

インドネシア国パーレ未利用樹開発試験事業 及び東ジャワ州試験造林事業基礎二次調査団

報告書

平成7年4月



国際協力事業団

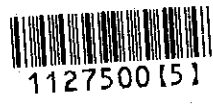
林開林
CR(3)
95-20

インドネシア国パーレ未利用樹開発試験事業及び東ジャワ州試験造林事業基礎二次調査団

報告書

平成7年4月

JICA
108
883
FDF
LIBRARY



1127500 [5]

序 文

国際協力事業団は、開発協力事業の一環として、インドネシア国パーレ未利用樹開発試験事業及び東ジャワ州試験造林事業基礎二次調査を行うことを決定し、試験計画・事業計画等の開発基本構想策定を目的として、平成7年3月に国際協力事業団林業水産開発協力部長 二澤安彦を団長とする調査団を同国に派遣しました。

調査団はインドネシア国政府関係者や申請企業との協議を行うとともに、事業予定地での現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て調査結果を本報告書に取りまとめました。今回の調査・協議が本事業の目標達成に役立つとともに、この開発協力事業の実施が、今後の両国の友好・親善の一層の発展に寄与することを期待いたします。

終わりにこの調査にご協力とご支援をいただいた関係者の皆様に対し、心から感謝の意を表します。

平成7年4月

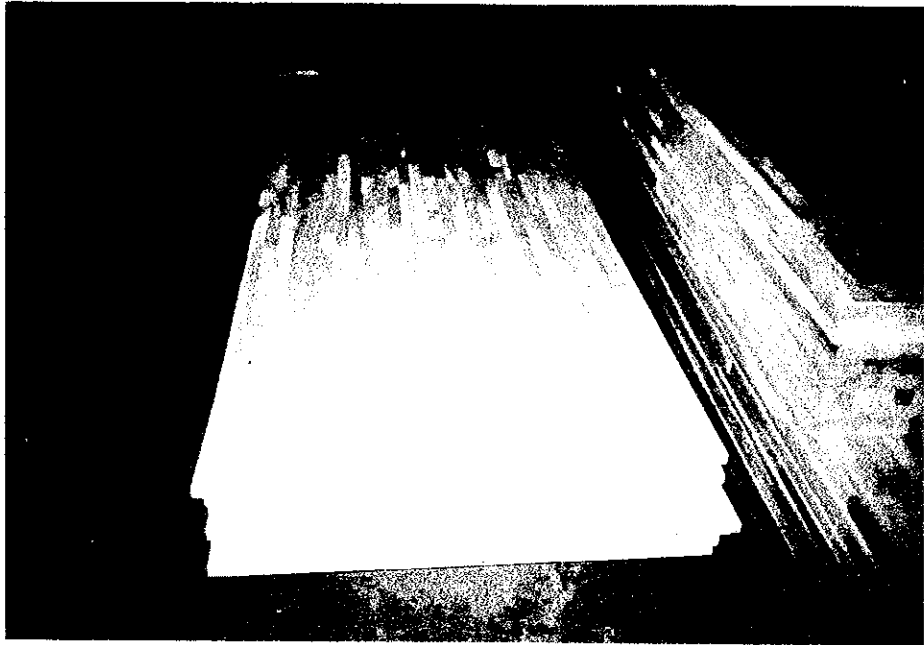
国際協力事業団
理事 田口俊郎



フェルカータ 8年生用材



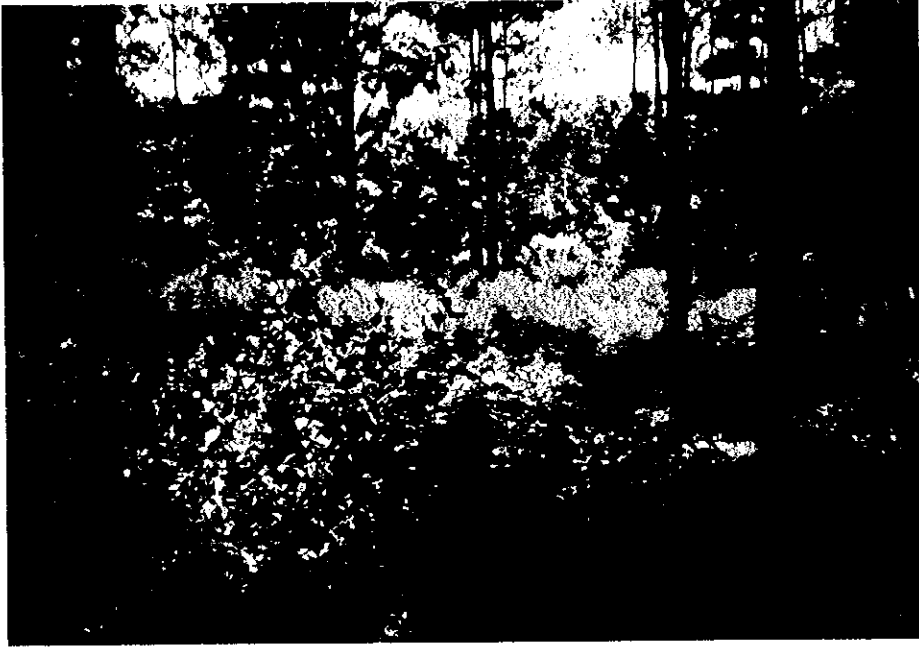
集成材工場残廃材（出入り業者引取り中）



集 成 材



苗畑予定地

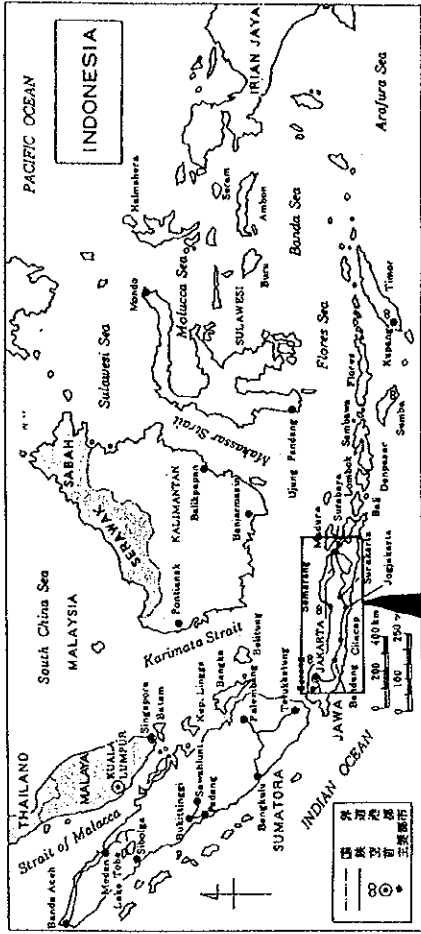


造林予定地（プリタール営林署管内78林班）

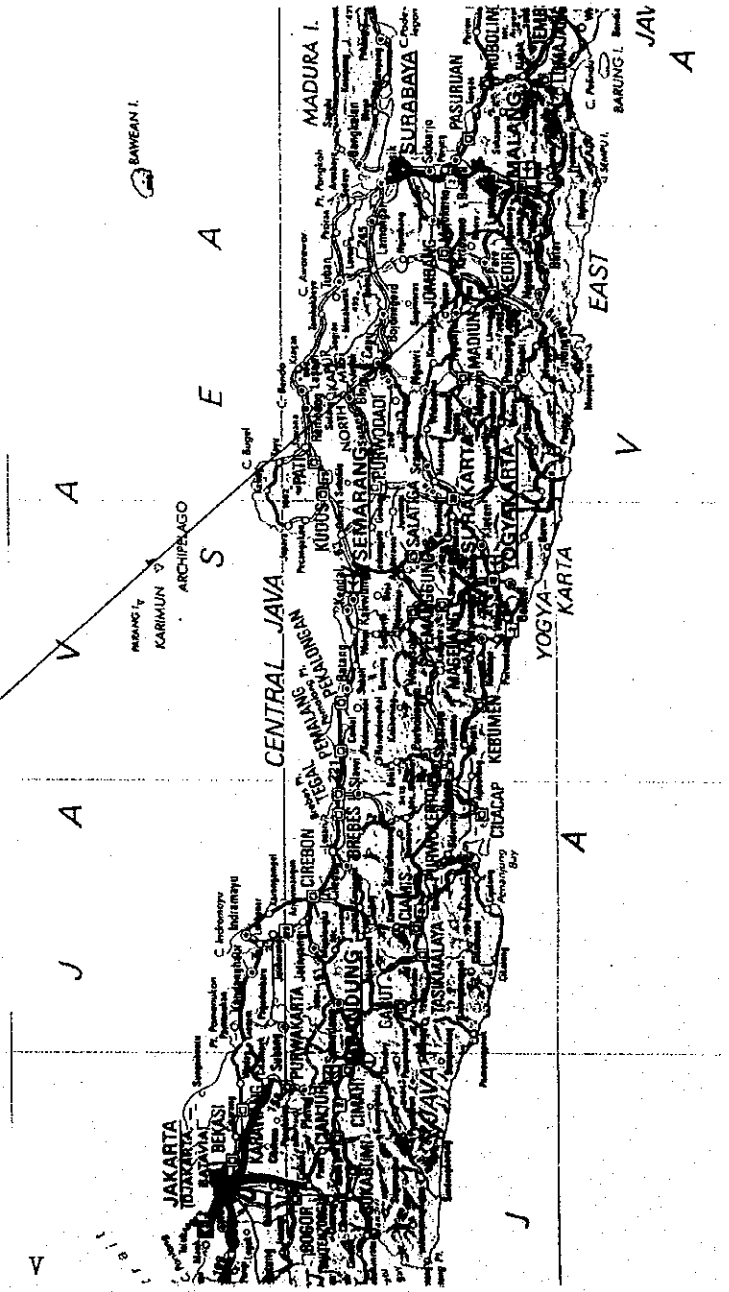


ツンパン・サリによる植栽例（ケデリー営林署管内119林班）

インドネシア全図



インドネシア国
 パーレ未利用樹開発試験事業
 東ジャワ州試験造林事業
 事業対象地



事業地までの所要時間
 ジャカルタ⇄スラバヤ(空路) : 1時間
 スラバヤ⇄パレ(陸路100km) : 2時間

目 次

序 文	
写 真	
事業対象地位置図	
I. 調査の概要	1
1. 調査団の派遣の経緯と目的	3
2. 調査団の構成	3
3. 調査団の日程	3
4. 面談者一覧	6
II. 総合所見及び調査結果要旨	7
1. インドネシア国の林業林産業の現状と試験的事業の必要性	9
2. 事業の意義と地域開発効果	9
3. インドネシア国パーレ未利用樹開発試験事業	11
4. インドネシア国東ジャワ州試験造林事業	22
III. 投資環境	31
1. インドネシア国経済投資環境の現状	33
2. 森林・林業の現況	36
3. 本事業に関する法規制	42
IV. 調査対象地の概要	43
1. 自然条件	45
2. 社会経済条件	49
3. 林業資源の現状	52
V. パーレ未利用樹開発試験事業計画	55
1. 事業構想	57
2. 試験設計	61
3. 実施計画	70

VI. 東ジャワ州試験造林事業計画	73
1. 事業構想	75
2. 試験設計	77
3. 実施計画	93
VII. パーレ未利用樹開発試験事業資金計画	115
1. 試験事業	117
2. 本格事業	142
VIII. 東ジャワ州試験造林事業資金計画	165
1. 試験事業	167
2. 本格事業	191

添付資料

1. インドネシア投資ガイド 1995 年版

I 調査の概要

I. 調査の概要

1. 調査団派遣の経緯と目的

東南産業株式会社は、東部ジャワ州パーレにおいて1988年に集成材工場を設立し、現在3工場にて月産1,400m³の製品を生産している。今後需要増の一方十分な原木の確保が難しくなることが予想されることから、現在利用されていない木材資源（残廃材と小径木）を原料とすることが可能なSST(Superposed Strand Timber)技術を用い、現行の集成材に匹敵するボードの製作を計画している。また、同時に小径木の安定的供給のための短伐期の施業方法の確立も目指している。

企業の申請に基づき、未利用樹開発試験事業と試験造林事業の試験計画と事業計画を作成するとともに開発協力の妥当性を判断し、企業への参考として開発計画を提言することを目的とする。

2. 調査団の構成

担当業務	氏名	現職
団長・総括	二澤 安彦	国際協力事業団林業水産開発協力部部長
協力企画	石橋 暢生	農林水産省経済局国際協力課開発協力第一係長
木材利用	宮武 敦	農林水産省森林総合研究所木材利用部集成加工研究室研究員
造林	佐々木 紀	前農林水産省森林総合研究所北海道支所長
業務調整	上條 哲也	国際協力事業団林業水産開発協力部林業技術協力投融资課
処理試験計画	須藤 彰司	海外林業コンサルタント協会技術嘱託
造林試験計画	藤村 隆	海外林業コンサルタント協会参与
事業計画	藤井 清	海外林業コンサルタント協会技術嘱託

3. 調査団の日程

平成7年3月20日から4月7日までの期間、以下の日程にて調査を実施した。

日順	月 日	調査日程	泊 地
1	3月20日(月)	JL-725便にて成田発ジャカルタ着	ジャカルタ
2	21日(火)	JICA事務所打合せ 林業省海外協力投資局技術協力課長表敬 投資調整局白川貞夫専門家打合せ 林業省企業総局長表敬	ジャカルタ
3	22日(水)	プルフタニ(国営林業公社)生産部長表敬 GA-346便にてスラバヤへ移動	スラバヤ
4	23日(木)	プルフタニUNITⅡ局長表敬 Kediriへ陸路にて移動	Kediri
5	24日(金)	プルフタニBlitar及びKediri営林署管内造林試験予定地視察	Kediri
6	25日(土)	Kediri営林署管内苗畑視察	Kediri
7	26日(日)	資料整理・団内打合せ	Kediri
8	27日(月)	試験計画策定に係る打合せ	Kediri
9	28日(火)	試験計画策定に係る打合せ Kediri営林署管内苗畑視察	Kediri
10	29日(水)	Kediri営林署長表敬、官団員5名スラバヤへ移動	スラバヤ
11	30日(木)	GA-335便にてスラバヤよりジャカルタへ移動 JICA事務所報告 JL-726便にてジャカルタ発	機中泊
12	31日(金)	JL-726便にて成田着	

コンサル団員別日程

10	29日(水)	Kediri営林署長表敬 試験計画、施設・資機材仕様について打合せ	Kediri
11	30日(木)	Blitar営林署管内造林試験地にて試験区設定	Kediri
12	31日(金)	苗畑予定地にて簡易測量及び育苗作業工程調査	Kediri
13	4月1日(土)	年度別試験計画・事業費について打合せ	Kediri
14	2日(日)	資料整理・団内打合せ	Kediri
15	3日(月)	事業費・資金計画につき打合せ	Kediri
16	4日(火)	プルプタニMelang計画局にて資料収集	Kediri
17	5日(水)	スラバヤへ陸路移動	スラバヤ
18	6日(木)	GA-335便にてスラバヤよりジャカルタへ移動 日本大使館・JICA事務所報告 JL-726便にてジャカルタ発	機中泊
19	7日(金)	JL-726便にて成田着	

4 . 面 談 者 一 覧

4 - 1. Ministry of Forestry

Hendarsun Suryasanusiputra Director General of Forest Utilization
Widarya Noer Technical Cooperation Division, Bureau of
International Cooperation
嶋崎 省 JICA派遣長期専門家

4 - 2. PERUM PERHUTANI (国営林業公社)

Ir. HARTADI Direktur Produksi
Ir. BAMBANG SOEBIJANTORO Kepala, UNIT II
Ir. SRIJONO DJATIWINOTO Administaratur, Blitar
Ir. MARTONO Head, Kediri Forest District

4 - 3. P. T. Serbaguna Prima

Eddy Susanto
Budi Prasetya

4 - 4. 東南産業株式会社

坂 信弘 社長室次長

4 - 5. Investment Coordinating Board (BKPM)

白川 貞雄 JICA派遣長期専門家

4 - 6. JICAインドネシア事務所

岡崎 剛一郎 所長
中垣 長睦 次長
福永 敬 所員

Ⅱ 総合所見及び調査結果要旨

II. 総合所見及び調査結果要旨

1. インドネシア国の林業林産業の現状と試験的事業の必要性

インドネシアの森林は国土面積の63%を占めている。インドネシア国政府は、これらの森林の保全と持続可能な開発、森林資源の国民経済への寄与の増大を目指している。すでに1985年には丸太の輸出を禁止し、木材の加工度を高め、付加価値を増大させるという政策をとった。この他、現在重点政策として、原生天然林の保全・生物多様性の確保、森林周辺の住民の貧困の克服、木材産業等に必要な木材供給の確保、重要な地域の保全、地方における林業行政機関の強化などを政策の柱としてその実現に努めている。

一方、従来、周辺のアセアン諸国と比しても厳しいといわれていた外国からの投資に関する規制について、近年大幅な緩和処置をとった。このことは、一般に安定しているといわれる政治・社会情勢のもとで、積極的に外国投資を受け入れ、国家経済のテイク・オフを確実なものとしようとしていることの現れであると考えられる。林業や林産業についても同様の方針で望んでいることは、今回の調査でも明らかになった。

