

15-2 花粉の発芽力

一度花粉が雄花序を離れるか、又はたとえ分散前でも環境条件により発芽を低下させる。花の日齢は花粉の発芽力に影響を与え開花後4日たった雄花序より採集した花粉は、急激に発芽を低下させることが知られている。もし花粉が貯蔵された後で使用されるために採集されるのならば、白い菌糸の繁殖し始めた花房より花粉を採集してはならない。

ある調査によるとまだ雄花序が感受性をもたない(授精能力のない)うちに花粉が供給された場合、この花粉は雄花序が感受性をもつまで蓄えられているという。花粉は6日間は無効であることが判明している。しかしながら湿っている花粉は急激に有効性が低下し、採集後48時間で著しい発芽率の低下を招くという。これは花粉が貯蔵されて人工授粉に使用されるために採集される時にはよく考えられなければならない重要な要因である。

15-2-1 花粉の発芽力(有効性)試験

花粉粒は150倍の顕微鏡で透明な四面体(実際には丸味をおびた三角形)の粒としてみえる。適当な条件を与えれば花粉は発芽し、顕微鏡でみると三角の頂点の一つから細長い発芽管を出しているのがみえる。人工授粉が行なわれるまえ、特に花粉が長期間貯蔵されていた場合には、悪条件での貯蔵は発芽力を大きく減退させることがあるので、使用前に検査する必要がある。

農園においては通常花粉は増量剤の滑石粉(talcum powder)と混合して使用される。特定の品質の粉は花粉を殺したり、発芽を抑制したりする影響力をもっていることがあるため、混合がすんだものは発芽試験してみる必要がある。

花粉は多湿の条件で発芽し、多くの媒体及び方法が考えられている。基本的には発芽は、シュクロース(蔗糖)の溶液中で発芽し、寒天は使用されることも使用されないこともある。市販されている精糖及び蒸留されていない水も時々発芽テストに使用されるが、可能なかぎり純粋な材料を使用した方がよい。これにより媒体中に何らかの発芽抑制物質としての不純物が含まれ、発芽を妨げ、それにより良質の花粉を廃棄することになる可能性をなくすることになる。もし蒸留水が人手不可能なら雨水が使用できる。しかし処理された水道水は使用すべきではない。しばしば媒体に硼酸(boric acid)を添加すると、発芽率を高めるか、又は早めるといわれてきたが、試験によるとこの添加によっても通常全体の発芽率には関係ない。寒天媒体を使用しての発芽試験は以下のような要領で行う。

蒸留水100ccに寒天粉末1.2gを入れる。寒天粉がよくとけたらシュクロース11gを加え沸騰を始めるまで熱した後、きめの荒いろ紙か生綿でろ過する。約10ccづつをペトリ皿(シャーレー)の直径7.5cmのものに入れ、ふたをして冷蔵庫に保管する。数週間は良好な状態を保てる。発芽テストを行なう時にはペトリ皿を出してふたをあげ、

花粉を寒天の上にばらまき再びふたをして定温器内で35℃で2時間保った後、顕微鏡でみる。大量の寒天をつくるには各材料を上記の割合で増やせばよい。室温によって発芽させると温度の違いによって発芽率に大きな差がでてくるため、定温器を使用した方がよい。

マレーシアで通常行なわれている液を使用した方法はより容易で単純なものである。

方法1：普通の顕微鏡のスライド上にシュクロース10%液を数滴たらし、それに花粉を少量加えて30℃の多湿の室内で8時間放置した後顕微鏡で観察する。

方法2：ペトリ皿にうすくひいたシュクロース10%溶液上に微量の花粉を加えよく混ぜる。それにふたをして30℃の室内、できたら定温器内に放置する。6～8時間たったらとり出して、まず顕微鏡用のスライドに数滴のきれいな水を落とし、それにシャーレ(ペトリ皿)から細い棒の先で花粉の混ったシュクロース液を少しとってきて加え、顕微鏡で観察する。色素を使用した発芽試験も行なわれ、Triphenyl tetrazolium chlorideの1%液において花粉は紫色がかって見える。

15-3 花粉の分散

多くの要因が自然の花粉の動きに影響を与える。これらの要因は授精程度に影響を与え、又その結果として収量に影響を及ぼすため非常に重要である。不完全な授粉によっては果房は発育しないか、又は小さく、パームオイル及びカーネル率の非常に小さいものを生産する。

成樹園における空気中の花粉分散については、マレーシアで研究された果房付近の高さにおいては地表面の2倍程の花粉尘量があり、樹冠より上においては、果房付近の $\frac{1}{3}$ 以下の花粉量しかないことが判明している。これよりみて大部分の花粉は、雄花序より遊離した後、樹冠内にとどまることが明らかである。

ほとんどの場合、花粉は花序からあまり遠くへは飛散せず、これは雄花序より0.6m離れただけでその地点で得られる花粉数が大きく減少することでわかる。しかしわずかながら、かなり遠距離にまで達する花粉もある。

15-3-1 花粉の飛散距離

園内における枝の空間での花粉数の研究より、樹冠内における花粉の動きは熱対流の流れ及び風の両方による空気の動きに大きく左右されることが明らかである。風の無い日には密に繁った樹冠の下部においては雄花序からの花粉の動きは非常にわずかしかないものと思われる。

樹冠下における花粉の動きは、風速、栽植密度、パームの高さ、畦間に植えてある被覆作物の種類、量等に影響される。従って樹冠の低い若木園における授粉条件は高い樹冠をもつ古い園とはやや異ってくる。

初期の試験等よりみると、ほとんどの花粉は雄花序より18m以上は飛ばないと考えられ、わずかな部分のみが32m地点付近まで達するにすぎない。この距離はやや控えめな数字であると思われ、この花粉の飛散距離がいままで多く行なわれた人工授粉の試験が、外部より飛来する花粉に邪魔されてはっきりした結果を出せない理由の一つである。

15-3-2 花粉遊離の時間帯

マレーシアにおける試験においては、空気中に存在する花粉数がはっきりと日中に高いことが判明している。平均した濃度ではないが事実上ほとんどの花粉は、8:00~20:00の時間帯に遊離し、夜間及び早朝に空気中にある花粉数はほとんど無視されるほどの量である。空気中の花粉濃度は8:00頃より急速に高まり、通常14:00頃に最高に達し、それ以後減少し暗くなり、それにつれて空気中の湿度が高くなる時間にかけて急激に減少する。

この観察結果は、花粉遊離の時間及びそれに続く授精が分散に影響を及ぼす要因と関係があるため現実的に重要なものである。例えばある地域においては、乾燥した条件下において

豊富な花粉が空気中に存在する正午から午後にかけて強い風が発生することが普通であり、これらの風は花粉の分散、特に近くのオイルパーム園などへの長距離の花分散に大きな影響を与えるに違いない。反面以下に述べるように雨は花粉の分散に極度の負の影響を与え、従って雨の降る時間帯は重要となる。

夕方又は夜降る雨は、この時間にはすでにほとんどの花粉が出された後なので大きな影響はしない。しかし朝の降雨はその日の自然授粉を大きく妨害する。授粉直後の雨は、ある試験においては好ましくない影響を及ぼすことが示唆されているが、授精及びそれに続く発達に大きな影響を及ぼすとは思われない。

15-3-3 天候と花粉の分散

多くの要因が花粉の遊離、分散及びそれによる着果率に影響を与える。これらの要因は多くの又複雑な相互関係があるので、ここでは詳しい説明はしない。

15-3-3-1 気温と日照

気温及び日照が花粉の分散に及ぼす影響は、空気中の湿度を低下させ、雄花序を乾燥させるという間接的なものである。従って空気中の花粉濃度と気温の上昇には、一般的な相互関係がある。日中の紫外線が樹冠より上にある花粉に対して致死的な影響を与えるかどうかはわかっていないが、花粉は保護色をもたないため長時間の照射によって致死する可能性もある。

15-3-3-2 風

これまでの観察によれば風と花粉分散のはっきりした関係はわかっていないが、風は花粉分散特に長距離の飛散に大きな影響を与えることは間違いない。例えば雄花序数がより多い古いオイルパーム園に隣り合わせた雄花序数の少ない若木園においては、明らかに古い園よりの花粉の飛来のために着果率のよいことが確かめられている。

しかしながらほとんどの場合雨と雄花序数の二つがその地区の花分散を決定している主要因である。

15-3-3-3 湿度

花粉分散における湿度のはっきりした影響を評価することは、この湿度が気温、日照量及び雨量と密接に相互に関係しているため困難である。観察によると1日の最も湿度の低い時間に空気中の花粉濃度は最高に達する。夜になり湿度が高くなり、露点にまで達すると花粉を含めて空気中の細かい粒子はほとんどなくなる。

多くの要因の中で降雨が花粉の分散に及ぼす影響は最も大きい。影響は1時的であり、花序が乾燥すると又花粉の遊離を再開するが、湿った雄花序は花粉を分散しない。雨量と空気中の花粉濃度は強い相互関係があり、雨は空気中の花粉密度を急激に低下させる。この影響はたとえ雨量が非常に少なくてもみられ、従って雨天下における自然授粉量は非常に少ないと思われる。葉上などにあった花粉が水滴などによって、雄花へ運ばれ偶然授精することもあると思われる。

一般的にいて、その地域における雨量そのものも重要であるが、より重要なのは、降雨日数である。降雨が花粉の分散に及ぼす影響については、いくつかの推測がなされている。空気中の花粉密度が高い時間帯における降雨は、風媒による授粉をほとんど完全に妨害する。従ってたとえその地区に多数の雄花序が存在したとしても自然授粉は不十分となる。この要因は従って雨期の間は地区内の雄花序数が自然授粉に対してはほとんど影響を及ぼさないこともあることを示しており、雄花序数を人工授粉の指標にすると間違いを招き、収量の低下につながることもある。

ほとんどのオイルパーム地帯において、年間のある時期には程度の差こそあれ、いくつかの不完全授粉が起ることが観察され、これは雨量が非常に多く又年間に広く分散している地域、特に午前中遅くと、午後早く（正午を中心とした時間）に雨が降る傾向のある地域ではひどく観察される。

15-4 人工授粉 (Assisted pollination)

生育しつつある果房を検査して授精している果実の数が、理想的な数に達していず、これが自然授粉の不十分なためによると判断される場合、人為的に花粉が供給されねばならない。この技術は人工授粉として知られ、花粉の収集より感受性のある雌花序に授粉するまでの一連の作業がある。人工授粉の広範囲な実行は若木（特にDXP系統において）の極めて低い雌花序生産率及び bunch failureによる峻激的な収量の減少を回避しようとするものである。

この作業は近年になって非常に広く普及してきたが、元来は40年以上前に bunch failure を克服するために行なわれていた作業であり、その後パームが樹齢を増し、雌花序数が多くなり、自然授粉の条件が向上したため必要性がなくなるにつれて見捨てられていた技術であったが、近年になって再び見直されてきたものである。今日では人工授粉は南アメリカ、アフリカ、アジア特にマレーシア及びニューブリテンにおいて広く行なわれている。

自然授粉に影響を与える要因とその重要性が地域が異なることによって大きく違い、又同じ農園においても、季節によって違うことなどを考えると、オイルパームに対する人工授粉がパームが栽培されている地域全体において必ず必要とされるものであるとはっきりいうことはできない。従って人工授粉をするかしないかの選択は、個々の農園又は経営者の判断に任される点が多い。例えばマレーシアという一つの国の中でもある栽培者たちは、授粉をしないと果実は全然つかないと主張するし、一方では不要と主張する人々もある。

しかしながら、雌花序生産数が少なくほとんどの果房が棄敗 (failure) した広い面積も明らかにみられている。そしてこれらの状況下において、不完全な授粉が原因でないとは信じることは難しい。しかし人工授粉は又労働力を必要とする作業であり、長期間にわたって機械的に続けることは経費が高くかかることになるだろう。この作業の経済性を評価しようという試みがなされてきたが、それらは全て仮定の上になり立ったもので、現実の増収又は減収は明確には特定できないため資料として使われ得ない。又果実/果房率の向上が果房数に与える負の効果も見積ることは困難である。

若いパームの雌花序が少数の大きな果実をまばらにつけたり、又は部分的につけ、残りの果実は巢為結果で小さく細長いというような不均衡な発達をする原因は多分不完全授粉である。そのような不完全に着果した果房は早期に発見でき、それらは部分的に棄っていたり、又は、果房全体の発育停止にさえつながる。

高収量が予想され、特に摘花が行なわれている地域では、どこでも当初の雌花序数は少なく結果当初（結果させ始めた時点）より人工授粉が行なわれる。大まかにみて1ha 当り月25の雌花序生産数は危険な程に低いと思われ、その3倍の生産数があれば充分と考えられる。

Gray は雄花序生産が樹齡，系統，栽植密度，摘花，摘葉及び人工授粉そのものによつてどのような影響をうけるかを説明している。アジアにおいては7年以降は，月々の変化はみられるがだいたいにおいて平均した雄花序の生産をみせるという。Tenera系統はdura (deli dura) に比べて当初雄花序生産数が少ない傾向がある。摘葉は，雄花序生産数を増加させ，高い栽植密度は雄花序数を減少させる。Gray マレーシアにおいて，DXP系統が3～7年生の期間に66～70%の月において雄花序生産数が，1 ha 当り50を下まわつたことを発見した。このように月によって雄花序生産数の少ないことはしばしば観察される。

人工授粉により，花粉が追加されると着果率 (fruit set)，果房に対する果実の重量比 (fruit to bunch ratio)，果房重 (bunch weight) 及び果房に対するオイル含有率 (oil to bunch ratio) が増加し，平均果実重量 (mean fruit weight) 及び果肉に対するオイル含有率 (oil to mesocarp ratio) が低下する。

人工授粉によりパームが着果し始めてより最初の4年間は，100～150%の増収がみられ，植付後11年たつてもまだ20%程度の増収がある。これらの効果は果房数及び果実/果房率の向上によるものである。予想されるように果実成分には目立つた変化はないが，個々の果実は人工授粉によりやや小さくなる。スマトラにおいては，オイル/果実率もわずかながら低下していることが記録されている。

最近の多くの試験によると定期的な巡回による人工授粉は初期には，果房の腐敗 (bunch failure) を減少させ，着果率及び果房重量を増加させることによつて，果房収量を増加させるが，しかし結果として雄花序数が増加し，果房数が減少するため，しばしば全体的な結果収量の低下を招く。

次にある表-84はGray の行った試験のデータであるが，これをみるに際しては対照区 (0) にも花粉が流れこんできているということを考慮しなければならない。

表-84: マレーシアの海岸粘土質土壤において人工授粉がパームの収量構成要素に与える影響 (Gray)

年	観 察		1 ha 当り 果 房 数		平均果房重 kg		1 ha 当り 果房重 ton		1 ha 当り 雄花序数		第1株の重 量(平均) g	
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
1962 *(6ヶ月間)	860	886	417	431	359	382	615	560	--	--		
1963	3737	3339	631	731	2358	2441	229	284	--	--		
1964	3480	3162	735	863	2558	2729	983	1,005	--	--		
1965	2,282	2,087	1,353	1,394	3,088	2,901	336	563	5,866	5,505		
1966	2,472	1,838	1,090	1,380	2,694	2,536	756	983	7,087	6,632		
1967	1,778	1,489	1,389	1,580	2,470	2,353	682	1,060	--	--		

※(The Oil Palm P. 183)

O-対照区(人工授粉なし)

P-人工授粉区(月12回)

上述のデータによると2年目には人工授粉区においては雄花序数が果房重に対するプラスの効果を相殺するのに十分な程まで減少していることがわかる。この果房数に対する効果は人工授粉が雄花序の生育停止率を高めたと推測できる程に早い。以後の年においては人工授粉区において5%減少したとしている。しかしながらCorleyは果実の着生率の向上によりもたらされたオイル/果房率が果房収量の減少を相殺すると示唆している。

表-85: 果房重量に対してそれぞれ47%及び61%の果実割合をもった2種類の果房において炭水化物100kgより得られると推定される果房及びオイル重量(Corley)

果実/果房 %	果 房 重			オイル重 (パームオイル)		オイル/果房	
	乾 物 kg	新 鮮 kg	湯	kg	%	推 定 %	実 際* %
47	72.4	152.9	100	27.6	100	18.1	18.4
61	69.8	136.2	89	30.2	109	22.2	22.3

※(The Oil Palm P. 184)

(* Wong 及び Hardon の行った試験において果房に対する果実の重量比がそれぞれ47%及び61%であった果房より現実に得られたオイル割合)

上記の果実/果房率が47%及び61%であるそれぞれの果房成分中の乾物の比較データを使用して彼は果房生産に使われた100kgの炭水化物は、たとえ生産された果房重が小さくとも高い果実/果房率の方がより多いパームオイルを生産するとしている。fruit to bunch ratioが高いと果房の乾物量が低下するが、これは炭水化物がパームオイルを合成するための呼吸作用に使用されているからである。これによりCorleyはより完全な、人工授粉は常に利益となると説明している。この結論はもちろんのことながら炭水化物は果房生産のために使用されると仮定した上でのものである。しかし結果は少なくとも一部分は人工授粉に続き、雄花序生産に転用されていることを示唆している。

15-4-1 不完全な自然授粉の徴候

授粉が完全でない場合はすぐ目につく。果房上における授精果実と単為結果果実の割合は雄花序の授精可能期間中の有効花粉量により、ほとんど完全に授精果実によって覆われる場合から果房表面に数個の授精果実が散在する場合まで様々である。不完全(不適切又は不十分)な授粉の最初の徴候は、雄花序開花後2~3週間たった時点で観察できる。授精した果実は光沢のある外観を呈し、ややずんぐりした形をしており未発達のコブを有する。若い時期のコブの形成の有無の検査は授精程度を調べるのに特に有用であり、開花後3週間程たったものを切ってみると容易にみる事ができる。授精し損った場合、その花はすぐに生育を停止するか又は細長く、授精果実と比べて光沢の劣った単為結果果実として発達する。授精の不完全な果房又は果房の授粉の不完全な部分は生育途中のいずれかの時点で突然萎敗(bunch failure)することがある。

雄花序の形成される順序及び状況のために若いパームにおいては果房の基部は充分には授粉されにくい。これは発達しつつある花序が、それを葉腋に抱えている葉柄によって強く圧迫されているために、花粉が雄花序の最下部へととどかないためである。取極してみると黄色みがかった色彩を帯びた基部付近は、単為結果果実だけによって占められているのがみられる。

パームが年をとるにつれて雄花序は葉腋の底からやや離れて形成されるようになり(果房軸がやや伸びてくる)、特別な理由により、葉が普通より立性でもないかぎり、授粉条件は改善される。ある地域においては不完全な授粉がbunch rot(果房萎敗)の最も一般的な原因となっている。雄花序又は若い果実が生育を停止するとそれらを着生している

spikeletは、各種の健全な組織は侵す力のない弱い寄生性をもつ微生物等によって侵されやすくなる。授精果実の存在はspikeletに侵入するこれらの微生物に抵抗する程度を高めるとみられ、果実着生率とbunch rotの被害程度には強い相関関係がある。しかしその他にもbunch failureの原因はみられ、正しい被害回避の対策がとられるためには、その

原因が果して不完全な授粉によるものか又は他の原因によるものか究明されねばならない。雌花序上における *Tirathaba mundella* の幼虫の加害も後になると表面的にはしばしば bunch rot と同時にみられ、時々にはその原因ではないかと考えられる菌 *Marasmius palmivorus* の加害によって複雑になっている。 *Marasmius* は広範囲な bunch rot (果房腐敗) のあった地域で腐敗しつつある果房上に就腐菌として生きのびた後、発病させることはあるかもしれないが、この菌が自身で腐敗を起す能力をもつことはまだ確認されていない。

人工授粉後果実が核を形成するのに失敗する現象がマレーシアにおいて近年観察されているがこれは異常気象及び水分不足に関係していると考えられている。ある程度の bunch failure は栄養状態の悪化によると考えられる。生育停止した果房の果実又は果房の生産停止をした部分の果実が主として授精果実であるか、又はそうでないかによって大まかな原因の判断ができよう。

Sex ratio が高く果房腐敗のひどい地域では当然注意は授粉の問題に集中される。しかしながら bunch failure は又花粉の大量供給があるアフリカの一部の地域でもおきる。

重大な被害をもたらした bunch failure が報告されているが、例えばガーナでは森林に囲まれた若木園において起っているが、この場合この地域では花粉の不足が bunch failure を助長したのかもしれない。しかし大部分の場合は多くの花粉を生産するパームが存在し、花粉不足が原因とは考えられない。これらの状況下では成樹においては bunch failure が 10~15% を越えることはほとんどないが、若木ではより高いこともある。

ナイジェリアの農園で二系統において雌花序及び雌雄両全花序の生き残った率は次のようになっている。

表-86

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
A生存率 %	54	66	78	73	81	85
B生存率 %	45	64	90	87	88	93

(注 生存率は雌花単性花序及び雌雄両全花序一緒にしたものである。)

※(The Oil Palm P.184)

上にみられるような差異は起るが系統間における bunch failure の大きな差はまだ発見されていない。又事実上不完全な授粉による bunch failure をその他の原因による bunch failure と区別することは難しい。

Turner 及び Bull は授粉された果房の発育停止は、いつでもおこり得るが開花後 2~4 ヶ月間が最も多く、又原因は生理的なものであると主張している。パームは供給される炭水化物、無機養分及び水分によって継続的に支えることができる以上の果房を着生し、部分的に発達させることがあるという仮定に基づいている。

Sparnaaij は気候すなわち水分供給が最も大きな要因であるとし、マレーシアの研究者たちは着果過剰、すなわち長期間雄花序周期にあったパームが花芽生育停止及び性の分化の行なわれる前にパームの体内養分に対して養分の要求過剰が起ったためとしている。これら一般的な理論に対する証拠資料は少ないが、非常にきつい摘葉の後に bunch failure が増加することが知られている。Turner 及び Bull は Bunch end rot は bunch failure の一形態ではないかと考えている。

15-4-2 人工授粉が収量に及ぼす影響

人工授粉の必要性がみられるところで、これに気づかず適切な処置をしなかった場合経営的に大きな損失となる収量の低下を招くことがある。不完全な授粉状態により減少する収量の程度には非常に大きな幅があり、ほとんど問題にならないほどの減収にとどまる場合から、極度の自然状態における花粉不足のために収量が皆無に近いほどの打撃をうける場合まである。例えばマレーシアのサバ州のある地域においては、ある時期における収量が 100% に近い程の減収となり、人工授粉の必要性が強く主張される。又特に若木の地域に多いことであるが、部分的に授粉された果房が Marasmius の加害を受け、それが菌の発生源となって後に形成されるよく授粉された果房にまで加害が及び減収につながることもある。不完全な授粉は単為結果果実におけるパームオイルの含有量が少ないためだけでなく、単為結果果実では核が形成されないため、核が収入源となり得ず、減収につながることも考えられるべきである。

人工授粉には新鮮果房生産量をより平均できることにより工場稼働、果房の運搬、収獲労力及び管理等における問題が付随的に減少していくという利点もある。前述したが人工授粉によって収獲を始めてから最初の 4 年間に 100~150% の増収、植付後 11 年たったパームでも 20% の増収をもたらしている。その他の試験でも、deli dura に対する人工授粉は植付後 14 年たったものにも大きな増収をもたらしていることが観察されている。

初期の試験によると人工授粉された果房は果実の大きさ及びオイル/果実率がやや劣っている。しかしながらこれらの試験においては、現在では最高の収量をあげるために必要(特

に若木園では重要)と考えられている追加の施肥が行なわれなかったと考えられている。

収量を最高に得るためには栄養状態が非常に重要であり、その他の管理作業も充分行なわれていなければならないということが近年の試験によって明らかである。これら最近の試験は植付後3~4年たったパームにおいて50%位までの増収を記録してはいるが、時々人工授粉区と無授粉区の収量の差が驚くほどに、小さいこともある。しかしこのような例はほとんど間違いなく実験対照区以外の地区よりの花粉の侵入によって引き起こされたものであろう。一方若木園からの収量が人工授粉開始後6ヶ月以内に大きく向上したという報告は充分すぎるほどある。

人工授粉は個々の果房の大きさは増大させるが果房数は減少させ最終的には雄花序割合の増加を招くという報告もある。その一方 bunch rot (果房の腐敗)は大きく減少する。人工授粉のマイナスの副作用のうちのある程度のもは施肥を充分に行うことで、最少限に抑えることができる。しかし長期間にわたる人工授粉の影響及び人工授粉とその他の農業技術の間の相互関係はまだ完全にはわかっていないことも事実である。

人工授粉は過剰着果をもたらしパームの貯蔵養分を多量に使用(消費)してしまい、結局は全体的な減収につながるということも時々指摘される。全体又は部分的な違いはあっても bunch end rotとして表面にみられる bunch failure は過剰生産の徴候だといわれる。収穫期前における人工授粉は栄養生長を悪化させ病気、害虫の加害に対するパームの抵抗性を低下させる可能性のあることが指摘されているが管理のよい農園においてはこのような現象はみられない。パームの栄養生長条件の良好な農園においては、集中的に人工授粉されたパームよりの総収量は少くとも7年間は通常の標準を保つという報告がある。

