

第4章

経営に関する報告

1. 事業

1-1 事業関連項目

このプロジェクトの目的は、将来に民間企業がマングローブ林造成を目的とした造林投資を行うにあたって必要となる参考データを収集し、マングローブ林造成の一般的なモデルをつくることである。

したがって、林業経営分野での事業関連事項は、主に将来にわたって森林管理に必要な各種資料、地図、記録などを収集整理することである。

1-2 事業関連項目取りまとめ結果

森林管理に必要な次の資料を収集整理した。なお、本報告は、概要を取りまとめたものであり、詳細については、英文報告書、地図、森林調査簿を併せて参照していただきたい。

(1) プロジェクトサイトにおけるマングローブ林の歴史

各種報告書及び周辺住民からの聞き取り調査から、バリ、ロンボク両サイトにおけるマングローブ林をめぐる歴史を整理した。

(2) 気象観測データ

バリサイトの事務所敷地内に観測施設を設置し、最高最低気温、湿度、降水量、日照時間を1995年12月より記録整理した。また、バリサイトに近い Ugurah Rai 国際空港、及びロンボク島の Selaparang-Mataram 国際空港の気象観測データを収集整理した。

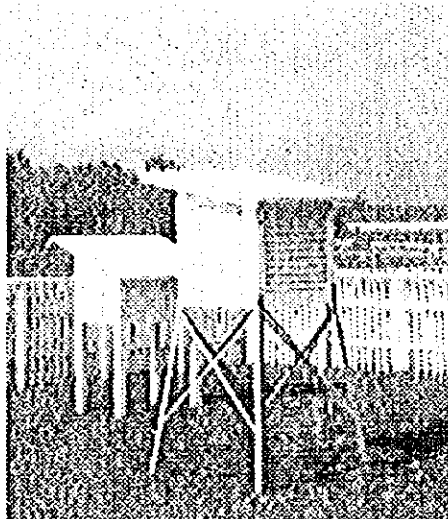


写真1 The meteorological observation equipment at the Mangrove center

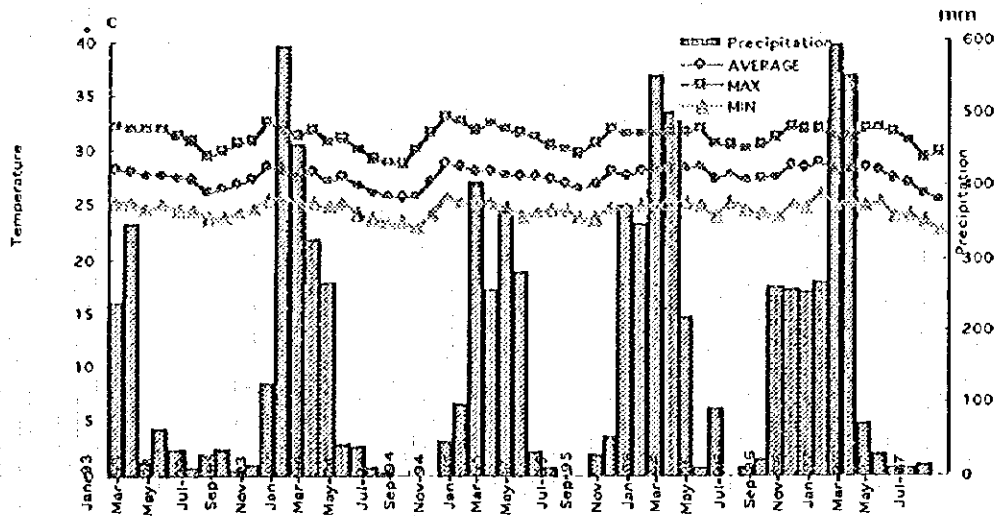


図1-1 Monthly temperature and precipitation at Ngurah Rai airport Bali

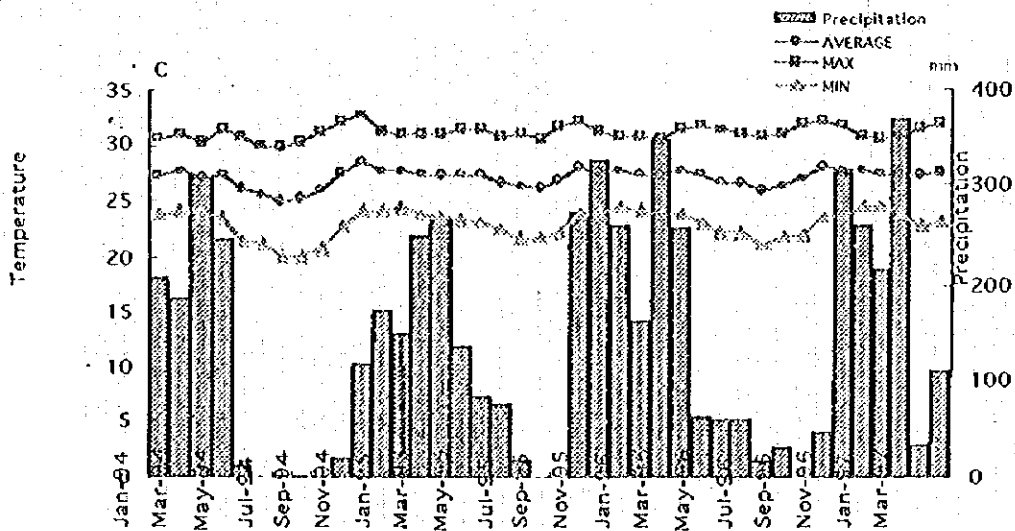


図1-2 Monthly temperature and precipitation at Selaparang-Mataram airport

(3) 潮位表

両サイトで適用されている潮位表を収集整理した。

(バリサイト: ベノア (Benoa) 湾、ロンボクサイト: Lembar湾)

(4) タンバック等を小班単位とする林小班的設置と林小班図

(5) 塩分濃度分布図

(6) 相対地盤高把握図

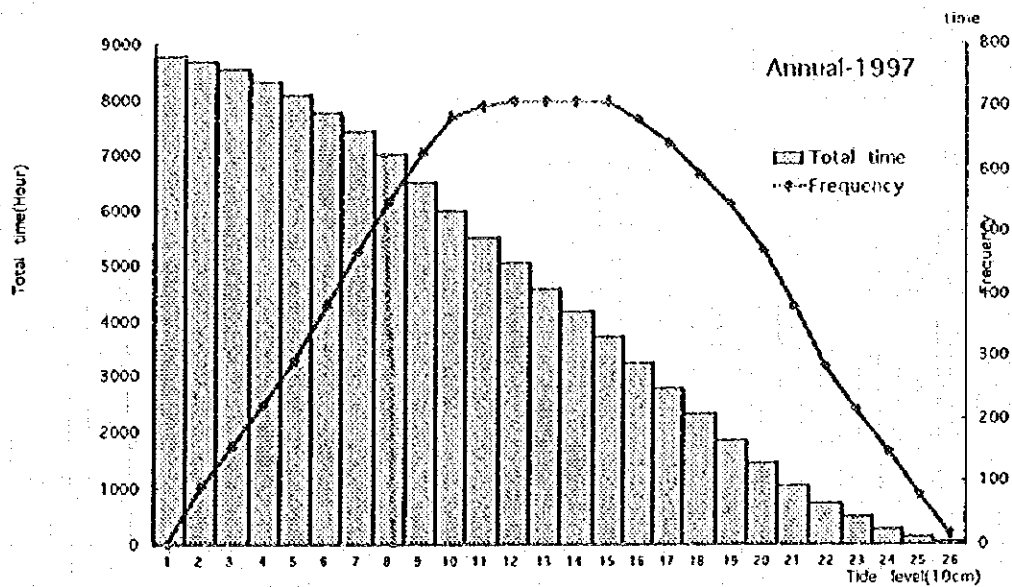


図1-3 Annual total flooding time and Tidal frequency at Benoa Bay (1997)

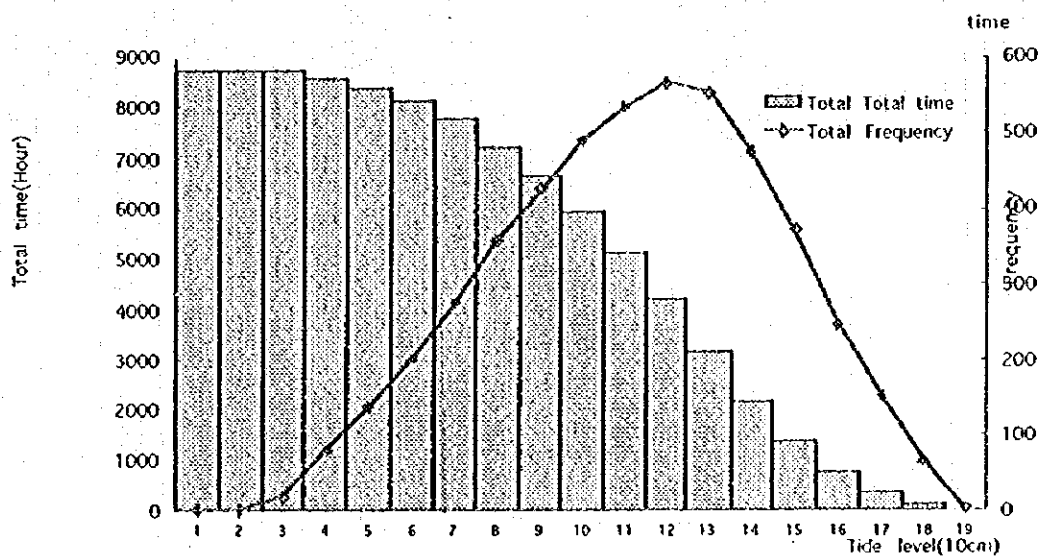


図1-4 Annual total flooding time and Tidal frequency at Lembar (1997)

