

長期調査員報告書

(1992年7月27日～1992年8月24日)

マレーシア・サラワク木材利用研究計画

長期調査員報告

I 調査の概要

1. 背景と目的

1989年ITTO理事会において、マレーシア政府より「サラワクの保続的森林経営」の調査を行うよう要請があり、調査の結果1990年に伐採量の縮減を伴う森林の保続的経営の必要性が勧告された。これを受けてマレーシア政府とサラワク州政府は、サラワク州の森林の保続的経営と森林資源の保全を図るためには、木材加工技術の改良、開発を行い、広範囲な樹種に対する効果的、効率的な木材利用を促進する必要があるとして、木材利用に関する研究と訓練に係わる技術協力をわが国に要請した。

これに対しわが国は、1992年4月に事前調査団を派遣し、技術協力として実施するプロジェクトの基本方針、協力内容の枠組みについてマレーシア側と協議した。

今回の長期調査は、事前調査団の協議結果を踏まえ、本研究計画の円滑な開始を図るため、研究協力の具体的な分野・内容、必要な供与機材の種類及び規模について検討し、詳細な研究計画の設計を行うことを目的とした。

2. 長期調査員の構成

久田卓興	製材	農林水産省森林総合研究所 木材利用部乾燥研究室長
海老原徹	複合材	農林水産省森林総合研究所 木材化工部複合化研究室長

3. 調査日程

日順	月 日	曜日	行程及び業務	泊地
1	7月27日	月	成田→クアラルンプール。在マレーシア日本国大使館表敬	K.L.
2	7月28日	火	EPU表敬。JICA事務所にて調査方針打合せ	//
3	7月29日	水	FRIM視察、情報収集等	
4	7月30日	木	クアラルンプール→サラワク州クチン。サラワク州森林局 (Forest Department) 表敬。STIDC木材博物館視察	Kuching
5	7月31日	金	Bako国立公園にて森林及び杭試験地視察	//
6	8月 1日	土	TRTTCにて研究課題、調査日程打合せ	//
7	8月 2日	日	現地生活環境調査、資料整理	//
8	8月 3日	月	Wood Improvement関係 (Preservation, Coating) ヒヤリング (設備調査、研究内容、供与機材等打合せ)	//

9	8月4日	火	同上。森林局 Director of Forests表敬	〃
10	8月5日	水	Wood Drying 関係ヒヤリング。宿泊施設調査	〃
11	8月6日	木	Wood Properties 関係 (Wood Anatomy) ヒヤリング。 ADU (TRTTC所長) と打合せ	〃
12	8月7日	金	Wood Properties関係 (Mechanical Properties) ヒヤ リング。教育施設 (幼稚園、小学校併設校) 調査	〃
13	8月8日	土	JICAマレーシア事務所担当官有田敏行氏TRTT C来訪、有田氏を交えADUと意見交換	〃
14	8月9日	日	生活環境調査	〃
15	8月10日	月	Particleboard 関係ヒヤリング	〃
16	8月11日	火	Wood Lamination 関係ヒヤリング	〃
17	8月12日	水	Sawmilling and Machining 関係ヒヤリング。在マレ イシア日本国大使館2等書記官澤山秀尚氏TRTTC 来訪、澤山氏と同行し森林局Duputy Director 表敬	〃
18	8月13日	木	クチン→シブ。シブ森林局表敬。合板工場及び製材工 場調査	Sibu
19	8月14日	金	Swamp伐採現場及び製材工場調査	〃
20	8月15日	土	製材工場、モールディング工場及び乾燥装置調査	〃
21	8月16日	日	シブ→クチン、資料整理	Kuching
22	8月17日	月	研究協力内容、供与機材とりまとめ、会議資料作成 。生活環境 (アパート) 調査	〃
23	8月18日	火	TRTTC側に研究協力内容、供与機材 (案) を提示 し、協議。FAXにて同案を森林総研へ連絡。ラミ ネーション工場調査	〃
24	8月19日	水	Director of Forests 表敬、協力内容、供与機材 (案) について説明。生活環境 (病院) 調査。合板工場調 査	〃
25	8月20日	木	TRTTCメンバーと最終打合せ。建物面積など補充 調査	〃
26	8月21日	金	クチン→クアラルンプール。JICA事務所にて打ち 合せ、長期調査員報告書手交	K.L.
27	8月22日	土	資料整理	〃
28	8月23日	日	資料整理	〃
29	8月24日	月	クアラルンプール→成田	

4. 主要面談者

サラワク州森林局 (Forest Department)

Mr. Datuk Leo Chai Chia Liang	森林局長 (Director of Forests)
Mr. Abang Kassim bin Abang Morshidi	森林局次長 (Deputy Director)
Mr. Cheong Ek Choon	生産部長 (Asst. Director, Operation Branch)
Mr. John Cheng Siang Kok	木材利用部長 (Asst. Director, Utilisation Branch)

森林局木材研究技術訓練センター (TRTTC)

研究官

Mr. Ling Wong Choon	Sr. EF
Mr. Nigel Lim Poon Teck	Chemist
Mr. James Davos ak Mamit	EF
Mr. Ismail bin Sulaiman	EF
Mr. Andrew Tukau	EF
Mr. Alik ak Duju	TRO
Mr. Ting King Boh	FE
Mr. Kandaw Jenang	Sr. EO

研究助手 (Experimental Officer)

Mr. Andrew Nyoric
Mr. Yang Ming Chin
Mr. Lai Chan Jian
Mr. Edward Foo Piang Lee
Mr. Dania Codeb ak Goyog
Mr. Wan Ali B Wan Ibarahim
Mr. Pek Yaw Kee
Mr. Yassof Mohamad
Mr. Chang Chong Siew

シブ営林局 (Section Forest Office SIBU)

Mr. Lai Khim Kuet	営林局長 Sr. EF
-------------------	-------------

澤山秀尚

在マレーシア日本国大使館二等書記官

小泉純作

JICAマレーシア事務所 所長

小樋山覚

// 次長

有田敏行

// 担当官

その他

Mr. Thang Hooi Chiew

マレイシア森林局造林部長 (Director of Forest
Plantation)

石原達夫

個別派遣専門家 (FRIM)

丸山 温

熱帯農研派遣専門家 (FRIM)

Mr. L.T. Hong

林産部長 (FRIM)

Dr. Azizol Abdul Kadir

化学部長 (FRIM)

Mr. Ho Kam Seng

研究官 (FRIM)

