

第Ⅳ章 基礎調査

Ⅳ-1 土地利用・植生および林相調査

スタディ・エリアの土地利用・植生および林相調査は航空写真判読および現地踏査により調査を行った。

(1) 航空写真の判読

① 土地利用・植生の判読基準

スタディ・エリアの現地予備調査と航空写真の予備判読の後、当地域に出現する土地利用・植生項目とその写真上での色調を整理し、判読基準を作成した。土地利用・植生現況を把握するに当たり、森林と非森林の2つに区分し、それぞれの項目について判読基準を定めた。以下、判読項目、写真映像状態および主な分布地域等について述べる。

a) 森林

(a) 針葉樹林

スタディ・エリアの針葉樹林の高木はマツのみである。マツはスタディ・エリアの中心付近から西部、テウパセンティを中心に多く分布する。また、北部のEsperanza 山塊やSan Julián、Villa Santa 付近にも多く分布する。乾燥しやすい箇所や石礫の多い箇所ではQuercus と混交する。マツの更新は一斉林的であるのでマツの写真像は均一で整然としている箇所が多い。樹冠の頂部は明瞭で尖り、樹冠縁の形状は正円形である。色調は黒色から淡黒色である。ただし、老齢林分は樹冠部が円形となるマツが多いので広葉樹林と類似するが、整然として集団状で生育しているので判別ができる。

(b) 広葉樹林

広葉樹林にはQuercusを中心とする森林と熱帯高地性の広葉樹林がある。Quercus 林は石礫の多い乾燥しやすい箇所に多く出現する。Quercus も一斉林的に更新するのでふっくらとした樹冠が整然とした映像となる。樹冠縁はあまり判然としない。色調は白色から灰色である。

熱帯高地性の広葉樹林は、かつては広大に広がっていたが、農耕地、放牧地等へ転換され、スタディ・エリアでは主として標高 1,300m以上の山頂部あるいは農耕地、放牧地、灌木地の中に散在している。

熱帯高地性の広葉樹林は、非常に多くの樹種から構成されており、樹冠はややふ

くらみのある釣鐘形をしているが、樹冠の大きさは大から小まで様々なものが混じり、不整である。樹冠縁は正円に近いがあまり判然としない。色調は淡黒色できめは樹冠が円い分針葉樹よりも柔らかである。

ただし、熱帯高地性広葉樹林ではコーヒーの庇蔭樹として高木を残し、下層木を伐採し、そこでコーヒー栽培を行っている箇所もある。上木を完全に伐採しコーヒーを植栽し、庇蔭樹のGuamaを植栽または自然再生させた場合にはGuamaの繋がりあった樹冠からコーヒー園と判読できるが、熱帯高地性広葉樹を残してコーヒー栽培している箇所については広葉樹林としか判読できないものは広葉樹林とした。

(c) 混交林

混交林にはマツとQuercusの混交林およびマツと熱帯高地性広葉樹との混交林がある。マツとQuercusの混交林はモデル・エリア全域に分布する。マツとQuercusとの混交林とマツと熱帯高地性広葉樹との混交林の写真映像は非常に似ており、その区別は判読のみでは非常に難しいので現地確認により修正した。マツと熱帯高地性広葉樹林との混交林は標高が1,300 m前後のマツ林から熱帯高地性広葉樹林への移行帯に出現し、面積的にはわずかである。

b) 非森林

(a) 灌木地

2～5 m前後の灌木が絨毯状に広がり、やわらかな色調で、灰色から淡黒色で、農耕地および放牧地よりも黒い。

これらは数年ごとに土地利用が異なる場合もあるため、航空写真上で灌木地と判読できたものを灌木地とした。これらはスタディ・エリアの北西部 Cerro de Granadilla周辺一帯および中央からやや東部のLa Batea周辺の高標高地帯に多く分布する。灌木地は、熱帯高地性広葉樹を伐採し、農耕地に転換した当初は肥沃な土壌を持っていたが、農業利用により養分が使われるかあるいは土壌流亡等により農耕地利用が不可能となり放棄され、その後放牧利用され、放牧利用も不可能となった後に放棄され灌木地に変わったものと推測される。これらは更に数年後再び農耕地利用されるといった繰り返しで利用されている。

(b) 農耕地

灰白色で、耕地の区画が直線状にみられる。農耕地も灌木地と同様に、写真上で農耕地と判読できたものを農耕地とした。農耕地の小規模なものはスタディ・エリア全体に散見されるが、主としてモデル・エリア内に介在する民有地や共有地の

Río Jalán およびQuebrada Playa周辺の平坦な扇状地性低地に分布する。

(c) 農 園

バナナあるいはコーヒー園である。バナナが混じった農園の映像は上向きのバナナの葉が不揃いで固い色調を与えている。

コーヒー園では被陰樹が植栽されている箇所は、被陰樹の平らで大きな樹冠が繁がりあい樹冠緑は判然としないが、やわらかく灰黒色から黒色の色調となっている。

これらの分布地は灌木地とほぼ同様で、コーヒー栽培に向く高標高の肥沃な土地に分布する。なお、広葉樹林の項で述べたように熱帯高地性広葉樹林の上木を残し、その下でコーヒー栽培をしている土地で、広葉樹の樹冠下にコーヒーが明らかに判読できる場合は農園に区分し、不明な場合は広葉樹林とした。

この他マンゴーやオレンジの果樹園もあるが、ほとんどが自家用で小面積なので判読項目として区分されなかった。

(d) 放牧地

灌木地よりは白く、農耕地よりは黒く、面的な広がりをもっている。

主として草地で、牛馬の放牧用に使用されており、分布域は灌木地や農耕地の分布域と概ね重なる。

(e) 裸 地

岩石が露出している箇所で白色で固い色調である。

(f) 水 系

水系は Jalán川およびLa Presa湖の河川および湖沼である。

(g) 集 落

建物が集団的に存在する地域について区分した。森林内に小規模、分散している家屋等は区分していない。

以上を整理し、土地利用・植生判読基準を以下のように定めた。

表IV-1-1 土地利用・植生判読基準

土地利用		記号	内 容	判 読 基 準
森	針葉樹	C	マツ	<ul style="list-style-type: none"> ・マツが優占する林分 ・樹冠は均一で整然 ・樹冠の頂部は明瞭で尖る ・樹冠縁の形状は正円形 ・色調は黒色から淡黒色
	広葉樹	L	Quercus および熱帯高地性広葉樹を中心とした広葉樹林	<ul style="list-style-type: none"> ○Quercus <ul style="list-style-type: none"> ・ふっくらとした樹冠が整然として いるが樹冠縁は判然としない ・色調は白色から灰色 ○熱帯高地性広葉樹林 <ul style="list-style-type: none"> ・多くの樹種が混生 ・樹冠はふくらみのある釣鐘形 ・樹冠の大きさは不整 ・樹冠縁は判然としない ・色調は淡黒色
	混交林	Mx	針葉樹および広葉樹の混交林	同左
非 森 林	灌木地	M	灌木	<ul style="list-style-type: none"> ・2～5 m前後の灌木が絨毯状に広がる ・色調は、灰色から淡黒色で農耕地および放牧地よりも黒い
	農耕地	A	穀類、野菜等栽培の農耕地	<ul style="list-style-type: none"> ・灰白色で、耕地の区画が直線状でみられる
	農園	H	バナナ、コーヒー等の栽培に供されている農園	<ul style="list-style-type: none"> ○バナナ農園 <ul style="list-style-type: none"> ・樹冠が不揃いで固い色調 ○コーヒー園 <ul style="list-style-type: none"> ・被陰樹が植栽されている箇所は平らで大きな樹冠の繋がりがある ・樹冠縁は判然としないが、やわらかな色調 ・色調は灰黒色から黒色
	放牧地	G	主として草地で、専ら放牧用に供されている土地	<ul style="list-style-type: none"> ・灌木地よりは白く、農耕地よりは黒く、面的な広がりを持つ
	裸地	D	立木がなく地肌が露出している土地、岩石地を含む	<ul style="list-style-type: none"> ・白色で固い色調
	水系	W	河川、湖沼等の水域	<ul style="list-style-type: none"> ・河川、湖沼等の水域
	集落	Pu	家屋、公共施設、工場、倉庫等及それを含む用地	<ul style="list-style-type: none"> ・建物、道路等が集团的に存在する

② 林相の判読基準

予備調査と航空写真の予備判読に基づき、林相の判読項目は林種および林型とした。出現する森林は、上述したように針葉樹林ではマツ、広葉樹林では Quercus と熱帯高地性広葉樹であり、林種はマツ林、Quercus 林、広葉樹林およびこれらの混交林とし、林型についてはCOHDEFORが現在使用している樹高階と樹冠疎密度階を用い区分した。これに基づく林相判読基準は次のとおりである。

表IV-1-2 林相判読基準

項 目		記号	適 用 基 準	
林種	天 然 林	マツ林	P	混交歩合により純林 (80%以上) 混交林 (20%~80%)
		Quercus 林	Q	
		マツQuercus 混交林	PQ	
		広葉樹林	L	
		マツ広葉樹混交林	PL	
林型	樹冠疎密度階	樹高階		
	80%以上	25m以上	A1	
		20m~25m	A2	
		15m~20m	A3	
		8m~15m	A4	
	60%~80%	25m以上	B1	
		20m~25m	B2	
		15m~20m	B3	
		8m~15m	B4	
	40%~60%	25m以上	C1	
		20m~25m	C2	
		15m~20m	C3	
		8m~15m	C4	
	20%~40%	25m以上	D1	
		20m~25m	D2	
		15m~20m	D3	
		8m~15m	D4	
	20%以下	25m以上	E1	
		20m~25m	E2	
		15m~20m	E3	
8m~15m		E4		

(2) 土地利用・植生および林相の現況

① スタディ・エリアの土地利用・植生別面積

スタディ・エリアの土地利用・植生判読の結果、表IV-1-3の面積値を得た。スタディ・エリアの面積は184,050haとなっており、森林は約半分の50.5%、92,850haで、非森林は49.5%の91,200haとなっている。森林内では針葉樹であるマツ林は55.2%の51,280ha、広葉樹は27.4%の25,410haとなっている。非森林内の大面積の土地利用として、放牧地が57.9%の52,810ha、灌木地が23.3%の21,240haある。

表IV-1-3 スタディ・エリアの土地利用・植生の面積

土 地 利 用	記号	面積(ha)	%	
森 林	針 葉 樹	C	51,280	55.2
	広 葉 樹	L	25,410	27.4
	混 交 林	Mx	16,160	17.4
	小 計		92,850	100.0
非 森 林	灌 木 地	M	21,240	23.3
	農 耕 地	A	6,260	6.9
	農 園	H	9,710	10.6
	放 牧 地	G	52,810	57.9
	裸 地	D	440	0.5
	水 系	W	240	0.3
	集 落	Pu	500	0.5
	小 計		91,200	100.0
合 計		184,050	—	

② スタディ・エリアの林相別面積

スタディ・エリアの林相判読の結果、樹種別林相別に表IV-1-4の面積値を得た。マツ林の中では林相 B3(15.5%) が最も多く、続いて C3(14.2%), B2(12.6%), C2(8.8%) の順となっている。Quercus 林では C4(25.4%) の面積が最も多く、続いて B3(19.2%), B4(15.8%) の順になっている。

表IV-1-4 スタディ・エリアの林相別面積(ha)

樹冠疎密度階	樹高階	記号	P		PQ		Q		L		PL		合計		
			面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	
林 型	80%	25m以上	A 1	450	0.9	0	0.0	0	0.0	2,770	21.2	10	1.1	3,230	3.5
		20m~25m	A 2	1,360	2.7	270	1.8	0	0.0	760	5.8	10	1.1	2,400	2.6
		15m~20m	A 3	1,120	2.2	20	0.1	350	2.8	1,360	10.4	90	10.1	2,940	3.2
		8m~15m	A 4	350	0.7	10	0.1	390	3.2	1,840	14.1	0	0.0	2,590	2.8
	60%~80%	25m以上	B 1	1,580	3.1	60	0.4	0	0.0	740	5.7	70	7.9	2,450	2.6
		20m~25m	B 2	6,470	12.6	840	5.5	0	0.0	1,040	8.0	70	7.9	8,420	9.1
		15m~20m	B 3	7,970	15.5	2,190	14.3	2,370	19.2	1,470	11.3	100	11.2	14,100	15.2
		8m~15m	B 4	1,030	2.0	890	5.8	1,950	15.8	790	6.0	60	6.7	4,720	5.1
	40%~60%	25m以上	C 1	1,420	2.8	310	2.0	0	0.0	510	3.9	0	0.0	2,240	2.4
		20m~25m	C 2	4,490	8.8	840	5.5	0	0.0	210	1.6	180	20.2	5,720	6.2
		15m~20m	C 3	7,300	14.2	3,160	20.7	1,760	14.3	560	4.3	60	6.7	12,840	13.8
		8m~15m	C 4	1,510	2.9	2,560	16.8	3,140	25.4	270	2.1	0	0.0	7,480	8.1
	20%~40%	25m以上	D 1	310	0.6	120	0.8	0	0.0	10	0.1	20	2.2	460	0.5
		20m~25m	D 2	2,380	4.6	260	1.7	0	0.0	60	0.5	30	3.4	2,730	2.9
		15m~20m	D 3	4,310	8.4	940	6.2	570	4.6	280	2.1	90	10.1	6,190	6.7
		8m~15m	D 4	2,380	4.6	1,800	11.8	780	6.3	170	1.3	30	3.4	5,160	5.6
20%以下	25m以上	E 1	410	0.8	10	0.1	0	0.0	40	0.3	20	2.2	480	0.5	
	20m~25m	E 2	1,390	2.7	80	0.5	0	0.0	10	0.1	40	4.5	1,520	1.6	
	15m~20m	E 3	3,660	7.1	340	2.2	410	3.3	50	0.4	0	0.0	4,460	4.8	
	8m~15m	E 4	1,390	2.7	570	3.7	630	5.1	120	0.9	10	1.1	2,720	2.9	
合計			51,280	100.0	15,270	100.0	12,350	100.0	13,060	100.0	890	100.0	92,850	100.0	

③ モデル・エリアの土地利用・植生別面積

モデル・エリアの土地利用・植生判読の結果、表Ⅳ-1-5の面積値を得た。モデル・エリアの面積は53,580haとなっており、森林は約 2/3の64.3%、34,430haで、非森林は35.7%の19,150haとなっている。森林内では針葉樹であるマツ林は56.9%の19,580haとなっている。非森林内の大面積の土地利用として、放牧地が49.9%の 9,550ha、灌木地が33.7%の 6,450haある。

スタディ・エリアに比較するとモデル・エリアは森林率が高く、特にマツ林の比率が高い分放牧地の比率が少ない。

表Ⅳ-1-5 モデル・エリアの土地利用・植生の面積

土 地 利 用	記号	面積(ha)	%	
森 林	針 葉 樹	C	19,580	56.9
	広 葉 樹	L	7,580	22.0
	混 交 林	Mx	7,270	21.1
	小 計		34,430	100.0
非 森 林	灌 木 地	M	6,450	33.7
	農 耕 地	A	1,160	6.1
	農 園	H	1,760	9.2
	放 牧 地	G	9,550	49.9
	裸 地	D	80	0.4
	水 系	W	40	0.2
	集 落	Pu	110	0.6
	小 計		19,150	100.0
合 計		53,580	—	

④ モデル・エリアの林相別面積

モデル・エリアの林相判読の結果、樹種別林相別に表Ⅳ-1-6の面積値を得た。マツ林の中では林相 B3(16.8%) が最も多く、続いて C3(14.7%), B2(11.8%), C2(11.2%) の順となっている。Quercus 林では C4(22.4%) の面積が最も多く、続いて B4 (18.3%), C3(16.9%) の順になっている。

表Ⅳ-1-6 モデル・エリアの林相別面積(ha)

林型	樹冠疎密度階	樹高階	記号	P		PQ		Q		L		PL		合計	
				面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%
林型	30%	25m以上	A 1	140	0.7	0	0.0	0	0.0	30	1.2	0	0.0	170	0.5
		20m~25m	A 2	670	3.4	70	1.0	0	0.0	320	12.6	0	0.0	1,060	3.1
		15m~20m	A 3	330	1.7	10	0.1	80	1.6	390	15.4	50	11.1	850	2.5
		8m~15m	A 4	20	0.1	0	0.0	100	2.0	150	5.9	0	0.0	260	0.8
	60%~80%	25m以上	B 1	610	3.1	60	0.9	0	0.0	160	6.3	70	15.6	900	2.6
		20m~25m	B 2	2,320	11.8	240	3.5	0	0.0	110	4.3	70	15.6	2,740	8.0
		15m~20m	B 3	3,290	16.8	710	10.4	780	15.5	390	15.4	40	8.9	5,200	15.1
		8m~15m	B 4	130	0.7	460	6.7	920	18.3	150	5.9	0	0.0	1,650	4.8
	40%~60%	25m以上	C 1	700	3.6	260	3.8	0	0.0	420	16.5	0	0.0	1,380	4.0
		20m~25m	C 2	2,200	11.2	500	7.3	0	0.0	100	3.9	120	26.7	2,920	8.5
		15m~20m	C 3	2,880	14.7	1,630	23.9	850	16.9	50	2.0	0	0.0	5,420	15.8
		8m~15m	C 4	310	1.6	890	13.0	1,130	22.4	30	1.2	0	0.0	2,370	6.9
	20%~40%	25m以上	D 1	150	0.8	120	1.8	0	0.0	10	0.4	10	2.2	280	0.8
		20m~25m	D 2	520	2.7	180	2.6	0	0.0	10	0.4	30	6.7	740	2.2
		15m~20m	D 3	1,950	10.0	530	7.8	300	6.0	90	3.5	0	0.0	2,860	8.3
		8m~15m	D 4	930	4.7	770	11.3	480	9.5	90	3.5	0	0.0	2,270	6.6
20%以下	25m以上	E 1	230	1.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	20	4.4	250	0.7	
	20m~25m	E 2	490	2.5	70	1.0	0	0.0	0	0.0	40	8.9	600	1.7	
	15m~20m	E 3	1,200	6.1	190	2.8	140	2.8	10	0.4	0	0.0	1,540	4.5	
	8m~15m	E 4	510	2.6	130	1.9	260	5.2	30	1.2	0	0.0	920	2.7	
合計				19,580	100.0	6,820	100.0	5,040	100.0	2,540	100.0	450	100.0	34,380	100.0

IV-2 森林資源調査

(1) 材積調査（森林調査）

スタディ・エリア内でのマツ林および Quercus 林の林分構成の把握および蓄積推定、また、広葉樹林のおよその林分構成等を把握するため、プロットを設定し、プロット内の毎木調査による森林調査を行った。

① 調査設計

スタディ・エリア全体のマツ林、Quercus 林、マツQuercus 混交林は無作為サンプリングによる標本調査、広葉樹林については任意抽出の標準地調査とした。

a) マツ林、Quercus 林、マツQuercus 混交林

・プロットの抽出

プロットの抽出は航空写真判読に基づく無作為抽出法とした。単純無作為法により標本を抽出し、調査後林相区分を基に層化することとした。

・目標精度

目標精度は信頼度95%、誤差率 7%以内とした。

・プロット数

プロット数は下記の式により算出した。

$$n = \left(\frac{t \cdot C_v}{E} \right)^2 \times 1.2 = \left(\frac{2 \times 0.35}{0.07} \right)^2 \times 1.2 = 120$$

n : プロット数

t : 信頼度係数 (t=2、信頼度95%)

Cv : 変動係数

E : 推定誤差

1.2 : 安全率

なお、変動係数 = $\frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}}$ は予備調査結果から推定した。

・プロットの配置

プロットの配置は単純無作為抽出とした。1/50,000の地形図上に100m×100mの格子線を設定し、その交点をプロット抽出点とした。航空写真の判読を基にプロットは必要点数120点に予備点を30点加えて合計150点がスタディ・エリアのマツ・Quercus 林に落ちるように乱数表から無作為に抽出し配置した。

b) 広葉樹林

アクセスが可能で代表的な林相をもつ広葉樹林を航空写真を基に任意に10点抽出した。

② 現地調査

a) プロットの形状、面積等

プロットは20m×50mの方形で 0.1haとした。ただしプロットは斜面傾斜の方向に縦長に設定した。

b) プロットの設定

主として調査設計において配置したプロットについて調査を行った。設計配置したプロットへのアクセスが困難な場合は調査を効率的に実施する観点から航空写真を判読し、予め予定したプロットと同様の林相を有する同一の小流域のアクセスのより容易な地点にプロットを振り替えた場合もある。

c) 測定項目

胸高直径：地上から 1.3mの高さの直径とし、胸高直径10cm以上の樹木を対象に胸高直径を輪尺または直径巻き尺で 2 cm単位で測定した。

樹 高：地上から梢端までの樹高を 1 m単位で測定した。

林 齢：マツについて、成長量調査で伐倒する場合は伐倒木の年輪を測定し、伐倒しない場合は成長錐にて推定した。

地況因子：プロットの地況として標高、傾斜、方位、地形形状について記録した。

d) 調査点数および位置

調査したプロットの数合計で157点でありその内訳は次のとおりである。

表IV-2-1 調査点数

林 種	林相記号	調査点数
マツ林	P	109
マツ Quercus混交林	PQ	23
Quercus 林	Q	15
広葉樹林	L	10
合 計		157

③ プロット材積の計算

プロットの材積を計算するためには、COHDEFOR作成の既存の単木の立木材積式を用いた。

表IV-2-2 材積計算のために用いた単木材積式

マツ 1	$V=(2.82E-5) \times D^2 \times H - 0.0094$
マツ 2	$V=(2.446E-5) \times D^2 \times H + (7.356E-5) \times D^2 - 0.098205$
Quercus	$V=(2.841E-5) \times (D^2 \times H)^{1.0129159}$
広葉樹 1	$V=0.587 \times (0.1083373 + 0.000046499 \times (D^2 \times H) + (-3.788465E-12) \times (D^2 \times H)^2)$
広葉樹 2	$V=0.719 \times (0.1083373 + 0.000046499 \times (D^2 \times H) + (-3.788465E-12) \times (D^2 \times H)^2)$
広葉樹 3	$V=0.829 \times (0.1083373 + 0.000046499 \times (D^2 \times H) + (-3.788465E-12) \times (D^2 \times H)^2)$

注) V:全幹皮無材積 (m³) D:胸高直径 (cm) H:樹高 (m)
 マツ 1 (胸高直径28cm以下) マツ 2 (胸高直径30cm以上)
 広葉樹 1 (胸高直径58cm以下) 広葉樹 2 (胸高直径60cm以上)
 広葉樹 3 (胸高直径80cm以上)

プロット材積の計算結果は、付属資料-3のプロット調査結果一覧表に示すとおりである。

④ マツ林およびQuercus 林の林分構成

a) 出現樹種および本数

マツ林、Quercus 林およびその混交林での出現樹種はマツではOocarpa が大部分を占めるが、他にMaximinoi、Pseudostrobus、Caribia の3種類、QuercusはRoble およびEncinoの2種類、他に Quercus以外の広葉樹として Nanceおよび Quebrachoの2種類が時に出現する。

