

油やしの製油及び調整

昭和50年2月

国際協力事業団

0
2
1
7

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 5. 23	000
	84.2
登録No. 07206	AD

まえがき

オイルパームは、単位面積当たりの生産量が他の作物に比べてはるかに多いこと、また食用油の価格は一般に価格の変動が少ないことなどから、熱帯における有望作物として注目されてきたところである。

近年における世界的な食糧の不足傾向と、人口の増加に対応する食糧、特に油の供給源として、オイルパームに対する関心は非常に高まっている。


オイルパームの栽培については著書も多く、最新の情報を得ることも困難ではない。

これに反して製油・調整に関する文献は極めて少なく、特に最新の情報を得ることは非常に困難である。またわが国においては、第二次世界大戦開始以前におけるオイルパームの栽培・製油の経験者は25人にも満たないであろう。

オイルパームに関心を持たれる人のために、資料は古いが、引用文献にも記載した J. F. TWITCHIN の PALM OIL MACHINERY を中心として製油及び調整について記述した、関係者の御参考になれば幸いである。

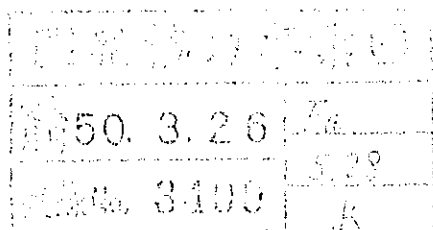
なお、同文献の訳は主に下田が担当した。また、執筆に当たり、貴重な文献・資料の提供、貸与などをいただいた、天然ゴムビコーロー・成沢所長及び野村海外事業株式会社東京事務所関係の諸氏に心から感謝の意を表する。

昭和50年2月17日

 LIBRARY 東京農工大学農学部



中 田 昌 卯
下 田 博 之



目 次

第 1 章	製油・調整概論	1
1-1	工場設計に当たり考慮すべき一般的条件	1
1-2	果房・果実の名称と組成	4
1-3	収穫とパーム油の品質	6
1-4	製油の工程	7
第 2 章	工場計画	11
2-1	工場の規模	11
2-2	大型機械と小型機械	13
2-3	工場計画の総括	13
2-4	工場設計例	13
第 3 章	果房の受入れ・蒸熱処理・脱果	23
第 4 章	すりつぶし及び搾油	32
4-1	すりつぶし及び搾油	33
第 5 章	粗油室及び清澄	40
第 6 章	繊維分離機	46
第 7 章	仁回収設備	50
附録 1.	パーム油工場の動力源	54
引用参考文献	55
後がき	55

第1章 製油・調整概論

1-1 工場設計に当たり考慮すべき一般条件

1-1-1 工場の位置と輸送問題

油やしは単位面積当たりの生産量が非常に多く、ha 当り1年間に新鮮果房約24トンぐらい、パーム油約6トンを生産するといわれ、熱帯農作物の中でも非常に収量の多い植物である。

従って収穫された新鮮果房を製油工場まで運搬する作業の能率の良否はパーム油の生産単価に影響するばかりでなく、後で述べるように、油の品質にも関係が深い。

また精製されたパーム油を工場から船積み港までの運搬が能率的に、しかも安価にできるかどうかはパーム油の生産単価に大きな影響を与える。

工場の位置は収穫物の農園内運搬に便利であるばかりでなく、生産物であるパーム油やパームカーネル(仁)の運搬にも便利であることが必要である。一般に港とか大きな河川に面していると有利である。

1-1-2 工場と地形

工場はこう水時にも浸水の心配のない高さであることが必要であるが、あまり高いと、収穫物である大量の新鮮果房を工場に運搬するとき、工場に上る坂道が運搬能力を制限することになるので、注意が必要である。

また工場敷地は平坦で広く、将来の拡張工事の可能な余地を保有することが大切である。

1-1-3 水量と水質

パーム油工場では大量の水を必要とし、しかもボイラー用として使用したり、製油の過程で生蒸気や水をパーム油中に注ぐので、水の水質も重要な問題である。

水としては弱アルカリ性で、浮遊物をあまり含まないものが良い、もし適当な水質の水が得られない場合は、水質改良のため適当な化学薬品投与装置が必要である。

1-1-4 生産量の変化

油やしの単位面積当たりの生産量は油やしの品種・土壌・地形・気象条件・工場設備の良否などの各種の条件が関係するが、工場計画に当たっては次のような条件を考慮する必要がある。

(1) 樹令による生産量の変化

油やしは栽培管理が良ければ、ほぼ3年半ぐらいで収穫が始まる。しかし最初は生産量が少なく、樹令が増加するに従って増加する傾向がある。(The Oil Palm in MALAYA 1966によれば、第二次大戦後品種改良を行なったDeli種で約10年で最盛期に入り、10~15年の間が最盛期、15~20年多少生産減、21年以降減産傾向、Deli種と交配したTenera種では3~4年で生産に入り、8~9年で最盛期に入るが、その後低下の傾向がある。

Oil Palm in MALAYA(1966)、Progress in Oil Palm(1969)によれば、図-1、表-1、2のようである。

(2) 月別生産量の変化

パーム油、ha当たり、年産6tonと言っても、それは毎月平均して生産されるわけではないし、温帯作物の

図-1 MALAYSIAにおけるOil Palm 果房生産量(トン/ha/年)
(品種と土壌による生産量比較)

Dura種についてはThe Oil Palm in MALAYA 1966
D×T>についてはProgress in Oil Palm 1969

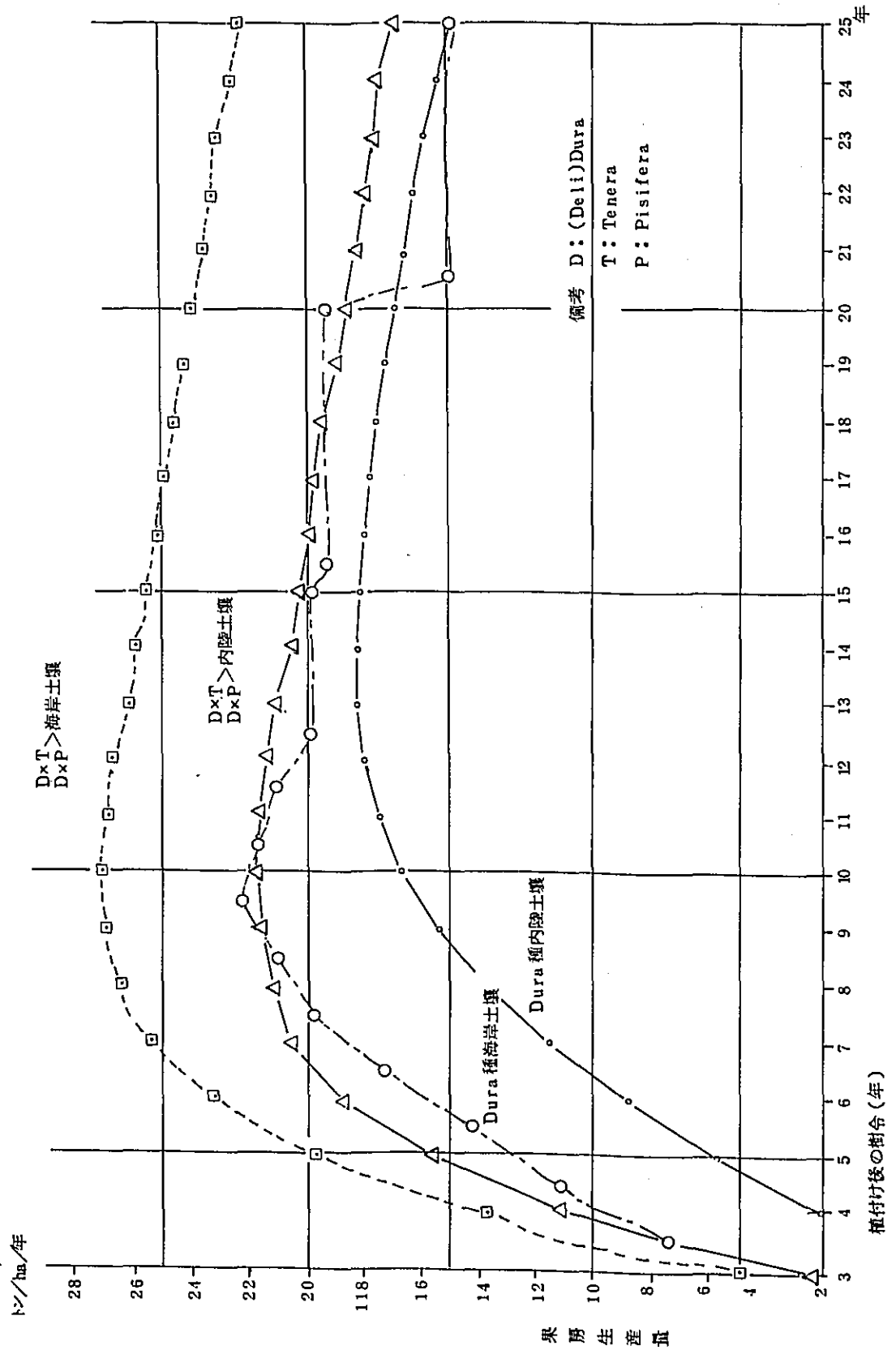


表-1 樹令と果房生産量

De li × De li

1. 果房生産量 (Tons/ha/年) MALAYSIA 内陸土壤 (The Oil Palm in MALAYA 1966, P 164 - 166換算)

樹令(年) 果房 生産量	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
平均	ton 2.27	5.78	8.87	11.49	13.67	15.42	16.66	17.55	17.96	18.16	18.24	18.16	17.94
最高	4.45	9.46	13.34	18.16	20.76	22.24	21.75	21.25	21.0	20.76	20.51	20.26	20.01
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
平均	17.69	17.47	17.17	16.80	16.43	16.11	15.69	15.32	14.85				
最高	19.65	19.28	18.90	18.53	18.16	17.79	17.42	17.05	16.68				

2. De li 種 MALAYIA 海岸土壤における果房生産量

樹 令	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-15	15-20	20-25
正	9.88	14.83	18.53	21.00	23.48	24.71	23.48	22.73	22.24	21.00	19.28	16.06
不良	6.18	8.65	12.36	14.83	16.06	18.53	19.28	19.77	18.53	18.53	16.06	13.59
平均	7.41	11.12	14.33	17.30	19.77	21.00	22.24	21.75	21.01	19.77	18.53	14.83

表-2 土壤の相違と果房の生産量 (Ton/ha/年)

樹令(年) 果房 生産量	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
内陸 土壤	低	—	2.47	8.65	11.61	13.84	14.83	15.32	15.32	15.07	14.58	14.33	14.08	13.58	13.34	13.10
	平均	2.47	11.37	15.57	18.78	20.51	21.25	21.50	21.75	21.50	21.25	21.00	20.51	20.26	19.77	19.57
	高	4.94	13.84	19.77	23.23	25.45	26.44	26.94	27.18	26.94	26.69	26.19	25.95	25.45	25.21	24.96
海岸 土壤	低	2.47	11.37	15.57	18.78	20.51	21.25	21.50	21.75	21.50	21.25	21.00	20.51	20.26	19.77	19.57
	平均	4.94	13.84	19.77	23.23	25.45	26.44	26.94	27.18	26.94	26.69	26.19	25.95	25.45	25.21	24.96
	高	7.41	16.56	23.23	27.68	30.15	31.38	32.13	32.13	31.63	31.63	30.89	30.64	30.40	29.90	29.65
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27						
内陸 土壤	低	12.60	12.36	12.11	11.86	11.37	11.12	10.87	10.63							
	平均	19.28	18.78	18.53	18.04	17.79	17.55	17.30	16.80							
	高	24.71	24.22	23.97	23.47	23.23	22.98	22.49	22.24							
海岸 土壤	低	19.28	18.78	18.53	18.04	17.79	17.55	17.30	16.80							
	平均	24.71	24.22	23.97	23.47	23.23	22.98	22.49	22.24							
	高	29.41	28.91	28.66	28.42	27.92	27.68	27.43	27.18							