(7) 森林調査簿

(8) その他

バリサイトでは、インドネシア国側による造林の実態分析、停滞水分布図の作成、土壌深分布図の作成、硫化水素発生予測地図が、ロンボクサイトでは、空中写真の図化、立地区分図の作成が中間報告書に報告されている。

2. 調査研究

2-1 調査研究の計画と実績

2-1-1 調査研究の計画と事項

経営に関する調査研究計画と事項は次のとおりである。

事業計画	調査研究項目	優先度
マングローブ林の造林 コストの算出	育苗作業工程別の作業能率調査	A
	造林作業工程別の作業能率調査	A
	育苗、造林に関するコストの調査分析	A
林業、漁業への社会経済 的便益の検討	マングローブ造林をめぐる社会的 経済要素の分析	B
マングローブ林経営モ デルの作成	森林調査簿の作成	A
	収穫予想表の作成	A
マングローブ林生産物 の利用技術の開発	製炭利用技術の改善	B
	マングローブ造林をめぐる社会的経済要 素の分析調査	B

注) なお、「製炭技術の改良」は、当初計画ではマングローブ材による製炭試験と製炭技術の改良からなっていたが、両サイトにおいてマングローブ林はすべて保護林に指定され禁伐となっていてマングローブ製炭は全く実施されていない。したがって、実際に試験することは困難であることから、インドネシア国内あるいはマレーシアなど国外の製炭の現状と問題点を文献で整理するとともに、現地視察を行って問題点の指摘を行うように内容が修正された。

(1) 育苗作業工程別の作業能率調査

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	各種の育苗作業工程別に作業能率を調査し、マングローブ苗木生産の標準作業工程を作成する。
2 サンプル、プロットの場合、数量、取り方	苗畑及びその関連作業地
3 計測方法	作業動作別の作業能率の記録
4 計測時期	育苗作業に合わせて実施する。
5 分析の仕方	作業種別、作業環境別、樹種別、その他
6 取りまとめ時期 (中間、最終)	中間、3年目、最終 (5年目)

(2) 造林作業工程別の作業能率調査

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	各種の造林作業工程別に作業能率を調査し、マングローブ造林の標準作業工程を作成する。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	苗圃及び造林地とその関連作業地
3 計測方法	作業動作別の作業能率の記録
4 計測時期	造林作業に合わせて実施する。
5 分析の仕方	作業環境条件別、直営・請負別、男女別、その他
6 取りまとめ時期 (中間、最終)	中間、3年目、最終 (5年目)

(3) 育苗、造林に関するコストの調査分析

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	苗木の生産コストや造林のための必要経費を調査分析し、今後の苗木生産や造林事業の参考に資する。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	
3 計測方法	苗木生産事業及び造林事業の実施に際し、その収支を記録し整理分析する。
4 計測時期	毎年4、5月に前年度の育苗及び造林事業のコストについて分析する。
5 分析の仕方	苗木生産コストの試算 造林事業の収支の試算
6 取りまとめ時期 (中間、最終)	中間、3年目、最終 (5年目)

(4) 森林調査簿の作成に関する検討

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	マングローブの育林経営に必要な森林調査簿のあり方について検討する。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	
3 計測方法	毎年2～3月に1筆調査を実施する。
4 計測時期	現況調査簿の内容を集積していく。
5 分析の仕方	分期のとらえ方、調査項目の決定、総括表の作り方、データベース化の検討、その他
6 取りまとめ時期 (中間、最終)	中間、2年目、最終 (5年目)

(5) 収穫予想表の作成

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	マングローブ人工林の収穫量を予測するために収穫予想表を作成する。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	人工造林地及び天然林
3 計測方法	樹高別に年成長量を計測する。
4 計測時期	各固定調査地を1年に1回測定する。
5 分析の仕方	年次別成長量の予測
6 取りまとめ時期 (中間、最終)	中間、3年目、最終 (5年目)

(6) 製炭利用技術の改善

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	マングローブ材の製炭利用に関する情報を収集し、有利な材の利用の仕方について検討する。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	マングローブ製炭現場及び市場
3 計測方法	
4 計測時期	7月及び8月
5 分析の仕方	マングローブの製炭技術と改良点の指摘 製炭・炭消費が見られる地域の市場構造分析
6 取りまとめ時期 (中間、最終)	4年目

(7) マングローブ造林をめぐる社会経済要素の分析調査

事 項	内 容
1 ねらい、期待する成果	マングローブ林造成による社会経済的波及について調査分析を行い、マングローブ林業を成立・定着させる方策を求める。
2 サンプル、プロットの場所、数量、取り方	
3 計測方法	既存の調査資料による分析と一部の実態調査による。
4 計測時期	9月及び10月
5 分析の仕方	1) 周辺地域住民の造林事業への参加、組織化のための手法 2) 造林事業の住民、地域の生活構造への影響分析 3) 造林事業の漁業への効果
6 取りまとめ時期 (中間、最終)	最終年度

表2-1 事業項目と実績概要

試験調査研究項目	優先順位	実績内容	成果	今後の課題/問題点
M 01 育苗・造林工程別の作業能率調査	A	(育苗) 全工程について調査を行い、その分析結果を取りまとめた。 (造林) バリ、コンボック両サイトでの全造林工程について調査を行い、その分析結果を取りまとめた。	標準作業工程作業図の作成。 標準工程別必要人工数表の作成。	低コスト造林のための補足調査の実施とコストの見直し。
M 02 育苗・造林に関するコストの調査分析	A	(育苗) 工程調査の結果を分析し、その結果を取りまとめた。 (造林) 工程調査の結果を分析し、その結果を取りまとめた。 ◆実績コスト分析も行ったが、事業と調査の仕分けが不十分であったため、有効な結果を得ることはできなかつた。工程調査の結果を分析し、その結果を取りまとめた。	各樹種、各標準工程別コスト及びトータルコストの積算。	低コスト造林のための補足調査の実施とコストの見直し。
M 03 森林調査簿の作成	A	年1回の一筆調査を実施し、必要なデータを取集した。森林簿の形式について検討し、関連地区等を整理した。	森林簿の作成。関連地区等の作成。 森林簿活用マニュアルの作成。	これらに基づいた継続調査、データの整理が必要。
M 04 収穫予想表の作成	A	固定プロットを含む林分調査の実施。 データの比較的精確なR.mucronataの分析。地位判定のためのデータ分析。	R.mucronataの材積表、地位指数曲線、収穫予想表の作成。 地位判定については、データ不十分のため現時点では分析不可能。	作成したR.mucronataについても改訂が必要。 その他の樹種についても予想表作成のためのデータ収集と分析が必要。
M 05 マングロープ造林を巡る社会経済要素の分析調査	B	マングロープ林産物に関するデータ収集。マングロープ生産に関する現地調査と結果の取りまとめ。 マングロープ造林に関する事例調査の実施と結果の分析。	林産物に関する現状等の把握。 マングロープ林からの便益の解明分析。	事例調査の追加と住民参加の可否と手法の検討等が不可欠。
M 06 製成利用技術の改善	B	木炭生産現場の実態調査結果と関連資料の取りまとめ。	木炭生産から流通にわたる現状の把握と改善点の指摘	。

2-1-2 実績の概要

M-1、2 育苗・造林に関する作業能率・コストの調査分析

(1) 調査の目的

育苗・造林作業は、森林経営において主要な作業であり、各作業の工程やコストを把握しておくことは必要不可欠である。これらの工程、コストを知ることによってより効率のよい施業計画の樹立が可能となる。そこで、育苗・造林別の作業能率を調査し、マングローブ林の苗木生産・造林の標準作業工程を作成するとともに、必要経費を調査分析し、マングローブ林経営に必要な育苗、造林事業の標準的な能率及びコストを試算した。

(2) 調査方法

苗畑、造林地及び関連作業地において、各作業にあわせて作業動作別、樹種別の作業能率を把握するため、それぞれの作業量と要した時間をバリ養殖池跡地（以下、タンバックという）とロンボク島環礁内天然林伐採跡地でそれぞれ記録した。これらの工程は作業地の立地条件による影響を考慮し、一つの工程に最低2回以上の計測を行った。これらのデータを基に作業種別、樹種別の標準的な作業能率表を作成するとともに、それぞれの最小コストを試算した。

(3) 結果と考察

1) 育苗作業

バリサイトに建設され事業が行われている苗畑の面積は0.5haであり、この苗畑敷地内で1育苗期間内に最大限476,000本の苗木が生産可能である。しかし、実際の事業での目標生産育苗数は400,000（235ベッド）であることから、この数値を今回の分析における0.5ha当たりの目標生産数量とした。

