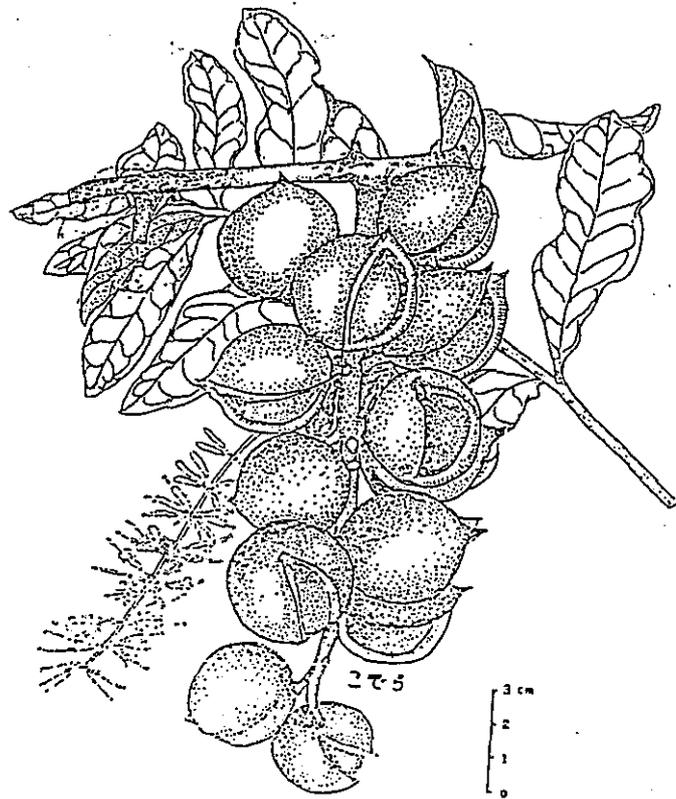


ケニアのマカダミア栽培

47  
8  
A  
35 RY

# ケニアのマカダミア栽培



昭和63年1月

JICA LIBRARY



J 1132233 (6)

国 際 協 力 事 業 団  
農 業 開 発 協 力 部

## 緒 言

マカダミアナッツは我が国ではまだ馴染みが薄く、耳慣れない名前であると感じる方々が多いことと思われる。それは、マカダミアそのものが発見されてからわずかに100年前後しか経過していないだけでなく、この果樹が本格的に栽培され始めたのはここ40-50年前からでしかないという理由による。しかし最近食生活が豊かになると共に、熱帯の果物類が海外から大量に輸入されるようになり、マカダミアナッツもその存在が認識されはじめている。そのような時期に、ケニア政府の要請に基づいて、去る昭和60年12月より国際協力事業団（JICA）のプロジェクト方式の技術協力が開始されることとなった。

本書は国際協力事業団の技術協力専門家として、昭和61年3月よりケニア園芸開発協力プロジェクトに派遣され、マカダミア栽培の研究に携わる機会を得た著者等の報告の一部として取りまとめたものである。

我が国におけるこの分野に関する出版物が非常に乏しく、今後この方面に携わる方々の何らかの参考になれば幸いと考え、甚だ不十分である事を承知の上で執筆に取り組んだものである。

今後、機会を得て、加筆、訂正していきたいと考えているので、誤りに気付かれた折には御指摘頂ければ幸いである。

最後に、本書執筆にあたって資料提供と助言を頂いた田中浅夫専門家（普及）、並びにケニア園芸開発プロジェクトで研究に携わる他の専門家諸氏、ケニア国のスタッフ一同に対して衷心より厚く御礼申しあげる次第である。

昭和62年12月

### ケニア園芸開発計画

#### 長期派遣専門家

岩崎 寿 光 （栽培・JICA）

小寺 義 郎 （栽培・JICA）

#### 短期派遣専門家

鈴木 邦 彦 （栽培・果樹試）



1132233 (6)

# 目 次

I 概 説	1
1. 原産地及び主要生産地	1
2. 来歴と発展経過	2
3. 現況と将来性	4
II 分 類	6
1. 分 類	6
2. 形態的特性	8
III 栽培適地	14
1. 地域特性	14
2. 土壌条件	15
3. 気象条件	15
IV マカダミアの品種	17
1. 品種の選抜	17
2. 品種の特性	18
V 繁 殖	25
1. 繁殖技術確立の経過	25
2. 台木の育成	25
1) 育苗管理	26
2) 移植後の管理	27
3) 接ぎ木用の諸資機材	29
3. 母樹園の設置	30
1) 穂木の採取	30
2) 穂木の選択	30
3) 穂木の採取時期	30
4) 穂木の貯蔵	31
4. 接ぎ木方法	32
1) 割接ぎ	32
2) 合せ接ぎ	34
3) 腹接ぎ	34

4) その他の接ぎ木法	37
5. 苗木生産の問題点	38
1) 接ぎ木用資機材の不足	
2) 技能者の養成	
VI 栽培（栽培園の生産管理）	40
1. マカダミアの開花と結実習性	40
2. 栽培地の設定	41
3. 開墾及び植え穴の準備	42
4. 栽植距離の決定	43
5. 定植	44
6. 幼木園管理（定植後の管理）	45
7. 雑草防除とマルチ	46
8. 整枝剪定	47
9. 間作栽培	50
10. 高接ぎ更新	51
11. 施肥管理	53
12. 乾燥と灌水	55
13. 病虫害	57
1) 病虫害の種類	57
2) 病虫害防除	58
14. 収穫	59
1) 収穫	59
2) 収穫後の管理	60
VII 貯蔵及び加工	62
1. 貯蔵	62
2. 加工	64
VIII マーケティングその他	66
1. マーケティングの現状	66
2. ケニアのマカダミア普及の現状	67
3. 苗木の生産と普及	71
4. 世界的需要と供給の関係	72
IX 参考文献	73

## I 概説

## 1. 原産地及び主要生産地

マカダミア(*Macadamia integrifolia*, *M. tetraphylla*) は、オーストラリアのニューサウスウェールズ州東北部からクインズランド州南部にわたる地域が原産地とされる喬木で、湿潤な亜熱帯気候の地域に自生が多く認められる。

本果樹は1858年にオーストラリア人のJOHN MACADAM, M.D. 氏によって発見され、クインズランド・ナッツとも呼ばれたが後に彼の名前にちなんで属名はマカダミアと命名され、英名も属名をそのまま用いるようになった。しかし、その栽培が本格的に始められたのはオーストラリアではなく、ハワイであった。今世紀前半に実生によって導入された6万本の苗木を基<sup>として</sup>からで、その後ハワイ農業試験場で優良品種の選抜、交配等が行なわれ、今日の栽培品種が確立した。現在のような本格的な栽培が行われるようになったのは、第二次世界大戦以後である。

ハワイに次ぐ生産地としてオーストラリア、ケニア、ブラジル、カリフォルニア、南アフリカ、グアテマラ、コスタリカ、マラウイ等が上げられ、その生産量は表1-1に示すとおりである。

また、ごく最近ではモザンビーク、タンザニア、ウガンダ、タイ、中国などにおいても産地化のための開発が進められてい。

表1-1 世界におけるマカダミアナッツの生産量(1985年)

産出国名	生産量
アメリカ	4400 トン
オーストラリア	500
ケニア	300
南アフリカ	250
グアテマラ	150
コスタリカ	30
マラウイ	30
合計	5660

注) U.S Department of Commerce, 日本貿易月表及び  
Yearbook of California Macadamia Society(1986)による。

表に示すように、現在でもハワイがその世界総生産量の約80%を占めており、栽培の歴史の古さを感じさせられる。しかし、現時点でのケニアにおける栽培面積は5000haとされており、ハワイのそれに劣らない。本開発計画が成功すれば栽培可能地域が広大であるだけに、生産量の大幅な増大が期待される。

## 2. 来歴と発展経過

ケニアにおけるマカダミア栽培の発展経過は、ハワイのそれと非常に似通っていると言えることができる。1960年代後半より始ったケニアのマカダミア植栽ブームの場合、約80万本がハワイまたはオーストラリアから導入された実生により繁殖された苗木によるものであり、約50年遅れてハワイで行なわれたのと同様な事が繰り返されたと考えることができる。

今日のようなマカダミア栽培に関する研究機関が存在しなかった当時、その導入に關してのバイオニオ的役割をはたしたボブ・ハリス氏のケニアにおけるマカダミア栽培の普及、発展に対する貢献は多大な物があり、ハリス氏自身果樹園に約1万本ものマカダミアの栽培を行なっている。しかし、残念なことに、これらのマカダミア樹も農家に配布された苗木と同様に遺伝的に雑多な形質を持つ、実生によるものが大部分であった。

また、その主たる栽培地域はコーヒーの主産地であるセントラルハイランドの（ケニア中部の高地）キアンブ、キリニャガ、ムランガ、エンブ及びマチャコス地域に分布し、コーヒー園からマカダミア園に栽培が転換こともハワイのそれと共通するものがある。今日でこそ、ハワイのコナ（Kona）コーヒーの名前をあまり耳にしなくなったが、ひと昔前までは現在のキリマンジャロ、ブルーマウンテン同様その名を馳せており、世界的なコーヒー価格の高騰の度に約6万本の実生苗より育成された樹の何割かが伐採された。

したがって、現在栽培されているハワイのKeauhou (246), Ikaika (333), Kakea (508)等の品種は、1940年代後半から1950年代前半にハワイ農業試験場（Hawaii Agricultural Experiment Station）で上記の6万本の実生の中からH.P. Beaumont, W.B. Storey氏等によって選抜されたものがある。

ケニアにおいて実生によって繁殖されたマカダミア樹は、結実樹齢に達しても開花結実が全く開始されなかったため、ケニア政府は1972年にその繁殖、販売を中止すると同時に、FAOに調査を依頼し、ハワイよりその権威者であるハミルトン氏が派遣された。それに基づきFAOの勧告に従って、ケニア政府はアメリカ合衆国及び日本からマカダミア栽培技術者の派遣申請を行った。1977年になって、日本国政府よりJICA専門家として平間氏（育種）が翌年に岩崎（繁殖）が派遣され、マカダミアの栽培、育種、繁殖が開始される運びとなった。ハワイの実生由来する6万本と同様、ケニアの実生による80万本の既存樹は、その後の貴重な育種素材となり、今日の優良品種が確立されてきたと確信している。この10年間に、すでに6品種（KRG-1, KRG-

3, KR G-4, MR G-20, EMB-1, KMB-3) が優良品種として推薦されている。

また、1985年にはJICAの無償資金協力により当研究センターが建設されると同時に、技術協力も開始され、前途の平間・岩崎を含め、新たに5名の長期専門家(平間・田中・中川・岩崎・小寺)の派遣が行われ、その研究及び普及活動がより強化され今日に至っている。

一方、流通面では1975年にケニアナッツカンパニー 略称 KNCが設立(日本企業とケニア農業省との合弁会社)された。ケニアのマカダミアを産業として今日までに仕上げたKNCの努力には多大の敬意を表するものであると同時に、ケニア政府より集荷及び販売、輸出をほぼ全面的に任されている企業として、ケニアのマカダミア産業の発展のために最も重要な存在となっている。KNCで集荷、加工されたマカダミアナッツ製品のほぼ100%が日本国内に向けて輸出され、その量は表1-2に示す様に年々増加する傾向にある。また農産物以外に輸出産物として鉱物資源あるいは工業生産物のないケニア政府としては、現在コーヒー、紅茶に次ぐ第3の輸出農産物を模索しており、日本政府もまた、ケニアとの貿易不均衡の是正の観点から、ケニアのマカダミア産業の発展に期待するところは大きい。

表1-2 ケニアにおけるマカダミアナッツの輸出量並びに金額の推移

年次	輸出量(トン)	金額(百万円)
1982	246*	
1983	255**	
1984	246	321.5
1985	237	319.7
1986	321	317.7

注) 日本貿易白書、M.F.Kenya Annual Trade Reportより

\* は25トン、\*\*は39トンが米国向け輸出

表1-3 我が国の輸出国別マカダミアナッツの輸入量 (単位:トン)

年次	ケニア	オーストラリア	アメリカ	計
1982	221	24	17	264
1983	255	29	15	299
1984	207	24	1	235
1985	237	35	2	274
1986	321	67	18	406

注) 日本貿易白書より

### 3. 現況と将来性

マカダミアの発見から今日に至るまで、いまだ百年余りの年月が経過したのみであり、熱帯・亜熱帯における栽培果樹のなかでも最も新しい作物とすることができる。それ故、当然その品種改良及び優良品種の選抜等に関する研究は、他の熱帯・亜熱帯果樹ほどには進んでおらず、栽培適地と考えられるポテンシャル地域は世界中に数多くあるが、個々の品種における地域適応性が異なるため、ハワイ以外の地域では、ハワイ系品種を導入して栽培した場合に期待されるほど生産性が上がらなかった。これらの事実はマカダミア開発後進国の発展を遅らせている原因の一つであると考えることができる。

世界のマカダミア主要生産地としては、前述したハワイ、オーストラリア、ケニア等が上げられるが、その内ハワイの約5000ヘクタールの土地で全世界生産量の約80%が産出されている。しかし、高級ナッツとしてのイメージが高く、現在の生産量ではまだ世界的な需要を満たすにはほど遠い生産量である。現在、ケニアで生産されているマカダミアナッツ約2500トンの100%近くが我が国へ輸出されているが、KNCの関係者によれば、さらに日本国内において現在の生産量の10倍の需要が見込まれるとしている。欧州諸国においても当然その潜在的な市場性は高いと考えられるが、マカダミアの生産量が非常に不足しているのが今日の状況であり、他のアーモンド、ピスタチオ、ブラジルナッツ以上に将来性の高い果樹とすることができる。

ケニア、マラウイ、タンザニア、コスタリカ、グアテマラ、メキシコ、ブラジル等の発展途上国では、コーヒー、紅茶に次ぐ外貨獲得のための重要な農産物であると同時に、小農育成のための換金作物として大きな期待がかけられている。

表1-4 我が国の各種ナッツ類の輸入量と価格

(単位トン、円/kg)

品目	年次					
	1984		1985		1986	
	輸入数量	CIF価格	輸入数量	CIF価格	輸入数量	CIF価格
	トン	円/Kg	トン	円/Kg	トン	円/Kg
マカミアナツ	235	1384	274	1394	406	1137
ガシューナツ	2394	1286	2348	1157	3410	1071
アーモンド	16025	828	16415	669	23883	656
ピスタチオ	470	1311	753	1007	766	788
ブラジルナツ	70	562	49	477	48	385
ヘーゼルナツ	582	586	462	680	561	669

注) 日本貿易月表(1987)による

## II 分類

### 1. 分類

マカダミアはヤマモガシ科(Proteaceae)のマカダミア属に位置し、下記の10種が明らかにされている。

- 1) Macadamia francii
- 2) M. heyana
- 3) M. hilderbrandii
- 4) M. integrifolia F. Muell (インテグリフォリア系、略称：インテ系)
- 5) M. prealta
- 6) M. roussei
- 7) M. ternifolia (テルニフォリア系、略称：テトラ系)
- 8) M. tetraphylla (テトラフィラ系)
- 9) M. veillardii
- 10) M. whelani

上記の10種の中でナッツとして一般に食される種は、オーストラリア原産のM. integrifolia, M. ternifolia, M. tetraphylla の3種のみである。テトラ系は一般に台木として使用される場合が多く、またテルニフォリア系は交雑親としてのみ使用される。その他の種はセレベス島、ニューカドニア、オーストラリア東北部に分布、自生しているが、ナッツとしての商品価値はほとんど認められない。

ハワイを中心として世界的に経済栽培されている品種は、インテ系あるいはインテ系とテトラ系の交雑種であり、ハワイ農業試験場で選抜されたHAES 246、333、505、660、800等がある。これらの品種は殻果皮が実生から育成された樹から生産されるのものと比べて一般に薄く、そのため除殻(クラッキング)時の完全種子(ホールナッツ)の歩留りが高い。このことが市場価格を決定するうえで最も重要視されるため、品種の選抜基準の目安がここに置かれる。当然、平均収量も実生のそれより3~5倍高い。

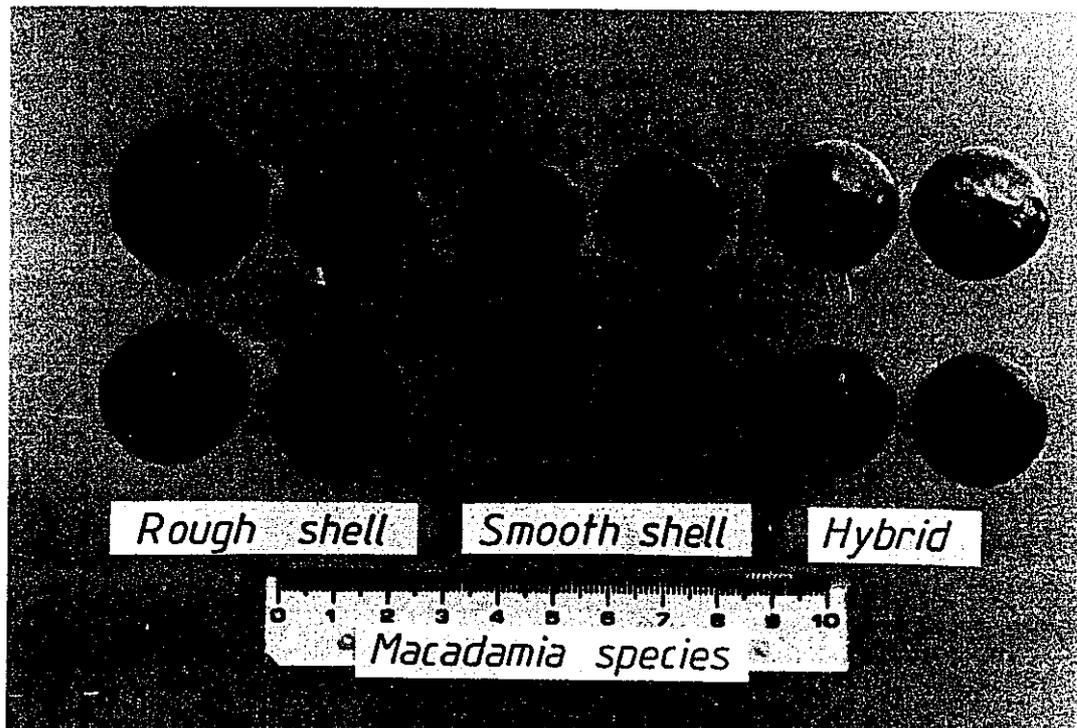
図1-1 ケニアにあるその他のヤマモガシ科の植物



表1-5 *M. integrifolia*と*M. tetraphylla* 両系統の形態的特性の比較

項目	系 統	
	<i>M. integrifolia</i>	<i>M. tetraphylla</i>
樹形	樹高に対し開張性	樹高高く、立性
殻の表面	滑らかである	凸凹がある
殻果の形状	ほぼ球状	楕円形
葉	一節から3葉発生 葉柄が長く、葉縁は全縁で、 トゲはほとんどない。 葉身の長さは30cm未満で ある。	一般に一節から4葉発生 葉柄はほとんど認められず、葉縁 に多数のトゲが多数ある。葉身の 長さは50cm近い。
新葉	薄い緑色	褐色～赤褐色
花色	白色	ピンク又は、淡い赤色
花房長	15～30cm	25～50cm
主な開花時期	1～2月及び6～8月	2～3月及び8～10月
標高	1750m以下の低地に適す る。	1700m以上の高地でも可能。

図1-2. テトラ系、インテ系、交雑系の殻果（ナッツ）



## 2. 形態的特性

### 1) 幹及び枝梢

太く直立した幹を形成するが、放任すると、途中で分枝し、分枝解の小さい数本の枝によって樹冠が構成される。枝の伸長は、①枝の伸張は、同一箇所から4～5本伸び、特に幼木時における整枝剪定が重要となる。V形をした側枝は将来裂けやすいため、できるだけ早期に除去する事が望まれ、逆にL形をした枝は裂け難く加重や強風に対しても非常に強靱である。(図2-2)

②インテ系を台木として使用した場合、品種によっては台木が劣性になる台負けの傾向があり、その木肌は非常に粗い。

③前述したように、インテ系の新梢は緑色だが、テトラ系のものは褐色又は赤褐色を呈する。生育は一般に雨期の始まりと共に新梢が伸び始めるが、ケニアにおいては土壤水分が十分にあれば、一年中その活動が見られる。

④木質部は栽培果樹中で最も固い部類に属すると言われ、そのため接ぎ木の場合も特に熟練した技術を要する。接ぎ木後の活着率はその後の管理にもよるが80%では非常に高いと言える。従って、高接ぎ更新の場合は、特に難しく、いまだ普及技術となっていない。

図2-1 V形側枝とL形側枝

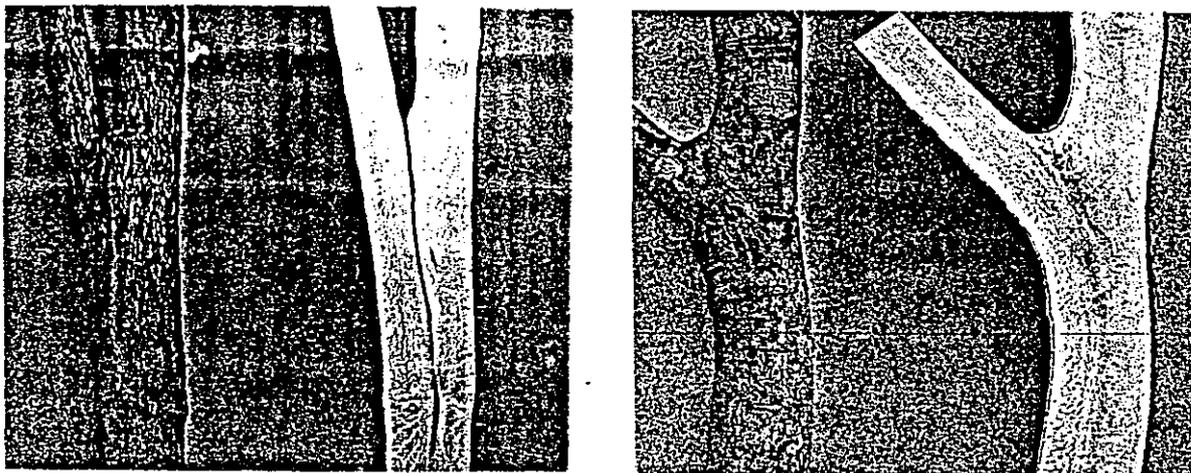
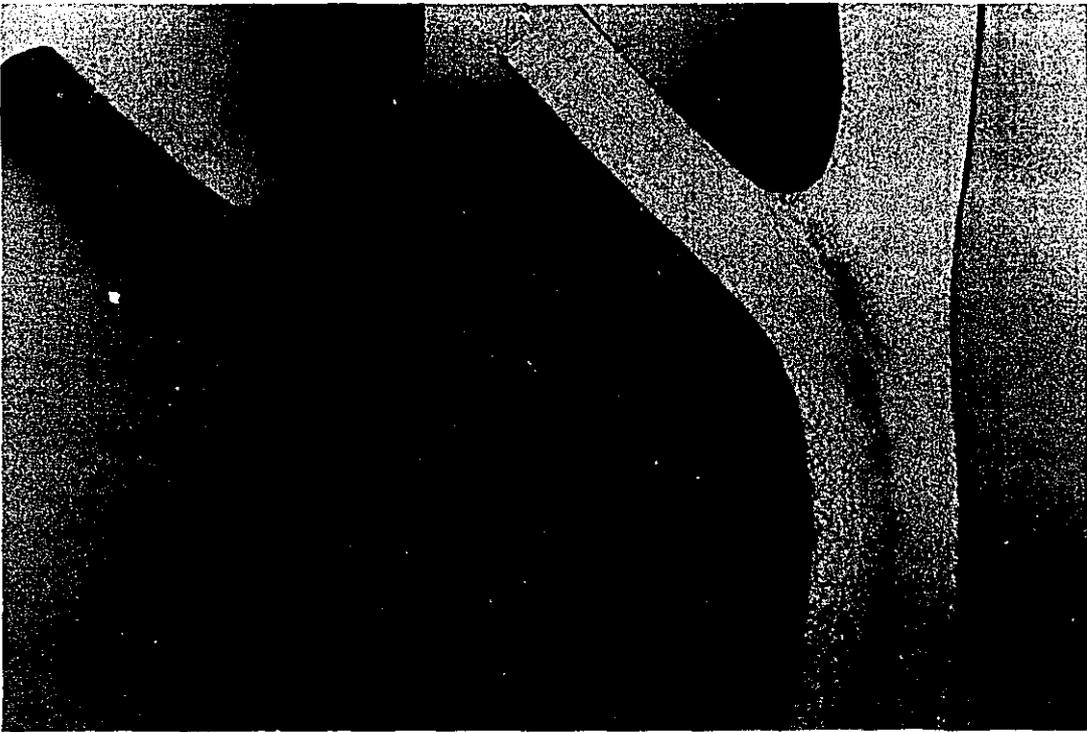


图 2-2 V形侧枝



图 2-3 L形侧枝



## 2) 葉

インテ系の葉は5~12mmの長さの葉柄を有するが、テトラ系はほとんど葉柄がない。葉新は無毛で、光沢を帯び、インテ系品種は葉縁にトゲが少なく、テトラ系品種と比べて短葉である。このようにインテ系、テトラ系を比較検討するうえで葉がその特徴を最も顕著に現わしている。栽培品種の平均的な葉の長さは20~30cmである。

両系統ともクチクラ質の多い硬い葉を持ち、比較的乾燥には強いが、土壤水分の不足が葉の形状を変化させ難いので灌水時期に注意が必要である。また、常緑樹であるが、1年半程で落葉する。

図 2-4 インテ系

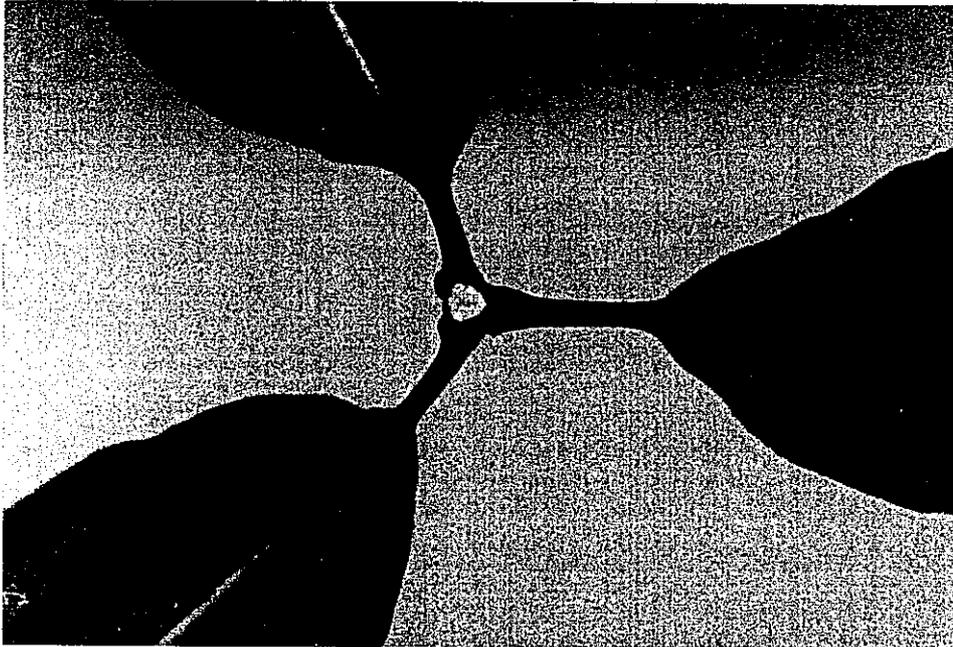
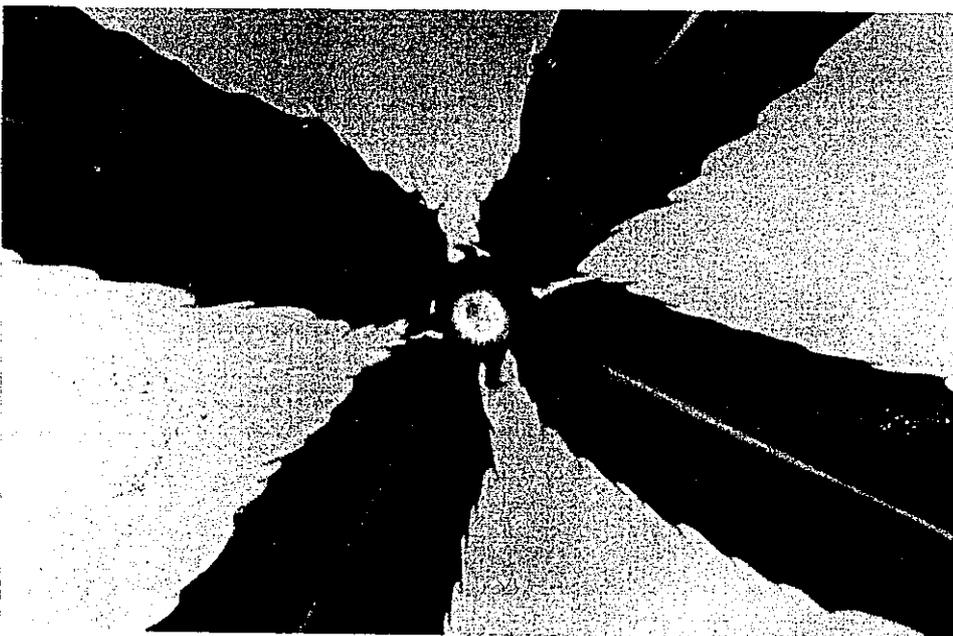


図 2-5 テトラ系



### 3) 花

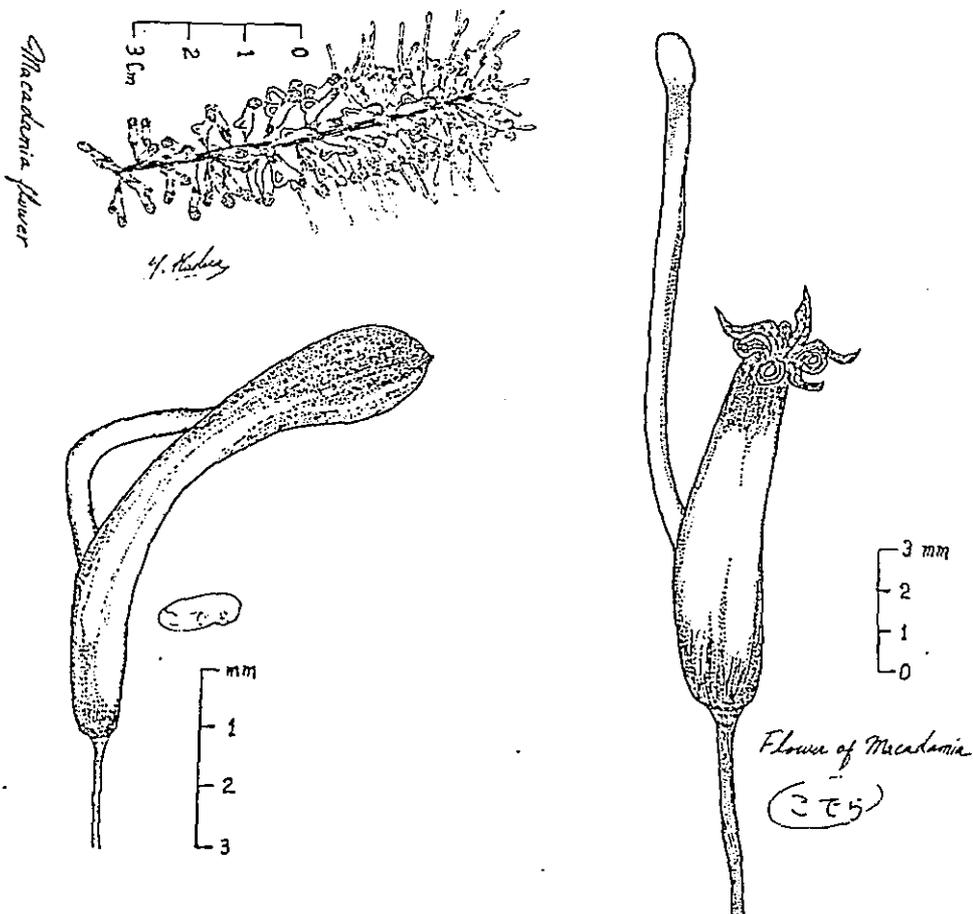
総状花序を形成し、花は一般に両性花を形成するが、まれに単性花を形成する。ヤマモガシ科(Proteaceae)の特徴として開花の最初は、花冠の先端部分からは裂開せず図に示すように、花柱または子房の部分が花冠の側面を破いてU字形に折れ曲った状態で開花が始まる。花卉及び雄ずいの長さは共に10mmほどである。柱頭は伸びきってしまうと20mm前後になる。雄ずいは通常4本である。

乾期明けに年間の60%以上の花房が発生するが、その後も半年間近く継続して開花することが多い。ケニアの栽培地域のように年に2回の乾期、雨期がある地域では、その発生ピークは2回となる。

花は非常に良い香りを放ち、ミツバチなどの昆虫の飛来を助長させる。昆虫の飛来は受粉効率を高め結実歩合が高まる。1花房当たり平均150~250花程度着生するが、開花期が一度に起こった場合、生殖成長のための栄養分あるいは水分が不足するため、種々の競合が起こり、最終的には1花房当たり平均5~10果しか結実しない。

インテ系の花は白色で花房も比較的短いのに対して、テトラ系はピンクないしは赤みがかかった色で、花房当たりの花数は前者とあまり変わらないが、1花当たりの花軸長が長く、花房もそれに比例して50cm程度の長さになる。

