

第 4 章 基礎調査

第4章 基礎調査

4-1 社会経済条件調査

4-1-1 地域社会経済条件調査

インテンシブエリアの一般社会経済状況の把握を目的として、インテンシブエリア内に位置するカルダス州の9市（マニサレス、マンサナレス、ペンシルバニア、マルランダ、アグアダス、パコラ、サラミナ、アランサス、ネイラ）とCRAMSA（マニサレス、サラミナ、アランサス市保護地域自治組合）等を対象とし、地域における開発計画の有無、産業、経済、社会、インフラ等の現況について聴取調査を行った。調査結果は次のとおりである。

1) 地域開発計画

9市のうち半数の市は地域開発構想を持っているが、ほとんど具体化されていない。ペンシルバニア市には、SENA（国家訓練局）、DRI（地域総合開発）等と市の協力で作成した都市開発計画がある。その内容は侵食防止、飲料水の供給、道路網の開設と管理、教育、失業対策、消費者物価の調整、住居の改善、電力の普及、公園の建設などに関するもので一部はすでに実行されている。また、サラミナ市では、CRAMSAにより土地保全計画を作成中である。一般的に見てインテンシブエリア内における電気、水道の普及状況は良好であるが、道路事情は漸次改善されつつあるとはいえるものの、依然として劣悪である。このような実態から関係各市とも、道路、住宅などの各種インフラ整備を重点とした地域総合開発を要望しているが、資金不足などの経済面からこれらの開発は立ち遅れている。

2) 地域経済

土地所有は、一般に個人所有の形態である。ネイラ市では農民が経済的に苦しいので所有地を手放す傾向にあり、このため土地所有の集中化が始まっているといわれている。インテンシブエリア内の大部分の住民の収入源は農業、牧畜のみで、収入水準は中から低位に置かれている。一方、現在の最低労働賃金は月額43,200ペソ/人（1990.3）で、1年前の32,560ペソ/人（1989.3）に比べ32.6%上昇しているのに対し、ペンシルバニア市のスーパーマーケットにおける1990年2月から1990年8月迄の6ヵ月間の食料品価格の上昇率は17.1%（年率換算37.1%）を示し、生活が苦しくなる傾向が見られる。人口動態に関しては、農村部の若年層が雇用と教育を求めてボゴ

タ市やマニサレス市などの都市部へ流出しており、各市とも人口はわずかに減少している。失業率は、ペンシルバニア市のコーヒー収穫期を除いて10～15%となっている。

3) 産 業

インテンシブエリア内では、農業および牧畜業が主要産業で、人口の80%以上がこれらの業種に従事している。主要作物はコーヒーとサトウキビであり、すでに耕地拡大の余地は少ないので焼畑はわずかに行われているにすぎない。また、広大な牧場で牛は、ha当たり1頭程度放牧されているにすぎない。しかしながら、永年培われてきた生業として定着した農業および牧畜業からの転業希望はほとんど見られない。アランス市では地価高騰や作物の適地性から草地を果樹園に転換する傾向がうかがえる。

林業に関しては、ペンシルバニア市では3つの林業会社が活動し、林業人口も常時約150人で、林業振興を市政の基本方針としており、大規模な人工林造成が計画されている。また、マニサレス市では、短伐期施業に成功しつつある複数の林業会社が活発な企業活動を進めているのが特徴的であり、また近年ドイツの技術を導入したパーティクルボード工場が完成し生産を開始した。この両市を除いて小規模な個人経営の木工所がわずかに存在しているのみで、林産業は一般に不振である。造林のための援助もCRAMSAやボランティア団体の関与する小規模なもので、造林実績も少なく地域の林業依存度は極めて低い。

4-1-2 土地利用状況調査

インテンシブエリアおよびモデルエリアの土地利用の現況把握を目的として、航空写真判読を行った。また、モデルエリアについては、判読不能、不明箇所現地確認および判読済箇所の現地照合を行い土地利用状況を調査した。調査結果は次のとおりである。

1) 判読区分項目

航空写真の判読区分項目は次のとおりである。

表4-1-1 土地利用判読区分項目

土地利用	記号	内 容
森 林	N, S等	天然林、二次林、人工林、竹林等の森林（林相判読基準のとおりである。）
農 用 林	Ba	主としてコーヒーの庇蔭樹が植えられている森林
コーヒー園	Cf	コーヒー園（庇蔭樹のない畑）
農 耕 地	C	農業用耕作地（コーヒー園以外）、サトウキビ畑等
高原草地	Pr	概ね標高3,000m以上の自然草地、パラモ、灌木点在
牧場・草地	P	放牧用の改良草地および自然草地
裸 地	T	石礫地および伐跡地等の裸地、崩壊地
水 系	Ag	河川、湖沼等の水域
集 落	H	家屋等の集落
道 路	Cm	自動車用道路
そ の 他	O	その他

2) インテンシブエリアの土地利用現況

判読した結果は市別の、土地利用別面積として表4-1-2にまとめた。これによれば、インテンシブエリアで最も多い土地利用は牧場・草地（高原草地も含む）の49.7%である。次いで森林が39.2%を占め、この2つの土地利用で89%を占め、それに続き農耕地が4.2%となっている。また、コーヒー園は1.3%であるが、農用林の大部分はコーヒー栽培地となっているので、農用林の3.1%を加えた数値がほぼコーヒー園の面積と推定できる。なお、森林率についてみると、最も多いのがペンシルバニア市の59.4%で、続いてマンサナレス市の49.6%となっている。

表4-1-2 インテンシブエリア土地利用現況表

(1989年現在、単位：ha)

市名	森林		農用林	コート-園	農耕地	高原草地 および 牧場草地	裸地	水	水系	集落	その他	雲影	合計
	面積	%											
1 マニサレス	7,087	37.3	95	418	988	9,006	—	—	—	418	—	988	19,000
			0.5	2.2	5.2	47.4	—	—	—	2.2	—	5.2	100.0
2 ネイラ	8,430	36.2	280	163	1,211	12,442	52	—	—	23	—	699	23,300
			1.2	0.7	5.2	53.4	0.2	—	—	0.1	—	3.0	100.0
3 アランサス	2,670	20.7	1,510	129	877	7,353	—	—	—	26	—	335	12,900
			11.7	1.0	6.8	57.0	—	—	—	0.2	—	2.6	100.0
4 サラミナ	5,293	15.8	1,575	570	971	24,522	—	—	—	67	—	502	33,500
			4.7	1.7	2.9	73.2	—	—	—	0.2	—	1.5	100.0
5 バコラ	3,841	35.9	64	75	321	6,206	—	—	—	—	—	193	10,700
			0.6	0.7	3.0	58.0	—	—	—	—	—	1.8	100.0
6 アゲアダス	5,541	39.3	—	—	719	7,445	—	—	—	—	—	395	14,100
			—	—	5.1	52.8	—	—	—	—	—	2.8	100.0
7 マルランダ	18,342	45.4	606	364	2,060	17,897	—	—	81	—	—	1,050	40,400
			1.5	0.9	5.1	44.3	—	—	0.2	—	—	2.6	100.0
8 マンサナレス	5,406	49.6	316	229	458	4,316	—	—	55	55	65	—	10,900
			2.9	2.1	4.2	39.6	—	—	0.5	0.5	0.6	—	100.0
9 ペンシルバニア	23,689	59.4	1,756	718	1,037	12,568	—	—	40	88	4	—	39,900
			4.4	1.8	2.6	31.5	—	—	0.1	0.2	0.0	—	100.0
合計	80,299	39.2	6,202	2,666	8,642	101,755	52	—	176	677	69	4,162	204,700
			3.1	1.3	4.2	49.7	0.0	—	0.1	0.4	0.0	2.0	100.0

3) モデルエリアの土地利用現況

モデルエリアの土地利用別面積は表4-1-3のとおりである。

表4-1-3 モデルエリアの土地利用現況
(1989年現在、単位:ha)

土地利用	モデルエリア						合計	
	リオタピアス		マニサレス		ペンシルバニア			
	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%
森林	5,410	50.2	2,852	63.2	2,974	51.5	11,236	53.4
農用林	118	1.1	—	—	162	2.8	280	1.3
コーヒー	—	—	—	—	547	9.5	547	2.6
農耕地	754	7.0	38	0.8	197	3.4	989	4.7
高原草地	1,019	9.5	1,267	28.1	—	—	2,286	10.8
牧場・草地	3,328	30.9	330	7.3	1,746	30.2	5,404	25.7
裸地	76	0.7	11	0.2	11	0.2	98	0.5
水系	27	0.3	7	0.2	11	0.2	45	0.2
集落	15	0.1	—	—	87	1.5	102	0.5
道路	23	0.2	7	0.0	41	0.7	71	0.3
合計	10,770	100.0	4,512	100.0	5,776	100.0	21,058	100.0

モデルエリアごとの土地利用の傾向は、リオタピアス・モデルエリアでは森林率が50.2%で、次いで牧場・草地が30.9%、高原草地が9.5%、農耕地が7.0%、農用林が1.1%を占めている。マニサレス・モデルエリアは、森林率が63.2%を占め、次いで高原草地28.1%、牧場・草地が7.3%、農耕地が0.8%となっている。また、ペンシルバニア・モデルエリアでは森林が51.5%を占め、次いで牧場・草地が30.2%、コーヒー園が9.5%、農耕地4.4%、農用林3.3%となっており、高原草地は存在していない。

4-1-3 農牧地現況調査

農牧地の現況把握を目的として、モデルエリアを中心に農牧業に従事している48世帯を対象として、農牧地の所有形態と面積、土壤保全の状態、農畜産物の種類と生産量等について聴取調査を行った。このほか、リオタピアス・モデルエリアの放牧地所有者に対して、牧畜業の実態把握のため聴取調査を行った。調査結果は表4-1-5にまとめ

たとおりであり、モデルエリア別の概要は次のとおりである。

1) リオタピアス・モデルエリア

リオタピアス・モデルエリア10,770haのうち、セメントス・カルダス社の所有地約1,100haを除くほとんどが個人の所有地である。ラ・クリスタリーナ地区はほとんどネイラやマニサレスに住む大地主の放牧地であり、ここに住む住民の大部分は牧場管理人である。放牧は、自然草地でha当たり1頭程度の乳牛または肉牛の放し飼いが一般的である。放牧牛の品種は、在来種、ノルマンド（乳肉兼用種）、ホルスタイン（乳用種）やこれらの交雑種である。飼料となる牧草の種類は、放牧地はキクージョ（Kikuyo）、採草地はインペリアル（Imperial）が一般的に用いられている。放牧地の境界は、道路沿いには牧柵が見られるものの天然林との境界は明確でない。また、放牧地には崩壊防止のために小沢を中心として所々に天然木が残されているが、その管理は極めて粗放である。住民の自家消費用作目は、主に焼畑により耕作されているが、地力の減退程度に合わせて放牧地から灌木林へと転換され、さらに何年かして再び焼畑へと循環利用されている。

リオタピアスの下流域を含むネイラ市周辺の道路沿いおよびパン・デ・アスカル周辺の低標高地では、主にサトウキビ栽培や伝統的農法によるプラタノを混植したコーヒー栽培が行われている。ここに住む住民のほとんども、また土地を所有しない農場管理人である。

2) マニサレス・モデルエリア

モデルエリア 4,512haのうち、リオ・ブランコの南側に位置する約 3,000haがマニサレス市公共事業局の管理する市有地である。この市有地内には、主に道路沿いに、水源林を管理する22人の職員の住居と学校・管理棟が点在している。このエリアの調査世帯の草地面積にはこれらの林間放牧地が含まれているので、1世帯当たりの利用地面積は他のモデルエリアに比べて大きい数値となっている。

リオブランコの北側にある私有地約 1,000haには、牧畜のほかジャガイモ栽培を営む農家約15世帯が散在している。これらの住民の大部分は農牧場の管理人であり、地主は主にマニサレス市内に住む商人である。ここの土地利用方式は、ジャガイモを1年間栽培したあと牧草を播き、約4年間放牧地とし、これを繰り返し行っている。管理人は、地主から給料とジャガイモ生産額の半分を得て生計を立てており、農繁期には数人の労働者を雇っている。

3) ペルシルバニア・モデルエリア

ペルシルバニア市から東方のラ・リングダに至る道路と南方のマンサナレス市に至る州道に挟まれたモデルエリアの中央地域は相対的に標高が低く、山腹斜面を利用した伝統的なコーヒー栽培が行われている。

コーヒー栽培農家の平均所有面積は5～10haの、家族経営であるが、3～4月と11～12月のコーヒー収穫期（「表4-1-4 調査地帯の主要農作物と作期」参照）には若干の労働者を雇用している。この地域は、コーヒーやサトウキビのような換金性の高い作物の導入により、1世帯当たりの所有地面積は小さいが、住民の年間現金収入額は高い。

また、周辺の高標高地には放牧地が広がっている。放牧方法は、他モデルエリアと同様、1ha当たり1頭程度の乳牛または肉牛の放牧で、牧畜経営者の大部分は市街地に住んでいる。

現在、林業会社によりPinus patula（以下P. patula とする）の植林地に林間放牧がなされているが、その内訳は次のとおりである。

プロオリエンテ社 : 250ha、153頭

マデラス・デ・オリエンテ社: 600ha、30頭

このモデルエリアに居住する住民の定着年数は、自営農民が多いためにリオタピアスおよびマニサレス・モデルエリアに比べて長くなっている。

表4-1-4 調査地帯の主要農作物の作期

1989/90

農作物	シーズン	乾期			乾期			乾期			生育日数	栽培地帯		
	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11
コ ー ヒ ー (Café)													通年	C P
ジャガイモ (Papa)													7~8 カ月	C M
サトウキビ (Caña)													通年	C P
トウモロコシ (Maíz)													6~7 カ月	C P

凡例) △-----△ 播種期 収穫期
 C: リオタピアス・モデルエリア M: マニサレス・モデルエリア P: ペルシルバニア・モデルエリア

表4-1-5 農牧畜現況調査結果の要約(1)

1989/90

調査項目		モデルエリア						備考	
		リオタピラス地域		マニサレス市水源林		ペンシルバニア人工林地帯			
調査世帯数		16		16		16			
平均定着年数(年)		9.7		4.3		20.3			
就業形態 (世帯数)	自営専業農家	5		0		7		農牧場主を含む。	
	自営兼業農家	2		0		6			
	農牧場管理人	7		4		1			
	その他	2		12		2			
1世帯当たり 平均人員数		5.3		5.3		5.4			
性別	男	2.6		2.7		3.2			
	女	2.7		2.6		2.2			
1世帯当たり 所有地面積 (ha)		計 17.9		33.0		14.7		管理地を含む 人工草地には、林間放 牧地を含む	
		農地 6.8		6.9		4.2			
草地	採草地	0.1		-		0.1			
	人工草地	8.3		25.2		6.9			
	天然草地	-		-		0.1			
林地	天然林	2.7		0.9		3.4			
	人工林	-		-		-			
1世帯当たり 年間現金収入 (pesos)		農業 851,125		207,550		2,103,125		1US\$= 約500pesps	
		農業外 445,575		668,954		473,125			
家計 1世帯当 たり生活 費 (pesos/月)	計		54,484 (100.0%)		59,249(100.0%)		56,933 (100.0%)		
	食費	穀物	26,982 (49.5%)		33,603(56.7%)		13,422 (23.6%)		調味料を含む
		肉類	10,962 (20.1%)		8,556(14.4%)		10,638 (18.7%)		
		野菜	4,513 (8.3%)		7,556(12.8%)		1,775 (3.1%)		
	光熱料		2,801 (5.1%)		390(0.7%)		2,782 (4.9%)		
	衣料		6,510 (12.0%)		6,407(10.8%)		9,625 (16.9%)		
	教育		2,066 (3.8%)		1,966(3.3%)		1,875 (3.3%)		
	その他		650 (1.2%)		771(1.3%)		16,816 (29.5%)		

表 4 - 1 - 5 農牧畜現況調査結果の要約(2)

1989/90

調 査 項 目			モ デ ル エ リ ア						備 考	
			リ オ タ ビ ア ス 地 域		マ ニ サ レ ス 市 水 源 林		ペ ン シ ル バ ニ ア 人 工 林 地 帯			
家 計	1 世帯当たり燃料消費料 (m ³ /月)	薪	0.6599		1.0750		0.8438		実材積換算値	
	(複数回答あり)	薪	計	13 (81.3%)		15 (93.8%)		12 (75.0%)		
			採集	13 (81.3%)		15 (93.8%)		10 (62.5%)		
			購入	-		-		2 (12.5%)		
		木 炭	2 (12.5%)		1 (6.3%)		1 (6.3%)			
		ガ ス	3 (18.8%)		4 (25.0%)		7 (43.8%)			
		電 気	9 (56.3%)		5 (31.3%)		11 (68.8%)			
		石 油	1 (6.3%)		-		6 (37.5%)			
	ロウソク	-		-		2 (12.5%)				
農 牧 業 の 実 態	1 世帯当たり農業年間現金収入 (pesos)	畜産物	117,219	851,125	57,550	207,550	196,688	2,103,125		
		農産物	733,906		150,000		1,906,437			
	1 世帯当たり畜産物生産 (飼養頭羽数)	牛	10.6		8.8		6.1			
		豚	0.4		1.1		0.4			
		馬	0.6		0.8		0.7			
		鶏	6.6		10.1		8.3			
		羊	1.6		0.6		-			
		うさぎ	-		-		1.3			
		七面鳥	0.1		-		-			
		がちょう	0.1		-		-			
	1 世帯当たり農作物生産 (作付面積ha)	計	6.2		6.8		3.3		作付面積は、間・混作を含む延べ面積で表した	
		コーヒ	4.6		-		3.4			
		ソカ任	-		6.8		-			
		サトウ	1.4		-		0.6			
		トウモロコシ	0.1		-		0.3			
ジャガイロ		-		-		0.1				
豆 類		0.1		-		-				
その他		トマト(2), コカ(1), 緑(1), 果樹類(1), キヤ(1), ヴェカ(1), トウモロコシ(1), コメ(1), サトウ(1)		キヤ(3), トマト(3), トウモロコシ(3), 緑(2), 果樹類(1), サトウ(1)		コカ(3), サトウ(1), 緑(1), 果樹類(1)				

4) 農牧地の利用原型

以上の調査結果から、農牧地の利用原型は次のとおりパターン化される。

パラモ＝放牧→畑作（ジャガイモ）→放置→放牧……………

森林Ⅰ＝伐採→焼畑→放牧→放置（植林）→伐採……………

森林Ⅱ＝択伐（間伐）→放置→択伐……………

牧草地Ⅰ＝放牧→植林（林間放牧）→伐採→放牧……………

牧草地Ⅱ＝放牧→休閑（施肥）→放牧……………（生産力により頭数調査）

農耕地Ⅰ＝コーヒー畑（施肥、改植、萌芽等のほか庇陰樹は漸減傾向）……………

農耕地Ⅱ＝畑作（作目の変換、時には放牧地との循環もある）……………

4-1-4 林産物の需給調査

林産物の需給の実態把握を目的として、INDERBNAおよび林業関係機関で資料を収集するとともに関連機関で聴取調査を行った。その結果は次のとおりである。

1) コロンビア国の木材需給動向

1990年5月に開催されたPAFC(Plan de Acción Forestal para Colombia, コロンビア林業行動計画)の資料を基として、コロンビア国全体の木材需給動向を調査した。

現在、この国の林産物における木材需要は、全体で約430万 m^3 である。用途別では81%が家具、建築材、19%が製紙用となっている。これらに対する供給材は96%が国内生産（53%が天然林、47%が人工林）によるものであり、不足分は一次製品の形で輸入されている。

しかしながら、木材需要は年3%ずつ増加しており、2000年には610万 m^3 、2010年には900万 m^3 の需要が生ずるものと推定されている。

一方、国民の約35%が家庭用燃料を薪炭材に頼っているため、薪炭材の需要は年間980万 m^3 ～1,270万 m^3 に及ぶほど多く、このうち約100万 m^3 が炭に変えられている。この薪炭材の供給源は、農業放棄跡地等の雑木林が主体であり、その他コーヒー、カカオ畑の上木等住民の居住地近辺でまかなわれている。したがって、天然林、人工林等の森林地帯からはほとんど採取されていないと言われている。