JICAの融資制度は、本邦企業が発展途上地域等で行う農林業等の開発事業のうち、リスク・収益性・技術的問題等により日本輸出入銀行及び海外経済協力基金等から資金の借り入れが困難なものについて、よりソフトな条件の資金を供給すると共に、各種調査の実施・技術専門家の派遣・研修員の受入といった技術面の支援をし、途上国の自立的経済発展に貢献しようとするものである。

今回調査の対象とした事業は東南産業株式会社がインドネシア国東ジャワ州に合弁企業を設立し、割裂片積層板技術を現地の小径木を利用して実施する未利用樹開発試験事業と、そのための原料確保を目指す試験造林事業である。これら事業は既に述べたインドネシア国の林業・林産業にかかる同国政府の方針と軌を一にしたものであり、森林の保全・持続可能な開発に資するところが大きいものである。

2. 事業の意義と地域開発効果

事業の内容は、未利用樹開発試験事業については、本邦産の2～3の樹種については実験室レベルで成果が明らかになっている割裂片積層板を、南洋材を原料として生産するための技術的な問題点を解決するための諸試験を3年間にわたり行うというものである。原料は、小径すぎて集成材工場の原料となりえないセンゴンラウト等で地元民の燃料用需要を満たした残りを使用することとしている。一方、試験造林事業は、未利用樹開発試験事業の成果が確立した後には計画されている本格的事業の原料確保を目指し、8樹種について、現地で行われているアグロフォレストリーを有効に組み合わせつつ、2年程度の短伐期施業で割裂片積層板に適した径の丸太を、土壌劣化や自然環境を損なうことなく、生産するための造林事業の確立を目的とし

て行うものである。試験期間は5年間である。

なお、3年間でセンゴンラウト等を使用して実施する未利用樹開発試験事業の成果は、事業の対象とする以外の樹種についても十分適用しうることを特記したい。すなわち未利用樹開発試験事業では、①小径の木材に特有の材質上の諸欠点の克服、②交錯木理等熱帯産木材に共通する欠点の克服に特に注目して諸試験を行うものであり、その結果は試験的造林の対象樹種にも十分適用しうるのである。両試験事業を実施する東ジャワ州は、ジャワ州全体の例にもれず、人口稠密で、森林率もインドネシアの他の地域に比して極端に低くなっている（ジャワ島の森林率は22%）。外島への移住政策が行われているのも、そのひとつの現れであると考えられる。両試験事業が成功すれば、造林については、①伐期が短いことにより地元民のアグロフォレストリーが間断ない形で実行しうるし、②未利用樹開発試験事業では工場での雇用の拡大をはじめとする種々の経済的利益が望める。

3. インドネシア国パーレ未利用樹開発試験事業

3-1. 事業名

インドネシア国パーレ未利用樹開発試験事業

3-2. 事業地

インドネシア国東ジャワ州パーレ市

3-3. 事業背景と目的

- (1) 東南産業は、1988年以降インドネシア国東ジャワ州パーレ市において集成材工場を操業している。しかし、東ジャワ州一帯は人口が稠密で土地は開発しつくされており、林産物の需要増に対応する用材確保が困難となっているだけでなく、原木の歩留りを上げることも技術的に難しく、全く新しい発想に立った現在利用されていない木材資源の発掘・利用が課題となっている。このため同社では、残廃材と小径木を利用した木材資源の有効利用を計画している。
- (2) 現在集成材工場の残廃材は一部が乾燥室ボイラー用の薪として利用され、その他は出入り業者に引き取られているが、その内20%程度を本事業の原料として利用できる見通しがある。また、小径木については現在のところ工場に持ち込まれることなく（市場に流通することなく）、農民の自家消費用として無料譲渡されている。しかし、これについても有効利用を図るだけでなく、別途小径木の生産を目的とした技術開発を行うことで多量に原料確保が可能となる見通しがある。

(目的)

以上を背景に、本事業では集成材工場残廃材と小径木を利用した「割裂片積層板」による家具・建材用の芯材料を開発することを目的とする。また、その際にはパーティクルボード・ファイバーボード並みの強度の均一性と寸法安定性が求められるので、その目標値を定めそれに達することを本試験の目標とする。

なお、その目標値は、それぞれ以下のとおりである。

(1) 強度の均一性

- ①接着力：パーティクルボードの 1.5kgf/cm²
- ②水平せん断力：構造用単板積層材日本農林規格の最低値30kgf/cm²
- ③曲げ強さ：パーティクルボードの最低基準値82kgf/cm²（縦・横）
- ④木ネジ保持力：素地パーティクルボード 31kgf以上

(2) 寸法安定性

- ①吸水厚さ膨潤率：素地パーティクルボード20%以下
- ②吸湿性・比重・含水率：特に基準はないが、膨潤率に関係するためデータ把握の必要あり。

3-4. 「割裂片積層板」

割裂片積層板は、木材を割裂して細い棒状(strand)の木片を作り、その木片の配列を任意の方向に配列して成型し圧縮することにより生産する。また、「割裂片積層板」は使用する樹種・圧縮圧力・接着剤の種類・木片の配列などを変化させることによって、希望する性質を持つ木質材料を作ることができるとされている。その他の特徴としては、ストランドを軸方向に割裂して作るため、木材の組織は切断されることが少なく、木材そのものの強さが残されること、また切削をしないため、鋸による切削に比較して鋸屑などの歩留りを低下させることができるので資源の有効活用に貢献できるとされている。

3-5. 試験内容

(1) 対象樹種

開発対象樹種は、早生樹であること、現地で成育かつ人手可能と見込めることから小径木は以下の6種とした。また、集成材工場の残廃材2種を加え、原材料は計8種とした。

小径木	<i>Acacia manguium</i>	アカシア	マンギューム
	<i>Albizia falcataria</i>	センゴン	ラウト
	<i>Entolobium cyclocarpum</i>	センゴン	ブトー
	<i>Gmelina arborea</i>	メリナ	
	<i>Leuceana leucocephala</i>	ラムトロ	
	<i>Pterocarpus indicus</i>	アンサナ	
残廃材	<i>Albizia falcataria</i>	センゴン	ラウト
	<i>Pinus merkusii</i>	メルクシ松	

(2) 南洋材起源の「割裂片積層板」の問題点

割裂片積層板は、既に本邦産のスギ・ヤナギについて実験室規模にて生産された（事業規模生産は未実施）実績を有する。しかしながら、南洋材起源の割裂片積層板の開発には技術上、次の3点が問題と想定される。

①南洋材特有の交錯木理（木理とは木材を組成する各種細胞の配列の仕方によってできる木目であり、例えば通直木理は木材の軸方向に平行して走る木理を言う。交錯木理とは、年輪間で互いに繊維方向が異なる木理を指す）に起因する割裂の困難さ。②成長の早い広葉樹の木材に発生が多い引っ張りアテ材を原因として起こる捻れ・狂い。（傾斜地などで樹心が一方に偏って成長し肥大成長が促進された部分を「アテ」という。広葉樹は引っ張り応力を受ける傾斜面上側にアテが現れるので引っ張りアテ材という。アテ材は縦方向の収縮率が異常に大きい反り・狂いの原因となる）③割裂片積層板は、木材の組織の強さが残されるため、一方向の強度性能に優れるが、成型時の加熱・加圧にともない、板が吸水膨張する等の理由から板の反り・捻れがおきる等寸法安定性がやや劣る。

(3) 試験項目

以上の問題点の克服を課題とし、割裂片積層板技術の各工程の最適条件を求めるため以下の試験を行う。

- ① 割裂試験：目標値としては、狂いは配向の都合上ストランド長と矢高の比が100:5 及び歩留りについては、樹皮を除いた原木の95%（体積比）とする。また、ストランド長の分布もあわせて測定する。

条件（小径木）

断面寸法 4 条件（大割り 15mm・10mm, 小割り 4mm・3mm）

割裂速度 3 条件（15・30・90cm/s）

計 12条件 = 4 × 3

条件（残廃材）

軟化处理 3 条件（温水浸漬・煮沸・減加圧注入）

断面寸法 4 条件（大割り 15mm・10mm, 小割り 4mm・3mm）

割裂速度 3 条件（15・30・90cm/s）

計 36条件 = 3 × 4 × 3

- ② 乾燥試験：目標値は、狂いが割裂直後から大きくなるものと考えられるためストランド長と矢高の比を100:10とし、含水率はパーティクルボードの品質基準(JIS A5908)の5%以上13%以下より逆算して、3%以上6%以下とした。また、初期含水率と関係湿度が乾燥スケジュールに関係するためデータを収集する。

条件

断面寸法 2 条件（4mm・3mm）

乾燥スケジュール 4 条件

天然乾燥と人工乾燥の組合せ 2 条件

計 16条件 = 2 × 4 × 2

- ③ 接着性試験：目標値は、

接着力：パーティクルボードの1.5kgf/cm²

水平せん断力：構造用単板積層材日本農林規格の最低値30kgf/cm²

吸水厚さ膨潤率：素地パーティクルボード20%以下

吸湿性・比重・含水率：特に基準はないが、膨潤率に関係するためデータ把握の必要あり。

条件

断面寸法 2 条件（4mm・3mm）

割裂片の配向 3 条件（平行・直交1:1・直交2:1）

圧縮率 4 条件（倍率1, 1.5, 2, 3）

接着剤 1条件 (尿素樹脂接着剤)

接着剤塗布量 3条件 (5, 10, 15%)

試験片の厚さ 3条件 (2, 3, 4cm)

割裂片の長さ 3条件 (25, 50, 100cm)

計 648条件 = $2 \times 3 \times 4 \times 1 \times 3 \times 3 \times 3$

④ 強度試験：目標値は、

曲げ強さ：パーティクルボードの最低基準値82kgf/cm² (縦・横)

木ネジ保持力：素地パーティクルボード31kgf 以上

条件

断面寸法 2条件 (4mm・3mm)

割裂片の配向 3条件 (平行・直交1:1・直交2:1)

圧縮率 4条件 (倍率1, 1.5, 2, 3)

接着剤 1条件 (尿素樹脂接着剤)

接着剤塗布量 3条件 (5, 10, 15%)

試験片の厚さ 3条件 (2, 3, 4cm)

割裂片の長さ 3条件 (25, 50, 100cm)

計 648条件 = $2 \times 3 \times 4 \times 1 \times 3 \times 3 \times 3$

- ⑤ 寸法安定性試験：①～④の各最適条件を明らかにした後、その最適条件を組合せて板を製作し、寸法安定性試験を行う。目標は、強度の均一性と寸法安定性各々の値とする。

条件

割裂片の断面 2条件 (15×4, 15×3, 10×4, 10×3 の内から2条件を選ぶ)

割裂片の長さ 2条件 (25, 50, 100cm 中2条件を選ぶ)

圧縮率 2条件 (倍率1, 1.5, 2, 3 中2条件を選ぶ)

試験片の厚さ 3条件 (2, 3, 4cm)

計 24条件 = $2 \times 2 \times 2 \times 3$

3-6. 試験規模

各々の試験において規模を以下のとおり設定する。

(1) 割裂試験

本試験に用いる原料は、本邦での試験の経験則から1条件あたり小径木・残廃材ともに1m³使用するものとする。回数は各条件1回とする。原料量は以下のとおり。

小径木 6樹種×12条件×1m³=72m³

残廃材 2種×36条件×1m³=72m³ 計144m³

(2) 乾燥試験

本試験に用いる原料は、本邦での試験の経験則から1条件あたり小径木・残廃材ともに1 m³使用するものとする。回数は各条件1回とする。原料量は以下のとおり。

小径木	6 樹種 × 16条件 × 1 m ³ = 96 m ³	
残廃材	2 種 × 16条件 × 1 m ³ = 32 m ³	計 128 m ³

(3) 接着性試験

各データ毎に以下に示す大きさの試験片を100個作成する。100個の試験片を用意する理由としては、100がデータの分布を示す最小限必要な数のためである。回数は各条件1回とする。試験片を合計すると、利用できない部分もあることから1条件当たり120×240cmの板製品0.5枚に相当することとした。原料量換算にあたっては、試験片厚さ中間3cmと歩留り50%を用い、1条件あたり $1.2 \times 2.4 \times 0.03 \times 0.5 \times 2 = 0.0864 \text{ m}^3$ の原料を使用する。

接着力	(試験片5cm × 5cm × 100 個/条件)
水平せん断力	(試験片3cm × 18cm × 100 個/条件)
吸水厚さ膨潤率	(試験片5cm × 5cm × 100 個/条件)
吸湿性・密度・含水率	(試験片3cm × 3cm × 100 個/条件)
小径木	6 樹種 × 648条件 × 0.0864 m ³ = 336 m ³
残廃材	2 種 × 648条件 × 0.0864 m ³ = 112 m ³ 計 448 m ³

(4) 強度試験

各データ毎に以下に示す大きさの試験片を100個作成する。100個の試験片を用意する理由としては、100がデータの分布を示す最小限必要な数のためである。回数は各条件1回とする。試験片を合計すると、利用できない部分もあることから1条件当たり120×240cmの板製品1.5枚に相当することとした。原料量換算にあたっては、試験片厚さ中間3cmと歩留り50%を用い、1条件あたり $1.2 \times 2.4 \times 0.03 \times 1.5 \times 2 = 0.2592 \text{ m}^3$ の原料を使用する。

曲げ強さ	(試験片64cm × 64cm × 100 個/条件)
木ネジ保持力	(試験片5cm × 10cm × 100 個/条件)
小径木	6 樹種 × 648条件 × 0.2592 m ³ = 1,008 m ³
残廃材	2 種 × 648条件 × 0.2592 m ³ = 336 m ³ 計 1,344 m ³

(5) 寸法安定性試験

本試験では、試験片を図のように1.2×2.4mの板から取り出す必要がある。また、異なる試験体間の性能分布の試験(図-1)と同一試験体内での性能分布の試験(図-2)を行う必要があり、異なる試験体の場合1枚の板から2個を50枚から取るので計100個の試験片を用意する。また、同一試験体内での試験の場合、1枚の板から10個を10枚から取るので同様100個の試験片を用意する。

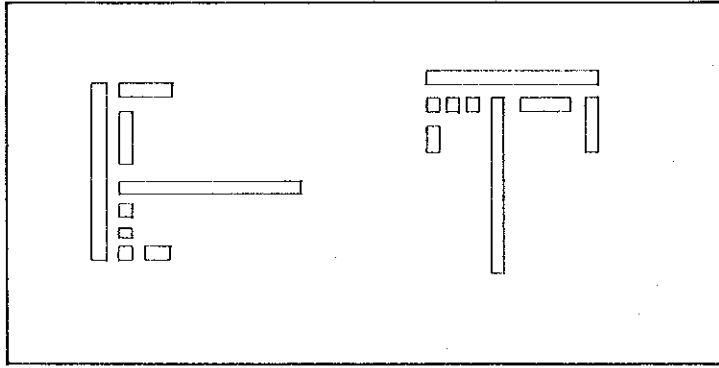


図-1 異なる試験体間の性能分布の試験片採取例

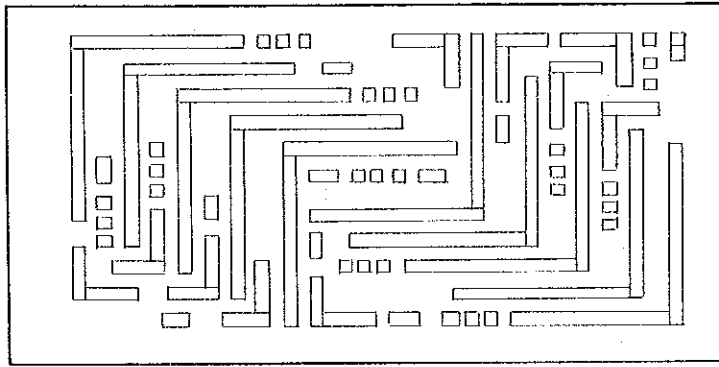


図-2 同一試験体内の性能分布の試験片採取例

なお、同一条件にて $1.2 \times 2.4\text{m}$ の板 100枚を作りその中から各々50枚・10枚を無作為に
 選び出し、より信頼性のあるデータをとることとする。

1条件あたりの原料量は、厚さ3cm・歩留り50%として $1.2 \times 2.4 \times 0.03 \times 100\text{枚} \times 2 =$
 17.28m^3 となる。

小径木	6 樹種	$\times 24\text{条件}$	$\times 17.28\text{m}^3 =$	$2,489\text{m}^3$	
残廃材	2 種	$\times 24\text{条件}$	$\times 17.28\text{m}^3 =$	830m^3	計 $3,319\text{m}^3$

