

熱 研 資 料 No. 67

研究技術情報 No. 1

西マレーシア及びタイにおける熱帯特用作物の実態調査報告

——オイルパーム、カシュー、カカオ——

長谷川 聖 人

荒 井 克 祐

竹 下 弘 夫

昭 和 60 年 10 月



農 林 水 産 省
熱 帯 農 業 研 究 セ ン タ ー

林	所	長	一
		健	
	編集委員長		
三	宅	正	紀
	編集委員		
松	本	省	平
高	橋	達	児
岩	田	文	男
笹	野	伸	治
和	田	源	七

研究技術情報シリーズの発刊に当って

熱帯農業に関する研究技術情報に対する各方面からの要請はますます増加している。

当センターは、これまでも専門家を随時海外に派遣し、研究技術情報の収集につとめてきたが、1985年4月調査情報部の新設に伴って今後一層、組織的、計画的に調査が行われ成果が蓄積されることが期待される。

この成果を広く関係方面に提供するために、これまでの「熱研資料」の中に、新たに「研究技術情報シリーズ」をおこすこととした。

このシリーズは、これまでの単なる調査資料の内容とは別に、より広範な研究技術情報を整理、加工して盛り込みわかりやすい熱帯農業研究技術の情報専門資料として刊行するものである。今後、この資料が関係者に広く利用されることを期待するものである。

昭和60年10月

熱帯農業研究センター

所長 林 健 一

目 次

はじめに

I. 西マレーシアにおけるパーム油の生産と研究の動向	1
1. パーム油産業発展の経緯	2
2. パーム油の生産動向	3
1) 生産量の推移	3
2) マレーシア農業に占める位置	6
3) 世界油脂市場に占める位置	7
4) 東南アジア諸国におけるパーム油の生産概況	9
5) パーム油の生産構造	10
3. 生産加工技術及び研究の動向	14
1) PORIM における研究の動向	14
2) パーム油研究の一般動向	23
4. おわりに	24
II. カシューの栽培と利用	40
1. まえがき	40
2. 西マレーシア、タイにおけるカシューの栽培	42
1) 西マレーシア	42
2) タイ	44
3. カシューの生育環境	46
4. カシューの栽培	47
1) 繁殖	47
2) 播種	47
3) 移植	48
4) 定植	48
5) 定植後の管理	48
5. カシューの栄養繁殖	52
1) 取り木法	52
2) 接ぎ木法	53
6. カシューの病害虫	57
1) 害虫	57
2) 病害	58
7. カシューの成分と利用	63

1) カシューアップル	63
2) ナッツ	64
3) カシューナッツシェル	64
4) カシューナッツの処理工程	65
III. カカオ（豆）の生産と利用	72
1. 西マレーシアにおけるカカオ栽培	72
2. 世界におけるカカオ生産の現状	74
3. カカオの栽培と加工法の概要	77
1) 性状及び品種	78
2) 栽培	80
3) 醗酵	80
4) チョコレート、ココアの製造工程	82
5) カカオの利用	83
4. カカオの栽培と環境	84
5. MARDI におけるカカオ研究の動向	87

はじめに

われわれは熱帯における特用作物の生産利用と研究の実態把握のため昭和59年7月9日から8月7日まで、西マレーシアとタイに出張する機会を得た。

特用作物の種類は多くその中には熱帯地域に特有のものがかなり見られ、これらは時に国際市場とつながって熱帯諸国の重要な輸出品となり、その国の経済を支えている。

また、熱帯の特用作物には永年生作物あるいは樹木作物が多く、熱帯の強烈な自然条件の下で安定的な農業を営むためには欠かせないものとなっている。^(註1)

その生産は、プランテーションによって行われるものから小農経営に組み込まれているものまで多様な形態をとるが、いずれにしても最終製品に至るまでに加工が必要であり、集荷、加工など流通加工の問題が用途の開発と並んで重要な問題となっている。

今回の出張でわれわれが調査した範囲は参考資料として末尾に掲げてあるが、報告としてまとめるに当っては、現在植物油脂の中で高いウェイトを占めるオイルパームと、ある程度の乾燥地、やせ地でも栽培可能なカシュー、近年マレーシアでその将来が期待されているカカオの3つの作目を取り上げることとした。

オイルパームについては、マレーシアが世界最大の生産国であり近年急速な発展が続いているので、生産動向、研究動向を中心に報告をとりまとめた。カシューについては、マレーシアではやせた Bris 地帯への導入作物として評価され、タイではキャッサバに替り得る作物として注目されている。しかし現在の生産量は少なく生産動向も捉え難いことから、カシューの栽培と利用に関する技術情報を中心にとりまとめた。カカオについてはマレーシアでは農業の多様化を進めるための有望な作目として取り上げられ、特にココヤシ園での間作が進められている。中南米、西アフリカで発達したカカオ栽培が、東南アジアの自然と社会のなかでどのような発展を遂げるか興味深いものがあるが、ここでは、マレーシアにおける、生産、研究活動の現状を報告するとともに、栽培と加工法の概要及びとくに問題の多い栽培と環境について紹介することとした。

熱帯諸国において重要な位置をしめるこれら特用作物に対するわが国の研究蓄積は極めて乏しい。今後、熱帯諸国との研究協力を進めていくうえで、われわれとしても特用作物のもつ役割、技術上の問題点、研究協力を進めるべき分野等について一定の考えを固めておく必要がある。今後いくつかの事例調査を重ねる中で逐次この点を明らかにしていきたいと考えている。

今回の調査に当たっては、マレーシア及びタイの研究機関の方々に大変お世話になった。マレーシアでは MARDI 所長 Dr. YUSOF を始め全所的な協力を頂き、PORIM では副所長 Professor ONG と所員の方々、タイでは農業局局長 Dr. YOOKTI を始めとし各研究部、試験場の方々の協力を頂き、特に Mrs. VIMOLSRI には案内の役をかって頂いた。また、熱研在外研究員としてマレーシ

ア、タイに駐在しておられる諸兄からは有形無形の御支援を頂いた。これらの方々にここで改めて御礼を申し上げたい。

I. 西マレーシアにおけるパーム油の生産と研究の動向

長谷川 聖 人*

世界の油脂生産量は62,245千t(1982)で、最近10年間に於いて年率およそ3%で供給量の増加が見られる。

油脂全体の中で、最も大きな割合を占めているのはアメリカを主産国とする大豆であり、量的にはずっと少ないが、これに次ぐものとしてパーム油(palm oil)があげられる。しかしその増加率は油脂類の中で最も高く、最近10年間で2.6倍に達している。この急激な増加はマレーシアにおける生産の拡大によるものであり、現在この国は世界のパーム油のおよそ60%を生産している。

マレーシアの経済発展にとって、パーム油は重要な意味をもっており、天然ゴムと並ぶ重要な輸出産品として期待され、それだけに研究技術開発にも力が入れられ、産業政策面でも次々に新しい施策が打ち出されている。

オイルパーム(oil palm)は他の油糧作物に較べて、格段に高い油脂生産能力をもち、また、湿潤熱帯を栽培の適地としている作物である。その意味で熱帯の農業開発戦略のうえで魅力ある作物となっている。現に、マレーシアの成功が刺激となって、パーム油産業の開発、発展を目指す熱帯の国々も多い。

われわれは、1984年、7、8月約4週間にわたって特用作物の生産と研究活動調査のため、西(半島)マレーシアとタイに出張する機会を与えられた。この報告はその折の見聞をもとに各種資料を参考にとりまとめたものである。

オイルパームについては、国内においても最近 JICA から2つの貴重な資料^{10,11,17)}が刊行されている。ここでは、これらの資料を参考にし引用させて頂きながら、出来るだけその後における最近の動向を紹介するように心掛けた。オイルパーム産業が急速な発展を遂げている昨今の情勢からその必要を感じたからである。オイルパームの研究については、マレーシアでは1979年5月にPORIM(Palm Oil Research Institute of Malaysia)が発足し、オイルパームの栽培から加工利用に至るまでの全分野にわたって研究を行うようになり、すでに多くの研究業績が報告されている。その他西アフリカ、先進諸国等においても研究が行われており、最近2年半の間に出された関連論文は250編に及んでいる。

今回の出張では東マレーシアについては調査の機会が無かったので、本稿においては西マレーシアを中心にとりまとめを行った。

なお、オイルパームの植物学的な特徴、品種、栽培、病虫害、収穫と搾油、精製等の基本的な

* はせがわ きよと 熱帯農業研究センター

事項についてはこれまでに多くの研究、技術の蓄積があり、体系的なテキストも幾つか出版されているが、その主だったものの内容は文献^{10,11)}に盛り込まれている。また、1976年までの研究の成果については総合抄録⁴⁾が出されているので関心のある方をそちらを参照されたい。

1. パーム油産業発展の経緯

東南アジアのオイルパームは1848年、ジャワのボゴール植物園に植えられた西アフリカ産の4個体にその起源をもつと言われている。マレイ半島には1875年スマトラを経てシンガポール植物園に導入されたのが初めで、セランゴール州で商業的栽培が開始されたのは1917年であるとされている。同じ頃にシンガポール植物園に導入されたゴムが、自動車産業等の興隆に伴って、早くも1910年代にブームを迎えたのに較べるとゆっくりした歩みである。栽培が始められてからも、順次面積を増やしてはいるもののその増加は緩かで、これが急激な増加に転じたのは1960年代に入ってからである。それには幾つかの理由が考えられるが、主な要因はマレーシア独立に伴う政府の産業振興政策であり、もう一つは世界の油脂の需給関係であろう。

1960年当時、マレーシアの経済は天然ゴムに強く依存しており、輸出総額の55%、国民総生産の1/3、全耕地面積550万 ha の60%、農業労働人口の2/3が天然ゴムの生産にあてられていた。当時、天然ゴムの価格は低落が続き、政府は、価格低下が将来も続いた場合の対策を樹てる必要に迫られ、調査チームを組織して検討を行った¹⁹⁾。その結果得られた方策が農業における多様化 (diversification) の推進であり、この考え方は現在もマレーシアの政策理念の一つとして受け継がれている。「多様化」はまず、モノカルチャーを脱して多様な農業への転換を目指すものであり、オイルパームがその有力な作目として採り上げられたのである。更に、「多様化」は単に作目を増やす水平方向の展開に止まらず、生産した原材料の加工を通じて付加価値を高めるという、言わば垂直方向への多様化をも意味している。最近になってパーム油の輸出が粗油から精製油の輸出に急速に転換しているのも、この方向での多様化の具体的な現れと見る事が出来る。モノカルチャーによる原料輸出という植民地経済体制からの脱出を目指す多様化という言葉はこの国の政策を理解するためのキーワードの一つとすることが出来る。

もう一つのキーワードは Bumiptera (土地の子の意) であり、これは先住民族やマレー系民族を指す言葉である。マレーシアは複合民族国家として成り立っているが、独立以来ブミプトラを中心とした国造りを国是としてきた。ブミプトラの経済的地位は、中国系やインド系住民に較べるとなお全体として低いと言われ、これに対する優先政策が現在も次々に打ち出されている。農業政策においても、後述する FELDA の活動などは、オイルパーム園の拡大を通じてブミプトラの地位の向上に結びついていると見る事ができよう。

以上をマレーシア内部におけるパーム油産業の発展の契機とするならば、油脂市場とくにパーム油、パーム核油 (palm kernel oil) の国際市場の動向はその外的な契機をなすものであろう。後述するように、油脂の消費量はこの30年間におよそ2.4倍に増加し、最近10年間は年率3%の割合で増加している。とくに、植物油脂の消費が増大しており、これを賄うものとしては大豆油、

ヒマワリ油、パーム油が注目されている。

マレーシアのパーム油産業は、オイルパームのもつ格段に優れた油脂生産能力^{注2)}を基礎とし、このような内外の条件を契機として目覚ましい発展を遂げているのである。

2. パーム油の生産動向

1) 生産量の推移

マレーシアにおけるオイルパームの植付面積、パーム油生産量の推移は表1の通りで、1925～30年の急増、第二次大戦中の停滞を別とすれば、毎年千 ha 程度の、わずかではあるが着実な植付面積の増加が見られた。これが急激な増加に転じたのは1960年以降で、とくに1965年以降は毎年数万 ha の増加が見られ、1980年以降の年間増加は10万 ha に近づいている。しかし1982～3年については Bank Negara Malaysia の資料によると71千 ha の増加に止まっている。

栽培地域を州別に見ると、1962年当時は Selangor 州と Johor 州が大部分を生産していた。現在、栽培は西マレーシアのほとんどの州で行われているが、Johor 州と Pahang 州で全体の60%を占めている。1968～77年の植付面積の増加に対する各州の寄与率を見ると、50万 ha に及ぶ増加の60%以上は Pahang 州と Johor 州で賄われている。さらに前期（1968～72年）と後期（1972～77年）に分けて見ると Selangor 州、Negri Sembilan 州では後期に伸び悩み、これに反して Treng-

表1 マレーシアにおけるパーム油生産量の推移

年	(1) 植付面積 (千 ha)	(2) パーム油 生産量 (千 t)	植付面積当たり パーム油生産量 (t/ha)	パーム核油 生産量 (t)
1925	3.4	0.5	0.1	
30	20.5	3.4	0.2	
35	26.3	23.5	0.9	
40	31.6	58.9	1.9	
47	31.6	39.7	1.3	
50	38.9	54.1	1.4	
55	44.9	54.8*	1.2	14,700
60	54.6	72.7*	1.3	24,100
65	96.9	122.0*	1.3	30,500
70	300.5	621.0	2.1	133,800
75	641.9	1256.0	2.0	253,138
80	1042.7	2575.0	2.5	550,000
81	—	2822.0	—	
82	1226.6	3511.0	2.9	

資料：1925～55 Lim Chong-Yah, Economic development of Modern Malaya, Oxford University Press(1967)

1955～80 生産量：FAO, Year book

面積：A review of Malaysian palm oil industry, 1982

注) *はプランテーションのみの生産量

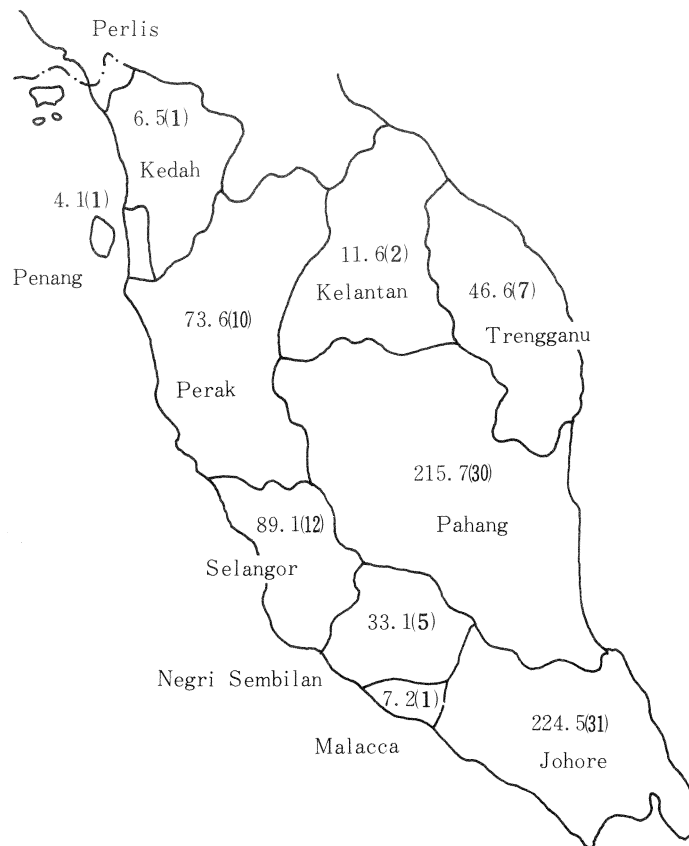


図1 州別オイルパーム植付面積(1977) 千ha()内は%

資料: Dept. of Statistics, Palm oil Coconut and Tea Statistics, Malaysia 1977.(文献 17 より引用)

ganu 州、Perak 州等では後期における増加が著しく、今後の産地の動向が伺われる。(図1)

東マレーシアにおけるオイルパームの栽培は、1950年代後半に入って Sabah の Semporna 半島の Mostyn エステートで開始され、1963年には5つのエステート、2630ha となり1960年代後半には州農務局の指導による入植が開始された。1967年からは政府統計によって生産の推移を知ることが出来るが、西マレーシアの経験を生かしその増加は速いテンポで進んでいる。

サバにおける搾油工場は当初エステートが経営する3工場であったが、1960~70年にかけて州政府が主要入植地に2つの搾油工場を設立し、小農によるオイルパーム栽培の発展の条件が整えられた。1977年時点で73千haの栽植面積のうちエステートに属するものは36千haでほぼ半ばを占めている。

Sarawak におけるオイルパームの栽培は、更に新しく、1960年代後半に入って始まるが、州土地開発局 (Sarawak Land Development Board) によるものが中心で、1977年時点で1万7千haの栽植面積をもち、うち1万2千haが入植計画によるものである。

このように東マレーシアのオイルパーム栽培は西マレーシアよりも遅れて開始されたが、マレ

イシアにおけるオイルパーム園の今後の拡張を考えるさいに、サバ、サラワクは有力な候補地である。西マレイシアではすでにかなりの程度まで開発が進んでおり、将来のマレイシア全体としての面積拡大を年間約6万haと推定したものがあるが、そのためには今後、傾斜地、泥炭土地帯、酸性硫酸塩土地帯など条件の悪い土地の開発が必要とされている^(註3)。

このような大量のオイルパーム園の造成の転換前の作目が何であったかを示す資料は見当たらない。もともと、オイルパーム園の開発はゴム栽培よりも高額の初期投資を必要とするものである。また、マレイシア政府は1952～62年の間はゴム園からオイルパーム園への転換を奨励し、改植に際しては補助金を支給してきた。この政策がエステート部門におけるオイルパームへの転換を促したと言われているので恐らく初期においてはインフラの整備されたゴム園からパーム園への転換が多かったものと思われる。しかし現在その補助金は打ち切られており、天然ゴムの生産自体わずかながら増加の傾向にある。したがって部分的にはゴム園からの転換はあるにしても、その多くは森林の開発によるものと思われる。後に述べるように FELDA の開発したオイルパーム園は現在、総面積の半ば近くに達しているがこれらは主に山林を開いてパーム園としこれに入植する形態をとっている。

このような栽培面積の増加に伴って油脂の生産量も増加している。栽植されたオイルパームは3年目あたりから実を着け、植付後5、6年で最高時の9割程度の収量をあげることになる。オイルパームからは、適度に熟して収穫の適期に達した新鮮果房 FFB (Fresh Fruit Bunch) が年間を通じて順次収穫されるが、この果房には8～20gの果実が1000～1500個程度着いている。この果実の中果皮に含まれる油を搾ってパーム油を得さらに核からはパーム核油を得る。したがって、栽植面積と油脂生産量の間には、立地条件、樹齢、品種、栽培条件等によって影響される果房収量の多少、果房に着生する果実の重量割合、果実に含まれる中果皮の割合とそのパーム油含有率、果実中の核の割合とそのパーム核油含量等が介在し、更に搾油工程における収率の多少等が影響することになる。表1には植付面積にあわせてパーム油、パーム核油の生産量を掲げてある。植付面積あたりのパーム油の生産量は年によって変化があるが、1940年以前は1 t/ha 以下であり、1970年以降は2 t/ha 以上と2倍以上に増加している。なお、現在、植付面積中収穫面積は約80%であるので、それを加味すると ha 当たり生産量は更に25%程増加することになる。このような生産量増加の原因については栽培面、加工面からの検討が必要であるが、その主要な原因の一つに1960年以降に始まった優良品種 *tenera* の普及が挙げられよう^(註4)。

なお、1982年におけるパーム油生産量の急激な増加については、花粉媒介昆虫の導入による着果率の向上と順調な天候が原因であると報告されている。翌'83年のパーム油生産量は前年に比して著しく低下しており、前年よりも減産したのは1964年以降初めてである。その原因については1月～4月までの長期間の乾燥、年末における洪水被害などとともに、前年の増収の影響による樹の衰弱が主要な原因として挙げられている。なお、1893年の減産は、西マレイシアで最も著しく前年比-14.5%、サバで-10.6%、サラワクでは-6.6%であった。

2) マレーシア農業に占める位置

マレーシアにおける最近10年間の主要農産物の推移（表2）を見ると、パイナップル、ココナッツ以外はすべて生産量が増加している。作目別にはパーム油、パーム核油がそれぞれ8倍、9倍という急激な増加を示し、サトウキビ、葉タバコがこれに続いている。天然ゴム、米はわずかではあるが増加している。カカオの生産量はまだ少ないが、増加率が極めて高く、現地においても、オイルパームに続く商品作物としてカカオに注目しており、今後世界市場の中でのシェアを高めていきたいという説明を受けた。

マレーシア経済において輸出の対国民総生産額は1960年代以降ほぼ50%前後の高水準を維持し、しかも輸出に占める一次産品の割合が70～80%と現在も著しく高い。表3には主要一次産品とその輸出総額に占める割合が示されている。この表からは主要5品目が輸出総額の75%を占めていること、かつて輸出総額の半ばを占めた天然ゴム及び錫のウエイトの減少と、パーム油、石油（原油）の目覚ましい増加を見ることが出来る。

西マレーシアの耕地面積は330万 ha で、そのうち天然ゴムが51.3%、オイルパームが34%を占めており、栽培面積のうえからもこの二つの作目がマレーシア農業に占めるウエイトを知ることが出来る。

表2 主要農産物の生産量

(単位：千t)

年次 作物名	1699 ～71	1979	1980	1981	1982	1982/ 1969～71
天 然 ゴ ム	1,285	1,617	1,552	1,529	1,550	1,21
パームオイル	457	2,188	2,576	2,822	3,507	7,57
パーム核油	99	475	557	589	907	9.16
米（も み）	1,696	2,095	2,070	2,095	2,062	1.22
ココナッツ	1,277	1,237	1,219	1,207	1,196	0.94
コ コ ア 豆	4	28	32	40	45	11.25
葉 タ バ コ	3	8	9	7	9	3.00
サ ト ウ キ ビ	122	930	750	850	850	6,97
パイナップル	270	193	176	155	160	0.59

資料：FAO 生産年報及びマレーシア政府統計

表3 主要一次産品の輸出総額に占める比率

(単位：%)

	1961	1965	1970	1975	1976	1977	1978	1979
天 然 ゴ ム	48.3	38.6	33.4	22.0	23.2	22.6	21.1	21.4
パーム オイル	1.9	2.8	5.1	14.3	9.0	12.0	10.9	11.3
木 材	5.8	9.5	16.5	12.0	17.3	15.4	14.4	13.6
錫	17.1	23.0	19.6	13.1	11.4	11.4	11.8	10.8
原 油	3.3	2.3	3.9	9.2	11.5	12.7	13.1	17.9

資料：Bank Negara Malaysia, Quarterly Economic Bulletin, various issues. (文献2より引用)

1984年1月、NAP (The National Agricultural Policy) は西暦2千年を展望した農業の長期戦略を明らかにしているが、その中で商品作物については、既存ゴム園の産出量の増加と品質の向上、オイルパーム栽培の拡大、カカオの大規模栽培の推進とタバコ栽培の増加に努力を向けることとしている。他に推進すべき作物としては、ココナッツと花卉があり、胡椒については集約的な労働が必要なことから将来の発展は困難としている。

3) 世界油脂市場に占める位置

世界の油脂生産量の品目別構成を1954年と1982年とで比較するために表4を作成した。この表からは、およそ30年間に油脂の生産量が2.4倍に増加していること、その中で、特に植物油の生産が2.9倍に増加し、油脂の増加分の80%は植物油によること、動物脂、魚油の増加がそれぞれ1.7

表4 世界の油脂生産量の推移

品 目	1954年 (千t)	1982年 (千t)	1982/1954 (倍)
棉 実 油	1862	3,300	1.8
落 花 生 油	1956	3,355	1.7
大 豆 油	2183	14,200	6.5
ひ ま わ り 油	821	5,170	6.3
オ リ ー ブ 油	1,191	1,420	1.2
胡 麻 油	542	690	1.3
とうもろこし油	115	685	6.0
菜 種 油	1,484	4,155	2.8
ヤ シ 油	1,920	2,910	1.5
パ ー ム 核 油	426	720	1.7
パ ー ム 油	1,002	5,490	5.5
ババス核油	35	—	—
ア マ ニ 油	1,034	690	0.7
ヒ マ シ 油	188	350	1.9
オイチシカ油	6	—	—
桐 油	110	100	0.9
その他植物油	286	1,250	4.4
合 計	15,161	44,485	2.9
バ タ ー	3,923	5,635	1.4
ラ ー ド	3,180	4,720	1.5
牛 脂	2,559	6,225	2.4
合 計	9,662	16,580	1.7
鯨 油	450	10	0.02
魚 油	326	1,170	3.6
合 計	776	1,180	1.5
総 計	25,599	62,245	2.4

資料：1954年数値は食糧庁、油糧統計便覧（西川五郎著、工芸作物学より引用）

1982年数値はユニリバー社調査による（文献7より引用）

表5 パーム油生産量 (単位：千t)

	1969～71 (平均)	1979	1980	1981 (見込み)
アイボリーコースト	46	132	170	190
ナイジェリア	528	650	675	697
ザ イ ー ル	232	170	160	155
インドネシア	218	606	677	722
マレーシア	457	2,188	2,573	2,800
世 界 合 計	1,987	4,556	5,105	5,477

倍、1.5倍に止まっていることなどが明らかである。

1982年において最も生産量の多いのは大豆油であり、パーム油、ヒマワリ油、菜種油がこれに続いている。これらの油は最近30年間に於いて増加の著しい油でもあり、菜種油以外はいずれも6倍程度の増加を示している。とうもろこし油は絶対量は少ないがこの30年間に急速な増加が見られる。

世界の油脂生産のうち、国際取引が行われる食用油は1900万t(1980)でありその80%を、大豆油(39%)、パーム油(17.3%)、ヤシ油(8.6%)、ヒマワリ油(7.3%)、菜種油(7.2%)で占めている。大豆油、菜種油、ヒマワリ油は温帯産の短期畑作物から得られるのに対して、パーム油、ヤシ油は熱帯永年作物をその供給源としており、これらが食用油脂市場の1/4を賄っていることになる。油脂市場の40%を占める大豆はたん白飼料原料として大きな影響力をもっているが、アメリカの大豆生産が急増したのは1950年代からであり、市場での優位性が確立されてから30年ほどである。最近、ブラジル、アルゼンチンがアメリカに続く大豆油の輸出国として登場している。

世界におけるパーム油の生産量は表5の通りで、マレーシアに較べると量は少ないが、インドネシアは着実に生産を伸ばしている。ナイジェリアは1970年頃までは最大の生産国であったが、戦乱で農園が荒廃し、生産量はわずかに増加しているが、国内需要がこれを上回り大量の食用植物油を輸入するように変化している。ザイールの生産は減少傾向を辿り、アイボリーコーストは量はまだ少ないが1970年代において着実な増加が見られる。その他ブラジル、タイ等においてもパーム油生産の動きはあるが量的にはまだわずかである。

マレーシアのパーム油輸出における最近の著しい変化は、従来の粗油(crude palm oil)の輸出から精製油(processed palm oil)の輸出へと転換が行われたことである。1975年には全輸出量の82.5%がcrude oilで輸出されていたが、1983年には95.5%がprocessed oilで輸出されるようになって^(注5)いる。processed oilの内訳は、refined oilが48.5%を占め、palm olein32.2%、palm stearin29.5%、palm oil acid5.9%である。パーム油の輸出先は、インド(palm olein)、シンガポール(palm olein)、パキスタン(refined palm oil)、ソビエト(palm stearin)が大手であり、全体の60%を占めている。

processed oilの輸出増加については精製工場の計画的な建設のほか、税制措置を講じてその輸

出増進を図っている。すなわち、crude oil の輸出には高い輸出税をかけ、processed palm oil については加工度（４段階）に応じて税率を引き下げている。

パーム油の輸出価格は、油脂の需給関係、大豆油価格の変動等を反映して大きく変動する。1983 年におけるマレーシアのパーム油生産は前年の大増産のあとをうけて大幅に減少しているが、パーム油の輸出額は前年よりも13.2%増となっている。その理由は、1982年に備蓄したパーム油を放出したことにもよるが、1983年後半における輸出価格が33.9%という上昇を見せたからである。上昇の原因については、インドにおける油糧種子の不作、アメリカにおける大豆作付の削減、早魃によるパーム油生産量の減少があげられている¹³⁾。

4) 東南アジア諸国におけるパーム油の生産概況

東南アジア諸国におけるパーム油の生産状況については、JICA 資料¹⁷⁾に詳しく紹介されている。これをもとに各国の概要をまとめると次の通りである。

(1) インドネシア

1911年からスマトラ東海岸で、ベルギー系、続いてフランス系、ドイツ系のプランテーションによるオイルパームの植栽事業が行われた。第二次大戦が始まった1914年にはエステートの数は21、植付面積は87千 ha であった。これらのパーム園は大部分がスマトラ東海岸にあり、この地域がパーム栽培の適地と言われている。1950年インドネシア独立とともに、エステートの大部分を占めていたオランダ人所有のエステートを没収し、国有化を行い、大部分が国営企業（PNP）によって経営されるようになった。しかし、その管理は十分でなく著しく荒廃が進んだ。スハルト政権は1969年を初年度とする第1次開発5か年計画を立てて経済の回復に努めたが、オイルパームについては、国営プランテーションの復旧、荒廃ゴム園のパーム園への転換が行われた。その結果生産量が急速に増加した。1979年におけるパーム油生産量は637千 t であるが、そのうち70%を PNP（Government Plantation Enterprise）及び PTP（Plantation Company）で占め、その他を4つの民間エステートが占めている。

1967年以降はマレーシアから tenera が導入され、生産性が向上した。またマレーシアで成功している核エステート方式はインドネシアではまだ緒についたばかりであり、外領で新しく開発する地域にこの方式を取り入れている。1980年度におけるパーム油の国内需給状況は、生産量690千 t、輸出390千 t、国内需要310千 t で、輸出は国内需要をわずかに上回っている。

今後の生産及輸出については、インドネシア政府は外貨収入を狙ってパーム油の増産を計画したが、近年、国内の油脂需要が増大し、内需への対応が必要となっている。1977年からヤシ油の輸入が開始され、1980年からは政策的に、従来輸出に向けられていたパーム油の一部が内需に振り向けられている。オイルパームの増産の方策としては北部スマトラ以外の適地に新しいエステートを開くことが必要で、西スマトラ、南スマトラが有望視されている。外資導入によるエステートの開発、移住と組み合わせた外領開発に核エステート方式を組み込む方法等が考えられている。

(3) パプアニューギニア

1964年に世界銀行が、栽培作物の多様化を狙って、オイルパームの栽培を奨励した。また、1967年に Harrisons and Crossfield 社と政府の合弁で核エステート方式による New Britain Oil Palm Development Pty Ltd. が設立された。現在、4千 ha の直営農場と周辺の入植農家をあわせ 1 万 ha 余となる。この他 2 つのプロジェクトがある。

核エステート方式の場合は、核となる直営農園の周辺に入植した農民は最低 6 ha の土地を借地として与えられ、入植後 2 年次内に 4 ha にオイルパームを植えることが義務づけられている。

(3) ソロモン諸島

ソロモン諸島におけるオイルパームの栽培と販売は SIPL 社 (Solomon Islands Plantation Ltd.) によって行われている。1963年、CDC (Commonwealth Development Corporation) はガダルカナル島でオイルパームの企業的栽培を始めた。現在栽培面積は3,335ha、パーム油の平均収量は3.5t/ha であるが樹齢が進めば 5 ～ 6 t の水準に達すると思われる。搾油工場の能力は十分余裕があり、フル運転するためには900ha のパーム園を開発する必要がある。原油精製設備は無い。

(4) タイ

タイには約24千 ha のオイルパーム園があるが、オイルパーム産業の進展のテンポは遅く、輸入によって内需を補っている。Bank of Thailand、1979年報によると、全体の98.5%は南部、とくにクラビ、チュイボン、サタン、スラタニ等で栽培されている。これらの栽培は組織的に行われるものが少ないため、6 割の面積では満足な収量をあげていない。しかし、オイルパームはココナッツ、米、甘しょ、パイナップルに較べわずかながら収益が高いという。搾油は 5 工場で行っているが、小規模で精製工場は無い。搾油能力に対して原料の不足が問題となっている。タイにおける精製油の輸入量は急激に増加しつつあり、パーム油業者と輸入業者の間に利害の対立がある。将来展望としては、原料不足を解消するため南部での栽培振興計画が農業及び協同組合省によって立てられている。しかし南部は自然条件に恵まれているが、社会経済的な背景を考慮すると開発余地は限られてくる。またゴムの市況によっては、タイの現状ではオイルパームの方が収益性が低いといわれている。

5) パーム油の生産構造

パーム油の生産はオイルパームの生産に始まり、果房の収穫、果実の搾油、粗油の精製等の一連の行程を必要とする。この一連の行程において材料の供給と処理能力の間にはバランスが保たれている必要があり、もしも一か所がバランスを失えば、そこが隘路となって生産活動全体が停滞する。また、技術的にも原料生産とその加工とは密接につながっていて、現地で言われる「良質の油は工場でなく圃場で作られる」という言葉はその性格を良く言い現わしている。原料と加工の関係を示す一例として、1982年の花粉媒介昆虫の導入の影響があげられる。この年は収穫量が30%程増加したばかりでなく、例年になく果房が大きく、着果歩合が高く、緊縛な果房が工場に運び込まれた。そのため工場では蒸熱処理と果房の解体の徹底等、搾油行程全般について検討

表6 パーム園の種類別面積 (1982)

種 類	面 積 (ha)	割合%
i) Private Plantations	645,713	53
ii) Public Sector (Organized Smallholders)	502,652	41
iii) Independent Smallholders	78,220	6

資料：A Review of the Malaysian Palm Oil Industry, 1982 (文献1より引用)

を行い手直しをして、搾油効率を落とさぬよう改良を行ったという。しかし、油の品質評価基準の一つである遊離脂肪酸の含量はこの年きわだって高い値を示しており、加工処理が必ずしも十分に対応できなかったことを示している。

次に、パームオイルの生産構造を果房生産の段階とその加工段階に分けて見てみたい。

オイルパーム果房の生産に関しては表に示す3種の形態がある。(表6)

i) は私企業によるプランテーションであり、1977年の統計によれば、709のエステートがあり、そのうち5千エーカー以上のものについて国別内訳をみるとマレーシア系23、英国系19、その他12となっている。大規模なエステートは、ゴム、オイルパーム、ココナッツ、ココア等の農園を所有しており、マレーシア最大といわれる Harisons&Crossfield は82千ha以上、18千人を雇用するという。しかし、現在、このような plantation company の株券の所有は、PNB(National Equity Corporation) が一括して譲り受け、これを分割してマレイ人に所有させる方策が進められており、Harisons & Crossfield についても1982年に PNB との間に株券の譲渡に関する契約が成立したと報告されている¹²⁾。

ii) の Public Sector は組織化された総合管理機構を中核とした、多数の小農による小規模農園の集合体であり、その中核組織としては FELDA (Federal Land Development Authority) が最も大きい。1961年頃からマレーシアで行われ、パーム園開発の主体となり、現在総面積の半ば近くを占めるまでに普及したこの方式は、核エステート方式 (Nucleus estate) とも呼ばれ、インドネシアなど多くの国々で、国土開発の方法としてとり入れられるようになった。(この方式については後述する)。

iii) Small holder は家族労働を主体とした小規模農園であるが、収穫した果房を処理できる搾油工場が近在するなどの条件が整った場合には、オイルパーム栽培においても小規模農園の成立する余地がある。

