

ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査

報告書

(森林育成マニュアル)

(I) プロジェクトの概要

(II) 各論

JICA LIBRARY



1212428[5]

平成 2 年 3 月

国際協力事業団

林開投

JR

89-40

ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査

報 告 書

(森林育成マニュアル)

(I) プロジェクトの概要

(II) 各 論

平成 2 年 3 月

国 際 協 力 事 業 団



1212428 [5]

まえがき

ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査は、昭和56年10月9日に署名された「討議議事録（R/D）」に基づき、アマゾン熱帯降雨林の調和ある開発及び保全に貢献するための更新技術体系をはかることを目的に実施され、大きな成果を上げてきたが、プロジェクトサイトの治安情勢の悪化に伴い本プロジェクトを平成2年3月31日をもって終了することとなった。

本報告書は過去8ヶ年間にわたって実施して来た調査内容を最終報告書として取纏めたものである。

本報告書により、これまでの本現地実証調査の成果を踏まえ、今後民間企業等が事業を実施する際の指針として有効に活用されることを期待するものである。

本報告書を作成するにあたり、ご協力頂いたペルー・日本両国関係者に深く感謝する次第である。

平成2年3月

国際協力事業団
林業水産開発協力部
部長 近江克幸

目 次

まえがき

I	プロジェクトの概要	プロジェクト推進委員会 委員長 松井光瑠	1
1.	プロジェクトの目的と試験研究の経過		1
2.	研究の内容		2
(1)	人工更新		2
(2)	天然更新		3
3.	研究の経過		3
4.	得られた成果		3
(1)	人工更新		3
(2)	天然更新		4
(3)	その他		5
5.	残された問題		5
II	各 論		6
1.	ペルーアマゾン地域の自然条件とペルーの社会条件		6
		プロジェクト推進委員会委員 大角泰夫	
		プロジェクトリーダー 小池秀夫	
(1)	ペルーアマゾンの自然条件		6
(2)	ペルーの社会的条件		7
1)	土地利用に関連して		7
2)	労働環境について		9
2.	ペルーアマゾン地域での林業経営モデル		10
		プロジェクト推進委員会委員 大角泰夫	
		プロジェクトリーダー 小池秀夫	
(1)	目的と構想		10
(2)	樹種の選定		10
(3)	経営条件		13
(4)	適用範囲		13
(5)	前 提		14
1)	社会的条件		14
2)	自然的条件		14

(3) 人工更新

1) 種子	森林生態専門家	横田明彦	36
① 母樹選定と管理			36
② 種子採取と貯蔵			40
i) 種子の採取			40
ii) 種子の調整			41
iii) 種子の貯蔵			42
2) 苗木	育苗専門家	渡辺敬治	44
① はじめに			44
② 苗畑整備			50
i) 苗床造成			50
ii) 用土作成			51
③ 苗木生産			51
i) まき付け			51
ii) 床替え			52
④ 育苗管理			53
i) 灌水、除草、根切り			53
ii) 病虫害防除			53
⑤ 山出し			54
3) 造林			63
① はじめに	造林専門家	佐藤 隆	63
② 地拵え、植付け			63
i) 踏査・測量			63
ii) 地拵え			63
iii) 植付け			64
iv) 補植			64
③ 保育			64
i) 下刈			64
ii) つる切り			65
iii) 受光量調節			65
iv) 除伐			65
(4) 天然更新			65
① 更新			65
i) 区域確定			65

ii) 地床処理	66
② 保 育	66
i) 下刈	66
ii) 受光量調節	66
iii) 除 伐	66
③ 間 伐	66
(5) 共 通	67
① 保 護 森林昆虫専門家 山崎三郎	67
i) Cedro, Caobaの害虫、Hypsipylaの薬剤防除	67
② 道路管理	67
i) 路網計画	67
ii) 橋梁作設・管理	68
iii) 林道・作業地規格	68
iv) 歩道管理	69
v) 林道・作業路管理	69
③ 共 通	72
i) 境界管理	72
ii) 造林共通	72
④ 各種帳簿類	73

ペルーアマゾン林業開発実証プロジェクト 名簿一覧
(長期専門家) (○印は本報告書執筆者)
1989年11月1日現在

No.	氏 名	派遣期間	分 野	現 勤 務 先
1	森 田 健次郎	1982. 1. 15～ 82. 11. 19	リ ー ダ ー	死去 (1983.)
2	安養寺 紀 幸	1982. 1. 15～ 84. 6. 30	造林リーダー	林野庁熊本局 総務部長
3	大 森 三 亭	1982. 1. 15～ 84. 1. 14	育苗業務調整	在チリー
4	榎 本 好 孝	1982. 3. 8～ 83. 7. 17	業 務 調 整	
5	阿久津 雄 三	1982. 4. 5～ 84. 4. 4	造 林	林野庁経営企画課
6	高 久 敏 郎	1982. 10. 25～ 83. 2. 11	森 林 生 態	現地死去 (1983. 2. 11)
7	徳 山 尊 一	1983. 5. 30～ 85. 5. 29	造 林	林野庁青森局 黒石署長
8	植 月 充 孝	1983. 5. 30～ 85. 5. 29	育苗森林生態	林野庁山陰育種支場 主任研究官
9	塩水流 隆 道	1983. 9. 9～ 88. 12. 10	業 務 調 整	日本国際協力システム
10	〃 尚 子	1983. 9. 9～ 86. 10. 10	業 務 調 整	
11	北 道 米 雄	1984. 1. 27～ 86. 1. 26	育 苗	林野庁函館局 技術開発室
12	氏 家 正	1984. 4. 6～ 86. 6. 29	リ ー ダ ー	林野庁函館局 室蘭署長
13	谷 口 恵 介	1984. 4. 6～ 85. 10. 25	造 林	林野庁木材流通課
14	猪 島 康 男	1985. 5. 17～ 87. 5. 16	造 林	林野庁治山課
⑮	横 田 明 彦	1985. 5. 17～ 87. 5. 16	森 林 生 態	森林総合研究所 海外林業調査科
16	徳 田 満 宏	1986. 1. 15～ 88. 1. 14	造 林	林野庁熊本局 企画官
17	坪 英 樹	1986. 1. 15～ 88. 3. 14	育 苗	林野庁青森局 脇野沢署 経営課長
⑮	小 池 秀 夫	1986. 5. 18～ 89. 5. 17	リ ー ダ ー	林野庁長野局 松本署長
⑲	飯 塚 和 也	1987. 5. 3～ 89. 5. 2	森 林 生 態	林野庁造林保全課
⑳	佐 藤 隆	1987. 8. 16～	造 林	在ペルー
㉑	吉 田 実	1988. 1. 10～	造 林	在ペルー
㉒	渡 辺 敬 治	1988. 3. 3～	育 苗	在ペルー
㉓	山 崎 三 郎	1988. 7. 11～ 89. 7. 10	森 林 昆 虫	森林総合研究所 森林生物部
24	三 上 雅 弘	1988. 11. 7～	業 務 調 整	在ペルー

(短期専門家)

1989年8月1日現在

No.	氏 名	派遣期間	分 野	勤 務 先
1	星 英 明	1982. 2. 1～ 2. 28	林 道 設 計	林業土木コンサルタント (北海道)
2	坂 川 昭 紀	1982. 2. 1～ 2. 28	林 道 設 計	
3	成 田 泰 一	1982. 2. 1～ 3. 28	林道施工管理	林業土木コンサルタント (帯広)
4	山 崎 要	1982. 5. 31～ 10. 29	林道施工管理	林業土木コンサルタント (高知)
5	小 松 速 水	1982. 8. 21～ 11. 22	地 形 測 量	林業土木コンサルタント (高知)
6	佐々木 恵 彦	1982. 9. 17～ 10. 29	種 子	東京大学農学部教授
⑦	河 室 公 康	1982. 9. 17～ 10. 29	更 新 試 験	森林総合研究所 九州土壌研究室長
		1987. 2. 22～ 3. 22	森 林 土 壌	
		1989. 6. 26～ 9. 22	コンピュータ	
8	寺 屋 博 行	1983. 7. 18～ 11. 18	林業施工管理	林業土木コンサルタント 技術嘱託
		1984. 6. 11～ 10. 12		
		1985. 6. 15～ 10. 17		
9	兼 松 和 恵	1983. 7. 18～ 11. 18	地 形 測 量	林業土木コンサルタント (名古屋)
10	横 山 敏 孝	1983. 8. 1～ 9. 9	種 子	森林総合研究所 種生態室長
⑪	松 井 光 瑤	1983. 8. 1～ 9. 9	調 査 研 究	大日本山林会 副会長
		1984. 4. 6～ 5. 4		
		1984. 10. 13～ 11. 4		
		1986. 4. 8～ 4. 28		
		1987. 4. 5～ 4. 22		
		1988. 6. 27～ 7. 9		
12	中 村 輝 司	1983. 8. 1～ 10. 31	土 壌	日本林業技術協会 調査第一部
		1984. 7. 20～ 10. 12		
13	工 藤 公 也	1983. 8. 1～ 10. 31	森 林 生 態	日本林業技術協会 (北海道)
14	永 戸 太 郎	1984. 2. 20～ 3. 19	林 業 機 械	永戸商事
⑮	大 角 泰 夫	1984. 4. 6～ 5. 4	調 査 研 究	熱帯農業研究センター 研究技術情報官

ペルーアマゾン林業開発実証プロジェクト 名簿一覧

(短期専門家等)

1989年8月1日現在

No.	氏 名	派遣期間	分 野	勤 務 先
16	片 田 博 士	1984. 6. 11～ 10. 12	地 形 測 量	
17	成 田 幸 一	1984. 7. 20～ 10. 12	森 林 生 態	日本林業技術協会（北海道）
18	小 林 富士雄	1984. 10. 13～ 11. 9	森 林 昆 虫	森林総合研究所 所長
①⑨	山 崎 三 郎	1985. 5. 17～ 6. 14	森 林 昆 虫	
		1985. 9. 15～ 11. 22		
		1986. 4. 18～ 5. 23		
		1987. 1. 18～ 3. 13		
		1987. 10. 18～ 12. 25		
②⑩	池 田 俊 弥	1985. 9. 15～ 11. 22	森 林 昆 虫	森林総合研究所 昆虫生理室長
		1986. 8. 5～ 9. 30		
		1987. 6. 21～ 8. 21		
21	徳 山 尊 一	1985. 11. 22～ 12. 21	造 林	
22	野 田 直 人	1986. 4. 8～ 6. 7	調 査 研 究	長期専門家 在ケニア
②③	藤 田 和 幸	1987. 1. 18～ 3. 10	森 林 昆 虫	森林総合研究所 森林生物部
24	金 子 眞 司	1987. 2. 22～ 3. 20	土 壌	森林総合研究所 森林環境部
25	坂 本 廣 保	1987. 8. 9～ 10. 7	林道施工管理	林業土木コンサルタント（北海道）
	Emirio Maruyama	1983. 4～ 1987. 4	造 林	J O F C A
	Maruta Ugamo to de Maruyama	1983. 4～ 1987. 8	育 苗	
	田 村 正 人	1985. 4～ 1988. 3	稲 作 指 導	日本国際協力システム
	石 川 祐 三	1985. 11～ 1988. 11	灌 漑 指 導	産業開発青年技術協会
	笠 井 秀 則	1987. 5. 30～ 1989. 5. 29	FAO 熱帯林調査	林野庁林産課 課長補佐
	JICA ペルー事務所			

I プロジェクトの概要

プロジェクト推進委員会委員長

松 井 光 瑤

1. プロジェクトの目的と試験研究の経過

南米アマゾン地域には膨大な未開発湿潤熱帯林があり、森林資源とともにその生態系は世界の注目を集めているところである。ペルー国政府は、約 4,000万haに及ぶこの森林の開発に大きな関心を寄せている。

わが国も森林の開発にあって、その更新を確保するための造林等の実績データの極めて少ない当該地域については、直ちに開発事業を実施するには、従来の調査体系のみでは不充分であると考え、調査の一環として造林が可能なことを現地で実証するとともに、得られた実績データに基づき、フィージビリティ・スタデーの精度を高め、それにより民間企業の試験的事業を誘導すること、および相手国政府の開発への認識を高めて行く必要があると考えていた。

このような考えで、国際協力事業団は、ペルー政府の意向を打診したところ、ペルー政府農業省林業動物研究院(INFOR) から歓迎の意向が表面されるとともに、本プロジェクトの早期着手につき強い要望が出された。

1981年10月 J I C A が組織した実施協議調査団とペルー共和国林業動物研究院(INFOR) との1981年10月9日付討議議事録に基づき、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が発足することとなった。

その後1986年10月6日付討議議事録により期間延長が行われ、現在に至ったが、ここにその間に得られた成果をとりまとめて、今後の事業の参考に供することとした。

本プロジェクトの目的は、生態系を保全しつつ、木材の保続生産を調和させた森林の開発技術確立にある。従って、現在ある天然林に大きな変化を与えずに、商業樹種を伐出利用しつつ、価値の高い郷土樹種の更新を進めて行く更新技術を見出し、現地実証するにある。

試験地は、プカルパ市より国道を約86km遡った、地点のフォン・フンボルト国有林内の約 1,500haの天然林が用意されたが、現地調査の結果、当国有林の大部分は、密林に覆われてはいるが、既にCaoba やCedro などの高品質大径材は抜き伐りされた、いわば二次林であって、経済的価値の低い森林である。

一般に天然林の開発にあたっては、林木を伐採利用し、その収益の一部で更新の手当てをして保続生産を計画する。しかし、経済的価値の低い天然林の利用では十分な収益を挙げることは困難で、乱開発に終る危険性が高いので本プロジェクトにおいては、まず、商品価値の高い郷土樹種によるEnrichmentを先行させ、森林の価値を高めてから生産体制に入る事とした。

Enrichmentの方法としては、現存する森林の攪乱を最少とするため、line planting による人工造

林と、有用樹種の天然更新を促進するための中層木除伐法をとることとした。line planting に当っては、line間隔をなるべく大きくして、現存する大径木は、現在の市場価値に関係なく残しておいて、将来の用途開発に委ねる事を主旨とした。これは、東南アジア地域で、無価値と考えられた樹種がその後の利用技術の開発により高い市場価値が生まれた前例があるからである。熱帯天然林は林分構成樹種が極めて多く、不用意に単純林化することは、厳にいましめるべき事と考えた。

また、アマゾン地域の郷土樹種については樹種の特性について未知のものが多いため、将来有用と考えられる樹種については、林分としての性質を知るための見本林を造成し、将来の参考とすることも併せて計画した。

2. 研究の内容

(1) 人工更新 (line planting)

アマゾン地域の樹木数は極めて多いが、既往の林業動物院での調査研究の結果及び市場への出材経過等につき協議の上、造林候補樹種として、ペルー国林業総局の選んだ80種の中から、とり敢えず15種を選び、研究の進展に伴う必要があれば追加することとした。

line planting は東南アジア、オセアニア地域等で試みられ、成功例もあるが、失敗例も多い。失敗の原因の主たるものは、不十分な保育による被圧による枯死であるので、保育のし易いライン巾の試験を重視した。

ライン巾の基本を5mとして、土壌条件、光条件による各樹種の成長特性を調査することとした。ラインとラインの間の保残帯は15mとした。

また、樹種による保育上必要な光要求度の差を知るために、ライン幅30mのものも試みた。これは、保残帯に接する部分では部分光となり、ライン中央部では全光条件となるから、その差による成長特性を知るためのものである。

なお、センダン科樹種であるCaoba おびらCedro は、Hypsipyla grandella による虫害が予測されたので、造林に当っては、この樹種を他の樹種により囲い込んで予防する、巢植えを試みるため、10m巾のラインを設けた。

育苗に必要な種子は、天然林内から採取する必要があるため、採取可能なものから逐次育苗し、造林を実行することとした。同時に専門家による土壌分類調査を行ない土壌図を作成した。成長データ作成にあたっては、土壌の種類毎に集計して、土壌による各樹種の成長差を知ることとした。

ライン内の照度も定期的に測定し、樹種毎に照度と成長の関係を知ることにした。

Cedro及びCaoba に対するHypsipyla の食害は予想を遙かに超える激しい事が解ったが、最も価値の高い樹種であるため、急遽、専門家による、生活史、行動特性、加害経過、防除対策等の研究を追加した。

さらに、将来、事業規模の造林を実行するに際し、種子を大量に採集するための基礎となる主要樹種の開花結実特性を知るための継続的調査も行なった。これは、熱帯林の樹種は、結実が不規則

なものが多いことによる。

(2) 天然更新

今まで、熱帯降雨林の開発に当っては、一定径級以上の樹木を抜き伐りして、一定期間経過のち後継樹の成長を待って抜き伐りを繰返す方法が取られて来たが、後継樹の更新成長は不十分であるのが一般である。また、各種研究も行われたが、温帯地域で考えられる様な天然更新は困難で、また、可能であっても経済的には成立しないとされて来た。

しかし、本プロジェクトの目的が、熱帯林生態系を保全しつつ、木材の持続生産を行なうことにある以上、天然更新は最も好ましい方法であるので、主要ないくつかの樹種については、その可能性を検討することとした。

3. 研究の経過

研究の実行は、原則2年間現地に滞在協力する長期専門家と、必要に応じて短期的に協力する短期専門家及びペルー側カウンターパートにより行われたが、実証研究と云う特殊性から、日本国内に支援委員会を設けて、随時助言するとともに、専門家の交替にとともなう研究の継続性維持に努めた。

また、実証研究の性格上、出来るだけ簡明な作業基準を作成するよう心掛けるとともに、作業工程を明らかにするよう努めた。

作業の進展に伴ない、林道の開設、木製橋梁の作設も行われたが、これ等の設計評価も行なった。

4. 得られた成果

(1) 人工更新 (line planting)

1) 有望樹種のあることが解った。

この研究には、郷土樹種を用いたので、気候的適応性については、殆ど問題はないが、人工造林樹種としては、通直に成長し、分枝性がなく、しかも自然落枝性のものが望ましいが、郷土樹種の中にこの特性のある樹種がいくつかあることが明らかになり、それ等は材質が良いもの、成長の特によいものがあることが明らかになった。

2) 当地域には性質の異なるいくつかの土壌が分布するが、それぞれの土壌に適応して成長のよい樹種が明らかになった。

この事は、アマゾン地域に分布する土壌毎に適木を選定することが可能であることを意味する。

3) いくつかの主要な樹種について、幼時から十分な光を要求するもの、幼時は或程度の被陰が必要で、成長につれて多くの光を要求するものがあることが明らかになった。この事は、line plantingにとって、有利な性質をもった樹種のあること、また、line planting に当って、特に照度に重要をおいた保育が必要な樹種のある事を意味する。

4) 主要な樹種について、種子の採取、精選、貯蔵法とその難易、播種法及び量、育苗期間、

床替時期、灌水量、日覆の期間及び程度等、育苗に必要な一応の基準を見出すことが出来た。

5) 苗木の山出し法、植栽に当たっての注意事項についても知見を深める事が出来た。

6) line planting に当たっては、10m幅のlineに2列植えを行なうのが、作業性もよく、保育も行ない易いことが明らかになった。

7) 各種作業についての工程を明らかにすることができた。

8) センダン科のCaoba、Cedroのline plantingでは、Hypsipylaの被害が著しい事が明らかになり、林内への樹下植栽、小面積坪刈り植栽等は、被害を軽減することは可能だが、植栽木の成長が非常に悪いことが解った。

本研究の範囲内では、植栽後数年間の殺虫剤撒布による防除法が唯一の可能な対策となった。当面、最小限の薬剤散布を行ないながら、なお、効果的な対策研究を進める必要が残されたが、この間得られた昆虫学的知見は学界に多くの知見を追加することができた。

(2) 天然更新

天然更新に当たっては、期待する樹種の開花結実を促進すること、発芽した稚苗の定着を容易にすること、定着した稚苗の健全な生育を確保するための照度調節等のため、伐開、地床処理等を前もって実行するのが、一般的な方法であり、これ等の処理や、種子の飛散調査などを計画したが、全く偶然の事ながら、研究は、意外な方向へ進められた。

1981年、研究開始と同時に、主要樹種の一つCedrelinga cataeniformisの豊作となり、多数の稚苗の発生を見た。これ等稚苗の健全な生育を計るため、地床照度を制限している中層小径木の除伐を行ないつつ、地床照度を徐々に高くすることにより、稚苗の旺盛な生育を見る事が出来た。

林内調査の結果、当樹種の稚樹を見出すことが出来なかった事から、無数に発生した稚苗は通常の地床照度では生育困難と考えられた。

それで得られた仮説は、熱帯降雨林では、地床照度が不足するため、地床植生は貧弱であり、落下種子が多ければ稚苗発生は容易である。この稚苗の発生を妨げるのは、地床植生ではなく、太陽光の大部分を吸収している中層小径木である。従って、稚苗発生を確かめると同時に中層小径木の多くの部分を除去することが、稚苗の生育促進、即ち、天然更新の要諦である。若し、温帯地域で一般化している種子落下以前の照度調節を行なえば、いたずらに地床植生の繁茂を促進するのみで、稚苗の発生生育を不能または困難にして天然更新に結びつかないであろう。

この仮説を証明するために、次に発生した豊作年に、稚苗の発生を確かめると同時に中層小径木の除伐を行ない一挙に地床の相対照度を50%とし、Cedrelingaの天然更新を確保する事が出来た。

その考え方に基づいて、他の主要樹種のいくつかについて試行が行われている。

困難とされていた熱帯降雨林の天然更新について、一つの可能な方法を追加し得たと考えられ、熱帯降雨林の保全的開発に明るい見通しを得たと云えよう。

(3) その他

1) 熱帯降雨林地帯の土壤は、粘土化が進み、強酸性で、肥沃度が低いと云うのが一般論であるが、当地域の土壤調査の結果、中性ないし微アルカリ性土壤、砂質土壤、腐植含量の多い土壤などの分布も相当の割合で存在すること、これは、土地の来歴に基づく母材の差に基因していることが明らかになった。即ち、熱帯地域においても、土壤調査が適地適木選定の重要な手段になる1例を提供したと考えられる。

