

No 01

ウルグアイ林木育種計画
巡回指導調査団報告書

1996年1月

JICA LIBRARY



J 1130544 (8)

国際協力事業団

林開林

JR

96-005

ウルグアイ林木育種計画

巡回指導調査団報告書

1996年1月

国際協力事業団



1130544 (8)

序 文

国際協力事業団は、ウルグアイ東方共和国政府から技術協力の要請を受け、平成5年3月10日から同国において林木育種計画を開始しました。

当事業団は、協力開始後3年目にあたり、本計画の進捗状況や現状を把握し、同国のプロジェクト関係者や派遣専門家に対し、適切な助言と指導を行うため、平成7年7月22日から8月7日まで、林野庁林木育種センター育種部長、栄花茂博士を団長とする巡回指導調査団を派遣しました。

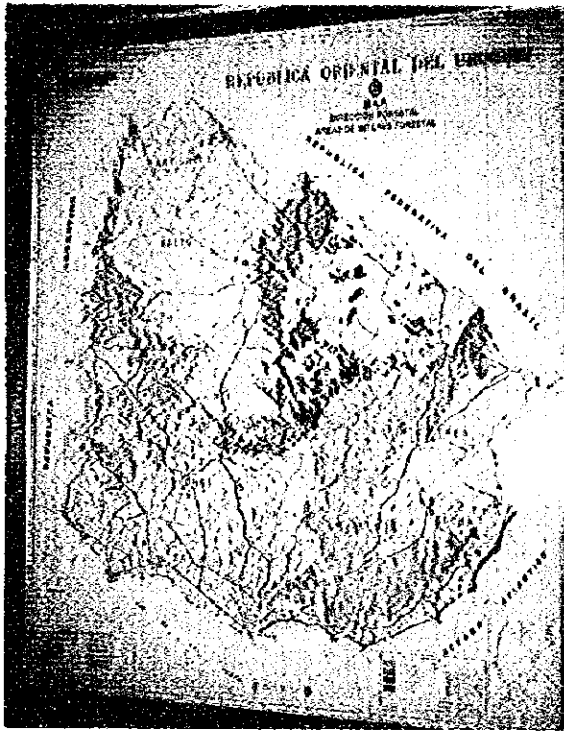
調査団は、ウルグアイ東方共和国政府関係者との協議及びプロジェクト・サイトでの現地調査を実施し、プロジェクトの運営や事業内容等を検討し、必要な指導を行いました。そして、帰国後の国内作業を経て調査結果を本報告書に取りまとめました。

この報告書が本計画の今後の推進に役立つとともに、この技術協力事業が両国の友好・親善の一層の発展に寄与することを期待いたします。

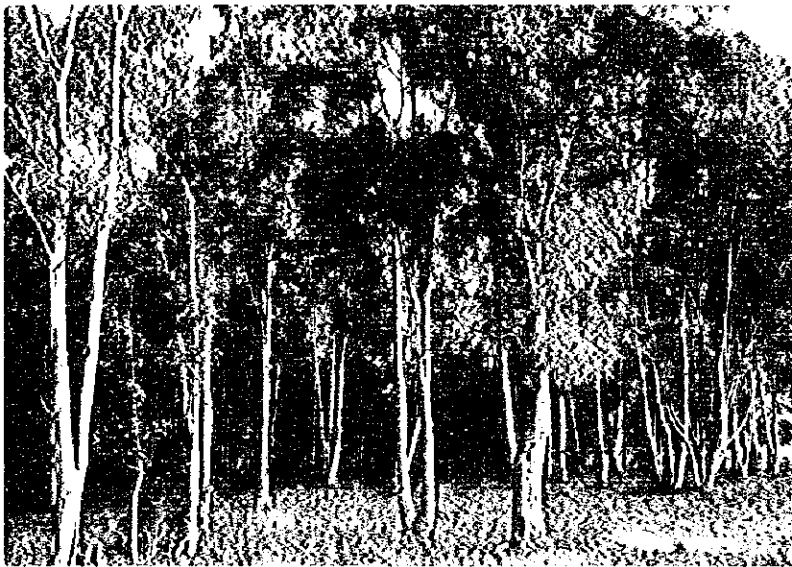
終わりにこの調査にご協力いただいた関係者の皆様に対し、心から感謝の意を表します。

平成8年1月

国際協力事業団
理事 亀若 誠



ウルグアイ国植林5か年計画で定めた造林奨励地域は、北部中央Tacuarembóを中心とする第7地域（空色）、中央部の第8地域（暗褐色）と西部 Paysandu第9地域（茶色）をあわせ約200万haが指定されている。その他、造林に適した土壌とされているが、現在は奨励地域に指定されていない首都Montevideoから北東に至る第2地域（灰色）をあわせると300万haを有する。



当初、導入種子により植栽されたグランディスユーカリ（産地不詳）。成長量、通直性は形質が悪く、枝も太いため種子の改良が必要になる。（北部Tacuarembó試験場近郊の人工造林地）



植栽当年冬のユーカリ造林地。永年の放牧で地力が衰えたため、牧草の生育が悪く、農牧地に適さない仕有地が拡大している。企業は造林意欲が旺盛で、年間数千haの新植地が各地で認められる。

（写真中央に点在する林はユーカリ類の家畜避難林）

造林後の施肥は100g (N. 15, P. 70, K. 15/本あたり) を施用し、牧草は除草剤と機械刈を2年間併用して行う。萌芽更新は3代まで予定。



改良種子によって企業社有林に造林されたグランディスユーカリで成長、通直性も良好である。

(Paysandu Caja Bancaria地方の社有林。林齢12年生で胸高直径30~50cm、平年樹高25~30mを越える)



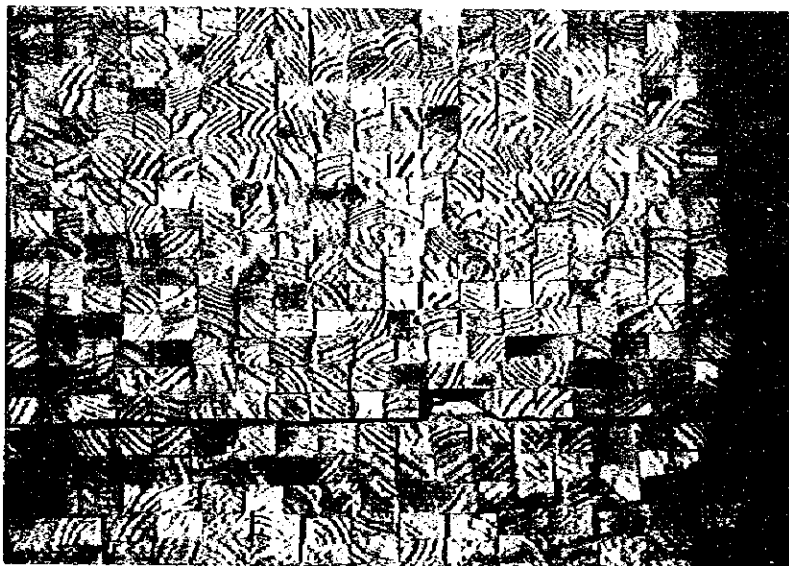
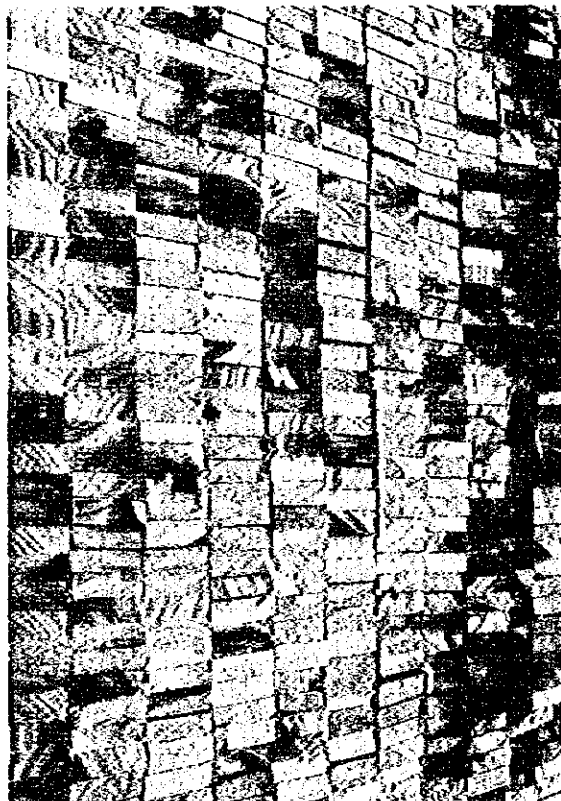
マツ類についても品質向上のため、節の小さい材、無節材生産で、早い時期から枝打ちが行われている。クローネの閉鎖が始まると劣勢木の間伐が実施され、パルプ用も含め20年生で収穫される。

(Paysandu地方の社有林、エリオッティマツ推定10年生で樹高6~7m)



CENTRO FORESTAL PIEDRAS
COLORADAS 製材所のユーカリ
類加工。手前の素材から流れ
作業により奥へとカットされ
完成される。

床板に利用されるグランディスユーカリ
の板材。



パレット用材、梱包用材や家
具用に加工されるエリオッテ
イマツの角材。肥大成長の著
しい個体が認められる。



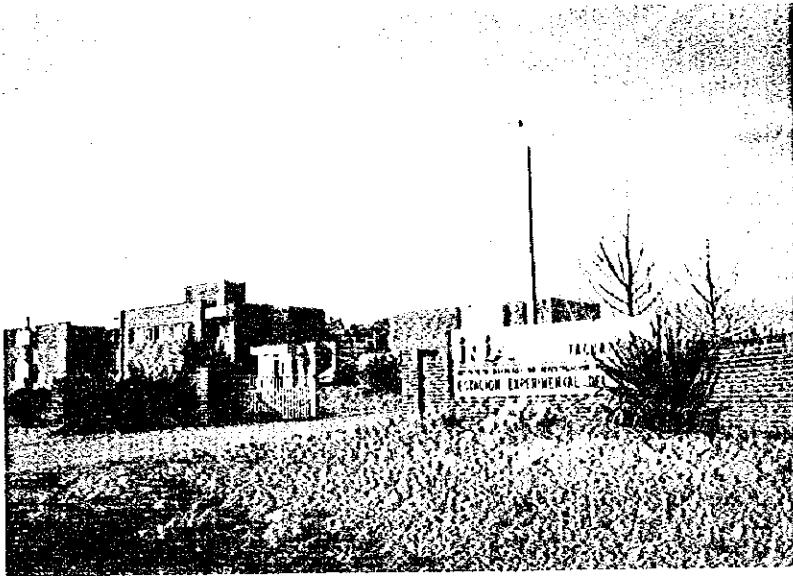
植林局Toledo苗畑の種子貯蔵庫。ユーカリ類、マツ類など輸入種子と国産種子が700kg程貯蔵され、販売に利用。1缶に約10kgの種子が入っている。(発芽率は年10%弱の低下が認められる)



1995年オーストラリアから輸入された*E. maidenii*貯蔵種子。苗畑経営は、この4年間に全国で100社強の民間苗業者が設立、苗木販売が行われている。企業は主に自社養成で造林する。



ポプラ(I-214)、ヤナギ類は家具の中味材、果物類、ソファーの中に利用されるため、さし穂22cm、55cm、120cmの長さで販売されている。



Tacuarembó市にあるINIA北部試験場。
ウルグアイ唯一の農牧業研究所で食肉生産、牧草改良、穀物、野菜、果樹園芸、林業の研究部をもち本部をMontevideo市に置く。国内に5か所の地方試験場を持っている。



