

インドネシア
林木育種計画フェーズ2
巡回指導調査団報告書

平成11年12月

国際協力事業団

林開林

JR

99-032

インドネシア
林木育種計画フェーズ2
巡回指導調査団報告書

平成11年12月

国際協力事業団

序 文

国際協力事業団は、インドネシア共和国政府からの技術協力要請を受け、平成9年12月から同国において林木育種計画フェーズ2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11年11月28日から12月10日まで、林野庁林木育種センター所長、中道 正氏を団長とする巡回指導調査団を同国に派遣しました。

調査団はインドネシア共和国政府関係者との協議およ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、この調査にご協力とご支援を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11年12月

国際協力事業団

理事 後 藤 洋

南スマトラの PT Musi Hutan
Persada ユーカリの採種林



南スマトラの PT Musi Hutan
Persada の *Acacia crassicarpa* の
採種林。



南スマトラの PT Musi Hutan
Persada の採種林内に設置されて
いる火の見やぐら。



Musi Hutan Persada の採種園に行く途中に立ち往生した車両。歩いて複数台で移動すること。



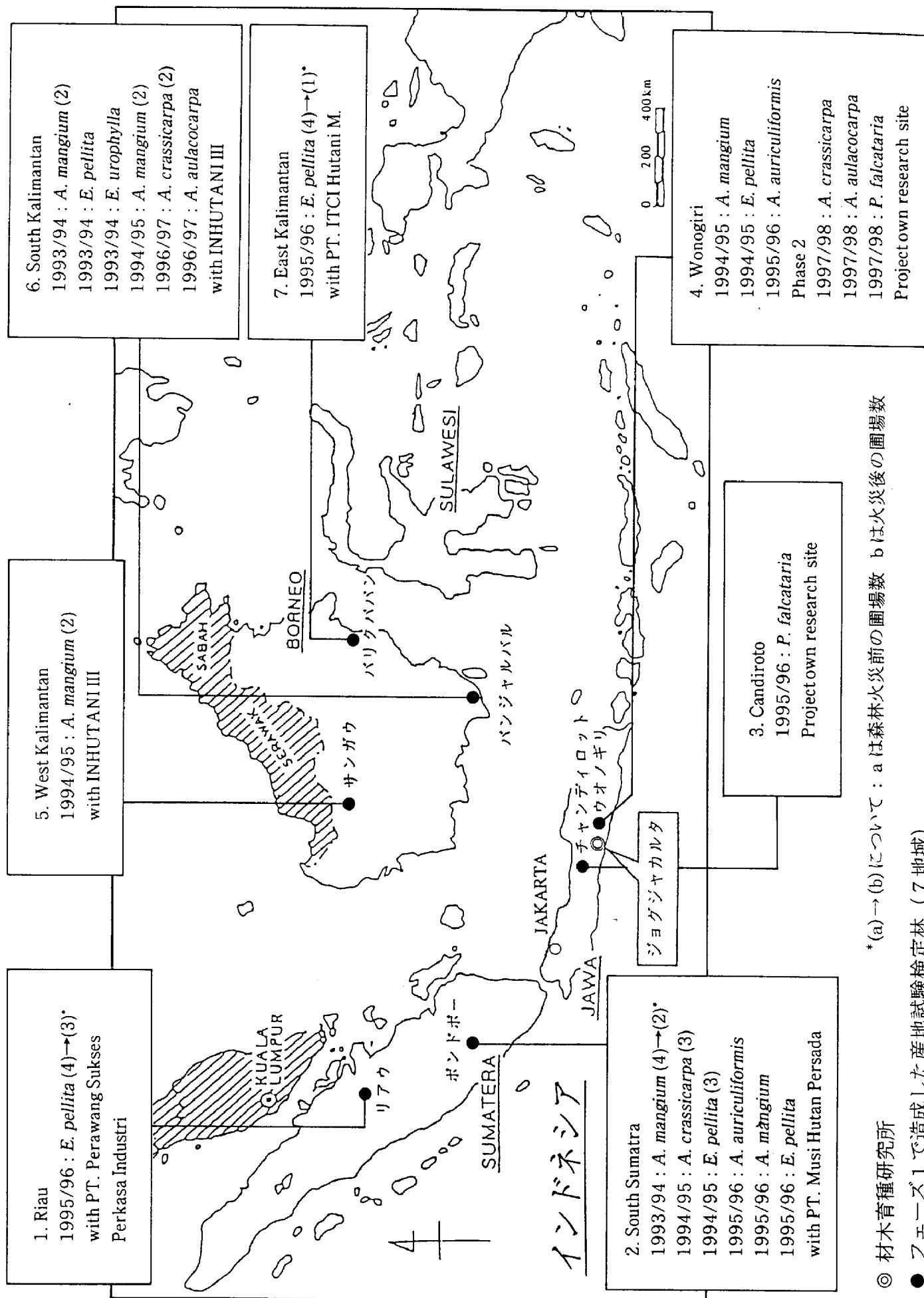
PT Musi Hutan Persada の系列会社が経営しているチップ工場。技術的には、南スマトラ森林造成技術協力計画の成果(当時は Inhutani を C/P としていた)が発展してここまでに至っている。ストックヤードは 300(千)㎡の広さで 3 か月分の備蓄がある。



上記のストックヤード内部の作業状況。材の管理など、品質に影響する問題点が多いと思われる。



プロジェクトサイト位置図



* (a) → (b) について : a は森林火災前の圃場数 b は火災後の圃場数

◎ 材木育種研究所

● フェーズ1 で造成した産地試験検定林 (7 地域)

目 次

序文

写真

プロジェクトの位置図

第1章 巡回指導調査団（中間評価）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	3
第2章 調査の概要	4
2-1 中間評価の調査方法	4
2-2 調査結果の要約	4
第3章 プロジェクト全体評価	7
3-1 全体計画達成度	7
3-2 評価結果の分析	8
第4章 分野別評価	11
4-1 量的遺伝	11
4-1-1 投入実績（日本側およびインドネシア側）	11
4-1-2 活動の実施状況	11
4-1-3 成果の達成状況	12
4-1-4 評価結果の分析	13
4-2 情報管理	14
4-2-1 投入実績（日本側およびインドネシア側）	15
4-2-2 活動の実施状況	15
4-2-3 成果の達成状況	15
4-2-4 評価結果の分析	16
4-3 郷土樹種の育種	17
4-3-1 投入実績（日本側およびインドネシア側）	17
4-3-2 活動の実施状況	17
4-3-3 成果の達成状況	17
4-3-4 評価結果の分析	18

