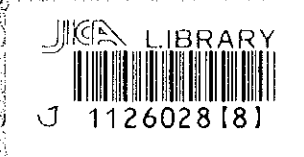


タイ未利用農林植物研究計画 事前調査団報告書

平成7年5月
(1995年5月)



国際協力事業団

林 関 林
J R
95-016

タイ未利用農林植物研究計画
事前調査団報告書

平成7年5月
(1995年5月)

国際協力事業団



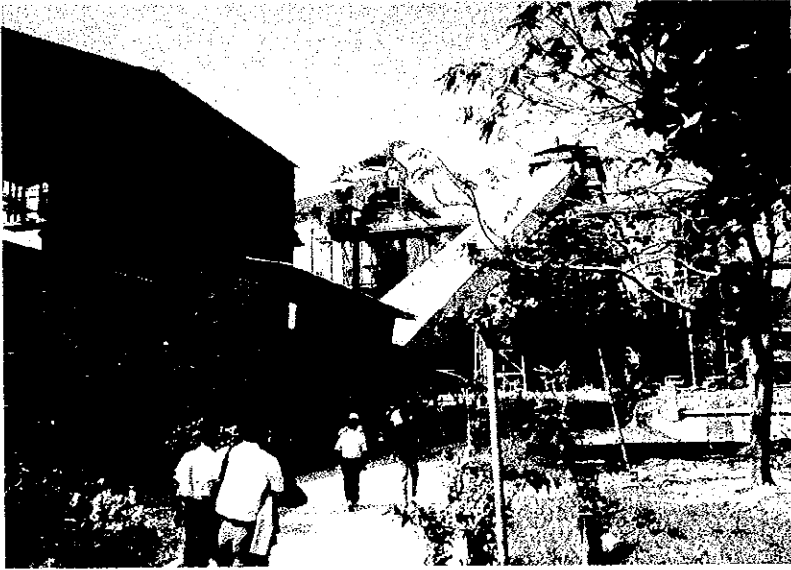
KAPIのある7階建ビル



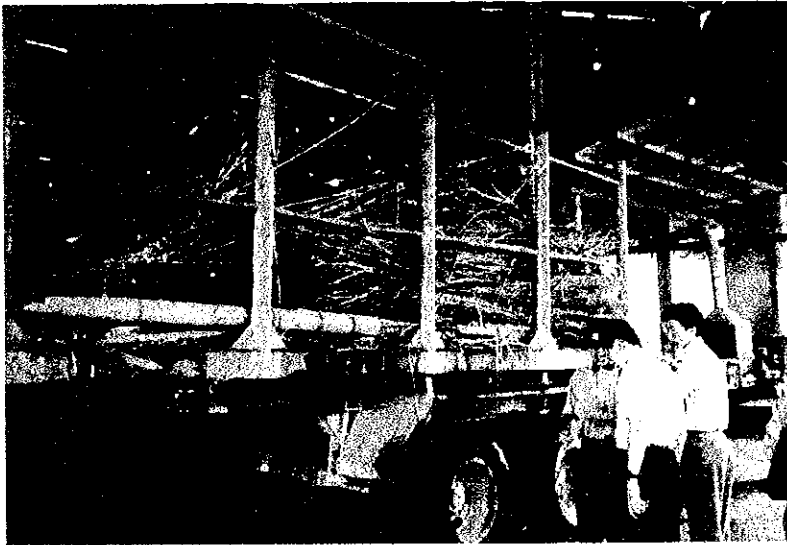
カセサート大学農学部



アグロフォレストリー普及
センター試験林



フェニックスパルプ社工場



フェニックスパルプ社
ケナフ搬入場



フェニックスパルプ社
(原料のタケの搬入)



1126028 [8]

序 文

日本政府は、タイ王国政府からの技術協力要請に基づき、同国の未利用農林植物研究計画にかかわる事前調査を行うことを決定しました。

これを受け、国際協力事業団は、平成7年3月13日から3月24日まで、(株)日本林業技術協会顧問、小林富士雄氏を団長とする事前調査団を同国に派遣しました。調査団はタイ王国政府関係者と協議を行うとともに、計画予定地の調査や関連資料収集等を行いました。そして、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。

この報告書が本計画の推進に役立つとともに、今後この計画が実現し、両国の友好・親善の一層の発展に寄与することを期待します。

終わりに、本件調査にご協力とご支援をくださった両国の関係者の皆様に、心から感謝の意を表します。

平成7年5月

国際協力事業団
理事 田口俊郎

報告書目次

写真
序文

1. 総括	1
2. 要請内容	3
2-1 要請の背景	3
2-2 要請の内容	3
3. 製紙・パルプ産業の現況	6
3-1 製紙・パルプ産業	6
3-2 農林残渣物等を利用した製紙・パルプ	8
4. アグロフォレストリーの現況	11
5. プロジェクト実施体制	13
5-1 管理運営体制	13
5-2 建物、施設等の現況	13
5-3 予算措置	16
5-4 カウンターパートの配置	16
6. プロジェクト協力内容の検討	17
7. 第三国、国際機関等の援助状況	20
8. 専門家の生活環境	21
附属資料	23

1. 総括

タイ国は、経済発展に伴って増大している紙・パルプの製造に関し、林産物及び木材代替品を有効に利用する技術の開発についてプロジェクト技術協力をわが国に要請してきた。

これに対し3月13～24日の間、5名から成る事前調査団が派遣され、関連情報の収集を行うとともに、タイ側と協力内容等に関する協議を行った。協議の主たる相手方はカセサート大学である。

日本側は事前に、紙・パルプ製造技術開発の前提として、原材料の生産・供給の確保が重要であり、そのためアグロフォレストリーの研究開発を同時に進めるべきであるという対処方針を定めた。そのため、情報収集は、タイにおける製紙・パルプ製造産業のほか、アグロフォレストリーの現状についても重点をおいた。

タイ国の人口一人当たりの紙消費量は28.3kgで世界平均を下回っているが、3年後には世界平均の47.5kgに達すると見込まれ、紙パルプ産業は高い成長が見込まれている。パルプの総需要量50万トンの約6割が輸入に頼り、残りが国産原料からつくられている。国産のパルプ原料は主としてユーカリのほかは、バガス、ワラ、竹、ケナフなど非木材繊維に依存しているが、これも紙・板紙総需要量167万トンの一部にすぎず、大きく輸入に頼っている現状である。また非木材資源は少量分散型に依存し、これを利用するパルプ工場も小規模分散型にならないを得ないため、廃液処理に問題を生じ易い。

アグロフォレストリーは王室林野局の指導のもとに積極的に進められているが、今回その統計数字は得られなかった。樹種としてはユーカリ、ギンネム、チーク、インドセンダン、マンゴー、カシューナッツ、タマリンドなど、それらと組合せる農作物は主にキャッサバ、コーンで、東北タイではケナフが導入されている。

以上のほか、プロジェクトの実施体制の調査を行った。実行機関はカセサート大学とし、リーディング実行機関としては同大学農業・農産工芸品改良研究所（K A P I）が適切であると考えられる。研究サイトとしては、室内試験はK A P Iの新設研究棟の7、8階が、野外フィールドは大学林学部の演習林を利用するのがよい。施設・機械は旧式のものが多く更新の必要があると判断された。また新設研究棟も配管・スペースなど更新機械を入れる場合にいくつかの問題を生ずる可能性がある。カウンターパートとして30名に及ぶ候補者リストが提出され、予算措置についても説明をうけたが、今後の調査によってローカルコスト、実質的カウンターパートについてつめる必要がある。

一通り情報収集を行ったあと、カ大と協議に入った。冒頭日本側からパルプ化技術研究のほか、アグロフォレストリー研究の必要性を述べ、引続いてカ大から提案された研究テーマについて再考することを要望した。3日間の現地調査のあと、カ大から研究テーマの修正案

が用意されており、その内容は概ね日本側の意向をくんだものであったため、一部修正の
ち合意に至った。その内容は次のとおり。

(1) プロジェクト名 タイにおける農林原料の高次利用

(2) 実行組織 リーダー機関 カセサート大学KAPI

参加機関 カセサート大学農学部、林学部、農産工業学部、
科学部、工学部

(3) プロジェクトの枠組

目的……適切なアグロフォレストリーによる農林産物の有効利用のためのパルプ化技術
の研究能力の向上

研究テーマ

- ① パルプ原材料生産のためのアグロフォレストリーモデルの開発
- ② 小規模パルプ・紙産業における環境を汚染しない技術開発
- ③ 農林残材利用による各種農林加工の開発

研究期間 5年間

(4) インプット (略)

(5) その他

JICAは次の内容を調査するための長期調査員を派遣する。

- ① タイにおけるアグロフォレストリーの現況とパルプ原料
- ② タイのパルプ生産の技術レベルと研究活動
- ③ 本プロジェクトで扱う技術協力の内容
- ④ 本プロジェクトに必要な資機材

以上の内容でミニッツの署名を行った。

2. 要請内容

2-1 要請の背景

タイの森林は、著しい経済発展と人口増加にともなう木材需要の増大、森林の耕地化及び焼き畑等により急激に減少している。1961年のタイの森林面積は国土の53%を占めていたが、1985年には28%にまで減少しており、タイ王室林野局では国家社会経済開発計画の一部として国土の40%を森林として確保することを重要な林業政策として打ち出し、造林事業の推進に勤めている。

しかし、タイにおける木材の需要は増加する一方で、木材の効率的な利用技術や木材代替品の開発が、今後の森林資源の保全に関し大きく必要とされる技術となっている。

そのためタイ国政府は、今後国内の需要が大きく増加すると考えられる紙パルプの製造に関し、森林資源の保全及び農山村の振興を目的とした農林産物残渣等を利用する技術の開発とその普及についてのプロジェクト技術協力をわが国に要請してきた。

2-2 要請の概要

タイ国政府からの要請書の概要は以下のとおりである。

プロジェクト名：紙パルプのための林産物及び木材代替品有効利用技術計画

1 プロジェクトの内容

(1) 開発目的

- 1) 農産物及び農産物残渣等を利用した生産物の技術開発と普及
- 2) 環境汚染を最小限にするための農産工芸植物の処理技術の開発と普及
- 3) 農民への簡便な紙漉き技術の移転
- 4) 森林伐採の減少、造林の増加及び環境の悪化の阻止

(2) プロジェクト目的

- 1) 紙パルプ生産のための木材代替品として、草本植物の利用技術を開発する。
- 2) 森林生産物の効率的利用技術を開発する。
- 3) 村落林所有者へ技術移転を行う。

(3) 期待されるアウトプット

- 1) 様々な中小規模の紙パルプ生産技術が利用可能となる。
- 2) 中小規模での紙パルプ技術の研修プログラムが作成される。
- 3) 紙、パルプ、ファイバーボードのような付加価値を持った生産物が広く生産され輸入が減少する。

- 4) 長期の研究が可能な木材・パルプ研究室が整備される。
- 5) 森林伐採が減少する。

(4) 活動内容

- 1) 早生樹の適正なパルプ化技術を研究する。
- 2) ケナフ、マルベリー樹皮、バナナの幹、パイナップルの葉等を木材代替品として利用するパルプ化技術を研究する。
- 3) 綿、ケナフ、大豆、胡麻等の幹・小枝等農業廃棄物を利用するパルプ化技術を研究する。
- 4) 上記の早生樹及びケナフ等のパルプから包装紙を生産する技術を開発する。
- 5) ケナフ等から高級印刷紙を生産する技術を開発する。
- 6) コーティング紙のための澱粉、ゴムの含油樹脂を開発する。
- 7) ファイバーボードやパーティクルボードのような構造材に替わる紙を開発する。
- 8) 装飾や土産物用紙を作る手漉き紙技術の研修を行う。
- 9) 紙パルプのセミナーを開催する。
- 10) 必要な機材を設置する。

(5) 協力期間

1995年4月～1999年4月

(6) 実施機関

カセサート農業・農産工芸品改良研究所

カセサート大学農学部

(7) 日本人専門家

- 1) 長期専門家
 - ・ チームリーダー
 - ・ 業務調整
- 2) 短期専門家（1～3カ月）
 - ・ 非木材パルプ
 - ・ 手漉き紙
 - ・ Internal Sizing
 - ・ Coating
 - ・ Functional Paper

(8) 供与機材

- 1) シートフォーマー
- 2) パルプリファイナー
- 3) 繊維長測定機

4) ガスクロマトグラフ質量分析器

5) 核磁気共鳴分析器 (NMR) 他 パルプ試験機及び化学分析器等

総額 280万US\$ (約2億8,000万円)

3. 製紙・パルプ産業の現況

3-1 製紙・パルプ産業

森林率が急速に減少し、木材資源の著しく乏しい環境下でありながら、タイ国の紙・パルプ産業は国民総生産の成長率を上回る高い成長を示している。

現在、タイ国民一人当たり年間の紙消費量は世界の平均より低いですが、3年位の内に世界平均に達し、以後の大幅増加が予想されている。

こうした状況下で、自国内でのパルプ原料の安定供給体制の確立は重要な課題になっている。

1) 高い成長を示す紙・パルプ産業の実態と課題

紙・パルプ産業は本質的に原料として森林からの木材を消費する産業である。木材資源が決定的に不足しているタイ国では紙・パルプ産業の発展をどのように進めるかは重要な課題である。これまで原料は非木材繊維と輸入パルプで補われており、木材にあまり頼らない原料確保が図られている。こうした原料事情からパルプ・紙生産の一貫体制はなく、それぞれ独立して生産を行っている。パルプ生産は現在4つの工場で行われ、その規模は1～10万トである。1993年の総生産量は21万トであるが、将来はタイの経済発展とリンクした情報・流通分野に欠かせない紙の原料として大幅な生産増が予想されている。

原料としては主に短繊維（麻、ユーカリ、バガス、ムギワラ、竹）、長繊維（針葉樹木材）及び古紙繊維が利用されている。タイ国では長繊維原料が殆ど得られないため、これらは全面的に輸入パルプに依存している。同年のパルプの総需要量は約50万トで、その6割に当たる約30万トが輸入され、輸出は3.8万トである。生産パルプの市場は主にタイ国内向けとなっている。パルプ化法は最大手のフェニックスパルプ&ペーパー社で化学パルプのクラフト法が行われているが、他にソーダ法、CTMP法などによる生産が行われている（表1参照）。パルプ価格は原料により多少異なるが、国際価格に比べて高いため、市場は不安定な要素をかかえている。パルプの需要の伸びは年12%で、3年後には74万トに達すると予測されている。生産が需要に追いつかないことがパルプ生産の現状である。

紙・板紙生産は多少状況が異なっている。1993年は約43工場で184万ト生産され、その内訳はクラフト紙118万ト、印刷・書籍用紙35.4万ト、板紙23.1万ト及び衛生紙7.4万トとなっている。同年の総需要量約167万トの内訳を図1に示す。長繊維を利用する新聞用紙は主に輸入品によって補われている。紙・板紙の需給バランスはパルプとは異なり、生産量が需要を上回っている。現在、国民一人当たりの紙消費量は28.3規で世界の平均を下回っているが、3年後には300万トが予想され、紙消費量は世界平均の47.5規に達することが見込まれている。同年の紙製品は輸入額は130億バーツで、紙製品の入超がタイ経済に

表1 タイ国におけるパルプ化原料と生産性

パルプ会社	パルプ化法	原料	生産能力(t/y)
A	クラフト漂泊	ユーカリ、タケ ケナフ	100,000
B	CTMP	バガス	15,000
	ソーダ	バガス	29,000
C	クラフト漂泊	タケ、ユーカリ	55,000
D	モノサルファイト	イナワラ	10,000
合計			209,000

出典：タイ製紙連合会、1993年

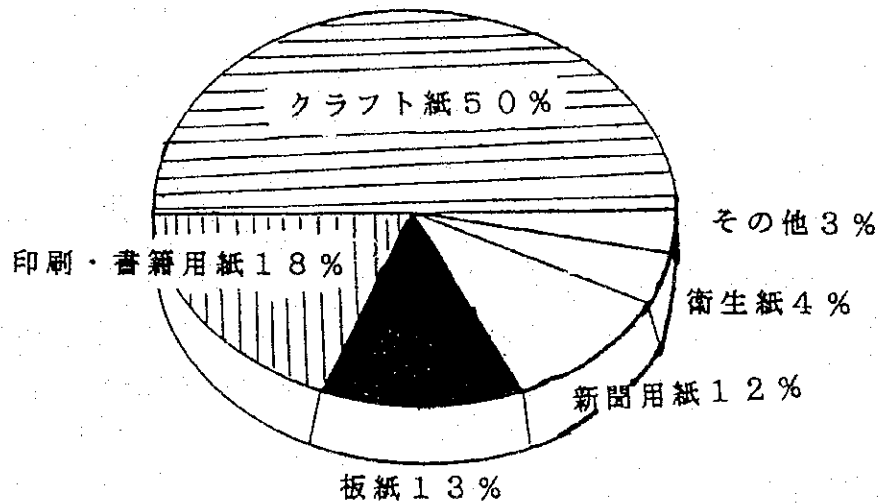


図1 タイ国の紙・板紙需要 (1993年)

—総需要量167万ト—

与える影響も少なくなく国内生産体制の確立が強く求められている。

タイの製紙産業は原料面で輸入古紙に大きく依存している。1993年の古紙需要量は98万ト(国内古紙64万ト、輸入古紙34万ト)で、古紙利用率は53.4%に達している。古紙回収システムはまだ確立していない中で、国内での古紙回収率は38%に上昇していることが報告されている。

