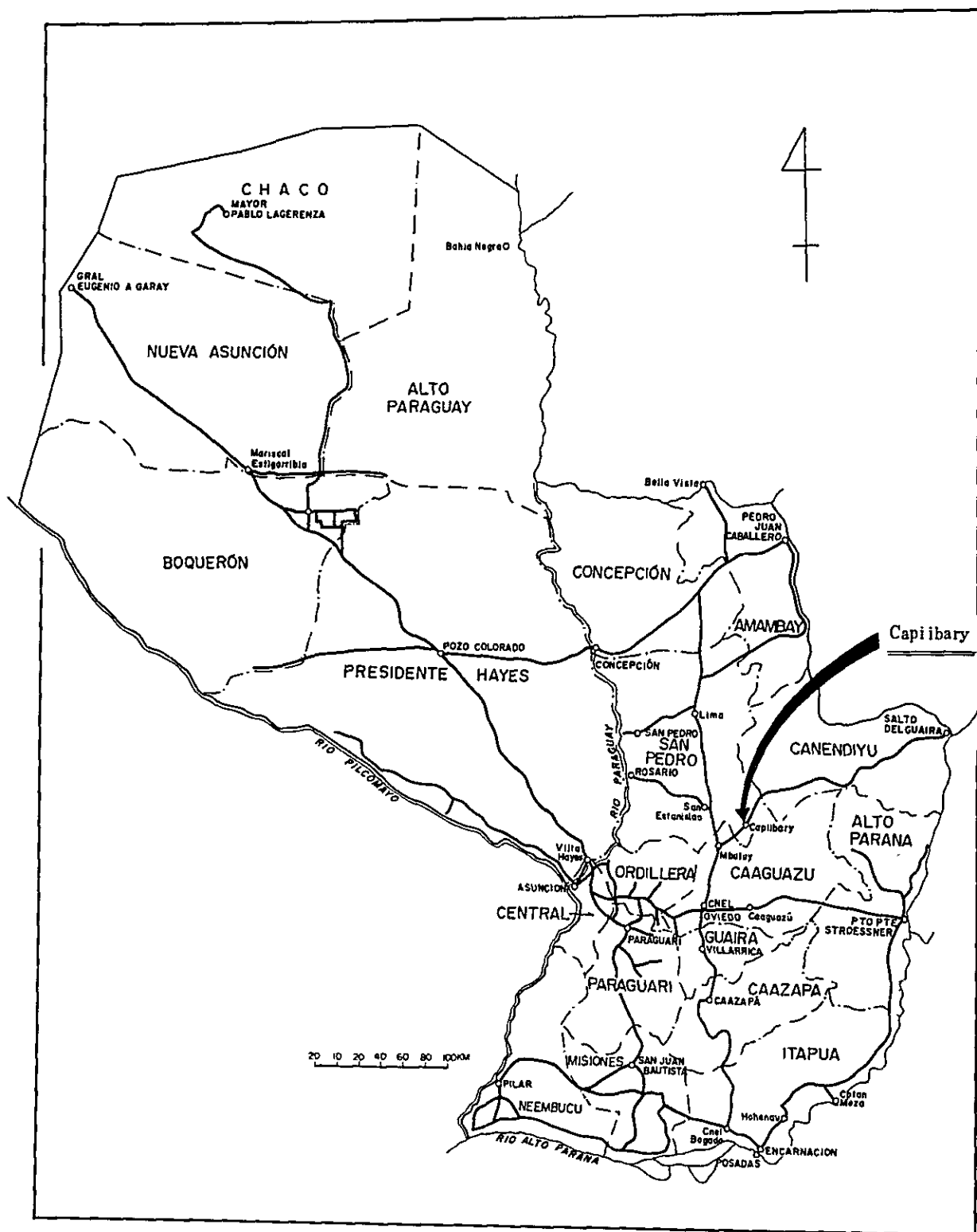


図 1-2-1 調査対象地の位置

3. 調査の内容

調査は1983年度から1984年度の2カ年にわたって実施される。

1983年度は、森林造成計画を作成するための基礎資料としての空中写真の撮影、基本図の作成、空中写真の判読、現地標準地の調査等を行い、森林の現況を把握するとともに、土壌、地形についても現地調査並びに分析を行い、これをもとに森林解析を行う。また経済社会条件、林産業および市場条件、林業関連事業体、アグロフォレストリー等の調査分析を行い基礎資料とする。

1984年度は、植林については苗畑、造林、林道、その他関連施設等に関する森林造成計画の実施設計を行い、また天然林については適切な施業のための指針を示す。

更に天然木、造林木の製材、パルプ、製炭等の原材料としての利用方法の検討及び地域住民に対するアグロフォレストリー等の開発効果検討等を行い、森林造成計画実行可能性について経済分析、財務分析、開発影響力の評価を行うこととなっている。

1983年度調査

I. 調査の範囲

1. 空中写真撮影
 - a) 対空標識の設置
 - b) 空中写真の撮影
2. 基本図作成
3. 調査対象地域の境界確定と評価
4. 下記項目に関する資料の収集と分析
 - a) 自然条件
 - b) 経済社会条件
 - c) 林産業及び市場条件
 - d) 林業
 - e) アグロフォレストリー
5. 下記項目に関する野外調査と分析
 - a) 森林資源
 - b) 森林土壌
 - c) 人工林
 - d) 天然更新
 - e) 林業関連施設

II. 調査の内容

1. 国内事前準備

- a) 既存資料の整理, 分析
- b) 現地調査準備

2. 現地調査

a) 空中写真撮影 (1/20,000, 調査対象地域)

- i) 対空標識の設置
- ii) 空中写真撮影の契約
- iii) 撮影監督及び成果品検査
- iv) 標定図の作成

b) 調査対象地域の境界決定

c) 資料の収集

- i) 自然条件
- ii) 経済社会条件
 - 一般経済社会条件
 - インフラストラクチャー
 - 銀行の融資条件及び融資手続

iii) 林産業及び市場条件

- 林産物の需給及び価格
- 林産物の輸出入
- 紙・パルプ産業
- 製炭業
- その他木材産業

iv) 林業関連事業体等

- 建築事業体等の現況
- 土木 " "
- 伐出 " "
- 造林 " "

v) アグロフォレストリー

d) 野外調査

- i) 森林資源量
- ii) 森林土壌
- iii) 人工林の成長量
- iv) 天然更新

- V) 林業関連施設
3. 国内解析
- a) 拡大基本図作成 (1/20,000 , 5 m等高線, 既存基本図 (1/50,000) 及び空中写真利用)
 - b) 対象地域の評価
 - i) 境界決定地域の価額評価
 - ii) 森林資源の価額評価
 - c) 自然条件, 経済社会条件の解析整理
 - d) 林産業及び市場条件の解析整理
 - e) 野外調査の解析整理
 - i) 空中写真による林相区分及び林相図作成
 - ii) 林班の設定
 - iii) 森林蓄積, 成長量の算定と森林調査簿の作成
 - iv) 土壌図の作成
 - v) 林地生産力の解析及び林地生産力図の作成
 - vi) 植栽適正樹種の検討と決定
 - vii) 人工林収穫予想表の作成及び適正伐期齢の検討と決定
 - viii) 天然更新に関する試験研究手法の検討
 - f) 土地, 立木評価書及び中間報告書の作成

1984年度調査

I. 調査の範囲

- 1. 下記項目に関する基礎設計, 計画の現地調査
 - a) 林業関連施設
 - b) 林道
 - c) 苗畑施設
 - d) 造林
 - e) 森林保護
 - f) 収穫及び伐出
 - g) 製炭
 - h) アグロフォレストリー
 - i) 天然更新に関する試験研究
- 2. 森林造成計画の作成
- 3. 森林造成計画の現地検証審議

4. 森林造成計画の評価

- a) 財務分析
- b) 経済分析
- c) 開発影響力分析

II. 調査の内容

1. 国内事前準備

- a) 森林造成計画策定の基本方針の決定
- b) 現地調査準備

2. 現地調査

- a) 基礎設計，計画の現地調査
 - i) 林業関連施設
 - ii) 林道
 - iii) 苗畑
 - iv) 造林
 - v) 森林保護
 - vi) 収穫及び伐出
 - vii) 製炭
 - viii) アグロフォレストリー
 - ix) 天然更新に関する試験研究
- b) 森林造成計画の現地検証審議
- c) ドラフト・ファイナル・レポートの説明

3. 国内解析

- a) 森林造成計画の検討，評価，策定
 - i) 全体計画の作成
 - 関連施設
 - 林道
 - 苗畑
 - 造林
 - 森林保護
 - 収穫と伐出
 - 製炭
 - アグロフォレストリー
 - 天然更新に関する試験研究

- ii) 事業実行計画の作成
 - 年次計画の作成
 - 予算，資金計画の作成
 - 伐採造林計画簿の作成
 - 事業実行組織の検討
- iii) 森林造成計画の検討，評価
 - 財務分析
 - 経済分析
 - 開発影響力分析
- b) ドラフト・ファイナル・レポートの作成
- c) ファイナル・レポートの作成

