

が増加するにつれて果房重量は重くなる傾向があるがこれは雌花序割合の低下と関連がある。果房重の変化は植付後3-4年のパームの平均5-7 Kgから15年生の20 Kg又は、それ以上の重量となってみられる。

土壌の肥沃度、施肥、過去の果房生産の結果生じるパームの栄養状態の変化等を通じ、パームの栄養状態は果房重決定に重要な役割をもつ。果房構成も果房重量を決定する要因であり、果房を構成する小穂数は成熟より相当前に決定される。果房重量に対する季節の影響もかなり以前より知られ、特に水分は大きな影響を与える。果房重に対する遺伝的な影響もいくらかあり、ナイジェリアにおけるduraの平均重量はしばしば teneraの平均重量より1-2 Kg重い。

11-1-3-5 収量に対する気候の影響

良好な農園管理技術が使用されている限り、収量に及ぼす最大の影響が様々な気候条件であることは明らかである。一般的にパームの発育及び収量に最も適切な状態は、以下の様にまとめることができる。

- a) 降雨量：年降雨量2,000 mm以上の雨が周年を通して平均に分散し、明確な乾期がないこと。
- b) 温度：最低温度18℃以上で、月平均最高気温が29-32℃ 同様に平均最低気温が22-24℃ であること。
- c) 日照量：周年を通じて毎月1日平均最低5時間の日照時間があること。

しかしながら上記の一般的な条件の外にあるとみられる地域においても極めて優良なパームの発達及び収量が記録されている。太陽光線の光度及び絶対降雨量は必ずしもオイルパームの適地とは関係がない。もし入手可能であるなら総太陽光線量及び雨量の分布はより意味のある基準となり得る。例えばほとんど周年を通じて軽度の曇天状態が続き加えて3日間隔で12.5mmの降雨が周年を通じてある地域(年間降雨量1,500mm)はオイルパーム栽培には非常に適しているといえる。気候に関して特に丘陵地の排水の極めて良い砂土のように土壌が気候の大幅な変化によって容易に影響を受けるようなところにあつては、大幅な収量の変動が生じ得ると思われる。

以上に記した要因のうち雨量及び日照は、それぞれ個々に又は、共同して最も大きな影響を与え、国又は地域間に見られるこの2つの要因の変化のみによっても収量に大きな差がみられる。但し気候と収量の普遍的な関係は明確には判明しておらず、従って個々の状況は、収量に影響を与える全ての要因を総合的に考慮して考えられなければならない。

例えばエクアドルは年間日照時間は約7,500時間しかなく、雨量は年間3,000mm以上あるが収量は高いという。一般的に収量の変動は、大まかにいって花序の性の分化及び

その後の花芽の発育停止に対して気候の変化が及ぼす影響によると思われているが、気候の影響を受ける時期と、それが収量に現実の影響となってあらわれてくる時期の間の期間については様々な異なった意見がある。

気候と収量を関連づけようという試みのほとんどはアフリカでなされ、特に雨量との関係が重点的に研究された。月間300mmまでの雨量は多いほど33ヶ月後の収量に好影響を与え、又6ヶ月間にわたる降雨量と24-30ヶ月後の収量の間にも関連がみられた。

コンゴにおいては雨量過剰は悪影響を及ぼすという示唆が得られている。より重要と思われるものは、高日照量期と高率の雄花序率又は、積算雨量に対する積算日照量の割合の関係と思われる。

これらの研究の結果として Sparnaaij, Ree, Chapas 等により有効日照量 "effective sunshine" という概念が生み出されるに至った。これによると有効日照量は、水分が充分にある時期には総日照量に相当し、水分が不足する乾期には総日照量の一部に相当する。有効日照量は、sex ratio に対しては、約2年後収量に関しては、約28ヶ月後に影響として表われることが判明している。Ochs による、より詳細な説明によるとパームの生長量及び収量は、乾期における日中の気孔の閉鎖時間と反比例する。

もう1つの概念である "Useful sunshine" は、通常の光合成に充分な雨量がある時に割られた日照量を意味する。有効日照量の概念はナイジェリアのように夏期の乾期をもった地域と、1日当り平均日照量がより大きいだけでなく、降雨が年間にわたってより均等に分散し、結果として長期にわたる水分不足状態の危険の少ないマレーシアの間にみられる収量の差を説明するのに非常に役に立つ。

マレーシアにおいては、収量変動のうちのわずか25%程のみが性の分化、花芽の生育停止及び授粉等の重要な時期における降雨量による影響を受けていると考えられる。

11-2 栄養

オイルパームが土より吸収する養分量は、他のいかなる熱帯大農園作物よりも大きい。表-52はその土中より奪う養分量を他作物と比較してみたものであるが、わずかに加里のみが年間養分取奪量が他作物と同程度であるだけで、他の主要素においてはことごとく極めて高くなっているのがみられる。表-43においては、全収穫構成物質が含まれており、そのうちのあるものは、オイルパームの果房とは異り、畑から持ち出されず、従ってそれに含まれる養分は最終的には再使用されるものもある。

表-43：種々の大農園作物により奪われる養分量

作物	収量	養分 (Kg)				
		N	P	K	Mg	Ca
オイルパーム	25ton fruit bunches	93.5	11.0	92.7	19.3	20.3
ココナツ	2400Kg copra	40.8	6.8	99.8	7.0	3.5
カカオ	1.125Kg dried beans	25.5	5.0	50.0	6.3	3.2
コーヒー	1.125Kg made coffee	40.0	7.3	50.3	—	—
茶	1.350Kg dried tea leaves	62.5	4.5	28.3	3.0	5.5
ゴム	1.928Kg dry rubber	19.1	3.8	15.5	2.6	—

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 286)

表の数字は単なる比較的なものであり、同じ作物でも栽培地域によって大きな違いがみられる。しかし取奪される養分の比率は、だいたい上記のようなものである。

果房中に大量の養分が含まれるということは、土中の養分量が大量に失われ、もし失われた量に相当する量の養分が補充されないとパームの生育及び収量が大きく減少する結果となることを意味する。

異った土壌型における特定の要素の含有量には大きな幅がみられ、やせた土壌においては、年間農場必要経費の約半分が大量の養分流出に伴う施肥関係出費を形成することもめずらしくはない。疑いもなく土壌型は様々な気候条件と同じくパームの生育及び収量に極めて大きな影響を与える。どのような場所にあっても施肥量及び肥料の種類は完全な肥料試験を基準にして決められねばならない。地域間の土壌型及び、それに関連する状況には、極めて幅の広い変化があり、ある地域で行なわれた肥料試験の結果を他の地域において参考にするには極めて注意深く行われる必要がある。

しかしながら肥料試験は通常長い年月を要し、長期的な価値のある結果が出はじめるまでには、7-8年はかかる。

新しくオイルパームの栽培が始められる地域においては適切な施肥計画をつくるための基

準となる信用できる試験が極めて限られているために現実の施肥計画作成の段階で大きな問題となる。例えばマレーシアにおいて年間16,000~20,000haの割合で様々な型の土壌において増加していくオイルパームの栽培面積は当初は適切な試験が行われているにせよ5-10年後には、栄養面において大きな情報不足を引き起こすといわれている。

パームは樹齢が増してくるに従い、特に栄養生長のための養分要求に大きな変化がみられるため、この7~8年という期間は一般的なものと考えられる。西マレーシアにおいては、幸いにも長い年月にわたって多くの試験がなされ必要な数々のデータを供給してきたが、新しい栽培地においては、この種のデータが得られず適切な施肥設計が困難となる。

例えば、ニューブリテンにおいては火山灰土壌(andosols)において現在急激に栽培が広がっている。この土壌は肥沃ではあるが、肥料の種類を選択する時に特別な配慮を必要とする独特の物理的及び化学的性質をもっている。同じ地域においてココナツに硫黄欠乏症が広くみられ、もしこの硫黄が長い間オイルパームが栽培されてきた他の地域と比べニューブリテンやソロモン諸島の一部においてオイルパーム要素として、より少量しかみられないとしたらこれは考慮すべきことである。

従って特定の地域における養分必要量に関する知識が不足している場合が頻繁にある。そのような状況下では、明らかに不適当な又は、不十分な施肥によって収量の低下が生じる危険や、不必要な肥料を施すことによる過剰出費が生じたりすることがあり得る。従ってパームの養分については、より正確なデータが入手できるようになるまでは、適切な施肥計画の基礎となるべき指標を得るためにあらゆる方向より考慮してみることが必要とされる。

このためには作物の生理、栄養状態、パームの構成要素、肥料試験及び葉分析等を考慮した上で、特定の地域の気候、土壌及び管理技術により決ってくる明確な必要量を導き出さねばならない。

以下の項は、最大限の収益をあげるための適切な栄養状態を維持するために必要な施肥設計に含まれる主な要素の概略を説明したものである。

11-3 養分の機能

オイルパーム栽培の始められた当初の頃より、パームの栄養状態がパームの生長及び収量に大きな影響を及ぼすことは認識されていた。

例えば要素欠乏が根の発達を低下させることが知られ又施肥によって収量が大きく増大した例は、非常に多くみられていた。しかし近年の研究によりパーム中の個々の要素量がそれぞれ別々に充分に必要なだけでなく、これら多くの要素間の含有比率も重要であり、様々な構成要素が一定の比率で存在し均衡のとれた栄養状態を形成することも重要であるということが明らかになってきた。これは特定の要素間に複雑な相互関係がみられるためでありこれを理解するためには、主要な栄養構成物質を形成しているそれぞれの要素がパームの生長及び収量に果たす役割を考えてみなければならぬ。特定の養分を除去した精密なポット試験におけるパームの苗の生育の結果より多くの基本的データが得られている。

11-3-1 多量要素

多量要素とは植物が生命活動を遂行するために多量に植物体内に存在することが必要な要素である。例外を除いて多くの場合パームの生長及び収量におけるこれ等の要素の機能は非常にはっきりしている。

11-3-1-1 窒素

植物体内にあるほとんどの重要な化学組成物質の主な構成物質として窒素は、パーム栄養においては極めて重要な物質である。原形質は多量の窒素を含有し、又窒素は蛋白質、アミノ酸、アミド基化合物及びアルカロイド等の構成要素でもある。葉緑素も窒素を含有し窒素が不足すると葉色が薄くなっていく。パーム樹体内において窒素が不足してくると窒素は古い組織から若く、より生理的に活動している生長点付近へ移行する傾向がある。

11-3-1-2 磷

パームの活発な生育過程の多くは、核酸が磷を含むように磷と関係している。磷を含有する化合物は、パームの発達過程を支配するため磷が不足するとパームの発達が抑えられ、又根の発達にも大きな影響を与えることが知られている。

磷は栄養、呼吸作用に関係する多くの生理機能の構成要素であり、果実の成熟にも影響を与える。窒素の効率的な使用及び動きには、適量の磷の存在が不可欠である。

11-3-1-3 加里

加里はパーム樹体の全ての部位にかなり多量に存在するが、この要素は新陳代謝に関係す

る重要な構成要素ではない。光合成及び蒸散等の多くの生命活動に影響を与えるが、オイルパーム体内における明白な機能は、明らかには知られていない。葉及び生長点の生理活動の中において独特の重要性をもっているように思われ、重要な生化学反応の触媒又は、パーム生育の一般調整物質としての機能を果しているものと考えられる。

果房、特に果房軸繊維及び殻には大量の加里が含まれている。加里の供給が不足すると収量が低下する。

11-3-1-4 マグネシウム

マグネシウムは多くの酵素組織の構成成分であることに加え、葉緑素形成に当って重要な役割をもつ。マグネシウムが欠乏するとパームは鮮やかな黄変をみせるが、マグネシウムの追加施用により容易に矯正され得る。オイルパームにおけるこの要素の関係する独特の機能は、オイル中のフォスホリピド (phospholipids) の形成における磷との関係である。パーム中のマグネシウムが欠乏するとマグネシウムは、より生理的に活動的な若い組織のマグネシウム含有率を必要な高さに維持するために、まず最も古い組織から若い組織へ移行しこのためマグネシウム欠乏症は最も古い葉に最初にみられる。

11-3-1-5 硫黄

この必須要素は、オイルパームにおいては、あまり研究されてはいないが、いくつかの地域においてはかなり重要なものと考えられる。この要素があまり注目されない1つの理由は、初期の欠乏症状は通常普通の肥料に含まれる硫黄成分により自然に矯正されてきたためである。

硫黄は蛋白質の構成要素であり、又、実際の構成要素ではないがポット試験によると葉緑素の形成に関係しているようである。炭水化物の新陳代謝にも何らかの役割を果しているとみられ、又、オイル含有率に対し、好影響を与えている(充分な硫黄量によりオイル含有率が高まる)可能性がある。一般的に硫黄は他の主要素と異なり、パーム体内における移行は少ない。

11-3-1-6 カルシウム

カルシウムが最も高濃度に集中しているのは葉であり、この成分の主な役割は細胞壁の構成要素としてである。カルシウムは又、しばしば果実の中果皮中に Calcium oxalate crystals (結晶酢酸カルシウム)のかたまり又は、raphidesとしてみられることもある。この要素は又、分裂組織部位においても何らかの機能を持ち、良好な根の発達には特に重要である。

細胞における生理では、カルシウムは加里の活動を調整又は妨害する傾向があり、又、窒素の吸収にも影響を及ぼす。パーム体内における古い組織より若い組織への動きは極めて限定的なものであり、このため若い組織のカルシウム含有率は古い組織におけるそれよりも低い。

11-3-1-7 塩素

塩素は光合成量に影響を与えている可能性があるが植物栄養上では、一般的にその機能がはっきりせず微量要素とされている。

しかしながら、オイルパームにおいては、通常塩素は葉組織に多量にみられ、このために多量要素に加えられた最も新しい要素である。この要素は、コロンビア、ペルー、コンゴ、インドネシア等の地域では、不足していると報告されているが、この不足はたぶん低い降雨量が関係しているものと思われる。コロンビアで行われたある実験によると、収量と加里濃度の間には関係はみられなかったが、収量と塩素濃度の間には、非常に明確な関係がみられたという。しかしマレーシアにおける実験では塩素の効果について同じ結果はでていない。

第17葉の乾物中の塩素含有率は0.1%から、0.9%までの幅が記録され、1ヘクタール当たり、25トンの果房生産があつた場合これは1ヘクタール当たり、塩素約40kgに相当し、そのうち25kg/haが果房により奪われていることになる。

以前は、オイルパームの栄養における塩素の機能は、ほとんどの地域において使用される標準肥料である塩化加里の定期的使用により、ある程度の塩素の初期欠乏症状は、矯正されていたため見すごされていた。塩素濃度が高すぎると収量の低下を引き起こすと考えられているが、加里の通常の供給源である塩化加里を何らかの別の加里の供給源にかえることにより、いかなる結果が生じるかについては、今まで世界各地で実験が行なわれてきたが、まだはっきりしていない。

一方まだ立証はされていないが、塩化加里を非常に大量に施すと、オイル収量の低下を招くということがしばしば主張されている。しかし塩化加里の二つの成分のうちのどちらがオイル収量の低下をもたらすのかは知られていない。

11-3-1-8 ナトリウム

ナトリウムは、オイルパーム体内にかなり多量にみられるが、オイルパームの栄養及び生理におけるこの要素の役割りは知られていない。ナトリウムと加里は、部分的に相互置換できるため、加里の保存の機能を果している可能性もある。

その他の考えられる機能としては、水分の調節に関係し長期間の乾燥状態による悪影響を抑制する役割りを果していることが考えられる。

11-3-2 微量要素

微量要素は、植物が生命機能を遂行するために非常に少量ではあるが、しかし必要不可欠な要素である。微量要素は、植物体内に極めて微量にしかみられず、パーム組織内では100万分率(ppm)で測定される程であるため、時々は trace element と呼ばれることもある。オイルパームの生育及び収量におけるこれら、微量要素の機能は、まだあまりよく知られていない、その原因は部分的には実験が困難なためであり、又、部分的には得られる結果が一定せず逆の結果が出たり、又明確でなかったりする故である。一般的には、オイルパームに対する微量要素の施用に対する反応がはっきりしていることは、稀であり又、その程度も様々である。

一方マレーシアにおいては、組織成分分析の結果を基礎にしてマンガン、硼素及び銅などの欠乏が現実に収量を低下させる危険があると主張されている。一般的にいて亜鉛及び上記三種の要素を施すことにより、収量及びパームの健康状態が全体的に向上したと報告されている。微量要素は、幾分かはパームによって蓄積され、鉄、マンガン及び亜鉛の量は、硼素及び銅より大きい。

11-3-2-1 マンガン

葉緑素の構成要素ではないが、マンガンは葉緑素の形成及び光合成効率両方において重要な役割をもっている。

マンガンの一般的機能は様々な酵素組織の殻媒であるようである。マンガンは、鉄と拮抗関係にあり、一方が多すぎると他方の欠乏を招く。パームの葉中の含有率には大きな幅があり、ニューブリテンからのある試料では、第17葉の乾物中に10 ppm 以下の場合もみられており又、1,000 ppm に近いものまであるが、平均200-400 ppm である。アルカリ性の土壌においては、マンガンはほとんど植物に吸収されなくなり、PH 6.5-7.8 の範囲においては酸化細菌のため固定されてしまうことがある。

11-3-2-2 鉄

鉄欠乏の植物にみられる黄変は、現実の構成要素ではないが鉄が葉緑素形成に何らかの機能をもっていることを示唆している。鉄は又、多くの呼吸及び酸化酵素機構において殻媒としての役割をもち、硝酸塩からアンモニアへの還元にも関係する。

一般にいてパーム体内における鉄の移動及び溶解度は、ごく限られたものであり、この傾向は高濃度のマンガン及び磷、低濃度の加里及び強い光線によってより強まる。

葉中の(第17葉の乾物中)濃度は、80-200 ppm と大きな幅がある。

11-3-2-3 亜鉛

オイルパームの生理に関して亜鉛の果す役割りは大きい。葉緑素及び蛋白質の形成に関係し、又多くの酵素機構の構成要素となっている。パーム葉中における亜鉛の適当な濃度は、まだ明確ではないが通常17葉の乾物中に約15 ppm 含まれている。

11-3-2-4 銅

パームが必要とする銅の濃度は、正確には知られていないが葉分析では、通常第17葉の乾物中に5 ppm 程みられる。多くの生理機能、酵素機能及び葉緑素の形成に関係し、窒素濃度が高い場合欠乏が生じやすい。

11-3-2-5 モリブデン

試験の結果によればモリブデンは、苗の発達に悪影響を及ぼす。果房を含めてパームの組織は、この要素を微量に含んでいるが果房の発達に関していかなる機能をもっているかは知られていない。

葉中の濃度は、通常1 ppm 又は、それ以下である。モリブデンは、パーム体内において硝酸塩を変化させる酵素機構の構成要素であるため、窒素肥料の最大限の効率的使用のために微量のモリブデンが必要とされることは考えられる。

11-3-2-6 硼素

硼素欠乏症とされている多くの異常な栄養生長の状態がみられている。同時にこの要素が過剰になると、少なくとも若いパームにおいては、明白な有毒症状がみられる。

欠乏症状については、病害菌で述べているのでここでは述べないが、一般に本当に硼素の欠乏による症状と硼素欠乏症状に似た又は、ほとんど同じ症状を示すが別な原因によるものとの間にまだ少し混乱がみられるようである。硼素の通常の葉中濃度は、第17葉の乾物中で10-15 ppm の幅でみられる。しかしながらこれには、多くの例外がみられ、例えばスマトラでは4-5 ppm であるが、パームの栄養生長には目に見える異常はみられず(しかし収量に対する影響はわからない)又コロンビアの一部においては、20-30 ppm の濃度も普通にみられる。

アフリカのある沖積土壌において一般的に硼素の欠乏がみられると報告されているように、葉中の硼素濃度の大きな幅は、土壌型によって異なる利用できる硼素の含有量の差によって生じるものと思われる。いくらかの硼素は葉からの水分の分泌により失われる。パーム栄養における硼素の役割りは、まだ完全にはわかっていない。硼素と他の微量要素との間に、ある種の相関関係がみられ、この間の均衡が失われると苗の発育に障害が生じるという示唆も

ある。

一般的な栄養上の概念からいえば、酵素は多くの生理の過程に関係することが判明しているため、栄養生長に影響を及ぼす過程に対して大きな影響をもっと考えられる。当然、収量も影響を受けコンゴにおいて酵素肥料の施肥を行った結果42%の収量増があったと報告されている。

11-1 養分の供給源

オイルパームは、様々な源泉より必要とする養分を得るが、それぞれの個々の供給源の重要性には状況によって大きな違いがあり、オイルパームのように大量の養分を取穫物と共に外部に持ち出される作物にとっては、現実的にほとんど意味をもたないほどの微量の要素しか供給しない供給源もある。しかしここでは、考えられる全ての供給源をあげてみる。

基本的には、供給源はパームが植え付けられた時点ですでに、土中に自然状態で存在したものと豆科被覆作物による固定、空气中、パーム組織の崩壊した有機物及び特定の要素を供給するため、又は作物を保護するために施された化学物質等により得られる養分のように外部から持ちこまれた養分によるものとの2つに分けられる。これらのうち、主要な供給源となるものは豆科被覆作物の分解によるもの、肥料に含まれるもの、及び土中に当初より存在していたものである。

11-4-1 養分供給源としての土壌

土壌中に含まれる主要素の含有量により土壌の肥沃度を分類する基準は、土壌の章ですでに述べた。もちろんのことながらこの基準は単なる基準以外のものではなく同じ土壌型のもので異った状況下にあつては、異った分類をされる傾向がある。しかし近年多く行われた土壌調査により、オイルパームが栽培されている地域の土壌の多くは、環境条件が一般的に良好なオイルパームの生育を助けている西マレーシアで見られるほとんどの土壌のように養分含有量がかなり低いことが明らかになってきつつある。

火山灰土壌のいくらかのものは、かなり肥沃であるが、しかしこれ等の土壌も養分供給及び均衡という点よりみるとかなり疑問となる点が多い。1つの国においてさえも、土壌肥沃度には極めて大きな幅がみられ、例えばマレーシアにおいては、Malacca Rengam 及び Serdang 型の土壌においては、極めて低い燐の含有率しかみられないが Selangor Series soil ははるかに高率の燐を含有している。特に泥炭土壌（ビート土壌）は、養分が大幅に欠乏し、又不均衡である。

アフリカにおいても土壌肥沃度の総合的調査が行われたことがある。その結果は、第三紀の砂土は頻繁に加里含有率低く、又時々マグネシウムも低く、一方有機質土壌でも加里含有率は低く、磷酸肥料の施用により良い影響がみられるところから、これらの土壌においては基本的には、燐酸の含有率も低いと思われる。沖積土壌においては一般的に加里及びマグネシウムの欠乏は、それほどひどくないようである。河川沖積土壌では硼素が欠乏している場合があるが、海成沖積土壌は極めて高率の硼素を含有する。

オイルパームの植え付けられる畑におけるそれまでの栽培作物の推移も重要な因子である。新しく切り開いた森林に始めて植え付けられたオイルパームの土壌は、通常以前何らかの作

物が栽培されていた土地に比べてより良好な養分の状態を示すが、後者の場合、前作物時代の肥料の残り（特に磷酸）がみられる可能性がある。ゴム園跡に植え付けられたパームは、しばしばマグネシウム及び加里の欠乏症状をあらわす。

11-4-1-1 土壤養分分析とパームの栄養

主要素の施肥に対して報告されている非常に様々な程度の作物の反応より、土壤の養分供給力の幅の大きさに対するある程度の示唆を得ることができる。非常に頻繁に施肥に対する大きな反応が記録されているため、土壤の養分含有率とパーム樹体内及び収穫物中のこれらの要素の含有率との間に強い相互関係がみられることが期待されるかもしれない。しかしながら今までのところでは、両者の関係はごく限定的にみられるのみである。ある程度は、これ等に関する情報の不足は土壤分析技術の複雑さにもよるものであり、例えば土壤中にみられる特定の要素の総量とパームによって容易に吸収され得る量との間にはしばしば大きな違いがある。

土壤中の磷酸含有率と収量及び葉組織中の磷酸含有率の間には、ある程度の関連がみられており、又、土壤中のパームにより、吸収可能磷酸と肥料として施された磷酸の量の間にも関連が記録されている。

加里に関しては矛盾する結果が得られたりして磷酸ほどには明確にわかっていない。マレーシアにおいては、土中の有効加里量と葉の加里含有率の間に関連がみられているが、収量との間には関連はみられていない。アフリカでの試験によると、他の要素が充分にある場合葉中の加里含有率よりも、より強い関係が収量と土壤中の加里含有率の間にみられていた。

概して土壤分析により、土壤中の何らかの要素含有率が非常に低いか、又はかなり低いレベルにあると判明している場合、施肥による効果がより顕著とみられるようである。

例えばナイジェリアにおいては、土壤中の有効加里率が 0.1 ㉿me 以下の場合に加里肥料に対する反応がみられると推定されている。この 0.1 ㉿me という数値は、Hen 及び Ng の分類からみれば非常に低い区分にはいる。

マグネシウム欠乏症と土中の水溶性マグネシウム含有率関係は、アフリカで明らかにされている。土壤中における酸素含有率が 1-2 ppm 以下になると酸素欠乏症状が発生すると推測されている。

土壤分析の直前に施肥がなされた場合、土壤分析で出た結果を土壤中の有効成分量を推定する資料とに使うことは、複雑な問題を含んでいる。例え極めて単純な肥料であっても、土壤中においては一連の化学変化を生じる。この状況は複合肥料が施こされた場合特に拮抗作用 (antagonistic reaction) 及び共同作用 (synergistic reaction) 等により、さらに複雑な問題となってくる。異った肥料は、土壤に対して異った影響をもち、例えばアン

モニア肥料は硝酸肥料より強い土壌反応を生じる。

硫酸アンモニア (Ammonium sulphate) は有効な加里及びマグネシウムの量を低下させると共に、土壌酸度を例えば 4.12 から 3.80 へわずかながら低下させることが判明している。一方燐鉍粉は、多量のカルシウムを含有しており、土壌酸度をわずかながら上昇させる傾向があるが、加里の有効性を低下させる。塩化加里及び硫酸マグネシウム (Kieserite) は両方共土中におけるそれぞれの要素の有効量を増加させる。

従って一般的に葉分析 (leaf analysis) に比較して土壌分析 (soil analysis) は、パームの要素欠乏を検出するにはより意味の小さいものと考えられる。しかしながら今後の技術の向上及び土中の養分状態—特に初めて作物が植えられる土壌に関して—と、パーム体内の養分状態の相互関係についてより一層詳しい知識をもつことにより、将来施肥計画を立案するに際して土壌分析と葉分析を併せて使用することが可能になるであろう。

現在の時点では、土壌分析は特に加里、燐及びその他のいくつかの微量要素の要素欠乏を示唆し、土壌酸度、土壌中有機物含有量等に関するデータを供給するため非常に大きな価値をもつが、これ等全ての分析結果は専門家による解釈が必要である。しかしながらこのような分析の結果は、単に潜在的な欠乏症を示唆するだけであり、絶対的なものでないことは強調されねばならない。

現在のところ土壌分析の最大の価値は、それが将来生じる可能性のある欠乏症を現実の症状の発現に先立って予告してくれることにあるといえる。

11-4-1-2 土壌型と養分の有効性

土壌中の有効窒素量は空中窒素の固定及び枯死した畦間植物の分解に関する土壌微生物の活動によって大きな影響を受ける。窒素の欠乏は全ての土壌型においてみられる。土壌中の有機物含有量が少ない土壌では窒素の欠乏が最も多くみられる。パームの継続的栽培は、土壌中における著しい窒素分の減少をまねき最終的には事実上窒素はなくなってしまふ。

