

タイ国

サタヒップ・アグロフォレストリー試験事業

基礎二次調査団報告書

平成6年11月

JICA LIBRARY



J 1126026(2)

国際協力事業団

林 開 林

CR(3)

94-031





タイ国

サタヒップ・アグロフォレストリー試験事業

基礎二次調査団報告書

平成6年11月

国際協力事業団

## 序 文

国際協力事業団は開発協力事業の一環として、タイ国サタヒップ・アグロフォレストリー試験事業基礎二次調査を行うことを決定し、試験計画、事業計画等開発の基本構想の策定を目的として、平成6年7月に林野庁業務部業務第一課技術開発調査官 加藤鐵夫氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はタイ国関係機関と協議を行うとともに現地調査を実施し、帰国後、作業を経てここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が本事業の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年11月

国際協力事業団  
理事 田口俊郎



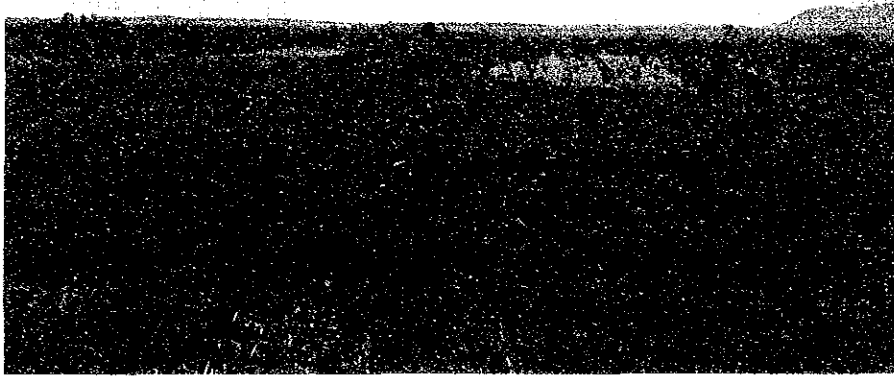
1126026 [2]



① 試験事業予定地（現在パイナップル栽培地）



② 試験事業予定地（現在キャッサバ栽培地）



③ 試行的に行われているアグロフォレストリーの状況。  
キャッサバ畑（手前）とユーカリ植林地（中央）



④ STD社の原木（ユーカリ）土場



# 目 次

序 文	
写 真	
1. 調査の概要	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査日程	2
1-4 主要面談者	3
2. 調査結果の要約と結論	4
2-1 調査結果の要約	4
2-2 結 論	6
3. タイ国の農林業の現状	7
3-1 農業の概要	7
3-2 農業政策	8
3-3 森林・林業の概要	8
3-4 森林政策	8
3-5 林産業の概要	10
3-6 ユーカリ造林の現状	13
3-7 ユーカリ造林をめぐる諸問題	15
3-8 ユーカリ造林に対する J I C A の見解	15
3-9 地域住民・NGO等の動向	16
3-10 アグロフォレストリーの現状	18
4. 調査対象地域の概要	21
4-1 自然条件	21
4-2 社会経済的条件	23
4-3 森林資源の現状	23
4-4 住民による植林、アグロフォレストリー、堆肥使用等の現状	24
5. 試験計画	28
5-1 事業の背景と目的	28
5-2 試験事業の内容	30
5-3 試験の具体的方法	30
5-4 試験事業実施計画	47

6. 事業計画	49
6-1 実施体制	49
6-2 事業費積算	62
6-3 資金計画	101
6-4 損益予測	101
6-5 本格事業	108
7. 開発協力効果	131
8. その他	132
8-1 事業実施主体の現況及び将来性	132
8-2 JICA投融資事業としての本事業の妥当性	132

## 1. 調査の概要

### 1-1 調査団派遣の経緯と目的

テクノフォレスト㈱は、タイ国のパートナー企業(STD社、OS社)と合弁会社を作り、単一作物の長年の粗放栽培により土壌が劣化している東部タイ・サタヒップ地区の近郊において、紙・パルプ原料の安定確保を目的として、環境保全と農家経営の安定と向上に寄与し得る持続可能なアグロフォレストリー技術の開発を図るための試験事業を計画している。

本件は本邦企業からの申請に基づき、事業候補地の現地踏査を通じ試験項目、適正規模、事業実施主体等の調査を実施し、事業団融資の可能性を検討すると共に、本試験事業実施のために必要な技術的・事業経営的な資料収集を行い、本邦企業の開発基本構想策定に資することを目的として調査団を派遣した。

### 1-2 調査団の構成

- |                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| (1) 総括         | 加藤鐵夫(林野庁業務部業務第一課技術開発調査官)      |
| (2) 協力企画       | 石橋暢生(農林水産省経済協力局国際協力課開発協力第一係長) |
| (3) アグロフォレストリー | 吉岡二郎(日本林業技術協会主任研究員)           |
| (4) 事業計画       | 藤井 清(海外林業コンサルタント協会技術囑託)       |
| (5) 業務調整       | 窪田睦子(JICA林業水産開発協力部職員)         |

1-3 調査日程

日順	月 日	行 程	調 査 内 容
1	7/18(月)	東京⇨バンコク	往路移動 TG641 11:00→15:30
2	7/19(火)	バンコク	大使館、JICA 王室林野局表敬、STD社打合せ
3	7/20(水)	バンコク⇨サタヒップ	STD社工場・苗畑等視察 農家聞きとり調査
4	7/21(木)	サタヒップ	直営農園候補地視察・聞き取り調査 「東部タイ農地保全計画」訪問
5	7/22(金)	サタヒップ	事業構想検討
6	7/23(土)	サタヒップ⇨バンコク	団内打合せ
7	7/24(日)	バンコク	資料整理
8	7/25(月)	バンコク	事業構想検討、大使館・JICA報告、RFD訪問
9	7/26(火)	バンコク⇨東京	復路移動（官団員）TG640 11:00→15:30
		バンコク⇨サタヒップ	現地聞きとり調査、事業構想検討
10	7/27(水)	サタヒップ	現地調査、事業構想検討
11	7/28(木)	サタヒップ	現地調査、事業構想検討
12	7/29(金)	サタヒップ	現地調査、事業構想検討
13	7/30(土)	サタヒップ	現地調査、事業構想検討
14	7/31(日)	サタヒップ⇨バンコク	資料整理
15	8/1(月)	バンコク⇨東京	復路移動（コンサルタント団員）TG640

1-4 主要面談者

(1) 王室林野局

Pong Leng-Ee	Director General
Reforestation Extension Bureau	
Pearmsak Makarabhirom	Technical Forest Officer of Community Forestry Div.
Division of Silviculture	
Pitaya Petmak	Section Chief of Silvicultural Research Sub-Div.

(2) Siam Tree Development Co., Ltd.

築地高功	President
Narong Sapsuwan	Director
Waraporn Sereerat	Mill Manager
Anucha Intaphan	Staff
Sombat Ngamsamur	Staff
大森三亭	テクノホルスト株式会社農林業技師
藤本一郎	テクノホルスト株式会社農林業技師

(3) 農家（聞き取り調査）

Anan Jetmongkolwong
Gen. Tem Homsetthi

(4) 東部タイ農地保全計画

高橋美登	業務調整
------	------

(5) 日本国大使館

下條龍二	一等書記官
------	-------

(6) JICAタイ事務所

表 伸一郎	所長
大沢英生	所員
服部直人	所員

(6) JICA派遣専門家

若松正弘	王室林野局
------	-------

## 2. 調査結果の要約と結論

### 2-1 調査結果の要約

#### (1) ユーカリ造林をめぐる状況

ユーカリ造林については、NGO等からユーカリを植えると井戸がかれるとか農地が荒れるとか小動物が住まないというような環境に対しての問題提起がされているところであり、JICAにおいても平成4年度林業分野国内委員会で分科会を設定して、ユーカリ類を用いた林業協力事業について検討を行い、今後の林業協力におけるユーカリ樹種の活用の基本方針を報告した。この中で、「ユーカリ類の造林事業は、ユーカリ類の持つ生物的特性を考慮した上で、社会・経済的側面を十分踏まえながら実行していく必要があり、JICAは、今後もこのことに十分留意して、プロジェクトの実行に当たることとすべきである。」としてきているところである。また、タイ国においては、1987年から東北タイにおいて、軍主導による東北タイ緑化政策、1991年からは東北タイで国有地の保安林指定地域に住みついた住民を移住させるコーチャー・コー政策が行われ、これによりユーカリ造林は土地問題、強制立ち退き問題とも関連し、マスコミ等により取り上げられた。

タイ政府はこうした問題に対応するために、ユーカリ造林とキャッサバ栽培の比較研究報告に基づいて、92年9月にユーカリ造林の指針を閣議決定し、ユーカリ造林を奨励するとの方針を明らかにしている。しかしながら、その後においても東北タイにおいて、ユーカリ造林に係わる公有地の利用について土地問題に起因した事件があった。

また、最近、日本の仏教者や市民団体の招きでタイの僧侶が2名来日し、ユーカリ問題について、東京等で講演会が開催される等、数年前に比べて沈静化しているものの、なお、タイ国におけるユーカリの問題については、未だ国内外のNGO等の関心が持続されていると考えられる。

#### (2) 主な調査事項

以上のことから本調査団においては、現地の自然的社会的条件等本事業の実行可能性や、本事業がタイの農家の経営に与える影響等はもとより、担当である王室林野局の考え方やユーカリ造林が環境に及ぼす影響についてのタイにおける科学的知見等についても調査を行った。

#### (3) 調査結果の概要

##### ① 農業・森林政策との関連

伝統的農作物であるキャッサバは、近年、主要な輸出先であるEC諸国での市場制限や、国際市場価格の低落などから、農業・協同組合省はキャッサバの作付け面積の削減、他作物への転換を奨励している。

また、王室林野局では1960年の森林面積が国土の58%であったのが、1988年には28%と減少しており、これを40%まで回復する政策を策定し、早成樹などの造林促進プロジェクトを推進している。

また、タイ国内の紙の需要は1989年の96万トンから1991年の124万トンと増加しており、製紙原料としてユーカリ造林を評価できるとされている。

以上のことから、農家の経営の安定や向上になるよう配慮しつつユーカリ造林を推進していくことについては、農業・森林政策の方向とも合致していると考えられる。

## ② 農家の意向

農家はユーカリ造林を希望しており、タイにおけるユーカリ造林は現在、推定で年間16,000から17,000ヘクタール行われている。

また、農家等に直接行った聞き取り調査においても、一部にはユーカリ造林は水や土壌養分を多く必要とすると言った意見もあったが、造林に反対と言う訳ではなく、森林が回復するとか、有用であるとか、経済的であるといった意見が大半を占め、ユーカリ造林を進める意向が示された。

農家からは、ユーカリ造林の実施に当り伐採時における安定的なユーカリ材の引取りが希望されたが、現在、タイの紙需要が増大していることのみならず、我が国のタイからのチップの輸入量は、1988年の1万2千トンから1992年の8万8千トンと7倍以上と急増しており、ユーカリの需要は当面拡大基調で推移するものと考えられる。

なお、ユーカリの樹皮（バーク）はこれまで廃棄されるだけで利用されていなかったが、タイにおける肥料の使用実績をみると、化学肥料の統計であるが、1980年の79万トンから、1989年には230万トンと10年間で約3倍に増加しており、バーク堆肥についても今後の利用の可能性はあるものと推測される。

以上のことから、本事業は、ユーカリと農作物のアグロフォレストリーによる農地の有効活用と併せ、キャッサバ等に替わる収入源として農家経営の安定と向上が期待される。

## ③ 環境保全との関連

環境保全との関連については、東部タイ地域が、砂質土壌のうえに、キャッサバ等による粗放的な農業により、近年広範な土壌流亡が生じ、その保全対策事業が急務となっていること、事業の実施により、これまで利用されていなかったユーカリの樹皮から堆肥を製造し、土壌改良剤として活用するとともに、ユーカリ造林による土壌流失の減少等地方力の維持・向上が図られることを勘案すれば地域の環境保全に対し、負の影響を与えることは危惧されない。

また、王室林野局 中央研究所 造林研究室長のPitaya Petmak 博士の研究によれば、アカシアとユーカリの土壌化学性の比較及び土壌の養分吸収量、還元量の比較において、アカシアとユーカリとの間に顕著な相違はみられず、特にユーカリが問題とはなっていない。

#### ④ 本事業の試験性

東部タイ地域において、ユーカリと農作物を組み合わせたアグロフォレストリーについては、近年一部でみられるようになったものの、ユーカリと農作物の相互関連等については、具体的な検証がほとんど行われていない。また、農家が実行しているユーカリ植栽についても、それぞれの農家が独自に試行しているものであり、育林技術はもとより、植林に対する基礎的知識が不足している。

さらに、同地域は、ヤセ土のうえに粗放的な農業により、土壌劣化が生じていることから、土壌保全対策が必要であり、これまで焼却する等廃棄されるだけで利用法がなかったユーカリ丸太からチップ生産時に排出される樹皮（バーク）を土壌改良剤として活用することが期待される。

このような状況から、本事業では①地域環境に配慮しユーカリを主林木とした持続的生産が可能なアグロフォレストリー技術の開発、②東部タイ地域における適切なユーカリ造林技術の開発、③土壌改良による地力の維持・向上を実現するためのバーク堆肥生産技術および施用技術の開発を行うための試験事業を実施する。

#### 2-2 結論

以上のことから、本開発事業案件については、農家の経営の安定と向上に資するとともに、タイの森林回復に貢献し、資源の有効活用にもなり、タイ及び日本経済に寄与できるものとして評価できる。

ただし、農家の造林地等の選定に当たっては、タイの土地の所有形態が複雑であるので、後で問題が生じないように所有権の確認等適切に対応しておく必要があると考えられる。



### 3. タイ国の農林業の現状

#### 3-1 農業の概要

タイの農地面積は、1988年時点で2,365万ヘクタールと国土面積の46%を占めている(表3-1参照)。地目別では、農地の50%が水田で、24%が畑地、13%が樹園地である。総生産額(GDP)に占める農業の割合は、1981年の21%から1989年には15%まで減少した。また、総輸出額に占める農林水産物の割合も、1981年の52%から1989年の29%に低下している。これは工業化の進展に伴うもので農業の経済全体に占める相対的地位は低下しているが、経済活動人口のうち農業に従事する者の割合は徐々に減少しているものの1991年においても60%と依然大きい。

表3-2は主な作物収穫面積及び生産量である。この中で、キャッサバは1950年代より作付けが増え始め、1988/89に約2,400万トンとなったが、1989/90には約2,070万トンに減少した。主要な輸出先であるECでは共通農業政策の変更により、家畜飼料をEC域内で調達するようになってきたため、キャッサバ製品の買取り保証価格が1993年から3年間低減された。また、新規市場の開拓も望めない状況から、作付け面積の削減を余儀なくされている。

表3-1 土地利用面積

単位：万ha

	1960	1970	1980	1985	1988	1988-1960
森林	3,000	2,228	1,655	1,490	1,438	△1,562
農地	1,008	1,412	1,904	2,058	2,365	1,357
その他	1,132	1,478	1,572	1,583	1,328	196
計	5,140	5,118	5,131	5,131	5,131	△ 9

(出典) FAO Production Yearbook

Agricultural Statistics of Thailand

表3-2 タイにおける主な作物収穫面積及び生産量

(単位：1,000ライ、1,000トン)

作物種	1986/87		1987/88		1988/89		1989/90	
	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量
一期作米(籾)	53,836	16,826	52,664	15,658	56,648	17,882	57,827	18,053
二期作米(籾)	3,626	2,042	4,505	2,771	5,264	3,381	4,567	2,124
トウモロコシ	11,345	4,309	8,484	2,781	11,163	4,675	10,687	4,393
キャッサバ	8,567	19,554	9,668	22,307	9,957	24,264	9,297	20,701
サトウキビ	3,251	24,450	3,566	27,191	4,122	36,668	4,290	33,561
大豆	1,763	356	1,896	338	2,451	517	3,140	672
落花生	781	169	736	162	737	164	752	161
ココナッツ	2,045	1,280	2,072	1,311	2,106	1,378	2,190	1,437

出典：「タイの農林水産業概況」平島和男(1991年6月)

### 3-2 農業政策

1991年に第7次国家経済社会開発計画（1992-1996）が樹立された。農業・協同組合省ではこれに基づき、「農業開発ガイドライン」を1991年9月に策定し、公表した。その主なものとして①主要14の伝統的農作物（米、とうもろこし、キャッサバ、砂糖きび、パイナップル等）は、市場が制限されているということで、作付面積は増大しないという条件の下で、平均収量を増加させる。②大豆、小麦、野菜、経済木（ユーカリ、チーク、アカシア等）等の市場需要のある新しい農林水産物を支援する、となっており、これにより伝統的作物の栽培面積から振り向けられる571万ライ（91万ヘクタール）のうち、187万ライ（30万ヘクタール）は大豆、小麦、野菜等の生産のために、また、384万ライ（61万ヘクタール）は果樹木、多年性植物及び経済木の生産のために耕作されるだろう、としている。