2) 資源・環境問題への対応

現在、森林育成とパルプ原料との両方の目的をもって、ユーカリ造林が東北タイを中心

に進められている。パルプ原料としてのユーカリの割合は東北タイの大手パルプ会社の原料の6割を占めている。ユーカリは育種などにより、品種改良のしやすい材であるとともに、持続的生産性の視点からも大いに将来性が注目されている。一方で、一斉造林のもたらす生態系への影響などの有害性の指摘もあり、マスコミでも大きく取り上げられた。

現在、タイ国では約20万トンのパルプの原料として、ユーカリ材の他は、非木材に依存しているが、これらは約170万トンの紙消費量の一部分にしか過ぎず、紙資源の自立は相当に困難な状況である。さらに、非木材資源は一般的に少量分散型で存在するため、集荷・輸送・貯蔵に問題が多くコスト高になりやすい傾向がある。これらの資源を利用するパルプ工場も小規模分散型にならざるを得ないため、廃液処理対策を十分に考慮したパルプ化技術の確立が特に求められる。

森林資源の枯渇と木材資源を消費する紙・パルプ産業の増大という相対立する事態に直面しているタイ国の現状は複雑である。もし国内での紙資源の自給体制を確立しようとするなら、現状では相当に困難な問題を抱えることになるであろう。時間はかかるが有用樹種を含む多様な生態系のバランスのとれた森林回復が当面の急がなければならない最も重要な課題であると考えられる。ユーカリ材などの早生樹種もこうした森林育成の中に位置づけられる必要がある。そのためにも、きめの細かい土地政策が確立されなければならない。また、紙・パルプ産業の発展のためには、森林保全を目標とした新しいアグロフォレストリーの開発により、多様な非木材繊維の利用システムが確立されなければならないであろう。小規模生産に頼らざるをえない紙・パルプ産業は、環境汚染を少なくするパルプ化技術を確立し、資源がリサイクルなどにより再び田畑に還元できる様な、途上国の実状に見合った資源循環型利用システムをつくり出すことが今後の重要な課題と考える。

3-2 農林残渣物を利用した製紙・パルプ

世界の紙パルプ用の原料の主体は木材である。これは紙パルプの消費量の大きな国が先進工業国であり、その原料として木材が用いられていることによる。発展途上国ではパルプ用材に乏しい国が多く、したがって、世界的にみると表2に示すようにパルプ生産のための原料を木材に頼っている先進工業国を中心とする国々と、非木材原料に頼っている発展途上国の国々とに大別できる。

タイは表2の中に入っていない。これは紙・板紙の生産量115万トン（1992年）に対してパルプの生産量は18万トンと少なくほとんどを輸入に頼っているためである。パルプ生産量は少ないもののやはり他の発展途上国の例に洩れずワラ、バガス、タケなどの非木材がその主要な原料であることはまちがいない。

タイの製紙産業の年間成長率は1987年から1991年の平均で15.5%に達しており、GDPの成長率の1.5倍にも及ぶ。1992年から1996年の成長予測は12.0%である。したがって、パ

表2 各国のパルプ生産能力と非木材パルプの割合

国	パルプ生産量(千 t)		非木材割合 (%)
	全能力	非木材	
米 国	53,677	339	0.7
ソ 連	12,675	625	4.9
日 本	12,408	8	0.1
ブ ラ ジ ル	4,375	289	6.6
フ ラ ン ス	2,310	20	0.9
ス ペ イ ン	1,660	130	7.8
南 ア	1,549	99	6.4
ポ ル ト ガ ル	1,404	45	3.2
中 国	10,679	8,129	76.1
イ ン ド	2,790	2,040	73.1
メ キ シ コ	1,189	433	36.4
イ ン ド ネ シ ア	399	262	65.7
ペ ル ー	355	320	95.1

上埜武夫；木材工業 46(10)
p. 482~486 (1991) より

ルプをできるだけ自国内で生産し、海外依存度を少なくしようとするのは当然である。また、木材資源が十分でないことから、その原料を非木材繊維で当面代替しようとするのはうなずけることである。

タイのフェニックス社は世界最初のケナフ専用工場としてスタートし、世界中の注目を浴びた。これは、アメリカの研究に刺激されて非木材であるタイケナフを原料とすることを試みたものである。しかし、キューバケナフで研究された結果をそのままタイケナフに適用したために数々の問題が生じ、現在ではその原料としてタイケナフはほとんど使用されなくなっている。すなわち、その原料はユーカリ60%、タケ40%と木材が主体である。しかし、補助的な原料としてケナフは依然として利用されており、1995年には1994年の4,000トンから34,000トンに一挙に8.5倍に増産される予定である。

タイカセサート大学側からの要請書では今回のプロジェクトの開発目的の第一に農林残渣物のパルプ化があげられており、その主体は、イネ、サトウキビ、キャッサバ、トウモロコシ、大豆、ソルガム、ゴムなどの残渣物の利用が考えられている。これは中国など、木材資源に乏しく非木材をパルプ原料の主体としている国々のことを考えると当然なことのように思える。しかし、非木材主体の国々では廃液処理などその生産状況は決して好ましい状況に

ない。(別添附属資料参照)

今回のタイ各地の実状調査並びに実施機関(KAPI)との討議を通して、次のような問題点の指摘とこれについての提案を行うことができる。

- 1) 安易に農産物残渣を紙パルプに利用する方向では環境負担を増大させる恐れがある。なぜなら、中小規模のパルプ工場は廃液処理に十分な設備投資をすることが困難であるからである。先進工業国で農産物残渣を原料としたパルプ工場のほとんどが閉鎖された理由はここにある。先進国でこれが生産できたのは、大規模工場で廃液処理を肩代わりしてもらえるもののみであった。これまでどうりの生産方式では、発展途上国での十分な処理は期待できない。
- 2) 農産物残渣は本来有機質肥料として農地に還元すべきものである。日本などでは、ほとんどすべて収穫時に農地に抄き込まれ紙パルプに利用できるワラは存在しない。ワラにはシリカが多量に含まれ、パルプ廃液回収が困難であるからである。バガスは燃料として製糖工場利用された残余分のみが紙パルプに回されるのであり、その利用可能量は意外と少ない。もしこれらの農産物残渣を利用するのであれば、先進国でも行われていないような廃液を肥料とするなどの先進的なパルプ化法を研究する必要がある。
- 3) 紙パルプ原料はむしろ、積極的にアグロフォレストリーなどの手法を用いて生産することが大切である。ケナフ、コウゾなどの繊維作物とユーカリ、タケなどの林産物とを同時に生産するシステムが必要であろう。これは、土地区分、土地所有の明確でないタイにおける生産方式として検討に値する。これによって、地域生態系の持続的開発を期待することもできるかもしれない。
- 4) 新しい生態系保全型の中小規模でのパルプ生産技術を開発すべきである。例えば、カリウム蒸解やアンモニウムサルファイト法などを用いると、廃液は肥料としての利用が考えられる。原料生産からパルプ化、紙の製造、廃液処理(肥料として生態系にもどすことを基本にする)に至る一連のモデルの開発を目指すべきである。
- 5) モデル提示をプロジェクトの期間内に行うためにはアグロフォレストリー対象植物の数を限定すべきである(郷土樹脂、コウゾ、ケナフなど)。さらに、現在行われている造林プロジェクトなどでどのような組合せが行われているかを調査することも、これからのパルプ生産のための繊維植物の確保の未来像をさぐるためにも重要であろう。

4. アグロフォレストリーの現状

4-1 土地利用区分とアグロフォレストリー

タイ国の森林は基本的には全て国有林であり、森林は国立公園、鳥獣保護区、保安林など木材生産以外の目的をもつ保護林と木材生産を目的とする経済林に大別される。

近年、タイ国の森林は急激に減少しており、1991年には国土面積の27%となっている。1992年に改定された国家森林政策では、保護林及び経済林の目標面積を国土面積のそれぞれ25%、15%に高めようとしている。

保護林はそのほとんどが天然林であり、禁伐となっている。また、経済林は森林の多目的利用を目的として地域住民に活用機会が与えられる人工林、木材生産を目的として木材産業に活用機会が与えられる人工林及び地域社会に活用機会が与えられるコミュニティー・フォレストに区分される。

政府は上記の3つのタイプの経済林において実施するアグロフォレストリーを奨励し支援している。また、タイ国の土地所有形態にはいまだ所有権が不明確な部分が多いが、上記の保護林、経済林の周辺のバッファゾーンや農地等の私有地でもアグロフォレストリーは行われている。

これらアグロフォレストリーの実績に関する統計データは、今回の調査では見いだせなかった。

4-2 アグロフォレストリーの推進

アグロフォレストリーの推進に関するマスタープランの作成、地域住民・農民等への普及、補助金による支援等の施策は農業協同組合省王室林野局(RFD: Royal Forest Department)の所管である。RFDの植林政策では、1993年以前はほぼ全てがユーカリの植林であった。1994年以降、政策の転換があり、1994~96年の3年間に農家林業(Farm Forestry)として30万ライ(約5万ha)のユーカリ造林と300万ライ(約50万ha)のチークやフタバガキ科樹種などのローカル樹種を造林する計画が進行中である。

農民等への援助策として、政府は苗木や肥料を提供し、また5%の低利でBACC(Bank of Agriculture and Agricultural Cooperative)より1ライ当たり毎年3,000バーツを5年間融資する。政府の援助は各県に置かれている地方事務所が末端の担当組織となり、10村落を1単位としてまとめ普及指導を実施している。具体的には、農民をグループに組織化し、苗畑の造成、苗木の生産、造林等の指導を行っている。

造林樹種はユーカリ、ギンネムなどの早生樹種のほか、チークやインドセンダン(ニーム)等のローカル樹種、マンゴー、カシューナッツ、タマリンドなどの果樹も用いられる。一方、

造林樹種と組み合わせる農産物はキャッサバ、コーン等の食用作物が主であるが、ユーカリと牧草地を組み合わせたシルボパスチャーもさかんに行われている。また、東北タイではパルプ原料用としてケナフがかなりの規模で導入されているが、今回の調査では具体的な統計データ等はできなかった。

4-3 アグロフォレストリーの普及及び研究

アグロフォレストリーの研究は王室林野局の林業研究部でも実施していると思われるが今回、調査の機会はなかった。

一方、今回の調査ではカセサート大学の地域コミュニティー・フォレストリー訓練センター (Regional Community Forestry Training Center) を訪問する機会があった。同センターは国内外の研究者、行政官、技術者等にコミュニティー・フォレストリーの訓練を行うことを目的として1987年に設立されたものである。毎年、1～4カ月の訓練コースをいくつか開講しており、講義、野外実習、見学等を組み合わせアグロフォレストリーを含むコミュニティー・フォレストリーのさまざまな分野の訓練を行っている。またコミュニティー・フォレストリーに関するニュースレター等出版物の刊行、ワークショップ、セミナーの開催など幅広い活動を行っている。

5. プロジェクト実施体制

5-1 管理運営体制

当プロジェクトの実行機関はカセサート大学のみ限定し、リーディング機関として同大学の附属機関であるカセサート大学農業・農産工芸品改良研究所（KAPI）を、また参加機関として同大学の5つの学部、つまり、林学部、農学部、農産工芸学部、科学部及び工学部が考えられる。KAPIには4つのセクションがあるが、当プロジェクトは農産工芸品改良部（Agro-Industrial Product Improvement Section）が担当することとなる。

プロジェクトに直接関わる機関は上述の通りであるが、当プロジェクトがアグロフォレストリーのモデル林開発等林学分野の研究開発も含むため、ジョイント・コミッティーのメンバーとして王室林野局をも取り込むことが望ましい。

なお、当プロジェクトでアグロフォレストリーの研究を行う場合、アグロフォレストリー・モデル林の造成等に必要フィールドはカセサート大学林学部附属の5つの演習林（チェンマイ、ランパン、ナコンラチャシマ等）から選択することが可能である。

カセサート大学林学部との打合せでも、王室林野局には適当なフィールドがなくカセサート大学演習林の活用が望ましいという意見であった。この場合、東北タイに位置するナコンラチャシマ演習林が適当であるという提言があった。

5-2 建物・施設等の現況

1) 建物

プロジェクトサイトとなるKAPIは1991年7月に設立されているが、目下新設の研究所への移転の最中で、事務関連施設が一部移動しているほか、内部は工事も未完成で、部屋は空き室の状況であった。本プロジェクトに対し、7及び8階の研究スペース（別添附属資料参照）及び2階の専門家用スペースを予定している。

実験機器施設が予定される7階研究室を視察した。6m×8mスパンの3連の実験室で構成され、壁コンセント（4カ所）と冷房施設のみで、水・ガス関連施設はなく、必要なら工事をするとのことである。床は一面大理石が敷かれており、新たな施設の拡張などのための配管溝用施設は不明であった。

ここの一部に紙試験室を予定しているとのことであるが、その場合ISO規格の空調条件が必要になるため、試験室に隣接して機械室や間仕切り等が必要になるので今後これらについて十分調査をする必要がある。8階右側の2スパン（8m×18m）は紙・パルプ実験室として予定されているスペースである。ここも、排水施設がなく、実験台を置くことが可能なか問題である。なお、蒸解関連施設も持ち込むとのことであるが、その場合、

臭気対策の排気、騒音、振動などへの対策が必要である。供与機材の中にあがっている核磁気共鳴測定装置（NMR）やガスクロ直結質量分析装置（GC-MS）などの精密分析機器の設置場所としては与えられた図面の上（玄関の反対側の空き地）に今年中に建物を建てる予定とのことである。

未完成の建物で、プロジェクト課題に対応した建物利用の全体像や配管系統など不明な点が多いことが問題点としてあげられる。

2) 研究施設

新設研究所への研究施設の移転は殆ど行われていない状況のため、KAPI実験室、中央実験室、林産部門の紙・パルプ実験室の現有機械のリスト（表3）を入手した。また、カ大で紙・パルプ及び組織培養施設を見学した。高濃度リファイナーやアスブルンドデファイブレーター用蒸気発生装置が非常に古く使用が困難であるとのことであった。リスト中に機械の年代が記入されているが、概して古い機械が多く、更新の必要性が認められた。現状の実験機器に関してはメーカー、仕様、性能などの情報も必要である。

新設研究所内での機械設置のレイアウトが決まっていないため、現況把握が出来なかったが、プロジェクト課題に合わせた供与機械の選択が重要である。特に、紙・パルプ関連施設は研究本館と別棟に仕分けをした方が良い部分もあり、次回の事前長期調査ではこの点も明らかにしておく必要がある。

表3 KAPI 実験室、中央実験室、カ大林学部実験室の実験機器

KAPI laboratory

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Balance (天秤) | - 2 decimal pts (4) |
| | - 4 decimal pts (2) |
| 2. Autoclave(オートクレーブ) | - 43 litres, automatic dryer (1) |
| 3. Laminar flow | - Horizontal type, 2 1/2 ft. (1) |
| 4. pH meter(pHメーター) | - digital (2) |
| 5. Growth chamber | - CO ₂ , temp., light and humidity controlled(1) |

Central laboratory

- | | |
|--|---|
| 1. Transmission electron microscope
(透過型電子顕微鏡) | -75 Kvol
-max. 300,000 X |
| 2. Gas chromatography(ガスクロ) | -Flame ionization detector |
| 3. High performance liquid
chromatography (液クロ) | -UV detector |
| 4. Autoanalyzer (元素分析装置) | -For nitrogen, phosphorus
and potassium determination |
| 5. Atomic absorption spectrometer
(原子吸光) | -For trace element
determination
-Flame automization system |
| 6. Ultracentrifuge
(超遠心分離機) | -up to 500,000xg under vacuum |
| 7. Electrophoresis
(電気泳動) | -Vertical electrophoresis
30 slot, sample holder
14×18 cm/gel media |

Department of Forest Products

使用年数

- | | |
|--|----|
| 1. Disc chipper(ディスク チッパー) | 24 |
| 2. Chip screen (チップ スクリーン) | 25 |
| 3. Rotary digester (回転蒸解装置) | 25 |
| 4. Lab defibrator (実験用解繊機) | 27 |
| 5. Disc refiner (6" diameter)(リファイナー) | 31 |
| 6. Pulp disintegrator (パルプ離解機) | 26 |
| 7. Pulp stainer (screen)(パルプスクリーン) | 25 |
| 8. Dewatering (脱水機) | 24 |
| 9. Valley beater (ビーター) | 26 |
| 10. PFI mill (叩解機 PFIミル) | 18 |
| 11. Canadian standard freeness tester(フリーネステスター) | 27 |
| 12. Defibrator freeness tester (フリーネステスター) | 28 |
| 13. TAPPI standard sheet former and dryer
(Tappi スタンダード抄紙機、乾燥機) | 20 |
| 14. Thickness Tester (厚さ試験機) | 26 |
| 15. Folding endurance (耐折試験機) | 26 |
| 16. Tearing resistance (引裂き試験機) | 26 |
| 17. Bursting strength (破裂試験機) | 26 |
| 18. Tensile strength (引張り試験機) | 26 |
| 19. Standard cutter (標準カッター) | 26 |
| 20. Folding endurance (耐折試験機) | 26 |
| 21. Densometer (デンソメーター) | 20 |
| 22. Softness (硬さ試験機) | 19 |

5-3 予算措置

K A P Iは1991年7月に設立された新しい組織であり、1992年以降5年間の研究費以外の経常予算の実績及び計画は次のとおりである。

年 度	予算 (万円)
1992	1,050
93	540
94	1,270
95	2,580
96	24,000

- (注) 1. 1パーツ=4円で換算。
2. 1996年度は、現在建築中の研究所の建設費が含まれている。

また、プロジェクト期間中のタイ側から支出される研究予算は毎年4,000万円程度が見込まれている。

5-4 カウンターパートの配置

タイ側のカウンターパートは5-1で述べたK A P Iを始めとするプロジェクト実行機関から配属されることとなる。

今回、タイ側より調査団に対し研究テーマごとの研究者リストが提出された(別添附属資料参照)。ただし、研究テーマはタイ側がプロポーザルに基づいて作成したものであり、今回の調査団とカセサート大学で調印されたミニッツで定められた研究テーマとは若干異なっている。特に、当研究者リストにはアグロフォレストリーの分野が含まれておらず、今後、当分野の研究者を確保する必要がある。

