

16

日本經濟調查會
通商貿易調查

一九三九年

調查會

通商貿易調查

RY

JICA LIBRARY



1080978181

20941

インドネシア国
産業造林計画調査

ファイナルレポート

平成2年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

20941

序 文

日本国政府はインドネシア共和国政府の要請に基づき、同国の産業造林計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年11月1日より平成2年3月30日まで、インドネシア国産業造林計画調査協同企業体代表、社団法人 日本林業技術協会 技術指導役 蜂屋 欣二氏を総括団長とする調査団を三回にわたり現地に派遣した。

調査団は、インドネシア共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業、ドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、インドネシア共和国における産業造林の発展に寄与するものとともに、両国の友好・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2年3月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

目 次

要約	1
第1章 序 論	17
1-1 調査の背景	17
1-2 調査の目的	17
1-3 調査対象地域	17
1-4 調査の内容	20
1-5 技術移転	22
第2章 国家経済における林業の役割	23
2-1 インドネシア国の現況	23
2-2 国家経済及び林業	23
2-2-1 国家経済における林業の役割	23
2-2-2 林業, 林産業の動向	26
2-3 インドネシア国の行政機構	34
2-4 産業造林の位置づけ	36
2-5 南スマトラ州の現況	37
2-5-1 一般事情	37
2-5-2 林業, 林産業	38
第3章 調査対象地域の現況	41
3-1 一般事情	41
3-2 気 象	41
3-3 地 形	42
3-4 地 質	42
3-5 土 壌	46
3-6 植 生	47
3-7 土地利用	49
3-8 地域住民	50
3-9 林業, 林産業	54
3-10 インフラストラクチャ	55

第4章	ブナカッタ地区産業造林計画	57
4-1	基本方針	57
4-1-1	ブナカッタ地区の位置づけ	57
4-1-2	生産目標	57
4-1-3	土地利用	58
4-1-4	地域住民への配慮	59
4-1-5	自然環境への配慮	59
4-1-6	計画期間	60
4-2	計画策定のための基本事項	60
4-2-1	事業区の設定	60
4-2-2	森林区画	61
4-2-3	造林対象地の選定	63
4-2-4	樹種の選定	66
4-2-5	植栽本数	69
4-2-6	成長の予測	70
4-2-7	林道等の配置	71
4-2-8	造林面積	73
4-3	事業別計画	77
4-3-1	苗木生産計画	77
4-3-2	造林計画	87
4-3-3	森林保護計画	93
4-3-4	林道計画	99
4-3-5	伐採計画	103
4-3-6	集・運材計画	106
4-3-7	販売計画	109
4-3-8	運営組織・労務等計画	109
4-3-9	住民対策	120
4-3-10	実施スケジュール	122
4-4	事業費	123
4-4-1	積算の前提条件	123
4-4-2	事業費の積算	123

第5章 事業評価	126
5-1 費用及び便益	126
5-2 財務分析	127
5-3 経済分析	128
5-4 環境影響評価	131
第6章 勧告	138

図・表一覧

〈図一覧〉

1-1	調査対象地域の位置図	18
1-2	調査対象地域区域図	19
1-3	調査フロー	21
3-1	ブナカットの月別平均気温と降雨量	43
3-2	水系図	44
3-3	調査対象地域周辺の地質	45
3-4	主要集落位置図	51
4-1	林班図	62
4-2	造林対象地選定フロー	65
4-3	本計画の概要図	75
4-4	苗畑予定地	78
4-5	苗畑施設配置模式図	80
4-6	育苗作業手順	81
4-7	防火監視体制	95
4-8	搬出経路	107
4-9	南スマトラ産業造林計画実行組織	112
5-1	環境影響調査フロー	131

〈表一覧〉

2-1	GDP総額推移	24
2-2	GDPのセクター寄与率及び平均成長率	24
2-3	輸出額の推移	25
2-4	丸太生産量（第5次5ヵ年計画書による。）	27
2-5	第5次計画における林業生産	27
2-6	造林及び緑化の実績と計画	28
2-7	製材及び合板生産量	30
2-8	製材及び合板工業の能力と生産量	31
2-9	紙・パルプ生産量	31
2-10	インドネシア国内の地域別、木材及び木製品の移出入（1985）	32
2-11	樹種別製材の輸出量と単価（FOB）（1987）	33
2-12	製材及び合板平均輸出価格	33

2-13	南スマトラ州における林産物の平均価格 (1988/89)	33
2-14	「林業に関する一般的計画」 (1986) における造林関連指標	36
2-15	南スマトラ州県別、性別人口 (1987)	37
2-16	南スマトラ州の森林面積	38
2-17	南スマトラ州の産業造林計画	39
2-18	南スマトラ州の5ヵ年計画における木材生産量	40
3-1	調査対象地域における土地利用現況	49
3-2	ジラクの土地利用 (1986)	53
4-1	事業区別林小班数	61
4-2	インドネシアにおける産業造林樹種	66
4-3	樹種の特長	69
4-4	本計画での伐期及び収穫予想	71
4-5	道路構造調査結果	71
4-6	事業区別林道	72
4-7	事業区別地種区分	74
4-8	年次別樹種別造林面積 (全体)	76
4-9	事業区別の主な苗畑施設	79
4-10	造林樹種必要種子量	82
4-11	育苗作業標準工程	84
4-12	年次別苗木生産計画 (全体)	85
4-13	必要労務数及び主要資機材 (苗畑)	86
4-14	造林作業の標準工程(1)	90
4-15	造林作業の標準工程(2)	91
4-16	造林作業の標準工程(3)	92
4-17	必要労務数及び主要資機材 (造林)	93
4-18	防火帯造成計画	94
4-19	年次別防火帯造成計画	98
4-20	主要資機材 (森林保護)	98
4-21	事業区別林道及び橋梁	99
4-22	林道規格	100
4-23	年次別林道開設計画	101
4-24	労務数及び主要資機材 (林道)	102
4-25	既存人工林の年次別主伐面積及び材積 (全体)	103
4-26	新植人工林の年次別、樹種別、主伐・間伐面積及び材積 (全体)	104

4-27	労務数及び主要資機材（伐採）	105
4-28	労務数及び主要資機材（集・運材）	108
4-29	年次別樹種別用途別販売量	110
4-30	事業所職員数	111
4-31	主要作業労務数	115
4-32	建物の規模	117
4-33	建物施設建設年次計画	118
4-34	車両機械等購入年次計画	119
4-35	実施スケジュール	122
4-36	事業別資金計画（ベースコスト）	124
4-37	資金計画総括表（プライスエスカレーション）	125
5-1	人工林の立木価格	127
5-2	感度分析	128
5-3	環境マトリックス	134
5-4	自然環境への影響予測と評価及びその対策	135
5-5	社会環境への影響予測と評価及びその対策	136

要 約

1. 調査内容

昭和61年1月、インドネシア国政府は日本政府に対し、産業造林のフィジビリティスタディについて、協力を要請した。これを受けて、昭和63年3月、日本国政府は国際協力事業団（JICA）を通じ、事前調査団を派遣し、要請背景等を調査し、S/Wを締結し、本調査が開始される運びとなった。

本報告書は、現地調査の結果とこれに基づく事業計画及び事業評価について取りまとめたものである。

調査対象のブナカット地域は南スマトラ州の州都パレンバンの南西180kmに位置し、その面積は約50千haである。

調査は昭和63年度及び平成元年度の2年度にわたって実施した。なお、調査に当たっては、産業造林計画立案のための方法及び計画評価の手法等の技術移転に努めた。

2. インドネシア国の概況

2-1 概 況

インドネシア共和国は、約13,000の島々が東西に約5,100km、南北に約1,600kmにわたる面積193万km²の世界最大の群島国家である。同国は赤道多雨地帯に属し、豊富な天然資源を有しており、森林地帯は国土面積の約75%を占めている。

人口は、1988年現在176百万人であるが、増え続ける人口（増加率約2%）と都市への集中、過密が深刻な社会問題となっている。

インドネシアの産業構造は、豊富な石油、ガス資源と就業人口の過半を占める農業部門を中心として形成されている。

2-2 国家経済における林業の役割

インドネシア国の経済開発は、1969年の第1次開発5ヵ年計画開始以来、5ヵ年計画を基本として進められている。第4次計画におけるGDP成長率は4%であり、第5次計画では5%が見込まれている。農林水産業はGDP寄与率23%、就業人口比55%であって、国家経済での役割がなお大きい。

林業の国家経済での役割を、林産物輸出収入からみると、丸太、製材品、合板、ロタン等の林産物の輸出金額も、輸出総額に占める割合も急激に増加している。1987年には、金額で2,618百万ドル、割合で14.3%に達しており、インドネシアの重要輸出品目として国家経済にますます大きな役割を果たしている。

2-3 林業、林産業の動向

豊富な森林資源を持つインドネシア国でも、林業生産が増大するにつれ、資源の枯渇が問題化しつつある。更に人口増加に伴う農地の拡大、森林内での移動焼畑耕作や放牧による森林の減少が目立ってきている。

インドネシアにおける人工造林の歴史は古く、1800年代におけるジャワ島のチーク造林に始まり、以来造林が続けられているが、近年は森林資源造成、更に環境保全のために国をあげて造林に力を注ぎつつある。

第4次林業5ヵ年計画における造林実績と第5次計画での造林予定は次のとおりである。

第4次計画実績 (ha)	第5次計画 (ha)		
	(1989)	(1993)	計
a. 造林 (Reboisasi)			
non HTI	100,000	100,000	500,000
補植	116,000	116,000	580,000
人工造林	50,000	50,000	250,000
天然林施業	100,000	100,000	500,000
b. 緑化 (Penghijauan) 1,464,000			
モデル林造成	5/500	5/500	25/2500
会社林	30,000	30,000	150,000
苗木等の助成	560,000	560,000	2,080,000
c. 産業造林 (HTI)			
Hutan Tanaman Industri	100,000	400,000	1,500,000
72,270			

* 単位は1,000ha/ユニット数

林産業についてみると、資源の有効活用、雇用機会の創出等を目的として、付加価値を高めるため木材加工産業振興策を積極的に推進している。これに対し、製材及び合板生産は第4次計画期間中にそれぞれ3.7倍、2.6倍と急速に伸びておりインドネシアの国家経済に大きく寄与している。

紙・パルプの生産も第4次開発計画期間中に成長が特に著しかったものであり、

この傾向は更に持続しており、産業造林等による木材生産が期待される一因ともなっている。

また第5次林業5ヵ年計画でも紙・パルプ生産は2,539千tonと見積もられ、第4次計画の実績の約5倍の生産増を期待している。

1985年から丸太の輸出は禁止となったが、インドネシア産材からの製材・合板は依然として、世界市場における重要な位置を占めている。

2-4 行政組織及び法律

1945年制定のインドネシア国憲法に従い、国民評議会の下に国会、最高裁判所及び21の省からなる内閣がある。林業省は1983年独立した省となった。

また林業・林産業に関する法律も林業基本法（1967年法律第5号）を中心に整備され、産業造林の推進に係わる法規も多い。

2-5 産業造林の位置づけ

第5次期間の木材生産は、第4次期間よりも製材約19%、合板約38%の増加が計画されており、実質経済成長率を5.0%と設定している当計画の中で、林業分野の計画は極めて大きな数値となっている。

このような、急増する木材関連産業に対する原料供給を十分に果たすため、天然林の適切な管理による木材増産とともに、積極的に森林資源造成のための産業造林を進めることが不可欠であるとしている。

第4次林業5ヵ年計画では約72千haに止まっていた産業造林を、第5次計画では年間300千haの規模に拡大し、5ヵ年で1500千haの産業造林の具体化を推進している。

3. 南スマトラ州の概況

南スマトラ州の気候は、熱帯降雨林型であり、平均温度26度、平均湿度86%と年間を通じてほとんど変化はみられない。また降水量は、5～8月が比較的少なく、

130mm/月程度であるが、9月から増加し3～4月が最も多く350mm/月を越え、年間を通じた平均降水量は2000～3000mm/年程度となっている。

南スマトラ州の総人口は5,783千人（1987年）で、そのうち調査対象地域が属するムアラエニム県の人口は515千人となっている。

南スマトラ州の森林面積は、5,214.7千haで州総面積の51%を占めており、森林蓄積は102,374千m³となっている。これら森林がインドネシア全体の森林に占める比率は面積で4%、蓄積は2%となっている。

南スマトラ州の木材生産量は、86年、丸太1,145千m³、製材470千m³、合板225千m³となっている。

4. 調査対象地域の概況

4-1 自然条件

調査対象のブナカット地域は、南スマトラ州に属し、同州を横断する大河、ムシ河（延長約700km）と、その支流ルマタン河（延長約300km）との間に位置し、海拔高はおおむね80m以下である。

調査対象地域一帯の地形は準平原で丘陵地と波状地からなり、新第3系のパレンバン層が分布する。

調査対象地域付近の気候は、一般に11～3月が雨期、4～10月が乾期といわれ、1984～85年の資料によると、年平均気温は25.8℃、年降水量は1,906mmである。月平均気温の差はほとんどなく1年を通じてほぼ一定である。

土壌調査の結果、本地域のほとんどを占めているのがアクリソルであり、湿地（沼地）の周辺にみられるプリンシクグライソルを除いては、ほぼ植林に適する土壌である。

調査対象地域の植生は二次林、人工林、灌木地、草地在り分布する。

4-2 土地利用の現況

調査地域の土地利用現況は次に示すとおりで、これによると、灌木地及び草地在り約25,000haで調査地域全体の51%を占め、次いで森林が約15,600haで31%、農地（ゴム林を含む）が約6,000haで12%、移動焼畑耕作地在り約2,800haで6%を占める。

土地利用現況		面積 (ha)	比率 (%)
森林	二次林	7,970	16
	人工林	7,621	15
草地— 灌木地	灌木地	24,500	49
	草地	965	2
集落		298	1
移動焼畑耕作地		2,822	6
農地		6,038	12
石油掘削地		28	0.1
調査地域面積		50,242	100

4-3 インフラストラクチャ

調査対象地域のインフラストラクチャをみると、パレンバンから調査地に向う道路約 161kmが舗装されており、それから更に未舗装の道路を経て調査対象地入口に至る。調査地内では石油開発による自動車道路網が発達しているが、いずれも未舗装である。

調査対象地域が属するムアラ エニム県には政府直営の一般病院が5病院あり、調査対象地域においても、主要集落にはヘルスセンター補助機関がおかれている。

調査対象地域内の集落ジラクには幼稚園 (T. K.) 2校、小学校 (S. D.) 37校、中学校 (S. I.) 6校、スンガイ バウンには小学校3校のみ、スパン ウルには小学校1校のみとなっている。

調査対象地域内には公共電気の供給はないが東側手前約 4 km地点までブンドボから国営石油開発会社の配電がされている。

住民の用水は自然小河川に依存し、井戸を設置しているところはない。用水は乾期であっても量的には問題ないが、水質は悪く、煮沸後飲料に供している。

4-4 地域住民

調査対象地域にはジラク、スンガイ バウン、スパン ウルの3村がある。

人口はジラクは4集落、5,469人、スンガイ バウンは7集落、3,492人、スパン ウルは1集落、1,832人で3村合計で10,793人となっている(1986年)。

その他の集落や点在する住居数等により推計すれば、対象地域の全人口は統計人口10,793人の約30%増の14,000人程度である。

主要な農業集落であるシンパン ソラル及びジラクでの聞き取りによれば1戸当たりの家族数は4～10人で、複数の家族が同居する場合もあり、1戸当たり平均家族数は6人程度となる。

就業状況を見ると、全戸数 2,300戸の構成は農業が約 1,850戸（約80%）、石油会社の雇用約 150戸、小規模の商工業約 200戸、公務員等約 100戸である。

農家1戸当たりの田畑は1～2 haであり、作物は米を中心として陸稲が主体である。そのほか、ピーナッツ、トウモロコシ、キャッサバ、バナナ等を商品作物としている。

農業収入には大きな幅がみられ、下位所得層(250万Rp/年未満)は60%、中位所得層(250万～450万Rp/年)が35%、上位所得層(450万Rp/年以上)は5%となっている。なお、この所得には自給食料を収入に換算し、平均100万Rp/年として加算してある。

また、移動耕作に従事する農家は約1,200戸(全農家の65%)で、下位所得層が大半である。その定着農地は1 ha未満で、移動耕作地は約2 haである。この階層は賃金労働を強く期待している。

調査対象地域の住民が森林から採取する生活資材は、燃料材、畑や庭の周囲の柵、家屋、小屋の材料等であるが、燃料利用が最も多い。

対象地域内の畜産及び放牧の実態についてみると、小規模の飼育では農作業用や財産保持の目的が多く、飼育規模は、1～3頭の場合が多い。経常的に所得を期待するのは上層農民が多く、飼育規模も5～10頭と大きくなるが、10頭以上という飼育規模はほとんどない。小規模の放牧は集落、農地周辺が普通で、20頭程度のまとまった放牧は集落から離れた草地放牧となる。

5. ブナカット地区産業造林計画

5-1 基本方針

(I) 生産目標

インドネシア林業省の施策を考慮し、短期間での収入の確保、土地生産性の回復及び地域環境の保全から、本地域での生産目標を次のように定めた。

- ① パルプ用材生産を中心とする。

② 一部に一般建築用材生産も加える。

(2) 土地利用

計画策定に当たっての土地利用の方針は次のとおりである。

- ① 効率的土地利用のあり方を考えて、施業対象地と施業対象外地を設定する。
- ② 施業対象外地は将来にわたり森林施業は行わず、主として農業専用地等として利用される。
- ③ 施業対象地について事業計画を立案する。

(3) 地域住民への配慮

計画策定に当たっては、地域住民に配慮して、次の対策を進める。

- ① 造林事業への理解と協力の確保及び雇用の計画化・安定化のための、住民の組織化
- ② 事業に必要な林道、給水、給電等の諸施設の整備を通じての、地域住民インフラストラクチャーへの寄与
- ③ 農業専用地の設定と整備、農用資材や種苗の供与等による、林内移動耕作から定着農業への誘導

(4) 自然環境への配慮

地域環境への影響に配慮して、計画策定に当たっては、次の方針に従う。

- ① 人為によって生じた草地や灌木地への造林により、本来の植生（森林）への回復を進める。
- ② その場合、自然条件等を十分に検討して、地域内に保全林や河畔保護帯を配置し、天然林施業を行うなど、環境保全を考慮した土地利用を行う。
- ③ 事業実施に当たっても、病虫害の防止、土砂の流出の防止等に留意する。

(5) 計画期間

- ① 事業の安定及び、事業の推移をみるため短伐期樹種が数回ローテーションする30年を計画期間とした。
- ② 事業評価に当たっては、第1回の8年間の造林木に要する初期投資とこの造林に係る保育管理経費を費用とし、第1回造林によって得られる造林木の収穫を便益とする考えから、第1回の造林による収穫が終了する43年間を評価期間とした。

5-2 計画策定ための基本事項

(1) 事業区の設定

基本方針に基づき、営農状況等を検討し、集落及び施設のある区域を含めて、約6,500haを施業対象外地とし、残りの約43,800haを施業対象地とした。

更に本計画においては、事業実行の利便を考慮して施業対象地を3事業区に分割することとした。

(2) 森林の区画

事業区ごとの施業対象地について、林班(60)及び小班(612)の区画を行い、森林等の現況を別冊の森林調査簿として取りまとめた。

(3) 造林対象地の選定

本計画地については、1988年12月、全面積が自然保護林から生産林に指定替えされた。したがって、施業対象地の全面積を産業造林対象地と考えることができるが、選定に当たって造林対象地から除いた林地は次のとおりである。

- a. 二次林
- b. 保全林
- c. 河畔保護帯及び沼沢地
- d. 試験林
- e. 林道敷及び防火帯

(4) 樹種の選定

樹種選定に当たっては、単一樹種の大面積造林での病虫害や気象害発生の危険を避けるため、生産目標ごとに植栽樹種を複数の樹種とするほか、特に生育期間の長い一般建築用材樹種では、植栽実績の少ない外国導入樹種を避け郷土産の樹種とした。

選定した樹種の用途、伐期及び収穫量については次に示すとおりである。

樹種群	樹種	用途	伐期	収穫量	備考
第1グループ	A. mangium	パルプ用材	8年	165m ³	2代目以降は7年 同上 同上
	A. auriculiformis	パルプ用材	同上	同上	
	A. falcataria	パルプ/一般建築用材	同上	同上	
第2グループ	P. canescens	一般建築用材	20年	240m ³	
第3グループ	S. macrophylla	一般建築用材	35年	272m ³	
	S. baucana	一般建築用材	同上	同上	

(5) 林道等の配置

林道の開設に当たっては、降雨期間における通行を確保するため、排水条件に十分配慮することとし、できる限り尾根筋に作設する。

幹線林道については、造林対象地の路網のうち基幹道路となるよう、路線を選定した。なお、路線は地域住民の生活にも有効に利用できるよう配慮した。

事業林道については、幹線林道を起点とし、各造林対象地の中心を通過するよう選定した。

苗畑用地については各事業区ごとに、水利、地形、事業の利便性等を考慮して固定苗畑を設定することとした。

(6) 造林面積

年間造林面積の決定に当たっては、次の事項を考慮した。

- ① 造林樹種の伐期、労務の安定的確保、草地かん木地の早期の森林化等を考慮して8年間で植栽し終ることとした。
- ② 植栽初年度については、諸般の準備、施設の建設等を考慮して事業量は少なめに計画した。
- ③ 既設の公共道路の配置、林道開設計画との整合性を考慮した。
- ④ 短伐期と中・長伐期の割合は投資効率、森林保護等の観点から80：20とした。

この結果、造林面積は初期8年間で延27.7千ha、年平均3.5千haとなる。

以上、事業区別施業対象地、造林対象地等をまとめると次のとおりである。

(ha)

区 分		事 業 区				
		I	II	III	計	
施業対象地	産業造林対象地	8,806.86	10,582.27	8,287.38	27,676.51	
	造林対象地	二次林	353.12	1,179.21	5,749.56	7,281.89
		保全林	—	1,282.25	1,227.37	2,509.62
		沼沢地	11.19	49.71	1.06	61.96
		河畔保護帯	335.18	590.98	468.06	1,349.22
		林道敷	244.51	289.86	227.87	762.24
		防火帯	151.72	145.79	113.94	441.45
		試験林	—	3,625.59	—	3,628.59
	小計	1,095.72	7,193.39	7,787.86	16,079.97	
計	9,902.58	1,778.66	16,075.24	43,756.48		
施業対象外地	計	2,700.88	3,100.68	674.24	6,485.80	
合計		12,603.46	20,889.34	16,749.48	50,242.28	

5-3 苗木生産計画

苗畑は各事業区に3ha程度、1箇所ずつ設けることとした。

A. mangium、S. bancanaの種子は計画地及びその周辺で確保する。A. auriculiformis、S. macrophylla及びA. falcatariaの種子は主にジャワ等より購入する。またP. canecensの穂木は地域内、及びその周辺の造林木等から確保する。

苗木生産本数は、初期8年間で、延33.7百万本、平均4.2百万本/年となる。

5-4 造林計画

植栽樹種の配置に当たっては、立地条件を十分に踏まえるとともに、病虫害を回避するよう同一樹種が大面積にわたらぬように留意した。

造林作業の計画に当たっては、最大年間造林面積が約4,000haとなる大規模造林であり、また当地域の機械化作業の実績、地形条件等を考慮してできるだけ機械力による作業を取り入れることとした。