### 3-3 森林・林業の概要

1960年には3,000万ヘクタール（国土の58%）の森林面積であったのが、1988年には1,438万ヘクタール（国土の28%）に減少した。この減少した森林（1,562万ヘクタール）のほとんどが農地になっている。

また、造林面積は1989年までで約70万ヘクタールであり、森林面積のわずか約5%である。

表3-3 年間造林面積

単位：ha

	1984年以前	1985	1986	1987	1988	1989	合計
植林	197,395	10,640	10,240	10,053	9,930	8,555	246,813
流域保全用再造林	96,093	9,870	9,312	8,736	8,347	7,814	140,172
再造林	89,319	7,587	7,568	7,880	7,811	6,859	127,024
伐採者による再造林	107,601	10,018	8,199	10,389	9,360	1,203	146,770
林業団体(FIO)による再造林※	24,926	930	645	514	421	342	27,778
林野庁規則による再造林	—	—	75	2,369	2,692	3,201	8,337
合計		39,045	36,039	39,941	38,561	27,974	
累計	515,334	554,379	590,418	630,359	668,920	696,894	696,894

注：※=伐採者による再造林を除く

(出典) Forestry Statistics of Thailand 1989

### 3-4 森林政策

タイは以前木材輸出国であったのが、1972年以降輸入国に転じたこともあり、1977年にタイ政府は丸太の輸出禁止措置を取った。

1985年には、その後の林野政策の基調となる「国家森林政策」を策定し、国土面積の40%を森林に回復させることとし、40%のうち、15%を保護林（水源涵養林、国立公園、野生保護区等）、25%を経済林とすることとした。なお、1991年に策定

された第7次国家経済社会開発計画（1992～1996）の中で、その内訳が保護林25%、経済林15%に変更された。

1988年のタイ南部を襲った大洪水に鑑み、1989年に商業用森林伐採を禁止する森林閉鎖令が取られた。

1990年に政府と民間企業とによる造林用地の確保のためのスキャンダルが発覚して、大問題になったため、民間企業による国有林内での植林は全面的禁止となり、民間造林も一時的な措置として停止された。しかし、1992年には大企業による商業造林のみを禁止とし、その後1993年には民間による国有地での商業造林は、政府の承認が得られれば可能であると経済閣僚会議で決定している。

現在、土地の使用目的が農地である私有地においては栽培作物に規制はなく、また早成樹の造林、伐採には王室林野局の許可は不要である。したがって早成樹の造林が低迷する換金作物よりも有利であれば、農業経営者は自由に造林と伐採ができる。

#### [森林造成に関するプロジェクト]

王室林野局は現在、下記の森林造成プロジェクトを推進している。

##### (1) 政府による造林

1996年のプーミポン国王の在位50周年を記念して「国王在位50周年記念造林事業」を推進している。これは1994年から1996年の3年間で500万ライ（80万ha）の造林を行う。年別の造林計画は、1994年に135万ライ（22万ha）、1995年に165万ライ（26万ha）、1996年に200万ライ（32万ha）の予定である。

##### (2) 民間による造林計画

###### ① 郷土樹種（42種）の造林

農民による郷土樹種の造林事業に対して補助金が5年間でライ（0.16ha）当り合計で3,000パーツが支給される（苗木は無償支給）。1993年10月から1996年9月の3年間で毎年100万ライ（16万ha）の予定である。

###### ② 早成樹の造林計画

農業・協同組合省によるキャッサバ作付け面積の削減、他作物への転換政策の一環として、王室林野局がこの計画を推進している。

この計画の下で、王室林野局は政府、BAAC（農業・農業協同組合銀行）、農民、企業の協力で進める4セクタープランによる植林を1993年から東北部（16県）で始めている。今後、対象地域は中央部、東部へ拡大される予定である。

この計画は、農民による早成樹の造林事業に対してライ当り2,850パーツ、年利5%で融資する（苗木および肥料は無償支給）。1993年10月から1996年9月の3年間で毎年10万ライ（1.6万ha）の予定である。

### 3-5 林産業の概要

#### (1) チップ・パルプ産業

紙の消費は1989年の96万トンから1991年の124万トンとタイ国内でも需要が高まっている。タイで使用されている製紙用パルプは木材（針葉樹、広葉樹）パルプと竹・ケナフ・稲ワラ・砂糖きびの絞りかす（バガス）等の非木材パルプと古紙からの再生パルプである。針葉樹の木材パルプは全量輸入されている。広葉樹の木材パルプは1991年174千トンの需要量に対して生産能力は153千トンと需要量の88%であり、不足分は輸入している。因みに、1991年の年間1人当りの紙の消費量は平均約22kgである。全世界の平均は約45kgで、日本の平均は約235kgである。

チップ原料としてユーカリ造林を農家と契約をして推進している企業は、東部タイではSoon Hug Seng社、中部タイではサイアムセメント社で、いずれもタイ資本の企業である。Soon Hug Seng社は挿し木苗（1,500万本の生産規模）も生産し農家への拡販にも務めている。

ユーカリ・チップを生産している工場は3つある（表3-4）。STD社（SIAM TREE DEVELOPMENT CO., LTDの略称）は申請企業がユーカリの供給先としている日・タイ合弁のチップ生産輸出企業（伊藤忠系が60%出資）であり、本邦パルプ業界への安定的なチップの供給を目的に設立されたもので、1992年5月操業を開始した。1992年は約6万グリーントン、1993年は約10万グリーントンの生産で、1994年は14~16万グリーントンを予定している。生産されたチップは、日本の製紙会社15社が参加しているタイユーカリ資源株式会社を通じて日本へ輸出されている。

（STD社は苗木の生産も1993年から行っており、同年度50万本の販売を行った。1994年度は120万本の生産を予定している。）

Thai Wid Watt社、Soon Hug Seng社はタイ資本の会社である。

我が国のパルプ材の入荷量は表3-5のとおり近年伸び悩んでいるものの、輸入量は増加しており、タイからの木材チップ輸入量は表3-6のとおり、1988年の1万2千トンから1992年の8万8千トンと7倍以上と急増している。

表3-4 タイのチップ工場

単位：グリーントン

会社名	生産能力	93年の生産実績	工場所在地	チップ供給先
STD社	20万	9万5千	Sattahip	日本
Thai Wid Watt社	20万	5万	Surin	日本
Soon Hug Seng社	30万	18万	Bangpakong	国内

表3-5 パルプ材の入荷量

(単位：千m)

	昭和63年	平成元年	2	3	4	5	
合計	35,103	37,324	37,937	39,744	37,200	35,524	
国産材	計	18,640	18,456	17,965	17,189	15,925	14,483
	原木	1,678	1,610	1,538	1,467	1,241	1,130
	チップ	16,962	16,846	16,427	15,722	14,683	13,353
外材	計	16,463	18,868	19,971	22,554	21,275	21,041
	原木	201	259	296	357	271	189
	チップ	16,263	18,609	19,676	22,198	21,004	20,852

資料：通商産業省「生産動態統計調査」

注：1) パルプ材とはパルプの原材料であり、原木とチップに分けられる。

2) 入荷量は、パルプ工場等においてパルプ原料として入荷された数量である。

3) チップにはくず材を含む。

4) 平成5年の値は速報値である。

5) 合計と内訳が一致しないのは、四捨五入による。

表3-6 我が国の主な木材チップ国別輸入量

単位：トン

国名	1988	1989	1990	1991	1992
アメリカ	3,153,185	3,491,662	3,782,531	4,417,303	4,175,206
オーストラリア	2,754,509	2,786,043	2,679,859	2,917,961	2,786,965
カナダ	753,060	1,045,296	964,104	773,682	791,954
南アフリカ	372,686	356,245	337,045	448,817	451,168
チリ	300,875	794,450	1,181,730	1,742,285	1,758,080
タイ	11,753	45,010	30,216	37,211	87,884
その他	824,579	1,113,951	1,232,648	1,418,918	1,301,758
合計	8,170,647	9,632,657	10,208,133	11,756,177	11,353,015

大蔵省「貿易統計」より作成

## (2) バーク堆肥産業

タイには現在16の堆肥製造会社(表3-7)があり、年間生産能力は約39万トンであるが、最近の消費量は年間約20万トンとなっている。堆肥の原料は蒸留廃棄物や砂糖きび廃棄物、製紙廃棄物等を使用しているが品質的にはあまり良くないものが多いということである。ユーカリの樹皮を使った堆肥製造会社はない。

また、タイにおける現在の肥料の消費量については、堆肥の資料が入手できなかったため、化学肥料の資料(表3-8)を参考に見てみると、980年79万トンであったのが1989年には230万トンと10年間で約3倍に増加している。

表 3 - 7 CAPACITY OF COMPOST COMPANY IN THAILAND

COMPANY	PRODUCTION/YR. ( TON )	QUALITY	MATERIAL USE
1. BANGKOK COMPOST	25,000		HOUSE WASTE HOUSE WASTE AND MANURE
2. BIONIC COMPOST	150,000	GOOD	DISTILLERY
3. PHEANDINTHONG COMPOST	15,000		SUGAR MILL WASTE
4. PHERMPHONG COMPOST	15,000		PAPER MILL WASTE
5. MUANGSUPHAN COMPOST	4,500		RICE HUSK
6. THAI CUER OIL INDUSTRIAL CO., LTD.	15,000	GOOD	WASTE FROM CUSTER OIL
7. C.P. PRODUCE CO., LTD.	15,000	GOOD	SUGAR MILL WASTE
8. SIAM MEDIA PRODUCT CO., LTD.	15,000	GOOD	SUGAR MILL WASTE
9. CHAROENPHOL RICE MILL	12,000		RICE HUSK, JUDE, SUGAR MILL WASTE
10. PHALITPHAN ARHARNPHUECH CO., LTD	30,000		DISTILLERY
11. PHUECHSEETHIS CO., LTD.	48,000		DISTILLERY
12. HITKASET PARTNERSHIP	24,000		RICE HUSK
13. WONGSAWANG KARNKASET CO., LTD.	3,600		
14. RUNGSIT SETTHAKIJ KARNKASET	12,000		SUGAR MILL WASTE
15. PARTNERSHIP			
16. DINSIDA CO., LTD.	10,000		
TOTAL	394,100		

表3-8 化学肥料消費量

単位: tons

	農薬用使用			
	計	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1980	786,341	133,194	101,627	40,345
1981	894,542	151,140	116,265	45,763
1982	1,042,503	174,765	134,229	57,648
1983	1,272,041	233,388	154,044	83,701
1984	1,246,688	227,712	142,623	67,916
1985	1,250,000	252,900	124,999	55,663
1986	1,350,000	308,501	132,502	70,326
1987	1,548,765	342,784	148,344	96,245
1988	1,992,633	439,720	200,833	137,456
1989	2,297,733	494,923	188,823	117,793

出所: Agricultural Economic Research Division.

## 3-6 ユーカリ造林の現状

タイでユーカリが植えられたのは1950年に試験植栽されたのが始めてとされている。計画的に植えられたのは70年代以降である。ユーカリの造林面積は王室林野局のPousajji氏の報告書(1993年10月、FAO主催のユーカリ専門家会議用のカンントリーレポート)の中で、1987年の王室林野局による最初のユーカリ造林調査によると造林面積は約9万4千ヘクタールと報告されている。また、氏の推計によるとユーカリ造林は年間約16,000-17,000ヘクタール増加しており1993年現在では19万2千ヘクタールとなっており、タイの東北部、中央部、北部が主な造林地域であると報告されている。

また、王室林野局 中央研究所 造林研究室長のPitaya Petmak博士のアカシアとユーカリの土壌化学性の比較(表3-9)によれば、両樹種の植栽時、4年時、8年時の土壌化学分析の結果では、両樹種の土壌間に特に顕著な相違はみられず、ユーカリ植栽によって他の樹種以上に土壌の劣化が進行するとは考えにくい。土壌の養分吸収量、還元量の比較(表3-10)においては、両樹種の養分吸収・養分還元状態からみてユーカリが特に異常な吸収・還元をおこなっているとは植栽4年時の時点では考えにくい。しかし、8年時においては、ユーカリよりもアカシアの還元率が各要素とも高く、全還元率はアカシア48.38%、ユーカリ32.67%であるとしている。

表3-9 E. camaldulensisとA. auriculiformisとの比較

両樹種の0、4、8年次の土壌化学性の比較<sup>3)</sup>

樹種	年次	pH	O.M. <sup>1)</sup> (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	CEC <sup>2)</sup> (meq/100g)
A. auriculiformis	0	5.4	1.4	6.8	35.1	244.2	56.6	2.9
	4	4.8	1.4	3.7	26.6	223.2	51.6	--
	8	5.4	1.2	5.5	35.0	640.0	81.5	3.9
E. camaldulensis	0	5.4	1.4	6.8	35.1	244.2	56.0	2.9
	4	5.0	1.6	4.1	26.9	225.5	53.3	--
	8	5.7	0.9	5.5	35.0	400.0	65.0	5.9

1) Organic matter : 土壌有機物

2) イオン交換容量 : 樹の養分保持容量の目安となる。

3) Pitaya Petmak: Some Ecological Impacts of Planting Eucalyptus in Agricultural Area,  
data : Si Sa Ket Province, Agroforestry Research Section, Forestry Office, RFD. (発表年なし)

表3-10 両樹種の4年次における養分還元率<sup>1)</sup>

養分	樹種	養分吸収量 (kg/rai/年)	養分還元量 (kg/rai/年)	養分還元率 (%)
N	Acacia	33.18	6.15	18.53
	Eucalyptus	13.21	1.86	14.06
P	Acacia	1.54	0.18	11.73
	Eucalyptus	0.98	0.08	8.46
K	Acacia	16.94	1.95	11.49
	Eucalyptus	11.34	1.48	13.01
Ca	Acacia	46.61	6.93	14.88
	Eucalyptus	24.89	4.89	19.68
Mg	Acacia	4.58	1.11	24.12
	Eucalyptus	2.93	0.66	22.57
Total	Acacia	102.85	16.32	15.87
	Eucalyptus	53.35	8.97	16.81

1) Pitaya Petmak: Some Ecological Impacts of Planting Eucalyptus in Agricultural Area, (発表年なし)  
data : Si Sa Ket Province, Agroforestry Research Section, Forestry Office, RFD.



### 3-7 ユーカリ造林をめぐる諸問題（土地問題、環境問題）

1987年から東北タイにおいて、東北タイの保安林以外の地域の森林回復と地域開発（所得向上）を目的に軍主導による東北タイ緑化政策が開始された。また、1991年から東北タイで国有地の保安林指定地域に住みついた住民を移住させるユー・チャー・コー政策が実施され、部分的に農民の強制移住が行われた（しかし、結局移住先がなく住民の反対運動にあい1992年9月に中止された）。この政策により住民を追い出してユーカリを造林したために、立ち退き等を受けた農民が造林されたユーカリを引っっこ抜いたり、火を付けて焼いたりするという騒ぎが起こっている。このような土地問題、強制立ち退き問題に起因して、ユーカリを造林すると井戸がかわるとか農地が荒れるとか小動物が住まないというような環境に対して問題があるというような批判が一部で形成された。

タイ政府はこうした問題に対応するために、森林政策の最高決定機関となる国家森林政策委員会を1990年に設立し、農業・協同組合省にはユーカリ造林とキャッサバ栽培に関する生態学的比較研究を行うように指示した。この結果、同省は報告書の中で

- ①キャッサバとユーカリを、それぞれ8年～10年間無施肥で栽培（造林）した場合の土壌肥沃度、土壌崩壊率、土壌構造の変化等については、ユーカリ植林の方がキャッサバ栽培よりも不良化率が低い。
- ②荒廃した土地（土壌が悪く、農作物の成育困難な土地）にユーカリを植林すれば、気温、湿度及び生物の生存に良い条件をもたらす。
- ③ユーカリ造林は、キャッサバ栽培よりも高収入となる。
- ④どのような場所にユーカリを造林するかについては、土地局が決定する。
- ⑤ユーカリ造林の奨励は王室林野局が行う。

とし、1992年9月の閣議で了承された。これによって、国有林地におけるユーカリ造林の指針は明確にされ、一方、私有地での民間造林については、政府は特段の経済的支援策をとってはいないが、国土緑化、森林資源の造成の振興といった観点から奨励している。

また、1993年3月、プーミポン国王によるユーカリ記念植樹が行われるなどユーカリ造林推奨の社会的ムードは高まりつつある。

### 3-8 ユーカリ造林に対するJICAの見解

JICAは一部の論者、マスコミ等によるユーカリ類の造林事業に対する批判があるため、平成4年度林業分野国内委員会で分科会を設定して、ユーカリ類を用いた林業協力事業について、1992年9月から1993年3月にかけて検討を行い、今後の林業協力におけるユーカリ樹種の活用の基本方針を報告している（巻末資料参照）。

この中で、「一概にユーカリはよいとか、有害であると断定できる共通的な答はこれまでのところない。」としながらも、「特に、荒廃地においては、ユーカリ類の造林成績、種子確保の容易さ、収穫した木材の利用の確実性から、今のところ最も植林に適した樹種である」とし、「ユーカリ類の造林事業は、ユーカリ類の持つ生物的特性を考慮した上で、社会・経済的側面を十分踏まえながら実行していく必要があり、JICAは、今後もこのことに十分留意して、プロジェクトの実行に当たることとすべきである。」としている。

