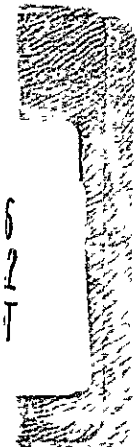


# パプアニューギニア・サゴヤシ 開発協力基礎一次調査報告書

昭和56年5月

国際協力事業団



農計技

J R

81 - 16



JICA LIBRARY



1043266[4]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 16	206
	84.2
登録No. 00430	AFT

## は じ め に

現在、非再生産エネルギー資源である石油への依存度の減少を図るため、石油代替エネルギー源の発掘に向って多くの試みが各国でなされているが、本調査対象であるサゴヤシ開発は、その一環としてバイオマス利用によりでん粉を含む植物（キャッサバ、サトウキビ、サゴヤシ等）からアルコールを生産することを目的とするものである。

サゴヤシは、主として東南アジアの熱帯地方の農用地開発が困難な低湿地帯に自生するヤシであり、多量のでん粉を含む未開発資源であることから食糧及びバイオマス原料として注目されている。しかし、その生物学的性質、賦存状況等については解明されていない面も多いので、国際協力事業団は農業開発協力の対象としてのサゴヤシの開発可能性を検討する目的で、サゴヤシが広範に自生すると予測される地域に調査団を派遣している。今回は、昭和56年6月にマレーシア国（サラワク州）、及びインドネシア国（南カリマンタン州）における現地調査を実施したのに引き続きのものであり、昭和55年10月6日から16日間、国際農林業協力協会技術参与（神戸大学名誉教授）佐藤孝氏を団長とする調査団をパプアニューギニア国に派遣した。

本報告書はこのパプアニューギニア国調査の結果をとりまとめたもので、これが今後のサゴヤシ開発協力事業の促進に寄与することを願うと共に、本調査に多大のご支援をいただいた外務省、農林水産省、在パプアニューギニア日本国大使館をはじめ関係各位に深く謝意を表すものである。

国際協力事業団

理事 有 松 晃





写真1. Sepik川流域に自生するサゴヤシ



写真2. Kiwai島のサゴヤシの純林

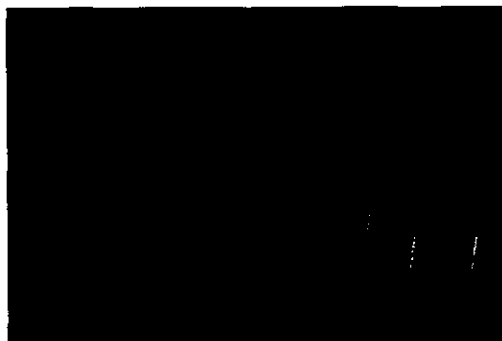


写真3. Balimo .Bamu 地帯のサゴヤシの自生株。利用されないまま開花、枯しているものが多い



写真4. 伐樹されて pith を削りとられたサゴ樹幹



写真5.



写真6.

手斧による pith の削りとり







写真7. 削りとった pith に川水をかけて澱粉をもみ出す



写真8. 澱粉粕の丸太棒による再磨砕

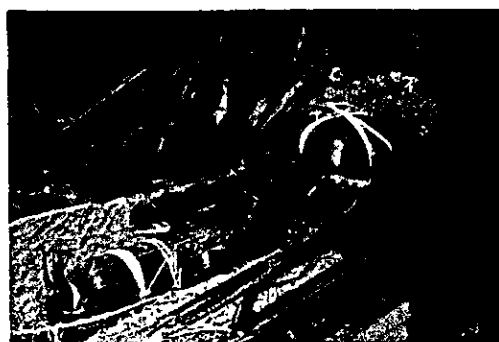


写真9. ヤシの葉で包紙されたサゴ澱粉



写真10. 市場で売られているサゴ澱粉 (約25～30kg入り)

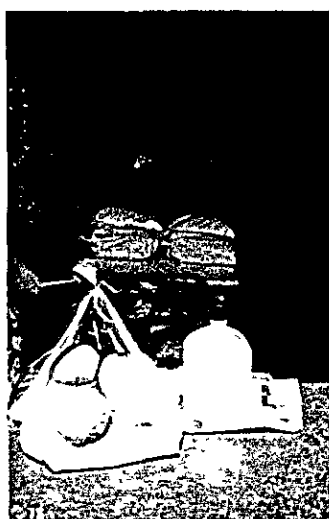


写真11. 市場で見かけたサゴ澱粉の加工食品  
( Port Moresby にて )



写真12. ホテルデ調理した Fried Sago



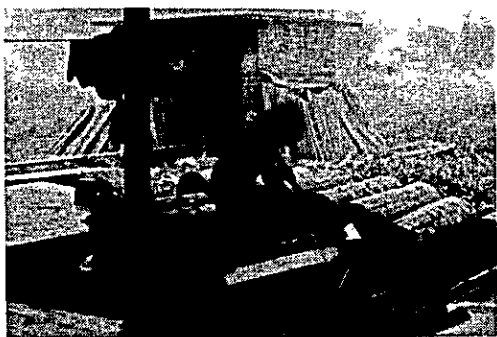


写真13. 原木の剥皮作業

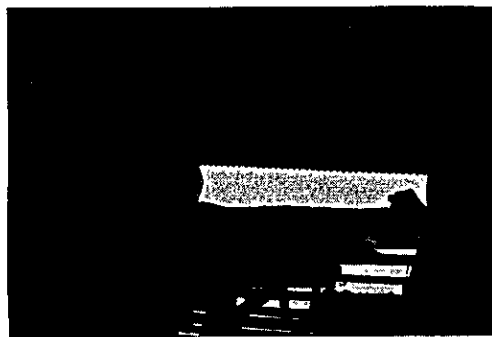


写真14. 回転円板ラスパーによる磨砕

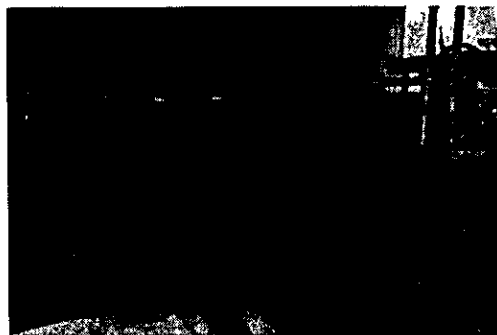


写真15. 回転篩による澱粉を粕の分離



写真16. 溶解タンクを用いた澱粉の懸濁

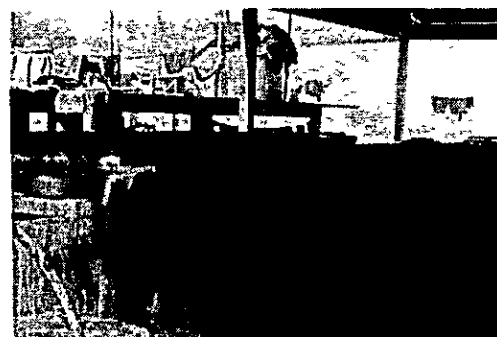


写真17. テープリングによる澱粉の精製



写真18. 回転造粒機による粒状化



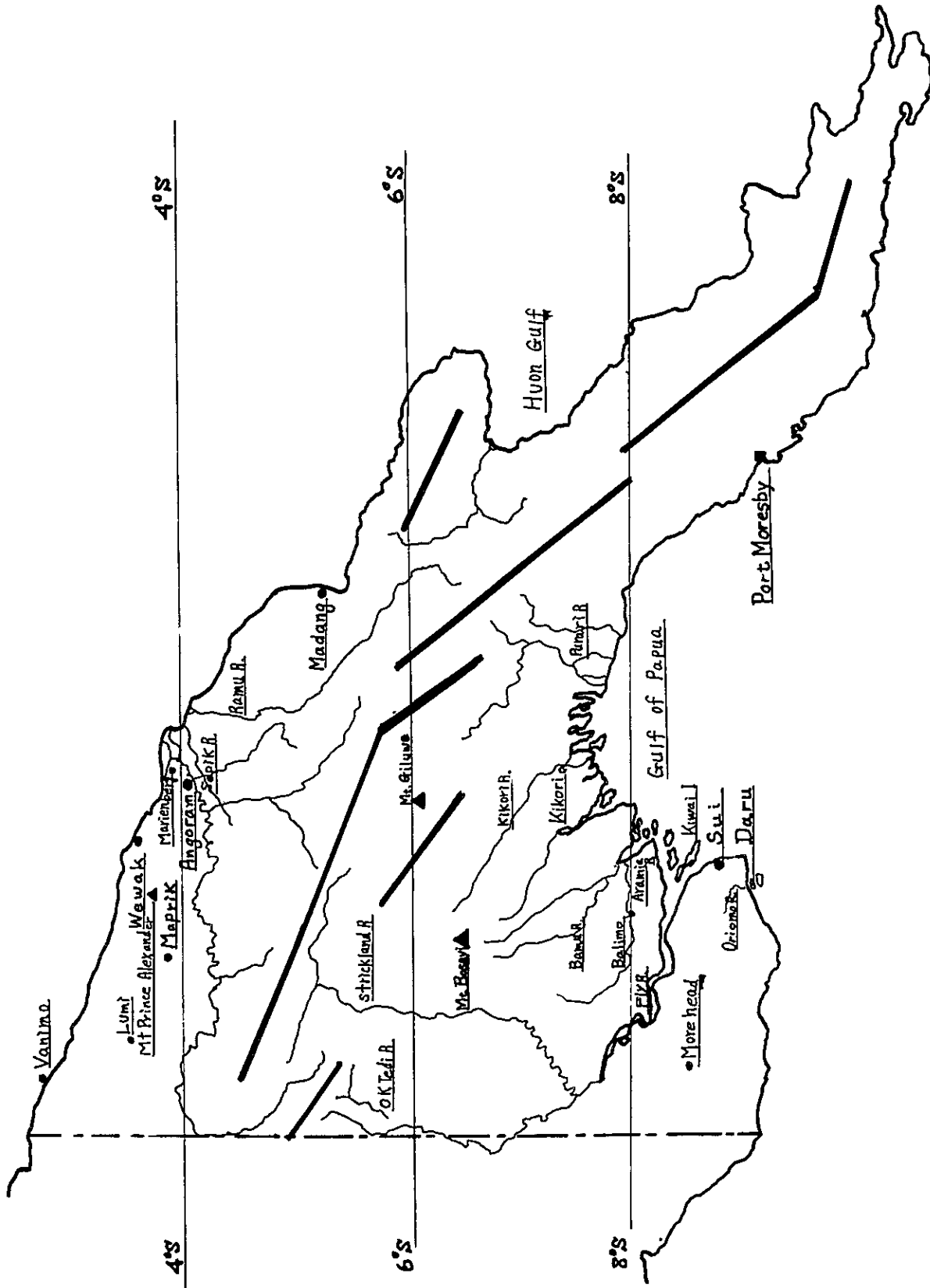
# 目 次

はじめに	
序 章	1
(1) 調査団派遣の経緯ならびに目的	1
(2) 調査団の構成	1
(3) 調査日程	1
(4) サゴヤシ開発の基本構想	6
(5) 開発協力事業としての今後の推進方向	6
総 論	8
第1章 サゴヤシ開発の可能性	8
第2章 パプアニューギニアにおけるサゴヤシ利用の可能性	10
各 論	13
第1章 現地でみられたサゴヤシの農学的考察	13
(1) サゴヤシの種類	13
(2) サゴヤシの林相	16
(3) 栽培されたサゴヤシについて	18
第2章 サゴヤシの利用状況	20
(1) パプアニューギニアにおけるサゴヤシの利用	20
(2) 西マレーシアにおけるサゴヤシの利用	22
第3章 サゴヤシに関する試験研究の現状	25
(1) サゴヤシの農学的研究	25
(2) 利用のための研究	25
第4章 サゴヤシ調査地区の概況	29
(1) 一般概況	29
(2) 関係行政機構	33
(3) 自然条件	33
(4) サゴヤシの生産動向	43
(5) サゴヤシ農家の経営動向	45
(6) 澱粉採取とマーケティング	46
第5章 投資環境	49
(1) 外資政策	49
(2) 労働力、労賃事情	51

(3) 政府関係者の意向 .....	51
(4) 開発投資の可能性と問題点 .....	52

## 附 録

「サゴ澱粉 — その生産と利用」 .....	54
(1) 澱粉の諸性質と利用特性 .....	54
(2) 第1回国際サゴシンポジウムとサゴ澱粉 .....	57
(3) 澱粉利用技術の最近の進歩 .....	60
(4) 澱粉工業における酵素の利用 .....	60
(5) 澱粉を原料とする燃料用アルコール生産の問題点 .....	61







# パプア・ニューギニアサゴヤシ開発招力基礎一次調査報告

## 序 章

### (1) 調査団派遣の経緯ならびに目的

今回の調査は、熱帯の未開発植物資源のうち、食糧及びバイオマス燃料資源として有望と考えられるサゴヤシについて、その利用状況、資源の賦存状況等を把握して、今後の開発に係る基礎資料を得るため、6月に実施したマレーシア（サラワク）及びインドネシア（南カリマンタン）の調査に引き続き実施されたものである。

### (2) 調査団構成

団長（栽培）	佐藤 孝	神戸大学名誉教授 ㈱国際農林業協力協会技術参与
団員（農業経済）	幅島 正男	㈱国際農林業協力協会 業務第一部長
団員（資源利用）	貝塚 圭二	農林水産省食品総合研究所 食品理化学部炭水化物研究室長
団員（協力企画）	横尾 正	農林水産省経済局 国際協力課長補佐
団員（地域開発）	長谷川 靖徳	㈱三祐コンサルタンツ 海外技術部 課長
団員（業務調整）	大谷 勝美	国際協力事業団 大阪国際協力センター

### (3) 調査日程

月日	曜日	調査内容及び行程	宿泊地
10. 6	月	東京（成田）発 20：20 JL2773 シドニー（Sydney）着 Biotechnology Australia Pty., Ltd. 視察 PNGサゴヤシ事情聴取・意見交換（Dr.T.Yu-	

月日	曜日	調査内容及び行程	宿泊地
10. 7	水	kawa ) School of Biotechnology, The University of New South Wales 視察及び意見交換 ( Dr. P. P. Gray )	シドニー (Sydney)
		シドニー発 09:30 PX004 ポートモレスビー (Port Moresby) 着 14:30 大使表敬 大使館との打合せ ( 茂田書記官, 佐藤書記官 ) 大使招宴 ( 大使公邸 )	ポートモレスビー (Port Moresby)
		9 木 第一次産業省 (Department of Primary Industry) にて 意見交換, 日程打合せ ポートモレスビー発 14:20 PX856 ウェワク (Wewak) 16:45 DPI 東セピック州 (East Sepik Province) と打合せ (Provincial Rural Development Officer)	ウェワク (Wewak)
10	金	East Sepik District HDQ 表敬 Provincial Rural Development Officer (M .C. Arua) 打合せ クリール (Kreer) 市場にてサゴ澱粉マーケティング調査 ウェワク (Wewak) からアングラム (Angoram) へ車輛にて移動	アングラム (Angoram)

月日	曜日	調査内容及び行程	宿泊地
10.11	土	<p>アングラム (Angoram) 市場にてサゴ澱粉マーケティング調査</p> <p>ボートによるセピック川 (Sepik River) 流域サゴヤシ調査</p> <p>サゴヤシ澱粉化調査, サゴヤシ森調査</p> <p>アングラム (Angoram) からウェワク (Wewak) へ車輦にて移動</p>	<p>ウェワク (Wewak)</p>
12	日	<p>ウェワク (Wewak) 1455 PX857</p> <p>ポートモレスビー (Port Moresby) 着 16:50</p>	<p>ポートモレスビー (Port Moresby)</p>
13	月	<p>鉱物エネルギー省 (Department of Minerals and Energy) にて意見交換</p> <p>団主催昼食会</p> <p>ポートモレスビー (Port Moresby) 15:10 PX790</p> <p>ダル (Daru) 着 16:30</p> <p>DPI, ウェスタン州 (Western Province) 職員と打合せ</p>	<p>ダル (Daru)</p>
14	火	<p>DPI, ウェスタン州 (Western Province) 事務所表敬, (Mr. S. Gauga Provincial Planner, Fly River Provincial Government)</p> <p>ボートによるオリモ川 (Orimo) 流域サゴヤシ調査</p> <p>ウェスタン州 (Western Province) との打合せ</p>	
15	木	<p>飛行機 (ターボ・アイランダー) によるウェスタン州 (Western Province) サゴヤシ調査</p> <p>(Daru) (Oriomo) (Kiwai) (Balimo) (ダル → オリオモ → キワイ島 → バリモ → (Bamu) (Daru) バム → ダル)</p>	<p>ダル (Daru)</p>

月日	曜日	調査内容及び行程	宿泊地
10.16	木	ボートによるフライ川 (Fly River) スイ (Sui) 部落サ ゴヤシ調査	ダル (Daru)
17	金	ダル (Daru) 11:10 PX791 ポートモレスビー (Port Moresby) 18:05 資料収集 (DPI 他)	ポートモレスビー (Port Moresby)
18	土	資料整理 団主催夕食会	ポートモレスビー (Port Moresby)
19	日	ポートモレスビー (Port Moresby) 発 12:40 PX050 シンガポール (Singapore) 着 18:05	シンガポール (Singapore)
20	月	車輦によるバトゥパハット (Batu Pahat) 地区 サゴヤ シ調査 Kek Boh-Hion Sago Factory 視察	シンガポール (Singapore)
21	火	シンガポール (Singapore) 発 08:10 JL002 東京 (成田) 着 18:35	

イ 調査協力者リスト

本調査にあたって下記方々からご協力を頂いた。厚く御礼申し上げます。

## I パプアニューギニア

### 1 在パプアニューギニア日本国大使館

仙石敬特命全権大使

茂田和彦 一等書記官

佐藤幹 二等書記官

### 2 第1次産業省 (Department of Primary Industry, DPI)

#### (1) Port Moresby

Mr. Newton, Chief Horticulturist

Mr. Geoge Goro, Project Officer, Food Production

Mr. J.F.U. Zieck, Chief of Minor Production, Food Production Research  
Center

Mr. David Fraeye, Principal Land Utilization Officer

#### (2) East Sepik Province

Mr. Charlie Arua, Provincial Rural Development Officer

Mr. Alimel Belel, Forester, Maprik Office

Mr. Joseph Banow, Rural Development Officer, Angoram

Mr. Philip Ekre, Forester, Angram

#### (3) Western Province P.O.Box 5, DPI, Daru

Mr. Frank Botude, Provincial Rubber Officer

Mr. Charles Hesaboda, Provincial Fishery Officer

### 3 鉱物エネルギー省 (Department of Minerals and Energy)

Mr. Matthew S. Gamsar, Village Energy Research Officer

Mr. Lanch Palaso, Energy Research Officer

Mr. Kipa Maleva, Energy Research Officer

### 4 Fly River Provincial Government

Mr. Sirini Gauga, Provincial Planner

### 5 在留邦人

前田利彦ニューギニアマリンプロダクツ株式会社代表取締役

Mr. Hiroshi Ogawa, Managing Director, Tropical Fishery Pty.

小林和生 パプアニューギニア友交開発株式会社マネージャー

## II オーストラリア

Dr. Takao Yukawa, Biotechnology Australia Pty., Ltd.