造林作業は、樹種群ごとに造林作業の標準を定めこれを基準として現地の実態に配慮して行うものとして計画した。

5-5 森林保護計画

山火事防止のための対策としては、次のとおり計画した。

- ① 既設道路（公共道路）、及び本計画の幹線林道について、それぞれ両側に各10m（計20m）幅の放火帯を設置する。
- ② 山火事の早期発見のため火災監視用望楼を計画した。
- ③ ブナカット地域における山火事の原因は、移動焼畑耕作及び放牧のための火入れであるので、地元住民の造林に対する理解を深め、協力を得るための対策が必要である。

また、病虫被害防止対策については、次の諸点を考慮するものとする。

- ① 抵抗性のある系統（品種）を選択する。
- ② 大面積一斉造林の造成を避ける。
- ③ 病虫害の発生予察に努める。

5-6 林道計画

規格別の林道について有効幅員等は次のとおりとする。また河川、沢などを越え

て路線計画をせざるを得ない箇所については橋梁の設置を計画した。

- ① 幹線林道：有効幅員 6 m 道路敷 15m 延長 161.6km
- ② 事業林道：有効幅員 4 m 道路敷 10m 延長 394.9km
- ③ 林道開設は 7 年間で達成する。

5-7 伐採計画

既存人工林からの収穫は事業開始から 8 年目までとし、平均約 62 千 m³/年、最大 140 千 m³/年を計画した。新植人工林からの収穫は 9 年目から始まり、30 年までの平均約 588 千 m³/年、最大時 712 千 m³/年として計画した。

5-8 集・運材計画

造林地より収穫した伐採木は、次の伐採搬出の方法により、ルマタン川を利用し、パレンバンまで輸送する。

- ① 伐採木はトラクターにより集材する。
- ② ロックローダーを用いて搬出用トラックに積み込み、ダンピングプレイスまで運搬しバージに積込む。
- ③ ルマタン川までは 2 つの搬出ルートを計画した。

5-9 販売計画

事業開始 8 年目までは、造林対象地とした区域に含まれる既往の造林木が収穫の対象となる。9 年目からは、本計画にもとづいて新植された林分が収穫の対象となる。

用途別販売量をみると、短伐期のパルプ等用材では既存人工林を含め 30 年の平均 383 千 m³/年、中・長伐期の一般建築用材では収穫が始まる 9 年目から 30 年までの平均 61 千 m³/年を計画した。

5-10 運営組織・労務等計画

本事業の運営は、3 つの事業区ごとに設ける事業所において、種苗、造林、林道等の事業の直接的運営、指導に当たるとともに、山火事防止パトロールの監督、機械の運転・修理の指導管理、作業員の勤務実績の把握、福利厚生等の機能を行う。各事業所の業務を統括し、全体運営を調整するため、南スマトラ産業造林セ

ンター（仮称）を設立する。本計画では同センター及び各事業所に併設し修理工場を建設することとした。

苗畑、造林を合わせた全事業区の労務数は約 158千人/年となるが、基本的には地元雇用によって必要雇用量は確保できる。ただし一部については、現況では事業区内雇用のみで対応することは困難と思われるので、宿泊施設等を整備し、作業員の確保に当たる。なお、従事する作業員に対しては技能訓練を実施する。

本事業を円滑かつ効率的に実行するために、実施設計、施工管理等について、外部コンサルタントを置くこととした。

5-11 住民対策

本計画では地域社会の振興に貢献することも目的の一つである。また地域住民の理解と協力によって事業の推進がはかられる。このため、次の対策を行う必要がある。

- ① 雇用機会を増大し、計画的、安定的な労務を確保するための住民の組織化を図る。
- ② 本計画での施設整備に関連して、住民インフラストラクチャーへ充実の寄与を配慮する。
- ③ 森林内の移動焼畑耕作から定着農業への転換を誘導する施策を実施する。

5-12 実施スケジュール

本事業を円滑に進めるため、実施設計等の準備を事前に行い、苗畑、造林の各事業に着手する。

5-13 事業費

造林地の全面積を造林する 8 ヶ年間のプロジェクトの必要資金は伐採、集運材費を含め、US\$ 換算で約 US\$ 32.7 百万となる（ベースコスト）。

6. 事業評価

6-1 費用及び便益

第 1 回の造林が完了する 8 年間の投資と収穫が終了するまでに必要な 43 年間の運営、維持費とから本事業の費用を算出すると約 US\$ 33.1 百万となった。

便益は、既存人工林及び新植人工林の立木価格とした。

6-2 財務分析

当初8ヶ年に造成した森林について、最も伐期の長い樹種が収穫期に達するまでの43年間の費用と便益から、財務内部収益率を計算した結果、9.45%の値を得た。

6-3 経済分析

経済分析にあたっては、次の諸点に基づき行った。

- ① 木材の国際価格に基づき、経済価格を算出した。
- ② シェード賃金率を0.67として労賃を計算した。
- ③ 一般管理費のうち、人件費については費用からはずした。
- ④ 除伐木を住民の燃料としての便益とした。

この結果、経済内部収益率は14.31%の値を得た。

6-4 環境影響の予測と評価

本計画の実行に先立ち、地域の自然環境及び社会経済環境に与える影響を予測し、評価を行う必要がある。

(1) 自然環境

本計画が自然環境に与える変化は、広大な草原や灌木地の森林化でありそれによって

- ① 温和な気象の出現
- ② 土地の浸透能の増加による河川流量の平準化
- ③ 土地生産力の増大・回復
- ④ 森林性動植物相の増加

等が予測されるが、これらは地域環境にとって望ましい変化と評価できる。

また造林事業の実施により

- ① 各種工事や造林等による土砂流出の増加、
- ② 農薬や肥料による水質汚染、
- ③ 動植物相の変化

等も予測されるが、本計画では保全林や河畔保護帯の設定、二次林の天然林施業、森林内の耕作の禁止等の諸対策を予めとり入れており、問題はほとんどないと評価された。

(2) 社会環境

本計画が社会環境に対して与える影響としては

- ① 大規模な雇用機会の創出
- ② 焼畑移動耕作の削減
- ③ 交通基盤の整備
- ④ 農用水・生活用水の確保
- ⑤ 農業の集約化と定着化の促進

等が予測され、これらは、地域社会経済に好ましい変化と評価できる。

以上総合的に評価すれば、本計画は地域環境に及ぼす悪影響はなく、かえって望ましい影響を与えるものといえる。

しかし、環境の変化に対しては常に配慮しモニタリング等を行い、総合的な対策をとりつつ計画を実行することが必要である。

7. 勧 告

(1) 事業別計画のプライオリティ

本計画は、大規模かつ機械化による造林計画であり、本事業を円滑に進めるためには地域内において移動耕作等を行っている住民の理解と協力が不可欠である。このため、各事業が開始される前に、次の対策を優先的に進める必要がある。

- ① 未経験の技能者、労務者の訓練
- ② 集落長などの協力を通じての住民（特に移動耕作者）との意志の疎通及び農業省等の関係機関との連携
- ③ 管理要員間における事業別担当分野間の事前の調整

(2) 住民対策

本事業の実施が、事業主体のみならず地域住民にとっても利益をもたらすものでなければならない。このため、次の対策が必要である。

- ① 安定的雇用機会の拡大に配慮した雇用計画の編成
- ② 地域インフラストラクチャーの充実に資する林道、給水施設等の建設
- ③ 長期的展望に立ち、かつ、生産性の高い定着型農業への誘導のためのきめこまやかな住民対策の執行

(3) ブナカット試験林の展示林、母樹林等への整備

南スマトラ州森林造成プロジェクト（JICA）により造成された森林は、アランアラン草原に対する最初の機械化造林地であり、ここで確立された技術は、南スマトラ造林技術センター（BTR）により、引き継がれた。これをさらに発展させ、本事業への有益な知見を提供するためには、次の整備が必要である。

- ① 各種試験区の継続的観察による各種資料の体系的な収集

② 今後の造林事業に対する貴重なパイロットフォレストとして、本試験林の展示林または見本林への活用

③ 本地域における農・林共存の方向性を探るためのアグロフォレストリー試験区の活用

(4) 大規模造林指導プログラムの実行

本計画は、多種、多数の機械を導入して行う大規模造林計画であり、コンサルタントによる助言、施工管理に加え次に示す国際援助による支援が必要である。

① 大規模な林業経営に関する技術者訓練等を含む総合的な技術協力

② 南スマトラ州森林造成プロジェクトにより造成された森林に対する支援の継続強化

第 1 章 序 論

1-1 調査の背景

インドネシア国における総森林面積は約 144百万haで、国土面積の約75%を占める世界有数の森林国であり、インドネシア経済の中で林業の果たす役割は大きい。

インドネシア国では、1969年の第1次開発5ヵ年計画の開始以来、5ヵ年計画を開発の基本的よりどころとしている。

現行の第5次国家開発5ヵ年計画(1989/90~1993/94)において林業分野では人工造林の推進、木材生産量の増大、製材業等の木材工業の振興が計画されている。

人工造林の推進では、第5次、第6次、第7次の開発計画の15年間で、4.4百万haの産業造林(Industrial Plantation)の実施を計画している。

このため、インドネシア政府は我が国に対し、産業造林のフィージビリティスタディについて、協力を要請した(昭和61年1月正式要請)。これを受けて、我が国は昭和63年3月に事前調査団を派遣し、要請背景、実施体制の確認、本格調査内容等に関する調査、協議を行い、S/Wを締結した。(昭和63年3月25日)

1-2 調査の目的

本調査は、インドネシア国南スマトラ州ブナカット地区を対象として、産業造林計画を策定し、同計画に係る技術的及び財務・経済的実施可能性を明らかにするとともに、環境及び社会への影響を評価し、もってインドネシア国における産業造林の推進及び計画作成能力の向上に寄与せんとするものである。

1-3 調査対象地域

調査対象地域は南スマトラ州の州都パレンバンの南西約180kmに位置し、ムアラエニム県(旧LIOT県)の県庁のあるムアラエニム市の北部にある。

(東経 103° 34' - 103° 48'、南緯 3° 10' - 3° 34')

1988年11月に行われた林業省による調査対象地域の境界の最終確定により、総面積は50,242haとなり、域内にムシバニユアシン(MUSI BANYUASIN)、ムシラワス(MUSI RAWAS)、ムアラエニム(MUARA ENIM)、ラハト(LAHAT)の4県が含まれることになった。

調査対象地域の位置図は図1-1、区域図は図1-2のとおりである。

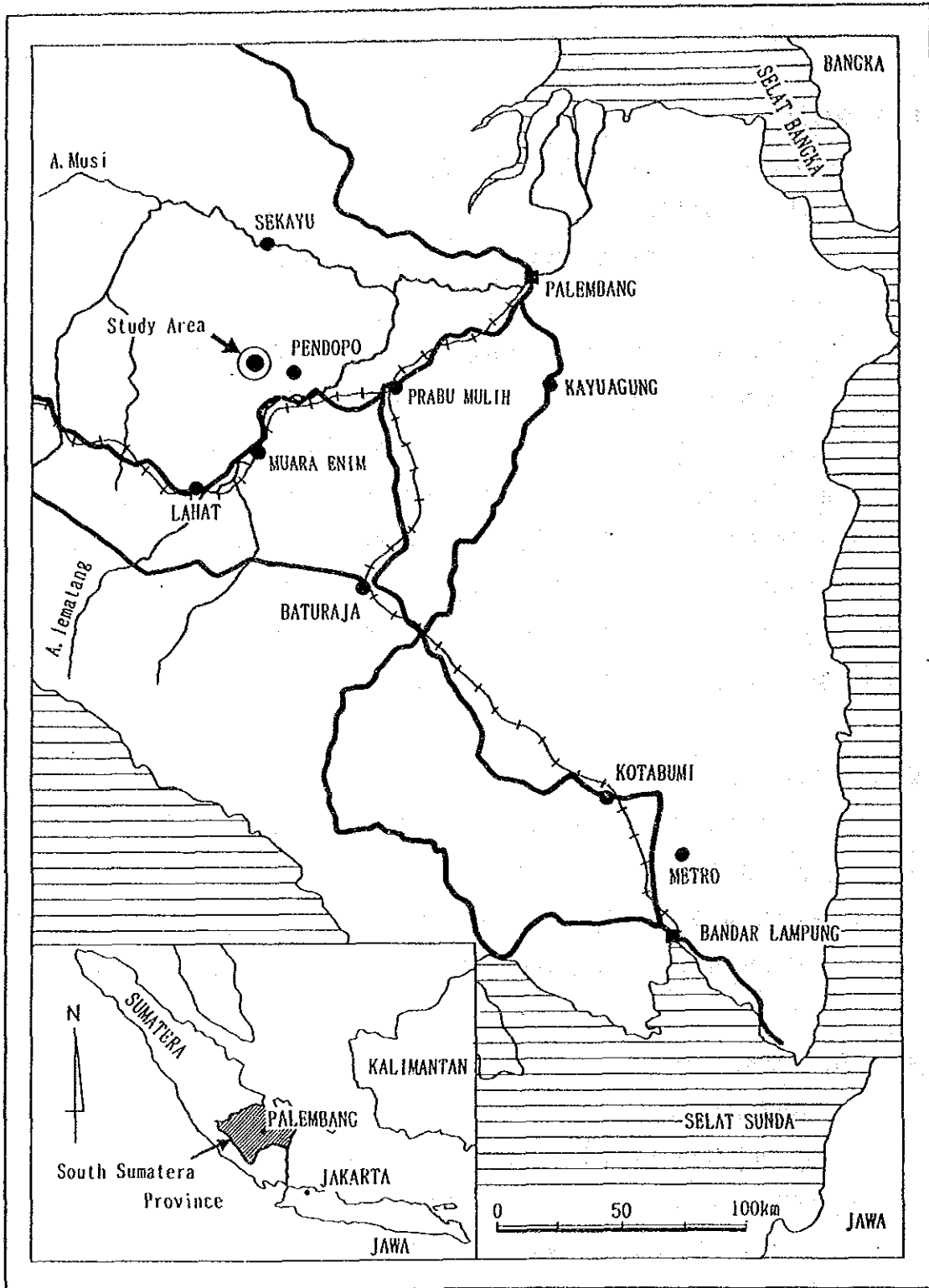


図1-1 調査対象地域の位置図

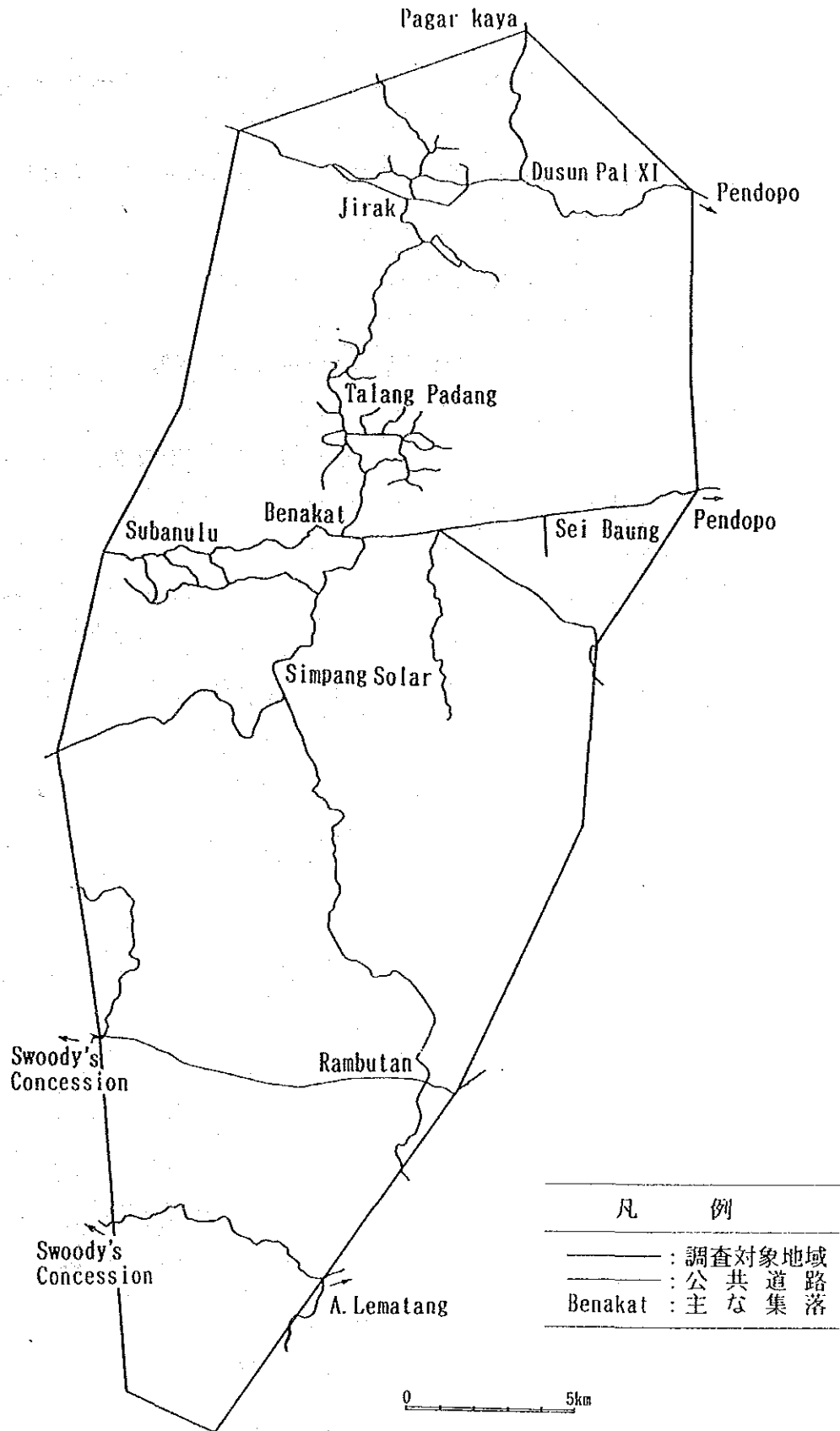


图 1 - 2 調査対象地域区域图

1-4 調査の内容

1-4-1 全体調査計画

本調査は2年度にわたって実施し、各年度の調査概要は次のとおりである。

(1) 昭和63年度調査

昭和63年度11月から平成元年3月まで、次の項目について調査、解析を行った。

- ・国内事前準備
- ・第1次及び第2次調査
- ・地形図の作成 (1:20,000)
- ・土地利用・植生図及び土壌図の作成 (1:20,000)

(2) 平成元年度調査

平成元年7月から平成2年3月までの予定で、次の項目について実施した。

- ・森林調査簿の作成
- ・計画の策定及び事業評価
- ・ドラフト報告
- ・ファイナルレポート

以上の調査のフローチャートを図1-3に示す。

(昭和63年度)

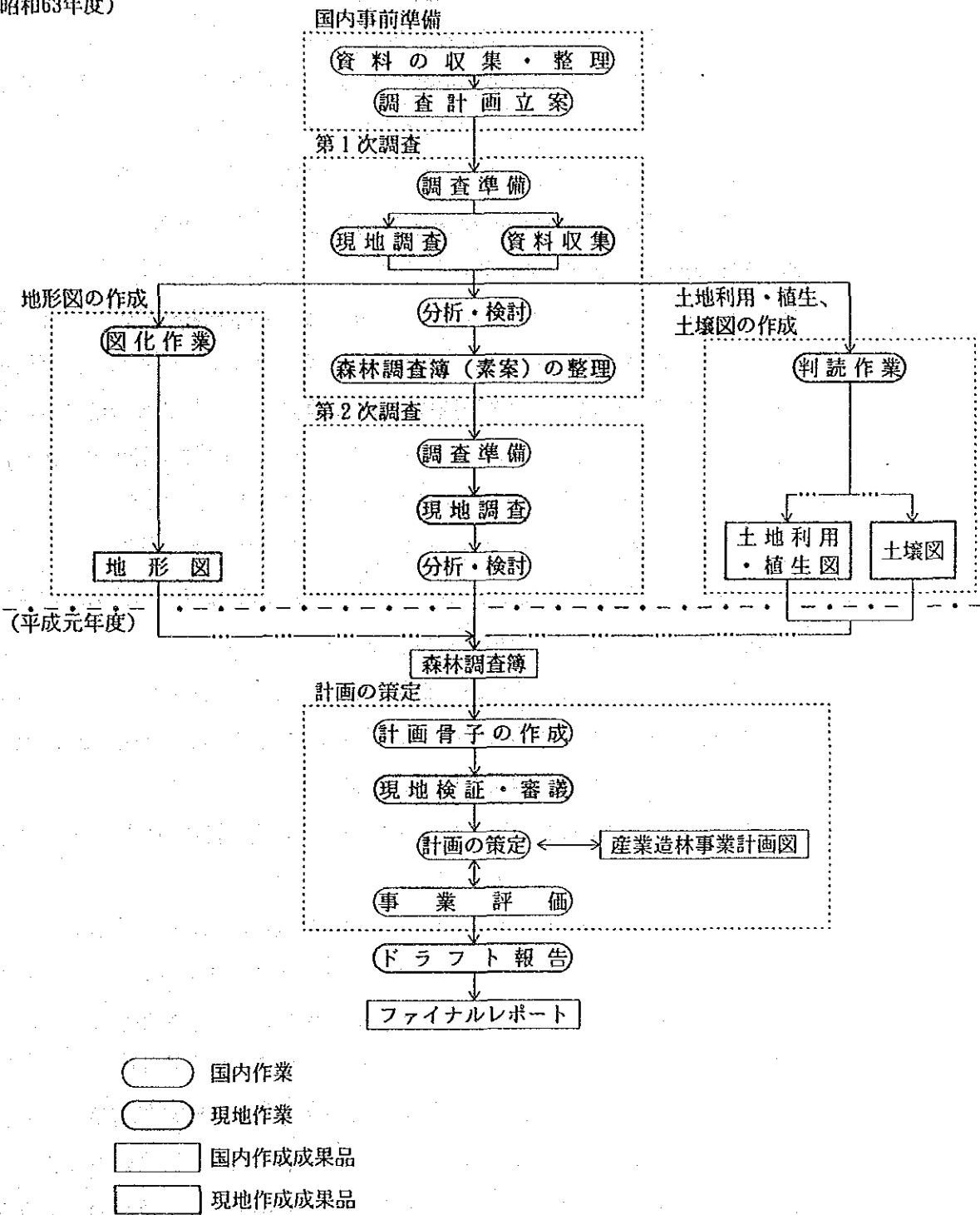


図1-3 調査フロー

1-5 技術移転

現地調査期間中、共同作業を通じ、調査団員からカウンターパートへの技術移転を「Learn-by doing」方式で実施した。

本調査は、産業造林計画の立案とその計画のフィージビリティスタディであるため、

- ① 計画立案のための調査方法、作業手順、評価手法
 - ② 計画の基礎となる各種図面及び簿冊の作成
- などを主な技術移転の内容とした。

昭和63年度調査においては、インセプション・レポートに基づく産業造林計画の策定手順、山火事対策等インドネシアが実施してきた造林事業の経験、計画策定に必要な樹種の選定等の基本事項等の論議を重ね、調査団の一方的な説明ではなく、カウンターパートの意見も取り入れ、カウンターパートの技術も引き出すように努めた。

各分野ごとの技術移転の内容は以下に示すとおりである。

- ① 土地利用・植生については、写真判読の方法、区分基準の考え方、移写技術、現地での確認方法等について実施した。
- ② 土壌については、土壌図作成の手順、土壌区分の方法等について実施した。
地形図については現地刺針を中心に、地形図作成上必要な空中三角測量と基本事項及び現地での作業方法等について実施した。
- ③ 造林計画・森林経営については、森林調査の方法、材積の推定方法、産業造林計画の作業手順等について実施した。
- ④ 林道・施設については、調査対象地域内の林道作設基準や、作設上の問題点等について実施した。
- ⑤ 社会・経済、財務分析については、資金計画に係る基礎的事項のまとめ方、資金調達の方法等について実施した。