ように一度に収穫されるわけでもない。その変化の原因は主に、気象（特に日照と降雨）と樹令などに関係するものようであるが、スマトラ島アチエ州、野村農園のデリタイプについての安住氏の資料（昭和17年）によれば次のようである。

表 3 バーム油生産量の月別変化（野村カラニス農園）

月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生産量(%)	5.66	4.72	6.86	6.29	5.92	6.99	10.08	12.27	12.51	10.29	10.11	7.30

最小生産月の2月と最大生産月の9月との比は約2.65である。幼年木の場合はさらに変化が多く、この比は4となることが珍しくない。

また、同一の月の中でも天候・作業員数・地形・樹高などの関係で、日々の収穫量には変動がある。

収穫された新鮮果房は、収穫後24時間以内に工場に運搬されて処理されることが、油の品質上から望まれる。

1-1-5 工場の規模

工場の規模を計画する場合は、年次別植林の面積、品質などからバーム油の年生産量を算出し、平均月に稼働する機械組織・最小生産月に稼働する機械組織・最大生産月に稼働する機械組織を考慮して規模を決定する必要がある。

もし事情が許すならば、忙しい月は工場稼働時間を1日に20時間として必要な機械台数を計算する。また、労働の関係で止むを得ず超過勤務時間とする場合は、6時間ぐらいにおさえて計画しなければならない。

1-2 果房・果実の名称と組成

1-2-1 果房・果実の名称

この章では次のように呼ぶことにする。（図-2参照）

- (i) 収穫された果房を新鮮果房（fresh fruit bunch・略してf・f・b）
- (ii) 果実（fruit）
- (iii) 果実を大別して、
 - (a) 果肉（pericarp）……バーム油・水分・繊維その他からなっている。
 - (b) 堅果（Nut）、堅果はさらに殻（Shell）と仁（Kernel）に分れる。

1-2-2 果房・果実の組成

果房・果実の組成は、樹令・品種・栽培条件や成熟の程度・収穫してからの経過時間・実験の方法などによって相違する。しかし同一条件の下で実験した資料が得られないので、ここでは製油を考える場合の参考にするため、概略の傾向を示す程度の数値をかかげることとする。

東南アジアで栽培された油やしの品種は、古くはDeli Dura typeといわれるものであり、現在栽培されているものは、主にTenera種（Deli-DuraとTeneraを交配してもTeneraとなる。）であるが、品種改良は絶えず続けられている。

果房・果実の組成は大よそ次のようである。

表-4 Deli - Dura 種果実の組成 (The Oil Palm in MALAYA 1966より)

部 分	一般の範囲(%)	標準値(%)
果肉/果実	50~70	60
殻 / #	20~40	30
仁 / #	8~12	10
水分/果肉	30~40	36
パーム油/果肉	48~56	50
非脂肪質固形物その他/果肉	13~16	-
パーム油/乾燥果肉	76~81	79
殻/堅果(NUT)	66~82	74
仁/堅果(NUT)	18~34	26
最終組成(果実に対する割合)	一般の範囲	平均値
パーム油	28~30	29
水分	24~29	26
非脂肪質固形物など	8~11	9
殻	27~32	30
仁	5~7	6

表-5 Tenera 種果実の組成 (The Oil Palm in MALAYA 1966より)

部 分	一般の範囲(%)	標準値(%)
果 肉	70~85	76
殻	5~20	16
仁	6~10	8

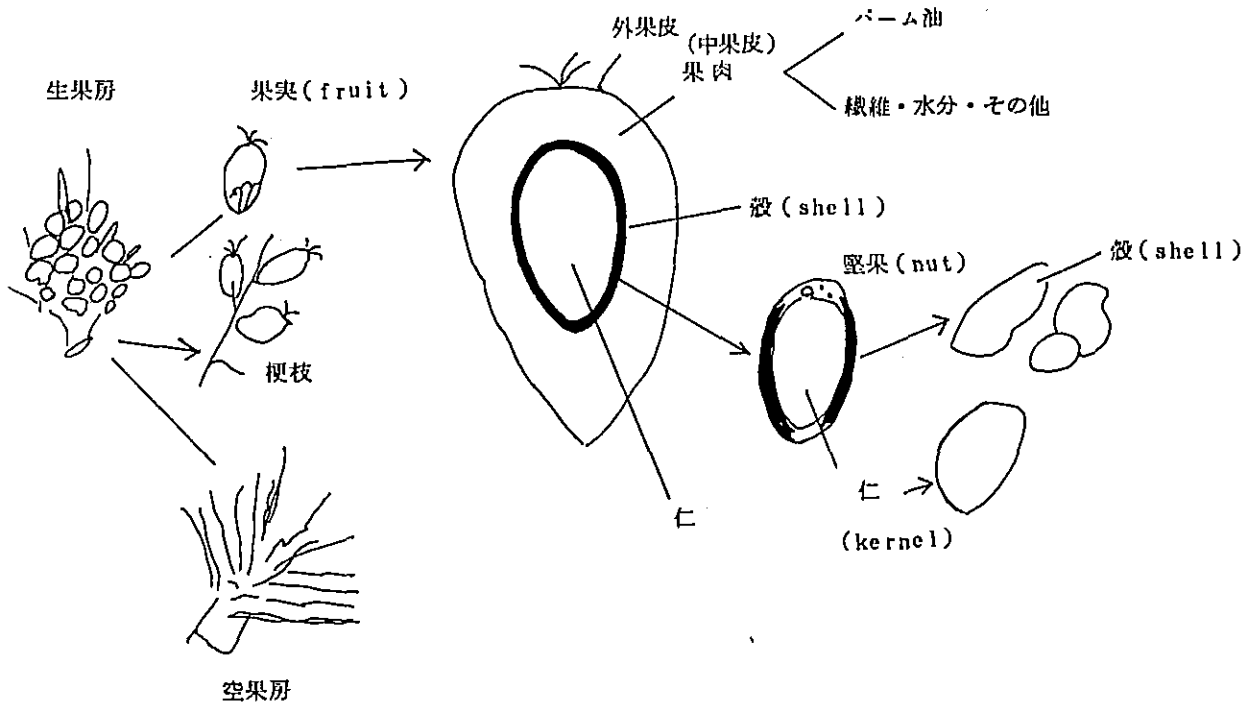
Deli - Dura と Tenera (Deli Dura × Tenera 交配) を比較すると表-6 のようである。(P. D. Turner による Progress in Oil Palm nov, 1968 の一部を訳者平均計算したもの) 表中 D=Dura、T=Tenera である。

1957年植付け、1963~1967年(6~10年木)の平均値(但し、植付け本数はha当り換算113本、もしメートルによって植付ければ10mの正三角形植で116本となる。))

表-6

	D	T
平均新鮮果房重量	14.42 Kg	13.38 Kg
ha 当り年産新鮮果房重量	23.525 Ton	24.539 Ton
1957年植付け1966~1967年(9~10年木)の結果		
平均果実重量	18.4 g	14.2 g
平均仁重量	1.7 g	1.2 g
果実/新鮮果房	62.8 %	55.7 %
果肉/果実	58.0 %	82.4 %
仁 / 果実	9.1 %	8.3 %
パーム油/新鮮果房	-	25.63 %
乾燥仁/新鮮果房	-	5.02 %

図-2 果房・果実の名称



1-3 収穫とパーム油の品質

1-3-1 パーム油の品質

果房は木から切り離された瞬間から油の形成は止まり、油の品質の低下が始まる。油（グリセリン脂肪酸）は果肉の中にある酵素によって有離脂肪酸（free fatty acids、略してf・f・a）とグリセリンに分解されるが、もし果実の皮に傷がついたり破れていると、この分解は急速に行なわれる。

有離脂肪酸の増加を抑える有効な方法としては、工場において蒸熱処理によって酵素を殺菌することである。また最も重要なことは、品質の良好な油を製造するためには、収穫後早急に蒸熱殺菌をすることである。

収穫後の果実は水分を失わない、脱落しやすくなる。この場合、水分の減少は工場に到着する果房の重量を減少して、収穫物の運搬費を多少減少させる。また果実が脱落しやすくなることは、蒸熱処理時間を短かくし、従って蒸気の節約となる。また果実の脱果作業の後に、空果房に付着する残留果実の割合を少なくする。

成熟の程度の若い果実からの油は、完熟した果実からの油に比べて、より高い溶解点をもち、漂白（脱色）がしやすく、有離脂肪酸の含量も少ない。油の生産量は少なくなるけれども、上質の食用油となることで償なりことができる。

パーム樹上にあるときの、自然状態における果肉中の酸度と貯蔵した果実の酸度についてはセルダンの連邦試験

場において研究され、次のような結果を得ている。

果実を傷つけないように、どんなに注意しても、果実を貯蔵したり、果房から脱落した果実の酸度は増加する。この実験では果実を20分間沸とう中の湯の中に浸して酵素の殺菌と熱処理を行なった後、モーター付きの果肉採取器にかけ、小型実験用手動プレス（圧搾器）にかけて搾油した。

油は粘性性の物質を凝固させ、また濾過するために加熱した。果実の貯蔵はホーロー引き鉄なべに入れて冷しい空気室に4日間置いた。

表-7 有離脂肪酸の含有量

果実の成熟度	油中の有離脂肪酸	
	新鮮果実	貯蔵果実
成熟6日前の果実	0.17 %	0.84 %
成熟果実	0.15	1.02
2日間過熟した果実	0.25	1.14

有離脂肪酸の増加は多分、果実の取扱い中のわずかの傷に起因するものであろう。ひどく傷ついた果実からの油や切り取ったばかりの果肉は非常に急速に有離脂肪酸が増加する。ほんの数分間で有離脂肪酸は40%にも達する。

この結果から、収穫後なるべく取り扱いの手数を少なくし、できるだけ早く処理することが重要である。

もし果房を収穫し、蒸熱処理機に入る容器に果房を積み込み、直接工場の蒸熱処理機（Steriliser）に送れば、果実の傷みに伴う有離脂肪酸の増加は大幅に減少することができる。

果房が成熟時に収穫されないと、果実は果房から落下することによって傷つき、過熟による酸度の増加よりも、さらに大きな酸度増加の原因となる。

1-3-2 果実の油含有量と成熟度の関係

未熟の果実は十分に熟した果実に比べて油の含有量は少ない。Deli Dura種では、完熟時果実の油含有量は76~81%（自然水分含有で）である。

マラヤ農務省の化学部が集めた多種多様な数百個の果実の油含有量は65%~84%であった。完熟前1週間の時期における油の含有率は約73%である。このことは未熟果実に水分含量が相対的に多いこと、及び果房は一般に、完熟以前に収穫されていることを示している。

