NO 1

昭和58年度

パラグアイ国北東部林業資源調査

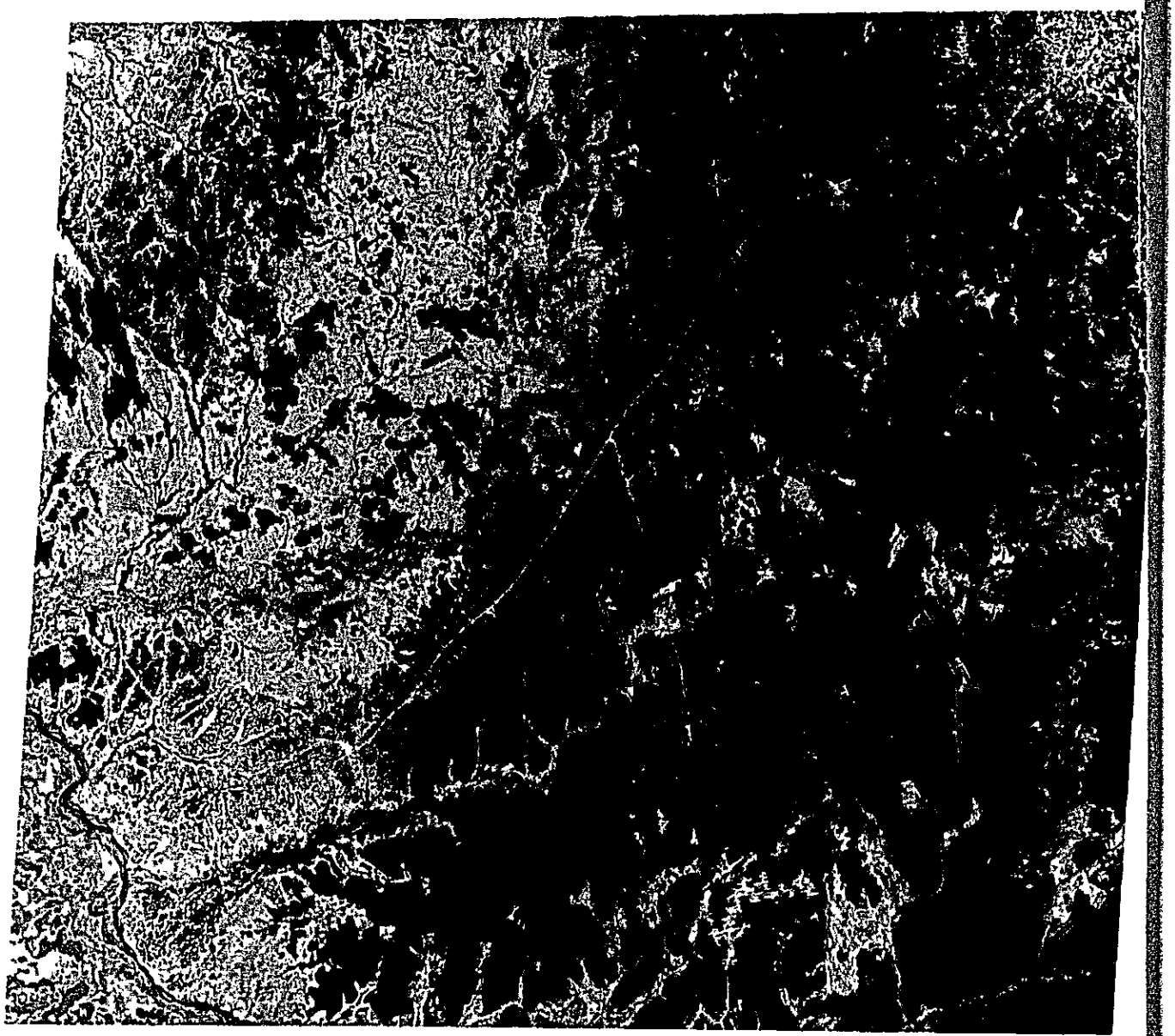
報告書

〈森林開発計画ガイドライン〉

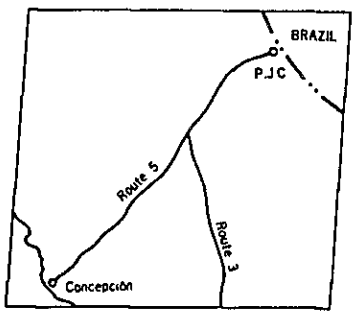
昭和59年2月

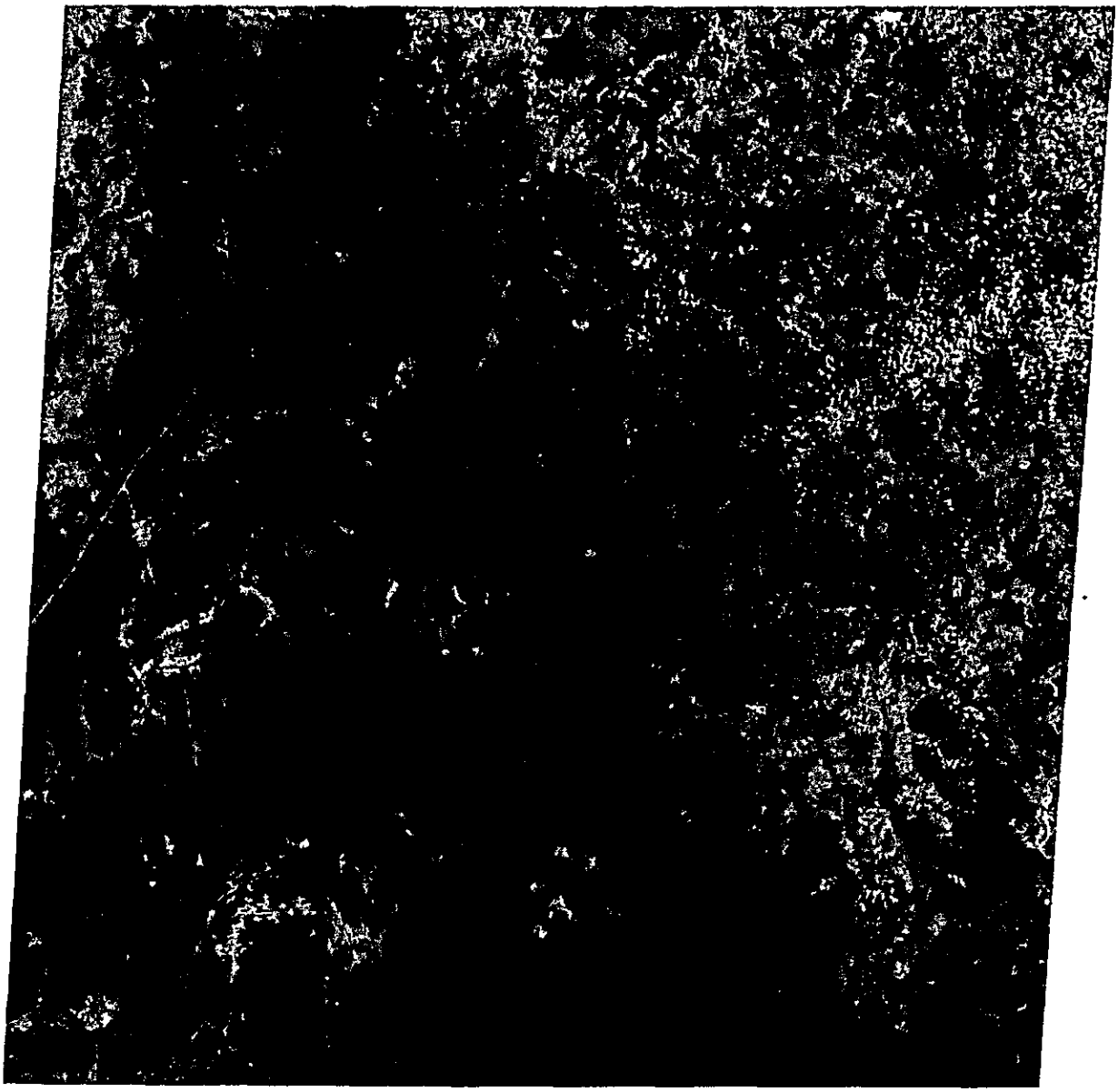
国際協力事業団

林開発
[redacted]
84-3

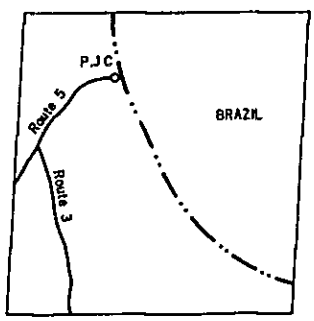


口絵1　　ランドサットによる赤外カラー画像（1981年3月）　　（縮尺，1/百万）





口絵2　　ランドサットによる赤外カラー画像（1983年3月）　　（縮尺，1/百万）



JICA LIBRARY
1030316[2]

正　誤　表

ページ	行	正	誤
9	下 2	図ること	回ること
86	下 9	森林373万ha	森林373 ha
〃	下 10	森林面積373万ha	森林面積373 ha
94	下 14	表1.2 6	表1.1.6
146	下 5	林型A_1～A_3	林型A_1，A_3
147	下 2	択伐作業	伐採作業
158	下 13	84,906千m^3程度	88,738千m^3程度
207	下 3	図2.2 13	図3.2.13

昭 和 58 年 度

パラグアイ国北東部林業資源調査

報 告 書

〈森林開発計画ガイドライン〉

昭 和 59 年 2 月

国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団
受入月日 '84. 4. 14
登録No. 10207
T08
88
FDD

ま　え　が　き

パラグアイ国北東部林業資源調査は、パラグアイ国の森林資源の保全と有効利用に資するための森林計画策定を行うことを目的として、昭和５５年６月に締結されたScope of Works（S／W）に基づいて、昭和５５年度から４カ年の計画をもって実施したものである。

昭和５７年度までの３カ年間においては、空中写真の撮影及び空中写真を利用した森林調査を実施し、昭和５８年度は、過去３カ年間の調査結果を基礎に、森林開発計画ガイドラインの作成を行った。

この報告書は、昭和５８年度に行った調査の結果を取りまとめたものである。

この報告書が、パラグアイ国北東部における森林開発のガイドラインとして有効に活用されるとともに、日本国とパラグアイ国の林業分野における協力関係の発展並びに両国間の友好関係のいっそうの増進に資することを願うものである。

本調査の実施にあたり、多くのご支援とご協力を賜わったパラグアイ国農牧省及び林野庁の関係者、在パラグアイ日本大使館、外務省並びに農林水産省の関係各位に心から謝意を表する次第である。

昭和　５９年　２月

国際協力事業団

総裁　有　田　圭　輔

要　約　目　次

序　　論 …… 3

1　調査の目的及び背景 …… 3

2　調査団の構成及び調査期間 …… 3

3　対象地の概要 …… 4

第 1 部　森林開発計画ガイドライン …… 6

1. 基本方針 …… 6

2. 土地利用区分 …… 11

3　森林計画 …… 17

4　モデル地域の森林開発計画 …… 33

5　資源及び伐採量の見通し …… 46

6　森林開発計画ガイドライン実施に関する提言等 …… 50

第 2 部　基礎調査 …… 53

1. 森林調査 …… 53

2　施業調査 …… 57

3. 特性調査 …… 63

4. アンケート調査 …… 65

5　経済社会調査 …… 67

本　編　目　次

序　　論 …… 73

1. 調査の目的及び背景 …… 73

2. 調査団の構成及び調査期間 …… 75

3. 対象地の概要 …… 76

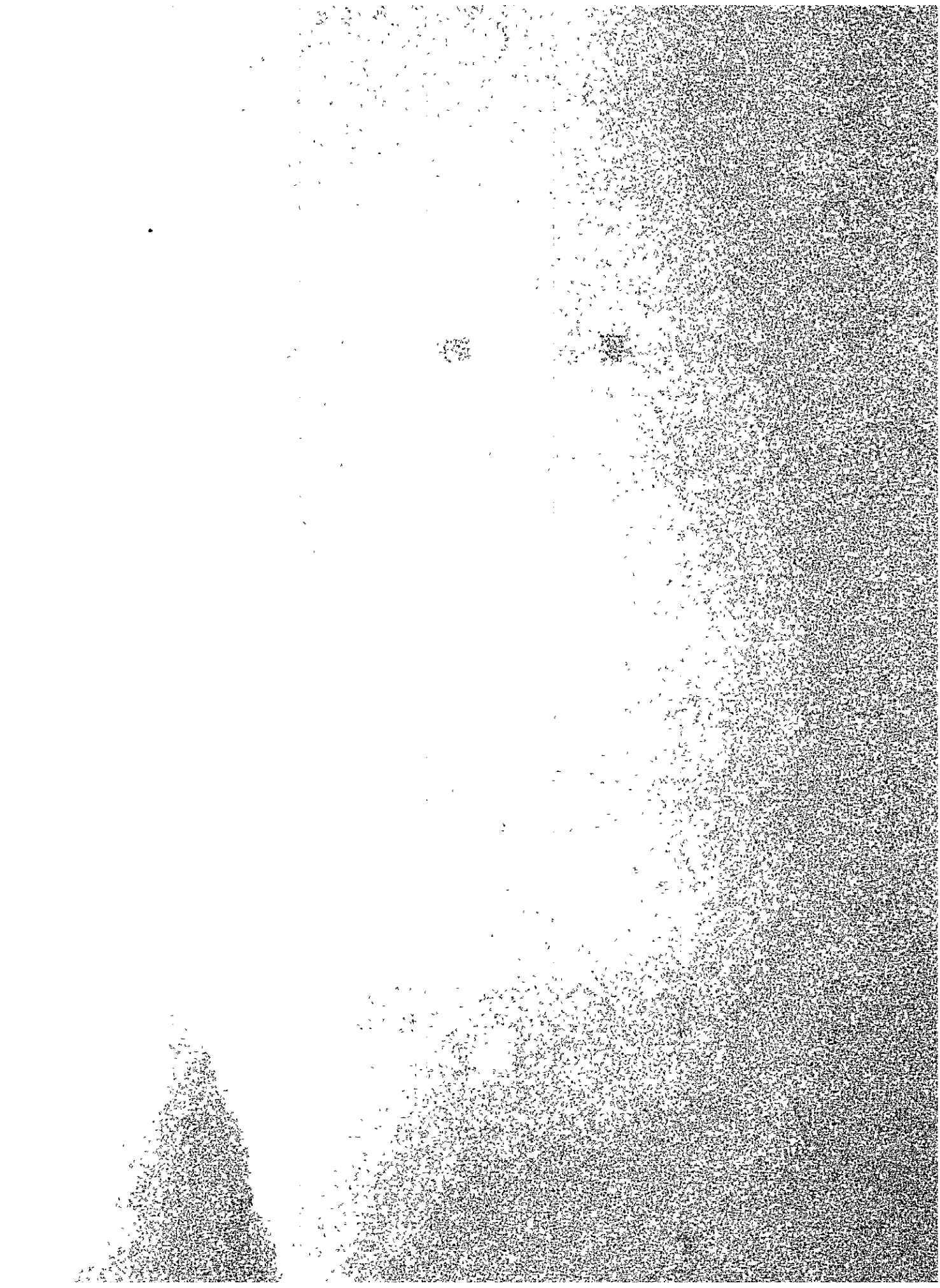
3・1　位置及び面積 …… 76

3・2　地　　況 …… 76

3・3 林　　況　77
3・4 気　　象　77
第 1 部　森林開発計画ガイドライン　79
1. 基 本 方 針　81
1・1 森林の特性　81
1・2 経済社会の特性　83
1・3 森林開発計画ガイドラインの目的　84
1・4 森林開発計画ガイドラインの基本方針　85
2. 土地利用区分　86
2・1 土地利用の趨勢と課題　86
2・2 土地利用区分の方針及び定義　87
2・3 土地利用区分の方法　88
2・4 土地利用区分の結果　90
2・5 土地利用区分の総括　93
3. 森 林 計 画　96
3・1 森 林 区 分　96
3・2 施業方法の基準　102
3・3 標準伐採量　106
3・4 伐 採 計 画　109
3・5 更新及び種苗計画　113
3・6 林道及び保全計画　121
4 モデル地域の森林開発計画　124
4・1 P.J. CABALLERO モデル地域　124
4・2 CERRO CORA モデル地域　138
4・3 LIMA モデル地域　144
5 資源及び伐採量の見通し　154
5・1 森 林 面 積　154
5・2 蓄積及び成長量　155
5・3 伐 採 量　159
5・4 資源及び伐採量の見通しの総括　160
5・5 現在の伐採量と現状での見通し　161
6. 森林開発計画ガイドライン実施に関する提言等　163

第２部　基礎調査 167
1. 森林調査 169
1・1 調査経過及び成果 169
1・2 ランドサット・データの解析 171
1・3 森林資源 172
1・4 森林土壌 179
2. 施業調査 182
2・1 天然林の成長量 182
2・2 天然更新 190
2・3 種苗及び人工林 202
3. 特性調査 214
3・1 土地利用及び森林開発の動向 214
3・2 伐採量及び伐採性向 222
3・3 木材利用及び加工・流通 229
4. アンケート調査 231
4・1 アンケート調査の方法 231
4・2 アンケート調査結果 231
4・3 アンケート調査結果の集約 240
5 経済社会調査 242
5・1 概況 242
5・2 人口 242
5・3 国民総生産 244
5・4 輸出入 248
5・5 林業生産 253
添付資料 255

