

大規模森林回復技術調査

基礎調査報告書

(インドネシア・中国)

平成3年2月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1092821 (6)

22739

大規模森林回復技術調査

基礎調査報告書

(インドネシア・中国)

平成3年2月

国際協力事業団



序 文

国際協力事業団は、特定国又は特定地域の農林水産分野の基礎的資料・情報の収集・整理を行い、将来の技術協力の展開に資することを目的とした「基礎調査」の一つとして、航空機等を利用した大規模な森林回復技術についての基礎調査を、昭和63年度にはカナダ及びアメリカ合衆国で、平成元年度にはオーストラリア及びインドネシアで実施してきた。

本年度は、開発途上地域における航空機播種造林の適正技術について体系化を図るため、一昨年度及び昨年度の調査結果並びに国内に設置した大規模森林回復技術委員会検討結果に基づき、インドネシアを対象地として取り上げて試験地選定及び直播き試験設定等のため、インドネシア南カリマンタンでの現地調査を平成2年9月から11月にかけて実施するとともに、豊富な航空機造林の実例を有する中華人民共和国に平成3年1月に基礎調査団を派遣した。

調査団は、両国政府関係者と協議を行うとともに関連機関及び関連施設において調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びと成った。

本報告書が、今後の海外林業協力事業に携わるものに広く活用されるとともに、インドネシア共和国、中華人民共和国と我が国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終わりに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成3年2月

国際協力事業団

林業水産開発協力部

部長 宇津木 嘉夫

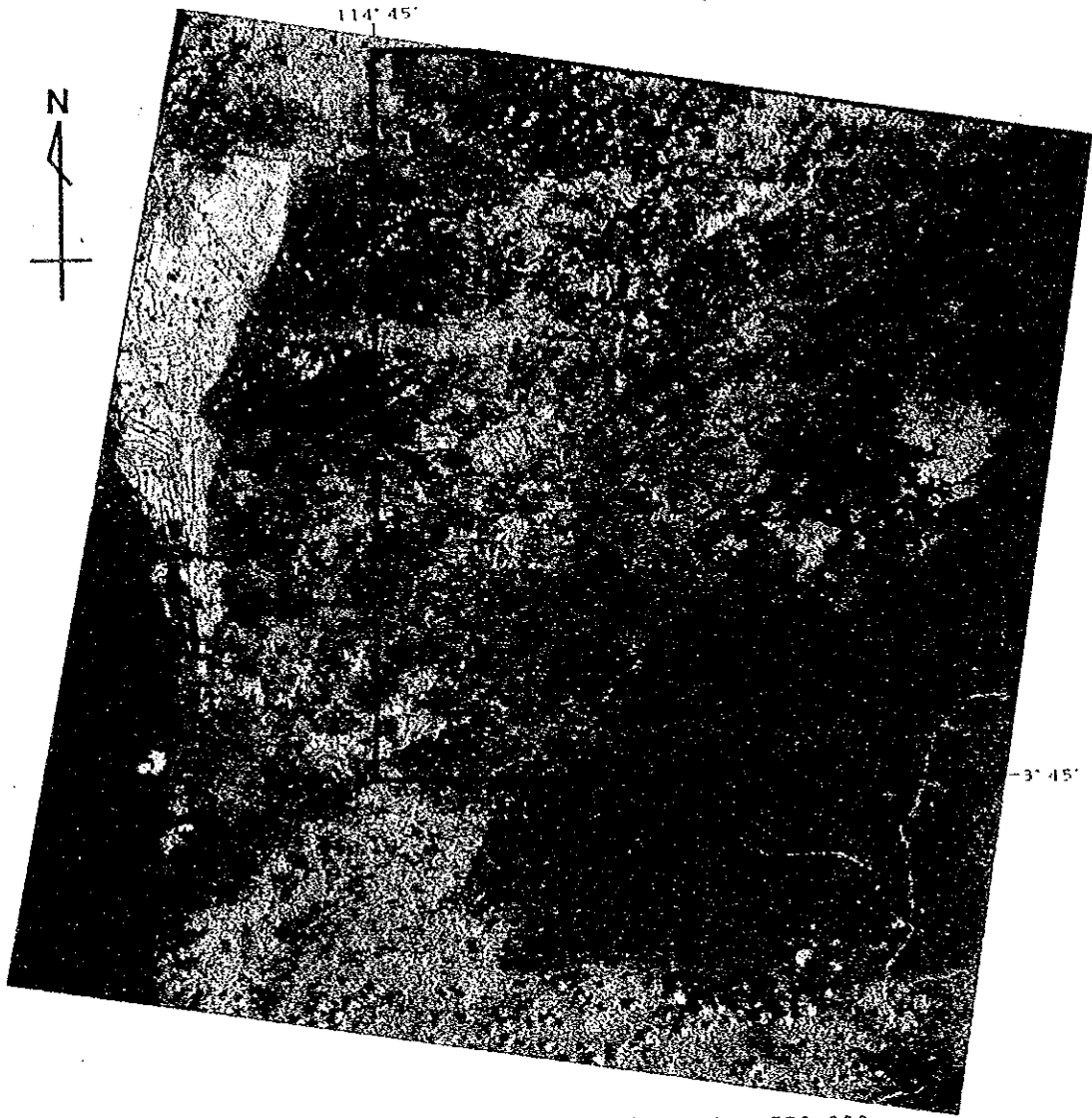
< 報告書の構成 >

I. インドネシア国大規模森林回復技術調査

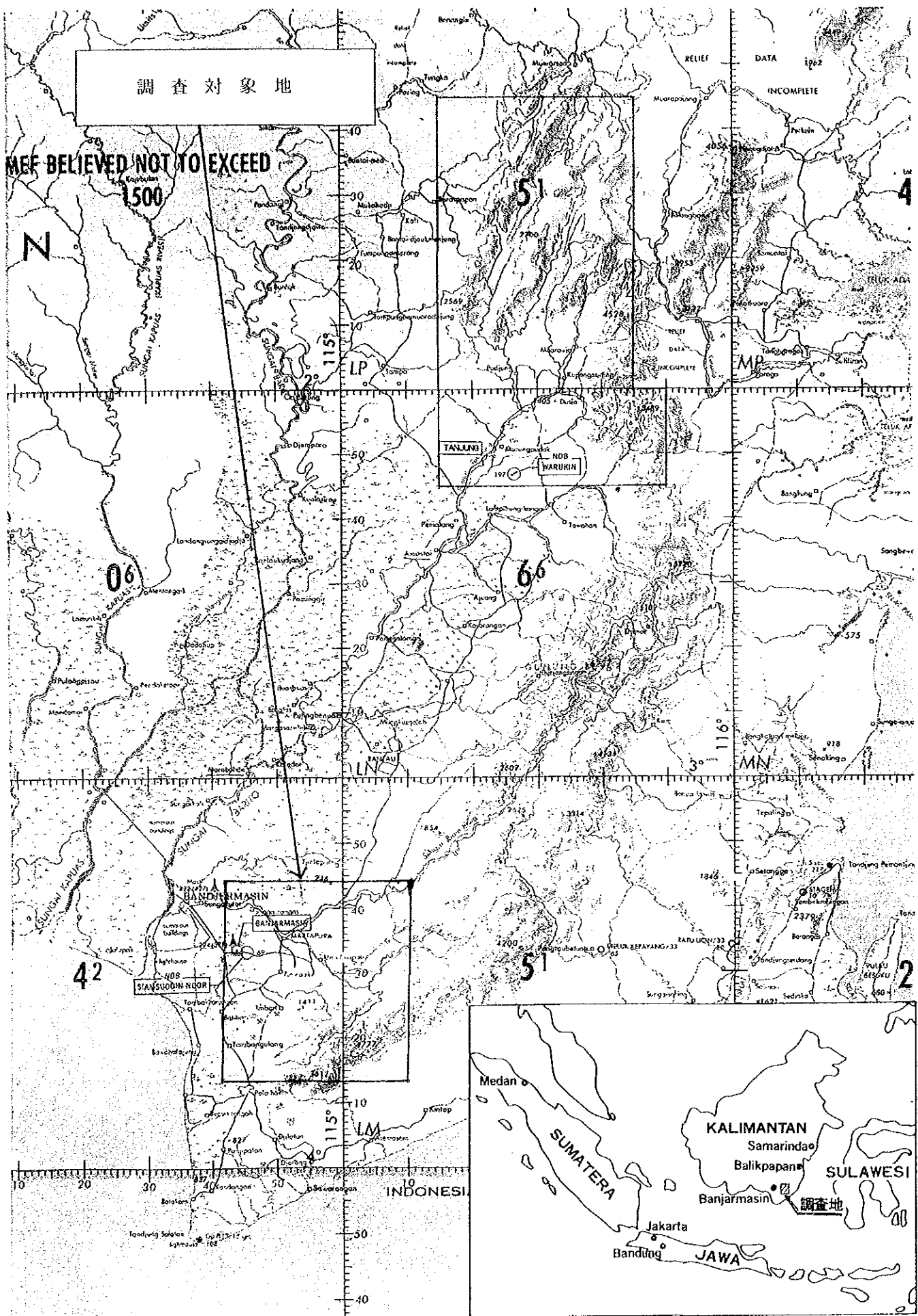
II. 中華人民共和国大規模森林回復技術調査

I. インドネシア国

大規模森林回復技術調査



ランドサット画像による調査対象地の概況



現地調査位置図

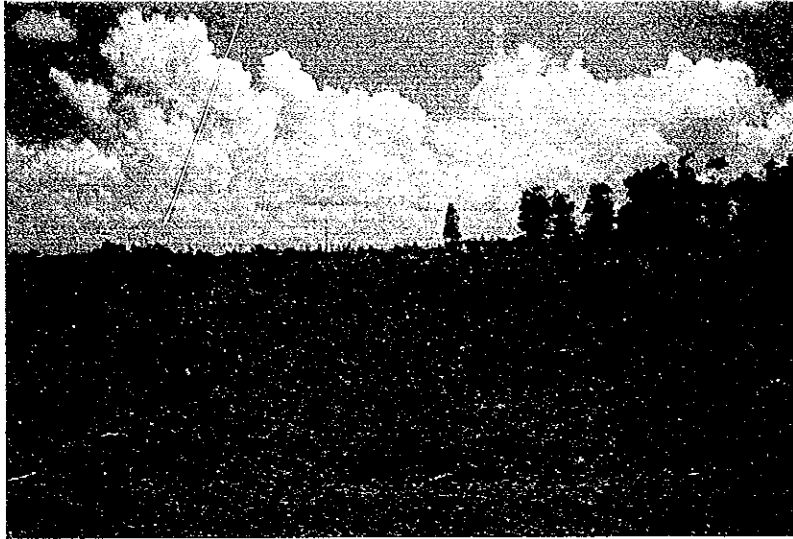


写真-1
直播試験地
全景



写真-2
試験プロット
の設定完了
(プロット3)

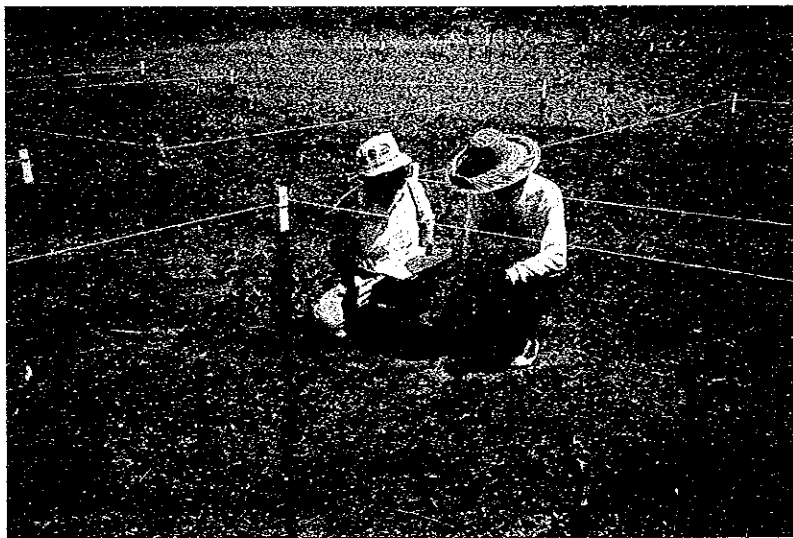


写真-3
発芽経過の
測定観察
(プロット1)

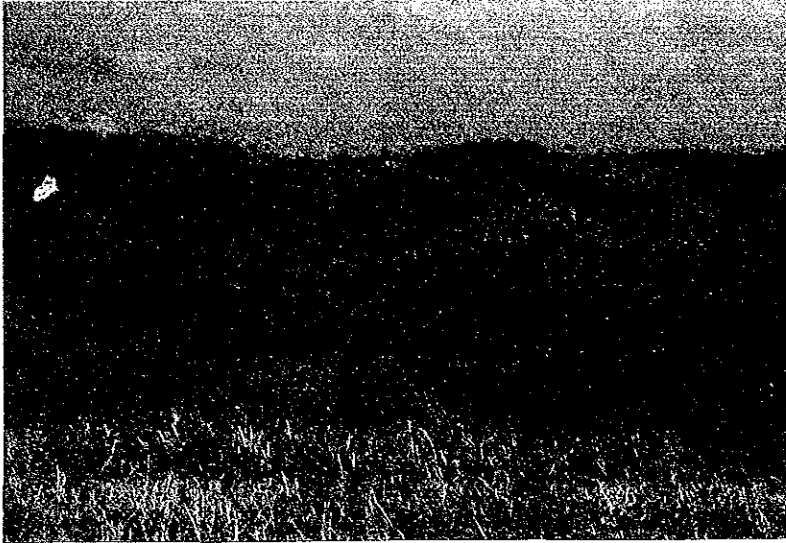


写真-4
実証試験対象地
(A地区)



写真-5
実証試験対象地
(B地区)