2) この研究により、Enrichmentの手法は経済的に見ても、熱帯降雨林の保全的開発に取って有効なものの1つであると考えられた。

5. 残された問題

(1) この研究は、短期間の成果をもとに、現状で提言しできることを大胆に集約したものであり、林業の長期性を考えるならば、一定の時間を置きながら、更新された森林の経過を追跡する必要がある。既往の知見の極めて少ないアマゾン地域については、特にこの事が重要である。

(2) 熱帯降雨林の更新について、過去の研究や現地試行がなされていても、良いと解っていることが必ずしも実行されていないが、その大きな理由は、簡易にして明瞭なマニュアルが無い事による。本研究でも、出来るだけ簡易にして明瞭な考え方と方法を試行したつもりであるが、さらに、その地域の生態的条件を巧みに生かした、より簡明な施業指針をめざした改良を加えて行く事が極めて重要である。

(3) *Hypsipyla* の研究も未完である。

センダン科の樹種には林業上極めて価値の高い樹種が多く、分布も広いが、共通して*Hypsipyla*の加害が激しい。*Hypsipyla* 対策が確立されれば、その経済的効果は莫大なものがある。研究の継続が望まれる。

(4) 採種園の造成については実行するに至らなかったが、熱帯諸国には、それぞれ好ましい郷土樹種がありながら、科学的知見の乏しいものが多い。今後、それ等樹種の開発を進めるにあたって、種子の確保が問題となる。結実習性の調査の充実とともに、好ましい樹種、品種の採種園造成法についての研究の追加が望まれる。無性繁殖法も必要となろう。

最後に本プロジェクトには日本及びペルー側カンウターパートの多くの専門家が参加した。その労に敬意を表するとともに、プロジェクトなかばにして他界された、森田健次郎、高久敏郎専門家の冥福を祈る。

II 各 論

1. ペルーアマゾン地域の自然条件とペルーの社会条件

プロジェクト推進委員会委員 大 角 泰 夫

プロジェクトリーダー 小 池 秀 夫

(1) ペルーアマゾンの自然条件

ペルーアマゾン地域はペルー国土の6割を占め、約6,000万haの広さを持っている。したがって自然条件にも地域による変異がある。

地形条件については、①アンデス山地地区、②アンデス前衛山地地区、③丘陵性地形地区、および④河川氾濫原地区の4種に大別される。アンデス山地地区は標高が2,000m程度と高く、ほとんどの場所はきわめて急峻な斜面によって構成されている。アンデス前衛山地地区は、前者に比べて標高が低く、また傾斜もそれほど強くはない。この地域はコーヒーや茶の栽培が比較的古くから行われている。丘陵性地形地区はアマゾン川の本流や大きな支流が比較的古い時期に堆積した材料によって形成された台地状の地形で、今回のプロジェクトが行われた場所はこの地形区に属する。アマゾン地域で最も広い面積を占める。河川氾濫原地区はアマゾン川の本流や大支流が雨期に氾濫する地域で、比較的広い面積を占める。

気候的条件については、①低温・多湿、②温暖・多湿、③高温・多湿、④高温・湿潤の地域が認められる。なお低温という条件は、最も寒い時期に5℃程度に最低気温が低下する場所、温暖という条件は、最も寒い時期に10℃程度にまで最低気温が低下する場所、高温は前二者より暖かい地区を意味する。多湿という条件は、平均月別降水量・100mm程度の月が2～3ヵ月以下の場合で100mm程度以下の月が4ヵ月より多い場合は湿潤とした。なお低温・湿潤と温暖・湿潤はアンデス山地に属し、アマゾン地域には組み込まない。

低温・多湿は標高約1,500m以上のアンデス山地西面、温暖・多湿は約800m～1,500mのアンデス前衛山地地区が含まれる。高温・多湿はアンデス山地に比較的近い地域が含まれ、アタラヤ・フンボルト・タラポートを結ぶ線を境界とするように予想される。プロジェクトサイトはこの地域に属する。高温・湿潤は、イキートス・プカルパなどが含まれ、アマゾン地域西部に集中する。ただしこの地域でも年間総降水量は2,000mmを越える。

地質的条件については、①アンデス山地堆積岩、②アンデス前衛山地堆積岩、③丘陵堆積物、④沖積堆積物、などに大別される。アンデス山地とアンデス前衛山地は石灰質の材料を主体とした堆積岩の山地である。丘陵堆積物は、アンデス山地に近い地域では石灰質堆積物が広く分布するが、ブラジル国境地域やイキートス近辺の丘陵地では酸性の堆積物が広く分布する。沖積堆積物は酸性の粘土やシルトのような細かい粒子から形成されている。

植生条件については、アンデス山地では比較的低温に耐える植物が生育するが、いわゆる熱帯降

雨林の植物は少ない。熱帯降雨林構成植物は、アンデス前衛山地の比較的標高の低い地域から出現する。なおCaoba、Cedoro、Tornillo、Ishpingo、Copaiba、など主要な降雨林樹種はアンデス前衛山地下部より低い場所に生育する。

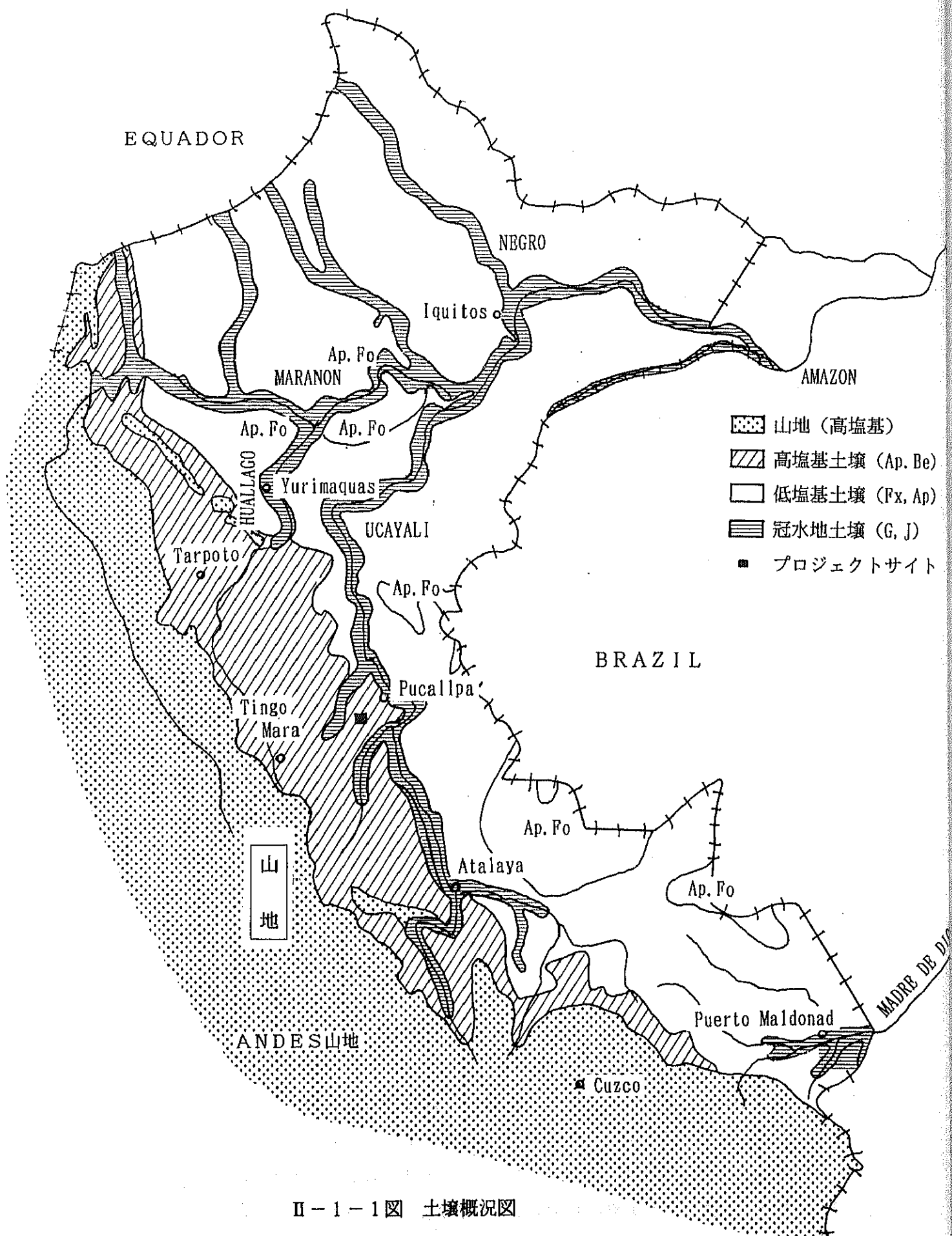
地域に出現する土壌については簡単な土壌図（Ⅱ－１－１図）を添付した。土壌は、母材・地形を反映してアンデス山地・前衛山地の両地区では、傾斜の強い場所のRegosol、Lithosol及びRankerを除けば、中性に近いNitosolやCambisolが中心となる。丘陵性の地域では、二種類に大別される。アンデス山地に近く、比較的新鮮な材料が提供された地域では石灰質の中性に近いCambisolやNitosolが広く分布するのに対して、ウカヤリ川右岸台地やイキートス北部の地域では酸性のAcrisolやFerralsolがほとんどである。しかし、材料が比較的新しく、ブラジルアマゾンで一般的なOxisolはそれほど多くはない。氾濫原地区はGleysolでほとんど覆われている。泥炭であるHistosolはほとんどない。

(2) ペルーの社会的条件

法的条件を含むペルーの社会的条件の詳細については、別項の「林業をとりまくペルーの社会・経済条件の解析」を参照されたい。

1) 土地利用に関連して：

- ① 森林・林業政策は農業政策の一環として実施されている。従って多くの場合農業が優先する。例えば、幹線道路の両側1 km及び主要河川の両側1 kmは農業利用を優先する。最近の実態は、幹線道路沿いの農業開発は両側2 km程度になっている。
- ② 森林は林業的利用の観点から、国有林、自由施業林及び保護林に大別され、保護林を除いて木材生産が認められている。国有林伐採契約は入札によって行われ、20年間契約である。規模は2,000～20万haである。自由施業林は木材生産を目的としており、2～10年間契約で10万haまでの規模が可能となっているが、ほとんどは1,000ha以下である。いずれも区画管理は適切に運営されていない。
- ③ アマゾン低地に散在するインディオ原住民の取り扱いについて、原住民の集落の周辺の土地利用は、彼らの利用を優先する。
- ④ 1975年に森林法が、また1977年に森林資源利用規則が制定されているが、これらの運用は適切とは言えない。
- ⑤ 不法焼畑は道路沿いに比較的多発する。ただし、雨量が多いため、類焼する確率は非常に低い。また盗伐も多く、これらを取り締まる警察は弱体である。なお森林警察は国家警察の中の一部門として存在する。
- ⑥ 最近問題となっている土地利用に関する事項は、麻薬（コカ）の栽培である。コカは湿潤アンデスの植物で、古くからのインディオの薬品でもあり、政府は面積を限って栽培を許可している。したがって、条件的には比較的高地が中心となる。しかし最近のコカ栽培の場が丘陵性地区にまで拡大しつつあり、共産ゲリラと結び付いてアマゾン地域の社会情勢の不安定さを



II-1-1 図 土壌概況図

増大させる一原因となっている。

2) 労働環境について：

① 1985年現在の就業可能人口は 650万人と見積られている。このうち約半数以上が失業状態にある。就業可能人口の4%が林業関係者であるが、ほとんどは都市部にいて、アマゾン農村部の数は比較的小さい。

② 地元雇用が困難な林業職種には次のようなものがある。現場管理者、自動車運転手、自動車整備、電気工、樹木観察、樹上作業、伐採、重機械操作、苗畑責任者などである。

③ 労働関係法規としては、一般法として憲法、民法及び商法があり、その下に3種の労働法がある。他の法規としては、労働組合法、労働安定法、最低賃金法、退職金制度及び保険制度法がある。

④ 労働時間については、一般労働者の場合18才以上男子、一日8時間・週48時間、残業一日7時間以内。18才未満と女子、一日8時間・週45時間、残業一日4時間以内22時以降禁止。ただし、中等学校通学者の通学必要時間の短縮が認められている。プロジェクト勤務の場合は週40～42.5時間となる。

⑤ 一年間勤務者は年間連続30日間の有給休暇が与えられる他、許可と病気休暇も一定範囲で与えられている。出産休暇は産前・産後に各6週間。プロジェクトの場合は別の方法がとられるが、大要は同じである。

⑥ 退職には解雇、途中退職と定年がある。三ヶ月間の試用期間後の正規職員は重過失のないかぎり解雇できない。期間が決められているプロジェクトでは一年契約とした。定年は制度としては確立していないが、年金受給資格である男60才、女55才に達したとき退職することが多い。

⑦ 賃金額は現在の高いインフレで変動が大きい。支払いは、月給月払い―事務員、日給週または月払い―作業員。最低賃金―1989年4月までは37～58US\$ / 月であった。単純労働者は最低賃金で雇用されることが多い。賞与一年二回で最低額を政府が公示する（0.5ヵ月程度）。退職金は、法定最低支払い額＝退職時基本給×勤続年数。法定支払いは別途決められた基本給の割合で雇用者と被雇用者双方が対応機関に支払う。その他手当については法規上の定めはないが、通勤手当、食事手当、教育資金貸与、特殊技術手当、出張手当、残業手当などが考えられる。なお今回のプロジェクトの例では給与・手当込みで作業員一人当たり 100US\$ 程度であった。

⑧ 労働組合はオープンショップの企業内労働組合である。結成には最低20人が賛同し、従業員の50%の署名が必要である。ストライキは多い。

⑨ 熟練労働者の確保について、労働者の技能訓練は組織的、体系的に行われていない。したがって各事業体が自らの手で養成することとなる。なお一般労働者の勤労意欲については、ペルー政府の労働者保護を重視する政策もあり、それほど高いとは考えられない。

2. ペルーアマゾン地域での林業経営モデル

プロジェクト推進委員会委員 大 角 泰 夫

プロジェクトリーダー 小 池 秀 夫

(1) 目的と構想

ペルーアマゾン地域において、自然環境の保全と調和した保続的林業の開発を目的として「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」が日本政府とペルー政府の間で行われてきた。1981年の開始後すでに8年を経過し、アマゾン地域で保続的林業を進めるために必要な情報の概要は把握されてきた。そこで現在までに得られた各種の情報を整理し、特に実現性のある林業経営モデルを作成し、関係機関の利用に供することとした。

なお、このモデルの作成に用いた情報については、別途添付された「マニュアル」及び「論文」に詳細が記載されているので、必要に応じて参照されることを期待する。

林業経営モデルの作成に当たっては、プロジェクトのデータが各種の項目にわたって備っている樹種を中心とした。経営の形態としては、生態系の保全を配慮した用材の生産を重視し、また、事業の円滑な回転を期待する意味で、材質的には劣るが早生の用材樹種と成長が比較的遅いが価値の高い樹種との組合せを想定した。さらにアマゾン地域で最も広い面積を占める、酸性土壌にも耐える樹種が望ましいこともあり、樹種選定に立地条件との対応も配慮した。

今回の経営モデルは、現在までのプロジェクトの成果を基にした一つの試案であるので、他のモデルも当然考えられることをおことわりする。

なお事業の推進に当たっての条件は次のとおりである。

(2) 樹種の選定

今回のモデルでは早期に収穫が可能で、適地範囲が広い早生用材樹種とアマゾン地域に典型的な土壌に適した比較的長伐期の有用樹種との組合せを選択した。この理由は上記したように、早期の投下資本回収と対象樹種の適地範囲の危険分散という意味がある。

一部の有用樹種の木材用途区分を別表（Ⅱ－2－1表）に示した。

まず長伐期有用樹種の選定について、この地域で優れた用材樹種は木材価格の表に示されているようにCAOBA、CEDRO、ISHPINGO及びTORNILLOである。そのうちCAOBA（マホガニー）は飛び抜けて価値が高く、ついでCEDROとなる。しかしCAOBAやCEDROのようなセンダン科植物にはHypsipylaという新梢を食害する害虫が、植栽木のほとんどに被害を与える。被害木は萌芽を繰り返し、著しい成長減退を起こし、ついには枯死することが多い。虫害防除マニュアルに示されているように、薬品や特殊な造林法による防除は可能であるが、他の有用樹種に比べて取り扱いが複雑であるので今回のモデルからは除いた。ISHPINGOとTORNILLOはどちらも類似の立地条件に生育し、造林のデータも揃っているが、後者の方がより確度の高いデータがあるため、後者を今回のモデルで採用した。

次に早生用材樹種について、アマゾンで用材として利用されている早生樹種にはGOMA HUAYO、

TOPA、LUPUNA、BOLAINA などがあるが、各種の成長データが揃っていて、適地範囲が広いBOLAINAを今回のモデルでは採用した。

選定された樹種の適地条件と成長、材の用途などの詳細はマニュアルあるいは別添資料にあるので、ここでは概要を示す。

TORNILLO(*Cedrelinga catanaeformis*)は酸性土壌、特に Acrisolに適した樹種である。塩基的に豊かなCambisolや過湿条件下のGleysolでの成長は必ずしも良好とは言えない。天然分布もAcrisolに集中している。ただAcrisol ほどではないが、ブラジルやイキートの例から判断するとFerrisolでも同じ様な生育をすると判断される。一方、光環境からの解析によれば、ある程度の遮光条件の下で成長がよく、大面積の皆伐跡地の一斉造林には適していない。したがってラインプランティングによる造林が適切で、天然更新に当たってもこの特性を生かして管理することが必要である。材は住居・船舶の構造材やその他の重構造材に適した一級の材で、用途から推定されるようにある程度の径級が必要である。したがって用材の径級としては少なくとも末口30cm程度は必要で、30年程度の撫育が求められよう。

BOLAINA BLANCA(*Guazuma crinita*) は Gleysolでも十分な生育が期待される樹種で、またCambisol でも可能な樹種である。光に対しては全光条件で生育がよい傾向はあるが、ラインプランティングでも十分な成長が期待できる。Gleysol 地帯に植えられることが多くなると考えられるが、植物による蒸散作用を継続させ、湿地条件を緩和することと生態系の保全という意味でラインプランティングが望ましい。木材は窓枠や天井板、箱材、柱材、その他軽構造材として汎用されている。したがって用材の径級は、なるべく大きい方が使いやすいが、末口20cm程度であれば利用が可能であると判断される。成長成績から判断すると10年間の撫育で末口20cm程度になるので伐期を10年と設定する。

そこでこれらの樹種を使って作成したモデルを以下に示す。なお、適地判定、種子取り扱い、苗畑作業、造林・保育作業などについては別項に示したマニュアルを参照の事。

II-2-1 表 木材の用途区分
(ラモリナ大学 ホルヘ教授より)

用途 樹種	住宅用				船舶用				建築材				家具材			鉄道用 枕木	電柱等 柱材	合板用		一般 大工用	道具 の柄	液体用 たる材	マツチ の軸
	構造材	板・ 建具	木杵 他	床 板	甲 板	肋 材	側 板	船 底	重 構 造 材	軽 構 造 材	冠 水 用 材	車 両 荷 台	一 般 家 具	工 芸 家 具	製 函			化粧 単板	一般 合板				
Caoba	○	○		○	○	○	○							○				○	○	○			
Cedro	○	○			○		○			○				○				○	○	○		○	
Ishpingo	○	○		○	○									○				○		○			
Tornillo	○	○				○				○		○						○		○			
Copaiba	○	○	○	○								○		○	○		○	○	○		○		
Moena negra	○	○	○									○		○	○		○	○	○	○		○	
Lagarlo caspi	○	○	○	○	○	○	○		○			○		○			○	○	○			○	
Yacushapana	○	○	○	○	○	○			○					○			○	○	○	○	○		
Estraque	○	○		○			○		○			○	○	○			○	○	○	○			
Palo sangre a.	○			○													○	○					
Pala sangre n.				○													○	○					
Huayruro c.	○	○		○								○					○	○	○	○			
Quillobordon				○	○	○	○		○					○			○	○	○	○	○		
Pino regional																							
Pumaquiro	○	○		○			○							○			○	○	○		○		
Andiroba	○	○		○				○				○		○			○	○	○			○	
Mashonaste	○	○		○					○			○	○	○			○	○	○	○			
Panguana	○	○	○									○				○	○		○	○			
Marupa	○	○								○			○	○				○	○	○		○	○
Anallo caspi	○	○		○										○			○		○		○		
Cumala c.	○					○	○		○			○	○				○			○	○		
Bolaina b.		○														○	○		○	○		○	
Bolaina n.																							
Ubos		○								○									○	○	○		○
Acelle caspi		○									○					○				○			○
Catalhua			○										○			○		○	○	○			
Huamanzamana										○	○		○			○		○	○	○			○
Lupuna																○			○	○			
Goma huayo pashaco																							

(3) 経営条件

① 事業区域面積 1,500ha

② 造林面積 1,000ha

③ 植栽樹種割合

立地条件	Gleysol	人工更新	樹種	Bolaina blanca	50%
	Acrisol	人工更新	樹種	Tornillo	45%
	同	天然更新	樹種	Tornillo	5%

④ 年間植栽面積 100ha

⑤ 植栽方法 10m 2 列列状植栽、植栽間隔 5 m×2 m 千鳥植え

⑥ 伐採周期 Tornillo 30年

Bolaina Blanca 10年

(4) 適用範囲

この経営モデルに使われたデータは、フンボルト国有林で進められたプロジェクトから得られたものである。したがってフンボルト国有林の自然条件から大きく異なった地域には適用できない。以下に適用できる範囲を自然条件毎に説明する。