要　　約



要　　約

序　論

1　調査の目的及び背景

パラグアイ国の国土面積は，約４０７千km^2であり，そのうち森林面積は，約１６３千km^2で国土面積の４０％を占め，また森林の２３％は東部地域に分布している。

しかし，東部地域の森林は高蓄積と有用樹種を擁し，経済社会的環境等により早くから開発が進められてきた。とりわけ本調査の対象地域である北東部については，森林資源の実態も不明のまま無計画な開発が進められ，国の資源維持上，国土の保全上憂慮される状況に至った。

このような現状に対処して，１９８０年から３カ年にわたって，空中写真の撮影，森林資源調査，土壌調査等の林業資源調査を行い，森林資源の実態及び林地の特性等を明らかにした。

本調査は，これらの結果を基礎に，２１世紀のパラグアイ国の経済社会を展望し，長期的かつ総合的視野にたった森林・林業の施策の方向を明らかにするため，パラグアイ国北東部における森林開発計画のガイドラインを作成するものである。

2　調査団の構成及び調査期間

担　当	氏　名	計画策定基礎調査	現地検証審議調査
総　括（総括・開発計画）	村松保男	1983 6. 24 ～ 8. 7	1983 11. 25 ～ 12. 24
経済社会分析（土地利用計画）	若森邦保	〃	〃
土地計画	加藤勝太郎	〃	
森林計画（森林施業計画）	久道篤志	〃	11. 25 ～ 12. 24

注　（）内は現地検証審議調査の担当を示す。

パラグアイ国林野庁（ＳＦＮ）長官・次長・営林署長

称　号		氏　名
Ing . Agr. y Ftal.	林野庁長官	Pedro.F.Calabrese
Ing. Agr.y Ftal.	林野庁次長兼森林，国立公園，野生生物管理部長	Hilario Moreno
Ing .Agr.	アマンバイ営林署長	Milciades Valdes

パラグアイ国林野庁（ＳＦＮ）カウンターパート

区　分	称　号	氏　名
計画策定基礎調査	Ing Agr.	Luciano Cabral
	Ing. Agr.	Carlos Barboza
	Tco. Ftal.	Carmelo Rodriguez B.
	Tco Ftal.	Raul Alonso
	Tco. Ftal.	Rosalino Vargas
現地検証審議調査	Ing. Agr.	Luciano Cabral
	Ing. Agr.	Milciades Valdes
	Tco. Ftal.	Calmelo Rodrigues B.

3　調査対象地の概要

3・1　位置及び面積

調査対象地は，パラグアイ国北東部の南緯２２°～２４°，西経55°30'～56°30'の，アマンバイ県を中心に隣接のコンセプシオン県，サンペドロ県，カネンディュ県の一部にまたがる，面積約１５,０００km^2の地域である。

3・2　地　況

本地域はブラジル国との国境線を分水嶺とするアマンバイ山脈とその南西部に連なるゆるやかな丘陵状の波状地形からなり，標高は２００m～６００mである。

水系は，パラグアイ川の支流域に属し，各支流は東南流してパラグアイ川に注いでいる。本地域は，その上流水源地帯を形成している。

地質は，砂岩，泥岩，頁岩，礫岩等の砕屑状の固結堆積物及び玄武岩の流出物である。

3・3　林　況

森林は，亜熱帯広葉樹林の天然林が大部分を占め，人工林として見るべきものはない。天然林はPerobaが全蓄積の約１９％を占めて最も多く，有用樹種の混交歩合は全体の５０％程度である。

3・4　気　象

Ｐ．Ｊ．Caballero における年平均気温は２１.3℃で，年降雨量は1,５３７㎜である。

多雨期は１０月～３月で，この間の雨量は，月平均１５０㎜～１８０㎜程度である。

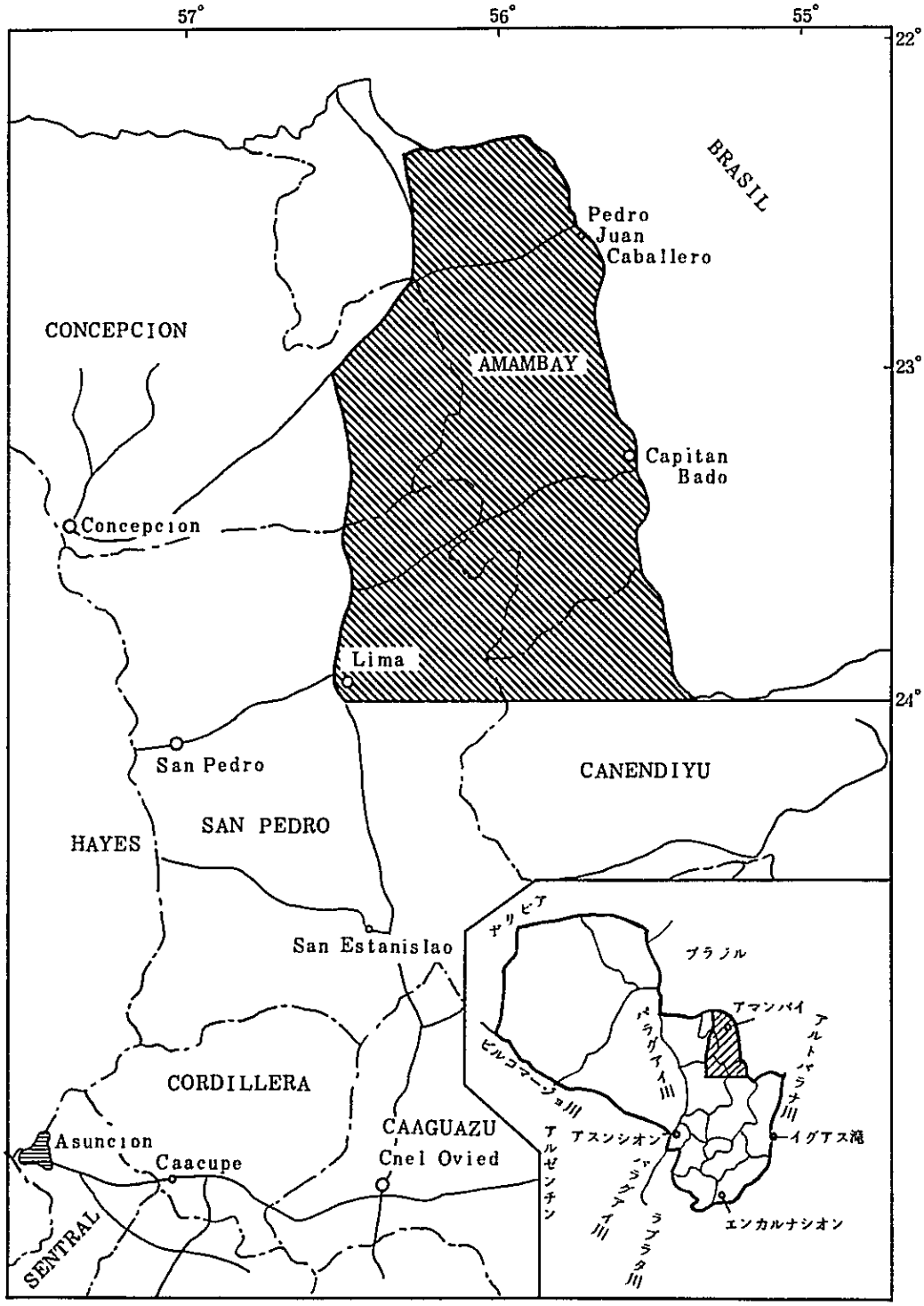


図０・０・１　調査対象地位置図

第1部　森林開発計画ガイドライン

1　基本方針

1・1　森林の特性

本計画対象地域における森林の特性等については，１９８０年以来３年間にわたる林業資源調査の各報告書及び本報告書の第２部基礎調査の部に詳述されている。従って，本項では，本地域の森林開発計画ガイドラインの作成及び実行に直接必要な森林特性について，項目ごとに要約摘記することとする。

項　　目	特　　性
a．位置・面積	(a) パラグアイ国北東部のAMAMBAY県を中心とするCONCEPCIÓN SAN PEDRO，CANENDIYU 各県の一部にまたがる地域。
	(b) 区域面積は約１５,０００km^2である。
b．地況・気象	(a) ブラジル国境線を分水嶺とし，その南西部に連なるゆるやかな丘陵状の波状地形。地形は全般的に平開で，標高は２００m ～６００mの東高西低型である。
	(b) 流域は，パラグアイ川流域に属し，各支流の上流水源地帯を形成している。
	(c) 地質は，砂岩，泥岩，頁岩，礫岩等の固結堆積物及び玄武岩の流出物である。
	(d) 年平均気温２１.３℃，年降雨量1,５３７㎜。多雨期は１０月～３月である。
c．林況・森林資源	(a) 地域内の森林率は約６０％で，そのうち高木林が３５％を占めている。
	(b) 森林は亜熱帯広葉樹の天然林で，樹種数は多い。人工林には見るべきものはない。
	(c) 地域内の総蓄積は約2,８００万m^3である。そのうち，A＋Bクラス約1,５００万m^3，Peroba約５００万m^3で，それぞれ５４％，１９％を占めている。
d．天然林成長量	(a) 伐採木の年輪調査結果から天然林の成長量を推定した結果，本計画区内における全樹種の材積成長量は，ha 当たり2.１３m^3

である。

(b) A＋Bグループ，Perobaの材積成長量は，それぞれha当り0.55m^3，0.21m^3となった。

(c) また，全樹種の材積成長率を算出した結果，本地域の成長率は3.3％程度と推定される。

e．天然更新

(a) 天然林の稚樹発生状況を調査した結果，森林タイプ別の稚樹数は次のとおりである。

森林タイプ	樹高0.3 m～1.3 m		胸高直径4 cm 以下		胸高直径5 cm～9 cm	
	Peroba	A＋B	Peroba	A＋B	Peroba	A＋B
A_1	1,083	750	83	250	0	0
A_2	333	944	111	167	56	0
M	0	200	100	0	0	0
M_2	125	542	125	42	0	0
DA_2	1,556	611	444	167	56	56
DA_3	2,000	375	625	250	250	125

(b) 稚樹の大きさのクラス別本数をみると，Perobaでは，胸高直径4 cmまでに67～92％の稚樹が消失し，同5～9 cmクラスになると83％以上の減少率を示す。また，A＋Bでは，それぞれ67％，91％の減少を示している。

このように，発生した稚樹は胸高直径4 cm程度になるまでにすでにその大半が消失するとみられる。

(c) 上層木の樹冠密度がある程度以上に高くなると，林内の稚樹数が減少する傾向が認められる。これは林内照度の影響によるものとみられる。

f．森林土壌

(a) 断面調査結果から，砂土型（S型），砂土・壌土型（S・L型），壌土型（L型），埴壌土型（CL型），埴土型（C型）の各土壌型及びグライソルス（G型）に区分できる。

(b) S型土壌は天然更新は良好であり人工造林も可能であるが生産性は高くない。S・L型，L型，CL型土壌は人工造林に適し，特にL型土壌は最も生産力が高い。

(c) S型，S・L型土壌は，伐採による地力の減退，表面侵食が激しいので取扱上注意を要する。

g．森林の消失	ⓐ ランドサット・データの解析結果によると，5年間（１９７２～１９７７年）に年平均約1.3％の速度で森林が消失している。 ⓑ この傾向は最近，更に加速してきている。１９８１年3月～１９８３年3月の最近2年間における同データの解析結果では，年間2.6％の森林が消失し，又，残りの森林も大径木の抜伐り等による森林内容の劣悪化が進んでいる。

1・2 経済社会の特性

本地域の経済社会の特性については，本年度実施した計画策定基礎調査の結果に基づき，本報告書の第2部基礎調査の部に記述したが，次に，その要点について集約摘記する。

項　目	特　性
a．森林・林業に対する意識	(a) 森林資源の急激な減少，森林法等に対する認識は一般に低い。 (b) 造林事業の推進のためには，政府の強力な指導・助成が必要である。 (c) 住民の中には，安定した働き場所を求める声が切実である。
b．人　口	(a) 東部地方には，人口の９８％が居住し，人口密度は１8.6人／㎢である。又，最近の人口増加率は２５％で，世界平均の1.4倍である。 (b) 計画区域内の総人口は，およそ１０万人，増加率は0.5％程度であり，都市集中化が見られる。 (c) 計画区域内の全就業人口は4～5万人と推定され，又，伸び率はかなり高いと予想される。
c．国民総生産	(a) １９８０年の国民総生産は，4.１１０百万US$で南米では9位に当たる。 (b) 経済成長は堅実で１９７７～１９８０年には１０％以上の成長率を示した。８１年以降も，比較的安定した歩みを続けている。 (c) 部門別構成では，農・牧・林業部門が３０.３％を占め，パラグァイ国の主要部門を占めている。林業部門は３２％である。
d．輸出入	(a) 貿易収支は８１年2.1億US$の赤字となった。 (b) 輸出入は，典型的な一次産品輸出，工業製品輸入型である。８１年の輸出実績では，木材製品12.5％のほか，林業関連産物

項　目	特　　性
	として，油桐を主体とする植物油7.6％，ケブラーチョ抽出物１９％などである。 (c) 輸出入先は，ＬＦＴＡ（ラテン・アメリカ自由貿易連合）域内の取引が最も多く，特にブラジル，アルゼンチンの比重が高い。
ｅ．林業生産	(a) 輸出総額に占める林業部門の割合は８１年度１2.５％，８０年度では２1.４％を占め，パラグアイ国の主要な輸出品目となっている。 (b) 国内消費では，一般家庭用，工業用燃料等の薪が最も多く，81年の生産量は２８０万トンである。 (c) 丸太は最近の伸びが大きく，工業用丸太の生産量は１５０万トンに達した。 (d) 海外市場については，北東部ではブラジルへの輸出が多い。

１・３　森林開発計画ガイドラインの目的

本計画対象地域は，森林率６０％を占め，パラグァイ国東部地域における最大の森林地帯を形成しているが，最近この地域の森林の伐採・開発は加速的に進行しており，秩序ある森林開発による森林資源の保続・培養と土地利用の高度化を図るため，早急に森林開発計画を策定する必要に迫られている。

本地域には，パラグァイ国人口のおよそ３％余に当たる約１０万人が居住しているものと推定されるが，最近，都市集中化傾向が強く，未だ森林・林業に対する認識は低調である。

他方，パラグァイ国の経済は，近隣諸国がインフレの昂進する中にあって比較的安定した堅実な成長を続けているが，その中心は，国民総生産の約３０％を占める農・牧・林業部門である。

林業部門では，国民総生産は全体の３％余りであるが，木材製品等，林業関連産物の輸出額は，８１年度輸出実績の２２％を占めるほか，一般家庭用・工業用等燃材の供給，工業用・農牧用丸太の生産等，国民経済にきわめて重要な位置を占めている。

しかるに，木材製品の輸出は大部分，加工度の低い角材，挽材等で行われている現状である。特に，パラグァイ国のような内陸国にあっては，可能な限り加工度を高め高附加価値材として輸出することが得策であることにかんがみ，現在，国内に豊富に賦存している森林資源，水資源，電力を有効に活用し，家具・木工，パルプ，製紙等木材需要産業の振興を図ることが必要となってきている。

この森林開発計画ガイドラインは，以上のような本地域の森林及び経済社会上の特

質に立脚し，かつ，前年度までの調査結果を基礎に，国土利用の全体計画との整合を勘案しつつ森林資源を維持・培養し，木材等林産物の持続的・安定的供給及び労働機会の増大等を通じて，地域の振興並びに住民の福祉の増進を図るとともに，土壌保全，水源かん養，自然環境の保全形成等，森林の公益的機能の維持・増強を図ることを目的として作成するものである。

1・4　森林開発計画ガイドラインの基本方針

以上の目的を効率的に達成するため，森林開発計画作成のガイドラインの基本方針を，次のとおり定める。

(1) 土地利用区分を明確にし，土地利用の高度化を図ること。

(2) 森林の施業区分を明らかにし，施業の標準化を図ること。

(3) 適正な伐採量の算定及び維持に努め，森林資源の保続培養を図ること。

(4) 人工造林を推進し，積極的に森林資源の造成を図ること。

(5) 未利用材等の利用開発等森林資源の高度利用を図ること。

(6) 土壌保全，水源かん養，自然環境の保全・形成等，森林の公益的機能の維持助長を図ること。

(7) 農業・牧畜等他の産業との調整を図ること。

2　土地利用区分

2・1　土地利用の趨勢と課題

農牧省山林局作成の資料（TCP／PAR／8902）によると，東部地域における土地利用の現状と利用可能地面積との関係は，1979年現在で農業及び牧畜用地では既に利用可能地面積を超過しているのに対して，森林用地としては，利用可能地面積より120万haも少く，その分は，農業・牧畜用地として既に開発利用されていることを示している。

