

資料 No. 21

フィリピンに発生しているココヤシの カダンカダン病に関する調査報告

昭和46年11月

農林省熱帯農業研究センター

はじめに

昭和41年度から農林省は熱帯農業研究の推進に着手し、主として東南アジアの地域を対象とする在外研究員および調査員の派遣、資料広報活動、国際的な研究交流などの諸事業を行なってきたが、昭和45年6月、熱帯農業研究センターの発足に伴い、これらの諸活動はすべて同センターに引継がれ、その内容も年とともに拡大、強化されつつある。

フィリピンにココ椰子のカダンカダン病という原因不明の病害があり、大きな被害をもたらしていることはかなり広く知られている事実であり、もしわが国の技術がその解決に寄与できれば、現地農民への福祉はもとより、わが国の技術への評価を飛躍的に高め得るであろうことは想像に難くない。またココ椰子というわが国では経験の少ない作物に取組むについて、この病害から取りかかるのは一つの近道であるかも知れない。

このような意味で、樹木の病害に関しすぐれた識見の持主である林業試験場九州支場保護部長徳重陽山博士に、まずカダンカダン病研究への足がかりを見出して頂くために昭和46年3月半ばから3ヶ月間フィリピンで調査して頂いた。

徳重博士は僅かの滞在期間にもかかわらず、調査研究のかたわら各方面の文献を集められ、この病気に関する概観がこの報告書で得られるよう整理して下さった。同博士の労を深く多するとともに、この報告書が、この困難ではあるが、早急に解決を要するカダンカダン病究明のための指針となるよう祈って止まない。

最後に、この調査に協力を惜しなかつたフィリピン国植物産業局 (Bureau of Plant Industry) 局長以下各位、FAO 専門家 W. C. Price 博士および在マニラ日本大使館各位、また徳重博士に調査をお願いすることについて快くご承諾頂いた林野庁および林業試験場各位に対して、心から感謝申し上げる次第である。

昭和46年10月

熱帯農業研究センター 所長

山 田 登

目 次

は し が き	1
I. カダンカダン病の概要	3
1. 病 名	3
2. 発生と分布	3
3. 病 徴	4
4. 研究の経過	5
5. 本病の原因についての諸説	6
6. 本病と他のココヤシの病害との関係	11
II. カダンカダン病研究の進展	12
1. 接種試験	12
2. 病徴学的研究	13
3. 疫学的研究	14
4. 抵抗性品種変種の研究	15
5. 雑草のウイルス病と本病との関係	15
III. 今回の調査で得られた知見	16
1. カダンカダン病の概況調査	16
2. 本病の発生活消長試験地調査	17
3. 病ココヤシ葉上に現われる黄色斑点に関する解剖観察	17
4. 健・病ココヤシの根部幹部におけるマクロ解剖比較	20
5. 健・病ココヤシの幹部膨張収縮日変化の測定	21
6. 病ココヤシからの線虫の分離	22
7. 既往症究から集約される知見	22
IV. カダンカダン病に対する総会考案	24
1. カダンカダン病の病原論について	24
2. ウイルス病としての接種試験について	24
3. 病ココヤシの生育減退現象について	25
V. カダンカダン病研究の将来計画	26

は し が き

数年前、ある知人にフィリピンのココヤシ園がカダンカダン病によって大打撃を受けており、世界中の学者が集って研究しているにもかかわらず、その原因は依然として不明である話を聞いたことがあった。その時、なぜかカダンカダン病の話に強くひかれたことを記憶している。ところが、突然熱研からカダンカダン病を調査してみないかと誘いを受けた。カダンカダン病もココヤシも見たことのない筆者としては、熱研の申し出を受けることは、常識的には無謀であり、良識的には無責任に近いことであった。しかし、被害量が桁外れに大きく、樹木の致命的の病害であり、世の大家が手を焼く難病であるという三拍子そろったカダンカダン病の魅力の前には、総べての思惑は霧散してしまい、徒手空拳蛮勇をふるうことに決意した。

熱研からは調査の目的方法について格別の指示はなかった。しかし、自分なりにカダンカダン病の多くの情報と正確な概念を日本に持ち帰ることと、今後の研究分野を明らかにすることの二つが課せられた任務だと思い定めてフィリピンに渡った。フィリピンで調べてみると、カダンカダン病には正式発表の論文以外に、夥しい報告書の類があった。結局、試験が負の結果に終わっているので、学会誌等に発表してなかった報告書が相当の数にのぼっているのである。そして、正式の論文であれ報告書であれ、その内容はまさに玉石混淆で正邪の判断に迷うほどであった。しかし、その迷いは Dr. Price (1958, 1969) の論文を読むに及んで、たちまち解消した。彼は彼自身の調査研究を拠点として、過去の報告および論文を縦横に論評していた。そして、期せずして、読む者に強い感銘を与え、カダンカダンの真の姿を明示していた。筆者は彼の論文をカダンカダン病研究の必読書であると判断した。そこで、本報告書のⅠカダンカダン病の概要、Ⅱカダンカダン病研究の進展の項には、Dr. Price の論文をほとんどそのまま引用させて貰った。Ⅲ項以下は、筆者自身の調査と考察を述べているが、これは前述の調査目的に沿ってまとめたものである。まとめ終わってみると、いかにも龍頭蛇尾の観をまぬがれない。これは筆者の力量不足によることは勿論であるが、僅か3ヶ月(昭和46年3月15日～6月16日)の調査では、この難病の片鱗に触れた程度で終わったということである。世の大家をもって任ずる人人の懸命の努力も全部完全に失敗している。まさに、カダンカダン病は世紀の奇病の名にふさわしい難病であることを痛感させられた。

カダンカダン病の研究は1937年頃より始まっているが、30有余年を過ぎた現在、まだ解決の糸口すら掴まれていない。打つべき手はすべて打ち尽し、なお且つ結果の出ない本問題に対して、フィリピンの研究者は諦めムードに傾いている。本病の最も有力なウイルス病原説すら色あせた一説として一般人に受けとられがちである。この風潮の中にあって、ウイルス病原説を堅持する Dr. Price は、1966年以来本病の研究センターであるギノバタン試験場に居を構えて、68才の現在も研究を続けておられた。卒直に言って、カダンカダン病研究は、今、厚い壁にぶつかっている状態である。しかし、何の焦りも悲愴感も感じさせない平明さの中で Dr. Price は黙々と研究に打ち込んでおられた。Dr. Price の論文を読んで、この人は本物だと直感していたが、実際の博士に日夜接して、

研究者としての規模の大きさと人間味の豊かさにもますます心服させられた。この人において本問題を解決に導びく指導者はないのではなからうか、そして、若しDr. Priceが米国に引揚げられたら当分の間はカダンカダン病研究は休止するに違いないと思った。筆者はギノバタン試験場を去るに際して、本病がDr. Priceの手によって解決されることを期待する旨を博士に告げた。同博士は頷きながら、日本の研究者が本問題に協力してくれることを望むと言われた。これは単なる儀礼的な言葉ではなく、真実希望しておられることを日本の研究者にお伝えする。

今回の調査をおこなうにあたって、沢山の方々の御好意を受けた。とくに、筆者の派遣と一切の便宜を計って下さった熱研所長山田登博士、企画調査室長八田貞夫氏、同室大川義清氏、マニラで旅行不慣れの筆者のために親身のお世話を頂いた熱研所員金田忠吉氏、同大野芳和氏、日本大使館書記官松下一弘氏、本病研究の重要性を説いて調査の切掛を作って下さった武田製薬試験場長小野小三郎博士、筆者を推薦して下さった農研病理科長水上武幸博士、筆者をフィリピンに招いてくれたB. P. I. 長官 Mr. Eliseo C. carandang、ギノバタン試験場でお世話になった同場長Mr. Domingo Pro-tacio、同場で研究上から生活面までお世話頂いたDr. W. C. Price、同場で筆者の研究を助けてくれたMr. Avelino E. Bigornia, Mrs. Erlinda P. Rillo, Mr. Magin L. Retuermaの各位に深謝する。

1971年8月5日

農林省林業試験場九州支場

徳 重 陽 山

I カダンカダン病の概要

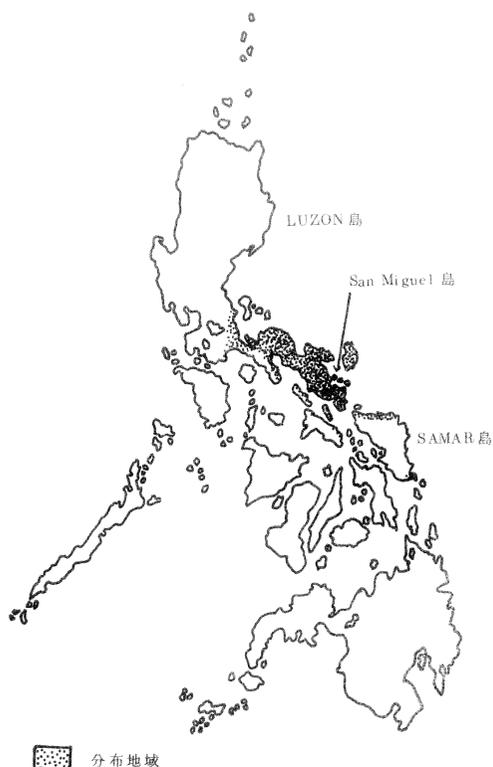
1. 病名

カダンカダン病 (cadang-cadang disease) の病名は、南部カルソンのBicol地方の土語で“死ぬまたは死んだ”と言う意味の言葉を重ねたものといわれている (Ocfemia 1957)。この病名は本病の激しさと一般の人々の驚きをよく表現したものであるとも言えるかもしれない。しかし、葉に斑紋を生じ生育減退をおこして枯れていくと言うココヤシの新病害の病名としては、いささか不明確なきらいがあった。すなわち、このことが、カダンカダン病の初期の病原論争において、不必要なしかも焦点の合わない論議が繰返される一原因にもなったのである。ココヤシの葉が黄化して枯れていく、例えば滞水による被害、K欠乏、あるいは微量元素欠乏などの一般の非伝染性の黄化枯死病害までもが、論者によってはカダンカダン病の中に含まれて論ぜられたのである。そこで本病名を黄斑病と改称する提案がCalica と Birgonia (1953) によってなされた。しかし、1958年、FAO主催ココナツおよびココナツ生産に関するグループの会合が、マニラで開かれた時に再び論議され、カダンカダン病の病名は、一般に広く慣用されているからと言う理由から、カダンカダンの病名が正式の病名として認められ、現状に到っている。

2. 発生と分布

カダンカダン病の初発地はLuzon島南部の太平洋岸にあるTabaco市から3~4Km離れたSan miguel島であるとされている (Ocfemia 1937)。San miguel島は周辺約30Kmたらずの小島であるが、1926年頃この島の北西端にある畜舎付近から被害が始まり、ぜんじ南東部に拡がっていき、1951年頃には全島のココヤシの80%約215,000本が本病のために枯れている (De Leon and Bigornia 1953)。一方、Luzon本島には1937年以前にはカダンカダン病は見られなかったが、1938年、Tabaco市のすぐそばにあるmagon山の斜面に病ココヤシを確認したとOcfemiaは証言している。その後、次第に拡まっていき、1950年頃にはBicol全地域に本病が発見されるようになっていく (Reinking 1950, De Leon 1951)。今となっては、フィリピンにおけるカダンカダン病の初発地は何処で何時頃であったかと正確に調査しなおすことは不可能であって、要は、1926年頃San miguel島の北西端に発生し、次第に周辺に拡がっていき、現在の分布になったと考えていいだろう。

カダンカダン病の現在の分布は諸氏の取調べにより、1図のような分布であると言われている (Price & Bigornia 1969)。この分布で興味をひくことは、Samar島東海岸地帯の未発生地帯である。島の南東端の一部と北部にはすでに発生をみているが、中央の台風常習地帯がまだ未発生地として残っていることである。