写真-6
インドネシア国内
で多く運航されて
いるベル206A

目 次

要 約	1
1 調査団の派遣	4
1-1 調査団派遣の経緯と目的	4
1-2 調査団員の構成	6
1-3 調査日程	7
1-4 主要面会者	13
2 航空機による種子散布のための予備試験（地上直播試験）	14
2-1 直播試験地の選定	14
2-1-1 一次調査	14
2-1-2 二次調査	14
2-2 試験結果	15
2-2-1 直播試験地概要	15
2-2-2 試験方法	16
2-2-3 結 果	21
2-2-4 考 察	22
3 航空機による種子散布実証試験の対象地調査	24
3-1 実証試験対象地の選定	24
3-1-1 一次調査	24
3-1-2 二次調査	27
3-2 対象地調査	27
3-2-1 対象地の概要	27
3-2-2 気 象	27
3-2-3 地質、地形	29
3-2-4 土 壤	29
3-2-5 植 生	30
3-2-6 土地利用及び人口	30
3-3 造 林	32
3-3-1 樹種の選定	32
3-3-2 地表処理	33

3-4	種子調査	34
4	3-4-1 種子の特性	34
	3-4-2 種子の精選、前処理	34
	3-4-3 コート処理	34
	3-4-4 種子の供給	34
3-5	ランドサットデータによる土地利用調査	36
	3-5-1 調査方法	36
	3-5-2 調査結果	37
3-6	航空機利用	41
	3-6-1 一般調査	41
	3-6-2 対象地調査	42
	3-6-3 その他	44
4	まとめ	45

付 属 資 料

1	実証試験対象地の選定条件 (英文)	49
2	土壌調査結果野帳	51
3	直播試験実施計画書 (英文)	55
4	東ヌサテンガラ州東部スンバにおけるギンネムの空中播種試験に関する報告(要旨)...	73
5	林業用種子に関する林業大臣布告 (No.:57/kpts-11/1990)(英文)	79
6	林業用種子の輸出入に関する規則 (英文)	83
7	種子輸入許可書 (事例) (英文)	85
8	粒剤散布装置	87
9	飛行経歴一覧表 (英文)	89

要 約

1 調査の経過

航空機による種子散布で大面積の森林を回復させる技術の基礎資料を得るため、インドネシア国、カリマンタン島の南部、南カリマンタン州内に於いて、手播きによる直播の方法で種子のコーティング処理の効果、使用する種子の種類、地表処理の効果をつきかぬる地上直播試験、今後航空機による種子散布を行う場合の実証試験対象地の選定及び航空機による種子散布の仕様にかかわる諸条件の調査を一次、二次の2回に亘り行った。

(1) 一次調査

9月5日から9月14日の10日間に亘り、調査を行い次の結果を得た。

- a) 対象地を南カリマンタン州とした。
- b) 地上直播試験については、造林技術センター(以下BTRと云う)のリアムキワ(RIAM KIWA)の試験林、バンジャルバルーの苗畑等が候補地とされ、二次調査の結果により、決定することとした。
- c) 航空機による種子散布実証試験について、インドネシア側より、試験対象地として3箇所の提案があり、二次調査で詳細な調査を行い、対象地を選定することとした。
- d) 林業省林業研究開発庁が本調査のカウンターパート(以下C/Pと云う)機関となり、造林総局がこれをサポートすることになった。

(2) 二次調査

調査は各分野異なる日程で10月25日から11月28日の間に行われた。先発組が事前調査によって条件を詰めた上で11月1日に全員が現地に近いバンジャルバルーに集合、11月2日～3日の2日間にわたり、手播きによる地上直播試験地の調査と航空機による種子散布の実証試験対象地の調査を行った。実証試験対象地については、一次調査でリアムカナン(RIAM KANAN)の他プレイハリ(PREIHARI)とバカタン(BATAKAN)の2箇所が南カリマンタン州林政局より提示されていたが、インドネシア側の判断によりリアムカナン湖の西及び西南の2団地だけが今回の調査対象になった。

11月5日に南カリマンタン州の関係者と協議の上で、地上直播試験の実施と実証試験の対象地の選定について合意を得た。調査及びその後の試験の実施内容は以下の通りである。

2 地上直播試験

(1) 試験地の選定

南カリマンタン林政局、BTRと協議の結果、アクセス、管理上から、BTRの苗畑の隣接地と決定した。

(2) 試験地の概要

再度の火入れにより、生育不良で疎なアランーアラン草原が拡がり、土壌はpH5.2~5.6赤黄ポドソリック土壌が分布する。

試験地付近の年降水量は2,700mm前後、5月から10月にかけて乾期がみられる。

(3) 試験方法

試験樹種は、アカシア マンギウム (*Acacia mangium*) 及びアカシア アウリカリフォルミス (*Acacia auriculiformis*) を用い、裸種子及びコート加工した種子を異なる地表条件のところに播種し、播種後、1カ月間の発芽経過及び1年間の苗の生長状況を観察測定する。経過観察についてはBTRに委託を行った。

(4) 試験結果

播種後1カ月間の発芽経過について、12月23日現在、BTRから、第3週目までの測定観察結果が送られてきている。

これによると、第1週目(11/24) 第2週目(12/1)までは、どのプロットの種子も発芽はみられなかったが、第3週目(12/8)には、各プロットとも1~7個体の発芽がみられた。

地表条件においては、裸地区は草地区より発芽本数は多く、種子の状態では、裸種子とコート種子との差はみられなかった。

3 実証試験対象地調査

(1) 実証試験対象地の選定

所有形態、利用形態、農地の存在に配慮する必要がある。リアムカナン湖の西側のA地区、南西側のB地区(夫々約2~3,000ha)を対象地として調査した結果、土地利用、植生、地形等の点に関して対象地として適格であることが判明した。

(2) 対象地調査

① 気 象

年降水量は1,470mm~2,621mm(1979~1987)、年平均気温は26°C、高温多湿な地域である。

② 地質, 地形

古第3紀が主として分布し、山地部において深成岩がみられる。

比較的緩傾斜で散布した種子の流失のおそれはない。

③ 土 壌

土壌のpHは5.2~5.6で、樹種選定の自由度は大きい。

土壌中の有機物はほとんど分解もしくは流亡している。今後、肥料試験等を実施し、種子への養分供給を考える必要がある。

④ 植 生

アランーアランの草丈は約50cm、重量は約500g/m²で密度は比較的粗である。

沢沿いには、天然林が山火事の影響を受けずに残存している。

⑤ 現地へのアクセス

現存する林道を一部補修することで資材運搬等が可能になる。

⑥ 造 林

アランーアランの密度が高ければ地表処理が必要であるが、今回実施する地上直播試験の結果を見て検討する。

(3) 種子調査

① 樹種を選択

アカシア マンギユウムを主体にし、アカシア アウリカリフォルミス、ユーカリプトス グロブラス等が候補になる。

② コーティング処理

インドネシアにおいて林業用種子のコーティング技術は未開発であるが、コーティングを実施する場合、現地の土壌条件より、肥料分の付加についても検討が必要である。

(4) ランドサットデータによる土地利用調査

現地照査を行うことによって、土地利用状況、森林、草地の判読が可能である。

(5) 航空機利用

① 航空機の使用

固定翼、ヘリコプターのいずれも林業省又は民間の航空機の使用が可能である。

② 地形条件

A地区及びB地区とも緩斜面が広く分布し、航空機による種子散布は可能である。

③ 機 種

A地区又はB地区を対象とする場合、その地形、面積規模等からみてヘリコプター利用が適切である。

④ 基 地

ヘリコプター利用の場合、メインベースをバンジャルマシン空港に置き、作業基地を現地の林道沿いに確保することで効率的な実行が可能である。

⑤ 散布装置

インドネシアにおいてヘリコプター用の散布装置は既成のものがないため、開発が必要である。

⑥ 作業日数

ベル 206 Bの場合400ha/日の散布が可能であり、対象区域を3,000ha とした場合、散布に約1週間を要する。

1 調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

(1) 経緯

- ① 熱帯地域において、人口増加に伴う、焼畑移動耕作地の拡大、家畜の過放牧、家庭用燃材の不足等による森林の減少及び林地の荒廃が進んでいる。この結果、熱帯林の減少は、FAOの報告によれば毎年約1,700万haと推定され、地球の温暖化等地球環境に悪影響を及ぼすものとして注目されている。
- ② 一方、森林回復のための造林は、減少面積の10%にも満たず、その保全と回復のための画期的な造林技術が緊急かつ重要な課題となっている。また開発途上地域によっては、造林実行体制、熟練労働者、林道、大規模苗畑等の必要準備条件が未整備であるため、大規模な必要造林面積を早期に木本でカバーすることは困難である。さらに、従来行われてきた苗木を用いた造林は確実であるが、労働集約的であり多くの経費を要する。
- ③ 以上のことから、大規模森林回復を行うに当たり、既にカナダ、オーストラリア等で行われている航空機を利用した森林回復技術を参考に、熱帯地域に適合する新たな技術体系を導入する必要がある。
- ④ このため、これまで次のような現地調査を実施し、航空機造林の現状について調査を行った。

昭和63年度……航空機造林の実績があるカナダ及びアメリカ合衆国において情報収集と現状把握を行った。

平成元年度……ユーカリの航空機造林で豊富な技術蓄積があるオーストラリア並びに開発途上国での航空機造林の実例を有するインドネシアについての現地調査を行った。

また平成元年度には、国内において大規模森林回復技術委員会を設置し、開発途上国における航空機造林実施の可能性及びその方法、対象地等について検討を行った。更に、航空機造林に適する種子の加工試験等を行った。

- ⑤ 本年度は、航空機造林の実施に必要な基本的な事項の検討及び技術マニュアル作成を行うため、昨年と同様に委員会を設け、国内における技術の取りまとめを行うとともに、具体的な対象地選定のための調査を行った。

(2) 目的

大規模森林回復技術開発は開発途上国において、航空機利用による大規模森林造成を行うに当たり、その適性技術について体系化を図り、技術マニュアルをまとめることを目的としている。このため、これまでに国外においてはカナダ、オーストラリア、インドネシア等における

現地基礎調査、国内においては、本技術の基本的な事項に係る試験等を実施し、技術委員会を設け、検討を行ってきた。

本年度の大規模森林回復技術調査では委員会による技術マニュアル作成に当り、具体的な地域を設定して技術的問題を詰める必要があることから、インドネシア国を航空機造林の対象地として取り上げ次の内容の現地調査を実施した。

① 調査内容

a) 一次調査

- 航空機による種子散布実証試験及び地上直播試験の対象地に関する相手国との打合せ
- 二次調査の事前打合せ（カウンターパート、日程等）

b) 二次調査

- 地上直播試験（試験地の選定、試験設計、委託等）
- 航空機による種子散布実証試験の対象地調査
- 種子調査
- ランドサットデータによる土地利用調査
- 航空機利用調査

② 調査対象国の選定理由

インドネシア国を本業務の対象国として選んだ理由は以下のとおりである。

- a) 平成元年度の現地調査結果、委員会の検討結果等これまで蓄積してきた情報、知見を具体的かつ有効に利用でき、熱帯地域に適合する技術基準を作成する上で効果的である。
- b) 昨年度の調査結果において報告されたように、インドネシア国において、アランーアラン草原が 2,000万ha以上にも広がっており、本事業実施の主旨に合致する対象地が多く存在する。
- c) これまでに、航空機による造林試験の実績があり、実証試験実施上、円滑な運営がはかられると考えられる。
- d) 我が国との林業技術協力が永年続いており、本事業を実施する上で、相手側の理解が得られやすい。

3) 調査地の選定理由

- ① 気象、植生、地形、受入体制、展示効果等から南カリマンタン州を選定した。なお、調査地の選定理由の詳細は付属資料-1に示すとおりである。
- ② 平成元年度に調査した同国南スマトラ州ブナカット地区については、アランーアラン草原が広く分布し、その他の条件も当該調査地と類似するが国際協力事業団（JICA）がフィジビリティスタディを実施した産業造林の予定地であり、事業の重複を避けるため、調査対象地から除外した。

(3) 調査団訪問先

- ① ジャカルタ 林業省・造林総局(DJRRL)
 " 研究開発庁(LITBANG)
 " 海外渉外投資局(KLN & PM)
- ② ボゴール 林業省林業試験場(PPPH)
- ③ バンジャルバルー 南カリマンタン林政局(KANWIL KEHUTANAN)
 (南カリマンタン) 南カリマンタン州林務部(DINAS KEHUTANAN)
 南カリマンタン造林技術センター(BTR BANJARBARU)

1-2 調査団員の構成

① 一次調査

担当	氏名	所属	調査期間
適地判定	久道篤志	(株)日本林業技術協会 国際事業部課長	平成2年9月5日 ～ 9月14日 (10日間)

② 二次調査

担当	氏名	所属	調査期間
団長 総括	秋谷孝一	農林水産省森林総合研究所 森林環境部長	平成2年10月30日 ～ 11月8日 (10日間)
業務調整	三苦英太郎	国際協力事業団林業水産 開発部林業開発課課長代理	平成2年10月30日 ～ 11月8日 (10日間)
造林	伏見一明	(株)日本林業技術協会 理事 航測部長	平成2年10月25日 ～ 11月13日 (20日間)
航空機 利用	原英義	朝日航洋株式会社 営業二部営業三課長	平成2年10月25日 ～ 11月8日 (15日間)
適地判定	久道篤志	(株)日本林業技術協会 国際事業部課長	平成2年10月25日 ～ 11月28日 (35日間)

1-3 調査日程

一次調査及び二次調査の調査日程は次のとおりである。

① 一次調査

一次調査日程(9月5日～9月14日) 久道団員

日順	月・日	曜日	行程	調査業務の概要
1	9・5	水	東京 → ジャカルタ	成田発10:00のJAL721にてジャカルタへ
2	9・6	木	ジャカルタ	JICA事務所、林業省表敬
3	9・7	金	同上	大使館表敬 JICA事務所、林業省打合せ
4	9・8	土	同上	林業省打合せ
5	9・9	日	同上	資料整理
6	9・10	月	ジャカルタ → ↳ バンジャルバルー	林業省打合せ後 バンジャルバルーへ(移動)
7	9・11	火	バンジャルバルー	南カリマンタン林政局、造林技術センター、州林務部表敬
8	9・12	水	バンジャルバルー → ↳ ジャカルタ	現地調査後ジャカルタへ(移動)
9	9・13	木	ジャカルタ	林業省、JICA事務所報告
10	9・14	金	ジャカルタ → 東京	ジャカルタ発8:00CX700(CX500) にて帰国