第5章 教訓および提言等	19
5-1 評価結果に基づく教訓・提言	19
5-2 今後の活動方針の検討	19

付属資料

ミニッツ（中間評価）	23
ミニッツ（モニタリング、評価計画書）	34
評価表（日本側）	43
PDM（日本語仮訳）	55

第1章 巡回指導調査団（中間評価）の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

本プロジェクトフェーズ1では、近代的な林木育種技術の基礎技術が確立された。フェーズ2ではフェーズ1の成果を生かしつつ、早生樹種を中心に国内産の改良種の育成と原種の生産・供給体制を確立するために林木育種分野でのさらなる技術協力が要請された。

当事業団は平成9年6月にフェーズ2に係る事前調査を派遣し、平成9年11月にインドネシア事務所長が本計画に係る実施協議議事録（Record of Discussion、以下 R/D）及び暫定実施計画（Tntative Schedule of Implementation、以下 TSI）に係るミニッツの署名交換を行った。同年12月1日から協力を開始し、5分野3名の長期専門家（チーフアドバイザー兼情報管理、量的遺伝、郷土樹種の育種兼業務調整）を派遣した。平成10年前半には、東南アジアの通貨危機、インドネシア大統領の退陣要求等の社会不安から、国内の政治経済が不安定化した。このような状況を受け、日本としてのインドネシアに対する協力の見直しが行われた。対インドネシア協力方針の見直しがなされる中、平成10年8月に運営指導調査団を派遣し、当面の協力活動を暫定的に先方と合意するために、また当初の計画を円滑に遂行できるよう、相手国と協力内容についての詳細な検討を行い、モニタリング・評価計画書を取りまとめた。対インドネシア援助方針が不透明な段階での暫定計画である、という位置づけのため、本計画書は当面の活動指針とすることで、先方とは署名を行わなかった。

本調査団は、暫定的なモニタリング・評価計画書を基礎に、先方と合同による中間評価を行うと同時に、モニタリング・評価計画を再検討し、今後の詳細計画を先方と協議を行った。

1-2 調査団の構成

担当分野	氏名	現職
団長／総括	中道 正	農林水産省林野庁林木育種センター所長
育種	宮田 増男	農林水産省林野庁林木育種センター育種部 育種課長
情報管理	栗延 晋	農林水産省林野庁林木育種センター九州育種場 育種課長
計画評価	宮坂 実	国際協力事業団林業水産開発協力部 林業技術協力課 職員
評価分析	高橋 悟	アイ・シー・ネット株式会社 コンサルティング部

1-3 調査日程

順	日付	曜日	行 動	宿 泊 地
1	11/28	日	移動（東京 → ジャカルタ）	ジャカルタ泊
2	11/29	月	8:30 林業農園研究開発庁長官表敬訪問、調査の趣旨説明 10:00 日本大使館表敬 15:00 JACA 事務所打合せ	ジャカルタ泊
3	11/30	火	移動（ジャカルタ → パレンバン） 14:00 P.T.Musi Hutan Persada 事務所訪問、説明受ける。	パレンバン泊
4	12/ 1	水	7:30 ホテル発（パレンバン → 現地） 現地(Musi Hutan Persada 社の採種林)での調査 チップ工場視察 17:30 ホテル着（現地 → パレンバン）	パレンバン泊
5	12/ 2	木	移動（パレンバン → ジョグジャカルタ） 19:00 日本人の間での打合せ（於：ホテル会議室）	ジョグジャカルタ泊
6	12/ 3	金	8:30 PCM 手法の説明、評価の考え方説明 14:00 中間評価ミニッツの検討	ジョグジャカルタ泊
7	12/ 4	土	8:30 C/P によるプロジェクト活動発表会 14:00 中間評価ミニッツの検討、モニタリング評価計画書の検討	ジョグジャカルタ泊
8	12/ 5	日	9:00 中間評価ミニッツの検討、モニタリング評価計画書の検討	ジョグジャカルタ泊
9	12/ 6	月	10:00 モニタリング評価・計画書の署名 移動（ジョグジャカルタ → ジャカルタ）	ジャカルタ泊
10	12/ 7	火	書類整理日	ジャカルタ泊
11	12/ 8	水	16:00 研究開発庁事務局長との協議	ジャカルタ泊
12	12/ 9	木	10:00 中間評価ミニッツ署名 11:20 JICA 事務所報告 11:50 日本大使館報告 移動（ジャカルタ → ）	（機内泊）
13	12/10	金	成田着	

1-4 主要面談者

林業農園省本省

氏名	所属
Dr. Pasril Wahid	Director General of the Forestry and Estate Crops Research and Development Agency (FERDA), Ministry of Forestry and Estate Crops (MoFEC)
Mr. Asep Suwarna	Secretary for FERDA, (MoFEC) (先方評価チーム)
Mr. Atok Subiakto	Forest and Nature Conservation Research and Development Center, FERDA, (MoFEC) (先方評価チーム)

林木育種研究所

氏名	所属
Dr. Anto Rimbawanto	Chief of Forest Tree Improvement Research and Development Institute (FTIRDI), FERDA, (MoFEC) (先方評価チーム)
Mr. Budi Leksono	Forest Tree Improvement Research and Development Institute (FTIRDI), FERDA, MoFEC (南スマトラ同行者)

連携造林会社 P. T. Musi Hutan Persada

氏名	所属
Drs Edi Purwanto	Biologist, PT Musi Hutan Persada, South Sumatoa

日本大使館

氏名	所属
若林 英樹	二等書記官

JICA 事務所

氏名	所属
庵原 宏義	所長
北野 一人	担当所員

プロジェクト専門家 (短期専門家含む)

氏名	所属
丹藤 修	チーフアドバイザー／情報管理 (長期専門家)
河崎 久男	量的遺伝 (長期専門家)
橋本 恭二	業務調整／郷土樹種の育種 (長期専門家)
藤澤 義武	材質調査 (短期専門家)
岡村 政則	増殖開発・普及 (短期専門家)

第2章 調査の概要

2-1 中間評価の調査方法

本巡回指導調査は、JPCM手法（プロジェクト・サイクル・マネジメント）における中間評価として行われた。JPCM手法による評価とは、プロジェクト管理のための要約表であるPDM（プロジェクト・デザイン・マトリックス）を用い、評価時点での計画達成度（計画の達成状況もしくは達成見込み）を踏まえた上で、評価の5項目（目標達成度、効果、効率性、計画の妥当性、自立発展性¹の見通し）¹の観点から行う多面的な評価である。

通常、JPCM手法を用いて評価を行う場合には、すでに同手法が適用され、PDMが作成されていることが前提となる。本プロジェクトにおいては1998年8月の運営指導調査団派遣にPDMが作成されたが、ミニッツに添付されたわけではなく、日・イ双方で正式に合意した形とはなっていなかった。そこで評価をより正確に行うために、今回はPDMそのものの見直しから作業を始めた。

