

ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査

報告書

(Ⅲ) 論文

平成 2 年 3 月

JICA LIBRARY



1212429 [3]

国際協力事業団

林開投

JR

89-41

ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査

報 告 書

(Ⅲ) 論 文

平成 2 年 3 月

国 際 協 力 事 業 団



1212429 [3]

目 次

Ⅲ 論 文			1
1. 主要樹種の生物季節について	森林生態専門家	飯塚和也	
—— 開花結実習性を中心として ——			1
2. 種子貯蔵試験	森林生態専門家	横田明彦	19
3. 苗畑試験	育 苗 専 門 家	渡辺敬治	
—— 育苗時に関与する発芽処理、床替え密度、 床替え時期、施肥、根切り等の影響 ——			50
4. 造林基準及び造林作業	造 林 専 門 家	佐藤 隆	96
5. ペルーアマゾンの主要熱帯樹13種の初期樹高生成に関与する 土壌型、地形、ライン幅及び苗木タイプの影響	更新試験専門家 造 林 専 門 家	河室公康 吉田 実	152
6. マホガニーマダラメイガ <i>Hypsipyla grandella</i> Zellerに関する研究	森林昆虫専門家 " " " " 森林生態専門家	山崎三郎 池田俊弥 竹谷昭彦 藤田和幸 横田明彦	165
7. マホガニーマダラメイガ <i>Hypsipyla grandella</i> Zellerに関する研究Ⅰ —— マホガニーマダラメイガの被害実態 ——	森林昆虫専門家 " 森林生態専門家	山崎三郎 池田俊弥 横田明彦	167
8. マホガニーマダラメイガ <i>Hypsipyla grandella</i> Zellerに関する研究Ⅱ —— マホガニーマダラメイガの個生態 ——	森林昆虫専門家 " 森林生態専門家	山崎三郎 池田俊弥 横田明彦	176
9. ペルー・アマゾンにおける <i>Hypsipyla grandella</i> Zellerに関する研究Ⅲ —— <i>Hypsipyla</i> の個体群動態の解明 ——	森林昆虫専門家 " "	藤田和幸 山崎三郎 竹谷昭彦	

	〃	池田俊弥	
	森林生態専門家	横田明彦	191
10. ペルー・アマゾンにおけるHypsipyla grandella Zellerに関する研究IV			
	—— Hypsipylaの行動制御物質 ——		
	森林昆虫専門家	池田俊弥	
	〃	山崎三郎	
	森林生態専門家	横田明彦	
	〃	飯塚和也	
	I. N. I. A. A, PERU	Carlos Vasquez	
		Pacheco	204
11. マホガニーマダラメイガHypsipyla grandella Zellerに関する研究V			
	—— マホガニーマダラメイガの化学的防除法 ——		
	森林昆虫専門家	山崎三郎	
	〃	池田俊弥	
	森林生態専門家	横田明彦	
	I. N. I. A. A, PERU	Carlos Vasquez Pacheco	
	〃	Francisco Palomio. P	217
12. ペルーアマゾンにおけるHypsipyla grandella Zellerに関する研究VI			
	—— 被害の造林的回避法 ——		
	森林昆虫専門家	竹谷昭彦	
	〃	山崎三郎	
	〃	池田俊弥	
	〃	藤田和幸	
	I. N. I. A. A, PERU	Carlos Vasquez	
		Pacheco	247

III 論 文

1 主要樹種の生物季節について

—— 開花結実習性を中心として ——

森林生態専門家 飯塚和也

要 旨

ペルー・アマゾン地域の高木層を構成する木本植物を集団的にみると、一年を通して開花現象がみられた。しかしながら、種子（果実）の熟果期については、比較的雨量の少ない8、9月（乾季）に第1のピークがあり、つぎは比較的雨量の多い1、2月（雨季）であった。また、落葉現象については、毎年無葉状態になる樹種がみられ、乾季に集中していた。そして、落葉して新葉（若葉）との入替りも、乾季后期（9、10月）に比較的多くみられた。

開花結実習性を樹種別にみると、季節性を示すものと、不明瞭なものに区分できた。また結実周期は5年以上と長い樹種が多くあり、6年間で1度も熟果現象がみられない樹種と個体があった。

熱帯林の高木層を構成する木本植物には、個体変動、地域変動等を示すものがあったが、一定の季節的リズムや周期性が認められるものもあった。

1. 立地条件

調査地であるA：V、フンボルト地区の森林地域は、南緯8°22′、西経74°28′に位置する。そこは、アマゾン川河口から、4,000kmさかのぼった支流ウカヤリ河流域のアマゾンの森林地帯である。そして、標高は、340mから240mにわたり丘陵地と平坦な低地とからなり、いわゆる低地熱帯林である。

(1) 気象条件

苗畑にある観測点によれば、平均最高温度31℃、平均最低温度21℃、平均温度は26℃であり、平常時の平均湿度75%。また、年降水量は4,000mm以上である。そして、降水量により乾季と雨季に大きく区分できる。つまり、比較的降水量の少ない5～9月が乾季。比較的多い10月から翌年4月までが雨季である。しかし、雨季の期間でも1週間以上雨の降らない小乾季がある。

日長は、温帯にくらべて変化が小さく、日の出は、午前6時±20分程度、日の入は、6時30分±20分程度である。したがって、日長による季節変化は少ない。

風は、強い雨の前後に、倒木を生じさせるような突風が、一時的に吹くことがある。しかし、平常時は風は少ない。

(2) 森林型

当地区の森林地域は、いわゆる熱帯林の特徴である多樹種からなる林相を示している。そして、すべての樹種は広葉樹であり、高木層から低木層へと幾つかの層に分かれる複雑な林分構造となっ

ている。また、高木層（20～35m）を構成する樹種は、その大部分は仮軸分枝型でマメ科植物の占める割合が高い。最大樹高は50m程である。

植物の生育に影響を及ぼすといわれる降水量 100mm以下の月は、年1回7月である。このため、この期間（乾季）を中心に毎年、定期的に2～3週間から2ヶ月程落葉し、無葉期を有する樹種がある。また、多くの樹種についても、落葉現象があり、新葉（若葉）と入替りがみられる。

また、熱帯多雨林の植物は生存限界温度が高く、15℃付近に第一段階の限界点がある¹⁾（佐々木、1982）としている。当観測点では、数年に数回、最低温度が15℃前後になることが記録されている。

これらのことより、工藤（1984）の報告²⁾にあるように、熱帯多雨林に含まれるものの、降雨量の季節分布については多雨林から季節林への接近がみられると考えられる。また、生活帯（植物群系）の分布領域からみると、低地過湿潤林に含まれると考えられる。

(3) 樹木の立地条件

土壌型は、平坦地から緩傾斜地に分布するAcrisol 土壌。雨季に侵水しやすい平坦な低地に分布するGleysol 土壌。そして、丘陵地に分布するCambisol土壌に大きく3区分できる。

自生する樹木は、それぞれの立地特性を有するものがみられ、当地域における主要樹種では、

①Acrisol 土壌に生育するもの

Tornillo

②Cambisol土壌に生育するもの

Caoba, Copaiba, Estoraque, Huyruro colorado, Lagarto caspi

③両土壌に生育するもの

Cedro, Ishpingo

2. 樹木の生物季節

—— 開花結実習性を中心として ——

熱帯多雨林は、「植物全体としてはほとんど季節的なリズムを示さないが、構成植物の活動は、程度の差はあるが周期性をもつ。また、特定の種は、暦の上で定まった点を示すほど規則的に行動することがある（P.W.Richaros, 1952）」といわれている。

当調査地において、林業対象樹種（高木）の結実予測技術の向上のため、閉鎖林内に母樹を選定して月一度定期的に開花結実状況と葉の状態を観察している。その調査によれば、季節性のある樹種と開花期の不規則な樹種が認められる。しかし、調査期間が長い母樹でも7年程と短かいため、種子の豊凶周期の十分な把握等未解決である。

したがって、結実予測技術の向上のためには、長期間にわたる調査とデータの分析。そして、気象要因等その関連要因との関係解析を行う必要があると考えられる。

1) 開花結実の時期

開花から熟果期の習性パターンを把握するために、個体と調査年（1983～1988）に関係なく、開花と熟果月を月別に集計した。

その結果、開花－熟果期が規則的なものと不定期なものに大きく区分できた。また、樹種により、開花－熟果期が暦年で1年で完了するものと、2年にわたるものがみられた。

なお、分析した樹種は、比較的調査木が多く（原則3本以上）、かつ、1本の母樹の調査期間が比較的長い（原則3年以上）のものとした。

(1) 季節性のある樹種

i) 開花結実パターン

開花期に規則性がみられる樹種においても、個体、地区、年等により1ヶ月程の変動が認められた。

主要樹種のモデル化した開花結実習性パターンは、図－1のとおりである。ここでは便宜的に、連続した開花－熟果期過程をみるために、暦年を1年目および2年目と表示した。そして、樹種によっては、毎年開花しないものについても、連続して開花しているように表示しているのは、熟果から次の開花までの月の期間をみるためである。また、落葉し、新葉（若葉）が出はじめてから、開花するまでの期間をみるためである。

これらから、つぎのことが認められた。

①開花現象は、乾・雨季と関係なく、すべての月にみられる。

②開花から熟果期の期間は、樹種により特徴があり、樹種固有のものである。

③熟果現象は、乾季に多くみられ7～9月に集中している。

④落葉して、無葉状態になる樹種が多くみられ、乾季に集中している。また、落葉して新葉（若葉）と入替りが認められたものも、乾季であった。

⑤落葉直後、または同時に開花するものがみられた。また、熟果期に落葉するものもみられた。

⑥開花および熟果期間は、1～2ヶ月のことが多い。しかし、熟果については、地上観察のため、期間が長くなっていると考えられる。そして、開花－熟果期間は短かいもので1ヶ月程。長いものでも、1年を越えるものはなかった。

(2) 季節性の不明瞭な樹種

開花期が不明瞭とみられ、調査木の多いTORNLLO について分析してみる。

この樹木はAcrisol 土壌に生育し、群生しやすいマメ科植物である。

i) 開花結実状況

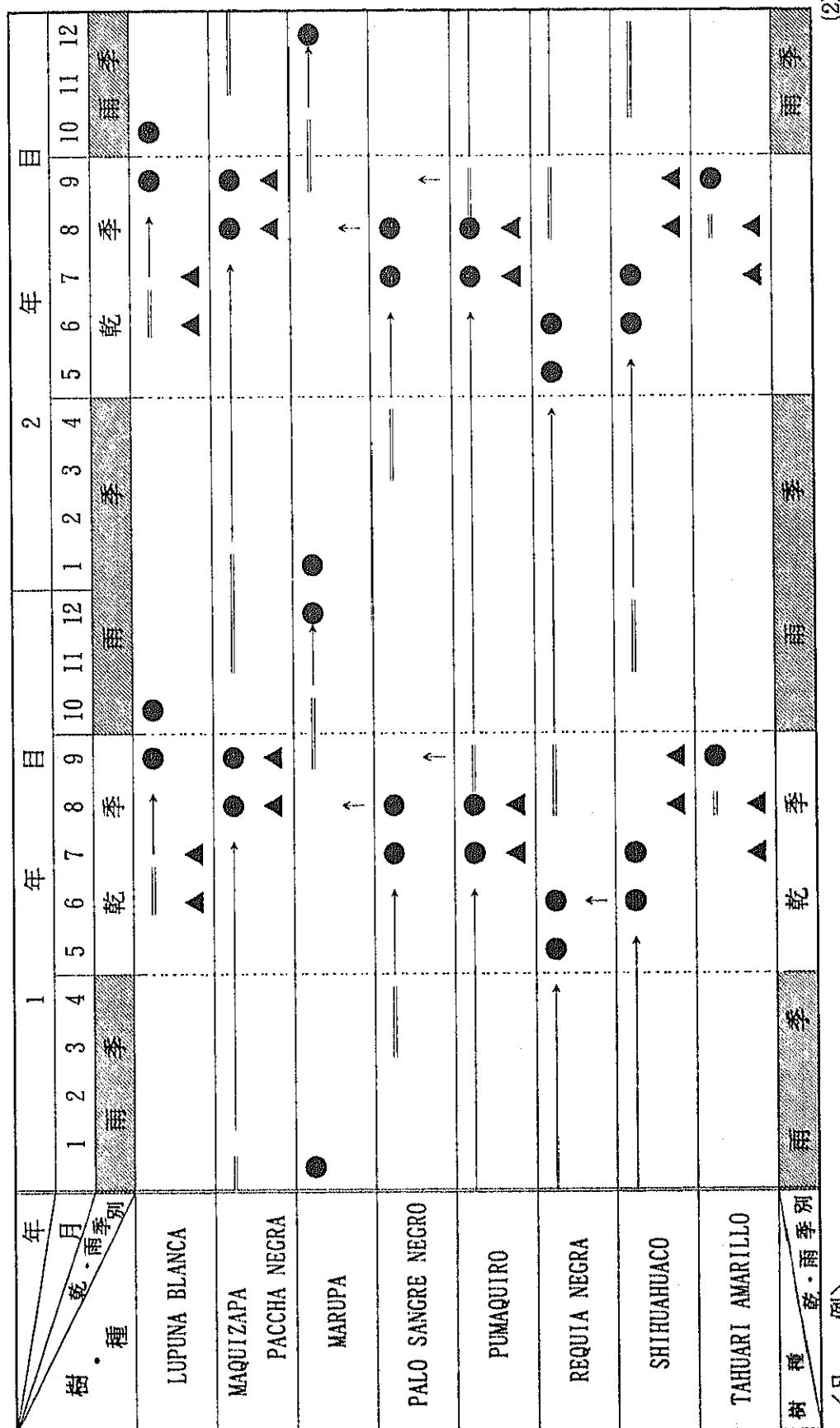
1983年から1988年の開花結実状況は、図－2のとおりである。なお、個体により1ヶ月程の変動はあったが、6区分でき、その調査結果はつぎのとおりである。

①開花現象は、ほとんどの月で観察できた。

樹種	1 年 目												2 年 目											
	1 年 目												2 年 目											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
樹種	雨	乾	季	季	乾	乾	乾	季	季	雨	雨	雨	雨	季	季	季	乾	乾	乾	季	季	雨	雨	雨
AZUCAR HUAYO	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CAOBA	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CEDRO COLORADO	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
COPAIBA	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CUMALA NEGRA	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
ESTORAQUE	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
GOMA HUAYO PASHACO	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
HUIMBA BLANCA	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
HUIMBA NEGRA	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
ISPINGO	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

(1)

図-1 開花結実習性パターンモデル



〈凡 例〉

： 開 花

： 熟 果

： 落葉して無葉状態

： 落葉して新葉（若葉）と入替り（無葉状態ではない）が認められた。

： 開花-熟果期の1過程を示す。

(2)

図-2 TORNILLOの開花結実状況

1. E調査区 (3本)

年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1983									●				
1984		●											
1985													
1986		●									●		
1987													
1988		●											

4. I調査区 (標本数 2本)

年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1983									●				
1984			●										
1985													
1986											●		
1987													
1988			●										

2. E調査区 (標本数 1本)

年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1983									●				
1984			●										
1985												●	
1986											●	●	
1987													
1988			●										

5. I調査区 (標本数 1本)

年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1983									●				
1984			●										●
1985													
1986											●	●	
1987													
1988			●										

3. I調査区 (標本数 8本)

年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1983									●				
1984			●										
1985													
1986											●		
1987													
1988			●										

6. I調査区 (標本数 1本)

年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1983													
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													

〈凡 例〉 { — : 開 花
● : 熟 果

②開花－熟果期間は、2～3ヶ月程である。したがって、開花が年2度確認された個体と年がある。また、開花しても熟果しない場合もみられた。

③熟果期は、1983年を除き雨季の10月から翌年の2月にわたっていた。

④6区分の中で、熟果期に共通性がみられた時期は、1983年8月、'84年2月、'86年10、11月および'88年1月である。これらの年は、並作以上の年で、'85年、'87年は凶作年であった。

ii) 葉の挙動

本調査において、葉の挙動をつぎの4段階に区分して、定性的に観察した。

- a) 葉が少ない、あるいは落葉している。
- b) 新葉（若葉）が出はじめている。
- c) 大部分が新葉（若葉）になっている。
- d) 成葉（旧葉）が茂っている。

ここで、1988年の葉の挙動と開花結実期をモデル化すると図－3のとおりである。

①TORNILLOは、葉の入替りにおいて、明確な無葉期間は認められない。

②落葉し、葉の入替る現象は大きく分けて2度あった。はじめは、熟果後の種子の散布期とその直後の2、3月。つぎは、開花直前の9月であった。

③落葉現象が乾季の9月であったのは、季節性のある樹種と同傾向であった。

図－3 TORNILLOの1988年のモデル化した習性パターン

現 象 区 分 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
開花－熟果状態	●									＝		
種子の散布		↓										
葉の挙動		↑	↑						↑			

凡 例
 開花 熟果 種子の散布
 花 果 散 布
 子 の 入 替 り
 葉 の 入 替 り
 (落葉して、新葉が
 出はじめている)

(3) まとめ

熱帯においては、何を基準にして季節性を論じるかという問題がある。たとえば、落葉量の季節変化をみると、ある季節に落葉量が多く、他の季節では少ないという、周期的な季節変化を示す種と、一年間を通じて落葉量の変化に差のみられない、季節性のない種に区分できると考えられる。また、樹木の伸長様式に明確な季節性を示す種も多いと考えられる。

ここでは、調査目的である結実予測技術の向上のため、開花結実習性パターンをモデル化できた

樹種について、季節性が認められたとした。

つまり、開花現象が一年間を通じ一定の時期に現れた種について、季節性があると考えた。

当調査において得られた、当地域における高木層を構成する樹木の特徴は、

①季節性を有するものと、不明瞭なものがある。

②開花現象はすべての月にみられる。

③開花から熟果期の期間は、樹種固有なものである。

④落葉して明らかに無葉期間をもつもの（落葉樹）と、はっきりした無葉期間をもたないもの（常緑樹）がある。そして、前者の占める割合が高く、落葉現象は、一般的に乾季後半にみられた。

⑤熟果期は、乾季の7～9月が最っとも多く、つぎに雨季の1、2月に多いという傾向がある。

2) 種子の結実周期

(1) 調査方法

母樹を選定し、月一度定期的に果実の状態を、

a) 未熟果がある。

b) 成熟果がある。

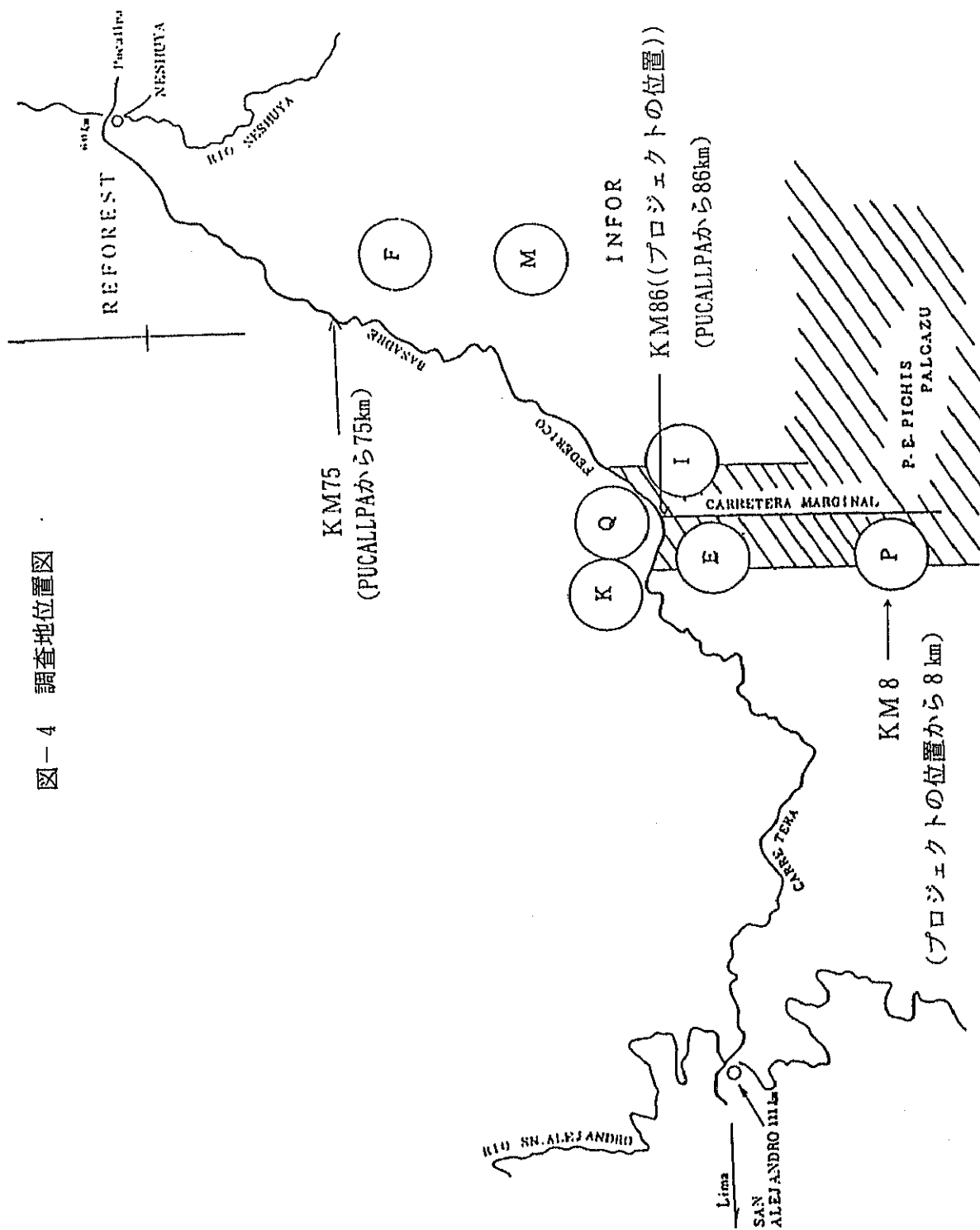
c) 種子が散布した。

の3段階に区分して、定性的に観察した。

種子の結実周期を知るために、'83年から'88年の間に、熟果が観察された月を個体別に記録した。

なお、分析した調査区（図-4）は比較的調査期間の長いE, F, I, K, MおよびPの6地区である。また、樹種についても比較的調査本数の多いものとした。

図-4 調査地位置図



(2) 結果および考察

調査結果（資料－１）および図－１を整理して、主要樹種の開花、熟果期および結実周期について、表－１を得た。

なお、結実周期については、熟果の多くみられた年を基準にし、便宜的に、ほぼ毎年、ほぼ２年ごと、３年以上および５年以上に区分した。しかし、調査期間は６年間であるため、５年以上としたものはその範囲が広く、現段階では十分に把握しきれないものである。

ここでは、つぎの情報が得られた。

①樹種、調査地および年により、個体間変動、年変動等がみられた。また、樹種により、一定の結実周期を示すものもあった。

表－１ 開花・熟果期および結実周期

樹 種	区 分	開花期（月）	熟果期（月）	結 実 周 期
AZUCAR HUAYO		６、７	翌年 ２、３	３年以上
CAOBA		８、９	翌年 ６、７	５年以上
CEORO COLORADO		１１、１２	翌年 ７、８	５年以上
COPAIBA		１、２	７、８	ほぼ２年ごと
CUMALA NEGRA		８、９	１２、１	５年以上
ESTORAQUE		４、５	８、９	５年以上
GOMA HUAYO PASHACO		１２、１	６、７	３年以上
HUIMBA BLANCA		４、５	８、９	５年以上
HUIMBA NEGRA		１２、１	７、８	５年以上
ISHPINGO		３、４	６、７	ほぼ２年ごと
LUPUNA BLANCA		６、７	９、１０	５年以上
NAQUIZAPA PACCHA NEGRA		１１、１２、１	翌年 ８、９	ほぼ毎年
MARUPA		９、１０	１２、１	３年以上
PALO SANGRE NEGRO		３、４	７、８	５年以上
TAHUARI AMARILLO		８	９	５年以上
TORNILLO		－	－	ほぼ２年ごと

注. TORNILLOは、季節性が不明瞭ということで、開花期および熟果期は「－」としてある。

②６年間で一度も熟果しない樹種および個体があった。

③熟果はみられるが、その量が少ない年が多い。

④結実周期は、ほぼ毎年のものもあったが、５年以上の長いものが多くみられた。

また、主な樹種についてみるとつぎのとおりである。

① CAOBA

'84年は、P調査区では、多くの個体に熟果がみられたが、K調査区にはその傾向がみられなかった。また、'84年以外には、熟果があまり観察されてない。

② COPAIBA

COPAIBA BLANCAとCOPAIBA NEGRA は同傾向を示している。各調査区とも、'84、'86 および'87年に熟果がみられた。しかし、'83、'85年は凶作年と考えられる。

③ ISPINGO

'83、'85、'86および'87年に熟果がみられたが、'84、'87年は凶作年と考えられる。

④ TORNILLO

'83、'84、'86および'88年に熟果が多くみられ、'85、'87年は凶作年と考えられる。

⑤ その他

LAGARTO CASPI とMOENA NEGRA は、熟果がみられなかった。また、LUPUNA BLANCA も開花—結実しにくい樹種であると考えられる。

3) おわりに

当調査を実施するに当たり、閉鎖林に観察母樹を設定し、長期間にわたり観察するのは困難である。つまり、焼畑の拡大や侵入、盗伐等により観察母樹が消失ケースが非常に多いのである。

また、開花—結実現象を地上より双眼鏡で観察するのも難かしいものであった。閉鎖林において、高木の樹冠の状況を正確に観察しにくいことと、熱帯産の樹木の花自体が非常に小さいものが多く目立ちにくいものも多いからである。しかし、開花現象は、地下に落下している花卉等を確認できる場合もあった。

最後に、熱帯林の高木層を構成する木本植物は、一般的に、開花しても球果が成熟するとはかぎらず、また、成熟してもその量が非常に少ない場合が多い。つまり、個々の樹木について豊作年は10年間に1～2度程度きりないものが多いと考えられる。したがって、非常に多くの種からなる熱帯林において、数十ha程度の保護林を設定しても、高木となる樹木の種子を計画的に確保するのは困難であると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 熱帯農研集報No.43、P. 74 (昭和57年 3 月)
- 2) 工藤公也、ペルー共和国アマゾン地域森林造成現地実証共同研究プロジェクト計画打合せ調査報告書、国際協力事業団、P. 6 (1982. 9)

資料-1 母樹の時系列的結果期

樹種	調査区	母樹数と調査期間	1983					1984					1985					1986					1987					1988				
			2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
			年	月				調査期間	月				調査期間	月				調査期間	月				調査期間	月				調査期間	月			
AZUCAR	M	8																														
		'82.12~																														
		19-A																														
		'83.3~																														
		23																														
		'84.6~																														
HUAYO		6																														
		'82.12-87.7																														
		211																														
		'83.10~																														
		212																														
		'83.10~																														
CAORA	P	213																														
		'83.10~																														
		214																														
		'83.10~																														
		215																														
		'83.10~																														
		216																														
		'83.10~																														
		217																														
		'83.10-87.2																														
		4-A																														
		'84.10-88.3																														
	K	7																														
		'82.11~																														
		11																														
		'82.11~																														

樹種		年		1983		1984		1985		1986		1987		1988	
		調査区		母樹数と調査期間		月		2		2		2		2	
CAOBA	K	11-B						★							
		'89.10~				→									
		15-A				○				★		★			
CEDRO COLORADO	M	'83.8~		→				★		★		★			
		13						☆☆				★			
		'83.12~													
		35				→		☆☆							
COPAIBA BLANCA		'83.4~													
		12				★				★		★		★	
		'83.2~				★				★					
		21								★					
COPAIBA	K	'82.1~													
		(5本)				★				★		★		★	
		'82.11~													
		18				★								★	
		'82.11~												★	
COPAIBA BLANCA	M	(2本)				★				☆		★		★	
		'83.2~		→		★				☆		★			
		35-B		→								★			
		'83.5~													
		(2本)		→		☆		→							
COPAIBA NEGRA	E	'83.2-84.12		→		○				○		★		★	
		2													
		'82.6~													
	K	(4本)				★				☆		★			
		'82.11~													

年 月		1983			1984			1985			1986			1987			1988		
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
樹種	調査区																		
		(2本)																	
COPAIBA NEGRA	K	'82.11~ 6																	
		'82.11~																	
		35-C																	
		'83.5~																	
CUMALA NEGRA	F	13																	
		'82.1~																	
		104																	
		'82.1~																	
	K	3-A																	
		'83.9~																	
		2-E																	
		'83.2~																	
ESTORAQUE	M	18																	
		'83.2~																	
		20																	
		'83.2-88.7																	
COMA HUAYO PASHACO	K	8																	
		'82.12~																	
		19																	
		'82.1~																	
HUAYURJO COLORADO	K	24																	
		'83.2~																	
		24																	
		'83.2~																	
	K	11-A																	
		'84.10~																	

樹種	調查區	年 月		1983 2 4 6 8 10 12	1984 2 4 6 8 10 12	1985 2 4 6 8 10 12	1986 2 4 6 8 10 12	1987 2 4 6 8 10 12	1988 2 4 6 8 10 12	
		K	F							
										I
HUAYURO COLORADO		13-C	→							
		'83. 2~							☆☆☆	
		17-A	→							
		'83. 2~								
HUIMBA BLANCA		18-A	→						∞	
		'83. 2~								
		(2本)								
		'82. 2~								
HUIMBA NEGRA		F								
		(2本)								
		'82. 2~							★	
		I								
ISHPINGO	K	'82. 11~						★		
		35-A								
		'83. 9~	→			☆				
		37								
	M	'83. 4~	→					★	★	
		38								
		'83. 4~	→					★	★	
		39								
	F	'83. 4~	→					★	★	
		40								
		'83. 4~	→					★	★	
		47								
	I	'83. 1~					★	★		
		48								
		'83. 1~								
		82. 1~87. 12								→

調査区 樹種		年		1983			1984			1985			1986			1987			1988		
		月		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
LACARTO	K	10-A	↑																		
EASPI		'83. 2~																			
LUPUNA	E	22																			
		'82. 1~																			
	F	52																			
BLANCA		'82. 1~																			
		89																			
		'82. 1~																			
	K	23							↑												★
		'83. 12~																			
	M	33	↑																		
MAQUIZAPA		'83. 2~																			★
	E	20																			
		'82. 1~							★												○
NACCHA		12																			
	F	'82. 1~							★												★
		'82. 1~																			
NEGRA		27							☆												
	M	'83. 7~	↑						☆												○
		'83. 7~																			
MAROPA	E	18																			○
		'82. 1~																			○
	M	31	↑						☆												☆
MOENA NEGRA		'83. 2~																			
	E	計3本																			
		'83. 2~																			
PALO SAUGRE AMARILLO	E	4							○												
		'82. 1~																			
	F	69							☆												★
		'84. 1~							↑												

調査区 樹種		年 月		1983			1984			1985			1986			1987			1988		
		K	2-D '84. 2~	2 4 6 8 10 12	→	☆	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12	2 4 6 8 10 12					
PALO SAUGRE AMARILLO	K	31	○○																		
		'82. 1~																			
	K	8-A	→	○○														★			
		'83. 2~																			
		20-A	→	○○					∞										★		
TAHUARI AMARILLO	F	98		○															★		
		'82. 2~																			
	K	13-A	→																★		
		'83. 2~																			
	M	28	→		○															←	
* TORNILLO	E ₁			☆		☆													☆☆	☆	

注：1. TORVILLOについては、図-2を参考にしてモデル化したもので示した。

2. [本] は調査本数を示す。

3. → k— は、調査期間を示す。

☆：熟果が多くみられた

★：熟果が少ない

○：熟果の程度は不明

凡例

2 種子貯蔵試験

森林生態専門家 横 田 明 彦

有用広葉樹種の開花・結実習性がまだ十分に解明されていないため、熱帯地域において計画的な造林事業を実行するためには、種々の樹種について種子の豊作年に採取し貯蔵しておく必要がある。また、苗畑事業の一時期への集中を避け、播種時期を分散させるためにも種子の貯蔵が必要である。

このため、本試験では、採取した種子を翌年度以降まで発芽力の低下を抑えつつ、より長期間の貯蔵を可能にする温度条件等を明らかにすることを目的とし、第一段階として貯蔵期間を12ヶ月に設定し、各種温度条件下で貯蔵試験を行なった。

本試験では、貯蔵後の種子の発芽力を比較・検討するために、採取時発芽率を100とした場合の相対値で比較して行くこととし、12ヶ月貯蔵時に相対発芽率50以上を得ることを目標に行なった。

種子貯蔵温度条件は、現地の実態を考慮し、常温貯蔵を基本とし、また、一般に種子の貯蔵には有利とされている低温条件下でも貯蔵試験を行なうこととし、貯蔵温度を5℃、15℃、25℃、常温の4条件('85年度は5℃及び常温の2条件)を設定した。

貯蔵試験対象樹種として、当該年度に種子が大量結実し、木材として用途のある樹種を選定した。

試験方法

貯蔵試験樹種及び調整方法を以下に示す。

樹 種 名 (学名)	種子の採取時期及び製調方法
1. Aceite Caspi (<u>Didymopanax morototoni</u> , Araliaceae)	果肉の色が藍色になった時に採取し、1～2日水に浸し果肉を除去した後2週間程度乾燥する。
2. Achioté	果実が淡褐色に変化した時に採取し、2週間程度自然乾燥し、開裂後、種子を取り出しさらに1週間程度乾燥する。
3. Achioté caspi (<u>Bixa platycarpa</u> , Bixaceae)	球果が乾燥し灰色を呈して来たら採取し1週間程度自然乾燥した後、種子を取り出しさらに1週間程度乾燥する。
4. Aguano masha (<u>Iluberodendron gwietenioides</u> ,	球果の表面が乾燥し、淡褐色に変化したときに採取、自然乾燥し、球果が開裂後、種子を取り出し翼を切

Bombacaceae

除し 2 週間程度乾燥する。

5. Amasisa
(Erythrina ulei, Fabaceae)

莢の色が淡黄色になった時に採取し、自然乾燥後、
莢が開裂したら種子を取り出し 1 週間程度乾燥する。

6. Bolaina blanca

球根の表面の毛が乾燥し、白っぽくなった時に採取
し、1 週間程度自然乾燥後、種子を取り出し、さら
に 1 週間程度乾燥する。

7. Bolaina negra
(Guazuma ulmifolia,
Sterculiaceae)

球果の色が藍色に変化した時に採取し、自然乾燥す
る。球果が開裂後中の種子を取り出し 2 週間程度乾
燥する。

8. Caoba
(Swietenia macrophylla,
Meliaceae)

球果の色が淡褐色を帯び、表面が乾いた感じになっ
た時に採取し、自然乾燥後球果が開裂したら種子を
取り出し翼を切除し 2 週間程度乾燥する。

9. Cedro blanco
(Cedrela fissilis,
Meliaceae)

球果の色が(黒)褐色になった時に採取し、自然乾
燥後球果が開裂したら種子を取り出し 2 週間程度乾
燥する。

10. Cedro colorado
(Cedrela odorata,
Meliaceae)

cedro blancoの処理に同じ。

11. Copaiba blanca
(Copaifera sp.,
Caesalpinaceae)

種子の回りの果肉を除去し 2 週間程度自然乾燥する。

12. Copaiba negra
(Copaifera sp.,
Caesalpinaceae)

Copaiba blancaの処理に同じ。

13. Estraque

殻の色がやや黄色味を帯びてきた時に採取し、2 週

- (Myroxylon balsamun,
Fabacea)
14. Goma huayo pashaco
(Parkia oppositifolia,
Mimosaceae)
15. Huimba negra
(Ceiba pentandra,
Bombacaceae)
16. Ishpingo
(Amburana cearensis,
Fabaceae)
17. Lupuna blanca
(Ceiba sp., Bombacaceae)
18. Palosangre negro
(Paramachaerium ormosiodes,
Fabaceae)
19. Quillosa pashaco
20. Tahuari amarillo
(Tabebuia cf. serratifolia,
Bignoniaceae)
21. Tornillo
(Cedrelinga catenaeformis,
Mimosaceae)
22. Ucsaquiro colorado
(Sclerolobium sp.,
Caesalpinaceae)
- 間程度自然乾燥する。
- 莢の色が黒色に変化した時に採取し、1週間程度水に漬け、殻を除去した後、2週間程度自然乾燥する。
- 球果の表面が乾燥し黒っぽくなった時に採取し、自然乾燥する。球果が開裂後、種を取り出し1週間程度乾燥する。
- 莢が乾燥し黒っぽくなってきた時に採取し、自然乾燥する。莢が開裂後種子を取り出しさらに2週間程度乾燥する。
- Huimba negraの処理に同じ。
- 殻の色が褐色を帯びてきた時に採取し2週間程度自然乾燥する。
- Amacisa の処理に同じ。
- Achiote caspi の処理に同じ。
- 莢が乾燥し黄色味を帯びてきた時に採取し、1週間程度自然乾燥する。
- 莢が乾燥しベージュ色になった時に採取し1週間程度自然乾燥する。

23. Vilco pashaco

Goma huayo pashacoの処理に同じ。

24. Yacushapana amarilla

種子の色が黄色味を帯びてきた時に採取し2週間程度自然乾燥する。

(Terminalia oblonga,

Conbretaceae)

調製された種子は、ビニールの小袋に分けて詰めた後、樹種毎に黒にビニール袋に密封し、以下の各温度条件のもとで貯蔵した。

1985年度種子貯蔵温度条件

A) 常温デシケータ貯蔵

内径23cm、深さ15cmのガラス製デシケータに、種子と共にシリカゲル、ナフタリンを入れ、常にデシケータ内を乾燥状態に保ちつつ室内の冷暗所に貯蔵した。当該地域の年間平均気温は、約27℃である。

B) 5℃種子貯蔵庫 (Lima市にあるBanco de Semillas Forestalesの種子貯蔵庫を借用。庫内の湿度は40±3%である。)

以上の2温度条件で、最長12カ月間の貯蔵試験を行なった。貯蔵開始後、2ヶ月毎に各樹種100粒を貯蔵庫から取り出し、発芽試験を行なった。貯蔵種子には、殺菌剤、殺虫剤処理は行わなかった。種子の含水率は測定しなかった。

データは、週3回観察を行い、発芽開始後60日間を観察期間とした。

播種床は、山土：山砂＝1：1の組成のものを調製し、これを市販のプラスチック箱（巾30cm×長さ40cm×深さ15cm、底に水抜き用の穴を開けたもの）に約6cmの厚さに入れて使用した。樹種によっては、発芽促進処理を行った。灌水は、雨天日や播種床が過湿になった場合を除き1日1回行った。又、カビや虫害が発生した場合は、必要に応じ薬剤を使用した。

試験樹種

- | | | |
|----------------------|--------------------------|---------------------|
| 1) Aceite caspi | 2) Achiote caspi | 3) Aguano masha |
| 4) Bolaina negra | 5) Caoba | 6) Cedro blanco |
| 7) Cedro colorado | 8) Estraque | 9) Palosangre negro |
| 10) Ucsaqui colorado | 11) Yacushapana amarillo | |
- の合計11樹種。

A) 常温デシケータ貯蔵

内径23cm、深さ15cmのガラス製デシケータに、種子と共にシリカゲルを入れ、デシケータ内を乾燥状態に保ちつつ倉庫に貯蔵した。当該地域の年間平均気温は、約27℃である。

B) 5℃冷蔵庫貯蔵

C) 15℃冷蔵庫貯蔵

D) 25℃冷蔵庫貯蔵

以上の4温度条件で貯蔵試験を行った。試験方法は、前年度と同様であるが、貯蔵種子は予め殺菌剤、殺虫剤で処理をしたものを使用した。又、播種床の組成を山土：山砂＝1：2に変更した。

試験樹種	1) Achiote	2) Achiote caspi	3) Amacisa
	4) Bolaina blanca	5) Bolaina negra	6) Caoba
	7) Cedro blanco	8) Cedro colorado	9) Copaiba blanca
	10) Copaiba negra	11) Goma huyo pashaco	12) Huimba negra
	13) Ishpingo	14) Lupuna blanca	15) Quillosisa pashaco
	16) Tahuari amarillo	17) Tornillo	18) Vilco pashaco
	の合計18樹種。(うち6種類は前年度と重複)		

試験結果及び考察

24樹種についての貯蔵試験結果を別図1～24に示す。

本試験の最終目的は、種子発芽力の低下を抑制しつつ長期間貯蔵を可能にする貯蔵温度条件を明らかにすることである。今回は、種子貯蔵期間を最長12ヵ月間とし、種子発芽力については、採取時発芽率を100とした場合の相対値で50以上を得ていることを基準として貯蔵温度条件を検討した。

(1) *Aceite caspi* (*Didymopanax morototoni*, Araliaceae) (別図1)

この樹種は、相対発芽率50以上が得られたのは両温度条件とも2カ月貯蔵までであり、5℃条件の方が常温条件に比べやや高い発芽率を示しているがこれらの温度条件では長期間の貯蔵は困難と考えられるので他の温度条件での検討が必要である。

(2) *Achiote* (別図2)

この樹種は、貯蔵期間 280日においても、全条件下で相対発芽率50以上が得られており(25℃条件は、データのばらつきが多いが)比較的貯蔵が容易な部類と考えられる。特に、15℃条件では、他の温度条件に比して、常に80%以上の高い発芽率を維持していることから、現在までの結果では、15℃が最適温度条件と考えられ、また発芽率の推移から判断すると1年間以上の貯蔵が考えられる。

(3) *Achiote caspi* (*Bixa platiscarpa*, Bixaceae) (別図3)

この樹種で相対発芽率50以上が得られた温度条件及び貯蔵期間は、常温で12カ月貯蔵後の相対発芽率 158であった。この樹種は、貯蔵を開始してから一定期間経過(常温では 120日 180日)後に発芽率が急激に上昇する現象が高い貯蔵温度条件で観察された。また、'86年度の試験結果では、他の温度条件に比して、25℃条件のみが高い発芽率を示していることから、貯蔵温度条件は、25℃～常温の温度範囲が適当と判断され、12カ月以上の貯蔵が可能と考えられる。

(4) *Aguano masha* (*Huberodendron gwietenoides*, Bombacaceae) (別図4)

この樹種は、5℃条件及び常温条件ともに12カ月間の貯蔵期間で相対発芽率50以上が得られた。一部にデータのばらつきが見られるのは、試験途中で種子が鼠による被害を受けたためと考えられるが、温度適応範囲の広い樹種と考えられる。

最適貯蔵温度を決定するにはさらに別の温度条件でも試験する必要があるが、今回の結果からは5℃～常温の温度範囲に最適貯蔵温度があると考えられ12カ月以上の貯蔵が可能である。

(5) *Amasisa* (*Erythrina ulei*, Fabaceae) (別図5)

この樹種は、貯蔵開始後 280日間経過した後も、全温度条件で採取時の発芽率を維持している。最適貯蔵温度については、温度条件による発芽率の変化が少ないことから、この貯蔵期間だけで決定することは困難であり、更に長期間の貯蔵試験を通じ温度を決定する必要があるが、現在までのところ、5℃～常温の温度範囲で12カ月以上の貯蔵が可能と考えられる。

(6) *Bolaina blanca* (*Guazuma crinita*, Sterculiaceae) (別図 6)

この樹種は、貯蔵期間 280日で、25℃条件が、常に他の温度条件に比して高い発芽率を示していることから、今回の試験設定温度の中では最適貯蔵温度は25℃と考えられ、12カ月以上の貯蔵も可能と思われる。しかし、この樹種については、-70℃の低温でも18カ月貯蔵後に高い発芽率を示したという報告もあることから、貯蔵最適温度条件の決定には、今後、種々の温度条件で、長期間研究を続ける必要がある。この樹種は、非常に幅広い温度適応力を持った、長期間の貯蔵が可能な樹種である。

(7) *Bolaina negra* (*Guazuma ulmifolia*, Sterculiaceae) (別図 7)

この樹種については、12カ月貯蔵後ににおける相対発芽率は、常温条件より 5℃条件の方が高い数値 (97) を示しており、本試験結果からは、最適温度条件は、5℃と考えられ、12カ月以上の貯蔵が可能である。しかし、この樹種は、*Bolaina Blanca* と同様に -70℃ + 30℃の温度範囲において18カ月間の貯蔵後も、ほぼ貯蔵開始時の発芽力を維持していることが報告されていることから、最適貯蔵温度の決定には更に細かい温度条件での研究が必要である。この樹種も、長期間の種子貯蔵が可能な樹種である。

(8) *Caoba* (*Swietenia macrophylla*, Meliaceae) (別図 8)

この樹種は、'85年度試験では、12カ月の貯蔵後の相対発芽率は、5℃条件よりも常温条件の方が高く 107であり、貯蔵温度条件としては常温の方が有利と考えられた。また、'86年度の試験では、他の温度条件に比べると5℃条件が高い発芽率を示した。これらの試験結果の差は、'85年度試験で使用したサンプルの種子は、プロジェクト周辺地域（標高 250メートル程度）から採取したものであるのに対し、'86年度試験のそれは標高 900メートル程度の地域から採取したものであるため、採取地の気候条件の違いによる種子の生理特性の違いが原因の一つとなっている可能性も考えられる。最適貯蔵温度は、5℃～常温の温度範囲にあると考えられ、また、12カ月以上の貯蔵が可能である。

(9) *Cedro blanco* (*Cedrela fissilis*, Meliaceae) (別図 9)

この樹種は、'85年度の試験では、12カ月貯蔵後の相対発芽率は、常温条件の方が5℃条件よりも高く（それぞれ62, 3）、貯蔵温度条件としては常温の方が有利と判断される。

'86年度試験では、前年度の結果とは反対に、最長 280日間の貯蔵で、5℃、15℃、25℃の3温度条件で貯蔵開始時の発芽力を維持しており、発芽率に大きな差は見られなかったのに対し、常温条件は貯蔵 100日を経過してから急速な発芽率の低下が観察され、それ以降は発芽しないか、発芽してもわずかであった。

これらの結果の相違の詳細は不明であるが、貯蔵条件の違い、即ち、'85年度常温条件で

は種子貯蔵時にシリカゲル（吸湿する度に交換した）及びナフタリンを入れたのに対し、'86年度試験ではシリカゲル（頻繁に交換しなかった）のみ使用したことによる貯蔵時の種子の含水率やナフタリンの存在によるガス条件の違い、種子採取母樹の遺伝的特性、種子の成熟度の違い、調製時の種子含水率の違い等が影響を与えていた可能性もある。

これらの結果から最適貯蔵温度を決定することは困難であり、さらに、種々の温度条件で再度試験を行なうことが必要であるが、この種子の貯蔵は常温条件でも12ヵ月以上の貯蔵が可能である。

(10) *Cedro colorado* (*Cedrela odorata*, Meliaceae) (別図10)

'86年度試験で最長140日間の貯蔵試験で相対発芽率50以上が得られたのは5℃条件のみ（相対発芽率90）で、平均して高い発芽力を維持しているのに対し、高温条件の25℃、常温では貯蔵開始後40日を経過してからの発芽率の低下が大きく貯蔵条件としては低温の方が有利であることを示している。

一方、'85年度試験では、常温条件で12ヵ月貯蔵時に相対発芽率63（5℃条件のそれは2）という結果が得られている。

また、-5℃及び+2℃の温度条件では18ヵ月間の貯蔵後も発芽力を有しているとの報告もあることから、この樹種は非常に幅広い温度に適応し、しかも長期間種子発芽力を維持させることが可能と考えられる。

しかし、*Cedro blanco*、*Cedro colorado*ともに'85年度はデシケーター中にシリカゲル（吸湿する度に交換した）ナフタリンを入れて貯蔵したのに対し、'86年度はシリカゲルのみ（吸湿しても頻繁に替えなかった）で行ったことから貯蔵中の種の含水率の違い、あるいは容器中の酸素濃度の低下がこの種子の発芽力の維持に影響していた可能性も考えられる。

この樹種の最適貯蔵温度条件の解明には種々の温度範囲で長期間の再調査が必要であるが、今回の結果から貯蔵温度は5℃～常温までの温度条件が良く、12ヵ月以上の貯蔵が可能である。

(11) *Copaiba blanca* (*Copaifera* sp., Caesalpinaceae) (別図11)

この樹種は、貯蔵期間260日まで試験を行った。貯蔵期間と発芽率の関係をみると、データにばらつきが多いが、比較的短期間で発芽力が低下し、貯蔵160日以降では、5℃及び15℃条件のみが低いながらも発芽力を有していたのに対し、25℃、常温条件では殆ど発芽しなかった。この結果から、相対発芽率50以上を示した最長貯蔵期間は4ヵ月であり、貯蔵温度としては5℃及び15℃が有利と考えられる。また、種子が発芽力を有している期間としては、12ヵ月程度までの貯蔵で在れば可能性があると思われる。

(12) *Copaiba negra* (*Copaifera* sp., Caesalpinaceae) (別図12)

この樹種については、貯蔵期間 300日まで試験を行った。相対発芽率50以上が得られたのは、5℃及び15℃の2条件のみで、140日であった。また、両温度条件とも180日経過後は発芽率の急激な低下を示し*Copaiba blanca*と類似の傾向が見られた。貯蔵温度としては、5℃～15℃前後の範囲にあると考えられることから、貯蔵180日以降の発芽率の低下を軽減するような温度条件の究明が必要である。また、種子が発芽力を有している期間としては、12カ月程度までの貯蔵は可能な樹種と思われる。

(13) *Estraque* (*Myroxylon balsum*, Fabaceae) (別図13)

この樹種について相対発芽率50以上が得られたのは5℃条件のみで、貯蔵期間4カ月（相対発芽率52）であった。常温条件で発芽力を有していたのは貯蔵4カ月まででそれ以上の貯蔵期間では全く発芽しなかったのに対し5℃条件では発芽率は低下するものの貯蔵10カ月間まで発芽力を持っていることから、この種子の貯蔵には比較的低温の方が有利と思われる。

今回の結果では5℃条件で4カ月以上の貯蔵が可能である。

(14) *Goma huayo pashaco* (*Parkia oppositifolia*, Mimosaceae) (別図14)

この樹種は、280日の貯蔵の後も5℃、15℃、25℃、常温の全ての温度条件で貯蔵開始時の発芽力を維持している。この期間では、貯蔵温度による発芽率の差は認められないため、貯蔵温度としては、5℃～常温の範囲にあると考えられるが、最適貯蔵温度の決定には、更に長期間の貯蔵試験を行う必要があるが、常温条件でも12カ月以上の長期間の貯蔵が可能な樹種である。

(15) *Huimba negra* (*Ceiba pentandra*, Bombacaceae) (別図15)

この樹種は、貯蔵開始から比較的短時間（40日）で発芽力がやや低下したが、その後、300日の貯蔵後も、5℃、15℃、25℃、常温の全ての温度条件で一定した発芽率（最低の相対発芽率でも56）を示しており、温度条件による発芽力の差は余り無かった。貯蔵温度としては、5℃～常温の範囲にあると考えられるが、最適温度条件を決定するには、さらに長期間の貯蔵試験を行う必要がある。この樹種についても、12カ月以上の貯蔵が可能と考えられる。

(16) *Ishpingo* (*Amburana cearensis*, Fabaceae) (別図16)

この樹種については、220日間の貯蔵試験を行った。貯蔵開始後60日を経過した段階から25℃及び常温条件は発芽率が急速に低下し、貯蔵160日後には全く発芽しなくなったのに対し、5℃及び15℃条件では貯蔵220日後においても発芽力を持っていた。特に、5℃条件に

比して、15℃条件は、60%の高い発芽率（相対発芽率73）を示しており、貯蔵温度として15℃が適当と考えられる。今回の試験では、サンプルの種子がなくなってしまったことから長期間貯蔵の可能性について研究できなかったが、12カ月程度の貯蔵は可能性があると思われる。

(17) *Lupuna blanca* (*Ceiba* sp., , *bombacaceae*) (別図17)

この樹種については、300日の貯蔵試験を行った。15℃、25℃及び常温条件では、発芽率に多少の変動があるものの、大差はないと考えられ、最低でも相対発芽率53が得られたが、5℃条件では、貯蔵260日以降、発芽率が急激に低下した。

これらの結果から、この樹種の貯蔵温度は15℃～常温の範囲にあると考えられ、12カ月以上の貯蔵が可能と考えられる。

(18) *Palosangre negro* (*Paramachaerium ormosiodes*, *Fabaceae*) (別図18)

この樹種で相対発芽率50以上が得られた温度条件は5℃出、貯蔵期間はわずか2カ月であり、また、貯蔵10カ月以降は発芽しなかったのに対し、常温条件では相対発芽率は常に50以下と低いものの12カ月貯蔵後も発芽力を持っている。この種子は周りを固い繊維質の殻が覆っているため外見からは不良種子の判断が難しく、さらに殻の表面にロウ分がついているため発芽促進処理をしても発芽しにくい傾向が見られる。

今回の結果から最適貯蔵温度条件を決定することは困難であり更に検討を要するが、常温でも12カ月以上貯蔵できる可能性がある。

(19) *Quillosa pashaco* (別図19)

この樹種については、300日の貯蔵試験を行った。貯蔵60日及び260日では、他の試験日に比べて引くに発芽率を示したが、これらはデータのバラつきと考えられる。5℃、15℃、25℃及び常温の全ての温度条件で発芽率に大差は見られず、貯蔵300日でも60%以上の発芽率（相対発芽率70）を示していることから、貯蔵温度としては5℃～常温の範囲にあると考えられ、12カ月以上の貯蔵が可能と考えられる。

(20) *Tahuari amarillo* (*Tabebuia* cf *serratifolia* , *Bignoniaceae*) (別図20)

この樹種については、140日の貯蔵試験を行った。貯蔵後20, 40, 80及び120日で全く発芽が見られなかった。これは、播種時あるいは試験中に何らかの種子が発芽できない問題があったためと考えられる。この貯蔵試験で発芽したのは、主に15℃条件であり、貯蔵期間60日～140日の間に急激に発芽率が減少し、相対発芽率50以上が得られたのは貯蔵期間60日であった。この樹種の貯蔵温度条件の解明には更に検討を要するが今回の結果では15℃前後に

あると考えられ、4 カ月程度の比較的寿命の短い種子と考えられる。

(21) Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* , Mimosaceae) (別図21)

この樹種については、120日間の貯蔵試験を行った。貯蔵開始後20日で25℃条件が、40日で5℃条件が、60日で常温条件が発芽なくなり、80日で全条件とも発芽しなくなった。この樹種は、種子の寿命が非常に短いものの一つとして知られているが、その原因として、種子を採取した時には既に、種子の内部（胚の表面）にカビが付着して入るものがあるため、貯蔵中に腐ってしまうこと。また、種子が扁平で薄いため、乾燥の限界が不明であることなどから、これらの解決法が確立されれば、もう少し長い期間の貯蔵は可能になると思われる。今回の試験の中では、15℃条件が最も良かったが、相対発芽率50以上が得られたのは貯蔵期間20日であった。最適貯蔵温度条件の決定のためには、上述の問題も併せて試験・検討する必要がある。

(22) Ucushaqui colorado (*Sclerolobium* sp., Caesalpinaceae) (別図22)

この樹種については5℃条件、貯蔵期間12カ月で相対発芽率68が得られ、また発芽力の低下も緩やかであった。

一方、常温条件も発芽率は低いが12カ月の貯蔵が可能である。この樹種の最適貯蔵温度は5℃前後にあると考えられ、12カ月以上の長期貯蔵が可能である。

(23) Vilco pashaco (別図23)

この樹種については、5℃、15℃、25℃の3温度条件で、280日間の貯蔵においても発芽率は全条件とも80%以上と高く、その差は見られなかった。

この樹種の貯蔵温度としては、5℃～25℃の温度範囲にあると考えられ、12カ月以上の貯蔵が可能である。また、Pashaco の類は常温でも高い発芽力を維持できることからこの樹種も常温での貯蔵も可能と考えられる。

(24) Yacushapana amarillo (*Terminalia oblonga* , Combretaceae) (別図24)

この樹種について相対発芽率50以上が得られたのは5℃条件では6カ月貯蔵時で相対値70、常温条件では2カ月貯蔵時で相対値72であった。この樹種も外見からは不良種子の見分けがつかないことがデータのバラツキの原因の一部になっていると思われる。

今回の結果から貯蔵温度条件としては5℃～常温の範囲にあると考えられ、最適貯蔵温度の解明にはさらに検討を要するが12カ月以上の貯蔵が可能である。

結 論

以上の試験結果から得られた 24 樹種の種子貯蔵条件をまとめると、以下のようになる。

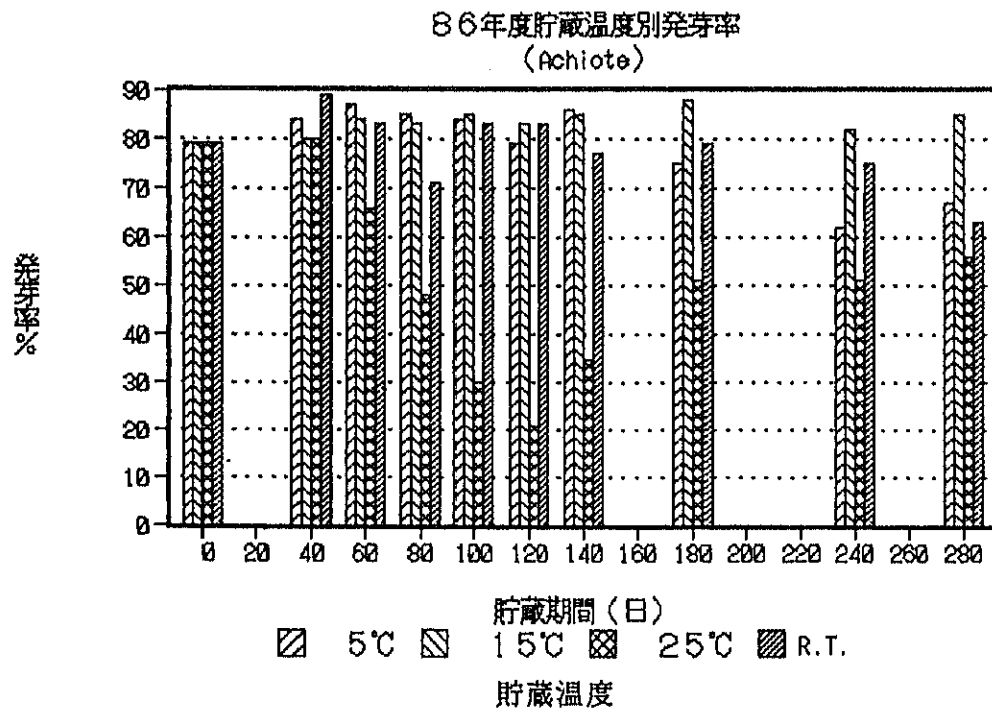
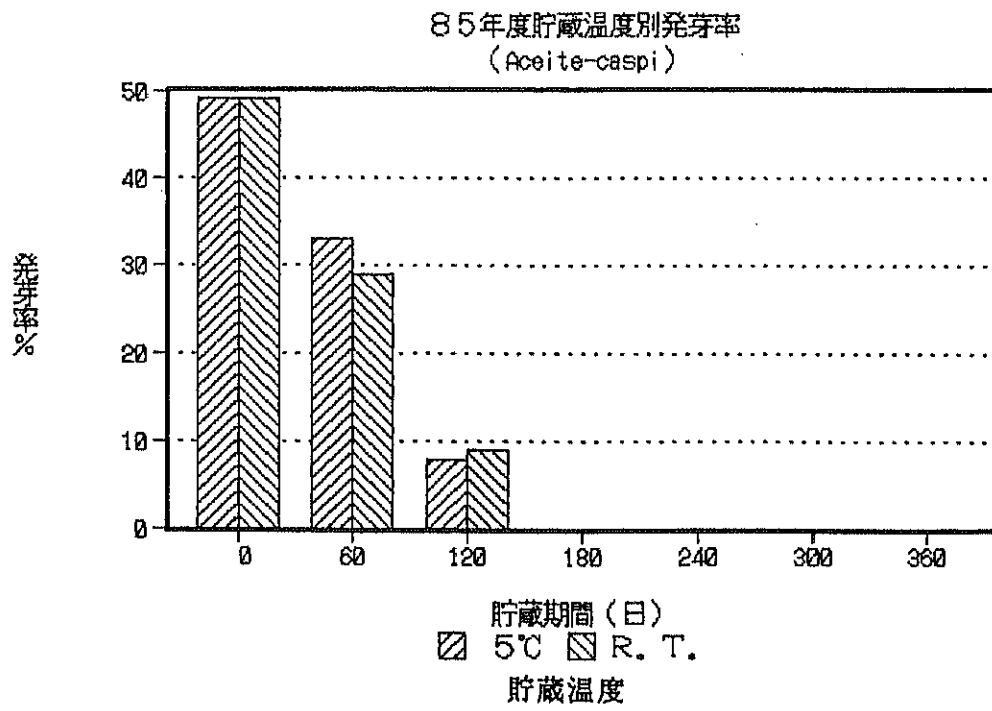
No	樹種名	貯蔵温度 (°C)	貯蔵期間 (日) (相対発芽率 50 以上)
1	Aceite caspi	5	60
2	Achiote	15	280
3	Achiote caspi	25～常温	360
4	Aguano masha	5～常温	360
5	Amasisa	5～常温	280
6	Bolaina blanca	25	280
7	Bolaina negra	5	360
8	Caoba	5～常温	360
9	Cedro blanco	5～常温	360
10	Cedro colorado	5～常温	360
11	Copaiba Blanca	5～15	120
12	Copaiba negra	5～15	140
13	Estraque	5	120
14	Goma huayo pashasco	5～常温	280
15	Huimba negra	5～常温	300
16	Ishpingo	15	220
17	Lupna blanca	15～常温	300
18	Parosangre negro	5	60
19	Quillosisa pashaco	5～常温	300
20	Tahuari amarillo	15	60
21	Tornillo	15	20
22	Ucushaqui colorado	5	360
23	Vilco pashaco	5～25 (常温)	280
24	Yacushapana amarilla	5	180

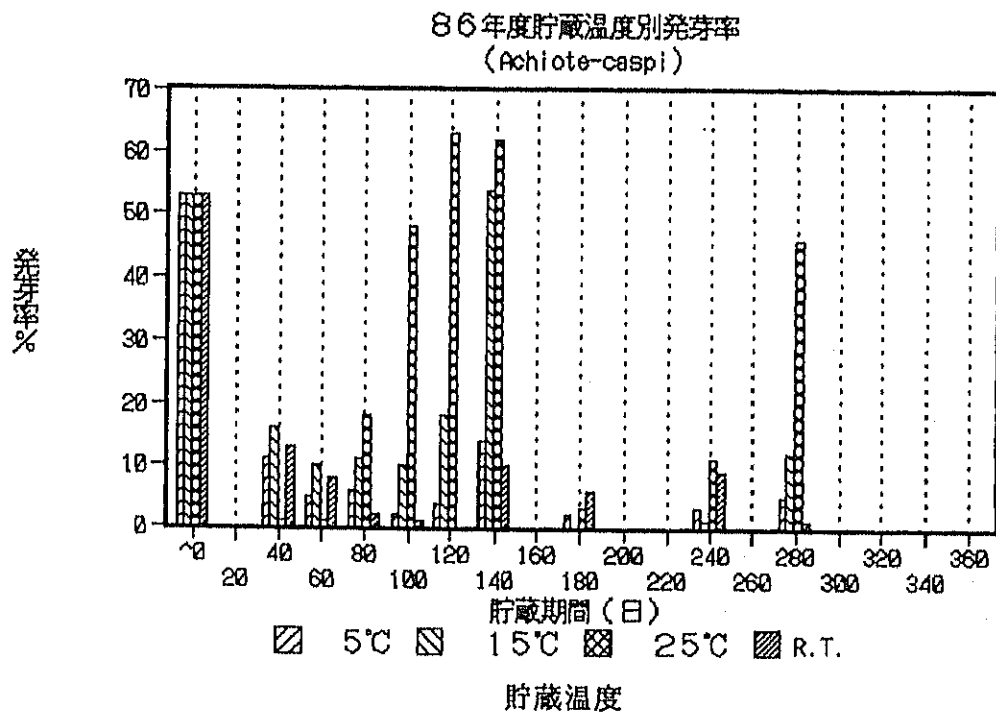
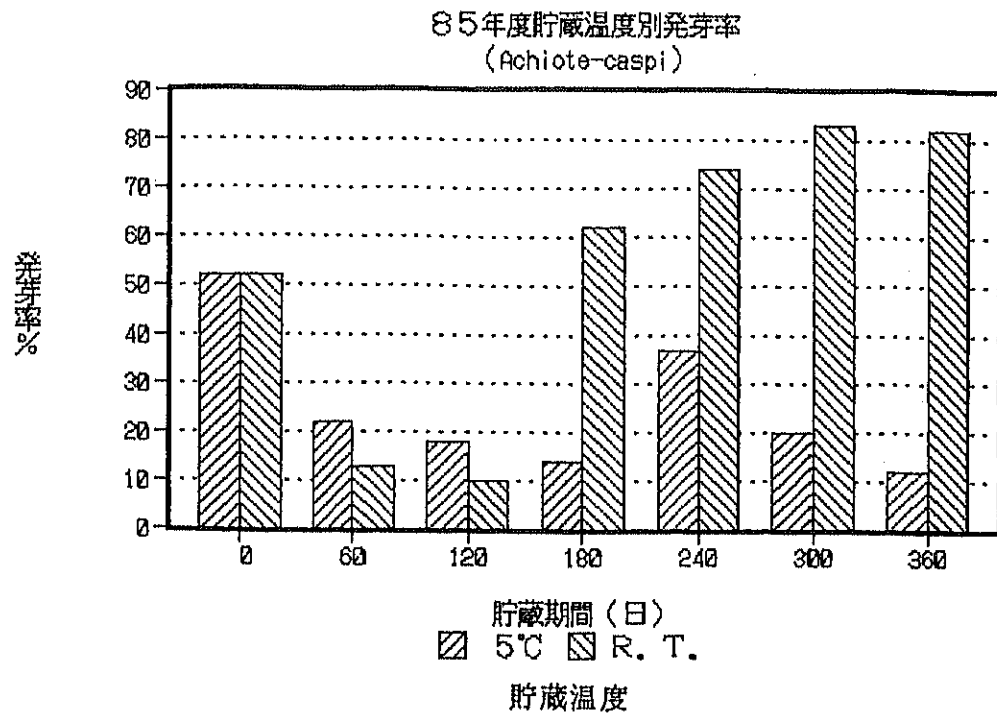
これらの結果をみるとペルー・アマゾン地域の広葉樹種子は、東南アジア地域の熱帯林の種子に比較すると、貯蔵温度に関し低温から常温まで適応可能な温度範囲が広い傾向がみられる。また、種子の生存期間についても、Tornillo等の樹種を除けば、適当な貯蔵条件が明らかになれば、かなり長期間貯蔵できる可能性の高い樹種が多いと考えられる。

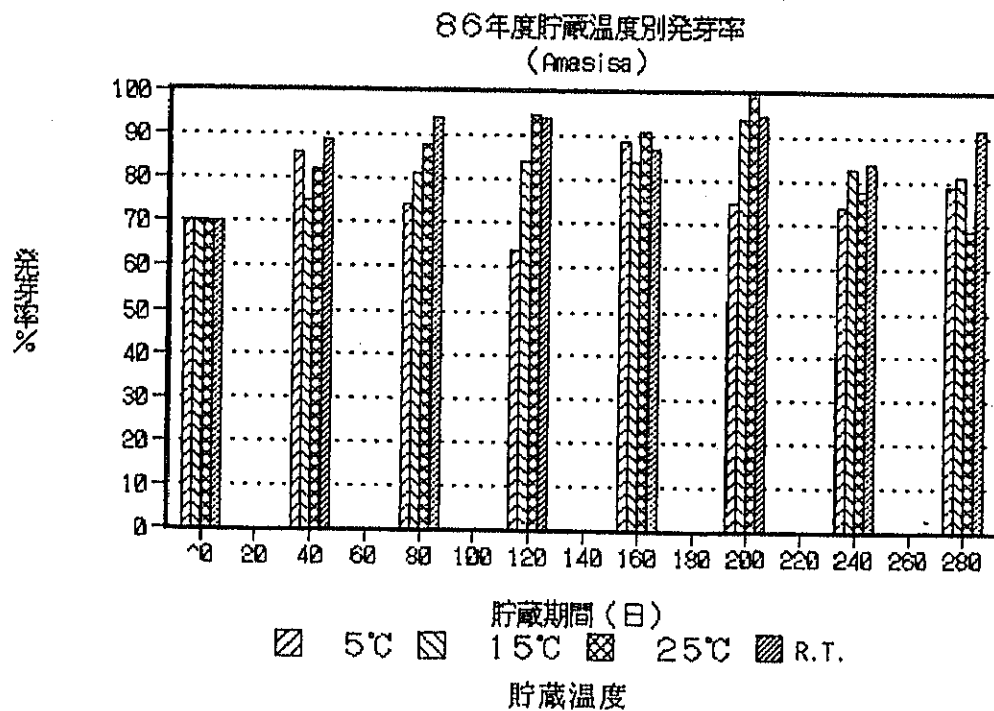
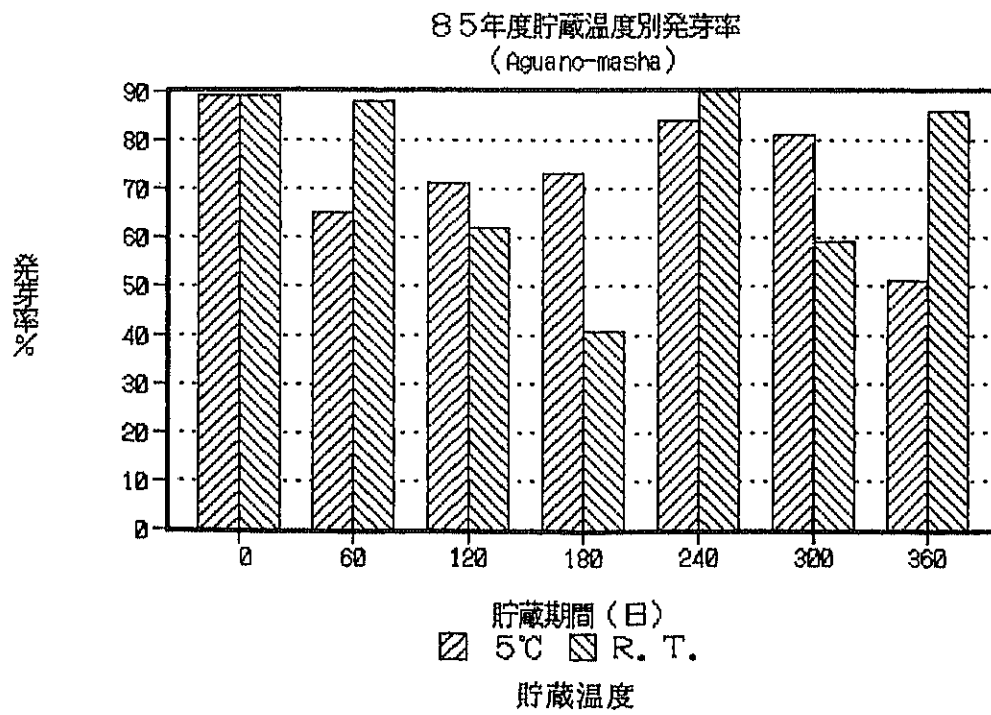
一般的に、殻の硬い種子（例えば、pashaco の類）、乾燥している種子（例えば、cedro や caoba の類）は長期間の貯蔵が可能、果肉に包まれている（高含水率状態にある）種子（Parosangre amarillo, Ubos, Lagarto caspi等）、乾燥しやすい偏平な種子（例えば、Tornillo, Pumaquiro, Quillobordon）は貯蔵が困難、というような傾向がある。

今後は本試験の成果をもとに、貯蔵温度条件が解明されている樹種については更に長期間貯蔵の可能性を検討し、また、温度条件が解明されていない樹種については別の条件で貯蔵試験を行う必要がある。本試験では ' 85年度の 5℃条件のみ湿度コントロールが可能であったが、今後は温度条件だけでなく湿度条件についても検討して行く必要がある。

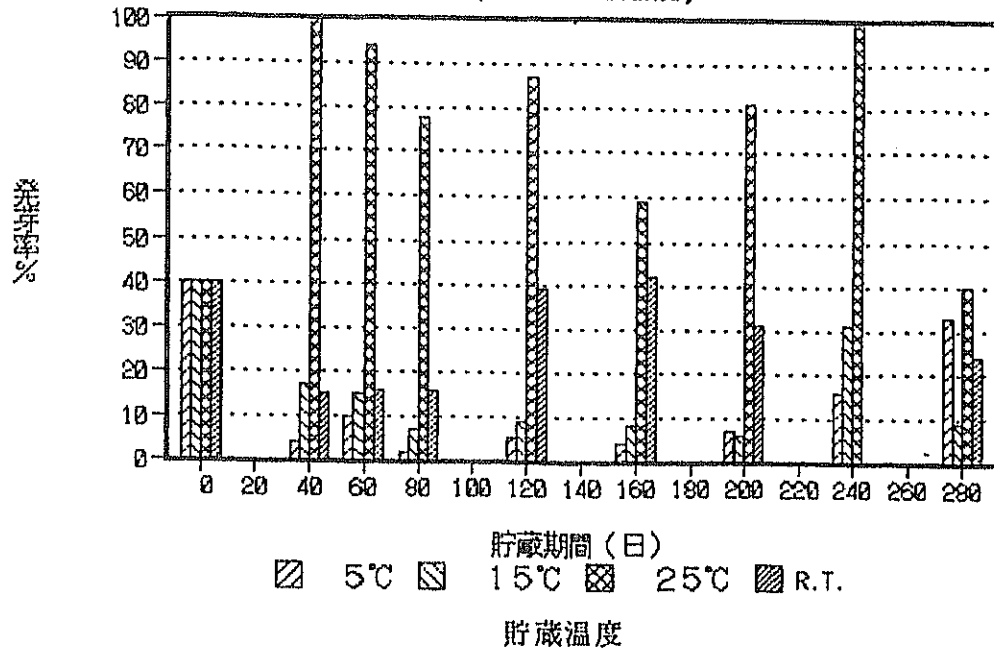
今後の課題として 1) Tornillo種子に付着しているカビに有効な殺菌剤・殺菌方法の検討、2) 試験の精度を上げるために Bolaina blanca, Parosangre amarillo, Estraque, Yacushapana amarilla 等の「不良種子」の選別法の開発及び Parosangre-negro等の殻の硬い種子の発芽促進方法の開発が必要である。