すなわち，このことは現在でも既に森林の過度の開発による土地利用の不均衡が生じていることを示しており，さらに，現地の林地の中に農業・牧畜用地として著しく適している土地がある場合 ― これは十分予想されることであるが ― には，更に森林の開発は進められ，この不均衡はいっそう増幅されることになり，本地域における経済社会に大きな影響を与えることが懸念されるものであり，本地域における総合的かつ長期的観点に立脚した合理的な土地利用計画の策定と適正な実施は，経済社会の発展上の重要な課題である。

2・2　土地利用区分の方針及び定義

土地利用区分は，土地利用の趨勢等に立脚し，国土利用の全体計画との整合を勘案しつつ，本地域の自然的，経済社会的特質に基づき，かつ森林資源の推移及び流域保全機能，土地利用の現況等を考慮して適正な区分に努めた。また，土地利用区分に当たっては，特に，農業，牧畜，林業にわたる総合的な土地利用について配慮して行った。

以上の方針に基づき，本地域の全域を対象として，次の7地域に分類区分した。

a　都市地域
b　農業地域
c　牧畜地域
d　森林地域
e　複合地域
f　保全地域
g　湿地その他

2・3　土地利用区分の方法

(1)　地域区分の単位

森林計画図上に縦横それぞれ15等分したメッシュを設け，メッシュを単位として地域の分類を行った。

この場合，1メッシュは経緯度各2分間隔で，平均面積約1,248ha（約3,420m×3,650m）である。

(2) 地域区分の判定基準

土地利用区分は，土地生産力と傾斜度を用いて次の地況指数表を作成し，これを自然条件判定上の基準として地域区分を行った。

表0・1・1 地況指数表

土地生産力＼傾斜度		1 3°未満	2 3～6	3 6～9	4 9～12	5 12°以上	備考
1	L型	1	2	3	4	5	CL型を含む
2	S・L型	2	3	4	5	6	
3	S型	3	4	5	6	7	
4	その他	4	5	6	7	8	C型，G型，その他

(3) 地域区分

メッシュ内の土地について地況指数表を基準とし，土地利用の現況及び見通し，都市・集落からの距離その他の経済社会条件を考慮して，次により地域区分を行った。

a 都市地域

都市又は主要な集落の地域及びそれらと一体として総合的に開発，整備，保全することを適当とする周辺地域が主体を占める区域

b 農業地域

地況指数が概ね2以下の区域，もしくは，農耕地として利用している面積が，50%以上を占めている区域

c 牧畜地域

地況指数が概ね3～4の区域，もしくは，牧畜地として利用している面積が，50%以上を占めている地域

d 森林地域

(a) 地況指数が概ね5以上の区域，もしくは，森林の占める面積が50%以上の区域

(b) 国土の保全，水源のかん養その他森林の有する諸機能の維持増進の必要上，森林とすることを適当とする地域が主体を占める区域

e 複合地域

農業，牧畜及び森林を適当とする地況指数の区域が混在し，もしくは，農耕地，

牧畜及び林業用地として複合的に利用している地域が主体を占める区域

f　保全地域

国立公園，自然環境保全その他公共目的の確保等，法令又は特殊の用途に供する目的をもって保全する必要のある地域が主体を占める区域

g　湿地その他

湿地，原野，湖沼その他で，通常の土地利用の対象とならない地域が主体を占める区域

2・4　土地利用区分の結果

以上により，本計画対象地域の全域について土地利用区分を行い，森林計画図（別添）上に表示した。

また，土地利用区分に基づく利用地域別の面積及びその分布は，表０・１・２及び図０・１・１のとおりである。

表０・１・２　土地利用区分面積

地域 / 土地利用区分	AMAMBAY		CONCEPCIÓN		SAN PEDRO		CANENDIYU		合　計	
	面積 ha	%	面積 ha	%	面積 ha	%	面積 ha	%	面積 ha	%
都市地域	8,700	1			3,300	1	3,700	2	15,700	1
農業地域	26,200	3			6,600	2			32,800	2
牧畜地域	218,400	25	34,600	19	29,500	9	27,700	15	310,200	20
森林地域	436,800	50	111,000	61	242,900	74	148,000	80	938,700	60
複合地域	148,500	17	36,400	20	32,800	10	5,600	3	223,300	14
保全地域	35,000	4							35,000	2
湿地その他					13,100	4			13,100	1
計	873,600	56	182,000	11	328,200	21	185,000	12	1,568,800	100

なお，参考のため上記の土地利用区分面積と現在の土地利用別面積（昭和５７年度報告書参照）を対比すると次表のとおりとなる。

土地利用区分と土地利用の現況とは区分目的や対象の把握基準も異なり，これを直接比較してもあまり意味がないが，全体的な傾向として把握した場合，土地利用区分は概ね正鵠を得ているものと考えられる。

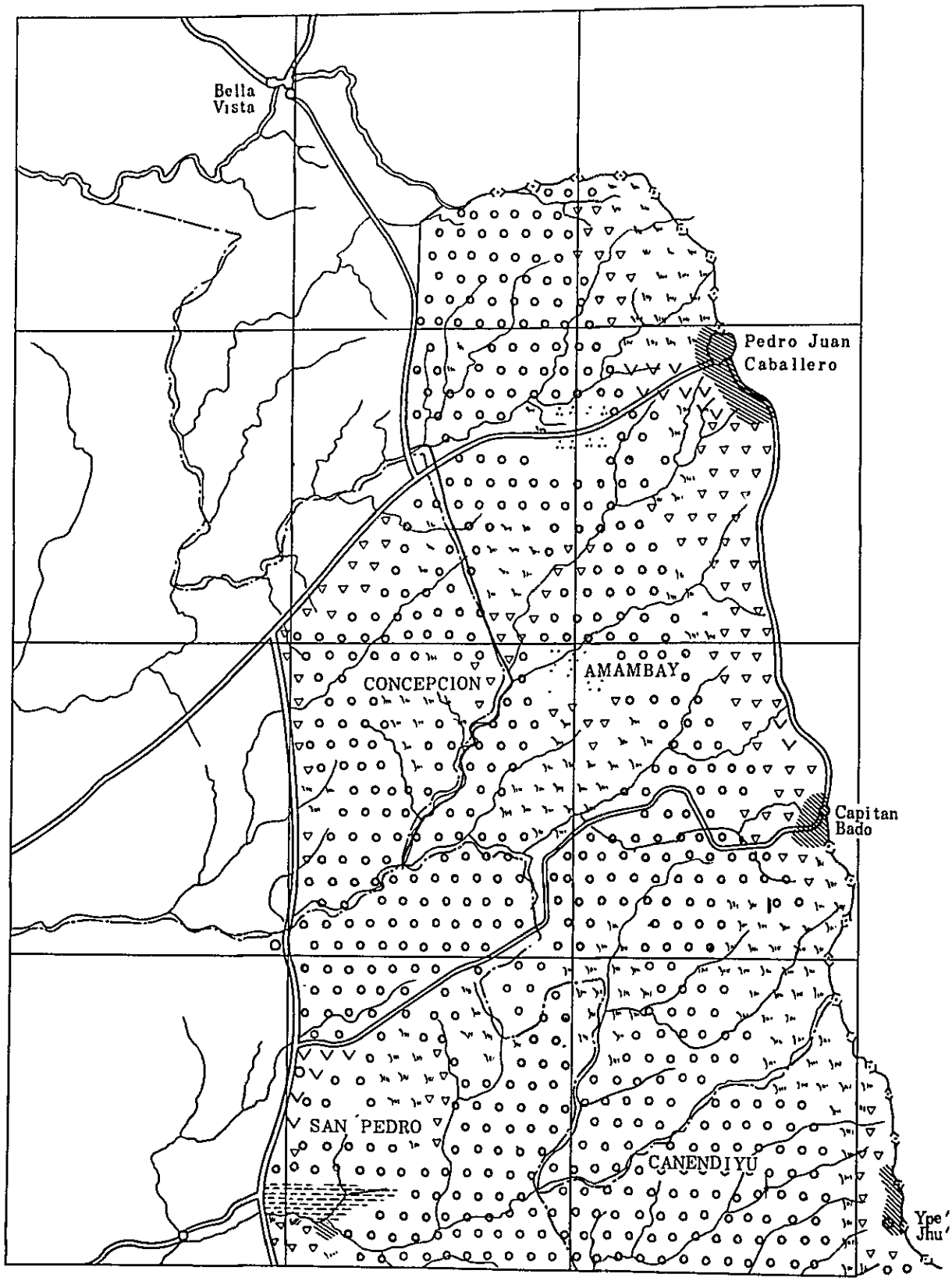


図０・１・１　土地利用区分概要図

表０・１・３　土地利用区分と現況の比較

種別 / 土地利用区分	土地利用区分		現況		
	面積 ha	%	面積 ha	%	摘要
都市地域	15,700	1	2,373	(0.2)	市街地
農業地域	32,800	2	78,928	5	農用地
牧畜地域	310,200	20	338,167	22	牧場
森林地域	938,700	60	955,404	61	森林
複合地域	223,300	14	−		
保全地域	35,000	2	−		
湿地その他	13,100	1	50,226	3	湿地
	−		143,705	9	伐採跡地
計	1,568,800	100	1,568,803	100	

２・５　土地利用区分の総括

(1)　地域区分及び分布

a　都市地域

P．J．Caballero 及び Capitan Bado 市街地とその周辺地域，Lima，Ype′ Jhu′ 集落とその周辺等を占め，面積は，全体の１％程度である。

b　農業地域

P．J．Caballero 市周辺，国道５号線沿いの丘陵地帯及び SÁN PEDRO 県 Colonia Rio Verde などで，面積は全体の約２％である。なお，このほかに農耕適地の相当部分が複合地域に含まれている。

c　牧畜地域

P．J．Caballero から北方 Estrella に至るブラジル国境に接する地域，C．Bado から Ype′ Thu′ に至る国境沿い一帯の地域及び国道３号，５号，１１号各線の沿線等に広く分布する区域である。

牧畜地域は全体の２０％を占めているが，概して粗放利用である。

d　森林地域

森林地域は，全体の６０％を占め，保全地域を含めると地域の６２％に及ぶ面積を占めている。

しかし，最近，都市周辺や道路沿線など交通便利な地域は急速に開発が進み，

森林が消失している。

e　複合地域

P．J．CaballeroからC．Badoに至る東部一帯の地域，国道5号線及び3号線沿線地帯，牧畜地域と森林地域の移行地帯等について区分した。

全地域の14％を占め，農業 — 牧畜，牧畜 — 森林及び農業 — 牧畜 — 森林，の複合的土地利用形態をなしているが，現況では，牧畜 — 森林の複合形態が多い。

f　保全地域

Cerro Cora と Cerro Guazú の2地域で，全体の2％を占めている。

Cerro Cora は国立公園指定区域と拡張予定区域を含んでいる。Cerro Guazú は本計画で国立公園候補地として予定した約21,000 ha の区域である。

g　湿地その他

Lima の東方に続く Agvaray-Guazú 川周辺の低湿地一帯の地域で，全体の約1％を占めている。

この地域は，当面の利用対象とはなり難いが，将来は，森林地域と一帯としたレクリエーション利用，特有の動植物の保護その他，学術上，自然環境保全上，看過し得ない地域である。

(2)　土地利用の問題点と方向

本計画区域が関係しているAMAMBAY県など4県の全域について，1976年～1979年の3カ年間における森林面積の推移をみると，この3年間に森林面積は約13万ha 以上も消滅している。これは年率2％近い消失率であり，最近，更に加速度を増してきている。

このような傾向が将来も続くとすれば，近い将来において建築用材，薪材等の国内需要の木材不足に悩まされるばかりでなく，洪水の防止，土壌の流亡等の国土の保全，自然環境の保全上取り返しのつかない変化を生じ，パラグアイ国の経済社会の発展に重大な支障を来たすことが懸念されるものである。

従って，本計画地域においては，総合的な土地利用計画のもとに，森林の保全・確保の措置が強力に推進されることが特に必要である。

3　森林計画

3・1　森林区分

3・1・1　森林の区分及び定義

本地域における森林の現状，森林開発等の実態及び将来に対する動向等を総合考察した結果，本地域の森林及び林地の区分については，パラグアイ国森林法（法律 第４２２号）に準拠することが最も適当であると認められる。

従って，同法第４条に基づき，本地域の森林及び林地を次の３種に区分する。

a．　生　産　林

b．　保　護　林

c．　特　殊　林

(1)　生　産　林

生産林とは，一定の施業を通じて，年間もしくは定期的な収益を期待できる森林及び林地をいう。（同法第５条）

(2)　保　護　林

保護林とは，次の目的を果たすために設けた森林及び林地をいう。（同法第６条）

(a)　水資源（水系）の調整

(b)　土壌，農耕，畜産，道路，河川及び流流，湖沼，水路及び貯水池等の保護

(c)　侵食・洪水防止，風害及び乾燥害防止

(d)　動植物の保護

(e)　公衆衛生の保全

(f)　その他の公共目的の保全等

(3)　特　殊　林

特殊林とは，学術的，教育的，歴史的に価値が高い森林，風致景観の優れた森林及びレクリエーション的に利用価値の高い森林等で，保護を必要とする森林及び林地をいう。（同法第７条）

3・1・2　森林区分の方法

土地利用区分結果による森林地域，複合地域及び保全地域を対象として，地域全体の土地利用の現状及び将来の展望との整合性を考慮しつつ，林型区分を基準として，箇所ごとに，その森林の現在及び将来にわたる自然的・経済社会的条件を検討して，次のとおり森林区分を行った。

(1)　生　産　林

①　保護林及び特殊林以外の森林及び林地であって，林型区分の高木林（A_1，A_2，A_3型），中木林（M_2，M_3型）及び伐採進行林（E型）の森林，混生林M型

並びに低木林B_2型の一部（主としてM_2型に近い型）の森林

② 森林の伐採跡地その他の土地で，将来，林業経営の対象として期待しうる土地

(2) 保 護 林

① 前項3・1・1の(2)に掲げた目的を果たすために必要な森林及び林地

② 将来上記の目的を果たすため必要となることが見込まれる森林及び林地

③ 自然的条件により生産林とすることが適当でない森林及び林地（混生林M型，低木林B_1型，低木林B_2型の大部分の森林等）

(3) 特 殊 林

① 前項3・1・1の(3)に掲げた効用のために保全を必要とする森林及び林地

② 将来，上記効用の発生が見込まれる森林及び林地

③ その他特殊の用途又はその見込みのため保全を必要とする森林及び林地

(4) 林型区分と森林区分

森林の取扱いは，その森林の気象，地形，地質，土壌等の自然的条件と，3・1・1で述べたような経済社会的条件との総合的かつ，長期的観点にたって定める必要がある。

本計画の作成に当っては，以上に述べてきたように，主として林型区分を基準として，箇所ごとに，その森林の現在及び将来にわたる自然的・経済社会的条件を検討して，適正な区分を行った。そこで，これらの相互関係を整理し，森林区分実施の指針とするために，林型区分と森林区分の関係を図示すればおよそ次のようになる。

表0・1・3 林型区分と森林区分

林型区分 / 森林区分	高木林			混生林	中木林		低木林		伐採進行林
	A_1	A_2	A_3	M	M_2	M_3	B_1	B_2	E
生産林	———			……	———		……		———
保護林	……			———	……		———		……
特殊林	……			……	……		……		……

注） ——— 大部分が該当

…… 一部又は目的により該当

3・1・3　森林区分の結果

以上により，土地利用区分による森林地域，複合地域及び保全地域を対象として森林区分を行い，森林計画図（別添）を作成した。

森林区分の結果による対象森林の種別面積は次のとおりである。

表０・１・４　森林区分の種別面積

（単位　ha）

森林区分＼地域	AMAM BAY		CONCEPCIÓN		SAN PEDRO		CANENDIYU		合　計	
	面積 ha	%	面積 ha	%	面積 ha	%	面積 ha	%	面積 ha	%
生産林	306,800	71	76,600	77	183,200	85	98,200	73	664,800	75
保護林	98,900	23	23,200	23	32,800	15	35,900	27	190,800	22
特殊林	24,800	6							24,800	3
計	430,500	49	99,800	11	216,000	25	134,100	15	880,400	100

3・2　施業方法の基準

3・2・1　施業基準

本計画区域内の森林施業に関しては，森林区分及び林型を基礎にそれぞれの森林ごとに検討し，適正な施業方法の基準を定めることとした。

森林区分別の施業方法の基準を表０・１・５のとおりとする。

3・2・2　生　産　林

A　林　型　$A_{1\sim3}$，$M_{2,3}$，　グループ

(1)　樹　種

原則として，広葉樹の天然林を育成する。現在の樹種構成は，今回調査で出現したものだけでも１３５種にのぼり，きわめて多種から構成されているが，今後の伐採・更新・保育などの森林施業を通じて，有用樹種の育成に努め，漸次，有用樹種の混交歩合の高い生産性の高い樹種構成の森林への誘導を図る。