1 図 フィリピンにおけるカダンカダン病の分布



2 図 San Miguel 島周辺図

3. 病 徴

健全であったココヤシがカダンカダン病にかかると、頂芽より第3番目あたりの葉に鮮やかな黄色ないし橙色斑点が現われ、最下葉の葉には黄色斑紋やモザイクの病斑が現われる。この病徴が現われて約1年後に、果実は果尻にある特有の角がなくなって丸味を帯び、果皮の表面に暗褐色の条斑、斑紋が現われ、年とともに果実の大きさは小さく、数も減少し、3～4年後には全く果実をつけなくなる。この間、ココヤシの葉は、葉身が矮化し、葉片は上に曲る傾向があり、中央から折れやすくなり、下葉が早目に落葉していくので、着葉量が減少する。そして、ついには、小さな黄化した葉のたばが、上向きに幹の頂部に残る状態となる。病葉は短かくて脆いので簡単に下に曲らず、末期的の病木は頂部の外観が明らかな叢状を呈するようになる。こうして、最終的には頂部の芽が枯死して、裸のココヤシの幹だけが残ってしまうのである。発病してから枯死するまで、その期間はココヤシそれぞれによって早晚はあるが、約5～10年の経過をたどると言われている。

ココヤシ研究者およびココヤシ育成家たちは、カダンカダン病の経過を初期、中期、末期の3段階に分けているが、それは3図のように図形できる。

根についての病徴は、中期頃までの病ココヤシについては、ほとんど健全との差が認められないが、末期の段階になると根の老化腐朽の程度が高く、吸収根の発達がきわめて悪くなることがあげられて

いる。

以上、ココヤシが示す本病の病徴から、Priceはカダンカダン病に黄色斑紋生育減退病の名前を与え、その最も特徴的な病徴を5項目に集約している。

① 頂芽より第3番目の葉に鮮やかな黄色ないし橙色の斑点が現われる。

② 一番下の葉には黄色斑紋もしくはモザイクが現われる。

③ 斑紋になっている病葉の裏面にいわゆる、水滲斑 (Water soaked spot) さえないオリーブ色の斑点が現われる。

④ 病葉の葉脈はきわだった青銅色を帯びている。

⑤ 病ココヤシの果実は果尻にある特有の三つの角が消失して丸くなり、果実の表皮に乾いた褐色条斑が引掻いたように現われる。

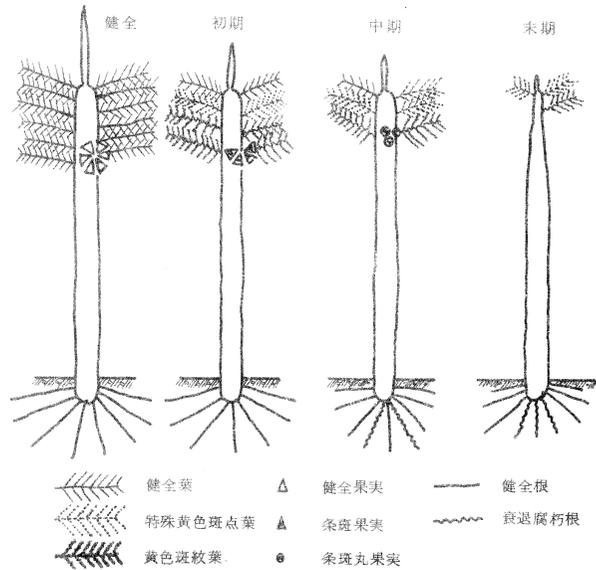
しかし、実際には、この5項目のどの一つをとっても、1項目だけではカダンカダン病を特徴づけるのは不十分である。しかし、5項目を一緒に用いて総合判断すれば、フィリピンにおける他のココヤシの病害と区別できる。

カダンカダン病は、ココヤシの樹令が開花期に達してから後に罹る病害であるとされたが(Reinking 1950)、4年生のココヤシで発病した例も発見された(Price 1958)。その後の調査によると(Sill, et al. 1963)、樹令の若いものには老木ほどには発生しないが、病ココヤシのあることが確認された。そして、若いココヤシの病徴は老木のと同じであることも分ってきた。

4. 研究の経過

カダンカダン病の病徴とSan Miguel島における本病の拡がり方から、Ocfemia(1937)はウイルス病であろうと発表した。それに対して、Fajado(1955)は摩擦接種と虫媒接種の不成功から、土壌の微量元素欠乏か台風の影響によって起るものであるとした。Velasco(1961年)は、カダンカダン病がウイルス病である証拠が薄弱であるとして、もっと、栄養と土壌問題に留意すべきであると主張したが、実験的にカダンカダン病を作り出しえなかった。また、若い病ココヤシを別の種類の土壌に移しかえることによって、回復もしくは部分的回復1例を示したのみであった。

最初、1947年Celino(1947)はカダンカダン病をココヤシと豆科植物に汁液接種によって



3 図 病状の経過

うつつことができた」と発表した。後で、1963年、Celino (1963) は追加実験を発表し、刺針法によって、若いココヤシ苗に本病を感染させたと主張した。Rosario と Quiaoit (1962) も汁液接種で本病をうつせたと称している。しかし、Celino と Rosario の実験で示された病徴と潜伏期間には喰い違いがあった。そして、Celino と Rosario の実験が一般に認められていないのは、次の2つの理由からである。その1は伝染したと言う根拠は、葉の上に現われた黄色斑点によって判断しているからである。それは、黄色斑点だけでカダンカダン病を診断するのは不十分であるからである。しかも、Nagaraj (1967) は、Rosario と Quiaoit によるカダンカダン病の診断は、彼がカダンカダン病に独特であると診断する黄色斑点と違っていると発表している。その2は、ギノバタン試験場で、2,000本以上の苗を使用して、Celino や Rosario らと同様な汁液接種を試みたが全部失敗であった。すなわち、彼らが主張している伝染性が再現できなかったと言うことである。

カダンカダン病は少くとも42の異った土壌型の上で起っており、また、山上でも谷間でも起っていることを Bigornia, et al. (1960) は調べている。要するに、現在カダンカダン病が起っている地域内では、ココヤシの生えている処はどこでもカダンカダン病は発生しているようである。Scharpenseel, et al. (1955) の結果と Subido, et al. (1960) の結果は、カダンカダン病の発生が、施肥にも拘らず増え、最高の発生率が微量要素を含んだ完全施肥区であった。Protacio は3ヶ月ごとに3要素を散布したが病ココヤシは回復しなかった。菌類線虫類によってカダンカダン病を起させる試みや、健全な木の周囲に病ココヤシの周辺土壌を入れ替えてみる試みも全部失敗している。

5. 本病の原因に対する諸説

Price (1958) によれば、カダンカダン病の原因について、諸説が提出されてきたが、その中には、本病の実体を知った上での説から、純然たる想像にもとづいた説まで、さまざまであった。この雑然とした諸説続出に対して、政府はどの説が研究を将来正しく導いていく説であるかを決定するのに困惑する始末で、研究費の要請に応える協議会のメンバーも判断に迷う程であった。Price はその中から、論ずるに足る5説を掲げ下記の如く論じている。

a. 樹冠を糸状菌や細菌が侵すとする説

カダンカダン病についてまだよく知られなかった時期においては、糸状菌や細菌や線虫が樹冠内の葉や芽を侵すと考えたのも無理のないことであるが、実際に、この説を支持する事実は殆んどないものである。この説が当たっていると考えられる点は、ある糸状菌の伝染状態によく似ているのと、病樹の過度の落葉現象や芽ぐされの現象である。しかし、葉、花、果実を注意して調べても、原因となるべき微生物が常に存在していると言う確認はえられなかった。病組織から寄生微生物の分離を試みたが、不成功であった。今日、この説を支持する者を見出すのは困難である。

b. 虫害によるとする説

フィリピンには、この説を支持する人は少い。それが支持されるのは、多分虫が穀物に相当の被害を起していることが知られているからであり、特殊な病害が、例えばパイナップルのコナカイガラ萎凋のような、特殊な昆虫の摂食活動のためであるとされているからである。

1950年 Bicol Expr. St. of Madrid によって始められ、A. B. Magnaye に受継された実験がある。これは、病ココヤシの5プロットに各種殺虫剤を撒布して、病ココヤシの生育減退が癒るかどうかを調べた実験であるが、1953年まで続けられた結果では対照区と差はないことがわかった。

Estioko は1954年に Bicol Expr. St. で健全なココヤシに殺虫剤を2週間おきに撒布する実験を始め、対照木との発病率を1955年に調べたが、両者の間には有意差がみられなかったことを報告している。

以上の二つの実験結果は、カダンカダン病が成虫の直接摂食活動によっておこる障害ではないことを示している。また、カダンカダン病の起っている Bicol 地方と同じ虫がまだ、カダンカダン病の起っていないフィリピンの他の場所のココヤシを攻撃している事実からも、このことは容認できるのである。

c. 根部の腐朽によるとする説

カダンカダン病は根部の腐朽が原因であろうとする仮説は、研究者仲間や一般大衆からかなり支持されている説である。この説にも二通りあって、最も単純な説は寄生菌がココヤシの根を侵すからであるとする説と、もう一つの説は、根を侵す線虫によるとする説である。その他のもっと複雑な説は、台風によって非常にいためられた後で、ココヤシの根が弱い寄生力の菌に侵されるからであるという説である (Reddy 1956)。両者を分けて詳しく述べて次の通りである。

i) 単純説 (菌害説)

カダンカダン病の末期状態にある病ココヤシの根は、多く腐っている。このことが、根部腐朽説を信じさせる源となっている。しかし、この根部の腐朽はココヤシの地上部が病気に侵された結果であると考えることができる。一方、カダンカダン病の初期のココヤシは、そのそばに立っている健全なココヤシに較べてそれ程根部は腐朽していない。Magnaye は、3本の健全木と3本の初期病木を掘り上げて調査したが、根の調査だけからでは健病の区別がつかない程度の腐朽であった。そのように、初期病木の根は健全に近いのである。

カダンカダン病ココヤシの根から寄生菌を分離する試験は、一貫した成功を見せていない。分離された菌を健ココヤシの周りの土壌に加えても発病していない。すなわち、この説を支持する有効な証拠がないのである。

ii) 単純説 (線虫説)

パールマン法によって、健病ココヤシの根部と根辺土壌混合物から線虫が検出された。健木からの検出線虫は雑線虫で寄生性はなかった。しかし、一方、病木からのものは、4~5種寄生性のものが見つ

かった。しかし、この種の病害に1種類以上の線虫が関与していることは、おかしなことである。また、健病ココヤシからの検出試験が余り少な過ぎることも指摘できる。また、土壤線虫ならば、根の接触で拡がりそうなものだが、その傾向はないのである。健全ココヤシの周囲の土壤に線虫を加えても発病しなかった。

iii) 複合説

カダンカダン病の発生しているBicol地方は台風の常襲地である。この事実が、台風がカダンカダン病の原因であるとする説、若しくは、台風が病害に罹りやすくする説の根拠になっているのである。しかし、台風はカダンカダン病の主要な役割を演じてはいないのである。その第1の理由は、フィリピンの台風常襲地帯のある地方、例えばSamar島の東海岸にカダンカダン病の発生していない処がある。第2にBicol地方のカダンカダン病の分布は台風の経路と密接には一致していない。第3に、大きい台風の通過後にカダンカダン病の顕著な増加がみられない。例えば、Bicolで記録された最高の発病率は、1952年6月～7月の調査で、全体として2,781,000本であった。これは、Bicol地方に被害をもたらしたJean台風4年目なのである。近年における最大の台風Trix(1952年10月)は、ココヤシ園や他の穀物に大被害をあたえたが、翌年のカダンカダン病の発生は、958,000本で、1951～1952年の発生の $\frac{1}{3}$ であり、その翌年には503,000本になった。第4に、カダンカダン病初期木の根が、それ程腐朽していない事実から、台風が根を腐り易くするとか、カダンカダン病に罹りやすくするとする説は支持されないのである。

d. 栄養的不均衡が原因とする説

Bicol地方におけるカダンカダン病の分布がよく知られなかった当時では、病害の原因として、栄養欠乏や有毒物質を予想するのは無理のないことである。だが、カダンカダン病の病徴は、他の穀物類における栄養欠乏や有毒物の症状とは違っている。Mayon山の噴出物は広範囲に拡がっていることから、これが病害の原因であると言われてきた。しかし、これは殆んどありえないことである。なぜならば、火山から遠く150 Kmも離れた処よりMayon火山の傾斜面がより多く発病するという傾向はない。