Mr. Khoo Kean Choon

//

Mr. Tan Yu Eng

//

II 調査結果

1. 研究協力課題の検討

事前調査の段階では、研究協力分野は次のとおりであった。

1. Timber Properties
2. Sawmilling
3. Timber Seasoning
4. Composed Wood
5. Particleboard
6. Coating

この6分野の設定は、分野の広さにアンバランスがある等から、長期調査の際に再検討することとなっていた。その後の日本側での検討および今回の調査におけるTRTTC側との協議の結果、次の6分野とすることで合意を得た。

1. Wood Properties
2. Sawmilling and Machining
3. Drying
4. Wood Lamination
5. Particleboard
6. Wood Improvement

また、上記研究分野毎にTRTTCの関係者と現状、今後の方向などについて意見交換を行い、協力内容を別紙のようにまとめ、TRTTCスタッフに提示、合意した。その概要は次のとおりである。

1. Wood Properties (木材特性)

Timber Propertiesより広い範囲をカバーするため、分野名をWood Propertiesとし、この中では木材組織と樹種同定、製材の機械的性質、木材の用途別分類などの研究を行う。

2. Sawmilling and Machining (製材及び機械加工)

製材の他プレーナなどの機械加工も含めるため、Sawmilling and Machiningとし、難切削材の適正加工条件、製材の品質、歩留まり及び効率向上技術、製材の生産工程の標準化などの研究を行う。

3. Drying (乾燥)

マレイシア側は、乾燥及び防腐の研究をSeasoningの中で行うことを意図していたようであるが、防腐関連の研究はWood Improvementの中で行うこととした。このため分野名をDryingとし、ここでは適正乾燥スケジュール、乾燥に関連する特性因子、特殊乾燥法などを扱う。

4. Wood Lamination (木材積層接着)

Composed WoodをWood Laminationとし、より具体的な分野名とした。この中では、接着適正の評価、積層接着技術、接着製品の機械的性質及び耐久性の評価などを行う。なお、TRTTC側の要望

により合板の性能試験をこの中で行うこととした。この分野の研究はTRTTC側にとっては新規分野である。

5. Particleboard (パーティクルボード)

この分野も新規分野であり、ここでは廃材利用を目的としパーティクルボードの製造技術、パーティクルボードの性能試験などを行う。

6. Wood Improvement (材質改良)

木材防腐及び塗装の研究を行うこととし、分野名をWood Improvementとした。ここでは難処理材の薬剤浸透性の向上、防腐処理材の評価、木材の塗装技術などを行う。

2. 必要資機材の検討

TRTTCの現有設備・機器を調査し(別紙参照)、本計画実行上必要な資機材リストを作成し、TRTTC側に提示した。製材、木材識別・分類、防腐の各分野では、機械設備は古いが、基本的な設備を有していた。また、天秤、恒温器などの鍋釜類の設備は比較的充実していた。しかし、その他の分野では設備が皆無か、あっても仕様不能の機器が多く、本プロジェクトの実行には相当数の資機材の供与が必要である。

供与機材リストは短時間で作成したため、なお検討の余地がある。また、Wood Lamination、Particleboard 関連などでは大型の機械を設置する必要があるので、早めに仕様を確定し、設置スペース、付帯設備等を連絡する必要がある。

3. 専門家の生活環境

クチンは人口30万ほどのサラワク州の州都であり、研究協力の実施機関となるTRTTCはクチンの中心部より南に約10km離れた空港の近くに位置している。

専門家の住宅として適当と考えられるのは、長期滞在用ホテル、コンドミニアム(新築)、アパート(築7年)の3件だけであった。現在のところホテル以外に24時間セキュリティ付きの住宅はこの2棟だけである。この2棟は入居待の状態であり、長期専門家が決まり次第早めに手当する必要がある。長期滞在用ホテルは、短期専門家あるいは長期専門家がコンドミニアム入居までの間利用できると思われる。独立住宅(2階建て)は、大半が家具付きでないこと、防犯対策が必要であることが難点である。

これらの住宅はTRTTCより10km内外離れた場所に位置しており、交通手段として車が必要である。現地での車の価格は高く、日本で買う場合の約2倍である。日本より持ち込む場合は、無税措置がとれるが、転売時には税負担がかかる。タクシーはホテルにはあるものの、全体として台数が少なく、日常利用にはやや不便である。

サラワク州には日本人学校はなく、英語で授業を行っている幼稚園・小学校併設校(Lodge Preparatory School and Kindergarten)がある。幼稚園は3年保育で、3才より入園できる。小学校はGrade 1~6の6学年である。マレーシア人および外国人子女の教育を行っており、小学校は午前中は

マレー語、英語別々の授業を行っているが、午後は英語での統一授業となる。幼稚園は入園希望者が多く、長期の入園待の状態であった。小学校は入学試験（英語、算数）があり、学力により学年が決められる。日本の教育制度との隔たりも大きく、専門家が家族を同伴する場合、子女の教育には困難が伴う。なお、マレーシアの新学期は12月より始まる。

医療施設は、総合病院のほか個人経営の医院が各所にある。私立のNORMAH病院は最新設備を誇る120ベッドの病院で、日本製のCTスキャンも備えられている。このほかGeneral Hospitalでは緊急医療のJICAプロジェクトにより、日本から派遣の医師、看護婦が今年度から常駐する。

4. 結論

本計画の実施にあたっては特に障害となる事項はないと考えられるが、円滑な運営を図るためには研究棟の増設、専門家の住宅、子弟教育等の問題で事前にサラワク州政府の協力を求めることが望ましい。

(別添資料)

1. Fields of Research and Cooperation Subjects (研究分野と協力内容)
2. 現有施設・機器
3. 必要な資機材 (供与機材)

III 資料

1. Fields of Research and Cooperation Subjects

a. Wood properties

(1) Anatomical study to identify the wood species.

Development of wood identification keys.

Transfer of operating techniques on SEM (scanning electron microscope).

(2) Mechanical properties of dimension lumbars

Transfer of testing methods for full-size and clear small-size samples.

Evaluation of mechanical properties of dimension lumbars.

Study on stress grading for structural use.

(3) End use classification of timbers

Analysis of wood qualities including the lesser-known and pioneer species.

b. Sawmilling and machining

(1) Research on appropriate machining conditions for refractory woods

Clarification of the appropriate machining conditions on cutting and sawing.

Examination of cutting force and power consumption.

(2) Sawing techniques to improve quality, yield and efficiency

Investigation of the suitable sawing technique for each species based on log quality, log shape and end use.

(3) Modeling the sawmilling process

Survey and analysis of sawmill operation.

Optimizing sawmilling process for each type of mill.

c. Drying

(1) Determination of suitable drying schedule

Research on drying schedule of Sarawak woods including lesser-known and pioneer species.