土壌表面を長い年月にわたって裸地状態にしておいても、土壌中の有機物の消耗のために同じような結果となる。ビート土壌 (泥炭土壌) は有機物中に極めて多量の窒素を含有しているが、土壌酸度が強すぎる場合 (PHが低い場合) 硝酸化成菌の活動が抑制されるため、窒素欠乏症をみせることがある。

土壌中における燐酸は固定されているものが多いため動きは極めて限られている。この現象は重い粘土土壌又は、鉄やアルミニウム含有率が高い場合には特に著しい。燐酸は、酸性の強い土壌においては、アルミニウム、イオンの含有率が高いため、ほとんど植物に吸収されなくなる。熱帯の多くの土壌ではこのために、パームの栄養状態が大きな影響をうける。土壌の含有する燐酸の量には大きな幅がみられる。

重い土壌は軽い土壌に比較して、より多量の加里を含有している傾向があり、例えば西マレーシアでは海岸粘土質土壌地帯に比較した場合、内陸部の壤土及び砂壤土においてはパームの生育により多くの加里肥料の施用が必要とされている。加里が土壌に固定される強さは傾斜よりも弱い。オイルパーム園より継続的に大量の果房が持ち出される結果、いかなる型の土壌においても適当な量の加里肥料の施用が行われないう限り、土壌中よりの大量の加里の流出が続き、かなり早い時期に加里欠乏症状をあらわす。

マグネシウムは容易に土壌中より流亡するが、特に軽い酸性の砂質の土壌においてはこの傾向が強い。土壌中のマグネシウム含有率が少ない地域、又はマグネシウムと拮抗作用を有する要素を含む肥料を過剰に施した場合、マグネシウムの欠乏が生じ得る。重い粘土土壌においては軽い壤土におけるよりも、マグネシウムは多量に含まれているがパームの栄養生長及び果房生産により、かなりの量のマグネシウムが土中より奪われるので、遅かれ早かれマグネシウム肥料の施用は必要となる。

塩素は土壌中では塩化物としてみられ、土壌中を自由に動いており根により容易に吸収される。欠乏症は、海岸よりある程度離れて位置する排水の良好な砂質土壌においてみられやすい。

パームの養分として重要な微量要素のうちで、マンガンの有効量は土壌酸度により大きな影響をうけ、pH 6.5 以上になるとほとんど吸収不可能となる。有効量は、又排水不良、高い有機物含有率によっても低下する。ビート土壌（泥炭土壌）及びその他の酸性土壌においては、銅、及び亜鉛の有効量が低い。有機物含有率が高い場合、肥料として施こされた銅はほとんど固定される。亜鉛は葉面散布が効果的である。大量の磷酸肥料の施用、又は土中の有機物の増加は、両方共亜鉛の吸収可能性を低下させる。

硼素の吸収可能量は、ほとんどの場合、母岩によって決まる。土壌鉱物中にみられる硼素の多くは、パームに吸収されず海成の泥板岩及び粘土に含まれる硼素の方がより容易に吸収される。有機物は硼素の良好な供給源である。硼素の吸収可能量は、高いカルシウムの含有率及び乾燥により低下するが施用された borate 肥料は土中で自由に動く、しかし長期にわたる効果はない。

11-4-2 畦間作物よりの養分供給

豆科つる性植物が畦間植生の大部分を占めてはびこっている場合、土壌中の養分量は相当の増加が期待される。特にほとんどの土壌において不足している土壌中の窒素含有量は向上する。豆科の畦間作物の分解及びその作物により土中に遊離される窒素によって土中へもたらされると期待される養分量を基盤として、マレーシアで豆科被覆作物があった場合と、ない場合のパームに供給される窒素量の比較推定がなされた。8年間の推定合計をみると畦間

に豆科被覆作物がない内陸部壤土土壤においては、パーム1本当り8.1 Kgの窒素が土壤より供給されたとみられるのに対し、豆科被覆作物が植え付けられ適切な管理が行われた同じ土壤においては、約18.5 Kgにも増したと推定されている。

海岸粘土土壤における類似の比較推定は、それぞれ12.2 Kg及び22.5 Kgとなる。従って畦間作物よりの養分供給には地域差及び畦間作物に対する方針の差によって大きな違いがみられる。

11-4-3 空中要素

大気は光合成に必要な二酸化炭素を供給し、二酸化酸素は決して不足して欠乏することはない。雨水には微量の窒素が含まれており、マレーシアでの推定によると年間1ヘクタール当り、約22.5 Kgの割合で供給されるというが、最も最近の推定では、年間1ヘクタール当り、5-10 Kgの窒素が雨水によって供給されると推定されている。この空中に存在する要素は土壤中の養分濃度を少しではあるが高め、パーム及び畦間作物の生育に無差別に好影響を与える。

11-4-4 パームよりの養分の還元

枯死した雄花序及び根に含まれる養分は、これ等の組織が分解されるに伴い、ゆっくりと土壤中に還元される。葉が摘葉された後に残った葉基部内にたまった屑からも同様に微量の養分が供給され、後には葉基部自体が崩壊して養分を供給する。これ等の養分は雨水によって根へ運ばれる。収穫時及び摘葉作業時に切られた葉は、畦間に積み上げられゆっくり分解して土壤へ養分を還元する。葉に含まれる養分含有量は多いが年間に必要とされる養分量に比較して土中へ還元される養分量は少ない。

アフリカの一部では、パームの葉は、家の建築材料として用いられており、スマトラでは、葉軸は燃料として使われている。いずれの場合にも摘葉した葉を圃場外へもち出すことは、少量ながら養分の供給源を失うことであり特に年間乾物蓄積量の36%が葉軸であることを考える時養分の供給源としての葉は無視できない。

摘葉した葉をどのように圃場内においたら最も土壤にとって都合がいいかという点では様々な意見がある。葉が積み重ねられた場合、水分を長期間保持できるので分解は最も速く、明らかに養分含有率の高い葉が積み重ねられた部分の土中には、多量のオイルパームの根がみられる。葉を積み重ねるとねずみの繁殖場所となり易いが、土壤の流亡を防ぐために土壤表面を摘葉した葉で覆うことが求められていない限り、養分の面からみれば摘葉した葉は、土壤全面に散らばして腐らせるよりは、畦間に積み上げた方がよい。

11-4-5 化学物質の施用

土壤養分の最も大きな供給源は肥料である。その他少量の供給源としては除草剤や殺虫剤等に偶然に含まれている要素がある。このような形で供給される要素には微量要素が多く、特に鉄、マンガン、ニッケル、亜鉛があり、又このような形で供給される量は少量で一定していない。

11-5 養分の減少

オイルパーム園の土壌の養分含有量が低下する原因には様々なものがみられる。これ等のうち最も大きいものは果房生産及び栄養生長によるものであるが土壌中の変化も大きな部分を占める。

11-5-1 流亡による養分の損失

降雨は流亡による土壌養分の損失をもたらす。降雨による土壌養分の流亡の程度には極めて大きな差がみられ、土壌型、降雨の量及び降雨の集中度により異ってくる。特定の要素は他の要素に比較してより流亡しやすく、マグネシウム、窒素、加里、マンガン及び硼素等は流亡しやすい要素である。雨水の急激な動きを妨げる程に良好に維持された被覆作物は流亡による養分の損失を低下させる。

軽い砂質土壌では粘土分の高い重い土壌に比べてより流亡による養分の損失が生じやすいが、いずれにしてもほとんどの場合、流亡は土壌養分損失の最も大きい部分を占める。

11-5-2 養分の非有効性

特定の肥料の施用はその肥料に含まれる要素が即時に又は全部パームによって吸収されることを意味するわけではない。すでに述べたように土壌に施された肥料は一連の土壌化学変化を引き起こす。ある種の要素間例えばマグネシウムと加里の間には相互に拮抗作用がみられ、一方他の要素間には、窒素と磷の間で例証されるように共同作用がみられることもある。

それに加えて土壌によって固定される要素もあり、常に特定の肥料の施用が直ちにパームの栄養状態に影響を与えると仮定することはできない。もし施肥に対して反応がみられなかったにしても、それは必ずしもその特定の肥料要素の土壌中濃度がすでに充分であることを意味するわけではない。例えば加里含有率の非常に低い流亡の激しい粘土質土壌においては、施された加里の多くはまず土壌中の粘土粒子に吸着され、直ちにパームによって吸収され得る量は非常に少ない。同じような状況は土壌に施された磷についてもいえる。これがある種の粘土質土壌において加里肥料の施用が直ちに効果をあらわさない理由と思われる。

養分の有効性は土壌酸度によって影響を受けるが、ほとんどの要素が最も有効となるのはPH 6.0 - 7.0の間である。西マレーシアでみられる酸性土壌では平均PH 4.5 - 5.0は普通であるが、いくらかの要素は有効性がより低い。

11-5-3 収獲物による養分の流出

収獲される果房により大量の養分が園場から持ち出される。マレーシアでの推定によると

果房1トンの収穫により窒素2.9Kg；磷0.46Kg；加里3.7Kg；マグネシウム0.82Kg及びカルシウム0.77Kgの主要素が流出することになるという。その他の国々における研究においても、いくらかの大きな差を除いては大体似たような結果が得られている。表-44はその形果を表にしたものであるが、スマトラに関しては今後の継続的な研究が必要と思われる。その他に表45、46のような分析結果もある。

表-44：Dura果房1トン当りによって奪われた多量要素量

国	N	P	K	Mg	Ca
コ ン ゴ	4.5	0.68	4.2	0.48	0.54
コ ン ゴ	2.9	0.46	3.0	0.38	0.46
ナ イ ジ ェ リ ア	2.8	0.58	3.3	0.43	0.50
ア イ ボ リ ー コ ー ス ト	4.7	0.67	4.7	0.67	0.67
ス マ ト ラ	6.0	1.10	7.5	—	1.90
マ レ ー シ ア	2.9	0.46	3.7	0.82	0.77

※(Oil palm cultivation and management P. 298)

表-45：新鮮果房(FPB)8トンによって奪われる要素量Kg/エーカー(0.4ha)

	Bunting,Georgi and Milsum	WAIFOR	Chemara	平 均	肥料換算 Kg/0.4 ha
N	20.884	22.246	24.516	22.7	磷安-108.052
P ₂ O ₅	7.718	10.896	9.08	9.08	Rock Phosphate-24.97
K ₂ O	56.296	31.326	40.408	42.676	塩加-71.278
CaO	—	5.448	6.356	5.902	—
MgO	—	5.448	9.08	7.264	Kieserite-28.148

※(The oil palm in Malaysia P. 170)

表-46：新鮮果房(FPB)1トンが収奪する要素量の様々な推定量(Kg)

研究者	国 名	果 実 型	N	P	K	Mg	Ca
Mass	ス マ ト ラ	dura	4.4	1.1-1.9	7.4-10.1	—	—
Georgi	マ ラ ヤ	dura	2.6	0.41	5.9	—	—
Blomendal	ス マ ト ラ	dura	6.0	1.1	7.5	—	1.9
Wilbaux	コ ン ゴ (Kinshasa)	dura	4.5	0.68	4.2	0.4	0.54
		Tenera	4.5	0.76	4.5	0.65	0.70
Perwerde	コ ン ゴ (Kinshasa)	—	2.9	0.46	3.0	0.38	0.46
Tinker and Smithe	ナ イ ジ ェ リ ア	dura	2.8	0.58	3.3	0.43	0.50
I.R.H.O.	ア イ ボ リ ー コ ー ス ト	—	4.7	0.67	4.7	0.67	0.67
Ng & Thanboo	マ ラ ヤ	dura	2.9	0.46	3.7	0.82	0.77

※(The oil palm, its culture manuring and utilization P. 62)

マレーシアにおける研究は又雄花序の形成に使用される養分の推定量も出している。これによると1ヘクタール当り148本の密度で植えられた成樹1ヘクタール当り、年間窒素11.2Kg；磷2.4Kg；加里16.1Kg；マグネシウム6.6Kg；カルシウム4.4Kgが雄花序生産のために使用されたという結果が出ている。これらの養分のうち大部分は、雄花序が腐敗分解するにつれて土壤へ還元されるので、必ずしも永久的に流出する養分とはいえない。

11-5-4 栄養生長に必要とされる養分

収穫及び定期的な摘葉の作業によって多くの葉がパームより切り落され、畦間に残される。1ヘクタール当り148本植えられている成樹園1ヘクタールより(1年間に)摘葉される葉が含む多量要素量はマレーシアでは窒素67.2Kg；磷8.9Kg；加里86.2Kg；マグネシウム22.4Kg及びカルシウム61.6Kgと推定されている。これ等の要素の多くは葉が腐敗分解するにつれて土壤中へ還元されるが、一部は他の植物に吸収されたり、流亡したり特に窒素は生物の活動に使用されたりして失われる。

マレーシア及びナイジェリアにおける異なる樹齢のパームに含まれる養分総含有量の比較は非常に重要な現実の関係を示している。その結果は下の表-47にあるが加里含有率では驚くべき差がある。これはナイジェリアの低収量を反映しているとみられる。マレーシアでの調査の結果マレーシアにおける幹の生長はナイジェリアやコンゴにおける幹の生長よりもはるかに速いということが判明している。

表-47：マレーシア(M)及びナイジェリア(N)における異った樹齢のパームに含まれる多量要素の含有量比較(Kg/パーム)

樹齢 (年)	N		P		K		Mg		Ca	
	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M
7	0.94	2.58	0.11	0.29	0.93	5.58	0.29	0.62	0.40	0.69
10	1.67	3.34	0.15	0.35	1.34	6.62	0.42	0.80	0.58	0.91
14	2.11	4.32	0.25	0.43	1.35	8.25	0.63	1.11	0.72	1.27

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 299)

表-48: パームが栄養体の幹物生産のために1年間に吸収する要素量 (Kg/パーム/年)

植付後樹齢	N	K	P	Mg	Ca	S
0 - 1	0.068	0.095	0.0056	0.017	0.013	0.012
1 - 2	0.509	0.965	0.0595	0.140	0.151	0.079
2 - 3	0.586	1.383	0.0673	0.139	0.145	0.170
3 - 5	0.771	1.533	0.0922	0.131	0.150	0.204
5 - 7	0.805	1.213	0.0897	0.091	0.118	0.181
7 - 15	0.809	1.086	0.0930	0.090	0.136	0.205

※(The oil palm, its culture, manuring and utilization P. 61)

マレーシアにおけるNg及び彼の同僚達による広範囲で優れた研究はある国における肥料試験の結果を他の国において適用することに対し、強い警告を与えている。乾物含有量年間純増加量として得られた値はこれが収量と同じように樹齢が高くなるにつれて増加することを示している。マレーシアにおいて8-15年生の成樹によって1年間に生産される栄養生長及び生殖生長両方の乾物量の総量は $3.07 \sim 3.68 \times 10.4 \text{ Kg/ha}$ と推定されるがこれはナイジェリアにおける推定量の2倍以上である。1ヘクタール当り148本のパームが植えられている成樹園1ヘクタール当りのパームが1年間に吸収する総養分量でいうと、これは多量要素では窒素193Kg; 加里251Kg; 磷26Kg; マグネシウム61Kg及びカルシウム89Kgとなる。

果房もパーム樹体もそれぞれの要素の比較的含有率は非常に似ており、多い方からいえば $K > N > S > Ca / Mg > P$ となる。しかしながら経験的観点からいえば養分要求量を推定するためにはさらにパームは初期においては年間果房生産量と乾物の年間蓄積量が一定していないということが考慮されねばならない。パームは本園への植え付け後の最初の2年間は年間の生育量は極めて高く700~800%程に達するが9年目に至るまでに少しずつ低下し、以後の平均年間生育量は約14%となる。

組織内の養分濃度も又パームの樹齢により異なることが判明している。初期の成熟段階より以降は大まかにみて樹齢と共に濃度は低下する傾向があるが、これは多分果房生産による養分の流出の結果と思われる。土壌中よりの多量要素流出の数字よりみると、オイルパームは栄養生長及び生殖生長機能両方のために多量の養分を必要とすることが明らかである。このことは土壌中の養分含有量をパームの栄養生長及び収量に対し悪影響を与えるほどまでに低下させないためには、明らかに多少の肥料の施用がなされねばならないということを示唆している。特に必要となる多量要素が加里であり、続いて窒素であることも又明白である。

園場から流出した養分のうち最終生産物中に含まれる量は極めてわずかな部分である。パームオイルは事実上純粋の炭化水素 (pure hydrocarbon) であり、多量要素は極少量しか含

まれず、多量要素の一部は核にも含まれる。最終生産物中に含まれる量に比べてはるかに多量の多量要素が工場排水と共に流されたり、又穀及び空果房の焼却に伴って失われる。もともと焼却後に残った灰を圃場へ返すことによりある程度の養分が回収される場合もある。

微量要素に関してマレーシアで推定された根を除く栄養組織体の生産及び果房の生産のために吸収されたそれぞれの総量は、表-19の通りである。入手可能な資料によると、マレーシアにおいて主として必要な微量要素はマンガン、銅素及び銅と考えられる。マンガン含有率の極端に低いと記録されているニューブリテン及びそれよりやや高いコロンビアにおいては、マンガン欠乏症は極めて重大な潜在的問題と思われ、これらの国々においては豆科被覆作物においてしばしばマンガン欠乏症がみられる。マレーシアにおいてもゴムにマンガン欠乏症がみられている。高収量を維持するために大量の多量要素を施用する結果急激な微量要素の枯渇をもたらすことはよくみられ、このため潜在的な微量要素欠乏症を回避するために定期的に微量要素の施用を行うことは有効と考えられている。

表-19：9-13年生のパーム及びその生産物（果房）中に含まれる微量要素（Kg）

	量	B	Cu	Zn	Mn	Fe
パーム体	60 本	0.226	0.225	0.743	2.349	4.751
果房	10 tons	0.022	0.048	0.049	0.151	0.247

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 300)

表-50：ナイジェリア及びマレーシアにおける異なる樹齡のパームの樹体内の乾物量及び

葉面積

(Rees, Tinker and Corley et al) (Kg/パーム)

樹齡 (年)	国	葉 Kg	幹 Kg	未展開葉 及び生長 点部位 (Cabbage) Kg	根 Kg	合計 Kg	パーム1体当 り葉面積 (m ²)
7	N	67.4	82.3	4.5	—	(154.2)	202.8
6.5	M	118.4	78.9	8.8	40.6	246.7	238.9
10	N	90.7	171.0	5.9	—	(267.6)	254.6
10.5	M	161.1	145.3	10.8	49.0	366.2	330.3
11	N	86.0	238.7	4.5	—	(329.2)	252.0
14.5	M	168.2	232.6	11.3	68.9	481.0	309.5
17	N	95.0	280.0	10.7	128.0	402.4	297.0
17.5	M	140.2	290.7	11.9	61.6	504.4	347.9
20	N	150.0	439.0	9.0	—	—	426.8
22	N	111.4	389.0	10.8	—	—	448.0
27.5	M	115.4	300.5	8.8	130.8	555.5	251.9

※(The Oil Palm P. 158)

表-51はHew & Ng が1年毎に果房生産及び栄養生長のために使用された多量要素の総量をそれぞれの肥料に換算したものを表にしたものである。この推定に使用されている初期の収量は現在の時点ではやや低すぎると考えられ、又果房生産も最近では植付後2年半の時点より始まる。同時に特定の土壌型において予想される養分の有効量の推定もなされている。

表51及び52を比較検討するとそれぞれの土壌において肥料施用により、追加される必要があると推定される要素量が導き出されてくる。土壌よりの有効養分量はほとんど常にパームが最大限の栄養生長及び果房生産を行なうために適切な養分状態を維持するために必要な量には不足している。ある場合には土中の加里及び磷の有効量は必要量の半分以下しかないと予想される。当然のことながら局地的な事情も考慮に入れねばならず例えば Mikania の繁茂程度によっては余分の窒素肥料の施用が必要になる。

この一般的養分要求量推定の方法を特定の土壌の推定される肥沃度と関連させ、それに加えて十分に成熟したパーム園においては葉分析の結果を加えて指標とすれば、どのような条件下においても必要とされている肥料要求量をかなり正確に推定できると考えられる。泥炭土壌等の問題地域及び微量要素要求量はこれとは別に考えねばならない。

表-51：園場定植後1年毎にオイルパーム1本によって吸収されると推定される多量要素を肥料に換算したもの (Kg/パーム)
(V-栄養生長, F(x)-果房(量トン/ha))

植付後年		窒 安 (N-21%)	塩化加里 (K ₂ O-60%)	C.I.R.P. (P ₂ O ₅ -35%)	Kieserite (MgO-26%)
0-1	V	0.3	0.2	0.04	0.11
	F	-	-	-	-
	計	0.3	0.2	0.04	0.11
1-2	V	2.0	1.9	0.32	0.7
	F	-	-	-	-
	計	2.0	1.9	0.32	0.7
2-3	V	2.0	1.9	0.32	0.7
	F	-	-	-	-
	計	2.0	1.9	0.32	0.7
3-4	V	2.0	1.9	0.32	0.7
	F (7.5 ton)	0.7	0.4	0.25	0.2
	計	2.7	2.3	0.57	0.9

(次頁へ続く)

	V	2.0	1.9	0.32	0.7
1-5	F (14ton)	1.3	0.7	0.25	0.5
	計	3.3	2.6	0.57	1.2
	V	2.0	1.9	0.32	0.7
5-6	F (20ton)	1.8	0.9	0.37	0.7
	計	3.8	2.8	0.69	1.4
	V (25ton)	2.0	1.9	0.32	0.7
6-7	F	2.3	1.2	0.46	0.9
	計	4.3	3.1	0.78	1.6
	V (25ton)	2.0	1.9	0.32	0.7
7-8	F	2.3	1.2	0.46	0.9
	計	4.3	3.1	0.78	1.6
8年間合計		22.7	17.9	3.96	8.21

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 302)

表-52: 園場植付後8年間にわたり栄養生長及び果房生産のためにパームにより吸収された多量要素及び土壌よりパームに供給された要素の推定総量を肥料重量で表わしたもの (Kg/パーム)

(A = 畦間に豆科被覆作物あり, B = 畦間に豆科被覆作物なし)

肥料名	栄養生長及び果房生産のために使用された要素量	土壌より供給される要素量	
		内陸部壤土	海岩粘土土壌
傍安(N)	22.7	A 18.5	A 22.5
		B 7.3	B 12.2
GIRP (P)	10.0 *	2.7	8.1
塩化加里 (K)	17.9	1.7	7.9
Kieserite(Mg)	8.2	1.9	24.8

* 施された磷の30%が回収されるものとする。

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 303)

表-53: 1ヘクタールに植えられている148本の成樹パームが1年間に吸収すると推定される全要素量

構成組織	N		P		K		Mg		Ca	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
1. 純蓄積栄養組織	40.9	21.2	3.1	11.9	55.7	22.2	11.5	18.8	13.8	13.9
2. 摘葉された葉	67.2	34.9	8.9	34.2	86.2	34.3	22.4	36.5	61.6	61.9
3. 果房(25トン)	73.2	38.0	11.6	44.6	93.4	37.1	20.8	33.9	19.5	19.6
4. 雄花序	11.2	5.9	2.4	9.3	16.1	6.4	6.6	10.8	4.4	4.6
	192.5	100	26.0	100	251.4	100	61.3	100	99.3	100

(P 2 6.0 Kg = P, O, 5 9.5 Kg ; K 2 5 1.4 Kg = K, O 3 0 2.8 Kg)

※(The oil palm, its culture, manuring and utilization P. 62)

11-6 葉の要素分析

実験室での実験及び圃場での観察を通じ、要素欠乏症又は要素不均衡症の大部分を認知することができるようになった。にもかかわらずこれ等の障害の矯正方法はほとんどの場合単純ではない。すでに述べたようにそれぞれの特定の土壌型はパーム栄養に対して様々の異った影響を与え、又パームの栄養状態はその他の環境条件及び使用されている栽培技術等によっても影響をうける。施肥計画は欠乏症の予防又は矯正のためではなく、最大限のパームの生育及び果房生産に必要とされる適当な量の必須要素を正しい割合及び均衡のとれた状態に維持するためにも必要とされる。

肥料要求量の診断は時々は外観上の欠乏症状を観察することによって行なわれることもあるがこの方法による場合、要素欠乏を確実に診断するには明確な欠乏症状がみられるまでまたねばならないという重大な欠陥をもっている。これは欠乏症状に対する対策がとられる時点ではすでにかなりの収量の低下が生じているということを意味するだけでなく、パーム樹体表面でのある要素の含有率が欠乏症状がみられる程度にまで低下する前に組織内においてはすでに要素欠乏症が起っているということも判明している。従って目標としては肥料の過剰施用による高価な肥料の無駄使いを避ける一方、要素含有率を適切に維持してパームの生育及び果房収量を最大限にすることが重要であるということになる。これはパームの組織分析によって行なわれ得る。

組織分析用には多くの理由により葉が最良の組織であるとして選ばれている。幹等の他の器官が貯蔵器官としての役目を果たすのに対して、活発な生育過程は葉において起っている。非常に活発な分裂組織のように特殊な機能又は貯蔵機能を果している部位においては特定の要素が特に重要であり、その部位において平均以上の量が選択的に存在する場合もみられる。同時に葉の選択も重要となる。非常に若い葉においては、細胞の膨張及び成熟等の過程がまだ終了しておらず、一方最も古い葉群においては、若い組織への養分の移行等の老化現象がみられる場合がある。これらの理由及び栄養上の研究を基礎として選んだ結果、最も新しい完全に展開した葉から数えて17番目の葉が最も栄養的及び生理的状态の均衡がとれているとして選ばれている。例外としては硼素、マンガン及び鉄の微量要素含有率の分析が必要とされる場合、栄養上の研究によると第3葉上の小葉が最も信用できる情報を与えると示唆されている。

葉組織中の要素含有率をすみやかに又正確に求め得る方法がある。葉分析の結果出てきた要素含有率がパームの生育及び果房生産とどのような関連をもつのかについて各種の試験圃場において研究が行われてきた。これらの研究の数はまだ極めて少ないがそれぞれの多量要素についてパームの最大限の生育及び収量を得るに必要な最適水準 (optimal level) 又は最適帯 (optimal zone) - 時々は critical level ともいわれる - の値は仮定する

ことができ、一部ではあるが微量要素についてもこれはわかっている。この要素最適含有率の概念は施肥設計に使用され得る。

葉による診断方法 (foliar diagnostic method) はまだ今後の詳細な研究が必要であるにもかかわらず、すでに多くの国々のオイルパーム産業において広く受け入れられている。この方法以外にも技術的に信頼できる方法はいくらかあるが、葉分析を基礎とした診断方法はしばしば施肥設計を行う上で最も効果的な方法であると支持されている。例えば加里含有率が最適濃度より進行的に低下していくと、収量も直線的に低下していくということがわかっている。葉分析の大きな価値は欠乏症状の発生を回避するところにあるといえ、これだけでもこの方法を使用する十分な理由になり得る。特に加里のように欠乏症状が明確に定義づけできないか、又は欠乏症状が現われた時にはすでにかかなりの長期にわたって重症の欠乏状態が存在していたということの意味するような要素にあっては、葉分析は潜在的欠乏症状を認知するために極めて有効である。葉分析は本園における欠乏症状が知られていない場合の含有率検定には特に有用と考えられる。