(2)　伐　採

伐採は択伐方法によることとする。本計画地域は一般に，地形が緩やかであり，大型機械等による林内集材が比較的容易なことから，原則として，単木択伐法によることとするが，有用広葉樹の後継樹が多く確実な更新の期待できる箇所，又は，植栽による人工林の造成が確実に実施できる見込みの箇所については，漸伐，又は，皆伐方法によるものとする。

表 0・1・5 施 業 基 準 表

森林区分	林型グループ	面 積	樹 種	伐 採	更 新	伐期齢	摘要
生産林	A_1～A_3 M_2, M_3	ha 316,000 324,500 (640,500)	広葉樹 (バラナマツ エリオツテイマツ)	択 伐 (動 伐 皆 伐)	天然下種 A_1, A_2, M_2一 補助作業 皆伐一植栽	胸高直径 40cm (90年)	
	E	24,300	バラナマツ エリオッテイマツ ユーカリ その他広	皆 伐	人工植栽	マツ 20年 ユーカリ 15年	
保護林	A_1～A_3 M_2, M_3	7,600 11,400 (19,000)	現在樹種	弱度の択伐	天然更新 必要により補助作業	胸高直径 40cm	
	M	84,800	現在樹種	伐採見合せ (高木混成地域では保全を考慮した弱度の択伐)	天然更新	胸高直径 40cm	
	B_1, B_2	87,000	現在樹種	伐採見合せ 禁 伐 (M_2 近似林は保護目的により弱度の択伐, 皆伐)	天然更新 皆伐 一 植栽		
特殊林	各林型	24,800	現在樹種	禁 伐 修景伐採	天然更新 修景植栽		

(3) 更 新

更新は原則として，有用広葉樹の天然下種更新による。ただし，A_1，A_2，M_2 型の森林については，稚樹の発生状況により補植を行うこととする。

皆伐跡地又は新に人工林を造成する場合の樹種，植栽方法等は，人工造林の項に準ずる。

(4) 伐期齢

伐期齢は，林木の成長経過と生産材の利用価値を考慮して，原則として，胸高

直径４０㎝以上に達した年齢をもって定める。今回の調査結果では，この時期は概ね９０～１００年程度と考えられるが，将来，上層木の伐除，保育の充実等の成長促進策を講ずることにより，この時期は２０～３０年短縮できるものと考えられる。

B　林型Eグループ

(1)　樹　種

エリオッティマツ，パラナマツ，ユーカリ及びその他の広葉樹とする。

(2)　伐　採

皆伐によることとするが，Perobaその他有用樹種の稚幼樹の有効活用を図るよう考慮して行う。

(3)　更　新

目的樹種の人工植栽によることとするが，有用広葉樹の稚幼樹は努めて保残育成することとし，健全な森林の造成を図る。

(4)　伐期齢

成長量の推移と生産材の利用価値を考慮して，パラナマツ，エリオッティマツ２０年，ユーカリ１５年とする。

3・2・3　保　護　林

A　林　型　$A_{1 \sim 3}$，$M_{2,3}$ グループ

(1)　樹　種

主として現在天然林の樹種とするが，漸次，保護林の設定目的に適合した樹種・森林構成に改善していくことに努める。

(2)　伐　採

この地域は，水源の調整，土壌保全，侵食・洪水の防止，動植物保護，公衆衛生保全等の重要な機能の発揮が強く要請される地域であるから，それぞれの目的に適合した施業により，森林機能の維持増進を図る。

このため，健全な森林を維持するに必要な弱度の択伐を行い，目的とする森林へ誘導するための慎重な施業を行う。

(3)　更　新

更新は，現在樹種の天然更新によることとするが，更新・保育を通じて有用樹種の育成を助長し，又必要により補助作業を行う。

(4)　伐期齢

主伐できる径級の目標を４０㎝以上とする。

B　林型Mグループ

(1)　樹　種

原則として現在天然林の樹種とするが，漸次，保護林設定目的に適合する樹種構成へ誘導を図る。

(2)　伐　採

当面は伐採見合せとし，森林内容の充実を図る。ただし，高木が混生し伐採しても保全効果に支障のない場合又は，保全目的達成のために更新を必要とする場合は，弱度の択伐を行って差し支えないこととする。

(3)　更　新

択伐跡地に対しては，目的樹種の天然更新を行う。

C．B_1，B_2 グループ

(1)　樹　種

現在樹種の天然更新により，森林内容の充実に努める。

(2)　伐　採

伐採見合せとするが，必要な場合には，保育のための伐採以外は禁伐とする。

ただし，抜き伐りの結果B_2型となったが，本来的にはM_2型近似の森林については，更新上必要とする範囲で弱度の択伐を行うか，または保護目的上必要な場合は，皆伐による林相改良を行う。

(3)　更　新

森林内容の充実を第一義として行う。

3・2・4　特　殊　林

(1)　樹　種

原則として，現在樹種の育成に努めることとするが，保全目的に適合した樹種へ誘導することに努める。

(2)　伐　採

学術的，歴史的に保全する必要の高い森林等は禁伐として厳正保護に努める。

風致景観維持又はレクリエーション利用を主な目的とする森林については，風致施業や修景伐採等を現状に応じて実施する。

(3)　更　新

現在樹種の天然更新によるが必要により，修景植栽等を行う。

3・2・5　目標とする森林構成の基準

本計画地域内の森林施業方法の基準の設定に当たっては，地域内の森林の有する有形・無形の多くの機能を総合的かつ高度に発揮させるため，森林のそれぞれの機能の充実と各機能間の調整を図り，適正な森林施業の実施により健全な森林資源の維持造成を図ることを目標とした。

そこで，地域内の森林の諸条件からみて，森林の有する各種の機能を高度に発揮させる必要のある森林の目標とする森林構成の基準を次に示すこととする。

(1)　木材生産機能

適正な立木密度を保ち，形質の良好な林木からなる成長量の多い森林

(2)　水源かん養機能

団粒構造がよく発達し，かつ粗孔隙に富む土壌を有し，根系の発達が良好であり，樹冠のうっ閉度が高く，成長の旺盛な森林

(3)　土壌保全機能

根系が深くかつ広く発達している森林であって，落葉層を保持し，適度の陽光が入り下層植生の発達が良好な森林

(4)　公衆衛生，風致，レクリエーション機能

湖沼，渓谷等と一体となって優れた自然美を構成する森林，多様な樹種・林相からなり明暗・色調に変化を有する森林，地域特有の優れた自然性を有する森林及び森林レクリエーション活動に適した森林。

その他都市近郊等に所在する森林にあっては，郷土樹種を中心として安定した林相をなしている森林及び気象緩和，騒音防止等の生活環境保全効果の大きい森林。

3・3　標準伐採量

資源調査結果に基づく森林蓄積を基礎に，天然林の成長量調査結果を用いて，標準伐採量を算定した結果，本計画区域における年標準伐採量を９２４千㎥とした。

3・3・1　基礎蓄積及び成長量

標準伐採量算定の基礎とした蓄積及び成長量は，次のとおりである。

なお，成長量については，全樹種の成長率を基礎蓄積に掛けて算出した。

樹　　種	基礎蓄積　m^3	成長率（%）	成長量　m^3
総成長量	27,845,025	3.3	918,886
A　＋　B	14,963,651		493,800
Peroba	5,236,869		172,817

3・3・2　標準伐採量の算定

(1)　伐採量算定式

本計画における伐採量の算定に当って，次式を用いることとした。

$$Ew = \frac{Vw}{u} + \frac{Zw}{2}$$

Vw …… 現実材積の合計

Zw …… 平均成長量の合計

u …… 輪伐期

(2)　輪　伐　期

本計画区の天然林の成長量調査の結果，天然林における主要樹種の期待径級40㎝に達するためには，概ね90～100年の成長期間を要することになる。従って，本計画における天然林の伐期齢を90年としたところであるが，本地域の森林は，そのほとんどが老齢化しているうえ，今後，積極的に天然林の改良を進めるとともに，可能な限り人工林化を図り，森林生産力の増大を推進していく必要が大きいものである。

しかし，これを不用意に進めると，かえって森林の破壊や荒廃につながり，将来の森林資源の維持・造成上悪影響を及ぼすことも考えられる。

そこで，本計画に当たっては，伐期齢のほぼ $\frac{2}{3}$ 程度の改良期を設け資源内容の改良・充実を促進することが妥当であると考えられるので，標準伐採量の算定に当たっては，この改良期を設定することとし，前式の輪伐期Uに対し改良期60年を用いることとした。

(3)　標準伐採量

以上各因子により，本計画区域内における標準伐採量を算定した結果，次のとおりとなる。

標準伐採量	924千m^3
うち　A＋B	496
Peroba	174

標準伐採量の算定経過を要約すれば，次のとおりである。

表0・1・6　標準伐採量算定経過

樹　種	現実蓄積 Vw	成長量 Zw	改良期U	標準伐採量 Ew
全樹種	27,845,025m^3	918,886m^3	60年	923,527m^3
A＋B	14,963,651	493,800		496,294
Peroba	5,236,869	172,817		173,690

以上によって，前記の各因子を用い，本地域の標準伐採量を算出した結果は，上表で明らかなように，本地域の成長量とほとんど一致する結果となった。これは成長量法を用いて算出した場合と近似結果を得たことになり，この標準伐採量は，成長量法による検証結果からも，概ね妥当であるといえるものである。

3・4 伐採計画

3・4・1 伐採予定量

標準伐採量に基づき，前項の伐採実績及び本地域の人口，生活慣行等社会環境を総合的に検討して，本計画区域内における1年当たりの伐採予定量を次のとおりとした。

表0・1・7 伐採予定量（年間）

	用材 千m^3	薪炭材 千m^3	計 千m^3	摘要
伐採予定量	800	100	900	
（有用樹種）	500		500	

上記の伐採予定量は，その総量をもって規制の対象とするものであるが，（ ）内は，特に参考として有用樹種の伐採許容力を掲げたものである。

3・4・2 伐採方法

A 択伐作業

生産林の大部分について択伐作業を行う。択伐作業を行う森林は，本地域の森林生産の基盤となる森林であるので，適切な施業によって森林内容の充実に努め，生産力の高い森林へ誘導することとする。

(1) 伐採方法

a．本数密度の高い森林

下層の稚幼樹及び残存林分の生育状況を考慮して単木択伐を行う。

b．普通の森林

本数密度の高い森林と次の疎開した森林以外の森林である。この型の森林については，生産力が高く環境条件の良好な林地では，植込み等の作業条件を考慮した群状択伐を主体として行う。また，条件の劣る林地では，当面弱度の単木択伐を主体として，現在の森林の維持に努める。

c．疎開した森林

高木の密度が低く樹冠の疎開した森林である。この型の森林については，環

境条件の良好な林地では，大型機械による地表処理等を考慮した効率的な伐採を行う。それ以外の林地については，森林の健全化を図るため必要に応じた弱度の単木択伐を行う。

(2) 択伐の選木基準

択伐作業における伐採木の選定は，森林の疎密度，林木の形質の良否，直径級の状態，後継樹の状況等の森林構成を調査し，残存林分の健全性と，将来に向って生産力の増大が図りうるよう，総合的に判断して行う。

(3) 択　伐　率

1箇所の連続した森林上における択伐材積は，その森林の全体材積の５０％以内とする。

B　弱度の択伐作業

保護林の林型$A_{1\sim3}$，$M_{2,3}$及び生産林内の保護樹帯等については，健全な森林を育成し，保護機能を維持・増進するとともに，併せて利用可能な木材の生産を行い，林地の総生産の増大を図ることを目的として，弱度の択伐を行う。

伐採方法は，概ね次を基準とする。

(1) 保護林及び保護樹帯

① 被害木，風倒の危険の大きい大径木（過熟木，衰弱木）を優先して伐採する。

② 主要な尾根筋，河川沿いの林木は極力保残に努める。

③ 単木択伐を主体とし，伐採率は，疎密度，径級，樹種等により異なるが，概ね３０％以内に留める。

④ 主として自然景観維持のために設ける保護樹帯については，現地の実態に応じて，目的に適応するよう考慮して伐採する。

(2) 急斜地，湿性地及び石礫地等

① 被害木，過熟木及び衰弱木並びに林地の侵食を誘発するおそれのある大径の傾斜木等を優先して伐採する。

② 健全な中小径木は，極力，保護するように努める。

③ 単木択伐を主体とし，急激な森林内容に変化を与えることは避けるようにする。

(3) 国立公園，その他の特殊林等

① 自然景観の維持その他設定目的のため森林機能の維持増進上必要とする場合に限り，最少限の伐採を行う。

② 森林の衰弱を防ぐため，被害木，衰弱木，過熟木を優先して伐採する。

③ 急激な森林内容の変化を避けるため，単木択伐を主とし，弱度の伐採に止める。

C　漸伐作業

下層に有用樹種を主とする稚幼樹，小径木々が多く，現在，概ね更新を完了し生産林として良好な新生林分の造成が期待できる森林については，漸伐作業により上層群を伐採し，下層群の成長促進を図り，生産性の高い森林の造成を行う。

a．下層が被圧されている森林

上層の中・大径木によって下層木の正常な生育がそこなわれている森林については，下層群の保護・育成上急激な環境の変化を避け，健全な後継林分を育成するため，伐採は２回に分けて行う。

１回目の伐採は，下層群の生育状況に留意しながら，被害木・不健全木・老大径木等を優先して行い，健全な壮齢木は保残する。１回目の伐採率は，40 ～ 60％程度を標準とする。

２回目の伐採は，下層群及び残存林分の生育状況を考慮して，１回目の伐採後１０～２０年で行う。伐採の方法は，次の疎開した森林に準ずる。

b．疎開した森林

下層群の成長促進を図るため，上層木の大部分を伐採するが，健全な有用樹種の中径木は，努めて保残するようにする。

D　皆伐作業

生産林の林型$A_{1\sim3}$，$M_{2,3}$グループで植栽による人工林の造成が確実に実施できる見込みの箇所及び林型Eグループについては，皆伐により積極的に樹種・林相の改良を図ることとする。

(1)　伐採の方法

伐採及び搬出に当たっては，天然力の有効な活用を図り，新生人工林の確実な成林を期するため，将来，成林の見込みのある有用樹種の稚幼樹が群状に生育している箇所については，その保全に留意することとする。

(2)　保護樹帯

新生人工林の保護，侵食防止及び地力の維持，自然環境の保全・形成等のため，次により保護樹帯を設ける。

①　防風，山火事防止，侵食防止及び地力の維持等に必要な保護樹帯は，主として尾根筋，河川沿い等に設置する。

又，広い斜面や平坦地についても，一伐採面が大きくなる場合には，主風の方向や周囲の状況を考慮して，概ね1,５００～2,０００mごとに保護樹帯を設ける。

保護樹帯の幅は，尾根又は河川の片側にそれぞれ１００mづつの２００m，又

平坦地等においても２００m程度を標準として，現地の実態に応じて設ける。

② 保健休養的に利用される道路沿線，利用度の多い公道等で，主として自然環境の維持等に必要な保護樹帯は，片側１００m以上を標準とするが，周囲の地形，景観，利用度等によって異なるので，現地の実態に即して決める。

③ 保護樹帯の施業は．保護林等の施業に準ずる。

3・5 更新及び種苗計画

3・5・1 天然更新

(1) 更新必要本数

① 森林資源調査の密樹冠林調査結果から，天然林の更新完了に必要なha 当り本数を，全樹種1,000本，有用樹種３００本，Peroba２００本を目標とすることとした。

② しかし，天然生稚樹は，成木となるまでに高い減耗率を示していることが明らかであるので，次の計算式を概定し，更新必要本数算定の当面の基準とした。

$$n_1\ (1-k_1) + n_2\ (1-k_2) + n_3\ (1-k_3) \geqq N$$

ただし，

n_1 …… 樹高 0.3 m ～ 1.3 m未満の稚樹数

n_2 …… 樹高 1.3 m以上～胸高直径 4 cm以下の稚樹数

n_3 …… 胸高直径 5 cm ～ 9 cm以下の稚樹数

k_1 …… n_1 の稚樹損耗率 ＝ 0.67

k_2 …… n_2 〃 ＝ 0.30

k_3 …… n_3 〃 ＝ 0.10

N …… 更新完了必要本数 ＝ 1,000 本

③ 上記②の計算式から，階層別の有効稚樹数は次表のとおりとなるので，更新箇所における有効稚樹数の計算は，階層別の稚樹出現本数に応じた有効稚樹数を合計すればよいことになる。

表０・１・８ 天然更新有効稚樹数 ： ha当り本数

稚樹出現本数	$n_1\ (1-k_1)$	$n_2\ (1-k_2)$	$n_3\ (1-k_3)$	摘　　要
100	33	70	90	稚樹相互の間隔が２m未満に成立している稚樹は，合わせて１本と数える。
250	82	175	225	
500	165	350	450	
750	247	525	675	
1,000	330	700	900	
1,250	412	875	1,125	
1,500	495	1,050	1,350	
1,750	577	1,225	1,575	
2,000	600	1,400	1,800	
2,500	825	1,750	2,250	