Dr. Peter P. Gray, School of Biotechnology, The University of New South

## Wales

### Ⅲ マレーシア・シンガポール

Dr. H. Tazuke, Director & Factory Manager, Ajinomoto (Malaysia) Berhad  
(田村秀夫)

#### (4) サゴヤシ開発の基本構想

第1回の調査報告に述べられたことを繰返すことになるが、サゴヤシやサゴ澱粉のとらえ方には次の3つがある。

- ① インドネシアやパプアニューギニア（以下本文ではP.N.Gとする）のようにサゴ澱粉を主食、あるいは主食の一部にしているサゴ常食住民、いわゆる sago eater の多い国では、サゴ澱粉は重要な食糧であり、インドネシアでは sago eater の多いマルクやイリアンジャヤのみならず、国全体として飢饉の時の非常食糧として高く評価し、サゴヤシを救荒植物とみなしている。
- ② 西マレーシアやサラワクでは、サゴ澱粉の輸出品として関心を高めており、サゴヤシを農民の換金作物と考えている。
- ③ 日本のようにアルコール原料のバイオマスとしてサゴヤシに期待をよせている。

以上3つのとらえ方によってサゴヤシ開発の方法や開発のための協力面や協力の仕方は大きく違ってくる。①と②の場合は、サゴ澱粉採取技術の改善や澱粉利用の開発を考究しなければならないが、協力面や協力の方法は比較的単純であろう。③は特に新しいサゴヤシの利用法であり、自主林の分布とその生産性および利用の可能性、アルコール製造の技術、貯蔵や輸送の問題、さらにアルコール製造に要する燃料確保等技術的な面のほか、原住民を包括して、サゴヤシを中心とした地域開発を考えなければならないだろう。社会的、経済的関連もあり協力面や協力の方法はきわめて複雑であろう。特にP.N.Gに於ては複雑な種族構成をもつ住民の理解を得なければならない等協力以前の困難な問題がある。

#### (5) 開発協力事業としての今後の推進方向

##### ア サゴヤシ開発の現地事情

P.N.G政府は、燃料の自給率を高めるため、1996年までに、ババオマスから1000万ℓのアルコールを製造する構想を有しており、シュガーケインやさつまいもと並んでサゴもその一環として考えているとのことであった。

しかしながら、サゴはP.N.G住民の主要な食糧であり、これからアルコールを製造することについては、サゴの枯渇を招くのではないかとの懸念もあり、第1次産業省の一部及び地方政府には、アルコール化については一部消極的な感触もあった。

また、農業開発という面からも、政府としては、サゴは未だ研究段階にあるとして、現

在のところゴムの方に力を入れており、サゴのプライオリティは低いとのことであった。しかしながら、今後のサゴの開発地域としては、東セピック州及びガルフ州をあげていた。

PNGには、サゴヤシの調査実績はほとんどなく、資料もなかった。ただし本調査団が到着する直前に、PNG政府の依頼により、オランダのフラッハ教授の一行が、セピック地域のサゴの調査を実施していた。

#### イ 今後の推進方向

サゴに関する資料は各国ともきわめて不足しており、今後とも、調査、研究といった分野から、地道な努力を積み重ねていくことが重要である。

我が国としては、引き続き、サゴの成育する各地域の調査及びサゴの栽培、加工に関する先行事業体がかかり存在していることが明らかになったマレーシアジョホール州パトゥパバット地区の詳細調査等を行って、各国と情報を交換しつつ、慎重に今後の方向を見定めていく必要がある。

とくに、アルコール化については、サゴが現地住民の貴重な食料であることに十分配慮していくことが必要である。

## 総 論

### 第 I 章 サゴヤシ開発の可能性

Sepik 川の中下流域と、Gulf 湾に流れ出る Fly 川から Purari 川に至る複数の川のデルタ部が PNG の 2 大サゴヤシ自生地帯である。この地域における自生サゴヤシの年間澱粉生産量を、植生図に基いて概略推定した。

推定した自生サゴヤシの年間澱粉生産量と、その地域における食糧としてのサゴ澱粉推定消費量と比較すれば、前者が圧倒的に多い、このことは今回の調査中、人に利用されることなく、花が咲いて朽ちていくサゴヤシが多く見られたことから確かであろう。

現住民が利用するサゴヤシのうち自生のもものと半栽培（半栽培とは、吸枝を移植しただけで、その後は何の管理もせず、ただ利用しているだけのようなものをいうことにする）のもの割合が明らかでないが、仮りに大部分が自生のものであるとしても、なお食糧以外に利用する自生サゴヤシがかなりあるといえる。しかし上記の 2 大自生サゴヤシ地域で 1,000 ha のオーダーより大きな自生サゴヤシ団地の総面積はせいぜい 100 万 ha のオーダーで、100 ~ 200 万 ha であると推定される。

集落からかなり離れた自生サゴヤシでも数日がかりの宿泊をして澱粉の採取がなされる。生育がよくかつ近づき易いサゴヤシ林は原住民の貴重な食糧供給源である。そのため、食糧とは別のサゴヤシ利用の開発を行うには、原住民の食糧としての自生サゴヤシの利用を脅さない配慮が必要なのは当然であろう。

食糧以外の利用目的でサゴ澱粉の開発を行うについて、自生林の伐採のみに頼るには資源量に限界のあることは明らかである。従って、自生サゴヤシを利用しつつ伐採跡地を中心とするサゴヤシの栽培を行う方向がとられるべきであろう。

現在、半栽培されているサゴヤシも食糧用澱粉生産の原料を確保するというだけで、自生サゴヤシとほとんど変わらない小規模で極めて原始的なものに過ぎない。

サゴヤシをプランテーション作物として企業経営の対象とするには、現地でのサゴヤシ栽培についての試験研究が必要であると考えられる。

サゴヤシの栽培化に関する基礎試験はどのレベルのほ場かんがい・排水条件の改善がサゴヤシのプランテーションの造成に必要なかを明らかにすることも含めるべきであろう。

サゴ澱粉産業を振興して、原住民に雇用の機会を与えることは、低湿地帯の開発につながるものとして非常に強く望まれるところである。

主食としてのサゴ澱粉に代わる主食作物生産の振興を計ることは、住民の栄養改善のみでなく、広大な面積の自生サゴヤシ林に依存する必要性をなくすることになる。その結果、土地利



用を高めて、サゴヤシのプランテーションに利用しうる土地を多くすることができる。

低湿地に適する作物の1つとして米が上げられる。PNGの米の消費量の伸びは、人口の伸びを2～3倍上廻っている。このように急速に拡大する米消費に対して、ほとんどが輸入米によってまかなわれており、1979/80年度に米の輸入量は約9万tonに達した。一方、CSIRO(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)の農業的土地利用の可能性に関する資料におけるかんがい稲作の適地について、「非常によく適する」が、119万ha、「かなりよく適する」が260万ha、「適する」が172万haあるとされている。上記の2大自生サゴヤシ地帯のうち、Sepik川の下流域においても、サゴヤシ自生地との近接地に、稲作適地が多くある。この場合、かんがい水源等の農地開発面の検討はなされていないものの、多雨条件下にあるこれらの土地において、稲作振興の可能性は高いと考えられる。

以上のことから、サゴ澱粉を食糧以外の目的で栽培すると同時にサゴ澱粉の代替食糧の生産を振興することは、サゴヤシ自生地帯の望ましい開発方式であると考えられる。

## 第2章 パプアニューギニアにおけるサゴヤシの利用の可能性

サゴヤシは樹幹内に澱粉を蓄積する特異な植物として知られ、PNG、ボルネオ、西イリアン等に住む原住民が古くから主食として利用している。

PNGのサゴ生育地帯は、大きな河川に沿って広がっていることは、以前に調査を行なったインドネシア、マレーシアについてと同様であった。

PNGにおいては、E. Sepik province の Sepik 川流域がその一つを中心になり、他はWestern 及び Gulf province の Fly 川、Oriomo 川、Aramia 川、Baumu 川、Turama 川、Kikori 川、Purari 川の流域になっている。

今回の調査から明らかになったことは、PNG政府が最初にアルコールプラントの導入を考えている場所は、Sepik 川流域の Angoram 周辺である。Sepik 川流域には、サゴヤシの自生林が多く見られ、この地域では、自生林のサゴヤシは殆んど刺を有する *Metroxylon rumphii* (写真1)で樹高も一般的に低く、幹の太さも Sarawak で調査したものに比すべくもない。また数か所で観察したサゴ澱粉の製造の現場において、サゴ幹樹は、空気と接触すると短時間で、非常に赤く変色していた。この変色速度、また一本の樹の大きさ、維管束部分の多い点などを考慮すると、この地方の自生のサゴヤシは、必ずしも良質のものとは考えられない。

また、澱粉生産量も1本当り135kg程度であった。Sepik 河畔に Provincial office の指導のもとに栽植したサゴも見られたが、これらは、刺のない *Metroxylon sagu* であり多少管理が行なわれているためか樹高も高く、澱粉採取には適していると考えられる。

詳しくは後述するが、PNG政府がSepik 川流域に2000KL/年のモデルアルコールプラントを建設する計画を有し、オランダのコンサルタントに資源量の推定を依頼している。

鉱物エネルギー省が推定している E. Sepik のサゴの資源量は、年間100万～500万KLのアルコール生産に十分としている。

しかし現実問題として、ここで大型アルコール工場を建設するために解決すべき問題が少なくない。

第1点は、資源、原料の集荷の問題である。今回の調査では、サゴ林の内部で1km程入ったが、調査したものについては、樹高、樹幹とも澱粉採取に使えるものの密度はかなり低かった。このことは、逆に言えば、成木は食用に使われていることを指すのかもしれないが、オランダのワーゲニンゲン大学の Dr. Flach が資源量調査のために開いたサゴ自生林内の状況も決して成木の密度が高いとはいえない。

今回の E. Sepik での調査では、軽飛行機を用いた上空からの観測を行なわなかったが、サゴヤシの自生林として図上に示されている部分は、Sepik 川流域にかなり広域に存在する。

土地の条件は、サゴヤシの生育に適している場所なので、かなりの面積を栽植サゴヤシにかえることが可能であろうし、そのような第一歩を開始することによって、現在利用されていないサゴヤシまでも工業原料として生かされてくる可能性が高い。

第2の問題点は、現地住民のサゴの工業原料化に対する感情的問題があげられている

このことは、Dr. Flach の調査中にも、PNG大学の学生の反対運動にあい、彼が大学で、資源量は現在の食用（年間1人当たり1～2本のサゴヤシに相当する）として必要な量と遥かに越えると説明して一応の納得を得ている。

しかし現地には、食糧を奪い、アルコールに変えることについては未だ深い感情問題が残っている。またこの他にも土地の所属、労働力の供給の問題等が残されている。

Western および Gulf province のサゴヤシ自生林の分布は広く、Oriomo 川流域、更に小型飛行機による上空からの観測で、Oriomo 川流域、Kiwai 島、Balimo、Bamu 等の上空からサゴヤシ自生林の分布を確認した。Oriomo 川流域のサゴヤシは、近くに村落が点在している関係から、かなりよく利用されていた。

Fly 川河口のKiwai 島には、サゴヤシ（写真2）の純林と思われる場所が島の大部分に分布し、ここは、Western province の食用サゴ製造の一つの中心を形成しており、Duru の市場に出荷されていた。

サゴヤシ純林で、利用が殆んどなされていない場所は、Balimo → Bamu 地帯で、ここはサゴヤシの密度も高く、ほぼ純林に近いものが広大な面積で確認されたが、殆んど人跡未踏と思われる場所で、開花、枯死したサゴヤシを混じえた自生林の面積が広大であった。（写真3）

以上の調査の結果、PNGサゴの分布は、E. Sepik province と Gulf 及び Western province にかかなり集中しており、その資源量は、現在食糧として必要な量に比較して非常に莫大なものと推察される。これら未利用のサゴを利用するアルコール醸酵工業は、有望であり、現地政府もモーターボート用の燃料として開発することに非常に期待をもっている。

社会的な問題点は、本章において前述したが、技術的問題で解決しておかなければならないものも少なくない。

ここでPNG政府が予定している年間2000klのアルコール工場の建設を考える場合に、原料の集荷、搬入について現状ではかなり問題がある。

年間300日稼働と考えた場合に、日産7klで、これに要する澱粉量は約10トンに相当する。この地域のサゴヤシ1本の澱粉量を135kgと考えると、1日に必要な原木量は75本程度になる。現状では河畔から1～2km奥に入り伐採することはかなり難事である。このような現況から考えると、これだけの原木を集荷するには Sepik 川を利用して、広範な地域から原木を集める必要がでてくる。

西マレーシアに見られるように、収量の高い、刺なしの良質のサゴヤシをかなり広域に栽植

して、計画的な栽培を行ない、ここに運河を掘り、原料の輸送を容易にすることが重要と考えられる。またサゴヤシの生長を考えた場合に、最初の収穫が可能までの8～10年間は、工場の原料として、自生林のサゴヤシを集めることになり、このためには、ラスパーを装備した大型ボートを運航し、原料伐採、磨砕を移動工場内で行ない、密度の低い成木を磨砕物の形で工場に搬入することが可能性の高い効率的な方法と考えられる。

Balimo, Bamu 地域の純林は、資源量は非常に多いが、現状では、原木搬出道路或いは水路の建設をはかり、工場への原料運搬の方法を確立しないと実際の工業原料としての利用は難しい。

PNGにおけるサゴヤシの利用は、技術的観点からいって、良質のサゴヤシへの転換、大型工場を稼働させるための原料の搬路の確立の問題にしばられよう。

第1章 調査地でみられたサゴヤシの農学的考察

(1) サゴヤシの種類

ア Metroxylon sagu と M. rumphii の2種に分けることの是非について

(ア) 従来澱粉を採取するサゴヤシを植物分類学では、Metroxylon sagu (= M. sagus, ホンサゴ) と M. rumphii (トゲサゴ) の2種に分けている。その特徴として、M. sagu は葉柄(葉軸を含む。以下葉柄を書いた場合葉軸を含むものとする)に刺(とげ)がないこと、M. rumphii は葉柄、時には幹にも大小の刺をもっていることがあげられている。その他、分類の基準ではないが、M. sagu と M. rumphii の違いとしては、前者は後者に比べて大形で、1本当りの澱粉の収量は大であり、開花までの年数が長いこと、吸枝の発生が少ないことがあげられる。しかし、刺の有無だけで2種に分けるだけの十分な調査が行われたかどうか疑わしい節もある。2回の調査で、実際に接したサゴヤシはごく限られたものではあるが、それでも、葉柄に刺を有するほか、幹の一部(葉痕と葉痕の間の部分)に短かい刺をもつものもあり、長い刺をもつ株、余り長くない刺をもつ株、刺の密度にも違いがある等有刺種とされているもののなかにもかなりの変異がみられる。同じ場所の自生林内において刺のあるもの無いものが混在しているところのあることも知られている。調査では、樹令の若い間の葉柄だけに刺があり、後には刺の無い葉をつけるようになるものだけを見たが、樹令が進んでも葉柄に刺のあるものがあるということを知った。

(イ) 幹の澱粉の蓄積が最大に達する樹令(これは花序抽出直前とされており、成熟期とよぶ)はM. sagu が長いとされている。しかし、西マレーシアの刺なしのものは、Dr. Flachによると、8年とされているが、さきに現地で筆者(佐藤)が聞いたところでは12年ということであった。Dr. Flachの言う通りとすると非常に早いものといえる。吸枝を植えてから幹が地上に現われてくるまでに4年かかるとされているが、樹令の数え方にも問題があり、苗として吸枝を植付けた時点から数えるのか、幹が地上に現われてから数えるのか一定していないし、このような数値はすべて現地の人によるものであり、不確実なものであることだけは確かである。

(ウ) 吸枝発生の多少についてもはっきりした測定結果はない。M. saguの方が大形というのも、吸枝の発生が少ないため競合による光や養分の不足を来たさない結果大形になるのかもわからない。

サゴヤシは養分状態が良いと早生化、即ち早く成熟期に達するものといわれている。

これらの特徴は、稲にたとえれば、芒の有無や長短、穂数型・穂重型、早生・晩生の違いにすぎないように思われる。

サゴヤシにおいて、以上の特徴は連続した変異を示すものであり、果たして *M. sagu* と *M. rumphii* の 2 種に分けるのが妥当かどうか疑わしい。

2 種に分けることの意義よりも、利用する立場や農学的観点からすると、これらの特徴や特性は非常に重要な意義をもつようになる。即ち、葉柄の刺は、自生林においては収穫作業に多少の支障をきたし、栽培する場合には管理収穫、運搬作業に大きな障害となる。

(㊦) 苗として植付けた吸枝、または発生してきた吸枝から成熟期に達するまでの年数の多少は、栽培する場合大きな意義がある。この年数の長いことが従来企業の栽培を試みようとする場合一番大きな障害となってきたことは明らかである。しかもこの弱点は、一度植付け、適当な管理をすれば半永久的に年々連続して収穫が続けられるという大きな有利性をもおおいかにしてしまうほどのものであった。

吸枝発生の多少は、それ程大きな特徴とは思われないが、自生林にあっては吸枝発生の多いことは競合を激しくし、1 本当りの澱粉生産量を低くしていることは明らかである。栽培するとなると、いずれの株も吸枝発生は多きに過ぎる。少ない場合でもなお適当に取除いて整理する必要があるほどである。吸枝整理という管理労力の点からも吸枝発生の多少は問題となる。

以上の点から、栽培に適したものは、刺無し、成熟まで年数の少ないもの（早生）、目的とする澱粉含量の多いもの（多収）、吸枝発生のあまり多くないもの、ということになる。

(㊦) 刺の有無から 2 種に分けられた植物学的分類と、それぞれの種に備わる特性との関連はどれも根拠が薄いのではないかと思われる。調査した僅かの地域についてもサゴヤシは非常に変異に富んでいることから、自生林、あるいは原住民が栽培しているものの中には、刺無し、早生、吸枝の発生少なく、多収の clone が必ずあるとの推測が出来るからである。

広くサゴヤシの探索を行い、比較調査する事業は出来るだけ早く始めなければならないこと、しかもそれは PNG やインドネシアのイリアンジャヤ、マルクを中心として行うべきことを強調したい。

イ サゴヤシの生態的、形態的特徴について

今回 PNG 調査で、従来あまり報告されていないようなサゴヤシの生態的、形態的特徴がいくつかみられた。

(ア) Western Province の Oriomo 川を遡行してゆくと、海に近いところでは兩岸に

マングローブ、間もなくニッパヤシ、そしてやがてサゴヤシが見えてくる。サゴヤシの見え始めるところは恐らく潮の干満の影響をうけても川水に塩分を含まなくなる地点ではないかと思われる。サゴヤシの生育地については従来、塩分を含まない真水の侵入する湿地でなければならない、塩分を含んだ湿地でもよい、との2説がある。Dr. Flack<sup>①</sup>はWageningen大学の温室で、幼苗(吸枝)はかなりの塩分に耐えるとの実験をしているが、実際にはどうか。Western Provinceの海岸のSui部落のサゴヤシ林は海岸から200mほど離れたところより奥に広がってみられる。村民の話では、海水の影響をうけると生育に悪いからこの様に海岸から離れたところにサゴヤシ林がある、とのことであった。航空機による調査でも、平坦なKiwai島では、附近の海水はFly川の影響で、かなり塩分は薄くなっているようであるが、海岸に近くニッパヤシの大きな群生地があり、サゴヤシのみられるのはそれより内部である。土壤水分の多少も影響しているかもわからないが、Oriomo川の状況からみても、サゴヤシは恐らく塩分のないところに生育するであろうと推測される。

調査地域はいずれも湿潤熱帯に属するとはいえ、降雨量の年間分布にかなりの季節的变化があり、モンスーン地帯ほど顕著ではないが、雨季、乾季(乾季といってもかなりの雨量があるので少雨季といい、雨季を多雨季といった方が適当であろう)があり、調査時は丁度少雨季に当たっていた。