林木育種プロジェクトの拠点である北部試験場の倉庫を改造した事務所。



INIA場長	John Grierson
林業部長	Zohra Benndji
研究員	Jose Fernando
研究員	Patoricia Acosta

専門家リーダー	野口 常介
専門家リーダー	片寄 隼
種子源造成	塩水流 隆道
種子源開発評価	長谷川 洋三
業務調整	鯨 秀信

巡回指導調査団

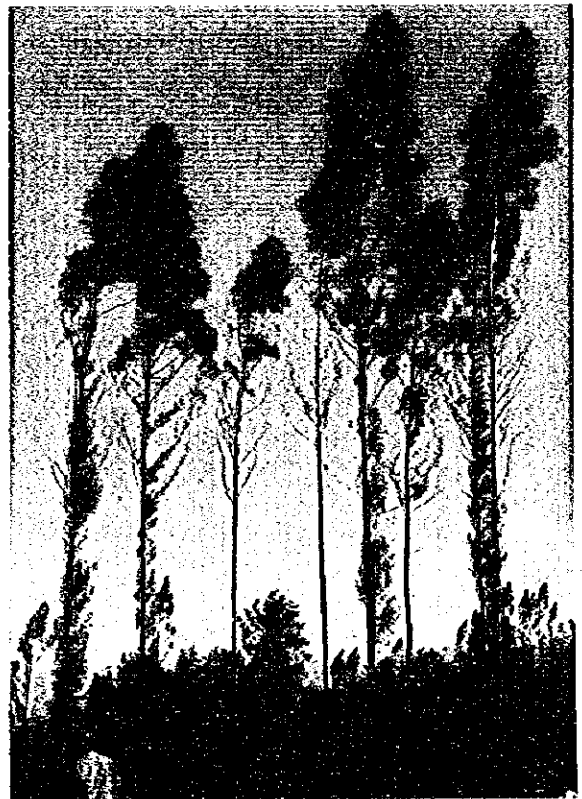
団長	栄花 茂
団員	植月 充孝
団員	田淵 和夫
団員	三成 昭夫
通訳	マリア伊藤あけみ



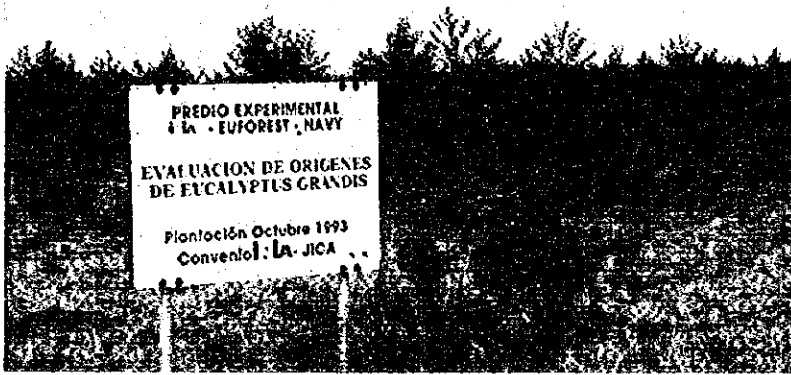
(1) プラス木の選抜
 Minas地方の企業社有林で選抜されたグロブスユーカリのプラス木。直径40cmで樹高は30mを越える12年生の林（右から2本目）。周囲は前年'94年伐採されたが、萌芽更新を計画しており、1年間の成長量は2~4mで著しい。株あたり萌芽数も10本前後の発生が認められる。周囲木に比較してプラス木は幹からの不定芽（枝）発生は少ない。



(2) プラス木の樹幹とクローネの形。
 グロブスユーカリ(1)の林分。



(3) 隣接して選抜されたグロブスユーカリのプラス木。右から5本目（風倒木の発生は認められない）。



INIA-JICA プロジェクトで1993年 第9地域(Paysandu Navy)に設定したグランディユーカリの産地試験林、69家系4.0ha。産地・系統によって成長、樹冠形態、霜害などが異なり、適応性の判定とプラス木の選定が期待される。



1993年INIA林業部が産地の情報を得るため造成した産地試験で、グランディユーカリのプラス木80家系、オーストラリア100産地が30反復単木混交で植栽されている。プロットは30m×30m、2.5m×3.0mの植栽間隔で面積3.0ha。試験林でTacuarembó試験場から1kmの近郊にあり、この半数の面積を利用して実生採取圃に樹型誘導するため家系、個体選抜が計画されている。



検定林植栽後に発生したグランディユーカリ成長点の矮性個体（3年生、手前の細い個体）、成葉がチリメン状。



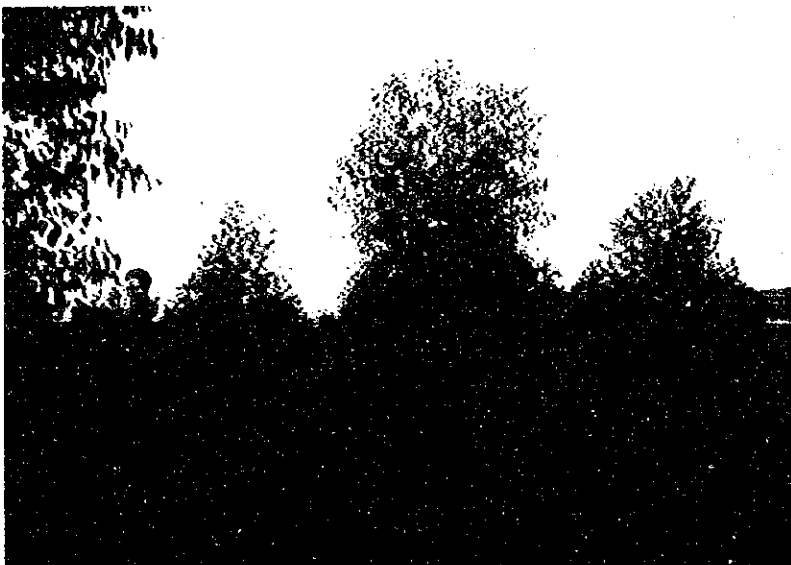
北部試験場から20kmの地点にある食肉公社のグランディユーカリ社有林に'94年7月、間伐強度を変えた実生採取林を設定。樹高17m、直径17cm、1989年植栽、6年生。



グランズイスユーカリを対象に実生苗を用いた採種圃の管理技術の確立が行われている。1991年設定Magnolia試験地。25本の優良木から得た自然交配家系を 5×5 m (2列 \times 3本を1 m間隔)でプロット植栽、のち形質優良木を残し他の5本を伐採) 25型で設計、1840本1.50ha。ここでは地際から伐採する「萌芽仕立法」と3 mの「断幹仕立法」が行われ、萌芽成長、着花量など調査が実施されている。



2列 \times 3本のプロット植栽により樹高、直径とも優れ、幹の通直性、枝の發育良好なものを残し他は伐採して採種木に樹形誘導。



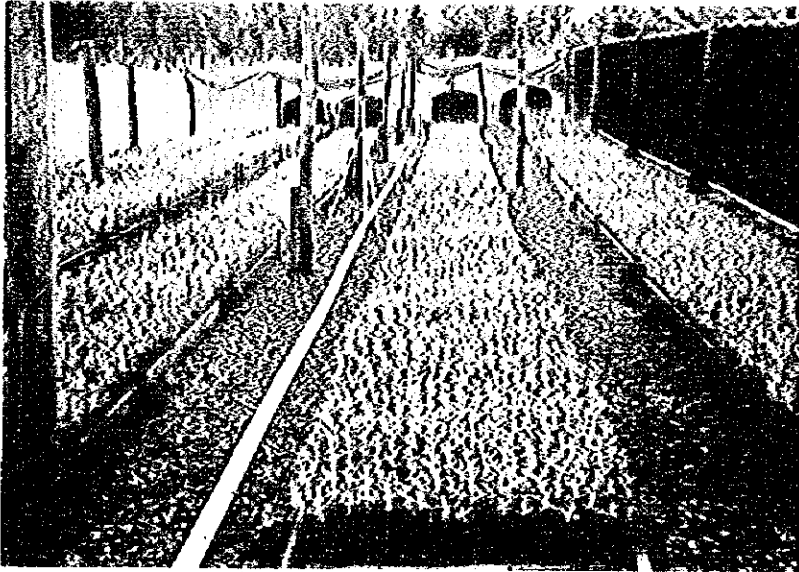
優良木として個体からの採種母樹、萌芽発生力、成長量、着花性など調査が進む。1994年9月断幹、年3~4 mの萌芽成長量がみられる。株あたり萌芽発生は10本前後みられる。



地上3 mで断幹された優良木は、翌年萌芽再生した主幹の立ち上がりが著しい。着花枝の本数、太さや偏りなど調査が進む。1994年9月、3 mで断幹後に分岐成長がみられる（グランディスユーカリ）。



採種木の下枝にみられる球果の着生状況（グランディスユーカリのプラス木）。



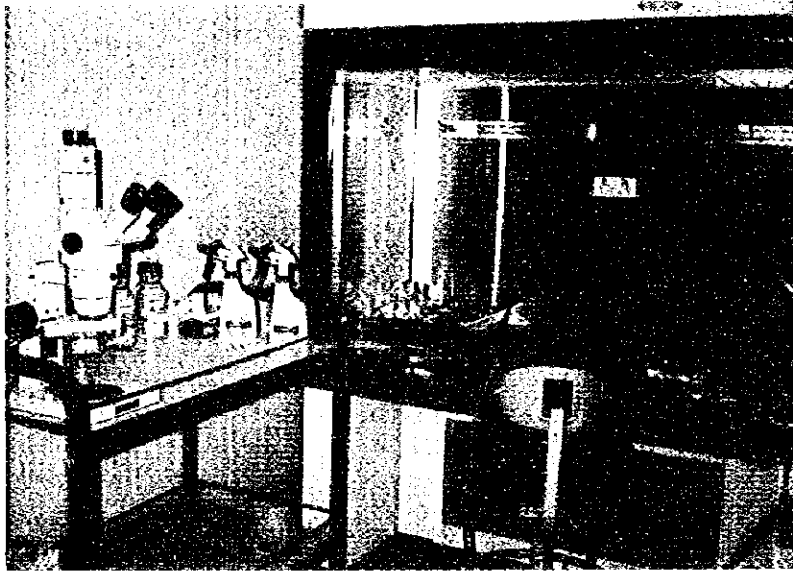
INIA北部試験場内の育苗地。グランディスユーカリ、グロブスユーカリ等のポット移植後の成長は産地。系統によって異なる。3月移植、9月山出し。



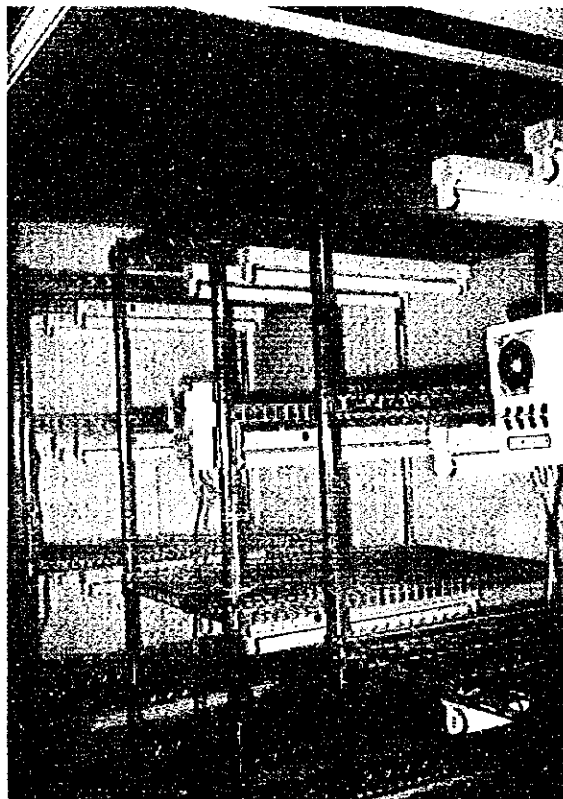
グランディスユーカリのさし木苗養成。さしつけは春のIBA80ppm処理が良好で、次に秋さしがよい。グランディスユーカリは発根しやすいが、グロブスユーカリ、マイデニューユーカリは発根が難しい。さし木苗のポット植2年生。