また、研究者リストの研究者数はK A P I及び5つの学部から合計30名の多数におよんでおり、全員をカウンターパートとして指名することは現実的ではなく、このうちから適任者を選ぶことになると考えられる。同リストの研究者のほとんどは教授、助教授といった上級クラスの者であるが、助手クラスの若手研究者がアシスタント・カウンターパートとしてプロジェクトに参加する可能性を今後検討する必要がある。

6. プロジェクト協力内容の検討

タイ側からの要請書(1994年4月、カセサート大学)の内容は、その表題Technology for Effective Utilization of Forest Product and Wood Substitutes for Paper and Pulp(略称 Paper and Pulp Technology Development)が示すように、林産物及び農産物残渣を用いた紙・パルプ製造技術を開発することにあつた。また、原材料としては早生樹のほか、木材代替材としてケナフ、桑、バナナ幹、パイナップル葉、さらに、大豆・綿の茎枝等農業廃棄物までも含み、目標製品としては包装紙、高級印刷紙、ファイバーボード、パーティクルボード等にわたり、広範な原材料を扱い、広範な製品づくりを目指すプロジェクトであつた。

これに対し、日本側は、紙パルプ製造技術開発の前提として原材料の生産・供給の確保が重要であるとし、そのためアグロフォレストリーの研究開発を同時に進めるべきであるという対処方針を定めた。このような方針のもとにプロジェクトを推進するための前提条件としてアグロフォレストリーシステムの研究開発とそれを進めるための研究組織が保証されることが必要であるとされた。

このように両国間の意向に大きな差異があることから、調査団としては慎重に対応するべく、タイ側と接触する前にタイ日本大使館、JICAタイ事務所と上記の点を中心に意見交換を行った。また、要請者であるカセサート大学と接触する前にもタイ国のTISTR(タイ国科学技術省科学技術研究所)、RECOFTC(社会林業研修センター)、RFD(タイ王国林野局)、DTEC(タイ国技術経済協力局)を訪問し情報収集に努めた。その結果、タイ国としてこのプロジェクトに高いプライオリティーをおいていること、パルプ化の技術開発にはかなりの実績があること、アグロフォレストリー導入についてかなりの支援が行われていることなど、このプロジェクト実施についての環境条件はある程度まで揃っていると感じられた。

入国4日目に至って当該機関であるカセサート大学を訪問した。学長表敬訪問の冒頭、Kamphol学長はこのプロジェクトを重視していると述べ、当方から調査団の訪問趣旨を簡単に説明した。ついでKAPI(カセサート大学農産物研究所)の新築ビル内で協議を開始した。出席者はKAPIの所長・副所長・特別顧問・林学部の部長・造林科主任教授などプロジェクトの責任メンバーが揃つた。

冒頭タイ側からプロジェクトの研究テーマとして次のような案が出された。

- (1) パルプ・製紙の新しい化学的・物理的製法
- (2) 農業残材をつかったMDF及びファイバープラスチック製造法
- (3) パルプ化、漂白化へのバイテク技術の応用

- (4) パルプ化過程の廃棄物の利用
- (5) パルプ原料としての未利用樹種の組織培養技術開発

当方から冒頭あいさつとして次のように述べた。

- (1) 本調査団の目的は要請内容について協力の可能性を探るための予備的調査を行うことである。
- (2) 主要な調査内容はプロジェクトを実施する場合に想定される諸問題を討議し見直しを得ることである。即ち、実行体制、ローカルコスト、カウンターパート、資機材などである。
- (3) このプロジェクト開始の前提条件として重要な問題点がある。要請書の内容はパルプ製紙の技術開発に重点がおかれているが、パルプ化技術の研究のみが進展しても原材料の供給の見通しがたたなくては開発された研究が実用化に至らず自己満足に終る恐れがある。安定的にかつある程度まとまった量の材料を供給するためアグロフォレストリーの研究を同時に進める必要がある。これについてタイ側の考慮を期待する。

以上のように述べたあと引続いて、タイ側から提案された研究テーマについて、①対象作物や目標製品の範囲が広すぎる点、②農林業残渣をつかうパルプ化の際に起きやすい水質汚染を少なくする技術開発が必要であることなどを強調した。

3日間の東北タイの造林現地、パルプ工場の視察を終え、再度カセサート大と協議に入った。

カ大側からは次のような研究テーマの修正案が用意されていた。

- (1) アグロフォレストリーモデルの開発
アグロフォレストリーの野外テスト及びアグロフォレストリー推進のためのクローン選抜と大量増殖
- (2) 小規模パルプ産業の低汚染技術
実験室規模及びパイロット規模の技術開発
- (3) その他農業加工生産物の技術開発
農業残材からMDF、ファイバープラスチック等の製造技術

調査団としては(3)で扱う対象がやや広範すぎる点を除き日本側の意向を十分組み入れた案であると判断した。したがって(1)(2)が主研究テーマであり(3)は補助的(Supplementary)テーマであると考えて口頭で確認し、その内容のツメは長期調査員にゆだねることにした。

最後にミニッツの協議に入り、プロジェクト名を“Research Project for Higher Utilization of Forestry and Agricultural Plant Material in Thailand”とし、プロジェクトの目的を適切なアグロフォレストリーによる農林産物の有効利用のためのパルプ化技術の研究能力を向上させることとした。

研究テーマの表現についてはやや時間をかけ討議を行い、次のとおり合意した。

- (1) パルプ原材料生産のためのアグロフォレストリーモデルの開発
- (2) 小規模パルプ・紙産業における環境を汚染しない技術開発
- (3) 農林残材利用による各種農林加工の開発

さらにプロジェクトの運営体制について次のような討議を行った。

- (1) リーディング組織はK A P I ; 参加機関は関連の5学部とした。
- (2) 研究サイトとしては、室内試験はK A P Iの新設研究棟の7, 8階をあて、野外フィールドは林学部の演習林を用いるのが適切である。
- (3) カウンターパートとして30名に及ぶ候補者リストが提出され、予算措置についても説明をうけたが、今後の調査及び協議によって、ローカルコスト、実質的カウンターパートをつめる必要があることで合意した。

以上でミニッツの主内容が決まり、さらに署名の当事者・日程を決め協議を終った。

7. 第三国、国際機関等の援助状況

K A P I に対する紙・パルプ製造関連の援助実績はない。これはK A P I 自体が新しい組織であり、また、紙・パルプ分野の研究が今後の活動であることによる。

紙・パルプ分野以外では、タイ国に自生する植物から医薬、農薬等に利用できる物質の抽出に関する研究を1993～94年の2年間、米国の民間企業と共同で実施している。当共同研究は今後も続けていくとのことである。

8. 専門家の生活環境

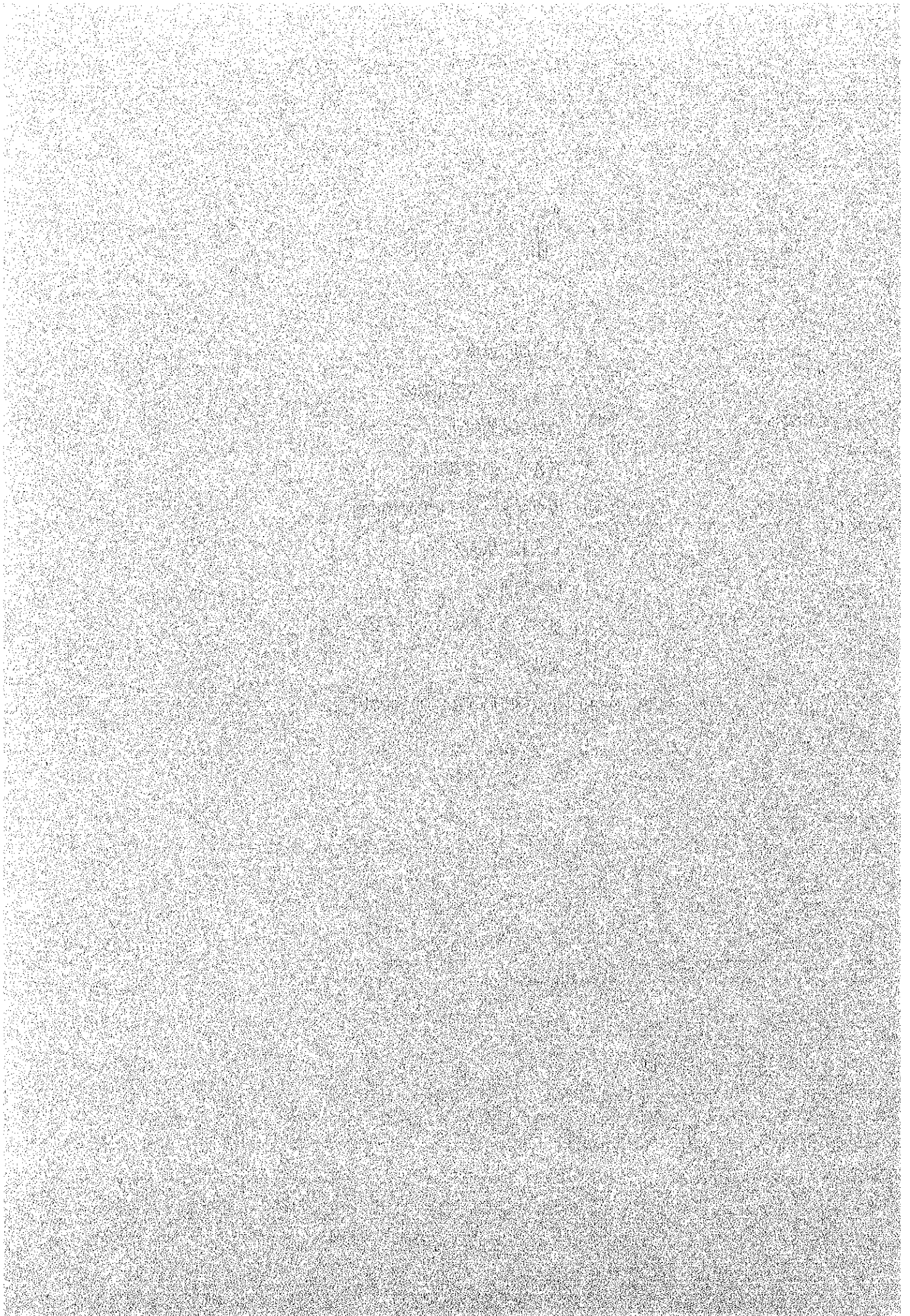
プロジェクト実施予定機関であるカセサート大学は、バンコク市街から北へ約15kmのところであり王室林野局も隣接している。派遣される専門家は現在王室林野局に派遣されている個別派遣専門家と同様に、バンコク市内に住居を持ち自家用車等で通勤することが可能である。バンコク市内には日本人専門家も多く、外国人向けの住居や日本人学校、日本食を売るスーパーマーケット等もあり、家族同伴の専門家についても特に問題はない。

治安状況は安定しているが、急激な経済発展にともなう自動車の増加により交通渋滞や交通事故の増加が著しく、生活上特に注意をはらう必要がある。医療施設については、歯科も含め日本語で対応できる病院が数施設あり、最先端の医療機器をそろえており、緊急の場合でも十分対応できるものである。

バンコク市内においては、これまで数多くの専門家が派遣され十分な実績及び経験があることから専門家の生活面については特に問題がないものと思われる。

附 属 資 料

- 1 調査団の派遣
- 2 カセサート大学組織図
- 3 農林残渣物統計
- 4 K A P I 研究室図面
- 5 カウンターパートの配置計画
- 6 K A P I 研究テーマ
- 7 協議議事録
- 8 紙パルプに関するワークショップ
- 9 要請書
- 10 王室林野局（R F D）組織図



1 調査団の派遣

1-1 調査団員

団長／総括	小林富士雄	(株)日本林業技術協会顧問
林業協力	宮川 秀樹	農林水産省林野庁計画課海外林業協力室課長補佐
研究協力	島田 謹爾	農林水産省森林総合研究所木材化工部成分利用科長
農林残渣物 パルプ化技術	鮫島 一彦	高知大学農学部森林科学科教授
業務調整	上澤上静雄	JICA林業水産開発協力部林業技術協力投融資課

1-2 調査日程

- 3/13 (月) 東京→バンコク
- 14 (火) 日本大使館、JICA事務所表敬、科学技術研究所化学工業部視察
- 15 (水) 王室林野局表敬、調査、DTEC表敬
- 16 (木) カセサート大学農業・アグロインダストリー改良研究所(KAPI)、
林学部表敬打合せ、バンコク→コンケン
- 17 (金) フェニックスパルプ社視察、RFDアグロフォレストリー普及センター
視察
- 18 (土) 東北タイ造林普及プロジェクト視察、コンケン→バンコク
- 19 (日) 資料整理
- 20 (月) KAPI協議
- 21 (火) KAPI協議
- 22 (水) 協議議事録署名
- 23 (木) JICA、日本大使館報告、バンコク→
- 24 (金) 東京

1-3 主要面談者

カセサート大学

学 長 Dr. kamphol Adulavidhaya

カセサート大学農業・アグロインダストリー改良研究所(KAPI)

所 長 Dr. Thira Sutaburta

顧 問 Dr. Preecha Kiatgrajai

副所長 Dr. Angsumarn Chandrapatya

カセサート大学林学部

学部長 Dr. Bunvong Thaiutsa

造林科長 Mr. Niyom Petchpud

カセサート大学地域コミュニティーフォレストリー訓練センター

所長 Dr. Somsak Sukwong

タイ科学技術研究所

化学工業部長 Dr. Naiyana Niyomwan

王室林野局 (RFD)

造林課長 Mr. Yod Keereerat

在タイ日本大使館

一等書記官 下條 龍二

JICAタイ事務所

所長 表 伸一郎

所員 小川登志夫

王室林野局個別派遣専門家 (天然林施業技術開発)

若松 正弘

東北タイ造林普及プロジェクト

リーダー 柳原 保邦

業務調整 合原 裕人

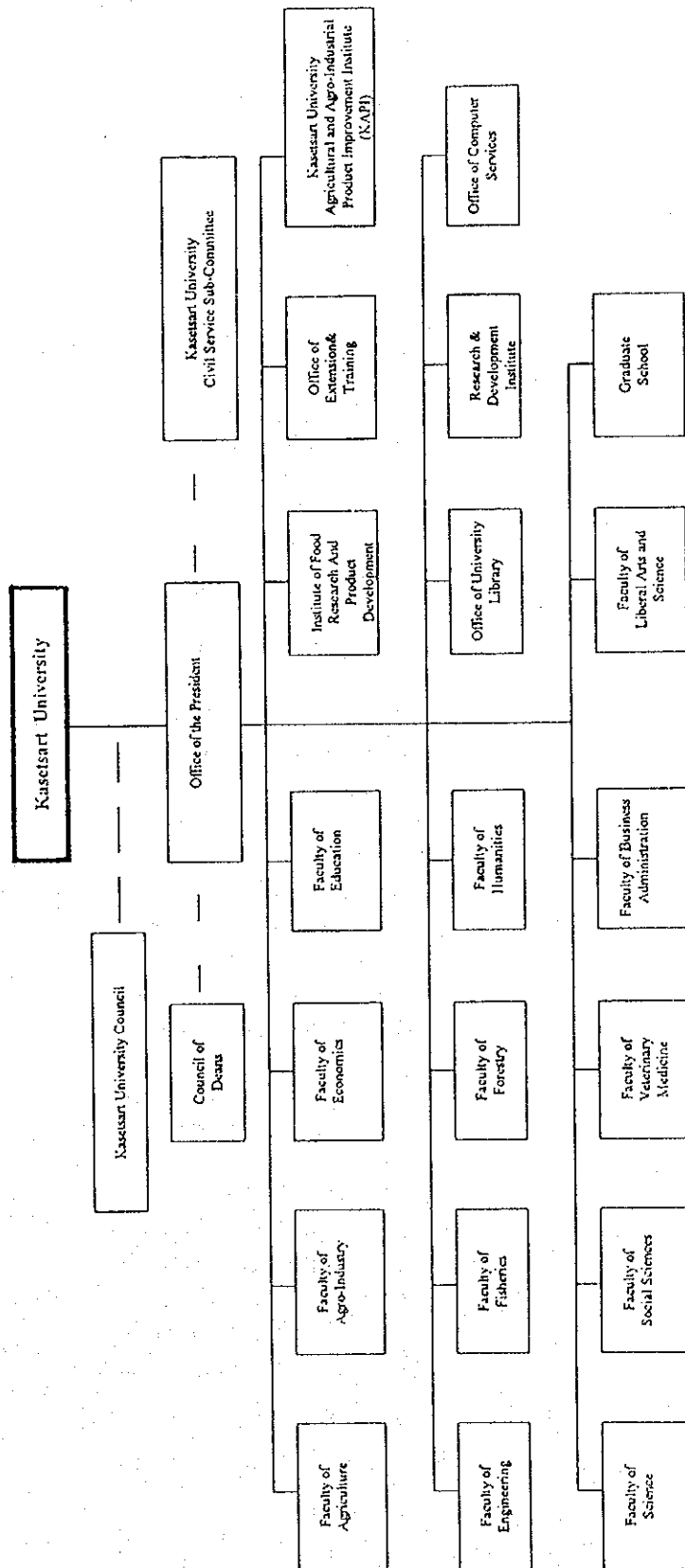
訓練 桂川 裕樹

普及 中島 正彦

苗畑 大森 慎一

造林 谷口 文敬

ORGANIZATION CHART



FACULTIES AND ACADEMIC DEPARTMENTS

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Faculty of Agriculture | <ul style="list-style-type: none">- Agricultural Extension and Communication- Agronomy- Animal Science- Entomology- Farm Mechanics- Home Economics- Horticulture- Plant Pathology- Soil Science |
| 2. Faculty of Agro-Industry | <ul style="list-style-type: none">- Biotechnology- Food Science and Technology- Packaging Technology- Product Development- Textile Science |
| 3. Faculty of Business Administration | <ul style="list-style-type: none">- Accounting- Finance- Operations Management- Marketing- General Management |
| 4. Faculty of Economics | <ul style="list-style-type: none">- Agricultural and Resources Economics- Cooperative Science- Economics |
| 5. Faculty of Education | <ul style="list-style-type: none">- Education- Educational Psychology and Guidance- Educational Technology- Physical Education- Sports Science- Vocational Education |
| 6. Faculty of Engineering | <ul style="list-style-type: none">- Agricultural Engineering- Chemical Engineering- Civil Engineering- Computer Engineering- Electrical Engineering- Industrial Engineering- Irrigation Engineering- Mechanical Engineering- Water Resources Engineering |