East Sepik ProvinceのAngoramの自生林は、調査時点では、一部停滞水のあるところもあったが、歩行に支障のない程度に土壤は乾いていた。案内のForester(ゴムを含む林木の技術指導官)Mr. Alimel Belet(Dr. Flackのカウンターパートとして現地調査を行った人)の話では、多雨季には腰までつかるほど水位が高くなり、この時期にはサゴヤシは生育を停止し、水が引くと生育を再開するとのことであった。調査時点でも一部停滞水につかっているヤシがみられたが、このヤシは1年中生育を停止している理屈となるので、この証言はどの程度信じてよいか疑わしい。従来の文献では、サゴヤシは水の停滞したような湿地に生育するとされ、乾燥したところに生育するのはむしろ例外的と考えられてきたし、筆者もインドネシアのマルク地方(Seram島)のサゴヤシ林は確かに周年湛水した立地にあったと記憶しているが、西マレーシアのBatu Pahatや、第1回の調査地のサラワクや南カリマンタンでは、歩行に支障ない程度に乾燥したところにもサゴヤシは多くみられた。土壤水分の多少、湿地の程度や湛水の期間や程度とサゴヤシの生育の関係は、しっかりした試験をしなければ、原住民の証言や短期間の調査だけではいつまでたってはっきりした結論を得ることは出来ない。

幹の高さが3~4mくらいで、その上に花序を抽出している幹長のきわめて低いサゴヤシを、Wewak近郊とOriomo川沿いに何本か見かけた。異種なのか、このような

性系統なのか不明である。幹長や幹の太さを測る時間もなく車や舟で通り過ぎてしまった。恐らく成熟に至る年数も少ない早生であろう。澱粉含量等不明の点もあり、実用的価値があるかどうかは解らないが、興味のあるものである。

(イ) Angoram で原住民の澱粉採取をみたが、総論第2章で述べられているように、Pith が濃い赤色を呈しているものは、Batu Pahat や南カリマンタンでみたものに比べて、rasping した pith の感触で維管束の繊維組織が大きいように思われたし、散在維管束の密度も高いように思われた。従って澱粉の歩留りも低いのではないだろうか。幹の直径も小さく50 cm以下である。サゴ打ちをしているところを観察すると、pith が硬く、rasping に力がより多くかかるようでもあった。

## (2) サゴヤシの林相

ア Sepik 地方の植生図にはサゴヤシの純林が相当面積にわたってあることが示されている。その純林の1つで、先に Dr. Flach の調査した地点に入ることができた。調査のため切開いた道を300～400 m進んだが、両側はほとんどサゴヤシで、大形の羊歯類や蔓性の植物等のほかはほとんど他の樹種を混えず、正にサゴの純林であった。有刺のものばかりであり、いろいろの生育段階のものがみられたが、短時間の調査であり、詳しい測定は出来なかった。Dr. Flach の調査はPNG政府の依頼で行われたものであるから、結果は公表されないだろうが、もし入手出来れば幸いである。一般にこのサゴヤシはあまり太くなく、直径40～50 cmのものであった。1か所で果実を拾うことが出来た。澱粉採取をすることなく開花、結実、枯死するままにされている木のあることを知る。ちなみに、この地方ではサゴヤシの果実をつなぎ合せて作った首飾などの民芸品があり、Port Moresby では高く売られている。

前にも記したようにこの附近は多雨季には川の増水で数か月にわたって腰まで水につかかるということであった。この様なところでは純林が形成されるのであろうか。

Oriomo 川を遡行してゆくと兩岸にサゴヤシの小さい叢林が降雨林の中に点々と存在するのがみられる程度で、現地での聴取でも、広大な純林の存在することを聞かなかった。

(ブ) Western Province で最も期待した航空機による調査では、上空およそ180 mからサゴヤシの自生する地域を巡回しながら観察したが、降雨林の中に under storey としたのサゴヤシをみて驚いた。under storey といっても他の樹木の樹高はそう高くないものようではあったが、その樹冠の間隙をサゴヤシが埋めているようにみられた。サゴヤシの葉は濃緑であった。サゴヤシ林の中へ他の樹種が侵入してきたものか、他の樹種の中へサゴヤシが侵入していったものか、あるいは同時発生的に両者が混在するようになったのかは知るよしもない。澱粉の蓄積は当然少なくなるだろうが、サゴヤシは



案外耐陰性のある植物のように感じられる。

この地方の植生図にはサゴヤシの純林は画かれておらず他の樹種 ( *Pandanus*, *Campnosperma*, *Terminalia*, *Syzygium*, *Nauclea*, *Myristica*, *Melaleuca* ) と混在している ( 詳しくは植生の項参照 )。しかし, Kiwai 島に於ては写真 Ⅱ に示すようなサゴヤシ純林が, 相当面積にわたってみられる。上空からの観察で確言は出来ないが, サゴヤシは比較的小形で, 葉の色が全体的にやや淡緑のようである。花序の抽出しているものも多く ( 写真 Ⅲ ), 利用されていないか, 利用度の低いことが分かる。恐らく湿地等のため近より難いが, 原住民の人口が少なく利用する必要にせまられていないためと思われる。地上からの調査を併行して行えばこれらの点がある程度確認できただろうが, 時間的余裕がなく調査出来なかった。上空からのサゴヤシとニッパヤシの区別はきわめて容易である。600 m の上空からも, 順光の場合はサゴヤシの存在を確認出来る。

(イ) 前記した Sui 部落の調査では, サゴヤシは他の樹木と混在しているが, サゴヤシは小さい叢林をなしており, その小さな叢林内には他の樹種が混在していることは少ない。他の樹種とサゴヤシの小さな叢林が寄木細工のように, モザイク状に, いわば “すみわけ ( *habitat segregation* ) ” の様相を呈しているような印象をうけた。1つのサゴヤシの叢林内にはいろいろ生育段階の違ったものが見られるが, 生育程度の似た多くの若い吸枝全部が成熟するに至るものではないだろうが, 生育途中で枯死しているものを特に見かけないし, 原住民が吸枝を整理するような管理もしていないので, どのようにして競合が行われて成熟樹が成立してゆくのだろうか。Sui 部落では自生林のなかに若干吸枝を栽植しているとのことで, 最近植えられた1本を見ることが出来たが, 自生林と称されるものも, もとをたずねれば, 昔, 原住民が栽植したものかもわからない。混生した他の樹木を切れば太陽の光を充分受けられるだろうと思われるところも多いが, この様な管理は行っていない。全部有刺で, 葉柄のみならず幹に小さい刺のあるものもある。多雨季には深く湛水するということであるが, 幹の下部 40 ~ 50 cm に長さ 20 ~ 30 cm の不定根がみられた。湛水時に発生したものと思われる。収穫のため伐ったサゴヤシが隣接して生育するサゴヤシにもたれかかり, 倒れず, 放置されているのを見た。栽植密度を高くすればこのような支障が起こる。Dr. Flach<sup>①</sup> の提唱する栽植密度 6 m × 6 m は到底納得出来ないとする筆者の考えを実証したものと思う。

イ 前回と今回の2回の調査から, サゴヤシ自生林の林相の成因について1つの仮説を立ててみた。

① 他の樹種をほとんど混えないサゴの純林は土壤湿度が極めて高く, 湛水期間の長いところで, 塩分を含まない場合に形成される。

⑩ 他の樹種を混える場合は、土壌湿度が①の場合より低く、湛水期間の短いところで形成される。

⑪ 他の樹種とサゴヤシが“すみわけ”の林相を呈する場合は、サゴヤシの生育場所が局地的に凹地か水路で、停滞水や流水で特に土壌湿度の高いところである。

極めて簡単で、すべて水分状態によって形成されるもので、高い科学的説明ではない。水分に対してサゴヤシと等しいレスポンスをもつ他の樹種のあることも考慮しなければならないので、実際はもっと複雑なものであろう。後章で説明のある swamp forest や swamp woodland と対比してみたい。

### (3) 栽培されたサゴヤシについて

Angoram の自生林はほとんどが有刺のサゴヤシであったが、案内をした Mr. J. Banow (Rural Development Officer) の言う原住民の cultivated sago (この cultivate の意味は、単に吸枝を栽植したものの意味で、吸枝の整理や除草等管理は全く行われていない) は、川の両岸に小さい叢林(栽植した吸枝から形成された)をなしており、刺無しで、環境の影響かもわからないが、附近の自生林のものより幹太く、葉も長大である。

西マレーシアの Batu Pahat (Johor 州) 附近には栽培されたサゴヤシ園のあることが知られている。調査した澱粉工場附近でみたサゴヤシ園のものは、2回の調査を通して最も管理されたサゴヤシである。発生してきた吸枝は全部剪除されているものごとく、ほとんど1本もみられず、恐らく成熟期も近いと思われる生育のそろった木のみが、かなりの密度で立っている。栽植間隔は一定ではないが、1本の占める面積は 25~36 m<sup>2</sup> (400~278本/ha) 見当かと思われる。枯れて幹にぶら下ったような葉もなく、下草もわずかの羊歯類等のみみられる程度で、木の下を自由に歩行でき、湿地ではない。雨水が停滞することはあっても近くの川の氾濫水が流入してくることはなさそうである。幹の直径も高さも PNG でみだのサゴヤシよりも大で、直径は 60~70 cm、幹の高さ 10 m 以上である。

しかし、これを以て理想的なサゴヤシ栽培法であり、サゴヤシ園経営法であるとはいえない。同一園内から継続して生産のあることが望ましいし、この場合に最も太陽の光や土地、労力の利用効率を高めるからである。そのためには、最初の吸枝の植付を 10 m × 10 m 以上 (ha 当り 100 本以下) の疎植にし、発生する吸枝を適当に整理して段階的生育相を形成させる方法がとられるべきであろう。

もっともこの様な栽培法は、現在のところ机上プランにすぎない。吸枝発生の状況や栽植密度、収穫方法等について試験研究が行われ、実際に適用出来る方法が確立されなければならない。

参 考 文 献

- ① "Sago-76" ed. K. Tan. University of Malaya Press, Kuala Lumpur  
(1977)

## 第 2 章 サゴヤシの利用状況

### (1) パプアニューギニアにおけるサゴヤシの利用

#### ア 澱粉製造

PNGにおけるサゴヤシの利用状況は、非常に初歩的なもので、マレーシア、インドネシアに比べるべき加工食品は皆無に近い。PNGにはサゴを主食とする人口が20～30万人いると推定されているが、澱粉の製造法も非常に原始的であり、その能率も低い。家内工業的というレベルにも達しておらず、家庭で使用する澱粉を製造し、消費しつくすと次に必要な量だけ調製するという段階のものである。しかし、Port Moresby, Daru, Wewak, Angoramの市場で、サゴ澱粉が販売されていることから考えても都会地では商品として取り扱われているようである。

今回調査した E. Sepik Province の Sepik 川, Wester province の Oriomo 川流域、及び Sui 部落での澱粉製造法は全く等しく、サゴ澱粉の製造は、次のような工程によって行なわれていると考えてよいようである。

#### イ PNGにおけるサゴ澱粉の製造工程

成熟したサゴの伐採→部分的剥皮→手によるpithの削りとり→川水、井戸水による  
(写真4) (写真5, 6) (写真7)

澱粉のもみ出し→澱粉粕の丸太による再磨砕→沈澱した澱粉を掘り出しヤシの葉に包む  
(写真8) (写真9)

む

(イ) 以上のように非常に単純な操作方法であるが、2～3人が作業をともにしていることが多い。1人当りの澱粉生産量は、乾物として、1日10kgになるという。これは1日のカロリー摂取量を1人2000Kcalとすると約20人分のエネルギーを供給することになる。

生産されたサゴは、種々の大きさにヤシの葉で包まれるが、5～6kg, 10kg, 20～30kg位のものが多く見られた。(写真10)

#### イ 食用としての利用

(イ) PNGにおけるサゴの食用としてウェイトは、インドネシア、マレーシアに比較すると大きい。しかし今回の調査では、Port Moresbyのマーケットにおいて、パン状に加工した食品を見たにとどまった。(写真11)サゴパール、サゴレンペンのような形では全く見かけなかったし、またこのようなものを製造する道具を全く見ることができなかった。

Daruのホテルに依頼して作ってもらったサゴの調理食品は、湿潤サゴ澱粉をフライ

パン上で加熱しただけのもので、内部は調理されているが、外側は殆んど生の澱粉の状態であった。外観は、一応パンケーキ状になっている。(写真12)これが Fried sago と呼ばれ、肉、魚とともに食すものらしかった。

この他、ドライココナッツ、魚、亀の肉と共にニッパヤシの葉の中で蒸し焼きにするもの、ココナッツ、魚とともに粥状にする調理法もある。

(ア) 食用としてのサゴのウエイトをPNG全体について調べることは難かしいので、Ohtsuka が、今回我々の調査した Oriomo plateau で行なった調査の結果を次に示した。(R. Ohtsuka. Sago-76.p.96)

表1 Oriomo plateau における成人1人当りの食事摂取量 (g/人/日)

	サゴ	ココナッツ	タロ	バナナ	パパイヤ	パイナップル	その他植物	肉	魚
乾季	880	56	348	273	246	93	18	120	0
雨季	924	37	0	713	223	22	4	143	11
平均	878	47	174	493	234	57	11	133	6

これらのデータは、乾季、雨季にそれぞれ2回ずつ13日間の連続調査をまとめたものである。この量は成人男子の1日摂取量に換算してある。

Ohtsuka は、表1のデータをもとにして摂取した食糧中のカロリー分布を表2に示すように求めている。

表2 摂取食糧中のカロリー分布 (%)

	乾季	雨季	平均
サゴ	66.4	71.6	69.1
ココナッツ	1.6	0.9	1.2
タロ	11.6	.0	5.7
バナナ	5.9	14.8	10.4
パパイヤ	2.5	2.2	2.4
パイナップル	1.0	0.2	0.6
その他の植物性食糧	3.0	0.3	1.6
肉	8.0	9.5	8.8
魚	0	0.4	0.2

表1, 2で明らかなように, Oriomo plateauにおけるサゴの主食の位置は確固たるものがあり, カロリー摂取量の約70%をサゴに頼っている。このサゴ依存度は, ヤム, タロ, バナナ等の摂取量によって上下する。

#### ウ 食用以外の用途

サゴの葉および葉柄は, ニッパハウスの建築材料として使用されているが, その他に, サゴ澱粉を採取した幹に澱粉粕をもどし, サゴ虫 (*Rhynchophorus schach*-ゾウムシの1種) が自然産卵するための場所を作る。サゴ虫の幼虫は, サゴイーターについて最も好まれる蛋白質食品である。また同様の場所に生育するキノコも食用に供されている。飼育している豚は少ないが, 野生の豚を捕獲した場合に, やはり, サゴ磨砕物を飼料として与えている。

### (2) 西マレーシアにおけるサゴの利用

#### ア サゴ澱粉およびサゴパール

マレーシアにおけるサゴの利用は, 世界で最も進歩しているといえることができる。

今回は, 西マレーシアの Batu Pahat を中心に調査を行なった。

(ア) Batu Pahat は1800年代の終りに開かれた町で, 西マレーシア全般の状況と同じに, サゴは自生ではなく, 人為的に持ち込まれたものである。このような事情のため, *Metroxylon sagu* が広く分布し, 刺のある種類は殆んど見られない。Batu Pahat は, かなりの面積の栽培が行なわれている世界唯一の場所とされており, 1979年に Johon 州のサゴ生育地の面積1,522 haのうち1,314 haが Batu Pahat 周辺に集中している。Batu Pahat は Sarawak 州と並び, サゴ澱粉工業の中心になっている場所であるが, その工場数は, 1954年24工場, 1970年34工場, 現在15工場が稼働している。

この地域の代表的な工場の一つである KEK BON-HION 工場を訪問し, ここでサゴ澱粉およびサゴパールの製造工程を調査した。

この工場の規模は, 月間処理の原木量が300本ということで, 原木当りの澱粉含量が200 kgということであった。このような数値をもとにした澱粉の生産量は約60トン/月になる。一方製品の生産量は, 澱粉では, 60 Katty (1 Kattyは0.6 kg)入りバッグで500~600袋/月生産している。これは水分含量18%前後と考えられるので, 澱粉として無水物換算で15~17トンになる。

また, この工場では, 澱粉のかなりの量がサゴパールに加工されている。サゴパールの生産量は, 1袋84 Katty のものが月産1200袋位である。サゴパールの水分含量は13%前後であるので, この量は52~53トンということになる。

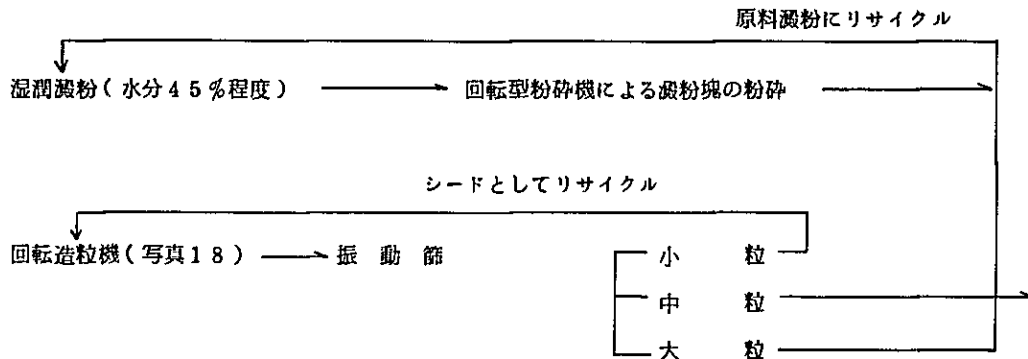
原木からの生産量が月産60トン、製品の方からの量が70トンと数値は、若干合わないが、樹幹の澱粉含量にもフレがあり、澱粉、サゴパールの生産量も年間通して一定とは考えられないので、この工場もサラワクに多い日産2〜3トン規模の工場と考えてよいようである。

(イ) KEK-BOH-HION 工場におけるサゴ澱粉の製造工程

原木の搬入(2m幅程度の運河による)→剥皮(写真13)→回転円板ラスパーによる磨砕(写真14)→回転篩による粕の分離(写真15)→沈澱池(3〜4日沈澱)→溶解タンクを用いた懸濁(写真16)→テーブリングによる精製(写真17)→溶解タンクによる懸濁→再テーブリング→堀りおこし→天日乾燥→サゴ澱粉  
 ↓  
 サゴパール製造工程へ

この工場では、溶解槽を用いて懸濁を行ない、テーブリングの2度ガケを行なっているため、得られる澱粉は、かなり精製度の高いものであった。このように白度の高い、臭気の少ない澱粉は、サゴパール用の原料としても、そのままの形で使用できる。

(ウ) サゴパールの製造工程



→ 中粒区分をディーゼルオイルバーナで加熱したロータリーキルンで糊化(約5分間ロスする)  
 (写真20)

→ 天日乾燥(水分含量 13%程度)

この工程で作られたサゴパールは、粒径も非常によく揃い、主に輸出用になっている。  
 60kg当りの価格は、澱粉の場合が35M\$, サゴパールが38M\$であるという。  
 澱粉価格は、Sarawak Chemical社の精製澱粉(水分14%)がKuala Lumpur FOBで565M\$という数字ともよく合う。因みにタピオカ澱粉は665M\$であった。

表3 サゴ製品の価格(トン当り)(西マレーシア)

サゴ澱粉	238M\$	1977
	593M\$	1978
サゴパール	633M\$	
湿潤澱粉	125~158M\$	
飼料用の幹の磨砕物	167M\$	
澱粉粕(湿潤)	2.5~4.2M\$	

