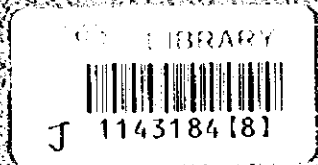


No. 1

インドネシア国林木育種計画(II)

事前調査団報告書

平成9年8月



国際協力事業団
林業水産開発協力部

林業
JR
97-015

インドネシア国林木育種計画(II) 事前調査団報告書

平成9年8月

振替

08
83
70

2008



1143184 [8]

インドネシア国林木育種計画(Ⅱ)

事前調査団報告書

平成9年8月

国際協力事業団
林業水産開発協力部

序 文

日本政府は、インドネシア国政府からの技術協力要請に基づき、同国の林木育種計画フェーズ2にかかわる事前調査を行うことを決定しました。

これを受け、国際協力事業団は、平成9年6月16日から6月28日まで、林野庁林木育種センター育種課長、田島正啓氏を団長とする事前調査団を同国に派遣しました。調査団はインドネシア国政府関係者と協議を行うとともに、計画予定地の調査や関連資料収集等を行いました。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推進に役立つとともに、今後この計画が実現し、両国の友好・親善の一層の発展に寄与することを期待します。

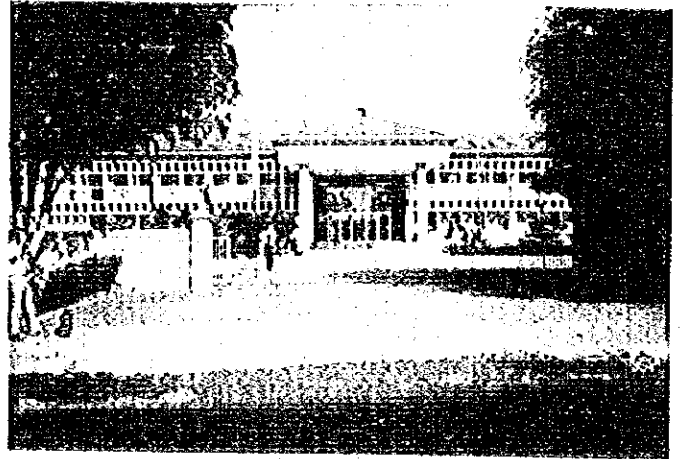
終わりに、本件調査にご協力とご支援をくださった両国の関係者の皆様に、心から感謝の意を表します。

平成9年8月

国際協力事業団
理事 亀 若 誠



林業省での協議議事録の署名。
新プロジェクトで設置される合同調整委員会の
メンバーが臨席した。



無償資金協力により建設された
林木育種研究所（ジョグジャカルタ）。



林木育種研究所分子生物学研究室。
室長のDR. ANTO。



林木育種研究所組織培養室。
中島調査団員に説明するMR. ARIF。

Jorong Base Camp (バンジャルマシン近郊), INHUTANI III 視察 (採種林試験地他視察)



Acacia mangium (オーストラリアから導入) の
産地試験・採種園誘導地 (2.05ha)。

植え付け; 1993年12月、間隔; 4m×2m、
一区4本植え、10反復。1回目の間伐終了。
あと2回の間伐後、実生採種園が完成される。
すでに6月に2kgの採種がなされている。



Eucalyptus urophylla (インドネシア産) の
産地試験・採種園誘導地 (3.60ha)。

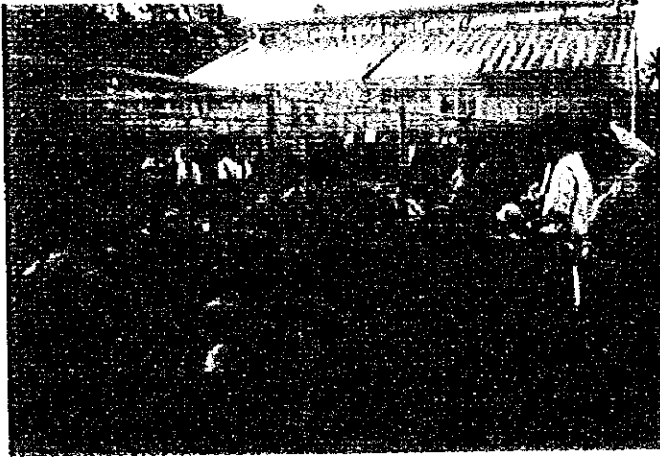
植え付け; 1994年1月、間隔; 4m×1.5m、
一区5本植え、8反復。1回目の間伐終了。
あと2回の間伐後、実生採種園が完成される。



上述のプロジェクト試験地から採種された
Acacia mangium の種子。



Eucalyptus urophylla と Eucalyptus pellita
との種間雑種と推測される個体。



林木育種研究所内の苗木生産。

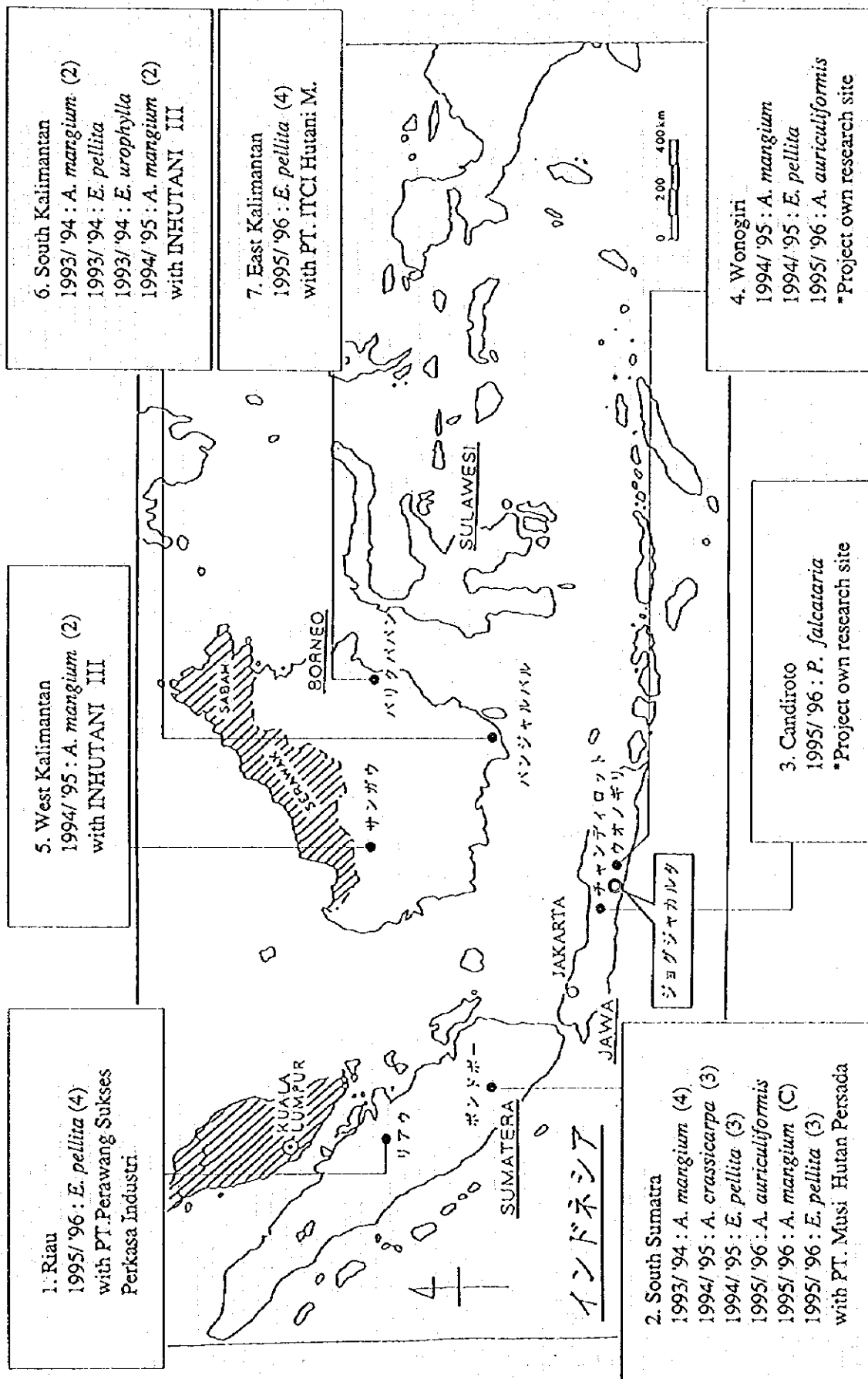


自然保全・森林研究開発センター (ボゴール)
Dramaga試験林。国内外から収集された樹種。



フィンランドの協力で設置されたINHUTANI III
Banjar Baru Unit (バンジャルマシン近郊) 場内の
チークの苗畑。

プロジェクトサイト位置図



1. Riau
1995/ '96 : *E. pellita* (4)
with PT.Perawang Sukses
Perkasa Industri.

5. West Kalimantan
1994/ '95 : *A. mangium* (2)
with INHUTANI III

6. South Kalimantan
1993/ '94 : *A. mangium* (2)
1993/ '94 : *E. pellita*
1993/ '94 : *E. wrophylla*
1994/ '95 : *A. mangium* (2)
with INHUTANI III

7. East Kalimantan
1995/ '96 : *E. pellita* (4)
with PT. ITCI Hutani M.

2. South Sumatra
1993/ '94 : *A. mangium* (4)
1994/ '95 : *A. crassicaarpa* (3)
1994/ '95 : *E. pellita* (3)
1995/ '96 : *A. auriculiformis*
1995/ '96 : *A. mangium* (C)
1995/ '96 : *E. pellita* (3)
with PT. Musi Hutani Persada

3. Candioto
1995/ '96 : *P. falcataria*
*Project own research site

4. Wonogiri
1994/ '95 : *A. mangium*
1994/ '95 : *E. pellita*
1995/ '96 : *A. auriculiformis*
*Project own research site

◎ 林木育種研究所

● フェーズIで造成した産地試験検定林(7地域)

目 次

1. 事前調査団の派遣	1
1-1. 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2. 調査団の構成	2
1-3. 調査日程	3
1-4. 主要面談者	4
2. 調査結果の要約	5
3. 要請の背景	7
4. 開発計画の現状と要請内容との関連	8
4-1. 開発計画の現状	8
4-2. 開発計画と要請内容との関連	9
5. 協力分野の現状と問題点	11
6. 要請の内容	12
7. 日本の他の協力との関連	13
7-1. インドネシアにおける我が国の協力概要	13
7-2. 林木育種計画と日本の他の協力との関連	14
8. 第三国ならびに国際機関の協力概要	15
9. プロジェクト実施計画	20
9-1. プロジェクト目標	20
9-2. 実施計画概要	22
10. インドネシア側のプロジェクト実施体制	23
10-1. 実施機関の組織と事業内容	23
10-2. プロジェクトの予算措置	23
10-3. 建物・施設	24
10-4. カウンターパートの配置計画	24
10-5. 政府関係機関の支援体制	25
11. プロジェクト協力の基本計画	26
11-1. 協力の方針	26
11-2. 活動分野別協力内容	33
11-3. 専門家派遣計画	37
11-4. 研修員受入計画	37

11-5. 機材供与計画	38
12. 専門家の生活環境	39
13. 相手国側との協議結果	39
14. 技術協力の妥当性	42
15. 協力実施にあたっての留意事項等	42
16. 長期調査の必要性和調査内容	43
16-1. 計画管理	43
16-2. 量的遺伝	43
16-3. 情報管理	44
16-4. 郷土樹種の育種	44
17. 提言	47

付属資料

1. 協議議事録 (Minutes of the Meeting)	49
2. 要請書 (A Project Proposal)	56
3. Indonesia Forestry Action Programme (IFAP)	67
4. 林業省組織図	79
5. 林業研究開発庁組織図	80
6. 林木育種研究所組織、所員名簿	81
7. 林業大臣決定	85
8. 林木種子技術サブセンター組織図	88
9. INHUTANIⅢとの協定書 (インドネシア語)	89
10. 先方への質問書及び回答	94
11. 造林基金の概要 (インドネシア語)	97
12. INHUTANIⅢの林木種子輸入状況	107
13. 1997年3月までに造成された種子源 (出典：橋本専門家総合報告書)	108

1. 事前調査団の派遣

1-1. 調査団派遣の経緯と目的

1-1-1. 経緯

当該プロジェクトの言わば第1フェーズであるインドネシア林木育種計画は1992年6月1日から1997年5月31日までの5年間に亘って実施され、1996年11月に実施された終了時評価調査においては、以下のとおり提言されている。この提言に基づき、フェーズ2協力の実施に関し、先方と協議するために事前調査団が派遣された。

- ・プロジェクト終了までに、当初のプロジェクト目標は概ね達成できると考えられる。従って延長、フォローアップの必要性は認められず、当初予定通り終了することが妥当である。
- ・インドネシア側からはフェーズ2の要請が日本側に正式に出されているが、要請内容を検討した上で、下記の点を考慮し、次の展開を図ることが適切であると考えられる。
 - 1) 早成樹種の第1世代育種の基礎的な技術は概ね移転されたが、第1世代育種サイクルをひとつおり完結するためには、あと2~3年を要する。
 - 2) 下記の提言内容を実現し、さらには技術体系の確立、育種対象樹種の拡大、効率的な育種技術の開発等を推進するためには、今後の協力分野として長期的な国家林木育種プログラムの作成、研究と事業との効果的な連携をはかるための体制作りなど、個別研究分野における技術移転以上のものが含まれる可能性が高い。その場合、インドネシア側においては林木育種研究所を中心に、林業省の造林事業担当部局、大学、造林企業協会などの関連機関を広く総合した実施体制が準備される必要がある。