組織培養系を育成する順化温室。アルミ鉄骨製ガラス室で、間口4.5m×奥行15.8m×高さ3.6m=71.1㎡。自動噴霧灌水装置を持つ。'94年10月～11月施行、上部には金網を利用した耐害（ひょう）保護施設が取り付けられ、'95年3月完成した。



組織培養施設。器官組織の分離
を行い、無菌条件下で操作でき
る施設。



'95年度供与のクリーンルームユニットは室内が
二分され、無菌室と培養室として利用されている。



培養室においてC/PのZohra林
業部長の説明を聞く調査団。



ウルグアイ国北部地域では、浅い窪地で冷気の停滞する場所は夕方から地表面に白色気流が見られ、無風のとき夜間にわたって局地的な低温を示し、霜害の発生をもたらす。



南西部 Paysandu Navy地域におけるグロブスユーカリの凍(霜)害。グランディスユーカリより被害を受けやすく、 -3°C で成葉の落葉、枝が枯損する。局所的に -7°C まで低下すると枯損するといわれている。造林地の中で点在する微害個体も認められる。3年生。



グロブスユーカリの霜害。この程度の成長点、芽の軽害では回復する。抵抗性候補木の選抜が期待される。



2年生のグロブスユーカリの凍害。地上10数cmの部位に幹の凍傷痕が認められ、形成層が褐変している。地際部は生存。患部から上部は乾燥が進み、成葉の萎縮が始まっている。



グロブスユーカリの凍害地（中部 Rio negro、南西部 Mercedes地域）で観察されたSetophoraとPhytophthora菌による幹や枝の病害発生木。ほとんどの植栽木で認められ、免害木は著しく少ない。



グランディスユーカリ3年生の産地試験林、ポット植直後のハキリアリによる幼葉の切り取り被害では枯損するが、3年生以降（ここでは地上1m以下の葉の切り取り）の成葉では大被害にならない。アリ塚は、地上及び地下50~80cmの中に成葉を運び発酵、培養キノコを食料とする。巣の中の白色は菌糸とみられる。



プロジェクト発足後3年目の中間時、これまでの活動結果を報告するためMontevideo市の北30 kmにあるINIA Las Brujas 試験場会議室で技術セミナー「ユーカリの育種」を開催した。
(会場になったLas Brujas南部試験場正面玄関)

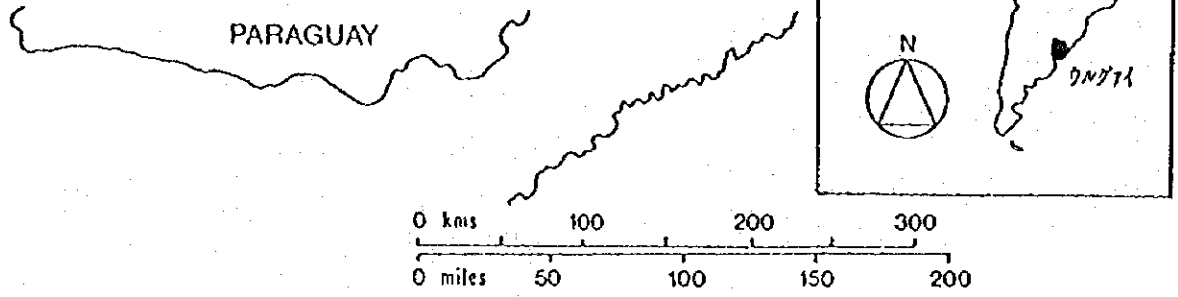


INIA側Joan Pedro Hounie 理事長(左側)、栄花団長(左から2人目)、伊藤通訳(右から2人目)、司会はJohn Grierson国際部長(右側)。課題は5課題が報告された。栄花茂、Zohra、植月充孝、野口常介、塩水流陸道による。



セミナーはINIA関係者を始め、在ウルグアイ大使館、植林局、ウルグアイ大学ほか林業団体から約70名の出席を得て盛大に開催され、意見の交換も活発に行われた。

プロジェクト位置図



目 次

序 文

写 真

位置図

1	巡回指導調査団の派遣	1
1-1	調査団派遣の経緯と目的	1
1-2	調査団の構成	1
1-3	調査日程	2
1-4	主要面談者	2
1-5	中間評価の方法	3
2	調査結果の要約	5
3	協力実施の経緯	6
3-1	要請内容	6
3-2	協力実施のプロセス	6
3-3	他の協力事業との関連性	9
4	プロジェクトの運営状況及び実施体制整備状況	10
4-1	実施機関の組織・運営体制	10
4-2	建物・施設の状況	10
4-3	予算措置状況	10
4-4	専門家の派遣	11
4-5	カウンターパートの配置	11
4-6	機材の管理状況	12
5	プロジェクトの活動進捗状況	14
5-1	種子源造成	16
5-2	種子源開発・評価	21
6	プロジェクトへの支援のあり方	27
7	評価結果の総括	28
付属資料	1 協議議事録 (M/M)	31
	2 中間評価調査表	34
	3 機材の利用・管理状況表	54
	4 現地セミナー資料	65

1 巡回指導調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

ウルグアイ東方共和国は、農業の振興を中心施策としてきたため林業の歴史が浅く、全国土に対する森林面積の割合は5%に過ぎない。しかし、産業用材の確保等を目的とした民間企業や大規模農家を中心とした造林が進みつつあり、また1991年に策定された「国家造林5カ年計画」により木材生産の増大や国土保全を目的とした国レベルでの造林も推進されつつある。この造林事業の基幹となる育苗のための種子の調達はそれぞれの造林主体が独自に対応してきたが、人工造林の拡大を背景に将来に渡り良質な種子を確保するためには、自国で種子を供給できる技術の開発が必要となってきた。

このような状況のもと、ウルグアイ政府は優秀な林木育種技術を有するわが国に対し、既存人工林からの育種技術の開発と造林樹種原産国からの種子導入による育種技術の開発を目的に技術協力を要請してきた。

これを受けてわが国は、1992年12月にR/Dの署名・交換をし、1993年3月から5年間の予定でプロジェクト方式技術協力が開始されている。

本協力要請に対するわが国の対応は次のとおりである。

1991年6月 ウルグアイ国政府より要請書受理

1992年3月 林木育種計画事前調査団派遣

1992年12月 実施協議調査団派遣

1993年9月 計画打合せ調査団派遣

今回協力期間の中間期に達したことから、これまでのプロジェクト活動の実績を把握し、JICAが定めた「プロジェクト方式技術協力事業案件の評価ガイドライン」に沿って協力期間前半の活動に対する評価を行い、その結果に基づき協力期間後半のプロジェクト活動と個々の技術的な問題点に対する指導・助言を行うために調査団を派遣した。

1-2 調査団の構成

団員構成は次のとおり。

総括・団長	栄花 茂	農林水産省 林木育種センター 育種部長
種子源開発・評価	植月 充孝	農林水産省 林木育種センター 関西育種場 育種第一研究室長
種子源造成	田淵 和夫	農林水産省 林木育種センター 育種課主任研究官
業務調整	三成 昭夫	国際協力事業団 林業技術協力投融资課職員

1-3 調査日程

調査は1995年7月22日から1995年8月7日の17日間で実施した。

月日	曜日	調査内容
7/22	土	東京発
23	日	ウルグアイ到着、専門家打合せ
24	月	在ウ日本大使館表敬・担当書記官との打合せ、 INIA本部・植林局表敬・打合せ
25	火	Minas 産地試験地、プラス木選抜地調査
26	水	Navy産地試験地調査
27	木	Caja Bancaria 製材所、社有造林地視察
28	金	INIA-TACUAREMBO試験場表敬、サイト調査、専門家・C/P協議
29	土	Magnoria試験地、Firigorifico採種林調査
30	日	移動、セミナー打合せ
31	月	セミナー開催 (INIA-LAS BRUJAS試験場)
8/1	火	植林局Toledo苗畑視察、植林局協議
2	水	INIA本部協議、M/M署名
3	木	大使館報告
4	金	移動
5	土	移動
6	日	移動
7	月	東京着

1-4 主要面談者

調査の期間中、農牧水産省植林局、国立農牧試験場及びプロジェクト関係者らと協議を行った。

農牧水産省植林局(Dirección Forestal, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca)

Atilio Ligrone 局長

国立農牧試験場 (INIA:Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria)

Juan Pedro Hounie	理事長
Marcial Abreu	理事
Teofilo Pereyra	理事
Eduardo Indarte	総局長
John Grierson	国際協力部長
Guy Hareau	国際協力部
Carlos Paulino	タクアレンボー試験場長
Zohra Bennadji	林業部長
Fernand Resqin	林業部技師
Patricia Acosta	林業部技師

在ウルグアイ日本大使館

角田 勝彦	特命全権大使
桶谷 良至	一等書記官
今津 健彦	職員

ウルグアイ林木育種計画

野口 常介	リーダー・増殖
片寄 龍	リーダー
塩水流 隆道	種子源造成
長谷川 洋三	種子源開発評価
鯨 秀信	業務調整

1-5 中間評価の方法

プロジェクト評価は、プロジェクトのモニタリング結果及び評価時点での計画達成度に関するデータを基に、評価5項目(目標達成度、効果、効率性、計画の妥当性、自立発展性)の観点から調査することにより、計画通りに活動や成果が達成されたかどうかを把握し、もし達成されていない場合は阻害要因の分析(計画達成度の把握)とプロジェクト実施により生ずるプラス・マイナスの影響、計画そのものの妥当性及び協力終了後の自立発展性などを、プロジェクトをとりまく社会・制度・経済・文化等の諸観点から総合的に分析・評価するこ

とである。評価調査の内容は、「計画達成度の把握」と「評価5項目による分析」の二つから構成されている。

中間評価では協力開始後3年目の協力期間中間期においてプロジェクトの進捗状況を把握・評価し、計画内容の軌道修正の必要性や実施体制の問題点を指摘し、中間評価時以降の協力過程におけるプロジェクトの運営をより適切なものとすることを目的としている。

中間評価における重点事項は以下のとおりである。

1) 計画達成度の把握

プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) における指標及び活動計画書 (PO) を用いながら

- (1) 投入実績
- (2) 活動の実施状況
- (3) 成果の達成状況

を中心にプロジェクトの計画達成度を把握する。評価時点において達成されていない成果やプロジェクト目標及び上位目標については、その阻害要因と目標設定の整合性や達成の見込みを把握する。

2) 評価項目

計画達成度を把握した後、それらのデータを基に

- (1) 目標達成度
- (2) 効果
- (3) 実施の効率性
- (4) 計画の妥当性
- (5) 自立発展性

の観点から評価を行い、問題点の指摘と軌道修正の必要性を提言する。

評価項目の詳細については次表のとおりである。

評価項目	中間評価
目標達成度	評価時点における「成果」の達成状況を把握し、「プロジェクト目標」達成の見込みを中心に評価する。
効果	(特に見る必要はないが、既に何らかの効果が認められる場合は評価結果に含む)
実施の効率性	評価時点において達成されている成果に対し投入の計画性・タイミング等を評価する。
計画の妥当性	評価時点においてもプロジェクトの計画内容が妥当であるか、の観点から評価する。
自立発展性	評価時点において自立発展に必要な要素を極めつつ、自立発展の見通しを中心に評価する。

2 調査結果の要約

1993年3月10日より5年間の期間で協力が開始された「ウルグアイ林木育種計画」に対し、国際協力事業団は農林水産省林野庁林木育種センター育種部長栄花茂博士を団長とする巡回指導調査団を派遣した。調査団はプロジェクトの実施体制及び運営状況について現状を確認し技術的な課題等について必要な助言を行うと共に、R/D及びTSIに基づくこれまでの活動に対する評価を行い今後の活動に対する指導・助言を行う目的で、プロジェクト活動により設定されている各試験地及びプロジェクトサイト等の各施設を調査し、専門家、任国実施機関及び関係機関と協議を行った。