図2-6 マカダミアの花



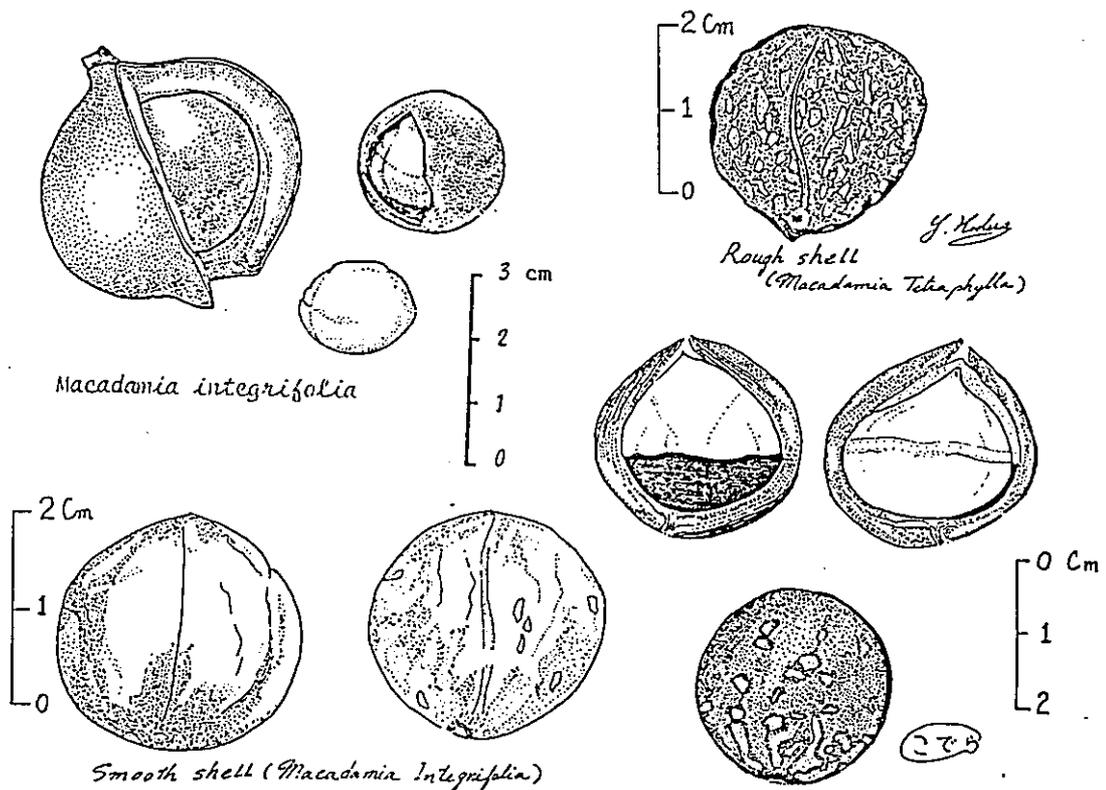
#### 4) 果実

果実は開花後6~8ヶ月で成熟するが、インテ系品種（スムースタイプ）はテトラ系品種（ラフタイプ）と比較して成熟に要する期間が約1ヶ月ほど長い。結実の後は、細胞分裂期、肥大期、成熟期の3期に分けられ、特に初期の細胞分裂期にカメムシなどによる被害が起こりやすい。また品種によっては成熟期にスリップスによる被害発生する場合もある。

殻は完熟して滑らか（スムースタイプ）になるものと凸凹（ラフタイプ）になるものがある。殻の厚さは栽培地あるいは果実の発育期間中の土壌中水分含量によって大きく異なる。成熟が進んで果実が緑色から茶褐色に変化すると自然落果する、落果数日後には果皮の緑色も完全にぬけて茶褐色に変色し、亀裂が生じる。収穫は当然地上で行う事になるが、一部の品種によっては落果しにくいものもあり、またスリップスの被害にあったものは、完熟後も落果しない場合が多い。

果実（20~25g）は2枚の外果皮に包まれていて、内果皮（殻）は栽培品種では平均7~9gあり、骨質で非常に硬く褐色を呈する。種子（ナッツ）は平均2.5~2.8gで時に4gを超えるものもあるが、経済栽培品種としては加工時の裂殻（クラッキング）の際、完全な形の種子（ホールナッツ）歩合が非常に低くなるため適さない。普通1つの果実到一个の胚があるが、まれに2個の半球形の胚を形成するものも見られる。

図2-7 マカダミアの殻果



## 5) 根 群

地上部が20m近くに達する高木であるのに対し、根部の生育は比較的弱く、直根が深く浸入しない。そのため保水力が弱く、長期間の乾燥や早魃の影響を受け易いとされている。しかし、著者らの苗床あるいは幼木園での観察結果では、その他の栽培果樹の根群と比較して特にその発達が悪いとは考え難く基本的に根の組織が脆いことも考えられる。

今日までマカダミアの根群の発達に関する①土壌の種類との関係、②地上部の生育との関係（T/R率）、③根群の発達特性（垂直分布—深根性か浅根性）等の報告資料が少なく今後の研究成果に期待したい。

### III 栽培適地

#### 1. 地域特性

マカダミアの品種によって地域適応性が非常に異なることは前述したとおりであるが、特にケニアでは標高の違いが降水量と気温に大きな影響及ぼし、この2点がマカダミアの栽培適地を決定する重要な要因となっている。また、おそらく英国の植民地時代に導入されたと考える、オーストラリア原産のその他のヤマモガシ科の樹木やユーカリのなどが主要なマカダミア栽培地域に多く茂っているところからもこの点が推測される。さらにケニアの60万本前後のマカダミアが栽培、栽植されている主要地域は標高1500mから1850mの、コーヒーないしは紅茶の栽培地域で、その年間降水量も1200mmから2000mmあり、年平均気温も18～26℃の範囲であり、このような地域であればかん水施設がなくてもある程度の収穫が期待できる。一部の農家の人たちによると、マカダミアはコーヒー、紅茶と違って病虫害防除の薬剤散布も必要なく、無かん水、無肥料でもよく、収穫にいたっては落ちてくるまで待っていればよいとさえも言わせている。

ハワイの場合は緯度が高く、標高こそ100～600mの範囲であるが、年間降水量は3000mm近くあり、むしろ湿度が高過ぎることから、炭そ病の被害が著しいので、そのための抵抗性品種の選抜育種等に重点が置かれている。

表3-1 主要生産地の気象条件及び土壌pH

産地名	標高(m)	気温(℃)	降雨量(mm)	土壌pH
ハワイ	100-750	21-27	1250-3000	4.5-6.5
オーストラリア		15-25	1000-1350	
南アフリカ		14-24	750-1050	
ケニヤ	1400-1900	17-28	900-1600	4.5-6.5
グアテマラ	800-1200	19-24	950-1500	
コスタリカ	600-1200	19-29	2000-3000	5.5-7.5

注) 理科学年表、その他

## 2. 土壌条件

マカダミア栽培土壌は排水が良好であることが最も重要であり、強酸性、またはアルカリ性の土壌を除けば、比較的広範囲の土壌に適応すると言われている。一般に次のような土壌条件が最もその栽培に適していると考えられる。すなわち、最適土壌は、弱酸性（pH5.5-6.5）で一定の保水力があり、根群の発達に必要な有機物を十分含んだ火山灰を母材とした土壌深度の深い土壌である。

しかし、ケニアのような熱帯の土壌は一部地域を除き、一般的に雨期における集中的な降雨により、傾斜地の土壌浸食が起こりやすく、表土が流亡することによって有効土層が浅くなる場合が多い。また、乾期には高温・乾燥により、土壌中の有機質の分解消耗が激しく、腐食の含量が非常に少ない。また焼畑農業が繰り返し行なわれた結果、種々の肥料成分の内、カリだけは、ほぼ一定の水準を示すが、その他の肥料要素の欠乏は著しいものがある。

ケニアにおいては自然地力に依存した掠奪農法的な栽培が行なわれる傾向が高いが、多収性品種を導入し、品種の能力を十分に発揮するためには、それに対応した肥培管理が必要である。従って、主要要素以外に、開園前あるいはその後においても定期的に堆肥、牛糞等の有機質資材を十分に投入し補っていく必要がある。乾期における土壌水分の不足はマカダミアの生育、収量及び品質を大きく支配し、さらには生理障害を起こしかつ、病害の発生を容易にする。

## 3. 気象条件

マカダミアの栽培にあたって、標高及び土壌は重要な条件であるが、さらに降雨量、温度、風、日照時間等の気象条件はそれ以上に重要な要因となる。

### 1) 降水量

年間の降水量は1200~3000mmが最適とされているが、十分な収量を上げるためには年間を通じて平均的な降雨が必要である。1200mm以下の降雨量の少ない地域では当然かん水施設が必要である。

### 2) 温度

マカダミアの生育には18-26℃が適温と言われているが、一時的にそれを越える気温が訪れても、収量あるいは樹の生育に大きく影響するとは考えられない。現にハワイ、コスタリカ等においては、より高温地帯でも栽培が行われている。それらの地域では、土壌水分さえ十分であれば30℃近くの高温が1~2ヶ月の範囲内で続いても樹の発育等に対する影響は少ないことが報告されている。

### 3) 風害対策

マカダミアは他の樹木に比べ、根群の発達が劣ると言われている。しかし、これはアメリカのマカダミア栽培においては、労働力の少減あるいは、特異な土壌条件のため、定植時に十分な大きさの植穴が準備されないことが主たる原因であろうと考えることが

できる。さらにマカダミアの場合に地上部の発達が速やかであり、根群のそれとの均衡が伴わない事にも起因することが報告されている。従って、ハワイのように暴風あるいは強い季節風が発生する地域では、定植前に防風林を設置することが必要となる。

## IV 品 種

### 1. 品種の選抜

世界的な品種としては、ハワイ農業試験場で選抜された246 (Keauhou)、294 (Purvis)、333 (Ikaika)、344 (Kau)、508 (Ka kea)、660 (Keaau)、800 (Makai)等が上げられる。これらは中南米はもとより、原産地のオーストラリア、さらにはアフリカ諸国にまで導入されている。幸いにそれらが導入されたケニア以外の地域では、各品種共に本来の収量、品質を損うことなく栽培地に適応しているものと考えられる。

上記品種のほとんどは交雑育種によって選抜された品種でなく、約6万本の実生樹より選抜されたものである。地域適応性もハワイの海拔100-750mの範囲といわれ、当然、ケニアのような乾燥が厳しく、降水量の少ない地域における栽培により、同程度の収量と同程度の品質を期待することは困難である。

マカダミアの品質を決定する上で最も重要な点はカーネル比率%だけでなく、一般に、含油率とクラッキング後の完全果実(ホールナッツ)率とに基づいて決定される。含油率が72%以上を1級品、71~67%が2級品、66%以下を3級品としている。しかし、食味そのものは含油率が低いものほど糖含量が高く(7~8%)、甘味が多く食味は良好である。

ケニアにおいてもハワイ同様、選抜育種の育種素材量は10倍近くも存在する。(実生約82万本)このことは反面1960年代に苗木を植付けた農家はマカダミアに対し失望したと思われる。その結果、一部の農民はマカダミアの木を切り倒した。1979年の農業省の見積りでは、約60万本まで減少したと報告されている。

そのためケニア政府の要請に基づいて1977年に平間氏、1978年に筆者がケニアのマカダミアの品種選抜及び繁殖法の確立、優良品種の普及のために、JICAの個別派遣専門家としてケニア国立園芸試験場へ派遣され、初めて当国におけるマカダミア栽培の研究が開始された。筆者らが派遣される以前にも、すでに試験場内にハワイの4品種及び実生樹あるいは、さし木繁殖による7~8年性のマカダミア園が形成されていたが、それらのほとんどは供試樹として適さず、また、ハワイ系の品種においても収量及び品質が本来の品種と非常に異なることが確認された。

ケニアのマカダミア導入あるいは普及に貢献した、ボブ・ハリス氏等のマカダミア園においても同様な事が起こり始めており、平間氏と筆者は毎日のように、優良品種を求めてキアンプ、キリニャガ、ムランガ、エンブ、ニエリ、マチャコス当の各デストリクト(県)の農家の庭先にあるマカダミアの品種の調査を行い、さらに当面の品種として選抜したKRG-1、MRG-2、KMB-3、KMB-5、EMB-1などの高収量品種の繁殖に努めてきた。

1985年にはJICAによる無償資金協力及びプロジェクト方式の技術協力(ケニ

ア園芸開発プロジェクト)が開始され、翌年より著者らを含めた専門家チームが派遣され、さらに品種の選抜を行った結果、現在までに下記の6優良品種が選抜推薦され、これらはその品種が選抜されたデストリクトにだけでなく、標高、気温、降水量の異なる地域において、それぞれの適応試験も実施している。

(KMB-3, KRG-1, KRG-3, KRG-4, MRG-20, EMB-1)

## 2. 品種の特性

### 1) KMB-3

本品種は、樹形、葉、及び殻の形態等から判断するとテトラ系に近い形質をもっており、テトラ系とインテ系が自然交雑によって生じた品種考えることができる。母樹は標高1850mの場所にあり、定植後すでに20年以上を経過している。プロジェクト内に収集され栽培されている品種の中で最も古いものでは、すでに9年生に達している。

本品種の特性として、その他のインテ系品種の生育が良好でない1750~1950mの(コーヒー、紅茶ゾーン)標高における樹勢が良好で、収量が高い。樹勢は何れの標高においても極めて強健であるが、1750m以下の標高においては結実後の細胞分裂期にカメムシによる被害を受け易い。その原因として本品種の開花期が他の主要インテ系品種よりも約1~2ヶ月遅く、そのため本品種が集中的な被害に合うことも考えられる。

1果房当たりの結実歩合は高く、平均10果前後の着果があり、そのカーネル% (果実の歩留り)は34%ある。殻果の重さは平均7.3g、カーネル重は2.5g、15年生の成木で平均40Kg/樹の収穫が可能である。

本品種の欠点としては、殻果がやや楕円形であること、葉縁に多数のトゲがあることが整枝・せん定作業並びにその他の栽培管理の障害になる。収穫時期は開花時期が1~2ヶ月遅れるにもかかわらず、他のインテ系品種と大差なく、5~6月がその最盛期となる。

### 2) KRG-1

本品種は標高1450~1650mの地域(メインコーヒーゾーン)で最も生育が旺盛であり、収量、品質共に良好である。母樹は標高1650mのキリニャガ・デストリクトに位置し、当地域周辺にはKRG-3, KRG-4などの優良品種が発見されているばかりでなく、その他にも多数の栽培品種として利用可能な形質の良好なマカダミアの樹が栽培されている。筆者らの調査によれば、当オダヤ地区に最もマカダミア園が多く、ケニアのマカダミア栽培の最適地域とすることができる。

母樹は17~18年生の成木で、樹冠は開張しているが、当プロジェクト内に栽培さ

れている5～6年生の樹は垂直に伸長する性質があり、そのため他の品種よりも結果樹齢に達するのが遅れる傾向がある。従って、本品種は誘引し、樹冠を開張させることによる効果が最も顕著に現われ。また、原因は明らかでないが、本品種は同一台木を使用したにもかかわらず、地上部の生育が非常に旺盛であり、台負け現象を起こし易い傾向があった。現在この問題の原因説明のため、親和性の試験を実施している。

1果房当たり10果前後の着果し生理落果も比較的少ない。しかし、炭そ病様の症状が観察され、それによつての早期落果が発生すると考える。カーネル%も高く36%にも達する。殻果重量は平均6.7gとやや小さくカーネル重もそれに比例して小さく約2.4gである。15年生の成木では平均46Kg/樹の収量が期待できる。

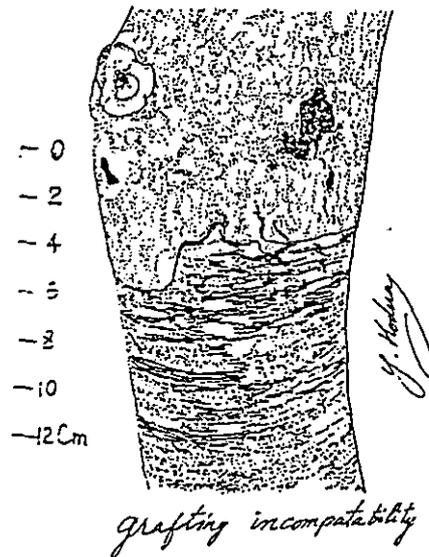
### 3) KRG-3

本品種は種々の特性からインテ系であることは明確であるが、葉の大きさ(L/W比は推薦品種の中で最も小さい)、葉縁のトゲの数(KMB-3について多く1葉当たり14.35)など、やや他のインテ系品種と異なるところがある。母樹は1700mの標高にあり、植付けられてからすでに17～18年の成木で、開張性となり、の放任のままでも比較的樹形が整いの易い品種である。栽培適地としては1550～1700mの標高での栽培を推薦している。

しかし、当プロジェクト内に栽培された品種の中でも比較的新しい品種のため、漸く昨年度より結実樹齢に達したため、接ぎ木苗から育成した樹については十分なデータが整っていない。しかし母樹に関する調査の結果では十分に推薦できる品種と確信している。

1果房当たりの結実数はクラスターによってむらがあり20果を越えることもあるが、わずか数果しか結実しない場合もある。またこのことは殻果重量(6.7g)あるいは、その大きさにも同様にばらつきを生じカーネル重も2.3gとやや小さい。また、クラスターの長さは一般のインテ系品種と比較してやや長い。カーネル%は34%、年間収量は45Kg/樹となり、収量が多いことが推奨理由として上げられる。

図-4-1



#### 4) KRG-4

本品種はKRG-3と同一園で発見され、推薦6品種中、樹体の生育が最も旺盛で、15年生樹で47Kg/樹と、その収量も高い。殻果の重さは平均7g、カーネル重は2.3g、カーネル%は35%で栽培地域の適応範囲も比較的広い。唯一の問題点としては殻が他品種に比べて硬いため、クラッキングの時に、完全種子歩合（ホールナッツ・リカバリー）が低い。

#### 5) MRG-20

ケニア国立園芸試験場（ケニア園芸開発プロジェクト）があるムランガ地域では、今日までに多くの品種が収集されているが、品質、収量、耐病性など総合的な判断よると、十分な特性を備えていない品種が多かった。本品種はプロジェクト内において比較的新しく、昨年度より結実が始ったばかりである。そのため、推薦にあたっては母樹の調査結果での判断が中心となっており、地域適応性の範囲は明らかでない。母樹が発見された地域は標高1500m、年降水量は800~900mmであり、マカダミアの栽培地としては気象条件から判断すると適地とはいえない。反面そのような地域においても平均39Kg/樹の収量があり、殻果の重さ8.5g、カーネルの重さ2.8gであることは、今後十分に期待できるものとして推薦された。

また、当品種は収集品種中（ハワイ品種も含む）最も葉縁のトゲ数が少なく、各種の栽培管理が非常に行ない易い。殻果は黒みを帯びた光沢があり、白い斑点が鮮明に現われているのが特徴である。プロジェクトにおける樹の生育は特に旺盛とはいえないが、開張性でインテ系の形質がよく現われている。

#### 6) EMB-1

本品種もKMB-3やMRG-20と同様に樹体や枝葉に特異の形態的特性を示し、他品種との区別が容易である。葉はその他のインテ系品種がL/W率2.0~3.0の比較的、広巾葉に対して、本品種は細長で、L/W率は3.7になる。殻果重は6.7g、カーネル重2.2gとやや小さいが、殻果皮が非常に薄く、完全な形のカーネル（ホールナッツ）が多く得られる。15年生樹での収量は45Kg/樹であり、唯一の問題点は、カーネルの底部が黒色を帯びる点である。

母樹は標高1630m、年間降水量1200~1400mmの地域にあり、すでに20年を経た成木で、生育も極めて良好である。プロジェクトサイトに収集され、高接ぎ後、8~9年経過した樹では、果房の着果率は、非常に良好である。推薦されているインテ系品種の中では乾期にやや水不足の影響を受け易い。

#### Kakea (508)

本品種は1948年にハワイ農業試験場でStorey氏らによって選抜された品種である。

隔年結果が少なく、年間を通して開花結実が認められるだけでなく、果実が果房に強個に付着するため、早期落果がおこり難い品種である。多少立性ではあるが、ハワイ系品種の間では最も広範囲に適応した品種と言われている。

カーネル%は36%、殻果重は7g、カーネル重は2.5g、15年生での平均収量は45kg/樹ある。

ケニアにおける本品種の収量及び品質は、当初必ずしも上記通りではなかった。しかし、今日、乾期の灌水及びその他の肥培管理が行なわれるようになってからは、本品種の能力を発揮させることができるようになってきた。

図 4-2 交雑系品種



図 4-3 インテテ系品種



図 4-4 インテ系品種

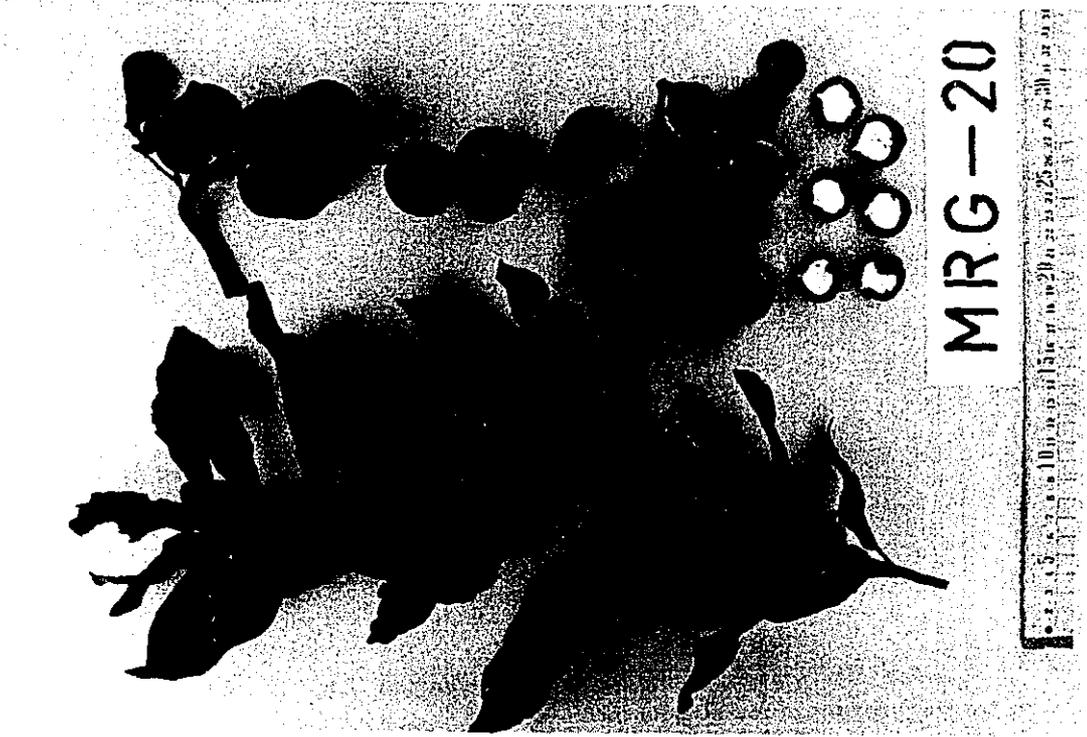


図 4-5 インテ系品種

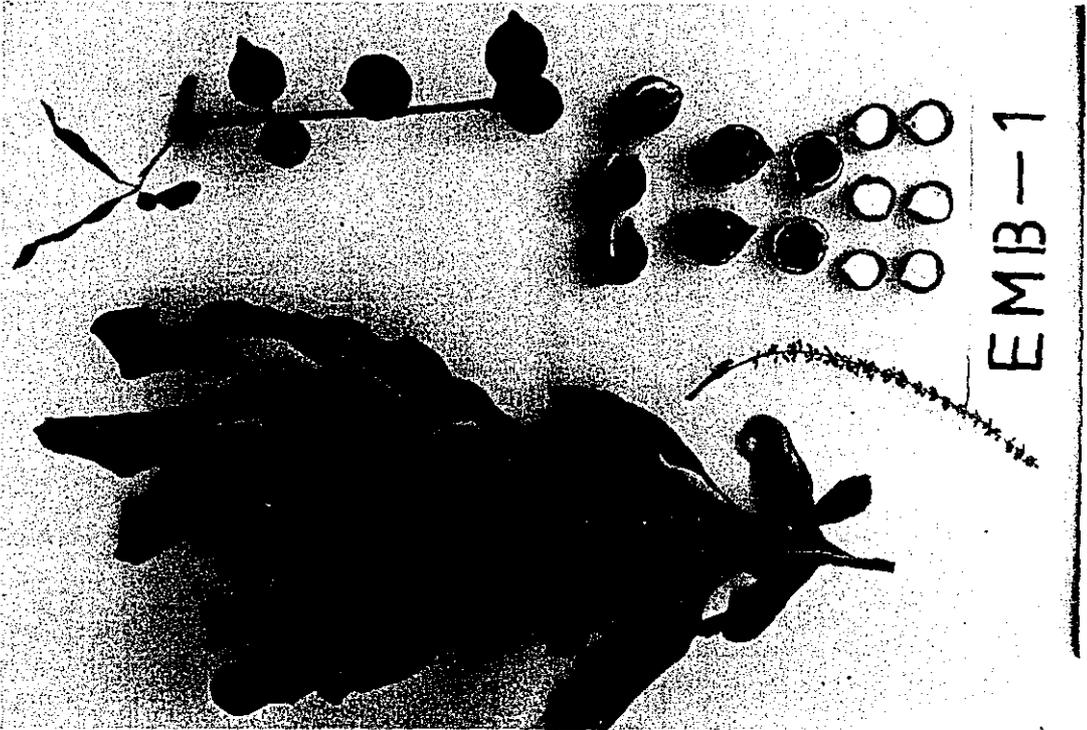


図 4-6 インテ系品種

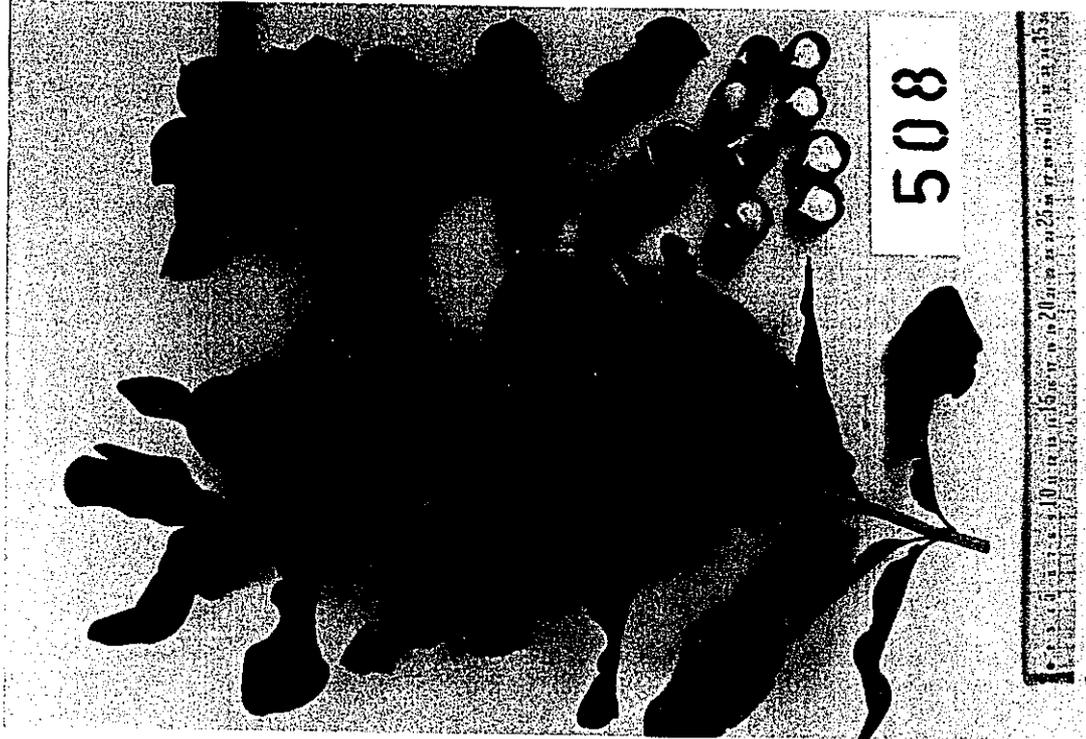
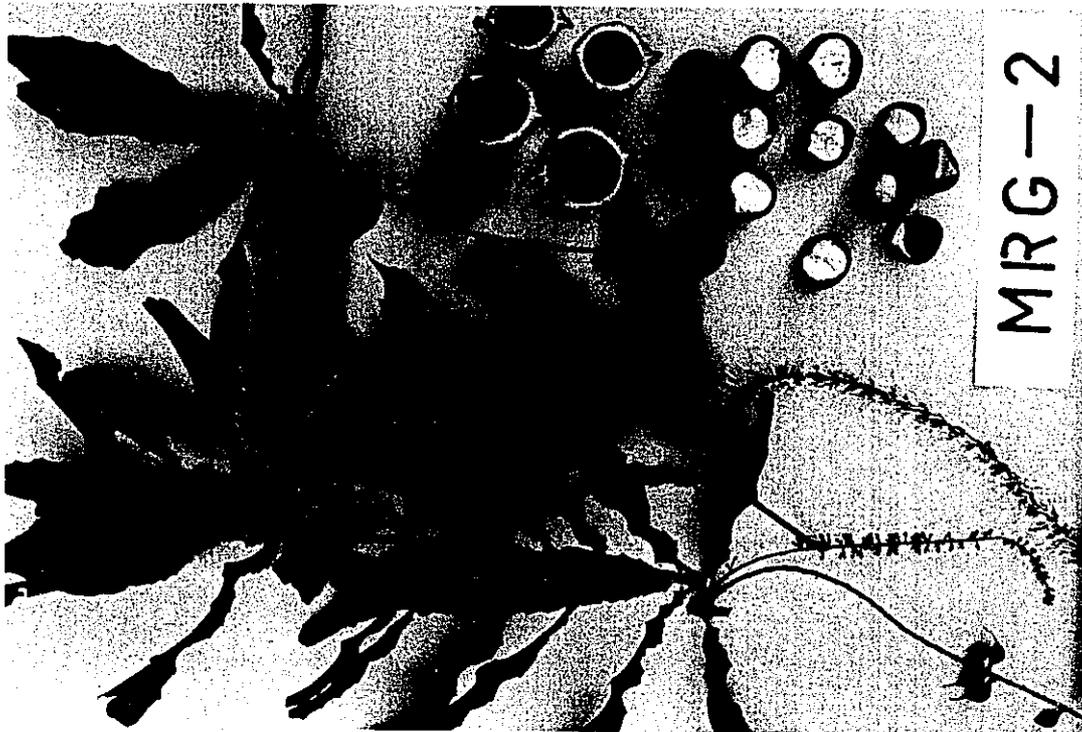


図 4-7 インテ系品種



## V 繁殖

### 1. 繁殖技術確立の経過

ケニアにおけるマカダミアの繁殖方法の検討は、JICAの個別派遣専門家として派遣された平間氏(1977)・岩崎(1978)によって開始されたものではなく、すでにそれ以前(1964)から欧米人(おそらくイギリス人と考えられる)の専門家によって行なわれていた。当時国立園芸試験場内では挿し木、種子接ぎ木(Seed grafting)、若芽接ぎなどの各種繁殖法が試みられた。しかし、これらの何れの方法も技術的に十分でなく、あるいはその後のマカダミアの生育に問題が生じたりしたため、繁殖方法の確立には至らなかった。挿し木繁殖によるマカダミアの増殖の場合は、自動ミスト繁殖機を使用するため発根及び活着率は80%と高いが、その後の生育は不良で、特に、主根(直根)の伸長が非常に劣るという欠点があった。種子接ぎ木は活着率そのものが非常に低く、さらに若芽接ぎ木の場合も活着率は80%とかなり高ったが、接ぎ木後の管理が困難な点で実用化しなかった。

従って、今日、ケニアで行なわれている繁殖方法について検討が開始され、確立されるようになったのは、1978年以降に筆者ら日本人専門家が派遣されて来てからのことである。

### 2. 台木の育成

マカダミアの種子は厚い殻に包まれた硬い殻果であり比較的実生による台木が得にくい。現在までの試験結果によると、テトラ系の樹から生産された種子は、その他の交雑系、あるいはインテ系の種子よりも、発芽率、発芽勢が良いため、台木用品種として利用されている。しかし穂木及び台木品種との間の親和性の問題が未だ解明されておらず、今後の試験研究の結果が期待される。

表5-1 インテ系とテトラ系の発芽率の違い

調査日	系 統	
	インテ	テトラ
60日後	2%	26%
90日後	11%	60%
発芽までの所用日数	50日	35日

注) 1986, NHRS, 岩崎調べ

## 1) 育苗管理

### ①播種

マカダミアの種子は乾燥させる急激に発芽力が低下するので、採り播きが理想的である。しかし、果実成熟期以外にも播種する必要がある場合も多く、種々の理由から種子を保存する必要が生じる。そこで種子は乾燥させないよう冷暗所に保存する必要がある。このことは後述するが、発芽に多大な影響を及ぼす。