平成元年度調査においては、インテリムレポートを用い、森林調査簿の作成、産業造林計画の策定手順、事業評価の手法等を説明し、これに対するカウンターパートとの意見交換を行うなど、本計画策定作業を進める中で、本計画に対するカウンターパートの理解を深めつつ、産業造林計画の策定手法等について技術移転を行った。

第2章 国家経済における林業の役割

2-1 インドネシア国の現況

インドネシア共和国は、アジアとオーストラリアの2大陸間、インド洋と太平洋の2大海洋間に位置し、赤道をはさんで点在する約13,000の島々が東西に約5,100km、南北に約1,600kmにわたる面積193万km²の世界最大の群島国家である。

気候は、熱帯性多雨気候で季節の変化は少なく一般に雨期(11~3月)、乾期(4~10月)に大別される。年平均気温は、27℃前後で年間を通してほとんど温度差はない。

インドネシアは異なる文化言語を持つ多民族国家で多様な風俗習慣が存在し、近代化が進む中にも各民族独自の古来からの精霊信仰、思想等も根強く残っている。宗教はその大宗がイスラム教徒で人口約9割を占めるといわれ、毎週、信者の一斉礼拝日が設けられるなど、この国の社会、経済にも大きな影響を与えている。

人口は1988年現在、176百万人であるが、国土総面積のわずか7%弱のジャワ島に全体の60%もの人口が集中しており、増え続ける人口(増加率約2%)と都市への集中、過密が深刻な社会問題となっている。

インドネシアの産業構造は、豊富な石油、ガス資源と人口の過半を占める農業部門を中心として形成されている。また、豊富な森林資源に基づく製材、合板等の木材工業も産業上重要な役割を果たしている。

2-2 国家経済及び林業

2-2-1 国家経済における林業の役割

インドネシア国の経済開発は、1969年の第1次開発5ヵ年計画開始以来5ヵ年計画を基本として進められている。

インドネシアの国内総生産の推移は表2-1のとおりであり、また経済の一般概況は付表1-1に示す。

表2-1 GDP総額推移

(単位: 10億ルピア、%)

年	名目	実質	
	金額	金額	伸び率
73	6,753.4	6,753.4	
75	12,642.5	7,630.8	
78	22,746.0	9,566.5	
83A	71,214.7	12,842.2	
83B	73,697.6	73,697.6	
84	87,054.8	78,144.4	6.0
85	94,491.5	79,910.8	2.3
86	96,489.3	82,474.5	3.2
87	114,518.5	86,307.1	3.6

注 73~83Aまでは73年価格、83B以降は83年価格。
出所 インドネシア中央統計局(B. P. S)資料より。

第4次計画期間中の平均のGDP年成長率は実質4%であったが、第5次計画では5%が見込まれている。

GDPの産業別寄与率は、表2-2のとおりである。工業化の促進によって、農林水産業の寄与率は1974年の44%から1988年23.2%と低下し鉱業、工業をあわせた30.3%より下廻ったが、農林水産業への就業人口比は55.1% (1986年)と過半を超えており、なお農林水産業への依存度は大きい。

表2-2 GDPのセクター寄与率及び平均成長率 (%)

	1988	1993 (計画)	第5次計画中の 年平均成長率
1. 農業	23.2	21.6	3.6
2. 鉱業	15.9	12.6	0.4
3. 工業	14.4	16.9	8.5
4. 建設	5.6	5.8	6.0
5. 商業	15.9	16.7	6.0
6. 運輸通信	5.7	6.0	6.4
7. その他	19.3	20.4	6.1
GDP	100.0	100.0	5.0

出所 第5次開発5ヵ年計画書

インドネシアの農業は、パーム油、茶等の大規模なプランテーションと米、キャッサバ等の零細農家が並存しており、米の自給体制整備の達成など食糧増産面では成果をみせているが、灌漑・道路等の基盤整備、零細農家の貧困解消、農外雇用機会の創出等課題が多い。

インドネシア経済は、石油・ガスの輸出収入に大きく依存していたが、今後の経済開発では石油・ガス依存体質からの脱却を図り、非石油・ガス関係の輸出拡大を重要目標としている。このため、林産物の輸出に対して大きい期待がかけられている。

表2-3は、林産物の国家経済での役割を、輸出収入からみたものである。丸太、製材品、合板、ロタン等の林産物の輸出金額も、輸出総額に占める割合も急激に増加している。1987年には、金額で2,618百万ドル、割合で14.3%に達して、インドネシアの重要輸出品目として、国家経済にますます大きな役割を果たしている（付表1-2参照）。

表2-3 輸出額の推移

(百万ドル)

区分	年	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89 (予測)	年平均 増加率 (%)
石油ガス関係		14,449	13,994	12,437	6,966	8,341	7,473	-12.3
非石油ガス関係		5,367	5,907	6,175	6,731	9,502	11,225	15.9
	丸太	250	135	2	3	3	—	
	ロタン	87	96	80	99	160	231	21.7
	合板	579	697	845	1,156	1,832	2,104	29.4
	製材	332	336	367	433	623	697	16.0
	林産物計	1,248 (6.3)	1,264 (6.4)	1,294 (7.0)	1,691 (12.4)	2,618 (14.3)	3,032 (16.2)	
輸出総額		19,816	19,901	18,612	13,657	18,343	18,703	-1.1

出所 第5次開発5ヵ年計画書より
注 ()は輸出総額に対する割合 (%)

2-2-2 林業、林産業の動向

(1) 森林資源

インドネシアの森林資源は、国土面積の約75%に相当する144百万haの森林面積と5,483百万m³の森林蓄積を有し、世界でも有数の森林大国である(付表1-3、1-4参照)。

しかしながら、牧畜や移動耕作に伴う火入れから約18百万haがアランアラン草原になっているといわれるが、森林の荒廃と地力の低下が進んでいる。

インドネシアでは森林を利用の面から次の5種に区分している。その内訳は保安林21%、自然保護林13%、制限生産林21%、普通生産林24%、転換林21%となっている。

(2) 林業生産

丸太生産量は1970年代に入って急増し、その多くが輸出され、インドネシアは我が国南洋材輸入量の半数近くを占める主要な木材供給国であった。しかし、急激な開発は、資源枯渇への危機感と保護ナショナリズムの高まりを生み、資源の有効活用、雇用機会の創出等を目的として、附加価値の高い木材加工産業振興策を積極的に推進するため、それまで積極的に進めてきた丸太等の輸出に制限を加えるようになった。1981年丸太輸出を合板生産者のみに許可することに始まり、1982年、未乾燥単板の輸出禁止、そして1985年にはついに丸太輸出が全面禁止となり、更に1986年には、ホワイトメランティなど一部製材品の輸出を規制するなど急速に木材輸出の規制を強める一方、国内における木材工業化が積極的に進められている。近年の丸太生産は資源保全の点からも停滞気味で、国内に向けての供給体制が再編されている(表2-4)。

第5次5ヵ年計画の林業生産計画は表2-5のとおりで丸太以外の特用林産物の生産も盛んであり、特にロタンの生産が伸びている(付表1-5)。

表2-4 丸太生産量 (第5次5ヵ年計画書による)

年次	丸太 (千m ³)
1983/84	23,462千m ³
1984/85	26,958
1985/86	23,500
1986/87	26,605
1987/88	32,300 *
平均	26,000千m ³ /年**

* 4,734千m³記録されないものを含む。

**他に薪炭材 122,000千m³

表2-5 第5次計画における林業生産 [()は第4次計画実績]

(a) 丸太生産	生産林から	145百万m ³
	その他(転換林、社会林)から	12
	計	157 (143.91)
(b) 丸太外	籐(ロタン)	1,125.00千ton
	樹脂	16.25
	テンカワン油(実)	15.00
	繭	1.50
	薪炭材	511.28百万m ³

(3) 造 林

インドネシアにおける人工造林の歴史は古く、1800年代におけるジャワ島のチーク造林に始まり、以来造林が続けられているが、近年森林造成、更に環境保全のために国をあげて造林に力を注ぎつつある。

例えば大統領特別予算による緊急造林の1986/87年の造林事業計画と実績は計画面積 359,792ha実績 281,374haである。その内訳は再造林 (Reforestation)では計画面積96,178haに対し79,926ha、83%の達成率である。新植造林 (Afforestation)では計画面積 236,321haに対し、177,838ha、75%の達成率である。

また、大統領令によるコミュニティフォレスト (Community forest) 造林では計画面積18,321haに対し14,838ha、81%の達成率、軍 (Army) との協同造林では計画面積 8,972haに対し、8,772ha、98%を達成している。

また、第4次林業5ヵ年計画における造林実績と第5次計画での造林予定は表2-6のとおりである。

表2-6 造林及び緑化の実績と計画 (ha)

第4次計画実績	第5次計画		
	(1989)	(1993)	5ヶ年計
a. 造林 (Reboisasi)			
non HTI	---	100,000	500,000
補植	69,160	116,000	580,000
人工造林	1,804,540	50,000	250,000
天然林施業	229,700	100,000	500,000
b. 緑化 (Penghijauan)	1,464,000		
モデル林造成*	--/4470	5/500	25/2500
社会林	243,810	30,000	150,000
苗木等の助成	---	560,000	2,080,000
c. 産業造林 (HTI)			
Hutan Tanaman Industri	72,270	100,000	1,500,000

* 単位は1000ha/ユニット数

インドネシアにおける造林事業には州営林局等が実施する国直営のもの、プルフトタニ (PBRM PERHUTANI) 等の国営公社やインフトタニ (PT. INIUTANI) 等の国営会社が実施するもの、及び民間企業が実施するものがある。

① 国直営による造林

大統領特別予算等を受けて、国が事業主体で造林事業を実施するもので、現在の行政機関においては、林業省 (DEPARTEMEN KEHUTANAN) から地域ごとに設置されている林政局 (KANWIL KEHUTANAN) を通じ、州営林局 (DINAS KEHUTANAN) が事業の経営・監督等を行う。

南スマトラ州では調査対象地域周辺、スバンジェリジ等に営林局が管理する造林地もいくつか見られた。1978-1987年に造林が行われたスバンジェリジの場合、4つの地元造林請負会社が州営林局監督の下に事業を実施した。

② 国営公社・会社による造林

インドネシアには、上述の国営林業公社 プルフトタニのほかに、4つの国営林業会社がある。すなわち、インフトタニ I、II、III (PT. INHUTANI I、II、III) とマルンダ (PT. MARUNDA WOOD CENTER) とがある。

これら5つの国営公社・会社は、大蔵省の監理の下、国費 (一部、自己資金) でまかなわれ、人事面、技術面では林業省の監督の下にある。

マルンダ (PT. MARUNDA WOOD CENTER) を除き、各社とも林業から木材関連の事業までを行い、産業造林にも大きな役割をになっている。

なかでもプルフトタニはジャワ島を中心に古くからチークの造林と生産を実施し、インドネシアで最も歴史のある国営林業公社である。

現在プルフトタニが管理・所有している森林は約 3,180千haで、約16,000名のスタッフが働いている。

これに対し、インフトタニ各社も丸太生産から製品販売までを実施するとともに、苗畑及び造林地を所有している。各インフトタニの主な事業地はインフトタニ I が東カリマンタン、インフトタニ II が南カリマンタンとイリアン・ジャヤ、インフトタニ III が中部カリマンタンと西カリマンタンである。調査対象地域周辺ではランボン州のランボンでインフトタニ I が、南スマトラ州のスバンジェリジでインフトタニ II がそれぞれ産業造林を実施している。

なお、マルンダは搬出・輸送を中心とした国営林業会社である。

③ 民間企業による造林

第4次開発5ヵ年計画において、産業造林がうたわれて以来、各民間企業も自社のコンセッションエリア及び他の造林地に対して造林を実施している。

これらの産業造林の大半はコンセッションを所有する会社が占めている。造林は前述の国営会社のような大規模なものではなく、自社のコンセッションエリアを中心に行われている。

(4) 林産業

① 丸太生産

前述した丸太生産は森林伐採権(HPH)を持つ会社等によって主に生産されている。林業統計によれば、HPHは1987年8月現在で全インドネシアで538件、55,468千ha、1件当たり平均103千haある。このうち南スマトラ州では22件、2,041千ha、1件当たりでは93千haとなっている。これらのHPH取得会社の1986/87年の丸太生産量は19,698千 m^3 である。

② 製材・合板生産

製材及び合板生産は近年急速に伸びており(表2-7)、インドネシアの国家経済に大きく寄与していることは前述のとおりである。

表2-7 製材及び合板生産量

年次	製材(丸太換算 m^3)	合板(丸太換算 m^3)
1982/1983	3,686,400	2,309,000
1983/1984	2,710,682	2,605,141
1984/1985	2,119,074	2,400,110
1984/1986	2,643,403	4,322,443
1986/1987	7,442,000	5,302,000
1987/1988	9,750,000	6,400,000

出所 Forestry statistics of Indonesia 1987/88より

第5次5ヵ年計画では、製材及び合板生産について表2-8のように計画している。

表 2 - 8 製材及び合板工業の能力と生産量 (千 m³)

	第 4 次計画 (1987)		5ヶ年計	第 5 次計画 (1993)		
	(1989)	5ヶ年計		(1989)	1993	5ヶ年計
a. 製材	生産量 9,750 能力 15,612 操業度 62% 83--87平均 48%	41,110	9,210	10,290	48,800	
b. 合板	生産量 6,400 能力 7,426 操業度 86% 83--87平均 75%	26,450	6,900	7,200	35,000	

③ 紙・パルプ生産等

紙・パルプの生産も第 4 次開発計画期間中に成長が特に著しかったものであり、産業造林等による木材生産が期待される一因ともなっている。第 5 次 5 年計画でも紙・パルプ生産は 2,539 千 ton と見積もられ、第 4 次 5 年計画の実績 551 千 ton の約 5 倍の生産増を期待しており、生産はすべて国内消費にむけられる (表 2 - 9)。紙・パルプ工場はこれまでジャカルタやスラバヤなど大消費地を持つジャワ島に集中していたが、スマトラ等の外領でも建設されている。パルプ工場建設の計画は、付表 1 - 6 のとおりである。その他の木材関連産業としてはパーティクルボード工業、家具工業等も政策的に重要視されているもので、今後の発展が期待されている。

表 2 - 9 紙・パルプ生産量 (千 t)
第 4 次実績と第 5 次計画量

区 分	第 IV 次 計	第 V 次 計 画					計
		1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	
生産量	551	375	454	570	570	570	2,539

(5) 市場・流通

輸出関係統計表にまとめたとおり（付表1-7、8）インドネシア産材の製材、合板（丸太）の輸出先は、日本をはじめ東南アジア諸国、ヨーロッパ、北米、その他世界各国に輸出されている。

1983/84年から1987/88年にかけては、シンガポールが日本及びイタリアに代わって製材の第1の輸出相手国となった。その他アジア各国でインドネシア製材の多い国は、台湾と韓国である。

合板についてみると、1983/84年から1987/88年までの主要な合板の輸出相手国は、アメリカ、中近東、シンガポール、香港及びアジア各国である。

また、インドネシア国内の地域別木材及び木製品の移出入について取りまとめたのが表2-10である。これをみるとインドネシア国内においても相当量の木材及び木製品の流通が行われている。

表2-10 インドネシア国内の地域別、木材及び木製品の移出入（1985）(ton)

移出 \ 移入	スマトラ	ジャワ	カリマンタン	スラウェシ	フローレス	マルッカ	イリヤン	合計
スマトラ	2,893,151	1,156,728	85,416	92	1,010	0	0	4,136,397
ジャワ	8,108	576,150	6,683	6,460	22,175	6,084	1,554	627,222
カリマンタン	479,519	1,719,368	1,333,632	47,175	115,717	4,021	0	3,699,432
スラウェシ	2,207	7,127	10,925	512,838	3,688	12	91	536,888
フローレス	0	1,742	33	26	66,258	0	0	68,059
マルッカ	2	135,627	72,832	52,723	101,527	135,468	6	498,185
イリヤン	0	387	180,018	3,435	2	11	126,344	310,197
合計	3,382,987	3,597,129	1,689,539	622,757	310,377	145,596	127,995	9,876,380

(6) 林産物の価格

1987年の樹種別の製材輸出価格（FOB）は表2-11に示した。また製材・合板の平均的輸出価格は表2-12のとおりである。

輸出に伴う諸掛り、等級等により国内価格と輸出価格の差は単純に比較できないが約US\$100/m³の差がある。

また、南スマトラ州における丸太、製材及び主な特用林産物の平均価格は表2-13に示した。

表2-11 樹種別製材の輸出量と単価 (FOB) (1987)

樹種	輸出量 (m ³)	単価 (\$/m ³)
Meranti	1,274,239	185.40
Ramin	298,165	288.48
Agathis	66,701	302.00
Jati/Teak	40,128	756.01
Pulai Group	49,561	176.17
Kapur, Keruing	212,674	185.00
Lain-lain/Others	891,652	223.24
合計、平均	2,833,120	223.29

出所 Forestry Statistics of Indonesia 1987/1988

表2-12 製材及び合板平均輸出価格 (US\$/m³)

区分	1984	1985	1986	1987
製材品	138.8	154.5	186.5	223.3
合板	216.0	215.7	238.3	326.6

出所 Forestry Statistics of Indonesia 1987/88

表2-13 南スマトラ州における林産物の平均価格 (1988/89)

林産物	単位	価格 (Rp)
1. Kayu Bulat (丸太)	m ³	
- Onglen		200,000
- Petanang		50,000
- Merawan		50,000
- Meranti		45,000
- Ramin		80,000
- Bintangur & LMSH		35,000
2. Kayu Gergajian (製材品)	m ³	
- Onglen		300,000
- Petanang		170,000
- Merawan		170,000
- Meranti		100,000
- Ramin		100,000
- Bintangur & LMSH	70,000	
3. Damar Mata Kucing (樹脂)	kg	3,000
4. Kayu Lapis Meranti (メランティ合板)	Lbr	4,000
5. Kemiri Kupas (樹皮)	kg	1,350
6. Air Madu (蜂蜜)	Ltr	2,750
7. Rotan Sega (籐製品)	kg	1,900
8. Rotan Manau(")	btg	2,500
9. Rotan Lacak(")	kg	700

出所 : Dinas Kehutanan Sumatera Selatan

2-3 インドネシア国の行政機構

(1) 国家行政組織

1945年のインドネシア国憲法に従い、国民評議会がインドネシアの国権の最高機関として位置づけられる。国民評議会は憲法の制定、国政の決定、そして正副大統領の選出を行う。国の最高レベルの機関としては国会最高裁判所、最高諮問会議、会計検査院がある。更に国の政策と計画を推進する内閣には21の省があり林業省はその一つとなっている（付図1-2）。

(2) 地方行政組織

行政上の目的のために、インドネシア国では27の州に区分される。それぞれの州は県、市、郡、村に区分される（付図1-3）。それとともに各省直轄の地方事務所が設置されている。

(3) 林業行政機構

インドネシア国の林業行政は経済の成長とともに発展してきた。1966年に林業総局が農業省に設置され、1983年に林業省として独立した。

① 林業省

林業省の行政組織は付図1-4に示すとおりである。林業大臣のもとに監察総局、官房がある。官房のうちの海外・渉外局が本計画のような海外援助の窓口となっている。この他、4つの総局、3つの庁、所があり、林業行政を推進している。本計画に関しては造林総局の産業造林局が担当する。

② 林政局（南スマトラ林政局）

現在、林業省は22の州とジャワに4箇所、計26の林政局を設置している。林政局は次の5つの部から構成される（付図1-5）。

- ・計画部
- ・企業部
- ・造林部
- ・天然資源保全部
- ・森林利用調整部

林政局の他、必要に応じて専門部門として技術、治山、種子等のセンターが地方におかれている。

③ 州営林局（南スマトラ州営林局）

州営林局は州政府及び内務省に属する。技術面に関しては林業省、林政局、技術センターにより調整されている。

州営林局は、ジャワを除く22の州、ジャワの2州にあり、その組織は付図1-6に示すとおりである。州営林局の主な機能は以下のとおりである。

- ・ コンセッションの監督
- ・ 流通の監督
- ・ ロイヤリティと税金の徴集
- ・ 森林地域の保護と造林

(4) 森林、林業、林産業等に関する法律

① 林業基本法

1967年に制定された法律第5号は、インドネシア林業の基本法である。本法により国及び州の林業行政の基本が規定されている。

また本法では森林計画の基礎となる森林の機能による区分、すなわち普通生産林、保安林、自然保護林、制限生産林、転換林等を定義づけている。

なお、その他林業、林産業に関する法律等は付表1-9に示すとおりである。

② 産業造林に関する法律

産業造林の推進に関しては、林業基本法をはじめとして林業大臣決議No.3201 kpts/ II (1986)等の関連法規が公布されている。

それら産業造林に関連する法律等は付表1-10に示すとおりである。

③ 環境に関する法律

環境に関する法律は、1982年に制定された法律4号を基本とし、規則29号等、環境保全関連の法令も整備されつつある。

なお、環境に関する法律等は付表1-11に示すとおりである。

④ 土地等に関する法律

土地に関する法律は1960年制定の農業基本法、前述の林業基本法、そして1980年発布大統領令第23号を基本にしている。

土地の所有は原則として認められずそのかわり開発権、建築権、使用権等の権利が与えられる。

移住に関する法律は1972年制定の移住法により制定され、これに基づき、ジャワから、スマトラ、カリマンタン等の外領への移住計画が進められている。

なお、移住に関する法律は付表1-12に示すとおりである。

2-4 産業造林の位置づけ

インドネシアの第5次5ヵ年開発計画（1989/90～93/94）の目標は、ア）国民生産水準、英知、福祉を益々平等かつ公平に高め、イ）将来の建設段階のために強固な土台を作ることになっている。

この中で、林業分野について、造林、緑化対策は森林土壌、水源の保全、水害等の防止に寄与するとしており、また森林伐採権に関して、集中的な加工センターの設置、植林、保育、収穫への義務を持ったものへと発展させるとしている。

また、第5次期間の木材生産に関しては、第4次期間よりも製材約19%、合板約38%の増加が計画されており、実質経済成長率を5.0%と設定している当該計画の中で、林業分野の計画は極めて大きな数値となっている。

更に1986年に1999年までの15ヶ年を見通した「林業に関する一般的な計画」の中では、現在のまま木材生産が進めば2000年までに東カリマンタン州、西カリマンタン州、西イリアンの3地域以外では木材不足になると予想している。

このため、急増する木材関連産業に対する原料供給を十分に果たすためには、天然林の適切な管理による木材増産とともに、積極的に木材資源造成のための産業造林を進めることが不可欠であるとしている。

この15年計画では、次の造林計画があげられている（表2-14）。

表2-14 「林業に関する一般的な計画」（1986）における造林関連指標

区 分	単 位	IV ～1989	V ～1994	VI ～1999	計
保 全 林 等	千ha	800	1,600	1,800	4,200
産 業 造 林	〃	1,010	1,575	1,815	4,400
内 一 般 材	〃	660	1,150	1,295	3,105
パ ル プ 材	〃	350	425	520	1,295

これらは5ヵ年計画として具体化されつつある。産業造林は第4次5ヵ年計画の後期より開始されて、第4次では約72千haに止まっていたが、第5次計画では年間300千haの規模に拡大し、5ヵ年で1500千haの産業造林の具体化を推進している。このような計画に対応して、1989年の林業省の機構改革により、造林総局の中に新たに産業造林局が設けられている。