R/D及びTSIにて定めた課題については、機材供与の遅れ、用地確保上の問題及び実施機関の予算不足に干ばつ等の天災も重なったことから一部に若干の遅れがあるものの、ほぼ計画通りに達成されており軌道修正の必要はない。調査団はこの確実な達成状況を高く評価した上で、今後のプロジェクト活動をさらに効果的に運営するためには植林局・大学・民間団体との関係機関との連携強化、十分な活動予算の確保及び林学・林木育種の経験と基礎知識を有するカウンター・パートの配置を積極的に進める必要がある助言した。これに対し任国実施機関は、わが国の技術協力に対する感謝とともに、より効果的なプロジェクト運営のために努力すると回答した。

また、当調査団の派遣と合わせて、一般を対象とした現地セミナー方式の技術紹介が行われ、カウンター・パート、専門家、調査団員が講演し、活発な意見交換がなされた。ウルグアイ国では一般を対象としたセミナーはほとんど例が無いとのことであったが、今後のプロジェクト活動の成果を広めるためにも継続的な開催が望まれている。

しかし協力期間後の自立発展性の可能性からみると、技術移転を行っている育種技術の基礎技術をいかに実用に足るだけの種子の生産に結びつけるか、またマツ類等の他造林種への応用をどう行うかなど不明な点もあり、また拡大しつつある造林地の特定地域において凍害と思われる枯損が見られるなど、さらに高度な林木育種技術の移転と造林・普及分野での新たな技術支援などの協力が必要となる可能性もある。

総じて本計画は、優秀な専門家の献身的な努力とカウンター・パートの熱意により、設定された目標達成に向けて計画的かつ着実な活動が行われているといえる。

3 協力実施の経緯

3-1 要請内容

ウルグアイにおける木材需要は大きく増大しているが、森林蓄積量が少なく十分な供給がなされていない。このことから、同国において成長の良いユーカリの安定生産を図るために、良質で生産性の高いユーカリの国産改良種子生産体制を確立するためのプログラムを計画した。わが国は1988年より個別長期専門家を植林局に対し派遣し、1990年からはミニプロ・タイプ準用の技術協力を拡大することにより「林木栄養繁殖技術開発計画」を設立間もない国立農牧試験場（INIA）に対し行った。その成果を踏まえ林木育種分野の課題解決のための技術協力を目的として、1991年6月INIAより「育種林木種子国産化計画」として要請がなされた。要請概要は以下のとおり。

1) 国産種子生産プログラム

- (1) オーストラリアからの種子導入によるもの
- (2) ウルグアイの既存人工林からのプラス木選抜によるもの

2) 技術開発課題

- (1) 国産改良種子の生産を効率的に行うための育種法の確立
- (2) 組織培養によるプラス木のクローン化技術の開発
- (3) 採種木の適正な仕立て技術の開発
- (4) 採種園の管理技術の開発
- (5) 材質検定技術の開発

3-2 協力実施のプロセス

多角的な有効利用による土地生産性の向上を図ることを目的に全国を32の土壤ゾーンに分類し、牛肉、羊肉及び羊毛の生産力を基に生産指数を設定し、この中で農牧業の不適地であるが造林適地であるところを造林奨励地として全国に200ha設定している（図1）。この中で第7及び第8地域にまたがり北部林業の拠点であるINIAタクアレンポーにプロジェクトサイトを設定し、各造林奨励地及び第2地域（造林適地であるが造林奨励地に指定されていない南部の地域）に産地試験等の試験圃場を設定する方向で事前調査を行った。

1992年3月に派遣した事前調査調査団では、5年間の技術協力期間を踏まえ技術移転の対象を最も造林量の多いユーカリに絞り込むと共に、各造林奨励地域及び第2地域について各々2種程度の樹種で実施することが妥当としている。また、各地の調査と関係機関との協議を踏まえ以下の協力課題の格子を提言し、ウルグアイ国側と合意している。

Ubicación de las zonas de "Prioridad Forestal"

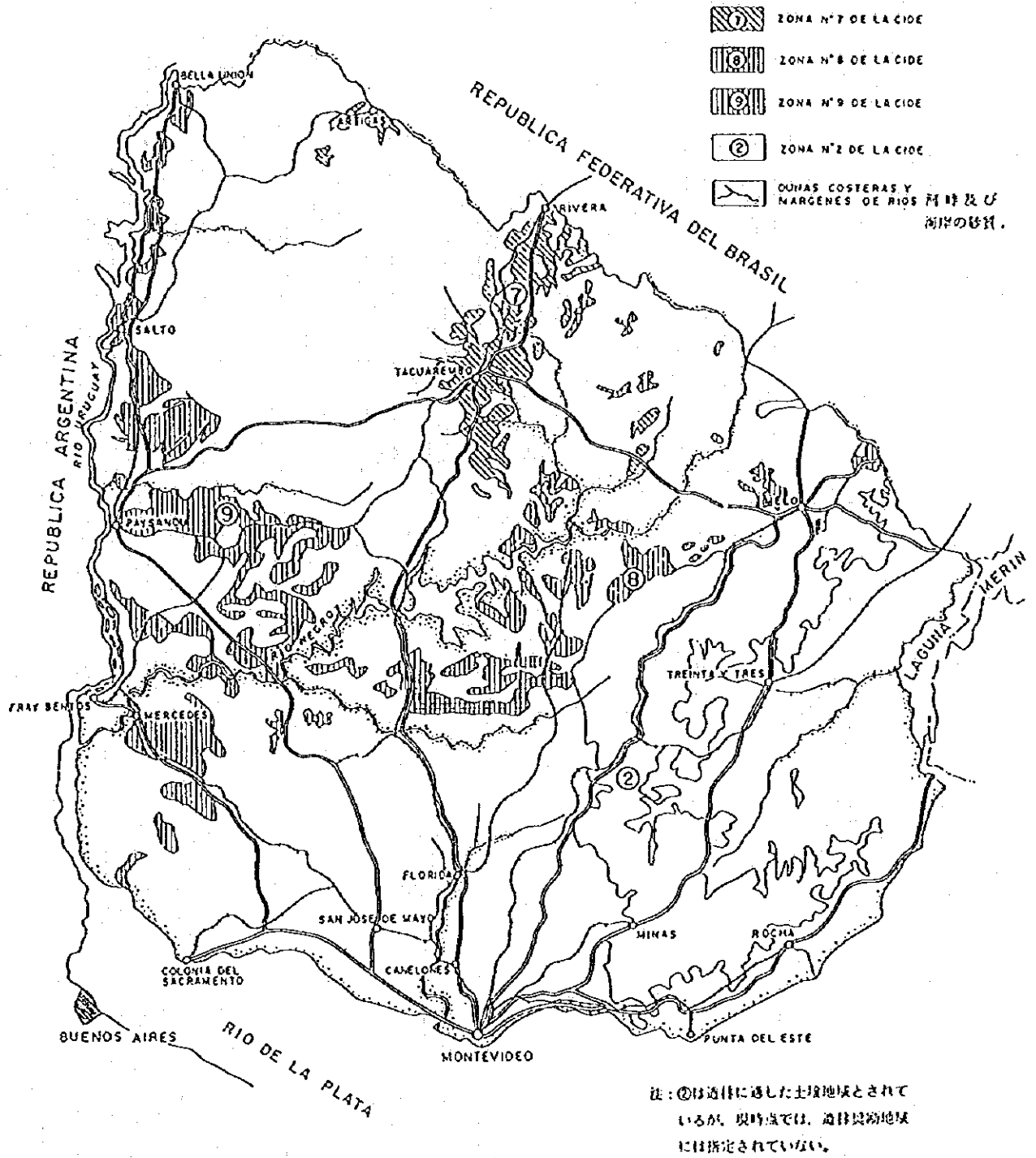


図1 造林奨励地 (⑦、⑧、⑨) 及び造林適地 (②)

1) 既存の人工林を材料とした育種技術

- (1) 採種林の選定
- (2) プラス木の選抜
- (3) モデル採種園の造成
- (4) 増殖技術の開発

2) 原産地からの種子導入による育種技術

(1) 産地試験地の造成

事前調査を踏まえ1992年12月に実施協議調査団を派遣し、協力の詳細等具体的な事項を協議し協力開始の合意を行った。この中で最終的な協力課題を以下としてR/Dの締結を行った。

- ・ 既存の人工林からの材料をもとにした育種技術の開発
- ・ 種子導入による育種技術の開発

プロジェクト活動内容としては、上記2課題に共通する問題として「種子源の探索・収集及び種子源の評価に関する技術開発」と「種子源等の造成に関する技術開発および繁殖技術の開発」を取り上げ、プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)を作成することでアウトプットを想定し、プロジェクト並びに計画打合せ調査団へ次の提言を行っている。

1) 種子源の探索・収集及び種子源の評価に関する技術開発

- (1) 育種材料の遺伝的変異が狭くならないよう配慮すること。
- (2) 実生採種園の管理技術については、ウ国が今まで採種園による種子生産技術を持ち合わせていないこと配慮すること。
- (3) 今後の育種改良により遺伝的多様性が減少していくことに対し、原産地からの導入は将来の発展のためにかかすことのできない活動であり、産地別特性情報の収集を行うこと。

2) 種子源等の造成に関する技術開発および繁殖技術の開発

- (1) 種子生産が軌道に乗るまでの間に必要となる種子の確保のために暫定的な種子源の設定が必要であること。
- (2) 採種林からの種子生産のための施業管理技術については、モデル林を設定し技術指導を行う必要があること。
- (3) 産地試験地の規模は、1箇所30ha程度のものを南部・中部・北部にそれぞれ3箇所づつ計180ha程度の設定が望ましいこと。
- (4) 投資額の大きい組織培養技術と合わせて、投資額が少なくミニプロ期間に実績のあるつぎ木・さし木技術の方法について見直しを行う必要があること。

また、プロジェクト実行上の留意点として、カウンターパートの増員の必要性と、居住

地と勤務地の異なる場合の専門家の通勤に対する配慮が報告されている。合わせて、JICA事務所の置かれていない国での技術協力として、JICAのバックアップ体制の強化と任国で実施中の他のプロジェクトの協調体制の強化が提言されている。

1993年3月に長期専門家の派遣と合わせて本プロジェクト方式技術協力が開始され、1993年9月には暫定実施計画(TSI)の策定・締結のために計画打合せ調査団が派遣された。この調査団はウ国実施期間(INIA)並びにプロジェクト専門家との協議のうえ、R/Dに定めた課題消化のためのプロジェクトの活動内容を次のとおり策定し合意に至っている。

- 1) 既存人工林を基にした育種技術の開発
 - (1) 採種林の選定
 - (2) プラス木の選抜
 - (3) モデル採種園の造成
 - (4) 増殖技術の開発
- 2) 原産地からの種子導入による育種技術の開発
 - (1) 種子の導入
 - (2) 産地試験地の造成
 - (3) 試験データの解析

また合わせて、カウンターパートの1名増員と必要な予算措置についてINIAから確約を得ると共に、今後の活動の留意点として明確な育種目標の設定と植林局・ウルグアイ大学等の関連機関との連携強化の必要性を報告している。

3-3 他の協力事業との関連性

本プロジェクト方式技術協力は個別派遣専門家及びミニプロ(扱い)タイプ技術協力の成果を基盤として開始されており、当時設定された試験地等は引き続き本プロジェクト活動に利用されている。

また、関係する無償資金協力及び青年海外協力隊の派遣は、ウルグアイ国においては実施されていない。

4 プロジェクトの運営状況及び実施体制整備状況

4-1 実施機関の組織・運営体制

国立農牧試験場（INIA）は、1989年の設置法に基づき農牧水産関係の試験・研究を担う半官半民の機関として発足し、1991年には植林局からの移管により森林・林業関係の試験・研究についても担うようになった。本部を首都モンテビデオに構え各地に5つの試験場を配置し、国全体に係る試験テーマとそれぞれの地域の問題解決に当たっている。INIA林業部はモンテビデオから北に約400km離れた北部林業地の中心となるタクアレンボー郊外に設置されている。

INIA予算は設置法に規定されており税金による財源と同額の政府補助金により運営されており、この内林業部に対しては7%程度が割り当てられている。しかし、税収人が伸び悩んでいることから全体的に運営資金の不足が見られる。