また、フェーズ1協力の形成から終了までの実施概要を参考までに以下に示す。

1989年	8月	無償・技協合同事前調査団
1990年	8月	無償・第1期E/N署名(803百万円)*
1990年	10月	技協長期調査員派遣
1991年	8月	無償第2期E/N署名(466百万円)*
1992年	2月	実施協議調査団R/D署名
1992年	3月	無償完了引き渡し
1992年	6月	プロジェクト発足
1992年	10月	計画打合せ調査団(TSI)
1993年	8月	巡回指導調査団
1994年	4月	インドネシア林木育種研究所発足
1994年	7月	R/Dの改訂
1994年	10月	巡回指導、(中間評価)調査団
1996年	10月	BAPPENASからフェーズ2のプロポーザル
1996年	11月	終了時評価調査団
1996年	12月	国際セミナー熱帯林造林への林木育種の寄与
1997年	2月	プロジェクト成果現地報告会
1997年	5月	フェーズ1終了

(出典：古越リーダー総合報告書)※は編者加筆

1-1-2. 目的

調査団派遣の主な目的は以下のとおりである。

- ①インドネシア側からの要請内容を確認する。
- ②国家開発計画におけるプロジェクトの位置づけを調査する。
- ③インドネシア側のプロジェクト実施体制を調査する。
- ④日本側の協力基本構想案をもとにイ側と協議する。
- ⑤フェーズ2実施までのスケジュールをイ側と確認する。

また、フェーズ2協力を実施する場合、フェーズ1の協力実績もあることから、可能な限り実施協議調査団を派遣せず、当事業団インドネシア事務所長を日本側R/D署名者として対処する方針として、協力基本構想（案）と暫定実施計画（案）に関する協議議事録（ミニッツ）に合意・署名することとした。

1-2. 調査団の構成

担当分野	氏名	現職
団長／総括	田島 正啓	農林水産省 林野庁 林木育種センター 育種部 育種課長
量的遺伝／情報管理	河崎 久男	農林水産省 林野庁 林木育種センター 育種部 育種課 育種第一研究室長
郷土樹種の育種	中島 清	農林水産省 森林総合研究所 生物機能開発部 生態遺伝研究室長
協力企画	藤平 康則	農林水産省 林野庁指導部 計画課 海外林業協力室 研修係
計画管理	岩崎 薫	国際協力事業団 林業水産開発協力部 林業技術協力課長代理

1-3. 調査日程

- 6/16 (月) 移動 (成田→ジャカルタ)
- 6/17 (火) 団内協議1
JICA事務所長との協議
林業研究開発庁との協議
日本大使館表敬、担当書記官との協議
- 6/18 (水) 移動 (ジャカルタ→ジョグジャカルタ)
林木育種研究所との協議1
林木育種研究所施設視察
- 6/19 (木) 林木育種研究所との協議2
分野別協議
団内協議2
林木育種研究所との協議3
団内協議3
- 6/20 (金) 林木育種研究所との協議4
移動 (ジョグジャカルタ→スラバヤ)→バンジャルマシン)
- 6/21 (土) INHUTANIⅢ Banjar baru Unit 事務所での調査・場内苗畑視察
移動
Jorong Base Camp, INHUTANIⅢ 視察 (採種林試験地他視察)
- 6/22 (日) 移動 (バンジャルマシン→ジャカルタ)
- 6/23 (月) 林業研究開発庁との協議2
- 6/24 (火) INHUTANIⅢ本部での調査
移動 (ジャカルタ→ボゴール)
自然保全・森林研究開発センターでの調査
Dramaga 試験林調査
- 6/25 (水) 林業研究開発庁との協議3
- 6/26 (木) 協議議事録署名
- 6/27 (金) 大使館及びJICA事務所報告
- 6/28 (土) 帰国

1-4. 主要面談者

林業省 (Ministry of Forestry)

(ジャカルタ)

Mr. Kosashi Kadir Secretary of Forestry Research Development Agency (FORDA)

Mr. W. Soeparno Head of Programing Division, FORDA

Mr. Slamet Gadas Technical Cooperation Officer, FORDA

Mr. B. Murdiono Bureau of Foreign Cooperation

Mr. B. Triyom Directorate of Reforestation

(ボゴール)

Mr. Abdul Adjiz Development Division, Nature Conservation and Forest Research and Development Centre (NCFRDC), FORDA

Mr. Masano Silviculture Researcher, NCFRDC, FORDA

Mr. Uhaedi Sutisna Botany Research Group, NCFRDC, FORDA

Mr. Atuk Subiakto Research Scientist, NCFRDC, FORDA

Mr. Herodien Kartiko Researcher, Forest Tree Seed Centre, FORDA

(ジョグジャカルタ)

Dr. Hendi Suhaendi Director, Forest Tree Improvement Research and Development Institute (FTIRDI), FORDA

Dr. Anto Rimbawant Researcher, FTIRDI, FORDA

Mr. Arif Nirsatmanto Researcher, FTIRDI, FORDA 他

国营会社 (INHUTANI III)

(ジャカルタ)

Mr. Tri Djoko Head, Bureau of Joint Venture and Development

Mr. Soetarto Director of Development

Mr. Kurdi Nuryanton Research and Development Section

(バンジャルマシン)

Mr. Slamet Sutanto Head of Unit Banjar Baru

Mr. Murdiono M. M. Deputy Head of Unit Banjar Baru

Mr. Widagda Head of Division, Unit Banjar Baru

Mr. Hermah Daryono Head of Forest Rehabilitation Centre

Mr. T. Sasmito Staff of Forest Rehabilitation Centre

宮澤 俊輔 在インドネシア日本大使館二等書記官

羽鳥 裕之 国際協力事業団個別派遣専門家

諏訪 龍 国際協力事業団インドネシア事務所所長

佐々木 弘世 国際協力事業団インドネシア事務所次長

田和 正裕 国際協力事業団インドネシア事務所所員

2. 調査結果の要約（総括）

2-1. 基本構想（活動内容）

フェーズ2における活動は、フェーズ1で造成した早成樹種種子源の調査結果に基づき、家系或いは個体評価を行い、プラス木を選定して実生採種園に誘導するための新たな技術開発が求められている。また、林木育種研究所は近い将来、産業造林（HTI）プログラムに即して、各企業が改良種苗を大量生産するために必要な原種の供給と併せて関連情報および技術を提供する必要があり、そのための一元的な普及体制の整備が求められている。

更に、HTIプログラムに基づく将来の造林ニーズの多様化をにらんで、用材生産を目的とした郷土樹種に関する基礎的な育種技術の開発に取り組む必要がある。

上記内容を受けて、ミニッツ中のANNEX1（基本構想案）に示した通り、フェーズ2における活動内容は以下の3項目とすることで両国は合意に達した。

- 1) フェーズ1協力で造成された早成樹種について、次世代化育種技術を開発する。
- 2) フェーズ1協力で造成された早成樹種について、改良種子生産のための種子源とそれらの情報の管理及び提供システムを開発する。
- 3) 郷土樹種の育種を進めるための調査分析と基礎的な育種技術を開発する。

2-2. 暫定実施計画（TSI）

暫定実施計画作成に関しては、「イ」国側は当初、研究所全体の研究目標や成果、即ちスーパーゴールを念頭に置いた計画案の提示が行われた。

しかし、日本国側としてはフェーズ1とフェーズ2の仕切の問題、協力期間は5年間と制約があること、また研究所として将来自立し、そして発展しなければいけないことなどを説明し、また討議した。その結果、最終的にミニッツ中のANNEX2（TSI案）に示した計画内容で両国合意に達した。

しかし、上記基本構想の3番目に該当する「郷土樹種の育種技術の開発」に関しては、「イ」国側はまだ詳細な研究計画が固まっておらず、近々予定されている長期調査時に、対象樹種や試験地の問題、あるいは調査項目、調査方法等に関する具体的な詰めを行う必要がある。

2-3. 推進体制

研究所の現在の職員数は管理者7名、研究者18名である。フェーズ1期間中にC/P機関の変更があり、途中ポゴールの林業試験場から新たな職員が加わり現在の人要になったものである。この様な事由から、新規加入職員の本プロジェクトに対する理解と貢献度は充分とは

言い難い面があった。フェーズ2では各研究員の専門性を生かしたC/Pの配置、また普及体制の整備が主要活動の一つに掲げられていることから管理者行政職員のC/Pとしての配置、更に各課題の責任者の明示を要請した。その結果、ミニッツANNEX3に示すC/P配置での合意を得た。

本調査の終盤時、協力期間中および将来において直接、間接的に関係が生じるであろうINFUTANIⅢ（国営会社）、APHI（造林企業協会）、林業試験場等の機関の訪問、あるいは集合してもらい本プロジェクトの目的説明と協力要請を行った。

3. 要請の背景

インドネシアの天然林の総面積は世界の熱帯雨林の約10%を占め、木材はインドネシアの主要輸出品であるが、近年急速に森林面積が減少している。この状況からインドネシア政府は80年代から木材生産の増大と天然林の保全のため、産業造林、再造林、社会林業に力を入れてきた。政府はインドネシア林業行動計画 (INDONESIA FORESTRY ACTION PROGRAMME) を策定し、その中の一つとして森林生産性向上と産業造林の確立を目指している。そのために林業省は、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。

ジョグジャカルタの林木育種研究所は遺伝的に優れた林木の育種と種子の開発のために設立されたインドネシア唯一の研究所である。建物・施設は日本政府の無償資金協力により設立され、1992年から1997年まで「林木育種計画」プロジェクト方式技術協力が日本の協力により実施された。1996年11月から12月の終了時評価調査の結果、プロジェクトの目標はほぼ達成されたことが確認された。

上記の成果をさらに発展させるため、フェーズ2の要請 (付属資料2参照) が平成8年になされた。

フェーズ2実施の必要性は要請書によれば下記のとおりである。

1) 「林木育種計画」では *Acacia mangium*, *Eucalyptus urophylla* など5種の育種を行ったが、これらは産業造林のために最も重要な樹種であり、さらなる育種、選抜、検定が必要である。

2) 産業造林のみならず生物多様性の保全とアグロフォレストリーへの活用のためにも、上記樹種の他に郷土樹種・外来種を加えて多種類の樹種の育種が必要である。

3) 「林木育種計画」では造林パルプ会社4社がプロジェクトから得られた改良種子を導入し、多大な成果を得た。インドネシアにはHTH126社 (パルプ会社24社と木材会社102社) があり、これらの造林会社にもプロジェクトの成果を導入したい。

4) 林木育種研究所は設立されて間もないため、研究者の研究能力・研究手法の向上が必要である。

4. 開発計画の現状と要請内容との関連

4-1. 開発計画の現状

4-1-1. インドネシア林業行動計画

インドネシアの森林・林業に関する開発計画の柱として、インドネシア林業行動計画 (INDONESIA FORESTRY ACTION PROGRAMME: IFAP) (付属資料3参照) がある。

IFAPは、FAOが中心になって策定を進めているTFAP (熱帯林行動計画: 世界の熱帯林が急激に減少・劣化している状況のもとで、熱帯林にかかわる各国及び各国際機関が行う熱帯林の保全・造成と適正な利用のための行動計画) の国別行動計画であり、インドネシアにおいても、1991年11月に林業省がFAO等の国際機関の支援のもとに作成した。計画書は「Executive Summary」、「Country Brief」、「Project Profiles」の3分冊で構成されている。当時、具体的な行動計画として9つのプログラムが提起されたが、その後は、国内と国際的な専門家による会議を経て、インドネシアの森林に関する国家的もしくは国際的コミットメントに基づいて改定されている。具体的な行動計画として、現在では8つのプログラムが提起 (1995年11月) され、当林木育種プロジェクトに関連するプログラムとしては、「植林事業の運営」 (Management of forest plantations) があげられている。「植林事業の運営」に関する詳細な内容は、「Country Brief」のCHAPTER Vの中で述べられている。

CHAPTER Vは、(1) Overview (概要) (2) Analysis (分析) (3) Issues and constraints (問題点と制約) (4) Strategies and action plans (戦略及び行動計画) の4章からなっている。

(1) Overviewでは、種子・苗木センター (Seeds and Seedlings Centres) の目的、役割、現状及び植林計画の現状等について総括がなされ、(2) Analysisにおいては、種子・苗木センターの設立に当たっては、十分に訓練され、技能を持ったスタッフや実験・研究室、種子を配布するための貯蔵室が必要であり、また、種子を採取、配布するためのネットワークと輸送手段の確保が重要であると分析している。しかしながら、政府は、これらについては完全には支援できないため、企業等 (private sectors) の活動が必要であるとも分析している。