#### イ サゴ澱粉の利用

サゴ澱粉は、現地では、種々の食品の形に加工されて利用されている。

加熱してクッキー状にしたものとしては、Sago biji (粒状で米糠、ココナッツを加える。)、Keropo (センベイ状で魚またはエビのすり身を加える)、Sago lempeng (ビスケット状、砂糖、ココナッツミルクを加えて作る)、Sagu ambon 等の加工品がある。また粥状、糊状で食べるものとしては、Sago pearl (サゴパールを加熱、糊化してヤシ砂糖をかけて食べる)、papeda (クズ湯状のもの)、Sagu senole, bubo sagu (砂糖、ココナッツミルク、豆を加える)、Randang (魚、或いは砂糖を加えて粥状にして食べる)などがある。

いろいろの名称で呼ばれているが、食形態としては、ビスケット状のものと糊状のものに大別できる。これに蛋白質源として、魚、豆を加え、ココナッツミルク、砂糖等で味をつけているものが多い。

#### ウ 食用以外の用途

サゴ樹幹の pith の磨砕物は、そのままの形で、豚、アヒルの飼料として利用される。一方澱粉粕も低価格の飼料として工場近隣の農家に売られる。サゴヤシの葉はアタップとて屋根材料に使われる他に壁材料として多く用いられている。葉柄および幹の皮の部分は、壁材料、容器として使用されている。



## 第3章 サゴヤシに関する試験研究の現状

### (1) サゴヤシの農学的研究

サゴヤシはPNG住民の主食であり、重要な食糧であるにもかかわらず農学的研究を組織的に行っている機関はない。現在サゴヤシは林業の中に包括されているようで、作物には含まれない。

PNGはサゴヤシの原産地であり、自生林にみるその豊富な変異は将来の育種素材として利用されなければならない。PNGにおけるサゴヤシの探索と収集、保存を行う機関の設立がのぞまれる。

### (2) 利用のための研究

#### ア オーストラリア

今回の調査に先立ち、オーストラリア大使館にて、科学参事官T.D.C.Grace氏に面会し、特にオーストラリアにおいてバイオマスのアルコール転換の研究を行なっている研究機関の紹介を受けた。シドニー滞在は1日であったが、この間に次の2か所を訪問した。

(ア) Biotechnology Australia Pty 社, Biotechnology Australia 社のMcLennan 社長は、以前シドニー大学の化学工学科の教授をしており、連続式アルコール醗酵技術については、世界的に著名な人物である。大学の研究室のスタッフを引きつれて、研究開発会社の同社を設立した。当社の技術開発担当重役に日本人の湯川博士がおり、彼から同社の概要およびPNGのサゴヤシからのアルコールプラントの設計について聞き取りを行なった。Biotechnology Australia 社は、現在、同社内に2000トン/年のアルコールの連続醗酵プラントを建設中である。同社は事務関係6~7人、製造関係20人、研究開発関係30数人の会社で、約50%の人員が研究開発部門に当てられている。

#### a オーストラリアにおけるアルコール醗酵技術開発の意義

現在オーストラリアの石油は、5年で枯渇すると推定されており、これにかわる液状エネルギー源として、余剰農産物からのアルコール醗酵が鋭意研究されている。この会社ばかりでなく、オーストラリアの主な大学、研究機関が参加して、国家的プロジェクトとして進行している。オーストラリア北部においては、キャッサバの栽培が行なわれており、New South Wales ではモロコシ (Sorghum), Victoria, Tasmania ではテンサイ (Sugar Beet) がアルコール原料として考えられている。Queensland においては、今年11月からアルコール15%を混合した Gasohol が実際に使われ始める。オーストラリアには、現在、十分に石炭があるので、澱粉から

アルコールへのエネルギー収支がマイナスでも石炭を液状アルコールに交換できると  
いう点で意義がある。

b 炭水化物からの食用酵母の製造

同社においては、アルコール醗酵の他に、澱粉を原料にして、年間1000トンの酵母菌体（Candida 属）の生産を行なっている。原料としては、小麦澱粉のうちの品質の悪い tail starch を一度ブドウ糖に加水分解してから酵母に変換している。この食用酵母の主なマーケットは、日本にあり、日本では核酸調味料の原料として利用されている。

c PNGのサゴのアルコール転換の研究

Biotechnology Australia は、PNG政府との契約で、PNGのサゴを用いてアルコール醗酵のエスティメーションを行なっている。すでに現地より、サゴ樹幹を持ち帰り、これを原料としたアルコール醗酵を行なってコスト計算をしている。PNGとしては、年間2000トンのアルコールを生産するデモンストレーションプラントを建設する計画がある。Biotechnology Australia としては、現在コスト計算を行ってはいるが、PNG政府の真意がよくわからないところが多く、稼働するか否かは不明という話であった。特にPNGには、このような技術を持った技術者が全くいないので、たとえ工場の建設を行なったとしてもその後の操業は、どうするのかわからない。サゴからアルコールの計画は、とりあえずは Sepik 川流域で行なう予定である。もう一つの高地では、イギリスの Davy Pacific 社が、キャッサバを原料にして、2000トンのパイロットプラントを操業しているとのこと。Biotechnology Australia の訪問は、後にPNGの第1次産業省、鉱物エネルギー省で討論する際に非常に有意義であった。

(i) University of New South Wales

Dr. P.P.Gray. (School of Biotechnology, Univ. of N.S.W)を研究室に訪問した。この大学では、新しいタイプのセルラーゼ生産菌、Cellulomonas 属のセルラーゼを用いるセルロースの糖化の研究を進めている。このセルラーゼを用い、サトウキビのバガスの糖化を行ない、更にこれからアルコール醗酵にもってゆくもので、現在は、セルラーゼの生産性を高めるために遺伝子工学的手法を用いている。

イ パプアニューギニア

第1次産業省および鉱物エネルギー省においてパプアニューギニアにおけるサゴヤシ利用、開発の討論を行なった概況は以下の通りである。

(ア) 第1次産業省

Pilot Production の構想をもっており、キャッサバを River Area, サゴヤシを

Angoram, Gulf 地域に, Maiker Valley にサトウキビ, また可能であれば, 季節に合わせてサツマイモを栽培する。サゴヤシについての調査は, 過去に幾度か行なわれており, 古くは, 東洋綿花(トーマン)が澱粉生産の調査をし, 1955年には, 原料としての価格が試算されている。サゴの開発は, その原木の入手に依存するところが大きい。Sepik 川流域では, 自然に生育しているものと, 選抜されたヤシを栽植しているものがある。鉱物エネルギー省では, Sepik 川流域で, 自生のサゴヤシから栽培のものに切りかえる努力をしているが下記のようないくつかの問題がある。

- Sepik 川では, 水草が繁茂し, これがカヌーによる交通を著しく妨げている。増水期に特にこの現象が激しい。上流地方では, 人口が一定でない。このようなことから, 栽培をすることは困難である。
- 経済的な観点からも, 土地の所有の問題があり, 社会的にも, また増水の問題など, 工場建設は未だ難しい。
- Sepik 川流域には, 数百万ヘクタールのサゴ生育に適した土地があるが, 地域の人々は, これらをアルコールに転換することに必ずしも同意していない。Wewak にある Provincial government は Angoram を最良の場所と考え, 近く住民にこのことを発表する予定
- National government は, 最終生産物のアルコールを購入するが, 地域住民の説得等については, E. Sepik の Provincial Government が行なう。
- サゴアルコールの計画は, 鉱物エネルギー省でとり扱われているが, 未だ研究段階で, ゴムなどに比較してその優先順位は低い。これは National government が間接的に資金を出し, E. Sepik developing pty. が行なう。
- Western Province の Daru は, 人口密度の低い地域で, サゴが主食となっている栄養失調の状況が強い所である。Daru の東側は, サゴの主生産地であるが, これは非常に広範にわたっているので原料の集積が困難であろう。

#### (4) 鉱物エネルギー省

PNGでは, サゴの樹幹1本から, 約135~150kg(水分17~8%と思われる)の澱粉が得られることから考えると, ヘクタール当り, 本数にして約20本2,250ℓのアルコールが得られることになる。Dr. Flach が Sepik 川流域で資源調査を行なった際にも, 食糧資源にくい込まない十分量のサゴヤシがあるという結果を出している。E. Sepik province に, 年間2000KLのデモンストレーション工場を建設する予定である。(この量は, Biotechnology Australia pty. での聞きとりと一致している。)このアルコールは, 燃料用として, 主にボートに用いる。ここでは, サゴヤシの栽培を管理し, 工場で澱粉を生産し, これを加水分解, 醗酵してアルコールに転換する。

また食用酵母の生産もあわせて行ない、蛋白資源とする。PNGにおけるサゴヤシの資源としては、Sepikに年間100~500万KLのアルコールに相当する原料がある。将来のアルコール生産は、Sepikで½、Gulf Coastで½が行なわれるであろう。後者の方の資源については詳細は不明である。しかし、ここにも年間数100万KLのアルコールに相当する原料はあると考えられる。現在のサゴヤシの収量は、湿地帯で、ヘクタール当り乾燥澱粉3 tonである。しかし現在600~700haのデモンストレーション栽培を計画しているので10 ton/ha位は収穫出来ると期待している。またDr. Flachによれば最高24 ton/haも可能といわれている。これらのことを全て計算に入れても栽培により、6 ton/haは得ることができよう。PNGのアルコール計画は、1994年に500万liter(5,000kl)、1996年に1,000万liter(10,000kl)の予定である。10,000klになったときに余剰のものは輸出にまわす予定である。最初の2,000klのデモンストレーション工場については、次の出資率になる。

World Bank	10%
E. Sepik development. co.	40%
National Government PNG	40%
オーストラリアの会社 (Biotechnology Australia pty とと思われる)	10%

## 第4章 調査地区の概況

### (1) 一般概況

#### ア 全国の概況

PNGは、1975年9月にオーストラリアの信託統治から独立した若い国であって、行政上19の州(Province)に分かれている。赤道から南緯12度にわたっており、PNG本島と約300の島からなる。総面積は、約475,000 km<sup>2</sup>、わが国の1.25倍と考えられている。

西部は、インドネシアのイリアンジャヤに接し、南は、海を隔ててオーストラリア大陸、南東部は、ソロモン群島に接している。

PNG本島は、ほぼ、東西に走る高峻な中央背りょう山脈により、大きく南北2つの部分と、人口の稠密な中央高地に分かれる。

この中央山脈より、大小の河川が周囲の海岸にむけて流出しているが、北部のSepik川と、南部のFly川は、両者ともに、1,000 km以上の長さを有する大河川であり、いずれも沿岸は、洪水はらんのため、大湿地をなしている。

気象は、場所により差異が大きく、平均気温は、海岸地帯で21～31℃、中央高地は13～24℃である。雨量は、北西季節風と南東貿易風により大きく影響を受けるが、特に、11月から3月までの北西モンスーン季が主なる雨季となっている。しかし、雨量は、場所により大きく異なり、一般に、海岸地区は1,500～2,500 mmといわれている。

人口は、約310万人で、都会地の住民は%以下である。人口は稀薄であるが、人口増加率は、年率3%と高い。人種は、アジア系と南太平洋系のメラネシア人の2種類からなっている。

都会以外は、なお、強い部族制度のもとにあって、いまだに土地所有の抗争をつづけているところがある。これらの住民は、道路交通機関の未発達により、大部分は、原始的な採取農業および狩猟により孤立した自給自足経済で生活しているものが多く、独自の文化、言語を有する部族の数は700以上といわれている。

ケ 当国の年次別国内総生産額の内訳は、次のとおりである。

この国の国内総生産額は、1人当たり589.3ドルであり、主たる産業は、80%以上の人口が従事する農業、林業及び鉱業で、国内総生産額に占める各産業別の比率は、下表のごとく農業、林業及び漁業が35.2%、鉱業は8.9%で、第一次生産物の合計は、44.1%にもなっている。

農業は、広く行われている自給農業と同時に、商業的農業もさかんである。自給農業は、サツマイモ、タロ、ヤム、バナナ、豆類等で、栽培面積は25～50 haとなり、食

(単位100万ドル)

	1975~76		1976/77	
農業, 狩猟, 林業, 漁業	474.0	29.6%	643.8	35.2%
鉱業	179.85	11.2	163.2	8.9
製造業	138.15	8.6	160.05	8.8
電気, ガス, 水道, 衛生サービス	15.0	0.9	22.95	1.3
建設	103.35	6.4	108.6	5.9
商業, 運輸及び金属	324.9	20.3	364.65	20.0
サービス業	209.25	13.1	209.25	11.5
公共サービス, 軍備	157.95	9.9	154.2	8.4
計	1.602.8	100.0	1.826.7	100.0

糧を自給している。これらの栽培様式は、地方により異っているが、一般的には、20年更新による焼畑農業が行われることが多い。

このため、自給農業に利用される面積は、500~600万haに上っているといわれている。

商業的農業としては、ココヤシ、コーヒー、ココア、オイルパーム、ゴム、茶、除虫菊等が栽培され、その面積約70万haといわれ、生産物はこの国の主要輸出品となっている。

プランテーション農業は、外国人の経営によっではじまり、戦後、次第に小規模栽培農業に移行している。独立の際に、新政府は、小規模栽培と部族所有地におけるプランテーション農業を奨励したのである。現在の小規模農園の数は、250,000と考えられている。このうち80%はコーヒー園であり、15%はココア及びココヤシ農園で、残りはゴム、茶、オイルパームの農園と肉牛生産農場となっている。

このほか、第1次産品としては、林業および漁業があり、豊富な資源にめぐまれている。銅及びこれに伴って産出する金・銀等の資源にもめぐまれている。

主要な農作物の概況は次のとおりである。

#### (イ) 米

稲は、もともとPNGの作物ではなく、これまでの歴代の植民地政府によりこの国に導入され、奨励されたものである。現在は、米は、主として都会において消費されているが、次第に消費は、増大する傾向にある。米が重要視される理由の1つとして、長期保管が容易なこととされている。

国内における生産は、年2,000トン足らずで、ほとんどが小農経営により生産されて

いる。主たる生産地は、E.W. Sepik 州で、総生産の 8 割を占めるとのことである。

栽培技術も原始的であり、播種棒で穴をあけて播種するといった方法で、除草も一度だけ、病害虫防除は、ほとんど行われていない。Central Province に小規模稲作機械化農業が行われている。その収量は、1975 年において、*ha* 当たり 3.3 トンとなっているが、この附近での稲作は失敗とされている。この主たる原因は、天候不良といわれているが、この他に圃場の整備が悪いこと、雑草のコントロールが出来なかったこと、品種の選択が不適当であったこと等によるものである。

PNG 政府は、この附近における小規模機械化かんがい農業に対する外国の資本権下を求め、Port Moresby に対する米の供給を行うことを考えているとのことである。

#### (ウ) コーヒー

コーヒーは、1951 年以来、PNG における最も重要な輸出農産物となり、また、農業地域の主たる現金収入源となっており、特に、中央高地地方では、人口の 40 % がコーヒー産業に従事している。コーヒーは、先ず、中央高地の外人所有プランテーションにおいて栽培されていたが、普及活動により、急速に小規模農園にも栽培されるにいたった。最近では、この国のコーヒー総生産額の約 70 % は、およそ 20 万の小規模農園において生産され、残りは約 100 のプランテーションにおいて生産されている。

#### (エ) 林業

この国は、林業資源に富み、森林面積は 3.600 万 *ha* で、総面積の 75 % に達している。このうち、利用可能とされているものは 1.500 万 *ha* と見積られている。森林面積は、ほとんど部族所有となっているため、所有権と利用権をめぐる争いが多発し、政府にとって難しい問題となっている。

### イ 調査地区の概況

#### (ウ) East Sepik Province

East Sepik Province は総面積が 42.800 *km*<sup>2</sup> で、隣の West Sepik Province と合わせて Sepik 川の流域をなす。1971 年センサスの人口は、181.893 人で、人口密度が 4.2 人/*km*<sup>2</sup> とほぼ全国平均なみである。約 10 % の人口が州都である Wewak に住んでいる他、Maprik を中心としたかなり広い範囲に人口密度の高い地域がある。賃金労働者の総数は約 2,000 人で、男子労働可能人口を基準にすれば、その 5 % ほどにしか当たらない。同 Province において、次のような商品生産を行う農業がある他は、貨幣経済に含まれない採集・狩猟および原始的農業活動が生活の主体をなしている。

East Sepik Province の主な換金作物、農産物及び家畜とその生産規模は次のようである。

- (a) ココヤシ：212ha, コブラ141ton生産(1976)
- (b) カカオ：402ha(1972/73)
- (c) コーヒー：1,995ha(1972/73)
- (d) ゴム：37ha(1973/74)
- (e) 稲：約1,000ha(1975/76)
- (f) 肉牛：7,342頭(1976)

(資料：Agriculture in the Economic. DPI. 1977)

ゴムは土地をもたない世帯を対象に、入植させ、ゴム生産団地を形成するプロジェクトがDPI(第1次産業省)の手で進められている。同州の米生産量は、州内の消費量の約20%に達した(1974/75)。しかし、需要そのものが急激に伸びているにもかかわらず、生産の拡大は進まず、政府は上記の6品目を中心に農業の振興を計っている。また、農産物以外の産物として、ワニ皮と民芸品がある。

同州の道路延長は約630kmあり、その中にWewak-Maprik-Lumi(West Sepik Province)とWewak-Angoramの2本の主要道路がある。全国的な幹線道路網計画が樹てられており、本州に関係する道路として次の2本がある。

- (a) Madang-Wewak-Vamino(West Sepik Province)ハイウェイ建設
- (b) Wewak-Maprik-Lumiの全線舗装

これらが完成すれば、Madang港とSepik地方が陸路で結ばれることになるため、産業開発を大きく促進することになる。Wewakには港と空港があるが、港の規模は小さい。

#### (4) Western Province

Western Provinceの総面積は99,300km<sup>2</sup>で、Fly川の流域の大部分を占める。PNGの中で最も大きな土地面積をもつ州であるが、人口は1971年の人口センサスで、70,898人、人口密度はわずか0.7人/km<sup>2</sup>に過ぎずPNG中で最も低い。人口の約14%が州都であるDarúに集中している。1966年から人口増加率は年平均約3%である。1976年の賃金労働者数はわずか443人で、男子労働可能人口の約3%に過ぎず、東に隣接するGulf Provinceと並んで、人口が希薄で、PNGの中でも最も後進地域であり、貨幣経済や産業の発達が遅れている。農業および漁業の生産規模は次のとおりであり、特に漁業資源に恵れている。

#### 農 業

- (a) ゴム：約1,800ha, 26tonの生産(1974/75)
- (b) ココヤシ：約600ha(1974/75)で大部分が自給用
- (c) トウガラシ：約6tonの乾燥トウガラシの生産(1975)



(d) 肉牛：約 380 頭

#### 漁 業

(e) バラマンディ (Barramundi スズキに似た大魚)：274 ton (1975)

(f) イセエビ：31 ton (1975)

Daru には政府および地元民出資で設立された水産会社があり、バラマンディやイセエビの包装、冷蔵、流通を行っており、これらは輸出もされている。ワニ皮は地元民の最も大きな収入源であり、この他ワニの養殖、林業、民芸品等による産業振興が進められている。さらに特筆されるべきことは、同 Province の北部の OK Tedi において最近銅山の開発が進められていることである。この銅山の開発は、政府の開発会社によって進められており、採鉱しうる鉱石は、少なくとも 2.5 億 ton と見積られている。鉱山の建設に約 3,000 人の雇用があり、建設後約 20 年間、毎年約 100 人増の雇用が確保されると期待されている。その結果、OK Tedi において約 1 万人規模の鉱山の町ができるとみられている。鉱山の他、同州では石油および天然ガスの探査を進めることが計画されている。