2-5 南スマトラ州の現況

2-5-1 一般事情

南スマトラ州の気候は、熱帯降雨林気候であり、平均温度26度、平均湿度86%と年間を通じてほとんど変化はみられない。

また降水量は、5～8月が比較的少なく130mm/年程度であるが、特に8月は最も少なく約80mm/月となっている。9月から増加し3～4月が最も多く350mm/月を超え、年間を通じた平均降水量は2000～3000mm/月程度となっている。

1987年の人口統計(表2-15)によると、南スマトラ州の総人口は5,783千人で、そのうち調査対象地(約50,000ha)の大半が属するムアラエニム県(一部はムシバユアシン県他2県に属する)の人口は515千人となっており、南スマトラ州の8.9%を占めている。

人口密度では南スマトラ州全体で53人/km²であり、ムアラエニム県で54人/km²となっており、ほぼ南スマトラ州の平均を示している。

年齢構成では、0～14才が42.3%、15～49才48.0%、50才以上9.7%となっている。

表2-15 南スマトラ州県別、性別人口(1987)

県		男	女	計
オガン	コメリンウル	448,459	451,301	899,760
オガン	コメリンイリル	360,117	382,752	742,869
ムアラ	エニム	249,084	265,786	514,870
ラ	ハト	249,668	295,606	590,274
ムシ	ラワス	249,505	241,332	490,837
ムシ	バニユアシン	463,912	464,332	928,567
バ	リントン	221,764	223,683	445,447
ブ	リントン	92,945	87,691	180,636
パ	レナン	433,649	447,072	880,721
バン	カルピナン	54,776	54,994	109,770
年次	1987	2,868,879	2,914,872	5,783,751
	1986	2,828,505	2,853,180	5,671,615
	1985	2,706,589	2,751,723	5,458,312
	1984	2,663,517	2,694,271	5,357,789
	1983	2,590,331	2,618,157	5,208,488

出所：SUMATERA SELATAN DALAM ANGKA 1987

2-5-2 林業、林産業

(1) 林業

調査対象地域のある南スマトラ州の森林面積は表2-19にあるとおり、5215千haで州総面積の51%を占めており、森林蓄積は102,374千m³となっている。

これら南スマトラ州の森林がインドネシア全体の森林に占める比率は面積で4%、蓄積は2%となっている。

南スマトラ州の森林の利用区分については、表2-16のとおり保安林15%、自然保護林15%、制限生産林6%、普通生産林41%、転換林23%となっている。

表2-16 南スマトラ州の森林面積

(ha)

区 分	総面積	保安林	自然保護林	制限生産林	普通生産林	転換林	森林面積合計
南スマトラ州	10,277,500	774,700	796,500	333,000	2,124,000	1,186,500	5,214,700

出所 Forestry Statistics of Indonesia 1985/1986

「南スマトラ州林業統計（1986-1987）」によれば、1986年には約5,000haの造林が実施された。その内訳は実施形態により①民間のコンセッション所有者実施のもの、2,400ha ②営林局が大統領府特別予算（INPRES）によるもの、2,400ha ③林政局による試験普及のためのもの、200ha、に分れている。

このうち産業造林に区分されるものは①のコンセッション所有者によるもので、現在23の同地域におけるコンセッション所有者のうち2者によって実施されている。具体的な事業実施に際しては造林事業実施会社がコンセッション所有者、営林局等と請負契約をかわして実施しているのが大部分である。同州における造林実施会社は19社あり、すべてパレンバンに所在している。

上記③は、JICA南スマトラ森林造林技術協力プロジェクトとしてインドネシア側と協力して実施したものである。

なお、南スマトラ州における第5次5ヵ年計画の産業造林計画を表2-17に示す。

表2-17 南スマトラ州の産業造林計画

会社名	計画面積 (ha)
PT. INHUTANI II	± 51,000
PT. Palembang	± 45,000
HTI Benakat/Semangus	± 50,000
PT. Buwi Raya Utama	± 29,000
PT. Swoody	± 20,000
CV. Dwi Sri Indah	± 16,000
PT. Phala Wana Lestari	± 15,000
PT. Komala Mas	± 7,400
PT. Wai Hitam	± 26,300
合計	± 259,700ha

出所 南スマトラ林政局・1989/90

(2) 林産業

南スマトラ州のこれまでの第1次より第4次に至る5ヵ年計画における木材生産の実績をみれば(表2-18)、丸太は第1次計画以降おおむね増加傾向で推移し、75年度から1,000千 m^3 台の生産となっているが、第3次計画に入り、輸出規制が開始された81年度から大幅に減少している。

製材は70年代中頃から約200千 m^3 台で推移しているが、81年度に450千 m^3 と急激に増加し、以後も増加傾向をみせており、このうち5割強が輸出用(約半数が日本向け)として生産されている。

また、第2次計画から始まった合板生産は、各期大幅な増加をみせ、第4次計画では4年間ですでに第3次実績を上回っており、今後かなりの増産が見込まれている。このうち8割強が輸出用となっている。

1987年現在、南スマトラ州の稼働中の製材工場は16工場、生産能力541千 m^3 /年、全インドネシアの6.10%、建設中及び申請中を含んだ合計に対しては4.65%となる。合板工場では、稼働中が4工場、203千 m^3 /年(全インドネシアの4.08%、建設中及び申請中を含んだ合計に対しては3.12%)である。

一方、前出の表2-10にみるように、南スマトラ州の木材製品の国内における主な市場は、ジャカルタを主としており、一部がカリマンタン等に移出されている。

南スマトラ州における主な製材樹種は、メランティ、メルサワ、ジェルトン、プライ、ラミン等降雨林地帯に多く産する樹種のほか、多種なものが生産されている。

表2-18 南スマトラ州の5ヵ年計画における木材生産量 (千 m^3)

5ヵ年計画	年度	丸太	製材	合板	単板	モーリング
第1次	1969/1970	511	14			
	70/71	499	37			
	71/72	500	58			
	72/73	1,397	98			
	73/74	943	285			
	計	3,849	492			
第2次	1964/1975	800	96	8		
	75/76	1,334	239	9		
	76/77	1,075	258	11		
	77/78	1,356	133	13		
	78/79	1,709	204	66		
	計	6,274	928	109		
第3次	1979/1980	1,222	271	27		
	80/81	1,577	278	123	13	1
	81/82	995	447	106	59	2
	82/83	882	439	144	0	2
	83/84	907	561	151		4
	計	5,572	1,997	551	72	9
第4次	1984/1985	1,147	561	156	1	5
	85/86	1,234	464	121	2	2
	86/87	1,239	483	219	4	12
	87/88	978	470	203	4	12
	88/89					
	計	4,587	1,978	699	11	31

出所 Dinas Kehutanan Probinsi Pati I Sumatera Selatan 1988.
注 第4次 1987-1988の丸太は1987年11月現在。

第3章 調査対象地域の現況

3-1 一般事情

調査対象のブナカット地域は、南スマトラ州に属し、同州を横断する大河、ムシ河（延長約 700km）と、その支流ルマタン河（延長約 300km）との間に広がる草原、灌木地、二次林、若令造林地からなる比較的平坦な丘陵地帯約 5 万haである。

地形は、傾斜 0～20度程度の低海拔丘陵地帯であり多くの小河川、沢が入り込み、湿地帯も多い。尾根部は比較的平坦面が多いが、山腹緩斜面と底部の平原も広く存在している。土壌は一般的に粘土質で通気・透水性が極めて悪く、低地は、雨期には過湿状態となっており、これが造林、道路維持等、地域開発にも大きな影響を及ぼしている。

本地域はムシ バニユアシン、ムシ ラウス、ムアラ エニム、ラハトの 4 県にまたがるが、ムアラ エニム県の部分が最も広い。

地域を所管している行政機関として、パレンバン市に南スマトラ州庁が、また地域の南東のムアラ エニム市にムアラ エニム県庁がある。

調査対象地域は、州都パレンバンからプラブムリ、プンドボを經由し約 180kmで現地に入るが、この地域には多数の石油井が散在し、これらをつなぐ路線が主要な道路となっている。こうした道路の周辺に小さな集落が多数あり、米、野菜等の農耕地、油ヤシ、ゴム等の農園、山羊、牛の放牧地等が散在しており、これらは焼畑移動式の粗放農業システムで行われ、延焼による地位の劣化が進み、森林荒廃の主因となっている。これを防ぐため政策的に定着農業への転換を図っているがその実効は上がっておらず、広大なアランアラン草原や灌木地が広がっている。

3-2 気 象

調査対象地域付近の気候は、Köppenの気候区分によればAfa(熱帯降雨林気候型)、Schmit & Farguson の降雨型の区分によればA型に属する。一般に11-3月が雨期、4-10月が乾期である。

南スマトラ造林技術センター（JICA南スマトラ森林造成技術協力プロジェクトの施設を引き継いでいる）の1984-85年の資料によると、年平均気温は25.8℃、年降水量は 1,906mmである。月平均気温の差はほとんどなく 1 年を通じてほぼ一定であ

るが、月降雨量の差は大きく、6 mm (8月) から 283.5mm (3月) まで広がっている。雨期の降雨日は月20日前後であるが、乾期は10日以下になる (図3-1)。

3-3 地 形

調査対象地域一帯は、準平原で丘陵地と波状地からなる。一部には微波状地が介在している。一般に、起伏量は小さいが谷密度は高い。海拔高はおおむね80m以下で、丘頂平坦面では、100m位まで達する。谷底平坦面はおおむね50m前後である。北部のクルー川 (S. Keruh) 流域では5 m弱のところもある。ムシ (Musi) - ルマタン (Lematang) 河流域に位置し、大きな河川はないが、様々な中小河川が見られる。ルマタン河の支流にラガン川 (S. Lagan)、ブナカット川 (S. Benakat) などがある。ラガン川は、S. Mambok、S. Kembang などの支流を持つ。ブナカット川は、S. Rambutan、S. Sepanggangなどの支流を持ち、それぞれの支流が様々な支流に分かれている。

一方、ムシ河の支流のクルー川も S. Jirak、S. Manaukurang、S. Sapat などの支流を持つ。沼沢地は、道路沿いに分布するが、その面積は小さい。水系図は図3-2に示した。

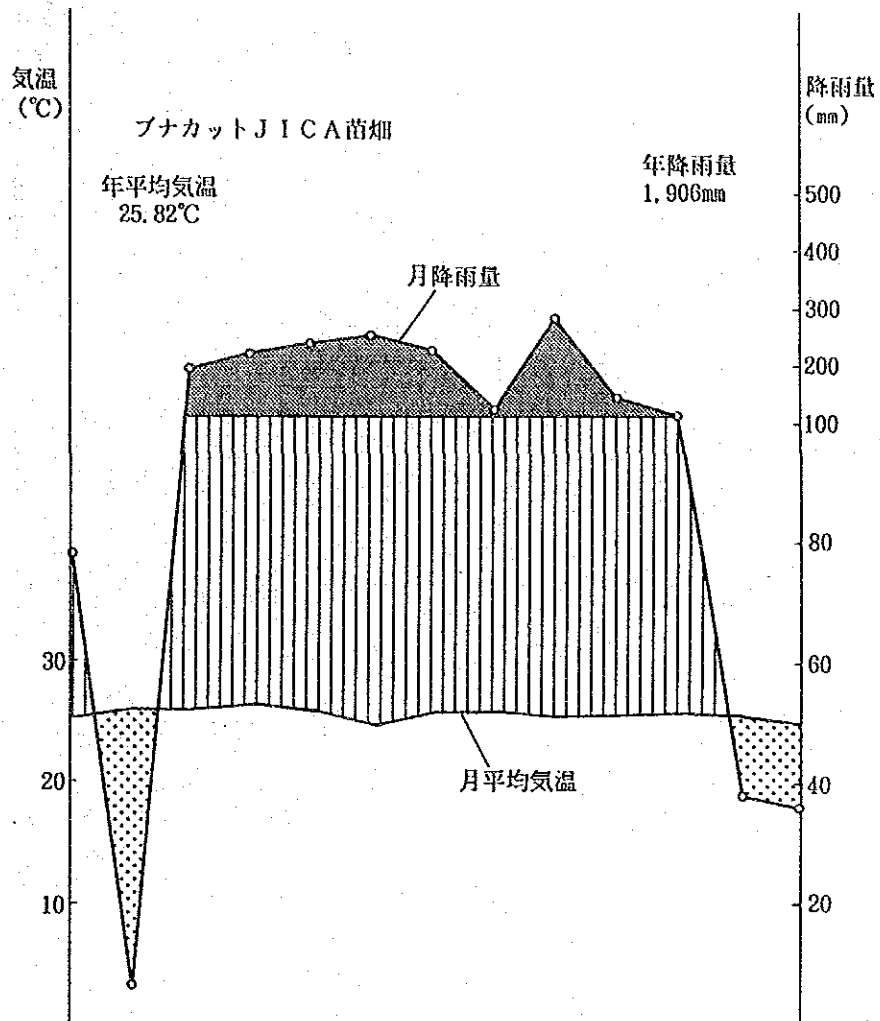
3-4 地 質

調査対象地域は、新第3系のパレンバン層からなるといわれ、緩く褶曲していて石油を産する。1978年の地質局の調査によると、北部にパレンバン下部層、南部にパレンバン上部層が分布し、両者の境界部にはパレンバン中部層が帯状に分布している。この帯状部分には残丘群がみられる (図3-3)。

パレンバン上部層：酸性火山噴出物起源の堆積岩層で、上層と下層に分けられる。下層は粗粒質黒雲母に富む軽石凝灰岩と粗粒質砂岩で構成されている。上部はベントナイトに富む軽石凝灰岩、粗粒礫層及び酸性岩起源の礫岩と礫・石炭を含むローム層で構成されている。

パレンバン中部層：大きく3層に分かれる。上層は、砂岩・凝灰岩・粗粒質砂岩D構成されている。中層は細粒質砂岩・ローム層起源の粘土質凝灰岩、石炭層で構成され、下層は、石英粗面岩質凝灰岩で構成されている。下層は調査対象地域外のムアラ エニムの付近に分布しているとみられる。

パレンバン下部層：海緑石質砂岩と分層で構成され、海成起源と考えられる。



7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
1984						1985							
月降雨量 (mm)													
78.0	6.0	190.5	218.0	231.0	251.0	226.5	122.0	283.5	143.0	112.0	37.5	36.0	13.5
7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
月平均気温 (°C)													
25.4	26.0	26.0	26.4	25.9	24.9	26.0	26.0	25.7	25.8	26.0	25.7	25.0	25.5
7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
月降雨日数													
11	5	15	19	21	20	23	15	15	11	9	6	5	3

図3-1 ブナカットの月別平均気温と降雨量

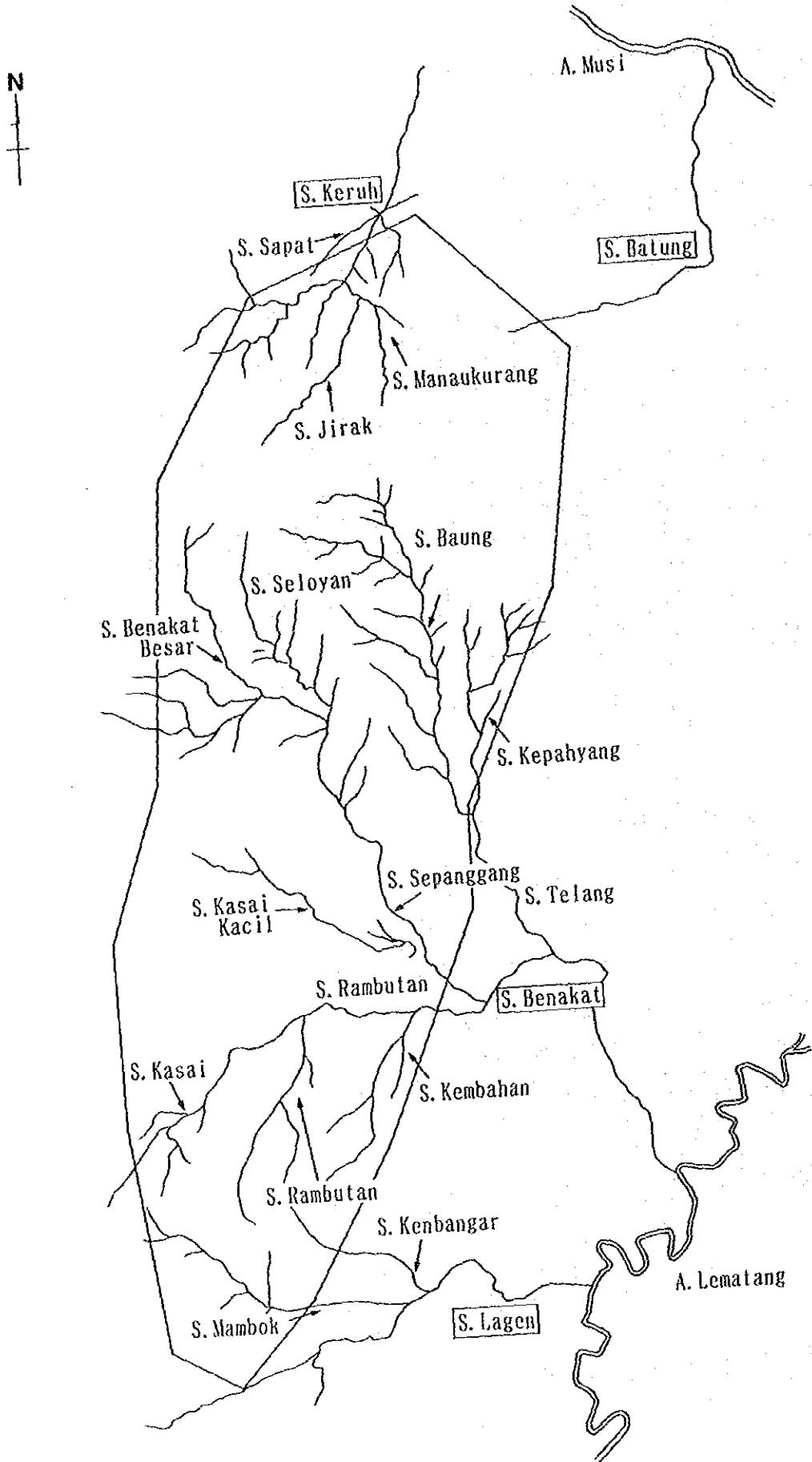
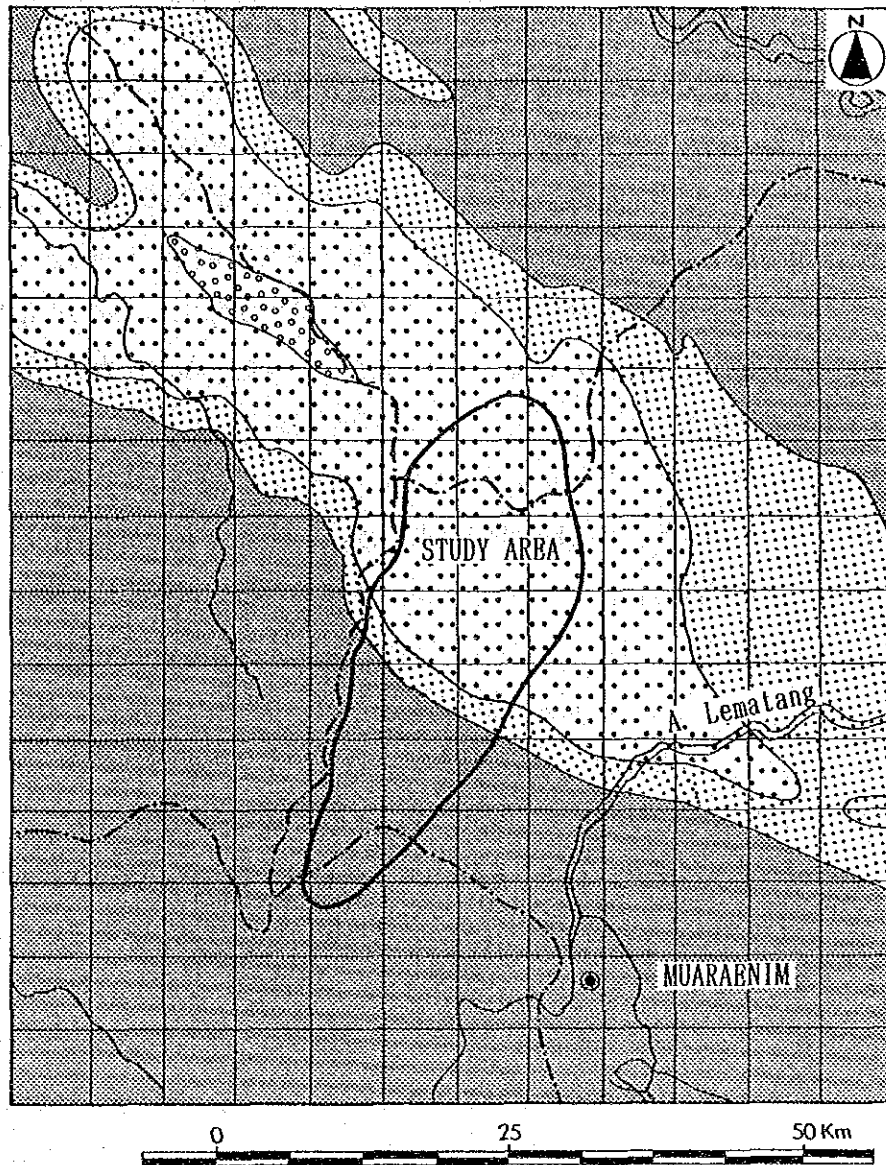


图 3 - 2 水系图




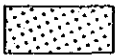

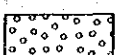
-  パレンバン下部層
-  パレンバン中部層
-  パレンバン上部層
-  テリサ上部層

図3-3 調査対象地域周辺の地質

3-5 土 壤

(1) 土壤単位

土壤調査の結果、次の5種の土壤単位が類別された。これらのうち、調査対象地域のほとんどを占めているのがアクリソルであり、これはこの地域に限らず、スマトラ島南部の準平原地帯の基調土壤となっている。この土壤は湿潤熱帯の代表的な土壤の一つであり、風化、洗脱が強度に進行している。このため酸性化し、石灰、加里等の養分に乏しい。また粘土の質が悪化しており、活性が低い。このため養水分の保持力が弱く、土壤構造は不安定であり、水に分散しやすく、侵食を受けやすい。

a. フェリックアクリソル (Af)

この土壤は、B層に鉄石を含む層を持っている。鉄石層の厚さ、深さ、鉄石含有程度等は様々である。なお、鉄石層の状態の異同による土壤単位の細分は行わなかった。

この土壤の分布傾向はオーシックアクリソルとほぼ同じであるが、切峯面に相当すると思われる古い地形面にはこの土壤が優占している。

b. プリンシックアクリソル (Ap)

下層にプリンサイトをを持ったアクリソルである。丘腹緩斜面の中～下部、下位の平坦～緩斜面等に分布し、特に微波状地はほとんどこの土壤で構成されている。

c. オーシックアクリソル (Ao)

この土壤は、他の2つのアクリソルに比し、形態的に特に目立った特徴を持たない普通のアクリソルである。丘頂の平坦～緩斜面、丘腹緩斜面上部等に分布しているが、同様の地形でも低海拔地では認められない。フェリックアクリソルと不規則に混在しており、調査地域西部の丘陵地、波状地で、この土壤の混在率が高いようである。

d. プリンシックグライソル (Gp)