これらについては、表4-1-6に示したとおりである。

表4-1-6 コロンビア国の木材需給

(丸太換算：1,000m³)

消費型	年	現状 1989	予 想 需 要				予想成長率 (%)		
			1990	1995	2000	2000/05	90/95	95/00	00/05
製材		3,116.3	3,257.2	3,859.4	3,909.4	4,146.9	3.5	0.3	0.9
集成材		189.3	208.9	325.6	479.6	576.8	9.3	8.1	7.3
単板および合板		173.5	175.5	185.8	196.8	202.6	1.2	1.2	1.2
パルプ用		777.2	934.7	1,047.7	1,556.0	1,822.7	2.3	8.2	8.3
合計		4,256.3	4,576.3	5,418.5	6,141.8	6,749.0	3.4	2.5	3.5

2) インテンシブエリア周辺の木材需給

インテンシブエリア周辺の木材供給源は、ほとんど人工林である。マニサレス市周辺では、コンパニア・フォレストアル・デ・コロンビア社とマデラス・イ・セルロッサ社等の造林会社の人工林から伐出が行われ始めている。ペンシルバニア市ではプロオリエンテ、マデラス・デ・オリエンテ、アグロペクアリア・ベタニア社等が造林を進めている。これら林業会社の造林地の古いものは、いずれも15～18年に達し、造林木はほとんどが*P. patula*か*Cupressus lusitanica* (以下、Ciprésとする) であるが、間伐材が搬出され始め、いずれの林業会社も小規模な製材工場を持っている。

マニサレス市の林業会社の生産高は各社とも約 500 t/月であり、これらの約70%はパルプ材としてカリ市にあるカルトン・デ・コロンビア社へ販売しており、残りの30%は建築材あるいは牧棚用杭等として地元の木材問屋へ卸すかあるいは直接市民に販売している。

一方ペンシルバニア市ではプロオリエンテ社が最も大きな製材所を所有しており、この製材所は1987年に創設された。製材規模は約 600 m³/月で市場流通調査の項で述べたように需要は十分に有る。

その他、需給経路は小さな利用に合わせた小口取引が複雑に錯綜しているが、市場整備ができていないため正確な需給統計は作られていない。

4-1-5 木材市場流通調査

林産物の価格および木材流通機構の実態把握を目的として、インテンシブエリア内では製材工場、家具工場等、インテンシブエリア外ではカリ市の製紙工場を対象に、聴取

調査を行った。調査結果は次のとおりである。

1) インテンシブエリア内の流通

インテンシブエリア内には、大規模な製材工場はほとんどみられず、家具工場等も従業員数の少ない零細なものばかりである。モデルエリアの中では、ペンシルバニアのプロオリエンテ社およびマデラス・デ・オリエンテ社がそれぞれ1つの製材工場を持ち、地域消費量の60%をこの2工場で生産している。この原木は自社造林地の間伐材を当てているが、原木価格は、末口径8~10cmが7,000ペソ/m³、12cmが8,000ペソ/m³、13~15cmが10,000ペソ/m³、16~18cmが12,000ペソ/m³(1989.3)となっている。樹種はP. patula とCiprésで、原木価格は両種とも同じであるが、製品価格になるとCiprésの方が品質が良いのでP. patulaより若干高い。末口径12cm以下のものは牧棚用杭および炭坑用杭として利用されているが、その他製品としては建築材、ベッド材、壁材、箱材などがあり、特にベッド材は全生産量の80%を占めている。この製品は主にバランキージャ市やボゴタ市方面へ販売されているが、現在も需要は十分にあるという。

また、廃材は薪や木炭の供給源として地域住民の役に立っている。現在の製材規格と木製品価格を示すと表4-1-7、表4-1-8のとおりである。

表4-1-7 製材規格(プロオリエンテ社)

規 格	寸法 (cm)		製 品 名	規 格	寸法 (cm)		製 品 名
	厚さ	幅			厚さ	幅	
*P-1	10	10	建築材、構造材	RT	2.5	10	建築材、ベッド材
E-1	7.5	7.5	"	RT-2	2.5	10	" (面削りしたもの)
B-1	5	13	"	V-2	2.5	5	構造材
*R-1	5	10	"	V-3	2.5	7	"
*R-2	5	7.5	"	C-2	2.5	2.5	
*L-1	5	5	"	T-1	3	20	
*M-1	1	8	壁材				
G-1	1	6	"				
G-2	1	3	"				
G-3	1	4	"				

注) *印は全国規格である。

表4-1-8 インテンシブエリアの木材製品の価格

1988年

市名	製品名	寸法			価格 (ペソ)	樹種名
		厚さ (インチ)	幅 (インチ)	長さ (m)		
マニサレス	細材(Listón)	2.5	2.5	3	240	Sajo
	極細材(Varillón)	2.0	2.0	3	100	Sajo
	はり材(Vigueta)	2.0	4.0	3	600	Sajo
	板材(Tabla)	1.0	10	3	650	Sajo
	囲い材(Telera)	2.0	10	3	1,200	Sajo
		インチ価格(Precio pulgada)			130	Nogal
		インチ価格(Precio pulgada)			130	Cedro
		インチ価格(Precio pulgada)			130	Guayacán
	囲い材(Telera)	2.0	8.0	3	1,400	Chanul
	(Sobrebasa)	4本			100	Guadua
	(Sepa)				130	Guadua
	編み材(Esterilla)				140	Guadua
	天井用材 (Revoltura Fina)	1.0	24 cm	3	700	Sajo
	ペンシル バニア	板材(Tabla)	1.0	8.0	3.2	6,000 (1ダース)
板材(Tabla)		1.0	8.0	3.2	8,000 (1ダース)	Nogal Cafe- tero, Comino

出典) Precios de Productos Forestales, Proyecto Administración Bosques Naturales. INDERENA

次に、小さな家具工場がインテンシブエリアの全市に分散しているが、それぞれ木材中間業者（仲買人）から材料を入手し、タンス、ベッド、テーブル、イスなどの製品を作って一般向けに販売している。

その他、マニサレス市内には小規模な木材問屋が数軒あり、木材は主に太平洋岸の天然木を板の形（ブロック）で仕入れており、それらを市内の一般の家具工場へ販売している。一方家具工場ではそれらの木材問屋から木材を購入するとともに、コーヒー地帯の庇蔭樹として植栽しているNogal (*Cordia alliodora*) 等の成長した大径木を農民から購入している。また、マニサレス市内には竹細工工場、酒樽工場等があり、竹は近隣の州から、樽用の樫材 (Roble)等はウィラおよびカウカ州から仕入れている

など、小さな利用に合わせた小口な流通が複雑に錯綜している。

なお、最近マニサレス市ではパーティクル・ボード工場に対し、P. patula, Ciprés を中心とした造林木が供給され始め、固定した流通経路となりつつある。

2) インテンシブエリア外の流通

インテンシブエリア外のカリ市にあるカルトン・デ・コロンビア社は、コロンビア国内における3大製紙工場の1つである。ここでの聞き取りによると、主な製品の年間生産量は段ボール箱66,000トン、紙袋40,000トン、厚紙箱36,000トン、印刷・書簡用紙32,000トンで、これらの製品は全国各地に向けて販売されている。

主な原料の年間消費量は、広葉樹 (Eucalipto) が 250,000トン、針葉樹 (松主体) が 240,000トンである。原木調達は、社有林、太平洋岸のコンセッション、一般からの購入 (ナリーニョ、クンディナマルカ、アンティオキア、ポパヤン、カルダスの各州から) によっている。1トン当たりの平均原木価格は運賃、伐採・搬出費、立木価格込みで、広葉樹が 9,000ペソ、針葉樹が11,000ペソ(1990.7)である。

4-1-6 地域住民と森林に係わる調査

地域住民の森林に対する意識を明らかにすることを目的として、モデルエリアを中心に、森林を利用している32世帯を対象として、林産物利用実態、焼畑、森林減少、森林機能に対する意識等について聴取調査を行った。

調査世帯のうちには水源林に定住する管理職員が6世帯、林業従事者が1世帯含まれるが、その他の世帯は農牧業に従事し、林業とは無関係であった。調査結果は次のとおりである。

1) 林産物生産

マニサレス市有林の水源林管理職員6世帯およびペンシルバニア・モデルエリアの林業従事者1世帯は販売用の炭、杭、製材の生産に従事しているが、他の調査世帯では薪、炭、杭等は自家消費用のみの生産であった。

調査世帯の林産物生産割合とそれらに使用される主な樹種名をあげると表4-1-9、表4-1-10のとおりである。

なお、ペンシルバニア・モデルエリアの燃材および杭材はコーヒー園から自家採取している世帯が多く、リオタピアス・モデルエリアの杭材には竹を利用したものが多かった。

表4-1-9 林産物生産の従事割合

単位：生産世帯の割合（％）

モデルエリア	薪	炭	杭	製材
リオタピアス	88.9	11.0	77.8	0.0
マニサレス	80.0	0.0	30.0	0.0
ペンシルバニア	76.9	7.7	15.4	7.7

注) 水源林管理職員の炭、杭、製材生産については、この資料には含まれていない。

表4-1-10 林産物別使用樹種名

林産物	モデルエリア		
	リオタピアス	マニサレス	ペンシルバニア
薪	Guamo, Arboloco, Café, Aliso, Chilco	Aliso, Guayabo, Gavilán	Guamo, P. patula, Café, Carate
炭	Guamo	Aliso	Encenillo, Azuceno, Guayabo
杭	Guadua, Arboloco, Gavilán	Eucalipto, Gavilán, Encenillo, Aliso	Café, Carbonero, Guadua
製材	—	Aliso	Azuceno, Laurel

注) 地方名である。

2) 林業関係一般

(1) 畑の肥沃度

ペンシルバニア・モデルエリアでは、「低下している」と答えた世帯が多かったが、これは集約的な土地利用（農作物生産）が行われているためであり、牧草地のような粗放利用の場合には肥沃度の低下に対する住民の自覚は少ない。

(2) 肥料の使用

畑作農家では、肥料を使用している世帯が多い。化学肥料としては化成肥料：10-30-10、15-15-15、17-6-18-2、単肥：尿素、塩化カリなどが、有機肥料としてはコーヒーのPulpa（殻）などが用いられていた。

(3) 耕地面積の充足度

ペンシルバニア・モデルエリアでは、ほかの地帯よりも充足度は低く、「不十分」と答えた世帯が多かった。しかし、集約的なコーヒー栽培を指向している農家の希望面積は比較的小さかった。

(4) 森林減少

各モデルエリアとも、ほとんどの調査世帯が「変化なし」と答えている。これは、森林の農地化および牧草地化がほぼ限界近くまで進んでしまったことを示すもので、逆に、「次第に減少している」と答えた世帯の周辺では、年間を通じて伐採されており、その影響で土壌侵食も生じていた。

(5) 最近の自然災害

ペルシルバニア・モデルエリアでは、調査世帯の約30%が「ある」と答えたが、そのほかのモデルエリアでは全調査世帯が「ない」と答えている。自然災害の種類は水害、伐採による土壌侵食を指し、自然復旧にまかせ、その対策は講ぜられていない。

(6) 植樹の経験

マニサレス市水源林の管理職員は維持管理の過程で造林に従事しており、またペルシルバニア・モデルエリアではコーヒー園内などに庇陰、果実、燃材、土地保全などを目的にした小規模な植樹を行っている例があった。

(7) 森林の役割

各世帯とも、水源かん養、燃材の供給源などの役割を指摘している。しかし、放牧地の庇陰に関しては、高標高地ではその機能を認めていなかった。

(8) 造林の必要性

各世帯とも、上述の森林の役割を発揮させるため造林の必要性を十分に認識していた。

(9) 林業発展策

各世帯とも、乱伐を避けるための教育、造林用として苗木配布、助成金などの必要性を挙げ、樹木植栽に関する技術援助を政府に望んでいた。

4-2 自然環境条件調査

4-2-1 林相・植生調査

モデルエリアの林相・植生の現況把握を目的として、航空写真判読を行ない、また判読不能、不明箇所現地確認および判読済箇所の現地照合を行い林相・植生状況を調査した。調査結果は次のとおりである。

1) 判読基準

判読基準として次の区分を用いた。

表4-2-1 林相・植生判読基準

林 相		林 型			
森林区分	記号	樹種区分	林型区分	記号	区分内容
天然林	N	天然林	樹冠直径階 (C)	1	小 (~10m)
				2	中 (11~15m)
	S	二次林	樹冠疎密度階 (D)	3	大 (16m~)
				4	~ 10 % 11 ~ 40 % 41 ~ 70 % 71 %~
B	竹林	—	—	—	
人工林	P	P. patula	樹高階 (A)	1	~ 5 m
				2	6 ~ 10 m
	C	Ciprés		3	11 ~ 15 m
				4	16 ~ 20 m
	A	Aliso		5	21 ~ 25 m
				6	26 m~
	E	Eucalipto	樹冠疎密度階 (D)	1	~ 10 %
				2	11 ~ 40 %
			3	41 ~ 70 %	
			4	71 %~	

2) 林相図の作成

モデルエリアごとに、稜線・河川等の天然界および道路等の地物界によって林班設定を行い（後述のモデル計画参照）、森林基本図（縮尺 1:20,000）上に土地利用および林相・林型の判読区画線を移写し、これらを清絵して林相図を作成した。

3) モデルエリアの林相・植生現況

林相図から各林相・林型の面積を測定し、モデルエリアごとに、林相・植生別面積として表4-2-2に、また林相の林型別面積を表4-2-3にまとめた。これらの図表および現地確認の結果を基に、モデルエリア別の林相・植生の実態を見ると次のとおりである。なお、本調査での天然林と二次林との差異は、航空写真上で、一度皆伐された後に一斉に更新したような天然林を二次林、それ以外の森林を天然林として区別した。

まず、林相についてみるとリオタピアス・モデルエリアでは、天然林は97.4%であり、人工林は2.6%である。このうち天然林が91.6%、次いで二次林が5.2%、竹林が0.6%である。人工林ではAlisoが1.4%で最も多い。マニサレス・モデルエリアでは天然林が83.3%、人工林が16.7%である。また、二次林、竹林はなく、人工林ではAlisoが15.8%と卓越している。ペンシルバニア・モデルエリアでは天然林が54.8

%、人工林が45.2%となっている。このうち天然林が46.5%、二次林が8.3%で、人工林では P. patulaが36.2%、Ciprésが9.0%となっている。

次に林型別面積の特徴を見ると、天然林はマニサレスが樹冠直径、疎密度とも最も高い数値を示し、良好林分の分布していることが現地確認からも明らかとなった。反面ペンシルバニアの天然林は相対的に疎生で、地形とインフラに恵まれていることから現在でも良木の択伐が行われている。また、リオタピアスは前2者の中間に位置するが、ややマニサレスの林分に近い状況にある。

人工林についてはペンシルバニアに最も多く、モデルエリアの人工林の69%が分布しており、その樹種はほとんどP. patulaとCiprésである。マニサレスには24%分布しており、Alisoの森林が卓越している。なお、これらの植栽樹種の成長状況は後述するが、各モデルエリアを通じて同一標高帯における成長状況に差はない。

表4-2-2 モデルエリアの林相・植生別面積

(単位:ha)

林 相		モ デ ル エ リ ア						合 計	
		リオタピアス		マニサレス		ペンシルバニア			
		面積	%	面積	%	面積	%	面積	%
天然林	天然林	4,957	91.6	2,376	83.3	1,383	46.5	8,716	77.6
	二次林	285	5.2	—	—	247	8.3	532	4.7
	竹林	32	0.6	—	—	—	—	32	0.3
	小計	5,274	97.4	2,376	83.3	1,630	54.8	9,280	82.6
人工林	P. patula	41	0.8	15	0.5	1,077	36.2	1,133	10.1
	Ciprés	15	0.3	12	0.4	267	9.0	294	2.6
	Aliso	76	1.4	449	15.8	—	—	525	4.7
	Eucalipto	4	0.1	—	—	—	—	4	0.0
	小計	136	2.6	476	16.7	1,344	45.2	1,956	17.4
森林面積合計		5,410	100.0	2,852	100.0	2,974	100.0	11,236	100.0
1977全面積(ha)		10,770		4,512		5,776		21,058	
森林率(%)		50.2		63.2		51.5		53.4	

表4-2-3 林相・林型別面積

(1)モデルエリア合計

(単位:ha)

林型		天然林		二次林		人工林								竹林面積	合計面積
C 又 A	D	面積	%	面積	%	P. Patula		Ciprés		Aliso		Eucalipto			
						面積	%	面積	%	面積	%	面積	%		
1	1	—	—	37	0.3	41	0.4	15	0.1	37	0.3	—	—		
1	2	43	0.4	67	0.6	6	0.1	—	—	8	0.1	—	—		
1	3	289	2.6	204	1.8	3	—	—	—	—	—	—	—		
1	4	771	6.9	165	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—		
2	2	395	3.5	—	—	6	0.1	4	0.0	—	—	—	—		
2	3	1522	13.5	58	0.5	18	0.2	—	—	18	0.2	—	—		
2	4	5411	48.2	1	0.0	53	0.5	—	—	17	0.2	—	—		
3	2	4	0.0	—	—	8	0.1	89	0.8	—	—	—	—		
3	3	26	0.2	—	—	40	0.4	33	0.3	24	0.2	—	—		
3	4	255	2.3	—	—	415	3.7	45	0.4	35	0.3	—	—		
4	3	—	—	—	—	30	0.3	30	0.3	57	0.5	—	—		
4	4	—	—	—	—	513	4.6	78	0.7	126	1.1	—	—		
5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	19	0.2	—	—		
5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	184	1.6	—	—		
6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.0		
6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0.0		
合計		8716	77.6	532	4.7	1133	10.1	294	2.6	525	4.7	4	0.0	32	11236

(2)リオタピラス・モデルエリア

(単位:ha)

林型		天然林		二次林		人工林								竹林面積	合計面積		
C 又 A	D	面積	%	面積	%	P. Patula		Ciprés		Aliso		Eucalipto					
						面積	%	面積	%	面積	%	面積	%				
1	1	—	—	37	0.7	41	0.8	15	0.3	37	0.7	—	—				
1	2	1	—	67	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—				
1	3	38	0.7	41	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—				
1	4	656	12.1	139	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—				
2	2	343	6.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
2	3	180	3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
2	4	3569	66.4	1	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—				
3	2	4	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
3	3	26	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
3	4	140	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	39	0.7	—	—				
6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.0				
6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0.0				
合計		4957	91.6	285	5.2	41	0.8	15	0.3	76	1.4	4	0.0			32	5410

(3) マニサレス・モデルエリア

(単位:ha)

林型		天然林		二次林		人工林								竹林面積	合計面積
C 又 A	D					P. Patula		Ciprés		Aliso		Eucalipto			
		面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%		
1	2	36	1.3	—	—	6	0.2	—	—	8	0.3	—	—	0	2852
1	3	188	6.6	—	—	3	0.1	—	—	—	—	—	—		
1	4	78	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
2	2	13	0.5	—	—	6	0.2	4	0.1	—	—	—	—		
2	3	104	3.6	—	—	—	—	—	—	18	0.6	—	—		
2	4	1842	64.6	—	—	—	—	—	—	17	0.6	—	—		
3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	24	0.9	—	—		
3	4	115	4.0	—	—	—	—	8	0.3	35	1.2	—	—		
4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	57	2.0	—	—		
4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	126	4.4	—	—		
5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	0.7		
5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	145	5.1	—	—		
合計		2376	83.3	—	—	15	0.5	12	0.4	449	15.8	—	—	0	2852

(4) ペンシルバニア・モデルエリア

(単位:ha)

林型		天然林		二次林		人工林								竹林面積	合計面積		
C 又 A	D					P. Patula		Ciprés		Aliso		Eucalipto					
		面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%				
1	2	6	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2974		
1	3	63	2.1	163	5.5	—	—	—	—	—	—	—	—				
1	4	37	1.3	26	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—				
2	2	39	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
2	3	1238	41.6	58	1.9	18	0.6	—	—	—	—	—	—				
2	4	—	—	—	—	53	1.8	—	—	—	—	—	—				
3	2	—	—	—	—	8	0.3	89	3.0	—	—	—	—				
3	3	—	—	—	—	40	1.3	33	1.1	—	—	—	—				
3	4	—	—	—	—	415	14.0	37	1.2	—	—	—	—				
4	3	—	—	—	—	30	1.0	30	1.0	—	—	—	—				
4	4	—	—	—	—	513	17.2	78	2.6	—	—	—	—				
合計		1383	46.5	247	8.3	1077	36.2	267	9.0	—	—	—	—			0	2974