4. 1983年度調査

4-1 調査団の構成、調査期間

現地調査は空中写真の撮影と森林資源等の調査を分けて行った。

調査団の構成，調査期間は次表のとおりである。

表1-4-1 1983年度調査団の構成，調査期間

区分	担当	氏名	調査期間	所属内訳
空中写真撮影	撮影，図化	砂押光男	1983.8.15～1983.9.18	国際航業株式会社
森林造成計画調査1次	総括，森林調査	山谷孝一	1983.10.7～1983.12.5	(社)日本林業技術協会
	経済社会調査， 林業関連施設	中野真人	" ~ "	"
	境界確定， 土地・立木評価	小路口誠志郎	" ~ "	"
	土地・立木評価 森林調査	増井博明	" ~ "	"
	境界確定	川村操	" ~ "	"
	森林調査	東羊三	" ~ "	"
森林造成計画調査2次	森林調査	増井博明	1983.1.13～1983.2.6	"
	"	東羊三	"	"

注) 所属は全員パラグアイ・カビバリ地区森林造成計画調査共同企業体である。

4-2 パラグアイ国関係者

調査に協力したパラグアイ国林野庁 (Servicio Forestal Nacional, 略称 SFN) 関係者は次表のとおりである。

表1-4-2 パラグアイ国林野庁関係者

称 号	氏 名	役 職 名
Ing. Agr. y Ftal.	Pedro F. Calabrese	林 野 庁 長 官
Ing. Agr	Rogelio Vidal	林業・林産業振興部部長
Ing. Agr	Luciano Cabral	森林経営・国立公園及び 野生生物部課長
Ing. Agr	Carlos Cuevas	" 技師
Ing. Agr	Dionisio González	管 理 部 技 師
Ing. Agr	Hipolito López	" "
Tech. Ftal.	Gilbert Bareiro	森林経営・国立公園及び 野生生物部技師
Tech. Ftal.	Miguel León	林業・林産業振興部 技 師
Tech. Ftal.	Ramón Lombardo	オビエド営林署 技 師

5. 作業監理委員会

国際協力事業団 (JICA) では、作業監理委員会設置要綱に基づき、パラグアイ・カビバリ地区森林造成計画調査作業監理委員会を設置した。

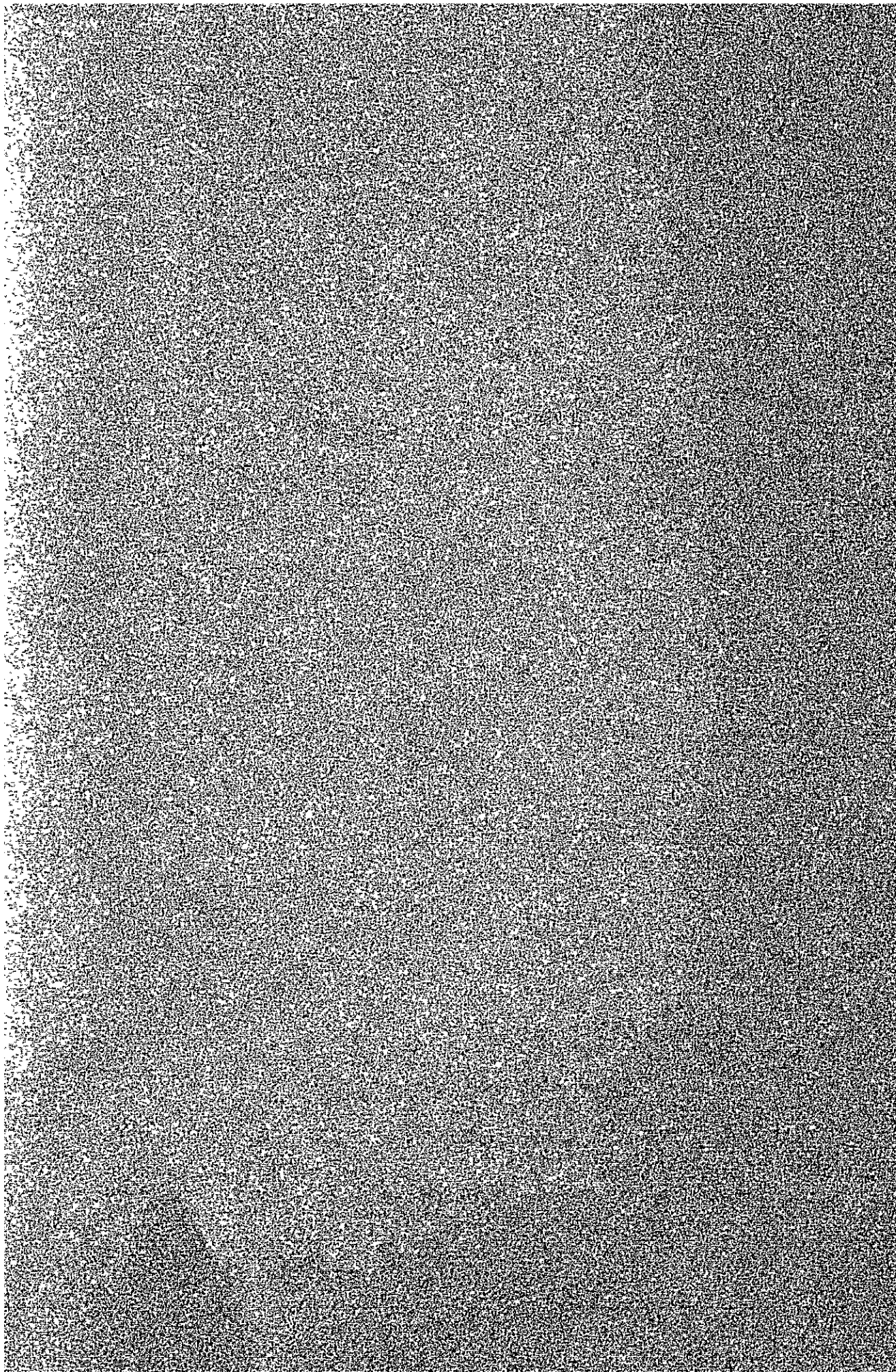
作業監理委員及び現地調査期間中に現地に派遣された委員は次表のとおりである。

表1-5-1 作業監理委員会 名 簿

担 当	氏 名	所 属	現地派遣期間
委員長 総 括	農林水産技官 鈴木 進	林野庁林業講習所教務指導官	
委 員 経 済 社 会 分 析	農林水産技官 安永朝海	林業試験場九州支場経営研究室長	1983年10月14日 ~11月1日
" 市 場 分 析	農林水産技官 官崎宣光	林野庁林産課課長補佐	1983年10月14日 ~11月1日
" 土 壤 ・ 造 林	農林水産技官 苅住昇	林業試験場造林部造林科主任研究官	1983年10月14日 ~11月1日
" 資 源 調 査	農林水産技官 上条邦広	林野庁計画課森林資源調査係長	
" 森 林 経 営	農林水産技官 渡辺儀彦	林野庁計画課森林計画官	

第 Ⅱ 部

空中写真の撮影と境界確定



第Ⅱ部 空中写真の撮影と境界確定

1. 空中写真の撮影

調査対象地域約27,000ha全域について、空中写真の撮影を実施した。撮影諸元は、表Ⅱ-1-1のとおりである。

なお、撮影作業はブラジル国のTerra Foto S/A Atividades de Aerolevantamentos社に外注した。

表Ⅱ-1-1 撮影諸元

項 目	内 容
航 空 機	EMB Navajo PT-EHJ
撮 影 カ メ ラ	WILD RC8
焦 点 距 離	f = 152.43 mm
撮 影 フ ィ ル ム	CODAK DOUBLE X
撮 影 縮 尺	1 : 20,000
オーバーラップの制限	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 年 月 日	1983年9月9日
撮 影 基 地	Asuncion

撮影コース及び写真の位置を示した標定図は、図Ⅰ-1-1のとおりである。コースは合計で7コースで、写真数は表Ⅱ-1-2のとおりである。なお、対空標識は、SFNのカウンターパートの協力を得て設置した。