マレーシアにおける搾油工場及び精製工場の規模は、表7の通りである。

1975年から1980年の間に Refineries の新設が盛んに行われていることが目立っている。また、1982年における搾油工場は185工場あり、その搾油能力は1時間に5561tの果房を処理する能力を持つという。現在の優良普及品種である tenera の場合、果房のパーム油収率は24%と報告されているので、5561tの果房からは1335tの粗油が得られるものと見積ることができる。いまマレーシ

表7 パーム油産業施設の生産能力

施 設	1975	1980	1982	1985
搾 油 工 場 数	82	149	185	234
精 製 工 場 数	8	45	51	51
搾 油 能 力 (t/FFB/hr)	1640	4082	5561	6526
精 製 能 力 (t/oil/day)	2000	9545	10900	10900

注) 1985年は推定値

資料: Palm oil update, PORLA, January 1983. A review of the Malaysian palm oil industry 1982
PORIM occasional paper, No. 1, 1981 (文献1より引用)

アの年間粗油生産量3511千tを生産するには2629時間(1日10時間稼動したとして263日)を要することになる。

搾油工場の処理能力の確保とその適正な配置は、パーム油産業を発展させるためには欠かせない条件である。というのは、収穫後のオイルパームの果実の中では遊離脂肪酸の分解が進み、これを低く抑え品質を維持するためには、なるべく早く工場に運び蒸熱処理を施す必要があるからである。^{註6)}

1982年の統計から1工場あたり平均のパーム園の面積を求めると6630haとなり、この程度の広がり1工場の平均分担地域となる。搾油工場そのものは規模を大きくした方が効率は向上する。しかし反面、輸送距離が延び輸送費用が増大するとともに品質の低下が起こる。その調和点が6630haという数字であろう。

われわれが訪問したクアラルンプール郊外の搾油工場、海偉棕油廠有限公司の果房処理能力は平均規模の2倍に当たる60t/hrであった。この工場の主任技師の説明の中で、工場運営上最も苦心する点は、操業のための良質な果房の適量集荷にあるということであった(この工場は特定のプランテーション、FELDA組織に属さず搾油工場として独立している)。この工場でのききとりによると、果房の価格は200M\$/tであり、粗油は1t当たり、1000M\$ということであった(マレイシアドル1\$は日本円で約100円)。果房1tから粗油0.24tが得られるとすると、粗油1t、1000M\$に必要な果房は4166kg、833M\$ということになる。もちろんこの他にパーム核油の収入を見込む必要がある。この工場では果実と種子を分離した後、種子はパーム核油を搾る他の工場に売ることであった。マレイシアには1982年までに129のpalm crushing licenceが発行され、その処理能力はパーム核油の生産量がさらに54%増加しても充分処理できると言われている。

1983年末においてPORLA(The Palm Oil Registration and Licensing Authority)は257搾油工場に操業認可を与えている。そのうち210の工場が実際に操業し、内訳は西マレイシアに191工場、サバに15工場、サラワクに4工場である。操業認可を与えられた工場の果房処理能力は6,734t/hrで、1982年の1.2倍に増加している。

精製工場についてはMinistry of Trade and Industryによる1983年の認可工場数は67であり、そのうち53工場が設立され、1983年にはそのうち38工場だけが操業された。これは粗油供給量の

不足によるものである。

最後にオイルパームの新しい生産方式である public sector (organized smallholder) について JICA の資料をもとに経営の概略を紹介しておきたい。

マレーシアにおける小農の組織化は FELDA によって進められており（サバでは SLDB—Sabah Land Development Board、サラワクでは Sarawak Land Development Board）、2000～3000ha を単位とする入植地に数百あるいは数千家族を住ませ、オイルパームを栽培させ、得られた収穫物（果房）をセクターの搾油工場に集めて搾油する方式をとっている。

FELDA は入植農家に対し、収穫期に至るまでの間の生活費及び営農費を貸付け、肥料などの生産資材の供給と技術指導を行う。融資は20年賦で5年間の据置期間があり返済は収穫が始まってから行われる。

まず、入植地の森林の伐採、搬出を林野局が行い、跡地の整地、苗木の育成、植付、被覆作物の栽培等はコントラクターに委託し FELDA が監督する。入植者は、入植当時は協同で圃場作業に従事し賃金の支拂を受ける。収穫開始後は、1世帯あたり10～14エーカーが割り当てられ、20戸をもって1区画とし作業は区画ごとに共同で行われる。FELDA は1つのセクターに対し16人のスタッフを派遣し、経営の指導管理にあたっている。また、入植者の代表と FELDA 職員とで形成する会議が設けられ、農園の地域共同体としての発展に係わる事項について協議し意思決定を行うこととなっている。

FELDA の土地開発は就業対策の一つでもあるので、入植者の選定に当たっては一定の資格を設けており入植者のほとんどがマレー系で占められている。また、パーム園の相続に関しての分割相続は認められず、相続希望のない場合の売買については州政府の許可が必要とされている。

表8 半島マレーシア、オイルパーム園経営費
(マレーシアドル/エーカー)

費 目	金 額
除 草	11.60
維持管理（道路、排水）	8.00
病虫害予防駆除	8.00
施 肥	76.00
人 工 授 粉	12.00
収 穫 費*	114.72
葉 分 析	9.00
合 計	239.32

注) 植付10年目の年間経費

パーム園開発費の農民による返済及び園全体の管理、研究に関する費用は含まない

※搾油工場への運搬費を含む（運搬費は収穫費の6割程度）

資料：FELDA 資料（文献17より引用）

表9 入植者の平均収益推計値（入植10年目）

収 量 推 定			パーム油価格水準（マレイシアドル/t）		
エーカー当たり 果房（トン）	果房中パーム 油 %	果房中パーム 核 %	500ドル	750ドル	1000ドル
9.9	22	4.5	7,220*	13,070	18,414

※ 入植世帯あたりのパーム園保有面積を14エーカーとして計算した値
 パーム核油はロングトン当たり210マレイシアドル
 粗収益から経営費、返済額等を差し引いてある
 資料：FELDA 資料（文献17より引用）

表8は平均的な入植農園の1エーカー当たりの経営費（推計値）であり、年間所要経費は239.3M\$/エーカーである。項目別には収穫（48.3%）と施肥（31.5%）が大きい。収穫期に入ってから入植者の粗収益は果房の収量と価格によって決まり、そこから開発資金返済金、肥料農薬費、葉分析調査費、作物災害保険金等の必要経費が差し引かれる。この場合、1戸14エーカーとして、1戸当たりの収益は表9のように試算される。この表のうち所用労力は入植者に還元されるのでその分収入は増えることになる。パーム油価格を750M\$とした場合でも、植付10年目で年間13,070M\$の収益があり、入植1年目から32年までの平均で9,212M\$、平均月額767M\$の収益が見込まれる。コントラクターが農業労働者に支拂う賃金は1日当たり成人男子3.5M\$で、1カ月90M\$程度に過ぎず、これに較べるとFELDA入植者の所得はかなり高い水準にあると言えよう。

3、生産加工技術及び研究の動向

1) PORIM における研究の動向

マレイシアにおけるオイルパーム研究の中心的機関はPORIM（Palm Oil Research Institute of Malaysia）である。今回の調査でわれわれは1日をPORIMの訪問にあて研究内容について直接説明を聞く機会を得た。その折に入手した“Annual rerort”¹⁸⁾及びPORIMの刊行物とくに“Future trends in the production and quality of palm oil and palm kernel oil”¹⁾を参考にPORIMにおける研究の概要を述べることにしたい。なお、研究の背景等について補足が必要と思われるか所については最小限の注をつけた。

PORIMがマレイシア農業の総合研究機関であるMARDI（Malaysian Agricultural Research & Development Institute）から分かれて専門場所として独立したのは1979年であるが、新しく建設された研究施設に移転を完了したのは1983年春のことであり、ここ数年間に職員数の大巾な増加が見られ所員は全体で441名、研究員は約250名であると言う。4つの地方研究施設と英国、パキスタンに連絡事務所をもっている。組織は図2の通りで5部から成り原料生産から最終製品に至るまでの研究をカバーしている。また、委員会を通じて産業界との連携が図られており、パーム油の生産者を対象に粗精油1t当たり4M\$の課徴金がかかけられ、これが研究活動経費の

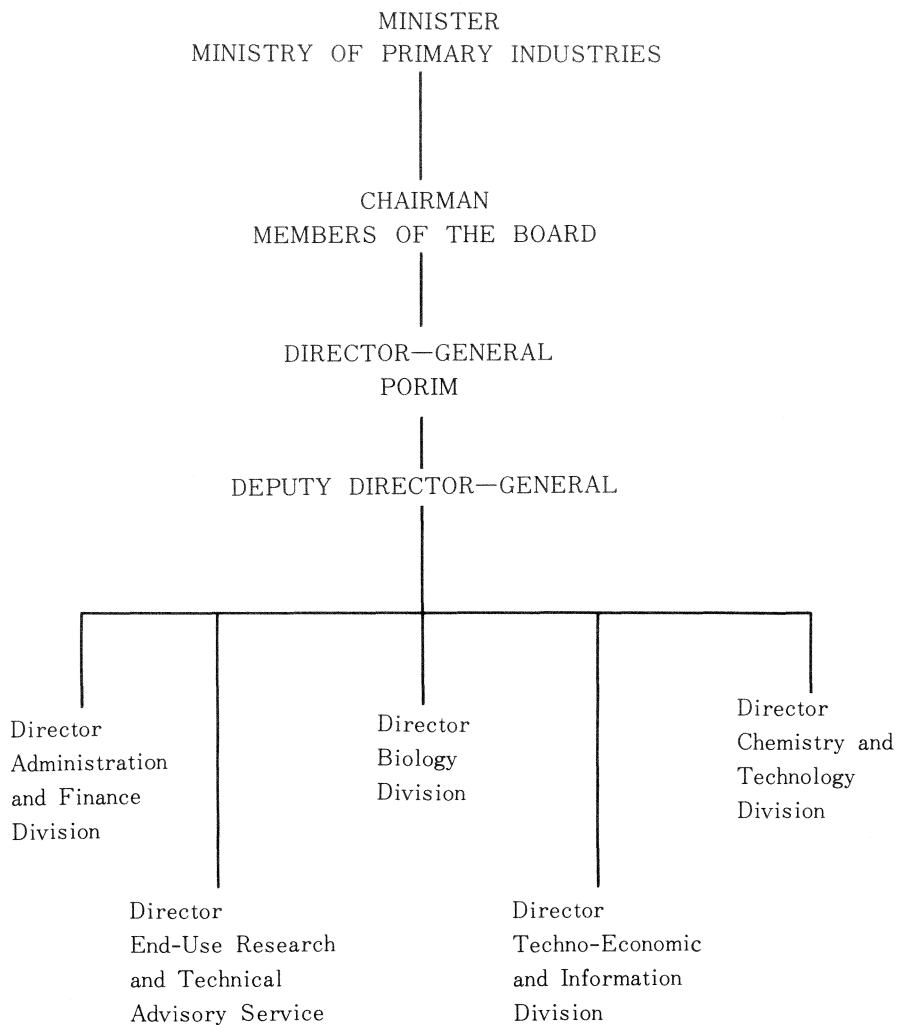


図2 PORIM組織図

一部にあてられている。

PORIM は今後における研究及び業務を次の 6 項目にまとめている。

- i) 搾油、精製工程の効率向上と高品質の維持；特に、ある種の食品利用上問題となる酸化、漂白能力、結晶生成。
- ii) 最終利用に関する研究；食用及び非食用分野における利用拡大と新規用途の開発。
- iii) マレーシアパーム油のユーザーに対する技術的アドバイスサービス；パーム油に関する最新の情報を提供し精製上の問題の解決を図る。
- iv) 技術経済的研究；マレーシアのパーム油産業、パーム油市場及び他の油脂市場に関する情報資料の収集と技術経済的研究。

v) 生産コスト引き下げのための生物的研究；生産コストを下げるための高収量品種の育成を行うとともに、栽培技術改善のための生物的研究を行う。油の組成改良—より不飽和な、よりリキッドな油を得る—ためハイブリッドパームの開発を行う。これに必要な遺伝、育種、繁殖、生理、栽培、病虫害防除等について研究を行う。また、搾油工場の廃液等の処理方法についても生物学的アプローチが必要である。

vi) マレーシアオイルパーム産業の末端に対するアドバイスの提供。

以上の6項目からは、パーム油の国際市場において圧倒的なシェアをもつに至ったマレーシアが精製油等の輸出を通じて世界の油脂産業と直結し、その中でパーム油産業の一層の発展を図ってゆこうとする意気込みを見ることができる。

PORIM とわが国の関係については、工業技術院化学研究所に居られた加藤氏が昨年9月からJICA 専門家としてここで脂肪酸誘導体に関する研究を進めておられる。また、PORIM は外国と10件の共同研究を行っているが、わが国とは以下の4件について共同研究を進めているという⁹⁾。

パーム油及び同脂肪酸の有効利用並びにパーム油中のカロチンの利用（工業技術院化学技術研究所1982～84）、アブラヤシ副産物の利用（工業技術院四国工業技術試験場1983～86）、ビタミンEの濃縮技術の開発（通産省依託（助）発酵工業会1983～87）、ディーゼルエンジンの開発（三井物産1985～86）

（品種育成）

現在用いられているオイルパームは *dura* と *pisifera* の交雑種で *tenera* と呼ばれ、良好な環境のもとでは年間、ha 当たり新鮮果房25～35t という高収量をあげている。この収量を更に高めるための研究が続けられており、交雑や選抜、高品質パームの増殖などの研究が行われている。組織培養による栄養繁殖法が開発され、クローン増殖の開幕が告げられたが、将来これによって収量が30%以上増加することが期待されている。さらに、アフリカ種である *Elaeis guineensis* と南米種である *Elaeis oleifera* との間に種間雑種が作られた。この雑種は樹高が低く、収量は低く、油含量も比較的低いが、良品質の油を生産する。この雑種とアフリカ種との戻し交雑が行われそのうちの望ましい性質をもつものについては組織培養によって増殖し圃場で育てている。将来、この方法で消費者が希望する品質の油を生産することが可能となろう。

パーム油品質の改良は、育種による内果皮の化学組成の変化によって可能となる。現在の普及品種 *tenera* は両親ともアフリカの *E. guineensis* に由来している。*tenera* からとれる油はパーム・オレイン (liquid fraction) とパーム・ステアリン (solid fraction) をほぼ1:1の容量割合で含んでいる。

不飽和脂肪酸含量の高い南米産の *E. oleifera* を *E. guineensis* とを交雑したところ、 F_1 の油は *E. guineensis* よりリキッドであった¹⁰⁾。種々のハイブリッドの内果皮に含まれる油の脂肪酸とトリグリセロイドが分析され、ほとんどの脂肪酸とトリグリセロイドの組成はそれぞれの両親の間を示すことが指摘された。また、 F_1 を *E. oleifera* に戻し交雑すると親に近い脂肪酸が得られるので反復戻し交雑を行うことにより不飽和脂肪酸を高め得ることが明らかにされハイブリッドパームの

内果皮のオイル成分の予測ができるようになった。現時点ではハイブリッドは *tenera* に較べて不飽和脂肪酸含量の点では望ましい性質をもっているが、単位面積あたりの収量は *tenera* に較べてはるかに少ないので、優秀な品質をもち、しかも収量の多いハイブリッドの作出が計画されている。

有望なナイジェリア品種の油についても研究がなされ、次の3種の存在が明らかとなった。

- (i) 多量のステアリン酸を含み、ココアバターと等価の可能性をもつもの。
- (ii) オレイン酸含量が高く、slip-point が低く、よりリキッドな油として可能性をもつもの。
- (iii) 現在のパーム油と類似の組成をもつもの。等である。

PORIM における育種研究は生物部 (Biological Division) が中心となって進めており主な項目は以下の通りである。

- (i) *dura*, *tenera*, *pisifera* の育種
- (ii) *E. oleifera* の既存品種及び導入品種の評価。
- (iii) *E. guineensis* の評価と将来見通し、*E. guineensis* と *E. oleifera* との交雑種の評価。
- (iv) 南米における New *E. oleifera* とその他経済価値が期待される種の見通し。
- (v) パーム油の脂肪酸組成の変異に関する研究。

この他、オイルパーム育種に関する基礎的な研究として遺伝子型と環境との交互作用、低樹高、油脂組成、病虫害抵抗性など、特殊形質の育種等を行うこととしている。

以上の研究項目に沿って研究を進めているが、具体的な研究内容としては、生殖質の収集、保存、評価が重要な部分を占めている。

すなわち、育成中の系統としては、*dura* の後代が80ha、*tenera*×*pisifera* の後代が100ha、*dura*×*pisifera* の交雑試験は、半島マレーシア、サバ、サラワクのエステートを通じて行われている。ナイジェリアの野性パーム林から採取した *E. guineensis* の有望系統は243ha に植えられその一部は遺伝子型と環境条件の交互作用を見るための試験に用いられている。育種におけるもう一つの問題は、PORIM にある *E. oleifera* のコレクションの中から種間交雑用の優秀な親を見つけ出すことでありそのために各種の交雑試験が行われている。また、種々の機関と共同して種間交雑における組合せ能力等に関する試験が8つの試験地で行われている。もう一つの大きな仕事は new *E. oleifera* や他の種の可能性を明らかにすることであり、そのために、コスタリカ等ラテンアメリカ6カ国に育種専門家を派遣し遺伝資源の収集を行っている。

パーム油の脂肪酸組成は一つの果房の中でも小穂によって違いがあり、後代系統間、系統内においても違いがある。特異な脂肪酸組成をもつ個体を確定し、その遺伝特性を明らかにすることは今後の育種を進めるうえに極めて重要である。現在、ナイジェリア産のパームについて脂肪酸の変異による分類が進んでいるが、今後、*E. oleifera* とそのハイブリッドについてもその特徴を明らかにしてゆく予定である。

(栽培研究)

パーム油の生産を増やし、生産物の品質を高めるためには進んだ栽培技術が大切な条件であり、

これについて種々の研究が行われている。その中で、肥料と栄養の問題が優先的にとり上げられている。オイルパームの栽培では肥料の大量施与が標準的な技術となって広く行われている^(註8)。しかし、肥料の高価格が続いたことで、施肥を経済的に行い最高の利益をあげる方法について研究が要望されるようになった。例えば窒素肥料における尿素のように、栄養源として価格の安い代替品の探究などが要望されている。

生理的な研究は、果実の成熟、果房の発達等に集中しており、これはまた生産される油の品質とも関係がある。生理的手法を用いた低樹高パームに関する研究は、同じ目的で行われている育種研究を補強するものである。病虫害の防除、果房の収穫と取り扱いについては生産性を高め品質を改善する立場から当然、研究努力が払われている。栽培に関する個々の研究内容には次のようなものがある。

パームの栄養に関する試験の一つとして、土壌条件の異なるエステート 8 か所において肥料試験が行われているが、これらについて年間の収量記録、葉分析、成長測定が行われた。葉分析の結果と収量との関係は、場所及び土壌の性質によって変化する。また、P、K に対する顕著な反応が、風化の進んだ内陸の土壌 (Rengan series) で見られ、K に対する鈍い反応が Malaeca series (ラテライト性土壌) で見られた。

表層土の水分がオイルパームの収量に及ぼす影響については、一般に乾燥によって収量が抑えられている海岸土壌での結果では、灌水によって約20%収量が増加した。幾つかのプランテーションで行われている16例の肥料試験について、収量、葉分析値、成長量の年間記録と試験地の土壌が集められ、日々の降水データから日々の有効土壌水分及び浸透による水分損失を推定するためのプログラムを開発中である。また幾つかのプランテーションからは収量とこれに関連する気象データが集められている。データはカードにパンチされ現在解析を進めている。予備調査として、幾つかの圃場について10年以上のデータを用いて収量予察の手法の開発が行われている。これまでの結果では収量の変動のかなりの部分が気象の変動によって説明できることが明らかとなった^(註9)。

この生物部ではまた、パーム油工場の廃液が、土壌養分、土壌微生物、重金属集積、植物生長、排水及び流去水に与える長期的な影響を明らかにするための研究を行っている。それぞれ異った方法で廃液を利用している 5 か所をモニター地点として選び、未処理廃液 (raw effluent) の土地への利用について研究を行っている。また幾つかの搾油工場からは季節ごとに廃水のサンプルが集められ、これらが土に施された場合の微量元素及び主要元素の集積をみるため分析を行っている。

raw effluent 及び treated effluent のモニターの方法について現場で試験が行われている。これは、将来、すべての工場が採用すべき標準的な廃液監視基準を作る必要があるからである。また、オイルパームの廃液及び廃棄物の利用に関する委員会が設けられ、関連研究者間の情報交換、公私研究機関の研究活動の調整を行っている。

(生理研究)

数種の生長調節剤を用いて単為結果の誘発の可能性が研究され、また、着果数や大きさの改良、落果の遅延、花序の発育停止(abortion)について試験が行われている。通常植物生長抑制剤として用いられる CF125を用いて摘花(disbudding)の作用を検討し季節的な収量の変動を調節しようとした。しかし CF125は葉害をもたらし高濃度では葉が萎凋し生長が抑制される。他に MSMA (Monosodium diamethyl arsenate) や MH30 (Maleic hydrazide) の効果についても試験が行われたが、これまでの結果では平均果房重量に関しては人手による摘花^{#10)}が最も良い結果をもたらし、MH30の3000ppm がこれにつき、MSMA は効果が見られなかった。

単為結果の誘発については *tenera* 及び *guineensis* と *oleifera* の交雑種を材料として、NAA、auxins、GA₃、kinetin、2,4,5-TP を用いて行われた。*tenera* については2,4,5-TP+GA₃ 及び kinetin の処理が高い率の単為結果を誘発した。

(栄養繁殖)

組織培養によるオイルパームの栄養繁殖は産業的に重要な意味をもっている。組織培養によって、望ましい特徴をもつ優良な母樹から多くの栄養系(クローン)を生産することが出来る。このようにして得られるパームは現行普及品種に較べて30%以上の高収量が期待されている。

組織培養に関する研究の大部分は PORIM と Wye College, University of London との共同研究として進められてきた^{#11)}。現在ではプライマリーカルスから植物体を生産するまでの全ての段階で成功を収めており、成苗までに要する期間を短縮するという問題が残されているが、これについて Wye との間で共同研究が続けられている。幼植物を土壤に定着させる研究も行われており、幼植物を種々の培地(ピート、おが屑、砂)で育てた結果、湿ったピートが根の生長を促進した。

(機械化研究)

PORIM は1980年12月にオイルパームの栽培管理の機械化に関する研究集会を開いた。農業機械メーカーも含めて公、私にわたる参加が見られ、この席で、生物部に農業機械化部門を設けることが提案された。同時に農業機械化委員会が設けられ、オイルパームの機械化研究全般にわたって調整を行うこととなった。委員会で行われた論議の結果、優先すべき研究分野として、樹高の高いパームの果房収穫、果房の園内輸送の2つが PORIM が取り組むべき重要問題として摘出された^{#12)}。また、労働力不足の進行状況、園内輸送の実態など機械化における重要問題についての調査が行われ、480か所のエステート、政府所有園等に調査員が派遣された。また、果房収穫の問題を解決するためオーストラリアに収穫ポールとナイフの開発を委託しており、日本の農業機械メーカーに対しても収穫機械の開発が委託されたことがあったと聞いている。

(パーム油の品質)

パーム油の品質管理、精製法等についての研究は主として化学技術部 (Chemistry and Technology Division) において行われている。パーム油とその製品の品質を維持するためには品質の判定に当たって基準となる方法を確立することが必要であり、そのための遊離脂肪酸、slip melt-

ing point、沃素価、脂肪酸組成のような品質の指標となる性質について幾つかの共通試験が行われた。これらの結果から特に現行の遊離脂肪酸や slip melting point の測定法の改良について試験を進めることとなった。

分光光度計を用いたパーム油品質の分析法が提案されている。この新しい分析法は、パーム油を貯蔵中、特殊な酸化反応によって生じる漂白能力(bleachability)の低下を測るために開発されたものである。このインデックスは国内的にも国際的にも評価を受けている。パーム油の品質に関する研究は、酸化に関する基礎的な研究、酸化に対する安定性を支配する要因に関する研究等へと発展している。

異った搾油工場から採取した油の調査からは、ステンレス製の機械を使用している工場の油は鉄分の含量が比較的少なく、酸化が少ないことが確認された。また、物理的な精製処理を行っている間の、tocopherols 及び tocotrienols の損失と精製装置との関係が調べられた。その結果ある種のタイプの装置では損失が大きく精製された油の中に32~47%が保持されるに過ぎないが、他の装置では約55~99%が保持されることが明らかとなった。

また、燐酸のレベルと精製油の品質低下の間に関連のあることがわかってきたが、この分野については現在研究を進めている。

(精製)

パーム油は比較的多量のカロチノイドを含むので、食品として利用するためには脱色が必要となる。マレーシアで生産されるパーム油の95%は国内で精製されているので、種々の精製過程について研究を深めておく必要がある。ほとんどのオイルは物理的に精製されるが、まず、燐酸による予措を行ない、次に活性土(activated earth)によって処理し、最後に250~270°Cの真空状態で遊離脂肪酸と有臭物の除去を行い、ここでカロチノイドは破壊されて無色の成分となる。この研究では一連の精製工程を化学的に明らかにし、適正な時間、温度、処理条件を決定することと、もしも可能ならば、より安価な工程を見出すことを目標に試験が行なわれている。とくに漂白土処理について試験が行われ、脱臭処理中の熱処理が脱色効果を伴うことが明らかになった。漂白土は吸着効果によって前処理である脱ガム処理の際に加えられる燐酸とガムを効率的に取り除かなければならない。マレーシア産の粘土の吸着効果について現在研究が進められている。

プロセッシングについては、精製業者によって生産されるパーム油の mid-fractions の性質に関する研究が行なわれ、パーム油及びパーム核油の分別に関する研究が始められている。

(廃液処理)

パーム油の搾油に関連する大きな問題の一つは、搾油工場の廃液発生の問題であり、現在は産業界で開発された処理法によって適度にコントロールされている。しかしなお解決を要する問題として固形物の集積、全窒素の増加がある。これらについて調査を行い報告書を作成しこれを業界に配付するとともに、この報告に基づいた研究開発計画が現在実施されている。精製工場からの廃液についても調査が始められた^{#13)}。

(利用研究)

この研究はパーム油の生産量の増大に対して、最も可能性の高い市場を見出すことの必要によって生まれたものである。現在は、ある国々で用いられている油脂産物を分類し、その化学的及び物理的な性質を明らかにし、その中でパーム油を使用できる可能性を追求している。1981年にはインド亜大陸及び中東における *vanaspati* (植物性ギーの一種)、市販されている種々のタイプのショートニング、マーガリンを対象として以下の研究を行った。

- (i) 製品の性質とその基本的な処方を明らかにする。
- (ii) 容易に利用できる技術によって、パーム油を用いた処方を開発する。
- (iii) エステル交換 (interesterification) のような新技術を用いた新しい処方を開発する。

インド及びパキスタンの *vanaspati* の代表的なサンプルについて分析を行った結果では、両者は粘度度が異なっていたが、これらについてパーム油を適当量含んだ処方が開発された。東欧、西欧、オーストラリア、エジプトからマーガリンが集められ分析が行われ、現在これと類似の製品をパーム油生産者と協同で開発している。国内におけるマーガリン製造工程についても問題点が調査され改善が行われている。また、パーム油とパームステアリンを経済的に混合してインスタントヌードル用に適した油が得られた。落花生油とパームオレインのブレンドはインド市場に進出している。

パーム油の工業方面への利用についても研究が始められた。油化学工業、石けん工場等の視察を行い、各種の油化学工業に適用して得る脂肪酸の詳細について情報が集められている。現在、パーム油加工の全領域を含むパイロットプラントの建物が確保され関連する食品についての技術的な試験もここで行われるようになった。

(今後の見通し)

需要の増加に伴って、パーム油の生産量も品質も向上させなければならない。栄養要求の立場から見ると、油脂の消費量、特に開発途上国のそれは、FAO や WHO が推奨しているレベル(毎日のエネルギー必要量の20%を脂肪から採るという)よりも遙かに低い所にある。

マレーシアは世界第2番目の油脂の輸出国として、低価格の油脂に対する世界の要求、特に開発途上国の要求に応えるという生命維持に不可欠な役割を果たしている。今日、マーガリン、ショートニング、フライ油、植物性ギー等に用いられる世界のパーム油消費量は、これらの食品に技術的に組み込み得る量よりも遙かに少ない。実際に用いられる量は主として相対的な価格と供給能力によって決められているのである。したがってマレーシアで生産され輸出されるものは、競争相手である大豆油や菜種油よりも低い価格に耐えなければならない。

パーム油の潜在的な需要を飛躍的に増大させるために、パーム油をディーゼル油の代替品として用いる研究が行われている。メチルエステルの生産を通じて行われる PORIM の実験は有望な結果を示した。トラクター、トラック、ジープのパームディーゼルによる走行は非常に良い結果を示し技術的な問題はほとんど無かった。PORIM の試算によればディーゼル油をパーム油に置き換えることも可能である。しかしながら細部については評価を近々に行い、パーム油をこの分

表10 分野別、国別発表論文数

項 目	Malaysia	Indonesia	India	Papua-New- guinia	Nigeria	Ivory Coast	Ghana	West-Africa	France (IRHO)	UK	USA	その他				
遺 伝・育 種	10		1	2	3	4			5		1	ブラジル	1	コスタリカ	2	29
組織培養(発生)	3								1	5	2					11
種子の生理・育苗	3	1			1	2		1	1		3		1			13
果実の成分	2						3			1			1			7
生 理・一 般										1		ベニン	1			2
・ 生 殖	1					1	1		1			スリランカ	1			5
栽 培	2				1				1			ベニン スリランカ	1 1	その他	1	7
気象反応(収量予察)	4								4							8
機械化(器具改良)	5				1	1			3							10
土 壤・肥 料	4	3	3		1				2			フィリピン	2	その他	1	16
Insect Pollinatin	4					1				1		フィリピン	1			7
雑 草 防 除	6	1			1				3	2		ザイール カメルーン	1 1	コロンビア 1 オーストラリア 1	1 1	18
害 虫(含動物等)	5	1		1		3			4			スリナム ペルー	1 6	コロンビア 3 ホンジュラス 1	1 1	27
病 害	3				1	1			1	2	1	ブラジル	1		1	11
油成分・理化学性状	5					1					1	日本 ブラジル	2 2	スエーデン 西 独	1 1	13
搾 油 法	1				1							オランダ	1	その他	1	4
精製・分離法	1	1	2		1			1			1	スエーデン ポーランド	2 3	シンガポール その他	1 1	14
利用法(製品)	1				2					1	1	日本	2			7
新 規 用 途									2		1	西独	1			4
廃液・廃棄物利用	6				2					1		ルクセンブルグ	1			10
各 国 事 情	6	3		2	2	2						ザイール ブラジル ペルー	1 1 1	スリナム セネガル カメルーン	1 1 1	21
総 説	1	1								2	1		1			6
	73	11	6	5	17	16	4	2	28	16	12		60			250

野で用いることの経済的な可能性を確認することとしている^{※14)}。一般に、国内のパーム油生産はマレーシアの燃料必要量を充たすには不十分である。したがって、パーム油の燃料としての使用は、油脂市場におけるパーム油価格の安定を図るために供給過剰分を処分する手段に限られることになる。

2) パーム油研究の一般動向

以上 PORIM の研究活動について述べたが、この他に多くの国々で研究が行われている。表10は Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB) から刊行されている抄録誌 Tropical Oil Seed Abstracts の約2年半分(1982、No 1～'84、No 7)に抄録されたオイルパーム関係論文の一覧である。項目分類は発表件数を勘案しながら研究動向を把握し易いように適宜設定した。発表論文数は250編、国は30か国にわたっている。その中で最も編数の多いのはマレーシアの74編で全体の30%を占めている。次いで生産国の中では西アフリカのナイジェリア、アイボリーコースト、東南アジアのインドネシアの順になる。また旧宗主国の関連ではフランスが28編の論文を発表しており IRHO (Recherches pour les Huils et Oléagineux) の活動が目立っている。英国は海外に試験地をもたないが、国内の大学や民間の研究所(とくに Unilever Research Laboratory) の発表が多い。最近のオイルパーム研究のハイライトである組織培養と花粉媒介昆虫の導入研究に当たっては、英国の研究機関が基礎的な研究を分担しマレーシア側との研究協力を行い新しい技術の開発に貢献している。アメリカでは生物関係の研究は大学で、加工利用関係の研究は民間で行われている。わが国からは油成分、加工利用に関連した4編の論文が集録されているが、パーム油中に含まれるトコフェロール(ビタミンEの成分)など微量成分の抽出に関する研究は現地で高く評価されていた。

論文の内容を項目別に見ると、果房生産に関するものが171編、加工利用が52編、各国生産事情が27編と大別できる。果房生産171編の中では遺伝・育種、病害関連の報告が多数を占めている。病害虫関連では特に南米諸国からの報告が多い。害虫に関する報告27編のうち総論等を除き特定害虫を扱った報告は11編であるがうち7編は *Castina deadalus* の被害に関する、ペルー、スリナム、仏領ギアナ等からの報告である。特にペルーのあるプランテーションについては35～40%の減収が報告されている。この虫はオイルパームの花序に産卵し、卵の状態で14～22日を経過しふ化した幼虫は新しく出来た果実へ移動しこれを食害し腐敗果実を生じる。成長した幼虫は花軸や幹に穴をあけて侵入する。幼虫期間は144～403日、前蛹期間19日、蛹期間30日で繭は葉脈の部分に見出される。防除薬剤としては Diptrex 等、天敵としては卵に寄生する *Ooencytrus* が発見されている。

これら250編の論文抄録から伺われる研究の動向は、全般的にはすでに述べたマレーシアの PORIM の研究動向の範囲を出ていないように思われる。ただし花粉媒介昆虫のように'81年時点では全く触れられていない事項もあるので補足をしておきたい。