プロットごとの本数はプロット調査結果一覧表のとおりである。本数は林相により異なるがマツ林の場合、樹冠疎密度が80%以上では概ね 500~700 本/ha、20%以下では約 100本/ha となっている。

なお、マツと Quercusの本数割合を全プロット本数の合計値の割合から見ると林種別の割合は次のとおりとなっている。

表IV-2-3 マツとQuercus のプロット内での本数割合 (%)

林種	林相記号	マツの割合	Quercusの割合	広葉樹の割合
マツ林	P	95.0	3.1	1.9
マツQuercus林	PQ	39.6	52.8	7.6
Quercus林	Q	2.5	89.5	8.0

b) 胸高直径

マツのプロットにおける平均胸高直径は13.0cm~40.3cmの範囲にあり、全プロット

の平均は25.9cmとなっている。調査木の中で最大の胸高直径は64cmである。もちろん林型によって異なるが、疎林の箇所で直径の太いものが多い傾向にあり、35cmを超える大径木の割合は低い。

c) 樹高

マツの平均樹高は林型により当然異なるが、平均樹高は高いところで概ね30mで、最高は39m、平均は18.1mとなっている。

⑤ 層化抽出法によるマツ林およびQuercus 林の総蓄積および精度の推定

標本調査で得られたデータを基に層化無作為法によりスタディ・エリアのマツ林、Quercus 林の総蓄積と精度を推定した。なお、総蓄積は胸高直径10cm以上のマツとQuercus の立木材積を推定したものである。

a) 層化

プロット調査の結果から材積の値が近似している林相区分をまとめて層化を行った。全体で層は10層となった。

表IV-2-4 層化区分

層	林 相		層	林 相	
I	P	A1, B1	VI	PQ	A2, A3, B1, B2, B3, C1
II	P	A2, B2, C1	VII	PQ	A4, B4, C2, C3, C4, D1, D2
III	P	A3, B3, C2, D1, D2	VIII	PQ	D3, D4, E1, E2, E3, E4
IV	P	A4, B4, C3, B1, E2	IX	Q	A3, A4, B3, B4, C3, D3
V	P	C4, D3, D4, E3, E4	X	Q	C4, D4, E3, E4

b) 蓄積の推定

母集団がL個の層に分けられ各層の大きさをNh(h=1, 2, …L)とし、各層ごとにnh個の標本を単純無作為に抽出すると

母平均は

$$\mu = \sum_{h=1}^L W_h \cdot \mu_h$$

母分散は

$$S_y^2 = \sum_{h=1}^L (1/n_h - 1/N_h) \cdot W_h^2 \cdot S_h^2$$

(Wh=Nh/N= 層の相対的大きさ、μh=各層の平均、Sh=各層の分散) となる。

スタディ・エリア全体のマツ林およびQuercus 林の平均材積および分散を表IV-2-7を基に計算した。これよりスタディ・エリアのha当たりの平均材積は80.5m³と推

定され、平均材積の分散は5.63となり標準偏差は2.37と推定された。

信頼限界は $t(0.05, 146) = 1.97$ であるから推定誤差率は $1.97 \times 2.37 / 80.5 = 0.058$ となり目標精度の誤差率7%の範囲内にある。

以上をまとめると次のとおりである。

表IV-2-5 マツ林およびQuercus 林の総蓄積

項 目	値
平均蓄積 V (m^3/ha)	80.5
平均蓄積の標準偏差 s	2.37
$t \cdot s$	4.67
平均蓄積の信頼区間 (m^3/ha)	80.5 ± 4.67
総蓄積の信頼区間 ($千m^3$)	$6,351 \pm 368$
推定誤差率	5.8 %

c) マツとQuercus の材積割合

なお、マツとQuercus の材積割合をプロット材積の合計値の割合から見るとそれぞれの林相で次の割合となっている。

表IV-2-6 マツとQuercus のプロット内での材積割合 (%)

林 種	林相記号	マツの割合	Quercusの割合
マツ林	P	99.1	0.9
マツQuercus 林	PQ	66.7	33.3
Quercus 林	Q	3.4	96.6

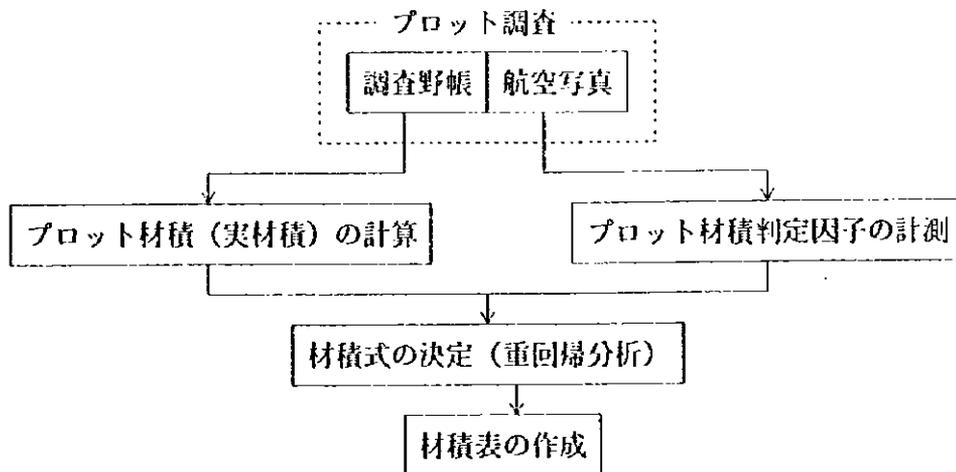
これよりスタディ・エリアのマツ林の総蓄積は 4,945千 m^3 、Quercus林の総蓄積は 1,406千 m^3 と推定できる。

⑥ 航空写真林分材積表の作成

個々の林分材積を推定するために航空写真林分材積表を作成した。航空写真林分材積表は、航空写真判読因子（樹冠疎密度および樹高）と標本調査結果による材積との関係式を求め、表にしたものである。これより、航空写真の上層木の樹冠疎密度と樹高を判読することにより個々の林分の材積 ($/ha$)が推定できる。航空写真林分材積表の作成手順は次の通りである。なお、材積表はマツ林、マツ Quercus混交林および Quercus林について作成した。

表IV-2-7 層化無作為法によるマツQuercusの平均(材積/ha)、分散の計算

層	含まれる 林相記号		面積 Nh (ha)	標本 数 nh	プロット No	標本材積 の合計 Th	平均材積 Th/nh	層別面積 の割合 Th=Nh/N	層内分散 Sh ²	総平均材積の分散
	$(1/nh-1/Nh)nh^2Sh^2$									
I	P	A1, B1	2,030	14	K14, K37, K50, K52, K53, Y 3, Y24, Y25, Y28, Y30, Y41, Y53, Y54, Y55	3,580.2	255.7	0.026	4,051.4	0.196
II	P	A2, B2, C1	9,250	28	K 9, K12, K13, K24, K27, K30, K35, K38, K44, K47, K48, K49, K62, K64, K75, K76, K83, K85, Y 2, Y 6, Y 8, Y31, Y32, Y33, Y36, Y46, Y48, Y56	3,955.6	141.3	0.117	1,741.2	0.851
III	P	A3, B3, C2, D1, D2	16,270	30	K 3, K 4, K 8, K15, K19, K20, K23, K26, K31, K33, K36, K41, K45, K51, K56, K67, K70, K72, K73, K80, K81, K82, K84, Y 1, Y 4, Y 9, Y14, Y15, Y35, Y39	3,230.4	107.7	0.206	1,054.7	1.491
IV	P	A4, B4, C3, E1, E2	10,480	24	K 6, K16, K17, K18, K22, K25, K29, K39, K40, K42, K43, K66, K69, K71, K77, K78, Y 5, Y18, Y20, Y21, Y22, Y23, Y26, Y45,	1,503.7	62.7	0.133	332.2	0.245
V	F	C4, D3, D4, E3, E4	13,250	13	K28, K32, K34, K46, K55, K63, Y 7, Y11, Y16, Y19, Y37, Y38, Y47	385.2	29.6	0.168	214.7	0.466
VI	PQ	A2, A3, B1, B2, B3, C1	3,690	3	K51, Y27, Y29	370.7	123.6	0.047	1,354.2	0.997
VII	PQ	B4, A4, C2, C3, C4, D1, D2	7,840	15	K 5, K 7, K10, K11, K58, K59, K60, K65, K68, K79, Y10, Y12, Y13, Y40, Y52	916.6	61.1	0.099	661.3	0.432
VIII	PQ	D3, D4 E1, E2, E3, E4	3,740	5	K2, K21, K57, K61, K74	133.7	26.7	0.047	272.9	0.121
IX	Q	A3, A4, B3, B4, C3, D3	7,390	10	K 1, K88, K89, K90, K91, Y17, Y34, Y43, Y44, Y51	653.7	65.4	0.094	549.6	0.486
X	Q	C4, D4, E3, E4	4,960	5	K86, K87, Y42, Y49, Y50	152.2	30.4	0.063	430.6	0.342
-	-	-	Nh=78,900	$\Sigma nh=147$	-	-	80.5	1.000	-	5.627



図IV-2-1 航空写真林分材積表作成のフローチャート

a) 材積式

標本のC（樹冠疎密度）およびA（樹高）を独立変数とし、従属変数V（材積）を重回帰式により求めた。なお、材積式は一般に航空写真林分材積表の作成に多く用いられている次の3つの式を比較検討した。

$$\bullet \log V = a \log C + b \log A + c$$

$$\bullet V = a C + b A + c$$

$$\bullet V = a C A + b$$

V: 林分材積 (m³/ha) (マツおよびQuercus の材積)

C: 樹冠疎密度 (%) (樹冠疎密度階 1=90, 2=70, 3=50, 4=30, 5=10)

A: 樹高 (m) (樹高階 1=30, 2=22.5, 3=17.5, 4=11.5)

その結果、重相関係数が大きく推定材積の標準誤差率が小さい以下の式を採用することとした。

表IV-2-8 航空写真林分材積式

樹種	回帰式	標本数	相関係数	標準誤差率
マツ	$\log V = 0.627679 \log C + 1.721618 \log A - 1.36657$	109	0.89	30.5
マツQuercus	$\log V = 0.948858 \log C + 0.516242 \log A - 0.45196$	23	0.73	54.1
Quercus	$\log V = 0.820347 \log C + 2.048047 \log A - 2.01473$	15	0.87	26.1

これにより作成した航空写真林分材積表は次のとおりである。

表IV-2-9 航空写真林分材積表 (m³/ha)

	樹 高 階										
	マツ林				マツQuercus 林				Quercus 林		
	1	2	3	4	1	2	3	4	3	4	
樹冠疎密度階	A	253	154	100	49	146	126	111	89	136	58
	B	216	132	85	41	115	99	87	70	111	47
	C	175	107	69	34	84	72	63	51	84	36
	D	127	77	50	24	52	44	39	31	55	23
	E	64	39	25	12	18	16	13	11	22	10

b) 林相区画別の材積の計算

作成した林分材積表を用い、個々の林相区画ごとに判読した因子の値から個々の林相区画のha当たりの材積を求めた。このha当たりの材積値に個々の区画の面積を乗じて区画ごとの材積を求めた。

求めた総蓄積は 6,006千m³である。

c) 総蓄積の比較

上記で求めたスタディ・エリアの総蓄積は、標本調査によって推定された総蓄積の信頼区間（信頼度95%、誤差率 5.8%）の中に入り信頼性がある。その結果は次のとおりである。

- ・ 積み上げ調査による総蓄積 6,006千m³
- ・ 標本調査による総蓄積 6,351千m³ ± 368千m³ (5,983千m³ ~ 6,719千m³)

⑦ 広葉樹林

広葉樹林については10点プロット調査を行った。プロットは上木が伐採されて、その下でコーヒー栽培を行っている1点を除いて残りは樹冠疎密度が80%以上で原生林といってよい箇所を選んだ。

これらは農地・放牧地等への利用のため極めて多くが伐採されており、残された森林は高標高の急傾斜の山岳でアクセスの困難な箇所あるいは農地・放牧地に挟まれて分散している程度となっている。

a) プロット調査結果

マツ林およびQuercus 林と同様にプロットの調査結果を付属資料3にまとめた。

b) 樹種および本数

プロット調査で出現し、同定できた樹種は合計で34種で表IV-2-10のとおりであ

る。本数は 350本～ 710本/haとなっている。

c) 直径および樹高

プロットごとの平均直径は22.5～28.6cm、平均樹高は16.8～26.0m、最大直径は170cm、最大樹高は55mとなっている。

d) 材積

プロットごとの材積は 395.3m³/ha～990.4m³/ha で非常に高いものとなっている。

表IV-2-10 広葉樹林調査で出現した樹種

地 方 名	学 名	科 名
Aceituno de montaña	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae
Aguacate	<i>Persea</i> sp.	Lauraceae
Aguacatillo	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae
Almendro	<i>Cocoloba tuerckheimii</i>	Polygonaceae
Areno	<i>Ilex skutchii</i>	Aquifoliaceae
Bellota	<i>Quercus graveolens</i>	Fagaceae
Cedro	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae
Cola de Pava	<i>Cupania dentata</i>	Sapindaceae
Damajao	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Tiliaceae
Encinillo	—	—
Encino de montaña	<i>Quercus olcoides</i>	Fagaceae
Guaba	<i>Inga</i> sp.	Mimosaceae
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Moraceae
Jocomico	<i>Rheedia intermedia</i>	Guttiferae
Lechón	<i>Sapium aucubarium</i>	Euphorbiaceae
Maria	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guttiferae
Masica	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae
Matral	<i>Alchornea latifolia</i>	Euphorbiaceae
Moco	—	—
Montón	<i>Matayba clavelligera</i>	Sapindaceae
Naranjillo	<i>Pera barbellata</i>	Euphorbiaceae
Naranjo	<i>Terminalia amazonia</i>	Compositae
Nispero	<i>Manilkara achras</i>	Sapotaceae
Nogal	<i>Juglans olanchanus</i>	Juglandaceae
Nogal medicinal	—	—
Paleta	<i>Dialium guianense</i>	Caesalpiniaceae
Palo de agua	<i>Ochroma lagopus</i>	Bombacaceae
Patada de burro	—	—
Pimientilla	<i>Myrcia spendens</i>	Myrtaceae
Posan	<i>Vatairea lundelli</i>	Papilionaceae
Roble de Montaña	<i>Quercus skinneri</i>	Fagaceae
Sangre	<i>Virola koschnyi</i>	Miristicaceae
Uvilla	<i>Ardisia compressa</i>	Myrsinaceae
Zapote	<i>Calocarpum mammosum</i>	Sapotaceae

⑧ スタディ・エリアの蓄積

スタディ・エリアのマツおよびQuercus の森林資源量については航空写真林分材積表を基にこれに各林相、林型の面積を乗じることにより推定した。この結果は表IV-2-11のとおりである。マツは 4,950千 m^3 、Quercus は 1,057千 m^3 となっている。

表IV-2-11 スタディ・エリアの林相別材積 (m^3)

林相 林型	P	PQ			Q	合計		
		PQ	うちP	うちQ		P	Q	計
A 1	114,360	0	0	0	0	114,360	0	114,360
A 2	209,330	33,860	22,580	11,270	0	231,910	11,270	243,180
A 3	112,020	2,610	1,740	870	47,150	113,760	48,020	161,780
A 4	17,060	610	410	200	22,670	17,470	22,870	40,340
B 1	342,060	6,970	4,650	2,320	0	346,710	2,320	349,030
B 2	853,950	82,790	55,220	27,570	0	909,170	27,570	936,740
B 3	677,500	190,840	127,290	63,550	263,330	804,790	326,880	1,131,670
B 4	42,050	62,200	41,490	20,710	91,610	83,540	112,320	195,860
C 1	248,940	26,390	17,600	8,790	0	266,540	8,790	275,330
C 2	480,500	60,570	40,400	20,170	0	520,900	20,170	541,070
C 3	503,530	198,700	132,530	66,170	148,160	636,060	214,330	850,390
C 4	51,290	130,520	87,060	43,460	113,290	138,350	156,750	295,100
D 1	39,790	6,420	4,280	2,140	0	44,070	2,140	46,210
D 2	183,460	11,250	7,500	3,750	0	190,960	3,750	194,710
D 3	215,310	36,740	24,510	12,240	31,500	239,820	43,740	283,560
D 4	57,110	55,860	37,260	18,600	17,830	94,370	36,430	130,800
E 1	26,500	260	170	90	0	26,670	90	26,760
E 2	54,030	1,280	850	430	0	54,880	430	55,310
E 3	91,540	4,420	2,950	1,470	8,970	94,490	10,440	104,930
E 4	16,710	6,250	4,170	2,080	6,290	20,880	8,370	29,250
合計	4,337,040	918,540	612,660	305,880	750,800	4,949,700	1,056,680	6,006,380

⑨ モデル・エリアの蓄積

モデル・エリアのマツおよびQuercus の森林資源量については航空写真林分材積表を基にこれに各林相、林型の面積を乗じることにより推定した。この結果は表Ⅳ-2-12のとおりである。マツは 2,000千㎡、Quercus は 406千㎡となっている。

表Ⅳ-2-12 モデル・エリアの林相別材積 (㎡)

林相 林型	P	PQ			Q	合計		
		PQ	うちP	うちQ		P	Q	計
A 1	35,620	0	0	0	0	35,620	0	35,620
A 2	102,870	8,190	5,460	2,730	0	108,330	2,730	111,060
A 3	32,860	1,490	990	500	10,830	33,850	11,330	45,180
A 4	880	0	0	0	5,570	880	5,570	6,450
B 1	131,910	6,970	4,650	2,320	0	136,560	2,320	138,880
B 2	306,680	23,520	15,690	7,830	0	322,370	7,830	330,200
B 3	279,410	62,140	41,410	20,690	86,210	320,850	106,900	427,750
B 4	5,230	31,890	21,270	10,620	43,090	26,500	53,710	80,210
C 1	122,380	21,680	14,460	7,220	0	136,810	7,220	141,060
C 2	235,610	35,660	23,790	11,880	0	259,400	11,880	271,280
C 3	199,010	102,800	68,570	34,230	71,510	267,580	105,770	373,350
C 4	10,660	45,370	30,260	15,110	40,800	40,920	55,910	96,830
D 1	18,640	6,420	6,420	0	0	25,060	0	25,060
D 2	40,110	7,910	7,910	0	0	48,020	0	48,020
D 3	97,510	20,480	20,480	0	16,350	117,990	16,350	134,340
D 4	22,350	23,770	23,770	0	11,080	46,120	11,080	57,200
E 1	14,910	0	0	0	0	14,910	0	14,910
E 2	19,000	1,080	720	360	0	19,720	360	20,080
E 3	30,080	2,440	1,630	810	3,080	31,710	3,890	35,600
E 4	6,100	1,380	920	460	2,600	7,020	3,060	10,080
合計	1,711,850	403,190	288,430	114,760	291,150	2,000,280	406,910	2,406,190

(2) 更新調査

スタディ・エリアのマツ林の樹種構成は、*Pinus oocarpa* が優占しておりそれ以外の樹種は極めて少ない。この樹種は他の多くのマツ類と同様、天然更新が容易に行なわれることもあって、過去の一時期に小規模の人工更新が行なわれたことがあったものの、調査地内では天然更新が更新作業方法として一般的に広く採用されている。

スタディ・エリアの自然立地・環境では、更新費用の面でも天然更新は人工更新より優位にあり、今後の課題は現行の天然更新の技術をより高い水準に向上させることにある。

以下に、El Limoncillo で行なった*Pinus oocarpa* の天然更新調査について述べる。

① 調査方法

a) 調査対象、面積、配置などは以下のとおりである。

(a) 樹齢1年以下の稚樹；5 m×5 m（1区内を1 m²に区分、小プロット25個を作設）母樹を中心にプロットを4箇所配置した。（図IV-2-2参照）

(b) 稚樹および幼樹（火入れ跡地）；30m×30m（1区内を5 m×5 m=25m²に区分、小プロット36個を作設）母樹を考慮してプロットを1箇所設置した。（図IV-2-3参照）

(c) 稚樹および幼樹（非火入れ地）；前項、(b)と同じ。（図IV-2-4参照）

b) 測定項目

成立本数（稚樹、幼樹のすべて）、樹高（稚樹は除く）、樹齢（稚樹、幼樹のすべて）、樹冠面積（稚樹は除く）、稚樹・幼樹の分布、母樹の位置。

c) 地 況

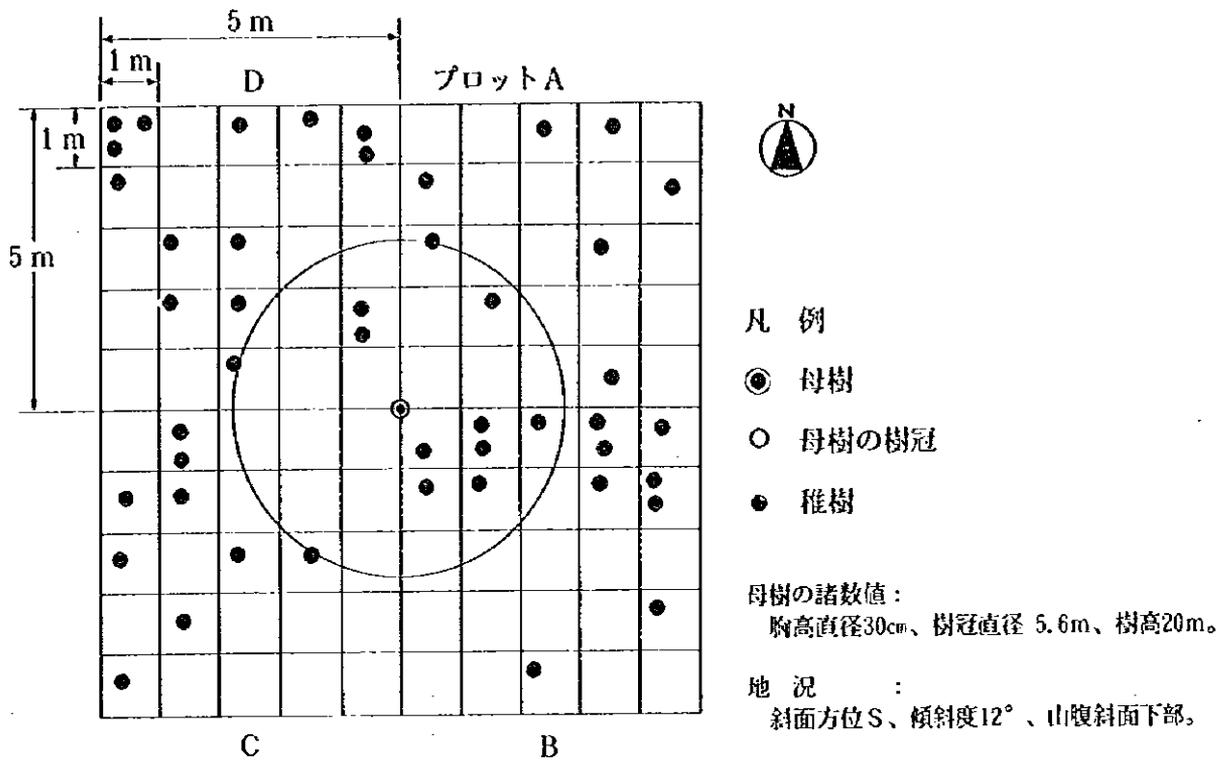
調査地別に(a)を図IV-2-2、(b)を図IV-2-3、(c)を図IV-2-4の欄外にそれぞれ示した。

