

表 4 - 11 道路建設単価

規格	施業方法等	算出年	単位	金額(ペルボア)	摘要
一般地方道 (幅員 6 m)	丘陵地(コクレスリート北方地 域を対象とした橋梁 ^{平均} 単価)	1980	km	157,248.00 (平均 90,736.00) (最大 223,760.00)	大西洋計画
	内訳				
	伐開費	1980	km	2,984.00	
	盛土	"	"	22,950.00	
	切土	"	"	35,370.00	
	踏固	"	"	10,386.00	
	排水施設	"	"	15,540.00	
	(計)			87,230.00	
	橋梁(25m)	1980	1 基	¹³⁵ 15,000.00	
	" (40m)	"	"	²⁰⁰ 20,000.00	
	" (80m)	"	"	³⁶⁰ 30,000.00	
林道	丘陵地	1977	km	28,940.00	バヤノ地区開発計画
作業道	刈払い, 伐開程度 丘陵地を含む			2,000.00	バヤノ地区 公社施工実態
"	年間維持費		"	500.00	
"	刈払い, 伐開程度 平野地		"	1,500.00	ダリエン地区 民間施工実態
"	年間維持費		"	500.00	

② 水 運

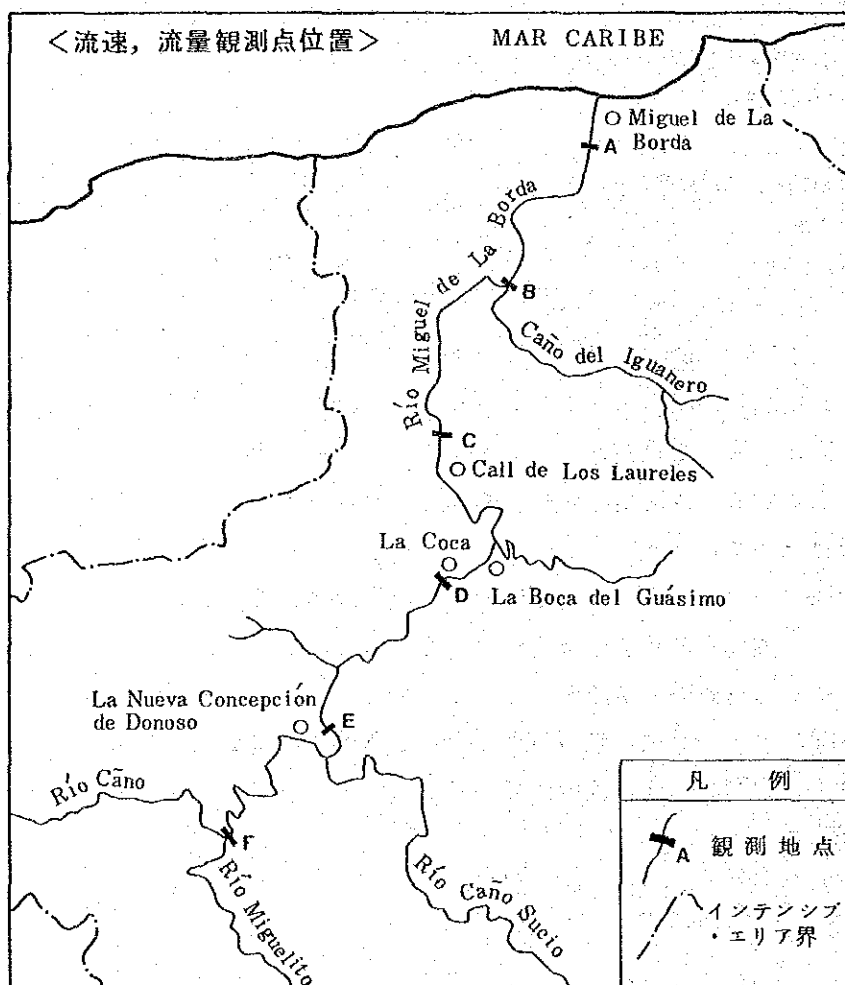
河川利用の場合は、グアンモ〜ミゲールの間を除き、支流は屈曲が多いこと、水深が浅いこと、流速が遅いこと等から筏や管流を実施しうる見込みがない。

また本流でも河川沿いの森林は既に伐採されており利用しうるものが非常に少い状況になっている。

以上のことから、当地域内の木材輸送は林道を開設して行なう陸運によらざるを得ないと考えられる。もっとも公道を含めた道路の維持が十分でない場合には道路が泥濘化し運材の効率が激減するおそれがある。また、リオ・インディオよりコロンに至る間にパナマ運河の渡河が必要であるが開閉橋に荷重、路巾の制限があり 10 トン車以上の大型車の通行は困難である。表 4 - 12 にグアンモ〜ミゲール間の流速、流量を示す。

表 4-12 ミゲール・デ・ラ・ボルダ川の流速，流量観測結果

No.	観測地点	川中	流速	流量	
A	集落 Miguel de La Borda の上流 1 km	100 m	0.42 m/sec	197.4 m ³ /sec	
B	本流と Río Caño del Iguanero との合流点	本流	80	0.71	268.0
		支流	20	0.08	4.5
C	集落 Calle de Los Laureles の下流 1 km	70	0.89	182.0	
D	集落 La Coca の上流 200 m	32	0.49	19.4	
E	集落 La Nueva Concepción de Donoso の下流 1 km	23	0.96	27.1	
F	Río Miguelito と Río Caño との合流点	Río Miguelito	27	0.64	10.6
		Río Caño	20	0.19	2.4



4-1-4 伐採・搬出方法

本地域の立木は板根の発達しているものが多く、伐採作業に当たって危険が伴い、能率にも影響するが、安全に十分配慮して注意深く実施すれば択伐であっても伐採は可能である。

困難はむしろ地形と軟弱地盤にある。小じわの多い地形であり、択伐なので架線集材は不適である。またトラクター集材の場合でも作業道開設の延長が長くなり、かつ軟弱地盤であるため作設及び維持の経費が増高する。特に開設延長が長くなると、支障木の伐採量が多くなり、定められた伐採率を維持することが困難になり、過伐となり易いので注意を要する。

また、温暖で雨量の多いことから、伐採後短期間に搬出を終了させないと、腐れ等による品質の低下が著るしいので、速やかな搬出と病虫害の予防のための薬剤散布等の配慮が必要である。

搬出を速やかにさせるためには、作業道、木材の集積地（トラックへの積込箇所）、林道の維持に十分留意し、ぬかるみのための通行が困難となるような事態を生じないようにする必要がある。

表4-13 m³当りの伐採搬出経費（大西洋計画より）

1980年、算出値		
項目	バルボフ/m ³	年間経費(バルボフ)
m ³ 当りの丸太生産費	46.54	1,106,480
1 生産費	19.69	468,000
1-1 人夫賃	9.89	235,000
1-2 管理者人件費	3.79	90,000
1-3 社会保険、他	5.80	138,000
1-4 旅費 手当	0.21	5,000
2 器材、燃料費	9.71	231,000
2-1 生産器材費	1.26	30,000
2-2 事務所器材費	0.25	6,000
2-3 燃料、オイル代	8.20	195,000
3 サービス経費	1.47	35,000
3-1 維持費	1.05	25,000
3-2 顧問費	0.21	5,000
3-3 広報、宣伝費	0.21	5,000
4 その他経費	4.63	110,680
4-1 災害保険	2.10	50,000
4-2 開発税	0.43	10,680
4-3 予備費	2.10	50,000
5 機械償却費	11.04	262,400
5-1 開発機械	9.76	232,000
5-2 補助機械	1.28	30,400
総丸太生産量	23,773 m ³ /年 = 10,080,000 P.T/年 丸太コクレスシート販売価格 74.20 バルボフ/m ³ 年間総売上額 1,764,000 バルボフ/年	

表4-14 m³当りの伐採搬出経費（バヤノ地区開発計画より）

1977年算出値（単位：ペルポア/m³）

項 目		開発後21ヵ月	作業後1年次	同 2年次	同 3年次以降
伐採搬出経費		25.86	22.45	20.94	20.94
	人 件 費	10.21	9.21	7.73	7.73
	燃料, オイル他	3.30	2.96	2.49	2.49
	タ イ ヤ	1.86	1.71	1.44	1.44
	交 換 部 品	0.74	0.66	0.56	0.56
	保 險 料	0.32	0.32	0.29	0.29
	維持諸経費	3.75	3.79	3.34	3.34
	機械償却費	5.68	5.77	5.10	5.10
道路建設費		53.62	6.60	4.25	4.25
	人 件 費	17.52	2.03	1.31	1.31
	燃料, オイル他	6.34	0.74	0.47	0.47
	タイヤ・交換部品	3.33	0.39	0.25	0.25
	保 險 料	1.35	0.17	0.08	0.08
	維持諸経費	6.02	1.01	0.65	0.65
		機械償却費	19.05	2.32	1.50
合 計		79.48	29.05	25.19	25.19
丸 太 生 産 量 (m ³ /年)		26,513	153,175	238,300	238,280

4-1-5 更 新

a 天然更新

天然林の更新状況調査結果では、天然林の上層木を形成する樹種の幼稚樹が、下層木、稚樹全体の33～50%を占めて、後継樹として生育していることが認められた。また二次林においても、二次林特有樹種の出現比率が高まるが、それでも29～44%を占めており、二次林をこのまま推移させても、現在の林相に復元する可能性があるものと思われた。従って、択伐あるいは皆伐であっても天然更新は十分可能であると判断できる。（図4-2参照）

b 人工造林

土壤条件からみると、フェ^Nソルの匍行、崩積土、カンピソルの箇所であれば、おおむね造林可能と目されるが、降雨量の非常に多い条件下に適する有用樹種を特定できるまでに至っていない。

造林樹種については、第1部5-3-2に掲げた13種を一応候補樹種を選定したが、一連の造林体系が確立されないまま事業的規模で着手することは危険であり、試験造林を行ないつつ段階的に拡大すべきものと思われる。

4-1-6 土地保全

現在、本地域には、大規模な崩壊を越す危険地域はないと考えられる。むしろ、土

地保全の問題としては、焼畑の繰返しや粗放な牧畜による地力減耗が心配であり、既に草も十分生育しない箇所が散見されるので注意を要する。

現在の営農形態を続ける場合には、適当な期間の休閑期をとりつつ実施することが必要である。

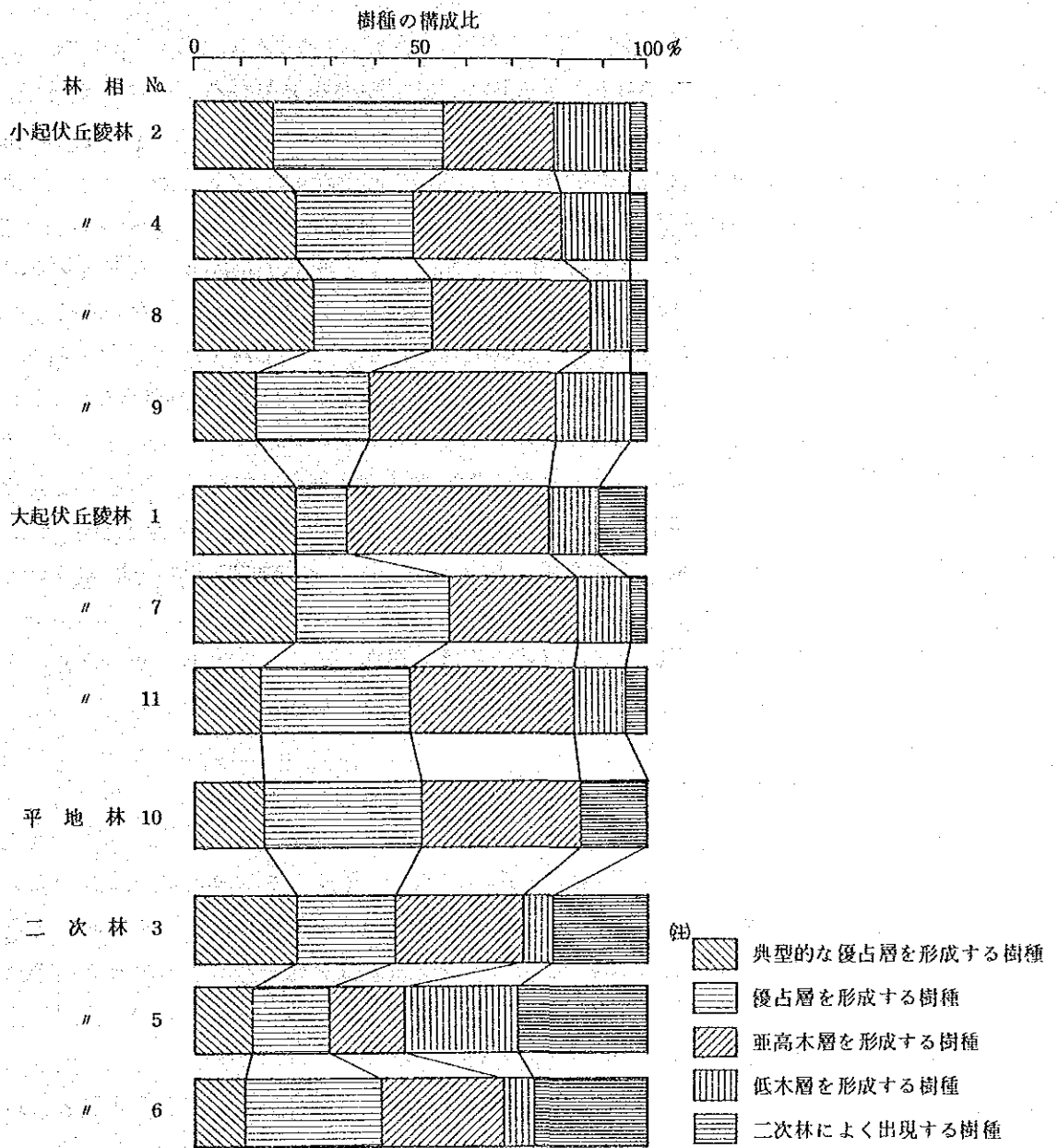


図 4-2 天然更新調査地点別構成樹種の特徴

4-1-7 自然環境保全

現時点で問題となることはない。ただパナマ、コロソ両市に近いこの地域において今なお、イグアナ・ナマケモノ・アルマジロ・ピューマ・ワニ等が見受けられることは、原生林とともに将来貴重な存在になることが考えられ、大規模な保護地区を設定

しておくことが適当と判断される。

4-1-8 労働力調査

当面の問題としては、労働力の調達に心配なく、むしろ焼畑移動耕作を抑制する方針の中では、コロン、ペノメ方面からの移住者対策を含め、雇用創出に努力すべきと思われる。

(この地域で農業に従事する期間は年間約1/2とみられ、成人(18才以上…1,014人)の2/3が就労するとしても338人/年の潜在労力があるものと推定される)

4-2 森林開発の可能性

4-2-1 現状からみた開発可能性

4-1-1～8を総合的に判断すると、現状では開発は困難であると判断される。その大きな理由は、道路が未整理であり、搬出する方法がないこと、未利用樹種が大部分で販売の見通しが立たないことによるものである。

しかし、上記二点を除けば、森林資源としては西部地域に纏まった蓄積があり、林道を入れることにより開発可能であること、インテンシブ・エリアからの輸送手段については、ミゲールまでの大西洋沿岸道路計画が具体化していること、更新については人工造林で確実に成林させる見通しは得られないものの、択伐作業による天然更新については可能であること、土地・環境保全、労働力調達には問題ないこと等技術的には支障は少いと判断される。

ただし、東部地域、南部地域は、耕地・草地、二次林が多く、森林も貧弱であり、道路開設の見込みもないことから、開発の見通しがたたない。

4-2-2 森林開発を可能とする条件の整備

ドノソ地区の森林開発を不可能としている原因は、道路と未利用樹種の二点である。道路は、林業生産活動の基盤であり、道路のない森林は、森林がないに等しい。従って、ドノソ地区の森林を開発し有効に活用するには、道路開設を優先することである。この道路開設は、地域住民の生活環境を利便にし生産活動を活発にするなど地域の社会・経済の発展にも必要不可欠のものである。幸い大西洋沿岸道路計画が動き出しており、この完成が期待されることである。

なお、この大西洋道路に接続した主要集落を結ぶ道路が出来ると、地域開発にとって大きなプラスとなる。

未利用樹種については、蓄積の大部分を占める未利用樹種が利用可能となり、また採算のとれる価格形成がなされることが要件で、これには、国の方針が大きなかかわりを持ってくる。RENAREでは利用開発研究を進めているが、国民が広く使用するよう普及宣伝するとともに、関係する業界—素材生産業者、製作所、合板工場、家具工場、建築業者等に対し、利用拡大を強く指導していく必要がある。

また、用材として使用できない樹種や小径材、末木などについては木炭や薪としての利用、パルプ材としての使用を進める必要がある。

以上の二点の外に、開発を進めるためには、誰がどのような方法で行なうかについて意志決定をする必要がある。この問題は開発が可能となる時期までに決定すればよいが、従前のコンセッション方式をとる場合であっても、林道が地域全体の開発の基幹となるものであるからコンセッションとは関係なくRENAREが計画的に開設を進めることが望ましいと思われる。やむを得ず伐採権者に開設させる場合であっても、林道の位置、規格を指定し厳重に守らせることが肝要である。

4-3 森林開発構想

4-3-1 開発構想

地域開発を如何に行なうかは、経済的問題、技術的問題であると同時に、極めて政策的な問題である。従って地域開発をどのような時点から行なうのかが開発構想を大きく左右する。

本地域において開発視点として考えられる主なものを列記すれば、

- a 地域住民の生活水準の向上、特に道路、病院、電気等の社会資本の充実
- b 地域住民の所得水準の向上、特に農業・畜産業の近代化
- c コロン、ベノノメ等人口増加地域の失業者の受入先としての整備
- d 土地利用の近代化、特に焼畑移動耕作の制限
- e 土地利用、森林管理に関する国の権限の徹底
- f 未利用天然資源—森林資源の活用

等であろう。もちろんこれらは相互に関連している問題であるが、本調査においては、既に目的の項で述べているように森林資源の維持とその活用を開発構想の基本としているものである。

前項4-1で検討したように、インテンシブ・エリアの森林開発は条件が整えば技術的視点からは、若干の注意は必要であるものの、おおむね開発可能と考えられ、また森林資源的にはミゲール・デ・ラ・ボルダ川の左岸（西部地区）が他の地区よりも資源内容が良いことが判った。