栄養的不均衡の説を支持する証拠はほとんどないが反対の証拠は多い。しかし、このことについて、カダンカダン病の黄色斑紋生育減退とその他の病変を区別することは重要である。LagunaのSanta Cruz地区はココヤシの黄化が非常に目立つ地区である。これらのココヤシは一年の生長期間、土壤が湿っている低地に生育している。湿った土壤による O_2 の不足で栄養を供給することができないのである。同様の黄化は、土壤が実際に欠乏しているような斜面に起っている。これに侵されるココヤシは、集団的に起るのが、この種の黄化の特徴である。そして、特殊な土壤型か土壤状態に関係して起る。Bicol地方におこっているこの種の黄化はフィリピンの他の場所でも起っている。カダンカダン病はヤシ園の中で集団発生せず、無作意に発生するようである。現在、カダンカダン病は明らかに連続的に拡がっていきつつある。これは、1951年以来帯状測定と疫学的定点調査によって示されている。この病害が1926年San Miguelで発見されて以来、その汚染地域は継続

して拡まっている。Bicol地方の他の穀物は栄養欠乏や毒素によって激しく侵されていると言ひ証拠はないのである。Abaca, Citrus, Rice他の穀物はカダンカダン病でココヤシが汚染されている地域内で良好に生育している。こんな土地でも改植されたココヤシは、12年間は元気なのである。もしもその土地が、著しい必須要素の欠乏とか有毒物を多量に含んでいるならば、こんなによく生育する筈がないのである。改植地に、カダンカダン病が拡まっていることは事実であるが、しかし、これは、もし病害が伝染性の病原によるものであるならば当然であろう。GuinobatanのBarrio Quitagoにココヤシが2本づつ植えられた60年生の小さなヤシ園がある。今日、ある1対は健全、ある1対は罹病しているが、しかし、1本は罹病して他1本は健全と言ひ例がある。こんな1対の木の根は緊密にからみあっているから、同じ土壤に生育しているようなものである。これなら、均等に土壤の影響を受けそうなものであるが、片方だけ罹病しているのである。Bicol Expr. St.において、病ココヤシに各種方法で各種施肥を試みたが、施肥は病ココヤシの生育減退の進むのは止めえなかった。どう考えても、栄養はカダンカダン病に主要な役割を演じていないようである。

e. ウイルスが原因であるとする説

カダンカダン病がウイルスによる病害であると言ひ説を最初に出したのはOcfemia(1937)である。これには、本病を研究している観察者の大多数の支持がある。ウイルスは病ココヤシから健全ココヤシへ多分飛翔性の昆虫によって拡がっているのだらうという考えである。

病徴学的にはカダンカダン病は植物ウイルス病として知られている多くのものと似ている。とくに成熟葉に現われる黄色斑紋の病徴は多くのモザイク病例えば砂糖キビのモザイク病に現われる斑紋にそっくりである。葉の矮化、病葉の脆弱性、葉脈の透明化やそして、それらの病徴に関係してあらわれる全身の生育減退も又他の植物ウイルス病に共通点を持っている。Celino(1947)は感染の中心から近くのココヤシにうつってゆくことを指摘した。San Miguel島では、島の西北端より南へうつっていき、ついには全島が汚染した。Luzon本島における拡がり方は中心のないような拡がり方であるが、年々病害のなかった地方にうつって行く傾向である。ヤシ園内での拡がり方は、この法則通りにはゆかないが、もしも、飛翔性の昆虫でうつるとするならば、多少の偶然性は予期できるであろう。カダンカダン病の拡がり方は、多くの伝染性の病害のそれに似ている。この特殊の拡がり方は栄養的な攪乱では考えられない種類のものである。この病害を確実に起すというような糸状菌、細菌、その他の寄生生物が見つからないことは、伝染性の病原はウイルスであることを暗示している。

規則通りに拡がらない病害の故に、ある研究者はウイルス説に疑問を抱いている。しかし、実際には殆んどウイルス病は規則通りの拡がり方はしないようである。老令葉に斑紋が現われて幼令葉に現われない現象は、ウイルス説に疑いが持たれてきた特徴である。なんとすれば、植物の多くのモザイク病は開葉すると間もなく葉の上に現われるからである。汁液接種でカダンカダン病がうつらなかつたこともウイルス説に反するよう考えられてきた。しかし、ウイルス病でも汁液接種でうつらないものは沢山あるのである。さらに、本病は昆虫によってもうつらなかつたが、しかし僅かな昆虫しか媒介

昆虫としてテストされていないのである。

ウイルス説に傾く証拠は強力だが、反対の証拠は少い。本病が実験的に伝染させることができなくても、本病はウイルス病の感染によって起ると言う疑いは残るであろう。

f. マイコプラズマによるという説

Priceの1958年の報告の中には、この項はなかったが、それは当然であって、マイコプラズマの発見は、それ以後のごく最近の発見であるからである。日本でマイコプラズマの発見が発表されてから、いちやく、Maramoroshは、1968年11月1日のDateline in Scienceと言う米国の新聞に、フィリピンで起っているCadang-cadang病という奇病は、一般にウイルス病だと考えられているし、自分もそのように思うけれども、Mycoplasmaと言う別の病気の一群がある。これも可能性のある病原ではないだろうかと予想談を発表している。しかし、彼はカダンカダン病に対して、現在も何の実験もやっていない。

研究者の中には、ウイルス病であるという決定的実験が成功しないので、あるいは、マイコプラズマではないかと言う漠然とした考えを持っている人はいるようである。Guimobatan Expr. St.のPotacioは、カダンカダン病の材料を日本、オランダ、アメリカに送って電頭検定を依頼したが、何れも不明の結果に終わったと言っている。

g. 諸説に対する集約

カダンカダン病を直接観察し、研究したことのある学者、W. C. Price (1958), F. P. Mcwhorter (1959), F. O. Holmes (1962), W. H. Sill, Jr. (1964), A. N. Nagaraj (1965), F. E. Nitzang (1967)は、Sillを除きウイルス病であろうとの見解である。Sillは病原として可能なものを9項目かかげ、割合に断定的でない議論を進めているが、9番目の項目で彼は、カダンカダン病は未知の病因による新しいタイプの病害ではないかと言っている。彼の考えたものが、現在のマスコプラズマと一致するかどうかは判らないが、Maramoroshの如く、ウイルス説から若干マイコ説に傾きかけたウイルス学者もいることは事実である。これに対して、終始一貫して変らないのはPriceで、彼は現在も確乎たる信念のもとにウイルス病としてのカダンカダン病を研究している。

フィリピンの研究者学者は積極的、消極的の別はあっても大体においてウイルス説のようであるが、その中にあって、ウイルス説に真向から対立した意見を発表するのは、Velascoで、彼は土壌のある成分に起因する毒素説である。彼は現在セレンウムの集積毒によってカダンカダン病が起ると言っている。ウイルス説を証明するための接種実験が全部不成功に終わっている現在、このような説が出るのも無理からぬことであるが、セレンウム毒素説にしても、再現性のある実験を実際におこなって、セレンウム説を実験的に確めていないのである。中毒説に対する反論は前項のPriceの説明で充分であろう。

要するに、カダンカダン病の伝染性を予想し、ウイルス病に似た病徴から、ウイルス病または、ウイルス類似の病害であろうとの説に集約できそうである。

6. 本病と他のココヤシの病害との関係

ココヤシの病害は多数あるが、ココヤシが枯れてしまう程度の被害はフィリピンにおいても少い。その例を挙げるとCebu島の一部に発生しているココヤシの著しい葉枯症状は、Florida Red Scale (*Chrysomphalus bifasciculatus*) の被害によるものであると診断されている。また、Mindanao島Davao市南方Sta Cruzに発生している致命的落葉病があるが、これは原因が水分不足によっておこる生理的病害であるとされている。下葉から落葉し始め、ついには全身の枯死を起すが、葉にカダンカダン病のように斑紋が現われないこと、降雨によって回復すること、などが、別種の病気であると診断される根拠である。ただし、Priceは生理的障害による病害ではあるが、たんなる水分不足によって起る病害ではないと言う意見である。その他、フィリピン島内の方々に見られるいわゆる滞水によるココヤシの黄化枯死やK欠乏と称されている鮮明な黄化生育減退、場合によっては枯れてしまう現象がある。これは何れも、カダンカダン病と病徴によって区別できる病害である。

さらに諸外国に発生しているココヤシの病害を調べてみると有名なココヤシの Red ring disease があるが、これは原因が一種の線虫によっておこる萎凋病であることが明らかにされている。その他、原因不明でしかもココヤシに激害を与える病害として、Martyn (1955) は Bronze leaf wilt, Unknow disease, Cadang-cadang, root rot wilt の四つに分け、さらに、病徴と発病から枯死にいたる期間の長短によって、前2者と後2者にグループ分けしている。

Bronze leaf wiltとUnknow diseaseはカリブ海の沿岸一帯と西アフリカに発生している激しい萎凋性の病害であるが、Rriceはアメリカフロリダ半島南端に発生している同種類の病害について、その伝染性を証明し、これらの病害はすべて同種類のウイルス病害であろうと推察している。しかし、カダンカダン病はこれらとは病徴経過が全く違っており、またMartynが同一範疇の病気としたroot rot wilt disease (南インドに発生)とも違う別種のものであろうとPriceは言っている。この外にGuam島に発生している病害があるが、これについては、Holmes (1962)は病徴がカダンカダン病とまったく違っているので別種の病害としている。こうしてみると、現在の処、フィリピンのLuzon島南部に発生しているカダンカダン病は他に類例を見ない独立した病害と言える。

II カダンカダン病研究の進展

最近におけるカダンカダン病研究の展開は、ほとんどカダンカダン病がウイルス病であろうという前提のもとにおこなわれた研究ばかりである。その研究体制をふりかえてみると、1948年フィリピン政府はココヤシのカダンカダン病研究に対して、guinobatan 試験場 (Guinobatan, Albay) を研究センターとし、米国政府からの学者及び研究設備に関する援助を受けたが、この制度は1954年で打ち切られた。しかし、1956年より新しくFAOの構想で研究援助が始められ現在に到っている。このFAOの計画に参加した研究者は次の通りである。

W. C. Price : 1956年11月8日～1957年10月14日

Karl Maramorosh : 1960年2月16日～1960年7月21日

F. O. Holmes : 1961年4月4日～1962年3月1日

W. H. Sill, Jr : 1962年8月29日～1963年9月2日

A. N. Nagaraj : 1963年8月4日～1967年1月2日

W. C. Price : 1966年12月18日～(1971年6月9日現在)

F. E. Nitzany : 1967年8月22日～約1年間

これを見ても判る通り、すべてが著名なウイルス病学者ばかりである。

この米国およびその他の国のFAO派遣学者とGuinobatan試験場員が協力して行ってきた研究以外に、フィリピン大学農学部で本病の研究(1947-1966)が行なわれた。フィリピン大学農学部の研究もウイルス病としてのカダンカダン病研究が主体であったが、その研究成果は余り高い評価は受けていない。

現在、活潑な研究が行なわれているのは、前記のGuinobatan試験場におけるFAO援助Dr. Price指導の研究だけである。

1. 接種試験

Price(1958)は1957年に汁液接種と虫媒伝染をおこなった。35種の虫と200種のtest plantを使用し、350箇のココヤシ苗と8種類の植物に汁液伝染をおこなったのであったが、11年後においても全部病気にならなかった。

Mcwhorter(1959)はトウモロコシ(4,000本)、abaca(400本)、カンナ、c omme-lina spp、タバコ、ココヤシ、rattan(calamas)それぞれ多数に接種したが不成功であった。

Maramorosch(1961)はココヤシから草木植物に接種しようとしたが接種できなかった。Bical地方の昆虫を多数接種試験に使用したが、結果は失敗であった。

