

No.

大規模森林回復技術調査 基礎調査報告書

平成4年1月

国際協力事業団

林開発


JR

91-47

ARY

大規模森林回復技術調査 基礎調査報告書

平成4年1月

JICA LIBRARY

1102656[4]

24587

国際協力事業団

国際協力事業団

24587

序 文

開発途上国における急激な森林減少が深刻な問題となっており、早期に大規模な森林回復を行うことが求められている。このため、航空機等を利用した造林技術を参考に、熱帯地域に適合する新たな技術の体系化を図るため、昭和63年度よりカナダ、アメリカ合衆国、オーストラリア、インドネシア、中国の各国で航空機造林の実例について基礎調査を行うとともに、平成元年度より国内に大規模森林回復技術委員会を設置して適正技術について検討を重ねてきた。

平成2年度からは、これまでの検討結果に基づいて具体的に本技術の可能性について検討するため、インドネシア国南カリマンタンのアランーアラン草地において種子直播き試験を実施した。本年度は、その試験の経過観察と、更に実際の立地条件に近づけた試験を行うために、現地調査により丘陵地の試験地を設定した。調査団は、平成3年11月及び12月の2回派遣された。

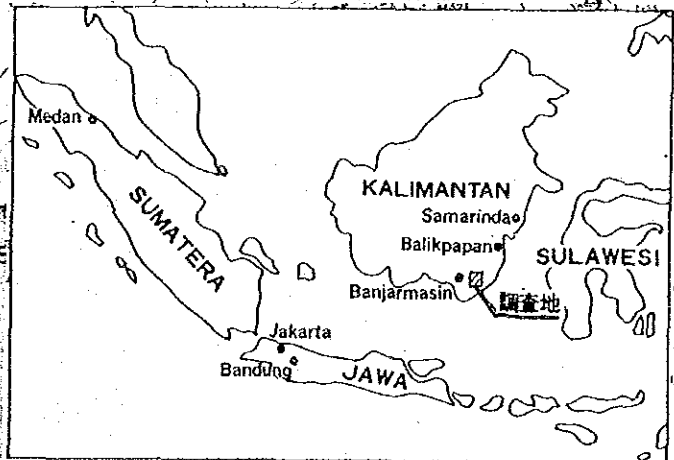
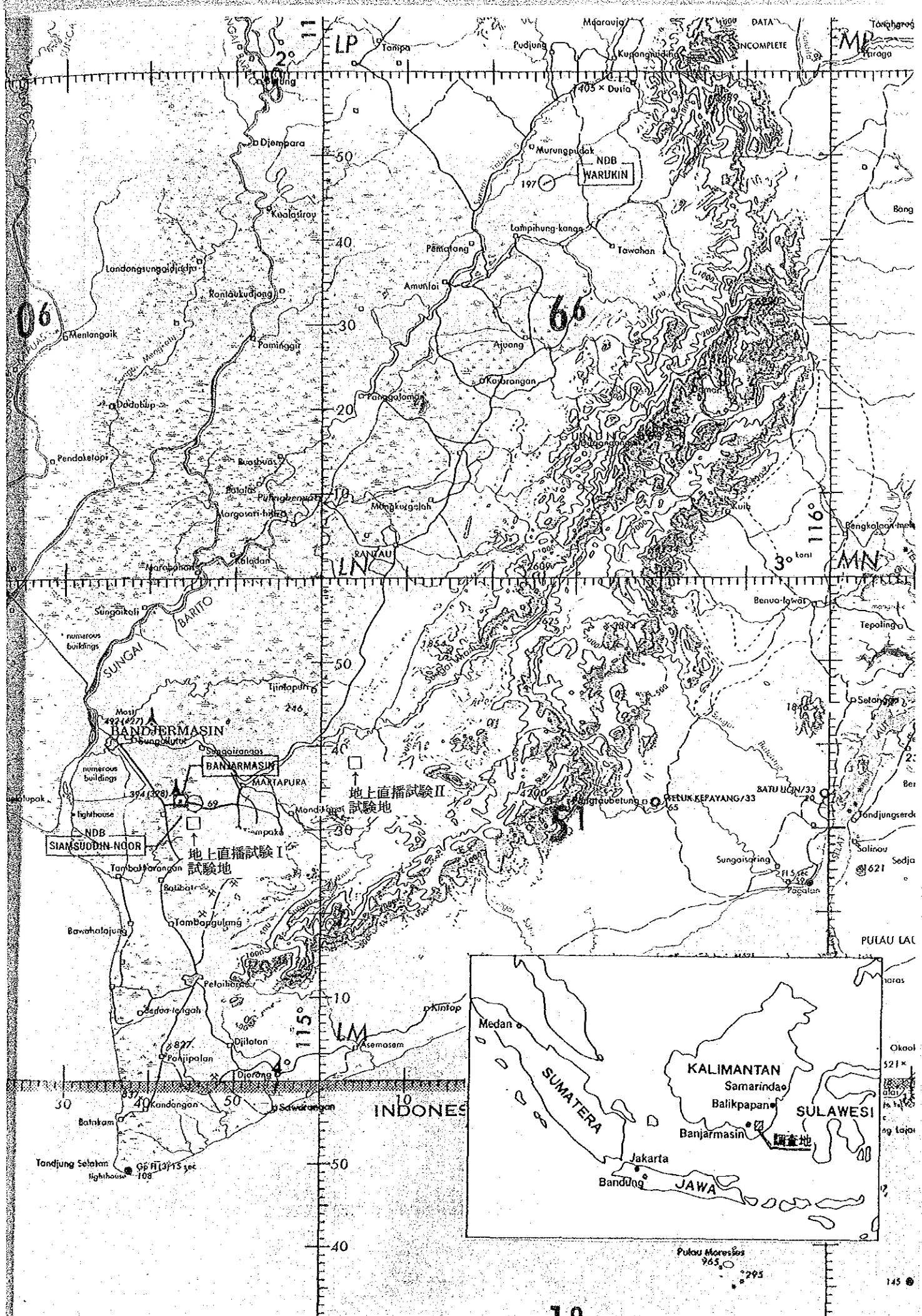
当調査団は、インドネシア国林業省の協力を得て、関係者と協議を行うとともに南カリマンタン造林技術センターをはじめとする関連機関及び関連施設において調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びと成った。本報告書が、今後の海外林業協力事業に携わるものに広く活用されるとともに、インドネシア共和国と我が国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

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ものである。

平成4年1月

国際協力事業団

理事 田口俊郎



現地調査位置図



写真
プロット No.1

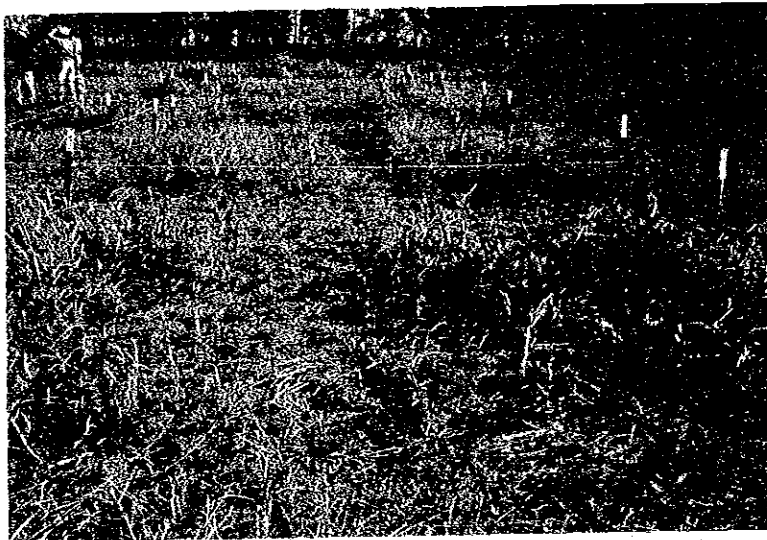


写真
プロット No.2



写真
プロット No.3



写真
プロット No. 4



写真
プロット No. 5



写真
追加試験
(*Eucalyptus alba*,
Eucalyptus urophylla)