短期間に果実中の油含有量の増加することは、果肉中の水分の減少に起因するものである。水分はこのように、新鮮果実（自然状態果実）の結果の計算や数値を比較するときの関係を複雑にする要因であり、誤りを起させる。

しかし理想的な果房の収穫時期は、完熟果実の割合が最大になった時であり、収穫の経済性と考え合わせ決めべきである。

収穫の命令や収穫の周期は実験や工場の規模などによって定める。

1-4 製油の工程

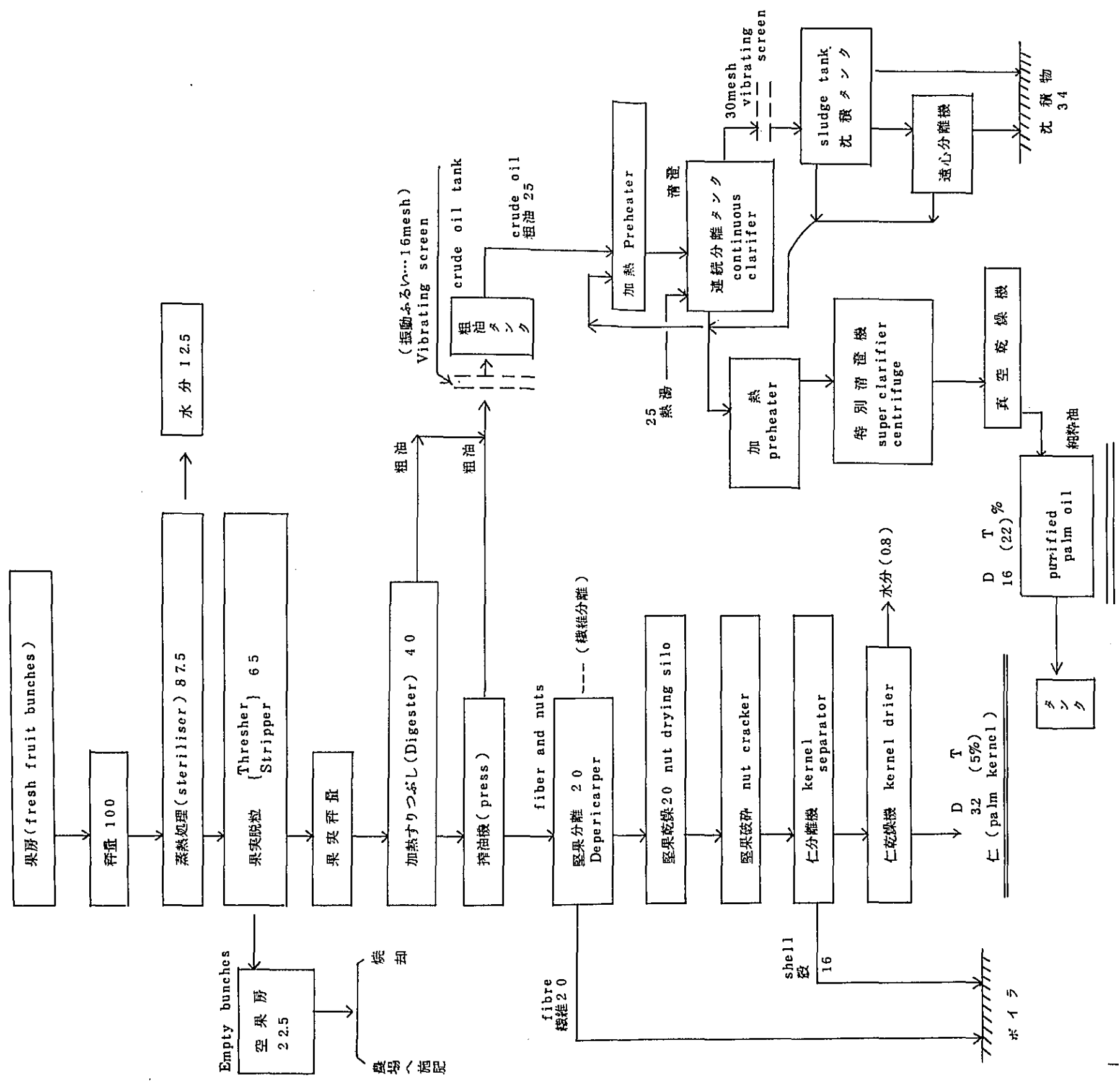
パーム油の製油の方式については、油やしの品種や工場の新旧によって異なる。最近の資料が得られていないので、

ここでは主としてDura Deli種についての昭和17年(1942年)野村農園の安住重吉氏の記録および昭和30~31年"The Planter"から再録されたJ. F. Twitchin氏のPalm Oil Machineryから引用することにする。

1-4-1 Deli-Duna種についての野村農園の資料(スマトラアチエ州・安住重吉・野村合名・社誌「倭」66号 昭和17年より)は表-8のようである。

近年使用されている製油の装置は非常に改良されており、特に粗油からの精製、仁の分離などについては後で詳述するように多くの改良がなされている。また品種もTeneraとなっているため、パーム油/新鮮果房の割合は、16%から約22%へ、乾燥仁/新鮮果房の割合は3.2%から5%に近づいているようである。

表-8 製油の工程表(比率はDeli Dura種、1942年野村農場...スマトラに由来)



備考 D..... Deli Dura
T..... Tenera又はDura x Tenera

第2章 工場計画

この章以降パーム油工場に関する記述は、ほとんど“The Planter”1955～1956から再録した J. F. Twitchin の Palm Oil Machineryによるものである。これは年代からもわかるようにマレーシアにおける Dula-Deli種の製油に関する記録であることに注意されたい。

2-1 工場の規模

油やし農園では、1章でも述べたように、樹令による生産量の変化や1年のうちでも月別に生産量に変化し、最盛月の生産量は年生産量の約13%にも達する。従って適正規模の工場を最も経済的に建設することは、非常にむずかしい問題である。

できることなら大面積の農園を比較的短い年数で植付け、それに合った工場を建設することが有利のようである。小面積ずつ植付けて、小工場を建設し、少しずつ拡張することは不経済となる場合がある。

工場の規模は処理する新鮮果房の量によって決定される。

今仮に、4,000 ha の農園を計画し、最終的の収量をパーム油 ha 当たり 3 ton 余、すなわち年間パーム油 12,500 ton の生産を予想する場合、パーム油/新鮮果房の比率を 16.65% とすれば、新鮮果房の重量は、パーム油量を 6 倍すればよいことになる。最盛月に処理する果房重量は年産量の約 13% であるから、次式で計算される。

$$\text{最盛月新鮮果房産量} = \frac{1.3}{100} \times 12,500 \text{ ton} \times 6 = 9,750 \text{ ton} \quad (1-1)$$

ピーク月には工場を連続して 30 日稼働させるものとすれば、

$$1 \text{ 日で処理する新鮮果房重量} = 9,750 \text{ ton} \div 30 = 325 \text{ ton} \quad (1-2)$$

1 日 20 時間運転するものとすれば、

$$1 \text{ 時間当たり新鮮果房重量} = 325 \div 20 = 16.25 \text{ ton} \quad (1-3)$$

上記の式は比較的確実性のある見積りであって、変わるとすればパーム油/新鮮果房の比率である。この比率を少し上げようとすれば 1 時間当たりに処理できる新鮮果房重量が減少するが、なお 1 日当たり 4 時間の余裕をみてあるので、1 日で処理できる果房重量を変える必要はない。

以上のように生産量の計算ができれば、あとはこれを処理するために設置する最適の機械単位 (Unit) の問題である。

パーム油工場の生産を左右する重要な部分は果実から油を搾る搾油機械である。その他すべての機械は搾油機械を助け、その生産物や副生産物を処理するような大きさに設計されなければならない。

搾油に遠心分離機を採用するかどうかは、扱う油やしの品種によって決められる、というのは圧搾機 (Press) の方が全体的に効率がよいからである。アフリカにある果肉の非常に薄いものや、果肉は厚くても殻が極端に薄い品種では、圧搾機をかけると堅果 (Nut) が割れるので、遠心分離機を用いる。

マレーシアでは一般に圧搾機が採用されている。圧搾機の標準型としては 2 種類があり、1 時間当たりの処理能力は、新鮮果房重量で 1.5 トンのものと 3 トンのものである。

注意

この場合の新鮮果房処理能力1.5トンまたは3トンというのは、工場が経済的な運転を行ない、繊維中に含まれる損失油分もかなり低くした場合の最適条件で運転される場合の数値であって、圧搾時間を短くすれば処理能力が上る反面、搾り粕中に含まれる損失油分は増加する。また圧搾時間を必要以上に長くすれば不経済となるし、ボイラーの燃料が不足することになる。

1時間当たり16.25トンの新鮮果房を処理するには3トン圧搾機(Press)なら6台、1時間当たり18トンの処理となる。

この数字は4,000 ha の場合について計算したものであるが、もし4,400 ha に増加した場合を考えてみよう。

(1-1)~(1-3)式を用いれば、

年間パーム油生産量=13,750トン

ピーク月新鮮果房重量= $\frac{13}{100} \times 13,750 \times 6 = 10,725$ トン

1日で処理する新鮮果房重量= $10,725 \div 30 = 357.5$ トン

1時間当り新鮮果房重量= $357.5 \div 20 = 17.875$ トン

従って4,000 ha で設計された同一工場で4,400 ha の生産物を処理することが十分可能であることを示している。このように最初に目標を立てて計画をすれば、その後の多少の変化には対応できるものである。

前述のように必要なプレスの台数が決まれば、残りの機械装置類は、それに合うように設計される。毎時16.25トン(最大18トン)の果房から油生産をするに必要な機械装置類は次のようになる。

蒸熱処理機 (Steriliser)	2 台
クレーンまたは果房エレベーター	2 台
果実脱粒機 (thresher)	2 台
果実エレベーター	1 台
果実の加熱すりつぶし機 (digester)	6 台
圧搾機 (Press)	6 台
水圧ポンプ	6 台
澄清装置 (Clarification station)	1 式
繊維と堅果分離機 (depericarper)	1 台
Nut (堅果) エレベーター	1 台
Nut乾燥機	1 台
Nut大小選別機 (grading screen)	1 台
Nut破砕機 (Nut cracker)	3 台
洗浄機 (Cleaning screen)	3 台
仁と殻の分離機 (Kernel separator)	2 台
破砕済み殻のエレベーター (broken shell elevator)	1 台
仁エレベーター (Kernel elevator)	1 台

仁乾燥機 (Kernel drier)

1 台

そのほか各機械を結ぶ輸送コンベヤー (Conveyor) および適合する原動機室。

2-2 大型機械と小型機械

小型の機械、すなわち 1.5 トンのプレスおよびその付随機械は基本的には、小工場用に設計されたものである。しかし農園の拡大が除々に行なわれるような場合や、資金が不足しがちな場合などには小動力ですむので、当初の投下資本を少なくすませることはできる。

しかし、最終的に大きな工場となった場合には、小型の機械を使用すると生産単価が高くなることは避けられない。例えば、6 台の大型プレスの代りに 12 台の小型のプレスを用いるのは、6 人の作業員の代りに 12 人の作業員を必要とすることになる。また大きな工場敷地と大きな建物を要することになり、最終的な全所要動力も大きくならざるを得ない。