7. Faculty of Fisheries — Aquaculture
— Fishery Biology
— Fishery Management
— Fishery Products
— Marine Sciences

8. Faculty of Forestry — Conservation
— Forest Biology
— Forest Engineering
— Forest Management
— Forest Products
— Silviculture

9. Faculty of Humanities — Career Sciences
— Communication Arts
— Languages
— Library Science
— Linguistics
— Literature
— Philosophy and Religion

10. Faculty of Liberal Arts and Science — Humanities
— Natural Sciences
— Social Sciences
— Genetic Engineering
— Bio-Engineering
— Economic Botany
— Chemistry Technology
— Sports Engineering and Health

11. Faculty of Science — Applied Radiation and Isotopes
— Biochemistry
— Botany
— Chemistry
— Computer Science
— General Science
— Genetics
— Mathematics
— Microbiology
— Physics
— Statistics
— Zoology

12. Faculty of Social Sciences —
- Geology
 - History
 - Law
 - Political Science and Public Administration
 - Psychology
 - Sociology and Anthropology

13. Faculty of Veterinary Medicine —
- Anatomy
 - Medicine
 - Obstetrics, Gynaecology and Animal Reproduction
 - Pathology
 - Pharmacology
 - Physiology
 - Surgery

14. Graduate School

Table 1. Agricultural Waste from Rice 2530/2531

region	product (ton)	waste/residue (ton)			energy content (TJ)			total energy (TOE)
		husk	straw	stem	husk	straw	stem	
Northeastern	5,810,048	1,452,512	5,229,043	8,715,072	19,565	85,390	142,317	5,853,422.97
Northern	4,984,518	1,246,129	4,486,066	7,476,777	16,785	73,257	122,096	5,021,730.90
Central	6,134,032	1,533,508	5,520,628	9,210,480	20,656	90,152	150,253	6,179,836.19
Southern	1,113,459	278,364	1,002,113	1,670,188	3,750	16,365	27,274	1,121,792.44
Total	18,042,057	4,510,513	16,237,850	27,072,517	60,756	265,164	441,940	18,176,782.50

Table 2 Agricultural Waste from Sugar cane 2530/2531

region	product	waste/residue		energy content		total energy (TOE)
	(ton)	(ton)		(TGJ)		
	sugar	bagasse	field residue	bagasse	field residue	
Northeastern	4,052,861	1,033,479	1,013,215	7,782	7,630	364,832.88
Northern	4,635,128	1,181,957	1,158,782	8,900	8,726	417,242.69
Central	18,503,205	4,718,317	4,625,801	35,528	34,832	1,665,561.97
Southern	-	-	-	-	-	-
Total	27,191,194	6,933,753	6,797,798	52,210	51,188	2,447,637.54

Table 3 Agricultural Waste from Cassava 2530/2531

region	product	waste/residue	energy content	total energy (TOE)
	(ton)		(TGJ)	
	cassava	stalk	stalk	
Northeastern	12,849,618	5,139,847	92,517	2,190,062.49
Northern	1,653,746	661,498	11,906	281,838.84
Central	7,803,633	3,121,454	56,186	1,330,035.03
Southern	-	-	-	-
Total	22,306,997	8,922,799	160,609	3,801,936.36

Table 4 Agricultural Waste from Maize 2530/2531

region	product	waste/residue	energy content	total energy (TOE)
	(ton)		(TGJ)	
	maize	cob & stalk	cob & stalk	
Northeastern	783,164	1,574,159	30,176	714,326.29
Northern	1,167,825	2,347,328	44,889	1,062,612.44
Central	824,612	1,657,470	31,773	752,130.48
Southern	5,261	10,574	202	4,781.74
Total	2,780,862	5,589,531	107,040	2,533,850.95

Table 5 Agricultural Waste from Soy bean 2530/2531

region	product	waste/residue	energy content	total energy (TOE)
	(ton)	(ton)	(TGJ)	
	soy bean	stalk	stalk	
Northeastern	54,291	155,587	2,876	68,080.67
Northern	248,071	756,616	13,142	311,097.43
Central	35,383	107,918	1,874	44,361.33
Southern	-	-	-	-
Total	337,745	1,020,121	17,892	423,539.43

Table 6' Agricultural Waste from Sorghum 2530/2531

region	product	waste/residue		energy content		total energy (TOE)
	(ton)	(ton)		(TGJ)		
	sorghum	stalk		stalk		
Northeastern	7,239	25,192		437		10,344.66
Northern	90,167	313,781		5,450		129,012.40
Central	94,231	327,924		5,696		134,835.72
Southern	-	-		-		-
Total	191,637	666,897		11,583		274,192.78

Table 7 Agricultural Waste from Bevea rubber 2530/2531

region	product	waste/residue		energy content		total energy (TOE)
	(ton)	(ton)		(TGJ)		
	seed	oil	residue	oil	residue	
Northeastern	-	-	-	-	-	-
Northern	-	-	-	-	-	-
Central	1,055,768	31,673	102,937	1,174	1,237	57,073.19
Southern	9,345,907	280,377	911,226	10,396	10,953	505,373.54
Total	10,401,675	312,050	1,014,163	11,570	12,190	562,446.73

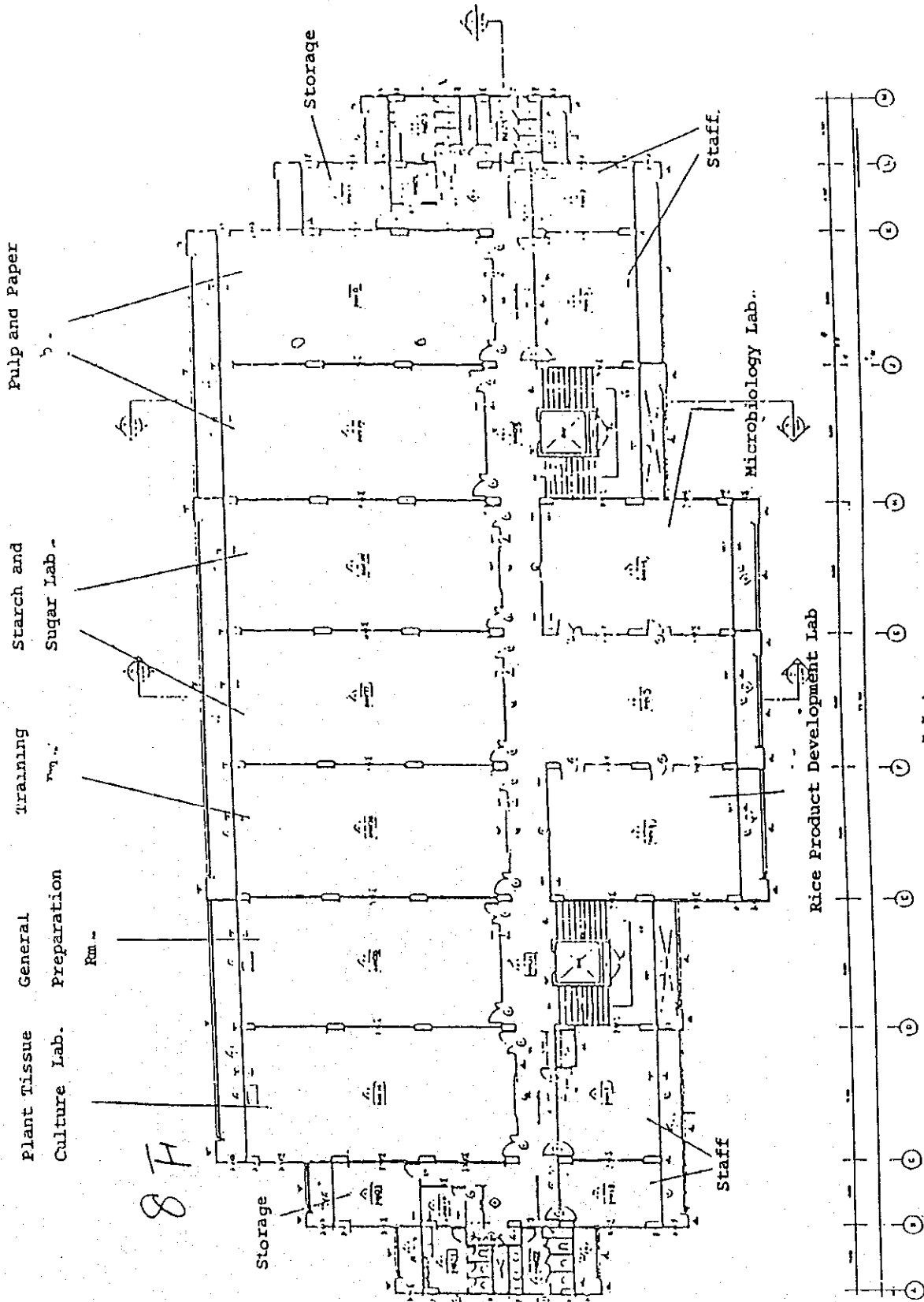
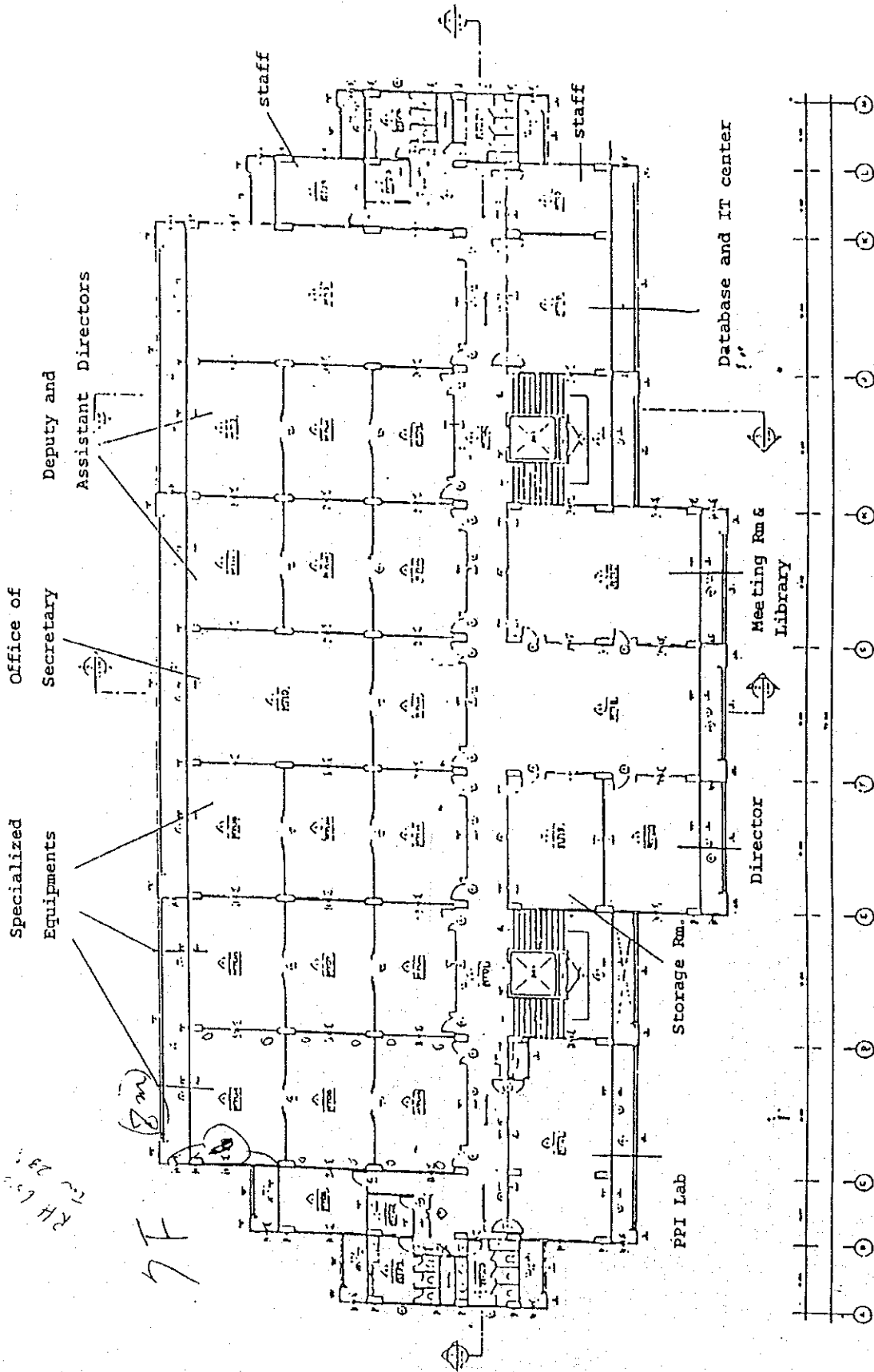


図 1 KAPI 7, 8 階研究室等のレイアウト

Floor Plan of the KAPI Laboratory



ပုံကြေး ၇ ၂:၁၀၀
 ပြင်ဆင်ရေး ဝန်ဆောင်ခန်း

附属資料5 カウンターパート配置計画

Team Leader

Prof. Dr. Thira Sutabutra

Staffs

I. Chemical and physical technology for pulp and paper

1. Prof. Dr. Preecha Kiatgrajai
Department of Forest Products
Faculty of Forestry
2. Assoc. Prof. Vichai Haruthalthanasan
Department of Product Development
Faculty of Agro-Industry
3. Dr. Wittaya Punsuwan
Department of Chemistry
Faculty of Science
4. Assoc. Prof. Dr. Cholticha Noomhorm
Department of Chemistry
Faculty of Science
5. Assoc. Prof. Niyom Petchpud
Department of Forest Products
Faculty of Forestry
6. Dr. Terdthal Vatanatham
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
7. Assist. Prof. Dr. Sirikalaya Suvajittanon
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering

8. Assist. Prof. Dr. Thamrongrat Mungchareon
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering

9. Mrs. Uraiwan Dilokkunanant
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)

10. Mr. Vuthinant Kongthad
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)

II. Utilization of agricultural residues for medium density fiber board
(MDF) and fiber-plastic composites.

1. Prof. Dr. Preecha Kiatgrajal
Department of Forest Products
Faculty of Forestry

2. Mr. Viwat Harvongchiraivat
Department of Forest Products
Faculty of Forestry

3. Mr. Nikom Leamsak
Department of Forest Products
Faculty of Forestry

4. Mr. Pratuang Puthson
Department of Forest Products
Faculty of Forestry

5. Mr. Vuthinant Kongthad
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)

III. Biotechnology for pulping and bleaching

1. Prof. Dr. Angsumarn Chardrapatya
Department of Entomology
Faculty of Agriculture
2. Dr. Amara Thongpan
Department of General Science
Faculty of Science
3. Assist. Prof. Dr. Vichian Kitprechavanich
Department of Microbiology
Faculty of Science
4. Assist. Prof. Dr. Lerluck Chitradon
Department of Microbiology
Faculty of Science
5. Mr. Pramote Thammarat
Division of Research
Institute of Food Research and Product Development
6. Dr. Prisnar Siriacha
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)
7. Mrs. Uralwan Dilokkunanant
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)
8. Mrs. Suchada Ujjin
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)

IV. Waste utilization and treatment

1. Assoc. Prof. Thongchai Kampee
Department of Microbiology
Faculty of Science
2. Miss. Nusara Sinbuatong
Central Scientific Equipment and Laboratory Center
KURDI
3. Mrs. Patana Anurakpongsatorn
Department of Environmental Science
Faculty of Science
4. Assoc. Prof. Dr. Supamard Panichsakpatana
Department of Soil Science
Faculty of Agriculture
5. Assoc. Prof. Dr. Jongruk Chancharoensuk
Department of Soil Science
Faculty of Agriculture
6. Assoc. Prof. Dr. Bundit Jarimopas
Department of Agriculture Engineering
Faculty of Engineering

V. Propagation of uncommercial fast growing tree for pulp industry

1. Mrs. Yupa Mongkolsook
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)
2. Dr. Salak Phansiri
Central Scientific Equipment and Laboratory Center
KURDI

3. Mrs. Sarima Sundhrarajun
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)

4. Mrs. Suchada Uj Jin
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial
Product Improvement Institute (KAPI)

Research Themes

1. Development of Agro-forestry model

This study aimed to develop agro-forestry model to establish sustainable supply system of raw material for paper industry.

