

ブラジル共和国アマゾン林業開発
現地実証調査
実施設計調査団報告書

昭和54年8月

国際協力事業団

林開発
J R
79 - 29

ブラジル共和国アマゾン林業開発
現地実証調査
実施設計調査団報告書

JICA LIBRARY

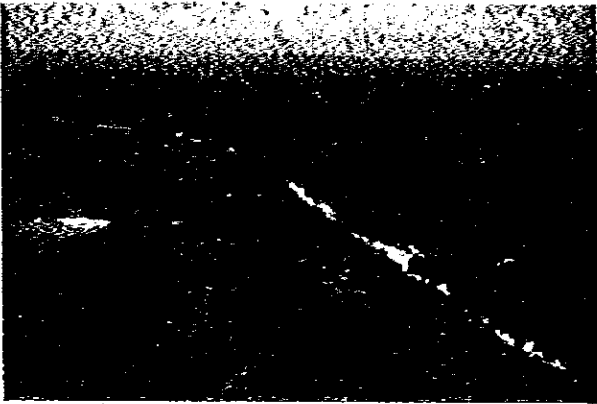


1025750(9)

昭和54年8月

国際協力事業団

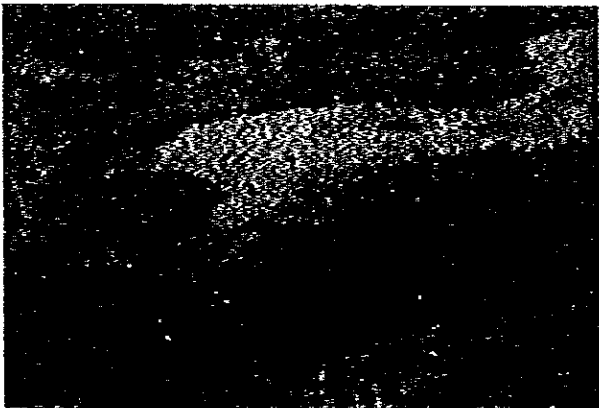
国際協力事業団		
受入 期日	84. 4. -3	703 88
登録No.	02476	FDP



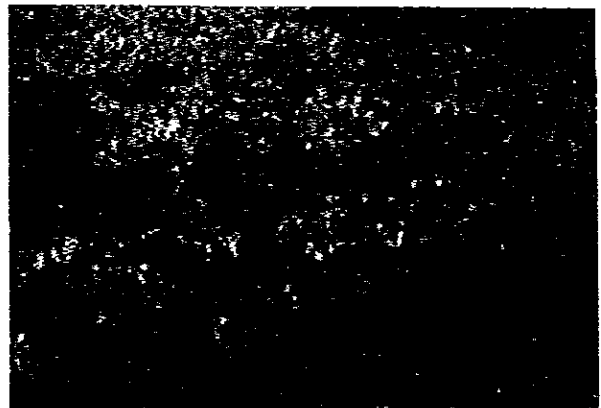
ベルテラ地区天然林
左は、タパジォス川



タパジォス地区天然林



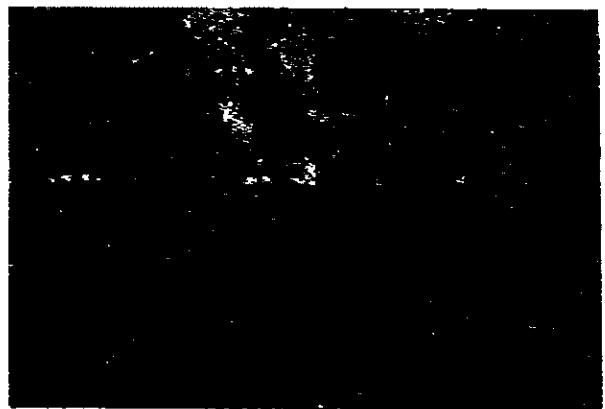
ベルテラ人工林更新試験地区近辺
に広がる天然林



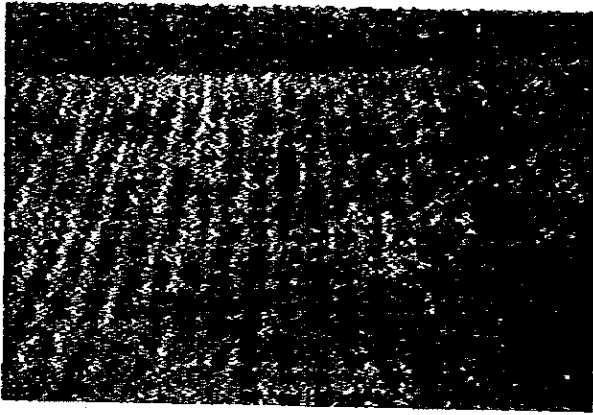
タパジォス天然林更新試験地元近
辺に広がるアマゾン熱帯降雨林
原生林



IBDF (ブラジル森林開発院)
のベルテラ地区苗畑



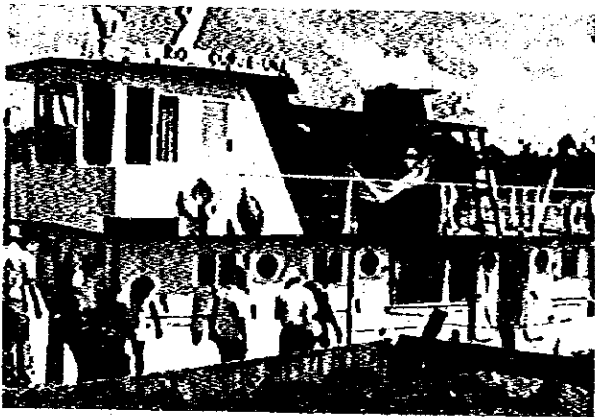
ベルテラ地区ゴム園跡二次林



ベルテラ地区ゴム園



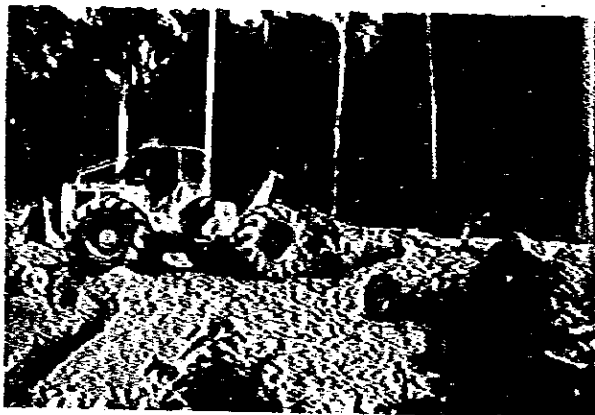
タバジョスの天然林区内



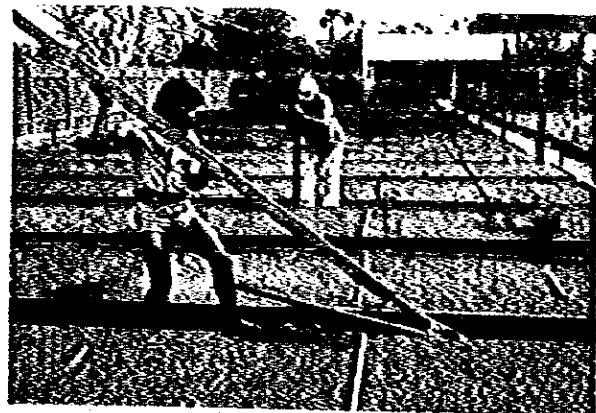
アマゾン河支流クルワウナ川上流
森林調査の際利用した船



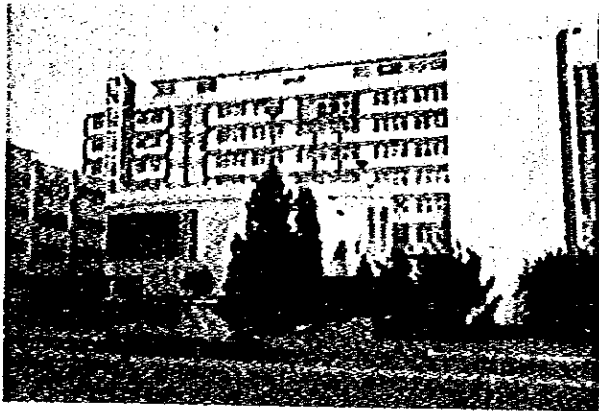
クルワウナ川上流



SUDAM (アマゾン開発庁) の
クルワウナ地区伐採現場



SUDAM (アマゾン開発庁) の
クルワウナ地区苗畑



SUDAM(アマゾン開発庁)ベレン本部



ベレン近郊にある EMBRAPA
(ブラジル農牧研究公社)の試験林
区内におけるアンダーソンメソッド



ベレン近郊にある EMBRAPA
(ブラジル農牧研究公社)試験林
地区とカウンターパート



同 上 苗畑
(カルピアマツ)



天然更新試験予定地区サンタレー
ンより70 Km地点
(国道163号線)



同上試験林区内における
ラインプランティング

巻 頭 言

アマゾン地域は、伯国の森林面積の約70%を占めており、世界最大規模の森林資源が比較的未開発のまま残されている。

現在伯国政府が実施しているアマゾン総合開発の中で森林の開発は、継続的な木材供給はもちろんのこと、合理的な土地利用を進めるうえで重要な地位を占めており、伯国政府は、環境・保全との調和のとれた開発を行うべく努力している。これまで我が国は伯国政府と協力して林業開発協力の可能性、特に民間がその開発に参加する可能性を探るため調査を行って来た。その結果アマゾンの森林開発を進めるに当たっては、適正な伐採搬出技術、未利用樹種の利用加工技術および伐採跡地の確実な更新技術の確立が前提条件であるとの結論に達した。

またなによりも先ず適正な森林経営の基礎となる更新技術の開発が急務であり、森林造成技術の確立について協力することが必要であると思料された。

以上の背景を踏まえ国際協力事業団は、1978年3月神足勝浩氏を団長とする計画打合せチームを派遣し、本件現地実証調査事業の趣旨を伯国政府に説明並びに協議を行ったところ全面的に賛同が得られた。このような経緯から次いで1978年6月野田敏彦氏を団長とする実施設計チームを派遣した。

本報告書は、上記実施設計チームの選定した本件現地実証調査事業対象地の調査結果をとりまとめたものであり、関係者各位に広く利用していただければ誠に幸である。

最後に本調査に参加された団員の方々および多大の御支援、御便宜をいただいた伯国農務省をはじめ内務省SUDAM(アマゾン開発庁)、企画庁、IBDF(ブラジル森林開発院)EMBRAPA(ブラジル農牧研究公社)等伯国政府関係機関の各位並びに我が国の外務省、在ブラジリア日本大使館、農林水産省等の日本政府関係機関に対して心から謝意を表するとともに、今後とも本件現地実証調査プロジェクトの推進のため一層の御指導と御協力を賜らんことをお願いする次第である。

1979年8月

国際協力事業団

理事 遠藤 寛 二

目 次

卷 頭 言

I 調査の経緯及び目的	1
II 団員構成	2
III 調査日程及び調査団移動図	3
IV 実施計画	5
1. 対象地域の概況	5
(1) 実施箇所の選定	5
(2) 自然条件	5
① 位 置	5
② 気 象	5
③ 地 形	6
④ 土 壌	6
⑤ 森 林 型	9
(3) 試験地の予定箇所の現況	12
(4) 社会条件	34
① 交 通	34
② 人 口	34
③ 住 宅 等	34
④ 生活物資の調達	35
⑤ 教 育	35
⑥ 医 療	36
2. 試験林設定計画	36
(1) 人工林造成試験林設定計画	36
① 場 所	36
② 面積・規模	36
③ 試験設計の考え方	36
a プロット面積	36
b 造林方法	36
(1) ラインプランティング法	38
(i) 列状植栽 A	38
(ii) 列状植栽 B	38

(Ⅱ) 列状植栽 C	38
(1) 群状植栽	39
(2) 帯状皆伐法	40
(3) 皆伐法	40
(4) タウンヤ法	40
c 植栽樹種	41
④ 試験区配置図	44
⑤ 樹種の特 性	45
(2) 天然更新試験林設定計画	50
① 場 所	50
② 面積・規模	50
③ 試験設計の考え方	50
a プロット面積	50
b 作 業 種	50
(1) 群状択伐法	51
(i) 上層木択伐	51
(Ⅱ) 上層木択伐・下層木除去	51
(2) 帯状皆伐法	52
(3) 傘伐更新法	52
(4) 対 照 区	52
c 更新期待樹種	52
④ 試験区配置図	54
(3) 展示林造成計画	55
① 場 所	55
② 面積・規模	55
③ 試験設計の考え方	55
a 面 積	55
b 樹 種	55
④ 試験区配置	58
(4) その他の試験計画	58
① 産地試験	58
(1) 場 所	58
(2) 面積・規模	58

(ウ) 試験設計の考え方	58
② 採種園造成試験	59
(ア) 場 所	59
(イ) 面積・規模	59
(ウ) 試験設計の考え方	59
(エ) 配 置	60
3 造林計画	60
(1) 種子調達計画	61
① 種子の結実期	61
② 樹種別種子の飛散様式	62
(2) 育苗計画	72
① 苗木生産計画	72
② 播 種 床	73
③ 播 種	74
④ 灌 水	74
⑤ 日 覆	74
⑥ ポット養苗	74
⑦ ポット用土壌	75
(3) 地植え計画	75
(4) 植え付け計画	76
① 植え穴掘り	76
② 苗木運搬	76
③ 植え付け	77
(5) 下刈り計画	77
(6) 造林費算定基準	77
① 育 苗 費	77
② 造 林 費	79
③ 人 件 費	86
4 苗圃整備計画	86
(1) 圃場整備計画	86
① 苗木生産回数	86
② 養 苗	86
③ 播 種 床	87

④	ポット養苗床	87
⑤	圃場内道路および排水溝	87
(2)	苗畑整備計画図	88
(3)	施設整備計画	89
①	事務所	90
②	作業舎	91
③	資材置場	92
④	灌水施設	93
⑤	日覆い施設	96
⑥	発電施設	97
(4)	施設整備費および資機材費	97
5.	道路整備計画	99
(1)	既設道路の現況	99
①	ベルテラ人工林造成試験予定地	100
②	タバジョス天然更新試験林予定地	101
(2)	林道・作業道の路線配置計画の考え方	102
①	ベルテラ試験地	102
②	タバジョス試験地	102
③	道路規格と建設費	102
(3)	路線配置	104
①	ベルテラ試験地	105
②	タバジョス試験地	107
(4)	林道開設上の留意事項	108
(5)	道路建設費内訳	110
①	ベルテラにおける道路建設費内訳表	110
②	ベルテラにおける道路改良費内訳表	117
③	タバジョスにおける道路建設費内訳表	125
6.	調査計画	132
7.	年次別作業計画	133

V 参 考 資 料

1.	討議議事録(Record of Discussion)の案	137
2.	アマゾン下流地域における造林試験	142
3.	クルワウナにおける熱帯降雨林の更新に関する試験	151

4. 熱帯降雨林地域における一般的な人工更新法	165
5. 熱帯降雨林地域における一般的な天然更新法	181
6. 予想される病虫害	187

1 調査の経緯及び目的

国際協力事業団は、1975年11月及び1976年10月にアマゾン地域林業開発協力事業基礎一次、二次調査を実施し伯国の林業政策、一般的森林状況調査を実施するとともにアマゾン地域の林業の概況、民間木材関連企業の現状並びに民間林業開発投資環境について基礎的調査を実施した。その結果によれば現状では民間企業の直接の進出はあまりにも、アマゾン地域における熱帯降雨林の樹木・樹種について未知な点が多く又造林技術、選出技術面で未解明部分が多いため、リスクが大きいことが判明した。

そこで先ず我が国として官主導による事業着手により民間企業の誘導を図っていく必要があるところから特にアマゾン下流域における造林技術として更新技術の体系を確立することが第一義的と考え現地実証調査を実施していく構想の運びとなった。以上の背景から1978年3月計画打合せチームを派遣し本件調査事業の日本側基本協力構想を伯国政府に説明し協議したところ大いに賛同が得られ、伯国より実証地として3箇所の候補地（ベレン、サンタレーン、マナウス）の提示がなされ、アマゾン林業開発現地実証調査事業を伯国と協力のもとに実施することが決定した。

引続き今回当事業団は、伯国より提唱された実証地の選定を行い協力事業実施計画書の作成を行うとともに将来長期専門家が派遣された場合の特恵免税等を中心とした討議議事録の案を提示すべく実施設計チームを派遣した。

II 調査団員の構成

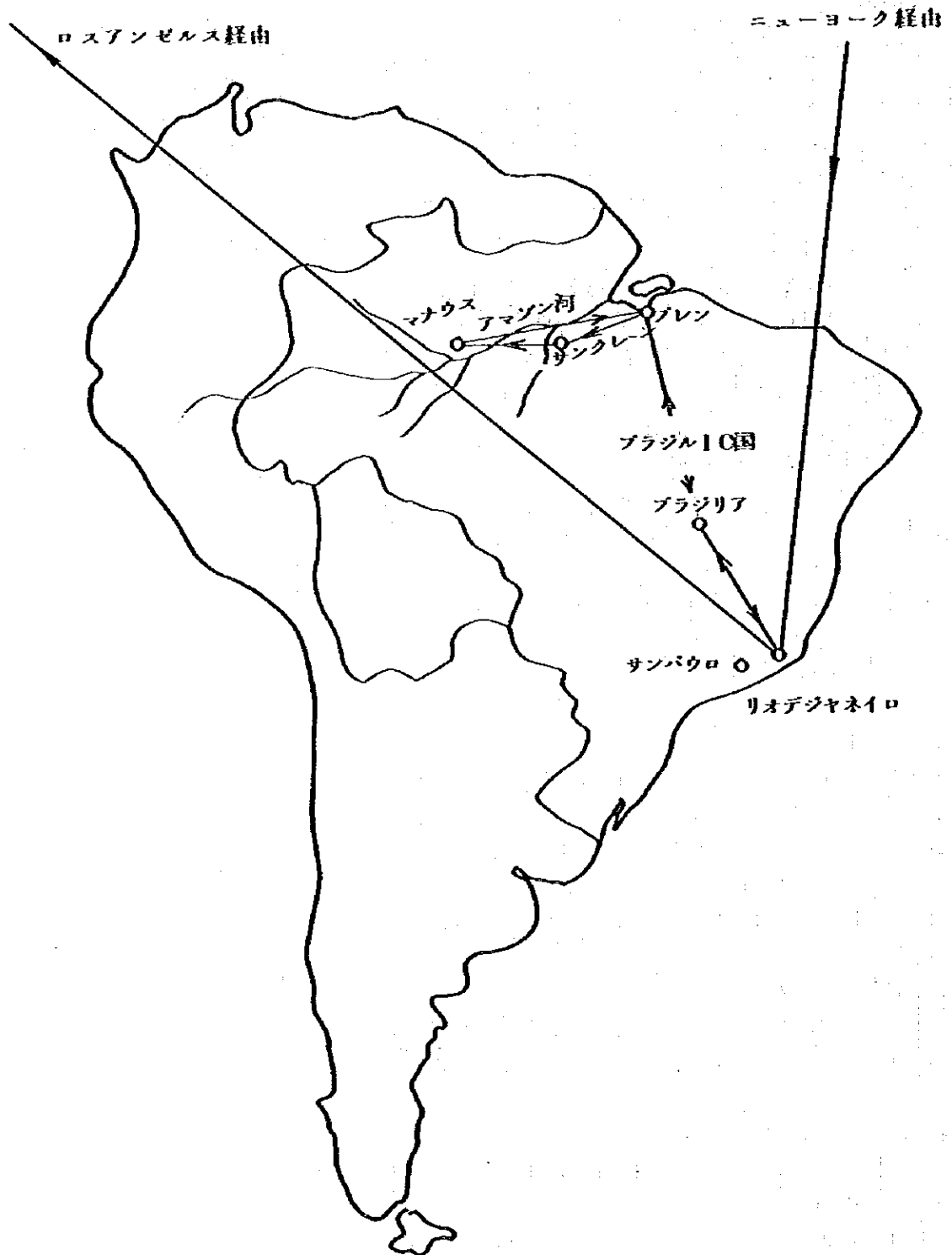
氏名	担当分野	職名	調査期間
野田 敏彦	団 長	林野庁旭川営林局経営部経営部長	6/24 ~ 8/2
左達 一也	協力政策	林野庁指導部計画課 課長補佐	7/25 ~ 8/4
大畑幸一郎	協力企画	農林水産省経済局国際協力課	6/24 ~ 7/19
森田健次郎	試験計画	林業試験場北海道支場造林第2研究室長	6/30 ~ 8/2
小久保 醇	保全計画	東京大学農学部 林学科 助教授	6/30 ~ 8/2
高久 敏郎	造林計画	社団法人 南方造林協会	6/30 ~ 8/2
渡辺 光一	道路計画	社団法人 南方造林協会	6/30 ~ 8/2
岡本 敬三	資金協力	国際協力事業団林業開発協力部 林業投融資課長	6/24 ~ 7/19
甲斐 寿治	業務調整	国際協力事業団林業開発協力部 林業投融資課	6/24 ~ 8/2

Ⅲ 調査日程及び調査団移動図

(1) 調査日程

日数	月/日	曜日	調 査 行 程	宿 泊 地
1	6/24	土	東京 → ニューヨーク	ニューヨーク
2	25	日	ニューヨーク	機 中 泊
3	26	月	リオデジャネイロ → ブラジリア 関口一等書記官とのR/D打合せ EMBRAPA 全体日程打合せ	ブラジリア
4	27	火	農務省 CINGRA との表敬打合せ、SUBIN 表敬打合せ	"
5	28	水	農務省 Dr. ISHIDORO YAMANAKA との打合せ、SUPIAN との打合せ(1/D)	"
6	29	木	日本大使館表敬、JICA 事務所長との打合せ、SEMPAC 視察	"
7	30	金	IBDF 表敬、EMBRAPA 現地日程打合せ及び総表敬	"
8	7/1	土	ブラジリア → ベレン	ベレン
9	2	日	FREE	"
10	3	月	SUDAM 表敬打合せ IDESP 表敬打合せ	"
11	4	火	EMBRAPA 表敬打合せ、IBDF 表敬打合せ	"
12	5	水	BRAÇANCA 試験林視察調査 (PRODEPEF)	"
13	6	木	IGARAPE-AÇU 試験林視察調査 (PRODEPEF)	"
14	7	金	TRINDADE 試験林視察調査 (PRODEPEF)	"
15	8	土	IBDF 試験林視察調査 } FREE	"
16	9	日	ベレン → サンタレーン → CURUÁ - UNA へ	船 中 泊
17	10	月	ロッキング、造林試験地、天然林試験地視察調査	クルワ・ウナ
18	11	火	造林試験地視察調査 クルワウナ → サンタレーン	サンタレーン
19	12	水	BELTERA 苗畑・2次林調査、TAPAJÓS 天然林調査	ベルテラ
20	13	木	BELTERA 2次林毎木調査	"
21	14	金	TAPAJÓS 天然林毎木調査	"
22	15	土	関連施設調査 BELTERA → SANTAREM	サンタレーン
23	16	日	FREE	"
24	17	月	WOOD TECHNOLOGY CENTER(SUDAM)視察	"
25	18	火	サンタレーン → マナウス、INPA 表敬及び試験施設視察	マナウス
26	19	水	DUKE 試験林視察 (INPA)、試験キャンプ場視察 (INPA)	"
27	20	木	EMBRAPA 表敬、州農務局表敬	"
28	21	金	UEPAE 試験キャンプ場視察	"
29	22	土	マナウス → ベレン、総領事館打合せ、資料整理	ベレン
30	23	日	調査資料整理	"
31	24	月	EMBRAPA 調査報告打合せ、SUDAM・IDESP・SAGRI 帰国表敬	"
32	25	火	IBDF 帰国表敬、総領事館・移住支部帰国表敬	"
33	26	水	調査資料整理	"
34	27	木	ベレン → ブラジリア	ブラジリア
35	28	金	EMBRAPA 調査報告打合せ、IBDF、SUBIN、内務省調査報告打合せ	"
36	29	土	FREE	"
37	30	日	ブラジリア → リオデジャネイロ	リオデジャネイロ
38	31	月	リオデジャネイロ	機 中 泊
39	8/1	火	ロスアンゼルス → パンクーパー	"
40	2	水	東京	

(2) 調査団移動図



N 実施計画

1. 対象地域の概況

(1) (実施箇所の選定)

実証調査の実施箇所選定のための条件としては次のことが考えられる。

1. 実証調査事業を実現出来る林相がまとまって存在する。
2. 国有林地で日本側に提供が容易である。
3. 関係機関との協議のために交通的に便利である。
4. 事業実施者の生活水準が確保される地区である。

3月の派遣チームに伯国側から提示された候補地はサンタレン周辺のTAPAJOS、BELTERAとベレン周辺のSÃO MUIGEL及びマナクス周辺であったが今回の調査の結果、ベレン周辺とマナクス周辺は上記1の条件を欠くので不適当となり、サンタレン周辺に決定した。

(2) 自然条件

① 位置

ブラジル国アマゾン現地実証調査事業の対象地に選定された、ベルテイラ(Belterra)とタバジョス(Tapajos)に最も近い大きな町はサンタレン(Santarem)市である。

サンタレン市は、南緯 55° 、西経 $54^{\circ}42'$ に位置、海抜高は20mありアマゾン河本流とタバジョス河の合流点で、タバジョス河右岸に位置している。アマゾン河口にあるベレン(Belem)市から約800km上流にあり、マナウス(Manaus)市から約1200km下流にある中間地点の都市である。

ベルテイラは主として人工造林試験を実施するカ所で、サンタレン市から国道163号線を南下したところに位置し、サンタレンとの間は約50km離れている。

タバジョスは天然更新試験を実施する箇所で、サンタレン市から国道163号線を約70km南下したところに位置する国有林である。本国有林は国道とタバジョス河の間であって、事業実施附近ではその間隔は約15~16kmあり高台地の凡そ原生林から成っている。

② 気象

この地域は熱帯湿潤の気象で、年最高気温は 34°C 、年最低気温は 22.6°C 、年平均気温は 26°C である。年降水量は約2000mmが記録されている。月別の平均気温、平均最高最低気温、降水量を示すと表-1のようである。

年間季節の変化は、2季節に分けられ、夏季と冬季は雨期に当り12月から7月までをさす。潮位の変化による川水位が季節によって変化する。サンタレンでは乾期と雨期による水位差は約3~4mの変動がある。

③ 地 形

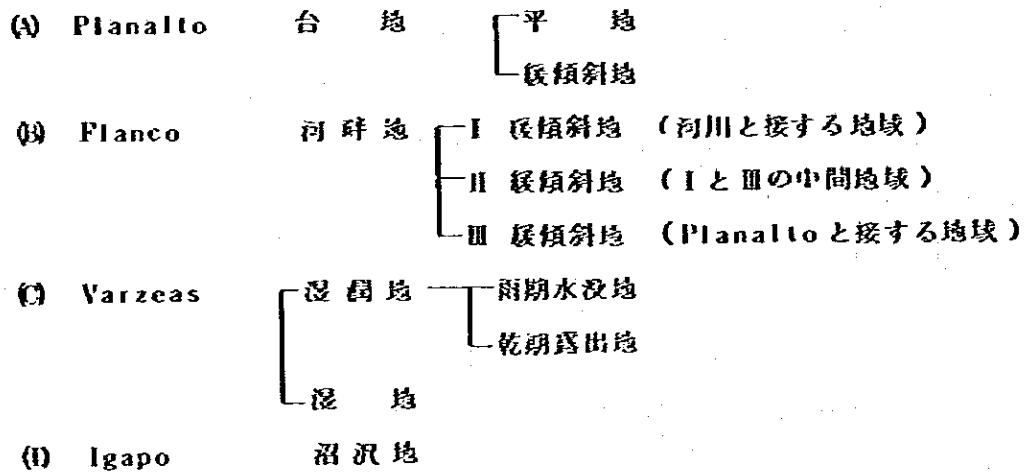
アマゾン流域の森林は、マナウスより下流域は凡そ平地林よりなっていて、平坦地が大部分を占めわずかに起伏がみられる鮮新統～更新統の堆積物の台地である。

アマゾン流域は、広大な平野と、中・古成層の岩石類からなる台地と、更に最も新らしい沖積平野とから成っている。したがって地形的には極めて単調な平原で、河口から3000 kmの上流地でも、海拔高は65 m内外と極めて低く、波状の緩かな起伏をもつ所謂Terra firmaと呼ばれる高原状の地形をなしている。

Terra firmaにあつては土壤生成に顕著な影響を与える程地形要因はなく、むしろより微地形的变化が影響しているものと考えられる。中・古成層の古い地層から成る地域は起伏に富む準平原からなり、処々に大・小の残丘が見られる。このような地域では、集中的な降雨その他により、土壤の流亡、低湿地の形成等により異種土壤を局部的に生成している。

アマゾン河による真の沖積平野は極めて少なく、現在も尙未だに沖積作用は進行している。雨期に冠水する地域でVarzeaと呼ばれるところは、河岸の浸蝕による土砂の水平堆積物からなり地形的には極めて変化に乏しい。

アマゾン河下流域の地形は概ね次のように大別されるようである。



このほど実地する実証試験の予定地である Bellterra には、Planalto がほとんど占めていて、一部 Planco III が出現する。Tapajos にはほとんど Planalto から成っているが、雨期に水没する降雨 Varzeas 林が部分的に散見される。Igapo は出現しない。

④ 土 壤

アマゾンに分布する土壤は地域の広大なこともあつて極めて多くの種類の土壤がみられるが、広い分布をもつ土壤は非常に限られた種類の土壤にすぎない。

Latosol	Amarels	黄色ラトソル
Latosol	Vermelho Amarels	赤黄色ラトソル
Latosol	Concrecionario	

表-1 アマゾン下流域地域気象表 (月別気温と降水量)

Segundo as Principais estações 193V-1960

場 所	項 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
Santarém	平均気温 °C	25.8	25.5	25.5	25.6	25.6	25.4	25.4	26.2	26.7	27.0	26.9	26.5	26.0
	最高気温 °C	35.4	34.2	33.2	34.8	34.3	33.8	34.8	35.6	35.4	36.6	35.6	35.0	36.6
	最低気温 °C	19.4	20.1	19.0	20.2	20.9	20.2	19.3	19.5	20.8	19.8	19.6	19.7	19.0
	関係湿度 %	84.8	87.1	87.6	88.4	88.8	87.6	85.8	82.6	79.7	78.0	78.7	80.5	84.1
	雨 量 mm	179.8	274.9	358.1	361.9	293.3	174.2	111.7	50.1	38.7	45.9	84.8	123.2	2096.1
Tapajós 谷地	平均気温	25.1	25.2	25.3	25.5	25.5	24.9	24.4	25.5	25.8	25.6	25.5	25.3	25.3
	最高気温	36.2	36.5	35.7	36.4	36.5	35.6	36.8	39.0	39.0	37.4	36.6	36.0	39.0
	最低気温	19.0	19.5	19.0	17.0	15.0	8.8	10.5	11.1	13.4	18.6	19.3	19.3	8.8
	関係湿度	92.2	92.5	92.4	91.8	89.3	86.4	82.8	81.3	86.6	89.7	91.4	91.9	89.0
	雨 量	408.1	375.4	434.7	285.5	128.1	26.4	11.1	32.7	137.7	235.0	314.9	329.2	2718.8
Belém	平均気温	25.6	25.5	25.4	25.7	26.0	26.0	25.9	26.0	26.0	26.2	26.5	26.3	25.9
	最高気温	34.6	33.7	34.5	34.1	34.1	34.1	34.2	34.0	33.7	34.4	35.1	35.4	35.4
	最低気温	19.5	20.2	19.6	21.1	20.4	20.2	19.5	19.1	19.4	18.9	19.4	19.3	18.9
	関係湿度	88.8	90.7	90.7	90.4	87.2	84.5	83.2	83.4	83.8	82.8	81.9	84.9	86.0
	雨 量	318.1	407.1	436.3	381.9	264.5	164.7	160.9	116.2	119.7	104.6	90.3	197.3	2761.6

Laterita hydromorfica

地下水型ラトソル

Terra roxa

が主なものとして分けられ、夫々の土壤形態理化学性についてその概要は次のようである。

なお、事業地のタバジョス、ベルテイラはLatosolの地帯である。

(A) Latosol Amarelo

Latosol は本来latevito と称され、類似した特性をもつ土壤を一括してLatosol と呼び、Dr. Kellog によって、亜型の段階で土壤の色の形容詞をつけて呼ぶように提案されて現在に至っている。

Latosol 土壤は次の様な特性をもっている。

- (I) 土層が深く、層界が明瞭でない。
- (II) 微砂部分が少ない。
- (III) 一次鉱物含量(石英を除き)は少ない。
- (IV) Latosol はラテライト化作用によって生成され、粘土の硅礫比は低い。
- (V) 土壤母材は主に第3紀層から成る。
- (VI) 土壤の可溶性塩類は少ない。
- (VII) 土壤の塩基置換容量は中～低位にある。
- (VIII) 腐植含量は少ない。
- (IX) 塩基飽和度は低く、酸性が強い。

Latosol concrecionario は Latosol 土壤中 Laterito の latolização の最終生成物と考えられる Concrecoes の存在する土壤である。

アマゾンの高温と集中的降雨による強い溶脱作用、乾期における極度の乾燥、排水可良の地域に生成し易い。

(B) Laterita hydromorfica

地形、地下水の高低、土性の関係から常時地下水の影響を受け土層が還元状態を呈する層が比較的浅い位置にある土壤である。

この土壤は主として Varzea 地帯に分布するが、降雨量の多い気候要因と相まって、地形的低地、重粘土地帯、地下水その他により還元的になる。したがって鉄化合物は2価イオンの型となり、土色は青灰色～青緑色を呈し、グライ層と呼ばれる層を形成する。一般に地下水位が高く、土壤水は下降と、上昇の両作用を営むため、物質の移動は稍緩慢のように考えられる。

(C) Terra roxa

ブラジルの最も肥沃な土壤の代表とされ、コーヒー栽培に適しているといわれる。この土壤を直射日光にさらすと、或角度で土壤が紫色に見えることから Terra roxa と

呼ばれるともいわれる。

層界は極めて明瞭を欠き、非常に深く、土色は2.5 YR~1.0 YRの赤褐~暗赤色の、粘土含量が高い角塊状の構造が極めて発達している。植物根は可成り深い層まで伸びている。

この土壌の特徴は、酸性が極めて弱く5.9~6.7(水浸液)を示し、置換性石灰、置換性苦土、加里含量共に高い値を示す。

Terra roxaの肥沃度は、極めて発達した構造、弱い酸性、豊富な塩基、高い肥料の保持力、弱い磷酸吸収力と磷酸含量の高いことがこの土壌を豊沃にしているものようである。

Belterra, Tapajosともに今後詳細な土壌調査が必要である。

⑤ 森林型

アマゾン地域の熱帯降雨林について基本的な森林型を分類すると次のようである。

イ、Swamp

(a) Varzea 雨期には冠水し、乾期に露出する湿潤地林と湿地林とに分けられる。

(b) Igapo 永久的な湿地林

ロ、Terra firma

(a) Flanco 一砂質土壤林

(第四紀堆積地)

Flanco I、Flanco II、Flanco IIIに分けられる。

(b) (i) Planalto 一粘質土壤林一平地林

(第三紀系地質地)

(ii) Undulating 一粘質土壤林一起伏林

(第三紀系地質地)

常緑熱帯降雨林(Evergreen Tropical Rain Forest)は、年間降雨量2000~3000mm以上の高温地域に分布する赤道付近の森林で、極めて多くの樹種構成と多層にわたる林冠層構造を示す。上層高は40~50mの高い樹高で、多くの寄生植物を混えた森林によって構成されている。

Varzea 森林は、時期的に冠水する地域に分布する森林で、概してTerra firma 森林より樹高は低く、樹種は極めて変化に富んでいる。

この森林の代表する樹種はHevea Spruceana (Selingneira barriguda)とCalyptophyllum spruceanum (Pau mulato da varzea)である。

Varzea 森林は、低地帯の冠水したところに生育しているため開発には限界がある。しかし最近では多くの木材を供給している。

Igapo 森林は Terra firma 森林に続く森林で *Calophyllum brasiliensis* (Jacare ciba) *Macrolobium acaciae folium* (arapari da varzea) *Triplario* sp (tachi da varzea)

などの樹種からなるが樹高は低く、貧弱でわずかの収穫しか期待できない。

Terra firma 森林は *Bertholletia excelsa* (castanheira do para), *Vochysia maxime* (quaruba verdadeira), *Caryocar uilosum* (Piquia) *Dipteryx odorata* (Cumaru) 等の優占する群落によって特徴づけられる。Terra firma 森林はさらに粘質土壌地帯の Planalto 林と Planalto と Varzea, Igapo の間に位置する緩傾斜の砂質土壌地帯の Flanco 林とに細分される。Flanco 林は、Planalto 林の方から、Flanco III、Flanco II、Flanco I とさらに細分される。