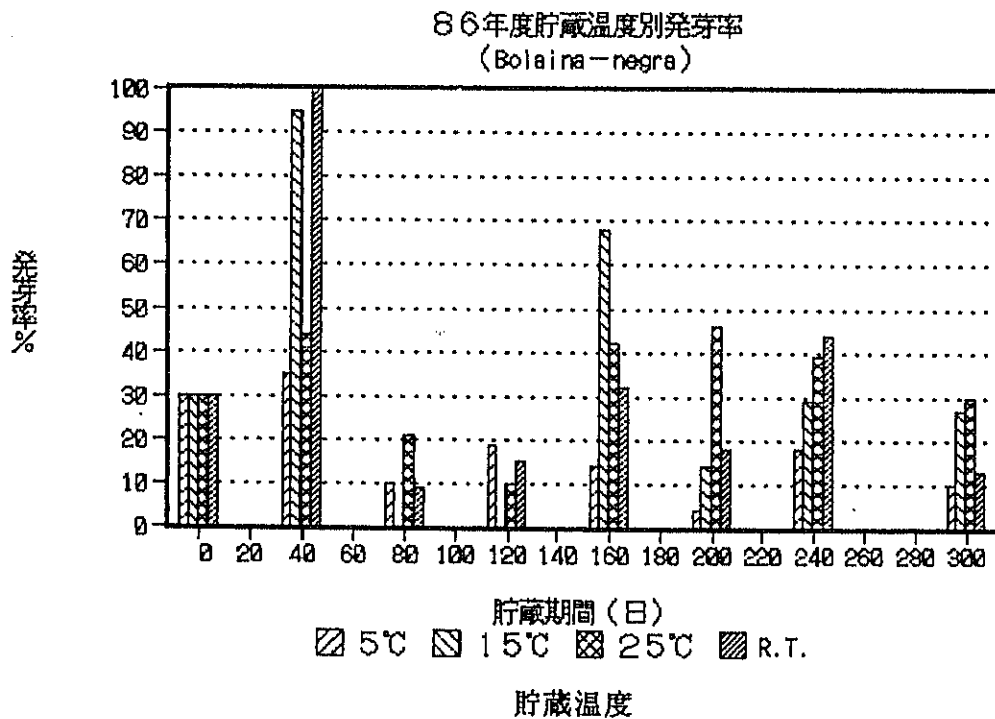
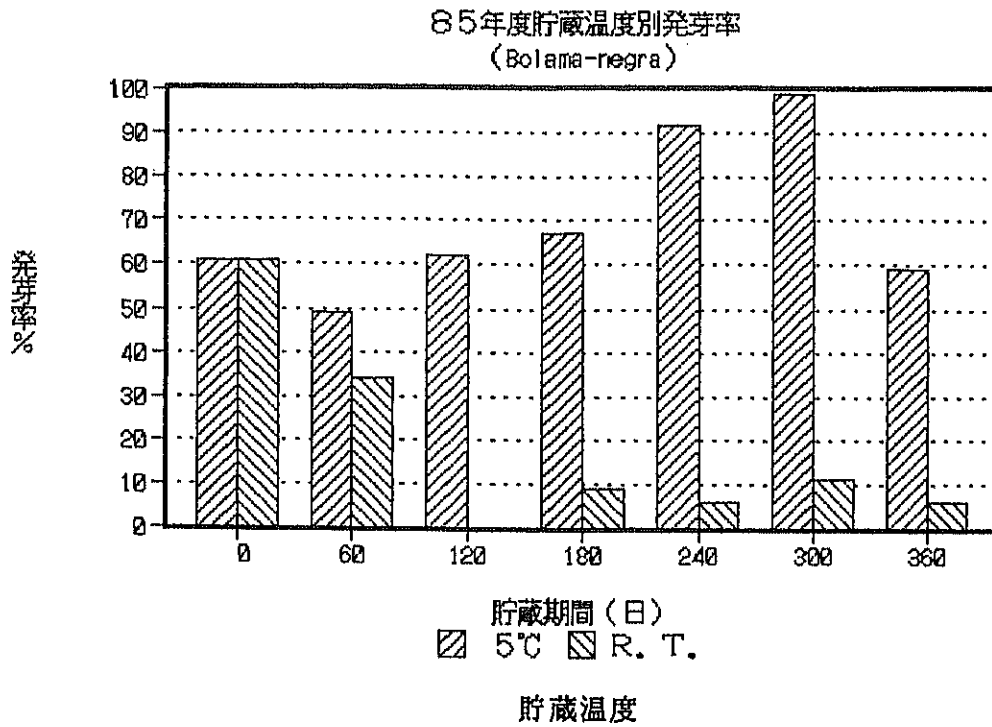




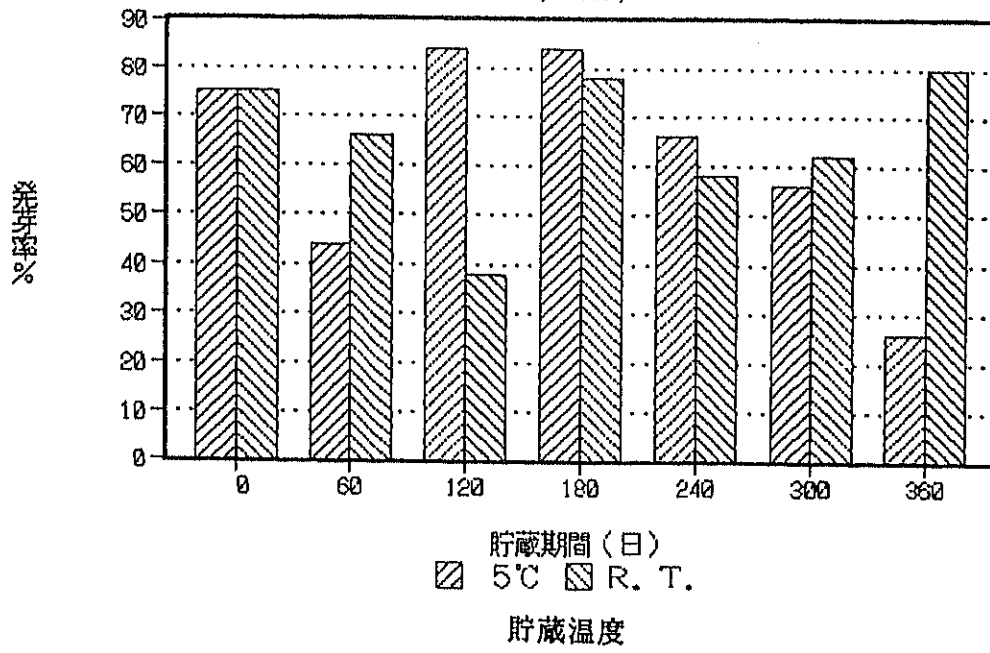


86年度貯蔵温度別発芽率
(Bolaina-blanca)

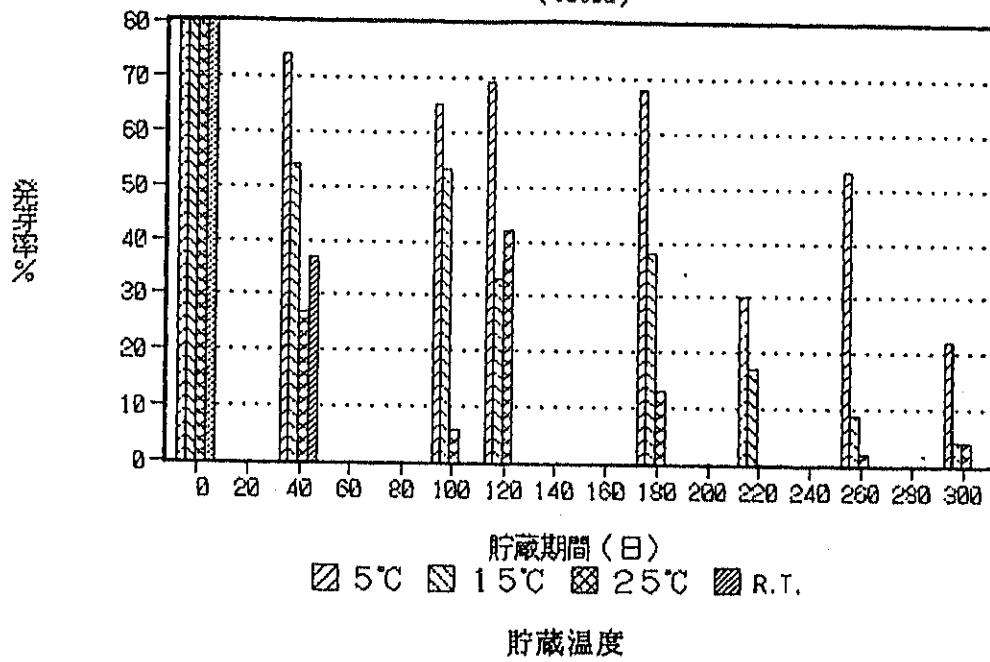


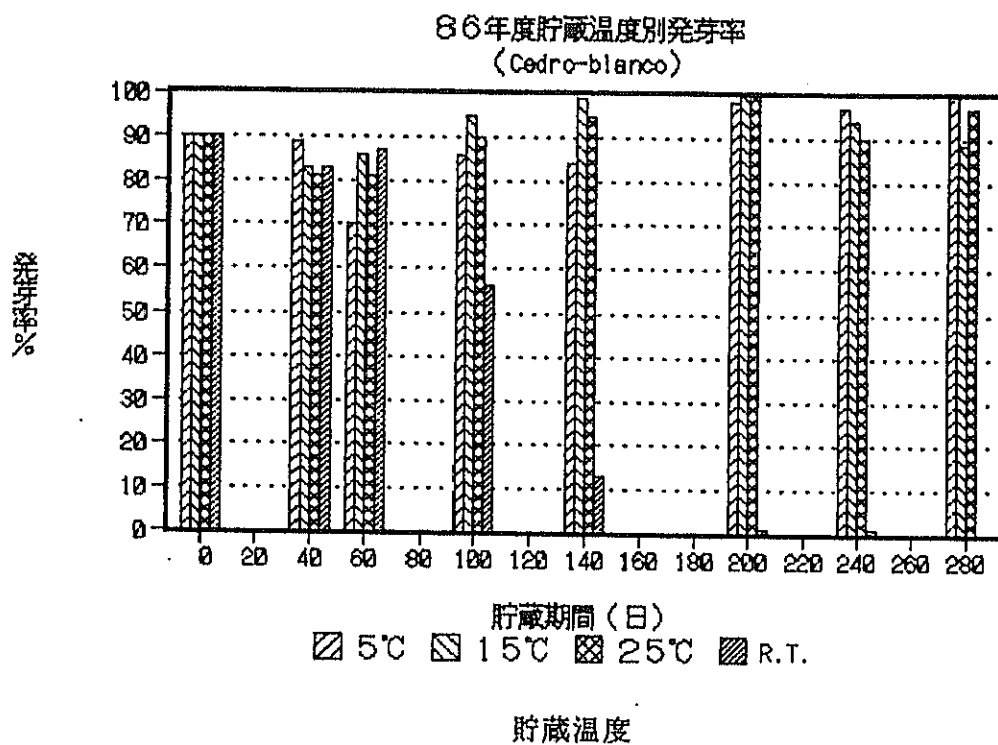
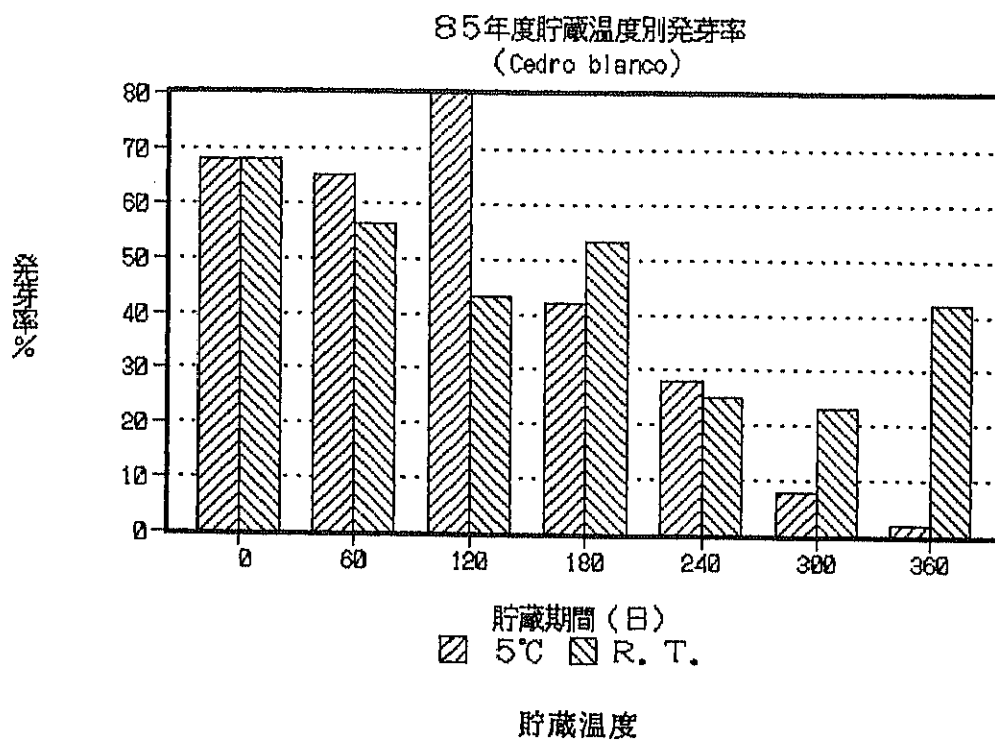


85年度貯蔵温度別発芽率
(Caoba)

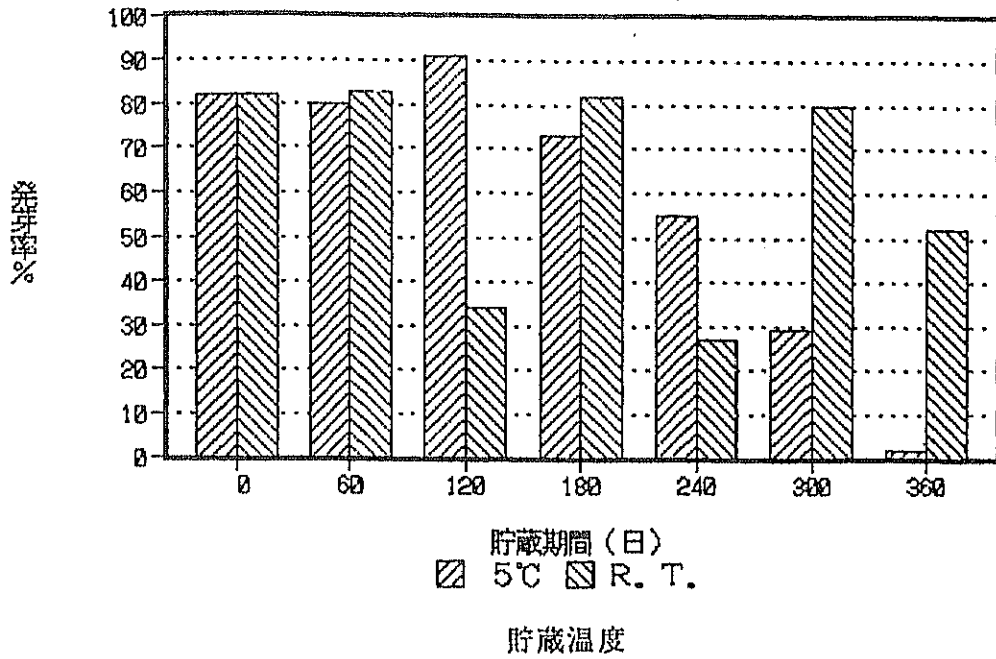


86年度貯蔵温度別発芽率
(Caoba)

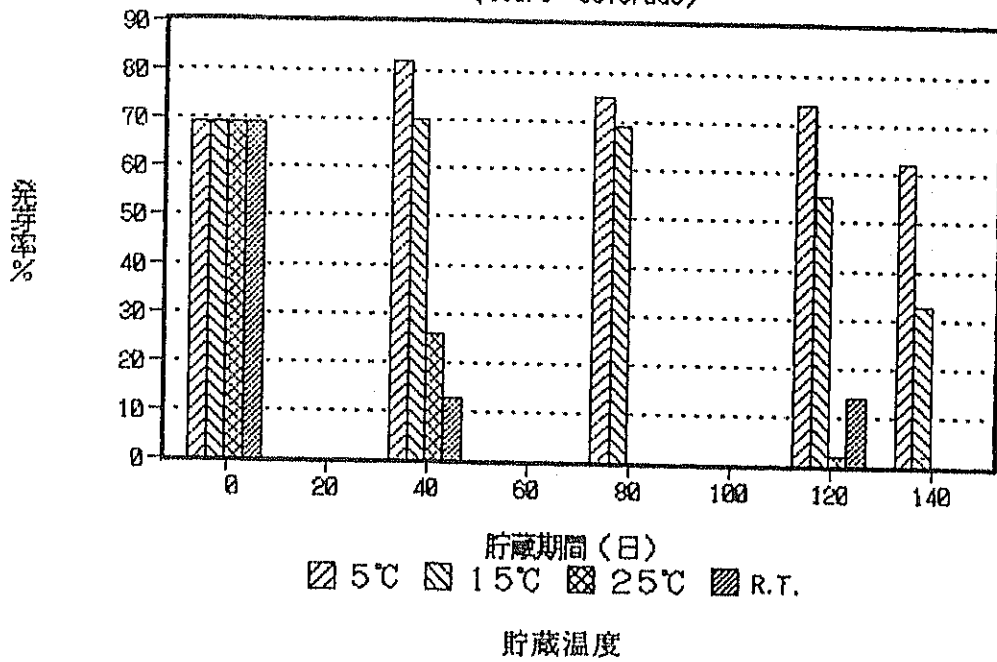




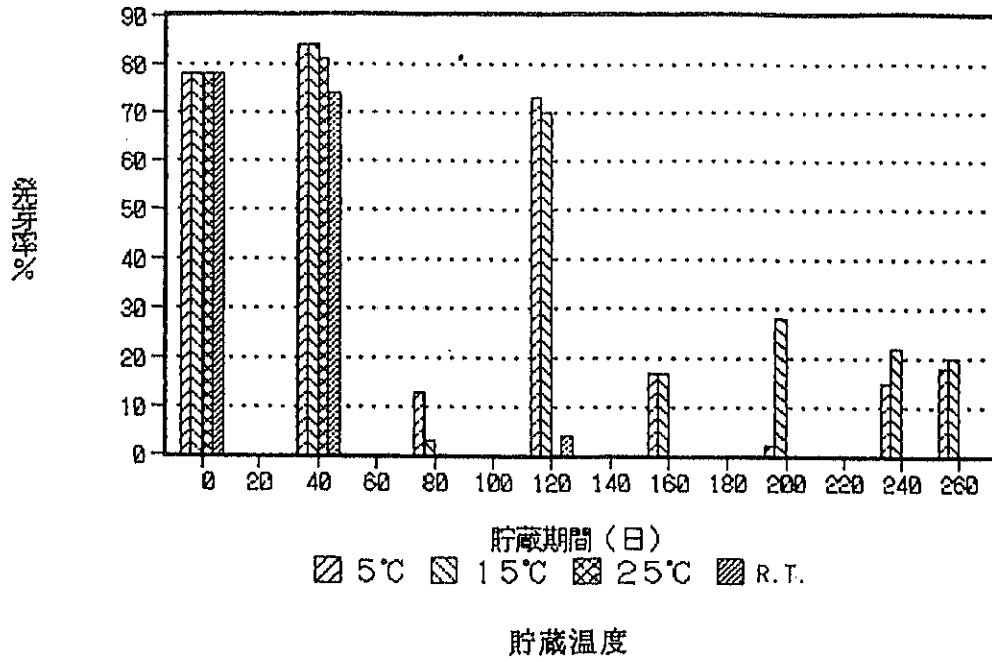
85年度貯蔵温度別発芽率
(Cedro-colorado)



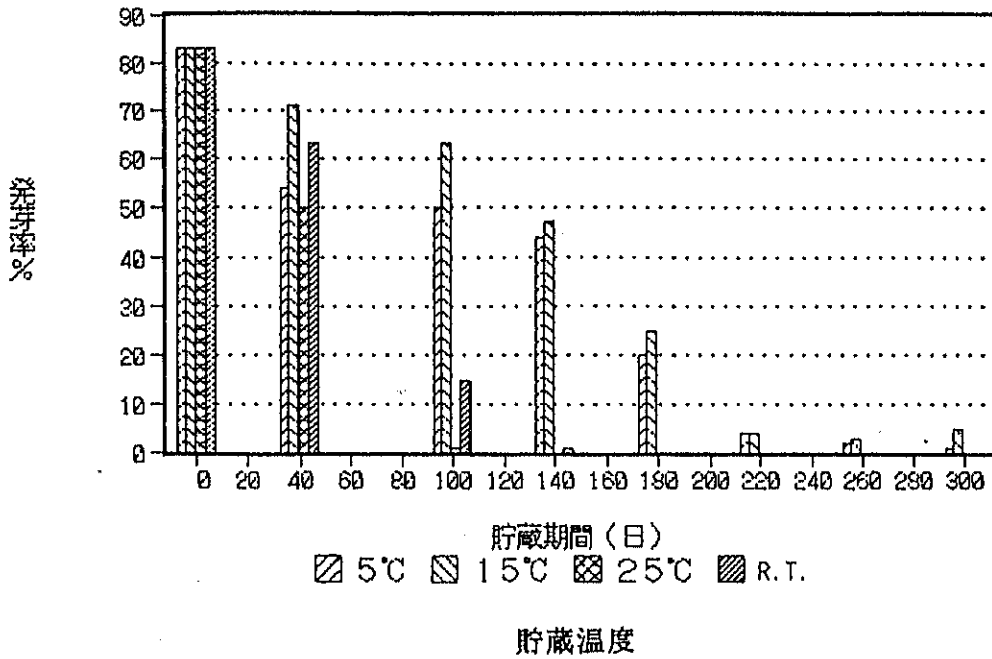
86年度貯蔵温度別発芽率
(Cedro-colorado)



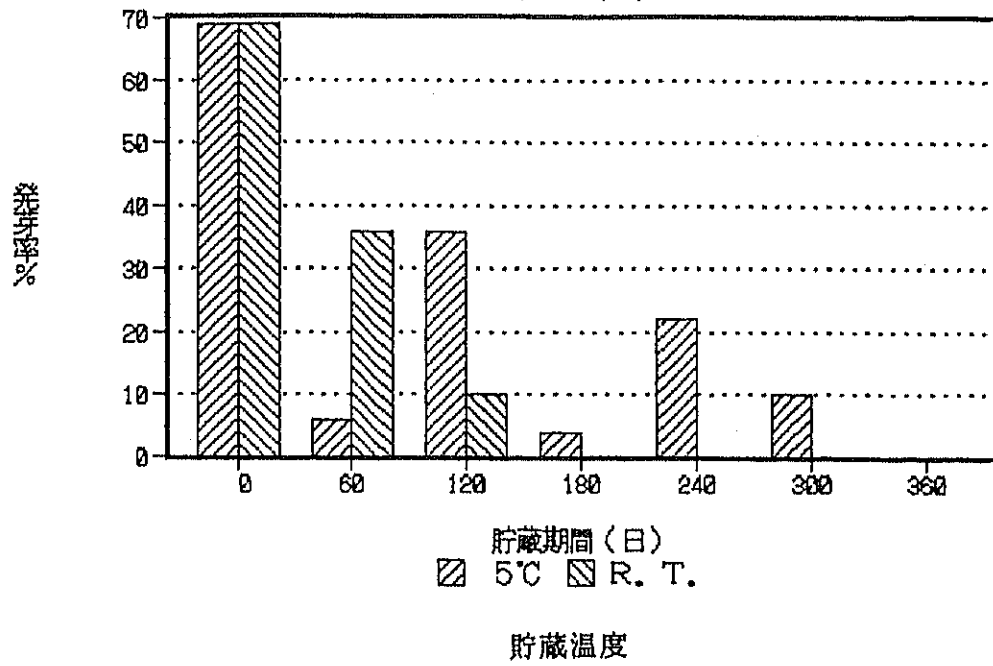
86年度貯蔵温度別発芽率
(Copaiba-blanca)

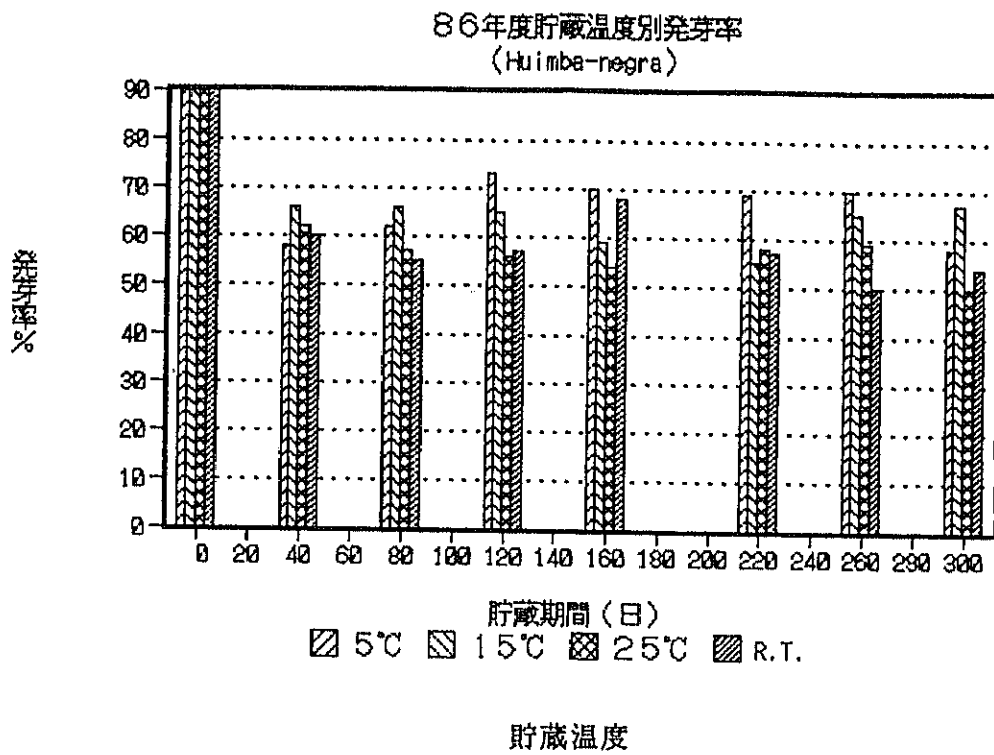
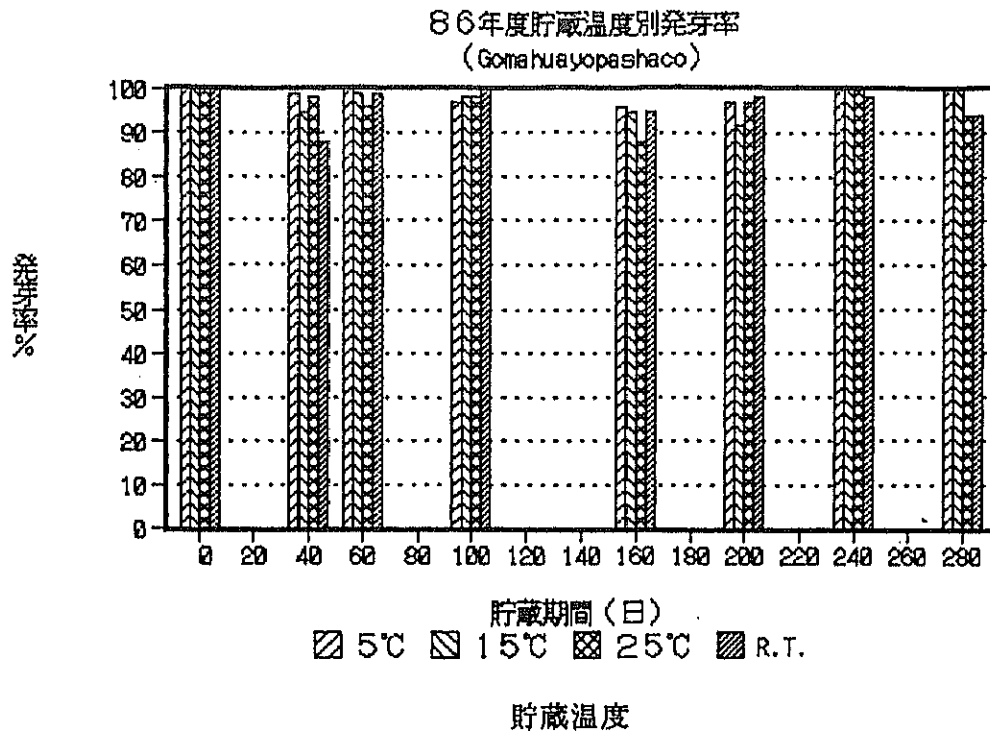


86年度貯蔵温度別発芽率
(Copaiba-negra)

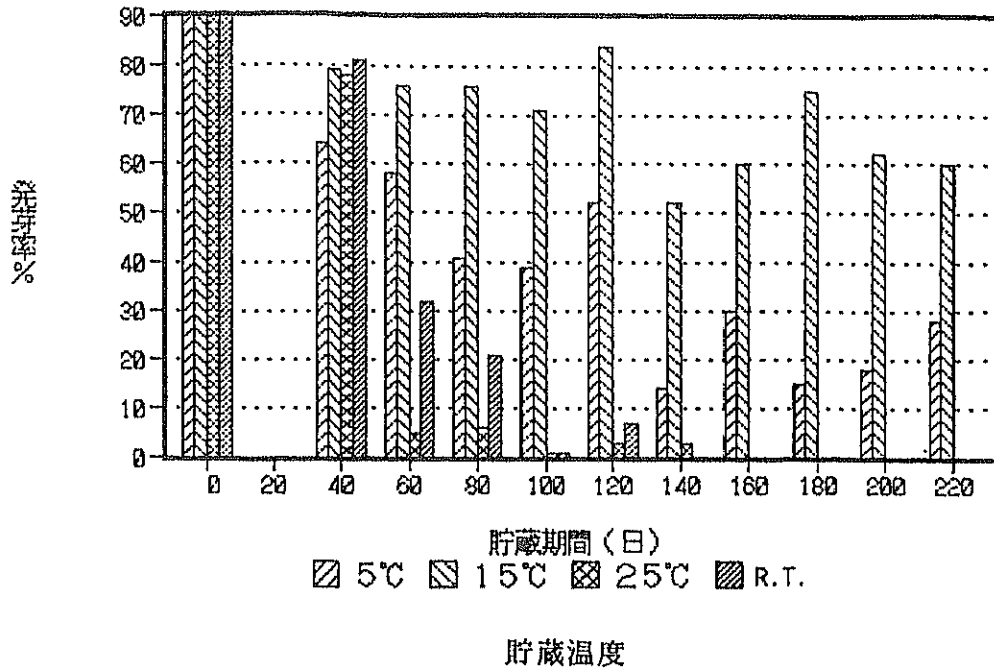


85年度貯蔵温度別発芽率
(Estraque)

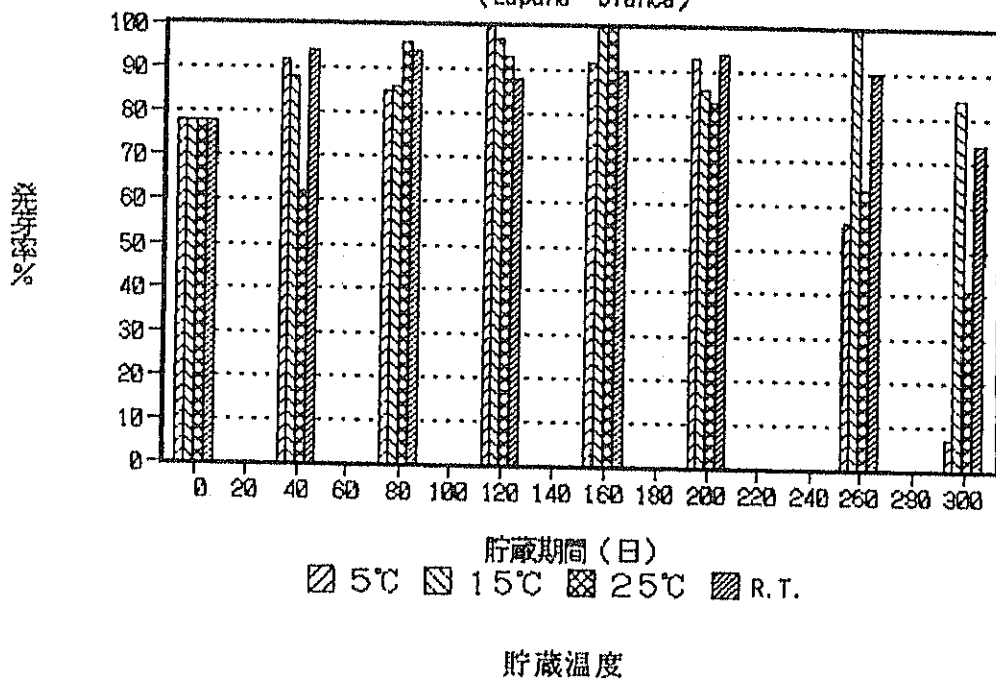


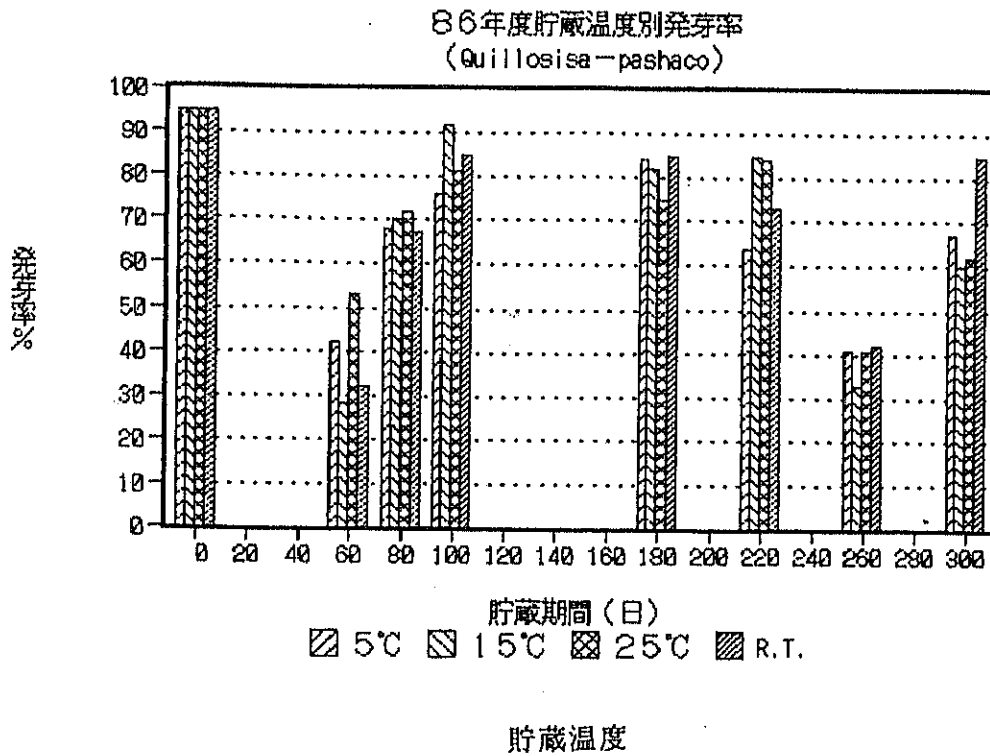
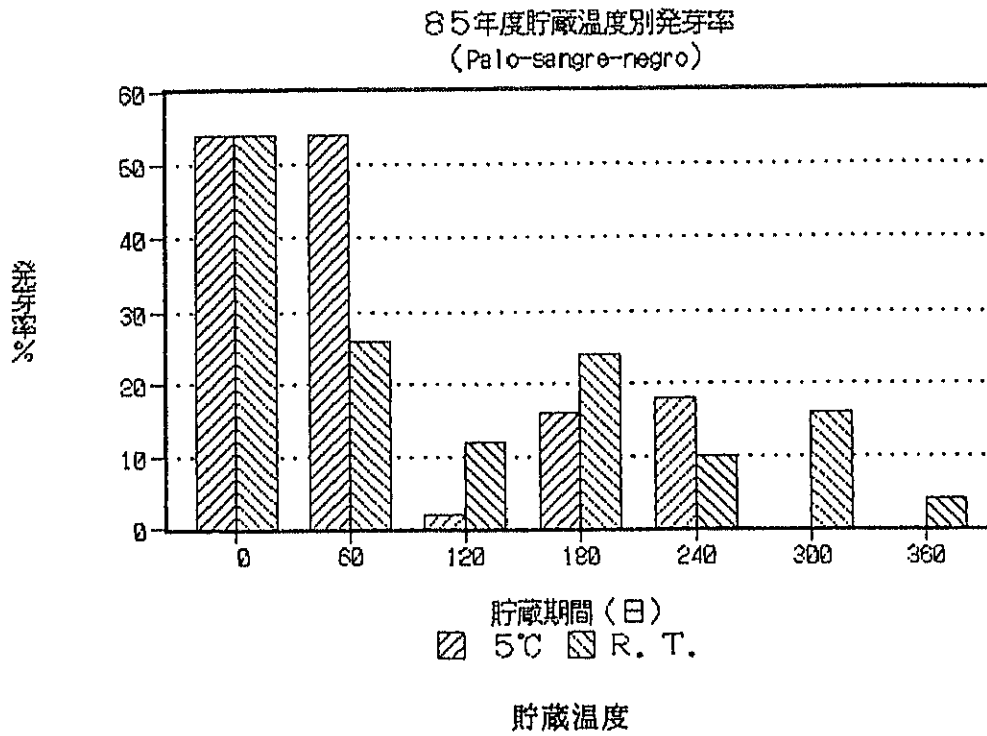


86年度貯蔵温度別発芽率
(Ishpingo)

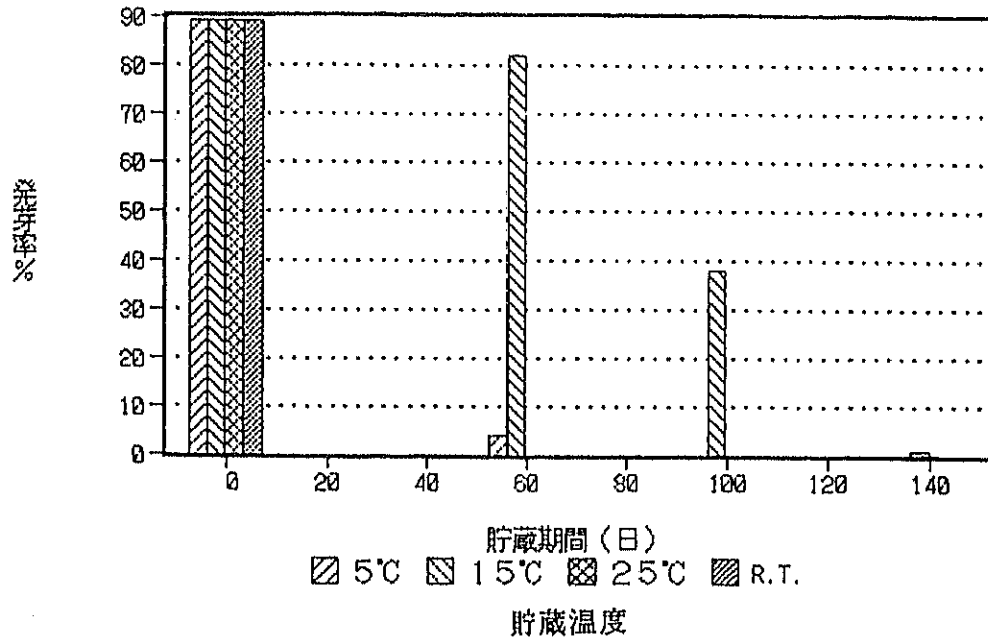


86年度貯蔵温度別発芽率
(Lupuna-blanca)

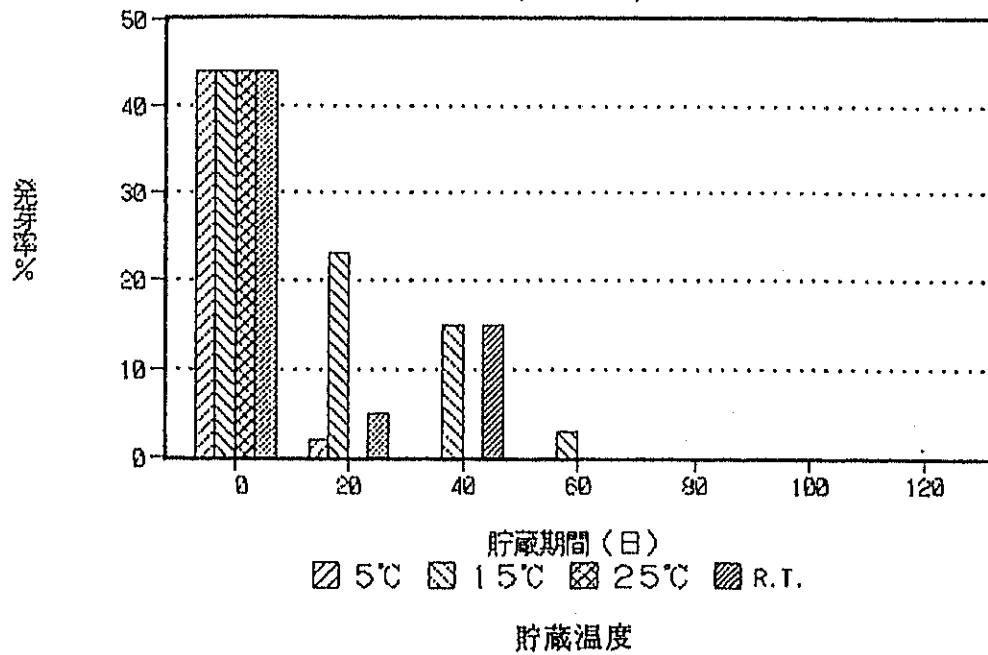


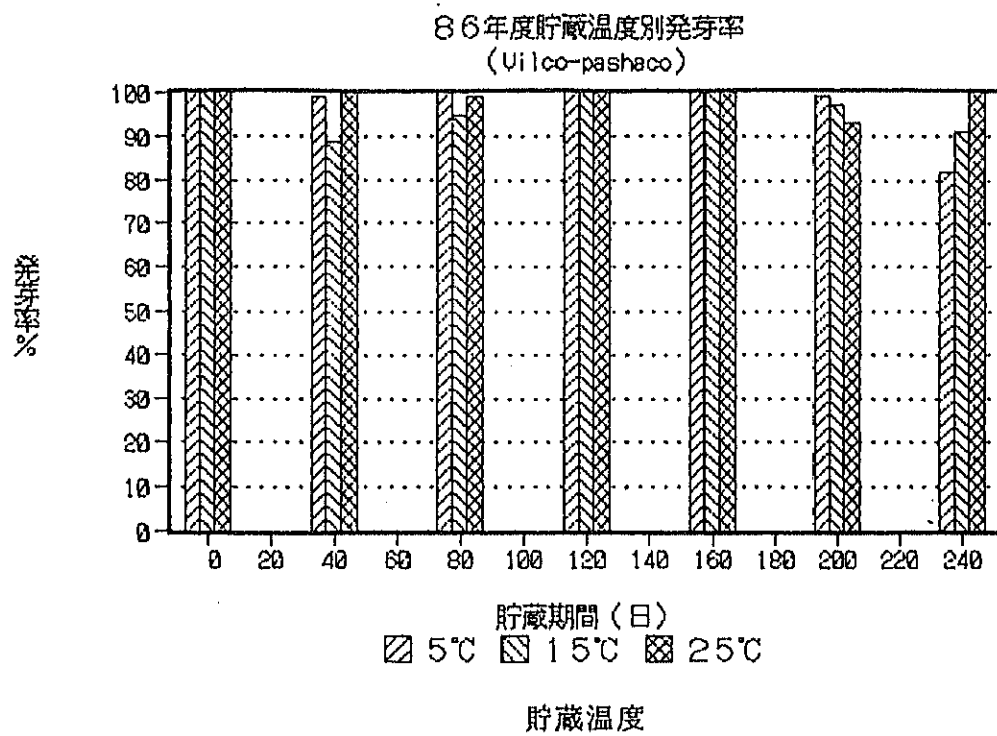
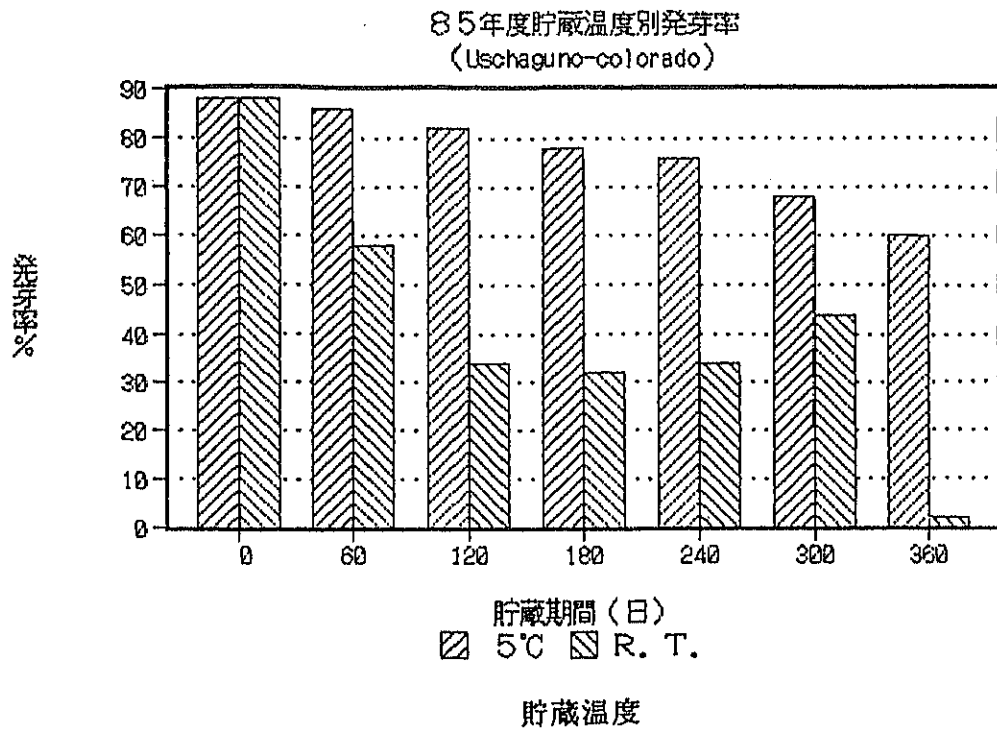


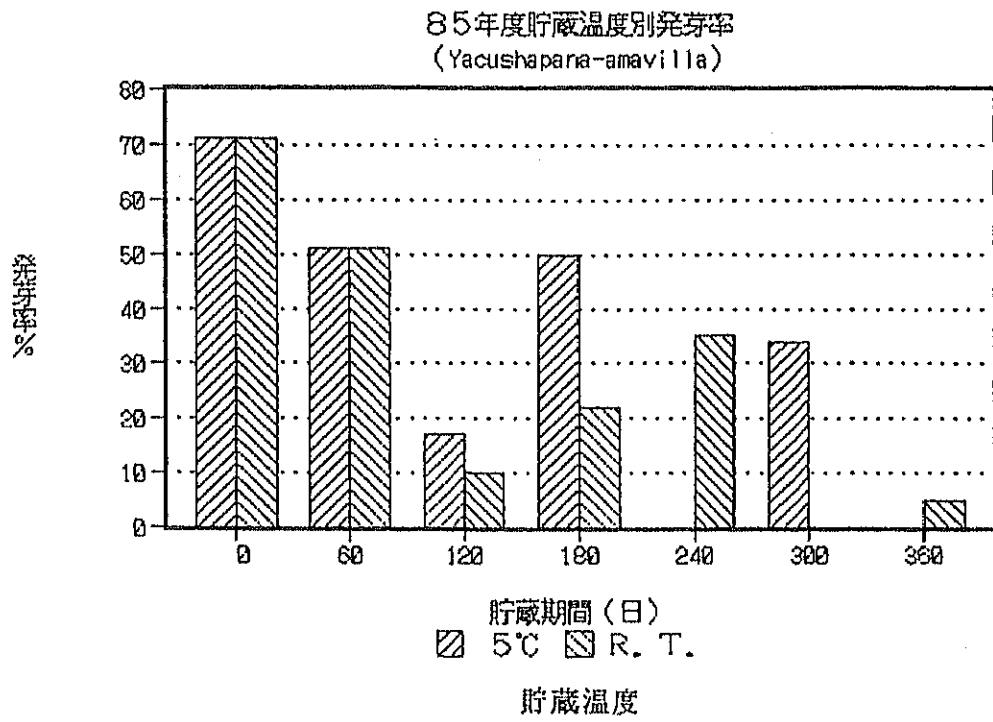
86年度貯蔵温度別発芽率
(Tahuari-amarillo)



86年度貯蔵温度別発芽率
(Tornillo)







フンボルト国有林55樹種の開花結実習性カレンダー

No	樹 種 名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	結実周期
01	ACRITE CASPI		△	—	△	□	—	○	○	●	—	—	—	A
02	ALMENDRO	○	○	□	●	—	—	—	—	—	△	—	△	A
03	AMASISA	—	—	—	—	—	△	—	□	□	—	—	—	A
04	AZUCAR HUAYO	—	○	□	●	—	△	—	—	—	△	—	—	B
05	BOLAINA BLANCA	—	—	—	—	□	—	△	□	—	—	—	—	A
06	BOLAINA NEGRA	—	△	—	—	△	—	△	○	○	●	—	—	A
07	CAOBA	—	—	—	—	□	—	○	○	△	△	□	—	
08	CEDRO BLANCO	—	—	—	—	○	□	△	△	—	—	—	—	A
09	CEDRO COLORADO	△	—	—	—	—	—	○	○	—	—	△	—	B
10	COPAIBA BLANCA	—	△	—	—	—	—	○	○	—	—	—	△	B
11	COPAIBA NEGRA	—	△	—	—	—	—	○	○	—	—	—	△	B
12	CUMALA BLANCA	—	○	—	△	—	—	—	□	—	—	△	□	A
13	CUMALA COLORADA	□	○	●	—	△	—	△	—	—	—	—	○	A
14	CUMALA NEGRA	○	○	—	—	—	—	△	—	—	—	—	△	A
15	ESTRAQUE	—	△	—	□	△	—	—	○	○	—	—	—	A
16	GOMA HUAYO PASHACO	—	△	—	□	○	○	—	—	—	—	—	△	B
17	HUAMANSAMANA	○	○	●	—	—	△	—	△	□	—	—	□	B
18	HUAYRURO COLORADO	△	—	—	—	□	○	○	—	△	—	—	—	T
19	HUAYRURO ROJO	□	△	—	—	—	—	○	—	○	—	△	—	T
20	HUANGANA BLANCA	○	○	●	—	—	—	—	△	—	—	—	△	T
21	HUIMBA BLANCA	—	—	—	△	—	△	—	○	○	—	—	—	B
22	HUIMBA NEGRA	—	□	△	—	—	□	○	○	—	—	△	—	A
23	ISHPINGO	—	—	△	△	□	—	○	○	—	—	—	—	T
24	LUPUNA	—	—	—	—	△	—	□	△	○	—	○	—	T
25	MACHIMANGO BLANCO	○	□	□	●	—	△	—	—	—	—	—	△	A
26	MACHIN ZAPOTE	○	○	—	—	△	—	—	—	△	—	—	—	A
27	MANCHINGA	●	●	—	—	—	—	—	—	△	△	—	—	A
28	MARUPA	○	●	○	—	—	—	—	△	—	—	△	—	B
29	MASHONASTE COLORADO	—	○	—	—	△	□	—	—	○	—	□	—	A
30	MAQUISAPA MACCHA NEGRA	—	—	—	△	—	—	○	○	—	△	—	—	A
31	PALO SANGRE AMARILLO	—	△	—	—	—	○	○	—	—	—	—	△	B
32	PALO SANGRE BLANCO	□	○	○	—	—	—	—	—	—	△	—	△	A

No	樹 種 名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	結実周期
33	PALO SANGRE NEGRO		△				△		□	○	●			B
34	PINO REGIONAL	□						○	○	●		△		T
35	PUMAQUIRO					△	□	○	○	●		△		A
36	PUNGA BLANCA						△		□		○	●	●	A
37	PUNGA COLORADA					△				△	○	○	●	A
38	PUNGA NEGRA					△			□	△	○	○	●	B
39	QUILLOBORDON AMARILLO		△						○	○	△	□		A
40	QUILLOBORDON COLORADO		○	○	●			△			△			A
41	QUINA QUINA NEGRA	○	○					△				△		
42	QUINILLA BLANCA	○	○	●	●		△		△				□	A
43	QUINILLA COLORADA	○				△			△				○	A
44	REQUIA NEGRA		○				○		△		△		○	A
45	RINON CASPI		●						△		△	○	○	T
46	SHIHUAHUACO (hja, gr)			△			○		○			△	□	B
47	SHIHUAHUACO (hja, peg)		△				○	○			△		□	B
48	TAHUARI AMARILLO						△	○	○	●		○	○	A
49	TAMAMURI AMARILLO			△			△	○	○	●				A
50	TORNILLO	□	○	○	●		△				△	□		T
51	UBOS	○	○						△		△		○	A
52	URPAY MANCHINGA	□	○	○	●		△				□	△	○	B
53	USHUN		□	○	○				△		△	□		B
54	YACUSHAPANA AMARILLA	△			△	□		○	○		●			B
55	ZAPOTE	□	○	○	●		△			△				A

凡 例

開 花 ; △ — △

結 実 ; □ — □

完 熟 ; ○ — ○

種子の散布 ; ● — ●

結実周期

A ; 毎 年

B ; 2 年 毎

T ; 3 年以上毎

3 苗畑試験

育苗専門家 渡辺敬治

－育苗時に関与する発芽処理，床替え密度，床替え時期，施肥，根切り等の影響－

要 旨

ペルーアマゾン，フンボルト実験林苗畑で試験された熱帯有用樹種17種について，その発芽，発芽前処理，床替え時期，床替え密度，施肥，根切り，育苗タイプについての結果を分析した。その結果それぞれの樹種の幼苗時の特性がわかった。また，各樹種の育苗をする場合の発芽方法，床替え密度，床替え時期などの条件が一部明らかになった。

発 芽

発芽試験を行い発芽日数，発芽揃い日数，発芽率等について結果をえたことにより各樹種について発芽時の特性が明らかになった。

発芽前処理

発芽に問題のある樹種について、発芽前に数種の処理を施し発芽時の発芽日数，発芽揃い日数，発芽率等を調べたことにより発芽時に問題のある樹種の処理の方法，発芽時の条件が明らかになった。

床替え時期

本葉の数を基準にして数種の条件に分けて床替えを行いその後の成長経過を追った。その結果床替えの早期に必要なものがあることがわかった。また一部樹種の床替え時期の条件がわかった。

床替え密度

1 m²当りの床替え本数を基準として数種の条件に分けて床替えを行いその後の成長経過を追った。その結果床替え密度の選択の必要なものがあることがわかった。また一部樹種の床替え密度の条件がわかった。

根切り

床替え後根切りの方法，時期を替えた根切りを行いながら成長経過を追った。

はじめに

当ペルー林業がプロジェクトでは1982年より現在まで8年間の事業実績があるが、その中で苗畑部門では造林のための苗木の生産と熱帯有用樹種の育苗時の特性の解明についての調査、試験を行ってきた。過去に各専門家の帰国報告や中間報告等で調査、試験結果の分析を行っているが、ここに中間報告以降1988年までの調査、試験結果を育苗標準作成のために有用樹種17種（表－1）について取りまとめ分析したので報告する。

発 芽

実際の苗床における各樹種の発芽率と発芽の傾向を知るために行った。

試験方法

原則的に種子 100粒により試験を行った。

発芽のチェックは発芽まで毎日、発芽が始まってから完了するまで隔日とし、発芽終了は3回チェックしても発芽の見られなかった時を持って発芽終了と見なした。なお、試験の方法については中間報告に詳しいのでここでは要点を上げるにとどめた（以下各試験とも同様）。

結果と考察

各樹種の結果は表-2のとおりである。なお1984、1985、1986年の結果は中間報告より転載した（以下各試験結果とも同様）。新たに結果の追加されたものは、AZUCAR HUAYO, BOLAINA BLANCA, BOLAINA NEGRA, CEDRO COLORADO, COPAIBA NEGRA, ESTORAQUE, GOMA HUAYO PASHACO, ISHPINGO, LAGARTO CASPI, LUPUNA BLANCA, MARUPA, PALO SANGRE AMARILLO TORNILLO, の13種である。この中で処理を施した種子による発芽を行っているものは、AZUCAR HUAYO, LAGARTO CASPI(87年のみ), GOMA HUAYO PASHACO, の3種である。

発芽率の良いものは、AZUCAR HUAYO, COPAIBA NEGRA, ESTORAQUE, GOMA HUAYO PASHACO, ISHPINGO, PUMAQUIRO, TORNILLO MOENA NEGRA, であり、悪いものは、BOLAINA BLANCA, BOLAINA NEGRA, MARUPA, PALO SANGRE AMARILLO, であった。しかし、BOLAINA BLANCA, BOLAINA NEGRA, については、発芽率の悪さを種子の量（BOLAINA BLANCAでは1kg当り86万粒、BOLAINA NEGRAでは1kg当り16.5万粒）で補らえるため特に問題はない。また要発芽日数については、短いものは、BOLAINA BLANCA, GOMA HUAYO PASHACO, ISHPINGO, LUPUNA BLANCA, PUMAQUIRO, TORNILLO, で、長いものは、CAOBA, LAGARTO CASPI, YACUSHAPANA AMARILLA, である。要発芽揃い日数の短いものは、GOMA HUAYO PASHACO, であり、長いものは、BOLAINA BLANCA, CAOBA, LAGARTO CASPI, PALO SANGRE AMARILLO, YACUSHAPANA AMARILLA, であった。

このことから、発芽について扱い易い樹種は、GOMA HUAYO PASHACO, 比較的扱い易い樹種は、ISHPINGO, TORNILLO, PUMAQUIRO, といえる。また扱いにくい樹種は、PALO SANGRE AMARILLO, YACUSHAPANA AMARILLA, である。

発芽前処理

殻皮の硬い種子，または発芽に問題のある種子の発芽の促進と適切な発芽前処理の方法を知るために行った。

方 法

各処理に対して 120粒を30粒ずつ4回繰り返して行った，処理の方法は8種であるが各樹種によって実施した処理は異なっている。

結果のチェックは発芽と同じである。

結果と考察

結果は表－3に示されている。

新たに結果の追加されたものは，GOMA HUAYO PASHACO，AZUCAR HUAYO，の2種類だけである。

ISHPINGO，については，実施された処理全てについて良好な発芽の結果を示したので特に処理の必要はない。

AZUCAR HUAYO，はサンドペーパーによる擦りつけ処理だけに2回ともよい結果を示したので，事前処理にはこの方法を用いるのがよい。

PARO SANGRE AMARILLO，は，実施された処理のうち80度の温水処理に発芽しなかったのを除いて他全ての処理で良好な結果を示したので特に処理の必要はない。

ESTORAQUE，は，72時間浸水処理で実施されたものが他の処理よりも良好な結果を示した。

GOMA HUAYO PASHACO，は，AZUCAR HUAYO，と同様にサンドペーパーによる擦りつけ処理だけに2回とも良好な結果を示したので事前処理にはこの方法が適当である。

床替え時期

各樹種について床替え後の良好な成長を促すような適切な床替え時期を知るために行った。

方 法

1 m²当り30本または25本の苗木で試験を行った。一樹種一回の試験につき原則として各処理の繰返し数を3～4とした（以下床替え密度試験、根切り試験について同様）。

苗木の本葉の展開数を基準として床替え時期を区分した（発芽揃いの日数の長短による成長のばらつきのため、本葉の数は違っても同一日に床替えした樹種がある）。

結果は試験終了までの樹高と根元直径（以下直径という）の成長量と終了時の地上部、地下部の重量と長さを調べた。

結果と考察

各樹種の結果は表-4のとおりである。MOENA NEGRA を除いて16種で実施されそのうち3種で4回、4種で2回、その他は1回行われた。AZUCAR HUAYO, TORNILLO, を除いて苗高50cmを一応の基準として結果の判定をした。これは山出しの基準が原則50cmであるためである（以下の各試験とも苗高直径成長については同様である）。

CAOBA, 苗高成長については本葉の数の少ないほど良い成長を示している。直径についても同様である。88, 86年の共に6ヵ月目の各成長量について分散分析を行った結果はいずれも5%水準で有意であり、また各処理間についても有意な差が認められた。

CEDRO COLORADO, 苗高, 直径ともに3葉で良い成長を示した。

ISHPINGO, 苗高, 直径ともに差はでなかったが、比較的4, 5葉の方がよい成長を示している。
TORNILLO, 88年の6ヵ月目の直径成長量において5%水準で有意な差が認められ、処理間では2葉と4葉の間に差が認められた。2葉の方がよい成長を示している。

AZUCAR HUAYO, 苗高, 直径ともに差はでなかったが、比較的0葉の方がよい成長を示している。

COPAIBA NEGRA, 苗高, 直径ともに差はでなかった。

LAGARTO CASPI, 苗高, 直径ともに差はでなかった。

PALO SANGRE AMARILLO, 苗高, 直径ともに差はでなかった。

YACUSHAPANA AMARILLA, 苗高, 直径ともに差はでなかったが、比較的1～3葉の方がよい成長を示している。

BOLAINA BLANCA, 苗高, 直径ともに差はでなかった。

BOLAINA NEGRA, 苗高, 直径ともに差はでなかった。

ESTORAQUE, 苗高, 直径ともに1～3葉の方が5～7葉よりも比較的成長が良かった。

MARUPA, 苗高, 直径ともに3～4葉の方が1～2葉よりも比較的成長がよい。

PUMAQUIRO, 苗高, 直径ともに差はでなかった。

GAMA HUAYO PASHACO, 苗高, 直径ともに差はでなかったが比較的2葉と木葉の色が変わる時期が1葉よりも苗高の成長がよい。

床替え密度

各樹種について床替え後の良好な成長を促すような適切な床替え密度を知るために行った。

方 法

1 m²当りの床替え本数を替えて全部で7通りの方法で試験を行っているが樹種、試験実施年度によって行った試験は異なっている。

結果は試験終了までの樹高と直径の成長量と終了時の地上部、地下部の重量と長さを調べた。

結果と考察

各樹種の結果は表-5のとおりである。MOENA NEGRA を除いて16種で行った。行った回数は2種で4回、4種で3回、7種で2回、その他は1回であった。全体として床替え密度は直径成長に明らかな影響を及ぼしている。特にm²当り4×4区での直径成長は顕著であるが事業実行上6×6の2倍以上の占有面積を必要とするため難しいと考える。

CAOBA, 苗高成長については明らかな差は認められないが、直径成長については88, 86年共に分散分析により5%水準で有意な差が認められた。4×4, 5×5, 6×6, 7×7の順で成長がよくなっている。

CEDRO COLORADO, 苗高成長については差が認められないが88年の6ヵ月目の直径成長には有意な差が認められた。4×4, 5×5と他の処理の間には有意な差が認められこの2処理がよいといえる。

ISHPINGO, 苗高成長については差は認められないが、比較的4×4, 5×5の密度の方が成長がよい。

TORNILLO, 苗高成長については明らかな差は認められないが88年の6ヵ月目の直径成長について分散分析により有意な差が認められた。処理間では4×4と6×6, 7×7の間で有意な差が現れ4×4がよいといえる。

AZUCAR HUAYO, 苗高成長で比較的5×5, 6×6が良く、直径成長では7×7が悪い以外は差は認められない。

COPAIBA NEGRA, 苗高, 直径成長ともに比較的5×5, 6×6で良かった。

PALO SANGRE AMARILLO, 苗高, 直径成長ともに差はでなかった。

BOLAINA BLANCA, 苗高, 直径成長ともに差はでなかった。

BOLAINA NEGRA, 苗高50cm前後では苗高, 直径成長ともに有意な差は認められなかった。

ESTORAQUE, 苗高, 直径ともに差はでなかった。

GOMA HUAYO PASHACO, 直径成長に87年4ヵ月目, 86年の5ヵ月目で有意な差が認められた。4×4と他の処理に差がでたが、他の処理どうしには差は認められない。4×4がよいといえる。

LUPUNA BLANCA, 直径成長に有意な差はでなかったが4×4と他の処理の平均値には差が認めら

れ $4 * 4$ の方がよかった。

根切り

各樹種の成長に対する根切りの効果を知るために行った。

方 法

それぞれ4通りの方法で行い、主根、側根、主根と側根、無処理についてそれぞれ根切りの回数を1回、2回、3回の3種類行った。

各年度、各樹種によって実施した処理は異なっている。

結果は試験終了までの樹高と直径の成長量と終了時の地上部、地下部の重量と長さを調べた。

結果と考察

各樹種の結果は表－6のとおりである。13種で実施し中間報告以後に実施したのは9種でありこの中で2回以上行われたのは5種である。

一般的に側根処理は苗高、直径成長には影響をおよぼさなかった。また試験終了時の根の状態は主根処理と主根＋側根処理でよりはっきりと側根の発育が良好なことが確認された。

CAOBA, 主根処理では根切りの回数により苗高成長に明らかな差が認められるが、直径成長には差は認められない。

側根処理では苗高、直径成長とも差がみられなかった。

主根＋側根処理では苗高成長では根切りの回数による差がみられる。直径成長では根切りの差はでているが回数による差はみられない。

CEBRO COLORADO, 主根処理では苗高、直径ともに根切りと回数による差がみられるが回数については3回目の影響はみられない。

側根処理では苗高、直径成長とも差がみられなかった。

主根＋側根処理では苗高、直径成長ともに根切りの回数による差が見られる。特に根切りによるとみられる枯損などの影響はみられない。

ISHPINGO, 主根処理では苗高直径ともに根切りによる差は認められない。

側根処理では、苗高、直径成長とも差がみられなかった。

主根＋側根処理では苗高成長で根切りと回数による差が認められ、直径成長についても根切りの差が認められる。特に根切りによるとみられる枯損などの影響はみられない。

TORNILLO, 主根処理では苗高直径ともに根切りによる差は認められない。

側根処理、主根＋側根処理についても同様であった。主根＋側根処理に根切りによるとみられる枯損が多くみられた。

BOLAINA BLANCA, 記録不備のため分析不能。

BOLAINA NEGRA, 主根処理では苗高直径ともに根切りによる差は認められない。側根処理、主根＋側根処理についても同様であった。

特に根切りによる枯損などの影響はみられない。

GOMA HUAYO PASHACO, 主根処理では苗高直径ともに根切りによる差は認められない。側根処理, 主根+側根処理についても同様であった。

特に根切りによる枯損などの影響はみられない。

LUPUNA BLANCA, 主根処理では苗高直径ともに根切りによる差は認められない。側根処理, 主根+側根処理についても同様であった。

特に根切りによる枯損などの影響はみられない。

表-1 人工更新期待樹種

Caoba	Swietenia macrophylla	A
Cedro colorado	Cedrela odorata	A
Ishpingo	Amburana cearensis	A
Tornillo	Cedrelinga catenaeformis	A
Azucar Huayo	Hymenaea oblongifolia Huber	B
Copaiba negra	Copaifera sp.	B
Lagarto Caspi	Calophyllum brasiliensis	B
Moena negra	Nectandra sp.	B
Palo sangre amarillo	Swartzia sp.	B
Yacushapana	Buchenovia grandis	B
Bolaina blanca	Guazuma crinita	C
Bolaina negra	Guazuma ulnifolia	C
Estoraque	Myroxilon balsamun	C
Marupa	Simarouba amara	C
Pumaquiro	Aspidosperma macrocarpom	C
Goma huayo pashaco	parkia appositifolia	D
Lupuna	Chorisia	D

表-2 発芽試験

樹種	要 発 芽 日 数					要 発 芽 摘 日 数					発 芽 率 (%)						
	1984	1985	1986	1987	1988		1984	1985	1986	1987	1988	1984	1985	1986	1987	1988	平均
CAOBA		24	17					11	17				100	90			95
CEDRO COLORADO		15		12				16		11			89		56		73
ISHPINGO		9	5	7	5			17	12	20	12		88	90	84	87	87
TORNILLO			5	7	7				9	23	12			97	94	82	91
AZUCAR HUAYO		14						14					37				37
		12		8				7		16			98		93		96
COPAIBA NEGRA			15						14					94			94
LAGARTO CASPI		35		14				87		20			74		70		72
MOENA NEGRA		26						19					100				100
PALO SANGRE AMARILLO	12		20	22		26			23	32		33		59	44		45
YACUSHAPANA AMARILLO		22				33						52					52
BOLAINA BLANCA		7	6	5				23	11	27			39	15	61		38
BOLAINA NEGRA		13	7	24				39	16	21			60	29	34		41
ESTORAQUE		5						7					84				84
MARUPA			13		16				16		12			24		50	37
PUMAQUIRO	3	6	7			17		16	17			97		93			96
GOMA HUAYO PASHACO	4		5	6	5	11			7	12	5	80		100	99	92	93
LUPUNA BLANCA			6	8	6				14	13	23			87	36	91	71

表-3 発芽促進処理試験

1986, 1988年

樹 種	要 発 芽 日 数								要 発 芽 揃 日 数								発 芽 率 (%)							
	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	f	g	h
Quillobordon Pashaco	7	6	6	6	5	4	7		13	14	14	12	13	17	8		34	19	28	23	23	93	93	
Ishpingo	4	4	5	3	3	4	4		5	9	10	7	9	6	5		95	99	97	99	99	83	91	
Copaiba blanca	7	9	10	8	8	6	8		20	18	17	23	23	10	7		98	96	92	91	94	62	43	
Estoraque	22	19	22	19	20			19	19	21	19	22	21			22	73	56	55	58	58			52
Palosangre amariollo	11	13	11	11	11				28	26	28	28	28				100	98	92	94	87			
Palosangre negro	11	10	12	11	11				6	7	5	6	6				41	48	41	38	40			
Go ma Huayo pashaco	3	4	4	9	3	3	3	5	30	27	28	25	26	7	10	27	25	19	15	14	18	99	98	48
Azucar Huayo *	3	3	3	3	3	7	3	3	15	15	10	15	15	15	14	15	29	35	9	32	35	92	84	31
Goma Huayo pashaco *	13	10	18	18		17	19	23	8	1	5	1		16	15	9	14	1	4	2	0	99	91	6

＊は1988年実施

処理方法

a. 浸水72時間

b. " 24 "

c. 無処理

d. 希硫酸水溶液に10分間浸す

e. " 5 "

f. サンドペーパー振りつけ、浸水2時間

g. サンドペーパー振りつけ

h. 80度熱湯処理 その状態で4時間浸す

*は1988年実施

処理方法

- a. 浸水72時間
- b. " 24 "
- c. 無処理
- d. 希硫酸水溶液に10分間浸す
- e. " 5 "
- f. サンドペーパー振りつけ、浸水24時間
- g. サンドペーパー振りつけ
- h. 80度熱湯処理 その状態で4時間浸す

表-4 床替時期試験

1984年

樹種	発育段階	活着率 %	成長経過 (月)																		幹重 Gr	根長 cm	根重 Gr		
			1		2		3		4		5		6		7		8		9						
			苗高 (cm)	根径 (mm)	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径					
①Gomahuayo Pashaco																									
	1	葉	100																						
	床替日	31-7-84	3	"	100																				
②Bolaina Negra																									
	4-6	"	73																						
	床替日	25-7-84	8-10	"	80																				
③Cumala Negra																									
	2-3	"	100																						
	床替日	10-6-84	5-7	"	83																				
④Requia Negra																									
	3-4	"	63																						
	床替日	21-8-84	5-7	"	73																				

床替時期試験

1985年

樹種	發育段階	活着率 %	成長経過 (月)																		幹重 Gr	根長 cm	根重 Gr
			1		2		3		4		5		6		7		8		9				
			苗高	根徑	苗高	根徑	苗高	根徑	苗高	根徑	苗高	根徑	苗高	根徑	苗高	根徑	苗高	根徑	苗高	根徑			
①Tahuari Amarillo																							
	1-2	葉	100	6.7	—	9.5	2.8	16.7	4.7	39.5	6.5	60.2	9.3										
	3-4	"	97	7.1	—	10.3	2.9	16.4	4.8	34.8	6.4	50.5	8.6										
②Yacushapana Amarilla																							
	まき付日	5-9-85																					
	床替日	29-10-85	100	4.2	—	8.6	2.4	23.2	5.3	50.2	8.1	85.2	9.6										
	5-7	"	100	8.5	2.0	17.8	4.9	46.5	8.1	89.2	10.0												
③Yacushapana Negra																							
	まき付日	4-9-85	97	4.7	—	7.5	2.1	16.1	4.9	39.4	7.8	58.4	10.1	94.7	11.1	125.1	13.1	136.0	13.9				
	床替日	29-10-85	93	5.3	—	8.8	2.3	19.1	5.4	41.8	7.1	64.4	9.5	88.4	10.5	14.3	12.2	127.1	12.8				

(附)

[illegible]

[illegible]

359861

— 65 —

表-4 床替元時期試験

1986年

樹種	試験区分	成長経過																		幹重	根長	根重	TR率					
		(月数)																										
		1		2		3		4		5		6		7		8		9						10				
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径					苗高	直径			
⑤CORA まき付け日 8/25/86 床替え日 10/7/86 ”(5.6葉) 11/7/86	(葉)	19.1	4.0	25.5	5.6	40.9	7.8	63.1	9.7	79.8	11.3	88.2	12.9	91.1	13.5	98.0	14.3					(g)	(cm)	(g)				
	4																							140.3	26.4	21.2	6.62	
	5			19.4	3.9	28.5	5.9	46.4	7.7	62.7	8.8	70.1	10.3	73.1	10.6	79.1	11.2							67.2	24.2	8.2	8.20	
	6			19.3	3.9	29.2	5.9	46.0	7.4	61.0	8.3	71.7	9.8	75.4	10.2	81.5	11.0							76.3	25.5	8.7	8.77	
⑥ISHPINCO まき付け日 8/7/86 床替え日 8/25/86																												
	3			29.0	3.2	36.9	4.9	55.0	7.0	65.9	9.7	109.0	11.7	133.5	13.7									206.7	27.9	69.8	2.96	
	4			30.2	3.0	39.3	5.5	59.7	8.0	84.8	10.7	113.4	12.7	136.6	14.2									215.0	28.0	73.5	2.93	
	5			31.4	3.1	41.4	5.7	63.1	8.3	88.8	11.0	118.7	13.2	142.9	15.1									231.6	29.7	88.5	2.62	
⑦BOLAINA BLANCA まき付け日 9/20/86 床替え日 11/26/86																												
	1			36.3	6.4	122.6	12.9	164.1	14.8															151.8	26.4	23.7	6.41	
	2			26.5	5.2	110.3	11.9	150.2	13.9															136.5	28.8	24.1	5.56	
	3			34.8	5.9	111.8	12.2	147.5	14.2															133.6	29.6	26.2	5.10	
⑧PUMAQUIRO まき付け日 9/15/86 床替え日 10/23/86 ”(5葉) 11/12/86																												
	3			14.6	3.1	17.6	3.7	24.3	4.3	31.7	4.7	40.7	6.0	50.1	6.8	57.8	7.3							63.1	19.2	9.0	7.01	
	4			15.4	3.4	18.8	4.1	25.8	4.8	32.4	5.5	43.6	7.0	54.1	8.0	61.8	9.0	7.7	7.7					109.1	22.7	17.7	6.16	
	5			16.8	3.3	19.2	4.0	24.5	4.7	31.1	4.9	41.4	6.3	51.6	7.1	59.1	7.8	8.4	8.4					76.5	20.5	13.9	5.50	
⑨CAMA HUAYO PASHACO まき付け日 9/19/86 床替え日 11/13/86																												
	1	14.6	3.7	19.5	5.1	31.5	6.6	49.9	9.5	76.2	12.1	107.2	14.8	113.0	15.5									136.0	24.4	16.6	8.19	
	2	16.5	4.1	20.6	5.7	34.1	6.9	41.7	9.7	80.2	12.5	109.4	15.4	119.2	16.1									144.5	22.0	17.4	8.30	
	3	16.2	4.0	19.8	5.4	21.2	6.8	49.9	9.4	75.6	12.0	102.7	14.7	112.3	15.5									131.5	23.3	17.0	7.74	