3-7. 実施計画

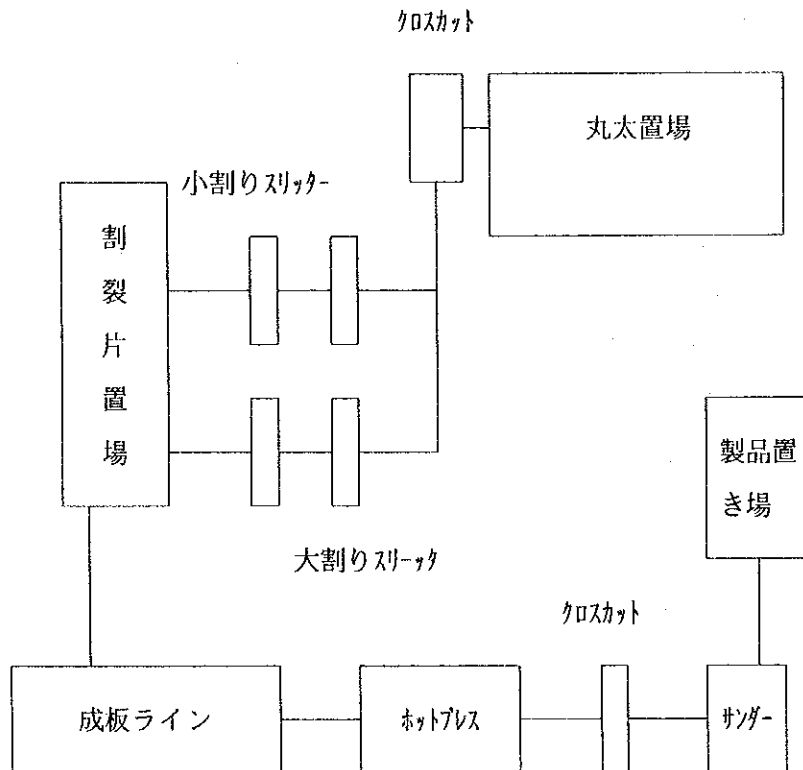
(1) 施設・資機材整備計画

試験項目・試験規模にしたがい以下の建物・施設・機材の建設・設置を行う。

種別	名称	備考	数量	処理能力/月
建物	工場建屋	38×70m	1	
	事務所	15×10m	1	

機械・ 施設	大割りスリッター	割裂片の製造	2	
	小割りスリッター		2	
	乾燥用台車	6 m ³ 用	12	
	ホットプレス	1.2 2.4m 10段	1	
	接着用塗付ミキサ		1	
	型板搬入機		1	
	成型機		1	
	成型機制御盤		1	
	金型バルブ供給装置		1	
	整形ボックス		1	
	サンダー		1	
	クロスカット		2	
	搬送ライン	コンベア類	1 式	
	ボイラー		1	
	コンプレッサー	エアードラヤー込み	2	
	集塵装置		1 式	
	外部・内部配電		1 式	
	配管	蒸気・圧縮空気・水道	1 式	
	発電機		1	
	車両	フォークリフト	2トン	1

また、機材の配置は以下のとおり。



(2) 実施スケジュール

試験期間は3年間とし、初年度は工場建屋・事務所・施設・機材などの建設及び設置にあてるとし、それらの整備は2年次の第1四半期には終了することとする。

試験施設及び機械の設置・搬入にあわせて、個々の試験を行う。

- ①当初、割裂試験を行い、樹種・残廃材ごとの最適条件を求める。
- ②乾燥試験は現有施設を用いて行う。乾燥による狂いを最小限にする手法を求める。
- ③接着試験は、尿素樹脂接着剤による接着性能試験を行う。
- ④強度試験は、強度的性質についての試験を行う。
- ⑤寸法安定性試験は、第1・2年次において明らかとなった各工程毎の適性条件を組合せて3年目に実用サイズの積層板を製造する。板より試験片をとるためにすべての原料の120×240cmの板を製造する。最も大きな問題は、同一試験体内の材質的な不均一性である。各条件毎に、試験体内の強度的性質・安定的性質の値を求める。以上を表にまとめる以下のようなになる。

未利用樹開発試験事業スケジュール

試験の種類	第1年次	第2年次	第3年次
施設建設・ 機材設置			
割裂試験			
乾燥試験			
接着試験			
強度試験			
寸法安定性 試験			

資材及び作業量の年度別使用量

種類	第1年次	第2年次	第3年次
原料用木材	870 m ³	1,194 m ³	3,319 m ³
(小径木)	(616 m ³)	(896 m ³)	(2,489 m ³)
(残廃材)	(254 m ³)	(298 m ³)	(830 m ³)
接着剤	17,400kg	23,880kg	66,380kg
作業員	1,900人	1,800人	4,200人
	割裂3、乾燥2 × 8月+ 接着5、強 度1 ×6月	接着5、強度1 × 12月	割裂3、乾燥3、接 着7、強度1 ×12 月

・接着剤量は20kg/m³とする。

・作業員は月25日雇用する。

3-8. 実施体制

(1) 実行組織

本試験事業は、東南産業株式会社とインドネシア法人であるP. T. SERBAGUNA PRIMA との合併により設立を計画しているP. T. SINAR SBRYA TBNGGALAによって実行されることとしている。実行組織としてS S T事業部を設ける（組織図参照）。

(2) 人員計画

社長は現地在住日本人で他社兼務とし、工場長は試験事業期間中はS S T事業部長と造林事業部長を兼務する。社長・工場長及び総務・経理課長・同係長の管理監督費・福利厚生費等の費用は事業量を勘案し、S S T事業が70%・造林事業が30% 負担として算定することとした。

人員計画表

職 階	摘 要	1 年	2 年	3 年	4 年以降
社長	他社兼務	1	1	1	1
工場長	部長兼務	1	1	1	1
総務・経理課長	共通	1	1	1	1
係長	共通	2	2	2	2
S S T事業部長	専任	0	0	0	0
課長	専任	1	1	3	3
課長代理	専任	1	2	3	3

3-9. 当該事業の社会的意義

- (1) インドネシア国は、1985年に丸太の輸出を禁止し、木材の加工度を高め、付加価値を増大させるといふ政策をとっている。現地にて入手可能な小径木と集成材工場の残廃材を原料として割裂積層板を製造する本事業は、当国の政府の方針と軌を一にしたものである。
- (2) 東ジャワ州は人工稠密で外島への移住政策が行われている。本事業が成功した際には、工場での雇用の拡大をはじめとする種々の経済的利益が望める。
- (3) 木材資源の有効利用を図る技術であり、森林資源保護等社会的貢献が高い。

3-10. J I C A試験事業の対象とする理由

- (1) 対象となる小径木は心材が未形成で澱粉の含有量が高いため、かび・腐朽・虫害にさらされやすい。よって、そのままでは原料としては流通できず、本事業において板とすることが

できてはじめて流通できることとなる。また、小径木の害がでやすいことから本邦への輸送には適さず、現地にて試験を行う必要がある。

- (2) 本技術は本邦材においても事業の実績が無く、南洋材の諸欠点の克服のためには資金面と共にJICAによる技術面の支援が必要不可欠である。
- (3) 事業として技術的リスクが高い。
- (4) 事業として採算性が低い。

3-11. 所要資金

試験期間3年間での総支出額：288,004 千円

内訳 借入金：275,000 千円

自己資金： 2,396 千円

事業収入： 10,608 千円

3-12. 収支計画

- (1) 試験事業：表7-1～表7-15参照

当初の3年間に試験を行い、3年目に600m³/年積層板を生産する。

4年目以降確立された技術を基に1ライン×1シフト稼働させ200m³/月(=2,400m³/年)生産することとする。

- (2) 本格事業：表7-21～表7-35参照

試験事業の成果を基に、4年目より試験事業にて建設したラインを1ライン×1シフト稼働させるとともに4年目に1ライン新設し5年目より3シフトで稼働させる。よって、4年目は400m³/月(=4,800m³/年)5年目以降は1,000m³/月(=12,000m³/年)生産することとする。

- (3) 試験事業+本格事業：表7-41～表7-42参照

4. インドネシア国東ジャワ州試験造林事業

4-1. 事業名

インドネシア国東ジャワ州試験造林事業

4-2. 事業地

インドネシア国東ジャワ州パーレ市及びブリタール市

4-3. 背景

(1) 東南産業は、林産物の需要増に応えるため、未利用木材資源を原料とする割裂片積層板技術の開発を計画している。原料としては、現在稼働中の集成材工場の残廃材の利用が可能であるが、残廃材のみではたりず、小径木を安定的大量に確保する必要がある。

一方、事業対象地域周辺の林地で排出される小径木は地元住民に払い下げられている。このため、近隣地域からの小径木確保にも限界があり、自前で小径木の安定的大量に供給する体制を整える必要が生じている。

(2) 事業対象地域では、国営林業公社（プルフタニ）が、チーク・ファルカータ・メルクシ松を生産しているが、いずれも用材の収穫を目的としたもので、割裂片積層板技術に適する小径木の収穫を目的としたものではなく、こうした小径木の生産技術もない。

4-4. 事業の目的

以上の理由から本事業では、割裂片積層板用小径木生産のための短伐期施業技術の確立を目的とする。また、その目標としては、以下の2点とする。

- ①有望樹種小径木の単位面積あたりの最大収量生産技術の確立。
- ②持続可能で地元住民に受け入れられる生産技術の確立。

4-5. 試験内容

(1) 対象樹種

対象樹種は当地にて生育可能と見込まれる早生樹であるが、割裂片積層板に適する小径木の直径が10cm程度であるため、2年間程度でその成長が見込めるもの、また、萌芽にて更新可能なものを考慮して郷土種・外来種より以下の8種を選定した。

- | | |
|----------------------------------|--------------|
| ① <i>Acacia manguium</i> | アカシア・マンギウム |
| ② <i>Albizia falcataria</i> | センゴン・ラウト |
| ③ <i>Entrolobium cyclocarpum</i> | センゴン・ブトー |
| ④ <i>Gmelina arborea</i> | メリナ |
| ⑤ <i>Leuceana leucocephala</i> | ラムトル（イピルイピル） |

- | | |
|------------------------------|------|
| ⑥ <i>Ochroma lagopus</i> | バルサ |
| ⑦ <i>Paulownia</i> sp. | キリ |
| ⑧ <i>Pterocarpus indicus</i> | アンサナ |

(2) 植栽方式

造林試験にあたっては、農用地の持続的利用と環境保全の観点から「ツンパンサリ方式」により植栽・保育することとした。ツンパンサリ方式は、ジャワ島において1856年に導入されたアグロフォレストリー技術であり、林地に農作物（トウモロコシ・パイナップル）を植え、林冠が閉鎖するまでの間耕作・収穫の権利を農民に与えるとともに、林木の植栽・保育作業を農民に義務づけている。現行の用材生産にあっては、当初の2年間は耕作可能で林冠が閉鎖する3年目から伐採までは農民利用が不可能であったが、本試験事業により短伐期施業技術が確立すれば農地としても永続的な利用が可能となる。

(3) 試験項目

① 育苗試験

Ochroma lagopus と *Paulownia* sp. は対象地域に初めて導入されるので、その育苗の可否につき試験を行う。試験の方法は、現在対象地にて行われている育苗作業工程にしたがいスタンプ苗とポット苗を仕立てる。蒔きつけ後、1ヶ月後・2ヶ月後・3カ月後・4カ月後（山出し時）の4回苗高を、また山出し時にはT/R率を調べる。苗数はそれぞれ500本とする。本試験の趣旨は、両樹種とも他地域での実績があることから現行の育苗作業工程にて仕立てることが可能か確認する程度にとどめる。

② 植栽密度試験

事業の目的が小径木の生産であることから、現行の用材生産の場合の密度(3m × 1m)を基準とし、密の場合(2m × 1m)と疎の場合(3m × 2m)計3段階の密度を想定し、植栽密度と収穫量の関係を把握し、樹種毎の適性密度を調査するものである。対象樹種は *Pterocarpus indicus* を除く7樹種である。本試験においては、農作物の収量に与える影響を見るために現在栽培されているトウモロコシ・パイナップルの収量も合わせて測定する。

(注) *Pterocarpus indicus* は他7種のように生長量が早くないため、その萌芽性のみを試験対象とする。よって、植栽密度とつぎの施肥試験についてはその枠外とする。

③ 適量施肥試験

短伐期施業の場合、施肥の有無が樹木の生長に関係すると思われるため、現行の施肥量(家畜糞 3 m³/ha 及び化学肥料NPK10kg/ha)を基準として、その1.5倍と2倍及び比較のため施肥無しの場合の4条件を設定する。対象樹種は *Pterocarpus indicus* を除く7樹種である。アグロフォレストリーの農作物収量調査もあわせて行う。試験区設定については、その面積が限られているため一条件 0.5haとする。

④ 萌芽試験

対象樹種 8 種のうち、萌芽性が見られるものについては萌芽更新による生長量をあわせて把握する。萌芽にあたっては、伐根の高さは地上 10cm・30cm の 2 段階に分けて行うこととした。

本試験は 2 年目に新植を行い、4 年目に伐採し萌芽更新した林木の生長量を 5 年目終了時まで調査することとする。対象樹種は、萌芽の期待できる以下の 5 種とする。

<i>Albizia falcataria</i>	センゴン・ラウト
<i>Entrolobium cyclocarpum</i>	センゴン・ブトー
<i>Leuceana leucocephala</i>	ラムトル (イピルイピル)
<i>Paulownia sp.</i>	キリ
<i>Pterocarpus indicus</i>	アンサナ

ただし、アンサナについてはより高い位置での萌芽の可能性が指摘されたので、10・30cm とより高い位置 (2 年間の成長をみて判断する) の 3 段階とする。

⑤ 複層林試験

本試験は、裸地化を防ぐためにアンサナを上木とし下木にその他樹種を植栽し、下木を収穫し、上層木を残すことにより複層林とするものである。下木は 2 年毎に伐採する。下木樹種は、光要求量の高いものを除き以下の 4 種とする。

<i>Acacia mangium</i>	アカシア・マンギウム
<i>Albizia falcataria</i>	センゴン・ラウト
<i>Entrolobium cyclocarpum</i>	センゴン・ブトー
<i>Leuceana leucocephala</i>	ラムトル (イピルイピル)

また、アンサナの植栽間隔は、林縁 (10m 間隔) ・10×10m ・20×20m の 3 種とする。

4-6. 試験規模

5. にて説明した試験実施にあたり、以下のとおり試験区を設定する。萌芽更新をみる試験区は 2 年目に設定し、4 年目伐採 5 年目末に萌芽成長をみる。複層林試験区も 2 年目に設定し、4 年目に下木伐採する。伐採後の更新方法は他の試験結果を見て萌芽か新植か判断する。萌芽性をみない試験区は 3 年目に設定し 5 年目に伐採する。同一条件の試験は、1 回行うこととする。

試験区設定（複層林除く）

単位：ha

	密度 (疎・中・密)	施肥量 (0・1 ・1.5・2倍)	萌芽 (無・10・30)	区数	2年	3年
アカシア・マンギウム	3	2	1	6	0	6
センゴク・ラウト	3	2	3	18	12	6
センゴク・ブー	3	2	3	18	12	6
メリナ	3	2	1	6	0	6
ラムトロ	3	2	3	18	12	6
バルサ	3	2	1	6	0	6
キリ	3	2	3	18	12	6
アンサナ	1	1	3	3	3	0
小計				93	51	42

(注) アンサナは、他の7種と同等の成長が期待できないため、萌芽性のみの試験とし、密度・施肥については現行通りとする。

複層林試験区設定

	密度 (疎・中・密)	施肥 (有)	下木 (4種)	区数	2年	3年
アンサナ	3	1	4	12	12	0
小計				12	12	0
合計				105	63	42

4-7. 実施計画

(1) 施設・資機材整備計画

試験事業実施上、2haの苗畑を造成し、以下の施設・機材の建設・設置を行う。

苗畑の規模

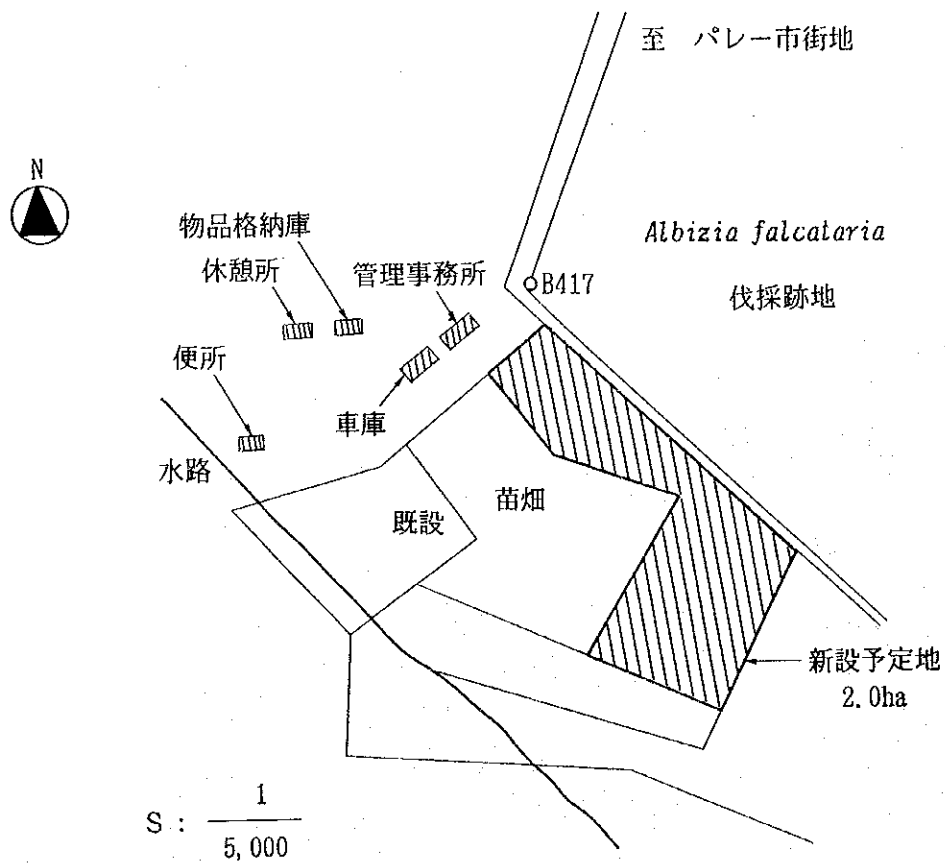
単位：㎡

名称	面積	備考
圃場 (ポット・スタンプ苗育苗苗床)	7,500	年回転率1回
付帯設備用地	7,200	建物敷地(1,200)、通路(6,000)
その他	5,300	保護樹帯、予備地