1.1 Field testing of agro-forestry model

Combination of forest 2 crops (Eucalypt and Alstonia) and 2 agricultural crops (kenaf and mulberry) will be planted in the field in order to compare their biomass and increments. The most promising model will be recommended and demonstrated to Thai farmers. The achievement of this field trial would assure stable supply of raw material for paper industry and conservation of forest as well.

1.2 Selection and mass propagation of clones for agro-forestry promotion

Clones of 2 forest crops (Eucalypt and Alstonia) and 2 agricultural crops (kenaf and mulberry) will be selected and tested for their suitable properties utilize in pulp and paper industry. Mass propagation such as tissue culture is an efficient way to get the true-to-type and healthy plants in certain time for pulp industry. Selected clones from 1.2 will be mass propagated for further agro-ferestry promotion.

2. Development of low pollution technology for small scale industry

This study aimed to investigate environmental friendly pulping technology for small scale industry, using kenaf, mulberry, and rice straw as raw materials.

2.1 Laboratory scale technology development

- a. Chemical and physical technology : the alkaline pulping with additives (non conventional such as alkaline-urea, alkaline-amine and soda-oxalate) will be studied. Oxygen and ozone bleaching will be conducted as an alternative for chlorine bleaching.

- b. biotechnology : This study aimed to provide less environmentally deleterious processes and to decrease production costs in pulping and bleaching.
- c. Waste utilization : liquid and solid wastes esp. black liquor will be tested for fertilizing application.

2.2 Pilot scale technology development

Applicable technology from laboratory scale (2.1) and agro-forestry technology (1.1) will be set in the model for pilot scale.

3. Development of other agro-industrial products

This study aimed to develop technology utilizing para-rubber and bagasse for medium density fiber board (MDF), fiber plastic, polymer composites and other construction materials. Different properties of these products will be improved by substitution with a better substance, i.e., lignin for resin as binder, ridding of pentosans from raw material to reduce water absorption of the board.

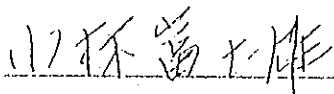
MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
TECHNOLOGY FOR EFFECTIVE UTILIZATION OF FOREST PRODUCT AND
WOOD SUBSTITUTES FOR PAPER AND PULP
IN
THAILAND

The Japanese Preliminary Survey Team (hereinafter referred to as the "Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Dr. Fujio Kobayashi, Chief Adviser, Japan Forest Technical Association, visited the Kingdom of Thailand from 13 to 23 March 1995 in order to study a possibility of Technology for Effective Utilization of Forest Product and Wood Substitutes for Paper and Pulp (hereinafter referred to as the "Project").

During its stay in the Kingdom of Thailand, the Team and the Thai Government authorities concerned exchanged views and had a series of discussions.

As a result of the discussions, both sides agreed to recommend to their respective governments the matters referred to in the document attached hereto.

22 March 1995, Bangkok

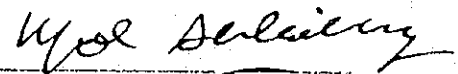


Dr. Fujio Kobayashi

Leader

Preliminary Survey Team

Japan International Cooperation Agency



Prof. Dr. Kamphol Adulavidhaya

President

Kasetsart University

The Attached Document

I. Title of the Project

Title of the Project should be changed to " Research Project for Higher Utilization of Forestry and Agricultural Plant Materials in Thailand " since both parties recognized that the project includes not only forestry products but also agricultural plant materials produced through agroforestry activities.

II. Implementation Organizations

Leading organization:

Kasetsart Agricultural and Agro-industrial Product Improvement Institute (KAPI)

Participating organizations:

Faculty of Forestry, Kasetsart University

Faculty of Agriculture, Kasetsart University

Faculty of Agro-industry, Kasetsart University

Faculty of Science, Kasetsart University

Faculty of Engineering, Kasetsart University

III. Framework of the Project

1. Project Purpose

To improve the research capability in pulping technology for higher utilization of forestry and agricultural materials produced through appropriate agroforestry.

2. Research Themes of the Project

1) Development of agroforestry model to produce raw materials for pulp production.

2) Development of environmentally-sound technology for small scale pulp and paper production.

3) Development of other agro-industrial products utilizing forestry and agricultural residues.

3. Period of the Project

5 years

4. Inputs

Japanese side:

- 1) Long-term and Short-term Experts
- 2) Machinery and Equipment
- 3) Training for Counterpart Personnel in Japan

Thai side:

- 1) Provision of facilities

Provision of offices, laboratories, land for experiments and other facilities for the implementation of the Project.

- 2) Assignment of Staff

Assignment of counterpart personnel, administrative staff and other necessary staff for the Project.

- 3) Allocation of Budget

Allocation of necessary budget for the implementation of the Project.

IV. Further steps to be taken

JICA will dispatch short-term experts for the preparation of the Project to survey and design the detail in the following fields:

- 1) Agroforestry situation and supply of raw materials for pulp production in Thailand.
- 2) Technology level and research activities on pulp production in Thailand.
- 3) Fields of technical cooperation to be covered in the Project.
- 4) Machinery and equipment necessary for the Project.

Regional Workshop on Sustainable Paper Cycle

21-22 February 1995, Hilton International
Bangkok, Thailand

Regional Paper

**PAPER CONSUMPTION AND DISPOSAL:
ECONOMIC, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL
ISSUES**

By

Naiyana Niyomwan, et. al.
Director, Chemical Industry Department
Thailand Institute of Scientific and Technological Research

PAPER CONSUMPTION AND DISPOSAL : ECONOMIC, SOCIAL
AND ENVIRONMENTAL ISSUES

By

Naiyana Niyomwan*, Boonchu Leelakajohnjit** and

Peesamai Jenvanitpanjakul***

1. INTRODUCTION

It is very well-realized that the demand for paper products will have an increasing trend as a consequence of economic expansion of the country. Summary report on economic condition of Thailand and the ASEAN region in the previous year indicates a high growth rate (Summary Report on Economic Condition' 1994, Prachachat Thurakit No.4, 1995) with an expectation of a continued increasing demand for paper products in ASEAN countries (Table 1, 2). In Thailand, both short term and medium term pulp production are insufficient to meet the demand due to the problem on raw material (Table 3). Therefore, it is necessary to further import both short fibre and long fibre pulp including secondary fibre. With the promotion privilege approved by the Board of Investment (BOI) during the past 3 years (Table 4), it is anticipated that the fully implemented projects on the expansion of paper industry and new paper mills will result in production of pulp and paper in Thailand to a full capacity within the next 5 to 6 years. This capacity can supply sufficiently the demand for pulp and paper consumption which is increased at the rate of approximately 9 to 13 per cent per year.

*Director, Chemical Industry Department (CID), Thailand Institute of Scientific and Technological Research (ISTR)

**Research Officer, Fiber and Textile Laboratory, CID, TISTR

***Director, Fiber and Textile Chemical Laboratory, CID, TISTR

Table 1 ASEAN : Paper and Board Production and Consumption and Trends

Unit : ' 000 tons

	1992	1993	1994	1995	1996
Total production	4,384	4,930	5,659	6,381	7,026
Total consumption	5,962	6,742	7,385	8,101	8,869

Source : PAPERMAKER, April 1994, p.17

Table 2 Supply and Demand of Paper by Grade in Thailand and Trends

Unit : ' 000 tons

	1993	1994	1995	1996	1997
Kraft					
demand	838	938	1,043	1,171	1,310
capacity	1,183	1,559	1,606	1,691	1,889
P/W					
demand	303	341	385	434	490
capacity	354	434	479	574	714
Paperboard					
demand	220	252	284	321	363
capacity	231	277	277	297	297
Sanitary					
demand	58	65	73	82	92
capacity	74	103	103	103	103
Newsprint					
demand	200	224	251	282	315
capacity	-	100	100	100	100
Other					
demand	50	56	53	71	79
capacity	-	-	-	-	-
Total					
demand	1,669	1,876	2,104	2,361	2,549
capacity	1,842	2,473	2,565	2,765	3,103

Source : 1994 Directory, The Thai Pulp and Paper Industries Association

Table 3 Domestic Pulp and Paper Production Capacity and Demand in Thailand and Trends

Unit : ' 000 tons

	1992	1993	1994	1995	1996
PULP					
Capacity	191	209	284	309	509
Consumption	366	415	366	523	586
PAPER AND PAPER BOARD					
Capacity	1,579	1,842	2,473	2,565	2,765
Consumption	1,486	1,669	1,876	2,104	2,361

Source : PAPER ASIA, April 1994, p.30.

Table 4 BOI Pulp and Paper Projects in Thailand

	Project number	Capital investment (million Baht)
1992	4	4,137
1993	11	5,145
1994 (Jan. - Nov.)	18	18,768

Source : Siam Rath, Saturday 31 December 1993

Pulp production in Thailand mainly uses short fibre from raw materials which include agricultural residues such as rice straw and bagasse; non-wood fibrous materials comprising kenaf and bamboo and fast growing tree like Eucalyptus. Table 5 shows the number of pulp mills in Thailand in 1993 with production capacity totalling to 200,000 tons. The expansion of production capacity at present will lead to products increase of 100,000 tons in 1995 and 200,000 tons in 1999 respectively. It is estimated that the total pulp production capacity in the next 5 years will reach 509,000 tons.

Table 5 Production Capacity of Short Fibre Pulp in Thailand in 1993

	Pulp type	Raw material	Capacity, t/y
Phoenix Pulp and Paper Mill	bleached kraf	kenaf, bamboo and Eucalyptus	100,000
Siam Pulp Mill	CTMP	bagasse	15,000
	Soda	bagasse	29,000
Siam Cellulose Mill	bleached kraft	bamboo and Eucalyptus	55,000
Hang Pa-In Mill	bleached monosulphite	rice straw	10,000
Total			209,000

Source : Thai Pulp and Paper Industries Association

Considering of paper industry in Thailand, there are 45 mills in existence at present with total paper production capacity about 2.5 million tons per year categorized by different grades as shown in Table 2. The total paper consumption of Thailand in 1997 is expected to reach 2.7 million tons and production capacity will rise to 3.1 million tons which exceed the local demand. Therefore, the prospect for Thailand to become one of paper exporters is quite promising.

2. WASTE PAPER IN ASIA AND PACIFIC RIM

Due to the rising pulp price in world market from the end of 1994 up to the present time which is about 40 per cent higher than its price in early 1994 (Prachachat Thurakit, Sunday 8 - Wednesday 11, January 1995) together with an anticipation of a continued increasing rate throughout the year 1995, more secondary fibre will be use by paper maker thus causing the problem of waste paper shortage. This condition will affect the countries in Asia and Pacific Rim which depend mainly on imported waste paper because of ineffective management system for domestic waste paper recovery. Table 6 shows the amounts of waste paper recovery, consumption and import of countries in the region. Imported waste paper of high quality comes mainly from United States and Europe. Table 6 also indicates that the countries like Taiwan, Japan and Korea which possess high rate of waste paper recovery still import a large amount of waste paper. It can be seen also that the amounts of imported waste paper in Indonesia and the Philippines are many

times higher than those of their domestic recoveries. In Thailand, the amount of waste paper imported each year is still high especially when the newsprint project can start its production in 1995. The demand for secondary fibre for use in domestic newsprint production will relatively be increased to more than 200,000 tons per year.

Table 6 Waste Paper Status in Pacific Rim in 1992

Unit : ' 000 tons

	Virgin P	WP Rec	WP Cons	P & B Cons	WP imp	Rec %
Japan	13,461	14,466	14,798	28,310	444	51.1
Korea	1,767	2,325	3,798	5,281	1,608	44.0
Taiwan	1,036	2,301	3,203	4,051	1,605	56.8
Malaysia	12	NA	240	1,242	NA	NA
Indonesia	821	310	1,193	1,844	883	16.8
Thailand	180	522	865	1,485	343	35.1
Australia	-	990	948	2,755	12	35.9
Singapore	0	281	101	655	61	42.9
Philippines	160	30	316	742	236	10.8

Source : PAPERMAKER, March 1994, p.36.

Virgin P = Virgin pulp usage

WP Rec = Waste paper recovery

WP Cons = Apparent of consumption of waste paper

P & B Cons = Apparent paper and board consumption

WP imp = Total waste paper imported

Rec % = Recovery rate, %

Recovery rate, % = $\frac{\text{Waste paper recovery}}{\text{Paper and board consumption}} \times 100$

•Paper and board consumption

The percentage of paper recovery in Indonesia for the year 1993 was estimated to be 20 to 25 per cent and the status of pulp and paper industry of Indonesia and the Philippines are shown in Table 7 and Table 8 respectively.

Table 7 Pulp and Paper Status Report of Indonesia during 1992-1993

Unit : ' 000 tons

	1992	1993
Pulp		
production	821	700
import	448	706
export	111	124
apparent consumption	1,157	1,282
Waste paper		
production	310	489
import	883	871
export	0	0
apparent consumption	1,193	1,360
Paper and board		
production	2,253	2,575
import	115	111
export	533	592
apparent consumption	1,844	2,094
Domestic waste paper recovery (assume 25%)	298	340
Waste paper recovery rate, %	16.16	16.23
Waste paper utilization rate, %	52.9	52.8
Per capita paper consumption, kg/head	10	11

Source : Institute for Research and Development of Cellulose Industries, January, 1995

Table 8 Production and Consumption of Pulp and Paper and Trends in
the Philippines

Unit : ' 000 tons

	1986	1990	1992	1995	2000	2005
PULP PRODUCTION						
bleached kraft ¹	-	-	13	-	-	-
unbleached kraft ¹	-	-	66	-	-	-
mechanical ¹	-	-	20	-	-	-
Total	-	-	99	-	-	-
PAPER²						
Newsprint						
production	75	102	120	120	155	185
consumption	76	103	-	-	-	-
P/W						
production	52	94	110	110	130	155
consumption	63	118	-	-	-	-
Industrial						
production	127	252	260	315	415	550
consumption	294	404	-	-	-	-
Total						
production	254	448	390	545	700	890
consumption	433	625	-	-	-	-

Sources : 1. Forest Products Research and Development Institute, January, 1995

2. Paper Recycling Scenarios, FAO, August 1994

3. DEVELOPMENT OF PAPER RECYCLING IN THAILAND

Pulp production in Thailand as shown in Table 3 is inevitably insufficient for use as raw material for paper production. It is necessary then to import each year a large amount of virgin pulp and secondary fibre. Although more and more campaign have been conducted to encourage domestic waste paper recovery but the demand for waste paper still cannot be fulfilled. It is notable from Table 9 that domestic waste paper recovery rate was slowly developed. The campaigns of several NGOs that started in 1994 have stimulated better consciousness on public cleansing, environmental protection as well as enhancement on quality of life. The topic of discussion also includes deforestation with paper production from wood source as related issue. Those campaigns have resulted in the projects on garbage separation, waste paper recovery for conservation of trees and the establishment of waste paper purchasing centers privately operated in various places. These projects help increase the amount of domestic waste paper recovery to a great extent.

Formerly, waste paper collection in Thailand was conducted in the form of individual collector. Paper was usually collected from door to door by the people who sold it thereafter to the larger dealers. Waste paper can be categorized into two major groups, i.e. mixed printing and writing paper and industrial waste paper.

Trading cycle of waste paper is now in the form of trading companies which act as the centers to collect waste paper from individual collector then sorting it by grade to enable suitable price setting which encourage more extensive cooperation in regard to paper disposal. The quality of waste paper received is better than before as a result of the campaigns made by NGOs to separate household wastes into different garbage types, i.e. glass, metal and paper. Moreover, the Stock Exchange of Thailand and many other business firms have also cooperated with the NGOs by disposing high grade waste paper such as computer print out and stock and bond waste paper in the trash bins provided. Those NGOs will deliver the collected waste paper directly to the paper mills and the income earned will be donated to various charitable institutions. Printing offices and printing shops are the other source of waste paper which

comprised large amount of typing error paper, cutting rim, discarded books, wrapping paper and papercore.

Table 9 Waste Paper Demand and Supply in Thailand

Unit : ' 000 tons

	1990	1991	1992	1993	1994
Total paper/board consumption ^{*1}	1,163	1,307	1,486	1,669	1,876
Total waste paper consumption ^{*2}	674	759	865	984	1,109
Domestic waste paper recovery ^{*2}	460	466	522	644	N.A.
Waste paper import ^{*2}	214	293	343	340	N.A.
Total paper production ^{*1}	889	1,016	1,579	1,842	2,473
Utilization rate, %	75.81	74.70	54.8	53.4	44.8
Domestic recovery rate, %	39.50	35.65	35.13	38.58	N.A.

Note : Utilization rate, % = $\frac{\text{Waste paper used in manufacturing}}{\text{Paper and board produced}} \times 100$

Paper and board produced

Domestic recovery rate, % = $\frac{\text{Domestic waste paper collected}}{\text{Paper and board consumed}} \times 100$

Paper and board consumed

Sources : ^{*1} 1994 Directory, Thai Pulp and Paper Industries Association

^{*2} S. Chuchawal, Current Paper Industry Situation in Thailand, Recycled Fibre Short Course organized by The Industrial Environmental Management Program, The Federation of Thai Industries (IEM/FTI) and the Thai Pulp and Paper Industries Association (TPPIA) in cooperation with Kasetsart University (KU), sponsored by the United State Agency for International Development (USAID), June 15-16, 1994, Central Plaza Hotel, Bangkok, Thailand.