② 二次調査

二次調査日程(10月30日～11月8日) 秋谷団長 三苦団員

日順	月・日	曜日	行 程	調査業務の概要
1	10・30	火	東京 → ジャカルタ	東京発11:00のGA837にてジャカルタへ
2	10・31	水	ジャカルタ	大使館、JICA事務所、林業省表敬
3	11・1	木	ジャカルタ → ↙ バンジャルバルー	移動 南カリマンタン林政局表敬
4	11・2	金	バンジャルバルー	現地調査(リアムカナン)
5	11・3	土	同 上	現地調査(ランタウ)
6	11・4	日	同 上	団員打合せ 資料整理、三苦団員ジャカルタへ
7	11・5	月	同 上	本業務関係者合同会議 資料整理
8	11・6	火	バンジャルバルー → ↘ ジャカルタ	南カリマンタン林政局 報告、移動、資料整理
9	11・7	水	ジャカルタ →	林業省、大使館、JICA事務所報告 ジャカルタ発 JAL720にて
10	11・8	木	→ 東京	帰国(三苦団員ジャカルタ発8:00 にてフィリピンへ)

二次調査日程(10月25日～11月13日) 原団員

日順	月・日	曜日	行 程	調査業務の概要
1	10・25	木	東京 → ジャカルタ	東京発10:00の JAL721 にてジャカルタへ
2	10・26	金	ジャカルタ	JICA事務所、大使館、林業省表敬
3	10・27	土	同 上	林業省打合せ、資料収集
4	10・28	日	同 上	資料整理
5	10・29	月	同 上	林業省打合せ、資料収集
6	10・30	火	同 上	同 上
7	10・31	水	同 上	同 上
8	11・1	木	ジャカルタ → ↙ バンジャルバルー	移動 南カリマンタン林政局表敬
9	11・2	金	バンジャルバルー	現地調査(リアムカナン)
10	11・3	土	同 上	現地調査(ランタウ)
11	11・4	日	バンジャルバルー → ↘ ジャカルタ	移動及び資料整理
12	11・5	月	ジャカルタ	林業省打合せ、資料収集
13	11・6	火	ジャカルタ	林業省打合せ、資料収集
14	11・7	水	同 上	林業省、大使館、JICA事務所 報告
15	11・8	木	ジャカルタ → 東京	ジャカルタ発 8:00 CX700(CX500) にて帰国

二次調査日程(10月25日～11月28日) 伏見団員 久道団員

日順	月・日	曜日	行 程	調査業務の概要
1	10・25	木	東京 → ジャカルタ	成田発10:00の JAL721 にてジャカルタへ
2	10・26	金	ジャカルタ	大使館、JICA事務所、林業省表敬
3	10・27	土	同 上	林業省打合せ 資料収集
4	10・28	日	ジャカルタ → ↔ バンジャルバルー	移動 資機材購入
5	10・29	月	バンジャルバルー	南カリマンタン林政局、造林技術センター、州林務部表敬
6	10・30	火	同 上	南カリマンタン林政局 打合せ、現地調査(苗畑)
7	10・31	水	同 上	現地調査(リアムカナン)
8	11・1	木	同 上	団長合流、南カリマンタン林政局 表敬、現地調査(直播試験地)
9	11・2	金	同 上	現地調査(リアムカナン)
10	11・3	土	同 上	現地調査(ランタウ)
11	11・4	日	同 上	団員打合せ 資料整理
12	11・5	月	同 上	本業務関係者合同会議
13	11・6	火	同 上	南カリマンタン林政局報告 現地調査(直播試験)
14	11・7	水	同 上	資料収集
15	11・8	木	同 上	同 上

二次調査日程(10月25日～11月28日) 伏見団員 久道団員

日順	月・日	曜日	行程	調査業務の概要
16	11・9	金	バンジャルバルー → ← ジャカルタ	移動 大使館、JICA事務所報告
17	11・10	土	ジャカルタ ↔ ボゴール	林業試験場、資料収集
18	11・11	日	同上	資料整理
19	11・12	月	同上	林業省、JICA事務所報告
20	11・13	火	バンジャル ジャカルタ → バレー	伏見団員ジャカルタ発8:05CX710(CX500)にて帰国 久道団員移動(バンジャルバルー)へ
21	11・14	水	バンジャルバルー	造林技術センター打合せ 試験地設定
22	11・15	木	同上	試験地選定
23	11・16	金	同上	同上
24	11・17	土	同上	同上
25	11・18	日	同上	直播実施
26	11・19	月	同上	造林技術センター打合せ
27	11・20	火	同上	現地調査(リアムカナン)
28	11・21	水	同上	南カリマンタン林政局打合せ
29	11・22	木	同上	現地調査(南部)
30	11・23	金	同上	現地調査(北部)

二次調査日程(10月25日~11月28日) 伏見団員 久道団員

日順	月・日	曜日	行程	調査業務の概要
31	11・24	土	同上	測定(第1回発芽経過)
32	11・25	日	バンジャルバルー ↘ ジャカルタ	移動 資料整理
33	11・26	月	ジャカルタ↔ポゴール	林業試験場資料収集
34	11・27	火	ジャカルタ	林業省、JICA事務所、大使館 報告
35	11・28	水	ジャカルタ → 東京	ジャカルタ発 8:05CX710(CX500) にて帰国

1-4 主要面会者

(1) インドネシア側

① 林業省 (ジャカルタ)

Ir Wartono Kadori	林業研究開発庁長官
Ir Waskito Surjodibroto	造林総局総務局長
Ir Harsono	官房海外協力投資局長
Ir Johannes Anastasius Hoesada	林業研究開発庁総務局長
Ir Suhardiyono	” 計画課長
Ir Widji Santosa	官房海外協力投資局二国間協力係長
Ir Asep Suwarna	造林総局総務局計画課係長
Ir Mohammad Rosid	林業研究開発庁総務局係長

② 林業試験場 (ボゴール)

Dr Ombo Satjapradja	場 長
Dr Komar Soemarna	森林測定部長
Dr A. Ngaloken Gintings	防災部長
Ir Yamin Mile	防災部係長
Drs Riskan Effendi	総務課

③ 南カリマンタン林政局 (バンジャルバルー)

Ir Syahrir	林政局長
Ir Askin Sanarja	総務部長
Ir Seonarjo	造林部長

④ 南カリマンタン州林務部 (バンジャルバルー)

Ir Uuh Aliyudin	林務部長
Ir Nasran Syah	計画課係長

⑤ 造林技術センター (バンジャルバルー)

Ir Asp Sagala	センター長
Ir Vic Widodo	総務課長
Ir Soekardi	苗畑フィードマネジャー
Ir Andi Yusriansjah	スタッフ

⑤ 日本側

北 野 康 夫	JICAインドネシア事務所長
山 田 保	” 次長
稲 葉 誠	” 担当
宮 川 秀 樹	” 専門家
瀬 戸 宣 久	インドネシア国日本大使館書記官

2 航空機による種子散布のための予備試験（地上直播試験）

大規模森林回復技術のシステム化のための基礎資料とするため、地上直播試験を実施することとし、試験地の選定、設計、播種、測定等に係る試験、設計を行い、地表条件及び地拵えの有無による、種子の発芽から定着成長までの状態を把握する。

2-1 直播試験地の選定

一次調査及び二次調査における現地調査の実施及び南カリマンタン林政局、BTRとの協議の結果、BTRの苗畑付近と決定した。

2-1-1 一次調査

一次調査において、南カリマンタン林政局に、本試験の目的、内容等について説明し、植生状況、アクセス、管理等の面から試験地の提示を求めた。

当初、地上直播試験の候補地としては、南カリマンタン林政局からリアムカナンにあるBTRの試験林及びバンジャルバルーにあるBTRの苗畑付近の2箇所が条件に適するとの提案があったが、現地概査の結果、本地区はアクセス上雨期の道路状況が不良であり、試験を実施し、管理する上で問題があることが判明した。

一方、バンジャルバルーの付近にある、BTRの苗畑（約10ha）周辺は試験地としては、試験施設、スタッフ、アクセス等も良好であり、試験の実施及び管理が円滑に進むものと判断され、この旨を、南カリマンタン林政局、林業研究開発庁に報告し、二次調査の時点までに、バンジャルバルーにあるBTRの苗畑付近の使用について検討してもらうよう依頼した。

2-1-2 二次調査

一次調査の段階で調査団から提案のあったBTRの苗畑隣接地を試験地とすることに関し、南カリマンタン林政局及びBTRセンター長から同意を得ることができた。

なお、二次調査の冒頭で、バンジャルバルー近郊にある、南カリマンタン州林務部の所有地が新たに地上直播試験の対象地として提案されたが、本調査の目的がアラン-アラン草原を対象とした大規模森林回復であるため、苗畑隣接地が対象地としてより適切である旨、南カリマンタン林政局長に伝え、了承を得た。

本試験地の設定、播種、測定等については、BTRに委託することで、11月14日、南カリマンタン林政局長立会のもと、BTRセンター長と調査団との間で、同意書を取り交わし、現在実施中である。

2-2 試験結果

2-2-1 直播試験地概要

本試験地はバンジャルバルーの西約10kmのところに位置し、付近にはバンジャルマシン空港があり、道路状況も良好である。(図2-1)

土地利用の経緯をみると、1961年の入植後、試験地周辺は入植者により焼畑が開始され、1975年以降は繰り返し行われた焼畑により地味も衰え、アラン-アラン草原と化し、現在に至っている。

土地所有に関しては、本試験地は周辺農民の共有地となっていたが、公共事業省による国有林利用の代替地として、本試験地一帯は公共事業省が周辺農民から土地の権利を林業省に委託されることになっている。

なお、本試験地に隣接する造林技術センターは、1985年にフィンランドの技術協力で、苗畑の機械化を目指し、開始されたもので、1989年から、インドネシア林業省造林総局のもとで運営され、現在に至っている。

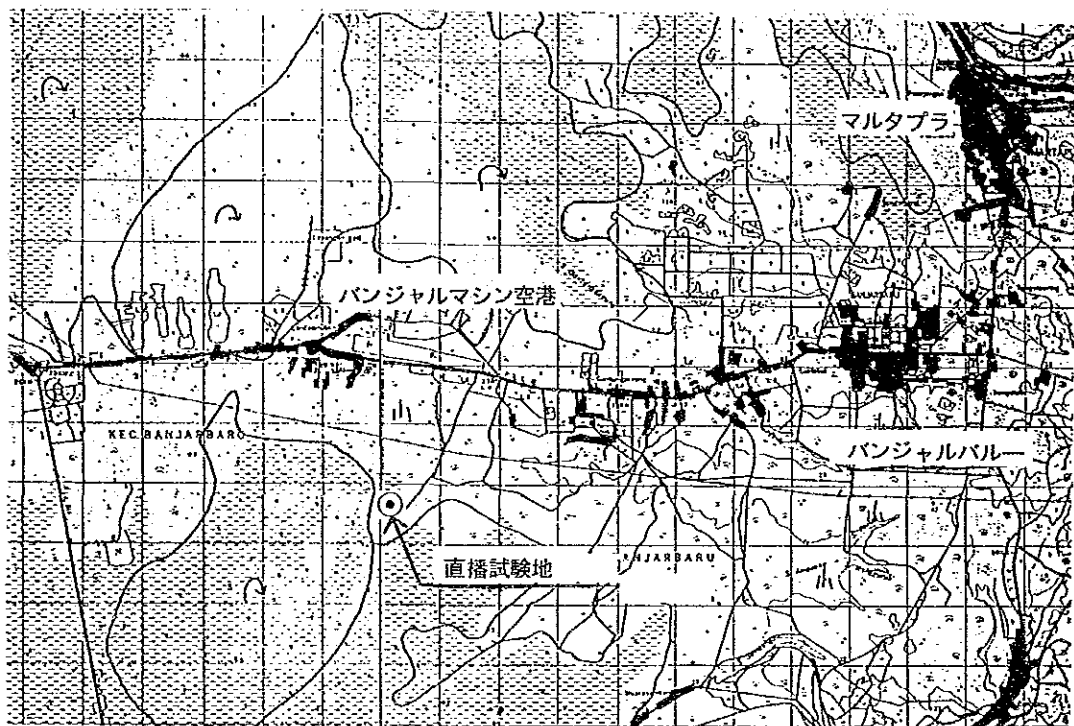


図2-1 地上直播試験位置図

BTRによると、本試験地の年平均降水量は2,700mm、5月から10月にかけて乾期となり、この間、平均月降水量が30mm前後となる月も極希にみられるとのことである。

試験地は平均傾斜約2°、ほとんど平坦な地形である。

本試験地は、アラン-アラン草原が広がるが、繰り返し行われた火入れにより、アラン-アランは疎生し、Anbin、Kuspa、Komoroko等の灌木類がところどころ見られる。

植生調査の結果、アラン-アランの㎡当りの重量は500g、平均高65cmで、丘陵地でみられるアラン-アランよりは矮性化したものといえる。

土壌調査の結果、土壌は礫の多い、赤黄ポドソル土壌が分布し、表土の腐植層はほとんど流亡している。pHは5.2~5.6で、弱酸性、土壌硬度は26~29mmと固く（但し、礫が多いため、根の生長は可能と考える。）、アラン-アランの根系が15cm位のところまで分布する。（付属資料-2）

2-2-2 試験方法

(1) 試験樹種

次の2樹種の種子をオーストラリアより購入し、試験に供した。

- ① アカシア マンギウム (*Acacia mangium*)
- ② アカシア アウリカリフォルミス (*Acacia auriculiformis*)

(2) 種子のタイプ

裸種子及びコーティング種子とし、コーティング種子は裸種子の7倍のコート倍率とし、殺菌剤、忌避剤を含む崩壊型とした。

(3) 地拵えタイプ

地表状態を草原（アラン-アラン草）、裸地の2つのタイプとした。

裸地については、人工的に造成した。

地表別の地拵えタイプは次の通りである。

- ① 草地 …………… 火入れ区、地かき区、対照区
- ② 裸地 …………… 地かき区、対照区

(4) 試験区等の形状及び大きさ

地表別地拵えタイプ別にプロットを設定し、その中に樹種別種子のタイプ別にサブプロットを設け、さらにサブプロット内に発芽経過及び生長状況を測定するためのコドラートを設けた。