(2) 天然更新補助作業

稚樹の発生数が更新完了に必要な本数に達しない場合には，次により，天然更新補助作業を行う。

① 植込み； 自然生育樹種類の苗木を，不足本数を目標に植え込む。

② 刈出し； 後継稚樹の生育が地床植生によって阻害されている箇所については，地床植生の伐除を行う。

3・5・2 人工造林

A 造林樹種

① 自然条件に適合していること

② 成長が早く健全であること

③ 生産材の利用価値が高いこと

等の適合性を検討して，次の樹種を選定する。

(1) 木材生産を主たる目的とする箇所； 生産林，保護林及び特殊林の一部など。

a. 針葉樹	b. 広葉樹	c. 自然生育樹種
パラナマツ エリオッティマツ カリビアマツ， など	ユーカリ パライソ など	Peroba等，自然生育の有用樹種類の造林については，当面，試験的に実施し，併せて，造林技術の研究・開発を推進する。

(2) 保全機能を主たる目的とする箇所； 自然生育樹種を適当とする保護林，特殊林の一部など

Yuyrá — pitá	Peroba
Trebol	Yuyrá — ró
Lapacho	その他の有用樹種
Cedro	

B 造林方法

(1) 植栽（播種）の時期

5月～8月の冬季間，特に7月～8月が最適である。

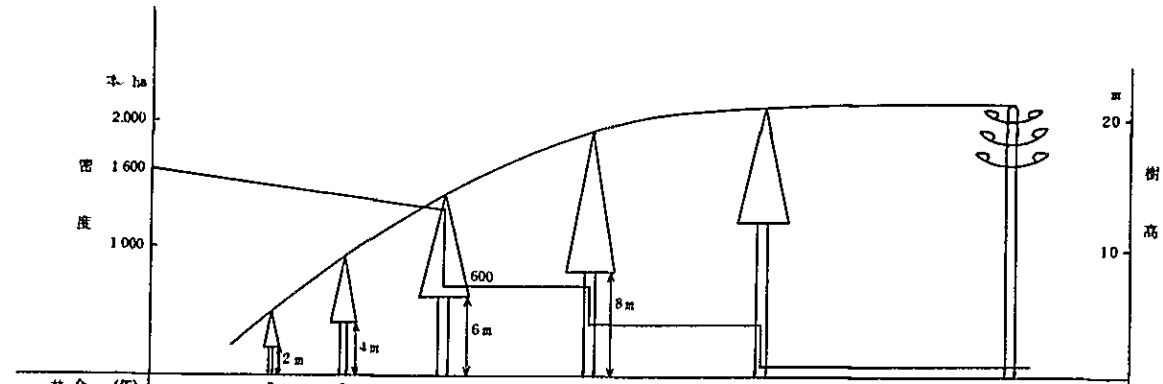
(2) 植栽本数

次の本数を基準とし，適宜増減する。（1 ha当り）

○ マツ類	1,600～2,000本	2 m × 3～2.5 m
○ ユーカリ パライソ	2,000～2,500本	2 m × 2.5～2.0 m

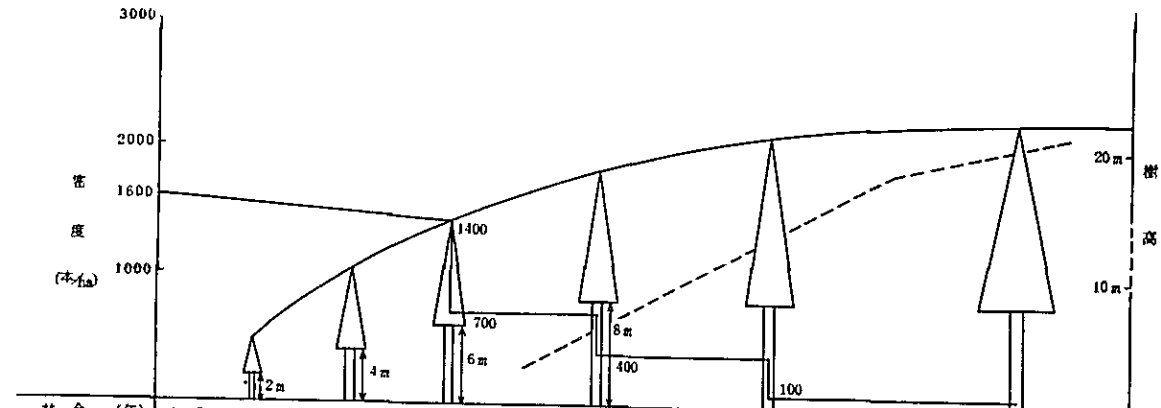
(3) 保　育

下刈り，枝打ち，間伐等の保育を行う。保育の時期・回数については，次の育林体系図を基準とし，実情に応じて実施する。



林令 (年)	5	8	12	18	25	35
樹高 (m)			14	19	21	
胸高直径 (cm)			21	31	35	
材積 (m³)			250	400	320	
下刈(除伐) (回)	3	3	1	1		
枝打 (回)	1	1	1	1		
枝打 (本数)	全	700本	700本	400本		
間伐 (回)			1	1	最終	
間伐			600本	300本	300本	合計
間伐			100m³(40%)	150m³(38%)	250m³(80%)	500m³
備考				二段林への誘導	採種用の母樹として残す	

図0·1·2　パラナマツ育林体系図



林令 (年)	1 2 3 4	8	12	18	25	35
樹高 (m)			14	18	21	22
胸高直径 (cm)			20	30	36	40
材積 (m³)			300	430	480	
下刈 (回)	3	3				
枝打 (回)	1	2	3	4		
枝打 (本数)	全	700	700	400		
間伐 (回)			1	2	3	
間伐			700	300	300	合計
間伐			100m³	150m³	300m³	550m³+100+αm³
間伐			(33%)	(35%)	(75%)	
備考						

図0·1·3　エリオッティマツ育林体系図

C 保　護

(1) 山火事防止

防火線作設，危険期の見張り及び巡視等，山火事予防の強化，消火資器材の整備，消防訓練など，山火事被害の防除態勢の整備を行う。

(2) 蟻の被害防除

造林地の巡視，薬剤による早期駆除に努めるほか，有効な駆除方法の研究・開発を行う。

(3) その他の病虫害等の防除

早期発見，早期駆除態勢の整備に努めるとともに，防除技術の研究・開発を行う。

3・5・3 種苗及び苗畑

本地域の造林用種苗は，当面，国が直接生産して使用し，又は造林者に分配するとともに，養苗技術の研究・開発及び普及・指導を行う。

(1) 苗　畑

現在のP. J. Caballero市所在のアマンバイ営林署苗畑を整備して北東部における中央苗畑とする。

(2) 種　子

長期的には，育種による優良品種を使用するが，当面は，形質・成長の良い，健全な母樹から採取した種子を使用する。

輸入種子は，信用確実な経路から得たものを使用する。

マツ類，ユーカリ等については，優良品種・系統を選んで，苗畑敷地内に採種園を設置する。自然生育樹種については，形質・成育良好な林分を母樹林に指定する。

(3) 播種及び育苗

① パラナマツ；　4月～5月に種子採取し，7月までに播種する。播種後60日で発芽し，発芽後4カ月で山出しを行う。

② エリオッティマツ；　播種は木箱かポットを利用し，1粒播きとする。得苗数は，種子1㎏当り概ね20,000本である。

③ ユーカリ；　7月～10月に播種し，播種後4カ月で山出しできる。種子1㎏当りの得苗数は25,000本～30,000本である。

④ その他の樹種；　自然生育樹種等については，種子の豊凶，貯蔵，播種，育苗等について観察，試験・研究を行い，養苗技術の開発を進める。

(4) 苗畑の管理及び施設

① 苗畑の管理・組織；　苗畑の管理は，当面，アマンバイ営林署長が行い，補助者を苗畑に常駐させる。又，併わせて民間育苗技術の指導・普及に当たる。

② 苗畑の施設； 中央苗畑では管理事務所，倉庫等の建物，用水・灌水施設の整備を行う。

③ Cerro Cora の林間苗畑は，国立公園事務所の組織及び施設を用いて管理することとするが，用水・灌水施設の整備が必要である。

3・5・4 試験・研究施設の設置

現在の苗畑敷地の一部を利用して，パラグアイ国北東部地域一帯を対象とする試験・研究施設を設置し，種苗，造林，農林畜複合経営，森林及び木材利用など，林業及び林産業全般にわたる技術の研究・開発及び普及・指導等を行うこととする。

3・6 林道及び保全計画

3・6・1 林道計画

本計画区域内の道路交通状況の現状においては，これを基盤に広域的な林道計画を策定することは，極めて困難であり，又効果も期待できない。

従って，本計画においては，地域的な林道計画作成の必要の生じた場合は，モデル地域の林道計画に準じて行うこととし，全域を対象とする林道計画の策定は行わない。

3・6・2 保全計画

(1) 保全地域

① Cerro Cora 国立公園及び予定地；モデル地域（４・２）の項に基づいて実施する。

② Cerro Guazu' 国立公園予定地；この地域は，本計画区域最大の山岳林地帯で，動植物相も豊富である。本計画では，動植物等の自然環境保全を主眼とした国立公園として予定したものであり，周辺部の開発進度を考慮し，できるだけ早く指定手続きを行うことを期待する。その面積は，緩衝（調整）区域を含めて２０,０００ha 程度が望ましい。

(2) 保護林

本計画において，森林面積の２２％に当たる約191千haの保護林を区分した。これらの保護林の現地について，具体的な指定を行い，機能区分及び森林の取扱基準を明らかにし，実質的に有効な施策の実施を期待する。

(3) 保護樹帯等

現在，天然林等の有林地については，保護樹帯を残置する。既に森林が消滅していて，かつ保護樹帯の必要な箇所等については，モデル地域（４・１）に準じ，保護樹帯の造成を行う。

4　モデル地域の森林開発計画

4・1　PEDRO JUAN CABALLERO モデル地域

この地域はその位置や立地条件により，早くから，農用地，牧畜地等として開発利用され，現在，牧畜地が６９％を占め，森林面積は全体の２２％である。

このことから，このモデル地域は，牧畜開発地帯における森林の取り扱い及び，牧畜と林業との複合的管理による土地利用の高度化を主題として選定したものである。

4・1・1　地域の概況

① モデル地域は，AMAMBAY 県の南緯２２°２２′３０″～２２°３０′，西経５５°４５′～５５°５２′３０″の間に位置し，面積は１７,５０２haである。

② アマンバイ山脈上の標高４００m～７１０m程度の高原状の丘陵地で，Aquidabán川の上流部支流の源流を占めている。

土壌は，一般に砂質又は砂礫質で，生産力は高くない。

③ 土地利用状況は，牧畜地６９％，森林２２％等で，森林は南部丘陵地の一部，渓流沿い等に小面積で散在している。

4・1・2　森林区分

森林区分の対象となる森林の８４％は保護林である。

4・1・3　施業方法の基準

施業基準表０・１・９により適切な施業を行う。なお，施業基準の詳細については，３・２に準じて行う。

4・1・4　伐採計画

A　択伐作業

B　弱度の択伐作業

C　漸伐作業

D　皆伐作業

以上，伐採計画については，３・４伐採方法に準ずる。

表0・1・9 施 業 基 準 表

森林区分	林型グループ	面 積	樹 種	伐 採	更 新	伐期令
生産林	A_1 ～ A_3 M_2, M_3	ha 62	広葉樹 (パラナマツ エリオッティマツ)	択 伐 (漸 伐 皆 伐)	天然下種 A_1, A_2, M_2－補助作業 皆伐－植栽	胸高直径 40cm以上 (90年)
	E	62	パラナマツ エリオッティマソ ユーカリ その他 広	皆 伐	人工植栽	マツ 20年 ユーカリ 15年
保護林	A_1 ～ A_3 M_2, M_3		現在樹種	弱度の択伐	天然更新 必要により 補助作業	胸高直径 40cm以上
	M	661	現在樹種	伐採見合せ (高木混生地域では保全を考慮した弱度の択伐	天然更新	胸高直径 40cm以上
	B_1, B_2		現在樹種	伐採見合せ 禁 伐 (M_2近似林は保護目的により弱度の択伐,皆伐	天然更新 皆伐－植栽	

4・1・5 造林計画

A 生産林

(1) 造林樹種

造林樹種は成長が早く，生産材の有利販売可能な樹種を選定する。これらの条件に合う樹種としては，次のものがある。

a．針 葉 樹　パラナマツ
　　エリオッティマソ
　　カリビアマツ　など

b．広 葉 樹　ユーカリ
　　パライソ　など

c. 自然生育樹種

Peroba等，自然生育の有用樹種類の造林については，当面，試験的に実施し，併せて，造林技術の研究・開発を推進する。

(2) 造林方法

a．植栽時期

林地への植栽は，5月～8月の冬季間に行う。

b．植栽本数

植栽本数は概ね次の基準によることとし，現地の条件，造林目的等によって適宜増減する。

表０・１・１０　植栽基準本数

樹　種	本　数	摘　要
パラナマツ エリオッティマツ	1,600 ～ 2,000本	植栽間隔 ２ｍ×３ｍ～２.５ｍ
ユーカリ	2,200 ～ 2,500	２ｍ×２.５ｍ～２０ｍ

(3)　保育及び保護

植栽後は，下刈り，枝打ち，間伐等の保育を行う。次に，パラナマツとエリオッティマツの育林体系図（図０・１・４，図０・１・５）を掲げる。

B　保護林

地域内の主要な河川，渓流のうち，その両岸に現在，天然林が存在している場合は，できるだけその森林の保全を図っていくこととし，森林がない場合には積極的に人工造林を行い，水質の保全，土壌の侵食防止，渓岸の保全に努めることとする。

(1)　造林樹種

①　成長が早く利用価値の高い次の樹種を第１に考慮する。

パラナマツ，エリオッティマツ，ユーカリなど。

②　放牧地に接する等，火災の危険度の高い箇所には，ユーカリ，パライソ等，耐火性が高く成長の早い樹種を選定する。

③　荒廃等のため迅速に緑化を必要とする場合には，ウラビタ（Yuyrá Pitá）等，成長が早く繁殖力旺盛な樹種を選定する。

(2)　造林及び保育・保護

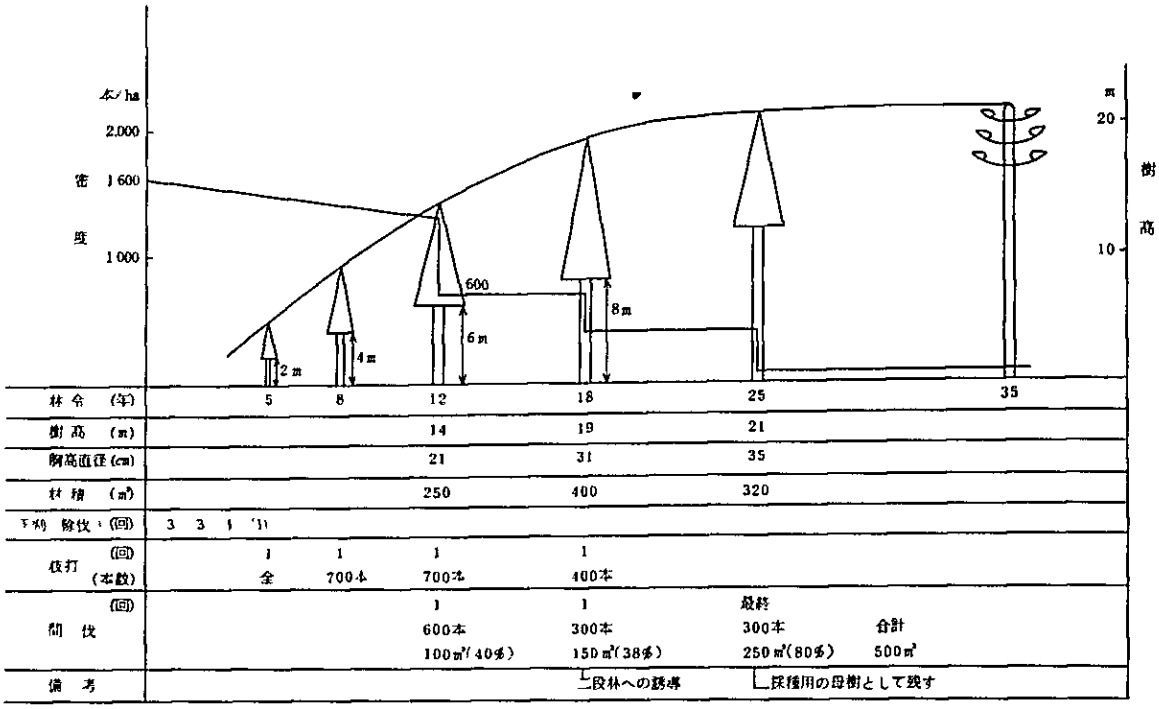
造林及び保育・保護の方法は生産林に準ずる。

(3)　造林対象地

侵食の危険のある河川・渓流の両岸それぞれ１００ｍの区域，湿地の周辺斜面，荒廃地及び拡大のおそれのある周辺地域，集水又は遊水地形及び周辺斜面等。

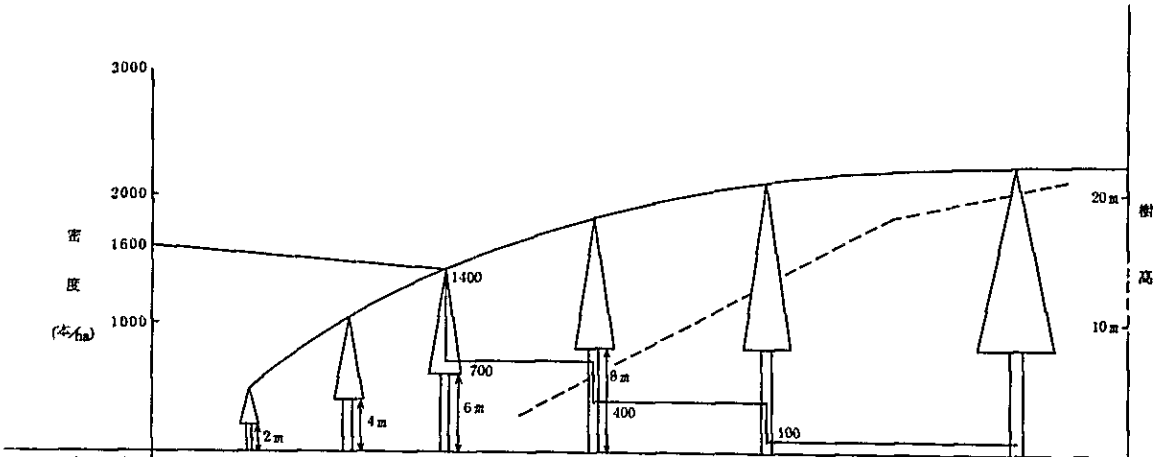
C　人工造林推進に関する若干の提言

この地域は，かっては広大な森林地帯として多くの森林資源を蓄積していた地域であるが，その位置や立地条件により早くから牧畜地，農用地等として開発が進め



林令	(年)	5	8	12	18	25	35
樹高	(m)			14	19	21	
胸高直径	(cm)			21	31	35	
材積	(m^3)			250	400	320	
下刈 除伐	(回)	3	3	1	1		
枝打	(回)	1	1	1	1		
	(本数)	全	700本	700本	400本		
間伐	(回)			1	1	最終	
				600本	300本	300本	合計
				100m^3(40%)	150m^3(38%)	250m^3(80%)	500m^3
備考					二段林への誘導	採種用の母樹として残す	