表2-2に当センターで行われている標準的な作業工程と0.5ha当りに必要な人工数を各樹種別に示した。0.5ha当たり2,400から3,300人工が必要であり、樹種別には、*S. alba*が最も少ない2,353人工、*A. marina*、*X. granatum*が最も多い3,297人工である。なお、種子採取の工程は採取場所によって大きく異なってくるが、今回はバリ、ロンボク両サイトの周辺地域での作業を対象とした。

2) 造林作業

表2-3に、タンバックにおける標準的な作業工程と1ha当りに必要な人工数を各樹種別、植栽方法別、植栽間隔別に示した。ポット苗では、各樹種共通で、0.5m×0.5m、1m×1m、2m×2mそれぞれの人工数は、193、49、14.8人工である。

一方、直挿し苗は、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*のみで、植栽間隔毎にそれぞれ52、14、5.4人工でポット苗に比べると約3分の1の人工数である。

なお、苗木運搬は、当バリサイトで実施している車両と人力の組合せを標準とした。

また、環礁内皆伐跡地については、ボートを使用し、*R. mucronata*でそれぞれ植栽間隔毎に71、19、6.4人工と養殖池跡地よりも若干多い人工数となった。

3) トータルコスト

トータルコストは、標準作業の人工数から試算した苗畑、造林作業での人件費と物件費を足した苗1本当たりの最小コストである。図2-1、図2-2にタンバック、環礁内皆伐跡地での直挿し造林コスト、図2-3にタンバックでのポット苗造林コストを示した。

直挿し造林(Rhizophoraceae)では、植栽間隔1m×1mで1苗当たり、タンバック、環礁内皆伐跡地でそれぞれ27.2、37.5ルピア（1円=約20ルピア）である。なお、この場合の苗畑コストは種子採取コストのみであり、苗畑建設コストは含んでいない。

一方、ポット苗造林コストは、*R. mucronata*、*R. apiculata*、*B. gymnorrhiza*、*C. tagal*は約110ルピア、*A. marina*、*X. granatum*が137.3ルピア、*S. alba*は171.3ルピアとなった（図2-4、図2-5参照）。

表2-2 苗畑標準作業と必要人工数

(Unit: manday)

activities	Species						
	<i>R. mucronata</i>	<i>R. apiculata</i>	<i>B. gymnorrhiza</i>	<i>C. tagal</i>	<i>S. alba</i>	<i>A. marina</i>	<i>X. granatum</i>
1 Preparation	118	118	118	118	118	118	118
2 Making Bed	196	196	196	196	196	392	392
3 Soil Collection	250	250	250	250	250	250	250
4 Sieving							
Soil	111	111	111	111	111	111	111
Compost						42	
5 Potting	564	564	564	564	564	564	564
6 Pot setting							
Terrestrial bed						231	231
Tidal bed	340	340	340	340	340	340	340
7 Seed collection	427	427	427	427	427	65	550
8 Seed selection	64	64	64	64	64	64	64
9 Sowing	68	68	68	68	68	81	81
10 Tending	280	280	224	448	336	224	224
11 Dispatching	156	156	156	156	186	372	372
Total	2,574	2,574	2,518	2,742	2,353	3,297	3,297

(0.5ha当たり)

表2-3 タンバックにおける造林標準作業と必要人工数

Activities	Spacing	Species (Unit: manday)													
		<i>R. mucronata</i>		<i>R. apiculata</i>		<i>B. gymnorrhiza</i>		<i>C. lapa</i>		<i>S. oha</i>		<i>A. nishii</i>		<i>S. granatum</i>	
		Direct	Pot	Direct	Pot	Direct	Pot	Pot	Pot	Pot	Pot	Pot	Pot		
1 Preparation	0.5mx0.5m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	1mx1m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	2mx2m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
2 Seed transportation	- Car	0.5mx0.5m	11	65	14	65	11	65	65	65	65	65	65		
		1mx1m	3	16	3	16	3	16	16	16	16	16	16		
		2mx2m	1	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4		
	- Manpower	0.5mx0.5m	7	12	7	12	7	12	12	12	12	12	12		
		1mx1m	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3		
		2mx2m	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
3 Planting	0.5mx0.5m	22	104	22	104	22	104	104	104	104	104	104			
	1mx1m	5	26	5	26	5	26	26	26	26	26	26			
	2mx2m	1	7	1	7	1	7	7	7	7	7	7			
4 Tending - Supplementary planting	0.5mx0.5m	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
	1mx1m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
	2mx2m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Total	0.5mx0.5m	52	193	52	193	52	193	193	193	193	193	193			
	1mx1m	14	49	14	49	14	49	49	49	49	49	49			
	2mx2m	5.4	13.8	5.4	13.8	5.4	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8			

(1 haあたり)

表2-4 環礁内皆伐跡地における造林標準作業と必要人工数

Activities	Spacing	Species (Unit: manday)
		<i>R. mucronata</i>
		Direct
1 Preparation	0.5mx0.5m	2
	1mx1m	2
	2mx2m	2
2 Seed transportation - Boat	0.5mx0.5m	7
	1mx1m	2
	2mx2m	0.4
3 Planting	0.5mx0.5m	52
	1mx1m	13
	2mx2m	3
4 Tending - Supplementary planting	0.5mx0.5m	10
	1mx1m	2
	2mx2m	1
Total	0.5mx0.5m	71
	1mx1m	19
	2mx2m	6.4

(1 haあたり)

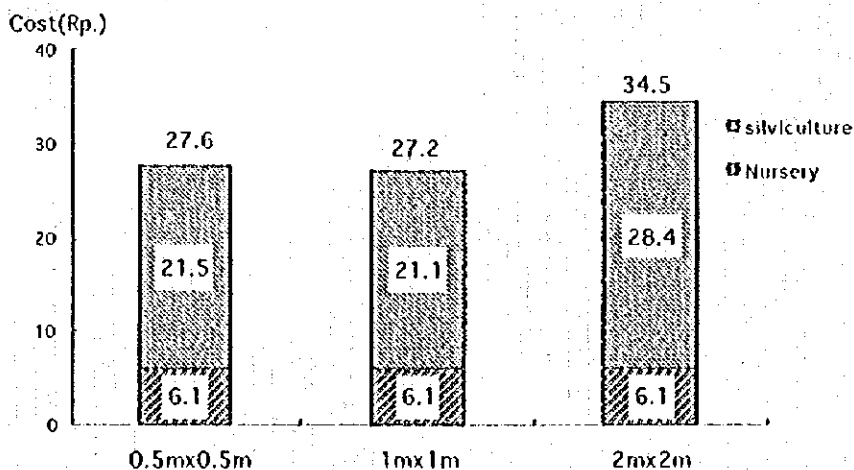


図2-1 タンバックにおける直挿苗造林トータルコスト (*R. mucronata*, *R. apiculata*, *B. gymnorrhiza*)

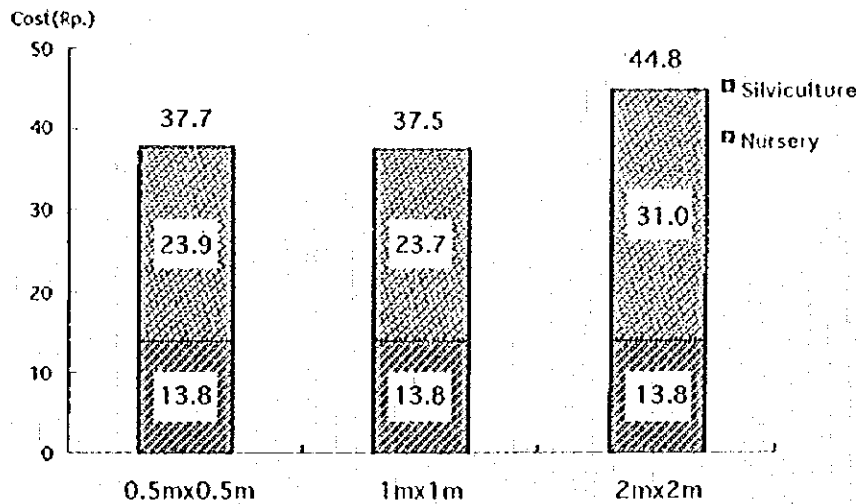


図 2 - 2 環礁内皆伐跡地における直挿苗造林トータルコスト(*R. mucronata*)