- ① プロット …………… 各地拵えタイプに15m×30mのプロットを5ヶ設定
- ② サブプロット …… 各プロットに5m×5mのサブプロットを8ヶ設定（1処理2回繰り返し）
- ③ コドラート …… 各サブプロットに1m×1mのコドラートを3ヶ設定

各プロットの配置、プロット1（火入れ区）におけるサブプロット及びコドラートの配置を図2-2、2-3に示した。

(5) 播種量

㎡当りの播種量を50粒とし、樹種別処理別の必要種子量を算出すると次のとおりである。

(粒)

樹種 処理	Acacia mangium	Acacia auriculiformis	計
コート	12,500 ^{注)}	12,500	25,000
裸	12,500	12,500	25,000
計	25,000	25,000	50,000

注) $50\text{粒}/\text{m}^2 \times 25\text{m}^2/\text{サブプロット} \times 2\text{サブプロット}/\text{プロット} \times 5 = 12,500\text{粒}$

(6) 測定及び観察

次の測定及び観察を1990年11月24日から1991年11月15日までの1年間、BTRが実施主体となり、次の測定観察を行う。(試験スケジュールについては、表2-2参照)

1) 発芽経過(播種後1ヵ月)

播種後1ヵ月間の発芽本数及び生育状況について、測定、観察する。

○測定回数 : 4回(11/24, 12/1, 12/8, 12/15)

○測定対象 : 各サブプロットに設定したコドラートのうちNo.1のコドラート

○測定方法 : 発芽したものについて番号づけを行い、次の発芽状況を経過・観察する。

2) 生存本数及び樹高(播種後1年間)

播種後、1年間の生存本数及び樹高を測定、観察する。

○測定回数 : 12回(12/15 から毎月15日を測定日とする。)

○測定対象 : 各サブプロットに設定したNo.1~No.3の全コドラート

○測定方法 : 発芽経過と同じ

なお、試験方法の詳細については別添の大規模森林回復技術調査実施計画書(付属資料-3)に示す通りである。

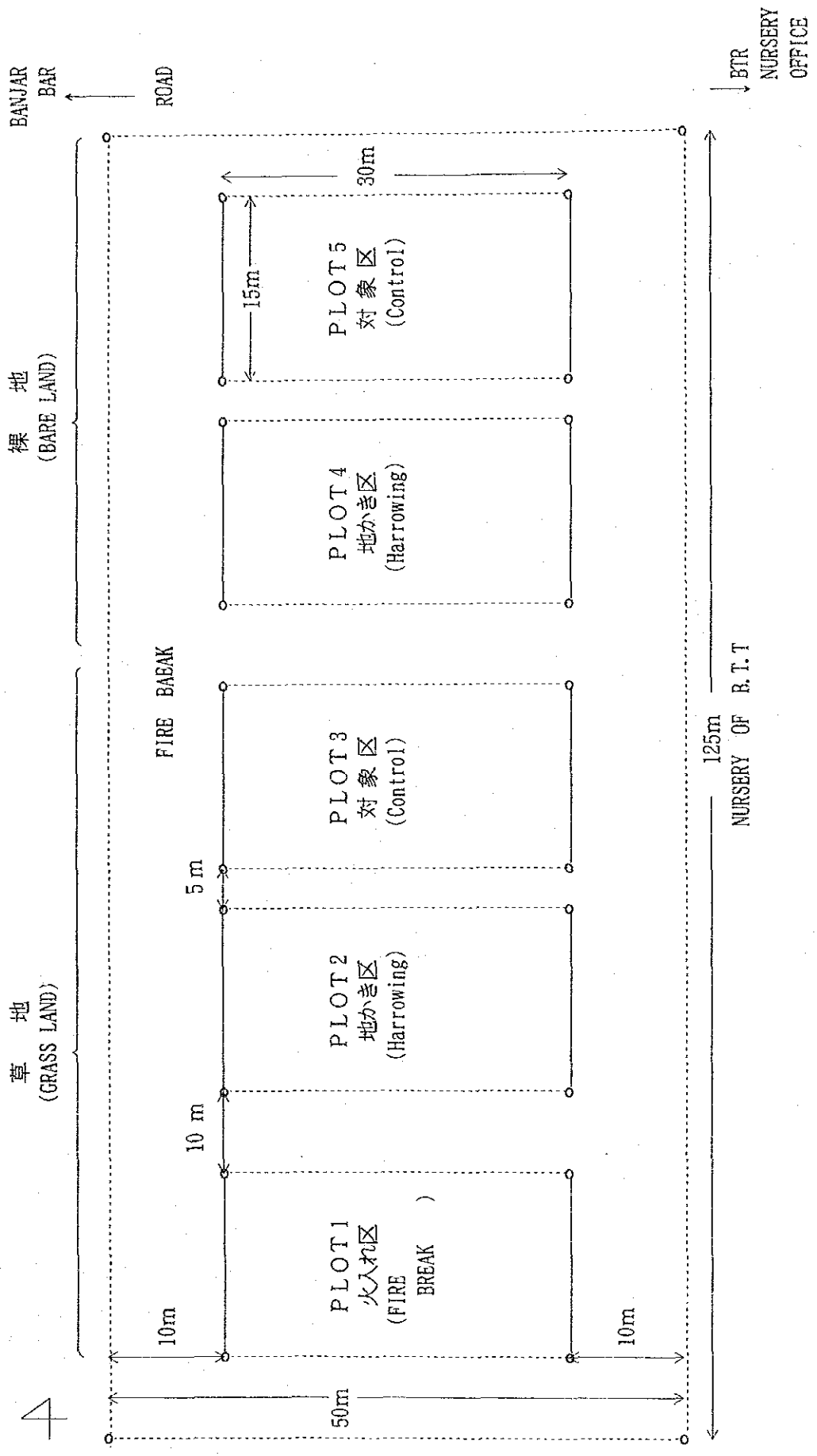


图 2-2 各プロット配置図 (Design of Experiment plot)

▷ Detail of experimental plot

Item	Area (m ²)
Area treated by prescribed burning including sub-plots of 200m ² (25m ² ×8)	450
Firebreaks	1,240
Total	1,645

▷ Index

A	<i>Acacia auriculiformis</i>
M	<i>Acacia mangium</i>
C	Coated seeds
P	Plain seeds

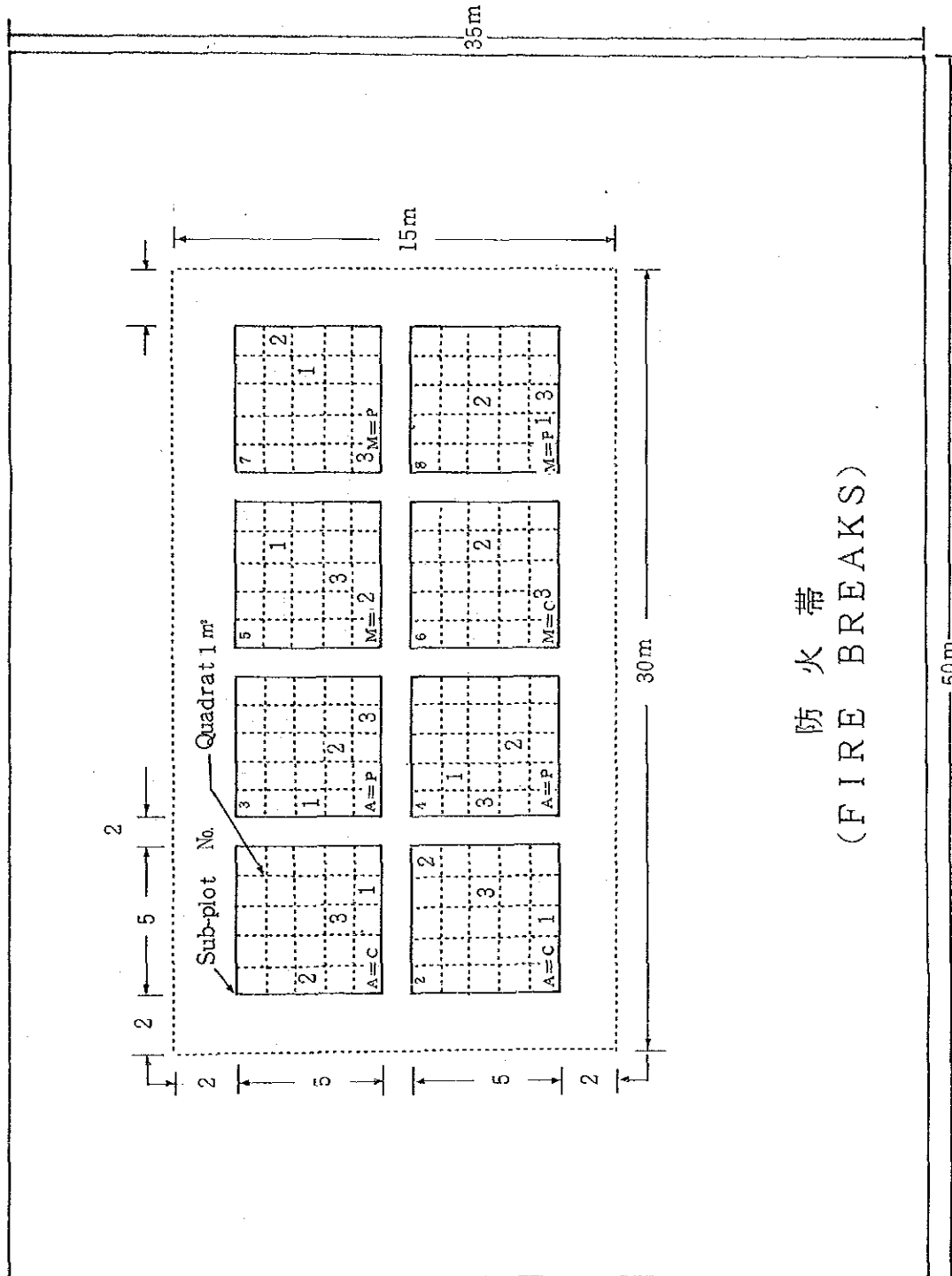


図 2-3 プロット 1 におけるサブプロット及びコドラートの配置 (例)

(Design of Experimental Plot- No.1: Land Preparation by prescribed burning in grassland) (Unit:m)

表 2-2 地上直播試験スケジュール (MEASUREMENT & OBSERVATION SCHEDULE)

	1991												
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
発芽経過 INTENSIVE GERMINATION EXPERIMENT (Quadrat No.1)													
生存本数及び苗高 NUMBER OF SURVIVING SEEDLING & SEEDLING HEIGHT Quadrat No.1 " No.2 " No.3													

NOTE : ① Photography Schedule is same as above Schedule of Measurement & Observation.
 ② Photograph of Seedling Height will be taken on 15 November 1991 only (last measurement).

2-2-3 結 果

(1) 試験地の設定

実証計画書の設計書に従い、次の手順によって試験地を設定した。

- a) 試験地の周囲測量
- b) 各プロットの区画測量
- c) 防火帯の造成及び地表処理
- d) 各サブプロットの設定及びコドラートの設計
- e) 各プロット、各サブプロットの固定杭の打設

防火帯の造成にはトラクターにディスクハローを装着して行った。

当初計画したリッパーによる地かき地持ちは機材準備の関係上、ハローに切り換え行った。

裸地については前述したように、人工的に造成した。造成はハロー後に排土板を装着したトラクターで表土を剥がし裸地にした。

なお、使用したトラクターはBTR所有、フォード6610である。

(2) 播 種

試験地に播種を行う前に、BTR苗畑の試験室において、必要播種量の測定及び裸種子の熱湯処理を行った。

必要播種量は、次のように50粒当りの重量を測定し、算出した。

(g/50粒)

樹種 処理	アカシア マンギユウム (Acacia mangium)	アカシア アウリカリフォルミス (Acacia auriculiformis)
コート	8.2	7.3
裸	0.9	1.4

裸種子への熱湯処理は、BTRのこれまでの実績にならい、当初 100℃の熱湯に浸した後そのまま24時間放置し、処理した。

試験地での播種に当っては、各コドラートに対しては、あらかじめ1m×1mの枠をつくり、それに5×10の格子をロープで作り、1格子に1粒ずつ覆土はせずに播きつけた。

残りのサブプロット内については、播種にかたよりのないよう注意し、行った。

(3) 試験結果

① 発芽経過 (INTENSIVE GERMINATION EXPERIMENTS)

a) 第1回測定観察 (11月24日 (土))

表2-1の試験スケジュールに従い、各プロットのコドラートNo.1について、測定、

観測を行った。

この結果、各コドラートとも発芽は認められなかった。

b) 第2回測定観察(12月1日(土))

第1回同様、各プロットのコドラートNo.1について測定観察を行った。

この結果、各コドラートとも発芽は認められなかった。

c) 第3回測定観察(12月8日(土))

次に示すように、発芽のみとめられたコドラートがいくつかみられた。

コドラート プロット	プロット	草 地			裸 地		備 考
		1	2	3	4	5	
1	1	1	—	—	—	—	アカシア アウリカリフォルミス コート種子
2	1	—	1	1	—	1	アカシア アウリカリフォルミス 裸種子
3	1	—	—	3	—	—	アカシア マンギユウム コート種子
4	1	—	—	—	3	3	アカシア マンギユウム 裸種子
5	1	—	—	2	2	7	アカシア マンギユウム コート種子
6	1	1	—	—	3	—	アカシア マンギユウム 裸種子
7	1	—	1	—	3	—	アカシア マンギユウム 裸種子
8	1	—	1	—	5	9	アカシア マンギユウム 裸種子

注) プロットNo.1 : 火入れ区、 プロットNo.2、4 : 地かき区
プロットNo.3、5 : 対照区

地表別では裸地区が草地区より発芽本数が多く、種子のタイプ別では特に差はみられなかった。

なお、第4回測定結果については、BTRより試験結果が送付されることになっている。

② 生存本数及び苗高 (NUMBER OF SURVIVING SEEDLING & SEEDLING HEIGHT)