(3) Issues and constraintsにおいては、次のような問題点が挙げられている。

1) 現在もなお、インドネシアにおける国家的な林木育種プログラム (National Tree Seed Programme) は存在しない。

2) 国家的な種子源 (seed sources) の登録はなされていない。

3) 植林事業者の間に林木育種生産に関する技術情報が普及していない。

これらの問題点を列記した上で、(4) Strategies and action plansでは、主に次のような計画を示している。

1) 国家的な林木育種プログラム (National Tree Seed Programme) の策定

2) 主要な造林形態と造林プログラムのための優先樹種のリストアップ、及びその重要度に応じたランキング

3) 樹種の特성에応じた種子生産の標準化

4) 恒久的な苗畑や採種林からの種子及び苗木を使用した指導的な造林プロジェクトの設立

また、産業造林 (HTI) プログラムによってなされているパルプ生産を目的とした恒常的なプロジェクトが実行されるべきである、とも示されている。

4-1-2. 第6次林業開発5カ年 (1994/95~1998/99) 計画 (REPELITA VI)

林業開発に関する5年間の具体的な計画を策定したREPELITA VIでは、林木育種に関して、次のような重点プログラムが示されている。

(1) 新造林開発プログラム

天然林への伐採圧力軽減のための、人工造林地の拡大を図る。125万haの産業造林を行う。

(2) 天然資源及び環境に関する調査・評価プログラム

環境保全に配慮しつつ、持続的な天然資源開発を可能とするため、天然資源情報の質的な改善を図る。

4-2. 開発計画と要請内容との関連

フェーズ2の要請書は、1996年9月に出されている。上述 (3. 要請の背景) の協力の必要性に基づき要請書の中で、プロジェクト目標として、以下の3点が示されている。

① 産業及びアグロフォレストリーに必要かつ遺伝的に優れた郷土樹種及び外来樹種の生産量と供給量を増大させる。

② 国家的ネットワークの確立を通して造林事業会社を対象に改良林木の普及を行う。

③ インドネシアの研究者の研究能力を強化する。

①については、「天然林への伐採圧力軽減のための、人工造林地の拡大を図る」としているREPELITA VIと関連がある。ただし、IFAP及びREPELITA VIいずれについてもアグロフォレストリーの導入を計画の直接の目標にはしておらず、従って、アグロフォレストリーに関しては、開発計画と要請内容との明確かつ直接的な関連はない。なお、フェーズ2の協力の範囲について、インドネシア側と議論をした際、アグロフォレストリーに関しては日本側に協力を求めず、自力によって研究開発をするとの回答があった。

②に関しては、IFAPでは、種子を採取、配布するためのネットワークと輸送手段の確保が重要であるとしているし、REPELITA VIでは、「125万haの産業造林を行う」との目標を

示しているが、その目標の達成には、造林企業を対象とした改良林木の普及が欠かせない。

③については、全く同じことがIFAPの中で言及されている。

5. 協力分野の現状と問題点

フェーズ2では、調査結果の要約(2.)で述べられているように3分野(量的遺伝、情報管理、郷土樹種育種)において協力を行うこととしている。

量的遺伝^{*}については、フェーズ1において、早成樹種の第1世代種子の導入、採種源の造成、間伐の実施を行ってきた。今後はプラス木の選抜と採種を経て、はじめて一連の育種サイクルが完了することから、フェーズ2では、プラス木の選抜を実施し、実生採種園(seedling seed orchard)の造成を行う必要がある。

情報管理については、フェーズ1において早成樹種に関するかなりのデータが蓄積されている。今後は、これらの情報を造林企業に対していかに普及させ、定着化を図るかが課題である。

郷土樹種育種については、フェーズ1では協力を実施していない分野である。郷土樹種の育種事業化に向けた情報や技術は不十分であり、木材生産を目的とした郷土樹種の育種を考えた場合、その分野の技術開発が今後の課題である。

^{*}量的遺伝とは多くの遺伝子(複対立遺伝子)が、1形質の決定に関与している遺伝を意味し、1遺伝子が1形質を決定する主働遺伝子による遺伝様式と異なり、通常の育種目標となるほとんどの形質(生長量、材質等)は量的遺伝によって決定される。

6. 要請の内容

要請書によれば、協力要請の内容は以下のとおりである。

(1) プロジェクト目標

- ①産業及びアグロフォレストリーに必要かつ遺伝的に優れた郷土樹種及び外来樹種の生産量と供給量を増大させる。
- ②国家的ネットワークの確立を通して造林事業会社を対象に改良林木の普及を行う。
- ③インドネシアの研究者の研究能力を強化する。

(2) プロジェクト活動

- ①育種ネットワークの拡大
- ②第二世代育種の推進
- ③育種対象樹種の拡大
- ④研究能力の向上

(3) 担当省庁、実施機関

担当省庁は林業省林業研究開発庁、実施機関はジョグジャカルタの林木育種研究所

(4) 主な投入

〈日本側負担分〉

長期専門家： チームリーダー／林木育種

量的遺伝学

情報システム

調整員

短期専門家： 分子遺伝学

生殖生物学

カウンターパート研修

機材供与： フェーズ1で供与された機材を補完する下記の機材

- 1) 情報システム分野機材（データ分析用コンピューターハードウェア・ソフトウェア、事務機器・備品、視聴覚機材）
- 2) 実験室用機材（分子遺伝学、生殖生物学、生殖質収集用機材）

〈インドネシア側負担分〉

現行プロジェクトの施設・機材

林木育種研究所のスタッフ

試験林設定・測定・評価と事務室使用に必要な経費

(5) 協力期間

1997年から5年間

7. 日本の他の協力との関連

7-1. インドネシアにおける我が国の協力概要

これまで我が国が行ってきたインドネシアにおける各スキーム別の協力概要は次のとおりである。

7-1-1. プロジェクト方式技術協力等（開発協力を含む）

- (1) ジャワ山岳林収穫技術計画（1977.12～1982.4）
- (2) 南スマトラ森林造成計画（1979.4～1988.3）
- (3) 南スラウェシ治山計画（1988.7～1995.7）
- (4) 熱帯降雨林研究計画（1985.1～1999.12）
- (5) 林木育種計画（1992.6～1997.5）
- (6) マングローブ林資源保全開発現地実証調査（1992.12～1997.11）
- (7) 森林火災予防計画（1996.4～2001.4）

7-1-2. 開発調査

- (1) 中部ジャワ州ブカロンガン森林資源調査（1976年度～1977年度）
- (2) 南スマトラ州ブナカット森林造成開発計画（1977年度～1979年度）
- (3) 南スマトラ州ムシ川上流林業資源調査（1977年度～1979年度）
- (4) 産業造林計画調査（1988年度～1989年度）
- (5) チタリック水源林造成計画（1991年度～1993年度）
- (6) 東ヌサテンガラ州半乾燥地域森林復旧開発計画（1993年度～1995年度）
- (7) 南スマトラ州ムシ川上流地域社会林業計画（1995年度～1997年度）

7-1-3. 無償資金協力

- (1) ムラワルマン大学熱帯降雨林造林研究センター（1979年度）
- (2) 南スマトラ森林造成プロジェクト試験造林訓練センター（1980年度）
- (3) スマトラ島ランバン州、北スマトラ州における森林造成用機材の供与（1986年度）
- (4) ムラワルマン大学熱帯降雨林造林研究センター研修用宿舎の建設（1986年度）
- (5) 東カリマンタンの造林用機材の整備（1989年度）
- (6) インドネシア林木育種センターの整備（1990年度、1991年度）

7-1-4. 個別専門家の派遣

森林計画の個別専門家としては、1988年度に派遣したのが最初であり、現在までのべ4

名を派遣している。

7-2. 林木育種計画と日本の他の協力との関連

7-2-1. 無償資金協力との関連

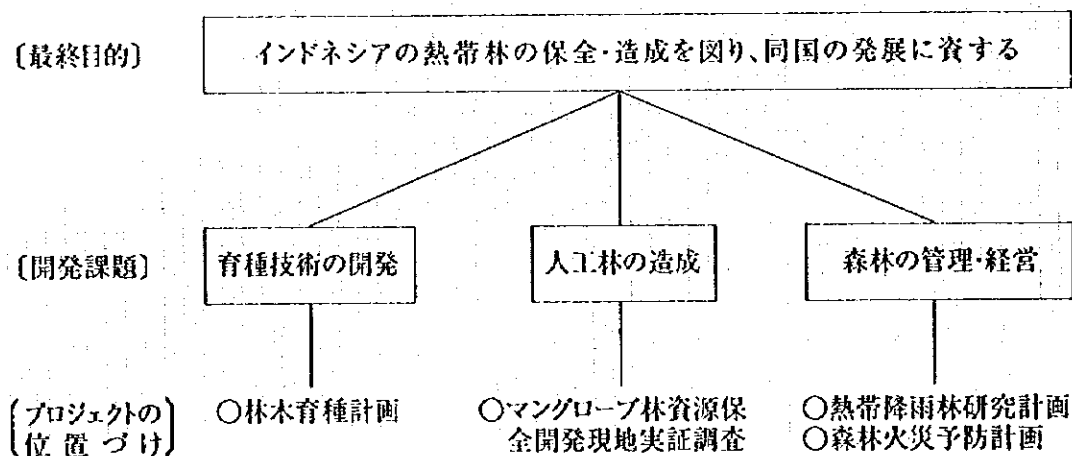
上述したように、無償資金協力は1990年度及び1991年度に実施している。建物（事務所、セミナー室、実験室、情報処理室、グリーンハウス、苗床等）、機材（研究機材、事務機器等）を供与している。無償資金協力による研究所の施設、機材は十分に活用されている。

7-2-2. 他のプロジェクト方式技術協力等との関連及び当該プロジェクトの位置づけ

林木育種計画フェーズ2の開始が予定されている12月1日時点におけるインドネシアで実施中のプロジェクト方式技術協力等は、上述したとおり、①熱帯雨林研究計画（1985.1～1999.12）、②マングローブ林資源保全開発現地実証調査（本フェーズの協力期間は、1992.12～1997.11までであるが、1997.12.1から2年間のF/Uが予定されている）、③森林火災予防計画（1996.4～2001.4）の3つである。

プロジェクト実施期間中において、他の3つのプロジェクトと有機的に連携をとり、協力を行うということはないが、各林業プロジェクトは、インドネシアにおけるその役割と位置づけが明確に示されている。すなわち、我が国のこれまでの協力実績との重複を避けつつ、中長期にわたる林業分野の効率的、効果的な協力を進めていくために、開発課題を掲げ、それを実現するために各プロジェクトが位置づけられている。開発課題及び各プロジェクトの位置づけは下図のとおり。

各プロジェクトの位置づけ



林木育種計画フェーズ1で取り組んだ早成樹種の育種技術の開発及びフェーズ2で取り組む郷土樹種の基礎的研究調査は、必ずしも人工林の造成を開発課題とするマングローブ林資源保全開発現地実証調査や森林の管理・経営を開発課題とする熱帯降雨林研究計画や森林火災予防計画のプロジェクト実行内容に直接的に影響を与えるものではないが、林木育種計画で養われた技術やノウハウは他の樹種の育種技術の開発を行う上での基礎となり、人工林の造成や森林の管理・経営といった開発課題にフィードバックされていくものと判断される。

8. 第三国ならびに国際機関の協力概要

第三国ならびに国際機関による林木育種分野の協力は、実施されていない。

なお、インドネシアにおける第三国ならびに国際機関による林業協力の概要は、以下に示すとおりとなっている。

[有償]

No.	プロジェクト名	協力機関	実行機関	協力期間	林業行動計画のサブプログラム								協力実施地区(州)	
					1	2	3	4	5	6	7	8		

	(First Forestry Institutions and Conservation Project)													
1	Forestry Studies	世銀	企業総局	1988-1996										中央
2	Wonogiri Watershed Management	"	造林総局	"				○						中ジャワ
3	Nature Conservation/National Park	"	自然保護総局	"				○						中央、アチユ、東ジャワ、バリ、北スラ
4	Forestry Inventory	"	森林資源調査総局	"										中央
5	Forestry Research	"	林業研究開発庁	"				○						中央、東カリ、北スマ

	(Second Forestry Institutions and Conservation Project)													
6	Policy Advisory Service	世銀	大臣官房	1990-1995										中央
7	Concession Management	"	企業総局	"										中央、リアウ、東カリ、マルク
8	Forest Plantation	"	造林総局	"										中央、8州
9	Conservation	"	自然保護総局	"						○				ジャンビ、南スマ、東ジャワ、及び7国立公園
10	Forestry Research	"	林業研究開発庁	"										中央、イリアン

11	Environmental Protection	世銀	造林総局	1991-1996										(Irrigated Agri. Dev.) 13州
12	National Watershed Management Conservation	"	"	1994-2000					○					中央、西ジャワ
13	Soil and Water Conservation in NTB/NTT	A D B	"	1989-1994										(Agri. Dev.) NTB, NTT
14	Timber Plantation	"	企業総局	1990-1996										南スラ、南カリ、西カリ
15	Soil and Water Conservation in Central Jawa	"	造林総局	1990-1995					○					(Irrigation Sector) 中ジャワ
16	Biodiversity Conservation	"	自然保護総局	1993-1999							○			NTT、南スマ
17	Mangrove Rehabilitation and Coastal Zone Management	"	造林総局	1994-2000										北スラ、中部スラ、南東スラ