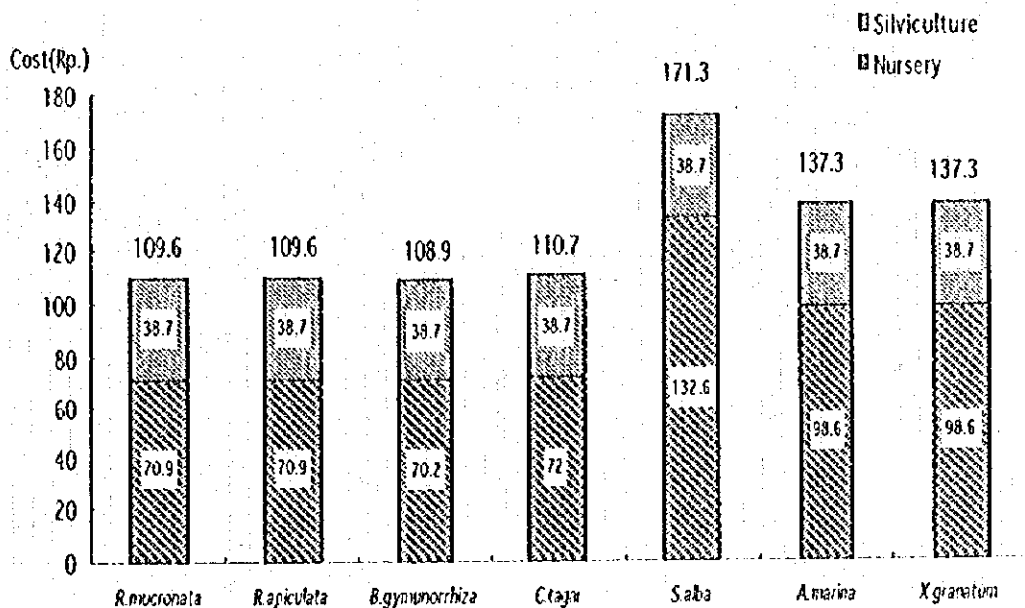


図 2 - 3 タンバックでのポット苗造林トータルコスト (植栽間隔: 1 m x 1 m)

2 - 2 森林調査簿の作成に関する検討

2 - 2 - 1 研究の目的

マングローブ林の育林経営に必要な森林調査簿のあり方について検討する。

2 - 2 - 2 研究の方法

育林経営に必要な各事業地の位置や立地環境条件、施業経過及び現状を把握するため、その項目及び取りまとめ方法について検討し、その結果を森林調査簿としてまとめるとともに、調査利用方法に関する簡単なマニュアルを作成した。

2-2-3 研究結果の概要

(1) 林小班図

バリについては、ベノア湾に面するプロジェクトのバリサイトは西から東にかけて五つの小地域に分かれている。この小地域を林班に、小地域内の一枚一枚のタンバックを小班に設定し、1林班から5林班までの林小班図を作成した(図2-6)。

ロンボクについては、植栽目的、各新植月、樹種毎に小班を設定し、番号を付した(図2-7)。

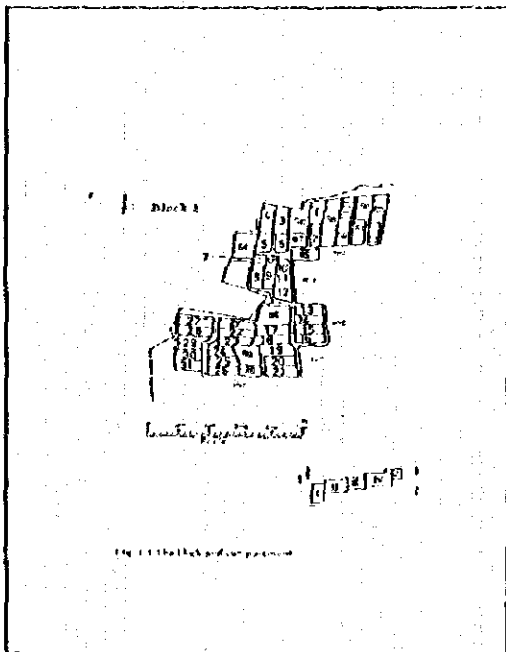


図2-6 バリサイトの林小班図

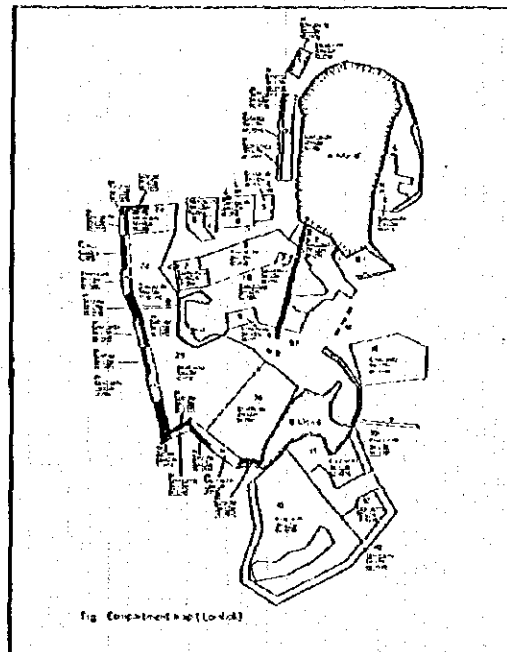


図2-7 ロンボクサイトの林小班図

(2) 塩分濃度分布図

塩分濃度は、マングローブの生育に影響する主要な因子であり、さらにタンパク返還後の環境条件の変化を知ることができる因子でもある。そこで、バリサイトにおいて1994年と1996年(乾期)、1995年と1997年(雨期)における干潮時のタンバック内停滞水の塩分濃度及び当造林地内に流入する河川の主要ポイントにおける塩分濃度を測定し、分布図を作成した(図2-8)。

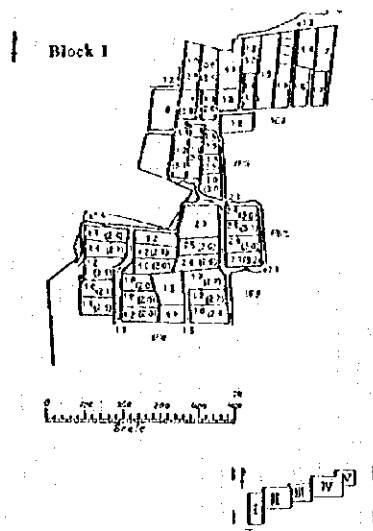


Fig. 3-1 Salinity Concentration(‰) in Rainy season
Survey Date: March 1997
(Feb. April 1995)

図2-8 バリサイトにおける塩分濃度分布図

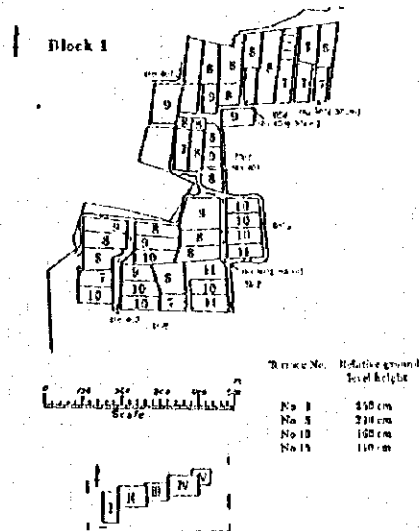


Fig. 3-1 The Terrace Number
(Relative ground level height)

図2-9 バリサイトにおける地盤高把握図

(3) 相対地盤高把握図

マングロープの活着・育成には、主として地盤高が大きく影響しそれぞれの樹種に適した地盤高があることがいままでの当プロジェクトにおける調査研究で明らかとなった。当プロジェクトではテラス試験地を設定し、その結果から各林小班に最適の樹種を選定している。

このため、バリサイトにおける各林小班の相対地盤高を測定し、それぞれに対応するテラス番号を付すとともその分布図を作成した(図2-9)。

(4) 森林調査簿

林小班単位に、マングロープ林の経営管理に必要な面積、返還年度及び塩分、土層の厚さ等の立地環境条件、さらに植栽履歴やその後の生育状況等を記載項目として整理した(図2-10、11)。

さらに、この森林調査簿の利用及びこの調査簿に基づいた調査が継続できるよう、バリサイトにおける調査方法等に関する簡単なマニュアルを作成した。

Forest Inventory Data Card in Bali Site							
Site Condition							
Number of Block and Compartment (DINAS No)	01-006 (17)						
Area : m ²	0.359						
Purpose of afforestation	P						
Returned year	C						
Terrace No.	9						
(Height of tide level : cm)	(174)						
Depth of water : cm							
Mud depth : cm	80						
Drainage	good						
Salinity Concentration on dry season (%)	30(34)						
Salinity Concentration on rainy season (%)	(28)						
DINAS planting							
Planting Date	Species	Planting/ Supplementar	SurvivalRate(%) (SurveyDate)	Height(cm) (Sur. Date)			
93.02	B.g	pl	2(1994)				
JICA planting							
Plant. Date	Species	Pl/Supple.	Area m ²	Method	Spacing mxm	Sur. Rate(%) (Sur. Date)	Height(cm) (Sur. Date)
95.09	B.g	pl	0.180	pot	2x2	0.90(1996)	
95.09	S.a	pl	0.179	pot	1x1	0.95(1996)	108(96.08)
A matter of special mention: 93.02: Spirogyras breeds in whole surface of water 94.06: Spirogyras disappeared.							