①気候条件のうち、気温については最も寒い月の平均最低気温が11℃以上であれば適用可能であるが、フンボルト国有林と同様15℃以上であれば問題はない。

②雨量について、フンボルト国有林では総降水量が 4,500～5,000mmあり、四月から十月までの乾期でも 100mm程度以上の月降水量がある。アマゾン地域北部と西部は 2,000～2,500mm程度の雨量で、乾期の月降水量が 100mm以下の月が長い。比較的乾いたイキートスの例でみると今回選んだ樹種は良好に生長しているので、このモデルは適用できる見通しである。

③地形条件について、特に問題はないが、アンデス西面の山地では標高による気温低下が問題となる。標高は 800m以下であれば適用可能で、500m以下であれば問題はない。ただアマゾン河の大きな支流など河川の近くの平坦面では雨期の氾濫が激しく、モデルの適用は判定できない。

④土壌条件について、プロジェクトサイトは丘陵地でCambisol、緩傾斜地でAcrisol、平坦地でGleysol が分布する。プロジェクト以外のデータを配慮すると、傾斜の強い、排水の良好な場所では他のアマゾン地域でもNitosol、Cambisol、Vertisolが出現することが予想される。これらの3種の土壌の植物生育との関係はそれほど大きな違いはないと考えられる。また緩傾斜地ではAcrisolあるいはFerralsolの出現が予想される。Ferralsolの方がやや植物生育の低下がみられるかも知れないが、あまり大きな違いはないと判断される。平坦地はほとんどの場所でGleysolとなり、問題はないものと考えられる。ただ、氾濫が頻繁に起こる場所では同じGleysolでも冠水による影響が大きく、今回のモデルの適用は困難である。

⑤今回のモデルの適用適地は、丘陵性地形、高温・多湿気候、Cambisol・Acrisol・Gleysol 分

布域である。

⑥やや精度は劣るが、適用可能地としては、アンデス前衛山地地区と丘陵性地形地区、高温・多湿と高温・湿潤気候、Nitosolと Ferralsol分布域である。

(5) 前 提

1) 社会的条件

- ①政府の土地利用に関するポリシーが現在と同じかそれ以上に林業開発に取って有利となることを前提とする。また伐採・輸出が可能であること。
- ②政府の外国企業に対する各種規制が、林業開発にとって有益である前提に立つ。この場合借地権・借地料について外国企業の参加が可能であること。
- ③政治的な安定があり、保安上の問題がないことを前提とする。
- ④木材や木材の種類に関する一般的嗜好が変化しない前提に立つ。
- ⑤有用樹種の取引価格の順序と比率は現在と大きくは変わらないことを前提とする（Ⅱ－2－2表参照）。
- ⑥労働力の確保が現在と同じか、好転していることを前提とする。
- ⑦労働慣行は、より合理的になっていることを期待するが、現在と同様であることを前提とする。

2) 自然的条件

- ①現在の生態系をできるだけ保全する。そのために全体の6割程度を保残帯もしくは緩衝林分として残す。
- ②種子は保残帯及び緩衝林分から採取する。
- ③列状植栽対象地の有用樹種は、利用径級に達しているもので種子採取に使わないものは当初の経費の補助として使う。その他のものは残し、植栽木が利用径級に達した段階で伐採の可否を検討する。なお保残帯の有用樹には手をつけない。
- ④平均的に云えば、約30m³/haの有用樹材の蓄積がある。しかし、母樹や種子採取木に2/3程度を残すことになる。
- ⑤ Bolainaは板材として直径20cm以上に達したとき（10年程度を想定）に利用し、Tornillo（30年を想定）は構造材として利用し、利用径級として35～40cmを想定する。
- ⑥Tornilloが群状に生育している地域は、人工更新を考えるより天然更新の方が安価・効率的であるので、天然更新対象地とする。この際、対象範囲は樹高と同じ半径の円内とする。

II - 2 - 2 表 1985年当時の木材価格表

樹 種	m ³ 当たり単価 (Inti)	m ³ 当たり単価 (日本円)
Caoba	3, 816	48, 400
Cedro	3, 180	40, 300
Ishpingo	3, 180	40, 300
Tornillo	1, 866	23, 700
Copaiba	1, 272	16, 100
Marupa	678	8, 600

換算率

17.35Inti=220円

(6) 造林計画

1) 計画区域の自然及び社会経済条件

- ①計画区域の雨量が 3,000mm程度以上あることが望ましい。
- ②雨期に本流の水が逆流して滞水しないこと。
- ③アクセスに苦勞する場所でないこと。なお理想的には道路であるが、やむをえない場合は水路でも可。
- ④拠点となる物資調達地から 200km以内、もしくは半日行程以内。
- ⑤労働力が潤沢であること。
- ⑥このプロジェクトの自然立地条件が、付録に示したように高塩基型土壤の範囲にはいるので、このタイプの土壤の地域では確度が高い。しかしTornilloと Bolainaを対象とするので、やや確度は下がるが低塩基型土壤の場所でも十分通用する。したがって対象事業地の選定は、高塩基タイプと低塩基タイプの中で行う。

2) 計画区域の調査・測量

- ①区域は地域の土地関係公的事務所に申請し、区画範囲を立会いのもとに確定する。同時に区画図を作成する。
- ②ペルーにおいては空中写真の入手が不可能であるので、踏査によって立地条件を知ることになる。なお滞水状況を知るために、踏査は雨期に行うことを勧める。
- ③標高差20~50m程度の細かい急な起伏がある場所 (C=Cambisolとする)、10度程度の傾斜を持つ緩やかな斜面で形成されている場所 (A=Acrisol とする)、さらに平坦地 (G=Gleysolとする) の3地区に区分する。
- ④C地は石灰質母材の土壤で、土壤表層部は黒っぽい。有用樹種の密度が高い。
- ⑤A地は酸性の強い土壤で、表層部は黄色~オレンジ色である。
- ⑥G地は滞水しやすい場所の土壤で、表層部は白色である。特に滞水期間が長い場所はG-2として別途区画する。

⑦TornilloやBolaina の分布を区域図に落とす。これは種子採取や天然更新事業地の確定に使う。

⑧Tornilloの分布図を基に、まず天然更新事業地を確定する。ついで林道路網計画を策定する。Tornilloや Bolainaの年次別造林配置を策定する。（なお林道計画については後述）

3) 造林適地及び造林樹種の判定

①C地はもし分布すればマホガニー・コパイバ等の適地で、植栽可能であるがTornilloやBolainaには合わない。

②A地はTornilloの適地で、最初10年間は2 m程度あるいはそれ以上の年間樹高生長量の確保が期待される。イシュピング・セドロにとっても適地である。

③G地は Bolainaの良好な生長が期待できる。 Bolainaの生長は、年間樹高生長量で 2.5m以上、直径生長量で 2 cm以上を期待する。

④G-2地は Bolainaの植栽が可能な場合が多いが、優れた生長が期待できないことが多いことと、植栽時の活着率が低いため植栽対象地域から外し、緩衝林分とする。

⑤Tornilloの天然更新事業地は、Tornilloが少なくとも数本以上まとまっている場所で行う。

4) 造林計画

①A地とG地を対象地とする。C地が存在する場合は、緩衝林分として残す。

②両地区の中でTornilloの天然更新事業予定地を区画し、それ以外の対象地を 100ha単位程度に、林道路網計画を配慮しつつ区画する。

③各区画に10m幅の植栽予定地を東西方向に設定する。なお保残帯は20m幅とする。

④植栽は伐開地の南側から3 m離れた場所に一列、その列からさらに2 m離れた場所に二列目を植える、二列の列状植栽方式を取る。列の植栽間隔は5 mとし、次の列とは千鳥配列とする。平均すると1 haあたり 133本の苗木が必要となる。

⑤A地とG地の割合に応じて年次毎の苗木生産計画を策定する。

⑥地こしらは伐開した後、植栽に支障となる枝条を両側の保残帯に寄せる方法を取る。この際、前生有用樹は残すことを前提とする。火入れはおこなわない。

⑦植え付け位置は 1.5m程度の棒杭を使って植栽前に確定しておく。これは下刈りの効率を上げるために必要である。残存有用樹の下には植え付けは必要ない。

⑧植え付けは唐グワ等を使った穴掘とし、活着率80%以下および群状に枯損している場合、原因を確認して後必要に応じて補植する。

⑨植栽方法は、Tornilloの場合はポット造林、 Bolainaの場合は裸根造林とする。

⑩伐採齢級に達したら適切な方法で伐採し、当初の方法を使って同様に植栽する。なお伐採に当たってはなるべく土壌を破壊しないように注意する。

5) 保育計画

①下刈りは10m幅の全刈りである下刈りと植栽木の周囲を払う蔓切りの2種類を実行する。

②下刈りは現地のナタを用い、メニューに従って、樹高が3 mを超えるまで続ける。下刈り回数は決まったものではなく、生長に支障がでる場合随時行うこととする。

③蔓切りはナタを使って行うものとし、樹高が10m程度に達するまで随時行う。

④両側の保残帯の生長にともなって、植栽木が十分な照度を得られない場合は、支障となっている木、枝を払う。

⑤Tornilloも Bolainaも通直性が高く、また枝の自然脱落が容易であるので、形質向上のための枝打ちは必要ない。

⑥植栽間隔がある程度広いので、原則として間伐は必要ではないが、除伐は収穫期までに一回行う。

⑦Tornilloについては、樹皮を傷つけたりするとFusarium等による胴枯れが発生することがあるので、下刈りや保残帯の手入れの際には注意する。

6) 天然更新管理

①Tornilloの種子は実際はより遠くまで散布するが、危険率を配慮するとおおよそ樹高程度の範囲に種子を散布する。従って一本あたり半径50mの円内をカバーすることとなる。なお13本の母樹がある場所での事例では、約2 haの天然更新が成功した。

②種子の結実・落下を見計らって地床処理を行う。地床処理の方法は、ナタで切れる範囲の林床植生をすべて刈り払う方法である。

③本葉が2～3枚出た段階で受光量調節のための上木の伐採を行う。

④上木伐採に当たっては、樹冠を構成している木とそれ以下の木を対象とする。林床に全光の50%程度以上が入射するように樹冠構成木を伐採する。なお中層にある木はすべて伐採することを原則とする⑤参照。

⑤樹冠構成木は現時点で有用と考えられる木を中心に残す。また中層木の中できわめて有用な種類、例えばTornillo、Caoba、Cedro、Bstraque、Ishpingo、Huayroro、Pumaquiro 等のような樹種は残す。

⑥稚樹の高さが30cm程度に生長したら、稚樹の刈だしを行う。刈り出しは稚樹が3 mになるまで随時行う。

⑦稚樹が2 m程度に生長した段階で、密度がきわめて高い場合は2 m幅程度の広さでバリカン刈り除伐をおこなう。Tornilloは密度が高すぎる場合肥大生長のみならず、樹高生長も抑えられるので、注意が必要である。

⑧除伐に当たっては残された幼木に傷をつけないように注意する。Fusarium菌の侵入が起こりやすい。

⑨最終的には、500本/ha程度を残すことになる。

⑩必要があれば間伐材を小径木の段階で利用することもできる。

7) その他注意事項

①Cambisol地域の取扱で、アマゾン地域の最も価値の高い Caobaを植栽することも可能である。ただし、マホガニーマダラメイガの発生は必至であるので、発生抑制のための薬剤散布を別項のマニュアルにしたがって行う。

②有用樹の伐採について、特に群状に生育しているTornillo、 Bolainaなどの対象有用樹種の伐採は天然更新事業地や人工更新のための種子採取に必要であるので勧められない。しかし、道路敷や人工更新事業地の支障となる有用樹は初期の資金確保や橋梁・事業施設用材として利用することは可能である。ただできることなら保存することが望ましい。

(7) 苗木生産計画

1) 種子採取計画

①種子購入はきわめて困難であるので、自前の種子採取計画を樹立する。

②種子採取用母樹を確保する。木によって結実周期が異なっている場合があるので、母樹本数は多いほどよい。

③母樹の配置図を作成する。

④母樹の観察は定期的に行う。なお種子の成熟については育苗標準を参照。

⑤種子採取は木登りによる採取を原則とするが、パチンコに釣り糸をつけ、それにつないだロープを張り、枝を揺する方式で採取する方法もある。その際成熟した種子は落下すると考えられる。

⑥Tornilloの種子は貯蔵できないので、取り蒔とする。 Bolainaの種子は低温貯蔵する。なお種子の選別は必要に応じて行うが、方法については育苗標準を参照。

2) 苗畑造成計画

①苗畑は管理が容易で、水はけのよい場所に設定する。苗畑の広さは2万本の苗木養成に必要な面積があればよい。

②苗床は幅1mとし、日覆をかけることが可能な方式を採用する。

③苗床は排水を良好にするために、基底部には砂利、炭のような資材を敷き詰める。

④苗床はかさ上げ方式とし、高さを30cmとする。なお方向は東西を基本とする。

⑤灌水装置を設置する。灌水は一日一回程度とする。灌水のやり過ぎが根腐れを起こしやすいことに留意すること。

⑥苗床用土は表層土：砂：鶏ふん・糞殻を1：1：1の割合で混ぜた物を使用する。

3) 苗木生産計画

①発芽用土で作った苗床をまきつけ床として蒔つける。

②蒔つけはおおよそ5cm程度の間隔で、種子が見えなくなる程度に砂をかぶせる。

③灌水は発芽床が乾燥しないように調節する。

④本葉が2～3枚程度になった時を見計らって、苗畑に移植する。植え付け間隔は1㎡あたり

7本×7本である。

⑤灌水は苗床が乾きすぎない程度とする。必要に応じて除草する。

⑥Tornilloについては苗が20cm程度に生長した後、同じ土壌を用いた8cm径プラスチックポットに移植する。

⑦病気、虫害が発生したときは殺虫剤あるいは殺菌剤を施用する。病気の場合、灌水のやり過ぎが原因となることがある。

⑧苗が50cm程度に生長した時点で山だしする。Tornilloはポット造林を基本とする。Bolainaは裸根造林を基本とする。

⑨雨期の関係もあり、山出しは1月を中心とした前後4ヵ月程度の期間に行うことが望ましい。

(8) 林道開設・管理計画

1) 路網計画

①ペルーアマゾン地域の土質・降水量を配慮して、雨期に滞水する地点を避ける。

②林道は、基幹道である林道と、補助道である作業道の二種を設定し、林道は全期間使用するタイプ、作業道は使用期間を乾期中心とする。

③路網整備の基準として、平均250m以内で森林施業が可能となるように林道・作業道を整備するとともに適宜歩道を整備する。

④ペルー政府の政策に則りながら、部外者の不法侵入を防ぐための配慮をする。

⑤基盤が脆弱であるため、橋梁作設は脆弱な土質を配慮する必要がある。

2) 林道開設計画

①立地条件を配慮して湿地型、平坦型及び傾斜地型の3タイプを設定する。湿地型は排水に特段の配慮をし、他の二種も排水には十分留意する。

②基盤が脆弱なため、できるだけ橋梁作設を避け、ヒューム管、コルゲート管、現地材による暗渠を多用する。

③基本的資材としての砂利の入手が困難で、かつ高価であることに留意する。

3) 林道維持計画

①雨期の降水量が時に1日200mmに達することがある。雨期は常に基盤が水で飽和されるか、それに近い状態にあると想定する必要がある。

②したがって林道・作業道の使用規則を作成することが望ましい。

③路面の乾燥を促進する道路両側の伐開地と路盤を固めている砂利の補給などの乾燥を配慮した管理基準を作成する。

④雨期の高水位時には河川堤側面が浸食されやすい。橋梁保全のため、板矢板や土のうでの補強を考慮する。

(9) 施設計画

1) 考え方

ここでモデルとして想定している規模の造林用地を、行政、金融、医療等の機関が整備され、かつ生活物資の全てが購入可能な拠点都市（プロジェクトの場合プカルパ市）から日帰りで往復し、作業することのできる範囲（20km）で確保することは、開発の進んでいないアマゾン地方においては現実的ではない。

したがって造林用地は拠点都市を事業や日常生活で利用できる範囲（道路利用で 200km以内）に確保することとして、施設及び機械について計画する。

この場合、造林用地の近くに現場事務所をおき、造林地及び造林作業の管理に当たると共に、拠点都市にも事務所を設け、官公庁、金融機関等との折衝及び必要物資の購入を行うものとする。

2) 現場事務所

造林用地の最寄りの道路沿いに設置する。

アマゾン地方では、都市を離れると、道路沿いに20～30km毎に小集落があり、ここには小学校、食堂及び日用品売店等はあるが、電気、水道、通信、定期交通、医療等の生活基盤はほとんど整備されていないのが実情である。したがって事務所を設けるに当たっては、必要な生活基盤を自ら確保する必要がある。

また、現地に居住する人々の動向を見ると、造林事業に必要とする要員を確保するためには、職員クラスの全員及び作業員クラスの約1／3は現地以外から雇用せざるを得ない状況にあり、このため現地事務所では宿舎の整備、都市との交通確保が重要となる。

以上のような状況により、現地事務所には管理用事務所及び施設のほか、車両整備施設や宿舎等を設けることが必要となるが、これに苗畑施設を加えて、電気及び水の供給や相互の連絡が効率的に行えるように各施設を配置しなければならない。

3) 都市事務所

拠点都市に設置して、金融機関における金銭の出納、官公署における許認可事項や保険の手続き、医療施設における人身災害の処置、事業実行及び現場生活に必要な人員の手配、物資の調達及び機材の修理、本部機構との連絡調整等都市機能を利用した現地で必要とする事項の連絡・中継的役割を果たすこととする。

また、当モデル作成に当たっては本部機構に関する施設は計画しない。

4) 建物等施設及び機械の計画

Ⅱ－2－3表及びⅡ－2－4表による。

(10) 要員計画

事業の実行に当たっては、苗木生産、造林、林道開設等主要事業については原則として直営直備で行い、建物等の施設の建設については請負業者に委託する。この考えを前提としてⅡ-2-1図の組織を定め、要員の配置を計画した。

これらの要員数の確保に当たっては、作業員については、各作業工程から求めた人工数を想定年間就労日数 221日（注1）で除して員数を求め、*

（注1）想定年間就労日数の計算

$$365\text{日}/\text{年} - \left\{ 30\text{日} + \left(52\text{日} \times 2 \times \frac{365-30}{365} \right) + \left(12 \times \frac{365-52 \times 2}{365} \right) + 10 \right\} = 221\text{日}/\text{年}$$

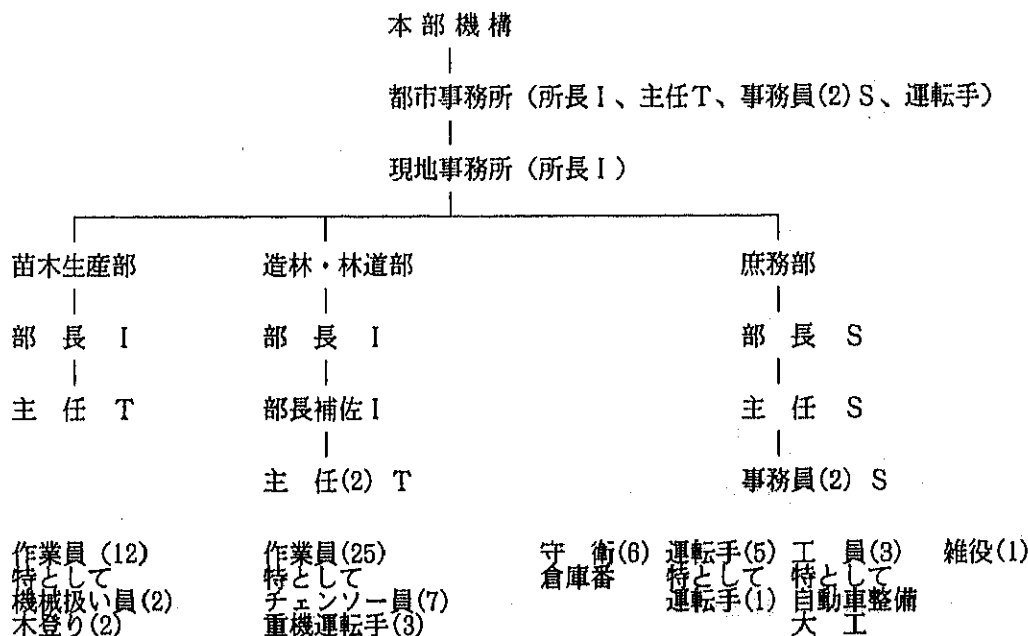
有給休暇 土・日 祭日 病休等

*管理要員については、ペルー国においては年間30日の有給休暇及び土・日の休業が定着していることを前提として員数を定めた。

また、各職種の年間人件費を定めるに当たっては、一般的作業員の人件費の指数を 100として、資格加算については技師Ⅰに 100、技能員Ⅰに50、中等学校卒Ⅰに20それぞれ加算し、役職等加算については所長に 100、部長に50、補佐及び主任に30、特₁に50、特₂に30それぞれ加算することとした。