表-4 床替え時期試験

1987年

樹 種	試験区分 発育段階	成 長 経 過 (月数)																		幹 重	根 長	根 重	TR率		
		1		2		3		4		5		6		7		8		9						10	
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径					苗高	直径
①CAOBA まき付け日 7/2/87 床替え日 8/6/87 " (5期) 8/28/87 " (6期) 9/7/87	(葉)																					(g)	(cm)		
		4	18.0	3.0	23.5	4.7	33.8	6.7	56.2	8.1	79.7	10.9	82.6	12.0								108.4	31.2	13.1	8.27
		5	17.3	2.6	20.6	3.9	28.1	5.6	46.8	7.7	70.3	9.6	73.7	10.8								84.8	30.9	10.3	8.23
		6			18.5	3.1	23.2	4.6	38.0	7.0	59.0	8.5	62.8	9.7								72.9	28.8	8.7	8.38
②CEDRO COLORADO まき付け日 4/3/87 床替え日 5/7/87																									
		2	6.8		10.5	3.7	15.8	5.5	22.5	8.0	27.5	8.5	64.4	12.1								186.9	18.3	57.4	3.26
		3	8.1		12.1	4.4	19.4	6.9	32.7	9.9	37.9	10.5	83.7	15.2								173.7	22.8	40.4	4.30
		4	6.9		8.9	2.6	11.8	3.7	16.2	5.5	18.5	5.7	56.5	9.1								57.8	17.4	16.3	3.55
③SHIPINGO まき付け日 8/26/87 床替え日 9/22/87																									
		3	21.5	2.5	29.5	4.3	44.5	6.0	65.1	7.9	92.6	10.6										102.7	21.7	28.7	3.58
		4	21.6	2.4	31.8	4.6	51.6	6.7	77.5	9.2	106.8	11.7										121.7	24.5	38.1	3.19
		5	21.4	2.5	29.8	4.4	48.3	6.4	74.6	8.9	102.8	11.5										127.1	23.8	32.6	3.90
④COPAIBA NEGRA まき付け日 8/27/87 床替え日 9/26/87																									
		1	15.3	2.7	18.6	3.4	22.0	4.4	26.6	5.1	30.6	6.4	35.2	7.7											
		2	15.1	2.8	18.3	3.4	21.8	4.5	25.1	5.0	29.5	6.2	34.1	7.5								91.5	29.2	26.9	3.40
																						94.5	32.1	28.3	3.34
⑤PALO SANGRE AMARILLO まき付け日 12/16/86 床替え日 1/26/86																									
		2	10.1		13.3	2.9	17.3	4.0	24.2	5.0	30.9	5.9	40.1	7.1								69.5	28.0	33.3	2.09
		3	11.2		14.3	3.1	18.2	4.1	25.3	5.0	32.6	6.1	43.6	7.5								66.2	28.8	33.2	1.99
		4	11.6		14.4	3.1	18.0	3.9	25.0	5.0	33.3	5.9	40.8	7.2								71.9	26.5	31.1	2.31
⑥BOLAINA NEGRA まき付け日 11/5/86 床替え日 1/30/87																									
		7	12.5		29.5	4.1	75.3	8.1	136.9	12.1	156.6	13.2										147.6	21.0	25.6	5.77
		8	15.5		33.1	4.3	85.6	8.6	141.2	13.0	157.4	14.1										166.8	23.1	38.7	4.31
		9	20.1		36.2	4.5	82.9	8.6	143.7	12.7	159.4	13.5										144.8	21.8	29.2	4.96
⑦DESTORAQUE まき付け日 8/28/87 床替え日 10/5/87 " (5-7期) 12/8/87																									
		1-3	11.7	2.0	16.3	2.9	24.0	3.7	31.3	4.6	42.6	6.0	52.5	7.3								60.4	27.5	11.4	5.30
		5-7			17.4		16.4	3.1	18.7	3.3	23.2	3.9	29.8	4.5								20.2	24.8	4.9	4.12
⑧GOMA HUAYO PASHACO まき付け日 6/21/87 床替え日 7/14/87																									
		1	13.3	2.9	19.4	4.8	36.2	7.4	62.3	10.9	94.6	14.1										124.2	36.3	19.6	6.34
		2	14.6	3.4	21.2	5.0	37.3	7.8	63.9	11.2	94.3	14.5										113.4	32.7	17.0	6.67
		3	14.6	2.9	21.6	4.7	39.1	7.6	64.4	11.6	92.1	14.2										118.3	25.6	16.6	7.13

[illegible]

表-5 床替密度試験

1984年

樹種	床替方法	成長経過(月)																		幹重 Gr	根長 cm	根重 Gr	TR率																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		1		2		3		4		5		6		7		8		9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		苗高 (cm)	根径 (mm)	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
①Gomchuayo pashaco																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

表-5 床替密度試験

1985年

樹種	床替方法	成 長 経 過 (月)												幹 重	根 長	根 重	TR率															
		1			2			3			4							5			6			7			8			9		
		苗高	根径	根径	苗高	根径	根径	苗高	根径	根径	苗高	根径	根径	苗高	根径	根径		苗高	根径	根径	苗高	根径	根径	苗高	根径	根径	苗高	根径	根径	Gr	cm	Gr
①Yahuari Anarillo まき付日 11-9-85 床替日 16-10-85	5×6	5.8	—	9.2	2.9	16.3	4.2	37.1	6.4	50.3	7.6																	37.5	28.1	15.5	2.5	
	6×6	6.4	—	9.8	3.0	17.4	4.1	40.5	6.1	56.2	7.6																40.5	27.1	13.5	3.0		
	5×5	6.1	—	8.4	3.0	15.4	4.2	36.1	8.4	50.4	9.9																49.5	28.2	25.0	2.1		
	6×5	6.0	—	9.2	3.2	19.4	4.7	42.9	7.3	60.5	9.3																55.0	28.0	22.5	2.7		
②Yacushapana amarillo まき付日 5-9-85 床替日 29-10-85	5×6	5.1	—	10.6	3.1	25.2	6.1	60.4	8.5	89.2	9.9																	95.0	29.1	14.0	6.6	
	6×6	4.7	—	11.0	3.1	30.1	5.8	69.5	8.7	97.8	10.4																	124.5	29.4	16.5	7.5	
	5×5	4.6	—	9.0	2.8	20.2	5.9	53.2	8.3	82.4	9.9																	100.0	29.8	13.0	7.8	
	6×5	4.2	—	9.3	2.8	22.8	5.4	55.2	7.8	80.0	9.3																	88.5	28.8	12.5	8.8	
③Pumaquiro まき付日 23-7-85 床替日 3-9-85 " 22-8-85	5×6	15.6	—	16.7	4.8	21.3	5.1	31.0	5.2	48.0	6.7	54.5	7.7															37.5	23.2	6.9	6.3	
	6×6	15.8	—	19.7	3.9	25.7	4.7	37.0	5.2	53.6	6.9	62.0	8.0															44.0	27.0	6.5	7.6	
	5×5	18.6	—	19.3	5.3	24.3	5.5	34.6	6.0	51.7	7.6	59.7	8.4															50.5	25.6	12.0	4.5	
	6×5	17.4	—	17.8	4.6	23.4	5.6	33.4	5.8	51.0	7.4	58.7	8.1															47.0	21.7	9.0	5.5	
④Yacushapana negra まき付日 4-9-85 床替日 24-10-85	5×5	4.3	—	6.2	—	12.9	3.9	32.6	8.0	46.3	9.4	77.4	10.4	107.4	12.1	119.7	13.3											131.7	23.5	23.2	4.8	
	5×6	3.6	—	4.9	—	8.7	2.9	27.7	7.2	44.8	9.1	79.4	10.6	114.4	12.0	126.7	12.9											143.3	19.9	20.0	6.4	
	6×5	4.0	—	5.6	—	10.2	3.1	31.0	6.6	46.9	8.0	72.2	9.0	93.6	10.7	107.1	11.7											151.7	20.9	22.4	4.9	
	6×6	4.3	—	5.8	—	10.7	2.7	27.3	5.1	41.2	6.6	67.8	8.0	86.0	8.8	102.0	10.9											78.8	23.4	14.8	4.3	
⑤Bolina blanca まき付日 25-9-85 床替日 5-12-85	5×6	14.9	3.0	55.6	8.6	120.9	12.3	138.7	16.7	192.3	20.0																	236.5	22.9	50.5	4.6	
	6×6	15.2	3.2	54.6	7.7	108.3	10.6	154.2	13.3	214.8	16.9																	192.8	16.5	35.2	5.9	
	5×6	14.5	2.8	53.2	7.4	115.6	10.6	165.5	14.8	218.8	19.1																	212.2	20.9	39.4	5.1	
	6×6	17.4	3.2	71.7	7.7	125.9	10.7	168.3	14.5	213.2	17.5																	177.5	20.6	32.0	6.2	
⑥Achiote caspi まき付日 15-8-85 床替日 30-9-85	5×5	4.8		6.9		16.2	5.9	57.8	10.6	127.6	15.3	168.2	16.3															258.5	25.2	38.5	7.4	
	6×5	5.2		7.9		23.8	7.2	68.8	10.2	135.5	15.2	174.4	16.1															299.1	27.2	38.9	8.5	
	5×6	4.8		6.9		15.5	4.9	51.1	8.3	113.4	11.3	143.9	11.9															157.8	22.3	14.7	10.4	
	6×6	4.9		8.1		28.1	7.6	71.5	11.1	144.6	15.0	185.4	16.2															266.0	27.3	37.5	7.7	
⑦Isipingo まき付日 31-7-85 床替日 3-9-85	5×6	19.2		26.3	3.7	42.2	5.6	68.3	7.4	91.2	8.9	113.5	12.0	125.9	13.7														147.0	31.5	81.0	1.9
	6×6	19.7		30.4	4.0	48.9	6.5	76.4	8.7	102.4	10.1	128.2	13.5	140.8	14.2														181.5	30.7	100.5	2.0
	5×6	18.3		27.6	3.9	46.6	6.3	74.4	8.4	101.8	9.9	129.6	13.1	141.3	13.9														175.6	30.6	92.5	2.1
	6×6	18.0		26.7	3.7	42.4	5.5	67.7	7.2	88.3	8.0	107.2	10.9	119.3	12.2														133.0	28.1	62.7	2.2

[illegible]

表-5 床替密度試験

1986年

樹種	床替方法	成長経過(月)																		幹重	根長	根重	TR率
		1		2		3		4		5		6		7		8		9					
		苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径				
①Estrorae	5×5	10.2	—	15.3	—	21.7	3.6	30.0	5.0	38.9	5.7	54.5	6.7	63.7	8.3	75.8	9.5	90.8	10.4		Gr		
まき付日 12-8-85												103.0	11.8	114.9	13.3	120.1	13.3	133.3	14.7	238.0	35.1	53.0	4.5
床替日 24-10-85	6×5	10.4	—	16.1	—	22.6	3.6	34.0	5.1	41.2	5.6	51.6	6.8	68.0	8.0	81.3	8.9	88.3	9.8				
												100.6	11.0	117.6	11.9	121.7	12.1	142.1	12.5	202.5	34.7	38.0	4.8
	5×6	10.5	—	15.5	—	20.8	3.3	34.1	5.0	46.4	5.7	50.3	6.8	71.0	8.4	87.0	9.3	94.5	10.6				
												109.2	11.6	120.2	12.6	133.3	12.9	149.2	14.6	263.5	33.1	47.8	5.7
	6×6	11.2	—	15.3	—	18.9	3.1	26.8	4.2	29.1	4.7	42.2	5.3	56.8	6.4	69.2	7.4	72.1	7.8				
												85.3	8.7	88.8	9.4	91.3	9.5	101.6	10.2	115.5	31.2	24.5	3.8
②Lagarto Caspi	5×5							15.9	—	20.6	3.3	23.8	3.6	37.0	5.3	45.6	6.5	53.6	7.6	62.2	26.5	11.2	3.8
まき付日 25-9-85	6×5							14.8	—	18.7	3.3	24.1	4.1	32.6	4.8	39.9	5.8	51.7	7.1	46.2	29.6	8.4	5.1
床替日 17-12-85	5×6							19.7	—	25.0	3.6	32.5	4.6	45.5	5.9	55.2	6.8	65.6	8.0	92.5	29.4	8.5	8.6
	6×6							20.1	—	26.2	3.7	33.5	4.6	40.0	5.3	49.1	6.0	60.1	7.3	60.0	33.4	9.8	5.8
③Ubos	5×5			15.4	4.3	47.9	7.5	64.1	10.0	91.0	12.2	116.1	14.8	128.0	16.9					305.0	26.0	125.0	2.2
まき付日 28-1-86	6×5			17.9	5.0	62.5	8.2	84.2	10.8	123.6	13.2	158.9	15.2	174.5	15.9					372.5	29.6	129.0	2.7
床替日 20-3-86	5×6			17.4	5.1	59.8	8.4	79.4	11.3	119.2	14.2	151.9	16.8	169.9	18.4					346.0	30.0	160.0	2.1
	6×6			16.7	5.2	62.0	8.0	84.2	11.2	122.0	14.3	160.2	18.8	179.0	23.0					600.0	33.7	228.9	2.5
④Tornillo	6×5	12.0	—	16.4	4.3	18.3	5.1	21.6	5.7	24.6	6.1	27.6	6.9	31.3	7.3					30.2	19.7	8.0	3.9
まき付日 7-2-86	5×5	12.3	—	17.6	4.2	19.8	5.0	23.0	5.6	26.1	6.1	29.8	7.6	35.7	7.8					44.0	18.6	11.2	4.2
床替日 27-2-86	5×6	11.9	—	18.4	4.3	20.1	4.9	22.1	5.4	24.4	5.8	27.7	6.5	32.4	7.1					36.2	19.4	8.9	4.3
	6×6	12.1	—	18.7	4.2	21.9	5.0	23.3	5.5	25.3	5.9	30.0	6.8	35.3	7.3					37.2	17.3	9.8	3.9

[illegible]

表-5 床替え密度試験

1986年

樹 種	試験区分 密度	成長経過 (月数)																				幹重 (g)	根長 (cm)	根重 (g)	TR率
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10					
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径				
⑧CAOBA まき付け日 8/25/86 床替え日 10/7/86	4×4 5×5 6×6 7×7	14.8 15.3 15.6 15.3	2.3 2.4 2.4 2.3	17.3 18.5 18.8 18.6	3.5 3.7 3.6 3.4	22.3 24.4 26.3 28.7	5.4 5.7 5.5 5.3	36.3 41.6 44.3 45.4	7.9 7.7 7.2 6.6	57.7 63.3 64.5 61.1	10.0 9.4 8.5 7.4	72.3 78.5 78.4 70.0	12.0 11.0 9.7 8.0	82.4 88.2 89.8 76.0	13.3 12.2 10.8 8.8	87.1 92.9 95.1 79.7	13.9 12.6 11.3 8.9	93.1 97.2 97.3 81.1	14.5 13.4 11.8 9.3	120.6 102.2 81.1 44.0	26.4 26.5 24.7 22.4	17.1 13.2 10.4 5.6	7.05 7.74 7.80 7.86		
⑨ISUPINCO まき付け日 8/1/86 床替え日 8/28/86	4×4 5×5 6×6 7×7			26.9 29.1 27.7 29.5	2.9 3.0 3.0 3.0	34.0 37.2 35.3 37.9	5.0 5.4 4.8 5.0	50.8 56.3 52.6 54.9	7.1 7.4 6.7 6.7	71.8 77.7 70.8 73.7	9.5 9.4 8.7 8.3	97.3 108.7 97.5 96.6	11.6 11.3 10.3 9.8	117.8 128.6 115.2 113.8	13.2 13.2 11.7 11.4					164.1 183.8 141.2 117.4	26.6 25.2 25.4 25.1	66.4 62.6 47.2 41.2	2.47 2.94 2.99 2.85		
⑩BOLAINA BLANCA まき付け日 9/20/86 床替え日 11/26/86	4×4 5×5 6×6 7×7			31.7 38.3 49.6 43.7	6.1 5.8 5.5 5.0	127.0 124.8 116.9 110.1	14.4 12.6 10.5 8.8	165.4 168.4 155.7 145.8	16.7 14.0 12.1 10.0											177.5 128.9 91.6 68.6	31.1 27.6 26.2 21.8	38.1 19.2 12.9 8.3	4.66 6.71 7.10 8.27		
⑪PIMAQUIRO まき付け日 9/19/86 床替え日 11/4/86	4×4 5×5 6×6 7×7	13.0 13.2 13.3 13.1	3.2 3.3 3.3 3.3	15.8 15.9 16.1 16.0	4.4 4.4 4.2 4.3	26.0 25.7 27.1 27.2	5.6 5.7 5.6 5.4	41.2 42.3 44.4 43.9	9.0 8.3 7.9 7.3	63.4 65.2 67.8 65.6	12.3 11.0 10.3 9.2	97.3 96.9 97.4 90.7	15.9 13.7 12.9 10.9	106.2 103.8 103.6 97.2	17.3 14.9 13.8 11.7					174.6 123.4 103.6 68.7	26.1 24.8 24.3 22.2	23.4 15.0 12.7 9.0	7.46 8.23 8.16 7.63		
⑫JUPINA BLANCA まき付け日 10/2/86 床替え日 11/3/86	4×4 5×5 6×6 7×7	11.6 11.8 12.3 12.2	1.9 2.0 2.1 2.0	19.7 21.7 22.6 24.1	3.8 3.7 3.8 3.6	53.6 56.6 63.8 64.6	9.3 8.1 8.3 7.6	103.6 101.7 100.4 83.7	14.4 12.3 11.7 10.4	136.8 126.2 119.8 109.5	18.5 14.7 14.2 11.8	142.3 130.8 124.9 112.0	20.2 15.5 15.0 12.4						253.8 150.5 131.6 87.8	34.9 30.5 26.9 24.0	63.2 33.1 32.6 20.0	4.02 4.35 4.04 4.39			

表-5 床替え密度試験

1987年

樹種	試験区分 密度 (本数/㎡)	成長経過 (月数)																		幹重 (g)	根長 (cm)	根重	TR率		
		1		2		3		4		5		6		7		8		9						10	
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径					苗高	直径
①CEDRO COLORADO まき付け日 4/3/87 床替え日 5/5/87	4×4	7.0		9.8	3.3	14.7		24.0	8.3	30.3	8.8	53.2	14.8									116.1	21.6	34.2	3.39
	5×5	6.8		9.7	3.3	16.0		25.3	7.8	34.2	8.3	70.2	12.9									104.2	21.9	26.4	3.95
	6×6	7.2		10.6	3.7	16.1		23.4	7.0	26.4	7.2	52.8	10.0									59.0	17.5	15.5	3.81
	7×7	7.6		11.4	3.7	16.2		23.4	6.6	29.0	7.0	61.4	9.8									65.6	18.0	15.7	4.18
②ISUPINGO まき付け日 8/26/87 床替え日 9/23/87	4×4	22.4		31.3	4.6	48.0		74.8	9.3	108.4	11.5											138.3	23.4	34.6	4.00
	5×5	21.9		30.9	4.6	48.4		73.3	9.1	105.3	11.6											119.5	22.5	35.1	3.40
	6×6	21.9		30.1	4.2	45.3		67.6	8.1	90.8	10.0											86.4	24.0	25.4	3.40
	7×7	20.7		29.9	4.2	45.1		65.3	7.6	82.1	9.2											80.9	19.3	19.2	4.21
③COPAIBA MEGRA まき付け日 8/27/87 床替え日 9/28/87	4×4	13.1		16.6				22.4	4.7	25.3	5.9	29.2	6.8												
	5×5	12.8		17.3				24.1	4.8	28.8	6.2	35.6	7.3												
	6×6	12.6		17.0				24.1	4.9	29.0	6.2	34.9	7.3												
	7×7	12.9		16.3				22.1	4.5	27.0	5.5	32.0	6.5												
④PALO SANGRE AMARILL まき付け日 12/16/86 床替え日 1/26/86	4×4	10.7		13.7	2.9	17.1		22.9	4.6	28.9	5.5	36.6	7.0									64.0	29.0	33.1	1.93
	5×5	10.9		13.9	2.9	17.4		23.3	4.6	29.5	5.6	38.1	6.7									63.2	27.5	30.0	2.11
	6×6	10.9		14.0	2.9	17.7		23.9	4.8	32.1	5.7	41.0	7.1									57.6	26.0	25.4	2.27
	7×7	10.7		13.8	2.8	17.5		23.4	4.5	30.0	5.5	37.6	6.5									42.0	26.3	18.0	2.33
⑤BOLAINA MEGRA まき付け日 11/5/86 床替え日 1/30/87	4×4	14.7		21.1	2.6	51.4		113.1	12.7	133.9	14.0											185.0	22.5	37.9	4.88
	5×5	13.8		21.4	3.0	59.3		121.6	11.4	138.7	12.6											143.7	21.5	24.6	5.84
	6×6	13.5		21.1	2.9	56.9		112.1	9.7	125.4	10.3											94.9	20.0	17.4	5.45
	7×7	15.1		21.9	2.6	59.1		105.0	8.4	120.6	8.9											75.4	17.8	11.7	6.44
⑥ESTURQUE まき付け日 8/28/87 床替え日 10/6/87	4×4	12.9		18.9	3.1	27.8		38.2	5.8	52.5	7.3	64.0	8.8									83.5	32.6	16.6	5.03
	5×5	12.8		17.9	3.0	26.4		36.4	5.4	48.5	7.1	60.3	8.1									68.9	29.5	11.6	5.94
	6×6	11.8		16.9	2.9	24.8		34.2	5.1	45.7	6.5	58.4	7.5									57.8	29.5	10.7	5.40
	7×7	11.6		16.7	3.0	25.7		35.1	5.3	48.2	6.5	58.4	7.3									51.1	29.4	9.4	5.44

表-5.床替え密度試験

1988年

樹種	試験区分	成長経過 (月数)																				幹重	根長	根重	TR率	
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10						
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径					
①CAOBA まき付け日 8/12/86 床替え日 9/14/88	(本数/㎡) 4×4 5×5 6×6 7×7	苗高 (cm)	直径 (mm)																			(g)	(cm)	(g)		
		16.5	2.8	22.2	5.3	39.0	8.2	61.6	11.1	86.6	12.6	107.3	15.1													
		15.7	2.8	22.0	5.0	40.9	7.2	60.7	9.0	78.1	10.2	96.1	11.8													
		16.1	2.8	22.6	4.8	39.8	6.6	59.9	8.1	76.7	9.1	92.2	10.5													
		16.3	2.9	24.1	4.9	43.8	6.5	63.7	7.8	77.7	8.7	91.6	9.9													
②CEDRO COLORADO まき付け日 2/25/88 床替え日 4/13/88	4×4 5×5 6×6 7×7	4.3 4.5 4.3 4.5	8.5 9.2 8.9 9.5																							
		4.3		8.5	3.1	16.0	7.2	30.7	10.2	40.1	12.7	51.9	14.7													
		4.5		9.2	3.3	17.9	7.3	34.6	9.9	47.7	12.3	60.1	13.9													
		4.3		8.9	3.0	19.7	6.5	31.4	8.4	42.6	10.3	54.3	11.7													
		4.5		9.5	3.2	21.2	6.2	37.0	7.6	49.1	9.2	58.9	10.9													
③ISHPINGO まき付け日 8/2/88 床替え日 8/25/88	4×4 5×5 6×6 7×7	16.6 16.3 15.9 17.2	2.2 2.2 2.2 2.3	22.4 22.7 21.0 24.7	3.6 3.7 3.7 3.8	32.5 32.8 29.6 34.2	4.9 4.9 4.6 5.0	49.7 51.5 41.8 56.7	6.9 7.0 5.9 6.8	71.5 73.6 58.2 78.8	8.7 8.9 7.1 8.5	99.1 101.2 77.7 101.4	10.7 11.0 8.6 10.3													
		16.6	2.2	22.4	3.6	32.5	4.9	49.7	6.9	71.5	8.7	99.1	10.7													
		16.3	2.2	22.7	3.7	32.8	4.9	51.5	7.0	73.6	8.9	101.2	11.0													
		15.9	2.2	21.0	3.7	29.6	4.6	41.8	5.9	58.2	7.1	77.7	8.6													
		17.2	2.3	24.7	3.8	34.2	5.0	56.7	6.8	78.8	8.5	101.4	10.3													
④TORNILLO まき付け日 1/21/88 床替え日 2/10/88	4×4 5×5 6×6 7×7	9.9 9.4 9.0 9.3	2.9 2.7 2.8 2.9	12.9 12.6 12.5 12.5	3.6 3.4 3.4 3.5	18.4 18.0 17.4 19.0	4.2 4.0 4.0 4.0	23.4 22.7 21.8 24.7	5.1 4.8 4.6 4.7	30.9 30.1 28.9 32.2	6.8 6.2 5.9 5.8	38.2 37.3 34.9 39.8	8.1 7.1 6.7 6.6													
		9.9	2.9	12.9	3.6	18.4	4.2	23.4	5.1	30.9	6.8	38.2	8.1													
		9.4	2.7	12.6	3.4	18.0	3.9	22.7	4.8	30.1	6.2	37.3	7.1													
		9.0	2.8	12.5	3.4	17.4	4.0	21.8	4.6	28.9	5.9	34.9	6.7													
		9.3	2.9	12.5	3.5	19.0	4.0	24.7	4.7	32.2	5.8	39.8	6.6													
⑤AZUCAR HUAYO まき付け日 3/10/88 床替え日 4/8/88	4×4 5×5 6×6 7×7	13.9 13.7 14.4 13.5	3.9 4.0 3.9 3.8	17.1 18.2 19.4 18.1	4.1 4.1 4.0 3.9	18.4 19.8 21.1 19.2	5.0 5.0 4.8 4.7	19.8 21.3 23.7 20.6	5.3 5.3 5.3 5.0	22.9 23.9 26.2 21.9	5.8 5.8 5.7 5.3	24.6 26.2 28.3 23.7	6.4 6.6 6.4 5.7													
		13.9	3.9	17.1	4.1	18.4	5.0	19.8	5.3	22.9	5.8	24.6	6.4													
		13.7	4.0	18.2	4.1	19.8	5.0	21.3	5.3	23.9	5.8	26.2	6.6													
		14.4	3.9	19.4	4.0	21.1	4.8	23.7	5.3	26.2	5.7	28.3	5.7													
		13.5	3.8	18.1	3.9	19.2	4.7	20.6	5.0	21.9	5.3	23.7	5.7													
⑥JIPUNA BLANCA まき付け日 9/20/88 床替え日 10/21/88	4×4 5×5 6×6 7×7																									

表-6 根 切 試 験

1985年

樹種	試験区分	成長経過										幹重		根長	根重																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		(月)										Gr	cm	Gr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		苗高 (cm)	根径 (mm)	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高

表-6 根 切 試 験

1986年

樹種	試験区分	成 長 経 過										幹 重		根 長 cm	根 重 Gr							
		(月)										Gr	cm									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
苗高 (cm)	根径 (mm)	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	
①Lagarto Caspi																						
まき付日 25-9-85	無 処 理	21.2	3.3	29.9	4.2	38.2	5.1	47.8	6.4	59.0	7.7	63.9	8.2							70.5	32.5	13.8
床替日 18-12-85	主根剪定	26.3	3.7	37.4	5.1	47.2	6.3	58.4	7.5	68.9	9.3	70.4	9.5							93.5	13.7	21.8
根切日 17-9-86	2次根剪定	26.7	3.8	37.3	5.1	47.3	6.3	57.7	7.7	67.4	9.7	72.1	10.4							104.5	32.4	21.0
	主根2次剪定	22.1	3.1	31.2	4.1	40.2	5.3	50.9	6.9	58.2	8.3	62.3	8.5							70.7	14.4	11.8
②Uibos												*	*									
まき付日 28-1-86	"			15.7	3.7	40.7	6.9	55.5	9.5	92.3	12.1	109.1	13.9	111.9	14.3					199.3	30.1	103.8
床替日 25-3-86	"			15.6	3.1	31.0	5.7	44.0	7.2	73.3	9.9	81.7	12.0	90.1	13.1					118.5	14.6	35.7
根切日 17-9-86	"			17.3	3.4	31.5	5.8	41.9	7.6	70.3	9.8	80.5	11.8	83.6	12.2					157.3	29.3	98.8
	"			15.5	3.1	35.5	6.0	52.2	8.5	81.8	11.1	90.3	12.8	91.7	13.1					109.8	12.6	40.6
③Pumaquiro																						
まき付日 3-9-85	"									*	*									*	*	
床替日 25-10-85		18.2	3.9	21.6	4.7	30.4	5.4	45.7	6.5	55.5	7.9	64.9	9.0	75.8	9.8	86.4	11.8	88.8	12.8	94.7	14.1	
根切日*1 13-3-86	"																	101.1	14.9	106.0	15.0	117.8
根切日*2 12-8-86	"	19.3	4.3	23.4	4.8	33.3	5.5	49.3	6.6	64.0	8.2	67.7	8.9	72.1	10.5	74.9	11.0	75.9	11.5	79.9	12.2	
	"																	83.5	13.0	87.3	13.0	67.3
	"	19.2	3.9	23.3	4.8	36.7	5.7	52.6	7.2	66.0	8.7	70.4	9.4	73.3	10.7	91.1	11.9	93.3	12.9	99.1	13.5	
	"																	104.8	15.0	108.3	15.0	123.3
	"	18.5	4.2	22.5	4.9	31.2	5.7	46.7	7.0	60.8	8.5	64.6	9.5	70.9	10.4	77.6	11.3	79.5	12.3	84.4	13.5	
	"																	88.9	14.0	93.3	14.1	92.3
④Tahmari Anarillo																						
まき付日 11-9-85	"							*	*									*	*			
床替日 25-10-85		5.7	—	8.3	2.7	17.4	4.5	34.1	6.6	51.2	8.7	62.1	9.8	76.7	10.9	81.8	12.0	86.9	13.2	92.7	14.7	
根切日*1 13-3-86	"																	96.6	15.6	98.4	15.7	132.3
根切日*2 12-8-86	"	6.0	—	8.9	2.7	16.0	4.4	33.8	6.4	48.3	8.5	50.8	9.5	59.4	10.1	66.7	10.5	69.4	11.5	74.1	12.3	
	"																	74.7	12.7	75.7	12.7	67.8
	"	5.8	—	8.6	2.7	17.0	4.5	37.5	6.6	58.2	8.5	63.3	9.7	76.1	10.4	84.1	11.2	86.7	12.5	92.8	13.6	
	"																	94.9	14.5	95.4	14.7	105.0
	"	6.2	—	9.4	3.3	17.7	4.6	35.6	6.5	47.0	8.1	48.0	8.7	53.4	9.6	58.0	10.7	59.6	11.2	69.2	12.2	
	"																	72.0	12.7	76.5	12.7	68.8
	"																					58.3

(つづき)

⑤Bolina Negra																				
まき付日	20-8-85	6.1	—	41.2	5.9	102.0	9.7	157.3	13.8	193.5	16.1	211.0	19.4	224.7	19.8			283.8	27.0	64.7
床替日	23-10-85	6.1	—	47.0	6.1	107.5	9.7	164.0	12.8	204.0	15.0	231.5	17.8	250.5	19.3			293.5	26.3	69.5
根切日	13-3-86	6.8	—	41.7	6.2	104.6	10.1	160.0	13.2	196.2	16.2	216.1	19.0	229.0	22.7			363.0	27.9	102.0
		6.2	—	41.4	6.0	101.1	9.5	156.4	12.7	201.3	15.3	227.2	17.2	245.6	18.8			287.8	27.5	60.0
⑥Cedro Blanco																				
まき付日	11-7-85	8.1	—	11.3	4.9	47.9	8.0	57.2	10.2	63.2	11.4	69.7	13.3	71.6	14.5	70.8	15.3	67.6	18.8	42.4
床替日	28-8-85	8.6	—	16.4	5.3	41.1	8.6	56.3	10.5	63.3	11.5	68.6	12.4	71.5	14.6	73.0	15.3	128.4	26.8	60.1
根切日	13-3-86	7.6	—	15.5	4.5	34.8	7.5	46.6	9.1	62.8	10.4	84.0	12.3	87.5	14.1	84.2	15.1	96.3	15.2	40.8
		8.4	—	17.9	5.5	50.5	9.8	63.1	11.8	74.0	12.8	81.0	15.1	82.7	17.2	83.8	19.6	167.7	35.2	101.1
⑦Marupa																				
まき付日	12-1-85	*	*																	
床替日	27-2-85	46.5	10.9	48.5	11.8	54.5	12.6	12.6	14.8									86.4	20.5	24.0
根切日	21-8-85	49.1	11.7	57.9	12.6	63.8	13.7	80.3	17.1									142.7	31.9	32.3
		51.9	13.3	55.4	14.1	59.0	15.3	65.9	17.2									124.0	22.7	33.0
		52.6	11.7	60.1	12.8	66.0	13.7	76.3	16.5									125.2	28.2	36.0
⑧Caoba																				
まき付日	26-2-85								*	*										
床替日	9-4-85					40.1	9.1	56.0	11.2	64.7	12.1	72.3	12.4	88.8	13.5			105.8	26.5	18.0
根切日	27-8-85					39.6	8.8	58.8	11.1	77.2	12.4	87.8	13.0	113.1	14.8			150.1	32.4	22.7
						39.3	9.2	60.2	11.7	71.8	12.9	83.8	13.6	110.6	15.5			177.5	29.1	27.0
						39.3	8.8	54.1	11.1	70.9	12.2	82.1	13.1	100.1	14.3			139.8	32.1	20.3
⑨Cedro Colorado																				
まき付日	30-4-85	11.0	4.3	29.7	9.1	84.8	12.4	130.4	14.3	172.8	15.9							175.3	25.5	27.5
床替日	30-5-85	10.5	4.2	27.3	8.8	70.2	12.6	112.4	14.7	149.6	16.2							159.8	25.2	27.3
根切日	27-9-85	10.7	4.1	26.0	8.5	72.2	11.7	111.4	13.4	153.4	16.8							189.8	27.0	33.3
		9.8	3.9	26.0	8.2	74.5	11.9	116.4	13.7	153.8	15.9							163.5	25.7	30.0

(注) --*根切時期--⑤の場合は床替後の10ヶ月の苗を用いた。

表-6 根切り試験

1986年

樹種	試験区分 処理区分	成長経過																		幹重 (g)	根長 (cm)	根重 (g)	TR率		
		回数区分		1		2		3		4		5		6		7		8						9	
				苗高 (cm)	直径 (mm)	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径					苗高	直径
⑩ SHRINGO まき付け日 床替え日 根切り日 1回目 2回目 3回目	主根 無処理	25.1	2.9	37.5	5.5	52.6	6.8	74.8	8.9	101.6	11.1	115.8	12.7	143.1	14.2	218.2	31.1	90.8	2.40						
		23.3	2.8	39.4	5.5	51.3	6.6	66.9	8.1	89.6	10.2	103.7	11.4	129.5	12.7	164.9	27.6	58.6	2.81						
		25.5	3.0	44.0	6.1	58.5	7.4	77.1	9.7	102.8	11.5	119.7	13.0	151.0	14.4	222.2	28.6	80.3	2.77						
	側根 無処理	24.1	2.9	39.9	5.8	54.6	6.9	73.5	8.7	100.5	10.6	115.3	11.8	138.5	13.3	189.9	20.6	52.4	3.62						
		26.3	3.2	40.3	5.3	55.3	6.6	78.6	9.0	106.8	11.2	123.8	12.7	150.2	14.2	210.6	34.0	87.4	2.41						
		27.6	3.3	42.7	5.7	55.8	7.0	74.1	9.2	102.1	11.5	124.8	13.2	149.7	14.7	216.5	31.6	87.5	2.47						
	主根 +側根無処理	26.8	3.2	43.3	5.8	59.9	7.2	80.2	9.6	105.9	11.8	129.6	13.3	160.1	15.5	252.6	33.2	96.9	2.61						
		27.4	3.4	43.5	5.9	58.9	7.6	78.6	9.9	106.8	12.4	123.8	14.1	150.2	16.1	249.0	34.1	76.1	3.27						
		24.8	2.8	36.7	4.6	48.6	6.3	72.8	8.7	100.2	10.7	118.4	12.8	153.7	14.4	305.4	26.6	86.8	3.52						
	⑪ LUPUNA BLANCA まき付け日 床替え日 根切り日 1回目 2回目 3回目	主根 無処理	24.2	3.1	37.2	4.9	47.1	6.2	65.8	8.7	95.2	10.8	115.6	12.8	149.3	14.5	211.2	27.0	75.3	2.80					
			25.7	3.0	34.7	4.5	46.4	5.7	62.8	7.9	88.8	10.0	110.9	11.5	146.8	12.9	222.3	26.0	54.9	4.05					
			24.1	2.9	34.1	4.5	45.3	5.9	60.8	8.0	84.8	10.2	100.7	11.5	131.2	13.0	216.0	19.6	57.6	3.75					
側根 無処理		24.5	4.8	62.9	8.8	118.0	14.0	147.6	17.6	158.3	20.3	166.7	24.0			352.9	35.5	88.5	3.99						
		19.2	4.0	45.3	7.0	80.0	11.1	109.7	14.4	123.2	17.2	128.3	19.9			237.9	36.0	85.4	2.79						
		19.6	4.0	46.5	6.9	76.9	10.5	100.9	13.1	112.1	15.0	119.4	17.0			166.9	28.1	55.0	3.03						
主根 +側根無処理		23.7	4.5	61.2	8.5	105.8	12.5	129.8	15.1	136.9	16.7	139.1	18.4			190.0	23.6	59.3	3.20						
		24.3	4.0	72.4	9.7	119.7	14.6	142.6	17.0	150.3	19.1	154.7	21.5			234.4	31.8	85.0	2.76						
		24.5	5.4	73.1	10.3	120.5	15.3	144.2	18.1	155.8	20.2	160.5	23.1			274.3	30.4	104.4	2.63						
		20.6	4.1	49.7	7.3	100.2	13.1	134.8	16.6	148.2	19.7	168.4	23.3			368.3	35.6	104.6	3.32						
		24.8	5.1	71.4	9.7	116.8	14.3	143.2	16.9	152.3	19.1	158.5	21.9			262.0	31.0	88.5	2.96						
		26.8	5.5	92.0	11.5	139.8	16.7	161.3	19.0	168.7	20.9	174.6	23.5			370.7	30.9	107.7	3.44						

表-6 根切り試験

1987年

樹	種	試験区分 処理区分	成長経過																		幹重 根長	根重	TR率																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			回数区分	(月数)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				1		2		3		4		5		6		7		8		9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高				直径																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

表-6 根切り試験

樹種	試験区分 処理区分	回数区分	成長経過 (月数)																		幹重 (g)	根長 (cm)	根重 (g)	TR率		
			1		2		3		4		5		6		7		8		9							
			苗高 (cm)	直径 (mm)	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径						
①CEDRO COLORADO まき付け日 8/12/88 床替え日 9/19/88 根切り日 1/4/89 1回目 2/6/89 2回目 3/4/89 3回目	主根 無処理	1回	5.3		12.1	3.3	24.0	6.4	47.1	8.5	71.3	10.3	90.1	12.6	105.3	14.5					123.3	20.8	24.8	4.97		
		2回	5.2		11.9	3.4	22.1	6.6	34.8	8.3	45.7	9.3	57.2	10.4	65.4	11.5					59.4	8.4	11.9	4.99		
		3回	5.7		11.5	3.3	20.8	5.8	34.3	7.1	40.4	7.7	42.8	8.3	48.5	9.1					42.1	7.0	9.6	4.39		
	側根 無処理	1回	5.8		12.5	3.3	24.9	6.6	40.0	8.2	49.1	9.0	52.6	9.6	57.0	10.7					38.2	8.1	12.8	2.98		
		2回																								
		3回																								
	主根 +側根無処理	1回	5.8		13.0	3.9	28.1	7.5	60.9	9.5	94.2	11.0	121.1	13.5	137.5	15.2					175.8	24.3	30.2	5.82		
		2回	6.1		14.6	4.1	32.8	8.2	63.3	10.2	93.1	12.5	120.9	14.6	131.5	16.3					197.7	24.4	35.8	5.52		
		3回	6.4		15.8	4.2	32.0	8.1	62.2	9.9	88.7	12.3	109.9	14.1	128.8	15.6					148.5	24.0	27.1	5.48		
			5.8		13.9	3.8	27.1	7.9	55.3	10.2	87.0	12.2	109.0	13.9	125.6	15.3					147.3	26.5	34.8	4.23		
②ISHP INGO まき付け日 8/2/88 床替え日 9/5/88 根切り日 1/4/89 1回目 2/6/89 2回目 3/4/89 3回目	主根 無処理	1回	18.5		23.2	3.8	32.2	4.7	48.6	6.8	70.1	9.2	92.2	10.5	107.9	13.5					172.4	20.4	47.3	3.64		
		2回	20.6		26.1	4.1	36.2	5.2	53.1	7.2	73.9	9.5	94.7	10.9	112.2	13.6					172.9	9.6	51.3	3.37		
		3回	17.7		22.0	3.4	29.0	4.5	43.1	6.4	57.9	8.1	70.1	9.1	82.4	10.7					97.4	8.3	31.8	3.06		
	側根 無処理	1回	17.8		23.0	3.8	31.7	4.8	47.3	6.8	61.2	9.3	77.3	10.5	89.4	12.8					104.1	8.7	39.5	2.64		
		2回																								
		3回																								
	主根 +側根無処理	1回	18.9		24.2	3.8	33.3	4.5	48.2	6.7	69.3	8.9	88.5	10.2	105.4	12.9					191.3	25.8	43.7	4.38		
		2回	17.7		21.9	3.7	29.3	4.4	45.5	6.3	67.5	8.3	88.0	9.2	98.6	11.5					153.6	27.7	42.6	3.61		
		3回	18.6		23.1	3.7	31.9	4.5	46.9	6.4	65.1	8.3	80.4	9.4	94.1	11.2					109.3	26.2	39.0	2.80		
		16.1		22.8	3.6	30.2	4.6	43.6	6.6	57.6	8.3	74.5	10.1	93.8	12.7					161.8	22.3	56.8	2.85			

表-6 根切り試験

1988年 つづき

樹種	試験区分 処理区分	成長経過																		幹重 (g)	根長 (cm)	根重 (g)	TR率
		1		2		3		4		5		6		7		8		9					
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径				
③TORVILLE まき付け日 床替え日 根切り日 1回目 2回目 3回目 1/21/88 2/25/88 11/14/88 12/14/88 1/14/89	主根 無処理	8.3	2.7	11.3	3	15.2	4.1	20.4	4.8	26.1	6.4	34.7	7.6	48.3	8.7	60.4	10.3	77.2	11.3				
		7.8	2.6	10.7	2.9	14.6	4	19.3	4.7	24.6	6.1	30.7	7.1	40.9	8.2	52.7	9.6	62	10.1				
		8.2	2.6	11.3	3	15	4.3	20.9	4.9	25.8	6.2	31.2	7.3	43.1	8.3	54.5	9.6	65.3	10.3				
	側根 無処理	8.3	2.7	11.1	3	15	4.2	19.9	4.8	25	6.3	30.9	7.1	40.8	8.1	53.5	9.7	62.5	10.6				
	主根 +側根無処理	8.8	3	10.7	3.4	12.6	4.1	13.8	4.4	15.1	4.7	16.2	4.9	19	5.2	20.3	5.4	25.1	6				
		8.4	2.8	10.8	3.1	12.8	3.9	14.3	4.2	15.6	4.7	17.6	4.8	19.3	5	21.3	5.2	22.9	5.4				
		8.2	2.7	10.3	3	12.2	3.7	13.8	3.9	14.1	4.3	15.2	4.4	18.3	4.7	20.2	4.9	22.3	5.4				
	④GOMA HUAYO PASHACO まき付け日 床替え日 根切り日 1回目 2回目 5/25/88 6/8/88 11/21/88 12/21/88	主根 無処理	8.6	2.9	10.8	3.3	12	3.9	13	4.1	14.1	4.3	15.2	4.6	17	4.7	19.2	5	21.1	5.1			
側根 無処理																							
主根 +側根無処理																							

施 肥

数種の肥料が各樹種の苗木に及ぼす影響を知るために行った。

方 法

1 種の肥料を通常使用土壌に 2 m² 当り 210 g を施肥し、1 苗床 1 処理で行った。

各年度、各樹種によって実施した処理は異なっている。

結果は試験終了までの樹高と直径の成長量と終了時の地上部、地下部の重量と長さを調べた。

結果と考察

結果は表－7 に示した。

1985 年～1988 年まで 7 種について行い二回以上行われたのは 2 種である。

結果は各樹種共に異なっており試験回数の不足もあり施肥と各樹種との関係を明確に判断することができない。これは各年における使用用土自体に含まれる養分量の差も関係していると考えられる。

CAOBA, 1988 年苗高成長について、NP, PK, NK と NPK, 無処理との間に差があり、直径について NK とそのほかの処理との間に差があった。1986 年は無処理, NP とその他の処理に差があり直径についても同様であった。1985 年については苗高成長で無処理, N, NPK と N の間で差があり、直径では 5 ヶ月目で無処理とその他の処理との間で差があった。

CEDRO COLORADO, 1988 年には処理による影響がはっきりとでた。苗高成長では 3 組みに分かれた (NPK と NP, PK と NK, 無処理), 直径でも 3 組みに分かれた (NPK, NP と PK, NK と無処理)。1985 年については差は認められなかった。

ISHPINGO, 苗高, 直径共に 3 組に分かれた (PK と NP, NPK, NK と無処理)。

BOLAINA BLANCA, 試験終了時点で苗高, 直径共に 2 組に分かれた (苗高成長は PK, NP, NK と NPK, 無処理, 直径成長は PK, NP とその他)。

ESTORAQUE, 差は認められなかった。

PUMAQUIRO, 試験終了時点で苗高, 直径共に 3 組に分かれた (PK, NK と NPK, 無処理と NP)。

LUPUNA BLANCA, はっきりとした差となって現れた。苗高成長では PK と NP と NK, NPK, 無処理, 直径では PK と NP と NK と NPK, 無処理の順であった。

表-7 施肥試驗 1985年

樹種	試験区分	成長経過																		幹重 Gr	根長 cm	根重 Gr		
		(月)																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
苗高 (cm)	根径 (mm)	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径					
①Cedro Colorado	無処理	6.2	—	12.5	3.8	30.0	7.2	66.4	11.2	93.0	12.1	132.9	13.8					178.3	23.9	41.7				
まき付日 30-4-85	N. P. K	6.4	—	12.8	3.9	38.5	7.5	67.2	12.5	102.8	14.6	144.1	19.4					169.0	25.7	37.5				
床替日 23-8-85	尿 素	6.1	—	12.2	4.0	35.2	7.9	78.7	12.6	119.3	15.0	127.3	21.8					194.0	26.2	47.5				
過磷酸		5.6	—	11.4	3.5	33.5	7.2	69.4	11.2	103.9	13.5	131.6	19.1					175.0	22.0	33.3				
②Quinillo Colorado	〃	6.7	—	7.4	2.1	8.4	2.6	9.5	2.7	11.5	3.0	15.2	4.0	18.9	5.2	37.0	7.3	43.5	9.0	53.0	9.5			
まき付日 7-12-84	〃	6.1	—	6.4	1.8	7.3	2.2	8.3	2.6	9.7	2.6	13.9	3.5	16.5	4.5	63.1	10.5	70.9	11.1	7.6	11.7	79.5	28.6	26.0
床替日 23-8-85	〃	6.1	—	6.4	1.6	6.7	2.1	7.7	2.4	8.3	2.4	11.1	3.2	12.8	3.8	41.9	8.3	45.8	9.2	48.8	9.6	48.0	31.4	19.4
	〃															20.1	5.4	23.4	6.3	26.1	6.7			
	〃															28.5	7.2	30.4	8.0	32.6	8.3	32.8	33.9	13.0
	〃	5.4	—	5.7	1.6	6.0	1.7	6.6	2.2	7.2	2.2	10.4	3.1	12.6	3.7	22.1	5.8	25.7	6.8	34.9	7.7			
																43.6	8.7	51.4	9.9	56.4	10.5	54.2	31.0	22.5
③Caoba	〃	18.9	—	21.6	4.3	23.5	6.8	47.5	9.9	61.7	11.9	76.9	13.7	103.0	14.8	—	—	—	—	136.1	18.0	241.0	36.4	48.0
まき付日 26-3-85	〃	17.8	—	21.0	3.9	27.4	6.0	44.9	9.0	55.7	10.1	76.3	12.0	94.4	13.4	—	—	—	—	118.4	16.1	188.3	29.6	31.7
床替日 23-5-85	〃	16.7	—	19.1	3.7	25.9	5.9	36.1	8.5	45.1	9.7	64.5	11.3	88.1	13.2	—	—	—	—	117.9	15.5	206.5	32.6	36.2
〃	〃	15.8	—	18.4	3.7	25.2	5.7	39.6	8.2	53.6	10.3	73.3	12.9	104.0	14.5	—	—	—	—	139.4	18.6	273.0	34.0	45.5

表-7 施肥試験

1986年

樹種	試験区分	成長経過																		幹重	根長	根重	TR率
		(月数)																					
		1		2		3		4		5		6		7		8		9					
苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径		
①CAORA まき付け日 床替え日	無処理 NPK NP PK NK	22.2	3.5	25.1	4.4	30.1	5.7	42.5	8.2	62.3	10.3	74.1	12.1	91.2	13.4	99.0	14.5	109.0	14.7	139.0	23.8	17.6	7.90
		21.6	3.6	25.1	4.3	28.0	5.0	34.3	6.1	42.5	6.4	60.0	9.0	79.0	10.7	88.4	11.6	92.5	12.3	103.6	25.9	12.7	8.16
		21.0	3.4	24.9	4.2	30.0	5.5	42.3	7.4	56.8	9.8	75.1	11.3	92.2	13.3	101.2	14.1	106.3	14.8	147.5	24.2	17.5	8.43
		21.1	3.3	23.1	3.5	25.4	4.2	31.3	5.7	40.0	8.1	55.2	9.9	68.9	11.5	75.7	12.7	86.3	13.4	144.1	24.2	17.1	7.84
		22.5	3.2	24.6	4.0	25.9	4.3	29.0	5.0	35.5	5.2	47.7	7.7	63.6	9.6	69.0	10.4	79.3	11.3	71.3	23.4	9.1	7.84
②ISHIINO まき付け日 床替え日	無処理 NPK NP PK NK	18.0	2.9	19.8	3.4	26.0	4.3	34.0	5.7	55.5	6.9	63.2	8.0	75.3	9.1	80.3	9.8	84.6	9.9	83.5	20.6	32.4	2.58
		21.3	3.2	24.3	3.7	33.1	4.9	48.0	6.5	66.5	6.7	86.3	8.9	102.6	10.8	110.8	11.9	116.0	12.1	126.5	26.0	45.9	2.76
		24.4	3.2	28.8	4.0	37.7	5.3	56.8	6.4	79.3	8.4	88.3	9.5	106.4	11.2	113.8	12.4	119.3	12.8	137.1	26.8	50.1	2.74
		23.5	3.3	28.8	3.7	39.4	5.3	57.2	6.8	81.6	9.3	95.6	10.8	118.0	12.6	122.7	14.1	133.1	14.4	185.7	27.9	72.5	2.56
		23.2	3.0	24.7	3.7	32.4	4.5	43.9	6.3	56.7	6.6	70.3	8.7	91.8	10.3	96.3	11.2	104.5	11.6	104.1	30.7	38.3	2.72
③ESTORQUE まき付け日 床替え日	無処理 NPK NP PK NK	12.6	2.4	16.1	3.7	23.5	4.2	34.5	5.7	51.7	7.2	54.9	8.7	59.9	9.2	60.4	9.4	70.1	10.4	71.6	35.2	19.4	3.69
		13.3	2.5	17.0	3.3	24.3	3.7	34.6	5.6	51.3	7.7	58.5	9.1	60.0	10.1	62.0	10.2	71.3	11.2	71.3	31.7	21.9	3.26
		12.8	2.3	16.0	3.0	23.7	4.0	31.5	5.3	44.6	7.0	56.4	8.4	58.3	9.2	62.2	9.5	85.4	11.6	110.8	32.3	26.3	4.21
		11.1	2.2	15.2	3.0	22.9	4.1	30.8	5.4	45.3	7.0	60.2	8.1	63.5	9.1	67.3	9.4	79.4	11.1	102.7	29.9	22.3	4.61
		12.0	2.2	15.4	2.9	20.0	3.2	28.9	5.0	43.3	6.4	57.2	7.9	62.7	8.6	64.9	8.9	77.6	10.8	84.5	28.7	19.6	4.31
④PUMAQUIRO まき付け日 床替え日	無処理 NPK NP PK NK			20.7	3.9	32.6	5.6	42.8	5.9	52.3	7.5	59.8	8.9	65.4	9.3	68.1	9.3	70.4	9.4	73.2	26.7	15.3	3.01
				15.7	3.0	20.4	3.6	28.9	4.2	36.1	5.6	47.2	6.7	50.4	7.2	52.0	7.7	53.2	8.2	60.0	23.0	14.0	3.29
				20.2	3.6	30.8	5.5	43.7	6.5	53.3	7.9	63.4	9.2	74.6	9.6	78.0	10.3	81.3	10.8	82.9	22.7	12.9	3.17
				18.2	3.1	24.5	4.4	31.7	4.8	48.1	7.4	62.1	8.8	71.8	9.5	76.7	10.2	79.3	10.6	82.7	19.4	18.0	3.61
																						27.2	20.6

表-7 施肥試験

1988年

樹種	試験区分	成長経過 (月数)																				幹重 (g)	根長 (cm)	根重 (g)	TR率																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
①CAOBA まき付け日 8/12/88 床替え日 10/6/88	無処理 NPK NP PK NK	(cm)	(mm)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

裸根苗木とポット苗木の成長比較

移植方法別による各樹種の成長への影響を知るために行った。

方 法

各樹種について普通床替えとポット苗に同時に床替えを行いその後の成長を追った。

結果は試験終了までの樹高と直径の成長量と終了時の地上部、地下部の重量と長さを調べた。

結果と考察

結果は表－8に示されている。

試験は1986年～1988年まで11種について行った。2回以上行ったのは1種だけである。

一般的に裸苗の方が苗高、直径共によい成長をしている。これは、ポット苗の方は限られた土壌空間しかないためである。樹高の成長に対し直径の成長はポット苗の方が比較的良く、山出し時期をずらすために成長を抑制するにはポット苗の使用も考えられる。

CAOBA, 苗高、直径共に裸苗の方が成長がよい。

直径は4ヵ月目から差が現れる。

ISHPINGO, 裸苗とポット苗の差がはっきりと現れている。

TORNILLO, 裸苗とポット苗に苗高、直径共に差はない。

LAGARTO CASPI, 裸苗の方が苗高、直径共に成長がよい。

BOLAINA BLANCA, 初期成長はポット苗の方が苗高、直径共によいが3ヵ月目以降裸苗に逆転されている。

BOLAINA NEGRA, 2ヵ月目以降裸苗の方が苗高、直径共に成長がよくなっている。

GOMA HUAYO PASHACO, 苗高成長には差はない。直径成長は裸苗の方がよくなっている。

LUPUNA BLANCA, 唯一二回（1987, 1988年）試験を行った樹種である。

裸苗とポット苗の成長の差が大きな差となっている。

表-8 裸苗とポルサ苗の成長比較

1988年

樹種	試験区分	成長経過															幹重	根長	根重					
		(月)																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15								
苗高 (cm)	根径 (mm)	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	苗高	根径	Gr	cm	Gr				
①Agarto Caspi																								
まき付日	25-9-85									27.1	3.7	35.8	4.8	39.3	5.9	56.3	9.3	64.6	8.1	68.7	9.1	96.0	37.1	20.5
床替日	18-12-85									22.4	3.5	29.8	4.4	33.1	5.1	42.0	6.7	49.4	7.0	55.4	7.4	44.5	26.0	14.5
②Ubos																								
まき付日	28-1-86		18.8	3.4	37.4	6.1	54.2	8.1	83.6	10.6	87.6	11.9	92.3	13.5								166.0	29.9	104.0
床替日	25-3-86		19.1	3.2	48.7	6.1	65.4	7.9	98.9	12.0	103.6	13.6	116.8	15.8								137.9	24.0	190.7
③Tornillo																								
まき付日	7-2-86																							
床替日	5-3-86	11.3	3.9	19.1	4.5	19.8	5.2	24.4	5.6	27.8	6.6	32.3	7.4	36.0	7.5							43.0	16.1	9.0
”	27-2-86	12.9	3.8	20.3	4.7	21.1	5.4	22.7	5.4	25.8	6.3	30.6	7.0	33.7	7.4							20.5	27.1	11.5

表-8 標苗とポット苗の成長比較

1987年

樹種	試験区分 形態別	成長経過 (月数)																				幹重	根長	根重	TR率		
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10							
		苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径	苗高	直径						
																										直径	苗高
①CAOBA 7/2/87 8/18/87	裸苗 ポット苗	(cm)	(mm)																					(g)	(cm)	(g)	
		17.9	2.6	26.6	4.1	45.1	6.1	51.9	8.1	58.1	9.3	63.5	11.0	68.1	12.1								65.3	29.6	12.8	5.10	
		17.8	2.5	26.0	4.2	33.0	6.0	40.8	6.6	43.3	7.5	48.7	8.6	53.9	9.4								46.2	24.2	8.9	5.19	
②ISHPINGO 8/26/87 9/25/87	裸苗 ポット苗																										
		26.1	3.5	41.4	5.2	59.3	7.1	80.2	9.0	103.3	11.0												109.0	23.2	31.1	3.50	
		24.0	3.3	30.2	4.4	40.8	5.4	54.0	6.4	62.9	7.2												33.0	16.7	9.5	3.47	
③GOMA HUAYO PASHACO 6/21/87 7/23/87	裸苗 ポット苗																										
		13.8		19.3	4.5	35.7	7.2	52.8	10.3	64.0	13.2	74.1	15.0										130.1	33.7	23.5	5.54	
		11.8		20.0	3.9	34.4	5.9	40.9	8.7	60.8	10.6	71.2	12.1										75.4	30.6	16.3	4.63	
④LUPUNA BLANCA 6/16/87 7/23/87	裸苗 ポット苗																										
		9.5		42.8	8.0	110.0	14.4	149.0	19.5														232.3	34.9	55.5	4.19	
		9.4		31.5	5.4	45.8	7.6	68.9	10.1														41.6	20.2	11.0	3.78	

[illegible]

ま と め

発芽前処理試験

・ サンドペーパーによる処理が良好な結果を示した。

床替え時期試験

各樹種により各様の反応を示し一定の傾向はない。

床替え密度試験

大体の樹種で密度は直径成長に関与し密度の低い方がよい結果を示す。

根切り試験

主根処理と主根＋側根処理で処理後の側根の成長がよい。

根切り処理は苗高、直径成長に明らかな影響はない。

裸根苗木とポット苗木の成長比較試験

一般的に裸根苗木よりもポット苗木のほうが苗高、直径ともに成長がよい。

各試験により明らかになった各樹種の適正な条件について一覧表とした（表－9）。

表-9 育苗条件

樹 種	発芽前処理	床替え時期	床 替 え 密 度	備 考
CAOBA	○	2 葉	4 * 4, 5 * 5	
CEDRO COLORADO		3 葉	4 * 4, 5 * 5	
ISHPINGO		(4, 5 葉)	(4 * 4, 5 * 5)	
TORNILLO		2 葉	4 * 4	
AZUCAR HUAYO		(0 葉)	(5 * 5, 6 * 6)	
COPAIBA NEGRA			(5 * 5, 6 * 6)	
LAGARTO CASPI				
MOENA NEGRA				
PALO SANGRE AMARILLO		(1 ~ 3 葉)		
YACUSHAPANA AMARILLA				
BOLAINA BLANCA				
BOLAINA NEGRA				
ESTORAQUE		(1 ~ 3 葉)		
MARUPA		(3 ~ 4 葉)		
PUMAQUIRO	○			
GOMA HUAYO PASHACO		(2 葉、葉色)	4 * 4	
LUPUNA BLANCA			(4 * 4)	

参考資料

大森三亭. 専門家帰国報告書. 国際協力事業団. (1984)

植月充考. 専門家帰国報告書. 国際協力事業団. (1985)

北道米雄. 専門家帰国報告書. 国際協力事業団. (1986)

坪 英樹. 専門家帰国報告書. 国際協力事業団. (1987)

坪 英樹ほか“苗木育成”. ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査中間報告書. 国際協力事業団. 69-125 (1988)

植月充考. “ペルーアマゾン熱帯林における有用樹種の特性”. 林育研報。(6).1-45(1988)

4 造林基準及び造林作業

造林専門家 佐藤隆

1 はじめに

ペルーアマゾン・フンボルト試験地において、82年から88年まで、37樹種の人工更新試験、および19樹種の天然更新試験が行われ各種の保育作業が試みられてきた。

今回はこれらのデータを基に作業基準を作成したが、生長の遅い樹種の保育作業基準は作成できなかった。また、除伐（人工更新、天然更新）、受光量調節（10メートル・ライン）、間伐に関してもデータの不足で一般的なことのみを記述するに止まった。

2 作業種区分

ペルーアマゾンの熱帯降雨林における作業種は日本国内における人工更新法とほぼ同じような地植え・植付け－保育という形態を取っている。

造林の作業種区分は（表1）のとおりである。

3 造林樹種の概要

(1) 人工更新試験調査対象樹種

ペルー国林業総局の選んだ60数種にも及ぶ有用商業樹種のなかから17樹種が選ばれ1988年度までは、16樹種が植栽されたが、Moena negra は、種子の確保ができなかったため、未植栽となっている。

吉田によれば16樹種を初期生長をもとに早成樹、中成樹、遅成樹に3区分した。（表2）

(2) 天然更新試験調査対象樹種

対象樹種として、30樹種が選定されたが1988年度まで18樹種が、対象外樹種として2樹種の計20樹種が設定された。（表3）

4 人工更新

(1) 人工更新の概要および作業仕組み

造林事業の効率的実行をはかるため人工更新作業仕組みを作成した（図－1）。

人工更新は、自然環境、生態系との調和を図るためにラインプランティングを主体に実行している。

1) 5メートル幅伐開植栽法

2) 10メートル幅伐開植栽法

3) 30メートル幅伐開植栽法

4) その他の植栽（樹下植栽，小面積隔離植栽）法

(2) 地拵・植付け

1) 踏査・測量

造林地の設定は，事業図，土壤図等を参考に全体の造林計画，天然更新事業地，および林道路線計画を十分検討して，効率のよい配置となるよう計画する。

踏査は，計画と現地が相違していることがあり，そのために事業予定を変更しなければならない場合も生ずるので現地の状況，地形，土壤等の自然的条件を把握する必要がある。滞水がちな土壤に植付を予定している場合には，踏査は雨期の水が溜る時期に行うのが望ましい。その際に焼き畑，盗伐等の人的障害がないかを調査をする。

踏査の際は土壤図，スコップ，コンパス，等を持参し，現地を熟知した作業員を同行させる。

区域の設定はコンパス測量により行い，既設置の測量点へ計測を行うと共に隣接の林班測量点，三角点，橋等の不動点への検測を行う。

ラインの設定はコンパス測量により行い照度が確保出来るように，植付けラインは東西方向とする。ライン設定は，植付列の両側一定幅を刈りはらって伐開帯をつくり一定の苗間で苗を植え付けて次の伐開帯びとの間に一定幅の残存帯びを設ける事である。

注意を要するのは，平坦地での作業員の一日の下刈量はライン延長 200m（10メートルラインを2人で作業）が限度である。したがって，起伏の多い箇所にはラインを設定するときはラインの延長を短かくしなければならない。

測量の方法は初めに区域測量を行い，あらかじめ計画した距離になるように，水平距離に換算しながら測量を進める。

ライン測量はセンターのみ測量し，植栽幅が10mの場合は各測点で両側に5mの地点にペンキ，ビニールテープ等でマークする。なお保残帯幅は20mとする。滞水地，滞水しがちな土地，沢，および崩壊地は，除地として取り扱い，あらかじめ造林計画から除く。

ヘクタール当たり人工数は5メートルライン 8.5人，10メートルライン 5.9人，30メートルライン 1.5人となっている。

2) 地拵え

地拵えは植付け予定地にある雑草木類を除去して，植付けを容易にし，かつ苗木の活着と成育を良好にするために行う作業で，実施期間は雨期が終り，土壤が乾燥した状態で作業するのが望ましく，植付けの始まる11月下旬までには終了するように努める。

（Ａ）小径木伐開

ライン伐開は測量の際にマークした区域まで伐開帯を作設する事から始めるが、つる性植物の繁茂が多く、伐倒の際にかかり木等の安全面での問題、およびチェーンソー伐倒が容易になるように、あらかじめマチェイテ（山刀）により、胸高直径 8 cm 以下の小径木、つる性植物、雑草などを除去する。

刈払い高は後のチェーンソーによる伐倒作業、植付け作業などを考慮してなるべく低く刈払う。なお、この作業では、アマゾンの樹木を熟知している作業員 2 人ほど先行させて有用樹木の稚樹の発生および小径木の確認を調査させる。発生が確認されたら天然更新地として区域設定をする。

ヘクタール当たり人工数は 5 メートルライン 13.3 人、10 メートルライン 13.5 人、30 メートルライン 20.7 人となっている。

（Ｂ）中大径木伐倒

胸高直径 10 cm 以上の中大径木はチェーンソーにより伐倒する。伐倒にあたっては枝条が保存帯に落ちるように伐倒方向を定める。

植栽ラインに落ちた樹幹はチェーンソーにより細かく切断し、枝条を片付けて植付けに支障がないように整理する。この場合も、後の植付け作業、保育作業を考慮してなるべく低く伐採するようにする。

ただし、有用樹木、チェーンソーによる伐倒が困難な大径木、伐倒することにより保残帯を壊すような大径木で造林木の成育に影響のないものは残す。

この作業は二人一組で作業し、チェーンソーを使用していないものは、マチェイテにより枝条を片付ける。

伐倒作業の際は、樹高が 40 メートル前後と高く、つるが絡まっている場合には予定した伐倒方向に倒すことが困難である。したがって、安全作業をするために、接近作業にならないように一列置きに作業するか、100 メートル前後離れて作業するようにする。

ヘクタール当たり人工数は 5 メートルライン 30.3 人、10 メートルライン 24.2 人、30 メートルライン 17.1 人となっている。

（Ｃ）整理地拵え

植付け前のラインの手直し、および植付けの際、歩行に支障となる伐倒木の樹幹や枝条の再処理を行う必要がある場合に、また傾斜地においては上層木の被りのために十分な照度が得られないことがあることを考慮してラインを若干拡張する作業が必要な場合にマチェイテ、チェーンソーで行う。

ヘクタール当たり人工数は 5 メートルライン 4.6 人、10 メートルライン 8.7 人、30 メートル

ライン24.0人となっている。

地拵えに要するヘクタール当たり人工数は5メートルライン53.5人、10メートルライン43.6、30メートルライン64.6人となっている。

3) 植付け

植付け地点を表示するために杭立て作業を行い、山出し苗を苗畑より運搬し植付け作業をすることである。

植栽本数は、ヘクタール当たり66本～111本(10メートルライン)とするが、現地の条件等により適宜増減する。

(A) 杭立て

植栽位置を決めるための目印として、また下刈りの効率を上げるため、さらに植栽後の各種調査のための目印として、腐りにくい小径木で、直径2～3cm、長さ1.4m程度の杭をつくり植栽位置に立てる。杭をつくる際は植栽地付近で収集することになる。

植栽木間隔は、将来の樹冠の発達や保育を考慮して決定されるが、苗木の間隔を一定にすることは、林木相互の成長条件を平等にし、事後の保育作業を効率的に行うために重要であるため、図-2のような伐開植栽法(10メートルライン)がとられる。

杭の立てかた

① 5メートルライン

センターラインに一行で、植栽間隔は3～5m間隔(苗間)で立てる。

② 10メートルライン

センターラインに一行、さらに2m間隔(植列)で南側に別のラインを設け、二列の列状植栽方式をとる。

次の植栽間隔は5m間隔(苗間)で、ただしIshpingoのような横へ広がる樹種は3m間隔(苗間)に杭をたて、次の列とは千鳥足配列とする。

③ 30メートルライン

植栽本数が2～5m間隔(植列)の場合は横に5～14本が必要になる。

杭を立てる際は、雨期に水が溜まりそうな箇所、土の崩壊しそうな箇所はあらかじめ杭立てを除外する。

(B) 苗木の搬入と積み卸し

苗畑より植付け地まではトラックにより、ポット苗の場合は前日に、裸苗の場合は、当日の早朝に運搬する。

積み卸し地点から植付け地までは苗木袋により運ぶ。

留意事項

- ① トラックに積み込む前には、必ず十分に灌水すること。
- ② 輸送中は直射日光をうけないよう覆いをすること。
- ③ 積み卸し地点でも乾燥しないように日陰に置くか覆をすること。
- ④ 折損苗、衰弱苗等、植付けに不適格な苗木は植付けより取り除くこと。
- ⑤ 苗木の運搬は一日で植付けできる本数（苗木の大きさ、植付ける場所、地形、時期などによって異なるが、裸苗は 100本程度、ポット苗は40本程度を目安としている。）とし、余分な苗木は運搬しないこと。

（C）植 付

植付けは雨季にはいる11月末から1月にかけて始め、4月上旬までに完了させる。

植付は正しく丁寧におこなわなければならない、植付かたが悪いと枯損が多くなり、活着してもその後の生育が遅れる。植付方法はカバドール（スコップを2個組み合わせた形の穴あけ機）により杭の付近に植穴を彫り、同時に植付る。

苗木の山だし形態は、裸苗、ポット苗の2通りあり、樹種により異なるが、雨期の最中は、運搬が容易な裸苗により植付るが、雨期の初めや終り頃はポット苗により植付ける。

裸苗については、苗木の最上部だけを残して下枝を取り払った状態で植栽すると、葉面からの、蒸散が少なく新葉が出るのも早く活着率も良いので、すべての樹種についてその約80%は山出時に苗畑で切り落とす作業をする。

苗木の植付順序、作業方法は次のとおり。

- ① 苗木を持ち運ぶ際は、苗木を傷つけたり、ポットの土をこぼさないために、苗木袋を使用すること。
- ② 植付け地点を中心に、約30cm四方の落葉、雑草等の地被物をはぎ取る
- ③ 地被物を剥ぎとった真ん中に直径20cm深さ30cmの穴を耕耘しながら掘る。掘り出した土は雑根、石礫を取り除いて植穴の外に積んでおく。
- ④ ポット苗はポットを破って根部を取りだし植穴にやや深めに入れる。
- ⑤ 落葉や、ごみが入らぬよう注意しながら、植穴の外に積んでいた土を寄せ掛ける。
- ⑥ この場合苗木を持って揺り動かしながら、わずかに持ち上げるようにして根と土壌を密着させる。
- ⑦ 苗木を引っ張り加減にしながら、足で適度に踏み固めて、苗木を安定させ、かつ根際表面が元の地表より高くなるようにする。

湿地帯、沢、及び水が溜りそうな場所は植付地点の近くで少しでも高いところがあればその位置に、なければ土を盛り上げて水が根に溜まらないようにするか、その地点は植付けしない。また、根株等の障害物があって、植えにくい場合は列間はそのままにして、苗間を幾分ずらして植付けること。

⑧ 苗木の根元には乾燥を防ぐために落葉、枝条で覆う。

⑨ 破ったポットは活着率調査、下刈時の目印として杭に差しておく。

植付け 100本当たりに要する人工数は5メートルライン 1.5人、10メートルライン 1.4人、30メートルライン 1.5人となっている。

4) 補 植

活着率調査は植栽後最低1ヶ月経過後に行い補植計画の基盤にすると共に、間接的に山だし苗木の適正な規格、植付作業のありかたなどの検討の素材としている。

調査方法は全数調査することにしており、植栽木が枯死しているもの、及び枯死するおそれのあるものに、補植作業の目印になるよう杭に印をつける。

補栽の時期は通常4月から5月初め、及び11月中旬以降に実施している。枯損率が20%を越えた場合、及び群状枯損の場合に成長量の不足を補うため出来るだけ大きなポット苗を植付ける。

100本当たりに要する人工数は3.2人となっている。

(3) 保 育

1) 下 刈

植栽木と競争する雑草木を刈り払い、植栽木の生育に有害なものを除去することである。乾期の時期を除いて、ほとんど一年中雑草木の成長が見られるので、下刈りの時期も、ほぼ一年を通じて実施する。

草木が植栽木を覆うか、植栽木の生長に支障を及ぼすと判断される時期に植生状態をみて全刈りを行う。

年刈払回数は、グレイソル、アクリソル、カンビソルの土壌タイプでの成長量の違い（表-4）により一年目は1回、樹高が3mに達するまでは2～3回、樹高が5mに達するまでは1～2回とする。実行に当たっては現地の植生状態を見ながら実行する。

留意事項

① 植栽木の付近は雑草木が残されている事があるので植栽木以外は全刈する。

② 刈り払いに際しては苗木を損傷しないよう特に注意を要する。Tornilloにマチェイテの操作が原因と思われる胴枯病が発生した。このためマチェイテの操作については、作業開始時に

注意を喚起する必要がある。

③ 刈払物の刈高は苗木の生育に支障がないようになるべく低くなるように注意する。

④ 刈払物は苗木を覆わないように注意し苗木の根元に寄せるようにして乾燥防止、雑草の発生防止を図る。

⑤ 植栽木に巻き付いたつる類は苗木の成長に支障ないよう根元より取り除く。

作業方法としては、刈払機による機械刈、マチェイテによる人力刈があるが、機械刈は機械部品が高価で、かつその調達が困難であり、現場作業員の機械に対する不慣れのためマチェイテによる人力刈が適している。

下刈りをいつまで実施するかは樹種の初期成長によって異なる。Bolaina B. や Marupa 等の早生樹種は 2～3 年目で 3 m に達するので下刈は不要となるが混植された場合は他の植栽木との関係で継続される。また Copaiba のような遅生樹は現在のところ、まだまだ下刈が必要と思われる。

したがって、最低でも 3～4 年間の下刈が必要と思われる。また、現地の立地条件（土壌条件）によって、雑草木の伸長状況は異なるので目安としては、ほとんどの植栽木が雑草木より優位になるまで下刈を実施する。

ヘクタール当たり人工数は 5 メートルライン 7.9 人、10 メートルライン 30 メートルライン 10.1 人となっている。

2) つる切

つる性植物の繁茂が著しく下刈時だけのつるの除去では対応できない箇所や、下刈は終了したが、つる性植物の繁茂が著しい箇所についても、つるを除去すると共に植栽木に巻き付いたつるを除去する。