苗畑用建物・機械・器具一覧

種別	名称	備考	数量	処理能力/月
建物	管理事務所	50㎡ 木造平屋	1	
	物品格納庫	80㎡ 木造平屋	1	
	車庫	80㎡ 木造平屋	1	
	休憩所	50㎡ 木造平屋	1	
	便所	20㎡ 木造平屋	1	
機械・ 施設	トラクター	小型	1	
	デスクハロー	小型トラクター用	1	
	噴霧器	付属品一式	1	
	トラック	中型	1	
	バス	中型	1	
	気象観測器	雨量計・温度計	1式	
	散水器具		1式	

また、施設の配置は以下のとおり。



(2) 実施スケジュール

試験期間は5年間とし、初年度は苗畑造成と事務所・施設・機材などの建設及び設置にあ
 てることとし、2年次萌芽性をみる試験区と複層林試験区計63haを3年目に萌芽性と関係の
 無い試験区42haを設定する。4年目に萌芽性をみる試験区と複層林試験区の伐採を行い、萌
 芽更新させ、5年目末に再度伐採する。萌芽更新と関係の無い試験区は5年目に伐採する。

試験造林事業スケジュール

	1年	2年	3年	4年	5年
苗畑造成・施設建設 車両・機材設置					
萌芽性試験区51ha 複層林試験区12ha					
萌芽性無試験区42ha					

4-8. 実施体制

(1) 実行組織

本試験事業は、東南産業株式会社とインドネシア法人であるP. T. SERBAGUNA PRIMA との合
 弁により設立を計画しているP. T. SINAR SBYA TENGKALAによって実行されることとしている。
 実行組織として造林事業部を設ける(図7-1 実行組織図参照)。

(2) 人員計画

人員計画表

職 階	摘要	1年	2年	3年	4年	5年
社長	他社兼務	1	1	1	1	1
工場長	部長兼務	1	1	1	1	1
総務・経理課長	共通	1	1	1	1	1
係長	共通	2	2	2	2	2
造林事業部長	専任	0	0	0	0	0
造林アドバイザー	専任	1	1	0	0	0
造林課長	専任	1	1	1	1	1
造林課長代理	専任	2	2	2	2	2
造林係長	専任	4	4	4	4	4

社長は現地在住日本人で他社兼務とし、工場長は試験事業期間中はSST事業部長と造林事業部長を兼務する。社長・工場長及び総務・経理課長・同係長の管理監督費・福利厚生費等の費用は事業量を勘案し、SST事業が70%・造林事業が30%負担として算定することとした。

4-9. 当該事業の社会的意義

- (1) インドネシア国林業分野重点政策として、木材産業等に必要な木材供給の確保が上げられている。東ジャワ州は人口稠密で森林面積の拡大は望めず、増大する木材需要とその供給不足が予想される。本試験事業は、短伐期施業を確立することにより単位面積当たりの収穫量を増大させるもので、木材の生産量は増大し、政府の方針と軌を一にするものである。
- (2) 東ジャワ州の林地においては、19世紀よりツンパンサリ方式によるアグロフォレストリー技術が実践されている。その担い手は土地を有しない農民であるが、林地が用材生産が目的のため林冠がうっ閉した後の期間（短くとも6年程度）は農地として利用できない。そのため、現在は年平均0.1ha割り当てられた林地を2年間のみ使用するにとどまり、農家一件あたり0.2haの耕作面積を有していることとなる。本短伐期施業技術確立のあかつきには、2～3年で伐採を繰り返すため、林地を間断無く耕作することが可能となり、農家の耕作面積が増すと思われる。

4-10. JICA試験事業の対象とする理由

- (1) 用材の目的でなく、直径10cm程度の小径木を繰り返し収穫する短伐期施業技術は、対象地域をはじめその他の地域においても類例をみないものである。その技術の確立にあたっては関係する因子を組み合わせた試験事業の実施が必要不可欠であること。
- (2) 採算性が低く、事業としてリスクが高いこと。
- (3) 農民に被益を与える等社会的貢献度が高いこと。

4-11. 所要資金

試験期間5年間の総支出額：	62,517千円
内訳	
借入金：	48,500千円
自己資金：	▲1,733千円
事業収入：	15,750千円

4-12. 収支計画

(1) 試験事業：表 8-1～表 8-17参照

当初 5 年間試験を行い、5 年後に技術を確立する。6 年目以降は、その技術を基に試験期間中と同様 105ha の林地にて造林事業を行う。植栽面積のうち半分は萌芽更新させ、その他半分は新植する。更新は 5 回繰り返す。

(2) 本格事業：表 8-21～表 8-37参照

試験事業の成果を基に 6 年目より林地計 727ha にて造林事業を行う。更新方法は上述と同様。

(3) 試験事業+本格事業：表 8-41～表 8-42参照

III 投資環境

Ⅲ．投資環境

1. インドネシア国経済投資環境の現状

1-1 経済の動向

1968年、スカルノ政権を引き継いだスハルト政権は西側諸国との協調政策へ転換し、積極的に西側諸国からの経済援助の受け入れや外資の導入等による経済開発を中心とした国家開発に取り組み、69年から第1次5ヵ年開発計画を実施した。

1970～80年の実質経済成長率は7.2%であった。1980～92年では少々低下して5.7%となっている。1980年代はじめには、主要輸出品である石油価格の低下という国際経済環境面からの強い影響を受けて経済成長率は低迷したが、その後半にいたって国内経済政策の転換を実施したこともあって、国内経済状況は大きく回復している。

1994年からスタートした第6次5ヵ年開発計画では年間平均経済成長率を6.2%の目標に定めている。

表3-1 開発目標

	5次計画(89-94) 実績	6次計画(94-99) 目標
経済成長率(年平均)		
全般	5.0%	6.2%
農業	3.6	3.4
製造業	8.5	9.4
非石油・ガス	10.0	10.3
その他	4.7	6.0

1-2 投資の動向

インドネシア政府は1967年の外国投資法(以下、外資法)制定依頼、外国企業による直接投資を経済発展の重要な要素として、その誘致に努めている。

インドネシアへの外国直接投資は、インドネシア投資調整庁(BKPM)の認可ベース(石油・ガス・エネルギー及び金融部門を除く)によると、1988年は44億900万ドルと前年の約3倍と飛躍的な伸びを見せ、更に1990年には87億5,100万ドルと前年の約2倍となり、近年は80億～100億ドルを推移していたが、1994年の上半期で74億2,800万ドルと1993年通年の認可額(81億6,600万ドル)にも迫る勢いである。

これは、インドネシア政府が80年代半ばから各分野で推進してきた規制緩和や、なかでも94年6月の抜本的な外資法改正によるものである。この背景としては、91年以降の急激な対

中国投資ブーム、ラモス政権発足後の積極的な外資優遇などによるフィリピンの投資環境の改善、さらに、経済自由化政策を好感した対インドシナ投資ブームのあおりを受けて、本来インドネシアに来るべき投資が第三国にシフトしていることに政府が危機感を抱いたことがあげられよう。

日本のインドネシアへの投資は、1988年後半からのインドネシアの投資ブームから若干遅れて89年から増加した。88年の日本からの投資額は2億5,600万ドルで、投資国の中では第4位であったが、89～93年まで投資額で1～2位を推移している。外資の受入れを開始した67年から94年6月までに日本からインドネシアへの累積投資認可額は147億ドルであり、これは累積投資認可額全体の19%を占める第1位の投資国である。

表3-2 外国からインドネシアへの年次別投資動向

(単位：百万US\$)

年	件数	金額
1987	140	1,484
1988	145	4,409
1989	294	4,719
1990	432	8,751
1991	376	8,778
1992	305	10,313
1993	339	8,166
1994(1～6)	150	7,428

資料：BKPM(投資調整庁)

1-3 外資規制の緩和と投資環境

インドネシア外資法は、従来からアセアンをはじめとした他の東アジア諸国と比較して厳しく、それが原因の一つともなり、近年、インドネシアに来る可能性のあった日本やアジアNIESからの投資の多くが、中国やベトナムに向かったと言われている。これに対し、インドネシア政府は深刻な危機感を持ち、これらライバル国への対抗策を打ち出すために、1993年10月に規制緩和を行ったが、さらに、インドネシア政府は、投資環境改善のために、既進出外国企業から、直面している問題点や制度改善要求を聞き入れるなどにより、1994年6月には2度にわたる規制緩和を実施した。これにより他の国と比較して外国投資家から不評であった、例外的にしか認めていなかった外資100%投資への厳しい付帯条件と、インドネシア側への出資マジョリティー移譲義務を事実上撤廃する、外資100%の外国投資の無条件開放、インフラ部門を中心とした外資参入規制の撤廃など、抜本的な規制緩和措置を発表した。これは、74年の外資法改正以来の政策の大きな転換である。

主要な改正点は次のとおり

① 投資形態

従来はインドネシア側パートナーとの合弁を大原則とし、例外として一定の条件下で外資100%出資を認めていた。改正により、外国投資(PMA)は合弁と100%外資双方が併存すると定義した。合弁の場合、設立時にインドネシア側出資比率が最低20%(例外措置では5%)必要であったが、これを5%に引き下げた。

② 最低投資額

従来は投資総額は原則として100万ドル以上で、例外的に25万ドル以上を投資認可の条件としていた。改正では具体的金額を明示せず、投資規模に応じた適正な額としている。

③ 営業許可期間

従来通り30年。延長は従来も可能であったが法的根拠が不明確であった。今回の改正で、インドネシア投資調整庁(BKPM)への所定の手続きにより延長が認められることが明示された。

④ 立地

輸出加工区(FTZ)あるいは工業団地がある地域への外資進出に対しては、これらの地区への立地が推奨される。従来は規定はなかったが、地方庁の土地利用計画に従うことや工業団地への立地が奨励されることとなった。

⑤ 参入分野

港湾、電力(送電を含む)、原子力発電、通信、海運、航空運輸、鉄道輸送、上下水道、マスメディアの9部門については、合弁形態でのみ外資の参入を認めている(100%外資は不可)。

従来は、上記の分野は投資禁止分野と規定し、一部例外を除いて外資参入は禁止となっていた。上記以外の従来の禁止分野(ネガティブ・リスト)については明示していない。

⑥ 出資マジョリティー移譲義務

従来は、合弁及び100%外資は、商業生産開始後20年以内にインドネシア側にマジョリティーを移譲する義務(輸出加工区FTZ、認定輸出生産工場EPTEへの100%外資出資の場合は20%のみ)があった。改正では、合弁についてはインドネシア側の出資比率を徐々に引き上げるよう奨励するとしながらも、具体的数字は明示していない。100%外資についても、15年後に一部をインドネシア側に移譲するとしているが、具体的数字を明示していない。

⑦ 既存外資の取り扱い

既存企業についても、今回の改正が適用される旨明示している。

2. 森林・林業の現況

2-1 森林の現況

インドネシアの森林区域は、その目的と機能により、保安林、自然保護林、生産林及び転換林の4つに区分され、1984年の関係各省庁のコンセンサスによる大まかな土地利用計画上の区分(TGHK)により確定されていたが、インドネシア林業省は、1989年から世界銀行の融資、FAOの技術協力により、国家森林調査(NFIプロジェクト)を進めており、その中間結果によると、1994年10月現在、インドネシアの森林面積は、表3-3に示すとおりである。

これによると、国土面積1億9,105万haのうち森林面積は1億2,056万ha、森林率は63%となっている。ジャワ地域は1,321万haのうち森林面積は292万ha、森林率は22%と他の地域と比較して、森林面積及び森林率ともに大変少ない。

なお、この森林面積には土地利用計画上の区分(TGHK)で1984年当時、都市区域、農地等森林以外の土地として区分されたところで、今回の調査で、森林が現存していると確認された箇所も含まれている。

表3-3 地域別の森林面積(実面積)

地域別	国土 (万ha)	土地利用計画上の区分(TGHK) (万ha)						森林率 (%)
		自然 保護林	保安林	生産林	転換林	その他土 地利用	合計	
ジャワ	1,321	42	57	193	0	0	292	2.2
カリマンタン	5,393	364	604	2,065	659	203	3,894	7.2
スマタラ	4,758	357	454	983	348	220	2,363	5.0
イリアンジャヤ	4,128	644	821	1,157	843	32	3,497	8.5
スラウェシ	1,872	121	322	460	82	153	1,138	6.1
バリ	58	1	8	0.5	0.4	0.2	10	1.7
その他	1,577	53	220	309	225	56	863	5.5
	19,105	1,582	2,485	5,169	2,157	664	12,056	6.3

注：1986～1991年のランドサットMSSデータの解析により作成された林業省業務資料を調製
(1994年10月)

2-2 森林区域別の施業方法

森林区域はその目的と機能により、保安林、自然保護林、生産林及び転換林に区分されているが、森林区域別の目的と機能及びその施業方法は以下のとおりである。

① 保安林及び自然保護林

保安林は水源涵養などの国土保全機能の高い森林区域で、高標高、急傾斜、多降雨などの条件をもつ水源地域に多い。

自然保護林は貴重な動植物が生育し、観光資源としての価値が高い国立公園等の森林地域である。

自然保護林及び保安林は禁伐に指定されているから伐採事業は行われない。しかし、国土保全機能の高い保安林の中には水源涵養機能等の低下した荒廃地が広く分布し、これらの地域を対象として造林事業が行われる。この場合、伐採による収穫が期待されない事業であるため国自らが実施する。この造林事業を造林 (Reforestation, Reboisasi) あるいはリハビリテーション (Rehabilitation, Rehabilitasi) とよんでいる。

② 生産林

生産林は木材生産を主たる目的とする森林地域であり、制限生産林と普通生産林の2種類に区分されている。制限生産林は木材生産機能とともに国土保全機能の高い森林区域であり、普通生産林に比較して伐採規準が厳しくなっている。

生産林の伐採、更新システムは林地の植生によって異なる。つまり、当該生産林が天然林であり、かつ生産性の高い林分である場合は、択伐-天然更新システムが採られる。一方、当該森林が人工林であるか、または天然林であっても、生産性の低い林地、あるいはアラン-アラン草地等の荒廃地である場合は、当該林地の生産力向上を目的とした皆伐-人工造林システムが採られる。

③ 転換林

転換林は、現在は森林区域に指定されているが、将来必要に応じて、農地、宅地など森林以外の目的に使用するため、森林区域以外の土地利用区分に指定替えの可能な土地である。

転換林の伐採方法は伐採後の土地利用からして更新を伴わない皆伐である。

移住政策による移住民に提供される土地は、この転換林を利用するが多い。転換林に指定された森林区域のうち、既に農地、宅地などに転換された地域は、将来土地利用区分見直しの機会に森林区域からはずされることとなる。

2-3 事業主体

インドネシアの森林区域はすべて林業省が管理する国有林である。しかしながら、実際の造林、伐採事業は国自らが直営で実施する場合、ジャワ島のチーク造林にみられるように、国営林業公社（プルフトニ）に経営を委託する場合、民間企業に伐採、造林のコンセッションを与えて実行する場合などさまざまである。これら森林施業の実行者及びそこで採用される伐採、更新等の経営システムは、当該森林施業が行われる土地の森林区分と森林植生の状態によって決定される。

① 国（林業省）

前述したように、荒廃した自然保護林及び保安林での森林機能回復のための造林など伐採による収穫が期待されない事業は国自らが実施する。

国有林以外、いわゆる民有地内における荒廃林地、危険流域内においても緑化（Regreening）とよばれる造林事業を実施している。

林業省では社会林業（Social Forestry）として、森林周辺地域住民の所得向上、生活安定と森林造成事業の推進のためには、地域住民の林業活動への参加が欠かせないとしており、そのため国有林内外で各種の事業を展開している。民有地内ではコミュニティーフォレストの造成、そのために地元農民グループ、協同組合等の組織化、研修・普及事業、苗木の供給、事業資金の貸付け等地域住民の林業活動への積極的参加を図るための取組みを行っている。また、国有林内では、アグロフォレストリー（Agroforestry）やSylvopasture、Sylvofishery等混合経営を推進している。その他、養蚕、養蜂事業への技術的指導等の支援も行っている。

② 国営林業事業体

政府設立による国営林業事業体として、国営林業公社（プルフトニ）と国営林業会社（インフトニ）の2つがある。国営林業公社（プルフトニ）はジャワ島の約255万haの森林を委託され、ジャワ島におけるチーク林をほぼ独占的に経営している。国営林業会社（インフトニ）はスマトラ、カリマンタンなどの外領における大規模な天然林伐採及び人工造林を行っている。