調査団の出発前に団内ワークショップを開き、R/DのAnnex1のMaster Planに従って、プロジェクトの「要約」の内容を再確認したほか、「指標」、「指標の入手手段」および「外部条件」内の各項目を吟味し、PDMの改訂案を作成した。さらに現地においても、派遣中専門家とカウンターパート（以下C/P）を対象に、「PDMの縦の理論」²と評価4項目の観点を中心にPDMの概念説明と意見交換を行った。本ワークショップにより、PDMの構成と内容について、日・イ双方の関係者の共通理解を得るとともに、評価に際して定量的な指標を認定することの重要性を確認した。イ側との最終検討の結果作成されたPDMは、中道団長とリンバワント林木育種研究所長との間で署名交換されたミニッツに添付された。

さらに、既存資料のレビューやC/Pによる成果発表に加えて、各団員は質問票を用いてC/P、その他のプロジェクト関係者に対し個別にインタビューを実施し、これらに基づいて計画達成度及び4項目（目標達成度、効率性、計画の妥当性、自立発展性¹の見通し）による評価を行った。評価結果は「中間評価調査表」に取りまとめたので参照されたい。

2-2 調査結果の要約

本調査団は、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、R/D、TSIおよびプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）に基づくこれまでの活動に対する評価を行った。また、今後の活動に対する指導、助言を行う目的で、各実施課題の進捗状況並びにプロジェクト・サイトの各施設及びプロジェクト活動により設定されている一部試験地の調査を行うとともに、専門家及びインドネシア側関係機関からの聞き取り調査及び今後の活動等に関して協議を行った。協議結果はミニッツに取りまとめ、先方機関と署名交換を行った。

R/D及びTSIにおいて定めた実施課題については、一部に若干の遅れがあったものの、概ね計画どおりに推進されており、軌道修正の必要はない。

¹ 中間評価においては、プロジェクトの「効果（インパクト）」を評価するのは時期尚早であるとして、通常「効果」を除いた4項目で評価を行う。

² 「PCM：開発援助のためのプロジェクト・サイクル・マネジメント」FASID, 1992 p 42

また、調査団は、本プロジェクトにおける各実施課題（活動項目）や成果等の評価指標の設定等を盛り込んだプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）並びに全体活動計画（PO）等を内容とするプロジェクトの「モニタリング・評価計画書」をインドネシア関係機関と共同で作成し、ミニッツに取りまとめ先方機関と署名交換を行った。

本プロジェクトをとりまく諸情勢については、1998年にはルピア安に端を発したインドネシア経済危機が起こり、それ以降本プロジェクトのインドネシア側予算の圧縮や予算の配布時期の遅れが続いており、また一方、政情不安にともなう日本側の長期専門家の自宅待機や日本への緊急避難が発生したことなど、厳しい状況にある。このような状況にもかかわらず、日伊双方がプロジェクトの実施に努力してきた結果、投入と活動は概ね計画どおりに進んでおり、連携企業に於いては、アカシヤマンギウムの改良種子が供給され始めるなど中間的な成果があがっている。また、研究成果も順次印刷物により公表されている。

なお、当調査団の派遣に合わせて、カウンターパートによるプロジェクトの活動成果についてのプレゼンテーションが開催された。今後のプロジェクトの活性化と成果の普及のためにも、成果発表会等の継続的な開催が望まれる。

調査団は実施課題の着実な実施状況を確認するとともに、研究成果集の発行やセミナーの開催等によるプロジェクト成果の普及にも力が注がれているなど、これらの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一層効果的に運営するため、さらにはインドネシア側の自立発展性に関し、以下の提言を行った。

- ① 本プロジェクトでは、長期専門家は5分野を3名で分担しており、今年度後半から開始される実施課題があるなど、今後ますます業務が増大することから、郷土樹種の育種の分野を担当する長期専門家1名を追加派遣し、合計4名体制（リーダー、量的遺伝、郷土樹種の育種、業務調整・情報管理）とすること。なお、追加派遣の長期専門家は、量的遺伝の分野のDNA分析業務も担当することが妥当であろう。
- ② 関係機関との連携をより一層密にすること。プロジェクトには、民間会社や大学などの他機関に対し、改良品種の原種、育種情報、技術を提供できるよう準備しておくことが期待されている。
- ③ LANシステムを維持するために、熟練したシステムエンジニアやコンピュータスペシャリストを有効に使うこと。
- ④ 林木育種研究所の資質と機能の強化を助長するために、旅費、試薬の購入経費などの最小限の予算は、林業農園研究開発庁によって確保されるべきであること。

また、林業農園研究開発庁長官をはじめインドネシア側からは、カウンターパートの人材育成の一環として学位取得に非常な熱意が感じられた。再三にわたり日本における大学への留学要望が提起された。

調査団の帰国直前に、林業農園研究開発庁において、林木育種研究所が現在の三等研究機関から二等研究機関に来年昇格する見通しとなったとの話があった。インドネシアにおける林木育種とバイオテクノロジー分野を重要視している姿勢が伺える。

なお、インドネシア内部の問題であるかも知れないが、今後の自立発展性を考えると改善しなければならない問題がある。研究者（Researcher）と技術者（Technician）との連携で

ある。インドネシアでは習慣的に研究者は、接ぎ木、挿し木、組織培養などの実務には手を出したがない。それらの業務は技術者の仕事と考えられている。一般に研究者は汚れるような業務はする必要がないと考えられている。そのため、短期専門家が派遣されている期間には、増殖技術の開発などをともに実施するが、短期専門家がいなくなると、研究者みずから技術開発をするという姿勢に乏しい。研究者と技術者との連携の強化と研究者自らが技術開発に必要な多様な仕事も行うような空気を醸成していく必要がある。そのためには、カウンターパートの日本での研修時において、日本の研究職員の仕事の実態を見せていくことなどが重要であろう。

第3章 プロジェクト全体評価

3-1 全体計画達成度

(1) 投入実績

ア. 日本側投入

(ア) 専門家派遣

中間評価時点で、チームリーダー（情報管理兼任）、量的遺伝、業務調整（郷土樹種の育種兼任）に長期専門家3名が派遣中である。また、各協力分野の短期専門家が延べ8名派遣されている（協力期間中の短期専門家数の目安は約15名）。専門家派遣については、R/D及びTSIに記載された計画に沿って投入が実施されている。

(イ) 研修員の受入れ

日本側は、1) データベース、2) 実験計画手法、3) DNA分析手法、及び4) 林木育種事業と行政的背景に関する4名のC/Pを受け入れ、さらに1999年度内にさらに材質調査法に関して1名のC/P研修を実施する予定である。