### 3-9 地域住民・NGO等の動向

#### (1) 地域住民の動向

タイの新聞等によるユーカリ造林問題は数年前に比べて少なくなっている。最近の記事では東北タイの Roi Et 県において、公有地に数年前森林局がユーカリを造林したため、地域住民が抗議していたが、地域住民に対してユーカリを収穫して郷土樹種を植えるのを知事が認めるといった事件があった(巻末資料参照)。これは地域住民が、公有地をこれまで牧草地として利用していたところに造林したために起こった土地問題であると思われる。

調査団は農家、公務員、銀行員等にユーカリ造林についての聞き取り調査を行った。一部にはユーカリ造林は水や土壌養分を多く必要とすると言った意見があったが、造林に反対と言う訳ではなく、荒地にも育つので森林の回復に良いとか、材は多目的に使用できるし、育てるのに労働力があまりいらず経済的であるといった意見であった。ただ、ユーカリの買取り価格が今後も維持される必要があり、もし価格が保たれなくなり、再び他の作物に転換する時、ユーカリの伐根が大きな障害になることを懸念する意見があった。

また、農林水産省の補助事業「タイ・アグロフォレストリー事業調査」(1994年2月～3月)では、サタヒップから130kmの範囲以内に位置している農家に対して、ユーカリ造林についてアンケート調査を実施した。そのなかで、1994年以降、独自にユーカリ新植を予定している農家は、調査数197戸の内、138戸(70%)であった。

#### (2) NGOの動向

最近の例としては、日本の仏教者や市民団体の招きでタイの僧侶が2名来日した。5月24日からの東京を始めとして、関西、東海地方で講演を行った。東京の講演では150名程の出席者があった。この中で、僧侶の1人はすべてのユーカリ造林に反対するものではない。反対するのは、原生林を伐採してユーカリを造林したり、住民を追い出してユーカリを造林したり、水源地に植えたりすることである。また、植える場合は小面積でなければいけない、と発言している。

今年の6月には、NGOにより「沈黙の森・ユーカリ -日本の紙が世界の森を破壊する-」という本が出版された。これは日本において紙が大量生産、大量消費されているために、安い原料が必要となり世界各地(ブラジル、大洋州、タイ等)でユーカリが大規模に植林され、それにより鳥や虫が住まない沈黙の森が広がっているという内容で、これにはみどりの国際協力ということで日本の援助も加担しているという内容である。

#### (3) 国連食糧農業機関(FAO)のユーカリ専門家会議

1993年10月にアジア・太平洋の10数か国の代表等が参加してユーカリ造林

について会議を行ったが、タイ、ラオス、インドの3か国のNGOも参加している。前述の「沈黙の森・ユーカリ」の中で、このことについても触れており、NGOは造林現場に住む人たちを代弁した報告や発言をしたが、それを認めないような反論があったため、タイ、ラオスのNGO（インドについては不明）は、会議後、FAOに対して、会議が不適切であったこと、国連の名のもとにNGOも加えて議論したとする会議の報告書を作成しないこと、NGOを参加者でなくオブザーバーとして扱うこと等、抗議する文章を送ったとなっている。

この会議には前述した僧侶も参加し、ユーカリを植えるのは絶対だめだといっても誰も聞いてくれそうもないということで、最低限守ってもらいたいこととして、ユーカリを植えるのなら土地の荒れた山の上に植えること。農民たちが他の作物を植えている低地には植えないこと。貧しい人たちから土地を取り上げるような形でユーカリを植えないこと。原生林を伐採してユーカリを植えないこと。と発言したということである。

### 3-10 アグロフォレストリーの現状

森林が原則として国有地であるタイ国においては、農林業政策、特に土地利用政策を抜きにしてアグロフォレストリーについて論ずることはできない。タイ国の森林面積は143,800 Km<sup>2</sup> (全国土面積の約27%)、農耕地面積は236,500 Km<sup>2</sup> (全国土面積の約46%) である(1988、FAO Production Yearbook)。低質林地(地力が低下、森林が荒廃した不良林地)面積は48,000Km<sup>2</sup> (33%/森林面積)であり、この地域内に約100万人の人々が生活しているものと推定されている。土地の濫用は生産の非効率化の原因となり、農耕地は表土侵食の傾向が強い。また、土壌劣化が起こりやすく、塩類土、砂土、硫酸酸性土、浅土など耕作に不適または不向きな耕作地面積は137,550 Km<sup>2</sup> にも及んでいる。アグロフォレストリーは、このような土壌条件の劣る地域で行われることが多く、第6次国家社会経済開発計画(1987-91)においても林業と農業開発の両面からの土地利用が認められ、同計画委員会においてランバン、ナン、ウボンラチャタニの北部～東北タイ3地区におけるアグロフォレストリー・パイロット研究プロジェクトに対しUSAID基金援助が組織された。さらに同計画において、アグロフォレストリーは国土有効利用の推進、社会林業計画、政府・民間再植林計画の重要な戦略であり、道具であるとし、開発計画中期に位置づけている。第7次国家社会経済開発計画(1992-96)において保護林拡大の必要性を述べ、保護林地25%、生産林地15%とした。これを受け農業協同組合省は森林面積を40%にすることとし、天然林伐採禁止を継続する。利用木材は人工造林地から得ることにし、社会林業：フォレスト・ビレッジ、アグロフォレストリーを通して林地管理を強化し、関係機関による植林地増加を目標にした。王室林野局(Royal Forest Department: RFD)も森林取り扱いのガイドラインを設け、林地の利用区分、東北タイ低質国有林への再入植の問題、林業活動の公表、環境変化のキャンペーン、森林保護、アグロフォレストリーによる植林、マングローブ林の保護、森林調査と登録制度について取り組みを進めることを決めた。

以上のように現在タイ国においてアグロフォレストリーは森林造成の手段として政策的に認知され、低質林地の改善や森林面積拡大の重要な戦略と考えられている。

RFDが1953に導入したアグロフォレストリー・システムは木材生産を主目的にした植林法であり、伝統的なタウンヤ法を改変したものであった。しかし1966～1982年の期間は森林面積の減少が急激に進み、4,335～11,904Km<sup>2</sup>/年の森林消失となって森林面積拡大政策と地方における土地利用の実態との間には大きな矛盾を生じる結果になった。このため土地利用割り当て計画と地域開発計画の一元化が必要であり、両計画の公認が図られた。

フォレスト・ビレッジの初期(1970～1982)、アグロフォレストリー・システムは多くの国際的機関(FAO、EWC、USAID、IDRC、NGOs etc.)によって自然科学的な研究が進められ、発展してきた。アグロフォレストリーの調査・研究、普及の現状の概要は次のとおりである。

#### (1) 調査・研究

現在、調査・研究は多くの機関と教育的研究所によっておこなわれ、主な研究課題は生産機構の解析と林産物－農産物の複合生産がもたらす経済的効果についてである。主な研究機関は、

カセサート大学農学部・林学部、チュラロンコン大学科学部、チェンマイ大学農学部／経済学部、コンケン大学およびマイジョ農業技術研究所である。政府機関－研究所－大学による研究協力は密接で多くの専門分野にわたるが、学際的研究よりもむしろ実践的応用研究が強く求められている。すでに、伝統的アグロフォレストリーと植林地におけるアグロフォレストリー、アグロフォレストリーと地域社会の関係、辺縁地のアグロフォレストリー管理などのプロジェクトが適切なアグロフォレストリーの選択と土地利用問題解決のために着手されている。

#### (2) アグロフォレストリーの開発計画と普及

タイ政府と協力機関の共同研究により得られた結果は、通常、他のプログラム例えば、農山村開発計画、流域管理計画などと統合され普及されている。これらの例として、チェンマイ／メーサ流域管理計画、チェンマイ・メーホンソン／サムムアン山高地開発計画、ナコンラチャシマ／ブウルアンの多目的林地復興計画、コンケン／ブウヴィアンの統合流域管理計画があげられる。アグロフォレストリーの統合計画が開始されて10年になるが、いまなお十分な進展がみられていない。普及活動が不十分なこと、および政策と実行計画との調整に円滑さを欠くことが、農家が積極的にアグロフォレストリーを採用しない理由としてあげられている。

アグロフォレストリーの普及は通常王室林野局 (RFD) によって組織され、木材公社 (FIO) によっておこなわれている。政府による普及は林業村 (Foresrt Village) や特別地域開発計画のような開発計画に基づいておこなわれるが、NGO のように独自の活動をしている組織もある。メエジャム／チェンマイの CARE International Thailand Project、ナコンサワンの“子供の救済、USA”プロジェクト、ファイカケン禁猟区域を含む地域の地方研究所との共同研究プロジェクト“野生生物と植物保護基金”、人口と社会開発協会による北部・東北タイのアグロフォレストリーと社会開発プロジェクトなどがNGO によって進められている代表的なプロジェクトである。

#### (3) アグロフォレストリー関係の教育

FAO、EWC および国際開発機関による専門家会議と研究集会がよく知られている。現在、アグロフォレストリーはカセサート大学、コンケン大学、チェンマイ大学などの国立大学、メエジョ農業技術研究所、スコータイタマサート/Open University、農業協同組合省分室などの教育機関があり、アグロフォレストリーの背景、考え方、本論、応用など15章にわたって記述されたテキストブック(1991)が公刊・利用されている。

RFD は森林官、専門家に対する職員教育をおこなっているが、適切な教材、実習林の整備が十分でなく、教育実習参加者への対策が必要とされる。

以上のほかに、アグロフォレストリー普及・拡大のための行動計画、対象地域の地形的特徴と土壌保全上の問題点、および導入可能な樹種・農作物の種類について公表されている。しかし、アグロフォレストリー実施の面積的な数字については明確に示されたものはない。対象区域が広大で実施形態が複雑なため、実態把握は極めて困難であることが推定される。

#### (4) アグロフォレストリーに利用される主な樹種と農作物

タイ国において、アグロフォレストリーに利用されている主な樹種と農作物は、表3-4-1に示

すとおりである。

表3-4-1 アグロフォレストリーに利用される主な樹種と農作物

植 栽 樹 種 <sup>1)</sup>	用 途	農 作 物 <sup>2)</sup>	地 域
<i>Albizzia falcata</i>	パルプ	Tobacco, cassava, kenaf, corn,	東北
<i>Alstonia macrophylla</i>	-	cotton, castor.	
<i>Cocos nucifera</i>	果 実		北部
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	パルプ	Tobacco, corn, sorghum, cotton,	
<i>E. citriodora</i>	//	mungbean, soybean, grandnut.	
<i>E. deglupta</i>	//		
<i>E. robusta</i>	//	Corn, sorghum, cotton, sugarcane	
<i>Litsea grandis</i>	//	mungbean, soybean, coconut, cassava	中部
<i>Parkia jananica</i>	-	castor oil plant, beans, rice	
<i>Sweitenia macrophylla</i>	木 材		東部
<i>Tectona grandis</i>	//	Cassava, sugarcane, rice, coconut, pepper, (fruit trees, pararubber).	
		Pararubber, fruit trees, coconut, oil palm, coffee.	南部

1) 内村悦三(1992): 熱帯のアグロフォレストリー, 国際緑化センター

2) Pearmsak Makarabhirom(1991)<sup>\*)</sup>: Status and prospects of agroforestry research, development and extension in Thailand, 1st APAN Project Advisory Committee Meeting.

[\*): Royal Forest Department of Thailand]

## 4. 調査対象地域の概要

### 4-1 自然条件

#### (1) 対象地の位置

対象地はタイ国東部4県(Changwat)、チョルブリ、ラヨン、チャチェーンサオ、チャンタブリにまたがり、およそ北緯12° 20' ~ 13°、東経 100° 30' ~ 102° の範囲である(サタヒップ苗畑予定地を中心とした半径100km 以内の地域)。

#### (2) 地質・母材・地形

この地域のマクロ的な地形は、残積性の山地・丘陵地と緩やかなうねりを示す台地・平坦地から構成されている。この一見単純に見える地形面に比べ、地質構造、母材(母岩)の分布はかなり複雑である。山地は古生代末期の造山運動によるものといわれ、基岩は主として堆積岩類・変成岩類および花崗岩類で、いずれもかなり風化が進んでいる。台地・平坦地は新生代の洪積台地、第四紀沖積地である。一般に台地・平坦地の堆積物は厚く、微細な粘土から石礫まで多様な堆積物が地質年代や地形面の相違に伴って堆積している。

#### (3) 気象条件

タイ国における最も重要な気候的特徴はモンスーンによってもたらされる雨季と乾季である。雨季にはアンダマン海からの湿った気団が南西モンスーンによって運ばれるため、マレー半島西側やシャム湾東部では雨量が多く、年間降水量が3,000mm に達する所もある。雨季はおよそ5月~10月であり、乾季は11月~3月である。調査対象地域の年平均降水量は、チョルブリ、ラヨン県の西海岸において1,200mm、東に進むのに伴って降水量が増加し、チャンタブリ県境付近においては1,800~2,000mm である。東側に接するチャンタブリ県では、東に進むにしたがって2,000mm から2,600mm 以上に増加している(図4-1参照)。月平均気温は冷温期(12月~1月)が28℃、高温期(4月~5月)が30℃であり、年間を通して気温の変動は小さいがタイ国内でも気温が高い区域である。

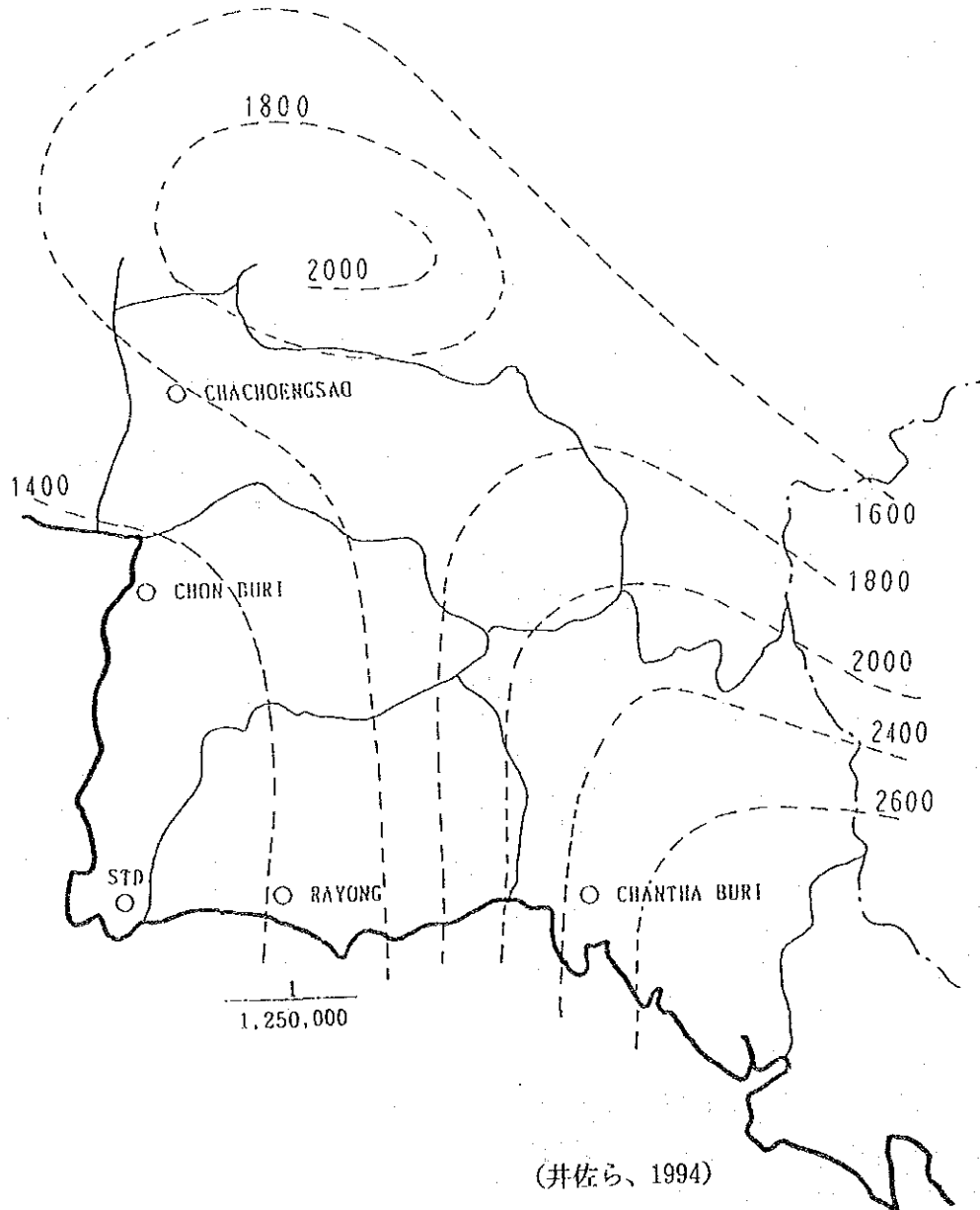
#### (4) 土壌条件

タイ全土の土壌調査の結果はアメリカ農務省の分類方式にしたがって1/10万の土壌図が公開されている。これによると、ULTISOL, ALFISOL, INCEPTSOL が全国にわたり広く分布している。しかし、この分類は主に平坦~緩傾斜の農耕地を対象にしたもので、山地土壌は“Slope complex”として一括表示され、未区分に近い状態である。