同州の総道路延長は約 1,000 km であるが、周年通行可能な道路は皆無に等しく、他州との陸路の交通ルートは全くない。従って、他州および州内の要所を結ぶ交通機関は、主として舟および飛行機によらなければならない。

## (2) 関係行政機構

PNG において、サゴヤシに関する関係行政官庁は、Department Primary Industry (D.P.I. 第 1 次産業省) である。これは、以前の農業、畜産、漁業と、林業の 4 つの局が 1976 年に合併して設立されたものである。

D.P.I. は、農業部、畜産部、農業教育部、漁業部、計画部、経済市場部、政策調整部、総務部等に分かれ、林業事務所、これとは別に大臣直属の系統をなしている。

全国 19 の州における D.P.I. の現地活動は、夫々の州における Principle Rural Development Offices により実施される。この係官は、農業、畜産、漁業開発の計画立案から、計画施行まで、責任を有している。この係官を補佐するため、各州に家畜専門官、訓練専門官、農作物専門官等がいる。この他、地域経済官、地域家畜衛生官、地域漁業官があり、その州専任又は、その他 2～3 の州の職務を兼任している場合が見られる。

## (3) 自然条件

### ア 地形、地質および土壌

PNG 本土は、次に示す 4 つの地域に地形区分されている。(図 1 参照)

(a) The Southern Plains and Lowlands: 本土の中央を走る脊梁山脈の山麓部から

南側の海岸線に至る低平地で、この区域では約10万km<sup>2</sup>からなるFly-Strickland川の流域によって大半が占められ、東部は背梁山脈が海岸線に迫っているため、細長くなっている。Fly-Strickland川の流域部分の多くは、洪積層平野が占めており、現在の洪水氾濫区域外となっている。そのため、Sepik川流域に比較して、この流域の湿地や沼沢地はそれほど多くない。むしろ、Fly川より東部に連なる数本の川のデルタ地帯に洪水氾濫区域が多く、それが湿地帯をなす。

- (b) The Central Ranges : PNG本土の約1/2を占める中央背梁山脈区域で、この区域の外縁部は、非常に起伏の多い地形であるが、中央部は4,000 m級の山が多くあるものの、その間に高原地域がかなり大きく広がっている。それらはハイランド地域と呼ばれており、人口密度が200人/km<sup>2</sup>で、PNGの人口の約半数を占めている。
- (c) The Intermontane Trough (Sepik-Ramu-Markham Trough) : この地域は南側のNorthern RangesとCentral Rangesとの間にある低平均で、Sepik川、Ramu川およびMarkham川およびその支流の沖積地および扇状地からなる。
- (d) The Northern Ranges : 中央背梁山脈に平行に本土の北岸を走る山脈およびそれに続く丘陵地。

地質は、(a)と(c)の地域が第4紀層 (b)の地域は第3紀およびそれ以前の地層、(d)の地域は第3紀層をそれぞれ主体とする。後述するように、サゴヤシが自生し、サゴ澱粉が広く食糧として利用されているのは、主として、(a)と(b)の地域である。今回の調査地区である2つのProvinceの地形、地質及び土壌は次のとおりである。

#### ㊦ East Sepik Province

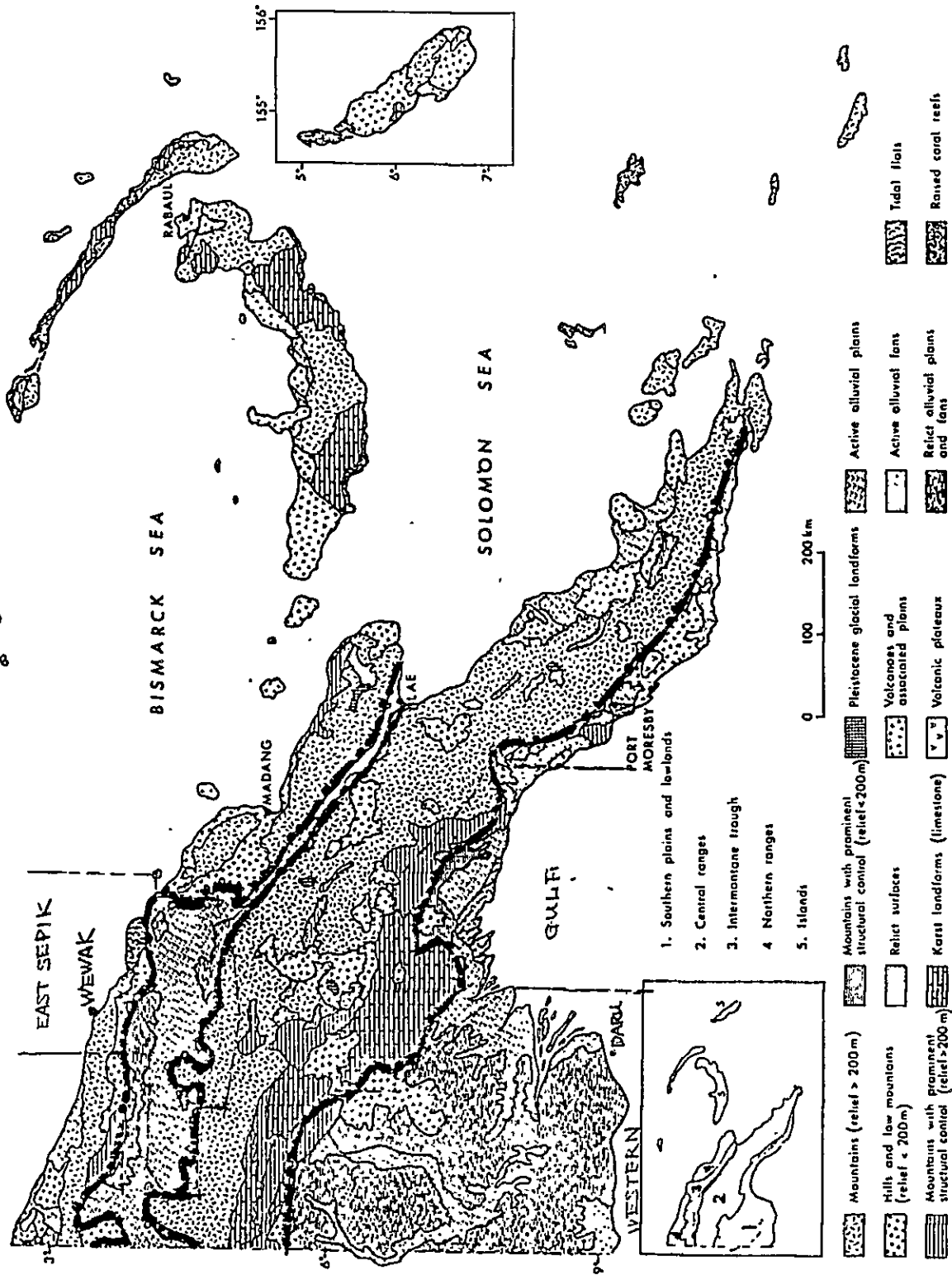
上記の地形区分における(c)と(d)のそれぞれに属する2地域からなる前者は、さらに洪積層と沖積層からなる地域に分けることができる。洪積層は平均6~10 m標高が高く、現在の洪水氾濫外である。沖積層の部分は、何ら治水がなされていない現況において、程度の差はあるが、全面的に洪水を受ける地区である。サゴヤシの自生している湿地帯がこの地区に属する。

しかし後述するようにこの地区の植生が全て自生サゴヤシによって占められているのではない。洪水を受ける度合が場所により異ると共に、サゴヤシの自生林の他、湿生草地等の種々の植生がみられる。

(d)に属する地域はPrince Alexander (Mountains) 山脈とこれに連なる丘陵地からなり、地質は前述のとおり第3紀層で、鮮新世および中新世からなる。上記山脈の丘陵地に人口の密集地域があり、ヤム、タロ等を主とした自給農業や、米作が一部行われている。

同Provinceを流れるSepik川の流域面積は約76,800 km<sup>2</sup>あり、源流からの延長

1 Landforms



1. Southern plains and lowlands
2. Central ranges
3. Intermontane trough
4. Northern ranges
5. Islands

- Mountains (relief > 200 m)
- Hills and low mountains (relief < 200 m)
- Mountains with prominent structural control (relief > 200 m)
- Mountains with prominent structural control (relief < 200 m)
- Relict surfaces
- Relict alluvial plains
- Active alluvial plains
- Volcanoes and associated plains
- Volcanic plateaux
- Pleistocene glacial landforms
- Karst landforms (limestone)
- Active alluvial plains
- Active alluvial fans
- Relict alluvial plains and fans
- Tidal flats
- Raised coral reefs

は約1,000 kmある。河口の巾は1.7 kmで低水位で深さ約12 m、流速約0.5 m/秒あり、年間の流出量の大ききからみると世界の河川の中でも有数のものである。多雨季である12～4月の洪水時には、川の周囲約30 km巾で浅い湖を形成するといわれる。Angoram 地点で洪水水位は低水位から約3 m上り、ここより100 kmほど上流では約6 mとなる。潮の干満の影響がはっきりみられるのはMarinberg 地点である。

#### (i) Western Province

前記の地形区分において(a)のThe Southern Plains and Lowlands に、本 Province の全域が属す。この Province の北側境界にある小面積の山地を除いては全て Fly-Strickland 川流域を中心とする第4紀層の低平地である。この低平地は、洪積層地区と、現在洪水を受ける沖積層地区に分けられることは前述のとおりである。Fly 川は PNG 第1の大河で、源流からの延長は約1,000 km、流域面積10万km<sup>2</sup>である。河口巾が72 kmと非常に大きく、河口より320 kmまで干満の影響範囲にある。そのため、大潮時に潮汐による津波が発生して航行上大へん危険である。Fly 川には Sepik 川のように河岸に集落がなく、河岸から離れているといわれる。

上記 Province の低平地沖積土壌は、FAOの土壌分類において、粘土分が35%以上、塩基飽和度50%以上のEutric Fluvisols（未風化沖積土壌）が主体をなす。しかし、20%以上の割合で、Eutric Histosol（泥炭土壌）を含む。

#### イ 気象条件

East Sepik および Western の両 Province におけるサゴヤシ自生林の分布地の気象を代表するものとして、それぞれ Angoram と Balimo の気象資料を表2および3に示す。なお、両地点とも標高10 m前後の低平地である。熱帯降雨林地帯の気温は、季節および日変動がほとんどないか、非常に小さい。そのため、基本的に気象は降雨パターンによって決まる。Angoram と Balimo の年間平均気温はそれぞれ27.1℃と26.6℃であり、季節的な変動は1℃以下で、日較差は10℃前後である。極値をみても、44℃を超えることがないとともに13℃より下がることもない。

両者の年間平均降雨量は、前者が2,067 mm、後者が2,724 mmである。PNGにおける降雨量の季節的な変化は、5～10月に南西の風が、12～4月に北西の風がそれぞれ卓越する。これは低気圧が南北に移動することによっておこる。Angoram では5～10月に雨季となり（月平均雨量が60～150 mm）、12～4月に多雨季（月平均雨量が200 mmを越す）となる。他方、Balimo においては、少雨季が7～11月となり、12～5月に多雨期となる。5～10月に南西の風が卓越し、海上を渡ってきた湿った風が吹くが、地形が平坦なため降雨が少い。しかし Balimo の東側の Kikori を中心とした地域は、3,000～6,000 mmの多雨地帯である。（図2参照）これは南西の風

图 2 Rainfall

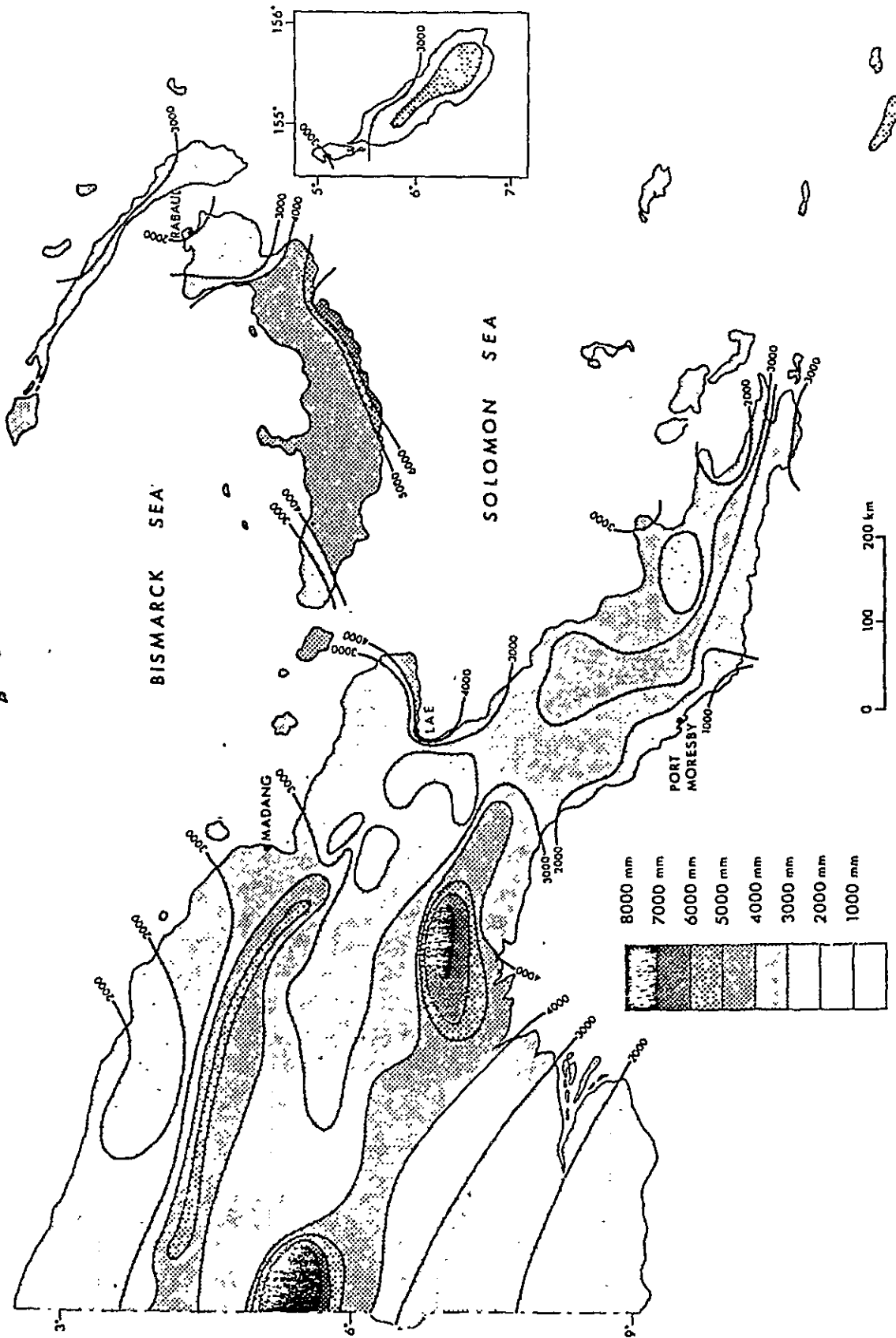


表1 Climatic Data. Angoram

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Annual
Rainfall, (1956~70, mm)	424	465	525	355	263	350	287	170	209	355	471	498	2,700
Highest	202	208	223	221	153	64	59	81	82	189	227	222	2,067
Medium	73	45	81	42	17	18	2	0	2	58	81	67	1,461
Lowest													
Temperature, Extrem Max (All Records, °C)	36.7	37.4	36.8	37.3	43.8	37.8	37.3	43.3	42.2	37.8	40.7	39.2	43.3
Mean Max	32.1	31.9	31.8	32.0	32.7	32.3	32.2	32.4	32.7	32.8	32.4	32.2	32.3
Mean	27.2	27.1	27.0	27.1	27.5	27.1	26.8	27.0	27.2	27.3	27.3	27.4	27.1
Mean Min.	22.3	22.2	22.2	22.1	22.2	21.9	21.4	21.5	21.6	21.8	22.2	22.5	22.0
Extrem Min.	19.1	19.1	17.9	14.6	16.3	18.2	16.1	17.2	18.2	18.5	18.9	14.6	14.6
Relative Humidity, 9:00 (All Records, %)	89	90	92	90	89	89	90	88	87	86	86	89	89
15:00	71	71	73	74	71	72	70	68	69	68	69	71	71
Estimated Evaporation (Mean, mm)	141	122	125	118	130	128	133	142	142	153	146	144	1,624

Source: Climatic Tables for Papua New Guinea, 1975.

表2 Climatic Data. Balimo

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Annual
Rainfall (1960~70, mm)	596	776	638	701	585	316	287	290	354	383	395	389	3,372
Highest	273	306	350	240	286	233	104	52	133	123	72	296	2,724
Medium	163	177	155	133	68	57	35	6	27	14	15	166	1,697
Lowest													
Temperature, Extrem Max. (All Records, °C)	36.4	34.4	34.8	36.9	33.2	32.6	31.8	33.3	35.6	37.7	37.5	35.6	37.7
Mean Max.	31.9	31.9	31.5	30.9	30.3	29.1	28.2	28.9	30.1	30.6	32.5	31.9	30.7
Mean	27.6	27.6	27.5	27.1	26.9	25.7	25.0	25.4	25.8	26.4	27.5	27.6	26.6
Mean Min.	23.2	32.2	23.4	23.2	23.4	22.2	21.8	21.8	21.5	22.1	22.4	23.3	22.6
Extrem Min.	17.2	21.2	20.6	20.7	20.3	13.0	15.8	16.1	14.6	11.9	17.0	19.6	13.0
Relative Humidity, 9:00 (All Record, %)	87	87	85	84	89	87	88	85	85	81	77	84	85
15:00	68	66	72	72	76	78	75	78	76	68	68	66	72
Estimated Evaporation (Mean, mm)	168	148	148	124	104	90	87	106	122	138	177	168	1,580

Source: Climatic Tables for Papua New Guinea, 1975.