下層にプリンサイトをを持ったグライである。沼沢地に接して稀に現れるにすぎない。

e. ジストリックフルビソル (Jd)

氾濫堆積物を母材にし、主要河川沿いに分布している。堆積物の供給源がア

クリソルであるため理化学性に優れているとはえないが、調査地域では良い土壌である。他の土壌単位に比し、粘土量がやや少なく、土層はやや軟かい。数層の堆積層理が認められ、炭化した樹木や草の細片を含むことが多い。

(2) 土壌図の作成

以上の個々の土壌単位について、それぞれの分布界線を精密に把握することは大変困難であったので、土壌図における図示単位としては複数の土壌単位の混在区を使用して土壌図を作成した（付図1-9 土壌図参照）。

a) 図示単位A f

フェリックアクリソルとオーシックアクリソルの混在単位である。

b) 図示単位A p

ほとんどが、プリンシクアクリソルからなる単位であるが、稀にオーシックアクリソルを含んでいる。

c) 図示単位J d

ジストリックフルビソルからなる図示単位である。

d) 図示単位S

沼沢地及び水田を一括した単位で、様々な土壌単位からなり、一部プリンシクグライソルを含む。

e) 図示単位□

油井、集落、切盛土等人工の改変を受けた人工未熟土である。

(3) 造林適地

土壌単位のうち湿地（沼地）の周辺にみられるプリンシクグライソルを除いては、植林に適する土壌である。また、これら4種の土壌については、造林木の成長に対し本質的な相違はない。

ただ一般的傾向としては、丘頂部、稜線部、丘腹緩斜面上部等の相対的に高い部分よりも斜面中～下部において成長が良い。アランアランの草丈や成立密度においても同様な傾向がより明瞭に認められた。

3-6 植 生

(1) 二次林

調査対象地域の二次林には天然林（熱帯降雨林）を択伐したものと、灌木地から森林化したものがある。

択伐済の二次林は、ランブタン川 (S. Rambutan) 西部からラガン川 (S. Lagan) にかけての地域と、ラハト県の行政界のある西部地域に分布する。主な樹種は、Meranti merah (*Shorea singkawang*), Laban (*Vitex pubescens*), Benda (*Artocarpus elasticus*), Merawan (*Iloepa mengarawan*), Suren (*Toona sureni*), Pulai (*Alstonia scholaris*), Kelewih (*Artocarpus communis*) などで、下層に *Tepus*, (*Achasma megalochilos*), Saliara 等の草本が見られる。

灌木地から成林した二次林もあり、様々な樹種から成る。

(2) 人工林

シンパンソラルからランブタンにかけて分布している。主に1976年から1982年にかけて南スマトラ州営林局等が造林したもので、樹種は主に *Acacia mangium*, *Pinus merkusii*, *Acacia auriculiformis*, *Albizia falcataria* 等である。

また、ブナカット周辺には JICA 試験造林地がある。これは1980-87年にかけて植栽されたもので、総面積は 2,500ha (Plantation I 1,790ha, Plantation II 340ha, アグロフォレストリー190ha) である。*Albizia falcataria*, *Eucalyptus deglupta*, *Swietenia macrophylla*, *Pinus merkusii*, *Acacia mangium* 等の数十種について試験を行っている。

(3) 灌木地

森林伐採後の遷移過程の一つで Laban (*Vitex pubescens*), *Simpur* (*Dillenia eximia*), Mahang (*Macaranga pruinosa*) *Gondong* (*Ficus Variegata*) などからなり、小径級の *Sungkai* (*Peronema canescens*), *Seru* (*Schima wallichii* var. *bancana*) を含む場合もあり、バナナや竹類を有することもある。

(4) 草地

焼畑等の影響によってできた草原で、イネ科の草本よりなる。Cente、Harendong、Jorong や Nawawidan 草及びシダ類が混じる。アランアラン (*Imperata cylindrica*) が侵入しているところは、一般に土地生産力が低くなっていることを示す。

なお、調査対象地域の植生の分布は付図 1-11 土地利用・植生図のとおりである。

3-7 土地利用

調査対象地域の土地利用状況は表3-1及び付図1-11土地利用・植生図に示すとおりで、これによると、灌木地及び草地在約25,500haで地域全体の51%を占め、次いで森林が約15,600haで31%、農地（ゴム林を含む）が約6,000haで12%、移動焼畑耕作地が約2,800haで6%を占める。

表3-1 調査対象地域における土地利用現況

土地利用区分		面積 (ha)	比率 (%)
森林	二次林	7,970	16
	人工林	7,621	15
草地- 灌木地	灌木地	24,500	49
	草地	965	2
集落		298	1
移動焼畑耕作地		2,822	6
農地		6,038	12
石油掘削地		28	0.1
調査地域面積		50,242	100

注 この調査における土地利用（現況）の区分に当たっては、灌木地が草地から森林への遷移過程の一形態であるとの理解に立って、木本類（主として小灌木類を中心とする先駆樹種）の侵入のみられるアランアラン地帯についてはこれらを灌木地に区分してある。

(1) 森林

二次林の総面積は約8,000haで調査対象地域全体の約16%を占めている。

地域の中部及び南部には人工林が散在し、その総面積は約7,600haで地域全体の約15%を占めている。

(2) 灌木地、草地

調査対象地域の51%、約25,500haは灌木地及びアランアラン草地からなり、地域内の最も広い面積を占め、全域に分布している。

(3) 集落

集落は、調査対象地域の北部及び中部の北側に、幹線道路沿いに分布している。

主な集落は、北からPagar kaya、Jirak、Dusun Pal XI、Talang Pal VII、Tala

ngRejosari、Pal XIII、Sido Mulyo、Talang Mandung、Talang Padang、Benakat、Sei Baung、Suban ulu、Jambu mente、Pabil、Simpang Solar、Rambutan等である(図3-4)。

(4) 移動焼畑耕作地

調査対象地域の全域にわたって移動焼畑耕作地が点在しており、とりわけ地域の北部及び南部のランブタン地区から東西に走る道路の周囲に多くみられる。移動焼畑耕作地の総面積は約2,800haであり、地域全体の6%を占めている。

(5) 農地

調査対象地域の北端部には広大な農地がみられ、また北部、中部の集落の周囲にも農地が分布する。農地面積は約6,000haで地域の約12%を占めている。

農地は、ゴム林、果樹林、ヤシ林、畑、水田から成り、このうちゴム林が最も広い面積を占める。ゴム林の多くは4~10年生で0.5~3ha程度のものが灌木地や二次林と混在して分布しており、粗放な取扱いのものが多く。集落の近辺の凹地形部には、小規模な水田が散在している。

(6) 石油掘削地

調査地域内にはプルタミナ国営石油会社(PN. Pertamina)の石油掘削地が数多く分布し、石油掘削地1ヵ所の面積は通常1,000㎡前後であるが、ランブタン地区では、6,000~7,000㎡のものが多く。

石油掘削の集中するジラクの南部、タランマドウン、ランブタン地区に石油処理施設が設置されている。

現地調査及び航空写真判読から推定された石油掘削地は82ヵ所、石油処理施設を含めた総面積は約28haである。

3-8 地域住民

(1) 集落と人口

調査対象地には前述の図3-4のとおり多くの集落が分布するが、行政的にはムシバニユアシン県に属するジラク、ムアラエニム県に属するスンガイバウンとスバンウルの3村(DESA)がある。

ジラクは4集落、5,469人、スンガイバウンは7集落、3,492人、スバンウルは1集落、1,832人で3村合計で10,793人住んでいる(1986年)。

上記の人口は居住地として認められている地域のものであり、そのほか居住区

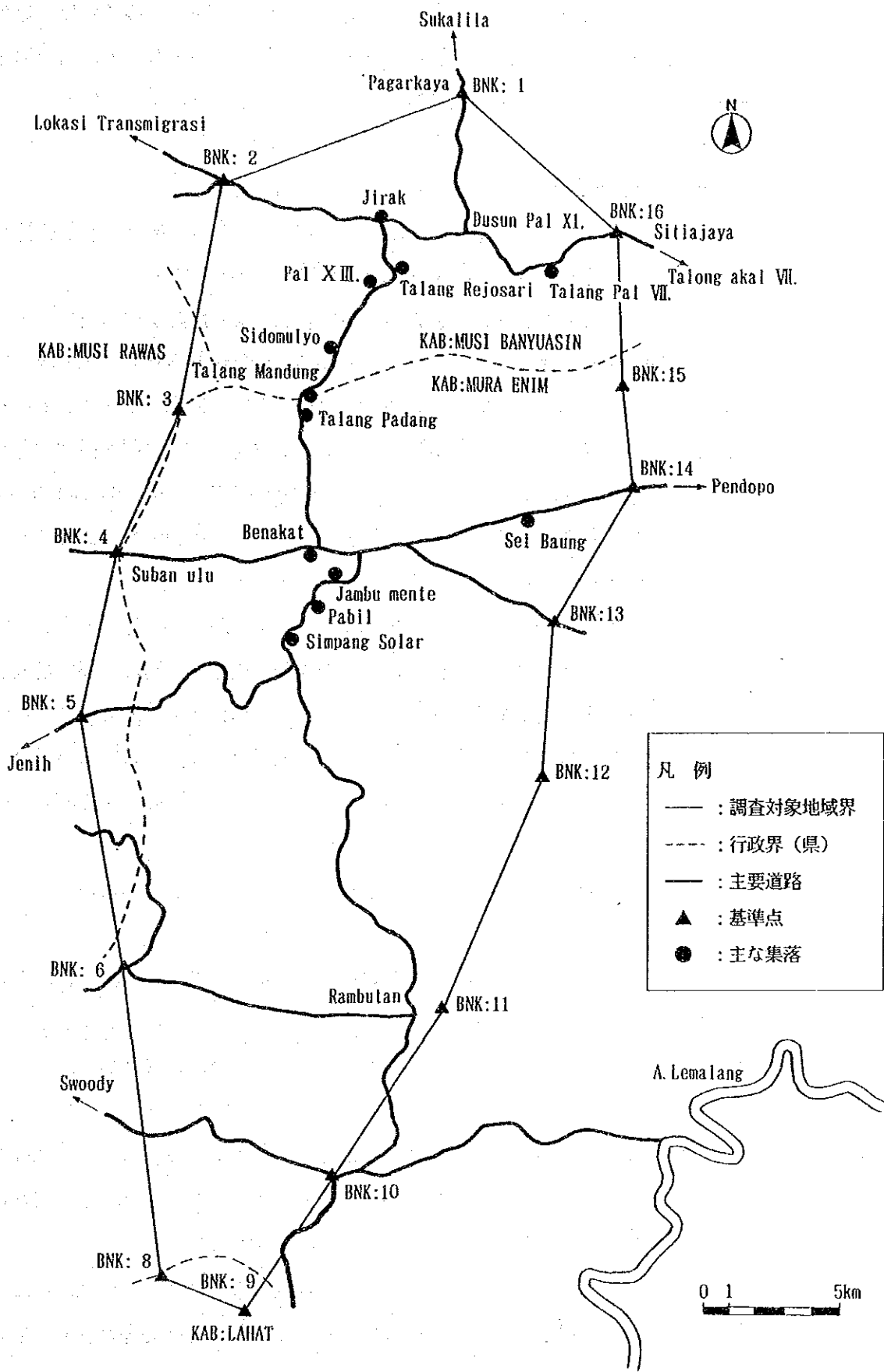


图 3-4 主要集落位置图

域外集落や移動焼畑耕作民の住居などがある。これらについての統計はないが、航空写真の判読及び平均的な家族構成（6人／家族）から推計して、対象地域の全人口は統計人口10,793人の約30%増の14,000人とした。

(2) 就業実態

聞き取り調査によると、就業の特徴は次のとおりである。

- ① 主として農業（米作、畑作、ゴム林、果樹林、牛飼育等）で生計を維持している戸数は、全戸数 2,300戸の約80%の 1,850戸である。

一戸当たりの家計収入には、営農規模、営農形態、農外所得の違いにより、年間 150万ルピアから 600万ルピアまでの所得分化がみられる。この収入には、各家庭とも、自給食料を収入に換算した平均額 100万ルピアが含まれている。農家戸数 1,850戸のうち、1987年において、下位所得層（年間所得 250万ルピア未満）は全体の約60%の 1,100戸、中位所得層（年間所得250万ルピア～450万ルピア）は全体の約35%の 650戸、高位所得層（年間所得 450万ルピア以上）は全体の約5%の 100戸とみられる。

また、農家戸数 1,850戸のうちの65%、1,200戸が移動耕作に従事している。これらの移動耕作農家は、下位所得層の大部分と中位所得層の一部で構成されており、その定着農地は1ha未満で、移動耕作農地は2ha程度である。これら 1,200戸の農家は、プルタミナ石油会社の土木工事、大規模農家の賃労働及び輸送、販売等の商業労働等への就労の機会が有る場合は、競って従事しているが、一般に就労機会は少ない。

- ② 主として石油会社関係に従事し、安定した生計を維持している戸数は、150戸程度である。
- ③ 輸送、販売、小規模工事の請負等に従事している戸数が、200戸程度あり、これらの中には、トラック及びブルドーザ等の運転業務を行う者がいる。
- ④ 教員、行政事務等、公的な業務に従事するものが100戸程度ある。

(3) 営農状況

主要な農業集落であるシンパン ソラル及びジラクでの聞き取りによれば1戸当たりの家族数は4～10人で、複数の家族が同居する場合もあり、1戸当たり平均家族数は6人程度となる。

農民1戸当たりの田畑は1～2haであり、作物は米を中心とし陸稲が主体である。通常は、米は自家消費のために栽培され、多くとれば売却される。米のほ

かに多い農作物では、ピーナツ、トウモロコシ、キャッサバ、バナナ等が商品作物として栽培されている。

陸稲は1年に1～2回、水稲は2～3回収穫される。アグロフォレストリー参加農民を対象として行った調査では、1戸当たり収穫量は、陸稲が平均0.79ton（平均作付面積1.09ha）、水稲が1.12ton（平均作付面積0.67ha）で、また米の消費量は6人家族で年間800～900kgとなる。

ジラク集落の1986年の統計調査資料によると、面積7,400ha、人口5,469人、690家族であり、土地利用の状況は表3-2のとおりである。総面積のうち灌木地を含んだ森林面積は4,400haで59%、ゴム林を含む農地面積は1,940haで26%を占める。1戸当たり田畑面積は1.16haである。また690家族のうち350家族は何らかの移動焼畑耕作を行っている。

三次林や灌木地を伐採して火入れを行った跡には、米のほかにトウモロコシ、キャッサバ、ピーナツ、バナナ等を栽培することが多い。2～3年で次の耕作地を求めて移動し、跡地はアランアラン草地や灌木地等となる。

移動焼畑耕作を行う農民は、通常、集落に定住居を持っており、集落から耕作地までの距離は3～15kmで、平均5km程度であった。

現在の農業状況は、過去の自給生産方式から、人口増加、生活水準の向上による農産物の需要拡大、経済活動の活発化に伴って換金作物の生産拡大などへ大きく変化している。

表3-2 ジラクの土地利用（1986）

区 分	面 積 (ha)	比 率 (%)
総面積	7,400	100
農地面積	1,940	26
水 田	140	2
畑	660	9
果樹混栽農園	900	12
ゴ ム 林	240	3
森林面積	4,400	59
灌 木 地	3,400	46
高 木 林	1,000	14
その他	10	0.1
沼 沢	1,050	14
敷地、道路、石油施設、その他		

(4) 森林の利用

調査対象地域の住民は、森林において狩猟や、生活資材の採取を行っている。森林から採取する生活資材は、燃料材、畑や庭の周囲の柵、家屋、小屋の材料であるが、薪の利用が最も多い。住民は燃料として灯油又は薪を使用しており、薪は生活に不可欠な実情にある。

地域内の集落シンパンソラルにおける薪採取と消費状況の調査によると1家族（4人家族）の年間薪消費量は6.75m³であるが、この集落付近では、薪用の採取木は極めて細いものであり、太いものから採取するとすれば約5.5m³程度と推算され、1人あたり1年の消費量は1.4m³程度となる（付表1-20）。

地域内での炭は伏焼程度で粗放なものが製造されている。

(5) 放牧の実態

調査対象地域における畜産及び放牧の実態は次のとおりである。

小規模の飼育では農作業用や財産保持といった目的が多く、飼育規模が5頭以下、1～3頭の場合が多い。経常的に所得を期待する場合は上層農民が多く、飼育規模も5～10頭と大きくなる。この地域では10頭以上という飼育規模はほとんどない（付表1-21）。

小規模の場合、集落又は農作業地の周辺での放牧が普通であるが、頭数が多くなると大人又は子供の管理の下でアランアラン草地に放牧する。この場合数戸から委託されていることが普通であり、100頭あまりの大群となることもあるが、通常20頭前後の群が多い。大規模な草地放牧の場合、アランアラン草地に火入れを行うことが多く、造林地等へ延燃する危険が高くなる。

3-9 林業、林産業

調査対象地域の北部から中部にかけてと南端部には人工林が広く分布し、前者の場合、スンガイバウン、ブナカット、スバンウルの各集落を通過して東西に走る幹線道路を基軸として分布している。人工林ではコリドール方式の造林地が多く見られ、調査対象地域を南北に走る幹線道路に沿っても人工林が分布する。また、JICAの南スマトラ森林造成技術協力プロジェクトによる造林地（1980年～1988年植栽）が地域中央部の西部、東部に位置している。

南スマトラ州営林局の人工林は、1976年から1982年にかけて植栽され、実際の植付け等はPT. Swakelola、CV. Yosepa、CV. Sinar Teknik、PT. T. Indah Farm、

CV. Harapan Baru の造林会社が実行した。JICA の造林地以外での主な造林樹種として、Peronema canescens、Acacia auriculiformis、Albizia falcataria、Eucalyptus deglupta、Eucalyptus alba、Pinus merkusii 等があげられる。これらの造林地の中には火入れによる延焼を受けて灌木地となっているものもみられる。また JICA の事業による主な造林樹種として、Eucalyptus deglupta、Swietenia macrophylla、Acacia mangium、Pinus merkusii、Albizia falcataria、Schima wallichii var. bancana 等があげられる。

調査対象地域内には、製材工場はないが、地域の西側スウディのコンセッション地域内には小規模な製材工場がある。

3-10 インフラストラクチャー

(1) 道 路

調査対象地域は南スマトラ州の州都パレンバンから路程で南西 180km の地点にある。パレンバンからは調査地に向う約 161km が舗装されており、5 km の未舗装を経て石油開発に伴って造成したプンドポに至る。プンドポからはアスファルトの簡易舗装が約 5 km あり、それから更に約 9 km の未舗装を経て調査対象地域入口に至る。地域内では石油開発による自動車道路網が発達しているが、いずれも未舗装である。一部南部地域に木材搬出道路があり、そのほとんどに石/砂利敷がみられる。

(2) 医 療

調査対象地域が属するムアラ エニム県には政府直営の一般病院が 5 病院、ベッド数 232 がある。内・外科医 29 名、特殊技術者 2 名、歯科医 7 名、内・外科看護婦 69 名、歯科看護婦 15 名の陣容である。ヘルスセンター（健康相談所）は政府直営 15、補助機関は 50 ある。病院、ヘルスセンター、補助機関とも、私立のものはない。

調査対象地域内には病院ヘルスセンターはないが、主要集落にはヘルスセンター補助機関がおかれている。

(3) 教 育

調査対象地域内の集落ジラクには幼稚園 (T. K.) 2 校、小学校 (S. D.) 37 校、中学校 (S. I.) 6 校、スンガイバウンには、小学校 3 校のみ、スパン ウルには小学校 1 校のみとなっている。

(4) 電 気

調査対象地域内には公共電気の供給はないが、地域の東側手前約4 km地点まで
プンドボから国営石油会社の配電がされている。

(5) 用 水

住民の用水は自然小河川に依存し、一部ポンプアップしている箇所もあるが、
井戸を設置しているところはないようである。用水は乾期であっても量的には問
題ないが、水質は悪く、煮沸後飲料に供している。

また、天水利用施設は一般にはなく、南スマトラ造林技術センター関連施設の一
部に設置されている。

第4章 ブナカット地区産業造林計画

4-1 基本方針

4-1-1 ブナカット地区の位置づけ

前述してきた調査対象地域を、ブナカット産業造林地区として造林事業計画を策定する。

本計画地域は、国有地であり生産林と指定されているが、その過半はアランアランの草原及び灌木地となっており、これらへの造林が事業の主体となる。

また地域内には、主に農業に生計を依存する約14,000人の住民が居住しており、産業造林に対するこれら住民の理解と協力を得ることが重要である。

また本地域の造林の実施に当たっては、JICA南スマトラ森林造成技術プロジェクトの成果が利用される。これも本計画地域での産業造林の特徴の一つである。

4-1-2 生産目標

産業造林における生産目標は、木材需給の動向、造林事業の経営の効率性、計画地域での社会経済条件や自然的条件など各般の条件について慎重に検討して決定されるべきである。

① インドネシア国林業省では、産業造林の大きな目標の一つとしてパルプ用材生産を考えている。

インドネシアにおける紙、パルプ生産の現状は先進国に比べ、低いレベルにあるが、第5次林業5ヵ年計画では紙パルプの生産は約2,500千tonと見積られ、第4次実績の551千tonの約4.5倍の生産を期待している。

したがって、4,400千haという産業造林15年計画においても、パルプ用材のための造林が約30%の1,300千haとされている。更に南スマトラ州では、パルプ用材生産のウェイトが高く、15年計画での同州の造林計画面積300千haのうち約83%に当たる250千haがパルプ用材生産に計画されている。

ちなみに、当地域に近接し、自然的社会的条件が近似したスバンジェリジ地域における産業造林計画案（ADB及びインドネシア林業省、1987）においてもパルプ材生産が主目的となっている。

② 当計画地域では、早期に収穫できる森林は少なく、ほとんどが無立木地に対す

る造林からスタートすることになる。このため、造林投資をできる限り効率的にし、事業を安定させるために、なるべく短期間で収入をあげることが必要である。

- ③ 当地域には過去の火災や伐採などによって生じた非生産的な灌木地や草地在大に分布する。

したがってできるだけ速やかに造林事業によって土地生産性を復旧することも、この産業造林計画の大きな目標の一つとされている。

- ④ 灌木地や草地での森林造成は、水・土保全の面からも地域の環境保全に貢献するものである。

以上の検討から、当計画での生産目標として、短期間で成林し、収穫が期待できるパルプ用材生産を中心とした。

また一般建築用材の供給に対しても地域的に強い期待があるので、できるだけ短期間で生産可能な樹種による一般建築用材生産も目標の一部に加えることとした。

4-1-3 土地利用

産業造林の目的は、経済的、効率的な木材生産を行うとともに、これによって地域社会の振興を図るものである。

また、造林計画の実行に当たっては、地域環境の保全に対して十分に配慮する必要がある。

当調査対象地域、約50,000haの土地利用の現況は表3-1に示したように森林約15,600ha、草地・灌木地約25,500ha、集落・農地・移動耕作地、約9,000ha等である。この他、小面積であるが、石油掘削地、石油処理施設、約30haがみられる。特に調査対象地域の北部・中部には集落・農地利用の割合が多い。

このような地域を対象とする産業造林計画では、これらの既存の土地利用の実態や将来計画との調整を慎重に検討する必要がある。

計画策定に当たっての土地利用の方針は次のとおりである。

- ① 調査対象地域を施業対象地と施業対象外地に区分する。
- ② 施業対象外地は、既に形成された集落、農地、石油施設等が集中して分布する区域を中心として設定する。これら区域は将来にわたり森林施業は行わず、主として農業専用地等として利用される。
- ③ 施業対象地について事業計画を立案する。この施業対象地内にも、焼畑等の農