4-2 建物・施設の現況

プロジェクト事務室はINIA林業部と合わせて、TACUAREMBO試験場本館に隣接する倉庫内にある。1階が実験室、2階が事務室で、他に実験棟とプロジェクト基盤整備事業により温室と苗畑が整備されている。実験室はやや手狭な感があるが、施設、機材ともに良好に管理されている。

本技術協力と協力以前の個別専門家派遣により設定された試験地のうちの数カ所を調査したが、全て良好に管理されていた。しかし、INIA所有の土地が少なく、試験地の設定は毎年土地所有者と協議を行いながら確保していることから、今後とも適地が提供されるかどうかは不明である。

4-3 予算措置状況

（ウルグアイ国側予算）

ウルグアイ国の会計年度は1月から12月であり、1992年からのINIA林業部予算推移は次表のとおりである。

（単位：米ドル）

	年 度			
	1992	1993	1994	1995
合 計	約55,000	約69,000	約50,000	約22,139

1995年度が前年度と比較して大幅な減となっているのは、予算措置の変更から施設運営経費をINIA-TACUAREMBO試験場全体で包括的に管理することとなったためであり、実質的な研究活動費はほぼ前年並みである。

(日本側予算)

日本のローカルコスト負担は次表のとおりである。

(単位：千円)

費目	1992	1993	1994	1995
プロジェクト基盤整備費		15,719		
技術交換費				1,500
一般現地業務費	630	2,500	4,500	5,200
“ (臨時)			800	
現地研究費		1,500		
合計	630	19,219	5,300	6,700

4-4 専門家の派遣

長期専門家を4名派遣し、毎年2名程度の短期専門家を派遣している。

年 度	1993	1994	1995 (予定)
分 野	採種園管理 森林土壌	増殖 アイソザイム 施行管理	(増殖) (種子源開発評価)
人数(人)	2	3	(2)

4-5 カウンターパートの配置

本プロジェクトに関連するカウンターパート及びスタッフの配置状況は次のとおりである。カウンターパート達は総じて勤勉であるが、INIA独自の研究課題も担当しているため多忙である。

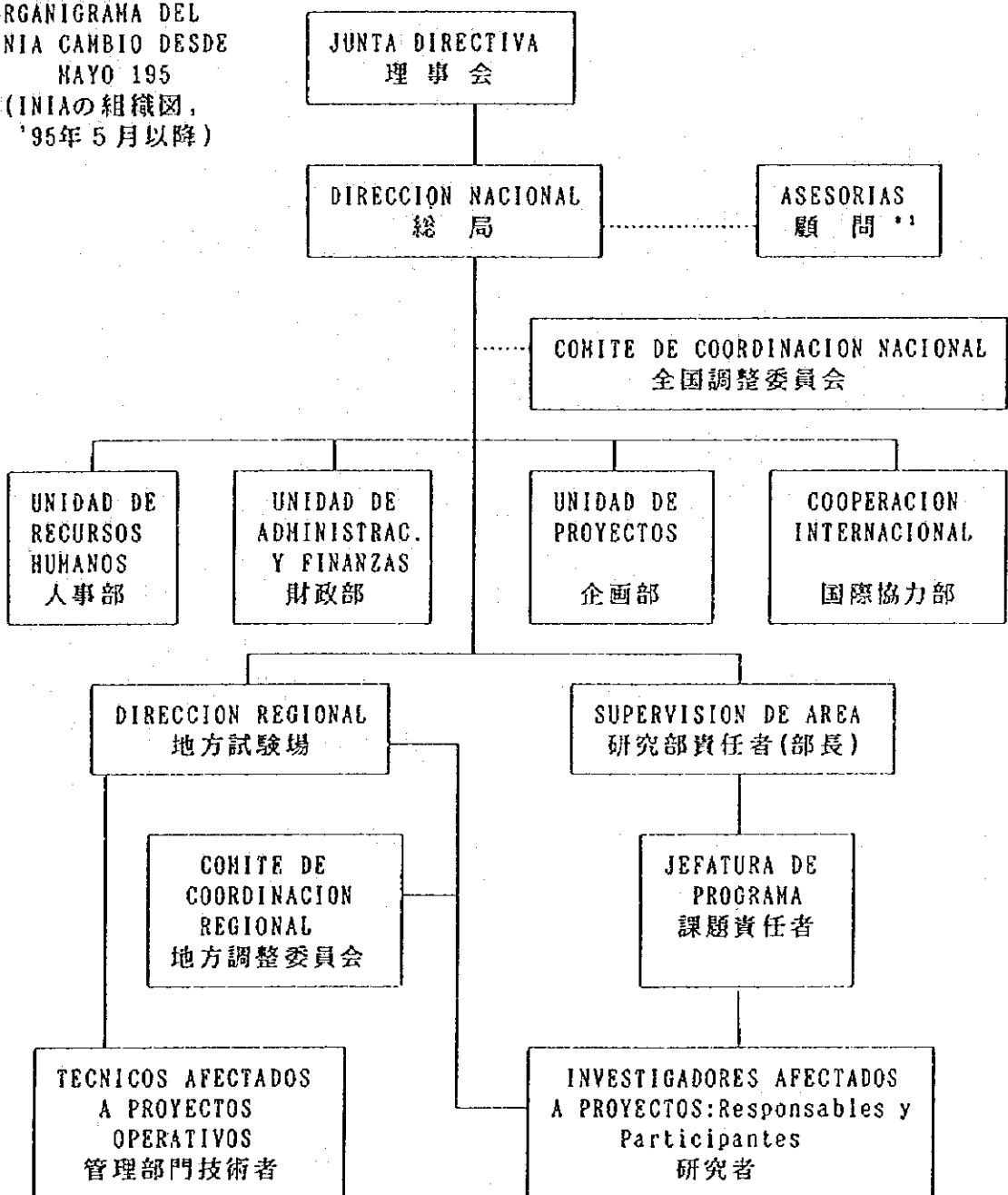
分野	カウンターパート	
リーダー・増殖 業務調整	Zohra Bennadji (部長) Oscar Dalera (実験助手)	常勤作業員 (4名)
種子源造成	Fernand Resqin (研究員) Gustavo Balmelli (研究員/留学中)	
種子源開発評価	Patricia Acosta (研究員) Ricardo Methol (研究員)	

4-6 機材の管理状況

供与及び携行機材については、付属資料に示すとおりほぼ良好に管理されている。

INIA組織図

ORGANIGRAMA DEL
INIA CAMBIO DESDE
MAYO 195
(INIAの組織図,
'95年5月以降)



註) ASESORIAS 顧問
 CIENTIFICA 技術顧問
 LEGAL 法律顧問
 SEGUIMIENTO Y EVALUCION TECNICA 人事管理
 REPARACION Y MANTENIMIENTO 施設管理營繕
 AUDITORIA INTERNA 會計監査

5 プロジェクトの活動進捗状況

ウルグアイ国の林業と造林用種苗の生産は、農牧省植林局の長期マスタープランにおいて国家植林5か年計画が制定されている。その中で育種種苗の生産・普及を重視しており、民間企業の生産性をサポートするため、この実施の強化がうたわれている。植林局の定めた造林奨励地域は、北部中央Tacuarembóを中心とする第7地域45.3万ha、中央部の第8地域44.1万ha、西部Paysanduの第9地域103.2万haを合わせて約200万haが指定されている。また、造林に適した土地とされているが、現時点では奨励地域に指定されていない首都Montevideoから北東に至る第2地域を加えると約300万ha以上の造林可能な面積を有することになる。

人工林は、農牧地におけるユーカリの家畜避難林、防風林、屋敷林と南部の海岸地帯に公益的機能を有するマツ類の砂防林、環境保全林が多く認められた。

森林施業としての産業用経済林は、北部造林奨励地域においてユーカリ類が企業社有林で多く植林され、建築用材、パルプ用チップ、燃料など薪炭材を生産目標としているが、質・量とも木材の安定的な供給は困難な状況にある。このような現況の中で、ウルグアイにおける労働賃金は図-2に示したように約日本の9分の1、アメリカ・カナダの6分の1を示し低コスト生産が可能なことから、造林意欲は極めて旺盛であるが、国産の造林用種苗の供給体制は不足しており、海外からの導入種子がユーカリ類を主体に実施されている。

今までのウルグアイ国における造林面積の推移を植林局の統計でみると、民間企業で年々造林地の拡大が行われており、1989年～'94まで6年間の結果は表-1に示すとおりこの5年間で約6倍も増加し、累計12万ha余が新植されている。

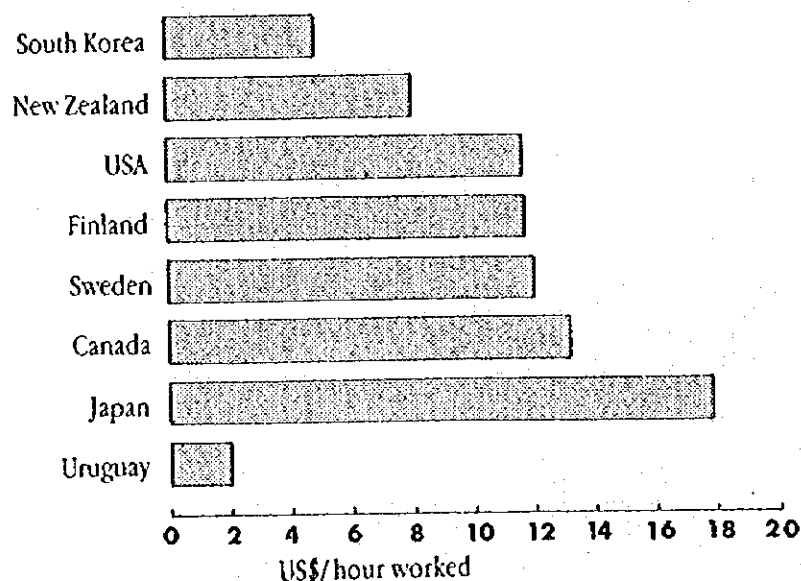


図-2 ウルグアイ国における木材生産コストと対外国との比較

表-1 ウルグアイ国で過去6年間に造林された面積

(1995年植林局資料を改変、単位ha)

造林年	1989年	'90年	'91年	'92年	'93年	'94年	計
新植面積(ha)	6,300	8,380	14,600	19,830	33,460	37,480	120,050
対前年比(%)	-	133.0	174.2	135.8	168.7	112.0	
対'89年比(%)	-	133.0	231.7	314.8	531.1	594.9	

(注) 個人所有、薪炭用など10ha以下の森林開発は含まない。

主要な造林樹種は、90%がグランディスユーカリ(*Eucalyptus grandis*)、グロブルスユーカリ(*B. globulus*)などユーカリ類で、その他エリオッティマツ(*Pinus elliotti*)などマツ類、イタリ-系の改良ポプラ、ヤナギ類を含んでいる。植林局での聞き取りによると、造林種苗の需要の見通しとしては将来とも大きな変動は無いと予想しており、民間企業は木材の量的生産よりも素材の品質を高めることに目標を置いている。

また、植林局Toledo苗畑においては、不足する主要な造林用種子を700kg程度確保(種子貯蔵庫は0℃で温度設定、ユーカリ類は需要が多く単年度で販売)しているが、表-2に示したようなユーカリ類とマツ類の多くを輸入に依存している。ユーカリ類の中でも需要の多いグランディスユーカリは国内の種子採取林分は指定されていないため、植林局で奨励している優良林分から民間も含めて国内産の種子採取が行われている。その他のグロブルスユーカリ、マイデニューユーカリはオーストラリア、スペイン、南アフリカなどからほとんど輸入種子(平均248米ドル/kg)でまかなわれており、国産と輸入種子の比率をみても国内産の種子生産量が低いため、苗木に対する生産コストの経費が大きく、質的低下が考えられた。マツ類についてはエリオッティマツ、テーダマツとも国内産の採取量が多くなっているが、まだ輸入量の比率が高く増加の傾向にある。エリオッティマツは同じ産地でも北米よりもウルグアイの方が成長良好でパルプ用として伐採は20年で収穫しているが、通直性と節を小さくするための施業の改善、枝打ちによる無節材(建築、家具材は含水率15%まで8日間人工乾燥)に方向付けを行っている。現在の丸太価格は35~40ドル、無節100ドル/トンあたりであるが、マツ類についても育種的な改良の必要性が今後は高まると予想される。