Table 10 shows data received from the interviews made with some trading centers of waste paper in Bangkok in January 1995. Business Organization of the Teacher's Council of Thailand also reports that a considerable amount of waste paper from its printing office can be traded off at the price around 1,200-7,500 baht per ton. Paper dust from printing process can also be collected then pressed into briquette for trading at the price of 150 baht per ton but record on its quantity is not available. The project on waste paper recovery for conservation of trees conducted by NGO namely Media Centre of Development has already made a rapid progress. Data received in November 1994 indicates that there are only 200 offices participated in the project but the amount of high grade printing waste paper is as high as 5 to 6 tons per month. An updated information in January, 1995 reveals the increase number of its members up to 320 and the quantity of high grade printing waste paper has risen up to 7 to 10 tons per month. The price of waste paper sold to paper mills is around 4,000 to 5,000 baht per ton. About 70 offices more are in the waiting list for signing contracts.

Table 10 Data from Some Trading Centres of Waste Paper in Bangkok

Source	Waste paper grade	No. of participating Company/Office	Tons/year	Baht/ton
Business Organization of Teachers' Council of Thailand	P/W	-	3,035	1,650-3,500
	High grade P/W	-	333	7,000-7,500
	Kraft & board	-	275	1,200-3,500
Siam Kraft Industry	Kraft & board	211	252,060	
Media Centre of Development (Paper for Tree Project)	High grade P/W (CPO etc.)	320	102	4,000-5,000

Source : Interviews made in January 1995

A survey made by Siam Kraft Industry Co.,Ltd. indicates the number of buyer's market totalling to 211 which purchase only industrial waste paper. This Company uses industrial waste paper about 40 per cent of domestic recovery. The Company also has plan to request for cooperation from the various Department Stores to make a campaign against waste paper disposal with the main objectives on public cleansing and environmental protection. There are many more buyers for both industrial waste paper and white paper but information records are not available for the time being. These buyers directly supply waste paper to the paper mills that scattered around Bangkok and vicinity provinces.

Obviously, there was a rapid progress on domestic waste paper recovery in Thailand during the past 2 years and the situation for 2 to 3 years ahead will be increased considerably since more white paper mills are being established in the country.

4. IMPACTS OF PAPER CYCLE

In general, the word 'recycle' will reflect a thought on less consumption of resources, energy conservation, cost saving production and an overall reduction of environmental loads. Although recycle help visualize the reduction of waste streams and decreasing demand for waste treatment capacity but the case of paper recycle will be different since waste paper can be energy source by itself. Increasing paper recycling will also augment the consumption of non-renewable resource, therefore, careful consideration on sustainable paper cycle should rather be made in terms of minimizing resources utilization and emission of all streams of materials. In this regard, different alternative arrangements for material management (Virtanen and Nilsson, 1993) should be the strategy to be approached.

In Thailand and the other ASEAN countries, it is conceivable that paper consumption will be increased very rapidly (Table 11) and will certainly affect the system of waste paper disposal. Therefore, it is very necessary to acquire appropriate waste paper management system with careful consideration on its impacts on economy as well as social and environmental conditions.

Table 11 Paper and Board Consumption in ASEAN by Countries

(exclude Brunei) from 1988-1992

Unit : ' 000 tons

Total paper and board consumption	1988	1989	1990	1991	1992
INDONESIA	828	1,075	1,371	1,479	1,844
THAILAND	894	976	1,266	1,446	1,544
MALAYSIA	547	657	922	1,047	1,129
PHILIPPINES	535	497	565	579	614
SINGAPORE	476	508	568	609	655
Total	3,280	3,713	4,692	5,160	5,786

Source : PAPERMAKER, July 1993

The other constraints which necessitate waste paper recycling are as follows:

- (1) limited availability and relatively high price of land can hardly allow further expansion for waste disposal by means of landfill.
- (2) enactment of law to reduce rate of garbage generation.
- (3) movements on environmental protection against the use of trees as raw material for paper production.
- (4) insufficient supply of virgin pulp for those expanded paper industry.

4.1 Economic Impacts on Paper Recycling

Heitman (1994) pointed out that waste paper recycling does not always render economic advantage. There are many factors which cause the cost of paper production from recycled fibre to be higher than expectation. These factors include the price of raw materials which are varied depending on transportation cost, energy consumption and the cost for solid waste treatment. In regard to raw materials, both quantity and price of secondary fibre in the pulp market are fluctuated since its quality is lower than virgin pulp. Production of virgin pulp in large quantity will lower pulp price thus encourage the demands of manufacturers for virgin pulp more than secondary fibre and the price of waste paper will consequently become low. The

situation will be vice versa in case of pulp shortage that help rise the price of pulp thus encourage more use of secondary fibre by paper manufacturers and increase accordingly, the price of waste paper. Normally, such cycle always occurs in pulp and paper business. Due to the fact that waste paper collection depends on the demand of consumers, therefore, the condition of waste paper shortage can happen easily especially for the high grade waste paper from the United States and Europe.

4.1.1 Waste paper collection in Thailand

Thailand and the other Southeast Asian countries usually collect waste paper directly from the various households. With the condition of labour intensive and labour cost, waste paper sorting can be made at ease to serve the requirements of customers. Selling price for paper mills in Thailand is ranging from 1,200 to 7,500 baht according to the varied grades (Table 10).

4.1.2 Bangkok municipal waste

The amount of collected garbage within the Bangkok Metropolitan area is about 5,400 to 6,000 tons per day or 2.2 million tons per year. Apparently, garbage disposal cannot be done completely in each day and the amount left over per day is about 600 tons thus making altogether more than 200,000 tons per year. Table 9 shows the amount of 644,000 tons of domestic waste paper recovery in Thailand in 1993. Without recycle programme, the amount of leftover garbage will rise up to more than 800,000 tons and become the major problem of Bangkok Metropolitan Administration (BMA). The expense of garbage collection from households in Bangkok Metropolitan area together with the cost for transportation to the disposal places acquired by the BMA is about 250 baht per ton. This cost does not include the expense for garbage disposal in terms of landfill and incineration.

4.1.3 Comparison of Pulp mill and Recycled Mill

The economic advantages and disadvantages of pulp mill and recycled mills can be compared as follows:

	Pulp Mill	Recycled Milled
Capital cost	higher (-)	lower (+)
Raw material cost	lower (+)	higher (-)
Operation cost	higher (-)	lower (+)
Energy cost	lower (+)	higher (-)
Process water used	higher (-)	lesser (+)
Waste treatment	higher (-)	lower (+)
Quality of paper	higher (+)	lower (-)

The price of waste paper transported to paper mill will be higher than the price of woods send to pulp mill located nearby the source of raw materials. With respect to energy, pulp mill normally has residues and liquors which can be used to replace fossil fuel (FAO, 1994). This will help not only for energy saving but also for reducing the use of fossil fuels to a great extent. As a non-renewable energy source, save-use of fossil fuel should be taken into careful consideration. Paper quality is also the other important factor. Paper from virgin pulp has a higher grade than the one from secondary fibre. Generally, not a hundred per cent of recycled fibre can be used as raw material in paper process. The used of mixed virgin pulp at different proportions conforming to the quality of paper required is still necessary.

For this reason, there are some limitations of using recycled fibre in paper industry. Life cycle of natural fibre can be extended for use for about 4 to 5 generations then its fibre strength will be reduced thereafter until it can no longer be used in paper making. Moreover, the advanced printing technology will cause difficulty in recycle process, especially those high grade printing paper such as laser printing paper, computer printouts, super coated paper and some other high grade special papers. Therefore developing countries cannot fully utilize different grades of paper to the extent of its quality effective.

Apart from this, recycled fibre contain heavy metals in its waste treatment system. These heavy metals which are the composition of printing inks and chemicals will

increase load to the total suspended solids (TSS) then causing not only toxic substances but also cost a lot of money for treatment.

4.2 Social impact of paper recycling

It can be seen from Table 12 that although paper production of ASEAN Countries during 1982 to 1992 increased at the rate of 18.7 per cent each year but this production amount is still insufficient to serve the demand for paper consumption which increased only at the rate of 14.5 per cent. This condition has resulted in increasing import of paper and board at the average rate of 9.2 per cent per year. At the same time, extensive development of paper industry in this region has led to export increase about 19.9 per cent each year although the surplus quantity is not so high. Among the surplus, paper for export is industrial paper and paper imported includes mostly of high grade printing and special papers. It is apparent from the data available that there is still a high demand for paper consumption.

Table 12 ASEAN : Paper and Board Production, Trade and Consumption

Unit : ' 000 tons

	1988	1989	1990	1991	1992	Annul change 92/87
Production	2,209	2,647	3,146	3,635	4,432	18.7%
Imports	1,461	1,504	1,970	2,151	2,143	9.2%
Exports	390	437	423	626	789	19.9%
Consumption	3,280	3,713	4,692	5,160	5,786	14.5%

Source : PAPERMAKER, July 1993, p.21.

At present, the urban society seriously consider the various issues on environmental development. The attempts performed include the enactment of law to enforce the reduce rate of industrial waste and garbage generation. Recycling is unanimously agreed upon to be a speedy and effective method without taking into consideration its other impacts.

Considering the production of paper from virgin pulp in comparison with that from recycled fibre, there is an indication that reforestation to produce wood pulp offers more job opportunities than the business on paper disposal particularly in the Southeast Asian countries which will be about 3 to 5 times higher. The number of labours employed in pulp mills are much higher than those of recycled mills too.

4.3 Environmental impacts on paper recycling

4.3.1 Replacement of fossil fuel

Waste paper can be used as fuel with heat value nearly the same as fossil fuel. As a non-renewable energy source, fossil fuel will emit anthropogenic carbon dioxide to the atmosphere more than cellulose fuel

4.3.2 Greenhouse effect

More use of secondary fibre to replace virgin fibre will help decrease reforestation and relatively reduce the absorption of carbon dioxide since reforestation is the major tool for restoring the carbon dioxide balance. Growing forest can absorb carbon dioxide better than mature and decaying forests.

4.3.3 Air emission

Recycled paper will result in more consumption of fossil fuel as well as more emission of SO₂ and NO_x in the atmosphere than the use of waste paper fuel or biofuels.

4.3.4 Water emission

Recycled mill usually use process water less than pulp mill thus also lessen the effluent and the quantity of COD and AOX. However, higher percentage of BOD and TSS will

be found in the effluent from recycled mill as the effect of heavy metals contain in printing ink on recycled fibre.

5. CONCEPTUAL ISSUES

Although the high rate of waste paper recovery neither seems to be economically feasible nor environmentally justifiable in some countries but the necessity of paper cycle worldwide should be realized by every nation purposely to maximize net positive impacts in which the rate of waste paper utilization will accordingly be increased. Such increment, however, should not go on and on to diminish or prevent reforestation as well as decrease paper quality until consumers ultimately cease the use of recycled paper.

As management technique to seek the optimal point of paper cycle is varied from country to country, therefore, international and regional cooperation to find suitable ways and means for sustainable paper cycle should actually be encouraged. This joint efforts should also take into careful consideration its impacts on different aspects. Cooperative study programme should start in Southeast Asian Countries where the economy has grown rapidly and several movements to enhance environmental quality are being underway. To promote public awareness, a summary report should be published for dissemination to the general public with the coverage of right information on sustainable paper cycle and the knowledges on effective paper recycling systems from the steps of collecting, sorting and repulping with the application of advanced technology for deinking from the developed countries as well as management system on the balance of materials between virgin fibre and secondary fibre.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to express their thanks to the staffs of Thai National Documentation Centre, Thailand Institute of Scientific and Technological Research as well as the various NGOs and companies for the supply of relevant informations which make this report writing possible within a limited time.

LITERATURES CITED

- Bayliss, Martin. 1994. ASEAN taking off, April, PAPERMAKER, PAPERMAKER Australia.
- Heitmann, John A. 1994. Economic Consideration of Recycling. Recycled Fibre Short Course, organized by the Industrial Environmental Management Program (IEM), the Federation of Thai Industries (FTI) and the Thai Pulp and Paper Industries Association (TPPIA) incorporation with Kasetsart University (KU) sponsored by the United State Agency for International Development (USAID), June 15-16, 1994, Central Plaza Hotel, Bangkok, Thailand.
- Hobbs, Andrew. 1994. Wastepaper in Pacific view. PAPERMAKER, March, Austrlia.
- Joyce, Thomas W. 1994. Environmental Concens. Recycled Fibre Short Course, organized by the Industrial Environmental Management Program (IEM), the Federation of Thai Industries (FTI) and the Thai Pulp and Paper Industries Association (TPPIA) incorporation with Kasetsart University (KU) sponsored by the United State Agency for International Development (USAID), June 15-16, 1994, Central Plaza Hotel, Bangkok, Thailand.
- Prachachart Business Review. 1995. Summary of Thai Economy'94, Vol.4, Bangkok.
- Prachachart Business Journal. 1995. Sunday 8 - Wednesday 11, January 1995, Bangkok.
- Siam Rath. 1993. Saturday 31, December, 1993.
- Udol, Adul. 1994. A great growth potential. PAPER ASIA, April, PAPER ASIA, Singapore.
- Virtanen, Y. and Nilssen, S. 1993. Environmental Imports of Waste Paper Recycling. International Institute for Applied System Analysis, Earthscan Publication Ltd., London.

Wood Industries Branch, Forest Products Division, Forestry Department. 1994. Food and
Agriculture Organization of the United Nations-Paper Recycling Scenarios. FAO :
MISC/94/4, August.

**Technology for Effective Utilization
of
Forest Product and Wood Substitutes
for Paper and Pulp**

(Paper and pulp Technology Development)

**A
Proposal
Submitted to
The Government of Japan
for
Technical Cooperation**

**by
Kasetsart University
April, 1994**

Request for Technical Cooperation

Project Title: Technology for Effective Utilization of Forest Product and Wood Substitutes for Paper and Pulp

(Paper and Pulp Technology Development)

Requesting Agency: Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI).

& Faculty of Forestry, Kasetsart University.

Proposed Source of Assistance: The Government of Japan.

Total Project Cost : 300 million Japanese Yen

1. Background Information and Justification for the Project

Thailand used to be blessed with abundant tropical rain forest which was not only country's treasure but also Asian and world's pride. The ineffective utilization of products from the forest contributed heavily to the depletion of these treasure as well as creating environmental problem to the country and Asia as a whole.

Forest reserve, reforestation as well as community forest program, hopefully will revive the forest of the country. However, many needed products still have to be produced from raw materials from the forest. Ironically, reforestation can hardly keep up with the products demand.

Technology for the effective use of forest products on one hand and woodsubstitutes utilization on the other hand, is thus urgently needed. Paper is one of the products that contributes to the acute rate of forest loss. While the increased demand for paper has become very steep. Thus

paper and pulp technology development is one of the most important answer to the "Save the forest and environmental friendly" target of the country, Asia and the world.

2. Details of the Project

2.1 Programme Goal or Development Objective

2.1.1) To generate and diffuse technology for the development of value-added products using agricultural produce, agricultural residues and agro-industrial waste as raw material.

2.1.2) To generate and diffuse waste treatment technology for Agro-Industrial Plants with an aim to minimize environmental pollution.

2.1.3) To transfer simple pulp and paper making technology to farmers and small to medium agro-industrial business.

2.1.4) To decrease deforestation rate, increase reforestation and slow down the environmental deterioration.

2.2 Project Objective or Immediate Objective

2.2.1) To develop new technology utilizing herbaceous plant as wood substitutes for pulp and paper products as a way to alleviate deforestation.

2.2.2) To develop technology for effective utilization of forest product to accomplish its highest efficacious.

2.2.3) To transfer technology to member of community forest. as the main target group.

2.3 Project Outputs or Conditions Expected at Completion of the Project

2.3.1) Various form of developed paper and pulp technology for small and medium scale production would be available.

2.3.2) Well organized training program in paper and pulp technology for small and medium

scale business.

2.3.3) Value added product especially pulp, paper, fiberboard will be more widely produced, thus decrease import expense of the country.

2.3.4) Well equipped wood and pulp laboratory capable of long term technology generation.

2.3.5) Reduction of deforestation rate in the project area.

2.4 Project Activity

2.4.1) To investigate for suitable pulping methods from fast growing forest tree or to maximize the forest product utilization.

2.4.2) To investigate suitable pulping methods from wood substitutes such as kenaf, mulberry bark, banana pseudo-stem and pineapple leaves for handmade paper in order to decrease the utilization of forest wood.

2.4.3) To investigate suitable pulping techniques for agricultural residues: stems and twigs of cotton, kenaf, soybean, sesame and castor as well as agro-industrial wastes: sugarcane bagasse, bamboo chopsticks which increase values and utilization of the residues and wastes.

2.4.4) To develop functional papers from the pulps of 2.4.1 and 2.4.2, i.e. packaging paper for jewelry and electronic parts.

2.4.5) To develop the high grade printing paper from the pulps of 2.4.2, i.e. paper for computer printout.

2.4.6) To develop starch and para-rubber oleoresin for coating paper.

2.4.7) To develop paper for ceiling and partition to replace construction material such as fiberboard and particleboard.

2.4.8) To provide training of handmade paper technology as well as application of the paper for decoration and souvenir.

2.4.9) To establish seminar-symposium in pulp and paper as well as other related field.

2.4.10) Supply and install necessary equipment for the said research project.

2.4.11) Research cooperation between Japanese and Thai researchers with a mutual effort to generate and diffuse technology as mentioned.

2.5 Project Workplan

Activity	Fiscal Year				
	1995	1996	1997	1998	1999
1. Wood and Pulp (see details in 2.4)					
2.4.1		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
2.4.2		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
2.4.3			XXXX	XXXX	XXXX
2.4.4			XXXX	XXXX	XXXX
2.4.5			XXXX	XXXX	XXXX
2.4.6				XXXX	XXXX
2.4.7		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
2.4.8		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
2.4.9		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
2.4.10		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
2. Quality Assurance					
- Chemical/physical analysis	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
- Microbiological/biological analysis	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
- Physiological/biographical analysis	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
- Sensory evaluation	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
3. Technology Transfer					
- Pilot scale production				XXXX	XXXX
- Training for farmers and small scale business				XXXX	XXXX
- General pulp and paper seminar			XXXX	XXXX	XXXX

2.6 Target Groups

- 1) Researchers of the Institute and elsewhere
- 2) Farmers

3) Private entrepreneurs

2.7 Duration of the Project

April 1995 - April 1999

2.8 Project Site (s)

Kasetsart University

- Bangkhen campus, Bangkok as a center.
- Kamphaengsaen campus, Nakhon Pathom as a satellite.