注) C: 樹冠直径で天然林対象、A: 樹高階で人工林対象、D: 樹冠疎密度

4-2-2 森林資源調査

モデルエリアの森林資源量把握を目的として森林調査を行った。

1) 調査方法

航空写真の判読結果を基に林相・林型を考慮して選定した標準的な調査地において、次の方法により毎木調査を行った。

- ・プロットの大きさ …………… 0.1 ha (これを標準とした)
- ・プロットの形状 …………… 20m×50mの長方形
- ・調査事項 …………… 樹種、胸高直径、利用高、全樹高、形質
- ・天然更新調査 …………… 20㎡ (1m×20m) のサブプロットをプロット
(天然林のみ) 内の両端と中央の3箇所に設け、毎木調査の対象外となる胸高直径10cm未満の幼齢木および稚幼樹の樹種、樹高のみを調査した。

2) 調査箇所数および位置

各モデルエリアの林相別に合計80点のプロット調査を行った。その内訳は表4-2-4、位置は図4-2-1に示すとおりである。

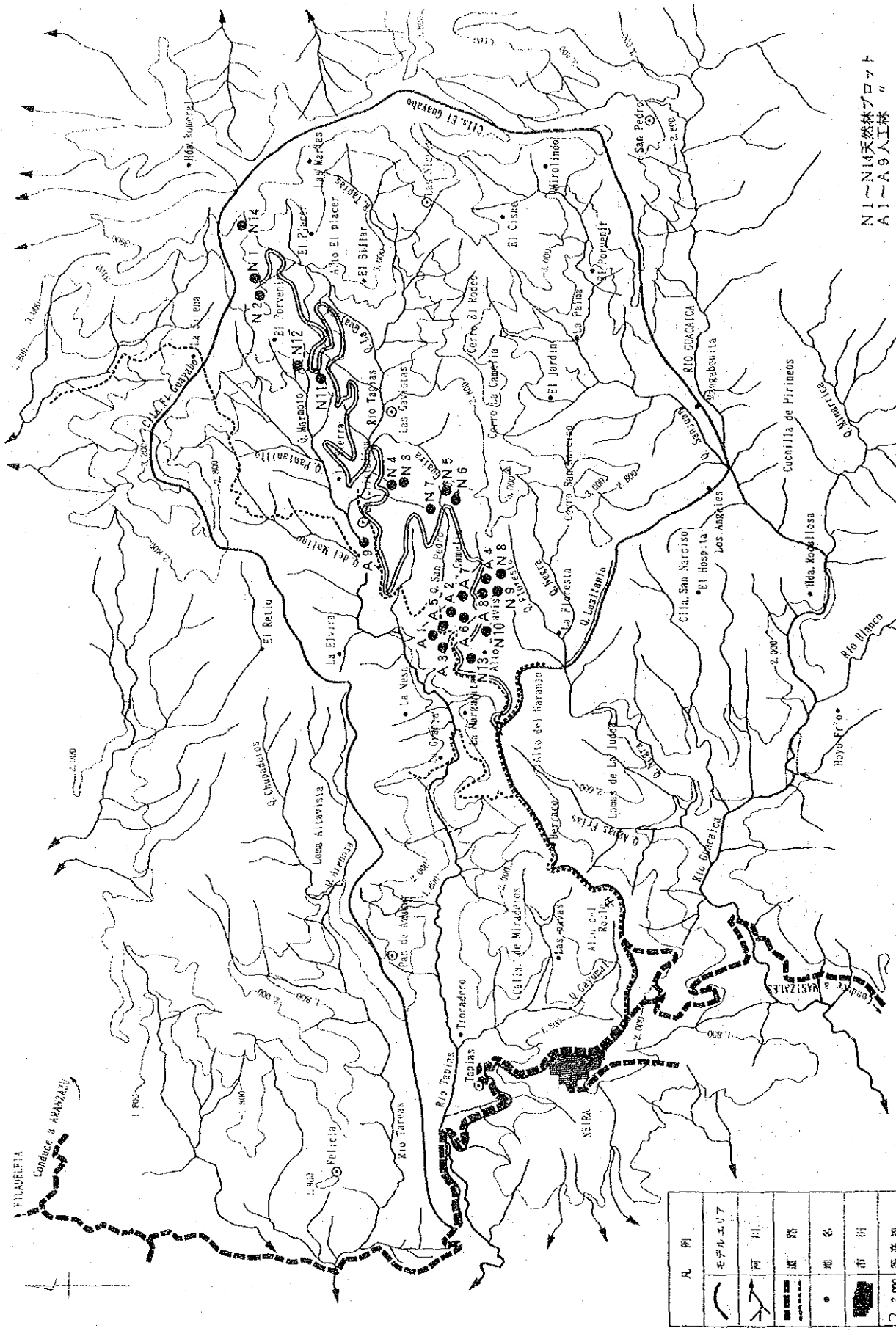
表4-2-4 森林調査プロット数

地 域 林 相		モ デ ル エ リ ア			計
		リオクピアス	マニサレス	ペンシルバニア	
天然林および二次林		14	10	8	32
人工林	P. patula	—	—	16	16
	Ciprés	—	—	12	12
	Aliso	9	11	—	20
計		23	21	36	80

3) 調査結果

(1) 天然林の出現樹種

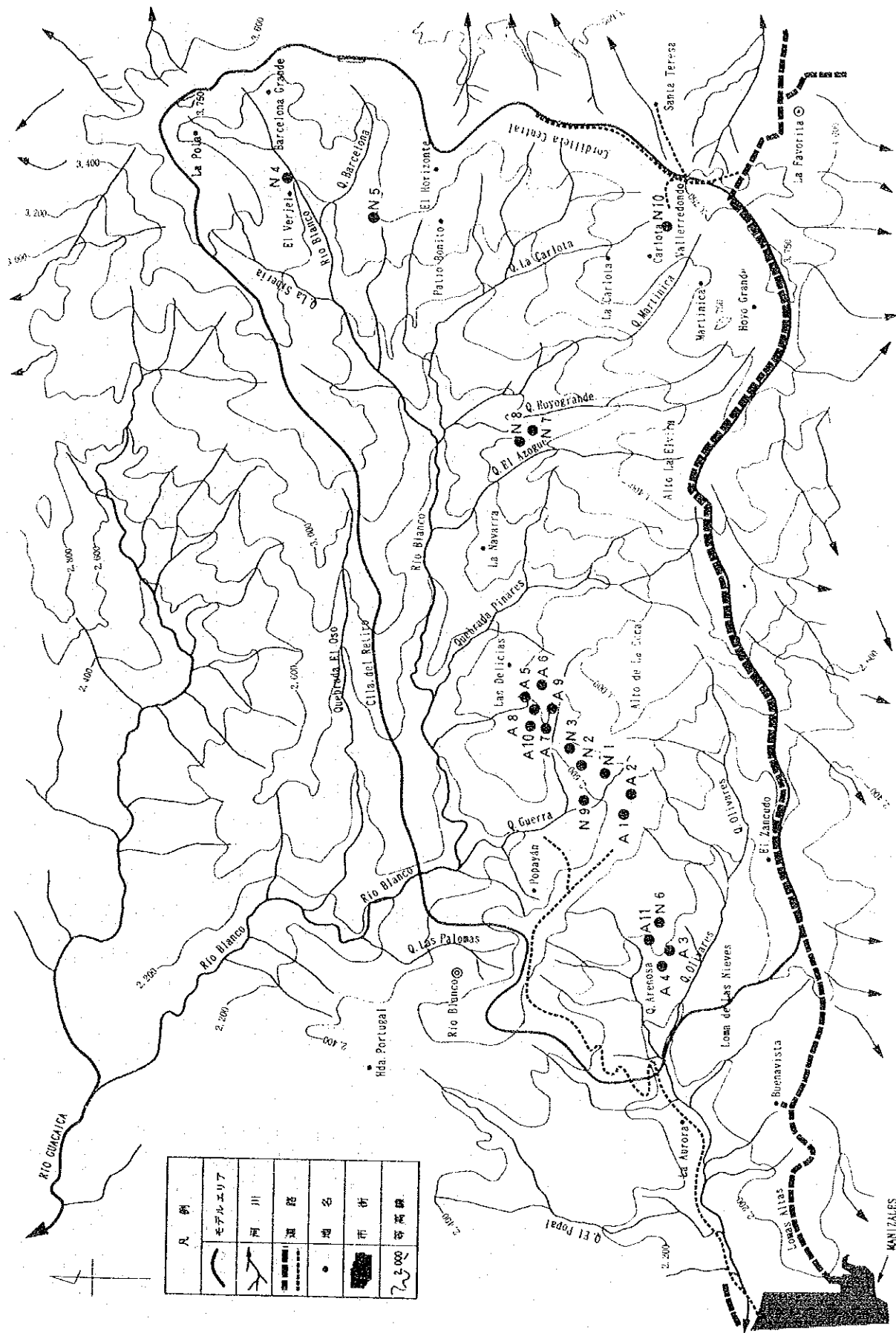
今回の調査においては、樹種の同定に現地の国立森林保護研究所 (CONIF) の技術者等の協力を得た。しかし、対象地域での樹種同定分野の研究はあまり進んでおらず、資料が不足しているうえ、地方名は同じでも異なった種の場合があるなど未分化の要素が多かった。したがって、確認できたもの以外は科または属までの同定と



N1~N14天然林プロット
A1~A9人工林

図4-2-1 森林調査標本点位置図 (1)リオピアス・モデルエリア

凡例	
モデルエリア	(Dashed line symbol)
河川	(Wavy line symbol)
道路	(Double line symbol)
地名	(Dot symbol)
市街	(Shaded area symbol)
等高線	(Contour line symbol)
学校	(Circle with dot symbol)



N1~N10天然林プロット
A1~A11人工林

図4-2-1 森林調査標本点位置図 (2) マニサレス・モデルエリア

凡例	
	モデルエリア
	河川
	道路
	地名
	市街
	等高線

した。天然林調査および天然更新調査で出現した樹種リストは巻末資料のとおりで、樹種の同定できなかったものも1種として、合計146種を数えた。

(2) 標準地の材積の集計

標準地の単木材積は、次の式を用いて集計した。

表4-2-5 使用材積式

樹種	材積式	出所
天然林および Aliso(人工林)	$0.0035 + 0.46(D^2 \times A)$	Tablas de volumen para árboles en pie (INDERENA)
P. Patula	$0.007799 + 0.474277(D^2 \times A)$	マダス・デ・オリエンテ社資料
Ciprés	$0.011704 + 0.394465(D^2 \times A)$	オリエンテ社資料

D:胸高直径 A:樹高

(3) 標準地の調査結果

標準地の調査因子および調査結果は、モデル・エリア別、樹種別にとりまとめ、巻末資料-2に示したとおりである。

4) 森林資源量

モデルエリアの総蓄積(資源量)は、各プロットから得られたデータを基に、各林相・林型のha当たりの材積を推定する航空写真林分材積表を作成し、その材積に林相・植生調査から得た各林型の面積を乗じて推定した。また、この数値を用いて森林簿を作成した。

(1) 航空写真林分材積表の作成

この材積表は、航空写真の判読因子からha当たりの林分材積を推定するもので、ここでは判読因子である樹冠直径階(C:天然林の場合)、樹高階(A:人工林の場合)、樹冠疎密度階(D:天然林、人工林とも)から林分材積(V)を推定した。具体的には、回帰分析によりCあるいはAとDの様々な組合せを考察し、Vを求める式を幾つか作成したが、この中では表4-2-6に示す式が相関係数も高く、有意であり、現実材積に近似するのでこれを用いた。

表4-2-6 林分材積推定式

樹種	推定式	相関係数
天然林	$V = 19.7572 \times C \times D + 0.33561$	0.840132
P. Patula	$V = 12.5174 \times A \times D + 7.58141$	0.739272
Ciprés	$V = 13.0506 \times A \times D + 26.6422$	0.770764
Aliso(人工林)	$V = 11.8523 \times A \times D - 1.03723$	0.814847

V:材積 A:樹高 C:樹冠直径 D:樹冠疎密度

次にこの材積式を用いて作成した航空写真林分材積表を表4-2-7に示す。

表4-2-7 航空写真林分材積表 (m³/ha)

林型		樹種			
C 又は A	D	天然林	P. patula	Ciprés	Aliso (Eucalipto)
1	1	20.1	20.1	39.7	10.8
1	2	39.9	32.6	52.7	22.7
1	3	59.6	45.1	65.8	34.5
1	4	79.4	57.7	78.8	46.4
2	1	39.9	32.6	52.7	22.7
2	2	79.4	57.7	78.8	46.4
2	3	118.9	82.7	104.9	70.1
2	4	158.4	107.7	131.0	93.8
3	1	59.6	45.1	65.8	34.5
3	2	118.9	82.7	104.9	70.1
3	3	178.2	120.2	144.1	105.6
3	4	237.4	157.8	183.2	141.2
4	1	—	57.7	78.8	46.4
4	2	—	107.7	131.0	93.8
4	3	—	157.8	183.2	141.2
4	4	—	207.9	235.5	188.6
5	1	—	70.2	91.9	58.2
5	2	—	132.8	157.2	117.5
5	3	—	195.3	222.4	176.7
5	4	—	257.9	287.7	236.0

A: 樹高階 (人工林) C: 樹冠直径階 (天然林)
D: 樹冠疎密度階 (人・天共)

(2) 森林資源量の推定

資源量は、林相・植生調査で算出した林型別の面積に航空写真林分材積表の材積を乗じて林型別の蓄積を算出した。その結果は表4-2-8~9のとおりで、3モデルエリアの天然林、二次林をあわせた蓄積は 1,250,821 m³(ha当たり平均 135 m³)

と推定された。また、人工林はP. patulaが 190,924m³、Ciprésが47,053m³、Alisoが89,782m³、Eucaliptoが 702m³（Eucalipto の場合 Alisoの材積表を用いた）で、人工林の蓄積は 328,461m³（ha当たり 168m³）と推定された。

(3) 森林調査簿の作成

林相図を基に計測した小班（林相・林型別の区画）ごとの面積に空中写真林分材積表で算出したha当たりの材積を乗じて小班ごとの蓄積を算出し、これらを取りまとめて森林調査簿を作成した。

表 4 - 2 - 8 モデルエリア別森林蓄積

モデルエリア 森 林	リオタピアス	マニサレス	ペンシルバニア	計
面 積	5,410ha	2,852ha	2,974ha	11,236ha
蓄 積	735,519m ³	433,748m ³	410,015m ³	1,579,282m ³
ha当たり材積	136m ³	152m ³	138m ³	141m ³

表4-2-9 林相・林型別蓄積

(1)モデルエリア合計

(単位: m³)

林型		天然林	二次林	人工林				計
C 又は A	D			P. Patula	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		材積	材積	材積	材積	材積	材積	
1	1	—	746	945	584	399	—	
1	2	1,696	2,673	115	—	173	—	
1	3	17,292	12,138	—	—	—	—	
1	4	61,134	13,069	—	—	—	—	
2	2	31,325	—	326	322	—	—	
2	3	181,005	6,889	1,508	—	1,290	—	
2	4	857,072	128	5,675	—	1,581	—	
3	2	476	—	660	9,411	—	—	
3	3	4,676	—	4,789	4,791	2,489	—	
3	4	60,502	—	65,428	8,284	4,964	—	
4	3	—	—	4,738	5,371	8,032	—	
4	4	—	—	106,740	18,290	23,698	—	
5	2	—	—	—	—	—	—	
5	3	—	—	—	—	3,466	—	
5	4	—	—	—	—	43,690	—	
6	2	—	—	—	—	—	144	
6	3	—	—	—	—	—	558	
計		1,215,178	35,643	190,924	47,053	89,782	702	1,579,282

(2)リオタピラス・モデルエリア

(単位: m³)

林型		天然林	二次林	人工林				計
C 又は A	D			P. Patula	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		材積	材積	材積	材積	材積	材積	
1	1	—	746	829	584	399	—	
1	2	21	2,673	—	—	—	—	
1	3	2,295	2,460	—	—	—	—	
1	4	52,092	10,980	—	—	—	—	
2	2	27,201	—	—	—	—	—	
2	3	21,458	—	—	—	—	—	
2	4	565,331	128	—	—	—	—	
3	2	476	—	—	—	—	—	
3	3	4,676	—	—	—	—	—	
3	4	33,120	—	—	—	—	—	
5	4	—	—	—	—	9,348	—	
6	2	—	—	—	—	—	144	
6	3	—	—	—	—	—	558	
計		706,670	16,987	829	584	9,747	702	735,519

(3) マニサレス・モデルエリア

(単位: m³)

林型		天然林	二次林	人工林				計
C 又樹 A	D			P. patula	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		材積	材積	材積	材積	材積	材積	
1	1	—	—	116	—	—	—	
1	2	1,419	—	115	—	173	—	
1	3	11,215	—	—	—	—	—	
1	4	6,152	—	—	—	—	—	
2	2	1,026	—	326	322	—	—	
2	3	12,361	—	—	—	1,290	—	
2	4	291,741	—	—	—	1,581	—	
3	3	—	—	—	—	2,489	—	
3	4	27,382	—	—	1,528	4,964	—	
4	3	—	—	—	—	8,032	—	
4	4	—	—	—	—	23,698	—	
5	2	—	—	—	—	—	—	
5	3	—	—	—	—	3,466	—	
5	4	—	—	—	—	34,342	—	
計		351,306	—	557	1,850	80,035	—	433,748

(4) ペンシルバニア・モデルエリア

(単位: m³)

林型		天然林	二次林	人工林				計
C 又樹 A	D			P. patula	Ciprés	Aliso	Eucalipto	
		材積	材積	材積	材積	材積	材積	
1	2	246	—	—	—	—	—	
1	3	3,782	9,678	—	—	—	—	
1	4	2,890	2,089	—	—	—	—	
2	2	3,098	—	—	—	—	—	
2	3	147,186	6,889	1,508	—	—	—	
2	4	—	—	5,675	—	—	—	
3	2	—	—	660	9,411	—	—	
3	3	—	—	4,789	4,791	—	—	
3	4	—	—	65,428	6,756	—	—	
4	3	—	—	4,738	5,371	—	—	
4	4	—	—	106,740	18,290	—	—	
計		157,202	18,656	189,538	44,619	—	—	410,015

C : 樹冠直径、A : 樹高、D : 樹冠疎密度

5) 天然林の林分構造

調査データを用いて天然林の林分構造を分析した結果は次のとおりである。

(1) 胸高直径

調査木の直径分布を見ると、胸高直径40cm以上の樹木は 2,643本のうち42本で全体の 1.6%であり、ha当たり13.4本であった。また、胸高直径50cm以上になると 0.5 %、3.8 本/haであり、大径木の本数は非常に少ない。これは当地域の天然林のほとんどに人の手が加わっている結果であって、現状では利用できる材の少ない天然林といえる。しかし、成長量に関する森林土壌の肥沃度は高いので、木材生産を期待する場合には長期間の成長量の調査結果を見る必要がある。

(2) 樹高

林分の階層構造は樹高分布によって分析できることからモデルエリア別に、5 mの樹高階ごとに出現した樹種上位30種の本数分布および天然更新調査結果から樹高階別に出現した樹種の上位30種の本数分布を整理した。

すなわち、森林資源調査では胸高直径10cm以上の樹木を測定し、天然更新調査ではそれ以下の樹木を測定しているのでこの間の繋がりを見るために、リオタピアス・モデルエリアで測定した資料を用いて樹高と直径の回帰式を求めたところ、 $H=39.71 \times D+5.89$ ($R=0.56$) (H: 樹高、D: 胸高直径) の値を得た。この式から胸高直径 5 cmの樹木は 7.9mの樹高を持つと推定し、この方式で胸高直径10cm以下の樹高階を定め、巻末資料 3、4 から求めたha当たりの本数を樹高階別に図示したのが図 4-2-2 である。