対象地域は平坦~緩傾斜地が優先し、ULTISOL が広く分布し、一部に ENTISOLが分布する。ULTISOL は、土壌生成が極端に進んだ土壌で、粘土の移動や集積が顕著で表層は砂質、中・下層が埴質で透水性が悪くなり、土壌が還元状態になりやすい。土壌中の有機物含有率が低く、養分保持容量が少ない熱帯特有のヤセ土である。ENTISOLは湿地、沖積地、砂地などにおいて非固結堆積物の土壌化が周囲の環境により制限を受けている土壌である。水分環境が制限因子として作用するケースが多く、この地区においては低腐植グライ土(Low Humic Clay soil) のように過剰

図4-1

Average Rainfall Distribution from 1951 to 1975





な水分環境下で生成された AQUEPTSやAQUULTS が分布する。この土壌はULTISOL と同様に肥沃度は高くなく、雨季には過剰な水分状態となり、植物の成育障害の原因になることが多い。これらの土壌の粘土はカオリンを主体にし、土壌有機物含有率が低いため、イオン交換容量や保水容量が小さく、土壌管理を誤ると土壌劣化を招く危険性が極めて高い。

#### 4-2 社会経済的条件

1980年代に入り積極的に外資誘致を実行した結果、タイ経済は近年急速に成長を遂げている。これは '87年以降外国企業がタイ国に進出したためで、そのほとんどがバンコックを中心とする首都圏に集中している。基幹産業および支援事業の順調な進展が高度の経済成長を実現したが、経済・所得の地域的格差、首都圏のインフラ整備の不足、環境汚染などの社会問題が同時に発生した。このため、BOI(投資委員会)は経済活動の地方分散をねらいとして、地方転出企業に対する優遇措置基準を作成、遠隔地になるほど有利な特典を与えている。

この東部3県においては、すでに政府による東部臨海開発計画が進められている。現在、石油化学、化学肥料などの重化学基幹工業地帯(マブタプット地区)、輸出指向型軽工業地帯(レムチャパン地区)の整備が進み、これに伴う港湾、道路、鉄道などインフラ関連の大規模な工事が各地で急速に進められている。この開発の影響を受けて近年、開発地域の農地は工業用、住宅用、ゴルフ場用地などへの転用が目立って多く、地価高騰の直接要因になっている。さらに、その周辺地域においても地価上昇の期待感から農地が投機の対象となり、各地で地価が上昇している。

タイ国は従来から農業を国家経済の基盤とし、産業別人口、生産高、輸出高すべての点で極めて重要な産業として位置付けられてきた。農産物の輸出は従来の原料輸出型から加工品の輸出へと転換して関連産業への就業人口は多いが、経済成長率でみる限り農業部門は低迷を続けている。ゴム、キャッサバ、砂糖、米などの輸出農産物の価格低迷や不安定な状態は国際市場価格の影響によるもので、輸出用が大部分を占めるキャッサバの不振は特に著しい。

東部3県の農業も例外ではなく、農業経営者への打撃は大きい。なかでも栽培面積が大きいキャッサバは、ECの農業政策変更により1993年から1996年までの間、キャッサバ製品の買い取り保証価格が低減されたため、生産者価格が暴落し、作目転換を余儀なくされている。加えて、前述のとおり、この地域では臨海工業施設の建設、インフラ関係工事が開始されていることから、農業関係の労働力不足と労働賃金の高騰が起り、農業経営をいっそう圧迫している。農業経営者の中には、すでに農作物よりも労働力を必要とせず収益が大きいユーカリの植栽をおこなって作目転換を図るケースが増えている。さらに、今後ユーカリ植栽を希望している農業経営者が少なくない。

#### 4-3 森林資源の現状

東部タイは海拔高100m以下の平坦～丘陵地が優先する地域であり、300mを越える山地は地

域西部の Cholburi-Rayong 県境に小単位で分布し、500m以上は Rayong-Chantaburi、Chantaburi-Prachinburi 県境のごく一部に分布するだけである。これらの山地においても本来は森林であった山地が蚕食状に消滅し、現存する森林は極めて小面積である。データはやや古いが、Cholburi、Rayong 県の森林面積はいずれも10% 以下であり、Chantaburi にしても25% 以下である(図4-2)。さらに、ほぼ同じ時期における国有林の実地踏査の結果によれば、タイ国中部、東部および南部の国有林の約50% 以上がすでに森林の形態をなさないまでに乱伐され、その大部分は、水田を含む農耕地、果樹園、草地、住宅地などに乱用され、森林の荒廃化が著しく進行していることが報告されている。1988年、タイ南部の大洪水発生以来、国有林の盗伐、過伐などが社会問題化し、全面的伐採禁止の措置が取られた。1982年の時点から現在まで、新たに実施された人工造林を考慮しても、急速に森林が回復し蓄積が増加しているとは考えにくい。現地での観察によっても、海拔300m以下の山地には若齢で貧弱な熱帯常緑樹の二次林がみられ、この状態では薪炭以外への利用は困難であると考えられる。

森林資源を単に木材と考えるならば、単位面積当たりの材積が周囲の自然林よりも大きく、植栽面積も増大傾向にある平坦地または緩傾斜地で栽培されるユーカリ植林地が、この地域の森林資源として比重が増すものと推定される。

#### 4-4 住民による植林、アグロフォレストリー、堆肥使用等の現状

##### (1) 住民による植林

東部タイにおける民間の植林地は主としてゴム園またはユーカリ植栽地と考えられる。造林地に関する統計資料は明確のものはなく、特に民間による植林については植栽場所が農用地の一部であること(通常林地はすべて国有地である)、農用地の所有権・使用権などが複雑、不明確であることから、造林地の場所、面積、樹齢、蓄積の実態が把握されていない状態である。一般に民間による植林は換金性の高い樹種が選ばれており、ここ数年間におこなわれた農用地への植林で最も多い樹種はユーカリ(一部ゴム)であると考えられる。STD 社の資料(1993)によれば、東部タイ民有林におけるユーカリの造林地面積は425,000 rai (68,000 ha, rai:0.16 ha) であり、この中には民間企業による植林が含まれている。

この地域で植栽されるユーカリは *Eucalyptus camaldulensis* である。保育管理に機械を用いる造林地では植栽列間を3.0mに固定し、植栽樹間を1.5m、2.0mのように変化させているものが多い。下刈りを人力による植栽地においては植栽間隔を2m × 2mのように、かなり高密度にしている造林地もある。いずれの場合も植栽前に鶏ふんを混入し、2年間は化成肥料20g/1 苗木の割合で施肥している。林木の成長は、植栽苗長:20~25cm、満1年:2~3m、伐採は4~5年で、樹高:14~16m、胸高直径:8~12cm程度である。これを材積でみると、伐期5年とした場合に9~11.5m<sup>3</sup>/ha/年となり、ベトナム、中国の15~20m<sup>3</sup>/ha/年に比べて成長が劣る。この地域にユーカリが導入されて日が浅く、地域に適した造林技術の開発が遅れていること、および土壌条件

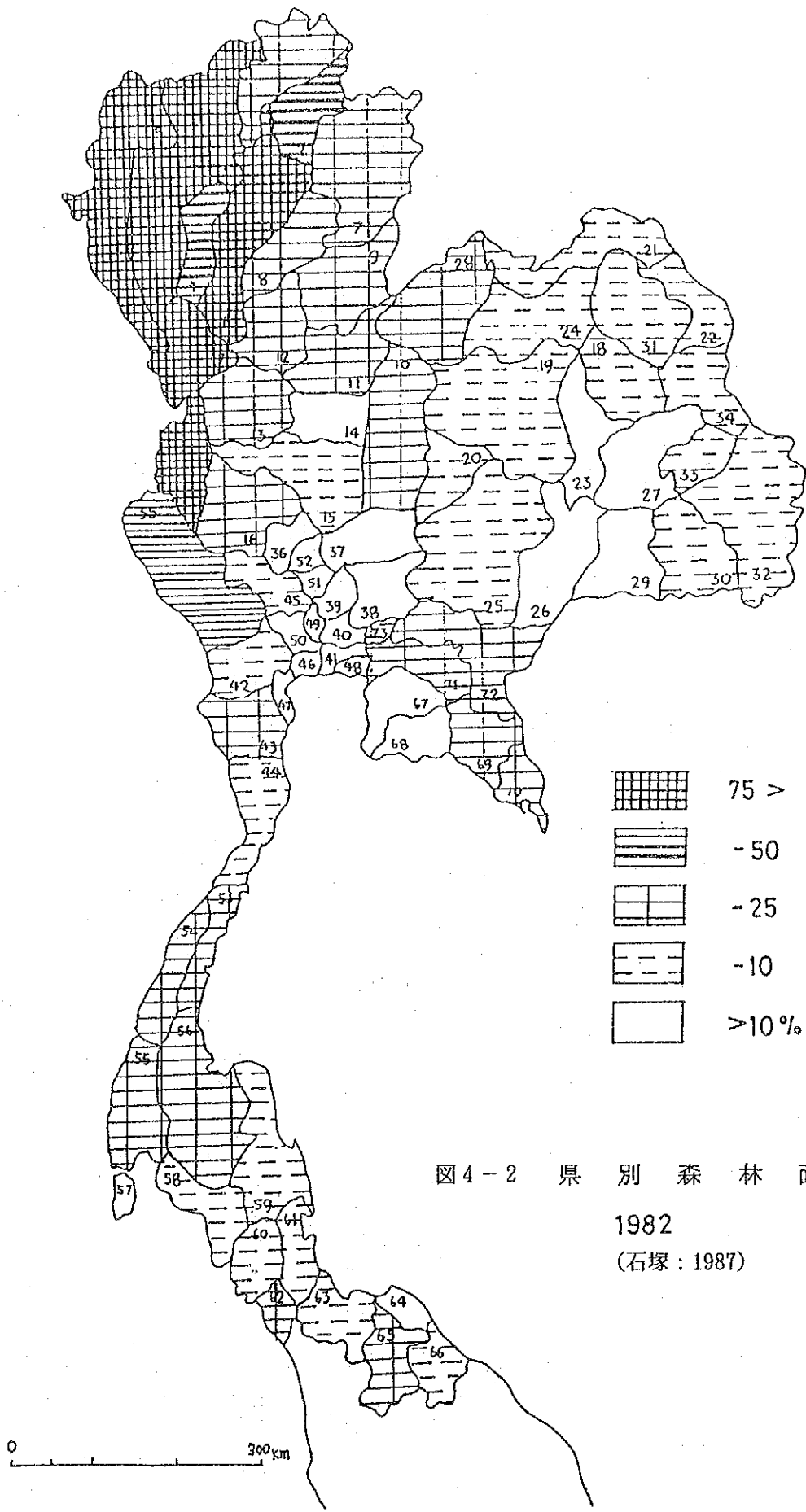


图4-2 県別森林面積

1982

(石塚：1987)

が著しく劣ることが理由としてあげられている。

## (2) アグロフォレストリーの現状

アグロフォレストリーにはきわめて多様な方式がある。タイにおいては200年以上前から既に農家園方式(Home garden) アグロフォレストリーがおこなわれていたことが、現存するドリアンやランサートの果樹から推定されている(1990)。現在タイではタウンヤ・システムまたはこの変法が一般におこなわれている。この方法は移動式農業の一種で、農作物は林分が完成するまで樹木と混生させ、その後は樹木だけが成育するシステムである。このシステムでは農作物の栽培できる期間が著しく短いので、変法として樹木間隔を広げ長期間にわたり農作物の栽培ができる方法も採用されている。本来タウンヤ・システムはチーク(*Tectona grandis*) 林を造成する過程で開発された(ミャンマーにおいて1806年、一説には1856年)方法であり、最終目的は森林造成である。タイ政府は森林荒廃が著しい東北タイを中心に林業村(Forest village)を設立し、荒廃林地改善の手段としてこのシステムの積極的な活用を図っている。

東部地域においてはこれまで果樹、ゴム、ヤシ類以外の樹種を農耕地に植栽した経験はほとんどなく、農家園方式のアグロフォレストリー以外にはあまり積極的な取組はしていない。これまでにゴムノキ、ココナツ、マンゴウ、パイナップル、キャッサバなどを組みあせた栽培が小規模でおこなわれている。アグロフォレストリーは本来土地が狭く、または土地を所有しない農民には極めて有用な農法である。本地域のように広大な農耕地帯においてはタイ国内で主流をなすタウンヤ・システムの必要性は少ないうえ、政策的にも東北タイに重点がおかれたアグロフォレストリーは東部タイ国に普及する背景がなかったものと推察される。

## (3) 堆肥等有機質肥料の使用状況

東部地域に限らずタイ全土において堆肥等の有機質肥料を使用する習慣は少ない。放牧を主とする家畜の飼育では厩肥は排出されず、また熱帯圏では有機物の分解が急激に起こるため堆肥のように有機質を腐熟させて使用することはむづかしい。さらに、農作物の収穫においてこれまでは、生産目的物以外の有機物は現場に残して家畜の飼料にするか、そのまま焼却するのが普通である。このような作業形態は病虫害防除のために必要だったとも考えられる。有機質肥料の施用については、従来から農耕地において鶏ふんは使用されたが、厩堆肥は施用されていない。ユーカーリ植栽地への施用について化学肥料と鶏ふんは使用するが、バーク堆肥は使用しないだろうという農業経営者もいる。堆肥等有機質肥料による土壌改良効果およびコストを含めた有効性を明確にすることが、持続性のある土地の有効利用にとって極めて大切である。

## 参考文献

- 1) J.J.Scholten & Chamlong Siriphant (1973): SOILS AND LAND FORMS OF THAILAND, Dept. of Land Development, Thailand & FAO of UN, Report SSR-94. Bangkok.

- 2) Kazuhiro Ishizuka (1986): THAI FORESTRY AND FOREST RESEARCH, Research & Training in Re-afforestation Project, Royal Forest Department, Thailand.
- 3) Pearmsak Makarabhirom (1990): AGROFORESTRY SYSTEM AND SOME APPLICATIONS IN THAILAND, BIOTROP Spec. Publ.No,39, p.57~75.
- 4) (社) 海外農業開発協会 (1994): タイ・アグロフォレストリー事業調査報告書 (平成5年度農林水産省補助事業)
- 5) (社) 海外農業開発協会 (1993): タイ国チップ原料用造林事業調査報告書 (平成4年度農林水産省補助事業)
- 6) (財) 国際開発センター(1993): 海外農林水産業協力方針策定基礎調査報告書 (農林水産省委託)
- 7) (社) 国際農林業協力協会(1992): タイの農林業統計 (1992年版)
- 8) (社) 国際農林業協力協会(1992): 熱帯林保全農林一体開発計画調査最終報告書 (農林水産省補助事業)
- 9) (社) 国際農林業協力協会(1994): 熱帯林保全農林一体開発計画調査-主要対策技術実効性確認調査事業-第一次報告書 (農林水産省補助事業)
- 10) 国際協力事業団(1993): 平成4年度林業分野国内委員会分科会検討結果-ユーカリ造林に係る諸問題-
- 11) 林野庁監修: 林業統計要覧
- 12) 平成5年度 林業の動向に関する年次報告
- 13) 田坂敏雄(1992): ユーカリ・ビジネス タイ森林破壊と日本 (新日本新書)
- 14) 紙パルプ・植林問題市民ネットワーク(1994): 沈黙の森・ユーカリ 日本の紙が世界の森を破壊する (梨の木舎)
- 15) 熱帯林行動ネットワーク編: 紙から見えてくる世界の森林 (熱帯林行動ネットワーク)
- 16) 仏教者国際連帯会議・日本編: 森と人間 ユーカリ植林問題理解のために プラ・ブラチャック師 プラ・パイサン師を迎えて (仏教者国際連帯会議・日本)
- 17) 西村 博訳(1992): 第7次国家経済社会開発計画(1992~1996)に係る農業開発がドライ
- 18) (財) 造水促進センター 平松哲也(1993): タイ国の紙パルプ産業と排水対策 (紙・パルプ6月号)

## 5. 試験計画

### 5-1 事業の背景と目的

#### (1) 背景

タイ国の森林は、人口の急増と農用地拡大の人為的インパクトにより減少が著しく、劣化が同時に進行している。拡大した農地の主要作物：キャッサバ、メイズ、サトウキビは、近年の国際的な農産物需要緩和と市場価格の低迷により生産者に深刻な影響を与えている。特に、栽培面積が最も広く、生産量の大部分を輸出用としていたタピオカの不振は著しい。