1)の発芽経過の測定が終了後実施する予定である。

2-2-4 考 察

播種から第3回目の発芽経過までの間に観察された主な点を整理すると次のとおりである。

- ① 11月18日に播種し、翌日のスコールにより、コドラート内の種子の多くが雨で流され、流された種子はコドラートの外ないしサブプロットの外に流出した。この時点では各コドラート内へ流入した種子はみとめられなかった。種子の流出の最も多いのは、裸地の対照区のものであった。
- ② 試験地のようなほぼ平坦ともいえる地形でもスコールにより種子の流出が認められることから、丘陵地を対象とした、航空機造林では、斜面の耕起、筋状地拵え等の対策が必要と考えられる。

- ③ コート種子の大半が播種後、翌日から欠損、分割、崩壊が生じており、数日の間でコートの原形を止めているのは僅かであった。これは、スコールによる物理的な作用（急激な水分供給）と同時に日中の炎天下による熱作用等も影響するものと考えられる。
- ④ BTR苗畑の報告によると、アカシア マンギウム及びアカシア アウリクリフォルミスは、ネズミが好んで食べる傾向にあるとのことで、今後、ネズミを含め他の動物による食害についても十分検討しなければならない。

3 航空機による種子散布実証試験の対象地調査

3-1 実証試験対象地の選定

3-1-1 一次調査

一次調査の時点で、南カリマンタン州を航空機造林の実証試験対象地として選定した理由をインドネシア側に説明し、実証試験対象地として次の条件を満たす箇所の提示をインドネシア側に求めた。

- ① アラン-アラン草原が広がる場所
- ② 試験規模を3,000ha と考え、これが1団地確保できる場所
- ③ 試験地までのアクセスが良好な場所

この結果インドネシア側は、次の3地区を対象地の候補として提示し、二次調査の段階で、現地調査を行い、調査団とインドネシア側との協議により対象地を決定することとなった。

- ① リアム カナン …………… プロテクション フォレスト；リアム カナン ダムの周辺に位置し、州林務部が造林を行っている。
(RIAM KANAN)
- ② プライハリ …………… プロダクション フォレスト；砂糖キビ畑を林地に転換 3,000ha
(PLEIHARI) 1団地の確保は難しい
- ③ バタカン …………… フォレスト リザーブ；治山局が緑化を実施、狩猟地にもなっている。
(BATAKAN)

なお、各地区の位置は図3-1に示すとおりである。

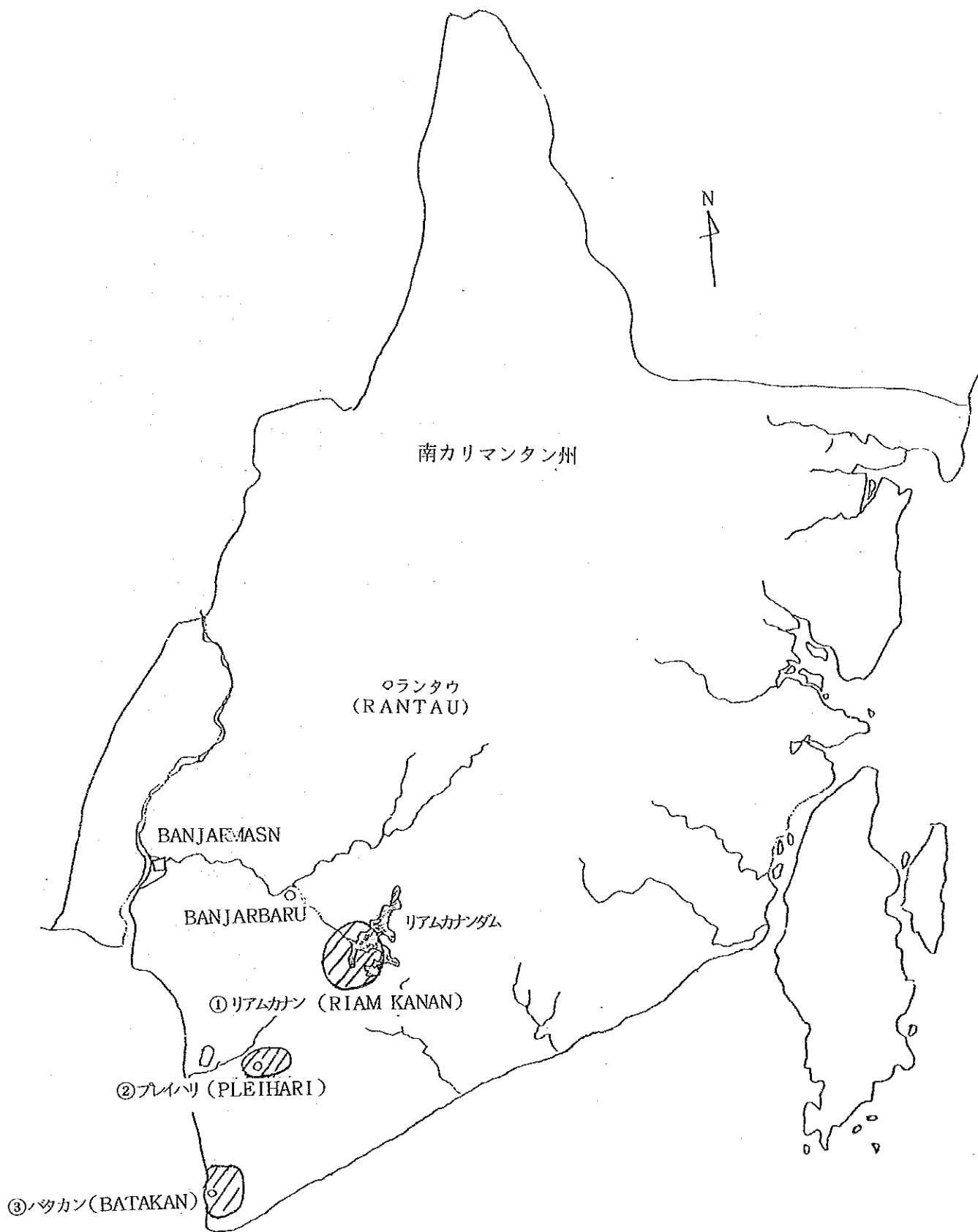


図3-1 実証試験候補地位置

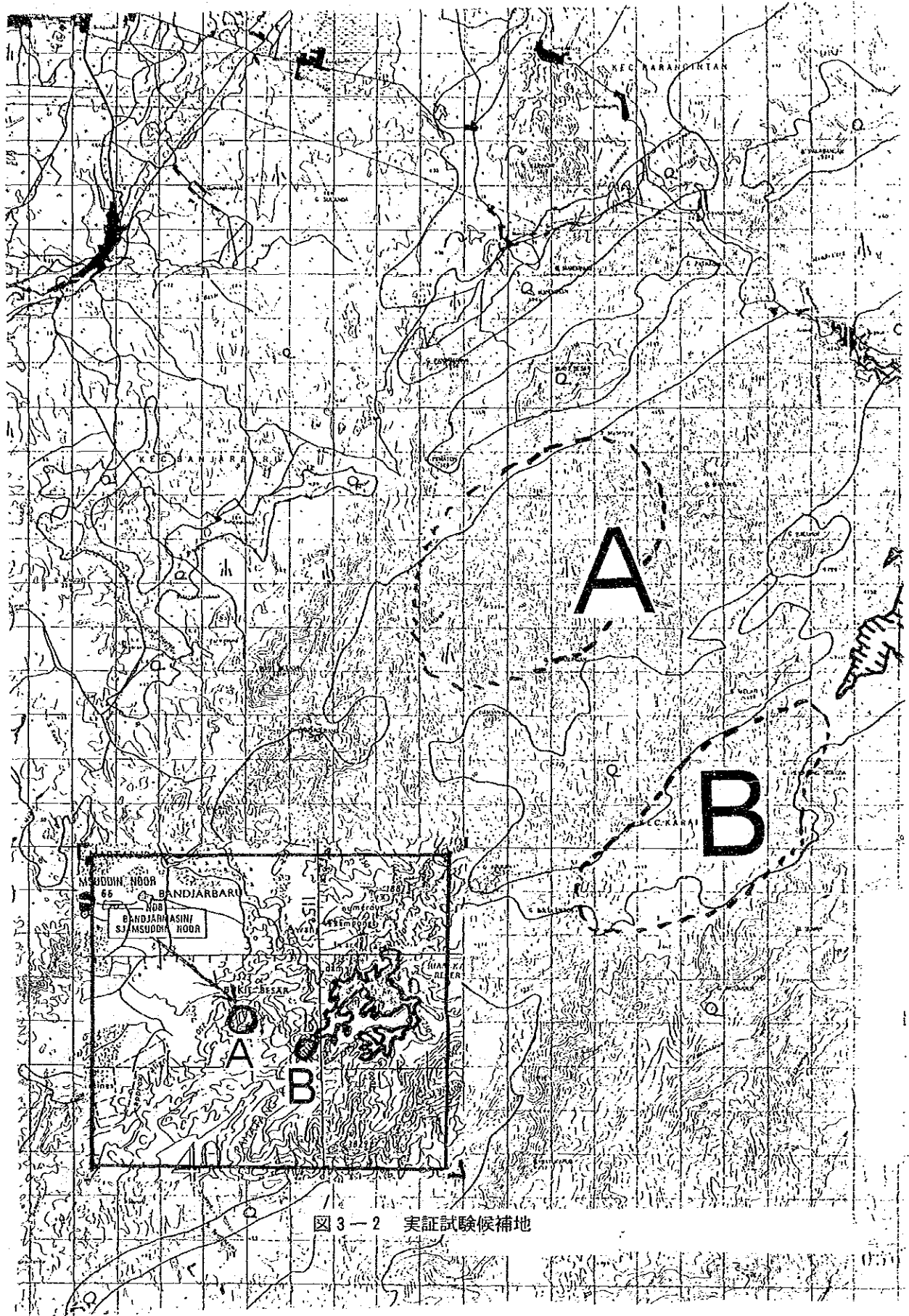


図 3-2 実証試験候補地

3-1-2 二次調査

一次調査で、インドネシア側から提示があった3箇所のうち、プレイハリとバタカンが土地利用の問題等で対象地として除外され、リアムカナン周辺を候補地として選定し、具体的な候補地を現地調査の結果に基づき、インドネシア側と協議し、決定することとした。

この結果、図3-2に示す2箇所（A地区、B地区）が、土地利用、規模、アクセス等から妥当と判断され、インドネシア側も了承した。

3-2 対象地調査

3-2-1 対象地の概要

上述のように平成2年9月に実施した第1次調査及び10月～11月に実施した第2次調査を通じて、現地踏査及び南カリマンタン州林務局、州林務部、林業省南カリマンタン造林技術センター（BTR）等関係機関との協議を経て対象地をリアムカナン湖の西部（A地区）及び南西部（B地区）と選定した。

A地区は、バンジャルバルーからリアムカナン湖方向へ約20km進み、右折して、林道を約5kmの距離で到達する。

B地区は、バンジャルバルーから約25kmでリアムカナン湖、そこから約10kmボートで南進し、更に約2kmの距離で到達する。

B地区へは、A地区で述べた林道がB地区まで開設されているので、林道が利用出来ればより容易に到着可能である。しかし、調査時点においては、上記林道の橋梁（木橋）の状態が悪く、車輛の通行は不可能であった。

また、対象地の広がりとしては、それぞれ2～3,000haのまとまりを持つものと考えられるが、航空写真等の資料がなく、対象地の形状、植生状態等については今後の調査にまつこととする。

3-2-2 気 象

バンジャルバルーにおける年降水量は1,470.8mm～2,621.0mm（1979～1987）、降雨日数85.0日～179.0日、東部山地の年降水量はこれより多く、3,000mm以上に達する。（表3-1）

季節は乾季（5～10月）と雨季（11月～4月）に別けられ、乾季の雨量は10.9mm～170.9mmと年によるバラツキがあり、年平均でみると82.4mmと年平均降水量164.8mmの1/2以下である。

気温は最低気温22.4℃、最高気温32.8℃で、年平均気温26℃、湿度は41～100%で季節の変化は余りなく高温多湿である。

表 3 - 1 南カリマントン州における気象資料

Bulan	1979		1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987	
	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
January	415.2	22.0	431.1	16.0	200.0	10.0	470.0	17.0	326.0	13.0	454.1	23.0	453.5	24.0	276.0	24.0	394.00	27.00
February	492.0	22.0	270.1	11.0	254.0	12.0	257.0	11.0	189.0	8.0	241.3	19.0	177.5	18.0	201.6	24.0	361.00	21.00
March	296.6	17.0	135.1	9.0	161.0	8.0	351.0	13.0	126.0	5.0	289.4	19.0	212.2	21.0	266.2	22.0	290.00	21.00
April	214.3	22.0	191.1	10.0	235.0	10.0	265.0	10.0	118.0	6.0	392.4	24.0	174.9	17.0	318.0	30.0	360.00	18.00
May	185.6	11.0	159.6	9.0	167.0	9.0	148.0	8.0	212.0	11.0	323.6	17.0	189.8	18.0	29.9	13.0	282.00	18.00
June	132.9	17.0	114.1	8.0	33.0	6.0	96.0	5.0	188.0	8.0	85.6	13.0	99.3	10.0	75.6	14.0	136.00	11.00
July	35.1	5.0	62.3	6.0	204.0	10.0	27.0	2.0	155.0	8.0	227.0	15.0	94.5	15.0	34.1	11.0	37.00	3.00
August	23.5	4.0	20.4	2.0	35.0	2.0	37.0	3.0	99.0	6.0	127.5	11.0	154.0	8.0	0.8	2.0	45.00	7.00
September	96.0	9.0	40.1	3.0	130.0	9.0	31.0	3.0	35.0	6.0	109.7	12.0	32.3	7.0	30.6	9.0	61.00	6.00
October	25.1	6.0	152.6	8.0	123.0	8.0	44.0	4.0	142.0	10.0	147.2	10.0	150.9	7.0	38.0	10.0	95.00	5.00
November	235.6	21.0	130.8	7.0	314.0	14.0	239.0	9.0	295.0	15.0	218.2	12.0	162.5	16.0	200.0	20.0	180.00	17.00
Desember	242.7	26.0	438.8	17.0	456.0	17.0	278.0	13.0	290.0	14.0	390.8	12.0	182.2	19.0	54.6	13.0	440.00	27.00
TOTAL	2.151.9	156.0	1.707.3	89.0	1.856.0	98.0	1.965.0	85.0	1.885.0	96.0	2.621.0	175.0	1.901.4	161.0	1.470.8	179.0	2.241.0	154.0
Rata-Rata	179.33	13.00	142.28	7.42	154.67	8.17	163.75	7.08	157.08	8.00	218.42	14.58	158.45	13.42	122.57	14.92	186.75	12.83

NUMBER :- Tahun, 1981, 1982, 1983, dari Kantor Data Statistik Propinsi I Kalimantan Selatan, 1985.