作業方法は、マチェイテによる植栽木の周囲 2～3 m の刈り払い作業で、つるを除去すると共に植栽木に巻き付いたつるを除去することで、従来は筋刈り、坪刈り、つる切として行われてきた。

つる切終了の目安は、植栽木が樹高 5 m 以上になるまで実施し 3 m 以下の場合は特に濃密に実施する。

ヘクタール当たり人工数は 5 メートルライン 2.0 人、10 メートルライン 2.4 人、30 メートルライン 2.4 人となっている。

3) 受光量調節

ライン作設後保残帯内の枝条が伸び植栽ライン上に被さって植栽木に十分な照度を与えなくなった場合には保残帯内の立木、枝条をチェーンソー、マチェイテを用いて伐倒し、照度を確保する。

目安としては、絶対照度で 8,000～10,000 ルックス以上になるようにする。通常は 5 m ラインで実施されるが、特に Ishpingo, Tornillo, Marupa, Copaiba など光に対する要求度の高い樹種

があるのでライン作設後2～3年経過後に、受光量調節作業が必要になる。Caoba, Cedroに対しては Hypsipylaの被害を考慮して樹高5mを越えるまでは強度の受光量調節作業を行わないようにする。

植栽後3年～4年目に照度不足がみられ始めたので受光量調節作業を実施した。

作業時期、作業林班は次の通りで、それぞれの林班の受光量調節作業前後の樹高成長を表5～7及び図3～6に、Hypsipylaの被害調査を表8～10に示した。

87年7月13林班、14林班の5メートルライン

88年6月18林班の5メートルライン

88年7月15林班の10メートルライン

このことから推定すると

87年10月の成長調査はCedro C.が両ラインでマイナス成長しており、受光量調節作業を実施したことにより相対照度が高くなり Hypsipylaの被害を受けたものと思われたが、10メートルラインの15林班のデータにも同時期にマイナス成長が認められ Hypsipylaの影響が87年の乾期に在ったものと思われる。しかし Caobaのデータには Hypsipylaの影響が認められない。

全体的には、Anallo Caspi及びGoma Huayo P. に若干の生長が認められるが、他の樹種には受光量調節作業が影響していないように思われる。

樹下植栽及び小面積隔離植栽には受光量調節作業が必要になるが、現在のところ、まだ行われていない。

ヘクタール当たり人工数は5メートルライン 4.5人、10メートルライン 4.1人となっている。

4) 除 伐

植栽木を密植させたことにより、また下刈の必要がなくなった後、数年経過すると植栽木は閉鎖するまでに侵入した混成する植生と再び競合してくるので植栽木以外の有害木を除去すると共に、同時に植栽木のなかから病虫害木、風害木、形質不良木、など植栽木の成育に有害なものも除去し植栽木の成長促進をはかる。

31林班(2×2mで密植)のCedro C., Caoba は植栽後2年経過し成長が鈍りだしたので、各樹間距離が2倍になるように除伐を実行した。

ヘクタール当たり人工数は30メートルライン16.6人である。

(4) 人工更新方法の比較

1) 人工更新の造成方法

(A) 5メートル幅伐開植栽法

5メートル幅伐開植栽法の保残帯の幅は15メートルとする。

植栽幅5メートルの中央に1列植栽で、植栽間隔は3メートルないし5メートルで植栽する。保残帯の幅はヘクタール当たりの植栽本数、伐採時の隣接ラインへの倒木整理の手間を考慮すれば15メートルが適当である。

(B) 10メートル幅伐開植栽法

10メートル幅伐開植栽法の保残帯の幅は20メートルとする。

5メートル植栽法に比べて一般的に植栽木の成長が良く、地拵作業が効率的であることなどからラインプランティングのなかで最も効率的な植栽法である。植栽法は保残帯の枝の張り出しによる覆いかぶさを考慮し中央よりの2列植とする。植栽間隔は3メートルないし5メートルで植栽する(図2)。

(C) 30メートル幅伐開植栽法

30メートル幅伐開植栽法は、保残帯の幅も30メートルとする。植栽間隔は2～5メートルで植栽する。

ラインプランティングの中で、もっとも成長が良いが、地拵えに多大な労力を要し、また皆伐状態になることから雑草木の成長が旺盛であり、しかも湿地帯ではつる性植物の繁茂が著しいなどで、その後の保育作業も効率的でない。

人工更新植栽幅別作業工程は表11に示すとおりである。

(D) 樹下植栽法及び小面積隔離植栽法

いずれもHypsipyla 対策としての植栽法として試験地を造成したものである。

樹下植栽法

小径木伐開するのはラインプランティングの場合と同じであるが、中大径木伐倒は植栽木の成長に支障を来さないよう必要最小限の照度を保つ程度の伐採を行い、その下に植栽する方法でHypsipylaの被害から守ろうとする目的を持った施業である。

樹下植栽地の成長経過を表12に示した。

一般的に照度の低いところはCedro, Caobaに対するHypsipylaの被害が少ないが、植栽木の成育も悪い。またCaoba, Tornillo, Ishpingo については残存本数が少ない。このことは相対照度が少ないためと考えられ、成長促進のための受光量調節が必要になるが、どの程度

上層木を残すかは樹種の光にたいする要求度により異なる。

樹下植栽の植栽間隔は5メートルで、列間隔は10メートルで実施されているが、まだはっきりした事は言えない。

小面積隔離植栽法

Hypsipyla は、Caoba, Cedroの発する或る種の誘引物質に反応して行動すると言われていることから、従来のCaoba, Cedroの植栽地から隔離させ、かつ連続した植栽地にならないようにして Hypsipylaの行動を制約する目的で、図7に示すようなA～Eの5つのタイプの試験地に設定し Hypsipylaの被害状況を観察するものである。

A及びBタイプは長形であり、C～Eは円形の区画内を皆伐してそれぞれの区画に1～7本ずつの植栽をする。

試験地を設定する際は、相対照度は10%前後におさえ伐採を最小限にとどめるために、区画内を連絡するための歩道は1メートル以内にする。

Hypsipyla の被害状況を調査するために毎月25, 26, 28林班を調べており、表13とおりである。これによれば、28林班に設定したCタイプにはほとんど被害がなく、ついで25林班のDタイプ、同様に26林班Dタイプも少ない。一方、28林班のBタイプは被害が多い。Aタイプ、Bタイプ、Cタイプは対象区が無いため比較できないが、Dタイプの被害が少ない。

生長量を設定時の相対照度から比較すると、相対照度の高いDタイプ、Eタイプの成長が良く、Dタイプは被害をうけながらも確実に成長続けているが、Eタイプは被害を受けるたびに僅かながらマイナス成長がみられ、その後の成長が鈍る。一方、相対照度の低いCタイプは成長が劣る。

以上の事から、Dタイプを目標に設定するのが望ましいと思われる。

造林木の生存率は植栽後3年経過したが、28林班において63.6～86.2%と低くなってきており、照度確保のために受光量調節が必要である。

2) 人工更新方法別の比較

(A) 活着率

表14, 15の枯損状況調査表にみられるように5m, 10m, 30mのライン植栽ではあまり差が見られない。

ライン植栽における苗木の枯損の原因として

1982年度植栽

Tornilloを裸苗で植付けたために50%という高い枯損が発生した。

1983年度植栽

滞水地における苗木の枯損が多く発生した。Azucar Huayoにポット苗の枯損が多く発生した原因は2林班の滞水地に植えられたためと思われる。また、9林班に同時期に植えられたAzucar Huayo裸苗はアクリソル土壌のためかポット苗より被害が少なく、同列に植えられたTornillo, Cedro C.のポット苗にも枯損が多く発生した

1984年度植栽

12月～2月中旬まで雨が少なく植付け後、天気が続いたため裸苗に枯損が多く発生した。

1985年度植栽

11月中旬に植付けたが、植付け時およびその前後における多雨が原因と思われ裸苗、および同時期に植えられたポット苗のPalo Sangre A.に枯損が発生した。

1986年度植栽

Quillobordon C. とPalta Moena は33林班2列目の同時期・同列に植えられた。この箇所には滞水地があり、これが原因と思われる。

1988年度植栽

Tornilloのポット苗に枯損がでたが、苗木が苗長28cm根元径 0.8cmと小さかったのが原因と思われる。30mのライン（9林班）に植えた Estoraqueのポット苗は滞水地があり枯損がでた。

これらのことから判断すると

Tornillo ; ポット苗でもあまり活着率が良くないので、ポット苗で慎重に植付ける。

Estoraque ; 86年度植栽の29～32林班の結果からポット苗で植付ける。

一般的にはYacushapanaA., Marupa, Azucar Huayo, Goma Huayo P., Lupuna外は裸苗で植付けることが可能であるが、取扱いを丁寧にし、掘り取りから植付けまでの時間を出来るだけ短縮する。

(B) 成長量

1983年度植栽（土壌タイプ：グレイソル，アクリソル，カンビソル）および1986年度植栽（土壌タイプ：アクリソル，カンビソル）の各試験地区分ごとに比較してみた成長状況は表16, 17のとおりである。

1983年度植栽

Goma Huayo P., Bolaina B., Bolaina N. では明らかに30メートルが最も成長が良く、10メートル、5メートルの順となった。Tornilloについてはグレイソルの成長が悪い結果となっている。

1986年度植栽

植栽幅別に大部分の樹種は30メートルが最も成長が良く、10メートル、5メートルの順となっており、植栽木の受光量の差が成長量の差になって表れたものと思われる。

注目されるのはBolaina B., Bolaina N.は30メートル（アクリソル）の成長が10メートル（カンビソル）より悪い結果となっており、1983年度植栽と異なった結果になっている。またTornilloについては10メートルが5メートルより悪い成長となっている。

以上のことから次のことが判断される。

Tornillo ; アクリソルにおける成長が良い。

Ishpingo ; カンビソルにおける成長が良い。

Bolaina ; B., N. 共にアクリソルにおける成長が良い。

Marupa ; どの土壌タイプに植栽しても成長が早い、特にアクリソルにおける成長が良い。

Pumaquiro ; 初期における成長はカンビソルが良いが、徐々にグレイソルの成長が勝る。

Estoraque ; 植栽幅を考慮してもカンビソルでの成長がよい。

Caoba ; Hypsipyla の被害を受けないと他の樹種と同等の成長をする。

Cedro ; Hypsipyla の被害を受けないと他の樹種と同等の成長をする。

Copaiba 他 ; 受光量の差が成長に表われる。

5 天然更新

天然更新の施業方法は単一母樹天然更新法と複数種母樹天然更新法の2種類で行っている。

単一母樹天然更新法は対象樹種のうち比較的上位にランクされているものを母樹として、その開花結実を待って、地床処理をして稚樹の発生を促し、受光量調節を行い稚樹の成長促進をはかる方法である。Ishpingo, Tornillo, Caoba, Cedro, C., Copaiba, Quillobordon C., Pumaquiro, Moena Negra, Yacuahapana N., Panguana, Huamanzamana, Pumaquiro, Mashonaste C., Lupuna, の14樹種を設定した。単一母樹が纏まって存在する区域が少ないため面積的にも規模は小さいが、施業、管理は容易である。

複数種母樹天然更新法は、全対象樹種を母樹とするもので、それらの樹木がある程度纏まって存在する場合に一定の区域を天然更新区域と定め、母樹の結実を期待してあらかじめ当該区域の地床処理

をして種子の落下、稚樹の発生を期待する方法である。この区域には上記の樹種の他に Palo Sangre A., Lagarto Caspi, Cumala N., Mashonaste A., Ubos, Tahuari A., の6樹種を設定した。しかし、この複数種母樹天然更新試験区域は部分的には稚樹発生はあるものの、その区域は面積的にも規模は小さくまた、稚樹の成長もあまり良好とはいえず、施業、管理は複雑である。

したがって、この種の天然更新試験区域は母樹の配置状況、数量、樹種、樹齡、立地条件等を考えると適当な場所がないため、見合わせたほうが良いと思われる。

天然更新の作業方法として図-8のような作業仕組みが必要となる。作業方法としてはTornilloの作業方法がほぼ確立されているので、これが参考となる。

(1) 更 新

1) 区域確定

稚樹の発生および消失を防ぎ、纏まった区域を維持、管理するために区域確定が必要である。

開花結実・稚樹発芽の過程が把握できている樹種は、母樹の開花結実状況を観察し更新が確実と思われる時点で、予め母樹選定している区域-種子の飛散距離が樹種により違うため通常母樹の樹高の1.5倍ぐらいまでの範囲-を確定し、地床処理を行って稚樹発芽を待つ。一般的には、稚樹の発生している区域を更新面積とする。

樹種によって種子の結実、落下時期が異なるため、月1回程度の見回りを行う必要がある。

測量の際は位置を確定させるために三角点、林道、橋などの不動点に連結点を設ける。

ヘクタール当たりの人工数は1.0人となっている。

2) 地床処理

開花結実・稚樹発芽の過程が把握できている樹種に実施する作業である。

下層の雑草、つる性植物および小径木（概ね胸高直径8 cm以下）をマチェイテにより下層植生の除去を行い、種子の落下後に発芽しやすい状態にする。この場合、有用樹種の稚樹が発生している場合には、それを痛めないようにすると共に有用樹種の小径木がある場合は更新木として残す。

樹種によっては急激な疎開を好まない樹種もあるため慎重に対処する必要がある。

ヘクタール当たりの人工数は8.7人となっている。

(2) 保 育

1) 下 刈

稚樹の生長を阻害する雑草木を取り除くことを目的とし、現地の状況に応じて対処してるが、稚樹が小さい場合は稚樹の発生箇所が不規則のため十分注意して作業する。稚樹が密生している場合は3 m、粗で孤立している場合は5 mまで実施する。101林班、111林班のTornilloの実績では1年に1～2回の下刈を行っている。Tornilloのように光の要求度の強い樹種は、初期生長の段階で雑草木との競争があるため1年目は2回程度の下刈が必要である。

ヘクタール当たりの人工数は7.3人となっている。

2) 受光量調節

稚樹発生後、照度不足のため稚樹の消失が見られる場合、または稚樹の生育に支障が認められる場合に上層木を伐倒し照度を確保する作業である。伐倒作業は、主にチェーンソーを用いて行うが、伐倒した枝条処理も合わせて行うためマチェイテの併用作業となる。伐倒方法は、小刻みに行うと目的樹種を痛めることが多くなるため一度に伐倒したほうが作業は容易であり、下刈の回数を増やす方法が望ましい。

稚樹によっては、あまり急激に林内を疎開すると、日焼けして枯死するものがあるため、照度計を使用して照度を計りながら数回にわたって行うのが好ましい。111林班のTornilloを参考にすると、相対照度50%前後に伐倒した区域の成長が著しい(表18)。

ヘクタール当たりの人工数は4.9人となっている。

3) 除 伐

期待する更新木が密生し過ぎて、十分な照度が確保できなくなり成長競争している場合に本数調節のための抜き切りを行い、生存木の成長促進をはかる目的で行う。この場合選木が容易になるように、予め下刈を行うのが望ましく除伐対象木は被害木、衰弱木、病弱木、その他二又木等欠点のある木を優先して選木する。Tornilloの場合、樹高が2 m越す時点が目安となる。

残存木の間隔は樹種によって異なるが将来の樹冠配置を考えて適当な間隔になるように配慮することが必要であるが、1回に強度の除伐を実施すると上層木との関係で日焼けしたり、下草植生の繁茂が著しくなるので、数次にわたって実行するのが望ましい。

ヘクタール当たりの人工数は3.0人となっている。

3) 間伐

目的樹種の密度管理をすることにより樹種間の競争を調整して、直径成長を促すことである。

目的樹種の優勢木と劣勢木の差ができ始めたら、形質、材質、成育の悪い目的樹種を除くことにより、最終的に目的樹種の本数を 400～500本/haとする。

101林班のTornilloは稚樹発生後5年を経過し、樹冠がうっ閉され始めたため、本数間伐を実施した。

作業方法は各樹間距離が5メートルになるようにし、その間にある樹は空間が開かないように間伐の対象とした。

R1～R3（除伐，間伐を実行），C1～C6（間伐を実行）の間伐後の樹高生長・直径成長はC5（非除伐，非間伐を実行）と比較すると明らかに著しい成長を示している（表19，20，図9，10）。

R1～R3とC1～C6は間伐実行後に間伐実行前の成長量の差が解消されているようにみられるが，間伐実行直後に著しい成長を示しているだけであり，今後の追跡調査が必要である。

ヘクタール当たり間伐前は3,351本が密生していたが，残存木は414本となり，88%の間伐率となった。

ヘクタール当たりの人工数は16.2人となっている。

7 道路管理

(1) 林道・作業道

1) 路網計画

ペルーアマゾン地域は雨量が多く，地盤が軟弱で雨期には水溜まりができやすく，林道崩壊が発生しやすい。

したがって，林道配置に当たっては，滞水しやすい平坦地をなるべく避け，管理が容易なように配置する。

基幹道の林道と補助道の作業道に分け，作業道は雨期には極力しないようにする。

2) 林道開設計画

林道・作業道の幅員は，林道で4m、作業道で3mとし，排水を良くするために路床面には傾斜をもたせる。

橋梁は基盤が軟弱であるから，十分な強度を保つためには相当な補強が必要である。木橋の場合は，シュワワコなど橋梁に適している木材を厳選しなければならないが，利用径級は最低40cm以上必要であり，高湿度のために腐りが早く，4～5年で交換しなければならず，資源維持・環境保護のためには極力避け，ヒューム管コルゲート管，ブマキロなどの現地材を使った木工暗渠を利用した暗渠排水を設ける。

3) 林道・作業道管理

林道・作業道管理を計るために、基幹林道からの導入路にはゲート、柵等を設け外部者の侵入、焼畑の発生を防ぐとともに、開閉時間を決めて、勤務時間以外は使用しないようにする。

林道の維持、橋梁・暗渠の修理はできるだけ作業の容易な乾期に行う。

滞水しやすい地域には多めに砂利を敷設しなければならぬが、砂利は極めて高価であるため、排水溝、側溝を設け排水、乾燥を良くして砂利の節約をする必要がある。道路の積極的乾燥を進めるため、また車両交通の安全確保のために路肩から2 m程度の刈り払い、および排水溝、側溝の土砂掘りも行う。

キロメートル当たり人工数は4.0人となっている。

(2) 歩道

1) 歩道作設

歩道は造林事業上、保護管理上、および盗伐・焼き畑の侵入防止をはかるために必要な箇所に設定されるが、安全確保、作業能率の向上をはかることが基本となる。また、林道・作業道の作設が困難な区域を網羅するためにも必要である。

キロメートル当たり人工数は31.8人となっている。

2) 歩道修理

各々の作業開始に当たって安全確保、作業能率の向上を目的に定期的に刈り払い、木橋の補強等を行う。

キロメートル当たり人工数は4.0人となっている。

8 共通

(1) 境界管理

不法侵入（焼き畑）や盗伐者から、貴重な財産を守るために境界の保全管理が必要である。そのためには測量を行い境界簿を作成し、境界杭・境界見出し板などを設置し、境界を3～5 m幅で刈り払い保全帯を設け、地域住民に境界を明示する必要がある。

境界巡視は、境界簿を持参し不法侵入（焼き畑）や盗伐があった地域を頻繁に行い、通常は月1回程度の巡視兼刈り払いを実施する。

キロメートル当たり人工数は3.3人となっている。

(2) 造林共通

他の作業単位に含まれない作業を全て含む。

- 1) 成長量調査, 病虫害調査などの調査およびデータ解析
- 2) カバドール(トラクター), チェンソーなどの機械修理
- 3) 雑役(環境整備, 倉庫整理など)
- 4) その他

参考文献

- ① 熱帯造林計画基準 昭和58年3月 国際協力事業団
- ② ペルー国アマゾン林業開発現地実証プロジェクト専門家帰国報告書 昭和60年12月 国際協力事業団
- ③ パラグアイ・カピバリ地区森林造成計画調査報告書 昭和60年月 国際協力事業団
- ④ ペルー国アマゾン林業開発現地実証プロジェクト専門家帰国報告書 昭和61年12月 国際協力事業団
- ⑤ ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査中間報告書 昭和63年3月 国際協力事業団

表－１ 造林事業作業区分

大区分		中区分		小区分		細区分		備考
記番	名称	記番	名称	記番	名称	記番	名称	
1	人工更新	(3)	造林	ア	地植え・植付け	(ア)	踏査・測量	
						(イ)	地植え	
						(ウ)	植付け	
						(エ)	補植	
				イ	保育	(ア)	下刈	
						(イ)	つる切り	
						(ウ)	受光量調節	
						(エ)	除伐	
2	天然更新	(1)	造林	ア	更新	(ア)	区域確定	
						(イ)	地床処理	
				イ	保育	(ア)	下刈	
						(イ)	受光量調節	
				ウ	間伐	(ウ)	除伐	
3	共通	(1)	保護	ア	病虫害駆除	(ア)	薬剤防除	
				イ	道路管理	(ア)	林道・作業道	
						(イ)	歩道	
		(2)	共通	ア	境界管理			
				イ	造林共通			

表-2 人工更新期待樹種

		総合判定
Caoba	(Swietenia macrophylla)	2
Cedro Colorado	(Cedrela odorata)	2
Ishpingo	(Amburana cearensis)	2
Tornillo	(Cedrelinga catenaeformis)	1
Azucar huayo	(Hymenea oblongifolia)	2
Copaiba	(Copaifera sp.)	3
Lagarto caspi	(Calophyllum brasiliensis)	2
Moena negra	(Nectandra sp.)	
Palo sangre amarillo	(Sartzia sp.)	2
Yacushapana	(Bechenovia grandis)	2
Bolaina blanca	(Guazuma crinita)	1
Bolaina negra	(Guazuma ulmifolia)	2
Estoraque	(Hyroxylon balsamun)	2
Marupa	(Simarouba amara)	1
Pumaquiro	(Aspidosperma macrocarpon)	2
Goma huayo pashaco	(Parkia appositifolia)	2
Lupuna	(Chorisia)	2

総合判定

- 1 早成樹
- 2 中成樹
- 3 遅成樹

表-3 天然更新期待樹種

Caoba	(Swietenia macrophylla)	*
Cedro Colorado	(Cedrela odorata)	*
Ishpingo	(Amburana cearensis)	*
Tornillo	(Cedrelinga catenaeformis)	*
Azucar Huayo	(Hymenaea oblongifolia)	
Copaiba	(Copaifera sp.)	*
Huayruro Colorado	(Ormosia schumkei)	
Lagarto Caspi	(Calophyllum brasiliensis)	*
Moena Negra	(Nectandra sp.)	*
Palo Sangre Amarillo	(Swartzia sp.)	*
Palo Sangre Negro	(Paramachaerium ormosioides)	
Panguana	(Brosimun parinarioides)	*
Pino Regional	(Alseis peruviana)	
Quillobordon	(Aspidosperma vargarii)	*
Yacushapana	(Bechenovia grandis)	*
Andiroba	(Carapa guianensis)	
Bolaina Blanca	(Guazuma crinita)	
Bolaina Negra	(Guazuma ulmifolia)	
Cumala Colorada	(Iryanthera sp.)	
Estoraque	(Hyroxilon balsamun)	*
Huamanzanana	(Jacaranda copaia)	*
Marupa	(Simarouba amara)	
Hashonaste	(Clarisia racemosa)	*
Pumaquiro	(Aspidosperma macrocarpon)	*
Ubos	(Spondias mombim)	*
Aceite caspi	(Didymopanax morototoni)	
Añallo caspi	(Cordia alliodora)	
Catahua	(Hura crepitans)	
Goma Huayo Pashaco	(Parkia appositifolia)	
Lupuna	(Chorisia)	*

*は設定された樹種

Hashonasteは Amarillo と Cororodo の 2樹種である。

表-4 10メートルの土壌タイプ別成長量比較 (21, 22林班)

月日	1986-10			1987-4			1987-10			1988-4			1988-10			1989-4					
	G	A	C	G	A	C	G	A	C	G	A	C	G	A	C	G	A	C			
Tornillo	0.91	0.92	0.53	2.14	2.40	1.05	2.68	3.37	1.32	3.90	4.51	2.00	5.04	6.03	2.47	91	5.96	72	7.39	55	3.33
Harupa	1.11	1.10	1.56	2.03	2.58	2.88	3.37	3.88	4.26	4.57	4.93	5.30	5.96	6.61	6.43	35	7.15	70	7.76	50	7.64
BolainaB.	2.28	1.24	1.88	3.96	1.26	2.94	4.88	1.33	3.38	6.22	1.31	3.89	7.32	1.39	4.80	31	8.54	23	1.40	19	4.84
Bolaina H.			1.27			1.85			2.14			2.78			3.20					14	3.69
Caoba	1.27	0.95	1.24	2.12	1.19	1.95	2.57	1.27	2.19	2.69	1.30	2.53	3.00	1.38	2.81	12	2.99	9	1.46	60	2.99
Cedro C.	1.14	1.22		1.19	1.04		1.09	1.26		1.83	1.21		2.02	1.33		2	2.19	9	1.64		
Ishipingo	0.88	0.88	0.85	1.76	1.77	1.77	2.11	2.11	2.26	2.60	2.55	2.85	3.10	2.81	3.06	64	3.85	59	3.38	30	4.11
Punaquiro	0.69		0.79	1.50		1.28	1.81		1.60	2.52		2.16	3.03		2.43	80	3.72			44	2.89
Azucar Huayo	0.51	0.55	0.54	1.11	1.14	1.14	1.49	1.51	1.44	2.21	2.05	2.08	2.73	2.72	2.32	50	3.31	55	3.27	63	2.92
Palo Sangre A	1.35	1.12	1.05	1.77	1.49	1.23	2.17	1.78	1.53	2.63	1.97	1.74	2.94	2.13	1.89	31	3.08	39	2.18	29	2.02
Copaiba	0.94	0.95	0.72	1.31	1.12	1.18	1.36	1.10	1.31	1.71	1.32	1.59	1.87	1.52	1.74	75	2.19	34	1.70	104	2.00

*G グレイソル

A アクリソル

C カンビソル

表-5 受光量調節作業（1987年7月実施）13、14林班の成長量の推移

樹 種	調 查 月 日											
	86- 8		87- 4		87-10		88- 4		88-10		89- 4	
	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差
13 林班												
Caoba	1.01 (0.44)		1.83 (0.97)		1.98 (1.02)		2.13 (1.11)		2.50 (1.28)		2.70 (1.29)	27
Cedro C.	0.92 (0.33)		1.38 (0.57)		1.29 (0.53)		1.41 (0.69)		1.49 (0.62)		1.86 (0.70)	4
Goma Huayo P.	2.40 (0.74)		4.31 (1.26)		4.77 (1.33)		6.06 (1.49)		6.49 (1.54)		7.54 (1.69)	61
Palo Sangre A.	1.80 (0.63)		2.26 (0.87)		2.39 (0.89)		2.73 (1.12)		2.92 (1.16)		3.20 (1.36)	83
Huayruro C.	0.40 (0.16)		0.55 (0.22)		0.49 (0.28)		0.67 (0.51)		0.70 (0.51)		1.43 (0.91)	9
14 林班												
Caoba	1.09 (0.39)		1.49 (0.57)		1.99 (0.77)		2.25 (0.91)		2.51 (1.01)		2.62 (1.01)	58
Cedro C.	0.95 (0.40)		1.28 (0.48)		1.27 (0.40)		1.58 (0.59)		1.84 (0.69)		2.25 (0.77)	16
Añallo Caspi	2.56 (0.97)		4.00 (1.45)		5.10 (1.84)		7.22 (2.18)		7.88 (2.29)		9.25 (2.50)	66
Vilco Paschaco	2.78 (0.68)		3.32 (0.69)		3.74 (0.98)		4.09 (0.99)		4.26 (1.13)		4.88 (1.28)	35
Huimba B.	2.81 (0.77)		3.91 (1.15)		4.23 (1.30)		5.62 (1.45)		6.10 (1.42)		7.98 (1.51)	34
Huimba N.	1.76 (0.65)		2.16 (0.88)		2.38 (0.94)		3.03 (1.30)		3.41 (1.62)		3.96 (1.86)	31

表-6 受光量調節作業（1988年6月実施）18林班の成長量の推移

樹種	調 査 月 日												
	86- 8		87- 4		87-10		88- 4		88-10		89- 4		
	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	本数
Caoba	1.22	(0.47)	2.08	(0.89)	2.31	(0.95)	2.60	(1.11)	3.04	(1.24)	3.23	(1.42)	70
Goma Huayo P.	2.44	(1.03)	3.84	(1.39)	4.29	(1.37)	5.39	(1.45)	5.72	(1.59)	6.53	(1.66)	47
Lupuna	1.85	(0.59)	2.36	(0.74)	2.64	(1.00)	3.18	(1.20)	3.39	(1.31)	3.58	(1.58)	40
Bolaina N.	2.71	(1.09)	3.88	(1.74)	4.16	(1.79)	5.51	(2.46)	5.74	(2.54)	6.96	(3.47)	64
Huayruro C.	0.98	(0.36)	1.31	(0.48)	1.39	(0.57)	1.61	(0.68)	1.79	(0.77)	1.91	(0.91)	36
Ubos	1.29	(0.59)	2.13	(1.00)	2.11	(1.06)	2.60	(1.38)	3.01	(1.45)	3.14	(1.51)	23

表-7 受光量調節作業（1988年7月実施）15林班の成長量の推移

樹 種	調 査 月 日											
	86- 8		87- 4		87-10		88- 4		88-10		89- 4、	
	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差	平均樹高	標準偏差 本数
Caoba	1.45	(0.51)	2.04	(0.72)	2.23	(0.84)	2.56	(0.98)	2.86	(1.03)	3.09	(1.19) 38
Cedro C.	0.67	(0.22)	1.55	(0.46)	1.40	(0.49)	1.92	(0.83)	1.99	(0.81)	1.99	(0.57) 6
Bolaina B.	3.38	(1.29)	4.84	(2.21)	5.08	(2.27)	6.29	(3.22)	6.52	(3.00)	7.22	(3.24) 18
Goma Huayo P.	3.00	(0.94)	4.75	(1.26)	5.05	(1.29)	6.17	(1.56)	6.59	(1.57)	7.45	(1.80) 83
Lupuna	1.73	(0.60)	2.16	(0.66)	2.42	(0.83)	2.44	(0.83)	2.65	(0.86)	2.74	(0.80) 62

表8-1 1985年度HYPSIPLYAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
5 m	CEDRO C	14, 5									$\frac{4}{8}$ 50.0				$\frac{4}{8}$	50
		14, 11									$\frac{6}{8}$ 75.0				$\frac{6}{8}$	75
		14, 17									$\frac{4}{7}$ 57.1				$\frac{4}{7}$	57.1
		14, 21									$\frac{81}{130}$ 62.3	19 36.4 132	14.4 125	$\frac{6}{4.8}$	$\frac{154}{519}$	29.7
		14, 23									$\frac{5}{6}$ 83.3				$\frac{5}{6}$	83.3
		18, 8									$\frac{18}{32}$ 56.3	5 16.1 31	$\frac{0}{33}$	$\frac{31}{133}$	23.3	
	小計										$\frac{118}{191}$ 61.2	24 33.1 169	14.9 158	$\frac{6}{3.8}$	$\frac{204}{679}$	30.0
	CAORA	14, 2									$\frac{48}{141}$ 34.0	22 15.7 140	8 5.5 146	$\frac{2}{133}$ 1.5	$\frac{80}{564}$	14.2
		18, 17									$\frac{14}{44}$ 31.8	4 9.3 43	0 0 40	$\frac{0}{186}$	9.7	
	小計										$\frac{62}{185}$ 33.5	24 14.2 183	8 4.3 177	$\frac{2}{11.3}$ 11.3	$\frac{98}{750}$	13.1
	合計										$\frac{180}{376}$ 47.9	82 23.3 352	32 9.1 348	$\frac{8}{2.4}$ 2.4	$\frac{302}{1,411}$	21.4

備考

$\frac{62}{185}$ 33.5は調査木 185本中62の被害があり、33.5%の被害率だったことを意味する。

表8-2 1986年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期編	樹種	林班・ライン	調査月日												合計			
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率		
5 m	CEDRO C	14, 5	0 4	0		0 8	0 10	0	2 8	25.0 25.0	4 9	44.4 37	9 40	22.5 10	6 37	16.2 0	27 166	16.3
		14, 11	0 8	0		0 9	0		1 8	12.5 10	2 10	20.0 37	9 40	22.5 10	6 37	16.2 1	25 159	15.7
		14, 17	0 6	0		0 7	0 7	0 0	3 5	60.0 100.0			9 40	22.5 11	6 37	16.2 13	25 149	16.8
		14, 21				0 123	0 137	3 2.2	49 122	39.3 100.0	10 10	100.0 111	20 111	18.0 11	13 117	11.1 12.5	165 866	17.9
		14, 23	1 6	16.7 6		0 1	0 9	0 0	4 6	66.7 100.0			9 40	22.5 11	6 37	16.2 13	28 150	18.7
		18, 8				0 32	0 32	0 0	2 20	10.0 100.0	7 29	24.1 30	3 24	11.1 36	2 8	6.6 19.4	24 230	10.4
		小計	1 24	4.2 24		0 183	0 195	3 1.5	60 169	35.5 100.0	23 38	39.6 295	59 298	19.8 13.2	39 243	12.7 189	283 1,696	16.7
	CAOBA	14, 2				0 129	0 122	2 1.6	1 72	5.6 100.0	11 11	100.0 103	3 114	2.6 115	1 117	1.0 0	24 783	3.7
		18, 17				0 40	0			13.1 38	3 37	8.1 37	3 42	8.1 42	1 4	2.7 9.5	13 236	5.5
		小計				0 169	0 122	2 1.6	4 72	5.6 100.0	16 49	3.3 151	6 151	4.0 157	2 139	14.3 2.5	37 1,019	3.6
		合計	1 24	4.2 24		0 362	0 317	5 1.6	64 241	26.5 100.0	39 107	36.4 435	65 449	14.5 16.7	41 348	9.4 8.0	320 2,715	11.8

表8-3 1987年度HYP SIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
5m	CEDRO C	14, 5	$\frac{5}{9}$ 55.6	$\frac{0}{10}$ 0	$\frac{0}{9}$ 0	$\frac{0}{8}$ 0									$\frac{5}{36}$	13.9
		14, 11	$\frac{2}{7}$ 28.6	$\frac{0}{7}$ 0	$\frac{0}{7}$ 0	$\frac{0}{0}$ 0									$\frac{2}{27}$	7.4
		14, 17	$\frac{1}{7}$ 14.3	$\frac{0}{7}$ 0	$\frac{0}{7}$ 0	$\frac{0}{7}$ 0									$\frac{1}{49}$	2.0
		14, 21	$\frac{20}{122}$ 16.4	$\frac{9}{117}$ 7.7	$\frac{10}{122}$ 8.2	$\frac{6}{120}$ 5.0	$\frac{6}{120}$ 5.0	$\frac{0}{119}$ 0	$\frac{45}{119}$ 37.8	$\frac{6}{78}$ 5.1	$\frac{22}{119}$ 18.5	$\frac{46}{119}$ 39.3	$\frac{15}{116}$ 12.9	$\frac{14}{110}$ 12.7	$\frac{199}{1,419}$	14.0
		14, 23	$\frac{1}{8}$ 12.5	$\frac{0}{8}$ 0	$\frac{0}{8}$ 0	$\frac{0}{7}$ 0									$\frac{1}{31}$	3.2
		18, 8	$\frac{0}{31}$ 0	$\frac{3}{31}$ 8.8	$\frac{1}{27}$ 3.7	$\frac{0}{27}$ 0	$\frac{1}{27}$ 3.7	$\frac{3}{27}$ 11.1	$\frac{2}{29}$ 6.9	$\frac{25}{29}$ 86.2	$\frac{0}{27}$ 0	$\frac{5}{35}$ 14.3	$\frac{7}{34}$ 20.6	$\frac{0}{30}$ 0	$\frac{47}{357}$	13.2
		小計	$\frac{29}{184}$ 15.7	$\frac{12}{183}$ 6.5	$\frac{11}{180}$ 6.1	$\frac{6}{181}$ 3.3	$\frac{7}{147}$ 4.8	$\frac{3}{146}$ 2.0	$\frac{47}{148}$ 31.7	$\frac{31}{107}$ 28.9	$\frac{22}{146}$ 15.1	$\frac{51}{152}$ 33.3	$\frac{22}{150}$ 14.7	$\frac{14}{140}$ 10.0	$\frac{255}{1,864}$	13.7
	CAORA	14, 2	$\frac{5}{113}$ 4.4	$\frac{0}{111}$ 0	$\frac{0}{112}$ 0	$\frac{4}{110}$ 3.6	$\frac{3}{110}$ 2.7	$\frac{10}{116}$ 9.1	$\frac{13}{110}$ 11.8	$\frac{7}{109}$ 6.4	$\frac{7}{109}$ 6.4	$\frac{30}{107}$ 28.0	$\frac{1}{107}$ 9.4	$\frac{4}{107}$ 3.7	$\frac{84}{1,315}$	6.4
		18, 17	$\frac{0}{39}$ 0	$\frac{2}{39}$ 5.1	$\frac{0}{39}$ 0	$\frac{0}{39}$ 0	$\frac{0}{39}$ 0	$\frac{2}{39}$ 5.1	$\frac{0}{39}$ 0	$\frac{6}{39}$ 15.4	$\frac{2}{39}$ 5.3	$\frac{0}{37}$ 0	$\frac{1}{37}$ 2.7	$\frac{1}{40}$ 2.5	$\frac{14}{465}$	3.0
		小計	$\frac{5}{152}$ 3.3	$\frac{2}{150}$ 1.3	$\frac{0}{151}$ 0	$\frac{4}{149}$ 2.7	$\frac{3}{149}$ 2.1	$\frac{12}{149}$ 8.0	$\frac{13}{149}$ 8.7	$\frac{13}{148}$ 8.8	$\frac{9}{148}$ 6.1	$\frac{30}{144}$ 20.8	$\frac{2}{144}$ 13.8	$\frac{5}{147}$ 3.4	$\frac{98}{1,780}$	5.5
		合計	$\frac{34}{336}$ 10.1	$\frac{14}{333}$ 4.2	$\frac{11}{331}$ 3.3	$\frac{10}{330}$ 3.0	$\frac{10}{296}$ 3.4	$\frac{15}{295}$ 5.1	$\frac{60}{297}$ 20.2	$\frac{44}{255}$ 17.2	$\frac{11}{294}$ 3.7	$\frac{81}{286}$ 27.3	$\frac{24}{294}$ 8.2	$\frac{19}{288}$ 6.6	$\frac{333}{3,644}$	9.1

表 8-5 1989年度HYPSIPLYAの被害調査

伐期幅 5 m	樹 種 CEDRO C	林班・ライン 14, 5	調 査 月 日												合 計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
		14, 11														
		14, 17														
		14, 21	$\frac{0}{92}$	$\frac{0}{57}$	$\frac{0}{102}$	$\frac{0}{99}$	0								$\frac{0}{380}$	0
		14, 23														
		18, 8	$\frac{0}{25}$	$\frac{0}{25}$	$\frac{0}{25}$	$\frac{0}{25}$	0								$\frac{0}{100}$	0
		小 計	$\frac{0}{117}$	$\frac{0}{112}$	$\frac{0}{127}$	$\frac{0}{124}$	0								$\frac{0}{480}$	0
	CAOBA	14, 2	$\frac{0}{83}$	$\frac{0}{78}$	$\frac{0}{83}$	$\frac{0}{92}$	0								$\frac{0}{216}$	0
		18, 17	$\frac{1}{37}$	$\frac{2}{37}$	$\frac{0}{48}$	$\frac{0}{38}$	0								$\frac{1}{158}$	0.6
		小 計	$\frac{1}{120}$	$\frac{2}{115}$	$\frac{0}{131}$	$\frac{0}{108}$	0								$\frac{1}{474}$	0.2
		合 計	$\frac{1}{297}$	$\frac{0}{227}$	$\frac{0}{258}$	$\frac{0}{232}$	0								$\frac{1}{954}$	0.1

表9-1 1985年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
10m	CEDRO C.	15, 10									$\frac{37}{47}$ 78.0				$\frac{37}{47}$ 78	
		15, 15														
		小計									$\frac{37}{47}$ 78.0			$\frac{37}{47}$ 78		
	C408A	15, 3														
		15, 13									$\frac{35}{53}$ 66.0	$\frac{27}{51}$ 52.9	$\frac{25}{55}$ 45.5	$\frac{6}{51}$ 11.8	$\frac{93}{210}$ 44.3	
		小計									$\frac{35}{53}$ 66.0	$\frac{27}{51}$ 52.9	$\frac{25}{55}$ 45.5	$\frac{6}{51}$ 11.8	$\frac{93}{210}$ 44.3	
		合計									$\frac{72}{100}$ 72.0	$\frac{27}{51}$ 52.9	$\frac{25}{55}$ 45.5	$\frac{6}{51}$ 11.8	$\frac{130}{257}$ 50.6	

表9-2 1986年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計								
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率							
10m	CEDRO C.	15, 10	$\frac{0}{29}$												$\frac{0}{29}$	0							
		15, 15				$\frac{0}{37}$	0	$\frac{6}{36}$	1.67	$\frac{22}{33}$	66.7	$\frac{12}{20}$	60.0	$\frac{13}{21}$	61.9	$\frac{7}{26}$	26.9	$\frac{6}{21}$	28.6	$\frac{3}{29}$	10.3	$\frac{69}{223}$	30.9
		小計	$\frac{0}{29}$	0		$\frac{0}{37}$	0	$\frac{6}{36}$	1.67	$\frac{22}{33}$	66.7	$\frac{12}{20}$	60.0	$\frac{13}{21}$	61.9	$\frac{7}{26}$	26.9	$\frac{6}{21}$	28.6	$\frac{3}{29}$	10.3	$\frac{69}{252}$	27.4
	CAOBA	15, 3										$\frac{9}{49}$	19.2									$\frac{9}{47}$	19.2
		15, 13				$\frac{10}{50}$	20.0	$\frac{2}{33}$	8.7	$\frac{19}{48}$	39.6	$\frac{12}{43}$	27.9	$\frac{3}{44}$	6.8	$\frac{3}{46}$	6.5	$\frac{6}{45}$	13.3	$\frac{5}{45}$	11.1	$\frac{55}{289}$	18.4
		小計				$\frac{10}{50}$	20.0	$\frac{2}{33}$	8.7	$\frac{19}{48}$	39.6	$\frac{12}{43}$	27.9	$\frac{3}{44}$	6.8	$\frac{3}{46}$	6.5	$\frac{6}{45}$	13.3	$\frac{5}{45}$	11.1	$\frac{64}{346}$	18.5
		合計	$\frac{0}{29}$	0		$\frac{10}{87}$	11.5	$\frac{8}{59}$	13.5	$\frac{41}{81}$	50.6	$\frac{33}{110}$	30.0	$\frac{10}{70}$	14.3	$\frac{9}{67}$	13.4	$\frac{9}{74}$	12.2	$\frac{5}{74}$	6.8	$\frac{120}{577}$	20.8

表9-3 1987年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
10m	CERRO C.	15, 10														
		15, 15	$\frac{6}{32}$ 18.8	$\frac{10}{30}$ 33.3	$\frac{1}{31}$ 3.2	$\frac{0}{31}$ 0	$\frac{1}{31}$ 3.2	$\frac{2}{31}$ 6.5	$\frac{14}{30}$ 46.7	$\frac{6}{29}$ 20.7	$\frac{4}{29}$ 13.8	$\frac{11}{25}$ 44.0	$\frac{6}{25}$ 24.0	$\frac{1}{25}$ 4.0	$\frac{62}{349}$	17.8
		小計	$\frac{6}{32}$ 18.8	$\frac{10}{30}$ 33.3	$\frac{1}{31}$ 3.2	$\frac{0}{31}$ 0	$\frac{1}{31}$ 3.2	$\frac{2}{31}$ 6.5	$\frac{14}{30}$ 46.7	$\frac{6}{29}$ 20.7	$\frac{4}{29}$ 13.8	$\frac{11}{25}$ 44.0	$\frac{6}{25}$ 24.0	$\frac{1}{25}$ 4.0	$\frac{62}{349}$	17.8
	CAOBA	15, 3														
		15, 13	$\frac{2}{40}$ 5.0	$\frac{2}{43}$ 4.7	$\frac{3}{46}$ 6.5	$\frac{0}{46}$ 0	$\frac{0}{45}$ 0	$\frac{12}{45}$ 26.7	$\frac{3}{45}$ 6.7	$\frac{11}{44}$ 25.0	$\frac{5}{44}$ 11.4	$\frac{12}{42}$ 28.6	$\frac{4}{42}$ 9.5	$\frac{0}{39}$ 0	—	10.4
		小計	$\frac{2}{40}$ 5.0	$\frac{2}{43}$ 4.7	$\frac{3}{46}$ 6.5	$\frac{0}{46}$ 0	$\frac{0}{45}$ 0	$\frac{12}{45}$ 26.7	$\frac{3}{45}$ 6.7	$\frac{11}{44}$ 25.0	$\frac{5}{44}$ 11.4	$\frac{12}{42}$ 28.6	$\frac{4}{42}$ 9.5	$\frac{0}{39}$ 0	$\frac{54}{521}$	10.4
		合計	$\frac{8}{72}$ 11.1	$\frac{12}{73}$ 16.4	$\frac{4}{77}$ 5.2	$\frac{0}{77}$ 0	$\frac{1}{76}$ 0	$\frac{14}{76}$ 18.4	$\frac{17}{75}$ 22.6	$\frac{17}{73}$ 23.3	$\frac{9}{73}$ 12.3	$\frac{23}{67}$ 34.3	$\frac{10}{67}$ 14.9	$\frac{1}{64}$ 1.6	$\frac{116}{870}$	13.3

表9-4 1988年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調 査 月 日												合 計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
10m	CEDRO C.	15, 10														
		15, 15	$\frac{1}{25}$ 4	$\frac{0}{26}$ 0	$\frac{0}{26}$ 0	$\frac{4}{25}$ 16	$\frac{0}{23}$ 0	$\frac{0}{23}$ 0	$\frac{11}{22}$ 50	$\frac{1}{24}$ 4.2	$\frac{1}{19}$ 5.3	$\frac{3}{22}$ 13.6	$\frac{7}{22}$ 31.8	$\frac{0}{21}$ 0	$\frac{28}{278}$	10.1
		小 計	$\frac{1}{25}$ 4	$\frac{0}{26}$ 0	$\frac{0}{26}$ 0	$\frac{4}{25}$ 16	$\frac{0}{23}$ 0	$\frac{0}{23}$ 0	$\frac{11}{22}$ 50	$\frac{1}{24}$ 4.2	$\frac{1}{19}$ 5.3	$\frac{3}{22}$ 13.6	$\frac{7}{22}$ 31.8	$\frac{0}{21}$ 0	$\frac{28}{278}$	10.1
	CAOBA	15, 3														
		15, 13	$\frac{2}{38}$ 5.3	$\frac{0}{38}$ 0	$\frac{0}{41}$ 0	$\frac{0}{43}$ 0	$\frac{0}{43}$ 0	$\frac{2}{40}$ 5	$\frac{5}{35}$ 14.3	$\frac{2}{42}$ 4.8	$\frac{0}{34}$ 0	$\frac{0}{40}$ 0	$\frac{1}{41}$ 2.4	$\frac{0}{38}$ 0	$\frac{12}{473}$	2.5
		小 計	$\frac{2}{38}$ 5.3	$\frac{0}{38}$ 0	$\frac{0}{41}$ 0	$\frac{0}{43}$ 0	$\frac{0}{43}$ 0	$\frac{2}{40}$ 5	$\frac{5}{35}$ 14.3	$\frac{2}{42}$ 4.8	$\frac{0}{34}$ 0	$\frac{0}{40}$ 0	$\frac{1}{41}$ 2.4	$\frac{0}{38}$ 0	$\frac{12}{473}$	2.5
		合 計	$\frac{3}{63}$ 4.7	$\frac{0}{64}$ 0	$\frac{0}{69}$ 0	$\frac{4}{58}$ 6.9	$\frac{0}{64}$ 0	$\frac{2}{63}$ 3.2	$\frac{16}{57}$ 28.1	$\frac{3}{66}$ 33.3	$\frac{1}{53}$ 1.8	$\frac{3}{62}$ 4.8	$\frac{8}{63}$ 12.7	$\frac{0}{59}$ 0	$\frac{37}{731}$	5.1

表9-5 1989年度HYPSIPLYAの被害調査

伐跡幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
16m	CEDRO C.	15, 10														
		15, 15	$\frac{0}{21}$	$\frac{1}{21}$ 4.8	$\frac{0}{21}$	$\frac{0}{20}$									$\frac{1}{83}$	1.2
		小計	$\frac{0}{21}$	$\frac{1}{21}$ 4.8	$\frac{0}{21}$	$\frac{0}{20}$									$\frac{1}{83}$	1.2
	CAJUA	15, 3														
		15, 13	$\frac{3}{37}$ 8.1	$\frac{0}{37}$	$\frac{1}{36}$ 2.8	$\frac{0}{34}$									$\frac{4}{144}$	2.8
		小計	$\frac{3}{37}$ 8.1	$\frac{0}{37}$	$\frac{1}{36}$ 2.8	$\frac{0}{34}$									$\frac{4}{144}$	2.8
		合計	$\frac{3}{58}$ 5.2	$\frac{1}{58}$ 1.7	$\frac{1}{57}$ 1.7	$\frac{0}{54}$									$\frac{5}{227}$	2.2

表10-1 1985年度HYPSIPLYAの被害調査

伐期幅		樹種	林班・ライン	調査月日												合計			
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率		
樹下植栽			19, 15								$\frac{16}{37}$	$\frac{43.2}{37}$	$\frac{5}{38}$	$\frac{13.2}{38}$	$\frac{4}{37}$	$\frac{10.8}{39}$	$\frac{0}{39}$	$\frac{25}{151}$	16.6
			19, 25																
			27, 12																
			103								$\frac{23}{40}$	$\frac{57.5}{40}$	$\frac{1}{39}$	$\frac{2.6}{39}$				$\frac{24}{79}$	30.4
		小計									$\frac{39}{77}$	$\frac{50.6}{77}$	$\frac{6}{77}$	$\frac{7.8}{77}$				$\frac{45}{134}$	29.2
		CEDRO B	19, 12								$\frac{38}{45}$	$\frac{84.4}{45}$	$\frac{25}{44}$	$\frac{56.8}{44}$	$\frac{5}{45}$	$\frac{11.1}{45}$	$\frac{7}{46}$	$\frac{75}{180}$	41.7
			27, 16																
		小計									$\frac{38}{45}$	$\frac{84.4}{45}$	$\frac{25}{44}$	$\frac{56.8}{44}$	$\frac{5}{45}$	$\frac{11.1}{45}$	$\frac{7}{46}$	$\frac{75}{180}$	41.7
		CAORA	19, 19								$\frac{6}{36}$	$\frac{16.7}{36}$	$\frac{3}{34}$	$\frac{8.8}{34}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{33}$	$\frac{0}{33}$	$\frac{9}{139}$	6.5
			27, 14																
			103								$\frac{4}{30}$	$\frac{13.3}{30}$	$\frac{2}{27}$	$\frac{7.4}{27}$				$\frac{8}{57}$	14.0
		小計									$\frac{10}{66}$	$\frac{15.1}{66}$	$\frac{5}{61}$	$\frac{8.2}{61}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{33}$	$\frac{0}{33}$	$\frac{15}{196}$	7.6
		合計									$\frac{87}{188}$	$\frac{46.3}{188}$	$\frac{36}{182}$	$\frac{19.7}{182}$	$\frac{5}{81}$	$\frac{6.2}{79}$	$\frac{7}{79}$	$\frac{135}{530}$	25.5

表10-2 1986年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
樹下被殺	CEDRO C	19, 15														
		19, 25				$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{33}$	0	$\frac{4}{33}$	$\frac{12}{32}$	$\frac{6}{34}$	$\frac{3}{85}$	$\frac{1}{29}$	$\frac{0}{29}$	$\frac{26}{260}$	10
		27, 12		$\frac{2}{34}$	$\frac{4.7}{41}$	0	$\frac{0}{42}$	0	$\frac{1}{41}$	$\frac{4}{43}$	$\frac{1}{39}$	0	$\frac{2}{43}$	$\frac{1}{43}$	$\frac{11}{373}$	2.9
		103	$\frac{0}{40}$	0									$\frac{3}{39}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{3}{119}$	2.5
		小計	$\frac{0}{40}$	$\frac{2}{34}$	$\frac{4.7}{41}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{75}$	0	$\frac{5}{74}$	$\frac{16}{75}$	$\frac{7}{73}$	$\frac{3}{75}$	$\frac{6}{111}$	$\frac{1}{112}$	$\frac{40}{754}$	5.3
CEDRO B		19, 12				$\frac{0}{44}$	0	$\frac{0}{45}$	$\frac{17}{41}$	$\frac{21}{47}$	$\frac{9}{44}$	$\frac{10}{42}$	$\frac{5}{41}$	$\frac{3}{41}$	$\frac{64}{346}$	18.5
		27, 16		$\frac{1}{38}$	$\frac{2.6}{35}$	0	$\frac{0}{34}$	0	$\frac{5}{37}$	$\frac{0}{36}$	0	0	0	0	$\frac{6}{323}$	1.9
		小計		$\frac{1}{38}$	$\frac{2.6}{35}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{22}{78}$	$\frac{21}{83}$	$\frac{8}{93}$	$\frac{10}{79}$	$\frac{6}{72}$	$\frac{3}{77}$	$\frac{70}{669}$	10.5
CAORA		19, 19				$\frac{0}{33}$	0	$\frac{0}{32}$	$\frac{4}{31}$	$\frac{4}{30}$	$\frac{1}{27}$	$\frac{1}{38}$	0	0	$\frac{10}{243}$	4.1
		27, 14		$\frac{0}{37}$	0	$\frac{0}{37}$	0	0	$\frac{0}{37}$	0	0	0	0	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{330}$	0.3
		103	$\frac{0}{25}$	$\frac{1}{27}$	$\frac{3.7}{27}$	0	$\frac{0}{27}$	0	$\frac{0}{27}$	0	0	0	0	0	$\frac{1}{321}$	0.3
		小計		$\frac{1}{64}$	$\frac{1.6}{64}$	$\frac{0}{60}$	$\frac{0}{63}$	$\frac{0}{59}$	$\frac{4}{95}$	$\frac{4}{93}$	$\frac{1}{89}$	$\frac{1}{101}$	$\frac{0}{87}$	$\frac{0}{93}$	$\frac{11}{868}$	12.7
合計		合計	$\frac{0}{26}$	$\frac{4}{145}$	$\frac{27.6}{140}$	$\frac{0}{133}$	$\frac{0}{142}$	$\frac{0}{105}$	$\frac{13}{247}$	$\frac{41}{251}$	$\frac{16}{245}$	$\frac{14}{235}$	$\frac{11}{270}$	$\frac{4}{282}$	$\frac{121}{2287}$	5.3

表10-3 1987年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
樹下種殺	CEDRO C.	19, 15														
		19, 25	$\frac{0}{24}$	$\frac{0}{29}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{31}$	$\frac{0}{31}$	$\frac{2}{31}$	$\frac{0}{31}$	$\frac{6}{31}$	$\frac{0}{31}$	$\frac{0}{31}$	$\frac{0}{31}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{8}{370}$	2.2
		27, 12	$\frac{0}{42}$	$\frac{2}{43}$	$\frac{4.7}{43}$	$\frac{0}{42}$	$\frac{0}{42}$	$\frac{0}{42}$	$\frac{0}{42}$	$\frac{0}{42}$	$\frac{10}{44}$	$\frac{9.3}{45}$	$\frac{3}{43}$	$\frac{7}{43}$	$\frac{22}{511}$	4.3
		103	$\frac{5}{40}$	$\frac{12.5}{39}$	$\frac{12.8}{40}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{3}{40}$	$\frac{7.5}{40}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{0}{39}$	$\frac{2}{40}$	$\frac{17}{477}$	3.6
		小計	$\frac{5}{111}$	$\frac{4.5}{111}$	$\frac{11.5}{115}$	$\frac{0}{113}$	$\frac{0}{113}$	$\frac{2}{113}$	$\frac{1.7}{113}$	$\frac{9}{113}$	$\frac{7.9}{113}$	$\frac{6}{113}$	$\frac{3}{113}$	$\frac{5}{115}$	$\frac{44}{1,358}$	3.5
CEDRO B		19, 12	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{41}$	$\frac{2}{43}$	$\frac{4.6}{43}$	$\frac{4}{43}$	$\frac{9.3}{43}$	$\frac{13}{43}$	$\frac{7}{42}$	$\frac{8}{44}$	$\frac{4}{44}$	$\frac{2}{44}$	$\frac{0}{43}$	$\frac{47}{507}$	9.3
		27, 16	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{2}{39}$	$\frac{3}{59}$	$\frac{3}{37}$	$\frac{5}{39}$	$\frac{13}{431}$	3.0
		小計	$\frac{0}{69}$	$\frac{0}{73}$	$\frac{2}{77}$	$\frac{2.6}{99}$	$\frac{3}{99}$	$\frac{4}{79}$	$\frac{5.2}{77}$	$\frac{7}{78}$	$\frac{10}{83}$	$\frac{7}{83}$	$\frac{6}{81}$	$\frac{5}{82}$	$\frac{60}{938}$	6.4
CAOBA		19, 19	$\frac{0}{29}$	$\frac{0}{31}$	$\frac{2}{33}$	$\frac{6.1}{32}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{3.1}{32}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{1}{33}$	$\frac{8}{382}$	2.1
		27, 14	$\frac{0}{36}$	$\frac{1}{35}$	$\frac{2.8}{36}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{1}{490}$	2.4
		103	$\frac{0}{24}$	$\frac{1}{27}$	$\frac{3.7}{27}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{0}{26}$	$\frac{0}{26}$	$\frac{0}{27}$	$\frac{1}{294}$	0.3
		小計	$\frac{0}{91}$	$\frac{2}{93}$	$\frac{2.1}{96}$	$\frac{2}{95}$	$\frac{0}{95}$	$\frac{3}{94}$	$\frac{3.2}{94}$	$\frac{1}{94}$	$\frac{1.5}{94}$	$\frac{0}{92}$	$\frac{0}{92}$	$\frac{1}{94}$	$\frac{1}{1,123}$	0.9
合計		合計	$\frac{5}{271}$	$\frac{1.8}{277}$	$\frac{3.2}{288}$	$\frac{4}{285}$	$\frac{1.3}{285}$	$\frac{3}{284}$	$\frac{3.2}{286}$	$\frac{1.7}{295}$	$\frac{7}{282}$	$\frac{13}{289}$	$\frac{8}{286}$	$\frac{11}{291}$	$\frac{117}{3,417}$	3.4

表10-4 1988年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
樹下植栽	CEDRO C.	19, 15														
		19, 25	0 32	0 30	0 28	0 30	0 31	0 31	7 23.3	1 31	0 31	0 29	0 29	0 30	8 362	2.2
		27, 12	2 43	4.6 42	0 44	0 44	0 44	0 44	3 7.5	0 45	0 43	0 43	0 39	0 42	7 513	1.4
		103	0 40	0 40	0 44	0 38	0 38	0 40	3 8.3	0 38	0 39	0 39	0 39	2 39	5 466	1.1
		小計	2 115	1.7 112	0 116	0 112	0 113	0 115	13 106	1 114	0 113	0 111	0 109	2 111	20 1,345	1.5
CEDRO E		19, 12	0 38	0 38	0 42	0 43	0 42	0 46	18 44	4 41	1 45	2 45	0 42	0 39	25 509	4.9
		27, 16	3 38	7.9 38	0 36	0 36	0 35	0 36	10 28.6	0 37	0 37	0 37	0 35	0 37	13 437	3.0
		小計	3 76	3.9 77	0 76	0 77	0 75	0 82	28 69	4 81	1 82	2 82	0 77	0 16	38 930	4.1
CAORA		19, 19	0 33	0 32	0 32	0 32	0 32	0 31	3 9.7	0 32	0 31	3 30	0 30	0 29	6 375	1.6
		27, 14	1 34	2.9 33	0 33	0 30	0 30	0 34	5 17.8	0 33	0 27	0 30	0 26	0 27	6 365	1.6
		103	1 67	1.5 65	0 65	0 62	0 62	0 65	8 13.5	0 65	0 58	3 60	0 56	0 56	12 740	1.6
		小計	2 134	1.5 130	0 130	0 124	0 124	0 130	16 98	0 130	0 116	6 120	0 112	0 112	24 1,460	1.6
合計		合計	7 325	2.1 319	0 322	0 313	0 312	0 327	57 273	5 325	1 311	8 313	2.5 296	2 299	82 3,735	2.2

表10-5 1989年度HYPSIPLYAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
樹下種裁	CEDRO C	19, 15														
		19, 25	0 29	0 28	0 27	0 28	0								0 112	0
		27, 12	0 42	0 42	0 43	0 42	0								0 169	0
		103	0 38	0 38	0 39	0 38	0								0 156	0
		小計	0 110	0 109	0 109	0 109	0								0 437	0
CEDRO B		19, 12	0 44	0 43	0 40	0 43	0								0 170	0
		27, 16	0 37	0 37	0 35	0 37	0								0 146	0
		小計	0 81	0 80	0 75	0 80	0								0 316	0
CAMBA		19, 19	0 30	0 29	0 28	0 30	0								0 117	0
		27, 14	0 27	0 25	0 24	0 27	0								0 103	0
		103	0 27	0 27	0 27	0 26	0								0 107	0
		小計	0 84	0 81	0 79	0 83	0								0 327	0
合計		合計	0 275	0 270	0 263	0 272	0								0 1,080	0

表-11 人工更新植栽幅別作業工期

作 業 種	工期（1HA当たり人工数）			備考
	5m 幅	10m 幅	30m 幅	
地 拵	53.5	43.6	64.6	
植 付	11.9	16.2	16.5	
下 刈	7.9	8.7	10.1	
つる切	2.0	2.4	2.4	筋刈、坪刈を含む
受光量調節	4.5	4.1		

1982 ～1988年度に係る実行結果の平均である。

表-12 樹下植栽地の成長経過 (平均樹高 標準偏差)

林班 樹種	調 査 月 日							
	86-10	87-5	87-10	88-4	88-10	89-4		
	本数	平均樹高 標準偏差	平均樹高 標準偏差	平均樹高 標準偏差	平均樹高 標準偏差	平均樹高 標準偏差	本数	平均樹高 標準偏差
103 Caoba	26	1.21 (0.29)	1.76 (0.51)	1.88 (0.56)	1.93 (0.55)	2.25 (0.68)	26	2.41 (0.81)
Cedro C.	39	2.24 (0.69)	2.48 (0.88)	2.77 (0.88)	2.97 (1.02)	3.15 (1.10)	39	3.29 (1.22)
Ishpingo	36	1.43 (0.47)	1.67 (0.60)	1.83 (0.58)	2.07 (0.65)	2.29 (0.76)	34	2.59 (0.92)
Tornillo	25	1.59 (0.45)	2.21 (0.83)	2.41 (0.82)	2.82 (1.14)	3.19 (1.33)	24	3.61 (1.65)
Copaiba	23	1.07 (0.19)	1.44 (0.38)	1.21 (0.39)	1.31 (0.40)	1.42 (0.44)	22	1.57 (0.49)
19 Tornillo	57	1.12 (0.40)	1.83 (0.64)	1.97 (0.74)	2.73 (1.11)	3.08 (1.13)	48	3.73 (1.46)
Copaiba	50	0.60 (0.25)	0.84 (0.39)	0.87 (0.43)	1.05 (0.54)	1.18 (0.59)	49	1.26 (0.66)
Caoba	21	1.43 (0.70)	1.87 (1.20)	2.41 (1.37)	2.80 (1.47)	3.07 (1.65)	20	3.15 (1.75)
27 Caoba	40	0.87 (0.15)	1.13 (0.23)	1.17 (0.27)	1.28 (0.31)	1.26 (0.43)	31	1.34 (0.41)
Cedro C.	21	1.19 (0.50)	1.73 (0.66)	1.77 (0.63)	1.93 (0.76)	1.94 (0.80)	18	2.14 (0.82)
Cedro B.	21	0.49 (0.16)	0.51 (0.18)	0.66 (0.27)	0.71 (0.32)	0.75 (0.35)	19	0.87 (0.46)
Ishpingo	36	0.72 (0.15)	0.75 (0.19)	0.77 (0.22)	0.84 (0.21)	0.75 (0.32)	27	0.79 (0.33)
Copaiba	68	0.97 (0.73)	1.15 (0.30)	1.03 (0.27)	1.15 (0.31)	1.24 (0.37)	58	1.26 (0.45)
Harupa	101	1.15 (0.23)	1.52 (0.53)	1.60 (0.59)	1.98 (0.85)	2.06 (0.96)	94	2.67 (1.15)
Azucar Huayo	56	0.44 (0.09)	0.67 (0.21)	0.76 (0.27)	0.98 (0.37)	1.14 (0.40)	49	1.36 (0.44)
34 Caoba	29		1.14 (0.36)	1.04 (0.33)	1.13 (0.34)	1.23 (0.42)	14	1.42 (0.58)
Tornillo	60				0.57 (0.15)	0.64 (0.18)	34	0.78 (0.24)
Copaiba	31		1.04 (0.32)	0.82 (0.29)	0.86 (0.29)	1.06 (0.41)	19	1.14 (0.42)
Ishpingo	30		1.21 (0.48)	1.30 (0.44)	1.37 (0.43)	1.59 (0.50)	28	1.92 (0.67)
Harupa	15		0.79 (0.16)	0.86 (0.18)	1.20 (0.27)	1.43 (0.40)	14	1.60 (0.38)
Anís Hoena	31		0.70 (0.25)	0.74 (0.23)	0.86 (0.23)	0.90 (0.32)	22	0.93 (0.39)
Tauari A.	31		1.14 (0.45)	1.12 (0.48)	1.03 (0.54)	1.17 (0.62)	26	1.27 (0.59)

表13-1 1986年度HYPSIPLYLAの被害調査

伐期	樹種	林班・ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
その他	CEDRO C	25 1	0 46	0 46	1 47	0	2 48	4.2	0 48	3 45	6 64	0 48	0 48	0 48	12 443	2.7
		2	0 47	0 47	0 48	0	0 48	0	0 48	0 45	6 55	0 48	2 41	0 46	9 387	2.1
		3	0 56	0 56	1 55	1.8	0 63	0	0 56	0 70	80 57.7	5 56	10 63	0 56	19 527	3.6
		4	0 56	0 56	0 63	0	1 63	1.6	0 52	5 70	19 38.5	10 56	7 63	0 56	42 429	9.8
小計		小計	0 155	0 155	2 213	0.9	3 222	1.3	0 104	3 231	61 223	15 208	19 222	0 208	103 1,796	5.7
		26 1	0 61	0 61	0 63	0	0 63	0	0 63	9 56	6 64	3 63	4.7 63	1 61	19 557	3.4
		2	0 64	0 64	0 63	0	0 63	0	0 63	2 63	5 63	2 63	3.2 63	0 63	9 304	1.8
		3	0 43	0 43	0 44	0	0 45	0	0 44	5 42	0 45	0 45	0 45	0 48	5 401	1.2
		4	0 44	0 44	0 42	0	2 45	4.4	0 103	4 149	0 214	0 216	0 219	0 220	37 1,377	1.2
小計		小計	0 211	0 211	0 212	0	2 216	0.5	0 103	18 149	11 214	5 216	2.3 219	0.4 220	0 1,377	2.7
		28 1	0 58	0 58	1 57	1.7	0 60	0	0 57	12 60	7 60	11 56	19.6 60	3 53	38 521	7.3
		2	0 57	0 57	0 58	0	0 60	0	0 57	11 60	10 60	5 57	8.7 60	0 58	29 916	6.9
		3	1 85	1.2 85	0 91	0	0 95	0	11 92	11 95	8 95	0 95	0 95	3 91	34 954	4.1
		4	0 94	0 94	0 79	0	0 95	0	0 94	2 95	7 95	1 95	1.0 95	0 93	12 741	1.6
		5	0 54	0 54	0 54	0	0 60	0	0 51	0 60	0 54	0 60	0 60	0 49	2 491	0.4
		6	1 55	1.8 55	0 55	0	0 60	0	0 51	0 60	0 54	0 60	0 60	0 49	3 443	0.6
		小計	2 403	0.5 403	1 394	0.2	0 400	0	11 200	36 430	32 416	17 423	4.0 409	1.5 375	118 3,500	3.3
合計		合計	2 769	0.2 769	3 819	0.3	5 888	0.5	11 411	57 810	104 953	37 847	4.4 850	3.0 823	1.5 7,050	3.6

表13-2 1987年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班・ライン	調 査 月 日												合 計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
その他	CEDRO C	25 1	0 47	0 45	0 46	0 46	0 46	0 46	0 46	0 48	0 47	0 48	12.5 48	0 48	6 361	1.0
		2	1 47	0 45	0 47	0 47	0 47	0 47	0 47	0 47	1 48	2 47	4.2 48	0 48	1 364	0.8
		3-	2 64	0 63	0 63	0 63	1 59	0 59	0 59	0 59	4 63	3 60	5.0 60	0 54	0 717	1.3
		4	3 64	1 63	0 63	0 63	0 63	0 63	0 63	2 63	2 63	6 63	9.5 63	0 61	4 755	2.3
		小 計	6 222	1 216	0 214	0 213	1 213	0 213	0 213	2 217	7 221	17 218	7.7 211	0 211	5 2,597	1.5
		26 1	0 63	0 62	0 61	0 61	0 62	0 61	0 61	0 61	12 61	3 62	4.8 61	0 62	2 739	2.3
		2	0 63	0 58	0 63	0 63	0 63	0 63	0 63	2 63	0 62	10 63	15.8 63	0 63	0 750	1.6
		3	0 48	0 45	0 44	0 44	0 44	0 44	0 44	0 44	0 44	1 44	2.2 44	0 47	1 536	0.1
		4	0 48	0 45	0 42	0 42	0 42	0 42	0 42	0 42	0 42	0 42	0 42	0 47	0 518	0
		小 計	0 272	0 170	0 170	0 210	0 211	0 210	0 210	2 210	12 209	14 211	6.6 210	0 220	2 2,463	1.2
		28 1	2 54	0 57	0 57	0 56	5 56	6 56	8 56	14.3 55	0 55	8 55	14.5 54	0 54	0 665	4.4
		2	0 60	0 59	0 55	1 55	1 55	1 55	1 55	0 55	0 55	3 55	3.6 54	0 54	0 667	1.5
		3	5 90	0 93	0 92	1 92	2 92	0 92	8 92	8.7 92	0 90	1 91	1.1 91	2 91	0 1,086	1.7
		4	1 92	1 91	0 91	0 91	0 90	0 90	2 90	2 90	0 90	4 90	4.4 90	0 91	0 1,086	0.9
		5	1 50	0 46	0 50	0 50	0 50	0 50	0 50	3 49	0 48	0 50	0 48	0 46	0 587	0.8
		6	1 53	0 53	2 45	0 45	0 45	0 45	0 45	0 45	0 44	0 45	0 44	0 43	3 552	0.5
		小 計	10 399	2 399	0.5 390	0.5 389	2.1 386	1.8 388	19 388	4.9 396	1.2 382	3.8 386	1.6 385	0 379	6 4,655	1.6
		合 計	16 843	3 785	2 774	2 814	9 814	7 813	19 815	9 813	19 812	46 815	5.6 809	7 910	145 9,715	1.5

表13-3 1988年度HYPSIPYLAの被害調査

伐期幅	樹種	林班-ライン	調査月日												合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
その他	CEDRO C	25 1	$\frac{1}{48}$	$\frac{21}{47}$	$\frac{0}{47}$	$\frac{0}{47}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{48}$	$\frac{0}{48}$	$\frac{9}{46}$	$\frac{0}{48}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{47}$	$\frac{0}{47}$	$\frac{10}{565}$	1.7
		2	$\frac{1}{48}$	$\frac{21}{47}$	$\frac{0}{47}$	$\frac{0}{47}$	$\frac{0}{47}$	$\frac{0}{48}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{48}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{1}{321}$	0.2
		3	$\frac{0}{51}$	$\frac{0}{53}$	$\frac{0}{50}$	$\frac{0}{52}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{56}$	$\frac{0}{56}$	$\frac{8}{51}$	$\frac{0}{54}$	$\frac{0}{51}$	$\frac{0}{49}$	$\frac{0}{49}$	$\frac{8}{633}$	1.2
		4	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{60}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{59}$	$\frac{0}{63}$	$\frac{7}{59}$	$\frac{12}{60}$	$\frac{0}{60}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{59}$	$\frac{0}{60}$	$\frac{14}{724}$	1.9
		小計	$\frac{2}{208}$	$\frac{0.9}{208}$	$\frac{0}{204}$	$\frac{0}{207}$	$\frac{0}{213}$	$\frac{0}{215}$	$\frac{7}{209}$	$\frac{3.3}{205}$	$\frac{0}{208}$	$\frac{0}{204}$	$\frac{0}{201}$	$\frac{0}{201}$	$\frac{33}{2,483}$	1.3
		26 1	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{3}{63}$	$\frac{4.7}{60}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{12}{58}$	$\frac{21}{61}$	$\frac{0}{58}$	$\frac{3}{56}$	$\frac{0}{55}$	$\frac{0}{57}$	$\frac{39}{714}$	5.5
		2	$\frac{0}{63}$	$\frac{0}{63}$	$\frac{0}{63}$	$\frac{0}{63}$	$\frac{0}{62}$	$\frac{4}{57}$	$\frac{8}{61}$	$\frac{28}{61}$	$\frac{1.5}{63}$	$\frac{1}{62}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{0}{61}$	$\frac{42}{740}$	6.7
		3	$\frac{0}{41}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{2}{44}$	$\frac{8}{43}$	$\frac{1}{41}$	$\frac{1}{42}$	$\frac{0}{43}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{12}{526}$	2.3
		4	$\frac{45}{0}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{2}{45}$	$\frac{15}{44}$	$\frac{1}{45}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{0}{43}$	$\frac{0}{41}$	$\frac{18}{531}$	3.4
		小計	$\frac{216}{0}$	$\frac{0}{214}$	$\frac{3}{215}$	$\frac{1.4}{212}$	$\frac{0}{211}$	$\frac{0}{210}$	$\frac{24}{208}$	$\frac{12}{207}$	$\frac{3}{207}$	$\frac{3}{204}$	$\frac{0}{202}$	$\frac{0}{203}$	$\frac{111}{2,511}$	4.4
		28 1	$\frac{0}{53}$	$\frac{0}{54}$	$\frac{0}{54}$	$\frac{0}{54}$	$\frac{0}{53}$	$\frac{0}{49}$	$\frac{14}{54}$	$\frac{10}{50}$	$\frac{9}{52}$	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{46}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{35}{611}$	5.7
		2	$\frac{0}{54}$	$\frac{0}{55}$	$\frac{1}{52}$	$\frac{1.9}{52}$	$\frac{0}{52}$	$\frac{0}{52}$	$\frac{27}{52}$	$\frac{25}{52}$	$\frac{12}{52}$	$\frac{0}{50}$	$\frac{3}{50}$	$\frac{0}{52}$	$\frac{67}{625}$	10.7
		3	$\frac{0}{91}$	$\frac{0}{92}$	$\frac{0}{92}$	$\frac{0}{92}$	$\frac{0}{83}$	$\frac{1}{86}$	$\frac{10}{78}$	$\frac{22}{87}$	$\frac{1}{81}$	$\frac{0}{87}$	$\frac{1}{85}$	$\frac{0}{83}$	$\frac{35}{1,037}$	3.4
		4	$\frac{0}{91}$	$\frac{0}{91}$	$\frac{0}{90}$	$\frac{0}{90}$	$\frac{0}{86}$	$\frac{0}{87}$	$\frac{6}{89}$	$\frac{15}{88}$	$\frac{0}{86}$	$\frac{0}{84}$	$\frac{0}{80}$	$\frac{0}{90}$	$\frac{212}{1,052}$	2.0
		5	$\frac{46}{0}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{0}{49}$	$\frac{0}{43}$	$\frac{0}{42}$	$\frac{0}{39}$	$\frac{1}{41}$	$\frac{40}{40}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{37}$	$\frac{0}{44}$	$\frac{2}{498}$	0.2
		6	$\frac{42}{0}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{0}{45}$	$\frac{0}{42}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{35}{35}$	$\frac{0}{35}$	$\frac{0}{34}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{32}$	$\frac{0}{445}$	0
		小計	$\frac{0}{377}$	$\frac{0}{383}$	$\frac{1}{382}$	$\frac{0.3}{373}$	$\frac{0}{345}$	$\frac{1}{345}$	$\frac{58}{349}$	$\frac{72}{352}$	$\frac{22}{342}$	$\frac{1}{338}$	$\frac{3}{330}$	$\frac{0}{345}$	$\frac{159}{4,261}$	3.7
		合計	$\frac{2}{801}$	$\frac{0.2}{805}$	$\frac{4}{801}$	$\frac{0.4}{792}$	$\frac{0}{769}$	$\frac{3}{769}$	$\frac{89}{766}$	$\frac{188}{766}$	$\frac{25}{757}$	$\frac{6}{746}$	$\frac{3}{733}$	$\frac{0}{799}$	$\frac{303}{9,254}$	3.3