花粉媒介昆虫に関しては7編の報告が出ているが、それらの抄録から研究の動向を辿ると次のようになる。

まず、1981年6月17～20日、クアラルンプールで開催されたオイルパーム農業の国際会議の席上で、Commonwealth Institute of Biological ControlのSYED, R. A. からオイルパームの花粉媒介昆虫として、*Elaeidobius* 属の導入の可能性が報告された。これによるとカメルーンで研究された *Elaeidobius* 属の中で、*kamerunicus* はカメルーンの海岸地帯に乾季、雨季を通じて最も多く生息し、他の昆虫よりも多くの花粉を運び優れた探索能力をもっている。その食性は *Elaeis* 属に限られ実用種に最も近い *E. oleifera* でも2～3代以上は生存しないことが判明したと言う。また、同じ会議の席上で、フランス IRHO のアイボリーコーストステーションに属する CHENON, R. D. はアイボリーコーストで行った予備調査の結果を報告し、*Elaeidobius* 属の weevil (ゾウムシ) 及び domestic bee *Apis mellifera* L. が花粉媒介昆虫として極めて重要であることを明らかにしている。実際に *E. kamerunicus* (weevil) がマレーシアに導入されたのは、この発表よりも早く、1980年6月である。最初の導入は2つのプランテーションに対して行われ、1982年の雑誌“Planter”には、この導入が成功を収めたこと、これによって着果が増え収量が増加したことがデータを添えて報告されている。このような動きに対して PORIM は1982年、西マレーシア、サバ、サラワクのオイルパームエステート及び搾油工場を対象に weevil の導入の影響について実態調査を行っている。これによると、収量の増加は *tenera* の方が *dura* よりも著しく、weevil の導入は着果を良くし、より大きい、より重い、より緊縛した果房を生産するとともに、果房に対する油の率を19%から23～25%に高めた。デメリットとしては、幼虫の存在がネズミを誘い、また搾油工場では大きな締まった果房は現行の機械で処理することが困難で、搾油率の低下を招いたことである。結論としては導入のメリットはデメリットをしのいでいるが、今後の研究が必要であるとしている。この他 weevil 導入の経済的効果を11500万\$と見積った報告があり、西マレーシアについて1981年にはサバへ導入が行われたこと、パプアニューギニア、ソロモン諸島、スマトラ、タイに対しても導入が成功したことが報告されている。また、weevil の導入によりパーム核油も同時に増産され生産コストの低下もあわせて行われるので、市場でパーム核油と競合するココナツ油の生産は今後著しく不利になるであろう、とする報告がある。

4. おわりに

以上、西マレーシアを中心にパーム油の生産と研究の現状について述べたが、疑問を感じながらも資料の不足、見聞の不足から確かめられなかった事柄が幾つかある。今後の参考のためにそれらを列記しておきたい。

i) オイルパームの主要生産国は最近まで西アフリカの国々であり、主として半野生状態のオイルパームについて油はもちろん他にも色々と多面的な利用が行われていた^(注15)。これをプランテーションクロップとして育てあげたのはマレーシアである。しかしその技術内容についてみるとオイルパーム栽培では、経営規模の大小によって技術内容が変わるということはむしろ少ないように思われる。大プランテーションにおいても、オイルパーム栽培管理の主体となる収穫作業は、小農と同様、依然として手作業人海戦術であり、むしろ、プランテーションにおける組織的

な管理能力(資金面、生産面での)、資金力、加工流通面との関係などソフト面で優位性を保っているように思われる。

しかし今後マレーシアにおける労働力不足が益々強まることを考えると新技術の開発なしには持続的な発展は困難ではなからうか。

ii) 小農がオイルパーム栽培に参加出来ないかという問に対しては、マレーシアは核エステート方式の成功によって一つの答を出している。アイボリーコースト、インドネシア等でもこれにならって小農経営の組織化を進めていると言う。しかしこの方式も、発足後年数が経つに従って起きる家族構成の変化(農園の細分割はしないことになっている)、経営規模の拡大要求等に対してはどう答えて行くのか将来に問題が無いわけではない。

iii) 西マレーシアを旅行しながらゴム園とパーム園を較べて見ると、農園の立地、集団規模からしても、ゴム園の方がはるかに多様な経営が行われているという感じを受けた。しかし、オイルパームでも、条件によっては個別小農経営の成り立つ余地があるのかどうか。集団単一栽培に進む以外に発展の方向は無いものなのかどうか。

iv) 温帯の作物を見慣れた眼で、特に印象に残ったのは、果実のほとんど無季的な、連続的な生産ということであった。この特徴は加工施設の稼働率を高めるには好都合であるし、年間労働が平準化されることから雇用労働による経営にも適している。現在の大規模経営はこの利点を最高度に生かしたものである。しかし今後の労働力不足を考えれば、収穫の機械化とこのシステムの調和をどのようにして求めるかが問題となろう。

v) 現在、マレーシアでは病害虫の被害については格別の問題を抱えている様子は無く関心も低いように感じた。しかし、面積の急激な増加がある一方、組織培養の実用化によりオイルパームの遺伝形質は一層斉一化へと進むことであろう。現在のような状態をいつまでも続けることが出来るのであろうか。

vi) 先進国の研究協力についてはイギリスとフランスでは対応のしかたに違いがある。現地(オイルパームについてはアイボリーコースト)に試験地をもつフランスでは、品種、栽培など全般にわたって報告が出されているが、英国からは組織培養、花粉媒介昆虫の導入など主要な新技術開発のための基礎研究に目標がしぼられているように思われる(もちろんこの違いは協力相手国の研究活動状態にもよる)。わが国からは、特に加工、利用の基礎分野に対する協力が目立っている。研究協力分野の選択に当たっては、わが国における研究の蓄積、優位性ととともに、わが国の産業背景もまた重要な要素となるように思われる。

注1)

Hans Ruthenberg は熱帯農業における永年生作物を次の3つのグループに分けている⁹⁾。

- perennial field-crops: サトウキビ、バナナ、パイナップル、サイザル。
- shrub-crops: コーヒー、茶。
- tree-crops: オイルパーム、ゴム、カカオ、ココナッツ、丁字。

また、永年生作物によるファーマリングシステムの一般的特徴を概略以下のように述べている。

ア. 永年生作物は定住生活の端緒となり、土地の個人所有を確立する傾向がある。

イ. ほとんどの永年生作物は、土地面積あたり比較的高い生産性をもつ。

ウ. 土地の肥沃度の維持に有効である。ある種の tree-又は shrub-crops は土壌に対して森林と同様の影響を及ぼす。(ブラジル南部のコーヒーのように肥沃度低下の著しい場合でも一年生作物よりは良い)

エ. 一年生作物の栽培できない土地を利用することができる。

オ. 手労働を多く必要とし比較的高い収入を保証するものが多い。

カ. 年間を通じて労働力が必要である。また軽作業が多い。

キ. 収量の年次変動が少ない。

ク. 生産物は商品となり加工を通じて良好な品質が確保される。

ケ. 永年作物栽培は今なお、品種、栽培、加工などを通じて向上の余地が相当にある。

コ. 多くの永年生作物では、極めて小規模な栽培から始めることができる。例えばかんがい農業のように隣人と協力する必要もない。

サ. 灌木や樹木作物を植えることによって財産の蓄積ができる。このことは耕地の個人所有がない場合において特に重要である。経済活動を促し社会的分化を引き起こす。

さらに彼は熱帯と永年作物との関係について以下のように述べている。

熱帯永年作物の生産は主としてエステートによって輸出のために行われると考えられるのが常であったが事実は異なる。熱帯の小農は生活上の様々な要求を充たすために、永年作物に強く依存してきた。バナナは熱帯の家庭での主要食物である……。

注2)

表11 異なる油脂作物の収量比較

作物	オイルが含有される部分	平均オイル含有率 (%)	潜在的オイル含有率 (%)	オイル含有部分の平均収量 (t/acre)	推定オイル収量 (t/acre)	推定オイル収量 (t/ha)
オイルパーム	中果皮	20(FFBに対し)	25(FFBに対し)	5.69(FFB)	1.138	2.81
オイルパーム	核	47	49	0.265	0.125	0.31
大豆	種子	17	17	0.691	0.117	0.289
ピーナッツ	種子	32	48	0.496	0.158	0.392
綿種	種子	16	20	0.405	0.065	0.16
菜種	種子	35	42	0.422	0.147	0.364
ひまわり	種子	35	42	0.497	0.174	0.429
ココナッツ	コブラ	64	68	0.457	0.293	0.723

注) 1. オイルパーム……Malaysian hybrid D×P 種

資料: Commonwealth Secretariat, Vegetable oils and oilseeds, 1970 (文献17より引用)

オイルパームの油脂生産力を他作物と比較した資料の一例を表11に示した。この種の表は他にもあるが、ここに示した表は比較的バランスがとれているように思われる。この表でオイルパームの推定オイル収量は1.138t/acre となっているがこれは1982年時点のマレーシアの全国統計値1.15t/acre に近い。また大豆についてはこの表でオイル含量部分の平均収量は0.691t/acre となっているがアメリカの大豆収量は0.7～0.8t/acre 程度であり近い値を示している。

パーム油とパーム核油を合計した量は1.263t/acre となり他の一年生作物がいずれも0.1t 台を示すのに較べると格段に高い油脂生産力をもっていることがわかる。もちろんオイルパームは成木に達するまでには数年を要するがそれを考慮に入れても生産力の高さが抜群であることに変わりはない。国際油脂市場におけるオイルパームの競争力の最大の要因はこの植物がもつ油脂生産力の高さにあると言えよう。

注3)

西マレーシアにおけるオイルパームの潜在的開発可能地については科学技術庁資源調査会の報告がある。これによると栽培適地条件として気象条件については一最適気温は年平均24～28℃、平均最低気温20℃、平均最高気温32℃の範囲で最も生育が良く収量も多い。降雨は年間1600mm程度が年間均等配分されていることが望ましく、標高500m 以下とくに200m 以下が日射量多く収量や含油量が多く有利である一としている。

土壌条件については、花崗岩性の沖積土に適し、保水性の劣る砂土、ラテライト化が進み固い盤層を形成した土地や厚い泥炭層を有する湿地、排水の悪い土地は不適であるとしている。

この報告では各作物についてその栽培適地条件を定めたうえ、西マレーシアの気候、地形、土壌の区分を明らかにし、水稻、パラゴム、サトウキビ、アブラヤシ、パイナップル、バナナの6種類の作物について潜在的栽培適地区分地図を作成している。さらにこれらの地図から潜在的栽培適地面積を求め、そこから既作付面積を差し引いて潜在的開発可能面積を求めている。(表12)但しここで、潜在的開発可能面積は作物ごとに単独で見た場合のものであり、地図上でパラゴムとオイルパームの適地範囲は酷似している。従って表12では、2786千 ha+1228千 ha+222千 ha=4236千 ha が西マレーシアにおけるオイルパームとゴムの栽培適地の総面積とみることができる。

表12 主要熱帯植産資源の作物別潜在的開発可能地面積推定表

(西マレーシア, 単位: 千 ha)

作物	潜在的開発 可能地 ①	現作付面積②	A/B
水 稻	1,585	350	4.5
パ ラ ゴ ム	2,741	1,228	2.2
サ ト ウ キ ビ	242	18	13.4
ア ブ ラ ヤ シ	2,786	222	12.5
パ イ ナ ッ プ ル	3,133	100	31.3
バ ナ ナ	745	12	62.1

この調査が行われた1977年当時に較べて1982年現在オイルパーム1227千 ha、ゴムは1693千 ha に増加しておりその合計は2920千 ha となる。したがって開発可能面積の 7 割がすでに栽植され余地は1216千 ha となる。なお、ゴムのほかにもパイナップル、バナナの栽培面積のほとんどと水稻の一部地域がオイルパーム地域と重複しているのだおよそ100万 ha 程度が今後の開発可能地として見込まれることになろう。

なお、一般にオイルパームの栽培適地の気候条件としては、a. 明確な乾期がなく2000mm又はそれ以上の雨量が年間を通じて均一に分布している。b. 平均最高気温は約29—30°C、平均最低気温22—24°C、c. 一年を通じどの月も一日平均 5 時間以上の日照があり、ある月は 7 時間まで上る地帯と言われている。また、土壌条件については一般にオイルパームは土地を選ばないと云われるが、土壌条件によって生育程度には大差がある。生育に最適な条件は、土層 1 m 以上の深さがあり、排水が良く、砂質埴土又は壤土で保水力のある土壌とされている。

なお、西アフリカなどでは、冬季乾燥の条件下でも栽培されているが、これはオイルパームの生育は劣ってもなお他の作物に比して収益性が高いなど経済的な理由によるものと考えられる。

注 4)

オイルパーム *E. guineensis* には *dura* (*deli dura* とも言う)、*pisifera*, *tenera* の 3 つの系統があり、これらは果実の形態に特徴をもっている (図 3)。 *dura* は 1848 年ポゴールに植えられた系統で、*tenera* が普及するまでは東南アジアで専ら栽培されていたものである。*pisifera* は果実の核が小さくこれを包む殻を欠き、雌花は開花しても数日後に枯死するものが多くほとんど成熟に達しないので、交雑母樹として用いる他実用的に栽培されていない。*tenera* は *dura* と *pisifera* の雑種で図のように中果皮が厚い優良系統である。マレーシアでは 1960 年頃から普及し始め現在はほとんどがこれに替わっている。この切替えによって面積あたりの油収量は少なくとも 25% は増加したと推定されている (表 13)。なお、オイルパーム栽培技術の全般的な進歩については次のようにまとめたものがある。

ア. 発芽、育苗技術の改良。特にポリ袋の使用によって育苗移植が容易となった。

イ. 被覆作物の導入による土壌、雑草管理と窒素固定効果。

ウ. 除草剤の使用。特にチガヤの駆除。

エ. 品種改良により収穫開始時期が植付後10年から 3 ～ 4 年に早まった。又、樹高が低くなり収穫が容易になった。

オ. 搾油方法、運搬方法の改良。

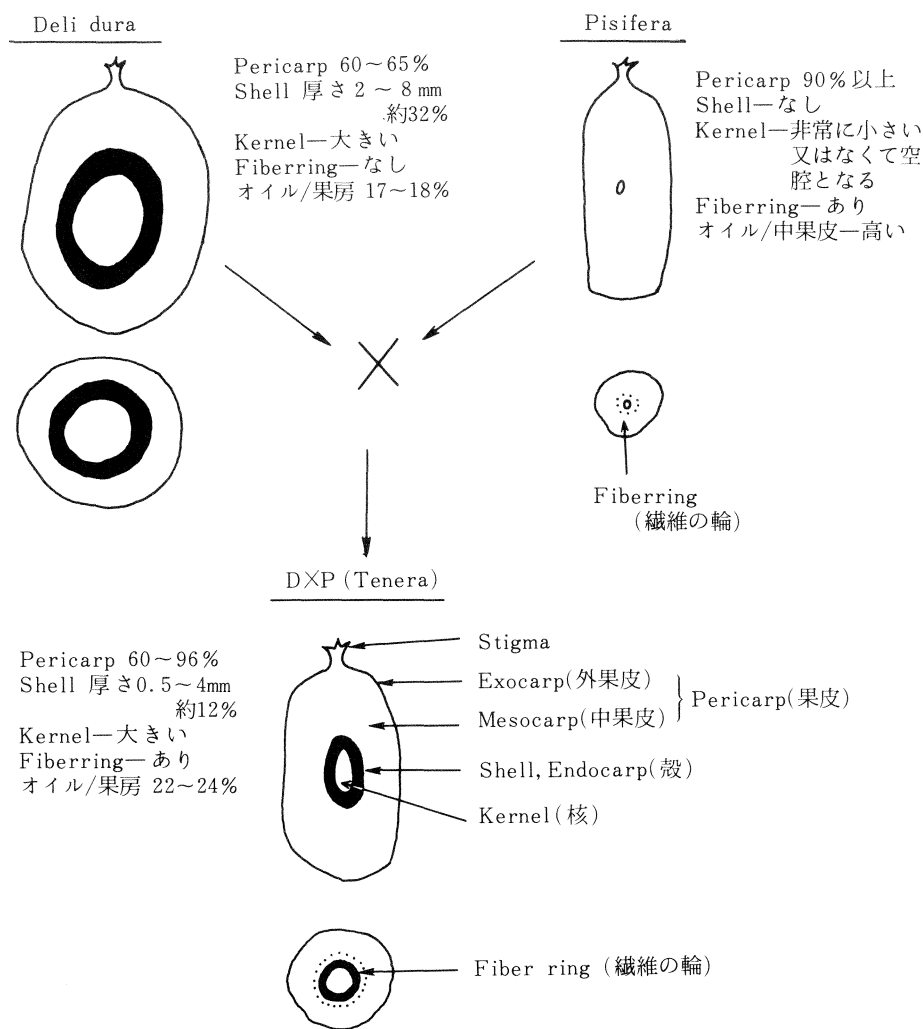


図3 dura, pisifera, teneraの果実の形態

資料：Oil palm cultivation and management (文献11より引用)

表13 dura 及び tenera タイプの標準的果房構成

	dura	tenera
果房に対する果実割合(%)	60	60
果実に対する中果皮の割合(%)	60—65	75—85
果実に対する殻の割合(%)	25—30	8—15
中果皮に対する油の割合(%)	50	50
果房に対する油の割合(%)	18—19.5	22.5—25.5

資料：The Breeding of Oil Palms in Malaysia

注 5)

processed palm oil は通常加工パーム油と訳され、粗油 (crude palm oil) を精製したものの総称である。

processed oil の加工工程は、脱酸(Neutralization)、脱色(Bleaching)、脱臭(Deodorization)と分別 (Fractionation) の 4 工程に分けられ、この 4 つの工程の組み合わせの中から多様な製品が生産される。

(例えば crude palm olein, neutralised palm olein, neutralised bleached palm olein, neutralised bleached & deodorised palm olein 等)。

パーム油製品の一般仕様を示した表によると製品の種類は15種類に及んでいる。通常の精製、分別工程としては(i)脱酸処理により遊離脂肪酸を除去した後、脱色、脱臭を行ういわゆる refined oil と(ii)まず脱酸を行い次に分別した後、脱色、脱臭を行ういわゆる fully refined oil の 2 種類がある。

注 6)

遊離脂肪酸 (FFA) の含有量はパーム油品位の指標の一つとして扱われ、含有率の基準を 5 % に置き、通常この基準を0.1%下回る度にその時点の市場価格の0.1%の割増金が支払われる。それ故、FFA を高めないために収穫適期の判定、収穫後の速やかな蒸熱処理などの注意が払われている。

未成熟の果実の中果皮は高率の水分及び炭水化物を含みオイル含量は少ない。成熟一週間前にオイル含量は最高時の80%にまで高まる。果実の色が変わるに従って急速に最終的なオイル生産が進む。その際の FFA 率は0.5%である。果実が果房から離れるとオイル生産は止まり水分含量もやや減少するがこの期間中に FFA 率はゆっくり増加する。しかし FFA 率が急速に高まるのは収穫時に落下ショックを受けてからである。パームオイルは中果皮細胞の空胞内に非常に繊細な膜によって包まれており、細胞質内に分布するリポキシダーゼと隔離されている。打撲等のショックでこの膜が破れると酵素による反応が始まり、FFA の急激な増加が起こる。ある資料によると FFA 率は打撲傷を受けてから20分以内に 6 %以上に急上昇し、それ以後も上昇速度は落ちるものの着実に増加すると言う。この増加を止めるには、速やかに搾油工場に運んで蒸熱処理を施し酵素の働きを止める以外に方法がない。

注7)

表14 *E. guineensis*, *E. oleifera* 及び交雑種の脂肪酸組成

脂肪酸組成		<i>E. guineensis</i>	<i>E. oleifera</i>	F ₁ hybrid	F ₁ × <i>E. guineensis</i>	F ₁ × <i>E. oleifera</i>	F ₁ × F ₁
Lauric	(C12)	—	0.2(0.4)	—	—	—	—
Myristic	(C14)	0.6(0.1)	0.1(0.2)	0.3(0.1)	0.2(0.1)	0.3(0.3)	0.5(0.2)
Palmitic	(C16)	49.2(1.3)	21.2(3.1)	41.2(2.0)	40.0(3.6)	33.0(6.7)	35.3(5.6)
Oleopalmitic	(C16:1)	—	0.8(0.2)	—	—	0.4(0.4)	0.1(0.1)
Stearic	(C18)	2.2(0.5)	1.5(0.4)	1.5(0.3)	3.0(1.4)	1.4(0.6)	2.7(0.8)
Oleic	(C18:1)	40.2(0.6)	57.9(5.9)	47.8(2.0)	46.5(4.1)	54.1(5.7)	49.5(6.0)
Linoleic	(C18:2)	7.8(0.7)	19.2(2.8)	9.2(0.9)	10.3(1.6)	10.8(2.6)	11.7(2.2)
%Unsaturation		48.0(0.9)	77.9(3.8)	57.0(2.0)	56.8(3.6)	65.3(7.5)	61.3(6.4)

※()内は標準偏差値を示す。

資料：Tam, et. al.(1976) (文献8より引用)

パーム油の脂肪酸組成は、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸がそれぞれ約50%ずつから成り、一般の植物油脂に較べて飽和脂肪酸の含量が高い(例えば大豆油では11~20%)。パーム油の用途を一般の植物油の分野まで拡大するためには飽和脂肪酸の含量を低下させることが必要であり、*oleifera* 種はその点で注目されている。表14のように *oleifera* はオレイン酸、リノール酸など不飽和脂肪酸の含量が高く、*guineensis* 種の48.0%に較べ、77.9%の価を示している。F₁ はその中間的な価を、F₁ × *oleifera* では *oleifera* に近い値を示す。但し現在のところ、その収量は極めて低い。

E. oleifera は、この他、幹の伸長が遅く、15年ぐらいは直立して生育するが以後は一般に匍匐性を示すことが観察されている。この性質を用い *guineensis* との交雑によって樹高の低い品種を作り収穫労力を軽減させようとする試みもなされている。

注8)

西マレーシアのパーム園の標準的施肥設計は表15の通りである。

表15 マレーシアにおける施肥設計

成樹, 年間kg/パーム*

	花崗岩に由来する土壌				水成岩に由来する土壌			
	硫安 (N-21%)	燐鉱石 (P ₂ O ₅ -36%)	塩化加里 (K ₂ O-60%)	Kieserite (MgO-26%)	硫安	燐鉱石	塩化加里	Kieserite
新植園	0.9	0.9	1.8	1.36	1.8	1.36	0.9	0.9
再植園	0.9	0.45	2.27	1.36	1.36	0.9	1.36	1.36

注) ※9.0m 間隔で三角形に植えつけた場合 ha 本数は142~143本となる。

資料：The oil palm in Malaysia(文献17より引用)

マレーシアでは葉分析によるパームの栄養診断が広く行われており、その結果によって施肥設計を修正することも行われている。普通第17葉を試料とし N、P、K、Mg、Ca、B などが分析される。

注9)

成木となったオイルパームは、central spear stage (樹冠の中心に立つ未展開の槍状の葉) に達するまでの発育段階の葉を40～50葉もっており、花芽は頂部からおよそ4枚目の葉の葉腋に現れ以後の各葉腋に認められる。葉も花序も central spear stage に至るまでに18～24か月を要し、開花までには更に9～10か月を要するので、花芽の分化から開花まで約27～34か月、果実の成熟(収穫)までには33～40か月を要する。花序の発達の段階と時期は表16に示す通りである。

雌雄の決定、花序の発育停止は生産量に直接影響するのでその時期、影響因子(特に気象条件)について多くの研究が行われている。

表16 花序の発達の段階と時期

1. 花芽の分化 (Inflorescence initiation)	開花前27～35月前
2. 外部大花苞分化 (Outer spathe initiation)	20～28
3. 内部大花苞分化 (Inner spathe initiation)	18～26
4. 小穂状態を抱えた最初の苞の分化及び性の分化 (Initiation of first bract subtending spikelets, sex differentiation)	17～25
5. 第4苞の分化 (Initiation of fourth bract)	15～20
6. 小穂状花の分化 (Spikelets initiation)	11～15
7. 小穂状花の分化明瞭 (Spikelet differentiation distinct)	8～11
8. 花序の生育停止 (abortion)	3～6
9. 開花 (anthesis)	0

資料: The oil palm (文献11より引用)

注10)

開花時期に花序をつけていない葉腋にも発育停止した花序の名残が見られる。その割合は条件によって一定しないが樹齢の若い時には25～40%と高く成木に達してからは10%程度とする資料がある。雌花序の割合は樹齢の若い時には著しく高く、90%にも及び、花粉を確保し人工授粉を行う必要も出てくるが、成木では50%程度に落ち着いてくる。しかしこれも地域によって異なり、例えばナイジェリアでは成木でも雌花序の割合が低く、低収量の一因であるとも言われている。また、樹体の栄養条件によっても異なり、炭水化物の含量の多い場合は雌花序率が高まると報告されている。

オイルパームの栽培では、摘花 (ablation) 作業が広く行われている。これは樹齢の若い時の結果は、収穫が非効率であるうえに品質も悪く、園内に放置すれば腐敗して病害の誘因となるので、花序の生育途中に手で掻き取る方法が行われている。これによって樹の栄養生長がさかんになり、特に根系の発達が促されると言われている。また、このような生育初期の摘花に限らず成木に達した後も、収量の季節的あるいは年次的平均化を図るために、部分的摘花によって果房数を調整しようとする考え方もある。

注11)

オイルパームの組織培養については PORIM を中心とする研究とは別に、マレーシアの Clonal

Oil Palm Research Unit と英国の Uniliver Research との間で共同研究が行われてきた。このグループは1974年、英国において *dura*×*pisifera* の実生を用いてカルス培養とエンブリオの形成に成功し、組織培養による栄養繁殖の可能性が極めて高いことを報告している^{3,5)}。1977年には前報と同様の方法で培養した幼植物をマレーシアに空輸し、苗床に移植したうえ、生長の状況、根端細胞の染色体数の調査等を行ってその結果を報告している。

注12)

オイルパームの栽培管理作業の中で、収穫は最も重要な作業である。生産費の中でも、収穫作業経費が最も多く全体の48%（搾油工場までの運搬経費を含む）を占めるという報告も出されて

表17 収穫作業における労働時間配分

作 業	全所要時間に対する作業時間割合(%)
1. 道具の準備	4%
2. 葉の切除、積み上げ及び果房の切断	24%
3. 切断時の歩行時間	13%
4. 食事及び休息時間	7%
5. 果房を集める地点までの空カゴ運搬	9%
6. 果房（カゴへ入れた）の運搬時間	10%
7. 果房及び脱落果実をカゴへ入れる作業	25%
8. 運搬車輛への積みこみ	8%

注) 最高運搬距離200m 樹令 6～17年生 平均年収量18ton/ha 緩傾斜
資料：Oil palm Cultivation and Management（文献11より引用）

いる。この大部分は労働費であり、マレーシアの労働力が今後一層不足するとすれば、収穫の簡易化、省力化技術の確立はますます重要となる。現在の標準的な収穫作業は、樹高の低い間は *chisel* と呼ぶ、棒の先にノミ様の刃物を着けた道具で、樹高が高くなってからは、竹竿の先にカマ様の刃物を着けた道具で、収穫の適期に達した果房を切り落として集めている。

オイルパームは、季節によって多少の変動はあるが、年間を通じて連続的に開花結実が行われ収穫適期となった果房が出現する。高収量のパーム園では年間に25t/ha の新鮮果房 (FFB) が得られるが、いま 1 個の FFB の重さを25kgとすれば、ha 当たり年間に1000個の FFB が収穫されることになる。これが毎日平均して熟すとすると 1 日 ha 当たり 3 個となり、樹上の果房の熟度を見定めながら 1 ha の中から毎日 3 個ずつの果房を収穫しなければならぬことになる。しかし実際にはパーム園を幾つかに分割し、7 日～10 日ごとに同一区画の収穫を繰り返すこととし、過熟による品質低下を起こさぬ範囲でできるだけ労働密度を高めるように計画している。2 人組作業で 1 日 3～5 ha を対象とするのが普通であると言う。表17は収穫作業の時間配分の一例である。この表からも歩行、運搬に要する時間がなおかなり大きいことがわかる。第7項目の時間が意外に多いのは恐らく脱落果実を拾い集めるのに時間がかかるのであろう。熟度が進むにつれて果実は

果房から脱落し始め、樹の根元に落ちている果実の個数は果房の熟度の判定基準の一つとして使われている。このようにオイルパームの収穫には温帯の作物の一斉収穫とは異なった面があり、この点を十分に認識したうえでないと実用に耐える収穫機の開発は困難のように思われる。かつて、全く発想を変えて、生長調節剤の使用によって収穫期をコントロールし集約的な収穫をしようとする構想もあったようであるが、その後の進展は無いようである。新しいパーム園は内陸の傾斜地にも多く開設されているので収穫物などの園内運搬の効率化は差し当たっての問題となる。

		生 産 物 (kg)	廃 物 (kg)	パームオイル 及び核損失 (kg)
新鮮果房100kg ↓ Sterilizer → 蒸発(evaporation) ↓ パームオイル損失 89.97kg ↓ Thresher → 空果房(empty bunch) ↓ パームオイル損失 64.64kg ↓ Press 33.60kg ↓ Clarification → 水 ↓ 非油性固形物(N.O.S) ↓ パームオイル損失 ↓ パームオイル 31.04kg ↓ Cake-breaking conveyor and Depericarper → 蒸発 ↓ パームオイル損失 ↓ 繊維等 ↓ 核損失 19.83kg ↓ Kernel plant → 蒸発 ↓ パームオイル損失 ↓ 核損失 ↓ 殻 等 ↓ 核			10.0	0.03
			25.0	0.33
			11.4	
			1.1	
		21.0		0.10
			4.0	0.93
			6.2	0.08
			0.2	0.08
			15.8	0.20
合 計		24.55	73.70	1.75

図4 オイルパーム生産物の処理及び処理中のパームオイル及び核の損失
(新鮮果房 100 kgを原料として入れた場合)

資料：Oil Palm Cultivation and Management (文献は11より引用)

注13)

オイルパームの加工処理中に生じる廃棄物の量は図4の通りである。廃棄物の農業面での再利用、例えば飼料化等の問題については MARDI でとり上げられ、パームオイルスラッジの利用、パームオイル副産物の飼料化等について試験が行われている。(MARDI はその研究目標の一つに環境の汚染及び破壊からの保全を掲げている)

パームオイルスラッジは95%程度の水分を含むパーム油工場の廃液であり、有用資源の回収利用と工場廃水の浄化という二つの面から、固形物を回収して乾燥する技術の確立が望まれている。乾燥したスラッジそのものは繊維と灰分が多く、エネルギーも高く飼料として利用できる。スラッジを固形物、油、溶液に分け固形物は回収し、液体成分は化学処理をしたのち微生物処理をして排水するシステムが試験されている。

廃棄物の飼料化についても色々研究されているが、当センター柴田技官が MARDI で行っている牛の消化機能に関する実験で用いている飼料組成の一例を示すと以下の通りである。

palm kernel cake30%、palm press fibre15%、palm oil sludge18%、糖みつ35%、尿素1%、ミネラル1%。

注14)

マレーシアにおける燃料用パームオイルの研究について「国際農林業協力情報」誌'85、5月号は次のように報じている。

マレーシア PORIM と2外国会社、三井とエルコ・リッエンツ社(西独)は今年1月10日に粗精パーム油とその製品メチル・エステルをエルコ社の多種類燃料用エンジンに使用することの技術的適否についての協同研究を行う協定に調印した。2月に始められた共同プロジェクトはマレーシア工業化計画に寄与するばかりでなく、新しいテクノロジー導入の道を開くことにもなる。この研究は明年7月に完成予定、費用は120万マレーシアドルと予想されている。このプロジェクトは関係当局に対して、パーム油、それから分離したメチル・エステルをエルコエンジンに使うことについて更にフィービリティ調査を続けるためのガイダンスを提供しようというものである。PORIM 事務局長によると、技術的な適性をテストするためにパーム油を使ってエルコ・エンジンの2000時間耐久テストを行う。三井は乗客用バス、発電機に据えつけるためのエルコ・エンジンを提供し、PORIM とエルコ・リッエンツとの連絡を担当する。

エルコ・リッエンツはパーム油から採ったメチル・エステルを使ってエルコ・エンジンをベンチに据えつけて100時間の耐久試験をする。

PORIM のパーム油プロジェクトの目標は、メチル・エステルを既存ディーゼルエンジンを改造せずにそのまま使用することである。エルコ・エンジンはメーカーによるとどんな植物性オイルでも使える、ということになっており、それが実証されれば将来有望であろう。他方、PORIM が300万 M\$の予算で建設していたパームオイル・ディーゼル油のパイロット工場が今年7月から操業を開始する。このプロジェクトは PORIM の近くで行われ、11.7万 US\$の予算である。現在、マレーシアの粗精パーム油の90%は食用であり、残りの10%の利用度を高めようとするものであ

る。

注15)

マレーシアの広大な、整然したオイルパーム園からはさながらオイル生産の植物工場といった印象を受ける。しかし油ヤシはもともと西アフリカ住民の生活に密着したものであった。その証拠に PIERRE GOUROU は(「熱帯の地理」第5版、1969) ギニア湾沿岸の住民が油ヤシをいかに多目的に利用しているかを以下のように述べている。(以下、上野福男監訳による)。

油ヤシの中果皮は日常用いられる食用油(パーム油)採取の原料となり、内果皮は生で食べられ、そこからとれるパーム・カーネル油は高価ではないが、とくに女性の化粧品に使われる。油をしぼったのち、油ヤシの繊維を大切に保存し、乾燥して、火つけ材に用いる。その雄花の灰は、植物性の塩を提供し、海でとれる塩の代用品となる。房を支える花梗は、ほぐして使えば、壁を白くするための石灰や陶土をぬるのに適したブラシになる。房を包む花苞からとり出される繊維はヒョウタンに入ったひびを修理するものに使われる。葉は屋根葺き材や若い苗を保護する日よけや、漁撈用の柵材になり、ざるやかごの材料になる。小さい葉の葉脈は首長たちが手にする小さな蠅たたきを作るのに使われる。葉柄は屋根用の垂木として使用されるし、薄く割ればそれでねずみとりのわなや“やな”の材料になる。また平にして粗末なかいにすることもできる。若い葉柄の樹液は、きず口をなおす薬として用いられる。葉のつけ根から得られる綿毛は火口として使われる。頂生の芽はヤシキャベツといって生でも料理しても食べられる。Fang 人の間では、それをトウガラシと一緒に煮て気管支炎にきく薬を作ることが行われる。頂生の芽につけられた切口から流れ出る樹液はヤシ酒にかわる。根をかむと催淫剤になると考えられている。いったん倒されると、幹には大きなヤシ虫(*Rhynchophorus ferrugineus*)の幼虫が襲いかかる。そのヤシ虫の幼虫は、美味なものとして非常に珍重されている。

文 献

- 1) ANWAR bin MAHMUD (1983) : Future trends in the production and quality of palm oil and palm kernel oil, PORIM, Kuala Lumpur, 24pp.
- 2) 綾部恒雄, 永積 昭編 (1983) : マレーシア, 弘文堂, 東京, 277pp.
- 3) CORLEY R. H. V., BARRETT J. N. and JONES L. H. (1977) : Vegetative propagation of oil palm via tissue culture, Oil Palm News, No. 22, 2 ~ 7
- 4) CORLEY R. H. V, HARDON J. J., WOOD B. J. (editores) (1976) : Oil palm research, Elsevier Scientific Publishing company, Netherlands, 532pp.
- 5) JONES L. H. (1974) : Propagation of clonal oil palm by tissue culture, Oil Palm News, No. , 1 - 8.
- 6) 加藤秋男 (1985) : マレーシアパーム油研究所便り (I), 油化学, 第34巻第3号, 212 - 3.
- 7) 宮川高明 (1984) : わが国の油脂産業の果たすべき役割, 油化学, 第33巻第1号, 2 - 10.
- 8) Ooi S. C. (1978) : The breeding of oil palms in Malaysia. in Symposium on method of

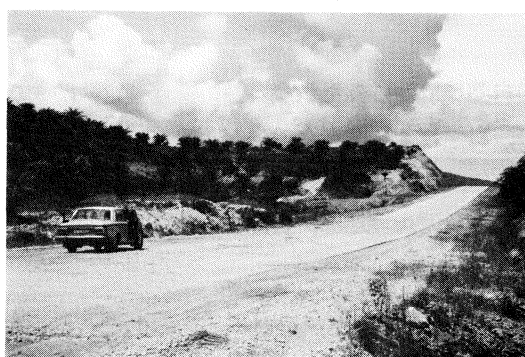
- crop breeding, Trop. Agr. Res. Series, TARC No. 11, 169—183.
- 9) RUTHENBERG H. (1976) : Farming systems in the tropics. Second ed. clarendon press, oxford, 366pp.
- 10) 富永勝美 (1980) : オイルパームの栽培及び処理技術 (栽培管理・処理編), 国際協力事業団農林計画調査部, 東京, 507pp.
- 11) 富永勝廣 (1980) : オイルパームの栽培及び処理技術 (病虫動物害編), 国際協力事業団農林計画調査部, 東京, 323pp.
- 12) TUN ISMAIL bin MOHÁMED ALI (1983) : The Malaysian plantation industry ; structural Changes and future challenges, International Rubber Marketting Conferemce, Malaysia, 23pp.
- 13) Bank Negara Malaysia (1984) : Annual report 1983, Malaysia, 106—131.
- 14) Commonwealth Agricultural Bureaux : Tropical oil seed abstracts, CAB, uk., 1982 No. 1—'84No. 7
- 15) 科学技術庁資源調査会 (1978) : 熱帯アジアの自然環境からみた植産資源の適地選定に関する調査報告 (西マレーシア・タイ・スリランカ), 科学技術庁調査会報告第76号, 科学技術庁資源調査会, 東京, 120pp.
- 16) 科学技術庁資源調査所 (1975) : 西マレーシア生物資源環境地図, 資源調査所資料第33号, 科学技術庁資源調査所, 東京.
- 17) 国際協力事業団 (1982) : 発展途上国における農業開発事業のためのマニュアルココナッツ, オイルパーム篇一, 国際協力事業団, 東京, 436pp.
- 18) Palm Oil Research Institute of Malaysia : Annual Rerort 1981, PORIM, Kuala Lumpur, 46pp.
- 19) Survey team provided by the Ford Foundation (1963) : Policies and measures leading toward greater diversification of the agricultural economy of the Federation of Malaya, Malaysia, 64pp.