(ウ) 機材供与

日本側はこれまでに総額約3,700万円の機材を供与している。R/Dに明記された供与機材のリストに基づいて、研究活動のための投入がなされた。

イ. インドネシア側投入

(ア) 土地、建物及び施設の提供

プロジェクトの活動に必要な試験採取林、研究施設、専門家執務室などを本プロジェクトに提供した。

(イ) C/Pの配置

調査研究部門には現在35名のC/Pが配置されており、研究員（researcher）23名、技術者（technician）12名の陣容となっている。さらに管理部門を含めた研究所の全職員数は94名である。ちなみに、プロジェクト開始時の研究部門のスタッフ総数は16名であった。

(ウ) 運営費の負担

1997年7月以来東南アジア地域に広がった、通貨下落をはじめとする経済危機によってインドネシア経済は大きな打撃を受けた。しかし、林木育種研究所（以下FTIRDI）は1999/2000年会計年度までに約38億ルピアの運営費を負担しており、イ国政府は本プロジェクトに対して優先的な予算措置をとっていると言える。

(2) 活動の実施状況（詳細は分野別評価を参照）

今回のPDMの見直し作業の中で「活動」の内容も見直され、以下のような形で各コンポーネントが明確に設定された。

1. フェーズ1協力で造成された早生樹種について次世代化育種技術を開発する。

1.1 選抜手法を開発し次世代集団を育成する。

1.2 実生採種園における交配実態を研究する。

- 1.3 プラス木の繁殖技術を開発する。
2. フェーズ1 協力で造成された早生樹種について育種種子生産のための種子源とその情報の管理と提供システムを開発する。
 - 2.1 FTIRDI 内に LAN を敷設し管理する。
 - 2.2 データベースを管理する。
 - 2.3 育種素材を管理する。
3. 郷土樹種の改良に着手するための情報収集と基礎的な育種技術の研究・開発を行う。
 - 3.1 郷土樹種の調査分析を行う。
 - 3.2 増殖技術の試験研究を行う。

なお、これまで特に明示されていなかったモニタリングについては、中道団長とリンパワント所長との間で署名交換されたミニッツに、“Monitoring and Evaluation Plan” が添付されたことによって、定期的な活動事項として周知徹底されることになった。

(3) 成果の達成状況（詳細は分野別評価を参照）

国内と現地で開催されたワークショップにおいて、「成果」を客観的に測るための「指標」及び「指標の入手手段」の見直しを行い、定量的な項目を含めることとした（PDM 英文・和文参照）。

また、3つの協力分野の中で、1) 早生樹種の次世代化育種技術の開発と、2) 郷土樹種の育種、の2分野に関わる DNA 分析手法の技術移転については、他の個別の成果と比べて遅れていることが確認された。

(4) プロジェクト目標の達成見込み

「プロジェクト目標」と「成果」とは、全体と部分（全体の構成要素）の関係にある。したがって、成果の達成状況に一部遅延が認められる場合には、プロジェクト目標の達成にも支障を来す可能性がある。中間評価の時点では、通常プロジェクト目標はまだ実現されておらず、その達成の見込みを推定するに留めている。今回調査においては、プロジェクトをより一層充実したものにするために、定期的なモニタリングを実施することが合意されたが、ここでもその際の基準となる「指標」と「指標の入手手段」を改めて設定した（PDM 英文・和文参照）。

3-2 評価結果の分析

評価4項目による評価分析を以下を行う。

(1) 目標達成度（詳細は分野別評価を参照）

目標達成度は、「活動」がどのように「成果」に結びつき、また「成果」がどのように「プロジェクト目標」に結びついているかを分析することであるが、仮に「プロジェクト目標」が当初想定していたレベルまで達成されていない場合、どこにその原因があるのかを「活動」、

「投入」、「外部条件」、「前提条件」まで立ち戻って探ることになる¹。

本プロジェクトでは、各活動は概ね順調に成果に結びついているが、DNA 分析手法については目立った成果を上げるに至っていない。これは活動そのものに原因があるのではなく、むしろ「投入」の量に起因していることが確認された。

すなわち、派遣中の長期専門家3名のうち、2名はチーフリーダー、業務調整としてプロジェクトの運営に従事しつつ、同時に専門分野も担当してきたが、日常の業務量が過多で個々の技術移転事項まで踏み込めなかったことが確認された。

(2) 効率性

DNA 分析手法に関しては、これまで短期専門家派遣を中心に活動を展開してきたが、技術移転の成果を現地に着実に根づかせるためには、さらに1名の長期専門家（指導科目：郷土樹種の育種）を派遣して4名体制（①チーフ・アドバイザー、②量的遺伝、③郷土樹種の育種、及び④業務調整／情報管理）とし、より時間と労力をかけてC/Pを指導していくことが望ましいことが確認された。

その他、日本側による機材供与の遅延、イ側による電気・水の一時供給停止や、予算措置の遅れなど、「投入」の問題点が指摘されたが、プロジェクトの活動、成果の阻害要因となるほど深刻な問題ではなかったことも併せて確認された。

(3) 計画の妥当性

1998年3月の行政改革により、イ国の中央官庁の大幅な組織改編が行われた。林業省も例外ではなく、農業省農園総局を取り込んで林業農園省となった。また、R/D調査団派遣時に使われていた「産業造林計画（industrial plantation program）」という名称は、その後「植林計画（forest plantation program）」に変更されたが、計画の内容そのものには変更はなく、林業農園省としては、引き続き遺伝的に優れた林木を育成することを最優先課題としている。このような組織改編、名称変更を経つつも、本プロジェクトの上位目標は「第6次4カ年計画（1994/95－1999/2000）」で示されているような政策に合致しており、プロジェクト計画は合理的に策定されている。

今回調査においては、新たに「活動計画（PO：Plan of Operation）」と「モニタリングの項目と基準（Items and Criteria of Monitoring）」を作成し、これらを中道団長とリンバワント所長との間で署名交換されたミニッツに添付した。これにより個々の活動内容、相互関連性が一層明確になり、さらに技術移転のスケジュール、進捗状況を定期的に把握するうえで大いに役立つことが期待される。

(4) 自立発展性の見通し

ア. 制度面

FTIRDIの組織はよく整備され、また機能している。これについては、本調査団が林業農園

¹ 「モニタリング・評価業務の手引書（案）」、国際協力事業団、平成5年9月 p.39

省のワヒド研究開発総局長を表敬した時に、総局長自ら、FTIRDI をインドネシアのバイオテクノロジーと育種を担う国立センターに発展させていきたいと語っていたことにも表れている。FTIRDI は設立以来、スタッフが増員されており、今後もさらに拡充させていく予定である。また、FTIRDI は現在三等機関であるが、来年度早期には二等機関に昇格される見通しである。