なお、Dr. J. L. C. Dubois (1974) は、アマゾンにおける熱帯降雨林を次のように大別している。

A. 低地林 (定期的浸水林)

(a) マングローブ林 (Mangroves)

海水や満潮時の塩分水に水没し、土壌は塩分を含む。現在大西洋岸、アマゾン・デルタの諸島にみられ、さらに大陸内 40~50 km までの川岸まで生育している。特別の土性のためマングローブ林の 80~90% 以上が次の 5 樹種からなる均一な林分である。

Rhizophora mangle

Avicennia nitida

Avicennia tomentosa

Laguncularia racemosa

Conocarpus erectus

立地条件のよい所では、優勢木は樹高 15~20 m、胸高直径 50~80 cm にも達する。

(b) 淡水湿地林 (Varzea Forest)

河川沿いの低地帯に生育し、淡水に断続的に浸水する森林。浸水の原因や浸水量によってさらに細分される。

(i) 大西洋 Varzea 林 (潮の干涸に起因する Varzea 林)

直接大西洋に注ぐ多くの川の下流部分にこの森林が見られ、このような地方では毎日浸水する。植生はツブロが主体であり、主なものは次のようである。

Vitrola surinamensis (Ucuuba branca)

Lecointea amazonica (Pracuubada varzea)

Hevea brasiliensis (Setingueirabariguda)

<i>Guazuma ulmifolia</i>	(Mutamba)
<i>Symphonia globulifera</i>	(Anani)
<i>Macrolobium</i> Spp.	(Arapari da varzea)

このような森林で特に低地では樹種数が少い。

(ii) 河川Varzea林

降雨のため洪水がおこる河川沿いの低湿地帯に生育する林分である。浸水は定期的で、これらの林分構造や経済的特性は、浸水期間の長さと沈殿堆積物の性質によって異なる。

Curua Una 川沿いのVarzea林では、林内に生育する *Virola surinamensis* (*Ucuuba da varzea*) に心ぐされをおこしているものが多い。Tapajos川は河岸に崖が多くVarzea林は稀である。

(iii) 降雨Varzea林

雨期に定期的に浸水する台地の窪地にある林分で、河川水の影響をうけないものである。このような林分の研究はまだなされていない。

大西洋Varzea林や河川Varzea林は今後のアマゾンにおける木材利用や生産に対して高いポテンシャルをもっている。

主要樹種としては次のような樹種があげられる。

<i>Virola surinamensis</i>	(Ucuubu da varzea)
<i>Carpa guianensis</i>	(andi ro ba)
<i>Ceiba pen tandra</i>	(Sumauma)

アマゾン地域から過去5年間の輸出用木材の約60%はVarzea林からのものである。

合板用 *Virola surinamensis* の開発が急激に増大してきているためVarzea林の重要性は疑いもなく増大してくる。

(c) 沼沢地林 (Igapo)

低地にあつて常時浸水し続けている所の森林で、林木は全域に点在している。水深が大きい所ほど樹種は少なくなる。この林分の主な樹種は次のものが代表する。

<i>Bombax munguba</i>	(munguba)
<i>Hevea spnnciana</i>	(Seringueiro barriguba)
<i>Cecropia spp</i>	(Imbau bas)

B. 台地林 (乾燥地森林)

(a) 熱帯降雨極盛相林 (Climax Tropical Rain Forest)

一般的に粘土分の多い土壌の上に出現するが、これらの林分は乾期が4か月以上にわ

たる所ではみられない。出現する主な樹種は

Couratari spp	(Tau aris)
Virola sebifera	(Ucuubada terra firma)
Berthellettia excelsa	(Castanheira do Para)

である。

熱帯降雨極盛相林の胸高直径25cm以上の林木の蓄積は、ha当たり160~270m³、平均ha当たり190m³である。

(b) 準極盛降雨林 (Para Climax Rain Forest)

林分構造は熱帯降雨極盛相林に類似しているが、砂質土壌の上に生育する森林である。極盛相林に比較して貧弱であり、胸高直径25cm上の蓄積はha当たり100~150m³にしかすぎない。

大径木の生長率は低下していて、均一性も低下している。

この砂質土壌上の林分の伐採跡に対する造林は、選定された初期生長の早い外来樹種を基本として考慮すべきであろう。

(c) 準極盛つる林 (Paraclimax creeper-Forest)

極盛相林内で重粘土地域の大部分に種々の森林型に出現する。土壌断面は異状に緊密でB層で著しい。A1層は最近の環境条件下では薄い。

比較的林冠は疎開していて巨木は点在し、倒木が多く、立木にはつるが巻きつき、支根根を数本をもった樹種が多い。

Carapaguaveusis (Andiroba)

などである。

林分は種々の構造からなり、林分蓄積は低く、ha当たり60~120m³程度である。

G. 試験地の予定箇所の現況

造林試験ならびに苗畑を造成する予定に選定したBellterraと、天然更新試験を実施する予定地に選定したTapajosの林況を調査した。

(a) Bellterra 二次林 (Capocira) の林況 Bellterra 二次林は、約60年前にアメリカのフォード会社が天然林を開拓してゴム園を造成した跡地である。調査箇所は、ゴム栽培後放置して再生し約20年経過した二次林である。ゴムの栽培中は、ゴム以外の樹種は除伐、下刈等で除去していた。

Bellterraゴム園に再生した二次林の林相は、ゴム栽培を放置した時期がそれぞれ異なっていて、放置後経過の年数によって種々の林相を呈している。

今回の調査は、経過年数が全林の中で中間的な林相を示す地域で、苗畑の近くで実施した。調査方法は、幅10m、延長500mのベルトランセクト法で、胸高直径10

以上の出現する林木を何本調査した。胸高直径は直径割巻尺で実測、樹高は、ブルノ
ライス樹高器で各階層ごとの代表木を実測して、他は比較目測によった。

調査結果は表-2に示すとおりである。

出現する樹種は27種でha当り本数は616本であった。出現数の多い樹種は、パ
イオニアの早生樹種であるParapara, Tatapiririca, Tinteiroと、前生ゴム
のSeringueiraが大半を占める。有用樹種は Angelim rajado, Jarana,
Pava do rosea がそれぞれ1本ずつみられたが、Castanheira do Para や
Piquia は出現していない。

このことから、二次林の樹種構成は、有用樹種の混交率が低下していて、さらに生長
量も低下しているように考えられる。

したがって、現二次林の林相を利用しながら、有用樹種の混交率を高め、生長量を増
大する二次林の改良技術を投入する必要がある。

Belterra 二次林の樹高階ごとの本数配分を示すと次のようである。

樹 高 階	本/0.5ha	本/ha	樹高階ごとの 分配率 %
9 m 下	17	34	6
10 ~ 14 m	136	272	44
15 ~ 19 m	100	200	32
~ 20 m 上	55	100	18
計	308	616	100

樹高14m以下の層が50%、樹高15m以上が50%となり、樹高20m以上のも
のが16%、100本/ha出現している。これらの樹種構成は、Tapirira sp.
Jacaranda sp. Didymopanax sp. の早生樹が大半を占めている。

二次林改良の林種転換造林には、これらの高木層に優占する樹種のとりあつかい技術
と、樹下植栽のための造林樹種の選定条件、各樹種の超生態的な耐陰性、密度効果、生
長特性等について並行的な調査研究が必要となる。

(b) Tapajos 天然林の林況

アマゾン流域に成立する熱帯降雨林として位置づけられる天然林は、その生育する場
所が高地にあるか低地にあるかのちがいで、Low land forest (Swamp) と
Dry-land high forest (Terra-firma)
に林型を分けている。

Dry-land high forest は、土壤条件のちがいや、地形の起伏状態、出現する植生型のちがいによって次の3森林型に分けられる。

Climax Tropical Rain Forest

(Planalto , Undulating)

Para-Climax Rain Forest and on Sandy Soils

(Flanco)

Mata-Cipoal Type and Cipoalic Forest

(Para-Climax Creeper Forest)

今回調査を行った Tapajos 天然林は、アマゾン川支流の Tapajos 川に面する高台林で、未開の天然林である。

樹高 40 m 以上の超高木層に優占する樹種は、

Bertholettia excelsa, *Holopyxidium jarana*

Couratari spp., *Brosimum* sp., *Manilkara huberi*,

Maraceae sp., *Noctandro* sp., *Porkiamultifuga*,

Platymisiun trinitalis,

があげられる。

天然更新試験を実施する予定箇所の林況を調査した。調査方法は、Bellerra 二次林の調査と同様に行い、幅 10 m、延長 750 m の 0.75 ha について、ベルトランセクト法で、胸高直径 10 cm 上の出現する全樹種を毎本測定した。測定結果は表-3 に示す。

出現した樹種の数は 81 種で、ha 当り出現数は 462 本であった。

樹高階ごとの本数分配は次のようである。

樹高階	本 / 0.75ha	本 / ha	樹高階ごと 分配率 %
9m 下	5	7	2
10m~19m	170	227	49
20m~29m	115	153	33
30m 上	56	75	16
計	346	462	100

この結果から、20 m 以上の高木層と、20 m 下の低木層を構成する本数分配がほぼ半ばしていて、それぞれ樹種のちがいによって住み分けしていることが特徴づけられる。

30 m 上の本数は全体の 16%、75 本/ha を占めていて、そのうち超高木層となる

樹高40m以上の樹種は13種で17本/haであった。これらの樹種の分布は分散して
いて、集中していない。

今回の調査は、試験地200haの予定地の中の一部を調査したにすぎないので、ア
マゾン下流地域熱帯降雨林の天然林における森林型や植生型をタイプ分けして、更新を前
提とした作業種の選定とその適用条件の詳細な調査が必要である。

なお、ベルトトランセクト調査結果として、Bellterra 二次林とTapajos 天然林の、
測定距離5mごとの出現する樹高実測値をそれぞれBellterraは図I-1~11 Tapajos
は図II-1~11及び図III-1~6に示した。

表-2 Belterra 二次林 (Capocira) に出現する樹種と本数・胸高直径並びに樹高

樹種名	本数	平均 DBH cm	平均 Hm
Pithecelobium, racemosum	1	12	10
cfr. Pouteria sp. (Sapotaceae)	2	11	12
Unknown	1	13	15
Protium SP. (Burseraceae)	2	17	13
Rubiaceae	15	12	12
Unknown	2	16	13
Anvouaceae SP.	10	17	14
Enterolobium schomburgkii	1	28	25
Leguminosae	1	36	22
Cacropia SP.	4	14	15
Brosimum SP. (Moraceae)	2	15	17
Holopyxidium jarana (Lecythidaceae)	1	14	12
Vismia SP. (Lauraceae)	2	16	15
Vismia SP. (Lauraceae)	8	16	14
Lauraceae	4	12	14
Lauraceae	3	35	19
Didymopanax Morototoni	4	27	20
Belttio SP.	19	16	15
Myrtaceae	1	12	10
Unknown	5	13	13
Jacaranda copaia	54	21	18
Tabebuia serratifolia	1	14	16
Hevea brasiliensis	40	19	13
Tapirira guianensis	60	26	19
Ormosia SP	6	11	13
Miconia SP. (Melastomaceae)	51	12	12
Euphorbiaceae SPP.	8	12	10

(註) 0.5 ha (10 m x 500 m) 27種 308本
 1 ha 当たり 616本
 平均胸高直径と平均樹高は、調査地内に出現する
 10cm上 誌数の樹種ごとの平均値であらわした。

表-3 Tapajos 天然林に出現する樹種と木数・胸高直径並びに樹高

樹 種 名	木数	平均 DBH cm	平均 H m	
Pouteria SP. (Sapotaceae)	Abiurana	12	21	20
cfr. Syzygiopsis SP. (Lapotaceae)	Abiurana verymelho	1	26	35
Sapataceae SP.	Abui	7	15	18
Lindackeria SP. (Facorestiaceae)	Acariquarana	10	14	19
Saccoglottia guianensis (Hunuriaceae)	Achua	1	36	35
Brósimum amplicona (Moraceae)	Amapa amargoso	7	31	29
Brósimum cfr. paraense (Maraceae)	Amapahi	1	60	50
Symphonia globulifera (guttiferae)	Anani	2	21	27
Pithecelobium racemosum	Angelín rajado	1	17	14
Myrtaceae SP.	Arafa	1	11	12
Palmaceae SP	Bacaba	1	21	16
Pratium SP. (Burseraceae)	Breubranco	50	18	20
Tetragastres tetrattinickia SPP.	Breu sucuruba	3	39	32
Protium SP. (Burseraceae)	Breu verymelho	11	26	25
Sapuin SP. (Euphorbiaceae)	Burra leiteira	1	11	12
Unknown	Canelera	2	12	18
Copaifera SP. (Leguminosae)	Copaiba	1	17	20
Unknown	Conario	1	13	24
Dipteryx odorata (Leguminosae)	Cumarú	1	11	17
Dipteryx meguifica (Leguminosae)	Cumarúí	1	67	35
Unknown	Chutuúba			
Rubiaceae	Caferaua	14	11	12
Bertholettia excelsa (Lecythidaceae)	Castanheira do para	3	107	40
Unknown	Cocão	5	11	13
Theobroma SP. (Sterucliaceae)	Cacau da mata	1	13	17
Copirona SP. (Rubiaceae)	Escarrega macaco	1	16	16
Annonaceae SP.	Envira branca	2	29	20
cfr. Boccageopsis multiflora	Envira surucucu	4	35	32
Anvonaceae SP.	Envira preta	1	21	37
Annouaceae SP.	Envirataia	1	12	14

樹 種 名		NO. 本数	平均 OBH cm	平均 H m
<i>Plta demia suaeolens</i> (Legumiosae)	Faveiro folha firea	3	84	36
<i>Parkia multifuga</i> (Legumiosae)	Fava arara tucupi	1	51	39
<i>Cassia lelandre</i> (")	Fava mari-mari	3	39	31
Euphorbiaceae SP.	Farinha seca	1	19	17
<i>Enterelobium schomburgkii</i> (Legum.)	Fava do rosea	1	64	35
Unknown	Ginger	10	23	22
<i>Engenia</i> SP. (Myrtaceae)	Goiabinha	1	22	28
<i>Swartzio</i> SP. (Legumiosae)	Combeira	1	11	23
<i>Cecropia</i> SP. (Moraceae)	Imbauba	2	23	18
<i>Inga</i> SP. (Legumiosae)	Inga	12	18	19
<i>Pourouma</i> SP. (Moraceae)	Imbauba arana	2	21	23
<i>Holopyxidium jarana</i> (Lecythidaceae)	Jarana	6	62	35
<i>Dialium guianensis</i>	Jutaipororoca	4	29	32
<i>Brosimum</i> SP. (Moraceae)	Janita	7	22	24
<i>Neca</i> SPP. (Nyctagynaceae)	Jodomole	2	14	15
<i>Hyenaea parvifolha</i> (Legumiosae)	Jutai-mirim	1	14	18
<i>Nectandro</i> SP. (Lauraceae)	Louro amarelo	11	63	32
Lauraceae SP.	Louro branco	1	27	30
Lauraceae SP.	Louro preto	1	18	22
Lauraceae SP.	Louro anani	1	34	26
Lauraceae SP.	Loura	2	26	30
<i>Platynisium trinitalis</i> (Legumiosae)	Macacauba	1	51	35
<i>Manilkara huberi</i> (Lafotaceae)	Massaranduba	3	49	30
<i>Bombax</i> cfr. <i>longipedicelatum</i> (Bombaceae)	Manorana	1	20	16
<i>Glycydendron amazonicum</i> (Euphorbiaceae)	Mirindibo doce	1	12	15
<i>Bysonina</i> SP. (Malpighiaceae)	Muruchi de mata	1	29	32
<i>Eschweilera</i> SP. (Lecythidaceae)	Matamata	12	17	20
Moraceae SP.	Muiratinga peluda	3	30	28
<i>Brotinum</i> SP. (Moraceae)	Murure	3	35	33
<i>Eschweilera amara</i> (Lecythidaceae)	Matamataverymelho	12	15	17

樹 種 名		NO. 本数	平均 DBH cm	平均 H m
Moraceae SP.	Muiratinga folha grauda	1	28	29
Mouriria SP. (Melastomataceae)	Muirauá	1	21	25
Hirtella SP. (Chrysobalanaceae)	Macucu	1	11	17
Apeiba echinata (Tiliaceae)	Pente de macaco	1	74	35
Chimarrhis turbinata (Rubiaceae)	Pau de remo	5	38	28
Plerocarpus rhorii (Leguminosae)	Mutati	1	24	20
Olmedo perebea sclerophylla (Moraceae)	Uuiratinga	2	21	17
Caryocar villosum (Caryocaraceae)	Piquia	1	118	40
Unknown	Quiarana	1	22	23
Lecythis usitata var. paracusi (Lecythidaceae)	Sapcaia	3	17	18
Bowdichia nitida (Leguminosae)	Sucupira preta	1	14	20
Sclerobium mucrosepalum (Leguminosae)	Tachipreto folha muida	18	39	29
Couratari SPP. (Lecythidaceae)	Tauari	5	32	22
Sclerolobium cfr. Chrysophyllum	Tachi vermelho	13	21	28
Tapirira guianensis	Tatapiririca	3	32	23
Arnosia SP. (Leguminosae)	Tinteiro	5	9	15
Nicomis SP. (Melastomataceae)	Tinteiro	4	16	19
Tachigalla myrmecafila (Leguminosae)	Tachipreto folha grauda	8	29	26
Virola SP. (Myristicaceae)	Ucuúba	6	20	22
Trypanthera SP. (Myristicaceae)	Ucuuba vermelha	4	26	28
Melastomataceae/Euphorbiaceae SPP.	Urucurana	5	10	12