写真
地上直播試験II
アラソ-アランの生育状況



写真
地上直播試験
土壌断面



写真
地表処理
Rotavator

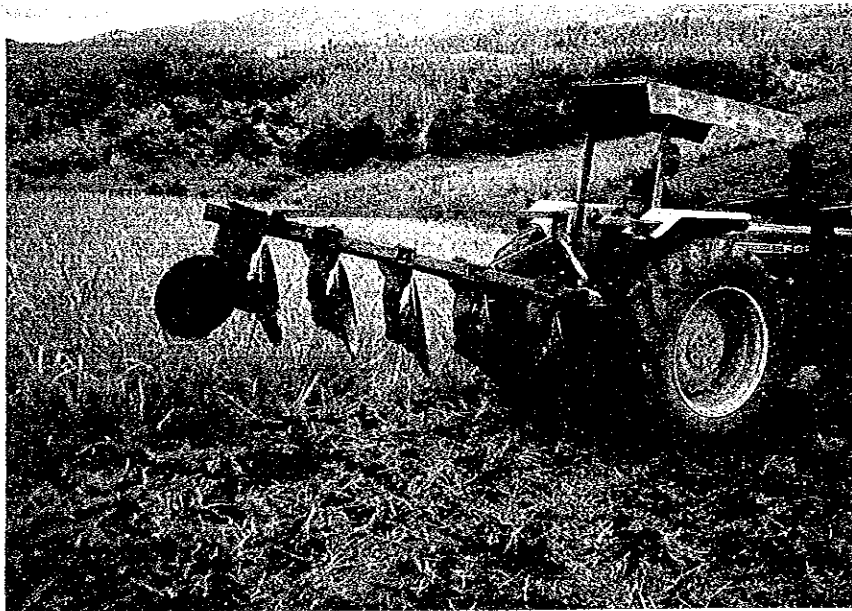
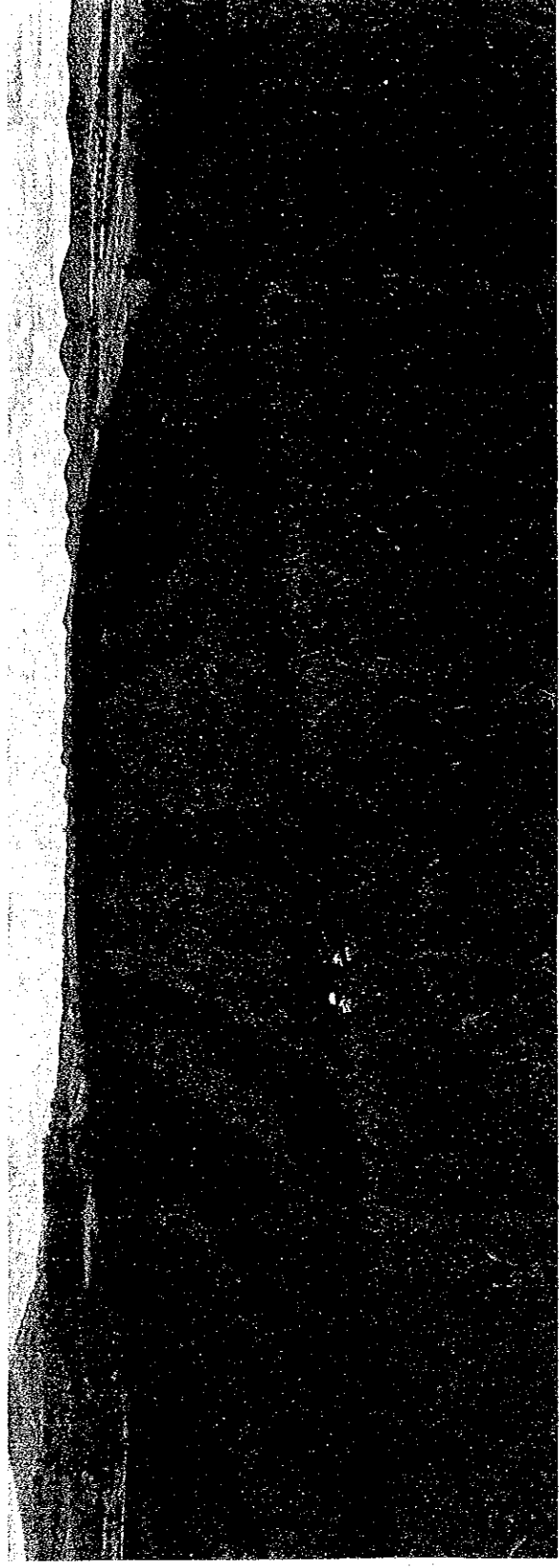


写真
地表処理
Disk plow



地上直播試験Ⅱ (プロット1・2)



地上直播試験Ⅱ (手前プロット3・4、右プロット5・6)

目 次

要 約	1
1. 調査団の派遣	6
1-1 調査団派遣の経緯と目的	6
(1) 経 緯	6
(2) 目 的	6
1-2 調査団員の構成	7
(1) 一 次 調 査	7
(2) 二 次 調 査	7
1-3 調 査 日 程	8
1-4 主 要 面 会 者	9
(1) インドネシア側	9
(2) 日 本 側	10
2. 航空機による種子散布のための予備試験	11
2-1 地上直播試験Ⅰ	11
2-1-1 平成2年度からの経緯	11
2-1-2 試験結果(平成2年度分)	12
(1) 種子の発芽	12
(2) 発芽種子(稚樹)の生存	14
(3) 発芽種子(稚樹)の生長	16
(4) アランーアランの草丈	18
(5) 地表処理の効果	19
(6) コーティングの効果	19
2-1-3 試験の継続(平成3年度分)	19
(1) 試験の継続	19
(2) 追加試験	19
2-2 地上直播試験Ⅱ	20
2-2-1 試験地の選定	20
2-2-2 試験地の概要	23
(1) 気 象	23
(2) 地 形・地 質	23
(3) 土 壤	24
(4) 植 生	24
(5) 土 地 利 用	24

2-2-3 試験方法	25
(1) 試験期間	25
(2) 試験材料	25
(3) 試験区の設定	25
2-2-4 測定及び調査	31
2-2-5 試験地の維持管理	31
2-2-6 データの整理と発送	31
3. 航空機による種子散布のための基礎調査	33
3-1 樹種に関する調査	33
3-1-1 調査項目	33
3-1-2 調査結果	33
(1) 産地	33
(2) 生長	33
(3) 環境	33
(4) 種苗	33
(5) 維持	34
(6) 利用	34
3-2 地表処理に関する調査	37
3-2-1 調査項目	37
3-2-2 調査結果	37
(1) Land clearing	37
(2) Plowing	37
(3) Harrowing	37
3-3 保護に関する調査	41
3-3-1 調査項目	41
3-3-2 調査結果	41
(1) 病害	41
(2) 獣害	41
(3) 虫害	41
(4) その他の害	42
4. 技術面からみた今後の展望	44
付 属 資 料	
1. 追加試験 (英文)	49
2. 地上直播試験Ⅱの野帳 (英文)	51

要 約

1 調査の経過

1989年以来、インドネシア国林業省の協力により、現地基礎調査を実施し、マニュアル作成のための各種資料を収集してきた。

特に昨年度は、インドネシア国南カリマンタン州南カリマンタン造林技術センター（以下、BTRと云う）の苗畑周辺において、アカシア類を用いて、手播きによる小規模な直播き試験（以下、地上直播試験Ⅰと云う。）を実施し、種子のコート効果、地表処理効果等について、ある程度知見を得ることができた。

本年度は昨年度の地上直播試験Ⅰのデータ収集を引き続き行うとともに同試験地と隣接したところにユーカリ類の直播試験を追加した。さらに、地上直播試験Ⅰの規模を拡げ、山地における新規の地上直播試験（以下、地上直播試験Ⅱと云う）を実施した。