以上のような要件及びⅡ-2-5表の年次別事業計画から、Ⅱ-2-6表により年次別就労員数及び人件費を求めた。

Ⅱ-2-1図 造林事業体組織図



注：1）括弧内は人数

2）Ⅰは技師（大学卒）、Ⅱは技能員（専門教育を受けた者）、Ⅲは一般事務職（中等教育を終えた者）、特は技術を有するものを意味し、それぞれの雇用基準を示す。

3）所長2名、部長3名、部長補佐1名、主任5名、事務員5名を職員クラス（15名）とする。

4）作業員37名、その他管理要員16名を作業員クラス（53名）とする。

Ⅱ-2-3表 建物等施設

大区分	中区分	名 称	数量	単位	単 価	金 額	建設 年次	備 考
事業用	苗木生産	苗畑		m ²			1	永久
		種子精選場	80	m ²			1	③
		種子貯蔵室	32	m ²			1	①
		倉庫	64	m ²			1	②
		床土置場	80	m ²			1	③
		床土造成場	75	m ²			1	③
		作業場	64	m ²			1	③
		事務室	80	m ²			1	含種子試験室 ①
		貯水塔	1	基			1	木製
		気象観測場	24	m ²			2	永久
		洗面所	9	m ²			1	
		倉庫	24	m ²			1	管理棟 ②
		事務室	45	m ²			1	管理棟 ①
管理用	現場事務所	事務室(所長)	24	m ²			1	①
		”(庶務Ⅰ)	48	m ²			1	受付・庶務①
		”(庶務Ⅱ)	20	m ²			1	会計 ①
		洗面所	16	m ²			1	①
		書類室	15	m ²			1	コピー機 ①
		会議室	40	m ²			1	12~3人用 ①
		休養室	20	m ²			1	兼診療所 ①
		食堂	120	m ²			1	兼集会所 ①
		炊事場	20	m ²			1	①
		洗面所	20	m ²			1	①
		器材倉庫	120	m ²			1	②
		資材倉庫	120	m ²			2	木材等 ③
		工作場	144	m ²			1	整備・木工③

Ⅱ-2-3表 建 物 等 施 設 (続き)

大区分	中区分	名 称	数量	単位	単 価	金 額	建設 年次	備 考
管理用	現場事務所	燃料庫	20	m ²			1	ガリン・軽油②
		発電棟	56	m ²			1	①
		電線		m			1	含宿舍用
		井戸	1	基			1	
		貯水塔	1	基			1	コンクリート 永久
		上水道		m			1	含宿舍用
		下水道		m			1	含宿舍用
		洗車場	1	基			2	永久
		守衛小屋	6	m ²			1	含門 ②
		垣根	100	m			1	
		車庫	218	m ²			2	10台 ③
	現 場 宿 舎	家族宿舎(所長)	1	棟			2	70m ² ①
		“(職員)	4	棟			2	50m ² ①
		合宿所(職員)	1	棟			1	①
		“(作業員)	1	棟			1	①
		客用宿舎	1	棟			2	含小集会室①
		運動施設		m ²			2	野外炊事施設 バレー・サッカー
	都市事務所	事務室(所長)	24	m ²			1	①
		“(事務室)	30	m ²			1	①
		洗面所		m ²			1	①
		書類室	9	m ²			1	①
		車庫	15	m ²			1	②
	都 市 宿 舎	家族用(所長)	1	棟			2	70m ² ①
		“(職員)	1	棟			2	50m ² ①
		合宿所(現場要員用)	1	棟			3	50m ² ①

注：1) 建物の規格を建設単価を基準として、高級なものから①②③に区分する。

2) 耐用期間は、「永久」以外は20年とする。

Ⅱ-2-4表 機 材

大区分	中区分	名 称	数量	単位	単 価	金 額	設置 年次	耐用 年数	備 考
事 業	苗木 生産	小型トラック	1	台			1	5	4WD
		小型ジープ	1	台			2	5	
		耕うん機	1	台			1	10	運搬車付
		散水装置	1	式			1	10	
		気象観測機器	1	式			1	10	自己温湿雨量
		冷蔵庫	2	台			2	20	温度調節
	造 林	ブルドーザ 11t	1	台			1	10	
		ショベルドーザ 11t	1	台			1	10	
		中型ダンプ 6t	1	台			1	5	人員輸送兼
		小型ダンプ 2t	1	台			2	5	"
		小型トラック	2	台			lor2	5	
管 理	現 場	ジープ	1	台			1	5	
		小型トラック2t	1	台			1	5	
	事務所	短波無線機	1	式			1	10	含アンテナ
		発電機 3・40kw	2	台			lor2	10	
		コピー機	1	台			1	5	
		パソコン	1	式			1	10	スライダ付
		エアコンプレッサ	1	台			1	10	
		酸素溶接機	1	式			2	10	
		製材機	1	台			1	10	丸鋸
	都 市 事務所	バン乗用車	1	台			1	5	
		短波無線機	1	式			1	10	含アンテナ

Ⅱ-2-5表 年次別事業計画

作業単位名	記番	区分	単位	1年次	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		作業量 人工数 人件費 物役費																
		支出計																
		作業量 人工数 人件費 物役費																
		支出計																
		作業量 人工数 人件費 物役費																
		支出計																
		作業量 人工数 人件費 物役費																
		支出計																

Ⅱ-2-6表 年次別 就労者数・人件費

		区分	1年次	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
所長 部長 部長補佐 主任 事務員		員数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		金額 ()	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		員数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		金額 ()	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		員数 ()	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
その他 管理要員	自動車整備 特-1 同上 特-2 一般	員数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		金額 ()	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		員数 ()	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
作業員	苗木生産	人工数 金額																	
	造林・林道	人工数 金額																	
合計		員数 金額																	

注：() 内は一人当たり年間人件費

(II) 資金計画

1) 考え方

1月から12月までを1年次として、年次毎の収支について計画する（Ⅱ－2－7表）。

貨幣単位については、現地通貨は変動が激しく指標にはならないので原則としてUS\$を用いることとし、その換算値はⅡ－2－8表の通りとする。

Ⅱ－2－8表 1 US\$当たりの換算値

年次	現地通貨	日本円
1981年	Sol	円
1982年	Sol	円
1983年	Sol	円
1984年	Sol	円
1985年	Sol	円
1986年	Inti	円
1987年	Inti	円
1988年	Inti	円
1989年	Inti	円

資金計画については、収入と支出との差を借入金（年利　％、据置　年、　年償還）で賄うこととする。

2) 支出計画

支出を事業費と管理費に大別し、その内訳としてそれぞれ施設費、機械費、人件費、物役費に区分する。

年次別の事業進捗ペースは、2年次に苗木生産、地こしらえ、3年次には植え付けができるように施設の建設や機材の購入を行う（Ⅱ－2－9表）。

3) 収入計画

現存する天然林への造林を前提にしているので、天然林中の商業樹種については伐出し、収入を見込むこととする。この場合、人工更新地については、最初の地こしらえ時に10m幅の地こしらえ部に所在するものを、最初の主伐時に保残帯に所在するものをそれぞれ伐出する。また、林道用地に所在するものは林道開設時に伐出する。

また天然更新事業地（Tornillo）の商業樹種については、受光量調節実施時に1／2、主伐時に残る1／2の内母樹を除いて伐出する。

育成した造林地（天然更新を含む）については、Bolainaは10年、Tornilloは30年をそれぞれ

Ⅱ-2-7表 年次別資金計画

		1年次	2	3	4	5	6	7	8	9	0	備考
支出額	A											
収入額	B											
収支計(A-B)	C											
借入額	C											
借入残高(ΣC)	D											
単年度利息 (D×0.0x)	E											
利息残高(ΣE)	F											
複利息 (F×0.0x)	G											
元利合計 (D+E+F+G)	H											
償還額	C											
償還残高 (ΣH+ΣC)	I											

Ⅱ-2-9表 年次別 支出計画

	支出区分	1年次	2	3	4	5	6	7	8	9	0	備考
事業	苗木生産	施機人物小 設材件役計										
	造林	施機人物小 設材件役計										
	計	施機人物小 設材件役計										
管 理		施機人物小 設材件役計										
合 計		施機人物小 設材件役計										

Ⅱ－２－１０表 年 次 別 収 入 計 画

			1年次	2	3	4	5	6	7	8	9	0	備 考
天然林	人工造林 予定地	面積ha 材積m ³ 収入額											
	Tornillo 天然更新 予定地	面積ha 材積m ³ 収入額											
	林道用地	面積ha 材積m ³ 収入額											
	保残帯	面積ha 材積m ³ 収入額											
人工林	Bolaina	面積ha 材積m ³ 収入額											
	Tornillo	面積ha 材積m ³ 収入額											
合 計		収入額											

伐期齡としてこの時点の立木材積を求め、現在の立木価格を乗じて収入を求める（Ⅱ－２－１０表）。参考例として現在の生長状況から類推算定したものを添付した。

〔付録Ⅰ〕

Tornilloの生長速度予測と単位面積当たりの粗収入予測

樹 高： $0.5\text{m/y} \times 2\text{y}$ $2.0\text{m/y} \times 10\text{y}$ $1.0\text{m/y} \times 10\text{y}$ $0.5\text{m/y} \times 8\text{y}$ $=35\text{m}$
 胸高直径： $0\text{cm} \times 2\text{y}$ $1.2\text{cm/y} \times 10\text{y}$ $1.8\text{cm/y} \times 10\text{y}$ $1.2\text{cm/y} \times 8\text{y}$ $=39.6\text{cm}$
 予想材積： $\phantom{0.5\text{m/y} \times 2\text{y}}$ $\phantom{2.0\text{m/y} \times 10\text{y}}$ $\phantom{1.0\text{m/y} \times 10\text{y}}$ $\phantom{0.5\text{m/y} \times 8\text{y}}$ $=2.2\text{m}^3$
 成立本数： 10m 列状植栽 1例残し $=67\text{本/ha}$
 ha当材積： $\phantom{0.5\text{m/y} \times 2\text{y}}$ $\phantom{2.0\text{m/y} \times 10\text{y}}$ $\phantom{1.0\text{m/y} \times 10\text{y}}$ $\phantom{0.5\text{m/y} \times 8\text{y}}$ $=147\text{m}^3$
 予想売上： $\yen 23,700/\text{m}^3$ $=3,484\text{千円}$

Bolaina の生長速度予測と単位面積当たりの粗収入予測

樹 高：	1.0m/y×2y	2.6m/y×6y	2.0m/y×2y	=22m
胸高直径：	0.0cm×2y	3.0cm/y×6y	2.5cm/y×2y	=23cm
予想材積：				=0.46m ³
成立本数：	10m列状植栽	1.5列残し		=100本
ha当材積：				=46m ³
予想売上：	¥8,000/m ³			=368千円

なお、以上の計算の基礎となる数値は次のページの「付録のためのデータ」と「算定基礎とした生長データ」に示してある。

「付録のためのデータ」

①生長速度

Tornillo：1林班と21、22林班、および101林班のデータ

Bolaina：3、9林班と展示林のデータ

②予想材積 $r^2 \times 3.14 \times h \times 0.50$

③成立本数 全くの予想

④材 価 中間報告書 小池データ

〔算定基礎とした生長データ〕

植栽初年度を除く、天然更新は樹高1m以上になってからのデータを採用。データソースは昭和60年度作業監理報告書と佐藤による造林基準案。

Tornillo

（樹高生長）	基準年	1年後	差	
5 m 1林班	93.7	228	+134cm	
1林班	177	404	+227	
12林班	69.3	241	+172	
10m 21林班	92	337	+245	2-3年後（このかつは新方式、信頼度高）
同	337	661	+324	3-4年後
30m 2林班	48.2(0)	78	+30	(0)は初年度データ
9林班	72(0)	128	+56	
天然更新（C4）	186	341	+155	2-3年後

同	956	1,250	+294	5-6年後
同	1,250	1,365	+115	6-7年後
天然更新 (R 3)	720	1,092	+372	4-5年後
	1,092	1,350	+258	5-6年後
同	1,350	1,583	+233	6-7年後

(直径生長)

天然更新 (C 4)	6.9	7.9	+1.0
同	7.9	9.4	+1.5
天然更新 (R 3)	8.6	10.1	+1.5
	10.1	11.8	+1.7

Bolaina Blanca

(樹高生長)

(直径生長—括弧内は0.5年データ×2)

5 m 1 林班	196	404	+208	(2.0cm)/y
10m 3 林班	208	436	+228	(3.4cm)/y
21林班	228	488	+260	
同	488	732	+244	
30m 9 林班	274	589	+315	3.0cm/y
展示林	185	455	+270	(6.6cm)/y

プロジェクト推進委員会委員 大角 泰夫

(1) 目的と概要

近年の世界的な経済の拡大や急速な人口増加にともなって、特に開発途上国を中心に、森林を木材生産のみならず、農地などの他の用途に使うことが多くなってきた。その結果、特に熱帯地域における森林の質の低下や減少はきわめて急速で、最近のFAO統計によれば、熱帯林減少面積は年間1,130万haにも達するとされる。この急速な森林の減少は、地域の経済や環境に大きな影響を与えると共に、地球規模での環境変動にも強い関係があると指摘されている。

これらの問題点を受けて開発途上国や先進国は、熱帯林の開発に関して、持続的な開発を中心に据えた社会や技術の仕組みを構築するよう努力を重ねてきている。今回のマニュアルの基本となったペルーアマゾン地域での森林造成プロジェクトは、基本的な立場を「自然環境・生態系の保全と森林資源の生産と保続との調和」に置いている。すなわち、「森林の持続的開発」という世界的な流れが始まる前に、この理念を先見的に読み取って開始したプロジェクトで、しかも特に注目されているアマゾン地域の森林に適用できる技術の開発を目指したものである。

このプロジェクトは日本政府（JICA）とペルー政府（農業省、最初INFOR、後組織改編でINIAAとなった）との間で、1981年から1991年までの10年間の予定で始められた。残念ながら現地の事情で本プロジェクトは10年間の予定のところ、実際にデータを収集できた期間は8年間であった。

しかしながら、この8年間のプロジェクト期間において、参加した日本やペルーの多くの専門家や関係した技術者集団の努力の結果、ペルーアマゾン地域で、当初の目標であった、自然環境をできるだけ保全しつつ、林業を可能にする方法の大要が開発されてきた。その中には、従来不可能に近く、しかも効率的ではないとされてきた天然更新技術など、新しい技術も開発された。

自然環境を維持しながら森林を育成するには、日本や他の先進国で行われている針葉樹造林のような、大面積皆伐——斉造林というシステムは採用できない。したがって他の、例えば天然更新やラインプランティングのように、現在の森林を一定の割合で残しながら、林業を魅力ある形にするシステムの導入が必要となる。また地域の経済との関係を深めるためには、対象とする樹種は、地域の有用樹で、しかも燃料としての木材の要求度が低いことも勘案して用材生産樹種の選定が適切と判断した。ところがラインプランティングについてはFAOなどさまざまな機関がいろいろな地域で進めてきたが、地域の樹種を使った方法では必ずしもめざましい成果を挙げたとは言い切れない。また有用な用材樹種についての天然更新に至っては成功した例はほとんど報告されていない。

今回のプロジェクトではFAO等先人の経験を踏まえて、列状植栽による人工更新および樹種を特定した天然更新を中心に検討を進めてきた。それに加え、アグロフォレストリーが以前行われて後、放棄され、脊悪地となった場所での一斉人工更新についても検討した。その結果、森林の造成

と育林に係わるさまざまな成果が得られてきた。

これらの得られた成果の中からアマゾン地域全体に普遍化できる可能性の高いものを抽出し、持続的林業を開始するに当たって必要と考えられる事項を集め、マニュアルとしてとりまとめた。長い林木の成長期間を考えると、わずか8年間のデータでは全育成期間にわたる確率の高い情報を提供することはできなかったが、少なくとも育成初期から中期にかけての一般的方法については確度の高い情報を提供できたと信ずる。このマニュアルの利用に際しては、この点の配慮をいただきたい。なお基本となるデータの多くは、各種の専門家報告や昭和63年にまとめられた中間報告に記されているので、必要に応じて参照されたい。

このマニュアルは、立地判定、種子採取、種子取り扱い、育苗、造林基準及び造林作業の6項目から構成されている。また、参考として今回のプロジェクトで共通的に利用してきた帳簿類を添付した。

各執筆者は、立地判定を除き、各項目を扱ってきた最後の長期専門家で、それぞれの項目は全期間に係わったさまざまなペルー側研究者、日本側専門家の成果を基にまとめられたことを付言する。

(2) 立地判定

更新試験専門家 河室 公 康
プロジェクト推進委員会委員 大 角 泰 夫

はじめに

林木の成長は立地条件の違いによって大きく変わることは、日本の場合と同じである。日本の場合は古くからの造林地が広く存在しているため、ある地域で、ある土壌・環境条件が解ればたどこにその地の収穫期の林木の成長が予測できる。しかし、アマゾン地域では造林地がほとんど皆無であるため、収穫期の成長を推定することはできず、また造林対象樹種も多様であるため、今回のプロジェクトで得られた結果だけでは収穫期の林木成長予測をたてることは不可能である。ただ、成長初期の成長経過からある程度の予測は可能である。その結果から判定すると立地条件、特に土壌条件と林木の成長との間には非常に密接な関係があると推察される。また、有用樹種の自然立地の解析から、有用樹種にはそれに適した土壌が存在するらしいことが認められてきた。

そこでこの項では土壌条件の概要を把握する方法と、樹種毎の適地条件の概要を説明する。なお後者については限られたデータからの類推であるので、今後さらに検討が必要なものと考えられる。

1) アマゾン地域で出現する土壌と簡単な判定方法

FAOによる土壌区分を用いて土壌判定を行う。FAO分類で、アマゾン地域に出現し、植物生育の場として利用し得る土壌はユニットレベルで以下に示す土壌が主要なものである。各土壌ユニットはいろいろなサブユニットを持っている。サブユニットの段階まで説明すると大変な量になるので、ここではユニットレベルの説明で止める。

土壌は表層の下 125cmまでを調べる。なお細かな性質の説明はいろいろな資料があるのでそれらを参考にされたい。

① Nitosol

表面の粘土量が、下層の粘土量より少ないが、最大値の20%以内の減少率に納まる土壌。排水良好の場所に出現する。アンデス山地に近い場所に存在する。次のサブユニットを持つ。

塩基の多いEutric Nitosol、塩基の少ないDystric Nitosol である。

② Cambisol

特徴的な性質を持たないのが特徴である土壌。日本の褐色森林土に類似した土壌で、粘土の移動がなく、丘陵性地形で最も広く分布する。赤っぽい色から黒っぽい色まで各種である。排水の良好な斜面はほとんどこの土壌である。次のサブユニットがある。

塩基類に富むEutric Cambisol - 比較的多い。塩基が少ないDystric Cambisol、下部に灰色がかかった、水の影響を受けた層を持つGleyic Cambisol、カルシウムの塊を持つCalcic Cambisol、褐色から赤味の強い下層をもつChromic Cambisol - 比較的多い、乾くと広い割れ目ができ、水性でなくて黒灰色がかかった表層を持つVertic Cambisol - 広い分布がある、表層部の塩基交換容量が低いFerralic Cambisol - 北部と西部に多いと予想、などである。

③ Vertisol

表層が黒っぽい、赤味があまりない粘土質の土壌で、乾くと幅1cm以上の割れ目ができる。土壌の中にクサビ型の構造があるときには注意する。比較的排水のよい場所にできる土壌で、ペルーではアンデスに近い場所に分布する。通常の植物の生産性はきわめてたかい。次のサブユニットを持つ。

表層部の色が暗いPellic Vertisol と比較的明るいChromic Vertisolで、わけ方の基準は湿った土の彩度が1.5以下では前者、以上の場合は後者である。

石灰質の材料を持つ場所に存在する。

④ Acrisol

酸性の強い、表層が砂質で、下層が粘土質な土壌。塩基の量が少ない。多くは明るい赤色を示す。排水が比較的良好な場所、すなわち緩傾斜地に広く分布する。次のサブユニットを持つ。

明るい赤味を持つ表層のOrthic Acrisol、明るい赤味の強い斑紋を持つFerric Acrisol、下層が赤と白あるいは黄色の斑模様になっているPlinthic Acrisol - きわめて一般的 -、表層部が水によって白く漂白されたGleyic Acrisol - 比較的多い、などである。

⑤ Ferralsol

風化が進み、未風化の物質がほとんどなく、しかも塩基交換容量が非常に低い、痩せた土壌。多量の養分を必要とするような植物の生産にはあまり適さない。北部と西部の排水良好な丘陵性地形に広く分布する。なお養分的にはAcrisol よりも劣るが、それほど大きな差はない。次のようなサブユニットがある。

湿った時土の明度4以上、彩度5以上の鮮やかな黄色のXanthic Ferralsol、同じく明度4未満、5 YRより赤い鮮やかな赤色のRhodic Ferralsol、これら以外の色を持つOrthic Ferralsol、塩基交換容量がきわめて低いAcric Ferralsol、赤・白斑の層が下部にあるPlinthic Ferralsol などがある。

⑥ Gleysol

表層部に冠水の影響を受けた土壤中、通常は灰白色の表層となっている。土壌の特徴は、表層が酸素欠乏による鉄の排除によって白くなるかあるいは青色に近い淡い色を示すと共にオレンジ色の酸化鉄の斑点や黒いマンガンの塊を持つこともある。雨期に水が貯りやすく、排水不良な凹地や平坦地に特徴的に出現し、次のようなサブユニットを持っている。

塩基類が多いEutric Gleysol、カルシウムの塊を持つCalcic Gleysol、塩基類が少ないDystrophic Gleysol、表層に塩基が多く、有機物を多量にもつMollic Gleysol、泥炭的な有機物層を表層に持つHistic Gleysol及び1.3m以内に赤あるいはオレンジ色と白あるいは黄色の斑模様の層を持つPlinthic Gleysol—非常に広く分布—である。この土壌は河川の近くにきわめて高い確率で出現する。平坦地であればこの土壌を想定すればまずまちがいない。

⑦ Fluvisol

最近の堆積物から発達した土壤中、土壌の材料が層状に異なっている。従って、河川の近くや湖の縁などの氾濫が頻繁に発生する場所に多い。次のようなサブユニットをもつ。

塩基の多いEutric Fluvisol、カルシウム質であるCalcic Fluvisol、塩基の少ないDystrophic Fluvisol、硫黄化合物を持つThionic Fluvisolなどがある。