② 調査結果

a) 樹齢1年以下の稚樹

稚樹発生状況を表IV-2-13および図IV-2-2に示す。稚樹発生数は25m²のプロット内で平均11.5本で、4,600本/haとなり、稚樹の消失を見積もるとかならずしも十分とはいえない。一方、稚樹の分布状況をみる出現率は4区全体で38%で、天然更新の完了か否かの目安と考えられる70%を大きく下回っている。

このように天然更新完了の基準から本数・出現率ともに低位にあるのは、本年（1995年）が種子の凶作年に当たったため種子落下数が例年になく少なく、かつ種子の品質も悪いことによるものと思われる。聞き取り調査によれば、例年ならばスタデ



図IV-2-2 P. oocarpaの母樹を中心とした1年生稚樹の分布

イ・エリアの稚樹の発生数・出現率はともに、天然更新完了の基準を大きく上回っている。

しかし、このマツの稚樹は毎年容易に多数発生するとの認識が浸透している中に、これが非常に少ない年もあることを示し、天然更新作業実行に当たっては前年に種子の豊凶を確認しておく必要性を示唆するものである。

なお、母樹と稚樹の関連性には際立った特徴は認められず、母樹の周辺に稚樹がほぼ均等に発生していた。

表IV-2-13 母樹を中心にした樹齢1年生以下稚樹の発生状況

プロット	発生本数 /25㎡	平均稚樹高 (cm)	出現率 (%)
A	8	16.9	32
B	14	15.0	44
C	9	15.4	32
D	15	25.1	44
4区平均	11.5	18.7	38
ha当たり	4,600	調査：1995年7月	

注：1) 出現率：(1㎡のプロット内に稚樹が1本以上成立しているプロット数/全プロット数25) × 100で算出。

2) 林床の状況：火入れにより植生が焼かれた後、5月の雨期以降に発生した低い草本類が繁茂しているが、稚樹の成育を妨げていない。

b) 稚樹および幼樹（火入れ跡地）

天然更新状況を表Ⅳ-2-14および図Ⅳ-2-3に示す。火入れ跡地では最低樹齡が4年、最低樹高が2mであり、林床の焼き払いが新しい稚樹の発生・残存を阻害しているように思われる。しかし、この調査地が森林として成林する可能性は、今後新たな稚樹の発生がなくても現在の幼樹の出現率が77.8%、成立本数 1,200本/haであるため、十分にあるものと思われる。

この調査地の林床植生は、Zacate（イネ科の草本植物、草高30~50cm）が群生する中に、低木類（樹高70~110cm）が散見される状態である。

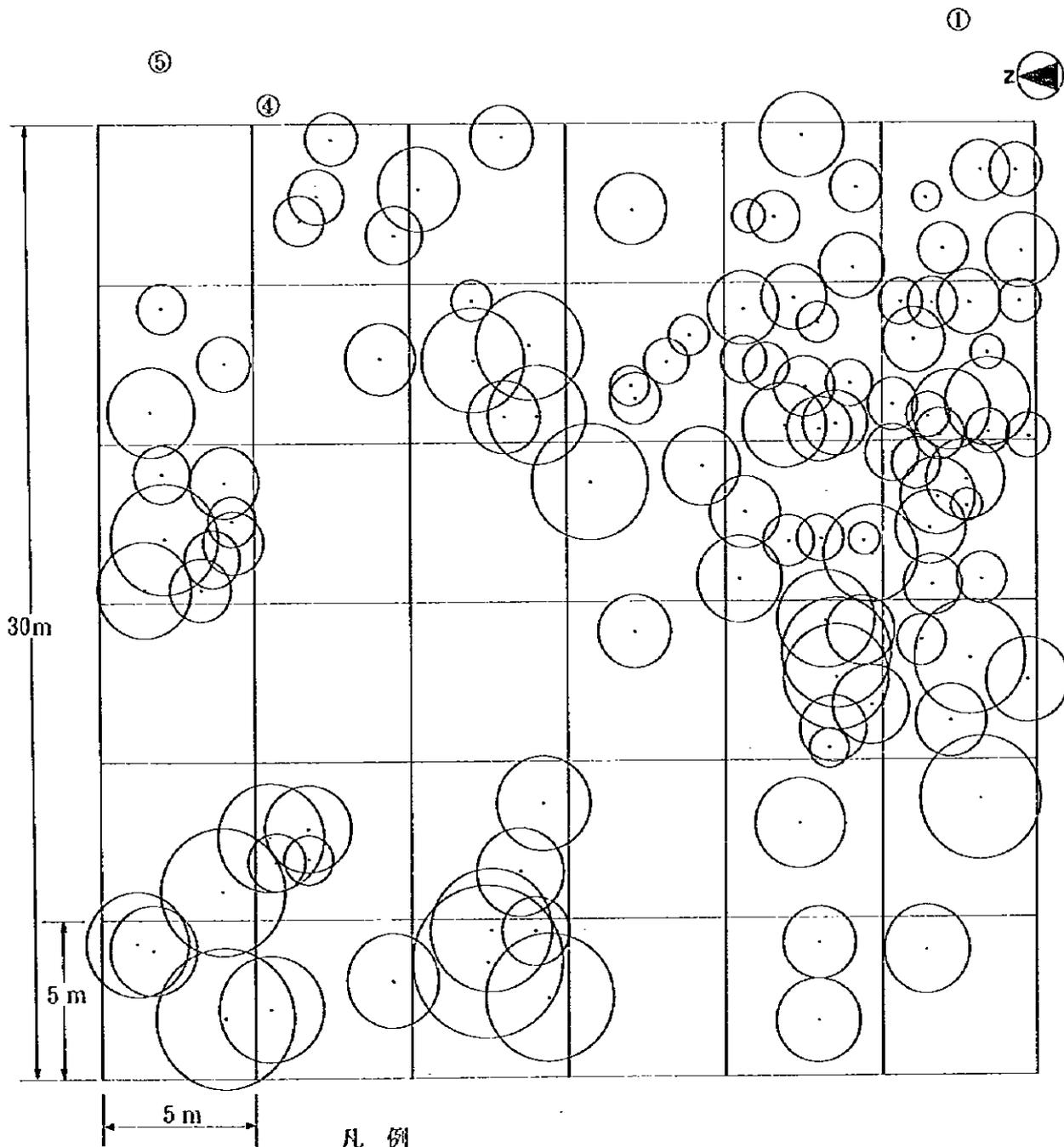
表Ⅳ-2-14 火入れの有無による天然更新の状況

火入れの有無	樹齡範圍(年)	平均林齡(年)	本数(/ha)	樹高範圍(m)	平均樹高(m)	樹冠面積(m ² /ha)	出現率(%)
有	4~22	12	1,200	2.0~8.5	4.6	5,560	77.8
無	1~10	3	3,700	0.2~4.0	1.0	1,380	100.0

注：

調査：1995年7月

- 1) 非火入れ地の樹高・樹冠面積には、樹齡1年生の稚樹を考慮していない。
- 2) 火入れ跡地には一部伐採残しの立木が含まれている。
- 3) 両調査地とも林地生産力は低い、その度合いは非火入れ地の方がより強い。
- 4) 出現率算定の基礎は、5m×5m=25m²を1区単位とし、全体の区数36とした。



凡例

①~⑤ 母樹の位置

○ 稚・幼樹の位置と樹冠占有面積

母樹:

番号	胸高直径(cm)	樹冠直径(m)	樹高(m)
①	49.2	7.3	18.5
②	26.5	5.4	12.0
③	18.4	3.0	11.5
④	23.2	4.7	13.0
⑤	24.0	5.6	12.5

地況:

斜面方位 ---
傾斜度 0°
地形 凸地平坦部

図IV-2-3 P. oocarpaの火入れ跡地における母樹と天然更新樹の分布

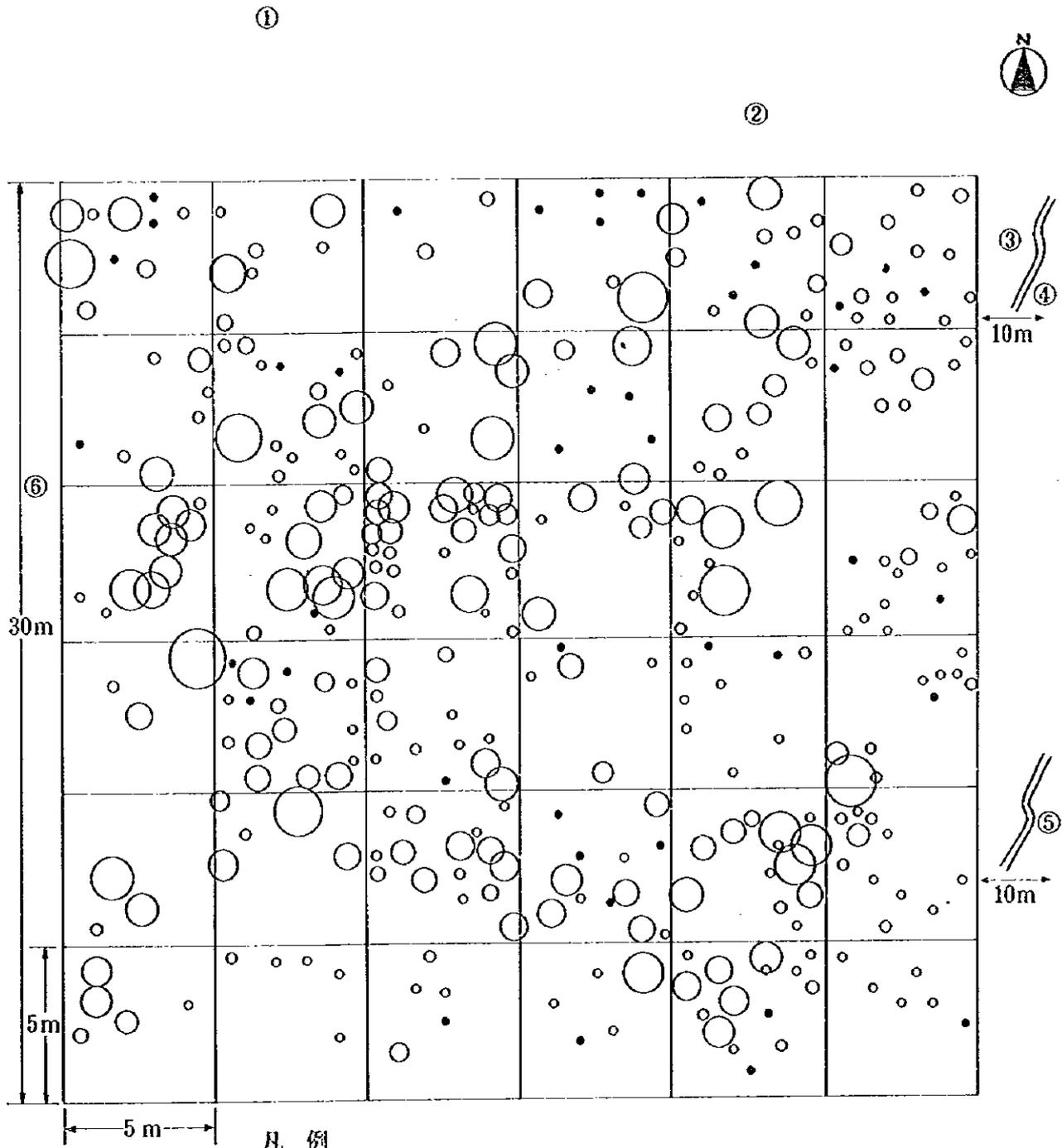
c) 稚樹および幼樹（非火入れ地）

天然更新状況を表Ⅳ-2-14および図Ⅳ-2-4に示す。この調査地は林地生産力が低位であり、樹高は高い生産力のある林地に成立している立木と比較して低く、この視点から将来の成林に疑問はあるものの、天然更新による後継樹の確保は成立本数が3,700本/ha、出現率が100.0%であることから問題はないように思われる。成立本数が多く、出現率も高いにもかかわらず樹冠占有面積が低いのは、立木が若齢であることもあるが、林地生産力の低さのため枝の伸長が抑制されていることによるものと思われる。

母樹と稚・幼樹の定着性は火入れ跡地と同様に不明確であるが、図Ⅳ-2-4に示すように母樹が周囲を取り巻いておれば、落下種子数には不足をきたすことがない状態にあるものと思われる。

ここに示したように、非火入れ地における後継樹の成立は連年継続する稚樹の発生により支えられており、*Pinus oocarpa* が天然更新に適した樹種であることを表しているものと思われる。

この調査地と前項火入れ跡地の植生の違いは、*Zacate*が成立していない以外、樹種構成は高さ・密度とも若干低くなるがほぼ同じである。



凡例

①~⑥ 母樹の位置

○ 樹齡2年生以上の稚・幼樹の位置と樹冠占有面積

● 樹齡1年生以下の稚樹の位置

母樹:

番号	胸高直径(cm)	樹冠直径(m)	樹高(m)
①	31.0	6.0	20.0
②	29.5	5.5	21.5
③	31.0	8.4	26.0
④	27.2	6.3	22.0
⑤	40.0	8.7	26.0
⑥	27.0	6.4	25.5

地況:

斜面方位 S
傾斜度 20°
地形 山腹斜面中部

図IV-2-4 P. oocarpaの非火入れ地における母樹と天然更新樹の分布

(3) 成長量調査

林分材積成長量を推定するため成長量調査を行った。

① 調査方法

a) マツ

(a) 調査木の選定

○樹幹解析：

森林資源調査のプロットにおいて優勢木を選び、その中の標準木を樹幹解析の対象木とした。しかし、大径木は全体的に少なかったため、ほとんど選定できなかった。

○成長錐：

樹幹解析と同様にプロット内の優勢木の中から標準木を選定した。また、直径50 cm以上の大径木は前述のように少ないため、一部はスタディ・エリア内の林地から選定した。

(b) 調査木の本数

樹幹解析： 34本

成長錐： 110本

(c) 測定方法

○樹幹解析：

地上高 0.3m、同 1.3m、以下 2.0mおきに樹幹を切断し、各位置での年輪数と5年刻みに直径を測定した。

○成長錐：

胸高位置に成長錐を使用し、過去5年間の直径成長量をmm単位で測定した。

b) Roble

(a) 調査木の選定

スタディ・エリア内にある Robleを立地・環境を考慮しつつ、胸高直径10cm以上について調査木の大きさに重複がないよう注意しながら選定した。

(b) 調査木の本数

45本

(c) 測定方法

立木を伐採し胸高直径、樹高および胸高位置における年輪の測定を行なった。なお、この樹種は材質が硬く、捻れているため成長錐による調査は不可能である。

② 調査結果

a) マツ

(a) 解析の手順

樹幹解析および成長錐により得た過去5年間の直径成長の資料から、今後5・10年後の胸高直径階別成長量を推定した。

胸高直径から樹高を推定する樹高曲線式として次のネズルンド式 (Naslund) を採用した。

$$H = \frac{D^2}{(a + b \times D)}, \quad (H = \text{樹高}, D = \text{胸高直径})$$

上式は、 $\frac{D}{\sqrt{H}} = a + b \times D$ と変形でき、森林調査資料からの胸高直径、樹高値を用い、以下の回帰式を得た。

$$\text{樹高曲線} \quad H = \frac{D^2}{(1.8740 + 0.1508 D)^2} \quad (\text{図IV-2-5})$$

以下略記のため $H = h(D)$ と置く。

COHDEFORの調整した材積式から D, H を使用し、材積 V を算出する関係を $V(D, H)$ と置くと、ここまでの式から $V = (D, h(D))$ となる。以上より胸高直径 D から材積 V が算出でき、胸高直径階ごとの材積 V を表IV-2-15に示す。

ここで今後5・10年後の直径成長予測を行なうため、5・10年後の直径成長量を $dD = D_t + \Delta t - D_t$ と定義する。調査資料から dD と D の回帰式は、
 $dD = -0.0215 \times D + 2.8590$ (図IV-2-6) と求められ、これより直径成長量を推定した。

先に求めた樹高曲線から x 年後の樹高は $H_t + \Delta t = h(D_t + \Delta t) = h(D_t + dD)$ (注、 Δt は5・10年後の数値で変化する) となる。材積は $V_{t+s} = V(D_t + dD, h(D_t + dD))$ となる。材積成長率は5年後ならば次式により求められる。

$$\frac{V_{t+s} - V_t}{5 \times V_{t-s}} \times 100$$

(b) 成長予測

前項の手順により胸高直径階別に、樹高成長量、材積成長量および材積成長率を求め、表IV-2-15に示した。ここに示した数値と森林調査から得た森林蓄積の諸数値に基づき、スタディ・エリアの5・10年後の森林資源量が推定される。

b) Roble

(a) 解析の手順

各林齢における推定胸高直径と同樹高を求めため、林齢と胸高直径および林齢と樹高との関係をそれぞれ回帰式により求めた。(図IV-2-7、図IV-2-8) この推定胸高直径と推定樹高からCOHDEFORの調整した材積式により現在の材積を求めた。推定材積成長量は、林齢と胸高直径、林齢と樹高の回帰に5、10年を加えた数値から、同一材積式により求めた(表IV-2-16)。なお、材積成長率は、前項マツと同じ式により求めた。

(b) 成長予測

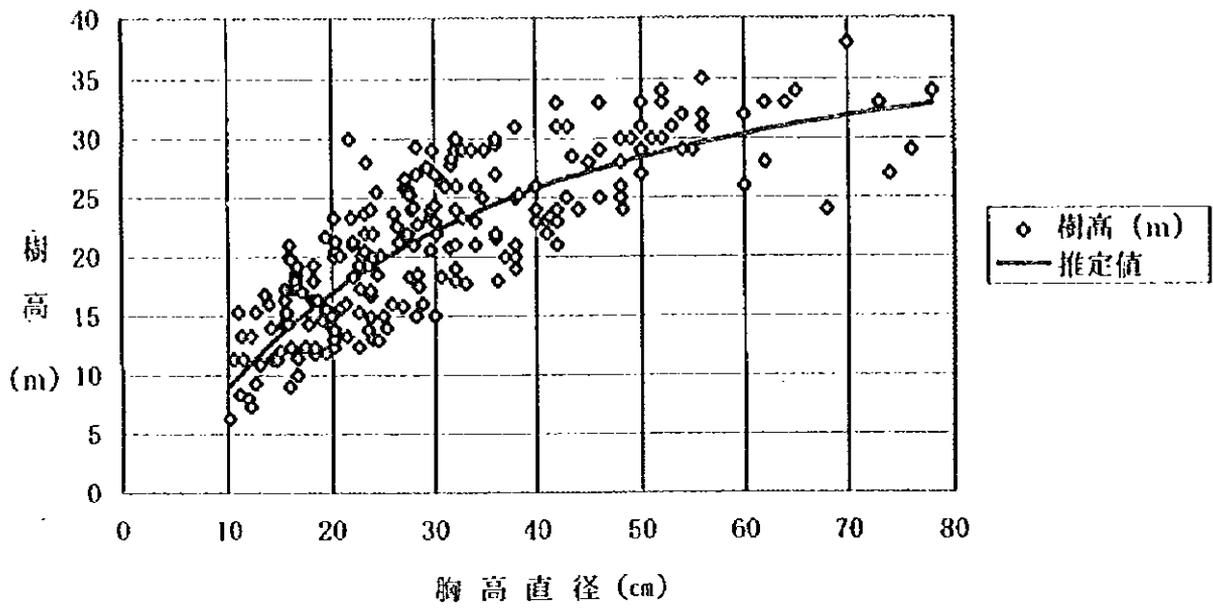
前項の手順により求められた胸高直径階別直径成長量、樹高成長量、材積成長量および材積成長率を表IV-2-16に示した。ここに示した数値と森林調査から得た森林蓄積の諸数値に基づき、スタディ・エリアの5・10年後の森林資源量が推定される。

表IV-2-15 P. oocarpaの胸高直径階別5・10年後の胸高直径・樹高・材積成長と材積成長率

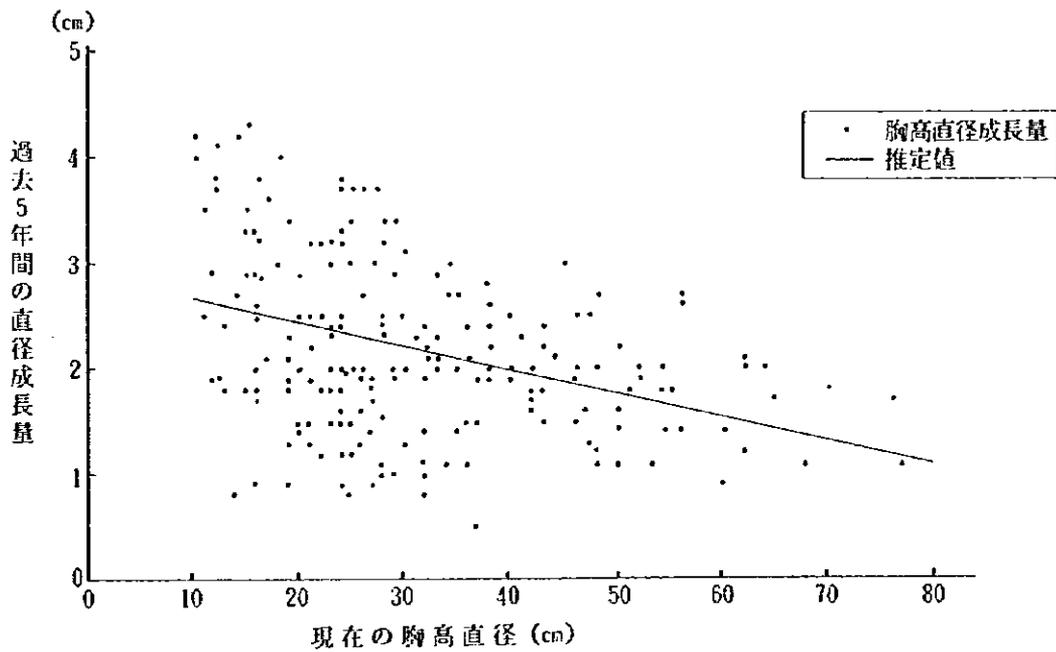
項 目			直 径 階 (cm)							
			10	20	30	40	50	60	70	80
現 在	樹 高 (m)		8.7	16.7	22.0	25.6	28.2	30.2	31.7	32.9
	材 積 (m ³)		0.015	0.179	0.452	1.021	1.810	2.826	4.062	5.523
5 年 後	直 径 (cm)		12.6	22.4	32.2	42.0	51.8	61.6	71.4	81.1
	樹 高 (m)		11.1	18.2	22.9	26.2	28.6	30.4	31.9	33.1
	材 積 (m ³)		0.040	0.248	0.559	1.162	1.976	3.002	4.255	5.711
	材積成長率 (%)		12.5	5.6	3.8	2.4	1.7	1.2	0.9	0.7
10 年 後	直 径 (cm)		15.2	24.8	34.4	44.0	53.5	63.1	72.7	82.2
	樹 高 (m)		13.3	19.5	23.7	26.7	29.0	30.7	32.1	33.2
	材 積 (m ³)		0.077	0.329	0.675	1.309	2.143	3.185	4.440	5.886
	材積成長率 (%)		9.6	4.9	3.4	2.2	1.6	1.1	0.8	0.6