Holmes (1962) 雑草の中のvirusをココヤシに昆虫によって伝染させようとしたが、できなかった。enation-typeを持つ*Elephantopus mollis* HBK, *Stachytarpheta jamaicensis* (L) Vahe, *Synedrella nodiflora* L.を接種源植物として昆虫を吸汁させココヤシにうつす試みであったが失敗だった。

Sill (1964) は汁液接種法で病ココヤシから、40本のココヤシ苗へ、100本の Bountiful bean, 100本の Tapilan, 97本の corn に接種したが失敗であった。彼は又病ココヤシから60本のココヤシに Hypospray Single dose injector の方法で接種したが失敗であった。

Nagaraj (1967) は病ココヤシから buffer を使用して汁液を作りこれを3ヶ月たった50本のココヤシ苗、5本の8~10年生ココヤシ、それから50本の35~40年のココヤシに接種したが成功しなかった。彼は又、媒介昆虫として、*Cicadella spectra*, *C. unimaculata* そして、*C. makilingensis* を各25本のココヤシに使用したが結果は出なかった。彼は更にココヤシ以外の植物たとえば *Livistona rotundifolia* (Lam). Mart., *Elaeis guineensis* Jacq, *Areca catechu* L. を使用したが皆不成功であった。

2. 病徴学的研究

Mcwhorter (1959) はカダンカダン病の目立つ病徴の一つとして病害の末期に、中心に残った葉は緑色を保って直立し、やや短小であるが形は正常であると指摘した。彼はココヤシの示す症状の違いは病原に3~4の系統があるためであろうと考えている。また、彼は葉の上に特殊斑点が現われることを指摘している。この斑点は透過光線では黄赤色斑に見え、反射光線ではオリーブ色か水滲斑に見える。しかし、病斑は乾いてもいないし、湿ってもいない。これらの色は色素の作用である。斑点の中で葉緑組織細胞の原形質体が白色壊死を起して均一な白色集団に変形している。斑点の中央は、表皮細胞は死んでおり害された気孔はやや開いている。Mcwhorter は、若い葉において病徴が欠除しているのは、そのような葉が葉緑粒を欠除していて、タンニンを多量に含んでいるからではないか、また、それが若い葉の中にウイルスが拡がるのを押えているのかも知れないと言っている。タンニンは縮合形のタンニンとして溶解して存在する。

Nagaraj, et al. (1965) はフィリピン各地のココヤシの葉上に現われる斑点の型を研究した。そして彼等は病気に関係する斑点はたった一つのtypeであると結論している。それは、不整形で水滲状 (Water-soaked) $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{2} mm$ の直径、中心に褐点がなく、その色と明確な斑縁をもっているので、葉脈から独立している。中期以後の時期では、斑点は集って、葉脈に沿って黄色条斑となる、と言っている。

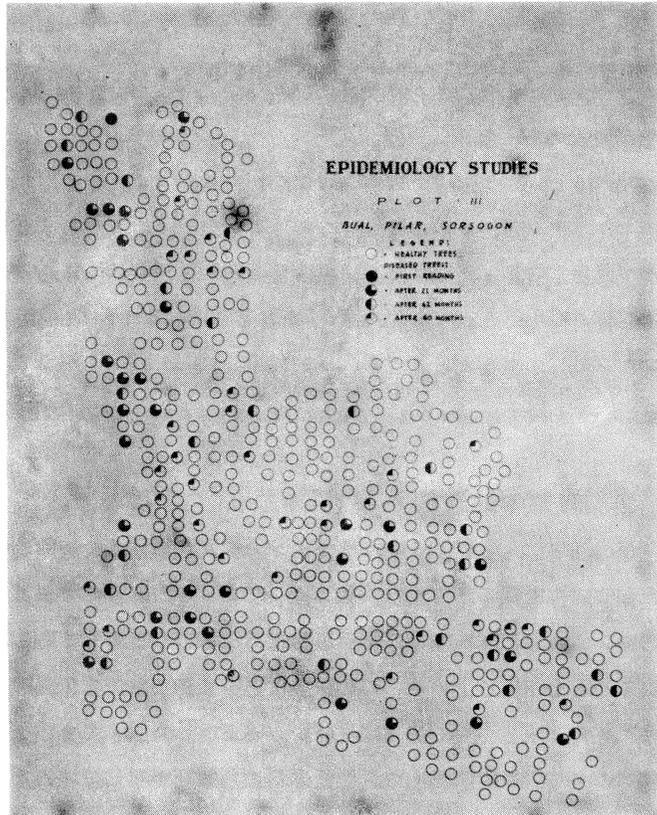
Price (1969) は特殊斑点が直径 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{2} mm$ であるときめつけるのには疑問があると言っている。

3. 疫学的研究

Birgonia (1960) は、1951年から本病の疫学的研究にとりかかり、1959年まで継続調査した。調査の方法は、Bicol地方の4地方に5 haの固定試験地を設け、3カ月ごとに発病調査をおこなった。さらに、4地方の多くの車道にそって、1年に1回帯状測定と言う調査をおこなった。

その結果、両調査方法による調査結果は非常によく一致しており、その地方の発病率を正確に示すことが判った。また、4地方の発病率は、それぞれに相当の違いを示すことも判った。固定試験地の発病経過を図示してみると、第4図のとおりで発病木に近接して次年度の病木が発生するとは限らず、どうも無作意に発生しているのに気付いた。この点について、

Price (1969)は検討を加えて、ココヤシ園におけるカダンカダン病の発生は無作意抽出と同じ型であることを示し、本病が土壌の型とか、土壌の状態によっておこる栄養欠乏とか根ぐされに基因するものではなく、飛翔力のある昆虫によって媒介されるウイルスではないかと推論している。



4図 第3試験地における本病の伝染状態

Price は、1957年Bi gon ia おこなった研究資料に基いて若令木と老令木では病害発生率に違いがあることを示したが、統計的な有意差はえられなかった。Sillra (1963) は、各地における同一樹令ごとのグループ別発病率を調べ、地域ごとに発病率の違いを統計的に明らかにする一方、各地域を通じて、樹令が高まれば発病率が高まることを顕著な有意差で確認した。また、Priceら(1969)はAlbayとCamarines Sur地方でおこなった調査にもとづいて、20年生以下の発病率が20年生以上のそれよりも小さいことを証明し、さらに、老令木が高い発病率を示す地方では、老令木が低い発病率を示す地方よりも幼令木は高い発病率を示すことを見出している。そして、そのことは、多分その地方の媒介昆虫の密度か、あるいは、その土地のウイルス保有者の数か、あるいは、その他の気象的な要因(例えば雨等)が影響しているかも知れないとしている。

Holmes (1961) は1960年にBigorniaら(1960)が行なった調査結果から、本病はココヤシからココヤシにうつるのではなく、園内の雑草の中で病害保毒の雑草があって、それからココヤシにカダンカダン病がうつるのであるという仮説を提出した。Nitzany (1969) はこの仮説に基いて、汁液接種と虫媒伝染を行ったが、検定植物の数例にvirusの伝染を認めたが、ココヤシへの接種は成功しなかった。

4. 抵抗性品種変種の研究

カダンカダン病にかかるとは coconut (*Cocos nucifera* Linn.) ばかりではなく、まったく同じ病徴を呈して枯れていくものに、African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), Buri (*Corypha elata* Roxb.), Anahau (*Livistona rotundifolia* (Lam) Mart.) がある。この外にBicol地方でカダンカダン病に似た生育減退をおこしているものに、Buŋga or betel palm (*Areca catechu* Linn.), Buŋga de china (*Adonidia merrilli* Becc.), Pugahan or fishtail palm (*Caryota cumingii* Lodd.) がある。その他ココヤシ自体にも多くの変種があるが、その代表的なLagunaは7~8年で着果し、70~80年なりつづける優良品種である。この外に矮性のcoco-niñoとTambolilidがあるが、何れも罹病性である(Price 1958)。

ウイルス病を最も効果的に防除する方法は、抵抗性品種の育成にかかっているため、Price (1958) とMcwhorter (1959) は選抜育種の必要性を唱え、1959年より、Bigorniaによって着手されている。しかし、まだ、抵抗性品種は見つかっていない。

5. 雑草のウイルスと本病との関係

可能性のある見解として、雑草中の或るウイルス類似病徴を示す雑草はカダンカダン病の保毒者としての機能を持っているかも知れないことが、Holmes (1961a, 1961b) によって想定された。*Elephantopus mollis* における突起病と萎黄病は接木によって感染することができるが、突起病は汁液接種では感染しなかった。*Stachytarpheta jamaicensis* の突起病と萎黄病は接木伝染する。*Bueraria hispida* の萎黄病と突起病、*Passiflora foetida* の萎黄病、*Ageratum conyzoides* の突起病、*Cassia alata* L. のモザイク病、*Pseudo-elephantopus spicatus* の突起病は接木伝染する。Aphis (*Gossypi Glover*) や Fly (*Bemisia tabaci* Genn.) を伝染に使用した試みは、一般に負の結果であったし、汁液接種も同様であった。コナジラミが *Paspalum conjugatum* Berg. や *Synedrella nodiflora* の病植物を吸汁して、*Ageratum conyzoides* を吸汁した時 *A. conyzoides* の上に突起が広がった。トマトの葉捲病は接木で伝染し、*Bemisia tabaci* によって感染した。

上述の色々な植物の萎黄病や突起病が、単一の病原によっておこるか複数の病原によるかは、まだ推測の問題である。

Ⅲ 今回の調査でえられた知見

1 カダンカダン病の概況調査

カダンカダン病を診断する際に、中期、末期の病ココヤシに対しては、割合に簡単にその病徴から総合判断できるが、初期の病ココヤシについては素人ではなかなか診断がつけ難い。結局最終的には木に登って葉を採集し、特殊黄色斑点の存否を確認しなければならない。したがって、分布調査などは短期間でしかも素人では難しいことが判ったので、ココヤシに発生している他の病害を調査し、カダンカダン病と比較するに止めた。

a ココヤシの激しい葉枯れ症状

現在、Cebu 島に発生しているココヤシの葉枯れ症状は、非常に広範囲に発生している訳ではなく、極く限られた地域の局所的な発生であった。その代表的な箇所は、Mactam 島と Cebu 島の接点附近の Mandaue と、Danao city よりさらに北部の Catmon および Cebu city 南部の Naga 附近であった。症状は全葉の黄化から下葉の枯れ上りを起しており、原因は、Frolida Red Scale の寄生によるものとされており、実際に多量の寄生が認められた。しかし、カダンカダン病の病徴は認められなかった。この被害は街及び道路からの砂ほこりを多く被る処に多発すると云われている。薬剤散布による駆除も試みられたが、現在では天敵による防除（総合防除）に関する研究に主力が置かれていた。

b 致命的落葉病 (Lethal frond drop disease)

本病は、最近問題になっているココヤシの重要病害である。現在発生しているのは Mindanao 島の Davao 市の南方 Sta Cruz 附近である。病徴は下葉から褐変して枯れが始まり、しだいに落葉し、ついには頂芽も枯れて全樹が枯死する。葉上にはほとんど目立つ病徴がなく、有害な菌および虫の寄生もなく、ただ激しい落葉症状であるから、明らかに、カダンカダン病とは別の病害である。本病の原因は、雨量の過少に基づく生理的病害であるということである。この病害に対する詳細な病原学的な研究が行なわれた訳ではなく、疫学的研究から帰納される事実と殺虫剤、殺菌剤、施肥耕耘作業を被害地におこなってみて、何れも効果がなく、ただ、降雨量の増加によってのみ回復したという試験結果を組み合わせた上での結論である。ただし、この結論に対して、Price は疑問を持っているそうである。

いづれにせよ、本病は降雨その他によって、落葉していたココヤシが新葉を出して回復を始めている例が多数あるので、一度罹病したら、回復した例のないカダンカダン病とは、全然別種の病害であることは明白である。ただし、今後、本病の研究が進んで新しい分野が展開した時、カダンカダン病との比較研究は面白い課題となるであろう。