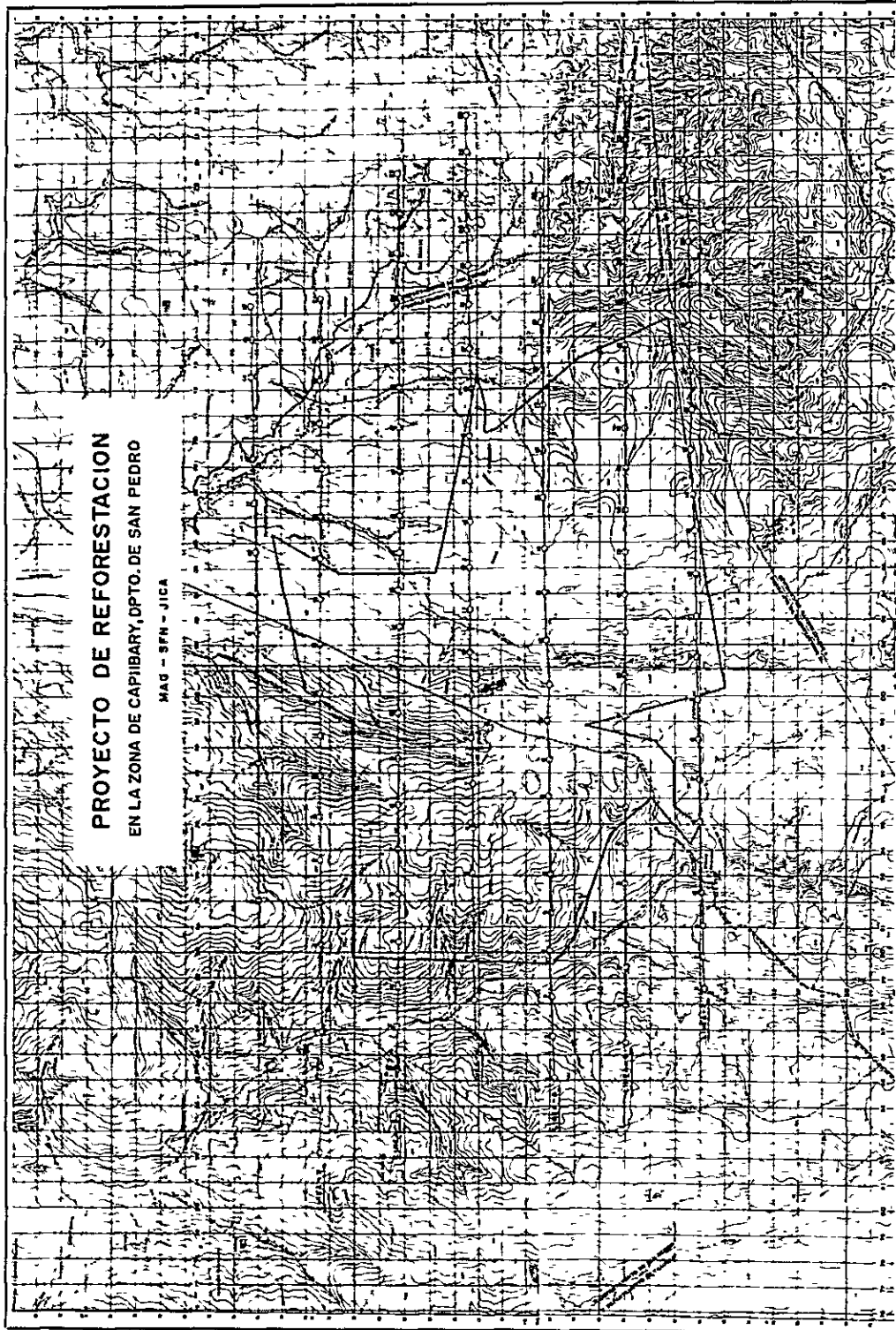


图 II - 1 - 1 空中写真標定图

表Ⅱ-1-2 空中写真撮影枚数

コ ー ス	写 真 枚	合計枚数
1	1 ~ 16	16
2	1 ~ 21	21
3	1 ~ 23	23
4	1 ~ 23	23
5	1 ~ 22	22
6	1 ~ 24	24
7	1 ~ 23	23
合 計		152

2 境界の確定

調査対象地の境界は、国立勧業銀行（BNF）がトランシット測量で行っており、その結果は表Ⅱ-2-1に示すとおりである。

現地における境界の確認作業に入る前に、

- ① 境界測線上の主要地点6カ所に対空標識を設置
- ② 空中写真を撮影（1983年9月9日）
- ③ 1/20,000に焼付け

を行った。

現地では空中写真を立体視して対空標識を確認し、境界確定のため写真上に刺針を行った。

また、国立勧業銀行による境界測量のときに境界の各コーナーならびに測線上の1km間隔に測量杭を設置してあるので、主要点のこれら杭を確認するとともに、測量伐開線を写真の立体視により確認し、境界線を確定した。

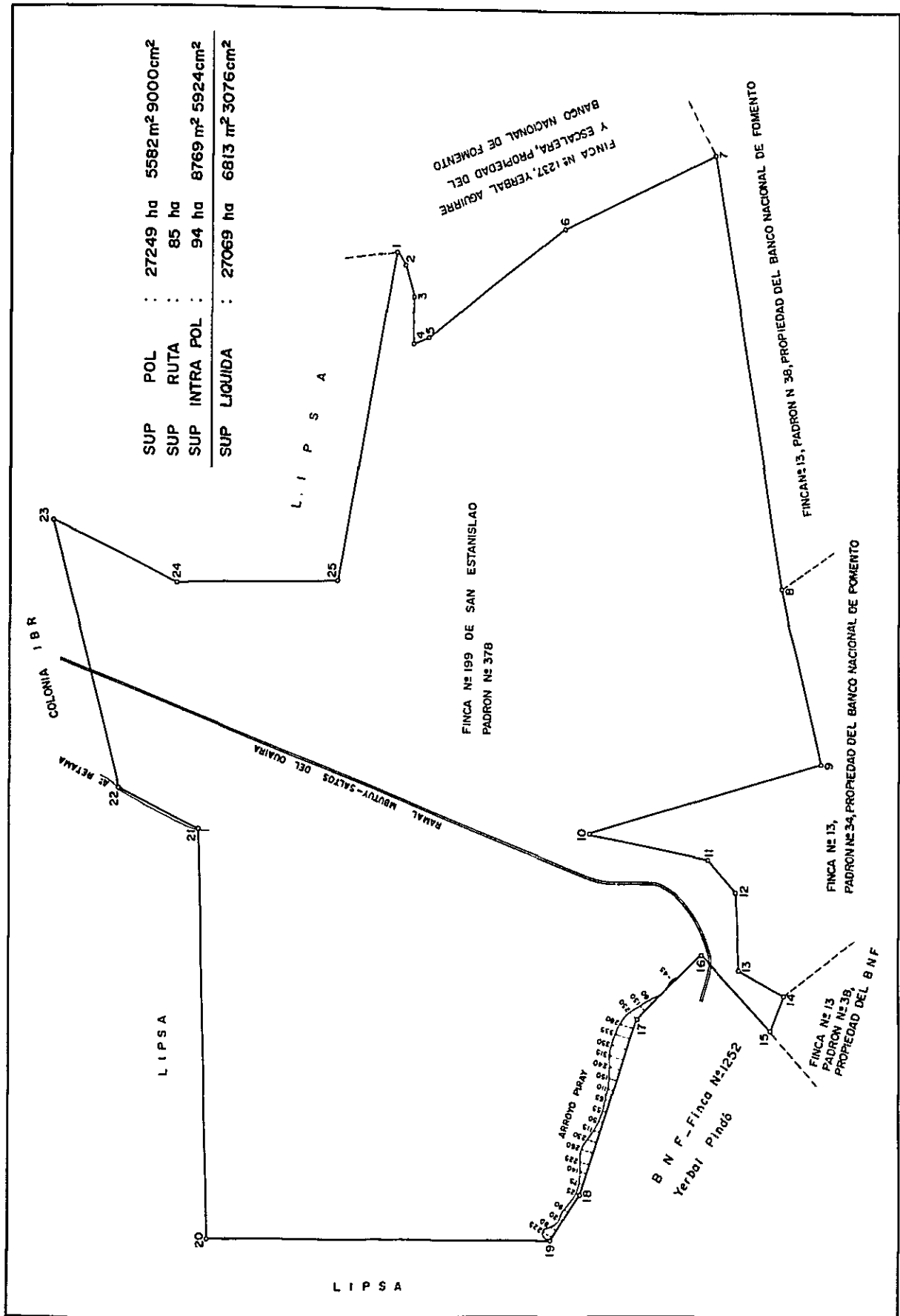
上記の国立勧業銀行による測量結果と境界確認作業をもとに、1/20,000地形図上に境界確定結果を示したのが図Ⅱ-2-1及び添付図のとおりである。

表II-2-1 境界測量成果 (国立勸業銀行による)

PLANILLA DE CALCULOS DE SUPERFICIE DE LA FINCA NO199 DE SAN ESTANISLAO, PADRON NO378, PROPIEDAD DEL BANCO NACIONAL DE EDOMENTO.