Ⅱ-3-1表にプロジェクトサイトに出現した主要な土壌の性質をまとめてある。

2) 有用樹種の初期成長と立地などの条件との関係

人工更新対象有用樹種の初期成長と立地条件との関係解析の詳細は論文編にまとめてある。以下に主要な樹種の立地・光特性などとの関係を示す。なお最も重要な樹種であるCaobaとCedroについてはHypsipylaの食害の影響が強く出ており、解析が困難である。Cedroの1983年植栽の試験区ではGleysolでの成長がAcrisolよりも優っている。Caobaについても初期成長はCambisolとGleysolで比較的良好で、Acrisolでは悪いということがデータから読み取れる。

- ① Tornillo: 初期成長はAcrisolとAcrisolに似た養分状況のChromic Cambisolでよく、Gleysolでの植栽は不可である。
- ② Ishpingo: AcrisolとCambisolに適しており、Gleysolは不適である。狭い列状植栽に向いた樹種。
- ③ Azucar Huayo: Acrisolに適している。裸根造林を行うこと。
- ④ Copaiba Negra: Acrisolに適している。GleysolとCambisolでは初期成長は悪い。
- ⑤ Paro Sangre Amarillo: Acrisolに好適。ついでAcrisol的なCambisol。Gleysolは不適なお光の要求度が高い。

- ⑥ Bolaina Blanca : 光要求度が非常に高い。Cambisolに好適であり、Gleysol ではやや劣る。ただし、5年間に10m以上の樹高は期待できる。
- ⑦ Bolaina Negra : 前者と同じく、光要求度がきわめて高い。Gleysol でよい成長が期待できる。AcrisolとCambisolでは不適。
- ⑧ Marupa : Acrisol とGleysol に適した樹種である。Cambisolは不適。裸根造林に向いている。

3) 有用樹種の自然分布と土壌のタイプ

植物の自然分布は、植物の土壌要求度の関係にある程度忠実に反映するものである。対象となる有用樹種の十分な適地判定ができない段階では、この種のデータは植物の適地を判定するための傍証として利用価値はある。プロジェクトサイトという限られた範囲でのデータではあるが、2) に示した初期成長と土壌・光要求度との関係と併せて土壌毎の好適樹種の選定に利用する。

- ①vertic Cambisol : 塩基濃度が高く、養分保持力も高い。Caoba とCopaiba の成立密度が高く、他にYacushapana、Estraque、HuayruroおよびLagarto Caspi が特徴的に生育している。
- ②chromic Cambisol : 塩基濃度はある程度あり、養分保持力が高い。分布範囲は狭いので、データの確度は低いが、Ishpingo、Tornilloおよび Cedroの生育が比較的多い。
- ③gleyic Cambisol : 表面が酸素欠乏のため還元作用を受けている。分布が限られているため、有用樹種との関係は不明である。
- ④plinthic Acrisol : 強い酸性を示す、塩基がきわめて少ない土壌で、養分保持力は非常に弱い。Tornilloの生育密度はきわめて高い。ほかにIshpingoやCedro の密度も比較的高い。また Moena やCumalaの成立量も多い。
- ⑤plinthic Gleysol : 塩基濃度は比較的高く、塩基の保持力もAcrisol よりは高い。ただ雨期には水で飽和され、酸素欠乏となる。特に主要な樹種との関係は少なく、有用樹種の中ではわずかにLupunaのような種類がみられるだけである。

II-3-1 表 プロジェクト地内の主な土壌の性質

土壌名	層位	pH	炭素%	窒素%	Mn ppm	CBC meq	塩基飽和度	土 性	粘 土 鉱 物
vertic Cambisol	A	6.4	4.4	0.40	543	43	100 %	重塩土	主-smectite 従-kaoline minera
	B	8.1	0.3	0.05	350	29	100 以上	重塩土	上と同じ
gleyic Cambisol	A g	6.1	4.2	0.38	482	nd	nd	軽塩土	主-smectite 従-kaoline minera
	B	5.2	0.5	0.07	40	nd	nd	重塩土	上と同じ
plinthic Acrisol	A	3.6	1.2	0.12	10	7.1	3.4	砂塩土	主-kaoline mineral 従-mica
	B	4.3	0.4	0.06	0	11.4	1.2	軽塩土	上と同じ
plinthic Gleysol	A g	5.5	2.7	0.27	230	15.1	79	砂質塩土	主-smectite 従-mica
	B	4.8	0.5	0.09	36	19.6	31	軽塩土	主-smectite 従-kaoline minera

(3) 人工更新

1) 種 子

森林生態専門家 横 田 明 彦

熱帯林地域において現在行われている森林造成はマツ、アカシア、ユーカリ類等の外来早生樹種によるものが大部分であり、その地域固有の有用広葉樹種による人工更新は広葉樹種子の採取が困難なため現在までのところ僅かしか行われていない。

それは具体的には広葉樹種の開花・結実習性が十分に解明されていないことの他に、実際に現地の森林の中で種子を着けている木を見つけ、しかも種子が成熟した時にうまく採取するといったことが困難であるというようなことが原因となっている。特に事業的規模で造林事業を実行して行くためには種子の確保が最大の課題であり、また、天然更新事業を行う場合にも樹種毎の種子の豊作年の周期や種子の成熟時期の予測が不可欠である。このため、まず母樹観察を通じ樹種毎の開花・結実習性を明らかにすることが必要である。母樹観察は長期間行わないと開花・結実の傾向が把握できないことから業務の継続性が重要であり母樹保残林、設定場所、母樹本数、観察頻度、母樹管理等は人員、予算等の面から無理のない範囲で設定することが肝要である。

① 母樹選定と管理

i) 母樹選定

母樹の選定に当たって留意する点は以下のことである。

- (1)母樹として選定する樹種は、木材の商品価値が高いものあるいは将来その可能性の高いもの、樹液や果実（種子）等が原料として利用可能なものを対象とする。
- (2)複数の樹種がある程度の本数で群状に存在する地域を母樹保残林とする。
- (3)母樹を設定する林分はなるべく活動拠点から近く、焼き畑移動耕作等の侵入の危険性の少ない所で、一年を通じて道路、歩道が通行可能な所に設定する。
- (4)指定する母樹は1樹種5本以上必要である。これは、同一地域内の同一樹種であっても個体間の開花・結実周性が大きく異なるものもあり、また誤伐、盗伐による母樹の損失という事態によるデータ精度の低下を避けるためにも管理が出来る範囲内で多くの母樹を設定しておく方が良い。
- (5)母樹の選定に当たっては、胸高直径50cm以上、枝下高が高く幹が通直であること、樹冠が力強く張っていること、樹冠全体が見えること、壮令木であること、歩道から近いこと等の条件を満たしているものを対象にする。

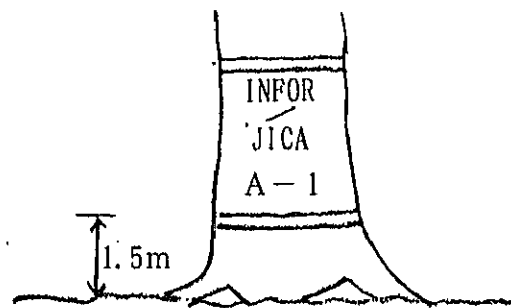
ii) 母樹管理

母樹管理に必要なことは以下のことである。

- (1)母樹台帳を作製する。台帳には母樹番号、樹種、胸高直径、樹高、所在地域、母樹設定日、観察結果等の項目を記載する。また、樹種の同定をしておく。
- (2)母樹保残林区域の周囲測量を行うとともに区域の周囲を50m程度の中で伐開し所々に

「保残林」であることを明記した看板を立て保残地域であることを明確にする。

(3)選定された母樹は幹のやや高い位置に所属、母樹番号を目立つ色のペンキで大きくマークする（下図例示）とともに保残林区域内における母樹位置を測量し母樹位置図を作製しておく。



(4)観察頻度は定期的に月2回（最低でも月1回）行い（観察の間隔が開きすぎると正確なデータが得られない）、観察事象の評価はDR. P. H. Holmes によって考察され、当プロジェクトでも使用している「生物季節観察表」により行う。

取りまとめは母樹毎に別紙様式に観察事象を現す番号を記入するが、熱帯では同一の木で複数の事象、例えば開花と結実、結実と新葉等を示すことが珍しくないなので、その場合には／を入れて2／4、4／9のように表す。

以下に「生物季節観察表」を示す開花・結実事象の内容を示す。

《 花 》

- 1) つぼみが出来ている状態
- 2) 開花が進行している、または満開の状態
- 3) 開花がもうすぐ終わる、または終わった状態

《 実 》

- 4) 新しい果実ができつつある状態
- 5) 果実が成熟している状態
- 6) 成熟果が落下あるいは種子が飛散している状態

《 葉 》

- 7) 木に葉が僅かにあるまたはない状態
- 8) 新葉が出てきている状態
- 9) 葉の大部分または全部が新葉の状態
- 10) 樹冠全体が旧葉の状態

- (5)観察は双眼鏡で行うが、樹木のつぼみや花は非常に小さいので観察には熟練を要する。
また、樹上ばかりでなく地面に落ちているつぼみや花も樹木の情報を得る上で重要である。
(6)そのほか経常業務として母樹保残林区域周囲の巡検・刈払い、林内の歩道の整備・刈払い、母樹周囲の小径木刈払い・地床整理等の作業が適宜必要である。

iii) 開花・結実習性調査結果

本プロジェクトではペルー・アマゾン地域ボン・フンボルト国有林内における1979年から1986年までの7年間に22ヵ所の母樹保残林を設定し55樹種、668本の母樹の開花・結実習性調査を行ってきた。Ing. Teodoro Trucios らによってとりまとめられた結果はII-3-2表のとおりであるが、熱帯地域においては樹木の開花・結実時期は年によって、また個体によっても異なることが知られておりこの結果が絶対的なものではない。

本調査が行われた地域の気象条件は以下の通りである。

観測場所 プロジェクト内苗畑

(南緯 8° 22'、西経 74° 28'、標高 200メートル)

フンボルト国有林(苗畑)気象観測表

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平 均 (総量)
平均最高気温	29.7℃	29.6	29.6	29.8	30.0	29.1	32.0	32.2	31.9	31.5	31.1	31.0	30.6
平均最低気温	21.7℃	21.7	21.8	21.5	20.8	19.5	19.9	20.6	20.5	21.5	22.3	21.9	21.2
平均気温	25.7℃	25.7	25.7	25.7	25.4	24.3	26.0	26.4	26.3	26.7	26.6	26.4	25.9
降水量	535 mm	489	424	472	218	339	71	195	187	358	637	344	(4,270)
降水日数	15.8日	16.7	16.0	13.3	10.5	9.0	4.3	7.5	9.7	15.3	14.2	13.3	(136.8)
平常時の湿度	76.5%	76.9	79.8	81.5	81.2	73.5	69.8	69.1	67.0	73.4	77.2	73.3	75.0

- 注: 1) 1983年9月から1987年8月末までの観測結果である。
2) 降水量は1985年4月～6月、1986年5月～7月の間欠測した。
3) 湿度は一日の平均に近い17.00時の値を用いた。

II-3-2表 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	結実時期
01	ACEITE CASPI													A
02	ALNEDRO													A
03	AMATEA													A
04	ATUCAN HUAYO													B
05	BOLAIMA BLANCA													A
06	BOLAIMA NEGRA													A
07	CAORA													A
08	CEDEO BLANCO													A
09	CEDEO COLORADO													B
10	COPALBA BLANCA													B
11	COPALBA NEGRA													B
12	CUMALA BLANCA													A
13	CUMALA COLORADA,													A
14	CUMALA NEGRA													A
15	ESTERQUE													A
16	GOMA HUAYO PASSEADO													B
17	HUAMANTZAMANA													B
18	HUAYERO COLORADO													T
19	HUAYERO ROJO													T
20	HUANGELA BLANCA													T
21	HUTIDA BLANCA													B
22	HUTIDA NEGRA													A
23	ISERTIRO													T
24	LEPUZA													T
25	MACHIMARCO BLANCO													A
26	MACHIN ZAPOTE													A
27	MACHINGA													A
28	MAROPA													B
29	MASUMASTI COLORADO													A
30	MARQUILAYA KACCEA 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	結実時期
33	PALO SANGRE NEGRO													B
34	PITO REGIONAL													T
35	POMACOTRO													A
36	PONGA BLANCA													A
37	PONGA COLORADA													A
38	PONGA NEGRA													B
39	QUILLOBOBON AMARILLO													A
40	QUILLOBOBON COLORADO													A
41	QUITA QUITA NEGRA													A
42	QUINTILLA BLANCA													A
43	QUINTILLA COLORADA													A
44	REQUITA NEGRA													A
45	RINON CASPI													T
46	SHIHUAMACO (hja, cf)													B
47	SHIHUAMACO (hja, pas)													B
48	TASORI AMARILLO													A
49	TAMAMORI AMARILLO													A
50	TORNILLO													T
51	UBOS													A
52	URPAY KANCINGA													B
53	USUN													B
54	VACUSEAPAMA AMARILLO													B
55	ZAPOTE													A

凡 例

結実時期
 花 : △
 結 実 : □
 完 熟 : ○
 種子の散布 : ●

A : 毎 年
 B : 2 年 毎
 T : 3 年以上 毎

② 種子採取と貯蔵

熱帯の有用樹種に関する種子豊作年周期は、まだ完全に解明されていない段階であり、翌年度以降の造林事業を進めていくには、大量に種子が採取できた時に低温貯蔵等の方法を用いて種子の発芽力を失わせることなく長期間貯蔵できる方法や条件を明らかにする必要がある。

ここでは本プロジェクトで行ってきた種子貯蔵について述べる。

i) 種子の採取

さきに種子採取のための母樹の選定・管理・観察方法について述べたが、実際問題として母樹からすぐに種子が大量に採取できることはほとんどない。現実には必要種子量を確保するために母樹以外の複数の木から採取することになるが、その際、採取木に関するデータ（採取場所、直径、樹高等）を記録しておくことが大事である。

母樹観察業務の中で今年度種子が豊作年に当たっている樹種、その場所を把握しておくとともに「開花・結実習性カレンダー」を参考にし、時期を失することなく隣接地域の大学、研究機関等と連絡をとり種子結実に関する情報（採取可能な樹種と量、場所、現在の種子の状況）を収集しておく。

樹種によって、全体に開花の少ない年は鳥に未成熟の段階で種子を食べられてしまうことがよくあり、偶然1本の木に大量に開花・結実しても殆ど種子の採取が出来ない場合もあるので日頃の観察が必要である。

事業計画（できるだけ早い時期に立てる）をもとに種子採取計画を作成する。その中で当所で確保できる樹種及び種子粒数、他の地域で捜さなければならない樹種及び必要量、希望樹種が確保されなかった場合の代替樹種について検討しておく。

種子採取に当たって最も大切なことは成熟した種子を適期に採取することである。そのためには種子が成熟期に入ってきたら頻繁に種子を観察し、採取時期を決定する。特に有翼種子や小さな種子は飛散してしまった後では採取に手間取る（困難な場合も多い）ため、球果が開裂する前、種子が落下する前に採取する必要がある。

この際最も重要な種子の成熟度の把握は、樹種により果皮、果肉や球果等の色調の変化（成熟時に特有の色を示す、淡色→濃色）、種子含水率の変化（高→低）、種子の硬さの変化（軟→硬）等である程度判定できる。

種子採取方法としては、1)人間が木に登り採取する方法（Cedro、Caoba、Ishpingo等の有翼種子、Bolaina等の微小な種子）、2)地上で採取する方法～(1)地上に自然落下した種子を拾い集める方法（Copaiba、Palosangre等の大型の種子、重い種子）、～(2)自然落下した種子をトラップにより採取する方法（Aceite caspi等の小型の種子）が使われる。種子の形態によりこれらのうちから適当な方法を選択する。1)の方法では鉄のスパイクで幹を傷つけるので、これが原因で枯死する樹種もあるので注意する。また、2)～(1)の方法は毎日採取に行ける場所であれば問題ないが動物や昆虫による喰害、菌害を受けやすいので注意が必要で

ある。

孤立木ではカタパルト等で細い紐を飛ばして種子のついている枝に通した後、紐を順次太いものに換えて行き、枝に引っかけたロープを揺することにより種子を落とすような方法も利用できる場合がある。

ii) 種子の調整

採取した種子は採取日時、採取母樹、採取場所、採取重量、種子の大きさ等のデータを記録した後すぐに乾燥に移すが、その際、種子や球果、果実に病虫害の有無を確認し健全な種子への病虫害の伝播を防ぐために被害にあっている種子を取り除き焼却する。

採取した種子は風通しのよい所に置いた乾燥棚に広げて自然乾燥する。参考までに本プロジェクトで使用した乾燥棚の大きさは巾70cm、長さ 150cm、深さ10cmの木枠の底に塩化ビニール製の目の細かい網を張り、これに高さ50cmの脚をつけた物である。

種子を乾燥する時の処理方法について簡単に述べると

1) 果肉に覆われていない種子は、乾燥棚に広げ自然乾燥する。乾燥中に新たな虫害、菌害が発生することがよくあるので乾燥する時に種子に殺虫剤や殺菌剤をスプレー散布しておく。また、乾燥中の種子には雨や夜露がかからないようにする。

薬剤の取扱には十分注意し、素手で薬品に触らない、散布中に薬品が体にかからないようにし、作業終了後は洗顔、手洗い等を励行することが必要である。

2) 果肉に覆われている種子は、乾燥する前にまず果肉を除去する必要がある。除去方法としては、簡単に果肉の除去のできるものは手で、そうでないものは水に漬けて果肉を腐らせる、あるいは、軟らかくした後、目の荒い篩にこすりつける等して完全に果肉を除去する。果肉が残っていると乾燥途中、貯蔵途中でカビが発生しやすくなるので注意する。

3) 莢や軟らかい殻に入っている種子はそのまま自然乾燥し、開裂したら種子を取り出しさらに乾燥する。

硬い殻に入った種子は、殻ごと水に漬けて軟らかくしてから種子を取り出し乾燥する。

十分に種子が乾燥したら、不良種子の選別を行う。

不良種子の見分け方は、健全種子と比較した場合、1)形（変形している、形が小さい、食害されている）、2)色（色がうすい、ツヤがない）、3)重さ（軽い）、4)触った感触（軟らかい）等の外見上の特徴から判断できるものが多い。樹種毎の不良種子の特徴を知るには、上述の条件で不良種子と思われるものを適当数選び出し種子を切断して確認してみれば大体判る。この他に水等に入れて比重の違いにより選別する方法や風による選別法（有翼であまり大きくない種子に使う）があるので、種子の形態により適当な選別法を選定する。

種子の貯蔵に際しては貯蔵スペースに限りがあることから、有翼種子はなるべく小さくして貯蔵する。

有翼種子のうち小さいものは布袋に入れ軽く揉むだけで簡単に羽が取れる。大きい種子は

羽の部分を手で折り取るが、種子ぎりぎりのところで折らずに少し間をあけて折るようにする。特に種皮の薄い種子の場合は選別作業で種子を傷つけ失活させる危険性があるので丁寧に作業を進めることが大事である。

貯蔵上の留意点

種子に病虫害がついていないかどうか再確認する。

種子は一定以上の大きさのものを使用する。（小さいものは使わない）

種子には粉末の殺菌剤をまぶし、二重にした黒い厚手のビニール袋に詰め、しっかり口を縛る。

袋には中身の種子のデータ（樹種名、採取月日、採取場所、母樹番号、発芽率、貯蔵条件、薬剤処理）をつける。

iii) 種子の貯蔵

この様にして調整された種子を貯蔵に移す訳であるが、本マニュアルでは現地で実際に種子を貯蔵する場合、その地域の電力事情や貯蔵庫の維持・管理等の問題を考慮し最も確実で現実的な常温貯蔵について24樹種を対象に行った試験結果を以下に示す。

本プロジェクトでは、常温貯蔵方法としてガラス製デシケータ（内径23cm、深さ15cm）に袋詰めした種子、ナフタリン及びシリカゲルを入れ実験室の冷暗所に貯蔵した。

これまでに行ってきた種子貯蔵試験結果のから種子の形態により以下のような傾向がある。

長期間の貯蔵が困難な樹種

TornilloやPumaquiro 等に代表される扁平な種子、Palo sangre amarillo等の高含水率の果肉に含まれている種子は短時間のうちに発芽力を失う傾向が見られる。

長期間の貯蔵が可能な樹種

Goma huayo pashacoやCopaiba のような硬い殻を持った種子、Palo sangre negro のような硬い種皮に包まれた種子、成熟後開裂する果実に入っている種子（Cedro、Cacoba、Huimba等）は貯蔵条件さえ確立されれば長期間の貯蔵が可能と思われる。

II-3-3 表 主要樹種の貯蔵性

樹 種 名	常温貯蔵可能期間	常温より有利な温度条件
1. Aceite caspi	4 ヲ月	他の温度条件でも可
2. Achiote	9〔12〕 ヲ月以上	〃
3. Achiote caspi	12 ヲ月以上	25℃～常温
4. Aguano masha	12 ヲ月以上	他の温度条件でも可
5. Amasisa	9〔12〕 ヲ月以上	〃
6. Bolaina blanca	9 ヲ月以上	25℃～常温
7. Bolaina negra	12 ヲ月以上	
8. Caoba	12 ヲ月以上	他の温度条件でも可
9. Cedro blanco	12 ヲ月以上	〃
10. Cedro colorado	12 ヲ月以上	〃
11. Copaiba blanca	4 ヲ月	5～15℃（8 ヲ月以上）
12. Copaiba negra	4 ヲ月	5～15℃（10 ヲ月以上）
13. Estraque	4 ヲ月	5℃前後（10 ヲ月）
14. Goma huayo pashaco	9〔12〕 ヲ月以上	他の温度条件でも可
15. Huimba negra	10〔12〕 ヲ月以上	〃
16. Ishpingo	4 ヲ月	15℃（7 ヲ月以上）
17. Lupna blanca	10〔12〕 ヲ月以上	15～常温
18. Palo sangre negro	12 ヲ月以上	
19. Quillosisa pashaco	10〔12〕 ヲ月以上	他の温度条件でも可
20. Tahuari amarillo	0	15℃（4 ヲ月）
21. Tornillo	1 ヲ月	15℃（2 ヲ月）
22. Ucsaquiuro colorado	12 ヲ月以上	5℃前後（12 ヲ月以上）
23. Vilco pashaco	8〔12〕 ヲ月以上	他の温度条件でも可
24. Yacushapana amarilla	12 ヲ月以上	