また、FTIRDI は民間セクターとも密接な関係を担っており、プロジェクトの成果が直接造林企業に裨益されるような仕組みになっている。すなわち、実生採種園の用地の確保と造成、管理にかかる経費は造林企業が負担する代わりに、プロジェクト側は種子の調達と各種の技術指導を造林企業に対して行うという、いわば相互補完関係が構築されている²。こうした良好な関係が維持され続ける限り、本プロジェクト実施の意義は大きく、自立発展性は高いと言える。

イ. 財政面

これまでのところ、イ側の努力により FTIRDI の運営費は確保され続けてきた。しかし、2年前に起きた同国の経済危機とその余波は、今後も FTIRDI の存続に大きな影響を与えかねないことから、引き続き予断を許さない状況にある。

また、DNA 分析にかかる予算は、1998 年度 4 千万ルピア、1999 年度は 1 億 1 千万ルピア、来年 (2000 年) 度は 1 億 1 千万ルピアと順調に推移しているが、分析用の試薬は非常に高価であることから、プロジェクト終了時を見据えて、今後 FTIRDI が試薬の購入予算をどれだけ割り当てていくかについても注視していく必要がある。

ウ. 技術面

今回調査団の FTIRDI 訪問中に、C/P による活動成果の発表会が行われた。プロジェクト活動を通じて C/P の能力は全般的に見て大きく向上したと言えるが、その水準には個人差があることが見受けられた。また、先に触れたとおり DNA 分析手法とバイオテクノロジー分野に関しては、長期専門家によるさらなる技術指導が不可欠である。フェーズ 1 以来の人材育成の成果により、C/P には研究に対する意欲や積極性が芽生え、自立心も育ってきていることから、今後 FTIRDI 全体の技術能力向上のためには、日本人専門家による技術移転に加えて、C/P 間の技術移転、LAN とデータベースを活用した情報共有化をさらに推進していくことが肝要である。

² 栗延晋：海外プロジェクトの実績と現状(3)ーインドネシアの材木育種ー、「林木の育種No.191」(社)林木育種協会、1999 年 4 月

第4章 分野別評価

4-1 量的遺伝

4-1-1 投入実績

日本側から1名の長期専門家及び6名の短期専門家（家系・個体選抜、次世代育種、DNAによる遺伝変異評価、着花・種子生産評価、無性繁殖、材質の評価）が派遣され、インドネシア側から10名のカウンターパートが配置された。日本への研修は1名（DNA分析）である。また、DNA実験機器材が投入された。

4-1-2 活動の実施状況

第1フェーズに造成された早生樹種の実生採種林（一部については第2フェーズに造成。）については、1997年の森林火災により一部の採種林が消失したものの、現在、6樹種32の実生採種林が健全に生育している。これらを用いてプラス木候補木の選抜、採種園への誘導のための間伐、着花・種子生産量の調査や材質の調査の推進など、改良種子の生産やプラス木の更なる改良のための次世代化に向けた活動が進められている。

一部に遅れがみられるものの、全般的には活動は順調に進んでいる。各項目ごとの実施状況は、以下のとおりである。

1) 選抜手法と次世代集団の開発

「実生採種林における選抜手法の確立」については、すでに、家系選抜プログラムが作成され、マニュアルも整備されている。このプロジェクトを用いて、定期的な測定結果をデータ入力することによって、優良家系の選抜が可能となっている。また、出力される植栽配置図を用いて、実際の実生採種林におけるプラス木選抜を容易に行うことができる。このプログラムの使用については、カウンターパートもすでに習熟している。

プラス木候補木の選抜は、需要の多い *Acacia mangium* について着手しており、1994年と95年に造成された実生採種林の中から5箇所において合計500本程度（家系の重複あり。）が選抜されている。また、プラス木候補木からプラス木への絞り込みについては、現在のところ材質の評価を行ってから実施することとしている。なお、材質の評価に必要な材料の収集も順次進められており、かつ、現在材質の評価に関する短期専門家が派遣されており、評価技術が十分に移転されれば、プラス候補木の材質評価（容積密度、繊維量、繊維長が重点。）が進むものと期待される。

実生採種林の調査や間伐は企業のPT INHUTANIⅢ及び造林会社のPT MUSI HUTAN PERUSADA（南スマトラ在）と連携して行われている。

「次世代化集団の形成」については、1999年後半から開始する計画となっている。現在のところ、*A. mangium* について2か所からプラス木候補木の種子を採種したところであり、今後さらに採種を進める予定になっている。次世代化集団の造成のための用地は、南カリマンタン（PT INHUTANIⅢ）と南スマトラ（PT MUSI HUTAN PERUSADA）において確保が進められている。2001年1～2月ごろからその造成が開始される見通しにある。

「DNA マーカーによる選抜集団の遺伝変異の評価」については、短期専門家の指導により、ジャワのウォノギリにおける *A. mangium* の実生採種林を対象に分析され、選抜による遺伝変異幅は選抜前と比較して 10% 狭くなるという結果が得られている。今後のプラス木の選抜の方法や数量などにおいて参考となるものである。

2) 実生採種林における交配実態の研究

この項目の中には 2 つの課題があるが、「着花と種子生産の解析」については、短期専門家の指導によって、*A. mangium* の着花調査と *Eucalyptus bellita* の種子量調査が行われた。*A. mangium* については、産地間に着花量の差異が認められている。

なお、カウンターパートは、短期専門家が指導した方法に基づいて、*A. auriculiformis* についても、着花調査を実施しており、調査方法の技術は移転されている。また、その実施については、PT INHUTANI III と PT MUSI HUTAN PERUSADA の協力を得て進めることとしている。

もう一方の「DNA マーカーによる交配実態の解析」については、1999 年後半から実施することになっており、現在のところ未着手である。

3) プラス木の繁殖技術の開発

この項目の中には 2 つの課題があるが、「無性繁殖技術の開発」については、現在のところ *A. mangium* のプラス木候補木について数クローンを確保している程度である。クローン確保のためにさまざまな無性繁殖方法を試みている。

A. mangium について、挿し木（プラス木候補木から枝を採取し、水挿しして萌芽枝を発生させ、それを挿し木する方法によった。）を行ったが、154 本のうち活着したのは 6 本のみで、実用化には至っていない。また、空中取り木により発根させ、さらにそれから萌芽した若枝の挿し木も試みられたが、結果は不良であった。