1994年の苗木生産量は補植用を含みユーカリ類7,366万本、マツ類976万本、その他651万本、計8,993万本あって、'95は対前年比で30%の増加があると植林局では予想している。

このような現況から、植林局は本林木育種計画の成果を期待して指導体制をつくり、事業用の採種園によって育種種苗の生産・普及の方針を示している。しかし、現時点では事業用の採種園用地の場所確保は決定していないため、まだ生産体制に入っていないが、近い将来には造成する見込みである。

表一 2 植林局で過去4年間に取り扱った種子生産量

(1995年植林局資料を改変、単位kg)

樹種	1991年		1992年		1993年		1994年	
	国産	輸入	国産	輸入	国産	輸入	国産	輸入
ユーカリ類	52.8	128.7	108.1	256.8	203.8	283.3	121.4	175.0
マツ類	25.4	167.3	34.3	170.1	111.1	192.8	58.6	182.6
その他	61.7	-	95.5	-	74.2	-	156.8	-
合計(kg)	139.9	296.0	237.9	426.9	389.1	476.1	336.8	357.6
国産率(%)	32.1		35.8		45.0		48.5	

(注) ユーカリ類は*E. grandis*, *E. globulus*, *E. maidenii*, *E. saligna*の4樹種で、マツ類は*P. elliottii*, *P. taeda*, *P. pinaster*を含む。この他、イタリー系改良ポプラ(I-214)、ヤナギ類のさし穂(長さ22cm、55cm、120cmを含む)は1991年からそれぞれ99.3、124.2、108.0、160.7千本を販売した。

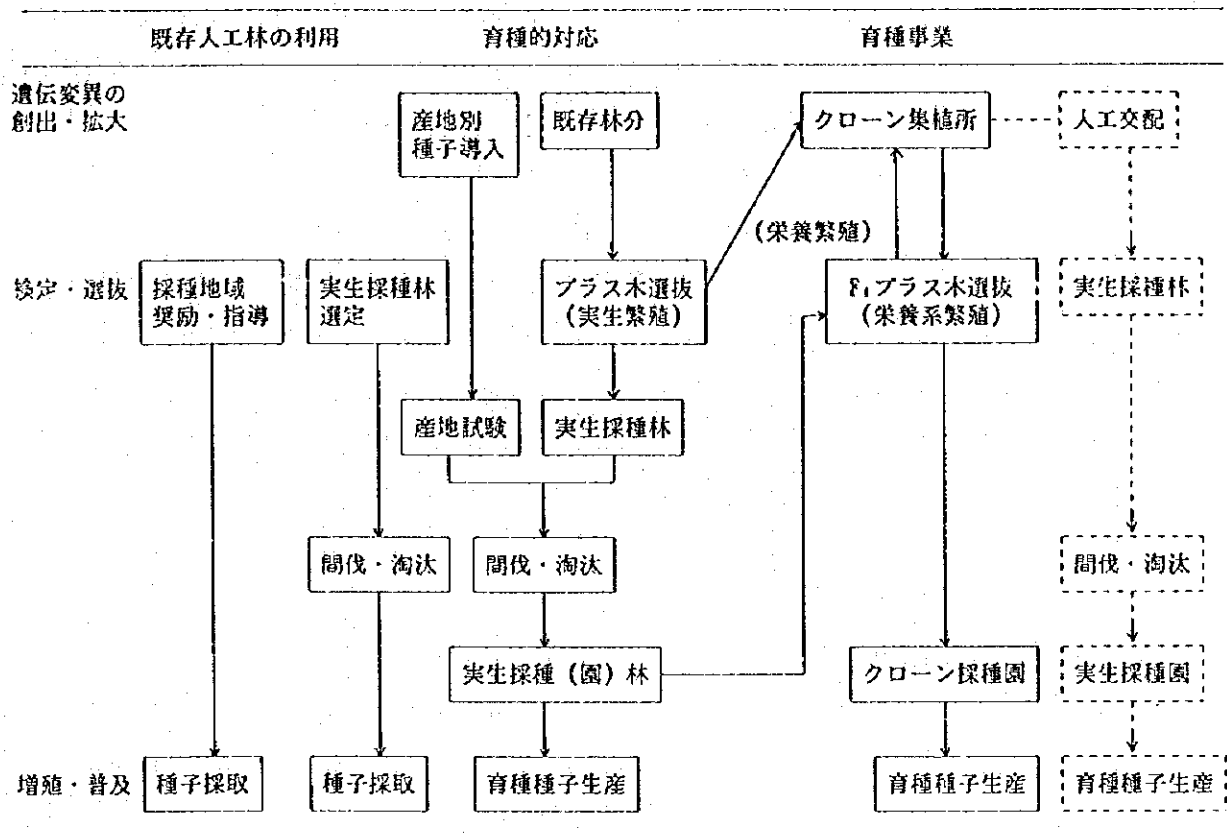
5-1 種子源造成

5-1-1 林木育種計画による育種種子の生産

ウルグアイ国では、プラス木採種園の造成による育種種子の生産体制は行われていない。計画的な種子採取が出来るまでの間、不足する改良種子を確保するため、造林面積の多いグランディスユーカリ、グロブルスユーカリの候補地から既存優良林分を選定し、INIA側で早急に採種源として指定する必要がある。1994年Frigorifico Tacuarembo近郊の企業社有林にプロジェクトが設定した1.0haの実生採種林の施業データを利用して、今後それぞれの造林奨励地に事業用の実生採種林を設けることも検討に値する。しかし、種子採取を木登りによって行う場合、木登り技術者の不足から採種には困難が生ずる。その他、作業効率の低下と危険が伴うこと、伐採してから採種する場合は優良林分の減少により経年的な安定供給に困難が発生すると予想される。さらに、森林所有者の理解に時間を要する場合等、該当する候補地が限られるなど採種林の造成が不可能な場合も考えられる。このような場合には、プロジェクトで設定した前記のモデル実生採種林を施業管理の試験地として利用する。

育種的な対応として、改良種子の生産技術は、早急に着花量の多いプラス木を用い、図-3に示す実生採種林の造成に重点を置いて進める必要がある。

林木育種プロジェクトにおけるモデル実生採種園の造成は、グランディスユーカリを1995年、グロブルスユーカリを'96年、マイデニユーカリを'97年にそれぞれ1か所ずつ行う計画としている。これに対して、INIA側の予算事情から'95年のグランディスユーカリは種子のまきつけ、苗木の養成を変更して中止した。この代替措置としてMagnoria地域に



(注) 実線はプロジェクト期間中の技術指導, 破線は交雑育種により計画。

図-3 ウルグアイ国の林木育種によるユーカリの育種種子の生産

'93年 I N I A 側で設定した180家系30反復、単木混交植栽のグランディスユーカリ産地試験林の約半数をモデル実生採種園に誘導する計画をしている。これらの内容は海外から導入した輸入種子であるため、国内で選抜検定した次世代のプラス木で構成していないが、奇数年に生長量、幹の通直性、適応性など形態特性の調査を行い、その成績を解析した後に間伐・淘汰を繰り返し、優良家系による採種園の管理技術の開発('91年設定のグランディスユーカリ実験実生採種園データ利用)と併行して樹型誘導の時期を決定することになっている。この結果、新たに造成する実生採種園よりも種子採取が数年早くなることになり、育種効果の展示と指導・普及効果の成果が期待される。

1996年設定予定のグロブスユーカリは計画どおり実生採種園を設定するため'95年に種子の購入手続きが行われ、まきつけ養苗の準備が進められている。

量的形質によるプラス木の選抜は、I N I A とウルグアイ大学でグランディスユーカリを対象とした選抜基準により選出されているが、南部 Minas 地方でグロブスユーカリ、南西部 Paysandu 地方でグランディスユーカリの次代検定林、産地試験林の新植地において、枯損を含む想像以上の凍(霜)害による著しい被害(民間企業の一般造林地も同様で、冷気の停滞する植栽場所(-4℃~-10℃)の被害程度は立地環境によって異なる)が幼齢林で発生して

いた。今後は、造林量の増大に伴いこのような造林奨励地においても繰り返し被害を受ける危険性があるため、企業側からは抵抗性種苗の生産要請があると予想される。この地域の造林保護対策として、施業手法の改善と種子源造成の必要性が高くなってくると考えられる。

INIA林業部としては造林する企業の協力を得て立地環境の聞き取り、現地調査による被害マップの作成とプロジェクト期間中に専門家の協力を得て、抵抗性個体の選抜基準手順書の作成を行い、早い時期に激害地からの候補木の選抜、クローンの確保が行われるようINIA林業部の技術として重要である。しかし、栄養系クローンの確保の手法、耐凍性の検定手法の開発など不明な点が多いため、切枝やポット植実生苗を用いた低温、凍結実験による簡易検定の可能性の検討を要するが、これらの抵抗性種苗の供給体制はプロジェクト終了後のINIA独自の課題としている。

5-1-2 栄養系増殖技術

種子源造成の基本的な技術である無性繁殖は、林木育種事業の根幹をなすものであり、育種目標によって選抜された優良個体の遺伝性が確保される増殖法であるので、造林素材の遺伝的獲得量を大きくする。そして、それぞれの造林地に適した育種種苗の供給を可能にする。現在、栄養系増殖技術はウルグアイ大学や民間企業において取り組まれているが、実用的な段階に至っていない。

現在、育種の対象としたユーカリ類については、図-3に示した過程で確実な栄養系の繁殖技術が開発されていないため、プラス木から得られたさし木、つぎ木苗によるクローン採種園の造成は困難と判断される。育種種子生産のためには、早成樹種であるユーカリの着花結実年齢が数年と早いこと、伐期も10年前後で検定期間の短いことにより、プラス木から得られた種子により半兄弟家系実生採種園の造成を専門家の判断によって優先的に進めることとしている。これは、さし木、つぎ木など増殖技術の困難性と時間的な制約があり、5か年間のプロジェクト期間中において造林計画に寄与できる確実な成果を挙げるためには、既往の育苗技術で容易に達成可能な実生採種園の造成が現実的であると判断されたことによるものである。

実生採種園は、比較的簡易な技術水準で短期間に成果は得られるが、クローン採種園ほど選抜効果は期待できないと考えられる。これは、採種木を実生苗で養成するため、プラス木の遺伝的寄与は片親だけしか期待できないことによる。そのため、最初の段階で種内の遺伝的変異を大きく有する集団を確保し、次代検定を兼ねたプロット植栽による間伐・淘汰を行い、優良家系（個体）を残す手法によってかなりの程度を捕うことは可能であると期待される。しかし、将来とも造林地の拡大によって病虫害、気象害の発生による被害の危険性が予想される。よって、今後とも育種の進展に期待されるものが多くあり、育種材料あってこそ抵抗性や諸形質の改良が可能であるので、さし木、つぎ木、マイクロプロパゲーションなど

組織培養技術は I N I A、大学との共同により高度な技術開発を駆使して、時間を要することがあっても後年においてはクローンの確保が行われるよう、これらの栄養繁殖法の対応は重要な課題として強化が望まれる。

クローン増殖の技術開発は、林木育種プロジェクトの開始当初、表-3のとおり計画されている。

表-3 ウルグアイ林木育種計画による増殖技術の開発

樹 種		1993年	'94年	'95年	'96年	'97年
さし木、接ぎ木 技術開発	<i>B. gurandis</i>	○	○	○	○	○
	<i>B. globulus</i>	○	○	○	○	○
	<i>B. maidenii</i>	○	○	○	○	○
組織培養 技術開発	<i>B. gurandis</i>	○	○	○		
	<i>B. globulus</i>		○	○	○	○
	<i>B. maidenii</i>			○	○	○
クローン集植 所設定	<i>B. gurandis</i>				○	
	<i>B. globulus</i>					○
	<i>B. maidenii</i>					○