表IV-2-16 Roble の胸高直径階別5・10年後の胸高直径・樹高・材積成長量と材積成長率

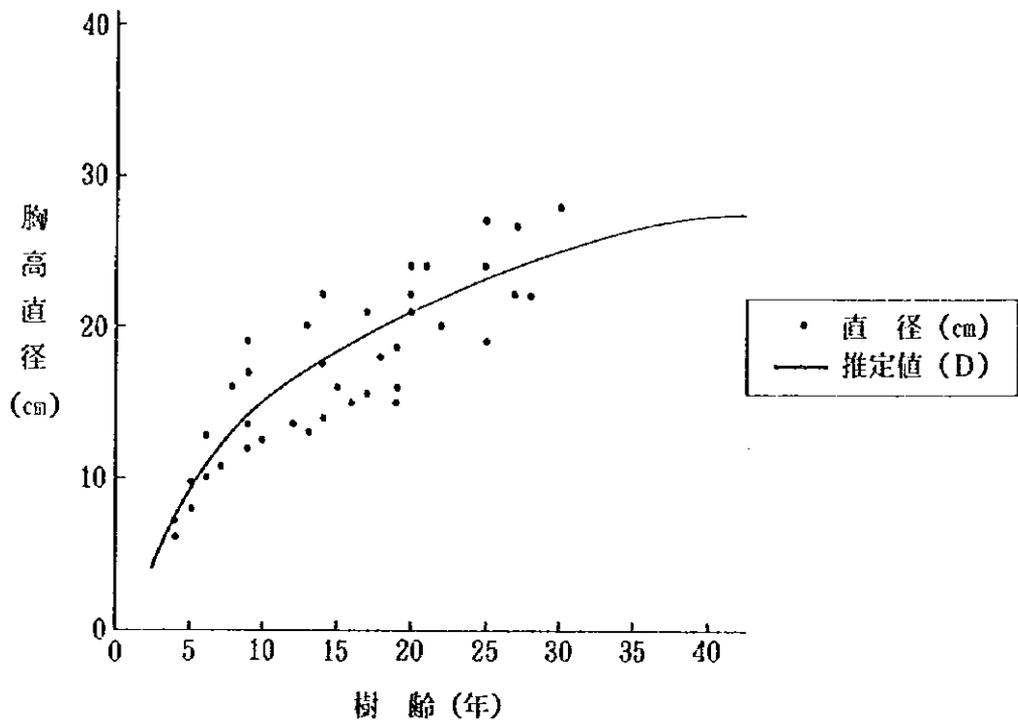
項 目			直 径 階 (cm)			
			10	15	20	25
現 在	樹 高 (m)		7.2	10.1	13.8	17.8
	材 積 (m ³)		0.022	0.071	0.175	0.356
5 年 後	直 径 (cm)		15.4	18.2	22.3	26.5
	樹 高 (m)		10.3	12.5	15.4	19.4
	材 積 (m ³)		0.077	0.131	0.244	0.438
	材積成長率 (%)		14.3	9.2	5.7	3.7
10 年 後	直 径 (cm)		18.5	20.9	24.4	27.5
	樹 高 (m)		12.7	14.5	17.2	20.8
	材 積 (m ³)		0.138	0.201	0.328	0.506
	材積成長率 (%)		8.8	7.0	5.1	2.7



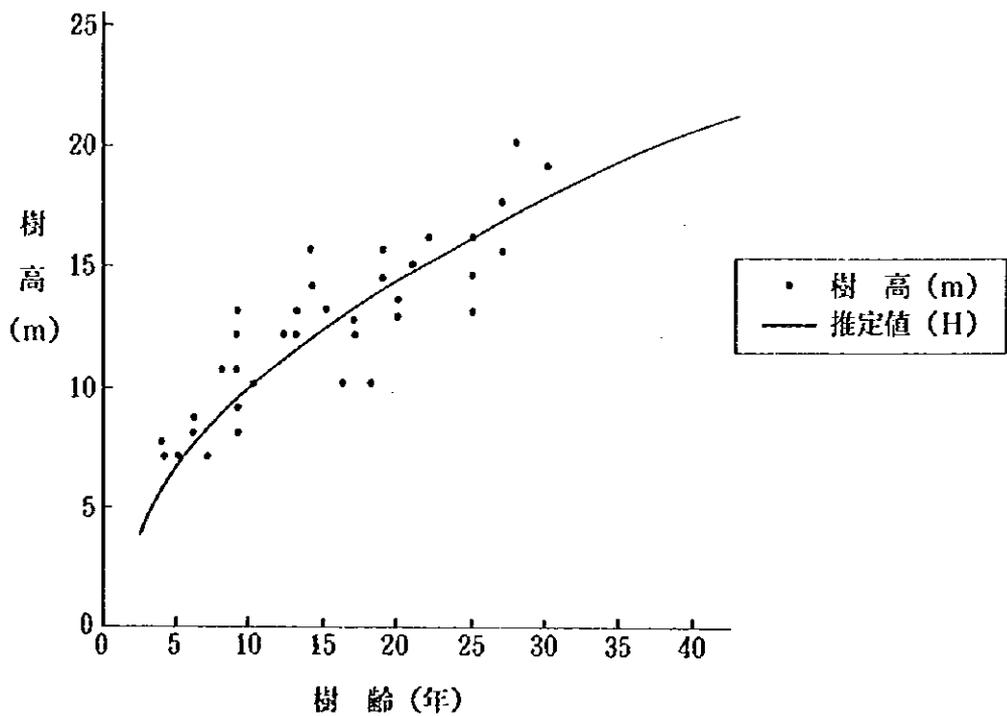
図IV-2-5 *P. oocarpa*の樹高曲線



図IV-2-6 *P. oocarpa*の5年間の胸高直径生長量推定



図IV-2-7 Roble の樹齡別胸高直径の推定



図IV-2-8 Roble の樹齡別樹高の推定

③ 成長量

モデル・エリア内のマツおよびQuercus の成長量の推定を樹種別・林相区分（樹高階）別に以下のように行なった。

- 1) 森林資源量調査結果から樹種・林相区分別の面積および平均直径を求めた。
- 2) 既に算出している樹種別成長量から樹種・林相区分別の各直径の材積成長率を求めた。
- 3) 1)、2) を用いて材積成長率を推定した。
- 4) 推定材積成長量は、当該材積成長率に基づき現在から5年後、6年後から10年後にわたり、前期の材積を基準にそれぞれ求めた。
- 5) 樹種・林相区分別平均直径と現在から5年後まで、6年後から10年後までの成長率を表IV-2-17に示す。

これによるモデル・エリア内のマツおよびQuercus の現在、5、10年後の推定蓄積を樹種、林相区分別に表IV-2-18に示し、この総括を表IV-2-19に示す。

表IV-2-17 樹種、林相区分別平均直径と5・10年後の材積を推定する材積成長率

樹種 林相 区分 (樹高階)	マ ツ			Quercus		
	平均 直径 (cm)	材積成長率(%)		平均 直径 (cm)	材積成長率(%)	
		現在から 5年後まで	6年後から 10年後まで		現在から 5年後まで	6年後から 10年後まで
1	34	3.3	2.9	20	5.7	5.1
2	27	4.2	3.8	18	7.2	6.0
3	23	5.0	4.4	15	9.2	7.0
4	18	6.2	5.5	15	9.2	7.0

注) 材積成長率は年平均成長率

表IV-2-19 モデル・エリアにおけるマツとQuercusの
現在、5、10年後の推定蓄積（総括）

時 制	項 目		マ ツ	Quercus
	面 積 (千ha)		24.1	7.3
現 在	推 定 蓄 積 (千m ³)		1,981	425
	同 上 ha当たり 材積 (m ³)		82	58
5 年 後	推 定 蓄 積 (千m ³)		2,424	616
	同 上 ha当たり 材積 (m ³)		101	84
	推 定 材 積 成 長 量 (千m ³)		443	191
	同 上 ha当たり 材 積 成 長 量 (m ³)		18	26
	材 積 成 長 率 (%)		4.5	9.0
10 年 後	推 定 蓄 積 (千m ³)		2,907	829
	同 上 ha当たり 材積 (m ³)		121	114
	推 定 材 積 成 長 量 (千m ³)		483	213
	同 上 ha当たり 材 積 成 長 量 (m ³)		20	30
	材 積 成 長 率 (%)		4.0	6.9

表IV-2-19に見られるとおり、マツの10年間のha当たり材積成長量は40m³弱であり、木材生産のみを目的とした森林としてはやや低いように思われる。しかし、放牧のための林地利用もあって疎密度の低い林分もあることを考慮すると、おおむね妥当なものとして評価できる。

IV-3 土壌調査

スタディ・エリアの土壌分布状態を把握し、土壌図作成のため土壌調査を行った。土壌分類法はFAO/Unesco方式とした。

(1) 調査方法

① 調査箇所数および位置

土壌調査は、スタディ・エリア全域を踏査するとともに、地形、地質、植生および土地利用等の条件を考慮しながら実施した。

土壌断面調査の箇所数は58箇所、林分の生育状況と土壌との関係の把握にも資するよう森林調査プロット内およびその周辺を主体として行った。その他の地区については、簡易試孔調査、道路法面および崩壊面の観察等により実施した。

また、土壌図（5万分の1）の作成にあたっては、空中写真の判読を併用した。

② 調査項目

土壌断面調査の調査項目は、次のとおりである。

立地条件に係る項目：位置、地形、方位、傾斜、標高、堆積様式、母材・地質、植生

土壌断面に係る項目：層位の区分・厚さ・推移状態、腐植の含有状況、A₀層の状態、

土色、土性、土壌構造、石礫、堅密度、孔隙、水湿状態、溶脱・

集積、斑紋、結核、グライ化、菌糸・菌根、根系、盤層、湧水・

地下水、pH、その他特徴的な性状

(2) 土壌の種類および特徴

スタディ・エリアに分布する土壌は、大きく LeptosolsとCambisolsの2土壌群 (major soil group)に区分され、さらに、これらはいくつかの土壌単位 (soil of units)に区分される。これら各土壌の特徴や性状は次のとおりである。

① Leptosols

硬い岩盤や固結層の上にある土層の浅い土壌、あるいは、石礫がすこぶる多い土壌化の進んでいない土壌である。ここでは、次の2つに再区分できる。

a) Lithic Leptosols (LPq)

連続した硬岩盤または固結層の上にあつて、土層の厚さが10cmに満たない極めて浅い土壌である。土壌物質の多くが流亡した後に残存した土壌と考えられる。

スタディ・エリアに出現する Lithic leptosols は、黒褐色ないし灰褐色のA層のみを有し、B層を欠いている。土性は概ね砂壤質で、礫は含まない場合が多い。乾燥

の影響を強く受けており、堅い粒状ないし角塊状構造を有する。A₀層は流出している場合が多く、若干のマツ落葉（L層）が見られる程度である。

この土壌は、岩盤・盤層が堅硬で、植物の生育に必要な根張り容量（rooting volume）と保水容量（water holding capacity）が極めて少なく、岩の露頭も見られるため、農業的にも林業的にも利用価値を持たない。人工更新、天然更新ともに困難で、その若干が貧弱な放牧地として使える程度と考えられる。現状をみても、この土壌の上にはマツの疎林しか見られず、その大部分が放牧地として利用されている。樹木は硬岩盤に生じた僅かのひび（割れ目）に沿って根を侵入させたり、岩盤上に浅く広く根を張って、ようやく生立している。樹種は *Pinus caribaea* が主体で、その他に *Quercus sp.* (Roble) が若干見られる程度である。

b) Distric Leptosols (LPd)

連続した硬岩または固結層により、土層の厚さが30cm未満に制限される土壌（Lithic Leptosolsを除く）、あるいは、石礫がすこぶる多く、僅かの細土（fine earth）しか持たない土壌（表層下75cmまでの細土率が20%未満）であって、スタディ・エリアに出現するDistric Leptosols の性状・特徴は次のとおりである。

A層は、厚さ20cm未満で、黒色ないし黒褐色を呈し、土性は概ね砂壤質ないし壤質である。土壌構造は粒状および角塊状を呈し、堅くかつ明瞭な構造に発達している場合もある。菌糸が見られ、細かい土粒子がこれに綴られている場合がある。石礫がすこぶる多く、A層の表面を薄く覆っている箇所もある。A層の下部層は、石礫の間隙に僅かの細土と腐植が入込んだだけの、完全に土壌化していない A-C層となっている場合が多く、ほとんどB層を欠いている。B層があっても石礫の多い砂質土で、土壌化はあまり進んでいない。これは、侵食によって表層A層位を失った後、新しいA層位が前にB層位であった所の中に発達したものと考えられる。B層が見られる場合、概ね黄褐色又は赤褐色を呈する。A₀層は若干の落葉が見られる程度で、欠除していることが多い。これは火入れによるものと考えられ、火入れを行わない松脂採取林では厚さ3～5cmのL-H層が見られる。全体として乾燥の傾向が強く、石礫にすこぶる富む断面が多いのが特徴的で、土層の厚さが薄いことより、むしろ、礫土であることから Leptosolsとして区分されるものが多い。石礫は、砂岩礫も見られるが、多くは石英礫である。また、牛の踏圧によるものか、断面が表層より堅く締まっている場合がある。pHは、5.4～6.8の範囲にある。

この土壌については、石礫が非常に多く、土層も浅いことから、農業的な利用価値

を見出すことは困難であり、放牧地として利用できる程度である。しかし、人工造林や天然更新による成林は可能であり、林業的には利用価値が認められる。むしろ、農地として利用できないことから、林地として有効利用することが重要な課題となってくる。樹木の場合、農作物よりも土壌に対する耐性が高くなる傾向にあり、石礫が多いことは特に問題としないし、農作物の根が侵入できないような箇所・層でも樹木の根は侵入可能である。すなわち、これらの農作物に対する制限因子は、樹木に対しては、生育過程のある段階において、その成長を抑制する因子とはなり得るが、生育そのものを大きく阻害する因子にはならないと考えられる。特に、痩せ地に対する耐性が高いマツ類については、十分な木材生産的価値が認められよう。現況を見ても、この土壌の上にはマツ林、*Quercus* (*Roble*) 林およびこれらの混交林が生立しており、火入れが行われない所では天然更新も良好に進んでいる。しかし、現在のまま火入れを続行すれば、さらに侵食が進むとともに、有機物が供給されないため、土壌条件として悪化することが予想される。より一層の木材生産機能や水土保持機能等の強化を図るためには、火入れを制限して刈り払いに替えたり、あるいは、林床植生を復元させたりして有機物の供給を図ることが肝要と考えられる。

なお、*Distric Leptosols* は、塩基飽和度 (*base saturation (by NH₄OAc)*) が50%以下のものを指し、これが50%を超えるものは *Butric Leptosols* として区分される。本調査においては、pH、腐植の含有状況およびその他の断面性状の観察結果により、*Distric Leptosols* として区分した。(したがって、化学分析を行えば、その結果次第では名称が変わる可能性も残されている。)

② *Cambisols*

この土壌は、他の主要土壌群に見られるような真の特定の性状を持たない土壌で、言わば、種々の良く発達した土壌への遷移的な性状を持つ土壌である。この土壌は、全世界を通じて何処にでも出現し、ここでは次の *Distric Cambisols* が出現する。

a) *Distric Cambisols* (CMD)

この土壌は、グライ層や反転性等の特定の性状を持たず、少なくともB層のある部分が塩基飽和度50%以下の *Cambisols* である。ここでは、pH、腐植の含有状況およびその他の断面性状の観察結果から、*Distric Cambisols* として区分した。スタディ・エリアに出現する *Distric Cambisols* の特徴・性状は次のとおりである。

A層は、黒色ないし黒褐色を呈し、概ね10~30cmの厚さを持つ。腐植に富み、土性は砂壤質ないし壤質または埴壤質の範囲にあり、土壌構造は粒状または角塊状を成し

て明瞭に発達する。また、菌糸があって、単粒または粒状構造の粒子を細かく綴っている場合がある。B層は、概ね褐色ないし赤褐色を呈し、土性はやや埴質で、一部の断面では粘土集積の形跡が僅かながらも認められる。腐植は良く浸透し、その影響を受けて表面より40~50cmの深さまで構造の形成が認められる場合がある。A₀層は、マツ林では放牧と火入れが行われているため、若干の落葉が見られる程度に過ぎないが、高標高地の広葉樹林では表面が攪乱されておらず、10~20cmにも及ぶ厚いA₀層が形成されている。A₀層の中でも、特にH層の発達が著しく、樹木や林床植物の細根と絡み合ってスポンジ状の層を形成し、表層をカーペット状に覆っている場合がある。これは、高標高地では気温が低いため、有機物の分解が遅れるとともに、シロアリ等の活動もあまり活発ではないことに起因するものと考えられる。石礫は、全層を通じて少ない場合と多い場合、A層に少なくともB層に多い場合、または、その逆の場合があり、互層となっている母材・基岩の差や地形、堆積様式の差が表れているものと思われる。石礫の多くは石英礫である。土層は比較的厚く、膨軟で80cm以上の深度を持つ箇所も多いが、一方では、堅く締まった埴質土や固結層により30~40cmに止まる箇所もいくつか見られる。pHは5.0ないし6.8の範囲にあって、厚いA₀~H層を持つ場合でも、その直下のA層のpHは5.7ないし6.0となっている。

この土壌は、特定の制限因子さえ存在しなければ、農業に対して好適である。しかし、この土壌が出現する森林においては、急傾斜地、石礫質、場所によっては浅土性といった制限因子があるため、農業には不適で、むしろ、林地としての利用が適している。現況を見ると、この地域では畑地や放牧地としての利用が多く見られるが、集約的な利用は成されておらず、今後においてもそれは困難と考えられる。局所的な平坦地はともかくとして、大部分の地域については今後とも林地としての利用を図ることがより適切であろう。また、この土壌の上には、森林としては、熱帯性樹種から構成される広葉樹林、マツと広葉樹との混交林およびマツ林が生立している。

(3) 土壌の分布

土壌の分布は、地形や母材・地質、標高、植生、斜面ごとの雨の降り方等によって左右されるが、スタディ・エリアにおいては、特に、地形および母材・地質と関連づけて見た方が分かりやすい。これらの観点からスタディ・エリアの土壌分布概況を述べると次のとおりである。

スタディ・エリアは、地形的には、なだらかな波状起伏を持つ高台地と、その回りを取

り閉む起伏量の大きい急峻な傾斜地に分けられる。その境は、場所によってやや異なるが、概ね標高 1,000m前後である。また、急峻な傾斜地の下方には、谷底低地や扇状地性低地が細長く広がっている。地質的には、スタディ・エリアの中央部南側から東側半分にかけての帯が、頁岩および砂岩が主体の互層によって覆われ、西側中央部付近から北西部にかけての帯が、片岩や片麻岩等の変成岩類によって覆われている。これらの頁岩・砂岩や変成岩類を母材として生成された土壌は、主に地形によって決定付けられており、急峻な傾斜地では表土が侵食されて土層が薄くなった Distric Leptosols (LPd)が分布し、傾斜が緩いために表土がそのまま残積した高台地および傾斜地の侵食物質が堆積した谷底低地、扇状地性低地にはやや土層の厚い Distric Cambisols (CXd)が分布する。これらの土壌は、侵食を受けて表面の土壌物質は僅かずつながらも流亡しているが、絶えず母材・基岩が風化して土壌化し、あるいは、上方の斜面から土壌物質の供給を受けるため、結果として同じ土壌を保ち続けることになる。しかし、スタディ・エリアに分布する Distric Leptosols の中には、本来の姿であれば、Cambisols の一つとして区分されたであろうものが、林床植生を放牧と火入れによって破壊されたため、著しい侵食を受け、新たな土壌物質の供給が間に合わず、土層の薄い Leptosolsに遷移した可能性の高いものがある。

また、スタディ・エリアの南西部では、急峻な山地から南に向けて、石灰岩のような硬い岩石から成るテラス状の平坦地が広がっている。この硬岩は容易には風化しないため、表面の土壌物質が風雨による侵食を受けて流亡すると、その跡には極めて土層の薄い土壌しか残らないことになる。この極めて土層の薄い土壌が Lithic Leptosols (LPq) であって、マツの疎林が広がるテラス状の平坦地に広く分布している。