- Tahun, 1979, 1980, 1984, 1985, 1986 dan 1987 dari Statistik dan Beofisika, Stasion Klimatologi Banjarbaru 1988.

ETERANABAN :- CH=Curah Hujan 降雨量

-HH=Hari Hujan 降雨日数

3-2-3 地質、地形

南カリマンタン州の地質は古第3紀、第3紀、第4紀が分布する。(南カリマンタン地質図 1/500,000 による)

対象地のあるリアムカナム湖周辺の地質は、主として、古第3紀 (Pra Tersier)の堆積岩が分布し、山地部において深成岩 (Batuan basa)がみられる。

リアムカナム周辺は、ムングアナウ山(1,150m)、カウング山(1,167m)、バトウカプール山(526m)などの山々がそびえ、これらを源とした河川がリアムカナムダムのあるリアムカナム川へ流れ、マルタプラ市でリアムキワ川と合流し、マルタプラ川となり、南カリマンタン最大のバリト川に到達する。

対象地の地形は上述の東部山地から平坦地にかけての丘陵地に位置し、一部沢沿いを除いて、緩やかな起伏を呈しており、草原部分の大半は、斜度15°未満である。

3-2-4 土 壤

1984年に南カリマンタン州林務部及び森林資源調査庁(当時)が作成した50万分の1土壤図によると、A地区は西部分が赤黄ポトソル (Kompleks Podsolik Merah kuning dan lariktik)、東部分がラタソル (Latasol)となっている。

またB地区はラタソル (Latasol)となっている。

土壤調査の結果は表3-2のとおりで、pHは5.2~5.6であり、特に強酸性土壌という訳でなく、この点からは樹種の実験については幅広く考えることが出来る。

また表層部分は、やや砂質であり、下部へ行くにつれて粘土質となる。集中的な降雨後であっても地表には雨水の流れた跡は、殆んどみられない。

なお、土壤調査の野帖は付属資料-2に示した。

表3-2 土壤調査概要

地区	A		B
	1	2	
地形	稜線	斜面下部	稜線
土性	SL~CL	SCL~SC	SL~CL
硬度	18~24	14~28	27~30
pH	5.2~5.6	5.2~5.4	5.4~5.6
植生	アラン-アラン	アラン-アラン	アラン-アラン
土色	YR	YR	YR

3-2-5 植 生

本地域の大部分は、アラン-アランの草原である。一部沢沿いの急斜面は、樹高5~10m程の木本類が生育している。(表3-3)

木本類が生育している沢沿いの部分は、実態的には、防火帯の役割をはたしているものと考えられる。

アラン-アランの密度は生重量で1㎡当り500g程度、草丈は50cm程度である。この地域では、聞き取りによると1年間に数回、放牧のための火入れが行われている。

一方、バンジャルバルーの北方約80kmにあるランタウ市郊外のBTRの試験地内でアラン-アランの密度等を測定したところ生重量で1㎡当り3,070g、草丈は約150cmであった。この試験地は造林技術センターの職員が常駐して継続的に事業を行っており、山火事、放牧のための火入れは殆んど皆無である。

対象地は、度重なる火入れによってかなり長期間にわたって裸地又は草原状態にあったために、極めてせき悪化してしまっているものと判断される。

表3-3 植生調査概要

地 区	A	B
草丈 (cm)	70	60 (110)*
重量 (g)	450	500(1,040)

()はGelagah というイネ科草本が混生した場合

3-2-6 土地利用及び人口

南カリマンタン州(1979)の土地利用現況によると(表3-4)、森林が約2,300万ha(57.9%)、アラン-アラン草原約60万ha(15.0%)、灌木地約28万ha(7.2%)、農地38万ha(9.7%)、農園12万ha(5%)、居住地26万ha(6.6%)、その他となっている。このうち、低地には農地、農園が分布し、丘陵地を中心にアラン-アラン草原及び灌木地が広がり、山地のほとんどが森林である。(一部低地に湿性林が分布する。)

人口については、南カリマンタン州は、ジャワ島を除いた外領では最も人口密度の高い地域である。対象地が属するバンジャル県の人口密度は、州平均(65人/㎢)にほぼ等しい63人/㎢であるが、バンジャルマシム特別市を含めて考えると132人/㎢となる。

労働人口の50%以上が農業に従事し、対象地周辺には多数の小集落があり、耕作及び放牧を行っている。

また、リアムカナン湖周辺は、保安林(プロテクション フォレスト)として区分されており、発電及び灌漑用水として重要な役割を持っている。リアムカナン湖の保全のため、同ダムの集水域については州林務部が毎年1,000 haの規模の植林を実行している。しかし、林道及び湖上から

観察する限りでは極く一部の植栽地を除いては、火入れの被害を被っている。

今後、実証試験を実施するに当たっては、このような状況を踏まえ、地元の住民の協力と理解が不可欠であろう。

表3-4 南カリマンタン州の土地利用

(Keadaan Penggunaan lahan di Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Selatan Tahun 1979.)

No.	Peruntukan (区分)	Luas (面積)	Prosentase (割合) luas wilayah	Keterangan
		ha		
1.	Pertanian (農業)			
	— sawah (水田)	332.554,50	8,3	
	— ladang (畑)	15.000,00	0,4	
	— perladangan (農地)	40.000,00	1,0	
2.	Perkebunan (農園)			
	— kelapa (ヤシ)	66.902,19	1,7	
	— karet (ゴム)	42.070,31	1,1	
	— cengkeh (ショウジ)	8.154,75	0,2	
	— kopi (コーヒー)	3.635,44	0,09	
	— kapuk (木綿)	2.024,10	0,05	
	— kemiri	1.527,88	0,04	
	— pala (ニクヅク)	32,56	0,0008	
	— pinang (ピンロウジ)	190,06	0,005	
	— serat rosela	605,46	0,02	
	— jambu mete (ザボン)	122,00	0,003	
	— serai wangi (香料)	2,25	0,00006	
	— coklat (カカオ)	36,00	0,0009	
3.	Hutan (森林)	2.313.845,00	57,9	
4.	Alang-alang (アラン-アラン)	600.000,00	15,0	
5.	Belukar (灌木)	289.602,22	7,2	
6.	Pemukiman (住居)	265.000,00	6,6	
7.	Belum ada data (その他)	17.754,24	0,4	
	Jumlah: (合計)	3.999.058,96	100%	

Sumber: 1. Kalimantan Selatan Dalam Angka (1980)
2. Data Kehutanan Kalimantan Selatan (1979).

3-3 造林

3-3-1 樹種の選定

航空機による大規模播種造林における適性樹種としては

- ① 種子の大量入手が容易なこと
- ② 機械散布に適していること
- ③ 地表での発芽、定着性が良いこと
- ④ 初期生長が早く、他の植物との競合に強いこと
- ⑤ 諸害（乾燥、病・虫・獣害）に対する抵抗性が強いこと

などが挙げられる。

インドネシアにおける種子の生産計画は表3-5のとおりであり、種子の供給能力や初期生長の速さなどを考慮すると、アカシア類、ユーカリ類及びアルビジア フアルカタリアが候補樹種となる。

アルビジアについては、樹冠葉量が少なく、成林後においても地表の雑草類を抑制する効果が低いため、地表火の危険が残ることになる。

以上の事柄を考慮すると、アカシア類及びユーカリ類を対象樹種とすることが適当と考える。

表3-5 インドネシアにおける種子生産実績と計画

(年間)

樹 種	実績 (1978~1988) kg	計画 (1989~1999) kg
・Acacia mangium	2,000	5,000
・Swietenia macrophylla	20,000	20,000
・Eucalyptus urophylla	5,000	5,000
・Albizia falcataria	10,000	15,000
・Pinus merkusii	15,000	5,000
・Eucalyptus deglupta	2,500	5,000
・Acacia auriculiformis	3,000	2,500
・Schima wallichii var. bancana	200	500
・Peronema canescens	4,000,000 *	8,000,000 *

* Cutting

(林業省造林総局造林局種苗課による。1989)

3-3-2 地表処理

何らかの地表処理が必要か否か、或いはどのような地表処理を必要とするかについては、地上直播試験の結果を見極める必要がある。

しかし、A地区及びB地区ともにアラン-アランの生育量は、すでに述べたように1㎡当り生重量で500g程度でアラン-アラン草原としては比較的密度が低く、空中散布された種子が地表面に到達することは比較的容易であると考えられる。

従って、対象地の土壤がせき悪化している現状から判断し、現況のアラン-アランの密度からは刈り払いは不要であるが、何らかの形の肥料分の供給は必要であり、種子のコート加工技術及び直接林地への肥培技術の検討が必要である。

また、インドネシア国の東部、ヌサテンガラ ティムール州において1985年12月に行ったギンネムの空中播種試験の結果によると、火入地拵えを行った地区と火入をせずに草原のままの状態の地区とで、発芽率については両地区とも発芽率は低いものの、それ程大きな差は無かったと報告されている。(付属資料4参照)

なお、造林コストについては、インドネシアでは、苗畑造成から伐採、収穫までha当り1,000ドルを目途にしているが、本事業では造林費用のみを対象とした。

本造林事業の工程は、南スマトラ・ブナカット地区産業造林計画のうち、アカシア マンギウムを対象とした早成樹種の造林費であり、ha当りの造林費は206.55US\$で、内容は表3-6に示す。

表3-6 ブナカット産業造林計画における植栽費

作業種		ha当りの工程	ha当りの経費	備考
(区画)	(細分)		us \$	
区画測量		1人	1.68	
地拵え	枝条整理	2.20時間	38.19	トラクター
	耕耘(20)	3.18時間	55.20	トラクター
植栽	植付け	16人	26.88	
	補植	2人	3.36	
	苗木輸送	3人	5.04	
保育	刈 つる切り 除伐	48時間	52.32	ブッシュクリーナー
		4人	6.72	
		12時間	17.16	チェーンソー
計			206.55	

3-4 種子調査

今回、直播試験を行うアカシア マンギウム (*Acacia mangium*)、アカシア アウリクリフォルミス (*Acacia auriculiformis*)について、次の調査を行った。

3-4-1 種子の特性

(1) 種子量及び発芽率

kg当りの種子量は、種子の充実度、生育場所産地等により変異があり、南カリマンタン州の種子の入手先である南スマトラ州ブナカットの例を見るとアカシア マンギウム (*Acacia mangium*) が120,000粒/kg、アカシア アウリクリフォルミス (*Acacia auriculiformis*) が68,000粒/kgである。

発芽率についても、種子の充実度、採取の時期により異なるが、インドネシア林業省の報告によると、アカシア マンギウム (*Acacia mangium*) が70%、アカシア アウリクリフォルミス (*Acacia auriculiformis*) 80%程度である。

南スマトラ州ブナカットの試験結果も同じ値を示している。

(2) 開花、結実

開花、結実については、同じインドネシアでもその時期が異なり、南スマトラ州ブナカット地区では、例をみるとアカシア マンギウム (*Acacia mangium*)、アカシア アウリクリフォルミス (*Acacia auriculiformis*) の開花期は3~6月、開花後、2ヵ月前後で結実し、採取は5~9月の間で行われる。

3-4-2 種子の精選、前処理

(1) 方法

インドネシア林業省造林局種苗課によると、*Acacia*類の発芽処理は熱湯処理を主体に行っている。処理時間については、各苗畑独自の経験で行っている。

なお、南カリマンタン州造林技術センターにおいては、100℃の熱湯に24時間浸透し実施している。

*Acacia*類、*Eucalyptus*類の精選については、特に実施していないとのことである。

(2) 装置

上述の通り、林業省では種子の前処理精選について、特別な装置を開発した経験がなく、コーティング等の高度な種子処理を考えた場合には精選装置の開発についての検討が必要となる。

3-4-3 コート処理

インドネシア林業省にはコート処理の経験がないとのことであり、今後、インドネシアに適した処理方法を開発する必要がある。

3-4-4 種子の供給

(1) 生産量等

インドネシアにおける種子の生産実績及び計画は既に述べたとおり (表3-5) である。

消費量や貯蔵量などについては、統計が十分でなく把握出来ない。

因に、南カリマンタン州林務部において調査したところアカシア マンギウムについては、同上林務部が中心的に生産（採取）しているが、数量については正確な数字はない。

又、他地域からは、南スマトラ州のスパンジェリジ地区から移入している外、インフタニⅡ（国営林業会社）も一部移入しているようである。

また、消費（播種）量については、州林務部を中心に年間80～100 kgの規模でアカシア マンギウムが、播種されている。その他、アルビジア ファルカタリアについても年間40kg規模での育苗が計画されている。

実証試験を実施する場合、3,000haで1億5千万粒、つまり、1.25ton 必要となり、これを5年間使用するとすれば、年間0.25ton の供給を、これまでの供給地に加え、現在ある造林木からの供給も期待できる。

(2) 関連法規

インドネシア林業省は、生産性の向上及び林産物の質を高めるためには、林業用種子が重要な役割をになっていることを十分に理解している。一方、現状では林業用種子の需要に対して量的にも質的にも対応出来ないとの認識をもっている。

このような認識にもとづいて、1990年2月に別添（付属資料5）のとおり、林業大臣布告がなされ、採取林の整備等に取り組みつつある。

また、種子の輸出入についても別添（付属資料6）のとおり規則が定められており、インドネシアの林業の発展に役立つことを第一義として、林業大臣が各般の許可を行うこととなっている。