このため、従来の作物に代えて、ゴム（南部地域）やユーカリ・果樹などを植栽し、アグロフォレストリーを取り入れた多角経営を指向する農業経営者も一部にある。政府もキャッサバの転換を奨励し、栽培面積が最も広い東北タイから対策に着手し、早生樹種を含む植林に低金利融資、苗木・肥料の無償提供などの援助を与えている。一方、生産基盤である農耕地は、タピオカなど単一作物の粗放栽培により土壌条件が低下し、遊休地や草地化した農地が増加しており、地力維持・向上技術と土地有効利用技術の確立が求められている。

現在、東部タイの農家が実行しているユーカリ植栽（アグロフォレストリー）は、それぞれの農家が独自に試行しているものであり、育林技術はもとより、植林に対する基礎的な知識も不足している。この地域のユーカリの成長量はベトナム、中国に比較してかなり少ないことが指摘されているが、育林技術、土壌管理にも原因があると考えられ、総合的なアグロフォレストリー・システムを開発することが重要な課題である。この課題を解決することにより、農業経営の経済的改善、紙・パルプ原料の安定供給および環境保全に配慮した持続的アグロフォレストリーの実現が可能となる。

#### (2) 試験の目的

- ① 混農林地の土壌および空間における効率的生産が可能な植物体の立体的、水平的最適配置を求めるため、光環境、土壌条件、植栽木の保育法および生産林の更新法とバイオマス生産との関係、特に木質生産量および農作物生産量との関係を検証し、適切なアグロフォレストリー技術の開発と体系化を図る。
- ② アグロフォレストリー実行上、地力低下や市況変化が生じ作目変更のために用地転換が必要とされる場合が想定される。特に林地から農用地への転換においては伐採株からの萌芽、残存根株や根系が物理的な障害となる。抜根作業には多大な労費を要するうえ、土壌攪乱の結果土壌流亡による地力低下を招く恐れがあるため、伐採方法や伐採株の薬剤処理等により萌芽発生の制御または伐採株を枯死させる方法について試験する。根系類は有機物として土壌に還元し無理なく用地転換できる技術を開発し、アグロフォ

表5-1 試験事業の内容

目的	試験項目	試験内容	試験の規模
<p>(1) 農家経営の安定と向上に寄与し得る林業と農業との永続的共存が可能なアグロフォレストリー技術の開発 (表5-2、表5-3 参照)</p>	<p>(1)アグロフォレストリー試験 ①帯状混植試験  ②伐採跡地の改良試験</p>	<p>複数の植栽列を配置して一定幅の樹林帯を作り樹林帯と農作物帯とを組み合わせる。農作物帯の幅を調節して最も生産効率の高い組み合わせ方法を探索する。(組み合わせ農作物：マグベーン、キヤッサバ、サトウキビ) 連作による土壌劣化や市況変化に対応して作目変更の必要が生じた場合に、特に林用地から農用地へ効率的に転換する技術を開発する。</p>	<p>小計 37.75ha 1.0 ha × 3 段階農作物帯幅 × 3 作物種 × 3 反復 = 27.0 ha 対照区：樹林帯 = 1.0 ha 農作物帯：0.25 ha × 3 作物種 = 0.75 ha  0.25 × 3 伐採位置 × 2 薬剤種 × 2 薬剤量 × 2 季節 = 6.0 ha 0.25 × 3 伐採位置 × 2 季節 × 2 処理法 (覆土法、対照区) = 3.0 ha</p>
<p>(2) 農家に利用可能な造林技術の開発 (表5-4~6 参照)</p>	<p>(2)適正造林技術開発試験 ①植栽密度試験 ②保育管理試験 ③萌芽更新試験</p>	<p>8 段階の植栽密度試験区を設定し最適密度を探索する。 除草方法を重点に効率・効果的な保育管理技術を開発する。 伐採時期、萌芽枝の処理方法が成林に及ぼす影響を調査し、適正な萌芽更新法を開発する。</p>	<p>小計 40.0ha 1.0 ha × 8 段階 × 2 反復 = 16.0 ha 1.0 ha × 3 処理 × 4 頻度 = 12.0 ha 1.0 ha × 3 処理 × 2 季節 × 2 反復 = 12.0 ha</p>
<p>(3) 劣化土壌改良技術の開発 (表5-7・8 参照)</p>	<p>(3)土壌改良試験 ①土壌耕耘、バーク堆肥、化成肥料施用による土壌改良試験</p>	<p>土壌耕耘、バーク堆肥、化成肥料を組み合わせた、効果的な土壌改良法を開発する。</p>	<p>小計 72.0ha 1.0 ha × 2 耕耘法 × 2 耕耘深度 × 3 バーク堆肥 × 3 化成肥料 × 2 反復 = 72.0 ha</p>
<p>(4) ユーカリ・バーク堆肥生産技術の開発</p>	<p>(4)バーク堆肥生産技術開発試験 ①バークの前処理比較試験 ②種菌床、発酵床の管理条件</p>	<p>剥皮後の経過期間の長短、バークの細粗が堆肥化に与える影響を試験する。 堆肥化発酵床の積み込み、水分、温度等の発酵条件と堆肥化の関係を試験する。</p>	<p>1 菌床：バーク400 トン、鶏フン40 トン、尿素8 トン混合 1 発酵床：バーク400 トン、種菌バーク40 トン、尿素8 トン混合</p>

レストリーの永続性と経済効果を向上させることを目標とする。

- ③ 安定した持続的生産を確保するため、土壌改良による地力維持・向上の可能性を検証する。パルプ用チップ生産に伴って生ずるユーカリ・バークを原料としてバーク堆肥を生産し土壌改良剤としての活用を試験する。ユーカリ・バークによる堆肥生産についてはこれまで生産例がなく、特に熱帯圏における生産方法や、施用法および施用効果についての試験をおこなう。

## 5-2 試験事業の内容

この試験事業において実施する試験課題、試験の項目と試験内容、試験規模の概要については表5-1に示したとおり。細部については次項で記述する。

## 5-3 試験の具体的方法

### (1) アグロフォレストリー試験

この試験では、異なる種類の作物（農作物・林木）が同一空間に配置された場合の空間における枝葉の競合関係（光合成環境）および根系による土壌中の水分や養分吸収の相違などが生産量に及ぼす影響を明らかにし、アグロフォレストリーの基本的条件である植物相互間の立体的および水平的適切配置を解明する。

東部タイに最も適し、永続的に林産物と農産物の生産が共存できるアグロフォレストリー技術を開発するために、次の2項目について試験する。

#### 〔帯状混植試験（A-1）〕

##### ① 試験の概要

従来のアグロフォレストリーには、国や地域に適したきわめて多様な方式がみられる。造林地においてはこれまで、植栽木と農作物は1列ごとに交互に配置される形態のものが多く、比較的短期間で樹冠が閉鎖されるため長期間のアグロフォレストリーをおこなう場合には植栽列間を広げ樹冠の閉鎖を遅らせる方法を採用している。

この試験においては複数の植栽列による一定幅の樹林帯を作り、農作物は樹林帯と樹林帯の間に任意の空間を設け作付けする。帯状混植のアグロフォレストリーには次に述べるいくつかの重要な意味が含まれている。すなわち、一般にバイオマス生産量は光合成作用が旺盛になる程大きく、光合成作用は太陽エネルギーと平衡関係にあると考えられている。

早生樹による列状混植方式のアグロフォレストリーにおいては、植栽後短期間で農作物は早生樹の樹冠による遮光の影響を受け、直接的な太陽光を避ける必要がある植物を除き、下層植物のバイオマス量は上層樹冠の解放度の強さに支配されると考えられる。帯状混植方式においては、樹林帯の幅および二つの樹林帯の間隔を調節するこ



とにより、林産物および農産物の最も生産効率が高い空間配置を求める。また帯状混植は従来の農業および林業のような大面積単一作物の栽培と異なり、成育期間、成育空間、成育培地の利用形態が異なる作物を比較的小単位面積で栽培するため、作物収穫時の裸地化率を低くすることができ、土壌管理や環境保全上の効果が期待できる。さらに帯状混植はこれまでのアグロフォレストリーに比べ作物栽培形態が単純化されるため機械力の導入が可能となる。農用地と林用地の相互転換技術など含めた効率的な新しいアグロフォレストリー・システムの開発が期待できる。

## ② 試験方法

試験設計は表5-2に示したとおりである。すなわち、

### ア. 試験区の設定

植栽間隔  $3\text{ m} \times 1.5\text{ m}$  (植栽列間隔  $\times$  植栽木間隔) で植栽した幅  $15\text{ m}$  の *Bucalyptus camaldulensis* の樹林帯と農作物帯を交互に配置し、農作物帯の幅はそれぞれ  $6$ 、 $9$ 、および  $12\text{ m}$  とした3種類の試験区を設定する (図5-1)。農作物はサトウキビ、キャッサバおよびマグビーンの3作物を栽培する。対照区はそれぞれの作物を単独で栽培し、作物区相互の干渉がないよう配置する。試験の反復は3回とする。

### イ. 農林産物の測定方法

農産物はそれぞれの農作物帯の中央部に (農作物帯の幅 (m)  $\times$   $10\text{ m}$ ) の測定区を設け、それぞれの収穫期に作物の総重量および生産目的物を市場出荷の状態に計測する (kg単位)。

林産物は樹林帯の中央部に (樹林帯の幅 (m)  $\times$   $20\text{ m}$ ) の測定区を設け、胸高直径 (mm単位) および樹高 (10cm単位) を測定する。測定時期は乾季後半以後とする (試験B-1参照)。

対照区農産物は対照区の中央部に ( $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ ) の測定区を設け農作物帯と同様に計測する。対照区林産物は対照区中央部に ( $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ ) の測定区を設け樹林帯と同様に測定する。

表5-2 帯状混植試験(A-1)

試験区	植栽間隔 列間×樹間	ハク混入 ト/ha	樹林帯幅 m	農作物幅 m	試験区面積 ha	反復回数	面積合計 ha	苗木合計	栽培作物	バーク合計 ト
A-1-1	3m×1.5m	10	15	6	1	3	3	4950	ワケモノ	30
A-1-2	3m×1.5m	10	15	9	1	3	3	4158	ワケモノ	30
A-1-3	3m×1.5m	10	15	12	1	3	3	4158	ワケモノ	30
A-1-4	3m×1.5m	10	15	6	1	3	3	4950	キヤサバ	30
A-1-5	3m×1.5m	10	15	9	1	3	3	4158	キヤサバ	30
A-1-6	3m×1.5m	10	15	12	1	3	3	4158	キヤサバ	30
A-1-7	3m×1.5m	10	15	6	1	3	3	4950	サトウキビ	30
A-1-8	3m×1.5m	10	15	9	1	3	3	4158	サトウキビ	30
A-1-9	3m×1.5m	10	15	12	1	3	3	4158	サトウキビ	30
A-1-11	3m×1.5m	10	--	--	1	1	1	2222	1-サリ	10
A-1-12	50×50cm	0.25	--	--	0.25	1	0.25	--	ワケモノ	2.5
A-1-13	1m×70cm	0.25	--	--	0.25	1	0.25	--	キヤサバ	2.5
A-1-14	1m×50cm	0.25	--	--	0.25	1	0.25	--	サトウキビ	2.5
合計							28.75ha	42020本		287.5ト

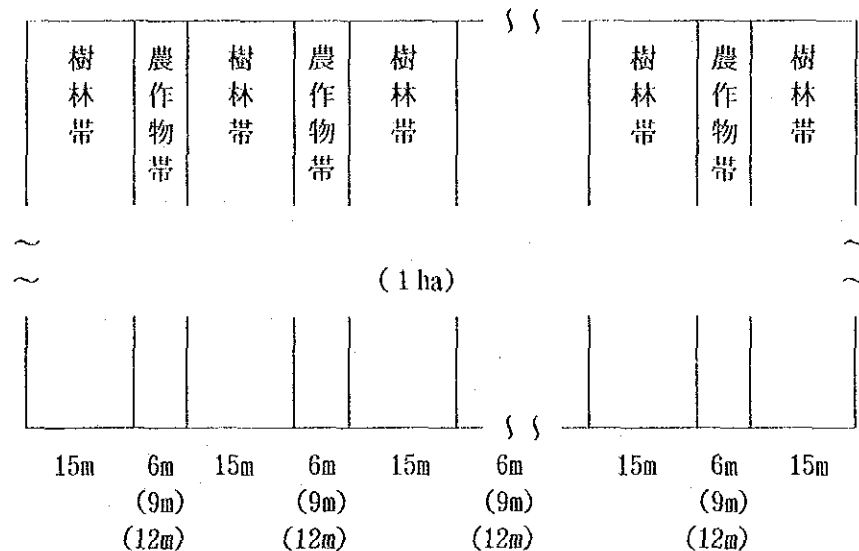


図5-1 带状混植試験区配置図

〔伐採跡地の改良試験 (A-2)〕

① 試験の概要

アグロフォレストリー実行中においても地力低下や市況変化に対処するため、時として林用地と農用地との相互転換が必要とされる場合が考えられる。この場合最も大きな問題は林用地の伐採株を除去しない限り萌芽枝による日陰、伐採株や地中根系が農耕作業上の障害となることである。抜根して農用地整備をすれば最も障害が少ないと考えられるが、本来根系は土壤有機物として分解され土壤に還元されることが土壤保全上好ましい。また大型機械の使用、抜根の処理および抜根作業により攪乱された土壤の流亡等環境への影響を考慮しなければならない。この試験においては、ユーカリの多くの品種は根株上部の比較的狭い範囲に高い萌芽機能が集中している点に注目し、根株の伐採位置と萌芽の関係、伐採根株の薬剤処理および覆土処理をおこない萌芽再生との関係について試験する。

② 試験方法

試験設計は表5-3に示したとおりである。すなわち、林木を地表面からマイナス5cm、0cm、プラス5cmの位置で伐採し、それぞれの伐採株に2種類の枯殺剤（ラウンドアップ、ザイトロン）の注入または厚さ30cmの覆土処理をおこない、伐採株の枯殺または萌芽抑制効果について試験する。使用する薬剤はそれぞれ原液を2倍に薄め、1株当たり2ml、4mlの薬剤処理区を設け最小有効薬品量を求める。また雨季および乾季の2季節に処理をおこない、萌芽再生機能の季節性について検討する。

ア. 使用薬品A：ラウンドアップ [41%]水和剤

使用薬品B：ザイトロン[44%] 溶液

イ. 伐採株の処理法：所定の位置で伐採された伐採株の切り口面の樹皮に近い位置2

表5-3 伐採跡地改良試験 (A-2)

試験区	伐採位置	伐採時期	萌芽処理	薬剤使用量 ml/株	試験区面積 ha	試験木本数 本
A-2-1	-5cm	雨季	薬剤-A	4	0.25	555
A-2-2	"	"	"	2	0.25	555
A-2-3	"	"	薬剤-B	4	0.25	555
A-2-4	"	"	"	2	0.25	555
A-2-5	"	乾季	薬剤-A	4	0.25	555
A-2-6	"	"	"	2	0.25	555
A-2-7	"	"	薬剤-B	4	0.25	555
A-2-8	"	"	"	2	0.25	555
A-2-9	0cm	雨季	薬剤-A	4	0.25	555
A-2-10	"	"	"	2	0.25	555
A-2-11	"	"	薬剤-B	4	0.25	555
A-2-12	"	"	"	2	0.25	555
A-2-13	0cm	乾季	薬剤-A	4	0.25	555
A-2-14	"	"	"	2	0.25	555
A-2-15	"	"	薬剤-B	4	0.25	555
A-2-16	"	"	"	2	0.25	555
A-2-17	+5cm	雨季	薬剤-A	4	0.25	555
A-2-18	"	"	"	2	0.25	555
A-2-19	"	"	薬剤-B	4	0.25	555
A-2-20	"	"	"	2	0.25	555
A-2-21	+5cm	乾季	薬剤-A	4	0.25	555
A-2-22	"	"	"	2	0.25	555
A-2-23	"	"	薬剤-B	4	0.25	555
A-2-24	"	"	"	2	0.25	555
A-2-25	-5 cm	乾季	覆土30cm	---	0.25	555
A-2-26	0 cm	"	"	---	0.25	555
A-2-27	+5 cm	"	"	---	0.25	555
A-2-28	-5 cm	雨季	"	---	0.25	555
A-2-29	0 cm	"	"	---	0.25	555
A-2-30	+5 cm	"	"	---	0.25	555
A-2-31	-5 cm	乾季	対照区	---	0.25	555
A-2-32	0 cm	"	"	---	0.25	555
A-2-33	+5 cm	"	"	---	0.25	555
A-2-34	-5 cm	雨季	対照区	---	0.25	555
A-2-35	0 cm	"	"	---	0.25	555
A-2-36	+5 cm	"	"	---	0.25	555

薬剤-A : ラウンドアップ

9.0 ha 19,980

薬剤-B : ザイトロン

か所に注入孔をあけ、脱イオン水で2倍に薄めた薬液2ml または4ml を注入する。  
ウ、効果判定：対照区の萌芽枝が約40cmまで成長した時点において、伐採株の萌芽再生状態を調査し、伐採株の生・枯死の判定は伐採3か月後におこなう。