(2) Analysis of wood properties related to drying

Study on the characteristics of moisture movement, shrinkage, drying stress and drying defects.

(3) Special drying method

Transfer of special drying techniques such as high-frequency heated vacuum drying for refractory woods.

d. Wood Lamination

(1) Research on appropriate gluing techniques

Evaluation of glueability of Sarawak species with commercial glues.

(2) Processing techniques of wood lamination

Study on laminating techniques including preparation of lamina, finger cutting and jointing.

Evaluation of joint efficiency.

(3) Evaluation of mechanical properties and durabilities of laminated woods

Transfer the testing techniques of gluing performance for laminated wood and plywood.

e. Particleboard

(1) Manufacturing techniques of particleboard

Study on appropriate manufacturing conditions as particle generation, gluing and pressing.

Study on manufacturing of particleboard from mixed species.

(2) Evaluation of board properties

Transfer of standard test methods and evaluation methods of particleboard.

f. Wood Improvement

(1) Improvement of preservative penetration of refractory species

Research on dip-diffusion method, vacuum-pressure method and incising method.

(2) Evaluation of preservative

Evaluation method of preservatives treated wood including research on penetration using scanning electron microscope.

Development of better test method for treated wood used in outdoor situations.

(3) Coating technology for lumber

Transfer of coating techniques such as drying and curing of wood finishes.

Research on effect of species on coating.

Transfer of standard test methods and accelerated test methods of wood finishes.

研究分野と協力内容（和訳）

a. 木材特性

(1) 木材組織と樹種同定

木材識別拠点の探索、SEM（走査型電顕）による木材組織研究

(2) 製材の機械的性質

実大材及び無欠点小試験体の強度試験方法、製材品の強度的性質の評価、構造用材のストレス
グレーディング

(3) 木材の最終用途別分類

未利用樹種、早生樹種を含めた木材の樹種特性

b. 製材及び機械加工

(1) 難切削材の適正加工条件

製材、切削における適正加工条件の解明、切削抵抗及び所要動力の評価

(2) 製材の品質、歩留まり及び効率向上技術

丸太の品質、形質及び用途を考慮した製材方法

(3) 製材の生産工程の標準化（モデル化）

タイプ別製材工場の工程調査・解析、工場タイプ別の生産工程の最適化

c. 乾燥

(1) 適正乾燥スケジュール

未利用樹種、早生樹種を含むサラワク産木材の乾燥スケジュール

(2) 乾燥に関連する特性因子

水分移動、収縮率、乾燥応力、乾燥による欠点などの解析

(3) 特殊乾燥法

難乾燥材を対象とした高周波減圧乾燥などの特殊乾燥法

d. 木材積層接着

(1) 接着適正の評価

市販接着剤によるサラワク産材の接着性

(2) 積層接着技術

ラミナの調整、フィンガージョイントなど積層接着技術、接着効率の評価

(3) 接着製品の機械的性質及び耐久性の評価

積層接着製品および合板の接着性能試験

e. パーティクルボード

(1) パーティクルボードの製造技術

パーティクルの調整、接着剤塗布、熱圧などの適正製造条件、樹種混合によるパーティクルボードの製造

(2) パーティクルボードの性能評価

パーティクルボードの標準試験方法及び性能評価法

f. 材質改良

(1) 難処理材の薬剤浸透性の向上

浸せき-拡散法、減圧-加圧法、インサイジング法による処理法の改良

(2) 防腐処理材の評価

SEMなどによる処理剤、処理木材の評価法、屋外使用処理木材の適正評価法

(3) 木材の塗装技術

素地調整、目止め、着色、下塗り、上塗り、乾燥などの塗装技術、塗装性における樹種特性、塗膜の物性及び耐久性評価法

2. 現有施設・機器

機器名	台数	仕様
a. Wood Anatomy関連		
標本室		葉を保管(搾葉標本)、空調
実体顕微鏡	1台	CARL ZEISS、反射型、写真装置付、40x
コンピューター(借用)	1台	IBMタイプ
投影機(小型)	2台	REICHERT(オースリ)、100×(500×は見えない)
マイクローム(小型)	1台	幅 30 cm
光学顕微鏡	1台	REICHERT、1973年製(古くて写真が良くとれない)
材鑑室		200 Families, 3000 species、空調
ミクロメータ(ヤブナ)	1台	REICHERT
ホットプレート	1台	CORNING PC-100
b. 強度試験関連		
アムスラー型試験機	1台	SCHAFFHOUSE(スイス製)、容量6ton、1970年から使用、 衝撃試験機付き、容量10kg-m、小試験体曲げ試験に使用
Stress grading machine	1台	Mesuring & Process Control Ltd.、Computermatic MK-5(CHELMSFORD ESSEX ENGLAND)、 1985年製、Span 91 cm
恒温器	1台	Memmert(ドイツ)
ホットプレート	1台	Corning PC-100
冷蔵庫	2台	サンヨー(縦型) 中型 ELBA (横型) 大型
インストロン型材料試験機	1台	Zwick 1474、100kN(10ton)、ロードセル 50kN、 コードプログラム式、1989年製、治具は曲げ(最大)60cm)、 せん断、圧縮(任意)規格)
c. 製材関連		
自動送材車付き帯鋸盤台	1台	FORANO(CANADA)、65-42RH、440V 3相、50Hz 鋸車 72 inch、150HP、鋸歯 11inch、15gage、挽材径120 cmまで、コンピューター付き、自動歩出し装置付き、レ

		レーザービーム付
		送材車DCドライブ2スピード方式60HP、
		原木供給、製材搬送デッキ付き
マルチエッジャー	1台	FORANO、丸ノコ3枚、60 HP、精度良くない
帯鋸盤 (テーブルバンド)	1台	鋸車54 inch、100 HP、鋸幅 7 inch、17 gage
フォークリフト	2台	2.5ton NISSAN
		3 ton MITSUBISHI
小型帯鋸盤	1台	トレーニング用
横切り丸鋸盤	1台	MASKINFABRIKEN WOCO AB(SWEDEN)、1966年製
		鋸径14 inch、手動式、鋸移動式、材厚最大 4 inch
鋸目立て装置一式 (トレーニングルーム)		
丸鋸Tension 装置	2台	Armstrong(USA)
丸鋸歯研削盤	2台	HANCHETT MFG Co.(USA)、Wadkin Ltd.(England)
帯鋸歯研削盤 (目立て機)	5台	小型2台、BORNEO WORKING MACHINERY SDN LTD.Kuching
		大型3台、HANCHETT(USA)1台、ARMSTRONG(USA)2台
帯鋸自動側面研磨機	1台	マルニシ開発KK(JAPAN)、1990年製
側面研磨機 (旧型)	1台	
帯鋸Tension装置	8台	ARMSTRONG(USA)、1970年に設置、製造はもう少し古い
グラインダ、ドリル等		金工具一式
溶接機	2台	電気溶接、カーバイト溶接
木工機械一式 (木工棟)		
モルダー (新) 5軸	1台	UNIMAT 17A(German)
自動一面かんな盤 (新)	1台	SCH S63B(Italy)
丸ノコ (旧)	1台	イギリス製、テーブル移動式
帯ノコ (木工用) (旧)	1台	//
ドリル (旧)	1台	//
スピンドルカッター (旧)	1台	//
旋盤 (旧)	1台	//
角ドリル (旧)	1台	//
テナー (旧)	1台	// 、カッター2軸、丸鋸1軸
プレーナー (小型) (旧)	1台	// 、30 cm幅
自動一面かんな盤 (旧)	1台	// 、70 cm幅、1963年製
手押しプレーナー (旧)	1台	//
横切り機 (旧)	1台	// 、丸鋸移動式
帯鋸 (旧)	1台	FUKAMI BA-600 (日本)、使用不可