No.	プロジェクト名	協力機関	実行機関	協力期間	林業行動計画のサブプログラム								協力実施地区(州)	
					1	2	3	4	5	6	7	8		
18	ES for Forest Rehabilitation	OECF	造林総局	1993-1995										西スマ、リアウ
19	Rehabilitation of Critical Forest Land	"	"	1993-1995			○							ランブアン、南スマ、西カリ、南カリ
20	"	"	"	1994-1996			○		○					"
21	Central Nursery Establishment Phase II	NIB/NDF	造林総局	1993-1999			○							東カリ、NTT
22	Management Plan for Timber Estate Development	"	企業総局	1993-1996			○							南スマ、南カリ、東カリ

[無償]

No.	プロジェクト名	協力機関	実行機関	協力期間	林業行動計画のサブプログラム								協力実施地区(州)	
					1	2	3	4	5	6	7	8		
1	(Natural Resources Management) Policy Analysis	USAID	大臣官房	1990-1997										中央
2	Multipurpose Management	"	自然保護総局	1991-1997					○					西カリ、中央カリ、北スラ
3	Pilot Management Activities	"	"	"										西カリ
4	Applied Research	"	"	"										西カリ
5	Technical Cooperation Program for 1995	USDA	大臣官房	1995										中央
6	(Tropical Forest Management) Senior Management Advisory Team	ODA	企業総局	1991-1995										中央
7	Provincial Level Forest Management	"	"	1993-1997					○					ジャンビ
8	Conservation	"	自然保護総局	1992-1996					○					西カリ
9	Forest Training	"	大臣官房	1992-1995										リアウ
10	Forest Research	"	林業研究開発庁	1992-1995										中央カリ

[無償]

No.	プロジェクト名	協力機関	実行機関	協力期間	林業行動計画のサブプログラム								協力実施地区(州)	
					1	2	3	4	5	6	7	8		
11	Promotion of Social Forestry (II)	G T Z	造林総局	1993-1997	○	○	○	○	○	○	○	○	○	西カリ
12	Promotion of Sustainable Forest Management	〃	企業総局	1993-1997	○	○	○	○	○	○	○	○	○	東カリ
13	Integrated Forest Fire Fighting	〃	自然保護総局	1994-1997	○	○	○	○	○	○	○	○	○	中央、カリマンタン
14	Development of Watershed Management Technology	J I C A	林業研究開発庁	1988-1995										南スラ
15	Tree Improvement Development	〃	林業研究開発庁	1992-1997										ジョクジャカルタ
16	Development of Sustainable Mangrove Management	〃	造林総局	1993-1998				○						バリ、NTB
17	Benakat Aftercare Project	〃	林業研究開発庁	1993-1995			○							南スマ
18	Development Study on Land Rehabilitation of Semi-Arid Zone	〃	造林総局	1993-1995							○			NTT
19	(Indonesia Forestry Sector Support Programme)	E U	大臣官房	1993-1997										中央
20	Radio Communication	〃	自然保護総局	〃			○							中央、スマトラ、カリマンタン
21	Forest Fire Prevention and Control	〃	森林資源調査局	〃			○							中央
22	Programme Management Unit	〃	〃	〃			○							中央
23	Reforestation and Tropical Forest Management (Mechanized Nursery and Plantation)	FINNIDA	林業研究開発庁	1993-1995			○							南カリ
24	Development of Silvicultural Techniques for the Regeneration of Logged-over Rain Forest	CIRAD	林業研究開発庁	1989-1995			○							東カリ
25	Social Forestry II	Ford財団	企業総局	1993-1995							○			ジャワ

9. プロジェクト実施計画

9-1. プロジェクト目標

基本構想(案)での上位目標は「産業造林 (HTI) 計画によって林木育種研究所から提供された種子源とその情報、技術が活用される」とした。上位目標は協力終了数年後の期待される状態を示すものであることから、協力成果である改良原種とその情報、開発技術の国家産業造林計画による活用程度を指標とする。

また、プロジェクト目標は「林木育種研究所による産業造林計画への改良種子源とその情報、開発技術の提供機能が強化される」とした。フェーズ1協力で造成した早成樹種の採種園を基礎材料として、育種改良のサイクルを完成させることを目的とする。これによって、オーストラリア等からの輸入に頼ってきた林木種子(添付資料12参照)を自国で生産できる、言わばインドネシア・ブランドの優良種子、苗木がインドネシアの森林を造ることを可能にする。このため、この育種技術の開発並びに、造林事業の実行機関等とのネットワーク化のための情報管理の整備を行い、種子源、情報、技術の提供機能を強化する。更に、新たに郷土樹種の育種事業化に必要な研究開発を加え、造林事業の育種ニーズ多様化に備えて林木育種研究所の自立発展性を確保する協力活動とする。

なお、フェーズ1協力で取り扱った課題及びフェーズ2協力で取り扱う予定の課題並びにインドネシア側が独自で開発すべき課題は下表(9-1)のとおり整理され、この点は先方も理解しており、5年、2期の計10年間の協力で林木育種研究所へのプロジェクト方式技術協力は完了する予定である。

また、第6次林業開発計画(1994/95-98/99)で計画されている850万ヘクタールの内、当該プロジェクトの目標である産業造林計画(HTI)は125万ヘクタールを占めるものである(表9-2参照)。

表9-2 第6次林業開発計画における計画植林面積

a.	Industrial plantations (HTI):		Σ
i.	Pulp and non-pulp timber estates	500,000 ha	
ii.	Transmigration timber estates	300,000 ha	
iii.	Superior plantings (local species)	450,000 ha	1,250,000 ha
b.	Rehabilitation of protection forests		1,000,000 ha
c.	Rehabilitation of critical lands/re-greening		2,500,000 ha
d.	Community forestry		250,000 ha
e.	Social forestry		250,000 ha
f.	Rehabilitation of natural production forests		3,600,000 ha
	Total planned		8,850,000 ha

Sources: Rencana Pembangunan Kehutanan Pelita VI (MOF, 1994c)
The Sixth Forestry Development Plan (Djakarta, 1995)

(出典: Per Rasmussen, 1966. Integrated National Tree Seed Programme)

表9-1 JICA協力プロジェクトにおけるフェーズI、II及びI国自主開発の関係

インドネシア国の林業対象樹種	育種を進める過程						
	機材 施設の 供与	種子源		育種技術の開発研究		改良種子の生産	
		林分選定	収集造成	基礎技術	次世代化技術	資源提供	種子生産
A: 早生樹種 (パルプ原料) <i>Paraserianthes falcataria</i> <i>Acacia mangium</i> <i>A. crassicarpa</i> <i>Eucalyptus pellita</i> <i>E. urophylla</i>	I	/	I	I	II	II	○
B: フタバガキ科 など郷土樹種 (木材生産) <i>Dipterocarpus</i> 属 <i>Shorea</i> 属	G	II	/	II	○	○	○
C: アグロフォレストリー 用樹種 (多目的樹種)	G	○	○	○	○	○	○
D: 非木質資源 用樹種	G	○	○	○	○	○	○

注)

1) G: 無償資金協力 I: 第1フェーズ、II: 第2フェーズ、○: I国の自主開発、(II): 第2フェーズの2案

9-2. 実施計画の概要

プロジェクトの基本構想（案）による上位目標及びプロジェクト目標は前述のとおりであるが、成果と活動は以下のとおりとした。

（成果）

- 1) 早成樹種の次世代化育種技術が提供される。
- 2) 改良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が整備される。
- 3) 郷土樹種の基礎育種技術が提供される。

（活動）

- 1) フェーズ1協力で造成された早成樹種について次世代化育種技術を開発する。
- 2) フェーズ1協力で造成された早成樹種について改良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。

- 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。

フェーズ2協力の完成により、産地試験林から採種林への誘導を通じて林木育種の実用技術に移転することができ、インドネシアブランドの種子源とそれらの情報提供システムが整備される。また、早成樹種に加えて郷土樹種の育種を進めるに当たっての最小限必要な技術を修得させることができる。これらによって、インドネシアで開発された改良種子源の利用を可能にすることによって、また木材生産用郷土樹種の育種を開始することによって産業造林（HTI）プログラムに貢献するものである。

従って、フェーズ1、フェーズ2の10年の協力終了後には、林木育種研究所は今後開発が期待される環境造林や社会林業樹種に関しても独自に育種できる能力を備えることが期待される。

10年間の協力終了後のより高度な自立発展性を確保する点でも研究開発能力の保持にとどまらず、開発された改良種子源やそれらの情報並びに改良種子生産技術を実際の造林事業に有効に利用されるための具体的な活動を協力期間中から積極的に実施する必要がある。例えば、林木育種研究所は1998年度に「林木改良と種子技術」セミナー（Exposeと呼ばれる）の開催を計画し、この種の短期セミナーを課題を変えて継続実施していく意向である。林木育種研究所は国内関係者の訓練事業の充実を図り、当該分野のインドネシア国内の拠点としての地位を高めることが望まれる。

また、この訓練対象を東南アジア諸国にまで広げ、東南アジアにおける林木育種の拠点として機能することも期待されることから、協力期間内に現地セミナー（国内）や特別対策セミナー（国際）の実施に関しての協力支援を行うことは協力了後の自立発展性の向上にとって有用と考える。

10. インドネシア側のプロジェクト実施体制

10-1. 実施機関の組織と事業内容

林木育種研究所は林業省（付属資料4参照）林業研究開発庁（付属資料5参照）の機関として1994年4月に林業大臣決定（53/kpts-11/1994）によって、現自然保全・森林研究開発センター（在ボゴール）の林業育種研究部門から独立して設置された。組織と機能については上述の林業大臣決定（付属資料7参照）に示されている。

現在の同研究所の組織図は付属資料6のとおりであり、4研究部門（遺伝改良、生殖生物、栄養繁殖、分子遺伝）とそれを支える管理部内（管理、計画、業務）から成っている。また、職員構成は付属資料6に示されるとおり、正規職員48名（管理者7、研究者18、テクニシャンと管理スタッフ23）に加え、臨時職員41名の計89名を備える。

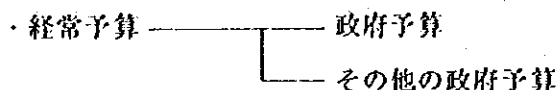
林業研究開発庁によれば、林木育種研究所が3等機関（Balai）から2等機関（Pusat）に格上げされることが内定しており、おそらく来年度に発足される内閣が新林業大臣のもとに正式承認し、名称も現在のInstituteからCenterに変更されるとのことである。またその際、在ボゴールの林木種子技術サブセンター（Forest Seed Technology Sub-Center, 付属資料8参照）の一部が併合される予定とのことである。この組織昇格は、1994年に同研究所が独立分離した、現在林業研究開発庁傘下に2機関しかないセンター（自然保全・森林研究開発センター及び林産研究開発センター）と同格になることを意味し、JICAの協力による施設と機能、並びに要員の充実が評価された結果と言える。

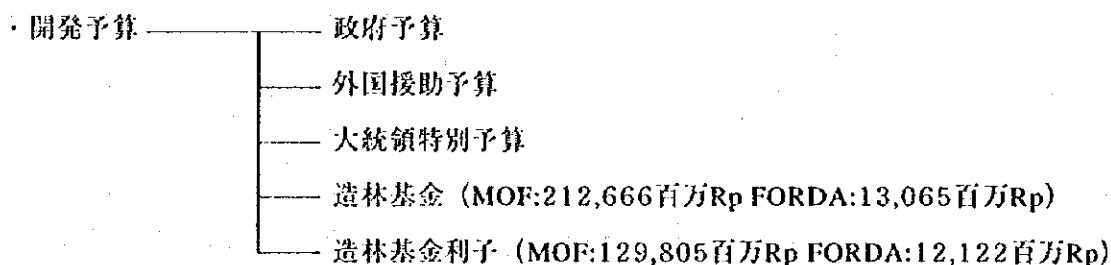
10-2. プロジェクトの予算措置

正式要請書によれば、先方負担分は百万US\$であり、先方は政府予算（APBNと造林基金（DR））から拠出することを見込んでいる。その内訳詳細は要請書に試験設置、測定評価、施設費と記載されるのみであり、林木育種研究所及び林業研究開発庁計画課でも作成されていないとのことであった。この内訳詳細に関しては7月に予定される長期調査時に先方が示すとの回答を得た。

フェーズ1プロジェクト期間中の先方予算は3,082百万US\$（終了時評価報告書参照）であり、また、フェーズ1の先方予算は造林基金に依存してきたところもあった。造林基金の概要については付属資料11に示されている（インドネシア語の資料のため、現在インドネシア事務所で英文要約を作成中）。

参考までに予算の分類と造林基金の規模（1995/1996）を下図に示す（羽島専門家提供）。





10-3. 建物・施設

林木育種研究所の建物の管理や、機材の利用に大きな問題はない。但し、同研究所の水質が悪く、施設や機材の長期的な維持管理上で支障が出て来る事が、フェーズ1の日本側専門家からも指摘されていることから、水質改善の必要性とその方法について検討することとした。この検討のために現在の水質を調査する必要があることから、同研究所長に対し、以下の計測を依頼した。

①PH②電気伝導度③塩素④シリカ (SiO₂) ⑤カルシウム⑥マグネシウム⑦ナトリウム⑧カリウム⑨鉄⑩銅⑪亜鉛⑫過マンガン酸カリウム消費量⑬蒸発残留物⑭マンガン⑮鉛⑯総酸度 (③~⑯の単位はmg/l)