(ア) さし木技術の開発

ユーカリ類のつぎ木技術は不和合により枯損が著しく発生し、さし木法よりもクローン化が困難なため、当面さし木法による技術開発を先行して実施している。

さし木技術によるクローン増殖は、グランディスユーカリ、マイデニューカリを対象に1993年にはさし木適期の探索が時期別に行われた。プロジェクトの発足当初は、苗畑、さし木養成の施設が不十分であったことから、容器さしを行った結果、春さしが最も良好であり、次いで秋さしによる発根が良いとしている。発根促進剤であるホルモン剤の利用は I B A (インドール酪酸) が良く、処理濃度は80ppm でグランディスユーカリに効果は認められたが、グロブスユーカリ及びマイデニューカリは発根促進効果が認められず、困難であるとしている。さしつけ用土、ホルモン剤の改良を要するとしているが、翌'94年は屋外の施設を用いてグランディスユーカリの発根優良家系の探索を目的に 200家系のさし木試験が実施された。その結果、発根良好な3家系が見い出された。続いて、これらの3家系から個別別のさし木試験が行われ、80%以上の発根率を示す極めて良好な1個体を選出している。'95年は引き続いて完成した順化温室(4.5m×15.75m=70.9㎡)等の供与機材を利用し、グランディスユーカリを主体として発根優良個体の探索が行われることになっている。

今までのさし木法によれば、伐採されたユーカリの切り株から発生した2年生の萌芽枝が栄養枝よりもさし穂として高い発根率を示す傾向にある。さしつけ用土は鹿沼土を用い、さし穂は長さ20cm、着生している2~3枚の成葉を半分切断し、日覆によって蒸散作用を抑制するさしつけ手法をとっている。その結果、一次枝、二次枝とも未発根のもの、発根率の著しく低い家系から80~90%の高い値を示すものも出現した。さし木苗の形態は、単幹芯立ちが理想的であるが、腋芽から発生する新梢部が分岐や斜高して、枝性の残る家系も認められ、プラス木の発根調査により個体の選別を行う必要が生じている。その過程で得苗数が少ない家系にあっても、'96年以降に計画されているクローン集植所造成用の原種の保存確保は、INIA林業部の技術として確立することが重要になる。但し、これは専任のカウンターパートの配置がない限り、プロジェクト専門家による十分な技術指導は困難と思われる。

(イ) 組織培養技術

プロジェクト発足当時の1993年は、INIA林業部の組織培養の担当者であるカウンターパートが管理業務の多忙を理由に実験に従事できずにいた。加えて研究機器の稼働算出からTacuarembó試験場の電力不足が懸念された。林業部の現有研究機器及び1993年~'94年の供与機材の消費電力を算出し、電力の増加がINIA側と協議され、翌'95年には電力事情は解決した。その後、実験補助の技術者が採用されて、短期専門家による組織培養技術の指導によって実験が継続されているが、本格的な稼働は軌道に乗っていない。

1995年には電気、空調のメンテナンス専門家の都合で延期となっていたクリーンルームの組立が、プロジェクト専門家の献身的な努力によって3月~5月に実施され、完成した。そして、INIA林業部から2名派遣されたカウンターパートの実験補助者の日本における研修も終了し、組織培養技術に必要な研究機材の設備も整ったので、本格的な稼働が開始されることになっている。実験内容についてもグランディスユーカリに比較してグローバルユーカリ、マイデニーユーカリは発根性が著しく低いと言われている。プロジェクトに計画された課題の中で最も遅れをとっているこれらの開発強化は望まれるが、時間的な制約による組織培養の技術開発はINIA林業部の問題だけでなく、育種素材の確保は今後のウルグアイ国全体の課題であり、研究機関の活用を図るためウルグアイ大学及びINIA Las Brujas 試験場の果樹担当などバイテク部に委託し、共同で研究開発、技術交流が実施出来るよう体制の強化が必要である。

(ウ) クローン集植所の設定

林木育種プロジェクトとしては、前述のように栄養系の繁殖技術が未だ確立されていないので、クローン集植所の設定は1996年以降に予定されている。さし木技術によって養成されるクローンの確保を期待する。

実験結果により、ユーカリ類のプラス木及び今後新たに選抜計画を立案してほしい耐凍

性の抵抗性個体のクローン確保が困難な場合、無性繁殖法の作業過程で養成した苗木は、少数のクローンであっても出来た苗木は集植所に植栽、保存することが将来の育種母材料として重要であると考えている。その他の全く確保できないクローンについては、ランニングコストからも集植所の保存を断念せざるを得ないのではないか。

ユーカリの基礎研究は、I N I A南部 Las Brejas 試験場のバイテク部とウルグアイ大学の共同で以前に得られたグランディスユーカリプラス木の培養苗30クローン 315本を、1995年3月I N I A Tacuarembó 試験場構内に一部であるがすでに順化クローン苗を植栽している。今後の成育等利用への期待が待たれるところである。

5-2 種子源開発・評価

5-2-1 採種林の設定

採種林は優良な既存林分をそのままタネとり専用の採種林に利用することもあるが、ここに設定する採種林はより育種効果の向上をねらって、優良な既存林分の中でさらに成長量・諸形質共に優れた個体を恒久的に採種木として残し、設定しようとする林分内の平均以下の個体を間伐淘汰することによって実生採種園に類似する採種林の設定を目的としている。

このように一般造林地の林分を採種林に誘導する場合、その成林した種子の産地は明らかにしておく必要があり、一定面積あたり採種木の密度本数と種子の採取量との関係も明らかにしておく必要がある。Prigorifico 地域プロジェクトサイトの近郊社有林で施業や経営を制限できる森林所有者（食肉生産公社）の理解が得られ、採種林としての優良林分に決定してグランディスユーカリ（5年生、平均樹高15~17m、胸高直径15~18cm）の試験採種林を設定した。なお、この林分はウルグアイ大学演習林から採取した種子であった。

採種林の試験設計は乱塊法2反復で、要因は採種木の残存本数とし、間伐水準を強度間伐、中程度間伐、無間伐とした。間伐後の生立本数はプロットの大きさ40m×40mの範囲に強度間伐区は15本~20本、中程度間伐区は25本前後、無間伐は120本とし、試験要因間の種子採取量と品質、種苗の優良性等を検定することとしている。ただし、これらの検定は、採種林に誘導後の1997年以降に計画している。開花結実した種子を誘導前と比較する必要があることから、養苗期、造林後の成績等これらの検定がプロジェクト期間内に実施できない状況にはあるが、採種林の設定、施業技術を確立するために重要な実施課題である。

現在、ユーカリ類の種子はウルグアイ大学農学部は採種林から、また国内製紙会社等企业では採種木からそれぞれ採取しているが、小さな果実が一次枝上にちらばって着生するため、いずれも採種木の一次枝を切り落とす方法で採取している。この方法での採取は、着花枝の減少により経年的な種子の生産量が不安定で、採種木を痛めるばかりか木登り技術者が少ないため、採取の困難性と作業効率の低下が問題点として挙げられる。よって、プロジェクトが設定している採種林の造成、施業技術の開発は、計画的に造林面積に見合う採種園産の種

苗が供給できるまでの間、国内産種子を多量に採取、改良種苗を供給する方法として期待される。

5-2-2 プラス木の選抜

(ア) プラス木の選抜基準

ユーカリ類におけるプラス木選抜基準は、林木育種プロジェクトが発足する前の1992年に個別派遣専門家の指導によって、INIAとウルグアイ大学農学部が共同で作成した。この選抜基準は造林面積の多いグランディスユーカリを対象として作成されたものであり、グロブルスユーカリはその特性として幹の通直性にやや欠けるため、幹の曲がりや極めて少ない場合は通直とするなど、選抜基準をやや緩めて適用している。

これらのプラス木の選抜基準は、現地における選抜を通してカウンターパートに習熟されたので、今後の実施においては第二世代及び産地試験林からのプラス木等の選抜に貢献できるものと考えられる。

(イ) プラス木の選抜

プラス木の選抜は、グランディスユーカリ、グロブルスユーカリ及びマイデニーユーカリの3種を対象としている。計画上の選抜は、1994年度で終了になっているが、マイデニーユーカリについて一部積み残しがある。しかし、選抜対象林分3か所はいずれも'94年度に候補地を踏査済みであり、これらからの選抜は、'95年度第2四半期以降行われることになっていて問題になることはない。ただし、マイデニーユーカリについては既存の造林面積が少なく、このためプラス木の選抜の総本数は50本未満と予想されている。したがって将来実生採種園を造成する場合は、既選抜のプラス木はウルグアイ大学演習林産となるものが多いことから近縁関係の調査が必要である。また、未選抜林分の成林を待って候補地を調査し、不足する系統も導入家系で追加するような手段を講じる必要がある。

(ウ) プラス木の次代検定林

国内の優良林分から選抜されたプラス木の次代検定は、種苗の優良性及び育種効果の推定等を試験することを目標として、選出された全プラス木の自然交雑種子について行うこととしている。この検定法は、プロジェクト対象樹種であるユーカリ類のクローン増殖が困難であるため、実生苗による検定林の造成が進められている。ユーカリ類は早成樹種で世代交代が速いことを考え合わせた場合、養苗が比較的容易で効率的な次代検定と考えられる。

次代検定林の調査項目は各家系ごとの樹高、胸高直径、枯損率などとして1、3、5年に調査データを収集している。得られた調査データは、ロータス1.2.3.のソフトを用いてとりあえずデータベース化しているなど、事業は順調に進捗している。今後はプログラムの開発とデータの解析が待たれるところである。

次代検定林は最少必要数の設定が見込まれており、これらはプロジェクトの後半に予定されている検定林の設定及びデータ収集を、INIAの予算的事情が厳しい方向に向かいつつある中であるが、是非とも完了する必要がある、プラス木の諸形質が活かされるよう普及に向けて重要な課題であると考えられる。

5-2-3 モデル実生採種園

(ア) モデル実生採種園の造成法

林木育種プロジェクトが実生採種園方式を採用した理由は、植林計画を達成させるため育種種子の供給を早期に行う必要がある、一般的に成育期間の長い樹種では改良効果の高いクローン採種園が最も望ましいが、成長期間が短く、育種目標が明確であり、無性繁殖技術に取組み最中で確立していない状況から、実生採種園の造成を計画・実施した。ユーカリ類は着花・結実年齢が極めて低く、また早成樹種で伐期が10年程度と短いため成長量・幹の通直性、枝の太さ等有用形質の検定が短期間に行えるため、世代交代による育種効果の向上が得られるからである。

実生採種園方式は、数本のプロット植栽により組み入れた系統のうちプロット内で優れた系統を残して間伐・淘汰を行う個体選抜と、残されたそれぞれ優れた系統についても、上位の形質優良木を採種木に残してその他の下位の家系を間伐・淘汰する家系選抜の併用によって、次代検定林を兼ねた育種効果の向上がはかれる。造成手法を図-4に示した。こうして造成された第一世代採種園から、第二世代採種園造成へと進めることによって、さらに育種効果の向上が図れる。ここで重要なことは、他殖性植物にみられる現象として自殖弱勢が著しいので、近縁性の高い交配はさけるよう家系選抜よりも個体選抜に重点を置き、近縁係数を低くするためその配置も考慮されなければならないが、プラス木の変異が少ないとき新たな優良個体の追加が必要になってくる。

第一世代実生採種園を造成するための特性検定及びこの結果で行う組み入れ系統の間伐・淘汰にあたっては、第二世代実生採種園の遺伝的多様性を保ち、目標形質の遺伝的向上を目指すために、系統間に有意差が認められない系統群を操作して、間伐・淘汰される系統がプラス木と導入系統のどちらかに大きく偏らないように配慮する必要がある。