多くの地域における農園においての観察よりは、不適切な栄養状態が過剰生産と関連して bunch failure の根本的な原因になっているということがいえるだろう。これは特にそれまでの施肥(特にK, O)が不適切(不足)だった、始めて結果期にはいる若いパーム園においてよくみられ、特にそれまでは摘花が行なわれており、摘花が止められ、急に大量の貯蔵養分が集中的に消費された場合などに見られるようである。これが結果前の若いパームに対し、十分な養分(肥料)を適期に施す重要性が強調される理由の一つである。

土壌条件の改良と適切な施肥による無機養分及び正しい摘葉による有機物の双方のパーム体内における良好な栄養状態を保つことは、人工授粉の効果を最大限に利用するために重要な要因である。人工授粉に対する他の要求及び長期間の人工授粉の影響等まだ研究されなければならないことは多く残っているが、上に述べられたような条件が満足されれば過剰生産の危険は大きく減少するだろう。

15-4-3 人工授粉が必要とされる期間

人工授粉の必要性はパームが年をとるに従って減少し、ある地域においては完全に不要である。ここではパームが着果期にはいる時には人工授粉を必要とするという前提に立ち、いつ人工授粉が減収の恐れなく安全に止められるかというところまで考える。

15-4-3-1 非常に若いパーム園における人工授粉の必要性

新植園において当初に着果した果実の状態が観察される前に人工授粉をする必要があるかどうかを決定するための正確な基準はない。しかしながらどのような地域において人工授粉が必要とされるのか、摘花作業が止められ次第この作業が行なわれるべきことの必要性、又は摘花が行われないならば雄花序が咲き始めた当初から行なわれる必要があること等を指摘するに十分な事柄が経験より知られている。もし栽培種が結果初期から多くの果房をつけるように選抜された新しい tenera 系統のものであるなら始めの数年間には人工授粉の必要性は大きい。たとえ選抜の基準が果房の大きさにあり普通の tenera よりも雄花割合が大きかったとしても、もし新植園の地域に降雨量が多かったら多い雄花序数の効果も半減することになる。

しかしながらある地域等においては、インドネシアのある農園にみられるように主として高い雄花序生産率のために人工授粉なしで適切な収量が得られるところもある。従って雄花序/雌花序率が低い場合は人工授粉を農園の通常作業に組み入れる用意をしなければならない。その他の状況においては人工授粉の必要性の決定はそれぞれの地域の条件に大きくよることになり、経営者による観察の結果によって決定されることになる。もしそのところで何らかの疑問があった場合、人工授粉の低いコストと人工授粉なしで生じるかもしれない。大きな経営的損失の危険はこの人工授粉の遂行を決める十分な理由になり得る。

15-4-3-2 成樹園における人工授粉の必要性

結実が始まる段階で人工授粉が必要か不必要かは簡単な観察で決められるが、いつ人工授粉が不必要になるかを決定するのは非常に難しい。樹齢を重ねるに従ってパームの sex ratio はより平均してくるがこれは漸進的なもので(ゆっくりしたもので)ある。花粉量の不足した時点と十分な時点の境いははっきり目につくことはない。通常パームが植付後7-8年経過すると人工授粉の必要性はなくなるが、この場合でも花粉量が不足する一時期や降雨量が多い時期には人工授粉が必要となることがある。

15-4-3-2-1 雄花序数を基準とする方法

樹齢が進むにつれて雄花序の総生産数が多くなるため、その農園の雄花序の密度と人工授粉の必要性を関連づけようとする試みも時々行なわれてきた。通常一列40本のパームを決

めておいて、常にこの40本のバームだけで調査する。完全に開花している雄花序だけを数え、数え終わったら次の調査時に数に入らないように切りとってしまう。この調査は人工授粉用に花粉を集めるための、事前調査としては役に立つが、自然状態での有効花粉量の指標としては、この調査から得られる数字は、限定的にしか役に立たず雄花序生産の傾向とそれによりいつ花粉量が不足するかの指標となる程度である。

これらの試験は植付後3～4年生においては月間1エーカー(0.4 ha)当り8～11の雄花序生産数は良好な着果を得るには不十分であるが、7～9年生において24～32の雄花序生産数は十分な数であることを示唆している。

極低い数より極めて高い数にわたる広い範囲の雄花序生産数は人工授粉の必要性の決定をするうえで何らかの参考にはなり得るが、授粉に関する要因は他にも雨量、農場全体に平均的に散らばった雄花序の生産、雄花序の大きさ、生産される雄花序数の月毎の動き、及び被覆作物等の栽培技術等の要因も関係してくるため、雄花序数のみを無条件に指標とすることは危険である。

15-4-3-2-2 自然授粉区を基準とする方法

植付後7～8年生の成樹における花粉要求度の通常の設定をするために示唆されている一つの方法は人工授粉が実施されている区画それぞれ50 ha 毎に2 ha の人工授粉しない対照区を設けることである。もし4ヶ月間人工授粉を行わず自然授粉にたよったある対照区で観察の結果適切な着果がみられたらその対照区の属する50 ha の区画においては人工授粉をやめる。逆に着果率が低いようなら人工授粉を続行する必要性を示唆しているものと考えねばならない。

いったん、人工授粉をやめた地区で再び人工授粉を行う必要性は定期的な園場観察によって得られた結果によって決められるべきであり、10%以上の単為結果果実の存在がみられたら自然授粉が不完全と考えられる一つの基準となる。

対照区における着果率が4ヶ月間に渡り不満足な場合は、4ヶ月が終った時点で別の地区に対照区を移し、今まで対照区となっていた園場においては人工授粉を再開する。このように対照区のローテーションを組むことにより、授粉不完全による対照区の最初の収量減をその後の増収によって穴うめして長期的にみた場合の減収を少なくしていくことができる。

この方法はしかし一つの本質的な不利を内包している。対照区で得られる結果はブロック全体からみて必ずしも代表的とはいえず、又対照区外で施されたある程度の花粉の量が対照区内へ流れこんで自然授粉程度を正しく示さない結果となることもある。又この結果は厳密に言えば観察された4ヶ月間だけにおいていえることであり、続く4ヶ月は全々違った気象条件になることも充分考えられる。加えて人工授粉再開の標準がこの観察を基礎にしている

場合、この決定は必然的に将来自然授粉程度にどのような変化が起こるか予想するための事実の一つとなることになる。

しかしながら現在のところ他にかわるものがなく、大きな収量の減少の危険をおかさないように注意して対照区を使用した方法で人工授粉をやめる時期を決め、関連の生産費を引きさげる、という方法がとられるべきであると思われる。既知の年間を通じての降雨量の違いも考慮に入れられるべきであり、例えば、降雨量の多い時期にはいる前の比較的乾燥している時期の4ヶ月間の対照区よりの結果を基礎にして人工授粉をやめるというようなことは好ましくない。

15-4-3-2-3 古いパーム園における人工授粉

植付後10年以上たったパームに人工授粉を実施した場合にも収量の増加をみることでできるといことはすでに述べた。この問題についての資料は非常に少ないが、もし樹高の高いパームに対し使用できる適当な授粉手段があれば（長い竿を使用した授粉作業等）古いパームに対する人工授粉も通常行なわれているより、より長期間続けることにはそれなりの経営的価値が見い出される場合もあると思われる。高いパームの場合、開花している雌花序を認定することがほとんど不可能なため、授粉は全てのパームに対して行うことになる。

15-4-4 人工授粉の頻度

雌花序の授粉可能期間は約3日間である。従って全ての雌花序が確実に授精されるためには、人工授粉は3日間隔で行なわれなければならない。しかし現実には、悪天候、休祭日などにより、特別に遅れた作業を穴埋めする手段でもとられない限り、3日以上の間隔で行なわれざるを得ないこともある。経験をつんだ人工授粉チームが、優秀な作業を行っているある程度の農園においては月8回（週2回）又は、7回の巡回作業によって十分な着果率を保っている場合もある。アフリカにおいては週1～2回の巡回がすすめられており、コロンビアにおいては7日間隔の授粉が行なわれていた。これらの例では開花2～3日前に雌花序上に落ちた花粉のある程度は雌花序が開花して授粉可能になるまではまだ有効であり、又自然授粉の割合もかなり大きいものがあると考えられる。事実パームの栄養条件が必ずしもよくない場合もしbunch failureの問題を避けたければ、人工授粉率を下げるのが望ましい。

農園が新しく開かれたばかりで労働者が未熟な場合、月10回の巡回（3日毎）が望ましい。これは部分的には経験不足な場合見のがす花序の数が多く、巡回する回数を多くすることにより、見のがす雌花序数を少くしようとするものである。降雨量の多い地域においては自然授粉の割合が非常に低いため、3日間隔の人工授粉が望ましい。

一般的に肥沃な土地に、良好な農業技術により栽培され栄養状態を良好に保っているパー

ムにとって、最も望ましいやり方は、1日も空白をつくらず、月10回の授粉作業を行うことである。もし結果期にはいつて最初の2年間に bunch failure 又は bunch end rot などが発生し、過剰生産の徴候がみえてきたら少くとも次の2年間は月8回の作業にまで頻度を落し、パームがまた正常に結果するまで待ち、その後は、又月10回の頻度に帰ることができる。

ようやく結果期に入った非常に若いパーム園においては、雄花序が葉腋の間に深く埋れているため、自然授粉の可能性を大きく低下させているので、やはりより頻繁な巡回が望まれる。一つの花序上の花全部が、全て同時に開花するわけではないので、もし2回目に回ってきた時、まだ花が授粉可能な状態にあるならさらに2回目の授粉をすることが望ましい。

人工授粉の作業の頻度が低い場合は、作業そのものが確実に行なわれ、よい着果率を保つように定期的な監督が必要である。

雄花序生産の割合が大きいいため人工授粉が実施されていない地域においては、雨期の間は自然授粉が不完全であるように思える。これは園場の観察によっていくらかの農園で確認されており、雄花序の開花期に降雨量が大きかった場合、単為結果果実の割合が大きくなる。そのような地域では、過去の雨期の期間の降雨のデータを基礎にして雨期の始めより、臨時手段として月8回程度の人工授粉を実施することは、有意義といえるかもしれない。まず当初はこの作業が経営的に利益となるかどうかをみるための試験的な形でなされるべきであろう。

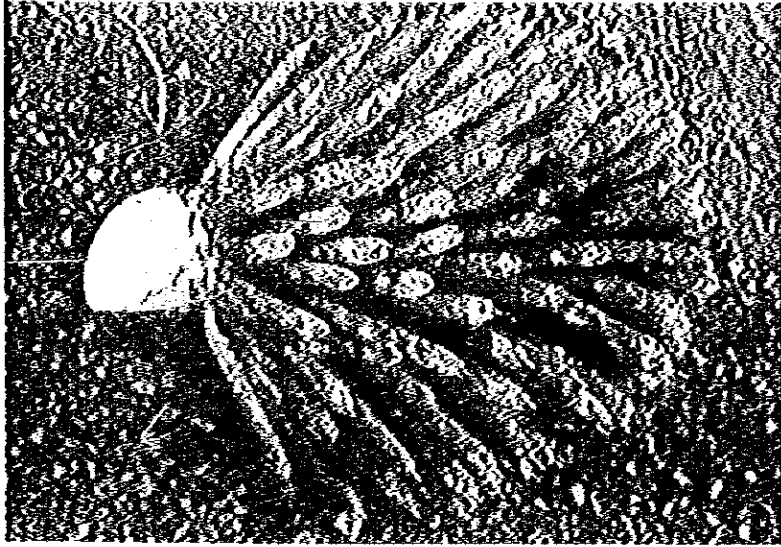
15-4-5 花粉収集、貯蔵及び混合

人工授粉に使用される花粉は、発芽の旺盛な有効なものでなければならない。そのためには授粉前の注意深い作業が必要になる。

15-4-5-1 花粉収集

花粉は開花し、まだ黄色味を帯びている雄花序を切りとって、それより花粉をふるい落して集める。雄花序のまま運ぶと花粉が自由に遊離され、長距離を運ぶと大きな損失が出るため、切ったその場で花粉を集めることが必要になる。大きな紙又はポリエチレン製の袋の中に雄花序を入れて袋の入口は雄花序の輪の周囲にしっかりと閉じてもち、強く振ると花粉は遊離し、袋の中にたまる。花粉をとった後の雄花序はとり出して捨てる。完全に開花している雄花序だけより集め、表面に白い菌糸が生育しているのがみられる雄花序よりは集めることはできない。若木、成樹いずれよりの花粉も発芽力に違いはない。

一本の雄花序より集められる乾燥した状態での花粉量は、パームの樹齢、花序の大きさ等により差があるが、植付後8年生のパームの雄花序1本より集められる平均の乾燥花粉量は



写-33 花粉を採集した後の堆花序



写-34 若木に対する hand puffer を使用しての授粉作業

40 g程と考えられ、新鮮花粉を乾燥すると約30～40%の重量が減少する。

花粉収集人夫が1人で1日に集められる花粉量もパームの樹齢、圃の地形等により、差がある。花粉の収集はより大量の花粉を集め、経費を下げるためにも雄花序数の多い区画で行うべきである。雄花序をさがし、切りとって集める作業はかなりの労力を必要とするもので経費は無視できない。植付後2年半～3年生の非常に若いパーム圃では、20本の雄花序より花粉を集めるため収集人夫は8 haの面積内のパームをみて回らねばならないと見積られ、これに加えて地形が悪かったり管理不良のためパームよりパームへの動きが妨げられるような農圃では作業はより困難となる。同じ農圃で同じ8 haの区画からでも4～5年生になると、約25本の雄花序が採集できると考えられ、さらに樹齢が進めば1 ha当り約5本の採集が可能になる。あまり樹齢が進みすぎると、パームが高くなるため作業が困難となってくる。

しばしば花粉収集は健康に悪い影響を与える作業だともいわれる。ある人々は花粉に対してアレルギーをもち、喘息症状やふき出物等の症状を訴えることがある。この症状は花粉の貯蔵及び混合をする労働者にもみられ、アレルギーを訴えた労働者には、別な仕事を与えねばならない。

15-4-5-2 花粉の貯蔵

花粉は乾燥したらすぐ使用できる。毎日十分な供給が行なわれ得る程に十分な雄花序が存在するならば、不適切な貯蔵による花粉の発芽率の低下の問題をさけるために前日に収集し、乾燥したものを次の日に使用するということが多分最も望ましいといえるだろう。この方法が現実に行なわれているところにおいては、花粉は収集された後天日乾燥され、デシケーター内に一晩貯蔵され次の日に使用される。

多くの農圃が花粉が入手困難となる時期に備えて、大量の貯蔵を長期にわたって行うことを望む。成樹が大きな面積を占め、年間を通じて大きな雄花序生産数のある農圃においては、雨期用のものを除いては、長期間の貯蔵は不必要である。人工授粉されることのない高い成樹より花粉を収集すると、自然授粉のための花粉量が不足してくる可能性があることも考慮に入れる必要がある。

若いパーム圃、特に携花が行なわれてきた圃においては時々激しい雄花序不足が起ることがある。これは花粉の供給源となり得る成樹圃より離れて、新しくオイルパーム圃として開かれた新植地において特にみられる現象であるが、この場合外部より何らかの形で乾燥花粉の供給を受ける必要性が生じてくる。

人工授粉の始められる少くとも2週間前より花粉の収集及び貯蔵を行ない授粉作業が開始されてからも、毎日花粉の収集作業を行ない、十分な花粉量をもつようにしなければならな

い。

花粉は発芽力の低下を招くこともなく1年以上の貯蔵ができるが、そのためにはまず水分を4%以下に下げねばならない。しばしばみられる高率の異常苗の発生は、花粉貯蔵中における遺伝的な変化によるものである可能性もあるとされるが、花粉の貯蔵期間の長さによるだけではなく、他の種々の要因が関係していると考えられ、又ほとんどの場合、貯蔵期間そのものはそれによって後日生産される種子より、発生する異常苗の割合には影響を与えないと思われている。

長期間の貯蔵をするための花粉を天日によって乾燥することは、この方法よりできてくる乾燥花粉の品質が、特に空気中の湿度が高い雨期などにおいては一定しないため充分とはいえない。しかし水分を吸収するシリカゲルと共にデシケーター内に数ヶ月間貯蔵された天日乾燥花粉においては、発芽力の低下はみられない。

近頃ではほとんどのオイルパーム農園は、確実な貯蔵条件を得るために、花粉乾燥棚 (pollen drying cabinet) 又は乾燥室さえもっている。花粉は収集されたら70-mesh sieve (70-meshの目の細かいふるい) でふるった後、38℃前後(40℃以下)で一晩乾燥する。乾燥が終わったら0.5kgづつポリエチレン袋に入れて密封し、冷蔵庫に入れて-15~-20℃(-18℃平均)で貯蔵する。ポリエチレン袋のかわりに密封したプラスチックを使用してもよい。

花粉の乾燥床面積は毎日授粉される面積(又は収集される花粉量)によって決まる。2,000haの栽培面積をもつ農園で、毎日700haが授粉されている場合、1ha当り乾燥花粉5gを使用するとして700ha分約3.4kgが必要となり、このための乾燥床面積は約1㎡である。何個の乾燥棚が必要であるかは、毎日どれだけの面積が授粉されるかによって決り、樹齢により必要となる花粉量はかわらないと考えてよい。しかし非常に若い園や降雨量の多い地域では、2ヶ月分程の花粉量の手持ちが望まれるため、さらに余分な床面積が必要となることになる。

乾燥用の棚又は部屋においては、空気の流通をよくするために底が細かい金網でつくられた棚(できるなら引き出し式)の上に新聞紙を広げ、その上に厚さ0.5cm以下になるように花粉を広げる。

表-87: 新鮮花粉の貯蔵試験 (SADPO-富水: 1978)
 (媒体-10%蔗糖: 発芽-室温で8時間-日中-)

実験 花粉貯蔵条件	日数													
	1	2	3	4	5	6	8	10	14	17	21	29		
室温 (25~32°C)	95	95	95	86	70	65	40	20	2	-	-	-		
冷蔵庫 (-15~-18°C)	95	95	95	75	73	65	70	67	60	70	54	50	0	

表-88: 乾燥花粉の貯蔵試験 (SADPO-富水: 1978-1979)

(媒体-10%蔗糖: 発芽-室温で8時間-日中-)

(花粉は天日乾燥: A-4月26日, B-5月22日, C-5月27日: 1978年採集)

	日数													
	4/26 1978 %	5/22 %	5/27 %	6/1 %	6/22 %	6/29 %	7/25 %	8/25 %	10/18 %	11/28 %	1/19 1979 %	2/20 %	3/20 %	4/20 %
A(冷蔵庫)	95	90		85	83	85	90	72	78	75	69	70	85	90
B(冷蔵庫)		95		90	85	75	92	80	90	90	93	75	75	95
C(冷蔵庫)			95	77	80	75	80	75	85	80	81	68	50	85
C(サンケーター)			95	95	75	72	65	70	1	0	-	-	-	-

- 新鮮未乾燥花粉

花粉乾燥用の棚は農場労働力によって容易にできる。以下に述べるのは約2.7kgの花粉を乾燥できる花粉乾燥棚のつくり方である。一般の農園で使用するには充分と思われる。

高さ110cm, 幅100cm, 奥ゆき75cmの木わくを, 4cm×4cm角の材木を使ってつくる。Cabinetの外側及び前方のドアは2cmの厚さの板張りとし, これにアスベストス, シートで内張りをする。さらにその内側をアルミニウム, シートで完全に内張りをする。ドアの最上部及び最下部には板きりでドアを完全に密閉できるようにし, ドアそのものは取手をつけてボルトで止める。乾燥棚はcabinetに合うように1cm角の材木でわくをつくり底は0.5cmの金網を使用する。乾燥棚はcabinetの底より20cmの高さから始まって8cm間隔でcabinet内側の横につけられた2cm角の材木によって支えられるようにする。この場合空気の流通をよくするために棚はcabinet幅の半分以下のものをつくり, 各段に2つの引き出しを入れ, 中央と左右の端をcabinetの底から天井まで開けてしまふとより平均して乾燥される。cabinetの天井には気温の観察のために温度計をつけ, 調節のできるフタをつけた直径8cm程の通気孔をつける。必要な温度を得るためには100Wのcarbon lamp 6個を等間隔にcabinetの底に三方の壁にそってつける。温度の調節には, サーモスタットを使用し, 最上部の棚の上部の天井に近い部位にとりつけて37~39°Cの範囲に固定する。乾燥した空気の流通を図るため最下部の棚の下に小型の送風機をとりつける。送風機はサーモスタットを通さず独立して配線する。キャビネットができればサーモスタットの調整を2日間程かかって行う。

試験用の特別な花粉等を貯蔵する必要がある時は, 真空乾燥し, 密封したガラス容器に入れて冷蔵庫に貯蔵すれば, 長期間の貯蔵ができるが, これには特別な機械が必要であり, 通常農園においては不必要である。

15-4-5-3 花粉の混合

育種用の花粉の他には増量せずに花粉を使用することはほとんどない。又経済的にも増量剤(普通はタルク粉を使用)を使用することは花粉を有効に使えるために好都合である。低温貯蔵されていた花粉を使用する場合は使用前日に冷蔵庫より出し, 長期間貯蔵されていた花粉であるなら発芽試験をした上で混合する。タルク粉を使用する場合, 質の悪いタルク粉を使用すると花粉の発芽を妨げることが判明しているので, 良質のタルク粉のみを使用する。それぞれの雄花序に授けられる花粉量は, 極少量(0.05g)であるため混合はいいいに又完璧に行なわれねばならない。従って労働者の訓練は注意深く行なわれねばならない。

混合割合は通常花粉量1に対して増量剤4~5であるが, 花粉量が不足している時又は授粉に動力等を使用するため大量に使用される場合等は, 1:20位までは有効と考えられる。通常の混合割合の場合, 花粉0.5kgにタルク粉2~2.5kgを回転している小型のドラムの中

に入れて混ぜると大量の花粉を一時に混合するよりもよく混合できる。

混合がすみ、使用する前に花粉の発芽試験を行う。増量されていない発芽率わずかに10%程の花粉を使用して授粉した場合、十分な着果状態をみたことが報告されているが、増量剤を使用した場合、発芽率70%は必要である。

1.5.4.6 人工授粉に必要な労働力

2年半～3年生の若木園においては雌花序の周囲を大花苞 (spathe) の残りが堅く覆っている傾向がある。この傾向の程度は、様々であるが、時としてはこの覆いが雌花序の頂部を非常にかたく覆って花粉が中に侵入するのを強く制限していることがある。このため金属製のカギ状の金具を使用してこの大花苞をはぎとる必要がある。

試験によってはこの作業は不必要という示唆をしているものもあるが、広い面積における一般的な観察は適当な授粉を確実にするためには、やはり花序を覆っている大花苞は人為的に開かれた方がいいという結果を示唆している。しかしながらこの作業が加わると授粉者の作業を遅らせ1人1日に処理できる面積は4～6 haとなる。この場合、1人のもつ1:4～1:5の混合花粉は144 gあればよい。

パームが年をとるにつれて大花苞はより容易に裂けるようになり、人為的に開いてやる必要はなくなる。このためと及び葉の着いている部分が高くなり接近しやすくなることもあって、人工授粉の能率はよくなり、4～5年生のパームにおいては、各々の授粉作業員は混合花粉216 gをもって、1日7 ha程を処理できるようになる。

植付後、6年生頃までは授粉は通常小さなhand pufferを使用して行なわれる。しかしそれ以上、年をとったパームになると木が高くなってくため、長い竿の先に授粉用pufferをつけて手元のフイゴで空気を送り込み、花粉を散布するlance pollinatorを使う必要がでてくる。このlance pollinatorによって授粉速度はさらに早くなり、授粉作業員1人が1日に混合花粉約300 gをもって10～12 haを処理できるようになる。もし動力授粉機を使用すれば1台で1日20 haの処理が可能となる。

授粉作業員1人が1日に処理できる面積は大きければ、大きいほどいいが、広すぎる面積を授粉作業員に割り当てて、授粉不完全な状態をもたらす危険を招くよりはやや小さな面積を割り当てて人工授粉が完全に行なわれるようにした方がよいと思われる。

若いパーム園においては人工授粉を行う労働者の労働効果を最大限に引き出すのを妨げる特定の要因がみられる。それは畦間の被覆作物及び通路の管理が悪いために、パームからパームへの動きが遅くなる場合、又は溝の上に十分な数の橋がかけてない場合等である。これが場内の整備及び通路を植付けた当初より良好な状態にしておかねばならない理由の一つである。すみやかな人工授粉を妨害するもう一つの場合は、森林より伐採して開墾された園で、