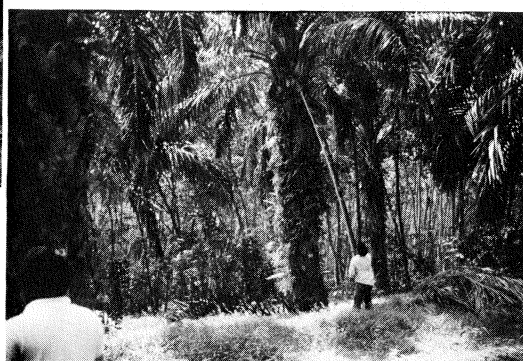
写真①オイルパーム園 (Selangor 州にて)



写真④泥炭土地帯のオイルパーム
(Jalan Kebun Station にて)



写真②新植のオイルパーム園
(Trengganu 州にて)



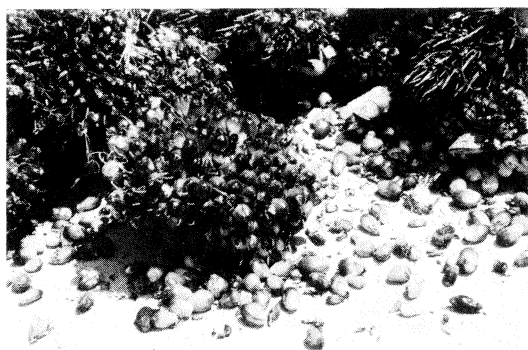
写真⑤果房の収穫 (PORIM 構内にて)



写真③オイルパーム (Selangor 州にて)



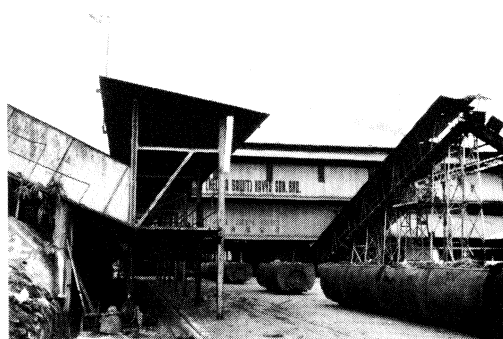
写真⑥集荷をまつ果房 (Trengganu 州にて)



写真⑦同上、脱落した果実



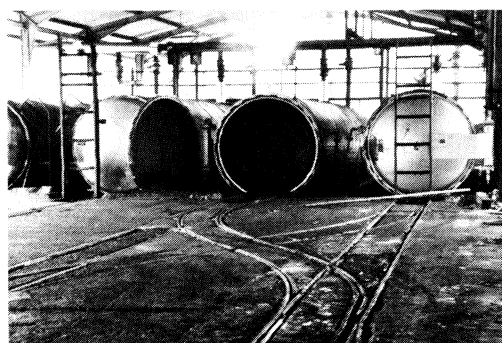
写真⑩ PORIM の施設



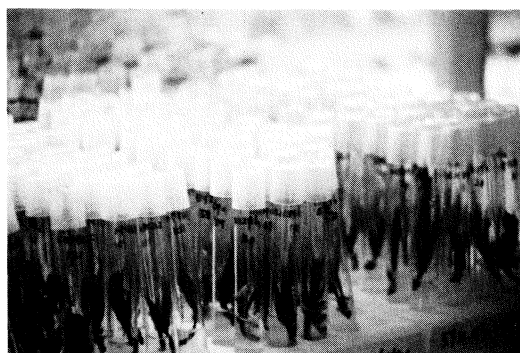
写真⑧搾油工場、果房の搬入
(海偉棕油廠有限公司)



写真⑪組織培養室 (PORIM にて)



写真⑨同上、蒸熱缶



写真⑫培養中のオイルパーム幼植物
(PORIM にて)

II. カシューの栽培と利用

荒井 克 祐*

1. まえがき

カシューはマガタモノキ、カシューナッツノキ（日本）、Cashew, Cashewnut（英国）、Acajiu, Cajiu（イタリア）、Hijli-badam, Kaju（インド）、Casoy, Kosoe（フィリピン）などポルトガル語の caju に由来する名が多い。

カシューの原産地はブラジル北部で、16世紀初期ポルトガル人によって、東西アフリカ、インドへ持ちこまれた。インドには1550年ポルトガルの宣教師によって西海岸のゴアに持ちこまれ、1578年には Da Costa が西海岸南端のコチンでみている。さらに急速な勢いで全西岸、東南海岸、セイロン、アンダマン、ニコバル諸島、マレー半島、インドネシアにまで広がっていった。16～17世紀には冒険者達によって他の東南アジア、インド支那、太平洋諸島にももたらされている。

カシューは熱帯性の樹木で土壌条件はあまり選ばないといわれている。世界の主な生産地はブラジル北部海岸地帯、セネガル、ナイジェリア、アンゴラ、モザンビーク、ケニヤ、タンザニア、マダガスカル、西インド諸島、インド、フィリピン、マレーシア等である。タイにカシューが導入されたのは比較的新しく、1901年 Praya によってマレーシアから南タイに持ちこまれた。その後1961年 FAO の Thet、1967年に松尾らによって外来種が東北タイに導入されたという記載がみられる。

カシューの実には種核が外にとびでているようにみえる特異な形態をしている。果実のようにみえるのは植物学的には果托の変形したもので一般にはカシューアップルと呼ばれているが、その先端についている腎臓の形をしたものがじつは果実である。斑点のある灰緑色の硬い殻のなかに褐色の種皮に被われた勾玉状の核がある。この硬い殻がカシューナッツシェル (Cashewnut shell) で、勾玉状の核がいわゆるカシューナッツである。カシューナッツは酒肴や製菓原料としてよく知られているが、殻に含まれている油性の液、いわゆるカシューナッツシェルリキッド (Cashewnut shell liquid : CNSL) はペイント、フェノール系樹脂、プレーキライニング等の工業用原料として利用される。

世界のカシューナッツの生産量は1982年の統計によれば約46万トンで、そのうちアフリカ諸国18.1万トン、中南米7.9万トン、アジア20.1万トンである。アジアではインドが19.4万トンの生産をあげているが、これはまた世界でも一位の生産国である。そのほかはフィリピン4,000トン、スリランカ917トン、マレーシア710トン程度である。タイにおける生産量は統計にはあらわれてお

* あらい かつすけ 熱帯農業研究センター



図1 カシュー *Anacardium occidentale* Linn. (橋本梧郎原図)

表1 世界の主要カシュー・ナッツ生産国 (単位: 1千t)

	1974—76	1980	1981	1982
世 界	525	457	488	461
ア フ リ カ	342	194	216	181
ケ ニ ア	22	15*	15*	15F
モザンビーク	174	95F	95F	75F
タンザニア	107	41	61	45*
北 ・ 中 米	2.6	3.1	3.1	3.2
エルサルバドル	1.8	2.2	2.2F	2.3F
南 米	31	75	74	76
ブ ラ ジ ル	31	75*	74*	76F
ア ジ ア	151	185	196	200
イ ン ド	146	180F	190F	194
マレーシア	0.6	0.6F	0.7F	0.7F
フィリピン	3.9	3.7	4.0F	4.0F
スリランカ	0.5	0.8	0.9	0.9

出所: FAO Production Year Book, 1982年

らず、そのポテンシャルは不明である。近年タイからキャッサバチップやペレットがEC諸国に集中豪雨的に輸出され貿易摩擦を起こしている。ECはタイにキャッサバに代わる作物をもとめているが、有望な作物としてカシューが注目されている。

2. 西マレーシア、タイにおけるカシュー栽培の現状

1) マレーシア

マレーシアにおけるカシューの最初の栽培プロジェクトは1936年に農業局によって Trengganu 州で行われた。その後1958年に Pahang 州において植栽事業が進められ1959年には西マレーシアで640ha にカシューが栽培されるようになった。その地帯は主として Johor、Pahang、Trengganu 及び Kelantan の各州に分布する Bris soil 地帯であった。その後1966～75年に農業局の植栽事業が実施され、Cashewnut Industry of Malaysia (CIMA) を中心に数千 ha の Bris soil 地帯にカシューの植栽が行われ、1973年には栽培面積が6233ha となった。1978年には最初のカシューナッツ処理工場が Besut に設立されるとともに、高収量系統の作出によってカシューの増産が期待されるようになった(表2)。その足取は表3の通りであり、上位3州でマレーシアにおけるカシュー生産の98%を占めている。

この経過からも明らかなように、マレーシアにおけるカシューは、東海岸に分布し極めて生産力の低い Bris 地帯(図2)への導入作物として評価されている。もともとマレーシアのカシュー生産量は少なく、世界生産量に占める割合も小さい。また、カカオのように、現在の生産量は左程多くはないが、将来は世界の生産国の上位に喰い込もうという動きも見られない。いわばマイナークロップである。しかし西マレーシアにおける Bris 地帯は155千 ha と言われており、そこに住む小農(多くは漁業を兼ねる)が安定した農業を営むことの出来る作目と栽培技術を開発することはそれなりの重要性を持っている。われわれが、カシュー栽培について調査した、Trengganu 州にある Sungai Baging MARDI station は Bris 地帯の改良とファーミングシステムの確立を使命として研究を行っていた。

Bris は粘土分を欠き、農耕地として物理性も化学性也非常に劣っている。養水分の保持能力が低く、施した肥料分の流亡が大きい。低い水分保持能力はこの土壤の条件を半乾燥地と類似の状

表2 カシュー有望系統のナッツ収量, 100個重量

Clones	Yield per tree in kg		Average Yield Per tree in kg(1977/1978)	Average 100-nut weight in g(1977/1978)
	1977	1978		
C5	2.912	3.325	3.119	477
C11	6.528	8.274	7.401	563
F379	3.959	3.358	3.659	454
F896	4.648	4.019	4.334	727
SD80	7.090	11.919	9.505	545
SD114	8.764	7.367	8.066	555
SD349	5.766	10.750	8.236	570
SD365	8.310	8.723	8.517	590
SD414	6.720	10.488	8.604	540

資料: CHAI, T. B., Cultivation of cashewnut

表3 西マレーシアにおけるカシュー栽培面積とナッツ収量

States	Year							
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	1978
Johore	50	50	2	2	30	13	26	68*
Kedah	71	71	69	63	59	54	47	47
Kelantan	366	219	217	266	259	240	190	190
Malacca	1	1	1	1	7	7	9	9
N. Sembilan	0	0	1	1	1	1	1	1
Pahang	384	393	238	271	817	874	1,337	1,345
Penang	8	3	3	10	8	6	6	6
Perak	76	17	17	27	34	56	42	42
Perlis	27	27	27	24	25	25	27	27
Selangor	0	1	1	1	1	1	1	1
Trengganu	732	814	814	1,212	4,318	4,956	5,262	5,686
Total hectarage	1,715	1,596	1,736	1,878	5,559	6,233	6,947	7,422
Yield(tonnes)	676	629	1,689	1,828	1,828	1,828	1,918	2,196
t/ha	0.39	0.39	0.97	0.97	0.33	0.34	0.28	0.30

資料：CHAI, T. B., Cultivation of cashewnut

態に置いている。特に1月から8月までの乾季においては一時的又は長期的にわたる乾燥状態がおこる。更に Bris soil は地表面の温度が上がり、発芽を抑え生長を遅らせる。一方、モンスーンシーズンにはこの地帯は降水量が多く水浸しになるところもある。

このような Bris 地帯へ導入される作物としてカシューは注目すべきものの一つである。ココヤシと並んでこの作物は Bris 地帯で良く育つことが知られていたが種子の選抜がなされなかった。当時は、変異が大きく収量も116～394kg/ha と少なかった。最近の選抜系統を用いたものは、樹齢5年でha 当たり1291kgのナッツ (Raw nuts) が得られている。樹齢が進めば3000kg/ha かそれ以上の収穫が可能と言う。その他の適応作物としては、ココヤシが良好な管理をすれば商業的に引き合うだけの収量を上げることが出来る。又、Passion fruit (*Passiflora edulis*、クダモノトケイ) の栽培が良い結果を収めている。

1979年 MARDI から出された報告によれば、Bris 地帯における農業は、スモールホルダーの農業活動にとって重要であり、改良された技術により、カシューやココヤシのような樹木作物を含み、マメ科牧草、耐乾性穀物及び家畜 (小反すう動物、家きん) を組み合わせたファームングシステムを発展させるのが Bris 地帯農業の理想的な姿であるとしている。

Sungai Baging station から Bris 地帯におけるカシュー生産の収益性についての試算 (表4) が報告されているが、これによると開園6年目には収支が償い7年目からは年間ha 当たり1000 M\$以上の利益 (労働費を含む) があがるとしている。但しそれにはha 当たり1800kg以上の収量が前提となっている。マレーシアのカシューの平均収量は表3から明らかな通り1000kgを超えていない。また最近では新植面積の増加のためか300kg程度に落ちているのが現状である。したがっ

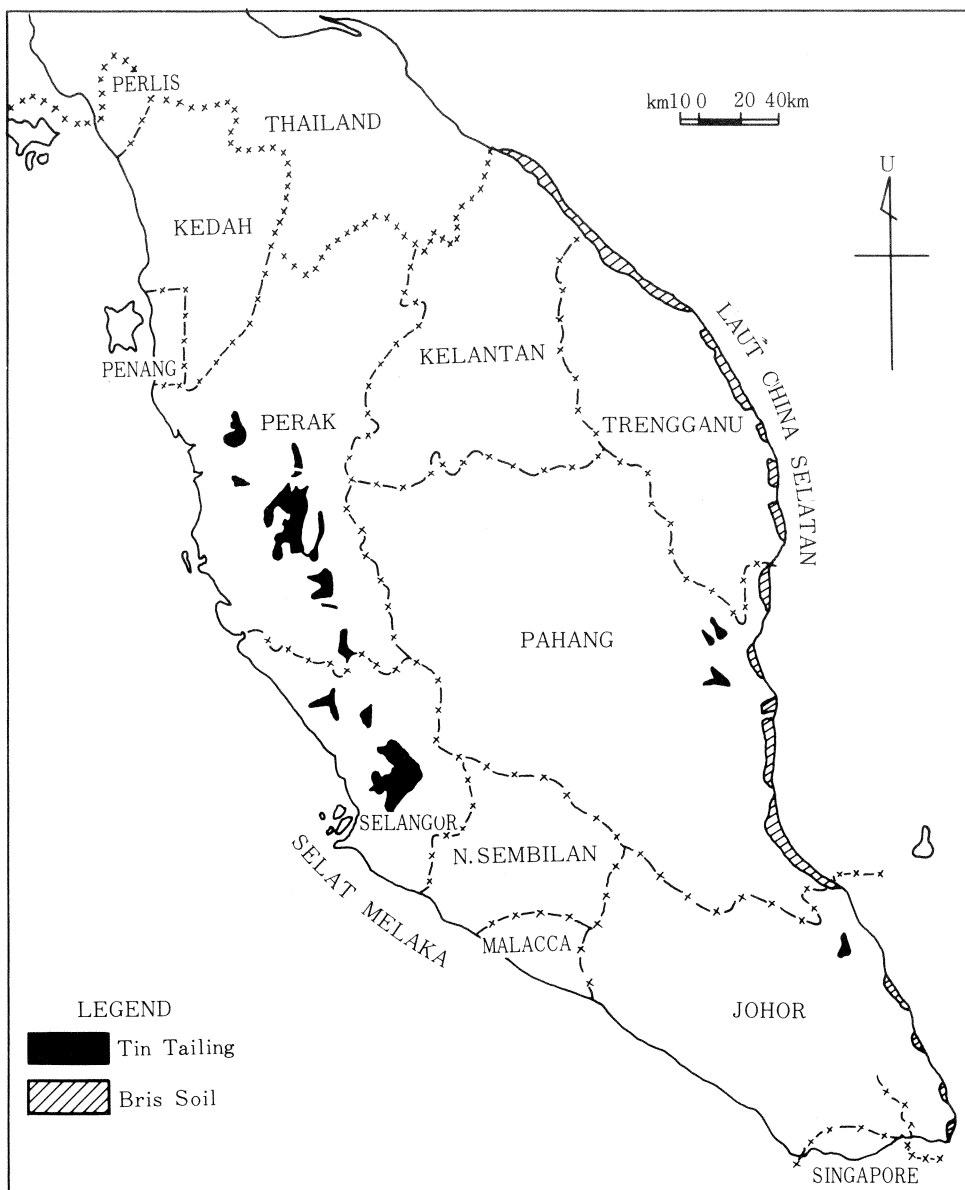


図2 西マレーシアにおける Bris 及び錫鉱山跡

資料：KHO B. L., CHAI, T. B., Research into farming systems on Bris and Tin-tailing

てこの試算はあくまでも改良系統と改良技術を導入した場合の可能性を示したものとして受けとるべきであろう。

2) タイ

タイにおけるカシュー栽培は現在のところ極めて少く、政府の農業統計にもあがっていない。むしろ今後の導入作物の一つと考えられているようである。

表4 ブリス地帯カシューナッツ生産における費用と収益（推定値）

(1) カシュー園造成及び3年目までの管理に要する経費（対1 ha）

開設に要する費用	M\$
（刈り倒し、焼き払い、育苗、植付等）	391
・ 囲 障	356
・ 3年間の肥料代	800
・ 3年間の雑草防除	415
合計	1,962

(2) 4年目以降の収益

樹齢(年)	ナッツ(生) 収量 kg/ha	粗収益* M\$	生産費** M\$	収益 M\$
4	895	895	494.20	400.80
5	1,200	1,200	617.75	582.25
6	1,600	1,600	617.75	982.25
7	1,800	1,800	741.30	1,058.70
8	2,000	2,000	741.30	1,258.70
9	2,200	2,200	864.85	1,335.10
10	2,200	2,200	864.85	1,335.10

注) * ナッツ(生) 1 kgの価格を1.00M\$として算出

** 内訳は、施肥、除草、収穫その他に要する経費

資料：CHAI, T. B., Cultivation of cashewnut

カシューはもともと降水量が比較的少なく明瞭な乾季のある地域に適しており、どちらかといえば西マレーシアよりはタイの方に適地が多いように考えられる。

昭和53年に科学技術庁資源調査会がまとめた調査報告では各種の熱帯植物について必要な気候・土壤条件を明らかにしたうえ、タイ、マレーシア等各国の環境条件を明らかにし、両者を照合して適地の選定を行っている。その際カシューに必要な気候条件としては、平均気温20°Cを下限とし、降水量は500—1500mmの範囲、乾雨季が明瞭に分かれることをあげ開花期の長雨は結実歩合を著しく低下させるとしている。土壤条件については、適応性は広いが排水不良な土地や泥炭地、石灰を多量に含むところは不適としている。このような必要条件を備えている場所としてはタイでは、北部、北東部、中央部があげられ、これらはカシューの栽培適地であるが現在のところほとんど見るべき生産が無い土地として分類されている。

タイ国政府は1982～86年の第5次農業開発5か年計画のなかで、農業生産構造の調整と生産の多様化を図る目的をもって、各地方に適した永年生作物の栽培の促進をうたっている。すなわち、南部においてはカカオ、ココヤシ、油ヤシ、東部においてはゴム、東北部においてはゴム、果樹、カシューの栽培を奨励している。さらに具体的な開発計画の事例としては、1984年8月17日現地新聞（バンコク・ポスト紙）にカシューオイルプラント（CNSL）の建設計画が報道されている。この計画によると約20億円の資金で搾油プラントを建設し、バンコク銀行からはカシュー栽培農

民に資金を融資し生産を伸ばすこととしている。

商品作物栽培では生産物の販路が重要であるが、この計画では生産物の全ては Mahboonkvong Group が買取ることとなっており価格はkg当たり10バーツを保証し、国際価格が上昇した際には相応に引き上げることとなっている。

第一期のプロジェクトを1986年の末までに終り、年間の処理能力を500～700t とし、1990年にこのプロジェクトが完成した時には、年間15,000t の処理能力をもつ計画であるという。カシューナッツオイル（CNSL）の用途としては印刷インクや自動車の塗料を想定している。

バンコク銀行はキャッサバ栽培農民に貸し付けている低金利のローンをカシュー栽培に切り替える計画をもっている。第一期には、Chon Buri、Rayong、Khon Kaen 及び Nakon Ratchasima の各県の農民を対象にすることである。

「国際農林業協力情報」本年5月号によれば、Nakon Ratchasima 県で、4万ライ（約6400ha）の農地に対しカシューの植栽が奨励されているということである。植付の対象になるチャン・ブアン地区はカシューの栽培に適しており、農地改良事務所では更に13万ライ（約21千ha）にまで拡大することを計画しており、農業・農協銀行は2億バーツの資金を農民に貸し出すものと見られている。（註：1ライ＝0.16ha）

3. カシューの生育環境

（雨量）

カシューの望ましい生長と結実には、一年のうち5～7カ月間にわたり800～1,600mmの雨量があり、さらに適当にはっきりした乾季のあるところに適している。多雨は過度の生長になり、花と実の不足を生じ、病虫害のために低品質のナッツの生産の原因となる。逆に雨が少ないと不規則な開花と結実を招き、特に極端な水分の不足は全く結実しない事態さえ生じる。雨量の多い地域では良い排水が行われるような工夫をする必要がある。

（温度）

カシューは高温かつ一定の温度条件に適している。生育適温は24～28℃の等温線内で、最高は38℃、最低は18℃位である。

（日照）

カシューは日照を好む植物であり、多収を望むには十分な日照が葉に注がれる必要がある。年間を通じて2,000～2,400時間の日照が必要である。

（湿度）

空気中の湿度についてはかなりの幅に適應するが、乾季中のある高い相対湿度はナッツの品質や生産量に影響がある。逆に雨量が栽培の最低限界の地域では、乾季中のある時期の高い相対湿度は植物の要求する水分の均衡を保ち、危機的な期間をもちこたえさせる。

（風）

カシューの栽培地は主に海岸に近く、比較的風の強いところで、風はカシューの授粉に重要な

役割を果たしている。しかし、強すぎても花や実が落ちてしまうので適度な風が必要で、0.5～7 m/sec の風速が好適とされている。開花期や結実期の乾燥した風は蒸散を増し、生理的にアンバランスを生ずる。

4. カシューの栽培

1) 繁殖

繁殖は通常種子から行う。播種用の種子はその母樹や保存条件に注意を払う必要がある。種子は前年のものか収穫後4カ月位のものを使う。収穫時によく熟したもの、もし可能ならば木の健康状態とか樹勢、花の量、結実量等も選択の考慮に入れる。水分の多い種子の播種は病害虫の影響を受けて病弱な木になることがあるので播種前に少くとも16時間から数日間の天日乾燥を行う。種子の選抜は平均的な大きさ、完全な形状、十分に充実した比重の大きいものでなければならない。ある国では種子の選抜に10%の食塩水（又は砂糖溶液）を用い、液中に沈むものが良いとされている。

2) 播種

播種直前に種子を12～48時間水に浸漬し、次に1%硫酸銅溶液に15分間浸し、最後に石灰水に浸漬し、再び乾燥する。この処置はカビの胞子を殺すとともに発芽を促進する。

播種は雨季の初めに行うと、乾季中でも苗が土壌中の水分を吸って生長できるようよく発達した根を確保することができる。播種は20～30cmの適当な間隔をとった正三角形又は正方形の頂点に行う。これは後で間引きを容易にするためと競合を防ぐためで、深さは5～6cmが適当である。この程度の深さであれば若芽を鳥、ねずみ、猿等による被害から守られるためである。

播種する際、種子の姿勢も考慮しなければならない。インドの研究によれば種子の花梗を上にして垂直又は45°に傾けて播種したとき又は横位置にしたとき最高の発芽をするという。

播種後、発芽までの時間は、2.5cmの深さの場合は平均17日、5cmの深さでは20日、さらに8～10cmでは27～28日を要する。

播種の際の穴の深さと種子の数は国によって多少異なる。

ブラジル	2～3粒	3～5cm（上向き又は45°傾斜）
タンザニア	3～4粒	7～10cm（50cmの正方形の頂点）
インド	2～3粒	20cm
西アフリカ	3粒	6cm（20cmの正方形の頂点）
フィリピン	1～2粒	4～6cm

発芽温度は最高35°C、通常25～30°Cである。発芽に達するまでの時間は35°Cが最も短かくて8日、25～30°Cの場合、平均11～12日位である。不発芽種子の追加播種は1カ月後に行う。

3) 移植

(苗床を用いた場合)

カシューの苗の直根は非常に感受性が強いので移植は慎重に行う必要がある。インド、ジャマイカでは、①発芽後1～2週間、子葉が根と茎の境より完全に形成されたとき移植を行う。同時に庇蔭を施し、適度な水分を補給する。②1カ月から1年生の苗では幹の1/3ないし半分を切って移植する。③移植の数週間前に直根を切ることは有害で、葉が少なくなる現象を起す。

(容器を用いた場合)

苗圃はなるべくプランテーションに近く、日当りの良い地点を選ぶ。徒長ぎみの苗は移植に弱いので庇蔭を除去する。一方、日光にさらすと植物全体の発達が停滞し、根が底を抜くことによって起こる害から守れる。①播種は一種子を一容器に3～4cmの深さに行う。②苗用の容器は木箱、素焼の鉢、プラスチック容器が用いられ、直径15cm以上、高さ25～30cmで、こまかい軽い土、もし可能ならば砂を詰める。③苗が高さ10～15cmに達したとき、又は直根が容器の底に到達する前に無底の容器に移す。素焼の鉢を用いた場合、根の構造を損傷しないよう細かな注意を払って根と土を抜きとる。④圃場への移植は2～3本の苗を一つの穴に植えるのが望ましい。⑤移植の時期は気象条件にも関係するが雨季のはじまるときがよい。若し水が得られれば灌水を行う。

4) 定植

埋めもどしの土は、細かい土と灰、その他有機物を混ぜる。特にカシューの木灰はカリに富んでいて苗の生育に好適である。たとえ少量であっても肥料を与えることは好ましい。

カシューは生育すると大きな樹冠をもった常緑の木となる。好適な生育条件では樹高10～12mに達する。5～6年で5～6mになるが、樹冠は半径4mに達する。しかし、生育初期に適切な剪定を行わないと地表面近くで枝がでたり、ねじれたりしてやぶ状の樹形となる。生育初期の若い木は痛みやすい直根がでて、そのあと強い根が横や下方に広がって複雑な構造になってゆく。

	主根	分枝根	枝長	樹高	樹冠半径
	m	m	m	m	m
1.5年樹	1.0	1.2	0.229	2.0	—
2.5	2.0	4.6	0.432	4.0	—
3.5	2.3	5.6	1.000	4.6	3.3
4.5	5.0	—	—	—	—
6	—	7.3	1.000	6.4	3.9

5) 定植後の管理

(除草)

定植後、最初の一年間はカシューと雑草による水分と養分の吸収の競合が生じるため除草を行う。除草は手作業、機械、農薬等によるが、農薬による除草は毒性の問題があるので注意を要す。

る。除草は木の根元の直径1.5～2 m くらい、機械除草は定植した木の間を2 m 幅で行う。健全な木に生長するまで定期的に除草を行う必要がある。

(施肥)

カシューは長い間“Waste land crop”と考えられてきたが、施肥と経済的影響については未だに議論がある。或る研究者は全く施肥の必要はないと考えている。事実ほとんどの場合栄養素の極めて乏しい土地に栽培が行われている。しかし、タンザニア、マダガスカル、インド、ブラジルで行われた結果ではカシューは施肥によく感応し、特にチッ素とリンの組合せは効果が高いことが認められているがカリの影響はほとんどないという。対照的にカルシウムはカシューに対してわづかであるが生育を弱めるような影響がある。カシューはむしろ弱酸性の土地を好むためである。アフリカでも三要素の試験を行ったがその効果は明らかでない。

(剪定)

定期的な剪定は生産力を阻害したり、樹液が切口から滲みだすなどの害があるので推奨できない。しかし自然のままに生育させるとカシューの枝は垂れ下ってしまいやぶ状となる。このような状態になると枝が交叉して手に負えなくなる。

良い樹形を保つためには定植後2年目くらいに剪定を行うべきである。その結果、間作も容易に行えるし、3年目あたりから始まる収穫もやり易くなる。剪定は遠く延びた枝を除去し、地表から1.7～2 m に空間をつくればトラクターなどの通過も容易となる。一方、いったん正しい形にした後の剪定は好ましくない。以後は枯枝を払うとか病害を受けた枝あるいは吸枝を除去する以外には剪定の必要はない。切りとった枝を圃場のなかに放置しておくことは木の正常な発育や生産に影響を及ぼしたり、あるいは病虫害の原因となるので外にもちだす。

(間引き)

定植1年後、高さが約1.2m に達したころ間引きを行う。間引きは各穴を整理するよい機会であるが、生育の良いものには行わない。この作業は2～3ヶ月かけて行われる。間引きは植栽間隔とか植物の生長を促すために必要であり、これによって適当な間隔と十分な日照が確保でき、長期間にわたって高い生産をあげることが可能となる。一般には樹と樹の間隔は樹冠の約2倍であるが、実際には樹冠が重なりあうようになったとき間引きを施す。

間引きは実際には次のようにして行う。

定植を5×5 m、6×6 m あるいは7×7 m で行った場合、5年目くらいで第一回目の間引きを行い、次に9年目くらいに最終的な間引きを行って、樹間を10×10m、12×12m あるいは14×14m に仕上げる。

(カバークロップ)

プランテーションの樹間の緑肥とかカバークロップは重要な問題である。すなわち

- ①カバークロップはカシューと水、養分を競合する雑草を抑えるとともにエステートの維持管理を容易にする。
- ②土壌中の水分蒸散防止とカシューの根の発達を助ける。

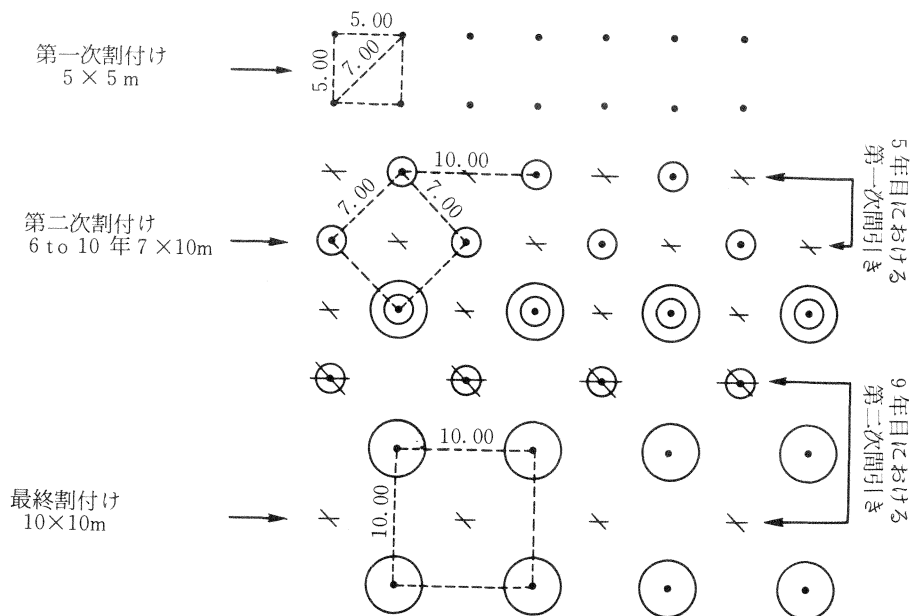


図3 カシュープランテーションの植栽計画 (IFAC: フランス海外果樹研究所)

③エロージョンと熱帯条件下における土壌の不毛化を防止する。

④適当な緑肥作物を植えることによってエステートの土壌改良と富栄養化となる

カバークロップの種類としてはたとえば次のようなものが植えられる

フィリピンでは *Centrosema pubescens* B., *Calopogonium mucunoides* D., *Indigofera endecaphylla* J., インドでは *Vigna unguiculata* (L) W., *Vigna sinensis* E. である。