現在、短期専門家の派遣により接ぎ木技術の開発が進められているが、着手したところであり、結果は未定である。

もう一方の「人工交配技術の開発」については、1999 年後半から実施することになっており、現在のところ未着手である。

4-1-3 成果の達成状況

量的遺伝についてのプロジェクト成果は以下のとおり、概ね順調に達成されつつある。

1) 選抜手法と次世代集団の開発

この項目には、3 課題あるが、「実生採種林における選抜手法の確立」については、概ね技術開発とその技術の移転は完了したと考えられる。プラス木候補木の選抜は、その開発された技術により実施されており、その候補木の選抜が進められるとともに、材質の評価が進めば、次に候補木の中からプラス木の選抜が行われることとなっている。

「次世代化集団の形成」については、スケジュール的には今後実施することになっており、現在、プラス木候補木からの種子採取や次世代の育種集団林の造成用地の確保等が進められ

ているおり、計画どおりの準備が進められている。

「DNA マーカーによる選抜集団の遺伝異変の評価」については、*A. mangium*のみであるが、短期専門家の指導により実生採種林の選抜前と選抜後の遺伝変異の縮小の程度について明らかにされている。このような課題については、多大な旅費と試薬代が必要であることから、インドネシアの場合には、主要樹種について傾向が把握できれば、良好な進捗状況とみるべきと考えられる。今後、DNA 分野の長期専門家が派遣され、かつ、予算の確保がなされれば、研究が進むものと期待される。

2) 実生採種林における交配実態の研究

この項目には、2 課題があるが、「着荷と種子生産の解析」については、調査手法と解析方法の技術は、概ねカウンターパートに移転されている。カウンターパート自らが着花や種子生産性の調査を実施しており、順調な進展をみせている。

「DNA マーカーによる交配実態の解析」については、スケジュール的にも今後実施の予定となっており、全く着手していない。今後、DNA 分野の長期専門家が派遣され、かつ、予算の確保がなされれば、研究が進むものと期待される。

3) プラス木の繁殖技術の開発

この項目には 2 課題があり、「無性繁殖技術の開発」については、専門家とカウンターパートにより *A. mangium* について接ぎ木、挿し木、取り木などさまざま無性繁殖技術の開発が試みられている。樹種レベルでは増殖が可能となっているが、個体レベルでは繁殖が困難なものが多い。今後の技術開発が待たれるところである。

「人工交配技術の開発」については、スケジュール的にも今後実施の予定となっており、現在のところ全く着手していない。

4-1-4 評価結果の分析

早生樹種を対象とした量的遺伝については、インドネシアの政情不安や経済危機により長期専門家の日本への緊急避難が発生したことやインドネシア側予算の圧縮と配布時期の遅延が継続している中においても、長期専門家をはじめ日伊双方の努力により投入と活動ともに概ね順調に進んでいる。課題ごとの概要については、以下のとおりである。

1) 選抜手法と次世代集団の開発

特に重要な課題である「実生採種林における選抜手法の確立」については、手法の開発とそのカウンターパートへの技術移転は概ね完了したと考えられる。そして、*A. mangium* についてはプラス木候補木の選抜が 5 か所において進められ、すでに実生採種林から改良種子が生産され始めている。今後は、林齢の上昇にともなってプラス木候補木の選抜可能林分が続々と出てくる。いかに、プラス木候補木の選抜や間伐さらにはプラス木の選抜をタイムリーに推進していくかが課題である。そのためには、旅費の確保も必要であるが、PT INHUTANI III と PT MUSI HUTAN PERUSADA との連携をより一層密にし、また各カウンターパートの役割

分担をよりきめ細かくするなどの努力が不可欠と考えられる。

「次世代化集団の形成」は、本プロジェクトの後半の重要な課題であり、1999年後半から実施するケーススタディとなっており、その準備が進められている。今後の着実な推進が期待される場所である。

「DNA マーカーによる選抜集団の遺伝変異の評価」については *A. mangium* のみが実施されているが、このような課題については、旅費とかなりの薬品代が必要であることから、まずは、重点を絞って行うことが得策と考えられる。インドネシアでは最も重要な造林樹種であり、かつ、樹種レベルでは比較的遺伝変異が小さいと言われている *A. mangium* から着手したことは妥当な判断と考えられる。今後は、諸情勢を勘案しながら可能な限り、拡大していけばよいと思われる。

2) 実生採種林における交配実態の研究

「着花と種子生産の解析」については、カウンターパート技術も移転されており、調査も順次進められている。PT INHUTANI III や PT MUSI HUTAN PERUSADA とのより一層の連携による着実な推進が望まれる。これらの調査結果は、プラス木選抜時の一つの因子に、また、人工交配の適期の見極めの資料に活用されることが期待できる。

「DNA マーカーによる交配実態の解析」については、今後実施の予定となっており、DNA 分野の長期専門家が派遣され、かつ、予算の確保がなされれば、研究が進むものと期待される。

3) プラス木の繁殖技術の開発

「無性繁殖技術の開発」については、重要樹種である *A. mangium* を対象にさまざまな無性繁殖技術の開発が試みられおり、樹種レベルでは増殖が可能となっている。しかし、個体レベルでは増殖が困難な個体が多い。無性繁殖技術の開発は、林木育種の推進において、重要な部分を占めている。今後の育種の展開方法にも関係する課題である。無性繁殖が順調に進んだ場合には、実生採種林方式に代わりクローン採種林方式などの検討も可能となってくる。今後の技術開発が待たれる場所である。

「人工交配技術の開発」については、今後実施の予定となっており、今後の進展が期待される場所である。

4-2 情報管理

この分野の活動は、3つの中課題（①LAN システムの設置、②データベースシステムの構築、③材料・情報の配布システム）から成る。これらの活動は、インドネシアの林木育種を推進する際に必要なハード・ソフト両面の林木育種ネットワークの整備に係る個別課題の技術移転を目的としている。最初の中課題（LAN システムの設置）は新規の課題であるが、残る2課題はフェーズ1において類似の課題設定がなされており、次世代化に向けてさらに充実した情報管理の支援体制が望まれることから継続した課題である。

4-2-1 投入実績

この分野における人的な投入実績は、日本側がチーフアドバイザーの兼務による長期専門家1名が3つの中課題を担当することとし、インドネシア側はそれぞれの中課題に8名、6名、6名を配置している。ただし、インドネシア側のC/Pのうち、実質的な担当者は3つの中課題を通じて1名であり、他のC/Pは各関連分野の研究職や行政職の兼務である。また、LANシステムの設置に伴い、インドネシア側はLANシステム専任のテクニシャンを1名配置した。

1998年には、この分野を実質的に担当するC/Pが日本で約2か月の研修を受けた。また、1999年に、「データベースシステムの構築」を指導分野とする短期専門家がプロジェクトに派遣され、約1か月間にわたり活動の指導を行なった。