業的な土地利用が散在するが、これらについては本計画においては新たに農業専用地を設け移転させるものとする。

4-1-4 地域住民への配慮

既に述べたとおり、当地域内には主に農業に生計を依存する約14,000人の住民が居住している。本産業造林計画の推進はこれら地域住民の所得や福祉の向上に貢献するものでなくてはならない。

また本計画の成功のためには、長期間にわたる森林保護、特に山火事対策等が重要であり、このためには造林事業に対する住民の理解と協力を得ることが不可欠である。

したがって、本計画の策定に当たっては、地域住民への配慮として、次の事項を中心とした対策を進める必要がある。

- ① 造林事業への理解と協力の確保及び雇用の計画化・安定化のための、住民の組織化
- ② 事業に必要な林道、給水、給電等の諸施設の整備を通じての、地域住民インフラストラクチャーへの寄与
- ③ 農業専用地の設定と整備、農用資材や種苗の供与等による、林内移動耕作から定着農業への誘導

4-1-5 自然環境への配慮

近年、熱帯林の保全、保護が地球規模で論議され、その対策が緊急事項として、関係方面で実施されつつある。

インドネシア国においては、1982年に発布された「生活環境管理に関する基本法」（法律4号）、1986年に施行された規則29号等において、環境に関する基本理念及び環境影響への基本事項が整備された。

本調査の要請者である林業省においても、環境問題委員会を設置し、森林開発による環境への配慮を十分に実施すべく、調査項目、評価手法等の整備をすすめている。

本計画は以上のことを踏まえ、以下の重点事項に従い策定するものである。

- ① 人為によって生じた草地や灌木地への造林は本来の植生－森林－への回復を助長するもので、地域環境の保全形成に貢献するものである。当地域内でも広大な

草地や灌木地が生じており、その森林化を急ぐ。

- ② その場合、後に詳述するように自然条件等を十分に検討して、地形・地質等から考えて造林事業対象に適さない区域は保全林とする。また、河畔沿いに保護帯を設ける、更には自然植生に近い二次林は択伐等の天然林施業林とするなど、環境保全を考慮した土地利用を行う。
- ③ また造林、林道、伐採等の個々の事業計画策定に当たっても病虫害の防止、土砂の流出の防止等環境保全に留意して行う。

4-1-6 計画期間

造林事業は、植栽から伐採収穫までに長期間を要するものである。本計画では短伐期のパルプ用材生産だけでなく、一部伐期の長い一般建築用材生産を含んでいる。また、新規造林がほとんどであり、植栽・保育・収穫などの一連の事業が安定的に推移するようになるにはかなりの期間が必要となる。

したがって本計画においては、4-2-4で述べるパルプ用材樹種について数回のローテーションを経る、30年間について事業計画を策定し事業量等の推移を見通しておくこととする。

なお、財務及び経済評価については、第1回の造林が完了するまでの初期投資及びこれに要する運営維持費等を費用とし、第1回の造林木の収穫を便益とし、これに要する43年を評価のための期間とした。

4-2 計画策定のための基本事項

4-2-1 事業区の設定

計画地域は、約50,000haと広い面積を占め、しかも南北に細長く南北の長さは約40キロメートルに達する。また道路事情についてみると、一応、自動車の通行可能な道路が既に開設されているとはいえ、特に雨期における通行にはかなりの困難が伴ない、長距離にわたる人員、資機材の輸送を見込むことは得策とはいえない。

したがって、本計画においては、全体としては一つのプロジェクトとして管理運営されるべきは当然であるが、事業実行の利便を考慮して3つの事業区に分割することとした。分割した事業区は図4-1の林班図のとおりである。

基本方針に基づき、地域内の土地利用、営農状況等を検討し、集落及び施設のある区域を含めて、約6,500haを施業対象外地として、将来における農業等の専用的

用地として区画するとともに、約43,800haを施業対象地とした。

4-2-2 森林区画

前項で述べた事業区ごとの施業対象地について、林班及び小班の区画を行った。

① 林班

1林班の大きさを500~1,000haを目途として尾根、沢等の地形を主要因子として区分した。

② 小班

1小班的大きさを100ha以下とし、地形を主要因子とし区分する。なお、小班内を土地利用及び植生によって細分した。

また、上記の林小班ごとに以下の事項についての現況を別冊の森林調査簿として取りまとめた。(森林調査簿の様式は付表2-1に示す)

なお、事業区別、林小班数は表4-1に示すとおりである。

表4-1 事業区別林小班数

(箇所)

区 分	第 I 事業区	第 II 事業区	第 III 事業区	計
林 班	15	23	22	60
小 班	131	258	223	612

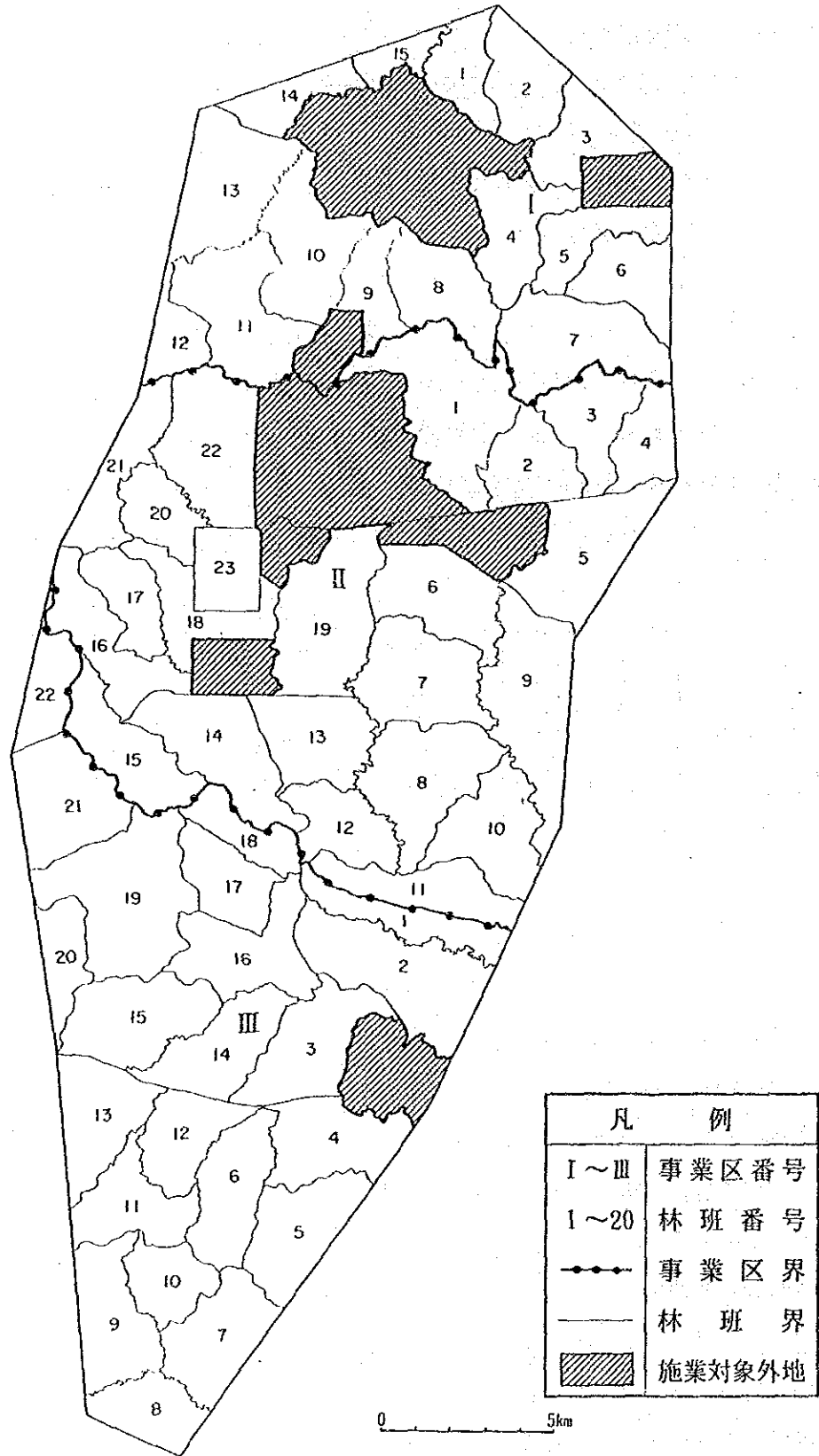


图4-1 林班图

4-2-3 造林対象地の選定

インドネシアにおける森林の区分は、保安林、自然保護林、制限生産林、普通生産林及び転用可能林であるが、本調査地域は、1988年全面積が産業造林対象地として自然保護林から生産林に指定替えされたところである。

前述した農業等の専用地とした施業対象外区域を除いた、施業対象地約43,800haについて基本方針に従って土地利用、植生、土壌等の自然条件を検討し、さらに環境保全への配慮しつつ、図4-2に示すフローに従って、造林対象地の選定を行った。

選定に当たって造林対象地から除いた林地は次のとおりである。

① 二次林

約10年以前に択伐方式により経済木の収穫が行われた林分である。調査によると、直径95cm以上の立木がha当たり、50~70本程度生立している。インドネシアにおいては、皆伐新植による更新方法と並んで、択伐方式による回帰年を用いた施業方法(TP I)がとられており、これら二次林の施業については、アラランを中心とする草原や灌木地に対する一斉造林方式とは異なった扱いを考慮に入れる必要がある。

多くの林分は一定の回帰年を経過すれば、択伐による再収穫が可能と考えられる。産業造林の推進による当地域の環境の変化を緩和するためにも、これら二次林は、一斉造林対象地とせず林況の回復を待ち、必要に応じて植込み等を計画する。

② 保全林

調査地のほぼ中央に残丘を伴ったパレンバン中部層が帯状に分布しており、この部分は急傾斜地が多く地質的にも崩壊しやすいため、土壌保全の措置を講じつつ森林を維持する必要がある、保全林として造林対象から除外する。

③ 河畔保護帯及び沼沢地

施業対象地内の河川沿いに樹枝状につらなる低地は土壌としては良好なジストリックフルピソルが分布するが、一般に幅狭く、機械化造林には不適である。また河畔沿いの急傾斜面も機械化造林に不適である。これらの地帯は丘陵地での造林地からの表層土壌の流出や水質の汚濁を防止するため、更に防火帯としての活用等を考えて、河畔保護帯として造林対象地から除外する。

また沼沢地の周辺はプリンシクグライソルなどの過湿土壌であり、造林には

全く不適であるので造林対象地から除外する。

④ 試験林

1979年からJICAにより開始された試験造林が、本調査区域内に存在する。これらの造林地は、アランアラン草原や灌木地への植林に当たっての様々な技術的課題を解明するために試験造林として実行されたものである。

現在、これらの造林地は南スマトラ造林技術センター（BTR-Sum・Sel）が引き続き管理し様々な試験観察がなされている。将来この区域内に採種林等を設定する構想があるなど、南スマトラ州における造林試験の中核的な位置づけを与えられている。

本プロジェクト開始直後に植栽された早生樹種は、既に主伐期に達しているものもあるが、南スマトラ州内における数少い成功した造林地でもあり、数多くの樹種が植栽されており、それら樹種の母樹林としての利用や生育観察のためにも貴重なものである。

また、ブナカット集落の西方にあるアグロフォレストリー試験区についても定住化促進の目的、効果を確認し本事業における地域振興の取り組み方を検討するための指導、観察が不可欠である。

これらの試験地を含む林班面積の合計は約3,600haである。これらは今後とも試験林として利用するため、造林対象地から除外する。

⑤ 林道敷及び防火帯

林道開設計画に基づく、林道（幹線、事業）及び公共道路（国営石油会社等）は恒久的に林道として使用するものとして造林対象地から除外する。

また、施業対象地内の公共道路及び幹線林道に添って防火帯を設けることとしているので、この部分も造林対象地から除外する。

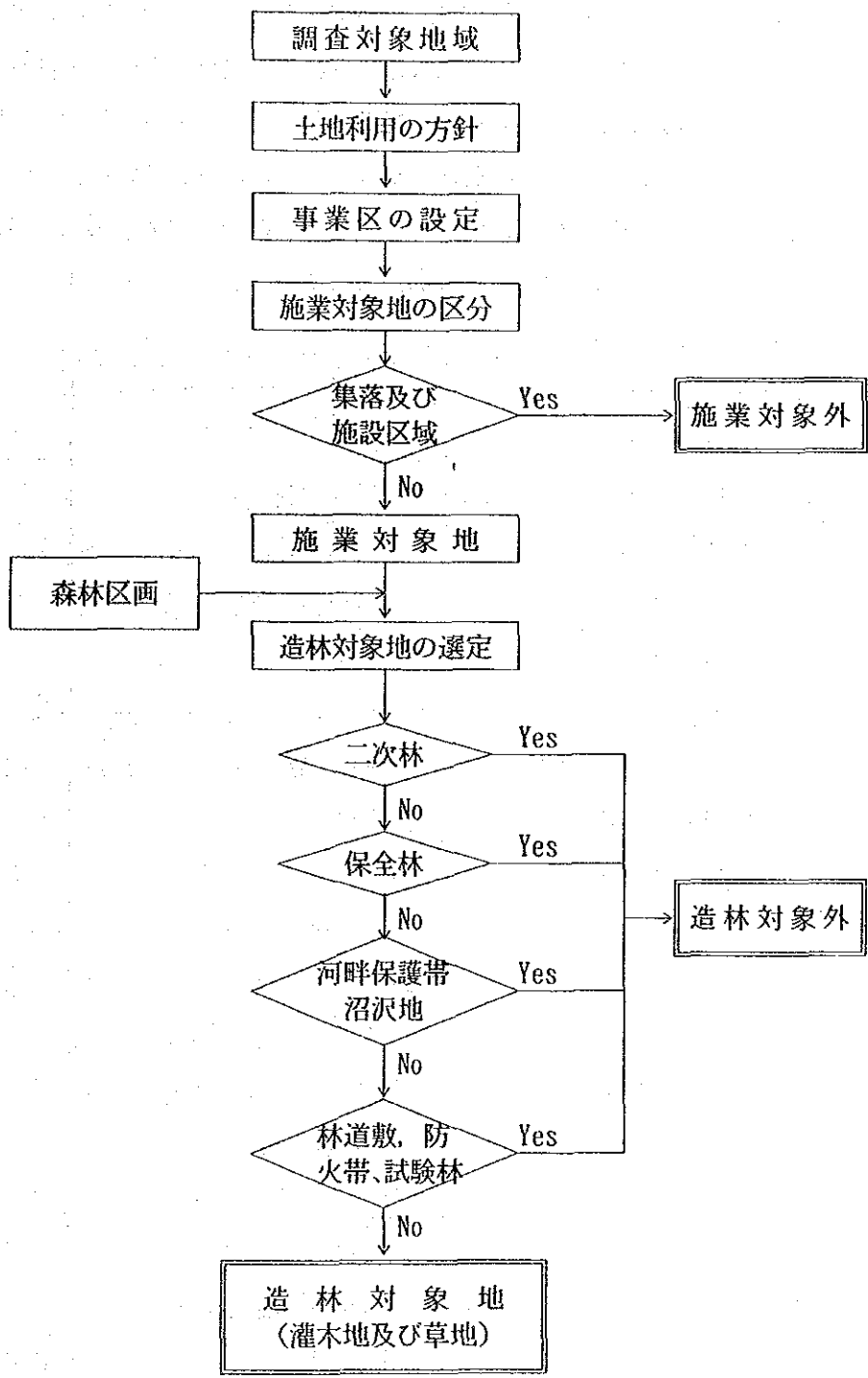


図4-2 造林対象地選定フロー

4-2-4 樹種の選定

既に述べた生産目標に従って、パルプ用材生産用及び一般建築用材生産用の植栽樹種の検討を行った。この際、最近の世界の熱帯造林の動向をはじめ、東南アジアにおける植栽樹種の現況等について考慮した。インドネシア国において表4-2に掲げたとおり産業造林用の樹種として20種が選定されている。これらの樹種に加えて、ブナカット地域周辺におけるJICA及び南スマトラ州営林局による既往の造林地の成績等を解析して参考とした。

表4-2 インドネシアにおける産業造林樹種

学名	インドネシア名	和名
① Shorea spp.	(Meranti)	メランティ (ラワン)
② Agathis spp.	(Damar)	アガチス
③ Eucalyptus deglupta	(Leda)	ユーカリ
④ Eucalyptus urophylla	(Ampupu)	ユウロフィラ
⑤ Pinus merkusii	(Tusam)	メルクシマツ
⑥ Peronema canescens	(Sungkai)	ヌルデモドキ
⑦ Acacia mangium	(Mangium)	マンギューム
⑧ Tectona grandis	(Jati)	チーク
⑨ Santalum album	(Cendana)	ビャクダン
⑩ Swietenia macrophylla	(Mahoni)	オオバマホガニー
⑪ Araucaria spp.	(Damar laki-laki)	ナンヨウスギ
⑫ Albizia falcataria	(Sengon)	アルビジア
⑬ Dalbergia latifolia	(Sonokeling)	シタン
⑭ Gonystylus bancanus	(Ramin)	ラミン
⑮ Manilkara kauki	(Sawo kecil)	サワノキ
⑯ Acacia auriculiformis	(Akasia)	カマバアカシア
⑰ Diospyros celebica	(Eboni)	コクタン
⑱ Pometia spp.	(kayu sapi/Mata kecing)	リューガン
⑲ Dryobalanops spp.	(Kapur)	カプール
⑳ Dipterocarpus spp.	(Keruing)	クルイン

JICAのレポートによるとブナカットにおいては、種子の採集、初期成長、木材利用等の観点からみて

Acacia mangium, *Eucalyptus deglupta*, *Swietenia macrophylla*,

Schima wallichii var. *bancana*

などが、有望であるとされている。

なお、樹種選定に当たっては、単一樹種の大面積造林での病虫害や気象害発生の危険を避けるため、生産目標ごとに植栽樹種を複数の樹種とするほか、特に生育期間の長い一般建築用樹種では、一般的には植栽実績の少ない外国導入樹種を避け郷土産の樹種とすることがより望ましい。

多くの資料によると、この地域においては、地拵え等を行うことによって土壤条件の改善がなされるならば、アランアラン地帯であっても更に幾つかの樹種が適合するとされている。今回行った森林調査によっても、適正な保育管理が行われるならば十分成林が期待できる樹種が考えられた。産業造林用樹種としてアランアラン地帯に適合するとされている樹種は

Acacia mangium, *Acacia auriculiformis*, *Albizia falcataria*(*Paraserienthes*),

Eucalyptus deglupta, *Eucalyptus urophylla*

などである。

また、二次林地帯など、ある程度土壤条件の良好な地帯には

Shorea spp. (*Meranti*), *Swietenia macrophylla*

なども産業用として有望であるとされている。

しかし産業造林用樹種として選定されるためには、相当量の良好な種子が入手できることが不可欠であり、かつ育苗の技術についても十分に確立されたものであることが必要である。もちろん、必要な成長量が確保されなければならないことはいうまでもない。

また、現地における林政局等のスタッフ、C/Pとの意見交換の中では、*Pinus merkusii*, *Peronema canescens*, *Schima wallichii* var. *bancana* などいわゆる郷土樹種でなじみの深いもので、中長伐期を要する一般用材向けの樹種についても強い関心が寄せられていた。特に、*Peronema canescens* (*Sungkai*) については種子の採取は難しいものの、さし木で増殖できること及び地元では一般製材及び家具用材としてなじみの深いものであることから強い期待が寄せられた。

これら検討の結果、特にアランアラン草地及び灌木地におけるパルプ用樹種とし

て、成長量、パルプ適性、病虫害や森林火災への抵抗性、更にブナカット地域での造林経験と造林技術等を考慮して、次の樹種をパルプ用材生産用等の短伐期樹種として選択した。

Acacia mangium (以下「*A. mangium*」とする)

Acacia auriculiformis (以下「*A. auriculiformis*」とする)

Albizia falcataria (以下「*A. falcataria*」とする)

なお、*A. falcataria*については容積重の点からみて、パルプ用材としては、若干の問題があるが、一部でパルプ用材としての実績もあり、家具材等一般用材としての需要が見込まれることから短伐期の植栽樹種として選定した。

また、ユーカリ類については、ブナカットにおけるJICA造林地等での成績、特に肥大成長の点で十分でないので本計画においては採用しないこととした。

一般建築用材樹種についても、成長量、材質、諸害抵抗性をはじめブナカット地域での造林経験、造林技術等の諸点を検討した。特に郷土樹種に対するインドネシア側の要望や製材、家具用として需要を考え、次の3樹種を選定した。

Peronema canescens (以下 *P. canescens* とする)

Swietenia macrophylla (以下 *S. macrophylla* とする)

Schima wallichii var *bancana* (以下 *S. bancana* とする)

この他、*Pinus merkusii*についても検討したが、成長の面で十分でないので除いた。

S. macrophylla には芯くい虫 (*Hypsipyla robusta*) の被害があるが、当地域での発生、被害は比較的軽微で十分成林の見込みがあるので選択した。

*S. bancana*については、地方的な需要ではあるが、柱材、板材として利用されているほか、JICAの試験造林地の成績等を勘案して選択した。

なお、本計画において選択した6樹種はすべてブナカット地域での造林試験が多いもので、それらの概略の特性は表4-3のとおりである。

表4-3 樹種の特性

樹種	種子の確保	育苗の難易	初期成長	木材利用		病虫害抵抗力
				パルプ	一般用材	
<i>A. mangium</i> ¹⁾	A	A	A	A	B	A
<i>A. auriculiformis</i> ¹⁾	A	A	A	A	C	A
<i>A. falcata</i>	A	A	A	B	A	B
<i>P. canescens</i>	B ²⁾	A	B	C	A	A
<i>S. macrophylla</i>	B	A	C	C	A	B ³⁾
<i>S. bancana</i>	A	A	C	C	B	B ⁴⁾

凡例 A 容易 又は 優れている
 B やや難 又は やや劣る
 C 難 又は 劣る

(A, B, Cの評価は樹種間の相対的なものである)

- 注 1) *A. mangium*は *A. auriculiformis*より樹形がよく一般用材の可能性も高い。*A. auriculiformis*はパルプや薪炭材としては *A. mangium*より良質だが樹形が悪く用材としては不適。両者ともパルプ用材として一部の地域で利用され始めている。
 2) *P. canescens*は種子確保は困難であるが、さし穂の採取は容易。
 3) *S. macrophylla* は芯くい虫の被害があるが、ブナカットでは成林可能と判断した。
 4) 病虫害については不明の点が多いが、当地域の造林地はよく成林している。

4-2-5 植栽本数

JICAによる試験造林プロジェクトにおいては、1ヘクタール当たりの植栽本数つまり植栽間隔について各種の試みがなされている。

すなわち、4m×2mの間隔で1ヘクタール当たり1,250本植のものを中心として4m×3m(1ヘクタール当たり833本)から4m×1m(1ヘクタール当たり2,500本)のものまでである。

また南スマトラ営林局によるコリドール方式の植林地等にあっては、できる限り早期にうつ閉させて下草の成育を抑制し、防火帯としての機能を高めるため2m×1m(1ヘクタール当たり5,000本)の間隔で植栽されている事例もある。