国営林業公社（プルフトニ）は、ジャワ島を3分割し、中部ジャワ州をUNIT I、東部ジャワ州をUNIT II、西部ジャワ州をUNIT IIIが経営している。今回の調査地域であるパレ周辺の森林は、UNIT IIに属している。1993年作成の同国営林業公社のパンフレットによると、経営面積は表3-4のとおりである。

また、同じく植栽樹種別面積は表3-5のとおりで、チーク林が全体の56%を占めている。

ジャワ島はインドネシアの国土面積の約7%であるにもかかわらず、人口はインドネシア全体の約60%を占めているように、人口密度が他地域に比較して大変高い。このため同国営林業公社は造林方法として、造林地周辺の農民と契約して農民に農作物の栽培を認める代

わりに造林作業を行なってもらうアグロフォレストリー方式を採用している。しかし、造林地の地形の状態や農民の志願者がいない場合などは雇用方式で造林を実施している。

③ 民間セクター

パルプ、合板、ベニア等の原材料生産を目的とした大規模な人工林施策が展開されており、これを産業造林 (HT I) と呼んでいる。産業造林の対象地は、生産林のうち択伐-天然更新の対象とならない裸地、草地等の荒廃地及び低生産林地である。

産業造林の実施主体はさまざまであるが、民間企業あるいは協同組合の民間セクターが国营林業公社 (プルフタニ) あるいは国营林業会社 (インフタニ) の政府企業体とジョイント・ベンチャーを組んで実施することが多い。

林業省は産業造林を実施する事業体に対し、これらの対象地への造林コンセッションを与えるとともに、政府企業体とジョイント・ベンチャーを組んで産業造林を実施する民間セクターには、造林基金を財源とする出資金及び低利子の借入金による援助を与える。

表 3 - 4 FOREST AREA OF PERUM PERHUTANI (FOREST FUNCTION)

FOREST BY FUNCTION	UNIT I (Ha)	UNIT II (Ha)	UNIT III (Ha)	TOTAL (Ha)
1. Production forests	604,824.2	839,497.2	521,259.0	1,965,580.4
2. Protection forests	41,684.4	305,049.5	240,418.0	587,151.9
Total	646,508.6	1,144,546.7	761,677.0	2,552,732.3

表 3 - 5 FOREST AREA OF PERUM PERHUTANI (MANAGEMENT CLASS)

MANAGEMENT CLASS	UNIT I (Ha)	UNIT II (Ha)	UNIT III (Ha)	TOTAL (Ha)
1. Teak	311,640.6	595,777.5	193,259.4	1,100,677.5
2. Pine	209,015.5	139,045.5	123,890.1	471,951.1
3. Mahogany	9,643.2	13,314.7	-	22,957.9
4. Agathis Sp	27,782.5	38,231.5	42,311.9	108,325.9
5. Paraserianthes falcata	-	6,654.1	-	6,654.1
6. Schleienera oleosa	-	3,732.6	-	3,732.6
7. Melaleuca leucadendron	3,190.7	3,557.4	3,049.3	9,797.4
8. Dalbergia Sp	25,590.2	-	-	25,590.2
9. Morus Sp	421.5	-	-	421.5
10. Rhizophora	17,540.0	-	32,234.0	49,774.0
11. Shorea Sp	-	-	11,570.0	11,570.0
12. The Others	-	39,183.9	114,944.3	154,128.2
Total	604,824.2	839,497.2	521,259.0	1,965,580.4

2-4 木材産業

表3-6及び表3-7はインドネシアにおける丸太、製材、合板の生産量及び輸出量について、この10年間の推移をみたものである。丸太生産量は1981~1987年の間に一時的に減少したものの、おおよそ2,500万 m^3 程度で推移している。一時的な減少は、1983年の丸太輸出制限政策と1985年の同全面禁止政策による影響と考えられる。

製材及び合板の生産量は1981年から大幅な増加を示している。これは、1985年以降の丸太輸出禁止により、丸太にかわって製材及び合板の輸出が伸びたことによる影響が大きいと考えられる。

特に、全生産量の9割程度を輸出に充てている合板の場合、この影響は顕著である。輸出先では、この数年日本が第1位を占め、1993/94年は輸出総額の37%におよんでいることは注目に値する。合板工場は1994年現在115社が稼働中である。また、製材工場は1994年現在約1,973社が稼働中である。輸出に当たっては、雇用の拡大の観点から加工度の高度化を図るため、低加工度の一般材には高率の輸出税が賦課されることもあり、また、国内での建築ブームによる需要拡大を反映して、製材の輸出が激減している。

木材産業は雇用の拡大、非石油製品輸出拡大というインドネシア経済の主要課題に貢献するものとして重要である。1993年には製材、合板等の木材加工品が非石油・ガス製品輸出高の18%、全輸出高の13%を占めている。

表3-6 丸太、製材、合板生産量の推移

年	丸太	製材	合板
1983/84	1,521	271	261
1984/85	1,596	212	204
1985/86	1,455	414	432
1986/87	1,976	744	531
1987/88	2,757	975	639
1988/89	2,776	480	603
1989/90	2,232	392	708
1990/91	2,613	280	707
1991/92	2,381	301	912
1992/93	2,605	428	915

資料：林業省林業統計（単位：万 m^3 ）

表3-7 丸太、製材、合板輸出量の推移

年	丸太	製材	合板
1983	296	179	202
1984	157	220	302
1985	†	217	378
1986	†	235	462
1987	†	283	595
1988	†	287	695
1989	†	269	805
1990	†	2.5	851
1991	†	1.3	896
1992	†	(400)	970

資料：林業省林業統計（単位：万 m^3 ）

2-5 林業開発5ヵ年計画

表3-8は、第5次林業開発5ヵ年計画（1984～1994）の主な計画と実績と第6次林業開発5ヵ年計画（1994～1999）の主な計画である。

第6次林業開発5ヵ年計画の主要目標は、

- ① 92.4百万haの原生天然林の保全
- ② 森林周辺地域に居住する人々の貧困の克服
- ③ 188.3百万m³の木材生産（年平均36.7百万m³）
- ④ 多様な林産物の生産及び生物多様性のサステナビリティー達成
- ⑤ 自然生態系地域の10%を特殊地域指定
- ⑥ 39箇所の重要流域の林地復旧と保全
- ⑦ 林業関係地方機関の組織強化

となっている。

これらの主要目標達成のための林業開発政策及び林業開発プログラムが編成されている。

表3-8 第5次林業開発5ヵ年計画の主な計画と実績と
第6次林業開発5ヵ年計画

	第5次計画		第6次計画
	計 画	実 績	計 画
1. 丸太の生産	157.0百万m ³	125.9百万m ³	188.3百万m ³
2. 林産物の生産			
a. 製材	48.8百万m ³	16.6百万m ³	
b. 合板	35.0百万m ³	43.9百万m ³	
c. ラタン	15.0千トン	375.4千トン	
3. 輸出			
a. 製材	18.1百万m ³	5.1百万m ³	60億US\$
b. 合板	27.0百万m ³	44.9百万m ³	330億US\$
4. 造林			
a. 産業造林	150万ha	105万ha	125万ha
b. 造林	190万ha	41万ha	
c. 緑化	490万ha	182万ha	

注：実績数値については、各担当部局業務資料を参考

3. 本事業に関する法規制

インドネシアは1967年に外資法を制定した。この法律が外国資本に事業の経営を認め、その資本を保護し、輸入関税の免税等の優遇措置を与える法的根拠になっている。また、利潤の海外送金、所有権の移転、及び国有化等の措置に対する外国資本の保証、外国人技術者雇用の可能性などを規定している。前述のとおり94年抜本的規制通知が行われた。

個人または法人の外国資本による企業の設立は、大統領の認可事項であって、その手続の窓口は投資調整庁（BKPM）である。ただし、石油、金融部門はそれぞれの関係省庁が担当している。

外国投資はインドネシアの法律に基づく株式会社（Perseroan Terbatas-P.T.）を設立することになっている。外国投資法では、外国資本により設立された会社を、PMA企業と呼び、他の国内企業と別の資格を与え、外国側出資比率について極めて緩やかな規定がある。

外国及び内国投資に対して、参入を禁止している分野がある。これは投資閉鎖分野表に示されており、通称、投資ネガティブリストといわれている。最新のものは1993年6月10日に発表され、33業種が記載されている。ただし、それらの多くは、特定の条件の下では開放可（投資が可能）となる。以下に林業関係分野を記す。

- ① 森林伐採請負業（内外資ともに無条件閉鎖）
- ② ブロック・ボード（廃材を原料とする場合のみ開放）
- ③ 製材所（東チモールまたはイリアン・ジャヤに立地の場合のみ開放）
- ④ 普通の合板（同上）
- ⑤ ラタンの半製品と完成品（ジャワ島以外に立地の場合のみ開放）
- ⑥ マングローブ樹材半製品と完成品（植林と一貫生産の場合のみ開放）
- ⑦ ロータリー・ベニア（内外資共に無条件閉鎖）

今回の調査事業は造林及び未利用樹開発事業である。未利用樹開発事業では、新しく開発された木質建材である割裂片積層板の量産化のための試験事業であり、この板はこれまでの木質建材としては、どちらかといえばパーティクル・ボード（削片板）に近い、新しく開発された木質建材であるので、投資ネガティブリストには該当しない。

IV 調査対象地の概要

IV 調査対象地の概要

1. 自然条件

1-1. 位置

本試験造林事業の対象地は、東ジャワ州都スラバヤ市の南約 100kmのケデリ (Kediri) 県パーレ (Pare) 地域とマラン (Malang) 県オルジョウィランゲン (Arjowilanguh) 地域にある。経緯度上の位置は、おおむね南緯 7° 45'、東経 112° 10' である (Blitar)。当該地はグヌンクルードと称する火山の山麓にある。対象地のある地域の標高はおおむね 300～500m であるが、東ジャワには標高 1,000m 以上の地域が全体の 16% を占め、山岳地が多い。

表 4-1 東ジャワの標高別面積

単位：ha

地域	0～500m	500～1,000m	1,000m以上	計
東ジャワ	818,787	325,519	220,135	1,364,441
構成比 %	60	24	16	100

出所：インドネシア国家開発企画庁1994

1-2. 気候

本試験造林事業の対象地は、雨季と乾季のある亜暑熱赤道気候 (moist/dry semihot equatorial) に在って、平地における年平均気温は 26℃ で、月別較差は少ないが、それでも 7 月と 8 月の平均気温は若干低下する。

年降水量は、1,800～2,100mm で、12月～4月が雨季、6月～10月が乾季である。しかしながら、これら降水は平地のものであって、周辺火山の標高の高い所では上昇気流により降水量は平地より多い。

卓越風の風向は季節により異なり、一般に雨季は北西風、乾季は東南東風が主風となる。

以上のように、この地域は雨季と乾季が明瞭なため、植物気候帯としては「熱帯湿潤落葉樹林帯」に属し、インドネシアの他地域 (スマトラ、カリマンタン、ジャワ西部等) の「熱帯常緑降雨林帯」とは異なる地域である。しかし、前述のように周辺火山の山地にあっては、地形的降水量の増加により「熱帯山地多雨林帯」となっている。

本試験造林対象地域とほぼ同じ緯度にある中部ジャワの気温、降水量は次の「表 4-2 中部ジャワの気温と降水量」のとおりである。

表 4 - 2 中部ジャワの気温と降水量

	測定値	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均値
気温 (℃)	マラナ	25.6	25.6	25.9	26.4	26.1	25.6	25.0	25.3	26.1	26.7	26.1	25.9	25.9
	スマラン	25.9	25.8	26.0	26.9	26.8	26.7	26.2	26.8	27.4	27.6	27.2	26.2	26.6
降水量 (mm)	マラナ	307	287	239	185	119	79	33	36	33	91	203	236	1,849
	スマラン	372	327	244	202	144	89	63	54	88	132	201	256	2,174

出所：⑧海外林業コンサルタンツ協会、海外林業適地適木調査報告書1990

1-3. 地質・土壌

本試験造林事業の対象地は、ジャワ島東部に在って、スマトラ、ジャワ、小スンダ列島と続く「環スンダ造山帯」の内縁孤（火山帯）に属し、周辺に幾つかの火山を噴出している。

これら火山体は、第四紀の更新世から完新世に噴出した塩基性熔岩（玄武岩、輝石安山岩）、火山礫、火山灰および火山泥流等から構成されている。

一方、これら火山体の間に広がるブランタス川流域平野は、第四紀完新世の沖積層であり、この母材の上記火山噴出物が堆積したもので、ジャワの他地域に比べてもかなり肥沃である。

土壌についても、上記の火山体と平野部では異なり、火山地帯では火山噴出物起源の暗色ないし黒色のアンドソルスと、粘度移動集積層をもつルビソルスおよび比較的未成熟土の富栄養レゴソルスが主体となっている。これらは火山噴火による新しい母材の供給があるため、他の熱帯土壌に多い土壌の老化がなく、塩基飽和度も高く、一般に肥沃である。また、平野部の土壌は前述のとおり沖積土であるが、土壌群の分類では富栄養フルビソルスで、火山地帯の土壌と同様、塩基性火山噴出物を母材として、老化が進行しておらず、塩基飽和度も高い。

これら土壌群を土性の面からみると、火山地帯のアンドソルスは、壤土（loam）から砂壤土（sandy loam）であって丘陵起伏地から傾斜した山地に広がる。ルビソルスは粘土質壤土（clay loam）で丘陵起伏地に分布する。レゴソルスは砂壤土で傾斜した山地に分布する。一方、平野部のフルビソルスは砂土、壤土、粘土質壤土等と様々な土性のものがあるが、いずれも平坦ないし緩傾斜地に堆積している。

表4-3 東ジャワにおける土壌構成

単位：面積km²、構成比%

土 壌 別	面 積	構 成 比	摘 要
ルビソルス系統	16,073	32	(赤色ラトソル)
フルビソルス	8,171	17	(沖積土)
バーチソルス	5,544	11	
レゴソルス	5,013	10	(未成熟土)
地中海型赤黄色土	7,231	15	
アンドソル	2,420	5	(黒色土)

出所：インドネシア国家開発企画庁1994年資料より作成

1-4. 植 生

本試験造林事業の対象地域の自然植生は、熱帯湿潤落葉樹林帯で下記のごとく樹種にはクワ科、マメ科、キョウチクトウ科、トウダイグサ科、フトモモ科、ヤマモガシ科、パンヤ科、ホルトノキ科などの樹種が多く、これらは混交し、下層にはシダ類、イネ科、ノボタン科、マメ科、ユリ科、カンナ科、クズウコン科、ミカン科、サトイモ科などの低木と草木が優占する植生が多い。しかし、山岳地域は焼畑移動耕作地の繰返しなどによって次第に変化し、平地は農耕地となり、自然植生は変遷しつつある。

生育している主な樹種は次のとおりである。

クワ科 Moraceae

<i>Artocarpus elasticus</i> (Terap)	落葉性中～高木
<i>Artocarpus odoratissima</i> (Terap)	小高木
<i>Cudrania javanensis</i> (Tegerang)	常緑低木
<i>Ficus religiosa</i> (Bunt kalja)	中高木
<i>Ficus variegata</i> (Gondang)	落葉高木

マメ科 Leguminosae

<i>Acacia farnesiana</i> (Kembang japun)	常緑低木
<i>Afzelia pavonina</i> (Sewae sabrang)	落葉高木
<i>Afzelia lebeck</i> (Tekik)	中高木
<i>Bauhinia malabarica</i> (Bentjuluk)	常緑高木
<i>Bauhinia lomentosa</i> (Kupu-kupu)	小高木
<i>Caesalpinia sappan</i> (Sechang)	常緑低木
<i>Cajanus cajan</i> (Kachang goode)	低 木
<i>Cassia alata</i> (Ketepeng)	低 木
<i>Cassia laevigata</i> (Tajumas)	低 木

<i>Tamarindus indica</i> (Wit asam)	高 木
キョウチクトウ科 Apocynaceae	
<i>Alstonia angustiloba</i> (Pulai hitam)	大高木
<i>Cerbera manghas</i> (Bintaru)	低 木
<i>Dyera costulata</i> (Jelutong bukit)	落葉性大高木
トウダイグサ科 Euphorbiaceae	
<i>Antidesma trisperma</i> (Lumbang)	中高木
<i>Cicca acida</i> (Cherme)	常緑低木
<i>Jatropha curcas</i> (Jarak gundul)	落葉低木
<i>Jatropha multifida</i> (Jarak china)	低 木
フトモモ科 Myrtaceae	
<i>Eugenia densiflora</i> (Jambon)	河岸低木
<i>Rhodomyrtus tomentosa</i> (Kemunting)	常緑小高木
<i>Syzygium malaccense</i> (Jambu bol)	常緑高木
<i>Syzygium polyanthum</i> (Salam)	高 木
<i>Syzygium samarangense</i> (Jambu semarang)	中高木
ヤマモガシ科 Protaceae	
<i>Hakea rufescens</i> (Sida Darak)	中高木
パンヤ科 Bombacaceae	
<i>Bombax malabaricum</i> (Randu alas)	落葉高木
<i>Neasia altissima</i> (Bengan)	中高木
ホルトノキ科 Elaeocarpaceae	
<i>Elaeocarpus ganitrus</i> (Geniteri)	中高木
センダン科 Meliaceae	
<i>Aglaiia odoratissima</i> (Pasak)	小高木