(間作)

プランテーションで最低 6×6 m、 7×7 m の植栽をしたところでは、カシュー相互の妨害はないので間作が可能である。間作は雑草防除に役立つとともに防除に要する費用のコストダウンにもつながるうえ労働者の食糧源ともなる。木の根元の半径1.5～2 m には間作作物を除いて除草を施す必要がある。作物としては、たとえばブラジルではヒマワリ、ヒマ、ゴマ、大豆、落花生、バナナ、ココナッツ等、食用または飼料用作物としてソルガム、キャッサバ、ベルベットビーン (*Mucuna deccangiana* M.), その他いくつかの牧草がある。フィリピンでは一年目は陸稲、トウモロコシ、キャッサバ、落花生、大豆、インゲンマメ、バナナ、二年目にバナナを植える。インド、スリランカでは一年目は陸稲、サツマイモ、キャッサバ、ココナッツ、モクマオウを植える。

(収穫)

カシュー栽培地の気象条件によって収穫時期はかならずしも同じとは限らない。一般に熟期は乾季の初めか冷涼期の終り頃であるが、同時に同一の木に生育程度の異った花と実がついている。

したがってナッツの収穫は4～5カ月長びくことになる。しかし、最も沢山の実が熟すときは初期の2週間くらいである。カシューのナッツとアップル（前出；花托の変形したもの）の完熟する時期は多少異なる。ナッツはアップルの完熟よりも数日おそい。アップルの完熟はその表皮が黄色に変じたときで、汁液が豊富で甘く、渋味も最低となる。一方、ナッツの熟期の判定は果皮の色が灰緑色から灰褐色に変わったときである。

収穫は通常竿の先にネットをつけて熟した実をとるが、この方法によればナッツとアップルの両方を健全な形で利用できる。ときには竿で叩いて実をおとすが、この場合は共存する未熟果や花もおとしてしまうので推奨できない。機械による収穫は全く行われていない。最も簡便で楽な方法は完熟しておちた実を拾い集め、指でナッツとアップルを分離するやり方である。この方法は最も安価な方法である。雨が降らないときにはアップルは数日間は腐らないが毎日拾い集めるほうがよい。拾い集める場合、圃場のなかを整理しておくとな収穫が容易である。

収穫物は次の処理を阻害しないように果柄やゴミなどを除き清浄にしておく。収穫後の第一の処理は乾燥である。近代的なカシューナッツ処理工場では原料ナッツを長期間にわたって貯蔵しておく必要があり、したがって乾燥は絶対必要条件である。収穫したての新鮮なナッツは水分を多く含んでいるのでカビが生えたりして貯蔵小屋のなかで変質してしまう。乾燥をうまく行うためには、ナッツをシートの上か特殊な容器に入れて2～3日又はそれ以上かけて天日乾燥する。この処理によりナッツの水分を16%から7%にまで低下させることができる。

カシューの収穫は短い期間に限られるので一時的に多くの労働力を必要とする。樹齢によって異なるが生産量はおおよそ次のようである。

3年樹 80kg/ha、1人1日当り収穫量20kg
12 〃 1000 〃 〃 50 〃

カシューの生産量は変化が大きく、樹齢、気候、土地、栽培方法、病虫害被害、土地の肥沃度、品種などいろいろな条件が影響する。たとえば

タンザニア	3年樹1本当り	2～5kg
	6 〃	8～12 〃
	12 〃	30～50 〃
インド	3 〃	3 〃
	15 〃	30 〃

カシューは定植後3年くらいで収穫できるようになる。5～7年で成木に達し、12～15年で最高の生産をあげるようになる。その後は20年くらいまでコンスタントに収穫をあげられ、20～25年を過ぎると次第に収量が低下してくる。

カシューは適正な栽培を行うことが大事で、単位面積に限度以上の栽植をしても収量を期待することはできない。一般には普通の土壌条件で1ha当り、10×10mで100本が適当である。適正な栽培が行われた場合、8～9年樹でナッツ1,000～1,500kg、アップル3,500～5,000kgの好収量

を期待できる。土壌条件、栽培管理がよければなお収量をあげることができよう。

5. カシューの栄養繁殖

カシューの増殖は通常種子から行われるが、無性繁殖すなわち栄養繁殖はそれに使われた植物の遺伝形質を忠実に再現し、生長の早いことからカシューについても応用されている。現在主要生産国で実施あるいは試験されている方法として次の2つがある。

(1) Self radification (layers)：取り木法

(2) Grafting：接ぎ木法

1) 取り木法

取り木法は樹皮を輪状にむき、その上に発根用材を覆い、プラスチックのフィルムで固定するやりかたである。この方法はインド、タンザニアで良い結果を得ている。栄養繁殖のうちでは接ぎ木法と比べてもっとも経済的である。インドの技法によれば先づ鉛筆くらいの太さの枝を選び、先端から20cmほど下に約5mmの幅で樹皮を輪状にむく。植物性の紐をその上にしっかりと巻いて傷口のなおるのを防ぐ。さらにその周囲に適度に湿めらせたミズゴケのような資材かぶせた後、プラスチックフィルムを覆い、上下を紐でしばって固定する。取り木を行うにあたってもっとも重要なことは母樹となる木の年齢と発根に使われた材料の種類、分離の方法および取り木に適した時期の選択である。

(母樹の年齢)

一般には母樹となる木の発根能力には有意な差はないといわれているが、やはり若い木は年をとった木に比べて、より高い能力をもっていると考えることが知られている。インドで行われた試験では、1年枝または若枝で82～83日で取り木が得られると報告されている。

(発根用材)

ピート、砂、バーミキュライト、ココナッツファイバー、カンナ屑などの各種材料が試験されている。山地のピートや砂、鋸屑、ココナッツファイバーが70～90%の活着率という良い結果を示した。タンザニアではミズゴケのピート、*Phoenix reclinata* の繊維、破碎したココナッツファイバーがやはり75～91%の良い活着率を示した。ココナッツファイバーの破碎物はブラジルの Racaju Cashew 試験場で試験され、もっとも良い材料であると認められている。IBA (Indolbutyric acid 50/100ppm) あるいは NAA (Naphtaleneacetic acid 75ppm) のような発根剤を用いると沢山の初生根と長い根をもつことが認められている。

(分離方法)

母樹からの取り木の分離は処理後約80日後であるが、分離には次の三つの操作を施す。①取り木の根の下の部分に約半分の深さにV型の切口をつける、②1週間後切口をさらに深くする、③さらに4日くらいおいてから分離する。

分離した取り木は赤土とミズゴケを半々に混ぜた鉢に移しかえる。

(取り木と移植の時期)

南インドでは、取り木は激しい雨が降る南西モンスーン（6—7月）を除いて年間を通じて行うことができる。一方、分離した取り木はモンスーン期に移植する。実験によれば8月から4月までに取り木処理が施された場合が良い結果を示すが、11月に行われたものは90～100%の活着を示した。実際には2～3月にかけて取り木処理を施し、6～7月に分離、移植する。

移植は常に成功するとは限らない。インドの東海岸のように雨季が一年のうち極く短い期間に限られるところではその時期の選択が難しい。タンザニアでは10月から4月がカシューの取り木に適した時期で、10月に処理した取り木は雨季のはじまりの12月に移植が可能である。

インドとタンザニアにおける経験の比較では取り木処理と移植の時期は多少異なる。インドでは比較的乾いた8月から4月にかけての生育活動がさかんな時期に処理された取り木に最高の発根がみられるが、これは6～7月の雨季にかけて取り木処理した場合がもっとも悪い結果を与えるのと対照的である。一方、タンザニアでは発根に最適の時期は比較的雨の多い10月から4月までで、事実その時期に植物は栄養生長の大部分を終える。しかし、まだ花はもたない。これに対して乾季、すなわち開花期の6月から10月にかけてもっとも悪い結果を与える。

これらの二つの例にみられるように、最良の発根を得るには雨季や花のあるなしではなく、植物自体が最高の生長能力をもつべきであると考えられる。取り木を行うにあたっては上記のようなことを念頭において来たるべきシーズンと母樹の育成、移植についてのプログラムをたてる必要がある。

2) 接ぎ木法

カシューの増殖に利用されている接ぎ木法は次のような技法である。

① Approach grafting：寄せ接ぎ法

② Side-grafting and “Veneer” variant：腹接ぎ法および切り接ぎ法の変法

③ Budding graft and “Terminal bud grafting” variant：芽接ぎ法と頂芽芽接ぎ法の変法

取り木法と同様に接ぎ木に関してもインドが研究をリードしている。すべての接ぎ木法は台木を実生から育てる。選ばれた接ぎ穂と台木の間に起る不利な影響はみられない。比較試験でも接ぎ穂は実生や接ぎ木処理を施さない同世代の木よりも良好な生長と早い結実を得る。

寄せ接ぎ法

一般には高さ約60cmの11カ月齢の若い苗で、接ぎ木点4～5cmのところを用いる。活着は約90日で完了する。母樹から分けられた接ぎ穂の下部両面と台木の上部を切って両者を接合する。インドにおいては活着率75～100%に達するといわれている。若い植物の活動力と発育は一般には満足すべきものであった。

腹接ぎ法*

接ぎ木処理1週間前に選抜した木からとった接ぎ穂は鉛筆くらいの太さで約10cmの頂枝から成る。一方、台木は実生の若い木を使う。インドにおいてこの接ぎ木の活着率はマンガロールで40～70%、ベンガールでは切り接ぎ法変法**では約75%に達する。

“Y” cutting 法

これはインドで試験されたカシューの栄養繁殖の特別な方法である。空中取り木と寄せ接ぎ法の組合せたもので、同じ枝の上に同時に接ぎ木と取り木を行うことができる。試験では100%近くの活着率を示す。一年樹の Y cut した枝10本から平均 6 本の接ぎ木と 4 本の取り木が得られる。

芽接ぎ法

芽接ぎ法はフィリピン、マレーシアで知られ、永い間実際に行われてきた。インド西海岸地方では安価で効果的な繁殖法と考えられており、67%以上の良好な活着率を示す。芽接ぎ処理は一年生の台木を用い、モンスーンの後期に行われる。最近では芽接ぎ法のなかでも頂芽芽接ぎ法に興味をもたれている。これらの試験はモザンビーク、マダガスカル、IFAC においてみる事ができる。モザンビークでは合成樹脂の袋に播種した 9～10カ月苗に、生育の良好な接ぎ穂の使用と技法の改良によって68%の活着を示した。接ぎ木し灌水を続けた後、行われた移植も96%以上の成功率であった。マダガスカルでは切口直径約0.5cmの 3～4 カ月の台木が95%以上の活着を示し、移植後は78%の成功率であった。ただし移植後の78%という低い数値は苗だしのとき例外的な干ばつのためと考えられている。

頂芽は通常、処理後 2～3 週間で生長してくる。接ぎ木後 6 週間で新しい枝は 4～5 葉をもつようになる。若い木はプランテーションに移す。直根はしばしば短く切りとられるが、これは新しい根を発生する植物に対して永続的な影響は与えない。

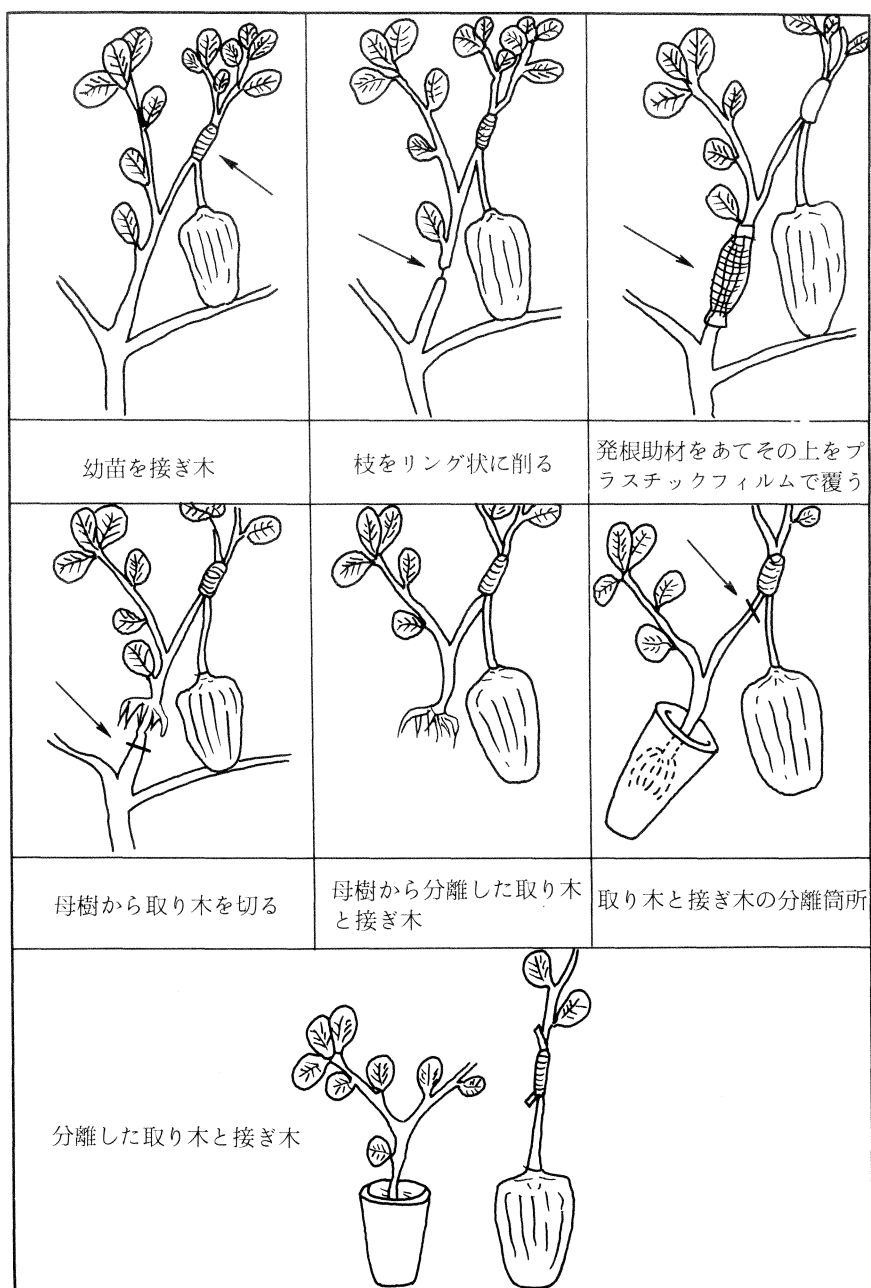
(接ぎ木の適期)

インドにおける経験では接ぎ木の最良の時期は通常カシューの最大の生長期に一致した 2 月の終りころから 5 月にかけてである。その時期はモンスーン少し前でもっとも高い活着が記録されている。対照的に休眠期と生育初期に接ぎ木するのはもっとも悪い影響を与える。しかし、モンスーンが 6 月から 8 月にかけて続くケララのコタラカラ試験地では 9 月から10月に行われた寄せ接ぎ法が最大の活着を示した。12月から 1 月にかけて分離した若木は 6 月か 7 月に定植が可能である。東アフリカとモザンビークでは接ぎ木は雨季のはじめか、少し前の10月から12月にかけて行われる。

中南米においては雨季のはじめに苗だしをするために接ぎ木の最適期は 2 月から 3 月までに限られる(成功率約60%)。モザンビークでは頂芽芽接ぎは 1 月から 4 月にかけて行われ、5 月には成功率は急速に落ちこむが、その原因は12月から 4 月にかけて続く雨季が 5 月に終わるためである。マダガスカルでは接ぎ木は11月の前半に行われ、12月から 1 月に本圃に移植するが、その時期は丁度雨季に一致している。如何なる場合においても、接ぎ木に際しての危機的な期間は、接ぎ木処理にひき続く約 2 週間で、このとき植物には適度な温度と湿度が要求される。

* 腹接ぎ法：インドの方法によれば、接ぎ穂の下部を正しくクサビ形に切り、台木に選ばれた木の幹の側面につけた切口に挿し込む。接ぎ穂のしおれるのを防ぐために処置部位の上下 5～8 cm の巾に薄いミズゴケの層をかぶせて、その上をプラスチックのフィルムで覆って固定する。最後に薄いモスリンをかけて接ぎ穂が日照によって乾燥するのを防ぐ。切口の傷がなおってくるのがみられるようになったら日除けのモスリンをとり、ミズゴケの量も少しずつ、減らしてゆく。

** 片側の樹皮だけをむいた接ぎ穂を前もって樹皮と木質部を切りとってはがした部位に接合させる。

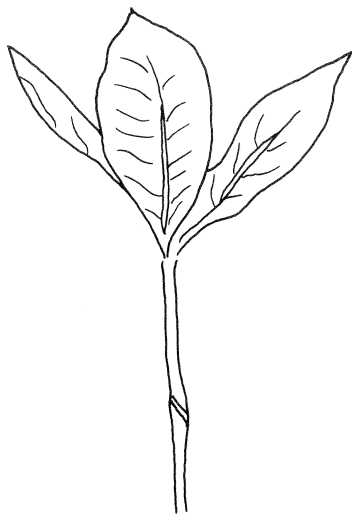


出所：Rao Madhava and Rao Sambashiva,1958

図4 Y-Cutting 法によるカシューの増殖

Minigrafts（小型芽接ぎ法）

モザンビークで Minigrafts 技法がカシューに試みられた。すなわち、楕円形の Simple split（単純はぎとり）と Terminal split（頂点はぎとり）法で、それらの方法は若くて小さい木を使うこ



Minigraft法 (A型)



Minigraft法 (B型)

図5 Minigraft 法

と直径が同じ程度のものを選ぶこと以外は本質的には旧来の方法と同じである。いいかえれば、この Minigrafts 法は一種の芽接ぎ法といえる。Simple split は接ぎ穂と台木に斜めに切口をつけて両者を結合させる方法であり、Terminal split とは接ぎ穂の下部をクサビ状に切り、台木の頂

部にV型の切口をつけ、接ぎ穂を挿しこんで両者を結合する。この場合もまた台木はプラスチック袋の中で育てた実生苗を用いる。接ぎ穂には約10週間くらいの枝で平均的な直径をもった長さ3～5cmのものを用いる。

三種類のタイプの Minigrafts 法のうち、上記の2種の Split type が僅か30日後に100%の活着を示し、すべての頂芽は正常に発芽した。この手法の利点は接ぎ木を得るのに僅か2カ月～2カ月半の苗を使うことによって時間を節約することができることにある。モザンビークでは ①12月初旬に台木用の播種 ②1月に接ぎ木処理 ③2月中旬に最終定植というようなプログラムが可能と考えている。

接ぎ木法の費用

接ぎ木に要する費用は、その技法がとり入れられている国によっても異なるが、一般には取り木法よりも高価であるのが欠点で、カシューの増殖を非能率、非経済的にしている。

6. カシューの病害虫

カシューは多くの病害虫の被害を受けて生産に影響をおよぼす。カシューに寄生する害虫は約60種、病害は約50種類の糸状菌病が発見されている。

害虫に比べると病気による被害はむしろ低いといわれ、そのため病害に関する研究はあまりなされていない。

1) 害虫

インドで約60種類の害虫がカシューに被害を与えることが知られているが、そのうち約8種がマイソールの海岸地帯で通常みられる。Cashew stem borer, Root borer (*Plocaederus ferruginous* L.), Tea mosquito (*Helopeltis antonii* S.) がもっとも重要な害虫と考えられている。

カシューに発生する害虫は一年中とは限らず、特定のシーズンにのみ発生するものが多い。図はマイソール海岸地帯で観察された主要な害虫の年間発生状況である。Cashew stem borer はプランテーションで年間を通してみられる。幼虫は季節を問わず幹と根に活発に穴をあけて侵入し、最終的には枯死に至らしめる。地表に近い幹の定期的な調査により、幼虫の除去、農薬（かつては0.1% BHC が使われていた）の塗布が防除に有効である。枯死した木は圃場から運び出し、蛹と幼虫を殺す。Tea mosquito はインドでは12月から4月にかけての乾季に発生するが、1月から3月がもっとも多い。被害は花序を枯らし、それにとまって果実の減少をもたらす。Tea mosquito によって生ずる花穂の被害はどこでも50%くらいと推定されている。12月から2月までの間に0.05% endosulfan の3回の散布が発生の抑制に効果がある。

Leaf miner は9月から3月にかけて激しく発生する。激発時に0.05% monocrotophos を散布することによって被害を抑えることができる。Leaf beetle は6月から10月にかけてのモンスーン期にもっとも多く発生する。Leaf beetle は移住性があり、若葉と蕾を食する。雨季中の薬剤散布は困難であるが、気象条件が好転したとき0.05% methyl parathion を散布すると効果がある。

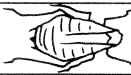
害 虫 名		月											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
カミキリムシの幼虫 Stem borer		◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
メクラカメムシの仲間 Tea mosquito		●	●	◐	◎	○	○	○	○	○	○	◎	◐
ハモグリガの幼虫 Leaf miner		◎	○	○	○	○	○	◎	●	●	◐	◎	
ウスヒロハムシの仲間 Leaf beetle		○	○	○	○	◎	◐	◐	◐	◎	◎	○	○
シギゾウムシの仲間 Nut borer		○	◎	◐	◎	○	○	○	○	○	○	○	○
アブラムシ類 Aphids		◐	○	○	○	○	◎	◐	◎	○	○	○	○
コナカイガラムシ類 Mealy bugs		○	○	◎	◎	◎	◐	◐	◐	◎	◎	○	○
ミノムシ類* Bagworms		○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◐	◐
		* ミノガ科の幼虫											
被害の程度	● 多い ◐ 普通 ◎ 少い ○ なし												

図6 インド・カルナタカ州海岸地帯におけるカシュー害虫の季節的消長

出所：Seasonal Distribution of Cashew Pests in Karnataka, Indian Cashew Journal 13(4), 17—19

Tea mosquito に対する薬剤散布は3月頃に最高に被害を起す Fruits borer や Nuts borer に対しても有効である。Aphids は1月から7月にかけて発生する。被害はあまり大きくはないが Mealy bugs は10月から11月にかけて葉の上で生育し、12月頃に最高密度になる。

2) 病害

これまでカシューを侵す糸状菌類約50種、藻類1種、細菌4種が報告されている。次に主な病害について記す。

Inflorescence blight

名前が示すとおりこの病気は花序を枯らす特徴がある。初期症状として主穂あるいは二次穂の上に微量の水でふくらんだような病斑が識別できる。ガム質の滲出が病斑の部分にみられ、1～2日くらいで桃色から褐色に変わり、2～3日でそうか病の症状をあらわす。隣接した病斑部は相互につながりさらに大きくなる。この病気は曇天の日が続くと蔓延する。病原は *Gleosporium magniferae*、*Phomopsis anacardii* で Tea mosquito が伝搬する。

表5 カシューの病害菌類

菌名	参考文献
FUNGI	
<i>Aspergillus flavus</i> LK. ex. Fr.	Esuruoso, 1974
<i>A. niger</i> van Tieghem	Esuruoso, 1974
<i>A. tamarii</i> Kita.	Esuruoso, 1974
	Olunloyo, 1978
<i>Asterina carbonacea</i> Cooke	Polanco, 1973
<i>Botryodiplodia theobromae</i> Pat.	Olunloyo, 1975
(<i>Lasioidiplodia</i>	Wallace and Wallace, 1955
<i>theobromae</i> (Pat.) Gr. & BM.)	Olunloyo and Esuruoso, 1955
<i>Capnodium</i> sp.	Anon., 1960
<i>Ceratocystis</i> sp.	Author's observation (Unpublished)
<i>Cercospora anacardii</i>	Golato, 1970
<i>Cicinnobolus cesatii</i> de Bary	Aquino and Camelo, 1971
<i>Cladosporium</i> sp.	Rangswamy <i>et al.</i> , 1970
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penzig	Singh <i>et al.</i> , 1967 Santos, 1968
	Cordoba, 1967 Morton, 1961
<i>Corticium salmonicolor</i> B. & Br.	Anon., 1960
(<i>Pellicularia salmonicolor</i> (B. & Br.) Das-	Browne, 1968, Morton, 1961
tur)	
<i>Cylindrocladium quinqueseptatum</i>	Sarma <i>et al.</i> , (Personal
Boed. & Reit.	communication)
<i>C. scoparium</i> Morg.	Susamma Philip, 1973
<i>Cytonema</i> sp. (<i>Valsa eugeniae</i> Nut-	Wallace and Wallace, 1955
man and Roberts)	Westergaard and Kayumbo, 1970
<i>Dendrodochium paraense</i>	Ludowijk, 1927
<i>Diatrypella indica</i> Sath. & Srin.	Sathe & Srinivasulu, 1971
<i>Diplodia natalensis</i> Evans.	Medeiros, 1951
<i>Diplodium anacardiacearum</i> Bat.	Aquino and Melo, 1974
& Covalcante	Castro <i>et al.</i> , 1977 ; Anon., 1972
	Ludowijk, 1927
<i>Fusarium</i> sp.	Anon., 1972
<i>F. udum</i> (Berk.) Woll.	Browne, 1968
(<i>Gibberella bacata</i>)	Okwelogu and Mackay, 1969
<i>Ganoderma lucidum</i> (Leys.) Karst	Bohlen, 1973
<i>Gibberella bacata</i>	Browne, 1968
(<i>Fusarium udum</i> (Berk.) Woll.)	Okwelogu and Mackay, 1969
<i>Gliocladium</i> sp.	Esuruoso, 1974
<i>Gloeosporium mangiferae</i> P. Henn.	Anon., 1960
<i>Glomerella cingulata</i> (St.) Sp. & Schr.	Polanco, 1973
<i>Lasioidiplodia theobromae</i> (Pat.) Gr. & M.	Olunloyo and Esuruoso, 1975
	Olunloyo, 1978
<i>Melanospora</i> sp.	Anon., 1972
<i>Meliola anacardiacearum</i> (St.) Hans.	Ohler, 1977

菌名	参考文献
<i>Nematospora coryli</i> Peg.	Golato, 1970
<i>N. gossypii</i> Ash & Now.	Golato, 1970
<i>Oidium anacardii</i> Noach	Aquino and Camelo, 1971 Julio da Ponte, 1971 Calzavara, 1970
<i>Oidium</i> sp.	Phadnis and Elijah, 1968
<i>Paecilomyces</i> sp.	Okwelogu and Mackay, 1969
<i>Pellicularia salmonicolor</i> (B. & Br.) Dastur	Anon., 1960, Browne, 1868 Morton, 1964
<i>Penicillium</i> sp.	Okwelogu and Mackay, 1969
<i>P. citrinum</i> Sopp.	Olunloyo, 1978
<i>Pestalotia conglomerata</i>	Polanco, 1973
<i>P. dictyospora</i> Speg.	Anon., 1960
<i>P. microspora</i> Speg.	Guba, 1961
<i>P. paeoniae</i>	Olunloyo, 1975
<i>Phomatospora anacardicola</i> Bat.	Batista, 1957
<i>Phomopsis anacardii</i> Eail. & Purith.	Anon., 1960 Early, and Punithalingam, 1962
<i>Phyllosticta anacardicola</i>	Batista and Vital, 1952
<i>Phyllosticta</i> sp.	Anon, 1960
<i>Phytophthora nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i> Van. Breda de Hann	Thankamma, 1974
<i>P. palmivora</i> Butl.,	Kumararaj and Bhide, 1972
<i>Pythium spinosum</i> Sawada	Ramakrishnan, 1955
<i>P. ultimum</i> Trow.	Olunloyo, 1976
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrend.	Esuruoso, 1974
<i>Rhizopus</i> sp.	Anon., 1960
<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	Browne, 1968 Polanco, 1973
<i>Valsa eugeniae</i> Nutman and Roberts	Wallace and Wallace, 1955 Westergaard and Kayumbo, 1970
ALGA	
<i>Cephaleuros mycoides</i> Karst.	
(= <i>C. virescens</i> Kze.)	Anon, 1960 ; Golato, 1970
(= <i>C. parasiticus</i>)	Ludowijk, 1927
BACTERIA	
<i>Clostridium</i> sp.	Krishnaswamy <i>et. al.</i> , 1973
<i>Escherichia coli</i> (Migula) Cast. and Chalm.	Krishnaswamy <i>et al.</i> , 1973
<i>Pseudomonas mangifera</i>	Robbs, 1954
<i>Salmonella</i> sp.	Krishnaswamy <i>et. al.</i> , 1973

出所 : NAIR M. K. et. al. (1979), Cashew, Central Plantation Crops Research Institute, Kasaragod 670124, Kerala, India

Die-back or Pink disease

この病気は南西モンスーンの頃に *Corticium salmonicolor* によってひきおこされる。罹病した枝は樹皮上に白または薄桃色を呈する。菌は組織の深部に侵入し、枝の頂部から下方に向かって次第に枯らしてゆくことから Die-back の名前がつけられた。モンスーンの休止期に向かってカビの絹糸状の膜が罹病した枝の上にあられる。初期には菌糸体は銀白色、後に桃色に変わる。かなり進んだ時期になると樹皮は裂けて剥がれてくる。一樹で1～数本の枝が侵され、葉は黄変して落ちる。侵された枝の切り払いと切口へのボルドーペーストの塗布と、モンスーン前後5～6月と10月の二回、1%ボルドー液を予防的に散布すると効果がある。

Damping-off of seedlings (立枯病)

この病気は排水の悪い苗床で発生し、苗の育成に深刻な損害を与える。*Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Phytophthora palmivola*, *Cylindrocladium scoparium*, *Sclerotium rolfsi* が病原として報告されている。根、地際あるいは若い苗の両方を侵す。*P. palmivola* の場合、罹病した苗は色があせ、幹の周囲に黒変した組織の水ぶくれした輪状の跡を残して萎れ、最終的には枯死する。もっとひどい場合、葉もまた水ぶくれした病斑を示す。病斑はときには薄い葉全体を含めて広がり合体してゆく。*Cylindrocladium scoparium* に罹病して4カ後に青枯れと地下部の腐敗が観察されている。この病気は雨季に激しく発生し、感染後14～25日の間に典型的な病徴をあらわす。

Anthraxnose disease (炭疽病)

この病気はインドのマドラス周辺で Soorai と呼ばれている。ブラジルではカシューの生産をひどく阻害するとして恐れられている。若い葉、小枝、花序、ナッツとアップルを傷める。初期症状は赤褐色でつやのある水ぶくれの病斑に引続いて樹脂を滲出する。花序は黒変し、若葉は縮れ、ナッツとアップルは萎縮する。病斑部は次第に広がり罹病した根は死に至る。2年くらいで末端の根をも侵し、最終的には枯死する。

病原は *Colletorichum gloeosporioides* で、菌は死んだ組織でも永年にわたって生きつづける。菌は新しい柱頭を通してフルーツに侵入する。汚染されたナッツは小さな黒い斑点を生じ、アップルはミイラ状になる。多雨の時期にこの病気ははびこる。降雨期が重なった場合もっとも激しい症状を呈する。罹病した部位を切りとり、ボルドー液(3:3:50)を散布する。その他、*Fusarium* sp., *Melanospore* sp.なども分離されているがはっきりした病徴はわからない。

Shoot rot & Leaf fall (根腐病と葉枯病)

インドで *Phytophthora nicotiana* var. *nicotianae* が分離された。6月頃にもっとも激しい感染をする。南西モンスーン期に黒い線状の病斑が幹につきガムを滲出する。罹病した根を衰弱させ若葉をしおらせる結果、病斑はさらに広がってゆく。成熟した葉では初めは中央脈に病徴がみられ、後に主脈と葉身に広がる。葉と幹の発病はひどい落葉を生じさせる。

Decline in cashewnut

この病気は乾季に若葉と小枝の枯死を起すと報告されている。罹病すると1～2年で衰弱し、枯死する。発病した木の繊維質の根から *Pithium spinosum* が発見されている。接種試験によれば

罹病期は雨期で、病徴は乾季に入ってからあらわれてくる。Cheshunt compound を根もとに施用すると病気を防除することができる。

Leaf spot (斑点病)

Greyblight (*Pestalotia microspora*, *P. dichæta*) , Red leaf spot (*Phyllosticta* sp.) Brown leaf spot (*Colletrichum gloeosporioides*) , Ferruginous spot (*Phomatospora anacardicora*) が主な病原とされている。その他 *Phonopsis anacardii* による Leaf spot, Alga の一種 *Cephaleuros mycoides* による Red rust (赤澁病) など各種のタイプが報告されている。1%ボルドー液、0.3%酸化銅又は0.3%ペノミル剤がこの病気の防除に推奨されている。

Sooty mould (スス病)

葉の両面が *Canopodium* sp. のスス状の塊りで被われ、正常な光合成を阻害する。この病気は先ず魚油、松ヤニ石けん (1.5kg/l)、次いで2%澱粉液を散布すると抑制できる。また共生する昆虫類にも効果がある。乾燥するとスス、カビが葉からフレーク状に落ちてくる。

Powdery mildew (ウドンコ病)

この病気はインドのマハラシュトラでみられた。曇天の続くとき花が *Oidium* sp. によって侵され、結実に影響を与える。Powdery mildew はしばしば炭疽病と一緒に発生することが知られている。ひどく侵された木、葉はしおれて乾燥する。硫黄剤の散布が抑止に効果がある。病斑部から重複寄生体 *Cicinobolus cesatii* が分離されている。

Leaf rot disease

偶発的な病気で *Cylindrocladium quinqueseptatum* によってひきおこされ、モンスーン期に Leaf rot を発生し、葉を落す。

Gummosis (ゴム病)

この病気ははじめ褐色で後に黒変するガム質の液を滲出する。主幹と枝が侵され、病斑部からガムを滲出し、縦に亀裂が入るのが観察される。この病気はケララ、マドラスで観察されたが分離された病原は場所によって異り、*Pelicularia salmonicolor*, *Diplodia natalensis*, *Ceratocystis* sp. であった。

Disease of apple & nuts

Gloeosporium magniferae, *Aspergillus niger*, *Rhizopus* sp. がアップルに寄生して腐らせる。一方、未熟および完熟したナッツに *Cladosporium* sp., *Nematospora coryli*, *N. glossypii* A. & N., *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. tamarii*, *Rhizopus nigricans*, *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp. が寄生し dry rot をひきおこす。これはケララ、マドラスで観察された。

ナイジェリアのプランテーションで *A. tamarii*, *Penicillium citrinum*, *Lasiodiplodia theobramae* が未熟のナッツの dry rot をひきおこし、花序に対するナッツの生産力を低下させている。

一方、収穫後の乾燥はカビの発生を抑生するために絶対必要条件である。貯蔵中の病気は一般に不十分な乾燥と設備の悪い貯蔵庫で起りやすい。インドのケララ、マドラスで *Escherichia Coli*, *Salmonella* sp., *Clostridium* sp. による核 (Kernel) の汚染が観察されている。汚染の程度は加工

工程の衛生状態によるが、原料ナッツは加工処理されたものより多く汚染されている。原料ナッツは27°C、RH75%以上のとき *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp. によって多く汚染されるという報告がある。