(1) 一 次 調 査

平成3年11月11日から11月20日の10日間に亘り、次の調査を実施した。

- ① 平成2年11月に開始した地上直播試験Ⅰについて、播種後1年を経過した生存木の生育状況を調べた。
- ② 本年度、新規に地上直播試験Ⅱを実施するための準備作業として、インドネシア国側と試験地の確定のための協議を行い、試験用種子の調達の可能性、地表処理機械の利用実態について調査を行った。
- ③ 地上直播試験Ⅰの継続及び地上直播試験Ⅱの実施についてインドネシア国側と打合せを行い、協力の同意を得た。

(2) 二 次 調 査

平成3年12月10日から12月24日の15日間に亘り、次の調査を実施した。

- ① 一次調査の結果に基づき、ユーカリ類の追加試験及び地上直播試験Ⅱについて、試験地の設定、地表処理の実施及び播種を行うとともに、マニュアル作成に必要な各種資料を収集した。
- ② ユーカリ2種（*E. alba*, *E. urophylla*）を用い、播種を行い、試験を開始した。
- ③ 地上直播試験Ⅱは、南カリマンタン州リアムキワにあるBTRの試験林に隣接した地点に試験地を設定し、2種の地表処理、アカシア2種（*A. mangium*, *A. auriculiformis*）を用い、1年間の経過観察を実施することとなった。
- ④ インドネシア国林業省及び南カリマンタン造林技術センターにおいて、樹種、地表処理機械、保護に関する資料の収集を行った。

2 地上直播試験Ⅰ

(1) 前年度実施結果の総括

① 種子の発芽

播種後20日～50日ですべての処理区において森林回復を可能とする数の発芽が見られた。

② 発芽種子稚樹の生存

播種後約10ヶ月の時点で草地地かき区 (Plot 2)、裸地地かき区 (Plot 4) および裸地無処理区 (対照区) (Plot 5) では大部分の稚樹が生存したが、草地火入れ区 (Plot 1) 草地無処理区 (対照区) (Plot 3) では、大部分の稚樹が枯死した。

③ 発芽種子稚樹の生長

生存した稚樹の生長は草地無処理区 (Plot 3) 以外は順調であった。

④ アラン-アランの草丈

火入れ処理のアラン-アラン抑制効果は3ヶ月程度であり、稚樹の発芽、初期生長には効果があると思われるが、3ヶ月以降は、対照区の草丈とほぼ同じであった。

以上の結果を総合すると、次のとおりである。

a. 地表処理なしでも種子は発芽する。

b. 稚樹の生存と成長の両面で、火入れ処理に較べて、地かき処理の方が良い結果を得た。

c. 植生の除去は今回実験的に行ったが、大面積の区域に対しての適用は困難なため、地表処理の要・不要の検討及び必要とする場合の簡便な処理方法を検討する必要がある。

⑤ 種子コーティングの効果

調査結果では、生存、生長に関するコーティング効果は認められなかった。

(2) 本年度の試験について

① 前年度設定試験プロットの継続調査

継続することを合意した。

② 追加試験プロットの設定と調査

既設プロットの隣接地にユーカリ2種の播種試験を増設することを合意した。

3. 地上直播試験 II

(1) 試験地

① 設定

南カリマンタン州リアムキワにあるBTRの試験地に隣接するアラン-アラン草原の傾斜地 (5~20%) に、次の内容で設定した。

a. 1プロットの大きさを500m²として、6プロットを設定した。

b. 地表処理は、ディスクプラウ、ローターベータの2種類とし、これらを対比する無処理区 (対照区) を設けた。

c. 各プロットに、無作為に3ヶ所の経過観察用のコドラートを設定した。

② 播種

a. 使用樹種は、*A. mangium* 及び *A. auriculiformis* の2種類を用いた。

b. 各樹種とも、熱湯24時間前処理後、播種した。

c. 播種量は、m²当り50粒を基準とした。

③ その他

a. 試験地の土壌 (pH、硬度、土性) 及び植生 (高さ、重量) を調べた。

b. 土壌水分や草本密度と種子の発芽及び稚樹の生長の関係を調べるために、本試験地に隣接して、アラナーアランの無処理地に、100㎡の試験地を2箇所設定した。

4. ユーカリ類の追加試験

(1) 試験地の設定

地上直播試験Iと隣接し、裸地地かき区2プロット、無処理区(対照区)2プロットの計4プロットを設定した。

プロットの大きさは、地上直播試験Iのサブプロットと同じ25㎡とした。

調査ゴドラートは各プロットに3カ所設けた。

(2) 播種

使用樹種は *Eucalyptus alba* 及び *Eucalyptus urophylla* を用いた。

播種量は、他の試験同様㎡当たり50粒を標準とし、粒数算定に当っては、単位重量当りの有効種子数から求めた。

5. 航空機による種子散布のための基礎調査

インドネシア国林業省及び南カリマンタン造林技術センターにおいて、樹種、地表処理機械及び保護に関する資料の収集を行った。

(1) 樹種に関する調査

航空機造林における樹種選定の基礎資料とするため次の調査を実施した。

① 産地

インドネシアで用いられている造林樹種は27種で、このうち外来樹種が6種、郷土樹種が21種である。

② 生長

樹種の多くが、高木性で、早成樹が全体の60%を占める。

ha当りの年平均生長量は1~50㎡で樹種により異なる。

③ 環境

耐陰性の樹種は全体の40%、耐乾性の樹種は全体の80%である。

④ 種苗

種子の調達は、80%の樹種が容易で、育苗は85%が容易である。

⑤ 維持

80%の樹種が保育が必要である。

⑥ 利用

産業用(用材、パルプ)が19種、住民用(薪炭、果実、飼料)が13種で樹種によっては用途が重複するものがある。

(2) 地表処理に関する調査

インドネシアで用いられている地表処理機械について、作業別に、搬器、付属器、実績を調べた。

① Land clearing

主として、クローラタイプのブルドーザが用いられている。

時間当りの工程は0.26~0.46haで、本調査段階では実施上の問題はない。

② Plowing

ホイールタイプを主としたトラクターにより、ディスクプラウ及びローターベータを取り付け実施している。

時間当りの工程は0.20~0.80haで、実施上の問題としては、アタッチメントのベアリング等部品の不備がある。

③ Harrowing

クローラタイプとホイールタイプの両方が使用されている。

時間当りの工程は0.69~1.00haで、部品、ベアリングの調達に問題がある。

(3) 保護に関する調査

インドネシアでこれまで知られている苗木、林木の被害について調べた。

① 病 害

フザリウム菌による発芽後の種樹の被害がみられ、薬剤散布による対策がとられている。

② 獣 害

ネズミによる食害が、種子、稚樹でみられ、ネットによる防除対策が図られている。

③ 虫 害

苗木段階では、蝶やカタツムリの被害がみられ、成木では、木食い虫、ピンホール、白アリ等の被害がみられる。

④ そ の 他

排水不良による苗木の根腐れ、風による成木の幹折れの被害がある。

試験結果のとりまとめ (要約)

平成4年12月1日現在

試験名	試験開始日	試験場所	地形	全地面積 (㎡)	プロット面積 (㎡)	プロット	処理方法	樹種	平均生存本数 (本/ha)		稚樹の平均高 (cm)		
									平均	最大	平均	最大	平均
地上直播試験 I	平成2年 11月15日	バンジャルバルー BTR 苗畑隣接地	平坦地 (2°)	625	45 (サブプロット 450㎡×8コ コドラート 1㎡×3コ)	1	草火入れ	A. m (C) A. m (P) A. a (C) A. a (P) の4種類	20,000	40,000	31.9	41.2	20
						2			30,000	40,000	41.5	61.3	18.3
						3			10,000	20,000	7.5	13.2	3.5
						4			50,000	70,000	57.1	65.8	46.3
						5			30,000	60,000	33.0	39.3	27.7
地上直播試験 II	平成3年 12月18日	南カリマントン リアムキワ BTR 試験林隣接地	傾斜地 (11°)	約10,000	500 (コドラート 25㎡×3)	1	草無処理	A. m (P) A. a (P) A. m (P) A. a (P) A. m (P) A. a (P)	41,600	50,000	2.3	2.5	2.0
						2			1,600	2,400	3.0	3.0	3.0
						3			96,800	118,800	2.8	3.0	2.5
						4			4,800	8,800	3.0	3.0	3.0
						5			36,000	46,000	2.7	3.0	2.5
						6			6,800	10,800	2.8	3.0	2.5