2.9 Recommended Source (s) of Information and Data Related to the Project, necessary for Project Verification

- 1) Board of Investment of Thailand
- 2) Department of Agricultural Economics
- 3) Department of Agriculture
- 4) Ministry of Industry
- 5) Royal Forest Department
- 6) Department of Technical and Economic Cooperation

3. Details of the Implementing/Operating Agency

3.1 Institutional Framework

Kasetsart University is a government institution attached to the Ministry of University Affairs. It was first established in 1943. There are 1,380 hectares of land area with 225 major buildings. (The main campus or so called Bangkhen Campus is situated in Bangkok with 130 hectares of land area. Kamphaengsaen Campus 1 allocated in Nakhon Pathom Province with 1,250 hectares of land area)

Kasetsart University is the first university in Thailand to offer degree program in agricultural sciences. Such offering was dictated primarily by the large demand for well-trained manpower for the development of agriculture and related fields in the country. The ensuing large increase in the need for degree holders in many other fields in addition to agriculture and related sciences has led Kasetsart University to develop into a full-fledged university during recent years. At present, there are altogether 13 faculties in the University, namely, Agriculture, Agro-Industry, Economics, Business Administration, Education, Engineering, Fisheries, Forestry, Humanities, Science, Social Sciences, Veterinary Medicine and Graduated School. Also in order to be able to take charge of a lot of newly developed programs, additional units of faculty rank have consequently been instituted: Institute of Food Research and Product Development, Office of Extension and Training, Office of University Library, Research and Development Institute and Office of University Computer.

In the Seventh Five-Year National Social and Economics Development Plan, Kasetsart University will greatly be expanded, for example, 4 new research institutes will be established— Research and Development Institute for Agricultural System under Adverse Conditions (IASAC); Insee Chandrastitya Institute of Crop Research and Development (ICRD); Animal Production and Products Research and Development Institute (APPRDI) and Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI), the last is to be upgraded into KAPI with the requested assistance from the Government of Japan. The total enrolment is around 12,000 undergraduates and graduates (as of 1988-89) with around 1,400 academic staff and 3,500 supporting staff.

The idea of setting up the Agricultural and Agro-Industrial Products Improvement Institute in Kasetsart University was aimed at providing supports to the project requested and confirming the significant and urgent needs of the country. The University was allocated with the sum of 130 million baht to construct building for the said Institute. KAPI will be operated under its roof with approximately 70 qualified research personnel and 200 supporting staff.

The functions of the University are as follow:

- 1) To implement high-level educational curricula in various technological and professional fields.
- 2) To conduct research pertinent to the educational curricula being implemented, the attainment of high-quality academic staff and upkeep of a dignified institution of higher learning, and the prevailing technical, economic and social needs of the nation.
- 3) To render technological services to the society and promote application of desirable research findings among members of the various occupational groups of the country, and
- 4) To assist in preserving national culture.

Kasetsart University has around 1,576 academic staff— 24 professors, 338 associate professors, 470 assistant professors and the rest are 744 instructors with around 1,437 supporting staff.

The Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI) has been established in July, 1991 comprising the following sections and units:

Agricultural Product Improvement Section

This section consisting of the Post Harvest Technology Research Unit, Post Harvest Machinery Research Unit, By-Product and Waste Utilization and Treatment Research Unit, and Technology Transfer Unit, deals mainly with the research works on post-harvest technology to correct the problems on post-harvest loss of agricultural produces and the technology to maximize the use of agricultural by-products and wastes, including the extension of the technology obtained from the research to farmers, public officials as well as the private sector concerned.

The results from the said efforts will assist farmers in improving their product quality, minimizing the post-harvest loss and the cost of production as well as better utilization of by-products and wastes; improved income and better living standard are the consequent goals.

Agro-Industrial Product Improvement Section

The research works to be conducted in this section are aimed at acquiring new technologies to convert agricultural produces into value-added products as well as improving the quality of the existing agro-industrial items. The section includes the Fiber and Textile Research Unit, the Novel Products Improvement Unit, the Food Research Unit, and the Wood and Pulp Unit.

The Quality Assurance Section

To ensure that the agricultural and agro-industrial products quality meets the required standard, this section is assigned with the responsibilities to perform relevant analyses on the quality of the products already on the market, new products prior to their release into the market, as well as the products for export. Included in this section are the Chemical / Physical Analysis Unit, Microbiological / Biological Analysis Unit, Physiological / Biographical Analysis Unit, and Sensory Evaluation Unit.

Agricultural Data Analysis Section

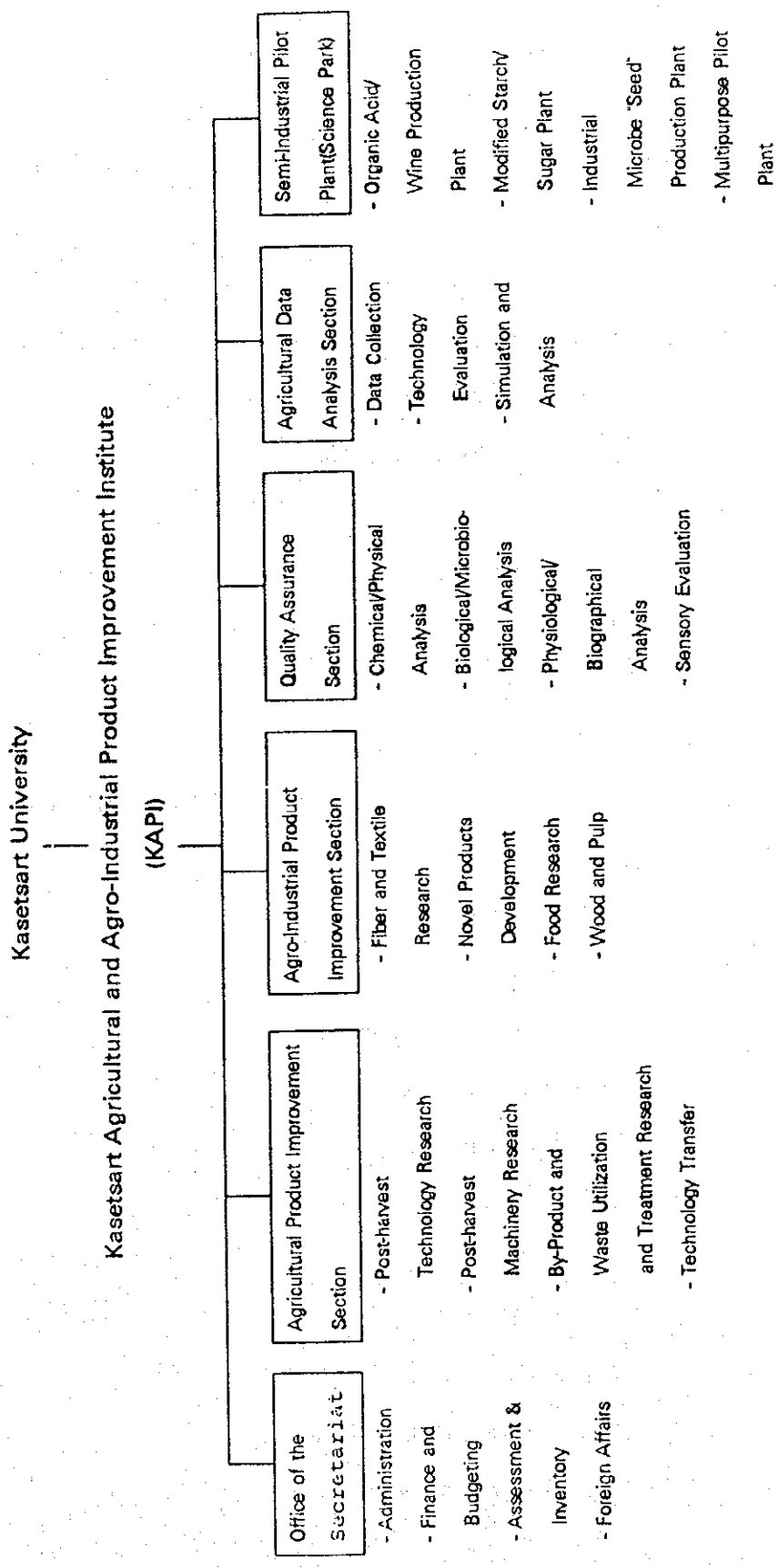
This section's prime objectives are to provide data and information necessary for scientists in initiating and/or carrying out the agricultural and agro-industrial research works to properly serve the demand of the country, for the policy-makers in making decisions on the development trend, and for farmers in choosing marketable products. It comprises three units – Data Collection, Technology Evaluation, and Simulation and Analysis.

Semi-Industrial Pilot Plant (Science Park)

Recognizing that pilot plants are essential in introducing the improved and novel

products to the commercial / industrial level, this Science Park initially consists of Organic Acid / Wine Production Plant, Modified Starch / Sugar Plant, Industrial Microbe "Seed" Production Plant and Multipurpose Pilot Plant. Others shall come on as necessary.

The Royal Thai Government has allocated the budget for the construction of buildings and given full support for Kasetsart University's request for the Technical cooperation as well as technical assistance from the Government of Japan to provide equipment for the KAPI.



The Faculty of Forestry began as a forestry school in 1936 when the Royal Forest Department opened a ranger training school at Phrae province in Northern Thailand. The Forestry school was enlarged to a college in 1940. The College of Forestry was affiliated to Kasetsart University in 1944 and in 1954 the college moved to Kasetsart University at Bangkok. It offered a 4 years course leading to a Bachelor of Science in Forestry. The graduate program leading to a Master of Science in Forestry was offered in 1967 and a doctorate program was offered in 1991. The Faculty is the only professional forestry school in Thailand.

There are six departments in the Faculty namely; Forest Biology, Forest Management, Forest Engineering, Forest Products and Silviculture and Conservation.

3.2 Staff/Personnel Participating in Project Implementation

KAPI

1). Wood, pulp and fiber technology

3 Ph.D Forest Products

1 Ph.D Chemical Engineering

1 Ph.D Mechanical Engineering

2 Ph.D Entomology

2 Ph.D Biotechnology

2 Ph.D Chemistry

1 Ph.D Microbiology

1 Ph.D Plant Pathology

4 Ph.D Agricultural Engineering

3 Ph.D Packaging Technology

2). By-product and waste utilization and treatment
research unit

3 Ph.D Biotechnology

2 Ph.D Industrial Engineering

Faculty of Forestry

1). Department of Forest Management

1 Ph.D Forest Ecology

2 Ph.D Forest Management

2). Department of Forest Products

1 Ph.D Forest Products

1 Ph.D Wood and pulp Technology

1 Ph.D Paper Technology

4. Assistant Requested

Though Kasetsart University has multidisciplinary team of researchers from different department, the necessary of improving research technology on agricultural product development is still need.

4.1 Expert (Table 1).

For the whole project, long term and short term experts are required.

4.1.1 Justification for Requesting Experts

As the scope of work of KAPI cover widerange of activities while the available staff were mostly trained in basic science or other fields not specifically service the respective purposes of each section. It is, therefore, necessary that the experts be provided to give advice on initial planning of the center, preparing and conducting relevant research works and on the operation of sophisticated equipment.

4.1.2 Job Description of Each Expert Requested

1) Long-term experts will be assigned with the responsibilities to give advice on the overall planning and operation of the project and each individual sections as well as coordinate the technical assistance.

2) Short-term experts will be assigned with the responsibilities to give advice on the installation and operation of equipment, transfer specific technologies necessary for each individual research project.

4.2 Fellowship (Table 2)

To enhance local staff knowledge and technology, fellowship for study and training are very important.

4.2.1 Justification for Requesting Fellowship

The KAPI is a new institution, the researchers will be senior staff members from several faculties and institutes of Kasetsart University as well as newly recruited researchers, scientists and technicians. The requested fellowships will be necessary to allow opportunities for senior and new staff members to expose to new technologies and knowledge in dispensable for the development of the KAPI.

4.3 Equipment (Table 3)

4.3.1 Justification for Requested Equipment

The KAPI has been established at the time the proposal for grant-aids has been put on the top of the priority list among the proposals for assistance from the Government of Japan. It is therefore, expected that the KAPI could well operate only upon the provision of equipment under the assistance of the Government of Japan, either in terms of grant-aids or technical assistance.

4.4 Others

US \$

Item Requested	Total Cost	1995	1996	1997	1998	1999
Monitoring and Evaluation Cost	17,000	-	3,000	5,000	5,000	4,000
Technical Training	60,000	-	-	-	30,000	30,000
Total	77,000	-	3,000	5,000	35,000	34,000

4.4.1 Justification of Items Requested

After technical cooperation between Thai and Japan has been established, the results of the operation should be evaluated to judge the outcome of the project. Moreover, the accomplished technologies will be transferred to publics through various media e.g. workshop and training programs, Journals, Newsletters and so on.

5. Thai Government Counterpart Contribution to the Project

($\times 10^6$)

Description of Government Counterpart Contribution	Total Contribution Already Available to be Requested	1995 (US\$)	1996	1997	1998	1999
1. Equipment						
1.1 Premises and Buildings						
- Buildings	33.62	2.53	8.19	11.65	7.21	4.04
- Equipment	0.14	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
1.2 Non-expendable Equipment						
2. Others	0.1	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03

6. Related Projects/Activities

In 1976 and 1977 the Government of Japan provided grant aids to construct three centers at Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, namely Central Laboratory and Greenhouse Complex (CLGC), National Agricultural Machinery Center (NAMC) and National Agricultural Extension and Training Center (NAETC). The equipment provided with the grant aids plus the technical assistance through the Japan International Cooperation Agency (JICA) in terms of equipment and machinery, experts, plus training fellowships, has enabled Kasetsart academic staff and researchers to accomplish their tasks in technology generation and dissemination to the community especially in the agriculture sector.

At the CLGC the plant pest clinic, soil testing unit and seed production unit have offered services to farmers in the Mae Klong basin as well as elsewhere throughout the country. Graduate students, university researchers, and local and foreign visiting scientists are able to utilize the CLGC laboratory and facilities for their research projects. In terms of research achievements, the post-harvest treatment technology of fruit has been developed, new strains of microorganism for industrial fermentation have been obtained, the level of water pollution in the Mae Klong River has been monitored for further treatment. Moreover, insecticide extract from natural resources which is considered harmless to the health of consumers and environment have been successfully tested. The tissue culture unit has been able to produce diseased-free stocks of sugarcane, papaya, asparagus and etc., distribute them to farmers. Another important achievement is the development of transgenic tomato immuned to virus infection.

The NAMC has performed three major tasks – agricultural machinery performance testing, serving as the agricultural machinery information center of the country, and developing new farm equipment such as fruit sizing machines, sludge pump, fresh forage chopping machine, young coconut opener, etc.

To disseminate the research results as well as pertinent information to the public the NAETC or itself in cooperation with other agencies, has organized, training programs for farmers, farm youths, agricultural extension workers / officers, field workers of line agencies dealing with rural development. The audio-visual unit and the printing shop have been active in producing extension materials for distribution to relevant agencies and farm communities. Moreover, the conference facilities and dormitories at the NAETC have been serving other agencies both in the public and private sectors in training purposes.

To conclude, the assistance from the Government of Japan has given Kasetsart University an expanded contribution towards the improvement of agricultural production technology and the agricultural development of Thailand, to keep it an important food supplier to the world. As the

past effort has concentrated on production technology, it is now imperative to put greater emphasis on product improvement through post-harvest technology and agro-industrial technology.

7. Monitoring and Evaluation

7.1 A joint committee will be set up comprises Thai and Japanese members to develop, monitor, and adjust the yearly workplan.

7.2 The NAPIC will serve as the implementation unit working closely with the Japanese expert team. The University may appoint a committee chaired by a Vice President to oversee the project operation.

7.3 The evaluation will be done on a yearly basis by the JICA Mission Team and the Thai team.

8. Reporting

Annual progress report, both in English and Thai versions will be prepared and submitted to all people concerned. The final report will be made at the project termination. On the technical part, the project will publish the research outcomes or organize seminars for researcher to present their work.

9. Future Work Plan

The future work plan will continue the research projects as follows:

9.1 Generating value-added and highly novel agricultural products, the project will be done on the modification of raw agricultural materials and agricultural residues such as starch, sugar, fiber and etc.

9.2 Strengthening for a biological and chemical standard analysis in acting as a certified analysis organization of various products by the Institute.

9.3 Transferring of upgraded technology as well as new technology derived from the study will be carried out to farmers and private sector.