(注) 0.75 ha (10 m x 750 m) 81種 346本
1 ha 当たり 462本

平均胸高直径と平均樹高は調査地内に出現する

10 cm上 総数の樹種ごとの平均値であらわした。

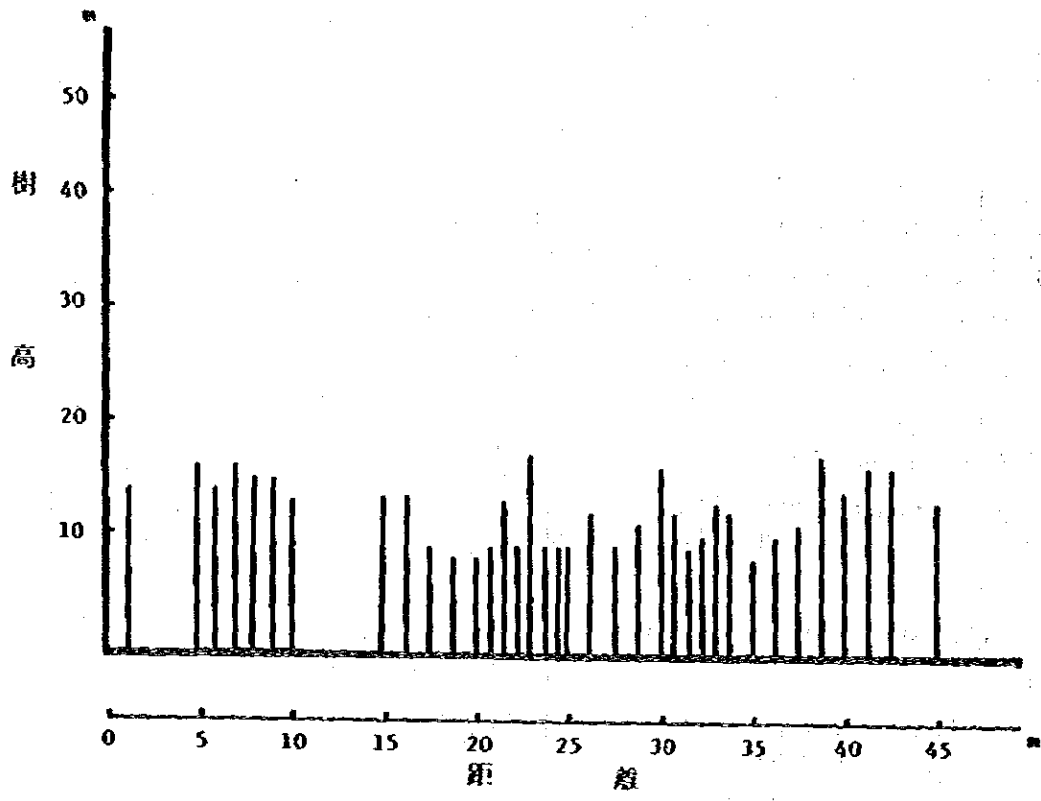


图 I - 1 Belterra 二次林 林相

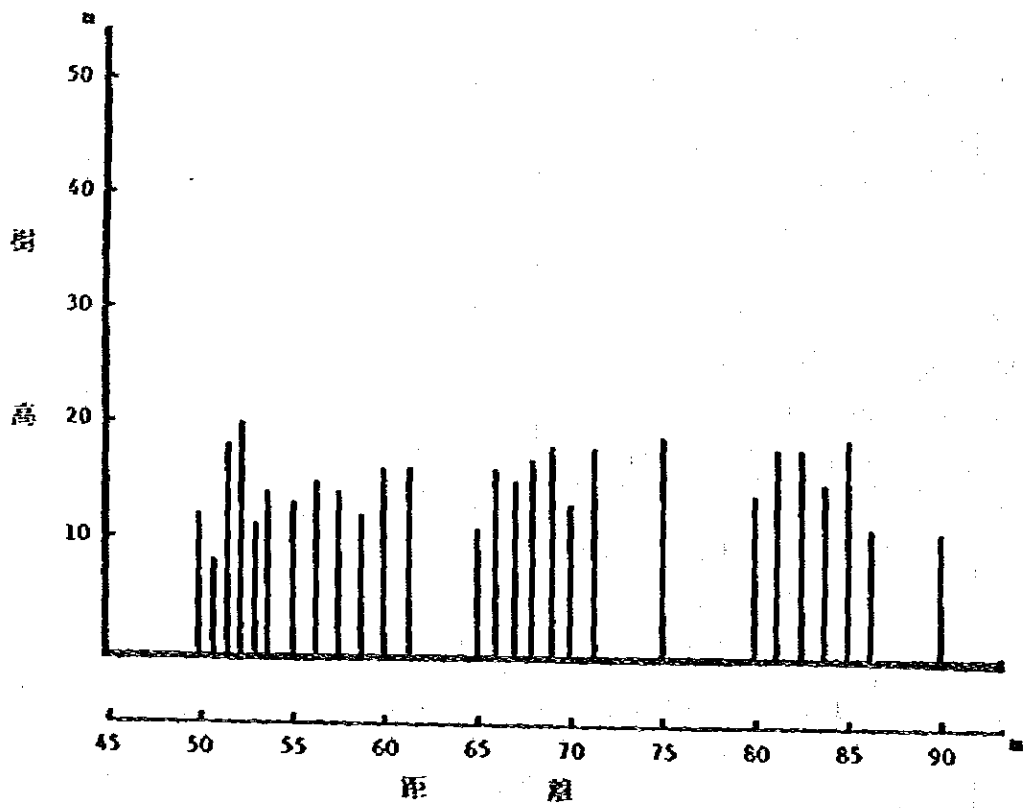


图 I - 2

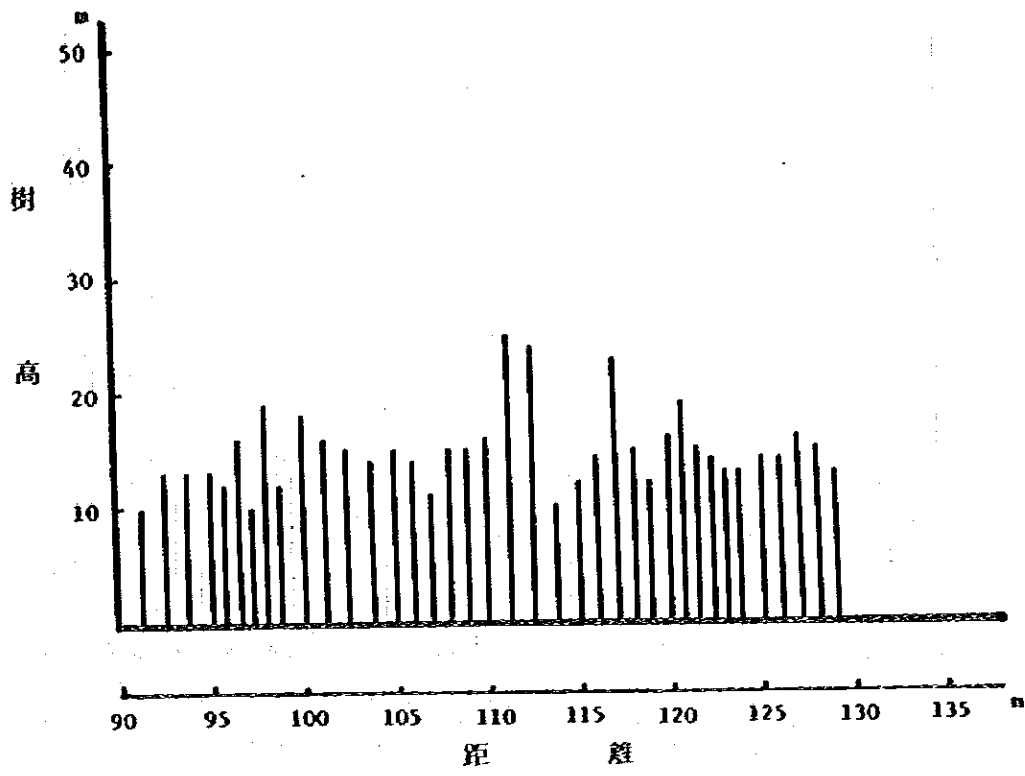


圖 I - 3

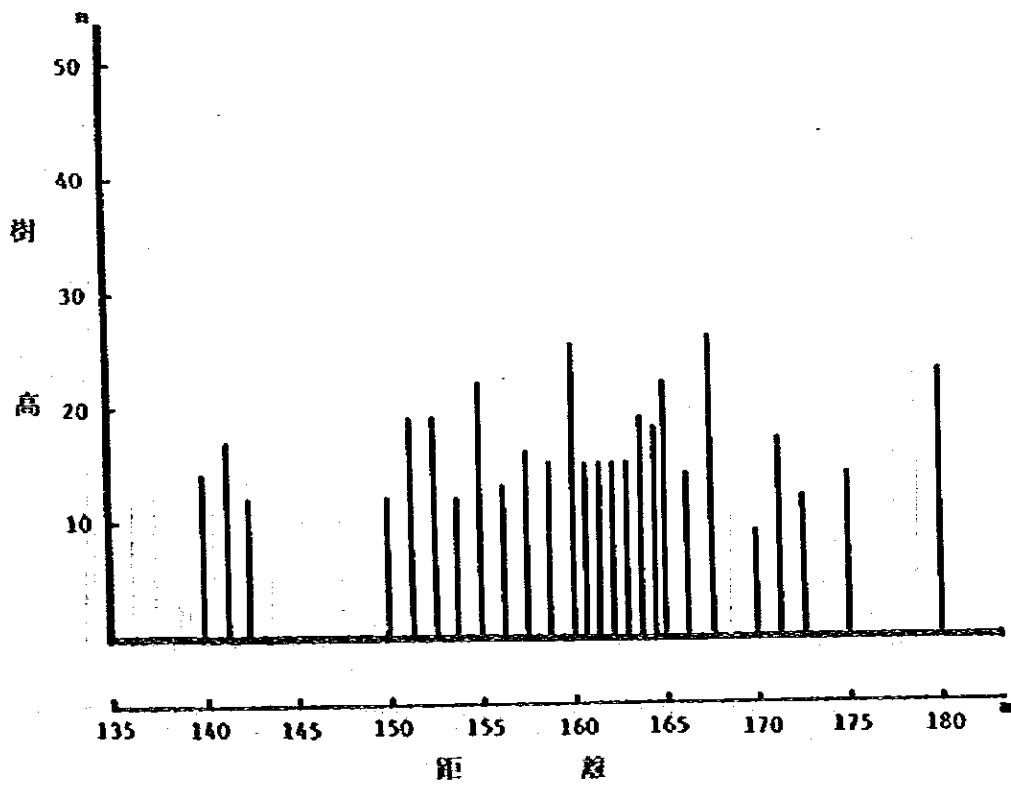


圖 I - 4

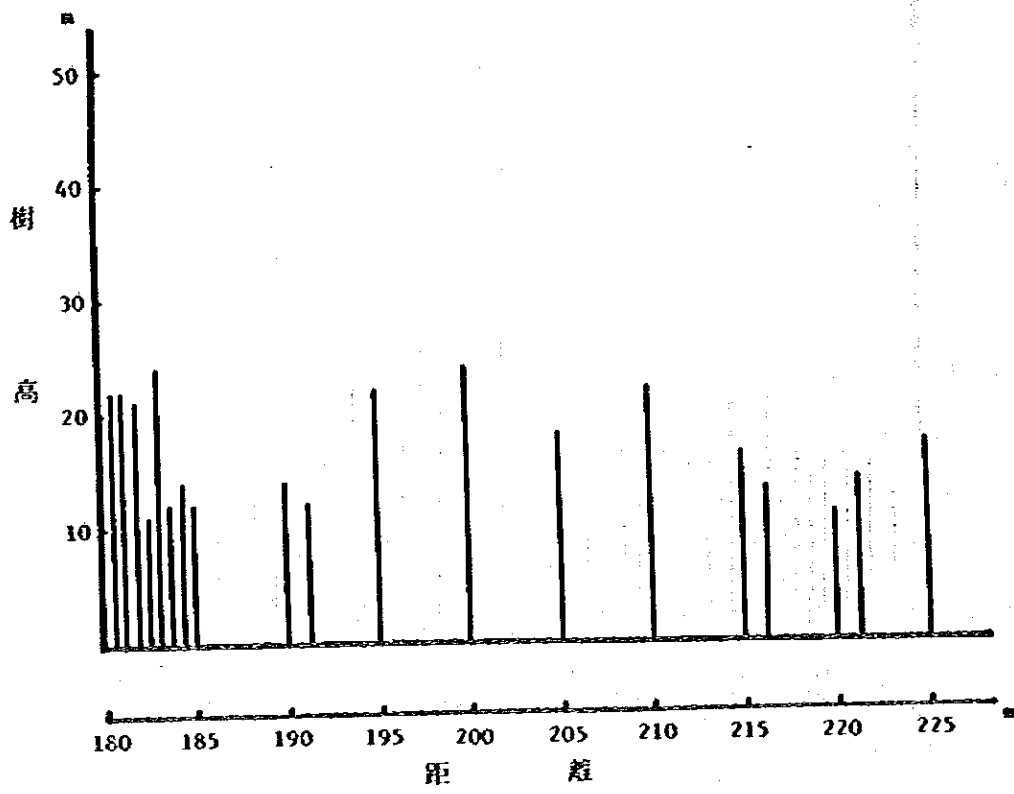


图 I - 5

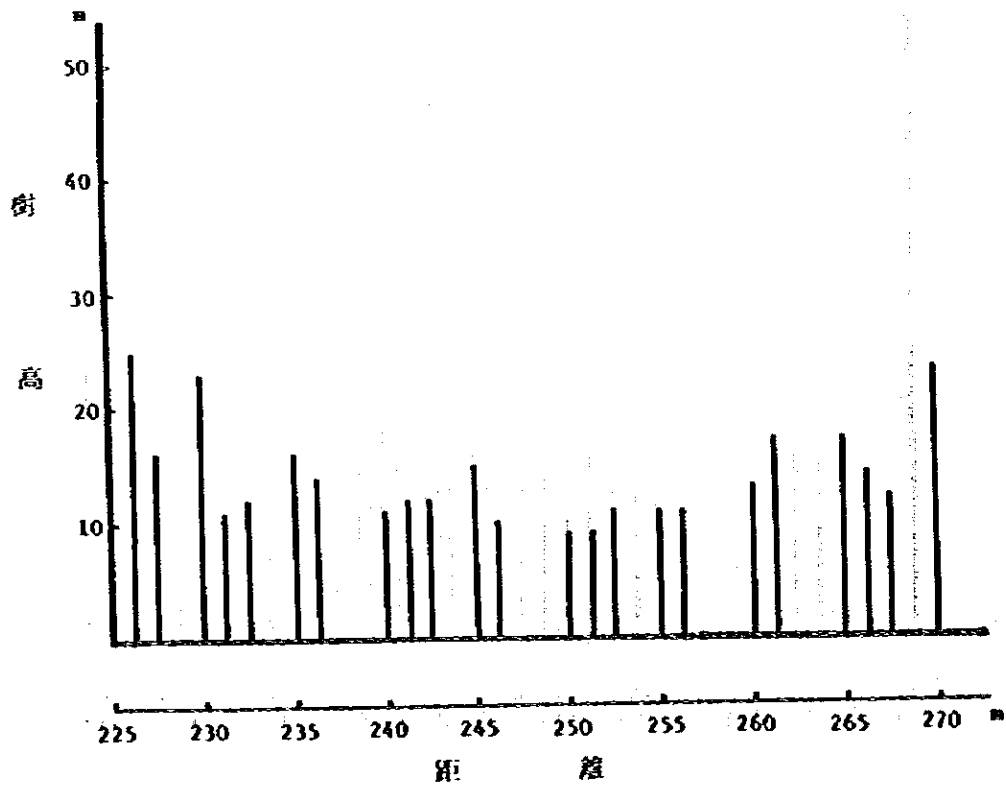


图 I - 6

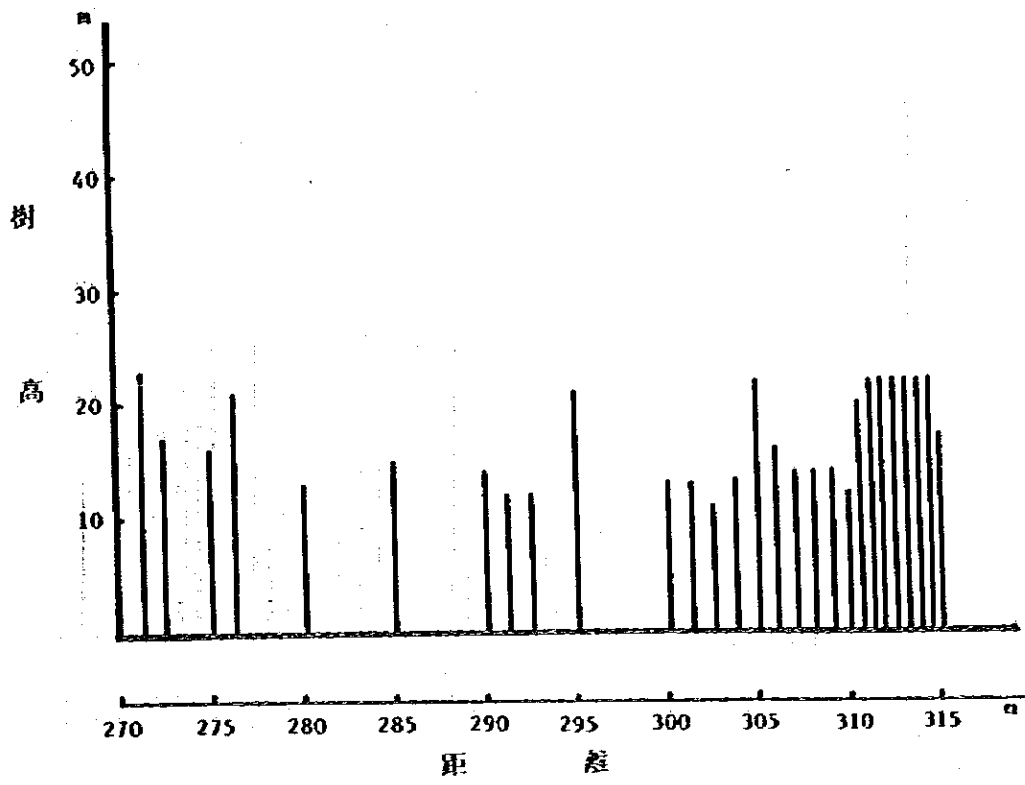


圖 1 - 7

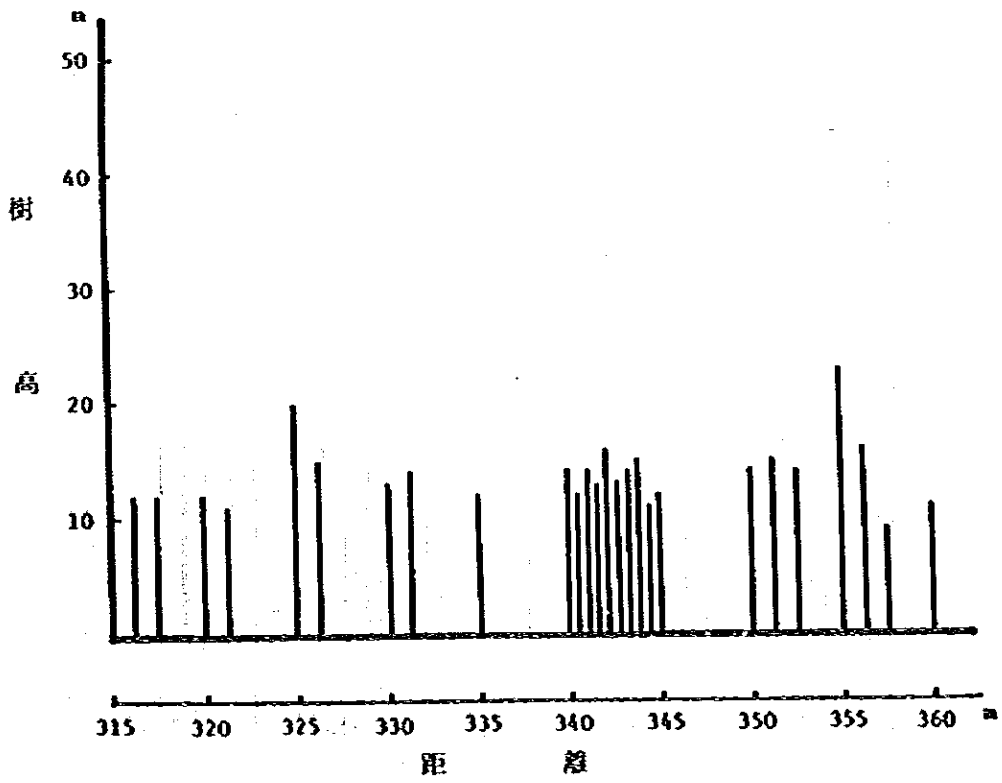


圖 1 - 8

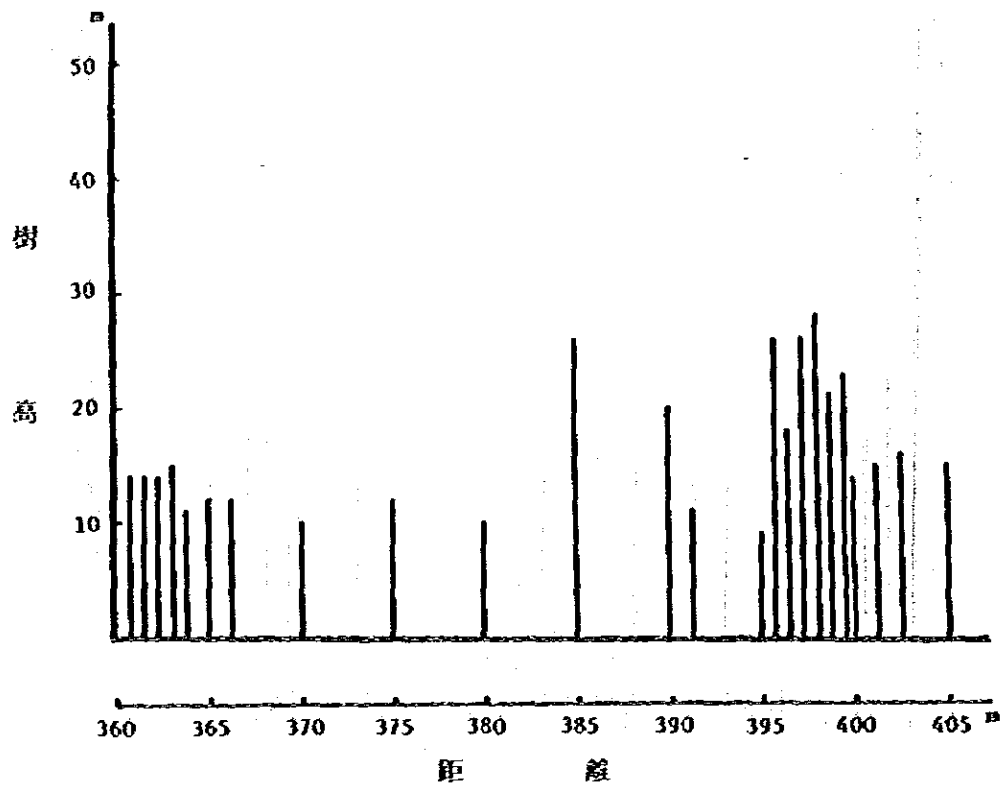


圖 I - 9

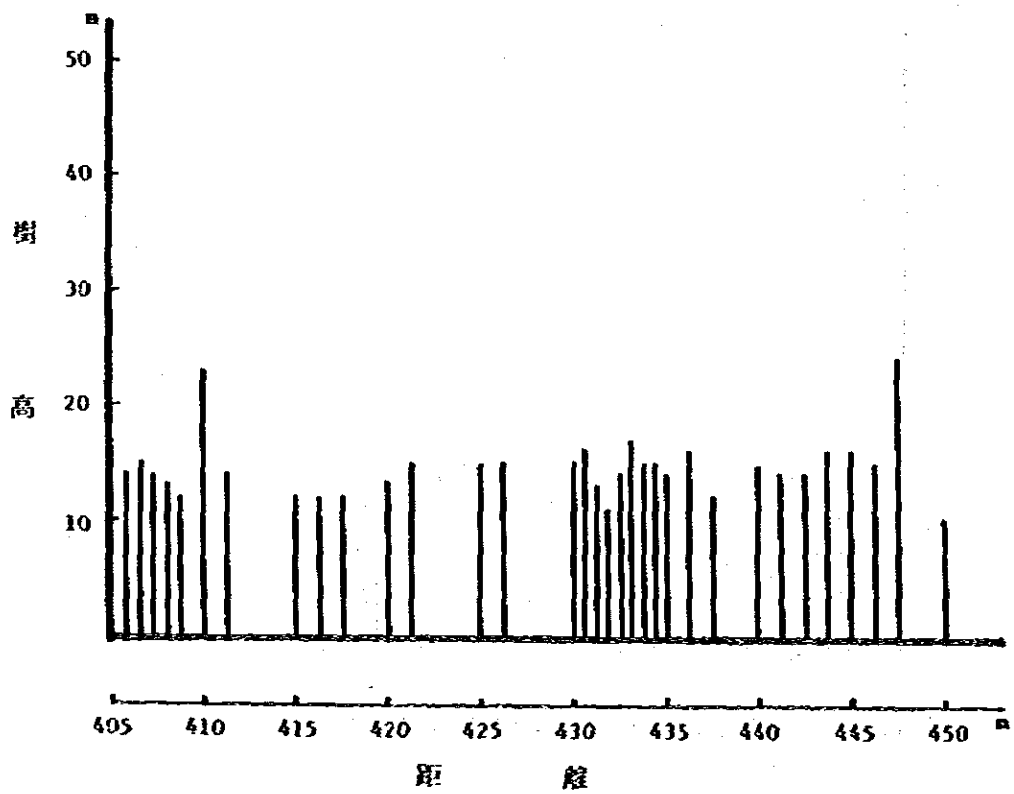


圖 I - 10

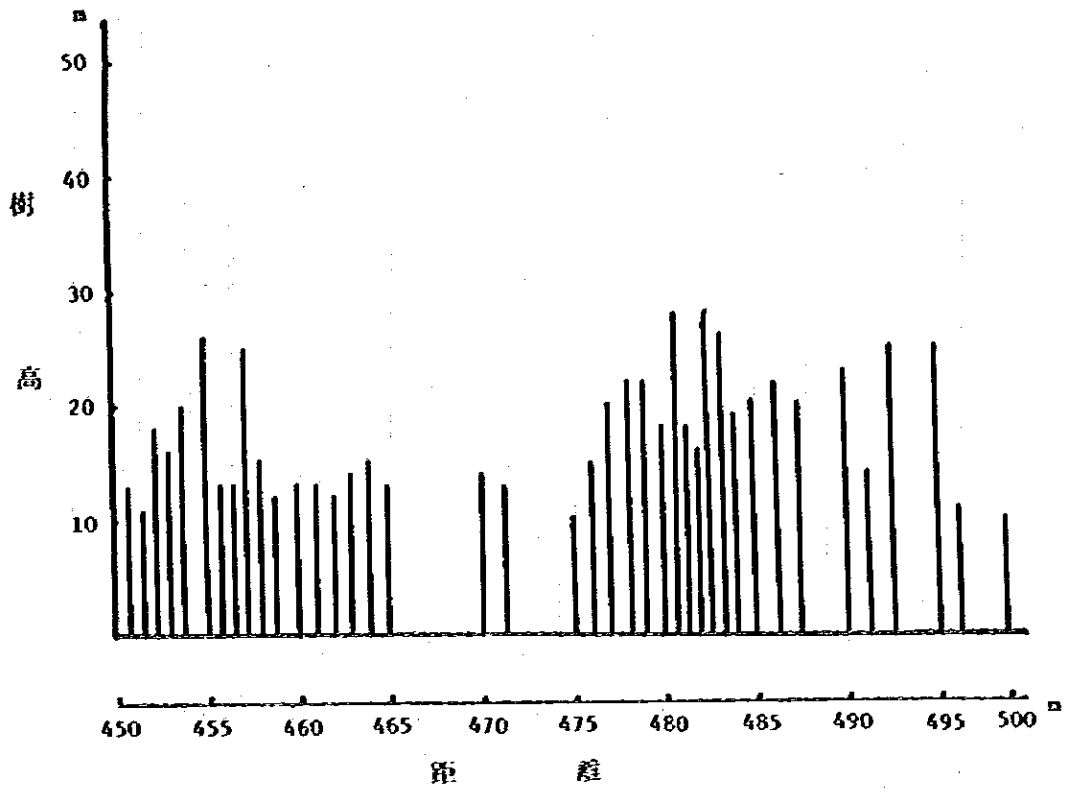


圖 I - 11

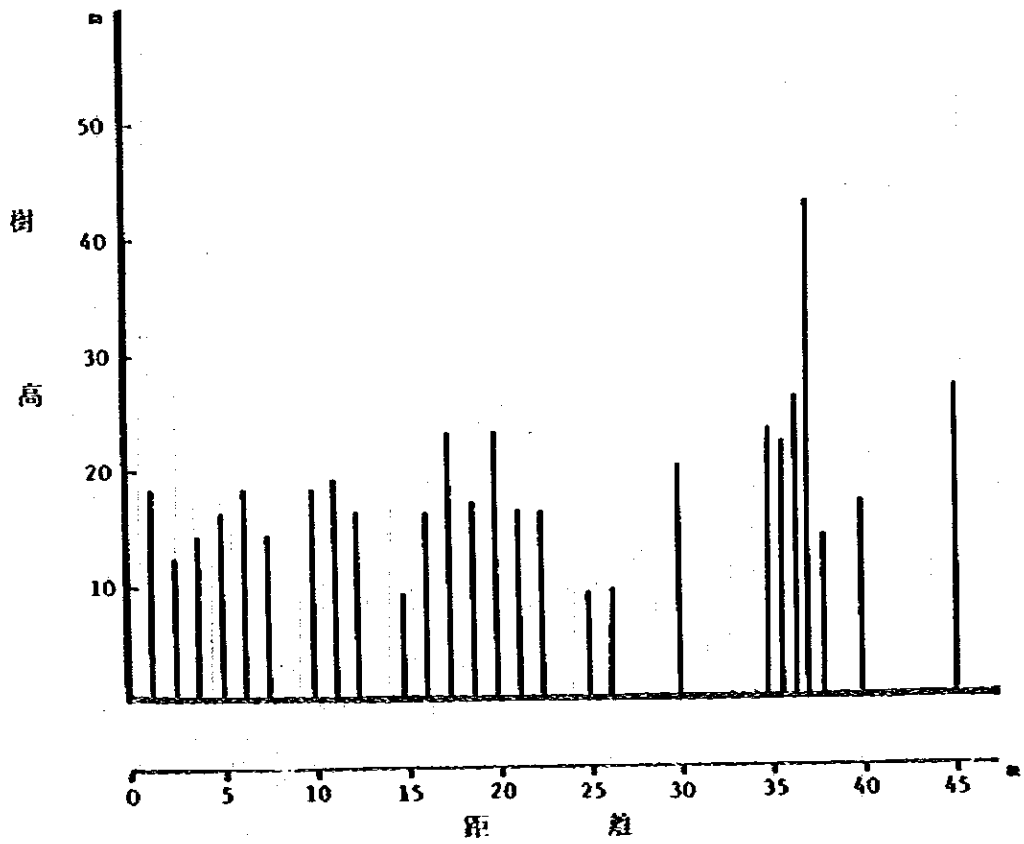


圖 II - 1 Tapajos 原生林 林相

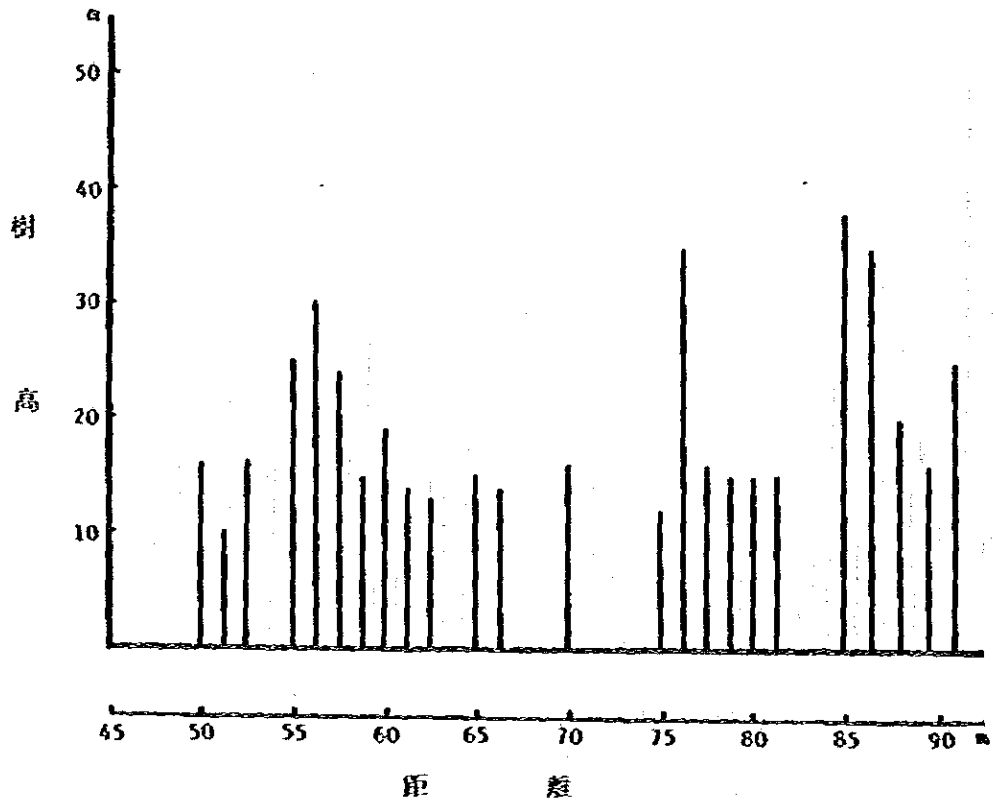


图 II - 2

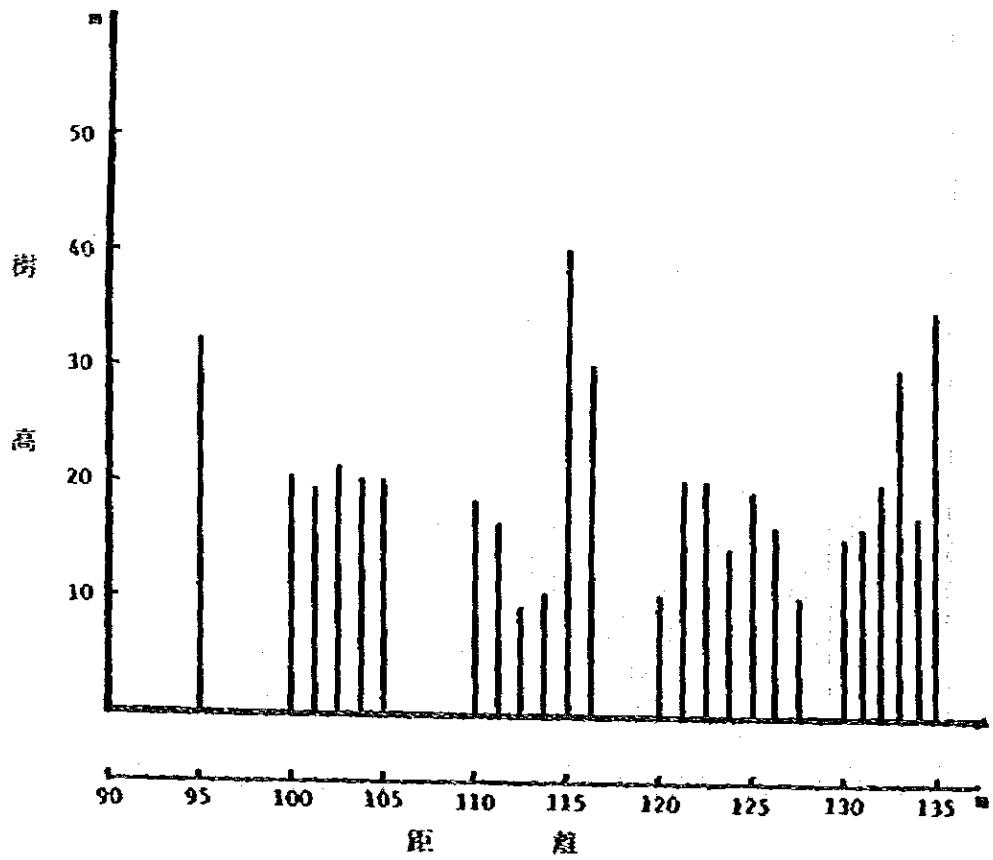


图 II - 3

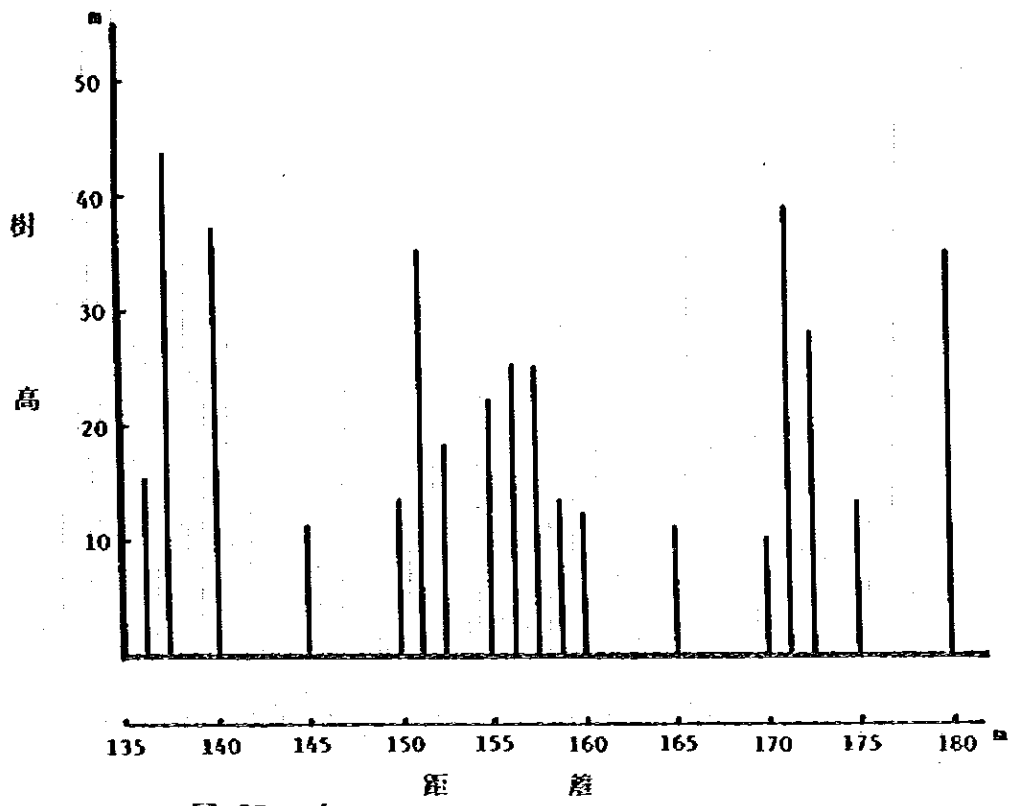


图 II - 4

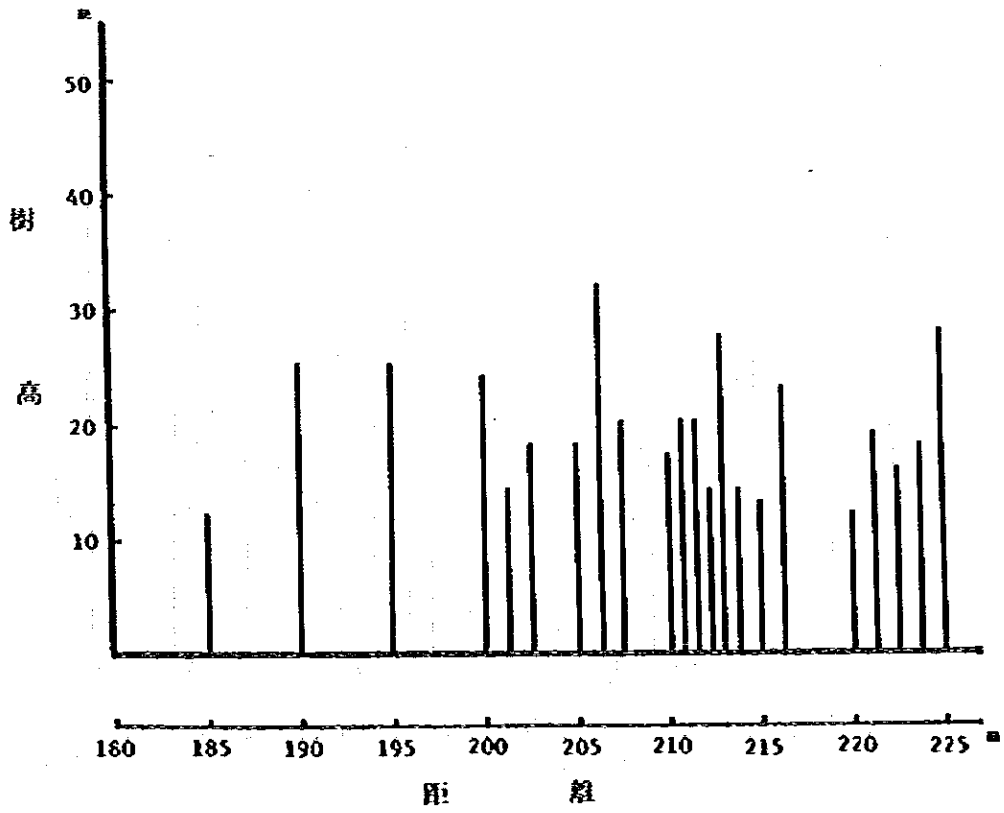


图 II - 5

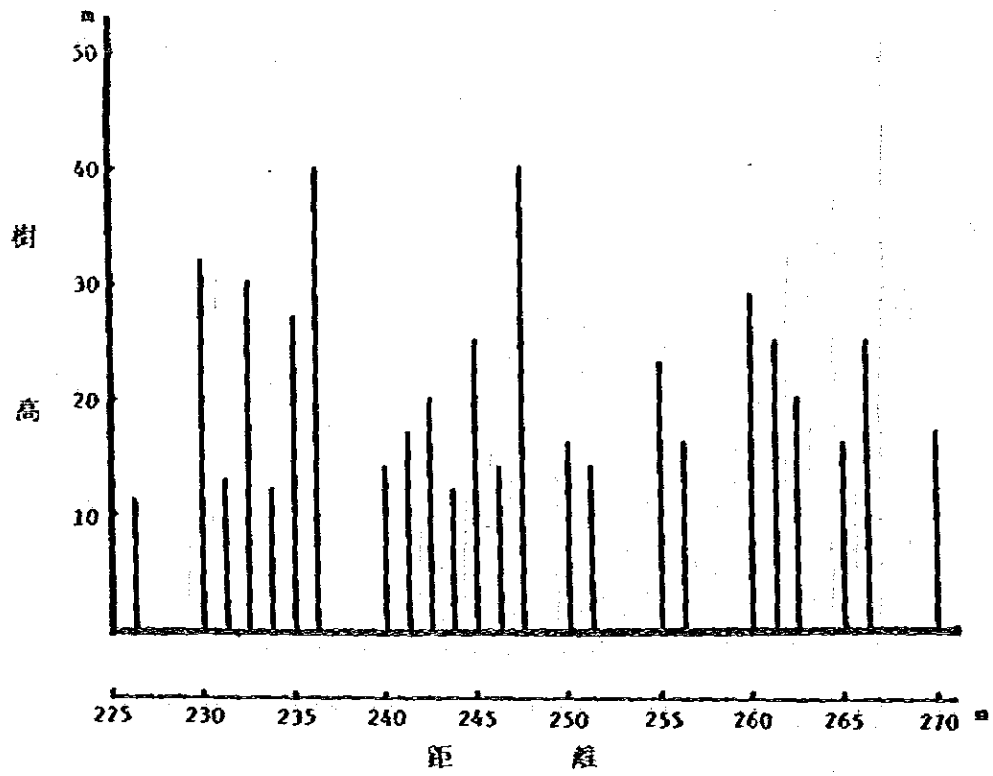


圖 II - 6

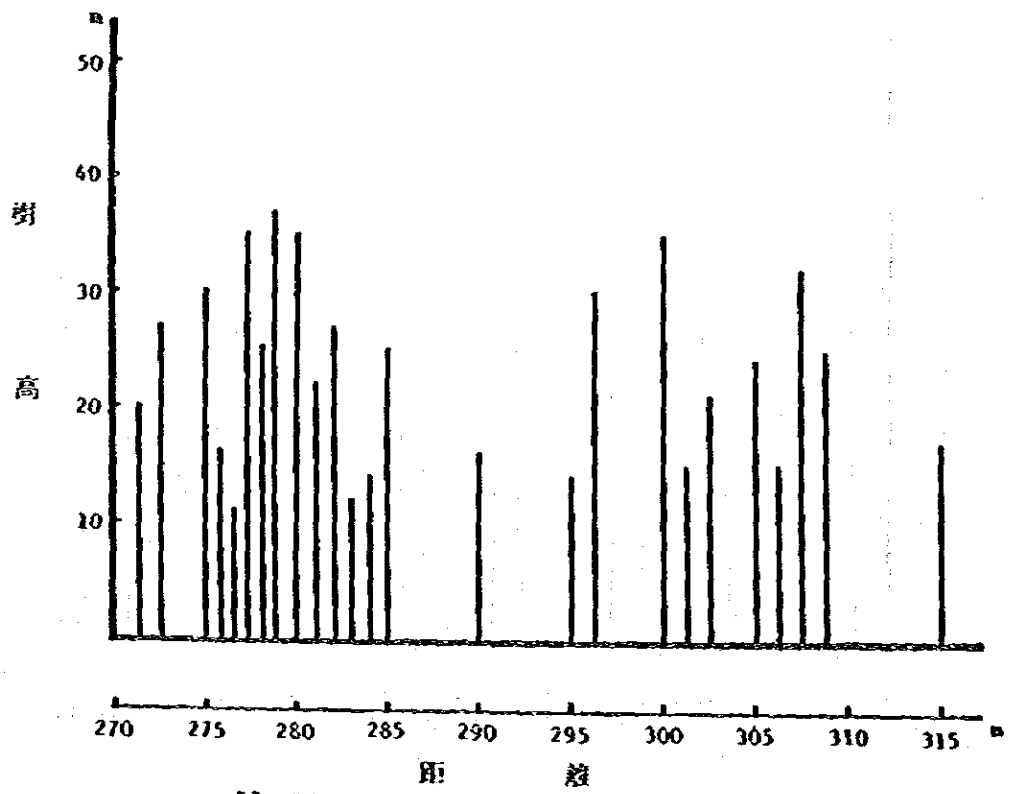


圖 II - 7

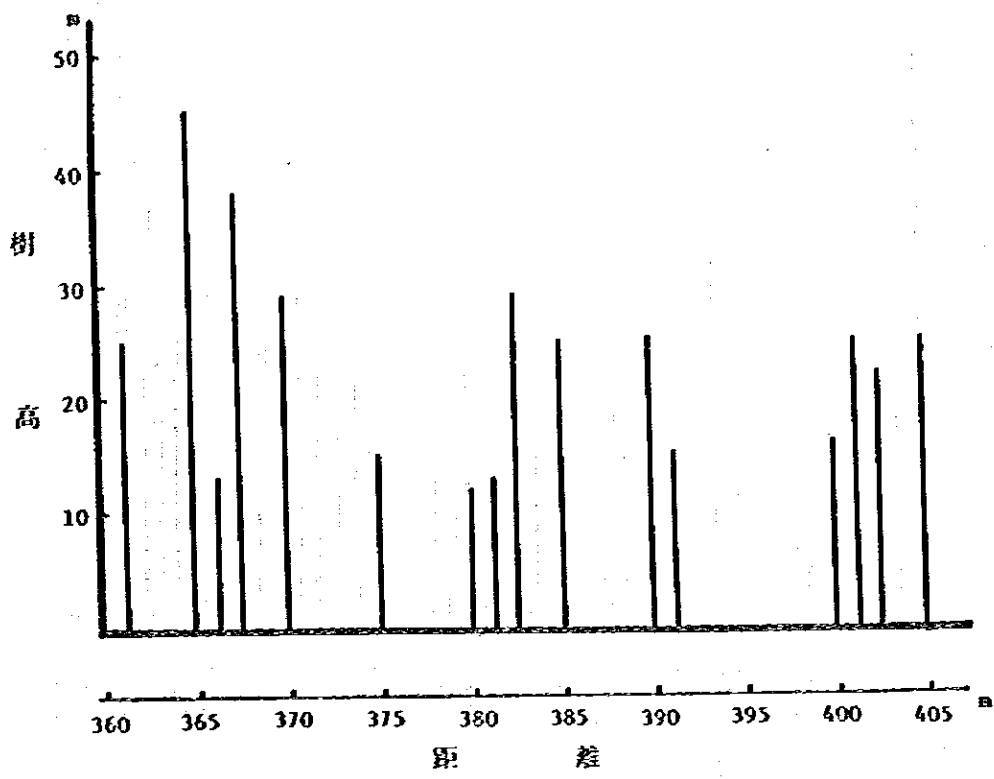


圖 II - 9

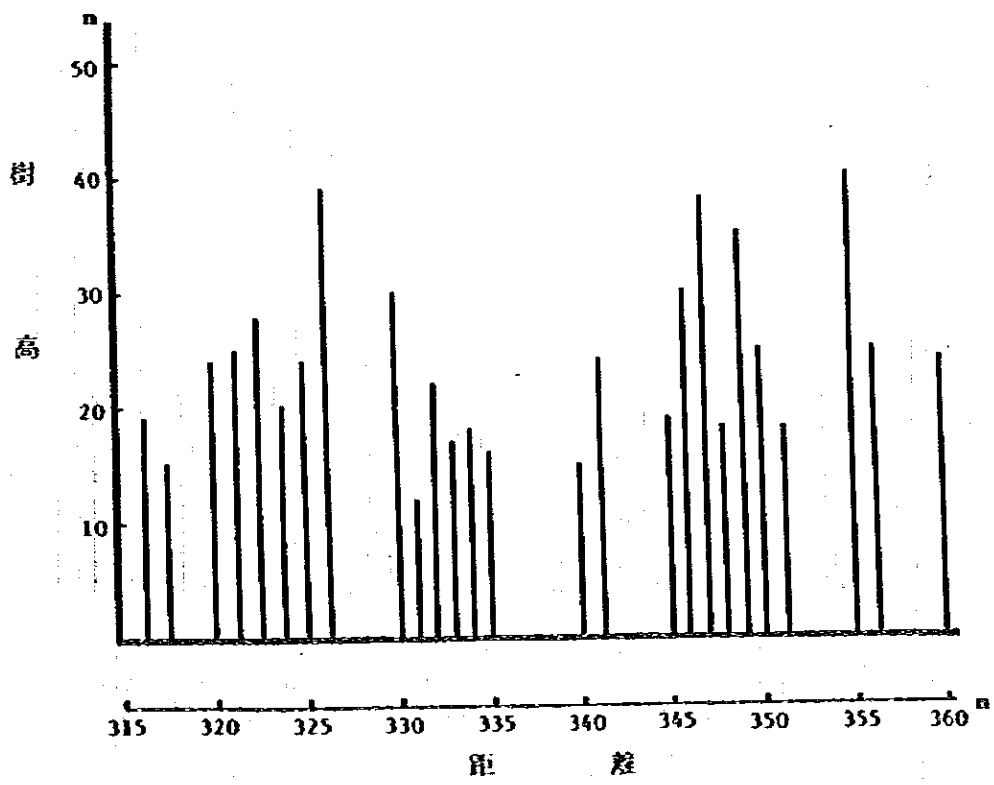


圖 II - 8

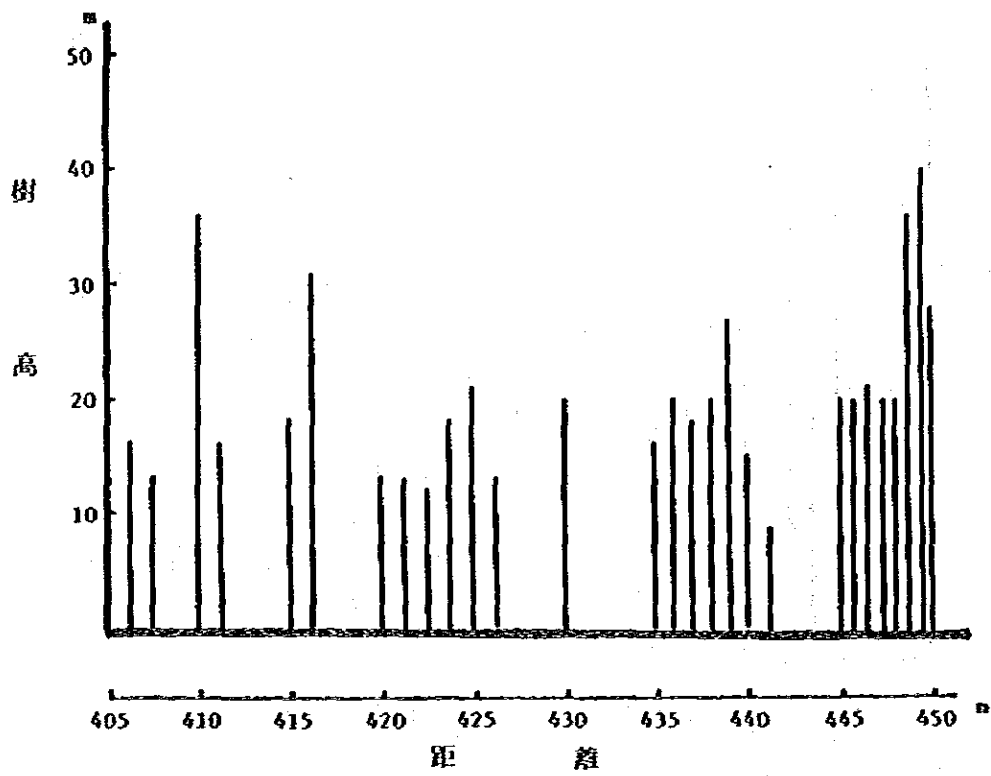


圖 II - 10

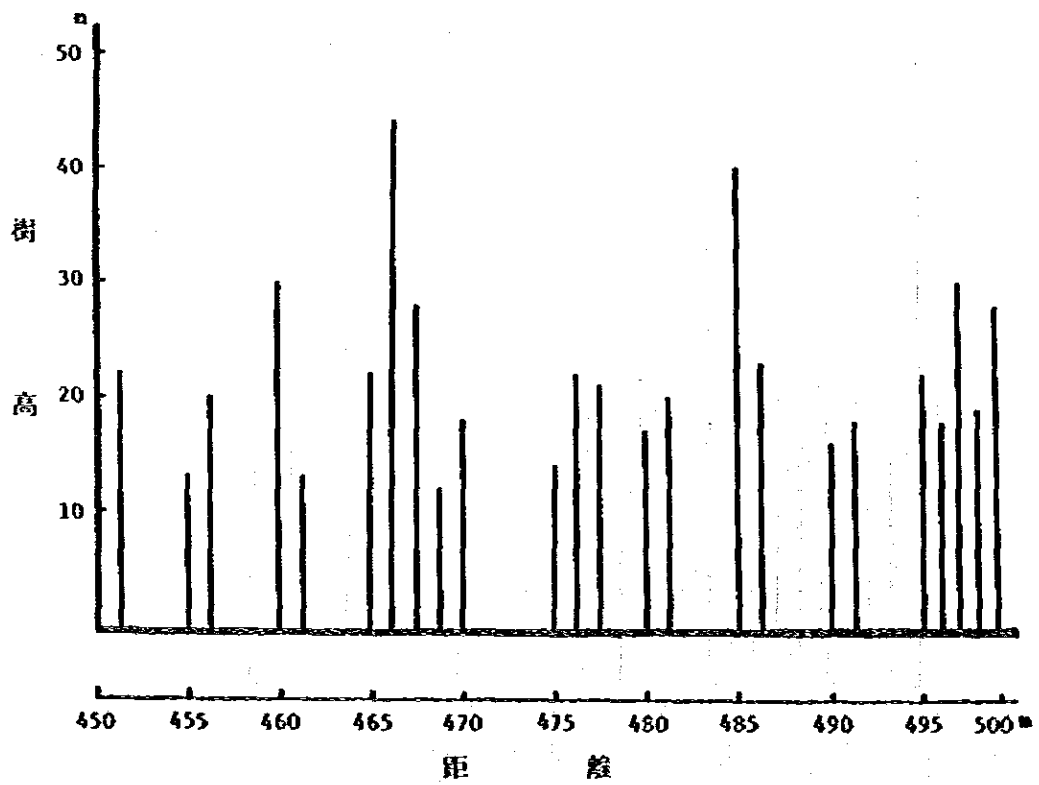


圖 II - 11

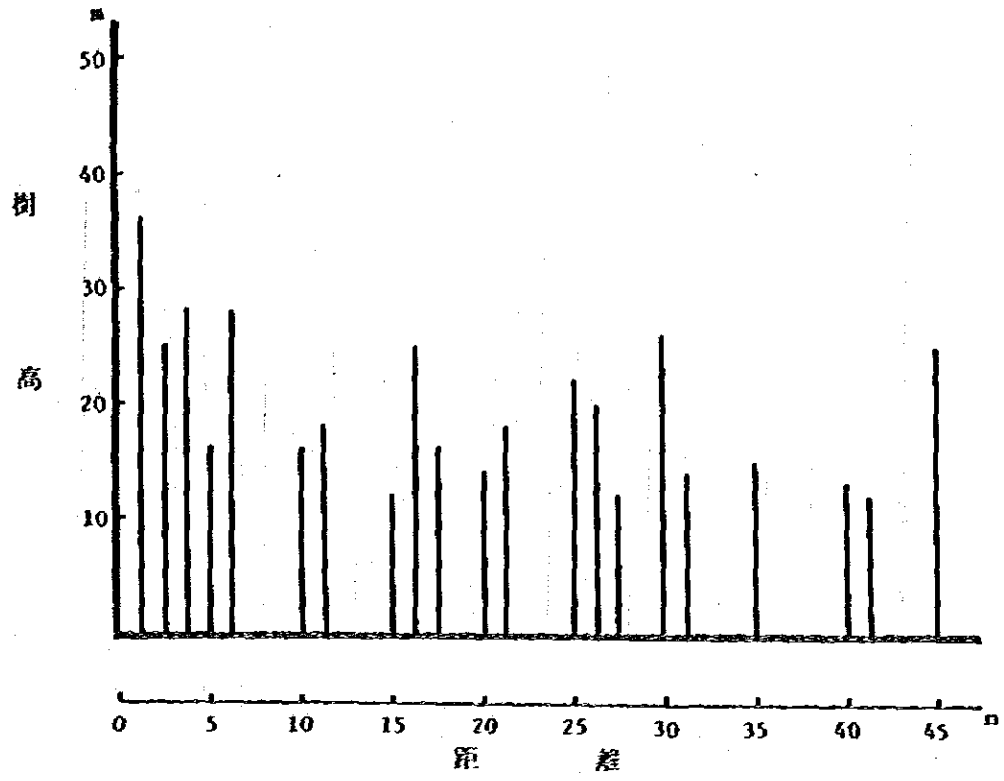


圖 III - 1 Tapajos 原生林 林相

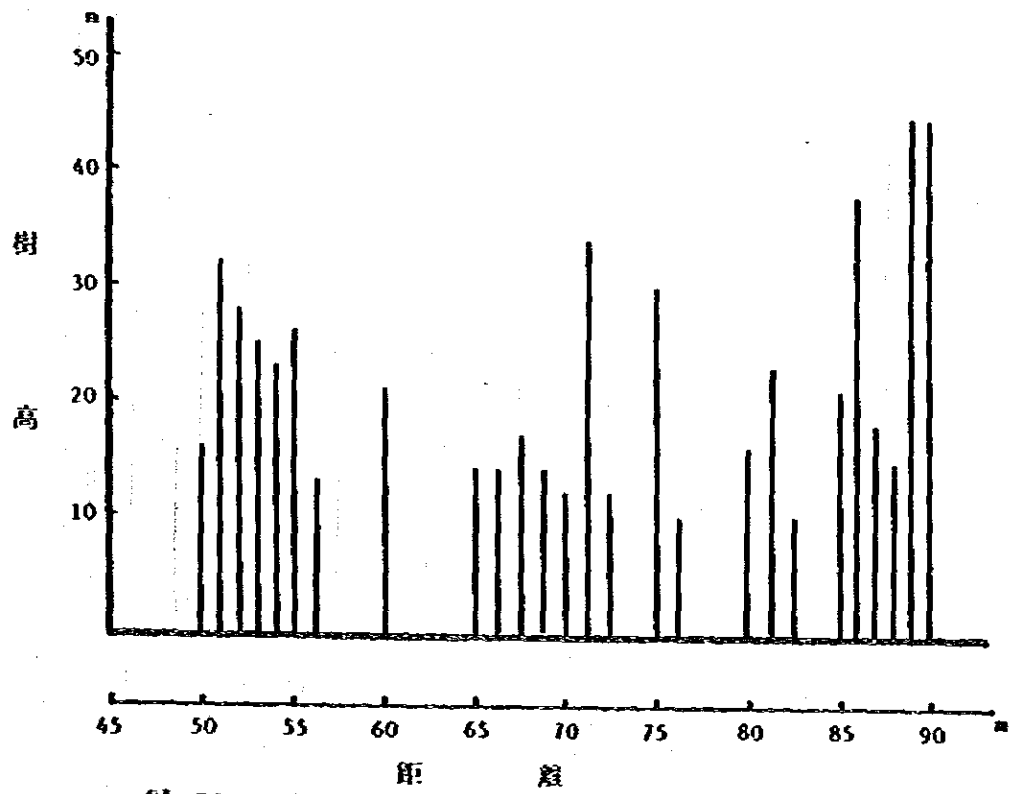


圖 III - 2

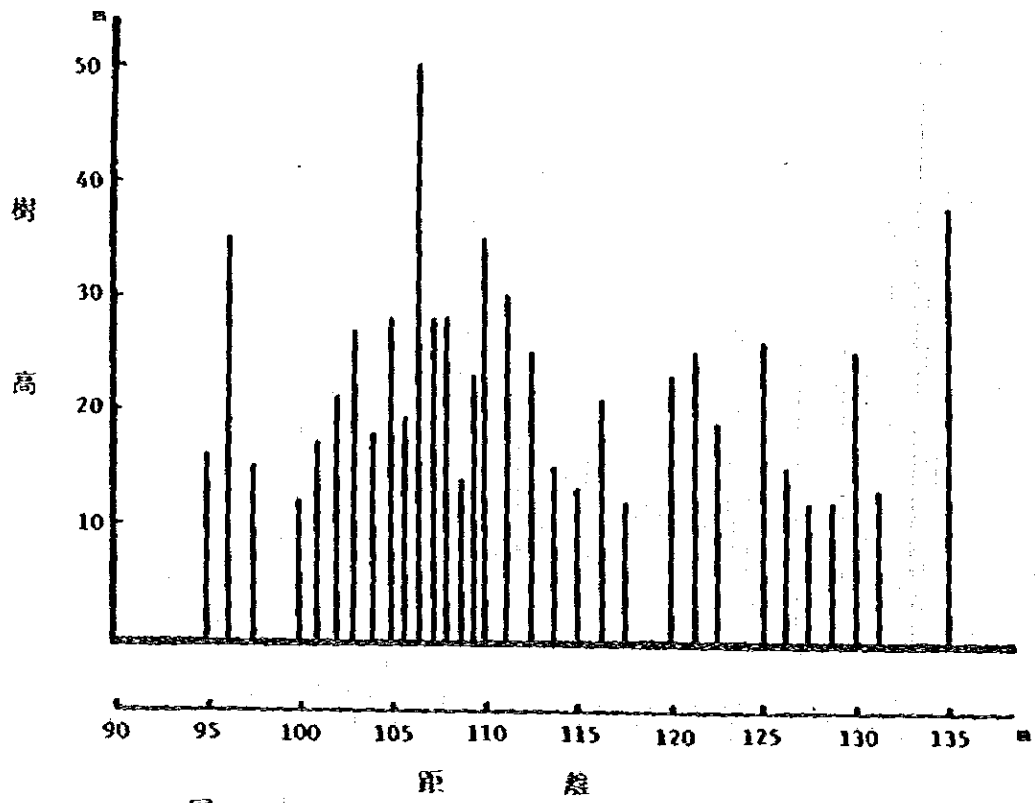


图 III - 3

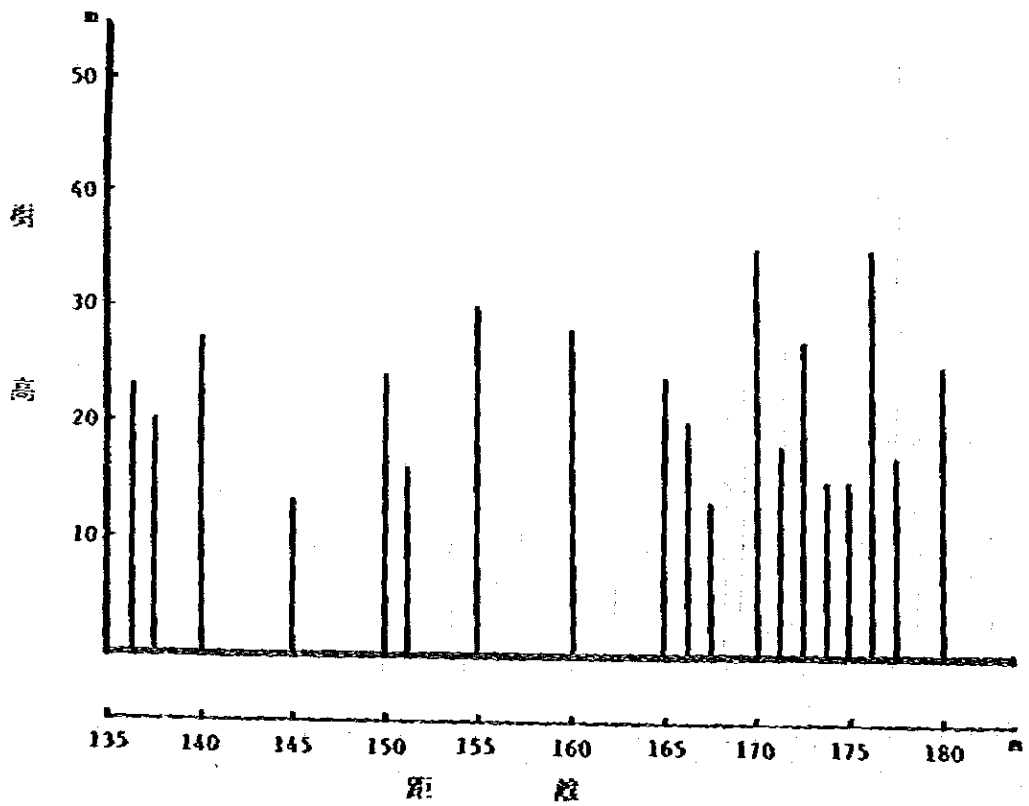


图 III - 4

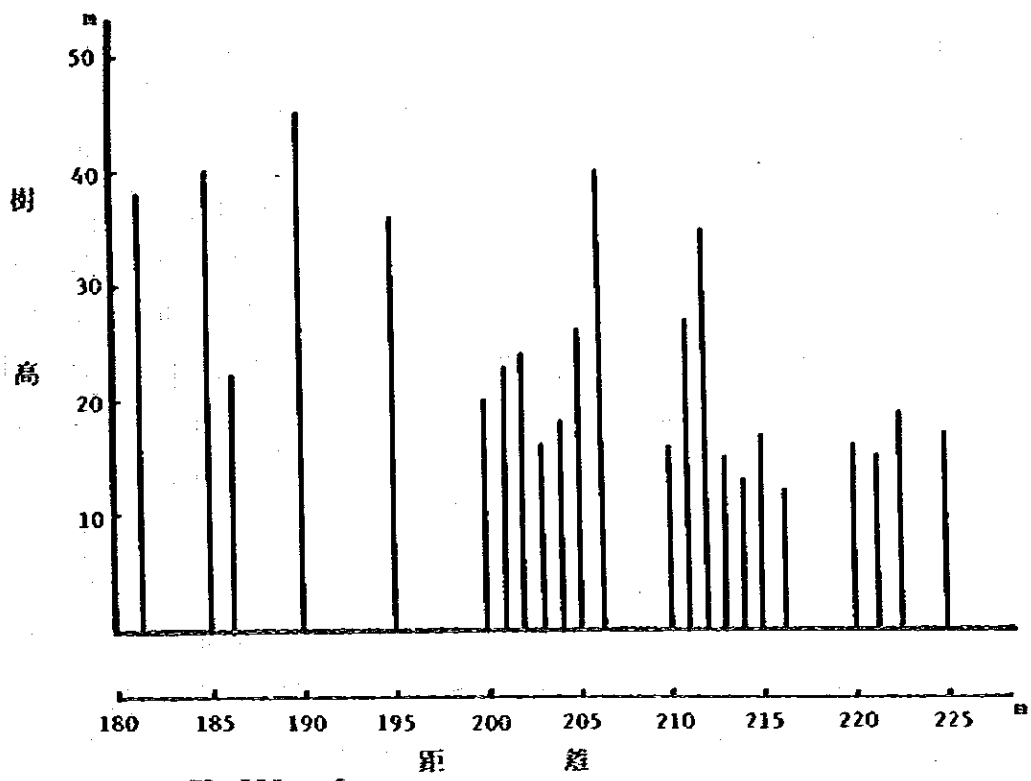


圖 III - 5

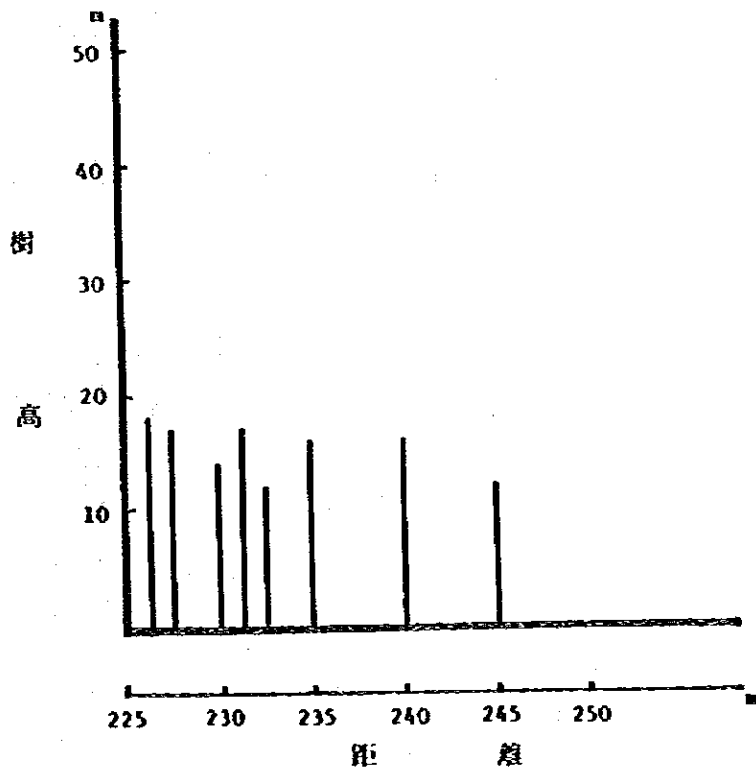


圖 III - 6

(4) 社会条件

事業地はベルテラ、タバジョスとなるが、タバジョスは国道を挟んだ向い側に相当な間隔をおいて農家が点在する以外、何もない天然林の中である。ベルテラは60年程前、米国のフォード会社がゴム園を経営し、その後、ブラジル側に引渡し、現在はその中の一部を細々と農務省が直接ゴム園を経営している。そういう関係でベルテラの中心地というか農務省関係の事務所等がある一帯は集落を形成しており、時間制限はされているが、水道および自家発電設備もある。ただ長期派遣専門家の家族の生活や専門家自身の私生活を考えた場合生活の木賃はサンタレンにおくべきであり、仕事上の必要に応じて臨時的にベルテラで宿泊が行なわれることになる。それで以下生活環境については、サンタレンとベルテラの両方について書くこととする。

① 交通

サンタレンには飛行場があり、ベレンまでの実飛行期間1時間20分、マナウスまでは1時間であり、その外、空のタクシーと呼ばれるチャーター機が数機ある。ベレンとの間には陸路もあるが、相当な迂回路になっていることと雨季は使用に耐えない。ベレンやマナウスとの間ではアマゾン河を利用しての水運が発達し、人員や荷物の輸送が行なわれているが輸送日数がかかって不便である。

タバジョスはサンタレンから国道163号線を南に70km行ったところであり、ベルテラは同じ国道の途中から西に入った、サンタレンから50kmの地点にある。国道は近く舗装される予定とのことであるが現在は殆んど未舗装で凹凸の多い悪路である。

② 人口

サンタレンは8万人ベルテラは8千人であり、ベルテラの集落附近にはその半分の4千人位が住んでいる。

③ 住宅等

サンタレンでは今回調査に行った段階では貸家、貸アパートの空室、空室が比較的あったが独立家屋2軒と最近迷ったアパートの借料について調べた結果は次の通りである。

単位：クルセイロ

	規模	契約金	1ヶ月の借料
独立家屋 1	4 部屋	900	6000
" 2	"	900	6300
アパート	居 間 3 応 接 間 1 女中部屋 1	900	12000

家政婦はサンタレンでは3食付で500~1,000クルセイロで雇われている様だが、ベレンやブラジリアでの体験者を通じて聞かされたことは、一々仕事を指示しなければ働

ないことや、比較的手くせの悪い者が多く、常にトラブルがたえないということであった。
 サンタレンで調査した(1978年7月)家具等の価格を示せば下記の通りである。

単位：クルセイロ

長椅子	13,110
事務机	1,700
鏡)	
洋服ダンス) セットで	5,900
ベッド枠)	
自転車	2,670
ガスコンロ	4,400
ベッド枠	2,400
ベッドマット	2,360
クーラー	15,000(月賦18,180)
冷蔵庫(60×120×65 ^深)	8,600
洗濯機	11,100(月賦13,200)
4人乗普通車	119,000
3人乗小型トラック	168,000

注：ブラジルの電圧は、ブラジリヤ以外は

110ボルト

④ 生活物資の調達

生活用品や食品は一応全てサンタレンで調達する事が出来る。しかし、日本と比べて衣類、薬品は割高であり、それに医薬分業で薬は簡単に入手出来ない。紙などは作りは粗雑であるが革製品は比較的安い。サンタレンにはスーパーが数軒あり、また日本食を食べたいと思えば、サンパウロからとりよせることによって殆んどその材料を揃えることが出来る。ベルテラを中心地には数軒商店はあるが、売っているのはアルコール類や石炭、歯磨などの日用品が殆んどである。

⑤ 教育

サンタレンには一応設備の整った小、中、高校があり、ベルテラにおいても小、中学校(5教室、先生12人)があるが、何れも午前と午後の2部教育である。また7月一杯と11月末から2月末まで休校といった様に授業日数が少ない。ベレンには中学までの日本人学校が

ある。現在生徒27名で先生が8名いるそうだが、先に述べた様にベレン、サンタレン間は飛行機で1時間20分かかり料金は片道約50ドルである。

⑥ 医療

サンタレン市内には10軒程の病院があるが、手術や入院を要するような重病人はベレンの病院を利用している。ベルテラには診療所があり、ベット数は60、外科と小児科の医者と他に歯医者が有り毒蛇の血清も備えてある。ベルテラの診療所の病人では比較的爬虫患者が多いようである。

2. 試験林設定計画

(I) 人工林造成試験林設定計画

① 場所

アマゾン下流域、サンタレンより西に50kmのベルテラ地区。近くをアマゾンの一支流、タバジョス川が流れる。位置図参照。

② 面積・規模

人工更新試験	720 ha
展示林造成	50 ha
カリビヤマン産地試験	20 ha
採種園造成	6 ha
苗圃造成	4 ha
合計	800 ha

③ 試験設計の考え方

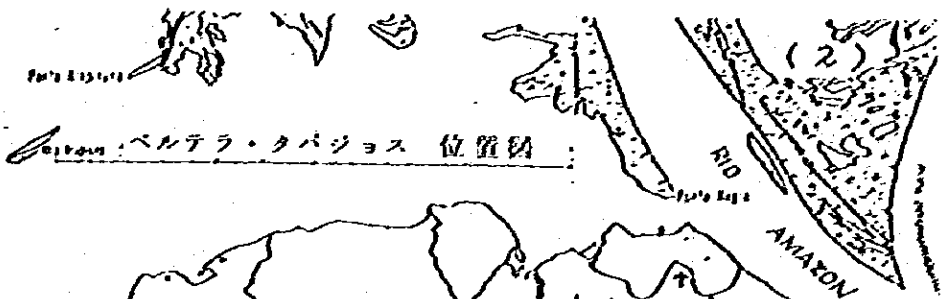
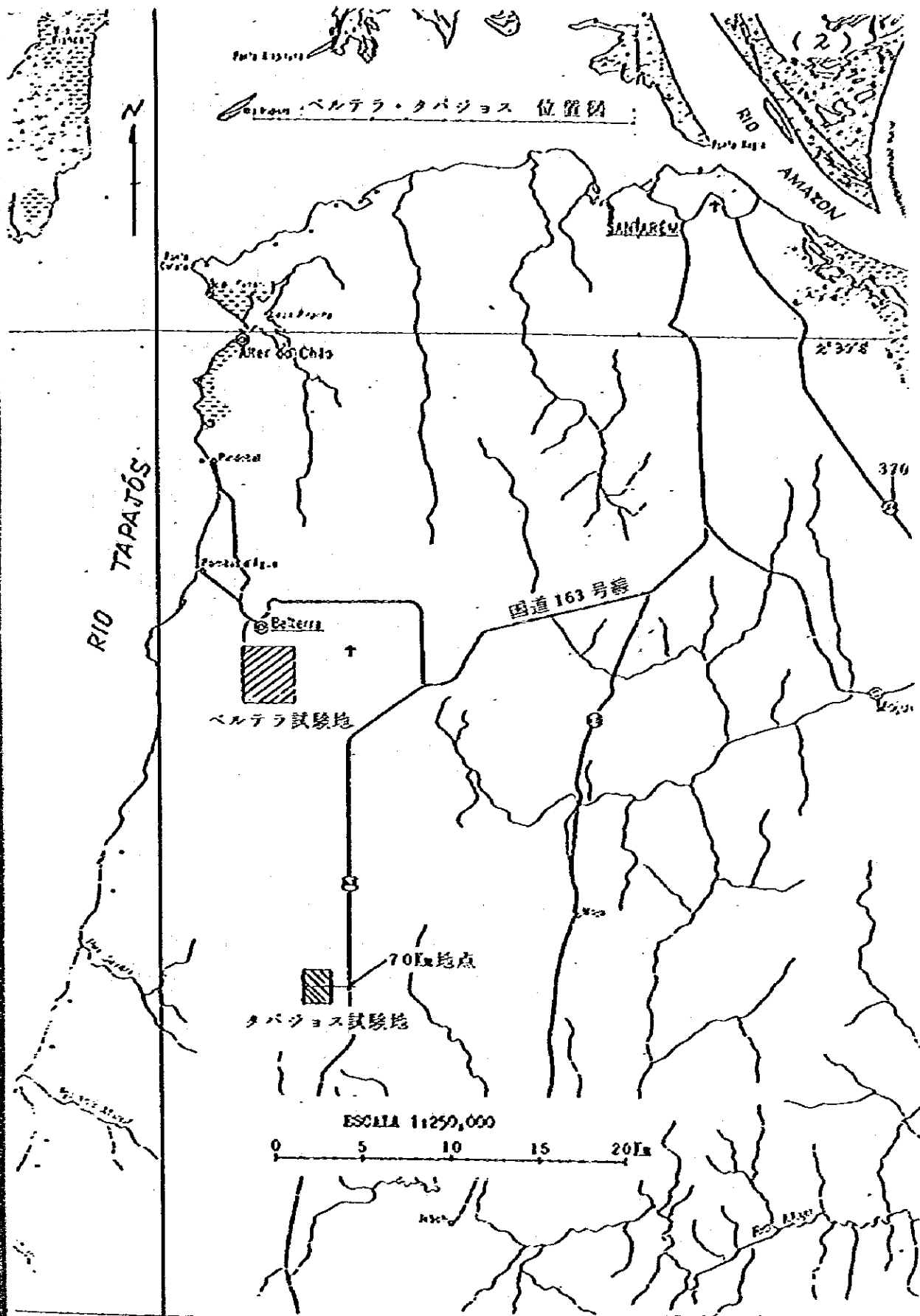
a. プロット面積

人工更新試験は、 $200m \times 200m = 4ha$ の小区画を基本単位として合計180プロット設ける。試験は4回繰り返すとする。