環境因子も葉中の含有率に影響を与える。マレーシアにおいて内陸部壤土土壌及び海岸粘土質土壌の両方に生育している同じ収量を記録しているパーム園の間に葉中の加里含有率の違いがみられる理由として土壌中の水分含有率の違いによるものではないかという示唆もなされている。別な示唆としては太陽光線量の多い地域のパームは加里の最適含有率が高く、(1.2%) 一方有効日照時間のより少ない地域においては加里の最適含有率は低い(1.0%) というものもある。低雨量は又異常に低い窒素含有率をもたらすことがある。

葉の要素分析は決して絶対的なものでないことは留意しておかねばならない。時々葉中の要素水準と最高収量の間に明白な関連がみられないこともあるが、基本的にはこれは現在使用されている最適条件が季節の変化及び着果周期により生じる要素含有率の変動を考慮に入れていない故である。

葉分析だけによつては幹組織内に貯蔵されている養分の枯渇を検出することはできず、特に窒素及び加里等は葉分析においては最適水準とみられても現実にはその養分は使い果されて不足しているということもあり得る。しかし幹は窒素又は加里にとって重要な蓄積場所ではないという意見もある。

又現在推奨されている養分最適基準のほとんどはパームが非常に旺盛な栄養生長をみせ、収量の増加の著しい初期の段階より、組織内の乾物量の増加がより均一となり果房生産が安定してくるにつれて変化してくるパームの要求の変化も考慮に入れていない。従つて葉分析は施肥計画の設計及び養分欠乏状態又は不均衡状態の診断においては極めて価値のある手段ではあるが、決して全ての栄養問題に対する救済策とみられてはならず、又葉分析の結果を正しく使用するためには高度の技術を必要とする。

この理由により葉分析の結果を基礎にして高価な施肥計画を設計するに当っては専門家の助言が求められることが望ましい。

11-6-1 最適養分水準 (optimum nutrient level)

ある要素とある要素間そして要素と環境との間にみられる相互作用のために広範囲な状態にわたる個々の要素の最適水準を明確に定義づけることは極めて困難な作業である。

ただ様々な土壌型及び環境下において注意深く計画された肥料試験のみが、施肥方針の公式化を著しく助けるおおよその養分最適水準を定義づけることを可能にする。これは今日までの時点ではまだ不十分である。このため一般的に最適水準とされる養分状態は時によってはある程度の疑いをもってみられねばならない。もちろんのことながら時によっては様々な国の間でそれぞれ推奨されている最適水準の間に非常に大きな差がみられ、又今後より多くの情報が明らかになるにつれて、現在受け入れられている最適水準がある程度変化していくとも考えられる。Dura type の葉の小葉中の平均要素含有率は tenera type に比べてわずかながら高く、このことは栽培に使用されている遺伝型によって施肥設計を考慮する必要があることを示している。成樹のバームにおいて推奨されている第17葉の最適養分水準のいくらかは下記のようなものである。数値は第17葉乾物重に対する百分率(%)である。

窒素	—	アフリカ	2.50
		マレーシア	2.40, 2.80, 2.70-2.80, 2.75-3.00
加里	—	アフリカ	1.00, 1.00-1.10,
		マレーシア	1.00
			0.82-0.93…高い含有率が増収に結びついたという証拠はない
			1.30, 1.25~1.35…最適濃度以下の葉中加里含有率は常に欠乏を示唆しており、たとえ欠乏症状が現実にはみられなくても加里肥料の施用は好影響をもたらす。
磷	—	アフリカ	0.15, 0.145-0.155
		マレーシア	0.15,
			0.14-0.15…加里肥料の施用により違ってくる。
			0.18-0.19, 0.18-0.19
マグネシウム	—	アフリカ	0.24, 0.28-0.30
		マレーシア	0.24, 0.30-0.35, 0.25-0.30
カルシウム	—	アフリカ	0.60
		マレーシア	0.70, 0.60

0.35 - 0.45 ... 酸性硫酸塩土壌

(acid sulphate soil) 地域において

塩素 - 全地域

0.5 - 0.6

硫黄 - アフリカ

(アイボリーコースト及びマダガスカル)

0.2 - 0.23

時々第17葉より若い葉が要素分析に用いられることがある。しかし若い葉は現実に発達をしている途中でありこれ等の組織中における新陳代謝率は高いので、要素含有率も高く、やはり第17葉を使用した方が望ましい。若い葉における最適水準は以下の通りである。

第1葉 加里: 1.70 - 1.90, 2.0

マグネシウム: 0.25 - 0.35

カルシウム: 0.55 - 0.65

第3葉 窒素: 2.80 - 3.00

磷: 0.19 - 0.21, 0.21 - 0.23

加里: 1.50 - 1.80, 1.70 - 1.90

マグネシウム: 0.30 - 0.35, 0.25 - 0.35

カルシウム: 0.30 - 0.50, 0.55 - 0.65

第9葉 窒素: 2.70

磷: 0.160

加里: 1.25

マグネシウム: 0.23

カルシウム: 0.50

表-54: 全ての肥料が適量施用された場合の推定される主要素の養分水準

(第17葉の乾物中含量率%)とマレーシアで見られる2つの主な土壌型における最適養分水準の幅 (Foster and Chang)

	N	P	K	Mg	Ca
海岸土壌	2.59	0.169	0.94	0.29	0.45
内陸部土壌	2.87	0.177	1.11	0.26	0.74
最適水準の幅					
海岸土壌	2.55-2.65	0.165-0.175	0.85-1.05		
内陸部土壌	2.85-2.95	0.175-0.185	1.10-1.15		

※(The oil Palm P.523)

海岸土壌 (coastal soil) と内陸部土壌 (inland soil) の最適養分水準の間に大きな違いがみられるが、この原因はまだ明らかではない。Ngはこれは水分水準の違いによるもの

のであり、海岸土壌は通常より定期的な水分の供給が行なわれ、これにより養分がより効果的に使用されるため低い水準を必要とするのではないかと示唆している。

微量要素の最適水準はあまりよくはわかっていない。下に記す数値が第17葉 (p.p.m.) で最も頻繁にみられると思われる含有率であるが、しかしこれ等の水準は必ずしも最適水準を示すわけではなく又欠乏を示すわけでもない。

窒素	18, 10-20, 10-12
亜鉛	15, 15-20
銅	5, 5-8
マンガン	150-200, 200-400
鉄	80
モリブデン	1.0, 0.5-1.0

同じ最適水準を全ての樹齢のパームに使用することは、初期のパームの発達及びパームの幹内に適切な要素の蓄積を維持することの必要性に関連して生じてくる要素要求に対する大きな変化を考慮に入れていないという点で間違があると思われる。高い養分要求がみられるパームの生育初期においては、生育及び収量がほぼ一定の水準を維持してゆく後期に比較してわずかながら高い最適水準を設定した方がいいのではないかと考えられる。加えて自然条件下での土壌の肥沃度及びそれらの土壌による潜在的な養分供給力のある程度認識することも必要である。結果として比較的肥沃な土壌においては、やせている土壌に比較して最適水準はやや低い程度でいいと考えられる。以上の樹齢及び土壌の肥沃度による養分要求の変化をあわせて考慮し設定した最適水準の例が表-55である。この表はマレーシアのパームに対して作成したもので、数値は第17葉の小葉の乾物中に含まれる要素割合を百分率 (%) で表わしたものである。海岸粘土土壌は内陸部壤土土壌より一般的に肥沃である。

表-55：マレーシアの2つの異なる土壌型における第17葉中の最適と考えられる要素水準 (%)

樹 齢	海岸粘土質土壌				内陸部壤土土壌			
	3	4-6	7-9	10年生以上	3	4-6	7-9	10年生以上
N	2.70	2.60	2.50	2.35	2.75	2.65	2.60	2.50
P	0.16	0.16	0.16	0.15	0.165	0.160	0.160	0.150
K	1.10	1.00	0.90	0.80	1.10	1.05	1.00	0.90
Mg	0.24	0.24	0.24	0.22	0.30	0.26	0.24	0.22

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 307)

表-56: 世界各地における葉分析の例(第17葉乾物中含有率)

国	地域又は 土壌型	第17葉中の含有率					備 考
		N %	P %	K %	Ca %	Mg %	
マレーシア	海岸沖積土壌	2.79	0.185	1.13	0.54	0.33	明確な欠乏みられず
	黒 泥 土	2.47	0.113	1.87	0.31	0.12	P及びMgは欠乏 Kは拮抗作用のため高い Nは限界含有率
	Rengam series	2.72	0.172	1.20	0.88	0.21	K肥料使用后
		2.66	0.172	1.08	0.84	0.27	K, Mg 肥料施用後
2.72		0.177	0.90	0.97	0.25	無施肥	
ダホマイ	Pobé	1.93	0.149	0.43	0.81	0.68	K及びN欠乏ひどい
ナイジェリア	Benin (酸性砂土)	2.82	0.20	1.24	0.72	0.44	第1葉 } K欠乏 第17葉
	CaIabar	-	-	1.62	0.50	0.07	
	Benin	2.29	0.13	0.81	1.20	0.31	P ₁ } Pの施用がK含有率に影響を P ₂ } 及ぼしている
	2.28	0.14	0.68	1.33	0.31		
コロンビア	沖積土壌	1.68	0.13	0.67	0.69	0.31	禾本科雑草の競合のためにNPK 3要素とも極度に欠乏している。

※(The Oil Palm P. 533)

表-57: 東マレーシアサバ州Semporna地区における葉分析結果(第17葉乾物中含有率%)

(SADPO-1977年4月)

園 場 番 号	多 量 要 素 %					微量要素 p.p.m B
	N	P	K	Mg	Ca	
1	2.60	0.149	1.029	0.280	0.563	15
2	2.76	0.147	0.935	0.248	0.629	13
4	2.78	0.151	0.997	0.271	0.757	15
5.7	2.70	0.156	1.041	0.340	0.671	14
6	2.91	0.156	1.089	0.309	0.693	15
8	2.79	0.146	1.087	0.300	0.662	14
9	2.93	0.145	1.076	0.309	0.655	13
10	2.87	0.150	1.230	0.315	0.624	14
11	2.95	0.150	1.077	0.299	0.630	15
12-13	2.94	0.164	1.179	0.354	0.694	18
14	2.99	0.173	1.086	0.322	0.842	19
15	2.81	0.155	1.118	0.323	0.750	18
16	3.01	0.159	1.069	0.308	0.884	18
17	2.88	0.155	1.077	0.354	0.763	17

圃場番号 1～8 植付後5～5.5年
 9～13 植付後4.5～5年
 14～17 植付後 4年

考察N：全般的に高く、1部(14, 16)はやや高すぎる。

P：適当である

K：適当である

Mg：全般的に高く1部(12～13, 17)はやや高すぎる。

Ca：1番はやや低い但他的圃場は全般的に高く14, 15, 16, 17番圃場は高すぎる。

B：含有率の幅は大きいが一応適当と考えられる範囲にある。

表-58：東マレーシアサバ州 Semporna地区における葉分析結果(第17葉乾物中含量率%) (SADPO-1978年4～5月)

圃場 番号	多 量 要 素 %					微量要素ppm B
	N	P	K	Mg	0. Ca	
1	2.65	0.145	1.127	0.265	0.648	15.1
2	2.52	0.149	1.021	0.283	0.697	16.5
3	2.55	0.151	1.026	0.257	0.750	15.9
4	2.52	0.150	1.006	0.228	0.778	15.3
5	2.48	0.154	0.950	0.328	0.600	15.3
6	2.55	0.149	0.997	0.256	0.703	16.2
7	2.53	0.149	0.927	0.286	0.759	17.6
8	2.76	0.149	1.029	0.299	0.638	14.1
9	2.70	0.143	1.046	0.264	0.312	11.6
10	2.67	0.146	0.998	0.260	0.290	12.8
11	2.74	0.145	1.093	0.235	0.274	11.8
12	2.72	0.149	1.131	0.260	0.308	12.2
13	2.65	0.147	1.229	0.272	0.270	12.2
14	2.61	0.142	0.924	0.184	0.354	11.1
15	2.65	0.140	1.062	0.241	0.296	12.4
16	2.63	0.147	1.095	0.237	0.324	10.9
17	2.68	0.143	1.128	0.227	0.294	11.8

圃場番号 1-8

圃場番号 1-8 植付後 6-6.5年

9-13 植付後5.5-6年

14-17 植付後 5年

考察：N：適当な範囲内であるが、やや低い方にかたよっている。

P：適当な範囲内であるが、やや低い方にかたよっている。

K：適当である。

Mg：全般的に低く特に4、11、14、15、16、17番圃場は低すぎる。

Ca：幅が極めて大きく9～17番圃場は極度に低く3、4、7番圃場は高すぎ、
適当な圃場は1、2、5、6番だけである。

B：全般的に低く、1部はやや低すぎるような気もするが、一応適当な範囲にある。
但し1部では欠乏症がみられている。

11-6-2 葉分析の技術

以上述べたように葉分析の最終結果は極めて重大な意味をもつことになるので、本圃におけるそれぞれに小さく区切られた区画毎に行なわれる採集段階においてはパームの選択が正確に行なわれ、正しい葉が選ばれ、分析のための試料の処理が正しく行なわれねばならない。

11-6-2-1 試料抽出(サンプリング)の開始及び時期

現在でも一部においてはまだ行なわれているが、以前は圃場植付後1年程たった時点ですでに分析のためのサンプリングを開始するのが一般的であった。この場合第3葉又は第9葉より小葉を抽出することになるが、しかし分析の結果出てきた数値を正しく解釈することが難しいために、現在では第17葉よりサンプリングができるようになるまで葉分析を遅らせるのが普通である。最近では葉分析開始は通常土壌が肥沃でパームの生育が良好な圃場では植付2.5～3年後、土壌がやせていてパームの生育があまり良好でない圃場においては植付3年後より始められるのが一般的である。

葉の要素含有率には季節による変化がみられるためサンプリングは毎年だいたい一定の時期に行なわれるべきである。この目的は過去1年間に行なわれた施肥が前年のサンプリングと同じような時期、同じような条件下において得られたその年の試料中の要素水準に及ぼした影響をみるためである。可能な限り、非常に湿った日及び非常に乾燥した期間には両方ともサンプリングは避けられることが望ましい。1日を通じても葉中の養分構成には小さな変化が生じるが、現実のサンプリング作業においてこの小さな変化を考慮に入れることは不可能である。しかしサンプリングは朝6：30から昼12：00の間に行なわれるべきである。施された肥料要素がパームにより吸収され速度は様々であるため、可能なら施肥と葉のサンプリングとの間隔は6ヶ月間程あることが望ましい。多雨の時期における施肥は避けられねばならず、それに加えサンプルを収集し分析のために送り出し、分析し、そしてその結果を解釈するための時間の必要性を考える時、施肥とサンプリングの間に6ヶ月もの間隔をおくことはしばしば不可能である。しかしながら最も新しく施された肥料要素の吸収率の不均衡

による分析結果の混乱を避けるためには最低限3ヶ月の期間は絶対におかれねばならない。

年1回のサンプリング頻度は適切と考えられている。年2回のサンプリングが提唱されることもあるが、これは施肥時期及び季節による気候変化を考慮に入れた場合、時期の選択が困難である。

11-6-2-2 サンプリングの区画単位規模

サンプリングにおいて生じる誤差、特に一定区画内の平均要素水準及びサンプリング区画単位規模に関連する最終分析の正確さに関しては多くの研究がなされている。これらの研究によると、現実のオイルパーム園においてはほとんどみられない全ての点において全体が絶対的に均一であるという状態にでもない限り、40ヘクタールの区画単位はその区画内における要素水準の全体的査定を非常に不正確なものにしかねないという示唆が得られている。まず4ヘクタール程の極小さい単位より始め、分析の結果均一性が明らかになるにつれて小単位を次第に併合し区画単位を大きくしてゆくことが望ましい。しかしいかなる場合においてもパーム総個体数の1%のサンプリング率で多量要素の分析を行う場合、まず最初はサンプリング、ブロックの規模は20ヘクタールを越えてはならない。一般的な微量要素の状態を知るためにはより小さい単位が必要である。

パームは養分の供給源として土壌に頼るところが大きいため葉分析を採用するしないにかかわらず、施肥計画の設計に当って正確な土壌地図作成は絶対必要な前提条件である。園内に存在する異った土壌型がパームの生育及び収量に与える一般の影響が極めて小さなものであるという証拠がない限り、サンプリングブロックは土壌型の分布に従って設定されるのが普通である。しかし間違いのある土壌地図は、何もない状態よりもより悪い結果を引きおこしかねないため、詳細な土壌調査は経験ある信頼のおける土壌の専門家によってなされねばならない。葉分析を伴う土壌分析には、葉分析と同じサンプリングブロックが使用されると都合がよい。適切に用意された詳細な土壌地図及び葉分析を併用することにより、より早く、又より正確にパームを必要とされる要素水準に到達させ又その水準を維持し、結果として肥料代出費に対し最大限の収入を得ることが可能となる。

11-6-2-3 サンプリングの密度及びサンプリング用パームの選択方法

葉分析の結果は施肥設計に当って極めて重要視されるため、使用されたサンプリングの方法における誤差を明確に推定することは、その分析結果を理論的に解釈するために不可欠である。西アフリカにおいて、充分信用できる範囲内の分析結果を得るために必要なサンプリングの密度に関して行なわれた調査の結果は、現実的な観点からいえばまだ完全に満足できるものであるとはいえない。ある調査によると300本のパームのある区画においてその10

別のパームよりサンプル抽出をした場合の平均葉中含有率の全体の平均葉中含有率に対する誤差は加里で20%以内、マグネシウムで10~20%、磷及び窒素で約5%となっているが、別な調査によると1%のサンプリング率により充分に高い精度の平均が得られるという結果がでていいる。マレーシアにおける研究によると精度誤差を±10%から±5%に低下させるためには非常に高率のサンプル割合が必要であることが判明している。

最近の調査によると1%の抽出率は許容限界内の分析結果をもたらす得ることを示している。ある区画における抽出誤差の程度は土性、排水、パームの遺伝的差、病虫害の発生、その時点の生殖周期、一般的栽培管理水準及び施肥量等の多くの要因に支配される。

統計的信頼限界を遵守することの必要性と同じく使用されるサンプリング方法の選択には関連する現実の困難も考慮に入れなければならない。サンプルを集める作業は正しい葉を見分け要求される組織を集めるために多大な時間を必要とし、又身体的にも骨の折れる仕事である。これ等の現実的困難の故に統計的にみればより望ましい無作為標本抽出方法は使用されなくなり、かわってより単純で、ほぼ正確な結果をもたらす方法がとられるようになった。

一つの区画内にまとまったサンプリングブロックを設定した場合、その中にあるパームが区画全体の中にみられる変差を代表するかどうかは保証の限りではない。もう一つの方法である無作為標本抽出法を採用するにはサンプリングに必要とされる数だけのパームが選ばれる前にその区画内における変差に関する多量の前提知識が必要とされる。

以上2つのサンプルブロック法及び無作為標本抽出法との妥協案として考えられるのがいくつか設定した小さなサンプリングブロック内より複数のパームを選ぶもので、例えば20 haの区画内に5ヶ所のサンプリングポイント、サンプルブロックを設け、それぞれのサンプリングポイントにおいては9本のパームを連続的に標本抽出用を選択し、集められた標本は混合して分析に回す方法である。この方法はそれぞれのサンプリングポイントにおいて集中的に9本のパームより標本が集められ、無作為標本抽出法に比較して体力的により容易であるためより現実的に効果的な方法であると考えられる。

上記の標本抽出法に比べてより頻繁にみられる方法はより系統的なもので10列毎に10本目毎のパームを選ぶ方法である。平均サンプル単位区画が20 haとした場合、それぞれの区画において少なくとも20本のパームより標本がとれるので、その区画内におけるパームの生育状態に大きな変化がない限り、この方法によって農園段階において満足できる結果が得られると思われ又作業も容易である。

もし一つの区画が小さく、混合標本をつくるのに使われたパームの総数が20本以下である場合、例えば列毎に7本目毎のパームを選んで必要とされる最低限の標本パーム個体数を揃えなければならない。標本(サンプル)の精度は抽出されたパーム数によって決まるのであり、抽出されたパーム数の全体のパーム数に対する割合によってくるわけではないことはここで強

調される必要がある。

11-6-2-4 試料抽出(標本採集)

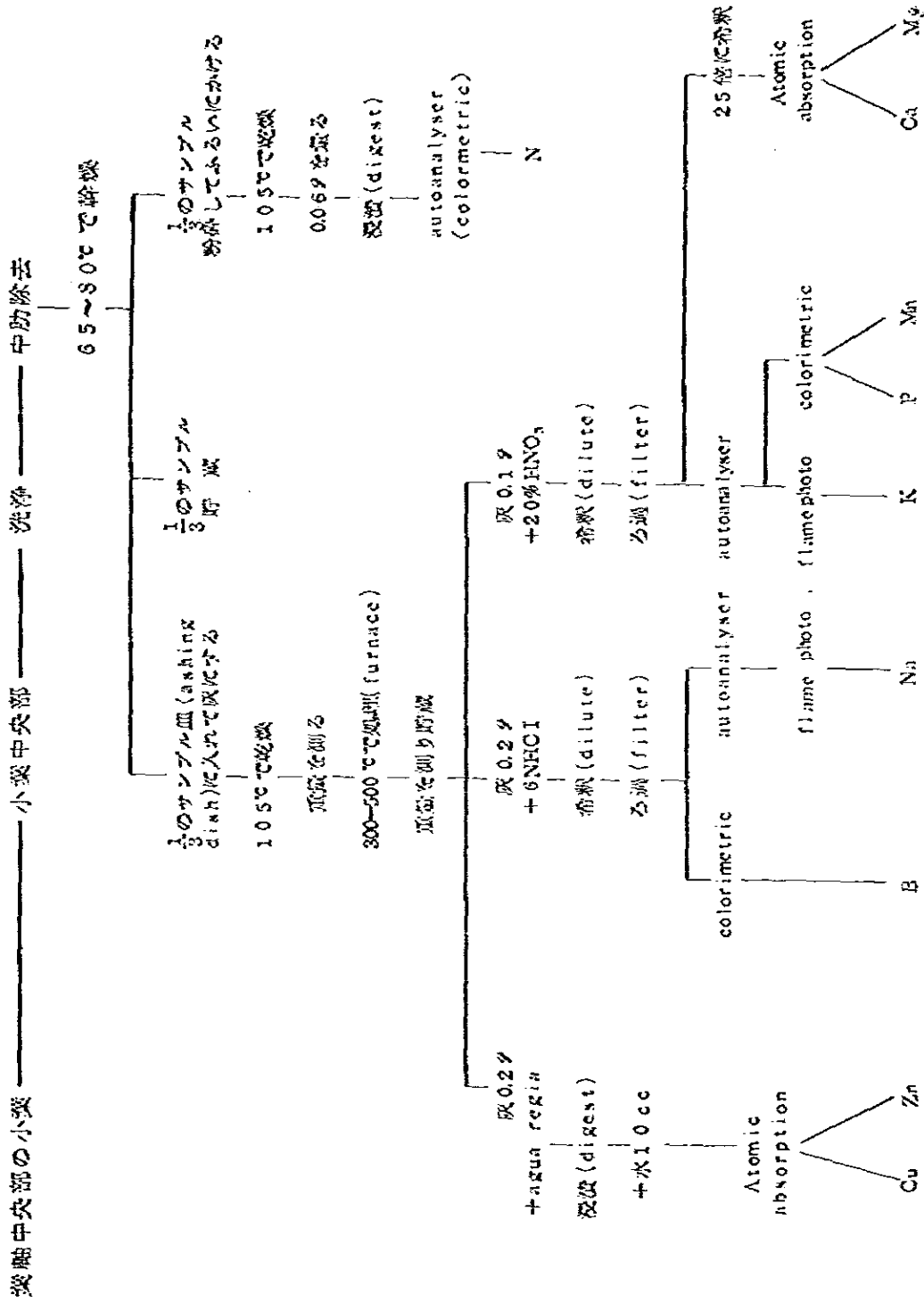
試料抽出用のパームを選択するにあたっては、選ばれるパームが位置又は形態を含めどのような意味においてもその園内において平均的に近いものであるよう十分な注意が払われねばならない。道路、水坑、空地、軌道、家屋などに面したパームは選ぶべきではない。そのような場所付近においてサンプル採集用のパームを選択する場合は、それらの場所とサンプル採集用のパームの間に少くとも2列のパームが介在しなければならない。病気がかかったパームも病原菌により栄養状態に障害がおこっているため除かれねばならず、又害虫によってひどい被害を受けたパームも除かれるべきである。遺伝的に異常なパーム特にその中でもほとんど又は全く果房を生産しないパームはやはり栄養的にその区画を代表しないので除かれるべきである。以後の参考及び経時的サンプルの採集のために、サンプル採集に用いたパームに目印をつけておくと便利である。

サンプル採集に要する時間は使用される採集方法、採集班の熟練度及び監督の仕方により異なる。採集者の熟練度により異ってくるが第17葉をさがし、それを切り取る作業には2~5分を要する。葉の葉齢の違いにより最適要素水準は大きな違いをみせる。正しい葉を正確にさがし出して採集することが重要であるだけでなく、分析のために実験室へ送り出す前に、それぞれのサンプルに間違いなく詳しいデータの書きこまれた正しいラベルを付けねばならない。サンプルに付けられるデータには、農園名、区画及びサンプルブロックの番号、サンプル採集の日時等参考となる情報が全て書き入れられねばならない。

葉分析に使用される葉が切り取られ、パーム上よりおろされたら葉軸部位をおおよそその見当で三等分に分割する。分割された中央の $\frac{1}{3}$ の葉軸のさらに中央付近の片側より、それぞれ6枚ずつの小葉を切りとる。従って両側合わせて12枚の小葉を切りとることになる。上位の小葉と下位の小葉の間には養分含有率にわずかながら違いがみられるため片側6枚ずつの小葉は葉軸の両側の同じ位置より切り取るように注意しなければならない。必ずしも葉を切り取らずとも小葉だけを採集できる方法があればそれにこしたことはない。もし葉が何かの汚染を受けていると分析結果に誤りが生じることがあるのできれいな小葉を採集しなければならない。それぞれの区画毎の小葉は大きなポリエチレンの袋に集めて入れ正確なラベルを付ける。もし新鮮な標本がすみやかに実験室に到着し、24時間以内に処理が開始されないと特定の要素(特に窒素)の含有率は変化を始める。

標本(サンプル)が24時間以内に分析者の手元に到着することが不可能な場合、又は標本が海外へ送られるため植物検疫が問題になる場合、標本は下記に記すような手順で準備され、乾燥されねばならない。

図-19: 要素分析の順序



※(Oil Palm Cultivation and Management P. 312)

11-6-2-5 試料の一次処理

標本試料が分析実験所に到着した段階、又はもし標本が半加工の状態の実験所へ送られるのであるならば、圃場から運びこまれた葉組織は以下に述べるような方法で処理されねばならない。典型的な試料の一次処理方法及び最新式の実験所における分析方法を図19に示す。採集された小葉は中央部20-30cmだけを残して基部及び先端部位は鋭いナイフ又はハサミ等で切り捨てる。残った中央部20-30cmの小葉部位を湿った生綿布でふいてきれいにする。布を湿らせる水はイオン交換水のみを使用する。中肋組織の要素含有率は葉片の要素含有率とは違い、葉分析で必要なのは葉片組織の要素含有率のみであるので、中肋は除去する。最終的に残った葉片は1-2cmの長さに小さく細断し、アルミニウム容器に入れて、乾燥効率を高めるために小型の送風器を取りつけた特別製の加熱器に入れる。