パーム内周内外に倒木が残っており、オイルパームの特定の部分への接近を妨げている場合で、このため授粉適期の花序がしばしば見のがされてしまう。従って植付ける時点においては可能な限り、これらの倒木等を除いておくことが望まれ、いずれにせよこれは収穫作業等を妨げるのでいずれはやらねばならない。

若いパーム園においてパームが植えられている階段の幅が狭かったり、又はパームが階段の奥すなわち傾斜面近くに植えられているような場合は、接近するのが困難となる。いずれにせよほとんど全ての若いパームは葉が地表面近くにあるため、接近するのが困難となる。この場合には摘葉の程度と、特に着果1年目及び最初の摘葉が行なわれる前における、可能な限り多くの葉がパーム上に残されていなければならないという一般的要求との間に、何らかの妥協点がさがされねばならない。最大数の葉を残したために授粉が不完全になり、収量の減収をまねく危険を侵すよりは、数枚の古い葉を切りずてることによって、授粉をしやすくし、着果をよくすることが望ましいのは明らかと思われる。

人工授粉は長距離を歩かねばならぬ点を除けば、特に困難な作業でもないため男女を問わず、若年労働者によって容易に覚えられ、遂行され得る作業である。しかしながらもし可能な限り優れた作業が行われることを望むならば、あまり低い賃金を払うことは好ましくない。授粉作業員は授粉技術及び雌花序の授粉可能な段階の差を認識できるようになるのに数日の訓練を必要とするだけで通常1人の人夫頭に率られた15人程のグループで働く。それぞれの作業員は1列のパームの授粉した雌花序数を記録しながら処理し、その列の終りで人夫頭に授粉した花序数を報告する。

新しい地区が授粉され始めた場合、又は新しい授粉作業員のチームがつけられた場合、人工授粉の効率は検査されねばならない。多くの園ではこれは授粉作業員が釘先又は鋭い先端をもった道具によって、授粉された雌花序を抱えている葉柄に目付、授粉作業員番号を書き込むという方法をとっている。色を月々交互に替えて葉柄に印をつけていく方法ももちいられている。この印によって各々の授粉作業員の効率と、最高収量を得るためには非常に正確でなければならない全体の作業効率を検査できる。

チームが作業になれてきたら印はやめてもよいが、以後も定期的な検査は行なわれねばならない。現場における監督と、経営者による定期的な検査は強調されすぎることではない。例えば未経験な又は監督のゆきとどいていないチームにおいては、通路側にある果房はよく授粉されているが、反対側にある果房には多くの単為結果果実がついていたり、又は bunch failure した果房が多いことも決して稀ではない。

15-4-7 人工授粉に使用される用具

人工授粉に使用される器具は、パームの樹齡によって異なり、場合によっては労働力の有

無によって違ってくる。いずれの場合でも目的は最低の経費で、最大の着果率を上げることにある。以下にあげる方法の中では、全体の経費の比較は次のようなものである。Lance pollinator < Rotary duster < power duster < Hand puffer しかしいずれにしても人工授粉の経費は、それから得られる経済的利益に比べれば小さい。

15-4-7-1 The hand puffer

これは作業員が容易に届く全ての樹幹のバームに使用できる安い単純な道具である。この道具は乳幼児にミルクを飲ませるのに用いるのと同タイプの、圧縮できるやや軟らかいプラスチックびんの口に、同じプラスチック製のチューブを持ったふたをつけたものである。びんに混合花粉をつめ、チューブを持ったふたをかたくしめて、雌花序をみつけたらびんをやや圧縮しながら軽く振ってやるとチューブを通して花粉が散布される。2~3回雌花序上でびんを逆にして振るような感じで花粉を出して、雌花序上に花粉のまくをつくる。さらにその後雌花序を軽く叩いてやると花粉が雌花序の中によく侵入する。

雌花序は全ての花が同時に開花するわけではないので、その場合には葉柄に印をしておき次回に容易に気付くようにしておく。

上記のようにhand pufferを使用しての人工授粉は、最も経費が高くかかるが、バームが若く、雌花序を覆っている大花苞を人為的に開かねばならない時期にはやられねばならぬ作業である。又この方法は全体の着果率からみれば、最も平均して有効と思われる。花粉混合割合は1:4~1:5が理想的で、この作業にはhand pufferと共に金属製のカギ型のhookも必要である。

15-4-7-2 The lance pollinator

樹幹6年生まではhand pufferが使用される。その後人間の手が届かない高さになった花序から4mの高さの花序までは、竿の先に混合花粉のはいったびんをつけて、手元でゴム製のフイゴを圧縮して空気を送るようにしたlance pollinatorが用いられる。バームに登ってhand pufferを使い授粉する方法は、時間がかかる上に、この時期になると、lance pollinatorで十分な着果率が得られるため、勧められない。lance pollinatorは大花苞が自然に開き出し、hand pufferを使用するなら最下部の葉柄基部に足をのせなければ、雌花序に届かなくなったような若いバームにおいても、短い柄を使用して行える。

通常の道具は長さ約2.5m、内部の直径約1.5~2.0cmのアルミニウム管の竿の中を直径1cm程度のプラスチック管が通り、授粉者の手元で50cm程外へ出てこれがゴムのフイゴにつながっている。竿の先は先端より10cm程下の部位にある穴よりプラスチック管が出て、これがゴム栓を通じて竿に取りつけられた混合花粉のつまったhand pufferと同じような

プラスチックのびんにはいる。花粉びんの口には下のフイゴからきた管の他に、花粉散布用の管がでている。開花している雄花序に散布用の管の先を向けて、手元のフイゴを圧縮すると、これが竿の先についている花粉ビンの中の空気を圧縮して花粉が散布される。この lance pollinator はアルミニウム管のかわりに竹を使用しても花粉びんをしっかりと望む方向に固定できれば効果はかわらない。花粉混合割合は hand puffer と同じかややタルク粉を多めに混ぜる。

15-4-7-3 Rotary hand duster (散粉機)

Lance pollinator を用いて作業を行うには、高くなりすぎたパームに対する授粉は手動の rotary duster を用いて行うことができる。これは金属製の容器にはいつている混合花粉がプロペラ推進器によって、それぞれのパームの花序の生産される部位へ送られるものである。もし必要なら先端に長い管をつけることができ、これは特に高いパームでは花序のある部位に集中的に花粉を散布することができるため有効である。高いパームにおいては、授精可能な花序の有無が見わけられないため、この方法を使用した場合は全てのパームを処理することになる。もしそれぞれのパームが両側から授粉されれば最大の効果をあげることができる。適当と思われる Hatsuta duster は自重 4 匁、混合花粉 2 匁を 1 回にもち、速度は 2 で、ハンドルは 1 回の散布に 1 回転半回す。これで 8 ha が処理できる。花粉量が大量に必要なため混合割合は 1 : 20 までのどこかの比率が、条件によって決められるべきである。

15-4-7-4 動力散粉機

動力散粉機を使用した人工授粉の場合、枝を背負った労働者は全ての畦間を歩く。まず畦間の中央を歩きながら両側の全てのパームの花序を、生産する部位に向けて混合花粉を散布する。列を最後までいったら次の畦間を引き返しながら、両側のパームに授粉する。すなわち全てのパームは、両側から 2 回にわたって授粉されることになる。この方法は、労働者が不足しているところ、又は 9 m までの高さの成樹において自然授粉が不完全な農園において勤められている。この方法は着果率のよい農園においても、農園の端又は他作物に面している境界において自然授粉が充分でないと思われる部分に使用されることもできる。

背負いの "Moloble Junior 35" は付属品をつけて自重 7.5 匁で速度を 1 と 2 の中間にして、1 日 1 台で 20 ha を処理できる。混合花粉の必要量は 1 時間 2 匁であり、1 日 8 時間働く場合の実験散布時間は、4.5 時間程度と考えられ、残りの時間は花粉の追加、エンジンの冷却、燃料追加、エンジンの維持及びその他に使用される時間である。

実験によると花粉の発芽率は、エンジンの温度又は散布時の圧力によって低下することは

ないようである。動力散粉機を使用しての人工授粉の欠点の一つは、この種の多くの機械は故障が多く、授粉の計画を大きく狂わせることが多いということである。花粉が大量に必要なため混合割合 1 : 20 位までのものが使用される。

15-4-7-5 空 中 授 粉

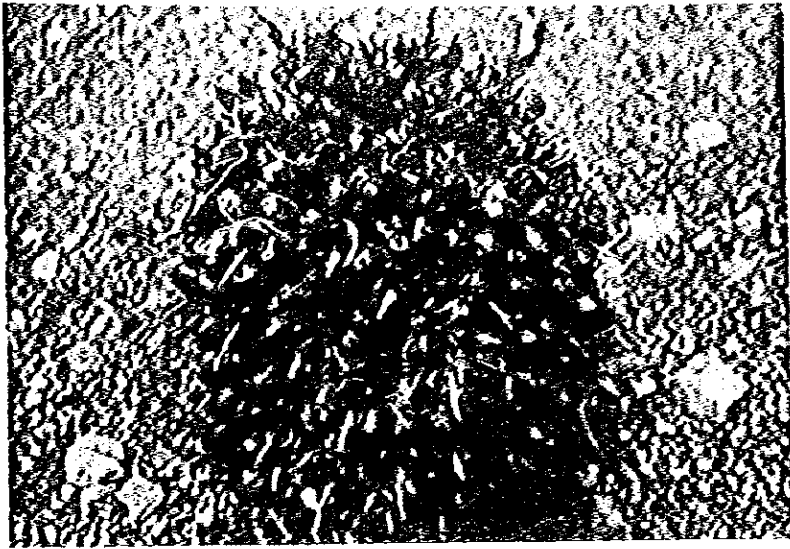
航空機に固定された duster より人工授粉を行おうという試みもいくらか行なわれてきたが、成功は限定的なものにとどまっている。もしこの方法が有効ということになれば、労賃を大きく節約できるが、そのかわり通常の方法に比べてより多くの混合花粉を使用する。花粉の多くは葉上に無駄に残され、散布時の気象条件が効果に大きな影響を与える。

ヘリコプターを使用した場合、風が下向きとなり多分授精率はより高いだろうが、経費よりみればとても引きあわないと思われる。人工授粉が 3 日間隔で行なわれねばならないことを思う時、航空散布は、現実的にも経営的にも使用される可能性はほとんどないと思われる。

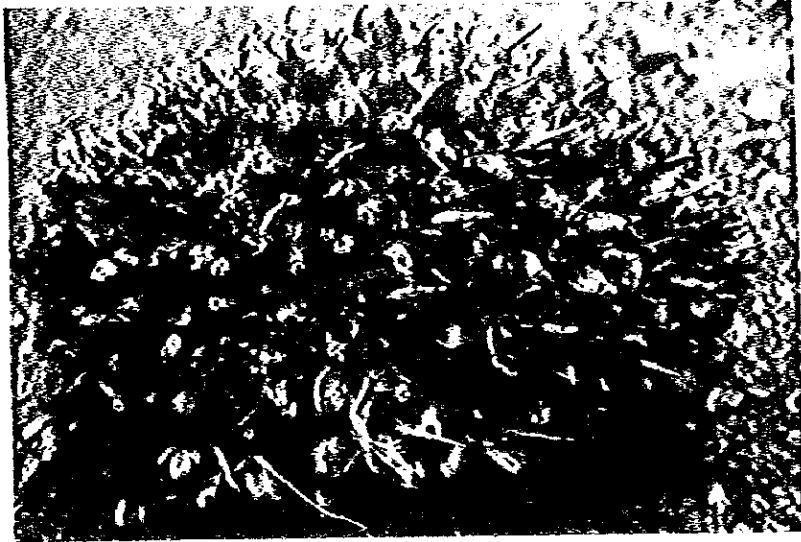
1.6 収穫及び果房運搬

正しい収穫技術の最終目的は最も経済的な手段で最大量の良質のオイルを得るところにある。この技術は果房の経済的に適切な熟度及び熟期の判定、収穫間隔、収穫方法及び収穫物が工場へ運ばれる手段を含む。これ等の主要な技術も、それを決定する時点で影響を及ぼす地域の特異性が大きく異っているため、全ての条件下において適当である唯一の方法というものはない。同じ園においてさえ状況の変化によっては収穫方法を考え直す必要が生じてくる。ここでは収穫及び運搬に関する多くのあり方を簡略して述べるが、手段の最終的な決定は地域性を考慮して決められねばならない。

収穫及び運搬の最も重要な点は、これ等の作業技術が最終的なオイル（特にパームオイル）品質に大きな影響を及ぼすということにある。これは特に遊離脂肪酸（Free Fatty Acid - FFA）含有率に關していえることであり、このFFA含有率により割増金が決定される。従って収穫、運搬はパームオイル品質と強く関連づけて考えられねばならない。



写-35 遠期に収穫された果房



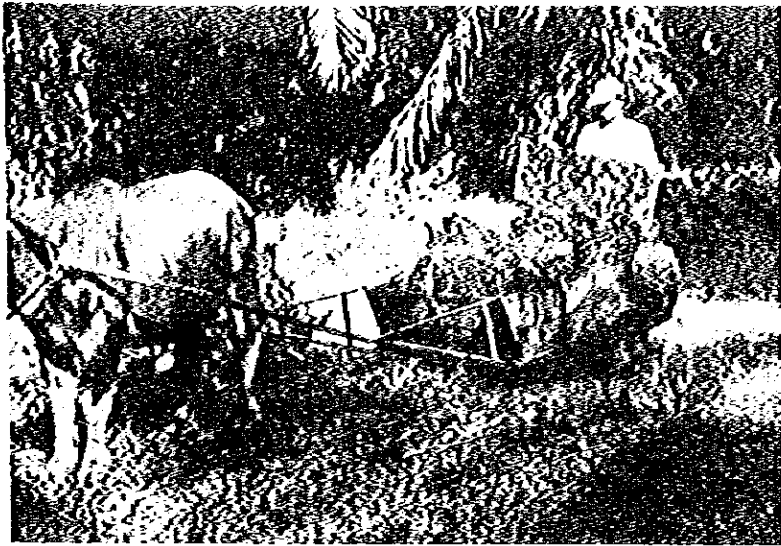
写-36 遠期に収穫された果房



写-37 鎌による高いパームの収穫作業



写-38 人力による果房の運び出し作業



写-39 水中による果房の運び出し作業



写-40 クレーン車による果房積み込み

16-1 収穫開始の時期

植付後どれほどの期間をおいて収穫を始めるかという点については多くの議論がなされてきた。

初期の果房は小さく、又果房に対する果実割合及び中果皮に対するパームオイル含有率の双方共かなり低い。一方今日では若く生育が平均している園においては、非常に多くの小さな果房が生産され、植付後3～4年目にしてアフリカにおいては1ha当り5ton、アジアにおいてはその倍の収量があるといわれ、これは無視できない量である。近年若木園において初期にでてきた花序（特に雄花序）を手で除去することにより（ablation）生育初期のある程度の果房生産を捨てて収穫始め1年目の収量を増加させるという技術もとられている。この技術はcastrationともいわれる。もし生産一年目にして単位面積当たり、より多くの生産が上げられるならば、明らかに収穫コストが引き下げられ、又工場のより効率的な操業が可能となる。これは又初期の密植栽培によっても可能となる。

一方植付後生産が始まるまでの期間をできる限り短縮したいのも生産者の希望するところである。従っていつ収穫を始めるか、又そのためにいかなる管理技術を採用するかは、これ等全ての経済的要因が考慮された上で決められねばならない。全ての果房が良く着果しているという前提があるなら、収穫開始時期は全体収量にはあまり影響を及ぼさない。西アフリカにおける試験においては、植付後2年半の時点で収穫を開始した農園は、植付後3年半（正常な収穫開始時期）より収穫を始めた農園に比べて全体収量は変わらなかったという。たとえ収穫始めが植付後4年を遅れても結果として減少する果房数はある程度は大きくなる個々の果房重により相殺されてしまう。現在の時点で入手できる資料では、アフリカにおいては植付4年半後より前に収穫を始めることが、どれほどの経済性を持つかは、疑問となるところである。しかしながらパームの生長が速く、又早熟の系統が使用されている場合には（アジアではこの傾向があるが）早期の収穫開始が経済的にみて望ましいといえるだろう。

16-2 果房熟度基準

果房を正しい熟度の段階で収穫することは、オイルの収量を最高にするために最も重要なことである。オイルパーム栽培に関係している人々の間で、収穫する果房熟度以上に論議の対照になった課題は数少ない。このような状態をつくり出している主な理由はオイルパームが栽培されている地域間にみられる大きな気象条件の差及び収穫基準の一般的な指標に科学的根拠を与えるための適切な研究が欠けていることにある。それゆえに農園経営において満足のいく結果を得るためには、大体において過去の経験より明らかにされた知識技術に頼らねばならず、これは場合によっては不適切な技術が用いられていたとすれば、大量のオイル損失が長期に渡って懸念する恐れもあるということである。

収穫は遊離脂肪酸 (FFA) で判定される品質が買い手側にとって受け入れられる範囲内のもので最大のオイル収量を得るように行なわれねばならない。未熟果実は成熟果実に比べてパームオイル含有率が低く過熟果は FFA 含有率の高いパームオイルを生産する。同一果房上における果実の成熟は不揃いであり、乾期においては開花より収穫までの期間は最も短縮されるが、最終段階の果房成熟は雨天により促進される。

果実の色については、果実の成育の項で述べたがここで再度触れると *nigrescens* の果実は成熟する前は基部付近は無色であり、成熟は果実頂部より下部に向って進み赤橙色 (*reddish-orange-color*) に変わっていく。外側に着果している果実は成熟しても果実上半分 (*cap*) は褐色又は黒色のままである。*Virescens* (緑色) 果実の場合同じような順序で淡い赤橙色に変色していくが果実頂部に残っている柱頭 (*persistent stigma*) の周囲に緑の輪が残るだけで他の部分は *cap* 部分も含めて全体的に変色する。

果房は通常授粉後 5.5~6ヶ月で成熟する。授粉後成熟するまでの期間の平均は樹齢によって異なりザールにおいては 170~195日の幅があるが、パームによっては樹上の果房を 4.5ヶ月程の短期間又は7ヶ月程の長い期間をかけて成熟させるものもあることが観察されている。季節による授粉後成熟までの期間の差は12日間程までであると考えられている。

果実は成熟すると果房から脱落するか又は脱落しやすくなるが、果房上における果実の成熟は、通常果房の頂部に始まり下部へ進んでいく。全体が成熟するに要する期間には大きな幅がある。小さな果房は11日間程で成熟が完了するが、同樹齢のパーム上にある大きな果房は成熟に20日間程かかる場合もある。同重量の果房の場合より樹齢の高いパーム上における方が成熟期間も長くなる傾向がある。

未成熟の果実中の中果皮は高率の水分及び炭水化物を含み、オイル含有率は小さい。成熟一週間前にはオイル含有量は最高生産量の80%にまで高まる。果実の色が変わるに従って急速に最終的なオイル生産が進む。オイル含有量が最高限に達した段階でのオイル中の FFA 率は約0.5%である。果実が果房から脱落するか又は果房が切り取られるとオイル生産は止

まる。それに続いて水分含有量もやや減少し、もし果実又は果房が一定期間貯蔵されると、オイル抽出率 (oil extraction ratio) に関して誤解を招くような現象がみられる。水分のない状態で果実重量に対するオイル重量の割合 (オイル/果実) は一定しているが、果実に対する果肉率 (中果皮/果実) は水分の損失により4日間で3%程低下しそれに従って果実に対するオイル含有率 (オイル/果実) は高まることになる。

成熟後のこの期間中にパームオイル内のFFA率はゆっくりと増加する。

16-2-1 果房の成熟とその経済的重要性

果実中のパームオイル量は、通常果房に対するオイル割合 (oil to bunch ratio) で表わされ、現実には抽出率として表現される。工場で得られる抽出率は、果実の熟度に大きく支配される。これは果実中のオイル含有量が果房の色が黒から赤橙色へ変化する頃より完全に成熟するまでの間に急激な増加をみるのが原因である。ここで重要なことは、中果皮内において炭水化物がオイルへ変化するのは果房発達の比較的后期におこり、成熟一週間前までは中果皮内に存在するオイルは潜在的総オイル含有量の80%にすぎないことである。多分オイル合成は個々の果実内においてその果実が果房から分離する時点位まで続いて行なわれるものと考えられる。果実が果房から分離した後腐敗が始まるまでの期間におけるオイル含有量の明らかな増加又は減少はオイル含有量の変化よりは、中果皮組織の性質が変化したことを反映する。

成熟した果実だけを取獲することの重要性を説明するのに役立ついくつかの例がここにある。完熟したdura Xdura 種の中果皮は52%のオイルを含有すると、推定されるが未熟果においては30%にすぎなかった。この数字を極端な数字と考えて成熟果と未成熟果の間における中果皮中のオイル含有率の差が5%しかなかったとしても年間50,000 tonの新鮮果房を生産する農園においては未成熟果房を取獲したがために年間約900 ton のパームオイルを失っていることになる。

2番目の例はマレーシアにおける試験で収穫時に1果房当り1個の脱落果実しか地表面にみられなかった果房と、より標準的な熟度の果房1房当り2~5個の脱落果実の収量比較である。遊離脂肪酸含有率は熟度の進んだ果房よりのオイルが2.41%であるのに対して果房当り1個の脱落果実しかなかった果房よりのそれは1.58%と低いが、熟度の進んだ果房は工場において分離しない果実数が非常に少なく又抽出率も19.50%と未熟果房の18.46%に比べて高い。この場合オイル及び核 (kernel) 収量の増加より得られる収入の増加はFFA率の高いために生じる収入の減少を大きく上回る。

別な例によるとスマトラの農園集団において単により熟度の進んだ果房を取獲しただけでオイル抽出率が、それまでの16.5%から一挙に18.5%と2%も上がったという。これはF

F A含有率が標準内で少し増加しただけであるのにオイル収量は12%増加したことを意味する。

このように果実中のオイル含有量は熟度によって大きな影響をうけるため熟度基準に対して充分な関心を払わないために生じる未熟果房を含めた収穫は非常に大きなオイルの損失を生じる結果となる。

脱落果実数によって果房の収穫時期を決定する方法は実験によってはっきり証明されている有効な熟度判定の一方法である。これは現実的な方法として広く普及している。果実が果房から脱落する時点でようやくオイル含有率は最高に達するため、収穫においては脱落した果実のみを集めることによって最高の収量が得られるが、これは現実的に又経営的にみて不可能なことである。

一つの果房上における果実の熟度は一定してはず通常成熟は果房先端に始まり次第に基部へ及ぶ。これは非常に長期に及び通常約15日位かかるがしかし3週間程かかることもあり、パームの樹齢及び気象条件により左右される。いくらかの果実は成熟しないままに終了。従って果房の先端付近の果実が脱落し始めても基部付近の果実は変色さえしていないことがある。もし収穫が果実の全部又はほとんど全部が脱落するまで遅れるようなことになれば初期に成熟した果実は腐敗し始め、それに伴いオイル収量及び品質の両方で損失をこうむることになる。一方上で例証したように、もし最初の果実が脱落した時点で収穫が行われるならば、F F A率で表わされるオイルの品質は良好であるが、大きなパールオイル及び核の減収を招く。

果実が成熟すると外果皮が軟らかくなって果実が傷つきやすくなり、それに伴って遊離脂肪酸含有率(F F A率)も増加する。傷つかない熟果のF F A率は通常1%を下回り、F F A率の増加はほとんどの部分が果房の取扱い及び運搬中の傷を受けた結果によるものであるため、取扱い運搬作業において果実を傷つけることを極力回避することは、F F A率の増加を抑えるために非常に重要なことである。

熟度基準の設定に当って考慮されねばならないことは、収穫物の最も傷つきやすい部分であり、従ってそれがF F A率を高める原因となるものは、完全に成熟し軟らかく、取扱いの際容易に傷つけられる脱落果実であるということである。これは、もし収穫基準により多数の脱落果実が標準として用いられるならば、これがさらにF F A率を引き上げることになることを意味している。それでも商品価値としては問題のない範囲内のオイルが生産でき、又必要なら良質のオイルを生産する基準に調整できるので、解決不可能な問題ではない。

しばしば用いられる一般的な目標は給積みの段階でのF F A率が3%のパームオイルである。通常の契約標準はF F Aの最大含有率を5%と規定し、5%を0.1%下回る毎に販売価格の0.1%が割増金として加算される仕組みになっている。収穫に当っての熟度判定基準の

採用により必然的にFFA率が高くなり、そのために減収をもたらすことは考慮されねばならないが、これはすみやかな処理とともによく管理された収穫技術及び運搬作業によって最低限に抑えることが可能である。