なお、本病の水分欠乏状態を観察するには、筆者考案のダイヤルゲージによるヤシの幹内水分膨圧日変化を利用すれば面白い結果が得られるのではないかと考えている。

○ 黄化生育障害

これには、2種類あるようで、その1は滞水による酸素不足から、根ぐされを起し、地上部の症状としては、生育障害と下葉の著しい黄化が目立ち、遂には枯死に到る場合と、その2はK欠乏による黄化生育障害と云われている場合とである。後者は鮮明な全葉黄色化が特徴といわれているが、しかし、両者はしばしば混合して発生している例も見受けられた。

これは、フィリピンの至る処に見られるものであるが、なかんずく、Davao 市周辺の低地には、その被害が散見された。この生理的な黄化生育障害は一般人の目をひきやすく、カダンカダン病に対して十分な知識を持たない人には、この障害をカダンカダン病だと誤認しがちである。とくに、カダンカダン病研究初期の頃、土壌学者、生理学者の行なった反ウイルス病原説の論議の中には、この障害も反対の例としてまじっていたようである。この障害には、生育不良となって、枯死する面だけは、カダンカダン病に似ているのであるが、葉上に斑紋やモザイクは勿論現われず、本生育障害とカダンカダン病とは明確に区別すべきである。

2 カダンカダン病の発生活長試験地見学

Guinobatan 試験場の Bigornia は 1951 年に多くのカダンカダン病発生活長試験地を設けた。筆者は、その中で、Busay Ligao, Albay Plot I, Muladbucad, Guinobatan Albay Plot II, Bual Pilar Sorsogon Plot III の3か処を Mr. Bigornia 自身の案内で見学した。

Plot III は未だ若干のコヤシが残っていたが、Plot I と Plot II はほとんど全滅状態であり、本病の激しさを知らされた訳である。各 Plot は、約 500 本、樹令 20~30 年生のヤシ園が選定されており、コヤシにはそれぞれ版がつけられ、コヤシ全部の相互位置を図面上に描き、3カ月ごとに発病木を調査し、1年ごとの発病木を図上に記入してあった。これによって、毎年の発病本数が判ると同時に、本病がヤシ園内に侵展していく状態もつかめるといふ計画であった。もちろん、発病本数については毎年正確に調べたのであるが、ヤシ園内における本病の発生状態は、病木に隣接したヤシが病条にかかるというような発生ではなく、無作意な発生の仕方であった。これは1試験地のみならず全試験地の傾向がそうであった。この発生傾向は、いささか初めの予想とは違った発生の仕方であったが、逆に、これこそが本病の一つの特徴を示しているとも言えるのである。すなわち、土壌病害の発生、および微地形に影響された発生ではないことは明白である。これは、飛しょう性昆虫による本病の媒介と、本病の長い潜伏期間を十分に予想させる事象である。しかし、このような調査はこれ以上続けても今後は殆んど無意味な繰り返しになるので、調査は中止されていた。しかし、本調査の結果は疫学上非常に重要な諸点を知らせてくれたので、FAO ではこの業績は高く評価しているようである。

3 病コヤシ葉上に現われる黄色斑点に関する解剖観察

中期以後のカダンカダン病コヤシの診断は、Price のかかげた5項目の特徴によって、正確に

診断できる。しかし、初期木になると次第に難しくなり、下葉に現われている斑紋やモザイク症状を直接に見て確認するか、葉位第3番目の葉に現われている特殊黄色斑点を調べるしかない。しかし、下葉に上記のような明確なウイルス類似の病徴が見られない場合は、特殊黄色斑点が唯一の診断の根拠となる。ところが、ここにやっかいな問題がある。健葉上にも黄色斑点が見られるのである。その数は少く、形は小さく、色も若干緑を帯びた黄色斑点であるが、健ココヤシ葉上に認められるのである。この頻度は非常に高く、分布は全フィリピンに及んでいる。したがってカダンカダン病の病徴である黄色斑点と、健ココヤシの黄色斑点との違いを何らかの形で表現しなければならない。Nagaraj (1967)はカダンカダン病による黄色斑点の大きさを $1/2 \sim 1/8 \text{ mm}$ の黄斑であるとしたが、筆者の観察では明らかに間違いで、むしろ、健葉の黄色斑点の方がこのように小型である。若し、このNagarajの規準を診断に適用すれば、診断が完全に混乱してしまうことは明白である。

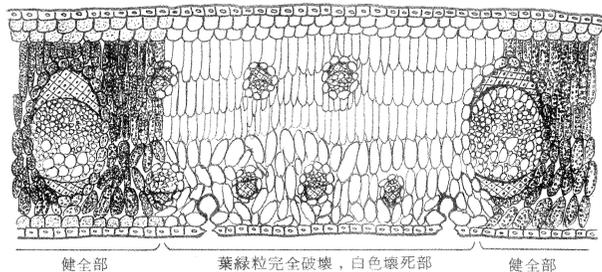
McWhorter (1959)はカダンカダン病の黄色斑点の特徴として、透過光線で見ると黄色斑点は黄色色の斑点であるが、葉裏から見ると黄色斑点は水滲斑状の病斑として、特殊な病徴を呈するが、この黄色斑点は白色壊死と云う現象で生じたもので、ウイルス病独特のものとしている。しかし、同様な病斑は健葉の上にも認められ、両者を比較解剖してみると、どちらも白色壊死であり、その違いは認められない。したがって、ウイルス病特有の病徴であるとする彼の主張は再検討を要する。また、水滲斑にしても、解剖観察によると気孔孔辺細胞の変質と気孔内部の孔隙に淡黄色の液が滲出している結果、気孔周辺から光線の乱反射が妨げられて起る現象であり、これもカダンカダン病の黄色斑点にのみ起る特異現象ではなく、健葉黄色斑点においても起っているのである。

こうしてみると、カダンカダン病特有の黄色斑点は肉眼観察による特徴としては、priceの記載が最も正しいように思われる。また、これが肉眼的観察における限度であると思われる。同氏の記載を表にしてみると1表の通りである。この表の中で、カダンカダン病特有の特殊黄色斑点は、bright yellowもしくはorangeとなっており、健葉上にも見られる非特殊斑点はpale yellowとなっている。実際に解剖をおこなってみると、5図のように違っているのである。

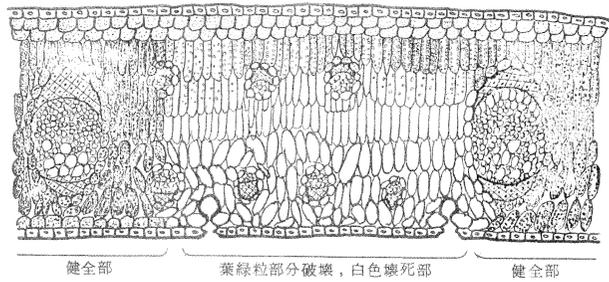
しかしながら、健病の最も大きな違いは、特殊黄色斑点は病葉上で数も増え、その大きさも増大するが、非特殊黄色斑点は数も少く大きさも小さく、しかもそれが、それ程変化しないのである。これは、経過症状としては最も確実な特徴であるが、診断の根拠としては、時間的要素が入っているので、とくに初期診断では必ずしも利用できるとは云えない。結局、肉眼的診断の基準としては、priceの記載が限度であり、それからもっと初期のもの、あるいは、もっとかすかな判り難い病徴の場合は、診断不能ということになる。そこで、特殊斑点と非特殊斑点、あるいは虫食斑点の

5 図 病 斑 の 比 較

a 特殊黄色斑点部の横断面



b 非特殊黄色斑点部の横断面



SPECIFIC SPOTS ON DISEASED LEAVES

	<u>On young leaves</u>	<u>On older leaves</u>	<u>On oldest leaves</u>
Shape	{ small (more than 0.9mm) irregularly	enlarge more irregularly	mosaic, mottle, streak
Color	{ bright yellow orange water soaked	more bright yellow more orange ++	
Number	many	increase	

NON-SPECIFIC SPOTS ON HEALTHY LEAVES

	<u>On young leaves</u>	<u>On older leaves</u>	<u>On oldest leaves</u>
Shape	{ tiny, under 0.5mm circular	not so much change "	not so much change "
Color	{ pale yellow water soaked	" ±	" "
Number	not so many	"	"

SPOTS BY INSECT FEEDING ON HEALTHY LEAVES

	<u>On young leaves</u>	<u>On older leaves</u>	<u>On oldest leaves</u>
Shape	{ small, 2-3mm circular	not so much change "	not so much change "
Color	{ yellow with brown spot center water soaked	not so much change ++	not so much change "
Number	not so many	not so many	not so many

区別を解剖上明確にしておく必要がある。しかし、この点について系統だった解剖は全然おこなわれていない。筆者の短期間におこなった不完全な解剖的処見を述べると、次のようになる。

a 特殊黄色斑点の初期の病斑は、極く若い葉の上に行けるが、これは葉の裏面の気孔開閉細胞および隣接の小葉脈（維管束）周辺細胞に葉緑粒の崩壊がおこり、ついで細胞内容の淡黄褐色の液化（粒子を含む）がおこっている。（非特殊黄色斑点の源発部位は未見である）。

b さらに進んだ状態の特殊黄色斑点は形も大きくなり、黄色斑点内の海綿状組織および柵状組織の葉緑粒が完全に崩壊、細胞内容物の淡黄褐色の液化（white necrosis）が起り、皮層細胞も細胞内容物の淡黄褐色の液化を起している。細胞内容物は細胞外にも滲出し、細胞間隙を満し、気孔孔隙にも滲出し、特徴的な黄色斑点と水浸斑を形成する。（非特殊黄色斑点では柵状組織内細胞の葉緑粒が完全に崩壊しないで一部残ることが多い）。

c この液化された細胞液は、Sudan III で染色されないで、油脂成分ではないらしい。

d 葉の維管束周辺の細胞は特殊な細胞層が一層あり、葉緑粒を含有し、そのために核と思われる非常に鮮明な球状体を持っている。この球状物はGentian violetにはよく染ったが、試薬の都合でヘマトキシレンによる核染色はおこなわなかった。もちろん、Sudan III には染色されなかった。この物体は、黄色斑点内では非常に大きくなり、褐色に見えてくる。しかも、これが他の海綿状組織及び柵状組織の中にも沢山現われてくる。（この現象は、非特殊黄色斑点内にも起っているが、数が少ないようである）。

e 黄色斑点をとりまく細胞の変化については、まだ充分な観察はしていないが、いずれの場合にも、防禦組織または癒創組織（細胞膜のスベリン化やコルク層の出現）の形成は認められないようである。

以上の通りで、末だ確実な解剖的特徴は掴み得なかったが、特殊黄色斑点の源発部位が、気孔開閉細胞および維管束付近の細胞から始まっている点は非常に興味あることであった。なお、特殊黄色斑点の系統的解剖は今後是非おこなわねばならぬ研究課題であろう。

4 カダンカダン病にかかったココヤシの根部および幹部のマクロ解剖

カダンカダン病は葉の上の特徴ある病斑のほか、全身的な生育障害を起して枯れていく病害である。この生育障害は、いかなる組織細胞の破壊又は機能障害によって起り、これが他の組織に影響を及ぼし、互に影響しあっているかということについて、大体的見当をつけることは、カダンカダン病を研究していく上について必要なことと考えられる。この目的のために、平均50年生（樹高約15m）のココヤシについて、健全木2本、初期木1本、中期木1本、末期木1本を選出し、次の処置をおこなって観察した。

選出木の根を掘って、木を倒し、地際から約20cm位の所から切断する。切断された根株を、さらに縦断して根株の縦断面を作る。切り離された幹については、下部切断面より2m間隔で切断し、高さごとに横断面を作った。