65-80℃で最低5時間の乾燥が必要であり、通常は1晩乾燥する。乾燥が終了したらサンプルを小さなポリエチレン袋に入れて手で粉砕する。上記の湿度の範囲内の乾燥では全ての水分を除去するには致らず2-5%の水分が残るが、しかしこの状態によりサンプル組織内の化学的性質の変化をかなり長期にわたって防ぐことができる。当初の乾燥に続く様々な要素分析は現在ではそれぞれの要素によって異なってくる分析サンプルの溶液を使って行なわれ、分析手順の多くは自動化されている。分析の詳細は農業技術の分野ではないのでここでは省略する。

11-7 肥料の施用

経済的な最大限のパームの生育及び収量を維持するために必要な肥料の種類及び施肥量に対し収量及び栽培技術と共に影響を与える要因となる土壌の肥沃度及び養分供給量の違いは、多くのオイルパーム栽培園において多量要素肥料を施した後のオイルパームのそれぞれの異なる2-3の効果の例によって容易に得ることができる。磷酸肥料の施用に対する好影響はしばしば観察されている。一般的に西アフリカでは磷酸の使用に続いて収量の増加が観察されており、ガーナでは30-35%の収量増加が観察されている。一方この地域においては磷の施用は稀にしか必要とならないということも主張されている。

マレーシアにおいては流亡の激しい土壌に育っているパームに対し磷を施用した場合良好な反応が観察されたが海岸地帯の沖積土壌においては類似の反応はみられなかった。マグネシウム施用に対する効果は様々であり、例えばシェラ・レオーネにおいては土壌型によって異なり全然反応のみられないものから極めて顕著な反応のみられる場合までである。

窒素肥料施用に関しては稀には効果のみられない場合もあるが、アフリカ及びマレーシア両方の農園において、窒素の施用は一般的にパームの栄養生長及び収量の増加をもたらすことが判明しており、これはほとんどの土壌において窒素は一般的に欠乏状態にあることを示唆している。塩化加里の施用はアフリカ及びアジア両地域においてほとんど常にパームの栄養生長及び収量の増加をもたらしているが、しかし、その程度は様々である。加里肥料に対する大きな反応は、大量の加里が果房と共にオイルパーム園外にもち出されることを考えれば驚くにはあたらない。

11-7-1 肥料試験

ほとんどの公開されている肥料試験の結果に対する全体的考察はHartley及びNgによってなされており、この件に関する詳細は両者の著書により知ることができる。Hartleyの指摘するところによれば、そのような試験の価値は土壌及び葉分析データと関連して重要性をもっているだけでなく、欠乏している養分を供給し高収量を維持するために施用されるべき肥料の量を決定するという経済的に極めて重要な意味ももっている。

この章の始めにおいてある地域における肥料試験の結果を別な地域におけるパームの養分要求量に結びつけようとする試みは非常に慎重になされねばならないと述べた。Ngはこれについて『ある気象条件下で特定の土壌型に育っているオイルパームの正確な肥料要求量は最終的には統計的に計画された圃場試験によってのみ決められ得る』という言葉で表わしている。これは様々違った条件下で行なわれた多くの試験より得られたデータが新しい場所において全然役に立たないというわけではなく、全く肥料試験の行なわれたことのない新しい環境条件下で生育するパームの当初の養分要求を一般的に設定するための基礎となる情報

としては充分役に立つといえる。

しかしいかなる場合においても地域の条件は最優先して考慮される必要がある。従って施肥方針の決定に当っては個別の土壌条件、パームの栄養生長速度、使用されている農園管理技術、気象及び予想される収量が正確に認識されねばならない。

過去の肥料試験においては上記要因のうちのあるものが考慮されていなかった場合もあり、従って下記のような理由により過去の多くの肥料試験の結果を参考にするには、いくらかの条件がつけられねばならないようである。その理由とは以下のようなものである。

- a. 均衡のとれた養分状態の必要性が必ずしも常に認識されておらず、試験対象外の要素の欠乏又は過剰が対象となっている要素に対して何らかの影響を及ぼすことにより、パームの生育及び収量に変化がみられるというような状態が生じ得た。
- b. 生育初期の極めて旺盛な栄養生長により失われる養分を補充するために貯蔵養分を確保することの必要性及びそのような地域における収量が考慮されていない。
- c. 施された施肥量が特に現実にその要素が土中において大きな欠乏をみせているようなところにおいてはパームに影響を与えるには少なすぎた。
- d. 養分含有量、物理的性質等の土壌条件が必ずしも適切に考慮されていない。
- e. 過去においては時々パーム及び土壌中共に顕著な欠乏状態をみせて極めて不十分な施肥しか行なわれていなかった。
- f. 生育及び収量に対する気象の影響は養分要求にも影響を与える。

g. 意味のある結果を得るために必要と考えられる最低期間6-8年間にわたる肥料試験が常になされていたわけではない。

h. 施肥と葉分析の間にみられる関係は必ずしも一定していたわけではなかった。

又、現在ではパームの栽培系統及び栽培技術の向上により、以前の標準よりかなり早い時期に相当の収穫をあげる傾向があることも考慮に入れておくことが大切である。

過去の研究のほとんどは以下に述べる研究機関によってアフリカで行なわれた。

- a. Institut de Recherches pour Les Huiles et Oleagineux (I.R.H.O.)
- b. 主として西アフリカ又は一部は旧コンゴにおいて行なわれた一般に Crowther Experimentsで知られる Unilever organization
- c. コンゴの Institut National pour l'Etud Agronomique de Congo Belge (INEAC)
- d. ナイジェリア及び旧西カメルーン (former South Cameroon)における West African (現在は Nigerian) Institute for Oil Palm Research (WAI FOR - NIFOR)

Hartley 及び Ngにより与えられているアフリカ及びアジアにおける初期の肥料試験の概略よりは、以下のようなきわ立った特徴がみられる。

- (a) 一般に以前作物が栽培されていなかった土地を新しく切り開いてオイルパームを植えた新植園においてはしばらくの間施肥の効果 (respond) がみられない。しかしながら以前作物が栽培されていた土地に植えられたオイルパームにおいては施肥の効果はしばしば植付直後よりみられている。
- (b) 窒素：IRHO によって行なわれた窒素肥料施用試験によるとアイボリーコースト、ダホメイ及びコンゴにおいては何らかの好影響はみられず、ナイジェリアにおいてWAIFORによって行なわれた試験においても同様の結果が得られている。しかしながらカメルーンにおいては15%の収量増加が記録され、ナイジェリアにおけるUnileverの試験においても収量に対する影響の記録と共にパーム生育初期における窒素肥料の重要性が認識されている。INEACの試験によると発生した“Little leaf”を強めたと報告されている他は、窒素による大きな影響はみられなかった。
- (c) 燐：Crowther experiments は燐酸が根本的に必要な要素であり、加里との間に相互作用をもつことを示している。燐肥料の施用が必要となる時期は土壌型によって様々である。コンゴにおけるINEACの試験では施用の効果はみられなかった。WAIFORの試験においても燐肥料施用に対する良好な反応はみられなかった。
- (d) 加里：IRHO による塩化加里を使用した施肥試験はダホメイ及びアイボリーコーストにおいてこの肥料の施用により果房の大きさ及び果房数の両方が増加したことを明らかにしており、又、ナイジェリアにおける試験の全てにおいてもこれ等の点において増加が記録された。コンゴにおいては好影響及び悪影響双方の影響が記録されている。この肥料は明らかに広範囲に必要とされるが、必要とされる量は樹齢によって異なってくる。
- (e) マグネシウム：肥料要素としてのマグネシウムに関する試験はあまり多くは行なわれていないが、WAIFORの試験で指摘されているようにいくつかの試験においてはこの要素が制限因子となっていたという結果もみられている。コンゴにおいてはマグネシウム施用により22-30%の増加がもたらされている。
- (f) 大量の有機物肥料の施用によっても収量に影響を与え得る。

最近の試験結果は④収量を高いレベルに維持するために必要とされる大量の施用養分量及

び⑤パームの発達の初期、特に養分吸収と乾物生産量の間に関連がみられる時点における大量の養分を供給することの必要性をより一層強調する傾向がある。

これは本圃への植付後1年経過した時点より、大量の養分が要求され始めることを意味している。これは最近頻繁にみられ始めた再植圃においては特に強調されねばならない点であろう。

アフリカにおいてはナイジェリアの酸性砂土に生育している未成熟パームに対する加里施用がパームの高さに影響を及ぼすことが記録されている。成樹のパームにおいては考えられる加里施用の反応は窒素なしでは得られず、ここでも均衡のとれた施肥の必要を示唆している。

マグネシウム施用に対しては早急な収量上の反応はみられないが、欠乏症状は減少する。花崗岩土壌 (granite derived soil) に生育しているパームにおける加里、窒素、及び磷の要求量は明確になっている。コンゴにおいては窒素、加里、磷に対する反応が記録されており、マグネシウムも要求されているとみられる強い示唆がある。カメルーンにおいては窒素が特に若いパームにおいて重要であることが判明しているが、明らかに成樹においてはそれほど重要性はもたない。ここでは又、マグネシウムの必要性と共に、磷-加里間の相互作用が指摘されている。

アイボリーコーストにおいても窒素が初期生育を向上させており、一方加里の影響はパームの植えられている土地が以前作物の栽培に使用されていたかどうかによって大きな違いをみせ、又、マグネシウム施用による生育の反応もみられている。同じくアイボリーコーストにおける成樹のパームでは、パーム1本当りに対し、塩化加里1Kg追加施用により相当の収量増加がみられたが、窒素又はマグネシウムに対する反応はみられず、又、加里-磷酸間の相互作用がここでも明白にみられた。

ダホマイにおいては、若木及び成樹共窒素及び加里肥料の施用に対して反応を示したという。ガーナのある地域においては加里-マグネシウム間の相互作用がみられ、又、別な場所においては磷酸の施用に対する顕著な反応がみられた。シエラレオーネにおける試験結果によると全ての多量要素の施用の明らかな必要性がみられた。

アジアにおいてはスマトラの流紋岩土壌 (rhyolitic soil) において窒素及び磷酸に対する反応が記録されている。同じくインドネシアにおいては収量の低下を招かないためには磷酸とその他の要素間の均衡が保たれることが必要であるということも証明されている。

マレーシアの花崗岩及び水成両方の土壌型において窒素、磷及び加里施用に対する大きな反応及びマグネシウムに対するより小幅な反応が記録されており、花崗岩土壌のパームに対し塩化加里を年間パーム1本当り1.8Kg施すことにより最高82Kgの果房収量の増加をみた。

以上略述した多くの肥料試験にみられる1つの重要な特徴は多くの例において異なる要素

間に相互関係が認められることである。

又明らかな養分欠乏状態のパーにおいては、施用した肥料の量、収量及び葉中の要素水準の間の明白な関係を立証することが可能である場合があるが、欠乏症状が顕著でない場合、それぞれの間の関係はしばしば明白でなく、又、時々は関係がみられないこともある。これはマレーシアにおいて Piggott によって説明された試験の結果の明白な描写によりうまく例証されている。

10年生の dura パームに施された窒素量に対する収量の反応はほとんど直線的であり又施肥量に対する葉中窒素濃度も直線的であることが観察されている。

葉中窒素含有率と収量の関係に関しては窒素が特に欠乏している場合には分析値及び収量記録との間に明白な関係がみられるが、葉中の窒素含有率が高い場合にはあまり強い関連はみられない。これは窒素欠乏が収量に影響を与える主要因ではあるが、窒素肥料が十分に施された場合の窒素に対する反応にはその他の要因が影響を及ぼすことを暗示している。非常にやせた土壤に生育しているパームを使用して行なわれたこの試験においては窒素の追加は加里の葉中含量を高めているがその逆は起っていない(表-59)

表-59: マレーシアの試験における肥料施用と加里及び窒素の第17葉乾物中の含有率(%)の間にみられる関係

	N			K		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
K ₀	2.09	2.32	2.54	0.55	0.57	0.54
K ₁	2.09	2.33	2.59	0.74	0.83	0.85
K ₂	2.14	2.38	2.58	0.87	0.91	1.06

N₀, N₁, N₂ = 磷安施用 0, 2.2 及び 4.5 kg/パーム/年

K₀, K₁, K₂ = 塩化加里施用 0, 2.2 及び 4.5 kg/パーム/年

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 321)

多量の施肥が与えられ葉中要素含有率もほぼ希望される水準付近にありながら、葉中要素含有率と収量の間に低い相関関係しかみられない(収量が低い)場合、葉分析の結果をどう解釈するかは極めて難しいところである。このような状態は長期にわたって均衡のとれた施肥が行なわれてきた管理のゆきとどいた農園において極めて頻繁にみられ、施肥設計に当たっては収量に影響を及ぼす全ての要因を詳細に検討することが必要となってくる。

ひとたび主要素の欠乏が矯正されたら以後は関連する葉中要素水準の変化なしに収量の増加が得られるため葉分析の現実的な使用価値は低下してくる。例えば加里肥料の施用により収量の増加はみられたが、葉中の加里含有率には変化はみられなかった例がある。この状態にまで(それ以上の施肥に対し変化しない濃度まで)葉中要素含有率が到達すると、以後

の施肥設計に対する正しい基準はただ肥料試験の結果によってのみ得られ得る。しかしながら栄養系の乾物生産量と収量の間にもみられる関係のデータを葉分析データを補うために養分要求量の指針として用いることは可能であるかもしれない。

11-7-2 均衡のとれた栄養状態の必要性

ある要素が別な要素に影響を及ぼす例が多くみられてくるに従い、施肥設計における葉分析データ使用の重要性は、それぞれの要素間の均衡を維持する必要性にあることが明らかになってきた。栄養面からいうとパームの生長と収量は全ての要素間の合同活動及び相互作用の結果であり、土壌型によっては施用されたある要素は他の要素より大きな影響を与えることがあり得る。単肥の施用により養分の均衡が崩れた例は極めて多くみられている。

シラレオーネにおいては多すぎる窒素肥料の施用が、収量の低下の原因となったことが判明している。ナイジェリア及びマレーシアの両地域においてマグネシウムなしで行なわれた加里施用は葉中のマグネシウム含有率を低下させる結果となった。収量に対する養分均衡の効果はマレーシアでの1つの試験において観察されており、この試験では塩化加里施用に対しては磷酸粉が同時に施された場合に最良の反応が得られた。加里の過剰施用も収量を低下させる結果となる。

均衡のとれた状態の必要性は肥料間に化学的不適合がなく、又何らかの異常が存在しない限り現実には全ての要素が同時に施されるべきであるということの意味する。

加里-マグネシウム又はカルシウム間にもみられるようにある要素には拮抗作用がみられ、一方窒素-磷のように別のある要素の間には共同作用がみられることが知られているため、葉組織中における要素間の比率は重要であると考えられてきた。全体の均衡の中では、加里、マグネシウム及びカルシウム含有率を合計したものは2倍余りでだいたい一定している。ある意見によると、加里/磷率が2.5~3.5である場合に最大量の収量が得られ、2.5を下回ると加里施用の効果のみがみられ、3.5を上回ると磷施用の効果のみがみられるという。しかしながら、比率3.6においても加里欠症状が観察されており、4.6の比率がより一般的に妥当とされている。

植付後10年のパームにおいては窒素/加里率2.2、窒素/磷率15.3が提唱されている。マレーシアにおける極めてすぐれていると証明された一連の肥料試験の結果からは、磷-窒素、磷-加里、窒素-加里及びマグネシウム-窒素間の均衡のとれた相互関係が初期の生育に重要であるということが判明している。

11-7-3 肥料の施用

農園管理経費に占める肥料代は極めて大きいため、施肥方法には十分な考慮が払われる必

要がある。この問題は、肥料が最も効果的に使われる施肥場所、施肥頻度及び年間を通じてみた肥料施用の最適時期等を含んでいる。

11-7-3-1 肥料施用場所

もし施した肥料より最大限の反応及び利益を得ることが望まれるならば、肥料はパームの吸収根により可能な限り速く又多く吸収され、パーム以外の植生によって吸収される量を最低限に抑えるような場所に置かれねばならない。吸収根が最も集中的に存在する位置を明らかにするのは非常に単純なことのように見えるが、現在までに行なわれたそのような調査は管理作業方法及び畦間被覆植物によって位置に大きな違いがみられることを明らかにしている。

これらの観察結果は根の発生に大きな違いのあることを示しているが、これらの結果は、将来いかなる施肥方針がとられるべきか又若木において現在広く使用されている方法である除草円周内への施肥及び成樹において用いられている円周の外より葉の先端までの間への施肥方法がどれほど正しいのかという疑問に対し、直接、間接の価値のある暗示を与えてくれる。この非常に重要な課題を対照とした正確な試験は驚くほどに少ない。放射性物質を使用したある試験によると若いパームにおいてはパーム基部近くに肥料を置くのが最も適当という結果がでたが、成樹パームにおいては一定の施肥場所を定義づけることはできなかった。ある試験によると根が最も集中しているのはパームの基部近くであり、次に高い集中性のみられるのは除草円周の外に近い場所であるという結果がでてくる。別な調査によるとほとんどの吸収根がパーム基部より2-3 m離れた場所以内のみられるという。マレーシアにおける観察は以下のような結果をみせており(表-60)、パームは年をとるにつれて根の総重量の増加がみられることを示しているだけでなく、少なくとも植付後12年間は根の最大の集中部位はパーム基部より1.2 m以内のみられることを示している。

表-60 パーム基部より一定距離離れた区域における根の総重量

植付後 パーム月齢 (月)	パーム基部よりの距離(m)				合計 Kg
	0-1.2	1.2-2.4	2.4-3.6	3.6-4.8	
	Kg	Kg	Kg	Kg	
29	4.42	2.90	1.45	0.86	9.63
75	32.16	12.06	10.95	15.13	69.95
169	59.02	10.85	12.80	16.85	99.52
224	31.36	35.95	27.62	15.14	110.1

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 324)

マレーシアにおける別な研究によると、植付1年6ヶ月経ったパームでは最下位の葉の先端はパーム基部より3.6 m離れた地点にあるが、ほとんどの三次根はまだ2.6 m以内にあった。根系が葉の先端へ向って伸びたのはかなり後になってからで、古いパーム(17.5年のものまで)においては吸収根の主な集中はパーム基部より2.4~4.8 mの範囲内にみられた。さらに別な研究による若いパームにあっては除草円周内における根の集中度が最も高く未成熟パームの場合除草円周内に施肥を行うことの有効性がはっきりしている。一方成樹では畦間の中心に帯状に又は畦間全面に均一に施肥を行った場合に肥料がよく吸収されると思われる程に根は広く分布している。6年生パームの吸収根も畦間の中心(パームより3~5 m)において最大数がみられ、この根の分布では畦間への施肥が有効であることを裏付けている。畦間被覆作物も根の分布に影響を与える。4年生パーム園において *Pueraria* が畦間を覆っている場合、吸収根は除草円周内よりも畦間においてより多くみられるが、畦間を禾本科雑草が優先的に占めている場合、この状況は逆となり、除草円周内において吸収根がより多くみられる。

従ってほとんどの吸収根が除草円周内に発生し、肥料も又円周内に施される未成熟パームの場合を除いては吸収根の分布の記録にはある程度の多様性がみられる。

これ等の異った観察は大まかにいって吸収根の集団は、養分及び水分含有水準の最適な部分の土壤中において発生するという自然的傾向で説明され得る。成樹の観察結果はだいたいにおいてそのパームにおける過去の施肥経過を反映し、除草円周のふちに施肥されるのが普通であるため、この部分に高い吸収根の集中がみられることが多い。

円周除草を除草剤によらず人手で行った場合、除草作業により土壌表面に存在する吸収根のかなりの部分が破壊されるがこの作業を人手によらず、従って現存する吸収根の破壊が大きくない場合、円周内における高率の吸収根の存在がかなり長期にわたって維持されるという状態をかえ得る程の状況はあまりみられないと考えられる。従って栽培当初より除草円周内において常時非常に密度の高い吸収根の発生が生じるような状況をつくり出すことも可能な筈であり、これより除草円周内に施されたあらゆる肥料の大部分はパームのみによって利用され得ることになる。

基本的には施されるいかなる養分も吸収根が最も高い密度でみられる場所に施されるべきであるが特に磷酸肥料にあってはこの必要性が高い。磷酸は土壌によって容易に固定され、土壌中における動きが制限されるため、施肥に当っては可能な限り吸収根に近く施されることが必要となる。

除草円周管理に除草剤を使用することは円周内の吸収根の高密度の分布を築きあげるために非常に有効である。除草剤散布によって枯死した雑草によりゆっくりと発達する薄い腐植土層は、良好な養分水準及び向上する傾向のある保水性を通じて非常に多くの吸収根の発達

を助長する。従ってこの目的のために柵間を広く維持し（最低パーム基部より2 m）、肥料をできるだけ広い土壌表面に薄く施用して、根の肥料焼けを避けることが必要である。パーム基部より30 cm以内の土壌表面は多くの土壌においては非常に大量の降雨がある時以外は乾燥しているため、この場所には施肥はされるべきではない。同じく乾期に施用された肥料は土壌表面にかなり長時間にわたって残ることがある。この重大な問題に関してはこの一般的仮説を証明するために明らかに今後の研究が必要であり、放射性物質—同位元素—を使用した実験は非常に有効であろう。

時々袋に入れた肥料の施肥又は溝施肥等が提唱されることがあるが、これ等の方法は現実的には何らの特別な価値もないことが判明しており、現時点では土壌表面への散布が最良とされている。

通常要求される大量の肥料施用に飛行機を使用することが考慮されることがあるがほとんどの場合、経費が高くかかりすぎるのが欠点である。この余分な経費が極度の労働力不足、早急な施肥の必要性又は地形的な問題により許容される場合もあり得ると考えられる。地形が車輛の通行に適している園においてはパームの列間を走ることににより、肥料を全面散布することのできる機械も市販されている。

現在の時点では、肥料の効率的で無駄のない使用が望まれるならば全面散布よりも一定の決った範囲に施肥する従来の方法がより安全であり間違いがないと思われる。この施肥方法に適する機械はまだ作成されていないが、畦間における除草剤散布と関連させて肥料を帯状に施肥する方法は今後地形が問題にならない園においては考えられてよいと思われる。

硝素肥料は葉液に施してそこから吸収させパーム体内で移動させる施肥方法がとられるべきだと時々主張されてきた。しかしながら硝素はパーム体内において横の移動があまりみられず、この方法はあまり効果的ではないようである。このような施肥方法によって効果があったとみられるのはほとんどの場合、葉液にあった肥料が雨によって洗い流されて土壌中へはいりそこで根によって吸収された結果であると考えられる。

硝素肥料の施用も除草剤のふちに広く帯状に散布する方法がより有効と思われる。その他の微量元素の施用場所に関しては現在までのところ十分な研究は行われていない。多量元素が多量に施された場合、又ある場合には土壌の性質により微量元素の吸収が妨害されることがあるが、この場合葉面散布が最も効果的のようである。もしある特定の微量元素の定期的施用が必要ということが明確になれば、ある条件下においては飛行機による葉面散布が最も効果的で、又経済的と考えられる場合もある。この場合若い園では相当肥料の損失があるがパームの葉柄にたまった肥料は別に害は及ぼさないと考えられている。

現実面では確実にそれぞれのパームに対し正確な量の肥料が施され、施肥されるべき地域全面に均一に散布されるようすぐれた監督が必要となる。目盛りのついた容器又は前もって

適当な大きさに切り揃えた空缶等の容器を使用すると施肥量を正確に量ることができ、正しい一定した施肥ができる。施肥作業に対する必要労働者数は数多くの要因によって決り一定しない。これ等の要因には圃場内における肥料の播給地点（道路際、畦間通路等）パームへ近寄ることの難易度、通路状態、畦間作物の高さ、及びパーム1本当りへの施肥量等の要因が含まれる。パーム体当り1～4kgの施肥を行った場合、通常の作業能率は200本/労働日±25%である。

11-7-3-2 施肥の頻度

肥料が施される頻度はパーム栄養及び経営の両面よりみて非常に重要な肥料使用に関する問題点であるが、この点に関する試験は多くは行なわれていない。経営面からいえば施肥頻度は少ないほど労賃は少なくてすみ又組織化も容易となってくる。これは特に新植園において経験の不足している労働者を使用して作業を行う場合にいえることである。

施肥作業の一般的考え方としては、若木園においては成樹園よりも頻繁に施肥を行うべきであるといえる。この理由は施用された要素総量のうちからパームが吸収し、使用することができる要素量はパーム自体の発達程度により決ってくる限度内の量に限られるためである。若木時代におけるパームの栄養生長量は急激に増加し、養分吸収能力は急速に変化していく。結果として、1時的に生じ得る要素欠乏の発生を回避し、パームの栄養生長を妨害なしに進展させるためには大量の施肥を頻繁に行うことが必要となる。さらにこれに結実の開始と共に生じてくる大量のパーム体内の貯蔵養分の流出に対する準備の必要性が加えられねばならない。

このことより、苗床段階より始めて施肥の量を当初のパームの発達の程度に比例して計画するのが普通である。

オイルパーム栽培技術の様々な面よりみて、樹齢による標準ばかりに頼るよりは、発達程度からみた標準を使用した方がより正確にパームの状態を把握できると思われる。

しかしながら長期間の間には条件が均一であると仮定した場合一定の地域内においてこれら二つの要因（樹齢及び発達程度）の間に標準的な関係を見出すことは可能である。初期の発達速度は国によって異なるため、施肥時期も同じく栄養生長及び初期の果房生産量の程度の両方の違いに応じて異ってくる。

マレーシア及びニューブリテンの農園においてつくられた三つの例はこの概念を例証することができる。しかしこれらは単なる例であり、この例に相当する予定表はそれぞれの地域において個別につくられねばならないことは強調されておかねばならない。ニューブリテンにおける未成熟段階の栄養生長速度及び初期収量はマレーシアの平均より高い。

例証されている地域のうち1ヶ所では土中のマグネシウム含有率が高く（マレーシア—壤

土)、又別の園においては焼の含有率高く(マレーシア-粘土)それぞれの要素の施用の必要性低く、3番目の園の土壌は平均的な多量要素含有率を示す(ニューブリテン-andosol)、以上3ヶ所における現時点で推奨される施肥及び重要な管理作業の予定表が表-61であり、これは以下のような目的をもっている。

(a) 特定の要素の土壌による高い自然供給力を考慮に入れる。

(b) 様々な速度の栄養生長に応じた計画をつくる。

(c) 土壌中の養分含有量が早い時期に枯渇するとそれ以後施された肥料要素は土壌自体

表-61: 土壌養分供給力, 栄養生長量及び初期収量の異なる3ヶ所の若木園における管理作業計画の1例

植付後 月 齢(月)	マレーシア (壤土)	マレーシア (粘土質)	ニューブリテン (andosol)
植付時	P	-	-
3	N	N	N
6	N . K	N . K . Mg	N . K . Mg
12	N . P . K	N . K . Mg	N . K . Mg
14	-	-	摘花開始
16	摘花開始	摘花開始	-
18	N . K .	N . K .	N . K . Mg
22	-	-	摘花終了
24	摘花終了 N . P . K	摘花終了 N . K . Mg	- N . K . Mg
28	-	-	収穫開始
30	収穫開始 N . K	収穫開始 N . K	- N . K
36	N . P . K	N . P . K . Mg	N . K . Mg
48	← 葉分析が遅れた場合, 1時的維持のための施肥 →		
	← 葉分析を基礎とした施肥 →		
収穫1年目収 量 ton/ha	12	15	20
備 考	土壌のMg含有率 高い	土壌の焼(Fe)含有率高い	土壌は多量要素を平均的 に含む