16-2-2 果房熟度の判定及び基準

かなり以前より大まかには知られていたにもかかわらず、果房当りの脱落果実数で示される収穫の基準には明確なものがなく、農園間における基準の差には大きいものがあつた。理想的には果実は完熟して果房より落ちたものを集めるか又は果房を毎日検査して大部の果実が完熟し、しかも過熟果や損傷を受けた果実のない時点で収穫され工場へ運ばれるべきである。しかし明らかにこの理想的な方法は現実的には実施不可能であり、どのような方法をとるにしても妥協は避けられない。この場合、果房が過熟し果実が過熟し、ほとんどの果実が脱落し、損傷をこりむる程まで収穫間隔を長くすることも、又収穫間隔が短かすぎて労働生産性が低く未熟果房を収穫したくなるような誘惑にかられるような状態をつくり出すことも避けられねばならない。

以上のように理論的には可能ながら果房をオイル収量が最大となるように収穫することは現実的には適当とは思われず、又品質の悪化が進みすぎるといふような状態も好ましくない。加えていふならば脱落果実の収集には収穫労働者の最も大きな部分の時間を費やす。従つて実際には収穫方法は最大量の良質のオイルが最低の経営費で得られるような何らかの妥協がなされねばならない。そのような状況の中において最初の必要条件是満足できる果房の熟度判定を定義づけることである。

最初に頭に入れておかねばならないことは、熟度の正確な基準の基礎となる実験データは少なく又異なつた気象条件下において完全に満足できる共通の基準がみつけれられることは不可能であろうということである。ザールにおいて Dufrane と Berger によつて出された熟度と FFA 率を基礎とした基準は理論的なものとしては、最初のものであつた。彼等は平均 5 kg の果房 400 個体を分析した結果脱落果実数と中果皮中のオイル含有率が直線的な関係にあることを証明した。脱落果実数 5 個から 74 個 (2% から 46%) への増加はオイル / 中果皮率を 5% 余り引き上げる結果となつた。同時にパームオイル中の FFA 率は 0.5% から 2.9% へ増加した。脱落していない果実よりのパームオイル中の FFA 率はたとえ 46% の果実が脱落した果房よりのものでも決して 1.2% を上回ることはないが、脱落果実より得られたパームオイルの FFA 率は約 5% 程度である。

マレーシアでは 5 年、8 年及び 11 年生のパームにおいて脱落果実率が 30% 又はそれ以下の熟度において中果皮に対するパームオイル割合が最高に達したという試験結果がある。脱落果実率 30% 時点での FFA 率は 2~3% である。アイボリーコーストにおいては果房

を切り落とし道路まで運び出した時点で6割の脱落果実がみられるものがすでに中果皮中のパームオイル割合は最高に達しており、それ以上の脱落果実率がみられても中果皮に対するパームオイル割合は増加しないというやや違った結果がでている。

もし1果房上の脱落果実数平均40個が基準になるとしたら、4日間隔の収穫作業の場合脱落果実数22~64個程の間、すなわち現実的な最低基準22個程で収穫されることが望ましいと考えられる。もし8日間隔になるとしたら最低8個の脱落果実数をもつ果房を収穫しなければならないが、この場合果房によっては約90個の脱落果実をもつものが収穫されることもでてくる。もし収穫基準としての脱落果実数を引き上げて、例えば90個としたり4日間隔の収穫作業で、62~116個、10日間隔で30~158個の脱落果実をもつ果房を収穫することになるだろう。通常脱落果実数40個程度が基準として一般に用いられている。

一般的にいえることは脱落果実数で表わされる熟度基準を引き上げることにより、パームオイル収量は多くなるがFFA率の上昇に伴う価格の低下との比較考慮をしなければならないということである。決められた平均脱落果実数を維持しようとする場合、収穫頻度を減らす(収穫間隔を延ばす)と収穫コストは引き下げられるが、脱落果実を完全に回収できずにパームオイルの減収につながることもある。さらに収穫に対する支払いが収穫された果房数によっている場合、現実のコストは、増加することになる。許容範囲内のFFA率で最高のパームオイル収量を得るために以上述べた要因を現実の作業体系の中に組みこんでいくのは必ずしも容易ではなく、従ってその他のいろいろの方法が考えられても何ら不思議ではない。

どのような基準が使用されるにしても未熟果、成熟果、過熟果が混在する1つの果房の通常の収穫作業においては常にそれぞれの果房において妥協を強いられることになる。又どのような時期をとってみてもその時に収穫された果房の熟度にはある程度の幅があるだろう。熟度の判定として最もよく使われるのが上に述べた脱落果の数によるものであるが、これには2つの方法がある。

- a. 果房の大きさ、重量に関係なく一定の脱落果実数による。
- b. 果房の単位重量当り脱落果実数による。

又脱落果実数の数え方にも2つの方法がある。

- i 果房が切られる前に地面に落ちている果実を数える。
- ii 果実が切り取られた後、果実を持っていない着果跡を数える。

樹高の高い成樹園においては、a及びiiを使用した方法がしばしば採用され10個の脱落果実が地面に落ちているのが通常基準として使われるものである。この方法は一応満足のいく結果を出しているが、今まで考えられた全ての基準と同じく欠点はある。この数字は古いパームの大きな果房においては収穫するのに十分な熟度を意味するには少なすぎるが、

それに対する非常に現実的な考え方は、果房を切り落とす前の脱落果実1個は果房を切り落した時に少なくとも新たな10個又はそれ以上の脱落果実が生じることを意味すると考えられることである。

にもかかわらず未熟果房を切り落とし、それが地表面に必要最低数の脱落果実を落した時など監督者と収穫作業員との間で議論がもち上ることがある。脱落果実の収集は、退屈で時間のかかる作業であり収穫労働者もし許されさえすれば、常に未熟果房を収穫することを好む。これは特に賃金の支払いが収穫した果房の重量又は数で行なわれる場合に大きな問題となる。アフリカにおいては若木において最低7個の脱落果が基準とされ、成樹においては20個とされている。

特定の脱落果実数を設定することはより不便となる。固定した基準は融通がきかず果房の大きさを度外視する傾向がでてくる。もっともこれは区画を平均果房重毎にいくつかのグループにわけ、それぞれのグループに対する脱落果実数を決めることで解決できる。しかしながらどのような地表面に落ちている脱落果実数を数えることを必要とする方法も規定された数が小さくない限り、どの収穫作業員も、それぞれの除草円同内に落ちている数を該実に数えることは望めず、結局はそれぞれの経験による脱落果数と、果房の外観を併用した方法にたよることになるという根本的な不便さを抱えている。

Ⅱ及びⅢを基礎とした果房を切り落とし、運搬用車輛への積み込み地点へ集められた時点で単位重量当り、脱落果実数(実際には脱落跡)を査定する方法は管理が容易である。この方法によるとそれぞれの収穫作業員によって収穫された果房は積み込みの際よく検査されそれぞれの果房が果して基準にありかどうかという問題において議論がなされることはない。果房推定重量1kg当り5個の脱落果実という基準がしばしば使われる満足できる結果の得られるものと思われる。

バームが着けている果房がまだ容易にみえる高さである樹幹のうち平均果房重量に対する脱落果実数は収穫基準として多くの国で広く受け入れられている。

マレーシアにおいて最も一般的に使用される基準の一つは果房が切り落とされる前に地表面に落ちている推測果房重1kg当り脱落果実数が2個以上というものである。すなわち10kg程と思われる果房が地上に20個以下の脱落果実しかもっていない場合、その果房の収穫は次の収穫作業の時まで延期されるというものである。この判定方法は、経験をもった作業員が融通性をもたせて(例は、収穫間隔が10日程度に長くなるか又は非常に多湿の条件下の場合10kgの果房で15個以上の脱落果実をもった果房を収穫可能とする)運用した場合非常に効果的である。一応この基準が厳密に適用されるならば、果実は、非常によく成熟した段階で収穫されることになる。収穫間隔があるため果実のある程度は過熟となり例えば果房重20kgのものは少なくとも切り落とす前に地面に40個の脱落果房が観察される必要

があり、もし30個しかなかったら理論的には次の収穫時まで待たねばならず、次の収穫時には非常に多くの脱落果実がみられ、果房は非常に熟した状態となっていることになる。確かにこの基準は望ましいものではあるが、しかし果房が切り落された後では正確に検査することができず、又積み込みの時点で検査するとほとんどの場合果房重1kg当り2~5個の脱落果実跡が見られることも明らかなことである。脱落果実数を収穫基準として用いた場合、パームの高さによっても異ってくるが、果房を切り落した後の脱落果実重量が果房重量の12~15%を占めればよいとされている。

マレーシアにおける *dura* X *pisifera* 種 (*tenera* 種) では全体の脱落果実割合が15%又はそれをある程度上回る場合、全脱落果実中地上に落ちているものは50%程度であるとNg及びSouthworthは報告している。これよりみれば最低又は収穫可能な脱落果実数20個という基準は1週間間隔の収穫作業の場合平均60個の脱落果実数を意味し10kg果房で6kgの果実をつけている場合、地上にみられる平均60個の脱落果実は120個の全脱落果実数を意味している。この場合果実1個の重さを9-12gとすると脱落果実は全果房重量の18~24%を占めることになる。この脱落果実割合はアイボリーコーストの試験結果よりみれば最大の果房に対するパームオイル割合 (*oil to bunch ratio*) が得られることになり、マレーシアにおける試験結果よりみれば最大量にやや不足する程度のパームオイル収量が得られることになる。従ってこの方法は十分な根拠をもっており、良質のオイルを生産している農園においてこの方法がよい結果をもたらすことが証明されている。

上述したような問題点の他に脱落果実数を基礎とした熟度判定基準の全ては1つの共通の欠点をもっている。それはこのような基準は通常の特に若木に着果した果房においては十分に満足できる結果をもたらすが、この基準が古い成樹園に適用された場合、必ずしも均一な熟度が得られるとは限らないということである。古い成樹園にみられる大きな果房は小さな果房のように平均して成熟せず、しばしば収穫された全果房数の20%又はそれ以上のものが部分的に成熟しているか又は先端だけが成熟しているのみということもみられ、果房先端より多くの脱落果実がみられるにもかかわらず、その他の部分の果実は未熟であることが観察されることがある。

色の変化を基礎とした収穫基準がこの欠点を持つという示唆があるが、残念ながら成熟に従って起る変色は一定した特徴ではなく、パームの両親の違いによる個々のパーム間及び地域により異った色彩をみせる。例えば同じような熟度において北スマトラの果実は西マレーシアの果実に比べて顕著な濃色を呈する。

有効であると証明されている熟度判定基準の1つのやり方は、果房上における脱落果実の分布を基礎としたものである。この基準は直接観察できうる果房表面の半分以上に脱落果実の度

跡がある場合」と定義される。これは脱落果実数を基準としたものと都合よく併用でき、例としては果房重量1kg当り最低5個の脱落果実が果房表面の半分以上に分布しているのを基準とすることができる。現実には収穫作業員はたとえ20年生以上の高いパーム園においてもある程度の経験ですみやかに脱落果実の分布を正しく把握できるようになる。この方法は一度定着すると収穫果房の熟度における監督者と収穫作業員間の摩擦を大きく減少させるといふ副次的な利点をもつ。

20%の全脱落果実割合を目標にすべきという Southworth は果房重1ポンド(0.45kg)当り2個の全脱落果実数(4.4個/kg)を奨めている。これは前に述べられた果房重1kg当り最低2個の脱落果実が地面にみられる場合に近い。しかしながら彼は地面にみられる脱落果実数と全脱落果実数との関係はすでに述べられたように一般的にはみられるが、この関係は又果房によって大きな差をみせることも事実であるため、もし収穫作業員が果房上に残っている脱落果実をも含めた全脱落果実数を把握できれば、それが最も望ましい判定方法であるとしている。しかしながら世界の多くの地域において収穫作業員が一定の正確さをもってこの判定を行うことは現実には困難と考えられ、その場合地上に落ちている脱落果実数を数えて判定の基礎とする方法がより現実的と思われる。

若いパームにおいては果房重量当り、脱落果実数または、指で容易に脱落させ得る果実数を加えた全脱落果実数をはっきり指定することが可能であり、アイボリーコーストにおいては果房重1kg当り2個の果実数が基準とされている。これは成樹の場合に比べて低い数字であるが小さな果房は大きな果房に比べてより速く成熟し、もし脱落果実をもった小さな果房を次の収穫作業時にまで残しておくこと過熟となる可能性があることを考慮にいれた結果のものである。オイル抽出の実験装置をもっている大きな農園においては、抽出試験の結果をもとにして収穫熟度基準及び収穫間隔を調整することが可能である。

給積の段階でのパームオイルのFFA率を3%目標と見積った場合これは現実的にはパームオイルが工場から出荷される時点でのFFA率が2.6%を超えてはならないことを意味し、これが輸送中及び貯蔵中のわずかなFFA率の増加を許容することとなる。

しかしながらこのような熟度上の調整は経験のあるよく訓練された収穫作業員のグループが存在する農園において始めて容易に遂行できるのであって経験の不足している作業員による技術的調整には限界があることを頭に入れておかねばならない。

使用される全ての熟度基準は許容できる最低限の熟度を明確にしておかねばならない。収穫果房全体の平均熟度の程度は特に収穫間隔そしてある程度は気象条件によって決ってくる。

果実が完熟してからも植物生長調整物質の補助により果実を果房上に付着させたままにしておく可能性についても考えられている。この場合果房の収穫を急ぐ必要がないため、かなり遅れて成熟する果実中においてもオイル合成が進むことになる。数多くの調整物質がテス

トされたがNAA (d-naphthaleneacetic acid) が最も有望と考えられる。果房切り取りが遅くなってもオイル合成量は通常の割合で増えつづけているとみられるため、処理された果房においては果房重に対するパームオイル含有率が高くなる。処理は開花後140日程経った成熟しつつある果房に行なう。あまり早くやると単為結果を引きおこす。この収穫上の問題点を減少させる方法は明らかに魅力のある技術であるが、その経済性及び技術の詳細に関しては今後のより一層の研究にまたねばならない。

16-2-3 収穫の頻度

希望される基準で均一な熟度を得るための具体的標準が示され、一度決定が下されたら最も理想的な方法は毎日同じ地域を収穫し、最適の熟度にあるとみられる果房だけを収穫することである。しかしこの方法は非経済的であり、従ってここで十分な期間をおいて、大部分の果房が最も望ましい熟度で収穫されるような妥協案がみつけれねばならない。

適当な収穫作業の間隔を決めるに当っては収穫作業員1人当り生産額と最大限のオイル品質及び収量との間で比較検討が行なわれねばならない。もし成熟果房の密度が高いと歩く時間が減少する。しかし、これがもし果実の大きな部分が過熟になることを黙認されていた結果だとすれば、節約された時間は多くの脱落果実を集めるのに要する余分な時間で相殺されてしまう。理論的には毎日の収穫作業でほとんど完全な熟度基準に合致するものが得られるが、収穫作業員の歩行及び収穫可能な果房を捜す時間が増加してくる。収穫間隔は前述したように、それに続くパームオイルの品質に影響を与え、高率の過熟果実は高FPA率及び落敗によるパームオイルの損失に結びつくため好ましくない。これは未熟寄りの最低熟度基準をもうけることにより防ぐことができるが、最低熟度基準が熟度基準よりあまり未熟寄りに傾きすぎると、果房が最高オイル含有率に達するかなり以前に収穫されることとなり、損失を招く結果となる。収穫はアフリカにおいてはアジアにおいてよりも短い間隔で行なわれている。マレーシアにおけるdeli duraの果房はアフリカにおけるそれよりも成熟速度がゆっくりしているといわれるがはっきりしたことはわからない。

実際には収穫間隔は7~10日がよい結果をもたらすと判明しており、世界中で1週間間隔が普通となっている。もし間隔が10日間をこえると高率の過熟果が収集されるようになり、間隔が長くなるにつれて果房熟度のバラつきの幅が大きくなっていく。ザールにおいてDufrane及びBergerは通常6~7日間隔、生産のピーク時には4~5日間隔の収穫間隔を提唱している。アイボリーコーストにおいてはピーク時には通常4~5日間隔低生産期には8~10日間隔の収穫間隔で収穫が行なわれている。ナイジェリアにおいてはある程度の農園においては1週間間隔の収穫が平均とされているが、収穫のピーク時にはより短い間隔で行なわれる。マレーシアにおいては収穫を始めたばかりの若木においては、当初の6ヶ

月間は月1回、続く6ヶ月間は月2回その後7～10日間隔の収穫作業が一般的である。

収穫間隔がどのように決められようと、現実には常に柔軟性をもって行なわれねばならない。すでに述べた希望するFFA率のパームオイルを得るための調整に加えて、季節間の収量の増減をも考慮に入れておかねばならない。通常のパームオイル工場は最高収量期の収量にあわせて計画される。マレーシアにおいては通常最高収量月には年間総収量期の収量の12.5%が収穫され、最低収量月には6%までおちる。インドネシアの一部においては最高収量月には年間総収量の17%、アフリカにおいてはこれが20%にまでなるところもある。

最高収量期及び最低収量期には時々月間収量割合が通常の極限をはずれてしまうことがあるが、このような場合にはこの収量の季節変動に見合うように収穫間隔を調整しなければならない。加えて短期間の要因も生産に影響を与えることがある。長期に渡る乾燥又は異った天候は果実の成熟速度を遅延させる傾向があり、反面晴天と降雨が明確にいれかわるような気候下においては成熟過程は促進される。

従って収穫作業を租税化するについては柔軟性は重要な要因となり、これは④収穫作業員数、⑤その労働力で1日に収穫される面積、⑥工場稼働時間により調整される必要がある。しかしこの柔軟性は高度の経営能力及び経験を必要とする。最高収量期にもし工場がほとんど能力限界に達した時には、1時的に収穫作業を遅らせねばならないことも起ってくるので現実の収穫作業は常に予定よりやや早目に行なうことが必要である。その他の時期においては収穫は、決められた間隔で行う。低収量期間には予定を早めると収穫作業員に未熟果房を収穫させやすく、又歩行及び成熟果房をさがす時間が増加してくるので絶対に予定を早めてはならない。もし必要なら収量が低い時期には充分な量になるまでの期間収穫作業を隔日毎に行なうことも考えられてよい。これは労賃を節約すると共に少量の果房は処理が困難なために、処理コストの引き下げにもなる。

工場が整備又は定期検査のために1時的に操業を中止する時のパームオイル品質に与える悪影響は、操業中止直前と操業再開直後に収穫作業を早めることで最低限にいとめられる。もし必要なら他の部門より追加の労働者を1時的な収穫作業のためにまわすことも考えねばならない。定期的な工場の操業休止は収量の谷（低収量期）と時期を同じくするよう調整するため可能な限り事前に工場及び農園双方の責任者が話しあわなければならない。

非常に若いパーム園における収穫間隔は着果以前に摘花が行なわれていたかどうかによって決まる。摘花が行なわれていない園においては当初生産された果房の収穫作業は、最初6ヶ月間は月1回行ない。続く6ヶ月は月2回の間隔で行なう。以後の収穫は成樹と同じような間隔で行なう。着果させるに先立って摘花又は授粉前の清掃が行なわれていた園では、着果果房数多く又パームの大きさと同じく、比較的小さな果房は、成樹の果房に比べて成熟が早く進む傾向があるため、当初より7日間隔で収穫する。

マレーシアにおける最近の研究によるとパームオイル生成及び果房上の果実の脱落の程度が使われている系統及び樹齡の違いにより異なることがわかっている。果実の成熟速度は果実発達後期になるに従って促進されることが判明している。若木園にあっては成熟速度は明らかに早く、果房上の果実も短期間のうちに脱落を完了する。

中果皮中のパームオイル含有率は果実の成熟と共に増加してくるが、tenera(DXP)種にあっては若木よりも、成樹上の果実の方が最高オイル含有率に達する時期が早いことが判明している。このようなばらつきがあるため植付後5年未満の園においては最高7日間隔で熟度の高い基準により収穫されるべきである。同じtenera種の6-12年生園における最適の収穫間隔は、最高10日間で中～高熟度の基準による収穫が望ましい。古いdura園では最高7日間隔で高熟度の基準で収穫されることが望ましい。

16-3 収 穫 技 術

果房収穫の手段及び収穫組織は以前よりある程度研究対照となってきた。果房の切断、歩行、運搬及びそれらが影響をうける樹齡、収量、地形、パームへの接近の難易及び収穫作業員の経験等の構成要素と時間の関係についても、いくらかのデータがある。このような情報は作業員1人当りの収穫量を予測し、又効率及び経済性を向上させるなんらかの変更が可能かどうかを判断するために必要な材料である。

16-3-1 収 穫 作 業

収穫作業は以下のような基本的作業より成り立っている。

A. 収穫用道具の用意

アフリカにおける初期の農園においてはほとんどの場合、収穫は幅の広い山刀 (cutlass) によって行なわれ、高いパームには、はしご又はロープを使用して登って収穫作業を行っていた。しかしながらこの山刀は収穫に便利な道具とはいえず、又はしごを使用してパームに登る方法は、時間がかかり、ロープを使用するとさらに能率が悪くなる。これ等の初期の収穫手段はその後、アジアにおいて大きな改良が為され、世界中に広まった。

収穫に最も理想的な道具は90~150cmの木製の柄をもった chisel (のみ型の大きなもので先端が鋭い刃物となっている) である。収穫及び摘葉に適當と思われる chisel は先端の刃の幅7~12cm、長さ25cm程で、これに木製の柄をつける丸い穴をもった柄の部分を含めると全長45cm程のものである。ホンジュラスでは、特別製のショベルに使用されるような柄を付けた chisel が使用されている。これ等の道具により果房を抱えている葉を切ることなく果房軸を切り取ることができる。Chisel は、しばしば収穫開始後3年間程しか使用されない場合もみられるが、他の方法によると葉を必要以上に切り落とすことに懸念があるため、可能な限り長期の間 chisel を使用することが望ましい。アジアにおいては、過去にはパームの幹が地上に上ってきた時点で短い斧が使用されていた時期もあるが、chisel 使用が続けられることが望ましい。

地上から chisel を使用して果房を切り落とすことが、できない高さになったら竹竿の先にしばりつけられた長さ60cm程の湾曲した鎌を使用する。鎌が結びつけられる竹竿はパームの樹高が高くなるにつれて次第に長いものにかえられ、高さ15m程のパームからもこれにより収穫できる。長い竿の先につけた鎌により収穫する場合、収穫される果房を抱えている葉は必然的に切り落とされることになる。過去にアフリカで、行われていたパームに登って山刀で果房軸を切断する方法に比べ、地上から竿の先につけた刃物で切り落とす場合、より多くの葉を切り落とすことを余儀なくされる。しかし竿は安く入手でき、又熟練作業員の手によれば切り取られる葉の数を幾分かはおさえることができる。鎌が使

われる場合、まず刃が果房軸上にあてがわれ、続いて強く下へ引かれて切り落とされる。もし、果房軸が切られたにもかかわらず、落ちてこない場合は鎌の先端を果房先端に引っかけて落としてやる。

最近多くの農園において葉の切除を最低限にとどめることの重要性が認識されてきており、そのためには chisel を使った収穫方法を可能な限り、長期間続けることが望ましく、chisel と鎌との間におのを使用する期間は完全に排除されるべきであると考えられてきている。Chisel による収穫はパーム樹高 3.5 m 位になるまで続けられると考えられる。この場合、収穫人夫はパームに登り頑強な葉柄基部にワイヤロープをかけて体を固定し、chisel を使って果房を切り落とす。たとえ非常に肥沃な土壤にあっても、chisel を使用し、可能な限り多くの葉を残すことにより、他の手段でより多くの葉を切り落として収穫した場合に比べて、より多くの果房数が後に収穫され得るという研究報告もある。

従って簡潔に言えば、現実に可能である限り、chisel 使用の収穫方法が続けられることが望ましく、その後は竹竿の先につけた鎌により不必要な摘葉をしないよう注意しながら収穫されるべきである。長い竹竿の先につけた鎌は取り扱いに注意しないと、第三者に対して危険である。畑から畑へ又は道路を歩く時は刃の部分には木製のさやを取りつけて保護することが望ましい。

収穫作業員は、それぞれの道具の適切な柄と刃の鋭い切断面を常に良好な状態にしておかねばならない。砥石及び鎌を使用する場合には竹竿及び鎌を竹に結びつけるひもが必要である。ひもは刃物が抜けるのを防ぐために水を吸って縮む蔦又はそれに類似した材料が望ましい。ナイロンのような人工繊維は使用できないが、自転車のチューブのようなゴムひもは使用できる。砥石は炭化珪素 (carborundum) か、それに類似した良質のもので鋭い刃先を与えるものでなければならない。これは効果的に使用するためには、カミノリのような鋭さを必要とする鎌においては特に重要である。一方に荒い面をもち、反対側に密な面をもった砥石がよく使われる。労働者は、刃物を鋭くするためにグラインダーを常時使えることが必要である。扇及びカゴも修理されねばならないが、これは収穫作業員の仕事ではないと考えられる。収穫の機械化は将来の最大の課題の 1 つだが今後もしばらくの間は、機械化は困難と考えられている。