注：（ ）はインドネシア名である。

2. 社会経済条件

2-1. 人口

本試験造林事業の対象地域に関係するケデリ、ブリタール、マランの3県の市を除く1993年の人口密度をみると、ケデリ県が1,417人で、他の2県の倍以上に高い。また、中央統計局(BPS)が予測した3県の市を除く1990~1998年の年人口増加率をみると、ブリタール県が0.08%で、他の2県に比べて著しく低い。さらに、3県の市を除く1990~1998年の年人口増加率0.32%を東ジャワの0.55%と比べると低い。

表4-4 人口の推移(市を除く)

単位：1,000人

県別	面積 km ²	村落数	1990年	1993年	1998年 (予測)	1993年の	年間人口
						人口密度 人	増加率 1990~98 %
ケデリ	983	344	1,344.8	1,365.0	1,384.8	1,417	0.37
ブリタール	1,652	248	1,045.6	1,048.1	1,052.2	634	0.08
マラン	4,729	406	2,236.2	2,272.4	2,309.9	473	0.41
3県計	7,344	998	4,626.6	4,685.5	4,746.9	638	0.32
東ジャワ	47,271	7,984	28,393.1	28,948.4	29,672.3	612	0.55

出所：中央統計局(BPS)1994年資料より作成

つぎに、本試験造林事業の対象地域のある東ジャワの1971年と1993年の新生児死亡率、平均寿命をみると、新生児千人当りの死亡率は108人から53人と約半減し、また、平均寿命は53歳から64歳に伸びている。この傾向は、西ジャワおよび中央ジャワもほぼ共通しているが、平均寿命の伸びについては、東ジャワが11.43歳の伸びに止まっているのに対し、西ジャワは15.19歳、中央ジャワは14.81歳と大きく伸びている。

表4-5 死亡率、平均寿命の推移

州	新生児死亡率 (新生児千人当り) 人			平均寿命 歳		
	1971 A	1993 B	A-B	1971 A	1993 B	A-B
東ジャワ	108.00	52.97	55.03	52.50	63.93	11.43
西ジャワ	153.00	71.12	81.88	44.60	59.79	15.19
中央ジャワ	128.00	54.28	73.72	48.80	63.61	14.81
インドネシア	130.00	58.14	71.86	58.14	48.50	9.64

出所：インドネシア国家開発企画庁1994年資料より作成

2-2. 教 育

インドネシア政府は、近年教育の振興に特に重点をおいて進めている。その結果、識字率に例をとってみても、1971年から1993年の間に国全体で71%から84%に上昇している。しかしながら、これを州別にみると、開発の特に遅れている州を除いては、本試験造林事業の対象地のある東ジャワは 64.06%から 77.31%に上昇はしているが、西ジャワ、中央ジャワに比べて低いことがわかる。

表 4-6 識字率の推移

州	識 字 率 (%)	
	1971	1993
1. ア チ エ	76.73	98.74
2. 北 スマトラ	85.88	92.40
3. 西 スマトラ	83.77	92.32
4. リ ア ウ	79.55	90.12
5. ジ ャ ン ビ	78.84	89.49
6. 南 スマトラ	83.07	90.88
7. ベ ン ク ル	76.73	89.05
8. ラ ン ポ ン	79.55	89.55
9. ジ ャ カ ル タ	83.77	95.91
10. 西 ジャワ	73.21	87.30
11. 中 央 ジャワ	64.76	81.27
12. ジョクジャカルタ	データ無し	79.90
13. 東 ジャワ	64.06	77.31
14. 西カリマンタン	59.13	77.33
15. 中央カリマンタン	79.55	90.91
16. 南カリマンタン	78.14	89.81
17. 東カリマンタン	76.03	89.88
18. 西スラウェシ	90.81	95.37
19. 中央スラウェシ	81.66	89.04
20. 南スラウェシ	61.24	81.38
21. 南東スラウェシ	68.28	82.39
22. バ リ	59.84	76.44
23. 西ナサテンガラ	52.09	69.66
24. 東ナサテンガラ	62.65	82.39
25. マ ル ク	78.14	92.60
26. イリアンジャキ	48.57	68.74
27. 東チモール	30.00	45.14
インドネシア	71.00	84.00

出所：インドネシア国家開発企画庁1994年。資料より作成

2-3. 国民総生産額

本試験造林事業の対象地のある東ジャワにおける国民総生産額について、1975年と1990年と比較してみると、総生産額は15倍と飛躍的に増大し、1人当り総生産額についても13倍と増大した。しかし、インドネシア全体および、西ジャワ、中央ジャワの総生産額の倍率と対比してみると相対的に高いとはいえない。

表4-7 国民総生産の推移

単位：州総生産額百万ルピア、1人当り総生産額ルピア

州	州 総 生 産 額			1 人 当 り 総 生 産 額		
	1975	1990	倍率	1975	1990	倍率
東 ジャ ワ	1,881,520	29,142,742	15	69,459	879,042	13
西 ジャ ワ	1,547,096	27,945,376	18	64,345	789,898	12
中央ジャワ	1,178,660	19,535,391	17	50,441	685,049	14
インドネシア	9,239,066	159,629,900	17	70,689	890,821	13

注：US \$1.00=Rp. 24.48 (1995年3月21日)

出所：インドネシア国家開発企画庁1994年資料より作成

また、本試験造林事業の対象地のある東ジャワにおける、農業・工業・サービス業の生産額、構成比について、1975年と1990年と比較してみると、農業の占める割合が43%から25.5%と減少したのに対し、工業は11.8%から21.5%に増大している。この傾向は、西ジャワおよび中央ジャワもほぼ共通しているが、東ジャワにおける農業の割合の減少が著しい。

表IV-8 農業・工業・サービス業の生産額、構成比の推移

単位：%

州	1975			1990		
	農 業	工 業	サ-ビス業	農 業	工 業	サ-ビス業
東 ジャ ワ	43.0	11.8	45.3	25.5	21.5	53.0
西 ジャ ワ	38.6	9.2	52.2	24.5	23.5	52.0
中央ジャワ	43.8	9.6	46.6	33.8	17.3	48.9
インドネシア	40.0	9.5	50.5	25.9	19.7	54.4

出所：インドネシア国家開発企画庁1994年資料より作成

2-4. 道 路

産業発展のバロメーターともいえる単位当り道路密度について、本試験造林事業の対象地のある東ジャワの1971年と1990年を対比してみると、県道においては、155.5km/千km²から486.8 km/千km²と飛躍的に伸びたのに対し、州道においては56.6km/千km²から50.9km/千km²と逆に減少している。州道における減少は、州道規格が厳しくなったためと予想されるが、インドネシア全体および西ジャワ、中央ジャワにおいて僅かであるが伸びているのに東ジャワが減少しているのは注目される。

表4-9 県道、州道の推移

単位：延長km、密度km/千km²

州	県 道				州 道			
	1971		1990		1971		1990	
	延 長	密 度	延 長	密 度	延 長	密 度	延 長	密 度
東 ジャ ワ	7,454	155.5	23,326	486.8	2,714	56.6	2,438	50.9
西 ジャ ワ	4,736	102.3	17,946	387.6	1,828	39.5	2,028	43.8
中央ジャワ	7,087	207.2	18,159	530.9	1,801	52.7	1,838	53.7
インドネシア	54,284	28.3	225,611	117.5	24,466	12.7	38,099	19.9

出所：インドネシア国家開発企画庁1994年資料より作成

3. 森林資源の現状

本試験造林事業の対象地のある東ジャワの林種別面積は、「表4-10 インドネシアおよび東ジャワの林種別森林面積」のようになる。これによると、東ジャワの面積がインドネシア国土面積に占める割合は2.5%であるのに対し、東ジャワの森林面積がインドネシア全森林面積に占める割合は1.2%と低い。

また、インドネシアの森林率は58.8%であるのに対し、東ジャワにおける森林率は28.1%と著しく低い。さらに、インドネシアの生産林面積（インドネシアでは傾斜および年間降水量をもとに計量された指標により、生産林と制限生産林に分けている）が全森林面積に占める割合が17.5%であるのに対し、東ジャワのそれは17.7%で僅かに高い。

これらのことから、東ジャワは森林率の低い割合には、林業生産の活発な地域ということができ、将来への期待のもてる場所である。このことは、東ジャワに1856年にチーク(*Tectona grandis*)を導入するためツンパン・サリ(Tumpang-sari)方式による人工造林が行われたことでもうかがうことができる。

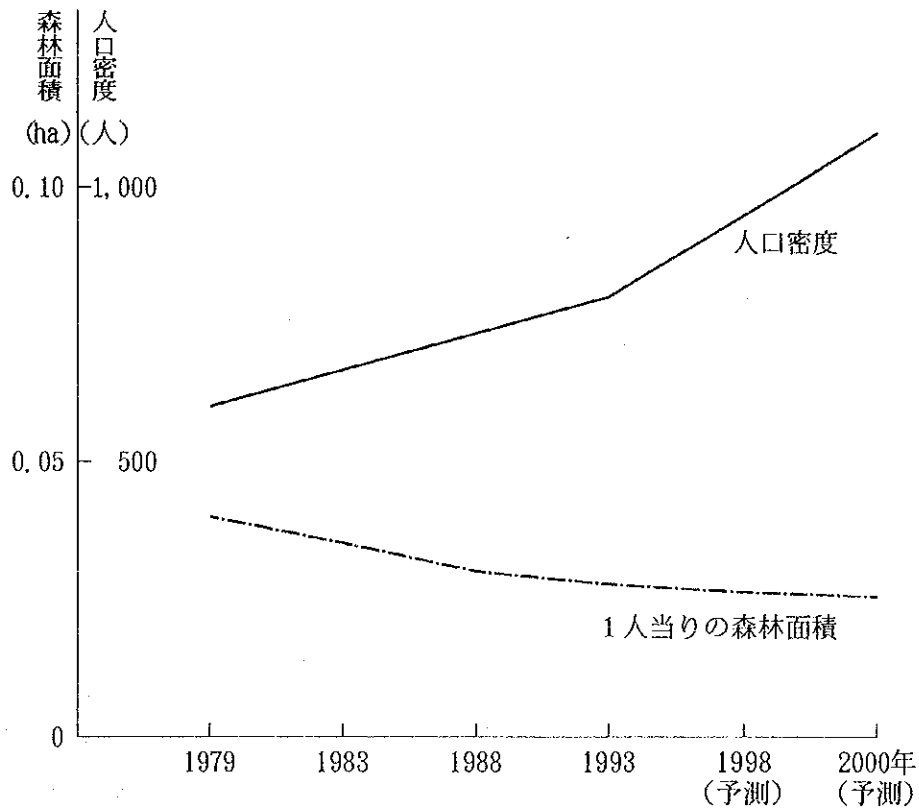
表4-10 インドネシアおよび東ジャワの林種別森林面積

単位：ha

	全面積	保安林	自然公園	制限付生産林	生産林	計
東ジャワ	4,791,970	255,818	245,337	0	847,082	1,348,237
インドネシア	192,738,878	29,649,231	19,152,885	29,570,656	33,401,655	111,774,427

出所：Forestry Statistics of Indonesia 1990

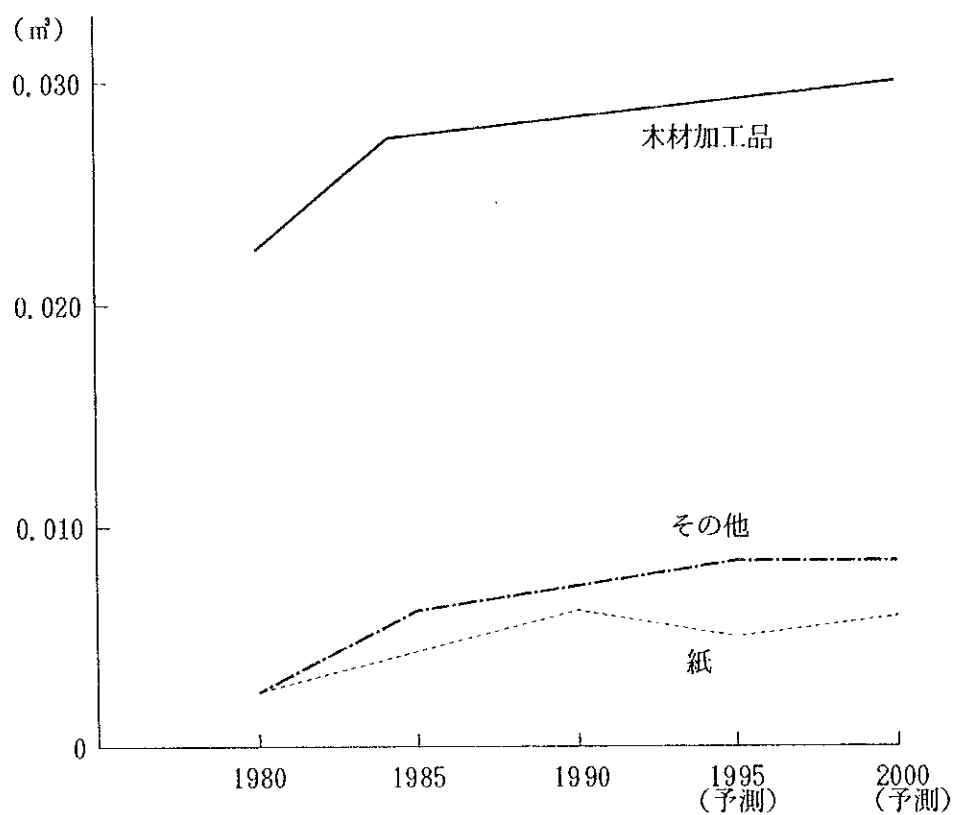
つぎに、本試験造林事業の対象地域のある東ジャワの森林資源量の推移を把握することは、関係する統計がなく、将来の資源量を予測することはできない。しかし、「図4-1 東ジャワの人口密度と1人当り森林面積の推移」および「図4-2 東ジャワの1人当り木材消費量の推移」でわかるように、東ジャワにおいては、1人当り森林面積が減少しているのに対し、1人当り木材消費量は増大してきていることから、木材需給のバランスがとれなくなることが心配されている。



出所：林業公社 (Perum Perhutani)

一般計画1979~1998年より作成

図4-1 東ジャワの人口密度と1人当り森林面積の推移



出所：林業公社 (Perum Perhutani)

一般計画1979～1998年より作成

図4-2 東ジャワの1人当り木材消費量の推移

V パーレ未利用樹開発試験事業計画

V. パーレ未利用樹開発試験事業計画

1. 事業構想

1-1. 事業の目的

本未利用樹開発試験事業計画の目的は次のとおりである。

- ① 本邦産の2、3の樹種について実験室的に既に成果が明らかになり、その事業化が計画されている割裂片積層板のための試験成果を基礎にして、熱帯産の木材を原料として割裂片積層板を生産するための技術的な問題点を把握するため、試験事業を行なう。
- ② 原料としては、市場材としてよく知られていない、小径木や残廃材といったいわゆる未利用樹種を利用する。さらに、この割裂片積層板は技術的にも小径の木材を利用するほうが有利である。このように、小径の未利用樹種をむしろ選択的に原料とすることのできる割裂片積層板は、木材がどちらかという粗放に扱われている熱帯地域で生産されることの意義は大きい。
- ③ この試験事業とともに計画されている造林試験事業では、その目標を小径木の永続的な安定供給にしているため、両事業の進展により、環境に負担をかける事無く、木材製品を安定供給することができる。
- ④ 申請企業は、割裂片積層板を全量、姉妹企業において、利用することが、決定済みであるため、事業生産に移っても、製品の販売に不安がないことも、この試験事業を計画するための動機になっている。
- ⑤ 本試験事業は、試験造林事業とともに、木材工業技術者を含めて、若年労働者の雇用拡大に貢献出来る。

1-2. 事業の試験性について

① 割裂片積層板とはなにか

まず、始めにこの試験事業の対象となる割裂片製造技術について説明したい。

割裂片板は、木材を細く棒状に割裂して、それらを一定の方向に配列して成型し、圧縮して製造する木質材料の一種である。これは、最近、森林総合研究所の藤井毅研究室長らによって本邦材を対象に開発され、実験室的にはその可能性が確かめられ、現在大きな問題となっている小径木の有効利用の手段として、注目されるようになり、事業化の準備がされている割裂片積層板の着想を基礎にしている。

その特徴は strand すなわち、この木質材料を構成する単位となる細い棒状の木片の作り方に独自性がある。それは小径の木材、小枝でもよい、を圧縮しながら軸方向に割裂して作ることにある。このことによって、木材の組織は切断されることが少なく、木材そのものの強さが残されやすいので、木材の性質の効果的な利用ができると考えてよい。

この方法によると、切削をしないため、鋸による切削に比較して、鋸屑などの歩留まりを低下させる要素を激減することができるので、資源の有効利用に貢献できる。

さらに、この木片の配列を任意の方向に配列して、成型し、圧縮することにより、任意の方向に強い木質材料を生産することが出来る。使用する樹種、圧縮圧力、接着剤の種類、割裂片の配列などを変化させることによって、希望する性質を持つ木質材料を作ることができる。