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 328)

の要素欠乏状態が矯正されるまでは土壌により大規模に固定され、パームの吸収する割合が低下してくるため、早い時期における土壌中の養分枯渇状態を避けるよう

施肥計画がなされる。

- (d) 当初の大量結実に伴う大量の養分流出を考慮する。
- (e) 初期の果房生産程度の差を考慮する。
- (f) パームの重要な発達段階で要素を施用することにより、パーム体内の貯蔵養分の消耗をさける。
- (g) 葉分析の結果により、より正確な指標が与えられるようになるまでの間適切な養分供給を行う。

36ヶ月以前の施肥は強制的と考えられるべきであり、予定された時期に可能な限り近い時期に行なわれるのが必要であり、表に規定された時期の1~2ヶ月以内に行なわれるべきである。特に降雨量の多い月は避けるような調整が行なわれなければならない。推奨されている施肥量はほとんどの場合通常経済的最低限のものであり、不変のものと考えられるべきではない。もし1種又は複数の要素の欠乏が明らかになったら、可能な限り早期にその欠乏している特定の要素を施用して矯正すべきである。

36ヶ月よりの施肥は葉分析の結果を基礎にして決められる。場合によっては植付後正確に30ヶ月の時点がリーフサンプル(分析用の葉のサンプル)を採集するには不適當と考えられることがあり(施肥後あまり期間がたっていない場合等)、従ってこの場合には葉分析データの入手が遅れることになる。

大量の結実による影響を考慮した場合、36ヶ月目の施肥は非常に重要な時点であるが、葉分析データなしでも施肥は行なわれなければならない。従って現実的な指標としては36ヶ月目のパームにおいて5ヶ月以内に葉分析データが入手できない状態にあつてはその時点で適當と考えられる量の窒素及び加里肥料を施し、その他の要素は葉分析の結果をまけて施す。もし分析用のサンプルがすでに採集されている場合、又は2ヶ月以内に採集されることが確実な場合、36ヶ月の時点では施肥を行わず、葉分析データが明らかになった時点で、その結果により全ての要素の必要量を決定して施肥を行う。

成樹に対しては年1回の施肥が通常適切と考えられる。アフリカでの試験によると加里肥料の分割施用には何らの利点もみられず、しかも3年に1回の施用で充分であるという結果がでている。しかしながらこの試験においては3年間の全期間に対しパーム体当たりわずか6 lbs. (2.7 kg - 塩化加里)が施されているだけであり、この量はほとんどの状況下において非常に不満足な量とみられ、従ってこの試験結果は他のどの地域に対してもあまり参考にはなり得ない。アフリカにおいては大量の窒素肥料が施される場合を除いては、成樹への分割は不必要であり、年1回の施用でよいと考えられている。

明らかな利点が見られないにもかかわらず現在では多量要素肥料を年2回に分けて施す傾向が強い。

この施肥の目的は(a)1年間隔で施した場合に生じる可能性のある1時的な養分欠乏症を避ける；(b)を予期しない暴雨により生ずる可能性のある重大な又はほとんど全部の肥料の損失を避ける；(c)特定の要素のパーム体内における貯蔵量の減少がみられる場合、又は特定要素の幹より葉への移動が激しくない場合等を考慮する；(d)果房生産によって失われた養分を補充する；等である。

施肥時期を決めるに当っては気候条件と共に施肥と葉分析用サンプル採集の間に必要とされる期間が考慮されねばならない。養分欠乏症が明らかにみられる場合葉分析用サンプル採集が終わったらすぐに、通常施される施肥量の半分量を維持肥料として施し、不足分は葉分析の結果が出てからその結果によって調整した量を追加する方法が提唱されている。そのような方法は過去において葉分析及び適切な肥料の施用が行なわれてきた成樹園に対してのみ適用でき得るものである。

維持肥料は通常過去の葉分析の結果により終始一貫してその施用が必要と判明している多量要素に限って行なわれ、ほとんどの場合窒素と加里が必要となる。

この維持矯正施肥の概念は充分理由のあるものと思われるが、この概念を支持する試験的証拠があるわけではないことは念願においておかねばならない。従って通常の状態にある成樹園において肥料を分施するかどうかの決定は個々の状況を考慮して下されねばならない。

しかし流亡の激しい砂質土又は泥炭土においては年2回の施肥が望ましい。単肥を使用する場合養分不均衡発生の危険を抑えるためには、全ての種類の肥料施用が可能な限り短い期間内に行なわれねばならない。

11-7-3-3 施肥時期

若木パーム時代における多量の養分が要求される時期と施肥時期を一致させることはもちろん重要であるが、成樹パームにおける施肥時期も重要である。この時期も国によって大きな違いがみられる。アフリカにおいては雨期の終りよりも雨期の始めに施肥した場合、肥料の効果が最も大きいことが知られている。しかしながらほとんどの地域においては多量の降雨により生じる急速な肥料の流亡(特に窒素肥料)、たとえ短い時間ではあっても非常に強い降雨により土壌表面を流れる水、又はより長期にわたる水による肥料の損失等のために年間を通じ最も多量の降雨が予想される時期には施肥を避けることが必要となる。従って西アフリカに比べより降雨が年間を通じて平均しているところにあつては施肥は軽い降雨がみられる時期に施されるのが望ましい。降雨がなく非常に乾燥した時期にはパームは施された肥料を吸収することができないので、乾燥のひどい時期も避けられるべきである。

酸性硫酸塩土壌という特別な条件下に育っているパームにおいては、雨期には硫化層より上まで地下水位を維持し、その水を定期的に排水する必要があるが、この必要性和施肥時期

の間の関係を考慮しなければならない。ほとんどの要素は通常通り施肥することができるが、窒素肥料は地下水位が多雨期以前の水準にもどり、水が排水された後の雨期の終りに施されるのが望ましい。

微量要素施肥の最適時期に関しては事実上研究は行なわれていない。アフリカでは固素施肥は雨期の始めに行なわれることが望ましいとされている。すでに述べたことであるが、施肥時期は葉分析用サンプル採集の時期と重複しないように注意しなければならない。できれば施肥後分析用サンプルを採集するまでの期間は6ヶ月間であることが望ましいが、最低3ヶ月の期間は絶対に必要である。

11-7-3-4 パームに対する肥料の効果及び使用の速度

若いパームにおいて要素欠乏症が肉眼でみられるとき、特に欠乏している要素がマグネシウム又は窒素である場合、肥料施用に対してみられる表面的な反応-効果-は急速にみられる。

しかしながらより年をとるに従いパームの反応は通常葉中の要素含有率及び収量という形でみられるためあまりはっきりとはみられない。葉中要素含有率の増加はしばしば施肥後1年以内に得られる。ある種の肥料は急速に吸収され、例えば施肥後2週間以内に吸収が始まり、約2ヶ月後に葉中要素水準の最大増加率に達する。

収量に関しては肥料施用に対するパーム反応速度記録の明らかにされている数例があるが、その間には大きな違いがみられる。

焼灰施用に対する測定でき得る反応が6ヶ月後に記録されているが、18ヶ月後にみられる値にも焼灰の反応と考えられるものがみられる。パームが極度の欠乏症を示している場合、全体的な収量に対する効果があらわれるにはより長い期間がかかり、特に土壌の養分欠乏が顕著であり、施肥量が十分な土壌養分水準を急速に確立するには少なすぎた場合、より長い期間を必要とする。

アイボリーコーストにおいては収量に対する効果は4年後にようやく記録されている。

通常の条件下では施肥の効果は少なくとも1年間は収量にみられない。焼灰粉のような特定の肥料の残余効果は数年間にわたってみられる。施用された養分の中よりパームが利用できる量(利用効率)についてはあまり知られていないが、異なった環境条件をもつ地域間では違う効率をあらわすとみられる。施用された磷安の約50-75%がパームによって利用され、残りは土壌中より流亡すると見積られる。焼灰利用率は10-30%程度である。加里肥料は容易に又急速には流亡しないため、利用率は高いと思われる。

11-7-4 肥料の種類

肥料の様々な種類の間には大きな価格の差があり、従って農園において毎年必要とされる大量の肥料よりみて肥料代は経営的に極めて重要な位置を占めている。加えて主として土壌酸度の違いによりある肥料はある土壌型においては適切であるが、他の土壌型においては不適切であるというような状況もみられる。

有機質肥料特に空果房を使用した実験もある程度行なわれているが、葉分析による要求量の判定によるとかなりの化学肥料がさらに施されねばならないことが判明している。従って現在ではほとんどの要素が単肥、特別に配合された混合形態、又は粒状の複合形態の化学物質の形で施されている。

11-7-4-1 有機質肥料

工場において果実が除かれた後の空果房は多量の養分を含み、この材料を肥料として使用することはパームの生長及び収量に対し好結果をもたらす。アフリカにおいて行なわれたある試験によると園全体を完全に空果房で覆った場合年間32 ton/haの収量があったのに対し、除草円周内のみを空果房で被覆した場合又は除草円周内を裸地状態に維持し、その部位を空果房で被覆した時に得られると予想される差分量を毎月化学肥料で差した場合、年間25 ton/haの収量しか得られなかった。

マレーシアにおいても2年に1回の空果房施用による増収が記録されており、又西アフリカにおいても空果房及び堆肥の混合物をパーム1本当り19 kg及び38 kg施用することにより収量の増加がみられている。空果房施用に伴い変化したと考えられる水分保持能力の要因がどれ程収量に影響を及ぼしたかは不明である。大面積に対して空果房施用する場合、運搬費及び施用のための労賃はかなり大きなものとなる。

11-7-4-2 窒素肥料

窒素肥料としては以下のようなものがある。

肥 料 名	窒 素 含 有 率 (%)
硝酸アンモニア (Ammonium nitrate)	15-20 (26%のものもある)
磷酸アンモニア (Ammonium phosphate)	16-21 (及びP ₂ O ₅ 48-53%)
硫酸アンモニア (Ammonium sulphate)	21
石灰窒素 (Calcium ammonium nitrate)	20-21
硝酸石灰 (Calcium nitrate)	15
硝酸ナトリウム (Sodium nitrate)	16
尿 素 (Urea)	46

オイルパームに最もよく使用される窒素肥料は硫酸アンモニウム（硫安）である。この肥料は酸性であり土壌酸度を強めるだけでなく、他の要素の流亡を促進する傾向があるため、使用を抑制すべきだという意見もある。流亡に関しては硝酸アンモニウムも同じような性質をもつが、尿素はそれほどひどい他の要素の流亡は引き起こさない。しかしながら硫安はすでに軽度の酸性を示す土壌に栽培されている極めて大きな面積のオイルパーム園において土壌酸度にほとんど何らの影響も与えることなく使用されてきた。特定の状況下例えば土壌酸度がパームによるマンガンの吸収を不可能とするような水準にあるニューブリテンの土壌等にあつては、土壌酸度が少々強くなった方が好都合なこともある。

硫安の使用は自然状態下において硫黄の欠乏がみられるか又は不足が疑われているような土壌においては硫黄供給源としての価値ももつ。

アフリカにおいて異なる窒素供給源（肥料）の効果について比較試験が2-3行なわれたことがある。1つの試験においては硫安、硫安、硫安及び尿素の間に効率について差はみられなかったが、別な試験では硫安及び尿素の効率は変わらず、以上2種は硫安よりも良好であった。石灰窒素は酸性の強い土壌において長期間使用された場合土壌酸度に何らかの影響を及ぼすことが考えられるが、現在までの経験からみると、通常施される量では土壌酸度に見みえる影響を与えることはできないと考えられる。酸度の弱い（PHの高い）土壌は通常土壌中の高いカルシウム含有率を伴ない、もし石灰窒素を施用するとカルシウム-加里間拮抗作用を増加させることになるためこの種の肥料はこのような場合には施用されるべきではない。

窒素含有率だけからみるならば最も安価な窒素肥料は尿素である。これは窒素肥料としては通常尿素が使用されることが望ましいということを示唆しており、アフリカにおける試験もこれが現実的であることを示している。一方アジアにおける経験からは（実験的な証拠ではないが）尿素により得られる結果は硫安施用により得られる結果より劣ると考えられている。ある条件下においてはアンモニアの気化による窒素の損失が極めて大きく、これが尿素施用の場合の低効率の原因になっていると考えられる。

マレーシア内陸部の軽い壤土においては施された窒素の最高28%程までが失われ、海岸粘土質土壌においては損失は6%程と低い。従って気化による損失が少ないところにおいてはマレーシアのゴム園における1つの試験において示唆されているように尿素の効率が高くなる可能性はある。いずれの状況下においても大面積に対する尿素の施用は適切な試験による結果をみた後においてのみ決定されることが望ましいと思われる。尿素をレーキにより表土中に混入することにより気化による損失を大きく抑えることができるが、この方法は通常の施肥作業においては現実的に実行不可能であり、又土壌表面にある吸収根を傷つける。

11-7-4-3 マグネシウム肥料

最も多く使われ又最も安価なマグネシウム肥料は MgO 26% を含有する Kieserite (crude hydrated magnesium sulphate) である。この化合物は自然状態下での硫黄含有率が不足している土壌においては硫黄供給という付加価値をもつ。もし硫黄の欠乏はみられないが、塩素の欠乏がみられる土壌があったら Kieserite のかわりに塩化マグネシウムを使用することが望ましい。稀にしか使用されないがもう1つのマグネシウム肥料として、CaO 34% 及び MgO 18-20% を含有する苦土石灰 (dolomitic limestone 又は ground magnesium) がある。しかし窒素肥料の項で述べたようにカルシウム-加里拮抗作用の危険性のためこの肥料の使用は限定的なものである。しかしながらこの苦土石灰は強酸性土壌に育っているパームに対するマグネシウム肥料としては価値があり、この場合 Kieserite を施肥する場合の量の25%増しの量を施すと同量の MgO が施される。苦土石灰と窒素肥料の間には化学反応が生じ易いため、両者は6週間以内に施されてはならない。硫酸加里苦土 (sulphate of potash magnesia-patent kali) も MgO 9% を含むが、この肥料の主な用途は加里供給源としてである。果房灰も MgO 5-6% を含む。もう1つのマグネシウム肥料 sulpho-mag は MgO 18.5% 及び K₂O 22% を含有する。

11-7-4-4 磷酸肥料

PH 6.0 以下の土壌においてはクリスマス島燐鉱石-Christmas island rock phosphate (OIRP) が最も安価で但つ最も広く使用されている燐の供給源である。この燐鉱粉は P₂O₅ 36% を含有するが、その多くはパームに対しゆっくりとしか吸収可能な状態にはならない。事実全ての磷酸肥料は土壌中にはいるとすぐに不溶性となるか又は固定される。但しより水溶性で燐鉱粉に比較してより早くパームに吸収可能な状態になる磷酸肥料もある。PH 6.0 以上の土壌においては多量のカルシウムを含有し、より不溶性となる燐鉱粉は好ましくなく、より溶解性の高い磷酸肥料の使用が必要となる。このような形態の磷酸肥料としては過磷酸石灰 (P₂O₅ 18%)、重過磷酸石灰 (P₂O₅ 38-40%) 又は三重過磷酸石灰 (P₂O₅ 48%) がある。

燐鉱粉 (Rock phosphate) としては Christmas island rock phosphate が最も広く使用されているものであるが、その他の燐鉱粉もある。これ等の間には磷酸含有率及び土中における有効性において違いがみられ、この違いは施肥量決定に際して考慮されねばならない。天然燐鉱石粉の P₂O₅ 含有量及び溶解性は以下に示すようなものであり、ある種の燐鉱粉は肥料としての価値が少ないことが明らかである。

原 産 地	総 P ₂ O ₅ 含有率 %	2% 蟻酸中における総 P ₂ O ₅ 中の溶解 率 %
Morocco	32 - 33	47
U.S.A. - Florida pebble	33.5	21 - 22
Tunisia - Gafsa	25 - 30	53 - 54
Christmas island	35	25 - 26
U.S.S.R. - Kola	37	8 - 9

・ 磷酸肥料の農的価値は原産地、軟性及び土壤中溶解性等を含む多くの要因によって決ってくる。磷酸がより軟性であり、より細かく粉砕されていることが肥料としての経済的適性を高める2つの要因である。

11-7-4-5 加里肥料

現在使用されている加里肥料のほとんどは K₂O 60% を含有する塩化加里 (Muriate of potash 又は potassium chloride) である。この化学物質は又ほとんどのオイルパーム栽培地域において要求量を充分満たす程の大量の塩素も供給する。

別な加里肥料として K₂O 48 - 52% を含有する磷酸加里があり、ある試験によるとこれは塩化加里と同程度に効果的であるという。硝酸加里は K₂O 44%, N 13% を含有するが取扱いが危険なためあまり使用されていない。

Sulphate of potash magnesia (Patent Kali) は K₂O 26%, MgO 9% を含有するが塩化加里及び Kieserite に比較して高価であるためあまり使用されない。

11-7-4-6 肥料としての果房灰

空果房を焼却炉で焼却して生産された果房灰は近年多く使用されつつある。果房灰施用に対する反応(効果)はマレーシアでは以前より知られており、8-9トン/ha (K₂O で約3ton)を2年に1回施すことによりパームの生長及び収量に好影響を与えることが判明している。果房灰は特に酸性硫酸塩土壌においては安価な養分供給源となるだけでなく土壌状態を改良する役割も果たす。

果房灰は特に加里を多く含有し、その他の要素はわずかしかならない。乾燥果房灰の含む平均養分含有率は P₂O₅ 3-4%, K₂O 40%, MgO 5-6% 及び CaO 4-5% である。従ってこれからみる限り加里とマグネシウムの含有割合はほぼ均衡がとれている。通常の施用割合は約1kgの Kieserite に対し3kgの塩化加里で、これは MgO 25単位及び K₂O 180単位をもたらすことになる。5kgの果房灰は MgO 25-30単位及び K₂O 200単位に相当する。

果房灰は強いアルカリ性を示し、取扱いには注意を要する。加えてこの灰は極めてしめりやすくジュート袋に入れて長期間貯蔵しておくとき非常に高率の水分増加がみられる。これは果房灰に含まれる養分量は一定しているのに、水分を含むことにより重量は増大し、従って重量に対する養分含有率は低下し取扱いもより困難になることを意味する。もし灰がポリエチレン袋に貯蔵されれば水分吸収はかなり抑えられる。

水分含有率により果房灰中のK、O含有率には大きな幅がみられるため、果房灰を使用する場合には施用に先立ってK、O含有率の分析を行ない、分析結果により施用量を決定することが望ましい。しかしながら平均的サンプル抽出は難しい。現実的に施用量の調整が必要となるのは水分含有率が10%を超えた場合である。水分含有率10%以下の場合、通常の施用基準は重量で塩化加里の50%増しである。

果房灰は1年中施せるが、葉分析用サンプル収集の時期は果房灰施用後少なくとも3ヶ月以上経過していなければならない。1年中施肥できるということは果房灰を長期間貯蔵することによる水分含有率の増加を回避できることを意味する。果房灰は除草円周のふちに幅広い帯で薄く散布する。もし厚く散布しざると、吸収根に障害が生じることがある。酸性の強くない普通の土壌は果房灰は他の化学肥料と交互に使用し、3-4年に1回以上の施肥は避けるべきである。これにより土壌酸度に悪影響を及ぼす危険を避けることができる。

果房灰は酸性の強い土壌において非常に有効であり、大量の灰を施すことにより土壌酸度を若干高めることができる。この場合の果房灰の施用は新植園において最初加里肥料が必要になる時点より行うことができる。

酸性硫酸塩土壌のパームに対しては以下のような施用量が考えられる。

樹 齡 (年)	果房灰 (Kg/パーム)
1	1.5
2	3.0
3	4.5
4	6.0
5年以上	6.0

11-7-4-7 単肥と複合肥料の比較

化学肥料は大別して2種類に分けられる。これ等は⑧通常1種類の要素のみを供給する単肥又は単肥を混合したもの及び⑨複合肥料である。

全ての栄養状態を考慮に入れ、特に葉分析の結果が手元にある場合、通常ある程度の精度をもって園内の各々のサンプル区毎のそれぞれの要素の要求量を算出することが可能となる。配合又は複合肥料がより広く使用され出したのは比較的最近のことである。単肥及び複

合肥料とも数多くの異なる含有率のものがみられるが、この2つのグループの肥料（配合肥料は別扱いすることもある）のもつ利点、欠点は次のように要約され得る。

a. ほとんどの複合肥料が全ての主要要素を含むため、全ての要素の絶対量そのものが不足している場合、施肥時点での大きな間違いを避けられる。同じくそのような状況下において非常に有害となる養分の不均衡も避け得る。

一方特定の要素がすでに十分な水準にある場合、特にそれが葉分析により判明しているようなところにさらに全ての主要要素を含む複合肥料を施すと要素間の不均衡をまねくような状態を引き起しかねない。このような状況はパームの栄養状況を悪化させるだけでなく、不必要な支出の増加ももたらすことになる。

b. 単肥を数回にわたって施すよりも、全ての必要とされる要素を含む複合肥料（この場合は配合も含む）を1回施した方が施肥作業に要する経費（肥料代は除く）はより安価となる。

c. 通常必要とされる4要素（N, P_2O_5 , K_2O , Mg）を単肥で貯蔵するよりも、複合肥料1種を貯蔵する方がより容易である。複合肥料は単位重量当りより高率の要素を含み、従って運賃、施肥経費及び貯蔵経費が安くなる。

d. 複合肥料は個々の粒の中に全ての要素を一定の割合で含むため、より均一な散布が可能である。単肥はほとんどのオイルパームが栽培されている地域にみられる高湿度条件下においてはしばしば塊りとなり、均一な散布が行なわれにくい。

e. 若木園においては前もってかなりの正確さをもって、必要とされる個々の要素量を推定し得るので複合肥料又は配合肥料の使用が望ましい。特に忙しいパーム農園において労働者が経験不足である場合に全ての必要とされる要素を1度に施すことが可能であるため、施肥作業の速度が速くなると共に作業の監督が容易となる。このような状況下においては希望される要素含有割合をもつ複合又は配合肥料を特別注文により肥料製造業者に発注できることもある。

f. 複合肥料は様々な異なる要素含有割合のものがつくられているが全ての成樹園における様々な異なる要素要求量を満足させることはできないため、ある程度の単肥の使用は避けられない。もし、肥料製造業者が個々の農園の注文に応じて異なる要素含有率をもつ複合肥料を短時間で用意できるならば理想的であるが、そのためにはかなりまとまった肥料量が必要となるであろう。

g. 単位重量当りの特定の肥料要素の価格は通常単肥の方が安い。

肥料（単肥、複合を問わず）含有率はN, P_2O_5 , K_2O , MgO等の酸化物の状態で示されるのが普通であり12:12:17:2はN 12%, P_2O_5 12%, K_2O 17%, MgO 2%というような含有率を意味する。

この液化化合物の含有率を絶対成分率に直す場合又はその逆が必要となる場合以下の表が使用できる。

換	算	倍	率
P ₂ O ₅	→ P	×	0.437
P	→ P ₂ O ₅	×	2.29
K ₂ O	→ K	×	0.83
K	→ K ₂ O	×	1.20
MgO	→ Mg	×	0.60
Mg	→ MgO	×	1.67

11-7-5 肥料施用の経済性

管理のゆきとどいたオイルパーム農園においては年間の管理経費の半分以上が肥料代及び施肥関係出費であることも稀ではない。マレーシアにおけるそれぞれの管理作業に要する経費の割合は表-62におけるようなものである。

表-62 マレーシア内陸部の2,000 haの農園における6年生パームに対する各管理作業経費の比率

管理作業別	管理作業総経費中の比率(%)
草取り及び草刈り	21
摘葉及びパーム幹の清掃	3
人工授粉	14
通路、排水溝、橋	6
病虫害防除	2
施肥関係	54
計	100

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 338)

最適施肥量は一般的に重要な項に並べると収量に対する影響度、パームオイル価格、肥料価格によって決ってくることが判明している。収量が非常に低い地域及び特定の要因がその状況(低収量)が変化すること妨げている地域においては施肥が経済的でないこともあり得るが、ほとんどの場合施肥は充分価値がある。これは特定の要素の顕著な欠乏がみられ、肥料に対する反応が収量増加及び葉中の要素濃度という形ではっきり得られるところにあっては容易に算定できる。しかしながら収量が最大限に近づくとき不経済になる前の中間地帯がみられてくる。この点での施肥計画には充分な注意と目的が必要である。グラフ3はこの限界

点を表わしており、最大収量付近（B→A）において施肥が収量に与える影響の小さいことは最大の収益（B）は最高収量（A）よりやや下った点で得られる（すなわちある点以上においてはそれによつて得られる追加収入よりも必要とされる経費の方が大きくなる）ことを意味している。肥料の効果をもっと明確に知るためには肥料施用により影響をうける果房収量よりも実際にオイルの生産がどれ程増加するかということを知る必要があると考えられる。

若木パームに対する施肥の影響を現実的なデータにすることは困難である。しかしながら若木時代及び結実時期の養分要求に応じた大量の施肥は初期の継続的な高い収量により十分に償われることは疑いない。

11-7-6 施肥量

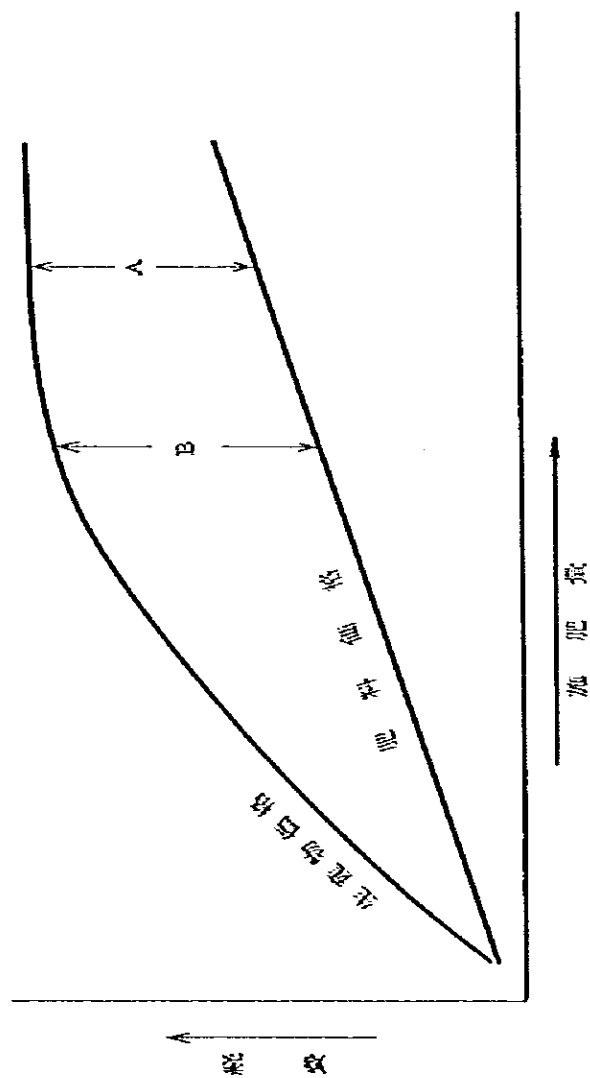
これまでに述べたようにパームの成長及び収量に影響を及ぼす因子は極めて多いため、正しい施肥量の決定は個々の農園の状況を考慮し、又パーム栽培技術の中でも非常に重要な面であるこの施肥関係に十分な経験をもつ専門家によってのみ行なわれ得る。それ故にここでは極一般的を示唆しか与えることはできないし、又これらの示唆はごく大まかな意味でしか参考にはならない。