B. 果実の色及び地表面に落ちている脱落果実数等を結びつけて観察しながら成熟して収穫できる果房を捜して歩く作業

C. 果房を絞りに抱えている葉を切り落とさないと果房の収穫ができない状態にあっては、まずこの葉が切り落とされ、通路又は排水路を妨害することのないよう積みあげられねばならない。オイルパームの生産樹齢のほとんど全期間を意味する幹の高さ 1 m 以上のパームにあっては収穫時に葉を切除することはほとんどの農園における収穫作業の中の必須条件

16-3 収穫技術

果房収穫の手段及び収穫組織は以前よりある程度研究対照となってきた。果房の切断、歩行、運搬及びそれらが影響をうける樹齢、収量、地形、パームへの接近の難易及び収穫作業員の経験等の構成要素と時間の関係についても、いくらかのデータがある。このような情報は作業員1人当りの収穫量を予測し、又効率及び経済性を向上させるなんらかの変更が可能かどうかを判断するために必要な材料である。

16-3-1 収穫作業

収穫作業は以下のような基本的作業より成り立っている。

A. 収穫用道具の用意

アフリカにおける初期の農園においてはほとんどの場合、収穫は軽の広い山刀 (cutlass) によって行われ、高いパームには、はしど又はロープを使用して登って収穫作業を行っていた。しかしながらこの山刀は収穫に便利な道具とはいえず、又はしどを使用してパームに登る方法は、時間がかかり、ロープを使用するとさらに能率が悪くなる。これ等の初期の収穫手段はその後、アジアにおいて大きな改良が施され、世界中に広まった。

収穫に最も理想的な道具は90~150cmの木製の柄をもった chisel (のみ型の大きなもので先端が鋭い刃物となっている) である。収穫及び摘葉に選当と思われる chisel は先端の刃の幅7~12cm、長さ25cm程で、これに木製の柄をつける丸い穴をもった柄の部分を含めると全長45cm程のものである。ホンジュラスでは、特別製のショベルに使用されるような柄を付けた chisel が使用されている。これ等の道具により果房を抱えている葉を切ることなく果房軸を切り取ることができる。Chisel は、しばしば収穫開始後3年間程しか使用されない場合もみられるが、他の方法によると葉を必要以上に切り落とすことに悩むため、可能な限り長期の間 chisel を使用することが望ましい。アジアにおいては、過去にはパームの幹が地上に上ってきた時点で短い斧が使用されていた時期もあるが、chisel 使用が続けられることが望ましい。

地上から chisel を使用して果房を切り落とすことが、できない高さになったら竹竿の先にしばりつけられた長さ60cm程の湾曲した鎌を使用する。鎌が結びつけられる竹竿はパームの樹高が高くなるにつれて次第に長いものにかえられ、高さ15m程のパームからもこれにより収穫できる。長い竿の先につけた鎌により収穫する場合、収穫される果房を抱えている葉は必然的に切り落とされることになる。過去にアフリカで、行われていたパームに登って山刀で果房軸を切断する方法に比べ、地上から竿の先につけた刃物で切り落とした場合、より多くの葉を切り落とすことを余儀なくされる。しかし竿は安く入手でき、又熟練作業員の手によれば切り取られる葉の数を幾分かはおさえることができる。鎌が使

われる場合、まず刃が果房軸上にあてがわれ、続いて強く下へ引かれて切り落とされる。もし、果房軸が切られたにもかかわらず、落ちてこない場合は鎌の先端を果房先端に引っかけて落としてやる。

最近多くの農園において葉の切除を最低限にとどめることの重要性が認識されてきており、そのためには chisel を使った収穫方法を可能な限り、長期間続けることが望ましく、chisel と鎌との間におのを使用する期間は完全に排除されるべきであると考えられてきている。Chisel による収穫はパーム樹高 3.5 m 位になるまで続けられると考えられる。この場合、収穫人夫はパームに登り頑強な葉柄基部にワイヤロープをかけて体を固定し、chisel を使って果房を切り落とす。たとえ非常に肥沃な土壤にあっても、chisel を使用し、可能な限り多くの葉を残すことにより、他の手段でより多くの葉を切り落として収穫した場合に比べて、より多くの果房数が後に収穫され得るという研究報告もある。

従って簡潔に言えば、現実的に可能である限り、chisel 使用の収穫方法が続けられることが望ましく、その後は竹竿の先につけた鎌により不必要な摘葉をしないよう注意しながら収穫されるべきである。長い竹竿の先につけた鎌は取り扱いに注意しないと、第三者に対して危険である。畑から畑へ又は道路を歩く時は刃の部分には木製のさやを取りつけて保護することが望ましい。

収穫作業員は、それぞれの道具の適切な柄と刃の鋭い切断面を常に良好な状態にしておかねばならない。砥石及び鎌を使用する場合には竹竿及び鎌を竹に結びつけるひもが必要である。ひもは刃物が抜けるのを防ぐために水を吸って縮む蔴又はそれに類似した材料が望ましい。ナイロンのような人工繊維は使用できないが、自転車のチューブのようなゴムひもは使用できる。砥石は炭化珪素 (carborundum) か、それに類似した良質のもので鋭い刃先を与えるものでなければならない。これは効果的に使用するためには、カミソリのような鋭さを必要とする鎌においては特に重要である。一方に荒い面をもち、反対側に密な面をもった砥石がよく使われる。労働者は、刃物を鋭くするためにグラインダーを常時使えることが必要である。綱及びカゴも修理されねばならないが、これは収穫作業員の仕事ではないと考えられる。収穫の機械化は将来の最大の課題の一つだが今後しばらくの間は、機械化は困難と考えられている。

B. 果実の色及び地表面に落ちている脱落果実数等を結びつけて観察しながら成熟して収穫できる果房を捜して歩く作業

C. 果房を枝に抱えている葉を切り落とさないで果房の収穫ができない状態にあつては、まずこの葉が切り落とされ、通路又は排水路を妨害することのないよう積みあげられねばならない。オイルパームの生産樹齢のほとんど全期間を意味する幹の高さ 1 m 以上のパームにあつては収穫時に葉を切除することはほとんどの農園における収穫作業の中の必須条件

となっている。これには多くの理由があるが、もし葉が切除されないとこれ等の葉はしばしば部分的に切り傷をつけられ垂れ下がって通路をふさぐ。又葉が除かれないと果房に近づきにくくなり、また授粉作業もやりにくくなるため、摘葉（pruning）だけを目的とした作業がより頻繁に行なわれることが必要になってくる。さらにもし多過ぎる葉が残されていると果房を捜すことが非常に困難になる。

- D. 果房を切り落とし、果房軸を可能な限り短く切り縮め、葉柄基部にたまっている脱落果実を地面に落とす。果房軸（bunch stalk）を切り縮める作業は積み込み地点へ運ばれてから行なわれることもある。
- E. 収穫物を集めるために収穫したあとを容器（カゴ等）をもって回る。若木園においては、葉が地表面を覆っているためカゴは畦間におかれねばならないが、パームの幹が高くなってくると除草してある円内におけるようになる。
- F. 果房を捨てて運搬用容器の中に入れる。果房は収穫兼運搬作業員が運べる限度まで集めてきて入れる。
- G. 脱落果実を集めそのまま運搬用容器の中に入れるか、又は袋を用意しておいてその中に入れる。

II. 容器に入れられた収穫物を集積場所へ運ぶ。集積場所は、道路際の高台になった場所、容器、又はもし畦間収集に機械力を使用しているならば決められた畦間の一地点ということになる。マレーシアにおいては伝統的に果房及び脱落果実共頭丈なとり製のカゴに入れられ、両端にそのカゴを下げたしなやかな天びん棒により運ばれてきた。その他の種々の違った方法が世界中いたるところでみられる。果実を直射日光に当てるとFFA含有率を高める影響があるため、可能なら集積場所には屋根をつけて遮光することが望ましい。

地表面に直接積み込む場合には集積場所に短い草を生やすか又は袋等の材料を広げた上に積みむと土が混合することが少くなる。集積する場合、例えば様に10個ずつの例にして並べれば記録をとる時に容易となる。

I. 工場への運搬車輛への積み込み。

以上の作業を組織化するには多くの方法が考えられるが、通常これ等の作業は、果房の切り取り（A-D）、集積場所への運び出し（E-II）及び積み込み（II）の3つに分けられる。

マレーシアにおいては収穫作業は通常しばしば夫婦1組よりなる収穫者及び運搬者（harvester/carrier）の2人1組のチームによって行なわれ、運搬車輛への積み込みは運搬車と共に働く専門の積み込み作業員によって行なわれる。この基本的な作業のやり方は、その他いろいろな方法に改良されている。収穫物収集は果房収集と脱落果実収集に分けられてもよいし、場合によっては果房収集人夫とは別に脱落果実を収集する

人夫を雇用してもよい。又トラック、箱又はクレーン用網などへの積み込みは収穫作業員の仕事としてもよい。

どのような収穫方法がとられるにせよ、系統的な調査が行なわれるまでは、それぞれの方法の利点は大部分が推測によるものである。にもかかわらず、いくつかの一般的な結論は以下のように出せると思われる。

- a. 1つの通路を通る収穫作業で集められる2列分の収穫物が1回に運べる以上の重量である場合には、集積地点までの距離の長さが運び出しの能率に大きく影響する。
- b. 運搬距離は果房切断に必要な時間には影響を及ぼさない。いずれにしてもパームは全部が調べられる必要がある。
- c. 同じ地域で働く収穫労働者が多くなるにつれ、無駄に歩く時間が増加してくる。

それぞれの収穫作業と時間の関係について、マレーシアにおいて調査されたデータを次に示すがこれは又機械の導入により能率化できる可能性も暗示している。この調査は最高運搬距離200m年間平均収量18 ton/ha、樹齢6~17年生でゆるやかな勾配をもった傾斜地農園において行なわれた。ここに表われた数字は、異なった条件下においては、ある程度の差異がみられると思われるが、全所要時間に対するそれぞれの作業時間の割合はほぼ典型的なものであると考えられる。

表-89

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

※(Oil Palm Cultivation and Management P.488)

表一 9 0 別な調査によると若木園と成樹園及び樹高の高い成樹園におけるそれぞれの1個の果房収穫に要する時間の比較は以下のようになっている。時間は分。

作 業	若 木 園	成 樹 園	高い成樹園
1. 切 断 時 間 (分)	0.65	1.8	2.6
2. 道 路 へ の 運 び 出 し (2 名 の 共 同 作 業) (分)	1.95	3.4	5.5
3. 2 名 の チ ー ム が 1 日 に 切 断 及 び 運 び 出 せ る 果 房 数 (果 房)	320	144	90

※(Oil Palm Cultivation and Management P.488)

効率的な収穫作業を行なうために農園の設計が重要であることは疑いない。道路又は軌道を320~400m間隔で設けると収穫果房を運ぶ最長距離は160~200mとなり、マレーシア及びザイールにおいてはこの距離は満足のいくものであるとされている。ザイールではこのような運搬条件下において年間果房収量が1ヘクタール当り12トンある成樹園では2人1組の1収穫チームが1日4haを収穫できるという実験結果がでている。マレーシアの高収量地域においては収穫される果房重は、より大きい、1日に1チームによって収穫され得る面積はやはり3~5haといわれる。

オイルパーム下に落された果房を集める収集作業能率を高めるためのいろいろな方法が考えられてきた。通常このような畦間収集作業は収穫作業員のあとから機力又は畜力による何らかの車輛を入れることによる方法をとっている。この畦間収集作業に使われる動物として、コロンビアにおいては、らばが使いやすく、又安価であるとして使われてきている。この場合両側につけられた荷カゴに果房が入れられカゴの底をはずすことにより果房を降す方式をとっている。らばは収穫作業員が天びん棒で運び出すことが困難な地形においても使えるという利点がある。1頭のらばは1回に100kg程の重量を運び、1日総果房運搬重量1,750kg約12haよりの果房を運び出せると推測される。らばを使用する場合もし、らばが園内において決った通路をもたず収穫果房を追って動くことになれば降雨の多い農園においては、園内の土がこねられ、どろどろの状態になることが多くの農園において経験されている。従ってこの方法は、らばが隔列ごとに設けられた整地された運び出し用の通路だけを通るという厳格な規律に従ってこそ初めて使用できる。マレーシアにおいても、以前らばが使用された時期があつたが病気に弱いために使用されなくなった。

車高の低い荷車を牽牛又は去勢牛に引かせて畦間にはいり果房を収穫する方法は地形的に可能な農園ではよく使われ、特に熟練労働者の少ない農園においては効果を発揮する。

水牛に引かせたそり型の運搬用具も最近Sabah州の一部で使用されている。これ等の牛又

は水牛に荷車又はそり型の荷台を付けて果房を運び出す方法も土を踏み固め又はこねてどろどろの状態にする欠点をもつが、これも又隔列ごとの決められた通路だけを通らせることにより悪影響を最小限に抑えることができる。水牛は最高1トンまでの果房を1回に運び出すことができる。以上のような動物を利用して果房の運び出し作業を行う場合忘れてならないのは、毒性のある除草剤が使用された地域内には立ち入らせないことであり、又それぞれの除草剤の毒性の持続性をはっきり頭に入れておかなければならないということである。

トレーラーに乗せたトロッコ、又はバームの列に沿って線路を張りめぐらせることのできる場所では工場のSterilizer cage (蒸熱処理用トロッコ)を直接使う方法も考えられる。マレーシア及びアイボリーコーストでは、ダンプ、トラックも使用され、労働の大幅削減に役立っているが、ダンプ使用の経済性は最低果房収穫量及び個々の果房重量等を考えあわせて上で、決められ得ると思われる。しかしながらマレーシアにおいては土を踏み固める場所よりダンプトラック使用については問題が提起されており、長期的な視野からは、好ましくないと考えられる。

機械を導入することにより疑いなく労働時間当り生産性(労働生産性)は大きく高めることはできるが、しかし労働者が豊富で又安価な国においてはこの労働生産性の向上が資本及び車輛のコストを正当化するのに充分である場合は稀である。生産性を向上させるための最も重要なポイントとなる脱落果実の収集にかかる時間については、何らの効果的な削減の手段も考えられず、脱落果実収集の作業を容易にするためにもバームの基部周辺の円内はきれいに除草されている必要がある。

必然的に収穫作業合理化の潜在的可能性は、歩行及び運搬時間(全体の19%)の短縮及び運搬車輛への積み込みに要する時間の節約面で考えられることになる。積み込みに必要な時間はもし園内で果房を収集した車輛が直接それを工場へ運ぶための大型車輛に積みかえることができれば完全に節約できる。このように収集所要時間中の節約可能部分は全体の15%を超えることはないと考えられ、又節約可能部分の約半分は機械力による積み込み等、なんらかの別な手段で比較的安価に達成できる。“Jackpak”と呼ばれる動力式の小型車輛は、短距離運搬及び機械収集の折衷により、考えられたもので、これについては後の果房運搬のところで詳しく述べる。

もうひとつのより現実的と考えられる解決策としては、収穫労働者、それぞれに収穫用具をとりつけた運搬用車輛を与えて、収穫する度に果房を積み込み、脱落果実を収集して積み込むというものである。この方法により、1回通過することにより全ての作業を完了でき動く距離及び時間を最大限にまで削減することができる。この方法を採用することにより、疑いもなく一面においては労働者の疲労を減少させたがために労働時間当り生産性を60~80%高めた。しかしながら車輛の維持、燃料費及び消却費の全てを考慮に入れた場合、以

上述べた労働生産性の向上にもかかわらず、完全に手労働によつた場合に比べて何らの経済的有利性もみられない。

にもかかわらず、もし脱落果実収集が機械化され得るか、又は車輛価格が引き下げられるならば、この種の機械化による問題解決方法は相当な節約を生み出すと思われる。

現在までのところ吸取装置方式を含めて数多くの機械力による脱落果実収集方法が考えられてきたが、そのうちのいずれも現実に使用されてはいない。前述したようにさらに別な方面よりの解決策としてホルモン使用により成熟果房の果実が脱落するのを防ごうという方法も考えられてきたが、これも現実的に使える段階には至っていない。

約150kg程の収容能力をもつ1輪車に小さなエンジンを積み、遠心クラッチによって操作され、湿地用タイヤを装備したものを使用すると果房及び脱落果実収集作業用に、安価に使える理想的な運搬用具になるという研究報告もある。しかしながら地形の理想的なマレーシア及びニューブリテン島において機械化により労働生産性を大きく高めることが可能な農園においてこの種の1輪車(場合によっては二輪車)が非常に広く使用されるようになってきているにもかかわらず、その他の地域のほとんどの農園においては、伝統的な収穫方法を今後も長く続けるということには少々の疑問はあるものの、一般的には機械化の必要性はほとんど感じていないものと思われる。

ここでさらに1つ参考までに述べておくならば、ホンジュラス及びコスタ、リカにおいては、トラック又は湿地用タイヤをつけたトラクターにつけられたクレーン上に装備された収穫作業員を乗せるためのカゴが使用されて、収穫作業が行なわれている。この機械は高さ12mまでのパーム上の果房付近へ、収穫作業員を持ち上げ切り落とされた果房は車の荷台へ積みこまれる。この場合も労働者の手労働によつた場合のコストと上記の手段によつた場合のコストの比較及び効率的な積み込み地点より工場までの運搬手段についての研究資料はない。

16-3-2 収穫組織

一度収穫間隔が決められたら次は日々収穫される地域が決められねばならない。例えば7日間隔の収穫が決められたら、作業間隔は6日間で一巡するようにつくらねばならない。従つて収穫される全園場は生産高がほぼ等しくなるように6等分される必要がある。この収穫単位は必ずしも厳密に守る必要はないが、可能な限り崩さないようにすべきである。

収穫に要する労働力及び組織については、Bevan及びGrayにより詳細に研究されているので要点をここに述べる。毎日の労働生産高は多くの要因に支配されるが最も大きな要因は以下のようなものである。

- a. パーム樹幹及び収穫作業のためのパームへの接近の難易。若木時代の収穫作業にお

いては葉が地面近くにあるために成熟果房に近づくことがより困難である。

- b. 単位面積当りに存在する収穫可能果房重量。これが単位重量当り歩行距離と関連して生産高を決める。
- c. 平均果房重量及び容積
- d. 収穫地点から集積場所すなわち積み込み地点までの距離→運搬距離
- e. 果房熟度と関連した収集されねばならない脱落果実数
- f. 地形及び収穫作業員がパームからパームへ又はパームから積み込み地点へ移動する場合の動きの容易さを決める畑の状態

2人1組の収穫作業員チームが1日に収穫できる面積は単位面積当りにある収穫可能果房数量及び果房果実の切断、収集の容易の程度により異なってくる。一般的な収穫作業の能率は以下の表-91にみられるがこれは2番目の表-92で1日に収穫される面積の違いによる労働者(チーム)の必要数に置きかえられている。

表-91：果房切り取り作業員1名，収集運搬作業員1名の2人1組の収穫チームが1日に収穫できると推測される平均面積

パーム樹齡(植付後)	1日に収穫できる面積 ha / チーム
3 - 4	5
5 - 8	4 ~ 5
9 - 16	3.5 ~ 4
17 - 25	3.0 ~ 3.5

※(Oil Palm Cultivation and Management P.492)

マレーシアにおいては切り取り作業員1名，収集及び運搬作業員1名の2人1組の収穫チームが16組程で1人の監督者により監督される収穫班編成が望ましいとされている。組織編成の方法は様々な改良を加えたものが用いられてもよいが，通常個々のチームに定まった地区を割り当てる方式は好ましくないとされている(新しい作業員を訓練する場合には同じ地区でやった方がよいと考えられているが……………)

収穫予定の地域に早朝果房の熟度判定ができる程の明るさになる時間に到着するよう出発し，到着したらすぐ監督者はそれぞれの2名1組のチームに収穫すべき適当な列を割り当てる。監督者は，当初より個々の収穫作業員又はチームに対し，収穫可能と推測される成熟果房量の査定を基準として1日分の列を割り当ててもよいし，又それぞれに1回通過するだけの2列づつを割り当てるだけでもよい。いずれの割り当ての方法も長所，短所を持ち地域の

表-92: 面積及び樹齢の違いにより収穫作業に必要となる2人1組の
収穫チーム

1日に収穫される面積 (ha)	植付後のパーム樹齢			
	3~4	5~8	9~16	17~25
56	12チーム	12~14チーム	14~16チーム	16~18チーム
64	14	14~16	16~18	18~20
80	17	17~20	20~23	23~25
112	24	24~28	28~32	32~35
128	27	27~32	32~36	36~40
156	33	33~39	39~44	44~49
188	40	40~47	47~53	53~59
216	45	45~54	54~60	60~68
224	47	47~56	56~63	63~70
260	55	55~65	65~73	73~82
372	78	78~93	93~104	104~117

※(Oil Palm Cultivation and Management P.492)

条件に応じて自在にかえられる。

前者の1日分の割り当てを一度に与える方法は収穫作業員又はチームが、それぞれにトロッコのような1人又は1チームの収穫した果房を入れるのに十分な容積をもった大きな容器を与えられており、別な積み込み用の労働者集団を必要とせず果房の取り扱いが容易な場合にしばしば用いられる。収穫チームは通常割り当てられた地区の収穫をその日のうちに終えることが要求されるため、この割り当て方法は、予定地域全体を決った時間内に終了させるためには比較的容易な方法であると考えられる。ただし監督者は、地域を割り当てるにあたって公平になる様心がけなければならない。この方法は又、7日間隔で収穫するとして、収穫作業員がその収穫班の相当する総収穫面積の $\frac{1}{6}$ 全体に散らばるため監督がより困難となつてくるという欠点をもつ。

工場へ収穫果房を運ぶ運搬車輛への積み込みが別な積み込み専門の労働者によってなされる場合は、それぞれの収穫チームに1~2列づつを与えて園の端より順序よく収穫していき、最初の1~2列が終了した時点又は仕事をはじめられてより1~2時間後には、積み込みが能率的に開始でき、運搬車輛も効率的に使うことができる。さらにこの場合収穫班全体が狭い地域に集まっているため監督も容易である。この方法の主な欠点は次に収穫する列に移るための無意味な歩行時間及び距離が長くなることである。この時間の損失は、班が大きくなればなる程、大きくなっていく。例えばもし1つの班が16チームであるとしたら次の収穫予定の列に移るのに、2列×16チーム=32列又は300m歩かなければならない。1日に8列又はそれ以上を収穫するとしたら、1チーム2名の歩く無意味な延べ歩行距離は5km程になる。

それぞれのチームに対し大きな面積が与えられた場合、収穫された果房が可能な限り新鮮なうちに工場へ運搬されなければならないとしたら、運搬用車輛は、同じ場所へ何回も往復しなければならぬことになる。従って運搬車輛の使用面よりみれば収穫作業員にその都度小さな区画を割り当てて、次の地区へ動く前にまとまった地域が完全に終っているという状態がより効率的な車輛の使用ができる。

16-3-3 収穫作業精度の調整

収穫作業の精度はそれより生産されるオイルの量及び品質という形で利益と重大な関連があるという事実にもかかわらず、収穫作業員の訓練又は、収穫作業が正しく行なわれることを確保にするために、検査を行なうといういずれかの手段によって適切な注意を払っている農園が意外に少ないことは、驚くべきことである。

訓練は現場での実際の作業を中心にして詳細に行なわれる必要がある。収穫作業員が農園の直接の雇用労働者か又は請負業者に属するかにかかわらず最高の効率によって収穫作業が

行なわれているかどうかを検査するためには、定期的な検査を必要とする。以下にあげる点については特に注意して検査、監督を行なう。

- a. 葉の切除は可能な限り、必要最低限度にとどめるようにし、積付後10年末満のパームにおいては最下部の果房の下に2枚の葉が残されるよう指導する。
- b. 切除された葉は、隔列ごとにかちんと積み重ねられ通路、又は排水路を妨害しないこと。
- c. もし成熟果房を見すごしたら、次の収穫時には過熟となるため、全ての成熟果房が収穫されなければならない。
- d. 未熟果房を収穫するとパームオイル及び核の損失につながるため、絶対に未熟果房を収穫してはならない。
- e. 葉基部にたまっている果実も含めて、全ての脱落果実を回収すること。
- f. FFA率の増加を最低限に抑えるために果房の扱い及び損傷は最少限に抑えるように注意する。
- g. 長い果房軸は積み込みの邪魔になり、又処理中に少量ながらオイルを致取するためできるだけ短く切り捨てる。
- h. 授粉が良好に行なわれず、果実がまばらな果房は、果実だけを回収し、空の果房は捨て工場へ運ばれないようにする。病気にかかっていると思われる果房もこれに準ずる。
- i. 果房に土又はその他のくずが混っていると工場の機械の調子をくずすことがあるため、特に脱落果実の回収に当っては土やくずが混らないよう注意する。
- j. 良質のパームオイルを得るためには、注意深い果房の取り扱い程に重要ではないが、収穫された果房は、遅滞なく工場へ運ばれなければならない。