従って、インテンシブ・エリアの開発は、条件のよい西部地域から着手し、他の地域は環境条件の整うまでの間、土地利用上の諸問題の解決、試験的造林など基礎資料の入手等に主力をおき、森林の伐採を考えないことが最善と考えられる。

西部地区の開発は、大西洋沿岸道路のミゲールを基点として林道を逐次開設し、択伐、トラクター集材方式により行なう。ミゲールは開発拠点として重要な地点であり、開発を管理するための施設のほか貯木場（陸上及び水中貯木場）を設置する。さらに製材所が併設されれば、生産コスト、輸送コストが低減するばかりでなく、地元でも雇用機会が増加する。

西部地域の開発については、既に検討したように、可能性はあるというものの、ミゲールまでの道路開設と未利用樹種の問題があり、必ずしも計画直ちに実行という訳にはいかないが、この条件が解決し、開発可能となった場合に、森林の取扱いをどのようにすれば、森林を維持しつつ開発が可能であるかについて第5章でのべる。

4-3-2 収支試算

収入及び支出経費を正確に算出するには、毎年度の事業量や、事業期間、資金調達方法、金利、販売方法、管理体制など数多くの条件を特定しないとできないが、ここでは大体の傾向を判断できればよいとの立場から概算するにとどめる。

a 事業費

森林開発に要する費用は、①林道開設経費、②立木を伐倒し、林道沿いの集材地点まで持ってくる伐倒・集材経費、③集材地点から市場まで運搬する運材経費、④林道の維持修理経費、それに⑤これらの計画管理等に要する諸経費に分類できる。

西部地域を、20年で一巡伐採(択伐)する場合の総経費は次の通りである。

表 4-15 事業費

(単位:千バルボア/m³)

項目	事業費					諸経費	合計
	林道開設	林道維持	伐木・集材	運材	計		
総額	7,417.5	926	5,401	3,168	16,912.5	5,073.8	21,986.3
m ³ 当り	18.7	2.3	13.7	8.0	42.7	12.8	55.5

このうち、林道については毎年均等に実行し、20年の均等償却とすると、20年度末の償却未済額は389万バルボアである。

$$1 \text{ 年当り事業費} \quad 7,417.5 \div 20 = 370,875 \text{ バルボア}$$

$$1 \text{ 年当り償却費} \quad 370.9 \div 20 = 18,545 \text{ バルボア}$$

$$\begin{aligned} \text{償却未済額} & \quad (18,545 + \frac{1}{2} \times (20 - 1) \times 18,545) \times 20 = 3,894,450 \text{ バルボア} \\ & \quad \approx 3,890 \times 1,000 \text{ バルボア} \end{aligned}$$

b 販売額

既述のとおり、現時点では木材市場をパナマ市に求める以外にないが、西部地区における20年間の伐採量(丸太)396.4千m³のうち、現在パナマ市において流通している樹種は44.6千m³しかなく大部分は未利用樹種で占められている。

表 4 - 16 事業費計算書内訳

作 業 種		事 業 量		単 価	事業費	積 算 の 基 礎
区 分	細 分	数量	単位	B/ 1,000	B/ 1,000	
林道開設	幹 線	67.5	km	87	5,872.5	大西洋計画における道路建設単価(6m巾員)使用
	支 線	30.0	"	29	870	" 林道建設単価
	橋 梁	5	本	135	675	" 橋梁建設単価(25m)
	小 計				7,417.5	
林道維持		926	km	1	926	累積維持延長(2年~20年)
伐木・集材	伐 木	396	千m ³	1.00	396	事業量=生産林蓄積×(1-除外率)×択伐率× 利用歩止り 396.5千m ³ = 1,545千m ³ × (1-0.05) × 0.3 × 0.9 1人1日工期10m ³ , 1日10バルボア 10÷10=1.00
	造 材	396	"	1.25	490	8m ³ , 1日10バルボア 10÷8=1.25
	作業道開設	180	km	6.25	1,125	事業量=生産林面積×(1-除外率)× ha当り作業道延長 180km = 9,475ha × (1-0.05) × 20m トラクター1時間工程8m, 1時間50バルボア 50÷8=6.25
	作業道維持	180	km	3.13	563	開設費の50%
	集 材	396	千m ³	7.14	2,827	トラクター1時間工程7m ³ , 1時間50バルボア 50÷7=7.14
小 計				5,401		
運 材	山土場積込	396	千m ³	0.2	79.2	1/ 1日工程30m ³ , 1日6バルボア 6÷30=0.2
	運 搬	396	"	2	792	トラック1回15m ³ , 1日4往復60m ³ , 1月120バルボア 120÷60=2
	中継土場 荷卸し	396	"	0.2	79.2	
	" 積	396	"	1.2	475.2	ホーク, 1日100m ³ , 1日120バルボア 120÷100=1.2
	" 積 込	396	"	0.2	79.2	
	運 搬	396	"	4	1,584	トラック1回15m ³ , 1日2往復30m ³ , 1日120バルボア 120÷30=4
	土場荷卸し	396	"	0.2	79.2	
小 計				3,168		
事業費計				16,912.5		
諸経費				5,073.8	管理諸経費, 事業費の30%	
合 計				21,986.3	≒ 22,000	

(注) B/. =バルボア

今、商業用樹種をパナマ市での流通の過半を占めているカティーボの80バルボア/m³とし、未利用樹種をその80%とした場合の販売額は次のとおりである。

表 4 - 17 販 賣 額

樹 種	数 量	単 価	金 額
商業用樹種	44.6千m ³	80千バルボア/m ³	3,568 千バルボア
未利用樹種	351.4 "	64 "	22,489.6 "
計	396 "		26,057.6 "

(注) 商業用樹種は、インテンシブエリア内の40cm以上のha当り材積102m³とその中の商業用樹種11.5m³との割合で算出した。

c 収支比較

① 商業用樹種のみが販売可能である場合

商業用樹種のみを生産する場合であっても林道開設、及び維持費は必要なので、事業費は次のようになる。

表 4 - 18 商業用樹種のための生産事業費

(単位：千バルボア)

項 目	事 業 費					諸 経 費	合 計
	林開開設	林道維持	伐木・集材	運 材	計		
総 額	7,417.5	926	611	356.8	9,311.3	2,793.4	12,104.7
m ³ 当り			13.7	8.0			

販売額は、3,568千バルボアであるので、 $3,568 - 12,105 = \Delta 8,537$ となり、林道の償却未済額3,890千バルボアを考慮に入れても、なお4,647千バルボアの欠損を生じ、インテンシブ・エリアで一番蓄積の優良な西部地区であっても開発は不可能である。

② 未利用樹種の販売が可能となった場合

未利用樹種の販売が可能になれば、事業費は表4-15で示したとおり22,000千バルボアであり、販売額は26,000千バルボア(表-17)であるので、4,000千バルボアの利益となる。更に林道の償却未済額を加えると、約8,000千バルボアとなる。

以上を纏めると次表のとおりである。

表 4 - 19 収支比較表

(単位：千バルボア)

項 目	支 出	収 入			差 額	
		販 売 額	林道資産	計	販売額のみ	林道を含む
商業用樹種のみ	12,105	3,568	3,890	7,458	$\Delta 8,537$	$\Delta 4,647$
未利用樹種を含む	21,986	26,058	3,890	29,948	4,072	7,962

なお、上記計算は、何れも金利、物価上昇率等は無視した仮定計算である。

(参考) 日本国有林で実施している立木価格評定要領での試算例

○ 立木価格評定式

$$X = \left(\frac{A}{1 + \ell r} - B \right) \times f \times V - C$$

X : 立木価格

B : 事業費

A : 市場価格 (丸太)

f : 利用率 (丸太材積の立木材積に対する割合)

ℓ : 資本回収期間

V : 立木材積

r : 収益率

C : 施設費 (林道開設費, 宿泊施設など)

表 4-20 西部地区における計算例

前提 ; 西部地区における平均的箇所を想定し, 1年分の立木 (22,000 m³) を販売する場合

樹種	A	$\frac{1}{1+\ell r}$	$\frac{A}{1+\ell r}$	B	(A')-(B)	f	(A'')-(f)	V	(A''' × V)	C	(X'-C)
	(A)	(K)	(A')	(B)	(A'')	(f)	(A''')	(V)	(X')	(C)	X
全樹種	64.0	0.776	49.7	31.2	18.5	0.9	16.7	22,000	367,400	370,875	△3,475
末木枝条								9,155			

A : 64 バルボア / m³, パナマ市における木材価格の 80%

ℓ : 18ヶ月 (事業期間 24ヶ月, 資本回収期間 18ヶ月)

r : 月 0.016 (年 0.192)

B : 31.2 バルボア / m³; 伐木造材からパナマ市までの運材費

f : 0.9 ; 立木材積 m³ 枝下高までの利用材積で示してあるので 0.9 とした。

V : 22,000 m³ ; 1,546 千 m³ + (1 - 0.05) × 0.3 ÷ 20

この立木価格評定方式によると, 若干のマイナスになっているが, 林道開設費を全額差引いた計算であり, 償却額のみ差引くとすればプラスとなる。

4-4 森林開発による効果

4-4-1 木材供給に果たす意義

パナマ国の木材生産量は年間約 150 万 m³ と推定されるが, そのうち 80% は自家用資材であって, 製材・合板, その他用材として使用される量は少く, 製材品, 合板に限ってみると年間 10 万 m³ 以下という水準である。

この地域からの出材が 100% 製材や合板に使用されるという前提を置くと, 年間 1 万 m³ からの生産が可能であることから, 総量の 10% という大きなウエイトを占めることになる。今後の人口の増加に伴う需要量の増大に直接対処しうるばかりでなく, 輸入材に対する依存度を減少させることになる。

なお, 将来パナマ国に本格的なパルプ工場が設置された場合, この計算では, 林地, 工場で放置される末木・枝条が年間数千 m³ あるが, これらがパルプ原料として有効に利用されることになる。パナマ国における輸入の相当部分が, 紙・板紙とその製品であることを考えればパルプ工場の建設はパナマ国としての大きな課題である。

4-4-2 他地域に対する波及効果

本地域における開発が成功すれば、同じ条件下にある大西洋沿岸地域において森林の開発気運が醸成され、放置状態にある森林の有効活用が促進され、地域の発展に効果がある。

4-4-3 地域社会に及ぼす効果

地域社会に及ぼす効果のうち最も大きいものは、雇用効果である。開発規模の大きさ、造林計画の進展状況にもよるが、西部地区のみでも 15,000 m³ 程度の生産を考えた場合、伐採・搬出部門で約 10,000 人日、林道開設部門で 10,000 人日の雇用量が発生する。

また、地域に現金収入の場が発生すれば、遠隔地の焼畑などが放棄され、土地利用上、森林管理上好ましい姿となることも考えられる。

更に、地域における現金収入者が多くなればこれに伴うサービス部門あるいは農家における換金作目の拡大など地域経済に対し、一つの転換期を与えることになる。

4-4-4 国家財政に対する寄与

地域の立木は凡て国の財産である。将来、木材価格が高くなればその分国家財政のプラスになるが、直接的プラスに結びつかなくても、輸入材の減少に役立てば貿易収支に好影響を与えることになる。

第5章 森林の取扱い基準（森林施業計画）

前章で述べたとおり、ドノソ地区の森林は当分の間、森林の温存を図ることとしているが、既にミゲールまでの大西洋沿岸道路の開設の見通しが確実になってきていること、RENAREにおける未利用樹種の利用開発研究も相当の進展を示していることなどから、この章においては、開発条件が整ってドノソ地区の森林の開発に着手する場合、とるべき方法について記述したものである。

5-1 森林の取扱い基準の基本的な事項

5-1-1 保全すべき森林

下記に示す森林は、開発の対象から除外し保全を図るものとする。

- a 優良な天然林で、生態・遺伝子保存その他学術上の参考となる森林
- b 貴重な動植物の生息している森林
- c 崩壊のおそれのある急斜地河川沿い
- d 住民の飲料水の水源地

5-1-2 搬出路網

林道は、将来この地域における搬出路網を形成するとともに、森林管理上、住民の生活上重要な機能を果たすものであるから、計画的かつ適切な施工を行なうものとする。

- a 木材の搬出は、林道を開設して行なうものとし、水運は採算的にみて、確実に有利と判断される場合以外は実施しない。
- b 林道の開設位置は、開設経費、維持費を考慮し、極力稜線、中腹を選定する。

5-1-3 伐採及び更新方法

伐採・更新のあり方は、森林の成立成否を決める重要な因子であり、その取扱いは特に慎重に行なう必要がある。

- a 伐採は原則として択伐とする。皆伐はこの地域においては土壌の劣化を招くおそれがあること、小径木・末木枝条の用途がないこと、皆伐跡地の造林の可能性に目途が立っていないこと等から当面、見合わせる。
- b 地元住民の自家用に供する資材についても原則として択伐とし、農用地域内から供給する。
- c 択伐跡地の更新は、天然更新とし、植え込みを行なう場合であっても実験的に行なう。

5-1-4 森林の管理

森林を管理・経営するに当たっては、対象となる森林の位置・境界、権利関係等について明確に把握し、維持することが基本である。

- a 森林地域における侵襲，伐採を未然に防止するため，土地利用区分を住民に周知徹底する。このため現地での明認措置（掲示板，標識等）を行なう。
- b 森林を常時巡視し，違反行為を取締る必要がある。このため歩道の整備を行なう。

5-2 森林施業計画

5-2-1 目標とする森林

a 択伐林

現在の高齢天然林は極相に達して，自然枯死による倒木と更新がなされており，大径木が枯損する前になるべく早く整理伐を施し，資源の有効利用と林地生産力の活用を図る必要がある。

目標とする天然林は，複層林型を呈し，択伐前において300 m³/ha程度の蓄積を保持し樹種構成は，現在利用価値の高い樹種が保続されることが望ましいが，需要開発の進展を考慮し形質良好であれば他の樹種であっても差支えないものとする。

b 人工林

現在，人工林は無いが，現在ある裸地に試験的に人工造林を行なうものとする。

目標とする人工林は，疎密度が中庸で一斉林型を呈し，形質良好なものであることとする。なお，伐期及び伐期蓄積の目標は，試験結果が明らかとなるまで定めない。

c 保護林

学術参考とする保護林にあつては，現在の林相を保全する。

保護樹帯，急斜地，飲料水源地等については，枯損木，老大径木を適宜伐採し健全な森林の維持を図る。

5-2-2 森林区画

調査地域（約15万ha）を大流域によって4箇の事業区に区分し，それぞれ稜線，河川等の天然界によって林班を設定した。また航空写真により林班内の地形・森林の状況を判読し，それらの異なる地区ごとに小班を区分した。

表5-1 森林区画及び面積

事業区	調査地域			インテンシブ・エリア		
	林班数	小班数	面積 (ha)	林班数	小班数	面積 (ha)
1 RIO INDIO流域	20	884	12,983	—	—	—
2 RIO MIGUEL DELA BORDA流域	66	2,874	55,442	58	2,453	49,659
3 RIO COCLE DEL NORTE流域	82	3,776	71,518	1	31	460
4 RIO CAIMITO流域	16	517	13,435	—	—	—
計	184	8,051	153,378	59	2,484	50,119

(注) 調査簿，図面には重事業区を設けてあるが，集計の便宜上のものである。

5-2-3 地種区分

インテンジブ・エリア内の土地を主たる利用目的によって次の地種に区分する。

表5-2 地種区分表

土地利用区分	地種	主たる利用目的
森林地域	保護林	パナマ国森林法39号第8条, 第9条に定められている項目に該当するもの, 及び特別の事情により保護を必要とするもの もっぱら林木育成の用に供するもの
	生産林	
農用地域	共用林野	地元住民の薪炭供給その他生業の用に供するもの
	耕地	地元住民の耕作の用に供するもの
	草地	地元住民の牧畜の用に供するもの
	その他	湿地, 集落, その他
その他	河道その他	

5-2-4 林型区分

地形並びに林相の状況により, 小起伏丘陵天然林(Nh₁), 大起伏丘陵天然林(Nh₂), 平坦地天然林(Nf), 湿地天然林(Ns), 二次林(S), 及び人工林とする。

表5-3 林型区分表

(単位: ha)

地域		森林地域	農用地域	その他地域	計
林型					
小起伏丘陵天然林	(Nh ₁)	22,556	4,819	—	27,405
大起伏丘陵天然林	(Nh ₂)	10,032	212	—	10,244
平坦地天然林	(Nf)	51	348	—	399
湿地天然林	(Ns)	—	65	—	65
二次林	(S)	605	4,718	—	5,323
人工林		—	—	—	—
その他		366	5,765	552	6,683
計		33,610	15,957	552	50,119

5-2-5 施業仕組

表5-4 施業区分及び面積

(単位: ha)

地種	名称	林型等	伐採方法	伐期齢(回帰年)	更新方法	面積
保護林	学術参考等保護林	Nh ₂	禁伐	—	—	1,680
	急斜面等保護林	Nh ₁ , Nh ₂	適時択伐	—	—	1,315
	飲料水源保護林	Nh ₁	"	—	—	
生産林	択伐生産林	Nh ₁ , Nh ₂ , Nf, S	択伐	(20)	天然更新	30,255
	皆伐生産林	S, C, G	皆伐	定めない	人工更新	360
共用林野	共用林野	Nh ₁ , Nh ₂ , Nf, S	皆伐又は択伐	定めない	天然更新又は人工更新	10,200

5-2-6 施業方法の基準

a 学術参考等保護林

学術参考等保護林は、病害虫獣等被害駆除、治山・道路等の公共工事等に必要の場合を除き禁伐とする。

b 急斜地等保護林

急斜地等保護林は、枯損木、衰弱木等を適時伐採し健全な林相の維持に努める。

c 飲料水源保護林

飲料水源保護林の取扱いは、急斜地等保護林の取扱いに準ずる。

d 択伐生産林

択伐生産林のうち林型がNh₁、Nh₂のものについては、原則として蓄積30%以内の択伐とする。なお伐採に当たっては形質の不良な高齢木から行ない、林分の健全化に努めるものとする。