播種後の、発芽を統一にするため、殻の水分が20%以上になるように、2~4日間水に浸漬し、清潔な砂で作った播種床へ播種する。

### ②播種床の作成

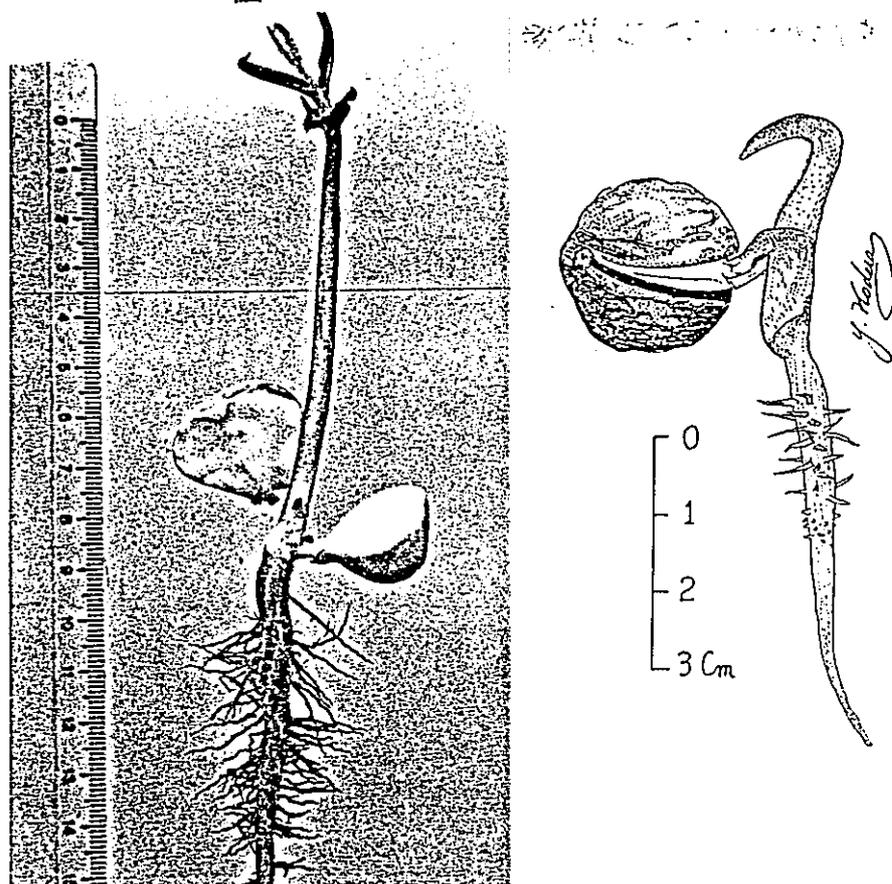
播種床は、作業能率を考慮して床巾1.2m、深さ25cm~30cmの大きな短冊型とし、砂はふるって大きな砂利を除いたものを利用する。

### ③発芽

発芽は通常約3週間(地温25~28℃)で始まり、まず根が伸長し、おおよそ4週間で発芽を開始する。種子の状態によっては数ヶ月間発芽を開始しないものが見られる。完熟して樹から落下した新鮮な種子の発芽率は50~70%であるが、2~3ヶ月保存したものは発芽力が劣り、30%前後の発芽しか得られない場合が多い。

発芽後約2ヶ月で本葉4~8枚となるので葉の硬化した頃を見計らってから鉢上げを行なう。

図5-1 マカダミア種子の発芽



## 2) 移植後の管理

### ①移植（鉢上げ）

ケニアでは、ビニール袋や缶詰の空缶（18 cm×16 cm）等が入手しやすい。また、接ぎ木前後における作業の便利さからも、樹体の生長量に比べて容量がやや小さいが、当プロジェクトでは、製缶工場から出る規格外品の缶を安価に購入して利用している。この缶の底に排水排水を目的に、5～6個の小さい穴を開け、約1.5 cm の大きさの砂利を底に敷いて苗木を植付ける。

鉢土の配合は、肥沃な畑の表土6、堆肥2、充分腐敗したサイザル粕1、砂1を混合し、さらに少量(1～2g)の配合化学肥料を加えたものが使用される。サイザル粕、堆肥等の有機質肥料はカリ分が多いため多量に施用すると、pH 8程度までアルカリに傾くことがあり、苗の生長に悪影響を及ぼすことが認められる。しかし現在まで他に適当な有機質資材が見当たらないために、これを利用している。そこで対策として硫酸等の酸性肥料を追肥し、pHを下げる必要がある。これらの鉢土を遮光下に置き、過湿にならない程度に水分を与えてから移植作業を行なう。

苗床から胚種を壊さないように苗木を注意して掘り上げ、根を乾燥させないように鉢へ移す。また、長過ぎる直根は缶の深さに合わせて切り詰める。

移植後約1ヶ月間は鉢を遮光下に置き、活着を促進させる。活着を確認してから、直射光線下に出し育成する。通常移植後5ヶ月程度で割接ぎが出来る大きさになる。また、接ぎ木に利用する1～2週間前に追肥あるいは液肥の葉面散布を行なうことにより、苗の活力が高まって活着率が向上する。

図 5-2 台木の育成



図 5 - 3 播種後 8 週間の台木苗



図 5 - 4 接木直前の台木苗



### 3) 接ぎ木用の諸資機材

接ぎ木を行なうためには台木や穂木を調整する道具と、接ぎ木部位を固定したり乾燥や過湿を防ぐための、被覆材料を準備しなければならない。

①剪定バサミ：果樹の整枝剪定用に用いられるもので、接ぎ木作業では穂木の採集、調整及び台木の調整に使用する。

②剪定ノコギリ：腹接ぎ高接ぎ等に用いる太い枝から穂木を採取する場合は、剪定バサミでは切り難いので剪定ノコギリを使用すると便利である。

③切出しナイフ：マカダミアの枝は他の果樹と比べると硬く、穂木を削る場合によほどよくとぎあげて、鋭利なナイフでないと刃がすべったりし、削り面がそ粗雑になりカサの発生の妨げや融合の妨げになるので、良質のナイフを用い充分鋭利に研ぎ上げることが重要である。

④芽接ぎナイフ：刃渡5 Cm前後の折りたたみ式で柄の後部に皮を剥ぐためのヘラが付いた物を用いる。割接ぎの場合は台木の切り下げに使用する。

⑤接ぎ木テープ：接ぎ木部位を固定するために結束する材料で乾燥、湿気や高温で変化の少ないもの。木質部の硬いマカダミアではテープの切れる直前までの強い力で接ぎ木部位を固定する事が重要である。

⑥接ぎロウ：固形のパラフィン9と密蝋1を容器に入れて熱し、溶かして接ぎ木テープを巻きつけた接ぎ木部位や穂木の切り口に塗布し、穂木の乾燥あるいは外部からの水等の侵入を防止するために用いる。

⑦砥石：木質部が硬く、ゴム質の樹液の多いマカダミアの接ぎ木には、接ぎ木前にナイフを粗砥石、中砥石、仕上砥石を用いて、鋭利に研ぎ上げるのはもちろんのこと、接ぎ木作業中に樹液の付着により切れ味が悪くなってくるので、接ぎ木作業中にも仕上砥石を用いて、たびたび研ぎ直しをする。

⑧穂木保管容器：乾期には室内においても日中の湿度が30%にも下がることが多いので穂木を乾燥させないため、洗面器あるいはバケツ等の容器に入れ充分湿り気を与え上にビニールカバー等をかけておくとよい。

### 3. 母樹園の設置

#### 1) 母樹園の確保

選抜された品種の母樹が1本しかない状況の下では接ぎ木により大量に、繁殖することは困難である。そのため選抜された母樹の、剪定枝を無駄なく穂木として利用し接ぎ木を行ない、接ぎ木親和性試験、地域適応性試験等の目的に利用するほか、穂木採取用母樹園の育成を行ない、将来の穂木の確保を計画しておかなければならない。

通常マカダミア園の植付け間隔は7.5m×7.5mあるいは、10m×10mとし、正方形植えを行なっている。しかし母樹園は収穫を目的とせず、採穂量を増やすために、むしろ樹勢を旺盛にすることを考える必要がある。すなわち、採穂用母樹は、5m×2.5mの並木植えとして、樹をあまり大きく仕立てないことを前提に、単位面積当たりの植付け本数を多くする。植付け後4年間は樹の育成に力を入れ、5年目から樹勢を損なわない程度に地表から約1.5mの高さで水平に枝を剪去すると、割接ぎ用穂木として約90本、合せ接ぎ用で約20本、腹接ぎ用で約20本が得られる。年々の樹の生長を考慮し、年間の予定接ぎ木本数から逆算して、母樹園の植付け本数を決定するとよい。

また、優良母樹は当然1本しか存在せず、これを接ぎ木繁殖するにあたっては、穂木を出来るだけ有効利用するため、母樹の整枝、剪定によって切除した枝を無駄なく用い、太い枝は腹接ぎ・高接ぎ用に、中間枝は合せ接ぎ、先端に近い細い部分は割接ぎ用に使用する。

#### 2) 穂木の選択

採取する枝（穂木）は、発生後1年以上経過し充実している事が重要で、病虫害の被害をうけていない、花芽の着生してないものを用いる。また、マカダミアの場合は木部が硬質であることから、節間の詰った枝は穂木として利用し難い、やや節間の長い穂木を選ぶと接ぎ木し易く、高い活着率が得られる。なお腹接ぎ用として穂木を準備する場合には、採取3～4週間前に採穂用の枝を充実させるため、やや徒長ぎみの枝に対しては環状剥皮を行なうと良い結果が得られる。

#### 3) 穂木の採取時期

常緑樹であるマカダミアは、周年接ぎ木が可能であるが、通常雨期後の花芽の形成期には葉芽より花芽の発芽率が多いことから、この時期は避けるべきである。また、水分・湿度の関係で新梢の発育時期も不確実である。これら以外の時期であれば、ほぼいつでも利用可能であるが、乾期末期の充実した枝が得られれば接ぎ木後の活着並びに発育が良い。

#### 4) 穂木の貯蔵

採取した枝はその太さによって、割接ぎ、合せ接ぎ、腹接ぎ（高接ぎ）等の用途別に区分けし、それぞれの接ぎ木用に調整してから貯蔵する。

割接ぎ用（枝の直径3～6mmのもの）は、葉を1/2～1/3程度に切り落とし、ビニール袋の大きさに合わせて4～6節の長さにそろえて殺菌剤で消毒後、湿度を十分に与えビニール袋（2重にしたビニール袋が良い）に密封し冷蔵庫に保存する。

合せ接ぎ・腹接ぎ用としては直径6mm以上の枝が使用され、その中でも6～8mm程度の太さのものは合せ接ぎ用、それ以上の太いものは腹接ぎ・高接ぎ用として利用する。これらの枝に着いている葉は芽を傷つけないよう葉柄の付け根から切除し、4～5節に切り揃えて消毒する。さらに十分に湿らしたタオル等の布で包みビニール袋で密封する。5℃前後の冷蔵庫に保存すると4週間は穂木の活力をあまり低下させず高い活着率を維持することができる。また低温貯蔵することにより、接ぎ木後の発芽を統一にする効果が得られる。保存する場合は、枝の先端部を高くすることが望ましい。

表5-2 接ぎ木方法による活着率の差

接木方法	接木数	接 木 後 日 数			
		21日	28日	35日	56日
		発芽穂数 %	発芽穂数 %	発芽穂数 %	発芽穂数 %
割接ぎ(1)	140	17 (12.1)	81 (57.9)	126 (90.0)	139 (99.3)
割接ぎ(2)	20	12 (60.0)	15 (75.0)	19 (95.0)	19 (95.0)
合せ接ぎ	20	0 (0.0)	1 (5.0)	3 (15.0)	11 (55.0)
腹接ぎ(1)	126	0 (0.0)	7 (5.6)	83 (65.9)	95 (75.4)
腹接ぎ(2)	23	0 (0.0)	1 (4.3)	5 (25.0)	12 (52.2)

#### 4. 接ぎ木方法

マカダミアの接ぎ木には、割接ぎ、腹接ぎ、合せ接ぎ、切り接ぎ、高接ぎ（皮接ぎ）、芽接ぎ等が行なわれている。ハワイにおいては腹接ぎ法が、またオーストラリアでは芽接ぎ法が主に用いられている。しかしケニアにおいては接ぎ木後の管理作業がやや繁雑ではあるが、活着率が高いことから主として割接ぎを行なっている。腹接ぎ、合せ接ぎ、切り接ぎでは活着率が悪く、今後の接ぎ木技術及び接ぎ木後の管理技術の向上が望まれる。

##### 1) 割接ぎ (Cleft Grafting)

使用する穂木の太さに合った下葉の枯れてない健全な台木を選定し、鉢土面から10～15cmの高さ、葉数にして6～10枚の葉の上部、節の直下で切断し、切断面から1.5～2cm垂直に切り下してから穂木の調整を行なう。

穂木は一節を使用し、貯蔵時に切り詰めた約1/3の葉の切断面をさらに強く切り戻し、葉柄直下からクサビ形に削る。この際に充分注意して滑らかに削り、先端部をすどく切らないと台木の切込み部位との密着が悪くなり、活着が不良になるので慎重に行なう。

調整された穂木を台木に強く挿入後、接ぎ木部位をビニールテープでできるだけ強く巻き、さらに接ぎ木部位からの水分の蒸散、外部からの水分の侵入を防ぐために溶解した接ぎ木ワックスを丁寧にビニールテープ上に塗布する。さらに接ぎ木上部の切り口の全てにも同様に接ぎ木ロウを塗布する。

以上の接ぎ木作業終了後、管理作業中に他品種との混合を防ぐために各鉢に、穂木品種名、台木品種名、接ぎ木等を、さらに接ぎ木技術者に責任を持たせるために接ぎ木者名も併せて記入すると便利である。その後鉢に充分水を与えてから、ダイセン等の殺菌剤で消毒する。消毒を終えた接ぎ木苗は、ガラス室あるいはビニール室内に作られ、密閉されたビニールトンネル内に収容するか、ビニール袋を個々の鉢にかぶせて密封し、高い湿度を保つように努める。

接ぎ木後、生育を良好な状態にし、活着を向上させるためには、トンネル内の温度が日中でも25～28℃で、できるだけ明るい環境に置く必要がある。しかし、ケニアの様に直射光線の強い地域では、活着・発芽は促進されるが、反面室内を明るく保とうとすると温度が上がり過ぎて苗木が蒸れたり、新芽や葉などに糸状球菌 (*Pestalotia* spp.) による被害の発生など悪影響を及ぼす。また、室温を下げるためガラス室をダイオネットあるいは寒冷紗などの遮光材料で覆い過ぎると、室温は下がるとともに、室内が暗くなり過ぎ、活着、発芽などが遅れたり、さらには発芽後の生育が軟弱となり、良い結果を得ることができない。冷暖房装置があれば理想的であるが、設備費、管理費がかさむため経済的ではない。

筆者の経験から、遮光率60%の銀色ダイオネットなどの遮光材料を用いてガラス室を覆い、直射光線を遮って室温と明るさのバランスを得る事ができるが、高温となる1

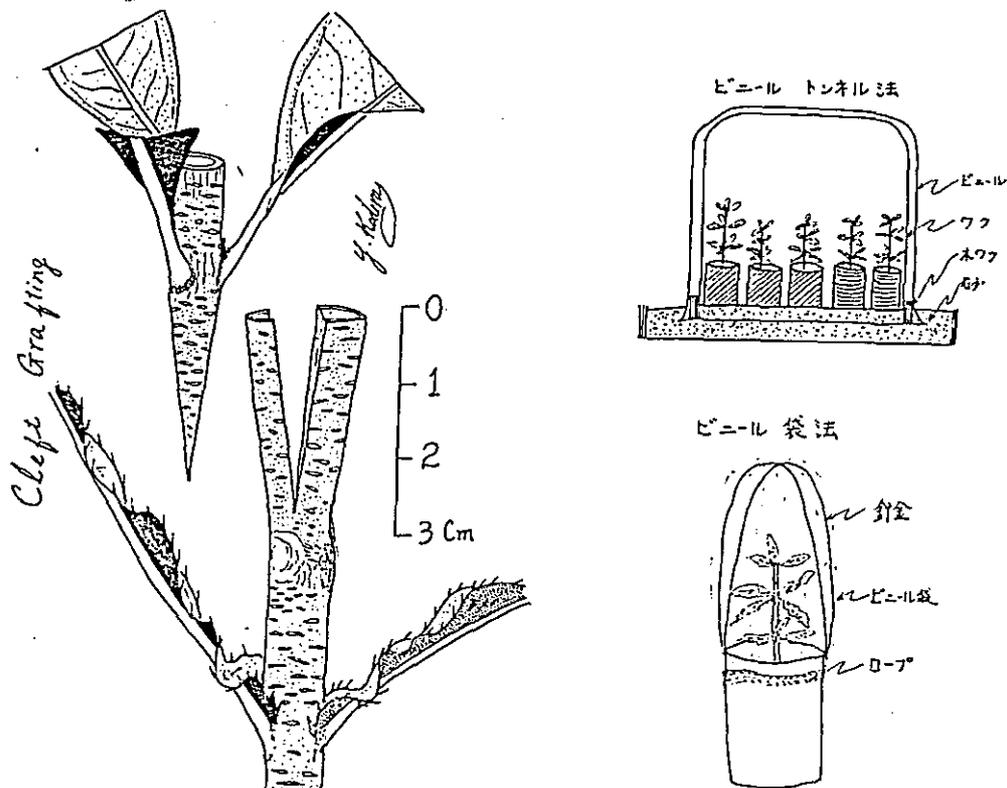
2月～3月までの高温となる大乾期中は室内に散水したり、換気をはかって室温を下げる必要がある。

以上のような管理を行なって適度な温度と光を与えると、接ぎ木後約3週間で発芽が始まり、約2ヶ月後には葉数6枚前後に発育するとビニールトンネルの片側を少し開けて外気に馴らし始め1週間毎にすこしづつ大きく開け約1ヶ月で馴化を完了し、温室外へ出すが、さらに遮光した場所へ苗木を移動する。移動後2ヶ月で接ぎ木部位は巻いてあるビニールテープを除去し、さらに約2ヶ月間管理すると、本畑定植可能な苗木となる。このようにやや複雑な作業となるが、現在本方法は、周年接ぎ木が可能であり、活着率も平均90%と高い事から、ケニアにおいては接ぎ木繁殖の主な方法となっている。

表 5 - 3 割接ぎ法による播種から定植までの期間（16ヶ月間）

播種	移植	移動	接木	移動	テープ除去	定植
3ヶ月間	1ヶ月間	5ヶ月間	2ヶ月間	1ヶ月間	2ヶ月間	2ヶ月間
苗床期間	遮光下	自然光線下	トンネル内管理	馴化ガラス室	遮光下	遮光下

図5-5 割接ぎ法



## 2) 合せ接ぎ (Splice Grafting)

合せ接ぎは直径6~8mmの穂木を利用する。台木は鉢土上10~15cmで葉が6~10枚着生した位置で直径が穂木と同等の、なるべく節間が広く病気等のない健全なものを選ぶ。台木の選定した接ぎ木部位を長さ2~3cm斜に削り落とす。穂木は葉を葉柄の付け根部分から切除し、2節を残して穂木として利用する。

穂木の片側を2~3cm鋭利な切出しナイフを用い、台木の切り口と合わさるように、斜にかつ、平坦に削り落とし、台木と併せてその接合部位をビニールテープで強く巻く。その後、ビニールテープを巻いた部分も含めて穂木全体に溶解した接ぎ木ワックスをていねいに塗る。接ぎ木後は、割接ぎ法同様に、灌水、消毒を行なってからガラス室内で管理する。

このように、合せ接ぎの作業は比較的簡便であるが、台木と穂木が密着するよう両者を滑らかに削ることが難しいものである。

## 3) 腹接ぎ (Side Wedge Grafting)

腹接ぎはハワイ等で多く実施されている接ぎ木方法で、畑に列植えにされた台木用実生に接ぎ木を行なっている。ケニアの様に乾燥した地域では屋外での接ぎ木や接ぎ木後の管理が困難であることから、鉢植えにされた台木を用いる。しかし、鉢植えにすることが、ケニアにおける腹接ぎの制限要因となっている。なぜなら鉢の大きさに限界があり、台木が腹接ぎに適する一定の太さになるまでには、通常1年半近くの日数を要することとなる。

台木の接ぎ木部位は鉢土の表面より5~6cm上のなるべく真っ直ぐで、準備した穂木

図 5-6

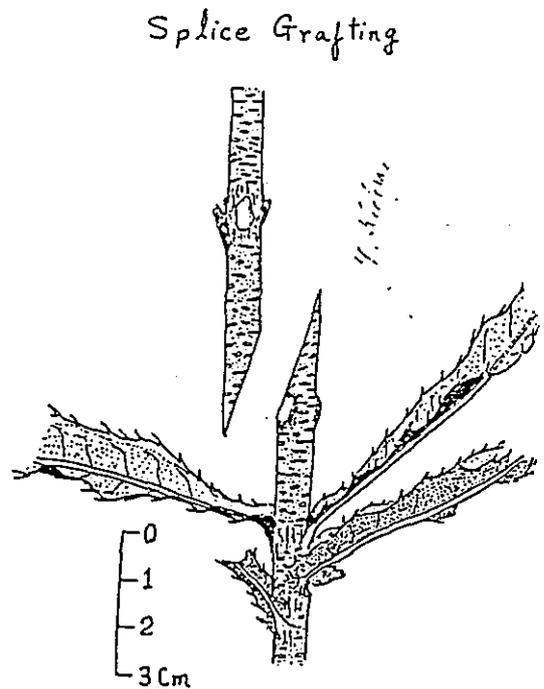


図 5-7

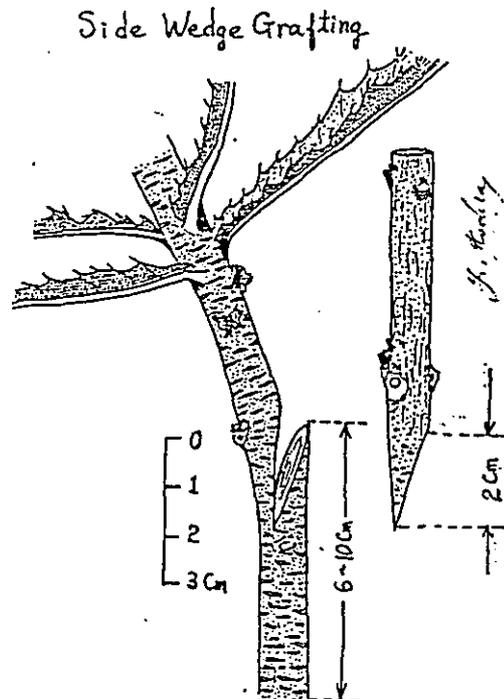


図 5-8 腹接ぎ



図 5-9 腹接ぎ後の管理

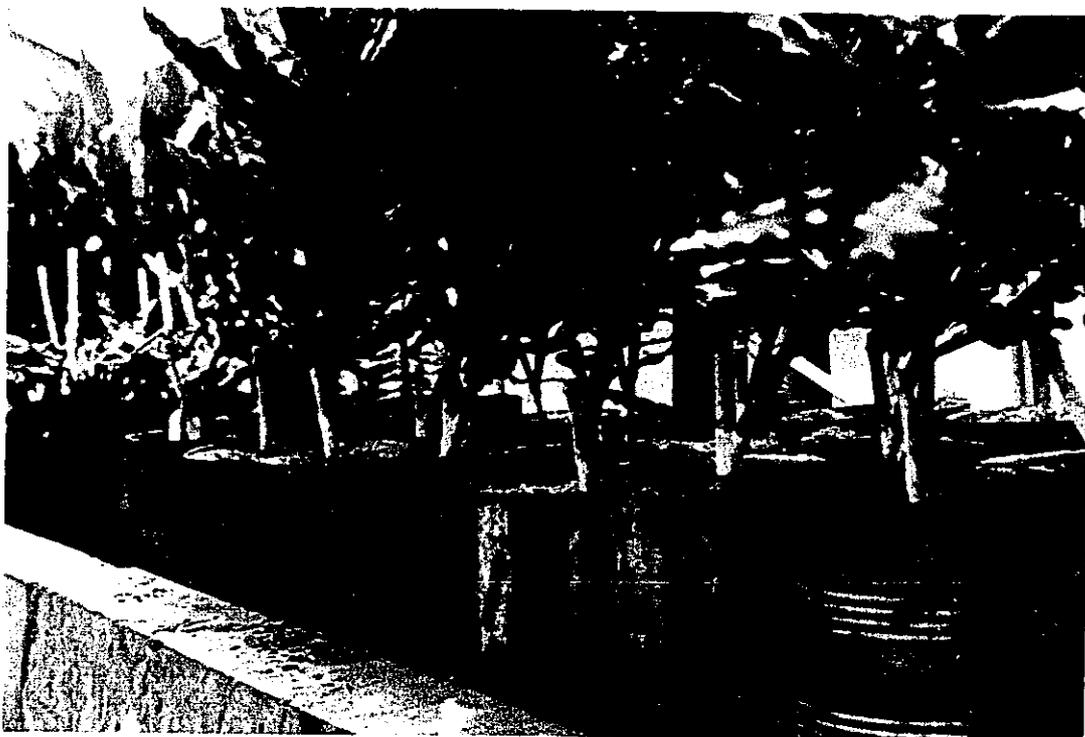


図 5-10 割り接ぎ



図 5-11 合せ接ぎ



と同じ太さ(8~12mm)の部位を選び、葉が着生している場合は、接ぎ木部位周辺の葉を葉柄の付け根から切除し、約2~3 cmの切込みを斜め下に向かって入れる。

穂木は特に良く充実したものが必要であり、3~4週間前に環状剥皮したものを使用する。2節を残して、ややくさび型に近く、片面は角度を大きく斜に削り、反対側はやや長めで、角度を小さく削る。長く削られた側を台木の内側に合せて挿しこむ。

接ぎ木テープは必ず接ぎ木部位の上部から強く巻き始め、隙間のないように巻く。ビニールテープで固定した接ぎ木部位及び穂全体に溶かした接ぎロウをまんべんなく塗布し、ガラス室内へ収容する。

接ぎ木後の環境条件がよければ4~5週間で発芽してくるので、上部にある邪魔な台木の葉を切除しつつ穂木からの新芽を伸ばし、新梢の葉が6~8枚になり、硬化してきた時点で台木を接ぎ木部位の直上部で切除し、穂木のみを残す。

#### 4) その他の接ぎ木法

前述した3種類の接ぎ木法の他に、切り接ぎ法、呼び接ぎ法、さらに定植後の品種更新を行なう高接ぎ法がある。

切り接ぎ法に関しては、今日までのところあまり良い結果が得られていない。その原因はまだ明確にされていないが、マカダミア樹の樹皮、木質部が硬いことから、切り接ぎ法で接ぎ木を行なうと穂木基部の削り部分の角度が大きいためビニールテープで巻いたときに木質部、樹皮部分に無理がかかり、折れやひびが入る傷害が起こるためではないかと考えられる。また、呼び接ぎ法はマラウイで行なわれているものをみると、台木苗の水管理など乾燥地においては困難なことなどの問題点があり、あまり効率的でない。芽接ぎ法は主としてオーストラリアで行なわれ、パンチで台木の樹皮を正方形や長方形に打抜き、この部分に同じ形に打抜いた接ぎ芽をはめ込みビニールテープで巻く方法である。ケニアにおいてはかつて、ドイツ人技術者が芽接ぎを行なった報告はあるが、樹皮が剥ぎ難いこと、適当な道具がないことから現在では行なわれていない。

## 5. 苗木生産上の問題点

### 1) 接ぎ木用資機材の不足

#### ①接ぎ木ナイフ

ケニアにおいては柑橘類の芽接ぎ、アボカドの割接ぎ、そしてマンゴウの割接ぎ及び舌接ぎ等が主に行なわれているが、これらの樹は、穂木、台木とも軟質であるため、芽接ぎナイフ、あるいはカミソリを使用して接ぎ木を行なっている、しかし、木質部の軟いマカダミアの接ぎ木には適していない。適当な接ぎ木ナイフの入手が可能であったとしても、高価であるため、一般農家が購入し、個人的に自分の園で接ぎ木作業を実施することは今後とも困難であると思われる。

#### ②砥石

接ぎ木に使用するナイフは切れ味が良い事が重要である。しかし、現在ケニアに輸入されている砥石は中砥と荒砥程度の安価で粗い目のものであり、マカダミアの穂木を平滑に削ることができるようなナイフを研ぎ上げるには不適當である。

#### ③植木鉢

乾燥の激しい地域における畑での接ぎ木は管理が粗放的になりやすい畑で行なうのは困難なことから、苗木の育成は集約的な管理の下で行なう必要がある。台木は鉢育苗する鉢へ移植後、何回も苗木の移動を行なわなければならないことや、鉢土の容量の問題から現在まで最適な鉢が見出せず、現在、最も入手しやすく、比較的軽くて移植後の管理が簡便な直径16cm高さ(深さ)18cmの空缶を利用している。最も鉢内で栽培する期間が短い割接ぎでも最低16ヶ月がかかり、最も長い腹接ぎでは約2ケ年間鉢に植えておく必要があるため、鉢土の容量不足、養分の不足等により苗の生育が不良になる可能性がある。そのために、鉢土の補充、追肥、あるいは液肥の葉面散布等を常に生育状況を観察しながらきめ細かく行なう必要がある。

### 2) 接ぎ木技能者の養成

当プロジェクトにおいては、マカダミア栽培をケニア国内に拡めるため、定期的な技術者要請のために研修を行なっている。その機会に接ぎ木技術も実習によって習得されようカリキュラムを組んでいる。しかし、ある一定レベルに達すると、その後年月が経過しても一向に技術のレベルが高まらない。しかし、能力的にケニアの人達が、その技術習得能力が劣るとは考えられない。その原因として、研修期間が1～2週間の短期間であること、その後のフォローアップや定期的な講習会が行なわれてない事などが上げられる。従って、今後は接ぎ木技能者用の特別コースの開催等が必要ではないかと考えられる。

一方、彼等が国家公務員である場合、その技術の向上に対して、国側がそれに答えるべき報酬、賞与などの直接的な反映がなされてないことは、接ぎ木技能者の技術向上に

対する意識を高めないのではないかと考える。コスタリカ等の一部の中南米諸国では、一定給与以外に活着率とその後の生育状況に対しての特別手当が支給されている。この事は接ぎ木技能者にその作業を意欲的にさせる事となり、自ずから集中力も高まり、その結果、生産性あるいは技術レベルの向上につながると考える。

## VI マカダミアの栽培

### 1. マカダミアの開花と結実習性

マカダミアの花房は、前年又はそれ以前に発生した枝の側芽に形成される場合が多く、100～300花が着生する総状花序をなす。開花期は系統や品種によって異なり、概して7月から10月が中心となる。次いで1月から2月にかけても連続的に花房が発生して開花する。一般的にはインテ系品種の開花期の方が早く、テトラ系又は交雑品種は1～2ヶ月ほど遅れて開花する。しかし、収穫時期はインテ系品種に比べて大きく遅れることはない。一般にマカダミアは開花から収穫までに6～8ヶ月を要する。その発達過程は開花後12～14週間までを細胞分裂期、3～4ヶ月を成熟期（子房形成期）、その後の収穫期までを完熟期と分けることができる。

受粉について著者らがプロジェクトでおこなった試験結果によれば、自家受粉によっても結実は認められるが、他品種の花粉を受粉することによって3倍以上に結実率が向上することが明らかになった。花粉は蕾みが7～8mmの長さになった時点ですでに成熟しているため、除雄はそれ以前に行う必要がある。この花序の中での開花の順序は、基部の方から始まり、開花開始と終了との間には2～3日の差がある。また受粉貢献する昆虫としてミツバチが上げられているが、著者らが観察した結果ではスリップスに類似した昆虫の飛来が顕著であった。インテ系×インテ系あるいはインテ系×テトラ系の両者の交雑受粉後の結実率には、明確な差異は認められなかった。また単に、開花1週間前にパラフィン袋を用いてインテ系品種並びにテトラ系品種の花房を被覆した試験結果では、インテ系品種では数%の結実しか認められなかったが、テトラ系品種では10%結実することが明らかになった。

表6-1 1果房当たりの結実率

処 理	結実率/10花房
インテ × インテ	3.73
インテ × テトラ	3.36
除雄のみ	1.36
自家受粉	0.64
除雄後袋かけ	0.55

注) HDP, NHR S, 1987

母品種としてインテ系を使用

表6-2 処理1ヶ月後の結実率(%) 1987

処 理	系 統	
	テトラ系	インテ系
Self Polination	9.9	2.9
Open Polination	20.2	34.2

注) INFORMATION ON MACADAMIA, H.D.P/NHRSによる

ハワイでのURATA(1954)の報告にも示されているように、マカダミアの場合、品種によっては、自家ふしんわせいに示す場合があり、その結実率を高めるためには、受粉樹によって他品種を混植することが望ましい。交雑品種あるいはテトラ系においては自家受粉によってもある程度の結実がみられた。しかし、これらの品種(交雑品種及びテトラ系品種)の開花期には、インテ系品種の花はあまり多くは存在しない。

受粉樹の混植による結実率の向上も重要だが、同時に、結実した果実の肥大促進並びに果実間の競合による落果防止を考慮する必要がある。果房の長さは品種によってほぼ一定であり、1果房当たり最高に結実させても20~25果であり、それ以上結実しても、収穫期までに肥大できないと考えられる。

最も、早期の落果が病虫害に起因するのか、受粉が確実に行なわれていないのか、あるいは水分または養分の欠乏等の生理的要因によるものかは、今日までの結果では明らかでない。この早期落果は、一般に結実後約2ヶ月目頃に発生する。

著者らは結実性を高めるために、エスレル、ジベレリンなどによる植物生育調節剤の散布、人工的な摘蕾処理試験を行った。その結果、結実率を高めると同時に結実後の果実の生育を促進することが認められた。しかし、このような結果はマカダミア栽培農家にとって余り現実的でない。今後はむしろ開花時期のピークを促進、あるいは延滞させることによる、果実間の競合防止、施肥・かん水・収穫等の肥培管理での労力の分散などを検討する必要がある。20年生以上の成木になると品種によっては樹高が、10~15mになるため、薬剤散布等が困難であり、病虫害による被害の一時的な軽減にもなり、1樹当たりの年間収量の増加にもつながると考えられる。

## 2. 栽培地の設定

栽培地の設定にあたっては、すでに述べた標高及び他作物との関係等の地域特性や、土壌条件、気象条件等を十分に考慮した上で品種を選択する必要がある。

マカダミアの経済栽培樹齢が60年以上であることを考慮すと、単にコーヒー、紅茶の価格が低下しているためにマカダミア栽培に変更するとか、また、それらの間作として導入するのでは、本来の品種の特性である1樹当たり収量を得ることはできない。

平均40~50Kg/樹の収量をあげるためには、当初から、永年作物との混作・間作は避けるべきである。しかしながら、結実樹齢に達するまでに3~4年を要し、さらに経済的に栽培が成立つ成木に達するまでには7~8年を要する。その間、樹間距離が7~10mもある幼木園においては、土地の有効利用あるいはエロージョン防止の対策を講ずる必要がある。すなわち、マメ科又は、イネ科作物の間作等を考えた作型の設定が重要である。