注 1) A. m = *Acacia manium* A. a = *Acacia auriculiformis*
(C) = コート (P) = 裸

1 調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

(1) 経緯

① 近年の熱帯林の減少は、地球的規模の環境問題として広く認識されており、森林回復のための対応策が強く求められている。

熱帯地域における森林の減少面積は、最近のFAOの報告では年平均1,700万haと推定されている。一方、人工造林面積は減少面積の一割も満たないとされており、大規模な森林回復を早期に、かつ低コストで行うことが重要な課題である。

② 大規模な森林回復を行うに当たって、従来の作業体系では非効率的であることなどから、既にカナダ・オーストラリア等で行われている航空機等を利用した森林回復技術を参考とし、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。

③ このため、昭和63年度より平成2年度まで、カナダ、アメリカ、オーストラリア、インドネシア、中国に調査団を派遣し、航空機造林の技術蓄積状況や造林地の現状調査等を行ってきた。

また、平成2年度より、インドネシア国南カリマンタン州において航空機実播を想定した種子の直播試験を行っている。これらの調査は、大規模森林回復技術委員会で検討され、平成2年度には、大規模森林回復ドラフトマニュアルIが作成されたが、今後更に検討を重ねる必要がある。

④ これまでの調査結果及び委員会検討結果に基づき、さらに実際の航空機造林技術の体系化を進めるためには、現地での直播試験の規模、内容をこれまでの平地の試験から、丘陵地・傾斜地へと広げ、より実際に近い状態でデータを収集し、検討する必要がある。

⑤ 今年度は昨年度より南カリマンタン造林技術センターの協力を得て行っている平地直播試験の1年後の現況調査及びデータ収集を行う。更に、新たに山地、傾斜地における直播試験（試験規模10,000㎡程度）の試験地設定のため、インドネシアに調査団を派遣した。

(2) 目的

大規模森林回復技術開発は開発途上地域において航空機利用等による大規模森林造成を行うに当たり、その適正技術について体系化を図り、技術マニュアルにとりまとめることを目的としている。そのため、昭和63年度よりこれまでにカナダ、オーストラリア、インドネシア等における航空機の事例調査を行うとともに、国内における基本的な事項に係る試験等を実施し、国内委員会において検討を行ってきた。

特に平成2年度からは、実際の航空機実播を想定した地上直播試験をインドネシアにおいて実施しており、現在も続けられている。今後更に実際の航空機造林技術の体系化を進めるためには、この直播試験の内容、規模を広げ、継続していく必要がある。

本年度の大規模森林回復技術調査では昨年度開始した地上直播試験（以下地上直播試験Iと云う）のモニタリング及び新たに実施する山地、傾斜地において実施する地上直播試験（以下地上直播試験IIと云う）の準備、設定のため、また、技術的問題を詰めるための諸調査を行うため、昨年度と同じインドネシア国南カリマンタン州に現地調査団を派遣する。

現地調査の内容は以下のとおりである。

① 一 次 調 査

- a. 昨年実施した地上直播試験（地上直播試験Ⅰ）の現況調査及びデータ収集
- b. 新たに実施する地上直播試験（地上直播試験Ⅱ）の準備（候補地確定、種子入手、地表処理機械等）（試験規模10,000㎡程度）

② 二 次 調 査

- a. 地上直播試験Ⅰの継続
- b. 地上直播試験Ⅱにかかる検討（樹種・火入れの防止）及び試験地の設定
- c. インドネシア側との試験実施にかかる打ち合せ

1-2 調査団員の構成

一次調査及二次調査の団員構成は次のとおりである。

(1) 一 次 調 査

氏 名	担当業務及び現職	調 査 期 間
秋 谷 孝 一	総括 前森林総合研究所 森林環境部長	平成3年11月11日～同年11月20日（10日間）
荊 木 絵美子	業務調整 国際協力事業団 林業水産開発協力部 林業開発課	同 上
久 道 篤 志	適地判定 （社）日本林業技術協会 国際事業部課長	同 上

(2) 二 次 調 査

氏 名	担 当 業 務	調 査 期 間
堀 江 保 夫	総括 森林総合研究所 森林環境部治山研究室長	平成3年12月10日～同年12月24日 （15日間）
久 道 篤 志	適地判定 （社）日本林業技術協会 国際事業部課長	平成3年12月10日～同年12月24日 （15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。

一次調査日程 (11月11日～11月20日)

日順	月/日	曜	行 程	便 名	調 査 業 務 の 概 要
1	11/11	月	東京～JKT	GA873	移動
2	12	火	JKT		大使館、JICA、林業省 (表敬、打合せ)
3	13	水	JKT～BB	MZ530	移動、KANWIL、BTR (表敬、打合せ)
4	14	木	BB		BTR、新規試験地 (調査)
5	15	金	BB		BTR、新規試験地 (調査)
6	16	土	BB		BTR、試験地 (調査、報告)
7	17	日	BB～JKT	MZ531	BTR (打合せ)、移動
8	18	月	JKT		JICA、大使館、林業省 (報告、打合せ)
9	19	火	JKT	GA872	JICA、林業試験場 (報告、打合せ)
10	20	水	東京		帰国

JKT：ジャカルタ

BB：バンジャルバルー

KANWIL：南カリマンタン林政局

BTR：南カリマンタン造林技術センター

二次調査日程 (12月10日～12月24日)

日順	月/日	曜	行 程	便 名	調 査 業 務 の 概 要
1	12/10	火	東京～JKT	GA873	移動
2	11	水	JKT		大使館、JICA、林業省 (表敬、打合せ)
3	12	木	JKT		林業省 (表敬、打合せ)
4	13	金	JKT～BB	MZ530	移動、林政局、BTR (表敬、打合せ)
5	14	土	BB		BTR、新規試験地 (調査)
6	15	日	BB		BTR、新規試験地 (調査)
7	16	月	BB		BTR、新規試験地 (調査)
8	17	火	BB		BTR、追加試験地 (調査)
9	18	水	BB		BTR、追加試験地 (調査)
10	19	木	BB		BTR、追加試験地 (調査)
11	20	金	BB～JKT	MZ531	BTR (報告)
12	21	土	JKT		林業省、林業試験場 (調査、打合せ)
13	22	日	JKT		資料整理、団員打合せ
14	23	月	JKT	GA872	大使館、JICA、林業省 (報告、打合せ)
15	24	火	東京		帰国

JKT：ジャカルタ

BB：バンジャルバルー

KANWIL：南カリマンタン林政局

BTR：南カリマンタン造林技術センター

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 Kadri	林業研究開発庁長官
Ir Bambang Sukartiko	官房海外協力・投資局長
Ir Harsono	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課長
Ir Tatan Hidayat Soemadihardja	造林総局緑化局緑化課長
Ir Mohammad Rosid	林業研究開発庁総務局係長
Ir Retono	林業研究開発庁総務局
Ir Slamet Adisubroto	造林総局緑化局緑化課
Ir Rismucyadi	”
Ir Dayanto Indro Utomo	”

② 林業試験場

Dr A. Ngaloken Gintings	防災部長
Ir Yamin Mile	” 係長
Ir Seokaesih	造林部種苗係

③ 種子技術センター (ボゴール)

Ir Salim Sjarif Achmad	センター長
------------------------	-------

④ 南カリマンタン林政局 (バンジャルバルー)