以上の資料を分析の結果、各モデルエリアの樹冠層位別の本数比率は表 4-2-10のとおりである。

地域の天然林を構成する各樹種の胸高直径と樹冠直径の相関関係を示す資料がないため、樹冠層位別の占有面積や占有割合は推定できないが、この本数比率を見る限り、林分の階層構造

は発達しており、更新木を含めてバランスのとれた林分構成と考えられる。

表 4-2-10 天然林・樹冠層位別本数率

地域 樹冠層位	モデルエリア			計 (%)
	リオタピアス	マニリス	ペンシルバニア	
下層木 (樹高8m未満)	89.67	90.37	94.89	92.11
中層木 (8~15m未満)	9.18	7.41	3.04	6.01
下層木 (15m未満)	1.15	2.22	2.07	1.88
計	(%) 100	(%) 100	(%) 100	(%) 100

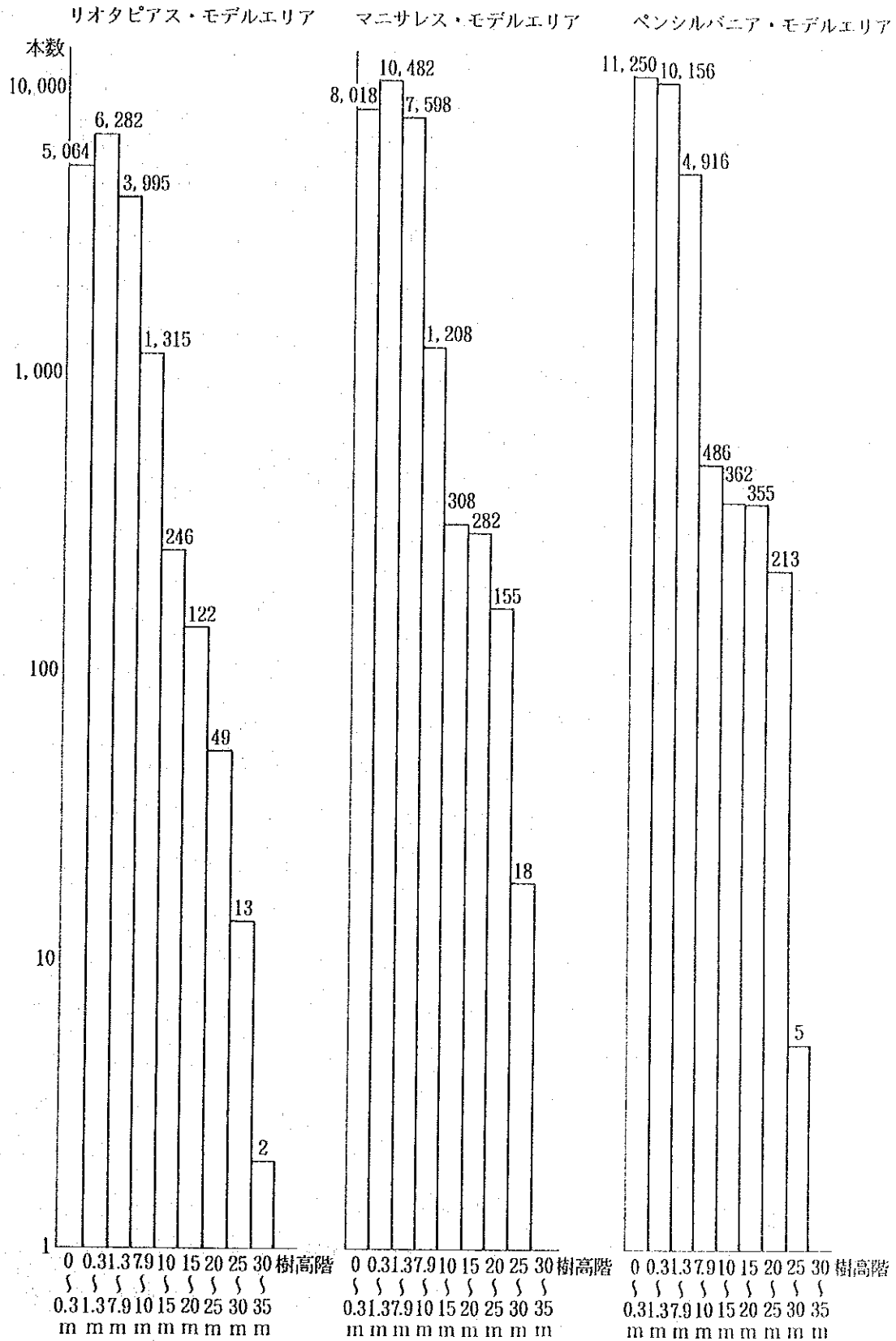


図4-2-2 ha当たりの樹高階別本数分布

(3) 樹種

① リオタピアス・モデルエリア

このモデルエリアでは全体で69種（不明木を1種として数えて）が出現した。最も出現の多かった樹種はカバノキ科の *Alnus jorullensis* (Aliso) で 11.53% を占めている。次にヘゴ科の *Cyathea* spp. が 9.02%、キク科の *Polymia pyramidalis* (Arboloco) が 5.32% を占めている。これらの天然更新状況を見ると、*Alnus jorullensis* については、42位 0.23% と出現率が低く、*Cyathea* spp. についても 27位 0.62%、*Polymia pyramidalis* も 20位 1.09% と共に低位で、現在の上層を構成する樹種の更新状況は必ずしも良いとはいえない結果を示している。

次に 25m 以上の最上層を構成する木は *Alnus jorullensis*、クノニア科の *Weinmannia* spp.、ノボタン科の *Miconia* spp.、アカテツ科の *Poteria locuma* (Mediacaro)、ツバキ科の *Freziera* sp. (Alizo colorado)、ノボタン科の *Miconia smaragdina* (Nigito) となっている。また、これらの樹種は 10m から 20m の階層に最も多く分布している。

下層の天然更新木をみると最も多く出現しているのはヤシ科の *Geonoma colombiana* (Palmiche) の 22.20% である。次にアカネ科の *Palicourea* spp. が 10.33%、ナス科の *Aenistus* sp. (Sin muerte) が 8.07%、イネ科の *Chusquea* sp. が 7.69%、ノボタン科の *Tibouchina* sp. が 5.98%、同じくノボタン科の *Miconia* spp. が 5.82% の順となっている。これらのうち、*Palicourea* spp.、*Tibouchina* sp.、*Miconia* spp. は上層をも形成している。

② マニサレス・モデルエリア

このモデルエリアでは全体で 68 種が出現した。最も出現の多かった樹種はノボタン科の *Tibouchina* sp. で 17.44% を占めている。次にセンリョウ科の *Hedyosmus* spp. が 10.30%、ノボタン科の *Miconia smaragdina* (Niguito) が 8.80%、また、センリョウ科の *Hedyosmus* sp. (Granizo) が 8.47%、クノニア科の *Weinmannia* spp. が 7.14% を占めている。これらの天然林更新状況を見ると、*Tibouchina* sp. は上層と同様に最も出現率が高く 13.03% を占めている。また、*Hedyosmus* spp. も 8.09% で第 4 位を占め、また *Hedyosmus* sp. (Granizo) は 5.99% を占めていて、マニサレスにおいては上層の優占樹種は下層にも優占的に出現している。

次に 25m 以上の最上層を構成する木は *Tibouchina* sp.、*Miconia* spp.、キク科の *Montanoa avalifolia* (Camargo)、ツバキ科の *Freziera* sp. (Alizo colorado)、

バンレイシ科の*Turpinia* sp. となっている。

また、下層の天然更新木をみると最も多く出現しているのはノボタン科の *Tibouchina* sp. の 13.03%である。次にアカネ科の*Palicourea* spp. が 12.50%、ノボタン科の*Miconia* spp. が 12.04%、センリョウ科の*Hedyosmus* sp. が8.09%、イネ科の*Chusquea* sp. が5.99%、の順となっている。

③ ペンシルバニア・モデルエリア

このモデルエリアでは全体で71種が出現した。最も出現の多かった樹種はリョウブ科の*Clethra bicolor* (Chiriguaco)で9.70%を占めている。次にノボタン科の *Meriania nobilis* (Danto) が5.54%、バンレイシ科の*Guatteria* sp. (Naranjo de monte)が5.31%を占めている。これらの天然更新状況を見ると、*Guatteria* sp. (Naranjo de monte)が26位に出現しているのみで、リオタピアスと同様に、上層の優占木は下層にも優占しているとはいえない結果となっている。

次に25m以上の最上層を構成する木はオトギリソウ科の*Chrysochlamys* sp. (Gaque)、クワ科の*Cecropia* sp. (Yarumo)となっている。

また、下層の天然更新木をみると最も多く出現しているのはノボタン科の *Bel lucia* sp. 13.83%である。次にアカネ科の*Palicourea* spp. が 11.14%、同じくアカネ科の*Palicourea crocea* (Niguito) が9.96%、ノボタン科の*Miconia* sp. (Mortino) が8.91%、アカネ科の*Cinchona pubescens*が6.92%、ノボタン科の*Tibouchina* sp. が6.33%の順となっている。

(4) まとめ

以上ように、各モデルエリアの天然林に優良大径木は少ないが、林分としての階層構造は発達しており、更新状況にも恵まれているので、現状のままで公益的機能は、十分に発揮されているものと考えられる。一方、林分内の樹種構成や成長速度等については、今後の推移に不明な点もあり、また急傾斜地に多く分布している立地条件等を勘案すると現況の天然林に木材生産機能を期待することは困難である。

したがって、天然林の取り扱いとしては、当面手を加えることなく、原則的には禁伐とし、今後の成長推移等を見守り、10~20年後に必要な施業の検討をするのが望ましい。

4-2-3 土壤調査

モデルエリア内に分布する土壤の種類と性質を知り、土壤図を作成することを目的として土壤調査を行った。調査方法および調査結果は以下のとおりである。

1) 調査方法

(1) 調査箇所および数

主に森林調査のプロットごとに土壤の断面（標準断面深1m）調査を行い、これを補完するため主として地形の変化に応じて簡易試孔点（標準断面深60cm程度）調査を行った。なお、調査箇所はそれぞれ52点である。

(2) 調査項目

調査項目は、土壤断面の位置、地形、方位、傾斜、標高、母材、土壤断面の形態、土壤型、堆積様式、植生等であるが、これらのほか山中式硬度計により土壤の堅密度を、また、簡易pHメータによりpHを測定した。

2) 調査結果

インテンシブエリア内で認められた土壤の種類は表4-2-11のとおりで、FAO / Unesco方式では11土壤単位であった。このうちモデルエリア内で認められたものは10種である。

調査した土壤断面の位置は巻末資料5、土壤断面および簡易試孔点の概要はそれぞれ巻末資料6、7のとおりである。これらを基に土壤図を作成した。また、土壤図にはFAO / Unescoの土壤単位と日本方式を併記した。なお、日本方式による土壤の分類は巻末資料8に示したとおりである。

表4-2-11 出現した土壤の種類

FAO / Unescoの方式による土壤単位	記号
Mollic Andosols	Tm
Humic "	Th
Ochric "	To
Humic Cambisols	Bh
Gleyic "	Bg
Ferralic " (*)	Bf
Mollic Gleysols	Gm
Humic "	Gh
Dystric Fluvisols	Jd
Dystric Regosols	Rd
Eutric "	Re

(*) はモデルエリア以外に分布する。

3) 土壌の種類別特徴

出現した土壌の特徴を FAO/Unescoの土壌単位で述べると次のとおりである。

(1) Andosols (アンドソル)

アンドソルは日本語の「暗土」に由来し、火山ガラスに富む母材に由来する土壌の意味で、暗色の表層を持つ。一般に肥沃な土壌で生産力が高いが、過湿潤の場所では生産力は落ちる。アンドソルの中では次に述べる①、②、③の順に生産力が高い。

① モリック・アンドソル Mollic Andosols (Tm)

モリック・アンドソルはモリックA層を持つアンドソルである。モリックA層とは暗色で厚い表層で、塩基飽和度が50%以上(今回の調査ではpH6以上とした)の層である。

② ヒューミック・アンドソル Humic Andosols (Th)

ヒューミック・アンドソルはアンブリックA層を持つアンドソルである。アンブリックA層とはモリックA層に似るが塩基飽和度50%以下の層である。

③ オクリック・アンドソル Ochric Andosols (To)

オクリック・アンドソルはオクリックA層とカンビックB層を持つ。オクリックA層とは明るい土色で、有機物含量1%以下の表層である。カンビックB層とは母材が変化した風化層で、構造の形成、遊離酸化鉄の遊離、粘土の生成あるいは母材のものの構造の消失を伴っている層である。

(2) Cambisols

カンビソルはラテン語の「Cambiare=変化」に由来し、風化の結果、色、構造、コンシステンシー(可塑性)が変化した土壌である。次に述べるヒューミック・カンビソルの生産力は「高い」から「普通」に位置するが一般にアンドソルよりは落ちる。しかし、崩積型であればアンドソルより高い場合もある。グライック・カンビソルおよびフェッラリック・カンビソルの生産力は低い。

① ヒューミック・カンビソル Humic Cambisols (Bh)

アンブリックA層を持ち、その厚さはカンビックB層を欠く場合には25cm以上である。

② グライック・カンビソル Gleyic Cambisols (Bg)

表層下50cmから100cmの間に水成的性質を持ち、表層下の200cm以内に永久凍土層を欠く。

③ フェラリック・カンビソル Ferralic Cambisols (Bf)

オクリックA層とフェラリックな性質（陽イオン交換容量が24me/100g 以下）のカンビックB層を持つ。

(3) グライソル Gleysols

グライソルはロシア語の方言の「gley= 泥質の土塊」に由来し、水成作用が支配的な土壌である。生産力は低い。

① モリック・グライソル Mollic Gleysols (Gm)

モリックA層またはユートリック（塩基飽和度が高い）なヒスティックH層（H層が厚い）を持つグライである。

② ヒューミック・グライソル Humic Gleysols (Gh)

アンブリックA層またはディストリック（塩基飽和度が低い）なヒスティックH層を持つグライである。

(4) フルヴィソル Fluvisols

フルヴィソルはラテン語の「fluvius=河川」に由来し、現在の氾濫原の沖積堆積物から生成した発達の弱い土壌である。生産力は低い。

① ディストリック・フルヴィソル (Jd)

地表から20cmと50cmの間の塩基飽和度が50%以下のフルヴィソルである。

(5) レゴソル Regosols

ギリシャ語の「rhegos= 被覆」に由来し、粗しょう物質の被覆を意味する。生産力は低い。

① ディストリック・レゴソル Dystric Regosols (Rd)

地表から20cmと50cmの間の塩基飽和度が50%以下のレゴソル。

② ユートリック・レゴソル Eutric Regosols (Re)

上記以外のレゴソル。

4) モデルエリア別の土壌の分布状況

(1) リオタピアス・モデルエリア

リオタピアス・モデルエリアで出現した土壌型別面積を表4-2-12に示す。

表4-2-12 リオタピアス・モデルエリアの土壤型別面積

FAO/Unesco方式			
生産力	土壤型	面積(ha)	%
高	Tm	17	0.2
	Th	3,184	29.5
	To	0	0.0
	小計	3,201	29.7
高から普通	Bh	7,546	70.1
	小計	7,546	70.1
やや低	Bg	0	0.0
	小計	0	0.0
低	Gm	0	0.0
	Gh	6	0.1
	JD	0	0.0
	RD	17	0.1
	RE	0	0.0
	小計	23	0.2
合計		10,770	100.0

土壤の分布状況をみると標高約2,700 mを境として、上部にヒューミック・アンドソルが広く分布し、尾根から山腹の主要部を占めている。また、アンデス主稜につづく稜線の一部の草原にはモリック・アンドソルがみられる。標高約3,500 m以上の緩傾斜の下降斜面沿いにはヒューミックグライソルが小面積分布する。急峻地ではディストリック・レゴソルや岩石地となっている。この高度になると乾性傾向の土壤はほとんど出現しない。標高 2,700mより下部ではほとんどがヒューミック・カンビソルであるが、急峻地ではディストリック・レゴソルが出現することもある。

母材は軽石、火山灰を主とする火山放出物が多く、安山岩、石英閃緑岩などしばしばみられる。

表4-2-12の分布面積からみると、造林に際して特に問題があるグライ土壤はわずか 0.2%で、生産力の「高」が29.7%、「高から普通」は70.1%であり、当モデルエリアは土壤条件に恵まれているといえる。造林に際しては土壤と同時に海拔高に伴う気候環境の変化に対する樹種別適応性に注意する必要があるが、樹種選定上大きな問題はないと考えられる。

(2) マニサレス・モデルエリア

マニサレス・モデルエリアの土壤型別面積は表4-2-13のとおりである。土壤の分布状況を見るとリオタピアス・モデルエリアと同じく、標高2,700 m前後を境とし、上部に広がる広い山頂緩斜面では、パラモや牧草地を中心としてヒューミック・アンドソルが、広く分布する。

標高約3,000 m以上の緩斜面の下降斜面にはヒューミック・グライソルが、40°以上の急峻地にはヒューミック・カンビソルが分布し、一部にディストリック・レゴソルがみられる。標高 2,700mより下部ではヒューミック・カンビソルが広く分布し、尾根を中心としてヒューミック・アンドソルまたはモリック・アンドソルが見られ、一部の平坦な谷底ではとくにグライック・カンビソルが出現する。

表4-2-13 マニサレス・モデルエリアの土壤型別面積

FAO/Unesco方式			
生産力	土 壤 型	面 積(ha)	%
高	Tm	74	1.6
	Th	2,372	52.6
	To	0	0.0
	小 計	2,446	54.2
高から普通	Bh	1,992	44.2
	小 計	1,992	44.2
やや低	Bg	11	0.2
	小 計	11	0.2
低	Gm	0	0.0
	Gh	17	0.4
	JD	0	0.0
	RD	46	1.0
	RE	0	0.0
	小 計	63	1.4
合 計		4,512	100.0

母材は軽石、火山灰を主とする火山放出物が大半を占め、一部に基盤の結晶片岩が存在する。当モデルエリアの土壤分布の特徴として、頻繁に繰り返された火山活動に由来する堆積時期の異なる火山放出物層を母材とする土壤が広く分布することが上げられる。特に深さ10cmのところに軽石と火山灰の混合層を挟む土壤が少なくない。

土壌の生産力に関しては上部の山頂緩斜面を中心として湿性の土壌が広く分布するため「高」が54.2%で、「高から普通」が44.2%であった。したがって、通常の造林の対象となる標高の範囲ではリオタピアス・モデルエリアと同様の生産力を有し、造林に際しても大きな問題は生じないと考えられる。

(3) ペンシルバニア・モデルエリア

ペンシルバニア・モデルエリアの土壌型別面積は表4-2-14のとおりである。土壌の分布状況を見ると標高約2,500 mを境とし、上部にはモリック・グライソルまたはヒューミック・グライソルとモリック・アンドソルが分布する。グライソルは山腹の急斜面から尾根にまで及び、ヒューミック・アンドソルは主に中腹斜面に分布し、この地域がまれにみる湿潤な環境にあることを示唆している。標高2,500 mより下部ではモリック・アンドソルが大半を占め、ヒューミック・カンビソルはペンシルバニア市街地の西～南方およびペンシルバニア川沿いと左岸東部の一部を占める過ぎない。ペンシルバニア川の右岸と左岸の一部の中腹以下にはオクリック・アンドソルが小面積出現する。ディストリック・フルビソルはペンシルバニア川

表4-2-14 ペンシルバニア・モデルエリアの土壌型別面積

FAO/Unesco方式			
生産力	土壌型	面積(ha)	%
高	Tm	3,615	62.6
	Th	371	6.4
	To	46	0.8
	小計	4,032	69.8
高から普通	Bh	933	16.2
	小計	933	16.2
やや低	Bg	0	0.0
	小計	0	0.0
低	Gm	620	10.7
	Gh	93	1.6
	JD	69	1.2
	RD	6	0.1
	RE	23	0.4
	小計	811	14.0
合計		10,770	100.0