Línea	umbos	Distancia	Coseno	Seno	Y	X	ΣY	ΣX	ΣY Sen.	ΣX Cos.
1-2	S.W. 53° 54' 10"	370.00	- 217.99	- 298.97	0.00	0.00	- 217.99	- 298.97	+ 65172.4703	+ 65172.4703
2-3	S.W. 71° 49' 10"	800.00	- 249.61	- 760.06	- 217.99	- 298.97	- 685.59	- 1358.00	+ 521089.5354	+ 338970.38
3-4	S.W. 89° 18' 10"	1100.00	- 10.20	- 1100.95	- 467.60	- 1059.03	- 945.40	- 3219.01	+ 1040838.13	+ 32833.902
4-5	S.W. 26° 27' 50"	400.00	- 358.09	+ 178.25	- 477.00	- 2159.90	- 1313.69	- 4141.71	- 234165.2425	+ 1483104.933
5-6	S.E. 39° 03' 50"	4300.00	-3338.71	+ 2709.80	- 835.89	- 1981.73	- 5010.49	- 1253.66	- 13577425.8	+ 4185607.178
6-7	S.E. 26° 27' 50"	4025.00	-3603.24	+ 1793.68	- 4174.60	+ 728.07	-11952.44	+ 3249.82	- 21438852.57	- 11709881.41
7-8	S.W. 79° 58' 10"	10315.20	-1796.05	-10157.54	- 7777.84	+ 2521.75	-17352.33	- 5114.04	+176256986	+ 9188139.966
8-9	S.W. 75° 30' 22"	4213.52	-1054.55	- 4079.42	- 9574.49	- 7635.79	-20203.53	-19351.00	+ 82418684.35	+ 20406597.05
9-10	N.W. 16° 50' 32"	5847.70	+5596.87	- 1694.30	-10629.04	-11715.21	-15661.21	-25124.72	+ 26534788.1	-140619791.6
10-11	S.W. 11° 15' 34"	2936.40	-2879.88	- 573.34	- 5032.17	-13409.51	-12944.22	-27392.36	+ 7421439.094	+ 78886709.71
11-12	S.W. 47° 41' 07"	1008.20	- 678.72	- 745.52	- 7912.05	-13982.85	-16502.82	-28711.22	+ 12303182.36	+ 19486879.23
12-13	S.W. 87° 24' 54"	1815.50	- 81.88	- 1813.65	- 8590.77	-14728.37	-17263.42	-31270.39	+ 31309801.68	+ 2560419.533
13-14	S.W. 27° 07' 37"	1267.10	-1127.72	- 577.75	- 8672.65	-16542.02	-13473.02	-33661.79	+ 10672787.3	+ 37961073.81
14-15	N.W. 67° 19' 00"	922.49	+ 355.75	- 851.13	- 9800.37	-17119.77	-19244.99	-35090.67	+ 16379988.33	- 12483505.85
15-16	N.E. 46° 37' 00"	2447.75	+1681.30	+ 1778.76	- 9444.62	-17970.90	-17207.94	-34162.84	+ 30612236.94	- 57437982.89
16-17	N.W. 43° 56' 00"	2185.00	+1573.52	- 1516.00	- 7763.32	-16191.94	-13953.12	-33899.88	+ 21152929.92	- 53342139.17
17-18	N.W. 72° 25' 00"	4254.00	+1285.10	- 4055.25	- 6139.80	-17707.94	-11094.50	-39471.13	+ 44990971.12	- 50724349.16
18-19	N.W. 56° 13' 00"	1243.00	+ 691.17	- 1033.11	- 4904.70	-21763.19	- 9118.23	-44559.49	+ 9420134.595	- 30798182.7
19-20	N.W. 00° 05' 32"	8303.38	+8303.37	- 13.36	- 4213.53	-22796.30	- 123.69	-45605.96	+ 1652.4984	-378683160.08
20-21	N.E. 87° 53' 23"	9310.46	+ 342.84	+ 9304.15	+ 4089.84	-22809.66	+ 8522.82	-36315.17	+ 79294804.45	- 12450292.88
21-22	N.E. 24° 26' 22"	2148.76	+1956.23	+ 889.01	+ 4432.68	-13505.51	-10821.59	-26122.01	+ 9620591.725	- 41100659.62
22-23	N.E. 74° 35' 07"	6361.83	+1691.00	+ 6132.98	+ 6388.91	-12616.50	-14468.82	-19100.02	+ 83736983.68	- 32298133.82
23-24	S.W. 25° 05' 31"	3280.99	-2971.36	- 1391.38	- 8079.91	- 6483.52	-13188.46	-14358.42	- 13350159.47	+ 42664034.85
24-25	S.E. 02° 15' 25"	3804.06	-3801.11	+ 149.81	+ 5108.90	+ 7874.90	+ 6415.99	-15599.99	+ 961179.4619	+ 5929727.98
25-1	S.E. 80° 23' 38"	7834.95	-1307.44	+ 7725.09	+ 1307.44	- 7725.09	+ 1307.44	- 7725.09	+ 10100091.66	+ 10100091.66
2S = +544991165.8 2S = -544991165.8										
Superficie Poligonal 27249 has, 5582 m ² 9000 cm ² -										
Superficie Ruta -85 " -										
Superficie Intra Poligonal -94 " 8769 " 5924 "										
Superficie Liquida 27069 has, 6813 m ² 3076 cm ² -										

Superficie Liquida : Veintisiete mil sesenta y nueve hectárea con seis mil ochocientos trece metros cuadrados y tres mil setenta y seis centímetros cuadrados.



図II-2-1 境界測量図 (国立勸業銀行による)

3. 調査対象地の面積

調査対象面積は、当初、S/Wでは約25,000haとされていたが、その後、調査開始にあたり林野庁から示された国立勲業銀行(BNF)の測量成果を調査対象面積とすることになった。

また、この測量成果の区域内には、本来対象外区域である国道敷等(約180ha)が介在しており、その形状、面積からして、空中写真判読等の作業において、これらを除いて行うことは極めて不効率であるため、今回の現地調査とりまとめにあたっては、この部分を含めて作業を行った。その結果調査対象地は、27,250haとした。

そのほか、調査対象地内には、①旧FINAP社時代に分譲したといわれる81区画、1,312haがあるとされるが地権登録がされておらず、境界も不明確である。②FINAP社の従業員に対する給料未払いがあるということで入植した者の入植地があるが、面積、境界等不明確である。③約25家族の不法入植により生計をたてている入植地がみられる等の現状にある。

4. 土地利用現況

調査対象地内の土地利用は、空中写真の判読と、現地確認作業の後決定した。面積は、土地利用を1/20,000の基本図上に移写し、間隔5mmのドット板を用い(1点1ha)測定した。これらの面積を土地利用別に集計したのが表I-4-1である。また、これを図示したのが図I-4-1である。

表I-4-1 土地利用現況

土 地 利 用	面 積 (ha)	調 査 地 内 の 割 合 (%)
森 林	26,022	95.49
農 地	401	1.47
牧 場	128	0.47
伐 採 跡 地	471	1.73
湿 地	133	0.49
国 道 敷	85	0.31
そ の 他	10	0.04
総 面 積	27,250	100.00

- 注) 1. 空中写真の撮影は1983年9月9日である。
 2. 今後の開墾を予定して林内の整理を行っているところは、判読が不可能なため森林に含めた。
 3. その他は判読不可能だったものである。
 4. 国道敷85ha、森林のうち95haは国立勲業銀行測量成果面積から除かれている。ともに森林造成計画外地に含まれる。