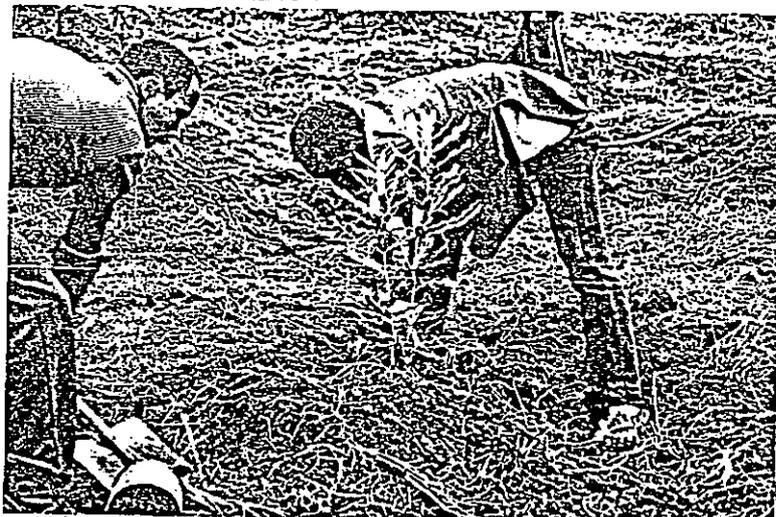
また、現在のマカダミアの生産は、その需要量に遠く及ばないと思われるが、加工工場より非常に遠隔地であったり、交通が非常に不便であり果実の集荷体制が整っていない場所が多く、産地形成が計画的に行なわれていないこともその原因としてあげることができる。

### 3. 開墾及び植え穴の準備

マカダミアの根群の発達は地上部のそれと比べて、非常に劣るとされ、また、耕土が浅いために一般に浅根性であること等により、強風による倒伏や旱魃による被害が起こり易いと言われる。しかし、これらの問題点は、開墾時あるいは定植後における樹間の定期的な深耕等の土作りによって、より一層の根群の発達を促すことによって、ある程度防止することができる。

プロジェクトの一部の圃場においても、特に乾期には地表から30~60cmの間に硬度計指数が40を超える中間層が形成される。このような土壌条件の場所では、植え穴を1m近くの深さに掘り起こすことが、不可欠である。また、有機質が非常に乏しい熱帯の土壌では、開園時に十分な堆肥及び粗大有機物を投入することが大切であり、この植え穴の準備は遅くとも定植2~3か前に終了しておき、排水の悪い平坦地では列毎に排水溝を配備することも考える必要がある。

図6-1  
植付け



#### 4. 栽植様式及び距離の決定

栽植様式はその土地の立地条件及び園の規模によって異なり、一般に、三角形、正方形あるいは長方形植えが行なわれている。栽植距離は7.5m x 7.5mとし正方形に植える方式がケニアのみならず世界の各地で行われている。定植後15年経過するとほとんどの品種で隣の樹の枝が重なり合い、密植状態になる。そのためには樹当たりの収量の低下のみならず、面積当たりの収量の低下の原因にもなる。しかし、ケニアの場合マカダミアの生育が良い地域では他作物の生育が良好であり、そのためには土地の有効利用をはかるうえで、しばしば密植になりがちである。したがって10m x 10mの植栽距離は間作物の導入等を考慮しないと農家に受け入れられない。

これらの問題に対してオーストラリアやハワイでは計画密植栽培が奨励され初めている。しかし、そのには開園時に大量の苗木を必要とし、優良品種の苗木の供給不足が問題にされているケニアやその他の後進マカダミア生産国では、現在のところ、計画密植栽培の実施は困難であろう。

表6-3 栽植距離と植付け本数

植付け様式	栽植距離 (m)	植付け本数 (ha)	長所及び短所
三角形植え	6 × 6	306	大型機械の導入が困難なため
	7.5 × 7.5	198	作業の機械化ができない。
	9 × 9	136	最大数の植栽ができる。
	10 × 10	114	マカダミア樹の繁茂により、
	10.5 × 10.5	101	除草コストの軽減できる。
	12 × 12	77	傾斜地の栽培に向く。
正方形植え	6 × 6	269	作業の機械化が容易である。
	7.5 × 7.5	173	正方形の中心に一時的に間作
	9 × 9	119	が可能。
	10 × 10	99	大規模の栽培に向く。
	10.5 × 10.5	89	
	12 × 12	67	
長方形植え	10.5 × 5	89	大型機械の導入が可能。

注) R.J.Benson (1979) California Macadamia Societyによる

## 5. 定植

灌水施設が十分に設置されていない地域でマカダミア園を開墾する場合、雨季の開始を待って定植を行う必要がある。ケニアにおいては年2回の雨期があり、一般にその開始直後に定植が行われている。

ほとんどの苗木は台木を播種してから定植時まで1年半～2年経過しており、根群は鉢いっぱい発達しているため、細根を切断しないようにポリバックまたは鉢の方を注意深く取除き、根群に付着している土壌はできるだけ落とさないように、ていねいに定植を行う。直根はなるべく深く侵入するようにし、傷ついた根はせん定鋏で切り返す。植付け後に土が少し沈むため深植えにならないように高植えにし、周囲は表土を土寄せする。さらに十分な灌水を行った後、蒸散防止のためのマルチを行い、同時に強風による倒伏防止対策として支柱立てそれに結束する。

植付け後、60年以上安定した収量を保証するためには、十分に生育の揃った苗木を選ぶ必要があることは言うまでもない。経費等の問題により、必要最小限の苗木育成を行なう場合が多いが、定植時の苗木の選定と管理の良否が、その後の生育に大きな影響及ぼす。

なまた、植付けは曇空の日の午後に行うことが望ましい。施肥は定植後2～3週間経過し、十分に活着が確認されてから実施する。

マカダミアの場合、受粉樹の混植の必要はないと考えられるが、結実歩合を高めるためには、開花期が重複する品種を列毎に混植することにより相互の品種の結実性を高めることができると考えられる。

図6-2 栽植様式



## 6. 幼木園管理（定植後の管理）

定植後2～3週間は降雨がない場合には、十分に苗木が活着するまで灌水を行う必要がある。また幼木の周辺1～1.5mを常に完全に除草し、適度なマルチングを続ける事により土壌水分の蒸散や雑草の繁茂を抑制する必要がある。

西日の強い場所では、主幹の日焼け防止のため石灰又は白色ペンキを塗布することを進めている。さらに家畜や野生動物による被害を防止するためには金網や竹の柵などによる簡単な囲いも必要である。

またケニアにおいては上記以外にシロアリ（白蟻）対策を忘れてはならない。サイザル粕をマルチ用資材として利用することにより、シロアリからの食害が軽減される事が一般に知られているが、地域によってその入手が困難であり、通常アルドリンが使用される。幼木の周辺にアルドリンを適度に散布することにより、その効果はてきめんであるが、今日多くの国において、残留毒性の問題によりアルドリン剤の使用が禁止されており、また年間を通じてシロアリの防除対策を講じなければならない当地域ではそれに要する費用は甚大である。

そのため、等プロジェクトでは1987年から、近くの自動車整備工場より廃油を調達し、その樹幹地際部への塗布を試みている。今日までその薬害の存否については明らかでないが、シロアリの被害防止効果は明らかであった。将来この方法が確立されたならば、廃油の処理と同時に、栽培経費の大幅な節減となると考えられる。

図6-3

金網を用いた幼木の家畜や野性動物からの食害防止対策



図6-4

石灰並びに廃油塗布によるシロアリの防除



## 7. 雑草防除とマルチング

熱帯、亜熱帯圏での作物栽培ににおいて最も重要な作業は雑草防除であると言っても過言ではない。特にケニアのように小農家によるマカダミア栽培が主流を占める地域では、病虫害に対する薬剤散布、施肥管理、灌水等の肥培管理はほとんど実施されておらず、収穫を除いた重要な作業として、雑草防除が上げられる。ハワイやオーストラリアの先進国における除草剤による雑草防除は、今日ではそれ以外の方法は考えられないほどに一般的であるが、ケニア等の開発途上国ではやはり人力による除草に頼らざるを得ない。

園内に雑草が繁茂することはマカダミアの生育に種々の影響を及ぼす。特に重要な問題点を下に記す。

- ① マカダミアとの養分の競合
- ② マカダミアとの水分の競合
- ③ ネズミ、モグラの巣となり、病虫害の生存を助ける。
- ④ 収穫時の果実収集の障害になる。

一方、マルチングを行う事により、次のような利点もたらされる。

- ① 土壤水分の蒸散を抑える。
- ② 雑草の繁茂を抑制する。
- ③ 土壤に対し有機物が還元される（雑草によるマルチングの場合）。

また、雑草防除の方法としては下記の4つの方法が考えられる。

- ① 除草剤の散布
- ② トラクター等による中耕、除草
- ③ 人力、モアーによる草刈り
- ④ 間作やマルチングによる雑草発生の抑制

人力による雑草防除には多大な労働力を必要とするが、効率的に管理することにより、その防除回数は最低限度におさえられ、年間3回程度でも十分である。いわゆる豆科作物の間作、除草または草刈りした枯れ草での樹間周辺のマルチング、さらに経費的に可能な範囲での除草剤の散布などを組合せた雑草防除法を確立していくことが現在のケニアにおける最も適当な栽培管理法であろう。さらに、経営の利益が上がるに従い、さらに省力化された、除草剤の利用や大型機械の導入も検討していく必要がある。マルチングの手法としては、サイザル粕、イナワラ、雑草などを使用するのが一般的である。しかし、マカダミアの場合、地上に落下した果実を拾って収穫するため、本方式の効率あるいは品質低下の防止を考慮する必要があり、コスタリカ等では厚めのビニールシートのマルチが使用されている。

## 8. 整枝剪定

マカダミアに限らず幼木時における整枝・剪定等の樹体管理は、その後の樹の生育や収量等に大きな影響を及ぼす。ハワイやオーストラリアでは、大型機械によって栽培管理を行うため樹高は、あまり問題にされず、各節より4～5本発生する発育枝の中から最も発育の良い枝を用いて主幹形に仕立てる方式が一般行なわれている。

マカダミア樹の木質部は果樹の中でも特に硬いが、その反面分岐角が小さい場合、亀裂が生じやすい。そのためしばしばその中心部より自重または強風により裂開し、生産性の高い太い枝を失うことになる。当プロジェクト内にある立性品種KRG-1, KMB-1にその傾向が強いこと観察される。このような障害の防止対策として、幼木時から分岐角の小さい側枝、あるいは車枝の発生を常に防止する努力をすることが重要となる。そのため整枝方法は開張性品種、立性品種の違いによって当然異なるが、今日までの観察結果によると、主幹形または変則主幹形がマカダミアの剪定として最も適していると思われる。しかし、立性品種は時に先端部の切り返しを行い、開張性の樹形に変えていくことが樹の開花及び結実性を高める1つの方法となろう。

分岐角の大きい側枝を発生させる方法としては、節より伸長した芽を一度すべてピンチングし、さらにその下部より発生した発育枝を利用することにより、分岐角の大きな枝を育てることができる。また、新梢の葉の着生していない部分から発生した枝は分岐角が大きく（L形側枝に）なりやすい。

樹勢を保ち、さらに根群の発達を良好にするには地上部と地下部のバランスが重要である。従って、一度に整枝、剪定によって樹形を整えると強剪定となり、根群の発達に支障をきたす恐れがあるため、定植後の数年間は最低年に1～2度はピンチング等を含めた剪定をする必要がある。

マカダミアの花房は、樹高を三等分した場合その80%以上が下部に着生することが、著者らの調査結果から明らかである。従って、ハワイ等で行なわれている剪定方法では90～120cmの高さの位置に、最初の枝を発生させるため、樹冠の重心の高い樹形になり易く、そのため強風等による倒伏が発生し易い。この対策として、前述したように、立性品種の主幹先端部の切り下げ行なう。また、この事は樹間内部の葉の受光状態を良好にし、光合成を助長させて開花のみで終わるような弱い花の結実歩合を高めることとなる。テトラ系品種とインテ系品種では柄だの花房着生位置は異なるが、樹冠における全体的なその着生位置には似通ったものがある。総着生数の80%が樹高の下部1/3の位置にあることは、前に述べたが、中でもインテ系品種の場合それらの弱い枝に多数開花が認められる。また立性のKRG-1等の品種は主枝誘引によって結果樹齢を早め、さらに樹全体の収量を高めることが確認された。

そこで、植付けは当初の2～3年の間は車枝や分岐角の小さい枝の除去につとめ、地上部に近い枝でも残して樹の生育に伴い次第に樹形を整えていくことが望ましい。なお最終的な樹形としては地上約60cmの場所より40～50cm間隔に交互にバランス

図 6 - 5 自重, 強風等による V 型側枝の被害



図 6 - 6 従長しやすい品種は幼木時より整板剪定を行なう



図 6-7 草・イナワラ等によるマルチング

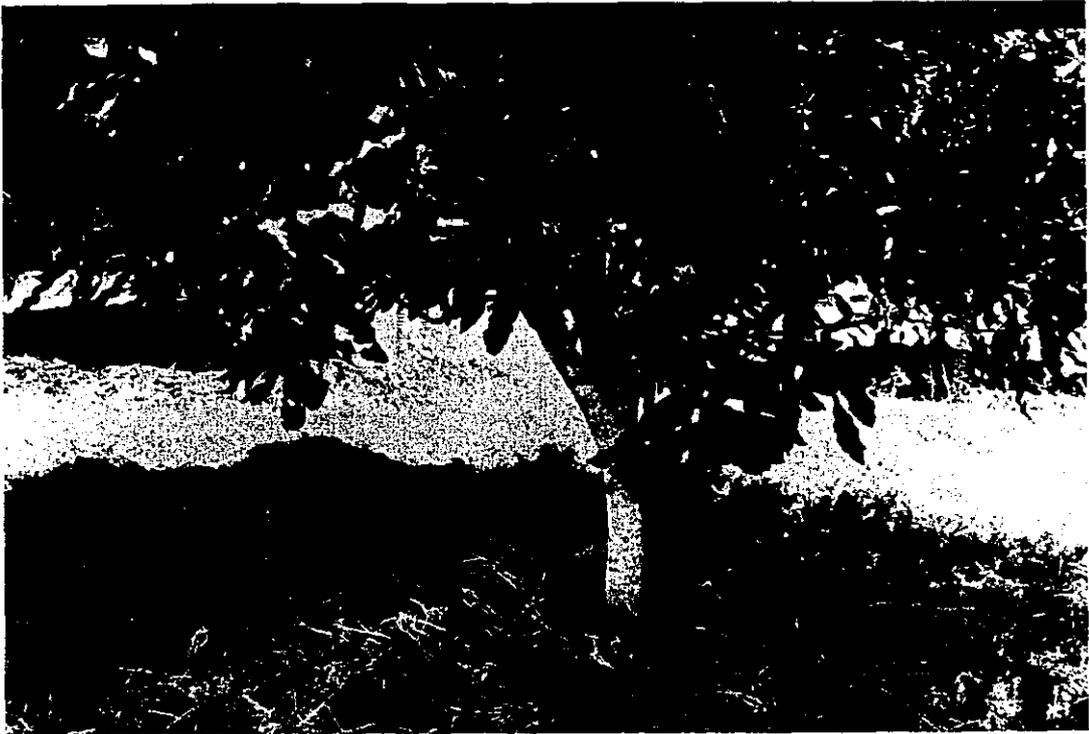


図 6-8 ビニールによるマルチング



のとれた主枝を残し、骨核とす。さらに立性の品種の場合はサイザルロープ等で誘引し、あるいは支柱を添えて、樹冠の拡張を図る必要がある。

## 9. 間作

借りに植栽距離を7.5m×7.5mに決定したとしても、ケニアの農家にとって定植後の当初の5～6年間は樹間の空地利用は不可欠である。しかもそれは下記のような種々の波及効果をもたらすための、マカダミアの樹体の生育に支障を来さない範囲の、いわゆる競合が起こり難く、単年性でマカダミアとの間に十分な距離を保てる作物であれば、むしろ奨励すべき栽培手法とすることができる。

- ① 土地の有効利用
- ② エロージョン防止
- ③ 雑草防除
- ④ 地力の増進（豆科作物又は緑肥作物を栽培した場合）

一般的にはささげ等のマメ類、野菜類、とうもろこし等が小農園地で間作され、資金的な余裕のある大農はパイナップル、パッションフルーツがマカダミア幼木の防風垣を兼ねて栽培されている。しかし、これらの半永年作物の場合はマカダミアとの間に競合をもたらさない約5ヶ年間までとする。また大農経営のマカダミア園ではかつてコーヒー園であった例がケニア、ハワイ、コスタリカなどでしばしば見られる。これらの場合はコーヒーの間作として始まった栽培が次第にマカダミアの価格及び需要が好転してたために、コーヒーを伐採し、マカダミア園となったものである。しかし、当初から優良品種のマカダミア（接ぎ木苗）を定植しなかった農園においては、単位面積当たりの収益はコーヒーのそれに及ばず、10年以上も経過した成木でさえ伐採されていた例も多い。

図6-9  
幼木園の間作

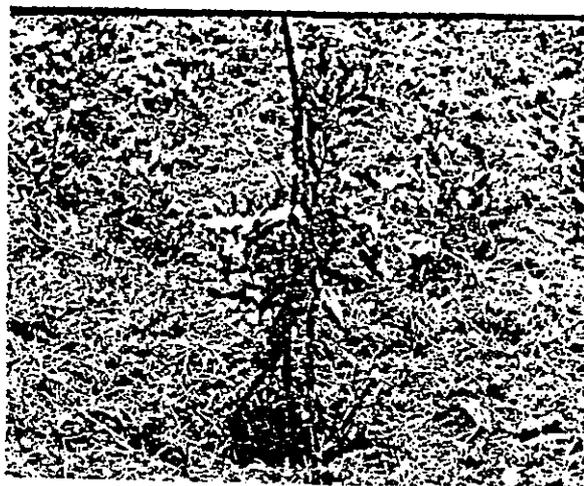


図6-10  
コーヒー園のマカダミア栽培



## 10. 高接ぎ更新

既に述べたように、ケニアの農家におけるマカダミア既存樹のほとんど（90%以上）は実生によって育成された苗木に由来し、そのため低収量（樹当たりの平均収量5～7kg）のみならず、低品質（加工後のカーネルリカバリ：10-14%）であり、さらには病虫害に対する抵抗性の程度も様々である。この事が現在のマカダミア農家が直面している最も大きな問題点であり、早急に優良品種に更新する必要がある。

マカダミアの実生園を早期に更新するためには、新しく苗木を植えるよりも高接ぎ更新によれば、より短期間（2～3年）に結実を再開するようになり、1列おき、あるいは部分的に高接ぎする方法が、最小限の減収で優良品種への更新が可能である。この事がケニアのマカダミア栽培農家の望んでいる事であり、我々研究者が今日行なうべき重要な課題の1つであると考えられる。

しかし、高接ぎ更新は試験場や一部の大農園を除いて、技術的にも資金的にも不可能と思われる。残念ながら地方の普及員や個々の農家には高接ぎ用資機材の不足や、割接ぎ用穂木より更に太硬い高接ぎ用穂木を平滑に削る技術、環状剥皮による穂木の準備、さらにはその作業を行なうために必要な資金的面からも、困難な場面が多い。

また、現在高接ぎの対象となっているマカダミア樹の殆んどが20年生以上の年月が経過しており、現在行なっているはぎ接ぎ法では、接ぎ木部分の樹皮がコルク化しているために、接ぎ木時に脆い樹皮を痛めることが多い。さらに、台木からしみ出る多量の樹液によって穂木が押出されたり、活着前にそれらの樹液によって被膜が形成されることも考えられる。

一方、地上部が一度に極端な衝撃をうけることによって地下部にもその影響が及ぼされ、根群の活性が低下し、細根が枯死すること等によって、樹体が弱り樹冠部が除去されることにより発生する樹皮の日焼けによる傷害を受け、甚だしい場合は枯死する場合もある。また、ケニアでは気象変化が複雑で、樹体の活性の時期的変化と接ぎ木適期の関係が明らかにされてないことなども今後、検討を必要とする。試験場内で行なっている15年生以下の高接ぎ更新に関しては常に80%程度の活着率が得られている事から、高接ぎ更新には樹齢による限界があると思われる。

6-12 ケニア式高接ぎ法

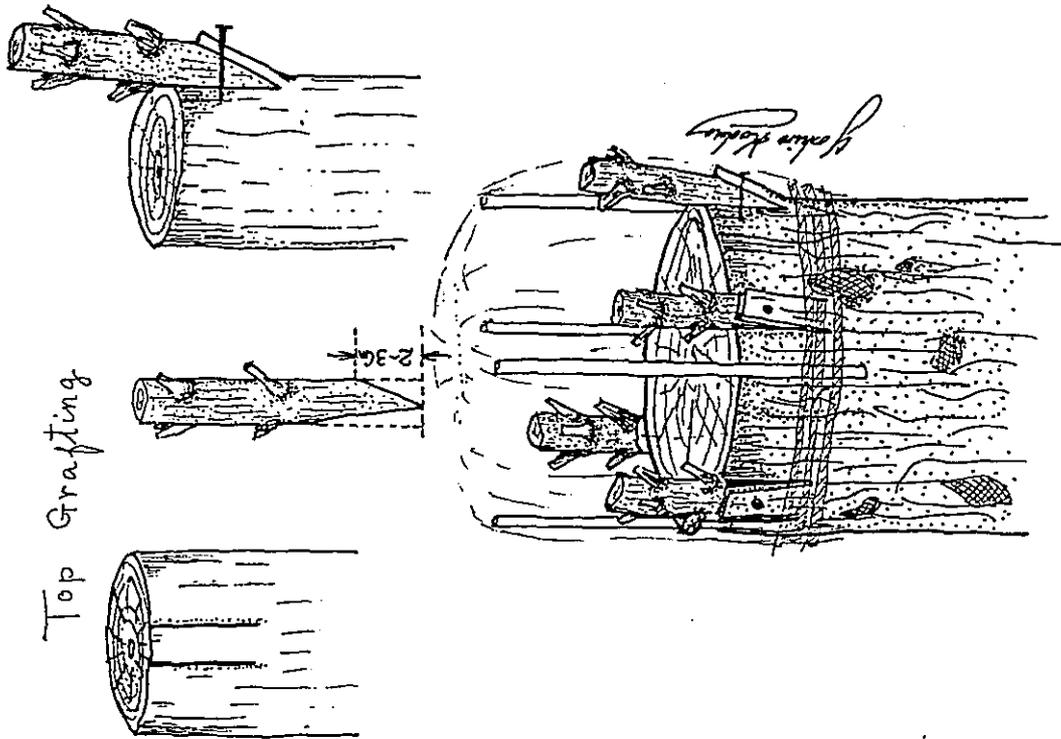


図6-11 ハワイ式高接ぎ法

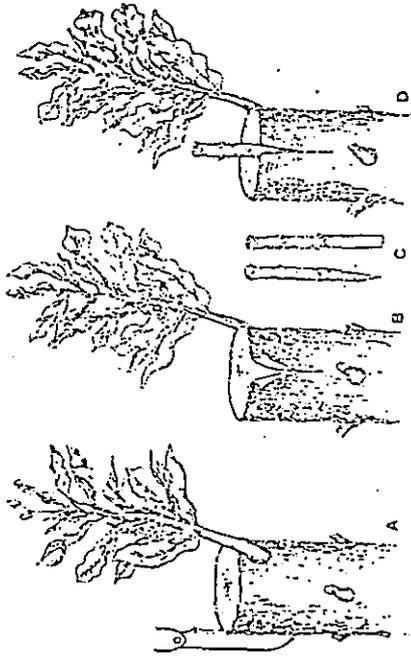


FIGURA 10.—Inicio de coger. (a) Posición de la cuchilla al hacer la ranura en la corteza. (b) La ranura ligeramente levantada en el extremo superior de la rama. (c) Vista de frente de una púa con la forma correcta. (d) Púa insertada, lista para amarrar y cubrir con parafina.

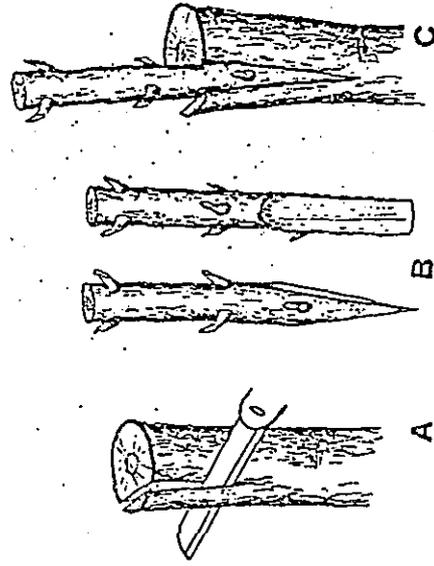


FIGURA 11.—Inicio de hendidura modificada. (a) Haciendo el corte en el pedón. (b) Vista de frente y de lado de púa con forma correcta. (c) Púa insertada en el pedón, lista para amarrar y cubrir con parafina.

出所 EL CULTIVO DE NUECES DE MACADAMIA

## 11. 施肥管理

土壌条件の項で述べたように、多収性の優良品種を導入しても、肥培管理を十分に行わない場合は、その品種の能力を十分に発揮させることはできない。そのためには、従来のケニアにおける小農が行なってきたような略奪式農法的な栽培法では問題があり、経営が成立つような収量を期待するなら、収穫物の量に見合った肥料及び有機物の施用を行うことが、不可欠である。

また、施肥管理と水分管理は相互に関係が深く、かん水施設を持たない農家では、雨期の開始を待って年2回施肥を行ない、プランテーション方式の大農園では、大雨期と小雨期との間に、一回施肥する方法が適当である。ちょうどこの時期は、マカダミア果実の細胞分裂期と肥大期にあたり、施肥の効果がより一層現われてくる。ケニアの土壌に栽培されるマカダミアの施肥量は未だ確立されていないが、当面次のような方法を推奨している。

$$120g \times \text{樹幹の直径} = \text{年間施肥量}$$

しかし、経験上この施肥量では栽植当初の2～3年は、やや少ない傾向があると考えられるので、最近では幼木樹に限り2倍までの施用量を、すすめている。また、肥料の種類としては、栽培地域の土壌の種類や特性にもよるが、マカダミア栽培に適している地域では、一般的に磷酸が不足している傾向があり、カリはほぼ適量にあると考えるため、N:P:Kの比率で10:20:10のものを勧めている。また、この主要三要素とは別に、土壌pHが5.5以下であるような土壌では、石灰の施要も必要である。ハワイにおけるR.A.Hamilton, P.J.Ito(1983)らの報告によれば、マカダミア園で発生しやすい微量要素欠乏として、鉄(Fe)と硫黄(S)が上げられる。さらに、新葉の葉分析の結果(R.B. Aigent 1981)、個々の肥料要素が下記の値を示すことが望ましいとされてる。

表6-4 新葉の最適葉分析値

成分	含有量
窒素 (N)	1.5-1.6 %
リン酸 (P)	0.08-0.1%
カリ (K)	0.45-0.65 %
カルシウム (Ca)	0.75%
マグネシウム (Mg)	0.10%
硫黄 (S)	0.24%
マンガン (Mn)	100ppm
鉄 (Fe)	20ppm
銅 (Cu)	5ppm
亜鉛 (Zn)	15ppm

注) R.Baigent(1981)Cal.Mac.Soc

表6-5 樹齢別施肥量

樹 齢	施肥量
1年生	240Kg
2	460
3	700
4	780
5	950
6	1200
7	1400
8	1550
9	1700
10	1850

注) N:P:K=10:20:10の場合

## 12. 乾燥と灌水

ケニアには年2回の乾期と雨期がある。その雨期の降雨量で耕作が可能な土地は、わずかに全国土の20%である。これらの耕作が可能な土地はすでに、その他の主要な作物を栽培するために、開墾されている。のような条件の下でマカダミアの生育に可能な、年間降雨量が1200mm以上が得られる場所の確保は非常に困難である。このように、ケニアのマカダミア栽培は水の問題に関しては問題が大きく、さらに乾期にかん水を行うか否かによって、収量のみならず、その品質にも大きく影響を及ぼすため、より一層その普及も難しくなってくる。最近の品種の選抜基準は高品質、多収性、耐病性、耐虫性など多くの項目を並べることになるが、さらに対旱性を加えた場合、すでに栽培不可能ということになる。すなわち、乾期における灌がい可能な施設を早急に設けることが、ケニアのマカダミア産業を育成する上で、大きな部分を占めていることは否めない。

なお、灌水方法として、限りある水をより有効に使用するためには、樹冠下のみを対象とした、ホース灌水を中心とした灌水方法が適している。乾期における土壌水分の蒸散を少しでも抑制するためには、敷き草等によるマルチングの併用も重要である。

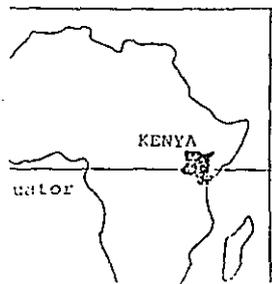
水に恵まれた我々日本人の立場から見ると、“水さえあれば何でも栽培できる”とししばしば考えることではあるが、残念なことにほんとうに水がない。農民達の飲み水でさえ十分でない現状でありそのような状況の下で生活に必須とされる主要穀物でもないマカダミアに対し、穀物への灌水を放っておいてまで、灌水しなさいとは、ケニアの乾期を知る者としては、言い出せるものではない。このようなことから、上水道並びに灌がい用のダム、水路等の施設の充実が早急に望まれるところである。

以上述べたように水管理の問題は、ケニアのマカダミア栽培において、草管理以上に重要である。

図6-13 プロジェクトにおける灌漑法



図6-14 マカダミア生産に有望な地域



### 13. 病虫害

#### 1) 病虫害の種類

ケニアにおけるマカダミアの主要な病虫害としては下記の5種類があげられている。

- ① カメムシ, (Stink Bug or Fruit Spotting Bug)
- ② ナッツボラー, (Macadamia Nut Borer)
- ③ 炭そ病, (Antracnosis Collectotrichum spp)
- ④ 根腐れ病, (Dothiorella Botryosphaeria ribis)
- ⑤ シロアリ : 樹皮に対する食害

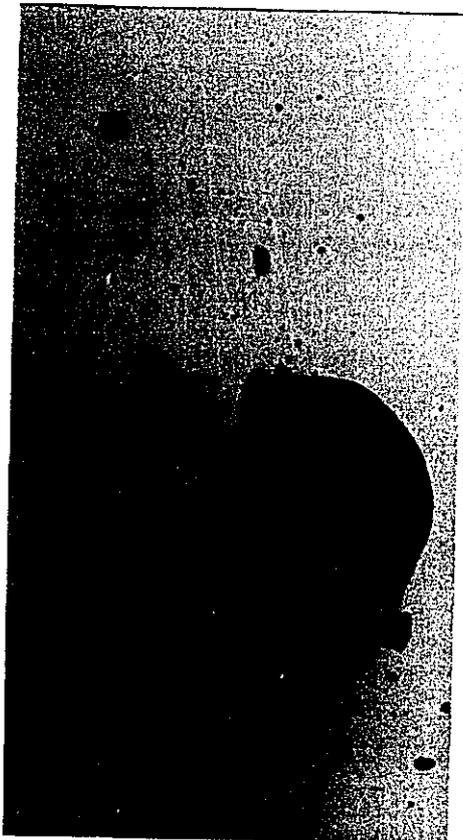
上記の病虫害以外に下記の動物がより現実的な場面で大きな問題となっている。

- ⑥ もぐら、ねずみ、りすなど : 根と果実に対する食害
- ⑦ アンテロープ : 幼木の新梢に対する食害
- ⑧ イノシシ : 収穫前果実に対する食害

図6-15 カメムシ



図6-16 ナッツボラー



## 2) 病虫害防除

ケニアにおいてマカダミア栽培が始まってから現在まで、カメムシとナッツボラーを除いて、病虫害に関する栽培上の大きな問題は起こっていない。むしろ樹を枯らす可能性の高いシロアリ対策の方が早急に取り組むべき問題であるかも知れない。カメムシに関しては、一つの防除法として、天敵の利用が考えられ、中川氏らによって(1986)発見されている。さらにその天敵の寄生率も60%とかなり高率であることがあることが、明らかになった。天敵によるカメムシの防除法が確立されれば、栽培農家にとって、この上ない朗報となろう。なぜなら、一般的なケニアのマカダミア栽培農家では、十分な散布器具を備えておらず、15mを越すマカダミア樹木の薬剤散布は非常に困難であろう。

上記以外の害虫としては、スリップス、ゾウムシが上げられる。スリップスの場合、同一園内においても、MRG-1などの特定品種に激しい被害がみられる。また、その被害も、果実の熟期における発生であれば、果皮に対する被害のみで殺果、いわゆるマカダミアナッツそのものへの影響は少ない。ゾウムシの被害は主として幼木時に見られ、新葉を食い荒らすことが、明確になっている。しかし、これも薬剤散布あるいは手でも容易に捕殺することができる。

病害は、苗床における根腐れ病(*Botrytis* spp and *Phytophthora* spp) やアボカド根腐れ病(*Phytophthora cinnamomi*)等が、世界の主要なマカダミア産地で確認されている。しかし小金沢氏(短期派遣専門家)の調査結果によれば、炭そ病(*Colletotrichum* spp)による被害は、ケニアでは確認されていない。

病虫害防除に関しては、カメムシを除いて、それらの発消長及びその発生頻度等の説明が行なわれておらず、早急な対応が待たれる。ハワイ等では、抵抗性品種の育種に成功しており、病虫害防除については、それほど大きな問題とはなっていない。

また、ハワイでのマカダミア栽培は3000mmを越す雨量の下で行なわれるため、炭そ病に対する抵抗性品種の選抜が不可欠であるが、ケニアの栽培地域は他の国と比べて比較的乾燥しているので、炭そ病発生が少ないものと考えられる。現時点ではケニアのマカダミアに対する、病虫害防除に関する対策については、ほとんど明確な結論が得られてない。

シロアリ対策として、ケニアでは未だアルドリンが一般的に使用されている。特に栽植後の雨季の終わり頃から乾期にかけてその被害が著しく発生し、アルドリン等で防除しなかった場合は、シロアリの被害により50%以上の苗木が枯死する場合もある。ケニアの農家にとってこの経費は大きいのみならず、有機塩素剤は世界的に禁止されつつあることから、当プロジェクトでは廃油等を使用してそれに変わるものを試みている。