b. 造林方法

この造林試験には下記にあげる5方法7種の試験を実施する。

ライン・プランティング法 (列状植栽法)	列状植栽 A
	列状植栽 B
	列状植栽 C
群状植栽法 (アンダーソン法)	
帯状皆伐法	
皆伐法	
ダウンヤ法	



55° 00'

以下各植栽種ごとに造林方法について記す。

(イ) ラインプランティング法

(i) 列状植栽 A

{	伐開巾	3 m
	残し巾	12 m
	苗間	3 m
	植栽本数	220本/ha

ベルテラ2次林に於いて伐開巾3mの筋刈りを行い、その伐開巾上に3m間隔で植え付けるものである。伐開列間に残された2次林の中にはPara-para, Morotoloなどの先駆樹種が多く、将来的に有用樹たりうる樹木が少い。したがってその残し巾帯にある大中径木は環状剥皮したのち、その傷口に薬剤を注入する巻き枯らしを実施する。そうすることによって残し巾帯の残存木が枯れあがり、林内に大陽光線が入ってくる。また造林木のある伐開巾上に、残し巾帯からの小径木が覆いかぶさらないように上方を定期的にかき取る必要がある。なお林地を完全に開いていないので、つる類の繁茂は防ぐことができる。本法に採用される樹種は、成長初期に日陰を必要とするような樹種であって、また密度効果によって通直な材が得られるものが適切と思われる。用途は主として、一般建築用材および合板などの価値の高い優良材を目的とするものが考えられる。

(ii) 列状植栽 B

{	伐開巾	5 m
	残し巾帯	15 m
	苗間	5 m
	植栽本数	100本/ha

上記列状植栽Aよりも残し巾帯を拡張、15mとし、さらに伐開巾も5mに拡張する。つまり成熟するにしたがい、樹冠を拡張する樹種を対象に考える。なお列状植栽A、Bともに当分の間このアマゾン地域に於いては、将来間伐木の利用が考えられないことが予想されるために、このような植栽を基準としているが、将来的には間伐木の利用をも含めた造林法を考慮する必要があると思われる。

(iii) 列状植栽 C

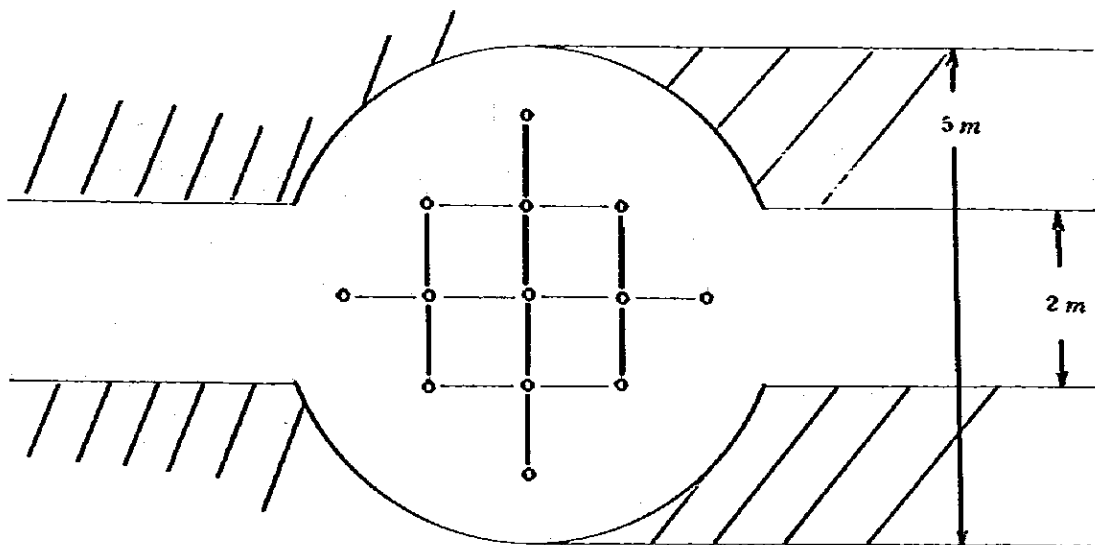
{	伐開巾	2 m
	残し巾帯	3 m
	苗間	3 m
	植栽本数	670本/ha

本法は熱帯地域のうち旧英国植民地で、英国森林官などによって、天然林の商業的伐採後の林地を対象に実施されていたものである。一般有用材の択伐された林地の残存大径木を巻き枯らしして、列状に筋刈りを行い、その上に植栽する方法である。本法は当初、一般用材を目的としてhaあたり100本程度の稜植が中心であったが近年パルプ用材など早成樹種をも対象にした造林も考えられるようになり、植栽後数年で林分がうっ閉するようにラインの間隔を短かくとり、またライン状の植栽間隔も短かくなっている。また建築用材でも比較的成長の早い樹種で間伐木の利用が考えられるものにも適している。

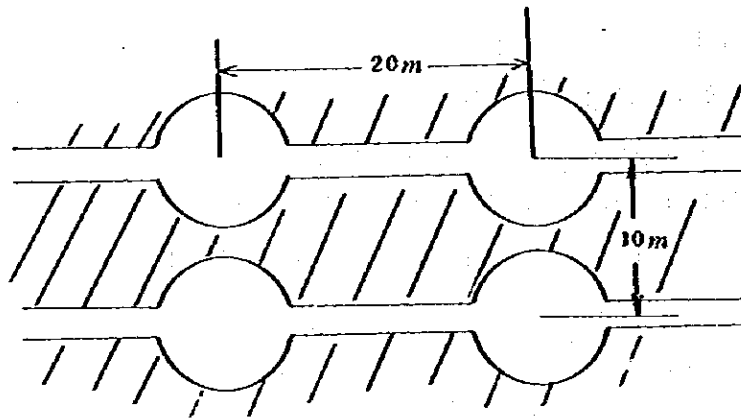
(f) 群状植栽

本法はアンダーソン法 (Anderson group method) とラインプランティングとを組み合わせた人工更新法で、ライン上の伐開巾に稜植え造林をして、その密植された苗木による密度効果を期待するものである。アンダーソン法には、5本植え、9本植え、13本植え等の基本形があるが、今回は13本植えを採用する。

}	伐開巾	列状に2mとし、稜植えのところは対り払い直径
		5m
	残し巾	8m
	稜の間隔	10×20m
	苗間	1m
	植栽本数	650本/ha



〔アンダーソン 13本植え〕



なお目的とする苗木を中心に植え、その周囲には、それと同程度の成長をする他の樹種を植えてもその効果が得られる。

(c) 帯状皆伐法

ペルテラ2次林には上木も少ないので帯状皆伐を試験してみる。保存帯はエロージョン防止と照度調整を行うため、残しておくが、上木は巻き枯らし等で、徐々に林内の受光量の増大を図る。伐開面には植え付け、下刈り等の作業がしやすいように数本の作業道を入れる。

}	伐開巾	20 m
	残し巾	20 m
	植栽間隔	3×3 m
	植栽本数	560 本/ha

(d) 皆伐法

林地は一斉皆伐し、伐倒、刈り払い木は乾期の間十分に乾燥させた後、火入れ地帯えを行うものとする。試験樹種としては湯樹が適している。

なおこの方法を対照(コントロール)区とする。

}	皆伐火入れ地帯え	
	植栽間隔	3×3 m
	植栽本数	1100本/ha

(e) タウンヤ法

本法は全面積にわたって皆伐した後、トラクターにプラウを牽引し耕耘地帯えを行い、aerationの改良をはかり、苗間に農業作物を混植するものである。Agro-Forestryとしてブラジルで有望視されている農林業の集約的な方法である。

考えられる農作物としては、トウモロコシ、バナナ、フェジヨン、ピメンタなどである。火入れはしない。

}	全面積皆伐	
	植栽間隔	4×4 m
	植栽本数	600本/ha

c. 植栽樹種

ブラジル政府関係の EMBRAPA (農牧畜研究公社)、IBDF (森林開発院)、SUDAM (アマゾン開発庁)、INPA (アマゾン実験局)、などで行われている基礎試験を検討して下記の13種を試験樹種とした。しかしそれらの基礎試験の目的、性格と、本実証プロジェクトは同一のものではなく、さらに、今後の木材利用、需給の見通しなどを研究し、植栽樹種の十分な検討が必要であると思われる。

なお樹種によって採用される植栽方法も検討される必要があり、下記13種のうち、林内植栽に適する比較的陰樹または半陽樹のグループと、皆伐して十分な陽光を必要とする陽樹のグループに大別した。

また、Cordia 種や Swietenia macrophella などのように、オープンな所よりも林内植栽の方が shoot corer 対策上好ましいという樹種もある。

(i) 日蔭を必要とする樹種

学名	地方名	略号
Bagassa guianensis	Tatajuba	BAGO
Carapa guianensis	Andiroba	CARG
Caryocar villosum	Piquia	CARV
Cordia goeldiana	Preijo cinza	CORG
Dipteryx odorata	Cumarú	DIPO
Swietenia macrophella	Mogno	SWIM
Vochysia maxima	Quaruba verdadeira	VOCM

(ii) 日蔭を必要としない樹種

Goupia glabra	Cupiuba	GOUG
Hura crepitans	Acacu	HURC
Cordia alliodora	Freijo branco	CORA
Omelina arborea	—	OMEA
Octomeles sumatrana	—	OCTS
Tectona grandis	—	TECO

なお、植栽方法と植栽樹種の組み合わせは下表のとおりとなる。

植栽方法 \ 樹種	BAGG	CARG	CARV	CORG	DIPO	SWIM	VOCM	GOUO	HURC	CORA	OMEA	OCTS	TECO
ラインランディング A	○	○	○	○	○	○	○						
" B	○	○	○	○	○	○	○						
" C								○	○	○	○	○	○
群状植栽	○	○	○	○	○	○	○						
帯状植栽								○	○	○	○	○	○
皆伐植栽								○	○	○	○	○	○
タウンヤ法								○	○	○	○	○	○

小区毎の面積	4 ha
繰り返えし	4 回
樹種×植栽方法	45 種
面積計	720 ha

造林方法と樹種の組み合わせを乱数表によって、ランダムに配置した。以下その組み合わせと、試験区の配置図を掲げる。

① 列状植栽 A

CARG	1,	2,	3,	4,
BAGG	5,	6,	7,	8,
DIPO	9,	10,	11,	12,
SWIM	13,	14,	15,	16,
CARV	17,	18,	19,	20,
VOCM	21,	22,	23,	24,
CORG	25,	26,	27,	28,

② 群状植栽

CARG	1,	2,	3,	4,
BAGG	5,	6,	7,	8,
DIPO	9,	10,	11,	12,
SWIM	13,	14,	15,	16,
CARV	17,	18,	19,	20,
VOCM	21,	22,	23,	24,
CORG	25,	26,	27,	28,

③ 列状植栽 B

CARG	1,	2,	3,	4,
BAGG	5,	6,	7,	8,
DIPO	9,	10,	11,	12,
SWIM	13,	14,	15,	16,
CARV	17,	18,	19,	20,
VOCM	21,	22,	23,	24,
CORG	25,	26,	27,	28,