図2-10 バリサイトにおける森林調査簿の様式

Forest Inventory Data Card in Lombok Site								
Site Condition								
Number of Compartment				1				
Area :ha				1.28				
Purpose of plantation				Production				
Relative ground level height :cm								
JICA planting								
Planting Date	Species	Plant. /Supple.	Area (ha)	Method	Spacing	Seed producing Place	Surv. rate (%) (Sur.Date)	Height (cm) (Sur.Date)
Mar.-94	R.m	Pl.	1.28	Direct	2x2	Gili Slat	43(Jun.95)	26(Jun.95)
Feb.-96	R.m	Sup.		Direct	2x2	Gili Slat	72(Nov.96)	41(Nov.96)
Feb.-97	R.m	Sup.		Direct	2x2	Gili Slat	42(Aug.97)	41(Aug.97)
<p>A matter of special mention (Remark)</p> <p>(1) Height means Shoot length.</p> <p>(2) In this site, there are some observation plots as follows;</p> <p>1) In June 1995 Plot number : No.15(100 trees)</p> <p>2) In November 1996 Plot number for Growth : No.93-4(50 trees) Plot numbr for Survival : No.93-C(50 trees)</p> <p>3)In August 1997 Plot numbr for Survival : No.93-D(50 trees)</p>								

図2-11 ロンボクサイトにおける森林調査簿の様式

2-3 収穫予想表の作成

2-3-1 調査の目的

マングローブ人工林の収穫量を予測するために収穫予想表を作成する。

2-3-2 調査の方法

プロジェクト開始時から収集した近隣のマングローブ人工林・天然林、及び設定した固定プロット林分からの比較的データ数の得られた*R.mucronata* (一部*R.apiculata*) に絞って解析を行った。

また、樹幹解析は、中部ジャワに位置するCilacapの現在展示林となっている18年性(1996年当時)のマングローブ林から52本の資料木を選定、伐採しデータを収集した。なお、この調査分析は、猪瀬短期専門家とともに行ったものである。

2-3-3 調査結果と考察

(1) 地位指数曲線の作成

林齢20年を基準とした地位指数曲線を作成した。用いた関係式は以下に示すとおりである。地位指数曲線の中心線は上層樹高(DTH)と林齢(t)をもとに(1)式がえられた。

$$\text{LogDTH} = 1.14039 - 1.41616 \times 0.882647 t \dots\dots\dots (1)$$

また、地位別の地位指数曲線の値 H は次式で計算することができる。

$$H = SI \times H_x / H_{20} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 H_x : 中心線の林齢 t における上層樹高、 SI : 地位指数、 H_{20} : 基準林齢における上層樹高である。

この2式をもとに、図2-12に示すように地位指数曲線を作成し、地位を特等(13以上)、1等(11~12)、2等(8~10)、3等(6~7)、4等(5以下)に区分した。

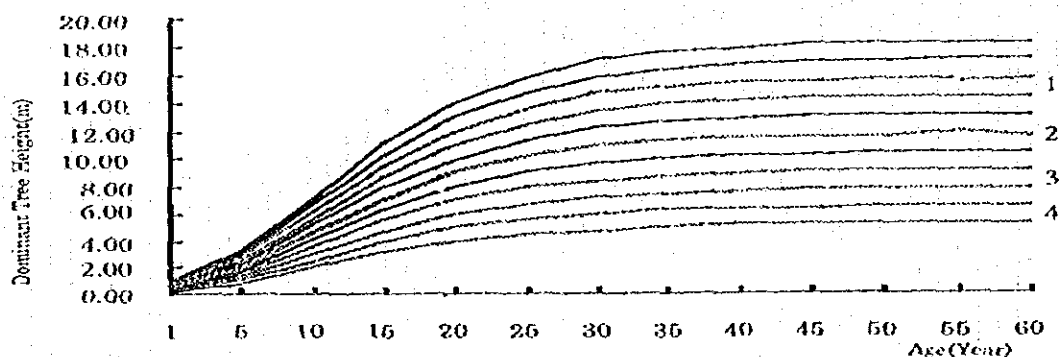


図2-12 地位指数曲線(*R.mucronata*)

(2) 幹材積表の作成

Cilacap地方の人工林で*R. mucronata* 39本を伐倒した。これらの資料木の区分求積結果をもとに単木の幹材積(v)を樹高(H)と胸高直径(D)の2変数で予測する式を作成した。これをもとに、幹材積表を作成した(表2-5)。

$$V=0.0000D^1.531338 \times H^1.558578 \dots\dots\dots (3)$$

表2-5 幹材積表(*R. mucronata*)

D \ H	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
2	0.00021	0.00040	0.00063	0.00089	0.00169																	
3	0.00040	0.00075	0.00117	0.00165	0.00219	0.00279																
4	0.00062	0.00116	0.00181	0.00257	0.00341	0.00434	0.00534															
5		0.00163	0.00255	0.00361	0.00489	0.00610	0.00751	0.00903														
6		0.00215	0.00337	0.00477	0.00634	0.00807	0.00990	0.01193														
7			0.00427	0.00605	0.00803	0.01021	0.01258	0.01511														
8				0.00534	0.00742	0.00986	0.01253	0.01543	0.01854	0.02185												
9					0.00658	0.01180	0.01501	0.01818	0.02220	0.02617	0.03036											
10						0.01387	0.01764	0.02172	0.02609	0.03075	0.03568	0.04086	0.04629									
11							0.01605	0.02041	0.02513	0.03019	0.03558	0.04125	0.04728	0.05366	0.06012							
12								0.02332	0.02871	0.03450	0.04065	0.04717	0.05406	0.06119	0.06868							
13									0.02526	0.03245	0.03900	0.04596	0.05332	0.06106	0.06917	0.07764	0.08646					
14										0.03636	0.04308	0.05115	0.05972	0.06880	0.07748	0.08685	0.09685	0.10709	0.11771			
15											0.04855	0.05722	0.06638	0.07602	0.08612	0.09666	0.10764	0.11903	0.13082			
16												0.06316	0.07327	0.08392	0.09507	0.10671	0.11882	0.13139	0.14441	0.15787		
17													0.08208	0.10431	0.11709	0.13038	0.14417	0.15846	0.17322	0.18846		
18														0.11386	0.12780	0.14230	0.15736	0.17296	0.18907	0.20570	0.22281	
19															0.13583	0.15153	0.17055	0.18769	0.20529	0.22345	0.24205	
20																0.16722	0.18432	0.20324	0.22318	0.24411	0.26513	0.28751

(3) 収穫予想表の作成

前述の(1)から(3)式及び関係式をもとに各地位区分毎に収穫予想表を作成した。

図2-12、13に地位区分スーパーと2(地位中庸)における収穫予想を示した。その結果、地位区分スーパーでさえ、30年生におけるha当たりの収穫材積は、114.8m³である。

2-3-4 今後の課題

*R. mucronata*については、十分なデータを収集後、再度改訂すべきである。さらにその他主要な樹種についても材積表及び収穫予想表作成のためのデータ収集が必要である。また、地位指数判定手法の確立も合わせて検討する必要がある。