## (2) 適正造林技術開発試験

ユーカリのような早生樹を短い周期で伐採する場合は、成長期間が長い用材生産林に比べて環境条件がバイオマスに及ぼす影響は著しく大きいことが推定される。この試験においては特に光環境と直接関係する植栽密度とバイオマス総生産量との関係、雑草の成長が極めて旺盛な熱帯地域における雑草の駆除法を開発するため機械力による覆土および薬剤による雑草の制御効果および、ユーカリ林経営において経済効果が最も高い萌芽更新法について試験をおこない、実用的適正造林技術の開発を図る。

### 〔植栽密度試験（B-1）〕

#### ① 試験の概要

太陽光線を除く光合成に関与する諸条件が同じであるならば、バイオマス総生産量は植物体が受けとる太陽光線と密接な関係にあり、一般に受光効率の高い樹冠構造をもつ林分が生産効率が高い林分となる。そのため、林分の立木配置すなわち受光効率がバイオマス生産量に与える影響は大きく、人工造林においては植栽密度が極めて重要な条件になる。この試験においては8段階の植栽密度試験区を設定し光条件とバイオマス生産量との関係を調査する。この地域におけるアグロフォレストリーは機械化作業を前提にしているため植栽列間隔は3m以上とし、植栽密度は植栽列の苗木間隔で調整することにする。また、土壌条件が著しく劣る場合には樹木の成長特性が崩れる危険性があるので、すべての試験区にバーク堆肥、化学肥料を施用して土壌条件を調整することにする。

#### ② 試験方法

この試験の試験設計は表5-4に示したとおりである。すなわち、植栽密度は3m×1.2m（植栽列間隔×植栽樹間隔）、3m×1.5m、3m×2m、3m×3m、4m×1m、4m×1.2m、4m×1.5m、4m×2mの8段階に設定し、苗木1本当たり75gの化成肥料を施用する（施用方法は土壌改良試験（C-1）②ウ、参照）。それぞれの密度林分の樹木の個体成長および林分成長量から最適植栽密度を検索する。

成長量の測定は各試験区の中央部に20m×20mの測定区を設け、胸高直径（地上120cm、測定単位：mm）と樹高（測定単位：10cm）を毎年1回測定する。但し、植栽初年度は樹高のみ測定する。測定は乾季の中期以降におこない、直径巻き尺と測桿もしくは測高器（ブルーメライズ）を使用する。

表5-4 植栽密度試験(B-1)

試験区	植栽密度 列間×樹間	植栽本数 本	試験区面積 ha	バク堆肥量 ト/ha	反復回数 回	苗木本数 本	試験総面積 ha	バク総量 ト
B-1-1	3m × 1.2m	2777	1	10	2	5554	2	20
B-1-2	3 × 1.5	2222	1	10	2	4444	2	20
B-1-3	3 × 2.0	1666	1	10	2	3332	2	20
B-1-4	3 × 3.0	1111	1	10	2	2222	2	20
B-1-5	4m × 1.0	2500	1	10	2	5000	2	20
B-1-6	4 × 1.2	2088	1	10	2	4166	2	20
B-1-7	4 × 1.5	1666	1	10	2	3332	2	20
B-1-8	4 × 2.0	1250	1	10	2	2500	2	20
合計						30550	16	160

[保育管理試験 (B-2)]

① 試験の概要

早生樹の植栽地においては植栽後約2年間の雑草除去が保育管理上極めて重要な作業である。特に植え付け後1年未満では通常の雑草の草丈けに達しないものもあり、この期間に雑草の被圧を受けると成林が難しいことがある。試験では、機械力を使って雑草を覆土して制御する方法を検討する。この方法は有機質を地中へ還元すること、地表に枯れ草を残さず火災の危険を減少させること、地表を耕耘すること等の利点が考えられる。さらに、この覆土除草の覆土を雑草発芽抑止型除草剤で処理し、実践的な雑草制御技術の開発を図る。

② 試験方法

この試験の試験設計は表5-5に示したとおりである。すなわち、  
ア. 耕耘覆土による方法：トラクターを使い植栽列間の表土を耕耘し雑草を覆土して枯死させる。覆土は植栽前にすべての試験区でおこない、その後、植栽初年度は1回～3回、2年度は0回～3回、3年度は0回～2回実施する試験区、合計12区を設定し雑草の発生状態を調査する。

イ. 除草剤による方法：耕耘覆土に併せて粒状除草剤を散布する。

ウ. 使用薬剤A：シマジン粒状 (CAT粒状)

使用薬剤B：ゴーゴーサン細粒剤F

粒状剤を使用する理由は粒状剤が水溶液剤に比べ現地における取り扱いが容易であるためである。

エ. 散布量：薬剤A、Bともに50kg/haの割合で散布する。

薬剤使用の際は薬剤取り扱い書の指示に従わなければならない。

[萌芽更新試験 (B-3)]

① 試験の概要

ユーカリ類の多くは伐採株からの萌芽が良好で植栽苗よりも成長が早いうえ、伐採株から複数の樹幹が仕立てられるので萌芽再生林の生産量は初代の植栽林よりも大きく、植栽経費が不要のため、ユーカリ林経営における萌芽更新は極めて重要な施業形態である。この試験においては伐採時期および萌芽枝の整理方法が成林に及ぼす影響を調査し、ユーカリの適切な萌芽更新技術を確立する。

② 試験方法

この試験の試験設計は表5-6に示したとおりである。すなわち、

ア. 適正伐採期に達した試験木を地表から5cmの位置で直径を測定した後伐採し、萌芽を待つ。

イ. 萌芽仕立て本数1本、2本、3本の試験区を設定し、芽吹き1か月後に、規定の

表5-5 保育管理試験 (B-2)

試験区	初年度処理回数			2年度処理回数			3年度処理回数			処理方法	植栽密度 列×樹	植栽本数 本	試験面積 ha	バク堆肥 ト
	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
B-2-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	覆土	3m×1.5m	2222	1	10
B-2-2	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-3	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-4	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	薬劑 A	3m×1.5m	2222	1	10
B-2-6	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-7	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-8	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	薬劑 B	3m×1.5m	2222	1	10
B-2-10	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-11	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
B-2-12	○	○	-	○	○	-	○	○	-					
											26664	12	120	

○：除草処理実施

\*): トラクターによる耕耘覆土

\*\*): 薬劑 A: シマジン粒劑、薬劑 B: ゴーゴースン細粒劑 F

表5-6 萌芽更新試験 (B-3)

試験区	伐採時期	萌芽仕立本数	試験区面積	反復	備考
B-3-1	乾季(1~2月)	1(本)	1(ha)	2(回)	1 伐採位置は地表から5cmとする。 2 芽かき作業は芽ぶき1か月後におこなう。 3 伐採前に根元直径を測定する。
B-3-2	"	2	1	2	
B-3-3	"	3	1	2	
B-3-4	雨季(6~7月)	1	1	2	
B-3-5	"	2	1	2	
B-3-6	"	3	1	2	



萌芽枝数になるよう芽かきをおこなう。

ウ. 萌芽枝の測定は芽かき直後、萌芽枝の高さ(cm)、根株の伐採面から5cmの位置の萌芽枝の直径(mm)を測定する。ノギスを使用する。

エ. 芽かき満1年後および収穫伐採前に、胸高直径と樹高を測定する(試験B-1 参照)。

オ. 試験は雨季、乾季の2季節におこない萌芽機能および萌芽枝成長の季節性について調べる。

### (3) 土壌改良技術

この地域の農用地の土壌は長年にわたる単一作物の粗放栽培等により土壌有機物の減少、土壌硬化、土壌侵食、耕盤形成等の土壌劣化が進行し、土壌生産力が低下している。この試験においては土壌の耕耘、バーク堆肥の混入、化成肥料の施用等をおこない土壌理化学性の改良を図る。改良効果については林木の成長量測定のほか土壌改良前後の土壌分析結果により判定し、地力を維持・増進させる土壌管理技術を開発する。

#### 〔土壌改良試験(C-1)〕

##### ① 試験の概要

この試験においては、まず硬化した土壌を耕耘して改善する。耕耘は垂直方向について深耕と浅耕の2処理、水平方向については全面耕耘と植栽列耕耘の2処理をおこない、これらの4処理を組み合わせて植栽木の成長と耕耘容積との関係を調べる。さらに耕耘土壌にバーク堆肥と化成肥料を併用して土壌の物理性・化学性の改善を図る。バーク堆肥と化成肥料はそれぞれ1量と1/2量を施用する試験区を設定する。耕耘・バーク堆肥・化成肥料の各組み合わせにより、効果的な土壌改良技術を開発する。

##### ② 試験方法

この試験の試験設計は表5-7、8に示したとおりである。すなわち、

ア. 土壌耕耘：全面耕耘と植栽列耕耘の2処理とし、植栽列耕耘は植栽位置を中心に幅75cmを耕耘する。さらに耕耘の深さは20cmと50cmの2処理を組み合わせる。(4処理)

イ. バーク堆肥の施用：ヘクタール当たり10ト、20ト施用の2処理とする。

ウ. 化成肥料の施用：植栽木1本当たり25g、50gを2年連続施用、25g、50gをそれぞれ年2回づつ2年連続して施用する試験区を設定する。肥料成分はN:P:K=15:15:15を使用し、施肥の時期は植栽木が活着1か月後、根元から植栽列方向30cm離れた地中10cmの深さに施用する。2年目の施肥は雨季に入ってから、根元から植栽列方向50cm離れた位置へ1年次と同様に施用する(計量施肥器使用が便利)。

エ. 林分の測定方法：試験B-1にしたがう。

オ. 土壌分析：土壌改良前と改良後の土壌分析を行い、土壌改良処理による主として土壌の化学的性質の変化を明確にし、林木の成長状態とあわせてもっとも適切な土

表 5-7 土壤改良試験 (全面耕耘+バーク堆肥+化成肥料)

試験区	耕耘方法	耕耘深度 cm	バーク堆肥 ト/ha	化成肥料 g/本	試験区 ha	反復	試験面積 ha	植栽間隔 列間×樹間	苗木本数 本	バーク堆肥量 ト
C-1-1	全面	20	0	0	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-1-2	"	50	0	0	1	2	2	"	"	0
C-1-3	全面	20	10	0	1	2	2	3m×1.5m	4444	20
C-1-4	"	"	20	0	1	2	2	"	"	40
C-1-5	全面	50	10	0	1	2	2	3m×1.5m	4444	20
C-1-6	"	"	20	0	1	2	2	"	"	40
C-1-7	全面	20	0	25*)	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-1-8	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-1-9	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
C-1-10	全面	50	0	50	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-1-11	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-1-12	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
C-1-13	全面	20	0	25+25**)	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-1-14	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-1-15	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
C-1-16	全面	50	0	50+50	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-1-17	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-1-18	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
合計				[2925.3 kg × 2(年)]			36ha		79992	360

\*) C-1-7 ~ 12: 化成肥料は2年間連続施用

\*\*) C-1-13 ~ 18: 化成肥料は2回/年、2年間連続施用

表 5 - 8 土壤改良試験 (植栽列耕耘 + パーク堆肥 + 化成肥料)

試験区	耕耘方法	耕耘深度 cm	パーク堆肥 t/ha	化成肥料 g/本	試験区 ha	反復	試験面積 ha	植栽間隔 列間×樹間	苗木本数 本	パーク堆肥量 t/ha
C-2-1	植栽列*)	20	0	0	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-2-2	"	50	0	0	1	2	2	"	"	0
C-2-3	植栽列	20	10	0	1	2	2	3m×1.5m	4444	20
C-2-4	"	"	20	0	1	2	2	"	"	40
C-2-5	植栽列	50	10	0	1	2	2	3m×1.5m	4444	20
C-2-6	"	"	20	0	1	2	2	"	"	40
C-2-7	植栽列	20	0	25**)	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-2-8	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-2-9	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
C-2-10	植栽列	50	0	50	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-2-11	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-2-12	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
C-2-13	植栽列	20	0	25+25***)	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-2-14	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-2-15	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
C-2-16	植栽列	50	0	50+50	1	2	2	3m×1.5m	4444	0
C-2-17	"	"	10	"	1	2	2	"	"	20
C-2-18	"	"	20	"	1	2	2	"	"	40
								[2925.3 kg × 2(年)]	79992	360

\*) 植栽列耕耘：耕耘幅は75cmとする

\*\*) C-2-7 ~ 12：化成肥料は2年間連続施用

\*\*\*) C-2-2-13~18：化成肥料は2回/年、2年間連続施用

壤改良法の確立を図る。土壤分析用サンプル採取は次の要領に従って行う。

a) サンプル採取の場所

試験区	バーク堆肥 (ト/ha)	化成肥料(g/本)
C-1-1	0	0
C-1-3	10	0
C-1-6	20	0
C-1-7	0	50
C-1-13	10	25+25
C-1-18	20	50+50

改良前サンプル採取は土壤を耕耘する前に、地表からそれぞれ5 cm、20cmの位置の生土 1.5kgを採取する。室内で風乾状態にし粉碎した後、2 mmの篩で細土をふるい分け試料びんに保存する。

改良後のサンプル採取は林木伐採まえに、改良前サンプルと同じ位置から同様に採取し、同様に調整して土壤分析に供する。

b) 分析項目：pH、全C、全N、有効態 P、交換性Ca・Mg・K、CEC を分析する。

(4) ユーカリ・バーク堆肥生産技術開発試験 (D)

パルプ用ユーカリ・チップを生産する過程で排出されるバークを堆肥化し木材生産現場や農耕地に還元して地力増進を図り、農林産物の持続的生産が可能なアグロフォレストリーの技術体系の確立を図るため、安全で効率的なバーク堆肥生産技術にかかわる開発試験をおこなう。

① バーク堆肥生産の概要

これまでのバーク堆肥の生産法は、主として菌類により木材質を分解させる発酵法と主に工業的・化学処理による方法に大別される。前者においては木材質物のうち主に、糖類、セルロース、ヘミセルロースを分解する高温発酵過程と主にリグニンを分解する常温発酵過程を経て堆肥化される。発酵法においては一般に高温発酵が先行し、糖類、セルロース等が分解されるとともに有害物質も分解除去される。その後常温発酵が進行してリグニンが分解され、本格的な堆肥化が進む。発酵法によるバーク堆肥の生産は堆肥熟成までに少なくとも通常10～12か月の長期間を要する。後者においては木材質物を高温・高圧や化学薬品等で工業化学的な処理をおこない、木質物が有する植物への有害物質を除去し、さらに養分等を添加して比較的短期間のうちに製品化しているが、木質物はあまり分解していないので一般的な堆肥とは異なる。発酵法が比較的簡易な施設で堆肥化できるのに比べ工業化学法においては処理施設が複雑で投資額も増大する。木質物が比較的細片または細粒状（オガクズ等）の場合は工業化学的方法で処理しやすいが粗大な木質物は一般に処理しにくい。発酵法においてもあまり粗大なものは効率が著しく

低下し、堆肥化が遅れる。また剥皮直後の新鮮なバークよりも剥皮後ある程度の期間を経過したバークが堆肥化しやすいといわれ、堆肥生産事業においては剥皮後1年間以上野外に堆積したものを堆肥化処理することがおこなわれている。

## ② バーク堆肥生産技術開発試験

タイ国においては堆肥生産を目的にバークを処理した経緯はなく、特にユーカリ・バークに関しては日本国内においても堆肥化した例はない。熱帯圏においてバークを堆肥化するには高温条件で旺盛に活動する微生物を利用するのが最も有効な方法と考えられる。低コストで安全なバーク堆肥を効率的に生産する方法を開発するため発酵用種菌の培養、バーク素材およびバーク発酵床の管理条件および、有害物質の消滅過程について試験する。

試験方法の概要は、図5-2および3に示したとおりである。木質物を効率よく発酵分解させるためには、菌類が発酵床に均一な状態で発育し、増殖に必要な養分、水分、空気および温度を確保することである。そのためには発酵床へ多数の菌体を均一に混入して養分を与え、空気、水分を調節しなければならない。この試験においては、発酵床へ移植する菌体はあらかじめ種菌床において菌体を増殖したバークを発酵床へ混入することにより発酵床中の菌体分布の均一化を図る。したがって、試験は種菌床における菌体の増殖と発酵床における菌体発育管理の2段階の工程になる。この2段階の工程における試験は次のとおりおこなう。