ダブルベルトサンダー (新)	1台	SANDMAX(TAIWAN)、Wide belt
自動一面かんな盤 (新)	1台	Wadkin(ENGLAND)、幅 24インチ
7軸モルダー (新)	1台	Wadkin(ENGLAND)
モルダー用研磨機 (新)	3台	Wadkin (湿式)、Wadkin、Rondamat 925
金工旋盤(Universal grinder)	1台	Wadkin
カッター用切削インゲンダハイス	3組	
金工道具		ほとんど揃っている、旧式だがメンテは良好
機械メンテナンス用設備		ドリル、せん盤、グラインダー、カッター、丸棒加工
バルブ研修設備		電気溶接、ガス溶接4種 (TIG, MIG, Arc, Gas) カナダ、油圧、空圧バルブモデル
d. 乾燥関連		
乾燥室	1基	Moore 1969年製、コントローラ HILDEBRAND、容量 7 m ³
小型乾燥機	1基	Taylor (オーストリア)、故障中、修理不可
ボイラ	1基	三浦 ZボイラEH 500、500kg/hr、10kg/cm ² 、 1984年製、灯油
恒温恒湿装置	1台	TABAI PR-3G、1985年製、200V、3φ、20A -20~100℃、30~98%RH、内寸法 W60×H85×D80
恒温器	2台	HOTPACK(USA)、含水率調整用、0~70℃、240V、13A、 温度調節 (Honeywell) 強制送風式 送風無し、100℃全乾用
天秤	3台	Mettler PE 360、360g (0.001g) // SM 6000、6000g (0.1g) SAUTER E 1210、60 kg (1 g)
台秤	1台	AVERY、150 kg (0.05kg)
含水率計	2台	Hydromette HT 85 (GANN)、0~100% Lignometer H60、0~60%、長針式、新品
温湿度計	2台	Jenway、10~100% RH、-30~150℃ Tri-Sense、Cole Palmer(USA)、新品
風速計	1台	KANOMAX ANEMOMASTER、Model 24-6111
マイクロメーター	2本	MITUTOYO Model 251、0~25mm、デジタル表示 MITUTOYO MD-50、25~50mm、 //
ノギス	1本	TAJIMA、150 mm
自記毛髪湿度計	1台	

e. 防腐関連

打点式記録計	1台	横河 4153-3 (3点)、チャート幅 100 mm
小型スプレイ (防腐剤散布用)	1台	
光学顕微鏡	1台	Object x10, 15, 20, 防腐剤浸透深さ測定
Low Temperature Incubator	2台	GCA/PRECISION SCIENTIFIC, 200L
吸光計	2台	VILBER LOURMAT, 365nm, 254nm // , 312nm
天秤	2台	(1) SARTORIUS, 30 kg (2) // , 2000 g/500 g
顕微鏡	1台	HEERBRUGG, WILD-M400, コントローラ付き
防腐剤注入タンク	3台	(1) THE DANISH WOOD TREATING Co., 70bar、使用不能 φ450 mm、長さ4000 mm (2) // , 30bar、修理可能 (3) 旧型、MALAYSIA製、使用不能
Soft X-ray (軟X線)	1台	PHILIPS, 220kV, 8mA, 新品
Personal Computer	3台	Tandem, IBM互換機
台秤	1台	100kg (精度100g)、直示式
クレオソート浸せき槽	1台	製材実験棟内
原子吸光分光光度計	1台	Perkin Elmer 3100
紫外分光光度計	1台	Telecom Departmentより借り物

f. バルブ、紙関連

バルブ製造	1式	バルブ製造装置
紙の性能試験装置	1式	恒温恒湿室内 (Hotpack)
恒温器	2台	送風式 (大型) 定温式 (小型)
色差計	1台	
メトラー	2台	PM 16、16 kg(0.1 g) PM 400、410 g(0.001 g)
粘度計	1台	Brook Field EX-200
攪拌器	1台	
ロータリーエバポレータ	1台	
ホットプレート	1台	
ドラフト装置	1台	

3. 必要な資機材（供与機材）

機材名	台数	仕様
a. 一般および共通機材		
自動車	1台	
複写機	1台	
カメラおよびスライド装置	1式	
コンピュータシステム	2式	
冷蔵庫	1台	500 Litter
動ひずみ測定装置	1式	データレコーダ付き
FFTアナライザ	1台	
ビデオマイクロスコープ	1式	
万能投影器	1台	5~500X
電子天秤	2台	
乾燥器	2台	
木屑焼却炉	1基	
b. 木材特性関連		
走査電子顕微鏡	1式	
光学顕微鏡	1式	5~500X、カメラ付き
広視野顕微鏡	1台	
蛍光顕微鏡	1台	
偏光顕微鏡	1台	
マイクローム装置	1式	
試片作成用ナイフ・器具	1式	
写真現像・引伸装置	1式	
画像処理装置	1式	顕微鏡、ビデオカメラ、モニター付き
材料試験器	1式	25ton、試験用Jig一式付き
材料試験器	1式	5ton、合板試験用Jig付き
ひずみ測定装置	1式	
衝撃試験装置	1式	
硬さ試験装置	1式	

c. 製材及び機械加工関連

帯鋸ステライト自動溶着機	1台	
湿式帯鋸目立機	1式	
表面粗さ測定器	1台	
微小硬度計	1台	
三相用電力測定装置	1式	
製材切削力測定装置	1式	
電磁オシログラフ	1台	
製材機械診断用機器	1式	回転計、振動計他
鋸検査用機器	1式	ノギス、ゲージ類
製材作業分析装置	1式	ビデオカメラ、デッキ、スケラー他