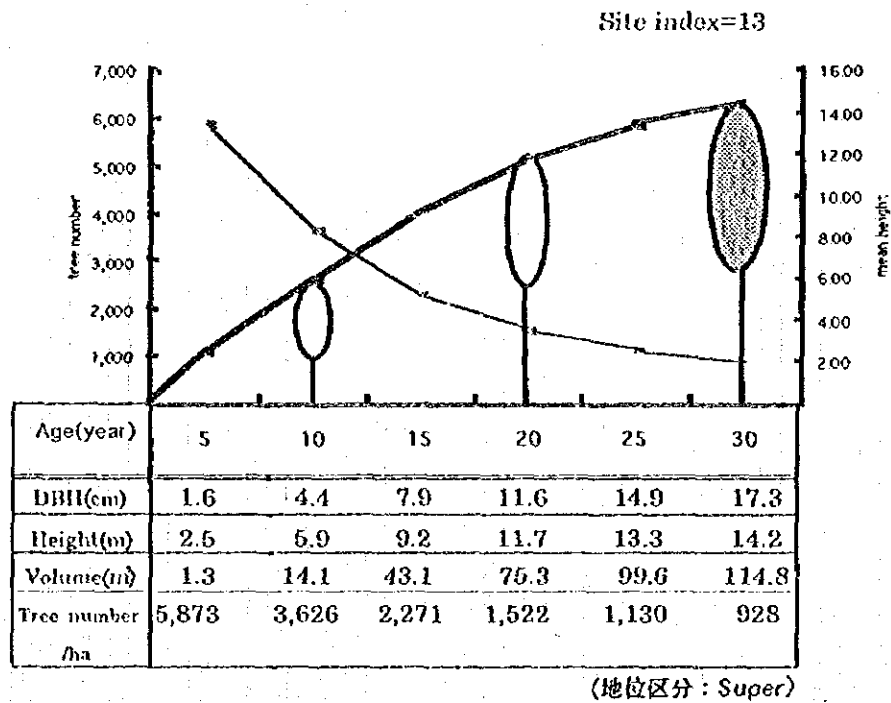


図2-12 *R. mucronata*の収穫予想図

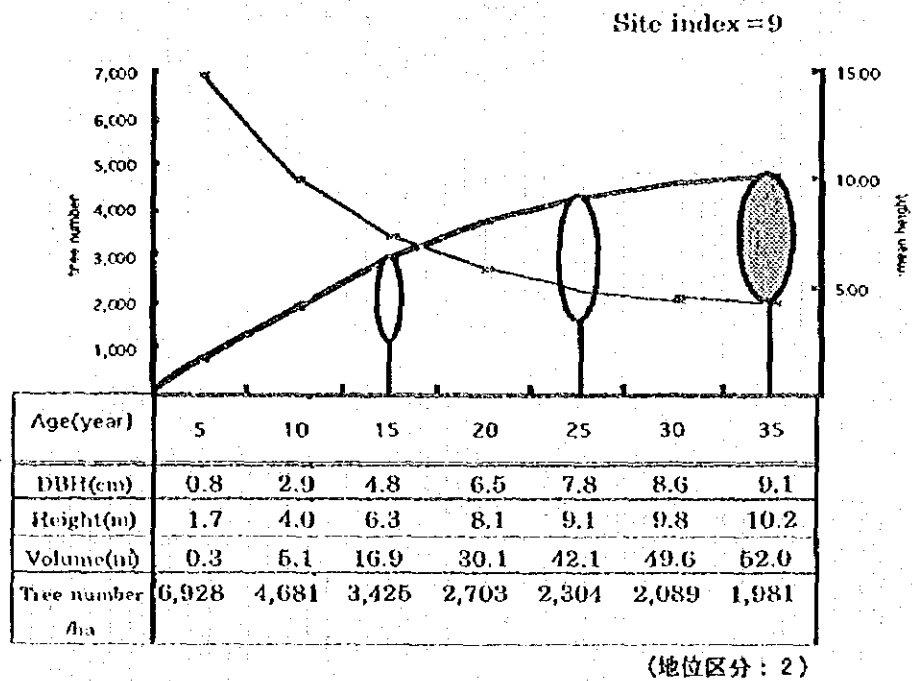


図2-13 *R. mucronata*の収穫予想図

2-4 社会経済的便益の検討

2-4-1 調査の目的

マングローブ林は、地域住民の生活に直接的に深いかわりを持つ貴重な天然資源であるとともに、環境資源でもある。したがって、マングローブ林の経営を考える場合、自然生態系としての基礎条件を踏まえつつ、社会経済要素をも包含する社会生態系の視点から対処して行くことが重要である。

このため、マングローブ林経営を成立、定着させる方策を検討する基礎的なデータの収集を目的として、マングローブ材及びマングローブ造林の社会経済的便益を調査分析した。

2-4-2 調査の方法

マングローブ林産物については、関連する資料を収集するとともに、一部の地域で実態調査を行った。また、マングローブ造林の林業・漁業等への社会経済的便益については、実際に造林活動が行われている地域の情報を収集するとともに、特定の地域について住民に対する意識調査を実施した。

2-4-3 結果と考察

(1) マングローブ林から供給される主な林産物

マングローブは各々の樹種特性に応じ、多様な用途に利用されている。産業的なものとしては、木炭、チップが代表的であるが、その他自家用として、建築用材、薪材、杭材のほか染料や薬用として樹皮等も利用されている。マングローブ林周辺地域では、現在でもいたるところで薪材としての利用現場を見ることができ、住民生活には欠かせない生活資材となっている。

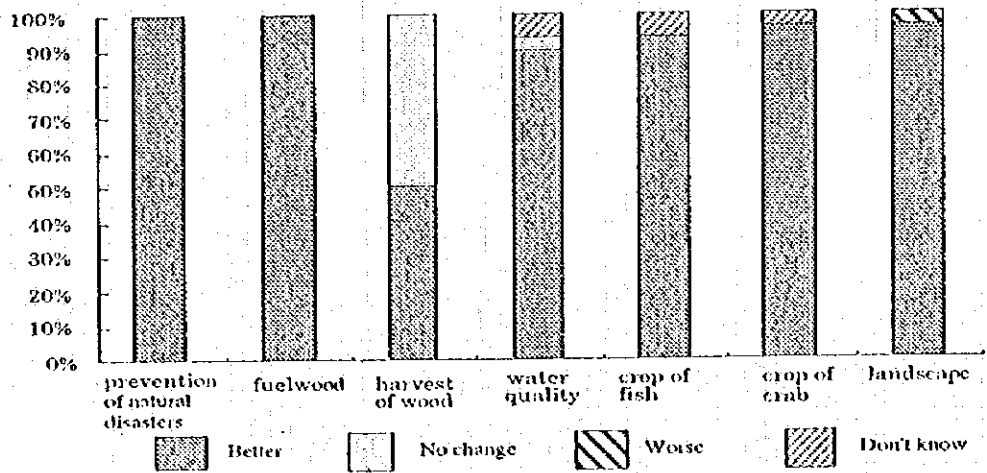
(2) マングローブ林からの得られるその他の便益

一般に、マングローブ林は林産物供給以外に多くの環境保全機能を有しているといわれている。我々が調査を行った南スラベン州のTongek-Tongek地区は、波による海岸浸食から集落を守る手段としてマングローブ造林が開始された漁村である。当初、海岸浸食防止機能の発揮を期待して始まった造林活動は、500haを超えるマングローブ林造成を成功させた。現在、住民は薪材供給、魚やカニなどの水産資源の供給、景観保全のほか風害防止などの公益的な便益を生活環境の変化として実感している（図2-14参照）。

さらに彼等は、自ら造林したマングローブ林について一定の権利の主張を望んでおり、彼等の管理目的はマングローブ林の経済的価値に移りつつある。つまり、造林参加者に一定の権利を認めれば、マングローブ造林は社会的、経済的に地域住民に大きな便益をもた

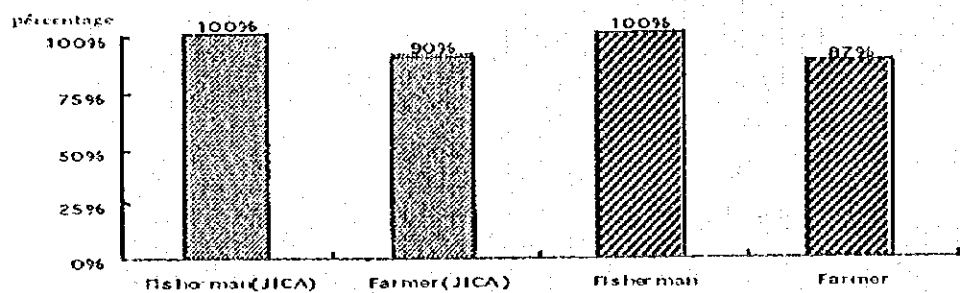
らすことができることが明らかとなった。

また、当プロジェクトのロンボクサイトでプロジェクトの作業員として造林経験のある者を含む農民と漁民に対して意識調査を行った。マングローブ林が、薪材・木材供給、環境保全、水産資源かん養の機能を有していることを認識しているものの、漁民の認識度は明らかに農民のそれより高い（図2-15、16参照）。つまり、このような漁民の意識をうまく取り込むことがマングローブ造林を成功させる重要な因子になるものと考えられる。なお、我々の調査結果から明らかとなったマングローブ林の機能を図2-17に示した。



(南スラベシ州のTongek-Tongek地区の場合)

図2-14 マングローブ植栽後の生活環境等の変化に対する認識



(ロンボクサイトの場合)

図2-15 マングローブ林の重要性の認識度

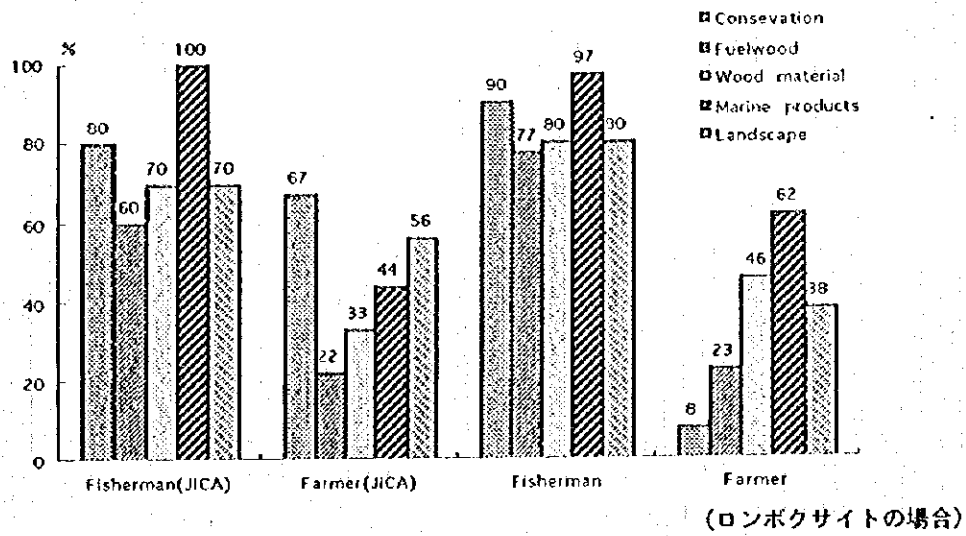


図2-16 マングローブ林の機能に対する認識度

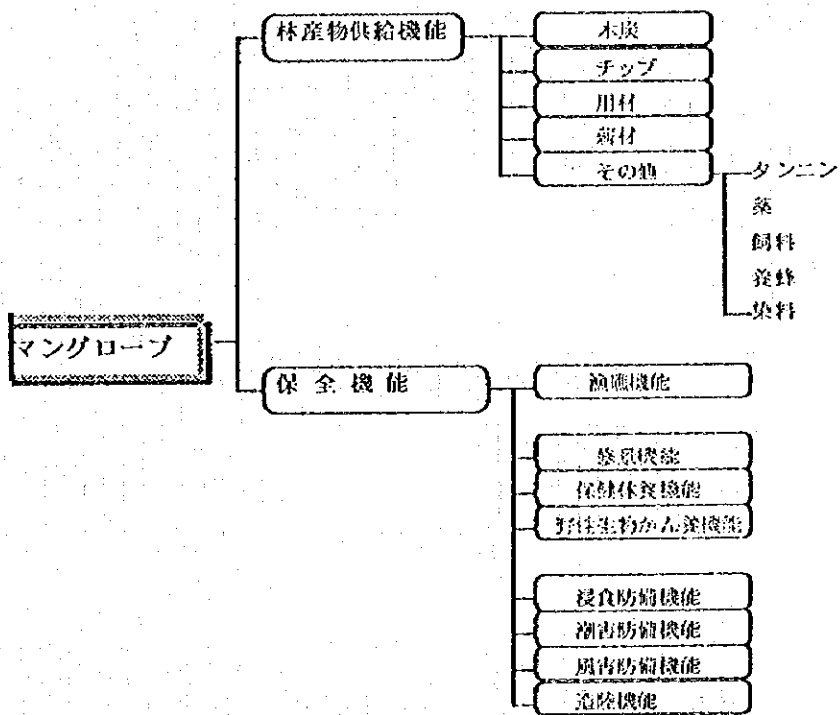


図2-17 マングローブ林の機能

2-4-4 今後の課題

マングローブ林の経営においては、それぞれ地域の社会経済環境条件に適した経営手法を確立することが重要であることから、今後更に多くの事例について調査分析することが必要である。