Ir Syahrir	林政局長
------------	------

⑤ 南カリマンタン造林技術センター (バンジャルバルー)

Ir Asp Sagala	センター長
Drs Victor Widodo	総務課長
Ir Madia	リアムキワ担当
Ir Soekardi	苗畑担当
Ir Fidual	山火事担当
Ir Andi Yusriansjah	試験担当
Ir Rusmana	試験担当

(2) 日本側

高橋 昭
山田 保
金子 節志
堀口 登
稲葉 誠
瀬戸 宣久
角谷 徳道
宮川 秀樹

JICA インドネシア事務所長

” 次長

” 次長

” 次長

” 担当

インドネシア国日本大使館書記官

”

林業省アドバイザー（個別派遣専門家）

2. 航空機による種子散布のための予備試験

2-1 地上直播試験 I

2-1-1 平成2年度からの経緯

大規模森林回復技術のシステム化を図る基礎的な調査として平成元年度以来行って来たコート種子の試験等を踏まえ、平成2年11月からインドネシア国南カリマンタンに於いて地上に於ける直播試験を行い、地拵えの有無による種子の発芽、初期生長の相違および種子のコーティング処理が現地での発芽や初期生長に及ぼす影響について調査した。

平成2年度設定の試験地は、表2-1のように地拵えタイプ別に5個のプロットから成り、各プロット内には樹種別、コーティング処理別に繰り返しを含めて表2-2のようにそれぞれ8個のサブプロットが配置されている。播種量は各サブプロットとも㎡当たり50粒である。

試験の詳細については平成3年3月の「大規模森林回復技術－種子加工等試験及び地上直播試験結果－報告書（国際協力事業団）」に記載されているのでここは省略するが播種後1年間の調査結果を今回考察した。

表2-1 試験地の設定

地拵えタイプ	
プロット1	草地火入れ区
プロット2	草地地かき区
プロット3	草地無処理区（対照区）
プロット4	裸地地かき区
プロット5	裸地無処理（対照区）
樹種	
A. auriculiformis及びA. mangiumの2種	
種子タイプ	
コーティング種子及び裸種子（100℃60秒の前処理）	
試験地の規模	
試験地	: 50×125 (m)
プロット	: 15×30 (m)
サブプロット	: 5×5 (m)
コドラート	: 1×1 (m)

表2-2 プロット内訳表

単位：サブプロット数

地表		種子	Acacia auriculiformis		Acacia mangium		計
			コート	裸	コート	裸	
草	火入れ区		2	2	2	2	8
	地かき区		2	2	2	2	8
地	対照区		2	2	2	2	8
裸地	地かき区		2	2	2	2	8
	対照区		2	2	2	2	8
計			10	10	10	10	40

(注) 各処理区2回繰り返し

⑦ 播種密度

50粒/m²、したがって1,250粒/サブプロット(5m×5m)

2-1-2 試験結果(平成2年度分)

前述の地表処理の異なる5つのプロット毎に樹種、コーティング処理別に繰り返しを含めてそれぞれ8つのサブプロットが設置されている。それぞれのサブプロット内に設置した標準地を対象に平成2年11月以降約1年間、種子の発芽、苗木の生存数、苗木の生長を毎月1回計測した。また、アラン-アランの草丈についてはその間に4回の計測を行った。計測結果を図示したものが図2-1~4であり、この図によって考察を行った。

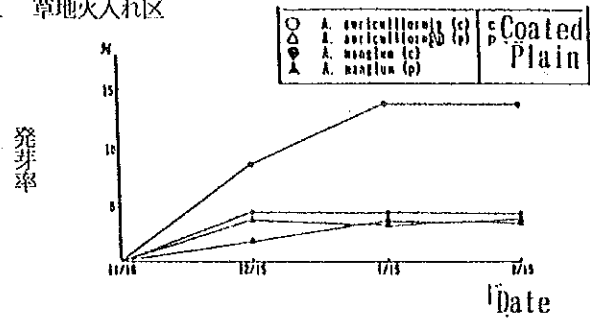
(1) 種子の発芽

図2-1のように各プロット共種子の発芽は播種後約1ヶ月の調査時点で2~15%、播種後約2ヶ月時点での調査ではその数は更に増加した。その後の調査では新たな発芽は観測されず、発芽は播種後2ヶ月以内に終了している。

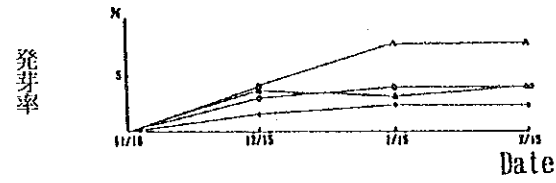
地表処理別に発芽の傾向をみると、裸地の2つのプロットは草地の3つのプロットに比較して発芽率が高い傾向がうかがわれるがそれほど顕著ではない。

標準地以外の調査に各プロットの偶数番号のサブプロットで行った播種後2ヶ月の全数調査の結果の表2-3によると、発芽率の最も低い草地火入れ区についてもおおむね2パーセントの種子の発芽が見られている。2パーセントm²当り1本(ha当り10,000本)の苗木が発生することを意味するが、m²当り1本(ha当り10,000本)は荒廃地への治山造林を行う場合のやや多目の植栽本数であり、直播試験の結果は、発芽数だけで言えば、森林形成に必要な数の苗木が発生していると言い得る。

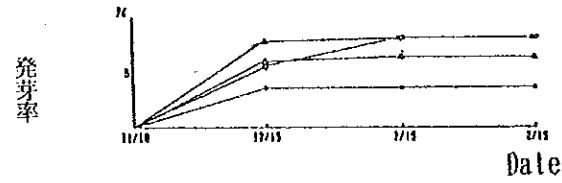
Plot 1 草地火入れ区



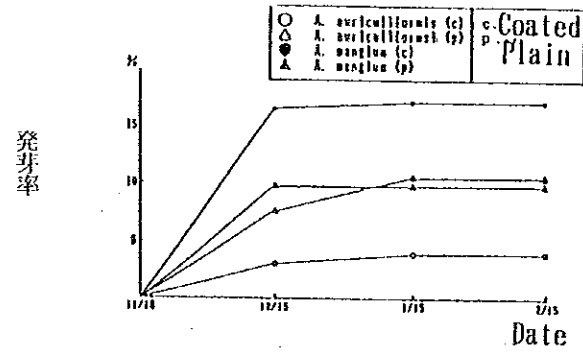
Plot 2 草地地かき区 (Rotavator)



Plot 3 草地無処理区 (対照区)



Plot 4 裸地地かき区 (Rotavator)



Plot 5 裸地無処理区 (対照区)

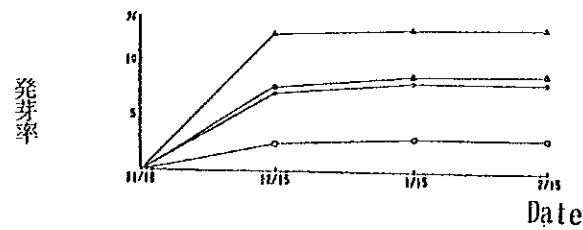


図2-1 種子の発芽

(2) 発芽種子（稚樹）の生存

図2-2により発芽して生立した稚樹の数の1年間の変化を見ると、草地地かき区、（プロット2）、裸地地かき区（プロット4）、裸地対照区（プロット5）については稚樹の生存数にほとんど変化がないのに対し、草地火入れ区（プロット1）、草地対照区（プロット3）では減少し、無処理の草地対照区（プロット3）では1年後には1本が生存している。