林型がSのものについては、特に手を加えることなく温存し、択伐林型に移行させる。

e 皆伐生産林

皆伐生産林は、裸地か、林相の貧弱な二次林であって、人工造林による成林を期待するものである。

人工造林は、土壌条件の良い箇所から選定し、小面積ずつ段階的に実施して、その成育状況を確認しながら進めるものとする。

造林樹種は第1部5-3-2に掲げた樹種とし、土壌条件の悪い箇所は豆科植物の中から選定する。

f 共用林野

共用林野は自家用の建築材、燃料等の採取に供する森林であり、必要に応じ択伐、皆伐の何れの作業もと行うものとする。ただし、皆伐（転用の場合を除く）を行なった時は、皆伐生産林に準じ、人工造林を行なうものとする。

5-2-7 標準伐採量

a 標準伐採量の算出方式

標準伐採量を定める意義は、将来の収穫量の予測、収穫量の規則正常森林への誘導の三点にあるが、如何なる方式を用いるかは、森林の状態、林業の集約度、林業技術水準、社会的経済的背景の相違などから、一概に結論を出し難い。

現在、先進諸国においては、現実蓄積(V_w)、正常蓄積(V_n)、現実成長量(Z_w)、正常成長量(Z_n)から標準伐採量を求める方式がとられている(Kameraltaxe法、Gehirhardt法etc)。

しかし、これらは林業の集約度が進みかつ実施しうる体制がある場合に可能な方法であり、今回のドノソ地区開発計画について考えれば、これらを適用することは、*調査精度からみて問題があり、体制からみても困難である。（*天然林の現実成長量、人工造林対象面積、人工林成長推移等、今後の資料の蓄積如何にかかわるものが多い）。

従って、今回は、最も信頼性の高い面積と現実蓄積を基礎とした方法、面積平分法

と材積平分法の双方を勘案しつつ現実的に事業を実施しうるか否かを基準に定めることとした。

なお、これはあくまでも暫定的なもので、標準伐採量の算出に足りる精度の高い資料の蓄積と執行体制が確立した時点で適切に改めらるべきものである。

b 標準伐採量の計算

$$\text{① 年間択伐面積} = \frac{\text{生産林面積}}{\text{回帰年}}$$

$$\text{② 年間択伐材積} = \frac{\text{生産林蓄積}}{\text{回帰年}} \times \text{択伐率}$$

回帰年は、短期に定めると、林分の整理が急速に進み過熟老令林や被害林の多い場合には適当であるが、単位面積当たり事業量の減少をみて事業コストが高まる。逆に長期に定めるとコストは低下するが、林分の整理が遅れ、特に老齢林等においては、風害、枯損等の被害が大きくなり、収穫上無視し得なくなることも生じうる。

択伐率についてもほぼ同様なことが云え、低く定めると林相の一時的変化が少く安全であるがコスト高となり、高く定めるとコスト的にはともかく、林分の急激な変化により諸害の危険が大きい。

択伐率と回帰年は、別々に定められるものでなく、成長率を媒体とした相互規定的なものであるが、今回の場合は、林分成長率に十分な資料が得られないこと、及び、事業実行上の効率性の確保の点から、択伐率を0.3とし、また、回帰年は林道開設の進度等を勘案し20年とする。

表5-5 択伐面積及び択伐材積

項目	択伐面積		択伐材積	
	インテンシブ・エリア	西部地域	インテンシブ・エリア	西部地域
生産林面積	30,615 ha	9,190 ha	—	—
生産林蓄積	—	—	4,310 千m ³	1,525 千m ³
回帰年	20	20	20	20
択伐率	0.3	0.3	0.3	0.3
年伐採面積	1,530	460	—	—
年伐採量	—	—	64.6 千m ³	22.8 千m ³

(注) インテンシブ・エリアにおける、径級別材積割合は40cm以上が、55%、33~40cmが15%である。

5-3 事業量等の目安

第1分期(10年間)の事業量等は下記の指定したものを目安とする。

5-3-1 伐採

伐採は、道路開設の見通し等から、インテンシブ・エリアの西部地域について計画し、他の地域については計画しない。なお農用地域の共用林野の伐採量は指定外伐採量として措置する。

5-3-1-1 伐採量の指定

表 5 - 6 伐採指定量

(単位：m³)

名 称	地 域	標準伐採量	指 定 量
択伐生産林	全 域	64,600	228,000
	西 部	22,800	228,000
	そ の 他	41,800	0

5 - 3 - 1 - 2 伐採の方法等

- a 伐採着手の年次，伐採箇所の設定は林道の開設状況等を十分勘案して決定する。
- b 択伐率は蓄積30%である。第一回択伐であり形質の良くないものから伐採する，いわゆる掃除伐を行なう。
- c 選木は，胸高直径40cm以上のものの中から選び，伐採完了後の樹冠配置がほぼ均等となるように行なう。

5 - 3 - 2 更 新

更新は，天然更新及び人工造林とする。

表 5 - 7 更新指定量

(単位：ha)

項 目	天然更新	人工造林
指 定 量	3,080	100

(注) 天然更新面積は択伐面積の7カ年分，人工造林面積は森林地域の耕地・草地面積の1/2を指定。

5 - 3 - 2 - 1 更新の方法等

- a 択伐跡地は天然下種更新を主とする。伐採跡地に後継樹種の発生伸長を期待するが，つる類等により成長の阻害されるおそれのある時は適宜伐除する。
- b 生産林内にある耕地，草地等の裸地は，人工造林により更新を行う。
 - ① 人工造林は当地域においては初めての事であり試験的に事業を進めるものとする。
 - ② 植栽樹種は，前出の13種の中から造林地の状況，種苗の入手可能性等を勘案して定め，1樹種が1ha以上の規模となるよう植栽する。
 - ③ 植栽本数は，同一樹種でも特定せずha当り1,000～2,000本の範囲で，200本程度の差をつけた方法を取り経過を観察しうるようにする。
 - ④ 保育は原則として潔癖に行い，雑草，灌木の被圧をさけるがその回数，方法については試験的に実施する。
 - ⑤ 植栽，保育の方法等についての詳細な記録をとって保管し将来の分析資料とする。

5 - 3 - 2 - 2 種 苗

- a 人工造林に用いる苗木は，原則として調査対象地域近辺にあるRENAREの苗畑で生産するものとする。
- b 生産量については，養苗技術の確立していない樹種もあり，種子の入手を含め，

試験的に苗木生産を行ない、山出し可能となったものから逐次造林用に出荷するものとし、生産目標は定めない。

5-3-3 林道

林道は、大西洋沿岸道路がミゲールまで完成するのをまち、着工するものとする。

a 林道指定量

表5-8 林道指定量
(単位: km)

区分 地区	林道開設延長		
	幹線	支線	計
西部	65.4	24.0	89.4

b 林道開設の方法等

林道の開設に当たっては、本地域が多雨地帯で河川湿地が多く、特に長大な橋梁が建設費を著しく*増大させる主因であることを考慮し路線の位置は、低地を避け、稜線部、中腹部に選定する。

また、降雨時の雨水による浸食を防止するため道路勾配を2~3% (0とすると雨水の停滞を生ずる)とし、必要に応じ8~10%の急勾配の箇所を設置し舗装を行う。

山地上流部において溪流、小河川を横断する場合には、橋梁を架設するよりも河床路とする方が適当であり、ヒューム管やコルゲートパイプを布設する場合でも、極力大口径のものをを用い閉塞による路体破壊を招かない注意が必要である。

c 林道全体計画

東部、南部地区については、集落や耕地、草地が多いことから、公共道路の開設を期待し、本分期での計画は行わないが、将来においては公共道路との関連に配慮しつつ森林資源の開発に必要な路網を形成するものとする。この場合、ha当りの林道密度がおおむね10mとなることを目標とする。

(付図、森林開発計画図参照)

* 大西洋計画における40m橋梁は、1基20万バルボア、同じく林道は1m72バルボアなので、橋梁を回避するためなら、2,000~2,500m林道延長が伸びてもよいという計算となる。

5-3-4 保 全

本地域には、現在治山工事等保全のため特別な施設を必要とする箇所はない。

しかしながら、急斜地における草地の拡大、過放牧等による地力減退、林道開設、伐採開始等に伴う災害発生の防止については十分留意し、関係者の注意を喚起するものとする。

5-3-5 森 林 管 理

土地利用区分の明確化、焼畑移動耕作の抑制、林道開設の着手、保護林の設置等新たな施策の導入に伴って森林に対する厳正な管理の必要性が高まるものと想定されるので、次の措置を構ずるものとする。

- a 境界標の設置
- b 土地利用区分界の明示
- c 案内板、注意標板の設置
- d 歩道開設
- e 地元住民に対する説明会の開催

第6章 提 言

6-1 森林計画制度の導入

パナマ国では、今までに木材需給予測を繰返し行っている。しかし森林の現況を常に把握し、かつ伐採・造林をコントロールする手段がなければ単なる予測に終り、適切な対応を図るための政策に結びつけることが難しい。

また、林業生産を活発化し、林産業の発展を図る、あるいは林地の荒廃を防止し、自然環境の保全を図るなどいわゆる森林の有する公益的機能の発揮を図る見地からも森林計画制度の導入を勧める。

6-2 林産業の振興に関すること

林業、林産業の発展の原動力は、国民の木材なканずく国産材に対する指向の強さである。このため、

- a 木材利用の普及宣伝を活発化
- b 国産材の利用を奨励する。
- c 製材所、合板工場等の技術、設備の向上を指導する。
- d 流通市場の確立を図る。
- e 未利用樹種の利用開発を進める。

等の対策が重要と考えられる。要すれば政府や地方公共団体の営造物に木材の使用を義務づけることも一つの方法であろう。

6-3 土地利用に関すること

土地利用は、個人の権利関係や慣行があるため、これを改めることは極めて難かしいが、焼畑移動耕作を抑止し、森林の荒廃化を防ぐためには、土地の利用区分と権利関係を明確にすることが先決と考える。

具体的な方法は、本報告書で提示したような一定区域を地元住民の利用に供し、それ以外の地域での規則を強める方法が現実的な手段と考えるが、それにしてもまず国の体制（制度、予算、人員など）を整えることが必要である。

また、国有地の売払いは、農業改革委員会が所掌しているが、立木の伐採許可との整合性や開発計画の円滑な実施を図るために、RENAREと事前に協議することが必要と思われる。

なお、国有林を設置し国が自ら管理・経営することは土地利用面において極めて望ましいと考える。

6-4 農牧業に関すること

ドノソ地区の肉牛飼育頭数は増大の一途をたどり、草地面積も急激に拡大している。しかし技術的には放で草地の荒廃が懸念されている。今後の牧畜経営においては、飼育技術の改善、すなわち草地の改良及び管理、ha当り飼育頭数の増加、草

地の有効利用などの指導が必要である。

ドノソ地区の河川沿いには平坦地、低湿地が多い。これらは灌漑も容易で水稻の導入に適当と考えられる。圃場整備について検討が期待される。

焼畑移動^料作は、なお当分の間は継続せざるを得ないと判断される。従って土壤浸食を防止し地力の減退をくい止めるためには適当な休閑期を置くことが必要である。一つの対策としてはカカオなど永年作目を導入すれば、単年度作目のみを栽培するより、裸出面積が減少し、地力維持上適当である。

6-5 試験研究の充実に関すること

林業試験は長年月を要するものが多く、組織的に行う必要があり、このため、現在行なっている試験・研究活動を継続すると共に、ドノソ地区に新たな試験研究施設を設置する等、試験研究の充実を図ることが望ましい。

なお、特に長期間の観測を必要とする人工林・天然林の成長量試験については速やかに固定試験地を設置して試験を開始されることを期待する。

6-6 道路の整備に関すること

林業生産の基盤は、森林資源と道路である。大西洋沿岸道路の具体化を契機に地域内の主要集落を結ぶ一般道路の開設と、森林の管理経営に必要な林道の開始に着手されることを期待する。

第 III 部

基礎調查

第Ⅲ部 基礎調査
目 次

第1章 森林資源調査	151
1-1 森林資源調査全体計画	151
1-2 航空写真の撮影	153
1-2-1 撮影計画	153
1-2-2 撮影の実施	153
1-3 森林基本図の図化	156
1-3-1 計画準備	156
1-3-2 図化現地調査	156
1-3-3 基本図の図化	159
1-3-4 図化結果	159
1-4 森林調査	160
1-4-1 森林予備調査	160
1-4-2 林相図の作成	173
1-4-3 面積測定	177
1-4-4 森林本格調査(標本調査)	177
1-4-5 利用材積表の検定及び作成	193
1-4-6 森林調査簿の作成	198
(第1章 関連諸表)	201
第2章 土地利用経年変化調査	262
2-1 ランドサット画像解析	262
2-2 土地利用現況調査(1983年時点)	264
2-3 1979年の土地利用調査	267
2-4 経年変化の状況	267
第3章 地形解析調査	270
3-1 区分基準と計測	270
3-1-1 地形	270
3-1-2 斜面方位	271
3-1-3 斜面傾斜	271
3-1-4 起伏量	273
3-1-5 谷密度	274
3-2 地形解析図の作成	275
第4章 メッシュ・データによる土地台帳の作成と分析	277
4-1 電算処理のフロー	277

4-2	メッシュ・データの種類	279
4-3	メッシュ・データによる土地台帳の作成	280
4-4	メッシュ・データによる分析	282
4-4-1	分析表の作成	282
4-4-2	地形解析結果	283
4-4-3	土地利用と地形の関係	284
4-4-4	森林蓄積と地形の関係	285
	(第4章 関連諸表)	287
第5章	土壌調査	302
5-1	調査方法	302
5-1-1	調査箇所の選定	302
5-1-2	土壌断面調査	303
5-2	調査結果	303
5-2-1	土壌分類方法	303
5-2-2	調査地域の土壌分類	305
5-2-3	各土壌型の特徴	307
5-2-4	土壌分布	315
5-2-5	土壌型と森林生育	316

第1章 森林資源調査

1-1 森林資源調査全体計画

限られた調査期間内に、広域かつ交通不便な地域で高精度の森林蓄積の推定や土地利用現状の把握・分析を行なうためには、まず航空写真及び森林基本図の利用が前提条件となる。従って、本調査においては、航空写真利用による森林調査の方法が採られた。また、調査結果の取りまとめ、分析にはできるだけコンピュータを用いて作業能率を高めた。

本森林資源調査の全体的な計画を概略図示すれば、図1-1のフローのとおりである。このフローには、前述のような目的、背景により狭義の森林調査のほかに、航空写真の撮影、森林基本図の図化、利用材積表の検定及び作成、土地利用経年変化調査、地形解析調査、メッシュ・データによる土地台帳の作成等の作業もこの作業体系に組み入れられた。

以下、このフローに従って、森林調査の作業毎にその方法とその結果を説明することとする。土地利用経年変化調査については第2章、地形解析調査については第3章、メッシュ・データによる土地台帳の作成と分析については第4章で述べることとする。

1-2 航空写真の撮影

調査対象地域周辺をカバーする航空写真は、1979年に撮影されているが、それは縮尺1:50,000の地形図作成を目的としたもので、撮影縮尺は1:60,000である。従って、調査対象地の林相判読、林相図作成及び今後の森林開発計画策定等には縮尺が小さすぎるため、新規に航空写真撮影を以下のとおり実施した。

1-2-1 撮影計画

- a 撮影面積 : 1,500 km² (15万 ha)
- b 撮影縮尺 : 1:20,000
- c 撮影コース数 : 11コース
- d 写真枚数 : 約300枚
- e カメラ焦点距離 : F=150 mm

この撮影作業は、IGNに委託して行なうこととし、このための委託契約、撮影作業の監督・企画、撮影成果品の検査をパナマ国において実施した。

1-2-2 撮影の実施

撮影委託契約は、IGN院長と(社)日本林業技術協会理事長とにより、昭和57年12月21日に締結され、前記の計画に基づいて作業が実施されることとなった。

1-2-2-1 撮影体制

撮影期間中は次のような撮影体制をとり作業を実施した。

- a 撮影作業者
操縦士 2名, 撮影士 2名, 整備士 1名
- b 使用機材
航空機 : CESSNA SKYWAGON U-206
航空カメラ : ZEISS RMKA 15/23 C/N 21184
航空レンズ : ZEISS PLEOGON-A C/N 98163
レンズ焦点距離 : F=152.49 mm
使用フィルム : KODAK DOUBLE X
- c 撮影基地及び写真処理施設
撮影基地 : パナマ市 Paitilla International Airport
写真処理施設 : パナマ市 ING事務所内

1-2-2-2 撮影作業の監督・企画

撮影作業の計画、作業者の任務分担の確認とともに、作業期間中の撮影体制の確認、監督指導、そして随時撮影機に同乗し作業の指導を行なった。また、常時最寄りの気象観測所(コロソ)の気象観測情報を入手したり、2度にわたり撮影対象地に赴き、パナマ市へ気象通報を行なったりして、撮影作業の進捗を助けた。

しかし、当初の撮影期間(昭和58年1月~3月)は、例年になく、対象地に雲やもや霞が多く、最終的に昭和58年8月まで期間の延長を余儀なくされた。この間の撮影日誌、飛行記録及び天候記録の作成、点検により、撮影作業の適正化・効率化を

図った。

1-2-2-3 撮影成果

a. 撮影成果の検査

この検査は、写真処理施設の点検とともに、随時撮影された航空写真のオーバーラップ、写真内の雲量等の検査を撮影委託仕様書に基づき行なった。この結果、この撮影成果は、昭和58年3月15日と3月16日撮影の写真をベースとして、同年6月7日撮影の写真を補てんして、最終的に図1-2の航空写真標定図のように、合計18コース、写真枚数334枚を採用した。

b. 航空写真標定図

撮影成果の検査により編集、採用された航空写真の撮影コース及び写真主点位置を印した航空写真標定図（縮尺1：100,000）を作成した。

c. 撮影成果一覧

- (a) ネガフィルム : 3ロール
- (b) 密着写真 : 2式(668枚)
- (c) 2倍伸し写真 : 1式(334枚)
- (d) 航空写真標定図 : 2式(ポリエステルベース, 縮尺1：100,000)

全撮影写真の標定図及び採用写真の標定図

表1-1 航空写真明細表(採用写真)

コース No	写 真 No	写 真 枚 数
1	14 - 23	10
3 A	1 - 32	32
4 A	36 - 65	30
4 B	35 - 40	6
5 A	69 - 79	11
5 A	82 - 95	14
5 B	105 - 112	8
5 B	86 - 91	6
6 A	103 - 131	29
7 A	136 - 142	7
7 A	154 - 168	15
7 B	150 - 167	18
8	172 - 201	30
9	202 - 232	31
10 A	50 - 79	30
10 B	239 - 261	23
11 A	86 - 111	26
11 B	120 - 127	8
合 計		334