種子の輸入については、量的にも使用目的についても限定されることとされているほか、輸出については、黒タンなどの希少樹種については目的を問わず輸出禁止とされているほか、林木育種計画にもとづいて改良中の樹種の輸出制限が加えられることとされている。

(3) 関連行政機関及び技術開発機関

林業省においては、造林総局造林緑化局の種苗課が窓口として認可に関する行政事務を取り扱うほか、出先機関の指導を行っている。

種苗課には、

- a) 種子流通係（Seed Distribution Section）
- b) 母樹林係（Seed Source Section）
- c) 育苗係（Nursery Section）

の3係があり、種子の輸出入については①種子流通係の所管業務となっている。

また、技術開発関連機関としては、林業試験場の外に

- a) 種苗技術センター（BTR、ボゴール）
- b) 種子生産技術センター（BPPB、パレンバン、バンドン、ウジュンパンダン、スマラン）

(計画)、スラバヤ(計画))

がある。

以上に述べたとおり、林業省は現在林業育種事業に力を注ぐとともに、採取林の整備、種苗の生産流通に関する組織の整備をすすめている。

これらに併せ、総合的な Seed Management System を構築すべく、全省的に検討がすすめられている。

(4) 輸入手続

今回の調査で、輸入許可書の写を入手出来た。(付属資料7)

すなわち、輸入希望を持つ者は、使用目的及び輸入の必要性を記載した申請書を林業省へ提出し、数量等について一定の条件を附した輸入許可を受けることとなっている。

別添の事例によると申請書の提出から許可証の発行までに約5ヵ月を要している。期間的にも充分の余裕のもとに手続を進める必要がある。

3-5 ランドサットデータによる土地利用調査

航空機造林の適地判定の手段の一つとしてランドサットデータによる土地利用状況の把握を行った。

3-5-1 調査方法

(1) 調査の範囲

調査の範囲は図3-3に示す東経114°45' ~115°5'、南緯3°15' ~3°45' で、実証試験候補地を含む地域。

(2) 使用したデータ

① LANDSAT MSSデータ

LANDSAT No.5 MSS、PASS/ROW 117/62

1984年10月25日の受信データ

② 地形図

5万分の1地形図(OTCA作成、1974)

土地利用状況の検討及び現地照合を行うためのアプローチの検討に用いた。

(3) 画像スケール

実証試験候補地を含む4分の1のシーン10万分の1に拡大し、画像スケールとした。

(4) 使用システム

入力装置 …… UNIVAC V77/800

デジタイザー

出力装置 …… GRAFICM1000

フォトプリンター

グラフィックカメラ

(5) 調査手順

- ① LANDSATデータの入手
- ② 幾何補正
- ③ 強調画像
- ④ フォルスカラー画像の作成
- ⑤ 土地利用区分（一次判別）
- ⑥ 現地照合
- ⑦ 土地利用区分（二次判別）
- ⑧ まとめ（画像作成）

3-5-2 調査結果

(1) LANDSATデータの入手

調査範囲をカバーするLANDSATデータのうち、雲量リストにより雲量、画質を検索し、CCT (Computer Copatible Tape: コンピューター適合テープ) で入手した。

(2) 幾何補正

スケールの補正とX、Y座標を地形図上から読み取り画像と地図が一致するようにした。

(3) 強調画像

界線部分の濃淡を明確にし、画像の判読を容易にした。

(4) フォルスカラー画像の作成

MSSと各バンドと出力画像の色との対応は次のとおりである。

- 赤色 ……… バンド7 (近赤外域)
- 緑色 ……… バンド5 (可視赤色域)
- 青色 ……… バンド4 (可視緑色域)

フォルスカラー画像はカラーディスプレイに出力し、GCPの測定や土地区分の教師選定等に使用した。

(5) 土地利用区分（一次判別）

LANDSAT MSSデータを用いて最尤法による土地利用区分を実施した今回の調査では次の6基準に従い区分した。

(6) 現地照合

一次判別した各分類項目（土地利用）について、LANDSAT画像、地形図を用い現地で照合した。

今回用いたデータが84年のものであるため、現地調査と6年の開きがあるが、主要なところについてはほとんど変化はみられなかった。

- 森林 …………… 一次判別の結果とほぼ同じであった。
二次林と天然林の区別は難しい。
- アランーアラン草原 …………… アランーアランと森林との区別は容易である。
- プランテーション …………… 一次判別の結果とほぼ同じであった。
ゴムが大半である。
- 水田 …………… 乾期のものについては、アランーアラン草原等の草地との区分は難しいが、造成区画の結果生じた畝の有無で判別が可能である。
- 湿地 …………… 湿性林及び湿性草原があり、大半は湿性林が分布する。
- 水面 …………… マルタプラ川、リアムカナン川等については、判別が容易であるが、小河川については判別が難しい。
- 集落 …………… バンジャルバルー、マルタプラ等の大集落については判別が容易であるが、小集落については判別が難しい。

(7) 土地利用区分（二次判別）

現地照合の結果を基に、最終的な土地利用区分（二次判別）を行い、その判別結果を解析画像として作成した。

(8) まとめ（画像作成）

以上の結果、LANDSAT DATAによる土地利用区分を赤外カラーを用いて作成した。

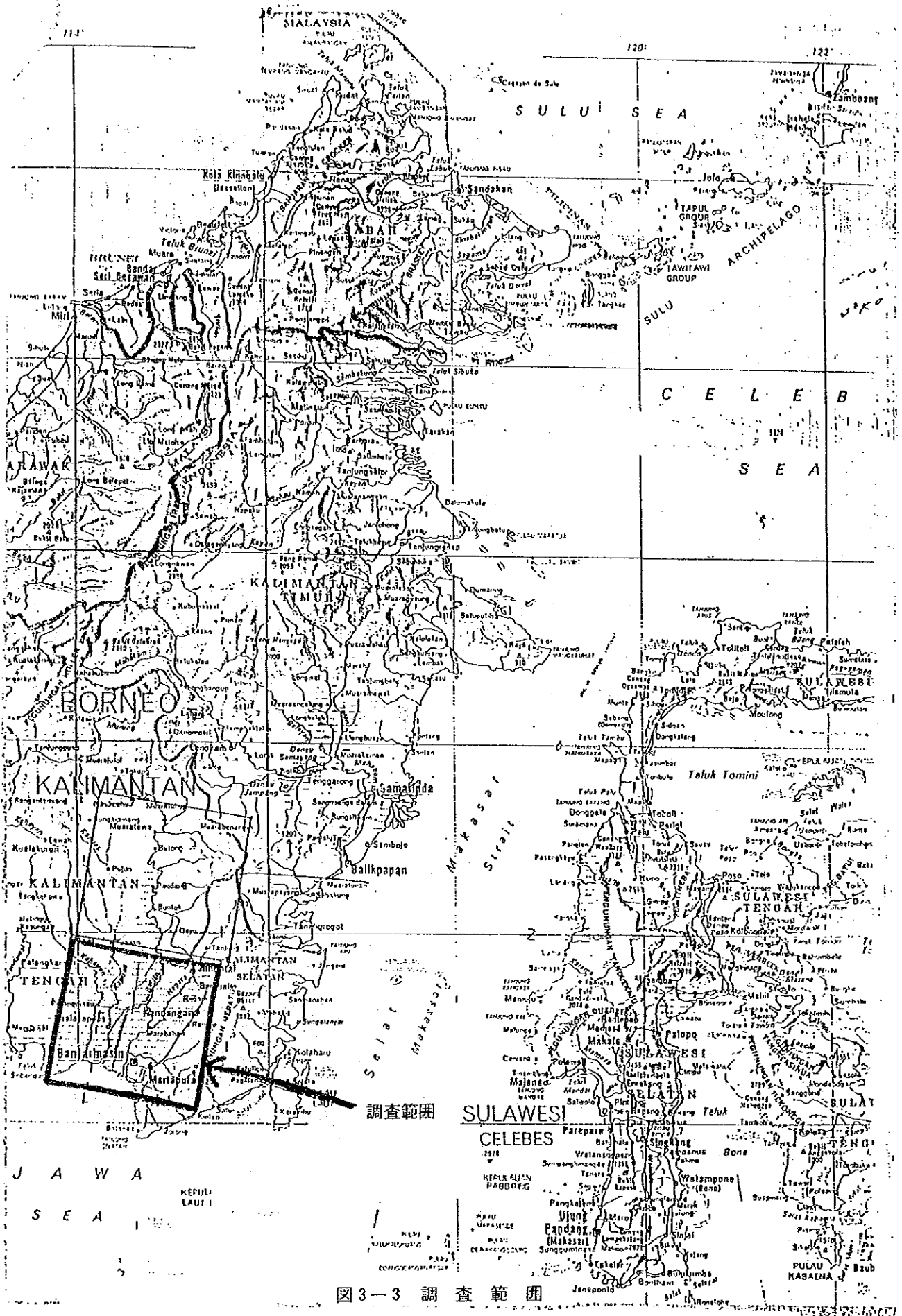


図3-3 調査範囲

判読の基準

判読項目	画像	色	きめ	出現パターン	位置	その他
森林		鮮やかな赤	なめらかで均一	—	起伏のある山岳地に分布している	—
アラソアラソ		クリーム色 ～ピンク色	群落の疎密の差によりモザイク状にみえる	—	未開墾地・耕作跡地に広く分布	成育段階に応じて色調が異なる
プランテーション		くすんだ赤 ～鮮やかな赤	細かな凹凸感がある	直線等で明瞭に区画されることが多い	—	同上
水田		クリーム色 ～ピンク色	なめらかで均一	同上	灌漑の得られる河川沿いの低地に分布	乾田は白っぽく 湿田は赤味がある
湿地		緑がかった赤	湿生林がある場合細かな凹凸感がある	—	低地に分布	—
水面		藍色	なめらかで均一	—	河川・湖	—
集落		灰青色	—	矩形あるいは小さな塊状	主要道路沿いに点在	—

3-6 航空機利用

3-6-1 一般調査

(1) 航空機

航空機直播に対応可能な航空機は固定翼機、ヘリコプター共にインドネシア国内に於いて「運航者」よりの供給が可能であり、その対象機は次のとおりである。

a) 固定翼機

	機 種	機数	所有者(運航者)	備 考
1	ピト式 PC-6ターボプロペラ	5	農業省(空軍) 民間航空会社での対応 可能機は未確認	2機は連絡用としてジャカルタ(ヘリム空港)イリアンジャヤ(ジャヤプラ空港)に配備3機は散布機としてカリヤティ空軍基地に配備され又同基地には他に散布機としてセナスC-188型機3機も配備されている。

c) ヘリコプター

	機 種	機数	所有者(運航者)	備 考
1	ベルコウB0-105	8	林業省(ガタリ フタマ社)	1990年始め運航の一切が林業省(空軍)から民間会社に移管され装備、機体塗装等を民間型に改造中であった。 林業省が利用する場合はチャーター料金の別途支払いが必要。
2	ベル212 ベル412 (ベルコウB0-105)	6 7 8	ガタリ フタマ社 (林業省より運航移管)	主たる業務は石油開発支援飛行
3	ヘリコプター アルエットIII/SR-3160 シコルキ-S-58 ベル206B ベル204B ベル412	1 6 2 4 1	エア ファースト社	〃
4	ベル206B ベルコウB0-105 ベル212	5 3 2	アサヒ エアウェイズ社	〃
	ベル212	3	プルストウ マサ1 ヘリコプター社	〃
5	ベル206B	1	テイヤ イア タン社	視察、調査
6	ベル206B	8	テラナ イア サービス社	
7	アルエットII/SA-318C アルエットIII/SA-316B ドーフアン/SA-365C	1 4 2	インドネシア イア トランスポート社	
8	ベル205	6	ナショナル コティリテイ ヘリコプター社	

(2) 散布装置

1) 固定翼機

インドネシア国農業省が保有するピラタスPC-6ターボポーター機用として、これの粉剤散布装置を粒剤散布用に農業省が独自に改造した装置である。この装置は最近では1985年12月下旬に東ヌサテンガラ州東部スンバに於ける空中播種試験に使用された。林業省東ヌサテンガラ州地方林政局の報告書によれば、400haの試験地に1ha当たり10kgのギンネムの種子を播種している。又、播かれた種子の数は1㎡当り平均10個であり、発芽率は3ヶ月後には47.3%（火入れをしなかった土地）から53.4%（火入れ地区）であった。（付属資料-4）

2) ヘリコプター

インドネシア国に於いてはヘリコプターの播種、農薬散布等への利用の経験はなく、その為の装置等は皆無である。しかしながら、日本、オーストラリア、カナダ等に於いては多く利用されており、これらの装置を必要により改造して供給する事は可能である。

なお、日本に於ける散布装置の状況については、「大規模森林回復技術委員会検討結果報告書（平成2年3月）」のとおりである。

3-6-2 対象地調査

(1) 地 形

直播試験対象地はA地区、B地区ともに、比較的緩傾斜な小丘陵の連続地であり、航空機による播種飛行は可能である。

(2) 機 種

A地区、B地区を対象とする場合、無駄のない播種効果を目指す為にはその他地形及び面積規模からみて、ヘリコプター利用が適切であり、小型機による対応が可能である。

機種としてはインドネシア国内で多く運航されているベル206B、ベルコウB0-105型ヘリコプターが適当である。

(3) 基 地

ヘリコプター利用の場合、夜間係留の為主基地と、播種の為の作業基地を設け運航する事が効率的である。主基地についてはバンジャルマシン空港を、又作業基地としては播種地近くの林道沿いに確保することが可能である。

(4) 散布装置

散布装置には、横抱方式と吊り下げ方式の二方式の装置が可能であり、ベル206Bヘリコプターではその両方式が、ベルコウB0-105型ヘリコプターでは後者の使用が可能である。また、散布方式には直播方式とスラリー（種子、肥料、粘着剤等を水で混合し泥漿状態とする）方式がある。

今回の候補地についてはその面積規模、試験用の利用の観点からベル206Bヘリコプターによる横抱方式の採用が適当である。

この規格、性能諸元、概要等は別添付属資料の 8 のとおりである。

(5) 散布時期・気象条件

運航に影響する天候の要因としては、高い外気温度 (30~35℃) があげられる。高温は空気密度の低下により、搭載量の低下を招くことから、気温の低い早朝からの散布実施が望ましい。

(6) 経 費

ヘリコプターによる航空機造林の費用を試算すると次のとおりである。

a) インドネシア国内ヘリコプター協定最低料金 (V A T 10%含まず) 1990. 11. 1.