1995年度からグランディスユーカリ、グロブルスユーカリ、マイデニーユーカリの3種を対象とし、造林推奨地域の第7、8、9地帯に1か所ずつ、計画的なモデル実生採種園を造成することとしている。ただし、グロブルスユーカリについては適地が南部であることから、立地環境の異なる9地帯の最南端もしくは第2地帯に設定することが望ましい。'95年度に造成予定のグランディスユーカリについては、総事業量の関係もあって、'93年にINIA独自で設定した産地試験林(プロジェクトサイト構内、180家系、単木混交植栽、2.5m×2.0m、1.4ha)の半分を、モデル実生採種園に誘導することとした。

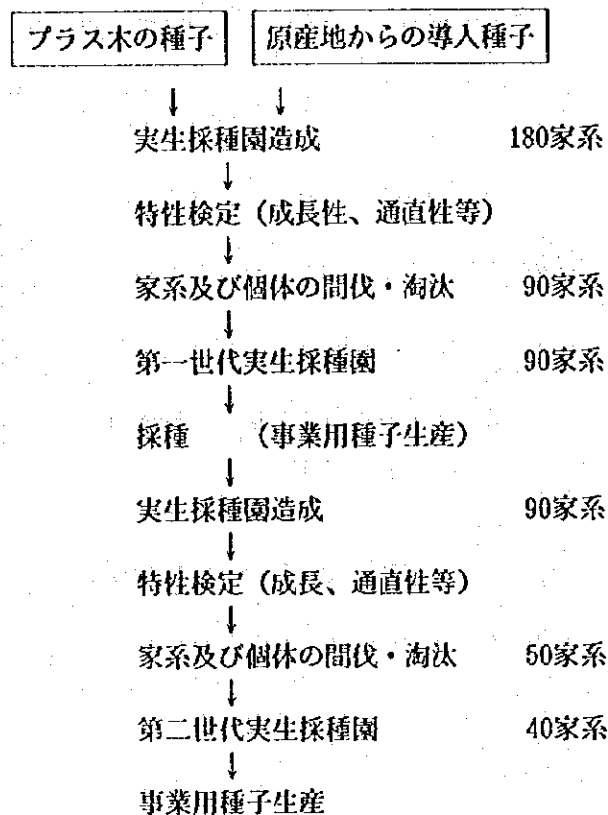


図-4 グランディスユーカリ実生採種園の造成手法

プロジェクトにとって、その目的である改良種子を多量・早期に生産する採種園の造成は、ウルグアイ側の期待も大きく、第一世代実生採種園の造成は、各樹種については是非とも完成させる必要がある。そして、すでに造成されている産地試験地を実生採種園に転用するグランディスユーカリは、そこからの採種による第二世代採種園造成への最短距離に位置することから、同技術の移転は重要な責務があるといえる。

(イ) 実生採種園の造成管理技術開発

実生採種園を造成・管理するために必要な技術開発は、採種木の樹型誘導、着花促進、種子の採取方法、施肥や地表管理方法等多岐にわたっており、この中にあっても、採種木の仕立て方は種子の採取方法と大きく関係する。その方法として、採種木を自然型に仕立て種子の採取時において地際から幹を伐採し、地際から発生する萌芽によって採種木を再生する方法と、主幹を高さ3mで断幹して円錐仕立てとし、種子の採取時に一次枝を全部切り取り萌芽によって一次枝を再生させる方法に大別される。とりわけ重要となる採種方法に関する技術開発は、樹型の仕立て方とクローネの大きさによって着花量を多くするための手法であり、試験木が結実を伴わなければならないだけにある程度の期間を必要とし、プロジェクト期間内での技術開発は困難となるが、是非とも開発しなければならない重要

な課題である。

1991年にMagnolia試験地に設定された、グランディスユーカリの実験採種園を利用して、3mで断幹した円錐形仕立ての採種木への誘導及び伐根から複数発生する萌芽仕立てを想定し、技術開発に向けて取り組んでいる。採種木の樹型の仕立て方については単幹、複数のどちらが望ましいか、施肥による採種木の生育、特に枝数の増加による枝の間引きと枝数の決定、プロット植で選抜した個体のクローネの発育と偏寄り方、着花量の増大、種子の品質と生産量について、今後検討を要するものも多い。

5-2-4 産地試験林

新しく樹種、品種を海外から導入して造林しようとする場合、気候、土壌など樹木の成長に大きく関わる諸条件は、造林地とほぼ似通っているタネの産地を選ぶことによって、おおまかな造林地域への適応が推測できる。しかし、一般的に同一樹種でもその天然分布は広く、環境変異に富んでいる場合が多いので、これらの天然分布区域内には、遺伝的な分化もかなり進んでいると考えられる。一方、細分化された造林地も複雑な立地環境の変異が介在するので、産地試験林を設定して、その成果を活用する方法は世界的にも利用されている一般的で最も効率的な方法である。

産地試験林の対象樹種はグランディスユーカリ、グロブルスユーカリ、マイデニーユーカリ及びサリグナユーカリであり、その造成は、計画通り順調に実施されている。調査項目は次代検定林と同様に生存率、樹高、胸高直径などとし、1、3、5年を調査年と定めて、調査データを収集していた。今後は優良家系を選出するため統計的な解析が必要となるが、得られた調査データは次代検定林と同様にロータス1.2.3のソフトでとりあえずデータベース化するなど、事業は順調に進捗していた。

ウルグアイ国ではかつて、農牧省植林局及びウルグアイ大学農学部によって数か所の試験林が設けられているが、その成果について印刷公表されたデータは全くと言っていいほど見られない。したがって、公的機関のしっかりした試験設計で造成された試験林からの計画的な調査データの収集と解析は、INIA林業部が専門家の指導・協力のもとに、ウルグアイ国で初めて実行しつつあるといえる。これは、ウルグアイ国林業の振興にとって極めて貴重な情報の収集と解析であるが、これらのすべての貴重なデータの収集と解析は、5年間のプロジェクト期間内には物理的に無理と推測されることは非常に残念である。

データの収集は、試験地へ植栽後収穫予定年数の半数は必要とされているが、ユーカリ類のウルグアイ国の生育等から推定して、植栽後林齢は何年令頃から確実なデータが得られ利用できるか確認する必要がある。

しかし、早生樹種の幼老相関は著しく高いことが知られているので、プロジェクト期間内であっても、単年度間の相関等早急に次代の素材の選抜効果の推定と材料選抜を試みる必要

性が高い。

5-2-5 組織培養技術開発

ウルグアイ国におけるユーカリ類のさし木、つぎ木等の無性繁殖技術はクローン増殖が難しいことから、組織培養によるクローン増殖が取り上げられた。ユーカリ類に適した培地の検索などの基礎研究は、当初Las Brujas試験場にあるINIAバイテク部とウルグアイ大学農芸化学部があたり、プロジェクトでは開発された技術を修得して、プラス木のクローン増殖を行うこととした。その後INIAバイテク部とウルグアイ大学農芸科学部の研究が進展する中で、組織培養によってクローン増殖が可能なプラス木と、不可能なプラス木があり、前者に比べて後者の割合が極めて高いことが判明した。

したがって、プロジェクトでの組織培養については、やっとなり機材と人材がそろったので、当面開発された技術を修得し、実生採種園の補植等、組織培養によってクローン増殖が可能な個体の増殖に備えることとする。しかし、専任のカウンターパートが担当したとしても、場合によっては育種素材のクローン確保に見通しが立たないことも予想されることから、組織培養の技術開発はさし木技術との調整をとりながら早急に確実に実行する必要がある。

このように、優良な育種素材の集積や遺伝的に改良される種子生産のための採種園造成には、クローン増殖技術の開発が極めて重要になる。つぎ木、さし木の成果が挙がらないときは直ちに組織培養技術に頼る傾向が強いが、同じ無性繁殖技術でクローン養成の成果が得られるのであれば、ランニングコストの低い手法が実用的である。今後も植林計画に合わせて多くの人工林が造成、計画されており、育種活動を円滑に進めるためには、ユーカリ類に限らずマツ類でも有性繁殖技術と無性繁殖技術を合わせ持つことが重要である。

6. プロジェクトへの支援のあり方

林木育種に関する技術的な支援は、本活計画の活動内容はC/Pの定着と専門家の指導によってほぼ満足すべき内容になると思われる。よって、計画通り実行されている当プロジェクトにあって特段支援について配慮すべきことはないと思われる。

ただし、各試験地の生育が良好でもあることから、設定した各種試験林の調査が順調に進んでおり、その解析を行う必要があるが、前章でも述べられているように、当期間内では解析結果を得ることは困難である。しかし、今後の解析結果の利用および育種の次のステップへの飛躍をするためにも今期間内にて、早期検定・選抜に必要な最小限の解析をモデル的に行うためのプロジェクトへの支援があれば、なお一層の成果が得られるであろう。必要と思われる具体的な検討事項は以下の通りである。

- ① オーストラリア等の各国でのユーカリ属産地試験林における早期検定、早期選抜に関する文献整理を行う。
- ② インドネシア林木育種計画との情報交換、連携等しながら早期検定技術の共同開発を行う。
- ③ ウルグアイでの早期検定（選抜）技術開発のために専門家を派遣する。

最後に、林木育種は遺伝的に改良された優良な種苗を提供することであるが、森林保護、保育等の施業技術及び収穫し、利用・加工する技術と総合的な林業経営において育種の目標が達成されるものである。特に、今後のウルグアイにおける造林面積の拡大に向けて、当面造林地の急増に備えた森林保護、保育等の施業技術に関する技術開発への取り組みが重要である。しかし、育種技術の専門分野とややかけ離れ、ウルグアイでの研究組織と財政状況は満足すべき状況にないが、当面、この分野への技術支援が必要である。

7 評価結果の総括

ウルグアイ巡回指導調査の結果、ウルグアイ林木育種計画は、R/D、TSI計画に基づく目標は確実に実施されており、高く評価できる。今後残された期間にあっては、計画通りの実行が期待され、R/D、TSI計画の変更は必要ないと思われる。課題実行の進捗状況とその効率性は、育種材料の増殖技術の一部を除いて順調であるが、育種素材のクローン確保の一部見直しと、増殖技術の開発を急ぐ必要がある。

実施課題の内容においては、遺伝変異を大きく保有できる実生繁殖による育種への取り組みが見られることは評価される。そのために早期の種子生産に向けて、採種林・園の施業等に関する更なる技術開発の推進を必要とする。

実施体制、運営体制においては、欠員であったC/Pの補充努力は認めるが、ほとんどが林学、林木育種の未経験者である。経験と専門的な知識を必要とする育種の推進にあっては、今後C/Pの定着とC/Pへの積極的な技術指導と教育を行い、育種技術の継続と蓄積を確保することが最も必要である。

林木育種の推進のため、INIAの内部関係機関との連携はよく行われていると見られるが、植林局、大学及び企業との連絡、調整が不足している。植林局の行政指導、大学の教育と研究及び大企業の林業生産等のそれぞれの役割において育種事業の推進の支持部門としての役割強化及びそのための連携を必要とする。

育種技術や改良種苗を普及させるための研修、広報活動はINIA内部に組織されている林業団体 (Grupo de Trabajo Forestal) に対して行われており、INIAの内部組織においても林木育種の重要性の認識は高いと思われる。しかし、プロジェクト側が、この団体に対して直接的に技術指導等で携わることがないにしても、INIAを介してプロジェクトの計画、日本の林木育種の技術内容、造成した試験地等の資料、パンフレットの配布や育種理論の解説や育種方法論の説明等これらに関する資料の作成と提供等に努力すべきである。そのための講習会やセミナーの開催等を企画し、参加することの意義は極めて大きいと思われる。

今後は、国内外の外部機関への広報、JICA専門家の参加等による連携、JICAプロジェクトの自らの宣伝等においてはほとんど実績がないことから、カウンターパート機関であるINIAと協力機関であるJICAがそれぞれの役割と互いの連携において積極的な研修、広報・宣伝活動を必要とする。このような意味において、今回調査団の訪問中の林木育種セミナーの開催は成功であり、今後も継続されることを望むものである。