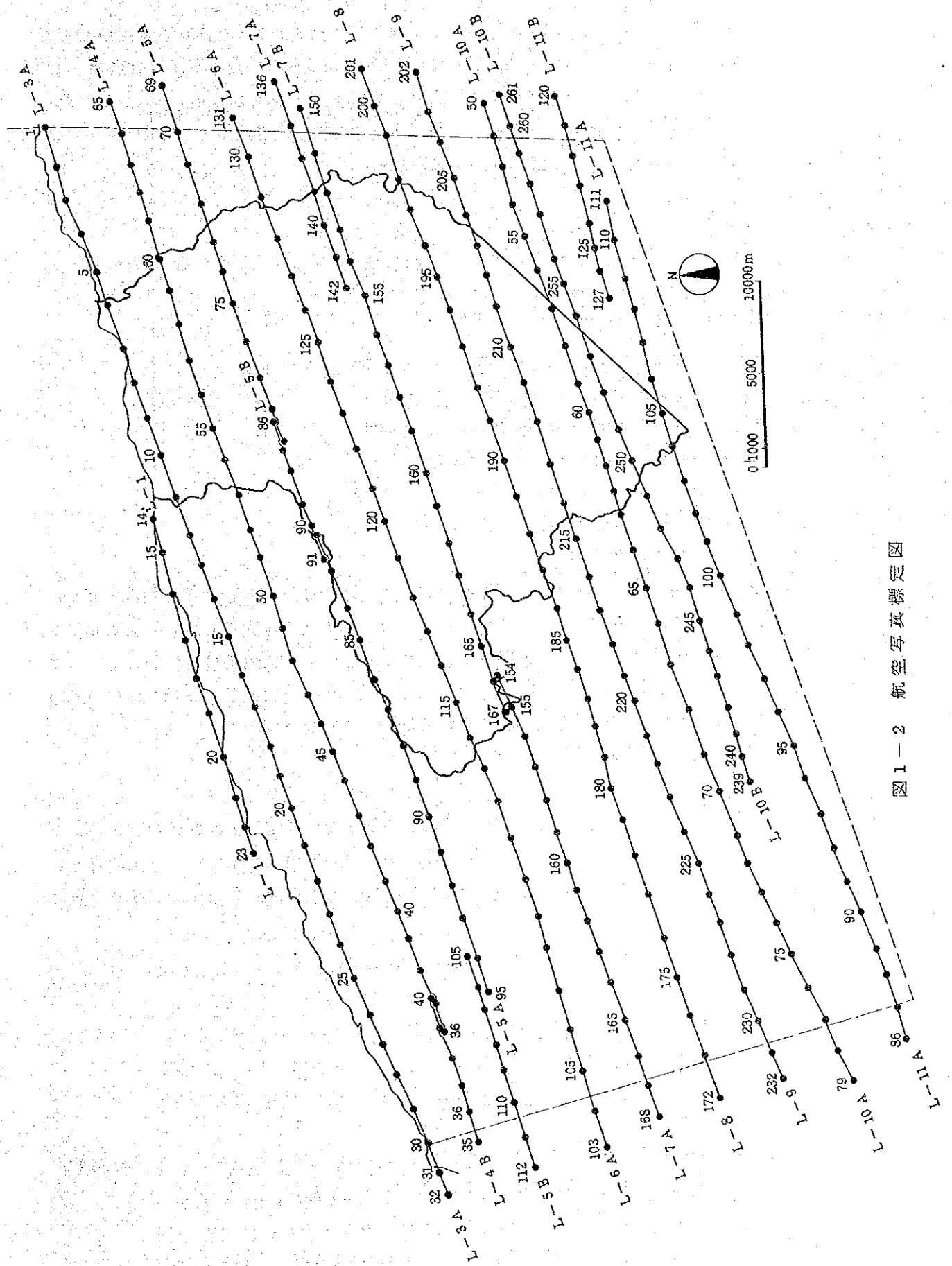


图 1-2 航空写真标定图

1-3 森林基本図の図化

パナマ国には、国土地理院にて縮尺1:500,000及び1:250,000の全国地勢図や、全国にわたる縮尺1:50,000地形図のほか各種の市街図等の整備が着々と進められており、当調査対象地域をカバーする縮尺1:50,000地形図も既にある。しかしながら、航空写真の場合と同様に、当地域の林相図作成や森林開発計画策定には縮尺が小さく、より大縮尺の森林基本図を作成する必要がある。

1-3-1 計画準備

森林基本図の図化を実施するにあたり、既往資料の事前収集、図化方法の検討、地類界調査の現地確認点の抽出等を行なった。

1-3-1-1 既往資料の収集

この為、事前に収集した資料は次にあげるものである。

- a. 地形図(1980年作成 縮尺1:50,000)
- b. 航空写真(1979年撮影 縮尺1:60,000)
- c. 空中写真三角測量結果
- d. 基準点及び水準点成果
- e. その他土地利用などに関する資料

1-3-1-2 図化方法の検討

森林基本図の図割、記載事項等や図化方法については、できるだけRENARE及びIGNと協議の上検討、決定する事とした。その結果は、後述のとおりであるが、基本的には、今回の図化は地形の描画については、空中写真三角測量成果等のそろっている既往の航空写真(縮尺1:60,000)により行ない、地類界などは新規撮影の航空写真により修正することとし、その経費と期間の効率化を図った。

1-3-1-3 地類界の現地確認点の抽出

森林基本図の図化のためには、現実の地類(土地利用及び植生等)、特に既往の航空写真とかなり変化の激しいと思われる箇所の地類を確認し、その内容を図化の為の判読、描画に役立てる必要があるが、このため、予め航空写真上で現地確認地点として次の地域周辺を抽出した。確認の地類としては、主に草地、農耕地、焼畑を重点に選定した。

コクレシート
リオ・インディオ
ミゲール・デ・ラ・ボルダ
コクレ・デル・ノルテ

1-3-2 図化現地調査

地類界現地確認の調査とともに、森林基本図の図化に重要な地名、行政界の調査及び凡例、注記等の現地協議も併せて現地調査を実施した。

1-3-2-1 地類界の現地確認

上記4地域において、合計436地点の地類界の現地確認を行ない、当地域に出現する

地類は現地観察により次のように区分されることが判明した。

表 1-2 出現地類と内容

地 類		内 容
農 耕 地	定着農耕地	パイナップル畑など、面積的には極めて少ない。
	牧 草 地	畜産用の放牧地、農耕地のかなりの面積を占める、恒久的な土地利用形態の一つである。最近リオ・インディオ周辺では増加している。
	果樹・樹木畑	自家用のオレンジ、マンゴ、カカオなどの植栽。小規模であることと集落、畑地と錯綜することが多い。 また換金作物としてコーヒーの栽培が行なわれているが小面積で高木に被覆されることが多い。
	ヤシ植栽地	海岸や低地に分布し人工的に植栽されたもの。下層が畑地、牧草地となっているケースもみられる。
	焼 畑	プラタナ(料理用バナナ)、ユカ(キャッサバの一種)が最もよく植えられており、それらに次いでトウモロコシ、陸稲、オトエ、ダナン(ヤツガンラの仲間)が栽培されている。播種後の管理がほとんど行なわれないため放棄地との判別が困難な時もある。2~3年で放棄し、4-10年サイクルで放棄地を再度利用することもある。 また現地調査で確認された伐採跡地は、大半が焼畑に供する目的で伐採されたものであった。
森 林	天 然 林	二次林、低木林、放棄地以外の森林。海岸付近には海洋風衝低木林が一部地域に带状に分布している。
	二 次 林	人為的に伐採され、その後成立したと考えられる林分。低木林とは樹高階、構成種により便宜的に区分。両者の判別は不明瞭。
	低 木 林	焼畑放棄後成立した木本及び草本により構成される樹林。陽性樹種により構成され、樹種数は二次林に比較し少ない。
	放 棄 地	焼畑放棄後に成立した草本と木本により構成される林地。木本と草本の階層区分はされておらず、焼畑耕作地と形態的には類似している。低木林との判別も不明瞭なことが多い。

1-3-2-2 地名・行政界等の調査

当地域の国土基本図(縮尺 1:50,000 地形図)作成の際に収集された資料及び 1982 年に編集された地籍資料などにより、予め対象地域の集落、河川名、岬名等を調査しておき、その結果を基に更に詳細な地名の収集やそれらの現地照合・修正を行なった。

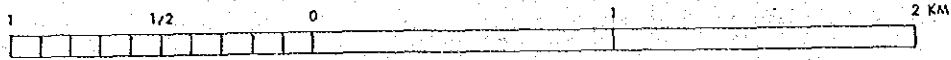
また、行政界については、国土基本図では州界、郡界まで図示されているが、森林基本図には村界までの表示が必要のため、地籍簿からこれを転記することとした。行政界及び名称は 1982 年にその一部が改正されていたため、それらの修正も併せて行なった。

1-3-2-3 凡例、注記等の協議

現地での調査結果に基づき、RENARE及びIGNと森林基本図の凡例、注記、整飾方法についての協議を行ない、最終的に図1-3のような基本図表示事項が決定された。また、当地域の森林基本図は10面で構成され、おのおのの図葉名は、




MAPA FORESTAL

ESCALA 1:20,000



NOTAS SOBRE INTERVALO DE CURVAS, CUADRÍCULA, PROYECCIÓN, ESFEROIDE

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

LEYENDA

SIGNOS CONVENCIONALES

<p>POBLACIONES</p> <p>101 a 800 edificios COCLECITO</p> <p>41 a 100 edificios Coclé del Norte</p> <p>6 a 40 edificios San Lucas</p> <p>Menos de edificios La coca</p> <p>CAMINOS</p> <p>Transitable en tiempo bueno o seco </p> <p>Revestimiento suelto </p> <p>Rodera </p> <p>Sendera o vereda </p> <p>LÍMITES</p> <p>Provincial </p> <p>Distritorial </p> <p>De Corregimiento </p> <p>Casa; Choro; • ○</p> <p>Escuela; Iglesia; Cementerio □</p> <p>Tanque; Punta conspicua • ○</p>	<p>Punto de control horizontal (Triangulación; N.N.S.S.) </p> <p>Punto de control vertical (cota fija) </p> <p>Elevaciones fotogramétricas </p> <p>Arena </p> <p>Derrumbe </p> <p>Ciénaga o pantano </p> <p>Palmas </p> <p>Pasto </p> <p>Rastrojo y Cultivo </p> <p>Límite de Area Vegetal </p> <p>Ríos </p> <p>Quebrada intermitente o seca </p> <p>Salto, cataratas, raudales o rápidos grande </p> <p>Salto, raudales o rápidos pequeños </p> <p>Curva de nivel índice </p> <p>Curva de nivel intermedia </p> <p>Curva de nivel suplementaria </p>	<p>Costa Δ 79</p> <p>CF X 197</p> <p>869</p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p>Salto</p> <p>Rápidos</p>
--	---	--

図 1 - 3 森林基本図の主な注記と凡例

以下のとおりとなった。

- No.1 COCLÉ DEL NORTE
- No.2 DIEGO
- No.3 MIGUEL DE LA BORDA
- No.4 SAN LUCAS
- No.5 LA BOCA DEL GUÁSIMO
- No.6 CERRO MIGUEL DE DONOSO
- No.7 BOCA DE TOABRÉ
- No.8 LOS COLEGIOS
- No.9 LAS MARAVILLAS
- No.10 COCLESITO

1-3-3 基本図の図化

森林基本図の図化作業は次の仕様に従い、日本国内において実施した。

- a. 図化面積 : 150,000 ha
- b. 図化縮尺 : 1 : 20,000
- c. 図化面数 : 10 面
- d. 使用図化機 : ステレオプロッター A-8
- e. 等高線間隔 : 主曲線 10 m, 必要に応じて間曲線 5 m を抽示
- f. 図化精度 : 相対精度 ± 0.7 mm 以内, 高低誤差 5 m 以内

また、地類界現地確認調査の結果に基づき、前記の素図の地類界を判読、修正描画した。更に、現地で協議した凡例、注記等を記載し、最終的にポリエステルベースの森林基本図第一原図及び第二原図を作成した。

1-3-4 図化結果

最終的な図化の成果品は、以下のとおりである。

- a. 森林基本図第一原図 (ポリエステルベース, 縮尺 1 : 20,000) …… 1 式 (10 面)
- b. " 第二原図 (" , ") …… 1 式 (10 面)
- c. " 陽画焼 …… 3 式 (30 面)

また、最終的な図化面積は、調査対象地域全域の面積 153,378 ha よりひとまわり広い 156,300 ha となった。

表 1-3 森林基本図の図化面積

図面番号	図化面積 (ha)	図面番号	図化面積 (ha)
1	1,600	6	20,570
2	13,150	7	21,760
3	17,280	8	21,050
4	23,160	9	6,920
5	28,190	10	2,620
		合計	156,300

1-4 森林調査

今回の調査においては、森林調査として主に次のような調査・作業を実施した。

- a. 森林予備調査
- b. 林相図の作成
 - 林相区分及び土地利用現況区分
- c. 面積測定
- d. 森林本格調査
 - 標本調査，総蓄積の推定及び林分材積判定基準表の作成
- e. 利用材積表の検定及び作成
- f. 森林調査簿の作成

1-4-1 森林予備調査

調査対象地域の森林資源の賦存状況を把握するための調査事項・調査方法を検討し、確定する事を目的として、この森林予備調査を実施した。

1-4-1-1 予備判読

a. 林相・林型区分基準案の作成

既存の航空写真（縮尺1：60,000，1979年撮影）の判読により，インテンシブ・エリアの森林概況を把握し，当地域の森林資源調査にまず必要な林相・林型区分と土地利用区分の基準案を表1-4のように作成した。この基準案により先の航空写真と既往の1/5万地形図を利用して，インテンシブ・エリアを予備的に判読・区画し，図1-4のような林相概況図（縮尺1：50,000）を作成した。

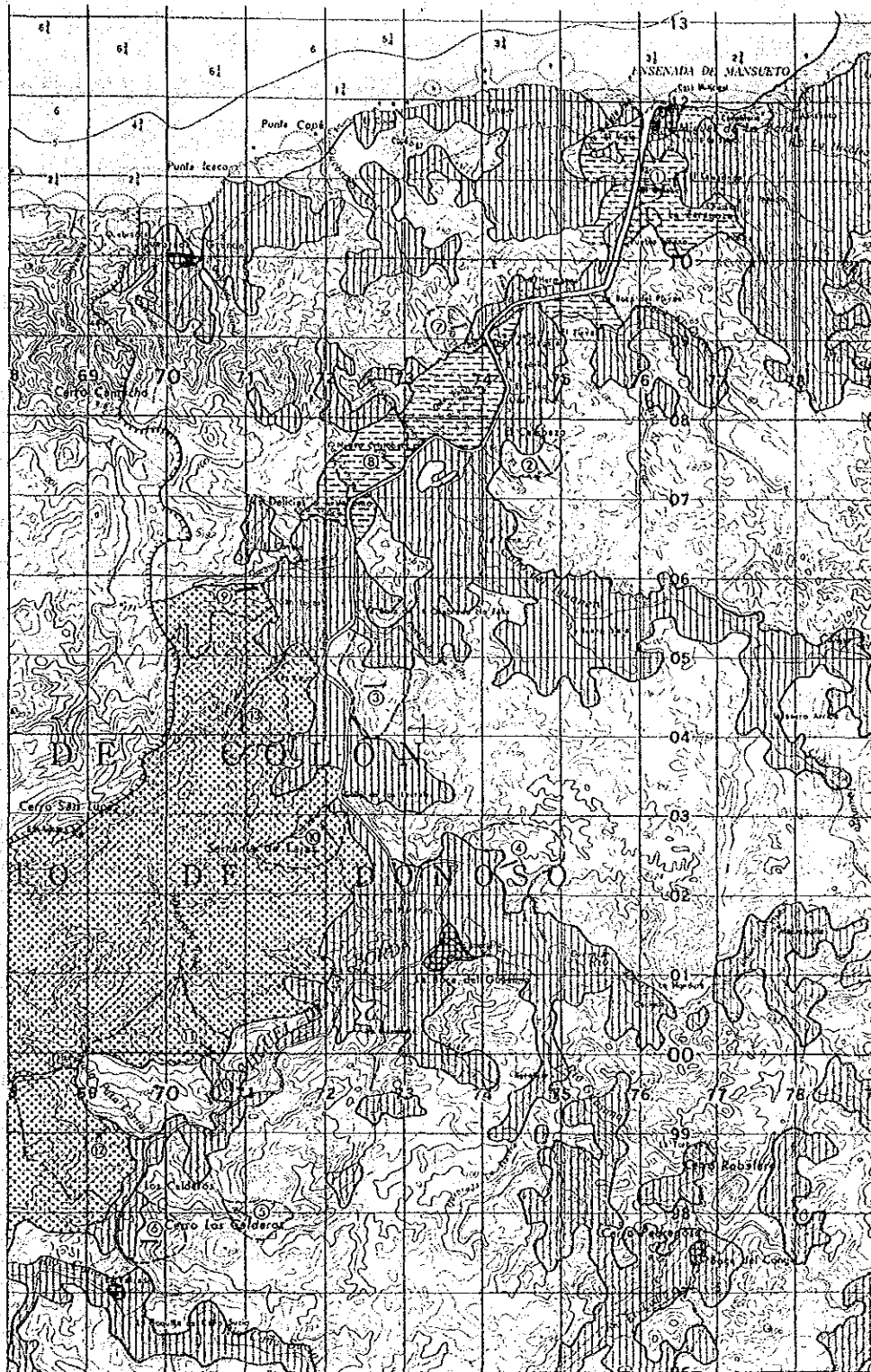
これらの資料を基に，現地での標準地調査や空中偵察及び踏査により，区分基準案の検討・修正を行なうこととした。