これら各土壌の分布状況を模式図化すると、図IV-3-1およびIV-3-2のとおりとなる。

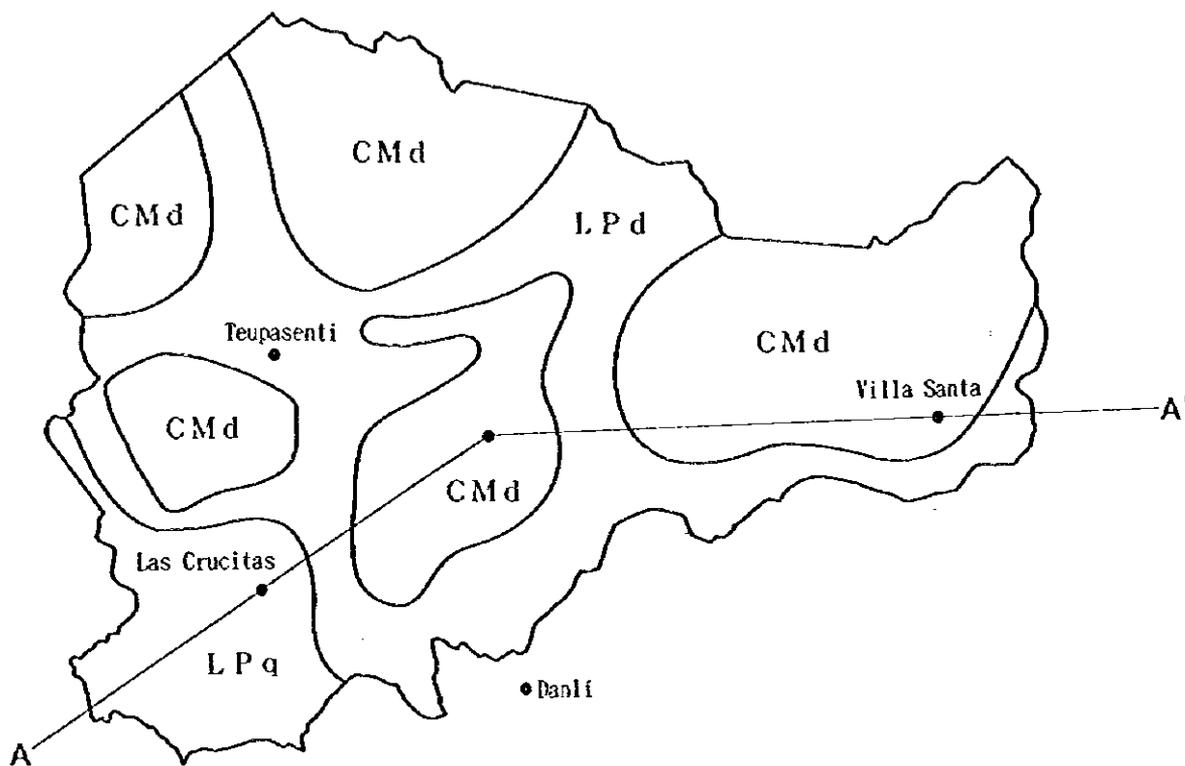
(4) 土壌の種類とマツの成長状況

① Lithic Leptosols

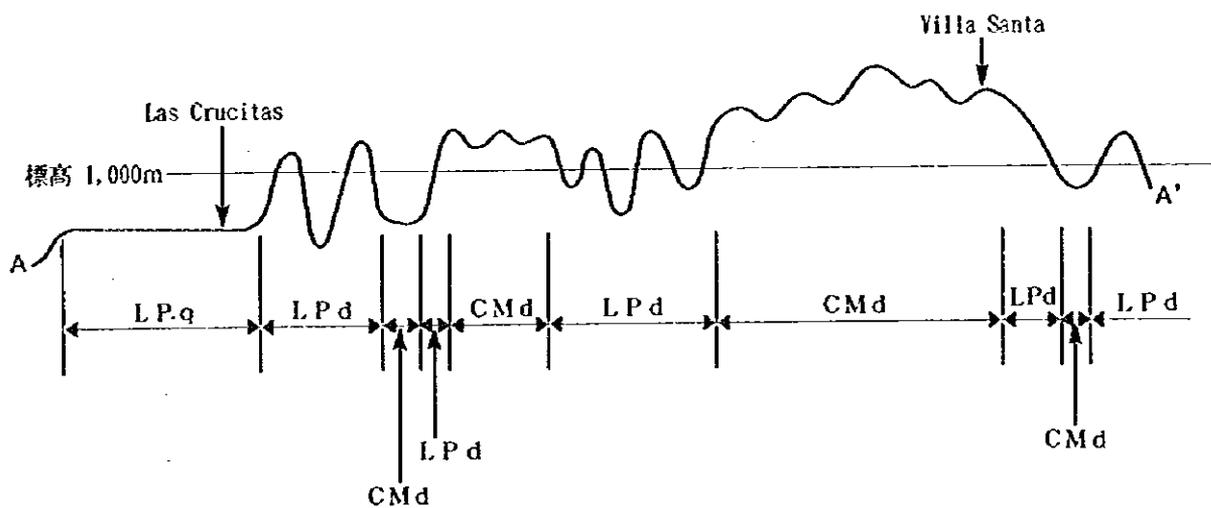
この土壌は、土層が極めて浅く、硬岩によって根の伸長は大幅に制限され、保水性も極めて悪い。マツ類は瘠せ地に対する耐性が強く、堅硬な基岩内に僅かずつながらも根を伸長させたり、水平方向に広く根を張って生育するが、それでもやはり、この土壌の上では成長は悪く、特に、肥大成長が悪い傾向にある。

② Distric Leptosols

この土壌は土層の深さが概ね30cm未満の礫質土壌であるが、ここに生育するマツの成



图IV--3-1 土壤分布概况图



图IV-3-2 土壤分布模式图

長状況は、当該地域においては中庸である。これは、土層を制限する因子が堅硬な岩盤ではなく、基岩が風化しただけの固結層または石礫層となっているため、マツの根はある程度まで伸長可能であり、実際はかなり深くまで伸長していることや、深さ20~30cm付近の所で水平方向に広く根を張っていることによるものと考えられる。

特に、変成岩類を基岩としている所では、比較的深い所まで基岩が細片状に砕けているため、鍬や鋤で掘ることは困難でも、水分や空気は供給されるし、マツの根も十分に伸長可能なことから、その生育状況はやや良好となっている。

③ Distric Cambisols

この土壌は、スタディ・エリアにおいては最も深い土層を持っており、マツの成長は良好である。特に、適度に礫を含んでいる土壌において、最も良好な成長を示している。これは、排水性や通気性の点で有利になっているものと考えられる。

ただし、この土壌の中で土層の深いところは、同時に広葉樹も十分に生育可能なため、マツよりも広葉樹が優占する。

(5) 土壌からみた土地利用

一般的に言って、農作物の場合、良好な根張り容積と十分な保水容量を持つためには80cmないしそれ以上の深さが必要である。この点で土層の厚さが80cmに満たない全てのLeptosolsと一部のCambisolsは農地として利用するには問題が残る。

また、厚さ80cm以上の土層を持つCambisolsについては農業的利用が可能であるが、スタディ・エリアにおいては全般的に傾斜地や石礫質の土壌が多く、集約的農業を行うことは望むべくもない。

これに対し、樹木の場合、礫の多さは特に障害とはならないし、農作物の根が伸長できないような層でも樹木の根は伸長可能であり、特に、基岩が細かく割れている場合には、樹木の根は十分に伸長可能と考えられる。

これらのことから、自給用の畑作はともかくとして、スタディ・エリアでは現状以上に農地を拡大することは適切ではなく、その大部分を林地として利用することが現地に最も適していると判断される。特に、Lithic Leptosolsについては林業的価値を見出すことさえ困難な地域であり、その保全を第一に考慮すべき土壌である。

IV-4 森林保護調査

(1) 虫害の現状

ホンデュラス国内に分布する主なマツ類 *Pinus oocarpa*、*P. caribaea* および *P. pseudostrobus* に加害する虫種は、以下の3種であるといわれている。

Dendroctonus frontalis (樹皮と形成層の中間に生息)

Ips caligraphos (梢端から侵入、樹皮と形成層の中間に生息)

Dendroctonus aproximatus (根系に生息)

これら虫種別・森林管理局別およびマツの種類別による被害の実態を示す資料がないため、全国規模での1983年から10年間の被害の動向を表IV-4-1に示す。この表によると、年間の材積被害の最高は133,625 m³、同最低は4,948 m³であり、森林火災とともに森林被害の2大要因になっている。

ホンデュラス国のマツ林に甚大な被害を与える虫種は *Dendroctonus frontalis* であるが、近年これによる大きな被害は発生していない。モデル・エリアにおいては、1994年のこの虫種による被害は、San Julián地域で18件発生したが、いずれも小規模で終息した模様である。

樹木が *Dendroctonus frontalis* により被害を受け易い条件としては、立木密度が過剰な場合、松脂採取などにより樹勢が低下している場合が考えられる。

また、この虫害に次いで森林に被害をおよぼす虫種の *Ips caligraphos* は、火入れにより樹勢が衰えた時期に侵入するが、ほとんどが単木的で、時に4~5本の複数の被害木が発生する程度であり、大きな脅威ではないと言われている。

1995年11月下旬から同12月上旬にかけて、モデル・エリア内に100m幅の調査ルートを設け、8ルートにわたって被害木数と加害虫種を調査した。この結果は、特定のルートに被害が偏在することはなく、合計調査区面積約40haの中で30本被害木が発生していた。被害木の齢階層では老齢(母樹を含む)7、壮齢7、中齢16、若齢0であり、全体の数が少ない老齢はその割合から勘案すると枯損しやすい状況にあると言えよう。この調査での加害虫種は *Ips caligraphos* に限られている。被害割合は0.8本/haと極めて少ない。また、スタディ・エリア全体で見ると虫害の発生は、松脂採取の多い林分に多く発生する傾向が見られる。

表IV-4-1 10年間の昆虫によるホンデュラス国内におけるマツ類被害と対処の実態
(1983-1992)

年度	発生件数	対処件数	被害面積(ha)	被害材積(m ³)	被害防止経費(LPS)
1983	563	279	8,512	133,625	55,700
84	1,034	396	440	15,910	31,200
85	837	471	4,212	6,687	46,400
86	1,341	1,224	695	24,158	55,800
87	1,006	777	2,293	37,830	94,700
88	1,063	918	4,130	52,714	70,200
89	244	204	325	10,367	261,900
90	315	250	413	4,948	91,800
91	166	76	284	11,219	3,600
92	101	55	191	8,141	4,300

注：COHDEFOR 1992年版林業統計年報による

(2) 森林火災の現状

ホンデュラス国の森林管理局別の1980年から10年間の森林火災件数を表IV-4-2に、被害面積を表IV-4-3に示す。これらの表によると、エル・パライス県の森林火災状況は他の地域と比較して際立って差異のないことが、森林面積の割合からうかがえる。

COHDEFORの調査による1989年の森林火災の原因は、放火59.0%、放牧地焼き18.0%、焼畑 3.0%、その他（焚火、かがり火、タバコの吸い殻、子供の火遊び、狩猟等）20.0%となっており、放火が極めて多い。これは放牧牛に良質な飼料草を与えるために必要な「草焼き」が無許可で行われているものを相当数含んでいると考える方が妥当であると思われる。

モデル・エリア内の森林火災による被害は、他の地域と比較して低く抑えられているとされている。

それにもかかわらず1995年2月15日から同4月30日の間の乾燥期に、このエリアで発生した火災件数は28件、被害面積は 1,106haに達している（被害材積は不明）。

表IV-4-2 10年間の森林地域別火災発生件数(1980-1989)

年度	全地域合計	森 林 管 理 局							
		COMA YAGUA	COPAN	EL PARAISO	FRANCISCO MORAZAN	MOSQUI TIA	NOR- OCCIDENTAL	OLANCHO	YORO
1980	3,581	727	168	177	527	31	430	1,337	184
81	3,555	536	351	226	485	49	274	1,404	230
82	3,629	449	272	310	656	69	211	1,453	209
83	3,775	764	214	201	590	61	189	1,635	121
84	2,874	874	222	199	528	54	258	502	237
85	2,704	462	442	95	516	49	360	465	315
86	2,795	512	494	161	481	98	324	468	257
87	2,898	498	408	129	336	72	429	861	165
88	1,658	286	171	124	421	24	243	287	102
89	2,172	305	228	140	467	44	281	430	277

注：CONDEFORの資料による

表IV-4-3 10年間の森林地域別火災被害面積(千ha) 1980-1989

年度	全地域合計	森 林 管 理 局							
		COMA YAGUA	COPAN	EL PARAISO	FRANCISCO MORAZAN	MOSQUI TIA	NOR- OCCIDENTAL	OLANCHO	YORO
1980	85.0	17.3	3.0	13.4 (15.8)	18.9	13.9	2.4	13.5	2.6
81	32.8	4.7	6.2	2.5 (7.6)	4.8	5.4	1.8	5.8	1.6
82	84.7	6.7	2.0	8.7 (10.3)	13.4	43.2	0.9	8.1	1.7
83	108.4	8.9	3.1	2.9 (2.7)	13.1	70.4	2.4	5.8	1.8
84	49.2	2.5	2.1	4.9 (10.0)	14.8	19.5	0.9	2.1	2.4
85	33.8	3.1	3.6	2.9 (8.6)	8.7	9.0	1.5	2.2	2.8
86	67.6	4.6	4.6	5.4 (8.0)	8.4	31.8	5.3	4.7	2.8
87	137.1	4.1	3.1	2.4 (1.8)	4.0	114.6	4.9	2.4	1.6
88	52.6	2.9	1.0	2.2 (4.2)	9.9	28.4	2.8	3.1	2.3
89	40.8	2.7	1.2	2.8 (6.9)	8.8	15.5	3.8	3.1	2.9

注：CONDEFORの資料による
()は全地域に対する%

IV-5 住民等意向調査

森林に関りを有する地域住民等の森林利用の状況、依存の内容・程度、意向等を調査し、森林管理指針および森林管理計画の策定に反映させるため住民等意向調査を現地再委託により実施した。調査は一般地域住民の他、アグロフォレストリー協同組合、森林所有者、林産業者を対象とした。アンケート調査の計画数は、地域住民 300件、アグロフォレストリー協同組合 5 件、森林所有者 15 件、林産業者 10 件とした。

(1) 現地調査機関への委託

第 1 フェーズ前期調査において、ホンデュラス国の森林・林業に関する調査コンサルタント 4 社について、それぞれの調査経験、技術者等に関する情報を収集・分析した。その結果、社会経済調査等の類似調査経験も多く、経験豊かな同分野の技術者を擁し、信頼性が最も高いと判断された C E T E C 社と委託契約を結んだ。

契約締結後、現地調査に先立って日本国内で作成したアンケート様式案の内容について、調査団、CONDEFOR、C E T E C 社の 3 者の間で検討を行い、最終的なアンケート様式を作成した。

(2) 調査実施の概要

調査方法はアンケート方式による個別聞き取り調査とした。各調査対象ごとの調査実施の概要は次のとおりである。

① 地域住民

地域住民については、スタディ・エリア全域に調査地点が散らばるように調査ルートを計画し、その調査ルート上の村落内および点在する民家を無作為に選定し調査を実施した。聞き取り対象者は世帯主とし、世帯主不在の場合はその配偶者とした。データの集計および分析はマツ林地域、広葉樹林地域ごとに行った。

計画では 300 件の調査を予定したが、調査地点の分布を考慮して調査を実施した結果、マツ林地域では 52 村 222 件、広葉樹林地域では 28 村 97 件の合計 319 件となった。

② アグロフォレストリー協同組合

スタディ・エリア内にはアグロフォレストリー協同組合は 8 組合あるが、当調査実施時点においてはそのうち 6 組合が活動中であった（その後、このうち 2 組合も活動を中止した）。調査はこれらの 6 組合について実施した。聞き取り対象者は代表者または役員とした。

③ 森林所有者

森林所有者についてはまず、森林の経営に関心のある者の意見として5人の森林管理計画を有する所有者を選んだ。残りの10件については、スタディ・エリアに含まれる地域のINAの土地登記簿より、比較的大きな面積を有する土地所有者を無作為に選定した。聞き取り対象者は土地所有者または営農等に関して土地所有者の意見を代弁できる者とした。

④ 林産業者

林産業者に関しては、スタディ・エリア外であってもダンリ周辺で事業を営み、スタディ・エリアの森林と関りのある業者も調査対象に含めた。COHDEFORの林産業者リストによればスタディ・エリアおよびダンリ周辺地域の製材等林産業者は15業者あり、その中から10業者を無作為に選んだ。聞き取り対象者は会社代表者又は工場支配人とした。

(3) 調査の結果

① 地域住民

マツ林地域 222人、広葉樹林地域97人、計 319人の住民に対して生活状況、森林への依存状況、農牧業等について聞き取り調査を行った。その結果の概況は次のとおりである。

a) 日常生活の実態

(a) 定着年数

定着年数は、表Ⅳ-5-1のとおりである。マツ林地域および広葉樹林地域の平均定着年数はそれぞれ29年、23年である。

表Ⅳ-5-1 定着年数

定着年数	マツ林地域		広葉樹林地域	
5年以下	25	11.3%	14	14.4%
6年以上10年以下	21	9.5%	8	8.3%
11年以上15年以下	14	6.3%	11	11.3%
16年以上20年以下	17	7.7%	13	13.4%
21年以上30年以下	48	21.6%	23	23.7%
31年以上	97	43.7%	28	28.9%
合計	222	100.0%	97	100.0%

(b) 職業

地域住民が従事する主な職業は、男性はマツ林地域、広葉樹林地域で「農業」がそれぞれ98.5%、95.5%。女性は「家事」がそれぞれ87.1%、83.9%である。

(c) 教育レベル

教育レベルはマツ林地域、広葉樹林地域で「学校教育無し」がそれぞれ40.1%、42.3%、「初等教育」が53.2%、55.7%、両者で93.2%、97.9%を占める。

(d) 1世帯当たりの平均居住者数

1世帯当たり平均居住者数はマツ林地域、広葉樹林地域でそれぞれ5.3人、5.6人である。

(e) 現金収入

現金収入の機会については、マツ林地域、広葉樹林地域で「機会が増えた」がそれぞれ23.0%、28.9%、「変わらない」が、30.6%、30.9%、「機会が減った」が、46.0%、38.1%、「回答なし」が、0.5%、2.1%である。

現金収入のレベルは表Ⅳ-5-2のとおりであるが、主な収入源は、マツ林地域では「農産物の収穫・販売」(55.4%)、「農業雇用」(37.8%)、「コーヒー収穫・販売」(31.1%)、広葉樹林地域では、「コーヒー収穫・販売」(56.7%)、「農産物収穫・販売」(35.1%)、「農業雇用」(29.9%)となっている。

表Ⅳ-5-2 現金収入のレベル(年間)

収入額 (Lps.)	マツ林地域		広葉樹林地域	
	人数	%	人数	%
500未満	6	2.7	1	1.0
500～1,000	14	6.3	10	10.3
1,000～2,000	27	12.2	5	5.2
2,000～5,000	92	41.4	34	35.0
5,000～10,000	43	19.4	27	27.8
10,000以上	28	12.6	13	13.4
不明	2	0.9	3	3.1
回答無し	10	4.5	4	4.1
合計	222	100.0	97	100.0

(f) 飲料水

飲料水については、「住居敷地内に蛇口を有する世帯」が、マツ林地域で80.6%（川等の水源からの水道69.8%、井戸10.8%）、広葉樹林地域で85.6%（川等の水源からの水道75.3%、井戸10.3%）である。この他、「家の近くに水源がある世帯」が、マツ林地域で14.0%、広葉樹林地域で12.4%である。

b) 薪の利用

(a) 家庭用燃料

住民が使用している家庭用燃料の種類は表Ⅳ-5-3のとおりである。マツ林地域、広葉樹林地域とも薪が主要な燃料であり、それぞれ90.5%、89.7%である。木炭を使う習慣は無く普及率は非常に低い。灯油、ガスを使用している世帯もかなり有るが、薪の補助燃料として使われている場合が多い。

表Ⅳ-5-3 地域住民の家庭用燃料の種類

燃料の種類	マツ林地域		広葉樹林地域	
	人数	%	人数	%
薪	201	90.5	87	89.7
木炭	3	1.4	2	2.1
灯油	59	26.6	35	36.1
ガス	45	20.3	21	21.6
電気	12	5.4	5	5.2
その他	6	2.7	6	6.2

(b) 薪の調達方法

薪の主な調達方法は、マツ林地域では、「倒木、枯死木の採取」（70.3%）、「立木の伐採」（27.5%）、広葉樹林地域では、「倒木、枯死木の採取」（77.3%）、「立木の伐採」（18.6%）である。

(c) 薪採取の回数

薪採取回数に関しては、「週1回以上採取する世帯」がマツ林地域、広葉樹林地域でそれぞれ83.8%、90.7%と薪採取は住民の日常の仕事となっている。これは大量に薪を運搬する手段を有さないことや、倒木・枯死木を主な供給源としていることが主な理由と思われる。

c) 用材の利用

(a) 用材調達の方法

用材の調達方法は、マツ林地域では、「立木の伐採」(46.0%)、「購入」(20.3%)、「その他」(18.5%)、「回答なし」(15.3%)、広葉樹林地域では、「立木の伐採」(42.3%)、「購入」(27.8%)、「その他」(12.4%)、「回答なし」(17.5%)である。

(b) 用材の調達回数

「立木の伐採」により用材を調達する者の森林に出かける回数は、「住居新築時に1回だけ」および「回答なし」(特に定期的な採取はしていない)の者を合計すると、マツ林地域で95.1%、広葉樹林地域で97.6%となっている。住民が用材を調達するために森林にでかけることは、日常あまり行われていないと考えられる。

d) 薪材、用材の調達の現状と将来

マツ林地域および広葉樹林地域において、薪材、用材の調達に関して、「困難になってきている」がそれぞれ68.9%、68.0%、「変わらない」が27.0%、19.6%、「容易になってきている」が4.1%、11.3%、答えなかった者が0.0%、1.0%となっている。約7割の者は薪材、用材の調達は困難になってきていると感じている。

「困難になってきている」と感じている理由は表Ⅳ-5-4のとおりであるが、種々の理由により森林・林木が減少していること、および監視が厳しくなったことが大きな理由になっている。

薪材、用材の調達の将来の見込みについては、マツ林地域、広葉樹林地域で「困難になる」がそれぞれ81.1%、79.4%、「変わらない」が6.3%、10.3%、「容易になる」が6.8%、5.2%、「わからない」または「回答なし」が5.9%、5.2%である。

薪材、用材の調達を維持するためにはどのような対策が必要かを質問した結果が、表Ⅳ-5-5である。

表Ⅳ-5-4 薪材、用材の調達が困難になった理由

困難になっている理由	マツ林地域		広葉樹林地域	
	人数	%	人数	%
森林火災により林木が減少している	28	18.3	16	24.2
用材生産の伐採により林木が減少している	50	32.7	22	33.3
利用可能な林木が減り、薪材の割合が増えている	1	0.7	0	0.0
監視、他人の目が厳しくなっている	26	17.0	10	15.2
農牧地が増え、森林が減った	3	2.0	7	10.6
その他	25	16.3	8	12.1
回答無し	20	13.1	3	4.5
合計	153	100.0	66	100.0

表Ⅳ-5-5 薪材、用材の調達を維持するために必要な対策

必要な対策	マツ林地域		広葉樹林地域	
	人数	%	人数	%
計画的な薪材、用材の採取	47	21.2	25	25.8
農牧地への植林により森林を増やす	35	15.8	12	12.4
住民の協力による山火事の予防・消火対策	53	23.9	29	29.9
森林の農牧地への転換の制限	2	0.9	1	1.0
その他	54	24.3	21	21.6
回答無し	31	14.0	9	9.3
合計	222	100.0	97	100.0

e) 森林管理への参加の希望

「森林管理、森林施業に参加したいか」との質問に対し、「したい」と答えた人はマツ林地域で83.3%、広葉樹林地域で83.5%となっている。また、「参加したい」と答えた人に、「どのような形で参加したいか」と質問した結果が表Ⅳ-5-6である。

「水源の保護」に関心を持っている人が多いが、「労働の場」や「森林からの物質的経済的恩恵」を求めている人もいる。

表IV-5-6 参加の方法

方 法	マツ林地域		広葉樹林地帯	
	№	%	№	%
木材、薪を得るために森林の育成に参加したい	30	16.2	17	21.0
収入をもっと得るために木材、薪の生産に参加したい	14	7.6	5	6.2
地域の人々と一緒に森林の管理を行いながら木材、松脂の生産に参加したい	11	5.9	4	4.9
地域の人々と協力しつつ水源育成のために森林の保護に参加したい	75	40.5	34	42.0
地域の人々と協力しつつ景観、環境保護のために森林の保護に参加したい	29	15.7	15	18.5
その他	26	14.1	13	16.0

f) 土地利用の実態

(a) 土地利用の種類

住民の土地利用状況は表IV-5-7のとおりである。住居敷地を除いた1世帯当り平均土地所有又は占有面積は、マツ林地域 8.8ha、広葉樹林地帯 9.0haである。農地、コーヒー園を合計した面積が5haより小さい、いわゆるミニフンディオは、マツ林地域では農地またはコーヒー園を有する200世帯中168世帯で、84.0%、広葉樹林地帯では90世帯中67世帯で、74.4%を占める。

表IV-5-7 住民が所有又は占有する土地利用の種類

土地利用の種類	マツ林地域			広葉樹林地帯		
	人 数	%	平均面積(ha)	人 数	%	平均面積(ha)
農地	189	85.1	2.30	83	85.6	1.72
コーヒー園	83	37.4	2.53	63	64.9	3.16
放牧地	55	24.8	10.70	20	20.6	20.49
森林	66	29.7	10.82	18	18.6	6.61