LANシステムは、1999年3月に地元Yogyakartaの業者(Harisma)が敷設した。敷設経費はJICAプロジェクトが負担し、US\$55,000を要した。インドネシア側は維持経費を負担することとなっている。

4-2-2 活動の実施状況

このLANシステムでは、各階に設置した2つのハブを介してサーバーと14台のターミナルが接続されている。また、情報の円滑な受け渡しを行なうために、林業農園省造林社会林業総局にもターミナルを1台設置している。このシステムはヒューレットパッカード社製の機器で構成され、グループウェアには“NOVEL Net Wear 5”を用いている。稼働に際しては、インドネシア語の取り扱いマニュアルが作成され、設置した業者による3日間程度の講習会が開かれたとのことである。

フェーズ1で構築された「収集した種子情報とこれを用いた種子源に係るデータベース」は、フェーズ1終了後の情報を追加することによってデータの集積を継続している。さらに、短期専門家がこのデータベースをもとに「実生採種林の採種木データベース」を構築し、個体別の調査データを既存のデータベース用に変換して利用することが可能となった。その他、研究所内の図書情報や林業省が収集している種子源の情報に関しても、それぞれのデータベースの構築に向けてデータの入力が進められている。

種子の配布システムに関しては、フェーズ1で開発した手順と在庫管理等のデータベースが現在も利用されている。これまでのところ、実生採種林から選抜したプラス木の種子が大量に収集され配布する段階には到っていないので、システムの具体的な改善は検討されていない。

4-2-3 成果の達成状況

これまでのところ、LANシステムは研究所内の文書のやりとりや外部とのメールの交換に利用され始めている。連携して種子源の造成を進めている林業会社でも、次第に情報機器が整備されつつあり、INHUTANIⅢやMUSI HUTAN PERSADAとのメールのやり取りは可能な段階に達している。したがって、実生採種林の調査データや分析結果の交換等は近い将来実現する可能性はある。ただし、インドネシア国内の高速回線の整備が遅れているため、大容量の

データのやり取りやホームページによる成果の公表等は未だ困難な状況にある。

データベースシステムに関しては、フェーズ1で構築された「収集した種子情報とこれを用いた種子源に係るデータベース」に加えて、短期専門家が構築した「実生採種林の採取木データベース」についてもマニュアルが作成され利用可能な状況にある。担当のC/Pは、フェーズ1の中期からこの業務に携わっているため、既存のデータベースの操作や簡単な構築等に関してはかなり習熟してきたと言える。また、研究所内の図書情報がデータベースとして整備されれば、広範に利用される可能性はある。

種子の配布システムに関しては、前節で述べた通り、特にきわだった進展はない。ただし、1999年11月にプロジェクトが開催した連携企業の幹部を集めた会議では、これまでの5企業に加えて新たに4社から第2世代採種林造成に参加したいとの希望表明があった。また、第1世代の改良効果を確認するための広域適応試験地 (Multi-Site Trial) の造成も計画中である。これらの要望に応じていくには、現行の種子の配布システムをどのように改善すべきか検討する時期に到ったと言える。

4-2-4 評価結果の分析

LANシステム自体の設置は完了しており、個々に文書の交換やメールの発信等に利用されつつあるが、組織としての対応がなされているとは言い難い。今後、インドネシア側の意向を踏まえながら、具体的な機会（会議や計画資料の共同作成等）をとらえて、技術面と利用面から研究所内部の効率的な活用方法を指導することが望ましいと考えられる。一方、対外的な利用に関しては、インドネシア国内の高速回線の進捗状況や連携企業におけるインターネットに関する整備状況を把握しつつ、調査データや分析結果の交換等を試みる必要がある。

データベースを介した関連資料の共有化については、これまでに造成した実生採取林を対象にして各分野 (Genetic Improvement, Molecular Genetics, Reproductive Biology, Vegetative Propagation) の研究開発が進められる素地は整ったものの、具体的な実施にあたっては各分野の研究者の合意と調整が必要であろう。すなわち、この研究所ではこれまで各分野の研究が個別に実施されてきており、研究者もそれぞれが得たデータや資料は自分だけで専有する意識が強い。したがって、成果公表の基準やデータベースへ提供する利用について研究所内部での協議が必要と考えられる。

種子の配布システムに関しては、前節で述べた具体的な事例 (Second Generation Orchard, Multi Site Trial) を契機として、関連研究分野 (Genetic Improvement, Reproductive Biology) に行政部分を合わせた作業チームで対応することが望ましいと考えられる。ただし、行政部門は、経験が浅いため職務内容の理解が不十分なことや利用可能な予算が少ないこともあり、これらの活動を支援しようとする意識は希薄である。しかしながら、この研究所が今後ともインドネシアの材木育種を推進するには原種の配布機能を充実させることが必要であり、これはかなり定型的な業務となることから研究部門の支援のもとに行政部門で対応することが望ましいと考えられる。

4-3 郷土樹種の育種

この分野は、フェーズ2の開始に際して新規に設定された項目であり、①郷土樹種の育種を始めるにあたって必要となる基礎情報の収集と②無性繁殖技術の開発の2つの中課題から成る。さらに、①の中課題は、郷土樹種自体の情報収集、試験地の設定及び遺伝的多様性の評価の3つの小課題に分類される。対象樹種としては、1998年に派遣された運営指導調査所により、最優先樹種は2種 (*Agathis borneensis*, *Pinus merkusii*) に絞り込まれている。

4-3-1 投入実績

この分野の日本側の人的な投入は、調整員の兼務による長期専門家1名で2つの中課題を担当している。一方、インドネシア側もそれぞれの中課題に6名及び4名のC/Pを配置しているが、研究部門毎の分類によるため第1分野との兼務である。

1998年には、この分野の無性繁殖を担当するC/Pが日本で約2か月の研修を受けた。また、1999年には、遺伝的多様性の評価を担当するC/Pが日本で約3か月にわたりDNA分析技術の研修を受けるとともに、同年には同分野の短期専門家がプロジェクトに派遣され、約1か月間の指導を行なった。さらに、1999年末現在、「無性繁殖」を指導分野とする短期専門家がプロジェクトに派遣され、1の分野も兼ねて約2か月間にわたり技術移転を行なっている。

4-3-2 活動の実施状況

「郷土樹種の育種を始めるにあたって必要となる基礎情報の収集」に関しては、林業農園省造林社会林業総局が収集した主要樹種の種子源に係る情報を入手して、データベース化した。郷土樹種の試験地設定については、これまでに *Santalum album* と *Melaleuca cajuputi* の試験地を設定した。前者は枯損が甚だしく廃棄した。後者は、オーストラリアのCSIROと当研究所が共同で種子採取し、CSIROの設計に基づいてC/Pが設定したものである。共同研究の契約期間が終了したことからJICAプロジェクトに対する研究継続の協力要請がある。郷土樹種の多様性の評価は、*Agathis borneensis* についてJava島内数箇所の植物園から試料を採取し、DNA分析を実施している。現在のところ種の系統分化と分類の確認が研究の対象となっている。