また、浄水施設の維持管理費を考慮すると、可能な限り簡便な方法が好ましいことから、同研究所よりも水質が良好なKaliurang試験地 (同研究所から約10km) に浄水施設を設置し、浄化水を運搬する方法も併せて検討するため、水質調査は研究所とKaliurang試験地の2カ所とすることとした。

10-4. カウンターパートの配置計画

カウンターパートの配置計画は資料1のAnnex3に示されている。計20名のカウンターパートの分野別人数は以下のとおりである。

管理部門	4		
研究部門	16	内訳	
		遺伝改良	9
		分子遺伝	1
		生殖生物	3
		栄養繁殖	3

フェーズ1のカウンターパート配置とはほぼ同様の人であるが、分子遺伝分野がDr.Antoのみとなっていることから、林木育種研究所に当該分野の研究者として九州大学へ留学予定の他の1人 (Mr.AYPBC Widyatmoko) の帰国後の活用や、大学の研究者など研究所の人材の活用を検討する必要がある。

10-5. 政府関係機関等の支援体制

フェーズ2プロジェクトの成功のために協力を必要とする関係機関は合同調整委員会の委員に組み入れた。主なプロジェクト支援の内容を行政・管理、研究・開発、ユーザーに分類して下表に示す。

支援分類	関係機関	主な支援の内容等
行政・管理	林業研究開発庁	プロジェクトの責任機関
	大臣官房計画局	予算の配賦
	大臣官房外国援助・投資局	専門家の特権等ロジステック面
	BAPPENAS	同上
研究・開発	自然保全・森林研究開発センター	特に郷土樹種育種情報
	ガジャマダ大学	同上
	ボゴール農科大学	同上
ユーザー	造林総局	造林政策
	企業総局	企業造林政策
	造林企業協会 (APHI)	INHUTANI IIIをはじめHTI計画の実行機関の調整

特にプロジェクト成果のエンドユーザーとしてHTIプログラムの実行機関（資料参照）との連携はフェーズ1以上にフェーズ2で求められるものであり、種子源とその情報のネットワーク化は、これらのユーザーと協議しながら進める必要がある。なお、ネットワーク化に係る関係機関の責任分担と役割についての先方の考えは、現在明確ではない旨の文章回答を得ているので、今後この点を明確にする必要がある。

なお、フェーズ1では造林企業4社と協定（Work Agreement；付属資料9参照）を締結し、採種林の造成と次代検定のための定期計測を行っている。また、この協定書の概要は以下のとおりである。

協定締結日	1995年7月24日
協定者	材木育種研究所Hendi所長とINHUTANI III本部IR.Kadar Slamet局長
協定項目	①協定の目的②実施の原則③活動の種類と場所④実施指針 ⑤期間（1993/94～2002/03）⑥予算措置⑦権利と義務 ⑧研究報告の公表⑨その他

11. プロジェクト協力の基本計画

11-1. 協力の方針

プロジェクトに要請されている3つの分野のうち、量的遺伝および情報管理の両分野については、基本的にはフェーズ1で行われてきた技術協力および確立された方法に基づいて進めることとする。新たな課題化が必要な部分は、フェーズ1で設定した実生採種林から得られる具体的な産物（育種改良種子の生産）にともなう展開する部分と、これに関するデータベースの構築等、情報管理に関する部分が主体である。

なお、郷土樹種の育種に関する分野は、フェーズ1から新たに始まる技術協力のため、5年後に具体的な結果が得られるよう、課題設定に慎重な対応が求められる。

各協力分野別全体活動計画（PO: Plan of Operation）は表11-1～11-3に示されるが、長期調査で先方と協議し改訂版を作成する。POはPDM（Project Design Matrix）とともに計画打合せ調査時に先方と合意することとする。

11-1-1. 量的遺伝

この分野のフェーズ1における協力では、すでに以下の7樹種の早成樹種について計36ヶ所の実生採種林が設定されている。一例として巻頭写真に、アカシアマンギウムおよびユーカリユーロフィラの実生採種林の林内の様子を掲げた。

Acacia mangium（アカシア・マンギウム）、*Acacia auriculiformis*（アカシア・アウリカルフォーミス）、*Acacia crassicarpa*（アカシア・クラシカルパ）、*Eucalyptus pellita*（ユーカリ・ペリタ）、*Eucalyptus urophylla*（ウロフィレユーカリ）、*Acacia aulacocarpa*（アカシア・オーラコカルパ）、*Paraserianthes falcataria*（モルッカネム）

設定した実生採種林の定期調査は4ヶ月ごとに実施され、データの集積は個体単位の野帳入力からパソコンを利用して行われている。もちろん、次節で述べるように、これら実生採種林の設定に使用された材料、すなわち種子源の情報についてもデータベース化が行われている。

しかし、育種計画・事業実行に長期性を要するという林木育種に特有な観点から、フェーズ1のプロジェクト期間の5年間だけでは、得られる成果が完結しない。例えば、フェーズ1の初期に設定された実生採種林（アカシアマンギウム）の一部では、1回目の間伐が行われ、試験的に2キログラムの採種が行われている。これは、フェーズ1で確立された個々の技術や方法の産物と言えるが、このようによく具体的な成果が得られ始めた段階であり、産地試験林から採種林への誘導へのさらなる技術協力が必要である。

このため、フェーズ2ではフェーズ1で設定された実生採種林からの具体的な産物（例え

表11-1 量的遺伝の分野における全体活動計画(案)

活動項目	活動の概略	年度別投入計画				
		1 (1998)	2 (1999)	3 (2000)	4 (2001)	5 (2001)
1. 量的遺伝	早成樹種の次世代化育種技術を開発する。	長期専門家1 (量的遺伝)				
1.1. 次世代化育種技術の確立	フェーズIで設定された種子源(実生採種林)を対象に選抜方法の確立と次世代集団の造成を行う。	主要供与機材: パソコン5~6台、データ解析用ソフトウェア				
1.1.1. 選抜方法の確立	家系選抜やプラス木選抜を行うための手法(ブログラム開発を含む)を確立する。	短専1 (選抜方法)	短専4 (材質) 研修員3 (材質・病害)	短専9 (次世代計画)	研修員9 (選抜・次世代)	
1.1.2. 次世代集団の形成	次世代集団の形成のため、プラス木から採種を行い、新たな種子源(実生採種林)の造成法を開発し、一部の早成樹種について実際に造成する。					
1.1.3. 選抜による遺伝変異の評価	選抜による遺伝変異の減少を評価する。	短専5 (DNA)				
1.2. 実生採種林における交配実態の解明	実生採種林内における交配実態の解明に必要な基礎データの収集とDNAマーカーの探索を行う。					
1.2.1. 着花量と採種量の基礎資料の収集	採種木の着花状況及び採種量の調査を行い資料の集積をはかる。	短専2 (着花状況調査)				
1.2.2. 交配実態の推測	実生採種林内における交配実態の解明に資するため、DNAマーカーの探索を行い、自然受粉種子について分析する。					
1.3. プラス木増殖技術の開発	プラス木(選抜個体)の増殖に関する技術開発を行う。					
1.3.1. 無性繁殖の開発	プラス木を用いたクローン増殖技術の開発を行う。	研修員1 (無性繁殖)	短専6 (無性繁殖)	短専10 (人工交配) 研修員5 (人工交配)		
1.3.2. 人工交配技術の開発	プラス木相互の交配のため、人工交配に必要な技術開発を行う。					

表11-2 情報管理の分野における全体活動計画 (案)

活動項目	活動の概略	年度別投入計画 1 (1998)	2 (1999)	3 (2000)	4 (2001)	5 (2001)
2. 情報管理	改良種子に関する情報の管理と提供および 種穂の収集・配布体制の整備を確立する。	長期専門家2 (情報管理)				
2.1. LANの敷設とデータ ベースの有効活用	データの有効活用のため研究所内にLAN を敷設する。	主要供与器材: LANサーバー1台、端末用パソコン5~6台、ネットワーク用OS 一式				
2.2. 種子源および選抜ブラス 木の情報管理	フェーズ1で構築されたデータベースを活 用し、情報提供や新たな情報の整備を行 い、LANでデータの共有を行う。					
2.2.1. 家系別情報のデータベ ースの構築	集積された家系別の成長・材積等の情報を さらに整備する。	研修員2 (情報処理)				
2.2.2. ブラス木情報のデータ ベースの構築	ブラス木の情報集積に対応できる情報シ ステムを構築する。	短専7 (情報・データ ベース)				
2.3. 改良種穂等の収集・管理 と配布体制の確立	改良種穂の収集・配布体制の確立とDNA マーカーを用いた収集材料の検証を行う。					
2.3.1. 種子材料の提供	フェーズ1で確立された産地別種子管理体 制に、ブラス木の自然受粉種子の管理が可 能なようにシステムを改善する。	研修員6 (材料管理)				
2.3.2. 収集材料の検証	DNAマーカーによる個体識別技術を利用 して、種穂等の収集材料の正確さを検証す る。	短専12 (提供システム) 短専13 (DNA)				
		研修員10 (材料管理)				

表11-3 郷土樹種の育種の分野における全体活動計画 (案)

活動項目	活動の概略	年度別投入計画				
		1 (1998)	2 (1999)	3 (2000)	4 (2001)	5 (2001)
3. 郷土樹種の育種技術	郷土樹種の基礎育種技術が開発される。	長期専門家3 (郷土樹種の育種)				
3.1. モデル試験地設定	郷土樹種のプラス木選出を行うためのモデル試験地を設定し、各種の基礎的な情報を収集し、優良木選抜の可能性を検討する。	主要供与機材：SEM、ディーブフリーザー、インキュベーター				
3.1.1. 優良木選抜調査	優良木の選抜に必要な形質を検討し、モデル試験地で選抜を試行する。	短専3 (優良木選抜)	研修員4 (優良木選抜) 短専8 (開花習性)			
3.1.2. 開花調査	開花習性などの基礎情報の収集を行う。					
3.1.3. 遺伝的多様性評価	DNAマーカーなどによって遺伝的多様性の評価を行う。		短専11 (DNA)	研修員7 (DNA)	短専15 (資源保全)	
3.2. 増殖技術	優良木のクローン増殖や、優良木からの自然受粉種子の採種に努める。	主要供与機材：生物顕微鏡、ディーブフリーザー、インキュベーター、 グローブスキャビネット				
3.2.1. 突生種子の収集	採種が可能であれば、種子の収集と貯蔵試験を行う。					短専14 (組織培養) 研修員8 (組織培養)
3.2.2. 無性繁殖	挿し木、接ぎ木、組織培養等の無性繁殖技術を開発する。					

ば、実生採種林産の種子やプラス木のクローンである原々種)の収集を行い、これらの情報と産物(原々種)の供給体制の整備を行う。さらに、プラス木の選抜方法の確立や着花・結実情報の集積およびDNAマーカーを利用し、選抜前後での遺伝子頻度の変化の調査や実生採種林での交配実態の解明等、改良種子の次世代化と併せ育種プログラムの実行段階を進める方針とする。

以上の観点から、当該分野のフェーズ2の協力はフェーズ1の協力を延長する方針で行い、大きな変更は必要ではないと考えられる。ただ、フェーズ1で行った技術協力の結果としての産物が得られ始めるために、これに伴う新たな技術協力や課題設定を行う必要がある。

11-1-2. 情報管理

情報管理の分野では、フェーズ1で構築された種子管理情報等のデータベースの有効活用をはかる。このために、データの一層の集積を進めると同時に所内LAN(Local Area Network:ローカルエリアネットワーク)の敷設などを行う。また、LAN敷設業者の力量しただが、可能であればインターネット接続も行う。この他、特にフェーズ2では、プラス木情報についてもデータベース化を行い、次代、次々代の育種材料の管理が可能なようにシステムの拡張を行う。

実生採種林産の改良種子および選抜プラス木からのクローン等、次世代化育種材料の配布体制の構築もこの分野の中で行う。したがって、フェーズ1にも増して実行管理部門の協力体制が必要となる。種子に関する情報は、当面、フェーズ1で確立した方法・システムを拡張する方針で進めるが、育種材料の配布体制の構築については新たな活動の展開が必要である。

11-1-3. 郷土樹種育種

インドネシアは東南アジア各国の中で最も南に位置し、熱帯雨林と熱帯モンスーン林が分布する。熱帯降雨林の面積は100万平方キロメートル以上が残っており、これはブラジルに次ぐ面積である。これら熱帯林の生物多様性は極めて高く、動植物相について未だ記載されていないものが相当数あると推測されている。熱帯降雨林の面積は114万8400平方キロメートル、熱帯モンスーン林の面積は3万740平方キロメートルとされているが、ジャワ及びその周辺諸島では、多くの森林が焼き畑耕作や農用地などへの転換により、すでに消滅している。

インドネシアにおける再造林事業はINPRES, DANADR, OECF FUNDにより、また新規造林事業がCommunity Forest等により実施されている。これら造林事業で植栽されている樹

表11-4 インフタニIIIによる植栽試験1の対象樹種

INHUTANI III Seed sources used in experiment 1.

Tree species, seed suppliers, seedlot codes and collection areas in species elimination experiment 1 in Riam Kiwa, South Kalimantan, Indonesia.