② 未利用樹開発試験事業の意義

上述したように、割裂片積層板は少数の本邦樹種、スギおよびヤナギ類、については実験室規模の試験によって、いわばその基本的な生産技術は、既に公表されているように、その可能性は確かめられている。この成果に基づいて、その事業化が計画されているが、現在のところ、事業生産は実施されていない。実験室規模の技術開発を事業化するためには、他の多くの新しい技術の事業化の例をみる迄もなく、解決しなければならない問題を予想しなければならない。

多くの木材企業を事業化する際に、一般的に、大きな問題の一つになるのは、その原材料の調達である。一定水準の技術を持つものにとって、原材料についての量、質および価格についての不安がないような条件は極めて幸運なものであるといえる。割裂片積層板の場合は、小径の木材が利用できるという大きな利点があるが、一方で、このことは、一般的には、小径の木材を大量に集荷しなければならないという、大きな問題を抱えることになる。しかし、計画中の地域は、幸いなことに、広い範囲にわたってインドネシア林業公社所有地の中に所在しており、農民は林業公社の管理のもとで、ツパンサリ方式という同国独特のアグロフォルストリー活動を行なっている。したがって、林業公社との連携によって、現存する林地のなかで、農民の利益をそこなう事無く、大量の小径木の永続的な集荷が期待できるという大きな利点を持ち、原料確保という難問題を解決できることになる。

この試験事業は、インドネシアの東ジャワで計画されている。よく知られているように、インドネシアのような熱帯の国々においても、天然林からの大径木の入手は容易ではなくなっており、かつ、経済状況の向上に伴い、木材に対する需要も増加してきている。したがって、わが国の場合とはその程度は違うとしても木材事情は逼迫の方向に向かっているといえる。

同国においては、木材事情の逼迫を緩和するために、林業公社は、広範囲にわたって種々の樹種を造林してきており、すでに、造林木の多くは市場に出回っている、しかし、小径の木材が多く、その利用歩留まりは低く、20%、よくても25%となっている。この比率を上げるためには、現在、残廢材となっているものの有効利用が欠かせない。

一方で、熱帯地域では、よく知られているように、樹木の成長は極めてよく、造林地での

成長量は、優にわが国のその十倍を越えることも多い。現在インドネシア国の林業公社が進めているツンパンサリ方式の林業形態を、試験造林事業計画が目標とするように、改良を加えて、現在木材利用の対象とは考えられていない、小径木が利用できるような体系ができれば、現在の同国の林業事情に影響を及ぼす事無く、割裂片積層板生産事業のための原料供給は十分に行なうことができる。

さらに、原料確保のために有利な点は、現在、粗放な林業生産のため、有効利用がされていない林地残材の利用が期待できるのみでなく、周辺工場から出されている工場残材の利用も計れることである。これらは、未利用樹の有効利用に大きく貢献するはずである。

③ 事業の試験性について

本試験事業においては、既に、本邦産の2、3の樹種について実験室的に開発された割裂片積層板生産技術を基本としているが、次の3点が大きな問題点となる。①南洋材は、国産材とは材質的に大きな違い（とくに交錯木理の存在）をもつので、割裂片製作では問題が起きるはずである。②成長の早い広葉樹の木材に発生が多い引張りアテ材を原因としておきる捻れ、狂いなどの欠点が発生する。③この事業の目標は寸法安定性と強度の均一性が要求される家具、建材用の芯材料としてのボードである。一方、基本となる割裂片積層板はどちらかということ、一方向の強度性能に優れている柱材を主な目標としているが、寸法の安定性がやや劣っている。これらの樹種の材質特性を考慮した割裂法の開発、乾燥スケジュールの設定、接着特性の解明などの基礎的な試験が必要である。

この試験事業が基本としようとする割裂片積層板生産技術は、現在のところ実験室的には確立されたといえるが、まだ、事業的規模の生産は行なわれてはいない。したがって、実験室から事業への移行には、前例がないため、他の生産技術の事業化の際にも多くみられるように、多くの予想できない問題が発生するはずである。上述したように、目標とする性能に、違いがあるため、異なった視点からの試験が必要である。とくに、実用寸法のボードの材質の均一性と寸法の安定性を確保するための試験が欠かせない。

本試験事業が基本とする割裂片積層板生産技術は国産材を対象にしているものであるが、この試験事業では高温、高湿度の地域に生育する樹種を試験の対象にしている。対象になる小径木は、心材が未形成で、澱粉の含有量が高いため、黴、腐朽、さらに、虫害にさらされやすい。かつて、東南アジアからゴムのパルプ用チップ材の輸入が試みられたが、大量のチップ材が菌により害を受けて大きな問題となったことは周知の事実である。生物害を簡単に受ける大量の小径木を集荷して、船積みして日本へ運び、試験を行なうことは全く考えられない。事業対象地は上述したように、小径木が生産される地域内に位置しており良質の試験材料を短期に、大量に集めるためには、最善のところに位置している。

以上を取りまとめて、次の表にしめした。

<p>現状の問題点</p> <p>割裂片積層板 導入の問題点</p>	<p>木材需要の増加にともない資源の減少が目立つようになってきている。現在集成材の原料としている造林樹種の入手は将来難しくなる。一方で、造林木の直径は小さく、そのために、製品の歩留まりは低い。現在の製品である集成材を現在の材料を使って生産するかぎりでは、歩留り向上はこれ以上望めない。したがって、現在未利用の材料を求め、さらに、それを有効に利用するための技術の開発が必要である。</p> <p>割裂片積層板は小径の木材をむしろ歓迎するので、この技術の導入により、材料についての問題が解決できるし、また、大幅な製品歩留り向上が期待できる。しかし、この技術は、現在では、実験室的なもので、事業規模で試みられてはいない。さらに、材質的に違いのある南洋材での試験はまだ行なわれてはいない。さらに、製品が板であるため、要求される性能が国産材を利用する割裂片積層板とは目標に若干の違いがある。</p>
<p>試験結果の目標</p>	<p>水分の影響を受けやすい木材を高温多湿の熱帯で、細い割裂片を基本材料に使う本試験では、水分との関連で起こる、狂い、接着不良、割裂片積層板の不均質性などに対する対処法は、全ての項目の試験実施に当たって、中心課題である。製品としては、当初は造作用の3種の厚さ(2,3,4cm)長さ240cm,120cmの割裂片積層板生産を目標とする。その品質の基準としては、造作用の集成材のそれを目標とする。現在、同地域において操業している集成材工場での製品歩留りは20%~25%と低いが、割裂片積層板については、50%を当初の目標とする。</p> <p>強度の均一性と寸法安定性に関する目標値は、それぞれ次の通りである。</p> <p>(1) 強度の均一性</p> <p>①接着力：パーティクルボードの1.5kgf/cm²</p> <p>②水平せん断力：構造用単板積層材日本農林規格の最低値30kgf/cm²</p> <p>③曲げ強さ：パーティクルボードの最低基準値82kgf/cm² (縦・横)</p> <p>④木ネジ保持力：素地パーティクルボード 31kgf以上</p> <p>(2) 寸法安定性</p> <p>①吸水厚さ膨潤率：素地パーティクルボード20% 以下</p> <p>②吸湿性・比重・含水率：とくに基準はないが、膨潤率に関係するためデータ把握のため必要あり。</p>

2. 試験設計

2-1. 試験項目

試験項目ならびにその内容を次の表に示した。

<p>① 割裂性試験</p>	<p>主として割裂片板製作のために必要な各樹種の材質特性の試験を行なう。南洋材に特徴的にあらわれる交錯木理の度合いと割裂性との関係にとくに注目する。</p> <hr/> <p>使用機械 大割りスリッター 2台 小割りスリッター 2台 クロスカット 1台</p> <hr/> <p>小径木については 条件：断面寸法 4 大割り：15mm, 10mm, 小割り：4mm, 3mm 割裂速度 3 計 12条件 使用木材量 6 樹種×12条件×1 m³=72 m³</p> <hr/> <p>製材工場残材および乾燥材については 条件：軟化处理 3 (温水浸漬 煮沸 減・加圧注入) 断面寸法 (mm) 4 (15×4、15×3、10×4、10×3) 割裂速度 3 (15、30、90cm/sec) 計 36条件 使用木材量 2 種×36条件×1 m³=72 m³ 木材総使用量 144 m³</p> <hr/> <p>目標値 ①ストランド長と矢高の比 100 : 5 ②歩留り 樹皮を除いた原木の 95%</p>
<p>② 乾燥試験</p>	<p>交錯木理があるために予想される乾燥による狂いの発生の調査ならびにその防止策の検討、小径材および難乾燥材についてそれぞれ行なう。</p> <hr/> <p>使用機械 台車 12台</p> <hr/> <p>条件：割裂片の断面寸法 2 4 mm, 3 mm 乾燥スケジュール 4 天然乾燥と人工乾燥の組合せ 2 計 16条件 使用木材量 小径木 6 種×16条件×1 m³ = 96 m³</p>

	<p>残廃材 2種×16条件×1 m³ = 32 m³ 計 128 m³</p> <hr/> <p>目標値 ①ストランド長と矢高の比 100 : 10 ②含水率 3%以上 6%</p>
③ 接着試験	<p>物理的性質の試験を行なって、未利用樹種であるため、各樹種の接着特性、とくに、割裂片板製作に当たって、指針になるようなものは、明らかになってはいないので、基礎的な資料を得て、最適な接着条件を求める。</p> <hr/> <p>使用機械 ホットプレス 1台</p> <hr/> <p>条件：割裂片の断面寸法 2 (3 mm, 4 mm) 割裂片の配向 3 平行、直交 (1 : 1)、(2 : 1) 圧縮率 4 1, 1.5, 2, 3 (倍率) 接着剤 1 尿素樹脂接着剤 接着剤塗布量 3 5, 10, 15 (%) 試験片の厚さ 3 2, 3, 4 cm 割裂片の長さ 3 25, 50, 100cm 計 648条件</p> <p>木材使用量 下記の試験項目に示す試験片の必要量は各条件ごとに120cm×240cmの板製品0.5枚に相当する。</p> <p>使用木材量 小径木 6種×648条件×0.0864 m³ = 336 m³ 残廃材 2種×648条件×0.0864 m³ = 112 m³ 計 448 m³</p> <hr/> <p>試験片と目標値 各試験には以下のような寸法の試験片を100個ずつ使用する。 接着力 (試験片 5 cm×5 cm) 水平剪断力 (試験片 3 cm×18 cm) 吸水厚さ膨張率 (試験片 5 cm×5 cm) 吸湿性 (試験片 3 cm×3 cm) 密度 (上述ノ試験片ヲ利用) 含水率 (")</p> <p>など製品のもつ品質を、上述の条件を組合わせて試験し、製造条件と製品の品質との間の関係を明らかにする。</p>

	<p>目標値</p> <p>接着力：パーティクルボードの1.5kgf/cm²</p> <p>水平せん断力：構造用単板積層材日本農林規格の最低値 30kgf/cm²</p> <p>吸水厚さ膨潤率：素地パーティクルボード 20%以下</p> <p>吸湿性・比重・含水率：とくに基準はないが、膨潤率に関係するためデータの把握の必要がある。</p>
④ 強度試験	<p>割裂片の長さおよびその配向方向に考慮して試験する</p> <p>条件：割裂片の断面 2（上述）</p> <p>割裂片の長さ 3（上述）</p> <p>割裂片の配向方向 3（上述）</p> <p>圧縮率 4 1, 1.5, 2, 3（倍率）</p> <p>接着剤 1（上述）</p> <p>試験片の厚さ 3（上述）</p> <p>接着剤塗布量 3（上述）</p> <p>計 648条件</p> <p>木材使用量 下記の試験項目に示す試験片の必要量は各条件毎に120cm×240cmの板製品1.5枚に相当する。</p> <p>使用木材量</p> <p>小径木 6種×648条件×0.2592m² = 1,008m²</p> <p>残廃材 2種×648条件×0.2592m² = 336m²</p> <p>計 1,344m²</p> <hr/> <p>試験片と目標値</p> <p>各試験には以下のような寸法の試験片を100個づつ使用する。</p> <p>曲げ強さ試験（試験片 64cm×64cm×100個）</p> <p>木ネジ保持力（試験片 5cm×10cm×100個）</p> <p>などの試験を行なって製品の強度性能向上のための条件を求める。</p> <p>目標値</p> <p>曲げ強さ：パーティクルボードの最低基準値 82kgf/cm²（縦・横）</p> <p>木ネジ保持力：素地パーティクルボード 31kgf以上</p>
*、** ⑤寸法安定性試験	<p>①～④の試験の結果から各々の最適条件が明らかになるので、それらの最適条件を組み合わせる板を製作して、その寸法安定性を試験する。</p> <hr/> <p>使用機械 成板ライン 1式、サンダー 1台 クロスカット 1台</p> <hr/> <p>120cm×240cmの割裂片ボードから試験片を取り、試験を行なう。</p>

条件：割裂片の断面	2（上述の15×4，15×3，10×4，10×3 mmの中から2条件を選ぶ）
割裂片の長さ	2（上述の25，50，100cmの中から2条件を選ぶ）
圧縮率	2（上述の1，1.5，2，3の中から2条件を選ぶ）
製品の厚さ	3（上述の2，3，4 cm）
	計 24条件
* 木材使用量	
小径木	6種×24条件×17.28 m ³ = 2,489 m ³
残廃材	2種×24条件×17.28 m ³ = 830 m ³
	計 3,319 m ³

試験片と目標値	
接着力	パーティクルボードの1.5kgf/cm ²
水平剪断力	構造用単板積層材日本農林規格の最低値30kgf/cm ²
吸水厚さ膨張率	素地パーティクルボード20%以下
吸湿性・比重・含水率	特に基準はないが、膨潤率に関するためデータ把握の必要あり
曲げ強さ	パーティクルボードの最低基準値82kgf/cm ² （縦・横）
木ネジ保持力	素地パーティクルボード 31kgf以上
などの試験をそれぞれ各樹種、各条件ごとに100枚の板を製作し、それらから試験片を採取して行なう。	

註*：①厚さ30mmの試験ボードの1日あたりの生産可能量は、厚さ×1.2×2.4×（1時間当たりの圧縮回数）×操業時間×プレスの段数で算出される。

②製品厚さを30mmとすると、熱圧圧縮時間は30分で、1時間当たり2回となる。操業時間8時間のうち、前後1時間を機械の立ち上げ、割裂片の成板、機械の洗浄、停止などに用いると、圧縮作業は6時間、プレスを10段とすれば1日の生産可能量は10.4 m³となる。20mm厚さでは圧縮時間は20分、40mm厚さでは40分必要で、いずれも10.4 m³となる。