④ 列状植栽 C

GOUO	1,	2,	3,	4,
HURC	5,	6,	7,	8,
CORA	9,	10,	11,	12,
OMEA	13,	14,	15,	16,
OCTS	17,	18,	19,	20,
TECO	21,	22,	23,	24,

⑤ 帯状植栽

GOUG	1,	2,	3,	4,
HURC	5,	6,	7,	8,
CORA	9,	10,	11,	12,
GMEA	13,	14,	15,	16,
OCTS	17,	18,	19,	20,
TECG	21,	22,	23,	24,

⑦ 皆伐植栽

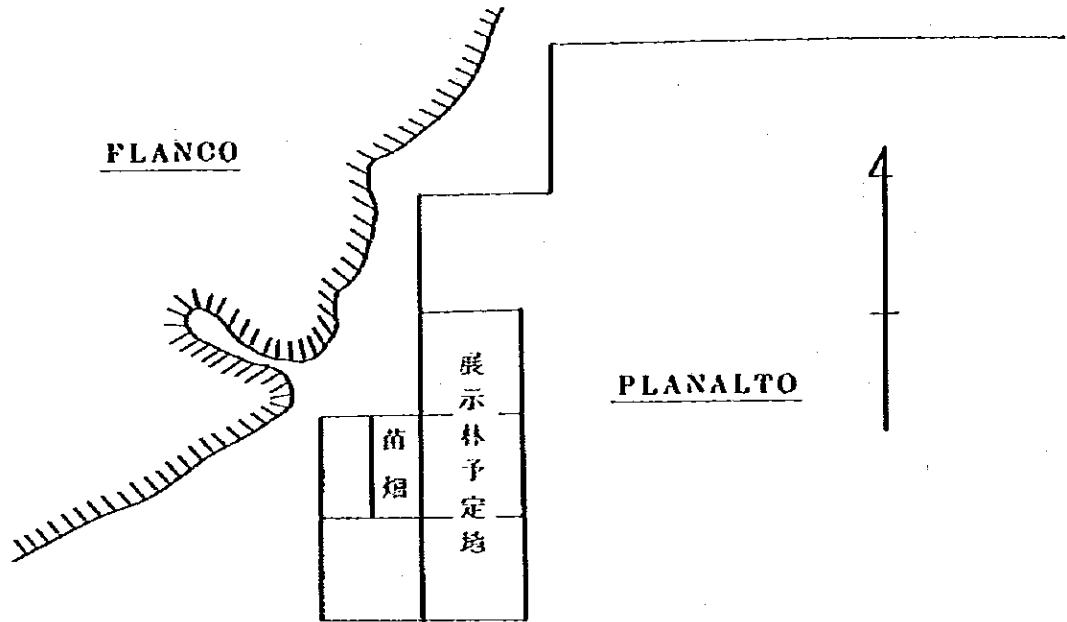
GOUG	1	2,	3,	4,
HURC	5,	6,	7,	8,
CORA	9,	10,	11,	12,
GMEA	13,	14,	15,	16,
OCTS	17,	18,	19,	20,
TECG	21,	22,	23,	24,

⑥ タウンヤ法

GOUG	1,	2,	3,	4,
HURC	5,	6,	7,	8,
CORA	9,	10,	11,	12,
GMEA	13,	14,	15,	15,
OCTS	17,	18,	19,	20,
TECG	21,	22,	23,	24,

⑧ カリビヤマツ産地試験

試驗區配置圖



	⑤		④		①										
	15	12	10	24	17	21	5	24	24	27	13	7	26	25	
	1	23	5	19	14	15	16	3	19	18	6	20	16	23	
	4	17	9	2	22	23	2	8	17	10	3	12	9	21	
	3	8	11	6	18	6	9	19	15	11	1	8	2	4	
	16	22	20	7	10	1	12	11	5	22	5	26	9	22	
	18	14	21	13	13	4	20	7	28	14	17	21	8	2	
⑧			20	1	19	11	9	2	3	7	28	14	16	4	②
			13	18	8	5	14	3	11	6	13	20	1	27	
	⑥	24	15	22	21	4	16	24	15	18	25	14	12		
		23	17	7	12	6	10	23	12	19	10	6	24		
		20	23	22	7	1	3	16	22	27	10	17	9		
		24	18	17	5	8	13	8	26	21	25	18	15		③
	⑦	15	4	11	19	6	10	1	19	23	28	2	7		
		2	12	14	9	24	16	4	13	11	20	5	3		

⑤ 樹種の特徴

a. *Bagasa guianensis*. (Moraceae : クワ科)

アマゾン周辺およびスリナム、仏領ギアナに分布し、ここではTatajubaという名で呼ばれている。

先駆樹種であるが、開いた所で造林すると shoot-borer (まだ固定されていない) にやられるので部分的な日覆い(特に側方からの)がすすめられる。クワより雨の多いマナウスでの成長は良い。

種子は12~3月が採集時期で、毎年大量の種子を産する。果実が重いこともあって、果実が熟すと母樹のすぐ根元に落下するので、採集は容易である。果実は蒴果状でその中に寿命のながい大量の小さな種子が含まれている。(190000/kg)、新鮮な種子は3~4週間で発芽する。発芽したら軽度の日覆いのもとに移植する、苗木が大きくなるにつれ、徐々に日覆いをはずしてやる。

造林には10~30cmの高さで直径7cm、もしくはそれ以上の大きな台切り苗を使用した方がよい。成長初期に剪定バサミによる余分な枝の枝打ちが必要で、上方からの陽光と側方日覆いをして、年間平均成長は樹高で1.5~2.0mである。列状植栽もしくは群状植栽がとられてきた。

用途は重構造材、枕木などである。

b. *Carapa guianensis* (Meliaceae. センダン科)

中央アメリカの英領ホンジュラス、ホンジュラスから南アメリカのエクアドル、ペルー、ブラジルおよびギアナまで広く分布している。この地方ではArdirobaという名で呼ばれている。

一般的に雨期に浸水するVarzea、また豊富な沈着物のある内側の湿地林に成育している。クワでは高台地に現われる。陽樹であるがShoot borerの攻撃をさけるため側方光線のコントロールが必要である。Cedrela種よりはShoot borerに対して抵抗性がある。高台地土壌、もしくはVarzeaの比較的高い所が適地である。

果実は直径8~10cmと巨大な球状で裂開性のさく果で、kgあたりわずか20~40個であるクワの高台地では2~4月なかばにかけて大量に採集できる。寿命は比較的短い。育苗は、この種子を地面に直接まき、軽度の日覆いをする。苗床ではネズミなどのげっ歯類に対して防ぎよ策を講じなければならない。現在のところ、苗床周辺に金網を張りめぐらす方法が考えられる。

造林には台切り苗が用いられた。年間平均成長は樹高1.2~1.6m、直径で1.5mであった。Shoot borerであるHyrcipyla grandellaに攻撃されなければ樹形、枝張りともに良好である。

気乾比重は0.6~0.8、一般に加工は容易で用途として、家具、キャビネット、構造物、ドア、などである。Cedrelaやマホガニーほど材としては秀れていないが、耐病性がある。なお、Carapa属の種子は油を含んでいて石鹸の原料に使われている。

c. *Caryocar villosum* (Caryocaraceae)

ギアナからブラジル、マラニョン州にかける大西洋側およびアマゾン流域に分布し、この地方ではPiquiaと呼ばれている。

陽樹で、ローム及び粘土質土壌を好む。側方光線がなくても成長に影響はない。伐期近くなると非常に大きな樹冠を形成する。

種子は繊維質の殻に包まれていて非常に大きくて直径8~10cmもあり、kg当り、わずか13個程度でしかない。毎年2月から4月にかけて種子の採集が可能である。発芽能力は良いが発芽までに4~8週間を要する。発芽まで1年もかかる種子もある。発芽したら2~3週間で移植し、1時的な軽度の日覆いをする。その後2段階で日覆いを取り除き根をおおいをしてやると良い。

造林モデルとしては、リユクリュー法による密植(5×5m)、またアンダーソン、ノッドを採用する場合、中心にこの苗を持ってきて周囲に *Vismia* spp. を植えても良い。台切り苗、もしくは摘葉苗を用いた方がよい。

年間平均成長は樹高で1.2~1.6m、直径で2cm程度である。造林は容易である。3年目ぐらいに枝打ちが必要となる。

材の比重は0.8~0.9。重構造物材として甲板、枕木、車輪、倉庫の床、桁などに利用されている。

d. *Dipterix odorata* (Leguminosae; マメ科)

分布はアマゾン周辺およびパナマ、コスタリカ、ベネズエラ、コロンビア、スリナム等広い。この地方での名称はCumaruである。

陽樹でローム及び粘土質の土壌で排水性の良い所を好む。砂土では成長が遅い。

毎年果実をつけるが長期間にわたる。一般的種子の採集時期は12~8月である。新鮮な種子は播種後10~20日で発芽する。kgあたり約440個の種子が含まれる。

育苗は軽度の日覆い下で播種し、移植後、徐々に日覆いを取り払っていく。いくつかの葉を残した摘葉苗で列状および群状植栽がなされた。直蒔きも可能である。年間平均成長は最初の5年間についてみると、樹高で1.75~2.25m、直径で平均1.75cmであった。密に樹冠を形成する。Tonka beamといって芳香ある種子は香料に利用される。

用途は重構造物材、枕木、船輪用材などである。

e. *Cordia goeldiana* (Boraginaceae; ムラサキ科)

この地方での名称はFreijo CINZAと呼ばれている。この樹種はサンタレーン、クル

ア地区で濫伐されてきた。まだ伐採されていないこの樹木の母樹の大部分は川および道路から遠く離れている。

種子は非常に小さく、翼がついており花と一諾に落下する。

Cordia 属の中ではこの *C. goeldiana* が材として最も秀れている。通称 South American Walnut と呼ばれている。比重 0.4~0.7 で軟~中硬で強度性良好。用途はキャビネット、指物、家具、パネリングでまたチークのかわりに軍艦、航空機等にも用いられる。

f. *Cordia alliodora* (Boraginaceae; ムラサキ科)

西印度諸島メキシコから南米全域に分布する。この地方での名称は Freije branco と呼ばれている。

樹高 45 m、直径 70 cm に達する常緑の大木の樹木で樹幹は通直、輪生状の枝をもち板根がある。

花は頂生の穂状花序で、花期にたくさんの花を樹上に群生する。種子は小粒で小さな翼が 3~4 枚ついており、全体の大きさは 5 mm 程度である。

この樹種は養苗が容易で成長が早く、南フロリダやその他の地域で造林されている。

気幹比重は 0.4~0.7 とされ高級な家具、指物、一般構造物、楽器などに利用されてきた。

g. *Goupia glabra* (Celastraceae; ニシキギ科)

地方名 Cupiuba。

十分な陽光を必要とする陽樹。新しい粘土およびローム質土壌、もしくは砂壌土で最も良い成長を示す。

クルアでは微細な種子を伴った小さな果実が 8~11 月にかけて毎年採集される。種子は寿命がながく、新鮮な種子は 20~40 日で発芽する。

播種するときは日覆いは必要ないが、降雨からは保護しなければならない。移植後は約 2 週間日覆いする。山出しには大きめの台切り苗を使用していた。

年平均成長は樹高 1.2~1.8 m、直径 1.5~2.0 m である。皆伐して火入れした後の天然更新は非常に容易である。

材は建築用材に適するが、紙、パルプにも可能性があるといわれている。

h. *Onelina arborea* (Verbenaceae; クマツツラ科)

ヒマラヤからインド、ネパール、ビルマ、タイ、インドシナまでのアジアに広く分布する。

アマゾン地方ではインド原産の種子で 1959 年クルアで試験造林された。現在 Jari pulp がアマゾンの支流 Jari 川の中流でこの樹種の大規模な造林を実施している。現在クルア、Jari で種子の調達が可能である。この樹種は植え付け後 4~6 年で比較的大きな

果実をつける。果実は多肉で卵形の果肉と、硬い核果からなる。核果は乾燥時1kgあたり約1,400粒である。発芽促進法としては精選した核果を水につけることと、天日乾燥を交互にくりかえすと良い。萌芽し、挿木繁殖が非常に容易である。

湯樹で、深くて湿潤であって排水性の良い土壌を好む。成長が早く、年間材蓄積成長30 m³/ha という記録がある。たゞ最近の研究によると成長の良いのは最初の7年間で、それ以降は成長が低下するというデータがある。

なお *Sauva* 蟻の好物なので、それに対する防除対策が必要である。

材はやや軽軟で、気乾比重0.5前後の値が記録されている。製材・加工が容易で、マッチ、ベニヤに使用されるがパルプ原料にもなる。

i. *Hura crepitans* (Euphorbiaceae: トウダイグサ科)

中央アメリカから南アメリカの北部(北部ブラジルおよびボリビアまで)に分布している。アマゾンでは *Azacu* (アサク) と呼ばれている。

この樹種は湯樹で、肥沃な沈澱物のある低湿地、また乾燥した森林であってもロームや肥沃な粘土質土壌に成育している。樹高27~40m、直径80~180cmに達する落葉性大型樹木である。クルア地方にはない。

果実はさく果、大きき約8×4cmで平たい。乾燥すると激しく裂けて種子を遠くに放つ。種子は褐色、丸くて扁平でタテヨコとも1.8~2.5cmの大きさである。

インディオによって造林されたと思われる成熟したいくつかの母樹がサンタレーン近郊の農業試験場にある。そこからの山引き苗をクルアの苗畑に移植し、高台地に造林したところ中ぐらいの成育を示した。

造林モデルとしては低湿地のちよつと高いところや、浸水林、また同様に高台地に台切り苗および挿葉苗を用いることが考えられる。

材は、気乾比重0.4~0.5。家具、箱類、ベニヤなどの用途に用いられている。

j. *Vochysia maxima* (Vochysiaceae: ボンジア科)

Vochysia 属は約100種近くあるといわれ、この *V. maxima* はアマゾンの低地域に普通に出現する。この地方では *Quaruba* と呼ばれている。

湯樹で斜方日覆。ロームならびに粘土質土壌を好む。造林は古い高台地と浸水林に限られる。天然更新の優先樹種である。

種子は27,000個/kgと小さく翼がある。3月から5月にかけて熟すが、結実は3~5年周期で不規則に実をつける。播種後10~20日で発芽する。移植後1時的に日覆いする。造林には20cmぐらいの苗長の探根苗と台切り苗が使用された。現在までのところクルアの高台地で探根苗使用による人工造林試験が試みられたが、植え付け後の短い乾燥と、その後の *sauva* 蟻による被害でわずか33%の活着率であった。

造林木の樹形は良いが、6年ぐらいうると軽度の枝打ちが必要となる。年平均成長は樹高1.5 m、直径で20~26 cmである。

比重は0.5~0.7で、材は重さの割に強く、耐久性大である。丸木舟、建築材、内装材合板などの適材である。

k. *Octomeles sumatrana* (Datiaceae; ダティスカ科)

フィリピン、ボルネオ、スマトラ、スラウェシ、ニューギニアなどに分布しビヌアンという商品名で有名である。陽樹で、排水の良い湿性土壌を好むので、一般に低地帯、ことに河沿いの沖積土壌のところに多く見られる。

ニューギニア・ケラバット産の種子により、1967年、クムアで造林試験がなされた。初期成長は早く旺盛である。

果実は1.2 cm長で多数の種子を内蔵する。種子は非常に微細で1 g中に約20,000粒が含まれていたという記録がある。

材は軽く比重0.3~0.4程度。製材・加工は容易であるが耐久性は低い。合板の心板、裏板、包装箱材などに利用されている。

l. *Swietenia macrophylla* (Meliaceae; センダン科)

メキシコ南部より南アメリカ・コロンビアまでの大西洋岸よりの地域のほかベネズエラ、エクアドル、ペルー、ボリビア、ブラジルなどにわたり分布している。この地方では Mogno と呼ばれている。商品名、マホガニーとして有名。

この樹種はクムア地方には見当たらない。クムア地区の天然林地帯には接近することが困難で、ブラジル産の Mogno の種子は得られていない。たゞ1958年、Tocantins 地方で少量のサンプルが得られただけである。ここでは果実は6~7月に熟する。

Mogno は最優占樹種なので、種子の安定的供給をはかるための努力を継続しなければならない。

種子は1,500~2,000粒/kgで異がある。水分4~5%含有の乾燥種子を密閉した容器に入れ、2~5℃の冷蔵貯蔵する。冷蔵庫から取り出したらたゞちに播種すること。播種後、過度に灌水する必要はない。比較的新鮮な種子は10~20日で発芽する。

shoot borer である *Hypsipyla grandella* に対して注意が必要である。

山出し苗は根元径1~1.5 cmの台切り苗が挿葉苗を用いる。この樹種は日蔭を必要とするので林内植林すること。成長は光量のエントロールおよび立地によるが、年間平均成長、樹高0.6~2.0 m、直径1.0~1.8 cmである。

比重は0.4~0.8と巾があるが、材質は良好で家具、内装建具、キャビネット、単板などに用いられている。

m. *Tectona grandis* (Verbenaceae; クマツヅラ科)

ビルマ、ラオス、タイ、インドなどに分布し、ティークとして有名である。現在は世界各地で人工植栽がおこなわれている。1959年クアアに導入され満足すべき成育を示している。

すぐれた遺伝的性質(ビルマのTenasserim, およびTharrawaddの)を持った種子が、トリニダードから入手できる。種子は12~1月に採集され、kg当り900~1,300個含まれている。

播種に先だち、外皮をつけたまま、1日水につけ、そうして防水汎布の上に揚げ、きれいなポリシートをかけて覆う。種子は5cm以上の厚さにしないようにして、十分灌水して湿気を保つような発芽前処理(6~10日間)を行う。発芽する兆しが見えたらたゞちに種子を播種床にまきつけ、種子をローラーで軽く押しつける。その上に古くなったノコ屑をまく。日覆いは必要ないが、強い雨から守ってやらなければならない。ある程度成長するまで、多めに灌水する。山出しが近づいたら灌水回数を減らし木化を促進させる。大きくなりすぎた苗木は根元近くで切り、台切り苗として利用する。山出しは短かい(地上から1.5~2.5cmの茎の部分を残し、なお直根を10~20cm、根元径1.5~2.5cm)台木苗で行う。

陽樹で、肥沃かつ排水性の良い土壤に適しクアアの高台地での成長はやや遅い。

最初の6ヶ月は雑木をきれいに刈り、第2年目はつる切り及び雑草をとり除く。根元の萌芽を枝打ちし、成長させるものを一本だけ選ぶ作業を早めにする。

気乾比重は0.55~0.7でやや重硬、材は高級家具、キャビネットなどに利用されている。

(2) 天然更新試験林設定計画

① 場所

Tapajos 国有林; Santarem市から国道163号線を約70km南下した位置である。熱帯降雨林(Tropical Rain Forest)のTerra firma, のPlanalto-粘質土壤林-平地林、いわゆるClimax Tropical Rain Forestの原生林的林分である。

② 面積規模 200ha

③ 試験設計の考え方

a. プロット面積

1区: 10ha (300m×330m)

b. 作業程

Tapajos 地域の原生天然林では、林分の階層構造が、超高木層(40m以上)、高木層(40m~30m)、中木層(30m~20m)、低木層(20m以下)に区分される。

熱帯降雨林の階層構造は、それぞれの階層を構成している樹種による住み分けによって成立しているものが多く認められる。超高木層や高木層にある利用価値の高い有用樹種は比較的樹齢が高い寿命の長い樹種であり、中・下層木を形成している樹種は、初期生長の早い比較的樹齢の若い寿命の短い樹種によって構成される。

超高木層や高木層の樹種の平面的分布は分散的でしかも密度が低く、中・下層木の成立は群状的で密度は高い傾向がある。

熱帯降雨林の天然更新作業は、利用価値の高い有用樹種の成立密度を高めることが目的となる。

このため、中層・下層木を構成している有用樹種の生長を促進する方法と、新たに有用樹種の発生を促進して生長を期待する方法とに分けられる。

前者では、群状択伐の上層を択伐法により、後者では、群状択伐の上層木択伐及び下層を除去ならびに帯状皆伐法の作業種で目的が達成され、その両者を傘伐更新法によって適用することが出来る。

したがって、Tapajos 国有林においては、熱帯降雨林における既往の一般的な天然更新法や、アマゾン流域 Curua における試験等を考慮して、次のように作業種を計画した。

(7) 群状択伐法 Group Selection Method

(i) 上層木択伐 Upper Storey Partial Cutting

上層の有用樹種を収獲伐採するとともに、中層・下層木を構成している有用樹種の生長を阻害する上層の暴れ木や介在木は除去する。

適用条件として、作業地の選定は、中層・下層に比較的有用樹種の更新の多い林分を対象とする。

(ii) 上層木択伐・下層木除去

Upper Storey Partial Cutting and Under Storey Clear Cutting

稚・幼樹の更新を促進するための伐採法で、上層を構成する有用樹種は保護し、稚・幼樹の発生・生長を阻害する上層・中層の暴れ木と、下層木を全面除去する。

林内に、林冠疎開後に侵入する雑草・蔓草類や、目的樹種以外の樹種は、下刈り除伐の作業によって除去する。

適用条件として、作業地の選定は、選定は、稚・幼樹の発生が乏しく、作業によってその発生を促進できる林分とする。なお、作業地内に、種子の飛散距離を予め調べ、保護した有用樹種の母樹の範囲に孔状地を設ける。地表には種子が容易に定着発芽できるように処理する。

(c) 帯状皆伐法 Belt Clear Cutting Method

上層高の1/2幅に帯状皆伐し、保残帯の幅は上層高の幅に等間隔に保残する。

伐採帯内に侵入する雑草や目的樹種以外の樹種は、下刈り、除伐等の作業で除去する。

保残帯については、伐採帯に植栽した造林木が15~20mの樹高に生長した段階で、同様に作業を行なう。

(d) 傘伐更新法 Regeneration under

Shelter wood Method

上層有用樹種を保残し、下種更新の母樹として結実促進を行うとともに、中層木、下層木の目的樹種以外の樹種を除去する。林内の林床に、幅3mの更新条を10m間隔に条刈り地掃えを行なって、種子の定着、発生を容易にするよう処理する。

林冠疎開後、更新列に侵入する雑草や、目的樹種外の樹種は、下刈り、除伐等の作業で除去する。

更新列に侵入する雑草や目的樹種以外の樹種は、下刈り、除伐等の作業で除去する。

(e) 対照区 (Control)

対照区は、各作業種の終業対照として放置し、動植物の生態や林床植生、土壌の変動、生長量の測定等を行う。

c. 更新期待樹種

<i>Cedrela odorata</i>	(Cedro legitimo)
<i>Bagassa guianensis</i>	(tatajuba)
<i>Caryocar vi illosum</i>	(Piquia)
<i>Aspidosperma</i> spp.	(macacaranga)
<i>Vochysia maxima</i>	(guaruba verdadeira)
<i>Qualea</i> spp.	(Mandiogueiros)
<i>Erisma Uncinatum</i>	(quarubarana)
<i>Sim aruba amara</i>	(marupa)
<i>Didy eo panax morototoui</i>	(morototo)
<i>Tachigalia alba</i>	(Tachi branco da mata)
<i>Tachig alia myræecophila</i>	(Tachi preto de folha grande)
<i>Sclerolobium</i> cf. <i>microsepalum</i>	(Tachipreto de folhe miuda)
<i>Enteslobium cyclocarpum</i>	(orelha de negro)
<i>Entersbium</i> cf. <i>schoenburgkii</i>	(favada rosca)
<i>Ocotea</i> cf. <i>canali culata</i>	(louro canela)
<i>Aniba</i> cf. <i>burchellii</i>	(louro amarelo)
<i>Terminalia</i> spp	(cui cranás)

Buchenavia grandis

(cufarana de caroco)

Goupia glabra

(cupiu ba)

Byrsonima sp.

(muricigrande da mata)

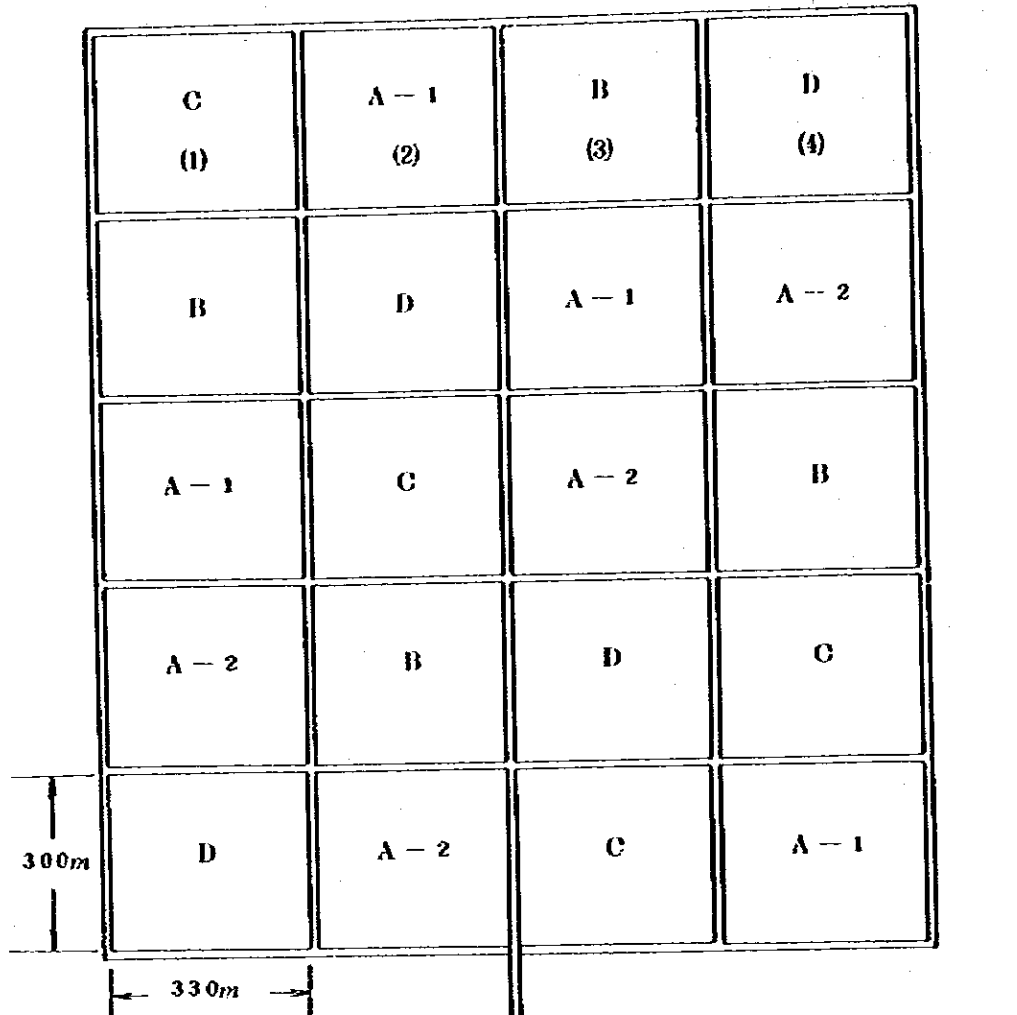
Bertholettia excelsa

(castanheira do Pará)

Carapa guianensis

(andirsba)

④ 試験区配置図



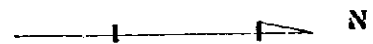
1. 作業種

- (1) A-1 : 群状択伐, 上層
- (2) A-2 : " 上層択伐, 下層不除去
- (3) B : 帯状皆伐
- (4) C : 全伐
- (5) D : 対照区

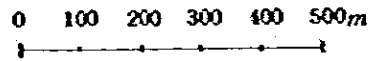
2. 面積 1区-10ha, 20区 200ha

3. 繰り返し 4回

4. 試験区別乱獲法



- SCALE -



1/10000

国道163号線

至サンタレン

(3) 展示林造成計画

① 場所

Belterra 国有林、Santorem 市から国道 163 号線を約 50 km 南下した位置である。約 60 年前にアメリカのフォード会社が開発したゴム園の栽培跡の二次林が主で、森林型は Terra firma の Planalto—粘質土壤林—平地林である。ゴム園栽培後放置された跡に再生した二次林 (Capoeira) の林相を呈していて、平均樹高は 15 m ~ 20 m の範囲の林分である。

② 面積規模 50 ha

③ 試験設計の考え方

a. 面積

1 樹種 1 ha で 50 種を選定する。

アマゾン地域に自生する原生種で、既に木材の利用開発がなされているもの、今後開発が予想されるものを含めてその適応性を検討する。なおアマゾン地域外で、ブラジル国内に自生する樹種で、アマゾン地域に導入可能と予想される樹種で、利用価値の高いものの適応性を検討する。

初期生長が早く、利用価値が高い外来樹種についてその適応性を検討する。

b. 樹種

(i) アマゾン地域に自生する原生種

1. Aniba fragrans	macaca porenga
2. Aniba duckei	pau-rosa
3. Aspido sperma alba	araracanganuirajucara
4. Astronium fraxiulifolium	aroeira
5. Astronium lecointei	muiracacatiara
6. Bertho letlia excelsa	Castanheira do par
7. Boccageopsis multiflora	luvira suracucu
8. Cariuiana spp.	tauan cachim 60
9. Ceiba pentandra	Sumauma
10. Centrolobium paraense	Paurain ha
11. Coumarouna odorata	Cumaru
12. Palbergia Nigra	jacaranda

13. <i>Dinizzia excelsa</i>	angelim pedra
14. <i>Diplotropis purpura</i>	sucupira
15. <i>Enterolobium maximum</i>	Timbauba
16. <i>Enterolobium schomburgkii</i>	bava da rosca
17. <i>Erisma uncinatum</i>	quarubarana
18. <i>Genipa americana</i>	genipapo
19. <i>Glycydendron amazonicum</i>	gli cia
20. <i>Hymenelobium</i> spp.	Angelim de mata
21. <i>Hymenaea courboril</i>	jutai açú
22. <i>Laetia procera</i>	pan-jacaré
23. <i>Lecythis usitata</i>	sapucaia
24. <i>Manilkara Uuberi</i>	maçaranduba
25. <i>Ocotea brasiliensis</i>	louro inhamui
26. <i>Ocotea rubra</i>	louro ver melho
27. <i>Parkia multijuga</i>	fava araro tucupi
28. <i>Platonia insignis</i>	bacuri
29. <i>Scleroneurum micranthum</i>	Cardeiro
30. <i>Simarouba amara</i>	marupa
31. <i>Tabebuia</i> spp.	pau darco
32. <i>Virola melanocarpa</i>	Ucuúba
33. <i>Virola sebifera</i>	Ucu úba da terra firme
(ii) アマゾン地域外のブラジル国内樹種	
34. <i>Cariana estrellensis</i>	jequitiba
35. <i>Cariana pyriformis</i>	abcreo
36. <i>Centrolobium robustum</i>	araribas
37. <i>Centrolobium tomentosum</i>	aravibas
38. <i>Cordia trichotoma</i>	mario preta laurapreta
39. <i>Enterolobium contortisiliquum</i>	tamboril
40. <i>Virola oleifera</i>	bicuyba
(iii) 外来樹種	
41. <i>Anthocephalus codamba</i>	Tubvoabba Costa Rica
42. <i>Anthocephalus macrophylla</i>	Far East
43. <i>Chlorophora excelsa</i>	Africa
44. <i>Chlorophora regia</i>	"
45. <i>Enterotohium cyclocarpum</i>	Venezuela Central America

- | | | |
|-----|---|---------------------|
| 46. | <i>Flindersia brayleyana</i> | Australia |
| 47. | <i>Xylocarpus diderichii</i> | Africa |
| 48. | <i>Pinus merkusii</i> | Sumatra Java |
| 49. | <i>Pinus oocarpa</i> var <i>ochotenerai</i> | Honduras, Guatemala |
| 50. | <i>Terminalia ivorensis</i> | Africa |

④ 試験区配置

展示林のPlot配置については、さらに樹種特性を勘案して現地の現況に合わせて配置することとする。

- (A) アマゾン地域に自生する原生種については、(1)被陰に耐えるもの、(2)被陰に耐えないもの、(3)初期生長の早いもの、(4)初期生長の遅いもの、の特性を大きく分けて配置する。
- (B) アマゾン地域外のブラジル国内産の樹種については、光要求量が大きく、初期生長の早いものが多いので、虫害、菌害を考慮して配置する。
- (C) 外来樹種については、殆んど光要求量の大きいものに限られるので、土壤条件、立地条件を考慮して配置する。

(II) その他の試験計画

① 産地試験

(A) 場所

Bellterra 国有林の造林試験林設定予定地に隣接して設定する。

(B) 面積規模 20 ha

(C) 試験設計の考え方

Pinus Caribaea var. *hondurensis* は、Curuaには1958年に導入されている。厚生林を皆伐した2~3年後にPlanco IIとPlanaltoに植栽された。皆伐地に植栽されたもので、山岳地帯のマツの分布地域の産地のものは良好な結果を示している。砂質土壤地では、樹高生長は特に良好である。Curuaにおける1959年の3月に植栽されたPlanco II土壤地域での試験地では、ha当り1600本(25m×25m)で8年生の間伐前の結果は次のようである。

生存率	89%
樹高断面積合計	31.66 m ² /ha
総蓄積	260.3 m ³ /ha
生長量	31.8 m ³ /ha/年
最大胸高直径	26 cm
平均胸高直径	16 cm
最大樹高	23 m
平均樹高	14 m

このような良好な生長を示すにもかかわらず、植栽地間の生長の変動や、植栽地内の個体間の生長の変動の差が大きく、しかも、*P. Caribaea*特有のFox Tailの出現が極めて多い。このことは、種子の産地のちがいによる遺伝的なものか、*P. Caribaea*の土地の肥沃度に対する要求から土壤条件等に対する適応性によるものなのかのちがいが明らか

にされていない。したがって、原産地別に産地の明らかな林分からの種子による産地試験を行って、これらの問題点を確かめる必要がある。

なお、*Pinus Caribaea*には3変種が分類されていて、次のように示される。

Pinus Caribaea var. *hondurensis*

産地 Honduras ; Patate Agua Blanco

Guatemala; Pootun

Nicaragua; Mosquito Coast

Pinus Caribaea var. *Caribaea*

産地 Cuba; Isle of pine

Pinus Caribaea var. *bahamensis*

産地 Bahamas; Andros Island

以上の3変種、5産地のものについて、1産地につき2林分から種子を導入し、10林分について産地試験を計画した。

1林分当り2 haとして、それを4回反復をとり、1 plot当り0.5 haとする。5産地、10林分、40 plotを20 haに植栽、

1林分当り 2 ha

繰り返し 4回

1 plot 0.5 ha

② 採種園造成試験

(1) 場所

Bellterra 国有林の苗畑造成予定地に隣接して造成する。

(2) 面積規模 6 ha

(3) 試験設計の考え方

Curua-Una Experimental Station (SUDAM)に設定された *Pinus Caribaea* var. *hondurensis* の試験林は極めて良好な生長を示し、樹高生長、肥大生長もさることながら、林分内の個体間変動が少ない。この林分は種子産地が遺伝的に優れたもののように考えられるが、このような林分は採種林に指定しておくことも必要であると同時に、林分内から優良個体を選抜して、それらによる採種園を造成することがのぞましい。

既成人工林の優良林分を選定するとともに優良個体を選抜して候補木とし、それらによる採種園造成のため、主として成積のあきらから *P. Caribaea* を指定するとともに、広葉樹類で比較的造林が古くから行なわれている有用樹種のうちから明らかなものを選定する。

Bertholletia excelsa Castanheira do Para

等も採用すべき樹種であろう。とりあえず、*P. Caribaea* var. *hondurensis* と

Bertholletia excelsa の2種とする。

設計は、25 × 25 Clone 方式で、Pinus Caribaea var hondurensis を4 ha
Bertholletia excelsa を2 haとする。

(+) 配 置

Clone 配置については、候補木の選定に従って作成する。

3. 造 林 計 画

本試験は、アマゾン下流域での造林に適する樹種の選定、またその樹種に適する造林方法の確立をはかるものであるから、各樹種につき一斉に造林試験をするものとする。

なおペルテラ地区は1年のうち、1月～7月くらいまでが雨期、8月～12月がほとんど雨の降らない乾期とはっきりと分けられている。その期間は、年によって若干変動するが大勢は変わらないので、造林計画を立てるにあたっては、この気象条件に従わなければならない。

造林は3年間に集中して実施するが、試験の端切は若干困難が予想されるので、どうしても少なめになる。年次計画は

第1年目	予備調査および苗畑造成 (4 ha)		
2	造 林	247 ha	および下刈り
3	"	267 ha	"
4	"	278 ha	"
5	"	6 ha	"
計		800 ha	

その内訳は次のとおりである。

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	計
苗畑造成	4 ha					4
Bagassa guianensis		48				48
Caraoa guianensis				48		48
Caryocar villosum				48		48
Cordia goeldiana			48			48
Dipteryx odorata				48		48
Swietenia macrophella		48				48
Vochysia maxima				48		48
Hura crepitans			64			64
Onelina arborea		64				64

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	計
Octomeles sumatrana			64			64
Tectona grandis				64		64
Cordia alliodora		64				64
Goupia glabra			64			64
展示林造成		23	27			50
カリビヤ松産地試験				20		20
採種園造成					6	6
計	ha 4	ha 247	ha 267	ha 276	ha 6	ha 800