「常温貯蔵可能期間」における数値は種子が発芽力を有していた（発芽率とは無関係に）期間を表し、〔 〕内の数値は発芽率の推移からみた予想貯蔵可能期間を表す。
「常温より有利な温度条件」における（ ）内の数値は、その温度条件において種子が発芽力を有していた期間を表す。

① はじめに

ペルーアマゾン産有用広葉樹の育苗方法の開発には、今回のプロジェクトを通して8年もの長きにわたって、多くの専門家が努力を重ねてきた。当初は本プロジェクトが始まる以前に行われたFAOプロジェクトの方法や日本で行われている苗木育成方法、他の熱帯地域での森林造成プロジェクトの方法などを勘案しながら、試行錯誤を繰り返した。幸いにもFAOプロジェクトの経験者が本プロジェクトのカウンターパート機関に所属していたこともあり、その経験を十分に生かすと共にFAOの方法の中で合理的とは言えない部分を改めながら進めてきた。その結果、アマゾン地域での適切と考えられる苗木の育成方法を開発することができた。

このマニュアルは以上の成果の中からアマゾン地域全体に普遍化できる可能性のあるものだけを取り上げてまとめたもので、このマニュアルの基本となった成果は論文編の苗畑試験の項、いろいろな専門家の帰国報告や昭和63年にまとめられた中間報告に詳細な内容が記されているので、必要に応じてこれらを参照されることを期待する。

なお苗畑の作設については昭和57年の計画打ち合わせ調査及び中間報告、苗畑の管理と苗木の育成については中間報告を参考にして作成した。

〔苗畑の作設〕

苗畑は比較的事務所に近い便利な場所を設定する。というのは灌水のような日常的な作業が比較的多いことと頻繁な観察が必要なためである。また苗畑での作業を容易にするために、できるだけ急な地形は避け、傾斜が強い場合は地ならしを行う。ただアマゾン地域では本来平坦な地形はグライ土壌で、水が貯りやすく、土壌が酸素欠乏になりやすい。平坦すぎると逆に排水に苦慮することになるので、自然排水を配慮して緩い傾斜をもたせたほうがよい。

苗畑の大きさは、苗床1㎡当たり30本程度が適切な生産本数といえるので、この数値から必要な苗木量を割り出せば算定できる。なお一部の樹種を除いて山出しまでの期間は1年以内である。また10m幅の列状植栽の場合、1ha当たり134本程度である。さらに苗床の適切な排水条件を保つためには、苗床の作り直しを3年に一度程度の割合で行うことが勧められる。この場合は苗畑の面積を必要量より3割程度広くしておくことになる。今回のプロジェクトでは1ha弱の苗畑で、最大一年間6万3千本程度の苗木を生産した。

苗畑に必要な施設は取り上げればきりが無いが、灌水施設とそれに付帯する貯水層・貯水タンク・揚水ポンプ等、苗床用土混合作業場、日覆や他の道具類を保存する道具庫などが最低必要となろう。

アマゾン地域は5月から10月にかけて雨の少ない期間で、しかも大陸的気候であるため年変動が大きい。気温が高いため植物の水要求量も多く、灌水が必要な場合がかなり頻繁に発

生する。また乾燥した時期には、時として近くの河川から水が消える場合もある。したがって灌水施設とセットで貯水池、貯水タンク及び川から水を揚げ、貯水池・貯水タンクに送り込む揚水ポンプが必要となる。今回のプロジェクトの苗畑程度であれば、Ⅱ－３－１図のようなセットでよいと考えられる。なお今回用いたポンプの仕様も参考のため表示した。

苗床用土混合作業場は耕うん機などの農機具の道具庫に隣接して建設する。道具庫の一部を休憩所・事務所・種子調整場所として利用することも可能とする。なお作業場と種子調整場所は床をコンクリートとする。他に車庫や油貯蔵庫を設置することも必要かも知れない。

苗床の様式はⅡ－３－２図に例示した形が適切であろう。苗木の酸素欠乏による成長減退や枯損が起こりやすいので、苗床用土の配合比に留意すると共に、排水が容易になるように、基底部に礫や砂、あるいは炭のような水はけをよくする資材を敷き詰める。また光との関係で苗床の方向を東西方向としたほうがよいし、苗床の配置は移植や堀とりなどの作業がやりやすいように、苗床の間を1 m程度は空ける方がよい。

〔苗畑の管理〕

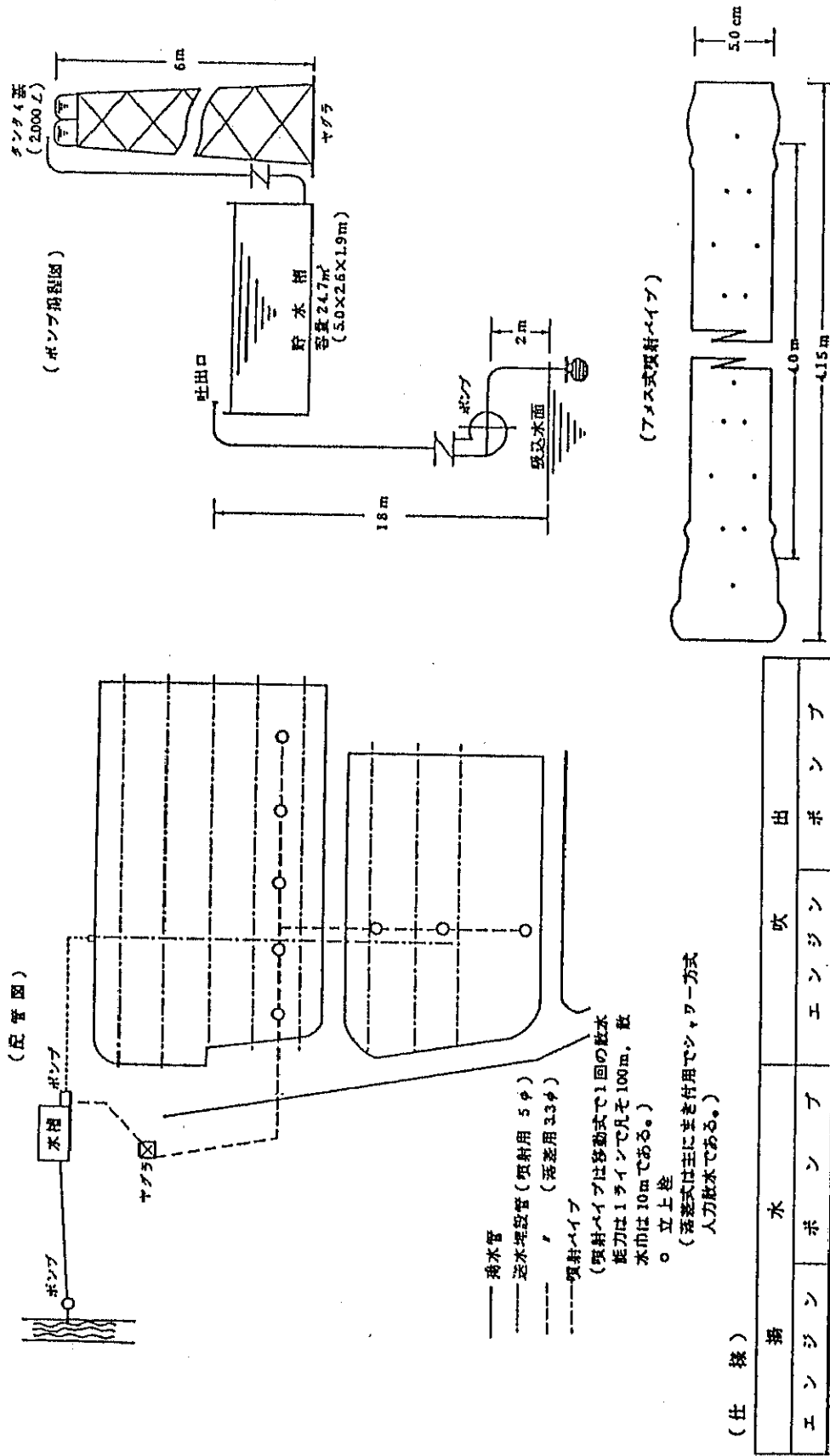
苗床用土は苗木育成の根幹をなすものできわめて慎重な選定が必要である。苗床用土としては、水持ちや養分保持が容易で、そのうえ過湿になりにくい資材が望ましい。まず種子のまきつけ床は養分を必要としないので、林地の表土：砂を1：1程度とし、床替え床では、表土：砂：モミガラ鶏ふん等量混合物を2：1：0.5程度の割合の混合物が適当である。なおモミガラが入手できない場合は落葉を腐らせた腐葉土でも構わない。混合には多大な労力を必要とするので、簡単なミキサーを用いた方が効率的である。

苗床の排水をよくするために基底部に砂利などを敷き詰めるが、用土そのものも年を追って目詰まりを起こし、排水が不良になるため、用土の天地返しを毎年行う。用土全体は養分や水持ち、水はけなどの水準を保つため、3年に一度程度の割合で入れ換える。

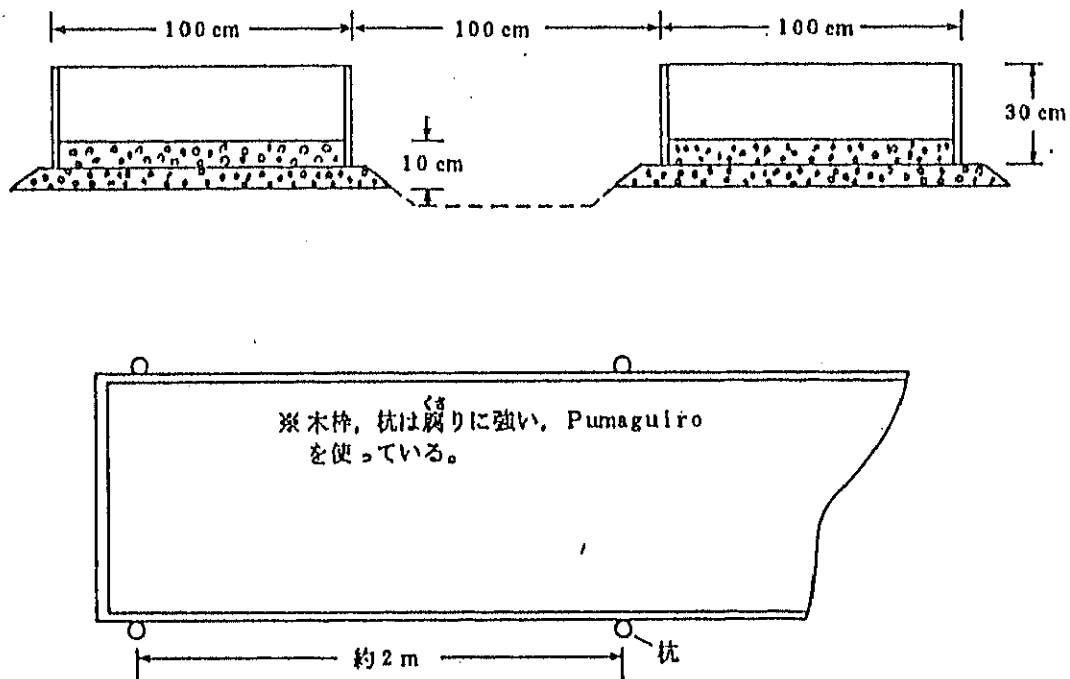
苗床は日覆いをかけられる構造にしておく。まきつけ床は覆土の流出など、発芽や幼苗の成長に対する悪影響を避けるために日覆いは必ず行う。ただし日覆いを行うと発芽率が落ちる場合があるし、発芽後の成長に影響を与えるので注意が必要である。例えばMoena negraやCumala negraでは日覆いを軽くし、Bolaina negraでは遮光を高めるといように樹種毎の特徴がある。日覆い材としては寒冷沙が適当で、強い遮光が必要な場合は二重構造とする。日覆いは床替えまで継続する。床替え床の日覆いも寒冷沙をもちいる。

灌水施設は、用水をタンクアップし、自然の圧力で散水する方法が適当である。上からまく方法と地下に埋設した送水管に噴射ポンプを取り付け、散水する方法とがあるが、どちらでもよい。送水管の配置は灌水施設図に示した程度の密度でよい。

II-3-1 図 灌水施設図



Ⅱ－３－２図 苗床の様式



施肥設計は地域、気候、苗床用土、対象樹種の性質がいろいろと違うので、まずは慣行的な方法から始める。その後必要に応じて添加量を増やす。なお肥料が少なくても苗木は枯れないが、多すぎると枯れることがあるので注意が必要である。肥料の形態は、緩効性の複合肥料を使うのが一般的であるが、もし骨粉や魚粉のような遅効性肥料がやすく入手できればその使用を勧める。プロジェクトで採用した方法をⅡ－３－４表にまとめてあるので参照してほしい。

Ⅱ－３－４表 施肥設計書

(1986年度)

区 分	肥 料	成分含有率%			施 肥 g/m ²	要 素 量g/m ²		
		N	P	K		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
基 肥	複 合 肥 料	12	12	12	30	3.6	3.6	3.6
	小 計							
追 肥	複 合 肥 料	12	12	12	30	3.6	3.6	3.6
	”	12	12	12	30	3.6	3.6	3.6
	小 計					7.2	7.2	7.2
	計					10.8	10.8	10.8

※追肥は苗木の成長程度により加減する。

〔育苗方法〕

まきつけの時期にはそれほどこだわる必要はないが、いずれの場合も取りまきが最も成績がよいので、基本的には取りまきとする。その場合は概ね七月～九月となる。種子の発芽促進のためには、AZUCAR HUAYOやGOMA HUAYO PASHACOのように事前にサンドペーパーなどで種子に傷をつけ、吸水を容易にする方がよい場合や、ESTRAQUEのように72時間浸水が良好である場合もある。プロジェクトで対象とした樹種では、これら以外には発芽前処理を必要とする樹種はない。

発芽後種子が持っていたり、土壌からの病原菌が芽生えに侵入することがあるので、種子消毒を薬剤溶液による浸漬法処理を行う。薬剤は通常のBENLATEのような市販の抗カビ剤を用いる。特にカビが着きやすいQUILLOBORDON、TORNILLOおよびPUMAQUIRO はできるだけ早期に処理する。

まきつけ方法は種子の大きさ、種類によっていろいろである。またネズミの害を受けるものもあり、防除ネットを敷くこともある。サイズの小さいものはバラマキ方式が適切であるが、時として過密になった場合は間引きを行う。大きいもののうち、羽がついていたり長い種子以外は筋まきとする。QUILLOBORDON、TORNILLOおよびPUMAQUIRO のような比較的大きな、長めの種子は発根部分を下に向けて半分程度埋める方法を取る。主な種子のまきつけ量の目安はⅡ-3-5表の通りである。

まきつけ後直ちに種子が見えかくれする程度に砂で覆土する。覆土は直径3mm程度の篩を使うと便利であり、むらなくできる。覆土後軽く鎮圧する。

まきつけ床では床替えまで日覆いを外さない。床替え後は樹種によって日覆いの強度と期間が変わってくる。一般的には2枚寒冷紗を、成長が活発になる移植後20日目頃まで続け、その後は1枚寒冷紗とする。寒冷紗は平均的に云えば45日目頃に撤去する。ただし、TORNILLO、REQUIA、AZUCAR HUAYOなど一部の樹種は日焼けなどを起こし、障害が出るので日覆を続ける。なお受光量が多ければ根部の重量が増し、より健全な苗が作られることが基本となるので、日焼けなどの障害を確かめた上で、できるだけ日覆を少なくする方向で育てることが望ましい。

床替えは床替え床とポットへの移植の二種類ある。ポットへ直接移植する樹種は、造林地における活着が困難なREQUIAである。また床替え床へ移植後、再度ポットへ移植する樹種もある。これも活着の悪い樹種で、TORNILLOとAZUCAR HUAYOが含まれる。なお使用するポットは下部に8穴を空けた縦25cm、横16cmあるいは縦23cm、横13cmの黒いビニール袋で、苗の大小で袋のサイズを変える。

床替え床への移植時期は樹種によって変わる。主要な樹種については以下の通りとなる。なおCOPAIBA、LAGARTO CASPI、PALO SANGRE A.、BOLAINA B.とN.、およびPUMAQUIRO については特に幼苗のサイズが移植後の成長には影響しない。

II-3-5表 種子まきつけ量と発芽期待率

樹 種	まきつけ量 kg/m ²	種子粒数 粒/kg.	発芽期待 率 %	備 考
ACEITE CASPI	0.31	25,000		
AZUCAR HUAYO	2.56	340	70	殻皮剥離処理
BOLAINA B.	0.01	860,000	40	
BOLAINA N.	0.09	165,500	60	
CAOBA	400粒	1,242	95	
CEDRO C.	0.08	16,000	70	
COPAIBA	500粒	663	80	
CUMALA N.		213	40	
ESTRAQUE	0.70	666	80	浸水処理
ISHPINGO	0.35	1,540	90	
LAGARTO CASPI	1.22	650	70	
MARUPA		2,500	30	
MASHONASTE	2.70	306	80	
MOENA N.	1.68	338	100	
PALO SANGRE N.	0.84	528	70	
PUMAQUIRO	0.48	636	90	消毒、立てまき
PALOSANGRE B.	0.33	2,041	70	
QUILLOBORDON	0.52	1,111	90	消毒、立てまき
TORNILLO	280粒	1,280	70	消毒、立てまき
UBOS		345	60	
YACUSHAPANA	0.06	14,300	75	

- ①CAOBA : 本葉が出た段階。
 ②CEDRO COLORADO : 本葉3枚出た段階。
 ③ISHPINGO : 本葉4～5枚の段階。
 ④TORNILLO : 本葉2枚段階。
 ⑤AZUCAR HUAYO : 本葉出た段階。
 ⑥YACUSHAPANA : 本葉1～3枚段階。
 ⑦ESTRAQUE : 本葉1～3枚段階。
 ⑧MARUPA : 本葉3～4枚段階。

床替え床での移植密度は、1 m²当たり4本×4本が良好な場合が多かったが、事業実行の

際には占有面積が広くなりすぎるので、6本×6本あるいは7本×7本程度にした方が適切である。

ポットの配置は一般に密並べとするが（1㎡当たり70個程度となる）。成長につれて疎開する方法を考える。なおポットへの土は苗床用土と同じとし、ポットがまっすぐ立つように詰める。詰めて後3～5日頃に移植する。

灌水は樹種、苗の大きさ、用土の性質で異なるが、比較的乾いた時期では一日1～2回程度。雨期では0～1回程度となる。やや湿った程度の状態が適切である。土を持ち上げて絞ると水が出るような状態では過湿・根腐れが起こる。ともかく過湿にはしないこと。

雑草が繁茂すると苗木を抑え、養分を奪うので、適宜除草する。雑草の生育は非常に速いので早めの除草が効率的である。

日本の苗畑で行われている根切りは、対象とした種類では効果がないので行う必要はない。

山出しは造林地での活着が適切になるように、雨期になってから行う。大体10月下旬からということになろう。当初は水分耐性のあるポット苗、ついで裸根苗という順序で行うのがよい。補植苗は雨期に適宜植える。

山行き苗の規格は、おおよそ50cmを目途とする。裸根苗木の山出し方法は、掘取りと同時に作業小屋で葉と根の調整を行った後、根部に泥をまぶし、25～50本を単位として麻袋に梱包する。梱包後はできるだけ速やかに植え付けること。なお蒸散抑制のため、葉量を少なくすること。

苗畑での病害を防ぐため、まきつけ前に土壤消毒を行う。一つの方法として、PENTA あるいはCLORNITROBENCENOを用土0.12㎡当たり5gを投入する。発芽後の発生は、TECTO などの薬剤によって処理する。害虫防除についてはスミチオンなどの薬剤を投与する。なお詳細は、病虫害防除の論文を参照のこと。