図0・1・4　パラナマツの育林体系図



林令	(年)	1 2 3 4	8	12	16	25	35
樹高	(m)			14	18	21	22
胸高直径	(cm)			20	30	36	40
材積	(m^3)			300	430	400	
下刈	(回)	3	3	(1)			
枝打	(回)	1	2	3	4		
	(本数)	全	700	700	400		
間伐	(回)			1	2	3	
				700	300	300	合計
				100m^3	150m^3	300m^3	550m^3+100+αm^3
				(33%)	(35%)	(75%)	
備考							

図0・1・5　エリオッティマツの育林体系図

られ，現在は２２％の森林を残すのみとなり，しかもその内容は低下してきている。

他方，この地域は，パラグアイ国北東部における木材消費の一大中心地であるＰ．Ｊ．Caballero 市の近くに位置し，木材の生産，販売及び利用には極めて有利な条件下にある。

そこで，本地域における人工造林の推進について，若干の提言をする。

① 現在の天然林のうち，人工造林適地は，積極的に人工林に転換すること。

② 低利用の牧畜地・農用地等については，積極的に人工造林を行うこと。

③ 牧畜地については，牧区の設定等により，計画的な人工造林を行い，林業生産の確保と共に，牧養力の増大，地力の維持等，複合経営を推進すること。

④ 保護樹帯造成計画に基づき，積極的に保護樹帯の造成を行い，併わせて林業生産の推進を図ること。

⑤ この地域の人工林を利用して，一般の造林思想の普及・啓蒙，造林技術の研究・開発及び指導等を行うこと。（３・５・４参照）

４・１・６ 保護樹帯

森林を伐採して他の用途に転用する場合，又は人工林を造成する場合でも大面積にわたる場合には，帯状または群状に森林を残置する必要がある。

またすでに，大面積に皆伐されている場合には，森林帯を造成する必要がある。

(1) 森林を残置又は造成する箇所

防風，土壌の侵食防止効果等を考慮して次の箇所に設ける。

① 急傾斜地

土壌型の関係により概ね右の傾斜度を基準として森林を残置又は造成する。

土壌型	傾斜度
S 型 土壌	6° 以上
S・L型 〃	9° 〃
L 型 〃	12° 〃

② 尾根筋，凸部

③ 河川，溪流沿い

(2) 残置又は造成する森林の規模

森林による保護機能を十分に発揮するためには，一定の規模が必要であり，又，連続していることが望ましい。このため，次のように幅２００ｍの森林帯を格子状に残置・造成することを推進する。

① 森林帯の幅　　２００ｍ

② 　　長さ　　２００ｍ以上

③ 　　間隔　　２㎞内外

(3) 保護樹帯の施業

ａ．樹　種

新に保護樹帯を造成する場合は，保護効果及び生産材の利用価値並びに，農牧地における火入れの関係を考慮して，耐火性の高い有用樹種を選定する。

マツ類は，一般に耐火性が劣るので，ユーカリ類等の広葉樹類を優先するか，又は，マツ類の周囲にユーカリ等の広葉樹を配置して防火帯とする等の方法を考慮する。

なお，単一樹種による大面積の造成はできるだけ避けるようにし，混交林や複層林など健全な森林帯の造成に努める。

b．伐採及び更新

① 天然林の伐採及び更新は保護林に準じて行い，保護効果の高い健全な樹林帯への誘導を図る。

② 人工林の保護樹帯については，択伐又は，二段林施業等により複層林への誘導を図るか，もしくは，帯状交互皆伐方式による更新を図る。

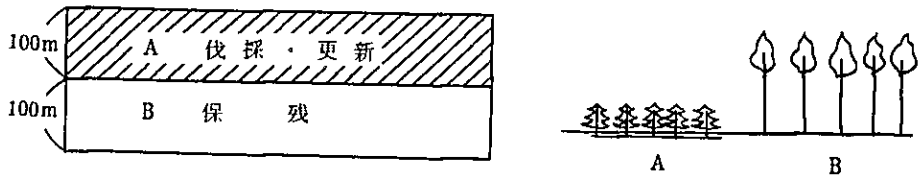


図０・１・６ 帯状交互皆伐更新

(4) 保護樹帯造成計画

a．造成場所

主要な尾根筋，河川・渓流沿い及びこれを結ぶ線上等。

詳細は，モデル地域森林計画図に表示のとおりである。

b．形 状

幅２００mの帯状

c．造成面積

設置場所別の面積は，次のとおりである。

主要な尾根筋	６６０ ha
河川・渓流沿い	６５５
そ の 他	８４７
合 計	2,１６２

d．造成経費

保護樹帯の造成経費をパラナマツを対象に算出してみると，概ね次のとおりとなる。

これによると，１ha 当たりの造成費が１２０千Gs であるから，全体の造成費は，約２５９百万Gs ，主要な尾根筋と河川・渓流沿いについては，約１５８百万Gs 程度と概算される。

表 0・1・11　保護樹帯造成経費の概算　　（1981年, Gs／ha ）

	第１年度	第２年度	第3年度～保育期間	計
地ごしらえ	30,000	—		30,000
植付・補植	31,000	2,000		33,000
保育	12,000	9,000	12,000	33,000
蔓駆除	8,000	4,000		12,000
その他	8,000	2,000	2,000	12,000
計	89,000	17,000	14,000	120,000

注）小宮氏（１９８１年）による

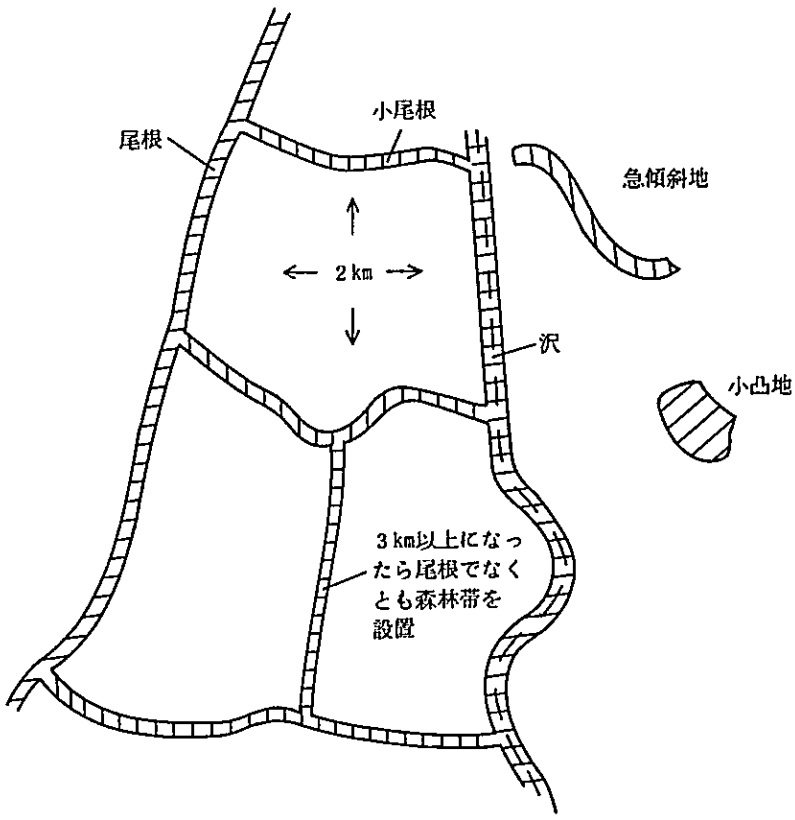


図０・１・７　大面積皆伐地における残置森林の例

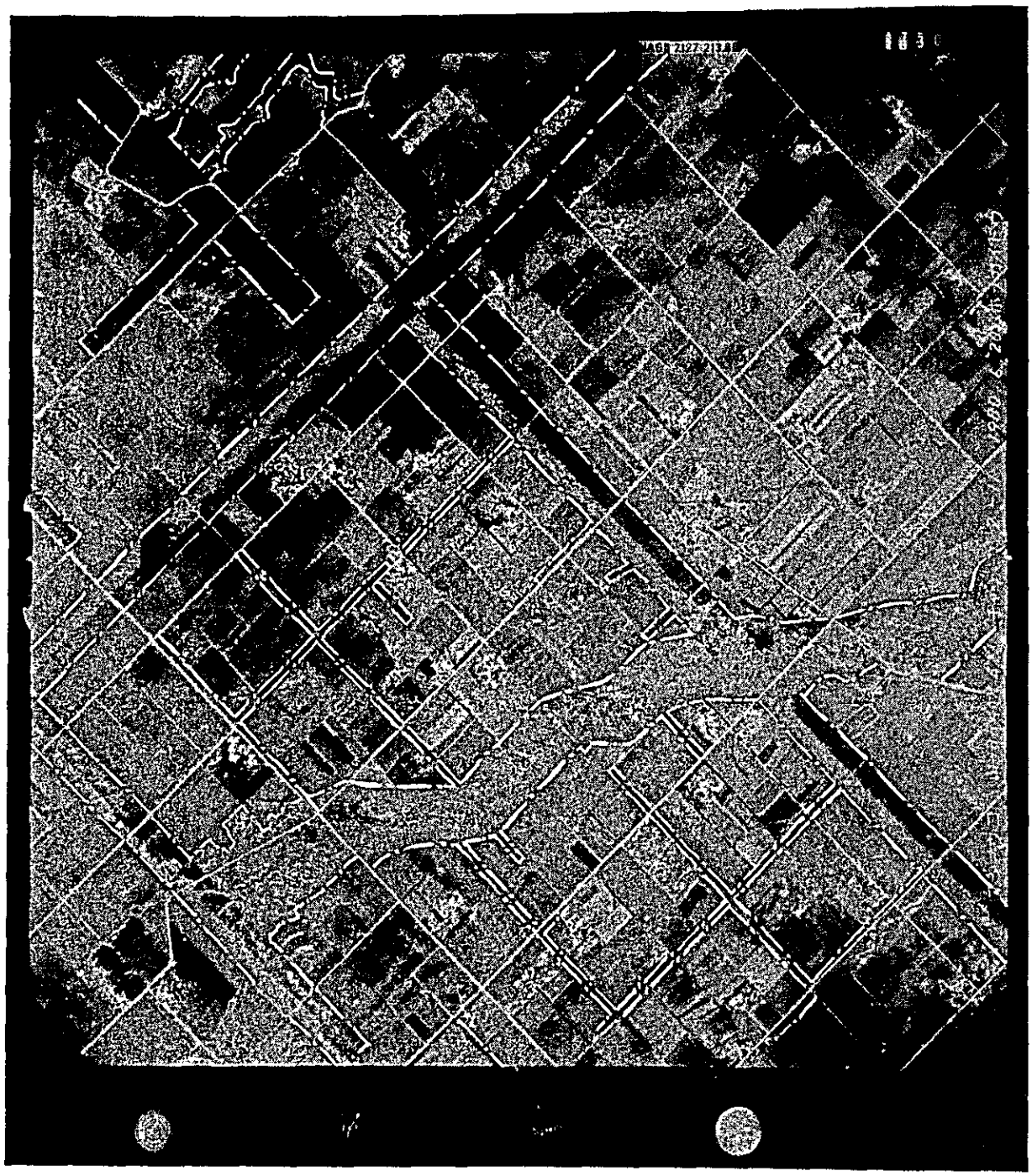


写真０・１・１　保護樹帯（空中写真）

4・1・7 林道計画

(1) 基本方針

モデル地域の南，東，北の三方を囲む形となっている現有道路を基準に，保護樹帯の設定・管理，その他の森林及び牧畜地の管理等，多目的林道として，林道計画を作成した。

なお，この林道は，国又はその代行機関，もしくは，それらの指定する法人等が直接管理し，定められた範囲内において，一般の通行に供しうるものとする。

(2) 林道種別，規格及び計画延長

幹線林道	幅員4m	延長	29,080m	ha当り延長	1.7m
支線 〃	〃 3m		26,400		1.5
計			55,480		3.2

4・2 CERRO CORA モデル地域

この地域は，Cerro Cora 国立公園（全面積5,538 ha）の一部を含み，市民のレクリエーション等に利用されている。

Cerro Cora 国立公園は，本計画においてその区域の拡大を予定しているところであり，このモデル地域は，保全地域を中心とする地域として選定したものである。

4・2・1 地域の概況

① このモデル地域は，AMAMBAY 県の南緯22°37′30″～22°45′西径56°00′～56°07′30″の間に位置し，面積は17,522 haである。

② 地域の標高は，およそ260m～550m程度で，アマンバイ山脈の西側斜面に位置する平坦又は緩傾斜の丘陵状地形をなしているが，区域内には，100m～200mの高さのCerroが群立している。

土壌は，一般に砂質で土地生産力は高くない。

③ モデル地域内の森林は，中木林と混生林が主体をなし，一部を低木林が占めている。

④ 土地利用状況は，森林が55%，牧畜地22%，農用地8%となっているが，他に14%の伐採跡地があり，これは牧畜地に転用されるものと思われる。

4・2・2 森林区分

森分区分の結果は，生産林43%，保護林19%，特殊林38%である。

特殊林は，Cerro Cora 国立公園及び国立公園指定予定地である。

4・2・3　施業方法の基準

次の施業基準表により適切な施業を行う。なお，施業基準の詳細については，3・2に準ずる。

表0・1・12　施　業　基　準　表

森林区分	林型グループ	面　積	樹　種	伐　　採	更　　新	伐期齢
		ha				
生産林	M_2，M_3	3,980	広葉樹 （パラナマツ エリオッティマツ）	択　　伐 （漸　　伐 皆　　伐）	天然下種 A_1，A_2，M_2－補助作業 皆伐－植栽	胸高直径 40cm （90年）
	E	562	パラナマツ ユーカリ その他広	皆　　伐	人工植栽	マツ 20年 ユーカリ 15年
保護林	M	1,135	現在樹種	伐採見合せ （高木混生地域では保全を考慮した弱度の択伐）	天然更新	胸高直径 40cm
	B_1，B_2	898	現在樹種	伐採見合せ 禁　　伐 （M_2近似林は保護目的により弱度の択伐，皆伐）	天然更新 皆伐－植栽	
特殊林	各林型	3,931	現在樹種	禁　　伐 修景伐採	天然更新 修景植栽	