が山脈によりさえぎられる地形条件にあることによもたらされる降雨である。相対湿度は、降雨の季節的変動を受けてごくわずかに変動するものの、年間を通して高い。

#### ウ 植生条件

PNG全土の植生図がCSIRO(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)のLand Use Research Divisionによって作成されている。過去20年間CSIROのLand Resources Survey Teamは全国各地で植生を主とした土地資源調査を行ってきて、現在全国土の40%をカバーしている。この調査でとられた航空写真を判読し、これをベースにして作成されたこの植生図は調査結果のいわば集大成である。植生図のスケールは100万分の1であるが、使用された航空写真の多くは5万分の1程度のスケールであるといわれる。従って、全国的な規模の植生を把握したい場合にはかなり精度の高いものである。サゴヤシの分布状況や概略的な分布面積の計測を行うには、既存資料としてはもっとも適切なものと考えられるので、これを紹介する。

この植生図によると、PNGの植生は次の9つに大別されている。

##### (i) 森林 (Forest)

樹冠が密着ないし重なり合っている状態を森林と定義している。これはさらに次のように15に細分類されている。

##### (a) 平野または扇状地の森林 (5分類)

Large to medium-crowned forest

Open forest

Small-crowned forest

Littoral forest

Swamp forest

##### (b) 丘陵地および山丘地帯の森林 (10分類)

(細分類は省略)

##### (ii) 疎林 (Woodland)

降雨や地下水位の条件が森林の形成を抑制し、樹冠が閉鎖せず低木が下層林として密生する。但し、サゴヤシやタヌノキが主となって密生した状態になる場合も便宜上この植生分類に入れられ、次のように2つに細分類される。

- Woodland on permanently dry to periodically inundated terrain

- Swamp woodland

前者の植生が本土でみられるのは、Western provinceのFly川右岸流域から海岸部にはほぼ限られる。この地域は広大な平坦地であるが、比較的降雨量が少なく、季節的な変動が大きいいためかなり長い少雨季がある。このような条件で、森林の形成が抑制

され、低木の疎林地帯がこの地域に多い。

(iii) 低木林 (Scrub)

密生した低木や背丈の低い低木または両者の混合、これは、前出の森林および疎林の形成が気象条件や土壌条件によって抑制された形の植生である。例えば、低地においては、降雨の希節的変動が非常に大きいところや海岸沿いの石灰岩丘陵地等にみられる。山地においては、岩場等で表土の浅いためや低温が原因で低木林となっている。

(iv) サバンナ (Savanna)

降雨量が少なく、季節的な変動が非常に大きく、長期の少雨季で乾燥するところに分布する。樹木の密度はまばらとなり、地面は草本によってカバーされている。サバンナは Port Moresby 周辺および Western Province の西部に主として分布し、本土の北部側にはない。

(v) 草地 (Grassland)

樹木の密度はサバンナよりさらに疎になり、イネ科の草本によって占められている。これは次のように2細分類される。

- Grassland on permanently dry to periodically inundated terrain

- Swamp grassland

前者には山地や丘陵地で焼畑や農耕によって人為的に草地になったものと、標高の高い山岳地帯で山林の分布限界線を越えたところにある自然草地とがある。後者は、河川や湖岸沿いの常時ないし長期間の湛水地域にあり、湿生または水生のイネ科草本よりなる植生である。

(vi) 混合草地 (Mixed Herbaceous Vegetation)

上記の Swamps Grassland と同じように湿地の植生であるが、イネ科のみでなく他科の草本をも混えた植生である。草丈は低く、沼沢地帯にみられる植生である。

(vii) 先駆植生 (Pioneer Vegetation)

砂浜等の裸地や火山および洪水等により植生が破壊された場合の初発生的植生で、混合草地から森林まで植生のタイプは一定しない。

(viii) マングローブ (Mangrove Vegetation)

塩水の浸入するところに特有の植物であるヒルギ類やニッパヤシ等により形成される林地を主体とする。しかし低木、草地等他の形をとっている場合もある。なお、しばしばニッパヤシとサゴヤシの群落が隣接して存在することがある。この場合、航空写真のニッパヤシ群落は白っぽく見えるのに対し、サゴヤシの場合は黒っぽく見えるので区分がつくといわれる。

(ix) 農耕地 (Garden)



PNGにおいてまとまった農耕地があるのは、highland 地域一帯、East Sepik と Province の Maprik を中心とした地域、Northern Province の Port Moresby の周辺等非常に限られている。

上記の植生区分において、サゴヤシが含まれるのは、細分類された植生区分の Swamp forest と Swamp woodland の2つである。この2つの植生をさらに詳細にみると次のようになる。

(a) Swamp forest

20～30 mの高さで、中ないし小規模の樹冠の樹木で単一の優占種によって形成される高さの揃った森林である。しばしば隣り合う樹冠の間に隙があり、サゴヤシやタコノキが下層林をなしている。

この植生は大河川の中下流のデルタないし扇状地で、地下水位が常時地表面かその上にある地域に分布する。河川の水位変動が季節的ないし、河口に近いところでは潮の干満により、地下水ないし浅い表面水が動いていることがこの植生にとって必要条件である。同じように地下水位が常時あるいは、長期間地表面ないしはその上にあるような湿地でも、地下水の動きが小さい場合は、樹木の生育が抑えられ、次に示す Swamp woodland となる。また、塩水の侵入が多くなると、同様な条件であっても、塩水に適応した樹種によって占められるようになる。

(b) Swamp woodland

常時あるいは長期間地下水位が地表面ないしはその上にあり、地下水の動きが小さい場合にこの植生がみられる。このような条件による湿地帯は大河川の下流域に多い。上記の Swamp forest と樹種が共通しているが、樹木の密度は小さい。そのため下層林を形成しているサゴヤシやタコノキが優占し、しばしばこれらの純林が見られる。

サゴヤシの生育適地は、地下水位が常時地表面あるいはその上にあり続けるところではなく、少雨季には、地下水位が地表面以下に下がる場所である。このようなところでは葉を含めて高さが14 mほどで、開花期には長大な花序を入れれば20 mにもなる。しかし自生サゴヤシの幹は多少手を加えられたものに比べ、幹が細く貧弱である。これは旺盛な繁殖力で密度が高くなり過ぎることによるものであろう。

地下水位が常時地表面上にあたり、その逆に地下水位が下がり過ぎて一時的にしろ干害を受けたり、沿海で土壌水分中の塩分濃度が高くなるとサゴヤシの生育を抑制して、サゴヤシは小さくなり、花が咲かないといわれる。

なお、サゴヤシは、標高400 mほどまで山間地方でもごく普通に局地的な群落が見られる。それは、山合いの凹地で、土壌水分条件がサゴヤシの生育に適しているためであろう。

㉞ East Sepik Province の植生

上記の PNG の植生図に加えて、Wewak-Lower Sepik 地区の詳細植生図 (CSI RO. Lands of the Wewak-Lower Sepik Area. PNG) を使用して East Sepik Province の植生を、特にサゴヤシの自生地を中心として次に述べる。

山地は Medium-crowned lowland hill forest を主体とした森林にほとんど占められている他、Prince Alexander Mountains の裾野一帯でかなりの規模の農耕地があるとともに標高 200 m 前後のところで一部焼畑によるものと考えられる草地がある。低平地では、洪積層地区のほとんどが草地となっており、洪水氾濫区域の植生は次に示す 7 種からなる。

- (I) Open forest on plains
- (II) Swamp forest
- (III) Swamp woodland
- (IV) Swamp grassland
- (V) Mixed herbaceous vegetation
- (VI) Pioneer vegetation
- (VII) Mangrove vegetation

このうちで面積に大きな割合を占めるのは、(II)、(III) および (IV) であり、概略各々 1/3 づつを占めている。川の流路を中心に、これら 3 つの植生の位置関係をみると、川から最も離れたところに Swamp forest が位置し、川に隣接して Swamp grassland が、その中間に Swamp woodland がある。

上記 Wewak-Lower Sepik 地区植生図において、自生サゴヤシの純林とされている部分は全国植生図の Swamp woodland の分布範囲とほとんど一致する。但し、沿海部の塩水ののぼってくる地帯だけは異なる。今回の調査で Angoram の下流でみたサゴヤシの自生林はその一部で、事実サゴヤシの純林をなしていた。

㉟ Western Province の植生

Western Province の北部山地においては、East Sepik Province の山地の植生と同じように、Medium-crowned lowland hill forest が主体をなしている。第 4 紀層の地区の植生を洪積層地区と沖積層地区に分けて示すと次のとおりである。

洪積層地区

- Woodland on permanently/dry to periodically inundated terrain
- Dry evergreen forest
- Scrub
- Savanna

## 沖積層地区

- Swamp forest
- Swamp woodland
- Swamp grassland
- Herbaceous swamp vegetation

洪積層地区の植生についてみると、降雨量が多くないことと降雨に季節的な偏りがあることが反映して、疎林、低木、サバンナが主体の植生となっている。沖積層地区では、上記3植生の他に Balimo や Morehead のような人口の多いところに、焼畑によって生じたと考えられる草地がある。「Swamp woodland が Fly 川流域には比較的少ないことが、Sepik 川流域とは異なる点である。」

川の大きさから言えば Fly 川は Sepik 川に優るとも劣らない大河で、Fly 川の中・下流域は非常に広大な平坦地であるにもかかわらず、Swamp woodland の植生が少なく、同時に自生サゴヤシの分布が少ない。この理由として次のことが考えられる。降雨量が比較的少なく、かつ少雨期間が長いことが乾燥のストレスを与えて、サゴヤシの植生を限定しているのであろう。

この推定は、今回の飛行機で Daru-Oriomo-Balimo-Bamu のコースで飛んで、上空より植生調査を行った際、降雨量が多くなり、かつ降雨分布が均等化する Bamu 寄りにサゴヤシの分布の多いことから正しいもののように判断される。

## (4) サゴヤシの生産動向

図3に示すようにサゴ澱粉が主食ないしは主食の一部となっているのは、East Sepik、West Sepik、Western および Gulf の4つの Province である。しかしこれらの地域の主食はサゴ澱粉単一であるよりも、タロや、ヤム、サツマイモ、バナナ等が組合わされていることが多い。

DPI の資料において、サゴ澱粉の全国レベルにおける生産量は、117,000 ton と推定されている。上記のサゴ澱粉常食地帯である4州の人口は合わせて21万人(1971年センサス)である。現時点の人口をこの20%増しに見積り、増加人口に相当する部分は市街地に移住し、米を主食としていると考えれば、サゴ澱粉を主食としている人口は現在も約20万人である。

Western Province の Oriomo の調査で、サゴ澱粉常食集落における成人男子1日当りのサゴ澱粉摂取量は約900gである。年間摂取量は334kgとなる。この値から子供を含んだ全人口1人当りサゴ澱粉の平均年間摂取量を200kg(乾燥澱粉)と仮定して前記の4州におけるサゴ澱粉常食者20万人の年間消費量を推定すると40,000 ton(乾燥澱粉)

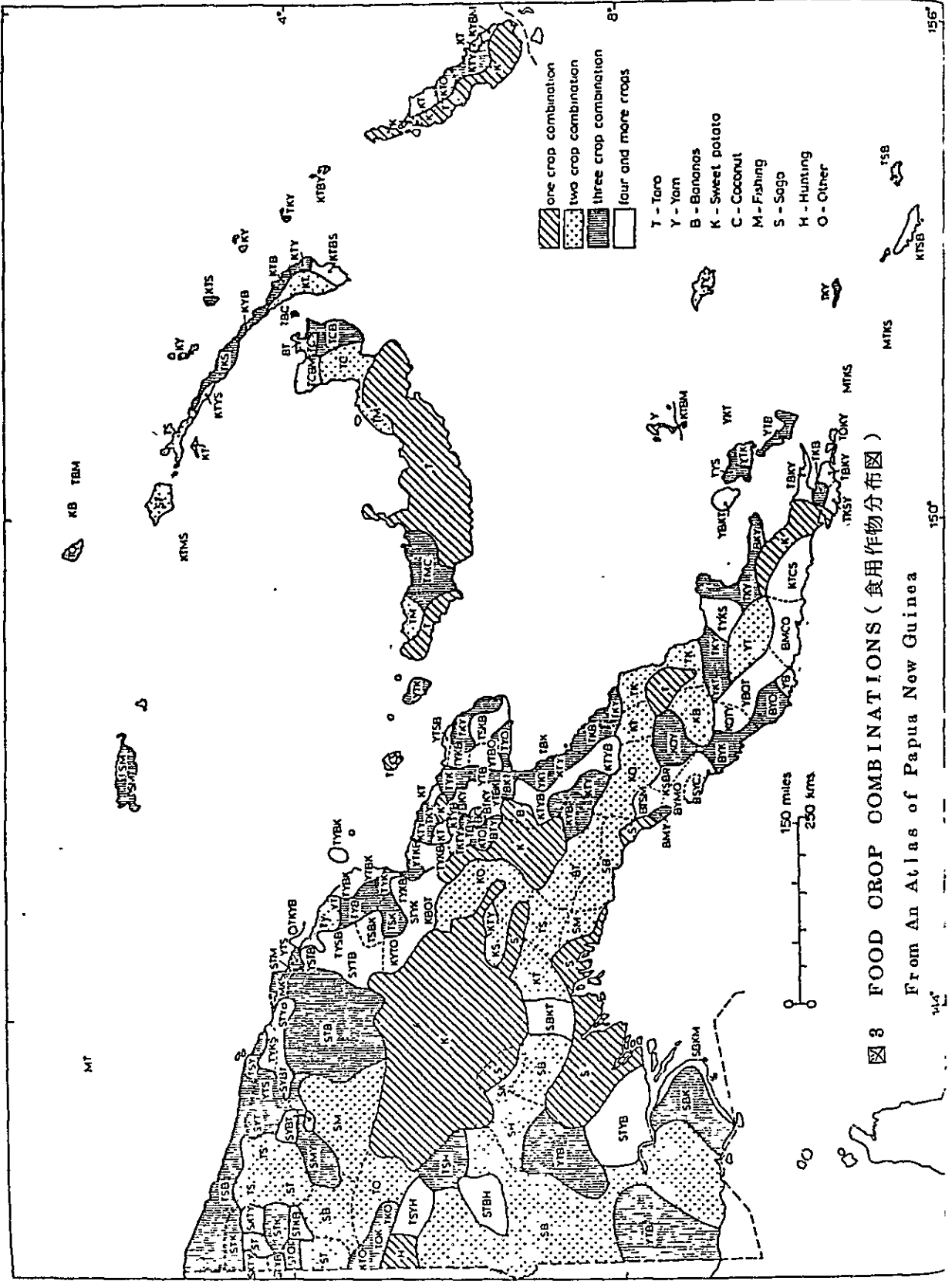


图 8 FOOD CROP COMBINATIONS (食用作物分布图)

From An Atlas of Papua New Guinea

となる。

自生サゴヤシの純林ないしはサゴヤシの優占する植生の分布を前記した植生図から見ると、大部分が Sepik 川流域と Fly 川より Purari 川に至る数本の Gulf 湾に注ぐ河川の流域にあることがわかる。(Vegetation on PNG, CSIRO, Land Research Series No 35 参照) ちょうどこの地域は上記のサゴヤシを常食とする地域と一致する。この地域の住民が利用するサゴヤシのうち、自生のものと半栽培のものとの利用割合は明らかでないが、全国の植生図資料を基にして、自生サゴヤシの植生面積および澱粉生産量を次のように推定した。

自生サゴヤシの年間澱粉生産量

流 域	サゴヤシが優占する植生面積	純林換算率 (仮定)	純林換算面積	澱粉生産量
	(100万ha)	(%)	(100万ha)	(100万ton)
Sepik 川	1.0	} 50	0.5	1.5
Fly 川	0.3		} 0.4	} 1.2
その他(Gulf)	0.5			
計	1.8		0.9	2.7

注) (1) その他の川は Bamu 川から、Purari 川に至る Gulf 湾にそそぐすべての川。

(2) サゴヤシが優占の植生面積は、CSIRO の Vegetation Map による。

(3) 純林ha当り澱粉収量を年3 tonと仮定。

上述のように、Sepik 川流域および Fly 川から Purari 川に至る川の流域の2大サゴヤシ自生地帯の澱粉生産量は、年間270万tと推定される。このことから自生サゴヤシの澱粉生産量は、この地域の推定サゴヤシ消費量を40倍以上上廻っているとみられる。

なお、上記の推定は、サゴヤシが従の植生区域や標高400mまでといわれる局地的にある自生サゴヤシ林のサゴヤシを含めていない。

#### (5) サゴヤシ農家の経営構造

サゴを主食としている自給農家も、一般にはサゴの栄養成分との関係で、サゴ以外にサツマイモ、タロ、ヤム、バナナ、その他の果実、狩猟による動物、魚類等を食料としている。このため、サゴヤシ農家というよりも、サゴを主食の一部としている自給農家という方が適切であろう。

E. Sepik 州及び Western 州におけるサゴを主食とする自給農家は、すべて、この様なもので、例えば、Sepik 川沿岸の Angoram 地方は、サゴ、タロ、バナナを主食とする。また、Western 州の Oriomo 川沿岸では、サゴ、バナナ、サツマイモで、Fly 川口の漁村 Sui では、サゴ、バナナ、サツマイモ、魚類といった状況である。サゴのみを主食とす

る地方は Gulf 州の沿岸に見られる（付表参照）。

この様な主食を生産するため、自給農業が営まれるが、その生産様式を、④森林焼畑農業、⑤草地焼畑農業、⑥永年畑作農業、⑦サゴ生産の4つに分けた学者があるが、E. Sepik 州及び Western 州では、森林焼畑農業とサゴ生産の2つの型の組合わされたものということが出来る。

森林焼畑農業は、農地として使用したあと、一定の期間、休閑地として放置しておくもので、低湿地帯や、あまり標高の高くない場所において行われるもので、森林再生の速度の早いところに適している。この方法では、休閑地として放置する期間は、通常20年とされている。

サゴ生産というのは、天然のサゴヤシまたは、半栽培のサゴを生産して、食料としての澱粉を抽出することである。

土地の所有には、いろいろの形態がある。或る一つの土地に、例えば、畑を作る権利、その中の木を切る権利、狩猟を行う権利を夫々別の人間が所有している場合もあり、また同じ種族で共有している場合、土地に属する権利をすべて個人が所有する場合もある。

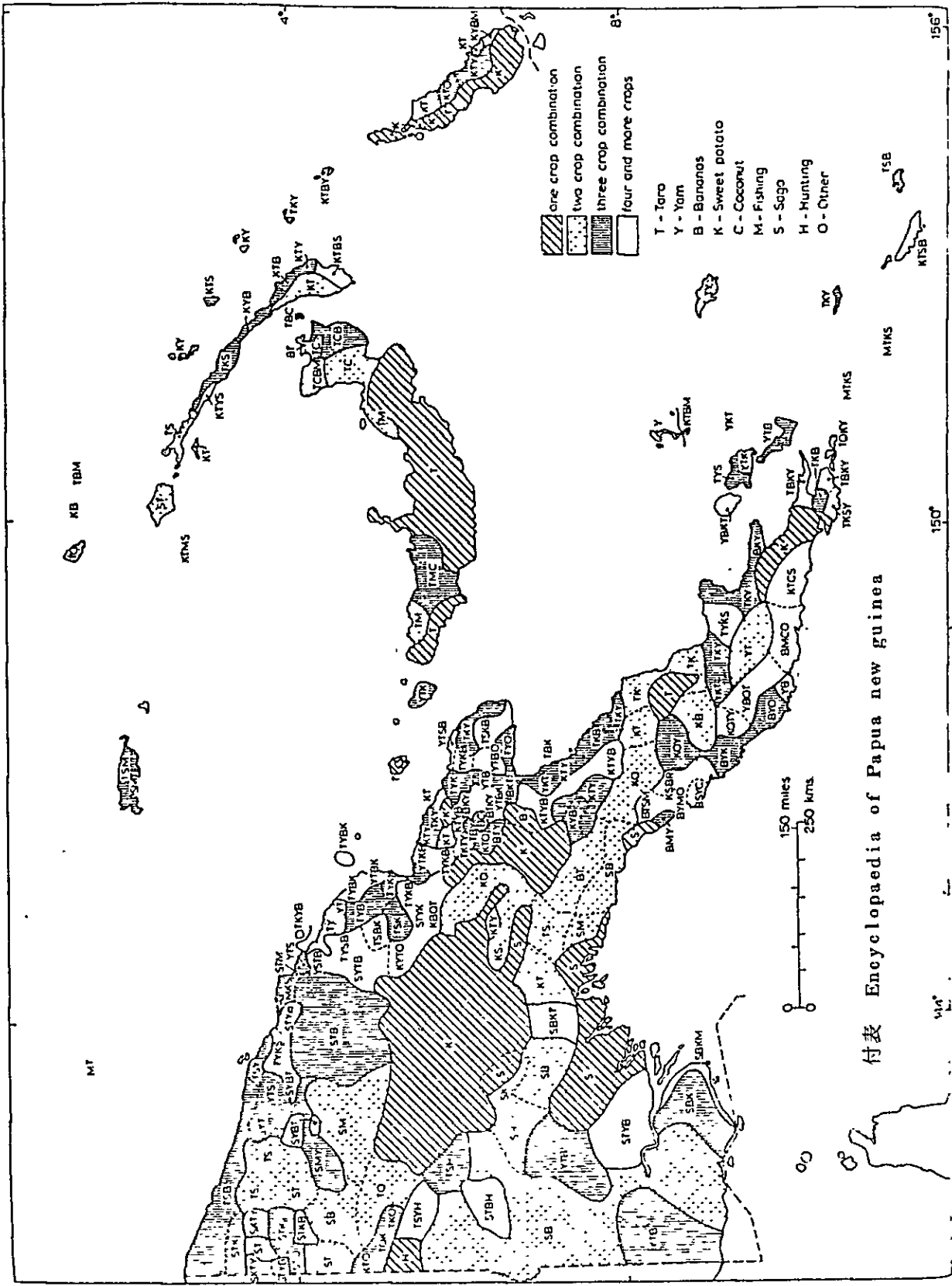
サゴヤシの伐採には、多くの男の労働力を要するので、交互に、親戚などの応援を求めるようなこともある。サゴを伐採し、その場で澱粉採取をする場合もあれば、乾季には伐採して川の近くまで運んでいかだで運ぶことも多い。一般に雨季には、村から遠く離れた天然のサゴヤシを伐採し、乾季には、村の近くの植付したサゴヤシを伐採するといわれている。