d. 乾燥関連

乾燥スケジュール試験装置	1式	
乾燥応力・ひずみ測定器	1式	
データ集録装置	1式	
制御用コンピュータシステム	1式	
送風式定温乾燥器	1台	
高周波加熱式減圧乾燥装置	1式	6.7 MHz、0.8m ³
低温貯蔵室	1室	プレハブ式、5m ³

e. 木材積層接着関連

フィンガージョイント装置	1式	
フィンガーカッター研磨機	1台	
コールドプレス	1台	
ホットプレス	1台	
圧縮用治具	1式	
接着剤塗布装置	1式	スプレッター他
接着剤調製装置	1式	ミキサー他
接着剤分析器機	1式	粘度計、PHメーター他
接着作業機具	1式	インパクトレンチ、トルクレンチ他
煮沸槽	1台	
せん断試験治具	1式	

f. パーティクルボード関連

シリンダーチップ	1台	単板用
ディスクチップ	1台	背板用
リングフレーカー	1台	
ドラムフレーカー	1台	シェーピングマシン
ターボミル	1台	表層用
フレーク乾燥機	1台	大型乾燥機、6段
振動スクリーン	1台	
研削盤	1台	チップ用
接着剤塗布装置	1台	
ホットプレス	1台	500x500mm
集塵機	2台	
パネルソー	1台	
赤外含水率計	1台	
恒温水槽	1台	

g. 材質改良関連

注薬缶	1台	減圧・加圧式
注薬装置	1台	OPM式
バイオクリーンベンチ	1台	
オートクレーブ	1台	
接触角計	1台	
フーリエ変換赤外分光光度計	1台	
真空定温恒温器	1台	
インサイジング装置	1式	
腐朽度非破壊測定装置	1式	超音波型
塗装装置	1式	スプレーブース、コンプレッサ、スプレーガン
サンダー	1台	
光沢計	1台	
色差計	1台	
フィルム硬度計	1台	
ソックスレー抽出装置	1式	

1. 林産業の現状と木材利用の実態

サラワクの木材工業は Kuching, Sibul, Bintulu, Miri の各地域を中心に発達している。中でも Sibul は最も工業が盛んな所で、Rajang 川に沿った広い地域に木材工場が点在している。州都の Kuching ではやはり川沿いに工場があるが、こちらは比較的密集した工場団地の形態を取っている。原料の木材は上流からイカダで運ばれてくるか、近郊の各地あるいは国外から船で運ばれてくる。伐採現場は年々奥地化し、その実態を調査するのはなかなか困難な状況にある。今回の長期調査では Sibul に近い Swamp 林の伐採現場と、Sibul および Kuching の製材、合板などの数工場を訪問する機会を得たので、その状況を報告する。

(1) Kut-Mudan Parmanent Forest および Hua Seng Sawmill

Sibul 北方の Igan 地区にある Swamp 林の伐採および製材現場である。1960年から主としてラミンと Shorea albida の伐採、搬出、製材を行っている。伐採は川岸近くから始まり、択採方式でしだいに奥地へと進んで行っている。材の搬出はクダクダによる集材と森林軌道（トロッコ）の併用により行われ、きわめて原始的な方法をとっている。このため、森林の破壊は阻止されているようであるが、作業能率は悪い。原木のうち良材は下流の合板工場や国外に出荷され、製材工場では主として形質の良くない穴開き材などを利用している。

製材設備はあまり能率の優れた機械ではないが、一般レベルの製品を作るには十分な設備と思われた。もともと原木の形質が良くないため、高精度の設備を導入しても採算に問題があろう。こうした事情から、当然歩留まりは低く、多量の廃材が生まれることになる。

ここでの伐採方式は森林の保続的利用の1事例として評価できるが、経済性を追求しようとする、様々な問題が生じてくるおそれがある。

(2) TETSAN TIMBER SDN. BHD. (徳山木材工業有限公司)

Sibul 市内にある製材工場で、ラミン、アガチス、セラガンパツなどの板材を生産している。日本製（富士製作所）の大割り機のほかテーブルバンドソー、ローラーバンドソーなど10数台を備えた大型の工場で月産約5000m³である。ラミンは主として日本向けで、PCP のディッピング防腐処理を行っている。また、アガチスは征挽きし、日本、台湾へ輸出している。乾燥設備は NIVEN 製で収容材積約150m³の乾燥室が20室ある。天然乾燥材あるいは生材から直接乾燥する方法をとっているが、乾燥条件はかなりゆるく設定されている。これらは東南アジア地域に共通しており、大型装置で、ゆっくり乾燥するといった手法がとられている。

(3) Bintangor Wood Industry SDN. BHD.

Sibul 上流の Bintangor 地区にある製材工場、本年5月から操業が開始された。

設備はすべて日本製（大井製作所）で、バンドソー2台、ローラーバンドソー1台がある。製材能率、製材精度等どれを見ても非常に優れており、日本の技術者の指導が十分ゆきわたっている様子がうかがわれる。特に、日本向けのイエローメランチの製材品は寸法、材色別に区分けがきちんに行われ、棧積み方法、梱包、材の保管も的確であった。このほかセランガンバツ、MLHなどを製材している。現在は輸出が主であるが、今後はローカル向けの比率を30%くらいまで上げていきたいとの意向であった。ここでの問題点はオガ屑や木屑の処理で、現在は近くの山林に放棄されている状態である。

(4) Tropical Wood Processing SDN. BHD. (南洋大鋸有限公司)

Bintangorにある製材工場で、カプール、クルイン、メランチ、ジェルトン、ブライ、セプター、MLHなど色々な樹種を製材している。機械は韓国製、独製で、材のチャッキング、小割りでの送材など人力にたよっている部分が多い。生産量は月産約1500m³である。小割り材を日本、アメリカへ出荷しているが、細かく割った材をモルダー仕上げし丁寧に棧積みしている。使用原木は必ずしも良質なものでなく、人件費が安いいためこうした細かい作業が成り立っていると考えられる。

(5) KION KOK Industrie SDN. BHD.

Kuchingにある集成材工場で、アメリカ、オーストラリア向けの長尺のコンテナ用フローアを生産している。セプターを芯材とし、表裏にカプール、クルインを接着している。幅はぎ、縦つぎ、積層接着が行われ、サラワクでは数少ない集成材工場の1つである。輸出国の規格に合わせて生産が行われているわけであるが、ジョイント形状、接着操作など加工技術のレベルはそれほど高くないと思われた。ただし、製品の検査は厳しく行われていた。

(6) Subur Tiasa Plywood SDN. BHD.