4・2・4　伐採計画

P．J．C．モデル地域に準ずる。

4・2・5　造林計画

A　生産林
B　保護林　｝P．J．Cモデル地域に準ずる。
C　保護樹帯

河川及び渓流沿い等で現在，森林がなく，土壌の侵食・流出の危険のある箇所には，新に保護樹帯を設けることとする。

このため必要な造林面積は，約516haである。

4・2・6　国立公園地域の森林計画

(1)　伐採計画

原則として禁伐とするが，修景伐採及び管理上必要な最少限の伐採は行うことができる。

(2)　造林計画

原則として，現在樹種の天然更新により生態系の維持に努める。

(3)　林道計画

特に新設の計画は行わないが，現在道路の整備に努め，利用者の利便と安全性を確保する。

(4)　施設及び管理計画

①　管理施設は，現在の国立公園事務所を有効に活用し，管理の充実を図る。

②　現在の苗畑を整備し，公園内で必要な苗木の確保を図る。このために潅水施設を整備する。

③　山火事防止用の監視所，消火器材の整備を行う必要がある。

④　将来の利用増を考慮し，公園内に一般利用施設の整備を行う必要がある。

⑤　将来の問題として，史蹟博物館，自然植物園，林間学校等，教養施設の整備を行うことが望ましい。

(5)　国立公園地域の森林の取扱いに関する若干の提言

①　この計画において，国立公園区域の9,342ha，(うちモデル地域内　680 ha)の拡張を予定した。この結果，合計面積は，14,880 ha となる。

この拡張予定地については，なるべく速やかに国立公園指定措置を講ずることが望ましい。

②　国立公園の区域内を，自然環境保全を主目的とする区域，レクリエーション利用区域等に地域区分を行い，計画的かつ高度利用を図る必要がある。

③　国立公園内の人為的無立木地については，レクリエーション利用のため必要な地区等を除き，可及的速やかに森林への復元を図ることが望ましい。

4・3　LIMA モデル地域

このモデル地域は，その位置及び土地条件により，現在まで森林が比較的良好な状態で保全され，都市・集落と農地と森林がバランスよく配置されている。

本計画では，集落を含む農業と林業との複合的管理及び農用林の取り扱い方法などを主なテーマとして，このモデル地域を選定したものである。

4・3・1　地域の概況

① このモデル地域は，SAN　PEDRO 県の南緯２３°　４５′～２３°　５２′　３０″，西径５６°２２′　３０″～５６°３０′の間に位置し，面積は１５,７６７ha である。

② 標高は，およそ１２０m～２００mの比高差の少い地形をなし，Aguary-Guazú 川の中流域をなし，大きな湿地帯を含んでいる。

土壌は，一般に壌土質又は砂質土壌である。

③ 地域内の森林は，中木林が主体をなし，高木林はその１２％で全般て森林構成はよくない。また，湿地帯の周辺等に混生林が１５％分布している。

④ 土地利用の現況は，森林４６％，農用地１３％，牧畜地６％で農用地の比重が他の地域に比して大きい。

他に，湿地その他が３３％を占めている。

4・3・2　森林区分

生産林が９２％を占めているが，その８３％（全体の７６％）は中木林であり，今後，これら森林の改良による生産力の増大が課題である。

他に，保護林８％が，Aguary-Guazú 川沿いに存在している。

4・3・3　施業方法の基準

次の施業基準表により適切な施業を行う。なお，施業基準の詳細については，３・２に準ずる。

表０・１・１３　施　業　基　準　表

森林区分	林型グループ	面　積	樹　種	伐　　採	更　　新	伐期齢
生産林	A_1 ～ A_3 M_2 , M_3	849 4,218	広葉樹 （パラナマツ エリオッティマツ）	択　伐 （漸　伐 皆　伐）	天然下種 A_1, A_2, M_3 補助ー補助作業 皆伐 ー 植栽	胸高直径 40cm以上 （90年）
保護林	M	462	現在樹種	伐採見合せ （高木混生地域では保全を考慮した弱度の択伐）	天然更新	胸高直径 40cm以上

4・3・4 伐採計画

P．J．C．モデル地域に準ずる。

4・3・5 造林計画

P．J．C．モデル地域に準ずる。

4・3・6 林道計画

(1) 現状及び方針

この地域の交通は，ほとんど国道3号線及びこれと集落を結ぶ短い農牧道に依存している現状である。

この計画では，国道3号線から分岐して地域のほぼ中央部を東西に貫いている農牧道を拡幅改良して幹線林道とし，それから南北方向に支線林道を設けることとする。

(2) 計画延長

幹線林道	12,000m	ha当り延長	0.8m
支線 〃	13,400		0.8
計	25,400		1.6

5　資源及び伐採量の見通し

5・1　森　林　面　積

① 森林面積の推定を行った結果，本地域における森林面積は９７０千 ha，森林率62％程度と推定される。

② 前項の森林面積について，森林区分の種別面積を推定した結果は次のとおりである。

表０・１・１４　森林の種別面積の見通し

森林区分	面積比率	推定種別面積	摘　　要
生　産　林	７５％	727,600 ha	
保　護　林	２２	213,400	
特　殊　林	３	29,100	
計	１００	970,100	

すなわち，本地域における将来の森林面積は９７０千ha，うち，生産林が約７３０千ha程度と推定されるものである。

5・2　蓄積及び成長量

5.・2・1　蓄　積

① 密樹冠林の調査結果を基礎に，天然林の目標材積を次のとおり定めた。

天然林の目標材積（１ha当り）

全 樹 種　　１３０m^3

有用樹種　　８５m^3

なお，因みに現在の択伐施業林の平均材積は１ha当り約６９m^3である。

② 人工林の目標材積をパラナマツ及びエリオッティマツを指標として検討した結果，利用材積換算で次のとおりとした。

人工材の目標材積（１ha当り）２４５m^3

③ 生産林の天然林・人工林区分を次のとおりとした。

天　然　林	９０％	６５５千ha
人　工　林	１０	７３

④ 生産林以外の森林については，現状を維持することを前提とし，１ha当りの蓄積を５０m^3とした。

⑤ 以上の前提に基づいて推定計算を行った結果本地域における総蓄積は，次のとおり推定できる。

総　蓄　積　　８４,９０６千m^3

5・2・2 成　長　量

① 天然林の成長量は，基礎調査結果に基づき，成長率を５％として次のとおり推定した。

天然林の成長量　　3,１９３千m^3

② 人工林の成長量は，パラナマツ及びエリオッティマツを指標に１ha当たり２５m^3とし，利用率を考慮して次のとおり推定した。

人工林の成長量　　1,２７８千m^3

③ 生産林以外の森林については，現状を維持することを前提に，成長率を3.5％とし，次のとおり推定した。

その他の森林の成長量　　４２４千m^3

④ 以上により本地域における総成長量を推定した結果は，次のとおりである。

総成長量　　4,８９５千m^3

5・3 伐　採　量

森林の年成長量を基準とし，保護林及び特殊林についてはその設定目的を考慮して，本地域における伐採量の総量を次のとおり推定した。

総伐採量

天　然　林	3,１９３千m^3
人　工　林	1,２７８
その他の森林	１４０
合　計	4,６１１

5・4 総　　括

以上により，森林面積，蓄積及び成長量，伐採量の推定結果を総括すれば，次表のとおりである。

表０・１・１５　資源及び伐採量の見通し総括

森林区分		種別	面積	蓄積	成長量	伐採量	摘要
見通し	生産林	天然林	千ha ６５５	千m³ (41,756) 63,863	千m³ (2,088) 3,193	千m³ (2,088) 3,193	(　)内は有用樹種を示す内書
		人工林	７３	8,943	1,278	1,278	
		小計	７２８	72,806	4,471	4,471	
	保護林		２１３	10,650	373	123	
	特殊林		２９	1,450	51	17	
	計 (a)		９７０	(41,756) 84,906	(2,088) 4,895	(2,088) 4,611	
現在の森林に合わせた換算値 (a)			９７０	(20,460) 46,166	(1,023) 3,051	(1,023) 2,912	
現在の森林 (b)			９５５	(14,964) 27,845	(　４９４) ９１９	(　４９６) ９２４	成長量は推定，伐採量は標準伐採量
比率	(a)／(b)×１００		１０２	(　１３７) １６６	(　２０７) ３３２	(　２０６) ３１５	

なお，参考のため現在の森林状況と比較した結果は改良期（６０年）終了後において上表のように，蓄積は約１７倍に増加し，成長量・伐採量も現在の約３倍程度の増大が可能となる。

５・５　現在の伐採量と現状での見通し

(1)　現在の森林の伐採許容量と伐採実行量

①　最近の実際の伐採・搬出量は，製材用丸太の搬出量のみで約６９７千m³程度と推定される。このうちの約７５％に当たる５２３千m³はPerobaの伐採量と見られる。

②　この結果を用いて，現在の森林の伐採許容量（標準伐採量）と伐採実行量を比較してみると次のようになる。

表０・１・１６　伐採許容量と伐採実行量

樹種	伐採許容量ⓐ	伐採実行量ⓑ	ⓑ／ⓐ×１００
有用樹種（A+B）	４９６千m³	６９７千m³	１４１
Peroba	１７４	５２３	３０１

(2)　現在の伐採量による継続年数

①　現在の森林の蓄積及び成長量を用い，上記の伐採実行量に基づいてその継続年数を算出すれば，次のとおりとなる。

現在の伐採量による継続年数

有用樹種	33.2年	Peroba	12.0年

② もとより，資源が枯渇し品質劣化と奥地化が進むにつれて，必然的に伐採量も漸減していくので，この年数をもってすべてが消失することにはならないが，現在のような伐採が継続されていく以上，資源の枯渇，品質の劣化，生産コストの上昇に向って加速していくであろうことは明らかであり，既にその徴候は，かなり明確な形をとって現われている。早急の対策が必要である。

6. 森林開発計画ガイドライン実施に関する提言等

この森林開発計画ガイドライン作成の目的を達成するためには，このガイドラインに示した事項に従い，現在の森林の適正な取扱いと積極的な森林の造成が必要である。

これらの詳細な事項については，それぞれの項目ごとに具体的に記述してきたので，ここでは，このガイドライン実施に関して必要と思われる問題について，包括的に提言を行うこととする。

(1) 国の森林・林業に関する施策の充実・整備を図ること。

a. 森林計画制度の導入について

森林・林業に関する施策は長期的かつ広域的観点にたって計画的に行われなければならない。

このためには，国，地方を通じた体系的な森林計画を作成し，一貫した方針のもとに秩序的に進められることが必要であり，できるだけ早い機会に，合理的な森林計画制度の導入について検討することが望ましい。

b. 保全林の指定及び施業方法の明確化について

本計画において区分した保護林については，現地における区域を明らかにして指定措置を講ずるとともに，指定目的を効果的に達成するために森林の取扱基準を明確にし，有効な施策を実施することが期待される。

c. 伐採規制及び伐採量の的確な把握について

伐採規制及び伐採量の的確な把握を行うため，次のような施策を早急に検討し，実効ある対策を講ずる必要がある。

① 伐採の許可制もしくは届出制等により事前にこれを把握し，秩序ある森林開発と伐採総量の調整を行うこと。

② 伐採・搬出量の計測について，現在の定点・全時間体制を強化するとともに，積出し現場，道路上等において随時移動計測を行うなど，捕促率の向上に努めること。

なお，要すればこれに必要な営林署等の機能の整備・充実を図ること。

③ 製材所等の木材加工施設ごとに制限消費量の目標を設定し，伐採許可証(Guia)発行数の調節を行うなど，素材消費側面からの伐採量の抑制措置を考慮すること。

(2) 森林施業に必要な基礎資料類の整備を推進すること。

a. 立木幹材積表の調製について

森林の適切な施業を指向するためには，先ず，その基盤である測定尺度の基準を明確にすることが先決であり，早急に立木幹材積表の調製を行うことが必要である。

b. 森林施業に関する試験・調査の充実について

現在，いくつかの天然林試験地が設けられているが，試験地の面積，形態，観測方法等にわたって，更に検討を要する問題点が多い。

なるべく早い機会に，天然林の成長・収穫，更新その他施業上必要な基礎資料収集のための試験地の設定・観測に着手すべきである。

c. その他の基礎資料類の整備について

人工造林の推進のためには，系統的な土壌調査，林分収穫表の調製など基礎資料類の整備は不可欠の要件であるが，ここでは，その必要性を示唆する程度に留める。

(3) 人工造林推進に関する積極的な施策を行うこと。

a. 民間の森林造成に対する保護助成策について

森林法に基づいて一部実施されている税制上の優遇措置等助成策について充実・強化するとともに，公的資金による低利融資，造林補助金による助成等，民間の森林造成に対する保護助成策を積極的に講ずる必要がある。

b. 国もしくは公共の機関による分収造林等の実施について

人工造林推進のためには，国もしくは公共的機関みずから造林を行って，その範を示し，その動機づけを行うことが是非必要である。この場合，造林用地は民有地を利用し，造林者と土地所有者が契約に基づいて，主伐又は間伐時にその収益を一定割合により分収する方式（分収造林契約），によることが適当であると思われる。

人工造林推進策の一つとして，分収造林制度の実施について検討すべきである。

(4) 森林の造成技術に関する研究・開発及び普及を推進すること。

本計画において記述したところに従い，森林の造成技術に関する研究・開発を積極的に推進するとともに，造林希望者等に対する技術の指導・普及に努める必要がある。

(5) 木材関連産業の振興施策を推進すること。

人工造林を推進するための要件の一つは，生産材の販路の安定的確保である。

又，未利用材の利用促進等，天然林材の高度利用による附加価値の増大は，地域経済の振興，住民の労働機会の増加等に果たす効果がきわめて大きい。

そのため，チップ，パルプ，合板，家具・木工，製紙等，木材需要産業の積極的な誘致・振興を図る必要がある。

(6) 未利用材の利用開発等，木材利用技術の開発を推進すること。

CEDEFO との連携を密にし，民間企業の創意を活用する方向で，本地域においても，未利用材等，木材利用技術の積極的な開発を行う必要がある。

又，そのために必要な施設の整備，技術者の養成等を行う必要がある。

(7) 森林の効用に対する教育・宣伝を積極的に行うこと。

現在，熱帯・亜熱帯地方における森林の消失は地球的規模で進み，砂漠化の進行，気象の変化等，大きな関心事となっているところであり，本地域もその例外ではない。

従って，国又は公共機関の主導によって，「みどり資源」の重要性に関する教育・宣伝を積極的に行い，合わせて，人工造林意欲の高揚に資することが肝要である。

(8) 土地利用の集約化と総合的な高度利用を推進すること。

本地域の土地利用は，一部を除いては粗放利用地が多く見られる。

これらの地域については，モデル地域の森林開発計画において述べたように，保護樹帯の設置，牧区分割方式を取り入れた森林造成による地力の回復等，土地の集約利用を行うことが必要であり，更に，牧畜－林業，農業－林業等の複合経営による土地の総合的な高度利用を推進することが，２１世紀に向かっての，本地域発展のための大きな課題である。

第 2 部　基 礎 調 査

1 森 林 調 査

1・1 調査の経過及び成果

(1) パラグアイ国北東部における秩序ある森林開発と林業振興及び地域経済の発展を指向して，１９８０年から３カ年にわたって空中写真の撮影，森林資源調査，土壌調査等の林業資源調査を実施し，森林資源の実態及び林地の特性等を明らかにした。

調査の経過は次のとおりである。

表０・２・１ 調 査 の 経 過

項目＼年度	1980年度	1981年度	1982年度
概況調査	人工衛星ランドサット解析		
林業資源調査	空中写真（北部地域）	撮影（南部地域）	
	森林予備調査		
		写真判読	
		森林本調査（北部地域）	（全域地域）第1次 第2次
			密樹冠林調査
			土壌調査

(2) 以上の調査結果は，必要な解析・考察を行って取りまとめ，次の報告書を作成した。

昭和５６年３月　ランドサット解析報告書

昭和５７年３月　昭和５６年度パラグアイ国北東部林業資源調査報告書

昭和５８年３月　昭和５７年度パラグアイ国北東部林業資源調査報告書

なお，昭和５７年度報告書（昭和５８年３月）は，昭和５５～５７年度の３カ年の調査結果を取りまとめたものである。

1・2　ランドサット・データの解析

(1)　ランドサット・データの解析結果から土地分類図（S＝1：500,000）を作成した。

(2)　森林の経年変化をみると，1972年から1977年までの約5年間に消失した森林は年平均約13％程度であり，また，特定地域の解析結果では，12年間における森林の消失率は，高木林27.5％，低木林17.2％となり，年平均値でそれぞれ2.3％，1.4％に達している。

しかもそれらは1975年から1980年の最近5年間に急激な減少傾向を示している。

1・3　森林資源

標本調査による森林資源の概要は次のとおりである。

(1)　層別及び土地利用別面積は，次のとおりである。

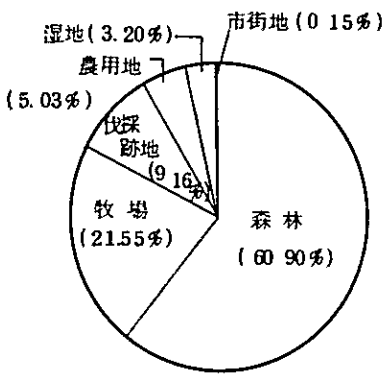


図0・2・1　土地利用別面積率

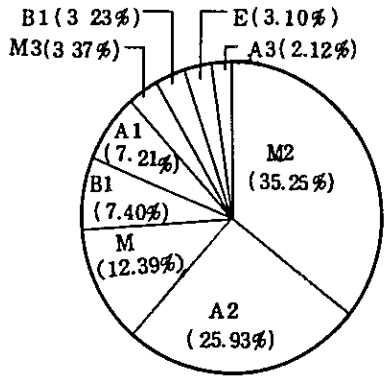


図0・2・2　森林の層別面積率

(2)　区域内の胸高直径41cm以上の出現樹種数は135種であり，うちPerobaが材積の22％を占めている。

(3)　調査地域の総蓄積（胸高直径41cm以上，樹皮なし，欠点木除く）は

総蓄積（m^3）＝27,845,025±2,314,944

となり，A＋Bクラス及びPerobaの蓄積は，

A＋B（m^3）＝14,963,651±1,731,470

Peroba（m^3）＝　5,236,869±1,462,447

となり，総蓄積に対して，それぞれ，53.7％，18.8％となる。

うち，樹種別では，Cedro 457千m^3，Lapacho 876千m^3，Peroba 5.237千m^3 等である。

また，地域別蓄積は次のとおりで，アマンバイ県が約５０％を占めている。

表０・２・２　地　域　別　蓄　積

地域別	面積 ha	蓄積 千m^3		
		全蓄積	A＋B	Peroba
アマンバイ県	477,445	14,148	7,615	2,782
コンセプシオン県	105,503	3,121	1,682	581
サンペドロ県	231,221	6,642	3,589	1,205
カネンディユ県	141,235	3,934	2,078	669
合計	955,404	27,845	14,964	5,237