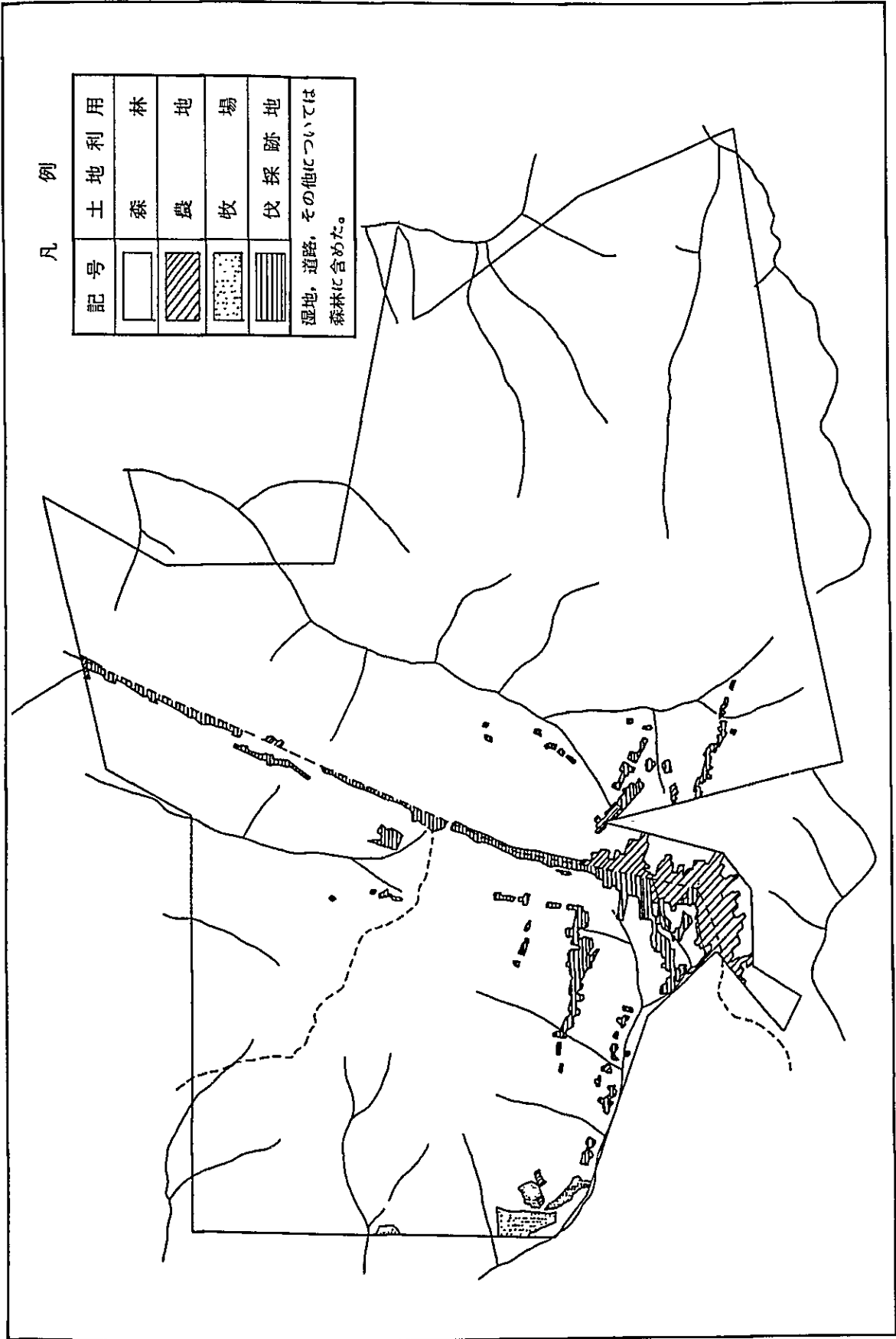


図 I - 4 - 1 調査地内の土地利用

5. 森林造成計画対象地域の区画案

5-1 森林造成計画対象地

調査対象地域内の入植地の問題に対し、林野庁の森林造成計画対象地域設定の基本構想は以下のとおりである。

- ① 国道10号線沿線の左右各1kmは将来の入植地とし、森林造成計画対象外地とする。ただし、④の施設予定地は森林造成計画対象地に含める。
- ② 空中写真の判読結果、入植開墾地の面積が大きく、しかもまとまっている所は、隣接地に将来の入植地を考慮し、拡張して、森林造成計画対象外地とする。
- ③ 分譲地以外の入植地と散在する小面積の入植地に対しては、森林造成計画対象地域に隣接する農村福祉院（IBR）の入植予定地等への移転等を考えている。今後、林野庁と入植者との話し合いが残されているが、森林造成計画対象地とする。
- ④ セロ（Cerro dos de oro）を中心に、国道10号線からロハス川（Arroyo Rojas）までを森林造成計画の施設予定地とする。
- ⑤ ①②の森林造成計画対象外地を約6,000haとしたい。

上記の林野庁の基本構想にもとづいて、森林造成計画対象地域を区画した結果森林造成計画対象地域の面積は22,032haとなり、森林造成計画対象外地の面積は5,218haとなり、表1-5-1、図1-5-1のとおりである。来年度予定されている実施計画においては、この区画をもとに人工造林地、天然林施業地、試験地、施設地等の実施計画を作成することになる。

表1-5-1 森林造成計画地域の予定面積(案)

区 分	内 訳	面 積(ha)
森林造成計画地域	対 象 森 林	21,553
	施 設 予 定 地	479
	合 計	22,032
森林造成計画外地域	国道左右1km, 除施設予定地	3,345
	拡張入植開墾地東側	572
	“ 西側	1,301
	合 計	5,218
総 面 積		27,250

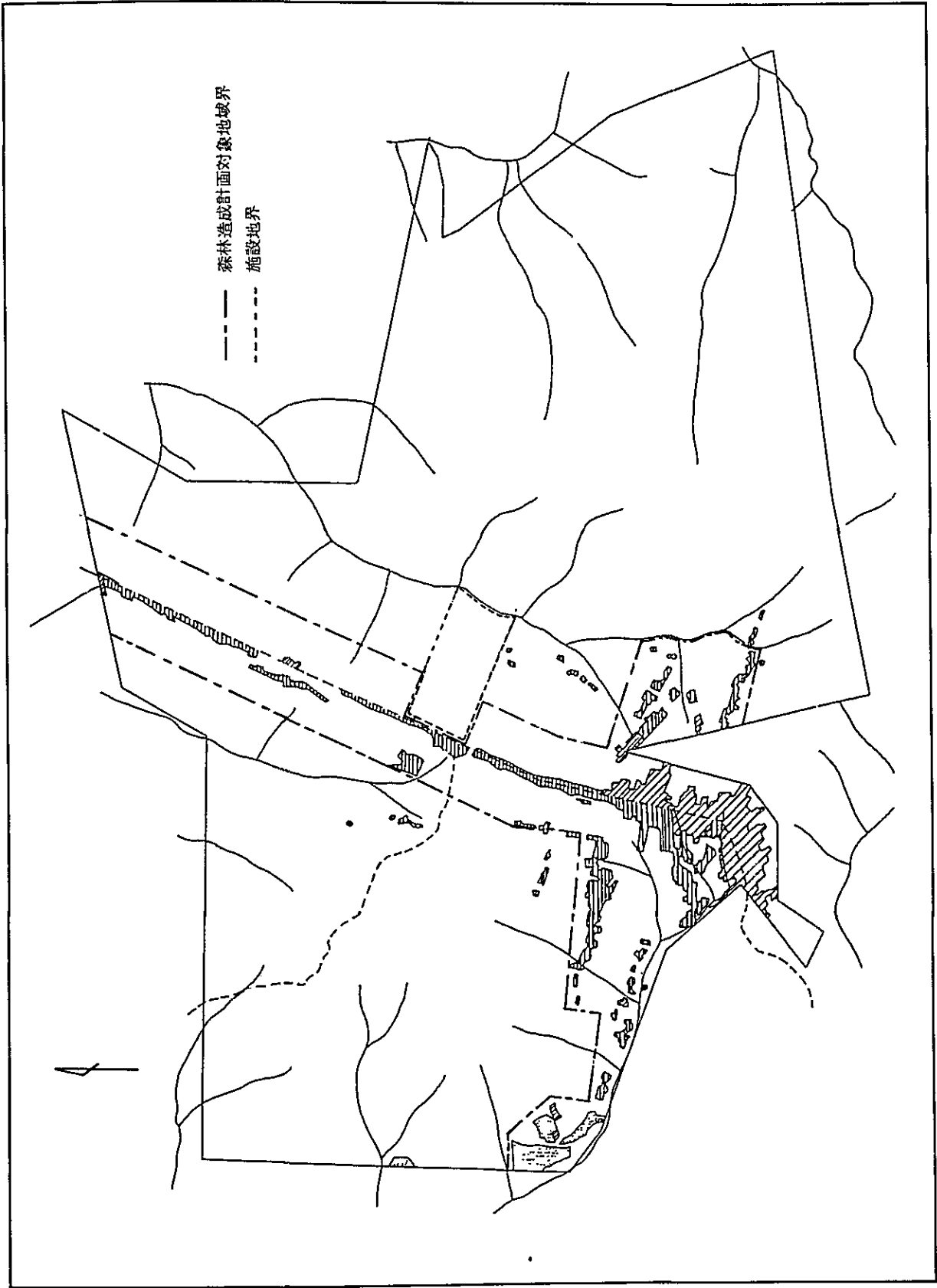


图 1-5-1 森林造成計画対象地域界図

5-2 森林区画の設定

5-2-1 設定の基本的考え方

a. 林班

森林造成計画の実行に際し、森林の位置を明らかにし、あわせて事業実行の便に供するために、森林を固定的な区画である林班に分ける必要がある。

林班の面積は経営の集約度や林地の状況などに応じて異なるものであるが、原則的には峰、河川などの天然界、または固定的な道路、防火線などを利用するが、平地林においては、これらの地物がない場合は明瞭な人工区画線によるものである。

カビバリ森林造成計画対象地域の場合は、対象地域のほぼ中央を国道10号線が通っているが、平坦と緩傾斜面が大部分を占め、小河川はみられるが、国道以外は区画として適当な地物がほとんどない。そこで本対象地域の場合は、諸分析に用いる人工区画のメッシュ区分(1メッシュ25ha)を基本とし、1林班を原則として400haに区画するのが適当と考える。

なお、各林班の表示にはアラビア数字を用いるのが適当と思われる。

b. 小班

林班内で土地利用あるいは施業実行上の利便のために設けられる一時的な小区画である。原則として1林班内の樹種または作業種が異なる部分、林齢、地位、地利または運搬系統が著しく異なる部分、土地利用区分または行政区分が異なる部分について、林班を分割して設定されるものである。

なお林小班には1林班を通じて林地、除地別に異った記号をもちいて区分すると便利であるので、林地についてはアルファベットの大文字を、除地は小文字で表すのが適当と思われる。

5-2-2 林班設定案

上記で述べた基本的考え方をもとに、林班設定案を示したのが図I-5-2であるが、今後、林野庁と協議のうえ決定されるものである。なお、林小班は林班が決定された後に、区画の原則を踏えて検討し、決定することになる。