Sibu市内にある第2工場で、同社はこのほかに3工場を有する大型企業である。操業開始は1989年、従業員は1,700人、生産量は月産約13,000m³である。使用樹種はメランチが70~80%、他はメルサラ、メラピー、ニアトーで、ニアトーはPNGからの輸入である。製造設備は日本製（ウロコ、太平）のロータリーレース7台、ドイツ、韓国、台湾製のドライヤー5台、4×8のホットプレス3台、3×6のホットプレス2台といった構成である。日本の中規模クラスの工場とほぼ同様の設備を有し、技術的にもある程度のレベルに達していると考えられる。ただし、工場敷地内のいたる所にむき芯や端材が堆積されており、この利用が問題になっている。日本ではこれらは心板用に専用のレースで剥かれたり、ボイラ燃料に利用されているが、ここでは歩留まりが悪いため燃料が十分あること、これらを利用しなくても原木の入手が容易であることなどの理由により放置されているものと考えられる。

(7) Forescom Plywood SDN. BHD.

Kuching にある合板工場で、製品はシンガポール、中国などへ輸出している。生産量は月産3,500m³、目標は5,000m³とのことである。原木はBintulu、Miri、Sibu のサラワク各地から入手し、メランチ、クルイン、イエローメランチ、カプール、ジェルトン、ナトー、MLH など多種類の材を利用している。製造設備はドライヤー1台を除きすべて日本製で、設備の上では日本の工場とまったく同様と言える。要求品質と製造コストとが合わず、現在は日本への輸出は行っていない。この原因には生産性、原木品質、品質管理技術、接着剤の性能などがあると思われるが、こうした事情が変化すれば、当然日本への輸出も考えられる。

2. 本研究計画の役割と効果

サラワクの木材工業の現状を見ると、まず第1に指摘されることは製造歩留まりの低いことである。このため、各工場には大型の焼却炉が設置され、多量の廃材が処理されている。サラワクの木材資源を保続的に計画的に利用していくためには、技術の向上による木材の有効利用を図っていくことが大切である。その方法としてはまず加工技術の向上による歩留まりの向上があり、次に端材や廃材の有効利用技術の導入がある。

本研究計画はこれらを支援するため、製材および木材加工技術の向上、乾燥技術の改善による歩留まりの向上、端材の集成化による木材の有効利用、廃材等を利用したパーティクルボードの製造のほか材質の改良による付加価値の向上、さらにはこれらの基礎技術としての木材の特性の研究を総合的に推進する計画である。このうち速効性があるのは製材歩留まりの向上で、多様な樹種、多様な形質の材に対する適切な製材方法を、地域環境をも考慮して検討する必要がある。次は乾燥技術の向上で、これにより今まで乾燥歩留まりの低かった材、あるいは利用出来なかった材の利用が促進される。

しかし、こうした技術が向上しても木材利用効率には限界があり、これを改善するには小幅材や短小材を利用した集成化技術が不可欠である。現在、サラワクには集成材工場は少ないが、近く将来このような工場が多数出現してくるとは十分予想される。半島マレーシアからはすでにゴムノキの集成材が日本に多量に輸出されている。集成化に関しては、接着剤の製造、接着技術、ラミナの調整、製品の評価など一連の技術の向上が必要である。

さらに木材の利用効率を高めるには、焼却あるいは廃棄されている木屑を利用する必要があり、その1つがパーティクルボードである。現在サラワクにはパーティクルボード工場はないが、半島マレーシアやインドネシアにはそうした工場が作られてお

り、いずれは必要性が高まってくるものと予想される。このため本研究計画では関連技術の研究を取り入れ、将来に備える考えである。

TRTTC は州政府直轄の木材加工に関する研究・指導機関であり、ここの研究内容および研究員のレベルアップは木材工業の技術の向上や節度ある発展に重要な役割を果たすものと確信する。その意味で本研究計画の役割は重大である。

3. 研究内容についての事前調査段階との違い

事前調査の段階では木材産業技術の向上と、発展に必要な基本的、基礎的研究に視点を置いた研究と技術データの集積を図ることとされ、研究内容については種々の材質的・物理的性質の研究等も含めて長期調査で内容を詰めることになっていた。このため、研究内容の打ち合わせに際しては、主として、Wood Properties の部分で、木材の材質形成に係わる組織構造的な研究、早生樹種や未利用樹を含む木材の基礎材質の研究など幅広い内容を提示したが、先方にはこれに対応する研究組織がなく、むしろもう少し応用的な研究を望んでいることが明らかになった。この分野は事前調査の段階では Timber Properties となっていたもので、先方は加工対象となる木材の材質を利用技術の一端としてとらえる研究を望んでいる。Wood Properties に関してはその後内容をしぼることで、先方の合意を得た。また、これ以外の分野については基本的に事前調査の段階と大きな違いがなかったため、具体的な研究内容を取り決め先方の合意を得た。この中で、合板製造技術に関しては終始先方の要請が強かったが、これについては従来通り本研究計画では取り扱わないこととし、合板の品質性能を評価するための強度試験や接着性試験に関する研究のみを組み入れることにした。

4. 研究の到達目標、成果の普及及び実用化の見通し

分野毎の想定される到達内容及びその効果は次のようである。

①木材特性 (Wood Properties)

樹種同定のための識別拠点の探索、電子顕微鏡の操作技術の移転などにより木材組織の基礎技術を向上を図る。主要樹種、未利用樹種の強度性能に関するデータを蓄積し、強度的利用の指標を得る。比重、収縮率及び強度などのデータを総合化することにより、未利用樹材の用途開発を含む木材の利用技術向上のための指標が得られる。

②製材および機械加工 (Sawmilling and Machining)

適正加工条件を求めるための実験手法の技術移転がなされ、多様な樹種、形状の材に対する適正製材条件が得られる。これらデータの蓄積により TRTTC 研究者による民間への技術指導が可能となる。これにより難切削材、未利用樹材の利用を可能とし、また製材の歩留まり及び品質の向上を図ることができる。

③乾燥 (Drying)

適正乾燥条件を求めるための基礎技術の移転がなされ、主要樹種、未利用樹種に対する適正乾燥スケジュールが求まる。蓄積された技術を民間へ普及することにより、乾燥歩留まり及び品質の向上、未利用材の利用が図れる。

④木材積層接着 (Wood Lamination)

樹種による接着の難易など接着に関するデータが蓄積される。ラミナの調整、フィンガージョイントによる縦つぎ、積層接着技術など小幅板、短尺材 (製材廃材) からの集成材製造技術の移転が行なわれる。実用レベルの製品が試作される。合板及び接着製品の性能試験方法に関する技術移転がなされ、合板を含む接着製品の性能評価が可能となり、製品の品質向上に役立てることが出来る。