	長期間借上料金			時間借上料金 (US \$)	※待機量/日 3 時間料金保証
	月間拘束 固定料金 (US \$)	時間当り料金 (US \$)			
		(0-70時間)	(70時間<)		
ベル206B	22, 000	265	325	Rp120, 000/時	700
B0-105	23, 000	315	435	Rp260, 000/時	800

b) 散布装置料金

ベル206B用横抱式散布装置 購入価格：3, 400, 000円

使用量： 9, 500円

c) 散布諸元

飛行速度 30 MPH(54km/時)

散布高度 15~20m

有効散布巾 25m

搭載粒剤重量 200kg

d) 散布費用概算

条件：散布面積 3, 000ha 散布量 50, 000粒/ha ; 2 kg/ha(25, 000粒/kg)

使用機種：ベル206B

	散布量	散布面積	1日当散面積(5時間/1日)
散布実績	0. 8kg/ha	200ha/時	1, 000ha/日
推 定	2. 0kg/ha	80ha/時	400ha/日

上記条件より

予定作業日数：3,000ha ÷ 400ha/日 = 7.5日 ≒ 8日間

予定飛行時間：7.5日 × 5時間/日 = 37.5時間

基地間移動時間：8日間 × 0.5時間/日 = 4時間

動・復員時間：回航時間（バリクパパンーバンジャルマシン往復） = 4時間

作業準備及び撤収5日間 × 3時間保証/日 = 15時間

ヘリコプター使用料：(37.5+4+4+15)時間 × US \$ 700/時 = 42,350 …… ①

散布装置使用料：(8+5)日間 × US \$ 76/日 = US \$ 998 …………… ②

積み込み作業員費：5名 × (8+5)日 × 2.0US \$ /人日 = US \$ 130 …………… ③

上記概算より ヘリコプター直接運航費用は

(①+②+③) × 10%VAT = US \$ 47,815. -(16US \$ /ha)となる。

3-6-3 その他

(1) 操縦士の状況

ヘリコプターの飛行経験時間は、A社の飛行経歴一覧表（付属資料9）に示すとおりで、他社についても同様である。一般的に不足はないと見られるが、ヘリコプターによる散布作業については未経験であるとみられる為、インドネシア人操縦士により実施する際はあらかじめその経験のある外国人（日本人）操縦士により約10時間の散布基本訓練及び約15時間程度の実地作業訓練（O.J.T.）を実施する必要がある。一方外国人（日本人）操縦士による場合はインドネシア側航空会社の協力により労働許可を得る事で対応可能である。

(2) 資機材・散布装置等の持ち込み

ヘリコプターのインドネシアへの持ち込みは、原則認められておらずよほどの説得材料がなければ困難である。資機材・散布装置等の持ち込みはJICA名義による手続で約2ヵ月位でその許可取得が可能である。

(3) 飛行許可の取得手続

インドネシアにおける飛行許可の取得手続は航空会社が行い、当該作業飛行については、インドネシア航空局（DCA）の民間航空安全規則（Civil Aviation Safety Regulation）によることとなる。

(4) 物資、機材、燃料の調達

作業基地への物資、機材、ヘリコプターの燃料は、航空機、船、トラック等の利用が可能であり、又ヘリコプターの燃料については東カリマンタン州バリクパパンよりドラム缶による配置が可能である。

(5) 作業基地

作業基地としては、最低限二方向が開始され且つ50m × 50m以上の平坦地を確保する必要があり、又ヘリコプターの離発着地としては防塵対策上できるだけ草地を利用し、作業基地の設営工事は資機材、ヘリコプターの燃料等の搬入路程度にとどめることが望ましい。

本対象地においてこのような場所の選定は可能である。

4 まとめ

- ① 本調査はインドネシア国南カリマンタン州バンジャルバルー周辺において、平成2年9月5日～9月14日（一次調査）、平成2年10月25日～11月28日（二次調査）の2回にわたり大規模森林回復技術に係る以下の調査を実施した。
- ② 地上直播試験については、BTRの苗畑に隣接するところを試験地とし、当初の計画通りで、設定・播種・測定観察をBTRに委託した。
測定の結果、発芽は播種後3週間目において幾つかのプロットで若干みとめられた。
- ③ 航空機による種子散布実証試験の対象地調査については、リアムカナン湖の南西を実証試験の対象地（A地区、B地区）とし、調査を実施した。
この結果、アランーアランの生育が比較的疎らで播種上特に問題はないが、土壌の肥沃度を考慮した試験が必要であろう。
- ④ 種子の確保、輸入手続、関連法規等については、インドネシア林業省において内容の整備がおこなわれている。
種子の精選・発芽前処理及びコート処理については、未開発である。
- ⑤ ランドサットデータによる土地利用状況調査を行い、アランーアランを含めた草原や森林の判読が可能であった。
- ⑥ インドネシアにおいては、航空機による種子散布実証試験に供する航空機は、林業省及び民間のものの使用が可能である。
使用機種については実証試験の対象地の立地条件から考え、ヘリコプターが適切と判断され、この場合散布装置についての技術開発が必要である。

付 属 資 料

- 1 実証試験対象地の選定条件 (英文)
- 2 土壌調査結果野帳
- 3 直播試験実施計画書 (英文)
- 4 東ヌサテンガラ州東部スンバにおけるギンネムの空中播種試験に関する報告 (要旨)
- 5 林業用種子に関する林業大臣布告(No.:57/kpts-11/1990)(英文)
- 6 林業用種子の輸出入に関する規則 (英文)
- 7 種子輸入許可書 (事例) (英文)
- 8 粒剤散布装置
- 9 飛行経歴一覧表 (英文)

1. 実証試験対象地の選定条件

Subjects of Negotiation and Discussion for
Field Study on Large-Scale Reforestation Technique

1. Selection of site proposed for the on-site-test of aerial seeding

(1) Condition for the selection

① Climatic condition :

- Annual rainfall should be more than 1,000 mm
- Successful germination of seeds and growth of seedlings should be expected.

② Topography :

- Gentle slopes of which gradient is less than 20 degrees should be selected.

③ Vegetation :

- Arang-arang grassland caused by shifting cultivation should be selected.

④ Scale of site proposed for the on-site-test of aerial seeding :

- Annually 500 ha will be experimented for five years. Totally 2,500 ha ~3,000 ha will be needed.

⑤ Accessibility :

- Good accessibility should be kept for the implementation of the experiments such as road condition

⑥ Cooperation from Indonesia's side :

- Cooperation by BTR and Indonesia's organization concerned will be required.

⑦ Demonstration effect :

- Results by this aerial reforestation should be well demonstrated to people in Indonesia.

⑧ Land use :

-The subject area for this experiment should belong to the land which has no problem of land ownership like Indonesia's National Forest Land.

(2) The reasons why the site for the on-site-test of the aerial seeding was selected in South Kalimantan

The South Kalimantan is satisfying the conditions in (1) and has been selected in terms of the following aspects :

- ① Belonging to tropical rain forest area, areas in South Kalimantan can be expected to have promising growth of sown seeds.
- ② There exists plenty of arang-arang grassland which is sufficient to the experiment.
- ③ There are oil-related facilities and infrastructure which keep high accessibility to the site for the experiment.
- ④ In Banjarmasin there are Regional Forestry Office and Provincial Forestry Service Office of which cooperation will facilitate the implementation of the experiment.
- ⑤ As South Kalimantan is located relatively nearer to Jakarta rather than other provinces out of Java Island, the demonstration effect by the location will be expected.
- ⑥ It is possible to make use of an airplane base belonging to the oil-related facilities.

Incidentally for avoiding duplication of the JICA-related activities, ⁶² Benakat in South Sumatera, where was subject to the feasibility study for HTI, was excluded.

2 土壤調査結果野帳

直播試験候補地

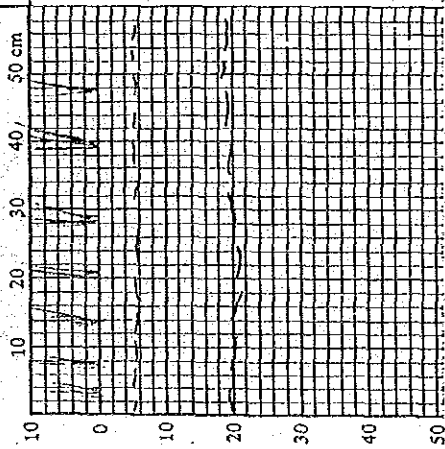
Prof. No. 5 	Sample No.	-	-
	PH	5.6	5.2
	Roots	-	-
	Moisture	-	-
	Cutans Cementation Nodules Pans	-	-
	Pores	-	-
	Hardness	26	29
	Consistence	-	-
	Structure	-	-
	Stones	-	-
	Texture	CSi	Si
	Humus	-	-
	Color · Mottling	10YR3/3	10YR4/4
	Boundary	-	-
Depth (cm)	0	15	
Horizon	A	B	

○直播試験地の土壌断面
○レッドイエローポドソリック土壌
○礫の大きさは5〜7mm

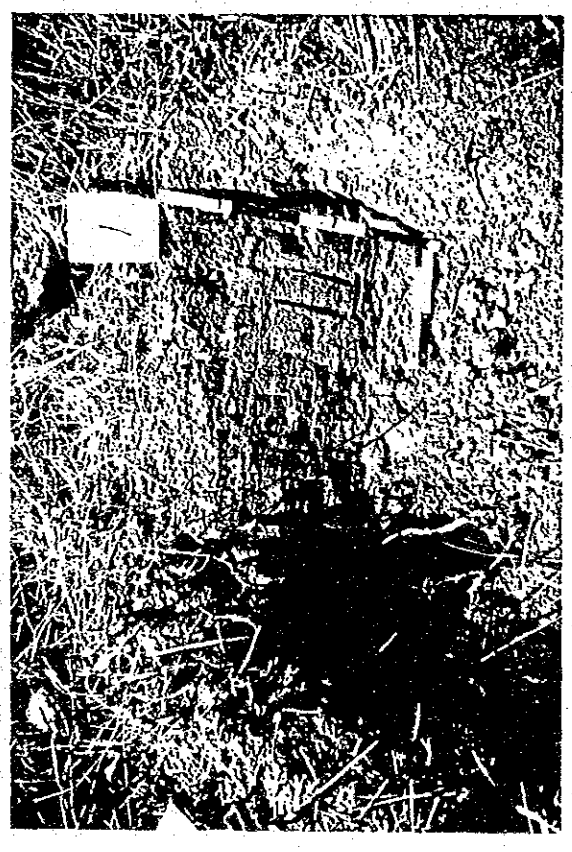
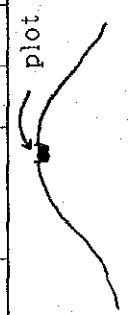
Prof. No. 1

1990. 11. 2

RIAM KANAN [A]



Sample No.	-	-	-
PH	5.6	5.2	5.6
Roots	-	-	-
Moisture	-	-	-
Cutans Cementation Nodules Pans	-	-	-
Pores	-	-	-
Hardness	18	25	24
Consistence	-	-	-
Structure	-	-	-
Stones	-	-	-
Texture	SL	CL	CL
Humus	-	-	-
Color. Mottling	10 YR 3/4	7.5 YR 4/6	5 YR 4/8
Boundary	-	-	-
Depth (cm)	0 5		20
Horizon	Ah	A	B



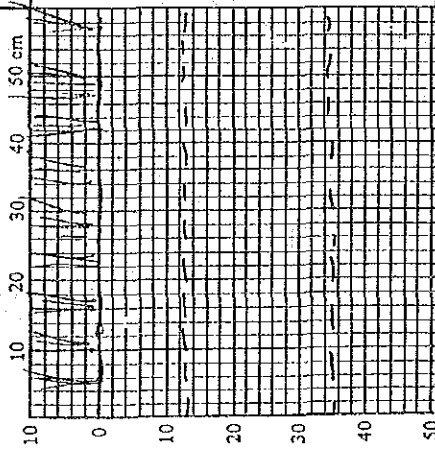
60 70 80 90 100 110 120 cm

実証試験候補地(2)

Prof. No. 2

1990. 11. 2

RIAM KANAN (A)



Sample No.	—	—	—
PH	5.4	5.2	5.4
Roots	—	—	—
Moisture	—	—	—
Cutans Cementation Nodules Pans	—	—	—
Pores	—	—	—
Hardness	14	14	28
Consistence	—	—	—
Structure	—	—	—
Stones	—	—	—
Texture	SC	SC	SL
Humus	—	—	—
Color - Mottling	7.5 YR 4/6	7.5 YR 4/6	5 YR 4/6
Boundary	—	—	—
Depth (cm)	0	13	35
Horizon	Ah	B ₁	B ₂



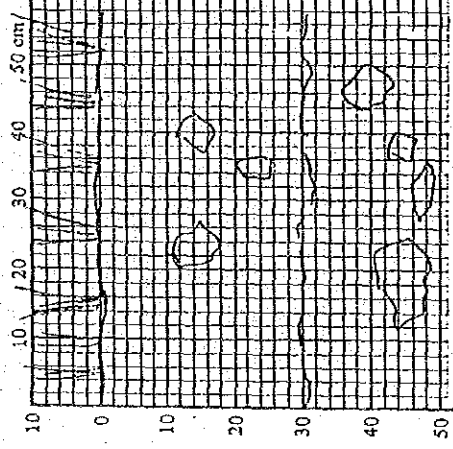
○林道造成のため若干土壌
がかく乱されている。

plot

実証試験候補地(3)

Prof. No. 3

1990.11.2
RIAM KANAN [BJ]



Sample No.	—	—
PH	5.4	5.6
Roots	—	—
Moisture	—	—
Cutans Cementation Nodules Pans	—	—
Pores	—	—
Hardness	27	30
Consistence	—	—
Structure	—	—
Stones	—	—
Texture	SL	CL
Humus	—	—
Color · Mottling	5YR 4/6	2.5YR 4/6
Boundary	—	—
Depth (cm)	0	30
Horizon	A	B