(b) 土地の肥沃度

農地の肥沃度に関し、「肥沃度は落ちてきている」と答えた者は、マツ林地域および広葉樹林地帯でそれぞれ、76.5%、70.1%、「変わらない」が11.3%、16.5%、「良くなっている」が12.7%、11.3%、「回答なし」が0.0%、2.1%である。

農地の肥沃度を回復するための対策については、「施肥をする」との答えがマツ

林地域、広葉樹林地帯とも最も多く、それぞれ、59.0%、58.8%を占める一方、「放置し、森林が更新し地力が回復するのを待つ」が10.8%、6.2%、「放棄して他の場所を開墾する」が2.7%、3.1%、「テラスを造成し土壌流亡を防ぐ」が2.7%、3.1%となっている。

g) 農業生産

農作物の種類は表IV-5-8のとおりである。マツ林地帯、広葉樹林地帯ともトウモロコシ、インゲンマメが主要作物で、アンケート対象全世帯数の8割以上が生産している。

トウモロコシ、インゲンマメとも自家消費が主体で、これらの作物の100%が自家消費と答えた世帯は、マツ林地帯でそれぞれ74.4%、64.7%、広葉樹林地帯で80.3%、76.9%である。コーヒーは販売用に栽培している世帯がかなりあり、100%が自家消費と答えた者は、マツ林地帯で23.3%、広葉樹林地帯で10.9%と比較的少ない。

表IV-5-8 農作物の種類

農作物の種類	マツ林地帯		広葉樹林地帯	
	人数	%	人数	%
インゲンマメ	187	84.2	78	80.4
トウモロコシ	180	81.1	81	83.5
コーヒー	73	32.9	55	56.7
ジャガイモ	1	0.5	0	0.0
コメ	1	0.5	1	1.0
キャッサバ	4	1.8	3	3.1
タバコ	1	0.5	0	0.0
野菜	3	1.4	2	2.1
その他	10	4.5	0	0.0

② アグロフォレストリー協同組合

a) アグロフォレストリー協同組合の概要

アグロフォレストリー協同組合は6組合を対象に組合活動状況についての調査を行った。

アンケート調査を行ったアグロフォレストリー協同組合の概要は、表IV-5-9のとおりである。

表IV-5-9 調査を実施したアグロフォレストリー協同組合の概要

組合の名称	場 所	総戸数	活動面積		松 脂 生 産 量 (kg)	備考
			国有林	民有林		
VALPARAISO	VALPARAISO* ¹	20	1,770 * ² (1,600)		27,000	
CENTRAL CAMPESINOS	CEBADILLA * ¹	68	2,290 * ² (3,400)		29,200	
GRANADILLO LTDA.	RIO ABAJO	21	700		5,800	現在活動中止中
PALMILLA LTDA.	PALMILLA	35	1,000	4,000	25,800	〃
VILLA SANTA	V. SANTA	239	11,950 * ² (12,705)	9,275	111,700	
EL OLINGO LTDA.	EL OLINGO * ¹	30	2,030 * ²		27,000	

* 1 : モデル・エリア内で活動

* 2 : 森林管理計画での面積。下段の () 内数字は住民等意向調査で聞き取った面積

b) 組合の活動とその重要度

調査したすべての組合は活動を拡大したいとの意向を持っている。現状の活動内容は、VILLA SANTA 協同組合では松脂採取のほか木材伐採・販売、製材・製材品販売、日用品購売所経営、薪材生産・販売、農業関係資材サービス等を行っているが、それ以外の5組合は松脂採取のみの活動に止まっている。ただし、VALPARAISO協同組合、CENTRAL CAMPESINOS協同組合、EL OLINGO LTDA. 協同組合の3組合は、各々森林管理計画を作成しており、計画においては主伐、間伐等の施業を予定しているので、計画実施に伴いそれらの活動を開始することになっている。

組合にとっては収益が大きく、雇用の場を提供できる木材の伐採・販売、製材・製材品販売が重要であるが、組合員にとっては、多くの組合員が従事でき、コンスタントな収入源である松脂の採取・販売が重要である。また、「日用品販売」は、組合にとっては収入源として、組合員にとっては生活の利便の面から重要である。

③ 森林所有者

15人の森林所有者を対象に土地利用状況、農牧業の生産状況、森林への関心等について聞き取り調査を行った。

a) 土地利用別土地所有面積

アンケート調査を行った15人の森林所有者の土地利用別の平均面積は、農地41ha、コーヒー園3ha、森林204ha、牧草地77ha、その他1haで、所有する全面積の平均は326haである。

b) 森林利用状況

森林の利用種別別平均面積および所有森林面積に対する平均割合は、用材採取 115ha(56.4%)、薪採取 99ha(48.5%)、放牧199ha(97.5%)、コーヒー園 0 ha(0.2%)、その他 9 ha(4.4%)である。森林のほぼ全域は放牧利用されているほか、約6割は用材生産、約5割は薪採取に利用されている。また、「その他」の利用は松脂採取である。

c) 森林管理計画の作成

森林管理計画の作成の有無および将来的な作成の希望について聞いたところ、15人中5人が既に作成済み（1人は審査中）で、残りの10人も全員が作成を希望している。

④ 林産業者

調査した10件の林産業者の事業の概要は表IV-5-10のとおりである。

表IV-5-10 林産業者の事業概要

項目	表IV-5-10	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
敷地面積(m ²)		337,450	28,000	150,010	56,000	152,000	14,000	17,500	45,510	84,000	14,000
a. 事務所		100	50	90	20	140	30	20	40	100	150
b. 工場		1,400	530	900	220	600	240	290	260	350	1,200
c. 乾燥場		3,960	450	0	1,700	20,000	1,200	0	0	0	0
d. 倉庫		1,080	130	70	200	1,680	450	450	300	250	400
e. 空地		330,860	26,810	148,950	53,860	129,580	12,080	16,740	44,910	83,300	12,250
所有車輜等											
トラクター		4	1	6	0	2	1	7	1	1	1
トラック		7	2	5	6	3	3	4	2	3	4
フォークリフト		2	1	3	2	2	0	1	1	1	0
ピックアップ		6	2	3	2	2	1	3	1	1	0
製材機械											
総動力量(kw)		350	275	290	220	225	230	200	225	230	225
製材用巻鋸		1	1	2	1	1	0	1	0	0	0
製材用丸鋸		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
丸鋸 (エッジ)		1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
ソップソー		1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
鋸		1	0	0	0	2	0	0	1	0	0
鋸盤 (紐竹製材用)		2	1	5	1	1	1	1	0	1	1
横切丸鋸		1	2	1	3	5	0	2	1	0	0
総動力(x)		60-70	20	80	25	70	25	15	30	40	50
雇用											
常勤従業員		35	2	1	7	2	3	3	12	4	3
常勤製材作業員		52	30	0	30	79	25	30	21	24	19
常勤採伐作業員		32	5	0	10	12	6	5	0	15	11
臨時製材作業員		0	0	90	0	30	8	0	4	6	0
臨時採伐作業員		0	0	41	0	10	1	0	7	4	0
最低賃金 (Lps./月)		552	420	600	420	420	360	420	420	432	432
原木											
年消費量(m ³)		20,000	4,000	20,000	2,500	14,000	4,500	5,000	4,500	8,000	4,000
マン材(x)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
コストに占める原木代の割合(x)		49	49	50	45	43	40	50	55	60	60
原木生産地(%)											
EL PARISO		35	89	50	100	100	100	100	100	100	100
PLANCHO		65	20	50	0	0	0	0	0	0	0
FCO. MCRAN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伐採箇所の所有者(%)											
COHEFCR (国有林)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
私有地		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
共有地		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
原木購入先(%)											
原木販売業者		5	0	10	0	0	0	0	0	0	0
公売		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
直接取引		95	100	90	100	100	100	100	100	100	100
その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伐採方法(%)											
直営		100	100	50	0	100	20	75	0	100	100
請負		0	0	50	100	0	80	25	100	0	0
推定生産量											
細竹材(b. f.)		114,850	288,000	18,000,000	20,000	*	230,150	200,000	**	421,280	***
エビカゴ用材(p. t.)		114,850	0	0	0	*	68,470	0	**	0	***
梁仕上材(b. f.)		3,675,200	0	0	0	*	0	0	**	0	***
普通材(b. f.)		0	0	10,000,000	0	*	137,170	0	**	261,730	***
大径材(b. f.)		0	0	0	0	*	638,770	500,000	**	1,075,410	***
一等材(b. f.)		688,100	115,200	1,000,000	435,350	*	101,320	200,000	**	11,690	***
総生産量(b. f.)		4,593,000	403,200	29,000,000	455,350	3,904,000	1,175,910	900,000	1,035,000	1,793,310	0
推定歩止り(x)		53	49	44	67	46	44	51	51	48	45
産材の処理(%)											
産購入業者への販売		5	60	80	0	0	0	0	30	30	0
地域住民への販売		0	0	15	0	0	0	0	0	30	20
地域住民への伏与		95	40	0	100	100	100	100	10	10	10
焼却		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他(植木製造業者等)		0	0	5	0	0	0	0	60	10	70
製品販売先(%)											
輸出業者		15	5	100	20	60	50	100	40	10	80
二次加工業者		7	3	0	35	10	30	0	15	60	0
建設業者		7	6	0	5	0	0	0	15	10	10
木材販売業者		70	85	0	30	30	20	0	15	10	0
地域市場		1	1	0	10	0	0	0	15	10	10
その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
販売額											
年販売額(Lps.)		15,000,000	1,810,000	N.D.	2,500,000	3,000,000	3,000,000	1,500,000	1,500,000	4,000,000	750,000

注)
 * : 総生産量 3,904,000 b. f. のみ回答
 ** : 総生産量 1,035,000 b. f. のみ回答
 *** : 総生産量 1,000,000 b. f. のみ回答

(4) 住民等意向調査の結果からみた留意点

住民アンケート調査の結果からみて、森林管理指針及び森林管理計画の策定にあたって留意すべき点は以下のとおりである。

① 地域住民について

a) 地域住民の参加

地域住民は、薪、松脂、生活用水等の森林資源や森林の機能を利用して生活していることから、森林は地域住民にとって重要な生活基盤であるといえる。一方で多くの者が森林の保護、管理、林産物の生産への参加を希望している。したがって、森林を保全しまた利用するにあたり、住民自身が参加してゆくことにより、森林資源育成の重要性の認識や森林保全に対する意識の向上につながることを期待される。よって、森林利用や保全活動への秩序ある住民参加を図るための適切な方策が求められる。

b) 薪の供給の安定化および計画化

ほとんどの地域住民は薪を家庭用燃料として利用しているが、「薪の調達は年々困難になっている」と感じている者は調査した住民の約7割、「将来的に困難になる」と感じている者は約8割いた。

薪を家庭の主要燃料として利用している住民の割合が非常に多いことから、薪の供給を持続的に確保することが住民生活の基盤を守るための1つの課題である。

c) 水源の保護

現状ではスタディ・エリアの9割以上の住民が住居敷地内または住居の近くに生活用水を持ち、水に関しては恵まれた住環境を有する。住民生活の維持、向上を図るにはこの水源を将来にわたって保全しなければならない。

d) 農地の生産力維持

スタディ・エリアのほとんどの住民は農業に従事しているが、多くの者が土地生産力の低下を感じている。生産力が低下し耕作ができなくなると、農地を放棄し新たな農地を開墾するために森林が伐採される可能性がある。特に、スタディ・エリアでは農業に適した土地は既に利用されているため、土壌条件の良くない森林や傾斜地等の森林に向かい、さらにこれが繰り返されるという悪循環に陥るおそれがある。したがって、現在の農地生産力を維持することにより、住民の生業としての農業生産の安定を図ることは森林荒廃の防止という面からも必要な対応といえる。

e) 火入れの管理、代替方法の推進

住民アンケート調査において、森林での火入れについて否定的な意見としては、

- ・更新木への悪影響
- ・地力低下の要因
- ・林木の成長阻害

肯定的な意見としては、

- ・良質な牧草を得るための方法
- ・家畜の害虫駆除
- ・林間放牧林の林床をきれいにする
- ・草本、灌木の灰で林地を肥培する

等があった。火入れの効用があるにしても、更新木、成木、土壌等への悪影響や山火事の原因となっている現状があり、環境面、経済面からみて適切な森林資源を維持・培養するためには、計画的かつ確実な管理下での火入れの実行や火入れに代わる刈り払い等の代替方法の推進が求められる。

② アグロフォレストリー協同組合について

a) 組合活動の多様化・拡大

現状では、調査した6組合のうち VILLA SANTA協同組合を除いて、他の5つの組合は松脂生産のみを行っている。しかし、調査した全ての組合は活動を拡大したいとの意向を持っている。将来的に組合活動に加えたいと考えているのは、「木材の伐採・販売」、「日用品購売所の経営」、「農業関係資材のサービス」等である。アグロフォレストリー協同組合の活動が充実することにより、「森林保全」、「地域経済の活性化」、「住民意識の向上」等の面で地域社会への寄与が期待される。

b) 持続的松脂生産

現状の森林の状態については「良く維持されている」、「更新状態は良い」等肯定的な意見が多いが、活動期間が長く生産量も多い VILLA SANTA協同組合は、「松脂の生産量は低下している」と答えている。今後は松脂採取が進み、採取終了木が多く出てくると考えられることから、これらを速やかに伐採・利用し、効率的に森林資源の利用をしながら持続的松脂生産を行うための次代の松脂生産林を育成することが必要である。

③ 森林所有者について

a) 森林管理計画の作成

調査した15件の森林所有者のうち既に森林管理計画を作成している者は5件（1件は申請中）で、残りの10件も全員が森林管理計画作成の希望を持っている。このよう

に、森林を所有する土地所有者は森林管理に対する関心が深い。また、一方では製材所への十分な原木供給を図るために、民有林の伐採利用のための森林管理計画作成の推進が求められている現状もある。

しかし、森林資源の帰属が国にあった時代には、土地所有者は森林資源に対して無関心であったり、農業や牧畜の障害と考えていた者もいて、森林管理に対する認識が十分でない場合もある。したがって、森林管理に関する認識の普及・啓蒙および森林管理計画作成についての指導をCONDEFOR等の行政組織によって行われることが望ましい。

b) 林内放牧

森林の利用状況に関しては、調査した森林所有者が有する森林のほぼ全域を放牧利用しているという結果になった。このような土地利用の現状を踏まえ、森林管理においても林内放牧との調和を十分に考慮する必要がある。

c) 森林の更新

更新方法に関しては、全員が「天然更新による」と答えている。その理由は「人工更新はコストがかかる」、「天然更新で十分更新可能」ということであり、天然更新で更新が可能なことやコストの面を考えると、伐採跡地での更新を人工更新により行うことは現実的でないと考えている。しかし、一方では「森林資源の育成には何が必要か」との問いには、「植林」という一般論的な回答が最も多く、森林施業に対する具体的な認識にずれがみられる。これらは森林経営の経験が浅いことから来ているものと考えられるので、今後森林所有者に対する林業経営や施業技術等に関する普及・指導が必要と考えられる。

④ 林産業者について

a) 原木調達

原木調達の現状については、アンケート調査を実施した10業者全てが「困難である」と答えている。困難である理由としては、「森林管理計画承認の手続きが進捗しない」、「新たな林業政策が未だ定着途上にある」、「国有林の森林管理計画の作成が進んでいない」といった行政に関するものと、「森林資源の不足」があげられた。

製材設備の稼働率が50%以下の業者が7社、残り3社も60~80%と全体的に低位にあるが、これは原木供給の不足に起因するものであり、製材業者には深刻な問題である。

林産業振興のためには、森林管理計画作成の推進や森林資源育成等により原木供給

の状況を改善する必要がある。

b)小径材利用

原木として小径材が増えてきているが、このための対策としては「製品の多様化」との回答が多かった。「製品の多様化」を進めるために業者が積極的に投資をするには、長期的な展望を持った安定した政策の展開が求められる。また、付加価値が高く、市場の需要にも合った製品を生産するために、行政と業界が技術面、情報面で協力するようなことも必要と考えられる。

⑤ COHDEFOR等行政側からの支援

地域住民、アグロフォレストリー協同組合、森林所有者、林産業者それぞれに関しての留意点は前述①～④のとおりである。いずれの場合もCOHDEFOR等行政側からの指導・啓蒙・普及が求められており、また、資金面、政策面等での支援も望まれている。

IV-6 社会林業調査

(1) 社会林業の概況

① ホンデュラスの社会林業

社会林業に係る行政に関しては、COHDEFORが「森林社会システム (Sistema Social Forestal)」を組織することが「COHDEFOR法 (1974年1月)」の中で規定されている。「森林社会システム」とは、山火事、過度の放牧、不法伐採、移動耕作を防止し、森林の保育・保護およびその更新を図るため、労働グループ、協同組合、その他の組合形態を組織する農民により構成されるものであり、COHDEFORは農民が森林に由来する恩恵の享受に参加できる形態を定めるとある。COHDEFORはこれに関し、組織作りの支援、農民グループの活動地域の設定、利用および保護・保全の技術的な指導を行い、一方農民は森林の保護に参加し、森林から得られる利益を受けるものである。

この「森林社会システム」政策は、1983年からFAOの協力により「総合施業地域 (Area de Manajo Integral)」という段階が始まった。これは、コミュニティの参加による森林および他の天然資源の多様で総合的な利用とこれらの持続を主旨としたものであった。この中では、約 400,000haの森林が対象となり、1987年からは50のプロジェクトが実施され、COHDEFORの技術者による住民への指導が行われたが、現在はこれらのプロジェクト活動は中止されている。

また、1988年～1992年には森林適地に居住する住民生活の向上を目的とした、「森林社会システム強化計画」が実施され、普及手法の開発、松脂採取、伐採、アグロフォレストリー等に関する助言の他、数多くのプロジェクトを実施した。

1992年に制定された「農業部門の開発と近代化法」(以下「近代化法」という。)においては、国家森林行政が管理する森林管理計画においては地域コミュニティの総合的な開発についても考慮すべきであるとされている。また、ホンデュラス政府の「農業部門の1995-1998の開発計画」における森林・林業に関する目標の中には、「森林からの利益の所有者・地域住民への帰属」、「森林社会システムの強化と森林の施業、保全、保護、利用への地域住民の参加」、「森林社会システム強化のための森林基金の設立」、「地域住民および土地所有者の参加による森林火災からの保護計画の実施」、「アグロフォレストリー、林産物生産の振興」、「エネルギー用多目的樹種を生産する市町村、コミュニティの苗畑運営の調整」等社会林業に関連する多くの項目が掲げられている。

このように森林・林業政策においては社会林業は常に重要課題とされており、国際援助機関によるプロジェクトも多い。

「森林社会システム」に参加する住民グループの中で、最も重要なものの一つとしてアグロフォレストリー協同組合がある。アグロフォレストリー協同組合に関しては、1974年にCOHDEFORが設立された当初からその推進が開始され、スタディ・エリアで現在も活動中のVILLA SANTA アグロフォレストリー協同組合およびGRANADILLO LTDAアグロフォレストリー協同組合もこの年に設立されている。1993年のセンサスによれば、「森林社会システム」の中で活動しているアグロフォレストリー協同組合は全国で311あり、これらの組合の主な活動は、松脂採取、簡易製材、木材の伐採、アグロフォレストリー、カシューナッツ栽培、薪生産、種子採取、苗木生産、森林保護等であるが、活動のレベルは様々で小規模の製材所、木材の伐採、日用品購売所、農業貸付サービス等を有する協同組合もあれば個人レベルの松脂採取のみに止まっている組合、活動を中止している組合もある。

COHDEFORの普及部門の担当者によれば、社会林業推進策の将来的な一つの方法として、「植林、再植林、森林保護奨励法」の適用により、住民グループがこれらの活動に参加する中で森林からの利益を受けられるような事業の実施を考慮中とのことである。

② スタディ・エリアの社会林業

スタディ・エリア内には活動中のアグロフォレストリー協同組合は4組合あり、内3組合がモデル・エリア内で活動を行っている。この他4組合が活動を一時的または無期的に中止している。組合活動を中止している主な理由としては、松脂採取地域の土地問題、承認された森林管理計画を有さないこと等がある。

このうち土地問題に関しては、松脂採取地域をINA（農地改革局）が払い下げたことや、近代化法により森林資源が土地所有者に帰属するようになり、所有者がアグロフォレストリー協同組合の活動を認めなくなったこと等が原因となっている場合がある。

また、森林管理計画に関しては、近代化法の規定により、全ての商業目的的林産物収穫に際しては、森林管理計画の作成が必要になり、アグロフォレストリー協同組合が行う松脂生産にもこれが適用されることから、それに対応できない組合があること等が背景にある。

これらアグロフォレストリー協同組合の円滑な活動の障害となっている問題に対する何らかの対策を講ずることも社会林業推進のための重要課題である。

アグロフォレストリー協同組合以外の社会林業関連の活動としては、COHDEFORの指導の下、市町村自治体が苗畑を整備し苗木生産や植林を実施する事業の推進（1995年から開始）および世界食糧計画の援助による森林保護活動（1995年で終了）等がある。前者の苗畑の運営に関しては、まだ事業が始まったばかりであるということもあり、社会林業として広く住民の間に浸透している段階にあるとはいいがたく、植林時期を過ぎても苗畑に残置されたままの苗木などもあり、計画的な苗木生産および植林の実施ならびに植林キャンペーンの推進等に関してCOHDEFORが継続的に指導する必要があると思われる。

なお、効果的な普及活動を行うためには、エル・パライス森林管理局の普及部門の体制のより一層の拡充・整備が必要と思われる。

(2) 社会林業に関する意見・要望

森林管理指針暫定案に示した社会林業に関する内容について、地域住民、アグロフォレストリー協同組合、森林所有者の意見・要望を聞き取りにより調査した。

地域住民については、モデル・エリア内の村落を対象にコミュニティーの意見を代弁できるコミュニティーの村落委員会（Patronato）の役員を調査対象者として7件の調査を実施した。

アグロフォレストリー協同組合については組合代表または役員を調査対象者とし、モデル・エリア内の活動中の3組合、スタディ・エリア内の活動中止中の2組合（モデル・エリア外）のほか、アグロフォレストリー協同組合連合会でも行った。