Species	Supplier/seedlot	Seed origin
<i>Acacia avroculiformis</i>	DANIDA 1302/84	Northern territory, Australia
<i>Acacia cincinnata</i>	CSIRO 15365	QLD, Australia
<i>Acacia crassicarpa</i>	CSIRO 13682	Orlomo River, PNG
<i>Acacia leptocarpa</i>	CSIRO 14966	QLD, Australia
<i>Acacia mangium</i>	Dept. of For. Brisbane	Ingham, QLD, Australia
<i>Agathis borneensis</i>	BTR	Balikpapan, E. Kalimantan, Indonesia
<i>Agathis labillardieri</i>	BTR	Biak, Irian Jaya, Indonesia
<i>Agathis lorentifolia</i>	BTR	Baturaden, Central Java, Indonesia
<i>Albizia procera</i>	BTR	Riam Kanan, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Anisoptera marginala</i>	BTR	Kintap, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Anthocephalus chinensis</i>	BTR	Kintap, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Artocarpus</i> sp.	BTR	Banjarbau, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Cacca siamea</i>	BTR	Banjarbau, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Acuaria equisetifolia</i>	BTR	Wamena, Irian Jaya, Indonesia
<i>Dalbergia latifolia</i>	BTR	Bogor, West Java, Indonesia
<i>Dillenia</i> sp.	BTR	Rantau, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Dipterocarpus gracilis</i>	BTR	Kintap, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Duabanga moluccana</i>	BTR	Kintap, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Duabanga</i> sp.	BTR	Brazil, S. America
<i>Durio zibathinus</i>	BTR	Cempaga, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Enterolobium macrocarpum</i>	BTR	Bogor, West Java, Indonesia
<i>Eucalyptus alba</i>	CSIRO 14533	Flores, NTT, Indonesia
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	CSIRO 14338	Petford, QLD, Australia
<i>Eucalyptus deglupta</i>	CSIRO 12909	Mindanao, Philippines
<i>Eucalyptus grandis</i>	DENDROS 0174	QLD, Australia
<i>Eucalyptus intermedia</i>	DENDROS 0304	QLD, Australia
<i>Eucalyptus pallita</i>	DENDROS 0186	QLD, Australia
<i>Eucalyptus pitularis</i>	CSIRO 13451	QLD, Australia
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	CSIRO 0350	Kuranda, QLD, Australia
<i>Eucalyptus torrelliana</i>	DENDROS 0079	QLD, Australia
<i>Eucalyptus urophylla</i>	BTR	Riam Kanan, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Girardinia sepium</i>	BTR	Banjarbaru, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Gmelina arborea</i>	DANIDA 1533/85	Nigeria, W. Africa
<i>Hymenia courbaril</i>	BTP	Yogyakarta, Central Java, Indonesia
<i>Intsia bijuga</i>	BTP	Yogyakarta, Central Java, Indonesia
<i>Intsia</i> sp.	BTR	Kalroni Village, Irian Jaya, Indonesia
<i>Leucaena leucocephala</i>	DANIDA 1237/84	Sabah, Malaysia
<i>Macadamia integrifolia</i>	BTP	N Sumatra, Indonesia
<i>Melaleuca leucadendron</i>	BTR	Gambut, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Paraserianthes falcataria</i>	FLR	Kediri, East Java, Indonesia
<i>Parkia roxburghii</i>	BTR	Binuang, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Peronema canescens</i>	BTR	Binuang, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Pinus caribaea</i>	DANIDA	Belize, S. America
<i>Pinus merkusii</i>	FLR	N. Sumatra, Indonesia
<i>Pinus oocarpa</i>	DANIDA 1118/83	Belize, S. America
<i>Pometia pinnata</i>	BTR	Biak, Irian Jaya, Indonesia
<i>Pterocarpus indicus</i>	BTR	Banjarbaru, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Schinus</i> sp.	BTR	Rantau, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Shorea selanica</i>	BTR	Kintap, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Swietenia macrophylla</i>	BTP	Central Java, Indonesia
<i>Trema</i> sp.	BTR	Riam Kiwa, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Vitex cofassus</i>	BTR	Riam Kiwa, S. Kalimantan, Indonesia

表11-5 インフタニIIIによる植栽試験2の対象樹種

INHUTANI III Seed sources used in experiment 2.

Tree species, seed suppliers, seedlot codes and collection areas in species elimination experiment 1 in Riam Kiwa, South Kalimantan, Indonesia.

Species	Supplier/seedlot	Seed origin
<i>Acacia aulacocarpa</i>	CSIRO 13077	QLD, Australia
<i>Acacia eurlculliformis</i>	CSIRO 15477	QLD, Australia
<i>Acacia cincinnata</i>	CSIRO 13361	N. QLD, Australia
<i>Acacia crassicaarpa</i>	CSIRO 13680	Wamever, Prov., PNG
<i>Acacia leptocarpa</i>	CSIRO 14986	QLD, Australia
<i>Acacia mangium</i>	PT. Inhutani II	S. Sumatra, Indonesia
<i>Acacia oraria</i>	FLR	East Jawa, Indonesia
<i>Albizia frasinifolia</i>	Dinas Kehutana., Manokwari	Ksironi, Irian Jaya, Indonesia
<i>Albizia procera</i>	CSIRO 14959	QLD, Australia
<i>Cassia sappan</i>	UGM	East Jawa, Indonesia
<i>Caillandra calothyrsus</i>	UGM	East Jawa, Indonesia
<i>Cassia fistula</i>	UGM	Central Jawa, Indonesia
<i>Cassia siamea</i>	BTR	Banjarmaru, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	CSIRO 13515	QLD, Australia
<i>Casuarina equisetifolia</i>	CSIRO	QLD, Australia
<i>Cedra palandra</i>	BTR	Rantau, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Cordia alliodora</i>	OFI 20/77	La Cebiba, Honduras, S. America
<i>Delbergia latifolia</i>	BTP	Central Jawa, Indonesia
<i>Delonix regia</i>	UGM	Central Jawa, Indonesia
<i>Dillenia sp.</i>	BTR	Rantau, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Gmelina arborea</i>	DANIDA 1553/85	Bende, Nigeria, W. Africa
<i>Paraserianthes falcataria</i>	FLR	Kediri, East Jawa, Indonesia
<i>Parkia roxburghii</i>	BTR	Binuang, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Pericopsis mooniana</i>	Dinas Kehutanan, Kendari	Pomata, S.E. Sulawesi, Indonesia
<i>Samanea saman</i>	UGM	Central Jawa, Indonesia
<i>Schleichera oleosa</i>	UGM	Central Jawa, Indonesia
<i>Sesbania formosa</i>	CSIRO 17053	N. Edge Ricebruck Plain, W. Australia
<i>Shorea leprosula</i>	BTR	Kintap, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Trema sp.</i>	BTR	Riam Kiwa, S. Kalimantan, Indonesia
<i>Vitex cofassus</i>	BTR	Riam Kiwa, S. Kalimantan, Indonesia

KEY: BTP	Seed Technology Center in Bogor, Indonesia
BTR	Reforestation Technology Center in Banjarmasin, Indonesia
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Canberra, Australia
DANIDA	Danish International Development Agency Seed Center, Humlebek, Denmark
DENDROS	Dendros Seed suppliers, Queensland, Australia
NTT	Nusa Tenggara Timur province
OFI	Oxford Forestry Institute, UK
PNG	Papua New Guinea
QLD	Queensland, Australia
FLR	Indonesian Ministry of Forestry, Department of Reforestation and Land Rehabilitation
UGM	University of Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

種は明らかでないが、アカシア、ユーカリ等の早成樹種が主体と考えられる。一方、郷土樹種の中には経済的価値の高い樹種が多く、これら樹種の造林意欲は高い。現時点で郷土樹種造林はさほど広く行われてはいないが、自然保全・森林研究開発センター（Nature Conservation and Forest Research and Development Center）、インフタニⅢ（INHUTANIⅢ）等では郷土樹種の植栽試験や採種林の指定などを既に実施しており（表11-1、11-2参照）今後、資源の枯渇が進むに連れて需要は高まるものと考えられる。

郷土樹種育種を効率的に進める上での問題点として、不定期的な開花・結実があげられる。また開花・結実に関するフェノロジー、無性繁殖技術等に関する情報の蓄積、技術開発は進んでいない。種子貯蔵の困難さも重要な要因で、採種後、急速に発芽力を失う樹種が多い。大学、試験場等、いくつかの機関で特定の樹種に限って少しずつ研究が進められているが、育種の基礎となる生物学的知識、技術の蓄積は乏しい。

近い将来の需要の増大に対応し、本来の自然植生を重視した造林事業を推進するためには、産地特性を考慮した郷土樹種の育種を進める必要があり、開花、結実から種子貯蔵、種子発芽等、更新に関する生理・生態学的特性をはじめ、組織培養、挿し木、接ぎ木、スタンブ等、無性繁殖技術の確立を図るとともに、急速に減少する遺伝資源としての優良天然林の保全を図るために、自然分布域内における集団間及び各集団内での遺伝変異の解析・評価等が必要である。

以上の諸事情を考慮し、「インドネシア林木育種計画フェーズ2」では、郷土樹種の育種戦略を樹立するための基礎となる情報の集積と技術開発に主眼をおいた研究協力を実施する必要がある。

フェーズ1でも、樹種レベルでの技術開発は行われていたが、フェーズ2では選抜プラス木という特定の個体について、クローン増殖を行う。

フェーズ1で設定した実生採種林を対象に、プラス木の選抜方法を確立し、必要なプログラム開発を行う。

プラス木の選抜にあたっては、成長だけでなく材質等についても考慮する。

11-2. 活動分野別協力内容

量的遺伝、情報管理のいずれの分野とも、原則的には、フェーズ1の技術協力成果を踏襲し、新たに発展する部分を課題化することで対応する。

11-2-1. 量的遺伝

この分野の協力の範囲は、まず、フェーズ1で設定した実生採種林からのプラス木の選抜

方法について、選抜から採種穂までの一連の業務に関する技術の確立が中心である。

(1) 次世代化育種技術の確立

フェーズ1で設定した実生採種林を対象に、プラス木の選抜方法を確立し、必要なプログラム開発を行う。調査データからの選抜候補木の抽出、抽出結果に基づく選抜プラス木の現地踏査による確認とマーキング、間伐の実行、プラス木からの採種と採穂ならびに採取材料の標識方法など、次世代化育種技術を確立する。また、プラス木の選抜にあたっては、単に成長・幹形質などの可視的表現形質の良好性だけでなく、材質形質について樹種ごとに選抜対象となる具体的な形質（例えば、ヤング率、比重等）の選抜と調査方法の確立を行う。

プラス木選抜の際には、当然、病虫害に冒されていない健全な優良木を選抜することになる。アカシアマンガウムの芯腐れ病のような広範に伝播する樹病等は、フェーズ1の時点では認められなかった。したがって、フェーズ2でも、当面、この問題に対する具体的な対応を行う必要性は認められないが、インドネシア側からの強い要望（すなわち、単一樹種による大面積造林に対する危惧）もあり、病原菌の分離・同定、人工接種法の技術習得についての協力は、研修員の受け入れによって対応する。

フェーズ2では、プラス木から採種した材料によって、次世代実生採種林の設定も1、2の樹種（アカシアマンガウム等）で、2～3カ所程度は可能と考えられる。この場合の設定方法は、フェーズ1で確立した技術で対応できるが、近親交配をなるべく避けるような家系配置にいつそうの配慮が必要である。

プラス木の選抜前後について、DNAマーカーを利用して、選抜対象形質以外の遺伝子頻度がどのように変化するか、遺伝変異の減少を調査する必要がある。幸い、DNA分析技術については、機器材の供与も含めて、相当部分がフェーズ1で確立されており、こうした基礎的技術の実際面での応用としての課題化は、実行可能であると考えられる。また、プラス木の選抜にあたっては、成長でなく材質等についても考慮する。

(2) 実生採種林における交配実態の解明

フェーズ2の協力期間中に相当数の実生採種林において、着花・採種が見込まれる。このため、プラス木を主体に着花量や開花時期の早晩性、結果率と採種量などの基礎的な情報の収集を行う。こうした情報収集についての具体的な方法は、現場の作業員でも行える野帳の作成方法や例えば3段階、5段階の指数による調査方法の統一化などについての重要性を指摘し、技術指導を行う。

また、実生採種林における交配実態の解明の一助として、DNA分析技術を適用し、選抜プラス木相互間の任意交配が行われているかどうかを検証する。

(3) プラス木増殖技術の開発

フェーズ1でも、採種レベルでの技術開発は行われていたが、フェーズ2では特定個体である選抜プラス木についてクローン増殖を行う。選抜プラス木の増殖は、事業レベルでの実行を考慮して、さし木を主体にフェーズ1に引き続いて技術開発を行う。同様に、プラス木相互間の人工交配技術の開発や、一部の樹種ではF1雑種の創出なども目標に、さらなる交配技術の発展・向上を目指す。

11-2-2. 情報管理

この分野の協力の範囲は、フェーズ1で確立された種資源データベースの拡充および発展が主体になり、量的遺伝の分野の主体である次世代化育種材料に関する情報の管理と伝播が新たに加わる。