右岸の中腹以下の下降斜面の一部にみられ、ディストリック・レゴソルは急峻地に小面積みられる。

母材は軽石の小礫を含む火山灰を主とする火山放出物が主体を占めているが、結晶片岩もしばしば混在し、あるいは単独でもみられる。

土壌型の分布面積をみると生産力の低いグライ土壌が13%を占めているが、これはほとんどが標高2,500 m以上の天然林に覆われている地域に出現している。造林計画域は、ほぼ2,500m以下の生産力が「高」の土壌分布域が対象となるため他モデルエリアと同様樹種選定上大きな問題はないと考えられる。

4-2-4 造林適地調査

人工林の造林適地の把握と計画樹立に必要な成長予測量を得ることを目的として、各モデルエリア内およびその周辺の人工林の成長状況を調査した。

1) 人工造林の現況

現地調査および聴取調査の結果人工林の賦存状況は、次のとおりである。

(1) ペンシルバニア・モデルエリア

この地域にはプロオリエンテ、マデラス・デ・オリエンテ両社有林を中心に約1,400haに及ぶ造林地がある。造林樹種は大部分がP. patulaとCiprésであり、わずかに Pinus oocarpa (以下、P. oocarpaとする) と Alisoが造林されている。

造林地の分布範囲は、標高1,800m～2,800mにわたっており、いわゆるコーヒー作付け地帯の上方に位置する牧草地帯の中で植林が進められてきたもので、森林伐採の直後に造林されたものは皆無である。これらの人工林の林齢は古いもので約20生に達しており、伐採利用可能な林分が出現し始めている。

また、造林地の主な植栽樹種と垂直的な植栽範囲および生育良好地は次のとおりである。

P. patula	2,000～2,800m	山腹～尾根筋 (大面積)
P. oocarpa	1,800～2,200"	山腹 (小面積)
Ciprés	2,000～2,400"	沢沿い～山腹 (大面積)
Aliso	1,800～2,500"	山腹 (小面積)

このうち地域内に自生するものはAlisoのみである。

これらの造林地はすべて大面積の一斉造林地である。また、この他に数系統のユーカリが植栽されているが、きわめて小面積のため面積計上に至らなかった。

(2) リオタピアス・モデルエリアおよびマニサレス・モデルエリア

マニサレス・モデルエリアには約 450haの *Aliso*の人工林があり、リオタピアス・モデルエリアにも約80haの同樹種の人工林がある。また、マニサレス市郊外では、コンパニア・フォレストアル・デ・コロンビア社やマデラス・イ・セルロッサ社による 2,000ha近くの造林地があり、大部分の造林樹種は *P. patula*と *Ciprés*である。これらの垂直的植栽範囲および生育良好地はペンシルバニア・モデルエリアとほぼ同様である。

(3) モデル・エリア以外の造林実績

森林経営調査で後述する、カルダス、キンディオ両州に所在する山林9,000haを管理経営するレフォレストドーラ・アンディナ社（アルメニア市）では、次のような樹種を植栽している。

<i>P. patula</i>	南アフリカ産	海拔	2,000~3,000m
<i>P. kesiya</i>	アジア産	"	1,400~2,200
<i>P. maximinoi</i>	ホンジュラス産	"	2,000~2,400
<i>P. tecunumanii</i>	ニカラグア産	海拔	1,400~2,000m
<i>P. oocarpa</i>	グアテマラ産	"	1,400~2,100
<i>E. grandis</i>	南洋諸島産	"	1,000~2,200
<i>E. globulus</i>	"	"	2,000~3,000

2) 植栽木の成長量

植栽木の成長経過を把握することを目的として、ペンシルバニア・モデルエリアにおいて *P. patula*および *Ciprés*の樹幹解析を行った。

(1) 調査方法

① 樹幹解析木の選定

尾根、山腹、沢沿い等局所地形の異なる箇所、できるだけ高齢で樹齡が判明している林分の中に0.01haのプロットを設定し、毎木調査により算出した樹高の中央木を標準木として選定し、樹幹解析を行った。樹種別には *P. patula* 4本、*Ciprés* 3本である。

② 円板の採取

樹幹解析木について、地上高 0.2mの位置を伐採点として伐倒し、2mごとに円板を採取した。

③ 年輪の測定

年輪は1年ごとに測定した。計測は、円板の最大直径の方向とこれに直角の方向に中心を通る直線を引き、4個の半径について、cm単位で単位以下2位まで読み取り平均した。

年輪は、アンデス地域では気温の年較差が摂氏1°以内であることから、雨期と乾期との成長差による年輪であり、一部に偽年輪等が生じ、不明瞭なものもあった。しかし、地上高0.2mの円板は樹齢に一致しており、すべての円板で読み取りが可能であった。

(2) 樹幹解析木の成長経過

樹幹解析木の樹齢別の樹高および胸高直径の成長量を取りまとめたのが表4-2-15であり、それを図示したものが図4-2-3である。

(3) 植栽木の成長予測

植栽木の成長を予測するために、P. patula、Ciprésとも樹幹解析木の平均値のデータを用いて、コンピュータ処理により理論成長曲線式を求めた。一般に樹木の成長はその成育期間を通じて成長条件が一定に保たれることはなく、成長過程は一本の直線関係では表せない。したがって、若齢期から老衰期までの成長条件の変化に対応するものが理論成長式である。理論成長式には一分子反応曲線、ロジスティク曲線、ゴンベルツ曲線、修正指数曲線等があるが、これらに適応させ最も相関係数が高いものを適用した。

この結果、表4-2-16の理論成長曲線式を得た。

表 4-2-15 樹幹解析木の樹齡別直径および樹高

No	樹種	地形	cm	樹 齡 (年)																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Ciprés	山腹	直径	-	-	0.55	2.10	3.50	5.75	7.00	8.35	9.10	9.85	10.30	10.90	11.65	12.50	13.45	14.70	15.75	16.80	18.70
			樹高	0.60	1.20	3.30	3.90	4.50	5.20	9.20	9.60	10.30	11.10	11.20	15.20	15.70	16.10	17.10	18.80	19.20	19.35	19.35
2	Ciprés	尾根	直径	-	0.80	1.80	3.60	5.40	6.60	8.00	9.40	10.80	12.00	13.20	14.20	15.20	16.20	17.40	18.00	18.80	19.40	-
			樹高	0.90	2.00	3.20	4.20	5.00	5.90	7.20	7.90	8.80	9.10	9.80	10.60	11.80	12.30	12.70	13.00	13.10	13.30	-
3	P. patula	沢沿	直径	2.20	5.20	8.30	11.20	12.60	13.80	14.50	15.20	16.00	17.20	18.00	18.50	19.20	20.40	21.20	22.20	22.50	-	-
			樹高	0.40	1.20	2.20	4.00	5.00	6.60	8.80	8.80	11.00	12.00	14.00	15.20	16.40	17.40	18.20	19.20	20.00	20.60	-
4	P. patula	山腹	直径	0.90	1.80	4.30	6.25	8.35	10.95	12.15	13.15	14.25	15.15	15.95	16.80	17.80	19.10	20.70	22.25	25.00	-	-
			樹高	1.00	0.30	4.20	7.80	10.40	11.60	12.60	13.80	14.20	15.00	15.50	17.70	18.80	19.60	21.80	22.20	22.50	-	-
5	P. patula	尾根	直径	-	0.80	1.35	4.00	6.80	8.15	9.05	9.85	10.85	11.55	13.30	14.05	14.85	15.50	16.30	16.75	18.00	18.55	-
			樹高	0.70	1.30	3.60	4.20	7.00	9.60	12.10	14.30	17.40	17.70	18.70	19.30	19.80	20.60	21.30	21.80	22.70	22.70	-
6	Ciprés	沢沿	直径	-	-	0.50	1.80	2.50	3.45	5.45	6.30	7.05	8.00	9.10	10.65	12.30	13.30	13.90	15.65	16.25	17.20	17.80
			樹高	1.80	2.60	5.20	7.50	8.40	9.30	12.70	14.10	14.70	16.00	17.40	17.60	17.70	18.30	18.70	19.40	19.70	20.30	20.30
7	P. patula	尾根	直径	-	-	2.15	4.10	5.20	6.30	7.80	8.95	9.80	11.25	12.10	13.15	14.20	15.15	16.15	17.45	18.10	19.55	-
			樹高	-	-	4.20	8.30	9.60	11.40	12.20	13.00	13.30	13.70	14.90	15.70	16.30	17.20	18.00	18.50	19.50	21.20	-
Ciprés 平均			直径	-	-	0.95	2.43	3.80	5.26	6.81	8.01	8.98	9.95	10.86	11.91	13.05	14.00	14.91	16.11	16.93	17.80	-
P. patula 平均			直径	-	-	3.90	5.20	5.98	6.80	9.70	10.53	11.20	12.08	12.80	14.46	15.06	15.56	16.16	17.06	17.33	17.65	-
			樹高	-	-	4.02	6.38	8.23	9.70	10.87	11.78	12.72	13.78	14.83	15.67	16.51	17.53	18.58	19.66	20.90	-	-
			樹高	-	-	3.55	6.07	8.00	9.80	11.42	13.02	14.22	15.10	16.07	17.27	18.07	18.90	20.10	20.62	21.32	-	-

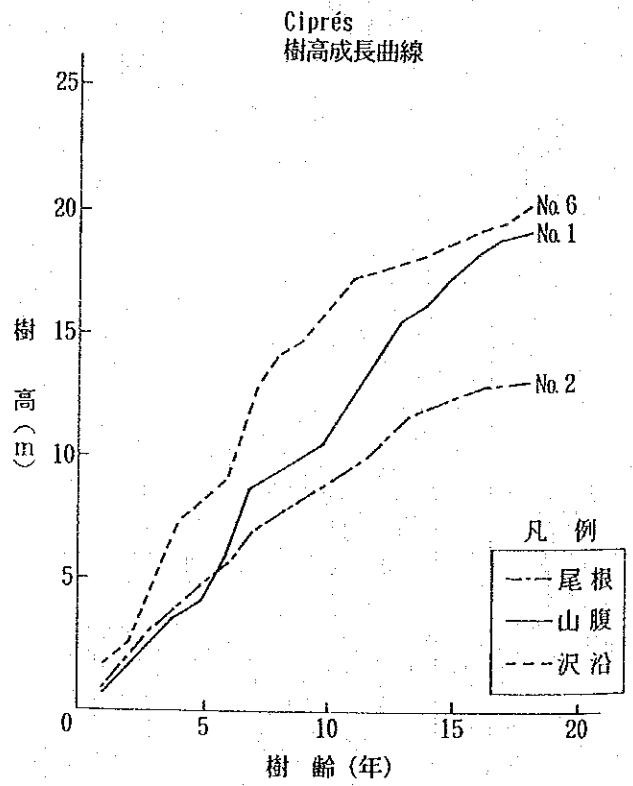
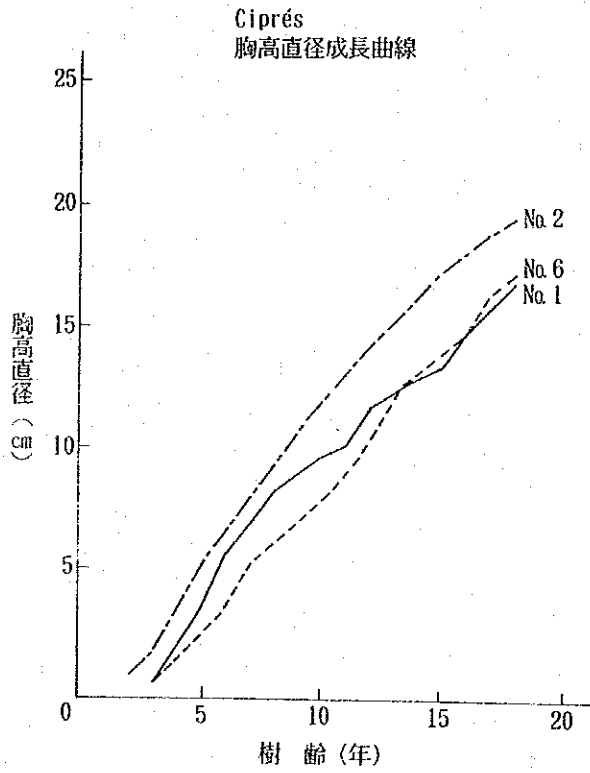
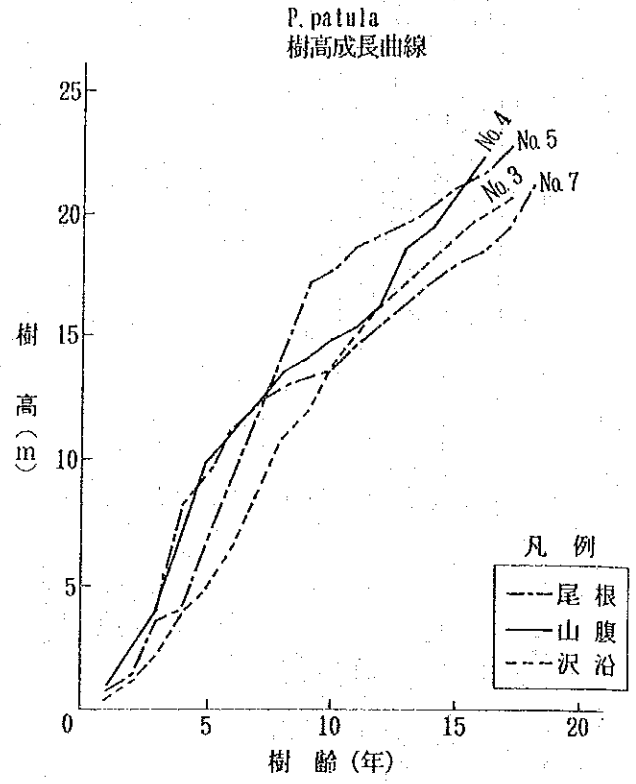
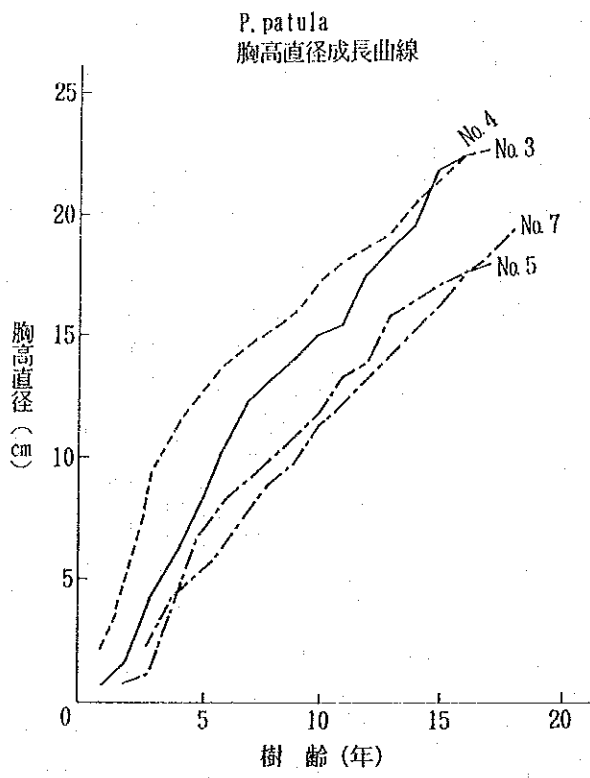


図4-2-3 樹幹解析木の成長曲線 (P. patula、Ciprés)

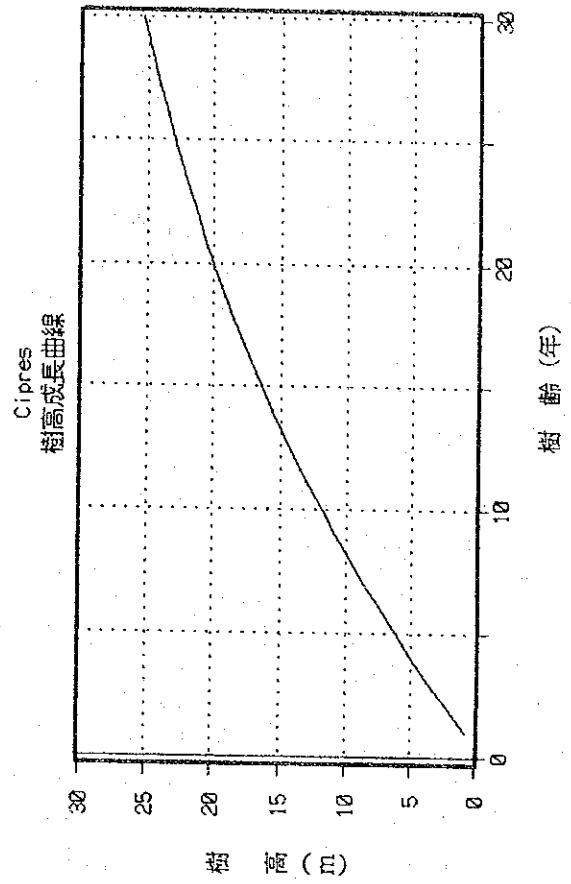
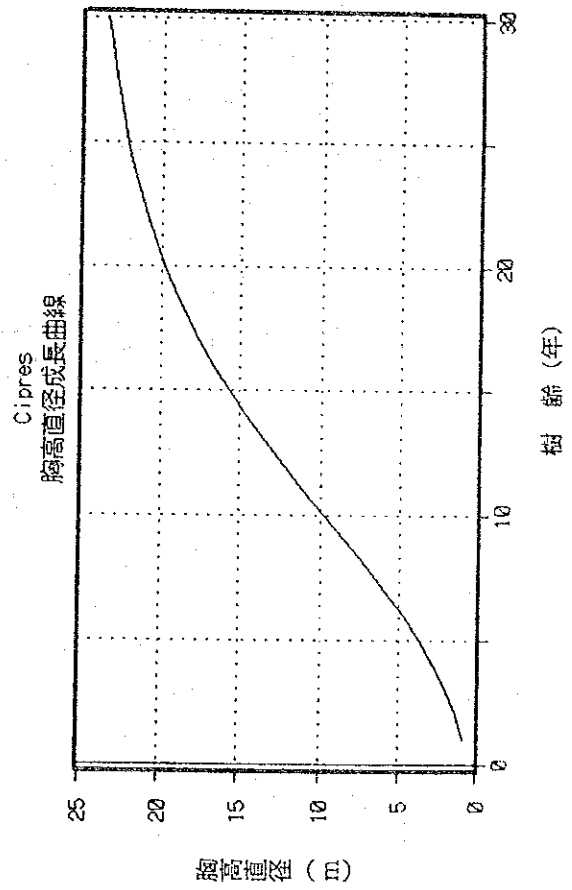
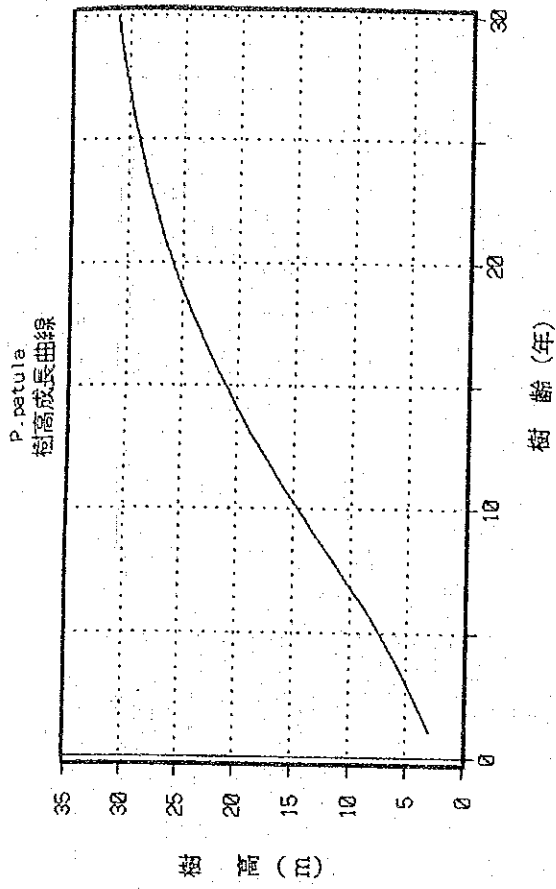
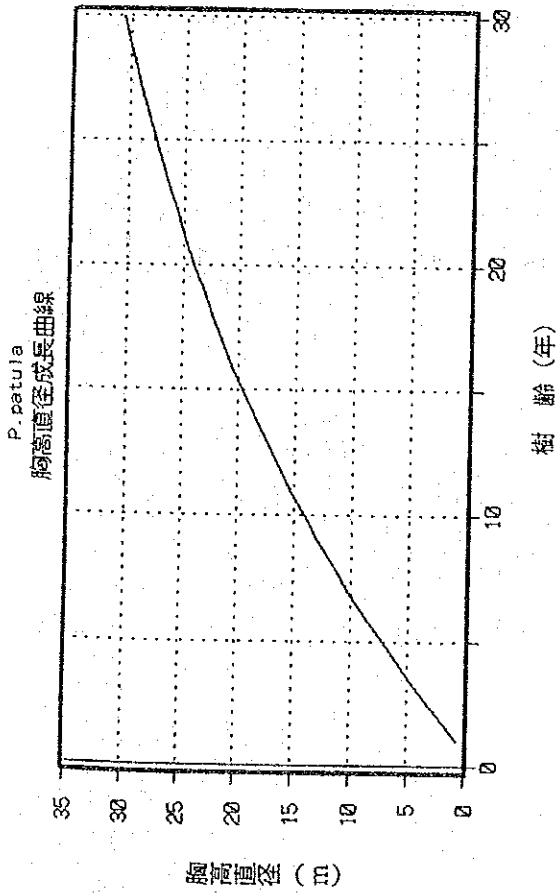