Sudden death disease

タンザニアで最初に発見された。 *Valsa eugeniae* N. & R.によってひきおこされると考えられている。その他、可能性のある原因として細菌、ウィルス、ミネラル(微量元素)の欠乏、*Botryodiplodia theobromae* が考えられている。罹病した木は葉が黄化し、落葉をおこして急速に枯死する。確たる防除法はないといわれている。インドのマハラシュトラでは *Diatrypella indica* がカシューの枯れた幹から分離されている。

カビに加えて細菌や栄養素の欠乏もカシューを侵すことが知られている。ブラジルでは *Pseudomonas magnifera* がカシューに発生している。Zn 欠乏は小さい葉、細い葉、巻いた葉、皮のような葉、極端な場合には針のようにとがった細い葉を生ずる。Fe 欠乏は葉に壞疽を生ずる。その他、幼苗を水耕した場合、N. P. K. Ca. Mg. S 欠乏症をつくることができる。

7. カシューの成分と利用

1) カシューアップル

アップルは多肉質で芳香と甘味に富み食用にすることができる。品種によっても異なるが、その化学的組成はおおよそ次のようである。

水分	84~88%	灰分	0.2~0.4%
脂肪	0.1~0.3	ペクチン質	1~8.6
蛋白質	0.1~0.88	無機質	P, Ca, F
還元糖	6~11	ビタミン	A, B ₁ , B ₂ , C. ナイアシン
繊維	1~8.6		

カシュー生産地ではアップルは普通生まで食べるか又は渋味を減らすためにスライスして砂糖か塩をまぶして食べている。ベネズエラでは他の熱帯果実とともにフルーツカクテルに用いている。ブラジルではジュースを搾ってそのままか水で薄めて飲料としている。アップルには特有の甘い香りとペクチン質を含むためアイスクリーム、ジェリー、ジャムなどの加工原料にも適している。またある国ではジュースを搾って醗酵させ、アルコール分4~6°のカシューアップルワインをつくったり、インドのゴアではカシューアップルワインを蒸溜して **Feni** と呼ばれるアルコール分25~30°のブランデー様の酒をつくっている。モザンビークではアップルを乾燥して家畜の飼料として利用している。

2) ナッツ

既に述べたようにナッツが本当のカシューの果実で、その外側に木質の殻と内部に脂肪分を多く含む核(Kernel)がある。1箇のナッツの重さは3～17gで、アジア、アフリカ産のものは平均5～6g、ブラジル産の優れたもので6～10gである。

内部の核は白色の緻密な組織で、これがいわゆるカシューナッツと呼ばれているものである。高蛋白(19～21%)、高脂肪(45～49%)で有機体のリン、カルシウムと各種のビタミン類を多く含む。脂肪は不飽和脂肪酸が多く飽和脂肪酸と炭水化物は少い。栄養価に富んでいて消化性がよく、幼児や老人の食物に適している。核を冷圧法で搾油すると約40%の油が得られる。これはCashew kernel oilとかCaribbean oilと呼ばれ明黄色で軽い味と甘味を有する。不飽和脂肪酸に富み(オレイン酸約60%、リノール酸約20%)、オリーブ、コーン、大豆、小麦胚芽油などと比べて遜色がない。搾油粕も次のような成分で栄養価に富んでおり、食糧や飼料として利用できる。

水分	13.17%	繊維	5.94%
脂肪	10.00	灰分	3.72
蛋白質	23.54	N.F.E*	43.64

* 可溶性無窒素物(炭水化物、樹脂など)

核の薄片はしばしばピーナッツバターに似たCashewnut kernel butterの製造に使われる。核を覆っている種皮はナッツ全体の5%であるが、その成分は次のようで、飼料としての利用ができる。

水分	11.55%	繊維	11.59%
炭水化物	37.44	無機物	1.60
蛋白質	7.20	エーテル可溶物	30.84

核は製菓原料、酒肴、スナック食品、調理用などに広く使われている。マーケットは4大陸にまたがり1980年は102,000トンにおよんでおり、その数字はなお着実に伸びている。

3) カシューナッツシェル

核を覆っている果皮(殻、カシューナッツシェル)は次のような組成である。

水分	13.17%	セルロースとリグニン	17.35%
炭水化物	20.85	灰分	6.74
窒素化合物	4.06	エーテル可溶物	35.10

中果皮に多く含まれるエーテル可溶物はカシューオイルとかCNSL(Cashewnut shell liquid)

と呼ばれ、工業的に利用価値の高い副産物である。CNSLは濃褐色で粘稠な腐蝕性で刺激臭のある油状の物質である。抽出法とか油浴法など製造法によって異なるが、その主成分はフェノール化合物であるアナカルディン酸80～90%とカルドール約10%である。それらの理化学的特性は次のようである。

	アナカルディン酸	カルドール
比重	1.007	0.9795
酸価	157.8	20.2
ヨウ素価	210	310
分子量	357.6	488

CNSLは木材、漁網、船の防虫剤あるいは防黴剤として利用される。その他、金属表面の錆止め、耐水ペイントなどの原料、ワニス、自動車のブレーキライニングなどの原料、また木材の表面に塗って白蟻や害虫防除に使われる。インドでは船材の詰めものとしてタールの代りに使ったり、竹材工の表面塗装あるいは舗装用にセメントに混ぜて使うことが行われている。

4) カシューナッツの処理工程

(原料ナッツの乾燥と貯蔵)

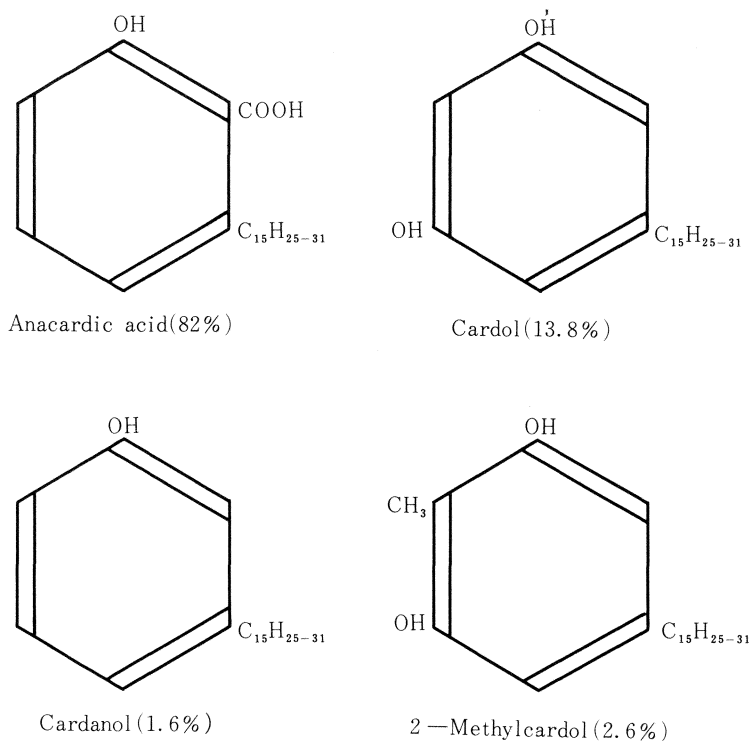


図7 CNSLの化学組成

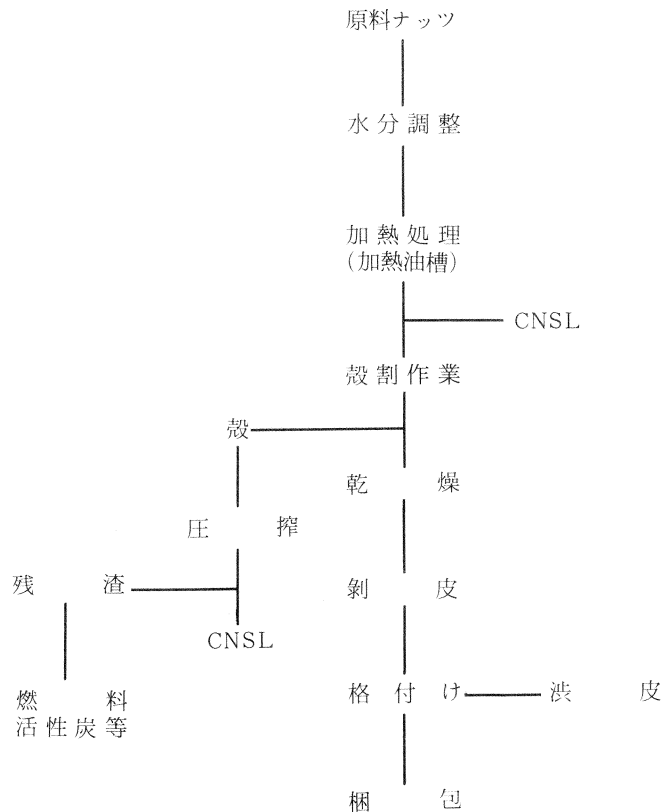


図8 カシューナッツの加工工程

出所：Processing of cashewnuts

Shivanna C. S. and Govindarajan V. S.

Indian Food Packer (Sept-Oct. 1973)

収穫した原料ナッツはセメント床の乾燥場で一定時間毎にシャベルやレーキで切返ししながら天日乾燥する。乾燥が完了するまでに1～3日を要するが、夜間は一カ所に集めて防水テントで覆う。乾燥したナッツは害虫に対して抵抗性があり、かなりの長期間（6カ月以上）の貯蔵に耐える。乾燥ずみのナッツは袋詰めにするかバラ積みで倉庫に保管する。

（原料ナッツの加熱処理）

生まのナッツの果皮は弾力があって簡単に割ることはできない。また生まのまゝ直接割るとナッツの品質を低下させるので普通は行われない。しかし、タイではナッツの生産が少ないので直径3cmくらいの小さい歯車様の回転カッターを用いて生まの殻に溝を切り込み、そこを押し広げて核をとりだす方法が家内工業的に行われている。インドではナッツを大型の焙煎鍋で煎って果皮を脆くした後、手動による脱殻機で殻を割って中の核をとりだす方法が行われている。直接の焙煎法は簡単な方法であるが、その処理中に中果皮から非常に腐蝕性の強い油（CNSL）と刺激性のガスが発生するため労働条件を悪くする欠点がある。現在、大規模工場ではナッツを加熱したCNSL中で焙煎する処理が行われている。この処理を経た果皮は脆くなって碎けやすくなるので

容易に核をとりだすことができる。また加熱中に中果皮から CNSL が溶出し、これが工業原料として利用できる。合理的な方法である。

ナッツは次の工程を経て製品となる。

- ①乾燥ナッツの精選と調湿
- ②焙煎処理による果皮の脆化と CNSL の回収
- ③脱殻と核の分離
- ④核の表面を覆っている種皮の除去
- ⑤剥皮した核の選別と格付

(調湿)

調湿はよく乾燥された原料ナッツの果皮を軟化し、さらに CNSL を含む細胞の破壊を容易にするための前処理として非常に重要なプロセスの一つである。若し原料ナッツが十分に吸湿していないと CSSL の回収が少く、かつ砕けの多い核を得ることになる。一方、原料ナッツが過湿状態になるととりだした核は青色に着色し商品価値の低いものとなる。

よく整備された工場では、先ずナッツを網を張った回転ドラムを通してゴミや夾雑物を取り除き大きさをそろえる。次にナッツを洗滌した後、床に積みあげるか鉄製のタンクのなかに入れて 24～72 時間放置する。この間、一定時間毎に散水してゆっくりと吸水させる。

(焙煎)

調湿されたナッツは焙煎装置に運ばれる。焙煎のやり方にはドラムロースティング、オイルバスロースティング、マイルドロースティングの三つのタイプがある。

①ドラムロースティング（イントにおける方法）

原料ナッツを予め焙煎に適した温度まで加熱したロータリキルンに投入する。ナッツの表面から CNSL が滲出し、熱により燃焼を起こして果皮は炭化する。いったん燃焼がはじまったならば回転炉の加熱は止める。焙煎は通常 3～4 分かけて行う。原料ナッツが燃えている間にドラムの後部からとりだし、直ちに灰をかけて燃焼を止める。この処理は果皮の表面に残っている CNSL を吸着する効果もある。果皮は脆化し脱殻が容易となる。核の収量は上記 3 方法のうちで最高といわれ、またその品質も優良である。

この方法の最大の欠点は CNSL がすべてロスすることと労働者を高湿作業と刺激性ガスにさらすことである。この方法は現在でもインドで続けられているところもあるが、除々にオイルバスロースティングにとりかわりつつある。

②オイルバスロースティング（インドにおける方法）

工程の細部については工場によって多少の差はあるが、原理的には CNSL の入った油槽を 180～205℃ に加熱して 1～2 分間から揚げの要領で焙煎する。油槽は約 1/8 インチの厚みで 2 × 3 × 3 フィートの鉄製の容器で煉瓦で積み上げた炉の上にセットされ、燃焼は殻を用いる。油槽にはスクリュウまたはコンベアが装着されていて、加熱された CNSL のなかを原料ナッツが移動するよう工夫されている。焙煎時間はコンベアの回転速度を変えてコントロールする。加熱

CNSL 中を原料ナッツが移動する間に CNSL を含む中果皮の細胞が破壊されて新たな CNSL が溶出してくる。この処理によって約10%の CNSL が回収される。焙煎された原料ナッツはベルトまたはスクリーコンベアーでバスケット型の遠心分離機に運ばれ、果皮の表面に付着している CNSL を振り切る。次にナッツに灰をまぶし、なお表面に残っている CNSL を吸着させ、次に脱殻工程に送る。

油槽は溶出してきた CNSL で液面が上昇するが、これはオーバーフローさせて別の待ちタンクにストックする。遠心分離機で分離した CNSL も同じタンクに貯溜する。これらは後でドラム缶に詰めて輸出される。

③マイルドロースティング（インドにおける方法）

この方法は比較的生産量の少ない工場に適している。調湿した原料ナッツをコーヒーロースターに似た装置に投入し、CNSL を溶出させない程度の低い温度で焙煎し、果皮の水分を除去する。この処理により核は内部でルーズになり果皮との分離が容易になる。焙煎後、ナッツは床の上に広げ24時間冷却と再調湿した後、脱殻処理にまわす。

（脱殻）

手作業による脱殻は熟練を要する作業で、乱暴に扱うと破片の多い核を得る結果となる。インドは品質の良い核を生産する国であるが、脱殻作業は人件費が安いので熟練した女子労働者の手作業で行われている。腎臓形のナッツの薄い縦の線を2～3回木槌で叩いて殻割りをする。手際よく行えば殻の縦の線に沿ってひびが入り、二片に割れて中の核を容易にとりだすことができる。ケニアの近代工場では連続式の脱殻機が用いられている。

（剥皮）

澁皮のついた核はさらに乾燥して剥皮を行う。剥皮も機械による方法と手作業とあり、ケニアでは機械剥皮、インドでは手作業で行われている。剥皮の終わった核はサイズを揃えて商品とする。

文 献

- 1) CHAI T. B. : Cultivation of Cashewnut, MARDI, Sungai Baging, 14pp.
- 2) HAMMONDS T. W. (1977) : The Distribution of Cashew Nut Shell Liquid Type Compounds in the Cashew Plant, *Tropical Science*, 19(3) , 155.
- 3) 橋本悟郎 (1977) : ブラジルの果実, 熱帯農業技術叢書No.15, 農林水産省熱帯農業研究センター, 筑波, 233pp.
- 4) 岩佐俊吉 (1973) : 東南アジアの果樹, 熱帯農業技術叢書No.8, 農林省熱帯農業研究センター, 東京, 241pp.
- 5) KHO B. L., CHAI T. B. (1979) : Research into Farming Systems on Bris and Tin-talling, MARDI, Malaysia, 18pp.
- 6) MARIO AGNOLONI and FRANCO GIULIANI (1977) : Cashew Cultivation, Institute

Agronomico per L'oltremare, Ministry of Foreign Affairs, Italy, 168pp.

- 7) NAIR M. K. et. al. (1979) : Cashew, Central Plantation Crops Research Institute, Kasaragod 670124, Kerala, India, 169pp.
 - 8) RAI P. S. : Seasonal Distribution of Cashew Pests in Karnataka, Indian Cashew Journal 13(4), 17~19.
 - 9) SHIVANNA C. S. and GOVINDARAJAN V. S. (1973) : Processing of Cashewnuts, Indian Food Packer 27(5), 21~48.
-



写真 1

ケニアにおけるカシュープランテーション
樹形は良い (カシュー㈱提供)



写真 2

マレーシアにおけるカシュー栽培試験
樹形は良くない (熱研セ・荒井原図)



写真 3

タイにおけるカシュー栽培試験
樹形は良い (熱研セ・荒井原図)



写真 4 カシューの実 (カシュー㈱提供)



写真 5 カシューの実を手にするタイの研究員
(熱研セ・荒井原図)

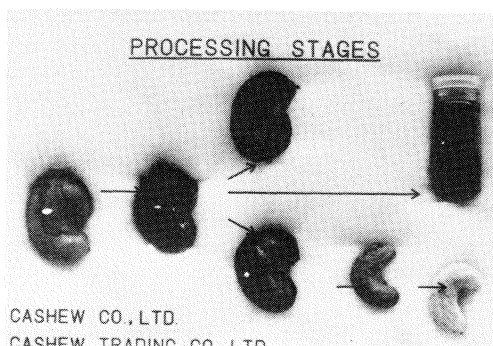


写真 6 カシューナッツの加工工程
左より原料ナッツ、焙煎した原料ナ
ッツ、殻割りした原料ナッツ、CNSL
(標本壺)、剥皮したナッツ (下・右
端) (カシュー㈱提供)

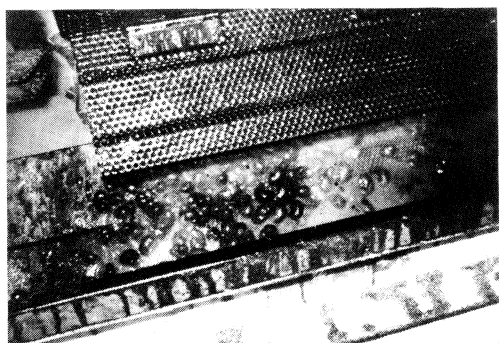


写真 7

油浴式焙煎の終わった原料ナッツ
(ケニア、大型工場、カシュー㈱提供)



写真10

剥皮と格付け作業
(ケニア、大型工場、カシュー㈱提供)

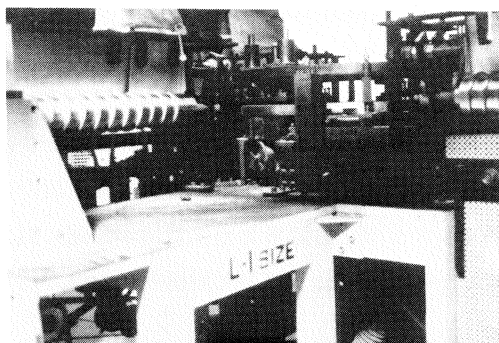


写真 8

連続式脱殻機
(ケニア・大型工場、カシュー㈱提供)

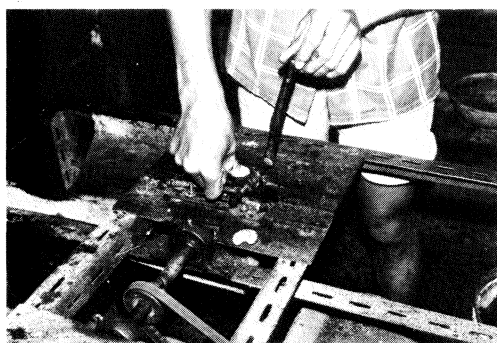


写真11

タイにおける原料ナッツの殻割り作業、果皮に縦の溝をつける (熱研セ・荒井原図)

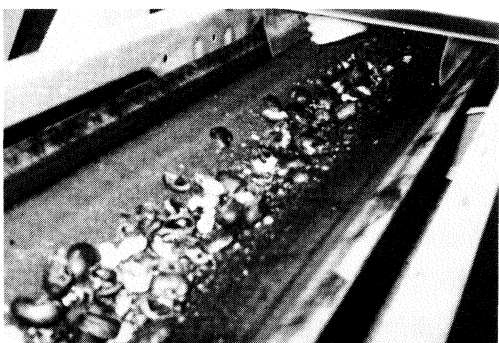


写真 9

殻割りされ殻と核の分離機に運ばれる
原料ナッツ
(ケニア・大型工場、カシュー㈱提供)



写真12

タイにおける原料ナッツの殻割り作業、果皮を二つに裂いて核をとりだす
(熱研セ・荒井原図)

Ⅲ．カカオ(豆)の生産と利用

竹 下 弘 夫*

1. 西マレーシアにおけるカカオ栽培

西マレーシアにおいてカカオは比較的新しい作物である。その最初の商業的な栽培は1930年代に Amelonado 品種を導入して始められた。しかし die back (*Bothyodiplodia theobrome* による病害、葉が縮んで落ち、枝先から枯れ込む)のまん延により不成功に終り、カカオはマレーシアの農業開発の中で優先度の低い作物として位置づけられていた。その後1960年代においてサバ (Sabah)から、アマゾン上流地域のハイブリッドカカオが導入され、このカカオが西マレーシアの土地条件に適応していることが明らかとなった。さらにカカオがココヤシ園の間作に適することが明らかとなった時点でカカオは非常におもしろ味のある作物となりいくつかのエステートがココヤシ園でのカカオの間作を始めた。そして農業の多様化を進める作物として、またココヤシ栽培の利益を高める作物としてカカオに高い優先度が与えられるようになった。小農もまた政府の奨励によってカカオの栽培を始めるようになり、西マレーシアにおけるカカオ栽培が急速に拡まった。現在この作物の栽培は3種の経営タイプ—エステート、小農、FELDA 計画—のもとで行われている。

1975年時点では77000エーカーでカカオが栽培されその半分が小農による栽培でとくに Perak、Selangor 州のココヤシ園での間作が多い。しかし幾つかのエステートでは単一栽培が行われており、全面積の13%が単一栽培、87%が間混作であると報告されている。

西マレーシアにおけるカカオの栽培適地は、この植物が排水の良い肥沃な土地を必要とし、強風の被害を受け易く日陰を好む性質があるところから、ココヤシ栽培が行われているうちの20万2千 ha がカカオ栽培に適していると見られている。マレーシアのカカオ栽培面積は1975年当時の3万 ha から現在 (1982) 約9万 ha に増加したものと見積られており、今後の面積拡大の余裕もかなりあるものと思われる。このような面積拡大を推進する役割を果たしているのは、Coconut Smallholder's Development Scheme, Agriculture Inputs and Diversification Scheme (AID) などであり、前者は世界銀行からの資金をもとに大規模な植栽事業を担当し後者はカカオ栽培農家に対する肥料、農薬等の補助を目的とし、どちらも小農のカカオ栽培の促進に大きな効果をあげている。

ココヤシ園でのカカオ間作に必要なコストは比較的低く、1978年時点で平均 M\$350～M\$450/エーカーである。このように必要投資額が比較的低くしかも植付3年目から果実を着けることが、

* たけした ひろを 熱帯農業研究センター

カカオ栽培の経営的な利点となっている。

FELDA は Pahang 州の内陸部に1600ha のカカオ単一栽培のプロジェクトを始めたがゴムやオイルパームとは異なった幾つかの問題に直面した。すなわち、カカオの実生苗はゴムやオイルパームに較べて弱く、圃場条件が悪い場合には大量のロスを生じたこと、猛烈なげっ歯類及び食葉性昆虫の被害等がそれである。

エステートの間作としてのカカオは最盛期には1121kg/ha 程度のビーンを生産する。小農の収量は403～450kg/ha でエステートの約40%であり、生産性の低い理由としては次の事柄があげられている。

- i) カカオ栽培技術—剪定、一般管理法に関する知識の不足
- ii) 肥料、農薬購入費用の不足
- iii) カカオ管理のために十分な労働力が投入されていない
- iv) 害虫による被害
- v) 農園の排水不良

小農のカカオ栽培はほとんどがココヤシの間作として行われている。間作されたカカオが年間 ha 当たり約1038kg程度のビーン(ウェット)を生産したとすると、ドライビーンに換算すると415 kgとなる。ポンド(454g)当たり M\$ 3 とすると M\$2739となる。ココヤシの収入は M\$494程度が見込まれるのでこれを合計すると M\$3233となる。カカオ生産のためには、肥料代、農薬代、臨時雇用労賃等の経費を必要とするがそのコストは比較的安く、ココヤシ栽培農家にとってカカオ生産は、安定した高収量を確保できさえすれば、極めて高い利益が期待される作目となっている。

エステートにおけるカカオ栽培の実例として United Plantation における調査結果を紹介する。United Plantation はゴム園として1917年に始められた英国系の plantation で、6つの農園延べ16000ha に、カカオ、ココヤシ4000ha、オイルパーム12000ha を栽培している。われわれは、MARDI station に近い、カカオ、ココヤシ農園の一つを訪ねた。この農園は面積830ha で規模は小さいが、非常に高い収益をあげている模範的な農園ということであった。ここのヤシ園は既に50年以上経った丈の高い樹が残っている一方、面積の半分程度は矮性の新品種 MAWA^{注)} に切り替えられ生産性をあげていた。この農園はまた MARDI と共同して、ココヤシの選抜試験も行っており、MAWA の母樹園と花粉樹をもちハイブリッドの生産、販売もしているということであった。

スタッフはマネージャー1名、監督5名、労務者300名(主としてインド系女性)で、園内に住宅があり無料で貸与されていた、勤務時間は6時半～18時、労務者は6時半～14時、労賃は日当8～10M\$ (収穫時は15M\$) である。

収支は、1 ha 当たりココヤシでは6000M\$の投入に対し2000M\$の収益、カカオでは、5000M\$の投入に対し2500M\$の収益が得られるということであった。また、ココヤシとカカオの組み合わせは、互に労働ピークがずれており雇用面からも有利であるということであった。

注) 従来の tall 型に較べて樹高が低く収穫に便利であること、早期に結実する(早いものは3

年、tall 型は 7—8 年) 等の利点を持つ、1960 年の初期、アイボリコーストで形質が均一な Malayan dwarf と West African tall を交雑した結果得られた。

カカオは年中結実するが、年の終り頃にピークがある。その時期は降水分布によって幾分変化するが年間収量の約 40% がピークの 2 か月間に収穫される。果実は約 10 日間隔で収穫される。収穫された果実は圃場で割られビーンが取り出されバスケットに収められ、wet bean のまま仲買人に売られる。エステートでは工場に運ばれ、後述するように約 7 日間の醗酵過程を経たのち人工的に乾燥される。

マレーシアのカカオは酸味を帯びチョコレートにして、独特の風味に乏しいという大きな欠点をもっている。このためマレーシアのカカオは、西アフリカ産に較べて 10% 安い価格で取引されている。この酸味を除き品質を向上させ国際市場での競争力を高めるための研究が要望されている。酸味問題が解決すれば価格は 5—10% 上昇し、他国の生産品とのブレンドが自由に行えるようになり大きな利益をもたらすことが期待される。

エステートで生産したカカオは彼らの工場で処理され工場と市場との連携が良く保たれている。小農は収穫したビーンを近くのエステートあるいは小規模の加工業者に売るが、小規模加工業者によって加工されたビーンは一般に品質が劣り安い価格で取引され、国際市場におけるマレーシアカカオのイメージを落としている。本来、良好な醗酵を行うためには品質の揃った大量のビーンを確保する必要がある。また、地域の気象条件によっては日乾によって良質なカカオの生産が困難な場合もあるが、人工乾燥機を用いるためには規模の経済が働らく。このような、小農で生産されるビーンの加工上の問題を解決するために、政府は加工センターを作り醗酵、乾燥、貯蔵を行うこととしている。センターはカカオの品質検査室をもち、品質管理によって国際商品のレベルに高めることをねらっている。マレーシアのカカオの品質を向上させるための加工法の改善とカカオの格付けの確立が当面する最も大きな問題である。

2. 世界におけるカカオ生産の現状

今世紀に入ってからの世界のカカオ生産の足どりは図 1 の通りで、全般的に増加傾向を辿っている。1938—1957 年の間に減少、停滞が見られ、これには第二次世界大戦という社会的背景もあるが減産の直接の原因としては、swollen shoot disease のまんえん（特にガーナにおける）があげられている。1950 年代に入ってガーナとナイジェリアの政府は本病防止のためのプログラムを立て被害樹を取り除き、高収量新品種を植え、病害防除剤の散布を奨励した。このような努力がカカオの高価格とあいまって '58—'61 の急激な増産をもたらすこととなった。

日本貿易振興会は世界のカカオ豆の生産状況について、分析を行い今後の動向について次のような予測を行っている。

1984 年 10 月から 85 年 9 月の作物年度における世界の総生産量は、約 180 万トンが見込まれ、凶作となった前年度の約 14% 増になろう。なかでもアフリカの生産（世界の総生産の 56%）は 1.2% 強になるものと見込まれ、南米（総生産の 28%）アジア、太平洋地域（10.5%）北米（5.8%）も増

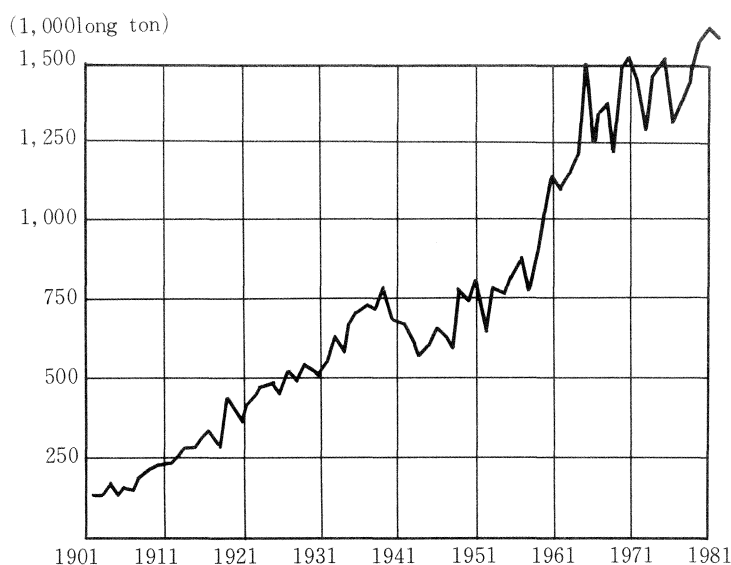


図1 カカオビーン生産量の推移

資料：1901～1963は F. HELMUT WEYMAM¹²⁾ による

1964～1982は F. A. O. Production year book による

産となる見込みである。

国別ではアイボリーコースト（世界最大の生産国）が2年続きの干ばつから回復傾向にあり、ブラジル（世界第2位の生産国）ガーナ、ナイジェリア、マレーシア、カメルーンなど増産国としてあげられる。

アジア、太平洋地域の中で、とくにマレーシアはこの5年間に2倍に生産量を増やしているのが際立っている。（表1）マレーシアの増産要因は新開地における生産がはじめられたためである。商業ベースでカカオ栽培を手がける国々は47ヶ国にのぼるが、上位6ヶ国（アイボリーコースト、ブラジル、ガーナ、カメルーン、マレーシア、エクアドル）だけで1984年～85年度産品の80%近くを、上位12ヶ国で92%強を占めている。

1985年におけるカカオ豆の粉碎加工高は、166万トンと予想し、1984年と同程度又は、1983年度に比べ1%増と予想している。

1977年から84年にかけて、世界の消費は拡大傾向にあり、その一因は価格が下降傾向にあったことがあげられる。1984年には、ベルギー、カナダ、フランス、英国、オランダ、西独、米国などにおける豆の粉碎加工量も増大傾向にある。

しかし、1984年からカカオ豆価格が上昇し、85年度の消費は若干変動があるものと予測している。

1985年におけるココア生産は消費量を約5万8000トン上回ると予測しながらも在庫量は2年続けて減少傾向に向っている。

表1 世界国別カカオ豆生産量

単位：1,000トン

国名	1975 ～76	1976 ～77	1977 ～78	1978 ～79	1979 ～80	1980 ～81	1981 ～82	1982 ～83	1983 ～84	1984 ～85
アフリカ	アンゴラ	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	カメルーンM	96.0	82.5	107.0	110.9	123.2	117.1	122.0	105.0	108.9
	コンゴ	2.4	2.9	2.6	2.8	2.3	1.8	2.2	1.6	1.5
	赤道ギニア	11.0	8.0	5.0	6.0	5.0	6.0	6.5	8.0	8.0
	ガボン	4.0	3.5	3.5	4.8	3.7	2.9	3.4	2.5	2.0
	ガーナM	389.9	324.1	271.3	265.1	296.4	258.0	225.0	178.0	158.9
	アイボリコースト	227.4	228.4	297.2	318.5	401.0	417.2	456.0	360.0	405.0
	リベリア	2.8	3.0	3.5	4.0	3.7	4.0	5.5	5.0	6.0
	マダガスカル	1.6	1.6	1.5	1.3	1.8	1.5	1.4	1.7	1.8
	ナイジェリアM	217.5	166.4	204.4	133.4	160.0	155.0	182.0	153.0	118.0
	サントメ・プリンシペM	7.0	5.5	7.0	7.5	5.7	6.5	5.1	5.0	7.0
	シニラレオネM	6.0	5.0	7.1	9.1	9.3	9.2	9.3	9.1	8.0
中米	タンザニア	0.6	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2	1.3	1.4
	トーゴ	17.8	14.1	16.7	12.6	15.3	16.0	10.5	10.1	15.6
	ウガンダ	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
	ザンザール	4.0	4.5	4.5	3.4	3.0	5.5	4.2	3.4	3.4
	その他	1.1	2.3	1.4	4.1	6.1	0.3	0.2	2.9	6.8
	計	990	853	934	885	1,038	1,002	1,035	847	853
	ボリビア	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	ブラジルM	251.1	226.2	279.3	309.3	296.0	353.0	310.5	334.2	300.0
	コロンビアM	29.2	27.0	31.0	33.0	35.7	38.3	42.5	40.0	40.0
	コスタリカ	5.7	7.9	8.0	9.0	10.0	4.8	6.0	5.0	5.0
	キューバ	1.5	1.3	1.6	1.4	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0
	ドミニカM	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
南米	ドミニカ共和	32.0	38.0	35.0	40.0	28.5	34.5	40.0	40.0	40.0
	ニクアドルM	60.0	72.3	84.0	92.0	98.0	86.7	85.0	38.0	39.0
	グレナダM	2.5	2.5	2.5	2.5	1.8	4.0	2.4	2.3	2.2
	グアテマラM	1.0	1.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8
	ハイチM	3.0	2.5	2.5	3.0	2.5	2.8	2.0	3.9	3.0
	ホンジュラス	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	ジャマイカM	1.7	2.0	1.5	1.8	1.2	1.6	1.6	2.8	2.8
	メキシコM	33.1	24.2	34.7	35.7	34.2	30.2	41.3	40.0	35.1
	ニカラグア	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
	パナマ	0.5	0.5	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0
	ペルーM	3.5	4.5	5.4	6.5	6.9	7.0	9.0	10.0	10.0
	セントルシア	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
アジア・太平洋	セントビンセント・グラナディンM	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
	トリニダード・トバコM	3.0	4.0	4.0	2.9	2.0	2.8	2.5	2.1	1.8
	ヴェネズエラM	16.0	16.5	16.0	15.0	13.0	14.4	14.0	17.0	15.0
	その他	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	計	447	434	514	559	538	589	565	543	502
	フィジー	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
	インドネシア	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.6	2.2	3.0	3.5
	インドネシア	3.9	4.3	5.2	7.9	8.1	10.4	12.0	13.0	15.0
	マレーシア	16.2	18.0	22.0	27.0	34.0	47.0	61.8	69.3	95.0
	パプア・ニューギニアM	31.9	28.5	29.5	27.0	31.2	32.0	29.0	29.0	28.4
	フィリピン	3.2	3.0	3.1	3.6	4.0	4.2	5.0	5.0	5.0
	サモアM	1.5	1.5	1.5	11.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
世界総計	ソロモン	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8	1.0	1.3
	スリランカ	1.4	1.7	2.0	2.0	2.4	2.7	3.0	3.0	3.0
	バヌアツ	0.6	0.8	1.0	0.6	0.7	0.7	0.8	1.1	1.0
	その他	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	2.0	2.0	2.5	2.5
	計	59	59	65	71	84	103	118	129	156
	世界総計	1,496	1,346	1,513	1,515	1,660	1,694	1,718	1,519	1,511