(1) LAN敷設とデータベースの有効活用

フェーズ1で構築したデータベースの有効活用のため、また、各種の育種関連情報の共有などが行えるように所内にLANを敷設する。データベース等、関連する情報の有効利用を容易にするために所内LANを敷設する。実際には、インドネシアに存する業者が設置することになるが、業者の力量次第ではインターネット接続までも考慮したLANが敷設できれば成功と言えよう。この仕事については、長期専門家、C/Pおよび業設置者らと綿密な打ち合わせをしながら、安定した、かつ、保守の容易なシステムとしなければならない。

ただ、一つ確実に言えることは、林木育種センターの例から推察して、サーバーのオペレーティングシステムにUNIXを使うことは避けた方が良いと思われたので、このことはC/Pらにも伝達しておいた。

(2) 種子源および選抜プラス木の情報管理

データベースの構築では、フェーズ1で確立した産地・家系ごとのいわゆるバルク単位での情報を管理し、フェーズ2の初期には引き続き定期調査の結果などを集積させる。

一方、選抜プラス木の情報については、個体単位での管理が必要となることから、新たなデータベースを作成しなければならない。しかも、従前のデータベースとの整合性や2世代、3世代と進展する情報への対応をも考慮すると、この部分の仕事が大きな比重を占めることになると考えられる。いずれにしても、実生採種林での仕事の進捗状況しだいであるが、量的遺伝の分野の仕事との連携をとりながら、かつ、取り扱いが容易で発展性のあるデータベースの構築が必要である。

(3) 改良種穂等の収集・管理と配布体制の確立

フェーズ2ではフェーズ1で設定した実生採種林からの次世代化材料である種穂が採取可

能となる。フェーズ2では、これら材料の有効活用のための組織活動や運営がいっそう重要になるが、この目的を達成するためには、研究者ばかりでなく業務部門や行政部門の組織への参画が必要である。また、フェーズ1で行われてきたように、INHUTANIなどの造林公社との連携・協力も欠かせない。プロジェクトの本来の目的である技術協力とは異なるかもしれないが、林木育種計画という壮大なプロジェクトという観点からは、日本が進めてきた林木育種に関する組織運営のあり方や方法を広く伝達しておくことに大きな意義を認める。次世代化育種材料とこれにともなう情報の配布体制は、こうした組織的な対応が行われれば、このプロジェクトがインドネシアにおける林木育種の実行体制の中核として、自然に発展していくものと期待される。

また実際に、次世代化のための種穂について、選抜プラス木からの採取が正確に行われる必要があるが、フェーズ1で確立されたDNA技術は、この分野の仕事についても適用可能である。段取りを十分よくしておいても、何ぶんにも現場作業で行う仕事である。採取材料を混合してしまうという間違いはつきものである。このため、こうした問題に対処できるように、採取した材料の個体や家系識別にDNAマーカーによる分析技術を適用する。こうした技術は、フェーズ1の段階ですでに十分に実用レベルに達しており、応用面における一例として実現可能と考えられる。

11-2-3. 郷土樹種・育種

プロジェクトの実施期間が5ヶ年間であることを考慮し、且つ、将来、インドネシアが自立して研究・事業を推進していることを念頭に、郷土樹種の育種戦略を樹立するための基礎となる知識・情報の集積、技術開発に力点をおいた課題設定が必要である。

以上のことを考慮し、当該プロジェクトでは育種対象樹種を代表的なものに限定し、活動範囲も育種戦略上のプライオリティーの高い課題に絞り込む必要がある。

代表的樹種における育種戦略を、基礎的情報、知識の集積及び技術開発を通して事例的に実施することにより、郷土樹種育種の展開を他の樹種に広げる基礎を築き上げることとする。同時に、郷土樹種育種の実施に伴う様々な問題点の整理、研究アプローチ等に取りくむ。

(1) モデル試験地設定

対象樹種を2～3種に絞り、天然分布区域の中で調査のためのアクセス可能な林分を選定して、事例的に情報収集を行うための試験地を設定する。対象林分の選定にはインドネシア林業省及び関係機関の協力を得ることが重要である。

1) 優良木選抜調査

選定されたモデル試験林において、育種目標、優良木の選抜基準、選抜方法等を検討する

ために集団内の遺伝変異等、必要な情報を収集する。

2)開花調査

選定されたモデル試験地において、育種対象樹種を中心に実生繁殖のための開花、結実に関するフェノロジーの情報収集を行う。

3)遺伝的多様性評価

選定されたモデル試験地において、育種対象樹種を中心に遺伝マーカー等による集団内の遺伝変異の解析、評価を行い、優良木選抜の基礎情報を得る。また、財政的に余力があれば、樹種ごとの自然分布区域内の遺伝的変異の評価を行い、遺伝資源保全、優良木選抜、育種種苗配布のための地域区分等、育種戦略樹立のための基礎情報を収集する。

(2)増殖技術

郷土樹種の中には、毎年開花、結実の見られる樹種もあるが、大部分は不規則で予測困難なものが多い。しかも種子発芽力は短期間に失われ、貯蔵が困難である。安定的、効率的に育種事業を推進するためには有性、無性繁殖技術の確立が必要である。

1)実生種子の収集

開花・結実周期が規則的で、短期間に結実が繰り返される樹種では採種林を指定して母樹別に種子採種を行い、産地特性の他、母樹ごとの生産量、形質等の情報を収集する。

2)無性繁殖

大部分の郷土樹種では開花・結実までに長年月を必要とし、結実周期も不規則、予測困難である。また、選抜した優良個体の遺伝子型をそのまま保存するためにも、無性繁殖による増殖法の確立が必要である。そこで効率的に育種プログラムを進めるため、組織培養、挿し木、接ぎ木、取り木などによる無性繁殖技術の確立を図る。

11-3. 専門家派遣計画

3つの大きな分野に、それぞれ1人ずつの長期専門家をあてる。そして、各課題の進捗状況に応じて、また、長期専門家で対応できない部分の課題について、適宜、短期専門家を派遣する。短期専門家の派遣人数は、プロジェクト5年間の期間中に15人を予定する。

11-4. 研修員受入計画

研修員の受入は、各課題の進捗状況に応じて、また、短期専門家の派遣に呼応して、技術が円滑・有効に移転できるように行う。研修員の受入人数は、フェーズ2の5年間の期間中に10人を予定する。また、当初日本側でも協力活動として予定していた材質評価に加えて、先方の強い要望で病虫害抵抗性も次世代選抜活動(TSIの1.1の活動)に含まれることとし、

少なくとも日本での技術研修で病害抵抗性育種の一般的技術を修得したいとしている。

11-5. 機材供与計画

11-5-1. 量的遺伝

まず、実生採種林で選抜するブラス木のためには、あまり高価な機材は必要ないと考えられたが、定期調査で使用する測竿・輪尺や選抜木のラベリングのための機材が必要である。もちろん、これらの大半はフェーズ1で用意されているが、多用されるため不具合や故障が生じ、更新の時期に達していると考えられた。

収集データの解析用に、パソコンが5,6台程度とソフトウェアが必要である。これらについても、フェーズ1で用意されたが、フェーズ1が開始されてから5年以上が経過し、この期間中のパソコンの発達が著しかったため、更新が必要である。なお、C/Pらは、日本人専門家が使用する日本製マシンが、相対的に多いと感じているようであり、彼らに不満がある。このため、フェーズ2では日本人専門家もDOS/V (IBMコンパチ) 機を使用するようにして、台数は可能な限り確保したい。最近では、日本でもそうであるが、パソコンがないと何も仕事ができないような時勢になったことを認識し、C/Pらの意見も取り入れて準備する必要がある。

この他、材質形質の調査用に新たな機器が必要と考えられるが、この詳細については長期調査の結果に基づいて、準備しなければならない。

11-5-2. 情報管理

ここで、必要になる機器材は、LAN敷設のためのサーバー1台、端末機5~6台、ケーブル類およびオペレーティングシステム等稼働ソフト一式である。おそらく、フェーズ2で投入する供与機材の相当部分が、このLAN敷設に必要であると考えられる。サーバーには、あまり大規模なミニコンでなく、ワークステーションクラスの機器で十分と思われる。オペレーティングシステムは、現時点では、UNIXよりはWindows NTの方が良いと考えられる。また、端末機は専用のものでなく、パソコンにした方が効率が良く、前述との関連で導入台数も多くすることができる。

通信回線については、長期調査の結果に基づいて設置することになるだろうが、敷設業者の技術程度にしたがうことになると思われる。

DNA関係の機材は、大半がフェーズ1で用意されたと考えるが、不足の機器があれば購入単価も高い機器が多いので、供与機材で用意すべきである。

11-5-3. 郷土樹種育種

原案：SEM、ディープフリーザー、インキュベーター、グローキャビネット、生物顕

微鏡インドネシアからの要望：挿し木温室のミスト装置、クールボックス、GPS、カメラ（ズーム、マクロレンズ付き）、気象観測装置（苗畑）、成長錐、木登り器

内容については課題内容との関連でさらに詰める必要有り。

12. 専門家の生活環境

治安、医療、教育が生活環境上重要であるが、フェーズ1の長期専門家からの聞き取りからも大きな問題はない。しかしながら、ジョグジャカルタには日本人学校、補習校はなく、学期の子女はインターナショナルスクール（幼稚部から8年生まで）での就学となる。

詳細な情報は任国情報（派遣専門家オリエンテーション資料）；インドネシア・ジョグジャカルタ編 JICA、1995を参照されたい。

13. 相手国側との協議結果

(1)協議議事録（以下の符号は締結した協議議事録の符号と対応）

林木育種研究所での調査と詳細協議及び南カリマンタンにフェーズ1で造成した実生採種林試験地等の視察並びに自然保全・森林研究開発センター等林木育種関連機関での調査結果を踏まえ林業研究開発庁との協議議事録で以下について合意した。

I. プロジェクトの位置付け（Background of the Project）

II. 協力計画の枠組み

1. 基本構想（案）

2. 暫定実施計画（案）

3. 協力期間：1997年12月1日～2002年11月30日（5年間）

4. 日本側貢献

(1)専門家 1)チーフアドバイザー 2)業務調整員

3)情報管理、量的遺伝、郷土樹種育種の専門家

4)必要な分野の短期専門家（15名程度と口頭言及）

(注) チーフアドバイザーと業務調整員は専門分野専門家を兼務することができる。

(2)研修員受入（2名/年×5年で計10名と口頭言及）

(3)機材供与（上限80百万円と口頭言及）

(注) 供与機材の要望リスト（第1次案）を7月8日までにJICAへ提出すること。

5. インドネシア側貢献

(1)カウンターパート（Annex3）

(2)プロジェクト運営経費

(3)施設の提供

6. 合同調整委員会 (Annex4)

Ⅲ. プロジェクト形成までの手順

1. 調査団帰国報告後、JICAは2分野（協力計画と郷土樹種育種）の長期調査員を派遣し、プロジェクトの詳細を詰める。

2. プロジェクトの正式な形成は林業研究開発庁長官とJICAインドネシア事務所長間の討議議事録への署名によって完成される。

3. インドネシア側は上述の討議議事録署名後1ヶ月以内にJICAに対し日本側専門家 (A1) と供与機材 (A4) の要請書を提出する。

Ⅳ. その他

1. 調査団と林業研究開発庁は、後者がプロジェクトの予定される活動のために予算と要員を時期を失せず利用できるようにすることが、プロジェクトを計画通り実施する上で必要であることを認識する。

2. 両者は材質評価と病害虫抵抗性は採種林での選抜手順に含まれることを認識する。しかしながら、後者の活動は日本での研修を通してのみ協力されると考える。

3. 両者はフェーズ1で収集された種子源の保存と *ex-situ* (場所を変えての) 遺伝資源保全の重要性を認識する。それゆえに林木育種研究所がHTIプログラムへの一層の貢献のためにクローンバンクと産地資源集団を造成することが望まれる。

(2)林木育種研究所での先方との詳細協議

林業研究開発庁との協議議事録の以下の添付文書の内容について主に協議した。

1)基本構想 (案)、2)TSI (案)、3)カウンターパート名簿、4)合同調整委員会
詳細協議結果に基づき、当初日本側 (案) を部分的修正し、最終的に合意した。

1)基本計画 (案)

当初案からの主な修正箇所は以下2点である。

①プロジェクト成果の活用対象は産業造林企業よりも国家産業造林計画が適切とし、HTI companiesをHTI programに修正。

②プロジェクト成果を改良種子源とその情報及び開発技術とし、情報を協力活動の主旨に沿って特定。英文表現をseed sources, their information and tree improvement technologyとした。

2)TSI (案)

当初案からの主な修正箇所は以下6点である。

①1-1-1. 選抜手法；有望樹種の選抜が残るため2001年の1年間の活動を追加

②1-1-2. 次世代集団；最終間伐が開始されるため、1998年後期から1999年前期の1年間の活動を追加

③1-2-1. 着花と種子生産；1-1-1と同じ理由で2001年の1年間の活動を追加

④2-2. 情報処理；活動実態にあわせてInformation managementを Database managementに修正

⑤2-2-1. 家系別情報及び2-2-2. プラス木情報；④と同様にInformation systemを Database systemに修正

⑥2-3-1. 種子源の提供；種子、挿し穂、苗も含めて種子源に調整し、2のimproved stockとの混乱を避けてseed and stockをseed sourcesに修正