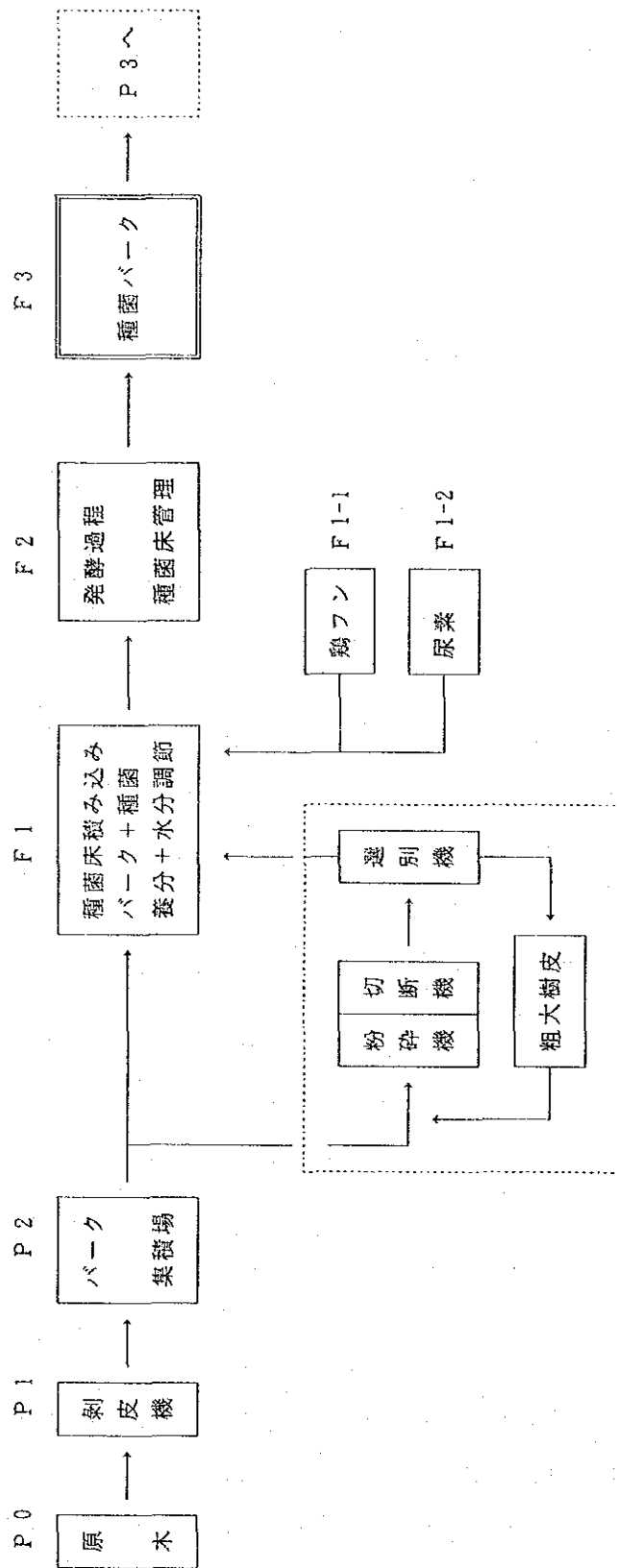
〔種菌バークの生産試験（図5-2参照）〕

P2：バーク集積場には剥皮直後の新鮮なバークや、剥皮後堆積されある期間を経過したものがあ。一般にこれまでは新鮮なバークよりも野外に集積された古いバークの堆肥化が早いといわれている。既に集積されたバークの堆積経過等を整理しておく。

F1：種菌床の積み込み

- a) 剥皮後の新鮮なバークと約1年間野外に堆積されたバークを用いて種菌床を作り菌体の増殖状態を比較する。また、バーク・サイズの異なる菌床によりバークの細粗と菌体の増殖との関係を試験する。1種菌床に使用するバーク量は400㍓とする。
- b) 種菌床に使用する菌類は特別に培養した分解菌は使用しない。種菌床、発酵床ともに野外に堆積するため、現地の環境で旺盛に増殖する菌株であることが必要である。純粹培養された菌類が堆積バーク床の環境に適合しない危険性があるため、種菌は現地に広く棲息する鶏フン中の菌を使用する。種菌床に用いる鶏フンは自然乾燥したもので、菌床に使用するバーク重量の10%(重量比)を混入する。
- c) 菌類の養分としてバーク重量の2%の尿素を添加する。尿素は吸湿性が極めて高

図5-2 種菌バークの生産試験



- く粉末のままでは扱いづらいため、約20倍の水に溶解して菌床へ均等に散布する。
- d) 菌体の発育状態は菌床の温度変化で判断する。そのため、表面からそれぞれ10cm、50cm、100cmの位置の菌床温度と外気温度とを測定しておく（測定時間は9:00、12:00、17:00）。

#### F 2 : 種菌床の発酵管理

- a) 発酵温度の測定を継続し、温度変化と水分変化の関係を記録する。
- b) 積み込み2か月後、第1回の切り返しをおこない種菌バークの一部は堆肥化試験のP 3の工程へ種菌として供給を開始する。
- c) 切り返し後は温度、水分の管理を継続する。乾季には含水率60%を基準に灌水をおこなう。

#### F 3 : 種菌バークの管理

- a) 1回/1か月の切り返しと水分管理をおこない、順次必要量を堆肥化試験P 3の工程へ種菌バークを供給する。

[バークの堆肥化試験 (図5-3参照)]

#### P 3 : バーク堆肥発酵床積み込み

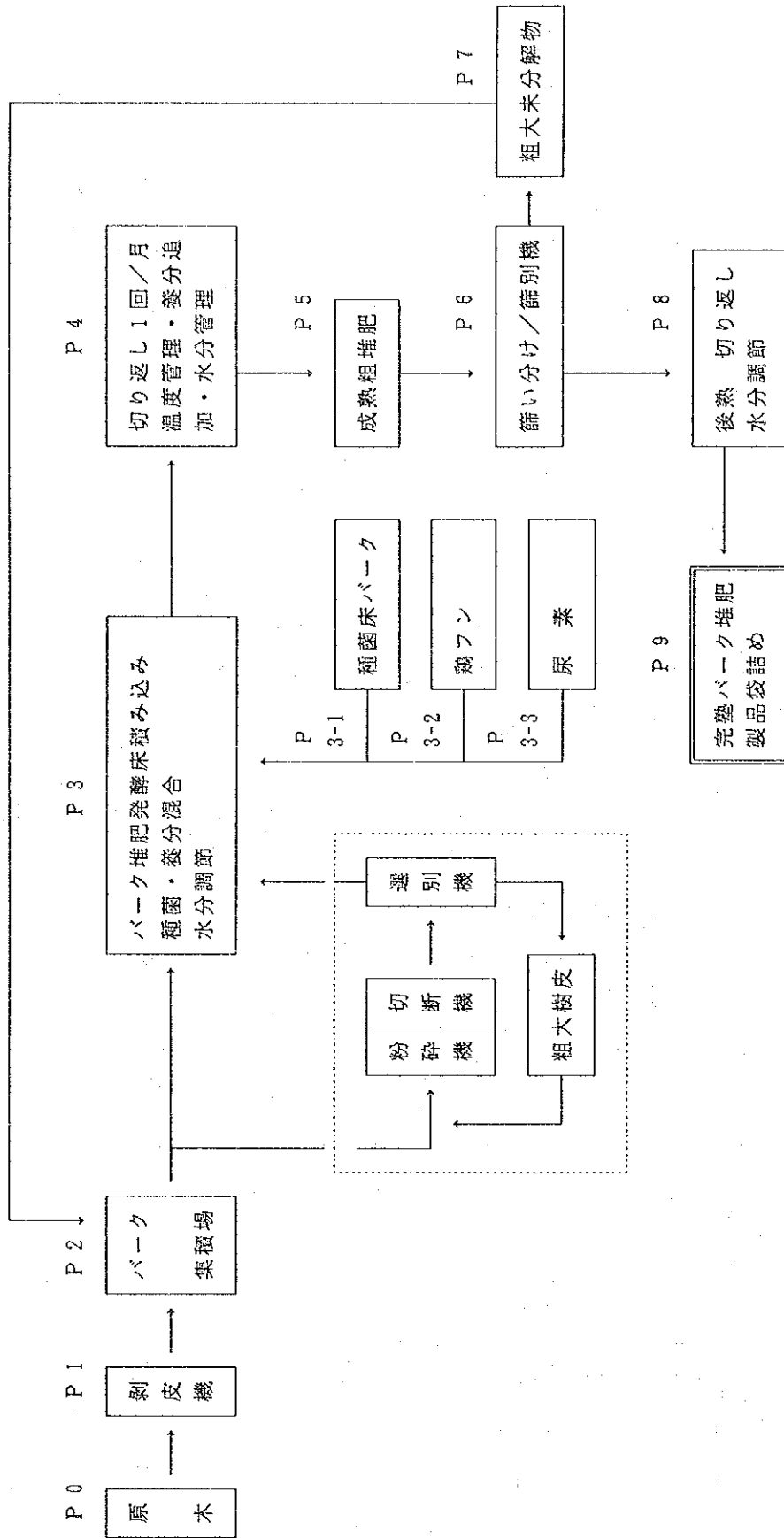
- a) 発酵床積み込みバークを選別し、
- |                                     |   |                    |
|-------------------------------------|---|--------------------|
| ①～④のバークはそれぞれ1発酵床<br>当たり 400トンを準備する。 | ① | 剥皮後長期間経過、サイズ無選別    |
|                                     | ② | 剥皮後長期間経過、サイズ選別 (細) |
|                                     | ③ | 剥皮後短期間経過、サイズ無選別    |
|                                     | ④ | 剥皮後短期間経過、サイズ選別 (細) |
- b) ①バーク 400トんに種菌バーク37トンを均一に混入し堆積する。堆積が完了後、尿素8トンを約20倍の水に溶解して堆積バークに均一に散布する。

#### P 4 : 発酵床の管理

- a) 発酵床の温度・気温の測定：積み込みが完了した発酵床の表面からそれぞれ10cm、50cm、100cmの位置に温度センサーを埋設し測定を開始する。測定は1日3回、9:00、12:00、17:00とし、同時に気温も測定しておく。
- b) 水分管理：発酵床の水分は含水率60%を目安とするが、バークが堆肥化するまでは木質組織の部分が多く、バークの分解程度により含水状態は異なると推定される。したがって温度変化と灌水量、灌水頻度との関係を記録し、水分管理のデータを集積する。乾季においては7～10日ごとに、バーク1ト当たり 100ℓの灌水をおこない、温度変化の推移を観測する。
- c) 発酵床の切り返し：バークが堆肥化するまでの間（おおむね8か月は必要）毎月1回発酵床の切り返しをおこなう。
- d) 阻害作用のテスト：積み込み満3か月経過後から毎月阻害作用のテストをおこなう。

方法は、発酵床の表面、表面からそれぞれ10cm、50cm、100cmの位置から試験用

図5-3 ユーカリ・パークの堆肥化試験





サンプル約10gを採取して室内で乾燥した後細粉する。その2gをシャーレーにとり水で湿らし、20粒のハツカダイコンの種子を蒔きつける。種子はあらかじめ殺菌処理（例、ベンレート50倍水溶液に10分間つけ、清水で洗う）したものを用いる。直射日光を避け室内の自然光下で28℃前後に7日間保ち、発芽数、伸長量を調べ、形状を観察しておく。このテストは1サンプルにつき2点ずつおこなう。対照用のシャーレーにはろ紙を敷き、サンプルに用いた水と同じ水で湿らし同数の種子を蒔く。

#### P 8 : 後熟

- a) 雨水の当らぬ場所に貯蔵し、1か月後に切り返しをおこなう。この間に水分を60%に調節する。
- b) 阻害作用のテスト：d)と同じ方法でおこなう。
- c) バーク堆肥の成分分析：C、N、P、K、Ca、Mg、CEC、pH、C/N比の分析をおこない、成分のバランスを調整する。

#### ③ 試験の規模

この試験は事業化を目標にした試験であるため、可能な限り事業規模で実行することを想定して設計した。また、試験で生産したバーク堆肥はアグロフォレストリーの試験にただちに試用するよう設計されているため、次年度の植栽試験が開始されるまでに必要量のバーク堆肥を準備しなければならない。次年度のバーク堆肥必要量は約700ト、次次年度約720トである。仮に、700トのバーク堆肥を次年度の植栽開始までに（雨季開始まで）準備するとした場合、バーク堆肥の完熟に必要な期間を10か月、種菌バーク使用可能になるまでの期間が1か月、バーク堆肥の完熟率を50%として、初年度7月までに1400トのバークを発酵床に積み込む必要がある。この試験の各工程が月単位であること、野外処理場のスペースおよび、管理作業に要する時間と労働力から判断して、1回で処理できる発酵床のバーク量は400ト前後、発酵床積み込みの時間的間隔は約1か月程度が必要である。したがって、実用化をねらった試験としてはこの設計程度の規模が妥当であると判断される。

#### 5-4 試験事業実施計画

本試験事業は、表5-9の計画に従い実施する。

表 5-9 試験事業実施計画表

試験項目	1年度	2年度	3年度	4年度	5年度
A-1 帯状混植		← (28.75 ha)			←
A-2 伐採跡地	← (9 ha)				←
B-1 植栽密度		← (1.6 ha)			←
B-2 保育管理		← (1.2 ha)			←
B-3 萌芽更新	← (1.2 ha)				←
C-1 土壌改良			← (3.6 ha)		←
C-2 土壌改良			← (3.6 ha)		←
(土壌分析)			← (1.2点)		← (1.2点)
D パック生産			←		

## 6. 事業計画

### 6-1 実施体制

#### (1) 実施計画及び事業規模

本試験事業の実施計画は「表5-9 試験事業実施計画表」によるが、試験項目別、作業種別に収支計算期間内の計画を表したものが、「表6-1 サタヒップ・アグロフォレストリー試験事業実施計画表」である。

事業規模は第5章の試験設計の項で述べられているが、作業種別面積を記載して事業規模を再掲したものが「表6-2 アグロフォレストリー試験事業規模」である。

さらに各試験項目ごとに試験設計の内容・規模・条件の明細を記載したものが次の各表である。

「表6-2-1 A-1. アグロフォレストリー・帯状混植試験」

「表6-2-2 A-2. アグロフォレストリー・伐採跡地改良試験」

「表6-2-3 B-1. 植栽密度試験（適正造林技術開発試験）」

「表6-2-4 B-2. 保育管理試験（適正造林技術開発試験）」

「表6-2-5 B-3. 萌芽更新試験（適正造林技術開発試験）」

「表6-2-6 C-1. 全面耕耘試験（土壌改良試験）」

「表6-2-7 C-2. 植栽列耕耘試験（土壌改良試験）」

つぎに本試験事業全般の規模、条件及び数量を示したものが「表6-3 サタヒップ・アグロフォレストリー試験事業規模・条件」である。また本試験事業で使用する苗木、パーク堆肥、化成肥料、及び林業用薬剤等の資材を纏めたものが「表6-4 サタヒップ・アグロフォレストリー試験事業資材一覧」である。

#### (2) 事業実行の仕組み

本試験事業実行の仕組みは、試験期間内は企業の直営事業として全試験項目の事業を実行するものとし、試験期間終了後は当該土地所有者の農家に各試験事業の管理を委託する。ただし、土壌改良試験（C-1, C-2）は第3年次に試験を開始するため第6年次まで直営事業とする。直営事業実行の為に土地購入及び借地は次の通りとする。

##### ① 土地購入

第1年次に苗畑用地 0.7haを購入し、苗畑を造成して苗木生産を直営で行う。

##### ② 借地

###### ○ 試験用地

「A-2 伐採跡地改良試験」及び「B-3 萌芽更新試験」は第1年次から第5年次まで5年間、「A-1 帯状混植試験」、「B-1 植栽密度試験」及び「B-



表 6-2 アグロフォレストリ－試験造林事業規模

単位：ha

試験項目	細別	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	6年次	7年次	8年次	9年次	10年次	11年次	12年次	13年次	14年次	15年次	16年次	17年次	18年次	19年次	20年次	計
A. アグロフォレストリ－試験																						
A-1	常次混植試験		28.75				伐採 萌芽										伐採					28.75
A-2	伐採跡地改良試験	[ 9.0 ]																				9.0
B. 適正造林技術開発試験																						
B-1	植栽密度試験		16.0				伐採 萌芽					伐採 萌芽					伐採					16.0
B-2	保育管理試験		12.0				伐採 萌芽					伐採 萌芽					伐採					12.0
B-3	萌芽更新試験	[12.0]				伐採 萌芽					伐採											12.0
C. 土壌改良試験																						
C-1	全面耕起試験			36.0				伐採 萌芽					伐採 萌芽					伐採				36.0
C-2	列状耕起試験			36.0				伐採 萌芽					伐採 萌芽					伐採				36.0
D. ユーカリ・バーク堆肥 生産技術確立試験																						
		[21.0]	56.75	72.0																		149.75
計																						