表1-4 林相・林型区分基準案

大 区 分	林相・土地利用		林 型	
森 林	天然林	山地林	樹 高	高 木 林
		丘陵林		中 木 林
		低地林		低 木 林
		海岸林		密（80%以上）
	二次林		樹冠疎密度	中（60～79%）
非 森 林	定着農耕地			疎（59%以下）
	移動式耕作地		(注) 林型区分は天然林についてその上層木平均による区分	
	牧草地			
	集 落			
	河 川			
その他				

b. サンプルング設計

林相概況図及び既往航空写真の判読により，各林相の中から代表的な林分を標準地調査予定林分として抽出し，更にその中からおのおのの抽出林分の典型的な林相を示す箇所を合計14点描出した。（図1-4参照）



0 1 2 km

ヤシ林		丘陵林 (小起伏 丘陵林)	
集 落		標準地調査予定林分	
二 次 林		標準地位置及びNo.	
低地林 (平地林 湿地林)		インテンシブエリア境界	
山地林 (大起伏 丘陵林)			

図 1-4 インテンシブ・エリア林相概況図
(概要: 主要部)

1-4-1-2 現地調査

森林予備調査における現地調査では、概況調査、林相・林型区分基準の現地検討、標準地調査、調査班のトレーニング及びRENAREとの協議を実施した。

(注) この項で述べる森林蓄積はFAO作成のドノソ地区広葉樹利用材積表(1971年)による暫定的な数値である。

a. 概況調査

当地域の森林資源調査に必要な関連資料、特に、ここでは森林調査に関連して、パナマ国の樹木リストや周辺地域の森林調査事例の収集に努めた。

また、調査対象地域の全体的な林相の把握や予備調査点の位置確認のため、ヘリコプターによる空中偵察を昭和58年3月17日に実施した。

b. 林相・林型区分基準の現地検討

表1-4の基準案を現地の踏査及び標準地調査結果により、以下のような検討を行った。

(a) 林相区分基準

当地域の森林は、HoldridgeのLife Zoneによる分類ではほとんど全域、熱帯多湿林(Bosque Muy Húmedo Tropical)であり、サンルーカス山の上部に一部、山麓多雨林(Bosque Pluvial Premontano)が、また、対象地域南東部に一部、山麓多湿林(Bosque Muy Húmedo Premontano)が見られるにすぎない。従って、熱帯多湿林に代表される当地域の森林の開発のあり方を今後検討するにあたって、まず地域を森林と非森林に分け、更に森林を天然林と二次林に分けると共に、この天然林を森林の特徴により細分しておくことが必要と考えた。

森林の特徴として、まず樹種構成と蓄積による差異を区分したいところであるが、航空写真判読によって樹種構成の複雑な熱帯林を区分するのは現段階では困難であるため、これらと密接な関連をもつと思われる立地条件、とりわけ写真判読による区分が比較的容易な地形により区分することを考えた。現地調査の結果、予備判読によって分けられた山地林、丘陵林、低地林は、現地の観察でもおのおの林相上に差異が見られ、後述する標準地調査による林相毎の平均蓄積(胸高直径40cm以上の立木について)においても、それぞれ77.9 m³/ha、62.43 m³/ha、47.06 m³/haと明らかに地形による差異があった。このことから、以上の区分は妥当と考えた。ただ区分の名称については、当地域の大部分が標高200 m以下の丘陵地であり、また先に山地林と称していたのは標高404 mのサンルーカス山及び441 mのミゲール山(Cerro Miguel)周辺の森林であり、標高1,000~3,000 mに及ぶパナマの脊梁山脈からみると、すなわち、パナマ共和国全体から考えた時には、おおむね標高500 m以下の起伏地の天然林をすべて丘陵林とし、先の山地林を大起伏丘陵林、丘陵林と称していたものを小起伏丘陵林と便宜的に細分するのがよい。

インテンシブ・エリア内には、低地林は河川沿いにわずかに分布する程度であるが、湿性の林分と雨季にもあまり湛水しない平地林が見られ、今後の開発計画策定上前者を湿地林、後者を平地林として細分することを考えた。

また、インテンシブ・エリアの海岸沿いには、いわゆるマングローブ林は見られな

かったが、他の地域における分布も考えられるので細区分として残した。このほか、海岸林として特有な低灌木林が一部地域で見られるので、この細区分も設定した。

(b) 林型区分基準

この林型区分は、当地域天然林の林分構成状況と蓄積を推定するためのもので、前記の天然林についてのみ行なうこととし、次の区分基準の現地検討を行なった。当地域の天然林は、ほとんど典型的な複層林型であり、全樹高が30～40 mに達する巨大木が散生している。現地調査の結果、おおむねこれら巨大木が胸高直径30～40 cm以上のものに該当していることがわかった。このことは、林型区分により森林蓄積の差異を表示するには、これら巨大木を含む上層木の状態によって林型区分するのが適当と判断された。

① 樹高階

複層林型で形成される当地域の天然林を基準案のように機械的に高木林、中木林、低木林というように区分するのは困難であるが、現実林分は大別して巨大木を含む複層林型のものとやや単層を呈した林分に分けられる。従って複層林型のもので上層木の平均樹高25 m以上の林分を高木林、同15～25 m未満の林分を中木林とし、やや単層林型を示し、同15 m未満の林分を低木林と区分するのが良いと考えた。また、中木林は当地域に広く分布し、中木林の中での蓄積の変動が大きいことが予想されるため、これを15～20 m未満と20～25 m未満に細分した。

② 樹冠疎密度

樹冠疎密度は、上層木による疎密度により密、中、疎の3ランクを考えたが、現実には上層を形成する大径木の密度は、それ程高くないので基準案のそれぞれのランクを下げ、70%以上、40～70%未満、40%未満と変える方がよいと判断した。

(c) 非森林の区分基準

森林外の土地利用についても検討を加えると、当地域には定着農耕地はほとんどないか、あっても家屋周囲のきわめて小面積のもので、主に焼畑に頼っている。従って、これらを焼畑・耕作地として一括、区分することを考えた。

なお、焼畑を放棄した後は灌木林に移行するが、この比較的新しいもの（おおむね灌木樹高3 m以下）は、縮尺1：20,000の航空写真判読では焼畑と判別するのは困難で、これも焼畑の中を含めることとした。

当地域は森林を伐採した後、放牧地、採草地として利用するケースも多い。従って、放牧地・草地の区分も必要である。海岸線や河川沿岸には、ココヤシ林も点在している。また、インディオ川右岸には広面積のオイルパーム農園がある。これらを一括して、ヤシ林として区分する。その他一般的なものとして、集落、河川、湖沼、道路、その他（例えば砂州）を区分基準として考えた。

崖や岩石地、崩壊地等の天然の裸地は、森林内に入れることとした。

以上の検討の結果、縮尺1：20,000の航空写真を用いた今後の判読区画に用いる林相・林型区分基準は、表1-5と表1-6のように基準案を修正することとした。

表1-5 林相区分及び土地利用区分基準表

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

表1-6 林型区分基準表

種別	区分	記号	備考
樹高階	高木林	25m以上	上層木平均樹高による。
	中木林	15~25m未満	
		20~25m未満	
	低木林	15~20m未満	
4~15m未満			
樹冠疎密度	密	70%以上	二次林は除く。4m未満は上表のB,G,O等。 上層木の樹冠疎密度による。
	中	40~70%未満	
	疎	10~40% "	

c. 標準地調査

(a) 標準地調査結果の概要

国内におけるサンプリング設計により選定した林分から、前掲図1-4のとおり、現地において合計14点の標準地(以下プロットと言う。)を抽出し、面積1 ha (40 m × 250 m)の帯状プロット調査を実施した。この結果から現地の天然林の概況を述べれば次のとおりである。

① プロット別立木本数及び利用材積

表1-7に示したように、広葉樹天然林のプロット13点の平均では、胸高直径40 cm以上の立木本数は46本/ha、その利用材積は66.01 m³/haであり、胸高直径10 cm以上の全立木本数は351本/ha、その利用材積は117.31 m³/haであった。プロットによって胸高直径40 cm以上の立木本数は、20本/ha～91本/ha、その利用材積は30.50 m³/ha～99.69 m³/haの変動がある。

当地域の林況を総括して言えば、一般的な熱帯多雨林としては、全体的に大径木の直径、利用高も小さく蓄積も少ない傾向がある。ただ、この調査はまだミゲール・デ・ラ・ボルダ川周辺のもので、本格的に奥地の調査を行えばこの傾向がかなり変わってくる可能性もあるので、これについても森林本格調査で確認することになった。

表 1-7 森林予備調査プロット調査結果一覽表

プロット No	林相	調査月日 (1983年)	調査地区 (流域名)	d b h 40 cm 以上			d b h 10 ~ 38 cm			計		主な出現樹種(地方名)	
				平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均冠高 (m)	立木本数 (本/ha)	利用材積 (m ³ /ha)	立木本数 (本/ha)	利用材積 (m ³ /ha)	立木本数 (本/ha)		利用材積 (m ³ /ha)
1	荒地林	2.15.16	Rio. Cano Rey	53	20	11	25 (27)	32.98	39.30	165	190 (192)	72.28	Cerillo, Sande
2	小起伏丘陵林	2.28	Qda. El Mango	51	22	15	21 (21)	30.50	85.90	385	406 (406)	116.40	Velario, Ollito, Gusabo
3	"	3.1.2	Qda. Felix	53	25	16	46 (47)	80.56	77.65	395	441 (442)	158.21	Coca, Cucuacillo, Velario
4	"	3.2.3	Qda. Julian	52	26	14	20 (20)	30.60	69.50	385	405 (405)	100.10	Cigarrillo, Chutra
5	"	3.4	La Cardilera	59	21	12	43 (44)	82.34	44.75	325	368 (369)	127.09	Guaragua, Cuaiao
6	"	3.7.8	Cerro Los Calderos	61	22	13	39 (39)	79.63	46.15	295	324 (334)	125.78	Velario, Pata de Venado, Coca
7	"	2.25.26	Qda. El Duenda	52	24	15	45 (45)	70.94	48.55	325	370 (370)	119.49	Velario, Mollejo, Manteguero, María
8	平地林	2.26	Qda. Guarino	51	16	9	46 (59)	61.13	17.60	80	126 (139)	78.73	Guabo, Cerillo, Bateo, Velario
9	大起伏丘陵林	2.28.3.1	Qda. San Lucas	50	19	11	78 (91)	99.69	38.55	240	318 (331)	138.24	Olivo, Velario
10	"	3.2	Serrania de Lajas	51	18	10	56 (60)	62.98	31.00	195	251 (255)	93.98	Polito de Agua, Chumico, Caucho, Laurel
11	"	3.3	Qda. Talu	57	20	13	44 (55)	90.27	63.05	405	449 (460)	153.32	Sande, Caraña, Cucuacillo
12	"	3.7	Qda. Pasa Carnal	48	19	10	39 (39)	41.08	58.80	460	499 (499)	99.88	Cafecillo, Cucuacillo, Corocillo
13	"	3.8	Qda. Las Lajas	58	20	12	49 (50)	95.49	45.80	280	339 (340)	141.29	Velario, Yayo, Sande, Maya
平均				53	21	12	42 (46)	66.01	51.30	305	347 (351)	117.31	
14	二次林	3.9	La Cardilera	47	19	9	45	39.48	47.80	383	438	87.28	Cucuacillo, Jaguillo, Cacao Pata de Venado

(注) 立木本数は利用材積表に計上される利用高5m以上ある立木数。()内は総本数。利用材積は1971年FAO作成の利用材積表による暫定値。胸高直径(dbh)の測定は2cm括約。

② 林相別立木本数及び利用材積

表 1-8 林相別林況一覧表

林 相	プロットNo.	d b h 40 cm 以上						dbh 10~38 cm		合 計	
		\bar{D}	\bar{H}	\bar{C}	\bar{B}	N	V	N	V	N	V
		cm	m	m	m	本/ha	m ³ /ha	本/ha	m ³ /ha	本/ha	m ³ /ha
大起伏丘陵林	9.10.11. 12.13	53	19	11	0.7	53 (59)	77.90	318	47.44	371 (377)	125.34
小起伏丘陵林	2.3.4.5.6. 7	55	23	14	0.8	36 (36)	62.43	352	62.08	388 (388)	124.51
平地林 及び湿地林	1.8	52	18	10	0.9	36 (43)	47.06	123	28.45	158 (166)	75.51
平 均		53	21	12	0.8	42 (46)	66.01	305	51.30	347 (351)	117.31

(注) 林相別数値はプロットの単純平均。 \bar{D} :平均胸高直径, \bar{H} :平均全樹高, \bar{C} :平均枝下高,
 \bar{B} :平均板根高, N:枝下高が5m以上の立木本数, ()内は同5m以下のものも含む総
 本数, V:利用材積。

林相別すなわち大起伏丘陵林, 小起伏丘陵林, 平地林別に林況をおおまかに比較すると, 胸高直径40cm以上の大径木の木数, 材積ともに大起伏丘陵林が他の2林相より大きい, 大径木そのものの直径及び樹高は, 小起伏丘陵林の方が大きいことがうかがえる。また, 胸高直径10~38cmの小径木の木数は小起伏丘陵に多く, 総材積では大起伏, 小起伏丘陵林とも大差がなくなっている。平地林は板根の高さが平均的に高い傾向があるが, 立木本数, 材積ともに他の林相よりかなり低い値となっている。

③ 出現樹種について

この標準地調査で出現した樹種は, 判明したもので約140種に及ぶ。森林本格調査により出現したのも加えると200種を越えた。それらの地方名, 学名は, 後の森林本格調査結果と併せて表1-18*に示す。この内, プロット別にみて比較的多く出現するのは, 表1-7の末尾に示したような樹種で, 全体的には Velario, Cucuacillo, Sande といった樹種がよく出現する。

(地方名)	(学名)
Velario	Virola spp.
Cucuacillo	Poulsenia armata
Sande	Brosimum spp.

林相別にみた出現樹種は, この予備調査だけではまだ言及できないので, 森林本格調査によって, 林相あるいは林型別にその何らかの出現傾向を把握することとした。

(b) 標本調査法の現地検討

前述の現地踏査及び標準地調査の結果から, 森林本格調査における標本調査の方法(抽出法, プロットの形状, プロット面積及び標本数)について以下のような検討を行なった。

① 標本抽出法

新規撮影の航空写真(縮尺1:20,000)を利用すれば, かなり高精度の層化が可能

であること、調査対象地域の大部分は未開で広大な奥地林であり、広範な現地調査はきわめて困難であること等から、本格調査にあたっての標本抽出法は単純無作為抽出法でなく、基本的には層化無作為抽出法を採用するのが妥当と考えた。しかし、前述のような地域であるため、その抽出に際しては作業効率や安全性等も十分考慮されねばならない。

② プロットの形状

当地域の地形は起伏が激しく、水系の入り乱れた複雑な波状地形を呈しているため、調査プロットまでのアプローチやプロットの現地確認がかなり困難である。従って、次のことが言える。

㊦ 明瞭地点からプロットまでの測線が必要であり、このための作業にかなりの労力と時間を必要とする。

㊧ 急傾斜地においてプロットの設定を効率的かつ適確に行うことが必要である。

このため、プロットの形状は、明瞭点からの測線に沿った带状プロットを設定するのがよいと考えた。(図1-5参照)

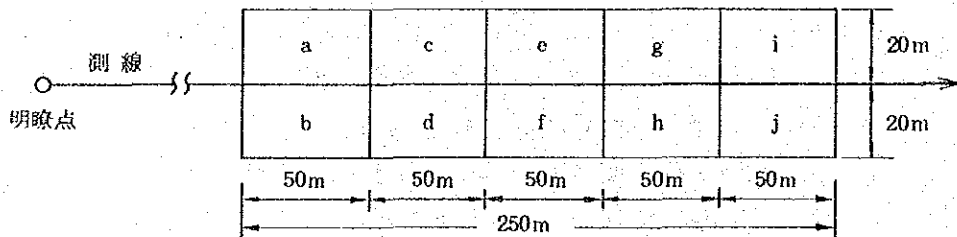


図1-5 プロットの形状

③ プロット面積

この予備調査では面積1 haのプロット調査を行なったが、その材積(胸高直径40 cm以上の立木材積)について、1 haの場合、0.5 haの場合及び0.4 haの場合に分けてその精度を分析し、本格調査にどのプロット面積を採用すべきかを調べた。

表1-9 プロット面積別精度分析表

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

(注) 抽出標本数は仮に単純無作為抽出法により、信頼度95%、誤差率15%を想定した数値である。

この結果、材積における変動係数は1 haのプロットの方が0.5 ha、0.4 haのプロットよりも小さい値を示し、そのため抽出標本数も少なく済む。1 haプロット

トの調査は1点あたりの作業量は大きくなるが、当地域のようにプロットまでのアプローチに工程がかかる場合には、標本数の少ない1haのプロットの方が精度上からいっても作業効率上からいっても良いと言える。

④ 標本数

13点のプロット調査結果により、森林本格調査に必要な標本数を信頼度95%、誤差率15%を想定し、単純無作為抽出法と層化無作為抽出法によって試算すると次のようになる。

㉑ 単純無作為抽出法

$$n = \left(\frac{tC}{E}\right)^2 = \left(\frac{2 \times 0.38}{0.15}\right)^2 = 25.67 \approx 26$$

抽出標本数 : n
信頼度係数 : $t = 2$
変動係数 : $C = 0.38$
推定誤差 : $E = 0.15$

㉒ 層化無作為抽出法

前述の林相区分における大起伏丘陵林、小起伏丘陵林、平地林の3区分に13点を割振り、必要な標本数を試算すると、

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

$$= 24.62$$

$$= 25$$

抽出標本数 : n			
信頼度係数 : $t = 2$			
推定誤差率 : $E = 0.15$			
プロット面積 : $S = 1.0$ ha			
天然林総面積 : $N = 36,381$ ha (縮尺1:60,000航空写真判読による天然林3林相の面積合計)			
層別面積 : N_i	10,997 ha	24,826 ha	558 ha
層別平均材積 : \bar{x}_i	79.90 m ³ /ha	62.43 m ³ /ha	47.06 m ³ /ha
層別変動係数 : C_i	0.32	0.40	0.42

以上の抽出標本数の比較においても、わずかではあるが層化無作為抽出法が良いと言える。この予備調査結果による試算では25点となったが、本格調査における抽出標本数は、その計算に大きなウェイトを占める層別の変動係数に安全率を見込んでおく必要がある。