いくらかの国においてはパームが50年以上も栽培されているという事実にもかかわらず、それぞれの国において明らかになっている推奨されている施肥量のデータは驚く程少ない。Ng はこれ等の多くのデータを集めて再構成している。これが後に添付してある表である。もちろんのことながら表中の数値の多くは必ずしも必要とされる栄養均衡を意味しているわけではなく、施肥計画において考慮されねばならない1つの面として要素間の均衡があることはここでも思い出されねばならない。

すでに述べたように未成熟園にあつては表中の時間的基準に執着するよりはパームの発達程度に応じた施肥がなされる方がより理想的と考えられる。成樹園にあつては主として収量及び施肥による経済的利益を含めた多くの要因が考慮されねばならない。

施肥関係資料として表63～73を添付する。

グラフ-3：オイルパームの利潤に対する施肥量の影響



※(Oil palm cultivation and management P. 339)

表-63: マレーシア及びインドネシアのオイルパーム若木園(未成熟園)において推奨されている施肥量の例(Kg/パーム)

国及び土壌型	植付後 月給(月)	硫安 N-21%	C.I.R.P. P ₂ O ₅ -36%	塩化加里 K ₂ O-60%	Kieserite MgO-26%
マレーシア: 砂岩, 花崗岩, 及び古い沖積土壌に由来する砂壤土~砂質粘土土壌	3	0.22	-	-	-
	6	0.33	0.45	0.45	0.22
	12	0.45	0.68	1.00	0.45
	18	0.75	-	1.20	0.45
	24	1.00	0.90	1.70	0.45
マレーシア: 頁岩に由来する沈泥質粘土土壌	3	0.22	-	-	-
	6	0.45	-	0.45	0.22
	12	0.66	0.68	0.75	0.45
	18	0.75	-	1.00	0.45
	24	1.00	0.68	1.50	0.45
マレーシア: 塩基性火成岩に由来する粘土土壌	3	0.22	-	-	-
	6	0.45	-	0.45	0.22
	12	0.75	0.68	1.00	0.45
	18	1.00	-	1.20	0.45
	24	1.25	0.90	1.70	0.45
マレーシア/インドネシア: 海成粘土土壌	3	0.22	-	-	-
	6	0.45	-	0.45	-
	12	0.75	-	0.60	0.22
	18	1.00	-	1.00	0.22
	24	1.25	-	1.20	0.22
インドネシア: 水成壤土土壌	3	0.22	-	-	-
	6	0.45	-	0.45	0.25
	12	0.66	0.68	1.00	0.50
	18	0.75	-	1.20	0.50
	24	1.00	0.90	1.70	0.50
インドネシア: 砂壤土	3	0.22	-	-	-
	6	0.33	0.45	0.45	0.22
	12	0.45	0.68	1.00	0.45
	18	0.75	-	1.20	0.45
	24	1.00	0.90	1.70	0.45
インドネシア: 土壌型不明	0-12	0.50	1.00	0.50	-
	12-24	0.75	1.25	1.00	-
	24-36	1.00	1.50	1.25	-

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 341)

表-64: アフリカのオイルパーム未成熟樹において推奨されている施肥量の例
(Kg/ヘクタール)

国	植付後 樹齢(年)	硫安 N-21%	尿素 N-46%	過磷酸石灰 P ₂ O ₅ -18%	塩化加里 K ₂ O-60%	Kieserite MgO-26%
シエラ レオーネ	0-1年	--	0.20	0.25	--	0.15
	1-2年	--	0.30	0.375	--	0.15
	2-3年	--	--	0.50	--	0.60
リベリア	0-1	0.50	--	--	--	--
	1-2	0.75	--	--	0.50	--
	2-3	--	--	--	0.50	--
アイボリーコースト (森林)	0-1	--	0.25	--	--	--
アイボリーコースト (サバンナ)	0-1	--	0.37	--	0.75	0.125
	1-2	--	0.50	--	1.00	--
	2-3	--	--	--	1.25	--
トーゴ	0-1	0.35	--	--	0.20	--
	1-2	0.50	--	--	0.50	--
	2-3	0.60	--	--	0.75	--
ダホメイ	0-1	0.50	--	--	0.20	--
		--	0.17	--	0.20	--
	1-2	0.75	--	--	0.20	--
	2-3	1.00	--	--	0.50	--
		--	0.30	--	0.75	--
ナイジェリア	0-1	0.225	--	--	--	--
		0.45	--	--	0.23	--
	1-2	0.45	--	--	--	--
		0.94	--	--	0.45	--
	2-3	0.90	--	--	--	--
	1.40	--	--	0.94	--	
カメルーン	0-1	--	0.15	--	--	--
	1-2	--	0.25	--	--	--
	2-3	--	--	--	--	--
コンゴ (キンジャサ)	0-1	0.25-0.50	--	0.15-0.30*	--	0.12
		0.45	--	0.23 **	--	0.25
	1-2	0.45	--	0.30-0.60*	--	0.25
		0.94	--	0.34 **	--	0.35
	2-3	0.90	--	0.45-0.90*	--	0.36
	1.40	--	0.46 **	--	0.50	
コンゴ (ブラザビル)	0-1	0.30	--	--	--	0.15
	1-2	0.40	--	--	--	0.20
	2-3	--	--	--	--	0.30

* 重過磷酸石灰 P₂O₅-38-40%

** 三重過磷酸石灰 P₂O₅-48%

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 342)

表-65: 南アメリカのオイルパーム未成熟園において推奨されている施肥量の例
(Kg/ヘクタール)

国	植付後 樹齢(年)	磷安 N-21%	尿素 N-21%	磷肥料	塩化加里 K ₂ O-60%	Kieserite MgO-26%
ブラジル (S.Bahia)	0-1	0.50	-	-	0.30	-
	1-2	0.75	-	-	0.75	-
	2-3	1.00	-	-	1.00	-
ブラジル (N.Bahia)	0-1	0.50	-	-	-	-
	1-2	0.75	-	-	-	-
	2-3	1.00	-	-	0.50	-
ブラジル (Para)	0-1	-	0.50	1.00*	0.75	0.125
	1-2	-	-	-	1.00	-
	2-3	-	-	-	1.00	-
ブラジル (Amapa- サバンナ)	0-1	0.50	-	0.65*	0.35	-
	1-2	0.50	-	1.00*	0.50	-
ブラジル (Amapa- 森林)	0-1	0.50	-	0.65*	0.50	-
	1-2	0.75	-	1.00*	0.75	-
コロンビア	0-1	-	0.25	1.00**	0.50	0.50
	1-2	-	-	-	0.75	0.50
	2-3	-	-	-	1.25	0.65
ベル	0-1	-	0.20	-	-	0.10
	1-2	-	0.20	-	-	0.10
	2-3	-	-	-	0.50	-

* 過磷酸石灰 (Superphosphate)

** slag (矽滓)

※ (Oil Palm Cultivation and Management P. 343)

表-66: Sabah Agricultural Development (Semporna, Sabah, Malaysia)に
おける植え付け後1年間の施肥 (1977, Kg/ヘクタール)

植付後月齢(月)	1	2	3	6	8	10	12
N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO							
14-13-9-25	0.12	0.12	-	-	-	-	-
12-6-22-3	-	-	0.24	0.45	-	0.45	0.675
磷安	-	-	-	-	0.24	-	-
Kieserite	-	-	-	-	-	0.24	-

表-67: マレーシア及びインドネシアの成樹園のパームに対して推奨されている施肥量の例
(Kg/パーム)

国及び土壌型	植付後 樹齢(年)	硫安 N-21%	C.I.R.P. P ₂ O ₅ -36%	塩化加里 K ₂ O-60%	Kieserite MgO-26%
マレーシア: 砂岩, 花崗岩 及び古い沖積土壌に由来す る砂壤土~砂質粘土土壌	3	1.25	1.15	3.00	1.15
	4	1.60	1.15	3.40	1.15
	5	2.25	1.35	3.40	1.15
	6年以上	2.70	1.35	3.40	1.35
マレーシア: 頁岩に由来す る沈泥質粘土土壌	3	1.25	1.15	2.70	0.9
	4	1.60	1.15	2.70	1.15
	5	2.25	1.35	2.70	1.15
	6年以上	2.70	1.35	2.70	1.15
マレーシア: 塩基性火成岩 に由来する粘土土壌	3	2.25	1.15	3.0	1.15
	4	2.70	1.35	3.40	1.15
	5	2.70	1.35	3.40	1.15
	6年以上	2.70	1.35	3.40	1.35
マレーシア/インドネシア: 海成粘土土壌	3-8	1.35	0.90	2.70	0.90
	8年以上	2.25	1.80	2.70	1.80
インドネシア: 水成壤土 土壌	3	1.25	1.15	2.70	1.0
	4	1.60	1.15	2.70	1.50
	5	2.25	1.35	2.70	1.50
	6年以上	2.70	1.35	2.70	1.50
インドネシア: 砂壤土	3	1.25	1.15	3.0	1.20
	4	1.50	1.35	3.40	1.20
	5	2.25	1.35	3.40	1.20
	6年以上	2.70	1.35	3.40	1.50
インドネシア: 土壌型不明	3	1.00	1.50	1.25	?
	4	1.00	2.00	1.50	?
	4年以上	?	2.00	2.00	?

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 344)

表-68: アフリカの成樹園のパームに対して推奨されている施肥量の例 (Kg/パーム)

国	植付後 樹齢(年)	硫安 N-21%	尿素 N-46%	塩化加里 K ₂ O-60%	Kieserite MgO-26%
シエラレオーネ	3-4	-	-	0.50	-
	4-5	-	-	1.00	-
	6年以上	-	-	1.50	-
リベリア	3年以上	-	-	0.75	-
アイボリーコースト	3年以上	-	-	1.50	-
トーゴ	3-4	0.60	-	1.00	-
	5年以上	-	-	1.25	-
ダホメイ	3-4	1.00	-	0.75	-
		-	0.30	1.00	-
	4-5	-	-	1.00	-
		-	-	1.25	-
ナイジェリア	3-4	-	-	1.40	-
	5年以上	-	-	2.27*	-
		-	-	2.30	-
カメルーン	3-4	-	-	-	0.40
	4-5	-	-	-	0.40
	5-6	-	-	0.50	0.50
	7年以上	-	-	1.0-1.50	0.50
コンゴ** (キンジャザ)	3-4	1.0	-	0.80	0.50
		0.50	-	0.75	-
	4-5	0.50-1.0	-	0.8-1.0	0.8-1.0
		0.50	-	0.85	-
	6年以上	0.50-1.0	-	0.8-1.0	0.8-1.0
コンゴ (ブラザビル)	3-4	-	-	-	0.40
	4-5	-	-	0.50	0.40
	6年以上	-	-	1.0-1.50	0.50

* 3年に1回, ** 3-4年に対しては重過磷酸石灰0.6-1.2 Kg/パーム又は三重過磷酸石灰 0.5 Kg/パーム, 5年以上に対しては重過磷酸石灰0.5-1.0 Kg/パーム又は三重過磷酸石灰 0.7-1.0 Kg/パーム

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 345)

表-69: 南アメリカの成樹のパームに対して推奨されている施肥量の例
(Kg/パーム)

国	植付後	磷 安	塩化加里	Kieserite
	樹齢(年)	N-21%	K ₂ O-60%	MgO-26%
ブラジル (S. Bahia)	3年以上	-	1.20	-
ブラジル (N. Bahia)	3-4	1.25	0.75	-
	5年以上	1.50	1.0-1.20	-
コロンビア	3年以上	-	1.25	0.65

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 346)

表-70: Sabah Agricultural Development において4-6年生に対して行なっている施肥量(1977年)(Kg/パーム)(Semporna, Sabah, E. Malaysia)

尿 素	C.I.R.P.	塩化加里	Kieserite
N-46%	P ₂ O ₅ -36%	K ₂ O-60%	MgO-26%
0.657	0.9	1.35	0.45

表-71: 単肥を使用した場合の施肥設計 (マレーシア)

樹年	樹齡	花崗岩に由来する土壌		水成岩に由来する土壌		微量要素欠乏症矯正のための施用量								
		新植園	再植園	新植園	再植園	B	Cu	Mn	Mo	Zn	g/ha			
		S/A R/P Mar Kies	S/A R/P Mar Kies	S/A R/P Mar Kies	S/A R/P Mar Kies									
		g/ha	g/ha	g/ha	g/ha									
1	4	115 - - -	115 - 115 115	115 - - -	115 - - -									
	8	230 - 115 115	230 - - 230	230 - 115 115	230 - 115 115									
	12	340 910 - 115	340 450 230 230	450 1360 - 115	450 1360 - 115									
2	18	450 - 115 230	340 - 680 340	450 - 115 230	450 - 115 230									
	24	450 1360 230 230	340 450 680 450	910 1360 115 230	680 910 230 340									
3	30	570 - 230 230	450 - 910 450	680 - 230 340	680 - 230 340									
	36	570 1815 340 340	450 910 910 680	910 1815 230 340	680 910 340 450									
4	42	680 - 450 340	570 - 1135 680	910 - 230 450	680 - 450 450									
	48	680 1815 450 340	570 910 1135 910	910 2270 230 450	910 1360 450 680									
		kg/ha		kg/ha		g/ha								
成樹 (年間)		0.9 0.9 1.8 1.36	0.9 0.45 2.27 1.36	1.8 1.36 0.9 0.9	1.36 0.9 1.36 1.36									
欠乏矯正のための施肥		0.9 0.9 1.8 1.36	0.9 0.9 2.27 1.36	1.8 1.36 0.9 0.9	1.36 0.9 1.36 1.36									
全体の欠乏		1.8 1.8 2.8 2.7	1.8 1.8 4.4 2.7	2.7 2.7 2.7 2.7	2.7 2.7 2.7 2.7									

S/A = 硫酸
 R/P = 燐酸石 (C.I.R.P.)
 Mar = 酸化亜鉛
 Kies = Kieserite

B = Borax
 Cu = 硫酸銅
 Mn = 硫酸マンガン
 Mo = Sodium Molybdate
 Zn = 硫酸亜鉛

補え穴: 全ての補え穴には液付け時に C.I.R.P. 0.45 kg を施してよく混合することを前提とする。

※ (The Oil Palm in Malaya P. 188)

表-72: 複合肥料を使用した場合の施肥設計 (マレーシア)

樹年	花崗岩に由来する土壌			水成岩に由来する土壌		
	新 撒 園	Kg/ha	再 撒 園	Kg/ha	新 撒 園	Kg/ha
1	4 15-15-6-4	0.23	12-12-17-2	0.23	20-15-5-2	0.23
	6 12-12-17-2	0.34	12-12-17-2	0.34	15-15-6-4	0.34
	10 15-15-6-4	0.45	12-12-17-2	0.45	15-15-6-4	0.45
	12 R/P	0.68	Kieserite	0.34	R/P	0.9
2	16 15-15-6-4	0.68	12-12-17-2	0.68	20-12-5-2	0.68
	22 12-12-17-2	0.9	12-12-17-2	0.68	15-15-6-2	0.9
	24 R/P	0.9	S.Pot.Mag	1.8	R/P	1.36
	28 12-12-17-2	0.9	12-12-17-2	0.68	15-15-6-4	0.9
3	34 12-12-17-2	0.9	12-12-17-2	0.9	12-12-17-2	1.36
	36 Kieserite	0.9	S.Pot.Mag	0.85	Kieserite	0.9
	40 12-12-17-2	1.36	12-12-17-2	0.9	15-15-6-4	1.36
	46 12-12-17-2	1.36	12-12-17-2	1.36	12-12-17-2	1.36
4	48 R/P	0.9	S.Pot.Mag	2.72	R/P	1.36
	成 樹 園					
前 半	12-12-17-2	1.8	12-12-17-2	1.36	15-15-6-4	2.72
	S.Pot.Mag	2.72	S.Pot.Mag	3.63	S.Pot.Mag	1.8
後 半						

② 硫酸加里土は比較的高価なため塩化加里とKieseriteを同量づつ混合した肥料を表中の施用量施してもよい。
混合する経費を入れても通常硫酸加里土を使用する場合よりは安価である。

※(The Oil Palm in Malaya P.189)

表-73: 西マレーシアの主要な4種の土壤型に生育するオイルパームに対して推奨されている施肥量 (Kg/パーム/年) (Hew and Ng)

土 壤 型	植付後(年)	磷	安	塩化加里	G.I.R.P.	Kieserite
花崗岩, 砂岩及び古い沖積土に由来する砂壤土~砂質粘土土壤	1	0.68		0.45-0.90	0.45-0.90	0.23-0.45
	2	0.90-1.36	1.36-2.50		0.68-1.14	0.45-1.14
	3	0.90-1.36	2.27-3.41		0.68-1.60	0.90-1.14
	4	0.90-1.60	2.73-3.86		0.90-1.60	0.90-1.60
	5	1.14-1.81	2.73-3.86		1.14-1.60	1.14-1.60
	6	1.14-1.81	2.73-3.86		1.14-2.04	1.14-1.81
	7	1.81-2.04	2.73-3.86		1.60-2.04	1.36-1.81
	8	1.81-2.73	2.73-3.86		1.60-2.04	1.36-1.81
塩基性火成岩に由来する粘土土壤	1	0.45		0.68	0.23-0.45	0.23
	2	0.68-0.90	1.36-1.60		0.23-0.45	0.45
	3	0.68-0.90	2.04		0.45-0.68	0.45-0.68
	4	0.90-1.14	2.04-2.73		0.90-1.14	0.68-0.90
	5	0.90-1.14	2.73		0.90-1.14	0.68-0.90
	6	1.14-1.60	2.73		0.90-1.14	0.90
	7	1.60	3.41-3.64		1.14-1.36	0.90
	8	1.60	3.41-3.64		1.14-1.36	0.90
沈泥粘壤土 ~ 頁岩に由来する沈泥粘土土壤	1	0.45-0.68		0.45	0.45-0.90	0.23
	2	0.68-1.36	1.14		0.68-1.14	0.45
	3	0.68-1.36	1.60-2.04		0.68-1.60	0.68-0.90
	4	0.90-1.60	2.04-2.73		0.90-1.60	0.90-1.14
	5	1.14-1.81	2.04-2.73		0.90-1.60	0.90-1.36
	6	1.14-1.81	2.04-2.86		1.14-2.04	1.14-1.36
	7	1.60-2.04	2.73-2.86		1.14-2.04	1.14-1.60
	8	1.60-2.73	2.73-2.86		1.36-2.04	1.14-1.60
海成粘土質土壤	1	0-0.23	0		0	0
	2	0-0.23	0.45-0.68		0	0
	3	0-0.23	1.14-1.60		0	0
	4	0-0.23	1.14-1.60		0.23-0.45	0-0.23
	5	0-0.23	1.81-2.04		0.23-0.45	0-0.23
	6	0.90-1.14	1.81-2.04		0.23-0.45	0-0.23
	7	0.90-1.60	1.81-2.73		0.45-0.90	0-0.45
	8	0.90-1.60	1.81-2.73		0.45-0.90	0-0.45

※(The Oil palm, its culture, manuring and utilization P. 114)

12 摘葉及び間引き

試験結果によると摘葉の程度は収量に大きな影響を与える。

12-1 摘 葉

発芽してから死ぬまでオイルパームは常に葉の生産を続ける。それぞれの葉はまず樹冠の中心に楕状の未展開葉として発生し、それが成熟するに従ってゆっくりと展開していく。次々に葉が出葉し、又幹が伸長してくるに従い、初期に出葉した葉は次第に樹冠の下位へ移動しながら老化し、最後には枯死して通常幹より30～60cm離れた葉柄部位で折れてたれ下り、さらにその後しばらくするとちぎれて地表へ落ちる。幹上には長い葉基部が残るがこれもゆっくり崩壊して最後には地面に落ちる。しかしこれには長い年月を要する。もし葉が摘葉されずに残された場合、収穫作業は極めて困難となる。また、幹を覆う枯れた葉は、その基部に多くの脱落果実を抱える結果となるとともに多くの着生植物の発達の格好の場となる。

それぞれのパームは1年間に1周8本の葉の繰返を約4周程(葉数にして32枚程)出す。いくらかの葉は収穫時に、又残った不要な葉は定期的に行なわれる摘葉作業により切り取られるのが普通である。摘葉は老化した葉又は樹冠にあまりにも多くの葉が存在し、下位の葉はほとんど日照をうけられずに光合成に寄与していないと考えられるような場合に限って行なわれるべきである。光合成を行なうことのできないような状況下にある葉は、現実にはパームの健康又は果房生産に何らの役割りももっていないだけでなく、風の動きを妨げることにより花粉の侵入を低下させ結果として悪影響さえ与える。

12-1-1 摘葉の目的

簡潔にいつて摘葉の目的は以下のように略述できる。

- a 人工授粉及び収穫作業のためのパームへの接近を容易にする。
- b 果房の熟度判定を容易にする。
- c 収穫作業を容易にする。
- d 収穫に際して、脱落果実が葉基部上に残されて回収できないような事態を回避する。
- e パーム上での着生植物の発生を低下させると共に考えられ得る病気、害虫の発生の可能性を低下させる。

これらの目的は主として授粉及び収穫作業をより効果的に行うことにあるが、但し過度の摘葉は収量の低下を招くので現実には作業、能率化より要求される摘葉の程度と理論的に必要とされる葉数の間に何らかの妥協点が見い出されねばならないことになる。

ナイジェリアでの試験によると全ての試験が緑色の生葉を切ることにより、何らかの収

量の低下がみられたことを示している。但し、この場合摘葉直後には収量が増加し、後に減少したという影響をみせている。この一連の試験の中で行なわれた別な観点からの試験によると、収穫作業のために止むを得ず切除したものを除いては、全ての枯死した葉、及び枯死しつつある葉をパーム上に残した場合に比べ、全ての枯死した葉、及び枯死しつつある葉を摘葉した場合の方が収量は高くなったことが判明している。収量に対する摘葉の影響は土壌及び気象条件が必ずしもパームの生育に理想的でない地域における方がより大きいと思われる。これにより、マレーシアの海岸地方で最下部の収穫前の果房の下に1枚の葉を残した場合と、2枚の葉を残した場合にみられた大きな収量の違いを説明でき得るものと思われる。最下部の果房下に3枚以上の葉を残した場合の比較試験はまだ行われていないが、これは授粉、収穫作業の妨げになるため現実的ではないと考えられている。

理論的にいえばパームの葉は可能な限り、長期間パーム上に残される方がより望ましい。ナイジェリアでみられた年間の平均乾物蓄積率は果房25%、幹14%、葉鞘36%及び小葉20%であった。このようにならり高率の養分が栄養生長に消費されている一方、これらの養分の多くは光合成の役に立たない組織となっている。一般的に効率の悪いオイルパームの同化作用と共に上記に記した要因は、光合成を行う組織を可能な限り多く、又長期間パーム上に残しておくことがより望ましいことを示唆していると考えられる。

摘葉に際しては、幹上に残る葉柄基部はできるだけ短くなるように葉は切除されるべきである。葉基部を短く切るとは多くの利点をもっている。葉基部が長い場合、葉腋に脱落果実がたまる傾向があり、この場合葉基部が目の高さより上であったなら、脱落果実は回収されずに取り残されることが多い。又葉基部が長ければ長い程、葉腋にたまるゴミの量も多くなり、これは大型の着生植物の繁殖を助長し、育った着生植物にはさらに脱落果実がたまるため、これらの着生植物を除去するために余分な出費が必要となることも考えられる。葉基部の葉腋内にたまっているゴミにはMarasmins等の菌も繁殖し、又大きな葉基部はupper stem rotの病巣となることもある。

12-1-2 摘葉の道具

収穫作業と摘葉作業には同じ道具が用いられる。以下にパームの若木時代より生長するにつれて必要となる道具を順に追って述べる。

- a : Chisels (収穫用たがね) 刃先幅5.0~7.5cm。極めて鋭い鉄製のたがね。刃の長さ1.5m程でこれに木製の柄を含めると全長1.5m程となるもの：未成熟樹の摘花及び不要な葉の摘葉作業に使用する。
- b : Chisels 刃先幅7.5~12.5cm。刃の長さ約2.5cm。これに堅い木製の柄を含めた全長は1.5m程、葉を切除することなく収穫をするために使用され、第1回目摘葉に

使用されることもある。

- c : Chisels 刃先幅 125~20cm。 刃の長さ 15~25cm。 堅い木製又は鉄製パイプの柄をつけた全長 1.5~2m, 1~3mの高さのパームの摘葉及び収穫作業に使用する。
- d : 斧; 三角形の刃をしたもので刃先幅 12~15cm重さは 1kg程まで, 1~3mの高さのパームの収穫及び摘葉に使用する。 稀にはしどを使うか, 又はその他の何らかの方法でパームに登り高いパームの収穫摘葉に使用することもある。
- e : 鎌; 刃先幅 60cm程でわん曲した内側が刃となったもの。 長い竹竿又はグラスファイバーの先端に固定して使用する。 通常幹高 2.5m以上のパームの収穫及び摘葉に使用する。 刃先は常に磨いて鋭いことが必要とされ非常に高いパームで使用するには高度な技術を必要とする。 他の道具を使用した場合に比較して能率は高い。
- f : はしど; いくらかの国ではまだ使用されている方法である。 竹製又は鉄製のはしどの先端に葉基部に固定するためのカギ型の鉄製の部品がついたものであり, 斧又は山刀をもって登り摘葉又は収穫作業を行なう。

以上述べた様々の道具にはこの他の種類の変形がある。 一般的に斧及びはしどは使用される頻度が少なくなりつつある。 そして代わりに Chisel 及び鎌が広く普及している。

12-1-3 摘葉の方法

正常な発達をしているパームでは樹冠が地表面を覆ってしまうのは通常最下位の成熟果房が地上約 90cmの高さになった時期である。 特定の栄養生長の遅い地域ではこの時期は早くなり, 又生育の遅い地域では遅れる。 未成熟期の摘葉は, 地表面に接している不要な老葉, 及び除草その他の管理作業の邪魔になる葉を切除するのみに抑えるべきである。

地上 1m以上の部位に着いている果房をその果房を狭に抱えている葉を摘葉することなしに収穫することは, 現実的に困難である。 通常最下位の成熟果房が地上約 45cmの高さになった時点で摘葉を行なう。 人工授粉が薦される場合, 最初の摘葉はパームへの接近を容易にするため人工授粉開始直前に行なう。 これは花序についている大花苞の残りを人工授粉に当って, 人為的に開かねばならないような場合には特に重要である。 この場合, 発達しつつある果房の下に少くとも 2 通りの葉 (16枚) は残されていなければならない。 これ以後は, 最下位の成熟果房が地上 90cmの高さになるか, 又は植付後満 3年を経るまでは摘葉を行わない。 この時期に行なわれる収穫作業は可能な限り葉を切除せずに行なわれることが望ましい。

最下位の成熟果房が地上より 90cm以上の高さになる時には, 樹冠も殆ど全体を覆ってしまうが通常この時点以後は収穫労働者は, 果房の切り落しに葉が邪魔になる場合には葉を切り落とすことが許される。 しかし, これ以後でも 4~10年生のパームでは最下位の成熟

する果房の下に2廻りの葉のら旋(現実的には果房の下に二葉)を残すことが望ましい。パームが11年目以後になると収穫作業はより困難となるので、これ以後は最下位の成熟果房下に1廻りの葉のら旋(果房の下に1枚)を残すのみでよい。