通常、この付近では、成人1人1年間の食料として、サゴヤシ3本を消費するという事である。

#### (6) 澱粉採取とマーケットテイング

PNGにおいては、サゴヤシの栽培と澱粉採取は全く原始時代そのままといっても過言ではなく、澱粉採取もちろん工場形式をなしているものは、全くみることが出来なかった。伐採されたサゴヤシの丸太(log)は、その場所、若しくは、近くの水の便のよいところまで運ばれて澱粉採取が行われる。

この方法は、丸太を縦に2つに割り、内部の pith を破砕しておがくず状にする。ここまでは通常男性の仕事である。このおがくず状のものをサゴヤシの葉柄の基部などで作った小さな罎のようなものをかたむけて、この中でおがくず状の pith に水をかけて手よく揉む作業を行う。“罎”の下方には、手で揉むときおがくずが澱粉に混って流れ出さない様ココヤシについている網状のものをふるいとして取付けてふるいとしている。こうして流れ出た澱粉を含む水は、下におかれてあるカヌー状又は平たい容器の中に入れ、中で澱粉は沈澱する。これを集めて乾燥すると、白色の澱粉が得られるのである。これは女性の仕事であるが、サ



付表 Encyclopaedia of Papua new guinea

ゴヤシから澱粉をとるこの様な労働は、きわめてきびしいものであって、男女とも1時間の労働は、乾燥澱粉2kgに相当するカロリーを消費するとの調査結果がある。

澱粉は、家内消費のものを除いて、通常、バナナの葉にて包装される。この包装は、通常20kgまたは30kg程度のもので、市場などに持ち込んで販売される。この場合、市場における価格は、East Sepik 州、Angoram においては1kg 0.35 Kina。Western 州 Daru においては0.3 Kina であった。(1 Kina = 330円、昭和55年10月現在)

Wewak におけるサゴ澱粉の供給は、主として Sepik 川沿岸地方より行われるが、その他、海岸地方や、離島方面からも行われることが知られている。

Daru においても、Oriomo 川、Fly 川沿岸地区より、帆かけカヌーにより直接 Daru の市場に運ばれるのを見かけた。

市町村における市場は、州政府委員会、市会議員会により監督を受けていて、市場に出品した者1人に対して10トヤ~20トヤ(toea)市場使用料を支払うことになっている。

(100 toea = 1 Kina) この場合、この市町村では市場以外のところで品物を販売することは、通常許されていない。



## 第5章 投資環境

### (1) 外資政策

PNGでは、国家開発に対する外国の投資を促進し、管理規制する目的をもって、1974年、国家開発投資法（The National Investment and Development Act）を制定し、この法律に基き外資導入のための手続を定め、国家目的に沿った望ましい投資対象事業を選択し、又、外資導入について関係各官庁との調整をはかる目的をもって、国家投資開発局（The National Investment and Development Authority. NIDA）が設立された。NIDAは、国家計画開発省の所管であり、関係各省庁の諸機関その他による理事会により運営されているが、年に一度国家開発投資法により投資優先スケジュールを決定して公表することとなっている。

1980年11月に公表された第6次投資優先スケジュールの概要は、次のとおりである。

投資対象業種は、優先業種、自由業種、制限業種に分類される。これは、以下のとおりである。

#### ア 優先業種

PNGの開発のため、今後、必須事業と考えられるもの。

- ㉠ 鉱物及び石油の探査事業
- ㉡ 農業開発事業（豆類・米の生産）
- ㉢ 林業開発事業
- ㉣ 漁業開発事業
- ㉤ 造船及び船舶修理事業
- ㉥ 観光事業
- ㉦ 農業及び畜産（食糧果実、パーム・オイル、ゴム等の新規開発）
- ㉧ 漁業（真珠、えび・かき等の養殖、サメ等の漁獲）
- ㉨ 第2次産業（キャッサバ・サゴヤシ等の代替エネルギーとしての加工・その他）

#### イ 制限事業

この業種は、原則として、新規外資導入（既存事業の買収も含む）を認めないもの。

- ㉠ 小規模金鉱開発
- ㉡ 農業及畜産（ココ、コーヒー、ラン栽培、養鶏、養蚕、皮革の製造又は製鞣）
- ㉢ 野生動物（ワニ狩猟、小規模ワニ飼育、野生動植物の捕獲、採集）
- ㉣ 漁業（内水面漁業）
- ㉤ 第2次産業（コブラ、コーヒーの加工、工芸品の製造）
- ㉥ 商業取引（コブラ、コーヒー、ラン等の取引、中古車の卸・小売）

- (特) スナックバー、ゲスト・ハウス
- (ク) 運送業（マネージメントは除く）
- (ケ) その他（歓楽施設、靴・はきもの修理）

以上であるが、1979年8月に公表された第5次優先スケジュールを発表した投資優先スケジュールでは、業種と、優先業種、自由業種、および制限業種の3種類に分類していたが、第6次では、自由業種をはずし、第5次の自由業種に含まれたものについて、若干の改訂を行った上、すべて、優先業種に繰り入れられている。これについて、現地大使館によれば、政府の積極的な外資導入姿勢が見られるが、実質的には第5次と同じく、外資導入に当たっては、個々の申請内容を厳しく審査し、受入を決定する考え方があるようだ。

また、第6次の優先業種であって、第5次と異なるもののうち、特筆すべきは、第2次産業の内訳として、キャッサバ、サゴ等の代替エネルギーとしての加工が、あらたに取上げられている点である。今回の調査において、オランダのコンサルタントが、Sepik川沿岸地帯のサゴヤシ開発計画立案のための調査を行ったことを知ったが、この計画実現を促進する意図をもって、第6次の優先事業として指定したものと考えられる。

#### ウ 投資ガイドライン

第6次投資優先スケジュールにおいても第5次と同様、投資の希望者の審査に当たってのガイドラインを掲載していることと思われるが、第5次の投資審査ガイドラインは次のとおりである。

- (ア) 投資者のPNG又は、海外における経歴。
- (イ) あらたに雇傭及び収入の機会を与えるものであること。
- (ロ) 平等な所得をつくるものであること。
- (ハ) 地方分散化に対する貢献度が大きいもの。
- (ニ) 政府の収入の増大に寄与するもの。
- (ホ) 外資の獲得に寄与するもの。
- (ヘ) PNGに対する技術移転を行うものであること。
- (セ) PNGの訓練に対する貢献度の高いもの。
- (ゼ) 経済成長に対する貢献度の高いもの。
- (コ) 関係業種の設立について、PNG人を奨励及び援助するもの。
- (ク) 自然的、社会的環境に対するインパクトを与えるもの。
- (ケ) 消費者の福祉向上に貢献するもの。

また、このほか、ジョイントベンチャーの奨励、登録条件の承認、世界的競争に打勝てるような製品価格であること、その地区の人々の承認を得ること等、投資者に対する希望や条件を示している。以上の一般的条件のほか、特殊な業種に対して特別なガイドライン

をも示している。

## (2) 労働力、労賃等事情

この国の労働人口は、総人口 3 1 0 万人に対して 1 3 0 万人程度と見積られ、このうち、約 1 0 % は都会における労働者であり、残りの大部分は地方の原始的自給農業労働に従事するものであるが、また、コーヒー、ココア等の大小のプランテーションにも雇傭されている。

都会、地方における最近の労働事情に大きな変化は見られず、また、地方から都会に流入する労働力の異動も少い。

物価事情が沈静していること、同族間の連帯感が、甚だしく強いこともあって、失業問題は、目下のところ社会的に大きな関心を引くに至っていない。

もともと、この国では、熟練した労働者が不足していて、財政のみならず、良質の労働力も外国に依存せざるを得ない状況で、これが経済発展を妨げている大きな原因となっている。

労働者の賃金については、公務員の賃金は、政府を代表する Public Service Commission と、政府被雇傭者を代表する Public Service Association の両者の話し合いにより決定される。

民間会社の賃金は、一般に雇傭者と被雇傭者、又、政府と団体の代表者からなる調停機関である Minimum Wages Board により決定される。この賃金ならびに最低賃金は、毎年、最近の消費者物価指数を考慮して決定されるものである。

## (3) 政府関係者の意向

PNG の第 1 次産業省においては、当国の立場として、サゴヤシよりアルコールを製造する事業については、重要な事業として取り扱い、すでに Department of Mineral and Energy 又はオランダのコンサルタンツに依頼して、Sepik 川沿岸地方の調査を行っており、近く全体計画が決定される段階にきている。

PNG の国家投資開発公社においても、最近発表された第 6 次投資優先スケジュールにおいて、サゴヤシ、キャッサバ等を用いてアルコール製造をすすめる事業を優先事業としたことは、既述のとおりであり、政府のサゴヤシ等によるバイオマス計画をすすめる意向が強く感じられるものである。

なお、第 1 次産業省は Sepik 川のはんらん、土地所有権の問題等があって、工場適地を得ることが困難であるとの理由により必ずしも Sepik 川サゴヤシ開発計画には、全面的に賛成をしていないように見受けられた。また、第 1 次産業省はサゴヤシ開発については、先ず、研究が必要であること、および、地域住民にとって、サゴヤシが重要な食糧源であることを考慮に入れて、慎重に計画をすすめるべきことの意見を述べた。

また、われわれの調査団に関して、Sepik 川は上述のごとく、すでに調査も完了しているので、Gulf 地方のサゴヤシとニッパヤシについて調査を実施するよう勧めてくれた。

一方、鉱物エネルギー省は、オランダのコンサルタントに依頼した調査が終了したこともあって、Sepik 川地方におけるサゴヤシ開発、アルコール製造事業に大きな自信を有するよう感じられた。

この省では、Sepik 川の Angoram の周辺にアルコール工場を設立するため、現在、土地所有者と交渉を行っているところであるが、この工場が設立されたとしても、3トン/ha/年の澱粉の生産力があるとして、この地域には100~500万kl/年のアルコールを生産する程のサゴの資源量があり、住民の食糧としてのサゴ澱粉を脅すことは全くない、ということであった。

また、Gulf 地方のサゴヤシ資源量については、恐らくこの½程度と考えられる、という意見を聞くことが出来た。

また、1996年までにアルコール1,000万ℓ(1万kl)の生産計画を有するが、この計画に対し、日本を含むいかなる国でも参加することを希望するということであった。

なお、最近得た情報によれば、E. Sepik 州政府は、州政府との合併による2,500万キナ(約8億円)のサゴヤシアルコールプロジェクトの実施が確定され、オーストラリアの Shedden Pacific Pty Ltd. が1982年2月より、Wewak より約114km離れた Taway に工場建設を開始することとなったとのことであった。

#### (4) 開発投資の可能性と問題点

サゴヤシ等を原料とするアルコール事業が、最近発表されたNIDAの投資優先スケジュールの中で、優先業種の中に入れられたことは、この国における石油および石油製品の輸入額が全輸入額の約20%にも達することと、石油によるエネルギー消費量が総消費量の約60%にも達することで、何とかしてアルコールにエネルギー源を求めたいということであろう。また、一方において、すすめられている石油、天然ガス油田の開発計画が大巾に遅れたこともあって、最近、バイオマスによるアルコール製造計画は、一層緊急を要する事となったものと考えられる。

Sepik 川沿岸のサゴヤシ開発計画実現については、どうしても海外の技術的、経済的協力を必要としているので、わが国がサゴヤシ開発投資の可能性を検討するため良い機会であると考えられるし、PNG政府としても、投資計画の受入れの推進に協力をおしまないと予想される。

しかしながら、現実には、この国のサゴヤシ開発に投資を行うことを検討する場合には、Sepik 川のみならず、今回の調査において実施し得なかったGulf 地方の調査をも行うこ

とが必要であろう。

また、さらに、本質的な問題としてサゴヤシの開発利用については、サゴヤシそのものの性質に、いまだ、不明の点が多いので、マレーシアにおけるサゴヤシ栽培の実態を研究するとともに試験圃場を設置して、プランテーション方式によるサゴヤシ利用の方途を求めることが先決である。またこれと平行してサゴヤシ自生林の利用度を高める方法等を開発することが好ましいものと考えられる。

しかし、今回の調査からして、自生のサゴヤシの利用を経済的に、また、地域住民の主食となつてゐることを考慮しながら実施することは、容易なことではないことを知つた。現在、住民に利用されていない資源は、奥地に相当広大な面積にわたり、自生しているものが見られたが、これについては運搬、その他、経済的利用方法の開発が、重要な課題となるであろう。この国の自生サゴヤシが矮小であることと、刺の密生度がきわめて高いこと等も、自生サゴヤシ利用について考慮すべき重要な点であろう。

結論としては、現段階においては、試験圃場の設置をすすめるべきであろうが、この場合、最も懸念されるのは、用地の確保であろう。土地の所有権、その他の権利関係が極めて複雑である一方、PNG政府も土地の外国人による使用には、種々の制限をもうけているので、この点については綿密な研究が要請される。

## (1) 澱粉の諸性質と利用特性

澱粉化学の最近の進歩は非常に多くの課題がある。澱粉粒を偏光顕微鏡で見ると偏光十字が見える。澱粉粒は、それぞれ起源によって異なった形状を示している。

偏光十字は、澱粉が粒心を中心にして合成されていき、分子の並び、結晶性といったものが放射状に伸びるために起きると考えられている。偏光十字は澱粉粒が糊化、膨潤することにより、完全に消失するので、澱粉が糊化、熱変化を受けていないことの証拠になる。

前述したように、澱粉粒は植物により形状、大きさが異なり、一番大きい澱粉粒はカンナで平均直径100 $\mu$ m位ある。馬鈴薯澱粉は40~50 $\mu$ mで、平均的な粒径を有している。一般的には根から取れる澱粉は丸い形状を呈している。米、とうもろこし、豆など実から取れる澱粉は非常に角ばった形をしている。小麦は進化の過程で2つの植物が入り混ったと言われている。そのため小麦澱粉は、一つの遺伝子による小粒子のものがはっきり別れ、中間の粒径のものがない。サゴ澱粉は粒径、形状が種実よりも根の澱粉に近い。また、サゴ澱粉は釣籠形の複粒が非常に多い特徴がある。

澱粉は一般には20~25%のアミロースと呼ばれる直鎖状分子と、75~80%のアミロペクチンと呼ばれる分岐状分子から構成されている。もち米、もちとうもろこしの澱粉は非常に特殊な澱粉で100%のアミロペクチンからなっている。アメリカでは逆にアミロース含量が80%に達するとうもろこしを開発している。アミロース含量を高めてくると、澱粉自身がセロハン状の膜や、食べられる食品包装材になったりする。そのため、これらの変化は澱粉の新しい用途探究のために研究されている。とうもろこし澱粉を想定した場合、澱粉の直径が、平均して10 $\mu$ mである。アミロースは、ブドウ糖が $\alpha$ -1,4結合で約1,000ヶ結合した直鎖状の分子である。ブドウ糖一つの大きさが5 $\text{\AA}$ とすると、1,000倍して5,000 $\text{\AA}$ 位になる。澱粉粒内でのアミロース一分子の大きさは図3に示した程度になる。アミロペクチンは枝分れしており、ちょうど3次元の構造になっている。アミロペクチンはアミロースより分子量が大きく、ブドウ糖の重合度は10万位である。しかしこの分子は直鎖状でないので、占める体積は小さい。澱粉粒は沢山の分子が混ざり、分子の大きさとの相互関係は次のようになる。例えば、1gの澱粉はコーンスターチであれば10 $\mu$ mの澱粉粒が $5 \times 10^{10}$ コ入っている計算になり、一粒の澱粉の中には、ブドウ糖が $10^{11}$ 分子つまっていることになる。重合度より見ると、一つの澱粉粒の中に100万から1,000万位の澱粉分子が入っていることになる。

図1 各種澱粉の形状 (T. J. Schoch 原図)

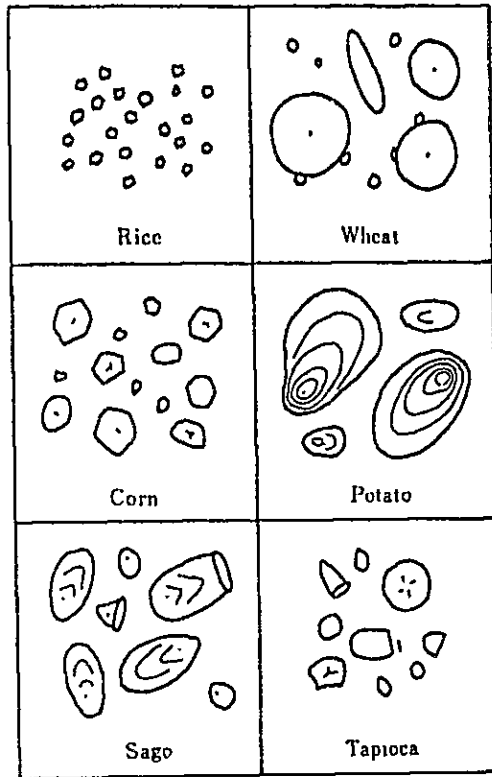
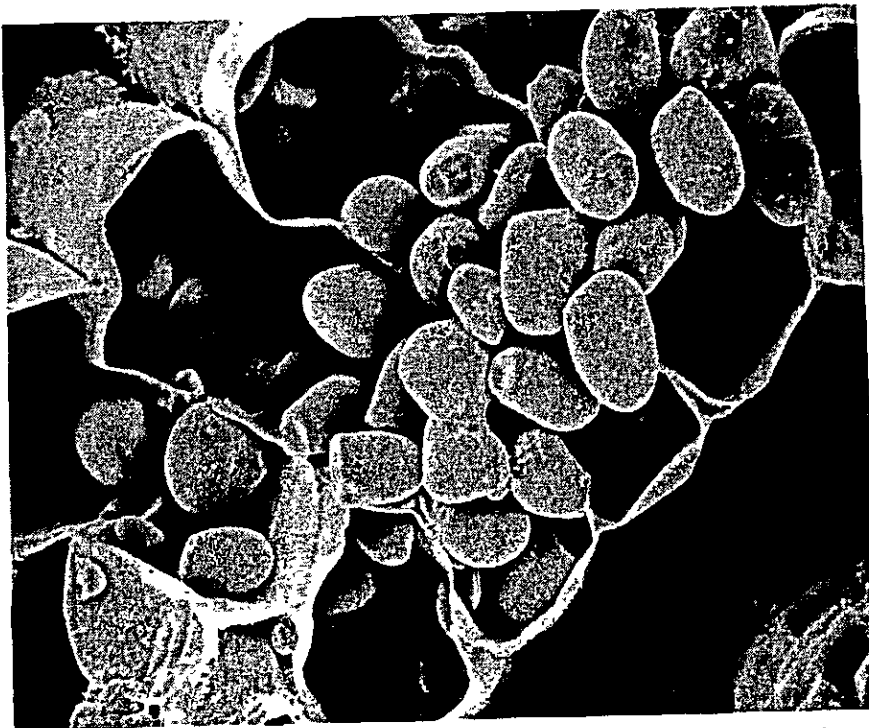
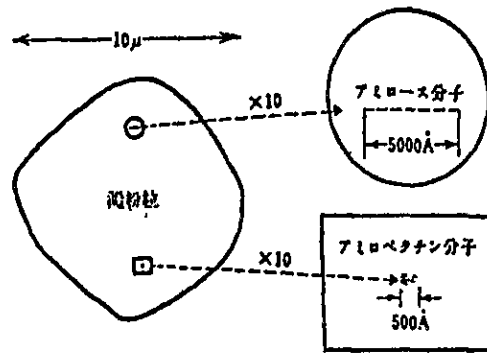