上述の修正箇所以外の先方との主な協議論点は以下2点である。

①1-1-3. 遺伝変異評価；選抜前後の比較による評価であることからafter selectionを削除したいとの要望があったが、検討・保留とした。(調査団帰国後の検討で、DNA分析は選抜の前後とするが、選抜後に遺伝変異がどう変化したかが課題であることから課題表現としてafter selectionを残すこととする)

②2-2-1. 家系別情報；協力開始後2年間の協力としているが、全協期間（5年間）の協力課題としてはしいとの要望があったが、家系については2年間で終了し、以降は先方の独自事業として進めること、1999年後期からはデータベース整備の主力をプラス木とすることで合意。

3)カウンターパート名簿

①4研究グループや管理部門間の調整のため研究管理（Research Management）担当者を置くこと。

②課題毎に責任者を明示すること。

③特に課題2「情報と材料の管理」については研究者のみでなく、管理部内も担当することが重要である。

④業務調整員のカウンターパートは所長（プロジェクトマネージャー）不在時に代理できること。

4)合同調整委員会

特にプロジェクト成果のユーザーとして造林総局、企業総局、APHI（造林企業協会）を、先方予算機関として林業省大臣官房計画局、専門家の特権許可担当の同大臣官房海外協力投資局を委員として組み入れた。これらの委員構成部局は一部を除いて6月26日の署名式に立ち会った。

14. 技術協力の妥当性

フェーズ2において、3分野（量的遺伝、情報管理、郷土樹種育種）で次のような協力を行うことは、以下に述べる理由から妥当である。

14-1. 量的遺伝

フェーズ1では、早成樹種の第1世代の種子の導入、採種源の造成、間伐の実施を行ってきた。フェーズ2では、ブラス木の選抜を実施し、実生採種園（seedling seed orchard）の造成を行うべく協力を実施するが、ブラス木の選抜を経て採種してはじめて一連の育種サイクルが完了することから、協力は妥当である。

14-2. 情報管理

フェーズ2では、早成樹種に関する情報と材料の普及・提供システムの構築を行うべく協力を実施するが、フェーズ1では早成樹種に関するデータがかなり蓄積されており、フェーズ2ではこれら情報を造林事業者に対していかにして普及し、定着化を図るかが重要であることから、協力は妥当である。

14-3. 郷土樹種育種

フェーズ2では、木材生産を目的とした郷土樹種の育種事業化に必要な研究開発に関して協力を実施するが、郷土樹種に関しては育種事業化に向けた情報や技術が不十分であるため、基本的な調査及び研究を行うことは、妥当である。

15. 協力実施にあたっての留意事項

郷土樹種に関しては、樹種が多く、育種技術も解明されていない部分が多いため、何をフェーズ2の成果とするのか明確にしておかなければならない。すなわち、いくつの樹種を対象に研究するのか、何を研究目的におくのか等、協力の範囲を明確にしておかなければならない。

また、協力の開始時期については以下の理由により平成9年12月1日からとすることが望まれる。

- 1)先方政府及び在インドネシア大使館は以下の理由で、本年内の協力開始を強く要望。
- 2)優良木選抜等のフェーズ1活動は先方単独で継続されており、次期フェーズまでの空白期間が大きくなれば、その間に十分な技術指導ができず、フェーズ2の主要成果である試験林から採種林への誘導に支障が生ずる。
- 3)1998年3月に大統領選挙を控えており、選挙後林業大臣を含む幹部の人事異動が見込

まれることから、行政に混乱が予想される。このため、現体制下で実施してきたフェーズ1プロジェクトから次期フェーズへ円滑に移行させるには現行政体制下での協力開始が必要である。

4)先方の1998/99年度予算要求作業上、政府予算確保のためには9月中のR/D署名を必須としており、その実行(協力開始)も年内であることが具体性のある要求として十分なカウンター予算を確保できる条件となっている。

16. 長期調査の必要性和調査内容・留意点

16-1. 計画管理

協力計画分野の調査の成果は全体活動計画PO(邦文・英文)とする。調査の留意点は以下のとおりである。

①各種投入間の調整は困難である。先方はC/P研修や機材の増加を希望しているが、短期専門家の減少に変えて、これらの投入増は対応できない。

②投入：C/P研修10名、個々の研修期間は1年未満であること。

機材80百万を上限(輸送費込み)

短期専門家15名

③PO作成に当たっては協力活動と先方独自事業を明確に区別すること。例えばTSI(案)2.2.1は開始後2年間のみを協力対象とし、それ以降は先方が継続実施する。活動毎に協力の範囲と目標を明確し、POに明記することが肝要。

④POとPDMは1998年5月頃に派遣予定の計画打合わせ調査時に合同委員会を開催し合意する予定。

16-2. 量的遺伝

特に大きな問題点はない。しかし、設定する課題の中で、次世代化育種技術の確立において実行するプラス木の選抜には、材質に関する実行課題が含まれている。このため、この部分に関連する課題設定に伴う情報の収集が必要である。

調査の具体的な内容は、選抜を実行しようとする樹種ごとに、材質関係の形質で、比較的簡単に実験でき、かつ、プラス木の選抜に有効な形質の選択と、この実験に必要な機器材等のリストアップである。機器材については、大がかりなものではなく、保守・管理などが容易であるものの方が良い。

16-3. 情報管理

この分野では、LANの敷設が最大の問題である。事前調査でC/Pらと意見交換を行ったところ、ジョグジャカルタにもインターネット接続を行うプロバイダが2業者であるということであった。実際、C/Pの一人は、この業者のいずれかに加入手続きを行って、電子メールアドレスを所有していた。しかし、本来、プロバイダとLANの敷設業者とは一致しないのがふつうである。したがって、LAN敷設に関する問題は、技術的な部分をかなり詰めておく必要がある。

調査の具体的な内容は、サーバーの機種、稼働オペレーティングシステム、通信回線の種類、および敷設・設定に関する技術上の問題点と解決策などである。

16-4. 郷土樹種の育種

今回の事前調査では、調査対象を以下の4点に絞って行った。

(1)育種対象樹種

(2)育種目標（形質）

(3)基礎データ収集のためのモデル試験地設定候補林分

(4)開花・結実に関わるフェノロジー研究とその成果

(1)及び(2)に関しては、インドネシア側の意思統一は必ずしも十分とはいえず、概略的な情報しか得られなかった。そこで、以下の点に関して、長期調査で課題の具体的実施計画を立てつつ、細部の詰め、候補林分の選定、確認等を行う必要がある。

1)育種対象樹種の選定

当該プロジェクトの実施期間は5カ年間であり、その期間内で実施可能なことが必須条件である。また、プロジェクトの目的に一致する樹種（企業造林、木材生産）を選定する必要がある。さらに、5カ年間に少なくとも1回以上開花、結実の見られることが重要で、できれば毎年開花・結実する樹種が好ましい。

2)育種目標（形質）

樹種に依存する。成長形質（初期成長、成長継続性）、形態形質（通直性、真円性、枝性）、材質（光沢、色、比重、繊維長、強度等）、耐性（乾燥害、塩害、病虫害、土壌重金属、痩せ地等）等、具体的形質、目標を明らかにする。

3)モデル試験地設定の可能性

樹種に依存する。当該モデル試験地は優良木選抜、遺伝的多様性（変異）評価、開花調査などを行う中心となる試験地であり、できる限り天然林を選定する必要がある。しかも頻繁に調査するためには試験地へのアクセス条件は十分配慮される必要がある。

以上の条件を考慮し、林業省、試験研究機関、インフタニ等、関連機関、組織とも綿密に連絡、調整をとりつつ選定する必要がある。ちなみに天然林ではインフタニⅢが既に中央カリマンタンのMuaratewehと南カリマンタンのKintapに郷土樹種の採種林を設定している。また、自然保全・森林研究開発センター（Nature Conservation and Forest Research and Development Center）ではジャワ島内15カ所（ボゴール植物園を含む）に外来132種、在来樹種177種（重複有り）を植栽した試験地を設定している（表16-1参照）。これら採種林、植栽試験地の利活用の可能性を検討する必要がある。

4)開花調査

開花調査では結実、充実率等、種子形質、種子貯蔵法までを含めた有性繁殖一般を扱うかどうか検討する必要がある。開花周期、開花期間等、開花現象のみの調査では不十分である。種子繁殖を考える上では、開花から種子発芽までに至る繁殖生物学（Reproductive Biology）的研究と情報、データの集積が求められる。郷土樹種の育種戦略とフェーズ2における実行可能課題との関連で具体的実施課題を決める必要がある。

5)遺伝的多様性（変異）の評価

いかなるレベルでの遺伝的多様性を評価するのか、目的に合わせたレベル設定が必要である。産地間変異を対象とした評価を考えるのであれば、それぞれの種ごとの自然分布域をカバーする集団を対象としたサンプリング、評価を行う必要がある。単に特定集団（林分）内の遺伝変異を考えているのであれば、モデル試験地内でのサンプリングで十分である。

多様性評価の形質を決める必要がある。一般的には産地試験に代表されるような成長、形態、抵抗性、耐性などの形質があり、産地との関連で生態型分化を明らかにする上で重要な形質である。一方、遺伝マーカーを使った評価手法は環境条件に左右されない仮定の下で、系統文化、類縁関係などの解析には適している。集団内の遺伝変異の動態を解析するのが主目的であれば、アイソザイムやDNAマーカーを使った解析が適しているし、様々な環境条件に適応した遺伝的多様性（例えば生態型）等の解析を目的とするのであれば、形態や適応形質を取り上げる必要がある。今回の分野別協議では、インドネシア側から具体的提案はなかったもので、再度、確認、協議して決定する必要がある。いずれにしろ、材料サンプリングに必要な林分（集団）、アクセス条件、関係機関、組織によるサポートの可能性等を明らかにしておく必要もある。

6)実生種子の収集

収集すべき樹種の候補リストを事前に作成し、関係機関、組織との連携のもとに実施する体制を整えておく必要がある。種子採種樹種、採種候補林分、情報収集体制、各機関、林分、組織、機関を詰めておく。

表16-1 自然保全・森林研究開発センター設置の外來、在來樹種試験地

Location distribution and number of tree species in every Experimental Garden in Java

No.	Experimental Garden	Native Species	Exotic species	Total species	Total families
1	Darmaga	80	41	131	35
2	Pasir Awi	27	23	50	19
3	Janiappa	26	19	45	19
4	Haurbentes	30	3	33	9
5	CArita	38	19	57	25
6	Cikampek	27	35	62	27
7	Fasir Hantap	41	35	76	28
8	Cikole	16	29	45	15
9	Arcamanik	13	3	169	7
10	Cigerendeng	12	1	13	5
11	Cunung Kidul	18	18	36	17
12	Kali Urang	33	39	72	20
13	Padekan Malang	11	34	15	13
14	Sumber Wringin	26	41	67	20
Total		177	132	309	54

1997. 6. 24

NCFRDC

7)郷土樹種の産地試験地（展示林）

産地による遺伝的多様性をビジュアルに示すものとして、研究所近辺に展示林を設定することが好ましい。保存林を兼ねた展示林を造成し、産地による違いをビジュアルに展示できるものがあると、様々な研究に活用できる。

8)無性繁殖技術の開発

有性（実生）繁殖困難な樹種の増殖や、優良選抜個体の遺伝子型を現地外でそのまま保存するためには無性繁殖によるクローン化技術に頼らざるを得ない。無性繁殖技術としては組織培養、細胞培養、挿し木、接ぎ木、取り木、芽かき、株分け、スタンプ等があるが、対象樹種に適した増殖技術の開発が育種事業を円滑に進める上で重要である。先方との分野別協議の場では、インドネシア側は挿し木、取り木、接ぎ木など、屋外施設での大量増殖に関心を持っている印象を受けた。

郷土樹種の無性繁殖法としてどの方法が最適か、技術改良、開発を必要とする対象はなにか等、対象樹種との関連においてフェーズ2で達成すべき目標を明確にしておく必要がある。

17. 提言

(1) 上記、基本構想2の「改良種苗の提供システムの開発」においては、将来研究所が行う改良種苗原種の提供と、それと一体化した情報・技術の提供が、またユーザー機関に対する訓練や指導が要求されるため、研究職職員と行政職職員が一体となったシステム開発を行っていくべきである。

(2) 基本構想3の「郷土樹種の育種技術開発」に関しては、大学、林業試験場、あるいはINHUTANI IIIや民間企業など、既に先行して技術開発や試験地造成を行っている機関が存在することから、フェーズ2の5年間という協力期間を考慮するとこれらの機関との情報・技術交換を行い、場合によっては共同研究の形態で技術開発を進める方がより確実で近道であろうと考えられる。

(3) 将来、林木育種研究所が核となって「イ」国の林木育種を推進していくためには、国家第6次林業開発5カ年計画（1994/95～1998/99）等を受けた形の林木育種プログラム及び研究計画の策定を行って、大学、企業体あるいは種苗組合など関係機関と連携を保った研究を行い、その成果を国家事業に還元するべきである。そのための組織、体制作りが強く望まれる。

(4) 来年大統領選挙後の新内閣発足後林木育種研究所は2等機関に昇格の予定であり、「イ」国側の林木育種に対する熱の入れようが伺える。本プロジェクト終了後は本研究所が東南アジアの中核となって近隣諸国の林木育種を指導できるように支援する必要がある。