表2-3 全数調査による生存本数

coated : コート種子 plain : 裸種子

樹種	種子	プロット					サブプロット番号
		5	4	3	2	1	
Acacia auriculiformis	Coated	76 (6.1)	60 (4.8)	37 (3.0)	45 (3.6)	25 (2.0)	2
	Plain	209 (16.7)	135 (10.8)	24 (2.0)	99 (8.0)	22 (1.8)	4
	計	285	195	61	144	47	-
Acacia mangium	Coated	191 (15.3)	210 (16.8)	32 (2.6)	59 (4.7)	37 (3.0)	6
	Plain	77 (6.2)	107 (8.6)	45 (3.6)	42 (3.4)	27 (2.2)	8
	計	268	317	77	101	64	-
合	計	553	512	138	245	111	

() 生存率%

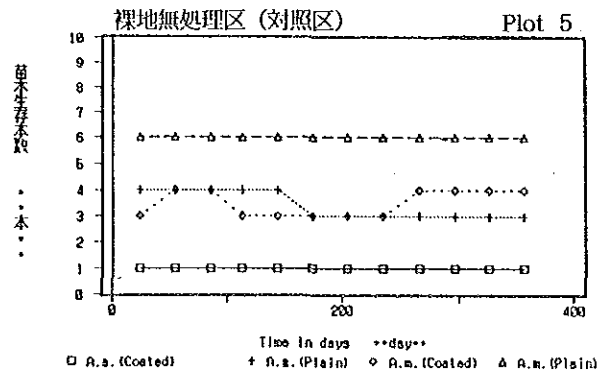
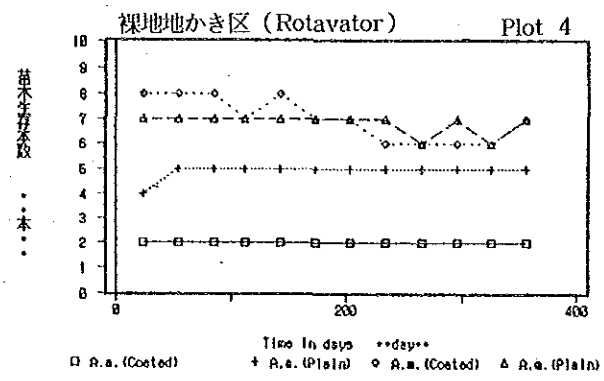
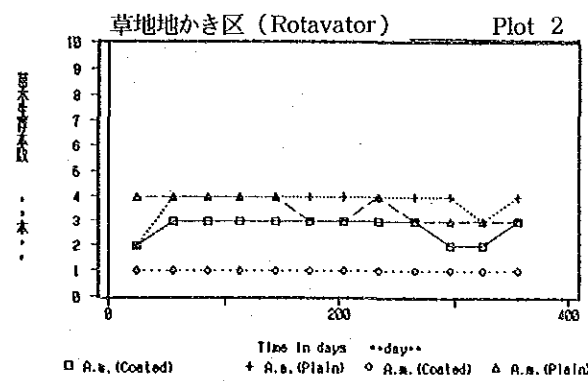
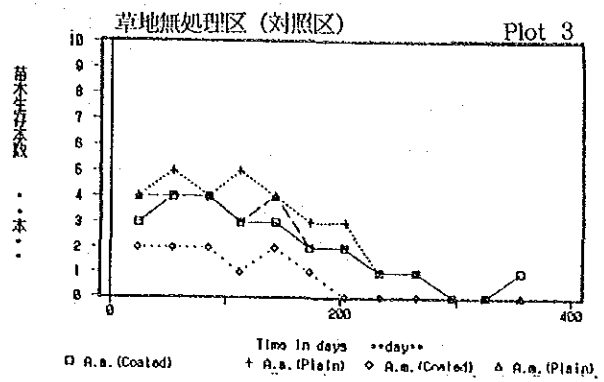
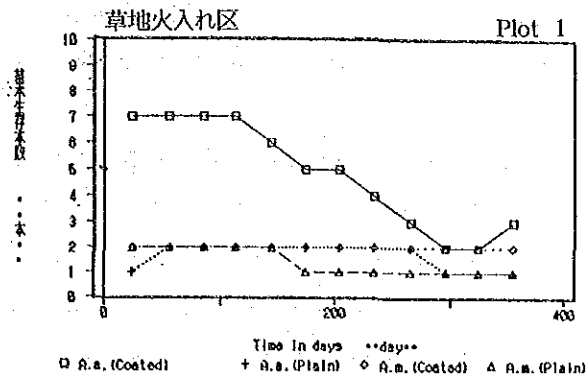


図2-2 生存本数

* Plot 3の9月・10月については、計測時に稚樹を見過ごし、計測しなかったために、生存本数はゼロとなった。

(3) 発芽種子（稚樹）の生長

図2-3により稚樹の高さの変化をみると、草地対照区（プロット3）では稚樹の枯損減少にもあって、稚樹の平均高は低くなっている。その他のプロット2、4、5の稚樹はいずれも順調な生長を示している。

草地火入れ区（プロット1）で播種後7ヶ月目以降の平均高の伸びが停滞する傾向があらわれ、また草地地かき区（プロット2）の *A. mangium* でも播種後9ヶ月目以降の平均高の伸びが停滞する傾向がわずかながらあらわれているが、これは稚樹の枯損減少が原因と考えられる。

樹種別の傾向としては、草地地かき区（プロット2）の *A. auriculiformis* が *A. mangium* に比較して良い生長を示している以外ははっきりした差は認められない。

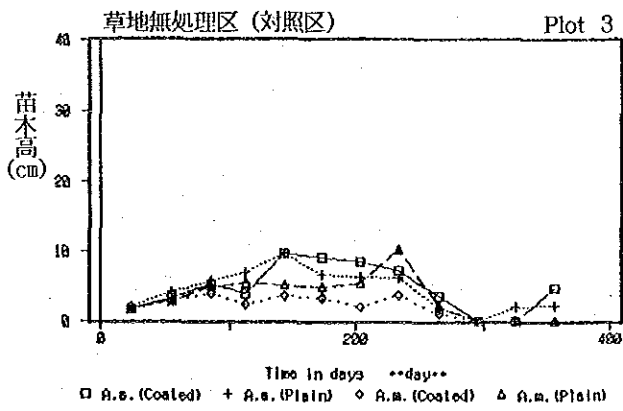
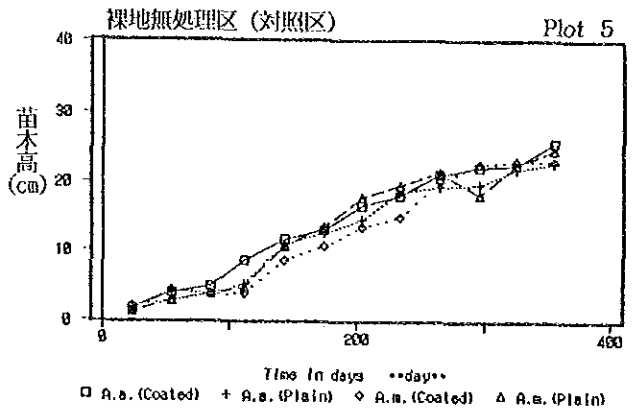
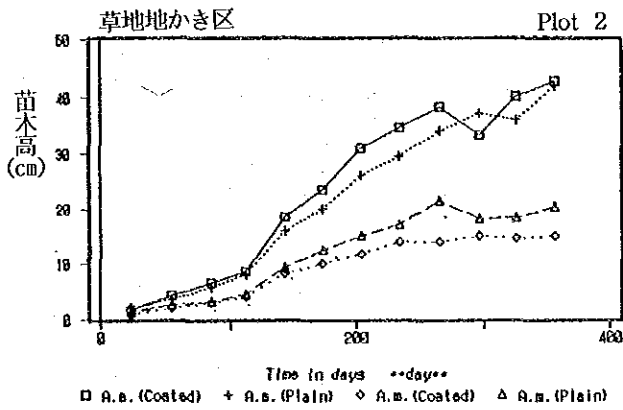
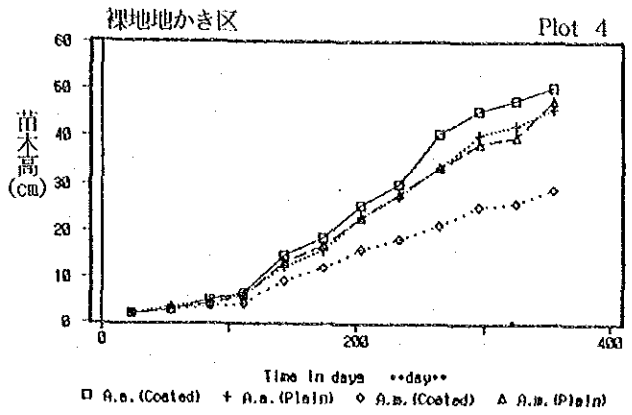
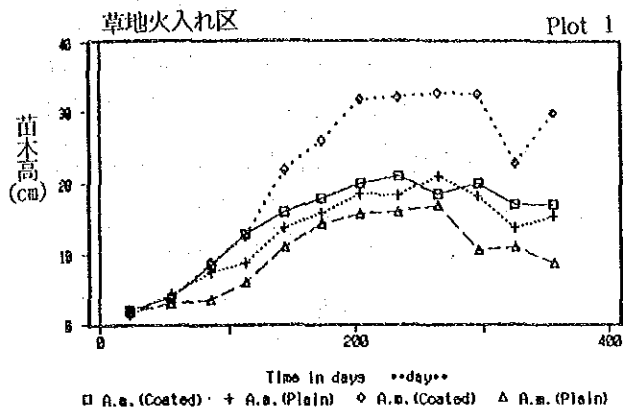