注) M印：1980年国際ココア協定加盟国

資料：国際ココア機関 (ICCO) ココア統計 (1985年3月号)

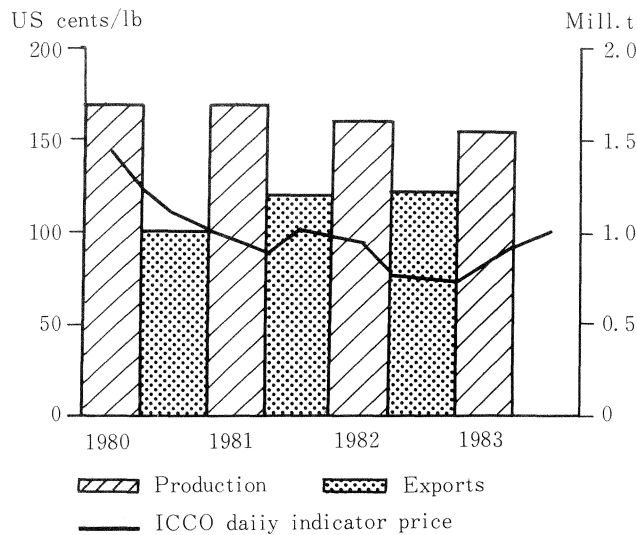


図2 世界の 카카오、生産量及び輸出量と価格の変動
資料：FAO (1985)

1984年のニューヨーク、カカオ豆価格（ニューヨーク市場で最近3ヶ月間に成立した先物取引の平均価格）は5月の1ポンド当り1.19ドルの上限と7月の97セントの下限との間で変動したが、年間の平均価格は1ポンド当り1.07ドル前後で、1983年の平均価格92セントを上回った。85年の前半の平均価格は75セントから1.05ドル前後で推移するものも予測している。

世界におけるカカオ豆生産は、産地における増産意欲の高まりと共に、需要、供給のバランスが改善され、消費拡大の方向に向うものと期待されている。

3. 카카오の栽培と加工法の概要

カカオ *theobroma cacao* はその種子からココア (cocoa) や、チョコレート (chocolate) などを製し、われわれの日常生活にも馴染みの深いものである。ココアには興奮剤としてのテオブロミン (Theobromin) と、ごく少量のカフェイン (caffeine) が含まれていて、嗜好飲料として用いられるが、コーヒーや茶と違うのは滲出液ではなく、粉末そのものを飲むことである。

カカオの名はメキシコ土語から転訛したスペイン名で、中央アメリカのアステカ族や、マヤ族が、その木又は実をカーカーアトル、又はカカオなどと称していたのが、その語源であると言う。又彼等はカカオ豆とトウモロコシを混ぜて搗き、砂糖や牛乳を加えた飲物を愛好していて、これをチョコラトル (chocolatl) と言ったが、この choco はカカオ、latl は水の意であって、これがチョコレートの語源であると言われる。また、カカオ樹の学名、テオブロマ、カカオはギリシャ語でテオは神様、ブロマは食物の意である。

カカオは熱帯アメリカの原産で、南米アマゾン及びオリノコ両河川の沿岸、海拔およそ120米ま

での森林中に原生し、オリノコ河口に近いトリニダット島にも野生すると言う。有史以前から現住民インディオによって栽培され、有用植物として育成されたものと言われる。

1502年、コロンブスが第4次の航海中、ホンジュラスでカカオ豆を入手し、スペインに持ち帰ったのが他地域に伝った最初であるが、当時はその用途が解らなかった。その飲用法が欧州に伝わったのは、イタリアのアントニー・カレッチが西インド諸島に駐在中に飲料としてのココア製法を覚え、1606年にこれを公開したことにはじまる。英国では、1657年にココアを飲ませる店が開業している。カカオ製品の工業化は1728年英国のブリストル(Bristol)にあったフライ社(Fry & co)によって、大規模にはじめられた。

又現在の板チョコレートは1876年、スイスのピータ社(M. D. Peter)のものが最初で、固型チョコレート製品が主体となり、飲用ココアは副産物の扱いを受けていた時代もあった。

現在世界のカカオ豆生産国は大きく分けてアフリカ諸国、中南米、アジア太平洋地域の3つに分けられる。そして総生産量は1985年には約180万トンが予想されている。

そのなかで、アジア、太平洋地域の総生産量に占める割合は10%余で高くはないが、マレーシアでは1975年から年々生産量を上げ1980年から5年間に約2倍の量に達し、(表1参照)他の諸国と異った飛躍的な発展を示している。この事はカカオ産業が、オイルパーム、ゴムなどに次ぎこの国の主要な産業として位置づけられ、優良品種の導入、新しい栽培地の開拓などによって今後さらに発展し、将来主要生産地となる可能性を示唆している。

1) 性状及び品種

カカオはアオギリ科の小高木で多くの枝を水平に近く分岐し、若い枝は褐色で軟毛がある。葉は互生し、長さ20~30cm、幅7~10cmくらい葉柄は短い。花は樹幹、側枝など一面に開花し*、年間を通じ5000ヶ以上/1本、開花するが、4~5ヶ月後結実するのは極めて少く、平均50~70ヶ/1本で、多くても100ヶ前後である(表2)

結実した果実をポッドと言ひ、長さ15~20cm、経7~9cmの紡錘状で、表面に縦溝と小瘤がある。初めは緑白色であるが、後濃黄色となり赤味をおびる。ポッドの内部は5室に分かれ、35~50ヶの種子が粘質なパルプに包まれて入っている(図参照)。

種子は卵形で多少平たく長さ2.5cm~3.0cm、幅1.5cm内外である。

品種：カカオの品種は変種又は型(type)に大別されるが、現在おおむね3つの型に分られる。(表3)

(イ) クリオロ種 (criollo)

この型に属する品種はもっとも原種に近く、一般に樹形はやや繊細である。果実はやや小さく赤色で、殻は比較的うすい。種子はやや球形で断面は白く芳香に富んでいる。

(ロ) フオラステロ種 (Forastero)

この型の品種は栽培種として最も標準的なもので、樹体の生育早く、かつ多収である。果実は

*カカオの花は幹や支幹に直接着く幹生花であるが、cushions と呼ばれる特定の部位に着く。cushions は形態的には側枝が圧縮されたものである。

表2 開花と pods 数

	開花	結実	落果	収獲	着果率
1	15144	173	123	50	1.1 %
2	18308	178	115	63	0.9
3	700	26	20	6	3.7
4	9196	75	57	18	0.8

資料：The agronomy of the major tropical crops (1975)

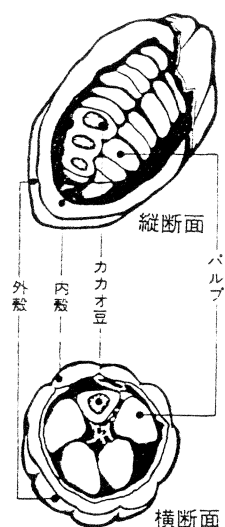


表3 カカオ豆品種分類表

大分類		クリオロ	フォラステロ		トリニタリオ
中分類		クリオロ	アマゾン・フォラステロ	ナショナル	トリニタリオ
起 源		アマゾン河流域のものが、中米、西部ベネズエラで進化したもの	アマゾン河上流	アマゾン河流域のものが、エクアドルに入り、進化したもの	クリオロとフォラステロの雑種 1750年頃トリニダードでつくられた
語 源		ベネズエラ語で“自分の国のもの”(クリオロ)の意	ベネズエラ語で“外国のもの”(フォラステロ)の意		トリニダード島できたため、トリニタリオ
栽培地		ベネズエラ、メキシコなどにごく広く栽培	ブラジル、西アフリカなどで広く栽培	エクアドル	中 米 スリランカ ニューギニア
特 徴	果 実	・ポッドの色は成熟すると赤または黄色	・ポッドの色は緑から成熟すると黄色		アメロナードとフォラステロの中間で、色々な種類がある 遺伝因子が安定していない
	豆	・丸い ・生豆は白～黄紫 ・苦味が少ない	・偏平型 ・生豆は濃紫色 ・苦味が強い	・大粒 ・濃紫色 ・花の香りがある	
	樹	・生産量が少なく病虫害に弱い	・多産で丈夫 ・主幹に多く結実する		
主な品種		ベネズエラ コロンビア	ガーナ(アクラ) コートジボアール ナイジェリア(ラゴス) ブラジル(パビア)	アリバ	コスタリカ トリニダード ニューギニア スリランカ

資料：明治製菓、お菓子読本

肉厚く、溝も深く、赤又は赤黄色を呈する。種子は数、形とも大きく、いくぶん丸味をもち断面は紫色である。この型には産地によって多くの品種がある。

(イ) トリニタリオ種 (Trinitario)

クリオロ種とフオラステロ種との雑種で以前は(ロ)に入っていたが、変種が非常に多い。

果実はやや小はく、形は丸みがあり、表面なめらかなものが多い。豆は平たく断面暗紫色である。この外カラバシロ種 (Calabacillo) を大別の中に分類することも出来るが、変種が多数ある。又カカオと近縁種でカカオと同様に利用される品種にアリゲータカカオ、モンキーカカオ、マウンテンカカオなどがある。

2) 栽培

カカオは赤道の南北20度以内、海拔300～600米、気温27℃前後、雨量は1300mm以上が年間を通じて平均に降ることが必要とされている。又根が比較的浅いため、土壌深く、肥沃な強風の当たらないところが適地とされている。

繁殖は主として実生で行うが、まれに芽接が用いられている。苗床に播種すると通常3週間位で発芽、4～5ヶ月後に30～40cmになった幼苗を本畑に植えかえる。

カカオは本来移植を嫌う作物故、アミかご、その他ポットの苗をそのまま本畑に定植する。植付距離は通常4.5米間隔で約600本前後/haと言われるがFAOのアンケート結果に見られるようにもうすこし密植のものが多い。

カカオの栽培には庇陰樹 (shade tree) の効果が大きい。これは若木を直射日光や、強い風から守るとともに、気温を緩和し、温度の平均化と併せて落葉によって土壌の物理性、化学性を改善出来る効果をもっている。庇陰樹としては、ゴムの他豆科の中高木 *Gliricidia maculata*, Dadap (*Erythrina lithosperma*) , *Pithecolobium* (レイントリー) が用いられている。

とくに定植後3年位まで直射光を段階的にカットする方策が採り入れられている

カカオの樹は特徴的な分枝をする (図3)。実生苗の幹は1.0～1.5m程度で伸長が止まり、3～4本の枝を水平に展開する、これを fan 又は jarquette と呼ぶ。次に主幹から側枝が出て第2次の主幹となって伸長するがこれも数フィートで伸長を止め fan を作る。実際の栽培では第2次主幹で止める。最近は定植後苗木が50cmに伸びたところで摘芯し、数本の chupon を出す方法がとられている。

収穫は4年生頃から可能で成木は10～12年経済樹齢は20年から25年とされているが、40～50年以上も採果することも可能である。

収穫は熟度の揃ったものを鋭利な刃物で切りとる。

病害虫の被害は産地によって異なるが、モスクイトウ・ブライト (Mosquito blight) メクラムシ科の害虫があげられる。又主として、*Marasmius Perniciosus*、*Ceratocystis timbriate* などの菌により落葉、ポッドの黒変、腐敗落果の被害が大きい。

3) 醗酵

カカオ豆を調整するには収穫した果実 (ポッド) を割り、中の種子のまわりについている粘質

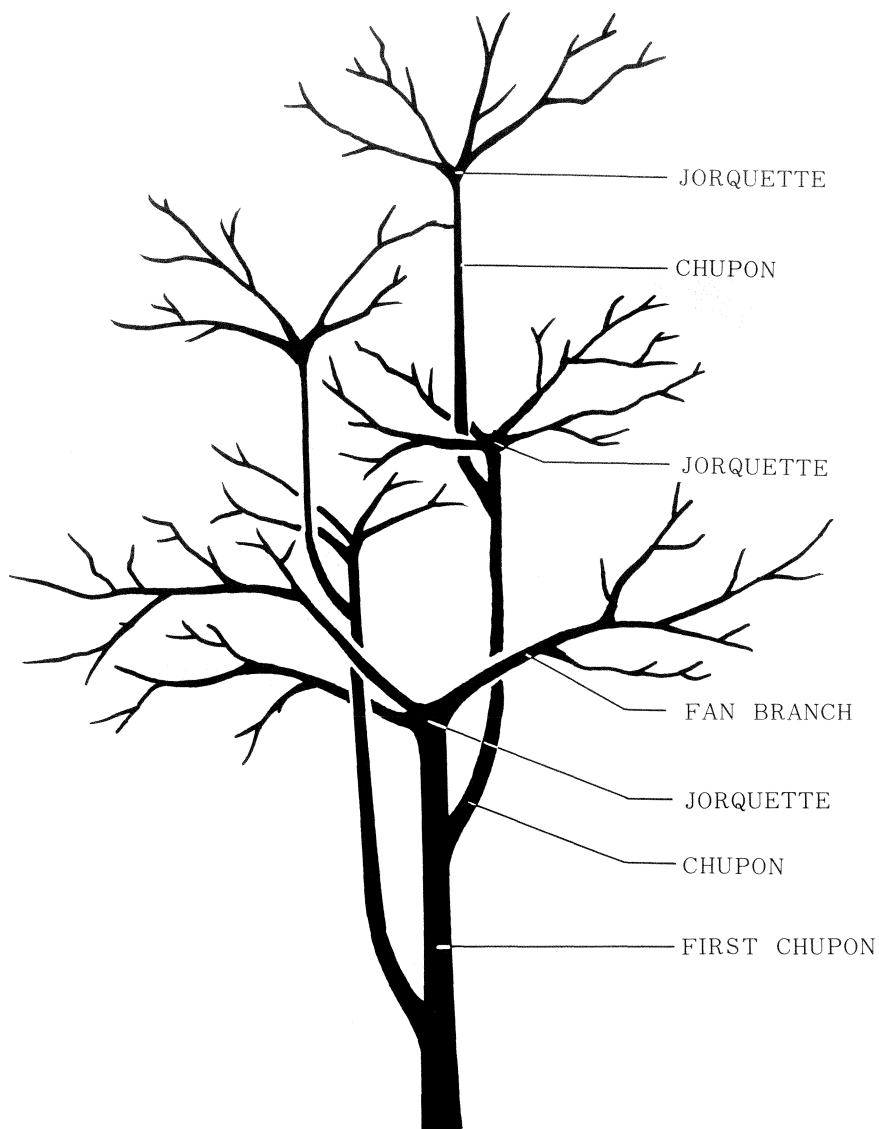


図3 カカオの分枝 (WYRLEY-BIRCH 原図)

なパルプ状の果肉を除かねばならない。

この作業は単に豆を取り出す目的ではなく、豆の成分を醗酵過程で渋味やえぐみを除き、チョコレート特有の香りのものに転換させる重要な役割を果たしている。

醗酵方法は地域によって異なるが、バナナの葉に包んで積み上げる方法、葉に包みあみかごなど容器につめる方法、穴をあけた木箱を利用する箱式醗酵（図4）浅い木箱を用いる盆式醗酵などがある。醗酵過程における豆の変化は次の通りである。

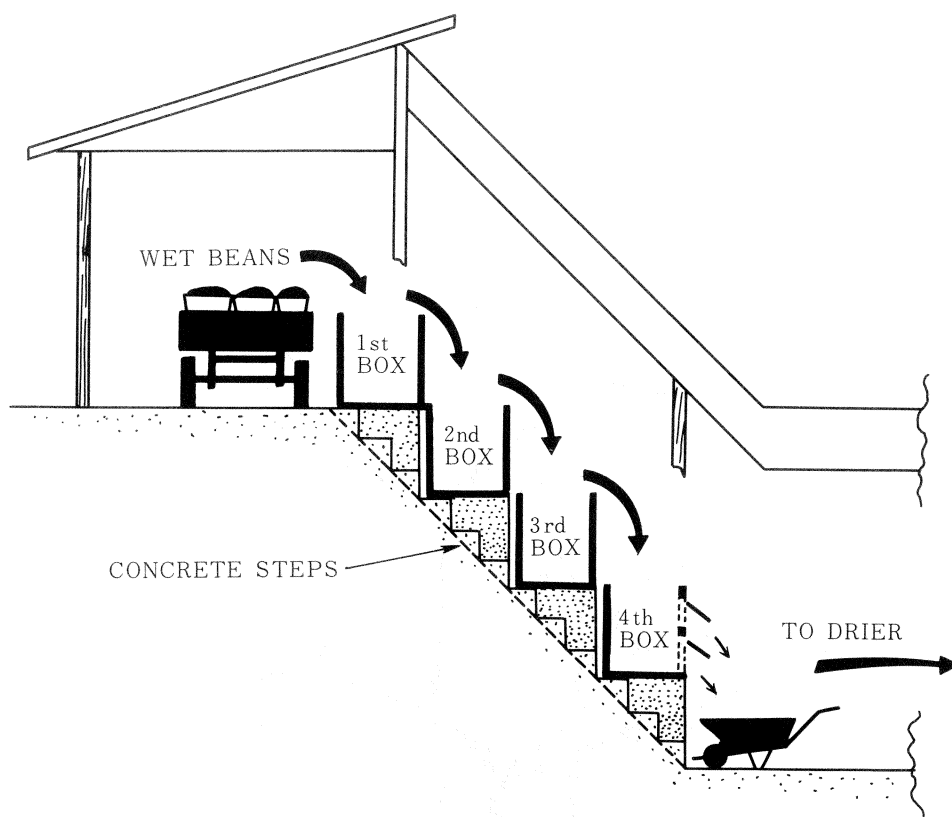


図4 醗酵箱の段階式配列 (WYRLEY-BIRCH 原図)

注) 醗酵が進むにつれビーンを反転させながら下段の箱に移し (普通3回) 通気を良くする。

(イ)果肉は約80%の水分を含んでおりアルコール醗酵により、50℃前後の高温になり果肉の細胞が破れ、果汁が排出される。(ロ)果汁が排出され終ると醋酸菌により、豆が酸性化される。(ハ)この過程で豆の蛋白をはじめ成分の化学変化を生ずる。(ニ)豆の色が変わり、しぶみ、えぐみがなくなり、チョコレート特有の芳香物質が作られる。この醗酵過程は5日から6日間で終了する。醗酵を終えた豆の水分は約55%になる。

この豆をさらに天日又は火力によって水分量を5～7%前後まで乾燥する。光沢のある乾燥豆が選別され、袋づめにして輸出される。

4) チョコレート、ココアの製造工程

チョコレート、ココアの工場における製造工程は次の様である (森永製果 KK、大阪) (図5)。

チョコレート・(イ)輸入した豆を倉庫に貯える。(ロ)倉庫からクリーニングマシンに送り不良果や異物を選別する。(ハ)ロースターに送り100℃以上の高熱で焙焼する。このローストによりさらに独得の香りと風味が加わる。その後急冷すると皮、胚芽がとれ易くなる。(ニ)ハスカーで砕いた豆(カ

(チョコレート)

(ココア)

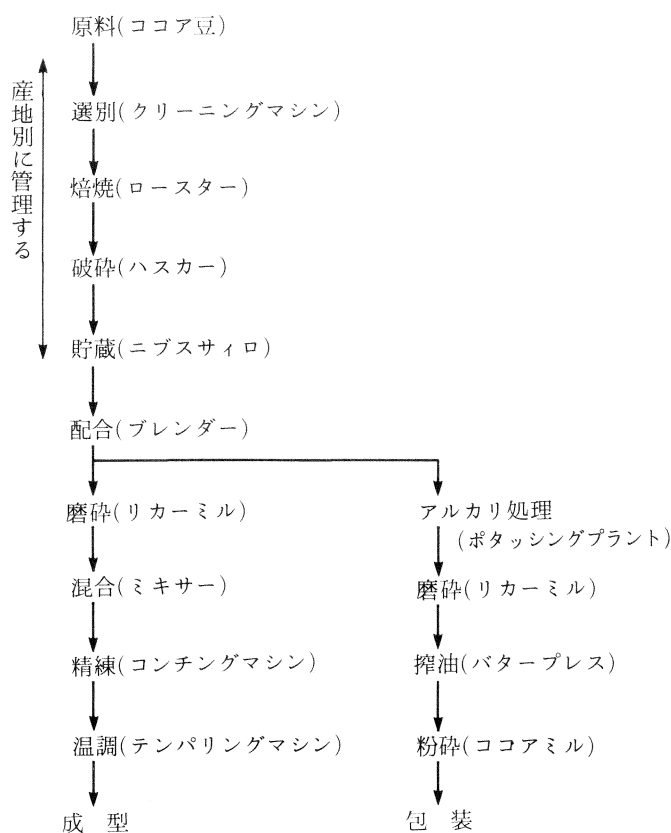


図5 チョコレート及びココアの製造工程

カオニブス)は産地別にサイロに貯蔵する。(ホ)カカオニブスを夫々の目的に応じ、産地別に一定の割合でブレンドする。製品の特徴を出す重要な工程である。(ハ)配合したニブスをロールでさらに細かくすりつぶす。カカオマスには約55%のココアバターが含まれる。(ト)ココアバター、粉糖、粉乳を混合する。(チ)これを微粒子状にする。(リ)得られたフレーク状のチョコレートを適当な温度のもとで味の調和をはかる。(ヌ)チョコレートの脂肪分の安定化をはかった後成型する。

ココア・(イ)カカオニブスの配合を終えた(ホ)材料をアルカリで中和する。(ロ)チョコレートと同じく細くすりつぶす。(ハ)カカオマスに含まれるココアバターを約3分の2程度取り去る。(ニ)粒子の細かい約20ミクロンのココア粉末にする。(ホ)製品として包装する。

5) カカオの利用

カカオはその豆を粉碎して、チョコレート、ココアなどに加工するものが最も多いが、その外にカカオを含有する調整食料品(カカオと砂糖を混合したもの、加糖品)(カカオと乳製品を混合したもの、無糖品)などがあり何れも、カカオ特有の芳香を利用した飲料、アイスクリームの原料など利用面は広く、わが国に輸入される量も多い。

又良質のバターを利用して石けんの他、香料、医薬品などにも加工されている。

4. カカオの栽培と環境

カカオは環境に対して感受性の高い作物であると言われ、栽培に当っては適地の選択が必要である。またカカオの幼植物を育てるにはかなり強い庇陰が必要であり、成株に対しては庇陰樹の効果があると言われ、マレーシアではココヤシ園での間作が奨励されている。

しかし現地のココヤシ園は意外にマバラで（図6）明るく、また場所によって明るさにムラがあり、庇陰は必ずしも光の制限だけを意味するものではないという感を強く受けた。むしろ庇陰はカカオの生育環境を総体的な整える手段であって、庇陰のもとでカカオは低位ではあるが安定した生育を保証されているという印象を受けた。カカオの生育と環境の関係について以下に要約しておく。

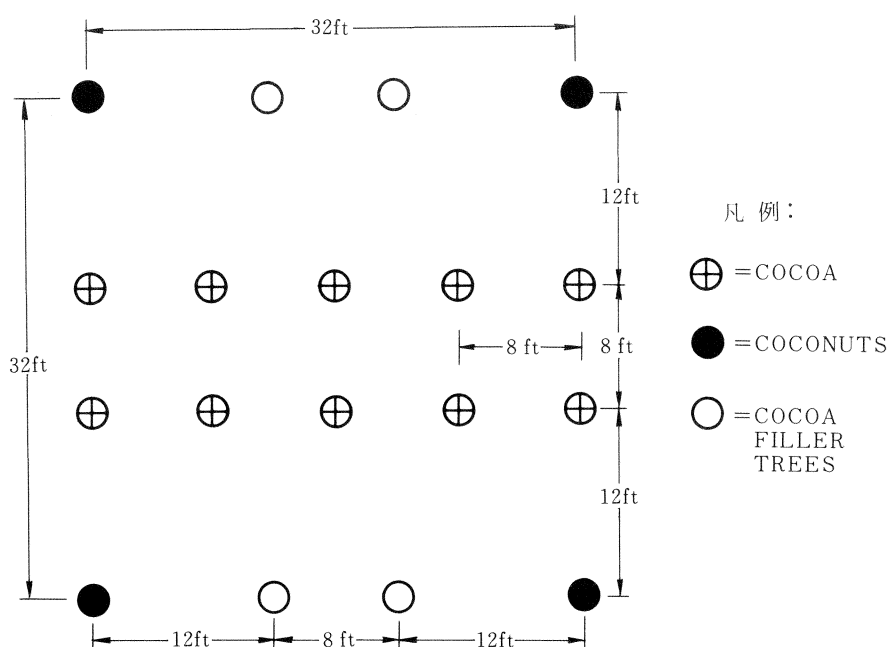


図6 ココヤシ園におけるカカオの栽植形式の一例（WYRLEY-BIRCH 原図）

気温；代表的なカカオ栽培地の年平均気温は22.4～26.7℃、月平均気温は18.8℃から27.9℃に及んでいる。Ernholm（1948）はカカオが生長し得る温度は月平均で15℃、最低気温は10℃と結論している。しかし、カカオが耐えられる限界温度について実験的な裏づけはない。T. ALVIMはサンパウロで最低気温の月平均が10℃でも育つこと、-3℃で、葉と花の一部に被害を受けたが2カ月後には回復したことを報告している。

ポッドが成熟するまでの期間は温度によって大きく左右され、ブラジルの Bahia では、受粉か

ら成熟するまでの日数 N は次式によって次められる。

$$N = 2500 / (T - 9)$$

T ：受粉～収穫までの日気温の平均

気温はまたカカオバターの組成に影響し、果実の成育初期の低温はビーンの不飽和脂肪酸の含量を多くし融点を低くする。

降雨；カカオの生育地の年間降水量は一般に、蒸発散による年間消失量を上廻っており、1400～2000mm である。降水量が2500～3000mm を超える場合は、浸水や病気（特にブラックポッド）の発生によって収量は低下する。また1200mm 以下でも地下水位の高い地域、かん水を行った場合は十分に生育する。

降水量の季節的分布は地域によって異なり、収穫パターンを決定する主要な要因となっている。

風；カカオは風に対して敏感で強風が吹く場所では風よけが無いと育たない。防風樹としてはマンゴ、マラツカアプル (*Syzygium malaccensis*) などがよく使われている。風が強すぎると落葉することがあるが、恐らく強度の水分欠乏、または機械的な障害によるものであろう。庇陰は防風の役目も果たしており、無庇陰では屢々落葉が生じる。逆に山で囲まれた場所で庇陰なしで永年栽培が行われている例もある。ガーナ及び西ナイジェリアでは12月から3月にかけてサハラから吹く harmattan winds によって減収し、この風を避けるような立地の選定がこの地域でカカオを栽培するうえで大切な事柄となっている。

庇陰 (shading)；ほとんどの地域で、植付後2～3年は庇陰をせずにカカオ園を設立することは不可能である。この事実から、カカオの幼樹は日陰を好む性質をもつと言われてきた。しかし、かん水によって水分不良を解消しただけでも、若い苗を無庇陰の状態で育てることができる。また、光強度の弱い所、蒸発散の少い所、例外的に風から完全に守られている所等では庇陰を行うことなくカカオ園を設定することが可能である。Bahia における最近の研究から、庇陰は太陽光線を弱めるだけでなく、樹の周囲の気流の動きを少なくし植物の水分欠乏を防いでいることが明らかにされた。

Bahia の古くからのカカオ栽培農家は1 ha 当たり約80本の庇陰樹を植えているがこの地方では庇陰樹の間引き (ha 当たり25—30本にする) とあわせて肥料を施与することが収量増加に効果の大きいことが明らかになった。数か所の地区では過去10年間に庇陰の除去と施肥によって収量が2倍以上に増加している。

図7はガーナにおける14年間にわたる庇陰と施肥の関係試験をまとめたものである。無庇陰施肥区は収量200%に増加したが、約10年間に無庇陰樹の成長は悪化の徴候を示した。これは置換性塩基の消失、高収量による保留分の枯渇、害虫の多発等多くの要因によるものと考察されている。しかしこの試験で成長が悪化し始める1965年には試験区の近くの森が切り払われており微気象の変化も要因の一つにあげるべきであるという指摘が他の研究者によってなされている。しかし、いずれにしても庇陰の効果が他の環境要因と深い相互関係をもつことは明らかである。庇陰の効果が十分に解析されれば庇陰という手段に依らずに、より高い収量を安定して得る方法も見出さ

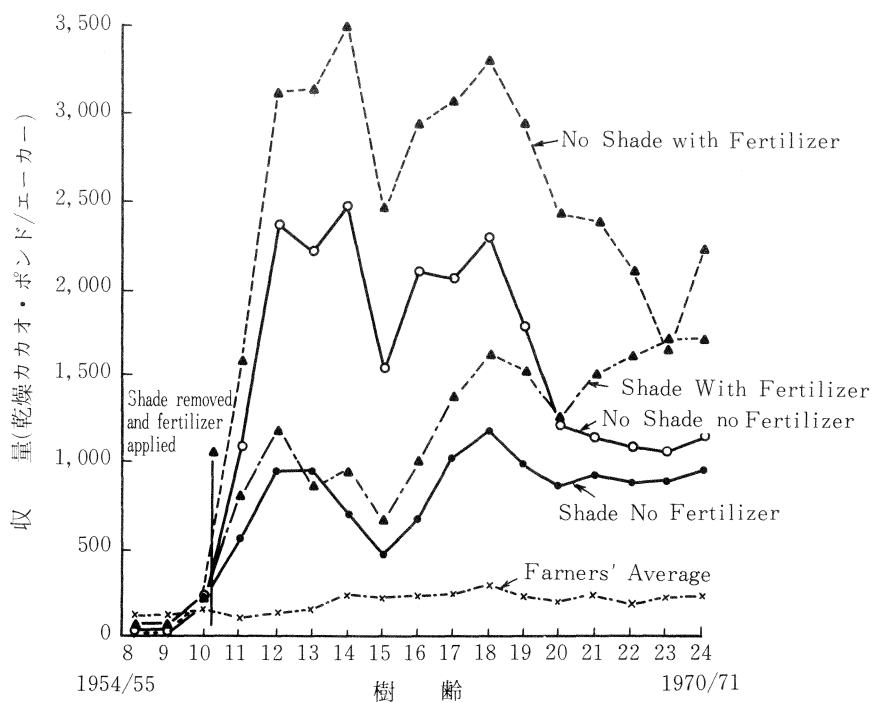


図7 庇陰と施肥がカカオの収量に及ぼす影響 (AHENKORAH et al, 1974による)

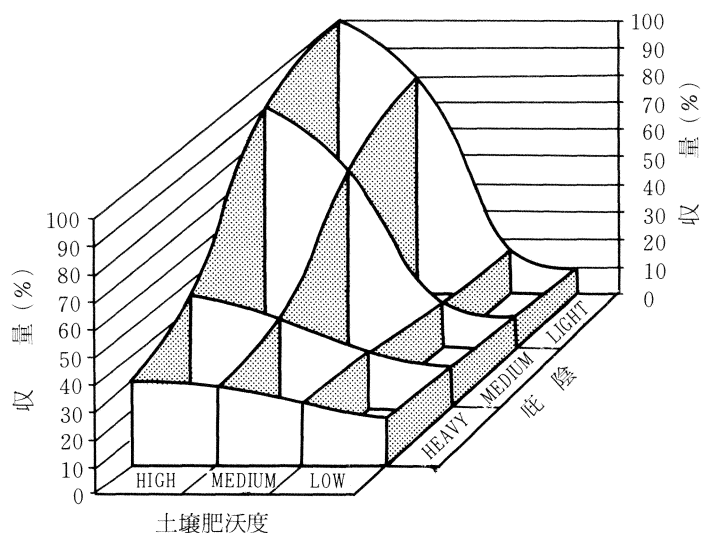


図8 カカオポッド収量に及ぼす土壌肥沃度と庇陰の交互作用 (ALVIM, 1972による)

れるであろう。図-8は庇陰の程度と肥料必要量との理論的な関係を示したものである。しかしながら実際の観点からは、多くの地域において好ましくない条件に適応させるためには適度の庇陰が安全で最も経済的な方法である。かえって庇陰条件下で成育するという特徴を生かして、例えばココヤシ園の中にカカオを取り入れるとか、森林を開いてカカオ園を開設する際には庇陰樹を残して土壌の保全を図るなど生態的に安定した状態を作り出す方向を重視すべきであると考ええる。永年作物を組み込んだファーミングシステム、アグロフォレストリーを進めるに当たっても生態的に特徴をもち、経済価値が高く、小農による栽培が可能である等の条件を備えたカカオは注目すべき作物の一つであると考ええる。

生産性と安定性をバランスさせる適当な庇陰の程度を明らかにすること、経済的価値のある庇陰樹を探索することなどが今後の研究問題であろう。

5. MARDI におけるカカオ研究の動向

西マレーシアにおけるカカオに関する研究は MARDI (Malaysian Agricultural Research and Development Institute) を中心に行われている。MARDI はマレーシア農業における重要性等から判断して研究の優先度を定めているが、それによると優先度の最も高いのは稲作であり、これに次ぐ第2のグループにカカオ、ココナッツ、野菜、家禽、家畜飼養が入っている。

MARDI におけるカカオ研究は Cocoa Coconut Research Division が担当し、Telok Anson, Jerangau 等の station で研究が行われている。ききとりによると、カカオ、ココナッツの研究者は MARDI に20名居り、そのうち13名が Telok Anson に居り、3名が海外留学中ということであった。Telok Anson では、品種改良、栽培管理法の他加工法の研究が行われており、Jerangau ではカカオと他の作物とを組み合わせたファーミングシステムが研究の中心となっていた。