以上述べたような注意に従って高度な作業が行なわれているかどうかを評価するために、農園の上級職員による定期的な検査が必要である。主観的査定は混乱を招くだけで、適当とは思われず客観的に限界を決めた点数制による査定がなされるべきである。この点数制による査定は、不適當な作業に対して罰金を払わせる制度をもっている時には、特に必要となり又罰金制度は作業基準を高く維持するためには重要である。もし罰金制度の基本方針がはっきりし、それが受け入れられる程度のものであるなら、それを実行に移すと同時に、収穫作業員に対しては、必要とされる基準を完全に認識させなければならない。未熟果房の収穫、果房軸等の長さ等は極めて容易に集積場で検査できるが、収穫ミスの果房、不完全な脱落果実の回収及び捨葉に関する査定は園内を歩きながら調査しなければならない。それ以上の検査が工場では果房受領後行なわれることもある。

16-3-4 収穫作業員に対する賃金の支払い

収量及び収穫条件は地域によって異なり、労働関係法律は国によって異なる。それゆえに違う条件下での賃金を比較することはあまり意味をもたない。収穫作業における賃金体系は完全な生産高による支払によるか又は基本給に加えた歩合又はボーナス等何らかの生産高に応じた賃金調整がなされるのが普通である。ほとんどの農園においては、上に述べた支払い方式のいずれかを採用し、生産高の算出は重量又は果房数により決められる。もし重量を基礎とした支払い方式がとられるならば、樹齢が進むにつれて単位果房重量当りの支払い額は引き下げられるのが普通である。これは若木園においては、歩行の困難等のために作業能率が悪く、1人1日当りの収穫可能重量が約500kgであるのに対して、木が高くなりすぎて逆に能率が落ちる時期にならない限り、成樹園においては、1人1日の収穫可能重量は、1トン又はそれ以上となるからである。マレーシアにおいては1人の収穫作業員は、パームの樹高が高過ぎない成樹園で1日に100~200個の果房を切り取ることができるが、これは1.5~2トンに相当する。もし1人の作業員が運び出しも行なうなら1人当り収穫高は、約 $\frac{1}{3}$ 程低下する。しかしながら通常は切り取り作業員、及び運び出し作業員の2人1組(しばしば夫婦)のチームとなって働き、1日にチーム当り1.25~2トンを収穫する。切筋に要する時間、パーム間の歩行時間、運び出し、脱落果実収集に要する時間等の収穫作業員の労働に関して注意深い管理が行なわれている。

1人1日当り収穫高は又パーム樹齢、単位面積当り収量、運び出す距離、地形、通路の状態、及び種々の生活慣習をもつ作業員の作業能力等により、大きな影響をうける。もし支払いが収穫された果房数を基礎に行なわれるならば、果房重量は樹齢が進むにつれて増大し、しばしば収穫重量は大きく増加しても、果房数は変わらないが、逆に減少することもあるので果房当り単価は、引き上げるか又は比較的一定の状態で括えおくのが普通である。

両方を併用した月間の1個当り平均果房重量と、各々の収穫作業員の収穫果房数をかけて得られた重量に対して賃金が支払われる方法もある。いずれの場合も、収穫された果房及び脱落果実量に比例した出来高制又は部分的歩合制を採用し、果房熟度基準、葉の切除及び積み上げ、及びその他の作業基準に違反した場合は、罰金を課するのを条件とするのが普通である。

2人1組で働く場合は、平等に半々に分けるか、又は何らかの合意されている割合によって両者間で分け合う。通常、果房切り落とし作業員が50%をやや上まわる割合をとるのが慣例である。

個々の収穫人夫又はチームの収穫量の記録を容易にするためにそれぞれの収穫作業員、又はチームに決まった番号を与えるのが普通である。この番号は、集積地(積み込み地点)に積みあげられた果房の山に葉輪又は用意されている紙に書いて残されることになる。

1 6 -- 3 -- 5 農園及び工場間の調整

農場及び工場側のそれぞれの役割り及び責任は、組織の違いによって異なってくる。工場及び農場が1つの機能として動いているような小さな農園又は双方が同じ責任者の下にある組織下では農場及び工場側の役割り及び責任の分担という問題は起ってこない。この種の責任の分担は、農園及び工場がそれぞれに独立した機構として動いている場合、極端な場合には、必要とする全ての果房を外部の農園より購入する独立した工場と果房生産者の間でみられる。しかしたとえどのように責任分担がなされていようと、最大限の全般的効率及び品質のパームオイル生産のためには農場側の適切な責任分担を含めた農場及び工場間の密接な調整、及び協力が絶対に必要な前提条件である。注意深い将来の予想及び計画は貯蔵及び出荷の必要性を判断するためにも必要であるが、工場の維持、管理のために最も都合のよい定期的な操業休止の時期を選ぶ上からも役に立つ。パームオイルの抽出率及び品質は農場又は工場のいずれにとっても独自の範囲内で解決することはできず、両者により常に注意が払われねばならぬ問題であるので、定期的に検査、調整せねばならない。

収穫量の予測は農場及び工場双方の作業を行う上で不可欠な要素である。完成されている農園においては、過去5年間の収量記録が生じるであろうと予想される年間の月毎の収量較差を予想する上でかなり信頼できる基準となり得る。月毎の予想はさらに短期の予想により精われる必要があり、少くとも3日前までには工場への毎日の搬入予想量が工場側へ予告されねばならない。予想収穫量の工場への運搬は可能な限り、達成されるように努力されるべきであり、もし収穫作業の都合だけに限定していうならば、当初の収穫計画を加減しながら収量を調節し、それに続いてあとに続く日々予想収量の調整を行なうことができる。しかしながら非常に注意深い計画でさえも予測され得ない事情のために狂ってくるものが考えられる。もし工場へ搬入される果房量に大きな変更が生じるか又生じることが予想される場合、可能な限り早めに工場はこれを知らされねばならない。この情報により、工場管理者は、稼働計画への悪影響を最低限に抑えながら生産計画及び稼働時間の調整をすることになる。一方工場管理者側は生産休止又は故障等のために修理期間の必要の可能性が考えられたら、必ず農場管理者側へ情報を提供しなければならない。定期的な機械維持管理作業の時期が収量の谷の時期と同じくなるよう調整される必要のあることはすでに述べた通りである。

農場から工場への果房の運搬は可能な限り一定の速度で行なわれ果房の荷降し作業、車輛の切り返しは、搬入の流れを一定に維持するために円滑に行なわれねばならない。早朝果房の熟度が判定できる程度の明るさになったらすぐ、収穫が開始され収穫された果房が収穫開始2~3時間後より間断なく一定の速度で工場へ搬入されるよう正確に組織してあれば、

10:00 AM頃より工場での処理は始められる。場合によっては処理作業は、8時頃より始められることが可能であるが、通常の場合、現実にはこれは適当と思われず、早朝は工場

においては管理維持作業が行なわれることが望ましい。未処理果房を前日よりもちこして、朝早くからの操業開始を可能にするというようなやり方は考えるべきではなく、又果房切り取り後は、品質の悪化が進むため、その日のうちに処理できる以上の果房を収穫することも避けられねばならない。しかし労働者管理の面からいえば、工場処理の早朝開始は望ましい。工場労働者は、通常、遅く始め、従って終わりが遅くなることをきらい、これは、農場のあらゆる部門においてもよくみられることである。

いくらかの組織においては農場での果房の検査に加えて、果房が工場に到着した時点で再度果房の品質検査を行なう方法をとっているところがある。工場にはいつてくる果房量は、どの日をとってみてもほう大な量であり、見本採取は限定され、従ってこの方法には限界がある。運搬用車輛により蒸熱槽用トラック又は滑り台（ramp）へ果房を降す際その場に配置された果房検査係によって果房品質が大まかに検査される。もし搬入されてきた果房の品質が前もって農場及び工場の双方の管理者の合意によって決められていた品質基準を下回るとみられたら搬入されてきた全果房量の10%以上をさらに詳細な検査のために分離して調べ。もし基準以下の果房が運び込まれてきたことが明らかになったら、直ちに収穫部門の責任者に対し、検査係りの発見を確認したいかどうかをたずねられねばならない。その後果房の正確な出所が確認され、過失の詳細及びその原因が追求され、最終的には何らかの改善策がとられねばならない。

工場に搬入した段階での果房品質記録に必要な記録用紙を次に記す、毎日の記録をまとめて、月毎の記録がつくりあげられる。毎日の工場の操業が終わってその日の不脱落果房（果実が果房より離れないもの）及び全体の遊離脂肪酸率が得られたら、それにより、より詳細な果房熱度についての示唆が示されることになる。これ等のデータは農場及び工場側の責任者により厳密に調査され、もし必要なら何らかの矯正的手段がとられることになる。

図 - 20 : 工場に到着した段階での果房品質検査用記録用紙一例

農場名：				
果房重量：			トン	果房数：
運搬車輜番号	収穫期日	園場番号	果房が農場を出た	果房が工場に着いた
			日・時間	日・時間
検査項目			全重に対する概算の%	備考
1. 未熟果房 (under-ripe bunch) 2. 過熟果房 (over-ripe bunch) 3. 果房軸の長すぎるもの (long stalk) 4. 着果程度 (fruit set) 5. 傷ついた果実 (bruised fruit) 6. つぶれた果実 (crushed fruit) 7. 病果房 (diseased bunch) 8. 腐敗果房 (rotten bunch) 9. 汚れている果房 (dirty bunch) 10. 良好な状態にある果房				
検査者所信：				

※(O1 Palm Cultivation and Management P.496)

16-4 果房取り扱い及び運搬

果房運搬で重要と考えられることは、可能な限り、短時間のうちに、収穫現場から工場へ送けることのできる限りの果房への傷及び機械的な傷害を避けて最も安適に果房を運搬することである。果房積み込みの段階でのそれぞれの収穫作業員又はチームの生産高を記録するための一定の規則もつくられる必要がある。

工場を出る段階でのパームオイルのFFA率は、2%を下回ることは稀にしかなく、しばしば3%以上になることもあるが、パーム樹上の成熟果実のFFA率は、0.1~0.2%にすぎない。このFFA率の増加はある程度は果実がパーム樹上より落ちた時に受ける傷が原因となるものであり、さらにさほど重要ではないが一部は生理的原因にもよる。しかしながら収穫から果房蒸熱の間にかかるFFA率上昇のほとんどは果房が最終的に蒸熱処理されるまでに数回行なわれる果房の取り扱いに起因すると思われる。代表的に言えば、取り扱い及びそれに付随する果実の損傷は、果房がかごに入れられる時、積み込み地点に降ろされる時、運搬車輛への積み込み時、積み込み時の踏みつぶし、検送中、蓄積場所 (storage ramp) 又はその他の容器へ落とし入れる時及び storage ramp より sterilizer cage へ落とし入れる時に起ると思われる。

品質管理の点だけからいうならば、最も理想的な方法は果房及び果実をパーム下より直接容器に入れ、蒸熱までそのまま動かさないことである。この方式の主な欠点には以下のようなものがある。

- a. 必要となる小型車輛に要する多額の資金
- b. 高価な湿地用タイヤが使用されない限り車輛が常時通行することにより、土壤が堅くしまる。
- c. 通常の sterilizer cage (蒸熱用トロッコ) はパーム園内で使用するにはあまりにも扱いにく過ぎると考えられ、cage の型式を変えることが考えられねばならないが、それは蒸熱槽の型式をかえることを必要とする。

以上の問題点のどれひとつをとっても、それぞれは解決できないものではないが、これらの問題点が一緒になると、大きな障害となって、このために今までのところこの方法を大規模に取り入れることができずにいる。最近考案された「Jackpak」は1つの容器を使用するという要求をかなりの程度まで実現している。従ってほとんどの場合現時点での農園設計は収穫後、運び出し人夫が果房を道路端の積み込み地点まで運んで来るという伝統的な方法をとることを考慮に入れて行なわれている。従ってこれからみる限り、収穫及び運搬方法はすでに農園設計の段階より考えられねばならない。

どのような運搬方法がとられようと車輛及び道具は常に良好な状態に維持されていることが必要である。ほとんどの大きな農園は車輛及び機械製造業者により必要と考えられている

管理、維持基準から割り出された定期的、計画的な通常の維持、管理を行なうことが出来るような設備をもった修理工場をもっていることが不可欠である。

近年造成された新しいオイルパーム園では、圧倒的に道路を使用した運搬方法を使っている。

16-4-1 軌道による果房運搬

比較的最近まで農場から工場への運搬はほとんどの場合軌道によってのみ行なわれていた。この方法は、多くの面で優れており、現在でも多くの古く設立されたパーム農園において使用されている。現在ではほとんどの地域において高い建設費と限定される用途のために軌道の新規の建設は不経済となつてきており、新しい軌道を建設するのに要すると推定される金額の一部で、道路が建設され得る。いずれにせよある程度の道路は農場監督のために必要である。

軌道を使用する場合、支線が350~450m間隔で必要となるが、これに機械力を使用した果房収集作業を組み合わせることができるとすれば支線間隔を約650m程にまで広げることが可能となり、軌道建設にかかる経費が大きく引き下げられる。支線は本線に繋がれてこの上を果房を軌道車で工場へ運ぶ。通常使用される軌道貨車には、大きく分けて2つのタイプがある。1つは約1ton程の積載能力をもつ tipping truck (ダンプ式の荷物をひっくり返すタイプの貨車)である。このタイプの貨車は通常1人又は1チームの収穫作業員に1台の割合で割り当てられ、それぞれの貨車には、各々の作業員又はチームの番号がつけられ、収穫された果房はそのまま貨車に運ばれて積み込まれる。果房の積み込まれた貨車は工場へ運ばれ計量器にかけられて収穫重量を確認された後、sterilizer cageへ落とし込まれる。もしそれぞれの貨車を個々の収穫作業員又はチームへばらばらに配布していたら、時間的に大きな無駄となるため貨車は1ヶ所に連結したままにしておき、収穫作業員が収穫した果房をそこまでもってきて積み込む方法をとった方がよい。ばらばらに貨車を配置することは、又貨車を満たすのに十分な広い収穫地域が個々の収穫人夫に割り当てられ、さらに1日中貨車をその地域に置いておくことが必要となってくるため、工場で果房が欲しい時間に遅れるという好ましくない結果をもたらすことにもなる。

もう一つの運搬用貨車は1~1.5tonの積載能力をもつ sterilizer cage をそのまま使用するというものである。Cageはボギー車に葉せられて農場内へはいり込み、続いて収穫された果房が直接そこで sterilizer cageへ積み込まれる。Sterilizerへそのまま入れられるため、cageへ積み込む時は、sterilizerへ入る時邪魔にならないよう整然と積み込まねばならない。又積み込み方が乱雑で間隙が多いと蒸気の量がより多く必要となり、従って処理能力が落ちてくる。通常この sterilizer cage の積載能力は1人又は2

人1組の収穫作業員によって満載されるには大きすぎる。果房の取扱いが最小限に抑えられることに加え、この方法にはさらに、cageのボギー車への上げ降しのための油圧式起重機の取り付けが容易にできる。Cageの上げ降しは4分以内に行える。工場へ着くとcageは起重機によりsterilizerの中に直接cageを入れるための車高の低いトラックへ移される。1台1.5 tonの果房積載能力をもつcageが220台あれば年間新鮮果房生産量55,000トン(cage当りFFB250トン)に充分に対処できると予想される。

以上述べたような園内における軽軌道使用は等高線状態においてのみ現実的な使用が可能である。非常に大きな農園において時々みられるもう1つの方法は軌道を工場への長距離の輸送の場合のみに限って使用するものである。果房は道路端の積み込み地点で集められ通常車輛で中央運搬集積地点へ送られ、そこで軌道上のsterilizer cage等の貨車に滑走斜面又は積み込み台を通して積みこまれる。この方法により路上で使用される運搬車輛の高い回転率(使用率)を可能にし又幹線道路上の交通の混乱を回避することができる。既製の軌道はしばしばこの方式にかえられることが可能であるが、この為に新しい軌道を築設することが経済的にみて有利となるかどうかは非常に疑問である。

16-4-2 道路を使用した果房運搬

道路を使用して収穫果房を工場へ運ぶ方式を計画する時に考えられねばならない因子は多い。これ等の因子には、路上表面の材料の種類、果房が運搬される距離、運搬される果房量、地形及び工場の受入れ設備等が含まれる。修理又は部品の手入が容易な場合には、必ずしも条件に最も適した車輛でなくとも充分使用に耐える場合もあるとみられることもある。

様々なトラック、ダンプトラック又は種々の積載量の違う単一又は複数のトレーラーをつけたトラクター等が世界中の農園で使用されているのがみられる。

ラテライト、砕石その他道路表面用の適当な材料が容易に入手できる農園においては、トラック(又はダンプトラック)を使用するかトレーラー付トラクターを使用するかは選択はほとんどの場合、果房の運搬される距離によって決まる。トラクターは果房運搬に使用されない時には道路保全、農作業等の他の作業に使用できるという利点をもつ。トラクターは又道路表面に敷く材料が非常に高価か又は入手できない場合には、車輛の種類選択に決定を下す要因となる。又しばしばトラクターは積み込み地点より工場まで最高6台程までのトレーラーをけん引することもある。この場合工場に着いたらトレーラーは全て個々に離され改めてトラクターにより荷台を傾けられて果房を落とすか又はトレーラーはトラクターにつけたままloading rampに横づけにして、横をあけて全トレーラーより果房を落とす。

一方トラック(ダンプトラックを含む)は速く、従って長距離の運搬においてはより実用的であり、特にこれは数回以上も離れた農場から砂利を敷いた道路を大量の果房を中心の工

場へ運搬するのに大型トラックを使用する場合にいえることである。トレーラーをけん引したトラクターの最高速度は通常時速15～24kmである。平均として低い数字をとると7km離れている工場と積み込み地点の間をトラクターが往復するのに約1時間かかることになるのに対し、トラックは半分以下の時間で往復することができる。この理由によりトラクターは通常工場から半径10km以内において使用される。最終的な車輛の選択はそれぞれの経済性により決められるべきであり、車輛の価格、運搬距離、賃金及び燃料費等が考慮に入れられねばならない。車輛の現実の型式は使用される果房の積み降ろし方法により決まる。

16-4-3 車輛への果房積み込み

収穫作業員により直接運搬用車輛又は容器へ積み込まれる場合を除いては通常専門の積み込み作業員が車輛について動く。積み込みは近年関係者の中で非常に重要視されている作業であり、今後ほとんどの条件下で使用できる理想的な積み込み方法が開発されるまで続いて研究が行なわれることが期待される。

16-4-3-1 労働者による果房積み

最もよく使われる果房運搬方式は、切り落とされ集められて道路端の積み込み地点まで運ばれてきた果房がそこでいったん地面に並べられ、収穫果房数の記録がとられたうえで、トラック又はトラクターのトレーラーに労働者により人力で積み込まれるものである。この積み込み方法によると、積み込み作業中にかなりの果実に対する損傷がみられ、特に果房が相当な距離を投げられ、又脱落果実が踏みつぶされたり、こぼれ落ちたりする場合に典型的な損傷がみられる。この果実の損傷及びそれに続くパームオイル中のPFA率の上昇は、積み込み時の注意深い作業により、ある程度は回避することができる。

果房は、木製又は金属製の荷台をもった通常3～7tonの新鮮果房積載能力をもつトラック又はトラクターのトレーラーに手労働により積み込まれる。農場でしばしば見られる共通した誤りのひとつは収穫作業員に収穫果房の小さい山をばらばらに数多くつくることを許している点で、このために果房運搬車輛は頻りに短距離の間隔内で動いたり、止まったりしなければならず、積み込み能率が大きく落ちる。それに加えてもう1つの積み込み時の非効率性は、積み込み労働者が充分積み込んだ荷台の上にさらに多くの果房を積み上げようとする場合にみられ、最後の1tonを積み込むのに要する時間はすでに積んである全部の果房を積み込むのに要した時間に匹敵するという観察結果もある。

80馬力程度までのトラクターの後にしばしば複数のトレーラーを付けることもある。果房を運搬車輛から貯蔵用滑走斜面又は直接工場のsterilizer cageへ移す作業を容易にするために車輛の荷台にダンプ装置を取りつけることは普通のこととなっている。もし運搬

車輛が十分な数がなく最高の効率的使用が要求される場合はダンプ装置は不可欠となる。ダンプ装置を取り付けた車輛は、平均5～9分で果房を降ろすことができるが、もしダンプ装置を取り付けていない車輛を使用した場合、果房を降ろすのに要する時間は、車輛の大きさにより12～40分の範囲内となる。

果房の盜難事件が増加している地域の農園においては、果房を積み込んだ上を網で覆って封をし、そのうえに錠をかけて、工場到着の時点で始めて錠を開け、封を破り網を取り除く方式をとることが必要となる場合もあるが、これは果房が農場外から農場内にある工場へ長距離を運ばれてくる場合にのみ必要なことである。

16-4-3-2 Sterilizer cage への果房積み込み

頻繁な果房の取り扱いに伴って生じる果実の損傷を低く抑えるために sterilizer cage が容器として用いられる。cage は通常トラクターに引かれた車高の低いトレーラーに乗せられ、積み込みは普通人力によって行なわれる。起重装置が装備されていない場合、もし cage が通常の高さのトラック又はトレーラーに乗せられていると、果房を持ち上げねばならない高さのために積み込みが困難となり、又 cage そのものが重いため積載重量を減少させてしまう。この欠点に対処する潜在的解決策はより路上運搬及び果房積み込みの容易な cage を導入することであるが、そのためには工場の sterilizer の構造を変えるところから考えねばならない。

16-4-3-3 網による果房積み込み及び運搬

マレーシアにおいては内側に細かい脱落果実がこぼれ落ちるのを防ぐ小さい目の網をもち、外側に果房重を支える太い荒い網目をもった積み込み用ネットとダンプトラックに取りつけた起重装置を結びつけた果房積み込み及び運搬方法が開発され、広く使用されている。網は軽車輛によって収穫作業員に、現場で配布され、収穫作業員は、収穫した果房及び脱落果実を広げた網の上に積む。果房が積まれた網は車輛に取りつけられている軽起重装置によりトラック又はトレーラーの上へもちあげられ、果房だけが積みこまれる。

“Kulim system” と呼ばれるこの方法は、トラック又はトレーラーをつけたトラクターにおいて使用できる。トラックを使用するのは、ほとんどの場合、農場から工場までの間に長距離の公道を走る必要がある場合である。トラクター及びトレーラーを使用した場合、全てのトラクターにクレーンをつける必要はなく、積み込み用と運搬用のトラクターを区別して使用するのが経済的である。果房及び脱落果実を持ち上げるために使用される網は積み込み地点の道路端におかれ収穫された果房及び脱落果実がその上に積みあげられる。クレーンをもったトラック又はトラクターが果房のはいった網を持ちあげ荷台へ移す。空になった

網は工場へ持ち帰られるか又は他の積み込み場所へ軽車両により配送される。この方法は、時間、取り扱い及び労力の面で大きな経費節減を可能にし、それについてパームオイルの品質も向上する。

この積み込み方式の利点を列挙すると、以下のようになる。

- a. 運転手を入れても積み込みには3名で充分である。
- b. 積み込み時間が短縮でき、1組の積み込みチームが6トンの果房を積みこむのに20～25分しかかからない。
- c. 一度ネットに積み上げられたら果実の損失はない。
- d. 700kg又はそれ以上の果房を一度に積みこめるが網自体は軽く、扱い、配送が容易である。
- e. 操作が容易である。
- f. 果房が地面上に直接積まれないため、砕石や土の混入する割合が少なくきれいな果房が工場へ搬入できる。
- g. もし積み込み操作が注意深く行なわれるならば、積み込み時の果実の損傷は人力による積み込みの場合より少ない。
- h. 運搬車両の効率的使用が可能となる。
- i. もし必要なら積み込み作業は、労働者及び運転手をかえるだけで24時間継続できる。
- j. 園場内において網の上に果房を1時的に貯蔵（放置）できるということは工場の貯蔵設備の必要規模を小さく抑えることが可能であるということに通じる。

この積み込み方法の様々な改良型が考えられ、ある程度は実際に使用されている。そのうちの1つはクレーンに重量計を取りつけ積み込み時にそれぞれの収穫作業員又は、チームの収穫量を記録するというものである。積み込み地点で網のまま果房を積み込み工場へ搬入して今度はネットを荷台から持ち上げ直接sterilizer cageの中へていねいに入れるという方式は果房を網から車両へ移す時の果房の損傷を防ぎ、sterilizer cageへ移すための滑走斜面又は積み込み装置が不必要であるという利点をもつ。残念なことには、余分に必要となる網の経費及び操作の未熟さによる果実の損傷がこの方式によった場合のコストを相当引きあげることになる。網の修理は熟練を要する作業であるが、小さな破れは大きくならないうちに常時修理しておくことが必要である。

16-4-3-4 容器による果房運び出し

収穫果房の収集及び運搬に容器を使用するという方式については、以前より様々な方法が考えられてきたが、マレーシアにおいてCunninghamが効果的な方法を開発した。詳細