森林所有者については、モデル・エリアは国有林に設定され民有地を含まないことから、モデル・エリアに隣接する民有地の所有者3名に対して調査を実施した。

① 地域住民

a) 集落単位に組織する住民グループを通じての自家用薪材および用材利用ならびに森林保護活動への参加

- ・参加したい（ただしCOHDEFORによる普及が必要）
- ・自家用の薪材、用材の利用が認められるという条件であれば森林保護活動への参加を考えてもよい（利用は許可されずに保護だけに参加するのでは意欲が起きない）
- ・コミュニティーが利用、保護する割当て地域を定めることが望ましい
- ・森林の保護には意識はあるが現在は何もしていない
- ・雇用が不足しているので働く場としても期待する

b) 農牧地および住居周辺における樹林地拡大について

- ・可能だと思う、参加したい（特に果樹）
 - ・賛成だが植栽可能箇所を探すのは困難（殆どの土地には所有者がいる）
- c) 行政への意見・要望
- ・普及・啓蒙するだけでは実行不可能（農民は実施するだけの組織的・技術的・資金的能力がない）
 - ・農業面に対する支援（普及）が欲しい
 - ・医療施設、道路、水道施設、電気、教育施設等のインフラの整備が必要
 - ・自家用材利用の承認
 - ・（森林保護に対する意欲を高めるためにも）森林の所有権を与えて欲しい
 - ・森林管理に関する知識・技術について指導・教育を要望する
- d) 農地の生産力低下に関しての意見
- ・生産力は低下していると感じる
 - ・森林の減少が生産力に影響している
 - ・エロージョン対策の実施が理想的である（しかし資金面、技術面で難しい）
 - ・施肥を行いたいですが肥料を買う資金が無い
- e) 森林管理、利用、保護への参加
- ・コミュニティに利益がもたらされるならば参加したい
 - ・植林、森林保護、間伐等に参加したい（指導および報酬が必要）
 - ・余剰の労働力があるので参加したい
- ② アグロフォレストリー協同組合
- a) 松脂生産地域拡大の意向
- ・採取木の老齢化等により採取木が不足している状況があり採取地域の拡大を希望している
 - ・拡大を希望しているが、これ以上の対象林分がない（周辺の国有林には新たに拡大できるマツ林は無い）
- b) 持続的生産のための方法
- ・採取木の径級の規制、更新木の（火災からの）保護等を行っている
 - ・（経験的にはある程度考えられるが、）調査・研究の結果を基礎にした施業方法は確立されていない
- c) 森林管理計画の課題
- ・間伐対象木からの松脂採取実施が望ましい

- ・土地所有関係が明確でないために計画を作成できない地域があるため、これを明確にして欲しい
 - ・間伐木販売先の確保が重要である
- d) COHDEFORが実施する除間伐等作業の実施
- ・（そのような制度があれば）実施したい
 - ・可能だと思う（すでに他の地域では実例がある）
 - ・自治体との共同事業も可能だと思う
- e) 組合活動の拡大・多様化
- (a) 今後始めたい、または拡大したい活動
- ・木材の伐採
 - ・農業（野菜栽培）、養鶏、養豚
 - ・日用品購売所の開設
 - ・組合事務所の建設
- (b) 活動の拡大・多様化のための課題
- ・資本
 - ・自治体、政府等からの認可（日用品購売所開設について）
 - ・人材育成
- f) 組合経営の問題点
- ・経営知識の不足
 - ・土地所有に係る問題
 - ・基礎的な教育の不足
 - ・道路等インフラ整備の遅れ
- g) 行政への意見・要望
- ・インフラを整備して欲しい
 - ・森林管理計画の基本的考え方には賛成だが作成コストがかかりすぎる
 - ・農民への土地払下げの考慮
 - ・間伐を目的とした事業の計画の簡素化
 - ・松脂販売手続きの簡素化
 - ・組合経営、組織開発、人材育成、森林管理、森林保護等に関する普及の継続性のある実施
 - ・融資、助成等に関する制度の整備

h) 集落単位に組織する住民グループを通じての自家用薪材および用材利用、ならびに森林保護活動への参加

- ・自家用の薪材および用材の利用が認められるという条件でなら保護活動にも参加したい
- ・集落周辺の薪炭林造成を推進すべきである
- ・森林管理の1つの方法である
- ・実施には関連機関からの指導・支援が必要
- ・グループを形成することにより、より多くの住民が参加できる
- ・雇用が不足しているので働く場としても期待する

i) 農牧地および住居周辺における樹林地拡大について

- ・参加したい（特に果樹、生垣柵）
- ・地域の生活環境の改善になると思う
- ・女性参加も考慮すべき（女性に向けた活動もある）
- ・国からの支援が必要
- ・方法によっては森林所有者、牧畜業者の参加も可能だと思う

③ 森林所有者

a) 農牧地における樹林地拡大について

- ・農牧業とのバランスがとれていれば賛成（農牧業生産を阻害しない程度）
- ・住民は一般的に興味が多く、普及活動が重要である
- ・小面積の Caoba、Cedro の植栽を実施したい
- ・生垣柵の造成をしたい（既に実施してる）

b) 行政への意見・要望

- ・普及・啓蒙活動の強化
- ・融資制度の整備
- ・国と協力して森林保護活動を実施したい

IV-7 林業・林産業調査

(1) 森林資源の現況

ホンデュラス国の森林資源に関しては、最近の調査データはないが、森林面積については1990年にランドサットの映像等から推定したもの、森林蓄積については1982年の調査によるものがある。

以下、その調査結果について述べるが、最近の森林開発、農地拡大の進展状況から見ると面積、蓄積ともかなり下回っているとみた方が妥当であろう。

上記のデータによると、森林面積の合計は 7,369千haで、国土面積に対しては66%と非常に高い森林率となっているが、そのうちの 2,189千haは無立木地で現状は農用地等として利用されているので、実質的な森林はマツ林が 2,836千ha、広葉樹林が 2,344千haで計 5,180千haである。したがって、国土面積に対する森林率は46%といった方が正確であろう。

エル・パライス森林管理局管内の森林状況は、1979から1982年の調査によれば、森林面積 280千haで森林率は56%と全国平均よりも高くなっている。森林蓄積は、全体では44 m³/haであるが、マツ林では61 m³/haと比較的高くなっている。面積割合では、マツ林が最も多く48%、広葉樹林が39%、混交林が13%となっている。

スタディ・エリアにおいては、今回の調査によると森林蓄積は、マツ林および Quercus 林の平均で81 m³/ha、マツ林では85 m³/ha、また面積割合はマツ林が最も多く55%、広葉樹林が28%、混交林が17%との結果となった。

(2) 林業政策

① 関連法規

林業行政に関する主要な法律等には以下のものがある。

○森林法 (1971年法令第85号 ; LBY FORESTAL)

○森林開発公社設置法 (1974年法令第 103号 ; LBY DE LA CORPORACION HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL) (以下「COHDEFOR法」という。)

○農業部門の開発と近代化に関する法律 (1992年法令第 31-92号 ; LBY PARA LA MODERNIZACION Y EL DESARROLLO DEL SECTOR AGRICOLA) (以下「近代化法」という。)

○環境基本法 (1993年法令第104-93号 ; LBY GENERAL DEL AMBIENTE)

○森林法一般細則 (1984年協定第 634号 ; REGLAMENTO GENERAL FORESTAL) (以下「森林法の細則」という。)

○近代化法の森林関連条項に関する細則（1993年協定第 1039-93号；REGLAMENTO AL TITULO VI ASPECTOS FORESTALES DEL DECRETO 31-92）（以下「近代化法の細則」という。）

○森林法および近代化法に関する細則：針葉樹管理計画策定のための技術基準および規定並びに様式（1993年；NORMAS TECNICAS Y REGRAMENTARIAS PARA LA ELABORACION DE PLANES DE MANEJO EN BOSQUE DE CONIFERA Y FORMATOS PARA SU ELABORACION）（以下「技術基準」という。）

○造林、再造林及び森林保護奨励法（1993年法令163-93号；LEY DE INCENTIVOS A LA FORESTACION, REFORESTACION Y A LA PROTECCION DEL BOSQUE）

森林法は、1972年に制定され国の森林行政、森林の指定・分類、国・公有林に関すること、森林および土壌、河川等の保護、森林の利用、林業等森林・林業に関する全般的な規定および罰則とからなっている。

その後、1974年にCOHDEFOR法が制定され、国家の林業行政を遂行する機関として、天然資源省のもとに半自治的機関であるCOHDEFOR（森林開発公社）が設置された。これにより林業行政を一元化し、それまで無統制な森林の開発による同国の最も重要な天然資源である森林資源の減少に歯止めをかけ、森林資源の最大限の活用とその保護、保全、増大を図ることとした。

さらに1992年には近代化法が成立し、森林・林業にかかる種々の制度が改正された。

本法は、農業の近代化および持続性のある農業部門の活動を推進するために、農業生産の増大、その商品化と輸出、農産物の発展、更新可能な天然資源の持続性のある合理的な利用と持続的な使用を推進することを目的として制定されたものである。

同法においては、森林に関しては農業部門の中での副部門として、森林地域の管理、保護、植林および利用、木材の1次、2次工業に関連する活動および他の林産物に関する事項が規定されている。

林業に関する主なものは、

- ・森林生産物の工業化、利用および商業化を民営化する。

従来COHDEFORが所管していた林産物の加工、流通、輸出に関しては民間企業等の主導性に委ねることとした。

- ・公有地および私有地にある森林の所有権を森林所有者に返還する。

森林の直接的な経営と収益を合法的な森林所有者に返還し、所有者は国家の森林管理機関に承認された管理計画に従うという条件のもとに森林の伐採が出来、その伐採

によって得た生産物は全て森林所有者の収益となる。

- ・保護地域と野生動植物の管理をCONDEFORの業務へと移す。

保護地域の指定および管理計画の策定がCONDEFORによってなされるとともに、当該管理計画の実行に関して監視を行うこととなった。

なお、森林の利用にかかる管理計画作成については、同国森林の主要部分を占めるマツ林については森林法および近代化法の細則として「技術基準」が制定され、詳細にわたる技術基準、規定、様式が示されている。

このほか、1993年に環境基本法が制定された。

本法は環境と天然資源の保護、保全、修復および持続的管理は公共的、社会的利益であるとの理念から、国および地方公共団体に、環境および天然資源の保全と経済的利用に向けたそれらの合理的利用と持続的管理を支援することを義務づけ、環境、天然資源、歴史的・文化的遺産を汚染あるいは破壊する恐れのあるプロジェクトには環境影響評価を実施することを義務づけた。

② 林業政策

ホンデュラスの森林・林業に関する政策は、森林法に次のように規定されている。

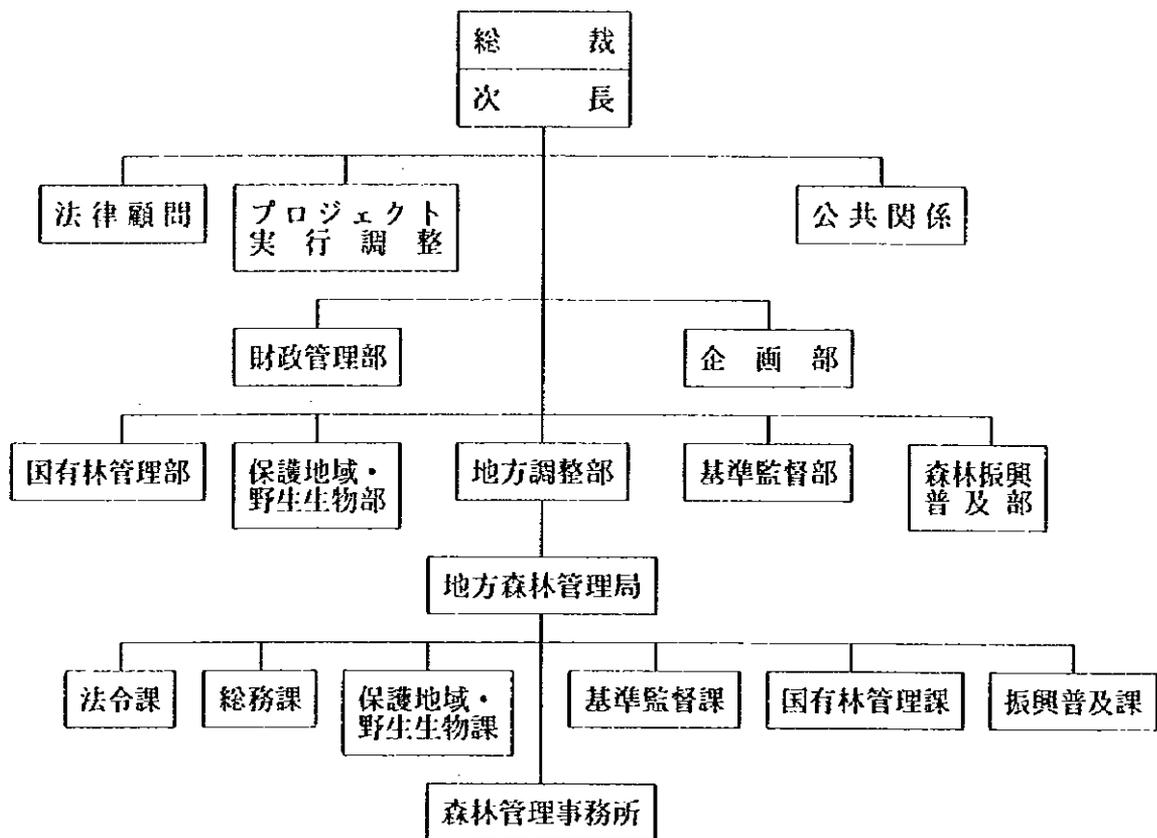
- ・森林資源の適切な保存、回復、増殖を図る。
- ・物理的、経済的および社会的要因により決定される生産地において、持続的で最大限の利用を達成する。
- ・森林の多目的な利用を推進する。（レクリエーション、野生動植物に適切な環境、放牧との調整、水文系の調整、土壌の保全、回復、固定等）
- ・森林資源の生産、工業化、商業化および消費部門において、その適切な整理と開発によって、資源の合理的利用と活用を図る。

これらの目標を達成するために、国家行政機関としてのCONDEFORの設置および農業近代化法の制定による種々の改革が行われてきたところである。

林業にかかる長期計画としては1996年に1996年から2015年までの20年間計画のPLANFOR（林業行動計画）が作成された。これには基本的計画として、持続的林業開発、森林生態系の保全と流域管理、森林利用、林産業化、商品化、適切な森林調査と普及、景観・生物多様性・環境における樹木と森林についてたてられており、基本的戦略指針として社会林業システム、関係者の参加と役割、森林法規、人材育成と専門化、制度の組織化・機能化・強化、情報および統計システム、国際技術協力および援助等が盛り込まれている。

③ 林業行政組織

ホンデュラスの林業行政は、COHDEFORが行う（COHDEFOR設置法）。COHDEFORの組織図は次のとおりとなっている。



図IV-7-1 COHDEFOR組織図

(3) 林業経営の現状

ホンデュラスの森林の所有形態は、国有林、共有林、私有林に区分される。

① 国有林

国有林は、COHDEFORにより直接管理経営されており、共有林、私有林以上に公共性を帯びた森林が多く、保護林等の面積比率も大きい。

スタディ・エリアの主要な森林であるマツ林の施業は、「技術基準」に基づいて行われており、共有林、私有林と内容的には大きな差はない。マツ林については、原則的には皆伐母樹保残法による天然更新施業が採られており、傾斜度が60%以上または不均一な森林では、伐採率50%以下の択伐によることとされている。また常流する河川の両側150mは、土壌、水源等の保全のため、伐採禁止措置がとられている。

更新は、マツ、Quercusとも天然更新により行われているが、伐採跡地の更新は概して良好である。部分的には、下層植生の繁茂により更新が阻害されている箇所もあるが、

地がき等の更新補助作業や刈り出し等を実施することにより天然更新が可能である。

マツ林には、所有形態を問わず牛の放牧が慣習化されており、牧草への火入れおよびそれによる山火事が天然更新を阻害し、森林資源内容を悪化させている。森林法および「技術基準」では、国有林内および更新期間中の林内への放牧と火入れを禁止しているが、十分徹底されているとはいいがたい。

国有林の場合、林内への牛の放牧を禁止することは、地域住民の生活の手段を奪うこととなるため極めて難しい。

現在マツ林で行われている、アグロフォレストリー協同組合による松脂採取は、森林管理計画に基づき松脂の採取、伐採等の森林施業、森林の管理を行っており、この区域内での森林の管理は良好に行われている。牛の放牧規制は比較的適正に行われており、山火事の発生もほとんど無く、天然稚幼樹の保残状態、成長も良く、一般の森林に比べて森林資源内容も良好である。

モデル・エリア内では、現在3つのアグロフォレストリー協同組合により、約 6,100 haが松脂採取林として経営されている。

立木の販売は、原則として公売によって行われることとなっている。しかし、立木価格の急激な引き上げにより私有林の販売価格との格差が大きくなったため、製材業者の買い取りが困難になっている。林業および林産業の健全な発展のためには、この問題の早期解決が望まれるところである。

モデル・エリア内における森林管理計画の樹立は、1995年12月現在でCOHDEFORによるもの1件（区域面積 353.12ha、施業面積 353.12ha）、アグロフォレストリー協同組合によるものが3件（区域面積 6,087.4ha、施業面積 3,055.9ha）で、モデル・エリア内の森林面積の19%となっている。しかも、アグロフォレストリー協同組合によるものは、主として松脂採取に係る計画であり、間伐計画が若干含まれているにすぎない。

今一つ、国有林の森林管理計画の作成および公売が進まない原因として、国有林内で無許可開墾している住民のいることである。彼らの中には農地改革局（INA）の正式な登記書を持っている農民もいるが、COHDEFORは森林適地の部分は承認していない。また、仮に森林管理計画を作成しても、伐採・搬出をめぐるこれら農民との間にトラブルが発生することを素材生産業者が警戒しているからである。

② その他の森林

国有林以外の森林には、共有林と私有林がある。

近代化法が成立するまでは、共有林および私有林の森林資源は国に帰属し、COHDEFORにより管理経営されていたため、森林の状況は国有林と大きな差はない。

森林所有者の中には、森林の管理に対して関心の深い所有者も少なくなく、森林資源の維持増進のため、放牧、火入れの中止、積極的な間伐の実行、森林土壌保全のために牛に限定した集材方法を森林管理計画に盛り込んでいる例もある。松脂採取に対して地域住民に協力しようとしている森林所有者も若干みられる。

しかし、森林資源が国に帰属していた時代が長かったため、森林所有者の中には、森林資源に関して無関心であったり、森林の管理経営に対する認識が十分でない者もいるので、今後、私有林の適切な森林の管理経営を行うためには、COHDEFOR等の行政組織による森林施業技術の普及、森林管理計画の作成についての指導が必要である。

(4) 森林管理計画

近代化法の制定により、森林の伐採および利用については、所有形態の如何に拘わらず国の承認を得た森林管理計画に基づいて行われることとなった。

森林管理計画の作成状況についてみると、国有林については約40%が作成済みであるが、民有林については約90万haのマツ林のうち6%程度しか作成されていないと推定されている。

エル・パライソ森林管理局内の1995年7月現在の状況は、18件が提出され10件が承認済みである。スタディ・エリア内では、15件が提出され、承認されたのは6件で、その内訳はCOHDEFOR 1件（モデル・エリア内）、アグロフォレストリー協同組合1件（国有林内）、私有林4件である。また審議中のものは7件で、共有林1件、アグロフォレストリー協同組合3件（モデル・エリア国有林内）および私有林が3件の内訳となっている。

森林管理計画の進捗状況は、全体の面積からみるとまだ僅かである。計画樹立が大きく遅れている主な原因は、土地所有関係および境界が明確になっていないことである。このような箇所はかなり広い地域にわたっているため、早期に解決することが今後の重要な課題となっている。

(5) 森林施業の概況

① 伐採

伐採方法は、傾斜度60%以下のマツ林では、主に皆伐母樹保残法が採用されている。母樹は健全な立木をha当たり15本均等に保残することとされているが、母樹本数に関する

る限りでは、マツの場合には更新に十分な本数であると考えられる。また、保残される母樹にはペンキによる印付けが行われるが、販売収入に重点を置くあまり不適切な母樹が選木されることのないよう留意していく必要がある。

傾斜度が60%以上または不均一な森林では、伐採率50%以下の択伐によることとされている。

間伐については、現存の森林は牛の放牧や山火事の影響で立木密度の低いものもかなりあるが、更新後の火入れ管理が比較的よく行われたところでは立木密度が高く間伐を要する林分もみられる。しかし、利用径級（末口20cm程度以上）に達しているものが少なく、ほとんど間伐はされていない状況にあり、今後その取り扱いを検討していく必要がある。

② 更新

マツ林の場合、天然下種更新が良好であるため、伐採に伴う更新は全て天然更新が採用されている。最近の母樹保残法による伐採跡地の状況は、母樹の保残状況も概ね的確に行われており、更新の状況は比較的良好であるといえよう。ただしマツ林には、公有林、私有林を問わず牛の放牧が慣習化されており、牧草への火入れおよびそれによる山火事が天然更新を阻害し、森林資源内容を悪化させている。森林法および「技術基準」では、国有林内および更新期間中の林内への放牧と火入れを禁止しているが、十分徹底されているとは言いがたい。更新期間中牛の放牧等のコントロールが行われさえすれば、ほとんど補植の必要もないと思われる。

またマツ林に混交している *Quercus* も、萌芽および天然下種による更新が良好である。

過去にはCOHDEFORにより26,000haもの大面積のマツ人工造林が実行された地域もあるが、それ以外では小面積の造林地が僅かにある程度である。現在では、経費のかかる人工造林は、未立木地等の天然更新が出来ない箇所に行われるにすぎない。

近年COHDEFORでは、水源地域の保護、改良のための造林、生活環境改善のための宅地林や公園緑化、農民の生活向上のための果樹植栽等を積極的に推進しており、COHDEFOR直営の苗畑以外にも地方公共団体(MUNICIPALIDAD)経営の苗畑等が、COHDEFORの技術指導および国連の援助により整備されつつある。

苗木の生産量は、1993年には全国で2,554千本で、広葉樹が全生産量の80%を占めている。エル・パライス森林管理局管内では、全国の3%の70千本を生産しているが、マツ類は6%の4千本、広葉樹類は94%で66千本である。

種子はESNACIFOR(国立森林科学学校)に種子バンクがあり、そこからの供給体制が整

備されている。

③ 集運材

一般的な集材の形態は、トラクターによる地引き集材がとられている。全幹または半幹で集材し、土場でチェーンソーにより玉切りされる。以前には全木集材が行われていたが、林地保全等の配慮から現在は行われていない。

トラクターはD6およびD7クラスの大型ブルドーザーが使われており、集材に伴う林地地表面の攪乱が大きく、天然更新や林地保護に対して好ましく、ぬ箇所も少ないので、今後、機材の小型化や搬出路の作設方法等集材技術の改善が必要と考えられる。

また、更新および林地保護等のために牛による集材方法も行われている。通常は2頭の牛により玉切りされた材をクサリで直接けん引するが、材の大きさや林地の条件によっては4頭立て、6頭立ても行われる。

牛による集材は、急勾配や登り勾配の所では採用が困難であるが、地域住民の雇用の拡大および林地保護という面からは有益ではあると考えられる。しかし、生産性の向上という面からは今後工夫を要する点も残されている。

傾斜度が60%以上の箇所では、架線集材によることとされているが、エル・パライソ地域には架線集材施設をもった業者はいない。

運材は、林道、作業道が急カーブ急勾配等悪路が多いため、10トン積み程度以下の中小型トラックで、山土場から直接製材工場へ運び込まれる。

④ 林道

スタディ・エリア内には公共道路がかなりの密度で通じているが、概して急勾配、急カーブで路面の整備も良くない。森林伐採の際に作設されるいわゆる林道は、かなり高い密度で作設されており路体が残っているが、伐採が終わると手入れをしないため車の通行が出来ないものが多い。

林道については「技術基準」では、勾配が12%以下に規制されている他に、水源保護帯にはつけない、排水施設の設置等の義務づけがある程度で、幅員、カーブ、切り取り法勾配等の具体的な設計基準は定められていない。