2-5 製炭利用技術の改善

2-5-1 調査の目的

マングローブ林は養殖池や住宅地への転用の他、地域住民の侵入等常に開発の危険にさらされていることから、マングローブ林を持続的に維持管理していくためには、伐採のローテーションを守りながら利用し、より収益性の高いマングローブ林経営を確立することが不可欠である。このため、主要な林産物であり、かつ事業として展開の可能性のある木炭の生産利用技術について検討する。

2-5-2 調査の方法

プロジェクト開始当時、当研究項目は、製炭技術試験、安価かつ効率的な製炭技術の導入について検討することとされた。しかし、当プロジェクトサイト周辺は、禁伐林に指定されておりマングローブ林製炭の現場がないこと、さらにインドネシア国内におけるマングローブ製炭は一部の地域のみで行われていることから、マングローブ炭の生産・流通・消費などの市場構造に関する実態調査等を広く行うことに調査内容が変更された。

したがって、製炭利用に関する情報を収集するとともに、マングローブ製炭林業が行われているリアウ州等において総括的な現地調査を実施し、その結果を取りまとめた。

2-5-3 結果と考察

(1) インドネシア国における木炭輸出、利用の現状

マングローブ炭を含むインドネシア国の木炭総輸出量は、1993年が、154,508トンと1985年の約4倍に増加している(図2-18)。そのうちマングローブ木炭が54%(輸出価格:US\$157/トン)を占めており、インドネシア国においてマングローブ炭は重要な輸出品目であると推測される。また、日本は最大の輸出相手国であり、インドネシア国から輸出されたマングローブ木炭は、バーベキュー用あるいは備長炭の代替材として広く日本市場に出回っている。しかし、日本においても中国等他国からのより安価な木炭輸入が増加傾向にあり、国際商品として品質、価格の面での競争は激化している。

一方、インドネシア国内では、木炭は家庭用・炊事用として広く使用されてきたが、近年、LPGなどへの切り替えが進んでいるため、木炭使用量は減少傾向にある。今後のインドネシア国内の木炭需要については、家庭需要の減少等から国内需要の見通しは暗い。

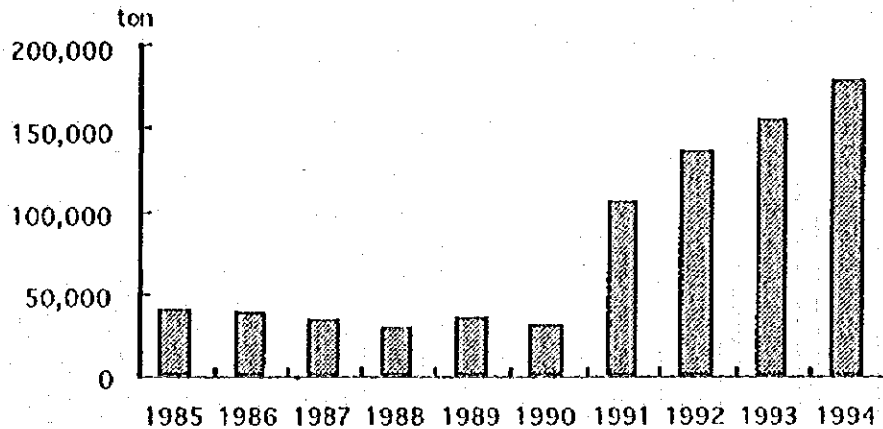


図2-18 インドネシアにおける木炭輸出量の推移

(2) マングローブ製炭技術

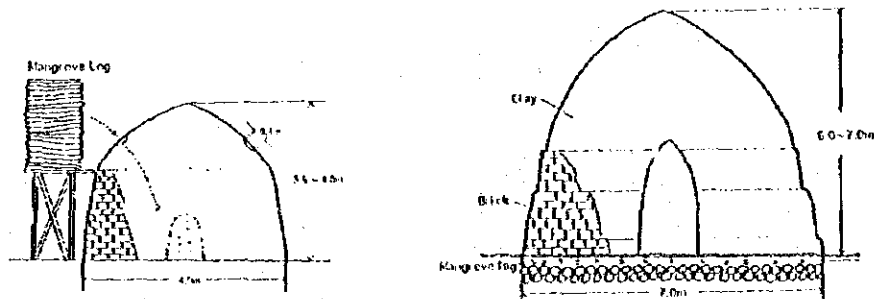
インドネシア国のマングローブ製炭は長い歴史を持っているが、近年マングローブ製炭地も減少し、現在ではスマトラ島のリアウ、アチェ両地域において輸出を中心とした事業規模での製炭が行われている程度である。リアウでは、現在三つの方式で製炭が行われている(表2-6、図2-19)。

使用されている主な原木は、直径7cm~20cm、長さ4mの*R.apiculata*である。これらの方式で生産された木炭の品質(硬度と炭化度)に大差はないが、外観、価格等含め優れている順に日本方式、伝統方式、マレーシア方式であった。一般に大型窯での製炭は火のまわりの不均一性などから同質の炭化が難しい。今後事業規模での製炭を考える場合、炭質の一層の改善と収炭率の向上のため、標準的な大型窯による精錬度の高い炭化スケジュールをつくること、さらには新規需要の開拓や流通システムの改善等も必要と考える。

表2-6 タイプ別製炭方法

生産タイプ	窯の容量 (m)	生産される木炭量 (Ton)	生産日数 (day)	収炭率 (%)
日本方式	3.5~4.0	0.8~0.9	15	18
伝統方式	40	10~12	45	25
マレーシア方式	30	7~8	40	22

注) 収炭率は、木炭1m³ = 1.2tonで計算。



(日本窯)

(マレーシア窯)

図2-19 製炭窯のタイプ

2-6 マングローブ林経営モデルの提案

2-6-1 経営モデル作成の目的

マングローブ林は、林産物供給のほか多くの保全機能を有し、近年、この保全機能に対する世界的なニーズが高まってきていることから、保全的機能にも配慮した林業経営システムを確立することが重要となってきている。したがって、このような状況下における持続的な利用を基本としたマングローブ林経営システムの確立は、とりもなおさず持続的な生態系保全機能の醸成も意味するものと考える。このため、マングローブ林の経済的価値に重点を置いたマングローブ林経営モデルについて検討する。

2-6-2 作成の方法

当プロジェクトにおける各分野の試験研究結果とその他収集した資料から、林業経営モデルを作成のコンセプト、さらには製炭用原木生産を経営目標とした場合の経営モデルを作成し、それらについて内部収益率を試算した。

2-6-3 結果と考察

(1) 経営モデル作成のコンセプト

マングローブの林業経営モデルには、クンバックや皆伐跡地において新たに造林から開始する場合と、既存の森林の利用を前提とする場合がある。林業経営の規定要因は、森林計画制度、立地環境条件、社会経済条件、管理実行体制等があり、これらを考慮した林業経営計画を作成することが必要である。まず、経営目標は、マングローブ林の有するどの機能の発揮を期待するかによって決定されるものである(図2-20)。また施業仕組は、

①目的とする樹種、②伐期齢、③作業種から構成される。

(2) 製炭用原木生産を経営目標とする場合のモデル

モデル作成の前提条件を次のように設定した。*R. mucronata*を選定樹種とし、伐期齢は木炭生産に適する平均胸高直径が約10cmに達する林齢を目安に決定した。作業種は、間伐を行わない皆伐・人工林作業とし、補植は植栽後3年目に本数率20%とした。また、収穫量は当プロジェクトで作成した収穫予想表を採用した。モデルは各地位区分毎に作成し(図2-21)、それぞれについて植栽間隔1m×1mでの費用と収集した主伐時の費用・収入から、直挿し苗造林とポット苗造林について1ha当たりの内部収益率を試算した。その結果、成長の比較的良好な地位区分1(Site index=11)では、直挿し造林、ポット苗造林の内部収益率は、それぞれ6.60%、0.59%となった(表2-7、8)。これより地位が上の地位区分スーパー(Site index=13)では、それぞれ、8.36%、2.25%、地位が中庸の地位区分2(Site index=9)では直挿し造林で、3.77%、ポット苗造林ではマイナスとなった。さらにそれ以下の地位ではいずれも収益率は認められない。したがって、比較的地位のよい場所においては、ある程度の採算性は見込むことができると考える。ただし、持続的な原材料の供給を考えると、少なくとも100ha単位以上の造林地が必要になるものと推測される。