例えば、最終計画で、毎時最大 18 トンの新鮮果房を処理する工場では、3 トンプレス 6 台の場合には、毎時 20 トンを処理できる「繊維分離機」(depericarper) 1 台、全動力 47 H・P ですむが、1.5 トンのプレス 4 台を 1 系統とし、これに毎時 6.6 トンの処理能力を持つ「繊維分離機」1 台を必要とし、この 1 系統の全動力は 30 H・P であるから、3 系統で 90 H・P を必要とする。

この場合、特に注意することは、若いパーム樹では殻 (Shell) や搾油粕の繊維が少ないので、工場の燃料は不足しがちとなる。もしも不足したような場合は、高価でしかもカロリーの低い薪を購入することになるので、工場の所要動力と燃料については、初めに十分検討しておく必要がある。

また工場の設計に当たっては、規模が過小にならないこと、将来の拡張計画などについても十分考慮して設計する必要がある。

2-3 工場計画の総括

パーム油工場の計画についての主な留意事項は次のようである。

- (i) 植栽面積とその年次別計画、年次別予想収穫量
- (ii) 開園から成木園となるまでの進捗を確実にする
- (iii) 今すぐ植栽を完了しなくても、将来拡張可能な広大なジャングルなどの予備地を持つこと。
- (iv) 資金があれば、全面積が早く (同時に) 収穫できるようにすることは、最終的に単位面積当たりに対する工場単価を安くすることができる。
- (v) 以上のことを注意深く考慮し、専門家の意見を聞いて、最も経済的な工場を建設することが必要である。
- (vi) 最大の過ちは、最初に過小な工場を建設することである。
- (vii) 工場建物は、最初に十分大きな建物とするか、たやすく拡張可能な建物とすることである。

2-4 工場設計例

次に工場の 3 つの設計例を示す。

例-1

- (i) 毎時4トンの新鮮果房を処理する小工場
- (ii) 年間18,461トンの新鮮果房の処理可能
- (iii) パーム油生産量は(油/果房=16.65%として)3,073トン
- (iv) パーム油生産量3,089トン/haとして農園面積約1,000ha

例-2

- (ii) 年間新鮮果房処理能力 5,384トン
- (iii) パーム油年産 9,219トン
- (iv) 農園面積 3,000ha

例-3

- (ii) 年間新鮮果房処理能力 13,8461トン
- (iii) パーム油年産 2,3053トン
- (iv) 農園面積 7,068ha

例-1 これは約15.3×35mの大きさの建物に全機械類・事務所・工作所・パーム油貯蔵施設。カーネル貯蔵所を1つの建物の中を含め、小さくまとめた工場で、拡張を考えていない。

しかし必要があれば、2番目のボイラーを増設することができるし、建物にひさしをつければ拡張も可能である。実際にはこの工場は、2倍に拡張することができた。

この工場の拡張に当たっては、次のようなことが問題になる。

- (i) この工場の圧搾機械はベルト駆動であるから、最初から拡張のための設計がなされていない場合は、主エンジンは大きなエンジンと代える必要がある。
- (ii) 主線軸(Shaft)は動力の増加に伴い、直径の大きなものと取り替える必要がある。
- (iii) もし最初から拡張が予想される場合は、電動にしておくとい。このような場合は、より大型の蒸気発電の装置を増設するだけでよい。
- (iv) その他の注意点。縦型の蒸熱処理器が用いられているため、果実・果房のエレベーターの設置を必要としている。打撃による果実脱果機のほか、ストリッパー(stripper…果実脱果機の1種)があるが、空果房の処理装置は全々ない。このままでは、人力によって空果房を処理する以外に方法がない。そこで簡単なコンベヤーを設けて、焼却炉とかボイラーなどに運ぶことも考えてよい。

パーム粗油の精製方法として、静的の清澄装置(static type clarification)がある。このような小工場の場合には非常に適しているが、その後の沈澱タンクの設備がなく、油の回収に問題がある。

搾油粕を運ぶコンベヤーは、depericarper(堅果と繊維の分離機)に入る前に、粕を保温するため、かなり短い。この場合、仁(Kernel)回収装置全体をもう少しボイラーの側に近寄せることによって、さらに改良できる。

堅果(Nut)を乾燥させるための設備が全然ない、ナット乾燥機は繊維分離機とナットの大きさ別選別機(Nut grading screen)の間に備えなければならない。それは建物をわずかに長くすることによって簡単に設備することができる。

例-2

この工場計画例を示す主な目的は、工場計画の「一そろいの機械組み合わせ」(“Battery” System)を示すことにある。

この計画では、各機械組み合わせの全単位(all unit)を系統的に配置することが必要である。この場合、各1単位の能力は、毎時新鮮果房6トンの処理である。

1単位の中に含まれる機械類は次のようである。

クレーン (crane)	1 台
脱果機 (thresher)	1 台
果実エレベーター	1 台
加熱すりつぶし機 (digester)) 4 組
圧搾機 (press)	
堅果・繊維の分離機 (depericarper)	1 台
ナット乾燥機	1 台
仁 (Kernel) 回収装置	1 組

{ 仁回収装置の内訳は、ナットの大小の選別機。ナット破砕機。カーネルと shell の分離機。カーネル乾燥機など。

この工場の例では、完備した2組の機械装置だけであるが、この型式の工場配置では、無限に拡張しうることが容易にわかる。

増設する場合は、蒸熱処理機は左側に、ボイラーは右側に増設すればよい。

そして果房処理関係の機械類ユニット (unit) は図の上方 (水槽32) の方向へ拡張することができる。もし敷地さえ十分に用意されていれば、拡張の数にはまったく制限がない。

図の工場は電氣的に駆動されている。動力室は、清潔な状態を確保するため、工場と分離した建物に設けられている。

もしこの工場がベルト駆動用に設計される場合には、動力室は工場建物の中の圧搾機と繊維分離機の間設置されるであろう。

1個の主軸線 (main line shaft) は1組の機械装置の長さをずっと走り、各組ごとに、それぞれ主原動機を持つことになる。

バーム油滑装置は動力室の前、圧搾機のところの終りに位置することになる。ボイラー室は、そのときは、図の滑装置があるところから始まることになる。

その他の留意事項は次のようである。

- (i) 果房受けは道路輸送に適するよう設計されている。
- (ii) 自動ダンプクレーン (self dump crane) を用いることによって、荷動き線の一体化を可能にし、またトラックが速く旋回できるようになっている。

また工場は新鮮果房を十分に、たくわえられるようにしてあるので、工場の連続的作業を保証している。空果房はべ

ルトコンベヤーによって焼却炉に送るか、肥料として農場へ積み出すことができるように設備されている。仁と殻の分離には、液体渦巻き式が採用され、連続分離をしている。

前記のように、この工場は電気的な駆動として設計されており、高速たて型蒸気エンジンによって、交流発電機を駆動して動力を得ている。ボイラーおよび動力室は、工場建物と分離し、工場全体からでてくるちりや繊維によって機械の汚れることを防いでいる。

余分の殻を集積するため、特別のホッパーが設置されているが、これは道路への敷砂利の代用として殻を使用するとき、トラックとかトラローへホッパーから重力で落下積み込みができるようになっている。

工場全体は小型機械の組合わせであって、1.5トンの容量を持った fruit cage (蒸熱処理をするときの果房入れの容器)とこれに合った蒸熱処理機 (steriliser)、1.5トンの圧搾機などである。

例-3

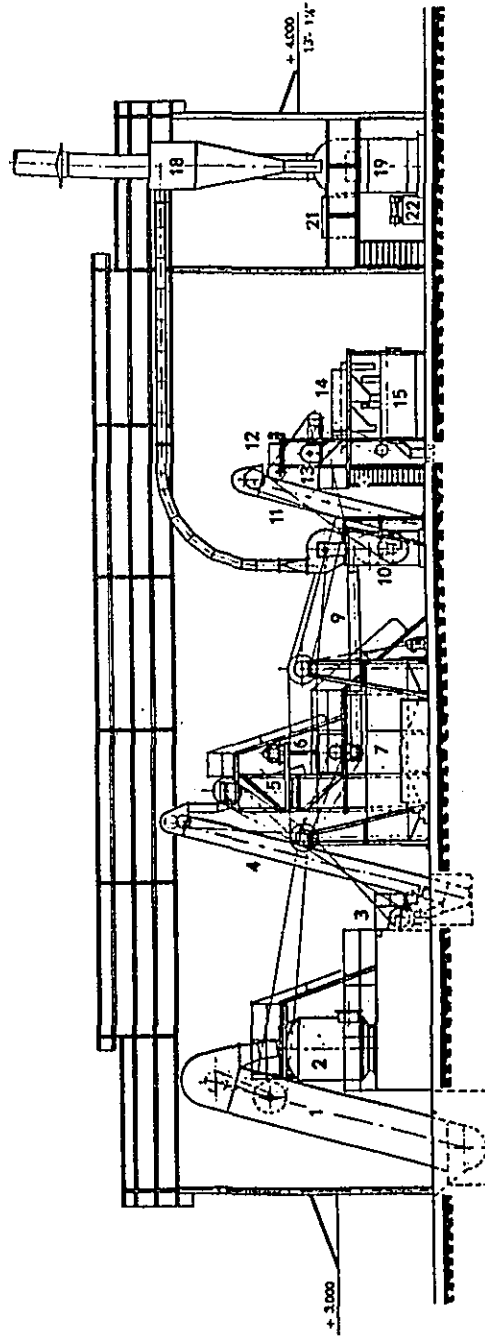
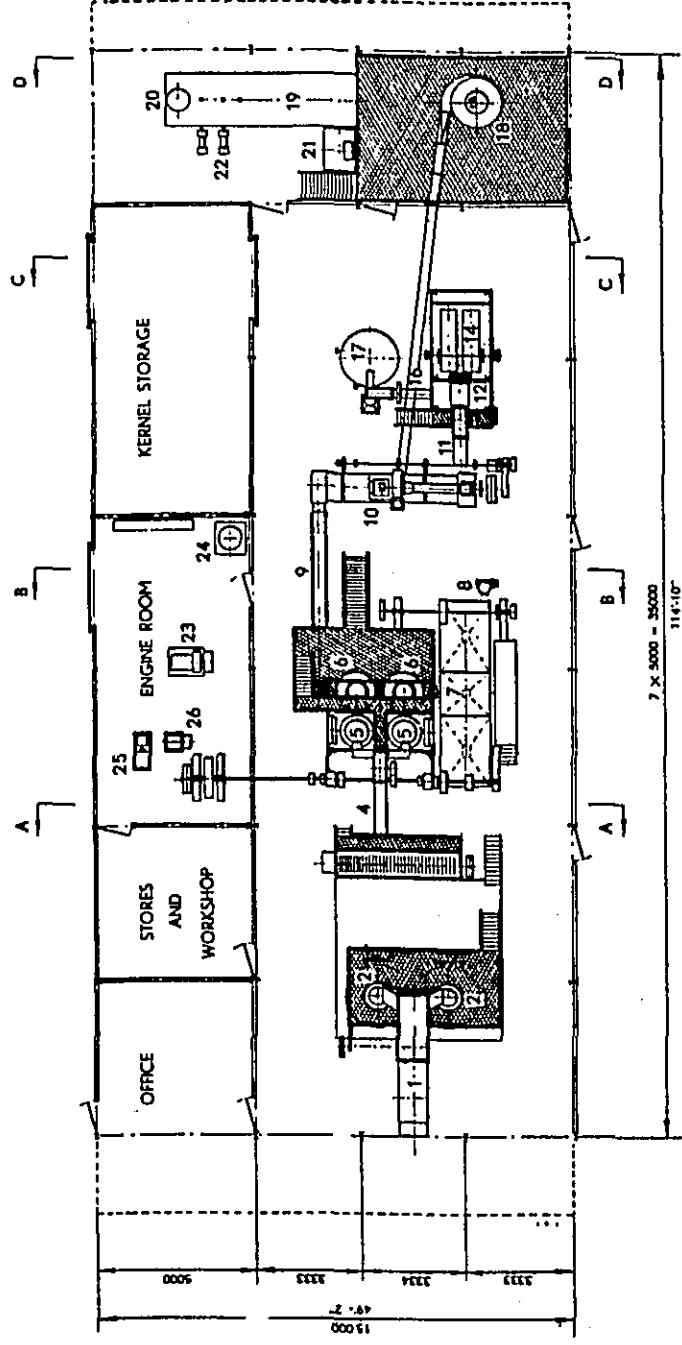
この計画は機械類をまとめて配置して、工場建物を有効に利用した点が注目される。