モグラ、ネズミ、リスに対しては、現状では何らその対策が考案されておらず、トラップ等で一匹ずつ捕獲する以外方法はない。さらにアフリカに生息する、アンテロープ、イボイノシシに対しては、マカダミア園をフェンスで囲むか、若木を1本ずつ金網など

で囲むこと以外に適当な対策はない。

#### 14. 収 穫

##### 1) 収 穫

マカダミアはクリの場合と同様に地上に自然落果したものを収穫する。一部の品種、あるいはスリップスや炭そ病等の被害にあった果実は、熟期が過ぎても落下しない場合があるが、クリのように竹ざお等を使用しての人為的な果実の落下をさせての収穫は行わない。人為的に落下させた場合には、未熟果が多く混じり、著しい品質低下をきたすため、商品価値がなくなる。ケニアでの収穫期のピークは4月～5月であるが、開花が明確でないことから11月～1月を除く、ほぼ年間を通じて収穫される。落下後の果実は、野ネズミ、リス、イノシシ、ナツボラーなどの被害を受けやすく、さらには盗難の恐れさえあり、その対策としても、頻繁に採集して廻ることが大切で、少なくとも最低週一回は園を見廻り収集することが望ましい。

ハワイの大農園では、人件費の節減のため近年ゴルフボール拾集機などを改良した機械を導入した収穫方法もある。しかし、通常は一つ一つ人力によって収集される。そこで、収穫の簡素化を図ることも大切であり、普段から樹冠下の整地や草管理を十分に行っておくことが、収穫の簡素化につながると同時に、良好な果実の品質を保つことにもなる。一般に定期的な除草剤散布が行われているが、黒ビニールシートによるマルチングと収穫の簡素化を兼ねた試みも行なわれている。

表 6 - 6 マカダミアの収穫時期と品質

SEASONAL QUALITY ANALYSIS (MRG-2) '86									
HARVEST MONTH	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	avg
GOOD	58	64	61	80	66	68	40	57	61.8
INSECT	22	14	18	5	22	20	24	39	20.5
MOULD	8	6	2	0	2	2	13	0	4.1
IMMATURE	6	8	8	3	10	10	14	1	7.5
OLD	6	8	11	12	0	0	9	3	6.1
NO. OF SAMPLE NUTS	100	50	100	100	50	50	100	50	75
NUTS WEIGHT g	10.5	10.0	11.0	10.5	11.3	11.3	10.9	12.1	11.0
SHELL WEIGHT g	8.1	6.0	7.0	6.7	7.1	7.1	7.3	8.1	7.2
KERNEL %	23	40	36	36	37	37	33	33	34.4

## 2) 収穫後の管理

多収で高品質のマカダミアナッツを生産することが究極の目的であり、そのために優良品種が栽培されたとしても、最後の収穫及び加工までの段階で十分な管理がなされない場合は、それらまでの全ての努力は無になるとなる。一般に、ケニア産のマカダミアナッツはハワイ産の物と比べて品質が良くないと言われ、国際マーケットにおける価格は、ハワイ産の半分にも満たない年もある。このことは現在栽培されている品種が全国的にばらつきが大きく確立されてないことも原因の一つであるが、収穫及び収穫後の管理が徹底しないことも大きな要因である。

収穫されたマカダミアは水分含量が高く、外果皮は65%、果実は30%の水分を含んでいる。これを袋詰めのままにしておくと、数日で発酵や腐敗が始まり、そのため香りや品質を著しく損うことになる。果実に長期間外果皮（ハスク）を付けたままにしておくことは、ナッツボラーなどの害虫の二次的発生源にもなり、健全果への被害を増大することにもなる。収穫直後のハスクは緑色が残っており軟らかく、デハスカー（マカダミア外果皮むき機）を持たない一般の農家でも、簡単に剪定ばさみ等で除去できるが、数日放置しておくと、ハスクが硬く乾燥してその除去が困難となってくる。従って、収穫後はなるべく早急（24時間以内）にハスクを取り除かなければならない。

ハスクを取り除いた後の殻果（シェルナッツ）は、樹下等の日陰下の自然乾燥で約2週間、あるいは38℃の通風乾燥で3日間、乾燥させることが望ましい。この場合、直射光線下や40℃を超える温度での乾燥は、殻果実に亀裂を生じ、果実の寿命を短くすると同時に品質を省化させる。この状態で果実の湿度は3.5%程度に下がり、比較的長期間（4～5ヶ月）品質が低下することなく、貯蔵が可能である。

図 6-17 収穫直後のマカダミア果実

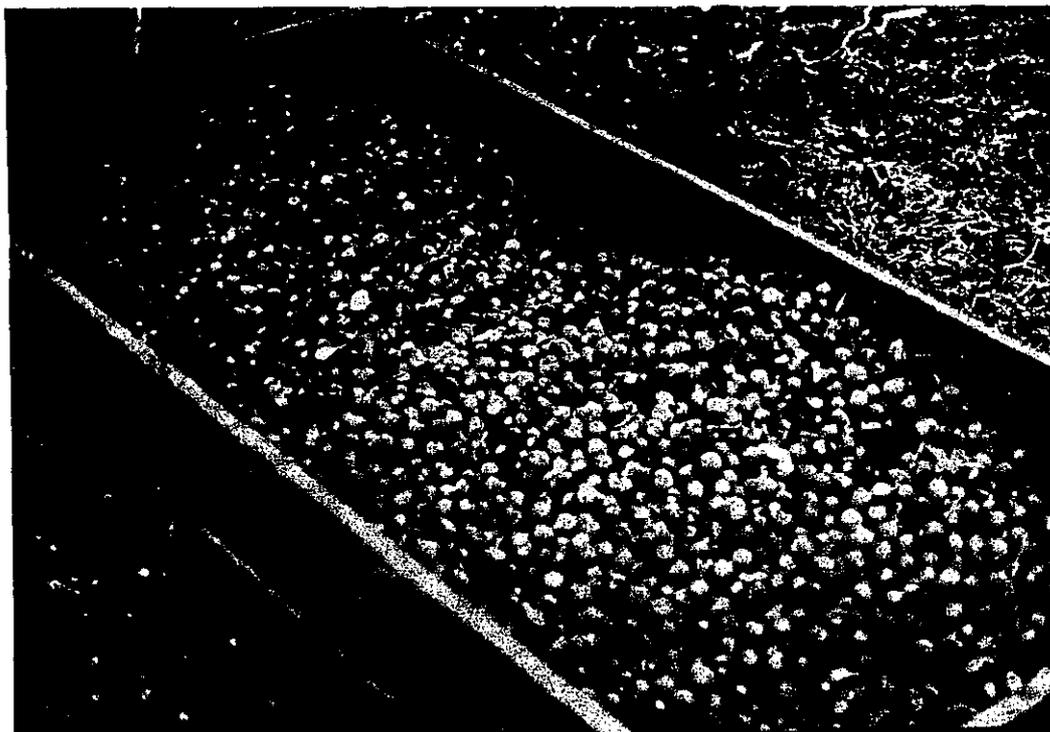
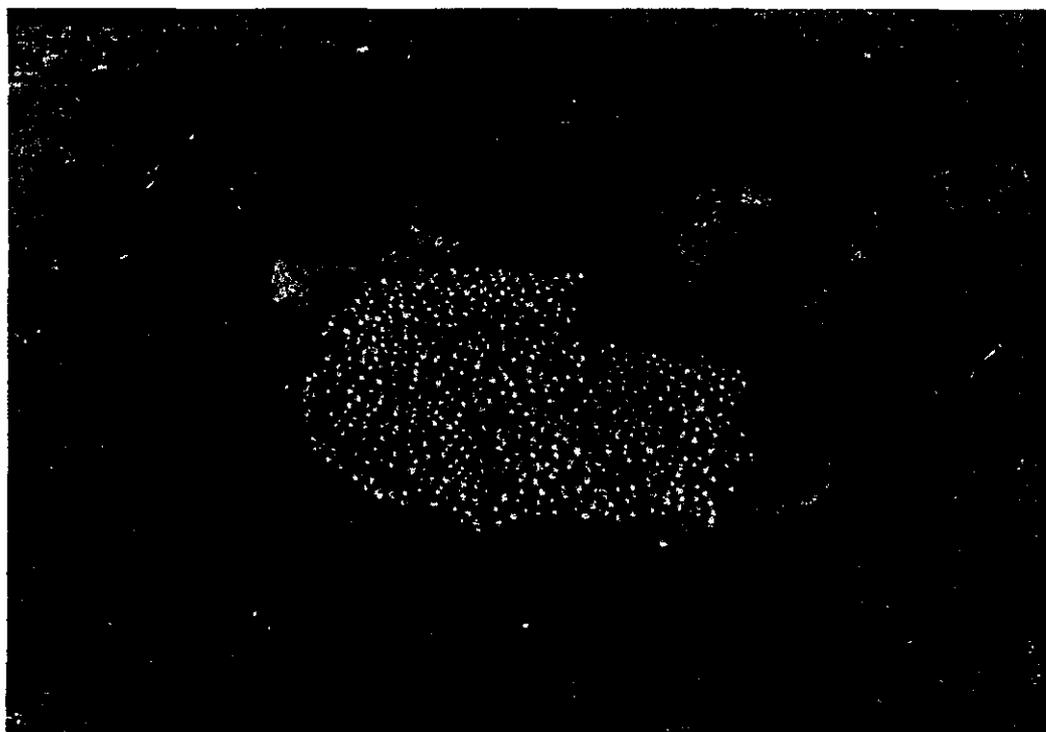


図 6-18 外果皮除去後のマカダミア果実



## Ⅶ 貯蔵及び加工

### 1. 貯 蔵

収穫のピーク時期にはほぼ毎週KNCの集荷チームがコーヒーソサエティーを集荷基地として収集して回るので、生産農家で収集後自然乾燥して調整されたマカダミアは、比較的短期間で、ThikaにあるKNCの工場に運ばれ貯蔵されることになる。したがって、農家における貯蔵はほとんど必要なく、できるだけ速やかに各地のコーヒーソサエティーに出荷すれば良い。しかし、KNC工場での処理能力には限度があり、最盛期に収穫されたナッツは、3ヶ月程度期間貯蔵されることになる。また、当期間はケニアの大雨季と呼ばれる多雨期に当たり、収穫時における環境条件がその後の貯蔵性並びに品質に大きな影響を及ぼす。

自然乾燥によってナッツ中の水分含量を3.5%まで下げる事はすでに述べたが、同時に虫の害や亀裂が生じたもの、明らかな未熟果、カビ等に汚染されたものは選別して取り除かねばならない。これらの品質の不良なナッツが少量混入する事によって、周囲の品質の良好なナッツにまで悪臭やナッツボラーの影響を及ぼす原因になる。選別後は防水性の袋に入れ温度の低い場所に貯蔵する。

ケニア産のマカダミアナッツが国際価格の半分にも満たない原因は、品種に起因するのみならず、このような収穫後の管理や貯蔵技術が十分に行なわれない事によると、考えられる。個々の栽培農家が良品質のナッツを出荷することは、当然KNCの買い上げ価格に反映されてくることになり、このことはマカダミア栽培農家が、さらに栽培管理等の技術の向上に努力する必要があることを示している。

図 7 - 1 工場搬入



図 7 - 2 乾燥後選別工程



## 2. 加工

加工場において製品化される段階で、品質上最も重要視される点はオイル含量、カーネルリカバリー等が高いことも重要であるが、それ以上に粒の揃いが良い（7～9 g/殻果）ことが重要である。なぜなら除殻（クラッキング）時に、粒の大小、殻皮の厚さの変異が製品の粒揃いに悪影響を及ぼすからであるが、特にテトラ系品種では殻が厚いため、クラッキング時に強い力を必要とし、クラッキング後の1級品の割合が非常に低くなる。

また、ナッツのオイル含量に関しては、一般には72%以上の製品が1級品とされている。糖分含量が低く、オイル含量が高い場合、加工後の品質の変化が少ない。更に糖分の高いテトラ系の品種が多数混入することにより、ローストの時点で黒く変色し、味の変化の問題だけでなく、製品としての見栄えが悪くなる。

ロースト時の温度が100℃以上の高温では黒く変色しやすい。そのため時間の調節が難しく、通常やや低めの60～80℃で10時間前後行なわれている。ロースト後のナッツの水分含量は、長期保存及び製品の変質を防ぐためには1.5%以下が望ましい、そのためには、できるだけ短期間の内に真空包装を行なうか、それに代る変質防止処理を行なう必要がある。

ケニア（KNC）での加工後製品の等級は次のように区分されている。

- 1級品=ホールナッツのみ（輸出用）
- 2級品=小粒のホールナッツ及び半粒（輸出用）
- 3級品=半粒以下のナッツ及び糖分含量の高いものを含む（輸出用ないしは国内消費）最近ではケーキ材料向けとして、細かく切断しているものもある。
- 4級品=オイルの抽出その他加工用向け（輸出用、国内用）

なお、製造過程については企業秘密とされる部分があり、詳細については不明であり、推測の域を出ない。以上の過程は第一次加工であって、日本や欧米諸国に輸入されてから、さらに第二次加工されチョコレート塗したものやクッキー及びその他製品として、広く利用されている。

また、4級品として区分され、さらに抽出されたオイルは、一部は、純度の高い高級植物油として口紅の原料等に利用されている。搾油後の粕も良質な家畜の飼料として利用され、クラッキングされた殻皮（シェル）は貴重な乾燥燃料として炭及び燐炭の原料となる。

上に述べたように、第一次加工された製品のほとんどは輸出用に回され、ケニア国内でも未だ、これらのマカダミア製品が市場に出回っていることを知らない人達が多数い。今後のマカダミアの生産を増進するためには、今後、ケニア国内への、供給を増やす必要があると考えられる。

図 7 - 3 第一次加工製品の選別作業



図 7 - 4 マカダミアナッツ製品  
(KNC提供)



## Ⅷ マーケティングその他

### 1. マーケティングの現状

ケニアにおけるマカダミアナッツの経済的流通は、現在ではケニアナッツカンパニー（KNC）一社を通じてのみ取り扱われているため、マカダミアの生産農家は、この会社に対して出荷を行っている。KNCでは主として各地にあるコーヒーソサエティーを拠点として集荷し、Thikaの工場へ運んで加工しており、収穫最盛期には、KNCの集荷チームはほぼ毎週、各地のコーヒーソサエティーを巡回してナッツを集荷すると同時に、支払も遅滞なく週単位で行われている。生産農家への支払はナッツの品質、粒の大小には関係なく、さらに近郊、遠隔地に関係なく一律に1Kg当たり5ケニアシリングとされている。同工場では集めたナッツを加工選別し、輸出用、市販用に区分している。現在の年間集荷量は約2500トンで、この内、輸出用に向けられる加工ナッツは約80%である。

以上の様に、マカダミア生産農家の市場対応はKNCのみに依存しており、今日のケニアにおけるマカダミアナッツ産業の発展に大きな貢献をなしてきた事は事実である。然しながら、一方、今後のマカダミア生産農家の栽培技術の向上という視点から考えると、その集荷及び買上げ方法に対して若干の問題提起をせざるを得ない。即ち、現在行われている集荷方法では、収穫されたナッツの品質の良否、粒の大小、果実の病虫被害度、果実の水分含量などにはほとんど関係なく一律に等価格で買い上げられているために、優良品種の導入や、栽培管理の改良による品質の改善等は、収穫物の売り上げに反影され難く、単に収穫物の重量のみに関心が払われることになる。このような問題を解決するためには、各地域の集荷所にナッツの選果機を設置し、大きさ別、品質別の集荷を行って、価格差を付け、良品質のものは高く買い上げる様にする事が望ましい。しかし、現状ではかなり困難な問題である。将来は、生産者の組合による自主的な選別出荷を実施することができるまでに発展する事を期待したい。

以上、田中氏より資料提供

## 2. ケニアのマカダミア普及の現状

ケニアのマカダミア栽培の普及体制はコーヒーや紅茶のように公社を設立して行っているものとは異なり、以下に示す様な農業開発省の普及関係組織を活用して、その普及を図っている。

### 1) 農業開発省の普及関係組織

#### ① 農業開発省

農業総局長の下に農業普及部(Agricultural Extension and Services Division)があり、農業情報課、人材開発課、普及管理課、農業経営及び農村青少年課(Home Economic & Rural Youth Branch)に分れて活動を行っている。

#### ② 州(Province)

州の農業部長の下に州普及研修官(Provincial Extension and Training Officer)があり、他のProvincial Crop Officer, Provincial Livestock Officer, Provincial Land Development Officerの下に配属されているProvincial Horticultural Officer, Provincial Extension and Training Officer, Provincial Home Economic Officer等の行政官兼Subject Matter Specialistと協力しながら普及活動を管理している。

#### ③ 県(District)

県の段階ではDistrict Agricultural Officer(DAO)の下にDistrict Extension Coordinator(DEC)がおり、その下にDistrict Home Economic Officerがいる。このDECは、同じくDAOの下に配属されているDistrict Crop Officer(DCO), District Horticultural Officer(DHO), District Livestock Officer(DLO)及びDistrict Land Development Officer(DLDO)等の行政兼Subject Matter Specialistの協力を得ながら普及活動を進めているほか、District Farmers Training Centerでの農業研修も行っている。

#### ④ 郡(Division)

郡にはDivision Extension Officer(DEO)の下にDivision Home Economic Officer(DHEO)及びDivisional Livestock Officer(DLO)のSubject Matter Specialistが配置されている。

#### ⑤ 地区(Location)

地区(村)にはLocational Extension Officer(LEO)の下にLocal Animal Health Officer及びLocal Home Economic Officerが配属されているが、このLEOのもとにTechnical Assistant(TA)とJunior Technical Assistant(JTA)が多勢おり通常農家を300-350戸単位で普及活動を担当している。このTAとJTAはケニアにおけるFrontline Extension Staffと呼ばれ普及活動の中核となっている。また、彼等は自分の家を拠点として普及活動に当たっている。

## 2) 普及活動の概要

### ① 普及員の活動

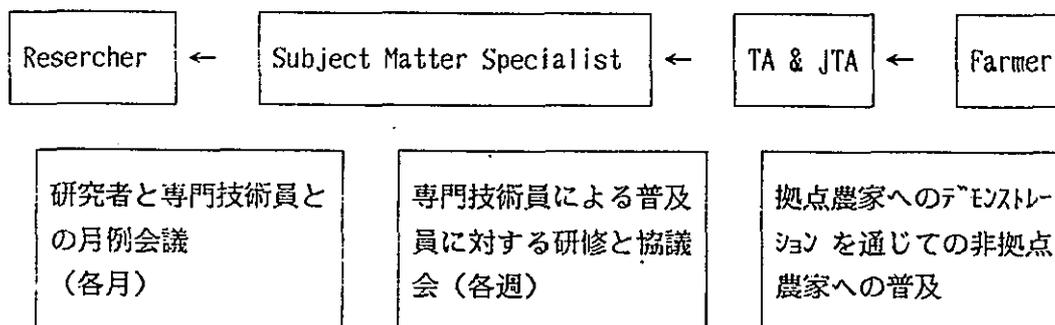
ケニアにおける普及活動は、個々の農家訪問、拠点農家 (Contact Farmer) を通じての Demonstration Agricultural Show, 4K Club 及び Yung Farmers Club の指導を通して行われている。

ア. 1人の普及員は通常32~64戸の拠点農家を有し、1日当たり4~8戸を訪問するが、2週間に1回は必ず各農家を訪問することとなっている。普及員は週5日のうち4日は拠点農家の訪問、残り1日は報告書の作成、月例普及会議での報告、(Farmers Training Centerで開かれる) さらに土壌保全等の活動にあてる。

イ. 4K Clubはアメリカの4H Clubに相当するもので、4Kの意味はKungana (Unite), Kubaya (Do), Kujenga (Built), for Kenyaの頭文字をとったものである。この4K Clubは小学生が対象で、これに準じたYoung Farmers Clubは中学生が対象である。

### ② Training and Visits Extension System ( T & V System )

ケニアでは新しい普及活動のシステムとして1983年からT&Vシステムを実施している。これは各研究機関の研究の成果を速やかに農家に波及させると共に、農家サイドの問題で研究を必要とするものを直接研究機関に持込んで速やかな解決を図ろうとするもので、次の様な図式で示される。



ア. 研究者と専門技術員との月例会議は各県のFTCで開かれるが、この会議には下記の研究機関から関係者が出席して行われ、必要に応じてその他の作物部門が追加される。豆類、トウモロコシ、コーヒー、棉、ジャガイモ等の各試験場

イ. 普及員に対する専門技術員による研修は、各県毎に2週間に1回開かれる。主な内容は上記の会議の結果に基づき各作物の耕種基準に関する研修である。

ウ. それぞれの普及員は研修後2週間以内に拠点農家を訪問し、研修で伝達された通知事項を伝えなければならないが、その際、近くの非拠点農家にも知らせ、拠点農家の農園でデモンストレーションを行うことによって農家を指導しなければならない。

エ. なお専門技術員は普及員が研修後その通知事項が正しく農家に伝わったかどうか

を確かめ、評価を行う職務を有す。

以上述べた様にケニアにおける農業普及システムは一応其の体制が整備されているが、十分にこれらの機構が機能していないように感じられる。また現状では、ケニアの主要普及作物の中にマカダミアは含まれていない。当プロジェクトでは、農業普及部と密接な連携を図りながら独自の研修コースを開設し、1987年よりMacadamia Extension Training Courseを開始しており、毎月1～2回これを開催している。研修生としては毎コース各県（マカダミア栽培の適地と思われる県を中心に）から1名を招待しているが、マカダミア栽培には多少不適地と思われる県からの参加者も多い。また、一部の県においては、すでに次回の研修参加者のノミネート順位が決まっているところもある。

これらの研修は各県のDCO, DHO等を対象とした一週間コースと郡や地区の普及員のTO, TAを対象とした二週間コース（一週づつ2回）とである。一週間コースは、マカダミアの一般知識及び今後の普及方針等を主な内容とし、二週間コースでは一回目はマカダミアの一般知識、二回目は実技、実習を主体とし、普及方法の検討等もその内容としている。マカダミアの普及と現場を重視するということからもフロントラインスタッフである、TO, TA用の二週間コースを主体とした研修を行っている。

プロジェクトサイドではこれらの研修生のために宿泊施設と食堂が準備され、一回の収容人員は20名である。毎回、研修の終了日にはエバルエーション（研修内容についての討論会等）とアンケート調査を行っているが、彼等の研修に対する評価は非常に高い。

以上 田中氏より資料提供

図8-1 プロジェクトサイトにおける研修風景

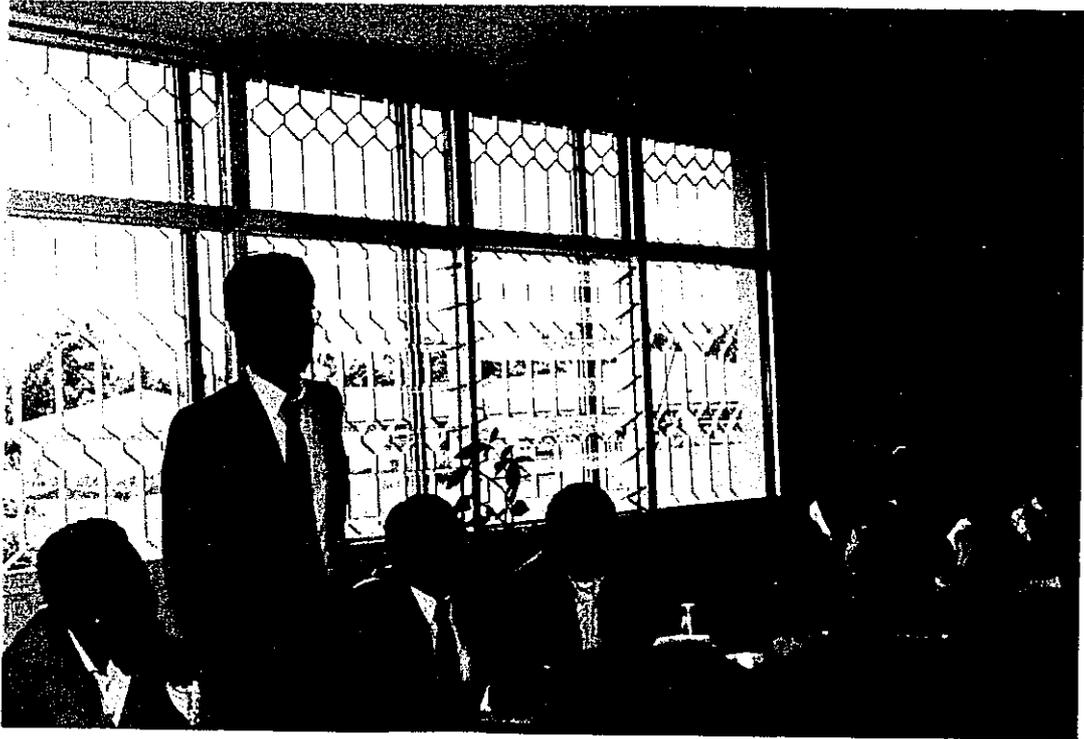


図8-2 プロジェクトにおける高接実習



### 3. 苗木の生産と普及

既に述べたように農家からのマカダミアの苗木の配付、購入の要望は常に高いが、残念ながら当プロジェクトおかれた位置づけ（研究協力を目的）から、小規模農家等に対する苗木の配付ができる体制にはなっておらず、十分に彼等のニーズに答えることができない。しかし、地方のD A OやF T Cに対して、将来の普及を見込んだ配付用苗木の予約を受け付けている。また、当プロジェクトで研修を受講した技術者達からも、研修終了時に「マカダミアの普及には苗木の配付が不可欠である」ということから、苗木生産についての要望が強い。然しながら、現在、苗木の生産はK N Cにおいて育苗圃を有し、若干の生産を行っている以外に苗木生産は殆ど行われていない。従って早急な苗木生産圃または育苗センターの設立が必要と思われる。

当プロジェクトでは、現在育苗施設において試験研究用を目的とした苗木生産を行っているが、残った苗木については、出来得る限り地域適応試験等の試験用として希望農家に配付している。更に研修で実施する繁殖技術の実習用として台木を確保し、実習によって接ぎ木された苗木は、優先的に研修受講生に、配付出来るよう計画している。

また、将来各県にあるF T C (Farmers Training Center) の育苗圃にマカダミアのモデル育苗施設を設置し、育苗実習並びに展示圃場となる様に推進して行きたいと考えて居り、これ等に携わる技術者の長期特別研修も考慮中である。

しかし、何れにしても、今後マカダミアの普及を図る上では、苗木の大量生産が必要であり、この問題に対する対策に就いて、ケニア政府の何等かの早急な対応が行われることが重要である。現状でのK N C及び当プロジェクトにおける余剰苗木の苗木生産の能力は、過去の実績から判断すると年間約2～3万本が限度であり、現在のK N C工場の加工処理能力等をベースにして計算した苗木生産必要総本数は、一樹当たり平均30 Kgの収量があるとした場合でも約80万本が必要である。

田中氏より資料提供

#### 4. 世界的な需要と供給の関係

我が国におけるマカダミアナッツの一般的な国民の認識としては、ハワイの土産物でチョコレートに包まれたお菓子と言った程度で、特定の人々の間でのみ知られているという感じが強い。この製品が国内で販売されるようになり、一般の人々知られ始めたのは、この4～5年のことである。

1985年にはアメリカは国内で約4400トンのマカダミアが生産されたにもかかわらず、約700トン輸入している。しかし、我が国ではわずか274トンの輸入に過ぎない。世界第二位の産出国、オーストラリアの生産量は明確でないが、その内の約60%に当たる295トンがアメリカへ輸出されていると推察される。アメリカにおいては5000トンを超えるマカダミアの生産物が加工、製品となっていることとなる。また、マカダミアの市場価格(\$1.5/Kg)は近年大きな変動はなく、毎年上昇の傾向にある。このことは依然としてマカダミアの需要が高く、生産コストが安上がりである開発途上国においては、高品質のマカダミアナッツの生産さえ行なうことができれば十分にその規模の拡大が可能であると言える。KNCの関係者によれば、我が国だけでも現在の輸入量の10倍の需要があると推測しており、当分の間供給が需要を上回る事はないと考えることができる。

最近では西ドイツなどの欧州諸国も供給不足の解消のため、独自のプロジェクト開発をタンザニア等で進める動きがある。また、我が国にも1960年代にハワイより導入されたマカダミアの樹があり、その生育が良好であることから、一部の企業が沖縄において苗木生産を着手したと聞いている。沖縄での栽培は、台風等の風害対策が完備されるなら、その他の条件はマカダミア栽培が十分に可能なものとする。

## IX] 参考文献

1. Bigent R. 1981. The usefulness of leaf analysis results in Managing Macadamia Cal. Macadamia Soc. Yrbk 27:52-57
2. Cann H. J. 1965. THE MACADAMIA-Australia's Own Nut. The Agricultural Gazette 78-84
3. Davis A. R., Nakamura R. Y. 1986. HAWAII MACADAMIA NUTS ANNUAL SUMMARY., Cal. Macadamia Soc. Yrbk 32:28-31
4. Fukunaga E. T., 1964. New Developments in Macadamia Nut Cultivation in Hawaii. Cal. Macadamia Soc. Yrbk 10:41-47
5. Fukunaga E. T., 1970. Recent Developments in Macadamia Nut Production in Hawaii H. A. E. S. Cal. Macadamia Soc. Yrbk 17:32-38
6. 藤田・高沢ら、1984. ケニア国農林業協力プロジェクト・ファインディング調査報告書、国際協力事業団 (JICA)
7. Hamilton R. A., Fukunaga E. T., 1966 EL CULTIVO DE NUECES DE MACADAMIA EN HAWAII Banco Nacional de Costa Rica.
8. Hamilton R. A., Ito P. I., Chia C. L. 1983 Macadamia: Hawaii's Dessert Nut University of Hawaii.
9. Hiram S., Ondabu N. 1987 Progress Report for Selecting Macadamia Mother Tree Horticultural Development Project, N. H. R. S. Kenya.
10. Hiram S. 1985, REPORT ON THE VARIETY SELECTING OF MACADAMIA NUT IN KENYA, N. H. R. S., MINISTRY OF AGRICULTURE.
11. Information on Macadamia, 1986-1987, Vol 1-5 Horticultural Development Project N. H. R. S., Kenya
12. Ironside D. A. 1973, INSECT PEST OF MACADAMIA. Cal. Macadamia Soc. 19:77-85
13. 岩佐俊吉 1974. 東南アジアの果樹. 農林省熱帯農業研究センター 88-92
14. James L. E. 1979, DEVELOPMENT OF CRITERIA FOR NUT SELECTION IN CALIFORNIA, Cal. Macadamia Soc. 25:61-65
15. Joubert A. J. 1895 MACADAMIA, CRC Hand book of Fruit Set and Development 247-252
16. 小寺義郎 1985. 中南米の主要熱帯果樹. 国際協力事業団 74-76
17. Leon J. 1968, FUNDAMENTOS BOTANICOS DE LOS CULTIVOS TROPICALES 452-454
18. 町田・小野寺ら、1984 ケニア共和国国立園芸試験場整備計画基本設計調査報告書・国際協力事業団
19. McConachie I. 1980, THE MACADAMIA STORY, Cal. Macadamia Soc. Yrbk, 26:41-75
20. Pope W. T. 1929, THE MACADAMIA NUT IN HAWAII, H. A. E. S., USDA BULLETIN No. 59
21. Sequeira M. A. M., Aguirre. V. 1984, EL CULTIVO DE LA MACADAMIA EN COSTA RICA

- C.A.C.T.U. DIVERSIFICACION AGRICOLA, Costa Rica.
22. 七条・石橋ら、1985 ケニア園芸開発事前調査報告書、国際協力事業団
  23. Shigeura G.T. 1981, MINIMUM TEMPERATURE REGIME FOR MACADAMIA-A CONCEPT, Cal.Macadamia Soc, 27:67-73
  24. Smider A.V. 1973, MARKETING, Cal.Macadamia Soc. Yrbk, 19:46-48
  25. Stephenson R.A., Gallagher E.C. 1986, Effects of temperature on premature nut drop in macadamia, Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences Vol. 43(2), 97-100 Q.D.P.I., Australia
  26. Storey W.B. 1981, NOTES FOR NEOPHYTES, Cal.Macadamia Soc. 27:112-117
  27. Tanaka A., Kodera Y., Chege B., 1986, PRELIMINARY SURVEY REPORT ON MACADAMIA CULTIVATION IN WESTAN KENYA REGION, H.D.P, NHRS KENYA.
  28. Tanaka A., Kodera Y., 1987, ANNUAL REPORT ON HORTICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT Vol:1 NHRS KENYA.
  29. 田内・壽ら 1986、ケニア園芸開発計画実施協議調査団報告書、国際協力事業団
  30. Zentmyer G.A. 1973, DISEASES OF THE MACADAMIA, Cal.Macadamia Soc 19:75-76