Table 1 Expert

Field of Operation/Activity	Total		1995		1996		1997		1998		1999	
	No.	m/m	No.	m/m	No.	m/m	No.	m/m	No.	m/m	No.	m/m
1. Team Leader	1	60	1	12	(1)	12	(1)	12	(1)	12	(1)	12
2. Nonwood Pulping	1	13	1	3	(1)	3	(1)	3	(1)	2	(1)	2
3. Handmade Paper	1	13	1	3	(1)	3	(1)	3	(1)	2	(1)	2
4. Internal Sizing	1	3	-	-	-	-	1	2	(1)	1	-	-
5. Coating	1	6	-	-	1	2	(1)	2	(1)	1	(1)	1
6. Functional Paper	2	24	2	5	(2)	5	(2)	5	(2)	5	(2)	4
7. Coordinator	1	60	1	12	(1)	12	(1)	12	(1)	12	(1)	12
Total	8	179	6	35	1(6)	37	1(7)	39	(1)	35	(7)	33

Table 2 Fellowship

Field of Study/Training	Total		1995		1996		1997		1998		1999	
	No.	男/女	No.	男/女	No.	男/女	No.	男/女	No.	男/女	No.	男/女
<u>Study</u>												
Pulp and Paper												
1. Pulping Technology (Ph.D.)	1	36	1	12	(1)	12	(1)	12	-	-	-	-
2. Paper making (Ph.D.)	1	36	-	-	1	12	(1)	12	(1)	12	-	-
3. Process control (M.S.or M.Eng)	1	24	-	-	1	12	(1)	12	-	-	-	-
4. Coating (M.S.or M.Eng)	1	24	1	12	(1)	12	-	-	-	-	-	-
5. Pollution control (M.S.or M.Eng)	1	24	-	-	-	-	1	12	(1)	12	-	-
6. Functional paper (M.S.or M.Eng)	1	24	-	-	1	12	(1)	12	-	-	-	-

Table 2 Fellowship (Cont.)

Field of Study/Training	Total		1995		1996		1997		1998		1999	
	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■
<u>Research Staff Training</u>												
1. Nonwood pulping	1	12	1	12	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Handmade paper	1	12	-	-	1	12	-	-	-	-	-	-
3. Tissue paper	1	12	-	-	-	-	1	12	-	-	-	-
4. Functional paper (Paper packing for electronic part)	1	12	-	-	-	-	1	12	-	-	-	-
5. Functional paper (Polymer-paper composite for partition and ceiling)	1	12	-	-	1	12	-	-	-	-	-	-
6. Quality assurance	3	9	1	3	1	3	1	3	-	-	-	-

Table 2 Fellowship (Cont.)

Field of Study/Training	Total		1995		1996		1997		1998		1999	
	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■
<u>Training for technician</u>												
1. Practicing of pulping and pulp and paper testing equipments	2	6	1	3	1	3	-	-	-	-	-	-
2. Practicing of paper coating and printing equipments	2	6	-	-	1	3	1	3	-	-	-	-
3. Maintaining for Equipment of main items	3	9	1	3	1	3	1	3	-	-	-	-
Total	21	258	6	45	9(2)	96	6(4)	93		24		

Table 2 Fellowship (Cont.)

Field of Study/Training	Total		1995		1996		1997		1998		1999	
	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■	No.	■/■
<u>Study Tour</u>												
1. Pulp and Paper Factories and Research Institute	3	3	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-
Total	3	3	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-

Table 3 Equipment Requested

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1995	1996	1997	1998
<u>Wood and Pulp Research</u>							
1. Air bath pulping unit standard model 6 x 2.5 liters volume	1	65,000	65,000	-	-	-	-
2. Tappi standard flat screen	1	8,000	8,000	-	-	-	-
3. Pulp fiber classify tester	1	9,000	9,000	-	-	-	-
4. High consistency pulp refiner, disc type (30 cm)	1	70,000	70,000	-	-	-	-
5. PFI mill, Noram laboratory beater	1	60,000	60,000	-	-	-	-
6. Tappi standard disintegrator	1	5,000	5,000	-	-	-	-
7. Tappi standard Niagara test beater	1	15,000	15,000	-	-	-	-
8. Tappi standard sheet machine	1	11,000	11,000	-	-	-	-
9. Oriented sheet former	1	120,000	120,000	-	-	-	-

Table 3 Equipment Requested (Cont.)

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1994	1995	1996	1997	1998
10. Canadian standard freeness tester	1	4,000	4,000	4,000	-	-	-	-
11. Optical fiber length analyzer	1	75,000	75,000	75,000	-	-	-	-
12. Multipurpose reflectometer	1	8,000	8,000	-	8,000	-	-	-
13. Printability tester and accessories	1	18,000	18,000	-	18,000	-	-	-
14. Laboratory reactor for polymer synthesis	1	8,000	8,000	-	8,000	-	-	-
15. Coating equipment and accessories (automatic film applicator, bar coaters)	1	35,000	35,000	-	35,000	-	-	-
16. Gel - time tester	1	72,000	72,000	-	72,000	-	-	-
17. Standard sample cutter (15 x 300 mm, 25 x 300 mm, 50 x 300 mm.)	1	10,000	10,000	-	10,000	-	-	-

Table 3 Equipment Requested (Cont.)

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1995	1996	1997	1998
				-	-	-	-
18. Universal testing machine for tensile strenght of pulp and paper	1	27,000	27,000	-	27,000	-	-
19. MIT folding endurance tester	1	12,000	12,000	-	12,000	-	-
20. Mullen type bursting strenght tester (for paper and board)	1	12,000	12,000	-	12,000	-	-
21. Automatic Bellr's smoothness tester	1	22,000	22,000	-	22,000	-	-
22. Automatic K.B.B. type sizing	1	12,000	12,000	-	12,000	-	-
23. Compression strength tester, for paper and accessories (ring crush and pin testers)	1	18,000	18,000	-	18,000	-	-
24. Humidity testing instrument for water vapour transmission rate with accessories	1	25,000	25,000	-	25,000	-	-

Table 3 Equipment Requested (Cont.)

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1994	1995	1996	1997	1998
25. Constant temperature and humidity generator for a 100 m ² room	2	12,000	24,000	-	24,000	-	-	-
26. Inkometer for tackiness test of coating material	1	18,000	18,000	-	18,000	-	-	-
27. Gardner's washability tester	1	18,000	18,000	-	18,000	-	-	-
28. Dupon impact tester	1	12,000	12,000	-	12,000	-	-	-
29. Gardner type adhesive tester with recorder	1	18,000	18,000	-	18,000	-	-	-
30. Film hardness tester by means of pencils (scratch hardness of coating)	1	12,000	12,000	-	12,000	-	-	-
31. Automatic cross cut exfoliation tester (peeling of coating agent)	1	18,000	18,000	-	18,000	-	-	-

Table 3 Equipment Requested (Cont.)

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1994	1995	1996	1997	1998
				-	-	-	-	-
32. Stelometer, measure bundle and strength of fibers	1	16,000	16,000	-	-	16,000	-	-
33. Fiber trash separator	1	30,000	30,000	-	-	30,000	-	-
34. Balance scale of determining fiber bundle strength	1	155,000	155,000	-	-	155,000	-	-
35. Fiber analysis for maturity and sugar contents	1	35,000	35,000	-	-	35,000	-	-
36. Fiber finess measurement	1	22,000	22,000	-	-	22,000	-	-
37. Fibrograph, measure span length and shape fiber	1	45,000	45,000	-	-	45,000	-	-
38. Trash meter, analyze foreign matter in fiber	1	74,000	74,000	-	-	74,000	-	-
39. Fiber variation analyzer	1	100,000	100,000	-	-	100,000	-	-
40. Flammability tester and accessories	1	30,000	30,000	-	-	30,000	-	-
41. Pilot dyeing plant of pulp	1	110,000	110,000	-	-	110,000	-	-

Table 3 Equipment Requested (Cont.)

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1995	1996	1997	1998
42. Near Infrared Spectrophotometer	1	50,000	50,000	-	-	-	-
43. Freeze Dryer	2	50,000	100,000	50,000	-	-	-
44. UV-Visible Spectrophotometer	1	45,000	45,000	-	-	-	-
45. Incubator shaker	2	30,000	60,000	-	30,000	-	-
46. Deep Freeze 30 cu.ft. (-80°C)	2	30,000	60,000	30,000	-	-	-
47. Gas Chromatography/Mass Spectro-	1	250,000	250,000	-	-	-	-
48. Nuclear Magnetic Resonance 240 MHZ	1	250,000	250,000	250,000	-	-	-
49. Preparative scale High Performance Liquid Chromatograph	1	80,000	80,000	-	-	-	-
50. Abrasion Tester	1	19,300	19,300	-	19,300	-	-
51. Brittleness Tester	1	23,000	23,000	-	23,000	-	-
52. Curometer/gel Time Tester	1	34,600	34,600	-	34,600	-	-
53. Capillary Rheometer	1	77,000	77,000	-	77,000	-	-
54. Creep Tester	1	38,500	38,500	-	38,500	-	-

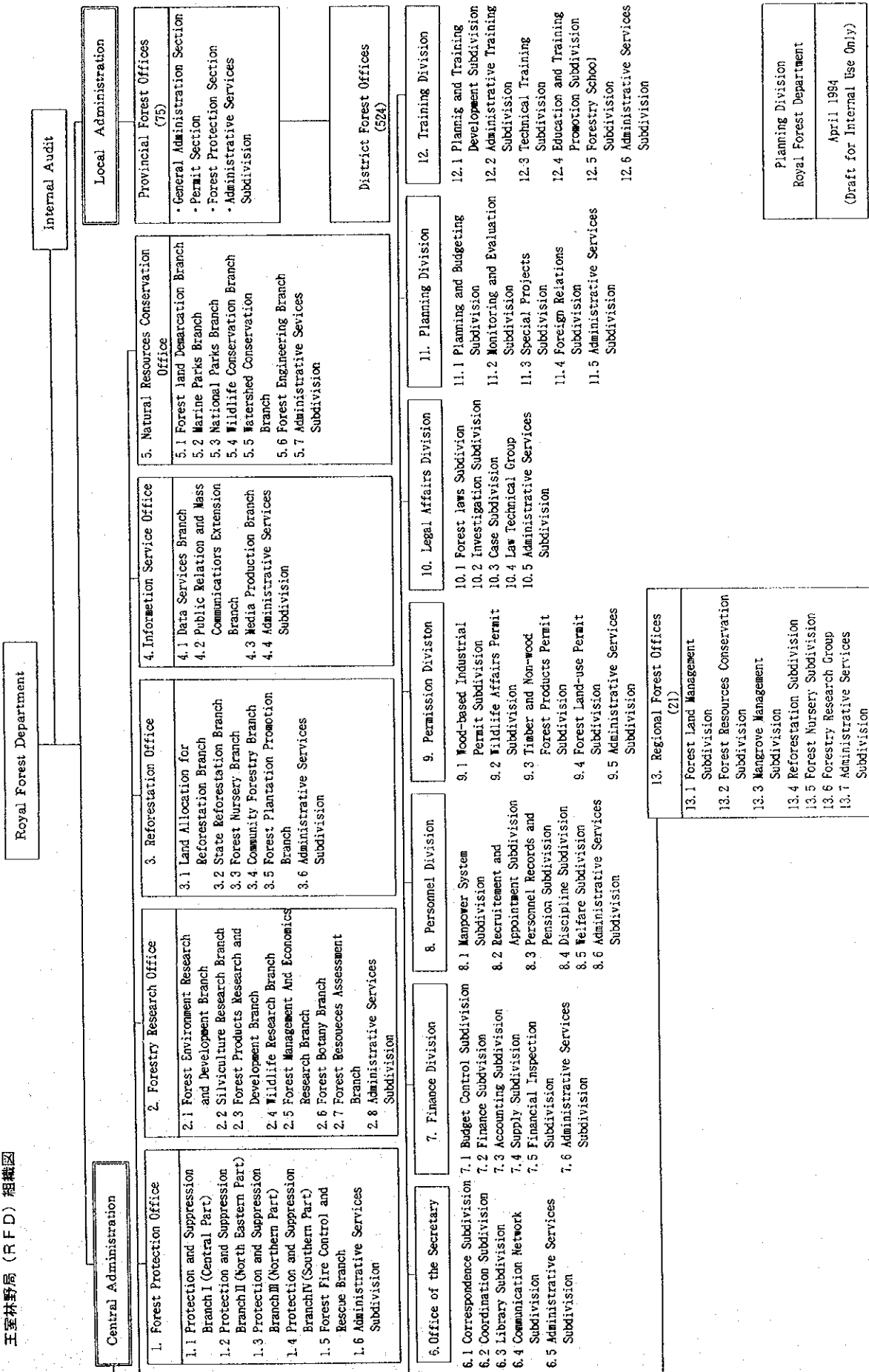
Table 3 Equipment Requested (Cont.)

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1994	1995	1996	1997	1998
				-	-	-	-	-
55. Compression Molding Machines (Hot Press)	1	23,000	23,000	-	-	23,000	-	-
56. Dynamic Testing Machine	1	11,500	11,500	-	-	11,500	-	-
57. Environmental Stress Cracking Tester	1	9,600	9,600	-	-	9,600	-	-
58. Flexing Machine (Demattia, Ross, Goodrich)	1	15,500	15,500	-	-	15,500	-	-
59. Gloss/Haze Meter	1	19,300	19,300	-	-	19,300	-	-
60. Hardness Tester (Shore, Rockwell, IRHD)	1	13,500	13,500	-	-	13,500	-	-
61. Melt Flow Indexer	1	13,500	13,500	-	-	13,500	-	-
62. Mini Extruders and Complete Lines (Lab size)	1	77,000	77,000	-	-	77,000	-	-
63. Pendulum Impact Tester	1	19,300	19,300	-	-	19,300	-	-
64. Specimen cutter (Press/Milling/ Notching)	1	19,300	19,300	-	-	19,300	-	-

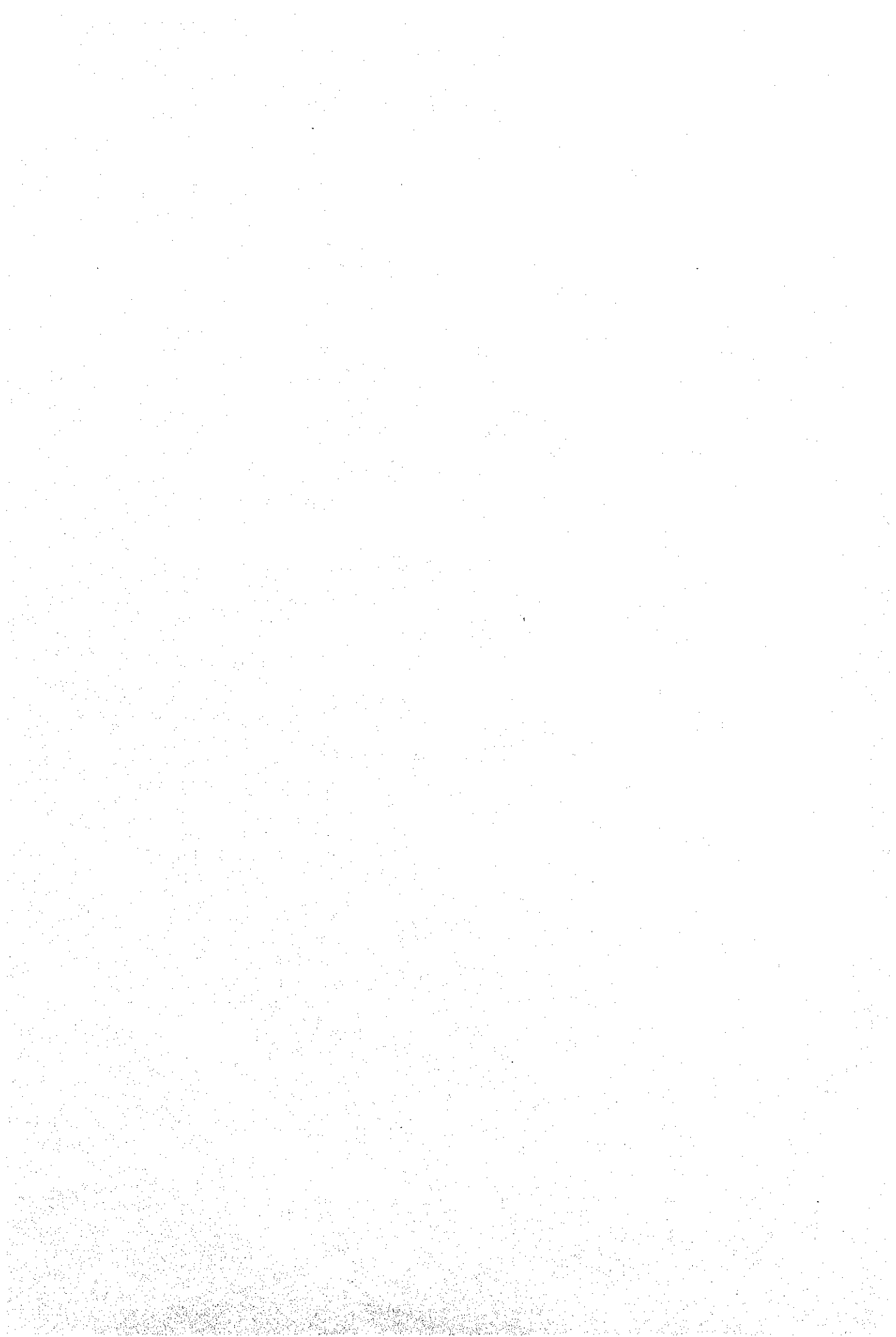
Table 3. Equipment Requested (Cont.)

Description of Equipment Items	Amount Requested for Each Item	Unit price (US\$)	Total cost (US\$)	1994	1995	1996	1997	1998
65. Test Mixing Roll	1	38,500	38,500	-	-	38,500	-	-
66. Tear Tester	1	11,500	11,500	-	-	11,500	-	-
67. Torsion Tester	1	57,700	57,700	-	-	57,700	-	-
68. Universal Testing Machine (Tensile Compression, Bending, Shear, ECT)	1	46,000	46,000	-	-	46,000	-	-
Total Cost				977,000	729,000	1,094,300		

王室林野局 (RFD) 組織圖



Planning Division
Royal Forest Department
April 1984
(Draft for Internal Use Only)



JICA