産業造林計画では植栽本数は、経済的観点や機械作業の効率の面から検討し決定

する必要がある。

ブナカットにおける JICA 試験林の事例について、成長状態と残存状況、うっ閉度等を検討して、本計画では $3 \times 3 \text{ m}$ (1ヘクタール当り1,100本)の植栽間隔を基準として採用した。中・長伐期樹種では、遅い初期成長を考えると、もっと植栽本数が多くすることも考えられるが、地拵えや下刈等の機械化作業の効率化や除間伐の省力を考えて、短伐期樹種と同じ基準本数とした。

4-2-6 成長の予測

現在、インドネシア国においては、これまで産業用の樹種 (Industrial Wood Species) として以下の10樹種についての収穫表が作成されている。これらはジャワ島内の固定試験地からのデータに基づいて作成されたものである。したがって、これらの収穫表を他の地域のかつ大規模な造林事業に適用する場合には、現地調査に基づいて、必要な修正を加えて適用することが肝要である。

- ① *Tectona grandis* (Jati)
- ② *Altingia excelsa* (Rasamala)
- ③ *Agathis loranthifolia* (Damar)
- ④ *Pinus merkusii* (Tusam)
- ⑤ *Dalbergia latifolia* (Sonokeling)
- ⑥ *Swietenia macrophylla* (Mahoni)
- ⑦ *Acacia decurrens* (Akasia)
- ⑧ *Albizia falcataria* (Sengon)
- ⑨ *Ochroma bicolor* (Balsa)
- ⑩ *Anthocephalus cadamba* (Jabon)

上記10樹種のうち、本計画において植栽樹種として選定した樹種については、*A. falcataria* 及び *S. macrophylla* の収穫表が作成されている(附表 2-2, 3)。

したがって、これらを参考にするほか調査地域内及び周辺の地域の人工林について成長状況等を調査するとともに、収集した資料の活用及びカウンターパート等林業省職員との意見交換を通じて、樹種ごとの伐期及び収穫予想量を定めることとした。

選定した樹種についての現地調査の結果は、附表 2-4 のとおりである。

また、*A. auriculiformis* の収穫表はまだ作成されていないが、林業省の資料

によると、その成長量と生産量については付表2-5の数値が公表されている。
 更に主要造林樹種についての資料として付表2-6の数値も報告されている。
 これらの資料を参考として伐期及び収穫予想については表4-4に示したとおりとした。

表4-4 本計画での伐期及び収穫予想

樹種	伐期	収穫量	備考
A. mangium	8年	165 m ³	2代目以降は7年
A. auriculiformis	同上	同上	同上
A. falcataria	同上	同上	同上
P. canescens	20年	240 m ³	
S. macrophylla	35年	272 m ³	
S. bancana	同上	同上	

なお、短伐期の3樹種を第1グループ、中伐期樹種を第2グループ、長伐期2樹種を第3グループとしてまとめた。

4-2-7 林道等の配置

(1) 林道の配置

① 規格別路線の選定

調査対象地域及びその周辺の主要道路について、構造を調査した結果は表4-5のとおりである。

表4-5 道路構造調査結果

単位：m

造成幅員	有効幅	路肩幅	伐開幅	備考
6.70~9.60	3.50~8.00	1.00~4.80	4.00~12.20	最小~最大
8.15	5.75	2.90	8.10	平均

最急縦断勾配は10%（約6度）で、地形により遊水地帯が設けられていた。
 敷砂利は木材搬出路について一部実施された形跡があった。

主要道路は石油井及び油送パイプの維持管理用と、木材搬出用のものがあるが、石油関係の道路は油送パイプに沿っているため直線部が多いのに対し、木

材搬出用は重量物運搬のため路体保護を重視した路線設定、すなわち、地形に応じて稜線部に設けられているため緩やかな曲線部が多く、局部的に敷砂利を施している。

調査においては、前述の考え方からこの木材搬出用道路に類似した規格が望ましい。すなわちこれらの事項を考慮しつつ林道の開設に当たっては、降雨期間における通行を確保するため、排水条件に十分配慮することとし、できる限り尾根筋に作設することとする。

本計画における林道は、次の2種類とする。

幹線林道：有効幅員6m、道路敷15m

事業林道：有効幅員4m、道路敷10m

a 幹線林道

産業計画図に基づき、造林対象地の基幹となるよう配置を考慮し、路線を選定した。

なお、路線は地域住民の生活にも有効に利用できるよう配慮した。

b 事業林道

幹線林道を起点とし、各造林対象地の中心を通過するよう選定した。

作業道の配置を勘案し魚骨状とするが、突込み路線はできるだけ避け、幹線林道ないし他の事業林道との接続を図る。

なお、橋梁はできるかぎり小規模なものとなるよう配慮した。

② 林道の延長

規格別林道の選定基準に従い、路線配置を決定し事業区ごとに計画した林道規格別にそれぞれ延長を表4-6に示す。

なお、幹線林道、事業林道の配置は別添産業造林事業計画図に示すとおりである。

表4-6 事業区別林道

事業区	幹線林道 (km)	事業林道 (km)
I	70.3	108.3
II	60.8	150.9
III	30.5	135.7
計	161.6	394.9

(2) 苗畑用地の選定

本計画では、固定苗畑で苗木を生産することとして用地、機械等の選定を行うこととした。したがって用地は、長期にわたって使用するものであること、広い面積を必要とすることから、次の選択条件から用地の選定を行った。

- ・年間を通じて、取水可能な川に近いこと
- ・雨期にも冠水しないところであること
- ・できるだけ平坦地であること
- ・できるだけ造林地域の中央部に近く、かつ集落にも近くて労働力の得やすいこと

この結果、各事業区において次の箇所に固定苗畑を設けることとした。

- ・第Ⅰ事業区は、ジラクの南、公共道路沿いの平坦地
- ・第Ⅱ事業区は、ブナカットの東、公共道路の南側の平坦地
- ・第Ⅲ事業区は、ランブタンの南、クバハン川の右岸の平坦地

4-2-8 造林面積

これまで述べてきた、造林地の選定手順に従い、事業区別造林対象地、施業対象地等をまとめると表4-7、図4-3のとおりである。

これに基づき、前述の樹種の選定、成長予測等より、樹種別年次別造林面積を設定すると表4-8のとおりであり、事業区別には付表2-7, 8, 9に示す。

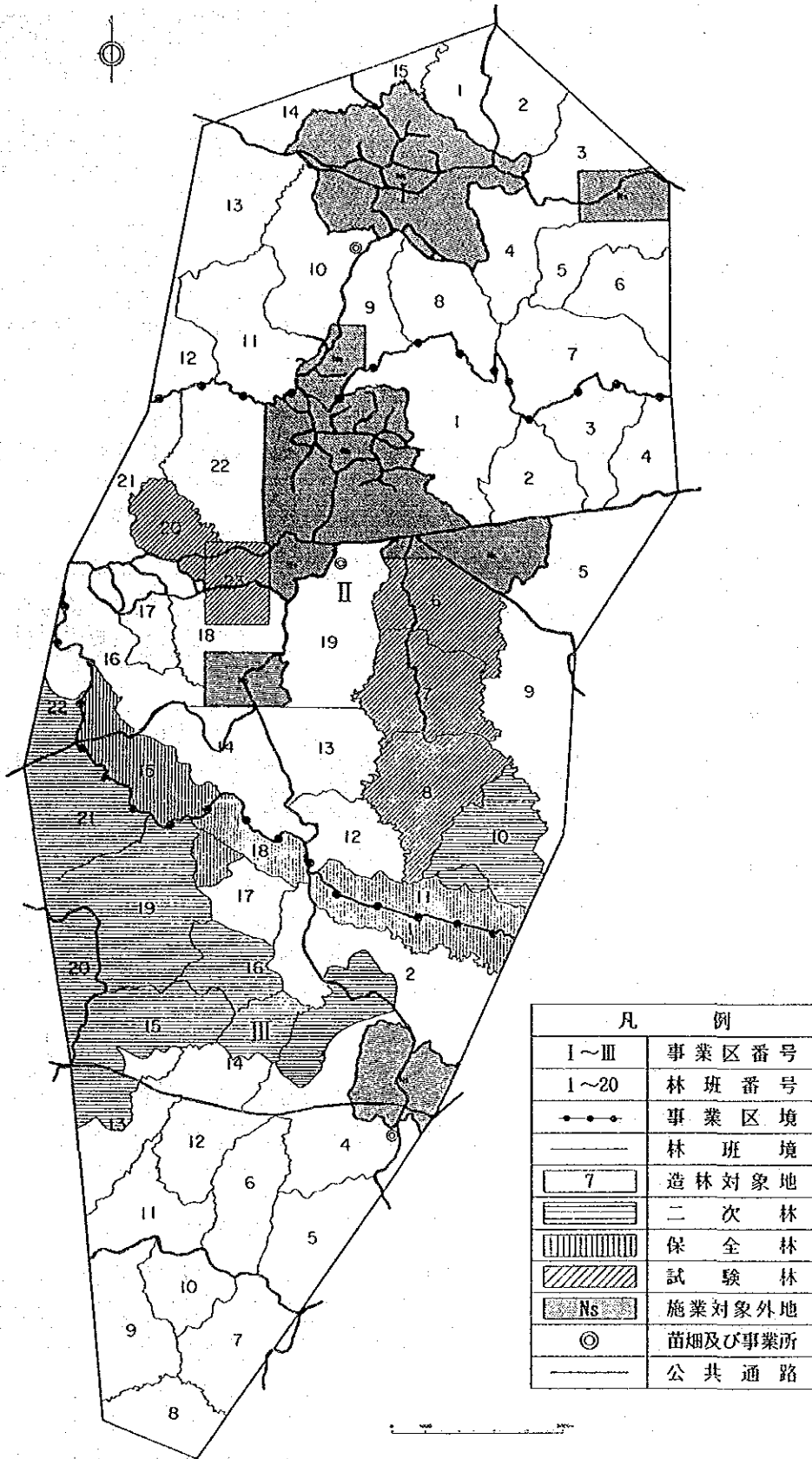
なお、年間造林面積の決定に当たっては、次の事項を考慮し実施した。

- ① 主要造林樹種の伐期、労務の安定的確保、草地灌木地の早期森林化等を考慮して8年間で植栽し終ることとした。
- ② 植栽初年度については、諸般の準備、施設の建設等を考慮して事業量は少なめに計画した。
- ③ 既設の公共道路の配置、林道計画との整合性を考慮した。
- ④ 年次別計画の策定に当たっては、山火事の防止等に配慮して、草地部分を出来るだけ早期に植栽することを念頭において計画した。
- ⑤ 短伐期と中・長伐期の割合は投資効率、森林保護等の観点から80:20とし、それぞれのグループ内での樹種割合はほぼ均一となるようにした。

表4-7 事業區別地種区分

(ha)

区分		事業区				
		I	II	III	計	
施業対象地	産業造林対象地	8,806.86	10,582.27	8,287.38	27,676.51	
	造林対象地	二次林	353.12	1,179.21	5,749.56	7,281.89
		保全林	—	1,282.25	1,227.37	2,509.62
		沼沢地	11.19	49.71	1.06	61.96
		河畔保護帯	335.18	590.98	468.06	1,394.22
		林道敷	244.51	289.86	227.87	762.24
		防火帯	151.72	175.79	113.94	441.45
		試験林	—	3,625.59	—	3,628.59
		小計	1,095.72	7,193.39	7,787.86	16,079.97
計	9,902.58	17,778.66	16,075.24	43,756.48		
施業対象外地	計	2,700.88	3,100.68	674.24	6,485.80	
合 計		12,603.46	20,889.34	16,749.48	50,242.28	



凡 例	
Ⅰ～Ⅲ	事業区番号
1～20	林班番号
●—●—●	事業区境
—	林班境
□ 7	造林対象地
▬	二次林
▮	保全林
▨	試験林
◻ Ns	施業対象外地
◎	苗畑及び事業所
—	公共通路

図4-3 本計画の概要図

表 4-8 年次別樹種別造林面積 (全体)

年次	第 1 グループ				第 2 グループ			第 3 グループ			合 計
	A. mangium 面積 (ha)	A. auriculiformis 面積 (ha)	A. falcata 面積 (ha)	小 計 面積 (ha)	P. canescens 面積 (ha)	S. macrophylla 面積 (ha)	S. bancana 面積 (ha)	小 計 面積 (ha)			
1	617.59	617.59	594.73	1,829.91	160.11	160.11	137.25	297.36	2,287.38		
2	927.83	927.83	893.46	2,749.12	240.54	240.54	206.20	446.74	3,436.40		
3	954.68	954.68	919.32	2,828.68	247.51	247.51	212.14	459.65	3,535.84		
4	969.60	969.60	933.71	2,872.91	251.38	251.38	215.46	466.84	3,591.13		
5	1,044.10	1,044.10	1,005.42	3,093.62	270.70	270.70	232.00	502.70	3,867.02		
6	1,065.18	1,065.18	1,025.74	3,156.10	276.16	276.16	236.70	512.86	3,945.12		
7	973.33	973.33	937.26	2,883.92	252.34	252.34	216.31	468.65	3,604.91		
8	920.35	920.35	886.27	2,726.97	238.61	238.61	204.52	443.13	3,408.71		
9	617.59	617.59	594.73	1,829.91	0.00	0.00	0.00	0.00	1,829.91		
10	927.83	927.83	893.46	2,749.12	0.00	0.00	0.00	0.00	2,749.12		
11	954.68	954.68	919.32	2,828.68	0.00	0.00	0.00	0.00	2,828.68		
12	969.60	969.60	933.71	2,872.91	0.00	0.00	0.00	0.00	2,872.91		
13	1,044.10	1,044.10	1,005.42	3,093.62	0.00	0.00	0.00	0.00	3,093.62		
14	1,065.18	1,065.18	1,025.74	3,156.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3,156.10		
15	973.33	973.33	937.26	2,883.92	0.00	0.00	0.00	0.00	2,883.92		
16	1,229.15	1,229.15	1,183.63	3,641.93	0.00	0.00	0.00	0.00	3,641.93		
17	1,236.62	1,236.62	1,190.83	3,664.07	0.00	0.00	0.00	0.00	3,664.07		
18	954.68	954.68	919.32	2,828.68	0.00	0.00	0.00	0.00	2,828.68		
19	969.60	969.60	933.71	2,872.91	0.00	0.00	0.00	0.00	2,872.91		
20	1,044.10	1,044.10	1,005.42	3,093.62	0.00	0.00	0.00	0.00	3,093.62		
21	1,065.18	1,065.18	1,025.74	3,156.10	160.11	160.11	0.00	0.00	3,316.21		
22	973.33	973.33	937.26	2,883.92	240.54	240.54	0.00	0.00	3,124.46		
23	1,229.15	1,229.15	1,183.63	3,641.93	247.51	247.51	0.00	0.00	3,889.44		
24	1,236.62	1,236.62	1,190.83	3,664.07	251.38	251.38	0.00	0.00	3,915.45		
25	954.68	954.68	919.32	2,828.68	270.70	270.70	0.00	0.00	3,099.38		
26	969.60	969.60	933.71	2,872.91	276.16	276.16	0.00	0.00	3,149.07		
27	1,044.10	1,044.10	1,005.42	3,093.62	252.34	252.34	0.00	0.00	3,345.96		
28	1,065.18	1,065.18	1,025.74	3,156.10	238.61	238.61	0.00	0.00	3,394.71		
29	973.33	973.33	937.26	2,883.92	0.00	0.00	0.00	0.00	2,883.92		
30	1,229.15	1,229.15	1,183.63	3,641.93	0.00	0.00	0.00	0.00	3,641.93		

4-3 事業別計画

4-3-1 苗木生産計画

(1) 苗畑造成

① 苗畑用地

苗畑は前述のとおり各事業区に1箇所設けることとし、次のとおり選定した。

事業区	面積	林班	小班	位置
I	30,000m ²	10	F	ジラクの南
II	35,000	19	A	ブナカットの東
III	30,000	4	D	ランブタンの南

苗畑位置図は図4-4及び付図2-1、2、3、4に示す。

なお敷地、道路、貯水池等は林道作設用機械を用いて造成する。

② 苗畑規模

苗畑の規模は苗木生産本数や附帯施設等を考えて次のとおりとする。

事業区	I	II	III
最大苗木生産本数	1,817千本	2,319千本	1,698千本
苗床数*	341	419	319
苗床面積(含播種床)	6,500m ²	8,000m ²	6,200m ²
附帯施設用地	4,500"	6,000"	4,500"
保護樹帯見本林等	19,000"	21,000"	19,300"
計	30,000"	35,000"	30,000"

* 苗床の回転数を年2回とした。

③ 苗畑施設

各事業区の苗畑には、次の施設を設ける。

(a) 作業用施設

A. 圃場 : 全体を道路によりブロックに分け、路側に排水溝を設ける。

B. 作業場 : 焼土場、焼土置場は、屋外作業場と離して設ける。

屋外作業場には、ポット用土置場、ポット上入及び移植

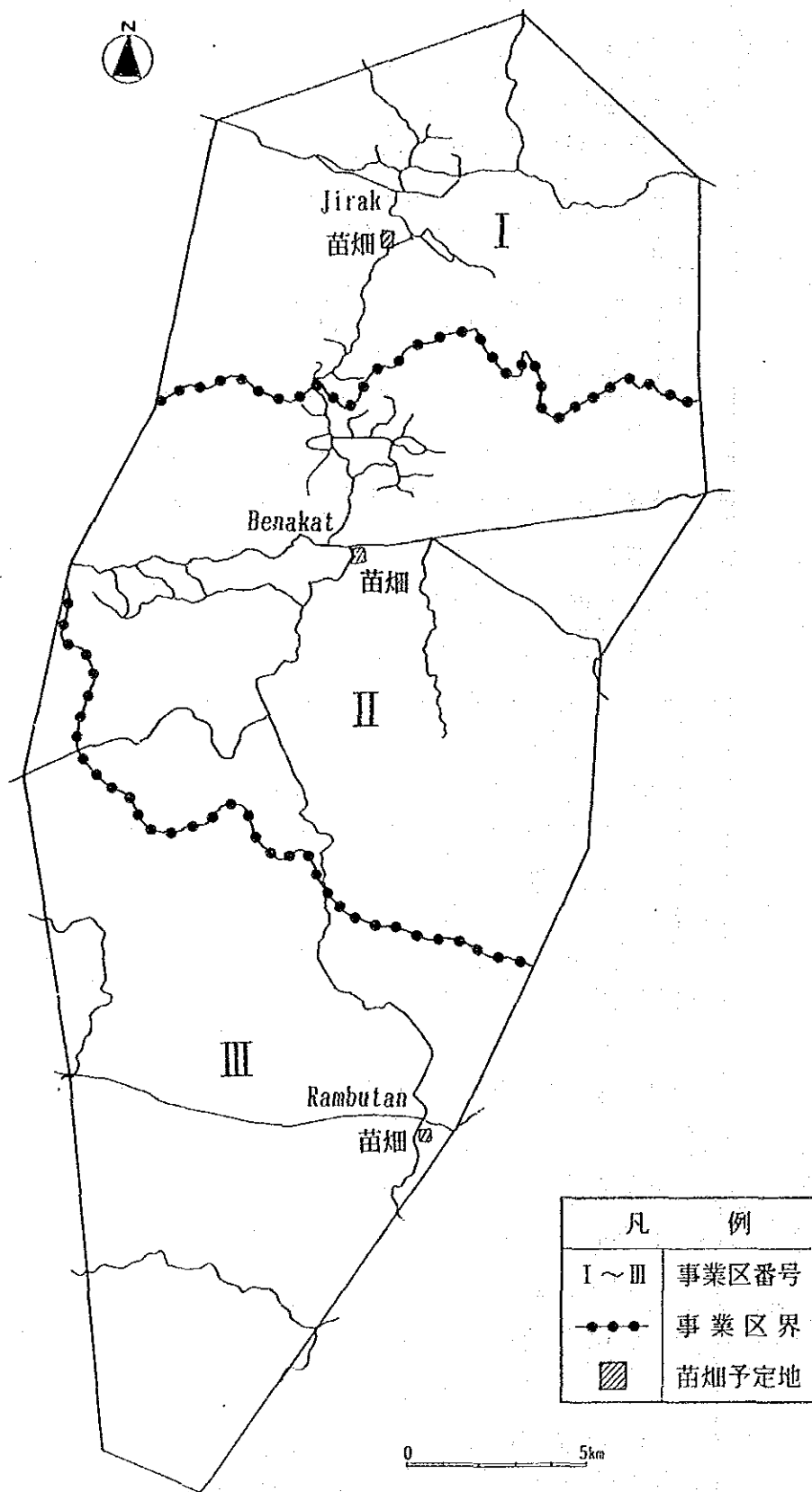


图 4-4 苗畑予定地

作業場、移植ポットの一時置場を設ける。

- C. 灌水設備 : 圃場の灌水のため、貯水タンクを設置する。貯水タンクへは貯水池から揚水する。
- D. 倉庫 : ビニールポット等の資材、肥料その他補修用資材を保管する。種子保存室も倉庫内に設置する。
- E. 燃料庫 : 造林用の燃料庫と兼用し、車輛、機械の燃料油類を保管する。
- F. 作業小屋 : さし木の穂作り等の屋内作業や降雨時の作業に使用すが、作業員の詰所にも兼用する。

(b) その他の施設

- A. 事務所、修理工場、車庫等 : 造林事業と共同使用する。
- B. 道路 : 進入道路、外縁及びブロック間道路の幅員は6m、圃場内作業道路の幅員は3mとする。
- C. 保護樹帯 : 圃場の防風、防塵のために、保護樹帯を設ける。

以上の施設について、事業区ごとの規模を表4-9に、配置模式図を図4-5に示す。

表4-9 事業区別の主な苗畑施設

種 別		事業区	I	II	III
作業用施設	圃 作 業 灌 水 設 備 (送水パイプ) (貯水タンク) (吸水ポンプ)	場	6,500㎡	8,000㎡	6,200㎡
		小 屋	85㎡	110㎡	80㎡
			200m	400m	200m
			3基	4基	3基
	資 材 倉 庫 土 場 燃 料 庫(共) 屋 外 作 業 場		1台	1台	1台
			220㎡	250㎡	210㎡
			50 "	50 "	50 "
			20 "	20 "	20 "
			1,000 "	1,200 "	1,000 "
			280 "	300 "	280 "
その他の施設	事務所、修理工場、車庫(共)		500m	500m	500m
	道		19,000㎡	21,000㎡	19,300㎡
	保護樹帯				