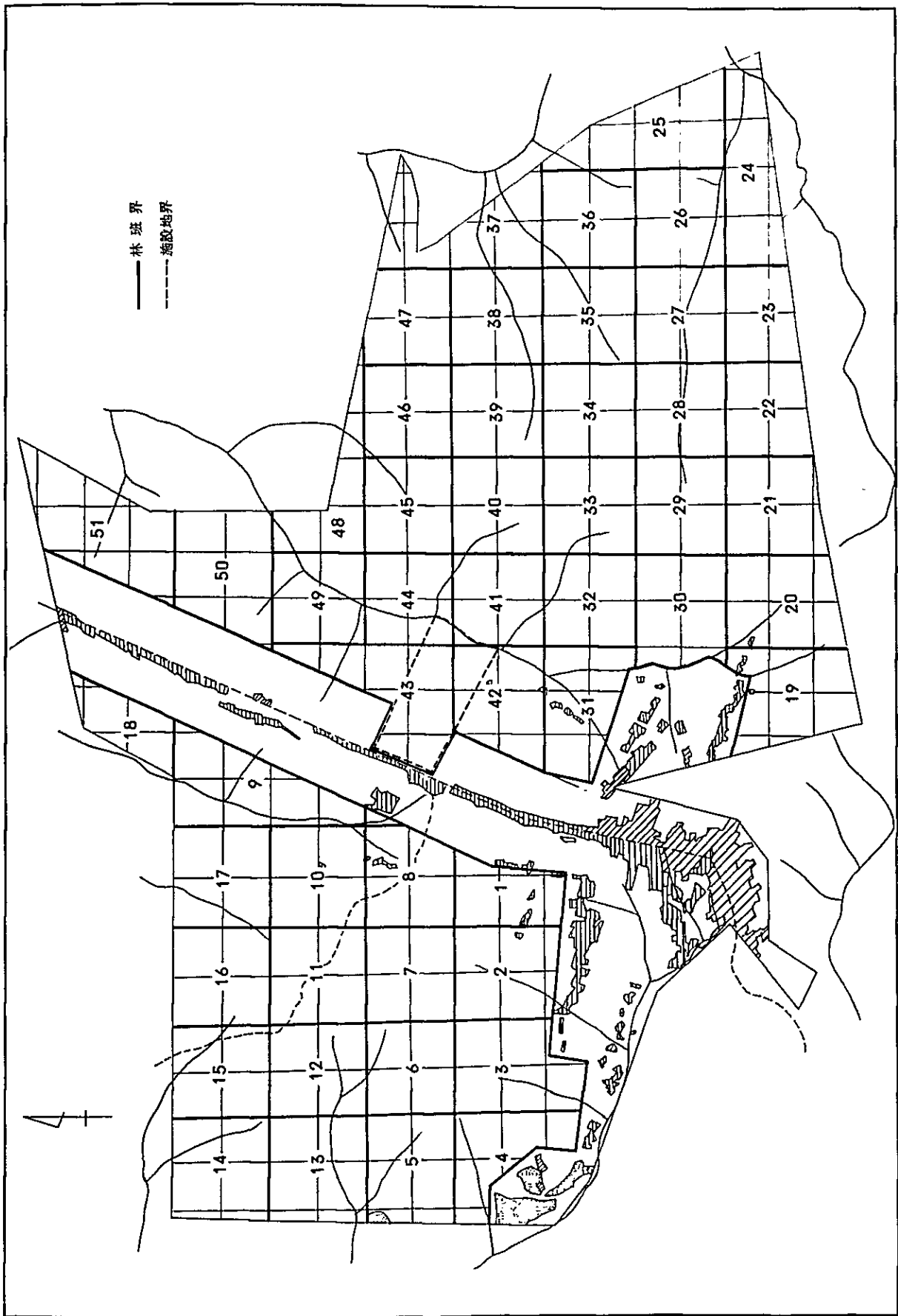
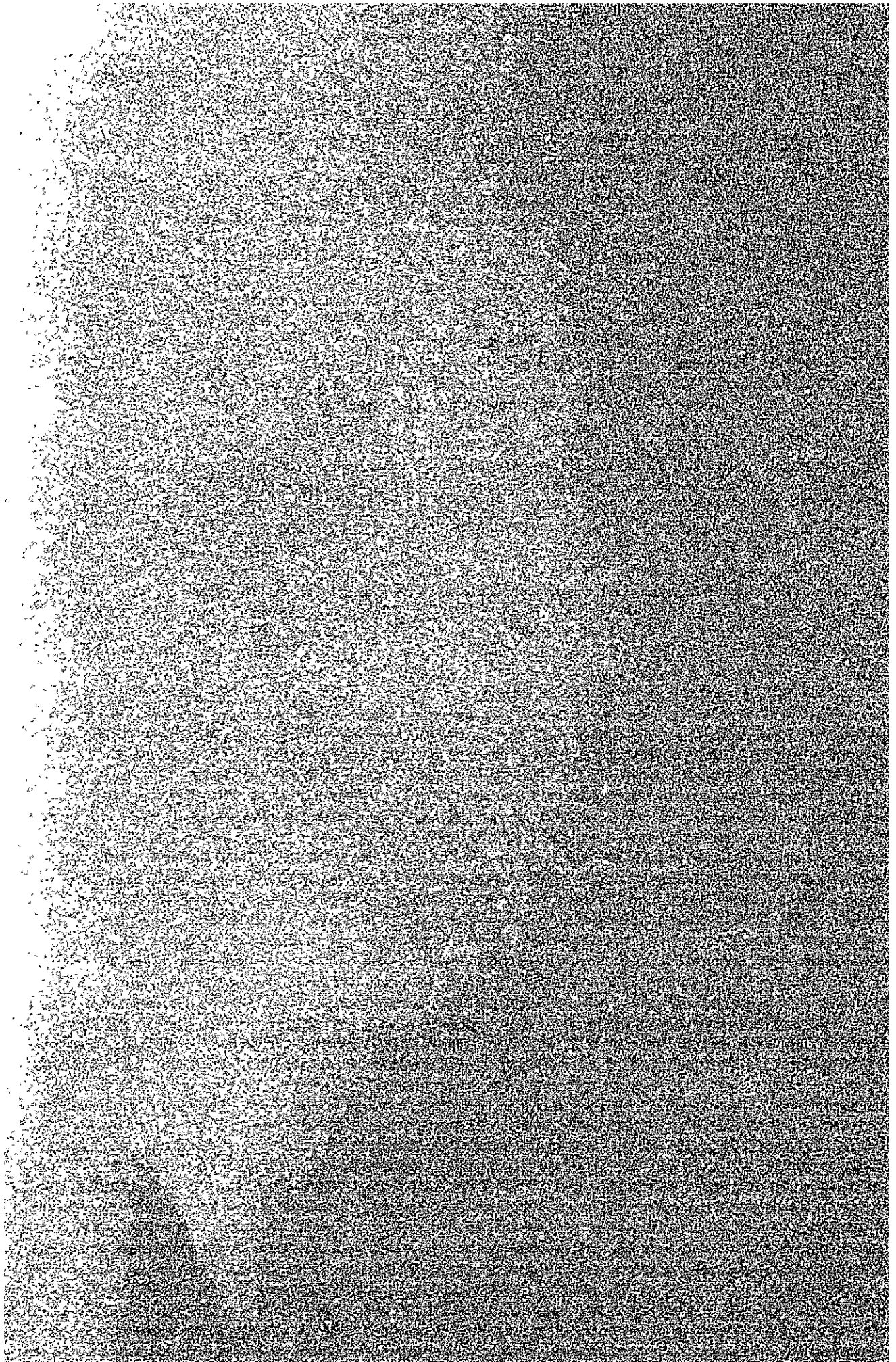


图 1-5-2 林班界限

6. 土地立木評価

調査対象地は、当初有償で大蔵省から林野庁へ移管される予定であったが、1983年10月27日開催の国家経済審議会（Consejo Nacional de Coordinación Económica）において、林野庁へは、無償で土地立木の移管が決定された。参考までに土地立木評価を別冊にまとめた。

第 Ⅲ 部
自然条件調査



第Ⅲ部 自然条件調査

1. 気象と地況

1-1 気 象

1-1-1 気候区分

パラグアイは西はアンデス山脈、東はブラジル高原の間の内陸に位置しており、北方の高温湿潤な赤道気団と低温乾燥な南方の極前線の影響を受けるところである。

気候は5月～9月が乾季、10月～4月が雨季とされ、四季も一応は9月～10月が春、11月～3月が夏、4月～5月が秋、6月～8月が冬とされているが、気象が不安定であり、また風向きによっては著しい気温差を生ずるため、はっきりと区分することは難しい。

気象測候所の観測データはV.資料1-1～19に、年平均等温線、年平均等雨量線はそれぞれ図Ⅲ-1-1, 2に示した。また気象をWALTERによる気候図形によって示したのがV.資料2-1～22である。これらからパラグアイの気候区分は、パラグアイ川を境に西部のチャコ地方は乾燥亜熱帯気候、東部は年平均等雨量線1,700mmを境に北西部が乾季のある亜熱帯気候、南東部が湿潤亜熱帯気候に区分される。