ここでは大型機械の組合わせが採用されている。新鮮果房・果実2.5トン容量の steriliser 容器と、これに適合した steriliser 3トンの圧搾機などである。機械類は大型というだけで、No.2の例と機構的にはまったく同じである。

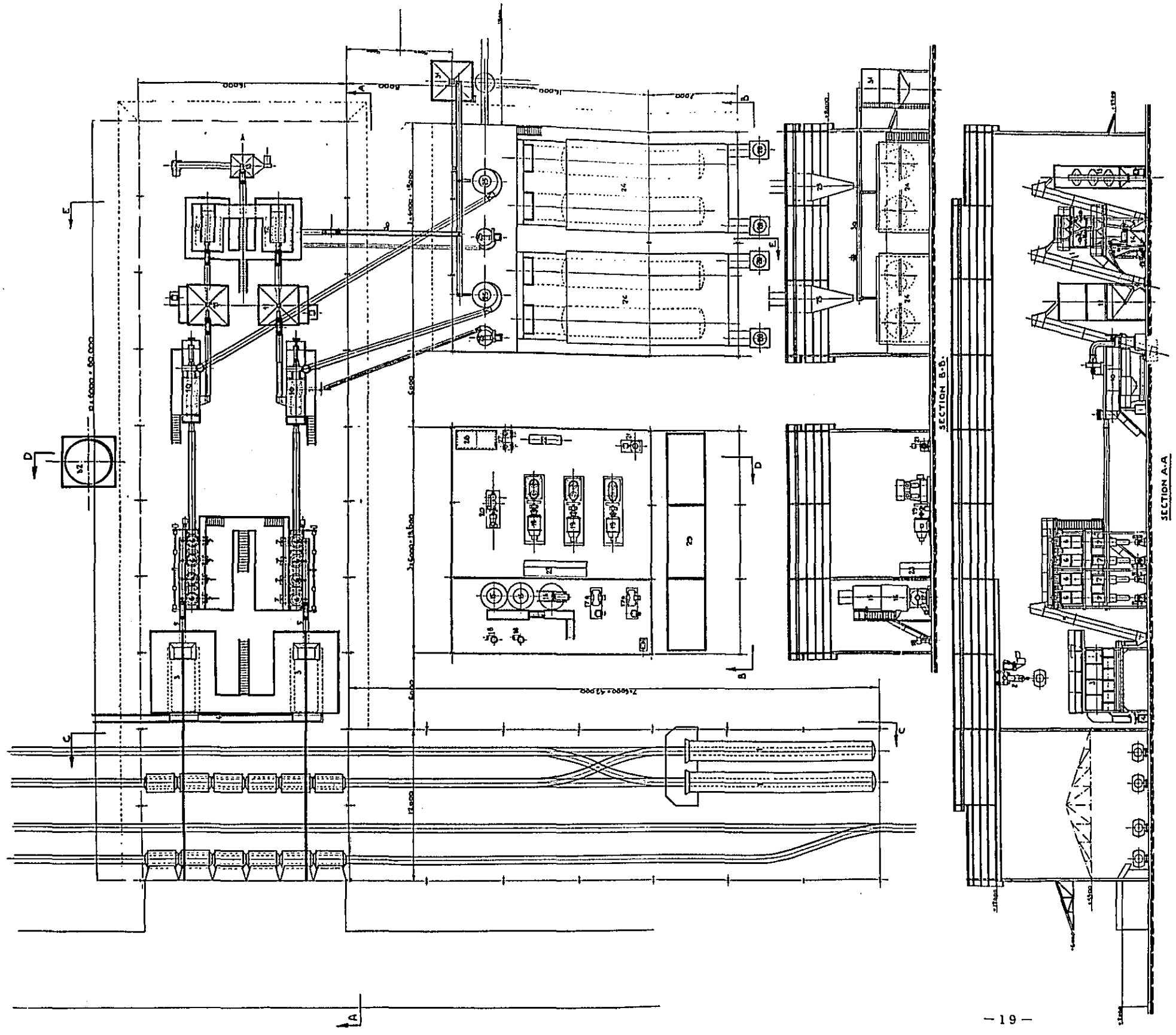
water tube boiler が用いられており、工場は電気による駆動である。

この設計は、大きな拡張にはあまり適していない。蒸熱処理機への果房容器の出し入れにはウインチ (巻取機) が使用されているが、もっと良い方法としては、線路に切り替装置のある機関車を用いることである。

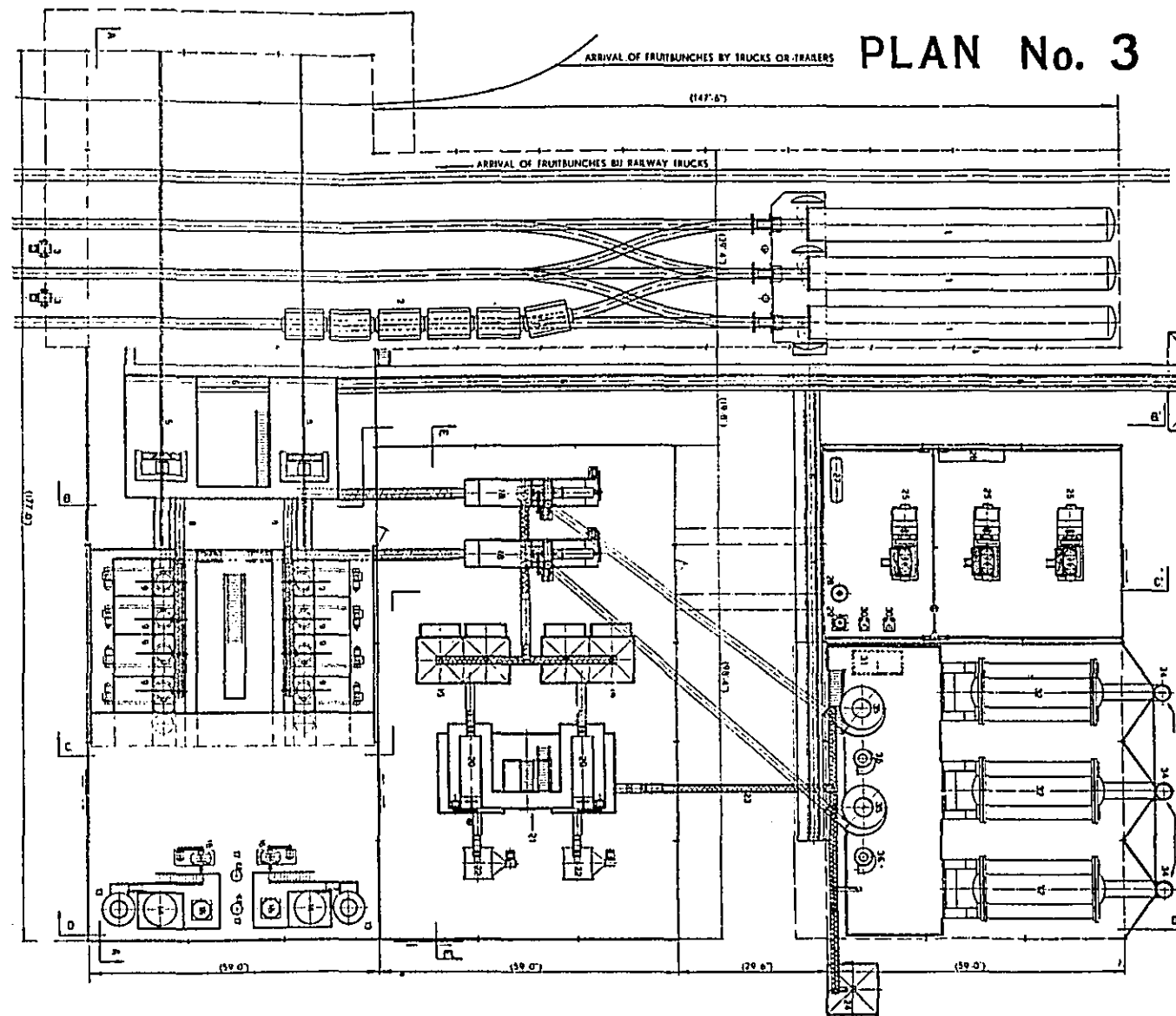
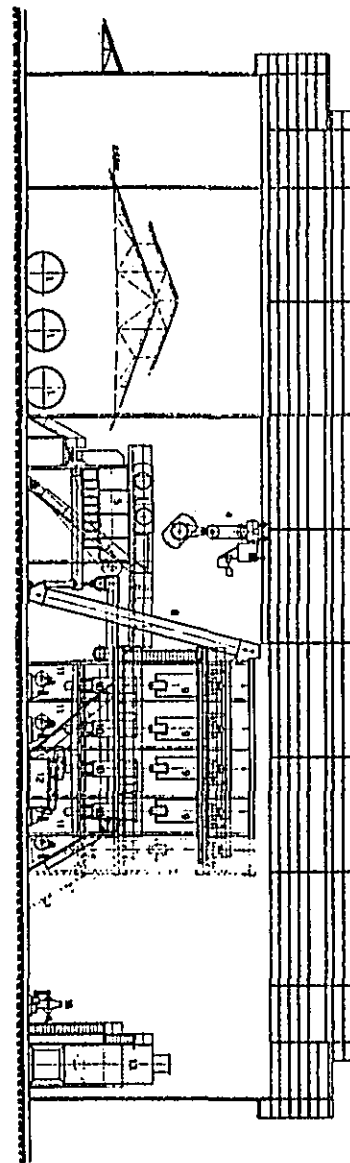
新鮮果房の受け口端は道路および鉄道輸送の両方式に扱えるように設計されている。



1	BUNCH-ELEVATOR	14	CRACKED NUTS SCREENS
2	VERTICAL STEERERS	15	KERNEL SKILL SEPARATOR
3	BEATER ARM THRESHIE	16	KERNEL ELEVATOR
4	FALUF-ELEVATOR	17	KERNEL DRYER
5	DISGESTERS	18	CYCLONE
6	CENTRIFUGALS	19	MULTITUBULAR BOILER
7	CLARIFICATION TANK	20	CHIMNEY
8	OIL PUMPTER	21	FEED WATER TANK
9	MATTE CONVEYOR	22	FEED PUMPS
10	DEBRANER	23	VERTICAL STEAM ENGINE
11	NUT ELEVATOR	24	FEED WATER PREHEATER
12	NUT GRADING SCREEN	25	DIESEL GENERATOR SET
13	NUT CRACKERS	26	BELT DRIVEN GENERATOR