図2-3 初期生長

* Plot 3の9月・10月については、計測時に稚樹を見過ごし、計測しなかったため、苗木高もゼロとなった。

(4) アラン-アランの草丈

播種直後、1ヶ月後、3ヶ月後、9ヶ月後、12ヶ月後の各プロットのアラン-アランの草丈の計測結果を示した図2-4によると、草地火入れ区（プロット1）のアラン-アランの草丈の回復は最も早く、約3ヶ月後には草地対照区（プロット3）の草丈とほぼ同程度に回復している。また、草地地かき区（プロット2）では、播種後3ヶ月後では草丈20cm程度と草地対照区（プロット3）の草丈の1/3程度であるが、播種後9ヶ月では草地対照区と同程度の草丈に回復していた。裸地地かき区（プロット4）と裸地対照区（プロット5）では播種後1年経過した時点で草地対照区の草丈の1/2以下であった。

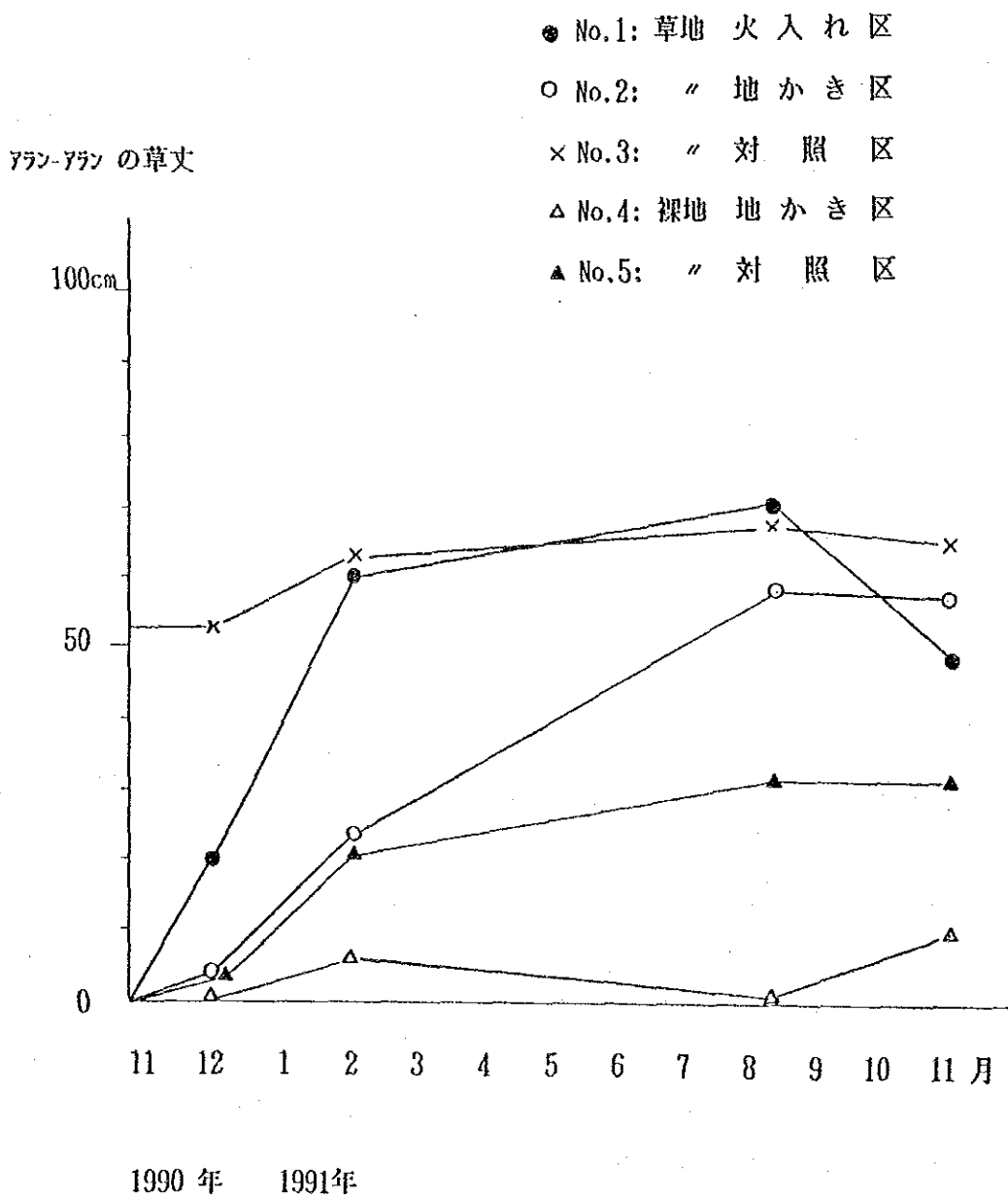


図2-4 地表処理後のアラン・アランの生育

(5) 地表処理の効果

以上図2-1から図2-4までの結果を総合すると次の通りである。

- ① 地表処理なしでも種子は発芽する。
- ② 火入れ処理はアラン-アランの生長を抑制しその効果は3ヶ月程度であり、稚樹の初期生長には効果がある。3ヶ月以降の苗木の生存・生長に及ぼす効果は小さい。草地火入れ区で播種後7ヶ月以降の平均高の伸びが停滞するのはその影響であろう。樹種別に差があるものの草地地かき区(プロット2)は、生存、生育ともに好ましい結果を得た。播種後9ヶ月以降A. mangiumの平均高の伸びが停滞する傾向が見られたがこれは乾期の一時的傾向かもしれない。裸地のプロット4とプロット5でもA. mangiumはその傾向が見られる。この点については2年目の調査結果で明らかになると思われる。
- ③ 樹種別の生長については草地地かき区(プロット2)でA. auriculiformisの生長が良い他は樹種別の差があるとは言えない。
- ④ 排土板による植生の除去(裸地化)は今回実験的に行なったが結果は非常に良好であった。但しこの方法は大面積の区域に対して適用することは経済上、土地保全上困難であるので、大面積については、地表処理の要・不要の検討及び必要とする場合の簡便な処理方法を検討する必要がある。

(6) コーティングの効果

すべてのプロットの結果を総合すると、発芽、生存、生育に関してコーティングの影響は認められなかった。

2-1-3 試験の継続(平成3年度分)