図2 サゴ樹幹細胞内の澱粉粒 (貝沼)  
(ツリ鐘状の粒が多く見える)



× 400

図3 澱粉粒子と十分にのび切ったアミロース分子およびアミロペクチン分子の大きさの関係 (French)



澱粉を実際に利用して行く場合の問題点として、澱粉の利用特性を大きく3つに分けることができる。1番目は澱粉粒の特性を利用するものである。2番目は糊や澱粉溶液などを利用するもので、食品工業の中で増粘剤や粘度安定剤などに使われるもの。3番目は澱粉のフィルムや澱粉をコーティングした時の性質が要求され、製紙用、繊維などに用いられている。澱粉はそれぞれの生成起源が異なり、そのため異なった粘度曲線を有するため、その特性が実実際の利用特性となっている。アミログラムは澱粉に水を加え、毎分1.5度ずつ温度上昇した時澱粉の粘度変化を測定する装置である。馬鈴薯澱粉は20数分経つと急に粘度が上がり、糊化して最高粘度に達した後は粘度が下がる。さらに、冷却曲線に持って行くと、その澱粉の性質、用途の方向などの見当がつく。馬鈴薯澱粉は磷酸を含み、磷酸の相手のナトリウムやカリウムを交換していくと澱粉の粘度は大きく変化する。

表1 我国における各種澱粉の生産量 (単位 1,000 t)

	甘 藷	馬 鈴 薯	小 麦	トウモロシ	輸 入	計
1965	556	254	70	300	4	1,184
1968	366	305	60	500	20	1,251
1971	175	233	65	594	59	1,126
1974	91	164	75	617	83	1,030
1975	98	209	80	701	85	1,175
1976	74	314	72	953	95	1,508
1977	102	254	70	941	97	1,464



日本の澱粉の使用量は現在 120 万 t ~ 140 万 t の間にある。表 1 に示したように、澱粉の種類は過去 10 年の間に大きく変化した。さつまいもから採る甘藷澱粉は南九州、千葉、埼玉、三重県などで生産が多く、1964 年は約 80 万 t 近くの生産量があった。しかし、現在では減少して 10 万 t 台に過ぎない。現在、甘藷澱粉に替わってアメリカ、アフリカから輸入したとうもろこしを原料とするコーンスターチが非常に伸び、日本の総澱粉量の 65% 前後を占めている。馬鈴薯澱粉は割り合い変化がなく、20 ~ 25 万 t の間を上下している。また、小麦もほぼ平均している。輸入澱粉はほぼ 10 万 t 弱で、サゴ、タピオカなどがここに入っている。澱粉工場は 1965 年代に小工場が整理され、甘藷澱粉工場は 1,200 工場から 120 工場に減少した。馬鈴薯澱粉工場もまた、1 割位に減少したが、62 工場のうち 31 工場は非常に近代化され、1 日に 1,000 t 以上の馬鈴薯を処理する遠心分離機を基盤とする近代化工場になった。そのため、数は非常に減少したが、生産量はそう変化がない。コーンスターチ工場は過去 10 年間に 8 工場から 22 工場に増加し、小麦澱粉工場は小規模な工場がなくなり、45 から 10 工場に減った。日本の澱粉生産能力は馬鈴薯澱粉工場の一番大きな所で 1 日約 2,000 t の馬鈴薯を処理している。また、コーンスターチ工場は 1 日のとうもろこし処理能力が 850 t に達し、馬鈴薯ととうもろこしについては非常に近代化されているといえることができる。

澱粉の消費は 1973 年 10 月から 1974 年 9 月までをみると、日本の総消費量 120 万 t の約半分は水飴、ブドウ糖などの甘味資源として使われている。残りのうち、約 10% はかまぼこなどの水産物、繊維と紙に 11%、加工澱粉に 12% で、15% 位がその他の用途でビール、MSG—Monosodium glutamate. 調味料 などである。最も大きな用途は甘味資源だが、現在異性化糖が澱粉から出来ている。これは澱粉をブドウ糖にまで分解し、更に微生物酵素によりブドウ糖の 42% を糖の中で一番甘い果糖に変化させた混合液糖が商業的に作られる様になった。現在の方向は、異性化糖の生産が上昇する方向にある。

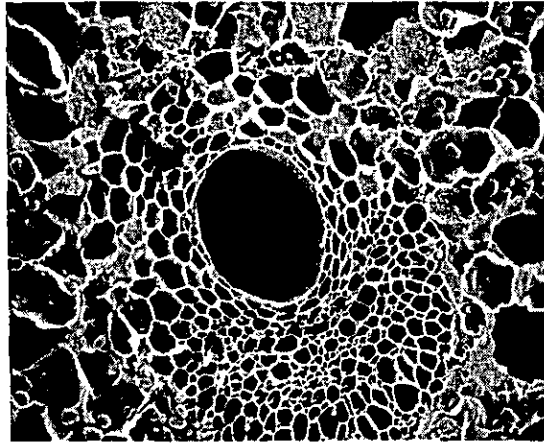
## (2) 第 1 回 国際サゴシンポジウムとサゴ澱粉

昨年第 1 回の国際サゴシンポジウムがボルネオ島の Sarawak 州、Kuching 市で 7 月 5 日から 7 日間開催された。参加者は 70 ~ 80 名程で、サブタイトルは「天然資源としての熱帯の湿地」であった。これは、熱帯、特にサラワクの様にピート土壌の上にたまった水が暖まり、そういうエネルギーを一つの天然資源として考えようよというシリーズの第一回にサゴを取り上げたものである。企画はマラヤ大学の Stanton 教授とハワイにある East-West Center の Ruddle 博士により立てられ、サラワク州政府やアジアファウンデーションなどの後援を得ている。3 日間の討論のうち第 1 日目は社会科学的問題と言う事で、熱帯のサゴを食べる民族 (Sago-eater) と人を食べる民族 (Man-eater) が地図の

上で非常に似ているところに存在するのはなぜかと言う様な事を討議した。2日目は農学的な問題で、サゴヤシの生育と澱粉蓄積の問題や、栽植密度の問題などが話題になった。3日目の問題は栄養や将来の発展につながる澱粉の利用と言った工業化の問題が出された。シンポジウム後はボルネオの奥地にサゴ澱粉工場の視察旅行があった。行程はKuchingよりSibuまで飛行機で行き、更にボートで川をたどって最終的にはサラワクで最もサゴ澱粉工場の集まっているMukahに着いた。サゴは開花すると急速に幹の貯蔵澱粉がなくなるため、開花前に伐り、筏に組んで川を工場に運ぶ。時には2カ月以上も川につけて置くため、茎の中はかなり微生物がついているものがある。特に、多糖類が多く付着しているものや、澱粉抽出には不良な条件のものも多く認められた。工場ではその日に澱粉抽出する分を川からあげ、皮をむいて幹を割る。時には原木の割れ目がカビにより黒色を呈し、微生物が澱粉を多糖類化した結果表面はヌルヌルしているものもある。長期間原木を水に漬けておくと軽くなってくるので水中に沈めておかなければいけないと言う事であった。このことは即ち澱粉の比重は約1.6であるので、これは茎の中の澱粉が微生物に侵された結果と思われる。澱粉の抽出行程は適当な太さに割った原木をラスパーと呼ぶ回転している磨砕機に入れ、それを水で洗いながら抽出する。抽出した澱粉は沈澱させた後乾燥させる。沈澱したものは白と茶色の層状になっているが、これは多分ポリフェノールが蓄積しているためと思われる。樹脂成分を重合する酵素活性の非常に強い種類の木ではないかと思う。澱粉は一度着色すると、何回水洗いを重ねてもきれいにならない。この辺りの多くのサゴ澱粉工場は日産2~3tの規模である。シブには澱粉の精製工場があり、袋詰にして送られて来た粗製澱粉を洗浄、遠心分離、乾燥している。

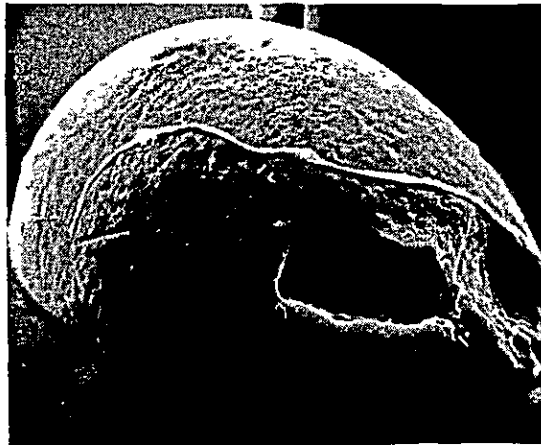
サゴの茎の内部組織は太い導管とその周りの少し硬い組織があり、この周囲には澱粉は殆どない。篩管の外側に澱粉のつまっている細胞がある。走査型電子顕微鏡でみると、穴のあいた澱粉が非常に多く、明らかに微生物のアミラーゼが生澱粉を侵していることがわかる。サゴ澱粉は昔から量は少ないが、工業用に作られていた。しかし澱粉化学の方から殆ど性質が明らかにされていない。サゴ澱粉はX線回折からみると構造的には馬鈴薯よりはコーンに近い中間型のC型澱粉に相当する。これはC型と言われるタピオカ、さつまいもの澱粉と比較的似た結晶学的な性質を有する。サゴ澱粉の種々の性質を調べて、他の澱粉の性質と関連づけたのが、図6のダイヤグラムである。ここでわかるようにサゴ澱粉の水分含量は17~18%で、馬鈴薯と甘藷の中間に位置する。澱粉の粒子は比較的大きく、馬鈴薯澱粉と同じか少し小さい。吸水による澱粉の膨潤度はキャッサバ澱粉と同じ位で、加熱溶解度はキャッサバと甘藷の中間にある。アミノグラフィーで測定すると、サゴ澱粉は糊化を開始する温度、最高粘度、最高粘度に達した時の温度などはほぼ甘藷、あるいはキャッサバなどの根茎澱粉に相当する。これらの事から、サゴ澱粉は馬鈴薯、甘藷、キャッサバなどのあたりに性質が

図4 サゴ樹幹の走査型電顕写真(貝沼原図)  
(中央の円型の孔が導管)



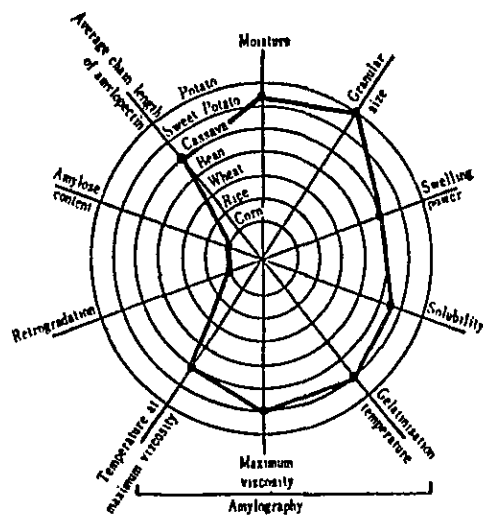
× 100

図5 アミラーゼに侵蝕されたサゴ澱粉(貝沼原図)



× 5,000

図6 各種澱粉と比較したサゴ澱粉の特性(貝沼)



ちらばってくるが、アミロース含量と老化しやすい特徴はとうもろこし並である。この2つの性質は非常に古くからイギリスでプリンを作るためによく利用されてきた。構造的にはアミロペクチンの一本ずつの鎖の長さがほぼキャッサバ程度である。現在、完全な性格づけが出来た段階ではないが、サゴ澱粉は甘藷とタピオカの間位に位置するものと考えている。

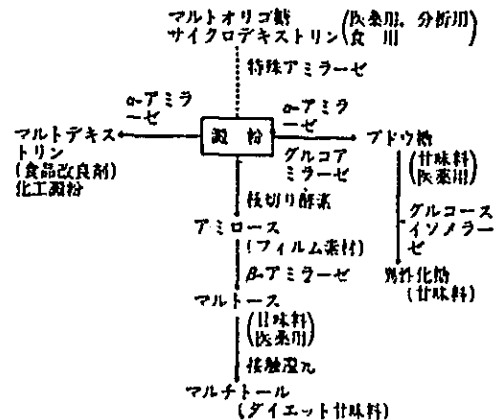
### (3) 澱粉利用技術の最近の進歩

澱粉の用途は非常に多く、2,000種類ある。利用されている形態では主として3つに分かれ、先ず、澱粉を高分子として使う用途がある。高分子特性を利用した用途は食品、製紙、繊維、化工澱粉、接着剤、薬用、乾電池用などがある。2番目は澱粉を加水分解して、澱粉を構成しているグルコースやマルトースという小さな糖の形で用いる。これらは、水飴、ブドウ糖、ソルビトール、ビタミンCなどがある。3番目のグループは澱粉を醸酵原料として使うもので、澱粉をグルタミン酸ソーダに変える、あるいはビールのアルコール原料として用いる。また、澱粉を一度全く別の形の多糖類に組み変えたものなどがある。澱粉自身の性質からハイポリマーで使う場合は高分子特性が大事で、各種澱粉の特性により用途が決定される。2番目は加水分解するもので、この場合には、どの澱粉でもブドウ糖から構成されているため澱粉自身の性質は関係がない。この場合は、むしろ不純物酵素の阻害要素、着色など不純物の性質が問題になる。3番目は澱粉の物理的性質が問題になる。ビール工場の中で澱粉をタンクの中に移す時粉塵が立つと困ると言う事等である。最近の澱粉利用の中で異性化糖は大きなトピックとなっている。澱粉から作る甘味料をまとめて澱粉糖と呼び、水飴、ブドウ糖などがここに入る。最近ではブドウ糖の甘味を強化する目的で、ブドウ糖の一部を果糖に変え、ブドウ糖と果糖の混合液の形で使っている。これは甘味が強く、液糖であるため扱い易く、ソフトドリンクなど非常に多くの用途があり砂糖業界をおびやかす存在になってきている。現在は、酵素による異性化法が発達し、日本ではほぼ20万t、アメリカで100万tを越えている。酵素法は澱粉を酵素でブドウ糖に糖化し、この溶液に対して異性化酵素を加える。従来は酵素を単体で加えてタンクの中で反応させていたが、数年前から酵素の固定化方式が開発され、これに完全に切り替って来た。固定化方式はイオン交換樹脂と同様にガラスビーズに酵素を固定化したり、濾過器の形で溶液を流す事により、固定化した酵素の中を通るだけで従来72時間の反応時間が20分から1時間に短縮した。その結果、ブドウ糖の42%は果糖に変わり、52%がブドウ糖として残って6%はその他のオリゴ糖の混合物が得られる。

### (4) 澱粉工業における酵素の利用

図7に示したように、澱粉に $\alpha$ -アミラーゼ、グルコアミラーゼを働かせて澱粉をブドウ

図7 澱粉の各種アミラーゼによる反応と生産物の用途(貝沼)



糖に変える。更にブドウ糖に異性化酵素を働かせて異性化糖を製造することができる。もう一つの有用な酵素は、枝切り酵素と呼ばれるもので、アミロペクチンの枝分れの結合だけを選択的に切断し、直鎖状のアミロースを得ることができる。アミロースはセルロースと構造が良く似て、膜になり易く、食品包装剤に使われる。更にβ-アミラーゼを使いアミロースを2つずつの単位で切ってくると麦芽糖に変わる。麦芽糖は食品のみならず、最近では新しいタイプの注射薬として注目されている。麦芽糖は水素添加して還元すると、マルチトールになり、非常に低カロリーの甘味料となる。また、澱粉に酸を加えて水飴を作る。化工澱粉は化学的、酵素的に澱粉を修飾して物性を変化させた澱粉で、種々の工業用に使われる。将来の方向としては、新しい酵素を検索し、澱粉を特殊な直鎖状、環状、分岐状のオリゴ糖に分解し、臨床化学、化学工業、食品工業等へ付加価値の高い澱粉製品を作り出してゆく研究がすでに行なわれ始めている。

(5) 澱粉を原料とする燃料用アルコール生産の問題点

現在、熱帯産澱粉資源として注目を浴びているサゴ、タピオカは、光合成能力の高い熱帯地域で生産される代表的な澱粉である。

PNG、インドネシア等の各国においては、この澱粉のアルコール醱酵への利用が将来の一つの方向として研究の対象となる。澱粉をアルコールに変換する技術は、古くからビール、ウイスキー、ブドウ酒、清酒等の分野に確立したものがあつた。しかし現在問題にされているアルコール醱酵は、嗜好飲料のアルコールとは異なり、燃料の代替がその主目的となっている。そのため、エネルギーバランスが重要な因子となり、いかに投入するエネルギーを少なく、純度の高いアルコールを回収するかが問題となる。

一般的なアルコール醗酵のエネルギー収支を見ると、モラセスを原料とする場合には、100のエネルギーのアルコールを得るためには、80のエネルギーを投入しなければならず、この殆んどが蒸溜のためのエネルギーとなる。一方、澱粉を原料とする場合には、澱粉を加熱糊化し、アミラーゼを作用させ、一度ブドウ糖に変換し、更にアルコールに変えるため、投入エネルギーは140位になり、得られるエネルギー100を大きく上回る。

オーストラリアのアルコール計画は、十分に埋蔵されている石炭を利用して、液体燃料としてのアルコールを得るものである。このような目的の場合には、投入エネルギーが取得エネルギーより大きいこともあまり問題にならない。

現在、燃料アルコール生産の技術的問題の解決がいくつかの面から行なわれているが、その代表的なものは次のようなものであろう。

高濃度アルコール耐性菌の検索、醗酵時発生する反応熱を有効に利用し、蒸気エネルギーの一部にする等の一分野がある。ここでは、遺伝子工学的手法等を用いる生化学的研究が中心になる。

他の一面は、蒸溜法を用いなくて特殊膜を用いてアルコールと水の分離技術の開発が最も可能性の高い方法として期待されている。

現在までの市販の膜の場合には、アルコールと水の選択性の高いものがなく、蒸溜の前の予備処理に使用することが可能と考えられる程度であった。しかし、昭和55年10月28日の日本工業新聞によれば、東京大学の田村助教授の開発した特殊膜を用いれば、一応の膜処理で、水を含んだアルコール液から92.7%のアルコールを分離することが可能であるという。この膜は、フッ化ビニリデン、ラジカル化テフロン、テフロン等を組み合わせた疎水性の多孔質の特殊膜である。膜のライフ、機械強度、処理量その他詳しいことは筆者は現在知り合わせていない。しかし燃料アルコールの生産の最もエネルギーを多く必要とする部分が、このような膜処理に置き換える可能性が認められたことは、非常に喜ばしいことである。

本稿は、熱帯農業23(1)、35(1979)の研交集会での講演要旨に一部加筆したものである。









JICA