⑤パーティクルボード (Particleboard)

各種廃材からパーティクルボードを製造するときの製造条件とボードの性能の関連など、パーティクルボード製造に関する基礎資料が蓄積される。これらは将来工場が現地に建設されたときの基礎データとなる。実験室サイズの製品が試作される。

⑥材質改良 (Wood Improvement)

種々の樹種の薬剤浸透性、防腐処理材の耐朽性など木材防腐に関する基礎データが蓄積され、また防腐処理技術の向上が図られる。電柱、農業用資材などへの未利用材の利用、これらの耐用年数の延長に結びつく。塗装技術、塗装製品の評価技術の移転により製品の付加価値向上が図られる。

これら一連の分野で研究協力を推進する際、プロジェクト期間内に扱える樹種の数は限られるであろうし、また分野によっては実用化まで到達しない場合も考えられる。このため、まず各分野における基礎技術の移転をきちんと行い、カウンターパート研究者によりプロジェクト終了後も引続きデータ収集が行われ、実用化まで到達できるよう、プロジェクト期間内でのTRTTC研究者のレベルアップが肝要であろう。

5. セミナーの開催について

プロジェクトで行なわれた研究成果は、何らかの方法でペーパーにし、内外に発表することは勿論であるが、そのほか研究者による工場での技術指導、公開のセミナーの開催などにより広く普及を図ることも必要であろう。セミナーは、研究がまとまってきた段階、プロジェクト終了時、あるいはわが国より専門家が派遣された時などの時期を得て開催することが考えられる。セミナーの内容は、単に研究成果の発表だけでなく、工場技術者の指導を目的としたものなど種々のものが考えられ、半島マレーシア、サバ州を含むマレーシア全域の木材加工技術の向上に資するものであることが望ましい。

General

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1993)			
Car	Station Wagon		
Photocopier			
Facsimile telegraph			
Camera			
Slide Projector			
Video set			
Walkie Talkie			

Common

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1993)			
Computer system	NEC PC-9801	1,500,000	with Laser printer
Desk top computer	NEC PC-9801	800,000	with Printer
Humidity controlled chamber	TABAI PL-3SP	4,000,000	Capacity: 408 Litter -40~100°C, 20~98%RH
Drying Oven	Yamato DS44	210,000	40~250°C, natural convection type Effective size: 450W×490D×450H
Hygrometer	Nihon Keiryoki	70,000	Assmann type, -30~50°C
Freezer	Sanyo MDF-U536	400,000	Capacity: 482 Litter
Electric Balance	Mettler PM4600	200,000	600g(0.01g), 4,100g(0.1g)
Electric Balance	Mettler AE200	350,000	205g(0.1mg)
Dynamic Strain Amplifier	Kyowa dengyo DPM-700B	780,000	10kHz, 3ch
Data Recorder	Kyowa dengyodo RTP-770A	5,100,000	with GPIB, Tape 100

(1994~)			
Computer system	TOSHIBA	1,500,000	IBM compatible
FFT Analyzer	Ono sokki CF350/360	5,200,000	with Color plotter, Soft
Video Micro Scope	KEYENCE VH6100	3,000,000	with Color video printer
Universal Projector (Projection microscope)	Nikon V-12A	4,300,000	5~500x
Electromagnetic Oscillograph	do RMV-500	1,200,000	

Wood Properties(Anatomy)

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1993)			
Stereoscopic microscope	Nikon SMZ-10	500,000	Zoom:0.6-4.3
Photograph development and enlarging system	Fuji Film SD-690	200,000	less than 6×6 ,Lens 50,75,90mm Enlarging magnification 1.1~21

(1994~)			
Scanning electron microscope	JEOL JSM-5300	17,040,000	
Optical microscope	Nikon X20W-21	1,600,000	Mag.x5~x1000 , with camera
Sliding microtome	Yamato koki TU-213	600,000	
Knife holder	Feather No.160	40,000x3=120,000	
Dispo knife	Feather S-35(100 boxes)	850,000	
Rotary microtome	Yamato koki LR-85	1,000,000	Specimen thickness 1~30[μ m] with Epoxy resin for embedding
Glass knife maker	Nisshin EM EM-25A	400,000	Width 25mm,
Glass knife holder	Nisshin EM	20,000	
Glass knife strips	Nisshin EM (10 cases)	310,000	
Fiber illuminator		200,000	Harogen lamp, 220V
Lamps for fiber illumination	10 pieces	50,000	
Water distillation apparatus	Yamato koki RO-21	1,300,000	20L
Polarized light microscope	Nikon x2pol	1,200,000	45mm filter,220V
Fluorescence light microscope	Nikon x2f-EFD2	1,400,000	x10,20,40,100
Image analyzing system	PIAS-IV HDTV	7,000,000	with Video camera, Monitor, Computer

Wood Properties(Mechanical P.)

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1993)			
Universal tesiting machine	NMB AL-250KN	23,400,000	Capacity 25 ton, Computer control, with Recoder, Jigs for full-size bending and compression test
Strain measuring instrument	Ono sokki,DG	1,500,000	Digital meter, Printer, Digital gage, Gage sensor, Jigs, Deadweights
(1994~)			
Universal tesiting machine	NMB AL-50KN	12,000,000	Capacity 5ton, with Recoder Jigs for JIS small specimen test (Bending,Compression,Tension,Shear, Cleavage,Brinell hardness) Jigs for JIS plywood test Jigs for JIS and JAS Block Shearing
Strain data logger	Tokyo sokki,TDS-601	3,000,000	Input:Strain,Temperature,Voltage with Diskdriver, Printer
Impact bending tesing machine	Maekawa seisakusyo	1,500,000	Charpy type, 10kgf-m
Dynamic MOE measuring instruments	A&D, AD Fuji bussan,PUNDIT	3,500,000	FFT Analyzer 2ch, Microphone, Impulse hammer, Ultrasonic wave meter