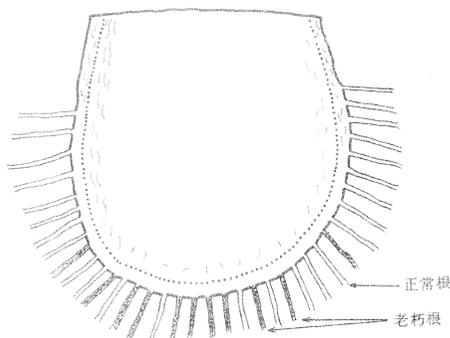
以上の作業によって、根部の腐朽程度、根株腐朽の有無、幹における組織破壊および変色の有無について肉眼観察をおこなった。その結果を要約すると次の通りになる。

a 根の腐朽は末期木についても驚く程少い、根の腐朽ではないが、古くなって活力の衰えかけた根は、表面が黒味を帯びてくるが、この黒味を帯びた根は末期木にやや多い傾向であり、その分布は図の通りである。

b 腐朽が根株に及んでいる例は1例もなかった。

c 幹の各高さの断面には、特別の変色、壊死、腐朽はどのココヤシにも見当らなかった。

d 健ココヤシの根株縦断面、幹の横断面には、水分が滲み出す程度に含まれていたが、病ヤシの各断面は乾いた状態であった。作業は非常に手間を取る労働であったが、その割には得られた知見は少なかった。しかし、



6 図 末期木の根株縦断面図

次の諸点が調査結果から推測できた。

a カダンカダン病ヤシの生育障害は、いわゆる根部を侵し、または腐朽させる土壌病害が主因となって起っているものではなさそうである。Magnaja の調査結果を合せて考察すると、病木の根の老化は、末期木については明瞭であるが、初期木については、ほとんど健全木と変わりなく、老化の起っている部位は根の先端から総体的におこり、根株底部から出ている根の老化が顕著のようである。

b 根株および幹部のある特定の組織が侵されている事実もないので、原因は別の処に作用しているものと考えられる。

c 病木の根、根株、幹に含まれている水分が意外に減少している点は、今迄の研究者の報告になかったことで、病ヤシの生育障害に関連する重要な異常生理現象ではないかと考える。

5 病ココヤシおよび健ココヤシの幹の膨張収縮日変化についての測定

樹木は針葉広葉の別なく、暖帯、温帯地方では、幹の最大直径は朝方日の出頃に現われ、最小直径は日没頃にあらわれるのが普通である。この幹の膨張収縮日変化量は微量(0.1mm)であるが、測定可能である。この日変化は木の蒸散作用と密接に関係しており、蒸散作用の活発な日中において幹は次第に収縮し、日没後蒸散作用が衰えると根の吸水作用が大となり、幹は膨張する。したがって、木の水分収支関係に異常が起ってくると、この値が変化する。実際に、ニレの立枯れ病、マツの枯損病についての測定例はある。カダンカダン病にかかった末期的病木(50年生)と健全木(30年生)に測定のダイヤルゲージを取付けて測定してみた。その例を示すと2表の通りである。

この結果から、健ココヤシは午前中に強い収縮をおこし、午後は少ししか収縮せず、夜間の膨張に入るが、病ココヤシにはそのような顕著な傾向は見られず、次第に収縮を続けて、夜間の膨張に入るようで、健ココヤシとは違った傾向を示している。膨張収縮の値については、5月24日の測定では

2表 健病ココヤシの幹膨縮日変化の測定例

測定月日時	病木	健木	天候	
5月23日	6時	3.151	3.898	雲あり
	9時	3.151	3.880	時々晴
	12時	3.143	3.863	くもり小雨
	18時	3.152	3.890	くもり
5月24日	6時	3.170	3.910	晴
	9時	3.161	3.865	晴
	12時	3.151	3.865	曇
	16時	3.136	3.860	晴

健木が0.055mm，病木は0.034mmとなり，健木が大きな値を示し，病木の幹内水分収支に異常のあることが判るのである。

この実験結果は，前項において病木の幹部根部における水分が少ない観察結果と一致しており，このことは，カダンカダン病にかかったヤシの水分生理異常を追求する必要性を示していると同時に，その測定の一方法を示したものと云える。

6 病ココヤシからの寄生線虫の分離試験

土壌線虫および腐朽根からの線虫分離は，既にギノバタン試験場でおこなわれ，病木から寄生性の線虫を分離し接種試験をおこなったが不成功に終わっている。筆者は各組織中に侵入しているかも知れない材線虫および葉線虫を検出する目的で，中期末期の病木2本について，根部，幹部（2m間隔で材料を採集），葉柄，葉脈，芽からの分離を試みた。その結果は全部失敗であった。この試験によって，直接カダンカダン病を起すような線虫は現在の処考えられないと云う結論になった。

7 文献から集約される知見

カダンカダン病の研究に関する文献は多種，多様で，枚挙に遑まない位であるが，試験結果がほとんど負の結果に終わっているのが特徴である。カダンカダン病が，世界の奇病の一つに数えられているのも納得できる程の難しさを示している。いま，試験結果を項目ごとにまとめてみると，次のとおりである。

- a 病木の材片および汁液を健全木に挿入注入したが，結果は全部負であった。
- b 病木から分離されるバクテリアと糸状菌を健全木に接種（幹，樹冠，葉柄注入，周辺土壤に孢子を混入）したが，結果は全部負であった。
- c 病ココヤシから分離した線虫を健ココヤシの周辺土壤に混入したが，発病していない。
- d 病木に近接した位置に健ココヤシを植栽したり，病木の後に健ココヤシの苗を植栽しても発病

しない。

e 病ココヤシの周辺の土壌と根を健ココヤシの周辺土壌に混入した試験をおこなったが、健ココヤシは発病しなかった。

f ウイルス病としての接種試験

i) 病木から健木への直接の接種は、摩擦接種，刺針接種，虫媒接種全部失敗

ii) ウイルス病植物から健ココヤシへの接種試験は全部失敗

iii) 病ココヤシから他の植物への接種試験は全部が負の結果であった。

したがって、カダンカダン病がウイルス病であるというための接種試験は不成功に終わっている。

g ウイルス粒子の確認については、確認した報告もあるが、追試によってその結果は否定されている。

h X-体について、病ココヤシの表皮細胞中にそれらしい物体の発見もあるが、健ココヤシにも同様な物体が認められるので、ウイルス病独特の封入体とは認められていない。

i マイコプラズマ様粒子の確認は現在不成功に終わっている。

j 病ココヤシと健ココヤシの根の比較試験からは、末期病木の根は衰退しているようであるが、初期木はほとんど健木と変わらないので、根の障害が先きに起ったとは考えられない。

k 健病ココヤシの周辺土壌中に Z^{65} を注入してみると、健病とも15日後には葉中に Z^{65} の存在が認められた。

l 施肥による病害治癒効果は、三つの試験がおこなわれたが、3試験とも効果が認められず、逆に施肥区で病気が促進される傾向であった。

m 15~20年生のココヤシ120本づつに対して、2週間~4週間おきに殺虫剤を撒布し、これを2年5ヶ月続けたが、病害発生率は撒布9.2%，無撒布区10.0%で効果がなかった。

n 疫学的調査からは、谷部，丘部，傾斜地の別なく発生し、現在発生している地域内では発生していない特殊な環境を発見できない状態である。大局的に見て、台風常習地域が現在の病害分布と一致している程度で、地質的，雨量的条件に対しては、本病発生との間に相関関係を求めることは困難である。

ヤシ園内におけるカダンカダン病の発生は無作意に発生するようである。また、地方ごとにヤシ園の発病率は違っており、幼令木が高い発病率を示すヤシ園は老令木の発病率も高く、一般に幼令木よりも老令木における発病率が高い。

Ⅳ カダンカダン病に対する総合考察

1 カダンカダン病の病原論について

ココヤシのカダンカダン病がSan Miguel 島に発生し、その島内に拡がり、後にLuzon 本島に発生し、現在の分布状態になった経過を振り返ってみると、本病が伝染性の病害である点は間違いなさそうである。また、ヤシ園内での本病の発生を調べると無作意に発生し、土壤病害および土壤線虫が直接の原因で発生する病害ではなさそうである。

今までの接種試験は、総べて失敗しているけれども、その失敗した実験結果から判断すると、本病の病原としては、糸状菌、線虫の線は消し去ってもいいようで、細菌については若干の疑問は残るが、カダンカダン病が示す病徴からは、本病がウイルス病に属する病害であろうと考えるのが一番妥当性がある。しかし、さらに詳細に病徴を検討すると、若い葉の上に現われるあいまいな黄色斑点だけではウイルス病であると断定することに若干の疑問が残る。だからと云って、マイコプラズマと云う一群の新病原に属する病害であると積極的に主張し得る根拠も不明である。したがって、カダンカダン病はウイルスないしはウイルス類似の病原によって発生する伝染性の病害であろうと云う想定で現在の処充分であると考ええる。

2 ウイルス病としての接種試験について

ウイルス病としての最も大切な試験は、接種試験であるが、ウイルス病の諸大家が、その持っている知恵と最高の手法を使ってカダンカダン病の接種に努力したが、殆んど全部が完全な失敗に終わっている。ただMitigany(1969)は、ココヤシ園内でウイルス病の病徴を示す数種の雑草を見つけ、これを接種源として、検定植物に接種をおこなったところ、数種の検定植物にうつすことができた。これで雑草に数種のウイルス病があることはわかったが、検定植物からココヤシへの接種は成功しなかった。

いづれにせよ、カダンカダン病の接種試験を著しく困難にしている理由が二つあると考えられる。その一つは、カダンカダン病の初期病徴の不明確さによっている。その二は、本病に感染してからココヤシに病徴があらわれるまで、長期間かかるのではないかと云う点である。カダンカダン病の初期病徴は特殊黄色斑点であるが、これは前述のように実際の診断にあたっては、必ずしも特殊と云い難い事例に遭遇するのである。そして、この特殊黄色斑点の規準は、Price が1958年の論文に記載した当時から、ほとんど一歩も進歩していないのである。われわれは、今後カダンカダン病の特殊黄色斑点が、特殊である根拠を解剖学的に系統的に明らかにする必要があると考える。第2に、本病の潜伏期間の問題である。これを正面から取り上げることは、接種試験が成功していない現在では不可能に近いことであるが、野外において多少の粗雑さはあっても潜伏期間の様相を掴みたいものである。

3 病ココヤシの生育減退について

Price は、カダンカダン病に対して、黄色斑紋生育減退病であると、病徴からくる病名をつけている。たしかに、カダンカダン病は黄色斑紋と生育減退の2つの病徴を持っている。黄色斑紋については、よく論議され研究されてきた。しかし、生育減退現象についてはほとんど触れられていない。筆者の経験では、正常に生育していた木が、病害のために生育減退し、ついには枯死に到る程の影響を受けるからには、相当強力な諸要因が作用しなければ起らないと考えている。ところが、現実にココヤシの激しい生育減退と枯死が起っているのだから、僅かな観察事実に基づいて大胆な推定をおこなうと次の通りである。

葉部にウイルスないしはウイルス類似の感染を受けたココヤシは同化作用の減退か、呼吸作用の増加か、あるいは同化産物の転流機構が変調を起し、このために、根部に転流してくる筈の栄養分が僅少となり、根の機能が低下し、根が土壌中より無機養分を吸収する能力が低下し、地上部の栄養欠乏を起す。この悪循環が病ココヤシを decline から枯死への経過をたどらせる原因であると考察される。根部の機能低下がおこった際に最も顕著な現象は、根部の水分吸収能力と保存能力が低下することのようである。したがって、樹体内の無機養分の不足もさることながら、水分欠乏も起っており、病ココヤシは非常に緩慢な水分欠乏も起しているようである。このことが、下葉の早期落葉につながり、生育減退症状を一層顕著にしているのではないかと考察される。しかし、こういった考察を裏付ける生理実験は皆無である。

以上の通り、従来のカダンカダン病研究には研究不足の分野が残されている。接種試験は勿論重要な試験ではあるが、非常に厚い障壁に直面している接種試験を補佐する意味で、上述の研究不足の分野を充足すれば、カダンカダン病そのものの実体がより明らかになり、病原が作用している組織細胞の所在が明らかになるとともに、病原そのものについても多くの知見が得られるものと思う。

V カダンカダン病研究の将来計画

本病の今後の研究について、大項目を挙げてみると次のようになる。この中1～2は既にGuinobatan 試験場で計画実施中であり、日本が協力するとすればそれ以下の3～7項目になる。この外に病ココヤンの血清学的研究も考えられるが、2～5までの研究が進展して、その結果をみた上で改めて計画を立てる方が賢明であろうと判断した。