通常年1回の間隔で過剰の葉又は枯死しつつある葉を切除する摘葉作業が行なわれる。栄養生長の極めて旺盛な一部の地域においては、6~9ヶ月間隔での摘葉作業が必要となることもある。このような栄養生長の旺盛な条件下においては樹冠は密で、出葉の速度が速いため最下位果房下にあつては、1枚の葉がのこされるのみで充分である。マレーシアでは一般に、8ヶ月間隔の摘葉作業が基準とされている。全ての摘葉された葉は、隔列毎の決められた畦間に積みあげられる。隔列毎の葉の積みあげられていない列は授粉、収穫その他の管理作業時の通路として使用される。

摘葉作業の行なわれる時期に関してはある程度意見の違いがみられる。試験数は極く限られたものであるが、アフリカにおいては雨期の始めの摘葉は避けるべきである、という主張がなされている。一方マレーシアにおいては明らかに雨期の始めこそが(特にやせた土壌においては)摘葉の行なわれるべき時期であり、これにより乾期には最大限の葉数がパーム上にみられるとしている。現実の農園作業では摘葉作業は、収穫作業の労働に余剰の生じてくる低収量期に余剰収穫労働者を利用して行なうのが最も容易であり、現実はこの時期に摘葉作業をすることに対して大きな問題はないと思われる。

1 2-- 2 Unproductive palm (果房を生産しないパーム)

多くの農園において園内のパームの中のかなりの多数のものが不稔性であったり、雄花序だけを着生したり、又は全体収量にほとんど影響を及ぼさない程のわずかな果房しか生産しないために、単位面積当りの収量が予想する程の大きさになり得ないことがよくみられる。unproductive palm と認定されるようなパームの割合は使われた栽培系統、苗床での不良苗の選抜程度により大きく異ってくるが、園によっては最高40%程までのunproductive palm がみられたという記録がある。

多くの理由によりunproductive palm の除去は望ましいと考えられる。Unproductive palm の栄養生長はしばしば極めて旺盛であり、隣接する正常な果房生産を行っているパームとの間に日照、養分、水分上の激しい競合をあらわす。日照の競合のために過密症状が生じることさえある。又unproductive palm に対しても通常正常なパームと、同じ量の肥料を均し同じような管理作業を行わねばならないので、除去することによってこれに要する経費を節約でき、この点からもunproductive palm の除去は望ましい。Unproductive palm を除去して1時的に空間状態となったその地点の地表部には、わずかな管理で望ましい畦間植物を急速に繁殖させることができる。但し、このような空間では、人為的に多少の有害雑草の抑制をしないと急激にチガヤやその他の有害雑草が侵入してくる可能性もある。

除去されるべきパームは容易に判断できる。一般的にこのようなパームは隣接するパームと比較してかなり幹の生長量が大きく、落葉されない密生した樹冠をもっている。このようなパームのうちのあるものは極めて多数の花序を発生させるが、決して成熟することなく、ことごとく生育を停止し、又あるものは雄花序のみを発生させる(略称male palm)。その他の外親が隣接する正常なパームと似ているunproductive palm は長い雄花序周期にあるパームと混同する危険性があるため認定は必ずしも容易ではない。果房をもっていないパームのうち、収穫作業中に摘葉された形跡のない多くの葉を有するパームには、何らかのはっきりした目印をつけておき以後6ヶ月間隔で3回果房の有無を点検し、最終的に3回目の点検時(最初目印を付けてから18ヶ月後)にunproductive palm と認定したら除去することが望ましい。現実には最初目印を付けてから12ヶ月後(2回の点検)にすでにこの決定がなされ除去されることもある。この作業は果房生産量が極めて低く、管理経費、肥料代に見合うだけの収益をあげられないと考えられるパームにも適用すべきである。

除去するパームは後の分解を促進するためにまず亜硫酸ナトリウムで殺す。その後約2週間たって樹冠が枯死した時点でパームを切り倒し、幹基部は全部掘り出す。葉は摘葉して畦間に積みあげ、幹も同じく畦間に積む。毒殺後幹基部を全部地中より掘り出すのは、

パームがGanoderma sp.の侵入を受けBasal stem rotの病果となる危険性を回避するためである。

1 2-3 高密植園における間引き

現在、通常の栽植密度であると考えられている136~148本/haの密度においてもパーム間の激しい競合が生じているという報告は多い。すでに定植の項で述べた積算収量記録の間引き区の総収量は通常間引きしない区の総収量と同程度か、又はそれを上廻るといふ結果に加え、これに類似したより間接的な記録が病気の被害を受けた地区よりもたらされている。アフリカにおいてはVascular wilt diseaseのみられる園では、総栽植本数の20~30%を上廻るパームが殺されない限り大きな収量の低下はみられないことが判明しており、Basal stem rotのみられる地域においても同じような結果がみられるものと考えられている。これらの影響は、園内における病害の伝染速度、及びすでにみられる過密状態の程度により異ってくると思われる。アイボリーコーストにおいては25年月~30年月の間に園全体をとおして約20%のパームがゆっくりと失われたが、この期間における収量の低下は5%だけであったことが判明している。失われたパームの収量分を全てカバーする程ではないが、上記のような病気によって死んだパームに隣接するパームは、与えられた空間を有利に使用して収量を増加させ得るようである。

従ってパーム間の激しい競合がみられる地域においては間引きにより収量が大幅に増加するという前提のもとに間引き作業が行なわれ得ることを、示唆する十分な証拠がある。又間引きを行うことにより肥料代、円周除草及び雑草経費も引き下げられる。

パーム間の競合がみられる地区では、以下のような方法における試験的間引きを行うことが望ましい。

- a 不稔性パーム(sterile palm)、雄花序だけを生産するパーム等のunproductive palmを全て亜硫酸ナトリウム又はその代りとなる殺木剤を使用して殺す。これらのunproductive palmは通常容易に認定できる。
- b 結果果房数の少ないパーム又は小さくて生産性の低いパームを同じく殺木剤を使用して殺す。これらのパームは、遺伝的に生産の低いものか、又は遅く移植されたものである。
- c 対照区ではさらに(a)+(b)+(c)で当初の密度の33%減となるように適当な間隔で間引きをする。この段階での間引きにより園全体における間引き株の分布が可能な限り均一に近くなるように調整する。

この結果を基礎として、すでに間引きの必要となっている成樹園の大規模な間引き作業を進めることができることに加えて、この結果は若木園及び将来植え付ける園の栽植密度を決定する上での参考にもなり得る。但し、このような試験を評価するためには、花の性の分化が起ってから開花にまで2年前後の期間を要することのみをみてもわかるように、かなり長い年月の観察記録が用いられねばならない。

1.3 開花の生理

気象条件及び葉の生産と関連して、オイルパームの開花と生産が研究されたのは1925年ナイジェリアにおいて、Mason 及びLewin が行ったのが最初である。不幸にもこの研究は、低降雨地帯の中心において1.5～3年間しか行なわれていない。しかしながらこれらの研究者達は、sex ratio（全花序数の中における雄花序割合）の重要性に気付いている。彼等は又花序の発育不全 central spear stage（葉が中心でヤリ状に細く尖って見える時期）と開花期の途中で起こり、又乾期に多いことに気付いた。

以後多くの広汎な研究が当初はアフリカにおいて、後にはマレーシアにおいて行なわれてきている。

熱帯アメリカにおいては他地域に比べてパームが極端な降雨、温度、日長状態の下に育っているため、この地域における開花の研究は非常に重要になってきつつある。

13-1 葉の発達

成樹を切り開いてみると40~50枚の葉が芽の中における分化時より、central spear stage (樹冠の中心に槍状に立つ状態)の間にみられる。

ナイジェリアにあって spear (未展開の槍状の葉)以前の葉を45~50枚もっているパームは、年間22~24枚の葉を出現できる。これは、分化より spear となるまでに2年間かかっていることを示している。

パームは40枚程度までの完全に成長した葉を有するので、分化から枯死に致るまでの期間は3.5~4年間という計算になる。年間を通じて天候が一定している地域 (nonseasonal climate) においては葉は、通常月約2枚の割合で展開する。好適の気象条件下においては、果房を生産している若いパームはさらに早い生長をみせるといふ。マレーシアにおいて4年生の果房生産中のパームは spear 以前の葉を36~44枚もっているにすぎないという報告もある。

Seasonal climate すなわち乾期雨期がはっきりしている気象条件下にあっては、乾期には葉の展開が遅れ葉の生産数が大きく減少する。

通常葉が spear より内側に数えて6~7番目の位置になるまでは、生育上の第1段階と考えられ、生産量は非常に小さい。それ以後の第2段階になると、急速な発達がみられ、わずかに長さの長さより完全に伸長(長さ7m程度になる)するまでにいる。この活発な発達をする第2段階には6~7枚の葉があり、2週間毎に未展開葉が展開する。

乾燥状態が数ヶ月続くと中心の spear は正常に展開しなくなり、気象条件が好適なら完全に展開した葉は第2段階のままにとどまる。第1段階にある小さい葉は乾燥による障害は受けない。そしてこれらの葉は通常の割合で第1段階より第2段階へ発達していくが、第2段階へはいった葉は次第に生育が遅れていくことになる。Spear に続く葉は、ほとんど完全に伸長するまでに発達するが、やはり spear 状態のまま展開せず雨が降るまでそのままにとどまり、雨が降ると樹冠に蓄積されていた未展開葉は次々に連続して短期間のうちに展開する。条件によっては、通常の割合で葉が第2段階に達する一方、第2段階には展開することなく数ヶ月間で10枚程度までの未展開葉が蓄積されることもある。

葉の生産数は潜在的果房生産力を決定し、葉の生産数に影響を与える要因は、事実上果房生産に影響を及ぼすこととなる。

成樹を切り開いてみると花芽の原基は全ての葉のそれぞれの葉腋にみられ、そして少なくとも spear leaf stage と開花期の中間の時期くらいまでは、ゆっくりと、しかし正常な発達をする。ただし発芽後、2年迄のパームは例外である。しかしこの場合でも解体(切開)してみると、花序のつぼみはすべての葉腋に存在しているのがみられる。最初の原基は通常完全に発達しきらないが、本圃に植えつけられて1年たったパームの正常な花

序の生産は、花芽が苗床において葉依に大規模に生産されつつあり、又全ての発達経過は成樹より相当早いことを示唆している。

若いパームの葉の生産は急速に最大生産数へ向って増加する。例えばナイジェリアで、1940年及び1941年に植えられたパームの葉の生産数は以下の表-74の通りである。

表-74

植付後樹齡	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1940年植付	18	27	27	29	29	28	25	23	23	24	21	—
1941年植付	—	—	27	30	31	28	25	24	23	23	23	23

※(The Oil Palm P. 168)

表-75

ナイジェリアにおいて植付後13-19年のパームにおいてみられた雨量と、出葉数の関係

	地 域		
	Umuhia	Ogba	Ibadau
年平均降雨量 (mm)	2,108	2,032	1,219
年平均出葉数	23.1	23.1	20.5

(栽培系統は極同種同様のものを使用) ※(The Oil P. 166)

マレーシアにおいてdeli palmの葉生産は植付後3-4年目で32-33枚に達し7-8年生で22-26枚平均の発生をみる。

ナイジェリアにおいてはteneraはduraよりも年出葉数が3%程多く、pisiferaはteneraよりも又同じ程度高いことが観察されている。マレーシアにおいてもduraよりpisi feraの方が多くの出葉数をみることが認められている。

13--2 花芽の分化

花芽は頂部より数えて4枚目の葉の葉腋に顕微鏡でみることができる。これよりみて葉と花序は同時に分化し、花序分化率は葉の生産率と同じであり、これら両方とも同じ要因によって決まると考えられる。葉と共に花序もcentral spear stage に18~24ヶ月後たどりつく。そして花序が開花するのはさらに9~10ヶ月たってからである。従って分化より開花までは約27~35ヶ月、果房の成熟までは33~40ヶ月かかることになる。

13-3 性の分化、雌花序率及び花序の発育停止

雌雄異株の植物の場合、高次元動物と同じく胚の発達の初期に1回の性決定が行なわれると思われるが、Blacis又はAlfonsia(*B. oleifera*)のような雌雄同株の植物においては、花の出現に先立って一連の性の決定が行なわれる。雌雄同株植物における2種類の花の生産は又性の変更とも考えられる。そのような変化が環境条件又は、施された肥料要素に影響されると考えることも不可能ではない。パームにおける性の分化は、果実生産機能に大きな意味をもつ花の単純化及び退化を伴う。Blacis又はAlfonsia(*B. oleifera*)のような短い単純な枝のふさ(かたまり)に退化した花序をもつパームは、さらに退化が進行した段階を示している。

多収量は高い割合の雌花序の分化を必要とする。解体された芽の肉眼による観察では、少なくとも開花12~18ヶ月前に性が決定されていることだけは判明しているが、それより早い性の分化時期をさがすことはむづかしく、又当然のことながらこの時期は一定していない。

ナイジェリアにおける季節による花のsex ratioについていえば、雌花序の割合が最も高いのは乾燥して比較的、太陽光線量の多い1~3月で雨が多く、曇天の多い1年の後半には低くなる。このように雌花序の割合の高いのは多量の光線を受けている時期である。

この変化の説明をしようといくつかの試みがなされている。Beirnaertは、土壌より吸収する養分の量に対する同化量の割合が決定因子になると示唆しており、この炭酸同化作用による同化量の高いのはアフリカにおいては、乾期の間及び雨期の始めと終りの光線量の多い時期であると考えられる。この仮説は、大体において透光又は摘葉は雌花序割合を減少させるという観察に基づいている。Broekmanは彼によるパームの解剖によると性の分化は花序分化より(開花前33ヶ月頃より)開花前18ヶ月(たぶん開花前24ヶ月が普通)の間に起き、乾期の光線量が最大に達する時期に一樣に開花した花の雌花序割合が最大に達することを指摘して上記の仮説をさらに進めている。Broekmanはさらに乾期の極端な乾燥は、雌花序率に不利となり、もし乾期に雨量が極端に少ないと、2年後に雌花序割合が低い状態となつてあらわれることを指摘している。彼はナイジェリアの二つの農園において乾期の降雨は明確に2年後の雌花序生産の周期において、最高及び平均に相互に関係することを説明することができた。

この相互関係は又雌花序数においてもみられる。このナイジェリアでの研究は花序の発育停止は開花期における性の割合に影響を及ぼさないという仮定の上に行なわれたが、この仮定は例証又は支持されていない。

ザイール、ナイジェリア及びマレーシア等において花序の発育停止(floral abortion)の研究がなされている。開花時期に花序をつけない葉の葉腋には、花序のなごりがみられ

る。発育停止の時期（花序が発育を停止する時期）は大體不変であり、ナイジェリアにおける研究では80%の発育不全花序が、アフリカン・パームでは6~12.9cm, deli系統では5~11.9cmの長さになっている。西アフリカにおけるdeli系統は、アフリカン・パームより高い発育停止率をみせるが、両親により大きな差がみられる。発育不全花序は全て小さい。

発育停止の時期が花序が丁度、急速な発達を始める時期と一致することは明らかである。この時期は、花序の発達にとって重大な時期であり、もしこの時期を明確にすることができたら発育停止の原因をみつけることも可能になる。Broekmansのナイジェリアにおける研究によると、この重大な時期はcentral spearより外側へ数えて8~9枚目の葉であるということを示しており、開花は17~20枚目となっている。Central spear stageより開花まで8~10ヶ月かかり、葉は平均月2枚の割合で出現するので、この重大な時期は開花前4.5~5.5ヶ月ということになる。この時期についてはマレーシアでも証明されている。

ナイジェリアにおいてBroekmansは非常に若いパームにおいて発育停止率が最も高く（約25%）年をとるにつれて5~11%にまで下り、又9月にspear stageにあった葉にある花序の発育停止が最高となることを発見した。従って明らかに最高の発育停止率の原因となる条件は、乾期に関係していると考えられ、たぶん水分不足が主因と考えられている。乾燥期には、又前に述べた葉の第2段階の発達の遅れに伴って花序の生産にも遅れがみられる。比較的高い発育停止率と共にこの遅れは、spear stageより8~10ヶ月後及び乾期より4.5~5.5ヶ月後の開花期には、花序の生産数の減少を引きおこす（すなわちナイジェリアにおいては6~7月に花序数が減少する。）。これは、降雨の始まりに伴う最高の葉生産率に対応する10~11月の最高の花序の生産数という現象も引きおこす。

西アフリカにおける典型的な発育停止率(abortion rate)は以下の表-76の通り表わされている。

表-76

植付後樹齢	4	5	6	7	8	9	10	11	12年
系統A 生育停止率%	24	24	19	18	11	17	11	5	7
系統B 生育停止率%	38	35	28	21	15	20	17	6	11

※(The Oil Palm P.173)

マレーシアにおいては発育停止率はしばしば低いが地域とパームの個体差により大きく違う。Corleyは2年間の全体の平均の発育停止率が12%となる4本のパームを例とし

てあげているが、ある46個の雄花序を出したパームの個体の発育停止率はわずか4%だった。Coastal clay (海岸近くの粘土土壌)における試験では年間発育停止率は平均10%であったが、個々のrateは2~28%と大きな差があった。Deli duraのあるものの発育停止率は50%程に達する場合もある。

Broekmans は発育停止した不全花序の sex ratio が分化した時点での sex ratio と違いのある可能性もあるとしている。しかしながら彼は発育停止は通常連続して起こり、発育停止率が最高の時の sex ratio も大体平均しているところから、発育停止した花序の sex ratio も大体平均していると推測している。マレーシアにおいては、雄花序の優先的生育停止がおこっているかもしれないという観察もなされている。16枚まで摘葉されたパームは雌花序数が大きく減少し、樹上に40枚の葉が保たれているパームと比較した sex ratio も以下の表-77のように低い。

表-77

摘葉後の期間(月)	樹上の葉数	1本のパーム上にある花序数		sex ratio(%)
		雄花序(M)	雌花序(F)	
1~3ヶ月	16	2.39	3.21	57.3
	40	1.95	3.30	62.9
4~6ヶ月	16	1.01	1.60	61.3
	40	0.99	3.35	77.2

※(The Oil Palm P.174)

花序の性は開花4~6ヶ月より以前に決定されるが、発育停止はだいたいこの時期に起るところより、上の表よりみるなら雄花序が優先的に発育停止とすると考えられる。

ナイジェリアにおいて通常の2倍の密度で植えられた地域において隣りあっているパーム、0、1、3、4本を強く摘葉して遮光量を変えて、この処理が sex ratio に及ぼす影響と発育停止程度が観察された。摘葉は毎年12月、4月又は8月に行なわれた。(表-78参照)周囲のパームを摘葉することにより、遮光量を減らすと発育停止を減らし、外観上の sex ratio を高めている。しかしながら Corley は12月に周囲のパームの摘葉が行なわれたパームにおいて、もし全部の発育停止した花序が雄花序であると仮定したら、遮光量を減らしても sex ratio に影響を及ぼさないことになることを説明している。もしこの仮定が周囲のパームの摘葉が4月又は8月に行なわれたパームに適用されるなら、遮光量が増えることにより実際の sex ratio は高くなっていることになる。表になったデータは、それぞれの処理されたものが24本ずつにすぎなかったため、これで全てを語ることはできないが、この結果は発育停止に対しては環境及び栽培方法の変化が基本的

な影響を与え、性の分化への影響は複雑で追跡することが難しいことを強く示唆している。

表-78: 周囲の遮光量が発育停止, 外観上の sex ratio, 及び全ての発育停止した花が雄花だったと仮定した時の本来の sex ratio に与える影響

摘葉した月	摘葉された周囲のパームの本数	当初の摘葉後 2年目			当初の摘葉後 3年目		
		発育停止%	sex ratio		発育停止%	sex ratio	
			外観%	修正後 [☆] %		外観%	修正後 [☆] %
12月	4	12.7	25.5	35.0	12.1	21.3	35.2
	3	12.5	18.5	28.7	23.4	14.1	34.2
	1	18.3	19.4	34.1	21.2	15.3	33.2
	0	17.8	14.6	31.3	25.7	13.7	35.9
	4	21.6	23.1	39.7	27.1	28.5	47.9
4月	3	31.4	22.5	46.8	27.0	24.1	44.6
	1	34.0	22.7	49.0	37.0	19.5	49.3
	0	40.5	22.4	53.8	42.3	21.1	54.8
	4	6.8	14.6	20.4	11.6	20.0	29.3
8月	3	11.0	12.3	21.9	19.6	14.6	31.3
	1	15.8	15.8	30.8	25.6	16.9	38.2
	0	19.1	19.1	48.1	34.1	15.1	44.0

※(The Oil Palm P.175)

(Sparnaaij のデータより)

☆修正後(%)—発育停止した花序は全て雄花序と仮定して—

高い発育停止率の主な原因は、摘葉過剰・害虫の加害による葉面積の減少、高い密度で植えられた場合の相互の遮光、湿度の不適當などのパームにおける乾物の生産を妨げる要因であると考えられている。

前に述べた Beirnaert の示唆は、本来の sex ratio (true sex ratio) よりも発育停止率に対して、より適用できると考えられるべきであると思われるが、発育停止率が炭水化物の供給量によって直接的に調整されるという直接の証拠はない。

オーキシンの施用が発育停止の低下を招いているが、当初の反応は小さな単為結果果実の生産による収量の低下だったため、この発育停止率低下は二次的な影響と考えられる。

これまでの論点よりみて、全てのデータ及び sex ratio の低下は生育停止した花序は全て雄花序又は大部分雄花序であるという確率を頭に入れておいてみなければならぬことは明らかである。

にもかかわらずナイジェリア及びマレーシアで入手されたデータより、性の分化の時期及びそれに影響を与える因子に関してある程度の結論を出すことは可能である。Broekmansのデータをよく研究するとナイジェリアにおいて花序の生産数が、最高になるのは10～11月の雌花序生産率がまだ高くなく、又開花時にみた発育停止率が低い時期であることがわかる。このようにこのピークは大部分雄花序である。この時期にsex ratioが低いのはこの原因による。Corleyはこの大きな雄花序割合は開花20ヶ月前の乾期に原因があり、マレーシアにおいて雄花序割合が非常に高くなるのはひどい乾期にあった19～21ヶ月後であるとしている。マレーシアの高密度園で間引きをした試験では、この理論は支持されている。これによると、もし全ての発育停止した花序が雄花序と仮定してもそれぞれ間引後17～20ヶ月のsex ratioに、大きな影響を与えていることが発見されている。この試験をしている地域内のパーム樹体を切開してみると、この時期は小穂をもった最初の苞が分化する時期と一致している。これらの解剖は、又花序の発達時期に多少のバラつきがあることをみせており、又マレーシアのその他の地域における解剖よりCorleyは、性の分化期と開花期の間の期間は苞分化の時期で示されているように4～11年生のパームで17～25ヶ月という幅があるが、この間の樹齢のものでは樹齢による傾向はみられないと結論づけている。

表-79: 花序の発達の段階と時期 (Corleyのデータより)

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

※(The Oil palm P.176)

小穂分化の時期は8～11ヶ月前とされているが、Broekmans は性の分化は開花前18ヶ月迄に決定されるとし、一方Beirnaert が存在する全ての花序(40個以内)の約2/3にあたる花序の性を、開花約20ヶ月前に顕微鏡で判定することができたと主張していることは考慮に値する。Broekmans の乾期の降雨量と2年後の外観上の最高及び平均の sex ratio の間の関係は上の表と一致している。

Sparnaaij その他は収量予測研究において9月1日より8月31日迄の1年間に計測した有効日照量が22ヶ月後の7月1日より6月30日迄の1年間の外観上の sex ratio に密接な一致があるのを発見した。これは乾燥指標であり性は開花17～25ヶ月前に影響をうけ決定されるという主張をさらに支持する手助けとなっている。Sparnaaij その他は又その年及び前年の乾期の雨量を気象変数に入れることによって、乾燥による発育停止が年間の sex ratio に与える影響をみようとした。(なぜならば、発育停止効果は4.5～5ヶ月以内にみられ、そしてどの年間 sex ratio も乾期に影響されるので……)

多分通常季節的な乾燥は重要な時期にある花序には発育停止効果をもち、いずれにしても年を経るにつれて低下する発育停止の程度は、大体においてナイジェリアで例年ある程度の乾燥では変化はないが、乾燥が長期にわたれば幾分かは雄花序分化を増加させる影響をもち、従って true sex ratio (発育停止がなかったものとして計算した sex ratio) を変えると結論することができるだろう。

ほとんどの研究が成樹期に達したか、又は若いパームにおいてなされてきており、非常に若いパームにおける花序の発達については少ししか知られていない。もし若いパームにおいて、年間出葉数が36枚程になると花序の性分化はわずかに開花前11～19ヶ月の時点でおこり、又はもし開花期の花序を抱えている葉と spear leaf の間の葉数が成樹が通常持っている葉数より少ないとさらに性分化と開花との間が短くなる。

表-80: 乾期(11月-4月)の降雨量と2年後の最高及び平均の雌花序率及び1回の雌花序周期で生産される雌花序数(Broekmans)

降雨量 11月~4月		性の周期 期間	試験 2-1			試験 6-2		
期間	mm		雌花序率		雌花 序数 個	雌花序率		雌花 序数 個
			最高 %	平均 %		最高 %	平均 %	
1941-2	391	1943-4	75.2	60.6				
1942-3	307	1944-5	43.3	22.5	3.8			
1943-4	389	1945-6	65.0	38.1	8.4			
1944-5	305	1946-7	55.6	28.0	7.6			
1945-6	305	1947-8	42.4	25.8	4.1	37.3	27.1	
1946-7	422	1948-9	53.8	32.8	6.4	44.4	28.1	
1947-8	356	1949-50	60.7	29.4	6.1	39.6	23.7	
1948-9	231	1950-1	33.7	18.2	3.0	31.3	18.6	
1949-50	236	1951-2	33.3	17.9	3.2	29.7	20.9	
1950-1	366	1952-3				48.0	27.9	
1951-2	343	1953-4				32.4	21.6	
1952-3	411	1954-5				36.6	24.1	
Corr. coefficient, rainfall: sex ratio or ♀ inflores- cences			0.86	0.74	0.75	0.73	0.70	0.63
			P=	P=	P=	P=	P=	P=
			0.01	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1

※(The Oil Palm P.172)

Broekmans は若いパームにおいては、性の分化期と開花期の間が成樹に比べて短くなることに気づき、又 sex ratio が最高になるのは全花序数が最高に達する10~11月の時点と時期を同じく(発育停止率が最低となるため)し、これが続いて非常に若い樹においてしばしばみられる年初頭の高い果房生産のピークをもたらす事実注目した。これは開花より成熟までの期間が乾期には短くなる傾向があるという事実によって強調される。

マレーシアにおける最近の植付後15ヶ月のパームの解剖では、苞分化期が開花9~12ヶ月前であることを示しており、授花試験の結果も非常に若いパームにおいては、性分化期と開花期の間の期間が9ヶ月程までに短くなっているのではないかと示唆している。

奇妙なことであるが西アフリカにおいては栽培されている成樹よりも背丈の高い自生のパームの方が収量の最高期、従って sex ratio の最高期となる時期が早くくるようである。これに対する説明はほとんど間違いなく、自生の高い古いパームは栽培されているパームに比べて出葉率が低いという原因によるものと思われる。Zevenは密生し、育ちの悪い典型的な自生林においては、直射日光を受けているパームの年間出葉数が15～19枚であることを明らかにした。この条件下では、月間出葉数は1.5枚程となり性の分化より開花、そして成熟に致る期間が9～10ヶ月長くなる。これが西アフリカにおける最高収量期を次の年の初期にもってくることになるのである。

13-4 開花周期

今まで樹齡又は季節に関連して論じられてきた葉、及び花序のデータはパーム全体よりみたものである。しかし気象的ないかなる作用も個々のパームに影響を与え、次の段階（時期）における雌雄の花序の生産（しばしばcycle—周期—と呼ばれる）に影響を与える。