表6-2-1 A-1. アグロフォレストリー・帯状混植試験

試験区	植栽間隔 列間×樹間	パーク混入 トン/ha	樹林帯幅 m	農作物幅 m	試験区面積 ha	反復回数 回	面積合計 ha	株数/ha 本	苗木本数 本	植栽樹種	栽培作物	農作面積 ha	パーク堆肥 合計トン
A-1-1	3m×1.5m	10	15	6	1	3	3	1,650	4,950	ユーカリ	マグビーン	0.54	30
A-1-2	3m×1.5m	10	15	9	1	3	3	1,386	4,158	ユーカリ	マグビーン	0.90	30
A-1-3	3m×1.5m	10	15	12	1	3	3	1,386	4,158	ユーカリ	マグビーン	0.95	30
A-1-4	3m×1.5m	10	15	6	1	3	3	1,650	4,950	ユーカリ	キヤッサバ	0.54	30
A-1-5	3m×1.5m	10	15	9	1	3	3	1,386	4,158	ユーカリ	キヤッサバ	0.90	30
A-1-6	3m×1.5m	10	15	12	1	3	3	1,386	4,158	ユーカリ	キヤッサバ	0.95	30
A-1-7	3m×1.5m	10	15	6	1	3	3	1,650	4,950	ユーカリ	サトウキビ	0.54	30
A-1-8	3m×1.5m	10	15	9	1	3	3	1,386	4,158	ユーカリ	サトウキビ	0.90	30
A-1-9	3m×1.5m	10	15	12	1	3	3	1,386	4,158	ユーカリ	サトウキビ	0.95	30
A-1-10	3m×1.5m	10	-	-	1	1	1	2,222	2,222	ユーカリ	-	0	10
A-1-11	50×50cm	10	-	-	0.25	1	0.25	-	-	-	マグビーン	0.25	2.5
A-1-12	1m×70cm	10	-	-	0.25	1	0.25	-	-	-	キヤッサバ	0.25	2.5
A-1-13	1m×50cm	10	-	-	0.25	1	0.25	-	-	-	サトウキビ	0.25	2.5
合計							28.75		42,020			7.92	287.5
再植							20.83		42,020	ユーカリ			
											マグビーン	2.64	
											キヤッサバ	2.64	
											サトウキビ	2.64	

表6-2-2 A-2. アグロフォレストリー・伐採跡地改良試験

試験区	伐採位置	伐採時期	萌芽処理 (薬剤名)	薬剤量 ml/本	試験区面積 ha	試験木本数 本
A-2-1	-5 cm	雨季	ラウンドアップH	4 ml	0.25	555
A-2-2	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-3	"	"	ザイトロン	4 ml	0.25	555
A-2-4	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-5	-5 cm	乾季	ラウンドアップH	4 ml	0.25	555
A-2-6	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-7	"	"	ザイトロン	4 ml	0.25	555
A-2-8	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-9	0 cm	雨季	ラウンドアップH	4 ml	0.25	555
A-2-10	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-11	"	"	ザイトロン	4 ml	0.25	555
A-2-12	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-13	0 cm	乾季	ラウンドアップH	4 ml	0.25	555
A-2-14	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-15	"	"	ザイトロン	4 ml	0.25	555
A-2-16	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-17	+5 cm	雨季	ラウンドアップH	4 ml	0.25	555
A-2-18	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-19	"	"	ザイトロン	4 ml	0.25	555
A-2-20	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-21	+5 cm	乾季	ラウンドアップH	4 ml	0.25	555
A-2-22	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-23	"	"	ザイトロン	4 ml	0.25	555
A-2-24	"	"	"	2 ml	0.25	555
A-2-25	-5 cm	雨季	覆土30 cm	-	0.25	555
A-2-26	0	"	"	-	0.25	555
A-2-27	+5	"	"	-	0.25	555
A-2-28	-5	乾季	"	-	0.25	555
A-2-29	0	"	"	-	0.25	555
A-2-30	+5	"	"	-	0.25	555
A-2-31	-5 cm	雨"季	対照区	-	0.25	555
A-2-32	0	"	"	-	0.25	555
A-2-33	+5	"	"	-	0.25	555
A-2-34	-5	乾"季	対照区	-	0.25	555
A-2-35	0	"	"	-	0.25	555
A-2-36	+5	"	"	-	0.25	555
合計					9.00	19.980

処理の時期は伐採直後とする。

表 6-2-3 B-1. 植栽密度試験 (適正造林技術開発試験)

試験区	試験内容 植栽密度 (列間×苗間)	試験の規模・条件						備考			
		植栽本数 (本/ha)	試験区の 面積(ha)	試験繰り 返し回数	地拵方法	パーク堆肥 (ton/ha)	化成肥料 (g/本)	試験地の 面積(ha)	苗木総数 (本)	パーク堆肥 総量(ton)	化成肥料 総量(kg)
B-1-1	3m × 1.2m	2,777	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	5,554	20	388.8
B-1-2	3 × 1.5	2,222	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	4,444	20	311.1
B-1-3	3 × 2.0	1,666	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	3,332	20	233.3
B-1-4	3 × 3.0	1,111	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	2,222	20	155.6
B-1-5	4 × 1.0	2,500	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	5,000	20	350.0
B-1-6	4 × 1.2	2,083	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	4,166	20	291.7
B-1-7	4 × 1.5	1,666	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	3,332	20	233.3
B-1-8	4 × 2.0	1,250	1.0	2	全面耕転	10	70	2.0	2,500	20	175.0
	合計							16.0	30,550	160	2,138.8

注) 植栽樹種: Eucalyptus camaldulensis 化成肥料: N:P:K=15:15:15



表6-2-4 B-2. 保育管理試験 (適正造林技術開発試験)

試験区	初年度処理回数			2年度処理回数			3年度処理回数			処理方法	植栽密度 列×樹	植栽本数 本	試験面積 ha	パーク堆肥 ton	化成肥料 kg
	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
B-2-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	覆土	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-2	○	○	-	○	○	-	○	○	-	"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-3	○	○	-	○	-	-	-	-	-	"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-4	○	○	-	-	-	-	-	-	-	"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	薬剤	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-6	○	○	-	○	○	-	○	○	-	A"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-7	○	○	-	○	-	-	-	-	-	"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-8	○	○	-	-	-	-	-	-	-	"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	薬剤	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-10	○	○	-	○	○	-	○	○	-	B"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-11	○	○	-	○	-	-	-	-	-	"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
B-2-12	○	○	-	-	-	-	-	-	-	"	3m×1.5m	2,222	1	10	155.6
合計												26,664	12	120	1,867.2

注) 植栽樹種: *Eucalyptus camaldulensis*

除草方法: 植栽列間はトラクターによる耕耘覆土、植栽木間は人力による下刈り。

薬剤Aはシマジン粒剤、50kg/ha、薬剤Bはゴースン細粒剤F、50kg/ha。

表 6-2-5 B-3. 萌芽更新試験 (適正造林技術開発試験)

試験区	伐採時期	萌芽仕立本数 (本/株)	試験区の 面積 (ha)	試験繰り 返し回数	試験地の 面積 (ha)	備 考
B-3-1	乾季 (1~2月)	1	1	2	2	1. 伐採位置は地表から 5 cm とする。 2. 芽かき作業は芽ぶき 1 カ月後に 行う。 3. 伐採前に根元直径を測定する。
B-3-2	"	2	1	2	2	
B-3-3	"	3	1	2	2	
B-3-4	雨季 (6~7月)	1	1	2	2	
B-3-5	"	2	1	2	2	
B-3-6	"	3	1	2	2	
合 計					12	

注) 1) 樹高 7 m 以下は測棒、7 m 以上はブルーメライスを用いるのが便利である

2) ノギス型輪尺を使用する

表 6-2-6 C-1. 全面耕耘試験 (土壤改良試験)

試験区	耕耘方法	耕耘深度 cm	バーク堆肥 ton/ha	化成肥料 g/本	試験区 ha	反復	試験面積 ha	植栽間隔 列間×樹間	苗木本数 本	バーク堆肥 ton	化成肥料 kg
C-1-1	全面	20	0	0	1	2	2	3 m×1.5m	4,444	0	0
C-1-2	"	50	0	0	1	2	2	"	4,444	0	0
C-1-3	全面	20	10	0	1	2	2	"	4,444	20	0
C-1-4	"	20	20	0	1	2	2	"	4,444	40	0
C-1-5	全面	50	10	0	1	2	2	"	4,444	20	0
C-1-6	"	50	20	0	1	2	2	"	4,444	40	0
C-1-7	全面	20	0	25*	1	2	2	"	4,444	0	111.1;111.1
C-1-8	"	20	10	25*	1	2	2	"	4,444	20	111.1;111.1
C-1-9	"	20	20	25*	1	2	2	"	4,444	40	111.1;111.1
C-1-10	全面	50	0	50*	1	2	2	"	4,444	0	222.2;222.2
C-1-11	"	50	10	50*	1	2	2	"	4,444	20	222.2;222.2
C-1-12	"	50	20	50*	1	2	2	"	4,444	40	222.2;222.2
C-1-13	全面	20	0	25+25**	1	2	2	"	4,444	0	222.2;222.2
C-1-14	"	20	10	25+25**	1	2	2	"	4,444	20	222.2;222.2
C-1-15	"	20	20	25+25**	1	2	2	"	4,444	40	222.2;222.2
C-1-16	全面	50	0	50+50**	1	2	2	"	4,444	0	444.4;444.4
C-1-17	"	50	10	50+50**	1	2	2	"	4,444	20	444.4;444.4
C-1-18	"	50	20	50+50**	1	2	2	"	4,444	40	444.4;444.4
合計							36		79,992	360	3,000;3,000

\*) 化成肥料は2年間連続施用

\*\*) 化成肥料は2回/年、2年間連続施用

計 6,000

表 6-2-7 C-2. 植栽列耕耘試験 (土壌改良試験)

試験区	耕耘方法	耕耘深度 cm	バーク堆肥 ton/ha	化成肥料 g/本	試験区 ha	反復	試験面積 ha	植栽間隔 列間×樹間	苗木本数 本	バーク堆肥 ton	化成肥料 kg	
C-1-1	植栽列	20	0	0	1	2	2	3 m×1.5m	4,444	0	0	
C-1-2	"	50	0	0	1	2	2	"	4,444	0	0	
C-1-3	植栽列	20	10	0	1	2	2	"	4,444	20	0	
C-1-4	"	20	20	0	1	2	2	"	4,444	40	0	
C-1-5	植栽列	50	10	0	1	2	2	"	4,444	20	0	
C-1-6	"	50	20	0	1	2	2	"	4,444	40	0	
C-1-7	植栽列	20	0	25*	1	2	2	"	4,444	0	111.1;111.1	
C-1-8	"	20	10	25*	1	2	2	"	4,444	20	111.1;111.1	
C-1-9	"	20	20	25*	1	2	2	"	4,444	40	111.1;111.1	
C-1-10	植栽列	50	0	50*	1	2	2	"	4,444	0	222.2;222.2	
C-1-11	"	50	10	50*	1	2	2	"	4,444	20	222.2;222.2	
C-1-12	"	50	20	50*	1	2	2	"	4,444	40	222.2;222.2	
C-1-13	植栽列	20	0	25+25**	1	2	2	"	4,444	0	222.2;222.2	
C-1-14	"	20	10	25+25**	1	2	2	"	4,444	20	222.2;222.2	
C-1-15	"	20	20	25+25**	1	2	2	"	4,444	40	222.2;222.2	
C-1-16	植栽列	50	0	50+50**	1	2	2	"	4,444	0	444.4;444.4	
C-1-17	"	50	10	50+50**	1	2	2	"	4,444	20	444.4;444.4	
C-1-18	"	50	20	50+50**	1	2	2	"	4,444	40	444.4;444.4	
合計					36				79,992	360	3,000;3,000	
植栽列耕耘幅は75cmとする											計	6,000

\*) 化成肥料は2年間連続施用

\*\*）化成肥料は2回/年、2年間連続施用

表 6 - 3 サタヒップ・アグロフォレストリー試験事業規模・条件

試験項目	試験の規模・条件						
	試験区 の面積 (ha)	試験 反復 回数	試験区 総 数	試験地 の面積 (ha)	苗木 総数 (本)	バーク堆 肥 総量 (ton)	化成肥料 総 量 (kg)
A アグロフォレストリー試験							
A-1 帯状混植試験	1.0	3	31	28.75	42,020	287.5	
A-2 伐採跡地伐採跡地改良試験	0.25	0	36	9.0			
小 計			67	37.75	42,020	287.5	
B 適正造林技術開発試験							
B-1 植栽密度試験	1.0	2	16	16.0	30,550	160.0	2,138.8
B-2 保育管理試験	1.0	0	12	12.0	26,664	120.0	1,857.2
B-3 萌芽更新試験	1.0	2	12	12.0			
小 計			40	40.0	57,214	280.0	4,006.0
C 土壌改良試験							
C-1 土壌改良試験 (全面耕耘)	1.0	2	36	36.0	79,992	360.0	6,000.0
C-2 土壌改良試験 (列状耕耘)	1.0	2	36	36.0	79,992	360.0	6,000.0
小 計			72	72.0	159,984	720.0	12,000.0
D ユーカリ・バーク堆肥 生産技術確立試験 ①添加物混合率比較試験 ②床切り返し回数比較試験 小 計							
合 計			179	149.75	259,218	1,287.5	16,006.0

新植面積 128.75ha

山出し苗木数 285,140 本 (新植 259,218 本、補植 25,922本 計 285,140 )

育苗本数(76%) 375,200 本

表6-4 サタヒップ・アグロフロアレストリー 試験事業資材一覧

	1 年 次		2 年 次				3 年 次				4 年 次				
	ランナー H剤 ℓ	ワイロン 溶液 ℓ	植付本数 本	パーク堆肥 ton	化成肥料 kg	シマジン 粒状 kg	ゴゴリン 細粒剤kg	植付本数 本	パーク堆肥 ton	化成肥料 kg	シマジン 粒状 kg	ゴゴリン 細粒剤kg	化成肥料 kg	シマジン 粒状 kg	ゴゴリン 細粒剤kg
A-1. 常 状 混 植 試 験			42,020	287.5											
A-2. 伐 採 跡 地 改 良 試 験	20	20													
B-1. 植 栽 密 度 試 験			30,550	160.0	2,138.8										
B-2. 保 育 管 理 試 験			26,664	120.0	1,867.2	400					300			150	
B-3. 萌 芽 更 新 試 験															
C-1. 土 壌 改 良 全 面 耕 転 試 験															
C-2. 土 壌 改 良 列 状 耕 転 試 験															
C-3. 土 壌 分 析															
D. ユーカリ・パーク堆肥 生産技術確立試験															
合 計	20	20	99,234	567.5	4,006.0	400		159,984	720	6,000	300		6,000	150	150

山出苗木本数 (×1.1)

109,158

175,982

育苗本数 (÷0.76)

143,630

231,560

パーク堆肥

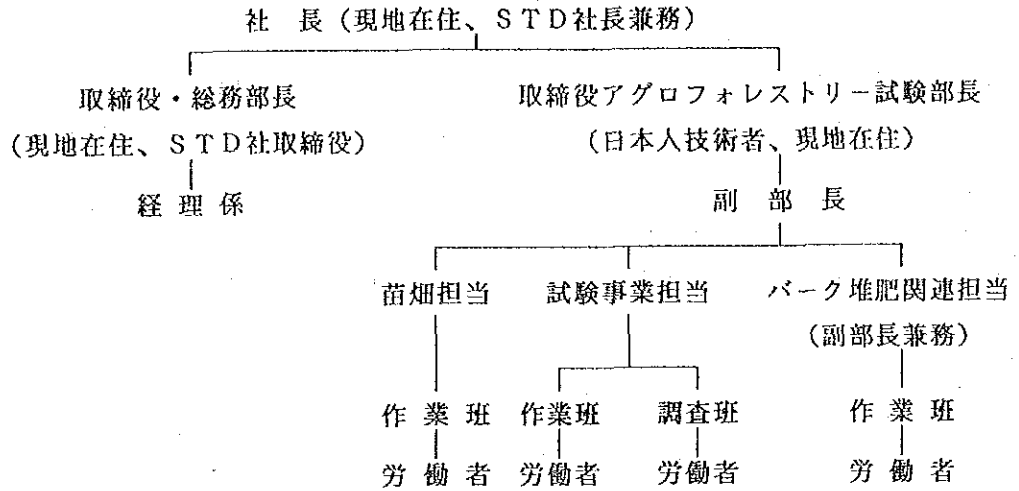
2年次 567.5ton

〃

3年次 720.0ton

計 1,287.5ton

図 6 - 1 実行組織図



管理・監督人員及び費用

人員計画

単位：人

年次	1	2	3	4	5	小計	6	合計
試験部長	1	1	1	1	1	5	1	6
副部長	1	1	1	1	1	5	1	6
担当課長	2	2	2	1	1	8	1	9
班長	4	4	3	2	2	15	2	17
事務係	1	1	1	1	1	5	1	6
経理係	1	1	1	1	1	5	1	6
ガードマン	2	2	2	2	2	10	2	12
計	12	12	11	9	9	53	9	62

管理監督費

単位：千Bt

年次	1	2	3	4	5	小計	6	合計
取位								
年額 千Bt								
部長 1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	8,750	1,750	10,500
副部長 310	310	310	310	310	310	1,550	310	1,860
課長 280	560	560	560	280	280	2,240	280	2,520
班長 180	720	720	540	360	360	2,700	360	3,060
事務係 180	180	180	180	180	180	900	180	1,080
経理係 150	150	150	150	150	150	750	150	900
ガードマン 110	220	220	220	220	220	1,100	220	1,320
計	3,890	3,890	3,710	3,250	3,250	17,990	3,250	21,240