圖 4-2-4 理論成長曲線圖

表4-2-16 理論成長曲線式

樹種	理論成長曲線式		
P. patula	直径	$D = 42.6944 - 35.4238 \times 0.8068 \times ((T-5)/5)$	D=胸高直径 H=樹高 T=樹齡 e=自然対数の底
	樹高	$H = 33.6046 \times e^{(-2.7081 \times e^{(-0.1175 \times T)})}$	
Ciprés	直径	$D = 24.7686 \times e^{(-3.9100 \times e^{(-0.1432 \times T)})}$	
	樹高	$H = 35.3150 \times (1 - e^{(0.0197 - 0.0429 \times T)})$	

この理論成長曲線をあてはめて算出した成長曲線図が図4-2-4であり、これに森林資源調査で使用した単木材積表を適用し、将来の成長予想をしたものが表4-2-17である。

3) まとめ

以上の調査結果から得られた造林適地選定の考え方は、次のとおりである。

造林適地は植栽する樹種別に異なるが、一般的に樹木の成長を左右する要因は気温、土壌、地形等に集約できる。これらのうち当地域では気温が成長条件の支配的要因であり、また気温が標高によって定まることから、植栽樹種ごとの造林適地はおおむね標高によって分け、これに土壌、地形要因を加味するのが適当と考えられる。

したがって、現地の要因の分類は、造林実績から標高は3,000mの上下とし、土壌は乾性と湿性に分け、また地形は斜面下部、斜面中腹部、斜面上部に区分して、それぞれの因子を組み合わせ造林樹種を決定する方式が妥当と考えられる。

表 4 - 2 - 17 植栽木の成長予測

樹齡	P. patulaの成長予測				Ciprésの成長予測			
	胸高直径 (cm)	全樹高 (m)	利用高 (m)	利用材積 (m ³)	胸高直径 (cm)	全樹高 (m)	利用高 (m)	利用材積 (m ³)
10	14.11	14.56	6.56	0.07	9.74	11.86	5.86	0.02
11	15.32	15.98	7.98	0.10	11.03	12.85	6.85	0.03
12	16.47	17.35	9.35	0.13	12.28	13.79	7.79	0.05
13	17.57	18.67	10.67	0.16	13.49	14.69	8.69	0.06
14	18.62	19.92	11.92	0.20	14.63	15.56	9.56	0.08
15	19.64	21.11	13.11	0.25	15.69	16.39	10.39	0.10
16	20.61	22.23	14.23	0.29	16.68	17.18	11.18	0.12
17	21.53	23.27	15.27	0.34	17.58	17.95	11.95	0.15
18	22.42	24.24	16.24	0.40	18.40	18.68	12.68	0.17
19	23.27	25.13	17.13	0.45	19.15	19.37	13.37	0.19
20	24.09	25.96	17.96	0.50	19.82	20.04	14.04	0.22
21	24.87	26.71	18.71	0.56	20.42	20.68	14.68	0.24
22	25.62	27.40	19.40	0.61	20.95	21.30	15.30	0.27
23	26.34	28.03	20.03	0.67	21.42	21.89	15.89	0.29
24	27.03	28.60	20.60	0.72	21.84	22.45	16.45	0.31
25	27.69	29.11	21.11	0.78	22.21	22.99	16.99	0.33
26	28.32	29.58	21.58	0.83	22.54	23.51	17.51	0.35
27	28.92	30.00	22.00	0.88	22.82	24.00	18.00	0.37
28	29.50	30.38	22.38	0.93	23.07	24.48	18.48	0.39
29	30.05	30.72	22.72	0.98	23.29	24.93	18.93	0.41
30	30.58	31.03	23.03	1.03	23.48	25.37	19.37	0.42

4-3 森林管理計画調査

4-3-1 森林保全調査

森林保全基準作成に必要な基礎資料を得ることを目的として、インテンシブエリア内の森林保全の実態について調査した。

1) 調査方法

この調査では、インテンシブエリア内の自然条件、土地利用実態等を勘案のうえ、自然環境の維持、災害の防止、水源かん養等の公益機能を有する森林の保全に関わる次の項目について調査した。

- (1) 高標高地の森林の成長状況
- (2) 生態上重要な動植物の存在
- (3) 保健・文化・教育に供される森林
- (4) 地形・地質により荒廃のおそれのある箇所
- (5) 重要水源地域
- (6) インテンシブエリア内の法的規制

2) 調査結果

(1) 高標高地における森林の成長状況

① 植栽木の成長状況

CONIF の所有する3箇所の高標高の植栽試験地で植栽木の成長状況調査を行った。各地区とも1区画12.5m×12.5mの試験地を設け、その中の植栽密度を2.5m×2.5mとして様々な樹種を植栽し、パラモ地帯における広葉樹および針葉樹の適応試験を行っている。この調査結果は表4-3-1のとおりである。

表4-3-1 高標高地の植栽木の成長状況調査

場所	標高	地形	主な成長状況
La Esperanza	3,260m	小尾根	Acacia decurrens, Acacia melanoxylon の成長状況良、Pinus radiata 最良、Pinus patula良
Finca Martinica	3,540m	浅谷	表4-3-2のとおり
La Herradura	3,800m	中腹の凹面	樹高成長 P. radiata 38cm /年、P. patula 28cm /年

表4-3-2 マニサレス・モデルエリアのFinca Martinicaの成長状況
 針葉樹：7年生，2.5×2.5m植，傾斜28°，標高3,540m

樹種	樹高 (m)		根元 (cm)		DBH (cm)	
	大	中小	大	小	大	小
<i>P. patula</i>	3	2	10.5	6	6	2.5
<i>P. pseudostrobus</i>	2.8	2.1	11	7	5	3.5
<i>P. taeda</i>	3.1	1.45	10	4	4	—
Ciprés	4.2	1.9	9.5	5.0	5.5	2.0
<i>P. kesiya</i>	2.8	1.4	8.5	7	4	—
<i>P. ellioti</i>	2.3	0.9	5	3	3	—
<i>P. radiata</i>	5.6	1.5	18	3	13	—
<i>P. pinaster</i>	3.5	1.2	8	2.5	4.5	—

ユーカリ：6年生，2.5×2.5m植，傾斜32°，35種，50ブロック

樹種	樹高 (m)		根元 (cm)		DBH (cm)	
	大	小	大	小	大	小
<i>E. globulus</i>	9	5.5	17	9	12	7
<i>E. deanei</i>	3.2	2.2	10	7	6	4
<i>E. regnans</i>	5.6	—	13	—	10	—
<i>E. viminalis</i>	5.4	—	14	—	11	—

② 高標高地の森林分布

インテンシブエリアの標高別の森林分布は概略次のとおりである。

・天然林（二次林を含む）

海拔 1,200m～3,200mの間では通常の成長を示し、3,200m付近から矮生化する。しかし、尾根・山頂付近では 2,800m付近から矮生化し、3,200m付近から草地化する。

・人工林（試験林は除く）

海拔 1,200m～2,900mに分布する。

③ 高標高地の森林の取扱い

試験地での調査結果からみると、平地と同様な成長は望めないものの *P. radiata*

および数種類のユーカリ類については約 3,800m の高標高地にあってもほぼ成長可能である。この実績から推定すると尾根筋でない限り、標高 3,800m 付近までは樹種選定を誤らなければ人工植栽は可能である。したがって、人為的に森林生態系が攪乱された場合、その回復が困難とみられるのは標高 3,800m より上方であるとの見方もできるが、安定的な成林は 3,540m の試験地までと判断される。

(2) 生態上重要な動植物の賦存する地域

① 動物

3つのモデルエリアに、どのような動物が生息するか農民を対象に聴取調査を行った。その結果をまとめたのが巻末資料9である。これからワシントン条約で貴重種（I）とされているものが2種、重要種（II）とされているものが7種生息することが明らかになった。これらは表4-3-3のとおりである。しかし、聴取調査にもれた貴重種、重要種の生息する可能性がないとは言えない。

表4-3-3 ワシントン条約に含まれる貴重種および重要種

内容	分類	学名	地方名	和名
貴重種	鳥類	Trochilidos	Chupafloor	(アマツバメ目、ハチドリ科) (オウム目、インコ科)コンゴインコ属
	"	Ara sp.	Guacamayo	
重要種	哺乳類	Felis tigrina	Tigillo	(食肉目、ネコ科) ジャガーネコ (霊長類、フサオマキザル) ヨザル (タカ目、タカ科) オオハシノスリ (" ") オジロノスリ (オウム目、インコ科) テリノハイコ (タカ目、ハヤブサ科) アリカチョウザク科 (オウム目、インコ科) キタバネインコ
	"	Aotus trivirgatus	Marteja	
	鳥類	Buteo magnirostris	Gavilán	
	"	Buteo albicaudatus	Aguila	
	"	Forpus passerinus	Perico	
	"	Falco sparverius	Aguililla	
"	Amazona ochrocephala	Lora		

② 植物

木本植物のうち貴重種、重要種の生育について調査したところ、それぞれ4、7種が確認できた。これらをまとめたのが表4-3-4である。

また、貴重草本植物ではPassiflora spp. の生育が認められた。

③ 重要種の分布

以上のように当インテンシブエリア内には、数種類の生態上貴重および重要な動物が生息し植物が生育している。しかし、種のテリトリーとして固まって賦存する場所は認められないので、これに伴う地域区分を行うことは困難である。

表4-3-4 貴重植物および重要植物

内 容	科 名	学 名	地 方 名
貴重木本	Cunoniaceae Cyatheaceae Euphorbiaceae Lauraceae	Weimannia pinnata Cyathea arborea Hyeronima sp. Aniba pertilis	Encenillo Helecho arboreo Drago, Candelo Laurel comino
貴重草本	Passifloraceae	Passiflora spp.	—
重要木本	Escalloniaceae Fagaceae Hippocastanaceae Juglandaceae Lauraceae Mimosaseae Moraceae Myrtaceae Palmae	Escallonia mirtiflora Quercus sp. Billa colombiana Juglans neotropica Nectandra spp. Inga sp. Morus insigne Mircia popayanesis Ceroxylum quinduensis	Chilco colorado Roble Manzano de monte Cedro negro, Nogal Laurel Cedro macho Lechero Arrayana Palma de cera

(3) 保健・文化・教育に供される森林

これらについては、モデルエリアに関わる市において聴取調査を行ったが、現在、これらに供されている森林は設定されていない。現地調査の結果をみると、人口35万人余を擁するマニサレスの大都市で保健・文化・教育等に供する森林を市民に提供することは地域の行政上または市民生活の向上を図るうえから重要である。最近に至って、市当局もこの必要性を認め、MONTE LEON地区に小規模な森林公園を作ることを計画している。

また、調査結果から見ると、各モデルエリアとも中央山脈の頂上付近からの景観は極めて優れているもののアクセスが困難である。一方、マニサレス・モデルエリアの下部は、マニサレス市街から車で30分とアクセスも良く、森林帯からマニサレス市が一望できる景観地があり、市民の森として設定整備を図るのに最適な位置にある。

(4) 地形・地質により荒廃のおそれのある箇所

各モデルエリアの地形・地質から見て荒廃のおそれのある箇所を現地調査した。この結果次のような因子を持った地域が荒廃のおそれのある箇所として認められた。

表4-3-5 地形・地質により荒廃のおそれのある箇所

荒廃のおそれのある箇所	内 容
傾斜45°以上の土地	傾斜45°以上の土地を裸地、草地化した場合には崩壊発生の危険性が高くなる。
河川の源頭部	河川の源頭部付近から野溪の発生している箇所がみられ、この地域を裸地化、草地化すると野溪発生の危険性が高くなる。
河川の岸畔50mまでから100mまでの範囲	河川の側岸で土砂が河川へ流入し、侵食されている箇所がみられ、このような河川の岸畔50mまでから100mまでの範囲を裸地化、草地化すると溪岸侵食発生の危険性が高くなる。
崩壊の周辺50mまでから100mまでの範囲	崩壊地を放置すると周辺50mまでから100mまでの範囲にわたり拡大の危険性が高くなる。

以上から、現況が天然林（二次林も含む）である土地は将来にわたっても天然林で維持し、荒廃のおそれのある箇所で裸地化、草地化している場合には植栽により早急に森林化を図る必要がある。

(5) 重要水源地域

下流部に都市を有し、水源かん養機能の発揮を強く求められている地域がこれに該当する。マニサレス・モデルエリアは全域がマニサレス市の水源林となっている。ペンシルバニア・モデルエリアではペンシルバニア市街地のすぐ上部に水源があり、重要水源地域とみなして適切な取扱いをする必要がある。リオタピアス・モデルエリアではネグラ沢がネイラ市の水源となっているので水源林とすることが適当である。

(6) インテンシブエリア内の法的規制

コロンビア国では、再生可能天然資源と環境保全に関して1973年法律第23号および1974年政令2811号等により規制されているが、インテンシブエリア内の森林は現時点ではこれらの適用を受けているものはない。

3) まとめ

以上のように、インテンシブエリアには保全すべき各種の森林が数多くあるが、現況天然林の開発は地形・地質条件からみて限界を越えているとみられる。したがって、ガイドライン、モデル計画においては、現況天然林はそのまま天然林として維持保全し、現況の無立木地で保全すべき箇所については、積極的に植栽し森林化を図ることが必要と考えられる。

表 4-3-6 森林内の法的規制現況 (1974年政令第2811号)

条	内 容
第 200条	野生植物群区
第 234条	国有林 (1976年政令第 877号 II 章第 2 条に規定されている森林保全地域となる。)
第 255条	狩猟保存区
第 256条	禁猟区
第 257条	禁猟期 (特定種の個体を対象とした一時的な禁猟)
第 209条	保護地域の未開発地域 (第234 条とも関連するが、政令877 号により実質的には国有林内のみが対象となる)
第 202条	森林地区 (第234 条、政令877 号と関連している。第203 条生産森林区域、204 条保護森林区域、205 条保護・生産森林区域の指定も同じである)
第 324条	土壌保全地区
第 329条	国立公園、自然保存地域、ファウナ聖域、独自の自然地域、フローラ聖域、公園道

4-3-2 林相改良調査

林相改良基準作成に必要な資料を得ることを目的として、この調査を行った。ここでの林相改良とは、林相が粗悪化した林分を健全化させ、森林の有する公益的機能、特に水源かん養機能及び土壌保全機能を十分に発揮させることを主題とした。

1) 調査の考え方

一般的に天然林の林相が粗悪化する原因としては、自然的被害には気象害 (風害、水害)、生物害 (病害、虫害、獣害) 等、また人為的被害としては、開発行為、山火事等が考えられる。インテンシブエリア内の天然林と人工林について、林相が粗悪化する原因とその結果起こる現象を表 4-3-7 のように想定し、林相が粗悪化した林分を調査した。

表4-3-7 林相粗悪化要因マトリックス

原因 現象		天然被害					人為的被害			
		気象害		生物害			間接的		直接的	
		風	水	病気	虫	獣	樹種不適	手人等不足	開発行為	過失
A. 疎林化	全滅状態	△	△	△	△		●	△	△	△
	散在状態	△	△	△	△		●	△		△
	群状欠損	△	△	△	△	△		△	△	△
	列状欠損	△	△			△		△	△	△
B. 密林化	過度密生状						△	○	○	
C. 成育不良	樹高、胸高直径、樹冠、樹形等それぞれの土地の成長量に比較して著しく不良なもの	△		△	△	△	●	△		

- 注) 1. 複数因子の関与によるものもあるが、ここでは単純モデル化した。
 2. 粗悪化現象はA、B、Cの組み合わせによりとらえられることが多い。
 3. 現象は林相単位でとらえるため林分全体に多発しているものが対象となる。
 4. ○は天然林、●は人工林、△は天然林・人工林共に発生のパターンを示す。

2) 調査結果

天然林については高標高地になるに従って矮林化と林内の崩壊地が見られたが、表4-3-7に想定した粗悪化林分は認められなかった。人工林については表4-3-8に示す粗悪化林分を調査した。

表4-3-8 人工林の粗悪化林分の調査結果

場所	粗悪化状況
ペンシルバニア	P. patulaにハナフシが異常繁殖し葉量が減少している林分。所によっては枯死した樹木がみられる。
ペンシルバニア	P. patula、Ciprésの間伐手遅れで、過密状になっている林分。
ペンシルバニア	Ciprésが腐朽菌に侵された林分。被害率は植栽木の数%から全滅状の林分まで様々。被害木は利用不能である。
ペンシルバニア	Ciprésが風害により幹折れした林分。被害率は約30%。

3) まとめ

(1) 天然林

インテンシブエリアの自然環境は、急傾斜地が多いという特徴を除いて、年平均気温が6℃～20℃の間にあり、年間雨量は1,600mm～4,000mmで、しかも雨量強度が小さいこと、また、赤道低圧帯に属し台風がないこと等、森林の成立に適する条件がそろっている。このことから、もし天然被害により林相の粗悪化の生じることがあっても、自然の回復力が旺盛なためほとんど自然復元している。

また、人為的影響について見ると、当地域の天然林は一度は人の手が加わり有用木が伐採された後の二次林と考えられる。したがって、森林の構成樹種等は極盛相から多少変化した可能性はあるものの、早い自然回復力により多くは複層林化していることから、木材生産機能以外の森林の公益的機能を粗害しているとは言いがたい。

なお、当地域は、古くから農牧業利用のために森林が伐採され土壌侵食等様々な問題を生じてきた。しかし、これらは既に森林から牧場等に転換された無立木地であることから天然林の林相改良に比して、森林回復が急務となっている。

(2) 人工林

P. patula のPhasmidae(ナナフシ目)による被害は、大量のナナフシが松の針葉を食べ切り落とし、外見は枯死したような症状を呈するもので、被害林分は尾根状の乾燥地形に多く発生している。この被害がみられるようになったのは最近の2年程であるが、地元の林業会社の研究により、大発生の原因は手入れ不足にあることがほぼ明らかになった。造林後約20年を経過した*P. patula*の無保育の林分では樹冠が鬱閉しており、暗所と松の葉を好むナナフシの恰好の住家となり、大発生を招いたものと考えられる。会社では薬剤散布、粘着テープによる虫の捕獲、間伐の推進など様々な防除対策をとったが、間伐が最も効果があることが明らかになった。激害林分は、樹冠が鬱閉し林内照度の低い林分であったため、間伐により照度の回復した林分では、急速にナナフシの数が減少し、葉も再生してくることが明らかになった。したがって、今後は除伐、間伐等の保育を適切に行うことにより、ナナフシによる林相の粗悪化は防げると考えられる。

*Ciprés*の枯損に関しては、ペンシルバニア川右岸の約18年生の高層林分に、胴枯性の腐朽菌により林相が粗悪化している箇所が見られる。被害程度は造林木の10%程度から全滅状の林分まで種々見られるが、1箇所当たりの発生面積は比較的小さ