- 1 Horizontal sterilisers
- 2 Steriliser bogies with fruitcages
- 3 Electric capstans
- 4 Electric crane
- 5 Threshers
- 6 Bunch stalk carrier
- 7 Bunch stalk silo
- 8 Fruit elevators
- 9 Digesters
- 10 Hydraulic presses
- 11 Hydraulic pumps
- 12 Crudeoil tank with vibrating screens
- 13 Continuous clarifiers
- 14 Sludge tanks
- 15 Automatic Weighing machines
- 16 Stork sludge centrifuges
- 17 Laval purifiers
- 18 Depericarpers
- 19 Silo nut driers
- 20 Cracking units
- 21 Hydro cyclone
- 22 Silo kernel driers
- 23 Shell conveyors
- 24 Silo for shells
- 25 Vertical steam engines with alternators
- 26 Switch board
- 27 Steam receiver
- 28 Hot water tank
- 29 Feed water heater
- 30 Feed water pumps
- 31 Feed water tank
- 32 B & W water tube boilers
- 33 Blowers
- 34 Chimneys
- 35 Cyclones for fibre
- 36 Cyclones for dust



第3章 果房の受入れ・蒸熱処理・脱果 (reception, sterilising and threshing)

操業生産費を最小に減らすためには、パーム油工場の果房受け口を注意深く計画することが重要である。この問題については後章でくわしく述べるが、重要な注意点は次の2つである。

- (i) 輸送形式をどうするか(鉄道かトラックか)
- (ii) 蒸熱処理機の型式(水平型か縦型か)

これら2つの項目は、果房を蒸熱処理機へ、蒸熱処理機から脱果機へ移動する場合に用いる方法に影響を与える。収穫された果房の工場への輸送は、道路か鉄道か、またはその両方の組み合わせによる。

縦型の蒸熱処理機では、果房を高く持ち上げてから蒸熱処理機に入れる必要があるが、水平型の場合には、果房容器は高く持ち上げる必要はなく、直接蒸熱処理機に果房容器を入れることができる。一般に縦型の蒸熱処理機は小工場のみで用いられる。一方水平型蒸熱処理機は、毎時新鮮果房4トン以上処理の規模をもつ工場に利用される。これは1つの目安であって、その地方の条件や資金によって最終的な選択をすることになる。

縦型の蒸熱処理は非常に単純な構造で、平面の円筒形圧力容器からなり、蒸熱処理済み果房の移動を助けるため、傾斜させた床にすえつけられる。

1番上にはねじで止められるマンホール形の蓋があり、蒸気が洩らないように、ゴムのパッキングがある。この蓋を開けて果房を入れる。蒸熱処理機の底の前面には、平らで水平な扉が蝶番い(hinged)で取り付けられ、この扉を締めるために、タックルギヤー(toggle gear)がある。蒸熱処理を終った果房は、この扉から取り出される。

この蒸熱処理機は、容器内の蒸気圧が3気圧になったとき、吹き抜けるように、重量で調節した安全弁がついている。蒸気の入り口は上端にあり、保温装置の中を通過して底まで通じている。

蒸気の出口や吹出口は底部にあり、床や鉄格子の下に、蒸気の液化したものを捨てられるようになっている。蒸熱処理機を設置した後、蒸気を経済的に利用するためには、蒸熱処理機の外装を保温的に十分なものとしておかなければならない。

蒸熱処理機の操作は簡単で、底部前面の扉を閉め、果房を上から入れる。果房を入れ始めるとすぐに、予熱蒸気を通して果房の軟化をはかる。上の蓋を閉め、主蒸気バルブを開ける。そして蒸熱処理が始まる。

蒸熱処理の周期が完了したら、蒸熱処理機の蒸気を抜き、底部前面の扉を開け、果房を取り出す。最初は手かぎで果房を取り出し、少し冷えた所でショベルで果実を掃き出す。

蒸熱処理周期の時間と圧力の関係は一定ではない。それは主に、蒸熱処理機の型式(縦型か水平型か)・大きさ・油やしの品種・果房の成熟の程度・収穫から蒸熱処理までの経過時間に関係し、また蒸熱処理機に蒸気の入る速さや、最高蒸気圧になるまでの、順序の調整・時間なども関係する。(注・蒸熱処理に当たって、気圧を変えて処理することが多いが、各気圧ごとの気圧の大きさ、時間が関係する)

しかし一般には、 $2.1 \text{ Kg/cm}^2 (30 \text{ lbs/in}^2)$ が合理的な最低圧力で、 $2.81 \text{ Kg/cm}^2 (40 \text{ lbs/in}^2)$ が最大圧力である。そして蒸熱処理に要する時間は、45分から75分の間であって、上記の条件を考慮して決めることになる。

もし蒸熱処理が高温に過ぎると、高温によっても仁(kernel)は変色するし、堅果(nut)の中に果汁やパーム油が

浸み込むことによって仁はどす黒く変色して商品価値が下がる。

普通水平型の蒸熱処理機では、仁の変色はおこらない。著者(J. F. TWI TCHIN)は長年にわたり、水平型蒸熱処理機で2.5気圧75分間の蒸熱処理を行ない、その間最高気圧(2.5気圧)20分間を保って処理したが、平均70%以上の白色仁を得ている。

最適の蒸熱処理を行なうには、上記数値の範囲で試行錯誤が必要である。

蒸熱処理に関する主な注意点は次のようである。

(i) 空気放出のための適当な処置(用意)

(ii) 効率的な蒸熱処理に一致する最低の時間と蒸気圧を見出すこと。

(iii) 凝縮物中に含まれる、損失パーム油を回収するための処置。

(iv) 「中田附記」「海外農業ニュース」(第25巻、昭和46年12月・佐藤孝訳・ベルネエグ原著油脂作物編より引用)

蒸熱処理の開始と同時にできるだけ速く最高圧に達するようにしなければならない。というのは、酵素の作用は40℃で最高になり、70℃で初めて作用がなくなるからである。一方圧力は2 Kg/cm以上あまり長くおいてはいけない、前記のように仁が変色するからである。

蒸熱処理を終る直前、数秒間3 Kg/cmまで圧力を上げ、そしてこれを急激に減圧することが多くの工場で行なわれているが、この処理で油を含んだ細胞は破れ、果実から水分の一部が蒸発し、約80%の仁は堅果(nut)の内壁から離れるようになる。なお同資料によれば蒸熱処理は1.5 Kg/cm~2.5 Kg/cmの圧力で20分~60分となっている。

(中田私見) アフリカにおける蒸熱処理時間20分というのは、果肉の非常に薄い品種を小量扱う場合にはなからうか。東南アジア地方で栽培されているTenera(Deli-DuraとTeneraの交配)のように果肉の厚い果実を大量に蒸熱処理する場合に適用できるかどうか疑問である。

蒸熱処理の三大目的

(i) パーム油を分解して遊離脂肪酸(free fatty acid, 略してf·f·a)を生ぜしめる酵素を不活性化する。そのための温度としては65℃で十分である。

(ii) 窒素質と粘性物質を凝固させ、粗油中の混濁液(乳化液)の形成を予防する。

(iii) 果実を柔らかくし、効率的に果房から果実を離れるようにする。

そのほか油の回収率がよくなり、仁がnutの殻から離れるなどの効果もある。

図-3は開閉扉を持った典型的な水平型蒸熱処理機である。果房は図-4に示すような適当なかご(金属製で穴のあいた果房容器)に入れて蒸熱処理機に積み込まれる。水平型の蒸熱処理機は、両側か片側かのどちらかに扉のある鋼鉄製の円筒容器に過ぎない。そして底には果房容器を積込む台車を乗せるレールが敷いてある。扉を1つにするか2つにするかは、蒸熱処理機に果房を入れる方法による。

農園から果房を積んだ容器が入って来るとき、蒸熱処理機の後方から入って来るときは2つの扉が必要になる。

しかし蒸熱処理機の前方から果房容器を受け、そして蒸熱処理を終った後、前方から出すように設計されているときは、扉は1つで十分である。扉は1つの場合が一般的で、工場の例として示した図からもわかる。