は以下のようなものである。

容器は金属製の枠に合板を使用してつくられた運搬する時に積み重ねられ従って配達に際して多くの箱を運べるように、やや下部が細くなった長方形の立方体につくられる。合板が使用されているが、枠が金属製であるため耐久性はあることが確められている。容量は1.2立方メートルで約500kgの果房を積みこめる。この容量は収穫作業員の収穫能力と考えあわせて適当な容量と考えられる。空の容器は収穫地区の道路端に必要と考えられる間隔で配布され、収穫された果房は直接容器へ入れられる。果房の積みこまれた容器は重量計を併せもったクレーンを備えたトラクターにより、重量が測定されると共にトレーラーに積みこまれる。トレーラーの床には容器を所定の位置へ押すのを容易にするように、ローラーが取り付けられる。工場への運搬のために容器をトラックへ移す場合又は sterilizer cage へ直接果房を降す場合はガントリー起重機を使用する。

容器を使用した方式は、多くの利点をもち、ある面においては網を使用した果房積み込み及び運搬方式で説明された利点と同じような利点をもつ。容器方式の主な利点は以下に述べるようなものである。

- a. 労働者の必要性低い。1人の運転手、1人の重量記録係り及び助手1人の計3名で1日25 tonの果房を積み込み運搬することができる。容器を運搬用トラック又は sterilizer cage へ移す場合の Gantry 及び chain hoist は1人の運転手で1日に50トンの果房を容易に扱うことができる。
- b. 滑走傾斜路 (loading ramp) 又は底開きの積み込み方式ほど積みこみは速くはできないが、人手による積み込みよりもはるかに速く積み込み作業ができる。1例として人手による積み込みにおいては、トラクターで1時間当り0.8 tonの果房しか運搬できないが、容器を使用した場合、これを1.86 tonに引きあげることができる。
- c. 道路はトレーラーを引いたトラクターが通行するのに充分であればよい。大型トラックを使用した場合に必要ないかなる気象条件下でも通行可能な完全な道路の建設及び管理の必要はない。
- d. 果房の汚れ及び損傷の程度が低く抑えられる。又容器を使用した場合積み込み地点では、果房の検査ができないため、それぞれの容器には収穫作業員又は、チームの番号を入れておき、工場又は sterilizer への積み込み地点で基準に合致しない果房が観察されたら容器番号から収穫作業員又はチームを追求することになる。収穫作業が高収入を得る場合であり、従って労働者にとって収穫作業に従事することが大きな魅力である場合には、収穫基準を低下させるような誤ちは一般農園労働者への格下げの対象にすると非常に有効な収穫基準低下への歯止めとなり得る。
- e. 果房が切り落とされたらすぐ、容器へ積み込まれ、又その容器を計画的に工場へ運

べるため農場から工場への一定の割合での果房の供給が可能となる。収穫されている地域に最も短距離で容器を集め運搬ができるよう最も効率的な容器の配置及び回収順位を考慮する必要がある。

- f. 荷走斜面又は工場における計量器 (weighbridge) は不要となる。
- g. 積み込み時に計量も同時にできるようにしてある場合、計量作業は容易で又正確である。
- h. 農場の記録は、正確で処理が容易である。
- i. この方法は、わずかな経費の増加により季節によって異なる果房収量を容易に収容できるという柔軟性をもつ。

16-4-3-5 機械力を補助的に使用した畦間の果房収集

収穫果房及び脱落果実の収集及び収穫地点より積み込み地点への運び出しに要する時間を削ることの必要性はすでに述べた通りである。これは sterilizer cage が軌道によって園内に持ち込まれている場合にはある程度の解決になっているが、最も有望な解決策は軽車両が容器又は網を抱えて畦間の通路を通る方法であると考えられる。しかしながらこのためには園内が車の走行に理想的な状態であることが前提条件であり、現在農園となっている土地はしばしば地形が走行に適さなかったり又土壌が軟らかすぎる場合が多い。この方式が採用されるためには、平坦な土地においては、多くの新しい路渠が必要となり傾斜地では広い等高線の落段がつくられることが不可欠となる。将来適当と思われる地域におけるオイルパーム農園の設計をするに当たっては、これ等の点を考慮に入れて行ない、後日新しい通路をつくるための余分な投資なくして園内の果房収集及び運搬作業を機械力によって行なうことができるよう準備しておくことが望ましい。

トラクターにつけたトレーラー又は特殊な小型車両を園内に乗り入れて果房の運び出しを行なう方法はすでに多くの場所で試みられているが、この場合特にトラクターを使用した場合における最大の問題点は地表面のどろけ及び湿気であり、このためにひどい泥土又は泥沼の状態をつくり出し、時にはトラクター自身がその中に落ちて動けなくなることである。又トラクターが継続的に園内で使用され泥土や泥沼をつくり出している状態においては、ほとんど間違いなく収量に何らかの悪影響を与えているものと思われる。以上の問題を別にしてもトラクターを使用するに当たってはそれによって軽減される労働者のコストとトラクターの償却費、燃料代、維持費等全ての必要となるコストの比較計算が行なわれねばならないが、この種の報告は今までのところ見あたらない。

全ての条件下で使用され得るわけではないが、有望と思われるものの1つに "Jackpak" と呼ばれる容器使用の運搬方式をさらに差めたものがある。容器は園内へ持ち込まれ適当な

間隔で配置される。パームの列8列ごとに1本の簡単な道路を付ける。これにより収穫作業員が果房を運ぶ距離が短縮され、生産性が約50~60%向上すると主張されている。車輛は小型の三輪車で幅の広い低圧タイヤ(土を堅めないように)を使用し、3.5~5馬力程のディーゼルエンジンを搭載し、最高時速20km程までである。この車輛により1日に果房約25トン道路端の積み込み地点まで運び出すとされている。容器をもちあげ Jackpak へ乗せるのは、ジャッキを使用し、これにより容器を地上約15cm程度の高さに積みかかなりの悪条件の地上を運搬できる。現在網を使用しての Jackpak 上の容器への果房の積み込み及び運搬等の能率的な使用も試みられている。

以上述べたように全ての条件下において使われ得る農場から工場への収穫果房の運搬方法に関する単一の答えはないことが明らかである。現在使用されている全ての方法は工場での従来通りの果房受入れ及び蒸熱方式に対し果房を供給することを前提として考えられているものであり、農場内の様々な地形、道路、軌道等の条件及び距離等の要因も考えられねばならない。道路、軌道運送又は園内のトラクター運搬に使用され得る容器を設計することは、比較的容易である。この方法が最も効果的に使用されるためには、果房積み込み後、蒸熱処理までの間は果房の取り扱いを行なってはならない。

従来の sterilizer を農園内で果房収集したままの容器又は cage をそのまま収容可能にするために改造しようという考えも強く出てきている。このように生産されるパームオイルの品質を大きく向上させる一方運搬及び取り扱い上の経費を削減できる可能性は今後さらに追求されるべきところである。

16-5 果房の一時的貯蔵

収穫された果房の貯蔵は処理始めと重複することになるが、貯蔵は果房切り取り、運び出し、積み込み、そして工場への運搬と続いてきた一連の収穫作業の最後となるものである。オイルパーム工場は、通常一定量の生産を常時続ける方式をとっているため、農場よりの受け入れ果房量も一定していなければならない。しかしながらこの理想的な方法も機械の故障天候状態、夜間の積み込みに対する労働者の反対等の種々の理由によりしばしば変更を余儀なくされ果房の工場への搬入量は1日のうちでも大きくなったり小さくなったりする。以上のような理由の為に工場に搬入されてきた果房が一時的に貯蔵される施設が必要となり、これにより果房の搬入量がたとえ一定していなかったとしても工場の操業は一定の速度で続けられる。

Sterilizer cage を使用した果房運搬は貯蔵設備を不必要とするが、この場合、果房量にある程度の柔軟性をもたせるために厳密に必要と考えられる cage 数よりもやや多い数の cage を用意することが望ましい。比較的安価な箱型の容器や軽軌道貨車、網等の運搬手段を使用した場合も同じような余裕は必要と考えられる。容器を使用した場合には工場近くに、果房のはいった容器を保管する場所が必要となり、そこから sterilizer cage の積み込み場所に容器を運んで移し変えることになる。盗難等の問題が考えられる地域では果房のはいった容器は夜間農場内へ放置されるべきではなく、場合によっては夜間回収を行なう必要がある。

Sterilizer cage 内に果房を貯蔵することは、storage ramp (cageへ積み込む役割をもつ)を建設するよりもコストが高くつくと考えられ、ほとんどの場合、storage ramp が設けられる。基本的にはこのような貯蔵及び積み込み設備は数時間の工場操業を可能にするのに十分な果房を保持できるようにつくられ、運搬用車輻は、その中に果房を落とし込み sterilizer cage への積み込みは、施設の最下部に取りつけられた油圧式の扉を開閉することにより、必要に応じて工場職員により行なわれる。この種類の傾斜をもった貯蔵設備の建設費はそれほど高くなくほとんどの場合自然の地形の傾斜面をそのまま使用する。Storage ramp は荷降し及び積み込みの際に比較的大きな損傷を果房に与え、このために FFA 率を高める原因にもなっているが、工場が処理するよりも多くの果房量を常時用意しておかねばならない大きな農園においては、積み込み地点より引いてきて直接 sterilizer 内へ入れられる軌道設備でもない限り、必要不可欠な設備である。Storage ramp については搾油のところでもさらに詳しく述べる。

大きな中心となる工場が散在する数多くの農園の果房の処理をする場合には数箇の分離した工場の出先をつくることが望ましく、これは各農園内に貯蔵用施設をつくることで充分解決できる。農場及び工場の距離の長さのために園内での果房回収と工場及び農園間の果房運

搬を行う車輛の到着を時間的に一致させることがほとんど不可能な条件下にある組織にあっては、結果として果房の配送が遅れ、そのために園内及び農園と工場間の双方の運搬車輛の使用効率が低下することが考えられる。この欠点は農園内で果房運搬にあたる車輛が果房を中心となる農園内の貯蔵施設に落とし入れることで解決できる。これは、等間隔の鋼材に補強された厚さ5mmの軟らかい鋼板で建設できる。この施設によりトラクターに引かれた3トンの積載能力をもったトレーラーは5分以内で果房を貯蔵設備内へ落とし込むことができる。滑走斜面はそれぞれが約6 tonづつの果房を収納できる単位に壁で区切られ、それぞれの壁で区切られた部屋の最下部より工場へ果房を運搬する車輛へ5分以内で積み込むことができる。もしこのような滑走斜面が自然の地形を利用しているなら建設費は非常に安くすむ。ただしこの場合、果房の取り扱い頻度が高まり、果実に損傷を与え、結果としてPFA率の上昇を助長することにもなるのでこの種の storage ramp は不必要なら避けるべきである。この点からみれば果房が貯蔵設備に貯蔵される時間も重要な要因となり、このために果房の工場への搬入は貯蔵時間を最低限度に抑え、又工場への搬入量が可能な限り、採葉時間中常に一定水準を保つように目的を設定すべきである。

農場及び工場での積み込み及び storage ramp における果房の損傷は現実的に可能な限り低く抑えねばならない。運搬車輛より貯蔵施設又は sterilizer cage への積み込みはこぼれないように注意深くやらねばならない。もし果房又は果実がこぼれて落ちたら、踏みつぶされたり、又は車によってつぶされて損傷を受けないようすぐ拾いあげられねばならない。

17 処理加工

パームオイル抽出技術は近年大きく進歩したが、発行されている参考文献は比較的少ない。にもかかわらず処理技術及び機械設備についての説明は非常に多くのページ数を必要とする。ここでは工場の責任者となるかもしれない農業技術者が最低限知っておかなければならない処理技術の概要を述べるだけにとどめる。よくみられるいくつかの処理の誤りについては簡略的に述べるが、より細かい工場の調整、整備は農業技術者の仕事というよりは、機械技術者の仕事の範中にはいると思われ、このため農業技術者及び機械技術者の密接な協力はオイルパームの生産物の処理加工においては必要不可欠なものとなってくる。

工場における処理技術の多くは生産されるパームオイル (palm oil) 及び核 (kernel) の品質に直接影響を及ぼすので、品質管理と処理技術は切り離すことはできない。

17-1 工場設置場所の選定

工場設置及びそれに続く操業のコストは工場の立地条件に大きく影響を受ける。工場建設費及び毎日の操業に影響を及ぼす工場設置場所選定を行なうに当たって考慮しなければならない因子は多いが概略すると以下のようになる。

(a) 地盤の堅さ

工場設置場所の基礎固めは建設費中の非常に大きな部分を占め、15%以下ですむことは稀であり、場合によっては30%にもなる。このコストは心土及びその下にある母岩の種類及び深さと相関関係をもっている。

極端な場合、母岩の上に比較的浅い土層がある場合、基礎の整備は比較的少ない出費でできるが、土層の深い海岸粘土土壌や新しい軽石土壌 (pumice soils) のような地盤の弱いところでは、工場設備を支えるために広範囲に高価なパイル打ちこみを行なわねばならないこともある。

新しいオイルパーム地帯においてはしばしば特別な対策が必要になることがあり、例えばニューブリテンにおいては軽石土壌及び頻繁にある地震に耐えるために特別に設計されたパイルが使用されている。

現実の場所の選定及び地盤の整備は土木工事の専門分野にはいるが、建設に当たって何ヶ所かの候補地があげられた場合、試験を行ない堅い地盤がより高い場所 (地表近くに堅い地盤がある場所) を選んだ方がより無難であると思われる。

(b) 工場用水入手の難易

十分な量の水が常時なるべく揚水容易な場所にあることが不可欠な要素となる。

水、特にボイラー用の水は普通の場合工場に取り入れられた段階で処理されるが、それにしても可能な限りきれいな水源から取水されることが望ましく、塩を含んだ水は使えない。水の一般的な必要量の基準としては、1トンのFFBは約1トンの水を必要とする。

従って工場の設置場所は可能な限り水源に近くなければならないが、洪水 (冠水) の危険のある場所は避けられねばならない。

(c) 地 形

もし loading ramp 等施設の一部が天然の地形をそのまま使用してつくられ得るならば建設費は大きく節約できる。同時に工場内軌道、果房を sterilizer へ運搬したり、一時的に貯蔵する sterilizer cage のために広い平坦な場所も必要である。

(d) 設置場所

工場が労働者住宅、道路、貯蔵庫等現存する関係設備の近くに設置され得る場合、完全に新しい関係設備を建設しなければならない場合に比べて、通常比較的安価にこれ等の施設設備を拡張又は改善することができる。

(e) 排出物処理

工場からは多量の水性及び油性の泥の排出がある。これは可能な限り、ほとんど常時流れがかなり速い川の近くに工場を設置することが必要となることを意味する。流出物の排出による環境汚染の程度を低く抑える新しい方法が考案されれば、この必要性を変え得ると考えられる。

(f) 果房運搬距離

前述した各種の要因もそれぞれに工場の操業コストに関係してくるが、操業コストに関連してより重要な要因は、その工場が処理するFFBを生産する農園と工場間の距離を決定する工場の設置位置である。これは1つの大きな工場が分散した複数の農園のFFBを処理する場合には特に詳細に考えられねばならない、ほとんどの場合生産地の中心にあるのが最も望ましい。もし中心付近に適当な場所がない場合、次の選択は生産されたパームオイルの搬出に便利な場所を選ぶことが望ましい。交通の便は疑いもなく重要であり、公道、鉄道又は船舶の航行可能な川の側が望ましい。

以上述べた要求を全て満足させる適地があることはほとんどなく、従って普通これ等全ての関連因子を考慮し、その地域における優先順位を査定して、受け入れることのできる妥協地点を見つけ出さねばならない。

通常の場合工場設置の場所決定に当たっての重要要因は、工場用水入手の難易と交通の便であると思われる。

17-1-1 工場の規模

地域別収量較差と年間を通じての収量較差のために、一定のオイルパーム面積当たりに対し必要となる工場の処理能力を正確に予測することはできない。にもかかわらずピークに達するまでは樹齢と共に増加する収量を、許容範囲内の誤差で予測することは工場建設を計画するに当たって必要不可欠なことである。又処理機械そのものの価格が非常に高いため、処理量に応じた正確な段階的工場拡張に伴う段階的投資が非常に重要となってくる。

必要となる工場処理能力を査定するには単位面積(1ha)当たりの収量が予測され、それによって最高収量年(ピーク時)の生産量が予測されねばならない。これは必要とされる処理及び貯蔵能力を決めるために不可欠であり、気象、土壌及び栽培系統等から許容誤差の範囲内で予測できる。同時に、予測される年間を通じての生産状況はだいたいのところ可能な限り類似した条件下においてすでに成園となっている園の収量記録及び気象観測記録を参考に予測することができる。

要求される時間当たり処理能力は以下の公式により得られる。

$$a = \frac{b \times c}{100} \div d$$

- a ……必要となる時間当たり工場処理能力 FFBトン/時
- b ……予想されるピーク時の年間FFB収量 トン
- c ……収量ピーク月の収量が年間収量に占める割合 %
- d ……収量ピーク月の最高工場操業時間

マレーシアにおいてパーム樹齢と共に増加する収量のために必要となると予測される工場の処理能力は以下の表-93のようなものである。

表-93 (2,600haのオイルパーム園における生産及び必要工場処理能力)

	収穫開始後年数					
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
FFB収量 (ton/ha/年)	125	150	175	200	225	250
年間FFB総収量 (1,000 tons/年)	325	390	455	520	585	650
ピーク月FFB収量 (12%; 1,000 tons)	39	47	55	62	71	78
ピーク月1時間当たりFFB処理量 (ton)	975	1170	1365	1560	1785	1950

※(Oil Palm Cultivation and Management P-511)

工場がFFBを処理できる時間数(操業時間数)は多くの要因によって決まり、それらの中には機械の維持管理及び故障のための臨時操業中止等もはいつてくる。修理業者や部品供給業者より遠く離れていてすぐに連絡のつかないような条件下にあっては、修理に必要な各種の材料が容易に入手できる条件下と比べて故障修理に要する時間はより長時間みられねばならない。

工場の操業時間は又、国別に異なる労働関係法律、操業及び維持管理作業のために週7日間労働力が得られるかどうかなどの状況によっても決まってくる。工場の処理能力を考える場合、通常は月500~550時間の操業が基準とされる。

単一の農園又は複数の農園の合計としての非常に大きな面積のオイルパーム園に対して処理設備が必要とされる場合、1つの大きな工場で全体を処理するか、又はいくつかの小規模の工場を地域別に建設してそれぞれの単位農園のFFBを処理するかという問題が生じてくる。この問題についてはCooper及びBevanがそれぞれの状況下で最善と考えられる組織及び処理方式採用の決定をするに当たって必要とされる情報を列挙している。これは以下のようなものである。

- a 全FFB生産量を処理するために必要となる工場の処理能力

b 単一の大規模な処理工場及び複数の小規模な処理工場を建設するのに必要なそれぞれの資金。

c 単一の大規模な工場をもった場合と複数の小規模の処理工場をもった場合の運送経費の比較。

この場合のコストは収穫したFFBを収穫地点から工場まで運ぶコストと抽出された生産物(パームオイルと核)を工場から船積み地点まで運ぶ経費を含む。

d 単一の処理工場の場合と複数の処理工場の場合の管理経費他全てを含めた総経費の比較。

e 単一の処理工場と複数の小規模工場の操業経費比較。

f 単一の処理工場と複数の小規模処理工場のそれぞれの段階的工場拡張又は建設とそのための必要資金。

これ等多くの、単一大規模工場にするか又は複数のより小型の処理工場にするかの決定に当たって考慮しなければならない事柄のうち特に重要と思われるものは、以下のようなものである。

(i) 距離; 小規模の処理工場は通常生産地(農園)の内部に建設することができ、運送経費は当初投入資金及び日常経費ともかなり安くあがる。

(ii) 道路事情; 単一の大規模工場は路上の交通量がより多くなることを意味するため、多い交通量に耐えられるようなしっかりした道路が必要となる。その点小規模の分散した工場はその必要性が低い。

(iii) 融通性; 複数の小規模な処理工場は故障による完全な操業中止という状態がより起こりにくい。

(iv) 複数の小規模工場は生産性において各工場間の健全な競争を導く。

(v) 資金; 当初の資金(建設費)は一般的に単一大規模工場の方が大幅に少なくすむ。

(vi) 運転経費; 人件費及び操業経費は総生産量が同じ場合単一大規模工場における場合、複数小規模工場の場合より少なくすむ。加えて単一大規模工場の場合、より高度の修理機器の用意及び維持管理が可能となる。

Cooper 及び Bevan によって行なわれた分析は単一大規模の集中的な工場をもった方が、2つの小さな分散した処理工場をもった場合に比べ、当初投入資金及び運転経費の双方共かなり大きく下げることができることを示した。

従って農園及び工場間の交通が円滑であり、運送経費が単一大規模処理工場の経費上の有利性を逆転させるほどに大きくならない限り、単一大規模処理工場の方が疑いもなく経済的により有利であるといえるようである。

しかしながらどのような状況下にあっても考慮されなければならぬ数多くの地域の特殊性があり、このために経費分析は、これ等全ての要因を考慮に入れて注意深く行なわれねばならない。

17-2 処理技術

ここに述べられてあるのは処理技術の一般的概略だけである。果実よりパームオイルを抽出し、核を回収するのに使用される機械には様々な異なった型式のものがあるが、技術の一般的原則及び要求されるそれぞれの処理段階での製品は似たようなものである。果房は工場に搬入されると計量台からは工場の管理下にはいり短時間の貯蔵の後に処理が始められる。果房から最終生産物であるパームオイル、核(kernel)及び果房灰(bunch ash)になるまでの過程は図-21にみられる通りである。

17-2-1 果房受入れ

もし何らかの処理管理、抽出率又は生産高に関する現実の数字を得ることが求められているならば、工場に受入れられた果房は正確に重量を量られねばならない。正確な計量はさらに収穫作業員への支払い、農園生産記録及び外部より果房を購入する場合の支払い等のためにも必要となる。

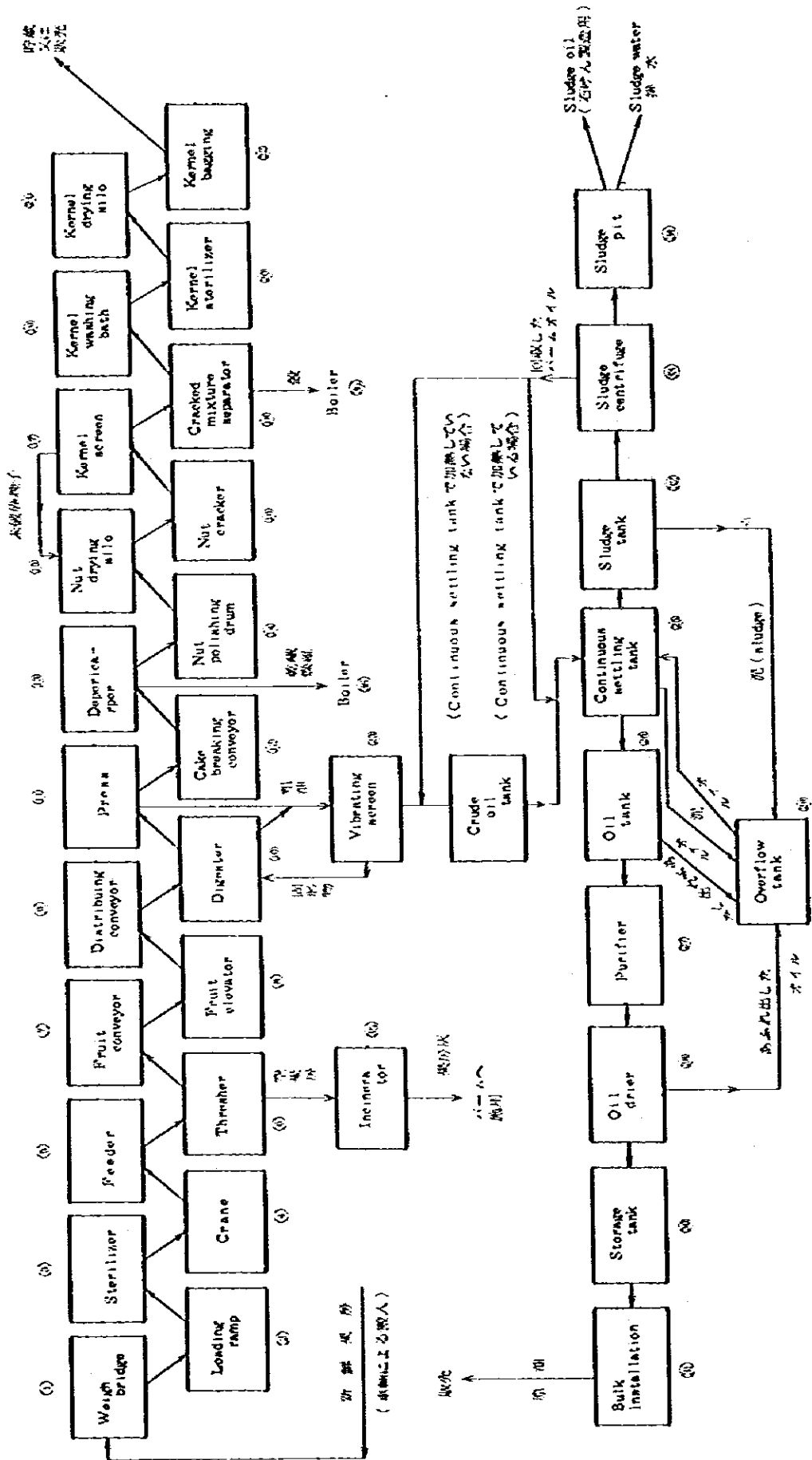
従って計量台は工場機能の中でも重要な役割を果たしている。計量台は工場へ搬入される最も大きな積載量をもつ車輛を量ることができる程の大きさのものでなければならないが、大型のトレーラーなどを使用した場合はトレーラーだけ切り離して計量しなければならないこともあると思われる。通常の場合、車輛が果房を積載してはいつてきた時と、空になって出ていく時の2回計量して車体自重を差し引くのが最も望ましい。それぞれの同型の車輛を一律の車体重量と定めて、搬入されてきた時の重量から一定の車体重量を差し引く方法もあるが、この方法は誤差の生じる可能性が大きい。軌道車を使用した場合には全てを一律の車体重量に定めると便利であるが、この場合でも定期的な重量の点検は必要となる。果房の盗難防止のために荷台上の果房が運搬中鍵をかけた網で密封されている時には工場に到着した段階で、何らかの不正が行なわれていないかの検査が行なわれねばならない。一部の工場では果房が工場に到着した時点で再度品質検査をすることもある。予想されるパームオイル及び核の品質は樹齢、系統等によっても影響をうけるため、搬入されてきた果房を受け入れる際にはその果房が収穫された樹のパームの樹齢及び系統等も記録しておく必要がある。