い。この腐朽菌に侵されると幹材が利用できないため、所有会社では被害木を伐倒のうえ、焼き払う方法により被害の蔓延を防いでいる。また、この腐朽菌は同定されておらず、その繁殖の原因も明らかになっていないが、発生地が沢状地形で比較的土壤湿度の高い所に多いことからみて、これらの場所における造林後の手入れ不足が深く関与しているものと推測される。すなわち、Ciprésは土層の厚い肥沃地に植栽しており、土壤湿度も比較的高いので、このような場所で保育を怠った林分は樹冠が鬱閉し林内照度が低くなり、腐朽菌の繁殖に適することから、なんらかの原因で発生した腐朽菌が蔓延したのではないかと考えられる。ただし、Ciprésの同齢で同様な林相にあっても、周囲に天然林が存在していたり、小面積植栽地あるいは尾根地形で風通しの良い林分ではこれらの被害がみられない。

その他、小面積ではあるが風害により、折損木の発生した林分があった。この原因としては一度に強度の間伐を行ったことから生じたものと認められるが、この間の経過を示す詳細な記録がないので分析できなかった。

以上の諸点から見て、人工林の粗悪化林分は、手入れ不足が主原因で被害が発生したものと考えられる。

したがって、適期適作業により人工林の粗悪化は予防できると考えられる。このことから粗悪化してしまった林相を改良する観点から表4-3-7のマトリックスを基に必要な林相改良方法の基準を作成することとした。

4-3-3 荒廃地調査

荒廃地復旧基準作成に必要な基礎資料を得ることを目的としてこの調査を行った。調査方法は、モデルエリア内の荒廃地の状況を航空写真上で判読し、これを現地確認する手法を用いた。調査結果は次のとおりである。

1) 荒廃地の概況

航空写真上では40㎡以上の規模の荒廃地が判読可能であり、判読できた自然荒廃の形態は、野溪（縦侵食型崩壊）、溪岸侵食（横侵食型崩壊）および山腹崩壊（表層剝離型崩壊）の3種であった。

一般的に見て本調査地域は急峻な地形にもかかわらず、荒廃の発生規模、頻度は極めて小さく、比較的安定している。

IGAC発行の「Suelos y Bosques de Colombia」（1988年）の「侵食と荒廃図」においても、インテンシブエリアに属する中央山脈の上部には荒廃が「ない」、中腹部に

において「軽い」または「中程度」となっており、コロンビア国全体から見ても当地域は侵食が少ない地域とされている。。

1989年から1991年にわたって同一箇所の荒廃状況について2カ年の経過調査を行ったが、現在発生している自然荒廃の野溪、山腹崩壊等の状況には拡大等の変化がなく、むしろ植物の侵入により緑化が進んでいる箇所がほとんどで、植生の自然復旧速度の早いことが確認できた。

2) 荒廃状況の分析

(1) 自然荒廃

航空写真上で判読できたモデルエリア内の野溪、溪岸侵食および山腹崩壊の箇所数と面積を取りまとめたのが表4-3-9であり、モデルエリア別に荒廃因子を分析したものが巻末資料10である。

表4-3-9 モデルエリア別自然荒廃地一覧表

地域 形態	モデルエリア						合計		平均 ha/箇所
	リオタピアス		マニサレス		ペンシルバニア		箇所	面積ha	
	箇所	面積ha	箇所	面積ha	箇所	面積ha			箇所
野溪	10	1.86	41	7.23	9	2.59	60	11.69	0.19
溪岸侵食	5	0.40	0	—	0	—	5	0.40	0.08
山腹崩壊	16	2.90	11	3.95	8	1.01	35	7.86	0.22
合計	31	5.16	52	11.19	17	3.60	100	19.95	—
平均面積	—	0.17	—	0.22	—	0.21	—	0.20	0.20
区域面積 荒廃率	10,770 ha 0.048 %		4,512 ha 0.248 %		5,776 ha 0.062 %		21,058 ha 0.095 %		— —
最高標高	3,820 m		3,770 m		3,110 m		—		—
最低標高	1,470 m		2,140 m		1,390 m		—		—
起伏量比	0.083		0.114		0.100		—		—

- (注) 1. 地すべり、はげ山、火山性特殊荒廃地、落石荒廃地、シラス荒廃地等はない。
 (注) 2. ・野溪とは、長さは比較的短く、勾配が急で、平常は水は少ないが降雨時には流量が増加し、土砂石礫の流送が激しくなるような河川の上流部に発生する荒廃である。
 ・溪岸侵食とは、河川による開折が進みV字溪谷を形成し、さらに河川の側岸が侵食を受けて発生する荒廃である。
 ・山腹崩壊とは、溪流、河川に起因しないで主に山腹面に発生する荒廃である。

① モデルエリア別の荒廃状況

a) リオタピアス・モデルエリア

当モデルエリアに出現している荒廃地は、31箇所総面積は5.16haあり、標高

1,850 mから 3,400mの間に分布している。このうち、野溪は10箇所、溪岸侵食は5箇所、山腹崩壊は16箇所となっている。

野溪については、荒廃長が20mから 350mまでで、平均長は 133mである。また、1箇所当たりの面積は0.04haから0.76haの間にあり、平均は0.19haと比較的小規模である。野溪の縦方向の傾斜度は、34度から58度までで、平均41.6度となっており、その両岸の傾斜は更にきつく、60度を越えているものが多い。

次に溪岸侵食は 5箇所発生しており、侵食長は20mから 200mまでであり、平均は 100mである。1箇所当たりの面積は0.04haから0.12haで平均0.08haと小さい。また、侵食箇所の溪床勾配は34度から50度まで、平均40.8度となっており、すべて天然林の中に出現している。

山腹崩壊の小規模のものはほとんど円形に近い形で出現しているが、大規模なものは縦型となっている。この1箇所当たりの面積は0.04haから1.28haで平均は0.18haである。また、崩壊面の傾斜は28度から59度で、平均39.6度であるが、発生地の4割は牧草地となっているのが特徴的である。

b) マニサレス・モデルエリア

当モデルエリアの荒廃地は、52箇所総面積は 11.19haと3地区で最も多く発生し、標高 2,380mから 3,650mの間に分布している。このうち、野溪が41箇所、山腹崩壊は11箇所であるが溪岸侵食は見られない。

野溪の荒廃長は20mから 350mで平均 113.9mである。また1箇所当たりの面積は0.04haから1.20haの間にあり、平均は0.18haである。また、荒廃面の傾斜は16度から46度で平均が32.5度となっている。

山腹崩壊は、1箇所当たりの面積が0.04haから1.60haで平均は0.36haと野溪の倍であるが、その形状はリオタピアスの小規模のものと同様に円形に近い型が多い。

c) ペンシルバニア・モデルエリア

当モデルエリアの荒廃地は、17箇所総面積は3.60haあり、このうち野溪が9箇所及び山腹崩壊が8箇所発生しているのみで、溪岸侵食は見られない。また、荒廃箇所の標高は 1,580mから 2,920mの間にあって3つのモデルエリアの中では最も低い位置にある。

野溪の荒廃長は40mから 450mで平均長は 120mである。1箇所当たりの面積は0.05haから1.65haで、平均0.29haである。また、縦方向の傾斜は28度から52度

の中にあり、平均は38.3度である。

山腹崩壊は8箇所であり、1箇所当たりの面積は0.07haから0.24haで、平均は0.13haである。崩壊面の傾斜は30度から48度で平均は37.5度となっている。

② 土地利用別の荒廃状況

表4-3-10に土地利用別荒廃地数・面積一覧表を掲げたが、荒廃は天然林地帯に多く発生しているのが特徴的である。この原因としては地形的に不安定な場所が開発されずに森林として残されているためと考えられる。

表4-3-10 土地利用別荒廃地数・面積

モデル エリアと 崩壊型	天然林 (N)		人工林 (P. patula)		農用 (Ba)		草地 (P)		合 計		
	数	面積 ha	数	面積 ha	数	面積 ha	数	面積 ha	数	面積 ha	%
財・ダラス 野 溪 溪 岸 崩 壊 合 計	9 5 10 24	1.82 0.40 2.39 4.61	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	1 - 6 7	0.04 - 0.51 0.55	10 5 16 31	1.86 0.40 2.90 5.16	25.9
マニラス 野 溪 溪 岸 崩 壊 合 計	33 - 7 40	4.97 - 1.97 6.94	- - 1 1	- - 1.60 1.60	- - - -	- - - -	8 - 3 11	2.27 - 0.38 2.65	41 - 11 52	7.24 - 3.95 11.19	56.1
ペンシルバニア 野 溪 溪 岸 崩 壊 合 計	2 - - 2	0.41 - - 0.41	2 - 1 3	1.77 - 0.24 2.01	2 - 5 7	0.20 - 0.54 0.74	3 - 2 5	0.21 - 0.23 0.44	9 - 8 17	2.59 - 3.95 3.60	18.0
合 計	44 5 17 66	7.20 0.40 4.36 11.96	2 - 2 4	1.77 - 1.84 3.61	2 - 5 7	0.20 - 0.54 0.74	12 - 11 23	2.52 - 1.12 3.64	60 5 35 100	11.69 0.40 7.86 19.95	58.6 2.0 39.4 100.0
%	66.0	60.0	4.0	18.1	7.0	3.7	23.0	18.2	100	100	

(2) 人為的荒廃

人為的荒廃は、道路作設に伴う崩壊とセメントス・カルダス社の石灰岩採掘現場およびペンシルバニアにおける採石場が主なものである。

このうち道路作設に伴う崩壊の代表例について見ると、リオタピアス・モデルエリアのラ・クリスタリーナからマルランダ方面へ抜ける公共地方道路の建設現場が挙げられる。現在中央山脈の稜線に到達しようとしている。この新設道路は切り取り

土砂をその場で下方へ捨土しているために崩壊が続いている。これは道路作設工法の不適切によるものであり、山脈上部の火山灰の堆積地帯では場所によって、かなり大きく崩壊している。しかしながら、この崩壊地への植生の進入は早く、山腹面は施工後2～3年で逐次安定してきている。

3) まとめ

インテンシブエリアの荒廃現象は、次の5点に集約される。

(1) 荒廃率が小さく全般的に安定している。

モデルエリアの平均を見ると、荒廃率は0.1%以下で、1,000ha当たり4.6箇所程度の発生で、特に植生の回復力が早い。

(2) 荒廃地発生区域は特定されない。

マニサレス・モデルエリアが最も高い発生率を示すが、危険地判定の指標となる特異事項に乏しく、危険区域は特定できない。

(3) 出現荒廃形態は4種に限定される。

モデルエリアの実態から見ると、野溪が最も多く、山腹崩壊、溪岸侵食、人為的崩壊、の4種である。

(4) 土地利用別には、天然林と草地に多発している。

モデルエリアを指標として、土地利用方法別の荒廃実態を見ると、66%が天然林、26%が草地である。

(5) 地形急峻地に多発の傾向である。

モデルエリアの実態を見ると、V字及び凹面地形に87%発生し、傾斜30°以上に74%以上発生しており、荒廃地の平均傾斜は36°となっている。したがって、急斜地に多い天然林が6割以上を占めている。

以上のような傾向はあってもインテンシブエリアでは荒廃発生の予見が困難であるので、既に起きている荒廃種を対象とした復旧方法の基準が実用的である。

4-3-4 森林経営調査

森林経営基準作成に必要な基礎資料を得ることを目的として、この調査を行った。調査方法および結果は次のとおりである。

1) 調査方法

インテンシブエリア内およびその周辺において、森林経営を行っている事業体6社を対象に森林施業を中心とした経営方法を調査するとともに混牧林、混農林等の状況

についても調査した。

2) 調査結果

各会社の経営状況は異なるが、比較的経営内容のまとまったペンシルバニア、マニサレス、アルメニア市の事業体を対象としてとりまとめた。

(1) 造林のための土地購入

造林のための土地は、いずれの会社もアクセスの可能な牧場のみを対象に購入している。ペンシルバニアではケーブルの集材距離 600mを基にして道路からはほぼ 600m以内の牧場のみを購入対象としている。

(2) 森林施業方法

① 生産目標

- ・ペンシルバニア…確固とした目標はなかったが現在は用材、パルプ材、パーティクルボード用である。
- ・マニサレス………当初パルプ材を目標としていたが、現在は間伐材は杭材・パルプ材、主伐材は用材・パルプ材を目標としている。
- ・アルメニア………カルトン・デ・コロンビアの子会社であることからすべてパルプ材生産を目標としている。

② 更新樹種および伐期令

a) 更新樹種

- ・ペンシルバニア…P. patula、Ciprés。
- ・マニサレス………P. patula、Ciprés。
- ・アルメニア………造林適地調査に示した樹種。

b) 伐期令

- ・ペンシルバニア…当初目標はなかったが、現在では用材は20年を目標としている。
- ・マニサレス………杭材は8年、パルプ材、用材は10～12年。
- ・アルメニア………以前は8年後間伐、15年後主伐であったが、現在は間伐は行わず伐期12年。

③ 伐採方法

いずれもチェーンソー（ワンマン・ソー）を使用している。

- ・ペンシルバニア…主伐は皆伐、間伐は保育不足林分から順に60%の間伐を行っている。

- ・マニサレス……主伐は皆伐、間伐は植栽時 1,100本/haに対し、6年後 350本/ha、8年後150本/haを伐採。
- ・アルメニア……主伐は皆伐、間伐は密植林分のみ50%の伐採を行っている。

④ 更新方法

各地域とも人工植栽である。

a) 植栽本数

- ・ペンシルバニア…2,500本/ha～700本/haとさまざま試したが、現在は1,100本/ha。
- ・マニサレス……当初は2,000本/haであった。現在は1,100本/ha。
- ・アルメニア……P. patulaは1,276本/ha、Eucaliptoは実生苗が1,330本/ha。挿し木ポット苗は1,100本/ha。

b) 地拵

アルメニアでは火入れ作業を行っているが、他は牧草地跡のため特に行わない。

c) 植栽時期

いずれの地域も雨期の4～5月又は9～10月（年によっては11月まで）としている。

d) 施肥

いずれの地域も植付時に施肥をしている。ペンシルバニアではチッソ、リン酸、カリ、ホウソを10-30-10-10の割合で混合したものをha当たり40kg播いている。

⑤ 保育

a) 下刈

- ・ペンシルバニア…植栽後1～2年のみ1～3回/年（場所により適宜）。
- ・マニサレス……植栽後数年適宜。
- ・アルメニア……1年目 2～4回。
2年目 2～3回。
3年目 2～3回。
4年目 1回（いずれも場所によって異なる）。

b) 除伐

- ・ペンシルバニア…行っていない。
- ・マニサレス……適宜行う。
- ・アルメニア……行っていない。

c) 枝打

- ・ペンシルバニア…3～4年後に一番下の枝のみ。
- ・マニサレス……適宜行う。
- ・アルメニア……行わない。

⑥ 保護

- ・ペンシルバニア…山火事は湿度が高いため心配ない。病虫害に対しては、自社の研究で対処している。
- ・マニサレス……病虫害の発生はないが、近くの昆虫の研究所と連携をとっている。
- ・アルメニア……病虫害対策として年4回外部の専門家を招いて定期的診断をしている。また、山火事対策として、3地区に責任者を置き、山火事防止用具と無線、ブルドーザー等を備え体制を整えている。

⑦ 搬出

林道から30m～50mは人背、作業道がある場合は動物により搬出している。急傾斜地あるいは作業道がない場合はケーブルで搬出している。

(3) 混牧林の状況

混牧林経営を試みているマニサレスの会社ではP. patulaの間伐後、本数約700本/haのところへ1頭/haの割合で放牧している。牛の肥育度は放牧草地より高く、草地8kg/月に対し林間放牧12kg/月で200kgの牛を1年間で350kgに育成する目標を達成しているという。また、牛の排泄物が林木に肥培効果をもたらす相乗効果があると見ている。

ペンシルバニアでは、造林地に放牧している事例はあるが、計画的なものではない。

一方、アルメニア市の会社では、パルプ材生産目標の林分では牛の放牧は林木の成長に悪影響を与えると見て一切許可をしていない。

(4) 混農林の状況

ペンシルバニア・モデルエリアおよびリオタピアス・モデルエリアの低標高地ではコーヒー栽培が盛んであり、コーヒーの間に庇蔭樹を植栽し、コーヒー改植の時期にそれらを販売している例もみられる。これら庇蔭樹の植栽密度は100本/ha～400本/ha程度である。

4-3-5 林道調査

林道作設基準を作成するのに必要な基礎資料を得ることを目的として、コロンビア国で定められている林道作設上の基準や法令等の規制内容、インテンシブエリアを中心とした林道の実態把握、並びにモデルエリアの中における林道計画上の制約事項の3点について、現地確認および聴取調査を行った。調査結果は次のとおりである。

1) 林道の概念と法規

コロンビア国においては、国土開発の方向が住民の定着と農業の振興にあったため、森林内の道路は住民の生活の手段として作設されたもので森林そのものを管理するという考え方はなかった。したがって、林道という定義はなく、林道に関する法令等は現段階ではまだ整備されるに至っていない。しかし、最近造林会社で林業経営用に作業道を設けているところもある。

一般的にインフラストラクチャーとしての道路の開設等の開発行為はINDERENAの許認可を要することとなっており、その許認可にあたってはその都度必要な調査が行われている。

2) インテンシブエリアの実態

インテンシブエリアにおいては牧畜を主体とした農業が主産業であり、道路網はすべて農道を骨格として発展してきた。

また、この地方の歴史では、林産物の大量輸送をするという経験に乏しく、林産物は農道やけもの道を使って搬出していたが、森林率の低下に伴い、林道の必要性はさらに少なくなってきた。

しかしながら、最近、造林事業を開始した企業の現場では、伐採搬出のための作業道を設けるところがあり、その実態は次のとおりである。

ペンシルバニア・モデルエリアにある会社の作業道は、林地をブルドーザーで押しただのみで、幅員は2.6m～3.0mの簡易なものである。

一方、マニサレス近郊のマデラス・イ・セルロッサ社においては、350haの造林地

に6 km程度の作業道を設置し、将来は更に高密度路網を指向している。この作業道は、整備もよく急勾配の下部にはスリップ止めの敷砂利を配置しておくなど維持管理の配慮も見受けられた。

主な規格は下記の通りである。

幅員4 m、最急勾配10~12%、土側溝深さ15cm、幅20cm程度。
 路床面は湿地に路盤工を設け、表面排水工として割木溝径15cm伏設。
 側溝の水柵約60cm×60cmで深さ約1 m。
 横断排水工はヒューム管φ30~40cm、200m毎

なお、上記の作業道の作設費はusドルでkm当たり5,000ドルとのことであった。短伐期の造林事業にインフラストラクチャーは欠かせないものであり、作業道の整備が必要なことを承知している経営者の先見性によって進められていた。

3) モデルエリアの実態

(1) モデルエリアの道路延長

モデルエリア内の既設道路延長を森林基本図(1:5,000)から測定した。その結果は次表のとおりである。

表4-3-11 モデルエリアの道路延長

モデルエリア 実態	リオタピアス	マニサレス	ペンシルバニア
モデルエリア面積 (ha)	10,770	4,512	5,776
既設道路延長 (m)	65,520	19,460	65,600
道路密度 (m/ha)	6.80	4.31	11.36

ただし、この数値はモデルエリア全域を対象としたもので、現況の天然林内は道路が少ないので、逆に森林施業の対象となる地域の道路密度はこれより高い実態にある。

また、マニサレス・モデルエリアでは水源林管理の林道が必要であるが、水源林内には管理歩道が十分に配置されていて木材の搬出を対象としない施業は、この歩道で満足できるため、新たな管理用の林道は必要がないと判断された。

(2) 道路作設状況

リオタピアス・モデルエリアで作設中の道路は一般道として整備されている。し

かし、その工法は急峻地形に対応した切取工法が主体で、切取土砂は斜面下部に直接捨土し、盛土工法は一部にしか見られない。また、捨土の一部には斜面下部に100m以上も流下しているものがあり、植生をはがし裸地化状態を誘発している。この箇所の植生回復は早く、切土、捨土とも法面が安定次第直ちに草本が侵入し、続いて Aliso 等の木本への遷移が数カ月で見られるものもある。また3~4年経過した数カ所の捨土法面で、既に全面木本植生に被覆され、安定している状態も確認できた。