「郷土樹種を対象とした無性繁殖技術の試行」については、多目的利用が期待される *Shorea javanica* に関する小規模な試験が行なわれた他、無性繁殖を指導する短期専門家の派遣を期に、ガジャマダ大学がPerum Peruhutaniと共同で実施している *Pinus merkusii* のプラス木のつぎ木試験を開始した。

4-3-3 成果の達成状況

造林主要樹種の種子源に関する情報については、データベースがほぼ構築された段階にあり、今後、マニュアルや分析結果をとりまとめた報告書が作成される予定である。郷土樹種の試験地に関しては、前節で述べた *Melaleuca cajuputi* のみが設定された段階にある。その他、*Shorea leprosulla* や *Agathis borneensis* も検討したが、前者はガジャマダ大学がITTOの遺伝資源保全プロジェクトの一環として試験地の設置を予定していること、後者は連携先

の INHUTANⅢの天然林における着花時期が把握できないため、試験地設定に到っていない。また、*Santalum album*に関しても、天然集団が東部インドネシアに分布するため、治安上の理由から再度の種子採取はきわめて困難な状況にある。遺伝的多様性の評価に関しては、*Agathis borneensis*について前節に述べた種の系統分化と分類の確認を目的とする DNA 分析が実施されている。この分析は、現在までのところ報告書をまとめられる段階には到っていない。

無性繁殖技術に関しては、これまでかなりの樹種 (*Shorea javanica*, *Santalum album*等)を対象に試験は試みられている。しかしながら、ほとんどの試験結果は公表するほどの成果が得られなかったためか、インドネシア側の年次報告に簡単に結果が記載される程度に終わっている。

4-3-4 評価結果の分析

この分野では、調整兼務の長期専門家により、種子源に関する情報の収集とデータベース化や *Melaleuca cajuputi*の試験地設定等、ある程度の成果が見込まれる課題がある。一方、遺伝的多様性の評価や無性繁殖試験等の専門性を要求される課題は、短期専門家と C/P の日本での研修とで対応することとしている。これまでに短期専門家 2 名が派遣されるとともに C/P 2 名が日本で研修を受けている。しかし、各課題の活動は短期専門家が派遣された際には活発に行われるが、不在期間は停滞する傾向が認められる。したがって、この分野で所期の成果を上げるには、これらの課題を専任とする長期専門家を配置することが望ましいと考えられる。

*Agathis borneensis*について前節に述べた種の系統分化と分類の確認は、この樹種の育種的な取り組みを検討する上で、遺伝的多様性の評価に先立って明らかにしておくべき基本的な研究である。しかし、当初、予定していた *Pinus merkusii*や *Melaleuca cajuputi*の遺伝的多様性の評価に関しては未着手の状況にある。これは、これまでの担当 C/P 2 名が管理部門（研究所長、Reproductive Biology 企画調整）を兼務せざるを得なくなり、現在は新任の C/P 1 名のみが専任となったことによる。これまで短期専門家によって技術移転された新しい DNA 分析手法を定着させ、未着手の樹種の分析を進めるためには、専任の長期専門家を配置する必要があると思われる。

第5章 教訓及び提言等

5-1 評価結果に基づく教訓・提言

評価結果として、下記 1) から 5) までの内容をミニッツで提言した。

1) 「郷土樹種の育種」分野の長期専門家を派遣することが望まれる。この分野の専門家は「量的遺伝」分野の活動の DNA 分析の活動も実施することを期待したい。増員した結果として、調査団としては「チーフアドバイザー」「量的遺伝」「郷土樹種の育種」「業務調整／情報管理」という専門家構成となるのが望ましいと考える。

2) プロジェクト外の組織とより緊密な関係を築き上げることが望まれる。プロジェクトは、遺伝的に改良された種子源やそれに付随した技術と情報を、企業や大学などの外部機関に積極的に提供することが期待されている。(外部機関との緊密な関係は、プロジェクト成果の自立的な波及に繋がる)

3) LAN システムの運営、管理法の強化(深い理解)のために国内のシステムエンジニアやコンピュータの専門家などを継続的に効果的に活用することが望まれる。

4) 林木育種研究所の能力と機能の更なる強化のために、旅費や試薬代などの最低限の予算は林業農園研究開発庁が確保することが望まれる。

5) プロジェクトの自立発展性のためには、日本側、インドネシア側双方とも人的な開発が最も重要であると認識している。

1) に関してはインドネシア側からも強く要望された提言である。4) については、当初イ側に配慮し、ミニッツ上では自立発展性の項目で記載してあったが、提言とすることで先方の同意を得られたので、提言に記載した。5) については、修士以上の学位取得(留学生枠の確保)のため日本側が努力するよう林業農園研究開発庁長官から直接要望があった。日本側の予算や留学の制度を説明し理解を得たが、先方は何らかの形でミニッツに記載をすることを主張したので、5) のような内容で記載することで双方了解した。

5-2 今後の活動方針の検討

本プロジェクト後半においても、状況が大幅に変化しない限り、これまでの活動方針を継続することが望ましいと考えられる。すなわち、3つのプロジェクト活動については、現在の投入比率である 5:3:2 の配分で進めることとなる。これは、新たに配置される「郷土樹種」担当の長期専門家が「早生樹の育種」に含まれる DNA 分析に係る課題も担当することを考慮すれば、妥当な投入比率であると判断されることによる。

長期専門家の分野は、原則的には現在の 3つのプロジェクト活動毎に担当するとしても、各専門家の専門性を考慮して中・小課題レベルでは相互に分担し合う柔軟性を持たせることが必要と考えられる。すなわち、インドネシア側は現在 4つの研究グループ (Genetic Improvement, Molecular Genetics, Reproductive Biology, Vegetative Propagation) が、それぞれの該当する課題別にプロジェクト活動を分担している。したがって、専門家もなる

べくこれに対応した形態で指導と技術移転を行なうことが効果的と思われる。

各活動項目別に今後の方向を概括的にまとめれば、およそ以下のとおりである。「早生樹の育種」に関しては、先行する *A. mangium* で第2世代採種林の造成に着手するとともにその他の樹種も必要な研究開発と作業を適宜実施する。「情報と材料のネットワーク」については、連携企業との関係を強化するとともにその連携範囲を拡大するために中課題として掲げた各種手段の充実を図る。そして、「郷土樹種」に関しては、今後、育種を始めるための基礎情報として活用できるように、現在進めている各種調査研究の結果を報告書として残す。