苗畑に関連する具体的作業は项目的に下記する。

〔育苗標準〕

主要な樹種の育苗標準は以下のとおりである。

②苗畑整備

i) 苗床造成

〔考え方〕 苗木生産のための土地を確保し、苗木生産を効率的に行うために基盤整備を行う

〔実施方法〕・土地の選定

造林地との位置関係を考慮しつつ平坦地及至緩傾斜地で水利の良い所を選ぶ

・施設の建設と配置

付属施設として灌水施設、作業小屋、倉庫等を設置する

- ・ 苗床の区画形状

区画線は直線で全体は、長方形または正方形がよい

排水網は2系統とする

排水溝を適切に配置する必要がある

苗床は形状は適宜であるが、概ね寒冷沙に合わせる

床方向は陽光を考慮して東西とする

床間の作業通路を適切にとる（約10cm）

- ii) 用土作成

〔考え方〕 苗床用土の養分及び物理性維持のため有機物質の施用等、用土の適正な管理を効果的に実施する

〔実施方法〕 ・ 用土の選定

用土は砂壤土か壤土、腐植の多い砂土がよいが表土が薄いため他所より山土、山砂を採取し調整して使用する

- ・ 用土の保管

雨露のかからない場所に保管する

- ・ 用土の調整

採集土砂はふるいにかけ石礫等を除去し使用する

まき付け床用土は土、砂をそれぞれ1 : 1とする

床替え床用土は土、砂、腐植質をそれぞれ2 : 1 : 1とする

- ・ 注意事項

まき付け床 用土調整時に殺菌剤、殺虫剤を添加する

床替え床 用土調整時に殺虫剤を添加する

③ 苗木生産

- i) まき付け

〔考え方〕 まき付けは種子の特性、環境条件に応じて種子の発芽を一括管理し保育するために行う

〔実施方法〕 ・ まき付けの方法

ばらまき 小粒種子を対象とする

篩に種子と砂（増量剤）を入れふるいながらまく

筋まき 中粒種子を対象とする

等間隔に列状に溝をつくり種子をまく

粒まき 大粒種子を対象とする

殻付形態の種子はすべてこの方法である

- ・ まき付けのための種子等の準備

事前処理 表皮の厚く堅いもの（無処理では発芽率が悪いもの）はサンド

ペーパーによる擦り付けが必要

種子の消毒 種子を病原菌から守る

塗抹法か浸漬法でおこなう

土壌消毒 幼苗を立枯病から守るために行う

・灌水 まき付け時は十分に灌水する

まき付け後は常に床の状態を確かめ急激に大量の灌水はしない

・覆土 まき付け後直ちに覆土する

覆土の厚さは種子が見え隠れする程度とする

・日陰 降雨時の豪雨を防ぐため椰子の葉による日覆いを設置する

日覆いは稚苗の移植時まで除去しない

ii) 床替え

(a) 普通床替え

〔考え方〕 床替えは幼苗の根系を適正にするために行い、あわせて適応度を保つ、普通床替えは裸苗で造林地に植栽される苗木の育成方法である

〔実施方法〕 ・床替えの仕方

まき付け床からの堀取りは散水後ていねいに行う

幼苗は常に日陰かバケツ等の水中に置き根部の水分を損なわないようにする。

一般に直根が長いので根の調整をする

移植後、散水と蒸散抑制剤処理をする

移植の時期は展開した本葉の数を基準にして決める

トルネージョの床替え適期は本葉2～3葉の間

・日陰

床替え直後から寒冷沙による日覆いを2枚重ねて設置する

概ね20日後に一枚を除去し、45日前後にもう一枚を除去する

・注意を要する樹種

移植の時期を本葉の色で判断するもの

コパイバ、ゴマワーヨパシャコ

弱い日覆いを設置しつづけねばならないもの

トルネージョ、モエナ

(b) ポット苗造成

〔考え方〕 普通床替えで目的とする良好な苗木を生産することが難しい場合、及び山出しの時期により裸苗よりポット苗がよい場合この方法を用いる

〔実施方法〕・ポットの準備

ポット用の黒ポリ袋に排水穴を開け用土を入れ散水し、幼苗の移植できる状態にする

・移 植

案内棒を使い移植をする

移植後散水をし、蒸散抑制剤を散布する

・移植後の管理

苗木の成長にともない小丸太で列間隔をとり密度を調整し、受光量を確保する

・日 陰

普通床替えに同じ

・特にポットを必要とする樹種

アスーカルワーヨ、トルニージョ、エストラケ等

④ 育苗管理

i) 灌水、除草、根切り

〔考え方〕 これ等の作業は苗木を適正に生育させるために必要な管理作業であり、特に灌水、除草は不可欠である

根切りはそれの望ましい樹種について実施する

〔実施方法〕・育苗期間の灌水

常に床土表面の水分状態に注意し行う

灌水の方法は、間断灌水とする

乾期は毎日灌水をする

雨期は必要な場合に行う

灌水のやり過ぎは、根をいためる

山出しが近づくにつれ灌水量を減らす

・除 草

床内、及びポット苗は手作業により除草を行う

通路、付属地、休閑床は除草剤を用いる

除草は早め早めに行う方がcostが少ない

・根切り

望ましい樹種は特になし

ii) 病虫害防除

〔考え方〕 適正な苗木を育成するために予防を重点とし、被害発生時も早期発見と適切な防除を講ずる

〔実施方法〕・病害予防

土壌消毒 用土調整時に行う

立枯病予防 床替え後薬剤散布を行う

・虫害予防

イプシピイラ予防 床替え後定期的に薬剤散布を行う。現状ではスミサイジンあるいはベルマークを2週間～1ヵ月に1回表面散布する

・その他

鼠の害

・特に注意を要する樹種

トルニージョ、マルパは立枯病、過湿障害はカオバ、セドロ、イプシピイラ

⑤ 山出し

〔考え方〕 山出しは普通雨期に行う。優良な苗木を選別し受け入れ先との連携を密にして、計画的に出荷する。

〔実施方法〕・苗木の準備

裸 苗 規格に達した苗木を選別し、掘取り、苗木を弱らせないように特に根部を乾燥させないように注意する

ポット苗 規格に達した苗木を選別し、輸送前に散水しておく

・苗木の梱包（裸苗のみ）

25～50本を単位とし、麻袋などで梱包する

・注 意

裸苗山出し困難な樹種、雨期の初め、小乾期、雨期の終わりの時期の山出し用、及び補植用としてポット苗を使い、それ以外にはなるべく裸苗を使うよう心掛ける。

苗木の山出しは、早朝の気温の低いうちに行う

苗木の輸送に当たっては、根の乾燥、及びムレに注意が大切である。

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	28 m ² (13)	6,493 本	77 g 500本														発芽率 残存率	89 % 70 %
床 替 え	412 (206)	6,168		30 本													得苗率	95 %
ポ ッ ト	354 177	6,168		35													得苗率	95 %
山 行 き		5,551															山行率	90 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	イブシフィラ
そ の 他	

苗木標準規格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山行苗	50			

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	0.6 m ² (0.3)	112 本	3,185 g 360本														発芽率 残存率	37 % 90 %
床 替 え	8 (4)	100		30 本													得苗率	95 %
ポ ッ ト	6 (3)	100		35													得苗率	95 %
山 行 き																	山行率	60 %

区 分	
まき付け事前処理	必 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	ポット苗
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	“ ”
そ の 他	

苗木標準規格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山行苗	25	6		

樹種 Copaiba

種子 苗木 根元 鉢底

Bクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	2.8 (1.4)	455	746g 340本														発芽率 残存率	86 % 80 %
床 替 え	24 (12)	432		36本													得苗率	95 %
ポ ッ ト	26 (13)	432		35													得苗率	95 %
山 行 き		259															山行率	60 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	ネズミ
そ の 他	

苗木標準規格

区 分	規 格		
	苗 長	根 元 径	T R 率
幼 苗	cm	mm	
山行苗			

樹種 Lagarto Caspi

種子 苗木 根元 鉢底

Bクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	2 (1)	384	937g 360本														発芽率 残存率	74 % 60 %
床 替 え	24 (12)	364		30本													得苗率	95 %
ポ ッ ト	22 (11)	364		35													得苗率	95 %
山 行 き		218															山行率	60 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	"
そ の 他	

苗木標準規格

区 分	規 格		
	苗 長	根 元 径	T R 率
幼 苗	cm	mm	
山行苗	50		

樹種 Palo Sangre Negro

育 苗 標 準

Bクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	m ² 1.8 (0.9)	本 304	1,118 g 340本														発芽率 残存率	72 % 80 %
床 替 え	20 (10)	288		本 30													得苗率	95 %
ポ ッ ト	18 (9)	288		35													得苗率	95 %
山 行 き		172															山行率	70 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	"
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格		
	苗 長	根 元 径	T R 率
幼 苗	cm	mm	
山行苗	50		

樹種 Botaiua Negra

育 苗 標 準

Cクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	m ² 96 (48)	本 38,095	21 g 800本														発芽率 残存率	45 % 50 %
床 替 え	2,010 (1,005)	36,190		本 36													得苗率	95 %
ポ ッ ト	2,068 (1,034)	36,190		35													得苗率	95 %
山 行 き		32,571															山行率	90 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	ばらまき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	"
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格		
	苗 長	根 元 径	T R 率
幼 苗	cm	mm	
山行苗	50		

樹種 Estoraque

育 苗 標 準 規 格

Cクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	2.8 (1.4)	473	717g 340本														発芽率 残存率	80 % 80 %
床 替 え	30 (15)	449		30													得苗率	95 %
ポ ッ ト	28 (13)	449		35													得苗率	95 %
山 行 き		314															山行率	70 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	ポット苗
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	〃
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山 行 苗	50			

樹種 Punaquiro

育 苗 標 準 規 格

Cクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	5.6 (2.8)	483	380g 174本														発芽率 残存率	95 % 80 %
床 替 え	26 (13)	458		36													得苗率	95 %
ポ ッ ト	26 (13)	458		35													得苗率	95 %
山 行 き		388															山行率	80 %

区 分	
まき付け事前処理	種子採取調整後直に消毒
まき付け方法	つぶまき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	〃
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山 行 苗	80	8.5	5.0	

樹種 Lupuna

育 苗 標 準

Dクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	m ² 62 (31)	本 12,500	32 g 400本														発芽率 残存率	87 % 70 %
床 替 え	792 (396)	11,875		本 30													得苗率	95 %
ポ ッ ト	680 (340)	11,875		35													得苗率	95 %
山 行 き		10,687															山行率	90 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	"
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格		
	苗 長	根 元 径	T R 率
幼 苗	cm	mm	
山行苗	50		

樹種 Goma Huayo Pashaco

育 苗 標 準

Dクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	m ² 4 (2)	本 1,126	577 g 650本														発芽率 残存率	90 % 80 %
床 替 え	86 (43)	1,070		本 25													得苗率	95 %
ポ ッ ト	62 (31)	1,070		30													得苗率	95 %
山 行 き		963															山行率	90 %

区 分	
まき付け事前処理	必 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	"
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格		
	苗 長	根 元 径	T R 率
幼 苗	cm	mm	
山行苗	60	12	7.0

樹種 Marupa

育 苗 標 準

Cクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り	1 m ² 当り	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数	まき付量 仕立本数	床替本数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	2.4 (1.2)	480	833 g 400本														発芽率 残存率	24 % 80 %
床 替 え	32 (16)	456		本 30													得苗率	95 %
ポ ッ ト	26 (13)	456		35													得苗率	95 %
山 行 き		319															山行率	70 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	ポット苗
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	立枯病
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山行苗	50	13	3.0	

樹種 Caoba

育 苗 標 準

Aクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り	1 m ² 当り	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数	まき付量 仕立本数	床替本数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	4 (2)	895	480 g 430本														発芽率 残存率	90 % 80 %
床 替 え	58 (29)	850		本 30													得苗率	95 %
ポ ッ ト	50 (25)	850		35													得苗率	95 %
山 行 き		585															山行率	70 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	イブシフィラ、ネズミ
そ の 他	

苗 木 標 準 規 格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山行苗	50			

樹種 Molaina Blanca

育苗 育苗 標準規格

Cクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	286 (143)	114,285 本	7g 800本														発芽率 残存率	39 % 30 %
床 替 え	7,238 (3,619)	108,570		30 本													得苗率	95 %
ポ ッ ト	6,204 (3,102)	108,570		35													得苗率	95 %
山 行 き		97,713															山行率	90 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	ばらまき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	"
そ の 他	

苗木標準規格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	12 cm	2.5mm		3 葉
山行苗	50			

樹種 Tornillo

育苗 育苗 標準規格

Aクラス

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	7.2 (3.6)	992 本	282g 280本														発芽率 残存率	97 % 80 %
床 替 え	54 (27)	942		36 本													得苗率	95 %
ポ ッ ト	54 (27)	942		35													得苗率	95 %
山 行 き		659															山行率	70 %

区 分	
まき付け事前処理	種子採取調整後直に消毒
まき付け方法	つぶまき
床 替 え 別	ポット苗
育 苗 管 理	日覆いをしつづける
病 虫 害	立枯病
そ の 他	

苗木標準規格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山行苗	30	6		

種 別	種子 1 kg 当り		1 m ² 当り まき付量 仕立本数	1 m ² 当り 床替本数	育 苗 期 間												摘 要	
	所要面積 床地面積	得苗本数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
まき付け	6 (3)	1,034 本	348 g 360 本														発芽率 残存率	84 % 80 %
床 替 え	66 (33)	982		30 本													得苗率	95 %
ポ ッ ト	58 (29)	982		35													得苗率	95 %
山 行 き		785															山行率	80 %

区 分	
まき付け事前処理	不 要
まき付け方法	筋まき
床 替 え 別	普通床替え
育 苗 管 理	特になし
病 虫 害	〃
そ の 他	

苗木標準規格

区 分	規 格			
	苗 長	根 元 径	T R 率	
幼 苗	cm	mm		
山行苗	50			

① はじめに

ペルーアマゾン地域で過去に行われた造林は、本報告「論文編」の小池の論文に大要示されているように、方法・面積ともに限られている。その中で、今回のプロジェクト地内近辺で行われたFAOの試験造林やイキートスで行われた例などがあるが、内容的にはまだ簡単な試験という程度であって、したがってそれらの成果はいまだ断片的といえる。

日本とペルー両政府の間で行われた今回のプロジェクトは、ペルーアマゾン地域で実際的な保全的・保続的林業の開始を念頭に置き、森林造成に係わる問題点を把握し、この地域に適した方法の開発を目標として進められてきた。その結果、数多くの問題点が明らかになると共に、多くの新しい、地域に適合した技術的成果が得られた。

本章では他の項目で示したものと同じく、1982年から1988年までの7年間に進められた、37樹種の列状植栽を中心とした人工更新及び19樹種の天然更新試験、さらに更新木の保育試験を通して得られた各種のデータを基礎に、造林技術と造林作業、更新木の保育という側面から取りまとめた。ただし、期間が限定されていたため、成長の遅い樹種の保育作業に係る基準は作成できなかった。また除伐、受光伐、間伐などについてもデータが不足していたため、ある程度の類推が入っている。さらに、取りまとめに当たってはプロジェクト地域であるフンボルト国有林の特殊性をできるだけ排除し、ペルーアマゾン地域全体に普遍化できるものだけを抽出するようにつとめた。

なお、今回用いたデータは開始時点から現在にいたる数多くの日本・ペルー両国の専門家及び関係した技術者集団によって収集されたもので、多くは専門家の帰国報告や中間報告に詳細が記載されているので、必要に応じて参照されたい。

以下、項目別に主要留意点を示した。

② 地拵え・植付け

i) 踏査・測量

〔考え方〕 造林地の設定は、全体の造林計画、天然更新地事業地、および林道路線計画を十分検討して、効率の良い配置となるよう計画する。

〔実施方法〕 踏査は、土壤図、地形図を参考に造林計画に基づいて行う。滞水しがちの土地に造林を計画する場合は、滞水範囲を知る利点があり、雨期に行うことが望ましい。

測量はコンパス測量で実施し、植え付けラインを東西方向に設定する。滞水地、滞水しがちの土地、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。

ii) 地拵え

〔考え方〕 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、かつ苗木の活着と生育を良好にするために行う作業である。

〔実施方法〕 植え付けの準備のためのライン伐開の方法は、下記の通り。

①マチェイテによるつる性植物、小径木の伐開

②チェーンソーによる中大径木の伐倒

③マチェイテ、チェーンソーによる伐倒木の枝条処理など

実施期間は、作業の容易さ、安全の面から、雨期が終り、土壌の乾燥した状態が望ましく、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。

iii) 植付け

〔考え方〕 植付け地点を表示するため杭立て作業を行い、山出し苗を苗畑より運搬し、植付けの作業をする。

〔実施方法〕 植付けは伐開地の南側から3 m離れた所に一列、その列からさらに2 m離れた所に二列目を植える、二列の列状植栽とする。列の間隔は5 mとし、次の列とは千鳥配列とする。植付地点には、1.5m程度の棒杭を植栽前に立ておき目じるしとする。これは下刈の効率をあげるのにも役立つ。

植付けは雨期に入る11月下旬より始め、4月上旬までに終了させる。山だし苗は、苗畑から植付け地点までトラック及び苗木袋で運搬する。杭の付近にカバドール（穴あけ機）クワ等で植付け穴を掘り、苗木を植付ける。

雨期の初め、終わり頃及び活着の悪いMarupa, Yacushapana, A, Tornillo, Azucar H., Estoraque等はポット苗で、その他は裸苗で植付ける。Gleisol の所は、植穴に雨水が滞らないよう、土盛りをして植える必要がある。

iv) 補 植

〔考え方〕 活着率調査の結果を基に、補植計画を作り、また山だし苗木の規格、植付け作業のありかたなどの検討の素材とする。

〔実施方法〕 植付け1ヶ月後、活着率調査を行い、活着率80%以下及び群状枯損している場合に枯損原因を確認したうえ、生長量の不足を補うために出来るだけ大きなポット苗を植付ける。

③ 保 育

i) 下 刈

〔考え方〕 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。

〔実施方法〕 作業方法は、雑草木が植栽木を覆うか、植栽木の生育に支障を及ぼすと判断される時期に植生状態をみてマチェイテによる人力全刈を行う。

下刈終了の目安は、植栽木が雑草木より優位になり、植栽木の成育に支障が

ないと認められる時点とする。

植栽後1年間は年2回以上、2年目も1～2回が必要となる。

ii) つる切り

〔考え方〕 つる性植物の繁茂が著しく下刈り時だけのつるの除去では対処できない箇所、また下刈りは終了したが、つる性植生の繁茂が著しい箇所について実施する。

〔実施方法〕 作業方法は、マチェイテによる植栽木の周囲1～2m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。

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

湿地周辺などは特につるの発生が多いので注意する。

iii) 受光量調節

〔考え方〕 保残帯内の枝条が伸び、植栽木に十分な照度が与えられなくなった場合に照度確保のために行う作業である。

〔実施方法〕 保残帯内の植栽ライン上に被さった枝条、または立木をチェーンソー、マチェイテを用いて除去し、照度を確保する作業である。

目安としては、絶対照度で10,000ルクス以上になるようにする。

Tornillo, Ishipingo, Copaiba, Marupaなど、光に対する要求度の強い樹種について、この作業が必要である。

iv) 除 伐

〔考え方〕 下刈り終了後に、植栽木が閉鎖するまでに侵入した植栽木の生育に有害な雑草木を除去する作業。

〔実施方法〕 マチェイテによる人力作業であり、植栽木以外の雑草木を除去すると共に、植栽木の中から病虫害木、風害木、形質不良木、などを除去し植栽木の生長促進をはかる。

(4) 天然更新

①更 新

i) 区域確定

〔考え方〕 稚樹の発芽、消失を防ぐために、まとまった区域を維持、管理しなければならず、そのために区域確定を行う。

種子結実・稚樹発芽の過程が把握できている樹種は、予め母樹を選定している区域を確定し、地床処理を行って稚樹の発芽を待つが、一般的に稚樹が発芽している区域を更新面積とする。

〔実施方法〕 数本以上まとまった母樹の開花結実状況をみた上で更新が確実と思われる時

点および稚種の発生が確認された時点で、通常母樹樹高の 1.5 倍程度の範囲を測量する。

ii) 地床処理

〔考え方〕 種子の落下後、発芽及び生成しやすい状態にするために、地表を覆った雑草類を除去する作業である。

〔実施方法〕 更新を期待する樹種の種子が落下したことを確認して、予めマチェイテによる人力作業で、区域確定した箇所の雑草木類を除去する作業である。

目的外の有用樹種の保存に留意する。

② 保 育

i) 下 刈

〔考え方〕 稚樹を被圧する灌木、雑草類を取り除くことを目的とする。

〔実施方法〕 雑草木が目的樹種の生育に支障を及ぼすと判断される時期にマチェイテによる人力作業を実施するが、目的樹種が小さい場合、稚樹の発生箇所が不規則のため十分注意して作業する。稚樹が密でうっ閉している場合は 3 m、粗で孤立している場合は 5 m まで実施する。

ii) 受光量調節

〔考え方〕 稚樹の生長を確実にするため、上層木を伐倒し照度を確保する作業である。

〔実施方法〕 伐倒作業はチェーンソーで行ない、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。

小刻みに行なうと目的樹種を痛めることが多くなるためできるだけ 1 回に行ない、下刈の回数を増やす方法が望ましい。

有用樹種を残し、他の中層木を伐倒し、稚樹に十分な陽光（Tornillo の場合、相対照度を 5 % とする）を与えるまで行なう。上層林冠木の伐倒が必要な場合もある。

iii) 除 伐

〔考え方〕 目的樹種の本数調節のために、抜き切りを行ない生長促進をはかることである。

〔実施方法〕 目的樹種が密生し過ぎて、十分な照度が確保できなくなり、生長競争している場合に、生長不良木、被害木、などを除去することにより、照度を確保し生長促進をはかる。稚樹が 2 m 程度に成長した段階で密度がきわめて高い場合は 2 m 程度の広さでバリカン刈り除伐を行なう。

Tornillo は密度が高すぎると肥大生長のみならず、樹高生長も抑えられる。

③ 間 伐

〔考え方〕 目的樹種の密度管理をすることにより、樹種間の競争を調節して、直径生長

を促す。

〔実施方法〕 目的樹種の競争が始まり、優勢木と劣勢木ができ始めたら、形質、材質や生育の悪い目的樹種を除くことにより、主伐本数は 400～500 本/haを目途とする。

間伐に当っては、残された樹幹に傷をつけないよう注意が必要である。
Fusarium菌の侵入がおこり易い。

(5) 共 通

① 保 護

i) CEDRO, CAOBA の害虫・Hysipylaの薬剤防除

〔考え方〕 本種の生態、加害習性にもとずき、加害樹種の整理、環境条件を考慮して防除計画をたてる。①本種の加害が樹高 5 m以上になると少なくなる。②新芽、新葉に産卵し、開葉したばかりの木に被害が多い。③若齢幼虫は新葉、新梢部を加害する④雨期の初めと終わりに新葉が多く、密度も高くなり、乾期には共に減少する。⑤CEDRO はCAOBA より被害が多い。これらのことから雨期のはじまり（9～10月）と終り（4～5月）頃を特に要注意期間とし葉面散布を行い、樹高 5 m以上まで生育させる。そのため植栽地は作業が容易でMeliaceae の適地を選び、造林的被害回避法を組み合わせることで薬剤効果を高める。