一方、火山灰を主体とする土壌の一部で、法面が安定せず植生が侵入しない箇所も若干みられた。

(3) 林道と集材の状況

人工林地帯のペンシルバニアの現状について見ると、林道から最も遠い造林地が約2kmの位置にある。林業会社では今後道路から600m以内の土地を購入し、植林していく方針をもっているが、これは現状のケーブル集材距離600mを考慮してのことである。しかし、現状の集材方式は簡易なものであり、多少の改良を加えれば林道から約1km程度の集材は可能になるものと考えられる。

4) まとめ

(1) 作設する林道の種類

林道の作設を森林の管理面から見ると、インテンシブエリアは急峻な地形のため多くの林道を作設することは林地保全上好ましくない。また農道やけもの道を使って林産物を搬出した歴史的経緯からみて、今後もこれらの道を管理用に使用することで満足できるものと考えられる。

一方、生産林業地帯での林道整備は造林及び生産材の搬出のために重要であり、そのための事業林道が必要と考えられる。

したがって、この林道作設基準は生産林地帯の事業林道を対象に策定することとなる。

(2) モデルエリア内の制約事項

3箇所のモデルエリアにはそれぞれ特色があり、土地利用形態等に差異はあるが、地形、地質や気象条件等の環境因子については大差はない。

また、各エリアとも地形、地質上特に配慮を要するような地すべり地帯、破碎帯や湿原等の特殊なものはない。したがって林道作設基準はモデルエリアごとに作成する必要性はなく、インテンシブエリアを対象としたものになる。

4-4 コンセッションの許可状況調査

森林管理計画ガイドラインおよびモデル計画の手法を用いて森林資源の適正管理システムの確立を図るに当たり、現在コロンビア国で施行されている「コンセッション等に対する森林伐採の許可基準」の適切性・問題点等について調査した。

4-4-1 伐採許可の制度

コロンビア国の森林制度に関する法律は、1950年代以降にかなり整備され数多くの法令が施行されているが、森林伐採のコンセッションに関しては、体系的に整っている1975年8月19日施行の第29号協定を主体として検討を加えた。この内容については巻末資料11に掲げたとおりである。

4-4-2 伐採許可の実態

1) 許可の条件

許可に当たっては、必要に応じ伐採地の中に次の地種区分を行い、この中で適正施行を条件として許可している。

Areas Productoras	……	生産区域
Areas Protectoras	……	保護禁伐区域（例えば傾斜45°以上）
Areas Prod. + Area Prot.	……	生産と保護の併存区域

注：この地種区分は、書類上でなされるのみで、現地において示されている事例は認められない。

2) 許可の現況

- ・人工林は全国的にほとんど伐採許可を受けており、植栽者がいて所有権がはっきりしているのでINDERENAの不許可の例はない。
- ・天然林は所有形態が明確でない場合があり、使用者に投下資金もないことから盗伐が多く、伐採許可を受けていないものがある。
- ・コンセッション等で地種区分を示しても現地で確認できないため地種区分は実効性の薄いものとなっている。（現地確認者や伐採者の個人差が表面に出やすい。）
- ・全国で一番大きなアンティオキア局とパシフィコ地域のみBランクの許可権限も持っているが、実質的には伐採許可申請の90%が200㎡以下の個人申請である。

3) カルダス州における許可状況

- ・既許可件数の80%はGuadua（竹）である。竹の場合は申請者宅におもむき、伐り方

まで教えている。

- ・町内に孤立する並木、庭園樹等も対象となっている。
- ・Cedrela 等樹木の場合は、原則として胸高 1.3mの位置で直径40cm以上のもののみを許可している。
- ・許可材積は、利用高までの幹材積を算出している。

4) コンセッションの事例調査

ブエナベントゥラ市内にカルトン・デ・コロンビア社がコンセッションを得ている現地を調査した。調査結果は以下のとおりである。

(1) コンセッションの概要

太平洋岸の国有林の伐採許可を15年前に得て、30年契約で6万haの区域で300万 m^3 の伐採をすることとなっている。ただし、所定のコンセッション料は支払われている。

(2) 地域の自然概況

- ・太平洋岸に沿って南北に細長い波状地形で、全体が海拔50mから120m（標高差70m）までのうねりを呈している。
- ・年平均気温27 $^{\circ}\text{C}$ 、年平均湿度89%、年平均降雨量7,400mm、年間平均降雨日数250日である。
- ・62,000haの全域が政府所有の熱帯林であるが、土壌は表土が浅く重粘土層が極めて厚く、基岩は深層にあって、全体に湿地を呈した排水不良土壌である。
- ・森林は熱帯多雨林の区分に入るが、土壌条件が良くないため、生立木の最大胸高直径は50cm止まりで最大樹高は25~30mである。平均でha当たり蓄積は100~140 m^3 程度にある低質林分といえる。
- ・林内の利用可能樹種は252種あり、そのうち上層木となるものは10種余に及び樹種構成は比較的豊富である。

(3) 開発の経緯

- ・1959年から、Bクラスの伐採許可によってカルトン・デ・コロンビア社が開発に入り、人背、動物にて少量搬出した。
- ・次にトラクターを使用し丸太敷等の工夫を重ねて搬出した。
- ・1960年に最初の道路を作設。しかしぬかるみのために板・丸太・砂利敷等を行い、最終的には布を敷きつめ砂利で覆う方法をとった。
- ・1974年に製紙用材搬出として、30年間のコンセッション契約を締結し現在に至っ

ているが、会社としては、2004年の完了を待って、この事業から引き上げる予定である。

(4) 伐採地の施業方法

会社では施業方法の研究を進め、人工植栽に比して天然更新の方が好結果を得ることが明らかになったので胸高直径13cm以上を伐採許可木として、それ以下の樹種は保存する方法をとり、回帰30年とし面積平均法によって全地域を30ブロックに分け、1ブロックは600haとして施業を行っている。

また、天然更新を成功させるため林内からの集材にもケーブルを用い、林地を傷めないような配慮を行っている。

(5) コンセッション地域をとりまく状況

- ・会社により開設された道路沿いに多数の住民がコンセッション地域内に入り込み定着し、現在も増加中である。
- ・定着民は、正業がなくコンセッション地域内の立木を集団または個人で伐採し、製材品は、主に厚板あるいは杭用の小丸太として販売している。
- ・土壌が悪いので自家用の食物も作れず、付近に販売用の木が無くなるとさらに奥地へ移動することが考えられる。
- ・これらの侵入住民の生活、生業を束縛したり制限したりする社会的規制はなく、結果的に生活権が認められている。

4-4-3 伐採許可基準の検討

コンセッション許可の申請書に記述させ、審査の対象としている内容および取扱いの検討結果は次のとおりである。

1) 検討結果

(1) 木材利用の目的

木材利用の目的を明確にし、その目的が社会的利益にも一致していること、また伐採後の造林を計画していることなどは明らかにさせていた。

(2) 利用地域

コンセッションにより利用する地域の位置、面積、境界等を明らかにさせ、行政的位置、土地所有権等の社会条件および気象、土壌、地形等の自然条件を明らかにさせていた。しかしながら所有権より使用権が強くこの面からは審査力が届いていないと認められた。

(3) 森林資源量

利用地域に賦存する森林資源量は、利用樹種別径級別の利用材積で明らかにさせていた。したがって、純資源量と利用資源量の差については許可時から不問とされていた。

(4) 利用計画

利用地域の中での①伐採区域、保全区域等のゾーニング②伐採に係る伐採方法、樹種、径級、年間伐採量、伐採順序、③搬出方法、経由林道、輸送能力、④労働力計画等については明らかにさせていた。

(5) 造林計画

伐採跡地の造林について、①造林樹種、②年間造林面積、③造林順序、④育苗計画、⑤労働力計画等については明らかにさせていた。

(6) 資金計画

当初伐採に係る費用額、その資金および販売収入予定額、造林費用の額等の収支計画を明らかにさせ、伐採の実行性確保を証明させていた。したがって、今回の調査の範囲では、コンセッション許可を得た後に、不実行または中止等のなされた事例は認められなかった。

2) 検討結果の結論

以上の現状認識に立って、INDBRENAがコンセッション等に与える許可の審査基準を検討した結果、「総体的には適切に定められている」と認められる。したがって、現状の許可基準を全面的に改訂するような審査基準は示し得ない。しかしながら検討の過程において認められた若干の問題点について以下に説明する。

(1) 所有権の確立

コンセッションを得た地域においても、道路が開設すると住民が入り込んでくる。たとえ所有権登記のなされた林地があっても、すでに居住者が居たり、なんらかの利用がなされている場合には、それが生活権として認められ、一方的に追い出すことはできないこととなっている。したがって、カルトンデコロンビア社有林等のしっかりした組織においては常に林地の管理を行い、入り込み者の定着化（6ヵ月以上で問題化する）を防いでいるが、その他の林地（特に、公有地と称される未帰属地）においては、自然発生的な森林開発が進行している。このような実態が中央アンドエスの保存林地域における森林率の減少につながり、また、コンセッション跡地での入り込み者による森林破壊にも発展している。

以上のとおり、コンセッションに関しては許可基準に問題があるのではなく、それを取りまく社会状況に問題がある。この解決のためには地域住民が安心して住めるような対策、例えば生活基盤の確立、就労場所の拡大、教育の普及等を図る必要があり、この結果としての利用権に優る所有権の確立が期待される。

(2) 現地審査及び指導体制

全般的に見て、伐採許可（コンセッション）の書類審査はかなり入念に行われ、適切な指導もなされている。しかし、現地審査やその後の現地での監督及び書類の提出無しに行われる不法伐採等への監視体制等に問題がある。現地審査に関しては大規模な伐採許可申請のみ行い、運用面や書類手続面を簡素化し、職員がその後の監督に従事できるようにするといった方法も考えられよう。また、不法伐採等の指導監視体制については必要人員の確保が必要と考えられる。

第5章 森林管理計画ガイドライン

第 5 章 森林管理計画ガイドライン

5-1 ガイドラインの内容

5-1-1 ガイドライン策定の考え方

本ガイドラインは、コロンビア国の「環境保護と再生可能天然資源に関する国法」に即し、基礎調査および森林管理計画調査の実態を勘案のうえ、モデル計画作成の指針として策定した。

また、このガイドラインは、内容が基本的なものに及んでいるので、一般の森林管理または林業経営の場においてもインテンシブエリアと環境条件が類似した箇所では応用が可能である。この点を考慮し、各基準の中ではコロンビア国側が森林所有者や管理者に適切な指導および勧告のし易いように配慮した。

5-1-2 森林区分

コロンビア国の森林に関する法律は、法律 (Ley)1973年23号、政令 (Decreto)1974年2811号および政令1976年 877号等によって定められている。このうち、森林区分に関する条項は政令1974年2811号の202 条から205 条において定められている。これらの条項に即し、本ガイドラインでは森林を次のように5つに区分した。

表 5-1-1 森林区分

森 林 区 分				
保 護 林	I	地	域	
保 護 林	II	地	域	
生 産 林		地	域	
混 牧 林		地	域	
混 農 林		地	域	

5-1-3 ガイドラインの内容および策定項目

本ガイドラインは、前項を基とし現状の天然林を維持し、保全が必要な箇所には積極的に植栽し森林化を図り、また林業経営可能な土地の森林資源の増大を図るなど、全般的に、自然環境の保全および形成と森林の公益的機能の増進に資するものとなるように配慮した。策定したガイドラインは次の5つの項目であり、各基準の適用地域は次のと

おりである。

表5-1-2 ガイドラインの策定項目

基準	策定内容	適用地域
森林保全基準	保全すべき森林に関すること	保護林Ⅰ地域、保護林Ⅱ地域
林相改良基準	林相の改良に関すること	保護林Ⅰ地域、保護林Ⅱ地域 生産林地域
荒廃地復旧基準	荒廃地の復旧に関すること	全地域
森林経営基準	林業経営に関すること	保護林Ⅱ地域、生産林地域 混牧林地域、混農林地域
林道作設基準	林道の作設・管理に関すること	全地域に適用可能だが主に生産林地域

5-1-4 森林施業区分

森林施業は、土地利用現況と将来目標を組み合わせた施業の取り扱いを等しくするグループ毎に、次の表5-1-3に示す12の単位に区分した。

なお、区分は将来目標への移行過程における当面の施業の違いによって行ったもので、将来目標に達した段階では、同一の取り扱いがなされる森林については、施業区分を統一して取り扱う必要がある。

5-2 森林保全基準

5-2-1 基準の前提条件

ここでの森林保全とは、森林（立木および土地）で代表される自然環境の維持、林地（将来林地であることが望ましい土地を含む）における災害の防止、森林の水源かん養等の公益機能の維持向上を意味する。

したがって、基準策定に当たっては、森林の木材生産機能以外の効用を、その発揮される効用面でもとらえてグループ分けし、それぞれのグループについての保全的取り扱いを基準化する手法を採用した。

表5-1-3 森林施業区分

森林区分	土地現況	将来目標	記号	内容
保護林Ⅰ	天然林	天然林	A	現況は天然林で、保護機能が要求され、かつ自然の遷移で更新される安定した森林の箇所は、将来も天然林として維持する。
"	人工林	天然林	E	現況は人工林で、保護機能が要求される箇所は、自然の遷移にまかせ、将来は天然林として扱う。
"	草地・農地	天然林	F	現況は草地・農地で、傾斜45°以上または河川の溪岸・源頭部等の荒廃のおそれのある箇所は、植栽によって森林化を図り、将来は自然の遷移にまかせ天然林として扱う。
"	草地	天然林	G	現況は草地で、傾斜35～45°程度の荒廃のおそれのある箇所は、植栽により森林化を図り、一定期間は混牧林として利活用し、将来は自然の遷移にまかせ天然林として扱う。
保護林Ⅱ	天然林	天然林	B	現況は天然林で、市民の森と一体的に扱う必要のある箇所は、人工補正等の施業を行い、将来も天然林として維持する。
"	人工林	天然林	E'	現況は人工林で、水源地帯または河川の溪岸保護を要する箇所は、一定期間、間伐の施業を行いながら天然林への誘導を図り、将来は天然林として扱う。
生産林	人工林	人工林	C	現況は人工林で、木材生産を期待する箇所で、将来とも人工林として扱う。
"	草地	人工林	D	現況は草地でおおむね5ha以上、傾斜35～45°程度の木材生産に適する箇所は、植栽によって森林化し、将来は人工林として扱う。
混牧林	草地	混牧林	G'	現況は草地で、傾斜35°以下の林内放牧に適する箇所は、植栽によって林業と牧畜業を兼ねた施業を行い、将来とも混放林として扱う。
混農林	農地	混農林	H	現況は主としてコーヒー畑の農地で、混農林に適する箇所で、植栽によって林業と農業を兼ねた施業を行い、将来とも混農林として扱う。
非森林	草地・農地その他	非森林	J	現況の土地利用をそのまま維持する。
市民の森	天然林 人工林等	森林公園	K	現況の天然林、人工林、草地等の適地を市民のための森林公園として整備し維持する。

注：この記号は関係書類等では必ずして記号を用いて表示した。

5-2-2 保全森林の選定基準

保全の対象となる森林（立木および土地）の選定には基礎調査等で明らかとなった自然条件と社会条件が深く関与している。これらの実態を勘察の結果、保全すべき森林を次の5つのグループに分け、それぞれの森林の持つ効用が発揮されるように、要保全因子を抽出のうえ、選定基準を設定した。

1) 高標高等により森林生態系の維持が必要な地域

森林の構成が高山性・亜高山性植生の天然林等によって占められ、森林生態系が人為によって攪乱された場合、その回復に相当の期間を要するか、または回復が困難とみなされる森林。中央山脈保存林地帯の平坦または緩斜面においては標高 3,500m以上、また、急斜面、風衝地においては 3,400m以上を対象とする。

2) 生態上重要な動植物の賦存する地域

生態的にみて貴重な野生植物の成育地あるいは野生動物の生息する地域。

3) 地形・地質により荒廃のおそれのある箇所

急傾斜地形で、土壌条件および植生被覆の状況によって土砂流出、崩壊等の発生のおそれのある箇所（現に崩壊の発生している箇所を含む）およびその周辺の地域。並びに河川の両岸および源頭部にあって侵食のおそれのある箇所。具体的には次の範囲とする。

表5-2-1 地形・地質により荒廃のおそれのある箇所

箇 所	内 容
急傾斜地保全	傾斜度45°以上の全域および35°～45°で崩壊のおそれのある箇所
崩壊地保全	崩壊地の周辺50mまでから100mまでの範囲
河畔保全	河川の両岸50mまでから100mまでの範囲
河川源頭部保全	河川の源頭部50mまでから100mまでの範囲

4) 保健・文化・教育等に供される森林地域

景観あるいは歴史的、文化的、考古学的に際だった価値を有し、住民の教育、文化の向上、保健の増進に供することが適当な森林地域およびそれらの目的で新たに造成する森林。

5) 重要水源地域

下流に都市等を有し、水源かん養機能の発揮を強く求められている地域。

5-2-3 森林保全基準

保全すべき森林として選定された地域における森林の取り扱いに関する基準は次のとおりである。

1) 高標高等により森林生態系維持が必要な地域

当地域の森林施業は原則として禁伐とする。

また、森林の中で次のような行為は禁止する。

- ・開墾等による土地の形質の変更および土石の採取
- ・建物や工作物の新設、増設
- ・草本類、落葉落枝の採取、動物の捕獲
- ・家畜の放牧
- ・火入れ、焚き火

2) 生態上重要な動植物の賦存する地域

この地域の森林施業は原則として禁伐とする。ただし研究等に必要な伐採および病虫害等が発生した際の被害の蔓延防止のための被害木の処理等については必要最小限にとどめる。

なお、禁ずべき行為は前項に準ずる。

3) 地形・地質により荒廃のおそれのある箇所

土砂流出、崩壊等の防止を図るため、現存の森林を保全し、無立木地には森林造成を行う。このための施業方法は次のとおりとする。

表5-2-2 無立木地の施業方法

施業 区分	植栽樹種	植栽本数	保 育
急傾斜地保全	Al, 郷土種, Pp, Ci, E, Pr	400~625本/ha	必要に応じて行う
崩壊地保全	Al, 郷土種, Ac, E	〃	〃
河畔保全	Al, 郷土種, Pp, Ci	〃	〃
河川源頭部保全	Al, 郷土種, Pp, Ci	〃	〃

Al=Aliso, Pp=P. patula, Ci=Ciprés, Pr=P. radiata, E=Eucalipto, Ac=Acacia

ただし、植栽樹種はモデル計画においては、早期に緑化を図る必要から、とりあ

えず造林実績のある（郷土種以外を含む）樹種を対象とした。しかし、将来、郷土樹種（Aliso 以外）の苗木造成・育苗等の技術が確立されれば、それらの樹種を優先することとした。

4) 保健・文化・教育等に供される森林

自然条件および社会的要請に応じて保健、文化、教育等に供される森林は、その目的が達成されるような森林の取り扱いを行う。

- ・国立公園に代表される森林は1) 項に準ずる施業とする。
- ・観光地、レクリエーション用地にある森林は景観機能を高める修景伐採等を行う。
- ・集落の近くにあつて保健休養や教育効果が求められている森林は適度な間隔で修景木・餌木等が配置される森林へ誘導施業する。

これらの具体的配置例は、マニサレス・モデル計画の「市民の森」に示したものを参考とする。

5) 重要水源地域

この地域は、活力旺盛な森林を造成して、浸透能・保水能力の高い森林土壌の維持向上が図れるような施業を行う。具体的には別項の諸基準を適用する。特に、マニサレス・モデルエリアは全体が重要水源林地帯となっているので、このモデル計画を参考とする。

5-3 林相改良基準

5-3-1 基準の前提条件

この基準は、モデルエリアの森林を対象として、林相が粗悪化した林分の健全化を図る手法を明示したものである。

5-3-2 林相改良林分の選定基準

林相改良の対象となる林分の選定は、基礎調査結果から次のとおりとする。

1) 林相の粗悪度

(1) 疎林化林分

- ・全滅状林分
- ・樹冠疎密度が40%以下の散生状林分
- ・面積 0.5ha以上の群状欠損、列状欠損の林分

(2) 密林化林分