表13-4 1989年度HYPSIPLYAの被害調査

伐開幅	樹 種	林班・ライン	調 査 月 日												合 計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	被害本数	被害率
その他	CEDRO C	25 1	0 46	0 46	0 45	0 45	0								0 182	0
		2	0 47	5 47	10.6 46	8.7 45	13.3								14 185	76.
		3	0 49	4 48	8.3 47	4.2 46	13.0								12 190	6.3
		4	0 61	0 59	0 59	0 59	0								0 238	0
		小 計	0 203	9 200	4.5 197	12 193	5.1								21 793	3.4
		26 1	0 57	0 54	0 53	0 52	0								0 216	0
		2	0 61	2 58	3.4 61	4.9 58	3.4								7 236	2.9
		3	0 44	3 43	6.9 43	9.3 43	11.6								12 173	6.9
		4	0 42	0 43	0 43	0 43	0								0 171	0
		小 計	0 204	5 198	2.5 200	7 196	3.6								19 798	2.4
		28 1	0 51	3 48	6.2 47	25.5 49	0								15 195	7.7
		2	0 51	3 51	5.8 49	6.1 47	0								6 198	3.0
		3	0 87	2 86	2.3 85	7.0 89	0								8 347	2.3
		4	0 57	0 85	0 82	7.3 77	0								6 331	1.8
		5	0 36	2 35	5.7 35	5.7 35	0								4 141	2.8
		6	0 34	2 31	6.4 34	8.8 32	0								5 131	3.8
		小 計	0 346	12 336	3.5 332	9.6 329	0								44 1,343	3.3
		合 計	0 753	28 754	3.5 729	6.2 720	2.6								90 2,936	3.1

表14 人工更新試験地枯損状況調査表（標苗）

樹種	タイプ	5 m					10 m					30 m					その他					樹下植栽					合計				
		82	83	84	85	86	87	88	82	83	84	85	86	87	88	85	86	87	88	85	86	87	88	82	83	84	85	86	87	88	
Caoba		10.4		11.3	10.1																			10.4	12.2	10.4	39.1				
Cedro Colorado		5.3		32.9	0.6				17.1	33.6	2.9													5.3	17.1	32.0	9.7				
Cedro Blanco					1.7					1.1																	1.7				
Isbimbo			11.8		5.7					3.4	1.4																5.1	1.8			
Tornillo		50.0			*1.8																				25.0		*1.8				
Azucar Huayo			2.1	0	0.8					16.4	8.3														17.2	2.9	1.2	11.8	7.7		
Copaiba																															
Lagarto Caspi																															
Palo Sangre Amarillo			3.9	17.2	8.9					8.9															24.1	17.2	8.9				
Palo Sangre Negro				5.6																						5.6					
Palo Sangre Blanco																															
Yacushapana Amarilla					46.7																										
Yacushapana Negra																															
Bolaina Blanca			12.0						19.0	2.7	68.2														17.8	2.7	68.2				
Bolaina Negra			19.9							6.9	18.8														19.9	6.9	18.8				
Estoraque																															
Marupa			6.1			19.6			32.0		59.7														28.5			35.5			
Pusaquiro					5.6						38.4																	38.4			
Cosa Huayo Pashaco			8.1	31.5		11.1			8.3	37.2															14.2	28.8					
Lapuna				31.9						15.7																		18.4			
Huayru Colorado			0	1.5																					0	1.5					
Huayru Rojo			0																						0						
Piso Regional																															
Quillabordon Amarillo				12.2																											
Quillabordon Colorado				9.4					7.1	5.2															8.2	4.9					
Uhos			12.8		2.8																										
Anallo Caspi											2.5																				
Tabuari Amarillo																															
Tabuari Negra																															
Cusula Negra				3.2																											
Anis Moena																															
Macuizapanaccha																															
Quinilla Colorada																															
Huimba Negra				1.2																											
Huimba Blanca				2.4																											
Palta Moena																															
Aguano Masha																															
Senden																															
Caoba Puerto Rico																															
Requia Blanca																															
Requia Colorado																															
Vilco Pashaco				1.8																											

※ 101林班からの山引苗使用

表15 人工更新試験地枯損状況調査表 (ポット苗)

樹種	タイプ	5 m					10 m					30 m					その他					樹下植栽					合計				
		82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
Caoba				1.7																											
Cedro Colorado				8.4	0.9																										
Cedro Blanco					1.5																										
Isópungo						0.5	0.6	1.0																							
Tornillo		11.3			7.6	0																									
Azuar Huayo					5.9	2.3																									
Copaiba				2.3	1.5	0.9	0	0.8																							
Lagarto Caspi																															
Palo Sangre Amarillo				2.2	23.9		0	0																							
Palo Sangre Negro								1.7																							
Palo Sangre Blanco							1.0																								
Yacushapana Amarilla							4.0	0																							
Yacushapana Negra						0																									
Botaina Blanca							1.0																								
Botaina Negra							1.0	0																							
Estoraque			2.7			0	5.0	1.5																							
Marupa					3.5	0																									
Punaquito							3.0	3.8																							
Goma Huayo Pashaco							4.0																								
Lupuna							6.0																								
Huayru Colorado			1.4																												
Huayru Rojo																															
Pino Regional																															
Guillobordon Amarillo																															
Guillobordon Colorado					1.2																										
Uboos																															
Anallo Caspi					1.9																										
Tahuari Amarillo					0																										
Tahuari Negra					8.3																										
Cumala Negra																															
Anis Moena					7.5																										
Maquizapanaccha																															
Quinilla Colorado																															
Huimha Negra																															
Huimha Blanca																															
Palla Moena																															
Aguano Masha																															
Senden																															
Caoba Puerto Rico				1.0																											
Requia Blanca																															
Requia Colorado																															
Vilco Pashaco																															

表-16 樹種別成長状況調査(1983年度植栽の平均樹高) 1988年4月調査

樹種	植栽幅 土壌	5 M				10 M				30 M				合計					
		G	A	C	平均	G	A	C	平均	G	A	C	平均	本数	G	本数	A	本数	C
Cedro C.						3.06	1.40		2.76	3.25			3.25	43	3.17	4	1.40		
Ishpingo		4.77	4.72	5.01	4.84					4.90	6.06		5.45	149	4.78	153	5.17	103	5.01
Tornillo		7.52	13.48	13.17	10.89					6.93	13.63		8.94	131	7.11	68	13.57	26	13.17
Azucqr Huayo										2.67	5.57		4.06	24	2.67	22	5.57		
Copaiba		2.57	3.18	2.15	2.27					3.53	4.27		3.59	152	3.47	97	3.80	23	2.15
Palo Sangre A.		2.96			2.96					6.46			6.46	72	5.00				
Bolaina B.		8.91		14.03	10.89	14.39		10.90	12.24	17.66			17.66	80	13.77			43	12.28
Bolaina N.		7.14			7.14	8.20	11.58	9.36	9.09	11.06	9.00		10.40	125	9.77	45	9.57	25	9.36
Harupa		9.71		8.40	8.72	11.30	11.72	9.84	11.24	9.26			9.26	119	9.86	49	11.72	63	8.72
Goma Huayo P.		5.91		7.86	7.02	8.26	9.47	7.43	8.29	9.02	11.38		9.64	220	8.39	49	10.72	108	7.61

*

G グレイソル

A アクリソル

C カンビソル

表-17 樹種別成長状況調査(1986年度植栽の平均樹高) 1989年4月調査

樹種	植栽幅 土壌	5 M		10 M			30 M		合計		
		C	A	C	平均	A	本数	A	本数	C	本数
Caoba						2.46	26	2.46			
Cedro C.						3.68	26	3.68			
Ishpingo		2.68	2.32	2.92	2.73	2.63	46	2.50	86	2.80	
Tornillo		3.73	2.29	3.02	2.66	5.58	36	4.03	51	3.49	
Azucqr Huayo		2.37	2.49	2.50	2.50	2.55	48	2.53	59	2.41	
Copaiba		1.59		1.80	1.80	2.50	28	2.50	70	1.68	
Lagarto Caspi				2.45	2.45	1.77	23	1.77	20	2.45	
Palo Sangre B.						3.68	27	3.68			
Yacushapana A.				3.05	3.05	1.04	26	1.04	22	3.05	
Bolaina B.				7.24	7.24	1.73	28	1.73	22	7.24	
Bolaina N.				5.39	5.39	1.95	28	1.95	23	5.39	
Estoraque		2.46	1.25	3.91	2.55	2.44	47	1.93	39	3.17	
Harupa		3.94		4.66	4.66	5.87	27	5.87	44	4.41	
Pumaquiro		2.01		2.99	2.99	3.15	24	3.15	32	2.53	
Goma Huayo P.						3.70	28	3.70			
Lúpuna						2.02	28	2.02			

*

A アクリソル

C カンビソル

表-18 Tornillo稚樹の成長経過 (111林班)

調査日	A区			B区			C区		
	樹高	本数	照度	樹高	本数	照度	樹高	本数	照度
1987- 6	37.5 ^{cm}	150	47.3%	32.2 ^{cm}	150	15.7%	27.9 ^{cm}	150	7.1%
1987-10	48.7	137		39.8	148		33.7	142	
1988- 4	104.8	134	43.2	64.9	145	22.5	55.6	137	14.1
1988-10	141.2	130		81.1	135		62.0	125	
1989- 4	227.9	129	23.5	121.9	127	24.3	82.1	111	14.6

備考

作業経過

1987年 3月～ 4月 A区 受光量調節；Tornillo, 商品価値のある木以外を伐採。

1987年 5月～ 9月 B区 受光量調節；胸高10cm以下の木、ヤシを伐採。

1988年 3月～12月 C区 受光量調節；ヤシのみを伐採。

照度は相対照度で毎年 1回、 7月前後に照度調査を実施。

表-19 除伐・間伐の有無と樹高成長の比較

プロット\区		83- 8		83-11		84- 4		84-11		85- 4		85-11		86- 8		87- 4		87-10		88- 4		88-10		89-4	
		平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数	平均高	本数
C	1	0.42	42	0.61	39	0.86	40	1.34	40	1.11	39	2.61	40	6.77	8	8.76	4	9.11	4	9.90	2	10.50	2	11.45	2
	2	0.41	98	0.52	97	0.74	98	1.19	98	1.64	93	2.23	92	4.34	32	5.65	16	5.73	16	3.90	1	3.93	1	5.06	1
	3	0.41	53	0.47	49	0.74	52	1.18	50	1.67	52	2.46	51	5.67	16	8.11	8	8.71	8	10.40	2	11.50	2	12.15	2
	4	0.61	28	0.88	28	1.39	28	2.01	25	2.57	23	3.26	25	4.32	24	4.82	24	5.14	24	13.35	2	13.65	2	14.20	2
	5	0.38	62	0.45	61	0.61	60	0.92	52	1.32	54	2.21	54												
	6	0.46	21	0.66	18	1.18	17	1.86	17	2.39	16	3.41	16	5.40	13	6.67	11	7.16	11	10.60	3	12.07	3	12.53	3
計		0.43	304	0.55	292	0.82	295	1.27	282	1.72	277	2.48	278	4.17	93	6.02	63	6.35	63	10.30	10	11.14	10	11.83	10
C 5		0.38	62	0.45	61	0.61	60	0.92	52	1.32	54	2.21	54	3.18	49	3.63	48	4.06	42	4.09	41	4.25	40	4.43	39
計																									
R	1					1.20	38	1.66	24	1.99	24	3.21	24	5.28	24	7.39	11	7.35	13	6.50	2	9.05	2	9.55	2
	2					0.93	69	1.45	27	1.74	27	2.89	27	4.92	26	7.27	13	7.82	14	8.16	3	9.04	3	9.95	3
	3					2.98	17	4.31	13	4.87	13	7.20	13	9.87	13	12.25	7	12.86	7	14.73	3	15.83	3	16.13	3
	計					1.30	124	2.14	64	2.47	64	3.88	64	6.08	63	8.51	31	8.68	34	10.72	8	11.59	8	12.17	8

* 第 1回除伐 1984. 7.

第 2回除伐 1985. 1.

第 3回除伐 1986. 8.

間伐 1988. 2.

Cは生長調査プロット

Rは除伐試験プロット

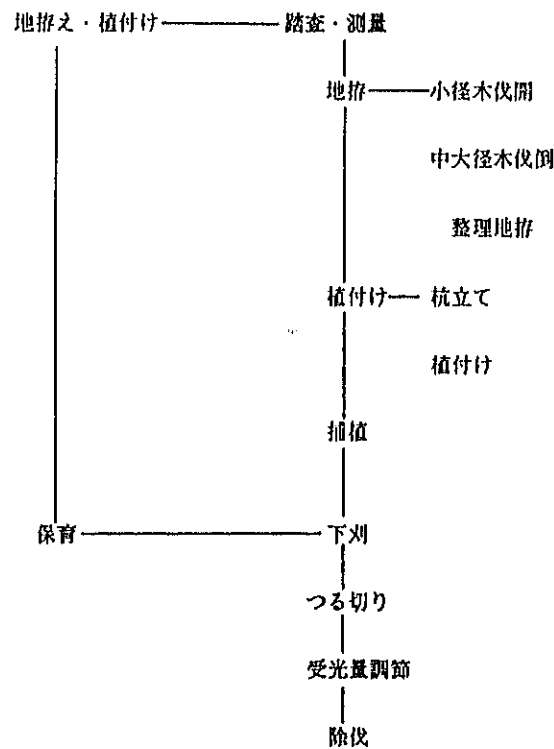
C 5は除伐・間伐対象区で下刈のみ実施

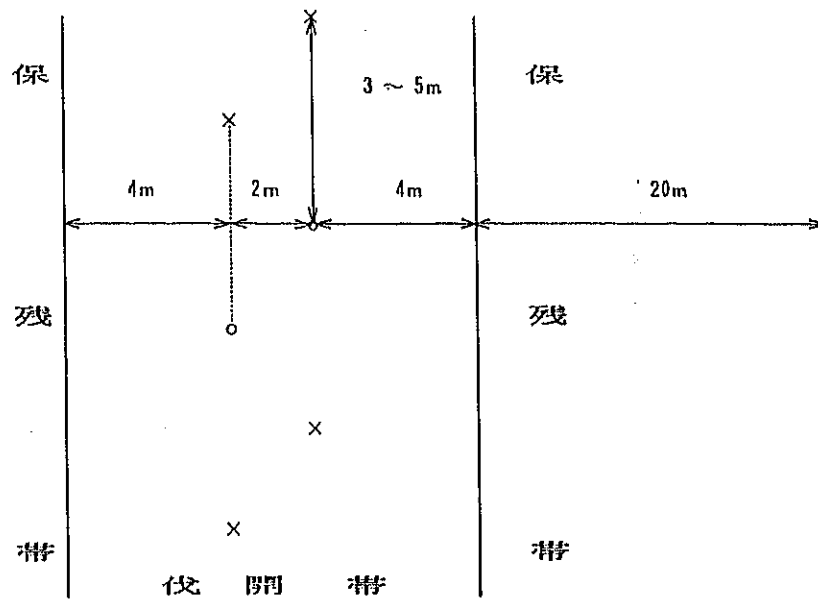
表-20 除伐・間伐の有無と幹径成長の比較

		83- 8	83-11	84- 4	84-11	85- 4	85-11	86- 8	87- 4	87-10	88- 4	88-10	89-4
Plot\区		平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数	平均径 本数
C 1		0.6 42	1.0 39	1.2 40	1.5 40	2.1 39	2.3 25	4.5 8	6.1 4	6.7 4	8.0 2	8.7 2	9.3 2
C 2		0.6 98	0.8 97	1.0 98	1.1 98	1.6 93	1.5 54	2.4 32	3.2 16	3.3 16	2.1 1	2.5 1	3.4 1
C 3		0.5 53	0.7 49	1.0 52	1.3 50	1.8 52	2.1 33	3.8 16	5.3 8	5.6 8	7.4 2	8.5 2	9.8 2
C 4		0.9 28	1.2 28	1.6 28	1.9 25	2.6 23	2.7 17	3.2 19	3.4 19	3.5 20	8.7 2	9.4 2	9.9 2
C 5		0.5 62	0.6 61	0.9 60	1.1 52	1.7 54	1.8 54						
C 6		0.7 21	1.1 18	1.9 17	2.4 17	3.3 16	3.1 14	3.9 13	4.7 11	5.0 11	7.5 3	8.1 3	9.0 3
間伐		0.6 304	0.8 292	1.1 295	1.4 282	1.9 277	2.0 175	3.4 75	4.1 58	4.2 59	7.3 10	8.0 10	8.8 10
C 5		0.5 62	0.6 61	0.9 60	1.1 52	1.7 54	1.8 54	2.4 32	3.0 28	3.1 27	3.5 24	3.8 23	4.0 22
間伐													
R 1				1.4 38	2.2 24	2.7 24	2.4 24	3.3 24	4.6 11	4.5 13	6.0 2	6.6 2	7.1 2
R 2				1.1 69	2.0 27	2.4 27	2.3 27	3.6 26	5.0 13	5.3 14	5.8 3	6.7 3	7.9 3
R 3				3.3 17	4.9 13	5.7 13	5.5 13	7.2 13	8.9 7	9.3 7	11.3 3	11.8 3	12.4 3
間伐				1.5 124	2.7 64	3.2 64	3.0 64	4.2 63	5.7 31	6.4 31	7.9 8	8.6 8	9.4 8

* 第 1回除伐 1984. 7.
 第 2回除伐 1985. 1.
 第 3回除伐 1986. 8.
 間伐 1988. 2.
 Cは生長調査プロット
 Rは除伐試験プロット
 C 5は除伐・間伐対象区で下刈のみ実施

図 1 造林作業仕組み（人工更新）





* o, xは植栽位置を示すだけで特定の樹種を意味しない。

図2 10m幅伐間植栽法

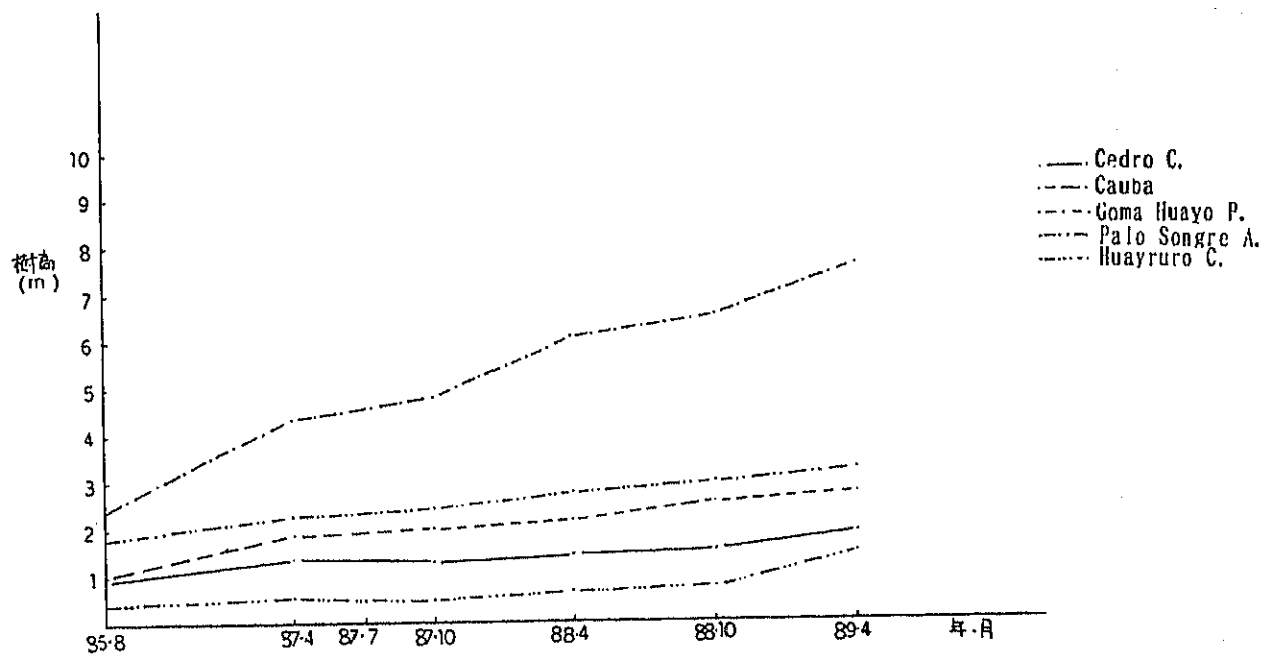


図3 受光量調節作業(87年7月実施)前後の生長量の推移(13林班)

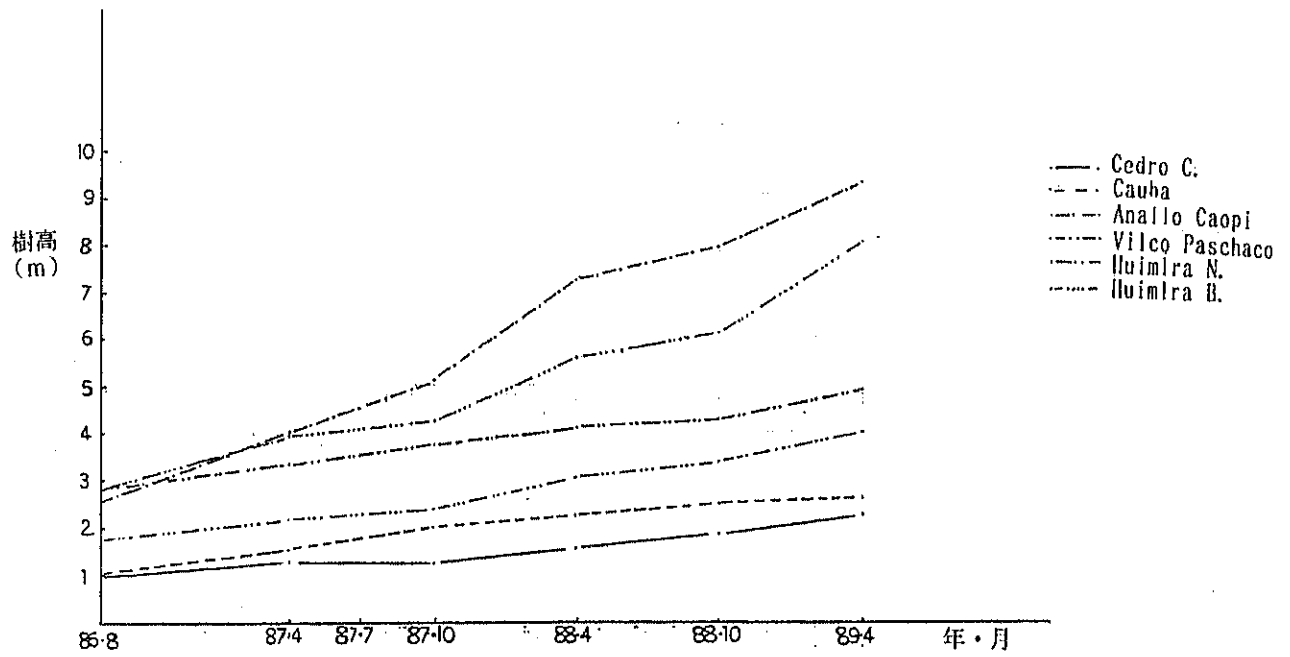


図4 受光量調節作業（87年7月実施）前後の生長量の推移（14林班）

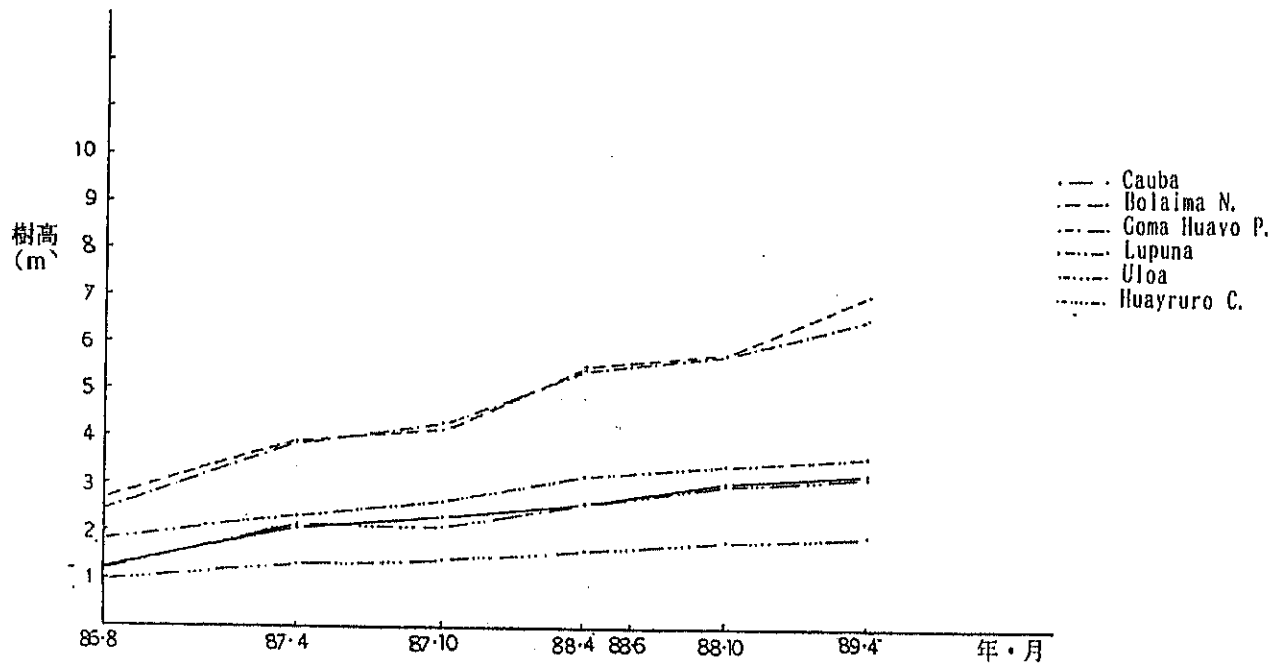


図5 受光量調節作業（88年6月実施）前後の生長量の推移（18林班）

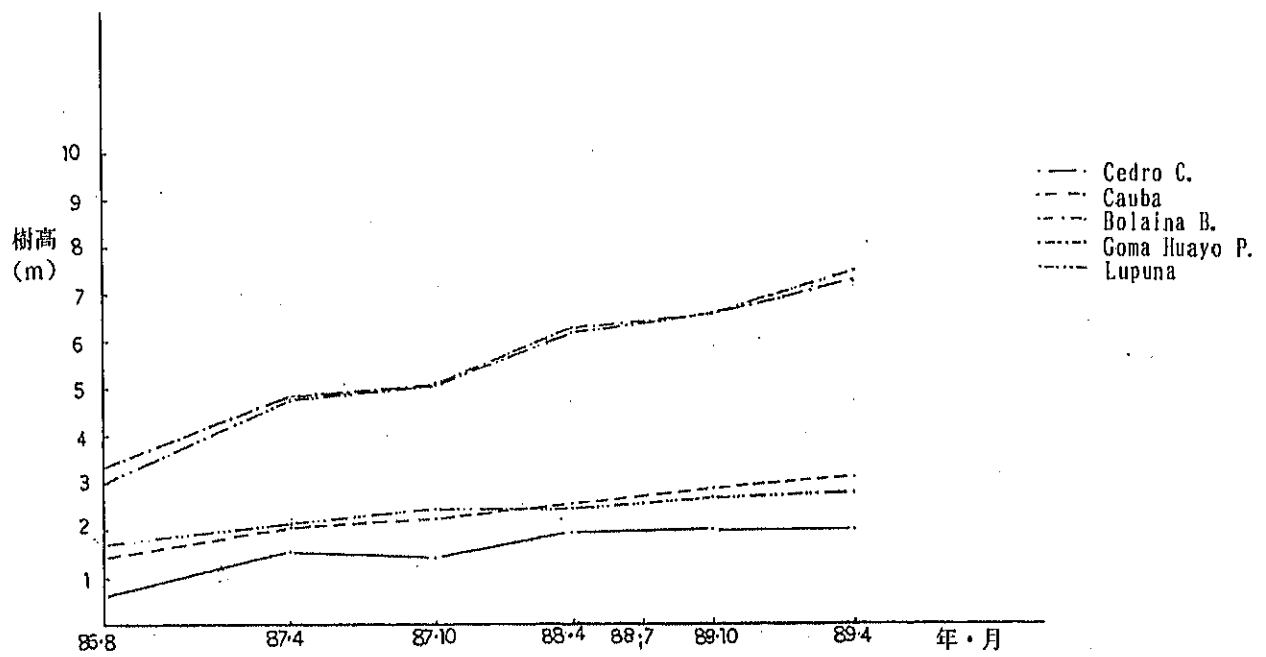


図6 受光量調節作業（88年7月実施）前後の生長量の推移（15林班）

図7 小面積隔離植栽法

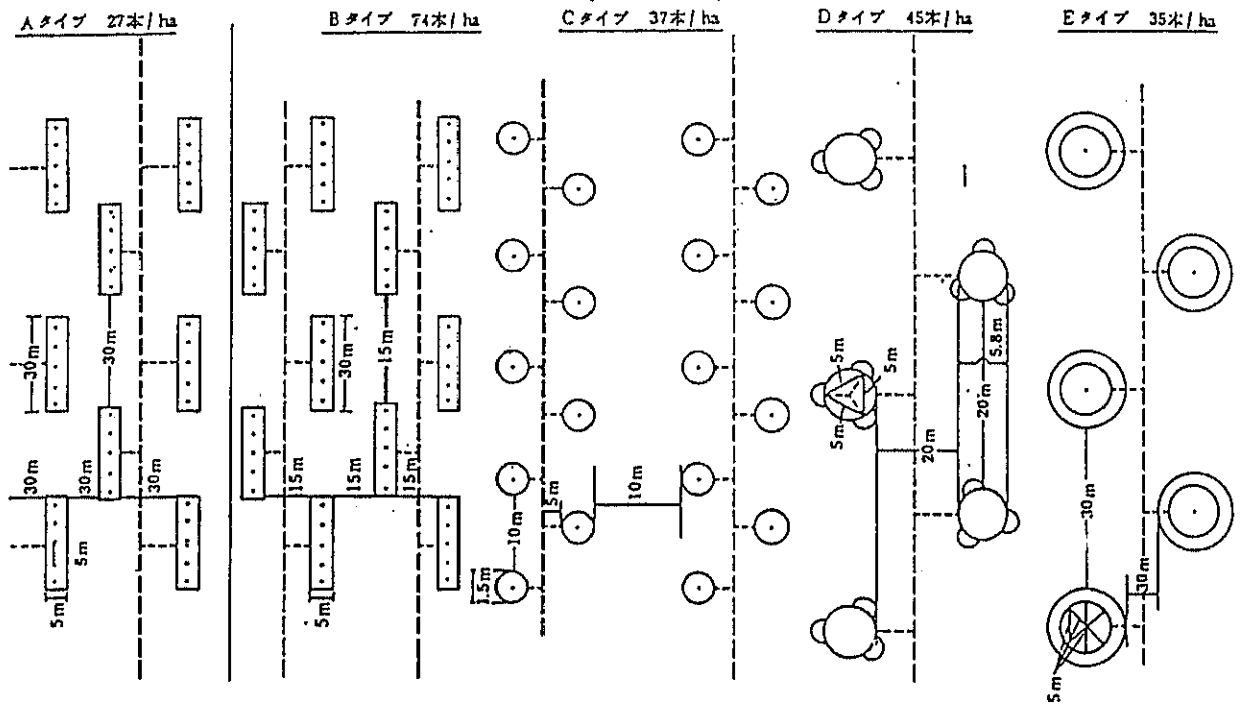


図8 造林作業仕組み（天然更新）

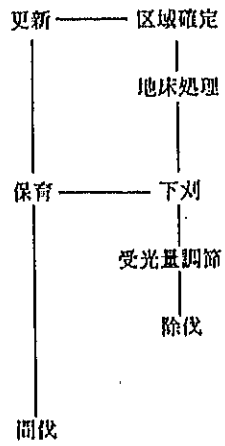


図9 除伐・間伐の有無と樹高成長の比較

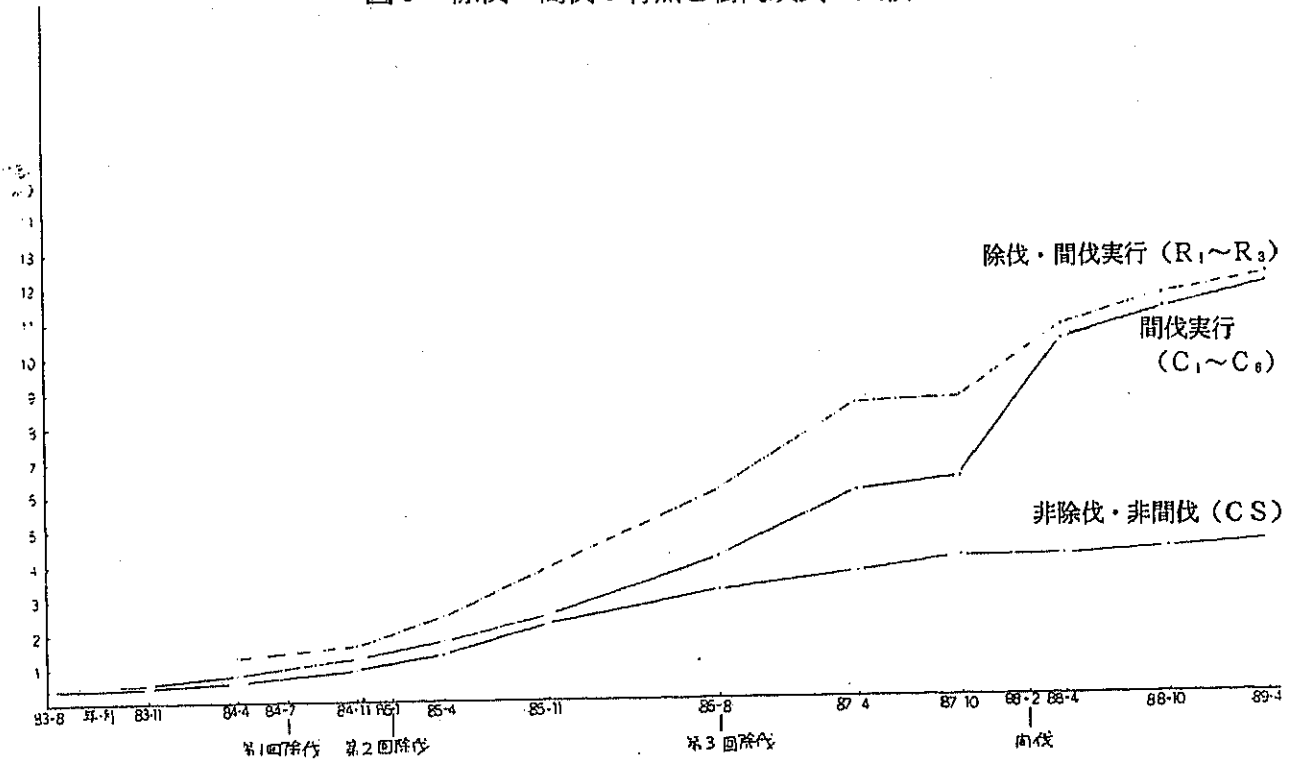
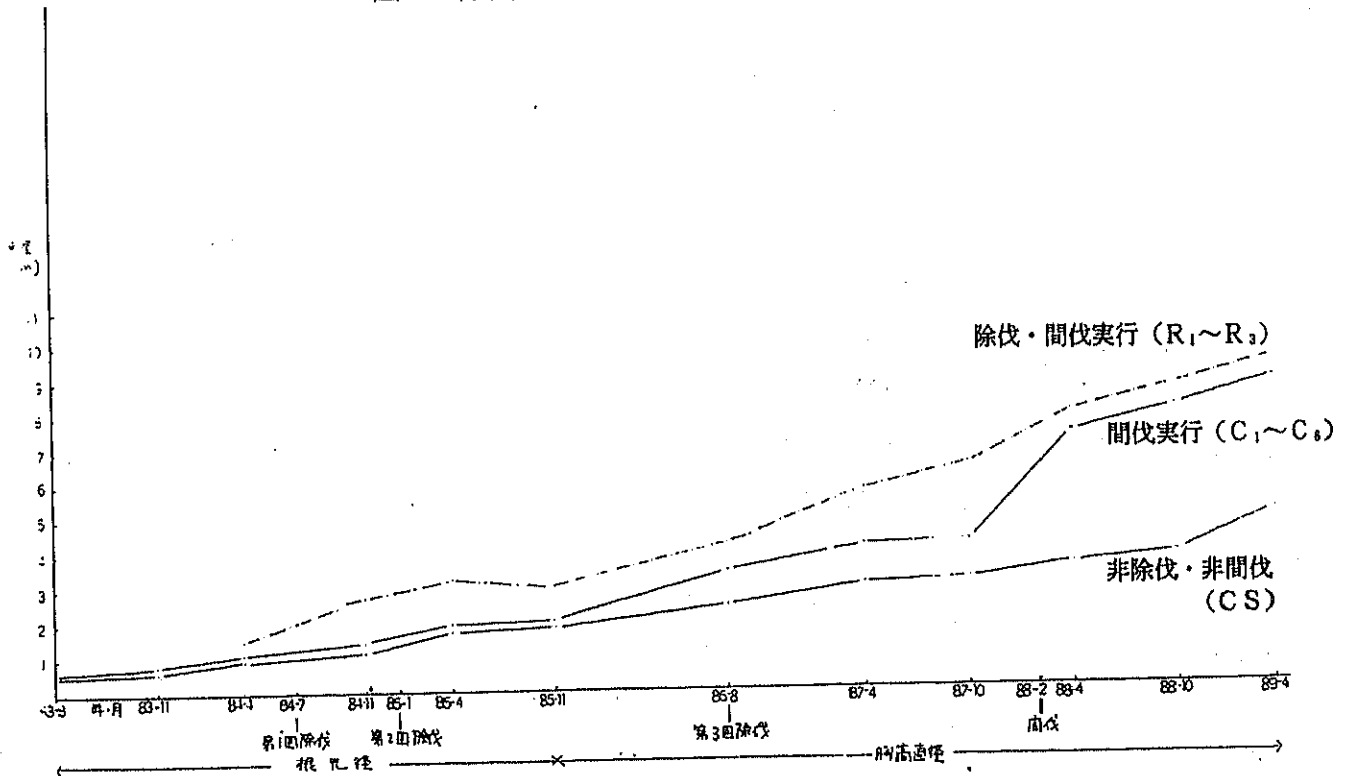


図10 除伐・間伐の有無と幹径成長の比較



5. ペルーアマゾンの主要熱帯樹13種の初期樹高成長に関する 土壌型，地形，ライン幅及び苗木タイプの影響

更新試験専門家 河室公康

造林専門家 吉田 実

要旨：ペルーアマゾン，フンボルト実験林で，試験植栽された熱帯樹種13種について，土壌型，地形，ライン幅，苗木タイプなどの違いが初期樹高成長に及ぼす影響について，数量化Ⅰ類による解析を行った。その結果，土壌型の違いが樹高成長に大きく表れる樹種（TORNILLO, COPAIBA, ISHPINGO,）と受光量に関係するライン幅の違いが大きい表れる樹種（PALO SANGRE AMARILLO, BOLAINA BLANCA, BOLAINA NEGRA）とがあることが分かった。また，各々の樹種について好適な土壌型，地形，ライン幅等の条件が明らかになった。

Ⅰ はじめに

ペルーアマゾンプロジェクトでは，熱帯有用樹による熱帯林のエンリッチメントのための人工林造成技術の開発をねらい，82年から88年までに，フンボルト国有林（図－1）において，55樹種，約14,000本の試験的植栽が行われてきた。ここでは，試験植栽された主要13樹種が，どのような環境条件の下で，最もよく成育し，どのような条件の下で成育が阻害されるかといった樹種別立地特性について解析した。なお，主要樹種のうち CAOBAおよび CEDROについては，マホガニーマダラメイガ食害との関連で，別途解析されるので本論文では取り扱わなかった。

Ⅱ 材料及び方法

供試した植栽木はすべてラインプランティングされたものである。植栽後，各個体について年2回の成長量調査が行われ，樹高，胸高直径が記録されている。比較的まとまった個体群がえられたのは3～5年生の植栽木である。したがって，2，3の早生樹を除いては樹高が数メートル以下であったが一応成長初期段階における樹種別立地特性として解析を進めた。

林木の成長との関連が最も密接だとみられる環境条件として，これまで，土壌型，地形条件が調べられており，この他に，ラインの伐開幅，苗木のタイプを加えて，4つの要因を採用した。土壌型はFAOの土壌単位（SOIL UNITS）を用いて5つの土壌型に分類されており，地形は山頂部，傾斜地および平坦地の3地形図に分けられている。ラインプランティングにおける伐開幅は5 m，10m，30mの三種類である。また苗木のタイプは裸苗とボルトサ苗（ポット苗）の二種類が用いられている。これらの要因項目と初期樹高成長との関係解析には数量化Ⅰ類を用いた。

数量化Ⅰ類により算出された結果の中で、重相関係数（R）は初期樹高成長と環境要因との関係の深さを全体として示す尺度である。また偏相関係数は、各要因個々の関係の深さを示す尺度である。一つの要因の中で、各カテゴリーの初期成長に寄与する程度の大小は、スコアでしめされる。

Ⅲ 結果と考察

1 TORNILLO (*Cedrelinga catenaeformis*)

5年生の標準適資料 106本（平均樹高：11.3m）について、数量化Ⅰ類により解析した結果を表－1，図－2に示す。

土壌型，地形，ラインの幅を説明変量とした場合の重相関係数は 0.828であった。

樹高成長に関する偏相関係数をみると，土壌型：0.78＞地形：0.313＞ライン幅：0.134 の順を示し，土壌型が最も強く樹高成長に影響していることが分かる。

要因項目の土壌型の各カテゴリーに与えられたスコアはPlinthic Acrisol(AP):16.017 Plinthic Gleysol (GP): 9.946, Chromic Cambisol(BC): 14.778 であり，A Pにおける成長が最もよく，ついでB C，G Pの順であった。地形では，平坦地＞山頂部＞傾斜地の順を示した。また，ラインの幅では，30m＞5mの順を示した。

結論として，TORNILLOの初期成長は，A P土壌およびB C土壌でよく，G P土壌で悪い。地形では，平坦地がよく傾斜地，山頂部で悪い。ライン幅は30mの方がよい。

2 ISHPINGO (*Amburana cearensis*)

5年生の標準的資料 116本（平均樹高；5.3m）について、数量化Ⅰ類により解析した結果を表－2，図－3に示す。

土壌型，地形，ラインの幅を説明変量とした場合の重相関係数は 0.300であった。この R^2 は 0.09であり，使用した要因では樹高成長の10パーセントしか説明できない。カテゴリーを組替えた場合にもこれ以上の重相関係数が得られなかったので，この樹種の樹高成長は上記3の要因との関連はきわめて薄いといえる。しかし，一応各要因項目の樹高成長に与える影響を偏相関係数でみてみると，土壌型：0.300＞地形：0.082＞ライン幅：0.028 の順を示し，この中では土壌型が最も強く樹高成長に影響していることが分かる。土壌型の各カテゴリーに与えられたスコアはPlinthic Acrisol (AP):5.811, Plinthic Gleysol(GP):4.525, Vertic Cambisol(BV):5.275 であり，A P土壌における成長が最もよく，ついでB V，G Pの順であった。地形では，山頂部＞平坦地＞傾斜地の順を示し，ラインの幅では，5m＞30mの順を示したが，これらの要因の樹高成長に与える影響は殆ど見られない。

結果からみた，ISHPINGOの初期成長は，用いた環境要因だけでは充分説明できない。しかし，

用いた要因項目のなかでは土壌型影響が大きいことがわかった

3 AZUCAR HUAYO (*Hymenaea oblongifolia* Huber)

3年生の標準的資料 119本（平均樹高：2.5 m）について、数量化Ⅰ類により解析した結果を表－3，図－4に示す。

土壌型，地形，ライン幅，苗タイプを説明変量とした場合の重相関係数は0.78であった。樹高成長に関する偏相関係数をみると，苗タイプ：0.601 > 土壌型：0.376 > 地形：0.293 > ライン幅：0.236 の順を示し，苗タイプが最も強く樹高成長に影響していることが分かる。

要因項目の苗タイプのカテゴリーに与えられたスコアは裸苗 2,506 > ボルサ苗：0.00であった。土壌型では，Plinthic Acrisol (AP)：2.519，Plinthic Gleysol (GP)：1.548 であり，AP土壌における成長がGP土壌よりよい。地形では，山頂部 > 傾斜地 > 平坦地の順を示した。また，ライン幅では5 mの型が30mよりよい成長を示した。

この結果は，AZUCAR HUAYOの樹種特性として裸苗がいいのか，また樹齢が3年生と若いため植栽時における苗タイプの影響が残存しているのか不明であり，少なくとも今後2～3年の観察が必要と思われる。

4 COPAIBA NEGRA (*Copaifera* sp.)

5年生の標準的資料 108本（平均樹高：2.94m）について，数量化Ⅰ類により解析した結果を表－4，図－5に示す。

土壌型，地形，ラインの幅を説明変量とした場合の重相関係数は0.587であった。

樹高成長に関する偏相関係数をみると，土壌型：0.321 > ライン幅：0.306 > 地形：0.152 の順を示し，土壌型が最も強く樹高成長に影響していることが分かる。

要因項目の土壌型の各カテゴリーに与えられたスコアは Plinthic Acrisol (AP)：2.818，Plinthic Gleysol (GP)：2.093，Vertic Cambisol (BV)：1.936 であり，AP土壌における成長が最もよく，ついでGP、BVの順であった。地形では，傾斜地 > 山頂部 > 平坦地の順を示した。また，ラインの幅では30m > 5mの順を示した。

この結果，COPAIBA の初期成長は，AP土壌が最もよく，GP土壌，GP土壌で悪い。地形では，傾斜地，山頂部がよく，平坦地で悪い。ライン幅は30mの方がよい。

5 LAGARTO CASPI (*Calophyllum brasiliensis*)

本樹種の樹高成長は未だ1 mに達せず、解析する段階に到っていない。

6 MOENA NEGRA(*Nectandra* sp.)

本樹種は植栽本数が少なく解析できる年齢に達していない。

7 PALO SANGRE AMARILLO (*Swartzia* sp.)

5年生の標準的資料 114本(平均樹高: 3.8 m)について、数量化I類により解析した結果を表-5, 図-6に示す。

土壌型, 地形, ライン幅, 苗タイプを説明変量とした場合の重相関係数は0.849であった。

樹高成長に関する偏相関係数を見ると, ライン幅: 0.654 > 土壌型: 0.334 > 地形: 0.243 > 苗タイプ: 0.120 の順を示し, ライン幅が最も強く樹高成長に影響していることが分かる。

要因項目のライン幅のカテゴリーに与えられたスコアは30m: 3.982 > 5m: 0.00であった。土壌型では, Plinthin Acrisol (AP): 2.436, Chromic Cambisol(BC): 2.094, Plinthic Gleysol (GP): 1.223であり, AP土壌における成長が最もよく, ついでBC土壌, GP土壌の順であった。地形では, 傾斜地 > 山頂部 > 平坦地の順を示した。また, 苗のタイプでは, 裸苗 > ボルサ苗の順を示した。

したがって, PALO SANGRE AMARILLOの初期成長は, ライン幅30mが最もよく, 土壌では, APおよびBC土壌がよく, GP土壌では悪い。地形では, 傾斜地, 山頂部がよく平坦地で悪い。苗のタイプの影響は顕著でない。

8 YACUSHAPANA (*Buchenovia grandis*)

本樹種は植栽本数が少なく, 解析不能

9 BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita*)

5年生の標準的資料 106本(平均樹高: 13.1m)について、数量化I類により解析した結果を表-6, 図-7に示す。

土壌型, 地形, ライン幅, 苗タイプを説明変量とした場合の重相関係数は0.610であった。

樹高成長に関する偏相関係数をみると, ライン幅: 0.427 > 土壌型: 0.242 > 地形: 0.080 > 苗タイプ: 0.075 の順を示し, ライン幅が最も強く樹高成長に影響していることが分かる。

要因項目のライン幅のカテゴリーに与えられたスコアは30m: 7.007 > 10m: 1.568 > 5m: 0.00であった。土壌型では, Vertic Cambisol (BV): Vertic Cambisol(BV): 13.700, Plinthic

Gleysol(GP):10.146でありB V土壤における成長がよく、G P土壤は悪い。地形では、平坦地>傾斜地>山頂部の順を示した。また、苗のタイプでは、ボルサ苗>裸苗の順を示した。

結果として、BOLAINA BLANCA初期成長は、ライン幅30mが最もよく、土壤では、B V土壤がよく、G P土壤では悪い。地形では、平坦地がよく、傾斜地、山頂部は悪い。苗のタイプの影響は顕著でない。

10 BOLAINA NEGRA (*Guazuma ulnifolia*)

4年生の標準的資料 130本(平均樹高;8.86m)について、数量化I類により解析した結果を表-7、図-8に示す。

土壤型、地形、ラインの幅を説明変量とした場合の重相関係数は0.51であった。

樹高成長に関する偏相関係数をみると、ライン幅:0.471 >地形:0.117 >土壤型:0.068 の順を示し、ライン幅が最も強く樹高成長に影響していることが分かる。

要因項目のライン幅の各カテゴリーに与えられたスコアは30m>5m≥10mであり、30mにおける成長が最もよく、5mと10mは悪い。地形では、傾斜地>平坦部>山頂部>の順を示した。また、土壤ではPlinthic Gleysol>Plinthic Acrisol>Vertic cambisol の順を示した。

結果として、BOLAINA NEGRA の初期成長は、ライン幅は30mが最も良く、地形では傾斜地、土壤ではPlinthic Gleysolがよい。

11 ESTORAQUE (*Myroxylon balsamun*)解析不能

12 MARUPA (*Simarouba amara*)

5年生の標準的資料 120本(平均樹高:9.2 m)について、数量化I類により解析した結果を表-8、図-9に示す。

土壤型、地形、ライン幅、苗タイプを説明変量とした場合の重相関係数は0.435 であった。

樹高成長に関する偏相関係数をみると、土壤型:0.381>苗タイプ:0.125 >ライン幅:0.096 >地形:0.690 の順を示し、土壤型が最も強く樹高成長に影響していることが分かる。

要因項目の土壤型のカテゴリーに与えられたスコアはPlinthic Acrisol(AP):8.92, Plinthic Gleysol(GP):8.79, Vertic Cambisol(BV):5.14であり、A P土壤とG P土壤でよく、B V土壤で悪い。

苗タイプでは裸苗:1.203 がボルサ苗:0.000 よりよい。ライン幅では5m>10m>30mの順を

示した。

地形では傾斜地＞山頂部＞平坦地の順であった。

結果として、5年線MARUPAの初期成長は、上記の要因では充分説明できないところがあるものの、土壌型の違いによる成長差が比較的表れやすい樹種である。

IV まとめ

以上12樹種について、初期樹高成長に及ぼす土壌型、地形、ライン幅、苗木タイプなど影響を解析し、樹種毎の特性をあきらかにした。これを一覧表にまとめると以下の通りである。

各樹種の立地特性

樹種 (樹齡, 本数, 平均標高)			要因・カテゴリーの順位
TORNILLO	(5年, 106本, 11.3m)		① 土壌型 (A P > B C > G P) ② 地形 (平坦地 > 山頂部 > 傾斜地) ③ ライン幅 (30m > 50m)
ISHIPINGO	(5年, 116本, 5.3m)		① 土壌型 (A P > B V > G P) ② 地形 (山頂部 > 平坦地 > 傾斜地) ③ ライン幅 (5 m > 30m)
AZUCAR HUAYO	(3年, 114本, 3.8m)		① 苗タイプ (裸苗 > ボルサ苗) ② 土壌型 (A P > G P) ③ 地形 (山頂部 > 傾斜地 > 平坦地) ④ ライン幅 (5 m > 30m)
COPAIBA	(5年, 108本, 2.9m)		① 土壌型 (A P > G P > B V) ② ライン幅 (30m > 50m) ③ 地形 (傾斜地 > 山頂部 > 平坦地)
LAGARTO CASPI	樹高成長が小さいため解析せず		
MOENA NEGRA	解析不能		
PALO SANGRE A	(5年, 114本, 3.8m)		① ライン幅 (30m > 5 m) ② 土壌型 (A P > B C > G P) ③ 地形 (傾斜地 > 山頂部 > 平坦地) ④ 苗タイプ (裸苗 > ボルサ苗)
YACUSHAPANA	解析不能		
BOLAINA BLANCA	(5年, 106本, 13.1m)		① ライン幅 (30m > 10m > 5 m) ② 土壌型 (B V > G P) ③ 地形 (平坦地 > 傾斜地 > 山頂部) ④ 苗タイプ (ボルサ > 裸苗)
BOLAINA NEGRA	(5年, 130本, 8.9m)		① ライン幅 (30m > 10m > 5 m) ② 地形 (傾斜地 > 平坦地 > 山頂部) ③ 土壌型 (G P > A P > B V)
ESTORAQUE	解析不能		
MARUPA	(5年, 120本, 9.2m)		① 土壌型 (A P > G P > B V) ② 苗タイプ (裸苗 > ボルサ苗)

③ ライン幅 (5 m > 10m > 30m)

④ 地形 (傾斜地 > 山頂部 > 平坦地)

PARO SANGRE BLANCO (3 年) 解析不能

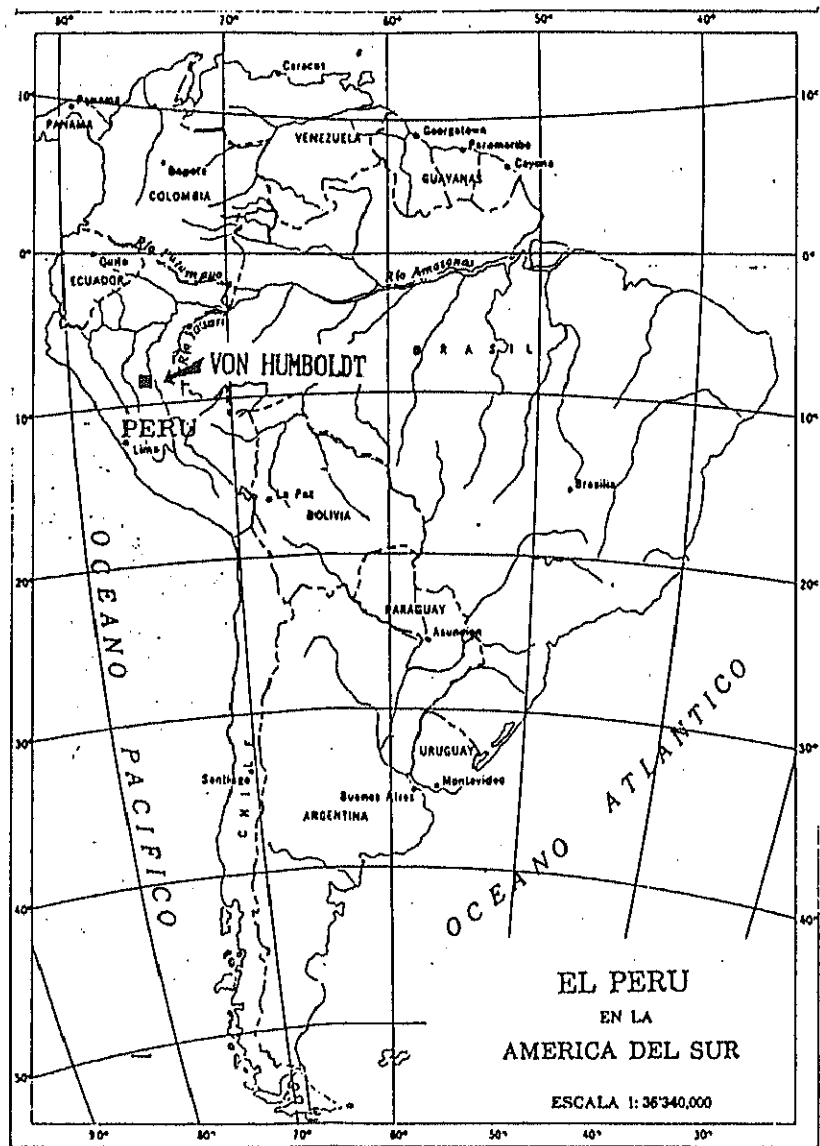


図-1 VON HUMBOLDT実験林の位置

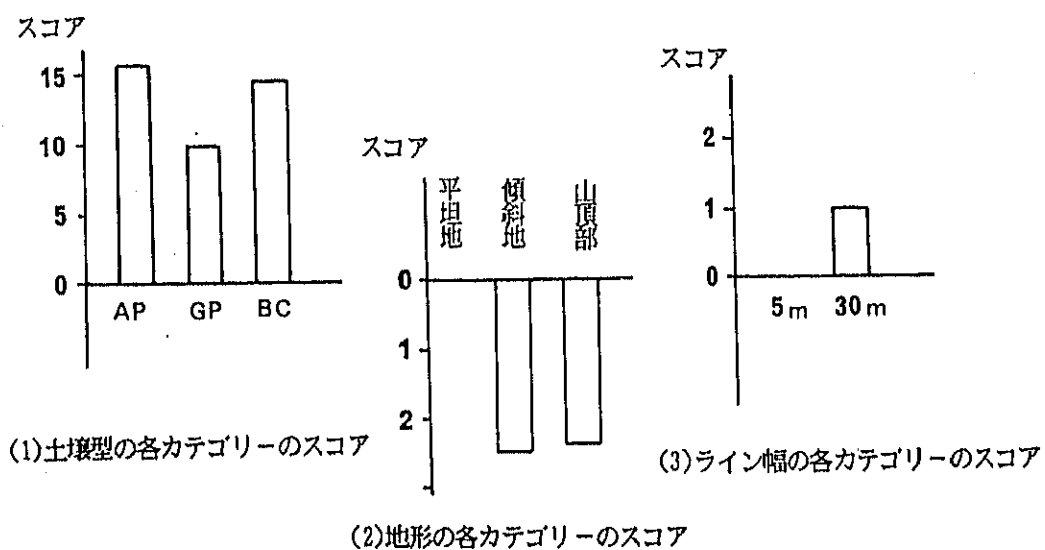


図-2 TORNILLO

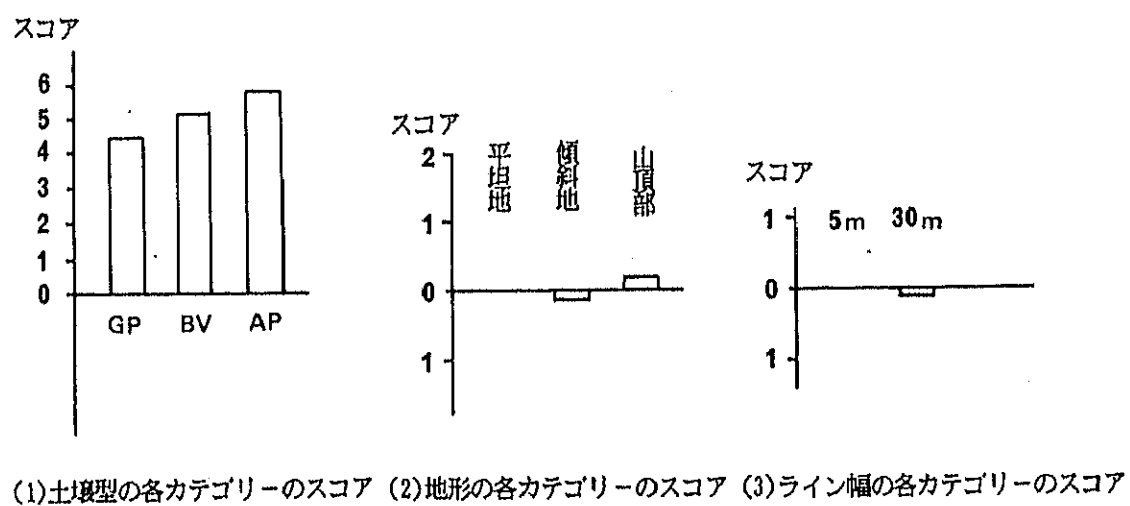
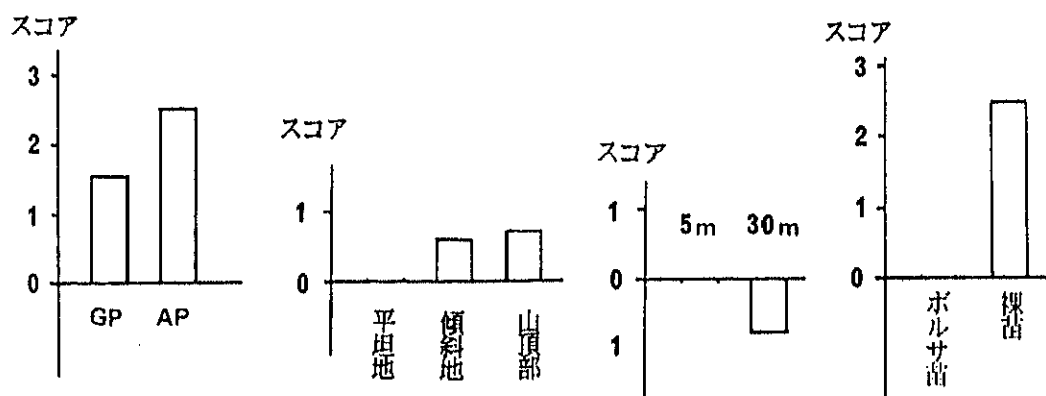
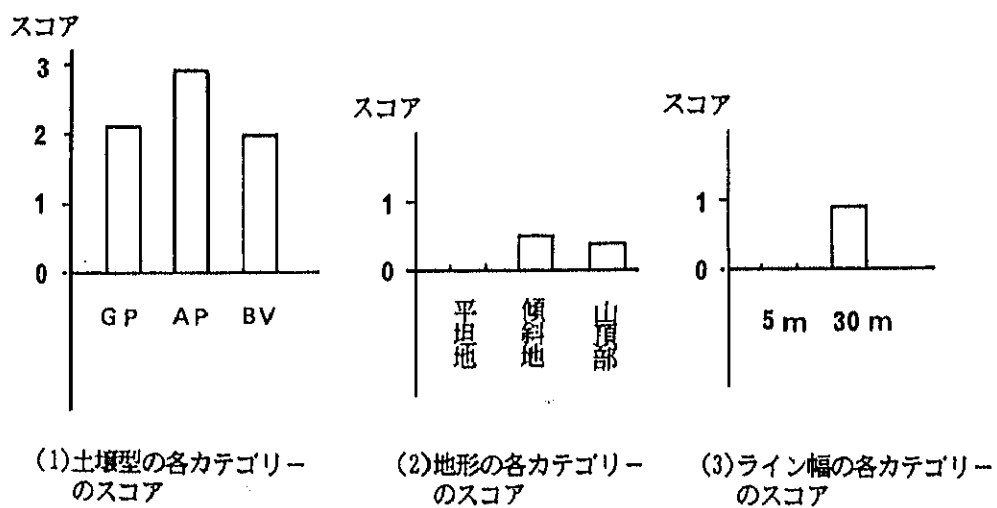


図-3 ISHIPINGO



(1)土壌型の各カテゴリーのスコア (2)地形の各カテゴリーのスコア (3)ライン幅の各カテゴリーのスコア (4)苗タイプの各カテゴリーのスコア

図-4 AZUCAR HUAYO



(1)土壌型の各カテゴリーのスコア (2)地形の各カテゴリーのスコア (3)ライン幅の各カテゴリーのスコア

図-5 COPAIBA

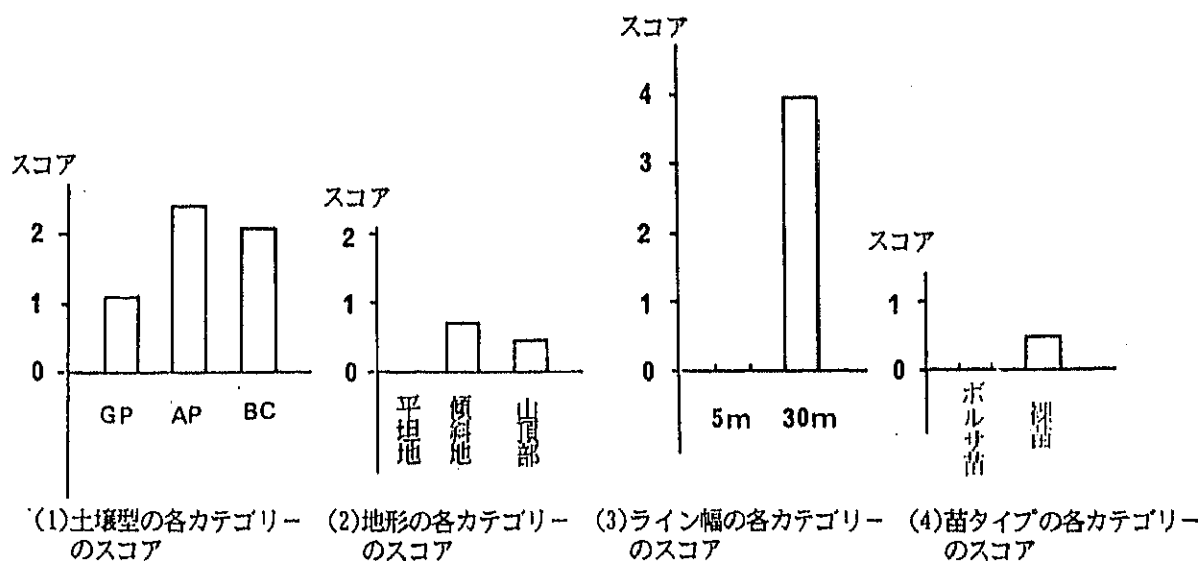


図-6 PALO SANGRE AMARILLO

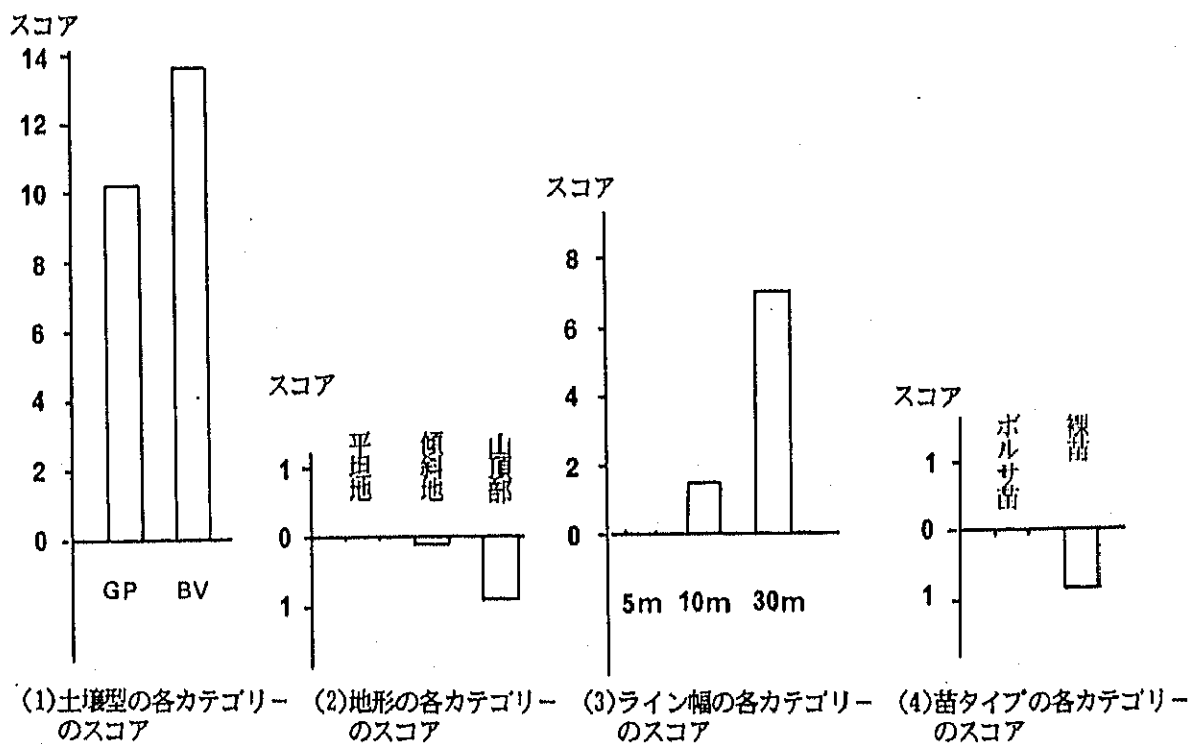


図-7 BOLAINA BLANCA

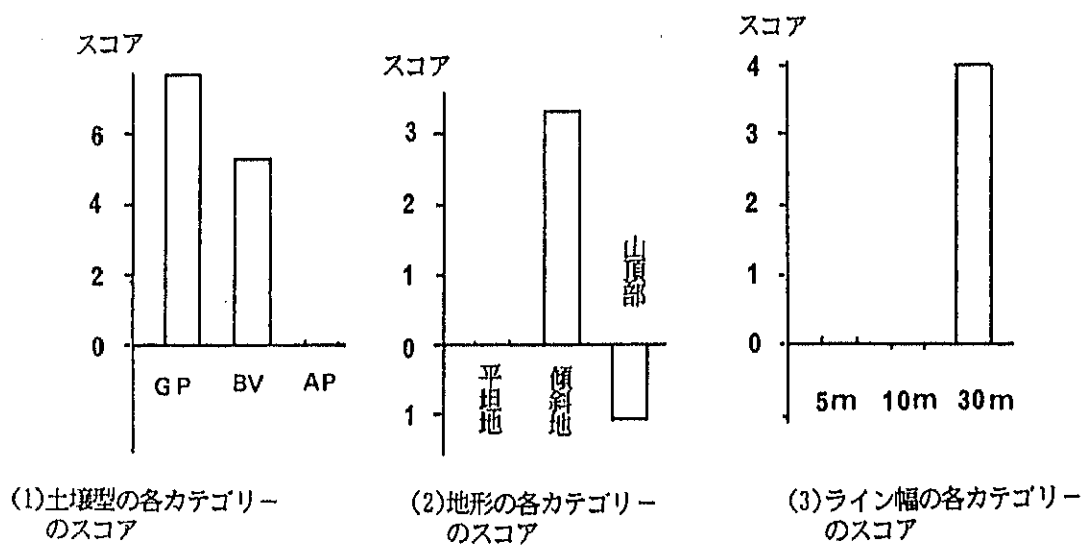


図-8 BOLAINA NEGRA

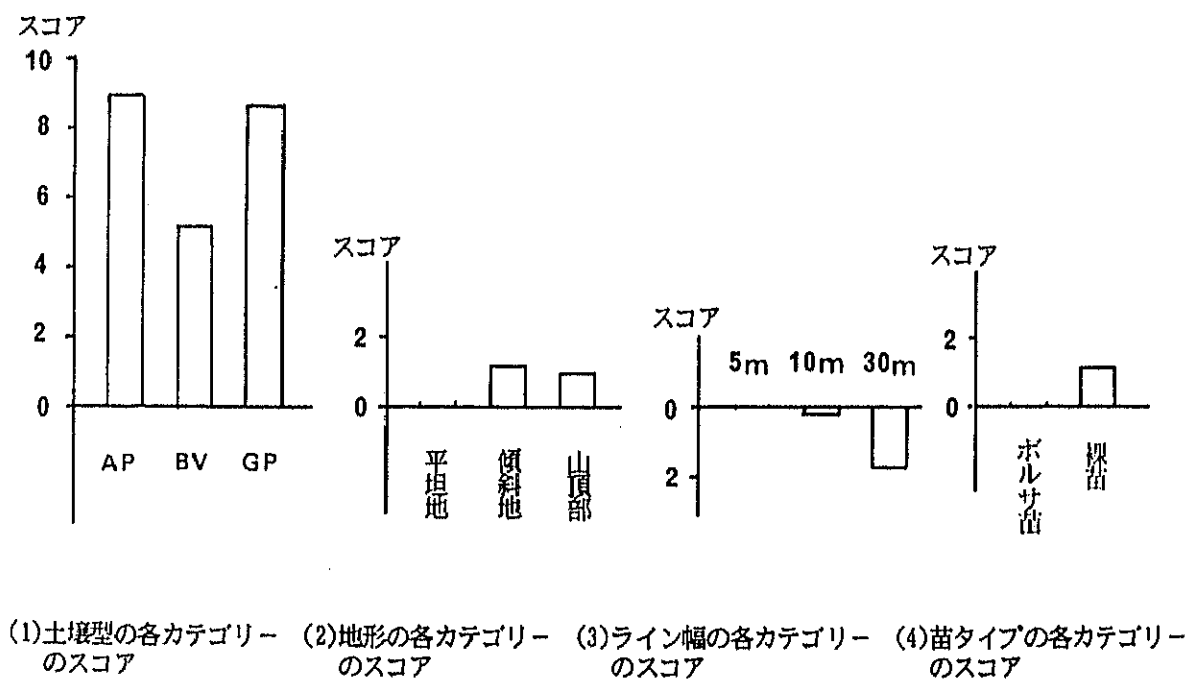


図-9 MARUPA

6. マホガニーマダラメイガ Hypsipyla grand-

ella Zellerに関する研究

森林昆虫専門家 山崎 三郎

〃 池田 俊弥

〃 竹谷 昭彦

〃 藤田 和幸

森林生態専門家 横田 明彦

ペルー農鉱業省 I. N. I. A. A.