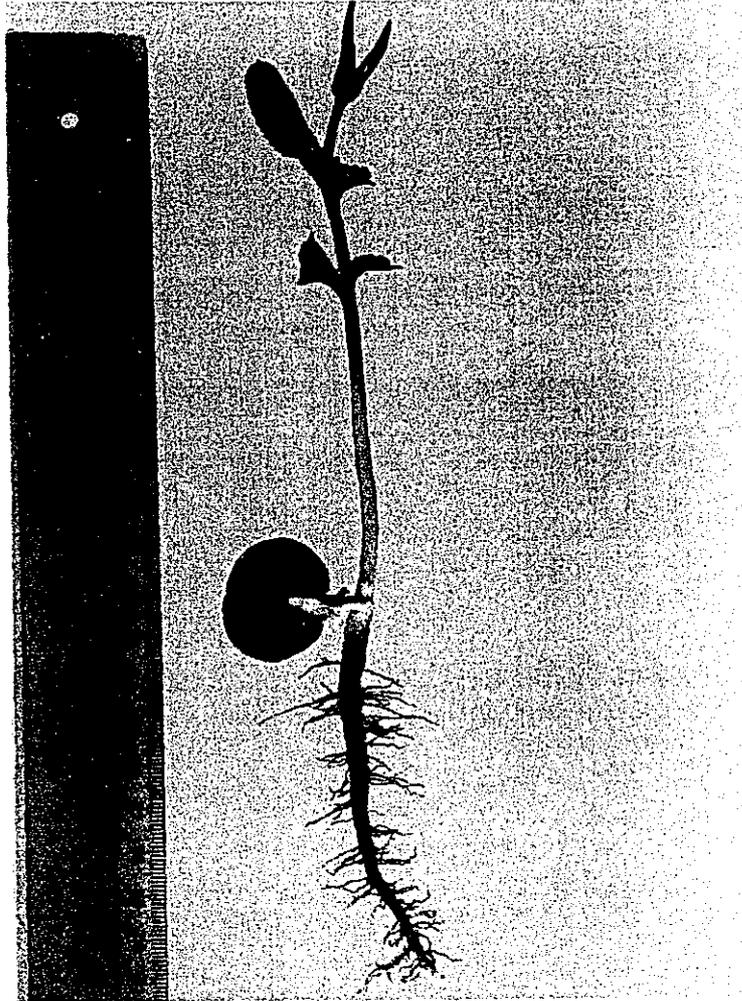
## 1. 播種



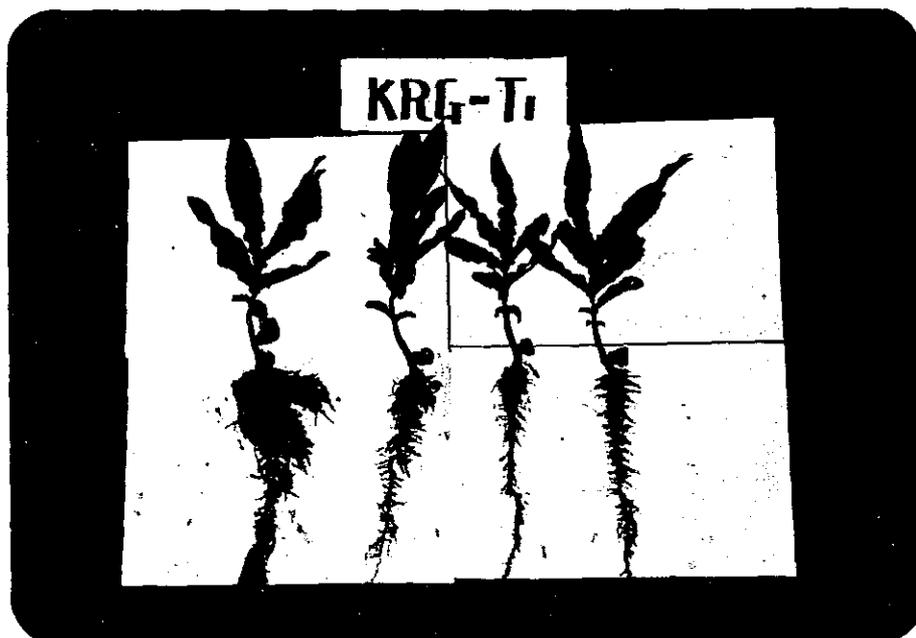
## 2. 移植適期苗



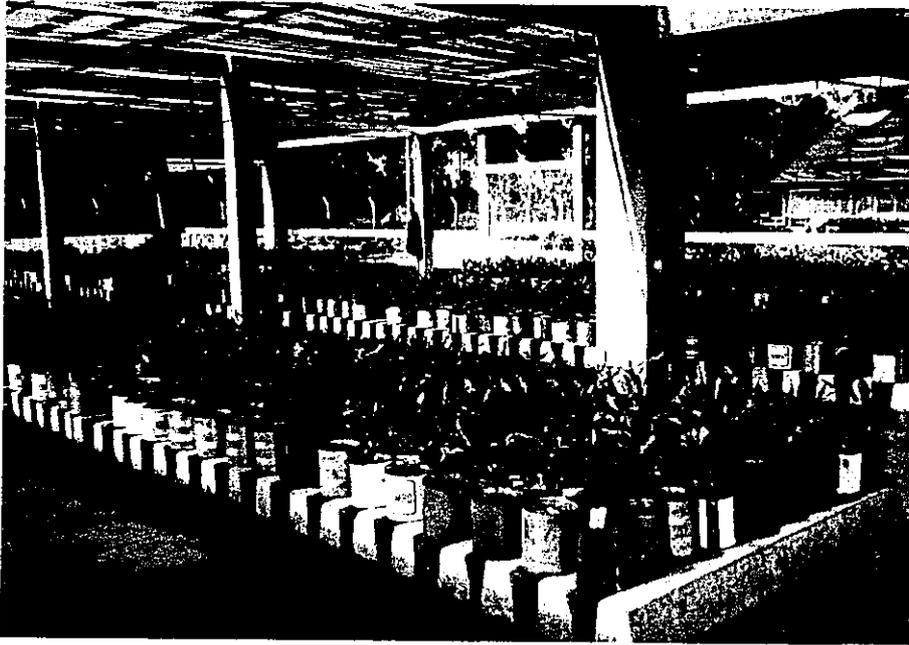
3. 発芽後2週間の苗



4. 移植適期苗



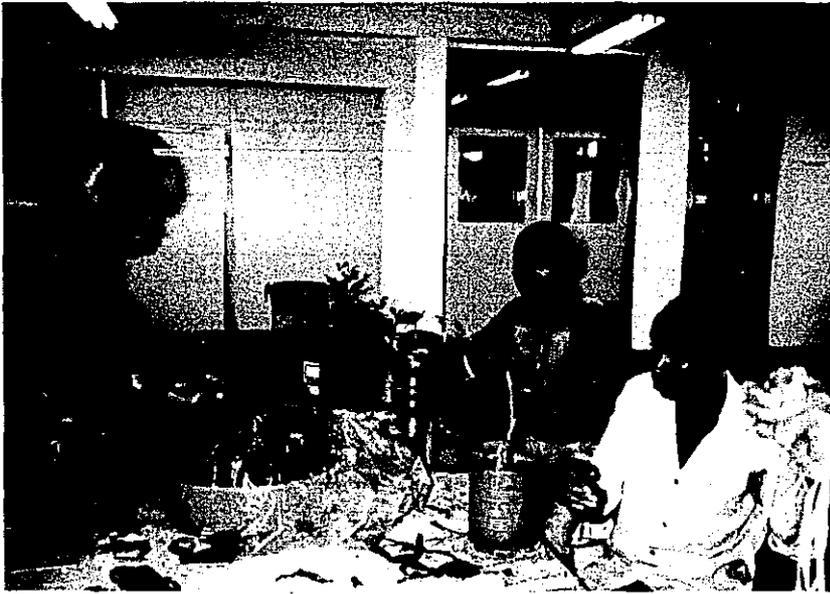
5. 移植直後の台木苗



6. 台木苗



7. 接木作業



8. 接木作業



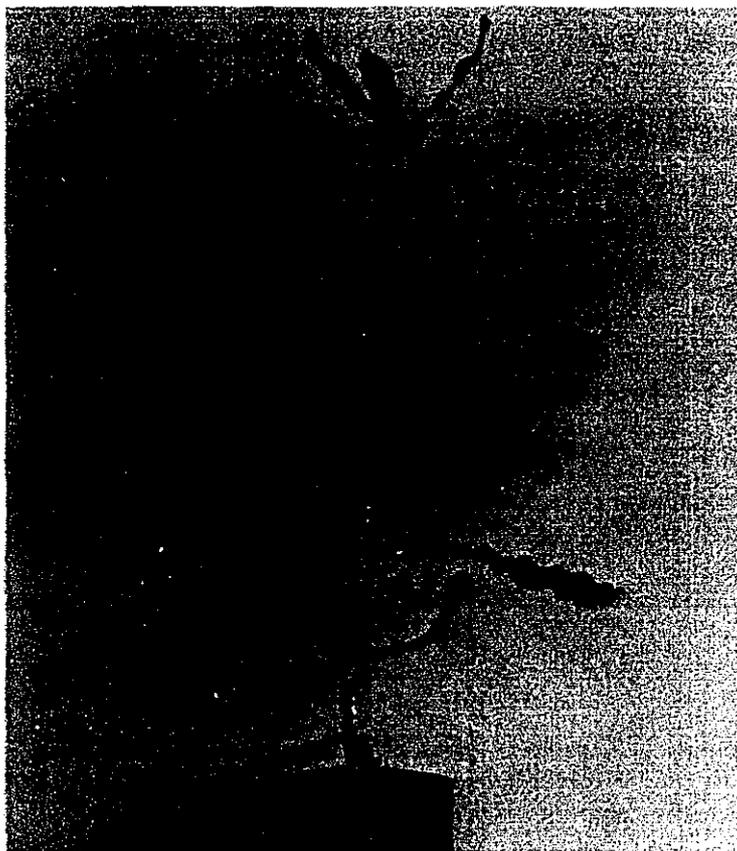
9. 割り接ぎ法



10. (活着苗) 割り接ぎ法による



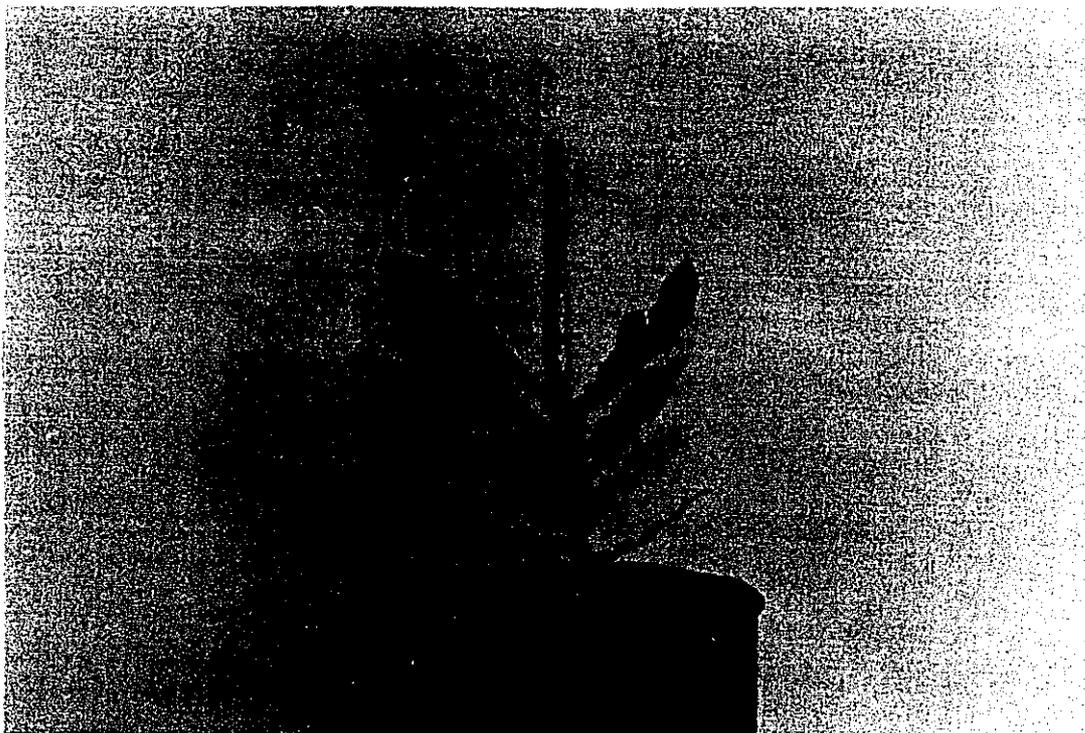
11. (定植適木苗) 割り接ぎ法



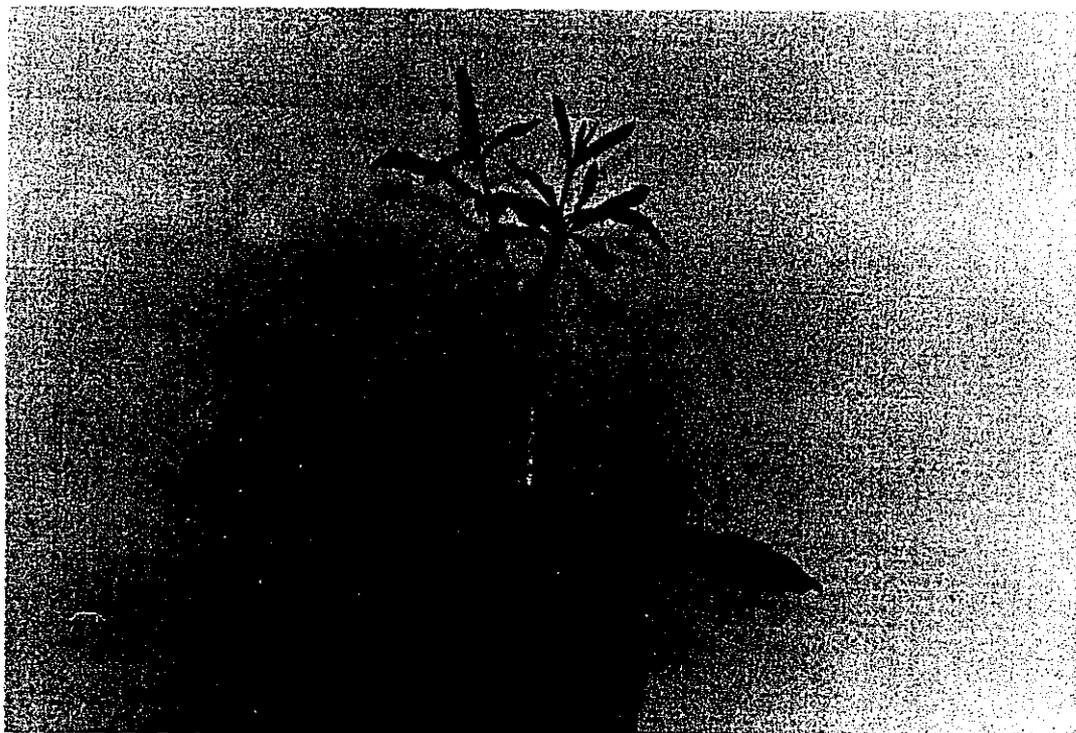
12. 合せ接ぎ法



13. 合せ接ぎ接き作業終了



14. 活着苗（合せ接ぎ法）



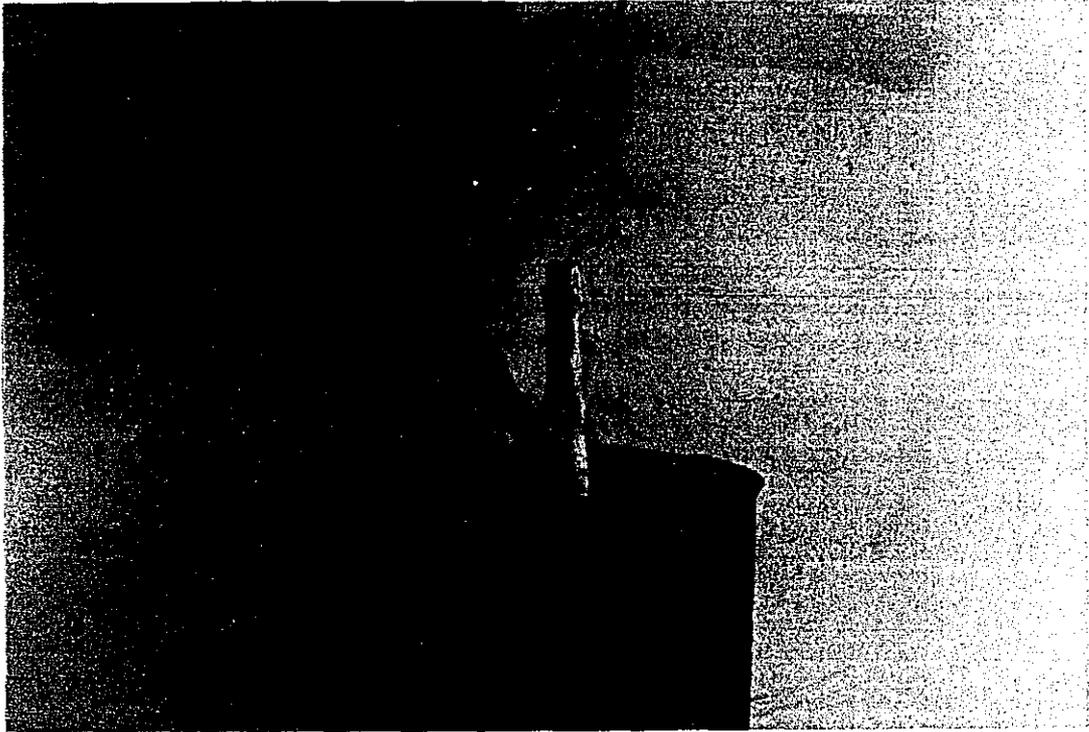
15. 腹接ぎ法



16. 腹接ぎ法 穂木挿入



17. 腹接ぎ 接木作業終了



18. 腹接法による活着苗



腹接法による活着苗

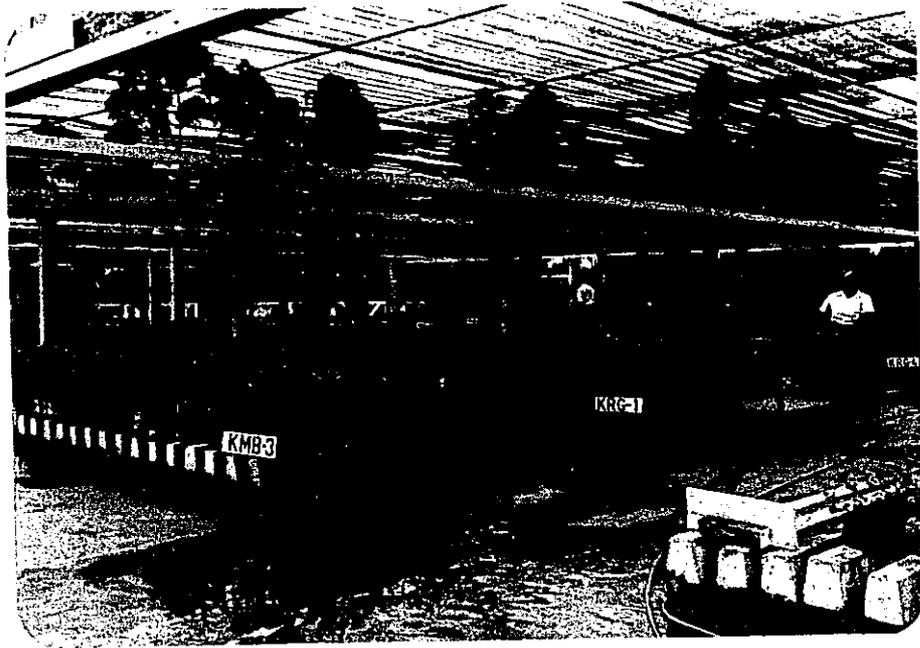
19. ガラス室内で育成中の接木苗



20. 出芽の発まった接木苗 (ガラス室内)