1-1-2 気象災害

気象災害として霜害、雨害、旱害が主なものであるが、時に集中豪雨、降雹、突風に見舞われることもある。

○ 霜 害

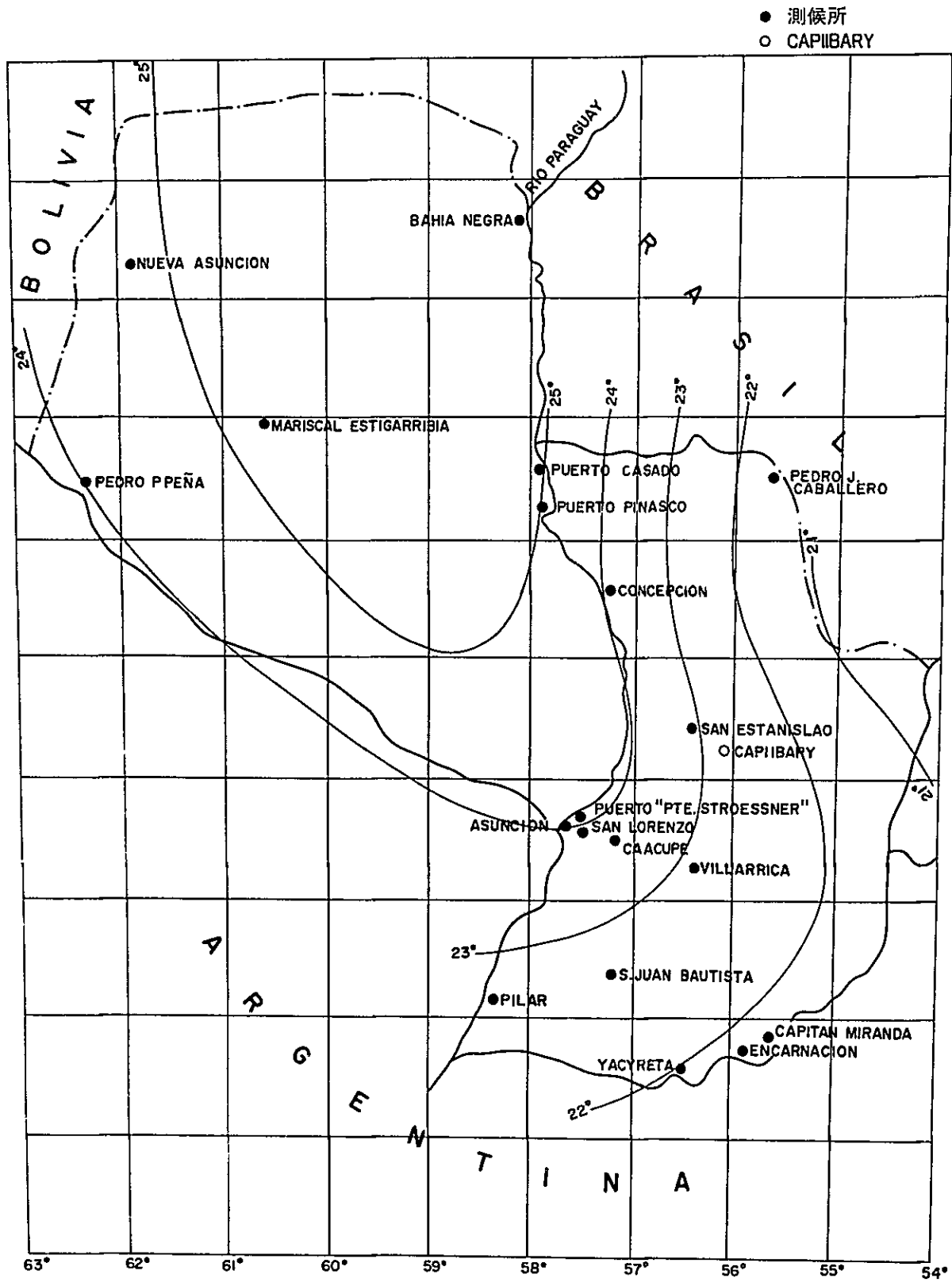
霜害をうけた時に、もっとも被害の大きいのはコーヒーである。コーヒーはパラグアイで最も降霜が少ない北東部高原地帯のアマンバイ県を中心に栽培しているが、アマンバイ県でも降霜をみると、特に平坦地形の霜害をうけやすいところでは壊滅的な打撃を受ける。

場所によっては年間10数回の強弱を合わせた降霜をみる所もある。

○ 雨 害

1983年の今世紀最悪といわれる雨による被害は、前年から増水傾向にあったが、4月に入ってから大雨が続き、5月下旬にはついにパラナ川、パラグアイ川、イグアス川、ウルグアイ川といった大河川が軒なみに氾濫し、大洪水となって南米南部を襲ったのは記憶に新しい。

上記は雨害の特例であるが、例年でも長雨に見舞われると農作物では収穫期、特



图Ⅱ-1-1 年平均等温线 (°C)

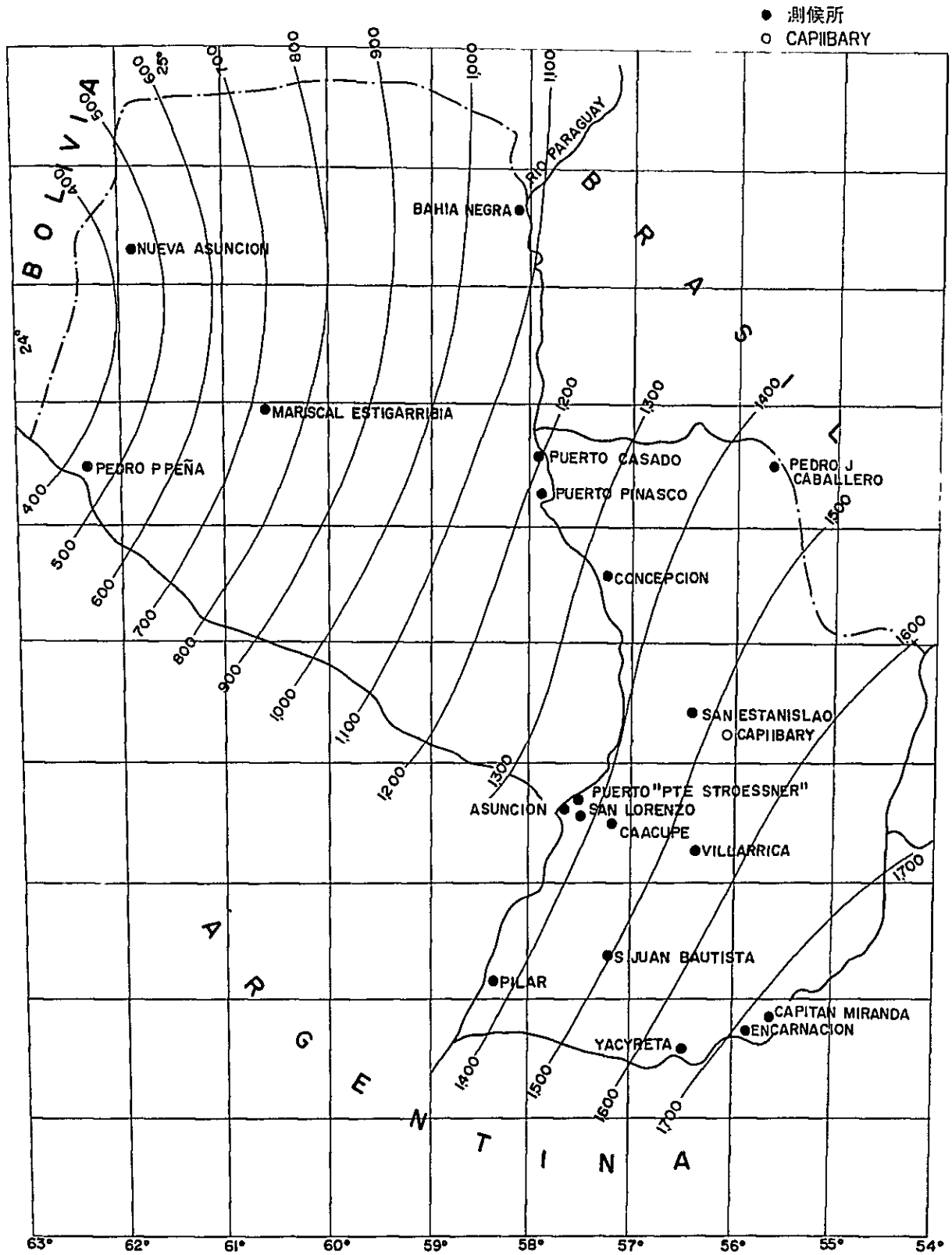


图 1-2 年平均等雨量线 (mm)

に栽培面積も広い大豆の被害が大きく、そのほか綿、トマト、そ菜類の病虫害の誘発による被害もみられる。また、特に基盤整備のおくれている地区では、住居の浸水、道路の決壊、側溝、暗渠の埋没、橋梁の流失など、とくに長雨の場合に大きな被害が発生している。

。 旱 害

旱害による被害の大きいのは、とうもろこし、大豆、綿などの短期作物で、それも播種期、発芽期の生育初期に旱害を受けたときに被害が大きい。

。 その他

パラグアイは台風のようなものはないが、低気圧による突風が吹くことがある。風倒木の被害が出る程度の突風は数十年に1回あるかないかであるといわれている。そのほか雹害の場合は、降雹はある一定の幅をもって通過するといわれ、小面積ではあるが、通り道に当たった場所で被害をうける。