Carlos Vasques p.,

Francisco Palomino P.,

Sonia Salazar T.,

Miliam Tejada A.,

は じ め に

マホガニーマダラメイガは、センダン科 (Meliaceae) の新梢、幹に穿入して樹皮組織を食害し成育を著しく阻害する害虫として、古くからマイマイガ、トウヒノシントメハマキと並んで、世界的に重要な鱗翅目の害虫にあげられている。中南米における本種の被害記録はすでに Ragonot (1893), Dyar (1914), Monte (1919), Heinrich (1956), FAO (1958) らによって報告され、1960年代の Ramirez (1964), Tillmanns (1964), Grijpma (1970) らの研究はよく知られているが、多くは基礎的実験的なもので、本種の防除の有効な手法はみつかっていない。その調査と研究は何れもコスタリカ、ヴェネズエラ、ブラジル等で、ペルーではわずかに Piedra (1951), Dourojeanni (1965) らによる害虫の紹介があるにすぎない。

ペルーアマゾンの本プロジェクトでも1983年頃より主要造林樹種である Swietenia macrophylla (Caoba) と Cedreia spp. (Cedro) が、この害虫によって成林不能に近い被害を受けている。

そのため本種の生態を明かにし防除の見通しをたて、ペルーアマゾンにおけるマホガニー造林の可能性を探ることが我々に求められ、1984年10月の Kobayashi, F. (1986) の調査から1989年7月までの5年間、プカルパ市から86km国道を上がった A. V. Humboldt試験林において調査研究に取り組んだ。なお1985-1987年までは延べ10名が夫々約2ヵ月の短期派遣員で、1988-1989年には1名が1年間の長期派遣員として調査に赴いた。本報告はこれまでの調査結果を、中心となった各項目ごとの専門家によって取りまとめたものである。

なお研究計画と実行に当り、森林総合研究所小林富士雄所長、小林一三森林生物部長、同部昆虫生態研究室福山研二室長らのご指導を賜わった。また試験・調査にあたっては当プロジェクトの氏家正、小池秀夫、吉田実リーダーおよび長期専門家ならびにカウンターパートの皆さんに多大のご協力を頂いた。ここに厚く感謝する。さらに試料の分析をお願いした同部化学制御研究室松浦邦昭室長、データの取りまとめ等で御協力を願った同部昆虫管理研究室五十嵐正俊主任研究官、北島博室員および本研究の遂行にあたってご支援頂いた関係各位に対し心から感謝申し上げる。

7. マホガニーマダラメイガ Hypsipyla grand-

ella Zellerに関する研究 I

— マホガニーマダラメイガの被害実態 —

森林昆虫専門家 山崎 三郎

“ 池田 俊弥

森林生態専門家 横田 明彦

ペルー農鉱業省 (I. N. I. A. A.)

Carlos Vasques p.,

要 旨

本種は新大陸の北米フロリダから中米、南米の熱帯・亜熱帯林に広く分布する穿孔性の小蛾類の一種である。センダン科の Swietenia 属, Cedrela 属が主要な加害樹種で、被害は人工造林地の幼齢植栽木に最も多く、マホガニー造林を不可能にする害虫として林業経営上最も恐れられている。加害部位は新梢、新芽、幹の樹皮組織に多いが、天然更新稚樹や球果、種子にも加害する。ペルーではアマゾン流域を中心とした7県の熱帯降雨林で被害が見つかった。そしてこれまでに植栽された造林地の殆どが本種によって打撃を受け、造林の成功した林はなく、また現在ペルーアマゾン流域のカオバの大径木の殆どは抜き伐りによって消失し、10%に数本残されているだけとも言われている。

は じ め に

本種は古くより通称“新芽の穿孔虫”(Barreno del brote)あるいは“カオバ、セドロの穿孔虫”とよばれているが、その数量的、面積的な被害実態報告は見当らない。また現在マホガニーの健全な造林地および本種によって成育が著しく阻害されているペルー国内外の造林地はみられなかった。それは熱帯・亜熱帯での造林技術が未確立であることと、小規模なマホガニー造林が本種害虫によって壊滅的な打撃をうけ、林業にたずさわる人達の造林意欲を失わせていることにも大きな原因があるものと思われる。

ペルー・アマゾンプロジェクトでの第1次フェーズの5年間で、1500㍻のうちの約600㍻に人工更新された郷土産の42樹種は約77,700本で、その内の30%がCaoba(15.1%)、Cedro(14.9%)で占められている。1988年度までにその殆どが1~2回の加害を受け、成育が危ぶまれる区もでてきている。

ここではHypsipyla 属および本種の分布と被害の概要を紹介する。

調 査 方 法

既往の文献、報告書から本属の分布、被害実態などをまとめ、ペルーアマゾンプロジェクトでの被害率調査、生態調査などをもとに被害の実態を調べ、これと比較した。

結 果 と 考 察

1 分布と被害樹脂

1) Hypsipyla 属の分布

本属は新大陸と旧大陸に分布する二つのグループからなり、これまでに合計11種が記録されている。新大陸では本種 *H. grandella*のほか、*H. ferrealis*、*H. fluviatella*、*H. dorsimacula* の4種の生息が確認され、*H. grandella* が最も広く分布し、林業害虫としての被害も大きい。

旧大陸では *H. robusta* が最も広く分布し、同様被害が大きい。他には *H. albipartalis*、*H. debilis*、*H. elachistalis*、*H. ereboneura*、*H. rotudipex*、*H. swezeyi* の6種が知られている。

H. robusta はセイロン、インド、マラウィ、マラヤ、パキスタン、インドネシア、シンガポール、

サバ、サラワク、ガーナ、ナイジェリア、シェラ・レオネ、ソロモン諸島、オーストラリアに、他の2種はアフリカのエチオピアから見つかった。

最近インドネシアの SABAHの森林プロジェクトでも、導入したSwietenia macrophylla の幼齢木に H. robusta の synonymである H. pagodella が加害している報告がある (Abel1983)。

2) マホガニーマダラメイガの分布

本種 H. grandella は、南回帰線を中心として北米 (フロリダ)、中米、南米の熱帯・亜熱帯に分布している。Heinrich(1956)、Bradley(1968)らの報告をまとめると、中米ではメキシコ、グアテマラ、ホンジュラス、ニクアラグア、コスタリカ、パナマ、プエルトリコ、キューバ、ハイチ、ドミニカ、ジャマイカ、マルティニカ、グラナダ、南米ではコロンビア、ベネズエラ、英領ギアナ、スリナム、エクアドル、ペルー、パラグアイ、ブラジル、アルゼンチンに分布する (図-1)。

H. dorsimacula、H. fluviatella の2種はコスタリカ、コロンビア、仏領ギアナ、ブラジルに、H. ferrealis は上記の他、ヴェネズエラ、トリニダット・トバコに生息する。

ペルーにおける本種の分布は、基本的には西大西洋側のセルバ (森林地帯) 全体であるが、街路樹や砂防林として太平洋側のコスタ (海岸地帯) に植樹したセドロからも被害が記録されている。

ペルーの著名な昆虫学者で、元ラ・モリーナ大学教授のDr. Dourojedni, R. は、国内の被害地としてロレト県 (プカルパ、アタラヤ、イキートス)、マードレ・デ・ディオス県 (プエルト・マルドナルド)、ウヌコ県 (トゥルナピスタ、ティンゴ・マリア)、クスコ県 (キンセミル、コスニパタ)、フニン県 (サティボ、チャンチャマーヨ) サン・マルティン県 (モヨバンバ) をあげている。本プロジェクトでは松井光瑤、野田直人らが1986年6月の調査で、FAD が造成した旧フンボルト試験地、ウカヤリ川の造林跡地 (サンアレハンドロ川、アグアイティア川沿岸) などで Cedro、Caoba の造林木に古い被害があり現在は僅かにしか残っていないことを確認している。この他にも当該試験地周辺、プカルパ市周辺 (ヤリナ・コーチャ、カンボ・ベルデ、ヌエヴァリケーナなど) およびイキートス市周辺、ティンゴ・マリア市などでも本種の被害を見つけている。

3) 被害樹種と抵抗性品種

本種は中米、南米に広く分布するセンダン科 (Meliaceae) の11属に加害するが (表-1)、とくに Swietenia 属と Cedrela 属を好んで加害することが Grijpma(1976)らによって報告されている。しかし旧大陸で H. robusta に加害されている Toona australis (= ciliata) と Khaya ivorensis は、本種に対して抵抗性を持っている他、インドで H. robusta に加害されている Melia azadirachta や Carapa guianensis (Andiroba) も、本種に対して抵抗性を示すことが報告されている。当苗畑

セクションがプエルト・リコから取り寄せた S. macrophilla と S. odorensis の交雑種を播種した稚樹も苗畑、山だし後に本種の被害にあっていない。

木材生産の面からは、本種の被害が少なく成長量の大きい樹種を造林するために、コスタリカでは Cedrela angustifolia (=Cedrobranco) が最も期待できる樹種であると Sanches(1976)が報告している。

薬剤を用いない経済的な被害回避法として、本研究VIに述べる造林的被害回避法とともに抵抗性品種の選抜と利用は今後の重要な検討課題の一つである。

なお H. ferrealis は Carapa guianensis の球果を食害するが、H. dorsimacula と H. fluviatella の2種は食樹が不明である

2 被害実態

中・南米における本種の被害は、先に述べたようにセンダン科の Swietenia 属と Cedrela 属に多く、ブラジルでは Bagasa guianensis (クワ科) など他の科にも加害するという。いずれも主要な被害は造林地の幼齢植栽木と天然林内の更新稚樹に多い。頂芽と新梢を加害された木は新梢部が枯死して垂れ下がり、その後下部から2次枝が萌芽し伸長するが、再び加害されると次第に貧弱な不定芽をもった矮小化した木になり、幹や根元部を加害されたものの中には枯死するものも出てくる。本プロジェクトで被害実態調査を行なったところ(山崎ら、1986)、Caoba と Cedro 2 種への加害が著しく、伐開幅をかえて植栽した5、10、30m区の何れにも被害がみられ、累積被害率は平均65%で造林方法によっては100%の被害率を示した区もあり、樹種間ではいくぶん Caobaの方が少ない傾向がみられた(表-1)。本種の被害回避対策としてブラジルで試みられている巢植え法(F. A. O 1958)にもとずいて植栽された3林班(10m)での Cedro新被害(調査時点に幼虫が加害しているもの)は37%、累積で74%あり枯死木も多く、当初の目的に沿わない状況となっている。さらに植栽年次別の被害では、年次の古い区域ほど被害率が高く、本虫の侵入が生育につれて次第に増加していくことがわかる。なお年間を通した被害は雨期の初めとなる9月頃から多くなり、10月-11月頃を山として次第に少なくなり、雨期あけの頃より乾期には著しく減少する傾向が見られる。

(1986-1989年まで当プロジェクト造林セクションが実施した被害率の結果については本研究VIに報告)。

また加害部は新梢、幹だけでなく、球果や種子にもみられ、Caoba の落下した未成熟球果(長さ4.8 m×幅3.0)では51.0%に被害があり、Cedroの未成熟球果ではほぼ10%に本種の若齢~老熟幼

虫とその脱出孔がみられた。1985年5月には Tornillo(*Cedrelinga catenaeformis*) の球果内に加害していた2頭の本種幼虫を Ing. Emirio Maruyama が見つけている。これらのことから造林が行われていない天然林の場合には、Hypsipyla は通常これら球果内をその生息場所としているものと考えられ、Cerdo, Caobaの大規模な造林が行なわれたことによって、本来比較的密度の低かった本種が急速にその密度を増加させ、さらに新植地への分散が図られていったのではないかと考えられる。

一般に両樹種が被害を受けるのは、樹高30cm位の稚樹から樹高が約5 m位の幼齢木までで、それ以上になると被害が減少するといわれ、Vega (1974) の実験でもそれが確認されている。本プロジェクトではまだ全体に樹高が低く、詳しく確認できないでいるが、調査塔を用いた高さ別の産卵実験でも、6 mを越すと産卵数が著しく減少することからもそれがうなずける(本研究Ⅳ参照)。当面の薬剤散布による防除の目的は、速やかにこの限界を越させ生育を促進させることである。

Hypsipyla の被害は照度の高い開放された林分に多いといわれ、古くから造林木の被陰が虫害忌避と生育の重要な要因の一つに上げられている。Dourojeanni (1956)はプカルパ分場にあった苗畑の8年生の Caobaを調査し、全開した高照度区では被害が100%であったが、林内の小道と同様な状態をもった低照度区では70%であったと述べているが、Cater(1945)は50%まで被陰することが最も生育に適していると述べている。本プロジェクトでも、さきの被害調査に示したように照度を抑えた樹下植栽地(103林班)では被害が少なく11%であったのに対し、急激に照度を上げた同手法の19林班では100%となっていた。これとは逆に林冠が鬱閉された低照度区では虫の侵入はないものの生育も著しく遅れていることが28林班(千鳥足区-伐開せず林内に蛇行させて5 mごとに1本植栽)で証明されている。しかし樹種毎の最適照度の決定はまだなされていない。

お わ り に

日本における熱帯地域の害虫についての報告は少なく、とりわけ Hypsipyla属とマホガニーマダラメイガに関する調査報告は皆無に近く、文献も殆どがスペイン語で記されているばかりか入手できない。その中であって唯一小久保(1979)のブラジル・アマゾンでの被害地視察の紹介と今後の造林のありかたについての報告は、現地において我々が研究を進めるうえでも参考となることが多く、本文にも所々に引用させて頂いた。また本種に関する文献の殆どは、小林富士雄現森林総合研究所長が1984年コスタリカの Turrialbaを訪ねた折入手した貴重なものを譲り受けた。記してともに深謝する。

参 考 文 献

Becker

Cater, J.C., (1945) : THE Silviculture of *Cedrela mexicana*. Caribb. Forester. (6) 3 : 89-113

———— M. R., (1965) Denominaciones Vernaculares de Insectos y Algunos Otros Invertebrados en la Selva del Peru. Rev. Peru. Ent. 1 : 131-137

FAO (1958) : Shoot borers of the Meliaceae. Unasyilva, 12, 30-31

Grijpma p., Gara R. I., (1970) : Studies on the shoot borer Hypsipyla grandella Zeller. 1, Host selection behaviour. Turrialba 20 : 233-240

———— P., ——— R. I., (1970) : Studies on the shoot borer Hypsipyla grandella Zeller. 2, Host preference of the larva. Turrialba 20 : 241-247

Hidalgo S. O. , (1971) : Estudios sobre el barrenador Hypsipyla grandella Zeller ; VII. Determinacion del sexo en pupas. Turrialba, 21 : 221

小林富士雄 (1984) : ペルー共和国アマゾン地域森林造成現地実証共同研究プロジェクト中間報告、国際協力事業団編

小久保 醇 (1979) : マホガニーしんくい虫の被害とその防除・森林防疫 28、7 : 7-10

K . A b e (1983) : Plantation forest pest in SABAH. FRC public. 8:88-109, For. Res. Cent. Sabah

M o n t e , (1933) : Hypsipyla grandella, una praga da silvicultura (Lep. Phycitidae) Rev. de Ent., Brazil, vol. 3:28 1

Tillmanns, H. (1964) : Apuntes bibliograficos sobre Hypsipyla grandella Zeller. Revista Instituto Forestal Latino Americano. Merida, Venezuela 14 : 82-92

Vega, L. C. (1974) : Influencia de la silvicultura en el comportamiento de Cedrela en Surinam. Boletin IFLAIC 46-48 : 57-86

山崎 三郎、池田 俊弥 (1985) ペルー・アマゾン地域における Hypsipyla に関する調査・海外林業部門業務報、109-212、林業試験場調査部

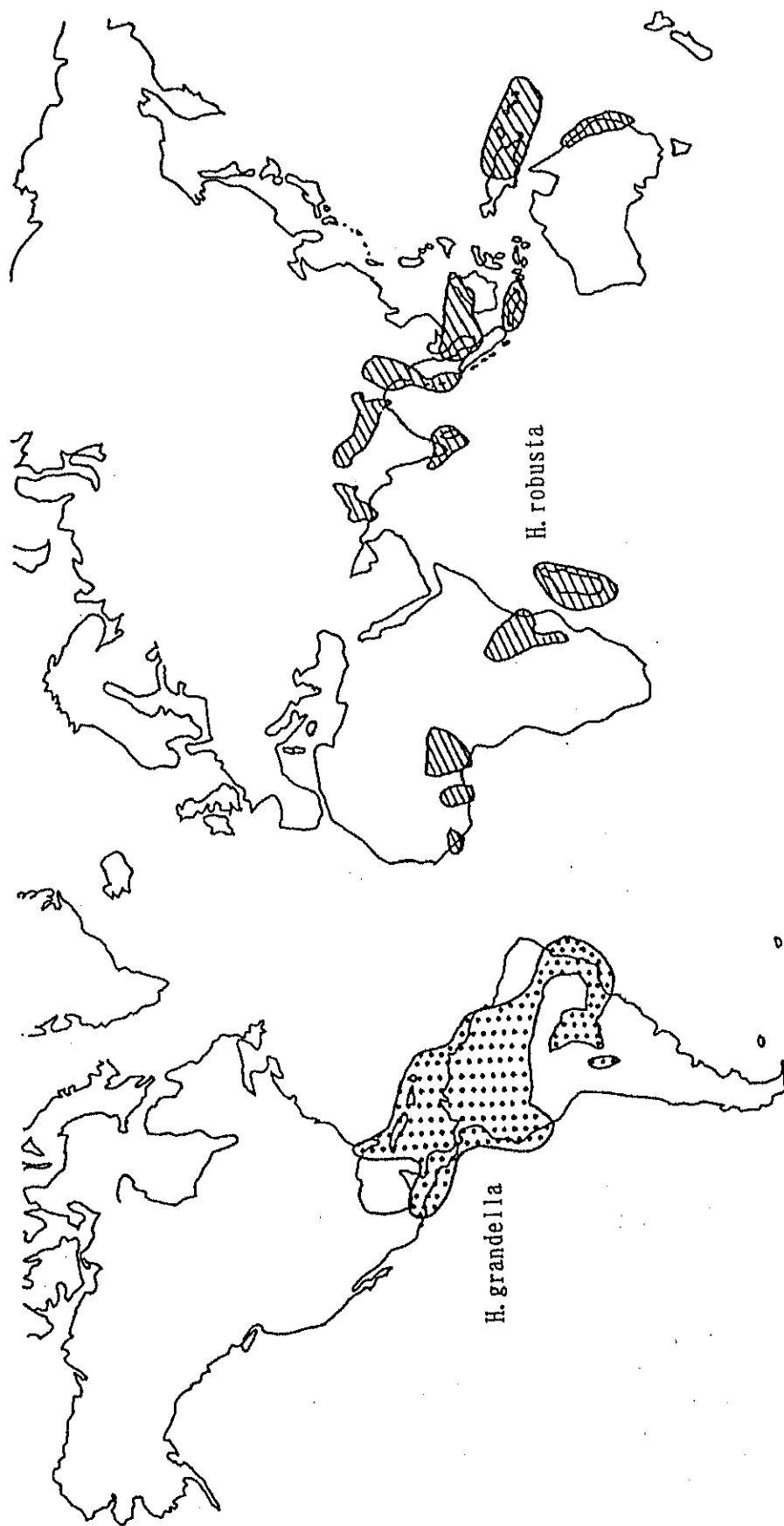


図-1 Hypsipyra 属 2 種の分布

表-1 マホガニーマダラメイガの加害樹種

樹 種	加 害 種		
	H. grandella		H. robusta
1. Swietenia macrophylla	☆	★	☆
2. S. mahagoni	☆		☆
3. S. humilis	☆		
4. Cedrela mexicana	☆		
5. C. odorata	☆	★	☆
6. C. fissili	☆	★	
7. C. lilloi	☆		
8. C. tubiflora	☆		
9. C. procera	☆		
10. Toona australis	*		☆
11. T. serrata	*		☆
12. Melia azarelacta	*		☆
13. Khya anthotheca			☆
14. K. grandifoliola			☆
15. K. ivorensis			☆
16. K. nyasica			☆
17. K. senegalensis			☆
18. Guarea trichilioids	☆	★	
19. G. guara	☆		
20. G. guianensis	☆		
21. Loxia trichilioides			☆
22. Chloroxylon swietenia			☆
23. Chukrasia tabularis			☆
24. Entandrophragma angolense			☆
25. E. utile			☆
26. Cedrelinga catenaeformis#		★	☆

☆：被害あり、★：同pucallpa、*：抵抗性あり、#：球果のみ

表-2 Humboldt 試験林における Hypsipyla の被害

(1985. 9~10月現在)

樹 種	施 業 別	林 班	ラインNo.	調査本数	植栽年次	新被害※	被害歴
Cedro colorad	5m伐開	1	34	42	1982	12 %	100%
	5	13	5	73	1984	33	41
	5	17	4	42	1984	38	50
	10	15	11	38	1984	34	未調査
	10	16	4, 8	78	1984	40	未調査
	30	8	5	35	1983	34	100
	30	9	6	169	1983	49	96
	天 然	16	8	40	1984	18	18
	樹下植栽	103		19	1983	0	11
	樹下植栽	19		20	1984	95	100
	列状植栽	展示林		161	1983	24	96
C. blanco	5	1	31	19	1982	21	89
	列状植栽	展示林		20	1985	55	60
	列状植栽	試験値	(苗畑横)	47	1984	96	98
Caoba	5m伐開	1	27	36	1982	8	81
	5	14	4	73	1984	5	12
	5	17	10	50	1984	14	18
	10	15	16	47	1984	49	未調査
	10	16	14	36	1984	28	未調査

※ 新被害は9~10月調査時点の被害木の割合 被害歴は新被害+旧被害の合計

8. マホガニーマダラメイガ Hypsipyla grand-

ella Zellerに関する研究 II

— マホガニーマダラメイガの個生態 —

森林昆虫専門家 山崎 三郎

“ 池田 俊弥

ペルー農鉱業省 (I. N. I. A. A.)

Carlos Vasques p.,

Sonia Salazar T.,

Miriam Tejada A.,

要 旨

本種は変態を調べ概要を記述し、ペルーアマゾンにおける本種の生活史を明かにした。卵期3～5日、幼虫齢期は25～30日で5齢を経て蛹化する。蛹期間は10～11日で羽化し、成虫は9～10日間生存する。すなわち1世代に要する日数は約35日で、年間5～7回発生を繰り返す。室内実験では1雌の産卵数は平均220卵である。

雌成虫は新芽、新葉、葉枕に1～2卵ずつを産みつけ、孵化幼虫はこの中に潜りこみ枯らす。生育につれより太い新梢部へ移り、次第に幹の中央や下部を加害、樹皮下で蛹化する。成虫は夕がた羽化し、夜間活動し交尾、産卵を行うが、気象条件にたえず影響を受け、光に対する反応は明瞭とはいえない。

は じ め に

マホガニーマダラメイガの防除法を確立するため、その基礎資料となる本種の個生態の概要を明らかにするため現地における通年の経時的な観察を目標として調査した。

調 査 方 法

形態の記述と観察のため、野外虫および室内飼育虫の生体・液浸を用い実体顕微鏡で観察し、脱皮頭殻はマイクロメーターで測定し、蛹は精密電子天秤により計測した。成虫の交尾器はKCL10%液で煮沸し検鏡に供した。

本種の生活史と年間発生回数を知るため（イ）野外の生態調査と（ロ）室内での個体飼育を行った。（イ）では1984年11月～1985年10月までの1年間、毎月1回3林班のCedro植栽木約20本を無作為に選び、卵、幼虫、蛹、被害の有無を調べ、幼虫等は室内で個体飼育し死亡要因を調べた。また1986年～1989年毎月末造林セクションが造林地から採取した被害穂を室内で個体飼育し、死亡要因と羽化率を調べ、羽化成虫は交尾、成虫行動に用いた。

（ロ）ではCedro天然葉と人工餌（シルクメイト；商品名）による固体、集団飼育を行った。

結 果 と 考 察

1. マホガニーマダラメイガの形態

本種は鱗翅目・メイガ科・マダラメイガ亜科の小蛾で、1948年 Zeller によって記載された。和名は、その分類学的位置からマホガニーマダラメイガが妥当と考える。

1) 成 虫

前翅開帳は25～50mmで、雄が25mm～37mm、雌が30mm～50mmである。下唇髭は牛角状で太く、上方に曲り、通常は頭頂を越えない。雄の触角の各節には微細な毛が一行に並ぶ。前翅は灰褐色で、中央下面から前縁部にかけて鈍い赤褐色を呈し、亜外横線は黄褐色で中央から内側に湾曲し、波形の深い緑どりを有する。外縁線は灰黒色で2層の緑毛をそなえる（写真集、虫害上段左）。後翅は乳白色で透明にちかく、外縁は灰褐色に縁どられSc翅脈上で広がる。脈R5はR3+4と同じ脈から生じ、

翅端頂点より上方に位置する（図-1A）。

雄の尾端の valva 表面は長い鱗毛で覆われ、雌の産卵管（ovipositor）は鮮やかな褐色の鱗毛で縁られる。

GENITARIA（交尾器）雄：uncus の基部は広く、上方に向かって狭まり頂点は丸い。gnathos は uncus よりも短い。valva の cucullus には棘を蓄え、valvula は中央部でいくぶん広がるが、先端に向かって狭まり、頂点は丸い。Ediagus は円柱形で、頂点部ちかくで幾分狭まり、vesica 内には螺旋状となったキチン質の cornuti を持つ（図-1B）。

雌：ovipositor の交接口は広く、膜状で円錐形に開いている。bursa には小さい粒状のかたまりの signum がある（図-1C）。

2) 幼 虫

頭部は光沢のある濃褐色。胴部は筒状で、孵化後の若齢幼虫は淡黄色。2-4 齢虫は灰褐色-暗緑色を呈し、各節の硬皮板が明瞭となるほか各節気門は褐色。5 齢虫は暗赤褐色-緑青色になり、蛹化前の幼虫には明青色~暗青色の個体も現れ、体は肥満型となる。メイガ科幼虫の特徴となっている第一胸節気門前方の硬皮板上の L 刺毛は 2 本あり、マダラメイガ亜科としての第二、第三胸節の SV 刺毛は 1 本で、第 9 腹節の L 刺毛は 3 本を有している。体長は終齢幼虫で 25-32mm。頭幅は 2.5-3.1 mm（写真集、同中段左）。

3) 蛹

蛹は紡錘形で暗褐色、光沢は鈍い。頭頂部は突出せず丸く、尾端には 4 対の鉤をそなえる。雄の交接口は第 9 節にあり、左右に半円形の膨らみをもつ。雌のそれは第 8 節で、縦線がかすかに認められる。蛹は白色の繭に包まれる（図-1D）。

4) 卵

卵殻には不規則な網目状のシワをもち扁平で乳白色。日齢により色が変わる。卵は長さ 1.0mm×幅 0.65mm。

2 生 活 史

1) 幼虫期間と発生回数

一年間の調査の結果、7~8 月を除くすべての月に若齢幼虫~老熟幼虫、蛹が採集され、野外においてはどの調査時点でもあらゆる虫態の虫が造林木に生息していることが分かった。（図-2）。1985 年 9 月の個体飼育と（イ）の調査の結果、卵期 3 日、幼虫期間約 25~30 日（各齢ほぼ 5~6 日間で終了）、蛹期間は 10~11 日間で、一世代経過には約 35-38 日ほどが必要であった（表-1）。

しかし1987年2月の Cedro枝葉での飼育結果（表-2）では卵期間5日、幼虫期間17.3日、蛹期間7.6日で、一世代を約29.1日間で終了、雌雄による生育期間の差は殆どなかったことから、生息条件によっては野外でもこの位の日数で一世代を繰返すものと考えられる。

Roover (1971) によるとヴェネズエラでの一世代の経過日数は、卵期が3.5日、幼虫期27日、蛹期13日の合計43.5日（26.5～64日）で、年間の発生回数を4～6回と推測している。これはペルー・アマゾンでの発生期間より1週間ほど長く、我々が（イ）と（ロ）、個体群動態および造林地からの毎月の発生状況（本研究-Ⅱ、Ⅳ報参照）の結果などから推測している、約7回程度の発生回数より若干少ない。

Ramirez (1964) は幼虫齢数が6回で、Prepupa（前蛹）を最終齢虫（6齢）としている。我々は繭の中に入って食害を停止した、肥満型の幼虫を Pre-pupa と呼び、齢数に数えていないので、あるいは同齢数で経過するものとも考えられるが、今後検討が必要である。

2) 幼虫頭幅と蛹の大きさ

幼虫の頭幅測定の結果は図-3の通りで、孵化から飼育20日目までに平均0.99mmの大きさになっていた。孵化後1週間までの大きさは等比級数的でバラツキが少ないが、10日前後からはかなりの差がみられるようになった。そして14日には4齢虫の頭幅が測定されているが、先の個体飼育の結果でも11～12日目には4齢虫となっていた。幼虫の頭幅と体長の関係式は $Y = 3.4254x - 1.4473$ 、 $r = 0.80$ の相関があった（図-4）。これを Ramirezの測定結果と比較してみても、ほぼ一致する（5齢虫については試料がなく未調査）。

野外から採取した老熟幼虫からの蛹と、人工飼料で飼育した蛹の大きさと体重を測定したところ、蛹重と蛹長には $r = 0.76$ の相関があった（図-5）。羽化前には蛹重がいくぶん減少するため、蛹化日齢を異にするものなどではバラツキが大きく、相関が低くなったものと思われる。体長と体重は雄がそれぞれ13.8mmと225mg、雌が14.6mmと251mgで、いずれも雌の方が大きかった。しかし野外採集虫と人工飼育虫で差はなく、4世代目でも同様の大きさの蛹が得られた（表-3）。

3) 成虫と産卵

造林地での採集幼虫の成虫羽化率は30～75%で、幼虫の死亡要因の多くが病死で、残りの10%ちかくが *Hexameris albicans* (Nematoda) であった（表-4）。成虫寿命は平均で9日で、水や砂糖水を給餌すると数日長くなった。野外でも樹液や水分を採り、条件がよい場合は2週間近く生存するものと思われる。

産卵が行われるのは2日齢から7日齢までの成虫で、産卵数は約220個（87年2月に平均223個、

同年9月に120～290個、平均215個)で、室内実験(シルクメイト)での幼虫孵化率は約78%であった(本研究IV表-7)。

3. 行動習性と食害のしかた

1) 成虫の行動様式

成虫の活動は夜間に限られ、羽化は午後5時頃から始めて7～8時頃ピークとなり、10時すぎには終了するが、交尾は20時～23時頃に多く、成虫の産卵時刻は、交尾時刻より遅れて21時～24時頃行われる。しかしこの時間帯に雨等で温度が下がると、夫々の成虫活動が遅れ、0時すぎに活発になることもある。

光に対する反応を青色蛍光灯を用いて調べたところ(87年11月に2回)、苗畑で2頭、302林班で2頭の成虫を捕獲した(20時～23時)。それまでも数回同様の調査を試みたが捕獲できなかったのは、成虫密度が低かったためと考えられる。

成虫は食樹であるCaoba、Cedroの新芽、新葉のにおいに誘引され、産卵が行われることが知られている(Grijpma 1970)。これまでの調査でも、産卵場所の多くがこの部分で、産卵は褐色から緑色に変化したばかりの固い芽と、5～10cm近く伸長した柔らかい芽、さらには展開の終わった黄緑色の新葉に、通常1ないし2個産みつけられ、新葉では殆どが葉の表面で、成葉と旧葉部には少なかった(写真集、同中段右)。しかしまわりに展開したばかりの新葉がなかったり、無葉木の場合など、以前に加害を受けたことのある虫害木の、主幹の葉が落下した葉枕の窪みや、虫糞の付着がみられる部分に、同様1～2個ずつ産みつけられる。そのため幹の樹皮下でも、若齢～老熟幼虫までがみつかるが、不定芽の萌芽がなかったり、樹脂等により樹皮下への穿入が難しいなどで、孵化後の若齢幼虫が生存できる可能性は少ない。卵は乳白色から黄色、赤色へと変化し、3日～5日後の明け方に孵化するが、室内では午前中に孵化してくることも多い。

2) 幼虫の加害様式

孵化直後の幼虫は活発に徘徊した後まもなく、新芽の葉肉、新葉の主軸内に穿入し淡黄、淡緑色の虫糞を排出する(写真-3)。この加害習性は、孵化後すぐ穿入せず、しばらく糸を綴ずって外から食害するハマキガ科の幼虫と異なる、穿孔性メイガ科の特徴を持った小蛾類の一種であるといえる。

2齢幼虫までは近くの新葉か葉軸内を食害し、この部分が萎縮する頃脱出し、3～4齢虫はさらに太い新梢部へと穿入を繰返しながら成育する。主幹新梢部に穿入した中～老齢幼虫は、髓部

と木部の一部まで食害するために、緑色の糞から白色ないし褐色の糞が排出されるようになり、新梢内を食害しながら下降、あるいは枯死した新梢部を出て主幹中央から地際近くまで移動し、新たにこの部分の分岐部や粗皮の割れ目、多くは以前被害を受けたことのある傷口などから樹皮下に侵入、内樹皮を食害し、ここで蛹化する（写真集、同中段左）。

肥大した1本の新梢内（長さ30cm、直径3cm）から、4～5頭の蛹を採取することもあるが、通常蛹化は一頭ずつで行われる。蛹は幹中央、地際部に多く、白い頑丈な繭に包まれ、排出した古い虫糞で覆われている。植栽1年後の Cedro の被害木を20cm毎に切断したところ、地際部から地上10cmあたりにかけては、新梢部に比べ著しく肥厚した樹皮組織を持っていた（約5mm厚、本研究－VI、図－3参照）。このことから老熟幼虫が地際部を食害するのは、この部分が餌として生育に適しているだけでなく、充分蛹化まで生育するだけの食料を提供しているためであることがわかる。さらに1988年11月に301林班の近くで Cedro 倒木（生立木、直径50cm）を長さ2mに玉伐り、さらに幅10cmに切断して研究室横の土場に1ヵ月放置しておいたところ、切断面の樹皮下と粗皮が剥がれた幹から多数の3－5齢幼虫を採集した。野外の雌成虫が生きていた木の、なんらかの匂いに引かれて飛来し産卵したものと考えられ、このような肥厚した樹皮組織でも生活できることを示している。

（付） 天敵類の検索

造林地における被害木採取ならびに生態調査で天敵類を確認した。

（イ）寄生蜂では①卵に寄生する Trichogramma sp. があり、1987年に行った301林班の天敵類調査で高い寄生率を示した。②中齢幼虫への寄生では褐色、黄褐色のカプセル状の繭をつくる Bracon spp. 2種があるが寄生率は低い。③蛹寄生蜂では Brachymeria sp. がある。（ロ）線虫では Mermithidae の Hexameris albicans Sibelebold が、中～老熟幼虫の10%近くに寄生している。通常1頭の幼虫から1～2個体の線虫が脱出してくるが、多いものでは3～4頭みられる。

（ハ）捕食者として考えられる蜂類には①新梢部の虫糞に集り、孔の中から幼虫を曳き出し運び去る小、中型の2種と、②大顎を使って加害部を噛みながら幼虫を外に誘き出す、大型の蜂類1種を観察した。（ニ）病気では野外から採集した幼虫の死亡個体より Beuveria 菌と Virus の1種を幼虫と蛹から多数採取した。いずれも種名は未同定。

天敵寄生蜂、捕食者、線虫、病原菌などは多様性を持つ熱帯林内での虫密度制御に、密接に関与していると考えられるが、その検索と評価は今後の課題である。

お わ り に

マホガニーマダラメイガの生活史と習性、加害の仕方を明らかにしてきたが研究はまだ緒に終わったばかりである。これらの結果を成虫の寄主選択、個体群動態の研究につなげ化学的防除法、造林的被害回避法の開発をさらにすすめる必要がある。

参 考 文 献

- Becker, V. O., (1976) : Microlepidopteros asociados con Carapa, Cedrela y Swietenia en costa rica. IICA miscellaneous public. 101, vol. II : 75-101
- Bradley, J. D., (1968) : Description of two new genera and species of phycitidae associated with Hypsipyla robusta (Moore) on Meliaceae in Nigeria (Lepid., Pyralidae.) Bull. Ent. Res. 57 : 605-613
- Dourojeanni M. R., (1965) : Contribucion al conocimiento de algunos insectos de importancia forestal en el peru Univ. Agro. la Molina, Prom. 63 : 136-165 Lima-Peru
- Grijpma, P., Gara, R. I., (1970) : studies on the shoot borer Hypsipyla grandella Zeller. 1, Host selection behaviour. Turrialba 20 : 233-240
- Heinrich, c., (1956) : American Moth of the sub family Phycitinae. smithsonian Institution. Washington D. C. Bulletin 207 : 581
- Nickle, W. R., Grijpma, P., (1976) : Hexamermis albicans (siebold) a parasite of the larva. IICA miscell. public. 101, vol. 2, 70-74
- Ragonot (1893) : Nouv. Gen., p. 10, 1888 ; Monograph, pt. 1, 137 Ramirez S. J., (1964) Investigaciones preliminares sobre biologia, ecologia y control de H. grandella Zeller. Bol. et. Inst. For. Lat. -Amer. Merida, Venezuela, 16 : 54-77
- Ramirez Sanchez, J., (1964) : Investigacion preliminar sobre biologia, ecologia y control de Hypsipyla gradella Zeller. Bol. Inst. Forestal Latino Americano Invest. Capacitacion 16 : 54-77
- Roovers m., 1971 : Observaciones sobre el ciclo de vida de. Hypsipyla grandella Zeller en barinitas, Venezuela. Bolet. Inst. For. Latino-Amer. Inv. Cap., 38 : 3-46
- 山崎 三郎 (1987) : マホガニーの大害虫 Hypsipyla gradella Zeller (鱗翅目、メイガ科) -被害と対策-. 熱帯林業、8 : 26-34

表-1 マホガニーダラメイガ幼虫の生育経過

卵	I	II	III	IV	V	幼虫期間	蛹期間	合計
3	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	25-30	10-11	38-44
1-白色	淡	淡淡	灰灰	緑灰	緑灰			
2-黄	黄	緑黄	黄緑	赤褐	青青			
3-赤	色	色	色	色	色			

表-2 マホガニーダラメイガ幼虫の發育経過

1987.2 CEDRO天然葉

処理	I	II	III	IV	V	P. P.	幼虫期間	蛹期間	合計
雌 平均	2.92	2.17	3.11	3.44	3.25	2.53	17.42	7.78	25.19
偏差	0.4930	0.9574	1.0214	1.2790	1.2332	0.8656	2.1522	1.3563	2.6439
範囲	1-4	1-3	1-7	2-7	2-7	2-6	13-22	6-11	21-33
雄 平均	3.00	1.86	3.03	3.11	3.77	2.37	17.14	7.31	24.46
偏差	0.0	0.9897	0.5599	1.1898	1.8530	1.5897	2.4159	1.2368	3.0458
範囲	3-3	1-3	2-5	2-7	2-9	2-4	13-23	5-10	18-31
合 平均	2.96	1.99	3.11	3.28	3.51	2.44	17.29	7.55	24.08
計 偏差	0.3354	0.9872	0.8417	1.2215	1.5901	0.7420	2.2398	1.3193	3.5748
範囲	1-4	1-3	1-7	2-7	2-9	2-6	13-23	5-11	15-33

処理数96、卵期5日、羽化数71（雌35頭、雄35頭）

表-3 蛹重と蛹長

87.2

世代	測定数	蛹体長		蛹体重		
		cm	δX	g	δX	
I		25	1.41	0.1671	0.243	0.0953
	♀	17	1.46	0.1745	0.251	0.1053
	♂	8	1.38	0.1250	0.225	0.0635
IV		43	1.44	0.1267	0.247	0.0589
	♀	15	1.46	0.1435	0.260	0.0663
	♂	28	1.42	0.1233	0.233	0.0560

表－4 産卵期間と産卵数

既交尾♂ No.	羽化後の 交尾日	産 卵 日 齢									計	♀の 生存 日数
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	3日目	0	145	4	38	38	27	9	0M(死)		261	10日
2	3	0	0	73	127	12(M)					212	7
3	2	0	5	46	105	66	0	10	0(M)		232	9
4	3	0	0	0	218	4	20	8(M)			250	9
5	1	0	0	8	160	9	8	0	0	0(M)	185	10
6	3	0	59	68	62	46	0(M)				235	8
7	3	0	83	34	66	4	0(M)				187	8
計		0	292	233	776	179	55	27	0	0	1562	
全期間での割合		0	18.7	14.9	49.7	11.5	3.5	1.7	0	0	223.1	8.7

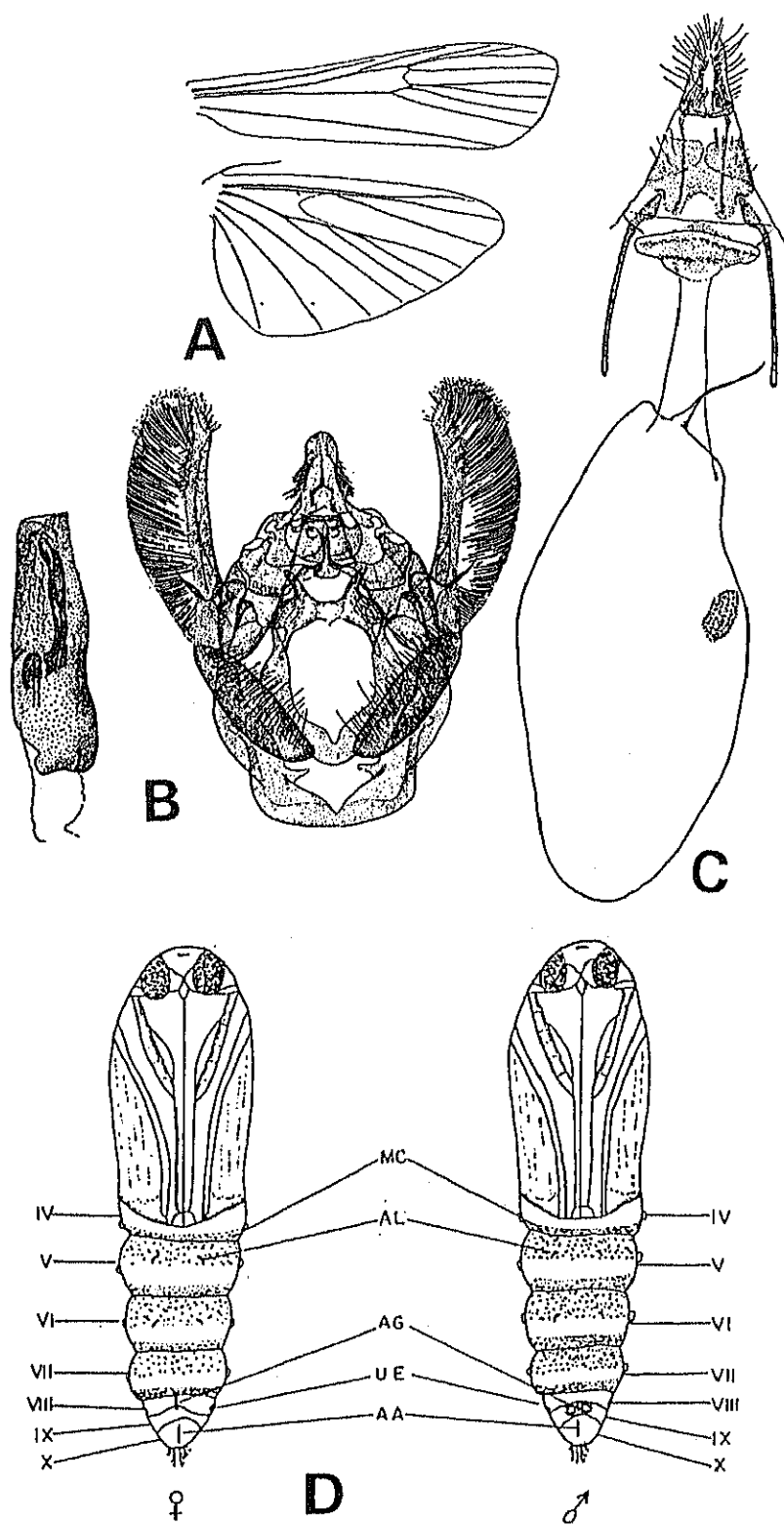


図-1 *Hypsipyla grandella* の形態

A 成虫-翅脈 B 雄交尾器と aedeagus, C 雄 交尾器、
D 蛹。(原図A-Cは HEINRICH (1956), Dは HIDARGO, S. (1971))

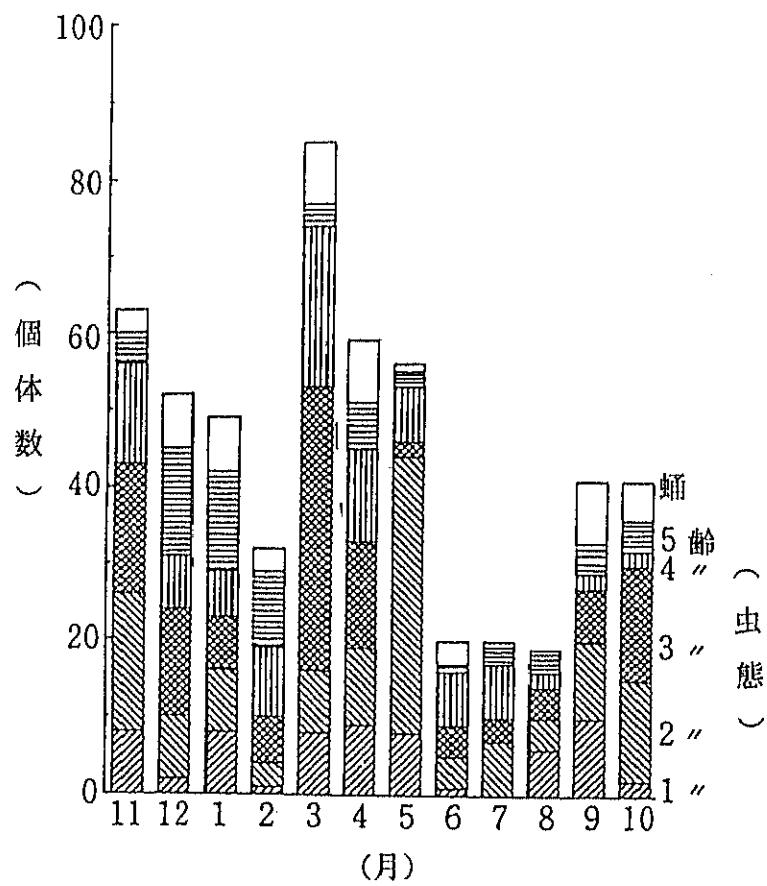


図-2 各月毎の虫態別個体数 (*Hypsipyla* 生態調査結果)
(調査本数各月とも20本)

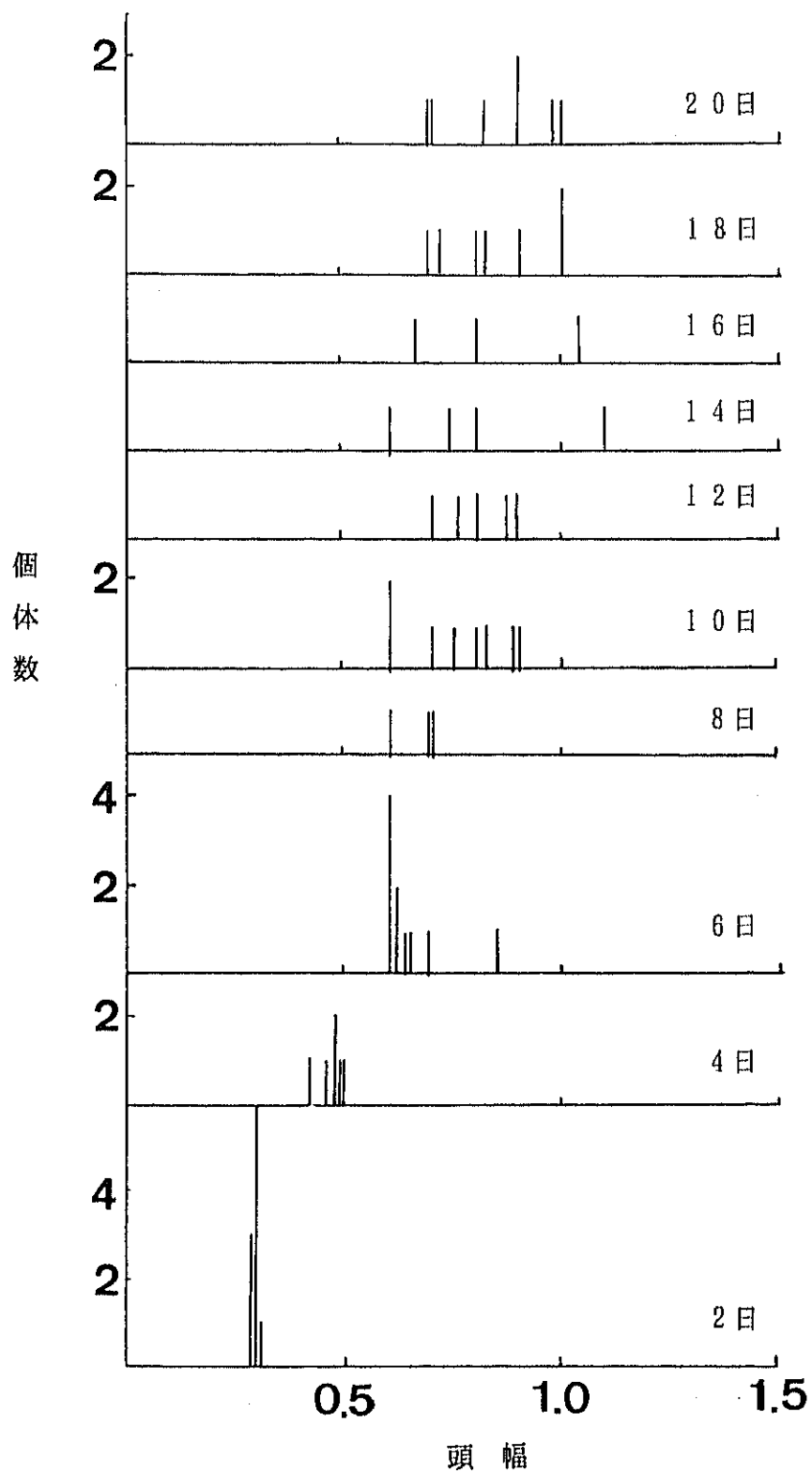


図-3 孵化後の日数と頭幅

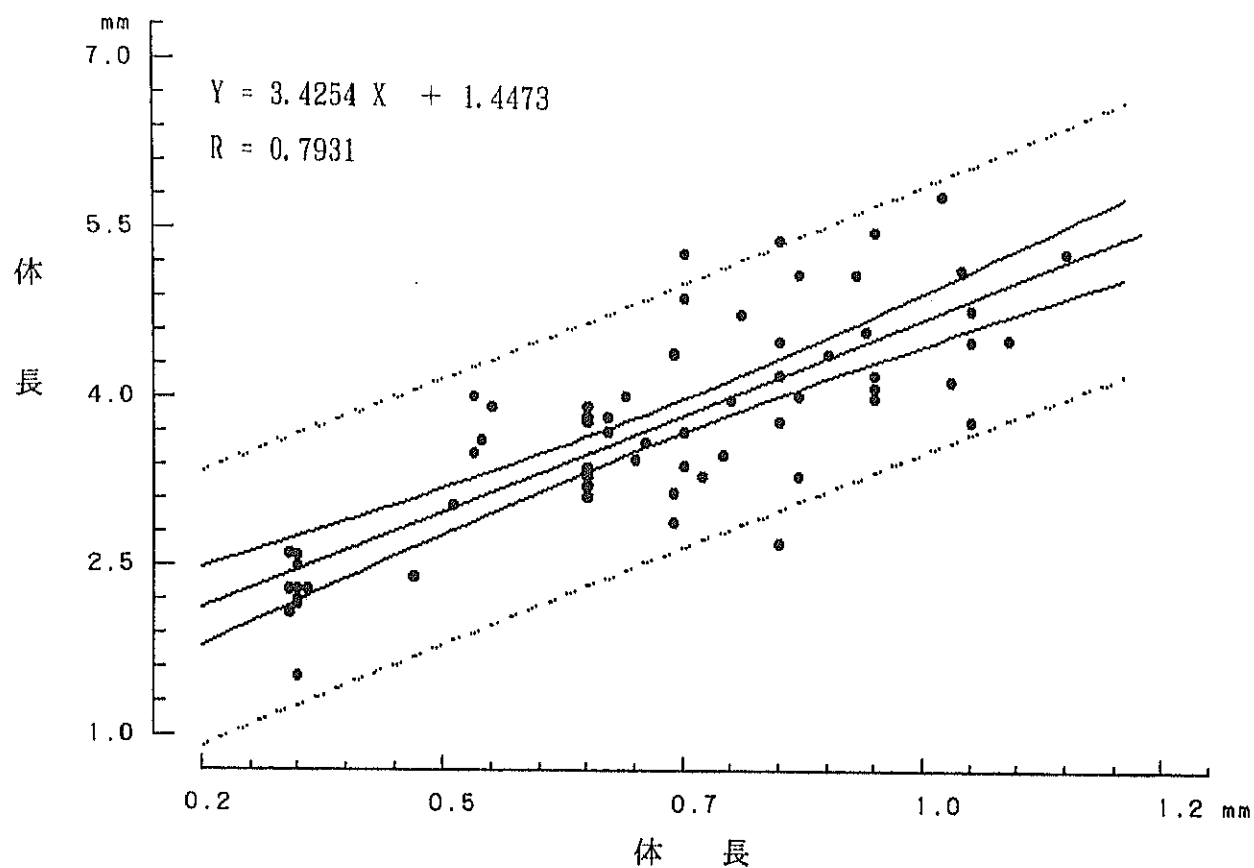


図-4 幼虫の頭幅と体長（1 齢 - 4 齢）

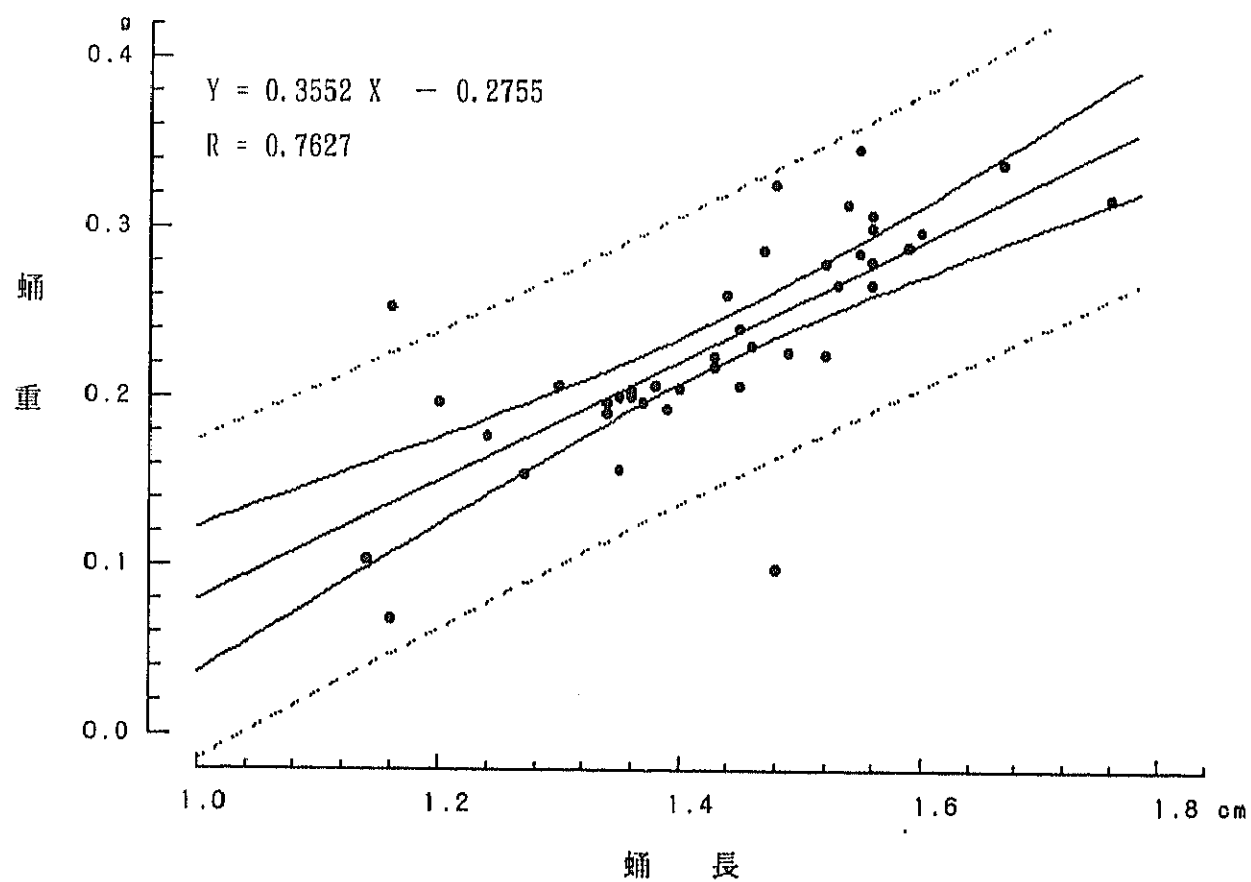


図-5 蛹重と蛹長

9. ペルー・アマゾンにおける Hypsipyla

grandella Zellerに関する研究 III

— Hypsipyla の個体群動態の解明 —

森林昆虫専門家	藤田	和幸
〃	山崎	三郎
〃	竹谷	昭彦
〃	池田	俊弥
森林生態専門家	横田	明彦

INIAA, PERU

Carlos Vasquez Pacheco

要 旨

1986年から1989年にかけて、共同試験地内に設けられた Cedroと Caobaの植栽試験地において、Hypsipyla 個体群の侵入から増殖過程を調べることで、個体数の季節的変動機構を解明するための研究が行われた。調査は Cedro 3箇所、Caoba 1箇所の計4箇所で行い、概ね以下の結果を得た。すなわち、産卵に適した植物の新芽が雨期が始る9月初めに多数出て、それとともに Hypsipyla の個体数が急激に増えて、最高のレベルとなった。4月頃の雨期が終るまでは新芽の数は高水準で推移するが、Hypsipyla の個体数のレベルは徐々に減少していった。その後乾期に入って新芽の数は低レベルで推移し、それとともに個体レベルも低かった。以上の結果は、他の林班で調査されたサンプリング・データにおける傾向と矛盾はなかった。

は じ め に

Cedro、Caoba 植栽地における Hypsipyla 防除のための基礎資料として、Hypsipyla 個体群の年間発消長を把握することは不可欠である。ペルー・アマゾン地域は降水量の多少によって、比較的雨量の少ない5-11月の乾季と、雨量の多い12月～4月の雨季に大別されている。

われわれは1986-89年にかけて Hypsipyla 個体群動態解明のために新たに設けられた4ヵ所の調査地において調査を行なった。

Cedro・Caoba 両樹種における年間の Hypsipyla 個体数変動を比較検討するとともに、3ヵ所の Cedro試験地の Hypsipyla 個体数の違いを周辺状況との関連で検討したい。

なお、本稿の結果の一部はすでに池田・山崎（1986）および山崎ら（1987）に掲載されているが、今回改めて解析を行った結果を掲げた。

調 査 方 法

調査地は表-1に示した、ペルーのプカルパ近郊の Alexander von Humbolt共同試験地内の Cedro の植栽地3ヵ所とCaoba 植栽地1ヵ所である。いずれも、伐開した後、試験区内苗畑で生産された Cedro・Caoba の幼樹を格子状に1.5-2 m間隔に植えてある。

調査は Hypsipyla 幼虫による被害ないしは虫糞によって、現在数および齢を推定して3段階に分けた（a：1-2 齢、b：3-4 齢、c：5 齢および蛹）。302林班では調査の度に発見された幼虫、蛹を除去したが、他の調査地では除去しなかった。なお、卵はすべての調査地で調査対象からはずした。

各調査地において一連の調査を始めるにあたっては、生存している幼虫および蛹は記録した上で、すべて除去した。枯死木については補植を行なった。その後、Hypsipyla 個体の除去の完全を期すため、ピレスロイド系殺虫剤のベルマークを葉面散布した。調査は殺虫剤の直接の影響がほぼなくなった時点から開始した。

結 果 と 考 察

1. Hypsipyla の成虫の生活史

野外調査結果に触れる前に室温で飼育した成虫の生活史について述べる。すなわち、外敵のない条件下での生存と繁殖の様子を調べた。図-1には野外から採集してきた幼虫を羽化させた雌20頭について、その生存曲線（ lx ）と生存個体当りの平均産卵数（ mx ）を示した。生存期間は平均1週間程度であり、140個程度の卵を産む。産卵のピークは羽化後4-7日目であり、羽化直後は産卵を行わない。野外では羽化直後から生存率が低下することが考えられるので、図-1から予想されるより、増殖率は低くなる。

2. Cedro植栽地

1) 301林班

301林班では1986年2月に植栽、薬剤処理が為された後、1986年4月-8月に調査を行なった。図-2に発育ステージ別の個体数の時間的変化を示した。併せて、8月の最終調査後放置され、約6ヵ月経過した1987年1月時点の調査結果を示した。

5月初旬にみられた最初の個体数のピークは調査地外からの侵入個体による産卵がそれ以前のある時期に集中したためと考えられる。5月下旬に次のピークを迎えたが、これは下記の理由により、2度目の侵入のピークがあったと考えるのが妥当である。すなわち、Hypsipyla のペルー・アマゾンにおける発育期間が35-40日であるにもかかわらず、両ピークの間は1月以内である。また、成虫の産卵は羽化後1週間で終了する。したがって、羽化から産卵までの平均期間に発育期間を加えた世代期間は40日程度である。しかし、第1、第2のピークの間は20日程度である。

3番目のピークは6月中旬にみられた。このピークと第1のピークとの間隔はHypsipyla の世代期間とほぼ一致する。4番目のピークは7月下旬にみられた。なだらかになってはいるが、第3と第4のピークの間隔もHypsipyla の世代時間と一致する。

1987年2月には個体数が大幅に減少した。この林班における枯死木および、葉をまったく失った木の本数が1986年6-8月には50本程度で推移していたのが、半年後には雨季であり、植物の成長に適した時期と考えられるにもかかわらず100本を越え、そのうち回復不能で補植を要する木が94本（14%）あった。この半年間のHypsipyla 個体数の減少の一つの原因として、Hypsipyla の加害による環境の劣化が考えられる。

これらから、Hypsipyla の個体群変動の一般的傾向については、ある時期集中して起きる調査地外からの侵入個体が定着し、それらの個体の子孫が主力となって世代を繰返しながら加害が進行することが推論できる。

図-3は301林班における1987年の幼虫・蛹の時間的推移を図-2と同様の方法で示した。ただし、今回は調査地中心部の363本(33列×11本)のみを対象とした。本調査地は1987年1月27日に調査、薬剤散布を行ない、幼虫・蛹を除去した。6月上旬にピークがみられるが、この時の個体数は、前年の調査本数から45%減少していることを考慮すると、前年6月のピークとほぼ同じ密度になる。

2月中の3回の調査では、産卵場所が十分存在するにもかかわらず、低レベルで推移した。3回目の調査は2回目よりも減少したが、C(老齢幼虫および蛹)の割合が少なく、この減少の原因は若・中齢幼虫の死亡が考えられる。特に、2月20日前後は雨量が多く、それによって樹脂の滲出がうながされ、若・中齢幼虫の死亡の割合が高くなったことが考えられる。また、4回目の調査では個体数が増加し、しかも若齢個体の割合が高いことから侵入個体による産卵がこの何日か前に行われたことが示唆される。その後5回目の調査では再び減少している。このことから、雨季では成虫の侵入は頻繁に起こっているが、死亡要因が強く働き、固体群密度は十分に増加せず、比較的低レベルで増減を繰り返すと考えられた。

2) 苗畑横試験地

本試験地は1985年4月に植栽されたが、1986年4月上旬に補植、薬剤散布が行なわれて、個体数変動調査が開始された。1986年は301林班と同様、5月から8月にかけて調査を行なった。図-4にはHypsipyla 存在本数率((生存している幼虫・蛹の存在した木の本数) / (調査地の総本数))の時間的変化を示した。併せて1986年の調査については累積被害本数率を示した。これによると、補植・薬剤散布後4ヵ月を経ずしてほとんどの木が被害を受けていたことがわかる。存在本数率でみる限り、両者はほぼ同じレベルの個体数であった。また、2つのピークがみられるが、それらの間隔はほぼ世代時間と一致している。このことから、最初のピークから約40日さかのぼった4月中旬頃に試験地に侵入してきた成虫の子孫が主体となって世代を繰り返しながら加害を行なっていることが示唆された。

1987年2月5日の調査では、Hypsipyla 本数存在率は20%であり、枯死あるいは葉をまったく失った木の本数は90本であった。この数字を同時期の301林班と比較すると、苗畑横試験地はHypsipyla 個体群にとって環境はより悪化しているにもかかわらず、高い密度を保っていると言える。その要因については、後ほどCedroの3ヵ所の試験地の結果を比較して考察したい。

3) 302林班

302林班は1986年7月の植栽であるが、1987年1月28日の調査後補植、薬剤散布を行なっている。

図-5には302林班で行なった調査結果のうち、Hypsipylaの存在本数率、および調査した Cedro のうち新しい芽をもっている木の割合(○)を示した。方法で述べたように、302林班では調査の度に発見された幼虫・蛹はすべて除去しているので、図-1-3とは性格が異なる。しかし、●をほどこした4回の調査は前回の調査から十分時間が経過しており、図-2-4との比較はできる可能性がある。比較可能な点は少なく、結論的なことは言えないまでも、発生密度については301林班と著しくは異なっていないと考えられる。また、89年の調査から、雨期が進行するにつれて、新芽をもった木の割合が増加するにもかかわらず、密度が増加しないことがわかる。

図-6には調査した Cedroのうち(a)新しい芽をもっている木の割合(○)と1988年後半以降については、(b)発見、除去されたHypsipylaのうち新しい芽をもっている木に存在する割合(●)のそれぞれの時間的推移を示した。bについてはaおよび前回からの調査間隔に依存する。すなわち、bの値はaの値が高いほど、また間隔が短いほど高くなることが期待される。bはaとの間にはある程度の相関がみられるが、間隔との相関ははっきりしなかった。とくに、89年中の調査ではそうした傾向がはっきりしなかった。

4) 3つの試験地での比較

表-2にはHypsipyla幼虫、蛹の除去、さらに補植、薬剤散布をした後のHypsipylaの侵入を3つの試験地で比較した結果を示した。約2週間後のHypsipyla存在率を301林班と苗畑横試験地で比較すると後者が高く、約3週間後の存在率を301林班と302林班で比較すると前者が高かった。苗畑では、Hypsipylaの成育に適した Cedro・Caobaの苗木が1年を通じて生産されており、苗木にも常時食害がみられる。試験地はこれに隣接している。301林班は Cedro・Caobaの植栽・展示林付近にあり、展示林にも301林班より低いながら被害がみられる。302林班の周囲には Cedro・Caobaは存在しない。これらを考慮すると、Hypsipylaの侵入による被害の発生率は周辺のHypsipylaの生息状況と相関がある可能性がある。散布直前の存在率も苗畑横が他の2つの試験地より高く、侵入速度のみならず、一般的に造林地のHypsipylaの密度レベルも周囲の状況に左右されることが示唆される。

5) 試験地内での幼虫の空間分布

図-7にはそれぞれの苗畑試験地における幼虫の存在する Cedroの分布の時間的変化の例(いずれも1986年のデータに基づく)を示した。これからは幼虫の分布に特に偏りはないと思われた。

そこで、表-3には1987年4月から8月にかけて301林班でのデータのうちほぼ1ヵ月ごとのデータを選んで、幼虫の分布の重なりを解析した結果を示した。1ヵ月は前述のようにHypsipylaの

卵－幼虫期間にほぼ見合う期間である。したがって、1ヵ月後には世代はほぼ入れ替わっていて、前回の幼虫を再び発見することはないと思われる。1ヵ月、2ヵ月、3ヵ月おき、いずれの場合にも重なっている木の本数はランダムに分布する場合の期待値をわずかに上回っている。すなわち、現在の幼虫の分布と過去の分布とのかかわり方は、1ヵ月前でも3ヵ月前でも質的にも量的にも同じであるといえる。したがって、現世代の分布は次世代に特別な影響は与えていないことになる。そうでなければ、2世代後と3、4世代後が質的に同じということはない。2－4世代後にも特別な影響があれば、その効果が累積して、すくなくと量的に変化すると思われるからである。

それでは、重なりがランダムな期待値を上回る要因を考えてみよう。枯死木を除く650本について、4回の調査で幼虫が1度も発見できなかった木が196本ある。4回の調査で被害木がランダムに分布した場合、1度も発見できない木の本数期待値は、

$$650 * \left(1 - \frac{271}{650}\right) * \left(1 - \frac{200}{650}\right) * \left(1 - \frac{174}{650}\right) * \left(1 - \frac{161}{650}\right) \\ = 144$$

となり、実際の本数がかかなり上回る。幼虫の成育に好適でない木がかかなり存在することが示唆され、このことが分布の重なり要因である可能性が高い。

3. Caoba 試験地 (303 林班)

図－8には303林班における調査結果のうち、Hypsipyla 存在率 (図－4、5参照)の時間的变化を示した。ほぼ同時期に302林班のCedro植栽地でも調査が行なわれており (図－5)、比較しながら検討したい。ただ、方法で述べたように、302林班では調査の度に発見された幼虫・蛹はすべて除去しているので、図－8との直接比較はできない。しかし、以下により、Hypsipyla 個体群の密度はCaoba植栽地の303林班で低いと推論できる。すなわち、302林班では毎回除去を繰返しているにもかかわらず、存在本数率は図－5、8で著しい差異はないこと。また、302林班は周辺にHypsipylaがまとまって存在する林がないのに対して、303林班の周囲にはCedro・Caobaの植栽地が存在しており、高密度になることが期待できること。

つぎに個体数変動の年間の変化について比較しよう。図－5においては、個々の存在本数率は、前回の調査以後侵入してきた個体とその子孫を中心に形成されており、302林班周辺のHypsipyla 個体数と侵入数の間に相関を認めれば、図－5の線分で結んだ部分は周辺個体数の反映とみることができる。図－5から明らかなように、調査間隔が一定していないため、この存在本数率によって周辺の

Hypsipyla 密度の相対的な変化は、ある種の補正をすることによって推測することができる。図-9には図-5の1つの補正を試みた。すなわち、卵は調査対象ではないので調査から5日以前に生まれた個体だけがカウントされる。したがって、調査間隔の日数から5日ひいたもので、Hypsipyla 存在率を割った値を図示した。図-8、9間で、特に1988年8月から1989年4月にかけての推移を比較すると個体数変動は似たようなパターンをとることが明らかである。8月から9月の初めにかけては低レベルで推移するが、9-10月のある時期一気に増加する。その後は、この高いレベルに達することなく、高低を繰返しながら漸減していくというパターンであった。

ま と め

以上の結果を総合すると次の様な推論が成り立つと思われる。

1年を大きく2つ、すなわち雨季(10月-3月)と乾季(4月-9月)に分けて考えよう。

Hypsipyla の産卵場所となる Cedro・Caoba の新芽は雨季には盛んに出るが、乾季には比較的に出ない。とくに、Cedroではその落差は大きい。食物資源の量からみるとHypsipyla にとって雨季が生存に有利であることが推測され、実際10月にHypsipyla 個体数は急激に上昇する。これは1987年の302、303林班での調査結果に基づくものであるが、別項で述べているように、3年以上にわたって1ヵ月ごとに行なわれた造林地におけるサンプリング調査でも、毎年必ず雨季の初めにHypsipyla 捕獲数が最も高くなることと一致している。

その後新年にかけては、雨季では新芽は十分あるにもかかわらず、一進一退を繰返しながら個体数は漸減傾向であった。これにはなんらかの制御要因が働いていると思われるが、詳しい調査を持たなければならない。雨季に入ったことによって一時的にせよ個体数が急増するのは事実であり、その雨季が長引くと、逆に負の要因となる点に興味がわく。1986年の雨季明け5月に個体数の増加がみられたことが要因を解明する手がかりになると思われる。ただ、他の試験地あるいは造林地におけるサンプリング調査ではそのような傾向はみられなかった。

乾季では、行なわれた調査すべての場合について、Hypsipyla の個体数は周期的変動を繰返しながら低レベルで推移する。

以上の推論は、造林セクションにおけるサンプリング・データ(V参照)の傾向と一致しており、より一般的な推論として、今後の作業仮設となろう。

参 考 文 献

- 池田 俊弥・山崎 三郎(1986) ペルー・アマゾン地域におけるHypsipyla に関する調査(2)、海外林業部門業務報告書 1986、63-71 林業試験場調査部。
- 山崎 三郎・池田 俊弥・竹谷 昭彦・藤田 和幸(1987) ペルー・アマゾン地域におけるHypsipyla に関する調査(3)、海外林業部門業務報告書 1987、31-56 林業試験場調査部。

表－1 Hypsipyla 個体群動態調査地一覧

	植栽年月	植栽本数
セドロ植栽地		
3 0 1 林班	1986. 2	600本 (39×17)
苗畑横試験地	1985. 4	300本 (15×20)
3 0 2 林班	1986. 6	730本 (58列)
カオバ植栽地		
3 0 3 林班	1987. 6	459本 (24×20)

表－2 各試験地でのHypsipyla の侵入 (存在本数率%) の比較

試験地	薬剤散布直前の 被害本数率	散布から調査 までの日数	調査時の 被害本数率
3 0 1 林班	1 9. 9	1 6	9. 9
苗畑横試験地	2 8. 0	1 4	1 3. 7
3 0 1 林班	1 9. 9	2 2	1 6. 5
3 0 2 林班	1 8. 3	2 2	5. 1

表－3 3 0 1 林班における1ヵ月単位の調査における
Hypsipyla 幼虫分布の重なり (1986年)

調査日	存在本数	重なり本数 (ランダム期待値)		
4. 29	271	102(83)	82(73)	
6. 3	200	87(54)		79(67)
7. 2	174	98(52)	64(50)	
8. 5	161			