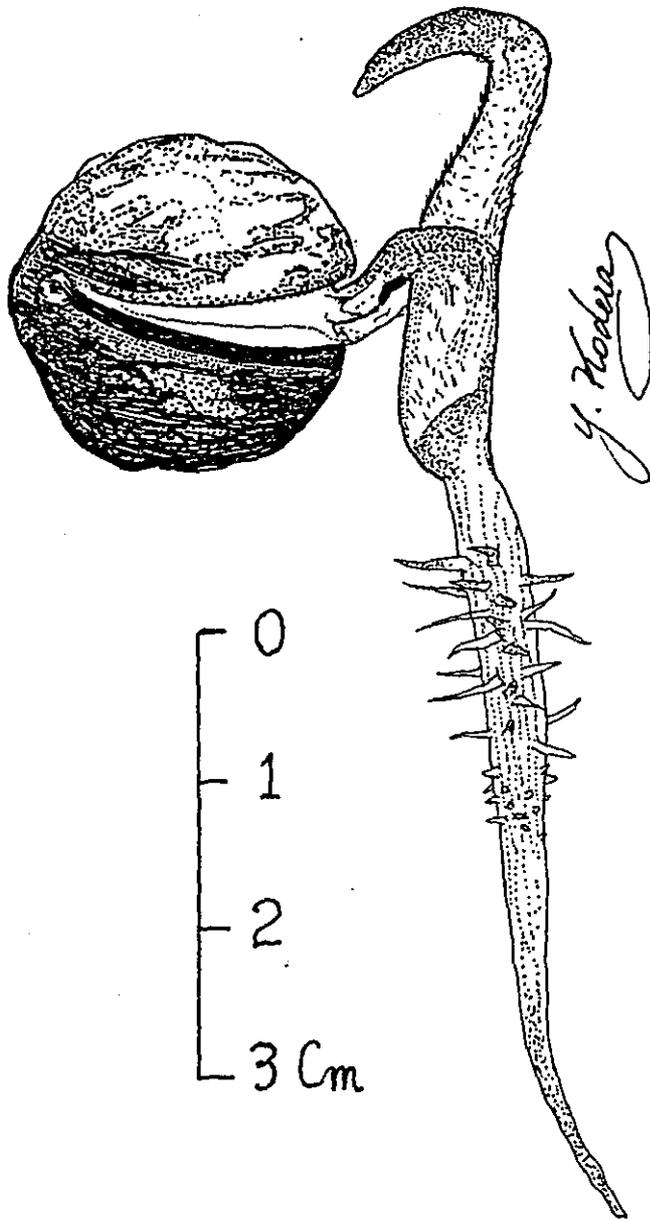
21. 遮光施設における活着苗の馴化



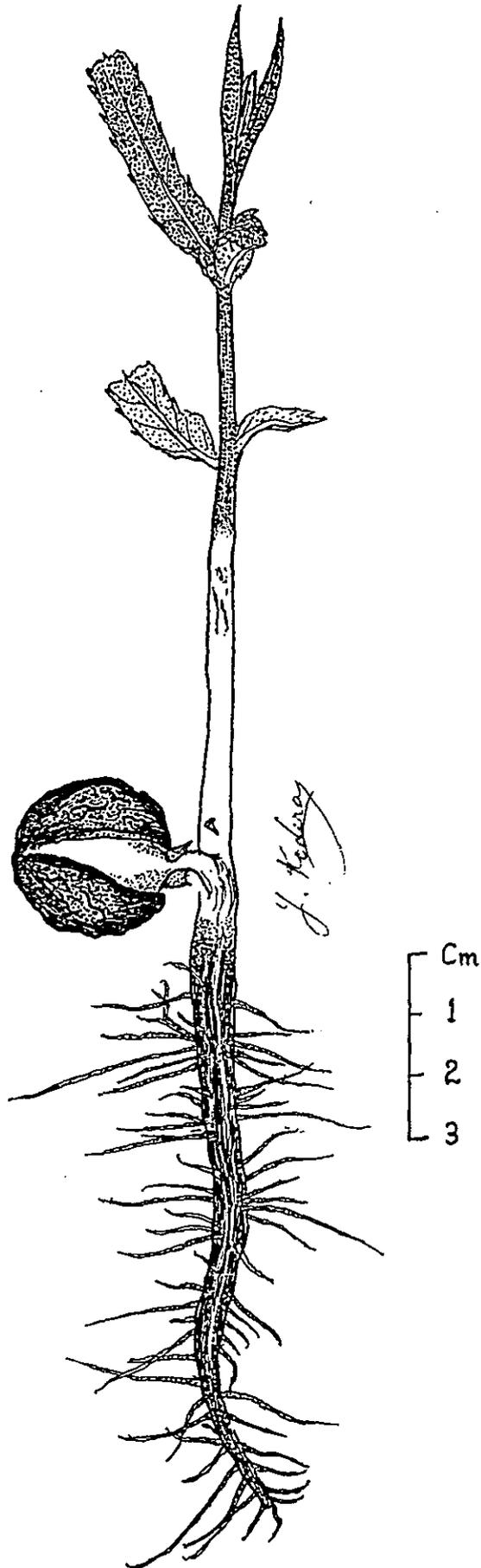
22. 遮光施設における苗



23. 播種後3週間の発芽苗

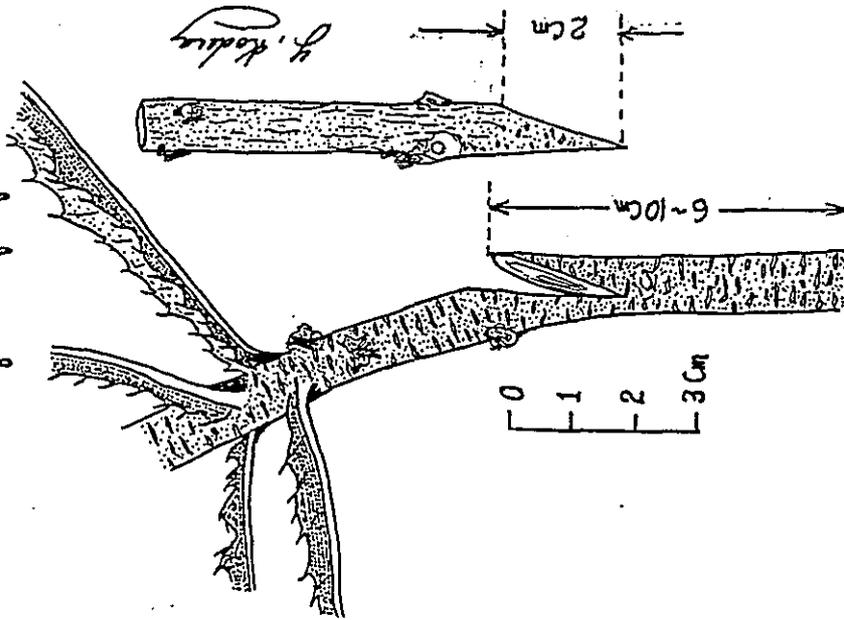


24. 播種後6週間の発芽苗



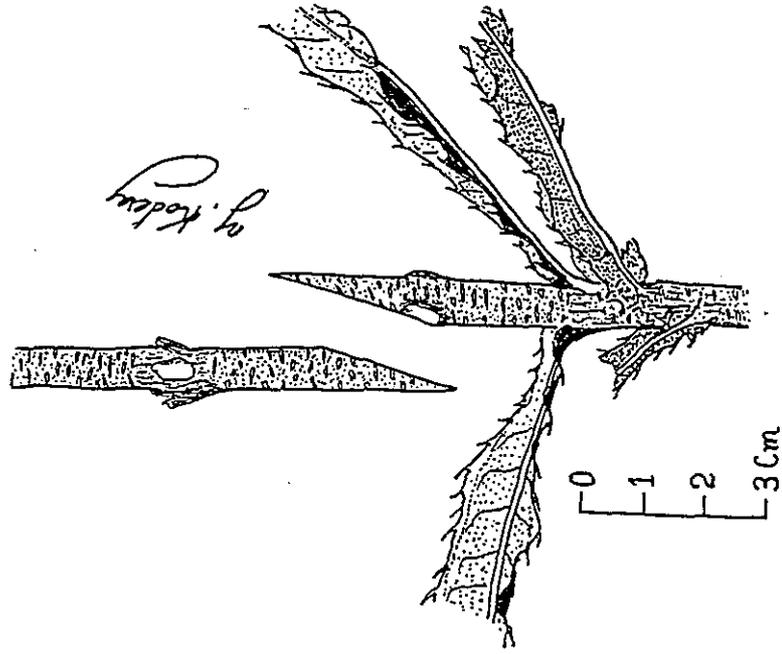
26. 腹接ぎ

Side Wedge Grafting

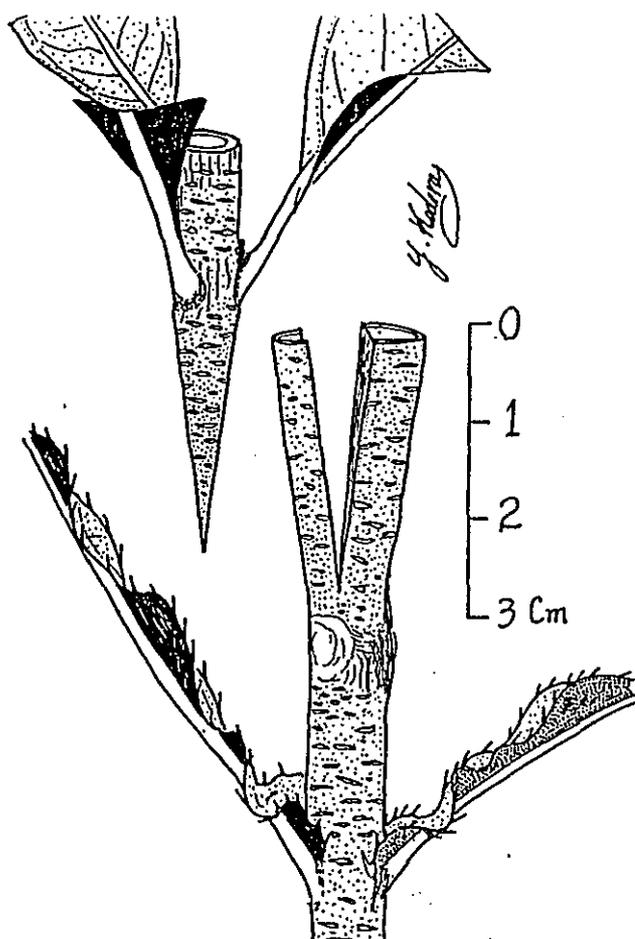


25. 合せ接ぎ

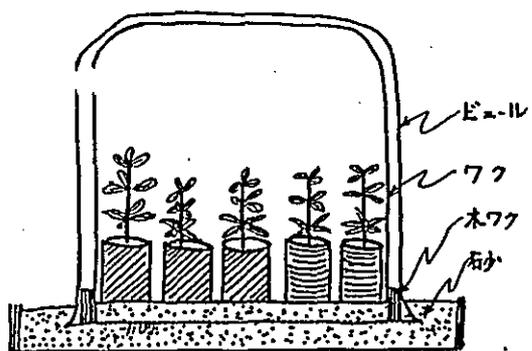
Splice Grafting



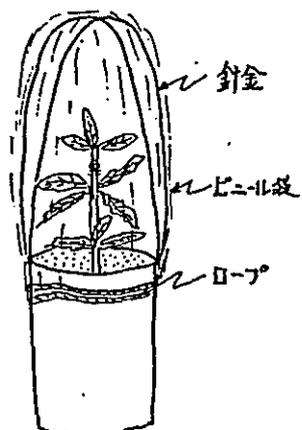
27. 割り接ぎ法



28. ビニールトンネル法



29. ビニール袋法



30. 高接ぎされた不良樹



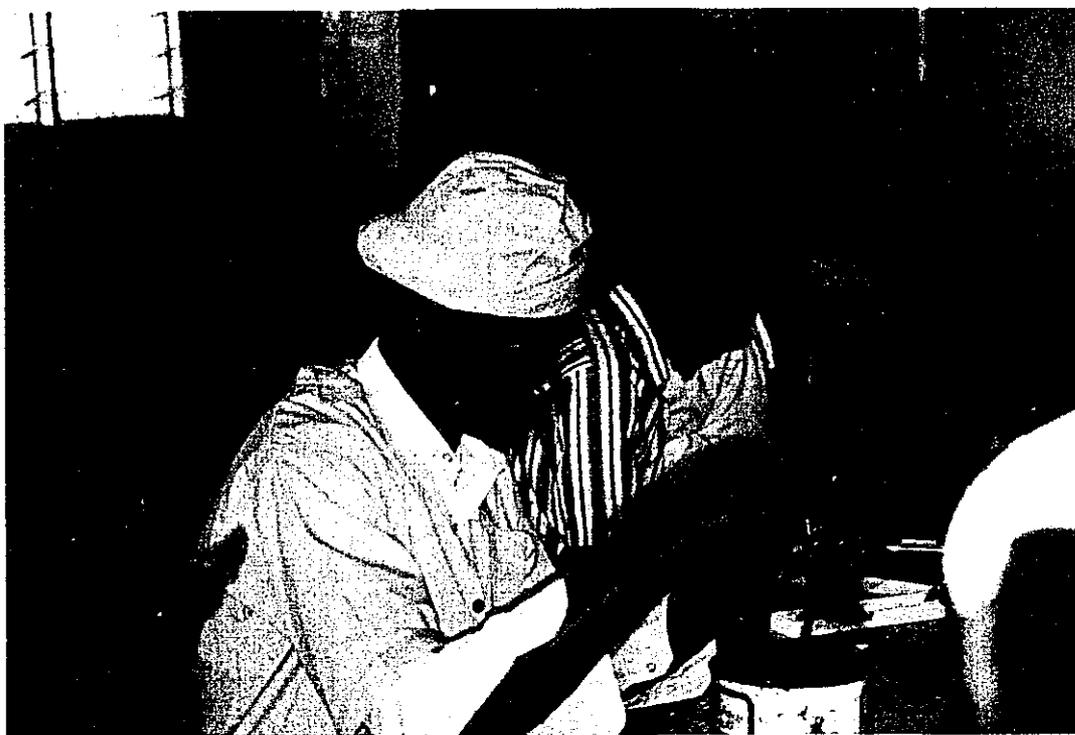
31. 高接ぎ用台木の準備



32. 研修生による接木実習



33. 研修生による接木実習



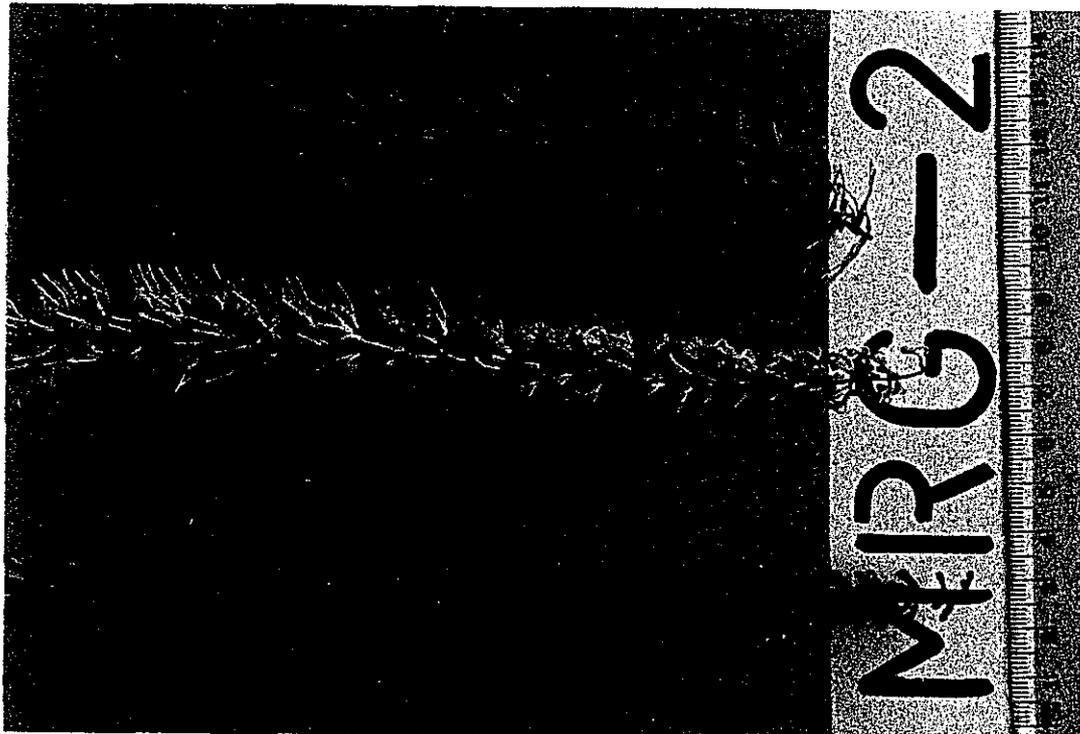
34. 放任樹



35. 整枝剪定樹



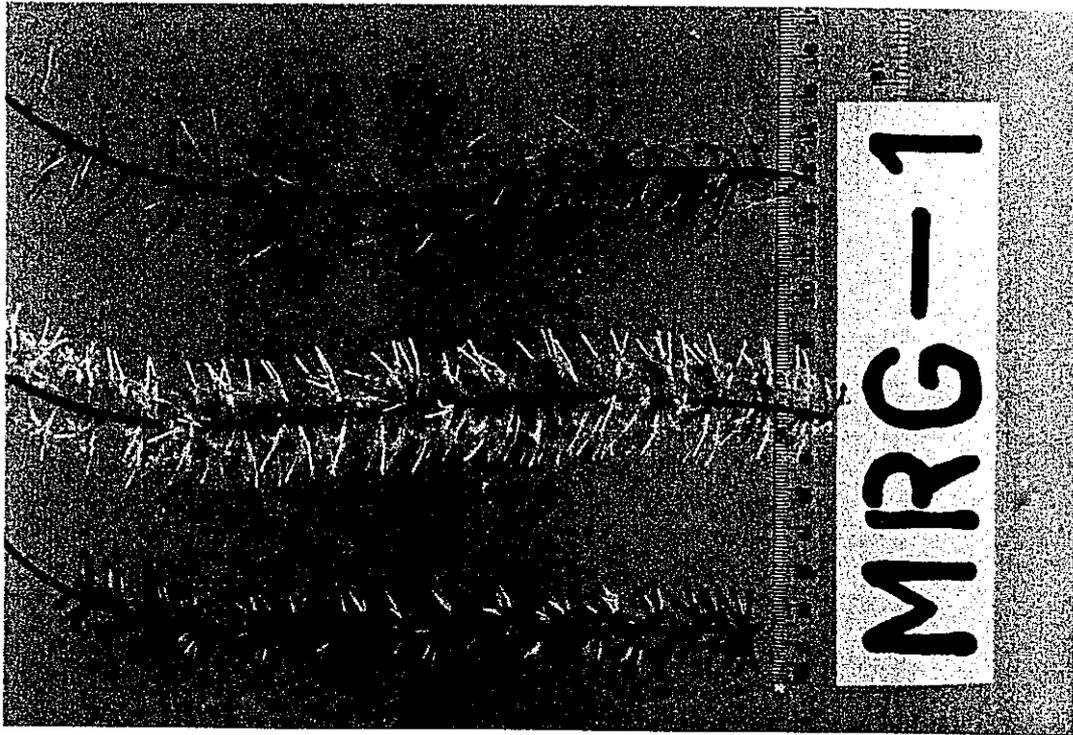
36. インテ系のマカダミア花房



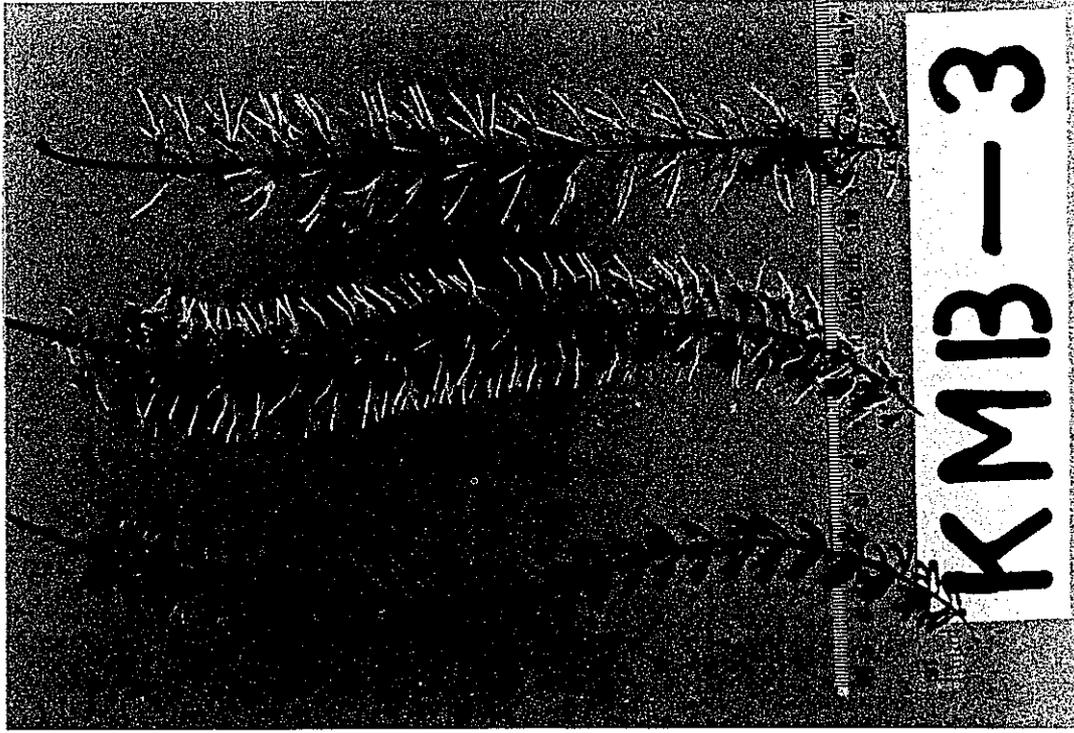
37. テトラ系のマカダミア花房



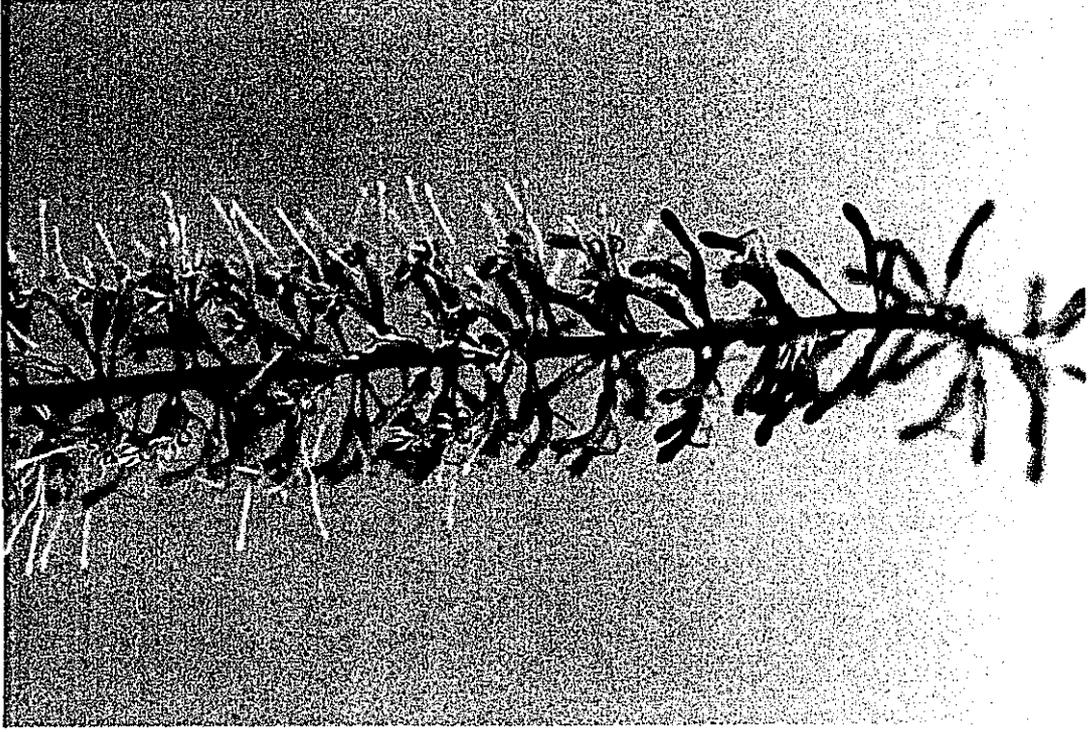
39. インデ系品種のマカダミア花房



38. 交雑系品種のマカダミア花房



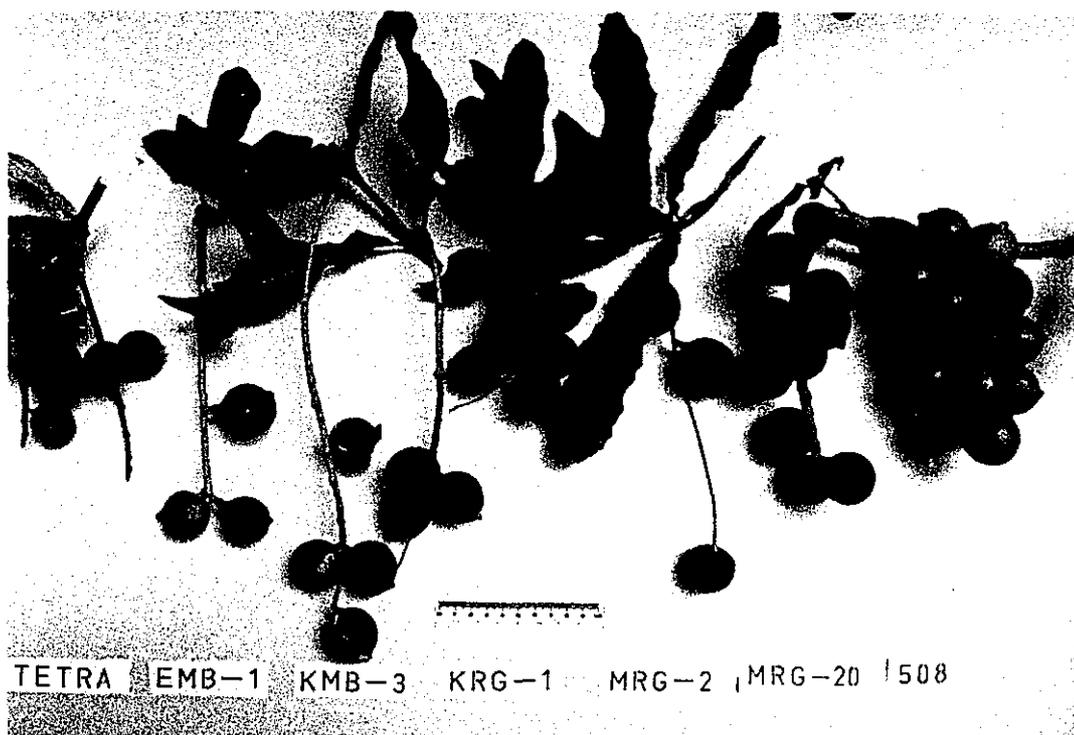
40. テトラ系花房



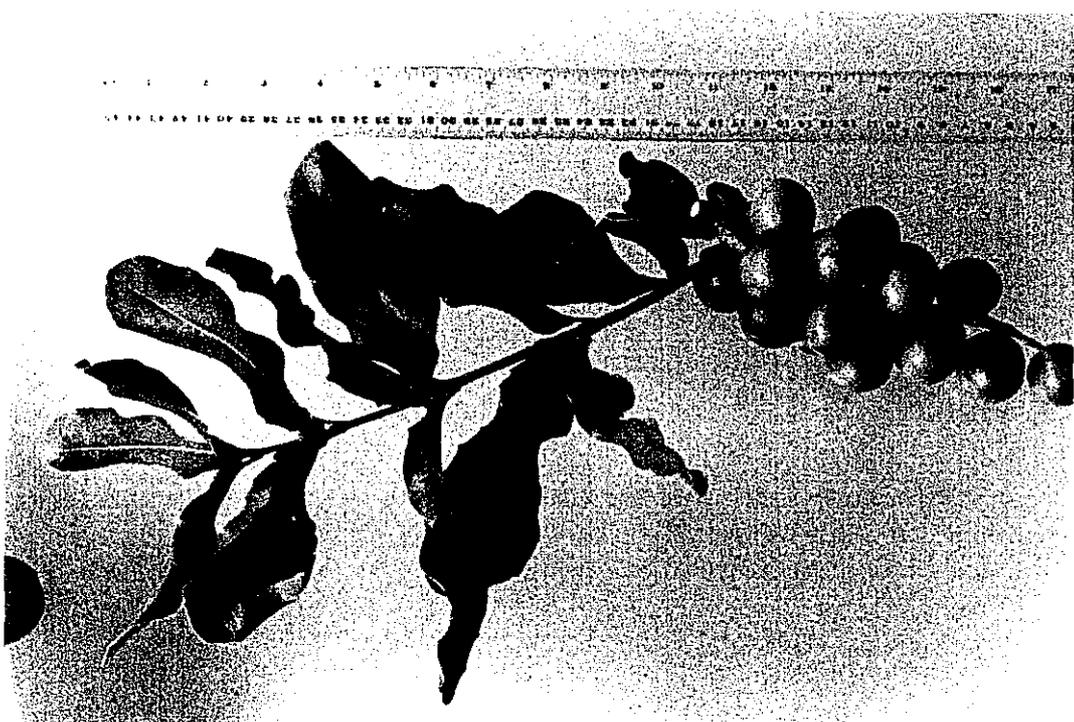
41. テトラ系開花直前の花



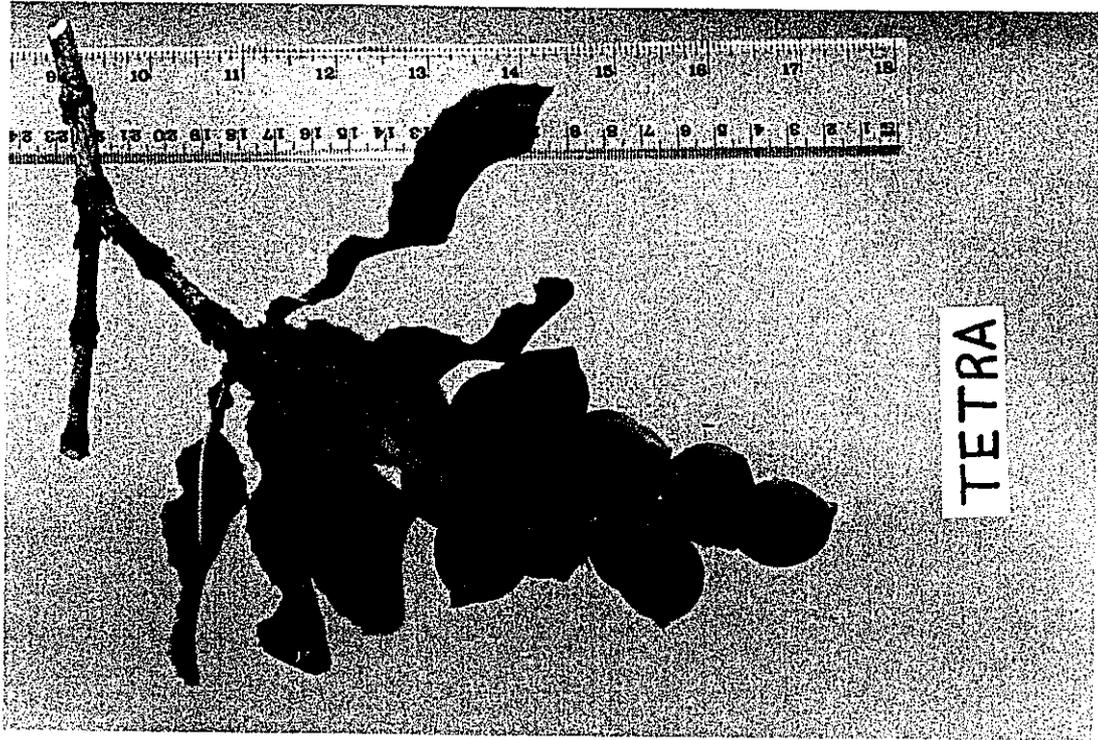
42. 品種による着果状況



43. インテ系 (KRG-3) の果房



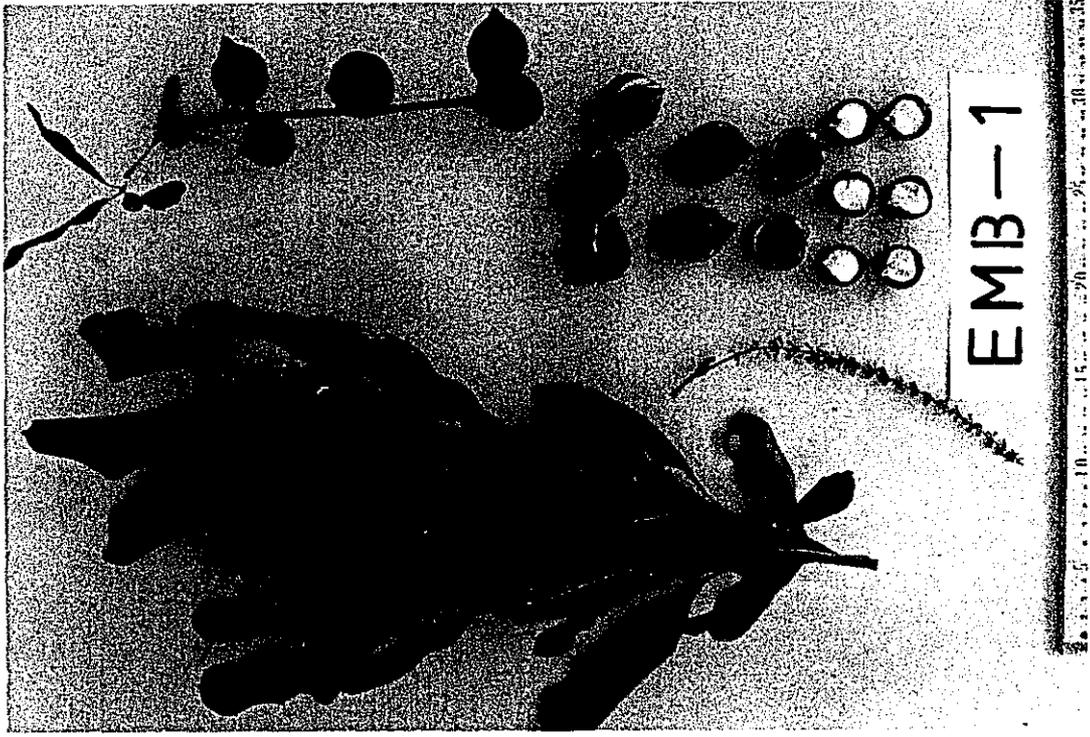
44. テトラ系果房



45. インテ系果房



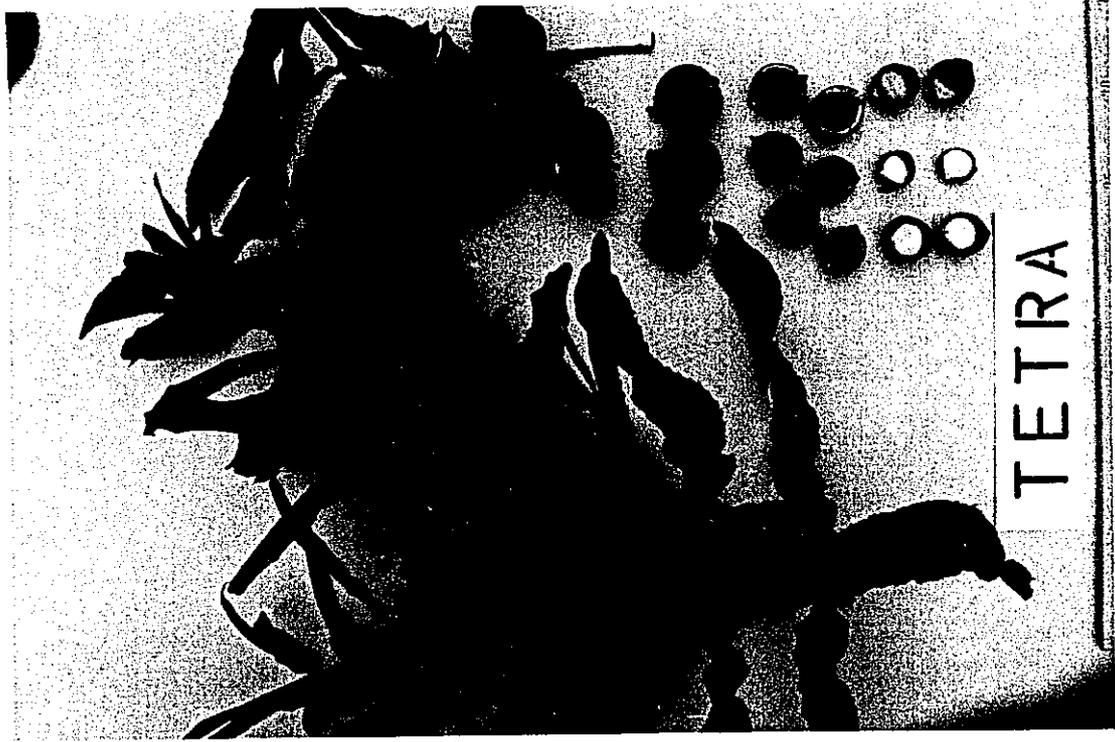
46. インテ系品種



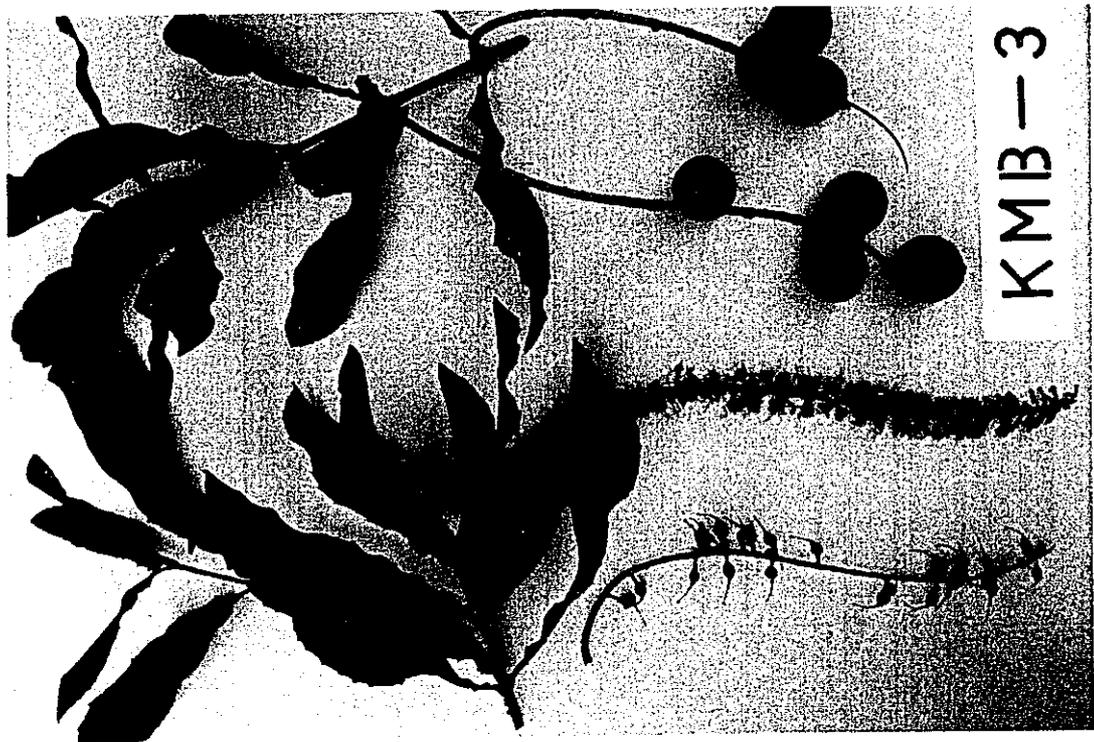
47. インテ系品種



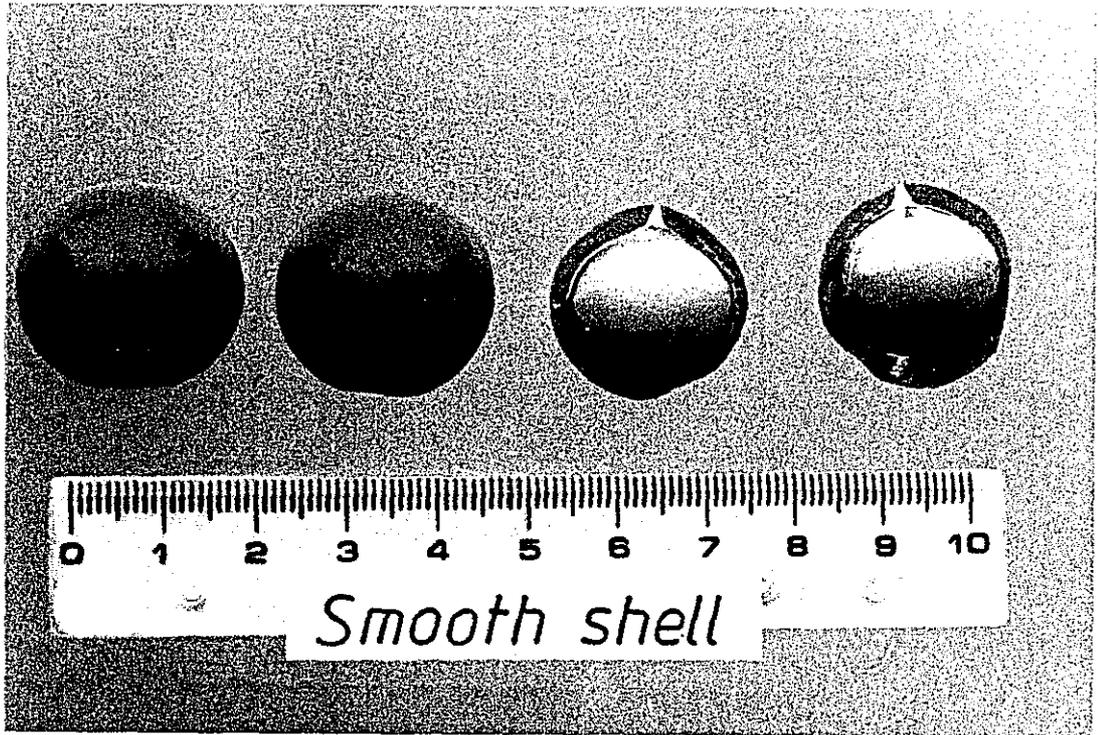
48. テトラ系