工場技術者の観点からは、扉の維持管理はきわめて重要である。一般に扉を閉める装置には3つの型がある。

(i) 図-4に示したもの。

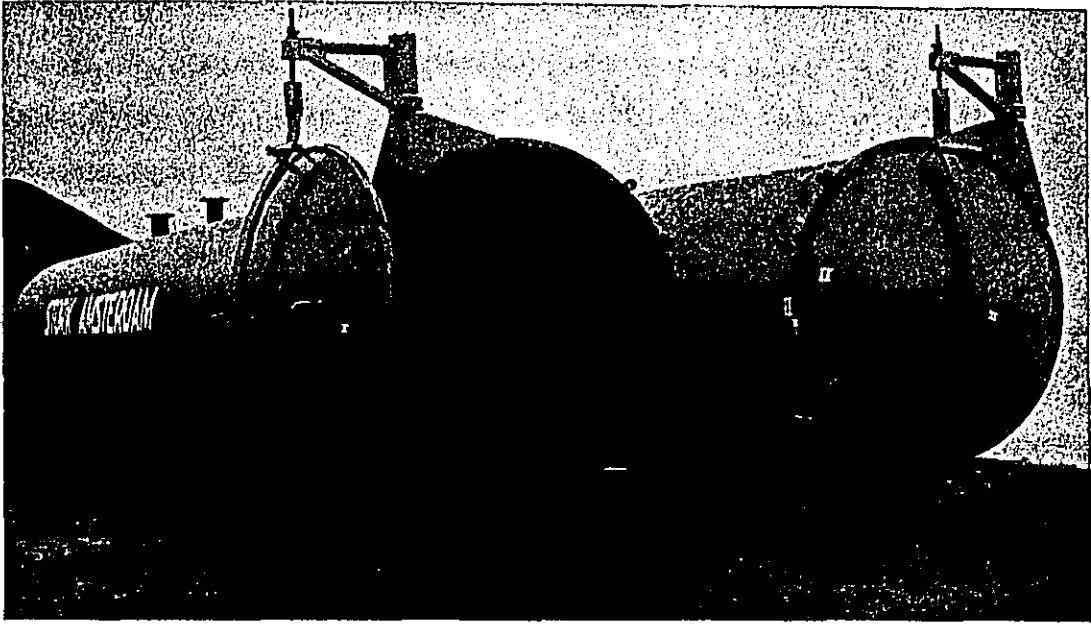


图 - 3

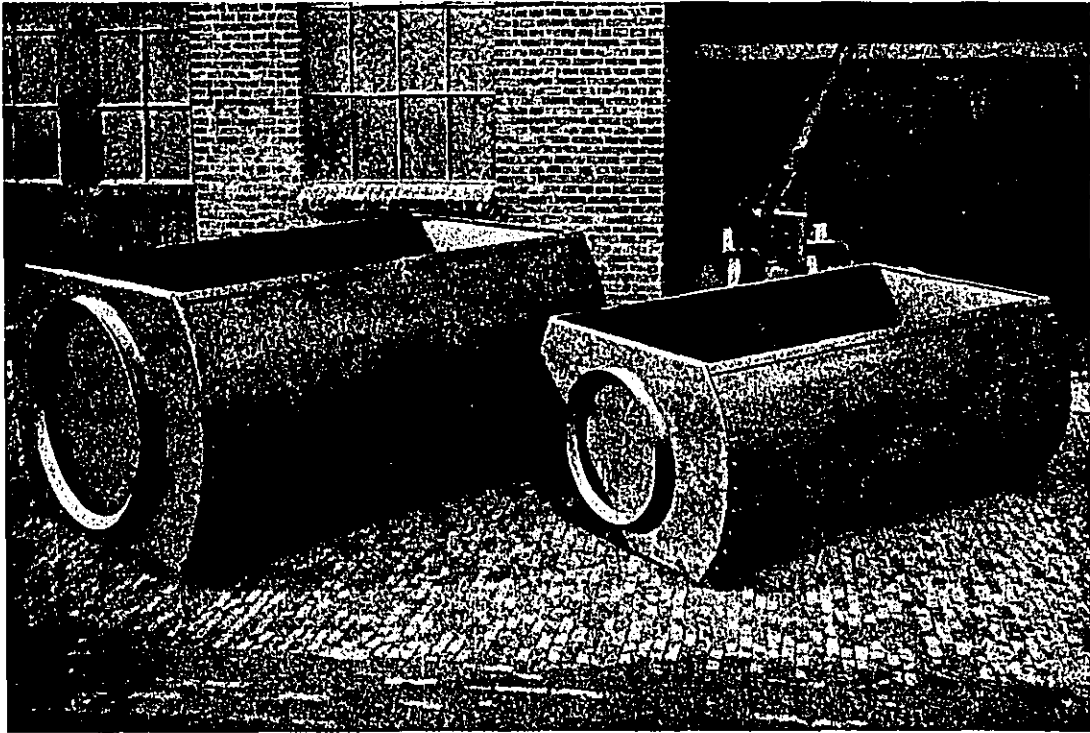


图 - 4

(II) 中央で調節する装置。扉の中央に水平に取り付けられたねじ軸がある。扉には突起部があり、突起部の中には toggle bars (トグルによる倍力装置) が固定されていて、突起部に取り付けられたハンドル輪を回すと、toggle bar は toggle を内側および上側に押しつける。このようにして蒸熱処理機の端の差込みと扉とはかみ合い、扉の接合部は安全な状態となる。

(III) 多くのヒンジ止め (hinged toggles 一肘金) があり、蒸熱処理機の端にある穴と組み合わせて toggle を手でねじ止めするものである。

最初の2つの方法はほぼ満足できる方法である。いつの場合でも、扉が蒸熱処理機自体と正しく中心線が合っているように扉をよくそろえて置くことに十分な注意が必要である。縦型の場合は、細長い小穴 (slot) が凹所 (recesses) に完全にはまり込んで、ついている車輪および rack (歯ざを) でしっかりと締めることができる。そして(II)の方法によって toggle bars が外周全体で栓 (spigot) の下に確実に入るようになる。これらの2つの方法は作業員の一動作でできるということも注目すべき点である。

3番目の方法は、3つの方法の中では、最も良くない方法と考えるとよい。扉を締めるための toggle が16個もあるため、不注意な作業員はいくつかの toggle を締めることを忘れるかもしれない。また扉がきちんと線にそろっていないと、toggle に働く力が不均一となり、さらにやっかいなことになる。

工場の規模が蒸熱処理機 (steriliser) の型式を決定するが、各型式の利点、欠点は次のようである。

縦型 steriliser 内は果房・果実で満されるので、水平型の場合の、果房容器自体を熱するのに蒸気を浪費されるのに比較して、蒸気の消費量は少なく済む。普通縦型では、多くの操作手数を必要とし、その間に果実を傷つけ、酸度を悪化させる。

水平型 steriliser の場合に、もし果房が鉄道 (軽便鉄道) 輸送されると、収穫者は果房を直接、蒸熱処理用の容器に積み込み、果房容器がそのまま steriliser の中に入る。したがって果実を傷つけないで済む。

縦型では、果房は最初トラックまたはトロリーに積まれ、工場ですと落とされ、果房はエレベーターに乗せられ、再びかなり早い速度で steriliser の中に落とされる。

steriliser から果房を取り出す時も、非常にゆっくりで、時には果房が steriliser の途中にひっかかるようなことがあると、果房を取り出すのに、肉体的にも重労働である。

このようなことから、縦型 steriliser では蒸熱処理作業の全周期は長い時間を必要とする。果房を steriliser に入れるのが20分、蒸熱処理時間約1時間、蒸熱果房の取り出し40分、合計約2時間となる。

水平型では、全周期が機械化される。果房を積んだ容器は適当なウインチや入れ替え機 (shunting mule) で steriliser に入れられ、同じ方法で取り出される。蒸熱処理時間を1時間としても、全蒸熱処理周期は1時間15分を越えることはない。

蒸熱処理作業における問題には次のようなものがある。

(i) steriliser から空気を十分に放出することは重要なことである。その空気というのは、steriliser の中にあった空気や果実そのものから出る気体などである。

縦型の steriliser では空気の放出は簡単に行なうことができる。それは排出口が底にあるので、蒸熱処理の作業中に、少しバルブを開けてやれば底の方にある液化した水分や空気を抜くことができる。

この場合に、蒸気の通路と排気を別々の線に分けて、自動的に操作できるようにした方がよい。

水平型の steriliser では同様の方法が適用できるけれども、steriliser の底に沿って Condensate の線の丁度上に水平に空気の排出パイプを置くのが最良の方法であることがわかっている。これは端の板の中心で、T字管を通じてはき出すことができる。温度調節機を取り付けて排気弁を操作することができる。steriliser の底の温度が下がったときに空気を放出し、温度が上ると閉じるようになる。

- (ii) 放熱による熱量の損失はどの型であっても、また良く被覆されていた場合であっても非常に大きい。
- (iii) steriliser にとって腐蝕やへこみ (pitting) のできることは非常に深刻な問題であって、これを防ぐためには、しばしば掃除をしたり、検査することが最も重要である。へこみ (pitting) が多くなった場合は、順次溶接するとか、適当なあて板をつけて修理する。
- (iv) 溶接で製造された steriliser はリベット (鉄) 止めしたものよりも優れている。温度のひんぱんな変化による連続的な膨張と収縮の繰り返しから、リベットや合わせ目に力を加えることになり、絶えず蒸気洩れを防ぐ作業 (kaulking) と注意が必要である。
- (v) 大きな水平型 steriliser の膨張はかなり大きい、そのため、steriliser の扉端のすえつけには厳密な注意が必要である。また steriliser 自体が自由に動けるように、ローラーに乗った台の上に設置される。
- (vi) 蒸熱処理中に蒸気の圧力で、steriliser の扉が開かないように、しっかりした安全装置がなければならない。
- (vii) 水平型 steriliser には2つの標準型がある。すなわち、1.25トンの新鮮果房・果実の入る容器に合った大きさと、2.5トン入る容器に合った大きさのものである。steriliser の長さは、工場の規模に見合うようにすることができる。

例えば2.5トン×6台の入る大きさの steriliser 2台では、最小限1時間当たり20トンの新鮮果房を処理する能力がある。この場合、蒸熱処理は1時間15分、入れ替え時間15分として計算した。

- (viii) 蒸熱処理機の中に入れるトロリー (trolley) の設計に当たっては、非常に高温と強い腐蝕に耐えるような、特別な注意を払う必要がある。また不注意なクレーンの取り扱いによって、トロリーに衝撃を与えることもある。従って蒸熱処理機に入れるトロリーは、非常に丈夫に製作しなければならない。

さらに蒸熱処理機についていえば、この章の最初にも述べたように、果房受け口を良い設計とすることである。いつの場合でも重要なことは、取り扱い労働を最小限に減らすようにすることである。このことは生産単価を切り下げればかりでなく、果実の傷つくのを防いで、良質の油の生産と関係する。

第1の工場計画案について

この計画案は小工場である。この計画では果房はエレベーターを使って、縦型蒸熱処理機に運ばれる。このような規模の工場では、ほとんど例外なく、収穫物の運搬には貨物自動車 (lorry) を使っている。この計画では、鉄製荷台 (steel bodios) で、油圧操作で横にひっくり返す自動車を使うのが最も良い方法であろう。

秤量機がエレベーターのすぐ近くの便利な所に設置されていて、貨物自動車はそこで秤量した後、エレベーターの方へ果房をひっくり返し、そこから果房は人力でエレベーターに入れられる。

小資本の場合は、おそらく最も経済的な方法であるけれども、このエレベーター方式はいくつかの欠点をもっている。

- (i) 果実を蓄積すれば果実は広がり、さらに果房や果実が蓄積されて山のようにになると、果実はさらに広がって、エレベーターに積み込むのに多くの労力を必要とする。このことは果実をより多く傷つけるし、ほこりやごみの混入量を多くする原因となる。

このことは次の方法で解決できよう。

建物の端に平行して走る環状線の鉄道を設け、その一端に荷下しの傾斜面を設ける、貨物自動車は無蓋貨車（トロリー）へ適量になるまで、直接積み込む。トロリーはエレベーターの方へ必要に応じて回って行き、再び環状線を通って果房積み込み場へ回ってくることができる。

- (ii) この方法は、果実を繰り返して傷つける原因となる。すなわち、貨物自動車から荷受台に落すとき、荷受台から果房エレベーターに移すとき、さらに果房エレベーターから蒸熱処理機に入れるときなどである。

しかしながらこの工場計画は無難なものであり、また蒸熱処理を終った果房をかき出し、それを脱果機（stripper）に入れてやる（脱果機は果実を自動的に果実エレベーターに送るので）のに1人の作業員で十分である。

第2の工場計画案について

この計画は果房を積んだ自動車と起重機（crane）との結びつきを示すものである。積荷線と蒸熱処理機の配置線とは平行して走っており、また水平型の蒸熱処理機が用いられている。自動車は果房積替用傾斜面（ramp）の所までくる。そして自動車の側面または後方から果房を chute（果房などを高い所から低い所へすべり落す装置）へ落とし、シュートから直接蒸熱処理機用の果房容器へ積み込まれる。果房を満した容器は、起重機で蒸熱処理機用台車（trolley）へと運ばれる。からの容器は再び積み込み場へ戻ってくる。

この方式では、果房は一度農園で自動車に積み込まれると、もうそれ以上の人手を必要としない。工場における蒸熱処理機への果房の出し入れのための、すべての持ち上げ作業は、クレーンや巻取機（winche）で行なわれる。

積荷線（load line）は果房の貯蔵あるいはからの容器（cage）を置くための十分な広さをとってある。そのことは非常に重要であって、自動車はすぐ荷をおろすことができる。

もしも果房容器の数が不足したり、果房置場の広さが足りないと、自動車は工場で荷おろしを待たされることになり、貴重な時間をむだにする。

図に示すように一対の蒸熱処理機を用いると、次回分の果房を積んだ容器は蒸熱処理機の外で待機させられる。また2つの蒸熱処理機が蒸熱処理を行なっている間に、処理済みの果房はクレーンによって、容器ごと脱果機の所へ運ばれてあげられる。からになった容器は積み込み場へ戻される。新鮮果房を積んだ容器は蒸熱処理機へと運ばれる。