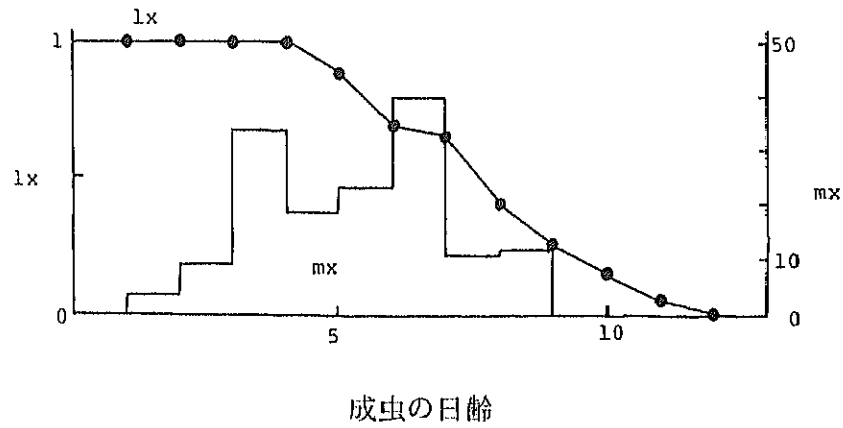


図-1 室温飼育による、雌成虫の生存率
(l_x)と生存個体あたりの産卵率(m_x)の日齢別変化

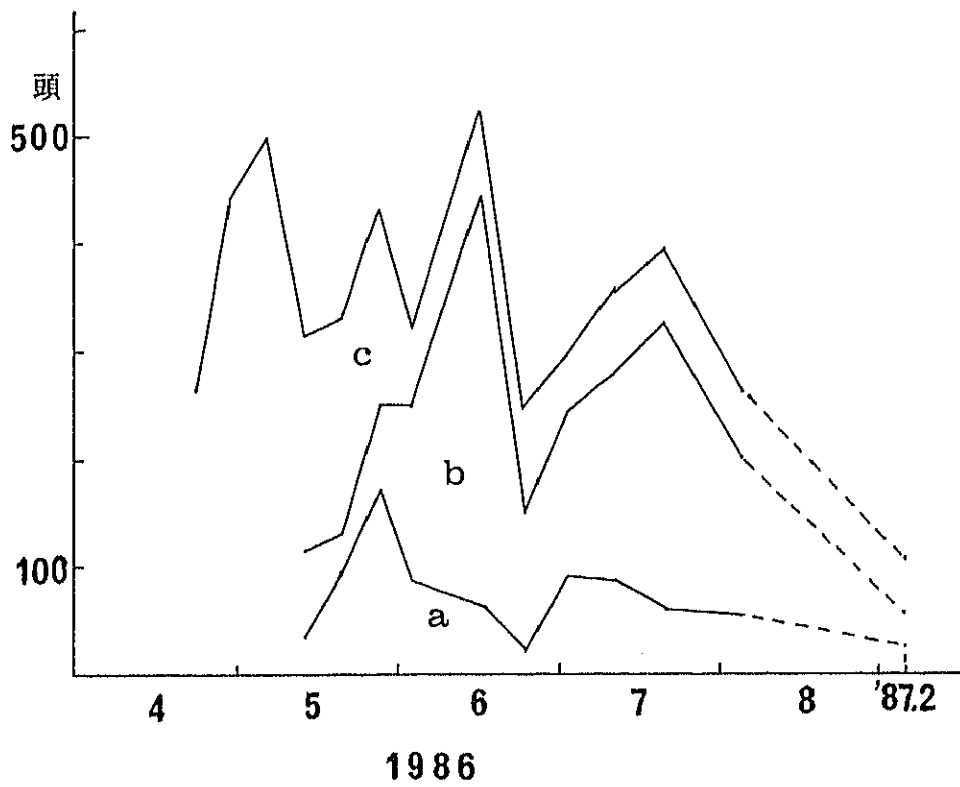


図-2 幼虫・発育ステージ別個体数の時間的变化(1986年・301 林班: Cedro 660本)
(a: 1-2 齢、b: 3-4 齢、c: 5-6 齢および蛹)

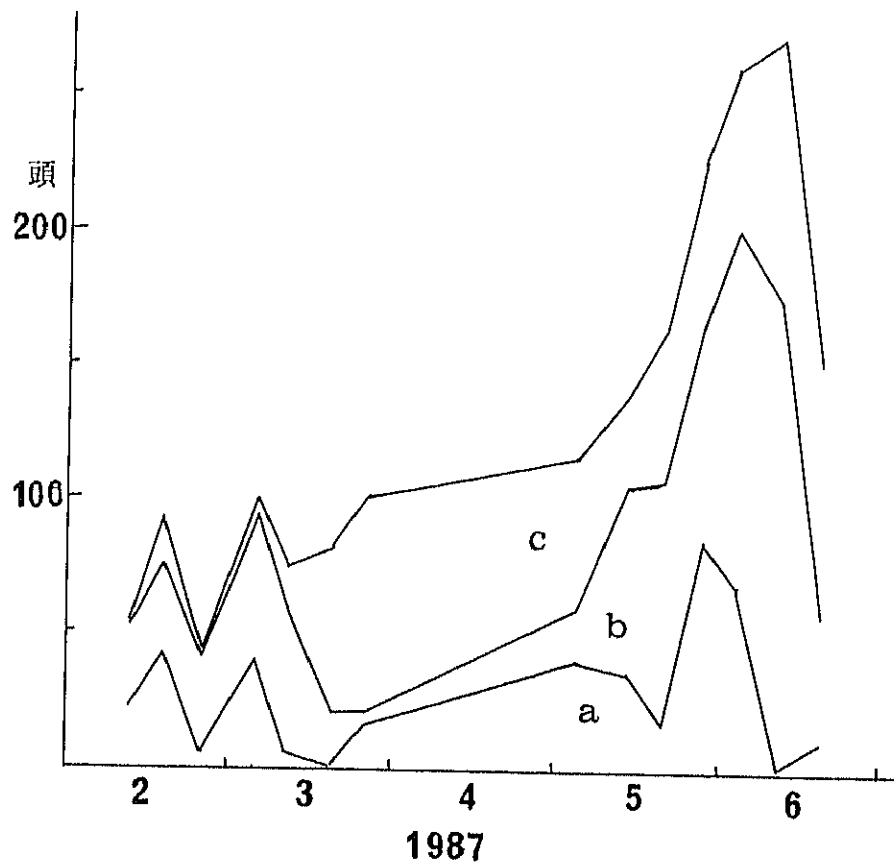


図-3 幼虫・发育ステージ別個体数の時間的变化(1987年・301 林班: Cedro 363本)
(a: 1-2 齡、b: 3-4 齡、c: 5-6 齡および蛹)

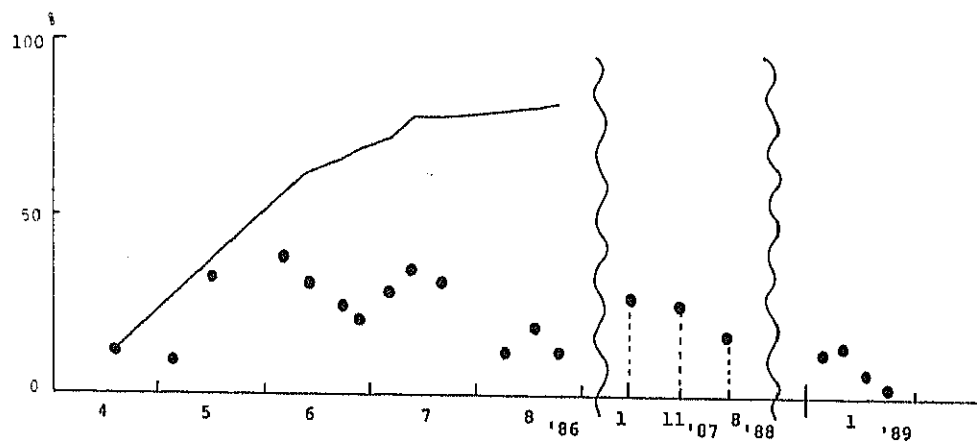


図-4 苗畑横試験地における幼虫・蛹の存在本数率(本文参照)の時間的变化(●)
および1986年2月の補植以降の累積被害本数率

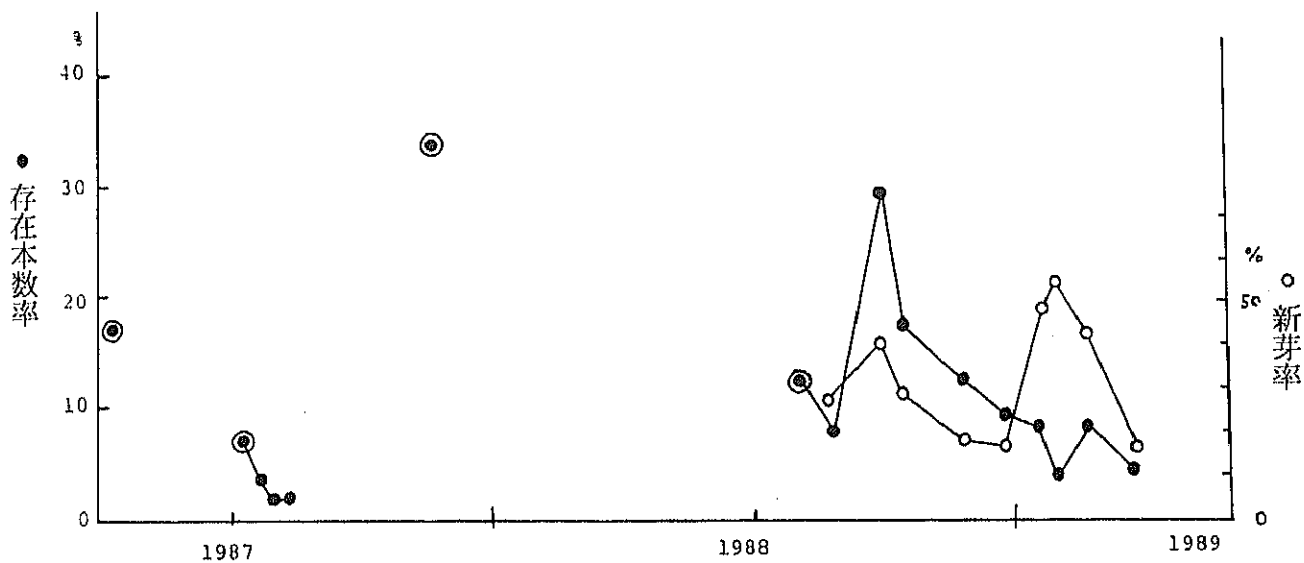


図-5 302 林班における幼虫・蛹の存在本数率 (●、本文参照) および新芽をもっている木の割合 (○) の時間的変化

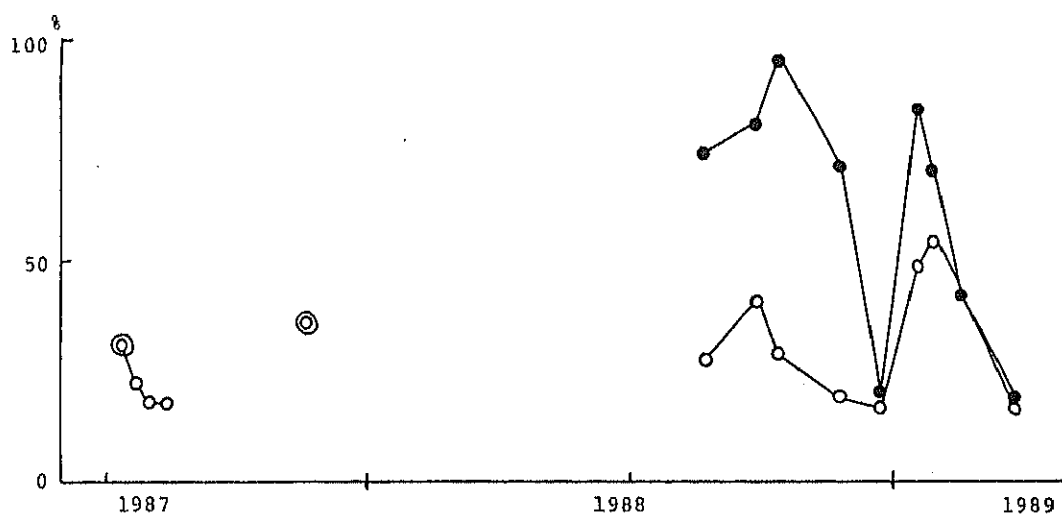


図-6 302 林班において調査した Cedroのうち新芽をもっている木の割合 (○) および発見、除去された *Hypsipyla* のうち新しい芽をもっている木に存在する割合 (●) の時間的変化

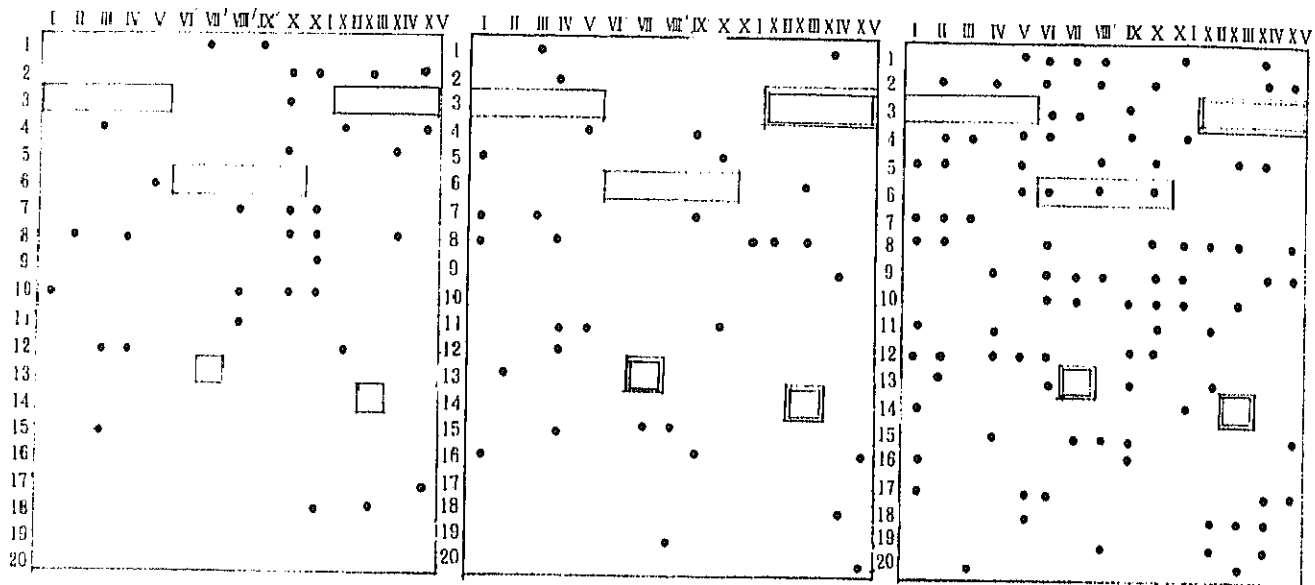


図-7 Hypsipyla 幼虫・蛹が存在する木の空間分布の例 (1986年・苗畑横試験地)

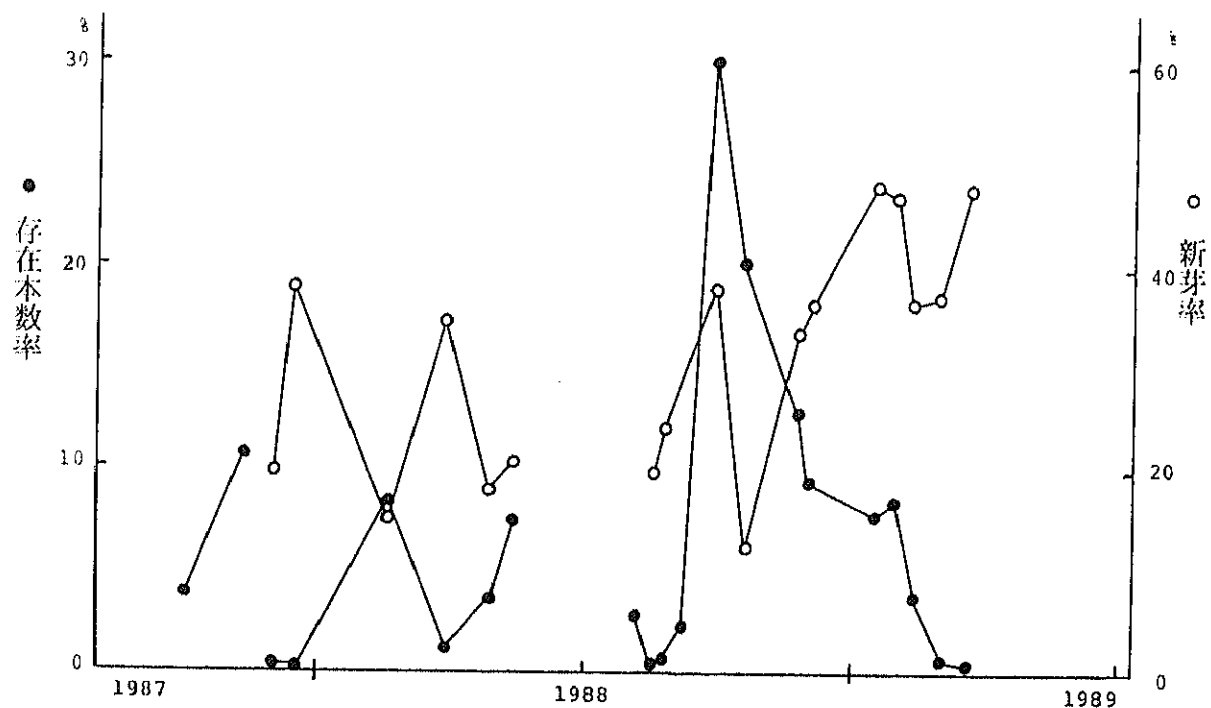


図-8 303 林班 (Caoba 試験地) における幼虫・蛹の存在本数率 (●) および新芽をもっている木の割合 (○) の時間的变化

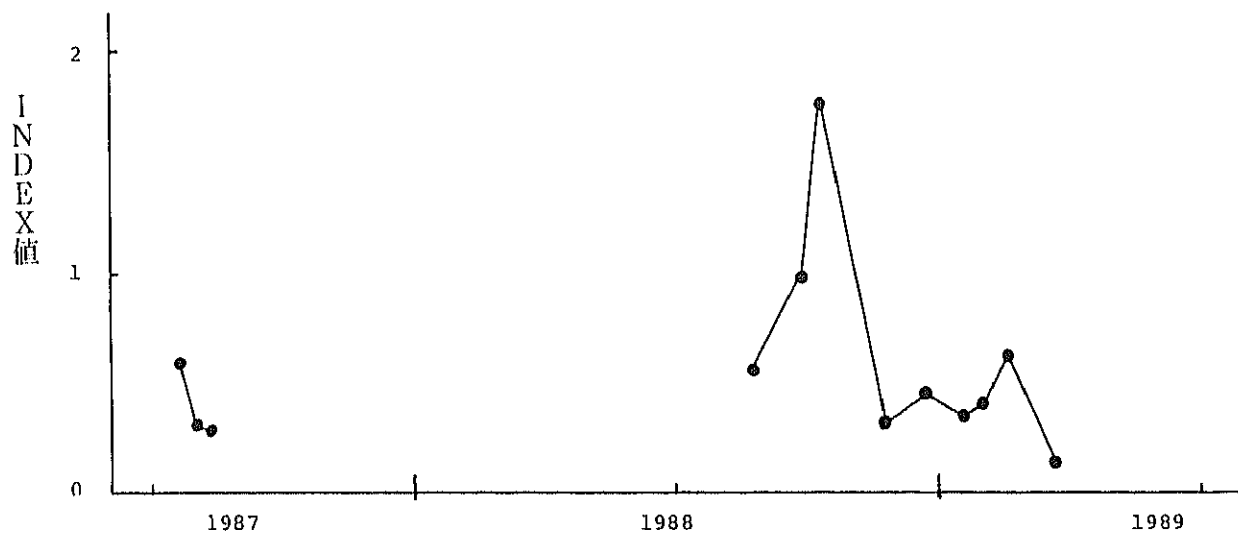


図-9 図-5の補正。縦軸は Index値：(Hypsipyla 存在本数率)
(調査間隔-5)

10. ペルー・アマゾンにおけるマホガニーマダラメイガ

Hypsipyla grandella Zellerに関する研究 IV

— Hypsipyla の行動制御物質 —

森林昆虫専門家 池田 俊 弥

〃 山 崎 三 郎

森林生態専門家 横 田 明 彦

〃 飯 塚 和 也

I. N. I. A. A. PERU Carlos Vasquez Pacheco

要 旨

Hypsipyla 雌成虫は地上 0 - 2 m の位置にある Cedro 苗木に最も多く飛来し、高度が高くなるにつれ飛来数が減少し、Cedro の被害も減少した。高度 8 - 10 m に設置した苗木の被害は全体の 6 - 7 % で軽微であった。Hypsipyla 成虫は Cedro に対して Caoba よりもはるかに高い選好性を示したが、Tornillo の種子にも産卵している事が判明し、センダン科樹種以外にも寄主あるいは産卵場所が存在する事が示唆された。Cedro の寄主誘引性は当初考えられていたほどには強くないが、集団として植栽されると次々と容易に産卵され、被害の拡大が加速されると思われた。Cedro 2 種および Caoba の主要揮発性成分のうち kaurene が共通成分の 1 つとして同定されたがその誘引性は不明である。メイガ科の主要な性フェロモン 1 種が誘引活性を示したがその誘引力は弱かった。人工飼育における交尾率、産卵率、幼虫生存率、蛹化率および羽化率を高める手法を開発し、大量飼育のための技術的諸問題を解決した。また第 4 世代まで継代飼育し、飼育虫の生理、生態に顕著な変化がない事を確かめた。

は じ め に

Hypsipyla 成虫の行動様式を解明するとともに、その行動を制御している物質を検索し、Cedro および Caoba 被害軽減への利用法を検討した。

Hypsipyla の成虫は、センダン科の樹木を寄主とし、主に新梢部に産卵するため、寄主新梢部に誘

引物質が存在する事が推測されている。寄主はセンダン科十数種にもおよぶため誘引物質は必ずしも同一の単一物質とは限らないが、Cedro 2 種およびCaoba に共通する成分を探索した。また造林地に存在する他の郷土樹種の中で寄主となり得る樹種を探索し、その被害実態を検討した。このことは、造林地におけるHypsipyla の初期密度を類推する上で重要と考えた。

Hypsipyla の雌成虫の有する性フェロモンの探索には、雌虫体から抽出・単離する方法に加え、メイガ科の昆虫に広く含まれる主要性フェロモンを合成し、雄への反応を見る事によりHypsipyla の構成性フェロモンのうちの主要成分を類推する方法も試みた。

上記の行動制御物質の検索には、多数のHypsipyla 成虫が必要であり、また将来の天敵類の利用法を検討する上でも大量人工飼育法の確立が必要不可欠であるため、飼育法の簡素化、効率化に重点を置いて飼育技術の改善を行なった。

調 査 方 法

1. 成虫の行動

(1) 産卵のための飛翔高度調査

試験用タワー上に鉢植えの Cedro 苗を設置して、産卵数および被害発生率等を調べた。調査は、1987年8月18日－10月6日、11月12日－12月10日および1988年3月19日－8月5日の3回行った。鉢植えは、0 m（地上）、2 m、4 m、6 m、8 m、10mの各階に各20本置き、第2期および3期では設置前の鉢植え苗木にすでに産卵された卵からの幼虫の出現の危険性を防ぐため、試験2週間前にMEP乳剤1000倍液を散布した。調査は数日おきに行った。被害新梢は第1期にそのまま放置し、第2、3期ではその都度切断、除去した。

(2) Hypsipyla 成虫の走光性

1984－1987年、各数日間だ、ライト・トラップ（BLB-20W）を苗畑、宿舎脇、造林地などに設置し、成虫の飛来状況を観察した。

2. 成虫の寄主選択性

(1) 野外試験

a. 新芽の出た Cedro（4本）およびCaoba（14本）の鉢植えを1987年7月10日、実験棟横に一列に配置し、1ヶ月後の8月10日までにHypsipyla 成虫によって産卵、孵化した成虫による加害を調

査した。

b. 31林班 (Cedro、Caoba 各 140本が隣合わせで植栽されており、薬剤防除を実施している) における被害状況を調査した。

(2) 野外ケージ試験

a. 野外網室 (10×5×2.5 m) に Cedro 2 種 (新芽のあるものと無いもの)、Caoba 2 種 (Cedroに同じ) 各 8 本、計32本の鉢植えを交互に配置し1987年7月10～12日および8月11～12日の2回、Hypsipyla の羽化成虫を 5:00 p.m. に放飼して、その寄主探索行動を観察した。放虫数は1回目♂6、♀20、2回目♂27、♀36であった。観察は 7:00 p.m. - 2:00 a.m. まで一時間毎に行った。

b. 野外網室 (1 m×1 m×1 m) 内に、新芽を持った Cedroを水さしにして中央部に設置し、Hypsipyla 成虫う様々な雌雄比で放虫し、7:00 p.m. より 11:00 p.m. まで交尾、産卵状況を観察した。

3. 寄主誘引物質の検索

Cedrela colorado(Cedro)、Cedrela blancoおよび Swietenia macrophylla(Caoba)の新芽各 400 g を n-hexane(800ml)で2回抽出し、20mlに濃縮して持ち帰り、GC-Mass 分析を行った。また、同様に各々の新芽 400 g をビニール袋にいれ、活性炭で浄化した空気をミニポンプで約6時間送り込み、揮発物を Tenax G (2 g) に吸着させて持ち帰り、GC-Mass 分析に供した。

4. 性フェロモンの検索

(1) 性フェロモンの抽出

羽化後1～2日目の処女雌70頭の尾端部を切りとり Pentane(7ml) に浸漬した。処理は 9:30 ~ 11:00 p.m. の間に行った。尾端部はガラス棒で磨砕し、ろ過後減圧濃縮して冷蔵庫に保存した。また、メイガ科に対する既知の性フェロモン7種とその混合体10種を東京農工大、安藤 哲博士により合成、供与していただき、その活性を調べた。

(2) 性フェロモンの生物検定

1986年8～9月、及び1987年7月、室内条件下 (約24～26℃、湿度80～90%)、9:00p.m. - 1:00 a.m. に実施した。

a. プラスチック容器 (12cm dia. × 5 cm、網ブタ) に数頭の雄を入れ、10雌頭量の抽出物あるいは100ng の合成性フェロモンをパスツールピペットに取り、雄の触覚上に吹き付け、その反応を観

察した。

b. 円筒プラスチック管（8 cm dia. ×30cm、両端を昆虫網で張ったもの）を実験台上に置き、扇風機で管内に風速約30cm/sec.の風の流れを作った。風上側の一端に抽出物（5 雌当量）、他端に2 日令の雄をセットし、10分以内に雄が誘引源に移動するかどうかを観察した。

c. 上記合成性フェロモン17種の誘引活性検定試験を1987年7月14日～8月13日の1ヶ月間、Cedro colorado および Cedro blanco 植栽地2箇所にて行った。使用したトラップは武田薬品工業製の粘着板2枚を円筒状にしたもので、縦14m横16m間隔で地上高1mに設置した。

5. 人工飼育

(1) 成虫の交配

羽化後24-48時間の成虫を野外ケージ（1×1×1m）内に放虫した。1ケージへの放虫数は2-28頭、雌雄比は1：1-1：2とした。

(2) 飼料の調整

飼料 A：蚕用素飼料（シルクメイトM-1）+ Cedro新葉；Cedro新葉を水と共にミキサーで粉砕し、蚕用素飼料に直接混ぜて80℃ 3時間熱処理したもの

飼料 B：蚕用素飼料（同上）+ Cedro水抽出物；Cedro新葉を水と共にミキサーで粉砕し、繊維物質を濾過により除去して水抽出物だけを混ぜたもの

飼料 C：蚕用素飼料（シルクメイトS-1）

飼料 D：シルクメイトM-1 + Cedro新葉粉末；セドロ新葉を乾燥、ミキサーで破砕して粉末にして、シルクメイトM-1に混ぜ、同様処理したもの

(3) 飼育法

飼育容器は(a)プラスチック容器（8.5 ×6.5 ×3.5 cm）、(b)平板プラスチック容器（13.8×6.5 ×1.9 cm）、(c)試験管（2 cm dia. ×20cm）を使用した。1容器当り、1、5、10頭の幼虫を供試した。

結 果 と 考 察

1. 成虫の行動

(1) 産卵のための飛翔高度

試験用タワー上の各階に設置された Cedro 苗木への被害箇所数（＝産卵後孵化した幼虫数）および被害本数率を表－1 に示した。いずれの時期においても 0－2 m でもっとも被害が多く高度が増すにつれて減少している。高度 8 m での被害箇所数率、被害本数率の平均は、それぞれ全体の 2.9 %、3.5 %で、10m も同様であった。このことは 8 m 以上の高度を飛翔し、産卵する雌成虫は全体の 6－7 % である事を示唆している。天然更新地域の稚樹は（樹高 30cm）のほとんどは Hypsipyla の被害を受け、周りの雑草の高さよりも低ければ加害を免れているため、Hypsipyla 成虫は地上部に近い低空を飛翔していることが推察される。これらの結果は野外誘引試験における最適トップ高を示唆すると共に、苗畑、あるいは植栽地における幼令木が、Hypsipyla 成虫の飛翔高度から類推しても、好適な産卵対象にあることを示している。また 10m の高度でも飛翔することが解ったが、その割合が少ないことや 10m の樹高を持つ樹木には多くの新梢部がある事等により、実質的な樹木の成長に及ぼす Hypsipyla の脅威は軽減されることが考えられる。

表－1 Cedro 苗木に対する Hypsipyla 加害の高度別比較

苗木設置	1987年8－10月		1987年 11－12月		1988年 3－8月	
高度 (m)	被害箇所 数 (%)	被害本数 ¹⁾ (%)	被害箇所 数 (%)	被害本数 (%)	被害箇所 数 (%)	被害本数 (%)
0	130(60.0)	66(40.7)	28(51.9)	23(60.5)	71(52.6)	31(43.1)
2	49(19.2)	33(20.4)	20(37.0)	11(28.9)	21(15.6)	13(18.1)
4	45(17.6)	36(22.2)	5(9.3)	3(7.9)	17(12.6)	11(15.3)
6	11(4.3)	11(6.8)	1(1.9)	1(2.6)	13(9.6)	9(12.5)
8	11(4.3)	8(4.9)	0(0.0)	0(0.0)	6(4.4)	4(5.6)
10	9(3.5)	8(4.9)	0(0.0)	0(0.0)	7(5.2)	4(5.6)
計	255 (100)	162 (100)	54 (100)	38 (100)	135 (100)	72 (100)

1) 延べ被害本数を示す。

(2) Hypsipyla 成虫の走光性

派遣時毎 1－2 回行ったライトトラップ捕獲試験による Hypsipyla 成虫の捕獲数は非常に少なく、11月に苗畑で 1 雌（9：30 p.m.）、AREA-302で 1 雄 1 雌（9：00-10：00 p.m.）だけであったが Hypsipyla 成虫に走光性があることが推察された。成虫の飛来時間は交尾時間帯のピークとなる 21 時頃であり、野外での活動はこの頃が最も活発であると思われる。

2. 成虫の寄主選択性

(1) 野外試験

実験棟横に設置した Cedro 苗木 4 本の内 3 本が 1 カ月後に加害を受けた一方、Caoba 苗木 14 本は全て加害されなかった。また、Cedro と Caoba が混植されている 31 林班の被害率は Cedro 23 本 (16.4%) に対し Caoba 1 本 (0.7 %) であった。これらの結果は、Hypsipyla が明らかに Cedro をより好適な寄主として選択していることを示した。

(2) 野外ケージ試験

野外大型網室に放虫された Hypsipyla 成虫の寄主植物への誘引、産卵状況は 4 日間の連続観察にも関わらず不明であった。Hypsipyla 成虫は、光源のある明るい方の網上に集中し、そこでコーリング (性フェロモンを放出し異性を誘引する行動) および交尾するが、それらの虫が Cedro、Caoba 上に飛来することは殆ど無く、第 1 回目の 8 : 00 p.m. に ♀ 1 頭が Caoba 新芽上にいるのを観察したのみであった。また、小型の野外網室 (1 m × 1 m × 1 m) 内に、新芽を持った Cedro を水さしにして中央部に設置し、Hypsipyla 成虫を様々な雌雄比で放虫して交尾実験を行ったが、いずれの場合においても交尾雌が Cedro 上に産卵することは無く、網上に産卵し、また、交尾前に Cedro 上に飛来することも無かった。なお、雌のコーリング行動は 22 : 00 - 23 : 00 に集中した。

これらの結果から、Cedro、Caoba といった寄主植物が、Hypsipyla 成虫に対して最も好適な寄主とはいえ、それ程強い誘引性を有しておらず、また産卵に関しても必ずしもこれらの寄主でなければならないという必要性は認められなかった。野外においては、産卵は寄主植物上に集中して行われることは無く、多くても 1 本当たり 11 卵、多くは 2 ~ 3 卵であり、産卵場所も葉の表・裏、側枝の付け根、樹幹上の被害痕等、限定されていない。また、Caoba や Tornillo の種子にも産卵している。これらのことは産卵場所が他にも多数ある可能性を示唆している。従って、Hypsipyla 成虫は Cedro や Caoba 等のセンダン科の寄主植物が集団的に存在する場合により誘引され易く、被害も大きくなると考えられる。

3. 寄主誘引物質の検索

誘引物質の検索には寄主植物の抽出物を逐次分類し、各々のフラクションについて十分な数の成虫検体を用いた生物検定が必要であり、現在その実験途上にある。誘引成分が Meliaceae (センダン科) に共通したものかどうかは不明であるが、Cedro 2 種および Caoba の誘引成分が存在すると予想される n-hexane 可溶部の成分検索を行った結果、現在までに同定された物質は表 2 のとおりである。この中では kaurene が共通に含まれているが誘引性があるかどうかは不明である。

表-2 Hypsipyla 寄主植物より同定された主な成分

	揮散成分	n-hexane 抽出物
<u>Cedrela colorado</u>	α -copaen	α -copaen
	caryophyllene	caryophyllene
	Kaurene	Kaurene
<u>Cedrela blanco</u>	Kaurene	
<u>Swietenia macrophylla</u>	longifolene	
	α -muurolene	
	Kaurene	Kaurene

4. 性フェロモンの検索

ハマキガ科に見いだされている既知の性フェロモンおよびその混合の吹きかけ試験では Z9, E12-tetradecenylacetate (II) に活性がみられた (表-3)。しかしながら野外における誘引試験では、いずれの化合物もトラップに誘引・捕獲されなかった。

表-3 メイガ科合成性フェロモンに対する Hypsipyla の反応 (吹きかけ試験)

	供試性フェロモン	供試虫数	反応個体数	反応率 (%)
I	Z9, E12-14:OH	9	0	0.0
II	Z9, E12-14:OAc	17	11	64.7
III	Z9, E12-14:Alid	9	0	0.0
IV	Z9-14:OH	9	0	0.0
V	Z9-14OAc	9	0	0.0
VI	Z9-14Alid	9	0	0.0
VII	Z11-16:OAc	9	0	0.0
I + II		8	6	75.0
II + III		8	2	25.0
III + I		8	8	100.0
Cedro 新梢抽出物		8	2	25.0
Control		9	0	0.0

円筒プラスチック管を用いた生物検定では、処女雌を誘引源とした場合は全て（3回）雄が誘引され、処女雌の尾端部抽出物（5雌当量）の場合は6頭のうち4頭が誘引された。

5. 人工飼育

成虫の誘引機作、成虫の野外行動の解明をはじめ天敵昆虫類、天敵微生物あるいは生理活性物質を利用した生物的防除法の開発のためにも本種の成虫、卵などの大量確保は不可欠で、そのための大量飼育法の確立は緊急の課題である。

(1) 交尾率

1987年2月に行った予備試験によると、ケージ内に放虫する成虫数は雌雄とも3-6頭で安定した結果が得られたので、以後の実験においては放虫数をこの範囲内にした。次にケージ内の雌の日齢と交尾率との関係を調べたところ、1日齢と2日齢は差がなく18-20%であったが、3日齢は5.7%で大きく低下した。11月の交尾率が31.0%と上昇したが、これは羽化後の成虫に供した水を蜂蜜に代えたためと思われる（表-4）。羽化後の成虫は、個体ごとにプラスチックケースにに入れて交尾時まで保存するが、その期間が長くなると飛翔等により損傷する場合が多くなるため、1日齢の成虫を使うほうがより实际的であった。

表-4 ケージ内における *Hypsipyla* 成虫の日齢と交尾率（1987）

試験期 (月)	交配回数	交配雌雄比	雌日齢 (日)	供試雌数	交尾雌数	交尾率 (%)
6-7	21	1:1	1	84	17	20.2
	6	1:1	2	22	4	18.2
	7	1:1	3	35	2	5.7
8	9	1:1	1	60	11	18.3
11	5	1:1	1	29	9	31.0

次に、ケージ内に放虫する成虫の雌雄比を代えて交尾率を見たところ、雌雄比1:2にして雄の比率をあげると交尾率が上がることがわかった（表-5）。

表-5 ケージ内における *Hypsipyla* 成虫の雌雄比と交尾率

試験期 (月)	交配回数	交配雌雄比	雌日齢 (日)	供試雌数	交尾雌数	交尾率 (%)
11	6	1 : 1	1	29	9	31.0
11	6	1 : 2	1	36	21	58.3

以上の結果、最も高い交尾率を得るには、雌雄とも蜂蜜で飼育した1日齢の成虫を1 : 2の比率でケージ内に放虫すれば良い事が解った。

(2) 産卵数と孵科率

交尾雌1頭当りの平均産卵数は215卵(117-290)で、世代および個体によりバラツキが大きかった(表-6)。最も多く産卵した交尾雌の産卵数は621卵で、不受精卵を産卵した未交尾雌の産卵数は610卵であった(ともに第4世代)。産卵は交尾1日後から始まり7日後まで行われ、50%産卵日は3日後にあたり以降急速に減少した。なお孵化率は平均78%であった(表-7)。

表-6 交尾雌1頭あたりの産下有精卵数

世代	交配雌数	受精雌数	受精卵数	1頭あたり産下卵数
I	104	35	4,078	116.5
II	374	92	15,512	168.6
III	453	138	35,319	255.9
IV	174	64	13,261	207.2
V	87	33	9,580	290.3
計	1,192	362	77,750	214.8

表-7 産卵数と孵化率

年月	世代	供試雌数	産下日数	産卵数	卵数/頭	孵化卵数	孵化率(%)
1987.11	IV	33	5.0 (±1.8)	9,580 (±188.0)	290.3 (±188.0)	7,432	77.6

(3) 幼虫生存率

幼虫期での飼育結果は表－8の通りで、孵化幼虫から飼育する場合は、いずれの場合も高い生存率を示した。注意深く観察した結果によると、幼虫の成虫が均一でなく、幼虫が共食いによって消失した。また、他の死亡原因は、若齢幼虫期のアリの侵入、捕食によるところが大きかった。ガーゼ上に産下された卵をC飼料上に置いた場合は、飼料内に含まれる孵化を抑制する成分の影響で卵がほとんど孵化しなかった。そのため、以後の実験ではガーゼに産下された卵をプラスチック容器にいれ、孵化幼虫を飼料C上に移して飼育する方法が最適と判断された。

表－8 人工飼料による幼虫生存率

飼料	飼育開始時期の虫体	飼育容器*	供試虫数	生存虫数**	生存率(%)
A	卵	P	130	90	69.2
	幼虫(1齢)	P	10	10	100.0
B	卵	P	140	94	67.1
	卵	T	10	9	90.0
C	卵	P	50	6	12.0
	卵	T	40	2	5.0
	幼虫(1齢)	P	212	141	66.5
	幼虫(2－3齢)	P	77	65	86.7
	幼虫(1齢)	T	26	18	69.2

* P：プラスチック容器(13.8×6.5×1.9 cm)、T：試験管(2 cm dia. ×20cm)

** 5 齢幼虫数

(4) 継代飼育における蛹化率と羽化率

1989年2月より、ガーゼ上に産みつけられた赤色卵(2－3日目の有精卵)を各10卵ずつシルクメイトS－1上にのせ飼育を開始したが、蛹化率、羽化率とも極度に低かった。この原因としてはシルクメイトの防腐、殺菌作用による卵内幼虫の死亡が高かったことと、孵化直後の若齢幼虫の人工飼料への食いつき、潜入が悪く死亡したものが多く、飼育容器(プラスチック、丸型カップ)のフタの微少な隙間から逃亡したものが多かったこと、齢期の不揃いな幼虫グループの容器では共食いにより、齢期の高い幼虫のみとなるなどがあげられる(表－9)。

継代飼育による蛹の大きさの変化は表－10に示したように、少なくとも第3世代までは無く、人工飼料による特別の影響は無かった。

表一 9 継代飼育における蛹化率と羽化率

世代	供試虫数	1 ケース 内の虫数	蛹化率 (%)	羽化率 (%)	雌化	成育期間 (日)			飼料
						卵	孵化-羽化		
							雌	雄	
II	94	1	83.0	72.3	0.51	5	25.2	24.3	天然葉
II	640	5	64.5	62.9	0.52	2-3	28.1	28.7	A
III	810	5	68.0	59.3	0.47	4-5	30.4	30.7	A
III	530	10	78.7	71.7	0.53	4-6	35.6	36.0	A

表一 10 継代飼育における蛹の大きさの変化

世代	蛹数	体長 (cm)	体重 (g)
I	雌 : 17	1.46±0.17	0.251±0.105
	雄 : 8	1.38±0.13	0.225±0.064
	計 : 25	1.41±0.17	0.243±0.095
II	雌 : 14	1.23±0.09	0.160±0.040
	雄 : 11	1.24±0.08	0.152±0.028
	計 : 25	1.23±0.08	0.157±0.035
III	雌 : 15	1.46±0.14	0.260±0.066
	雄 : 28	1.42±0.12	0.233±0.056
	計 : 43	1.44±0.13	0.056±0.059

お わ り に

野外試験の結果では、Cedro 幼齡木はCaoba よりもHypsipyla 成虫に対して強い誘引性を示したが、その抽出物は室内および野外実験とも期待し得る程の強い誘引性を示さなかった。結論的には、寄主誘引物質を何らかの形で防除体系に組み入れることは無理であると思われる。性フェロモンについては、虫体抽出物が室内試験で十分な活性を示したことから今後の研究の進展が期待される。そのため

には、性フェロモンの単離操作とHypsipyla 成虫を使った生物検定、さらに成虫供試の為の大量人工飼育を同一の場所で実行できる体制が必要である。ペルー・アマゾン地域において、性フェロモンは各造林地域でのHypsipyla 初期密度の査察に可能であるが、大量捕殺あるいは交信攪乱に利用するのは現状では不適當と思われる。人工飼育上の問題である人工飼料の選択と調整、孵化幼虫の生存率の向上、羽化率の向上および交尾率の向上については概ね満足できる結果を得ることができた。継代飼育においても、少なくとも第4世代までは生理、生態に特別な変化を来すことなく飼育することに成功した。これらの手法開発にともなって得られた多くの情報は今後のHypsipyla 研究の発展に寄与することが期待できる。

参 考 資 料

- Ando, T., H. Kuroko, S. Nakagaki, O. Sato, T. Oku and N. Takahashi 1981:
Multi-component sex attractants in systematic field tests of male
Lepidoptera. Agric. Biol. Chem. 45(2):487-495.
- Booij, C. J. H. and S. Voerman 1984: New sex attractants for 35 Tortricid and 4 other
Lepidopterous species, found by systematic field screening in the Netherlands.
J. Chem. Ecol. 10(1):135-144.
- Fasoranti, J. O., R. I. Gara and D. R. Geiszler 1982: Laboratory studies on the mahogany
shootborer, Hypsipyla grandella (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Z. ang. Ent. 93:182-
186.
- Gara, R. I., G. G. Allan, R. M. Wilkins and J. L. Whitmore 1972: Flight and host
selection behaviour of the mahogany shoot borer, Hypsipyla grandella Zeller (Lepid.:
Phycitidae). Z. ang. Ent. 72:259-266.
- Grijpma, P. and R. I. Gara 1970: Studies on the shoot borer, Hypsipyla grandella Zeller.
I. Host selection behavior. Turrialba 20(2):233-240.
- Holsten, E. H. and R. I. Gara 1973: Studies on the shootborer, Hypsipyla grandella (Zeller)
(Lepidoptera: Pyralidae). XV. Reversal of the light dark cycle in relation to adult
emergence under laboratory conditions. Turrialba 23(1):106-107.
- Holsten, E. H. and R. I. Gara 1974: Flight of the mahogany shoot borer,
Hypsipyla grandella. Ann. Ent. Soc. Amm. 68(2):319-320.
- Holsten, E. H. and R. I. Gara 1974: Studies on attractants of the mahogany shoot borer,
Hypsipyla grandella Zeller (Lep.: Phycitidae) in Costa Rica. Z. ang. Ent. 76(1):77-86.
- Holsten, E. H. and R. I. Gara 1977: Factors affecting pheromone production by female
Hypsipyla grandella Zeller (Lep.: Pyralidae). Env. Ent. 6(3):443-446.

- Holsten, E. H. and R. I. Gara 1977: Attraction and ovipositional response of Hypsipyla grandella Zeller (Lep.: Pyralidae) to host and non-host materials. Ann. Ent. Soc. Amm. 70(3):325-327.
- Schmutzenhofer, H. 1980: Hypsipyla grandella (Zaller) in Latin America and Recent research on its control. Proc. Forest Insect Pest-Research and Control Practice-, Int. Congr. Entomol., Tsukuba, Japan.
- Sliwa, D. and V. O. Becker 1973: Studies on the shootborer, Hypsipyla grandella (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). XX. Observations on emergence and mating of adults in captivity. Turrialba 23(3):352-356.

11. マホガニーマダラメイガ Hypsipyla

grandella Zellerに関する研究 V

マホガニーマダラメイガの化学的防除法

森林昆虫専門家 山崎 三郎

池田 俊弥

森林生態専門家 横田 明彦

I. N. I. A. A. PERU Carlos Vasquez P.,

Fransisco Palomino P.,

要 旨

薬剤による化学的防除試験として、ピレスロイド系、有機りん系乳剤4種の葉面散布とカーボフラン系等7種の浸透移行性殺虫剤の土壌施用およびエースキャップ、ネマノーン等による樹幹、根系吸収法を試みた。

その結果ピレスロイド系乳剤の葉面散布が最も殺虫力が強く、残効性も高かった。そこで1987年からペルマーク (fenvalerate)の散布による現地適応試験を6処理区で行い、散布区での著しい効果がみられ、造林木の成長が図られた。

は じ め に

殺虫剤による本種の化学的防除法は、生態と行動習性が不明で一世代に要する生育期間が短く、発生回数が多いことなどから、技術的な困難さと経済的に高負担となるなどの問題をもっている。さら

に大規模な散布や施用は、多様性のある熱帯の森林生態系や環境への影響と公害への危険性が考えられるなど、かならずしも最適防除法とは言えない。しかし殺虫剤による防除は生物的防除と造林的な被害回避を組み合わせた総合的な防除法を確立するための応急的、単本的な防除法あるいは予防法として、重要な役割を果たすものとする。これまでに試された防除法の多くが効果をあげ得ず、一部の国では被害樹種を造林しないよう取り決めてさえいる。このような状況の中で防除の見通しと造林の可能性を検討した。とくに葉面散布法は、速効性のある防除法として広く用いられているが、ある高さまでしか薬がかからないという不利な面も否めない。しかし他方、樹高が5－8 m（3年生以上）になればたとえ虫の加害を受けても成長に殆ど影響しないといわれていることから、植栽木の新芽、新葉の伸長を促し、加害の影響を受けない高さにまで早く到達させる手段として本方法を用いた防除法を検討した。さらに浸透生殺虫剤の防除効果を検討した。

調 査 方 法

1 葉面散布

1) スクリーニングテスト

試験に用いた薬剤と使用濃度は表－1の通りである。

(1) 予備試験として1985年5月28日にスミチオンの500倍、1000倍希釈液を3林班(10mライン5m間隔植え)の*Cedrela odorata* 5本に対し2回の繰り返しで散布した。調査では被害芽、枝葉は切開して幼虫の生死を確認した。

(2) 同年10月11日、スミチオン500倍液とスミサイジン500倍液を201林班の*C. odorata* 50本に3回の繰り返しで散布した。効果調査は(1)(2)とも2週間後、1月後の2回行った。被害芽、枝葉は記帳後全て除去した。

(3) 1986年6月、ベルマーク(日本産のスミサイジンと同じ薬剤で30%濃度のペルー商品名)750倍液、ダニトール500倍液、スミサイジン750倍液を供試した。調査方法は(2)に準ずる。

(2) 現地適応試験

1987年1月(1986年より一部実施)から1989年6月まで造林地(A)、(B)、(C)、展示林(D)、苗畑(F)など事業区での適応試験を行った(図－1、表－2)。

散布は噴霧器で、薬液がしたたり落ちる程度(1本当たり約200 CC)を、とくに新梢部を重点に行った。

いずれの区でも原則として、散布2週間後に効果調査を行い、その後は対象木の5～10%に被害が及んだ場合に散布を実行した。効果調査では葉量、被害の有無を調べ、被害穂と幼虫はその都度除去した。評価の基準として、幼虫の加害している立木の部位をⅠ－葉部、Ⅱ－梢端、Ⅲ－幹中央、Ⅳ－地際部の4段階に区分し、葉の生理状態から0－無葉木(SH)、1－旧葉(HV)、2－成葉(AH)、3－新葉(HN)、4－新芽(Br)に区分した(図-2)。樹高調査は乾期、雨期各々一回以上行ったが、乾期には虫密度が低下し散布が行われないため、本調査を実施しない区もあった。なお苗畑からの山出し苗の樹高は概ね80cm、根元直径1cmであった。

事業散布での対照区の設定は、経済的制約もあって必要な区域を確保できなかったため生態、個体群動態調査用の試験地(E)、(F)と比較した他、造林セクションの成長量調査(Caoba, Cedro 両樹種)も参考にした。

2 その他の薬剤防除法

1) 浸透移行生殺虫剤のスクリーニングテスト

(1) 1984年10月29日に日本で使用されている7種の土壌施用薬剤を用い(表-3)、供試木1本当たり10g及び50gを各々Caoba(1林班-5m伐開区)とCedro(3林班-10m伐開区)に、5回繰り返しの合計140本施用した。施用方法は供試木の根元周辺の地被物を取り除き、15～30cm径内の土壌をマチェーテで浅く掘り、表土に混入した。効果調査は37日後、72日後、128日後の3回行い、新被害と虫糞の有無を調べ、各処理区ごとに新梢部の枝葉を採取し、日本の森林総合研究所に送付しガスクロ分析を行った。(2) 1985年5月30日、上記7種の薬剤のうちダイシストン、オルトランの2薬剤を選び供試木1本当たり100g、200gを各々5本ずつに施用した。方法は(1)と同じで、6か月後に効果を調べた。

(3) カーボフラン系殺虫剤のアドバンテージ粒剤を用い、供試木1本当たり100g、200gを施用し、ダイシストン200g区、無処理区と比較した。効果調査は6か月間に3回行った。

2) 樹幹・根系注入法

薬剤を直接樹幹部皮下に注入あるいは根系から、吸水式で速やかに比較的樹高の高い新梢部先端や枝葉部にまで到達させることと、外界への影響のないクリーンな方法として使用する。

(1) 樹幹注入は展示林202林班のCedro(1985年1月植栽)117本を用い、食葉性の小蛾類に効果があるエースキャップ(主成分オルトラン)とマツノザイセンチュウの殺虫に使われているネマノーン(主成分バイジット)を各々供試木の根元直径に合わせ、前者では直径3～5cmに6mmタイプと6～10cmに9mmの2グループ、後者で直径1cm当たり0.5ccを地表から10～20cmの部位へ打ち込みと注入

を行った。注入はガラスチューブからの自然吸収とした。

1985年10月2日に施用、3か月後、6か月後の2回調査した。なおネマノーン区の施用木1本(160 cm)を根元から切断しガスクロ分析に供した(図-3)。

(2) 根系吸収試験は苗畑試験地のCedroの高木(4~6 m)5本を用い、根元から50 cm位離れた土中を浅く掘り、直径2 cm位の根を切断し、点滴式の吸収法によりサエノックス(有機リン系)、ネマノーン(前述)を前者は直径10 cm当り100 cc、後者は同50 ccを吸収させた。

3) 忌避剤テスト

殺虫剤によらない防虫方法として、他の林業害虫やBRAZILでHypsipylaの予防に利用されている、ユーカリの抽出成分を用いた忌避効果を調べた。

1986年10月~1987年2月に、50~150 cm高のCedro試験木10本をランダムに選び、その横にユーカリ油薬250 mlを入れたプラスチック容器を吊り下げ、加害度を5回に亘って調査した。

結 果 と 考 察

1. 葉面散布

1) スクリーニングテストの予備実験(1)では、スミチオン0.2 %区で2週間後まで著しい効果がみられたが、1月後には認められなかった(表-4)。この結果残効は2~3週間までと考えられ、集中的な豪雨の多い熱帯降雨林でも、葉面散布が一定期間虫害を阻止する効果のあることが示唆された。そこで(2)スミチオンとスミサイジンを用いて殺虫効果を比較したところ、散布後の被害発生率は、スミサイジン区で平均4.8 %、スミチオン13.3 %で、スミサイジンの殺虫効果、残留効果が優れていた。これは無処理区の平均26 %に比して約1/4の被害発生率であった。また5 %で有意差が認められ(F検定)、後者でより殺虫効果が高く残効が長いことがわかった(表-5)。なおピレスロイド系のこの薬剤は、昆虫の中樞及び末梢神経に作用し、反復興奮及び伝導抑制などによって、異常興奮とけいれんを起こして麻痺し、死にいたる接触毒作用と速効性を有し、更に残効性を備えているという。

各種薬剤を用いての散布試験では、ベルマークの残効期間が最も長く69日で、ダニトール、スミサイジンが39日であった。使用回数ではベルマーク、スミサイジンが2回、ダニトールが3回であった。調査全期間での被害木率はスミサイジン1.2 %、ダニトール1.5 %、ベルマーク2.2 %であった。散布後40日までの効果では、1 %で有意の差があり、いずれの薬剤も顕著な効果を示した。しかし7~9月上旬にかけては、乾期による全体の虫密度の低下により、無処理区ともに被害発生が全くなかつ

た。このことから乾期には散布を中止しても差し支えないものと考えられる（図－4）。

2) 現地適応試験

(1) 被害率と散布効果

1987年～1988年の2年間の散布回数と散布時期は表－6の通りである（1989年未整理）。1987年はCaoba（以下K）で年平均1.3回（0－3回）、Cedro（以下C）で平均2.3回（0～6）であったが、1988年にはKで5.5回（3～8回）、Cで6.1回（3～8回）と増加した。散布間隔（1988）は201林班の約7ヶ月、37林班の約5ヶ月のほか、いずれも乾期の4月下旬から9月上旬が最も長く、平均3月に1回であったのに対し、雨量の多い9月と2月では1月に2回を必要とする区もあり、平均0.8月に1回であった。初年度は新しい植栽地に両樹種の造林が開始されたばかりで、周辺の天然木や無処理の造林地でのHypsipylaの密度がまだ低く、侵入に一定の時間を必要としたためと考えられる。

散布区の被害（発生木）率の推移は表－7a、7bの通りであった。年平均被害（木）率が最も高かったのは36区のCedroで9%、他区では5%前後であった。31区は被害発生後の散布回数が最も多かったこともあって、両樹種とも被害率は軽微であった。また調査時一回の被害で最も高かったのは1988年11月4日の36区のCedroで散布42日後に65%を示した。このため4日後に散布を行ったが、被害を軽減させるには約2か月を要した。この様に散布後にも時折り、急激な被害の上昇を示すことがあった。この原因は明らかでないが、散布直後の集中的な豪雨により薬剤の流亡があったことや、作業手順により散布適期が遅れた事等が考えられる。

樹種毎の被害率では、殆どの区においてCedroにより多く被害がみられ（F検定の結果5%で有意差あり）、HypsipylaがよりCedroを好む傾向の強いことから、Caobaに対する散布回数は前者の3分の1程度で済ませられることが分かった。

(2) 成長率と散布効果

散布による効果を、供試木の成長量から検討した。散布開始後の最初の測定樹高と比べると、年平均成長率は散布区全体で約1.5倍程で、Caobaの1.3倍に対しCedroは1.6倍と、被害が多いにもかかわらず成育がよい傾向を示した。なかでもBグループの成育は良好で、36林班のCaobaは年平均2.5倍、35、36でも年平均2.2～2.3倍の伸びを示した（表－8a、8b、）。これはGPOタイプや傾斜地が、Caobaの成育により適している、という土壌別成育試験の結果とも一致する（本研究－VI参照）。14の処理区（CaobaとCedro合計）で1年当りの平均樹高が150cmを越した区は35、36、37の3区両樹種で、なかでも36林班のCedroは161cmの伸びを示した。また全散布区内の単木で、最も成

育の著しかった木は37林班のCedro で、植栽2年後に862 cmまで伸長していた。

散布を実施しなかった（E）、（F）区の場合は、年平均成長率は0.9 倍でCaoba で1.0 倍（平均48 cm）、Cedro で0.9 倍（平均31cm）ほどであった。このことから、Hypsipyla の加害が幼齡造林木の上長成長を著しく阻害している事が分かる。散布区のCedro がCaoba より成育が良かったのに対し、無処理区ではCaoba と変わらない伸びにとどまっていた。これはHypsipyla がよりCedro に選択性を持つうえに、無散布のため成長点となる新芽、新葉がたえず伸長を阻害されているのに対し、Caoba には比較的被害が少ないため、成長に与える影響がそれほど大きくなかったためと考えられる。

植栽日を基点にした成長曲線をつくり、その傾斜角度と平均値からの信頼限界を求め、散布効果と両種の差を検討した。Cedro ではすべての散布区において処理木が、時間の経過とともに成長量を上昇させていくのに対し、無処理木では時間の経過にもかかわらず、成育が著しく遅れ、横ばいか緩やかな勾配で上昇しているにすぎないことが明らかにわかる。Caoba 散布区でも同様に成長曲線が立ちあがっていくが、その角度は鈍く成育のしかたに違いがあるように思われる（図－5）、（図－6）。また同じ林班内の両樹種の成長率では、Cedro がより良好な成育を示し（図－7）、とくに31、37、20区などで両樹種間に顕著な差がみられた（F検定の結果1%で有意差あり）。

調査木の成長の割合を頻度分布によって示したところ、散布区に対し無散布区の成長は極端に遅く、散布区内でも植栽2年頃より成長に著しいバラツキができていた。これは散布区内でも、被害を受ける回数の多い木と少ない木の差が成長量に表れたものと思われる（図－8）。

（3）産卵木と被害率

散布の適期と効率化の為に、産卵可能な木となる若葉を持った木（以下若葉木と呼ぶ－評価3～4）と被害の関係を調べた。若葉木の季節変動では雨期に多く出穂し、乾期の最盛期には少なくなり、雨量との関係でも雨量がおおくなる雨期入りの頃と雨期明けの頃に若葉木が多くなる傾向がみられるが（図－8）、両者の間に明らかな相関は見られなかった。この原因として、月毎の降雨量にも変動が大きく一定していないことや、若葉木の期間が調査間隔より短いため、加害者と若葉木の関係を十分把握出来なかったのではないかと考えられ、実態に即したあらたな調査法の開発が必要である。

2. その他の薬剤処理法

1) 土壌施用薬剤スクリーニングテスト

使用7種についての3回の調査結果では、処理間に有意差はなく、対照区に対しいずれの薬剤も防除効果が認められなかった（表－9）。この原因としてCaoba の新葉の展開が劣っていたためHypsipyla の飛来、産卵を誘起しなかったか、Cedro より選好性が弱いことなどが考えられるが、既往

のスクリーニングテストでも、土壌施用薬剤が顕著な効果をあげていないことからこの結果はうなずける。1983年9月26日植月は苗畑においてポット苗の*C. odorata* 50本に、エカチンTD粒剤を1本当たり約3gずつ施用した結果、2か月後まで被害はなく、3月後でも14%と無施用区の1/4程度の被害率であったと報告している(表-10)。しかしこのあと本害虫の発生がなく、効果の判定は出来なかった。

高濃度施用試験では、対照区とダイシストン区に対しオルトラン100%施用区のみ平均37%と少ない被害率であった。また施用後約3か月間の効果をみると、オルトラン100g区が20%、200g区が33%で対照区、ダイシストン100、200g区等の1/3から約半分の被害率となっていた。

カーボフラン系のアドバンテージは既往の報告でも比較的效果があるとされているが、施用後3か月後まででは100g区で20%、200g区25%と無処理区、ダイシストン区に較べ、いくぶん被害がすくない傾向がみられたが、5か月後の調査では効果は認められなかった(表-11)。

いくつかの薬剤区の供試木の葉を採取し、ガスクロマトグラフィで分析した結果、3か月後に葉面から薬量が検出されているものの、被害の軽減にはつながらず、その量にもバラツキが大きく、採取の方法なども含めて検討が必要である。

以上のスクリーニングテストの結果、浸透移行性殺虫剤の効果が顕著な薬剤は見当たらなかった。エカチン、オルトラン、アドバンテージなどに可能性がないとは言えないが、これ以上の効果は期待できず、新たな卓効のある薬剤の開発が行われるまで、この方法での防除の進展は難しいと考える。

2) 樹幹、根系注入法

樹幹注入の結果3か月後、6か月後とも、無処理と比較しても被害率に有意差はなく(F検定)、効果は認められなかった(表-11)。

なおガスクロ分析による結果では、地上10cmまでは大量の薬剤成分が検出されたものの、それ以上の主幹部では微量となり、新梢部で若干多く、萌芽枝では主幹根元同様高い検出があった(表-12)。これは処理前に主幹新梢部に被害が発生し、枝葉が枯死したため吸い上げ効果が低下し、主成分の上昇が極めて少量となり、植物体からの反応もあって、薬剤の活性化が見られなかったため、殺虫効果をあげ得なかったのではないかと考えられる。萌芽枝での高検出量が樹液の流動の活発化によるものか、注入口周辺からの直接的な浸透の影響によるものかは不明である。

吸い上げ式での効果調査は1か月後、10か月後に行ったが、対照区との明瞭な差は見られなかった。さらに大量の薬剤注入によると思われる主幹部の樹皮の縦割れが発生したが、1年後にはほぼ

元に戻った。

3) 忌避剤テスト

いずれも対照木と差がなく、忌避効果が認められなかった。試験では揮発量の制御等に問題があり、これらを改良し苗畑等の密植地での試験が必要である。

おわりに

本試験の結果から薬剤を用いた化学的防除法として以下の方法が最も効果的である。

化学的防除法では、ピレスロイド系乳剤の葉面散布が殺虫効果が高く、残効も3～5週程度を有している。

散布回数は、被害がより少ないCaoba で年間2～4回、Cedro で5～7回が必要である。

防除適期は発生にばらつきが多く決めにくいが、乾期には虫密度が著しく低下するため、密度が上昇する雨期の始りと終わり頃を重点的に行うことが望ましい。

散布期間は植栽木が樹高6mを越すまでの2～3年間を必要とする。

ベルマーク (fenvalerate) はペルー国内で市販されている薬剤で、殺虫力と残留効果が高く使用に適した薬剤と言える。

その他の薬剤による化学的防除法は、いずれも有効とは言えない。

しかし殺虫剤による本種の防除は、サイクルが短く発生回数が多いこと等で完全な防除はなかなか難しく、現状では経済的にも負担が大きい。そのため造林的防除と組合せて応急的、単木的な治療ないし予防として使用することによって効果的となるといえる。

いずれにしても薬剤による防除法が、*Hypsipyla* の密度低下に大きな役割を果たし、造林木の成育がはかられることが分かったが、頻繁な手当てと経済的な負担を必要とする為、あらかじめ防除作業を造林計画に組入れることが必要となる。しかし造林技術が未確立な熱帯地域においては、実行が困難な場合が多い。そこで薬剤を用いない造林的な被害回避法の開発が切実な課題となるが、まだ確実な手法は見つかっていない。それでも各林班を調べてみると、当プロジェクトで植栽されたCaoba と Cedro 両樹種の30%ほどが残存し、8m以上にも成育している木が出現してきていることから、作業のしやすい適地を見つけ、比較的被害の少ないCaoba を優先させて単木的（1ブロック10本程度）に植栽し、適度な照度を与えながら保育管理を行い、雨期を中心とした見回りと被害穂の摘み取りによって、薬剤を用いない長期的な育成を目的とした造林が可能ではないかと考える。そのうえで雨期入

りと雨期明け頃の、応急処置としてのピレスロイド系薬剤の葉面散布が虫害密度を長い期間低く抑え、植栽木の成育を促進させる効果的な使用法となる。

表-1 使用薬剤と試験期間

商品名	主成分	濃度 (%)	剤型	種類	各期間の殺虫剤の使用濃度 (%)			
					85. 5-6	85.10 -86.3	86. 4-9	87.1 -89.6
スミチオン	fenitrothion	50	乳剤	有機リン系	0.2-0.4	0.2	-	-
スミサイジン	fenvalerate	20	乳剤	ピレスロイド系	0.4	0.2	0.13	-
ベルマーク	fenvalerate	30	乳剤	ピレスロイド系	-	-	0.13	0.05-0.10
ダニトール	fenpropathrin	30	乳剤	ピレスロイド系	-	-	0.13	-

* 86.9までの供試木はCedro、87.1からCedro とCaoba

表-2 薬剤散布試験地

区分	供試区	樹種	植栽法	間隔	本数	植栽年月	試験開始年月
— 散布地 —							
A (造林地)	31	K	方形	2X2	140	87.1	87.1
	31	C	方形	2X2	140	87.1	87.1
B (造林地)	35	K	方形	3X3	95	87.4	88.1
	35	C	方形	3X3	105	87.4	88.1
	36	K	方形	3X3	110	87.4	87.8
	36	C	方形	3X3	110	87.4	87.8
	37	K	方形	3X3	111	87.4	87.8
	37	C	方形	3X3	111	87.4	87.8
C (造林地)	20-8	K	5M幅	5M	16	84.1	86.10
	20-16	C	5M幅	5M	25	84.1	86.10
	22-21	K	10M幅	5M	9	86.1	87.1
	22-11	C	10M幅	5M	10	86.1	87.1
	201	K	方形	5X5	361	83.12	88.1
D (展示林)	204	C	方形	5X5	400	87.3	87.8
— 無散布地 —							
E (虫生態)	302	C	方形	3X3	727	86.6	87.1
	303	K	方形	2X2	459	87.6	87.10
	VIVER. 1	C	方形	3X3	75	84.	87.2
	VIVER. 2	C	方形	2X2	300	86.4	86.5

VIVER. = 苗畑、方形 = 全開区、K:Caoba、C:Cedro を示す。

表－3 供試した浸透移行性殺虫剤の種類と施用法

商品名	薬剤名	剤形	原体量	施用法	施用量	
					gX本	gX本
バイジット	MPP	粒	5 %	すきこみ	10x5	50x5
オルトラン	アセート	粒	5 %	すきこみ	10x5	50x5
サンサイド	PHC	粒	5 %	すきこみ	10x5	50x5
フラダン	カルボラン	粒	5 %	すきこみ	10x5	50x5
アドバンテージ	カルボスルファン	粒	5 %	すきこみ	10x5	50x5
パダン	カルタップ	粒	4 %	すきこみ	10x5	50x5
ダイシストン	エチルチオマトン	粒	5 %	すきこみ	10x5	50x5

表－4 M E P葉面散布の結果

処 理			2 週間後			1 ヵ月後		
薬剤	希釈倍数	本数	生存虫	死亡虫	被害木	生存虫	死亡虫	被害木
MEP	500	10	0	8	0	26	0	7
MEP	1000	10	8	1	4	11	0	2
対照区	—	10	33	0	5	22	0	5

表-5 葉面散布試験の結果 (86. 10-87. 3)

処理	列数	調査 本数	調査日									
			10.29	11.13	12.23	1.9	1.30	2.17	3.5	3.21	4.10	
スミチオン 500 倍	3	51	5	18	10	6	6	0	6	5	5	
			(9.8)	(35.3)	(19.6)	(11.8)	(11.8)	(0)	(11.8)	(9.8)	(9.8)	
スミサイジン 500倍	3	48	4	2	0	0	6	0	0	5	4	
			(8.3)	(4.2)	(0)	(0)	(12.5)	(0)	(0)	(10.4)	(8.8)	
対照区	3	44	22	20	1	2	4	5	3	10	15	
			(45.8)	(45.5)	(2.3)	(4.5)	(9.1)	(11.4)	(6.8)	(22.7)	(34.9)	

* () 内の数字は被害本数率を示す。

表-6 薬剤散布歴

*枠内の全数字は散布日を示す

林班	樹種	(1987)			月	(日)			回数・計					
		1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	K					7		8						2
22	C					7		8		13				3
22	C					7		8						2
31	C					7		8		13				3
35	K	plant				7		18	22	21	17			2
35	C	plant		9						21	17			6
36	C	plant		plant										0
37	C	plant		plant										0
37	C	plant		plant				21						0
201	K							21						1
201	C							3		27				2
204	K	plant						3		27				2
204	C	plant										3	22	2
204	C	plant										3	22	2
合計	K			1		2		4	1	2		2	1	11
合計	C					3		5		4		2	1	17

林班	樹種	(1988)			月	(月)			回数・計					
		1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	K		4							28				4
22	C	5	4				12		26	13, 28		8		8
22	C		4							28				4
31	C	5	4							28				8
35	K	3, 3	24				12			13, 28		8		8
35	C	3	26						26	13				8
35	C	5	26						26	13				8
36	K	5	26							22				6
36	C	5	26							22				6
37	K		4							20				5
37	C		4							20				5
37	C		4							20				5
201	K		17											3
201	C		7											3
204	K	19		8										8
204	C	19		8										8
204	C													8
合計	K	3	7	1	6			5	1	1		3	5	8
合計	C	5	7	1	6			1	1	1		3	5	45

表- 7 a 散布後の年間虫害発生率

(散布区)

林班	樹種	年	調査 回数	調査総 本数(A)	被害総 本数(B)	被害率 (B)/(A)	平均調 査本数
31	K	1987	17	2334	28	1.6	137.3
	K	1988	21	2808	35	1.7	133.7
	K	1989	6	823	5	0.8	137.2
	C	1987	16	2230	36	1.6	139.8
	C	1988	20	2759	92	3.3	138.0
	C	1989	7	966	19	2.0	138.0
35	K	1988	19	1679	74	4.4	88.4
	K	1989	7	606	11	1.8	86.6
	C	1988	19	1845	148	8.0	97.1
	C	1989	7	672	27	4.0	96.0
36	K	1988	22	2225	73	3.0	101.1
	K	1989	5	497	30	6.0	99.4
	C	1988	22	2270	197	8.7	103.2
	C	1989	5	516	42	8.1	103.2
37	K	1988	19	1854	32	2.0	97.6
	K	1989	6	650	8	1.0	108.3
	C	1988	19	1892	159	8.0	99.6
	C	1989	5	500	32	6.0	100.0
201	K	1987	3	1108	46	4.2	369.3
	K	1988	13	4658	221	4.7	358.3
	K	1989	5	1775	86	4.9	355.0
204	C	1987	4	1519	114	8.0	379.8
	C	1988	19	7262	444	6.1	382.2
	C	1989	7	2671	157	5.9	381.6

K:Caoba、C:Cedro

表一 7 b 無散布区における年間虫害発生率

林班	樹種	年	調査 回数	調査総 本数(A)	被害総 本数(B)	被害率 (B)/(A)	平均調 査本数
303	K	1987	4	1699	53	0.3	424.8
		1988	12	5403	438	8.1	450.3
		1989	5	2189	62	2.8	437.8
302	C	1987	11	7031	945	13.4	639.2
		1988	7	2928	679	23.2	418.3
		1989	4	1094	60	5.4	273.5
VIV. (1)	C	1987	2	144	26	18.1	72.0
		1988	4	311	28	9.0	77.5
		1986	14	3792	1054	27.8	291.7
VIV. (2)	C	1987	4	1148	341	29.7	287.0
		1988	1	174	174	76.0	43.4
		1989	4	1063	101	9.5	265.5

K:Caoba、C:Cedro、VIV.: 苗畑

表-8 a Caoba の樹高成長量 (cm)

散布区

林班	調査日	調査 本数	平均 樹高cm	標準 偏差	最大— 最小	植栽後 の日年齢	
31	87. 1. 15	140	70. 51	14. 495	149	50	15
	9. 15	138	87. 34	16. 261	176	53	257
	88. 1. 15	140	103. 85	21. 822	190	64	380
	8. 12	137	101. 67	39. 343	267	68	590
	89. 1. 18	136	191. 15	58. 778	385	80	749
	6. 6	136	241. 13	73. 307	421	85	888
35	88. 1. 12	88	147. 01	46. 607	462	60	287
	8. 24	89	230. 16	68. 420	414	112	512
	89. 1. 19	87	306. 97	93. 725	579	137	660
	6. 9	86	361. 49	102. 600	602	147	801
36	87. 9. 17	98	75. 19	17. 145	131	50	170
	88. 1. 12	102	99. 50	26. 114	165	50	287
	8. 25	100	197. 72	57. 476	315	59	513
	89. 1. 18	100	286. 06	82. 450	446	70	659
	6. 12	100	347. 95	102. 764	512	83	804
37	87. 8. 20	106	105. 54	23. 251	152	53	142
	88. 1. 12	106	121. 02	24. 502	188	71	287
	89. 1. 8	108	174. 19	52. 207	294	58	649
	4. 12	107	263. 22	95. 477	498	63	743
20-8	87. 1. 15	16	120. 19	18. 676	146	88	380
	8. 17	16	142. 69	35. 498	222	92	594
	88. 1. 4	16	166. 63	51. 038	292	92	734
	8. 27	16	182. 50	54. 225	314	92	970
	89. 1. 20	15	243. 87	86. 867	402	128	1116
	8. 21	15	258. 80	89. 817	469	132	1310
201	87. 8. 18	367	229. 02	120. 755	601	50	1357
	88. 1. 7	362	255. 89	124. 765	619	50	1499
	8. 18	353	289. 40	131. 578	672	61	1723
	89. 1. 20	352	331. 19	137. 923	689	62	1878
	4. 15	313	347. 36	139. 040	735	65	1973

表- 8 b Cedro の樹高成長量 (cm)

散布区

林班	調査日	調査 本数	平均 樹高cm	標準 偏差	最大— 最小	植栽後 の日年齢
31	87. 1. 15	140	99. 05	12. 556	137 70	15
	9. 15	140	171. 37	39. 870	268 89	257
	88. 1. 15	139	226. 20	61. 582	412 90	380
	8. 12	138	315. 27	79. 921	508 148	590
	89. 1. 18	138	343. 46	94. 564	553 153	749
	6. 6	138	370. 82	107. 301	609 162	888
35	88. 1. 12	97	138. 52	46. 372	245 55	287
	8. 24	96	206. 97	73. 850	396 59	512
	89. 1. 19	95	304. 07	108. 338	557 111	660
	6. 9	86	359. 80	113. 560	642 118	801
36	87. 9. 17	104	99. 49	21. 516	188 53	170
	88. 1. 12	103	143. 70	31. 739	233 50	287
	8. 25	103	212. 02	52. 773	320 61	513
	89. 1. 18	103	317. 93	77. 843	586 94	659
	6. 12	103	378. 76	95. 920	665 100	804
37	87. 8. 20	102	101. 86	20. 892	145 56	142
	88. 1. 12	98	145. 54	40. 724	312 65	287
	89. 1. 8	99	247. 21	65. 991	502 116	649
	4. 12	92	359. 86	118. 317	862 162	743
20-16	87. 1. 15	25	201. 52	63. 787	295 59	380
	8. 17	25	270. 16	74. 504	397 152	594
	88. 1. 4	25	301. 16	69. 958	463 161	734
	8. 27	25	391. 92	100. 119	566 7	970
	89. 1. 20	24	424. 04	95. 649	600 245	1116
	6. 6	23	491. 39	111. 751	700 268	1253
204	88. 1. 6	385	169. 40	48. 785	463 65	312
	8. 4	380	262. 38	71. 760	496 105	523
	89. 1. 19	380	338. 87	87. 518	583 55	691
	4. 24	378	396. 82	94. 978	659 122	786