(4)　Perobaの直径階別のha当り材積は，次のとおりで，胸高直径８０cm以上の材積は，全体の約２７％である。

表０・２・３　Perobaの直径階別・ha当り材積

樹種＼直径階 cm	10～20	21～30	31～40	41～50	51～60	61～70	71～80	81～90	91～100	101～	合計
Peroba (m^3)	0.45	071	1.01	097	1.31	1.16	1.14	0.56	0.56	142	9.29
(%)	49	7.6	10.9	104	141	12.5	12.3	60	6.0	15.3	100
	23.4			24.5		248		27.3			100

１・４　森林土壌

本地域の土壌には，次のような特性がみられる。

①　土壌層が極めて深いこと

②　暗赤褐色，赤褐色，暗赤色など赤みが強いこと

③　一般に層位界が明瞭でないこと

④　土層中に石礫を含まないこと。ただし，地表下数メートル～数十メートル附近に礫層が存在しているものと考えられる。

⑤　適潤性の土壌が多く，乾燥型の土壌はほとんど見られないこと

区域内の森林土壌の形態と特性は次のとおりである。

(1) 砂土型土壌（S型）

深い砂質の土壌で微砂質からやゝ粒径の大きいものまで含まれるが，細砂質の土壌が多く，石礫は含まない。

この型の土壌は，一般に天然更新は良好であるが，林地の生産性は高くない。

人工造林は可能で，ある程度の成長は期待できる。この土壌は，森林の伐採により急速に洗脱が進み地力を消耗するので，森林の開発に注意を要する。

(2) 砂土・壌土型土壌（S・L型）

砂土型土壌と壌土型土壌の中間的な形態をもち，地域内の平坦地に広く分布している。細砂又は微砂質のものが多く，層中に粘りの少ない粘土を含むか又はB層下部にやゝ粘質の層をもつ。

森林の生産力は前者より高く，人工林の造成は十分に可能である。

この型の土壌も裸地化による洗脱，地力減退，表面侵食の影響は大きいので注意を要する。

(3) 壌土型土壌（L型）

傾斜をもつ波状地形の高地森林地帯に多く分布している指標的な暗赤色フェラルソルスに近い土壌である。

地床は稚樹の発生良好で，地床植生は豊富である。

本地域の中では最も生産力の高い土壌であり，適正な施業を行えば，成長旺盛な人工林の造成が可能である。

(4) 埴壌土型土壌（CL型）

土層中に粘土の含量が多い土壌で，森林の取扱いは，概ね壌土型土壌に準ずる。

(5) 埴土型土壌（C型）

波状地形の上部台地等に出現する重粘な土壌で，森林の生産力は低く，人工林の造成は避けることが安全である。

(6) グライソルス（G型）

斜面下部の緩斜地，低湿地等に出現する。

植生は湿生草地，灌木林，低木林等を呈し，森林生産力は低い。この型の土壌は林業生産の対象とはならない。

2 施 業 調 査

2・1 天然林の成長量

天然林の成長量を推定するため，Peroba などの有用樹種１０２本を対象に，伐根等の年輪調査を行い，林分成長量の算定を行った。

(1) 調査方法

① 伐根，伐倒木又は丸太の元口等の断面について，その年輪数，年輪幅を測定し，齢階ごとの根元直径を算出する。（年輪調査）

② 資源調査結果の根元直径と胸高直径の関係から，齢階ごとの胸高直径を算出する。

③ 胸高直径と幹材積の関係から，直径階ごとの幹材積を算出する。

④ 直径階ごとの幹材積を用いて材積成長量を求め，これを進級年数で割って，次式により直径階ごとの年平均成長量Ｚｄを求める。

$$Zd = \frac{Vd_2 - Vd_1}{n}$$

ただし，Vd_1 ： ある直径階の幹材積

Vd_2 ： １つ上位の直径階の幹材積

n ： Vd_1 から Vd_2 へ進級に要する年数

⑤ 直径階別の ha 当り立木本数に材積成長量を掛けて，直径階別の ha 当り成長量を算出し，これを合計して，ha 当り材積成長量を求める。

(2) 林分成長量の算定

以上の方法により本計画区内における天然林の成長量を算定した結果は，本計画区内における全樹種（各樹種合計の ha 当たり総量)の林分成長量は，表0･2･4のとおりとなり，ha当たり２１３m^3 となった。

同時に，Ａ＋Ｂグループ，Peroba について，林分成長量を求めた結果は，それぞれ，ha当たり0.５５m^3，0.２１m^3 となった。

また，全樹種の林分成長量をha当たり立木幹材積で割って，幹材積成長率を算出した結果，本地域の成長率はおおむね3.３％程度と推定される。

表０・２・４　　林　分　成　長　量

樹種	直径階 cm / 種別	10～20	21～30	31～40	41～50	51～60	61～70	71～80	81～90	91～100	101～	計
全樹種	本数／ha	190.1	74.0	296	123	5.9	2.9	1.8	0.7	0.4	03	3180
	年平均成長量／本	0.0036	00071	0.0124	0.0180	0.0232	0.0275	0.0326	0.0377	0.0416	0.0461	
	成長量／ha	06844	0.5254	03670	02214	01369	00798	00587	00264	0.0166	00138	21304
A＋B	本数／ha	242	12.5	8.0	4.8	28	16	1.0	05	03	0.3	56.0
	年平均成長量／本	0.0031	00071	00119	00173	00241	0.0305	0.0373	0.0458	00513	0.0568	
	成長量／ha	0.0750	0.0888	0.0952	0.0830	0.0675	0.0488	00373	0.0229	0.0154	0.0170	0.5509
Peroba	本数／ha	10.2	37	2.1	1.1	10	0.6	04	0.1	0.1	0.2	19.5
	年平均成長量／本	0.0031	00071	00133	0.0199	00295	0.0395	0.0508	00632	0.0768	0.0896	
	成長量／ha	0.0316	00263	0.0279	0.0219	0.0295	00237	0.0203	0.0063	0.0077	0.0179	0.2131

成長率　$P(\%) = Z/V \times 100 = 2.1304 / 64.60 \times 100 = 3.3$

ただし，ha 当り幹材積（V）＝６４．６０m^3

2・2 天然更新

計画区域内の森林について

① 森林タイプと稚樹数の関係

② 稚樹の成長と生立数の推移

③ 上層木と稚樹との関係

等の天然更新調査を行った。結果の概要は次のとおりである。

(1) 森林タイプ別の稚樹数

Perobaについては，Dタイプの森林が他のタイプの森林より多い。A＋Bについては，胸高直径4㎝以下の階層まではDタイプ，Aタイプともほぼ同じ傾向を示しているが，胸高直径5～9㎝階層では，Dタイプの方が多くなる。

森林タイプ別稚樹数は，次表のとおりである。

表0・2・5 森林タイプ別稚樹数

森林タイプ	樹高0.3m～1.3m		胸高直径4㎝以下		胸高直径5㎝～9㎝	
	Peroba	A＋B	Peroba	A＋B	Peroba	A＋B
A_1	1,083	750	83	250	0	0
A_2	333	944	111	167	56	0
M	0	200	100	0	0	0
M_2	125	542	125	42	0	0
DA_2	1,556	611	444	167	56	56
DA_3	2,000	375	625	250	250	125

(2) 稚樹の成長と本数の変化

稚樹の大きさクラス別の本数推移をみると，Perobaについては，M_1，M_2 タイプを除き，胸高直径4㎝までに67～92%の稚樹数が減少し，胸高直径5～9㎝クラスになると，83%以上の減少率を示している。

また，A＋BではDA_3を除き，胸高直径4㎝までに67%以上の稚樹数が減少し，同5～9㎝クラスになると91%以上が減少を示しているところから，発生した稚樹は，胸高直径4㎝になるまでにその大半が消失するものと考えられる。

(3) Peroba の母樹本数と稚樹数

本調査結果では，あまりはっきりした傾向ではないが，Peroba の母樹本数が増加すると逆に稚樹数が減少する傾向を示している。

これは，次の樹冠密度との関係が卓越しているためと考えられる。

(4) 上層木の密度と稚樹数

この関係では，上層木の本数が増加するにつれて，林内の稚樹数が減少する傾向を示している。

これは，上層木の樹冠密度による林内照度の多寡が稚樹の発生・生育に影響を及ぼしているものと考えられる。

2・3 種苗及び人工林

(1) 種苗及び造林

種苗と造林について，種子の播き付け量，発芽率，苗の植栽時期，植栽間隔等をパラナマツ，エリオッティマツ，ユーカリについて調査した。

① 種子の播き付け量はパラナマツがha 当り６０kg～９０kg （直播），粒数で7,９００～１１,７００粒，ユーカリがha当り５００kgである。

② 種子はパラナマツが４月から５月に直播かまたはポットに播種し，エリオッティマツが６月から８月に木箱かポット等に，またユーカリが７月から１０月に苗床に播種する。

③ 林地におけるha当たり植栽本数を樹種別にまとめると以下に示すとおりである。

表０・２・６ 植 栽 本 数

樹　種	山添氏[2)3)4)]	林野庁[1)]	小宮氏[8)]	備　考
パラナマツ	2,500 本/ha ～3,000	2,250* 本/ha	1,600 本/ha	* 林齢４年生
エリオッティマツ	1,700	3,000	2,200 ～3,000	
ユーカリ	2,200 ～2,500	2,500		

④ このほか，ユーカリでは整地および特にアリの駆除が必要であり，エリオッティマツは火災の防止が必要である。

⑤ また，苗畑における播種の時期は７月～８月，林地における植付け時期は５月～８月で冬期がその適期となっている。

(2) 人工林の成長

人工林については主として文献等を中心に樹種の特性，成長量等について調査した。

① パラナマツ，エリオッティマツ，ユーカリの伐期はパラナマツ，エリオッティマツで２０～２５年程度ユーカリで10～15年程度が概ね適正であると考えられる。

② 樹種別林齢別に年成長量をまとめると以下に示す通りである。

表0・2・7　人工林の成長量

樹　種	林　齢	アルトパラナ林業学校	林野庁	小宮氏	セデホ林業センター	備　考
パラナマツ	10	14.5 m^3	14.3 m^3	20.8 m^3		
	20		18.5 m^3	27.8 m^3		
	25			228 m^3		
エリオッティマツ	10	22.6 m^3	28.1 m^3	25.0 m^3		
	20		31.4 m^3	29.4 m^3		
	25			26.0 m^3		
カリビアマツ	10		27.2 m^3			
	20					
	25					
ユーカリ	10		25～30 m^3			
	20		33 m^3			
	25					
セドロ	25～27				1.71 m^3	
ペテレブ	25～27				2.43 m^3	
ラパチョ	25～27				0.59 m^3	
パライソ	10					
	20					
	25					

パラナマツの成長量は林齢２０年前後まで増加し，それ以降は減少している。

エリオッティマツの年成長量は各林齢でパラナマツより大きい。

また，カリビアマツ，ユーカリ，パライソとも年成長量は大きく，特に，ユーカリ，パライソがカリビアマツ等の針葉樹に比較して大きい。

③　自然生育樹種と導入樹種の成長量を比較すると前表からも明らかなように，パラナマツ，ユーカリなどの導入樹種の方が，自然生育樹種であるセドロ，ペテレブ，ラパチョよりも著しく大きい。

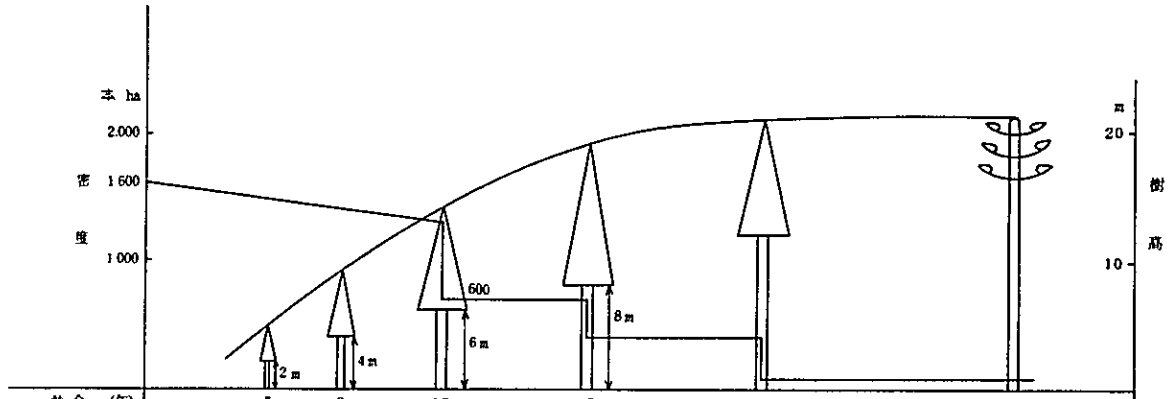
(3)　育林体系

育林体系図によると，下刈は，パラナマツ，エリオッティマツとも，林齢４年程度まで年３回行う。

枝打は，林齢５年に全立木を対象に行い，以後，林齢８年に７００本，１２年に７００本，１８年に４００本について行う。

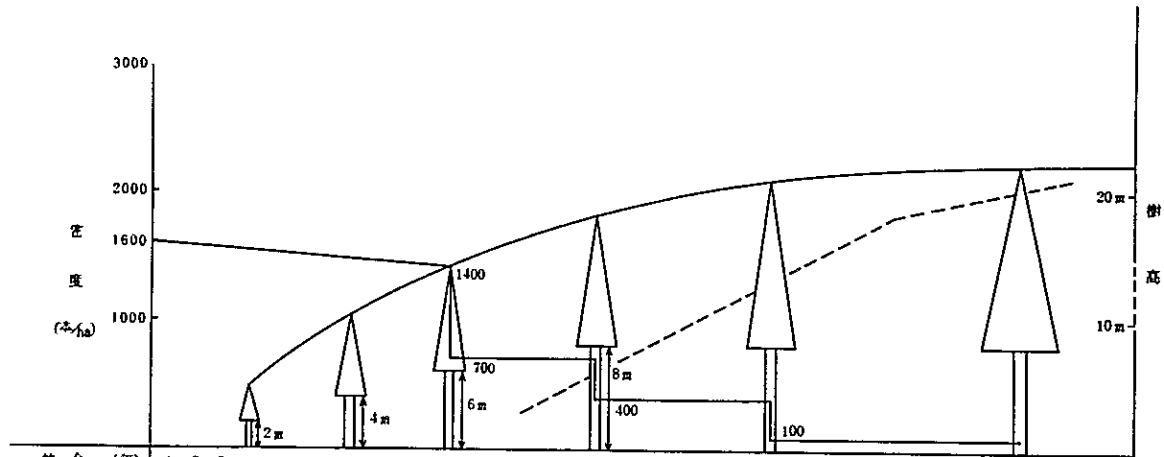
間伐は，林齢１２年に６００本，１００m^3，１８年に３００本，１５０m^3 程度行う。

次に，パラナマツ及びエリオッティマツの育林体系図を示す。



林令 (年)	5	8	12	18	25	35
樹高 (m)			14	19	21	
胸高直径 (cm)			21	31	35	
材積 (m³)			250	400	320	
下刈，除伐 (回)	3	3	1	1		
枝打 (回)	1	1	1	1		
(本数)	全	700本	700本	400本		
間伐 (回)			1	1	最終	
			600本	300本	300本	合計
			100m³(10%)	150m³(38%)	250m³(80%)	500m³
備考				二段林への誘導	採種用の母樹として残す	

図０・２・３　パラナマツの育林体系図



林令 (年)	1 2 3 4	8	12	18	25	35	
樹高 (m)			14	18	21	22	
胸高直径 (cm)			20	30	36	40	
材積 (m³)			300	430	400		
下刈 (回)	3	3	1				
枝打 (回)	1	2	3	4			
(本数)	全	700	700	400			
間伐 (回)			1	2	3		
			700	300	300	合計	
			100m³	150m³	300m³	550m³+100+αm³	
			(33%)	(35%)	(75%)		
備考							

図０・２・４　エリオッティマツの育林体系図