MARDI におけるカカオ研究の概要は次の通りである。

(育種)

育種研究においては遺伝資源の収集に力点が置かれている。ブラジル、コスタリカ等から苗を導入し、現在800系統を保存している。また MARDI の試験地の間で系統の地域適応試験が行われており、その他多くのエステートを通じて系統の比較試験が行われ、将来それぞれの地域に適した品種を育成することを目標としている。これまでに以下の結果が得られている。

(i) ブラジル産の系統を人為交雑したもののうち3個体が収量、樹勢、豆の大きさ等においてともに良好であった。

(ii) コスタリカ産の自然交雑からは、ボッド収量が高いもの、大型の豆を産するものなど特徴ある個体が得られている。

また、幾つかの交雑種についてココア中の糖分について分析が行われている。

(栽培管理)

小農が十分な収量をあげるためには剪定が必要である。剪定は1年に1度(10~11月)に行なえばカカオの収量を向上させることができる。また、既設園の成株を中間伐採することによって小農の貧弱なカカオ樹を改良できることがわかった。

Hilir Peak で行った N. P. K. 石灰の施用試験の結果、カカオは特に P に対して敏感な反応を示した。

カカオの繁殖は一般に実生や新梢挿木、葉挿し等で行われているが近年種々の新しい接木法が開発されている。従来は芽接ぎ法 (bud grafting) では 4～6 か月生の実生を用いたが、cleft 及び nurse seed grafting が開発され、前者では 3～4 週間生の実生を、後者では 5～9 日生の実生を用いることが出来るようになったと言う。また、この方法では噴霧箱やグロースチャンバーが不要なので、カカオの栄養繁殖が簡単になり費用も少なくて済む。

病虫害；*Helopeltis clavifer* (メクラカメムシ科、英名は Mosquito bug、若い芽や果実から吸汁し新芽を枯らし、果実を黒化腐敗させる) について調査し虫の分布数と被害果実数の間には正の相関があり、虫の出現のピーク時 (毎年10～11月) と降水との間にははっきりした関係が認められなかった。実験室内でのスクリーニングの結果、Electron、Unden、Meobal について高い殺虫効果が認められた。*Helopeltis* の生物防除については、蟻の一種 *Diacamma* Sp. は *Helopeltis* の成虫や幼虫で飼育できることが明らかとなった。

花粉媒介昆虫については *Helopeltis* の個体群との関係について調べられ、その制御に関する知見が得られた。

カカオの cherelle wilt* と *phytophthora palmivora* との関係について調査が行われ、この菌はカカオの樹には少いが、wilted cherelle の30%以上はこの菌によって侵されてることが明らかにされた。また Black pod** に対してもこの菌の重要性が認められ Black pod の発病要因について基礎的な研究が始められた。

醗酵：MARDI が小規模醗酵用に開発した Tray method と改良 Box method とを比較した結果、Tray method では70%のビーンが十分に醗酵していたが、Box method では20%。Tray method では nib (砕いたカカオ豆) の pH は5.1であり、Box method では5.3であった。Tray method では醗酵に6.5日かかり box では8～9日かかる。なお、この結果から、小規模実験ではマレーシア産のカカオの酸味問題は克服されたと述べられている。同じく MARDI で開発した大規模醗酵用の Shallow Fermentation method をエステートで在来法と比較対照した結果、MARDI 法では93%、在来法では95%が良く醗酵していた。Nib の最終的な pH は4.9で在来法は4.8であった。

チョコレートの風味とビーンの成分との関係を明らかにする目的で行った乾燥したビーンとしないものとの比較では、乾燥によって還元糖は0.56から0.06%に減少した。また、anthocyanin 含

* Cherelle はメキシコ、トリダニーの現地語で、一定の大きさ以内の未熟果実を指す。これが膨圧を失い、発育を停止し成熟せずに黄化する現象を cherelle wilt と言う。cherelle wilt が無ければ果実収量は10倍にもなる計算であるが、実際には wilt 数が多くても収量が多い場合がある。

** Black pod は果実の様々の発達段階で *P. palmivora* によって被害が起こる。最初褐色の円形斑点が出来、ポッド全体に広がり黒色となる。未成熟の果実では腐敗が内部の種子にまで及ぶ。西アフリカ諸国で大被害の出たことがある。

量は73.1%から75.7%、theobromine 含量は0.9から1.4%へ、pH 価は4.7から4.8へと変化した。

カカオの醗酵は本来各種微生物の生長を含んでいる。表層、中層、下層の各層について醗酵が進むにつれてその数は少なくなる。小農から採取したサンプルからは各層とも微生物の総数が少なかった。31種類の酵母菌が分離同定され大部分のものは以下の属に含まれていた。

Hansenula, *kloeckera*, *Torulopsis*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hanseniospora*, *Rhodotorula*, *Debaryomyces*, *Pichia*, *Schizosaccharmyces*, *Cryptococcus* 及び *Dekkera*. このほか3種類の細菌グループ、*Lactobacillus*, *Acetobacter*, *Bacillus* が分離同定されている。

以上が西マレーシアにおけるカカオ研究の概要であるが、世界各国の研究動向を見るため表5を作成した。この表によると1982年に発表されたカカオ論文は188編、23か国に及んでいる。最も発表論文数の多いのはブラジルで、ナイジェリア、マレーシア、アイボリコーストがこれに続いている。論文テーマは、病害虫に関するものが最も多く37%を占め、オイルパームの15%に較べてはるかに多い。

また、研究の背景となる技術上の問題点については1958、'63当時、FAO が生産国に対して行ったアンケートをとりまとめたものがある。その後20年以上も経過しているが各国の技術問題を通覧することが出来るなど資料的価値があるので付表として掲げておく。

文 献

- 1) HELMUT WEYMAR F. (1968) : The dynamics of the World coca market, The M. I. T. press, London, 253pp.
- 2) 岩佐俊吉 (1974) : 熱帯の有用樹種. 熱帯農業技術叢書第11号, 農林省熱帯農業研究センター, 東京, 584pp.
- 3) KRUG C. A., QUARTEY-PAPAFIO E. (1964) : World cocoa survey, F A O, Rome, 242pp.
- 4) ROHAN T. A. (1963) : Processing of raw cocoa for the market, F. A. O., Rome, 207pp.
- 5) SELVADURAI S (1978) : Agriculture in Peninsular Malaysia, Ministry of Agriculture Malaysia, Kuala Lumpur, 222pp.
- 6) THOROLD C. A. (1975) Diseases of cocoa, Clarendon press, oxford, 423pp.
- 7) WILLIAMS C. N. (1975) : The agronomy of the major tropical crops. Oxford University Press, Kuala Lumpur, 228pp.
- 8) WYRLEY-BIRCH : Cocoa planting manual, Kota Kinabalu, 91pp.
- 9) FAO (1985) : Commodity review and outlook, FAO, Rome, p31~34.
- 10) JETRO (1985) : 84—85年の農畜産物の国際需給見通し, 農水産月報 No210, 17p.
- 11) MARDI (1980) : Annual Rerort, MARDI, Malaysia.
- 12) 明治製菓 K. K. (1978) : お菓子読本, 明治製菓 K. K. 東京, 331pp.
- 13) 森永製菓 K. K. (1979) : お菓子と飲物のできるまで, 東京, 29pp.

表4 国別、分野別カカオ関係論文数（1982年分）

	育 種	栽 培	土壌・肥料	病 害 虫	醗 酵	経営・経済	気候・立地	加工・副産物	総 説	国別合計
イ ン ド		4		4						8
イ ン ド ネ シ ア				1			1			2
マ レ イ シ ア	2	6	1	3	3	2				17
ア フ リ カ				1						1
西 ア フ リ カ				2						2
カ メ ル ー ン		2		2		1	2	1		8
ガ ー ナ	2	3	1	2	1	2		1	1	13
アイボリコースト		3	2	6	2	2				15
ナ イ ジ ェ リ ア		1	3	7		4		2		17
ト ー ゴ		1		6			1		1	9
ボ リ ビ ア						1				1
ブ ラ ジ ル	1	8	6	7	3	2	2	2	1	32
コ ス タ リ カ	2	1		5			1			9
ド ミ ニ カ	1									1
エ ク ア ド ル		1		2						3
ラテンアメリカ		1		1						2
熱 帯 ア メ リ カ				1						1
メ キ シ コ				1						1
コ ロ ン ビ ア	1	2	1	7		2				13
フ ラ ン ス				1						1
オ ラ ン ダ								2		2
英 国		2							1	3
世 界	2			2		2			5	11
中 央 ア メ リ カ				1						1
パプアニューギニア	1	1		5		1			1	9
ヴ ェ ネ ゼ ラ		2		1						3
フ ィ リ ピ ン				1						1
そ の 他				1		1		1		3
分 野 別 合 計	12	38	14	70	9	20	7	9	10	189

資料：Abstracts on Tropical Agriculture, 1982年1～12月。



写真1 日除け（材料はココヤシの葉）の下で行われているカカオの育苗（黒色有孔のポリエチレンバッグを使用）。



写真4 花と若いポッド。



写真2 若いカカオの樹（植付後50cm程伸びたところで摘芯している）。



写真5 収穫したポッドとその中味



写真3 カカオの樹に着生する果実（ポッド）。

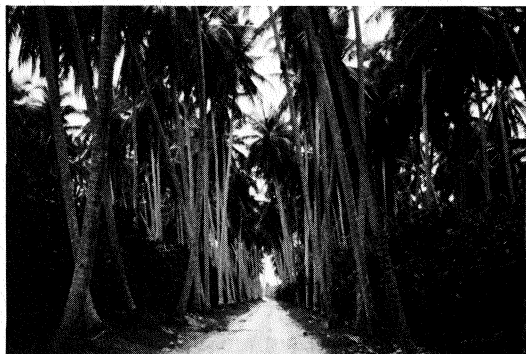


写真6 ココヤシの下に栽培されているカカオ

PERU	Forastero	Good soils rich in nitrogen and potassium.	Black pod; witches' broom; <i>Ceratocystis fimbriata</i> .	Estación Experimental de Tingo María.	Rehabilitation of old plantations; control of diseases and pests.	—
SURINAM	Trinitario	Heavy marine clays; rainfall 1,100 mm; 600/700 trees per ha; permanent shade provided; pruning done; fertilizer use limited.	Pod rot; witches' broom; thrips; cocoa beetle.	Agricultural Experiment Station, Paramaribo; extension services provided.	Improvement of drainage; irrigation; desalination; soil conservation and mechanization; control of diseases and pests; breeding; improvement of processing.	—
VEN— EZUELA	Criollo; Calabacillo	Sandy deep alluvial soils; average rainfall 2,000 mm; spacing 3×4 m; permanent shade provided; pruning applied, but no fertilizer.	Black pod; <i>Monilia</i> ; pod rot; witches' broom; trunk necrosis; <i>Steirastoma breve</i> ; ants; aphids.	Cocoa stations at; Ocumare de la Costa; Bar—lovento; Caucagua; Tunapuy, Edo. Sucre. Extension organized.	Low yields; diseases and pests; poor quality of processed beans.	Study and control of <i>Ceratocystis fimbriata</i> .
North and Central America						
COSTA RICA	Trinitario; various clones	volcanic alluvial soils; spacing 4×4 m under permanent shade; light pruning done; little fertilizer used.	Black pod; <i>Ceratostomella</i> sp.; cushion galls; leaf-sucking and cutting insects.	IAIAS, Turrialba; Estación Experimental de La Lolla; Estación Experimental de Los Diamantes; efficient extension service	Black pod; <i>Ceratostomella</i> ; cushion gall; rehabilitation of old plantations.	—
MEXICO	Forastero; Criollo and mixed	Alluvial soils; average rainfall 2,160 to 3,800 mm; spacing 4 or 5 m square; permanent shade provided; little pruning; very little fertilizer applied.	Thrips; black pod; <i>Ceratostomella</i> sp.	Estacion Experimental Rosario, Izapa; extension organized.	Lack of improved planting material; improvement of processing, control of black pod.	—
PANAMA	Forastero (Calabacillo)	Red and dark yellow deep alluvial soils and dark brown clays; average rainfall 1,282 mm; spacing 4 to 6 m; no fertilizer applied; no prun-	Black pod, <i>Collectotrichum</i> and <i>Corticium</i> spp.	Extension services organized.	Lack of improved planting material; improved plantain management; processing.	—

West Indies		ing done; permanent shade provided.				
DOMINICA	Forastero; strains from Trinidad	Clay of sandy loams; rich organic soils; average rainfall 2,000 to 3,000 mm; spacing 3×3 m to 4.2×4.2 m under permanent shade; fertilizers applied.	Black pod; <i>Rosellinia</i> ; termites and borers.	No special research program; effective extension.	Faulty processing; lack of soil studies and agronomic trials.	—
DOMINICAN REPUBLIC	Forastero (Calabacillo)	Deep soils rich in nitrogen, potassium and organic matter. Rainfall 1,000 to 1,400 mm; spacing between 3.6 and 4.5 m; shade provided; pruning done.	Black pod; root rot and cankers; rats and woodpeckers.		Lack of improved plant material; improvement in soil fertility; control of pests and diseases.	—
GRENADA	Mixture of several clones replacing old Forastero	Capitol clay loam; Belmont clay loam; Perseverance clay; average rainfall 2,243 to 2,890 mm; spacing 3×3m; little or no permanent shade; fertilizers and manures used.	Witches' broom; black pod; cocoa beetle; thrips.	Mount Home Cocoa Station; co-operates with Regional Research Center, Trinidad; extension service well organized.	Rehabilitation of old plantations.	Exchange visits of technicians.
GUADELOUPE	Trinitario; Forastero	Light or heavy volcanic soils; average rainfall, 1,480 to 3,000 mm; limited pruning done; no fertilizers applied.	Black pod; termites; borers; rats	Institut des fruits et agrumes coloniaux, (IFAC); extension by Department of Agriculture.	Rehabilitation of old plantations; poor general husbandry; disease and pest control.	—
HAITI	Forastero	Latosols and black soils; average rainfall 1,700 to 3,120 mm; spacing 2×1.5 to 3 or 4m ² ; permanent shade provided; no pruning; fertilizers not in general use.	Thrips, birds and rats; black pod; anthracnose; pseudo witches' broom.	Markfranc Experiment Station, Jérémie, with substitutions; Extension organized.	Lack of improved plant material; rehabilitation of old plantations, control of cherelle wilt; rodents; poor processing and lack of training facilities.	—

JAMAICA	Forastero and Trinitario selection	Good soils; average rainfall, 1,000 mm to over 2,500 mm; spacing 3.7×3.7 m recommended; under permanent shade.	Black pod; fiddler beetle; rats.	Covered by Regional Research Center, Trinidad; locally, Crop Agronomy Division of Ministry of Agriculture extension service.	Erosion; unsuitable location; black pod; improvement of quality of product.	—
MARTINIQUE	Forastero; Trinitario; Trinidad clones	Direct seeding 2.4×2.4 m; permanent shade; average rainfall 1,500 to 3,000 mm, organic manures and fertilizer applied; no pruning.	Black pod; coccids; thrips.	IFCC in collaboration with IFAC.	Improvement of processing methods and husbandry; rehabilitation of old plantations.	—
TRINIDAD	Trinitario	Montserrat and Brasso clays; silty clay and clay loams; Moruga loam; rainfall between 1,270 and 3,000 mm; spacing 3.6×3.6 m; permanent shade provided; pruning undertaken, manures and fertilizer applied.	Cocoa thrips; beetles; black pod; witches' broom.	Regional Research Center of University of the West Indies; and several field trial stations.	Rehabilitation of old plantations; control of pests and diseases, especially black pod, witches' broom and thrips, lack of nutrition studies.	—
Africa						
ANGOLA	Forastero	Sandy or heavy clay soils; spacing 3 to 5 m ² ; permanent shade; pruning done; no fertilizer applied.	Capsids and fungus diseases.	No facilities exist.	Improvement of general management; control of pests and diseases.	All fields of cocoa cultivation
CAMEROON	Forastero; Criollo; and hybrids	Red clay and basaltic soils; average rainfall 2,500 mm; spacing 3×3 m; permanent shade provided; pruning done.	Black pod; capsids.	Station expérimentale du Centre de Nkoemvone, near Ebolowa; Centre de recherches agronomiques, Nkolbisson, near Yaoundé; extension organized.	Pest and disease control; lack of improved plant material; improved extension service; improved processing.	—

CONGO (BRAZ- ZAVILLE)	Forastero	Metamorphic and nonmetamorphic sedimentary soils; average rainfall 1,500 mm; spacing 3×3 m; permanent shade provided.	Pod rots; capsids.	Technical advice from Nkoemvone Station, Cameroon; extension organized.	Poor general husbandry; pests and diseases.	—
CONGO (LEOPOL- DVILLE)	Amazon; Forastero	Lateritic sandy clay; average rainfall 1,250 to 1,852 mm; spacing 3×2.50 m for seedlings, wider for cuttings; permanent shade provided; no pruning; fertilizer little used.	Root disease; collar crack; thread blight; brown and black pod; capsids; borers.	INEAC, Yangambi, with substation; extension organized.	Improvement of general plantation management; lack of improved plant material.	—
DA — HOMEY	Forastero; São Tomé; Soconusco	Alluvial soils	Unidentified	Niaouli Station	Diseases and pests; lack of technical knowledge.	—
GABON	Forastero	Ferruginous soils; average rainfall 1,700 mm; spacing 3×3 m; permanent shade provided; pruning recommended.	Black pod; brown pod; capsids; borers.	Advice received from Nkoemvone and Nkolbisson Stations; Cameroon; extension organized.	Need for improvement of soil fertility; lack of better plant material; diseases and pests; poor harvesting and processing.	—
GHANA	Forastero	Upland sedentary soils; average rainfall between 1,300 and 1,800 mm; spacing irregular; plant population 900/2,500 per ha; no general use of fertilizers; permanent shade provided.	Swollen shoot; capsids; black pod; diebacks.	Cocoa Research Institute of Ghana; Bunso Plantation; many field trial stations; well organized extension service.	Swollen shoot; capsids; black pod; rehabilitation of old farms; general husbandry improvement.	Technical advice on research.
IVORY COAST	Forastero; Trinitario	Schists, granitic and sandy soils; average rainfall 1,361 to 1,906 mm; plant population 900/2,000 trees per ha; permanent shade; fertilizers recommended.	Swollen shoot; black pod; thread blight; capsids; monkeys and squirrels.	IFCC; Divo Experiment Station; extension organized.	Rehabilitation of old plantations; capsids and swollen shoot disease.	—

LIBERIA	Forastero; Criollo	Sandy loams; alluvial and lateritic soils; average rainfall 2,000 to 3,000 mm; permanent shade provided; pruning done.	Ambrosia beetle; capsids and mealybugs; black pod	Central Agricultural Experiment Station, Suakoko, and substation at Las Palmas; extension work organized.	Lack of soil surveys; pest and disease control; processing and grading problems.	Assistance in soil surveys; pest and disease control and processing.
MADAGASCAR	Criollo; Forastero	Alluvial soils; average rainfall 2,200 mm; permanent shade provided; no pruning.	Black pod; thread blight.	Ambanja Station of IFCC. Extension service provided.	Lack of improved planting material; poor processing.	—
NIGERIA (Western Region)	Forastero	Soils overlying crystalline rocks or firm sedimentary rocks; rainfall between 1,220 and 1,575 mm; spacing irregular; little or no shade; limited pruning; no general use of fertilizer.	Capsids; swollen shoot; black pod.	WACRI (Nigeria) and Gambari Experiment Station, Department of Agriculture; efficient extension service.	Rehabilitation of old plantations; lack of improved plant material; control of pests and diseases; quality improvement.	—
RÍO MUNI	"Amelonado Dorado"; "Amelonado Rojo"; Criollo	Volcanic clay or stony and lateritic soils; rainfall 1,200 to 3,000 mm; spacing 3×3 m; permanent shade provided; pruning practiced and fertilizer applied.	<i>Xyleborus</i> and <i>Helopeltis</i> ; rodents; black and brown pod diseases; anthracnose.	—	Lack of improved plantation management	—
SÃO TOMÉ	Several varieties (Forastero, etc.)	Volcanic soils; average rainfall 2,000 mm or more; low rainfall areas irrigated; 600/1,000 trees per ha; permanent shade provided; pruning done; no general use of fertilizer.	Thrips; black pod; swollen shoot	Research envisaged; extension conducted.	—	—
SIERRA LEONE	Forastero	Hydromorphic fine sandy loams and deep lateritic gravel; average rainfall 2,700 mm.	Black pod	Kpuabu Experimental Station; extension work organized.	Black pod; mon- umental damage; poor farm sanitation; general husbandry.	—

TOGO	Amelonado	Colluvial or alluvial soils; rainfall 1,200 to 1,600 mm; spacing irregular; permanent shade; pruning done; no fertilizer applied.	Capsids; swollen shoot; black pod and thread blight	Station de recherches, Tove; extension service provided.	Maintenance of old plantations; control of pests and diseases; improvement of processing.	—
UGANDA	Forastero; Trinitario	Good primary and secondary forest soils; average rainfall 1,140 mm; shade not preferred on the better soils; windbreaks essential.	—	Kawanda Agricultural Research Station; Kituza Coffee Research Station; extension organized.	Fermentation problems.	—
ZAN — ZIBAR and PEMBA	Forastero	Sandy to heavy soils; average rainfall 1,600 mm; spacing 3.6 × 3.6 m; temporary shade later removed.	Fungus disease of pods (not <i>Phytophthora</i>)	Kizimbani Agricultural Experiment Station, Zanzibar, and substation; Matangatwani Agricultural Station, Pemba; extension service provided.	Pests and weeds; soil improvement; poor processing.	—
South-east Asia and Oceania						
CEYLON	Trinitario	Red heavy loams; gray brown loams; average rainfall over 2,000 mm; spacing between 3.6 and 4.5 m ² ; permanent shade provided; pruning done and fertilizer recommended.	Black pod; swollen shoot; sickle leaf disease; <i>Helopeltis</i> ; leaf hoppers; pod and bark borers; caterpillars.	Cocoa Research Station, Kundasale; extension work organized.	Rehabilitation of old plantations; choice of suitable soils; lack of better planting material; control of diseases and pests; fertilizer application.	Yield decline and swollen shoot disease.
IN — DONESIA	Trinitario	Volcanic ash and Lahar soils; average rainfall 1,847 to 2,119 mm; spacing 4 × 4 m; permanent shade provided; pruning done; some fertilizer used.	Black pod; capsids; pod stem and branch borers.	Belai Penjelidikan Perkebunan Besar, Bogor (with branch at Djember); Field Experiment Station, Kedungpani; Cocoa Experiment Station, Bedji.	Diseases and pests; rehabilitation of old plantations.	—

MALAY SIA <i>Malaya</i>	Forastero	Clay or sandy clay loams and alluvial clays; average rainfall 3,000 mm; spacing 2.4×2.4 m; permanent shade left; pruning done and fertilizer application recommended.	Black pod; <i>Helopeltis theobromae</i> ; mealybugs.	Jerangau Experiment Station; Serdang Experiment Station; extension is organized.	Lack of farmers' practical experience; dieback disease.	—
<i>Sabah</i>	Forastero	Alluvial and volcanic soils; permanent shade provided.	—	Cocoa Research Station, Quoin Hill.	Pests and diseases; severe defoliation.	—
PHILI— PPINES	Criollo	Clay loams; loams; alluvial soils; etc.; spacing 3×3 m; permanent shade provided; pruning done; fertilizer applied.	Capsids; borers; black pod; brown bark rot; pink disease and thread blight.	College of Agriculture; Central Experiment Station of University of Philippines, Laguna; extension program organized.	Pests and diseases; soil fertilization.	General agronomy; rehabilitation; disease and pest control; breeding; processing.
WEST ERN SAMOA	Forastero and Criollo hybrids	Stony and bouldery clays; average rainfall 3,000 mm; spacing 4.5×4.5 m; shade provided and pruning done.	Black pod; leaf-eating insects; pink disease and root disease.	Nafanua Agricultural Station, Upolu, and three substations	Poor crop management; pests and diseases; weeds; lack of improved plant material.	Propagation; fertilizer use; fermentation and drying.
VIET— NAM	Forastero	Alluvial and red basaltic soils; average rainfall 2,000 mm; interplanted with fruit trees; at higher altitudes permanent shade provided.	Black pod	Extension organized.	—	—

資料：World cocoa survey F.A.O. Rome 1964.

参考資料 2

A. チョコレート及び砂糖菓子 1 人当り年間消費量 (国別年別)

(単位: kg)

年 品目 国名	1979年			1980年			1981年			1982年			1983年		
	チョコレート	砂糖菓子	計	チョコレート	砂糖菓子	計	チョコレート	砂糖菓子	計	チョコレート	砂糖菓子	計	チョコレート	砂糖菓子	計
西 ド イ ツ	6.7	5.4	12.1	7.2	5.5	12.7	7.4	5.6	13.0	7.1	5.8	12.9	7.1	5.7	12.8
オーストラリア	4.2	4.1	8.3	4.0	3.7	7.7	4.1	4.0	8.1	4.1	3.9	8.0	4.0	3.9	7.9
オーストリア	6.0	2.6	10.6	6.2	2.6	8.8	6.4	2.6	9.0	6.3	2.6	8.9	6.9	2.5	9.4
ベ ル ギ ー	7.0	3.7	10.7	6.2	3.7	9.9	7.4	3.7	11.1	7.8	3.9	11.6	7.2	4.2	11.4
デ ン マ ー ク	4.7	4.8	9.5	4.8	4.5	9.3	5.2	5.0	10.2	5.2	5.0	10.2	5.2	5.1	10.3
フィンランド	2.6	3.9	6.5	2.5	4.1	6.6	3.7	4.7	8.4	3.9	3.5	7.4	3.4	3.7	7.1
フ ラ ン ス	4.8	3.2	8.0	4.9	3.0	7.9	5.0	3.0	8.0	5.1	3.1	8.2	4.7	2.9	7.6
アイルランド	4.8	8.3	13.1	—	—	—	—	—	—	4.7	8.3	13.0	5.6	6.5	12.1
イ タ リ ー	1.0	2.3	3.3	1.1	2.3	3.4	1.2	2.1	3.3	1.3	2.0	3.3	1.4	2.1	3.5
日 本	1.0	1.5	2.5	1.1	1.5	2.6	1.3	1.3	2.6	1.3	1.3	2.6	1.3	1.3	2.5
オ ラ ン ダ	5.8	5.6	11.4	5.0	5.4	10.4	4.6	5.1	9.7	4.8	5.4	10.2	4.4	5.7	10.1
ノールウェー	6.7	3.7	10.4	7.3	5.3	12.6	—	—	10.7	7.3	5.3	11.0	7.5	3.9	11.4
ス エ ー デ ン	5.8	4.2	10.0	5.8	3.9	9.7	5.2	3.6	8.8	5.6	4.1	9.7	5.5	3.8	9.3
ス イ ス	9.5	2.8	12.3	10.2	3.1	13.3	10.4	3.0	13.4	9.9	2.9	12.8	10.0	2.9	12.8
イ ギ リ ス	6.7	5.5	12.2	6.6	5.1	11.7	6.8	5.1	11.9	7.5	5.1	12.6	7.8	4.8	12.6
ア メ リ カ	3.9	3.6	7.5	3.7	3.3	7.0	—	—	7.2	3.7	3.0	7.4 *	4.2	3.2	8.1
ユーゴスラビア	1.8	2.2	4.0	1.9	2.2	4.1	2.0	2.3	4.3	1.9	2.2	4.1			

注) 「チョコレート」は加糖ココアを含む。※アメリカはチューイングガムを含まず、また分類の違いがあつて計があわない。

資料: 国際ココアチョコレート協会

国際製菓協会

B. 醗酵前の豆の成分組成（西アフリカ豆）

（単位：％）

Constituent	Dried beans	Fat-free material
Cotyledons	89.60	—
Shell	9.63	—
Germ	0.77	—
Fat	53.05	—
Water	3.65	—
Ash(total)	2.63	6.07
Nitrogen		
Total nitrogen	2.28	5.27
Protein nitrogen	1.50	3.46
Ammonia nitrogen	0.028	0.065
Amide nitrogen	0.188	0.434
Theobromine	1.71	3.95
Caffeine	0.085	0.196
Carbohydrates		
Glucose	0.30	0.69
Sucrose	Nil	Nil
Starch	6.10	14.09
Pectins	2.25	5.20
Fiber	2.09	4.83
Cellulose	1.92	4.43
Pentosans	1.27	2.93
Mucilage and gums	0.38	0.88
Tannins	7.54	17.43
Acids		
Acetic(free)	0.014	0.032
Oxalic	0.29	0.67

資料：FAO（1963）

C. カカオ豆の成分組成（加工原料）

外 皮	11%	炭水化物	20%
胚 芽	1 "	糖質	17 "
ニブス	88 "	繊維	3 "
水 分	5 "	タンニン	6 "
脂 肪	53 "	テオブロミン	1 "
蛋白質	12 "	灰分	3 "

資料：森永製菓（1978）

D. ココアパルプの成分組成

Component	Average content (%)
Water	80-90
Albuminoids, astringents, etc	0.5-0.7
Glucose	8-13
Sucrose	0.4-1.0
Starch	Trace
Nonvolatile acids(like tartaric)	0.2-0.4
Iron oxide	0.03
Salts(potash, soda, calcium and magnesium)	0.4-0.45
Volatile acids	Nil
Alcohol	Nil

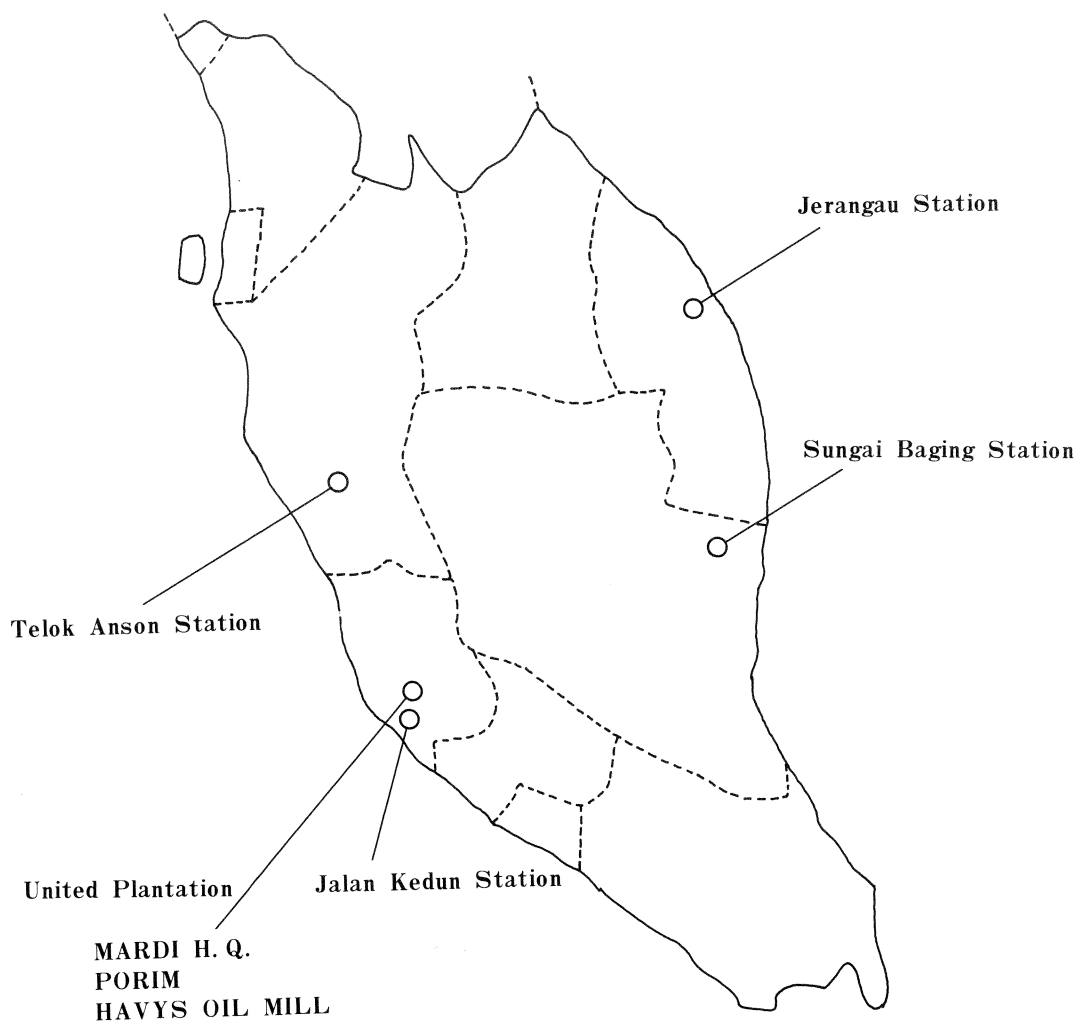
資料：FAO (1963)

參考資料 3.

日 程

- July 9 (Mo.) Tokyo—Kuala Lumpur
- 10 (Tu.) K. L. —Jalan Kebun
 MARDI, Jalan Kebun Station
 MARDI H. Q.
- 11 (We.) K. L. —Telok Anson
 United Plantation
- 12 (Th.) T. A. —K. L.
 MARDI, Telok Anson Station
- 13 (Fr.) K. L. —Serdang
 MARDI, Miscellaneous Crops Division
- 14 (Sa.) Observation at the Central Market, K. L.
- 15 (Su.) Field trip in suburb K. L.
- 16 (Mo.) K. L. —Kuantan
- 17 (Tu.) Kuantan—Sungai Baging—Kuala Trengganu
 MARDI, Sungai Baging Station
- 18 (We.) K. Trengganu—Jerangau—Kuantan
 MARDI, Jerangau Station
- 19 (Th.) Kuantan—K. L.
- 20 (Fr.) K. L. —Serdang, PORIM & Oil Mill
- 21 (Sa.) Field trip in suburb K. L.
- 22 (Su.) Meeting with TARC staff members
- 23 (Mo.) Kuala Lumpur—Bangkok
- 24 (Tu.) Bangkok
 Japanese Embassy
 Department of Agriculture
- 25 (We.) Bangkok
 Field Crops Research Institute
 Horticulture Research Institute
- 26 (Th.) Bangkok—Khon Kaen
- 27 (Fr.) Khon Kaen—Kalasin
 Kalasin Field Crops Experiment Station
- 28 (Sa.) Khon Kaen—Bangkok

29 (Su.) Field trip in suburb Bangkok
 30 (Mo.) Bangkok—Chantaburi
 31 (Tu.) Chanthaburi—Rayong
 Plew Horticulture Experiment Station
 Aug. 1 (We.) Rayong—Bangkok
 Huai Pong Field Crops Research Center
 2 (Th.) Bangkok
 DoA, Oil Seed Laboratory
 3 (Fr.) Meeting with TARC staff members
 4 (Sa.) Field trip in suburb Bangkok
 5 (Su.) Observation at the food market, Bangkok
 6 (Mo.) Department of Agriculture
 7 (Tu) Bangkok—Tokyo



マレーシア