前記の層別変動係数にそれぞれ20%の安全率を見込んで試算すれば、

C_i :	大起伏丘陵林	小起伏丘陵林	平地林
	0.384	0.480	0.504

$$n = 35.35$$

$$\approx 36$$

すなわち、本格調査では層化無作為抽出法により信頼度 95 %，推定誤差率 15 % で総蓄積を推定するものとするれば，少なくとも 36 点は標本調査する必要がある。更にこの標本数は本格調査の際にその一部の結果を加味して，その妥当性を現地検討することが必要である。

(c) 調査事項の検討

プロット調査における主な調査事項について RENARE と打合わせを行ない，この結果に基づき予備調査を実施したが，本格調査でもこの方法を用いることを考えた。

① 樹種判定

樹種判定は，調査木すべてについて地方名で判定し，後に可能な限り学名に変換することとした。

② 樹高の測定

高さに関する測定は，全樹高，利用樹高（枝下高），板根高について行ない，その区別は図 1-6 のとおりである。また，それぞれの測定単位は全樹高，利用樹高は 1 m 単位，板根高はデシメートルとした。

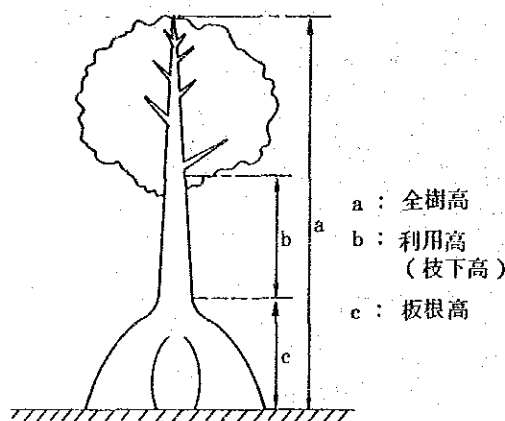


図 1-6 樹高測定区分

③ 胸高直径の測定

胸高直径の測定位置は，板根のあるなしにより図 1-7 のような位置で測定した。測定単位は 2 cm 括約とした。

パナマ国では，通常胸高直径 40 cm 以上の立木を伐採対象としているので，前記の標準地調査では主に胸高直径 40 cm 以上の立木に注目したが，今後の開発計画策定の際には，近い将来伐採対象の可能性もある胸高直径 30 cm 以上の立木も精査しておく必要がある。

このため，本格調査ではそれぞれのプロットにおいて，胸高直径 30 cm 以上の立木について毎木調査を行なうこととした。胸高直径 10 cm ~ 28 cm の立木については，予備調査と同様に 1 ha プロット内の 0.1 ha のブロックを 2 個，0.2 ha について毎木調査し，推計する方法を考えた。

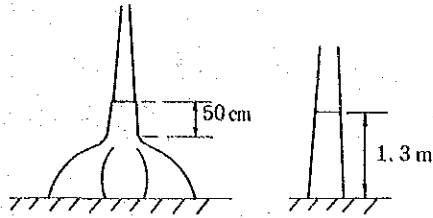
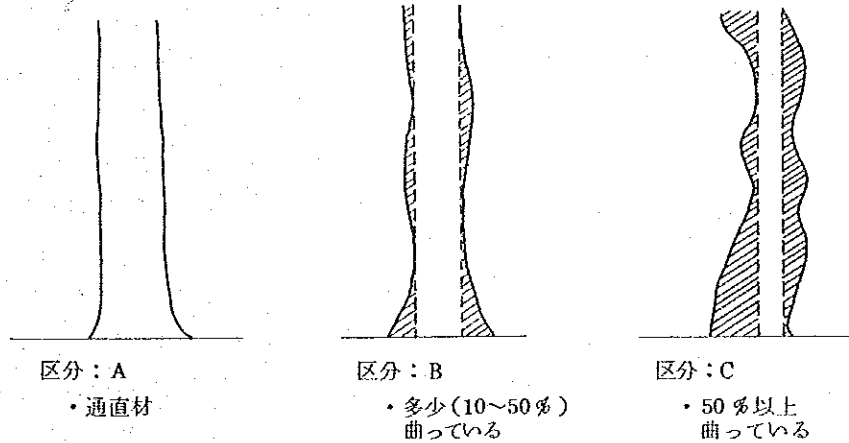


図 1-7 胸高直径測定位置

④ 立木の形質判定

RENAREでは、立木の細かい形質判定は実施しておらず、樹幹の通直度でおおまかな3区分の樹形区分を行なっている。RENAREとの協議により、この樹形区分に簡単な3区分の形質区分を加味して形質判定することとした。その判定基準を図示すれば、図1-8のとおりである。

<樹形区分>



<形質区分>

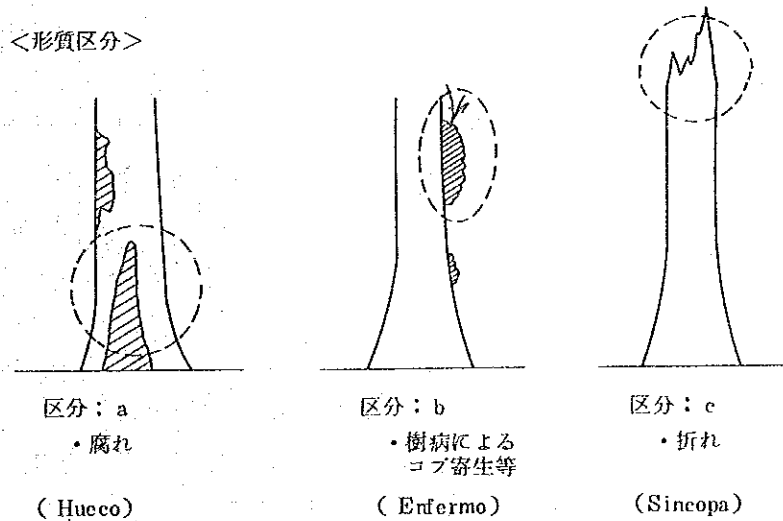


図 1-8 形質判定基準

(d) 工程調査

① 予備調査におけるプロット調査の工程

森林本格調査における標本プロット調査の設計のため、プロット調査の工程を調べた。

調査対象地域内には自動車道はほとんどなく、地域内の移動はボートか徒歩、もしくはヘリコプターによらざるを得ない。従って、予備調査の現地調査はミゲールにベースキャンプを設け、ここから調査プロットまでのアプローチは、ボートと徒歩によった。プロット調査の作業を大別すれば、以下のとおりである。

- ㉑ ベースキャンプ ↔ 降船地点……………ボート
- ㉒ 降船地点 ←————→ S.P.(測量線伐開開始点：明瞭点)……………徒歩
- ㉓ S.P. ←————→ B.P.(プロット調査開始点)……………伐開，測量
- ㉔ プロットの設定……………伐開，測量
- ㉕ プロット内の測樹

これらの作業の内、上記㉓、㉔、㉕の工程をプロット毎にまとめれば、表1-10のとおりであった。これによれば、プロット調査に要する時間（S.P.までのアプローチ除く）は、測線の伐開測量距離及び調査メンバーの構成にもよるが、延時間で4～10

表1-10 プロット調査所要時間

区分 プロットNo.	S. P. ↔ B. P. (片道は伐開、 測量)			プロット調査						調査メンバー			
	距離	時間	計	プロットの 大きさ (ha)	プロット 設定 (分)	測			樹 林相、地況	団員 (人)	カウン ター パート (人)	作業 員 (人)	計 (人)
						対象木 dbh	本数 (本)	時間 (分)					
①	100	50(分) 20	70	1.0	95	30 cm以上	82	204	低地林 (湿地林)	2	2	5	9
2	100	35	35	1.0	105	〃	144	168	丘陵林 (小起伏)	2	2	5	9
3	100	30	30	1.0	140	〃	173	162	〃	2	2	5	9
4	100	25	25	1.0	100	40 cm以上	101	138	〃	2	1	5	8
⑤	100	15 10	25	1.0	180	〃	113	252	〃	2	2	5	9
⑥	100	55 40	95	1.0	120	〃	114	192	〃	2	1	5	8
⑦	40	15 10	25	1.0	120	〃	117	132	〃	2	2	4	8
⑧	220	15 10	25	1.0	85	〃	96	108	低地林 (平地林)	2	2	4	8
⑨	60	10 10	20	1.0	290	〃	146	324	山地林 (大起伏)	2	2	4	8
10	45	10	10	1.0	220	〃	110	246	〃	1	2	4	7
11	60	10	10	1.0	165	〃	131	204	〃	1	2	5	8
12	20	10	10	1.0	135	〃	146	168	〃	1	2	5	8
13	—	—	—	1.0	165	〃	119	204	〃	1	2	5	8
14	—	—	—	0.4	40	10cm以上	206	186	丘陵林 (小起伏)	3	4	9	16

(注) ○印は2日にわたって調査したプロット

時間となる。これをプロット調査において、1パーティーの中でプロット設定と測樹を可能な限り並行すれば、3～6時間かかることになる。これにアプローチの時間を加味すれば、予備調査のようなアプローチの短い場合でも、平均してほぼ1日の工程がかかることが把握できた。

② 本格調査におけるプロット調査の工程予測

本格調査では予備調査よりも奥地の調査が必要となることから、ベースキャンプをグアシモに設置し、更に奥地の主要な箇所に進歩キャンプを設け、ベースキャンプ及び進歩キャンプからプロット地点にアプローチすることを考えた。また、調査メンバーの構成は基本的に、1パーティー8名（伐開測量一技師1，作業員3，測樹一技師2，作業員2）として考えた。このような条件のもとで、プロット調査の工程に、ベースキャンプと進歩キャンプの間の移動、キャンプの設営等も加味すると、本格調査でのプロット調査には1プロット平均1.5～2日はかかると予想された。

d. 調査員のトレーニング

プロット調査の内容、方法を調査員及び作業員に熟知させ、調査の円滑化を図るため、プロット調査の実施にあたり、またその調査中も含め、そのトレーニングを実施した。更に、調査期間中この調査技術に関する技師間の意見の交換、技術の移転に努めた。

e. RENAREとの協議

予備調査の現地調査期間中、主なもので5回にわたるRENAREとの協議で、

- 予備調査の内容及び方法の説明、検討
- 予備調査結果の中間報告
- 本格調査の内容及び方法の検討等

が行なわれ、最終的に前述のような本格調査に向けての現地検討事項が、日本調査団とRENARE両者によって確認された。

1-4-2 林相図の作成

（林相区分及び土地利用現況区分）

ここで言う林相図とは、調査対象地域全域（面積約15万ha）の林相・林型区分及び土地利用区分の現況を示すもので、当地域の森林開発計画の策定の要として使用されるものである。この作成方法と作成結果を以下に述べる。

1-4-2-1 事業区、林班の区分

a. 区分方法及び区分基準

林相図作成にあたり、まず林相・林型区分及び土地利用現況区分を取りまとめるための一つの集計単位として、また、今後の地域の開発計画を策定する上での取扱いのための単位として、更に将来の流域管理計画における管理の単位として、調査対象地域全域の事業区及び林班の区分、設定を行なった。これらの区分は、今回作成した森林基本図（縮尺1：20,000）を利用して、できる限り明瞭な稜線、河川によって一つの流域として取らえるよう努めた。すなわち、カリブ海に直接注ぐ主要河川の流域を第1流域と考え、順次その支流の発達に応じ、第2，第3，第4流域とする流域区分をベース

に、事業区及び林班の基本的な面積を加味して区分した。尚、今回は集計の便宜上、事業区の下に亜事業区を設けた。

これらの区分の基本的な基準は表1-11のとおりで、予備調査におけるRENAREとの現地協議で、この区分基準及び後述する区分結果が了承された。

表1-11 事業区・林班区分基準

区 分	面 積 (ha)	流 域	主 要 河 川 名
事 業 区	50,000	主要第1流域	Río Indio, Río Miguel de La Borda Río Coclé del Norte, Río Caimito
亜事業区	地域的な まとまり 重視	主要第2流域及び主要第 1流域の上, 中, 下流区 分	Río el Jobo, Río Góbea, Río Caño Rey Río Jobo, Río Caño Sucio, Río Cano Río Aguacate, Río Cuatro Calles, Río Toabré, Río Cuteva Río Coclesito等
林 班	1,000	小面積の第1, 第2流域 及び第3流域以下	

b. 区分結果

この結果、表1-12のとおり、調査対象地域全域を事業区4、亜事業区13、林班184に区分し、それぞれ便宜上の番号をその流域毎に右まわりに付していった。調査対象地域の周開境いは流域とはほとんど関係なしに設定されているため、その周辺部でかなり小面積な区分ができ、前記の区分基準面積に比して事業区面積にばらつきが生じるとともに林班面積も小さくなった。

表1-12 事業区・林班区分結果の概要

事 業 区			亜 事 業 区		林 班	
No.	流 域 名	面 積 (ha)	亜事業区数	平均面積 (ha)	林 班 数	平均面積 (ha)
1	Río Indio	12,983	2	6,492	20	649
2	Río Miguel de La Borda	55,442	4	13,861	66	840
3	Río Coclé del Norte	71,518	6	11,920	82	872
4	Río Caimito	13,435	1	13,435	16	840
合 計		153,378	13	11,798	184	833

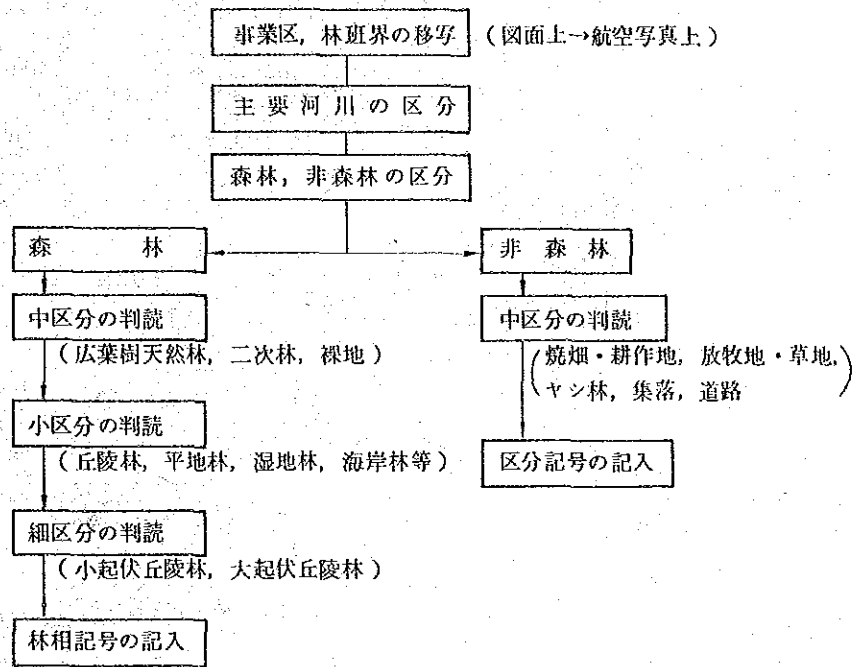
ここで、インテンシブ・エリアは、第2事業区の内58林班と第3事業区の内1林班の合計59の林班(面積50,119 ha)からなる。

以上の区分結果の詳細は、第II部 表1-50、別添「森林調査簿」及び付図「土地利用計画図」等を参照されたい。

1-4-2-2 林相及び土地利用現況の判読・区分

森林予備調査における現地検討によって確定された表1-5の基準に従い、新規撮影の航空写真による判読(実体視)によって、調査対象地域全域の林相区分を行なうと共に、併せて土地利用現況区分も行なった。区分の最小面積は広葉樹天然林は、

16 ha (写真上 2 cm × 2 cm), それ以外は 4 ha (写真上 1 cm × 1 cm) を標準とした。
 また、この作業は望遠鏡 (× 3) 付き立体鏡を用いて行ない、その手順は次によ
 った。



1-4-2-3 林型の判読・区分

前記により区分された広葉樹天然林について、更に、表 1-6 の林型区分基準表に従って、林型区分を行なった。樹高区分は、密着写真毎、林相毎に適宜選んだサンプル木の視差測定桿による樹高測定と区分内の上層木平均樹高との比較判読により行なった。樹冠疎密度の判定は、その区分内の上層木が占める面積率によって行なった。そして、区分毎にこれら樹高階と樹冠疎密度階の記号を組合わせて記入した。

このように最終的に区分された林相・林型区分及び土地利用現況区分のおおのを今回の調査では小班と呼ぶことにした。

1-4-2-4 林相図の作成

航空写真上の林相・林型区分及び土地利用現況区分を、事業区及び林班界の記入されている森林基本図 (縮尺 1 : 20,000) 上に移写し、更に、事業区、林班番号、小班番号、小班毎の区分記号を付して、林相図の原稿図を作成した。

この原稿図を後述する森林本格調査における現地点検によって、その区分線や区分記号を点検、修正した上、これを森林基本図の第 2 原図 (ポリエステルベース) にトレースし、凡例や注記等を施し、林相図を作成した。