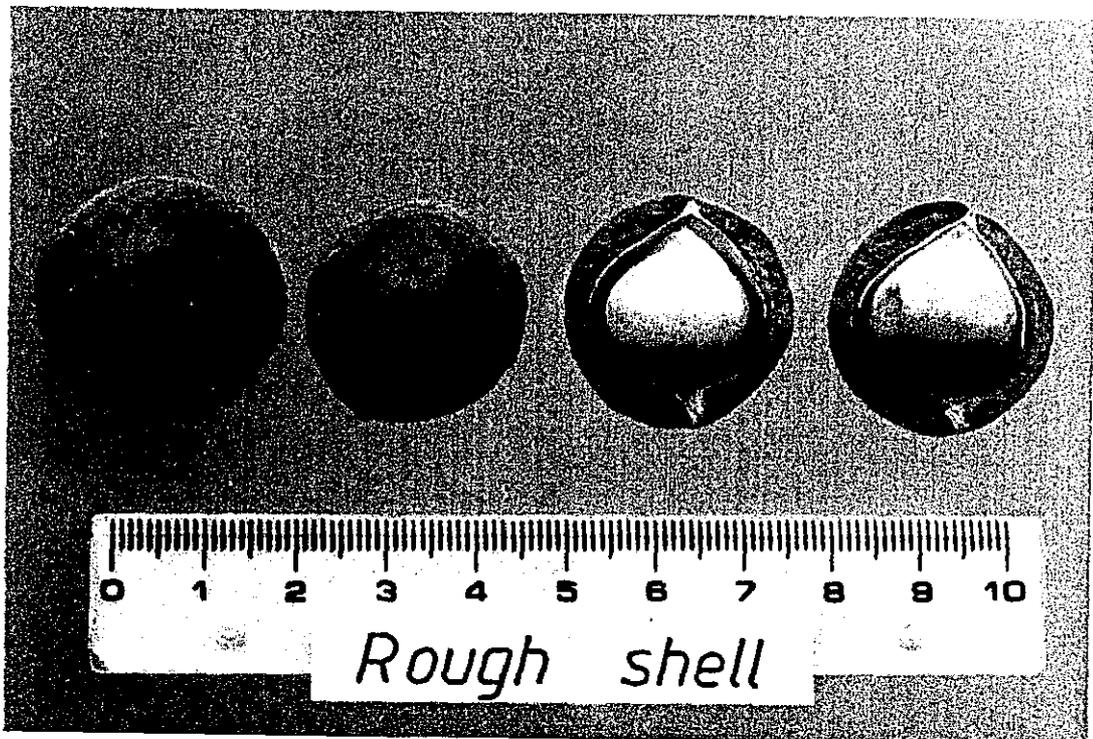
49. 交雑系品種



50. インテ系ナッツ



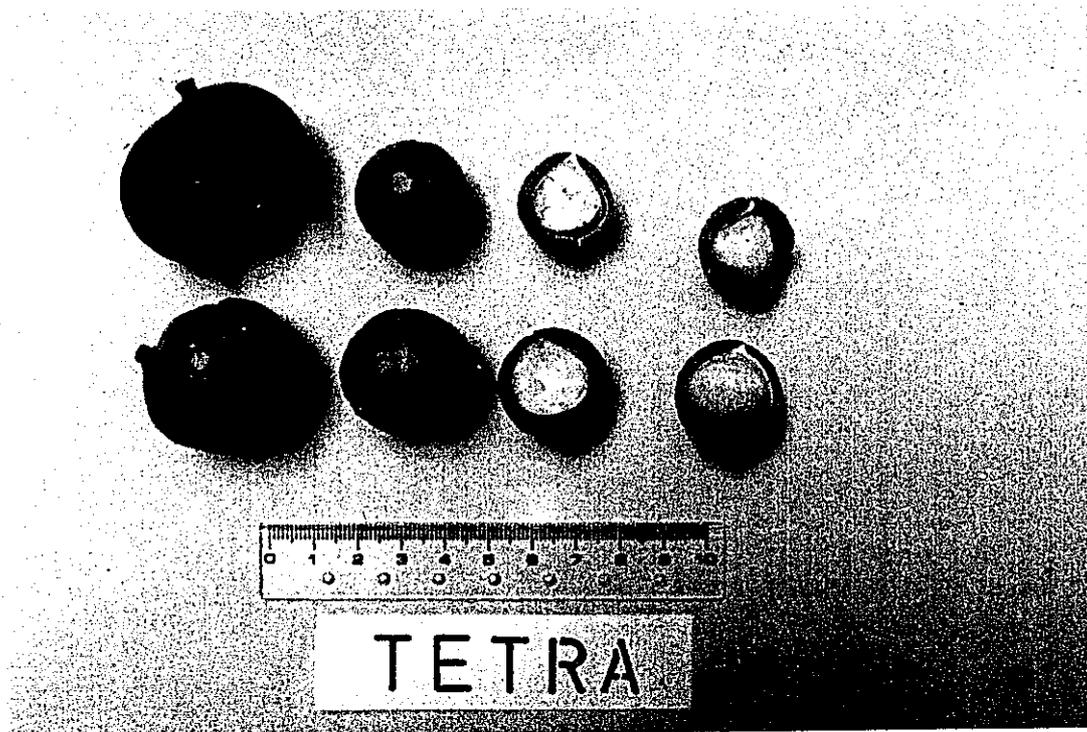
51. テトラ系ナッツ



52. 交雑系品種ナッツ



53. テトラ系ナッツ



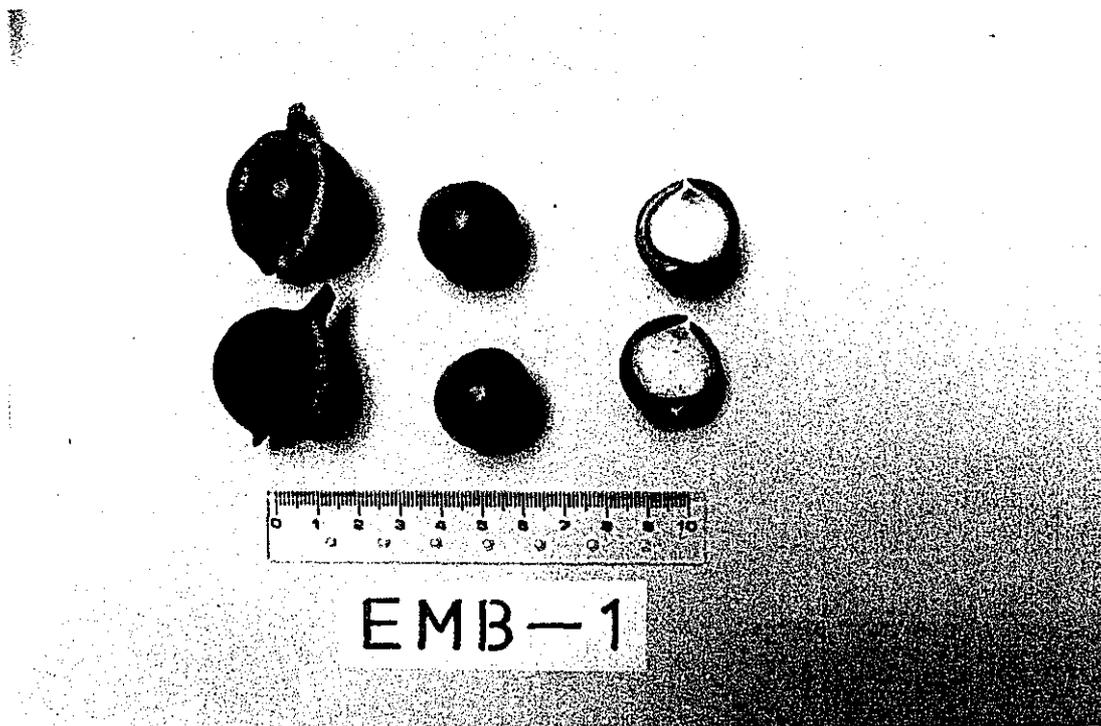
54. インテ系ナッツ



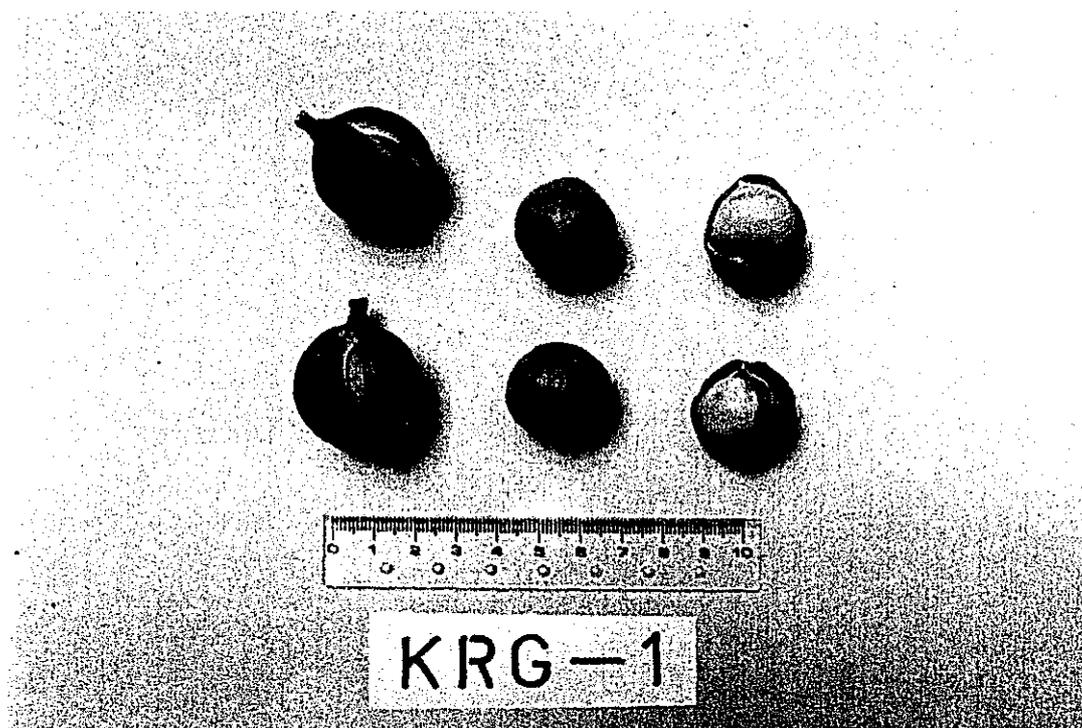
55. インテ系ナッツ



56. インテ系品種



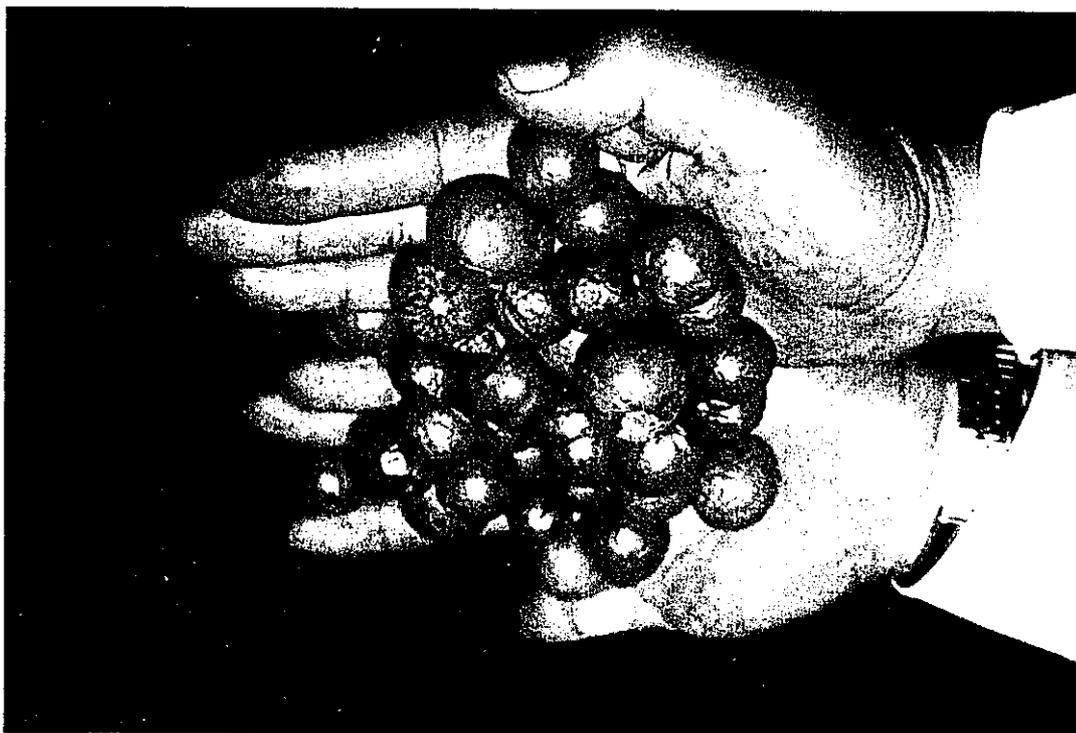
57. インテ系品種



58. 収穫されたナッツ



59. 除皮されたナッツ  
(品種によるナッツの大きさが異なる)

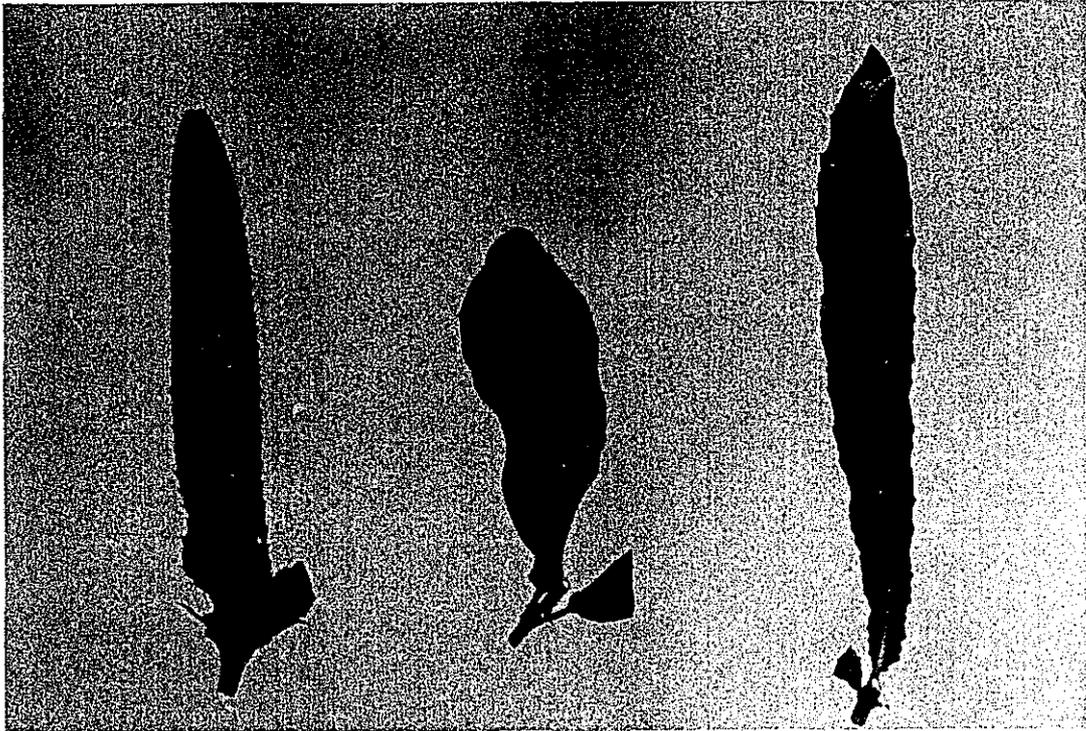


60. 系統別による新葉の形態

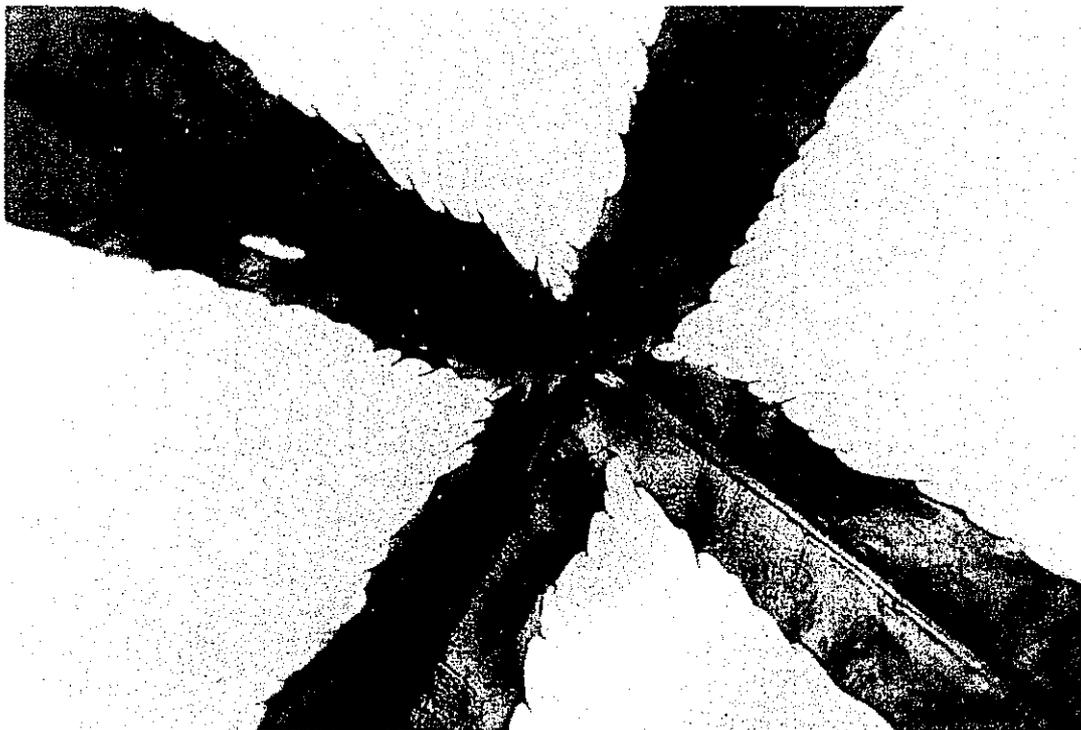
テトラ系,

インテ系,

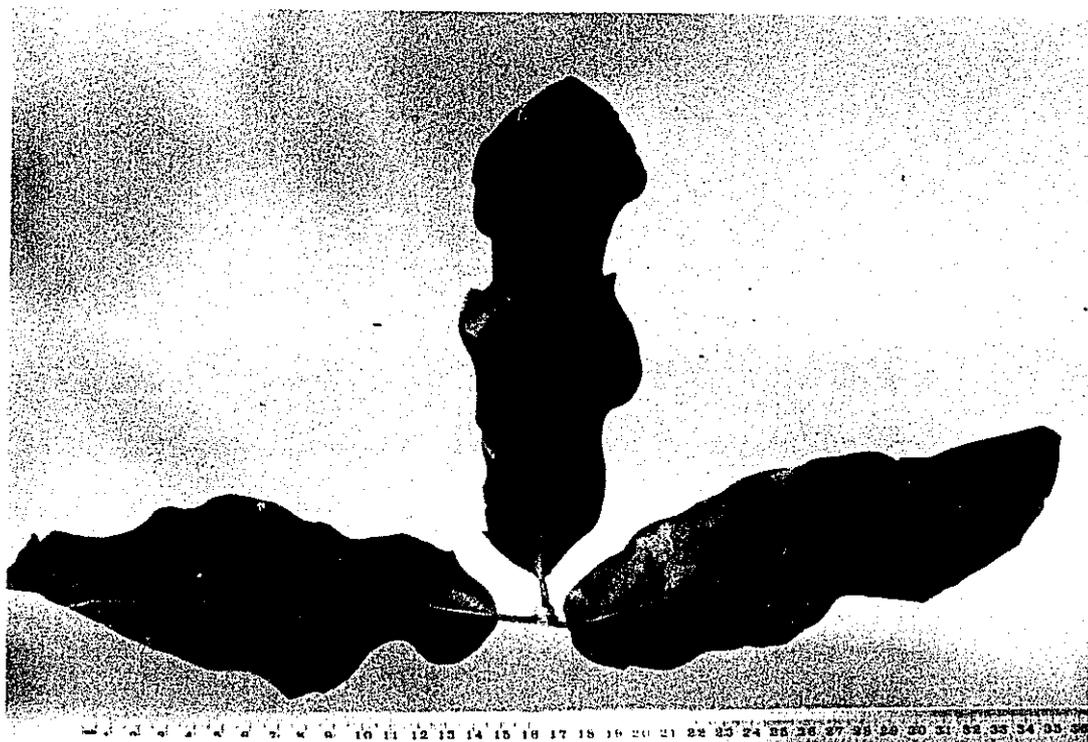
交雑系,



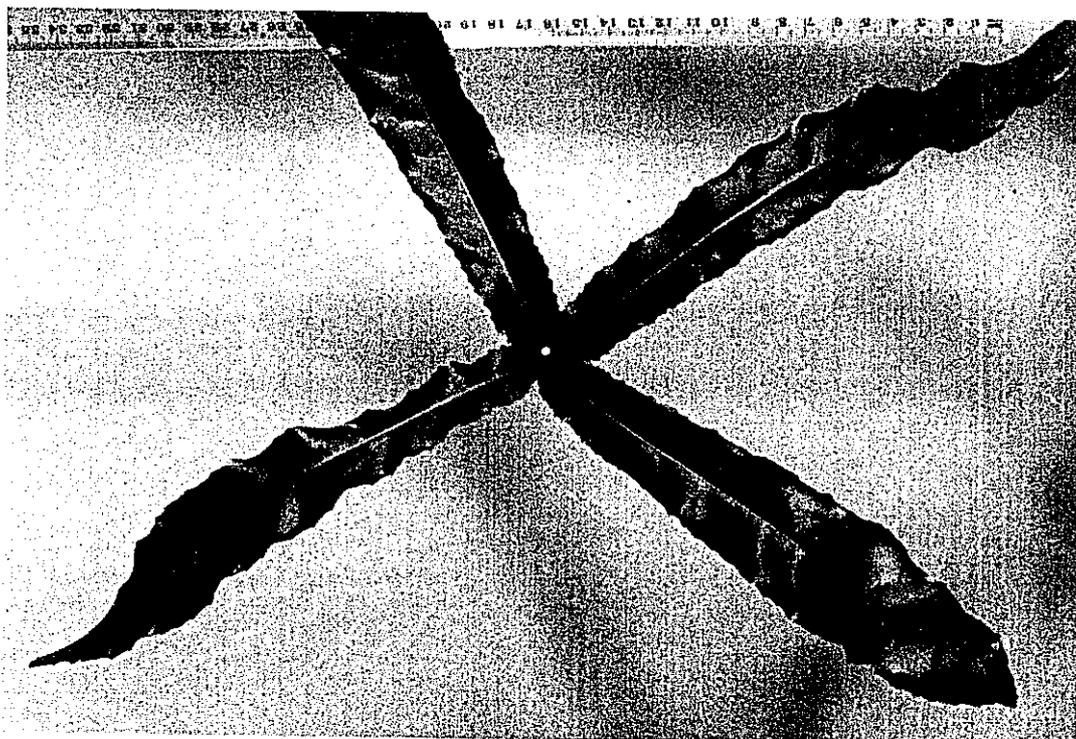
61. テトラ系新葉



62. インテ系



63. 交雑系



64. 地域適応試験の依頼



65. コーヒー園内のマカダミア成木の間伐



66. 圃場の設定



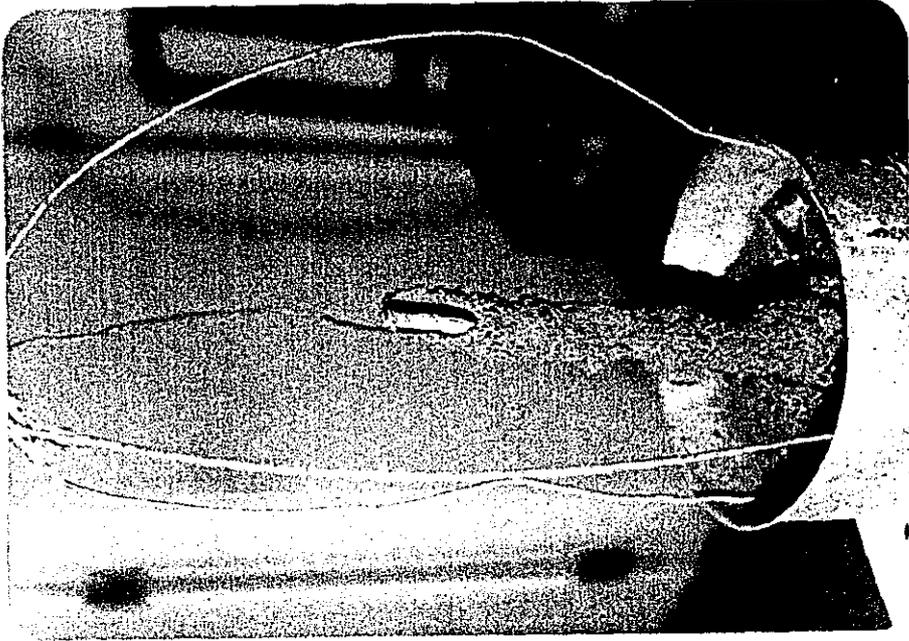
67. 低湿地における排水路



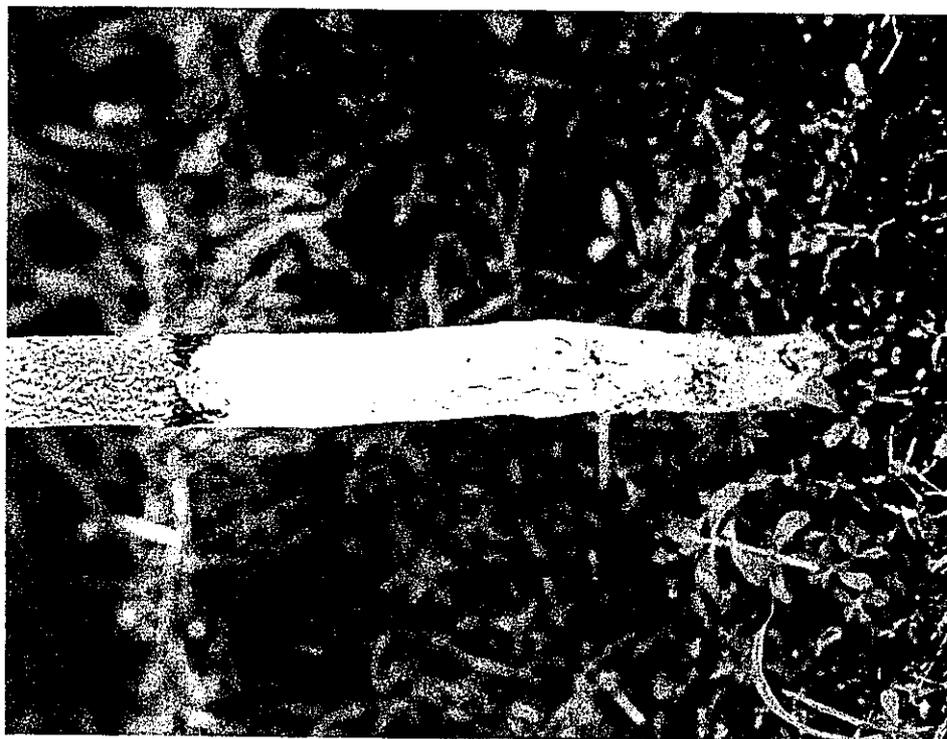
68. 定植苗のシロアリ被害



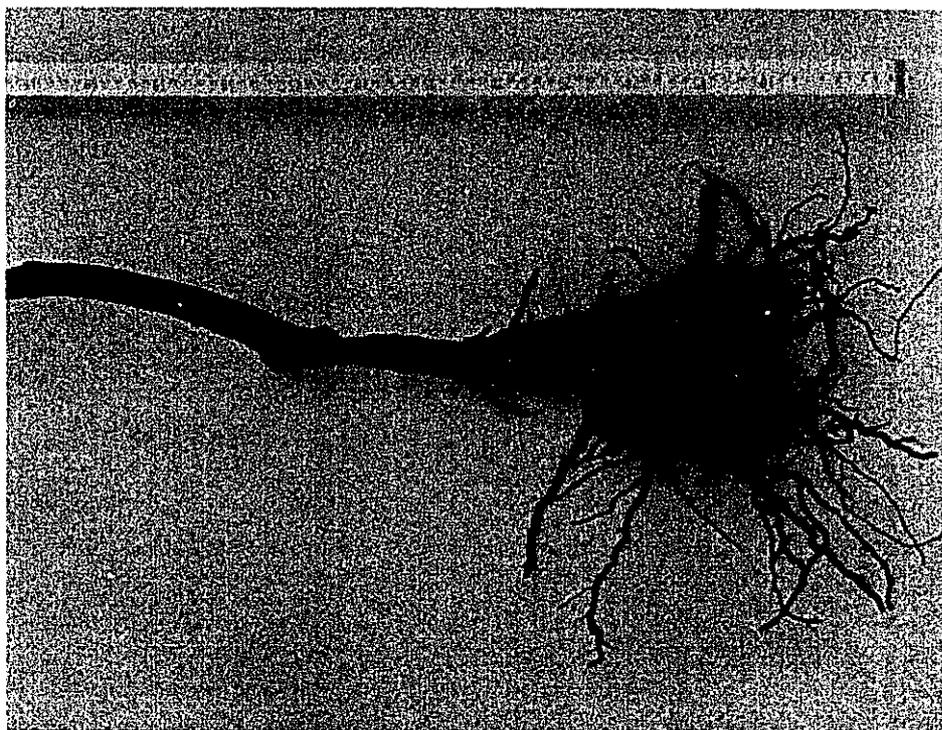
69. 接木育苗中のシロアリ被害



70. 白アリ 防除 (白ペンキ)



71. 白アリによる被害



72. ゾウムシ



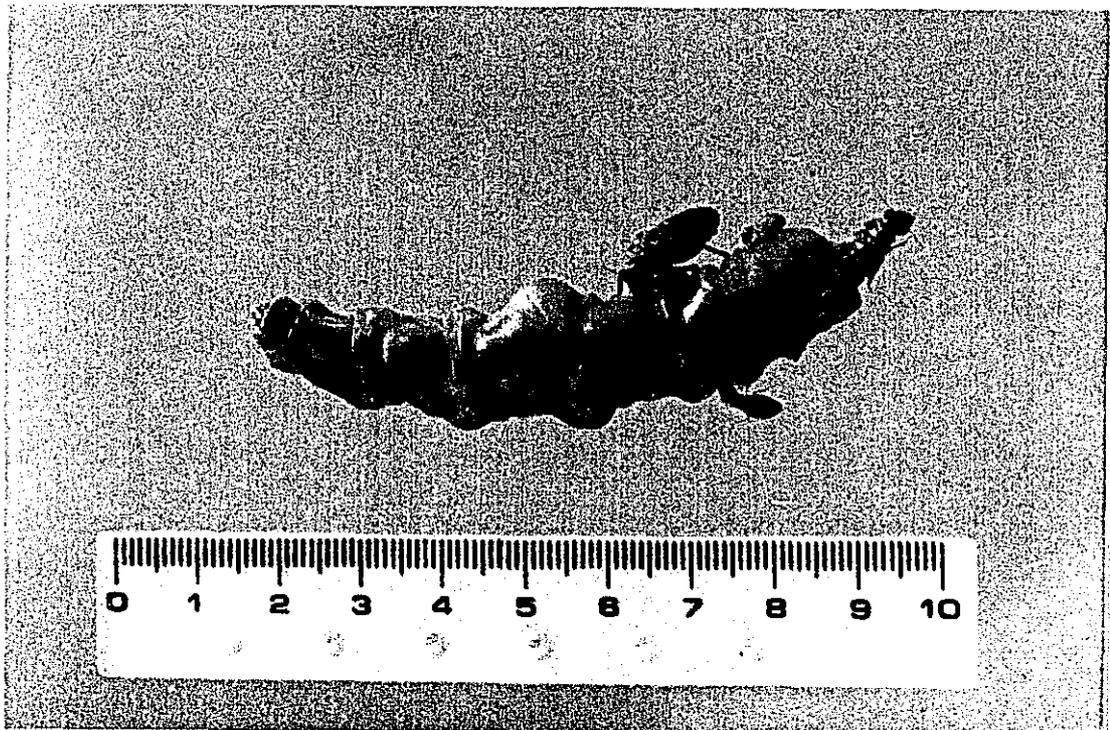
73. 葉を食害する蛾の一種の幼虫



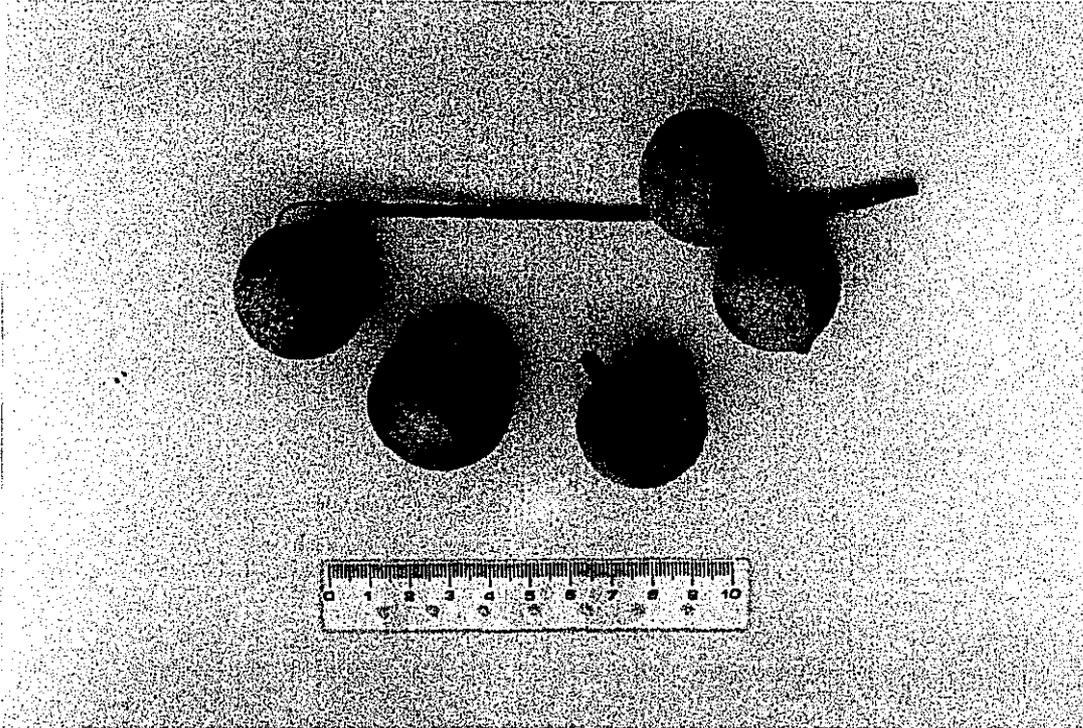
74. 葉を食害する蛾の一種の幼虫



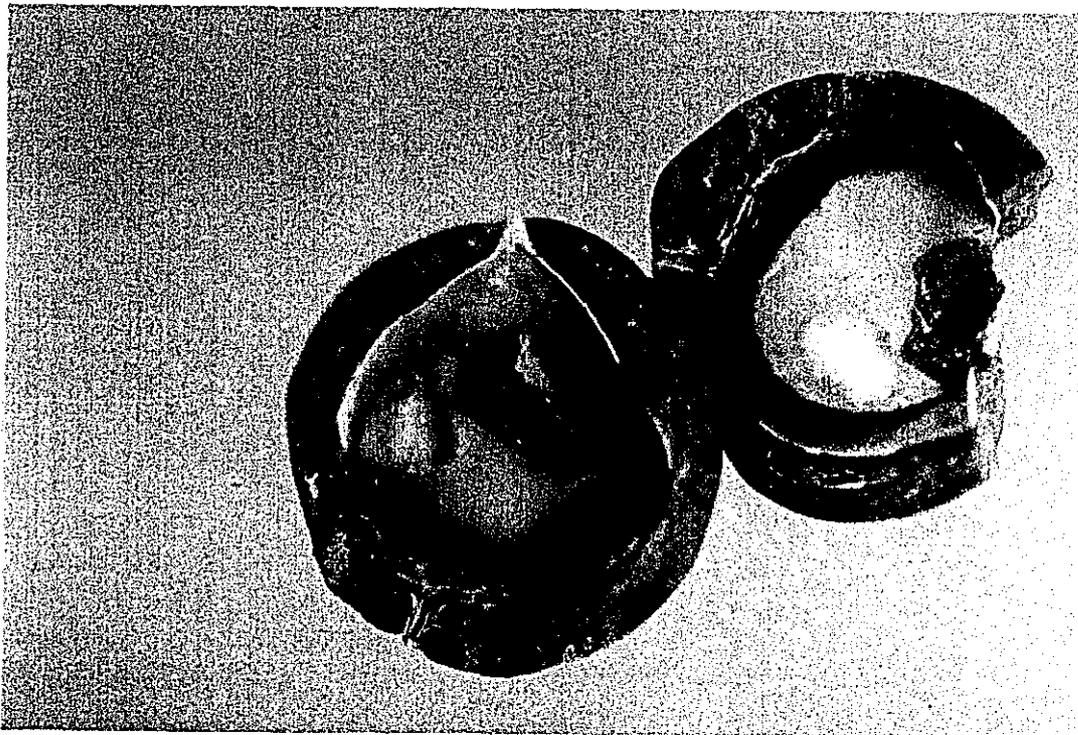
75. シロアリの女王



76. スリップスによる被害



77. ナッツボウラによる被害



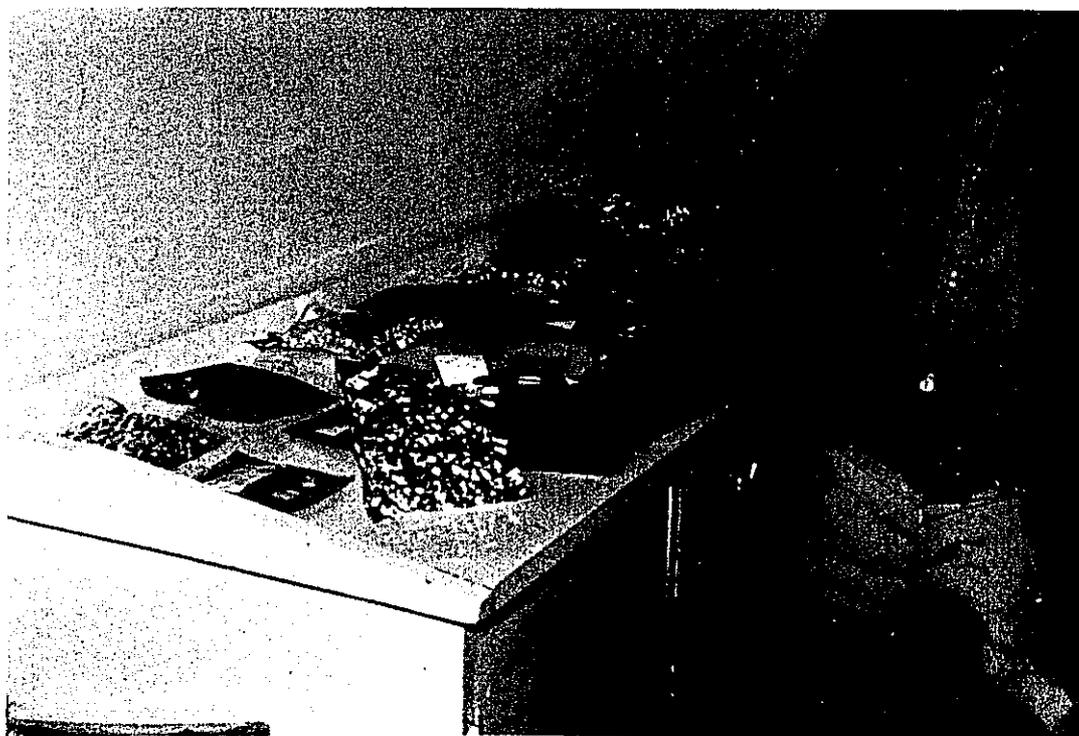
78. 高接樹の日焼被害



79. 工場へ搬入されたマカダミアナッツ



80. ケニアナッツカンパニーの国内向け製品



81. 第1次加工製品の選別



82. 工場における温風乾燥庫への  
移送設備