③全試験板から60枚を任意に抽出し、50枚を個々の試験板間の性能およびその変動を調査する。残り10枚の板によって個々の試験板内の性能とその変動を詳しく調査する。

④試験用板作製に必要な時間から考えて、1日で1試験条件に必要な試験板が作製できる。

**：寸法安定性試験片の採取法（図1，2）

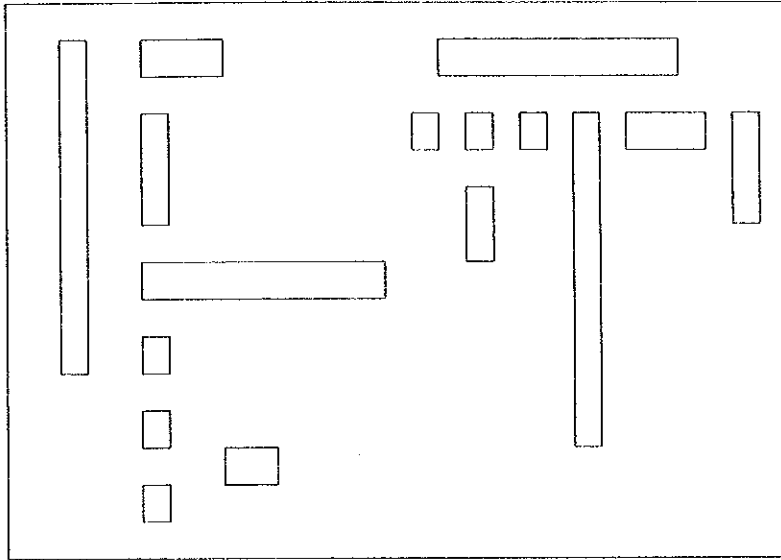


図5-1 異なる試験体間性能分布の試験片採取例

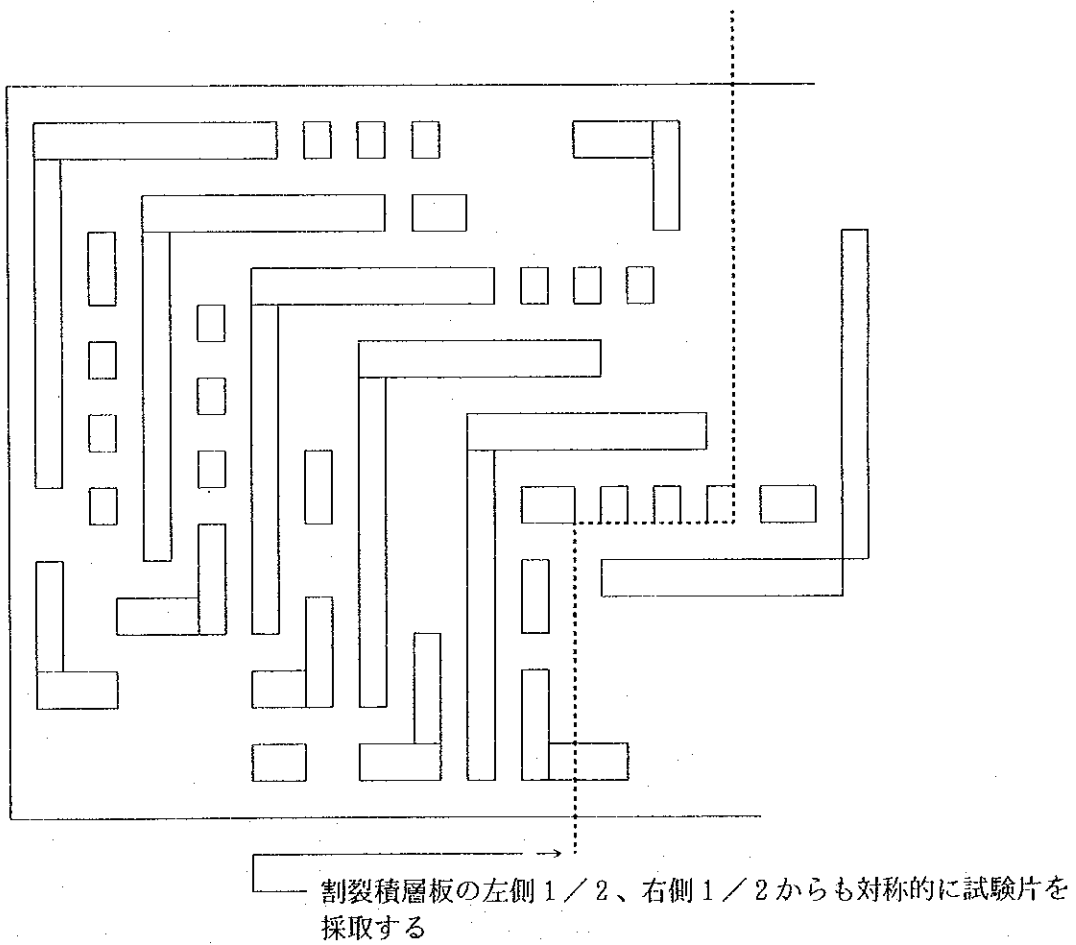


図5-2 同一試験体内の性能分布の試験片採取例

2-2. 試験対象樹種の選定

本試験事業では、既に、述べたように、小径木が大量に、安定供給される必要があるため、どちらかといえば、早期に収穫が期待できる樹種が選ばれている。このような樹種は比重が低くなるものが多い。したがって、このようなものからの製品、特別に強く圧縮しない限り、製品の比重は低くなり、現在需要の多い低比重のパネルのようなものには、利用しやすい。しかし、用途によってはやや比重の高いものが望まれることが予想される。そのため、比重がやや高いと考えられている樹種も試験には含まれるべきである。

周辺の工場からの残廃材を有効に利用するために、それらを材料とする技術の開発も必要である。これらの樹種は、メルクシマツとセンゴンラウトに限られている。製材工場からのものについては含水率がやや低下しているのみであるが、集成材工場からのものについては、含水率がかなり低くなっており、かつ、接着剤が塗布されている可能性が高いことから、別の観点から、樹種の違いと同等に考慮すべきである。

製材工場からの残廃材および集成材工場からの残廃材（樹種は何れもメルクシマツ：*Pinus merkusii*およびセンゴンラウトである）を含めた。前者は比較的含水率は高いが、後者は乾燥材であり、場合によっては、接着層が含まれる。

これらの観点から次のような樹種を選択した。

小径木 6種

<i>Acacia mangium</i>	アカシア マンギウム
<i>Albizia falcataria</i>	センゴン ラウト
<i>Entolobium cyclocarpum</i>	センゴン ブトー
<i>Gmelina arborea</i>	メリナ
<i>Leuceana leucocephala</i>	ラムトロ、イピルイピル
<i>Pterocarpus indicus</i>	アンサナ

注：バルサ、キリは試験造林では対象とするが、本試験では材の入手が間に合わないので対象外とする。

残廃材

<i>Albizia falcataria</i>	センゴンラウト
<i>Pinus merkusii</i>	メルクシ松

南洋材および上述の試験対象樹種の材質について

南洋材のうち、とくに、未利用樹種といわれているものは、一般的には、特定の用途を持たない。産地国で伐採されても、雑用材あるいは燃料にされたりすることが多く、また、場合によっては、伐採跡に放置されたり、燃やされたりしている。したがって、輸出市場に登場することは少なく、工業国での利用のための加工技術研究の対象となることが少ない。したがって、

その材質の特性についても、十分には知られてはいない場合が多い。さらに、この試験のように、新しく開発された技術によって、木材がどのように利用できるか、未知数である。

この試験のなかで、南洋材の材質の上から、とくに重点をおかなければならない点を挙げてみる。

- ① 南洋材の多くの樹種に交錯木理があることである。このため、木材を軸方向に、とくに放射断面で割裂することが非常に難しいことが多い。この製造技術は基本的には優れているものであるが、その中心となる割裂片製造が文字通り割裂によっているので、交錯木理を持つことの多い南洋材の利用の際には、それに対する対策が必要である。
- ② 材料となる小径の木材は、国産材の間伐木でもよく問題になるように多くの欠点をもっている可能性がある。なかでも、引張アテ材の発生と節の存在について注目して試験を行なう必要がある。
- ③ 未利用樹の材質についての既存の試験結果は少なく、また、あっても、ほとんどが天然生の大径木からの木材についてのものであって、早生の造林木についてのもものではさらに少ない。割裂片の生産のためには、最低限、それに直接関係のある材質の試験をする必要がある。

試験対象樹種の材質

Acacia mangium

アカシア マンギウム

世界の熱帯で、早生樹種として広い範囲にわたって植栽されているが、その目的は主として、パルプおよび薪炭用であった。成長はよいが、早期に心材の変色が、さらにその腐朽が問題視されている。素材としての木材利用を考慮した場合にこのような点は歓迎されるものではない。現在のところ、木材としての利用はよく知られていない。心材と辺材の色調差が比較的若い時期から認められる。心材は黄褐色で、心材の変色がみられることが多い。木理は浅く交錯する。気乾比重は0.56である。

用途はパルプ、薪炭材等が知られている。

Albizia falcataria

センゴン ラウト

熱帯アジアあるいは太平洋地域などで、当初はパルプ材生産を目的とした早生樹種として広い範囲にわたって植栽されるようになったが、軽軟で加工し易く、淡色である。また価格が低かったので、種々の製品の芯材として用いられるようになり、さらに、造林面積が広がるようになってきた。とくに、日本ではナンヨウギリという名前が付けられ、家具用の芯材料として、知名度は高くなってきているが、それでもよく知られている市場材のような扱いは受けていない。これは、どちらかということ、製品の表面に使われないからである。心材と辺材の間の色の差ははっきりしないことが多い。木材の色は白色の場合もあるが、淡褐色、淡桃褐色などである。木理は交錯する。軽軟で、加工しやすい。気乾比重は0.32であ

る。

用途は家具の芯材あるいは内装材の芯材等が多い。

Entolobium cyclocarpum センゴン ブトー

わが国においては、この木材はほとんど知られていない。上述のようにインドネシア名がついているが、これはガナカステと呼ばれる熱帯アメリカ産の樹種である。かつては、産地国のみではなく、米国にも輸出されて、木材として利用されていたという記録がある。この木材は、熱帯アジア等にも広く植栽され、また木材が木彫等によく使われているレインツリーに非常によくにているので、木彫などに用いられているだろう。心材と辺材の色の差はあきらかで、前者は、褐色を帯びておりしかもその色に変化があるので、細工物等には好まれるだろう。現在インドネシアに植栽されているものは、まだ樹令が低いので、心材が形成されてはいないので、ほとんど白色といってよい。軽軟で、加工しやすい。木理は通直か交錯する。気乾比重は0.35である。

用途としては、各種の芯材あるいは彫刻品が考えられる。

Gmelina arborea メリナ

成長の早いことから、世界の熱帯でパルプ用に植栽されている。素材の木材としての大規模な利用は余り知られてはいない。心材と辺材の色の差はあまりなく、木材はクリーム色、淡黄褐色などである。木理は通直か交錯する。軽軟である。気乾比重は0.47である。

用途としては、軽構造物、彫刻用等が知られているが、大面積に造林されて、パルプ用に使われているのが、最も知られている。

Luceana leucocephala イピル イピル、ラムトロ

成長の早いことから、世界の亜熱帯、熱帯地域では燃料用に植栽されることが多い。また、葉が家畜の飼料となることでも知られている。木材としての用途は丸太のままで使われる程度である。心材と辺材の色の差ははっきりとしており、心材は褐色で、どちらかというやや重い木材で、気乾比重が0.60をこえる。木理はやや交錯する。

用途は薪炭材が主である。

Ochroma lagopus バルサ

熱帯アメリカ産である。世界で最も軽い木ということで、よく話題になる樹種である。軽いことを利用して模型、絶縁体など特殊な用途があることでよく知られている。この目的で、熱帯各地で植栽されているが、とくに面積は多くない。心材は淡褐色か、やや赤みを帯びるが、辺材はほとんど白色である。軽軟で、加工しやすい。気乾比重は0.13-0.22である。木

理は通直である。

用途は特殊であるが、熱、音、振動などに対する絶縁材としてよく知られている。模型、芯材等にも使われている。この計画のなかでは、極軽量の板を製作する試みがされる。

Paulownia tomentosa キリ

この計画のなかでは、キリ類のどの種を用いるか決まっていないので、国産のキリについて述べる。よく知られているように、キリは国産樹種の中では、もっとも軽軟な木材である。国内でもよく植栽されているが、南米や米国にも植栽されたものがあり、現在ではそれらが大量に日本へ輸入されている。心材と辺材の色の差はほとんどなく、白色、あるいはやや褐色を帯びる。時に、やや紫色を帯びることがある。木理は通直である。軽軟で、気乾比重は0.30である。

用途は家具、中でもタンス用材としては定評がある。その他、器具、建具、彫刻など、軽軟で加工しやすいことが必要な物に用いられる。

Pterocarpus indicus アンサナ

アンサナというインドネシア名は馴染みが少ないが、ナーラあるいはカリンという名前を聞くと理解できるはずである。熱帯アジア産の銘木の一つとしてよく知られている。

この計画のなかでは、やや比重の高い樹種の試験をするために選ばれている。

心材と辺材の色の差は明らかで、前者は褐色、黄褐色、あるいは赤褐色である。しばしば、色の濃淡があり、それが材面の美しさをさらに高めている。木理は交錯する。木材は、重硬の度合いは中位といえ、気乾比重の値は成長の良否によって大きく変わることがあるが、0.60程度と考えられる。

用途は装飾用を目的としたもの、家具、内装、キャビネット、唐木細工、和楽器などに珍重される。

2-3. 事業予定地

インドネシア国 東ジャワ パーレに所在する セルバグナ・プリマ社の集成材工場に隣接する同社所有地において試験事業を行なう。

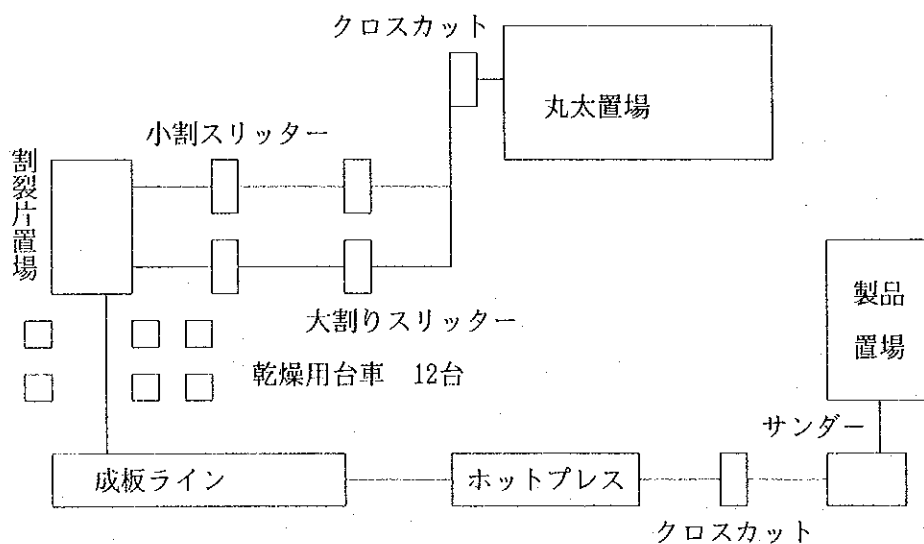
3. 実施計画

3-1. 施設資機材整備計画

建設ならびに設置する建物、施設、装置は次のようなものである。

種別	名称	備考	数量
建物	工場建屋	38m×70m	1
	事務所	15m×10m	1
機械・施設	大割りスリッター	割裂片の製造	2
	小割りスリッター	〃	2
	乾燥用台車	6㎡用	12
	ホットプレス	1.2m×2.4m 10段	1
	成板ライン	接着剤塗布用ミキ、型板搬入機、成型機 成型機制御盤、金型バルブ供給装置、 整形ボックス等各一を含む	一式
	サンダー		1
	クロスカット		2
	搬送ライン	コンベア類	一式
	ボイラー		1
	コンプレッサー	エアドライヤー込み	2
	集塵装置		一式
	外部配電		一式
	内部配電		一式
配管	蒸気、圧縮空気、水道	一式	
発電機		1	
車両	フォークリフト	2トン	1

3-2. 主要機械配置図



3-3. 資材および作業量の年度別使用量

種 類	1 年次	2 年次	3 年次
原料用木材*	870 m ³	1,194 m ³	3,319 m ³
（小径木）	(616 m ³)	(896 m ³)	(2,489 m ³)
（残廃材）	(254 m ³)	(298 m ³)	(830 m ³)
接着剤**	17,400kg	23,880kg	66,380kg
作業員***	1,900人	1,800人	4,200人
	内訳 割裂 3 人、 乾燥 2 人× 8 月 =1000人 接着 5 人、強度 1 人× 6 月 = 900人	内訳 接着 5 人、 強度 1 人×12月 =1800人	内訳 割裂 3 人、 乾燥 3、接着 7 人、強度 1 人× 12月=4200人

註 *：原料用丸太の量は、本試験では製品の 2 倍として計算する。

**：接着剤量は 20kg/m³ とする。

***：月 25 日雇用するものとする。

3-4. 試験事業実施計画

本試験事業を実施するにあたっては、次のような方針にしたがい、試験事業終了後、その成果に基づいて本格的事業へと移行できるように努める。

- ① 工場建屋、事務所、諸施設、諸機械などの建設および設置は初年度において開始し、それらの整備をふくめて、2 年次の第一 4 半期には終了することとする。
- ② 試験施設および機械の設置、搬入に合わせて、次の個々の試験を行なう。第一年次から第二年次に終了する。
 - a. 割裂性試験：樹種ごとの割裂性を試験すると共に、樹種ごとのスリッター（割裂片製造機）の最適条件を求める。乾燥あるいは接着剤の付着している残廃材試料の割裂については、生材の試験材とは、割裂に対する抵抗が異なることが予想されるので、そのための割裂最適条件をもとめる。それぞれの最適条件によって、次の乾燥試験に用いる試験片を製作する。
 - b. 乾燥試験：現有施設を用いて行なう。上述の割裂片製造機によって作られた試料を用いて、予想される乾燥による狂いを最小限に留める手法をもとめる。試験片を乾燥するための樹種ごとの乾燥スケジュールを設定する。

- c. 接着試験：当初の目標を造作用の板類の生産におき、上述の乾燥試験後、製作された割裂片を尿素樹脂接着剤によって接着成型した板試片の接着性能の試験を各樹種について行なう。
- d. 寸法安定性試験：第三年次では、第一年次および第二年次において、明らかになった各樹種ごとの割裂片積層板製造のために必要な基礎的な材質特性の資料を有効に活用して、いくつかの製造条件を設定し、すべての樹種で、120cm × 240cm の板を作製する。試験片の寸法が大きくなったことで、非連続な作業で作った小さい寸法の試験片では認められなかった問題がおきる可能性が高いことは、過去の同様な試験の経験からも予想される。最も大きな問題となるのは、同一試験片内の材質的な不均一性である。この試験では、試験片の製造条件毎に、同一割裂片積層板内および各樹種内、各樹種間の安定的性質、強度的性質等の変動を求め、それらと、前年度迄に明らかになった各樹種の材質特性との関連を求め、その結果を基礎にして、工程の修正をして、材の品質を高める。この試験のためには、2-1で述べたように、大量の試験片が必要になる。

試験の実施スケジュールを次に示した。

未利用樹開発試験事業実施のスケジュール

試験の種類	第1年次	第2年次	第3年次
施設建設 機材設置	-----		
割裂試験	-----		
乾燥試験	-----		
接着試験		-----	
強度試験	-----		
寸法安定性 試験			-----