なおペルテラ地区は1年のうち、1月～7月ぐらゐまでが雨の多い雨期で、8月～12月は雨のほとんど降らない（月降雨量50mm以下）乾期といわれている。雨期と乾期とはっきり分けられるが、雨期当初にまだ相当日数雨の降らない日が続くこともあるというようにその時期、期間は、年によって若干変動するようである。しかし大勢は変わらないので、造林計画を立てるにあたっては、この気象条件が大きな決定要因となる。造林計画の一番大きな問題点は、植え付けられた苗木が、完全に活着するよう雨期と植栽時期を重ねるということである。したがって植え付けを中心に、育苗、地植え、下刈りの作業が組まれなければならない。

	7月	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6月
育苗	—————→											
地植え	←—————											
植え付け	—————→											
下刈り	—————→											

(1) 種子調達計画

① 種子の結実期

アマゾン・サンタレン地域の熱帯降雨林の高台地（Terra firma）における極相林で、林木約90種について1961年から6年間にわたって生物季節調査を行った。そのなかで種子の結実期についてとりまとめた資料がある。

この資料の作成には、林業技術研修の一環として、生物季節調査林を設定して、造林主要樹種について、着葉の変化、開花期、結実期と種子の飛散様式の調査によった。これらの結果に対してJ. Dubois の意見を加えて整理したのが表-1に示したものである。

樹種名は学名と一般名とで記載し、地域名は、C : Curua Una, T : Tapajos, BB : Belterra の3地域別に示した。

結実(果)時期は、句ごとに×印で示し、×印1字は1句の期間をあらわしている。

7月から11月中旬までは乾期で降雨量が少なく、12月中旬から3月下旬までは雨期に当る。表記した89種についてみると、結実期は樹種のちがいによって各季節にそれぞれ分れていてまちまちである。

植栽期が雨期の始り頃とすると、育苗計画は植栽時期に合わせて種子の採取、播種、床替え時期を決定する。播種時期に種子が調達出来ない樹種については、種子を或期間貯蔵して播種時期に合わせる必要が生じてくる。

隔年結実または2年ないし3年周期の結実樹種についても同様に種子貯蔵の必要が生ずる。しかしながら種子貯蔵に必要な種子採取時期、精選法、貯蔵温、湿度条件についての資料はほとんど実験されていない現状にある。

今回の実証林造成に当って、種子の調達に緊急を要し、種子の確保と種子貯蔵に必要な採取時期、精選法、貯蔵温、湿度条件の決定についての実験を併行して実施する事になる。

② 樹種別種子の飛散様式

アマゾン熱帯林の樹種別種子の飛散様式は種子の形態が有翼で風によって飛散するもの、動物によって散布されるもの、風による飛散と動物による散布と両法で散布されるものの3方法に大別される。この様式を主要樹種ごとに表-2に示す。

種子や果実に、翼をもっているもの、翼のないもの、擬翼のついているものなど、種子や果実の形態から判断して風による飛散様式をとるものは凡そ推定できよう。

結実周期については、大半の樹種が連年結実である。しかし、隔年結実性のもの、3年ごとの結実性のものも認められている。この結実周期を主要樹種についてさらに継続して調査の必要が認められる。

種子生産量は一般に豊産性を示している。また種子生産におよぼす寄生動物の影響が認められ、一般に有翼の種子は被害が少なく、大粒種子や果実性のものに対する被害が多く認められている。

種子散布の様式では、有翼種子の場合いほとんど風飛散様式で、大粒種子と果実性種子は鳥や獣類による散布様式をとっている。

なおこれらの種子や果実性種子の飛散様式は、天然更新にとって重要な成因となるので、さらに検討する必要がある。

樹種ごとの種子の品質と、育苗成績ならびに山出し品の大きさを示したのが表-3である。種子の粒数や純量率等の、種子品質そのものに対する調査は極めて不十分である。

発芽率の実験についても、実験方法が検定発芽率か実地発芽率かどちらの方法による結果

であるかがわからないため、今回の実証実施に当ってさらに検討する必要がある。

苗木の床替え活着率については、播種後の稚苗の生長状態によって、床替え時期や管理状態によってもその成績が左右されるように考えられるが、一般に苗木の生長が大きいものほど活着率が高い値を示す傾向が認められる。このことは、播種して発芽後の生長の早いものは、早い時期に床替え移植されるために活着率が高い値を示すように考えられるが、さらに今後検討したい。

山出し苗木の大きさは、床替え苗木の大きいものほど大きい苗長を示していて、初期生長の早い生長性をあらわしているようである。

種子結実期、種子の飛散採式と生産性、種子の品質と苗木の生長について、既往の資料から整理してみたが、今後実証造林の計画作成にとってこれらの資料が不可欠の要因であるため、さらに実証実施にとって詳細な実験と調査を加えて完全な資料を作成する。

表 - 1 Fruits and Tree seeds dissemination periods
Dry land forest species

C: Curua Una T: Tapajos BB: Belterra

Forest Tree Species		Location	Month													
Scientific Name	Common Name		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Bertholletia excelsa</i>	Castanhiera do para	T-C										XX	XXX	XX		
<i>Manilkara huberi</i>	Macaranduba	T										XX	XXX	XXX	XX	
<i>Eriama uncinatum</i>	Quarubarana	C										XXX	XX			
<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	T-C										X	XXX	X		
<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim pedra	C										XXX				
<i>Sterculia megalocarpa</i>	Achichá	T										X	XXX	XXX		
<i>Bronnium porabile</i>	Amapá doce	C										XXX		XX		
<i>Aspidosperma album</i>	Aracacanga	C										XXX	XX			
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro vermelho	C-T										XXX				
<i>Terminalia tanibouca</i>	Guarana de fruto alado	C										XX	XXX			
<i>Anacardium giganteum</i>	Caju-açu	C										XX				
<i>Anacardium spruceanum</i>	Caju-açu	BB										XX	XXX	XX		
<i>Tupirira guianensis</i>	Tacapirizica	BB										XX	XXX	XXX		
<i>Bocaygeopsis multiflora</i>	Envira surucucú	BB										X	XX	XX		
<i>Enterolobium maximum</i>	Timbauba	T														
<i>Piperadenia suaveolens</i>	Paveira folha fina	C										XXX	XXX	XXX		
<i>Glycydendron amazonicum</i>	Glicia	C-T										XXX	XXX	XXX		
<i>Clarisia racemosa</i>	Guariuba	C										XX	XXX	XXX	XXX	X

Forest Tree Species		Month												
Scientific Name	Common Name	Location	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
<i>Brosimum</i> sp.	Janica	T	xxx	xxx	x		xxx	xxx						xxx
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jucaí-açu	C						xxx		xxx	xxx	xxx	xxx	x
<i>Hymenaea parviflora</i>	Jucaí-mirim	T	xxx											xxx
<i>Tachigalia myrmecophila</i>	Tachiprato	C							xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
<i>Aniba burchealii</i>	Louro amarelo	C							xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
<i>Ocotea rubra</i>	Louro verymelho	T								xxx	xxx	xxx	xxx	
<i>Couratari</i> spp.	Tanari poqueca	T					x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
<i>Holopteryxidium jarana</i>	Jarana	T								xxx	xxx	x		
<i>Lecythis usitata</i>	Sapucdia	-	xxx			(xxx)	xxx	x	(xxx)	xxx	xxx		(xxx)	xxx
<i>Qualea acuminata</i>	Mandio queira encamoma	C					xxx	xx	xxx	xxx	xxx			
<i>Qualea albiflora</i>	Mandio queira lima	C							xxx	xxx	xxx			
<i>Manilkara parviflora</i>	Mapara jubo	C					xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
<i>Simaruba amara</i>	Marupa	C			xx		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
<i>Jacaranda copaia</i>	Paza-para	C					xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Paud'arco	C					xx	xxx						
<i>Tabebuia avelanadae</i>	Paud'arco	C			xxx	xxx	xxx	xxx						
<i>Trichilia lecoincei</i>	Pracubada terra firme	C			xxx	xxx	xxx	xxx		xxx				
<i>Laetia procera</i>	Pau-jacaré	C			xxx	xxx	xxx	xxx						
<i>Vochysia revoluta</i>	Quaruba roma	C			xxx	xxx	xxx	xxx						
<i>Vochysia maxima</i>	Quaruba viridadeira	C			xxx	xxx	xxx	xxx		xxx	xxx	x	xxx	xxx
<i>Poupartia amazonica</i>	Tapeteba-cedro	T												
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Aroeira	BB											xxx	xxx
<i>Astronium lecoincei</i>	Muiracatiara	C-T		(xx xxx)				(xx)	xx					
<i>Couma guianensis</i>	Sôrya	T		x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx					xx
<i>Couma macrocarpa</i>	Sôrya grande	-			xx	xxx	xxx	xxx	xxx					

Forest Tree Species		Location	Month											
Scientific Name	Common Name		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
<i>Paraban cornia amapa</i>	Amapa amargoso	-							xxx					
<i>Aspidosperma duckei</i>	Muitajucara verdadeira	T	xxx										xxx	xxx
<i>Didymopanax morotoconi</i>	Morotoco	BB	xxx	xxx										xxx
<i>Schefflera paranaeu</i>	Morotoco	C			xxx									xxx
<i>Bixa arborea</i>	Urucu da mata	T											xx	xxx
<i>Ceciba pentandra</i>	Sumama	B				xxx								
<i>Eriotheca longipedunculata</i>	Munhaba grande da mata	T						xx	xxx					
<i>Caryocar villosum</i>	Piquia	C-T							xxx					xxx
<i>Coupa glabra</i>	Cupiúba	C	xx	xxx	xxx	x								
<i>Terminalia ivorensis</i>	(exotic)	BB		x	xxx	xx								xxx
<i>Diospyros presteriana</i>	Kaki	T												xxx
<i>Kuro crepitans</i>	Azacu	BB												xxx
<i>Sapium</i> sp.	Burro leiteira	T						xxx	xxx					xxx
<i>Platonia insignis</i>	Bacuri	BB							xx					xxx
<i>Symphonia globulifera</i>	Anani	C							xxx	xx				xxx
<i>Mazileurus itauba</i>	Itaúba	C	xxx	xxx										xxx
<i>Enteolobium schomburgkii</i>	Yaveira da rocha	C	xxx	xxx	xxx									xxx
<i>Parkia gigantea</i>	Fava bolota gigante (Yaveira arana)	T												xxx
<i>Parkia pendula</i>	Fava bolota (Vingueiro)	T-B	xxx											
<i>Schizolobium amazonicum</i>	Fava bolota (Vingueiro)	BB			xx	xxx								
<i>Bowdichia nitida</i>	Parica	BB	xxx		(xxx)	xxx								(xxx)
<i>Alexa grandiflora</i>	Sucupira	BB-T	xxx	xxx										xxx
<i>Dipteryx odorata</i>	Malaucieira	T											xxx	xxx
	Cumaru	C	xxx											xxx
		T												(xxx)

Forest Tree Species		Month												
Scientific Name	Common Name	Location	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
<i>Hymenolobium excelsum</i>	Angelim pedra	C									xxx	xxx	xxx	
<i>Hymenolobium complicatum</i>	Angelim da mata	T								xxx	xxx	xxx	xxx	
<i>Vataireopsis speciosa</i>	Fava amargosa	T									xxx	xxx	xxx	xxx
<i>Placynisium crinalis</i>	Yacacaúba	T-BB									xxx	xxx	xxx	
<i>Copaifera</i> sp.	Copaiba	T										xxx	xxx	
<i>Byrsonima</i> sp.	Muricida mata	T							xxx	xxx				
<i>Cazapa guianensis</i>	Andiroba	C							xxx	xxx	xxx	xxx		
<i>Sydetania macrophylla</i>	Mogno	BB												xxx
<i>Iryanthera</i> sp.	Ucuuba verymelho	T						xxx	xxx					
<i>Iryanthera</i> sp.	Ucuuba chocota	T												
<i>Osteoph leum platyepetrum</i>	Ucuuba rana	BB									xxx	xxx		
<i>Virola</i> sp.	Ucuuba da terra firma	T									xxx	xxx		
<i>Virola</i> sp.	Ucuuba da terra firma	C			xxx									
<i>Agonandra brasiliense</i>	Pan marfú	T					xxx	xxx						
<i>Sterculia elata</i>	Cassipa	BB		xxx	xxx									
<i>Qualea homospala</i>	Mandioqueira	C		xxx	xxx									
<i>Vochysia</i> sp.	Quaruba cedro	BB											x	xxx
<i>Jenipa americana</i>	Jenipapo	BB		xxx									xxx	xxx
<i>Trema micrantha</i>	Curumin	BB		xxx										
<i>Euchenavio cfr. huberi</i>	Culatarana di caroco	C		xxx										xxx
<i>Ocotea canaliculata</i>	Louro canela	C		xxx									xxx	xxx
<i>Tachigalla alba</i>	Tachi branco	C										xxx	xxx	
<i>Cordia goeldiana</i>	Freijo cinza	T						xxx	xxx	xxx				

表一三 樹種別、種子の飛散様式

Species	1	2	3	4	5
風による飛散 Light diaspores					
<i>Cedrela odorata</i>	WS	1-2	H-M	S	W
<i>Azadirachta indica</i>	WS	-	H-M	S	W
<i>Vochysia maxima</i>	WS	3	H-M	S	W
<i>Vochysia cf. revoluta</i>	WS	-	H-M	S	W
<i>Qualea</i> spp	WS	1-2	H-M	S	W
<i>Jacaranda copaia</i>	WS	1	H	N	W
<i>Tabebuia</i> spp	WS	1-3	H	N	W
cf. <i>Andripetalum</i> sp	WS	-	L	-	W
<i>Terminalia</i> spp	WT	1	M-H	N	W
Heavy diaspores					
<i>Terminalia</i> spp	WT	1	M-H	N	W
<i>Eriema uncinatum</i>	WT	1-2	M	M-H	W
<i>Couratari</i> spp	WS	-	M	H	W
<i>Tachigalia</i> spp	P/WT	1	M	S	W
<i>Solerolobium</i> spp	P/WT	1	M-H	S	W
<i>Bowdichia nicida</i>	P/WT	-	S-M	M-H	W
<i>Varaitea erythrolora</i>	P/WT	-	M	-	W
風と動物による飛散					
<i>Cecropia</i> spp.	-	1	H	N	W. 1.7.
<i>Pourouma</i> spp.	-	1	H	N	W. 1.7.
<i>Dinizia excelsa</i>	P/WT	1	M-H	S	W. 4

1. WS : 有翼種子
WT : 有翼果実
P/WT: 類似有翼種子と果実

2. 結果時期

3. 結果前推定
H : 春 産
M : 中 産
L : 凶 産

4. 寄生動物による被害

H : 蝨
M : 中
S : 蝨
N : 傾 少

5.

W : 風散
1 : 鳥類 8 : チンパンジー
2 : 哺乳類 9 : coati
3 : mambu 10 : パク
4 : オオムシ 11 : 鹿
5 : jacus 12 : arara
6 : 熊 13 : 哺乳類の
7 : コウモリ 14 : 野豚

Species	1	2	3	4	5
動物区 上 分布					
<i>Goupia glabra</i>		1	H - M	N	1 (W)
<i>Didymopanax morototoni</i>	P/W	1 - 2	M	N	1.2. (W)
<i>Simaruba amara</i>		-	M	N	1.2.
<i>Virola</i> spp. (upland species)		1 - 2	L - M	S	1.2.8
<i>Ocotea</i> cf. <i>canaliculata</i>		1 - 2	L	M - H	3.6.9
<i>Lauraceae</i> div. spp.		1 - 2	L	M - H	3.6.9
<i>Manilkara</i> spp.		3	M - H	M	4.6.8.9.11.12
<i>Begonia guianensis</i>		1	H	N	1.8.13
<i>Trochinnickia burserifolia</i>		1	M - H	S	1.2.4.6.8.13
<i>Trichilia lecointei</i>		-	M	S	1.2.8
<i>Anacardium</i> spp.		-	L - M	-	6.8.11
<i>Clariala nitida</i> (<i>C. racemosa</i>)		1	M - H	S	10. (9.13)
<i>Saccoglottis</i> spp.		1	M - L	N - S	1.
<i>Laetia procera</i>		1	H	N	1.
<i>Mouriria</i> spp.		1	H	N	
<i>Caryocar villosum</i>		稀に大動物区に分布			

表-3 種子の品質と苗木の生長

Forest Tree Species		Seed No./kg	Purity %	Germination %	High for trans-planting Cm	Survival after trans-planting %	Growth/ month Cm	Seedling for plantation	
Scientific Name	Common Name							With wing	Without wing
1 <i>Cordia goeldiana</i>	Preijo cinza	-	-	55.0	5.0	78.0	5.0	35	3.5
2 <i>Vochysia</i>	Quaruba verdadeira	27,000	90.0	60.0	8.0	90.0	4.0	30	3.0
3 <i>Svietenia Macrophylla</i>	Mogno	1,800	95.5	92.0	8.0	92.0	6.5	35	3.0
4 <i>Cedrela odolata</i>	Cedro verymelho	-	-	80.0	3.5	90.0	6.5	35	3.0
5 <i>cf. Jatai clopsia mpciona</i>	Yava amarkosa	-	-	85.0	10.0	95.0	8.0	47	10.9
6 <i>Manilkara Imberii</i>	Maçaranduba	-	92.3	60.0	6.0	85.8	3.0	20	2.0
7 <i>Aniba duckei</i>	Pau rosa	303	30.0	70.0	8.0	90.0	4.2	25	3.0
8 <i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	200	-	90.0	15.0	90.0	12.0	30	3.5
9 <i>Begonia guianensis</i>	Tatajuba	-	98.0	58.0	6.3	60.0	10.0	30	3.0
10 <i>Astronium fraxinifolium</i>	Aroeira	-	91.4	60.0	4.5	86.0	3.5	15	2.0
11 <i>Caryocar villosum</i>	Piquia	-	40.5	30.0	10.0	75.0	7.5	56	8.0
12 <i>Hymenaea courbaril</i>	Jucaí açú	-	-	40.0	8.0	50.0	8.5	35	4.0
13 <i>Delbergia spruceana</i>	Jacaranda do para	-	-	36.0	4.1	91.7	5.0	30	2.0
14 <i>Dipterix odorata</i>	Cumaru	-	93.8	95.0	10.0	85.0	7.0	30	2.8
15 <i>Mezilaurus itauba</i>	Icauba amarela	-	49.7	25.0	4.5	58.0	2.5	15	1.0
16 <i>Astronium lecoint</i>	Muirá caçatara	-	-	70.0	7.5	85.0	6.5	38	8.5
17 <i>Glycydendron amazonicum</i>	Mirindiba doce	-	95.5	5.0	5.0	60.2	3.5	15	1.0
18 <i>Sclerolobium cf. chrysophylla</i>	Tachi verymelho	800	82.2	70.0	4.0	80.0	5.0	18	1.5
19 <i>Couatari sp.</i>	Tauari cachimbo	-	89.1	70.0	4.5	90.0	5.5	25	2.0
20 <i>Dicymopanax morototoni</i>	Morototo	-	65.0	50.0	3.3	95.9	3.8	35	3.0
21 <i>Bixa arborea</i>	Urucu da mata	-	89.0	90.0	3.5	68.0	5.0	39	5.5
22 -	Maçarandubinha	-	89.0	28.0	4.0	80.2	3.5	-	-
23 <i>Enterolobium maximum</i>	Yava timbauba	-	-	54.3	9.0	55.0	8.0	40	3.0

Forest Tree Species		Speed No./kg		Purity %	Germination %	High for trans- planting %	Survival after trans- planting %	Growth/ month Cm	Seedling for plantation	
Scientific Name	Common Name	With wing	Without wing						Height Cm	Diameter mm
24 <i>Laetia procera</i>	Pau jacare	-	-	-	62.0	2.5	45.0	6.5	36	6.2
25 <i>Olmédia maxima</i>	Muiratinga tavarez	-	-	-	33.1	8.0	80.0	6.0	18	2.0
26 <i>Piptadenia suaveolens</i>	Fava folha fina	-	-	-	32.7	5.0	60.0	5.5	30	2.5
27 <i>Cordia spp</i>	Treijo branco	-	-	-	50.0	3.5	65.0	5.0	30	2.5
28 <i>Aspidosperma album</i>	Azara canga	-	-	-	75.0	4.5	90.0	8.5	25	2.5
29 <i>Enterolobium</i>	Faveira da roca	-	-	-	10.0	6.0	55.0	4.0	36	6.8
30 <i>Andira macrothyr sa</i>	Combeira	-	-	-	55.5	4.5	75.0	3.5	27	5.8
31 <i>Olmédioperebas sp.</i>	Muiratinga folha larga	-	-	-	95.0	5.0	80.0	5.0	16	7.2
32 <i>Alexa grandiflora</i>	Melancieira	-	-	-	90.0	10.0	95.0	9.0	27	9.2
33 <i>Copaifera sp.</i>	Copaiba	-	-	-	72.5	6.5	90.0	8.5	25	5.8
34 <i>Bov</i>	Sucupira amarca	-	-	-	45.0	5.0	60.0	3.0	15	3.0
35 <i>Apidosp</i>	Muirajuçara	-	-	-	88.0	6.0	95.0	7.0	20	4.5
36 <i>Cedrela</i>	Cedro branco	-	17.900	84.1	85.0	3.5	90.0	6.5	25	2.8
37 <i>Genipa americana</i>	Genipapo	-	-	-	94.0	4.0	95.0	7.0	27	9.0
38 <i>Byrsonima</i>	Muruci da mata	-	-	-	58.0	3.5	65.0	3.5	40	7.0
39 <i>Hymenaea parriflora</i>	Jucaí mirim	-	8.500	-	85.0	10.0	40.0	1.8	30	3.5

(2) 育苗計画

育苗にあたっては、種子およびその苗木の生理的特性と生態学的な面を十分に認識しなければならぬ。

植栽適期が12月～5月なので、その苗木の出出し時期の前に育苗が終了しなければならないが、育苗期間の長さは樹種によってまちまちである。また保育の面から、早めに周囲の雑木から抜き出すために大苗を使用した方が効果的であるが活着率との関連、苗木をその根元から切って、根系を十分に発達させる台切り苗を使用してみる仕立て方の問題など活着率を高めるための研究も大きな課題である。

① 苗木生産計画

年次計画および2-1、で述べた植栽方法と植栽樹種の組み合わせにより苗木生産本数を年度別に分けてみると、次のようになる。

2年目 <i>Bagasa guianensis</i>	220本/ha (ラインランテングA) × 16 ^{ha} = 3,520本	<hr/>
	100本/ha (" B) × 16 = 1,600	
	650本/ha (群状植栽) × 16 = 10,400	
		15,520本
<i>Swietenia macrophella</i>	220本/ha (ラインランテングA) × 16 ^{ha} = 3,520本	<hr/>
	100本/ha (" B) × 16 = 1,600	
	650本/ha (群状植栽) × 16 = 10,400	
		15,520本
<i>Quelina arborea</i>	670本/ha (ラインランテングC) × 16 ^{ha} = 10,720本	<hr/>
	560本/ha (帯状植栽) × 16 = 8,960	
	1,100本/ha (皆伐植栽) × 16 = 17,600	
	600本/ha (タウンヤ法) × 16 = 9,600	
		46,880本
<i>Cordia alliodora</i>	670本/ha (ラインランテングC) × 16 ^{ha} = 10,720本	<hr/>
	560本/ha (帯状植栽) × 16 = 8,960	
	1,100本/ha (皆伐植栽) × 16 = 17,600	
	600本/ha (タウンヤ法) × 16 ^{ha} = 9,600	
		46,880本
	計	46,880本
展示林造成	1,100本/ha	× 23 = 25,300本
合計		150,100本

3年目、同様にして

<i>Cordia alliodora</i>		15,520 本
<i>Hura crepitans</i>		46,880 本
<i>Octomeles sumatrana</i>		46,880 本
<i>Opuntia glabra</i>		46,880 本
展示林造成	670本/ha × 27 ha	18,090 本
合 計		174,250 本

4年目

<i>Carapa guianensis</i>		15,520 本
<i>Caryocar villosum</i>		15,520 本
<i>Dipteryx odorata</i>		15,520 本
<i>Vochysia maxima</i>		15,520 本
<i>Tectona grandis</i>		46,880 本
カリビヤマツ産地試験	1600本/ha × 20	32,000 本
合 計		140,960 本

5年目 採種園造成	25本 × 6 ha	150 本
合 計		150 本

したがって

2年目	150,100 本
3年目	174,250 本
4年目	140,960 本
5年目	150 本
総 計	465,460 本

したがって合計465,460本の苗木を生産するのであるが、これは得苗数である。実際に山出しに際して、形状の悪いものや、成長の著しく悪い不良苗木は除外する。

得苗率を80%とすると $465,460 \div 0.8 = 581,825$ 本の苗木を養成することになる。

② 播種床

ポット養苗の場合、ポットに直蒔にするのではなく、一度播種床に蒔き、発芽後ポットに移植するものとする。

播種床用の土壌には砂質のものが

イ、排水が良好であるため、立枯病の防止に役立つ。

ロ、稚苗がある程度(5cm前後)の大きさになるとポットに移植するが、その移植の際、砂質土壌であれば、根の損傷が少い。

などの点から有利である。したがって播種床用の土壌は、近くのタバジス川から川砂を運搬してきて、おおよそ川砂 80%、森林表土 20%の比率で混合して用いる。播種床は用土を盛土して 1.3 × 2.0 m の大きさに床を作る。

播種床は日覆が必要であるので、日光量をコントロールできるよう寒冷砂を用いて日覆する。

③ 播種

種子の大きさ形状は、樹種によって様々である。たとえば *Carapa guianensis*, *Caryocar villosum*, *Dipteryx odorata* などのように直径 1.0 cm 近くもあるような種子もある。そのような種子はそのまま播種床にまくと同時に、けっ歯動物などの害から守るため周囲に金張を張ることが必要である。また、*Bagassa guianensis*, *Goupia glabra*, *Octomeles sumatrana* などのような微細な種子は砂とまぜてまくかして、播種床に均一に播種されるようにする。播種後は床の上に砂または腐屑を薄く (0.5 cm 程度) 覆土する。

なおマメ科の大部分の樹種は、播種前に熱湯に 5 分間浸すと、種子の表面に傷をつけてからまくという、前処理が必要なことが知られている。一斉に苗木の山出しができるように育苗コントロール上、前処理等の効果もさらに研究をする必要がある。

④ 灌水

育苗期間、とくに育苗初期には十分に水を与える必要がある。しかし雨期の前半に植え付けを行うには、育苗期間が乾期にぶつかるため人工的灌水施設が必要になる。天水も天然ながら期待できないので、ベルテラの住民用水源からの川水を利用する。給水量がかなり多いので苗畑内に大型貯水槽を設け、そこに吸みあげ貯水する。そしてそこからポンプで加圧して苗床に灌水する。

緊急予備としてトラクターのアタッチメントの貯水タンク (2,000 L) を 1 台備えておく。灌水装置として、スプリンクラーやオンレーターも考えられるが、パイプに噴孔が加工してあり、苗木全体に均一に散水できる噴射パイプを使用する。

⑤ 日覆

赤道直下の強い太陽光線と直射日光による高温をコントロールするため、苗床上に日覆の施設を設ける。樹種によって日覆のコントロールは変えなければいけない。日覆いには透光率 51% の寒冷砂を用いる。なお透光率 22% ~ 85% までの寒冷砂の被覆による樹種ごとの徐柱試験を行う。

⑥ ポット育苗

山出しの際、裸根のままの苗木を山出しする方法もあるが、このベルテラ周辺では強烈な日光と高温のため、裸根のままではすぐ乾燥してしまい、植え付け後活着しないおそれがあるため、ポットに移植して、ある程度の大きさになるまで養苗してから山出しを行うことが望ましい。その上、ポット苗の方が裸根より取り扱いが容易である。

ポットの大きさは、現在アマゾン地域で用いられているものは通称「2Lポット」といって直径10cm、高さ20cmのものが使用されていた。これは大苗を使用するのに適しており、本試験においても直径10cm、高さ20cm、1.580ccポットを使用する。ビニールポットはブラジル南部のサンパウロなどで生産されているので、そこに発注購入する。ポットの周囲に小さな穴のあいているのが好ましい。

なおカリビヤマンなどの針葉樹の場合、直径5cm、高さ12cmのものが使用されていた。樹種によって適切なサイズを試験してみる必要がある。

⑦ ポット用土壌

従来ブラジルでは *terroés paulistas* など肥料を混合した人工土壌が用いられていた。ベルテラでは近くには天然の肥沃な土壌 *terrapureta* が豊富にあるので、それに川砂を一部混入したものをポット用土壌として用いることにする。

なおポット用土壌は土を焼くことによって、また薬品を用いて土壌中の病原菌を殺菌する。また土壌はフルイにかけ、石や土の固まりを取り除くことが望ましい。フルイはマナウスの INPA で回転ドラム式のものが使用されていたが、それに類するものを考案作成することにする。

(3) 地帯え計画

植え付け前に、造林地の地帯えをしなければならぬ。各造林方法に応じて、それぞれの地帯え法をとる。

A 人工更新

(1) 列状植栽

植え付け数ヶ月前に、残し巾帯内の中大径木は、全て薬剤による巻き枯らしを行う。巻き枯らしの効果があらわれるのは、その樹種によって違うが、約2~3ヶ月と思われる。また薬品の林地残留は、スルファミン酸アンモニウムで約4ヶ月、Tordon D-50はそれより長いということである。

巻き枯らしは、樹幹の周囲にそって、ある幅で環状に樹皮をはぐことである。それにはオノを使用して、傷を表皮から2次部に至るまで確実につける必要がある。萌芽性の高い樹種の場合は、なるべく根元近くの低い位置に処理すること。薬品は、サンパウロで、Dow chemical 社の Tordon D-50 が入手できる。薬品は溶剤を利用して、切り口への注入は、ジョロを使用する。

伐開巾の木は全て伐倒する。中大径木はチェーンソーを用い、小径木は、ブッシュナイフによって刈り払う。伐倒された木および枝条は原則として林外に運び出し、焼却するか、燃料として住民に提供する。なお伐開巾上に陽光が上方から十分入るよう上方にかぶさる枝などもきれいに刈り払うことが必要である。伐開巾上はトラクターが入れるように、林

木は根元から切ることとする。

(f) 群状植栽

列状植栽との組み合わせなので、地拵え方法は上記と同様である。

(g) 帯状皆伐

帯状の皆伐面は、リュククリュー法の伐採面をモデルとしたいので、小径木の伐採する高さは40～50cmとし、その萌芽による、地表の被覆、湿度、土壤微生物等の森林環境の保全、また造林木の樹形、落枝等の面で利用したい。しかし作業上、道路を数本入れて、トラクターの通行を可能とさせる。残し巾上の林分は、光量を増大させる意味から、大径木は薬殺する。

(h) 皆伐法

乾期の間、対象林分をチェーンソー等により皆伐し、1ヶ月程度放置した後、十分乾燥したことを確かめ雨期の直前に、火入れする。

(i) タウンヤ法

対象林分を皆伐し、伐倒木は、林外に出し、乾燥させた後、火をつけて、焼却する。林内では火入れしない。林地をきれいに整理した後、プラウで転転する。

(4) 植え付け計画

苗木は植え付け後しばらく雨が降らないと枯れてしまう。また苗木周辺の雑草や下層木に打ち克つて、早急に林冠を閉鎖するよう配慮する必要がある。

① 植え穴掘り

マシイファーガソン・トラクター(MF235)にオーガーを付けて機械力による穴掘りが考えられるが、エンサーダ(植え穴を掘るクワ)を用いて人力による植え穴掘りを基本とする。アンダーソン法による造林は1ヶ所に13ヶも植え穴を掘ることになるが当面は人力を主体とする。エンサーダによる植え穴掘りは、クワ、ウナでは1人1日150穴程度とのことであった。

② 苗木運搬

ポット苗木を苗畑から造林地まで運搬するのであるが、ポット苗木はポットの大きさが直径10cm×高さ20cmと大きく、1本の重量が約2kgにもなってしまう。運搬用のカゴを作って運ぶにしても10本入りですでに約20kgの重量となり、人で運べる限度である。しかしベルテラの造林地は全くの平坦地であるのでトラクターを林内に入れて作業できるというメリットがある。したがって運搬カゴによらずトラクターのアタッチメントのトレーラー荷台にバラ積みして運搬した方がよい。MFトラクターの荷台は400×173cmであるから1回で約600本の苗木が運搬可能である。

苗畑で荷台に積み造林地に運搬し、造林地の植え付けラインは2m以上伐開するので、ト

ラクター(巾約1.8m)が十分に通行可能である。そして植え付けライン上を運転しながら、植え穴の位置に、1本ずつ苗木を置いて行くことによって苗木運搬が完了する。

ベルテラの苗畑と造林地までの距離は5km前後と近い。だが、積み込み、積みおろし、林内速度が遅いことを考えると1日5回程度往復が可能である。

③ 植え付け

植え穴位置に置かれた苗木は、ビニールポットを破り、根を下方に伸ばしながら、ていねいに植え付ける。1人1日、約300本程度の苗木を植え付けることが可能である。

カリビヤマツの場合、根がまっすぐに植え付けられなかった場合、枯着しない例が、マレーシアの造林地で報告されている。

(5) 下刈り計画

ベルテラに限らず、アマゾン流域のPLANALTO上はラテライト土壌を呈して、それほど肥沃でないが、林地を伐開して放置すると先駆樹種等の侵入が旺盛で急激に、2次林を形成する。しかしながら蔓茎類は他の熱帯地域と比較してそれほど繁茂しないようである。

下刈りは伐開中に侵入してくる目的外の樹種や、伐倒木の萌芽等の刈り払いの他、伐開中に覆いかぶさってくる枝条の除去も行う。

つる切りは下刈りと同時に行うこととし、下刈り同様、ブッシュナイフを用いて取り除くか乗船によって枯殺する。下刈りの継続年数は、植え付け後4年(樹種によってはそれ以上要するものもある)は必要である。下刈りの回数は、林況や林生植生の状況によるが、普通植え付け当年度1回、2年目3回、3年目2回、4年目1回、それぞれ実施する。

下刈りとつる切りで、1人1日、2m巾で200m、すなわち400㎡/1人/1日、実行できる。

(6) 造林費算定基準

① 育苗費

造林初年度である第2年次247haを基礎として、積算して、苗木1本当たりの育苗費を計算してみる。

苗木生産計画から2年目は150,100本である。(得苗率は80%とする)。

播種床 3,000㎡、 ポット養苗床 5,000㎡

養苗ポット苗木数 $150,100 \text{本} \times \frac{1}{0.8} = 187,625 \text{本}$

種別	貨目	項目	数	④	金額CR\$
播種	作業費	開墾	人工 150	CR\$ 70	11200
		面積 8000m ² 1人1日 50m ²			
		耕耘、整地、床作り 2人×60日	120	70	8400
		蒔きつけ 除草、手入れ、消毒 5人×6ヶ月	20 900	70 70	1400 63000
材料費	種子代 (大きい種子 500CR\$/kg 小さい種子 1500CR\$/kg) 播種床用砂 (100m ³) MF235トラクターでTapajos川 より運搬 (MFトラクター(25m ³) 1日5往復 8日) 殺菌消毒薬	運転手 8人工 助手 16人工	240 70	150000	
				1920 1120 60000	
作業費	ポット土壌混合 ポット土壌入れ 1人1日 500ヶ 187625 ÷ 500 = 37525 消毒・灌水・日覆等の手入れ 6人張りつけ×5ヶ月 苗畑監督 1人	380人工	70	26600	
		900人工 365人工	70 240	63000 87600	
材料費	ビニールポット @CR\$ 80/1,000 個 ポット用土壌 380m ³ 5tトラックで7回輸送 1日7往復	188,000ヶ	0.08	15040	
		11日 トラックチャーター料、運転手込 5,000/CR\$/1日		55000	
(小計)					544,280
維持費	消耗品：苗床用鋤板、釘など 油脂類：MFトラクター、灌水用 エンジン 電気・水道使用料	維持費として全体の20% を見込む		108900	
計					653180

したがって造林初年度247ha、187,625本分の育苗費は概算 CR\$ 653,180-である。1本あたりの苗木代金はCR\$ 350となる。(ただし、事務所、灌水施設などの固定費は含まれてはいない。)

② 造林費

現地における踏み取りと、採用する方法を考慮して、各造林法ごとの造林費を算定してみる。まず各造林法のhaあたり作業ユニットは下記のようになる。

A. 列状植栽 A.

伐	開	巾	3 m
残	し	巾	12 m
苗		間	3 m
植	栽	本 数	220本
伐	開	面 積	0.2 ha
残	し	巾 面 積	0.8 ha
植	え	付け	ライン延長
			650 m