Sawmilling

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1994~)			
Wet Type Band Saw Sharpner	Giken GSW-250	4,000,000	with Grinder, Oil
Automatic Stellite Welding Machine	Giken Saw-250	7,500,000	with Stellite
Surface Roughness Measuring Device	Kosaka kenkyusho SE-2300	3,500,000	0.001~100 μ mRa, pick up 3 Data processor
Electric Power Meter	Hioki electric 3133,3141	1,650,000	for three-phase current
Photoelectric Tachometer	Hioki electric 3404	100,000	Adapter Iset
Sound Level Meter	Rion VM-20	780,000	
Load Cell for Measuring Sawing Force	Original type	350,000	
Dynamic strain amplifier	Kyowa DPM-711B	600,000	3ch
Instrument for Inspecting saws		500,000	Digital Caliper Digital Gauge Micro Meter Back gauge Tension gauge Straight Gauge Birmingham wire gauge
Automatic Stellite Welding Machine	Giken Saw-250	7,500,000	width 255, thick 1.45, pitch 50 length 12,000mm
Micro Hardness Tester	Matuzawa seiki MXT30	3,600,000	2,000gf, speed 50 μ m/sec, Micro meter 0.1 μ m
Apparatus for Operation Research in Sawmills		1,500,000	with Video camera, Deck, Timer, Scaler, Tape 100

Drying

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1993)			
Drying schedule testing kiln	HILDEBRAND HD74/TA II	14,000,000	IF TYPE , Electronic heater Size: 2,400W×1,050L×1,850H Sample space: 800W×800L×600H Air velocity : 0.5~3m/sec. Automatic weight measuring system
Drying Oven	Yamato DK63	250,000	40~210° C, forced convection type Effective size: 600W×500L×500H Capacity:150 Litter
Cross cut saw		100,000	Handy type
Moisture meter	Kett, HM-520	110,000	Conductivity type
Cold Room	TOYO seisakusho	4,000,000	0~5° C, Prefabrication type Size: 1,800W×3,600L×2,400H

(1994~)			
Computer control system	NEC PC9801-RA	1,000,000	with Printer, Stabilizer of electric source
Data logger	KYOWA UCAM-10A	1,800,000	0~±10,000 μS(×1~100) 0~±10,000mV(×1~1,000) -200~900° C Auto range select type Input scanner 50 points
High-frequency heated vacuum dry kiln	FUJI DEMPA HED-D603	13,000,000	Sample stacking space: 600W×2,000L ×500H, Capacity 0.6m ³ , HF output 6.7MHz, 6kW

Wood Lamination

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1994~)			
Finger Jointer	TAIHEI Seisakusho C64-KC	12,000,000	Table size:300W×800L, Working heights: max.150mm with Gluing machine,Finger cutter
Finger composer	TAIHEI Seisakusho C71-EB	10,000,000	Working length:1800~6250mm, // thickness:15~60mm, // width:30~150mm
Grinder for finger cutter	TAIHEI Seisakusho F60-A	2,200,000	Wet type
Cold Press	TAIHEI Seisakusho	10,000,000	Working size: max.1000W×6000L // thickness: max.150mm
Pressing Jig	TAIHEI Seisakusho	8,000,000	with Press bed
Spreader	TANOUCHI Tekkousho CPW-13	1,500,000	Working width: max. 380mm, // thickness:1~ 50mm
Glue Mixer	TANOUCHI Tekkousho TM-30	700,000	
Compressor	HITACHI Seisakusho	900,000	5.5Kw
Jointing Jig		750,000	
Viscometer	SHIMAZU K.K.	200,000	
PH-meter	SHIMAZU K.K.	150,000	
Equipments for Laminating		150,000	Impact-Wrench Splay-Gun Torque-Wrench
Boiling Box	SHOEI KAGAKU	1,000,000	Size:500W×1000L×50H

Particle Board

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1994~)			
Cylinder chipper	Taihei seisakusyo H11-H	5,300,000	37Kw, For veneer, Conveyer 2m, Cutter 1 set
Ring flaker	Pallmann PZ-8	9,200,000	Knife ring 600mm, Number of cutter 26, 22Kw
Vibrating screen	Fuji kogyo NVS-308	3,600,000	1,000*2,550mm, 8-10 m ³ /h
Flake dryer (Drying oven)	Tabai LKS 3A	1,800,000	40-200°C, Mesh box 12, 6 steps
Hot press	Kobayashi kikai KU-HPD15x15	10,000,000	500mmx500mm, 200°C, 150ton
Knife grinder	Taihei FO1-A	700,000	For chipper cutter
Gluing machine	Drais FSP80	7,000,000	80 l
Disk chipper	Taihei H15-EA	4,800,000	Dia.690mm,Cutter 200mm*3, Conveyer 3m,Vibration screen, Cutter 1 set
Double steam mill (Turbo mill)	Pallmann PSKM 6-350	9,000,000	V-grooved Ledge 1 set,screen 2mm 1set,75 Kw
Drum flaker (Shaving Machine)	Taihei H60-B	2,900,000	Raw material 75*75*100mm,Flake Flake thickness 0.2-1mm
Infrared moisture meter	Kett F-3B	200,000	185#x3, 10g, 0-100%MC
Dust collector	Murakoshi MY-200	520,000	260,000x2, 3.7Kw,66m ³ /min
Panel saw	SZ3-8000 Sinko Kogyo	3,000,000	Length 2450 mm, Thickness 45mm
Constant Temperature Water Bath	BK-43 Yamato Kagaku	245,000	5-80 °C, 400x350x300 mm

Wood Improvement

Name of Equipment	Type	Price(¥)	Notes
(1993)			
Preservative treating tank	Yasujima seikan	12,000,000	Vacuum 1atm, Pressure 15kg/cm ² , φ500x1200mm
Bio clean bench	MCV-9BSF Sanyo Denki Tokki	915,000	
Autoclave	ACV-3167 Iwaki Garasu	470,000	
Vacuum Dying Oven	2-2650 DVK Isuzu Seisakusyo	580,000	
Rotary Vacuum Pump	GCD-050XA Sinku Kiko	180,000	50L/min.
(1994~)			
Oscillating Pressure Method Impregnation Machine	Tokyo Kuratti Doa	5,000,000	
Incising machine	Kikukawa	6,000,000	
Contact Angle Meter	CA-D Kyowa Kaimen Kagaku	750,000	
Hot Magnetic Stirrer	ISM-5BH	55,000	
Compact Mill	A-10 Flittu-Japan	125,000	20,000 ppm, L10xW10xH15cm
Spray booth	WB-30C Iwata tosoki Kogyo	1,200,000	Wet Type
Spray Type Coating Machine	Iwata Tosoki Kogyo	2,000,000	1 set, Compressor, Reciever Tank, Spray Gun, Filter, Regulator
Extreme Infrared Rays Dryer	Nagai	800,000	18 KW
Roll Coater	DALI-400 Western Trading	600,000	
Sander		500,000	
Glossmeter	VGV-5D	1,100,000	20-85°C
Color Difference Meter	ND-1001DP Nihon Densyoku	2,800,000	
Hardness tester	Toyo Seiki	570,000	Paint Film
Soxhlet Extraction Apparatus	Sibata	200,000	

JICA