(6) 林産業および木材利用の現状

① 木材生産

全国の伐採量は、1993年度の素材材積で590千 m^3 、うちマツ材が585千 m^3 で99%である。伐採量は年々減少しており、5年前の1989年に比べても67%とかなりの減少率であ

る。

全国的な内訳を森林管理局別にみると、オランチョが圧倒的に多く30%で、エル・パライソは5位で10%である。

その他の伐採量としては、薪材用、木炭用、牧棚用等が考えられるが、1993年度の統計上では m^3 換算で、薪用約7千 m^3 、木炭用約20千 m^3 程度と少ないが、牧棚用も含めて現実にはかなりの量に上ると推定される。

木材生産のシステムは、国有林および共有林は、森林管理計画策定後公売が原則となっており、例外措置としては、森林管理計画を作成したアグロフォレストリー協同組合がCOHDEFORの認可した範囲内で買い受ける場合は随意契約で販売される。

森林管理計画は森林所有者が作成することとなっているが、民有林の場合実際的には製材業者が森林所有者の名のもとに森林管理計画を作成しており、立木は森林管理計画を作成した製材業者へ一括して販売している。この場合の販売価格は両者の価格交渉によって決定されるが、国有林の公売価格に比較すればかなり安くなっているのが実態である。

立木を買い受けた製材業者は自ら素材生産をするほか、Intermediario と称する素材生産業者に請け負わせて生産することも一般的に行われている。

素材生産業者は零細なものが多く、チェーンソー、運材用トラック、小型ダンプカー等の比較的軽量の機械類は所有しているが、ブルドーザー等の重機械類は請負元の製材業者等から借りして素材生産を行っている。

素材生産業者も以前は、直接立木を購入して素材生産を行っていたが、森林管理計画制度になってからは、資金的な面等から直接立木を購入することが出来なくなった。

② 製材業

林産業は、ホンデュラス国の重要産業の1つに位置づけられている。

製材工業用の素材の生産量は、1993年現在で585千 m^3 となっており、その99%がマツ材である。広葉樹はわずか6千 m^3 足らずである。

製材加工品の生産量は、同年で362千 m^3 で漸減傾向にあり、この5年間で8%の減少をみている。県別の生産量をみると、生産量の最も多いのはオランチョで107千 m^3 (30%)、次いでフランシスコ・モラサン91千 m^3 (25%)、サンタ・バルバラ50千 m^3 (14%)、エル・パライソの順で、エル・パライソ県の生産量は34千 m^3 であり、全国の生産量の9%を占めている。

県内には製材工場は20工場あるが、そのうちスタディ・エリア内およびその近傍の製

材工場は16工場であり、県内の生産量の91%を生産している。

製材用原木は県内だけでは不足しており、一部の大規模工場では隣接県のオランチョからの移入がかなりあり、特に大径材はオランチョに依存するところが大きい。

製材工場は中小規模の工場が多く、1工場平均生産量は1,700m³/年と少ないが、最も規模の大きい工場は年産約10,000m³あり、上位3工場で県内生産の65%を占めている。設備にしても労働力の多くかかる丸ノコや旧式の半自動式バンドソーが多く、全自動式を設置しているのは1工場だけである。

モデル・エリア（隣接地域も含む）には、製材工場が4工場あるが、いずれも主要国道から奥地に入り込んで立地しているため、他地域からの製材原木の移入は困難であり、いきおい隣接する国有林および民有林からの供給に依存せざるを得ない状況にある。そのため、調査時現在（1995年11月）操業をしているのは、民有林の多い地域にある1製材工場のみであった。国有林地域に所在する3工場はいずれも製材原木を手当できないことから休業を余儀なくされており、休業中の3工場のうち1工場は、将来とも十分な資材の供給が望めないとの見通しから、他県にある工場に併合するため既に工場設備の撤去を行っている。

生産品は、量的に最も多いのが建築材となる各種の板類（TABLA）で、次いで箒の柄やトマト等の支柱に使われる細物（PALILLO）があり、一部の工場では、建築物の柱や家具等の二次加工工場向けの太い角材（TIMBER）が生産されている。

各工場で使用している製材原木は、森林資源内容の低下から中小径木が多くなってきている。各工場とも末口径で6インチから4インチ（15cm～12cm）位までは自工場で製材しており、これら細物製品は、PALILLOと呼ばれ、箒の柄、トマトの支柱、エビ籠の材料として、輸出および国内需要があり、将来においてもかなりの需要拡大の可能性がある。

一方、末口4インチ程度未満の材は、防腐剤処理加工杭を生産している他地域の工場へ原木のまま販売している。この防腐剤処理加工杭は、牧場の囲い柵や庭園の囲い柵としてアメリカ合衆国へ輸出されている。国内での需要については、価格の面から当分望めそうにもない。また、製材所をもっている VILLA SANTAアグロフォレストリー協同組合では、組合員の手仕事として、手作業により皮むき丸太を生産し、タバコの乾燥用支柱として近隣のタバコ栽培者に販売している。

将来に向けての間伐木対策として、小径木専用の2面挽きノコの設置や、製材歩留まりの良い帯ノコの設置を計画している工場もあるが、いずれにしても間伐木の量的なまとまりと継続的な供給が必要条件となるところである。

TABLA およびTIMBERには、節、青斑、腐れ等の状況により1～3等までの品等が設けられており、それぞれの間には50%程度の価格差があるが、まだ十分に生産活動に生かし切れていないようである。乾燥施設をもった工場はないが、ほとんどの工場ではPALILLO 以外の製品に防カビ処理を施しており、材の青変による品質の低下を防止している。

製品の販売形態は、輸出業者や木材販売業者等の流通業者への販売、2次加工工場への販売、建設業者への販売、地元住民への販売等があるが、輸出業者あるいは木材販売業者に販売することが最も多く、大部分の工場で両者への販売割合が50%以上となっている。直接建設業者や地元住民に販売している工場は20%以下と少ない。

労働者の雇用は、常用を主とする工場が大部分であり、大きな雇用機会を創出し、地域社会への貢献度は大きい。しかし、労働者の賃金は日給制が多く、賃金も低位にあることから労働者の雇用条件は安定しているとはいえない。

③ 松脂生産

松脂生産は、ホンデュラスのマツ林における重要な林産物の1つである。

エル・パライソ森林管理局管内の松脂の生産量は、1,450トンで全国生産量の51%を占めている。

松脂の採取は森林管理計画に基づいて行われ、採取対象木は胸高直径30cm以上の立木と規定されている。採取期間は5年から長いものでは20年以上にわたるものもある。松脂採取の終わった木は伐採され製材等に利用される。製材業者によれば、松脂採取木は特に品質的に劣ることはないという意見が多いが、採取木は形成層が削除され部分的に肥大成長が止まるため、松脂採取が長期にわたる場合、製材歩留まりが悪くなるという欠点がある。また、青変菌が侵入することもある。

間伐される木からの松脂採取は、現在のところ30cm以上の立木という規定があるため行われていない。

採取方法は、下から上へと掻いていくアメリカ方式と、上から下へと進めるドイツ方式の2種類が採られているが、材に与える影響、経済性等からみるとドイツ方式の方がより良いとされており、徐々にドイツ方式に転換されつつある。

松脂の採取は農民の結成するアグロフォレストリー協同組合を通じて行っている。調査地域内には8組合、モデル・エリア内には3組合が結成されており、松脂採取に伴う現金収入により農民の生活向上に貢献しているほか、同組合による山火事防止等森林管理活動も森林管理にとって重要であり、今後ともその幅広い活動が期待される。

④ 薪利用

ホンデュラスでは、都市部の一部を除いて一般的な家庭用燃料は薪である。聞き込み調査によると、平均的な1家庭での1年間の薪消費量は約52カルガ（7 m³）である。そのほか、薪を消費する産業としては、パン製造業、レンガ製造業、コーヒー乾燥・製造業、石灰製造業等がある。

薪の生産は統計上では、エル・パライス県内は全国の9%に当たる670m³に過ぎない。この数字は、COHDEFORの認可を得て伐採されたもののみで、統計書にも現実の薪生産の大部分はCOHDEFORの認可外であるとの断り書きがある。

県内にはレンガ工場、コーヒー乾燥工場等薪を多く消費する工場も多いところから、実際の生産量はかなりの量に上るものと推定される。

樹種は、一般家庭用はRoble (Quercus sp.) が好まれるが、Roble だけでは十分でないので、マツも多く用いられている。工業用ではパン工場は火持ちの良いRoble を用いるが、それ以外には火力の強いマツ材が用いられている。

薪の生産は、農家が副業的に近くの国有林から行っており、都市部への供給は集荷業者がおり小口の生産者からトラックで集荷し、町の雑貨屋等へ卸しているのが一般的な形態である。工業用の大口消費者への供給は、伐採業者が素材生産の際に出る末木枝条や低質材を薪として販売するほか、製材工場からも製材不適材や背板を薪として販売している。これらは統計には計上されていないのが実態である。

その他、製材時に出る廃材は、一部では煉瓦工場等へ販売している工場もあるが、大部分の工場では家庭用燃料として地域住民に無料で配布しており、これが後述の薪の不法伐採の防止に貢献しているものと推定される。

⑤ その他

その他、木材の利用としては、牧場や林内放牧の牧柵、家屋の囲い柵等がある。

牧柵には、腐れ難い Quebracho、Roble 等の広葉樹が用いられているが、これらの入手が困難な地域では、マツも用いられる。牧柵の消費量は統計がないが、調査地域では相当な数量に上るとみられ、今後とも相当量の需要が予測される。しかし、ほとんどが自家生産で産業にはなっていない。

(7) 林産業振興上の問題点および課題

① 問題点

a) 製材業

エル・パライス県は、全国平均を上回る森林率を有しているが、製材の主たる原料となるマツについてみると、過去に伐採が行われたことのある森林が主体を占めており、最も必要としている大径木が少なく、良質な森林内容とはいえない状況にある。

調査地域における主たる製材工場（10工場）に対するアンケート調査、モデル・エリア内の3工場に対する聞き込みおよび森林資源調査等によって、調査地域内における林産業に係る問題点を抽出してみると次のようになる。

先ず資材についてみると、

- 1) 県内からの木材供給量が減少しており、他県からの移入量が増えている。（大規模工場では過半をオランチョ県から移入）
- 2) 伐採木が細くなってきている等質的にも悪くなっている。モデル・エリア内の資源状態からみると、今後間伐木が増加してくる。
- 3) 森林管理計画の作成が予定通り進まないため、伐採量が大幅に減少している。
- 4) 林業政策の変換等により、特に国有林材の立木価格の上昇が激しく、買い受け希望者が少ない。また、代金の支払方法等から、資金の少ない素材生産業者や小規模製材業者では公売に参加できない。

工場側の問題点としては、

- 1) 製材歩留まりが低く、労働力が多くかかる旧式の製材設備をもった工場が多い。
- 2) 一部の工場を除いてほとんどが中大径材を対象にした製材装置である。
- 3) 原木在庫量が少なく、機械の稼働率が低い工場が多い。中には、操業停止に至っている工場もみられる。
- 4) 加工度の低いTIMBERや価格の安い PARILLO等の製品の生産割合の高い工場が多い。
- 5) 製材によって生ずる端材は、ほとんど地域住民等に無償で処分しているなど商品化されていない。また、オガ屑の大部分が放棄されている。

その他、林産業界全体でみると、

- 1) 製紙工場、繊維板工場がないため、チップ等の消費がなく、木材資源が有効に活用されていない。
- 2) 木材を高度に利用し付加価値の高い集成材の生産は、一部の家具工場で家具の部材として生産しているだけである。
- 3) 間伐木等の小径木の利用は、PARILLO 等価格の安い製品に限られており利用開発が遅れている。

以上のような問題があげられるが、特に森林内容からみると原木の生産量の減少に

加えて、森林資源の充実を図っていくためには間伐の推進が重要であることから、今後小径木の生産が多くなっていくことが予想される。

b) 松脂採取

現在、モデル・エリア内では3つのアグロフォレストリー協同組合が国有林内で松脂採取を行っているが、それらの活動等から問題点をみると、

- 1) 集落内の家族の20~30%程度が参加しているにとどまっている。これは必ずしも全員が希望しないということもあるが、区域内の資源量に限度があることも理由の一つとなっている。
- 2) 1家族当たりの採取木は1,000本程度を希望しているが、1,000本を確保しているのは1組合だけで、他の組合は300本~500本であり、それも森林の資源内容から年々減少する方向にある。
- 3) 松脂の採取には、アグロフォレストリー協同組合が森林管理計画を作成しなければならないが、前述のように、森林管理計画作成のためには土地の権利関係が整理されていることが条件となっている。そのため、現在松脂採取の中止を余儀なくされているアグロフォレストリー協同組合も存在している。
- 4) 松脂の採取は、農地に乏しく現金収入の手段の少ない地域で行われており、道路の未整備のため採取した松脂の運搬に支障を来すことが多い。

c) 薪利用

薪の需要は今後も増加していくものとみられるが、その大部分が無許可伐採であり、無秩序に伐採されるため、集落に近いところの森林が荒廃し、年々薪採取が困難となっていることが住民調査でも明らかになっている。

② 今後の課題

以上のような問題点から、林産業を振興していくために解決していかなければならない課題は、次の通りである。

- a) 森林管理計画作成の促進
- b) 森林資源の造成（量・質の両面から）
- c) 製材工場の経営改善
- d) 小径木（間伐木）の利用開発および木材資源の集約利用
- e) 松脂資源の保続
- f) 合法的な薪生産のシステム
- g) 技術の開発および普及

IV-8 林道調査

林道に関する森林管理指針およびモデル計画作成のため、スタディ・エリア内の通行可能な道路はすべて通行し、その状況を調査した。その結果は次のとおりである。

(1) 道路状況

スタディ・エリア内で舗装されている道路はわずかにテグシガルパからダンリを経てサンディエゴ方面へ向う国道のみである。スタディ・エリア内で比較的交通量が多く主要な集落を結ぶ主要な一般道路としては次の道路が挙げられる。

- ・Las Crucitasからテウパセンティ、San Isidroを通りフランシスコ・モラサン県のGuaimacaへ通じる道路
- ・テウパセンティからOcotal、Valparaiso方面へ通じる道路
- ・ダンリからLas Animasを経てEl Oringo 方面へ通じる道路
- ・ダンリからEl Tablón を経てSan Juliánに通じる道路
- ・San Diego からVilla Santa 方面へ通じる道路

この他、交通量は少ないが上述の幹線から分岐し、集落間を結ぶ通行可能な多くの一般道路が作設されている。

林道に関しては、これまで長期にわたって広範囲の伐採が行われ、その搬出路として作設された林道もしくは作業道がかなりの密度で残されている。これらの既設路線は伐採終了後、維持管理がなされておらず、荒廃し使用に耐えない路線も多いが、改良により再利用が可能である。

以上のようにスタディ・エリア全域にわたり一般道路を骨格とし、林道はこれから分岐して林内に通じており、使用に耐えうるかどうかの問題はあるが、一応基本的な路網は出来上がっていると考えてよい。

(2) 林道の荒廃状況

既設路線の荒廃状況は次のとおりであり、車両の通行が困難かまたは不可能なものが多い。

- ① 路面に凹凸が出来ている路線
- ② 路面に雨裂が生じている路線
- ③ 登坂部および凹部で降雨時にスリップする路線
- ④ 側溝が洗掘されている路線
- ⑤ 側溝が埋没している路線

⑥ 草本、灌木類が繁茂している路線

(3) 林道の管理状況

スタディ・エリア内で最も管理状況が良いのはLas Crucitasからテウパセンティ間の道路および一部の主要一般道である。これはかなりの頻度で不陸均しが行われている。しかし、それ以外の一般道路は、不陸均しの頻度も少なく、管理状況は決して良いとはいえず、さらに林道や作業道の場合はほとんど管理がなされていない。

IV-9 自然環境調査

(1) 自然保護の現状

ホンデュラス国の森林の保護管理に関わる主な関係法令としては、次のようなものがある。

『森林法』（1971年）

『農業部門の近代化と開発のための法令』（1992年4月）

『環境基本法』（1993年5月）

これらの法令等に基づいて、保護地域が指定されている。環境基本法で示されている保護地域としては、生物圏保護区、国立公園、生物保護区、野生生物避難区、原住民保護区、自然モニュメント、鳥部領土があり、その他の保護地域としては、水源林・水資源生産地域がある。これらのうち、スタディ・エリアにおける保護地域としては、次のものがある。

○RESERVA BIOLÓGICA MONTAÑA DE CHILE（チレ山生物保護区）

標高 1,800～2,180m、面積61.6km²、うち中核地区18.7km²、緩衝帯42.9km²で、このうち、東側斜面の一部がスタディ・エリアに含まれる。

○MICRO-CUENCA（水源林）

保護地域と同等の扱いを受け、罰則等の規定もこれに準ずる。指定は市町村と COHDEFORとの協定によるもので、伐採、放牧、火入れ等の規制・制限は各々の協定により異なる。スタディ・エリアには、4箇所、約 2,900haが指定されている。

また、森林の伐採利用に際しては、『針葉樹林管理計画』を策定することが義務づけられており、その中で伐採後の更新、放牧の制限等の他、土壌・水源保護対策、山火事・病虫害対策、生物資源・野生動物保護対策、更新林保護対策等の環境保護一般対策を計画することとしている。

また、針葉樹林管理計画では、森林の現況、放牧、農業、山火事、病虫害対策等の森林保護計画、土壌・水・気象・植生・野生動物・生態系等環境に与える影響およびその軽減措置を明記することが必要である。

(2) 自然環境の特性

スタディ・エリアは、地形的には、概ね標高 1,000m前後を境として、波状起伏の高台地と、これを取り囲む急峻な傾斜地およびテラス状平坦地に区分される。土壌的には、高台地では砂壤質～埴質のやや深層性の土壌、急峻な傾斜地では礫質の浅層性土壌、テラス

状平坦地では岩上の極浅層土壌がそれぞれ分布する。

崩壊地はほとんど見られないが、傾斜地に付けられた道路の中には路面の洗掘が著しく、随所に細溝 (rill) やこれが発達したガリ (gully) が見られ、路体そのものが流亡している箇所も見られる。

年降水量は約 1,000～2,000mm で、標高の低い急峻な傾斜地はやや高温・乾燥の傾向にあるが、標高が 1,000m を超える高台地は雲や霧に覆われることが多く、温暖・湿潤の傾向にあり、特に、空中湿度が高い。

植生的には、高台地から急傾斜地にかけてスタディ・エリアの大部分がマツ林によって占められており、一部に *Quercus* を主体とする広葉樹林およびこれとマツとの混交林が見られる。これらの森林内では、ほぼ全域にわたって放牧が行われており、同時に火入れも行われている。このため、森林の林床植生は、ほとんど失われているか、または、丈の短い草本類 (牧草を含む) や僅かの灌木類に置き換えられていて、単純な種類構成となっている。森林そのものも伐採が進んでいて、森林火災からよく保護された林分では良好な天然更新が見られるが、密度が低い林分も多く、集落の周辺や道路の周辺ではかなりの面積で無立木地や散生地が広がっている。

また、高台地のうち、標高が概ね 1,200～1,300m 以上の高地には熱帯高地性の広葉樹林 (雲霧林) が分布する。しかし、ここではコーヒー畑や農牧地の開発が進められており、熱帯高地性広葉樹林が残されているのは急傾斜地や山頂部のみという状況にある。全域にわたって、かなりの急傾斜地でも開墾が進んでおり、熱帯高地性広葉樹林は大きく蚕食されてきている。コーヒー畑では、天然生広葉樹を庇陰木として利用している場合もあるが、天然生広葉樹に代えて *Guama* 等の単一樹種を庇陰木として植栽している場合が多い。

野生動物では、表Ⅳ-9-1 に示すとおり、16種のワシントン条約 (CITES) 付属書の記載種が、スタディ・エリア内に生息している。これらの種は、主に広葉樹林内に生息するが、接続するマツ林にも生息するものもある。

河川は、本流および支流とも濁っており、澄んだ河川は少ない。特に、本流は土砂によって黄褐色に混濁している。これらの土砂は、火入れが行われる放牧林地や、道路、集落周辺の裸地、傾斜畑等、調査地全域からまんべんなく流出していると考えられる。また、河川は、降雨があると直ぐに増水する傾向にある。

集落や民家は、河川沿いの広い平坦地、または、小起伏高原性山地の平坦部に位置しており、周辺にはトウモロコシ畑や豆畑を主とする農地が広がっている。これらの畑地は、必ずしも平坦地ばかりでなく、かなりの傾斜地でも見られ、土壌条件の悪い所では畑等と

して開墾したものの、その後になって放置されたものも見られる。また、地域住民の飲料水は、高標高地に設定された水源林から施設を用いて給水しており、河川流水は生活雑用水として利用されている。

このように、スタディ・エリアについては、浅層土壌 (Leptosols) とマツ疎林の分布面積が広いこと、熱帯高地性の天然生広葉樹林は小面積しか残されていないこと、希少動物が生息しているところもあるなどが特徴的環境要素として挙げられる。これに対する現状の大きな活動要素としては、過度の放牧と火入れ、農地開発および道路敷設が挙げられ、この結果、森林の減少と植生の単純化、これらに伴う水土保持機能の低下、土壌の侵食、流出土砂による河川汚濁、牛の糞尿や糞尿性大腸菌類による表流水の汚染、水道水源の不足、貴重動物の生息環境破壊等が懸念される。

表IV-9-1 スタディ・エリアに生息する希少野生動物
(ワシントン条約付属書の掲載種)

学名	和名	付属書	主な生息地
<i>Alouatta palliata</i>	マントホエザル	I	熱帯高地性広葉樹林
<i>Ateles geoffroyi</i>	クロチャクモザル	I	熱帯高地性広葉樹林
<i>Bradypus griseus</i>	ミツユビナマケモノ	II	熱帯高地性広葉樹林
<i>Felis wiedii</i>	マーゲイ	I, II	熱帯高地性広葉樹林
<i>Felis yagouaroundi</i>	ジャガランディ	I, II	熱帯高地性広葉樹林, マツ林
<i>Lutra annectens</i>	オナガカワウソ	I, II	熱帯高地性広葉樹林, マツ林
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	オオアリクイ	II	熱帯高地性広葉樹林, マツ林
<i>Odocoileus virginianus</i>	オジロジカ	III	熱帯高地性広葉樹林, マツ林
<i>Nozama americana</i>	アカマザマ	III	熱帯高地性広葉樹林, マツ林
<i>Tayassu tajacu</i>	クビワペッカリー	III	熱帯高地性広葉樹林, マツ林
<i>Tapirus bairdii</i>	ベアードバク	I	熱帯高地性広葉樹林
<i>Crax rubra</i>	オオホウカンチョウ	III	熱帯高地性広葉樹林
<i>Harpia harpyja</i>	サルクイワシ	I	マツ林
<i>Pharomachrus mocinno</i>	ケツアール(カササギ科)	I	熱帯高地性広葉樹林
<i>Penelopis nigra</i>	ヒメクロシャクケイ	III	熱帯高地性広葉樹林
<i>Iguana spp.</i>	イグアナ	II	河畔林