B. 列状植栽 B.

伐	開	巾	5 m
残	し	巾	15 m
苗		間	5 m
植	栽	本 数	100本
伐	開	面 積	0.25 ha
残	し	巾 面 積	0.75 ha
植	え	付け	ライン延長
			500 m

C. 列状植栽 C.

伐	開	巾	2 m
残	し	巾	3 m
苗		間	3 m
植	栽	本 数	670本
伐	開	面 積	0.4 ha
残	し	巾 面 積	0.6 ha
植	え	付け	ライン延長
			2010 m

D. 群状植栽

伐開巾	2 m
残し巾	3 m
グループ間隔	20 m
植栽本数	650本
伐開面積	0.25 ha
残し巾面積	0.75 ha
植え付けライン延長	500 m

E. 帯状植栽

伐開巾	20 m
残し巾	20 m
植栽間隔	3 × 3 m
植栽本数	560本
伐開面積	0.5 ha
残し巾面積	0.5 ha
植え付けライン延長	1,680 m

F. 皆伐植栽

全面皆伐	
植栽間隔	3 × 3 m
植栽本数	1,100本
植え付けライン延長	3,300 m

G. タウンマ法

全面皆伐	
植栽間隔	4 × 4 m
植栽本数	600本
植え付けライン延長	2,400 m

ア. 地勘え

項 目	内 容	工 程
測 量	用地内を踏査して、造林地をスケッチするとともに、 植え付けガイドラインを測量し、方向および間隔を定 め植え穴を指示しておく。	測量技師 1人 助 手 2人 て 1日 0.5ha

項 目	摘 要	工 程
伐 開	植え付けガイドライン上の指示された伐開巾に、ブッシュナイフで伐開する。測量班に随行する。	伐開巾 2m で 1人1日 500m ² (1,000m ²)
伐 倒	伐開巾上にある、中・大径木はチェーン・ソーで伐倒する。 中・大径木は 300本/ha である。	チェーンソーマン 1人 助 手 1人 で 1日 60本
木寄せ、枝条整理	伐倒木はトラクターで林外に運びさり、枝条も整理する。	運転手 1人 助 手 2人 で 1日 60本
環 状 日 く 皮	残し巾帯の中・大径木は、木の周囲を環状にオノではく皮する。	1人1日 100本
薬 剤 注 入	はく皮された傷口にジョウロで薬剤を流し込む。なお薬剤の取り扱いは慎重にやること。	1人1日 50本
消 耗 品	Tordon D-50 (傷の長さ 10m あたり 10~15g) ガソリン) トラクター、チェーンソー用 オイル ブッシュナイフ、オノ、ヘルメット 薬剤用ゴム手袋、ジョウロ、作業服 および機械修繕を含む。	作業費の 20% と する。

イ、植え付け

項 目	摘 要	工 程
植 え 穴 掘 り	エンサーダにより直径 10 数cm、深さ 20 数cm に掘り ポットサイズより十分大きめに植え穴を掘る。	1人1日 150穴
苗 木 運 搬	MP 235 により運搬するが、運転手 1名、運搬助手 1名のチームで作業する。	1日 5 往復 3000本の苗木を 運搬する。
植 え 付 け	ポットを破り捨て、植え穴にていれいに植え付ける。	1人1日 300本 植え付ける。
油脂および消耗費	MP 235、ガソリン、オイルおよびスペアパーツなど。	全体の 30%

ウ、下刈り

項 目	摘 要	工 程
下刈り、つる切り	ブッシュナイフによる作業	1人1日、400㎡ 程度
消 耗 費	ブッシュナイフ、ヘルメット等	全体の20%

地 拵 え

種 類		①	A	B	C	D	E	F	G
造林用地内踏査および 植え付けがドライン測量	測量技術	700	2	2	2	2	2	2	2
	助 手	70	4	4	4	4	4	4	4
伐 開 (ブッシュナイフ)	人 夫	70	2	25	4	25	5	10	10
	人 夫	240	1	13	2	13	25	5	5
伐 倒 (チェーンソー)	助 手	70	1	13	2	13	25	5	5
	運 転 手	240	1	13	2	13	25	5	5
木寄せ、地ならし (トラクター)	人 夫	70	2	26	4	26	5	10	10
	人 夫	70	24	23	18	23	15	—	—
環 状 ほ く 皮 (オノ)	人 夫	70	48	46	36	46	3	—	—
薬 剤 注 入	人 夫	70							
消 耗 費			作業費の20%を見込む。						

植 え 付 け

種 類		①	A	B	C	D	E	F	G
植 え 穴 掘 り (エンサーダ)	人 夫	70	15	1	15	45	4	7.5	4
	運 転 手	240	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2
苗 木 輸 送	助 手	70	0.1	0.1	0.8	0.8	0.8	1.6	0.8
	人 夫	70	1	0.5	2.5	2.5	2	4	2
消 耗 費			作業費の30%を見込む。						

下 刈 り

種 類		①	A	B	C	D	E	F	G
下 刈 り	人 夫	70	5	6.5	10	5	8	16.5	12
消 耗 費			作業費の20%を見込む。						

したがって、各造林方法の、作業種別、単価一覧は次のようになる。

CR\$

	地 拵 え	植 え 付 け	下 刈 り (1 回)	計
A 列 状 植 栽 A	3,620	300	420	4,340
B 列 状 植 栽 B	3,890	210	550	4,650
C 列 状 植 栽 C	4,470	780	840	6,090
D 群 状 植 栽	3,890	780	420	5,090
E 帯 状 植 栽	4,890	690	680	6,260
F 皆 伐 植 栽	7,000	1,320	1,390	9,710
G タ ウ ン ヤ 法	7,000	690	1,010	8,700

その年次別、面積は次のようになる。

	2 年 目	3 年 目	4 年 目	5 年 目
A 列 状 植 栽 A	32 ^{ha} (BAGG, SWIM)	16 ^{ha} (CORO)	64 ^{ha} (CARG, CARV) (DIPO, VOVM)	
B 列 状 植 栽 B	32 ^{ha} (BAGG, SWIM)	16 ^{ha} (CORO)	64 ^{ha} (CARG, CARV) (DIPO, VOVM)	
C 列 状 植 栽 C	42 ^{ha} (MBA, CORA) (展示林)	61 ^{ha} (HURC, OCTS) (COUG, 展示林)	16 ^{ha} (TECO)	
D 群 状 植 栽	32 ^{ha} (BAGG, SWIM)	16 ^{ha} (CORO)	64 ^{ha} (CARG, CARV) (DIPO, VOVM)	
E 帯 状 植 栽	32 ^{ha}	49 ^{ha} (HURC, OCTS) (COUG)	16 ^{ha} (TECO)	
F 皆 伐 植 栽	12 ^{ha} (MBA, CORA) (展示林)	65 ^{ha} (HURC, OCTS) (COUG, 展示林)	36 ^{ha} (TECO, 採種園)	
G タ ウ ン ヤ 法	32 ^{ha}	18 ^{ha} (HURC, OCTS) (COUG)	16 ^{ha} (TECO)	

地拵え費

年次別・植栽方法別内訳

CR\$

	2年目	3年目	4年目	5年目
A. 列状植栽 A	115,840	57,920	231,680	
B. 列状植栽 B	124,480	62,240	248,960	
C. 列状植栽 C	187,740	272,670	71,520	
D. 群状植栽	124,480	62,240	248,960	
E. 帯状植栽	156,480	234,720	78,240	
F. 皆伐植栽	294,000	455,000	252,000	
G. タウンヤ法	224,000	336,000	112,000	
合 計	1,227,020	1,480,790	1,243,360	

植え付け費

年次別・植栽方法別内訳

CR\$

	2年目	3年目	4年目	5年目
A. 列状植栽 A	9,600	4,800	19,200	
B. 列状植栽 B	6,720	3,360	13,440	
C. 列状植栽 C	32,760	47,580	12,480	
D. 群状植栽	24,960	12,480	49,920	
E. 帯状植栽	22,080	33,120	11,040	
F. 皆伐植栽	55,440	85,800	47,520	
G. タウンヤ法	22,080	33,120	11,040	
合 計	173,640	220,260	164,640	

下廻り、総のべ面積を年次別、植栽方法に示すと下表のようになる。

	2年目	3年目	4年目	5年目
A. 列状植栽 A	32ha (32ha×1回)	112ha (32ha×3回 16ha×1回)	176ha (32ha×2回 16ha×3回 64ha×1回)	256ha (32ha×1回 16ha×2回 64ha×3回)
B. 列状植栽 B	32ha (32ha×1回)	112ha (32ha×3回 16ha×1回)	176ha (32ha×2回 16ha×3回 64ha×1回)	256ha (32ha×1回 16ha×2回 64ha×3回)
C. 列状植栽 C	42ha (42ha×1回)	187ha (42ha×3回 61ha×1回)	283ha (42ha×2回 61ha×3回 16ha×1回)	212ha (42ha×1回 61ha×2回 16ha×3回)
D. 群状植栽	32ha (32ha×1回)	112ha (32ha×3回 16ha×1回)	176ha (32ha×2回 16ha×3回 64ha×1回)	256ha (32ha×1回 16ha×2回 64ha×3回)
E. 帯状植栽	32ha (32ha×1回)	144ha (32ha×3回 48ha×1回)	224ha (32ha×2回 48ha×3回 16ha×1回)	176ha (32ha×1回 48ha×2回 16ha×3回)
F. 皆伐植栽	42ha (42ha×1回)	191ha (42ha×3回 65ha×1回)	315ha (42ha×2回 65ha×3回 36ha×1回)	280ha (42ha×1回 65ha×2回 36ha×3回)
G. タウンヤ法	32ha (32ha×1回)	144ha (32ha×3回 48ha×1回)	224ha (32ha×2回 48ha×3回 16ha×1回)	176ha (32ha×1回 48ha×2回 16ha×3回)

したがって、下廻り費の年次別内訳は、下表のようになる。

	2年目	3年目	4年目	5年目
A. 列状植栽 A	13410	47040	73920	107520
B. 列状植栽 B	17600	51600	96800	140800
C. 列状植栽 C	35280	157080	237720	178080
D. 群状植栽	13410	47040	73920	107520
E. 帯状植栽	21760	97920	152320	119580
F. 皆伐植栽	59390	265190	437850	389200
G. タウンヤ法	32320	115440	226240	177760
計	192220	821610	1,298770	1,220,560

③ 人件費

ベルテラおよびサンタレーンでの働き取りをしたところ、次のようなことがわかった。

(i) 常備の場合

㉑ 苗畑、植え付け、地寄せ等の特殊な技術を必要としない者。

1 日 CR\$ 70.00
週 48時間労働

㉒ チェーンソー、トラクター等の運転手ならびに技術者

1 日 CR\$ 240.00
週 48時間労働

(ii) 1時働の場合

1 日 CR\$ 40.00

なお時間外手当は1時間あたり平常の25%増し、日曜・祭日は平常の100%増しと
いうことであった。また常備者は1年間勤続の場合、1ヶ月間の有給休暇を与えなければ
ならない。

4. 苗畑整備計画

(i) 圃場整備計画

場所はベルテラ2次林内とする。造林年次計画によれば

		得苗数
2年目	274 ha	187,625 本
3年目	267 ha	217,813 本
4年目	278 ha	176,200 本
5年目	6 ha	188 本
計	800 ha (苗畑含む)	581,826 本

となり、3年目の267 ha 217,813本の苗木生産が可能である広さを有していなければ
ならない。

圃場は初め、地面を掘り、砂利を敷きつめ、排水性を良くするように工夫する。また長期間
にわたる乾期の対策上、圃場内に貯水槽を設けることとする。

① 苗木生産回数

7月から12月までの乾期のあいだは、極端に雨が少く、植え付けても活着率は低いこと
が予想される。したがって雨期のあいだに植えつけることとする。また苗木の養苗期間は約
5ヶ月前後かかることを考えると、苗木生産は年1回ということになる。

② 養苗

種子を播種床に蒔きつけ、発芽した後、約5cm程度の大きさになった丈夫な苗木を、ポッ

トに移植して、ポット養苗床に置き養苗する。したがって、播種床とポット養苗床を設けなければならない。

③ 播種床

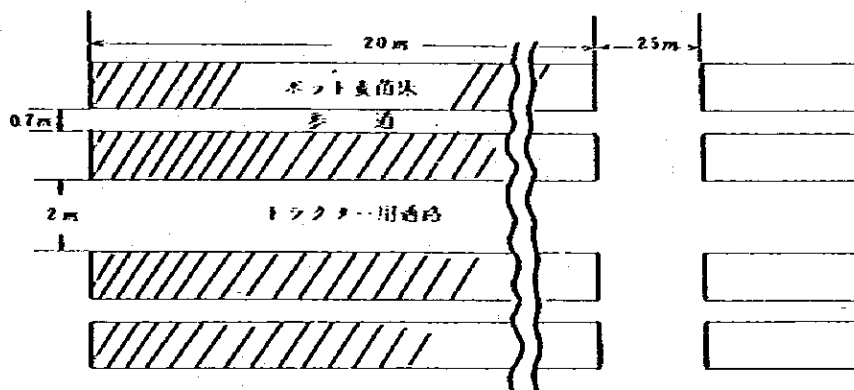
播種床の面積は、種子の大きさによってずい分違ってくる。今回の造林計画では、直径10cm前後の巨大なものから、20,000粒/9という微細なものまでである。播種床の面積は、およそ、ポット養苗床の半分としておく。

④ ポット養苗床

まず、年間最大苗木生産本数は3年目の174,250本である。

しかし、アマゾン樹種の養苗には未知の部分も多く、得苗率80%として、

$174,250 \text{本} \div 0.8 = 217,813 \text{本}$ の苗木生産を目標として苗床が必要となる。1苗床の大きさは130cm×2000cmとするとポットの直径が10cmであるから、1ポット養苗床につき、 $13 \times 200 = 2,600 \text{本}$ 養苗できる。したがって $217,813 \text{本} \div 2,600 \text{本} = 83.784$ ケのポット養苗床が必要となる。



ポット養苗床は2つで70cmの、人が作業できる広さの歩道を間にはさむようにして1組とし、その組のあいだは2mとし、トラクターが通行可能な巾とする。

ポット養苗床全体の面積は $90 \text{m} \times 53 \text{m} = 4,770 \text{m}^2$ 、したがって約0.5haとなる。
(80床)

播種床は40床として、約0.3haとなる。

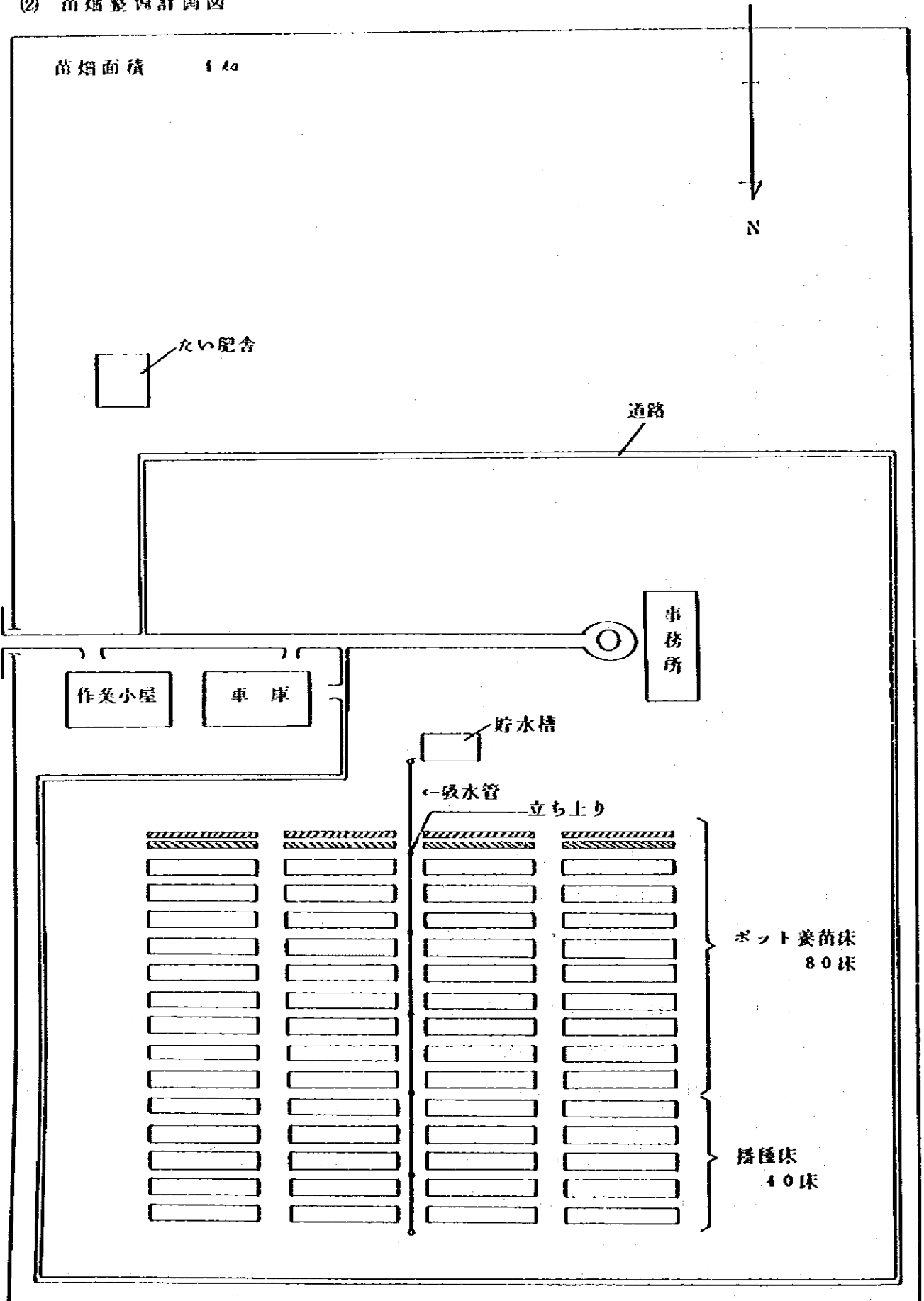
また台切り苗、摘葉苗、挿し木等の養苗試験も園場内で行えるようにして、全体の面積は4haとし、その配置計画は後に示した。

⑤ 園場内道路および排水溝

園場内は車が通行可能な道路を入口より事務所、作業小屋などを連絡するように設けるとともに園場の周回を一周するように設けることとする。

排水溝は、雨期期間中の降雨を園場外に流出するように設けることとし、明きよ排水とする。

(2) 苗畑整備計画図



(3) 施設整備計画

① 事務所

事務所内に、リーダー室兼応接室、事務室、会議室、種子貯蔵室、実験室、休憩室を設ける。

種子貯蔵室には、種子貯蔵用の冷蔵庫を設置する。SRR1850型冷蔵庫は容量が1,611ℓで、庫内温度を5℃以下に保つことができる。2台用意する。

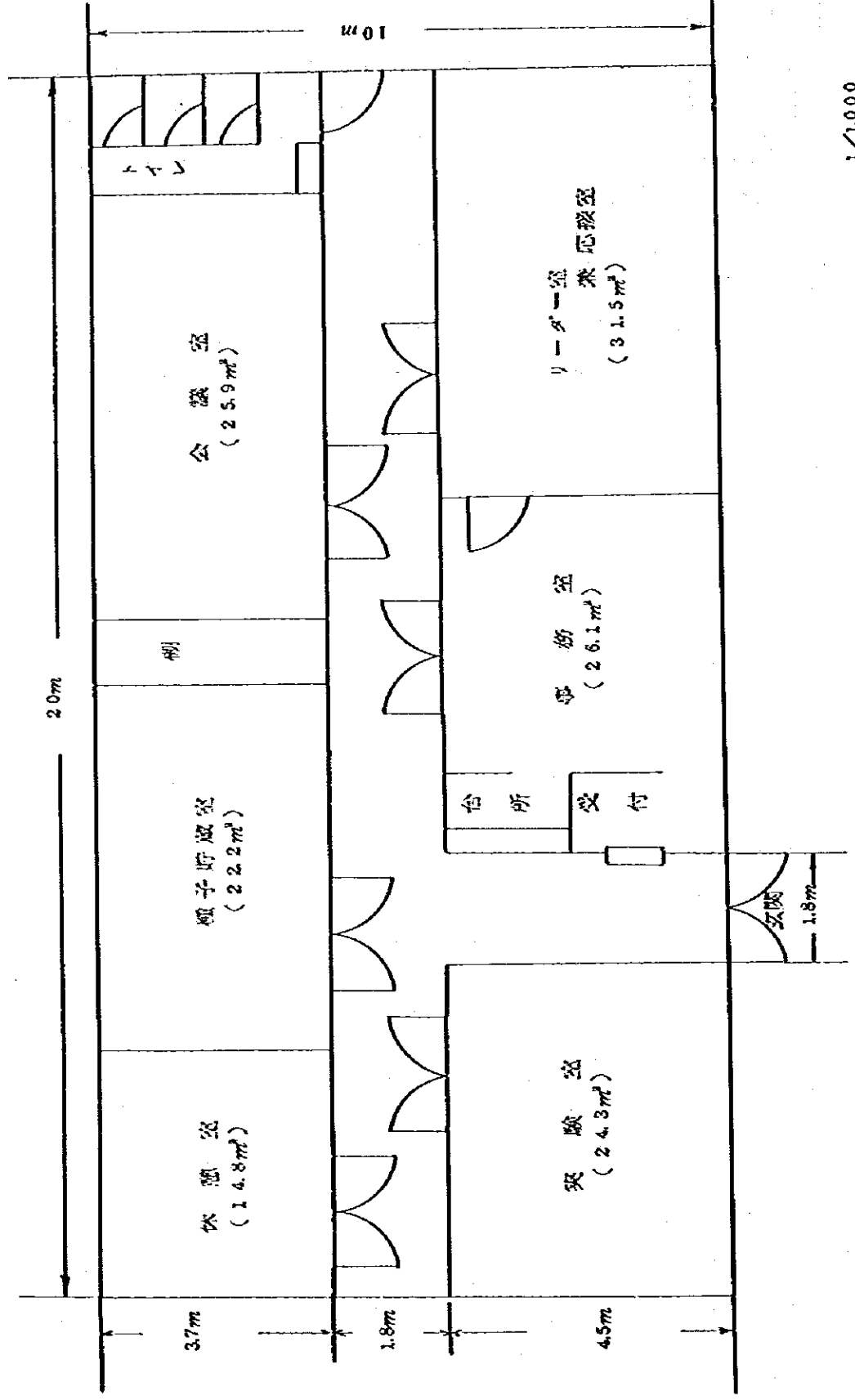
事務所は木造平屋とし、面積、200m²とする。

② 作業舎

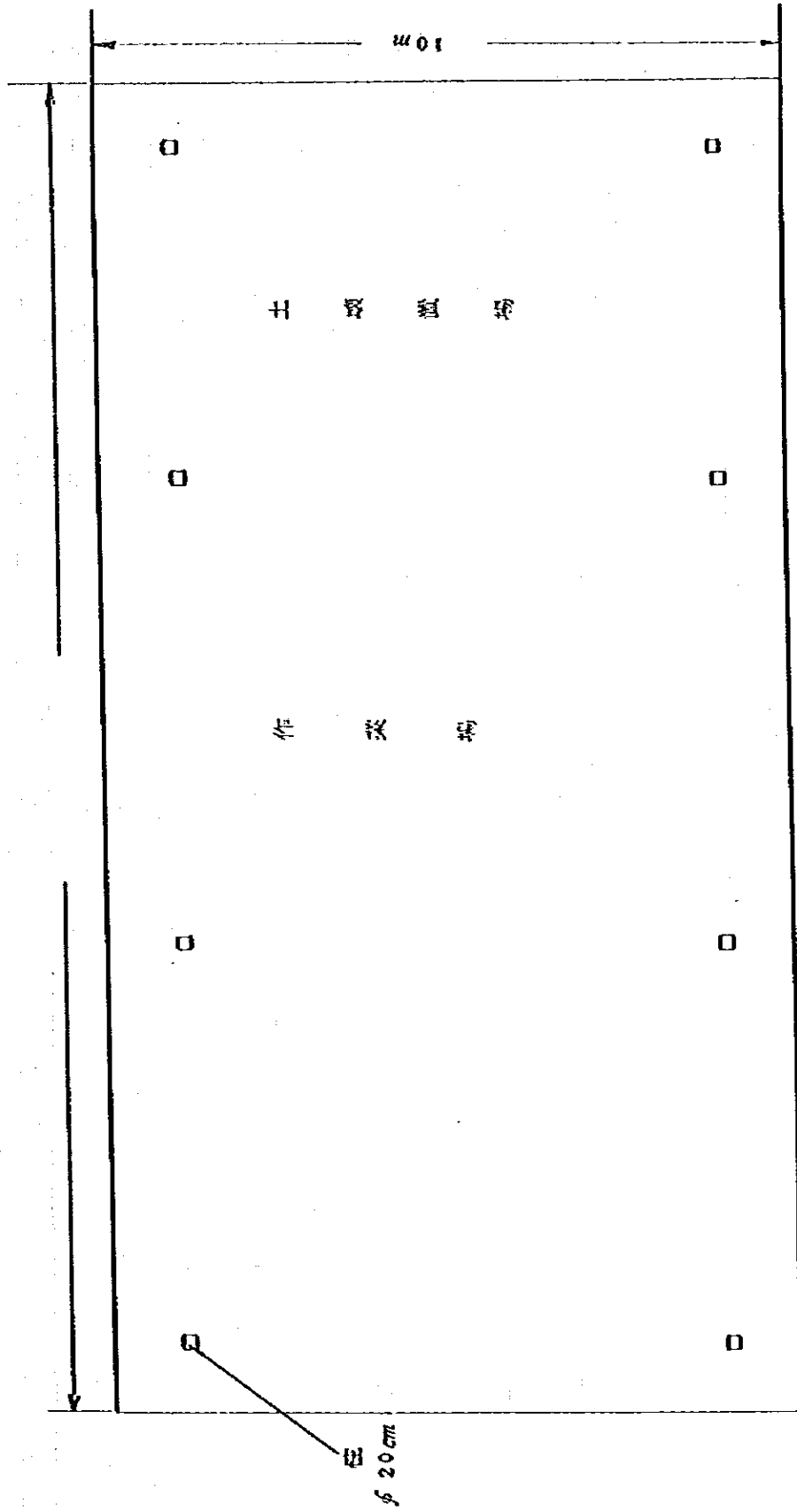
柱と屋根だけの吹き抜けとし、養苗床用の土壌を保存したり土壌の混合、ポットに土壌を入れるなどの各種屋外作業を、直射日光をさけて行なえるようにする。面積200m²



事務所



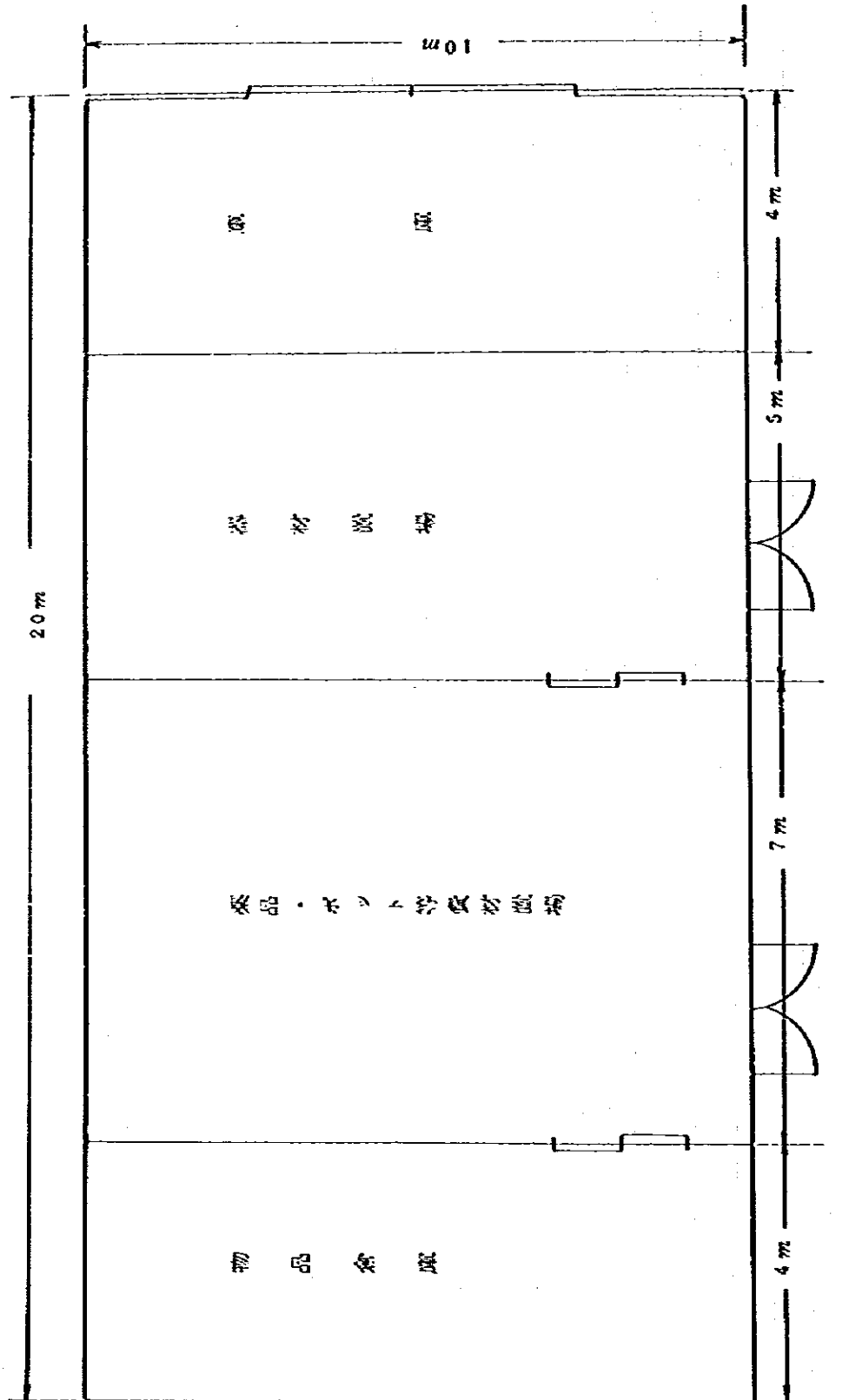
作 菜 舎 (吹き抜け)



③ 資材置場

資材置場内に物品倉庫、薬品、ボット等資材置場、器材置場、ならびに車庫を設ける。

資材置場（平屋形式）



④ 灌水施設

アルミ製のパイプで、パイプ自体に噴孔がランダムに加工してあって苗床に均一に灌水できる噴射パイプを用いる。パイプ一本の長さは4mであるが、ジョイントでつないで、かなりの長さにすることができる。しかし水圧の関係で、パイプの先端まで均等に散水できる限度は約45mである。ポンプで加圧(4.4馬力)して散水した場合、その散水の拡がりは一側に14.6mで、散水量は200.6ℓ/分、である。噴射パイプ一組(45m連結)の散水面積は、 $45\text{m} \times 14.6 = 650\text{m}^2$ 。播種床、ポット養苗床の面積は、 $8,000\text{m}^2$ であるから、全面積をカバーするためには、12組必要である。しかし貯水槽からのパイプ上に12個の立ち上りを設けることによって、噴射パイプ、45m2組で、それを移動して使用することとする。

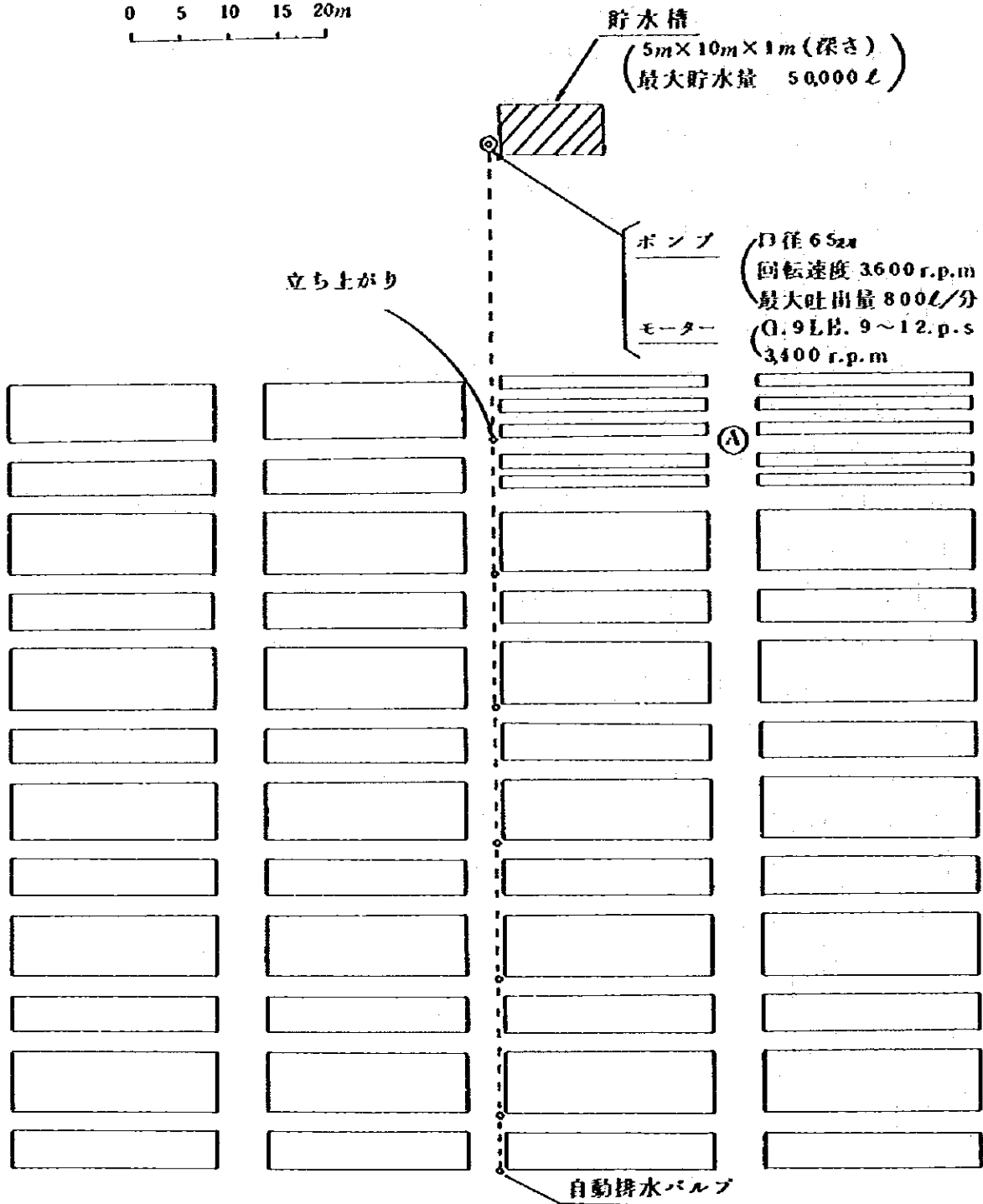
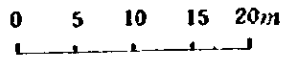
灌水は特に養苗初期に重要であり、また熱帯地方は高温であり水の蒸散量も多いので、1日2回、全苗木に十分に行きわたるようにする。

ベルテラの苗畑予定地は、高台にあり、水を確保するためには、既設の水道施設を利用するが、それは必要量が必要な時に瞬時にして入手できるものでないので、苗畑内に貯水槽を設け、そこよりモーターポンプで加圧して灌水するものとする。