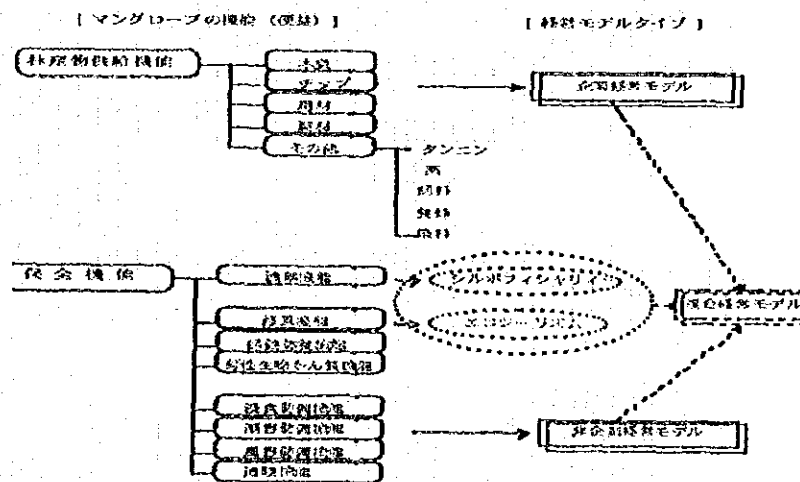


図2-20 マングローブ林の機能と経営モデルタイプ

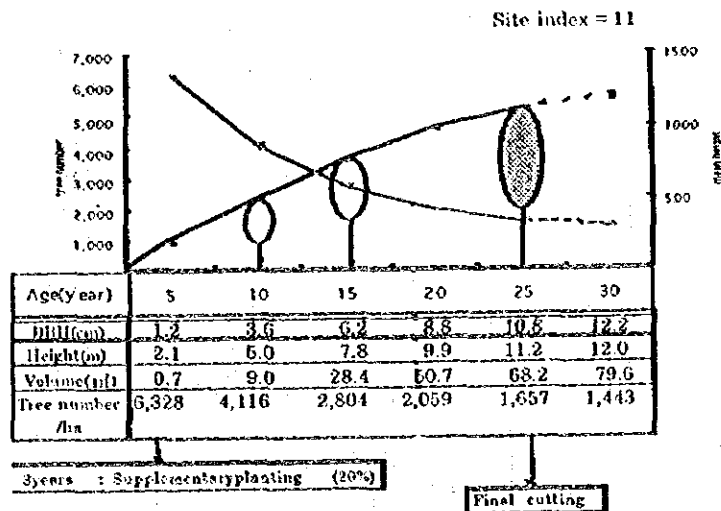


図2-21 *R. mucronata*の経営施業モデル (地位区分1の場合)

表2-7 内部収益率 (ポット苗:地位区分1 (Site index=11))

Model : 3
 Species: *R. mucronata*
 Method of planting : pot seedling
 Spacing : 1m x 1m (10,000/ha)

Year	Cost/ha			Total Cost(B)	Income/ha		Total income(A)	(A)-(B)
	Planting Rp.109.67/seedling 1)	Management 2)	Cutting Rp.10,000/m³ 3)		Volume m³ 4)	Selling price Rp.40,000/m³ 5)		
1	-1,096,000	-438,400	0	-1,534,400	0	0	0	-1,534,400
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-219,200	-10,000	0	-229,200	0	0	0	-229,200
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	-10,000	-680,000	-690,000	68	40,000	2,720,000	2,030,000
							I.R.R.	0.59%

Source 1) Planting cost : JICA Mangrove Center (*R. mucronata*)

2) Management cost is 40 % of total planting cost in first year

3) Cutting cost : The charcoal production factory at Riau

4) The final cutting volume : The yield prediction table made in JICA Mangrove Center

5) Selling price : The charcoal production factory at Ache

表 2 - 8 内部収益率 (直挿し: 地位区分 1 (Site index = 11))

Model : 4
Method of planting : Direct

Year	Cost/ha			Total Cost(B)	Income/ha		Total income(A)	(A) - (B)
	Planting Rp.27,271/ha/ling	Management	Cutting Rp.10000/m3		Volume F:68m3	selling price Rp.40,000/m3		
1	-272,000	-108,800	0	-380,800	0	0	0	-380,800
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-54,400	-10,000	0	-64,400	0	0	0	-64,400
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	-10,000	-680,000	-690,000	68	40,000	2,720,000	2,030,000
							TRR	6.60%

2 - 6 - 4 今後の課題

関連データの追加によるモデルの具体化と公益的機能にも配慮した間伐、択伐等を取り入れたモデルについて検討することが必要であろう。

3. 成果と今後の課題

3-1 成果

(1) マングローブ林の造成コストの算出

苗畑、造林地10及び関連作業地において、作業量とそれぞれに要した時間を記録し、養殖池跡地と環礁内伐採跡地毎に育苗、造林作業の標準的な作業工程と単位面積当たりの人工数及び苗木1本当たりのコストを明らかにすることができた。また、今後、成果が広く活用されるように、当プロジェクトで行った作業であるが、標準作業に属さない作業項目についても併せて結果を報告した。これらのデータは、立地条件及び作業条件等を考慮することによって、調査対象地以外の地域においても活用できるものと期待する。

なお、コストについては過去の事業実績から苗畑・造林事業コストを分析したが、試験研究と事業との区分が不明確で有意義な結果を得ることはできなかった。

(2) 林業、漁業への社会経済的便益の検討

マングローブ造林活動がすでに行われている地域の事例調査、及びロンボクサイトにおける社会経済調査から、マングローブ林及びマングローブ造林が住民や地域社会構造に及ぼす社会経済的影響が明らかになったとともに、住民参加型のマングローブ林の造成管理方式の可能性についても検討することができた。これらに関する調査事例は極めて少ないことから、今後周辺地域住民の造林事業への参加や組織化のための手法検討にも大いに役立つものと考えられる。

(3) マングローブ林経営モデルの作成

林業経営の基本となる両プロジェクトサイトに関連する図表、環境条件と造林履歴及び成長量調査結果等をもれなく記録した森林調査簿を作成するとともに、これらのデータを一元管理できるようにした。さらに今後継続して調査記録が行われるよう簡易なマニュアルも併せて作成した。

収穫予想表については、プロジェクト開始時から収集した近隣のマングローブ人工林・天然林、及び設定した固定林分プロットからの比較的データ数の得られた*R. mucronata* について、地位指数曲線、幹材積表、収穫予想表を作成することができた。また、バリサイトの調査データから地位区分分析を行ったが、まだ初期成長の段階を超えるものではないこと、データ数が十分でないことから有為な結果を得ることはできなかった。

さらに、当プロジェクトで作成算出した*R. mucronata*の収穫予想表、造林コスト及び今までに収集した関連データから製炭用原木生産を経営目標とする場合の経営モデルを作

成し、その採算性を分析した。これらから、地位の比較的良好なところではある程度の採算性が見込まれるという大まかな結果を得ることができた。なお、今回作成したモデルは、今後いろいろなモデルを考える場合の基礎モデルになるものと期待する。

(4) マングローブ林生産物の利用技術の開発

製炭利用技術の改善については、当プロジェクト周辺地域はすべて保護林（禁伐林）に指定されていること、さらにインドネシア国内におけるマングローブ製炭は一部の地域のみで行われていることから、マングローブ炭の生産・流通・消費などの市場構造に関する実態調査等を広く行うことに調査内容が変更された。したがって、リアウ州における現地調査とバリ島における木炭の生産及び市場調査等を行い、インドネシア国における木炭生産、流通の動向とマングローブ製炭技術についてその実態を明らかにすることができた。

さらに、関連情報の収集と現地調査からその他のマングローブ林生産物の利用動向についても把握することができた。

3-2 今後の課題

(1) 林業、漁業への社会経済的便益の検討

マングローブ林は、それぞれの地域の社会経済的諸条件によって、さらに社会経済の発展に伴って期待されるニーズが異なってくる。したがって、更に多くの事例調査を行いマングローブ造林を成立、定着させる方策を検討することが必要である。

さらに、バリサイトについては開発計画との調整のもとに、今後のプロジェクトサイトのマングローブ林の取り扱いを検討する基礎資料としても社会経済調査が不可欠と考える。

(2) 収穫予想表の作成

作成した*R. mucronata*の収穫予想表についても、新たなデータの追加による改訂が必要である。さらにその他の樹種についてもデータの収集を進め、可能な樹種については材積表や収穫予想表の作成を行うことが重要である。

(3) マングローブ林経営モデルの作成

関連データの追加によるモデルの具体化と公益性に配慮した間伐、択伐等を取り入れたモデルについて検討することが必要である。この場合、必要規模と地位区分から収益性が期待できる造林地が少ない場合は、マングローブ林造成に必要な経費を削減する方法を見いだすことも必要になると考える。