1-1-3 カビバリ地域の気象

カビバリ地域に最も近い気象測候所は、カビバリの北西40 Kmにあるサン・エスタニスラオ測候所である。1974年半ばから不定期的観測を行っており、観測データはV.資料1-19に示した。年間を通してのデータは1978年のみであり、これからカビバリ地域の気象について分析するにはデータ不足があるが、一応WALTERの気候図形で表示するとV.資料2-19~22のようになる。また1976年から乾燥が始まり1979年半ばまで続いた。1979年4月は例年より雨量が多く、6月の降雨量(1.1 mm)は非常に少なかったという現地での情報もあった。

以上を総合してみると、例年ではビジャリカ(VILLARRICA)の観測値に近い気象状況下にあると思われる。

カビバリ地域の気象に近いと思われる、ビジャリカ測候所の1961年~1970年の観測結果(V.資料1-13, V.資料2-13)をみると、年平均気温22.2℃, 最高気温38.6℃, 最低気温-2.4℃で年平均最高気温と最低気温の較差は11.3℃である。

年降雨量は1,659.3 mmあり、6月、7月、8月の3カ月以外はいずれの月も100 mm以上を記録している。また降雨日数は月間6日~9日間の範囲であり差はなく、降雨量の少ない月は日降雨量も少ないといえる。

風向は各月ともNEとSが卓越しており、年平均ではNE21%, S28%で、約50%を占めている。なお無風は年間20%となっている。

1-2 地 況

1-2-1 地 形

調査対象地のカビバリ地域は、サン・ホアキン山脈 (Sierra de San Joaquin) に源を発して北流し、サン・ペドロ (San Pedro) をとおってパラグアイ川 (Rio Paraguay) に合流するカビバリ川 (Arroyo Capiibary) とコリエンテス川 (Arroyo Corrientes) の上流に位置している。

表Ⅱ-1-1は調査対象地を要因別にメッシュ (1メッシュは25ha) 分析した結果を示したものである。これから地形は上部台状及び台状平坦地が71.2%, 標高250m以上 (最高は380m) が76.5%, 傾斜は3°以下が77.9%, 6°以下では99.0%を占めており、なだらかな波状地形を示している。また方位では、各方位がほぼ同じ割合を占めている。無方位 (1°未満) は4.8%となっている。

なお、東側ではコリエンテス川支流のロハス川 (Arroyo Rojas) などによる地形の開析がみられる。

表Ⅱ-1-1 地 況 概 況

(単位:%)

区 分	1	2	3	4	5	計
地 形	上部台状 平坦地	台 状 平坦地	谷 頭 緩斜地	谷斜面	残 丘	
	12.0	59.2	15.8	12.6	0.4	100.0
標 高	300m以上 (最高380m)	300~250m	250~200m	200~150m (最低160m)	—	
	34.1	42.4	19.8	3.7	—	100.0
傾 斜	0~3° 未満	3~6° 未満	6~9° 未満	9~12° 未満	12°以上	
	77.9	21.1	0.8	0.2	0	100.0
方 位	N	E	S	W	無	
	27.5	24.9	20.4	22.4	4.8	100.0

1-2-2 地 質

東部パラグアイには、カネンディユ (CANENDIYU) 県からカアグアス (CAAGUZU) 県をとおり、ミシオネス (MISIONES) 県にわたって、広く分布するジュラ紀のミシオネス層 (Misiones formation) がある。カビバリ地区は、この地層の分布域西縁に位置し、この地層に包含される。

この地層はミシオネス砂岩とよばれる無構造の赤色砂岩からなり、若干の赤色頁岩や泥岩をともなう。この地層は、ブラジル盾状地 (Brazilian shield) にともなうパラナ海盆 (Parana basin) に、デボン紀から白亜紀にかけて沈積した、大陸オリジンの碎屑性堆積物である (FAO-Unesco, 1971, Juan H. Palmieri・Juan C. Velázquez, 1982)。

調査地域は、この赤色砂岩から構成され、それが土壌の母材となっている。この砂岩は、きれいに円磨された粗粒の石英砂からなり、比較的新鮮な、堅い砂岩はピンク色を呈しているが、風化が進み軟化するにつれて、石英粒は鉄でコーティングされ、暗赤色の色調が強くなる。

2. 森林資源調査

森林資源調査は、調査対象地域内の森林資源の状態を把握するために実施した。これにより、立木評価を行うとともに、森林土壌調査、経済社会調査等と相俟って適切な森林造成計画の作成のための基礎資料とするものである。

森林資源を把握するためには様々な方法があるが、調査対象地が既に有用木の伐採された跡であること、同時に森林土壌調査、天然更新調査等を行うこと、調査期間等を考慮して標準地調査法によることとした。標準地選定にあたっては空中写真の判読結果によっているため、十分な精度が確保できる。

2-1 調査方法

2-1-1 林相判読

林相判読は、林型区分を明らかにするものである。

林型区分については、材積推定の因子として、樹高、樹冠直径、樹冠疎密度について判読して行った。判読区分基準は、表Ⅲ-2-1のとおりである。

表Ⅲ-2-1 判読区分因子

因子	記号	内容	
樹高階	H ₁	平均樹高	1 ~ 5 m
	H ₂	〃	6 ~ 10 m
	H ₃	〃	11 ~ 15 m
	H ₄	〃	16 ~ 20 m
	H ₅	〃	21 m 以上
樹冠直径	D ₁	平均樹冠直径	1 m
	D ₂		2 m
	⋮		⋮
	D ₁₄		14 m
	D ₁₅		15 m
樹冠疎密度	C ₅	樹冠疎密度	0 ~ 5 %
	C ₁₀		6 ~ 10 %
	⋮		⋮
	C ₉₀		86 ~ 90 %
	C ₉₅		91 ~ 95 %

これらの基準に従って空中写真を判読し、高木林(A)、中木林(M)、低木林(B)として林型を樹高と樹冠直径で、次のように区分した。全体の林況からみて、樹高は15m、樹冠直径は12mを基準とした。

表Ⅱ-2-2 林型区分

林型	記号	樹高	樹冠直径
高木林	A	H ₄ 以上	D ₁₂ 以上
中木林	M	H ₄ 以上	D ₁₂ 以下
低木林	B	H ₄ 以下	—

なお、林型別の面積は表Ⅱ-2-3のとおりである。

表Ⅱ-2-3 林型別面積

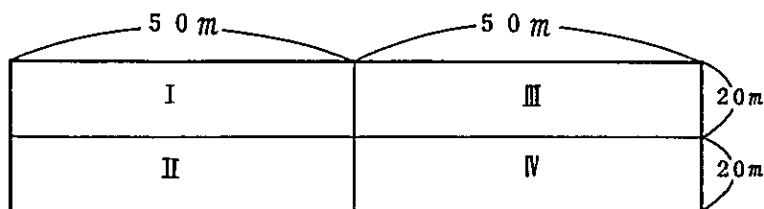
林型	記号	面積 (ha)	割合 (%)
高木林	A	8,683	33.37
中木林	M	15,627	60.05
低木林	B	1,712	6.58
合計		26,022	100.00

2-1-2 標準地調査

a. 標準地の設定

標準地の設定は、写真判読の結果から林型(高木林、中木林、低木林)の面積率(3.4:6:0.6)及び高木林の材積の分散が高いことを考慮するとともに、判読因子である樹高、樹冠疎密度のバラツキを考慮して、様々なパターンが得られるように標準地を設定した。

標準地は、100m×40m(0.4ha)とし、測定しやすいように50m×20mの4つのサブプロットに分けて測定した。



図Ⅱ-2-1 標準地の形状

b. 標準地内立木調査の方法

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

樹種名は地方名で記入し不明なものは、No identificado とした。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、利用可能部位直径はペンタプリズム (Pentaprism, USA 製、各部位の直径の測樹器具) を用いて測定した。形質については、測定木が材として使用され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。

c. 標準地内立木の集計方法

① 単木材積の集計方法

単木材積の集計は利用できる量を把握するために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た。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。

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

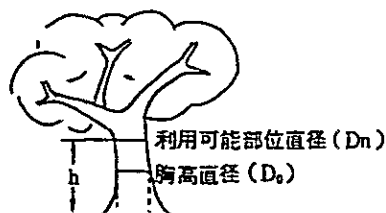
d_5 = 5 m 部位直径

d_0 = 胸高直径



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

図Ⅱ-2-2 利用可能部位の樹高が5m以上の場合



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

図Ⅱ-2-3 利用可能部位の樹高が5m以下の場合

② 樹皮厚の算出方法

利用できる材積となると、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の両方算出した。

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。

算出式は下記のとおりである。

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

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

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

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

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V.資料5に示すように樹種番号を付した。

各グループに属する樹種についてもV.資料5に示した。

d. 標準地ごとの材積の集計

標準地ごとの集計は、単木ごとに算出した材積を加えることにより集計した。それぞれの標準地につき、10cm直径階別、クラス別、また樹種別に集計した。これらは、V.資料6～11に示したとおりである。