17-2-2 果房貯蔵及び Sterilizer Cage への積み込み

計量台により車輛重を含めた重量が計量されたら、果房は処理開始までしばらくの間貯蔵される。パームオイルの品質低下を最低限に抑えるためには、この貯蔵期間は可能な限り短くなければならない。

最も単純で又疑いもなく最も理想的なFDB受入れ及び1時的貯蔵方法は、園場で果房を積み込んだコンテナを工場を受入れ、そのまま蒸熱処理することである。現在一般的に使用

図-21：新鮮果房（FFB）からパームオイル及び核（kernel）が抽出される工程



※(Oil Palm Cultivation and Management P.513)

図-21 説明

- ① 通常工場にはいつてきた時の車輛の重量から、工場を出てゆく時の車輛重を差し引いたものが果房重として記録される。
- ② a 腐敗果房はここで除かれる。
b Sterilizer Cage への果房の積み込み
- ③ 通常2段階方式が使用され、全行程は1時間5分~10分で終了する。但し未熟果房に対してはより高い蒸気圧で、より長時間の処理が必要となる。
- ④ このクレーンにより蒸熱処理の終わった果房は feeder platform へ移される。
- ⑤ 蒸熱済みの果房を一定の速度で thresher に入れる。通常 Auto feeder が使われる。
- ⑥ 果房から果実を分離する。Stripperとも呼ばれる。
- ⑦ スクリュー型のコンベアーが分離された果実及びその他の物質を fruit elevator へ送る。
- ⑧ 果実及びその他の物質を Digester 頂部の高さにまで上げる。
- ⑨ 二機以上の digester が使用されている場合のみに必要となり、これが原料をそれぞれの digester へ一定の割合で入れていく。
- ⑩ a Pericarp(外果皮+中果皮)を種子より分離してかきまぜる。
b 原料の温度を約90~100℃へ上げる。
c この段階で分離した粗油は下部の穴より流出して vibrating screen へ向う。
d Digester が効率的に動くためには digester 内は常に原料が一杯つまっていることが必要となる。
- ⑪ 原料中の液体を抽出し、抽出された液体は vibrating screen へ送られる。ここでは press の圧力はできるだけ多くの液体を抽出するために高いことが望まれるが、あまり圧力が高くなりすぎると、砕ける種子が大きな割合を占めるようになってくる。
- ⑫ 密閉された長い溝の中をスクリュー形のコンベアーが液体抽出後の原料(press cake)をほぐして乾燥させながら押していく。
- ⑬ 乾燥して種子より分離している糠粒及びゴミは高速気流によって吹きとばされボイラー室へ運ばれる。
- ⑭ ドラム(円筒形の筒)を回転させその中に種子を入れて摩擦運動をくり返すことにより、種子に付着している糠粒を分離させる。
- ⑮ 種子を乾燥させることにより殻を縮ませ、これにより nut cracker での殻の破碎率を低くする。
- ⑯ 種子は roter により cracking ring(破碎場)へ投げつけられ殻を破碎される。

- ⑰ 破砕された殻と核の混合したものは、ここで振動式又は回転式のふるいによって未破砕の種子から分離され、分離された未破砕の種子は nut drying silo へ送り返される。又残っているゴミ、糠粒及び軽い殻は高速気流によって吹きとばされる。
- ⑱ Clay bath method (粘土水法) 又は hydrocyclone (水流方式) により殻と核を分離する。
- ⑲ 清水の中で核を洗浄する。
- ⑳ 約90℃の蒸気により核を消毒する。
- ㉑ 核の乾燥 — あまり高温で行なうのは好ましくなく、当初は80℃程で以後ゆっくり低くし、乾燥の最終段階では40℃程とする。
- ㉒ 核の袋づめ。このまま貯蔵又は販売する。
- ㉓ a 30 mesh/cm のふるいにより液体を固体(泥)と分離し、分離された泥は digester へ送り返す。
- b 液体量の40～50%の熱湯(90～100℃)を液体に加え液体の粘度(viscosity)を低下させオイルと泥(sludge)の分離が容易に行なわれるようにする。
- ㉔ a Pre heating tank と呼ばれることもあるが、この段階では加熱されず、Continuous settling tank で加熱されることもある。
- b 比重の大きな物質は底に沈殿する。
- ㉕ a Continuous clarification tank とも呼ばれる。
- b 比重により泥、水及びオイルを大まかに分ける。
- c 生蒸気注入又は蒸気配管により液体を90～100℃に上げる。
- d 泥(sludge)は sludge tank へ、オイルは oil tank へ送られる。
- e 軽い暗色の炭状のゴミが tank 内の液体表面に少しずつ蓄積するが、これは厚くならないうちに人手により取り除く必要がある。
- ㉖ Continuous settling tank で回収されたオイルはこのタンクに貯蔵され、purifier へ送られる。
- ㉗ a 遠心力によりオイルより不純物(dirt)及び水分を除去する。
- b この機械は1時間に1回人手により、又は自動的に洗浄されなければならない。
- ㉘ オイルの乾燥 — 通常真空内での乾燥が最も望ましい。
- ㉙ a Oil drier 及び Oil tank よりオイル、sludge tank 及び Continuous settling tank より泥(sludge)があふれ出てこのタンクへ集まり、重い泥は底にたまり、液体は Continuous settling tank へ返される。
- b Continuous settling tank の定期的な掃除の際には C. S. tank 内の全ての物質をこの overflow tank へ移す。
- c Continuous settling tank の底にたまった重い非油性固形物はまず C. S. tank の底

からこの overflow tank へ排出され、ここでオイルが回収された後、最終的に廃棄される。

- ⑤ 貯蔵期間中は外気温のままおくが、船積み前にタンクの底にある蒸気配管 (steam coil) で約 45°C の温度にまで上げて液状にする。
- ⑥ ⑤に同じ。
- ⑦ Continuous settling tank から排出された泥 (sludge) はこのタンクに貯蔵され、 sludge centrifuge へ送られる。
- ⑧ a 泥 (sludge) より回収されたオイルは Continuous settling tank へ送られる。
b 非油性固形物質 (Non - oily solids) は sludge pit へ排出される。
- ⑨ a ここで sludge oil が回収され、この sludge oil は石けん製造用に使用される。
b Sludge oil 及び沈澱物から分離された水は排水される。
- ⑩ a 空果房は焼却され灰となる。この灰は約 30% の加里を含む。
b 果房灰は極めて苛性が強く (caustic)、従って果房灰を扱うに際しては直接皮膚に触れないように、長袖の衣服を着用することが望ましい。
- ⑪ a 通常穀 65%、繊維 35% の割合でボイラー内へ送られる。
b 新型の工場では通常燃料の供給は自動的に行なわれるが、ボイラーの能力を最大限に引き出すためには、さらに人手によって若干の燃料を加えてやる必要のあることもある。

されている 1.5 ~ 2.5 ton の積載重量をもつ sterilizer cage を使用する水平式の蒸熱槽 (horizontal sterilizer) は園内に軌道が施設されるのが一般的な時代に設計されたものである。Sterilizer cage は軽ボギー車 (light railway bogie) に乗せられて園内へ運ばれ、そこで積みこまれ、工場へ送り返される。工場で受入れた時点で今度は cage は車高の低い sterilizer bogie へ移され、余分な取扱い又は果実への損傷なしでそのまま蒸熱処理される。

しかし残念ながら新しく軌道を施設し、軌道車輛を購入するのに必要な金額は道路を使用した運搬ととても比較にならない程まで高騰してしまった。結果としてほとんど全ての新しい生産者及び多くの古い農園は農園、工場間の運搬手段を路上運送に傾り始めている。しかし sterilizer 及びコンテナに関する技術は今だに従来の方式を使用し続けている。

最終的には蒸熱の方法も路上運送手段に伴い、最も便利な方法にかわっていくであろうことはほとんど疑いがないと思われるが、現時点ではこの型式をかえるには多くの関連する問題が残されている。現時点では搬入した果房を貯蔵期間を間にはさむと共に車輛から sterilizer cage へ移すための手段が必要となる。必要となる貯蔵能力は時期によって違ってくるが、1日に処理される総量の約 25 多程の収容能力があれば十分な柔軟性をもって要求される生産量を維持することができると予測される。路上運送手段によって搬入されてきた果房は軌道によって搬入されてきた果房に比較して果実の損傷がよりひどい傾向があるため、よりすみやかに蒸熱処理されねばならない。いずれにしても果房運搬手段が同じである場合には、受け入れた順序に果房を処理すべきである。

果房の貯蔵及び sterilizer cage への積みこみは通常 ramp (滑走斜面) を使用して行なわれる。果房を投入した車輛は、斜面最上部で果房をダンプ装置により ramp へ落とし入れ、ramp より sterilizer cage へは斜面最下部に取りつけられた空気圧又は油圧によって装作される扉を通して積みこまれる。果実がこの積み換え作業中に受ける損傷は多くの要因によって決まってくるが ramp の高さ、角度、収容能力、新しい果房が降された時の他の果房の有無、果房熟度、果房鮮度及び果房の大きさ等の要因が関係してくる。生産されるパームオイルに対する影響は様々であると予想されるが通常 FFA 含有率が 0.2 ~ 1.0 多高くなる。総酸化値 (total oxidation level) も又高くなるものと思われる。

Ramp は自然の傾斜を利用することができれば安価に建設できるが、工場用敷地部分は平坦であることが必要であるため、やはり工場敷地のために平坦な場所がまず選ばれる必要があろう。Ramp から sterilizer までの距離は cage を工場へ出し入れするために軌道を適度に曲げることができるだけの距離が必要である。Ramp 自体の様式は以下のようなものが望ましい。

a : Ramp は約 25° の角度でコンクリート製の土台の上に 5 mm の厚さの軟らかい鉄板を敷

いて固定する。壁はコンクリート製とする。

- b : Ramp 最下部は sterilizer cage がはいつてきても ramp との間にまだ十分な空間があることが必要である。
- c : 後方ダンプ式の車輛が果房運搬に使用される場合、ramp 上には車輛が容易に切り返すことができるだけの空地が必要である。

工場における果房受入れ方法にはこの他の方法もあるが、それ等の方法はごく一部で使用されているにすぎない。これ等の方法には軌道ダンプ車の使用、受け入れ地域で sterilizer cage へ直接落とし込む方法、搬入車輛から cage へ入力で移すもの及び sterilizer cage を積んだ路上用ボギー車をトラクターで引いて搬入する場合等がある。Sterilizer cage を積んだ複数の路上用 bogie 車を一列につないでトラクターでけん引する方法は道路状態が極めて良好で、充分平坦な場所でのみしか使用できないことに加え、通常の sterilizer cage の積載容量の小ささ及び形の扱いにくさのために、この方法はなかなか普及しない。

軌道を使用した果房運搬から続けて、そのまま sterilizer cage を貯蔵に使用した場合と ramp を使用した場合のコスト比較が行なわれている。Sterilizer cage を使用する場合、cage を走らせる軌道、多数の cage を収容するための切り換え及び操車場が必要になる。Cage が使用される場合、当初必要投入資金額も大きい、それに加え cage は高温及び自然の悪条件下にさらされ、消耗が激しく、修理、更新が重要な作業となる。その点 ramp は長期間管理維持作業が行なわれる必要がない。従って果房の貯蔵だけに限っていえば明らかに ramp 使用の方が経済的に有利である。

17-2-3 果房の蒸熱処理 (sterilization)

Sterilization (蒸気による処理)は大型の高圧容器 (autoclave) の中で果房中に蒸気を注入することにより達成できる。Sterilization の主な目的は以下のようなものである。

- a 自然条件下において果皮中に含まれるパームオイルを高温処理することによりパームオイル中の遊離脂肪酸含有率 (FFA content) を継続的に高める原因となっている脂肪分解酵素 (lipolytic enzymes) を不活性化する。Sterilization は又すでに行なわれつつある脂肪分解反応を停める働きをもつ。脂肪分解酵素の作用は 40℃ で最高になり 70℃ で不活性化する。
- b 果房に堅く着生している果実を離脱しやすくして、離脱工程における果実の脱着を容易にする。
- c 果皮 (pericarp) を軟らかくし、果実の破砕、消化 (digestion) を容易にすると共に digestion 及び clarification (浄化) 行程におけるパームオイルの分離 (oil release) を促進する。

d 果実を脱水 (dehydrate) し果皮 (pericarp) 中のパームオイルに対する水の割合をより望ましいものにする。これは種子に対する果皮の割合の高い (high ratio of pericarp to nut) 果実を処理する場合により重要となってくる。液体と固体の総割合は重要であり、もし液体が多すぎると、press は press cake (材料) から最大量のパームオイルを抽出するために必要な十分な圧力を press cake 全体にかけることができない。

e Nut (殻のついた核 --- 種子) を加熱し、幾分脱水し、及び核をわずかに縮ませて、後に行なわれる核と殻の分離が容易に行なわれるようにする。

f 通常、乳化剤 (emulsifying agent) としての役割を果たす蛋白性の分泌粘液 (prote-inaceous mucilage) を凝固させる。これにより clarification stage (浄化段階) におけるパームオイルの回収がより容易になる。

最近の sterilizer は通常、水平に設置された円筒形容器で一方又は両方の端に密封できる扉をもっている。両端に扉をもつ sterilizer の方が cage の出し入れが、一方の端より入れて他方の端より出せ、一方の端だけに扉をもつ場合に必要な車の切り換えもする必要がなく、操作はより容易である。しかしながら両方の型式共にそれぞれ長所、欠点もち処理される果房量及び速度はあまり変わらない。いずれにしてもこの型式の sterilizer は多数の cage に入れられた大量の果房を長時間蒸熱処理するため、果房は処理された集団毎に以後の処理に回ることになる。この場合蒸熱処理段階より供給される果房量が一定していないため処理機核へ移す段階で果房の流れが一定になるよう調節されねばならない。従って前回蒸熱処理した果房の最後の cage は次回の果房集団が蒸熱処理を終わり、その最初の cage がそれまでと同じ間隔で処理機核に入れられるような時期に処理を始められる必要がある。

旧式の sterilizer は両端に扉をもつ垂直式のもので sterilizer の蒸熱処理済みの果房の供給はある程度一定しているが、水平式の sterilizer に比べて結果が劣ることが判明している。垂直式の大形 sterilizer においては果房の重量のために底部にある果実よりパームオイルが抽出されてしまう。

現在では世界的に水平式の sterilizer が使用されており、必要な sterilizer 数は生産高によって決まってくる。この型の sterilizer は車高の低いボギー車に乗せられた空気及び蒸気を可能な限り自由に通すために設けられた多くの穴をもつコンテナ (金属製のフタのない深い容器 --- sterilizer cage ---) がはいるようになっている。

Cage 1 個の容量は様々であるが、通常 1.5 ~ 3 ton の範囲で、sterilizer はこの cage 5 ~ 7 個 (果房重にして 7 ~ 15 ton) を 1 回に収容する。果房は通常蒸気圧 2.4 ~ 3.4 kg/cm² で 40 ~ 70 分間処理される。典型的な 90 分間隔の蒸気処理は以下のような手順で行なわれる。

- a 5分間空気抜き (de-aeration) : Sterilizer 内に閉じこめられた空気を可能な限り多く外へ追い出すために空気/蒸気放出用弁 (air/steamblow-off valve) を開いたまま sterilizer 内へ蒸気を注入する。
- b 20分間 : 空気抜き弁 (de-aeration valve) を閉めて蒸気圧を上げる。
- c 50分間 : 蒸気圧を維持
- d 5分間 - 蒸気放出 : 弁を開いて蒸気を放出する。
- e 10分間 : cage の入れ換え。

最近 Twin-or triple-peak sterilization operation (完全な蒸気圧へ 2 ~ 3 回あげる方法) も行なわれるようになってきている。この方法によればまず sterilizer の蒸気圧を許容限度にまで 1 回あげ続いてその一部を放出し、その後再度蒸気圧を処理圧力にまで上げる。この方法により完全な空気の追い出し、cage 内の空気のみより完全な除去及び蒸気の浸透、そしてそれにより、より速くそして均一な果房の加熱ができると主張されている。空気抜きが充分でないと sterilizer 内に圧縮された蒸気の温度は元々の蒸気温度よりも低くなり、従って加熱も遅くなり、不均一な蒸熱処理を招く原因となる。又もし空気が存在すると幾分かのパームオイルが酸化 (oxidation) する可能性も増してくる。

果実の脱水 (dehydration) のほとんどは蒸気圧が下げられ、水分が急激に押し出されていく時期に起こる。これを正しく行なうためには凝結してたまった水をまず放出することが必要である。Sterilizer にはたまった水を放出する弁がついている。もし蒸気放出 (blow-down) 時に sterilizer 内に凝結した水が存在すると熱はこの水分を放出するために使用されてしまい、果実内部の水分の減少程度はより少なくなる。

現実の蒸熱処理時間は主として sterilizer の蒸気圧によって、又幾分か果房の大きさによっても異ってくる。蒸熱処理の時間が長すぎると、わずかながらパームオイル損失率 (通常 sterilization 行程中に全パームオイル含有量中の約 3 分の損失がみられる) が高くなり、核の変色がみられる。一方処理時間が短かすぎると果実の蒸熱の悪い果房が多くなり、加えて果実の digester における破砕の不完全と水分低下の不充分のために圧搾が困難になる。堅い果房 (hard bunch) に対しては処理時間を長くしても必ずしもよい結果は得られない。果実を蒸熱させるのが非常に困難な knothead bunch と呼ばれるごく一部のものを除いては、hard bunch の名で呼ばれる果房は通常そのほとんどが未熟果房であり、これに対する唯一の理想的な対処法は、収穫時の熟度基準を厳重に守らせることである。

17-2-4 果房からの果実の分離 — 脱果 —

果房軸及び果実を着けている組織は遊離しているパームオイルを吸収する性質があり、一部の遊離したパームオイルは蒸熱処理中にこれ等の組織によって吸収され、もしこれらがそ

れ以後も除去されないとより多くのパームオイルが吸収され従って失われることになる。それ故にこれ等の組織は、できるだけ早く除去されねばならない。又これ等の組織を除去することにより、それ以後の処理行程を通る原料の量が少なくなるという利点もある。

果房より果実 (fruit) 及びがく片 (calyx leaves) を分離する作業は stripping と呼ばれる。Stripper (果実及びがく片を分離する機械) は水平よりやや傾斜をもって取り付けられた、等間隔の鉄製の棒でつくられた長い円筒形の回転する機械 (stripper drum) である。蒸熱処理を終わった果房は回転している stripper drum の高い端より入れられ drum が回転するに従い中で持ち上げられたり途中から棒に逆らって回転しながら落ちたりする動きをくり返す。この動きが果房より果実及びがく片を分離させ、分離したものは鉄棒の間 (隙間約 5 cm ある) より落ちて下を動いているコンベア-上に乗る digester (果肉消化槽) へ送られる。

Stripper drum の回転速度 (通常約 22 回転/分) は重要であり、もし速すぎると果房は遠心力によって一定の場所で動かずに回転するか、又は棒に当たって果実離脱のほとんどをもたらす回転運動をすることもなく天井付近にまでもち上げられて、そのまま単純に落ちてきたりする。一方もし回転が遅いと、果房はわずかに横にもちあげられるだけで落ちてしまい、従って果実の離脱は効果的には行なわれない。

同時に stripper drum の据え付け角度も重要であり、もし急傾斜にすぎると果房は急速にこの中を一方の端から他方の端まで通り抜けてしまい、もし傾斜が浅すぎると処理果房量が落ちてくる。

Stripper drum に果房を入れる作業は人力によってもよいし又は自動装置によってもよい。蒸熱処理を行なった果房は sterilizer cage により地面に落とされそこでエレベーターに入れられるか、又は cage のまま電動起重機によって持ち上げられ、stripper 頂部にある果房入れに落とし込まれるいずれかの方法が使用される。いずれの方法が使用されるにしても stripper には要求される生産高をあげるのに必要となる速度で均一一定量の果房が供給されねばならない。もし1度に多すぎる量の果房が stripper 内へ入れられると果房は互いに衝突を吸収しあって果実の分離が悪くなる。Hard bunch 又は果実の分離不可能なものを除き、もし果実分離済果房 (empty bunch) の 1~2 割以上が分離可能な果実をもっている場合には、stripper の操作が不適切と考えられる。

17-2-5 空果房の廃棄

空果房の廃棄は大きな問題である。処理される FFB 100 トン毎に約 25 トンの廃棄されねばならない空果房 (empty bunch) が出ると推定される。空果房はもしそのまま廃棄されたのでは失われてしまうかなり多くの肥料成分を含んでいる。

又そのまま捨てられるとハエ等が卵を産みつけ環境を害する。空果房をオイルバーム下に敷くこともしばしば提唱されてきたが、このための輸送及びバーム下に敷くための労働力は経費からみて問題となり、一般的に経済的ではないと思われている。マッシュルーム *Volvariella volvacea* の栽培のための堆肥としても使用され得る。

しかしながら空果房を焼却炉 (incinerator) 内でゆっくり焼却すると大量の処理が容易に行なわれ得、残った灰は加里肥料として使われ得る。この灰は非常に湿りやすく、倉庫に貯蔵しておくとも容易に湿気を含むので、早目に使用されることが望ましい。又この灰は強い苛性 (caustic) を持っているためこの灰を扱う作業に従事するものは保護のために被服で肌を覆う必要がある。

17-2-6 果実の消化処理 (Fruit digestion)

Stripper より digester (果実を消化する装置) へ送られる原料 (mass 又は kettles と呼ばれる) は当初の FFB 重量の約 67~69% の重量にあたる。

この内訳は蒸熱処理された純粋の果実 (FFB の 55~60%)、FFB の 7~12% に当たるがく片 (calyx leaves)、生育停止果実 (aborted fruitlets) 及び屑等である。消化処理の目的は以下の通りである。

- a 果皮をつぶすことにより果皮細胞よりバームオイルを分離する。
- b 消化処理に続く圧搾 (pressing) の効果を促すために、つぶしてかきまぜた材料の温度をあげる (通常約 90°C)
- c すでに分離した粗油 (free oil) を集めて圧搾される量を減らす。

通常 digester は周囲が蒸気によって囲まれた二重壁の間を水蒸気が循環している円筒形の容器であり、熱は原料内のバームオイルの粘度 (viscosity) を低く保っている。この加熱の方法は部分的な過熱をもたらす、digester の底から 100°C の蒸気を直接内部へ注入して原料を加熱した場合と比べて熱の伝導が遅いようである。Digester は回転する刃物 (rotating knives) 又はかくはん用臂 (beater arm) を持っており、これ等はまた改良される余地があると思われる。果実は頂部より入れられ、底部から press (圧搾機械) へ湿った原料 (wet mash) が送りこまれる。Digester 内部で分離した粗油は底辺で排出孔を通して流れ出るようになっており、この粗油は後に press により抽出された粗油と一緒になる。

Digester の段階で流れ出る粗油の量が多ければ多いほど、次の press の段階で圧搾される種子と繊維の混った原料は乾燥している。しかしながら digester より流れ出たオイルは多量の繊維を含んでいるため、ふるいにかけない限り後の clarification (浄化) 行程の段階での処理の妨げとなる。