雌雄の時期は交互に到来し、時々雄花序の一巡と雌花序の一巡との間に雌雄両全花序が出現することもある。雄花序又は雌花序それぞれの期間は一定しては、高収量の地域又は系統では雌花序期間が長期にわたる傾向がある。ザール及びナイジェリアよりのデータによれば4~5ヶ月間連続して、同性の花序が出現するという。これは8~10個の果房が出現するのに等しい。

その他の研究者たちは、短期間の混合花序の分布の後に雌花序の単性期間が続き、花の性は半無作為的に決定されることを発見した。個々のパームの開花生理は遺伝構成、園内での位置特に隣りあうパームの生育状態その他の要因によって決定される。

Haines 及び Bensian は西カメルーンの Nidien Estate (多雨であるが明確な乾期を有する) において個体及び園としてのパームにおいて高収量の周期を発見した。これによると個々のパームにおいては、3年毎の周期がみられこれは基本的な9ヶ月毎の雌雄の周期が、12ヶ月毎の季節的周期と重なってできる周期の波による現象であると仮定されている。園全体については5年周期が認められた。これは雌花序期における果房成熟期の高い養分要求が高い雌花序の分化をもたらし、その後24ヶ月後の開花から30ヶ月後の収穫迄の期間中の養分要求量は逆に低くなり、これが又雌花序の分化割合を高めて高収量期と高収量期の間を30ヶ月+30ヶ月(又は5年間)にしているものと考えられている。

Corley は40%のパームが約3年周期の収量周期をみせたのを発見した。しかしこれは全体的に、sex ratio の周期に起因するものとはいえなかった。彼は間違いなく起こる外的要因による年間のsex ratio 周期の資料はあるが、内部周期の証憑資料が不足しているとしている。

しかしながら花序の性周期の上にabortion cycle (生育停止周期)もあるのではないかとみられ、開花1~3ヶ月後の多数の発達しつつある果房は花序の高い生育停止率を招き7~8ヶ月後の同じく1~3ヶ月後の果房を大きく減少させるという形で反映させ、よって15ヶ月間隔の生育停止周期を浮び上らせている。これについてはマレーシアにおける摘葉試験においてもいくらかの証憑があるが、無摘葉の対照パームは通常12ヶ月間隔のabortion cycle に準じている。

13-5 栄養状態及びホルモン上からみた開花生理

Beirnaert が雌花序数の増加又は高い雌花序割合 (sex ratio) は高い同化作用、又は窒素に対する高い炭水化物割合により決定されると示唆したことはすでに述べた。

Sparnaaij はこれより窒素施用は雌花序割合を減少させると考えた。しかしながら彼は、ナイジェリアにおいて違った施用量の窒素量に対し違った反応を示した2つの系統においてしか試験しなかった。そしてマレーシアにおいては、しばしば窒素施用が果房生産数を増加させていることが観察されている。

葉及び花序の生産におけるホルモンコントロールについては、非常に少ししか研究されていない。マレーシアにおいては、生長調整物質 (2, 4, 5-TP, GA 3 及び NAA) は、単に結果を増加させることによって収量を減少させるということが発見されている。この現象に生育停止率の低下が続き、3~4年後には生育停止率低下だけによるものではない雌花序割合の増加を招く。この効果については数々の説明がなされ得る。

苗床時代から定植後まで続いて生長調整物質を施されたパームにおいては、エスレル (Ethrel) が開花を遅らせるのに対して、GA 及び CCC は開花を早める。

オイルパームは生育停止、性の転換、果房の大きさの増大又は減少、葉生産の変化、その他幹を取りまく多くの生長等により同化物の供給状態をかえるための調整が行なわれる手段をもっているということが、しばしば指摘されている。連続した数多くの果房の生産 (長い雌花序周期) は、生育停止率及び多分それに続く花における sex ratio の双方に影響を与える。そしてこれはパームの個体間における雌花序の周期の長さ及び時期の大きな差の原因となっている重大な要因である。

パームは同化量が発達しつつある果房の乾物要求に対し、部分的に従属的でない限り、いかなる生長調整物質の影響に対しても種々の手段で償うと考えられ、特に生育停止率及び sex ratio の変化によると思われる。Corley はもし同化量が要求に応じて増加するのなら生育停止を減らし、sex ratio 及び果房の大きさを増大する処理を通じて、要求量を増大させることができると指摘した。しかしながらもしそうでなければ最近のオイルパーム生理学の知識は、高収量品種の選抜を別にすれば、乾物の供給及び効果的な使用は適当な栽植密度、葉を害する病虫害の防除、充分な施肥、土壤水分の保持及び過剰摘葉を避けること等を通じて適当な葉面積を確保することにより、最大に保障され得ることを示唆している。

13-6 果房生産、授粉及び果房の生育停止

花序の生産及び sex ratio に影響を及ぼす要因は明らかに、果房生産を決定する最も重要なものである。しかしながら、その他の開花より結実成熟する間における生理的及び病理的な数々の要因もみられる。

開花より成熟までの間に果房が生育停止し、腐敗するのを bunch failure と呼ぶ。この言葉は花粉量の不足が bunch failure の主な原因ではあるが、他の原因によるものか花粉量の不足によるものかは区別することが難しく、しばしば不可能であるため全ての原因による果房の生育停止腐敗をいう。何人かの研究者のいうように適切に授粉された果房の生育停止腐敗のみに関して使われることもあるが、これは一般的ではない。

上記の通り花粉量の不足が bunch failure の大きな原因であるが、十分な花粉量で正常に授粉された果房にも bunch failure が発生するという観察もなされている。

若木における bunch failure は、成樹に比べて多くみられ、大部分の pisifera ではパームの一生を通じて大規模に出る傾向がある。これは pisifera 又は他の系統の場合にも高い sex ratio に関係していると推測されている。

アジアにおいては若木時代の bunch failure は主として、花粉不足によると考えられている。自生林がなく広大な面積に若木が植えられた地域では、雄花序生産量は非常に低いことがあり、年間のある時期には若木園における雄花序の生産が皆無となることもあるという記録がある。

最近行なわれた調査での樹齢による 1ha 当りの雄花序数は以下の通りである。

表-81:

※(The Oil Palm P.181)

樹 齢 (植付後)	雄花序数 本/ha
6 - 7	7.2
7 - 8	9.9
8 - 9	21.0
9 - 10	17.8
10 - 11	19.8
11 - 12	20.7
12 - 13	19.5

14 摘花 (ablation)

若い雌雄の花序及び果房を除去する作業は、元来 castration と呼ばれ他にも dis-budding, de-budding, de-flowering 等の言葉で知られていた。6 ~ 33ヶ月の間の摘花によって収穫期を遅らせることの効果については多くの研究がなされているが、この価値はまだ十分に解明されてはおらず、たぶん地域においては大きな違いがみられるものと思われる。

はっきりいって摘花によって収量全体が高まるわけではない。従ってこの作業が行なわれるためには、他の栽培上及び経済的な利点がなければならぬ。利点として列挙されるのは以下のようなものである。

- a 最初に生産される非常に小さな果房は、収穫が非能率的であり、処理が難しく、オイル/果房率も低い。このような果房がパーム上に残されて腐敗するに任ざれるところにおいては、時々これがひどい *Marasmius bunch rot* 又は *Tirathaba* の幼虫による被害をひきおこし、以後でてくる果房にとり大きな問題となることがある。集められない果実は又長期的な視野からみればネズミの数を増加させる。
- b 不経済的な果房の生産から栄養生長へ養分をふりかえることにより、パームの全体的な生育がよくなることが確かめられている。ほとんどの例において、摘花が実施され、樹体の測量が行なわれた場合、これは確かめられており、ほとんどの場合処理区と無処理区の差ははっきりと目につく。アフリカにおいては樹冠の生長が大きく増加したのが認められた。しかし注目すべき重要な影響は生産された収量が摘花後事実上2倍になっていることである。裸地の状態に育っているパームに摘花が行なわれた場合、収量の生産量はさらに大きく樹体内の加里量も多くなる。
- c 摘花期より均一な生育がみられ、これは早期の収穫及び通常の管理作業に便利である。
- d より平均化したより大きな果房が得られ、これは収穫作業及び調整処理作業の点で有利となる。オイル/中果皮率及びオイル/果房率も高い。
- e 収穫始めの時期を遅らせることにより、搾油工場設置を遅らせることができ、又設置された機械は十分な果房生産があるため当初より効果的に使用できる。
- f 短期間のうちに無処理区と同じか又はより以上の収量を上げられ収穫労力が合理的に使用できる。
- g 栄養生長が高まるとパームの回りの除草円周及び畦間の部分が早期に陰になるため雑草が抑えられ除草のコストが下げられる。
- h 摘花が終ると同時に人工授粉が始められ、労働力配分がしやすい。

但し、欠点と考えられる点もある。以下に述べるのは場合によっては欠点となる摘花による効果である。

- a すぐれた栄養生長は長続きはせず結果期の当初は無処理区よりも栄養生長は劣る。
- b 当初の高収量の後には処理されたパームは収量が大きく減少し、これにより若いうちは収量の大きな変動がみられる傾向がある。この収量の減少は花序の生育停止によるところが大きいと考えられる。
- c 高収量期には雄花序生産はかなり減少し、これはしばらくの間続く。従って通常は人工授粉が不必要な地域においても、人工授粉が必要となる。

以上利点、欠点を述べたがある程度はここに列挙された利点は人工授粉開始直前に1~2回巡回してパームの清掃を行うと共に全ての花序を除くことで達成できる。しかしながらその場合は摘花が及ぼす栄養生長ひいては後の収穫量の増加をもたらすことなく、又通常の摘花と同じ程度に経費がかかる。

又以上の要因に加えて摘花の労力も考慮に入れられねばならない。加えてマレーシアにおいてはある条件下においては過剰な花序の生育停止を防ぐため、余分な施肥が必要とされるというデータもでている。

以上の点を考慮すると、摘花の遂行を決定するのは地域の環境によりなされるべきであることが明らかである。農園の責任者は園が清潔になり外観がよくなるので部分的に実行するのを好む傾向がある。

初期収量の非常に高い地域又は非常に早咲きの系統の場合、摘花なしで初期に着花数が非常に多くなることがあり、この場合摘花が必要とされる時期はほとんど必要ないほどに短い。中小農園主は植付後可能なかぎり早くより多くの収穫を得るため、摘花を好まないようである。

摘花は通常その園内の50%のパームが雄花序をもった時点より開始される。これはだいたい、アジアにおいては植付後2年位の時点である。以後植付後3~4年目で着果させ始めるまで6~18ヶ月間続けられる。植付後14ヶ月に始め、26ヶ月目に終るというのが平均的なところである。摘花の期間はなるべく短くして、早期に着果にはいることが望ましい。特にパームの栄養生長が早い地域においてはこれは大切なことである。又より以上の長期の摘花は無意味である。長期間にわたる摘花は例えば搾油工場の稼働開始が遅れた場合のような特別な事情の下でしか行なわれるべきではない。

しかしながら多くの要因が初期のパームの生育に影響を及ぼすため、期間よりもパーム生育状態を摘花を終える時期を決定する基準とする方が望ましい。例えば、ニューブリテンにおいてはパームは西マレーシアの平均よりも3~4ヶ月前に収穫開始に達した段階となる傾向があり、又西アフリカの平均の収穫開始時期は西マレーシアよりもさらに遅い。

乾期雨期のはっきりしている気候においては、摘花はパームの幹周が150cmになるまで続けられ、摘花をやめる時期は乾期の始めが理想的といわれる。いつ摘花をやめるかを

決める上で役立つ基準は約70%のパームが雄花序をもった時点で、パーム基部は地上0.3m程度となった時期である。アジアにおいては、この時期に農園全体が大体平均して生産に入ることができ、これは積付後2年半内外経った時期である。

摘花を始めて最初の3~4ヶ月間は若い花序は手袋をして、手で引きちぎることができ、もし摘花が6ヶ月以上に長びくことになれば、狭いchisel（長い柄の先に刃先の鋭い平たい鉄製ののみ状のものをつけた道具）を使用すれば能率的である。しかしながらこの場合chiselでパームの幹を傷つけRhynchophorus sp.の侵入を許す危険がある。これはRed Ring Diseaseの危険のあるアメリカにおいては特に注意されねばならない。又その場合chiselを使用する必要がある摘花を行う必要があるかどうかは疑問である。摘花の後には特別な場合を除き、殺虫剤を塗布又は散布する必要はない。摘花は通常月1回行なうがアフリカにおいて収量の低い時期には5~6週毎でもよい。除去された花房は畦間におかれるがTirathabaの加害が考えられるところにおいては、ゴミの集積場にもって行って処理するか、又は除草された円内の隅におき、害虫の発生がみられたらすみやかに処理を薦すのが望ましい。

摘花に要する労力はパームの樹齢、パームよりパームへの動きの容易さ、過剰な葉やパーム円周内にある丸太等によるパームへの接近の困難さなどにより異なる。摘花は激しい労働ではないため、若年者や女性労働者にもできる。摘花開始初期の3~4ヶ月の間は1人の労働者が1日2haのパームを検査して歩くことができる。以後は樹齢が高くなるにつれて1人が1日に処理できる面積は小さくなり、摘花が終えられる段階では1人1日1ha余りを処理できるだけになる。

摘花の効果についての試験は、様々な結果となって出ており、摘花が果して有益なのか又は不利益なのかについては部分的な答えしか出ていない。すべての場合においてではないが普通の特徴は処理されないパームに比べて初期収量が大きいということである。通常当初の2年間の生産の後には収量は無処理区のパームと同じ程度になるか、又は低くさえなる。しばしばみられる特徴の一つとして、初期のきわだった大きな収量の後には大きな収量の谷（減収）が続く。これは収穫労力及び工場生産量を平均化するという点からは好ましくない特徴である。

しかしながら試験は常に平均的な経営方法でやられているわけではなく（特に摘花の期間については）、従って結果をどうみるかは注意を要する。

収量の谷（減収期）がオイルパームが初期の大きな生産をあげるために養分供給、蓄積の上で大きな要求のあった時点における花の発育停止（floral abortion）の結果であるということについてはやや疑問もある。もしこの段階で養分供給量不十分のために花序発育停止が起っているとしたら、高いabortion rateは実質上いかなる性質の土に育つ

ているパームにおいても起こるだろうからである。同時にこの期間内における肥料施用量は期間内の必要養分を与えるだけでは不十分でもある。

以下のような点が強調されるのは上記のような理由による。

- a 若木時代における適切な施肥により、パームは旺盛な栄養生長の要求を満足させた上にある程度の養分の蓄積をすることが必要である。
- b 適切な施肥時期に施肥を行なうことにより、養分供給の要求が最も大きい時に養分が供給されねばならない。これを確実に行なうことによつてのみ、多くの花の発育停止が回避できる。

以上の a、b 2つを実行することにより、摘花は収量面だけからみても大いに利益をもたらす。

より具体化された試験なしでも現在のところ上で略述された通り摘花を通常作業として続けることは、有益であると思われる。しかし養分状態は密接な観察を必要とする。摘花の効果が一部の地域で他の地域よりも大きいということについてはやや疑問がある。しかし、例えばニューブリテンの生育の極めて良好な地域では摘花期間が非常に短く、試験の結果は全然摘花の必要性がないということを示すこともある。そのような状態においては、適切な施肥計画なしで摘花を行ったりするとかえって悪影響を与える。

栄養生長の増大は急激に続く栄養生長のための多量の養分を要求することになり、重大な花の発育停止を伴う。乾燥した気候又はパームがやせている土壌に育っている条件下においては、摘花は栄養生長を高めるうえで非常に有効である。これは特に根の発達を助長し、長期の乾燥に対する抵抗性を強め、養分吸収の範囲をより大きくし、強風のある地域ではパームが風に対して強くなる。

このように摘花の基本的目的は明確であり、実際の方法等は地域によって考慮され、注意と正確さをもって遂行されねばならない。

たぶん通常の場合、摘花の期間は6ヶ月を上回るべきではないだろうと思われる。

摘花は高収量地域より、低収量地域及び特にダホノイにみられるような極端な乾燥した地域において、より実用的であると考えられている。ダホノイにおける試験では初期管理におけるきれいな除草は根の生長を含めて、栄養生長を増加させており、これに摘花することによりさらに20ヶ月間の間生長量を増大させている。6年生のパームに対する摘花による全体の収量増加の効果は小さいが、乾害抵抗性が増大し1トン当りの収量コストが大きく減少していると報告されている。Corleyは、部分的摘花は月々の果房数を調整し、収量の山を低くし、収量の低い時期を埋めて収量の平均化を図るためにとり入れることができることを示唆している。彼は部分的な摘花が残された果房の重量を増大させるだけでなく、全体的な炭水化物の要求量及び結果的な供給量は下がるが、幹内の炭水化物貯蔵量を増加させることを証明している。

15. 授 粉 (Pollination)

15-1) 自然授粉 (Natural Pollination)

オイルパームはもっぱら風媒により授粉される。マレーシアにおいては雄花序上の大量の花粉が昆虫特に三種のハチ、*Apis indica*, *A. dorsata* 及び *Melipona laevis* を引きつける。しかしながら昆虫は雌花序を訪れない。花粉の出す甘いアニスの香りは強烈で人によっては頭痛、吐気、アレルギーを訴える。

Jagoe は成樹園の中におかれたスライドガラス上に落ちる花粉数を数えている。雄花序がスライドより 8.5 m 及び 15.2 m 離れて存在するある地区では 1 平方インチ (6.45 cm^2) 当り 1 時間に 1 粒余りが記録された。これは雌花序が授精可能なる 3 日間の期間に 1 平方インチ (6.45 cm^2) 当り 94 粒の花粉が落ちることを意味する。他の地区は 3 日間に 1 平方インチ (6.45 cm^2) 当り 167 及び 109 粒の付着がみられ、これは授粉に十分な数と考えられる。これらの場合雄花序はスライドより 9.1 m (30 ft) ~ 68.6 m (225 ft) の間に適当な数 (7~13 花序) がみられた。このような条件下でパームが通常の風にさらされている限り、風によって運ばれる花粉数は最適な授粉をするのに充分と考えられる。

しかしながら若いパームの典型的な密生した頂部付近の葉は、風によって運ばれる花粉に対して効果的なふるい (screen) の役目を果たし、結果として雌花序は軽く授粉されるにとどまることもある。Jagoe はこのふるいの役目を果たす葉の screen は授粉過剰に対する自然的な回避作用であるとしている。

マレーシアにおける最近の研究によると雌花が授精可能になる 6 日程前に雄花上に落ちた花粉は着果させることができることを示している。しかし雌花上に 6 日以上あった花粉は、急激に授粉能力を失う。Spore-trap count (スライド上の調査) によると、花粉は主として午後に散り、湿度が最も高い夜間及び早朝はほとんど散らない。

降雨も幾分か花粉密度を下げ、濡れた雄花序は花粉を散らさなくなる。大気中において花粉の密度は果房のある部位が最も高く、午後の比較的強い通常の風による拡散は重要である。Spore-trap 調査によるとそのような条件下においては少なくとも花粉は 35 m は十分に飛ぶ。樹冠よりも上部を長距離飛ばされる花粉は、あまり重要ではなく空気中の花粉密度は存在する雄花序数と降雨量に左右される。花粉密度の最高時は雄花序数の最高時期と一致するが、このピークは降雨日数が多くなると低くなる。

その他花粉の飛散に影響を与える要因としては、非常に若いパーム本来の柱状の多くの要因に影響され、しばしば自然授粉を補助する技術を農園の通常作業としてとり入れることが必要になることがある。花粉不足による bunch failure や粗い着果はアジアにおいては当初より観察されており人工授粉は第 2 次世界大戦後に流行し、戦後にはほとんどの農園において一般的作業となった。

自然状態においては、雄花序は成熟又は開花期に達すると、花はまず小穂の基部より開き始め、普通2日間程で全ての花が開花を終える。湿度の高い気象条件下ではこの期間が4日間にのびることもある。通常花粉は、5日以内に花より遊離するが、最大量の花粉が生産されるのは、開花が始まってから2～3日間である。花粉の分散が終わりに近づくにつれて白色の菌糸主としてフザリウム菌糸が雄花序上に急速に広がる。

表-82：西マレーシアの海岸粘土土地帯におけるパーム1本当たりの年間雄花序生産数
— (Gray 1969)

果実型	植 付 後 樹 齢 (年)									
	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
Dura	—	--	—	4.0	8.5	7.2	8.0	8.3	7.9	
Dura	—	—	—	—	7.8	6.1	7.8	9.3	9.9	
Dura	2.7	5.9	5.3	5.6	5.9	6.0	8.1	—	—	
Dura	1.9	3.8	5.1	6.2	—	--	—	—	—	
Dura	2.5	4.9	7.6	—	—	—	—	—	—	
Dura	1.8	8.0	5.4	7.5	—	--	—	—	—	
Dura	--	—	--	--	4.3	4.2	3.9	5.0	—	
Dura	4.8	7.3	--	—	--	--	—	—	—	
Tenera	1.4	3.9	3.8	5.2	—	—	—	—	—	
Tenera	2.4	4.2	7.9	—	--	--	—	—	—	
Tenera	1.8	6.7	5.2	8.8	—	—	—	—	—	
Tenera	5.8	7.0	--	—	—	—	—	—	—	

注 パーム栽植密度 123本/ha

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 252)

表 83 : 西マレーシア海岸粘土土壌地帯の園において植付後 4 ~ 5 年の Dura x Tenera が 1 エーカー (0.4 ha) 当り月間に生産した雄花序数 (Gray 1969)
 - 5 % の調査を基準としている -

月 場所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	平均
A	18	17	15	16	12	12	17	18	21	22	24	28	220	180±47
B	2	6	9	9	7	7	8	9	8	7	15	11	98	80±31
C	2	3	6	8	8	8	12	11	12	10	14	14	108	90±39
D	39	21	39	25	20	24	32	13	16	15	14	14	272	227±94
E	3	6	7	7	4	3	6	16	20	33	20	11	136	113±92
F	11	23	17	17	14	17	32	17	27	12	10	8	205	171±71

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 252)

15-1-1 雄花序形成に影響を与える要因

雄花序生産に影響を与える要因はいくつかある。これらの要因は以下に述べる 2 つの主要な道筋により収量に大きな影響を与える。

1. 自然授粉のための花粉量を決め、それにより果房上の完全に授精される果実の割合を決める。
2. 雄花序の多数の形成は、その地区における雄花序生産数を相対的に減少することになるため、全体収量に直接影響する。

15-1-1-1 雄花序生産における樹齢の影響

マレーシアにおいてはパームの樹齢が雄花序生産数に与える影響の大きいことが判明している。これによると植付後 3 年より 7 年までの間に雄花序数の著しい増加がみられ、以後はだいたい一定しているという。この一般的なパターンは、dura 及び tenera の両方においていえる。

15-1-1-2 遺伝と雄花序生産

外部の要因が生産される雄花序数に大きな影響を与える一方、遺伝的構成も大きな影響を与える。隣りあった列に植えられたある特定の違う系統間において生産される雄花序数に大

きな差がみられることも時々ある。近年生産初期に雄花序形成率が高く、反対に雌花序が少ない、いわゆる sex ratio の高い系統を育種選抜する傾向があった。これは向上した農業技術と併せて多くの農園、特に若木園において雌花序数が増加し、反対に雄花序数が減少し、1年のある時期に著しい広範囲の花粉不足が起る原因となっている。花粉不足は人工授粉を必要とするほどまでに激しくなっている。育種及び選抜が結果初期にバランスのよくとれた sex ratio を含めて考えられ、オイル/果房率 (oil to bunch ratio) の高い大きな果房を得ることにより、収量を高め人工授粉の過剰な労力要求を切り捨てる方向に向うことがよりよい方向であるかもしれない。しかしながら初期の選抜期には総収量と果房数の間に相互関係のあることが判明しており、このためより雌花序の多い系統の選抜へ導びかれてきたものである。現在の育種事業においては、より果房重量の大きい系統の選抜が目的とされている。しかしそうであっても、もし最大限の収量が望まれるならば生産のある段階に人工授粉を行うことは避けられないし、その経費も利益に比べると小さい。

15-1-1-3 栽培技術と雌花序生産

多くの栽培技術(農作業)が雌花序生産数に影響を与えることが知られている。若木において長期の摘花は雌花序数を減少させることが知られており、摘花期の後に始めて結果し始めた農園においては雌花序数が非常に少いか、ほとんどないことも稀ではない。集中的な人工授粉は長期間のうちには、雌花序数を増加させるという結果を招くことがわかっており、7年間で40%の増加をみるという。この原因はたぶん幾分かは高収量がパームの養分蓄積量を徐々に減少させる結果による栄養的なものであろうと思われる。

現在のところ連続しての雌花序生産は不可能と考えられているので、上のような特徴はたとえ適当な養分状態を保つため適切な施肥をしてもおこると考えられる。

集中的な摘葉が行なわれた後にも雌花序が25%まで増加した記録があり、1 ha 当り245本のパームが植えられた密植栽培においても20%までの増加をみたことがあるという。

しかしながら、高密度が光線及び養分の集中的な競合を導く古いパーム園においては雌花序数の少ないのが特徴である。これは異常なまでの高い栄養生長によってもたらされたと思われ、非常にこじんまりした密な樹冠を形成し、その下部は空気は穏かでどちらかといえば立性の葉基部は雌花序を圧迫している。このような条件下では自然授粉は困難で bunch failure が果房の生育初期におこる。そのような果房はひどい養分の流出をもたらさず、パームの栄養状態は良好に保たれるため自然授粉の条件が向上することはほとんどないままに続いて雌花序が形成されることになる。

パームの栄養状態が、雌花序形成に影響を与えることは明らかであり、通常高収量期間の

後に続く雄花序周期 (male cycle) はパームの栄養状態悪化に関係しているものと思われる。これが高い養分供給状態を保つのが必要と考えられる大きな理由のひとつである。栄養は又土性と雄花序生産との関係においても、重要な因子となる。根の損害 (被害) は雄花序生産の増加を招く。これは若木園において畦間にあるパームと競合する雑草 (チガヤ等) を除くために耕起した場合などにみられる。一般的にいえば耕種的及び気象的な負の要因は高い率の雄花序生産につながり、加えて発達しつつある花序の生育停止率も高くなり収量を低下させることになる。

15-1-1-4 授粉用パーム (Pollinator Palms)

パーム後に新しいパームを再植する場合、若木に対する花粉の自然供給源として 1 ha 当たり 3 本程の古いパームを全体的に平均して残すことは有利と考えられている。ある例によると不適切な授粉による bunch failure がひどい再植農園に接している授粉用パームが残されてある農園では bunch failure が極めて少ないという。もう一つの提案は一定の間隔で余分なパームを植えつけ雄花序生産を促すため強い摘葉をするというものである。

もし用意された授粉樹が有効ということになればこれは安価で多量の花粉を供給することになり、園全体として十分な雄花序が生産されるようになった時にはこの授粉樹は除けばよい。しかしながら長期にわたる観察によると授粉用パームは常に最高収量をあげるのに十分な花粉を供給するわけではなく、現在のところあまり現実的なものではないとされている。

一つの興味ある古い花粉用パームの特徴は多くの rhinoceros beetles を引きつけることでこれは rhinoceros beetles が陰影に引きつけられるという理論の裏付けをしている。この場合古い授粉用パームはひどい被害をうけるが若木は事実上無被害にとどまり、古い授粉用パームは若木に対するこの昆虫の被害を回避するのに役立つということを示唆している。