(1) 試験の継続

5種のプロットについての調査結果の考察を2-1-2で行ったが、播種後約1年を経過した平成3年11月現在、各プロットのアラン-アランは稚樹の高さに近づくか上回る状態にあり、今後更に苗木とアラン-アランの競合が続くと考えられる。従って、成林の可能性を論ずるには更に継続してプロットの稚樹の生存、生長やアラン-アランの状況の調査を行う必要がある。インドネシア国林業省および現地地BTR苗畑の了解が得られたので平成2年度に設定し播種を行ったプロット1からプロット5までの調査を平成3年度に於いても行うこととし試験期間を1年間延長する。調査方法についてはおおむね従来通りである。

(2) 追加試験

平成2年度からの試験では、前記のようにアカシア2種類を播種して、発芽、生存、生長の調査を行っているが、これらのアカシア類は初期生長が早く南カリマンタンで航空機実播を行う場合に、適する樹種であることは間違いない。しかし、長期的にみた場合、大規模な森林回復を行うためには多くの樹種の適用を試みる必要がある。

まず上記の2種のアカシアは生長が早く従って草地や無立木に早急に木本を導入し、短い時間で森林を造成しようとする目的には適しているが、いわば早期緑化樹種であり、林業的な森林の維持管理の対象としては、材価や森林の保続の問題で難点がある。

また、同一樹種の一斉林が大面積に分布することは病虫害等の森林被害が発生した場合に影響

が大きく、大規模森林回復技術としてはアカシア類以外のなるべく多くの樹種の利用を計画する必要がある。

さらに大規模な種子散布を行うためには大量の種子を確保する必要があるが、この点についても多くの樹種を採用することが出来れば量の確保だけでなく価格面でも有利となる。

以上のような理由でアカシア以外の樹種の試験については従来から内部的に必要性が論議されていたところであり、今回の調査中インドネシア側からも問題提起があったのを契機に、苗畑に於けるプロット試験にプロットを追加して平成3年12月以降新たに早成樹種であるユーカリ2種の直播試験を行うことにした。

追加試験地は平成2年度設定済の5区画のプロットに隣接した南カリマンタン造林センター苗畑の一部で試験の内容は表2-4の通りである。(詳細は付属資料参照)

表2-4 追加試験地の概要

地拵えタイプ	
プロット6	サブプロット1 裸地地かき区 サブプロット2 草地無処理区 (対照区) サブプロット3 裸地地かき区 サブプロット4 草地無処理区 (対照区)
樹種	
Eucalyptus urophylla及びEucalyptus albaの2種	
種子処理	
裸種子 (前処理はしない)	
プロットの大きさ	
プロット	: 25×46 (m)
サブプロット	: 5×5 (m)
コドラート	: 1×1 (m)

2-2 地上直播試験Ⅱ

平成3年度は、前年度の地上直播試験(Ⅰ)の結果及び大規模森林回復技術委員会の検討に基き、試験の規模・内容を実際の航空機による造林手法に近づけるため、山地の傾斜地を対象に約1ha規模の試験地を設け、地表状態の異なるプロットでの種子の発芽、稚樹の生存、生長等を調べるため手播きによる地上直播試験Ⅱを実施した。

2-2-1 試験地の選定

平成3年11月に実施した一次調査において、山地の傾斜地を対象とした地上直播試験(Ⅱ)につ

ついでの内容及び規模等をインドネシア側に説明し、試験候補地としてインドネシア側から7ヶ所の提示があった。これら候補地について、現地踏査及び南カリマンタン造林技術センター（BTR）と協議した結果、試験対象地を次の配慮事項にそって、バンジャルバルーの北方約70kmにある南カリマンタン造林技術センター（BTR）リアム・キワ試験林の隣接地域内の、アランーアラン草地（平均傾斜約20%）に試験地を選定した。

- ① アランーアラン草の生育密度が均一に広がる丘陵傾斜草原であること。
- ② 試験規模を約10,000㎡と考えると、これが1団地で確保できること。
- ③ 山火事延焼などが回避されること。
- ④ 試験地までのアクセスの便が良好で、試験地の管理が容易であること。

なお、試験地の位置関係は、図2-5に示す。

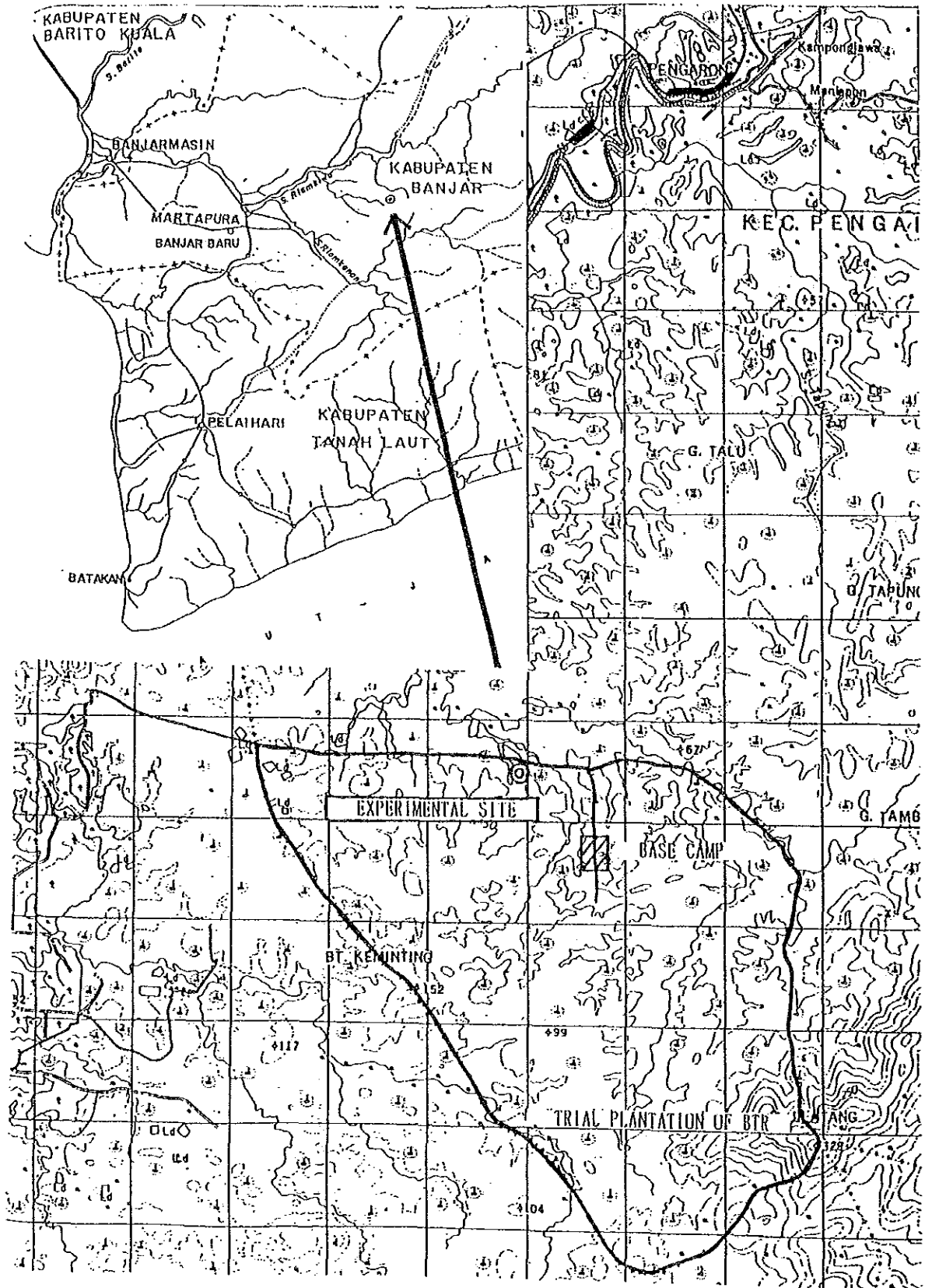


図2-5 試験地の位置図