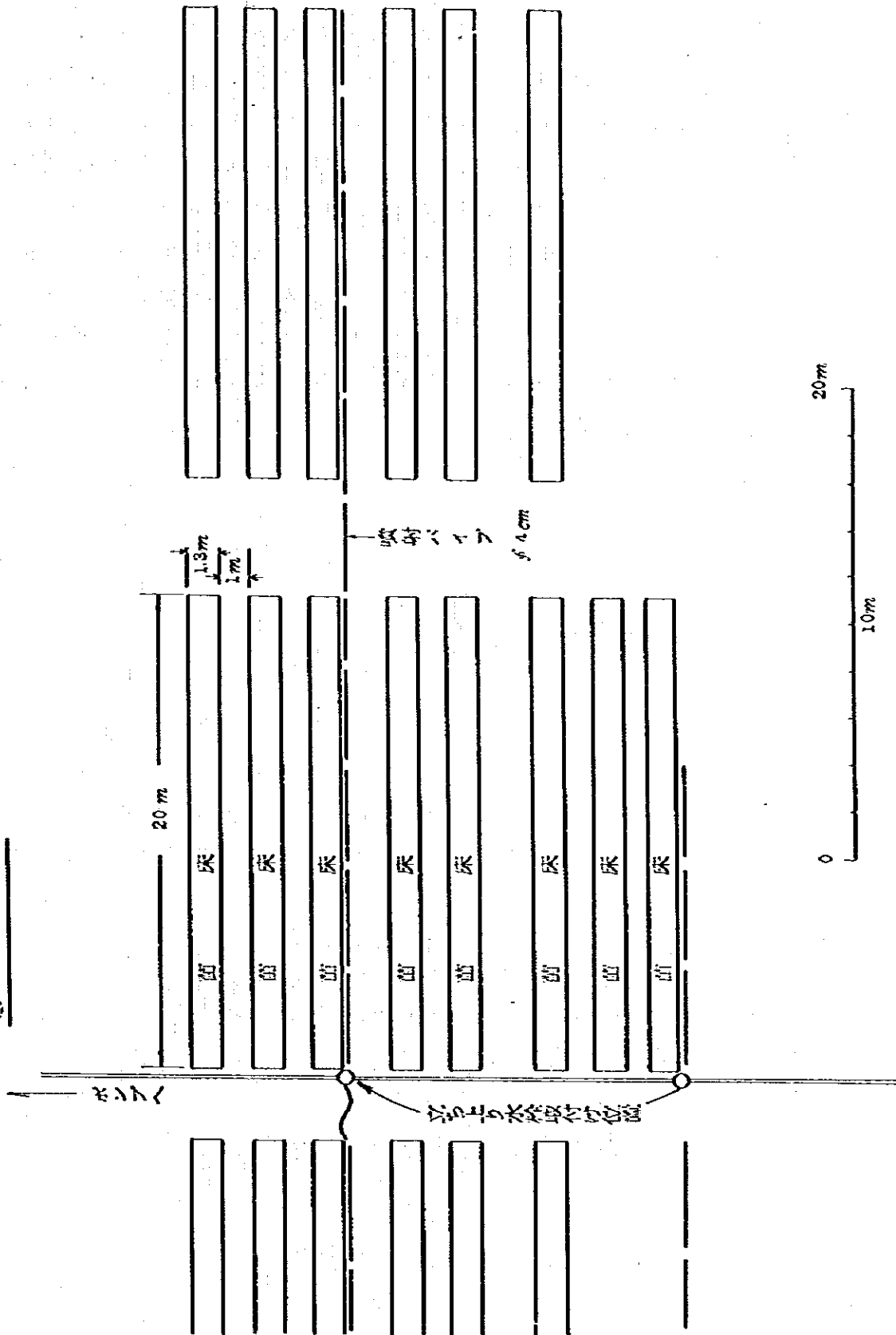
灌水量は1日2回で、1回の灌水量は約5分(噴射ポンプを1ヶ所に5分間継続してやるのではなく2回繰り返してやるとポットに効果的に吸収される)間必要である。そうすると $200.6\text{ℓ/分} \times 1\text{組} \times 5\text{分間} \times 1\text{日}2\text{回} \times 12\text{組} = 24,072\text{ℓ}$ であるから、最低貯水量は25,000ℓとなる。

なお既設の水道は直径2.5インチであるが、能力としては、30ℓ/分ぐらいしかないので、1回の給水量12,500ℓを満たすには $12,500\text{ℓ} \div 30\text{ℓ/分} = 420\text{分} = 7\text{時間}$ もかかるので貯水能力はかなり余裕を持たなければならぬ。灌水施設の全体配置図および部分詳細図を次に示した。

灌水施設 全体図



㊤ 部分詳細図

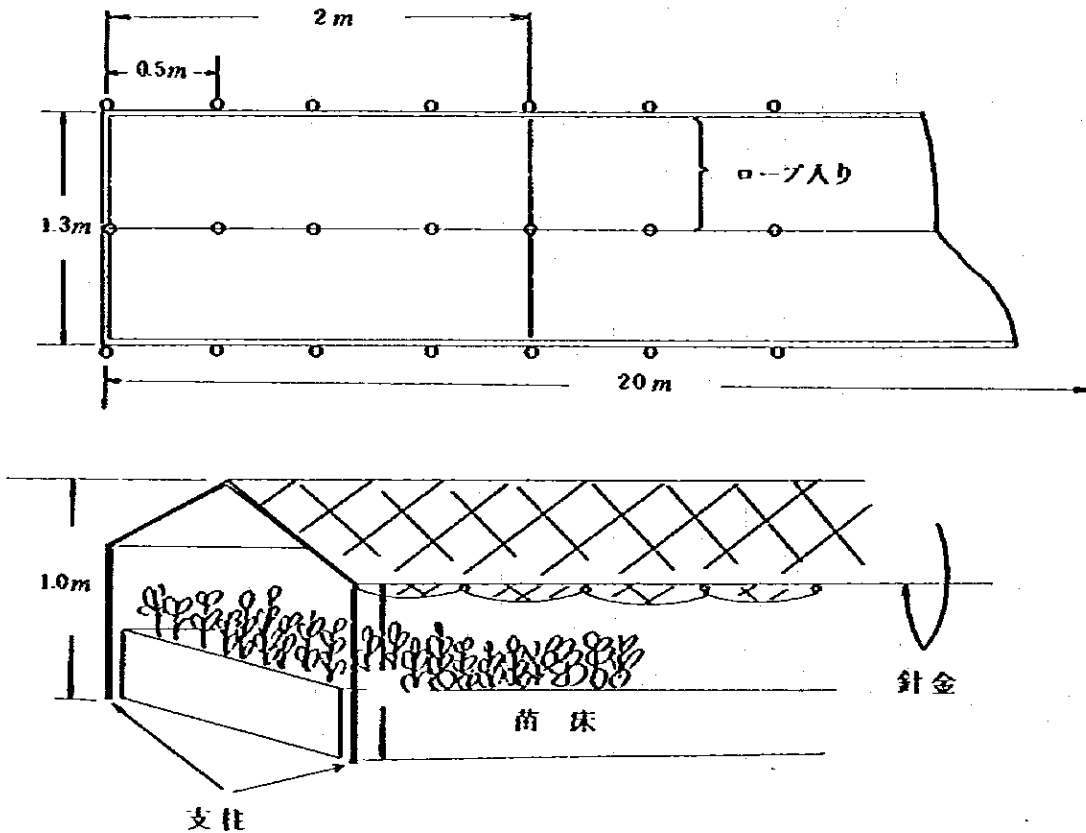


⑤ 日覆い施設

枝陰を必要とする樹種や、また若い苗木の時代に日覆いをした方が望ましい樹種に対しては苗床で日覆いをする必要がある。また日覆いをすることによって、苗床の湿度をある程度保つことができる。そのため苗床の周囲に支柱を立て、針金を張り、寒冷紗で日覆いをする。寒冷紗の縁を2重にして強化して、そこにSカンをつけて、針金を自由に移動できるようにする。灌水時にはたたんでしまうことができ障害にならない。また支柱の高さを1.0 mと、80 cmにして傾斜をつければ雨水がたまることがない。大きな雨滴を防ぐことによって苗木の根元にできる土ぼかまが出来ないのでダンピングオフを防ぐことも可能である。

寒冷紗の目の粗さによって日覆度をコントロールすることもできる。一般的に日覆度は51%と70%である。また山出しの数週間前には寒冷紗を完全に取り払って、苗木を直射日光に曝し、苗木の木化を促進させる。

寒冷紗



サンコー式 クレモナ寒冷紗

⑥ 発電施設

ベルテラにおける電気は朝6時より夜10時まで供給されている現状である。

それ以外は発電されていなく、また電気供給時間帯においても停電することが時々ある状態である。よってディーゼルエンジンによる自家発電装置をもうける必要がある。特に種子貯蔵用冷蔵庫と電気低温恒溫器類については常時電気の供給が必要となる。その他各種記録計や総合気象観測装置等常時電気供給を必要とする機材が予想されるので発電能力30KWぐらい程度の発電器を購入することとする。

(4) 施設整備費および資機材費

項目	摘要	価格 CR\$
整地	D6ブルドーザー 10日 @600. ×7時間×10日	42,000
道路作設	@140. ×530m	74,200
排水溝作設	@70×100人工	7,000
事務所建設	200m ² @5,000CR\$/m ²	1,000,000
作業舎作設	200m ² @300CR\$/m ²	60,000
資材置場	200m ² @900CR\$/m ²	180,000
灌水設備	噴射パイプ @1,200CR\$/4m×25本= 30,000 バルブ、立ち上り、パイプ等 = 20,000	50,000
ポンプ室	貯水そう(50,000ℓ貯水可能) =150,000 ポンプ キャナルポンプ SS-65 = 15,000 エンジン G2 = 25,000	190,000
日覆施設	寒冷紗 @500CR\$×275 =137,500 付属支柱、針金 = 6,000	143,500
トラクター	MF235トラクター 付属品 MF802キャリアー FMCタンク2,000ℓ オーガー	350,000
ジョブ	TOYOTA LANDCROUSER	200,000
小型トラック	Chejolet C-10 2台 @160,000×2	320,000
種子貯蔵庫	冷蔵庫 SRR1850×2台 100,000×2=200,000 電気低温恒溫器 NK LP-200-S 3台 30,000×3=90,000	290,000

項 目	摘 要	価 格 CR\$
発 電 器	QDE-10 12.8KW	90,000
チ エ ン ソ ー	ALPINA F120 @25,000×4	100,000
ブ ッ シ ュ ク リ ー ナ	FSC 刈払機 (2.5HP) @ 12000×4	48,000
苗 床 用 板 材	2000cm×20cm×2cm×160枚=12.8m ³ 130×20×2×160=0.8m ³	80,000
器 材	スコップ クワ エンサータ ネコ車 ブッシュナイフ 等 金網	120,000
気 象 観 測 器	エイコー総合観測器 気温 地温 湿度 風力 風向 雨量 等 13項目測定	350,000
実 験 器 具	顕微鏡 ニコン VBS-UW-1	110,000
	・ HFM-35A	40,000
	実体顕微鏡	20,000
	葉面積計	350,000
	天 坪 メトラー DR 1,200	20,000
	・ PS 15-30	
	計	4,414,700

5. 道路整備計画

(1) 既設道路の現況

第1図 ベルテラとタバジョス造林試験予定地の位置

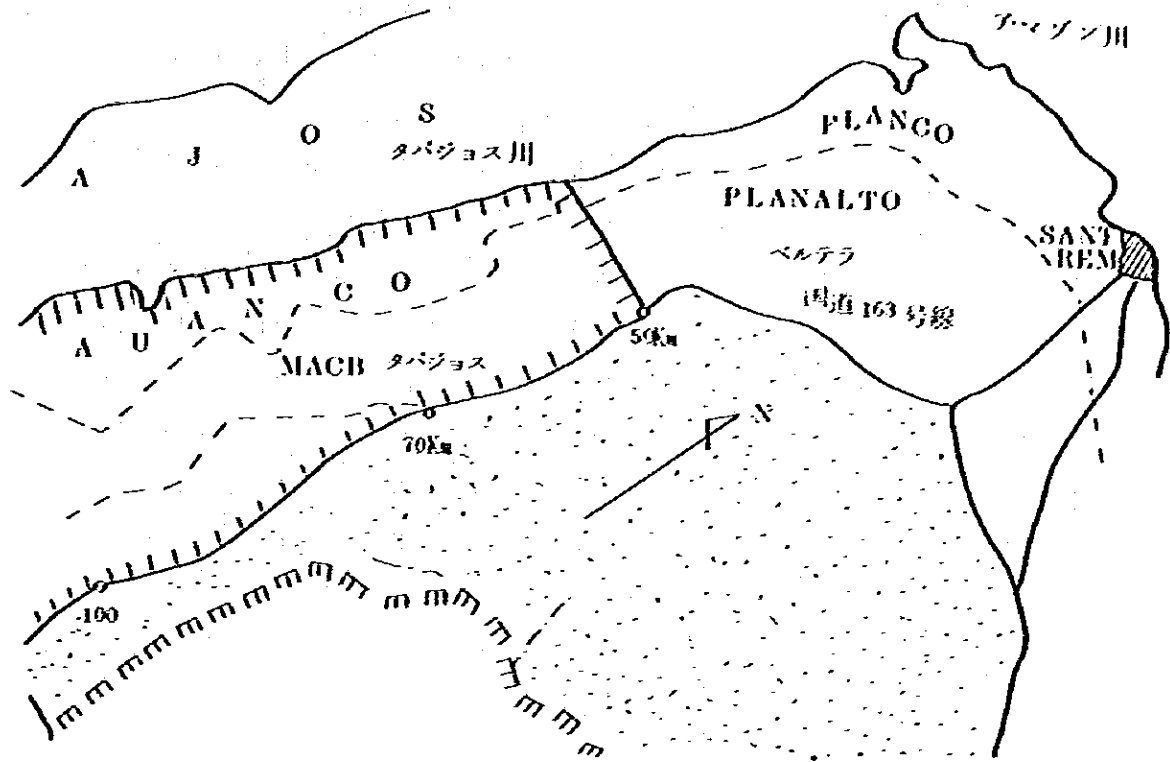


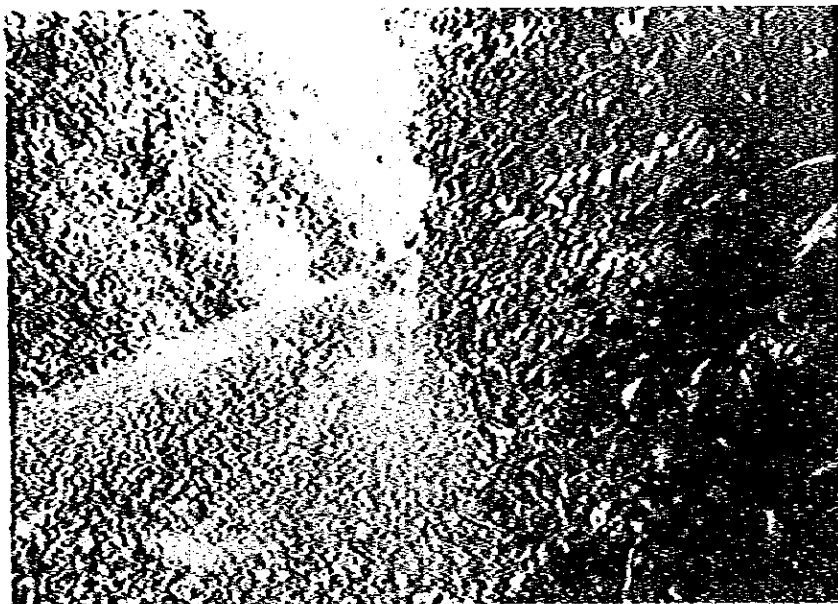
写真1 サンタレーンよりベルテラへ向う国道163号線



① ベルテラ人工造林成試験予定地

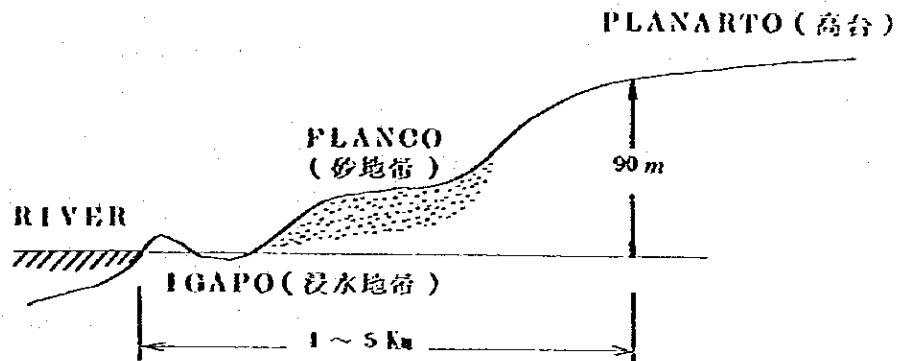
第1図にみられるようにベルテラは旧ゴム園の中にあり国道163号線に近接し、試験地へはゴム園の中の既設道路により到達することができ、アクセス道路は特に必要はない。国道163号線は写真1にあるように、サンタレーンより首都のブラジリア方面に向かう巾員9m、砂利舗装の直線的な道路であるが、近く軍の道路建設部によりアスファルト舗装される予定である。現在はサンタレーンより50km地点のベルテラまで車で約60分を要するが、舗装されれば40分位で到達できる見込みである。予定地は今より60年前にできたアメリカのフォード社のゴム園20万haのあとであり、現在は国有地となり州の農務局に管理されている。ゴム園は1区画/6ha(400m×400mの正方形)に整備されていて、区画線は巾2~4mの道路によりしきられている。試験予定地はこれらの区画を50個(800ha)とることになるが、これらの区画をしきる道路は現在あまり使われていないため、かなりの砂利が入った箇所もあるが、写真2にみられるように草本類やかん木に侵入され、小型トラックが通れる程度の2m巾となっている。ところが今回の試験造林においては部分的に皆伐の必要もあり、中大型トラックが通行することになるため、予定地域内全線にわたり改良・補修する必要がある。また第2図にみられるように予定地のゴム園一帯はタバジョス川水面から標高90mのプラナルト(高台)にあり、平坦でかつ河川や沼沢なく従って橋梁

写真2 ベルテラ予定地内の既設林道



やよう壁の要なく道路面の傾斜もほとんどない。林相は樹高20m以下、平均的高直径は16cm程、多樹種にわたる2次林であり、焼畑が過去に1ないし2回繰り返っている。

第2図 タバジャス川からの位置関係



② タバジャス天然更新試験林予定地

タバジャス予定地は第1図にみられるように国道163号線の70km地点に近接している。従ってここもまたアクセス道路の必要はない。予定地は原生林であるため事業道路は新設しなければならぬが、国道沿い500m巾は有用材が抜き伐りされているので試験地200haは道路より1,000m奥地へ設定する必要がある。林地はベルテラと同じくプラナルト

写真3 国道163号線の70km地点



であり平担で沼沢や丘陵地はない。林相は樹高40m以上、胸高直径80cm程の大木が散在する樹種数十種にも及ぶ典型的アマゾンの天然林である。

(2) 林道・作業道の路線配置計画の考え方

① ベルテラ試験地

試験区域800haにおける既設道路はその大部分は現在ほとんど使われていないために雑草やかん木に侵入され、ほぼ2m巾となっている。また試験事業が着手され、軽中大型トラックが通行することになるため、また区画の再整備のため、これらの既設林道は全て4m巾の道路に拡巾補修する。また造林担当者の強い要請から、現在の1区画16haをさらに4等分し、最小区画単位を4ha(200m×200m)として、これらの区画線もまた4m巾の新設道路によるものとする。1区画の規模が4haと小さいため、試験地内における作業道は特に必要はない。また雨期における作業の必要を考え、新設部分、拡巾部分は砂利舗装とする。

② タバジョス試験地

試験地200haは試験研究上1区画を10haとし、合計20区画をとり全体を1,230m×1,686mの方形にとる。この天然林は樹高40m台の巨木が散在し、林地はうっ閉されていて地面は非常に湿気が多いため道路巾はできるだけ広くとる必要があり、各区画線は6m巾の砂利舗装道路でしきるものとする。このため試験地全体の林道の総延長は16.8kmとなって作業道の敷設は特に必要はない。


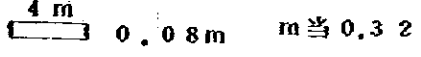
③ 道路規格と建設費

IBDF(森林開発院)とEMBRAPA(ブラジル農牧研究公社)で調べた結果ではブラジルにおいては未だ林道規定というものはなく、巾員により林道を種類づけている程度である。したがって試験遂行上前記のようにベルテラでは全林道の巾を4.0m(砂利舗装、敷厚8cm)タバジョスでは6.0m(砂利舗装、敷厚10cm)とする。サンタレーンにおける労務賃金、使用土木機械、原材料など現地事情を考慮した林道建設費は第1表~第3表にあるとおり、ベルテラの4.0m道路の新設でm当1,403円、改良で1,252円、タバジョスの6.0m道路新設で3,259円となっている。ベルテラにおける建設費がタバジョスの場合よりも低いのはタバジョスの場合よりも低いのはタバジョスが40m級の大きき大木をかかえる原生林であるのに対しベルテラは20m以下の二次林であり、このため伐開費が少なくまたサンタレーンからの砂利運搬距離も短いためである。表によれば建設費は東南アジア諸地域に比べ幾分低いようであるが、これには次のような理由があげられる。

- イ 平担地であり道路は10km以上も直線的に建設できる。
- ロ ブラナルトでは河川や沼沢なく橋梁やよう壁の必要がない。
- ハ 労務費が安い

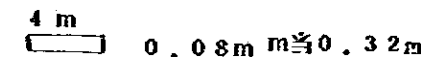
第1表 ベルテラにおける道路建設費m当り

4.0 m道路

名 称	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
伐 開	1.0	m	885円		巾6.0m
伐 根・清 掃	0.8	m ²	131	185	巾4.0m 掘下げ0.2m
溝 掘 り	2.0	m	18	36	
敷均しつき固め	0.8	m ²	89	31	 4 m 0.2m m当0.8m ²
砂利敷均し	0.32	m ²	125	70	 4 m 0.08m m当0.32m ²
砂利積込運搬	0.32	m ³	1,921	645	サンタレーンより距離50Ks
砂利締固め	4.0	m ²	29	116	
杭打・測量	1.0	m	207	207	
計				1,275	
準備費等10%				128	
計				128	
合 計				1,403	

第2表 ベルテラにおける道路改良費m当り

2.0m→4.0m

名 称	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
伐 開	1.0	m	57	57	巾合計4.0m
伐 根・清 掃	0.4	m ²	131	52	
既設部分の草木除去	2.0	m ²	2	4	
既設部分の整地補修	0.4	m ²	125	50	
溝 掘 り	2.0	m	18	36	
敷均しつき固め	0.4	m ²	89	36	
砂利敷均し	0.32	m ²	125	40	 4 m 0.08m m当0.32m ²
砂利積込運搬	0.32	m ³	1,921	615	サンタレーンより距離50Ks
砂利締固め	4.0	m ²	29	116	
杭打・測量	1.0	m	132	132	
計				1,138	
準備費等10%				114	
計				114	
合 計				1,252	

第3表 タバコスにおける道路建設費 m当り

6.0 m道路

名 称	数 量	単 位	単 価	金 額	摘 要
伐 開	1.0	m	370円	370円	巾8.0 m
伐 根・清 掃	2.4	m ³	131	314	巾6.0 m 掘下げ0.4 m
溝 堀 り	2.0	m	28	56	
敷均しつき固め	2.4	m ³	89	214	6 m 0.4 m m当 2.4 m ³
砂利敷均し	0.6	m ³	125	75	6 m 0.1 m m当 0.6 m ³
砂利積込運搬	0.6	m ³	2,589	1,553	サンタレーンより運搬
砂利掃固め	6.0	m ²	29	174	
杭 打・測 量	1.0	m	207	207	
計				2,963	
準備費等10%				296	
計				296	
合 計				3,259	

ニ 乾期にはほとんど雨が降らず工事に好条件である。

ホ 路盤が硬いラテライト土壌でほとんど舗装なしでも使用に耐え得る。

しかしながら以上の建設費は1978年6~7月の調査時点におけるコストであり、サンタレーン市の道路建設請負業者が契約価格は月に4%上昇すると話しているように、ブラジルでは月に3~4%、年に40%程のインフレがあることを考慮すべきである。

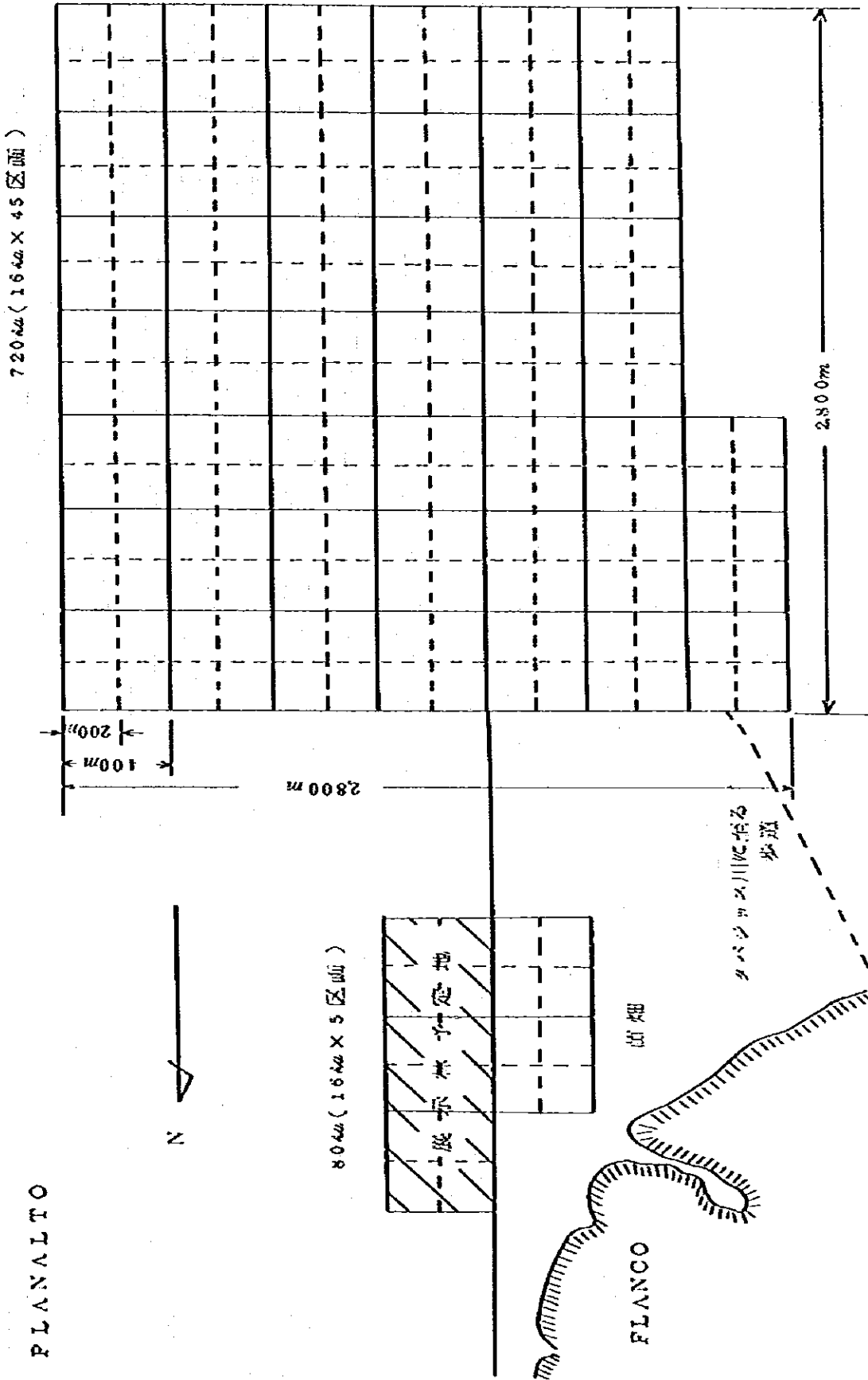
(3) 路盤配置

① ヘルテラ試験地

ヘルテラにおける試験地の配置は第3図にみられるように45区画720haを人工造林試験地に、5区画の80haを苗畑と展示林にあて合計800haをとることとなる。このうち既存の400m×400mの区画線は現状の2mから4mの幅巾道に、200m×200mの区画線は同じく4mの新設道にする。このため林道の総延長は88.4kmとなり、建設費は第4表のように試算される。開設後の維持費は、開設費用の5%として年々予算計上するものとする。試験事業期間5年のうち林道は最初の3年間で毎年同じ工程で完成させるとすれば、事業期間内における維持費は第5表より建設費の15%となる。

第3図 ベルサク試験地の休道路線の設定

PLANALTO



第4表 ベルテラにおける林道建設費 (試算)

規 格	延 長	林道密度	建 設 費	維持費(15%)
		m/ha	千円	千円
4.0 m (括巾)	48.4km		60,597	9,090
4.0 m (新設)	40.0		56,120	8,418
計	88.4	111	116,717	17,508

第5表 維 持 費

	1年目	2	3	4	5	合 計
1年目	○	×	×	×	×	$P \times i \times 4$
2 "		○	×	×	×	$P \times i \times 3$
3 "			○	×	×	$P \times i \times 2$

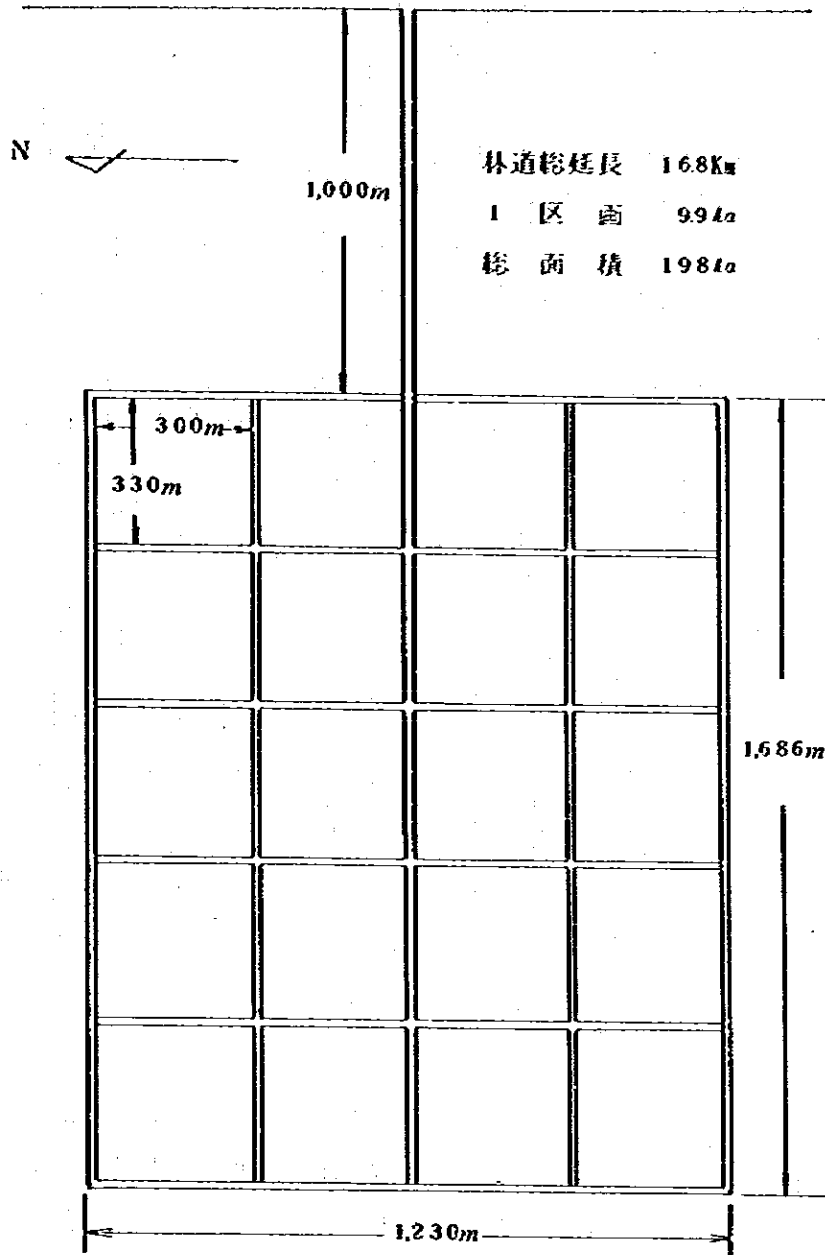
- 注 1. ○は開設費、×は維持費
 2. Pは1年の工費、iは維持費の率(5%)
 3. 維持費の合計 = $9P \times i = 3P \times 3i$

なお維持費は①敷砂利、②路面の不陸直し、③排水溝の整備、④路肩整備など主として路面の整備に向けられるものである。

② タバコス試験地

タバコス試験地は第4図のように200haをとり1区画を10ha(330m×300m)にし、全体を1,230m×1,686mの矩形にとる。

第4図 タバコ試験地路線設定 式図
ベルテラー 国道163号線



試験地は前記のように国道より1,000m西方(奥方)へとり10haの区画線は60mの道路でしきるものとする。このため林道の総延長は16.8mとなり、建設費は第6表のように試算される。なお、開設後の維持費は開設費の5%として年々予算計上するものとして、試験事業期間5年のうち林道は最初の2年間で、各年同じ工程で完成させるとすれば、維持費の合計は開設費の1.8%となる。

第6表 タバコにおける林道建設費(試算)

規格	延長	林道密度	建設費	維持費
6.0m	16.8km	81m/ha	54,751千円	9,855千円

以上によりベルテラ及びタバジョスの林道建設費は第7表のように171,468千円、建設後の維持費は27,363千円と試算される。

第7表 ベルテラ及びタバジョスの林道建設費(試算)

	面積	延長	林道密度	建設費	維持費	費用計
ベルテラ	800 ha	88.4 Km	111m/ha	116,717千円	17,508千円	134,225
タバジョス	198	16.8	81	54,751	9,855	64,606
計	998	105.2	106	171,468	27,363	198,831

(4) 林道開設上の留意事項

- イ サンタレーン地方における1977年、1976年の月別降雨量は第8表の如くなっている。乾期と雨期の差が明白である。

第8表 サンタレーン地方の降雨量

単位：mm

月年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
	(5.1)	(18.5)	(11.7)	(6.4)	(4.3)	(6.7)	(3.0)	(0.3)	(0.4)	(1.7)	(0.0)	(0.0)	
1977	153.3	553.7	439.6	199.6	143.2	202.1	89.1	8.4	13.2	50.5	0.0	0.0	1843.7
	(6.9)	(13.1)	(10.2)	(8.7)	(11.2)	(7.5)	(1.2)	(0.7)	(0.0)	(0.0)	(1.1)	(0.5)	
1976	207.9	393.3	306.2	262.3	335.7	226.1	37.1	21.3	0.0	0.7	31.6	15.1	1836.3

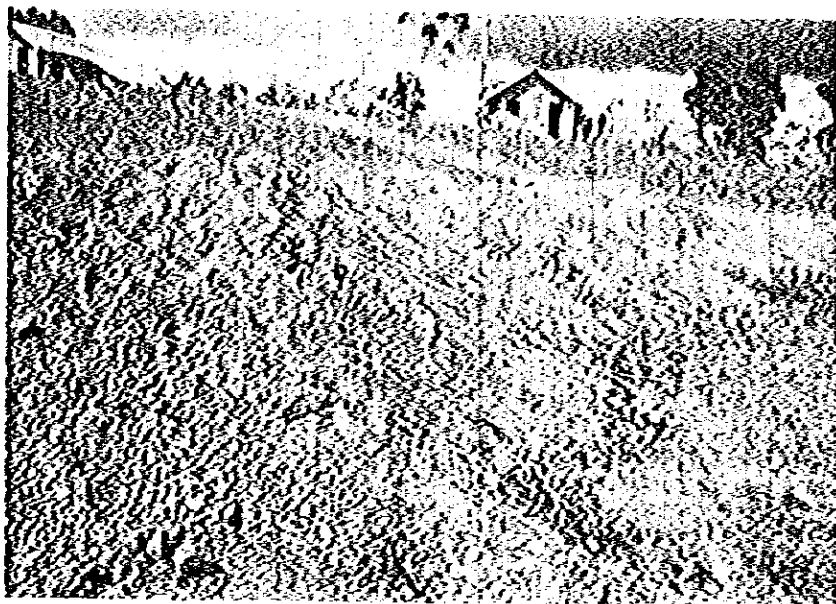
〔注〕 ()内は1日平均降雨量

サンタレーン航空気象観測所による

一般的に1日の降雨量が10mm以上になると作業は困難となるが、上の表によれば平均1日降雨量が10mmをこえる月は年に雨期における2~3月しかなく、作業は容易にはこべると思われる。なお雨期における増水量はサンタレーン市のアマゾン川に面するある桟橋において5.5~6.3mに達するということである。当地における年平均気温は26.0℃であるが直射日光はつよく、東京が照度5万ルクスなのに対し11万ルクスをカウントしている。

- ロ 路面に敷く砂利は写真4にみるようにラテライト土壌の硬い粒のようなもので路面に敷固められると滑らかで堅固である。EMBRAPAの林道担当者等の情報ではベルテラ及びタバジョス近郊での砂利採取は困難でサンタレーン附近から調達することになるものと考えられる。

写真4 路面に敷く砂利



ハ 建設機械については全て現地で調達可能である。サンタレーン市の道路建設発請業者の例をとると次のような機械を使用している。クローラタイプトラクタ、トラクタショベル、モータグレーダ、タンブトラック、マカダムローラ、タイヤローラ、ホイールタイプトラクタ、散水車、燃料輸送車、など。またサンタレーンの業者による建設機械リース料は時間当D6型ブルドーザで5,380円、W-7E型ショベルドーザで5,240円となっていて他に20種類程の機械を用意している。なお機械の整備についてはベルテラのゴム工場内に機械整備場があり、サンタレーン市にも個人の整備事業者が数人いるということである。

写真5 ベルテラの機械整備工場