1. 本病をウイルス病と予見しての接種試験
(W.C.Price 継続)
2. 本病の生化学的研究
(Dr.A.W.Feldman) 炭水化物, フェノール物質, 酵素類
3. 本病の黄色斑点に関する病理解剖学的研究
4. 本病の電子顕微鏡による検討
5. 本病の生育減退現象についての病態生理学的研究
6. 本病の潜伏期間に関する野外試験
7. 各種滲透性農薬の本病に対する治癒効果

つぎに、第3項目以下の大項目について、研究目的と研究小項目について詳述すると以下のとおりとなる。

3. 本病の病徴とくに特殊黄色斑点に関する病理解剖学的研究

目的：特殊黄色斑点の解剖学的特徴を明らかにし、本病診断の基礎を作る。また、特殊黄色斑点源発組織を調べ、電子顕微鏡観察に目標を与え、生理異常の起っている組織との関連をつける。

- 研究項目：1. 特殊黄色斑点と非特殊斑点および虫食斑点（各昆虫）との比較解剖
2. 特殊黄色斑点の発生、拡大経過の解剖
3. 黄色斑点内部と外部における組織の顕微化学的比較検討
4. 本病の電子顕微鏡による検討

目的：解剖学的研究によってえられた病変源発部位の電子顕微鏡観察をおこない、病原体の検索をおこなう。

5. 本病の生育減退現象についての生理学的研究

目的：カダンカダン病の感染により最も強く障害を受けている代謝系をつきとめ、異常代謝ないしは、異常生理の起っている組織を確認する。

- 研究項目：1. 健・病葉の呼吸、同化作用、転流作用、蒸散作用を比較検討する。
2. 健・病根に蓄積されている養分の分析をおこない比較する。
3. 水分の収支に関する測定をおこなう。

6. 本病の潜伏期間に関する野外試験

目的：ヤシ園で完全に殺虫剤の散布をおこなう区を作り、5年間継続の後に本病の発生が抑えられるかどうかを検討する。

研究項目：1. 15年生～20年生のヤシ園を三つ選び、約100本を薬剤処理し、他は対照とし、毎年の発病量を記録する。5年間継続。

2. 実生苗の時代から定植後も5年間薬剤処理をし、その後の発病率を対照区と比較する。

7. 各種滲透性農薬の本病に対する治癒効果試験

目的：マイコプラズマ、細菌に対して特効を有する薬剤を施用して治癒効果があるかどうかを検討し、病原に対する検索をおこなう。

研究項目：各薬剤を初期、中期、末期の病木に注入して、その効果を調査する。

以上の研究計画の内3～5の研究項目は、半年か1年で、その成否の結果が得られるものと予想する。

参 考 文 献

1. Bigornia, A.E., C.A. Calica and G. O. Pableo (1960):
Epidemiological studies on the coconut cadang-cadang disease.
Bureau of Plant Industry, Manila
2. Calica, C. A. (1950):
Transmission studies on the infectious cadang-cadang of coconut in the Bicol region,
Progress Report 1.
Presented before the seminar of the Technical Personnel of the Bureau of Plant
Industry, October 24, 1950. (Mimeographed)
3. Calica, C. A. and A. E. Bigornia (1953):
The yellow mottle disease or coconut cadang-cadang and researches on its cause and
control.
Paper read at 8th Pacific Science Congress of the Pacific Science Association and
the Fourth Far-Eastern Prehistory Congress. U. P., Quezon City, Philippines, Novem-
ber, 1953 : 425-426.
4. Calica, C. A. and A. E. Bigornia (1960):
The sympfomato-logy of the yellow mottle decline.
B. P. I., Manila, 17 P.P.
5. Celino, M. S. (1947):
Apreliminary report on a blight disease (cadang-cadang) of coconut in San Miguel Estate,
Albay Province, Philippine J. Agr. 13 : 31-35.
6. Celino, M. S. (1963):
Cadang-cadang disease, a virus malady of coconut in Philippines.
Proc. Symposium on cadang-cadang of coconut, 1963. P. 115-133.
7. Celino, M. S. (1947):
Progress report on experimental transmission of cadang-cadang disease of coconut.
Philippine Agriculturist 13 : 109-114.
8. Celino, M. S., S. V. Javier, Jr., and G. E. Miranda (1953):
Transmission of the cadang-cadang of coconut virus to *Phaseolus calcaratus*, *Phaseolus*
vilgaris and other plants by mechanical means.
Philippine Journal Soil Conservation 1 : 104-110.
9. Celino, M. S., Esperanza G. Celino and Rodelfo Carandang (1961):
Studies on the mechanical transmission of the cadang-cadang disease of coconut.
The Indian Coconut Journal 15 : 28-35.

10. Celino, M. S. (1963):
 Cadang-cadang disease, a virus malady of coconut in the Philippines. P. 115–133. Proc. Symposium on cadang-cadang of coconut.
 Cadang-cadang Research Foundation Inc., Manila.
11. De Leon, D. (1951):
 Report on studies of a disease (yellow mottled or infectious cadang-cadang) of the coconut tree in the Philippines.
 Point XV program of technical cooperation under the technical cooperation Administration, U. S. A.) : 1–16.
12. De Leon, D., and A. E. Bigornia (1953):
 Coconut cadang-cadang disease in the Philippines and experimental control progress.
 U. S. A. Operations Mission to the Philippines : 1–17.
13. Estioko Roman R. & Victoriano J. Madrid (1965):
 A preliminary result on insecticide sprays in relation to the incidence of coconut cadang-cadang disease.
 The Philippine Journal of Plant Industry, Vol. 30, Nos. 3–4 (Manila Bureau of Printing 1965).
14. Fajardo, T. G. (1953):
 Studies on coconut disease I. Report on observations and experiments on the study of cadang-cadang and other maladies of coconut in the Philippines.
 The 8th Pacific Science Congress of the Pacific Science Association and the Fourth Far-Eastern Prehistory Congress, U. P., Quezon City, Philippines, November, 1953.
 Abstracts of Papers Suppl. : 77–78.
15. Fajardo, T. G. (1953):
 Summary of the researches on the cadang-cadang malady of coconut for the year 1952–1953.
 Bureau of Plant Industry, Manila. (Unpublished)
16. Fajardo, T. G. (1955):
 The present studies of the cadang-cadang disease of coconut in the Philippines.
 (Mimeographed) Bureau of Plant Industry, Manila.
17. Holmes, F. O. (1961 a):
 Does cadang-cadang disease spread from diseased to healthy coconut trees?
 FAO Plant Protection Bull. 9(8) : 139–143.
18. Holmes, F. O. (1961 b):
 Correlation of cadang-cadang disease in coconut and certain disease in weeds.
 FAO Plant Protection Bull. 9(8) : 148–152.
19. Holmes, F. O. (1962):

- Report to the Government of the Philippines on the cadang-cadang disease of coconut.
(Mimeographed) FAO Report No. 1574, 31 P. (Mimeographed) Rome.
20. Kent, G. C. (1953):
Cadang-cadang of coconut.
Philippine Agr. 37 : 228–240.
 21. Maramorosch, K. (1961):
Report to the Government of the Philippines on the cadang-cadang disease of coconut.
26 P. (Mimeographed) FAO Report No. 1333.
 22. MacWhorter, F. P. (1959):
Coconut cadang-cadang disease investigations.
Progress report by the FAO virologist to the Philippine Government. Araneta Univ.
Jour. Agric. 6 : 1–12.
 23. MacWhorter, F. P. (1959):
Report to the Government of the Philippines on the cadang-cadang disease of coconut.
26 P. (Mimeographed) FAO Report No. 1107, Rome.
 24. Nagaraj, A. N. and R. P. Pacumbaba (1964):
Specific symptoms of cadang-cadang disease.
Paper presented on the cadang-cadang conference, Guinobatan Experiment Station,
Guinobatan, Albay, May 28-29, 1964. Pages 1–6 with 2 tables.
 25. Nagaraj, A. N., Pacumbaba, R. P., and Pableo G. O. (1965):
Diagnostic symptoms of cadang-cadang disease of coconut.
FAO Plant Protection Bull. 13 : 1–8.
 26. Nagaraj, A. N. (1967):
Report to the Government of the Philippines on cadang-cadang disease of coconut.
16 P. (Mimeographed) FAO Report No. 2376. Rome.
 27. Nitzany, F. E. (1969):
Report to the Government of the Philippines on cadang-cadang of coconut.
FAO Report No. TA 2710, P. 1–9.
 28. Ocfemia, G. O. (1937):
The probable nature of cadang-cadang disease of coconut.
Philippine Agr. 26 : 338–340.
 29. Ocfemia, G. O. and A. P. Bustrillos (1957):
Electron microscopy of unpurified extracts of coconuts infected with the cadang-cadang
disease.
Philippine Agriculturist 40 : 553–558.
 30. Prince, W. C. (1957):
Araneto J. Agric. 4 : 19–27.

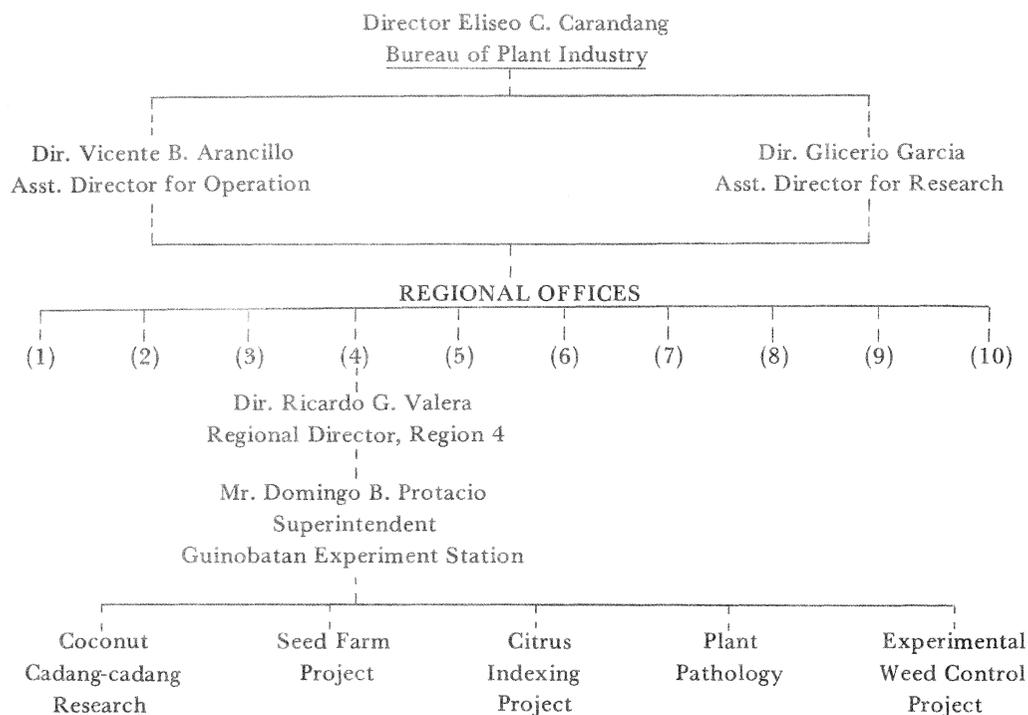
31. Prince, W. C. (1958):
 Report to the Government of the Philippines on yellow mottle decline (cadang-cadang) of coconut.
 50 P. (Mimeographed) FAO Report No. 850, Rome.
32. Price, W. C. Martinez, A. P. and D. A. Roberts (1967 a):
 Mechanical transmission of the lethal yellowing pathogen to young coconut palms.
 Phytopathology 57 : 826.
33. Price, W. C., A. P. Martinez and D. A. Roberts (1967 b):
 Mechanical transmission of lethal yellowing.
 FAO Plant Protection Bull. 15 : 105–108.
34. Price, W. C., A. P. Martinez and D. A. Roberts (1968):
 Reproduction of the coconut lethal yellowing syndrome by mechanical inoculation of young seedlings.
 Phytopathology 58 : 593–596.
35. Price, W. C. and A. E. Bigornia (1969):
 Further studies on the epidemiology of coconut cadang-cadang.
 FAO Plant Protection Bulletin, Vol. 17, No. 1, P.P. 11–16.
36. Price, W. C. and F. E. Nitzang (1969):
 Research on cadang-cadang sponsored by FAO.
 Oléagineux, 24^e année, n^o 11, 615–620.
37. Protacio, D. B. (1962):
 Plant Disease Reporter, 46 : 686-687.
38. Reinking, O. A. (1950):
 Preliminary report on cadang-cadang disease and soil deficiency, troubles in the Philippines.
 Plant Disease Reporter 34 : 300–304.
39. Rosario, M. S. del, A. R. Quiaoit and D. A. Benigno (1961):
 Studies of the virus aspect of “cadang-cadang” disease of coconut.
 Tenth Pacific Science Congress Symposium, Hawaii 121–130.
40. Rosario, M. S. del and Quiaoit, A. R. (1962):
 Studies on the virus aspect of cadang-cadang disease of coconut : I Transmission and Serology.
 Philippine Agr. 45 : 477–489.
41. Rosario, Maria Salome del, C. A. Alaban and Dante Benigno (1963):
 Serological detection of cadang-cadang infection.
 Proceedings of the Symposium on Cadang-cadang Disease of Coconut. Held at the NSDB Auditorium, Manila, September 3, 4 and 5, 1962. Refer to Pages 134–141.
42. Rosario, Maria Salome del (1963):

Cadang-cadang disease of coconut.