注 : (共)は管理用、造林事業と共同使用のもの。

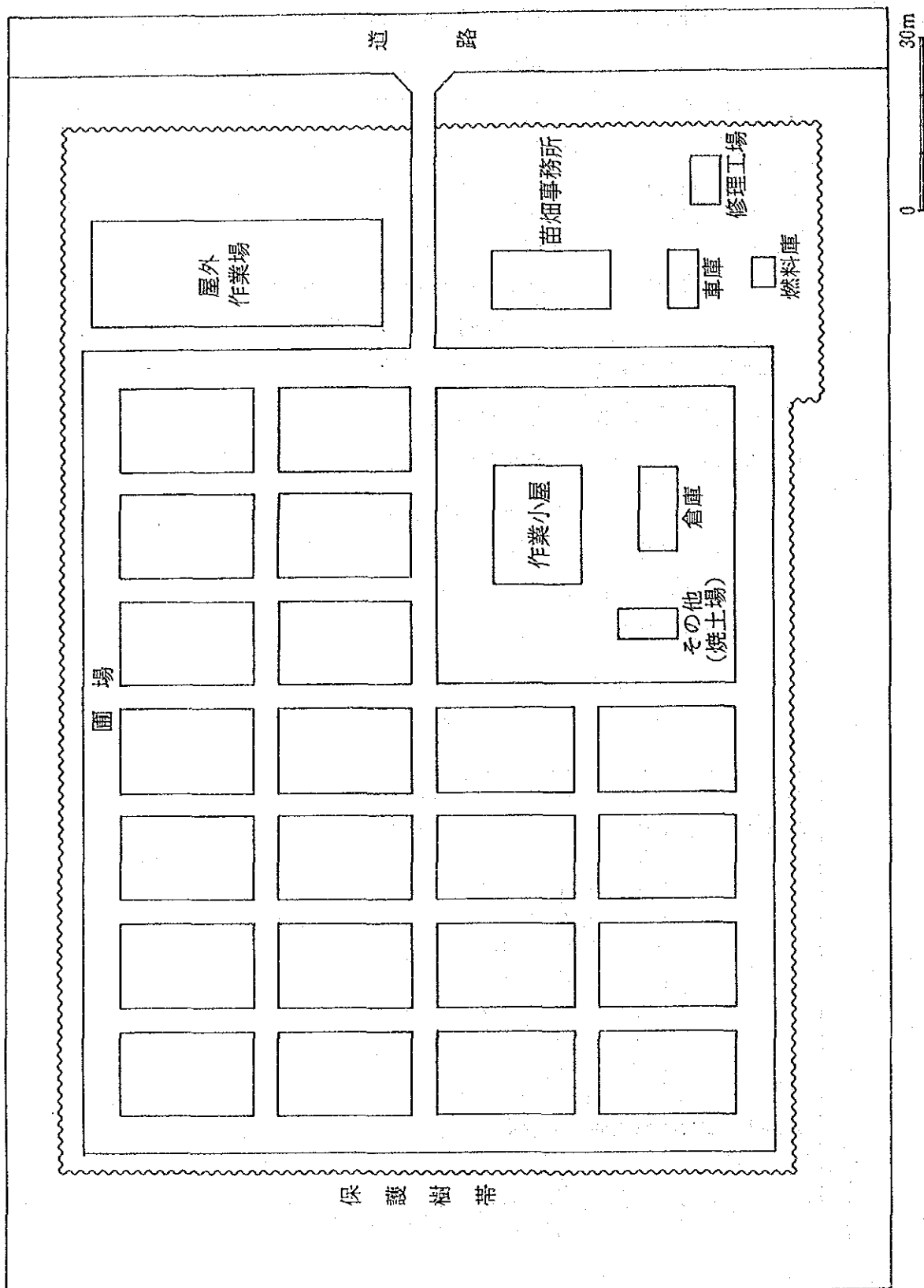


図4-5 苗畑施設配置模式図

(2) 育苗方法

① 育苗作業手順

造林樹種のうち、*P. canescens* はさし木による育苗を行うが、その他の5樹種 (*A. mangium*, *A. auriculiformis*, *A. falcataria*, *S. macrophylla*, *S. bancana*) については種子による育苗を行うものとする。

本計画では、苗木の安定的供給、活着率等からすべての樹種をポット苗として計画する。通常の育苗作業手順は図4-6のとおりとする。

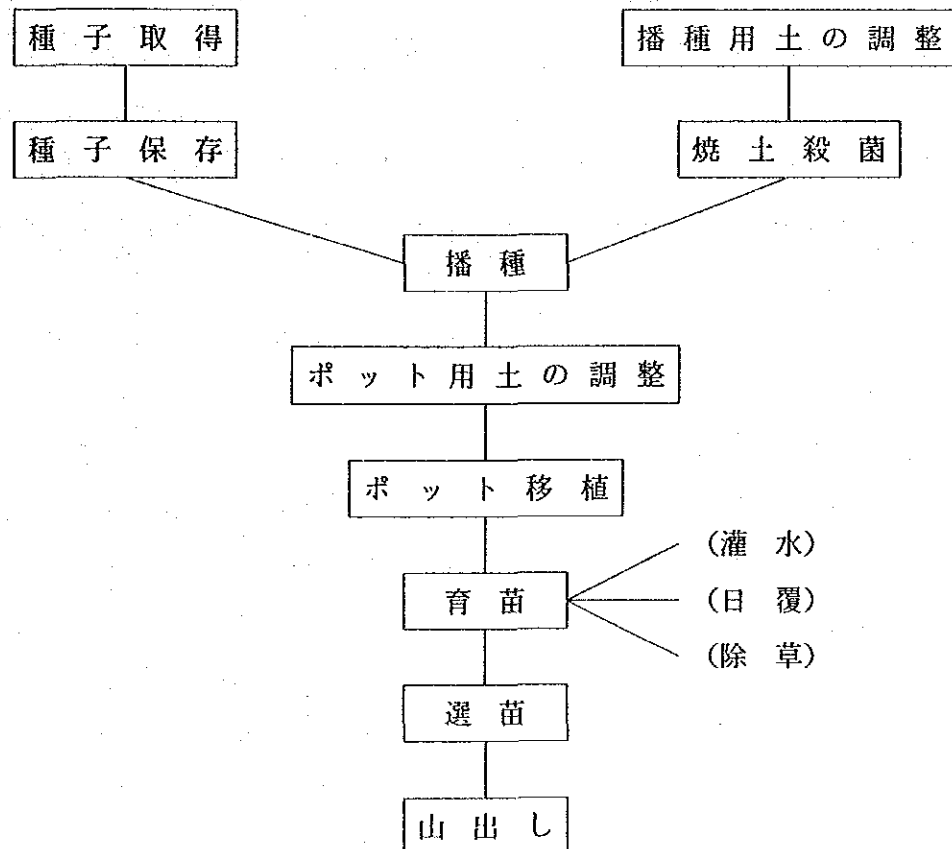


図4-6 育苗作業手順

P. canescens ではポットへ直接さし木し、その後は他樹種とほぼ同様な作業を行うので、以下は種子による育苗作業手順を中心に説明する。

② 種子の確保

本計画で用いる造林樹種の必要種子量は、表4-10のとおりである。*A. mangium*, *S. bancana*の種子は計画地及びその周辺で確保できるが、*A. auriculiformis*, *S. macrophylla*, *A. falcataria* についてはジャワ等からの

購入種子が中心となる。

倉庫内に種子保存室を設け、温度、湿度の調整により発芽力の減耗を防ぎながら、播種期まで保存する。

また、*P. canescens* の穂木は計画地及びその周辺の造林木等から十分確保できる。なお、さし木の発根率は90%以上と見込まれる。

なお、今後の造林に当たっては、育種された種子及びさし穂の利用が必要とされるが、インドネシアの林木育種の現状では育種種苗の確保は困難である。今後の事業実行に伴って、種苗及び育種関係機関の協力を得て、採種園、採穂園の設定を行ってゆく必要がある。

表4-10 造林樹種必要種子量

(単位: kg)

年次	<i>A. mangium</i>	<i>A. auriculiformis</i>	<i>A. falcataria</i>	<i>S. macrophylla</i>	<i>S. bancana</i>	計
1	18	21	27	167	2	235
2	27	32	41	251	3	354
3	28	32	42	259	3	364
4	28	33	43	263	3	370
5	30	35	46	283	3	397
6	31	36	47	287	3	404
7	28	33	43	264	3	371
8	27	31	40	249	3	350
9	18	21	27	0	0	66
10	27	32	41	0	0	100
11	28	32	42	0	0	102
12	28	33	43	0	0	104
13	30	35	46	0	0	111
14	31	36	47	0	0	114
15	28	33	43	0	0	104
16	36	42	54	0	0	132
17	36	42	54	0	0	132
18	28	32	42	0	0	102
19	28	33	43	0	0	104
20	30	35	46	0	0	111
21	31	36	47	0	0	114
22	28	33	43	0	0	104
23	36	42	54	0	0	132
24	36	42	54	0	0	132
25	28	32	42	0	0	102
26	28	33	43	0	0	104
27	30	35	46	0	0	111
28	31	36	47	0	0	114
29	28	33	53	0	0	104
30	36	42	54	0	0	132

③ 播種

播種床に用いる土は焼土等により殺菌し、砂を加えて用土を作る。

発芽箱を用いる場合は縦37cm、横47cm、高さ10cmの木製を使用する。播種してからポットへ移植するまで2週間前後必要であり、その間、灌水と病虫害の防除に注意を要する。

④ ポット育苗

ポットに用いる土は林地の表土を利用する。これに肥料、砂等を加えてミキサーで攪拌して作成する。

ポットは直径6cm、深さ12cmのビニール製のものを用い、播種苗を移植する。*P. canecena*ではポットに直接さし木し育苗する。

育苗期間は3～4ヵ月間が必要であり、その期間中は日覆、灌水、除草等を行う。特に灌水は乾期や晴天日には1日1～2回実行するが、成育状況を観察し、過湿状態にならぬよう留意する。

山出し苗の標準は苗高が30～40cmとする。

⑤ 選苗と山出し

病虫害を受けた苗木や徒長した苗木を選別し、これらを除外して山出し苗とする。山出し苗の得苗率は80%と見込む。

山出し苗木は乾燥と損傷を防ぐため、苗木箱に入れてトラックで造林地へ運搬する。

⑥ 育苗作業標準工程

表4-11の工程を標準とする。

(3) 年次別苗木生産計画

年次別造林面積とha当たりの植栽本数から、年次別苗木生産本数を算出すると表4-12に示すとおりである。各事業区の年最大苗木生産本数をみると、第I事業区 1,817千本、第II事業区 2,319千本、第III事業区 1,698千本である。

なお、既に述べたように山出し率は80%として計算した。

(4) 労務及び資機材

苗木計画における労務及び資機材は表4-13のとおりである。

表4-11 育苗作業標準工程 (1,000本当たり)

No.	項目	人・日	備考
1	種子の採取	0.037	
2	種子の選別	0.040	
3	焼土	0.076	砂置場から焼土機までの搬入
4	発芽床	0.107	発芽床の材料等は、現地調達
5	砂入れ	0.043	発芽箱へ
6	播種	0.034	
7	灌水	0.028	1日2回30日間
8	苗の消毒	0.003	
9	表土の採取	0.131	
10	混合(用土)	0.457	
11	ポットの穴あけ	0.047	
12	用土の運搬	0.148	
13	用土詰め	1.275	
14	苗床の整理	0.025	
15	移植	1.325	
16	庇陰	0.015	
17	灌水	1.369	1日2回 60日間
18	消毒	0.021	
19	補植(ポット)	0.297	補植率 13%
20	除草	0.824	10日に1回
21	選苗、山出	0.299	
22	苗床の整理	0.147	
	計	6.748	

表4-12 年次別苗木生産計画(全体)

(千本)

年次	第1グループ		第2グループ		第3グループ		合計	
	A. mangium	A. auriculiformis	A. falcataria	小計	P. canescens	S. macrophylla		S. bancana
1	856.9	856.9	825.3	2,539.1	222.1	222.1	190.4	412.5
2	1,287.3	1,287.3	1,239.7	3,814.3	333.8	333.8	286.0	619.8
3	1,324.6	1,324.6	1,275.6	3,924.8	343.4	343.4	294.4	637.8
4	1,345.4	1,345.4	1,295.5	3,986.3	343.8	343.8	298.9	647.7
5	1,448.7	1,448.7	1,395.0	4,292.4	375.7	375.7	321.9	697.6
6	1,477.9	1,477.9	1,423.3	4,379.1	383.2	383.2	328.4	711.6
7	1,350.5	1,350.5	1,300.5	4,001.5	350.1	350.1	300.2	650.3
8	1,277.0	1,277.0	1,229.7	3,780.7	331.1	331.1	283.8	614.9
9	856.9	856.9	825.3	2,539.1	0.0	0.0	0.0	0.0
10	1,287.3	1,287.3	1,239.7	3,814.3	0.0	0.0	0.0	0.0
11	1,324.6	1,324.6	1,275.6	3,924.8	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1,345.4	1,345.4	1,295.5	3,986.3	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1,448.7	1,448.7	1,395.0	4,292.4	0.0	0.0	0.0	0.0
14	1,477.9	1,477.9	1,423.3	4,379.1	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1,350.5	1,350.5	1,300.5	4,001.5	0.0	0.0	0.0	0.0
16	1,705.5	1,705.5	1,642.3	5,053.3	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1,715.8	1,715.8	1,652.3	5,083.9	0.0	0.0	0.0	0.0
18	1,324.6	1,324.6	1,275.6	3,924.8	0.0	0.0	0.0	0.0
19	1,345.4	1,345.4	1,295.5	3,986.3	0.0	0.0	0.0	0.0
20	1,448.7	1,448.7	1,395.0	4,292.4	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1,477.9	1,477.9	1,423.3	4,379.1	222.1	222.1	0.0	0.0
22	1,350.5	1,350.5	1,300.5	4,001.5	333.8	333.8	0.0	0.0
23	1,705.5	1,705.5	1,642.3	5,053.3	343.4	343.4	0.0	0.0
24	1,715.8	1,715.8	1,652.3	5,083.9	343.8	343.8	0.0	0.0
25	1,324.6	1,324.6	1,275.6	3,924.8	375.7	375.7	0.0	0.0
26	1,345.4	1,345.4	1,295.5	3,986.3	383.2	383.2	0.0	0.0
27	1,448.7	1,448.7	1,395.0	4,292.4	350.1	350.1	0.0	0.0
28	1,477.9	1,477.9	1,423.3	4,379.1	331.1	331.1	0.0	0.0
29	1,350.5	1,350.5	1,300.5	4,001.5	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1,705.5	1,705.5	1,642.3	5,053.3	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4 - 13 必要勞務數及び主要資機材 (苗畑)

年次	勞務數 (人日)	種子購入量 (kg)			機 械		建 物			
		A. auriculiformis	A. filcataria	S. macrophylla	燒土機 (台)	コンバ (台)	倉庫 (㎡)	肥料庫 (㎡)	作業員詰所 (㎡)	貯水タンク (台)
1	23,496	20.7	27.1	170.0	3	3	680	90	275	10
2	35,292	31.1	40.8	251.0	0	0	0	0	0	0
3	36,317	32.0	42.0	258.2	0	0	0	0	0	0
4	36,885	32.5	42.6	262.3	0	0	0	0	0	0
5	39,719	35.0	45.9	282.5	0	0	0	0	0	0
6	40,521	35.7	46.8	288.1	3	3	0	0	0	0
7	37,026	32.7	42.8	263.2	0	0	0	0	0	0
8	35,012	30.9	40.5	248.9	0	0	0	0	0	0
9	18,795	20.7	27.1	0.0	0	0	0	0	0	0
10	28,236	31.1	40.8	0.0	0	0	0	0	0	0
11	29,054	30.9	42.6	0.0	0	0	0	0	0	10
12	29,511	32.5	45.9	0.0	0	0	0	0	0	0
13	31,774	35.0	46.8	0.0	3	3	0	0	0	0
14	32,419	35.7	42.8	0.0	0	0	0	0	0	0
15	29,622	32.7	40.5	0.0	0	0	0	0	0	0
16	37,407	41.3	54.0	0.0	3	3	0	0	0	0
17	37,636	41.5	54.4	0.0	0	0	0	0	0	0
18	29,054	30.9	42.0	0.0	0	0	0	0	0	0
19	29,511	32.5	42.6	0.0	0	0	0	0	0	0
20	31,774	35.0	45.9	0.0	0	0	0	0	0	0
21	34,064	35.7	46.8	0.0	3	3	0	0	0	0
22	32,092	32.7	42.8	0.0	0	0	0	0	0	0
23	39,949	41.3	54.0	0.0	0	0	0	0	0	0
24	40,217	41.5	54.4	0.0	0	0	0	0	0	0
25	31,835	32.0	42.0	0.0	0	0	0	0	0	0
26	32,346	32.5	42.6	0.0	3	3	680	90	275	0
27	34,365	35.0	45.9	0.0	0	0	0	0	0	0
28	34,870	35.7	46.8	0.0	0	0	0	0	0	0
29	29,622	32.7	42.8	0.0	0	0	0	0	0	0
30	37,407	41.3	54.0	0.0	0	0	0	0	0	0

4-3-2 造林計画

(1) 植栽樹種の配置

植栽樹種の配置に当たっては、次の点に留意し実施する。

① 立地の選定を適切に行う。

既に述べたように今回の調査で行った土壌調査において、本調査区域内では、5種の土壌単位（FAO/Unescoの分類法による）が確認されている。このうち湿地（沼地）の周辺にみられるプリンシック グライソルを除いては、ほぼ植林に適する土壌である。

ただ一般的傾向としては、丘頂部、稜線部、丘腹緩斜面上部等の相対的に高い部分よりも斜面中～下部において生長が良いといえる。アランアランの草丈や生立密度においても同様な傾向が認められた。このような傾向にも配慮して樹種の配置を行う。

プリンシック グライソルを除く他の4種の土壌では、造林木の成長は本質的な相違を示さないと考えた。

② 病虫害を回避する。

同一樹種による大面積一斉造林は、病虫害による被害の危険性が高いが、短伐期及び中・長伐期樹種を組み合わせることにより、危険を軽減できる。

また、後述するように防火帯を林道沿いに配置することとするが、中・長伐期樹種については、成林後に防火帯としての効果も発揮し得るよう配慮する。

このため、収穫作業の便も考え、中・長伐期樹種は帯状ないし群状に植栽する。

以上の考え方に基づいた植栽樹種の配置計画は別添産業造林事業計画図に示した。

(2) 造林作業

造林作業の計画に当たっては、次の理由によりできるだけ機械力による作業を取り入れることとした。

- ・ 本計画においては、年間最大造林面積が4,000ha程度となる大面積造林であること。
- ・ 造林対象地の傾斜についてみると、そのほとんどが緩斜地であるため、機械による作業が効率的に行えること。

- ・ 南スマトラ州営林局、南スマトラ造林技術センター等により本地域においては機械化作業について相当の実績をもっていること。

この結果、機械化造林を主眼とした本計画の造林作業の工程ごとの考え方を示すと以下のとおりである。

① 地拵え

本計画において一斉造林の対象地として選定した区域は、アランアランを中心とした草原が多く、粘土質の強い土壌である。したがって、初代の植栽に当たって耕耘を2回（2回目はハローイング効果も兼ねて）行う。

灌木地については、土壌条件も比較的良好なため、場所によっては、1回の耕耘で十分活着、成長が期待できるものと考えられるので、実行に当たっては、各種条件を見極めつつ作業計画を樹立する必要がある。

② 植栽

植栽は人力で行うが、未経験の作業員を多数雇用させるを得ないことが予想される。

枯損の発生は林地により、相当の違いがあることが考えられるが、ここでは平均して10%の補植を見込んだ。

施肥については、高温多雨の状態でも肥料成分の流亡が少なく、肥効の持続が期待できる固形肥料（3-6-4タイプ）を1ヘクタール当たり50kg投入するよう計画した。

また、植穴掘等を含む植付け及び苗木の輸送は、いわば一連の作業であり、作業員の合理的組合せによって手持ち時間の発生等の損失を最少限に止めるよう配慮する必要がある。

③ 下刈り

下刈りについては特に樹高成長に留意しつつ実行することとし、短伐期樹種については植栽当年次を含めて2年間、中長伐期の樹種については3年間実施することとして計画した。

植栽は、耕耘（天地返し）後に行う計画である。このため、雑草の侵入、成長はある程度抑制されることが考えられるが、これらの状況は区域により相当の違いがあること及び植栽木の樹高成長も部分的に異なることが考えられるので、現地の状況に応じた下刈りの実行が望まれる。

④ つる切り

JICAによる試験造林地等の現状を見ると、つる植物の繁茂により、特に若年次において植栽木の樹高成長が妨げられ又は被圧されている林分がみられる。

このため、植栽木の樹高がアランアランの背丈を超えた後においても、これらつる植物を除去する必要がある、下刈り終了の翌年につる切りを計画した。

⑤ 枝打ち

第2グループ樹種 (*P. canescens*)及び第3グループ樹種 (*S. macrophylla*, *S. bancana*)については、一般建築用材を主な生産目標としていることから枝打ちを計画した。

⑥ 除伐及び間伐

林分の過密化を防ぎ、健全性を保つとともに、肥大成長促進のため、全樹種について除伐を、また、中長伐期樹種について間伐を計画した。

⑦ 造林作業標準工程

以上の考えに基づき、本計画における造林作業の標準を示すと表4-14、15、16のとおりである。

なお、造林作業標準には、記載しなかったが、病虫害の予防については、平常より観察を続け、被害木の早期発見、駆除を行う必要がある。

(3) 年次別造林計画

4-2-8 造林面積の項に前述したとおりである。

(4) 労務資機材計画

以上に述べた標準工程及び前述した事業区別年次別の樹種別造林面積等に基づく必要労務数、資機材必要量は表4-17のとおりである。

表4-14 造林作業の標準工程(1)

適用樹種
第1グループ A. mangium
A. auriculiformis
A. falcataria

(ha当たり)

年次	作業種		功 程	備 考
	区 分	細 分		
1	区画測量 地 拵 え	Land-clearing	1 人 2.20hr.	トラクタ {オペレータ 0.37人日 アシスタント0.37人日}
		Plowing-I	1.59hr.	同上 {オペレータ 0.27人日 アシスタント0.27人日}
		" -II	1.59hr.	同上 (初代のみ)(同上)
	植 栽	植 付 け	16 人	施肥等を含む
		補 植	2 人	
		苗木輸送	3 人	
	保 育	下刈り	24 hr.	下刈機 (4人日)
2	保 育	下刈り	24 hr.	同上 (同 上)
3	保 育	つる切り	4 人	
4	保 育	除 伐	12 hr.	チェーンソー (2人日)

表4-15 造林作業の標準工程(2)

適用樹種
第2グループ P. canescens

(ha当たり)

年次	作業種		功 程	備 考	
	区 分	細 分			
1	区画測量		1 人		
	地 拵 え	Land-clearing	2.20hr.	トラクタ {オペレータ 0.37人日 アシスタント0.37人日}	
		Plowing-I	1.59hr.	同上 {オペレータ 0.27人日 アシスタント0.27人日}	
		” -II	1.59hr.	同上 (初代のみ)(同上)	
	植 栽	植 付 け	16 人	施肥等を含む	
		補 植	2 人		
		苗木輸送	3 人		
	保 育	下刈り	24 hr.	下刈機 (4人日)	
	2	保 育	下刈り	24 hr.	同上 (同 上)
	3	保 育	下刈り	24 hr.	同上 (同 上)
4	保 育	つる切り	4 人		
5	保 育	枝 打 ち	4 人		
10	保 育	除 伐	12 hr.	チェンソー (2人日)	

表4-16 造林作業の標準工程(3)

適用樹種
第3グループ S. macrophylla
S. bancana

(ha当たり)

年次	作業種		工程	備考	
	区分	細分			
1	区画測量		1 人		
	地 拵 え	Land-clearing	2. 20hr.	トラクタ { オベーク 0.37人日 } { フジスタント0.37人日 }	
		Plowing-I	1. 59hr.	同上 { オベーク 0.27人日 } { フジスタント0.27人日 }	
		” -II	1. 59hr.	同上 (初代のみ)(同上)	
	植 栽	植 付 け	16 人	施肥等を含む	
		補 植	2 人		
		苗木輸送	3 人		
	保 育	下 刈 り	24 hr.	下刈機 (4人日)	
	2	保 育	下 刈 り	24 hr.	同上 (同 上)
	3	保 育	下 刈 り	24 hr.	同上 (同 上)
4	保 育	つる切り	4 人		
5	保 育	枝 打 ち	4 人		
15	保 育	除 伐	6 hr.	チェーンソー (1人日)	
25	保 育	間 伐	6 hr.	同 上 (同 上)	