この林相図の一部を見本として図 1-9 に示すが、全体的な作成成果については、別添の林相図を参照されたい。

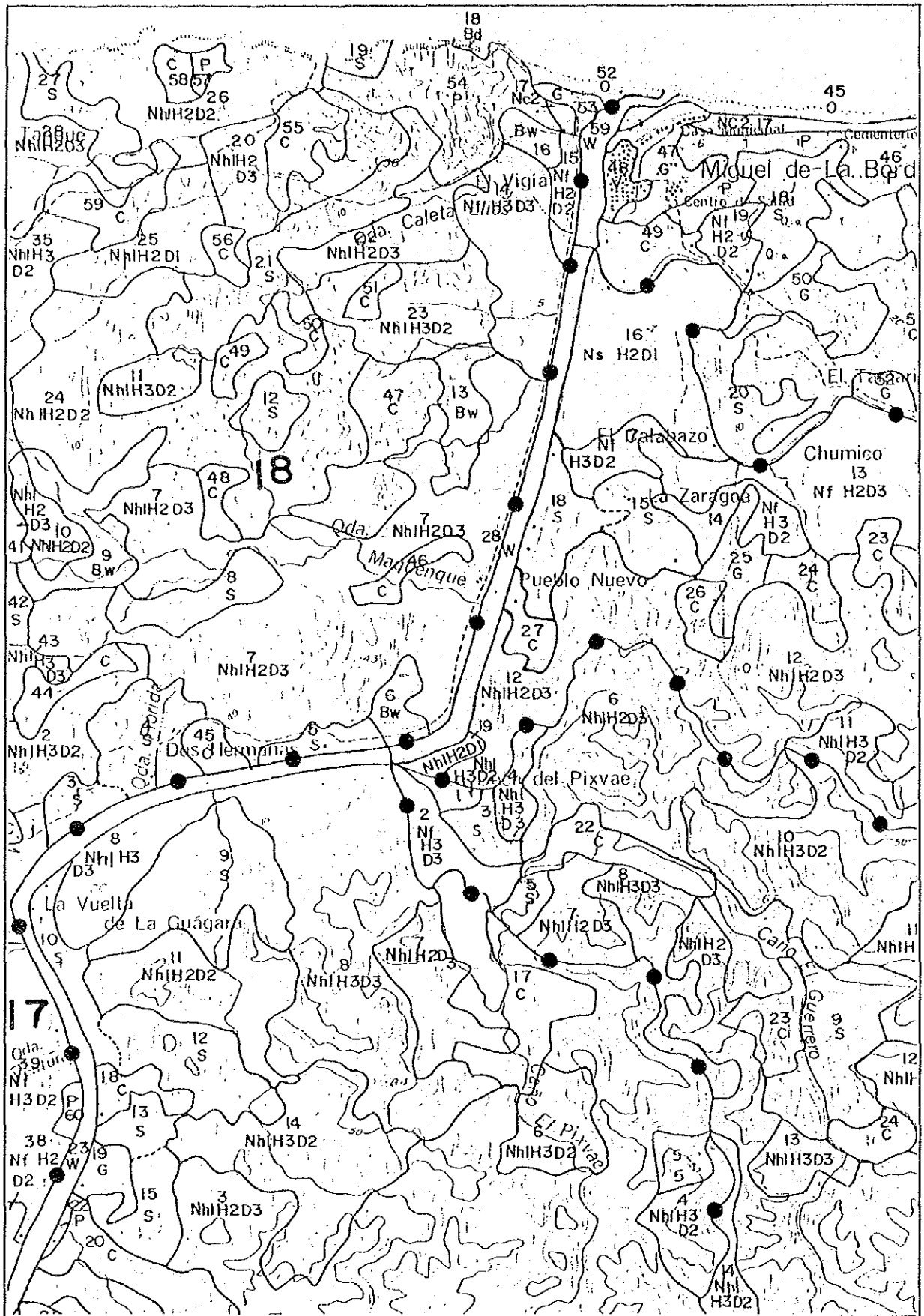


図1-9 林相図(一部見本)

縮尺1:20,000

(注) 記号については表1-5及び表1-6参照。

1-4-3 面積測定

林相図上で点格子板を用いて小班別に面積を測定し、これらを事業区、林班毎に集計し、面積一覧表を作成した。

これに、森林本格調査における林相図の現地点検による修正を加え、小班毎の正しい面積を、その所属事業区、亜事業区、林班及びその林相・林型区分、あるいは土地利用現況区分の種別とともに、コンピュータにデータ・ファイルした。これは、この小班毎の面積データに、後の森林本格調査のプロット調査結果から得られる蓄積データを加え、最終的に小班の位置、面積、区分種別、林地であればその蓄積が同時に分かるような森林調査簿をコンピュータにより一挙に作成するためである。

また、前述の小班毎の面積一覧表より、インテンシブ・エリアの天然林について、林相・林型別面積を集計し、森林本格調査における標本プロットのサンプリング設計に役立てた。

1-4-4 森林本格調査（標本調査）

前述の森林予備調査の結果や林相図等を用いて、調査対象地域の森林資源の賦存状況を標本調査によって本格的に調査することを、ここでは森林予備調査に対して森林本格調査と呼ぶことにする。その内容を大別すれば、①サンプリング設計、②現地プロット調査、③プロット調査結果の取りまとめ、④総蓄積の推定、⑤林分材積判定基準表の作成に分けられる。

1-4-4-1 サンプリング設計

a. 総蓄積推定のための標本抽出法

森林予備調査の結果より、インテンシブ・エリアの広葉樹天然林の総蓄積を推定する標本調査法は次のように検討され、本格調査においてこの方法を採用することとした。

(a) 目標精度

胸高直径 30 cm 以上の立木の利用材積については、信頼度 95 % で誤差率 15 % 以内。

(b) 標本抽出法

層化無作為抽出法。層化は林相による。（大起伏丘陵林、小起伏丘陵林、平地林及び湿地林）

(c) 標本点数

最少 36 点

(d) 標本プロットの形状と面積

带状プロット，1 ha (40 m × 250 m)

ここで、森林予備調査時点では、標本数の計算のもととなる天然林面積は、縮尺 1 : 60,000 の航空写真による判読により、小起伏丘陵林 24,826 ha、大起伏丘陵林 10,997 ha、平地林 558 ha、合計 36,381 ha であった。しかし、このサンプリング設計の時点では、縮尺 1 : 20,000 林相図の原稿による面積測定が終っていたので、その現地点検修正前の暫定値（それぞれ 27,542 ha、10,392.1 ha、409.4 ha 合計 38,343.7 ha）を用いて標本点数を再計算すると、35.97 約 36 点となり、予

備調査結果 (35.35) と変わりなかった。尚、層化において、平地林と湿地林はきわめて小面積のため、統計処理上一つの層として取扱った。

b. 標本の割当て

(a) 林相別の標本の割当て

層化無作為抽出法における標本の最適割当ての計算式は次のとおりである。

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

ただし、 n_i : 層別標本数

N_i : 層別面積 / プロット面積 (プロット面積 : 1 ha)

S_i : 層別の ha 当り材積の標準偏差

S_1 (小起伏丘陵林) = 25.00

S_2 (大起伏丘陵林) = 25.08

S_3 (平地林及び湿地林) = 19.91

予備調査プロット調査結果、
胸高直径 40cm 以上の立木材積 (プロット平均) による。

n : 標本数合計

$$n = 36$$

これを計算すれば、表 1-13 の計算表のとおりとなる。

表 1-13 林相別の標本割当て計算表

層 (林層)	N_i	S_i	$N_i S_i$	$N_i S_i / \sum N_i S_i$	n_i
小起伏丘陵林	27,542	25.00	688,550.0	0.72	25.92
大起伏丘陵林	10,392	25.08	260,631.4	0.27	9.72
平地林及び湿地林	409	19.91	8,143.2	0.01	0.36
合計	38,343	-	957,324.6	1.00	36.00

従って、おのおのの層から少なくとも次の標本点数を抽出することとなった。

小起伏丘陵林 26 点

大起伏丘陵林 10 点

平地林及び湿地林 2 点 (それぞれの林相より 1 点ずつとして)

合計 38 点

(b) 林型別の標本の割当て

(a) で決定した林相別の標本点数を更に林型別の面積比により、林相・林型別の標本点数を割当てることとした。この結果は表 1-14 のとおりである。

表 1-14 林型別の標本割当て数

林相	林型	面積比	標本数	林相	林型	面積比	標本数		
小起伏丘陵林 (Nh ₁)	H ₄ D ₃	0.01	0.26 *	大起伏丘陵林 (Nh ₂)	H ₂ D ₃	0.26	2.6 (3)		
	H ₄ D ₂	0.01	0.26 *		H ₂ D ₂	0.06	0.6 (1)		
	H ₄ D ₁	0.00	0		H ₂ D ₁	0.01	0.1 *		
	H ₃ D ₃	0.19	4.94 (5)		H ₁ D ₃	0.00	0		
	H ₃ D ₂	0.34	8.84 (9)		H ₁ D ₂	0.00	0 *		
	H ₃ D ₁	0.00	0		計	100.00	(10)		
	H ₂ D ₃	0.37	9.62 (10)		平地林及び 湿地林	平地林 (Nf)	H ₃ D ₃	0.20	0.40 *
	H ₂ D ₂	0.06	1.56 (2)				H ₃ D ₂	0.30	0.60 *
	H ₂ D ₁	0.02	0.52 *				H ₂ D ₃	0.09	0.18 (1)
	H ₁ D ₃	0.00	0				H ₂ D ₂	0.20	0.40 *
H ₁ D ₂	0.00	0	H ₂ D ₁	0.06			0.12		
計	100.00	(26)	湿地林 (Ns)	H ₃ D ₂	0.08	0.16 (1)			
大起伏丘陵林 (Nh ₂)	H ₄ D ₃	0.03		0.3 *	H ₂ D ₁	0.07	0.14 *		
	H ₄ D ₂	0.01	0.1 *	計	100.00	(2)			
	H ₃ D ₃	0.30	3.0 (3)	合計		(38)			
	H ₃ D ₂	0.33	3.3 (3)						

(注)。() 数は抽出標本点数

*は標準地

c. 標本の配置

抽出された 38 点の標本を、インテンシブ・エリア内の該当の林相・林型に無作為に配置するため、次のような格子線による方法を行った。

(a) 格子線の設定

- インテンシブ・エリアの面積：約 50,000 ha
- その天然林面積：約 38,000 ha
- 抽出標本数：38 点

従って、標本抽出率が、天然林面積に対して少なくとも 5% 程度となるよう格子点を設定するためには、次式により天然林内に 760 点の格子点が落ちることが必要である。

$$\frac{n}{M} \times 100 = 5$$

ただし、n：標本点数
M：格子点数

すなわち、1つの格子内面積は、 $\frac{38,000 \text{ ha}}{760} = 50 \text{ ha}$ となり、少なくとも 707 m × 707 m の格子が必要となる。一方、既往の 1/5 万地形図には 1 km のグリッドが引かれており、森林基本図にもそのグリッドの位置が示されていることから、格子線間隔は 250 m の倍数とした方が後の無作為抽出にも便利である。このため、今回の格子線間隔は 750 m とした。

この場合の標本抽出率 (R) は、次式のように 5.6% であった。

$$M = \frac{380,000,000 \text{ m}^2}{750 \text{ m} \times 750 \text{ m}}$$

$$\approx 676$$

$$R = \frac{38}{676} \times 100$$

$$= 5.6$$

この格子線の設定方法は、先に作成した林相図（このサンプリング設計時点ではその原図）上に 250 m 刻みの格子線を引き、その 3 本目毎の格子線を利用した。

(b) 格子点の抽出

前述のように定められた林相・林型別の標本点数を満足させるため、インテンシブ・エリアの天然林内に落ちた格子点を、林相・林型別に格子点番号の若い順に（森林基本図 No. 2 の左上端を基点に南北方向を Y_i 、軸方向を X_j として $Y_i X_j$ の順）予め仕訳けしておいた。そして、林相・林型別に、乱数表を用いて無作為にその標本数に達するまで順次格子点を抽出していった。ここで、予備調査結果でも検討されたように、抽出格子点が極端な奥地であったり、単独して相当離れた位置にある場合は、現地におけるプロット調査の作業効率から言っても、作業の安全上から言っても問題があるため、そのような格子点は棄却し、他の格子点に振替えた。

d. 標準地の抽出

以上述べた標本点は、インテンシブ・エリア内の天然林の総蓄積を統計的に推定するため用いられる。また、一方では林相・林型毎の平均蓄積を把握して、林分材積判定基準表を作成し、小班毎の蓄積をまとめた森林調査簿を作成するためにも用いられる。林分材積判定基準表の作成には林相・林型区分毎にできるだけ多くのプロットが必要であるが、前掲の表 1-14 に見られるように標本点だけでは出現する林相・林型が満たされない。従って、別途標準地調査によりこれを補う必要が生じた。しかしながら、調査期間の制約もあり、当地域に出現する林相・林型区分毎に少なくとも 1 プロットの標本点あるいは標準地が落ちるように、表 1-14 に * 印で示す区分からそれぞれ 1 点ずつ、合計 11 点の標準地を抽出した。

この標準地の位置は、該当の林相・林型区分内に落ちる格子点を用いるようにした。また、標準地の面積及び形状は、標本点と同様に 1 ha の帯状プロット（40 m × 250 m）とした。

これら天然林の標準地とは別に、二次林の林相状況を把握するため、面積 0.4 ha（40 m × 100 m）の二次林標準地を現地においてその代表的な 6 点を抽出することとした。

以上のように抽出された標本点は 38 点、天然林の標準地は 11 点、二次林の標準地は 6 点、合計 55 点となった。これらのプロット位置を図 1-10 に示す。

e. 現地プロット調査の計画

これらのプロット調査を現地で円滑に実施するため、事前に、それぞれの抽出格子点を基点とする調査プロットと、そのプロットへのアプローチのための明瞭点及び降船地点等を航空写真及び林相図の上に記し、明瞭点からプロットまでの測量線の方向及び距離を計測しておいた。

また、現地でのプロット調査のベースキャンプとして、グアシモに高床式木造住宅を本格調査前に建設した。このほか、前進キャンプとして次の 4 カ所を選んだが、これらは幕営あるいは民家の借上げによった。

第 1 前進キャンプ：Miguel de La Borda

第 2 “ “ “ “ : Nuevo San Juan

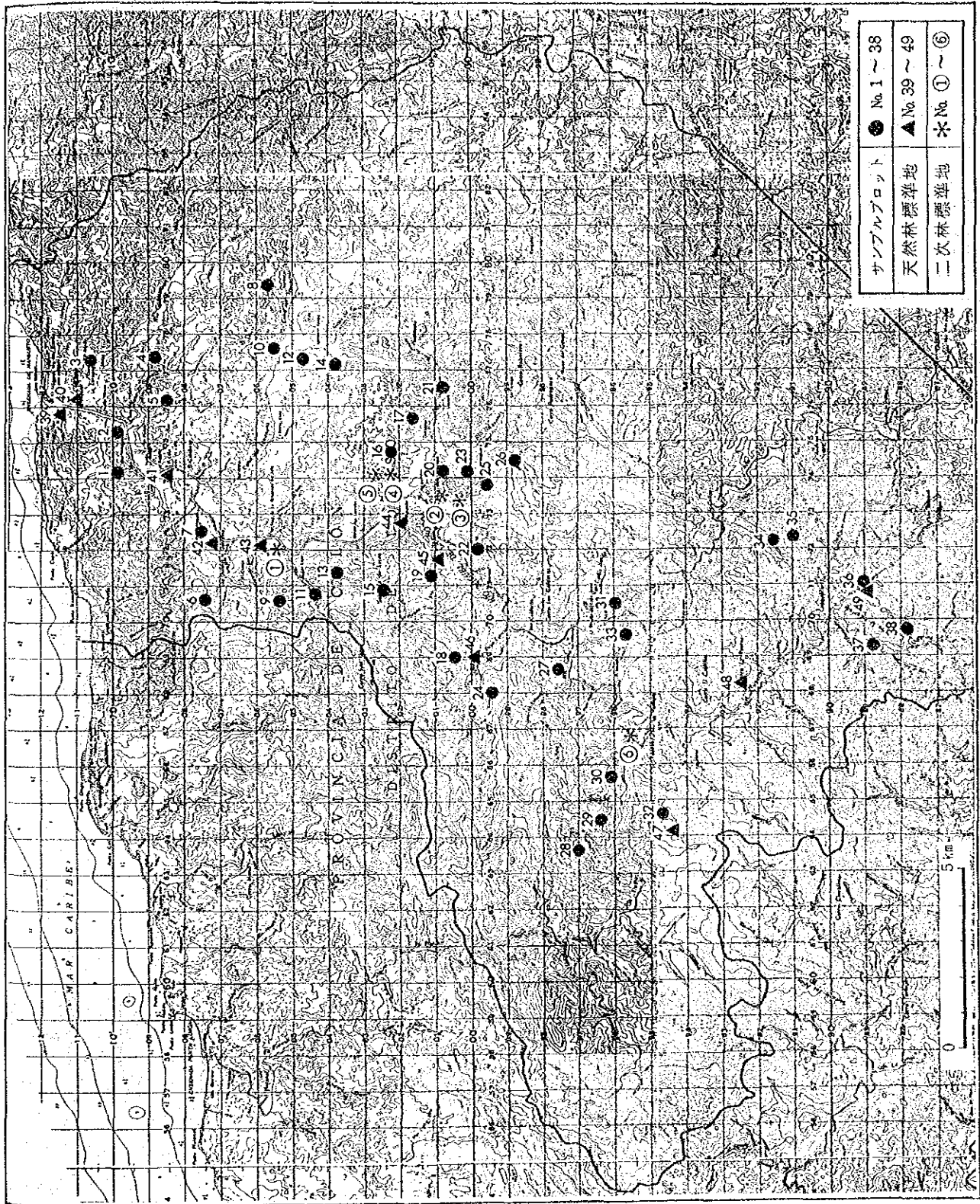


図1-10 プロット位置図

- 第3 // : La Nueva Concepción (現地調査では第4キャンプにより代用)
- 第4 // : Villa del Carmen
- 第5 // : Verolisal

パナマ市よりベースキャンプへの輸送は、リオ・インディオからの海路とパナマ市からのヘリコプターによる空輸の両方を計画した。ベースキャンプよりおのおのの前進キャンプへの輸送は、第4、第5キャンプはヘリコプター、第1キャンプはボート、第2キャンプは両者併用によることを計画した。これら現地でのプロット調査の進め方を模式的に図示すれば、図1-11のようになる。

プロット調査の日程は、予備調査の工程調査結果に基づき、プロット調査に3パーティー(1パーティー:日本人技師2名、パナマ人技師1名、現地雇傭作業員5名、合計8名)を当て、パナマ市とベースキャンプとの往復を含め合計45日間で行なうことを計画した。

1-4-4-2 現地プロット調査

a. 空中偵察及び現地踏査

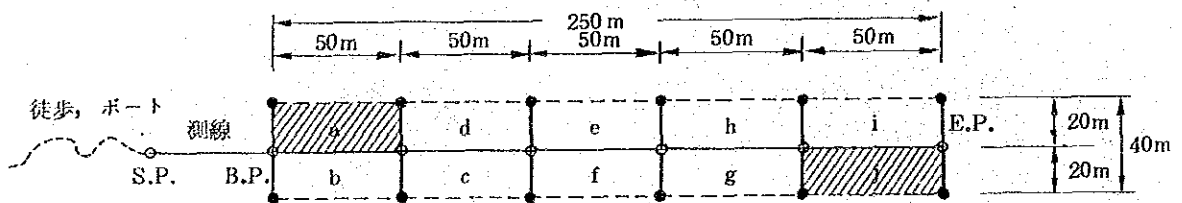
現地でのプロット調査を実施するにあたり、ヘリコプターにより、前進キャンプの具体的な設置箇所、現地作業員の雇傭可能性、プロット位置等の確認等のため、昭和59年1月19日及び同年3月20日の2回空中偵察を行なった。