Fifth Progress Report on the Status of Coconut Cadang-cadang Research by the College of Agriculture and Central Experiment Station, Univ. of the Philippines, College, Laguna (October 1, 1962 to March 31, 1963): 39-45. (Typewritten)

43. Rosario, Maria Salome del (1965):
Project II. Annual Report to the Cadang-cadang.
Research Foundation, Inc. (From July, 1964 to June, 1965) 1-7 with 6 tables (Type-written)
44. Scharpenseel, H. W., Bigornia, A. E. and Balce, S. (1955):
Investigation on the etiology of the so-called cadang-cadang disease of coconut trees.
Arareta J. Agr. 2(3) : 15-27.
45. Sill, W. H., Jr., Bigornia, A. E., and Pacumbaba, R. P. (1963):
Incidence of cadang-cadang disease in coconut trees of different ages.
FAO Plant Protection Bull. 11 : 49-58.
46. Sill, W. H., Jr. (1964):
Report to the Government of the Philippines on cadang-cadang disease of coconut.
17 P. (Mimeographed) FAO Report No. 1861. Rome.
47. Subido, P. S., Aguino, D. I. and Catral, L. T. (1960):
A preliminary report on the role of fertilizers in the control of coconut cadang-cadang.
7th Int'l Congr. Soil Sci., Madison, Wisconsin, 3 : 329-355.
48. Uschdraweit, H. A., K. G. Heinze, A. Kloke and W. Gerlach (1964):
Report on the cadang-cadang disease of the coconut palm in the Philippines. Pages 1-36
with 4 pictures.
(Of the Biological Federal Institute for Agriculture and Forestry, Berlin - Dahlem)
49. Velasco, J. R. (1961):
A reexamination of the coconut cadang-cadang question.
Philippine Agr. 45 : 145-164.

ギノバタン試験場の組織と研究員

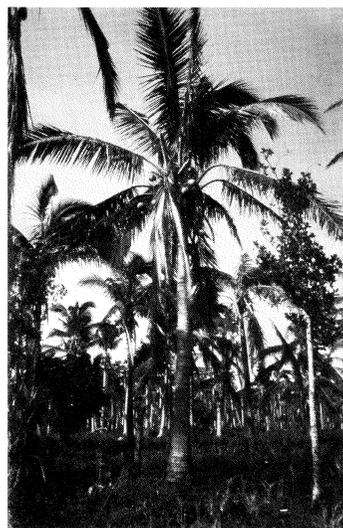


Personnel:

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. Domingo B. Protacio
Sr. Plant Pathologist
& Superintendent | BSA, MSc. — Plant Pathology |
| 2. Avelino E. Bigornia
Supervising Agronomist | BSA, MSc. — Entomology |
| 3. Alfredo B. Magnaye
Supervising Agronomist | BSA — (Botany) Genetics |
| 4. Roman R. Estioko, Jr.
Sr. Plant Entomologist | BSA — Entomology |
| 5. Aquilino S. Cordova
Agronomist II | BSA, MSc. — Soil Technology |
| 6. Erlinda P. Rillo
Plant Pathologist I | BSA — Plant Pathology |
| 7. Magin L. Retuerma
Agronomist | BSA — Entomology |



①カダンカダン病の激害を受けて全滅した
ココヤシ園



②カダンカダン病にかかった初期病木



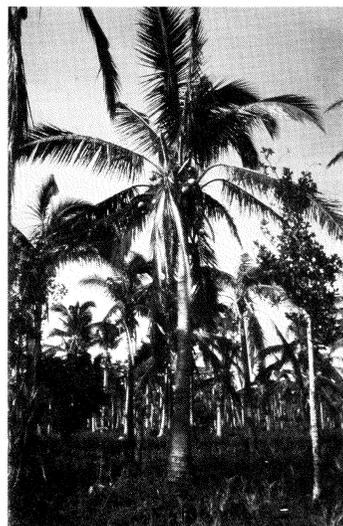
③カダンカダン病にかかった中期病木



④カダンカダン病にかかった末期病木



①カダンカダン病の激害を受けて全滅した
ココヤシ園



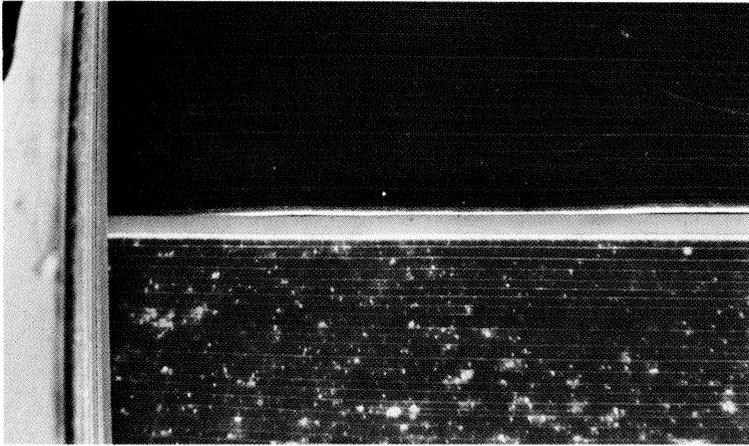
②カダンカダン病にかかった初期病木



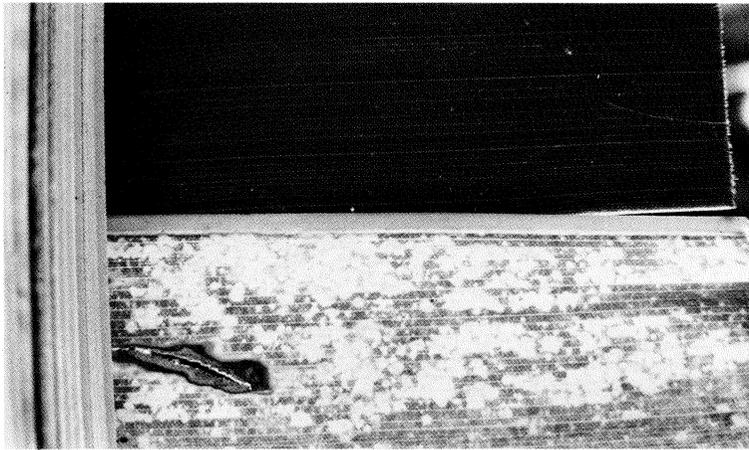
③カダンカダン病にかかった中期病木



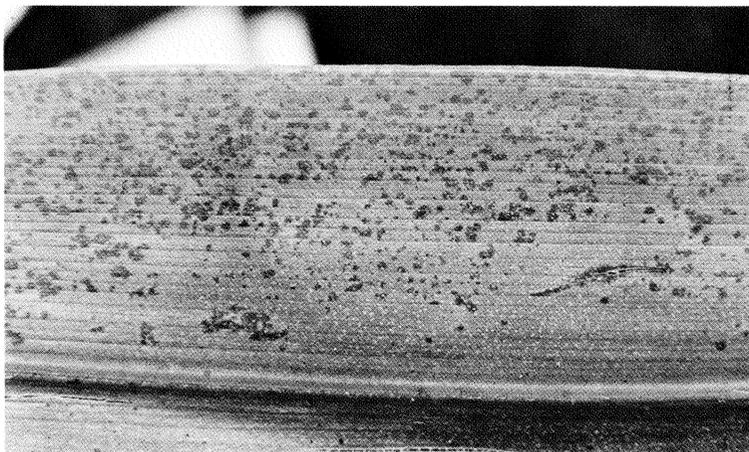
④カダンカダン病にかかった末期病木



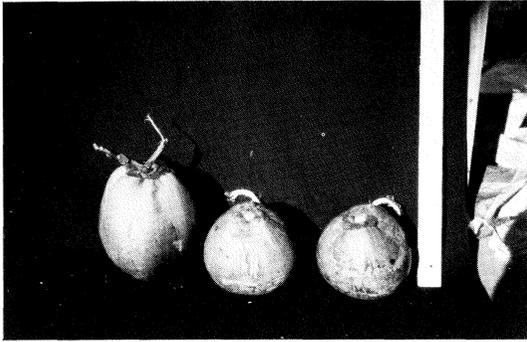
⑤上部は健葉で、下部の病葉上に黄色斑点が現われている。



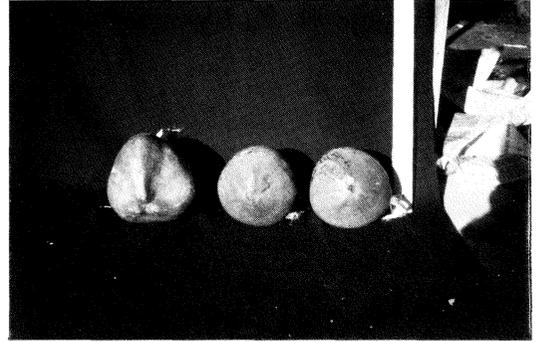
⑥上部は健葉で、下部の病葉上には黄色斑紋または条斑が現われている。



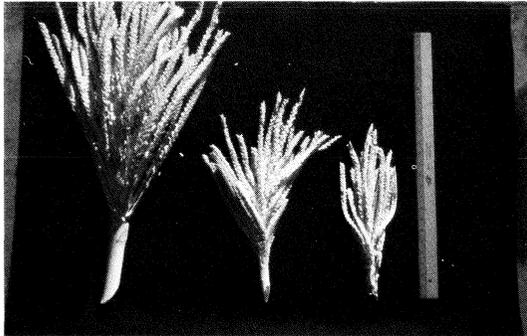
⑦病葉裏面に現われる水浸斑(透過光線では黄色斑点に見える)



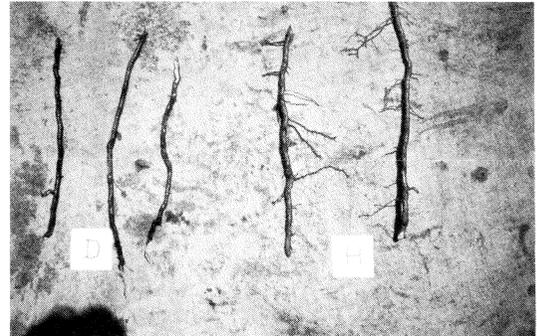
⑧左1箇は健果実、右2箇は病果実で果実の表面に褐色の大斑紋が現われている。



⑨左1箇は健果実で果尻に三つの角があるが、右2箇は病果実で果尻は丸くなっている。



⑩左1本は健木の総状花、右2本は病木の総状花



⑪H. 健全な元気のいい根、D. 老朽化している根で末期病木の根部に多く現われる。