〔実施方法〕 ①薬剤処理法 新梢を中心とした葉面散布法

②薬剤の種類 ベルマーク（Penvalarate ピレトリン系）乳剤。他にスミチオン、ダニトールも効果が優れるが、残効期間が短い。

③使用濃度 0.1%。水で希釈

④散布回数 CEDRO で年 5～7 回、CAOBA で年 3～4 回位

⑤散布時期 若齢幼虫期、雨期に行う。

⑥散布方法 特に新芽、葉、新梢部を中心に幹までに薬剤が滴り落ちる程度（1本当たり約 200cc）散布する。

⑦効果判定 散布 2～3 週間後1/3 ～半分の散布木を調べ、新被害木が10%以上の時、再度散布する（被害が少ない時は、摘み取り焼却）

⑧安全防护 人体への飛散、危害防止に注意し雨具、マスク、メガネ、手袋など着用し終了後は入浴する。

② 道路管理

i) 路網計画

〔考え方〕 路網整備の基準としては、平均 250m以内で森林施業が可能となるように施業対象地 1 ha当り林道・作業道を合わせ約10mとする。

〔実施方法〕ペルーアマゾン地域は雨量多く、アンデスに近い場所はともかく、細粒の旧河川堆積物で覆われており、地盤が軟弱である。したがって雨期には水溜りができやすく、林道破壊が発生しやすいことに留意する。

林道配置に当たっては、グライ土壌地区はなるべく避けることが得策である。しかし、グライ土壌地区を避けられない場合は、滞水期間の長い地区を避けるなど、管理が容易なように配置する。

当地は無計画な森林伐採が発生することがあるし、また焼き畑耕作の発生も見られることから基幹道路からの導入路は一本として、部外者が入りにくいように設定する。なおペルー政府は基幹道路に沿った地域の農業開発を進めているので、政策に則った方法を取る必要がある。

ii) 橋梁作設・管理

〔考え方〕橋梁は作設・管理に多大な経費がかかるので、可能なかぎり避ける。やむおえず架設する場合は以下の点に留意する。

〔実施方法〕橋梁については基盤が脆弱であるため、十分な強度を保つためには相当な補強が必要であり、橋梁作設は極力避けた方が望ましい。なお木橋の場合はシュワワコ等橋梁に適している木材を厳選して利用する。

脆弱な基盤を念頭に置き、重力式土台を利用した形式が中心になる。小規模な河川は、ヒューム管、コルゲート管、現地材を使った木工暗渠等を利用した暗渠排水を基本とする。

橋梁の管理について、雨期の高水位期には河川堤側面が侵食されやすいし、土台部分の侵食の発生も有り得る。侵食が始まった場合は、板矢板や土のうで補強することが必要である。

iii) 林道・作業道規格

〔考え方〕林道開設の基本は、基幹道の林道と、補助道の作業道に分けることとなる。林道は雨期にも使用できるものとし、作業道は雨期にも使用できるが極力使用しないタイプとする。

〔実施方法〕林道・作業道は、当地の立地条件を配慮し、湿地型、平坦型、傾斜地型の3タイプを設定する。なお林道は幅員4mとし、作業道は3mとする。さらに排水を良くするために林道に傾斜をもたせるよう作設する。

湿地型林道は、グライ土壌、滞水期間の長いグライ土壌地区仕様の物で排水溝敷を広く、また排水溝を深く、基底部に丸太を敷くなど路盤工の質を排水に合わせた仕様となっている。

平坦地型林道は、アクリソル土壌地区仕様の物で、排水溝のふかさと路盤工は湿地型と傾斜地型の間である。

傾斜地型林道は、カンビソル土壌地区仕様の物で、排水溝の巾とふかさは前の2者に比べ、最も少ない。また路盤工も最も簡単である。

作業道は排水溝、路盤工とも林道に比べて簡略化するが、湿地・平坦地・傾斜地の3タイプは必要である。

規格の案を別図に示す。

資材の調達について、特に量を必要とする砂利は比較的大きな河川の河川敷等、現地調達可能であるが、たいへん高価であり、節約を旨とする。節約の方法としては、道路の積極的な乾燥が必ずしも必要でない、排水良好地やC地区には比較的收入が容易な砂を多用する。

iv) 歩道管理

〔考え方〕 歩道作設は造林事業上及び保護管理上、また林道・作業道の作設が困難な区域を網羅するために必要である。

〔実施方法〕 各々の造林事業の開始に当たって作業能率の向上、安全確保、及び盗伐・焼き畑の侵入防止をはかるための巡視などのために定期的に刈り払い、木橋の補強などを行う。

規格として特に設ける。

v) 林道・作業道管理

〔考え方〕 地域の気候・土壌の特質を十分配慮しながら、継続的利用を図りうる管理方法を構ずる。

〔実施方法〕 ①雨期の対策が最も重要である。雨期には月5～700 mm、日 200mmに達することもあり、きわめて降雨強度が高い。従って土壌が水で飽和されることが多く、排水には細心の注意が必要である。

②林道は一応この程度の雨量の排水に留意した仕様になっているので、雨期の利用は可能であるが、重量のある車両の走行には注意が肝要である。乾期は一般的な利用方法を採用する。

③作業道は雨期の使用は原則として行わない。また乾期も2トン貨物車程度の車両の利用にとどめる。

④投入した砂利は、路盤が軟弱であるため、毎年潜り込みが激しい。従って、砂利の補給は毎年必要となる。

⑤道路両側に設けてある伐開地は、道路の積極的乾燥を進めるため路面に日が当たるように手入れを怠らない。これは通行の安全にもなる。

⑥不幸にして路面が轍によって陥没し、使用不能になった場合は、基盤部からの改良工事を行った方が効率的である。

別 図. 林道開設のための仕様

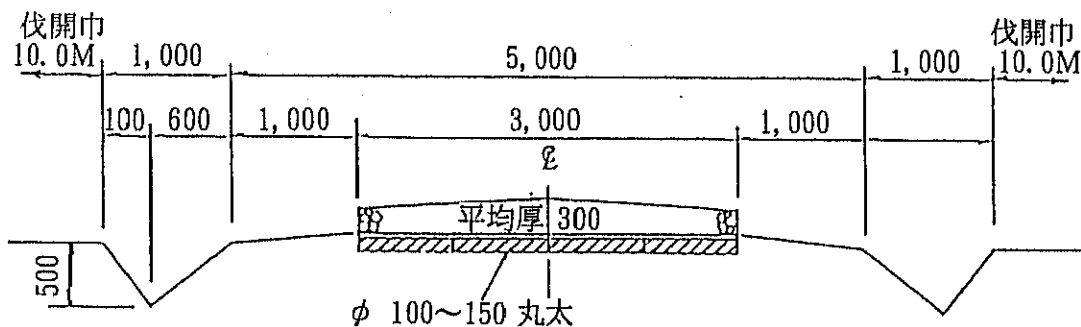
1) 林道の横断標準設計

ア 横断標準設計の概要は下表のとおり。

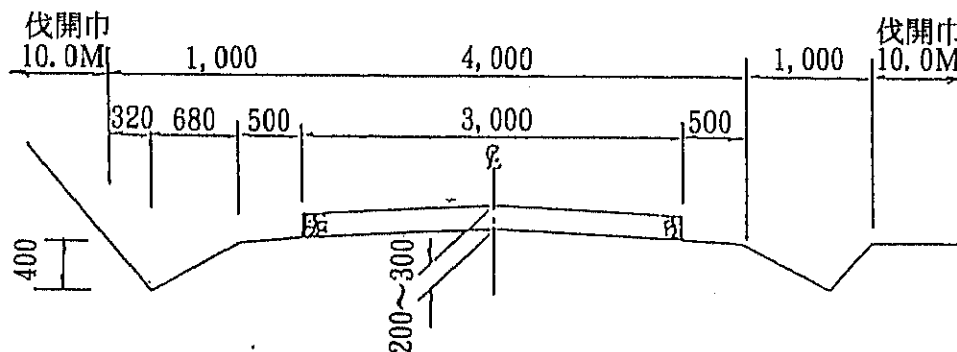
	湿 地 型	平 坦 地 型	傾 斜 地 型
車 道 幅 員	3 m	3 m	3 m
路 肩	1 m	0.5m	0.5m
側 溝	1 m × 0.5m	1 m × 0.4m	0.7m × 0.3m
伐 開 幅	10m	10m	10m
路 盤 工	木材結束敷並べ砂利 30cm	砂 利 20~30cm	砂 利 15~20cm

イ 標準設計図は下図のとおり。

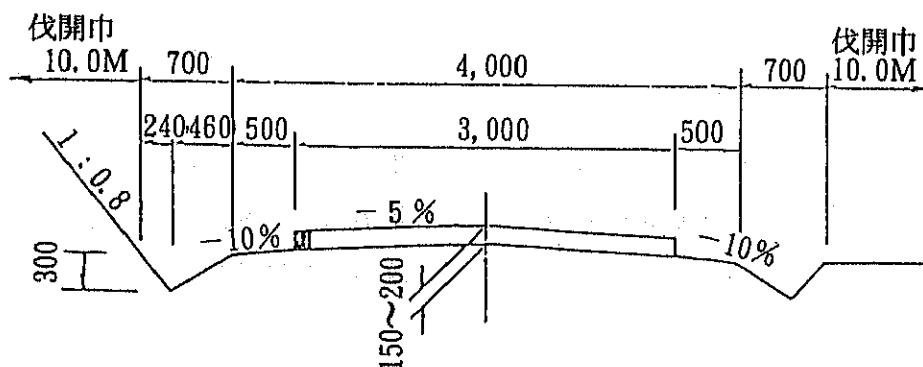
ア) 湿地型



イ) 平坦地型



ウ) 傾斜地型



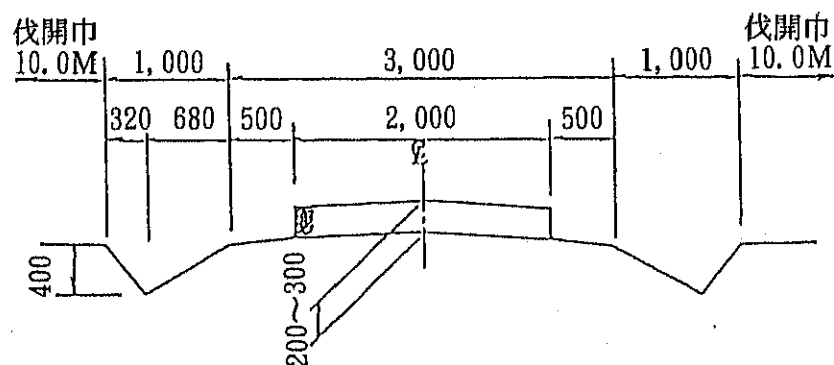
2) 作業道の横断標準設計

ア 標準横断の概要は下表のとおり。

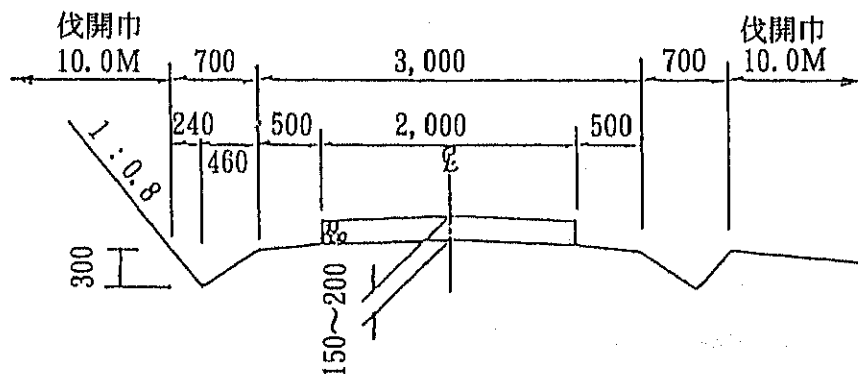
	湿 地 型	平 坦 地 型	傾 斜 地 型
車 道 幅 員	2 m	2 m	2 m
路 肩	0.5m	0.5m	0.5m
側 溝	1 m × 0.4 m	0.7 m × 0.3 m	0.7 m × 0.3 m
伐 開 幅	7 m	7 m	7 m
路 盤 工	必要により木材結束 敷並べ、敷砂利 20~30cm	敷砂利 15~20cm	敷砂利 5~10cm

イ 標準設計図は下図のとおり。

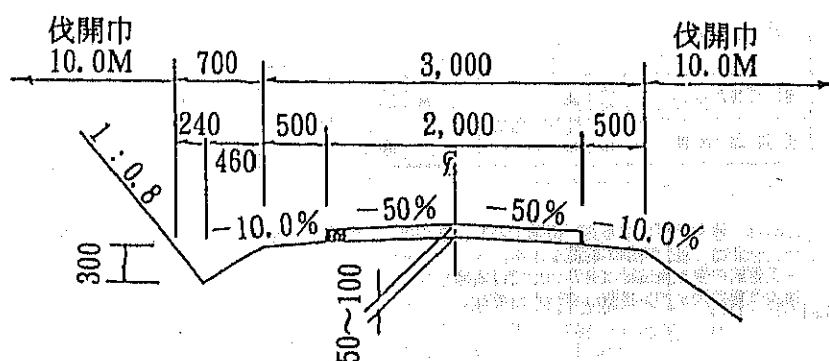
ア) 湿地型



イ) 平坦地型



ウ) 傾斜地型



③ 共 通

i) 境界管理

〔考え方〕 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。

〔実施方法〕 境界の保全管理をはかるために、境界杭・境界見出し板などを設置し、境界を3～5m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。

巡視は、焼き畑がある付近・盗伐があった地域などは頻繁に行い、通常は月1回程度の巡視兼刈り払いを実施する。

ii) 造林共通

〔考え方〕 他の作業単位に含まれない作業を全て含む。

〔実施方法〕 ①生長量調査、病虫害調査などの調査およびデータ解析

②機械修理

③雑役（環境整備、倉庫整理など）

④その他

人工数の計の5%、物役費の10%を見込む。

〔保育基準〕

土壌型	樹種	下 刈						つ る 刈 り						受 光 量 調 節						除 伐					
		1回	2	3	4	5	～	1回	2	3	4	5	～	1回	2	3	4	5	～	1回	2	3	4	5	～
Gley sol	早成	○	○	▲				○	○	▲	▲					←	▲	→							
	中成	○	○	○	○	○	▲	○	○	○	○	○	▲			←	▲	→							
	遅成	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			←	▲	→							
Acric sol	早成	○	○	○	▲			▲			▲	▲				←	▲	→							
	中成	○	○	○	○	○	▲	▲					▲			←	▲	→							
	遅成	○	○	○	○	○	○	▲					▲			←	▲	→							
Cambic sol	早成	○	○	▲				▲		▲	▲					←	▲	→							
	中成	○	○	○	○	▲		▲					▲			←	▲	→							
	遅成	○	○	○	○	○	○	▲					▲			←	▲	→							

(2) 天然更新

樹 種	下 刈						受 光 量 調 節						除 伐					
	1	2	3	4	5	～	1	2	3	4	5	～	1	2	3	4	5	～
特に成長が早い	○	○	▲				▲	○						▲	○			
成長は中庸	○	○	○	▲			▲	○						▲	○			

○印は、通常予想される実行標準であり、▲印は、○印より必要度が低いと予想される実行標準である。

← →印は、現行時期の範囲を示す。

人工更新の受光量調節は通常10mでは実施しない。

除伐作業の10m列条植栽は実行されていない。

④ 各種帳簿類

今回のプロジェクトの進行に大いに役だったものとして各種の帳簿がある。これらの帳簿は日本の例を基本として作成され、実際に使用しながら改善を進めてきたものである。中には十分な改善が進んでいないものもあるが、事業を開始するに当たって参考になると考えられるので添付した。

天然更新試験プロット調査野帳

No		調査年月日				
林 班	作業方法	更新期待樹種				
	下刈・コントロール					
プロット	No	樹 種	樹 高	根元径 ⑩ ₁	備 考 (被害等)	照 度 ⑩ ₂

⑩₁ : 平均樹高50センチメートルまでは本数のみ

⑩₂ : 1.5mの高さで測定

人工更新・展示林プロット調査野帳⑩₁

人工林・展示林		調査年月日				No
林 班	ラインNo					
No	樹 種	樹 高	胸高直径⑩ ₁	備 考 (被害等)	照 度	

⑩₁ 配置図を添付

⑩₂ 標高2 m以上

育苗標準作成調査票 (種子)

樹 種					
産 地 ⑩ ₁	母樹の生育状態 ⑩ ₂				
採 取 日	着果状況 ⑩ ₃				
採取方法					
種子脱粒方法					
種 子 重	g / l	虫食い割合		虫の種類	
含 水 率	%	貯蔵法 ⑩ ₄			
播 種 日		発芽率		発芽促進処置	
殺 菌 剤		殺虫剤			
備考 ⑩ ₅					

⑩₁ 観察木の場合はNo ⑩₂ 近くに同一種母樹があるかどうか、それらの母樹の着果の有無等 ⑩₃ 全而、多いか、少ないか ⑩₄ 採種から播種まで ⑩₅ 開花時がわかれば開花時や種子形態 (変形やしいな率)

育苗標準作成調査票（苗木）

樹種		育成期間 ④ ₁ × ×		植付密度 ④ ₂ ×	被陰期間 ④ ₁ × ×
施肥 ④ ₃	日	g / m ²	灌水回数	回 / 日	根の状況 ④ ₁
植栽地	林小班	植栽方法 ④ ₅			
山出日	活着率		(活着数)/(植栽数) = %		
径級	径級		備考 ④ ₆		
No	苗高	根元径	No	苗高	根元径
1					
⋮					
		20or 10			

- ④₁ 発芽床×苗床×ポット, ④₂ 本×, 本/m², たて×よこ
 ④₃ 時, 種類, 量 ④₄ コボウ根だけか, ヒゲ根が多いか等, サイズや量
 ④₅ ポットか裸根か, 台切り根切りは?
 ④₆ 径級測定した苗木の写真をここ, あるいは裏に添付
 病害虫発生の有無, 時期, 症状, 対策などもここに記載

作業記番区分表

区分	作業類	作業種	作業種細別	作業類	作業種	作業種細別
造林	A 天然更新	1 区域調査		C 展示林	1 地 拵	(1) 測 量
		2 地床処理				(2) 小径木伐開
		3 受光量調節				(3) 中大径木伐倒
		4 保 育	(1) 下 刈			(4) 火入れ
			(2) 除 伐			(5) 整 理
	B 人工更新	1 地 拵	(1) 測 量	2 植 付	(1) 杭立て	
			(2) 小径木伐開		(2) 植 付	
			(3) 中大径木伐倒			
			(4) 火入れ		3 補 植	(1) 活着調査
			(5) 整 理			(2) 植 付
		2 植 付	(1) 杭立て	4 保 育	(1) 下 刈	
			(2) 植穴掘り		(2) 除 伐	
			(3) 植 付			
				D その他	1 歩道新設	
		3 補 植	(1) 活着調査		2 歩道修理	
			(2) 補 植		3 病虫害駆除	
					4 調 査	
		4 保 育	(1) 下刈・つる切		5 機械処理	
			(2) 除 伐		6 雑 役	
			(3) 巻枯し		7 その他	

苗畑作業記番区分表

No	作業類	作業種	
1	母樹観察		
2	種子	採取 選別 発芽試験	
3	まき付	床作り 用土運搬 まき付等	
4	移植		
5	薬剤処理		
6	普通発苗	床作り 用土運搬 床替	
7	ポット発苗	ポット作り 用土運搬 床替	
8	掘 置		
9	山出し		
10	澗 水		
11	用土作り	採 土 肥 料 混 合	
12	試 験		

造林日報・月報
苗畑日報・月報

年月

作業種					
林 班					
日 区 分	人工数	摘 要	人工数	摘 要	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
月人工数					

造林・苗畑事業実行総括表（年報）

年度

記番No	作業類	作業種	細 別	事業區	功 程	人工数	備 考

山出し日報

月日	樹 種	苗木の種類⑤	山出し林班	備 考

⑤：播種床期間－苗床期間－ポット育苗期間を月で記載
例えば、1－6あるいは1－5－②のようにポットの期間だけ○で囲む。

天然更新試験地台帳 ⑥、⑦、

林班

面 積	地 形		斜面方向		土 填		坡度 ^②		伐採 前の 林況	③	前年 稚樹 の有無	③
	平・緩・急											
樹 種	A				B				C			D
年月	野帳 番号	樹高	④ 根元径	本 数	樹 高	根元径	本 数					

- ⑥：プロットの位置を示した1／5000地図を添付
⑦：照度で代替
⑧：例えば、上層木、中層木、下層木の状態等について記載
⑧：平均樹高50cm以下は本数と樹高のみ
⑧：野帳番号
⑧：母樹分布図を添付、同時に母樹の樹高、胸高直径、樹冠面積を記入

人工更新・展示林台帳④

林班⑤:

面積	伐開線長	保残樹高	土壌	植栽ライン数	活着率	植栽間隔				
年月	樹種	苗木の種類	平均樹高	平均胸高直径	本数	照度	被害	野帳番号	備考	

- ⑤: ラインの位置を示した1/5000図を添付
 ⑥: ライン番号を併記。同一林班中に伐開巾が違ふ場合は別台帳
 山出し日報の記載に準拠

作業実行経過表

林班

年月	作業種	細別	事業量	人工数	備考

林道・作業道台帳

名 称					
種 別					
規 格					
延 長(m)	1982年度	1983	1984	1985	1986
実 行	経 過				
年 月	作業種	作業量	人工数	備 考	

JICA