尚、現地踏査は、プロット調査を実施しながらキャンプ地、プロット及びそのルートの周辺部において適宜実施し、林相・林型区分及び土地利用区分の点検・修正を行なった。

b. 標本調査

(a) サンプルプロットの現地設定

サンプリング設計によって計画された38点の標本点(以下サンプルプロットという)について、それぞれ計画どおりの測線の測量及び航空写真による位置確認によってサンプルプロットに到達した後、現地に1haの帯状プロットを設定した。サンプルプロットには、少なくとも次図に示す位置にはそれぞれの記号を記した杭を打った。また、表1-15のような測量野帳をつけ、後日サンプルプロットの追跡調査ができるようにしておいた。



- | | |
|-----------------------------|--------------|
| (注) S.P. : 進入のための明瞭点, 測線開始点 | ----- : 見透線 |
| B.P. : サンプルプロット開始点 | ○・● : 杭(大・小) |
| E.P. : " 終了点 | ▨ : 精密調査区 |
| ——— : 測量線 | a~j : ブロックNo |

図1-12 サンプルプロットの設定

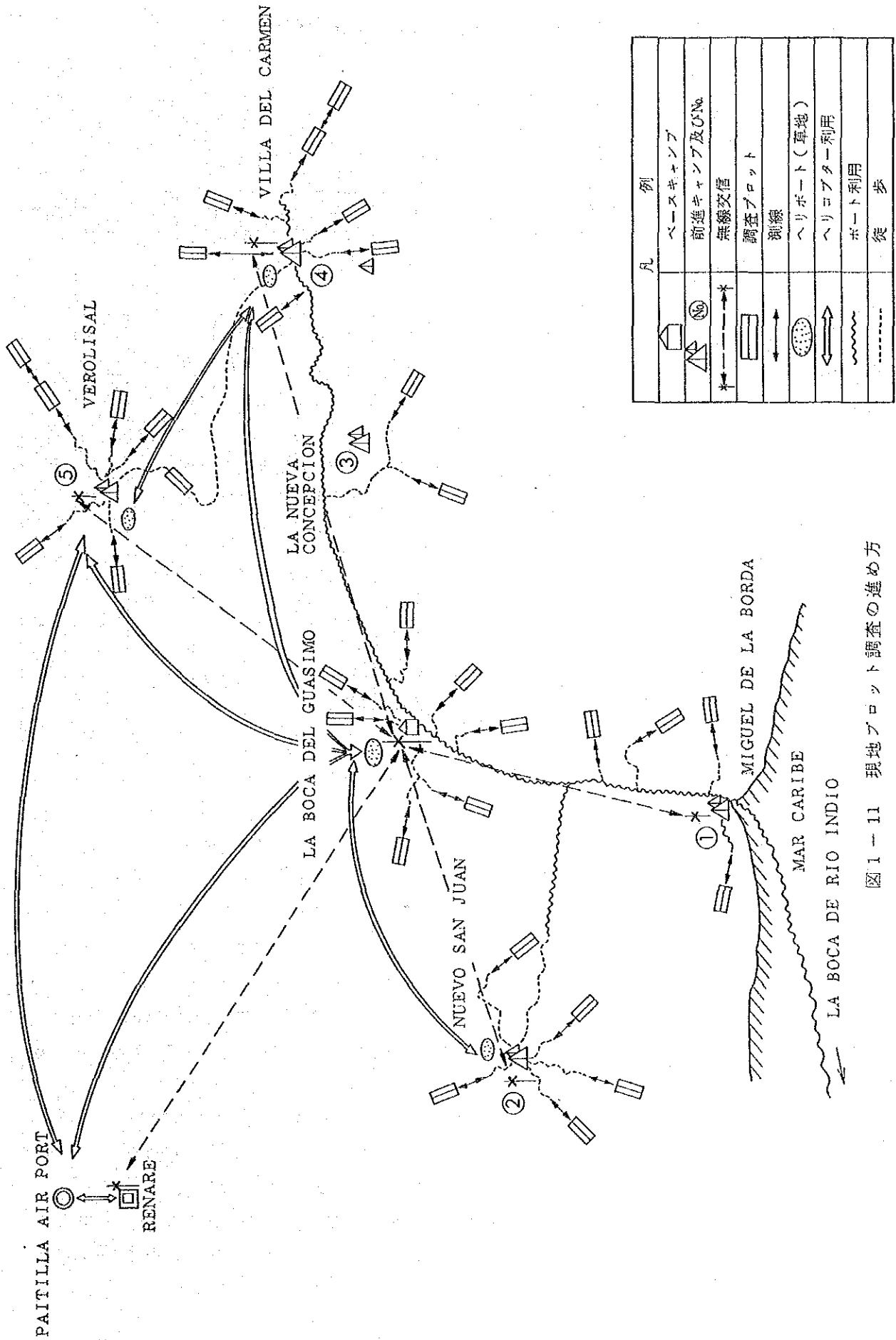


図1-11 現地プロット調査の進め方

- 上下層別：おのおのの立木が上層木か下層木かを周辺林相との比較により判定した。
- 樹種名：その立木の地方名を識別し、後に既往の樹木リストにより学名を調べた。
- 胸高直径：予備調査により定めた位置（通常の場合高さ 1.3 m）で、輪尺あるいは大木の場合は直径巻尺により 2 cm 括約で測定した。
- 板根高：板根の高さをボール又はブルーメライズにより dm 単位で測定した。
- 枝下高：板根の上から第一力枝までの利用樹高をブルーメライズにより m 単位で測定した。
- 全樹高：地上から梢端までの樹高をブルーメライズによって m 単位で測定した。
- 形質：予備調査で定めた樹形を中心とした形質区分に従って判定した。

単木毎の利用材積（枝下高に対する皮なしの幹材積）は、このプロット調査時点では、仮に F A O 作成による利用材積表（1971 年作成）によって求めておき、後に新たに作成された利用材積表により正值に置換えた。

立木本数については、精密調査区の 0.2 ha により胸高直径 10 m 以上の全立木本数を、また、全ブロック 1 ha により胸高直径 30 cm 以上の立木本数をそれぞれプロット毎に集計計算した。

尚、下層植生の概況は、後述するプロット毎の土壌調査に付随して把握することとした。

以上の調査事項を表 1-16 に示すようなプロット調査野帳のおのおのの欄に記載していった。プロット毎の調査結果の概要は、後述するプロット調査結果の取りまとめの項で説明することとする。

(c) サンプル設計の見直し

現地におけるプロット調査の途中段階で、当初のサンプリング設計が妥当であったか否かを点検した。すなわち、23 プロットの調査結果によって、層別の変動係数並びに標本点数を再計算した。その結果は表 1-17 のとおり、当初設計の抽出標本点数 38 より下回る 35 点となり、当初のサンプリング設計は妥当であったと判断された。

c. 標準地調査

上記のサンプルプロットのほか、林分材積判定基準表作成のための天然林標準地を 11 点と、二次林の林況把握のための二次林標準地 6 点を現地に設定した。天然林標準地においては 1 ha の帯状プロットにより、サンプルプロットとまったく同様な事項、同様な方法によってプロット調査を行なった。また、二次林標準地においては、0.4 ha（40 m × 100 m）の矩形プロットを設定し、その内の 0.1 ha の精密調査区では胸高直径 4 cm 以上の立木、その他のブロックでは同 10 cm 以上の立木について、サンプルプロットと同様な事項、同様な方法によってプロット調査を行なった。

この標準地調査の結果についても、プロット調査結果の取りまとめの項で説明することとする。

表 1-16 プロット調査野帳

PLOT NO _____ S.P NO _____		LOCATION _____					
SURVEY DATE _____ 1984		AERIAL PHOT L _____ NO _____ ~ _____					
SURVEY TEAM A B C		GROUND PHOT A.B.C. NO _____ ~ _____					
DIRECTION OF SAMPLE LINE _____		(SKETCH)					
FOREST CONDITION		<p style="text-align: center;">250 m</p> <p style="text-align: center;">40 m</p> <p>SP: Starting pint of survey line BP: Begining pint of plot EP: End pint of plot D.B.H: Diameter breast height B.H: Buttress height T.H: Tree height C.H: Comerical height C.D: Crown density V : Volume</p>					
FOREST TYPE							
ITEMS	D.B.H ca MORE						
NUMBER OF TREES	tree /ha						
AVERAGE OF D.B.H	ca						
AVERAGE OF B.H	m						
AVERAGE OF T.H	m						
AVERAGE OF C.H	m						
AVERAGE OF C.D	%						
SITE	BLOCK			NO			
CONDITON	a b c d	e	f	g	h	i	j
TOPOGRAPHY							
DIRECTION							
SLOPE							

PLOT NO _____		SURVEY DATE _____ 1984										
BLOCK NO _____		GROUND PHOT NO _____										
NO	U	L	TREE NAME	D·B·H(cm)	B·H(m)	C·H(m)	T·H(m)	V (m ³)	QUALITY STEM			
									A	B	C	a
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
0												
TOTAL										(FORM)	(DEPLETION)	

表 1-17 サンプルリング設計の見直し (dbh 30 cm以上の立木について)

① 変動係数の計算 (サンプルプロット 20 点, 標準地 3 点, 合計 23 点のデータによる)

小起伏丘陵林 (Nh ₁)	
No.	x ₁ (V.m ³ /ha)
16	47
20	40
22	72
23	49
26	58
28	98
31	76
33	113
34	36
35	30
36	45
37	72
38	38
(10)	47
(11)	79
Σ	900

大起伏丘陵林 (Nh ₂)	
No.	x ₂ (V.m ³ /ha)
11	22
15	48
19	72
29	87
30	99
32	125
Σ	453

平地林, 湿林地 (Nf, Ns)	
No.	x ₃ (V.m ³ /ha)
(5)	12
21	20
Σ	32

(注)・林相別のプロット数のバランスを保つため, 標準地結果もこの計算に利用した。

No. はサンプルプロット番号

(No.) は標準地番号

・ x (材積) は, FAO作成の材積表による暫定値

区分	計算式	Nh ₁	Nh ₂	Nf・Ns
サンプル数	n _i	15	6	2
平均値	$\bar{x}_i = \frac{\sum x_i}{n_i}$	60.00	75.50	16.00
標準偏差	$S_i = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n_i}{n_i - 1}}$	24.2104	36.7845	5.6569
変動係数	$C_i = \frac{S_i}{\bar{x}_i}$	0.4035	0.4872	0.3536
設計時点の変動係数		(0.480)	(0.384)	(0.504)

(注) 設計時点は dbh 40 cm以上の立木材積のデータによる。

② サンプルプロット数の再計算

$$n_s = \left(\frac{t}{E} \right)^2 \cdot \frac{\sum N_i (\bar{x}_i C_i)^2}{(\sum N_i \bar{x}_i)^2} \cdot N$$

ただし, n_s: 抽出個数 (設計見直し後)

t: 信頼係数 2.0 (95%)

E: 推定誤差 0.15 (15%)

N_i: 層別面積 / 1プロット面積 (1プロット面積 1 ha)

\bar{x}_i : 層別のプロット平均材積推定値

C_i: 層別の変動係数推定値

N: 対象森林面積 / 1プロット面積 38343.7

Nh ₁	Nh ₂	Nf・Ns	Σ	N _i	\bar{x}_i	C _i	N _i ($\bar{x}_i C_i$) ²	N _i \bar{x}_i
27542.2	10392.1	409.4	38343.7	27542.2	60.00	0.4035	16143147.18	1652532
				10392.1	75.50	0.4872	14060856.61	784604
				409.4	16.00	0.3536	13091.45	6550
				Σ			30217095.24	2443686

従って, $n_s = \left(\frac{2}{0.15} \right)^2 \times \frac{30217095.24}{2443686} \times 38343.7 = 34.51$

故に, 当初設計時点の n_p = 38 に対し, 設計見直し後 n_s = 35 であり,

n_p > n_s となり, 当初設計は妥当であったと言える。

1-4-4-3 プロット調査結果の取りまとめ

a. 取りまとめ及び分析の方法

現地におけるプロット調査の結果（サンプルプロット 38 点と天然林標準地 11 点）の取りまとめ及びその分析は、より正確かつ効率的に行なうため、今回は図 1-13 のような手順でコンピュータを利用して行なった。

〔使用コンピュータ：日本データ・ゼネラル ECLIPSE MV/4000〕
〔使用言語：FORTRAN 77〕

また、二次林標準地調査についての取りまとめは、サンプルプロットとプロット面積が異なり同一に取扱えないこと、またプロット数も少ないことから、別途手計算によった。

b. 取りまとめ及び分析結果

この取りまとめ及び分析結果の詳細は、別添の「プロット調査野帳及びその分析計算結果」を参照されたい。ここでは、この結果の諸表をフローに従って示すにとどめる。

(Step 1) 樹種名コード表

下記の既往資料により、予備調査からのすべてのプロット調査において出現した全樹種を地方名のアルファベット順に整理し、その学名を付記した。この作成結果は、表 1-18* 「パナマ国ドノソ地区の樹種」のとおりである。

- 「パナマ共和国の 1000 樹種に対する樹木学マニュアル」(FAO 作成)
- 「パナマにおける主要な製材用樹種」(CETMA 作成, 205 樹種)
- 「パロ・コロラド島の植生」(Thomas B Croat, スタンフォード大学, 1978年)
- その他 RENARE 資料

尚、この表には、フローの Step 7 の前に入れるべき樹種毎の利用区分も同時に示してある。これは、現在パナマ国内で多く流通しているか否かによって、ドノソ地区の出現樹種を商業用樹種、商業可能樹種、その他の 3 区分に仕訳けたものである。当然これは木材市場の動きによって変わるものであるが、あくまで現時点の目安として使った。

(Step 2) プロット調査野帳のデータ・シート……………表 1-19*(一部見本)

(Step 3) 略

(Step 4) プロット調査野帳……………表 2-20*(#)

(Step 5) 略

(Step 6) プロット調査結果一覧表……………第 II 部表 2-2 のとおり。

ここで、林分材積の計算は、今回新たに作成した利用材積式による。

$$V = 0.019315 + 0.0000479896 D^2 H$$

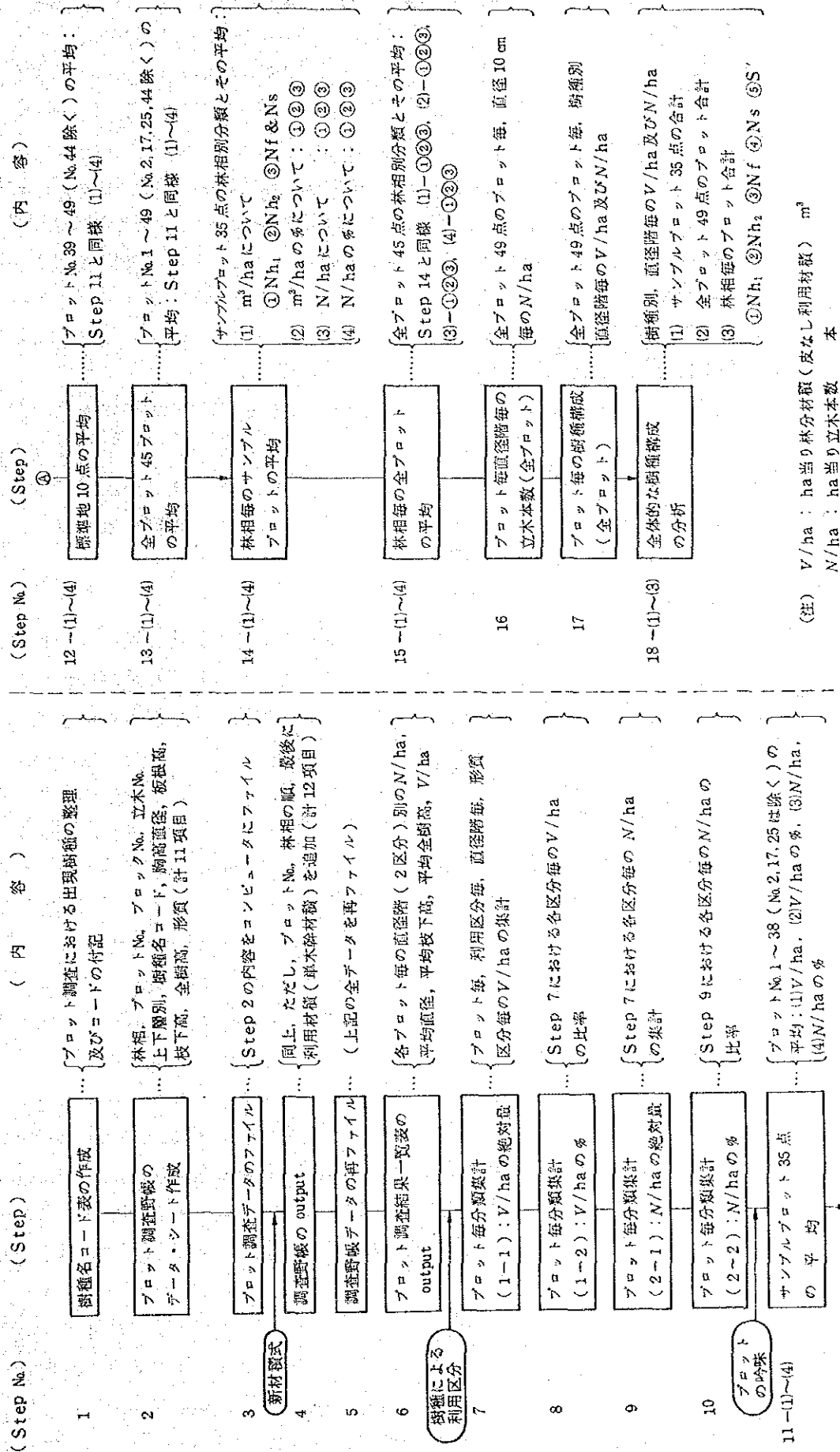
ただし V：枝下高に対する皮なし利用材積 (m³)

D：胸高直径 (皮付き) (cm)

H：枝下高 (板根高を除く) (m)

また、プロット No. 1 ~ No. 38 はサンプルプロットとして、プロット No. 39 ~ No. 49 は天然林標準地として調査したものを示す。

図 1-13 プロット調査結果の取りまとめ及び分析フロー



(注) V/ha : ha 当り林分材積 (皮なし利用材積) m³
N/ha : ha 当り立木本数 本