表- 8 c 樹高成長量 (cm)

無散布区

林班	調査日	調査 本数	平均 樹高cm	標準 偏差	最大— 最小	植栽後 の日年齢
303k	87. 10. 1	425	76.69	13.944	111	50
	12. 15	432	82.07	16.289	154	50
	88. 8. 4	467	108.50	34.175	293	50
	89. 1. 16	451	127.01	45.758	305	50
	4. 18	443	151.08	59.709	366	50
302c	87. 11. 9	688	143.03	40.120	270	50
	88. 8. 2	592	160.42	51.954	338	50
	89. 1. 17	195	166.27	54.208	337	53
	4. 17	575	180.51	64.846	372	54
VIVER1	87. 2. 24	42	345.92	126.379	800	200
	11. 30	42	378.71	130.785	650	210
	88. 4. 4	48	402.42	147.642	796	203
	8. 12	50	400.94	146.013	804	205
VIVER2	88. 8. 17	150	137.13	59.932	544	50
	89. 1. 16	246	145.27	64.322	420	50
	4. 21	243	156.11	68.774	432	50

VIVER:苗畑、K:Caoba、C:Cedro

表-9 浸透移行性薬剤の殺虫効果

(1987. 10施用)

処理薬剤	樹種	被害本数							
		37日後		72日後		128日後		累積・計	
		10	50	10	50	10	50	10	50
バイジット	K	1	0	3	3	0	0	4	3
	C	5	4	4	4	2	0	11	8
オルトラン	K	0	1	1	3	0	0	1	4
	C	4	4	5	3	4	4	13	11
サンサイド	K	1	0	3	3	1	0	5	3
	C	3	4	4	5	5	2	12	11
フラダン	K	2	1	4	2	0	1	6	4
	C	4	0	5	4	4	4	13	8
アドバン	K	0	0	3	1	1	1	4	2
	テージ	4	1	5	4	2	3	11	8
パダン	K	2	1	4	4	1	0	7	5
	C	3	4	5	5	2	3	10	12
ダイシス	K	1	1	1	1	0	0	2	2
	トン	3	5	4	5	3	4	10	14
無処理	K	2	1	1	0	0	0	3	1
	C	5	4	5	5	2	4	12	13

K:Canba、C:Cedro

(F=5% で有意差なし)

表-10 エカチン施用試験

1983, 於: 苗畑

被害	処 理 後 日 数					
	25日		58日		86日	
	施用	無施用	施用	無施用	施用	無施用
発生数	0	4	0	19	7	22
本数率%	0	8	0	38	14	44

(植月1986)

表-11 浸透性薬剤の土壌施用試験

(1985年10月29日施用)

処 理	施用量 (g)	調査本数	被害率		
			36日	93日	162日
			(12.4)	(1.30)	(4.10)
アドバンテージ	100	10	20	30	50
アドバンテージ	200	10	20	20	60
ダイジストン	200	10	60	40	0
無 処 理	—	11	36	17	9

() は調査日. (5%で有意差なし)

表-12 Cedro 樹体内からのネマノーン検出量

部位 No.	樹高 (直径)	材	樹皮	髓
1	10(4.5)	363.8	0.4	—
2	30(3.5)	1.0	0.2	8.2
3	50(2.6)	0.2	0.1	0.6
4	70(2.5)	0.0	0.3	0.2
5	90(2.1)	0.0	0.1	1.9
6	110(1.4)	0.1	1.6	0.0
7	130(0.8)	0.2	0.6	0.0
8	150(0.7)	6.5	0.3	0.0
①	10(1.0)	5.8	0.8	1107.2
②	30(0.8)	20.4	18.0	401.3
③	50(0.6)	2.9	0.9	4.3

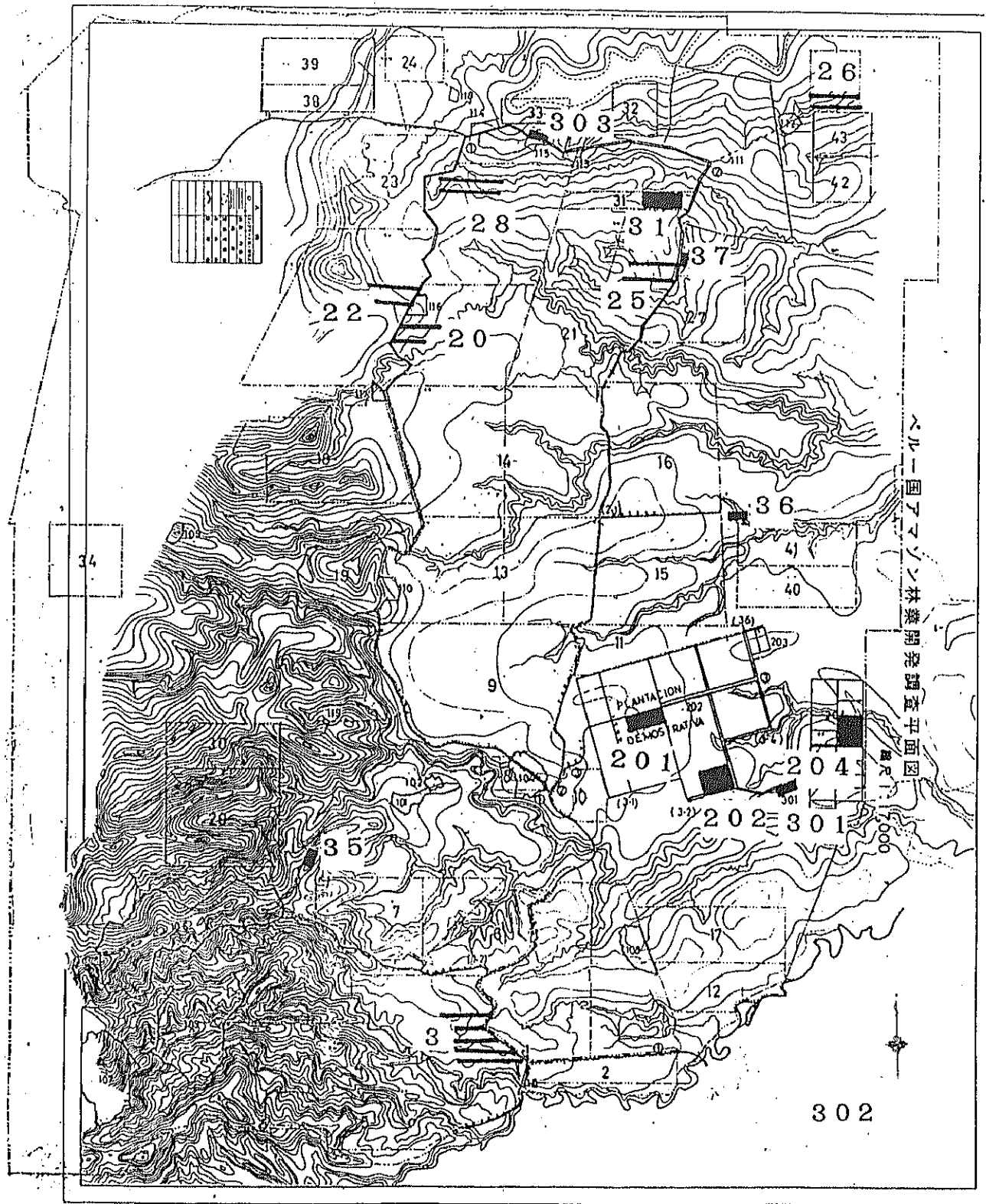


図-1 虫害試験地 (A. V. Humboldt)

(注) 太字は虫害試験地の場所を示す

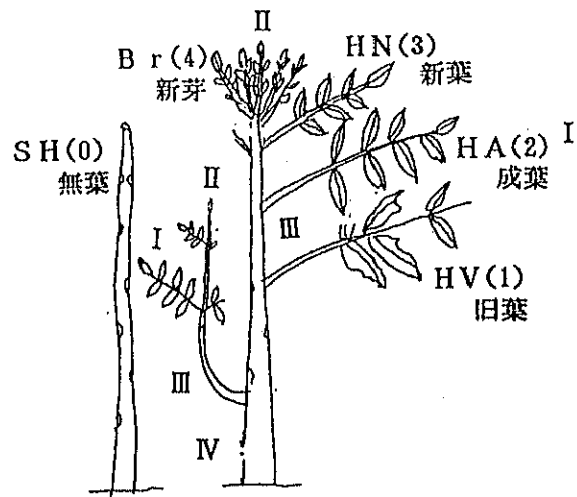


図-2 評価基準と部位

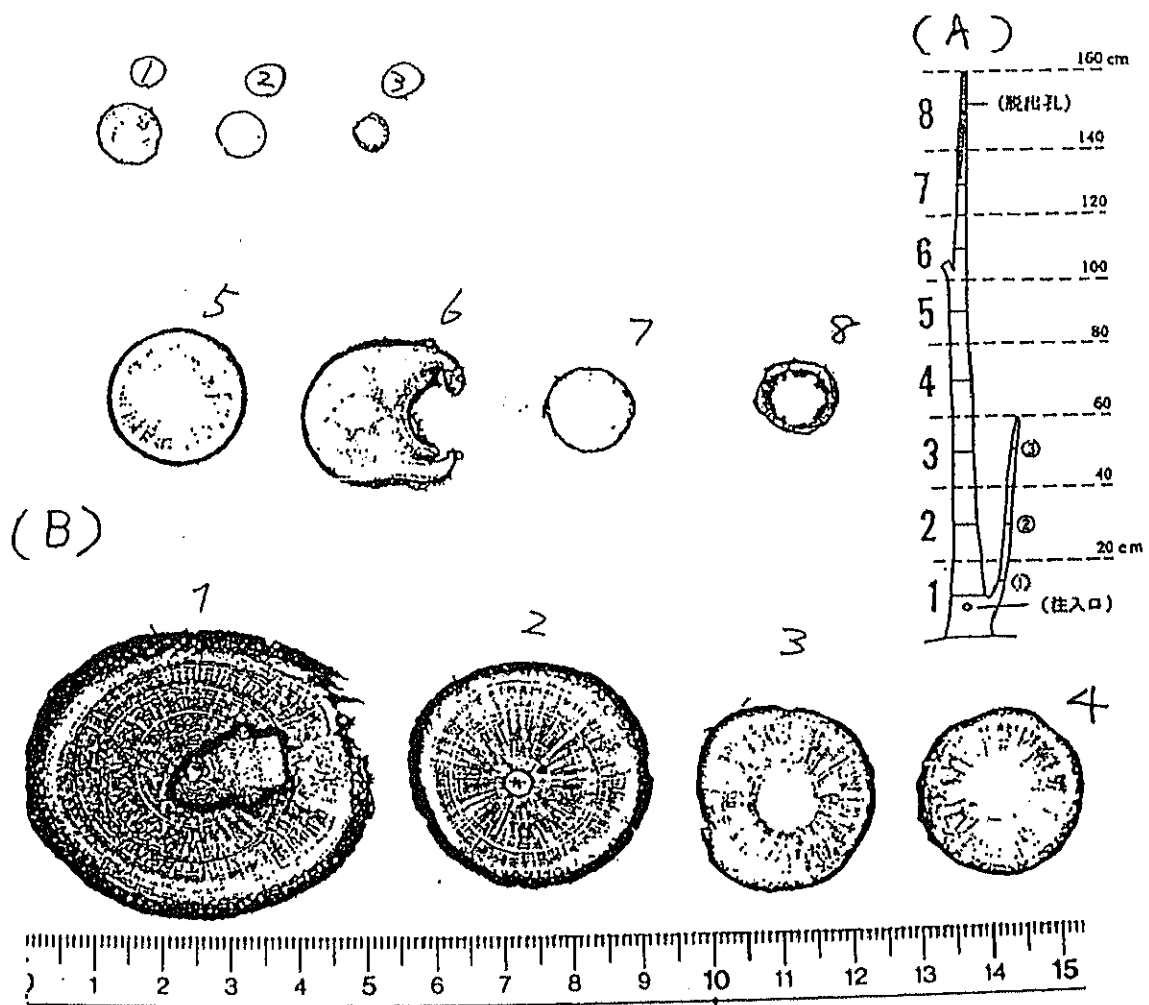
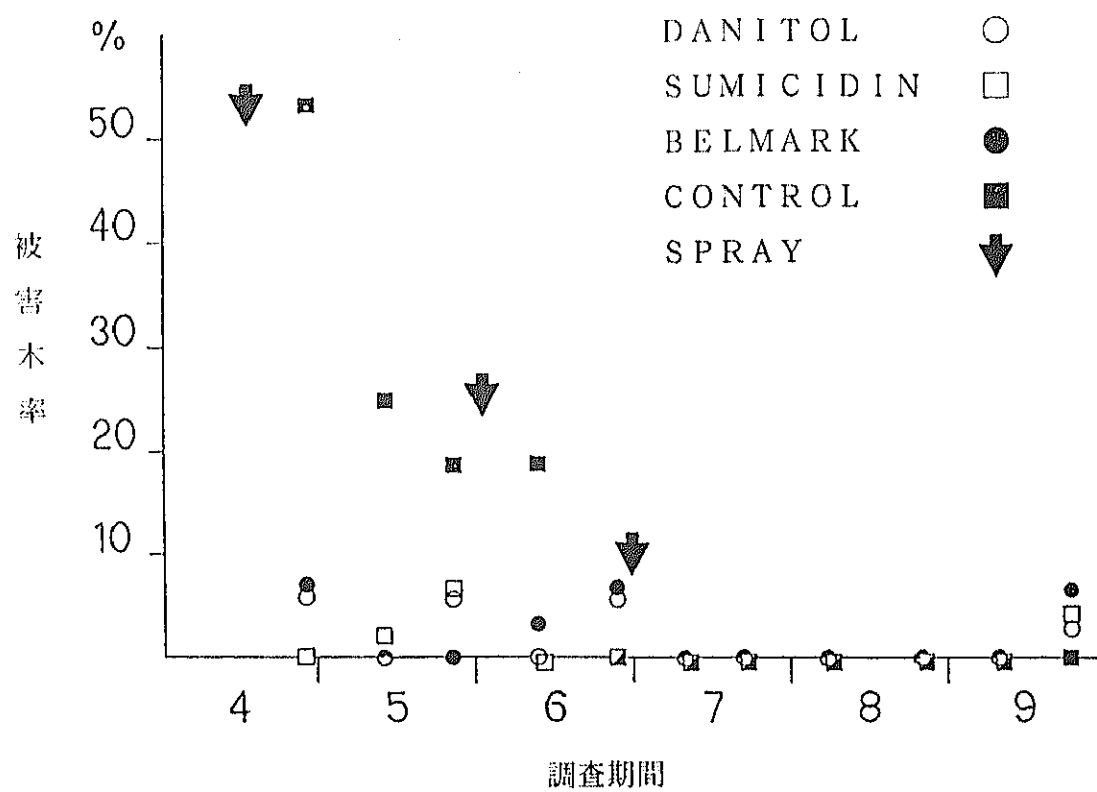


図-3 Cedro 幼令木内の薬剤検出方法 (A) とその切断面 (黒色帯が樹皮組織)



図一 4 各種薬剤の散布効果

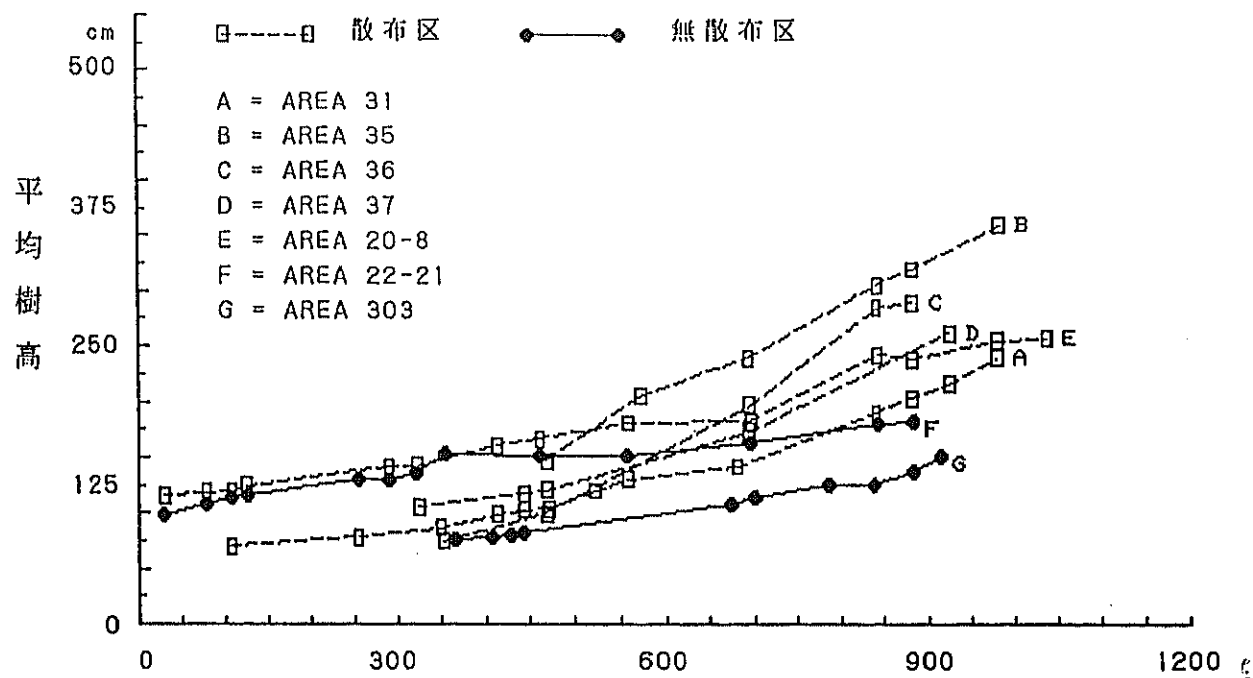


図-5 植栽したCAOBAの成長経過

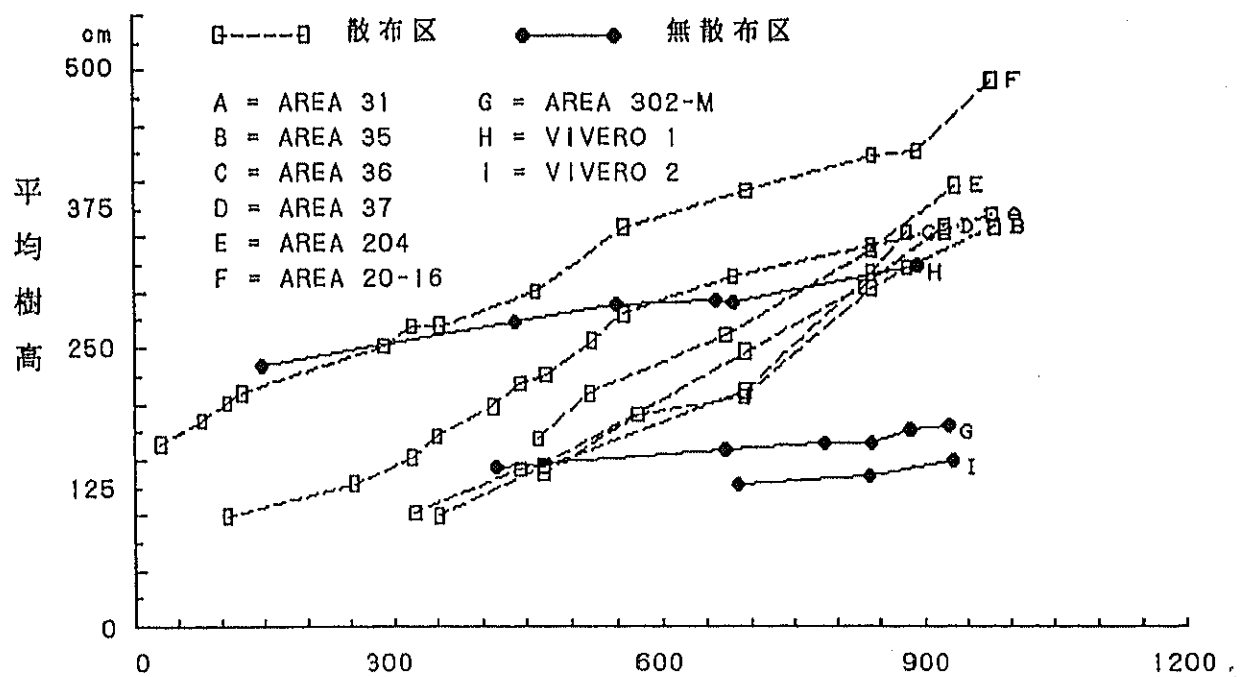


図-6 植栽したCEDROの成長経過

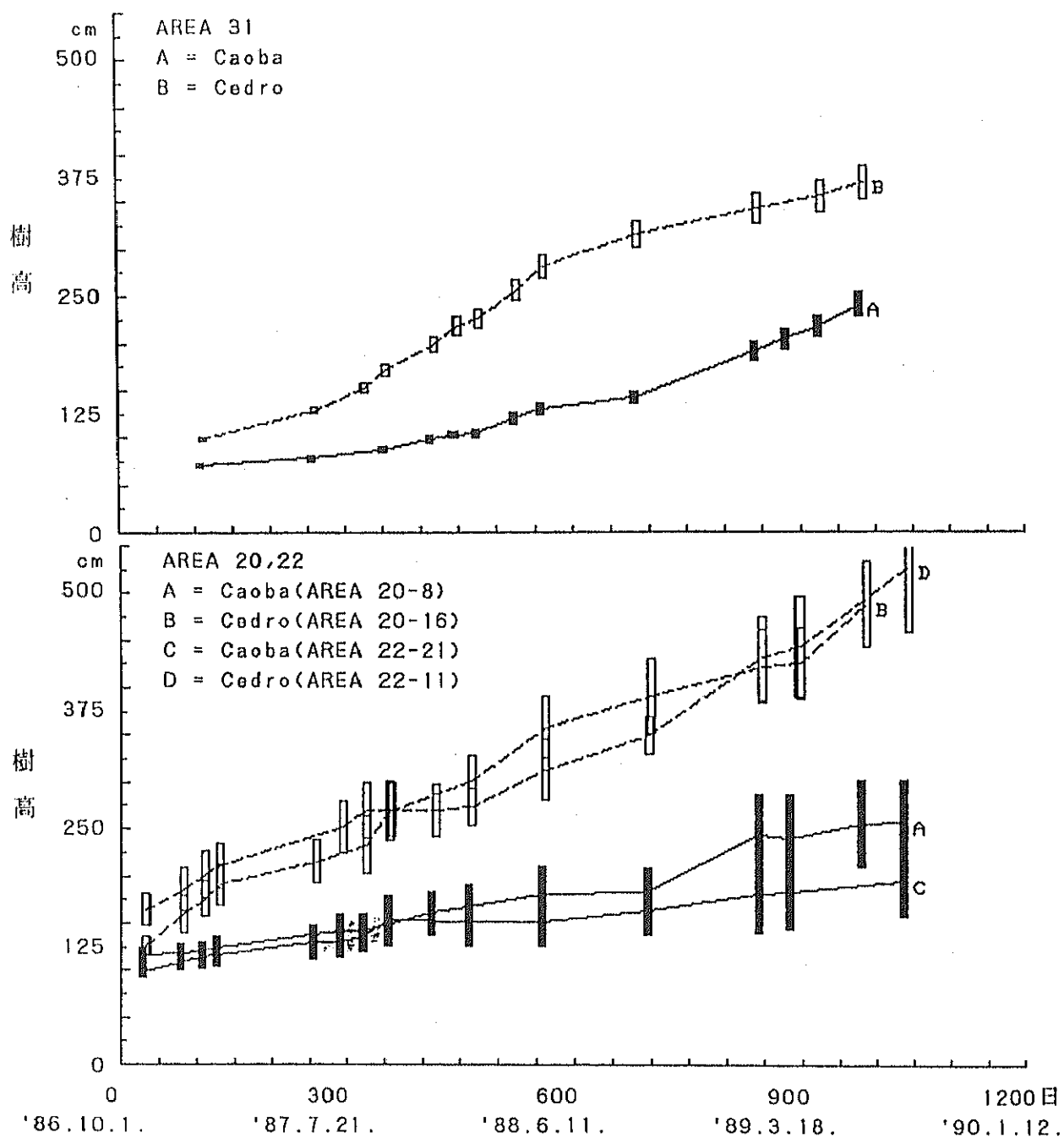


図-7 植栽木の成長経過

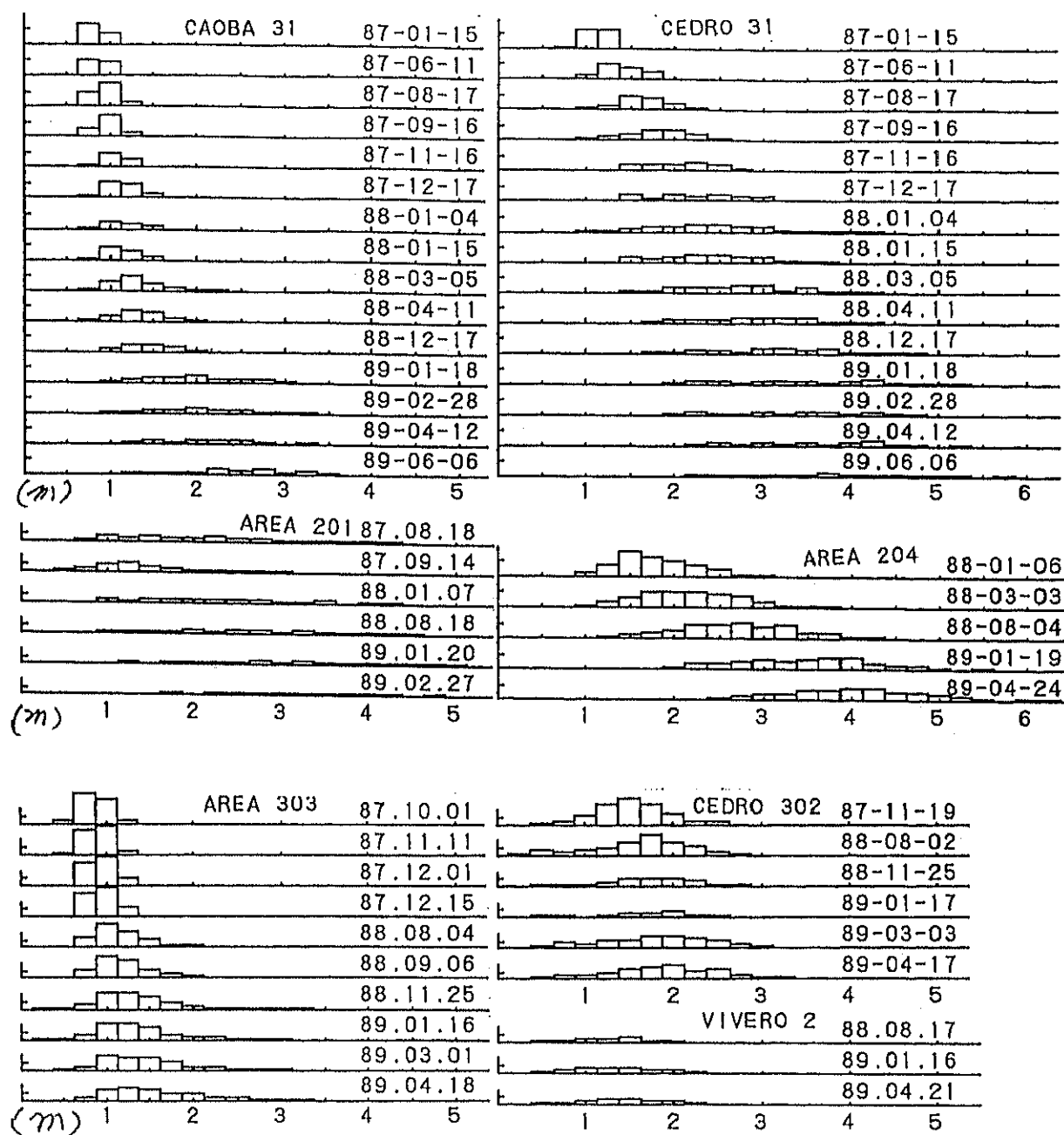


図-8 植栽木の成長量頻度分布 (1スケール50本)

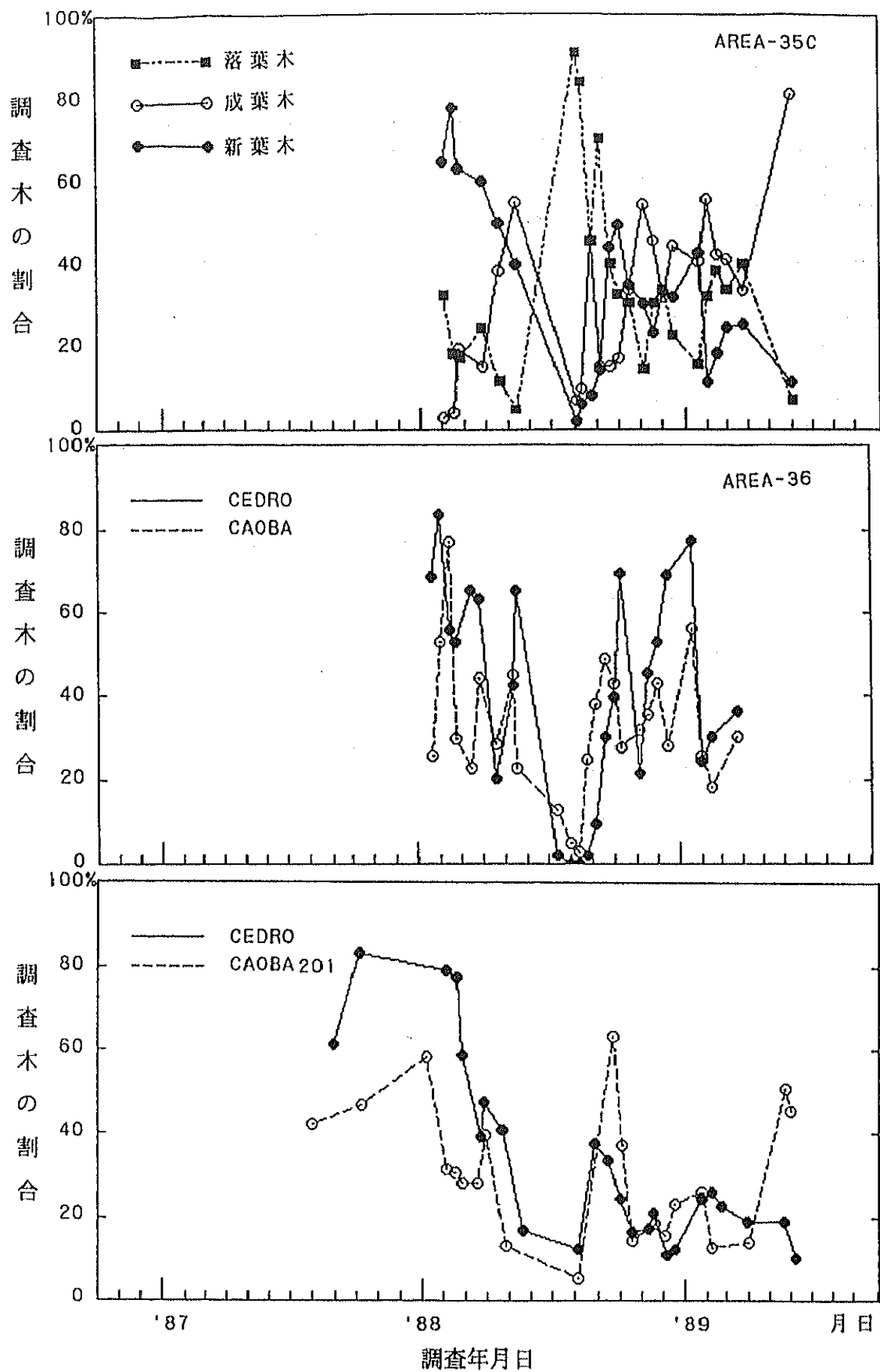


図-9 植栽木の新葉のでかたの経時変化

12. ペルー・アマゾンにおけるマネガニーマダ

ラメイガ Hypsipyla grandella Zeller に関

する研究 VI

－被害の造林的回避法－

森林昆虫専門家	竹谷	昭彦
〃	山崎	三郎
〃	池田	俊弥
〃	藤田	和幸

I. N. I. A. A, PERU Carlos Vasquez Pacheco

要 旨

マホガニーマダラメイガの被害を回避するために、樹林生理、寄主選好性、虫の行動、季節・年の密度変動を明らかにした。これとともに樹林の成長にかかわる要因について数量化Ⅰ類で解析した。ここで用いたアイテムの中で当然ながら虫害が一番大きな成長阻害要因であることが明らかになった。続いて土壌型、植栽型が成長に大きく影響していた。地形は多少成長に影響を及ぼすが、それほど大きな要因ではなかった。また、虫の加害は特定の場所および特定の木に集中していて、これを回避する施業、場所をうまく選定すればマホガニーマダラメイガの加害によって木が全滅することはなく、経済的にも十分カオバ・セドロの造林が成立することがわかった。

は じ め に

カオバ (*Swietenia macrophylla*) およびセドロ (*Cedrela odorata*) の種子の採集、苗木の生産、植林等の方法が確立され、実施されてきているが、その過程でマホガニーマダラメイガの被害が激しくて林として存続することが非常に困難な状況となった。これを克服するために各種の研究が行われ、一部はすでに報告されている。ここではその1項目である被害の実態解析と造林的手法による被害回避法についてとりまとめて検討した結果を報告する。ここで解析に用いた資料はプロジェクトの保護部門並びに造林部門の専門家によって得られたものを用いた。これらに携わった日本人専門家並びにペルー人専門家の諸氏及び種々の便宜を図って頂いたJICAの関係諸氏に、ここに記して深くお礼を申し上げる。

I 被害発生と樹林生理 材料と調査方法

本虫はおもに新しい葉に産卵し加害することが知られているが、新出葉と加害時期を、また植物の出葉生態を知るために苗畑において剪定試験を行った。調査に用いた樹種はカオバ、セドロ・コロラド (*Cedrela odorata*) とセドロ・ブランコ (*Cedrela fissilis*) の3種で、供試木の仕様は表-1の通りである。

剪定は1987年7月14日に行った。剪定位置は虫の食害場所を想定して、先端部だけの剪定、樹幹の中央部、樹幹の下から1/3部とした。調査は剪定1週間後の7月21日、27日、8月3日、11日の4回行った。

調査項目は出芽個数、新芽の伸長程度および虫害（マホガニーマダラメイガの食害）があるかどうかである。伸長の程度は便宜上次のようにわけた。（-）は出芽なし、（+）は出芽、（++）は新葉の長さが0～2 cm以下、（+++）は同じく2～5 cm以下、（++++）は同じく5 cm以上である。

乾期におけるマホガニーマダラメイガの密度の変動と空間分析の実態を把握するために302林班試験地に植栽されているセドロの配置図をつくり、供試木に寄生するマホガニーマダラメイガの幼虫の個体数、寄生場所、供試木が新葉をもっているか、葉があるか無いかを調査した。調査時に食害していた幼虫はすべて除去した。このため、調査後はその時まで寄生していたマホガニーマダラメイガは殆ど存在しない。調査は1987年の7月2日から始まり、7月10日、7月20日、7月30日、8月10日

の合計 5 回行った。

つぎに、マホガニーマダラメイガの年・季節変動を明らかにするために造林部門が1985年12月より1989年4月まで毎月定期的に、林班、ライン毎に調査木を決めて被害の有無を調査しているが、これを解析資料した。

結 果 と 考 察

1) マホガニーマダラメイガの寄主選好性出芽数および経過は樹種によって異なる。平均出芽数(調査日に数えた全ての芽の数/供試本数)の経過を図-1に示した。出芽数はセドロ・コロラド(ピーク時で5.0芽)が多く、カオバ(2.4芽)、セドロ・ブランコ(1.2芽)と続いている。出芽のパターンは3種ともほぼ同様であるが、セドロ・ブランコの場合は剪定後7日目の調査は出芽数が少ないが、その後急速に増加し8月3日をピークにして平行状態に達している。これに反し他の2種は当初の数からわずかに増えるだけで平行状態に達している。

伸長度の構成は当然のことであるが、初期の頃は出芽だけで、ほとんどの芽の伸長はみられないが、日数の経過とともに伸長し、ついにはピークが移動する。通常新芽の消失がなければ出芽数は初期値を平行移動かあるいは増加がみられるが、明らかに減少している。つまり、新芽から成長する過程で消失していることを示している。セドロ・ブランコは、カオバに比較して初期の頃の消失は少ない。このことが図-2のパターンの違いとして強くあらわれている。

虫の侵入はいずれの樹種とも第2回調査からみられた。虫害はセドロ・コロラドでは最終的には11.3%(本数率)、セドロ・ブランコでは36.2%、カオバでは25.8%の食害があった。この食害率の差は寄主の選考によるものか、場所の違いが食害率の差としてあらわれているのか明らかでない。第2回調査時の新芽の伸長度の構成割合を見ると新芽の他はほとんど2cm以内である。新芽での加害は見られていないから、虫害は新葉の展開直後から開始されるものと思われる。

2) マホガニーマダラメイガの密度調査および空間分布調査

試験地の302林班ではマホガニーマダラメイガの卵から蛹まで発見された。齢構成についてはすでに発表されているものと(個生態の項を参照)ほぼ同じであった。マホガニーマダラメイガならびに新葉のでている木の空間分布はほぼ偏りの無いランダム分布であった(個体群動態の項を参照)。このことは302林班はマホガニーマダラメイガの侵入が古くからあり、虫の動きがランダムであることを示している。

被害率の推移は図－3に示した。調査開始のときの被害率は22.8%であったが、調査を重ねるにしたがい徐々に減少し、最終回の調査時では2.3%であった。新葉木率は7月10日に一時的に増加したがやはり減少の傾向にあった。逆に無葉木率は増加の傾向をたどった。ことことをあわせて考察すると、乾期においてはマホガニーマダラメイガの餌となる新葉が少ないため、増殖が抑制され個体数が増加せず試験地外からの侵入数がないことを示している。

3) マホガニーマダラメイガが密度の年・季節変動

延べ65林班の117979本を調査した。内訳はセドロ73593本、カオバ44386本である。被害本数率はセドロは $8.47 \pm 15.54\%$ 、カオバは $5.82 \pm 11.11\%$ で、セドロの被害が高かった。

調査林分全体の1986年～1989年の4年間の季節変動を図－4に示した。これをみるとセドロ、カオバともに被害率の推移は同じ傾向を示した。これは個体数は雨期前の9月頃より増加をはじめ、10月頃がピークとなり、その後徐々に減少し、雨期明けより極端に減少する傾向を示している。

細かく見ると雨期においても初期の頃は個体数が急激に増加するが、雨期の運行とともに個体数が減少している。増加の原因は前項で解析したように雨期に入って木の成長がはじまり、餌となる新葉の量が増したことがあげられる。その後の減少はマホガニーマダラメイガの個体数の増加に伴って捕食性、寄生性天敵の増殖が行われたこと、雨期が天敵微生物にとって好適な環境であるなど、抑制因子の増加と働きが強化されたためによると考えられる。また、乾期でも年によっては例外的に雨量が多い時があり、そのときにはマホガニーマダラメイガの個体数が増加していた。これは餌として好適な新葉が多く、増殖が容易になったからだろう。

II マホガニーマダラメイガの被害による成長減退解析

試験地並びに解析法

試験地は表－2に示すように木の生長と虫の被害回避を模索してラインプランティング（5m、10m、30m幅）、皆伐植栽、天然更新、樹下植栽および果植えなどの方法で植栽されている合計34林分とした。このうちセドロは合計29林班890本、カオバは22林班828本の調査をおこなった。これらの林分は一度に植栽されたものでなく1982年から1989年4月現在までに、数回にわけて植栽されたものである。

これらの林分を造林セクションが植栽後6回にわたって成長量と被害の有無を調査しているが、こ

の調査結果をマホガニーマダラメイガの被害量と成長量に注目して解析した。解析方法は数量では表せない要因が殆どなので「数量化Ⅰ類」を用いておこなった。

造林セクションで行った調査の記録項目は林班、植栽日、土壌型、地形、植栽ライン幅、保残帯、樹木の状態（正常、被害、枯死、ツルなど）等などである。当初これらの項目をアイテムとして計算を行ったが、被害と各アイテム、カテゴリーとの間の相関が非常に少ないものについては計算から除外した。

ここで取り上げたアイテムは次のとおりでその内容については他のセクションでも記述されるであろうが、解析結果をより明らかにするために以下に概略を記する。

(1)地形

試験区域はいわゆるアマゾン川の低地帯に属し巨視的には平坦であるが、河川の浸食によって徐々に開析が進行している。フンボルト国有林も河川による開析が見られ、大部分は開析を受けた丘陵地となっている。試験区域は標高210 から330 m にわたって存在するが、以下の3種の地形にわけて解析した。

(a) 平坦地：波底の凹部ではほぼ平坦な地形で雨期には滞水が見られる。

(b) 傾斜地：この地形ないでは一般に排水がよい。

(c) 山頂部：排水は良好である。

(2)土壌型

次の4タイプの土壌型があった。

(a) AP0 : アクリソル plinthic Acrisol

この土壌は穏やかな傾斜によって構成された丘陵地の大半を占める土壌で、次のGP0 やBV0 と並んで試験区域内で最も主要な土壌である。その名のとおり酸性で(acri)塩基量は極めて少ない。粘土鉱物がkaoline 系鉱物であることから養分保持能は低い。土壌の酸性は強く有機量が少ないにもかかわらず、表層のphは4程度、下層では4.5程度である。ただ、土壌の物理的性質は、粗孔間隔量が多く透水性が比較的よい等、少なくともBV0 より良好である。無機養分の状態や養分保持能から考察すると、潜在生産力はあまり高くないものと予想される。

(b) GP0 : グレイソル plinthic Gleysol

下部平坦面を覆っている土壌である。特に9林班から14林班にかけてと、雨期には表面に水が溜まり、もし苗木を植える場合には表面の停滞水のため、根腐れが起こりやすく活着に問題が生ずる。特にひどい場合は雨期が明けても、しばらくの間停滞水が表層下約30センチ程度にとどまる。強い還元

作用の結果、表層の鉄が溶脱されて白色になっている。下層は白と赤の斑模様となっている。表層は比較的砂の量が多く下層では粘土が多い。この下層の多量の粘土が平坦であることによる排水の悪さに加えて水の停滞を引き起こしているものと考えられる。土壌のphはCambisolとAcrisol の中間となっている。塩基飽和度は比較的高くCa、Mg、Mnに代表される無機養分も適当量存在する。水の停滞がなければ潜在的生産力が高いが、停滞水が生産力を低くしている。したがって停滞水の排除が可能であれば通常の植物の成育には問題がない。

(c) BV0 : カンビソル Vertic cambisol

この土壌であるために粗孔隔が少ないし、そのため下層の透水性が不良である等食物成育に適した土壌物理性をもつとはいえない。しかし、割れが発達する等によって土壌表層は良好な物理性を保っている。一方鉱物的性質や化学的性質は、主要粘土鉱物としてSmectiteが見出される等アンモニアやアルカリの保持能が高いこと、無機養分として役立っているCaやMgの量が多いこと、また、Mnなどの微量要素に問題がないこと等大変優れている。無機成分濃度を反映して、表層には養分だまりである有機物が熱帯土壌の中では多いことも潜在的生産力をあげている。丘陵地に分布することもあり、排水は良好で試験区域内に出現する土壌の中では最も潜在生産力が高い。

(d) BC0 : カンビソル Chromic Cambisol

この土壌はそれほど分布域は広くない。BV0 ほどは塩基量が多くないが、比較的に無機養分に富んだ土壌である。下層の物理的性質はBV0 と同様であるが、表層の物理性は割れが発達していないだけ良くない。ただ、粘土鉱物がSmectiteであること等、養分保持能力には優れているので潜在的生産力は比較的高い。

(3)樹木の状態

樹木の状態を被害なし、被害あり、枯死、新葉が出ている、無葉、芽枯れ、曲がり（ツル、被圧など）にわけて解析した。

(4)植栽型

ラインプランティング：伐開幅を5、10、30m の3種類とし、原則として年に2回除草している。

皆伐植栽（方形）：試験地全体を伐開し植栽している。ここも年に数回除草している。

天然更新：天然の稚樹が発生している地域に適度な採光や除草を行っている。

樹下植栽：樹下に植栽し、成長に応じて採光や、除草などの保育を行っている。

果植え：いわゆるスポット植栽で形態はいくつかある。保育は上記と同様である。

解析結果

数量化Ⅰ類で解析したがその外的基準として樹高を用いた。樹高はここで採用した4つのアイテム

それぞれの影響を受けていると仮定しているが、これらのアイテムのなかでも「樹の状態」は調査した時点の、極論すれば瞬間的な要因である。なかでもマホガニーマダラメイガの加害は植栽木の先端部に集中するので、樹高に強く影響するが、調査時点の加害状況しか分からない。

この点を解決するために被害の経時的変化の特性を知り、解析結果の解釈を補強する必要がある。図-5に「被害木+枯死木」率と「枯死木」率を示した。これをみると枯死木率はカオバ、セドロともにほぼ同率で直線的に増加している。一方、被害+枯死木率はセドロが全般的に被害率が高く4回目の調査時がピークになっている。カオバは5回目の調査時がピークとなり、セドロより半年遅れの経過をたどっている。第6回目の調査ではセドロとカオバの被害率が逆転している。この図から2つのことが明らかになった。その1つは植栽初期の被害はセドロのほうが大きいが、やがて同率になり、被害率および枯死木率ともに差異がなくなる。2つめは被害を受けやすい場所に植栽された樹は被害を度々受け、ついには枯死に至るが、他の昆虫類と同じくマホガニーマダラメイガの個体数は天敵などの制限因子の影響を受け、ある数で一定となることが読み取れる。この場合だとおよそ枯死率が20%と30%の間で平衡状態になると想定された。

これを無被害木と被害木の樹高の差でみると、第1回と第2回の調査時点ではその差はほとんどないので第3回以降でその推移をみると、カオバでは順に総平均樹高の9.1%、14.5%、25.1%および34%であり、セドロでは同じく総平均樹高の23%、21%、27%そして35%であった。やはり虫の加害による成長衰退は初期はセドロの方が大きいがやがてカオバと変わらなくなっている。現場で観察していてセドロの方が被害率や樹高成長衰退がともに大きいと感じるが、これは植栽初期の値が高いため、そのように強く印象づけられると結論できる。

以上のことからマホガニーマダラメイガの被害は同じ樹に継続して行われることが多いことがわかり、樹木に対する加害量は樹高成長に蓄積され、離散した調査でも継続量として扱えることが明らかになった。

これをもとに数量化I類で解析した結果についてのべる。カオバについての計算結果を表-3に、セドロについては表-4にまとめた。解析に用いたアイテムつまり「樹の状態」、「土壌型」、「地形」、「植栽型」のそれぞれについて樹種毎に解析結果を考察する。

まずカオバのアイテム「樹の状態」は偏相関係数および分散比は高く、その推移をみると時間の経過とともに増加していた。つまりこの場合虫の被害による成長量の衰退がだんだん大きくなっていることを示している。用いたカテゴリーのなかでカテゴリー「無被害」は当然のことながら樹の成長とともにカテゴリー数量（以下では数量という）が大きくなっていて順調な成長をしていることを示している。「被害」は「無被害」より数量が低いが時間の経過とともに樹が成長していることを示している。「枯死」は樹高が零であるから当然ほぼ平均樹高を負にした値をとる。カテゴリー「新葉」と「無葉」の数量はいつも負の値をとっている。カオバは調査月の4月と10月には通常新葉をだしたり、葉を落としたりはしない。しかるに「新葉」と「無葉」の状態があるのは、マホガニーマダラメイガの加害を受けると葉をおとし、次に新葉を出すという生態をもっているからに他ならない。であるか

ら「新葉」と「無葉」は「被害」のカテゴリーの範疇にはいり、成長量が減少していることを示している。「芽枯」、「曲り」は調査回毎に数値の符号が潜っており、このカテゴリーは調査時の一時的な要因と考えられる。

アイテム「土壌型」は物理的な要因であるので短い期間内での変化は期待できない。偏相関係数、数量の推移を見てもあまり大きな変動はみられない。4つのカテゴリーの中でG P O（グレイソル）がいつも正の数量をとっているので、カオバにとってG P Oが適地であるとおもわれる。

アイテム「地形」も「土壌型」と同様に数量の変動は少なく、分散比も小さいので余り大きな要因ではない。しかし、「傾斜地」および「山頂部」が常に正の値をとっているので、カオバは平坦地より排水の良い傾斜地や山頂部を好むものとおもわれる。

アイテム「植栽型」は全般的には安定した傾向を示しているが、「皆伐植栽」だけは途中から薬剤による害虫防除を行ったので、数量が負から正に転換している。ラインプランティングの5、10、30メートル幅を比較すると10幅が一番成長量が多い。皆伐植栽の数量が多いのにはほぼ似たような条件下の30m 幅の数量が小さいのは虫の加害によるとおもわれる。「天然更新」の数量が小さいのは天然の苗だから初期値が小さいことと採光量などが少ないことによる。「樹下植栽」についても採光量の不足が考えられる。これらのアイテムで説明できるのは最終回で説明係数（ R^2 ）が0.51で、約51%しか説明できていない。ここで用いた以外の物理的、生物的要因が50%近くあるものと想定される。

つぎにセドロについてみると、アイテム「樹の状態」はカオバとほぼ同じで偏相関係数および分散比は高く、その推移をみると時間の経過とともに増加していて、虫の加害が樹高成長に大きな影響を与えていることが明瞭と成った。カテゴリー「新葉」と「無葉」についてもカオバと同じ扱いでよい。

アイテム「土壌型」はカオバと同じく偏相関係数、数量の推移を見てもあまり大きな変動は見られない。4つのカテゴリーの中でB C O（カンビソル）が調査本数が少ないが飛抜けて大きな正の数量をとっている。つぎにB V O（カンビソル）の数量が多い。セドロにとってカンビソルが適地であるとおもわれる。

アイテム「地形」は数量の変動は少なく、分散比も小さいので余り大きな要因ではない。第5回調査までは「傾斜地」だけが正で「平坦地」および「山頂部」は負の値をとっている。しかし第6回調査時には完全に逆転した。この理由は本来セドロにとって平坦地や山頂部が適地であるが、虫の被害が原因で平均成長量が抑えられていたとおもわれる。

アイテム「植栽型」は4回目以降は安定した傾向を示している。「皆伐植栽」もカオバと同じく途中から薬剤による害虫防除を行ったので、数量が負から正に転換し、最大の成長を示している。ラインプランティングの5、10、30m 幅を比較すると30幅が一番成長量が多い。これからセドロはより多くの陽光を必要とするようである。「天然更新」の数量が小さいのは天然の苗だから初期値が小さいことと採光量などが少ないことによる。「巣植え」についても採光量の不足が考えられる。しかしあがら、同じように採光量の不足が考えられる「樹下植栽」の数量が多いことは説明できない。ここで用いたアイテムでセドロの場合は最終回でカオバより高い約67%説明できている。

考 察

被害の造林適回避方に主眼をおいて解析結果を考察するとつぎのようになる。

セドロとカオバはマホガニーマダラメイガの被害の受け方が異なるとおもわれていた。これは初期の被害率、成長量の差がセドロの方が極めて高く、大きいためそのように感じられるが、時間の経過とともに両者の差は無くなってしまうことがわかった。

また、虫の加害は寄生樹種が存在する間は激害を継続するように考えられていたが、全体で見れば枯死木率が20～30%の間に治まり、多くの植栽木が生残ることがわかった。この程度の被害ならばいずれ除伐、間伐を行う必要になるのだから、残存木の密度管理を巧くできれば問題はないものと考えられる。

以上の2点と解析結果と合わせて被害回避施策を考えると、基本的にはカオバ、セドロともに虫の被害を考えずに成長の適地、カオバの場合はグレイソルの山頂部、セドロの場合はカンビソルの傾斜地に植栽することである。これを基本としててん保育期間を短くし、収穫を早くしたい場合はカオバは10m 幅、セドロは30m のラインプランティングと薬剤防除を平行し、初期成長をよくし虫の被害を抑え（化学防除の項参照）、早く保育を切上げればよい。反対に、伐期は少々遅くても人手や経費を抑えたい場合はカオバ、セドロともに天然更新か樹下植栽が奨められる。

いままでに得られた資料を解析して造林的被害回避方の一応の方針は出すことができたが初期成長時代の結果であって、10年単位でみれば異なる方針がでるかもしれない。そのときのために記録にとどめる。

参 考 文 献

- 1) 松井光瑤：ペルーアマゾンの森林更新を試みて、熱帯林業 6：14～18, 1986
- 2) 小久保醇：マホガニーしんくい虫の被害とその防除、森林防疫 28(7)：7～10, 1979
- 3) Kobayashi, F., Yamazaki, S., Ikeda, T.: *Hypsipyla grandella* Threatening Meliaceae Plantations in Peruvian Amazon, 18th IUFRO WORLD CONGRESS Division 2, vol 1, 146-153, 1986
- 4) JICA: Report on Preliminary survey of the forest development cooperation in the republic of Peru, 1-121, 1979
- 5) Taketani, A., S. Yamazaki, K. Fijita & T. Ikeda: Damages and Seasonal changes in numbers i of *Hypsipyla grandella* in Peruvian Amazon, IUFROWPS2.07.07 IUFRO Regional Workshop on Pests and Diseases of Forest Plantations, Supplementary volume, 1988
- 6) 山崎三郎：マネガニーの大害虫 *Hypsipyla grandella* Zeller (鱗翅目、メイガ科) -被害と対策-、熱帯林業 8、26-34、1987

7) 山崎三郎、池田俊弥：ペルー・アマゾン地域におけるHypsipyla に関する調査

(1)、海外林業部門業務報告書、109-121、1985

8) 山崎三郎、池田俊弥：ペルー・アマゾン地域におけるHypsipyla に関する調査

(2)、海外林業部門業務報告書、63-71、1986

9) 山崎三郎、池田俊弥、竹谷昭彦、藤田和幸：ペルー・アマゾン地域におけるHypsipyla に関する

調査(3)、海外林業部門業務報告書、31-56、1987

表-1 供試木の仕様

樹 種	調査本数	根元直径	先端直径	樹高 (処理後)
<u>C. odorata</u>	80	15.9 mm	7.5 mm	47.8(21-87) cm
<u>C. fissilis</u>	58	22.3	11.4	66.3(19-147)
<u>S. macrophylla</u>	132	16.0	8.0	89.3(25-200)

表-2 調査林分

林班名	植栽樹種	植栽形態	植栽月日
1 13 14 17 18 20 23 24	カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ セドロ	ラインプランティング5メートル幅 ラインプランティング5メートル幅 ラインプランティング5メートル幅 ラインプランティング5メートル幅 ラインプランティング5メートル幅 ラインプランティング5メートル幅 ラインプランティング5メートル幅 ラインプランティング5メートル幅	1982. 12. 15 1984. 12. 15 1984. 12. 15 1985. 1. 15 1984. 12. 15 1986. 1. 15 1986. 1. 15 1986. 1. 15
3 4 15 16 21 22	セドロ セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ	ラインプランティング10メートル幅 ラインプランティング10メートル幅 ラインプランティング10メートル幅 ラインプランティング10メートル幅 ラインプランティング10メートル幅 ラインプランティング10メートル幅	1984. 1. 15 1984. 1. 15 1985. 1~2. 15 1985. 1~2. 15 1986. 1. 15 1986. 1. 15
9 31	セドロ カオバ、セドロ	ラインプランティング30メートル幅 ラインプランティング30メートル幅	1985. 3. 15 1987. 1. 15
34 35 36 37 201 204	カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ セドロ	皆伐植栽 皆伐植栽 皆伐植栽 皆伐植栽 皆伐植栽 皆伐植栽	1987. 4. 15 1987. 4. 15 1987. 4. 15 1987. 4. 15 1983. 12. 15 1987. 4. 15
105 106 108 110 115 116	カオバ セドロ セドロ セドロ セドロ セドロ	天然更新 天然更新 天然更新 天然更新 天然更新 天然更新	
19 27 103	カオバ、セドロ カオバ、セドロ カオバ、セドロ	樹下植栽 樹下植栽 樹下植栽	1985. 2. 15 1985. 12. 15 1984. 2. 15
25 26 28	セドロ セドロ セドロ	果植え 果植え 果植え	1986. 1. 15 1986. 1. 15 1986. 1. 15

表 3 Canba の成長量に関与する因子の解析

調査回	第 1 回調査			第 2 回調査			第 3 回調査			第 4 回調査			第 5 回調査			第 6 回調査		
	要因アイテム	カテゴリー	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量
平均樹高			827	0.000	915	1.500	806	1.659	648	1.819	601	1.974	570	2.105				
樹の状態	無被害					0.020	0.139	0.293		0.293	0.293	0.493		0.616				
	被害						0.028	-0.042		-0.042	0.119	0.119		0.292				
	枯死				11	-1.676	64	-1.696	95	-1.790	150	-1.948	175	-2.030				
	新葉						7	-0.290	54	-0.246	19	-0.249	19	-0.613				
	無葉								8	-0.271	27	-0.556	26	-0.284				
芽枯							1	-0.269			5	-0.428	42	-0.028				
	曲り								2	0.517	5	0.428	22	-0.107				
分散比						0.042	0.205	0.272		0.391		0.407						
偏相関係数						0.224	0.484	0.558		0.659		0.674						
土壌型	新葉		234	-0.219	277	-0.129	282	-0.188	283	-0.293	283	-0.288	283	-0.314				
	無葉		1858	0.522	202	0.314	203	0.464	202	0.608	202	0.590	203	0.537				
	芽枯		171	-0.171	216	-0.051	217	-0.013	217	-0.008	217	0.044	216	0.105				
	曲り		237	-0.067	231	-0.072	236	-0.162	235	-0.163	235	-0.203	236	-0.182				
分散比				0.211		0.035	0.060	0.078		0.056		0.041						
偏相関係数				0.377		0.161	0.223	0.270		0.250		0.230						
地形	平坦地		220	-0.389	237	-0.228	238	-0.256	237	-0.318	237	-0.357	238	-0.255				
	傾斜地		415	0.153	472	0.105	480	0.106	480	0.109	480	0.108	480	0.074				
	山頂部		192	0.116	217	0.021	221	0.045	220	0.103	220	0.147	220	0.115				
分散比				0.143		0.024	0.021	0.024		0.022		0.009						
偏相関係数				0.296		0.134	0.140	0.150		0.156		0.106						
植裁型	5 m 幅		349	0.087	344	0.208	350	0.202	350	0.142	350	0.150	349	0.100				
	10 m 幅		166	0.242	164	0.394	166	0.342	165	0.398	165	0.281	166	0.239				
	30 m 幅				27	-0.519	27	-0.573	27	-0.407	27	-0.215	27	-0.056				
	皆伐植栽		58	0.403	142	-0.119	143	-0.133	143	0.062	143	0.198	143	0.362				
	天然更新		167	-0.557	162	-0.583	166	-0.479	165	-0.592	167	-0.554	166	-0.606				
樹下植栽			87	-0.192	87	-0.124	87	-0.153	87	-0.179	87	-0.337	87	-0.277				
分散比				0.267		0.142	0.085	0.074		0.048		0.042						
偏相関係数				0.478		0.368	0.310	0.307		0.271		0.265						
重相関係数 (R) (R ²)				0.5290 0.2798		0.4707 0.2122	0.5846 0.3418	0.6354 0.4037		0.7065 0.4991		0.7185 0.5162						

注：調査日 第 1 回：1986.8.23，第 2 回：1987.4.15，第 3 回：1987.10.1，第 4 回：1988.4.29，第 5 回：1988.10.20，第 6 回：1989.4.7

表-4 Caoba の成長量に関する因子の解析

調査回		第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査		第6回調査	
要因アイテム	カテゴリ	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量	例数	数量
平均樹高		1.104		1.418		1.242		1.681		1.749		1.933	
樹の状態	無被害	885	0.011	984	0.075	675	0.179	618	0.330	555	0.320	579	0.577
	被害	1	1.084	1	0.000	131	-0.107	234	-0.027	188	-0.006	57	-0.163
	枯死	10	-1.107	60	-1.232	64	-1.047	127	-1.356	179	-1.425	216	-1.577
	新葉					12	-0.371	48	-0.440	119	-0.280	121	-0.103
	無葉							12	-0.058	2	0.585	16	-0.068
芽枯						1	-0.747	5	-0.764	2	-0.788	34	0.535
曲り												22	0.320
分散比		0.054		0.149		0.163		0.257		0.306		0.297	
偏相関係数		0.282		0.451		0.473		0.575		0.638		0.666	
土壌型	新葉	607	-0.077	714	-0.174	592	-0.225	714	-0.140	714	-0.074	714	-0.083
	無葉	224	0.094	246	0.428	226	0.425	246	0.298	246	0.128	246	0.104
	芽枯	54	0.356	74	0.084	54	0.443	74	0.200	74	0.094	74	0.280
曲り		11	0.605	11	1.156	11	1.194	11	1.071	11	1.281	10	1.186
分散比		0.066		0.126		0.186		0.042		0.016		0.012	
偏相関係数		0.292		0.332		0.414		0.236		0.179		0.177	
地形	平坦地	119	-0.187	140	-0.252	120	-0.225	140	-0.135	140	-0.070	140	0.076
	傾斜地	627	0.036	684	0.070	611	0.064	684	0.040	684	0.034	684	-0.041
	山頂部	150	-3.500	221	-0.056	152	-0.079	221	-0.038	221	-0.060	221	0.079
分散比		0.020		0.199		0.018		0.003		0.001		0.001	
偏相関係数		0.166		0.137		0.139		0.067		0.051		0.060	
植栽型	5m幅	212	-0.028	214	0.019	214	0.128	214	-0.232	214	-0.260	214	-0.380
	10m幅	84	0.120	85	0.041	85	0.257	85	-0.187	85	-0.147	85	-0.217
	30m幅	26	-0.040	54	0.219	26	0.467	54	0.943	54	1.125	54	0.981
	皆伐植栽			118	-0.411			118	0.571	118	0.947	118	1.610
	天然更新	83	-0.637	83	-0.790	81	-0.487	83	-0.688	83	-0.641	83	-0.630
樹下植栽	果植え	60	0.513	63	0.671	60	0.226	60	0.611	60	0.561	60	0.418
		431	0.044	431	0.126	417	-0.086	431	-0.075	431	-0.197	431	-0.269
分散比		0.2070		0.166		0.077		0.135		0.152		0.190	
偏相関係数		0.488		0.467		0.315		0.452		0.474		0.576	
重相関係数 (R)		0.6150		0.6547		0.6643		0.7925		0.7823		0.8201	
重相関係数 (R ²)		0.3782		0.4286		0.4413		0.5366		0.6112		0.6726	

注：調査日 第1回：1986.8.23，第2回：1987.4.15，第3回：1987.10.1，第4回：1988.4.29，第5回：1988.10.20，第6回：1989.4.7

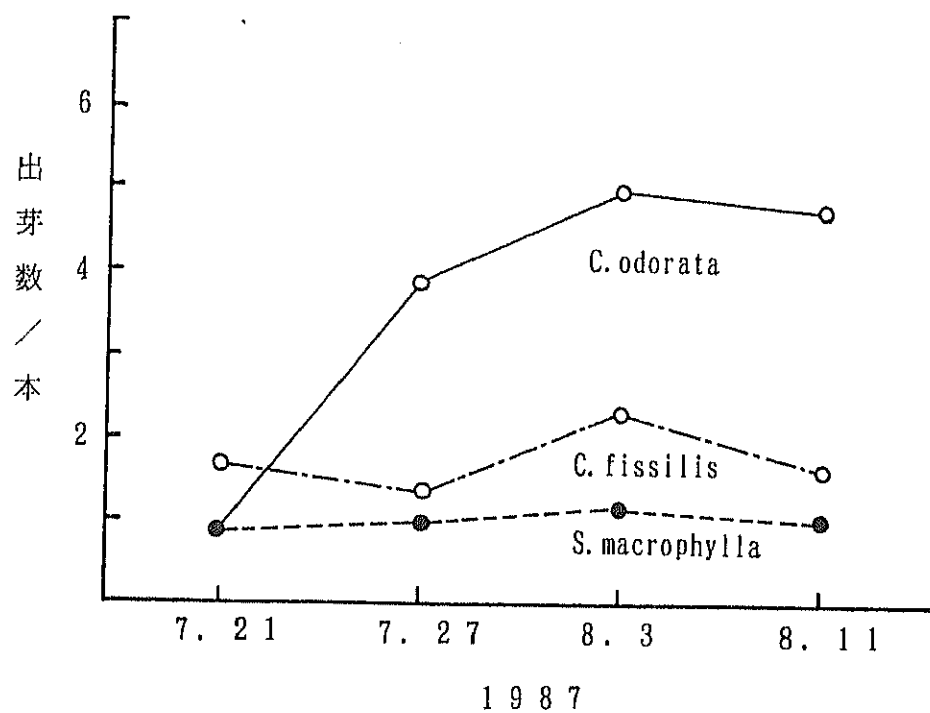


図-1 剪定後の芽数の変化

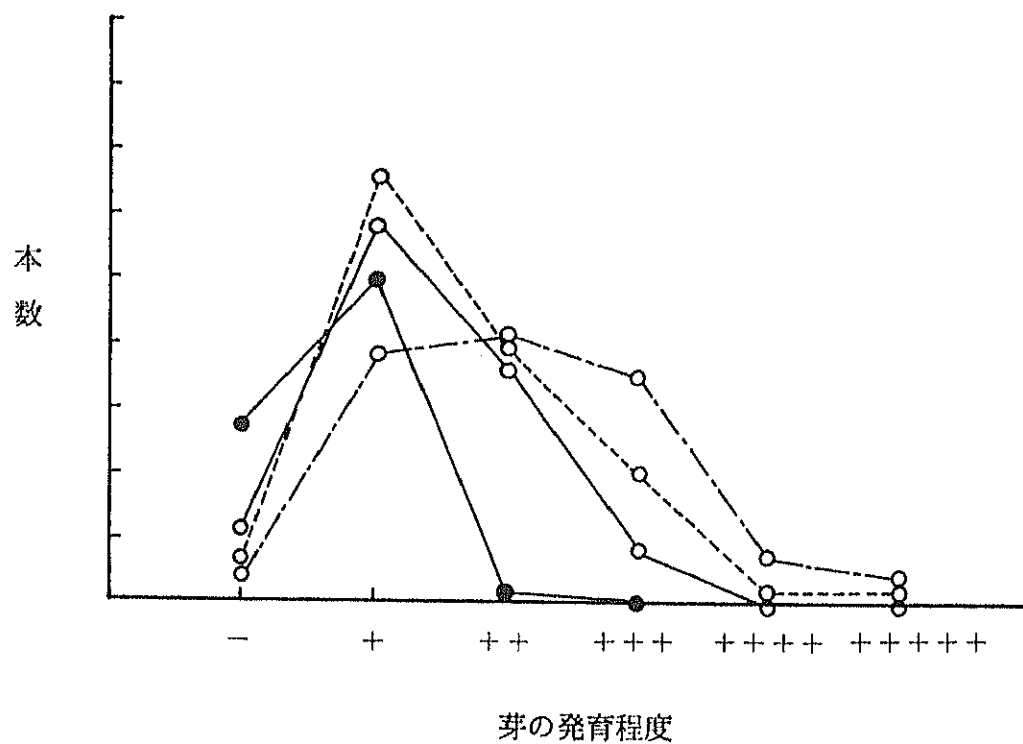


図-2 剪定後の芽の発育

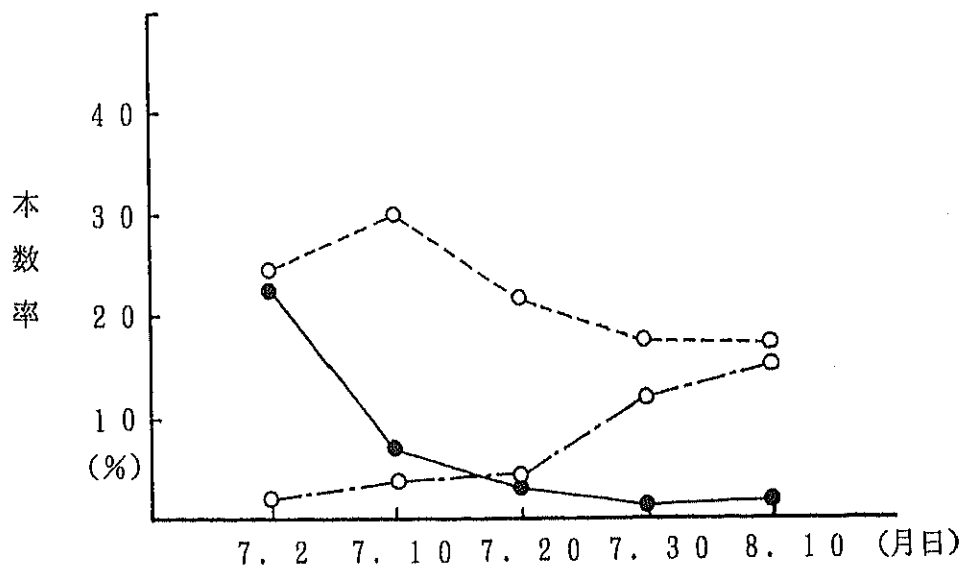


図-3 被害木、新葉木、無葉木の推移 (1987)
(RI-被害、RS-新葉木、RNL-無葉木)

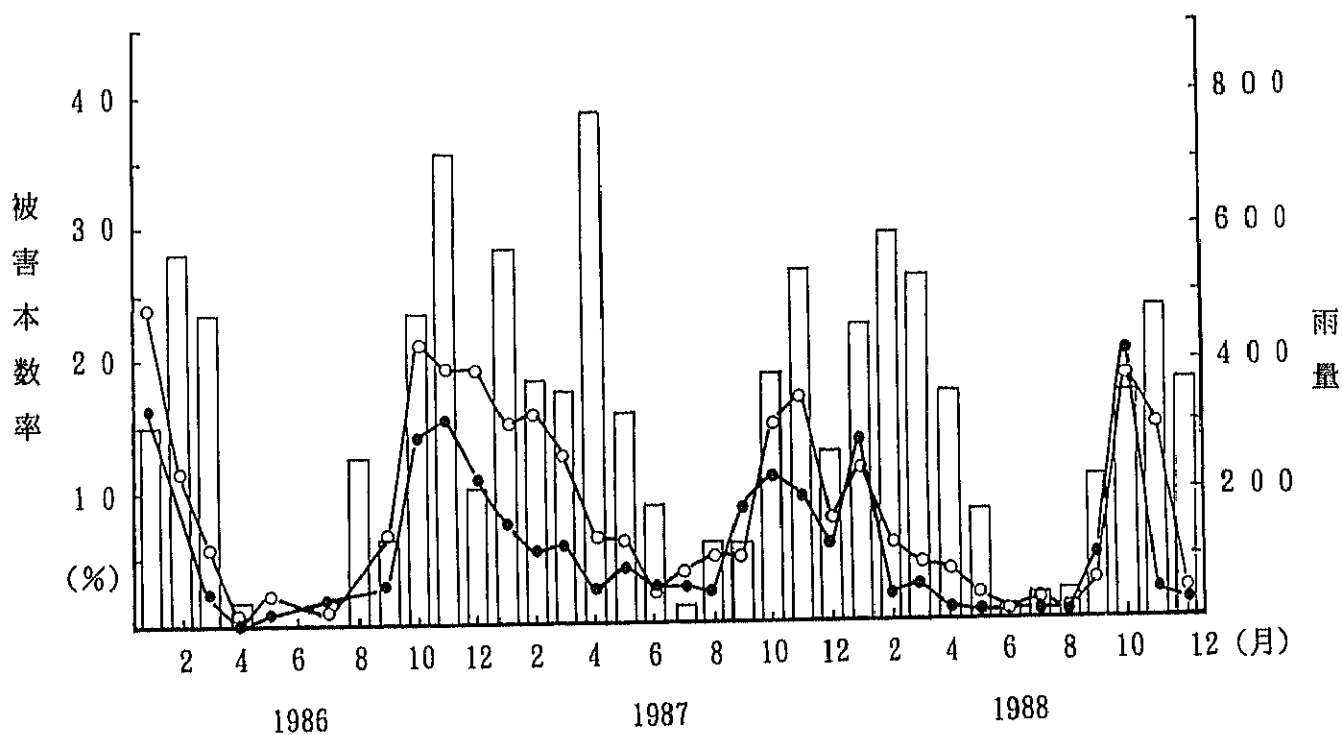


図-4 マホガニーマダラメイガによる被害の季節的変動
(セドロ-白丸、カオーバー-黒丸)

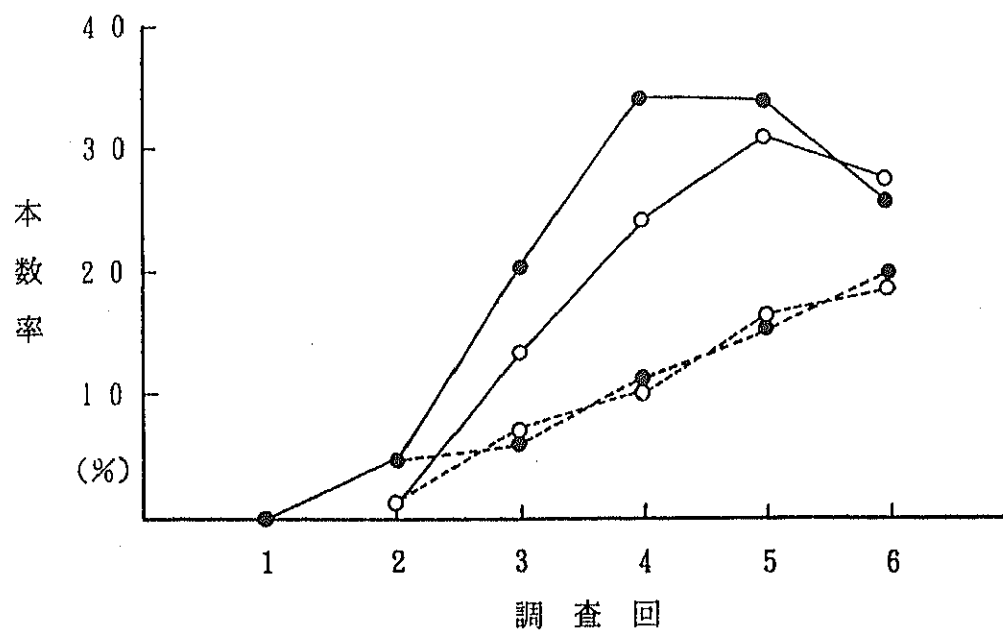


図-5 被害木+枯死木（実線）と枯死木（破線）の推移
（カオバー白木、セドロ黒丸）

JICA