各蒸熱処理機から処理済み果房容器の引出しはウインチによって行なわれるので、処理済み果房容器を引出すとすぐに、待機していた果房容器を引き込むことができる。そのため、果房容器の出し入れの全作業時間は10～15分以上は決してかからない。

このように水平型蒸熱処理機は、縦型の場合のように、蒸熱処理機から果房を取り出すのに時間のかかるもの比べて、作業は簡単である。

第3の工場計画案について

この計画は3台の大きな水平型蒸熱処理機が併列して設置されていて、果房容器（cage）の移動はウインチ（winche）で行なうようになっている。この配列はまことに良い方法である。

果房の荷受けは、鉄道または自動車のいずれでも、直接工場に受けられるように用意されている。そしてそれぞれの輸送線から、クレーンで直接扱われるので、労力を最低に減らすことができる。

すべての蒸熱処理用の線路は、転線路（cross over）で相互に連絡し合うようにされていて、蒸熱処理機への材料の出し入れが便利になっている。

1時間当たり新鮮果房30トン进行处理することができ、作業員は4人で十分である。堅実な計画の結果として、果実の単位重量当たりの操業単価を非常に低くおさえることができる。

脱果（stripping・threshing）

脱果機には Beater arm thresher（タタキ脱果機）、rotary thresher（回転篩…直径2～3m、毎分25～30回転円筒型）とがあり、一般に Beater arm 式は小工場に、回転篩式は大工場に使用される傾向がある。

例-1 ①小工場案

ここでは果房はエレベーターで持ち上げられ、縦型の蒸熱処理機に入れられる。このエレベーターは両側に鎖があり、その間に果房が入るのに十分な大きさのバケット（bucket）を取り付けたものである。果房は人力でこのバケットに入れられる。エレベーターは果房を持ち上げて、適切に設計された chute に落とし、chute から蒸熱処理機に果房を落とし込む。

また縦型蒸熱処理機の位置は前述のように、作業員が蒸熱処理済みの果房を手かぎで、直接脱果機（stripper）に投げ込める位置にある。

この型式の機械は小工場用としては理想的である。stripper は水平に取り付けられた棒のある揺りかご（cradle made from flat bar）があり、その棒の間隔は、棒と棒の間に果実打落し用のたたき腕木（beater arm）の入るすきまが十分あるように離してある。打ち落された果実は、揺りかご床の棒の間を通過して機械の底にある、らせん状の搬送機（worm conveyor）に落ちるようになっている。果実はらせん状搬送機から直接、果実エレベーターに入る。

マンガン鋼のたたき腕木は回転する軸に取り付けられていて、腕木が果房から果実を打ち落すようにしてある。揺りかご全体は、調節が可能のように軸つりボルト（hanger bolt）でつるされている。すなわち、揺りかごを傾斜してすえつけておくと、果実の落ちたから果房は揺りかごを通り抜けて落ち、貨車とかベルトコンベヤーの方向とか、必要とする方向に chute を通して放出される。

たたき腕木はすり減るので、揺りかごは下げることができるようにしてあって、果房と腕木が適度に接するようになっている。この単純にして効果的な機械は、1時間当たり新鮮果房6トンまでの生産用として適している。完全に自動化されており、蒸熱処理済み果房を脱果機（stripper）に投入する作業員1人以外は作業員を必要としない。

水平型蒸熱処理機と脱果機（thresher）

水平型蒸熱処理機から脱果機（thresher）の plat form まで、蒸熱処理済みの果房容器（cage）を持ち上げるには crane が最良の方法である。このクレーンは、特にバーム油工場用に設計されたものである。クレーンは1

本のレールにつるさされていて、3個の別々のモーターで、移動・荷物の巻き上げ・果房容器（cage）を傾斜させてひっくり返す操作を行なうことができる。（普通のクレーンでは、果房容器を傾斜させてひっくり返すことができない。）

クレーンからは2本の駆動チェーンが下がり、それに横棒が取り付けられ、さらにこの横棒には、2本のかぎのついているつり下げ鎖があって、果房容器をつり下げるようになっている。

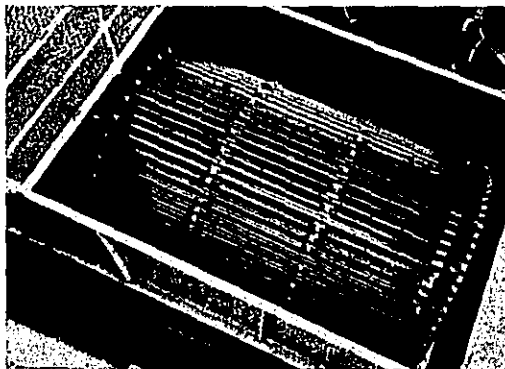
果房容器の巻き上げ・巻き下げには、クレーンの巻き上げ滑車（sheave …滑車）が同じ方向に働く。また果房容器を脱果機の付近に運んだときは、荷下しモーターが働き、駆動チェーンの一方を巻き上げ、他方を巻き下げる。かくして駆動チェーンを通じて、巻き上げ棒（hoisting beam）を回し、つり下げ鎖を回し、さらに果房容器のつり上げ輪にある突起に作用して、果房容器はひっくり返る。

このようにクレーンの操作者を除いて、農園で果房容器に果房を積み込んでから、脱果機のプラットフォーム・フォームへ果房をおろすまで、果房・果実に手を触れる労力はいらぬ。

クレーンは完全に安全装置で保護されている。目に見える示標のうち、ロープかドラム（drum）のどちらかの示標が安全圏内にあれば、制限装置（limit switch）が働いて、走り過ぎや、どの方向に対しても、巻き上げすぎを防ぐようになっている。

蒸熱処理を終った果房は、脱果機（thresher）のプラットフォーム・フォームにおろされる。図-5のように脱果機にかけられる。

図-5 スレッシャー



図に示されるような回転筒式の脱果機（rotary thresher）は、大きな生産量をもつ工場で操業するものである。図-5からわかるように、この型の機械は1個の円筒状の回転筒で、直径は2～3m、外周には、縦方向に細い溝付き金属棒が取り付けられている。この金属棒の間隔は約5cmである。

この回転筒は3本の脚によって中央の軸にしっかりと取り付けられている。また適当な間隔に輪をつけて補強してある。

回転筒が回転すると、果房は一端から供給される。回転筒が回ると果実は果房から落ちて、金属棒の間を抜けて、機械の直下に設置されている搬送機（conveyor）に乗って果実エレベーターへ直接送られる。

この機械は簡単なもので、操作の人夫を必要としない。大型のものは1時間当たり、新鮮果房20トン进行处理することができる。この機械を最大限に効率よく働かすために注意する点は、回転速度のみである。（アフリカでは、1分間の回転数を25～30回転としている。）

回転が早過ぎると、果房は遠心力によって、回転筒と一緒に回ってしまう。遅すぎると、果房は回転筒の底の部分で回っているだけで、ともに脱果の効率は悪い。

回転筒の速度は、回転に伴って、果房は遠心力によって持ち上げられ、ほとんど筒の頂上に上ってから落ちるよう調節しなければならない。このような場合は、果房は落とされ、また拾い上げてから落とされて、脱果がうまく行なわれる。

果房を供給する量の多少が、空果房を筒の他端から放出する速度を支配することになる。もし果房が脱果機の中を早

く通り過ぎたり、果実が十分に落ちないような場合には、適当な防止壁（baffle）を取りつけて、果房の流れを遅らせることができる。

図 5 は溝付き金属棒が円筒の輪や中心軸に取り付けた 3 つの脚などに、ボルトで締め付けられたものを示すが、もっと良い方法は、金属棒は溶接で固定することである。ボルトやナットはゆるみやすいし、常にそれらを固く締めおくための注意が要求される。

脱果機の外周にある側壁板には扉がある。脱果機の点検・清掃・コンベヤーの修理・変更などの場合は、その扉を開いて作業を行うことができる。

第4章 すりつぶしおよび搾油 (digestion and pressing)

ここでは主に Deli-Dura type から搾油するために設計された機械について述べる。

Deli-Dura type の果実は果肉、殻 (shell) とともに各々 3~5 mm ほどの厚さをもち、仁 (kernel) の大きさは中型である。生産物としては、パーム油と仁 (palm kernel) である。

パーム油工場設計の主な問題点は次のようである。

- (i) 果肉から油を抽出するためには、適当な準備処理を行なう。
- (ii) 粗油から精油を分離する。
- (iii) また堅果 (nut) から繊維を取り去った後、堅果を割って仁 (kernel) を得る。
- (iv) 各作業工程の間を連絡して、運んだり、持ち上げる作業がある。

また、一般的な注意点は次のようである。

個々のエレベーターとかコンベヤーは、その機械 unit ごとに要求される最大の量を扱う時に、十分な能力をもつように設計される傾向がある。このようなやり方は、最初から目標を立て規格化した設計に比べて、はるかに多額の資産を必要とする。

例えば、主な機械部品を遠い外国から輸入しなければならないような所に工場がある場合は、多種多様な機械の予備部品を手当てする必要がある不経済である。

つまり、チェーンの型とか大きさは、個々の所で設計するのではなく、工場全体のエレベーターに適合するようなものを選び、またバケットは大型と小型の2種に限定する。そして鎖歯車 (sprocket)、軸受け、軸 (shaft) などはすべて共通とする。

また設計上の注意点としては、エレベーターの各部は、破損と摩耗のはげしいものであるから、可能なかぎりゆっくりと走るようにすることが非常に重要である。同様のことがコンベヤーの場合にも言える。そして維持を便利にするため、取り替え可能なセキ金 (liner) を用いておくことが必要である。

乾燥させたり、高温にしておくことを要求される所ではどこでもコンベヤーは多量の蒸気で被覆しなければならない、特に次の所である。

- (i) 脱果直後の果実を果実エレベーターに送る途中のコンベヤー
- (ii) すりつぶし機 (digester) へ果実を送るコンベヤー
- (iii) 搾油粕を depericarper (堅果 (nut) と繊維の分離、以下繊維の分離と呼ぶことにする) へ送るコンベヤー
- (iv) 殻 (shell) をボイラーに送るコンベヤー
- (v) 仁 (kernel) を仁乾燥機に送るコンベヤー

脱果を終った空果房は、有機質肥料として非常に価値がある。また焼いて灰にすれば、灰は多量の加里を含んでいる。

空果房を農園に散布する方法は、栽培上からは最良の方法と考えられるが、空果房は全収穫重量の約 20% を還元することになり、それだけの労力を必要とする。

焼いて灰にすれば、新鮮果房重量の 0.5% となり、貯蔵も簡単であるし、必要に応じて農園に散布することができる。

どのような方法がとられるにしても、非常な小工場を除いて、脱果機の所へ空果房を排出するため、適当なコンベヤーを設置するのがよい。

空果房排出の末端は、焼却場・貨物自動車・鉄道貨車などへ適宜分配できる。もし空果房の運搬にベルトコンベヤーを採用した場合は、耐酸性の材質でないといえぬが非常に早い。その意味で、軽鋼板 (light steel slat) で作ったものは良好である。

果房を焼いて灰にするには、特にていねいに行なわなくても、地面に山のように積んでも燃すことはできるが、灰汁を逃さないためには、適当な屋根を設ける必要がある。またゆっくりと燃せば有効である。

図-6 は焼却炉の簡単な型の1例である。これは図に示すように、古いレールを置いて鉄格子とした、鉄筋コンクリートの箱以上の何物でもない。

もっと小さいものは、1歩間隔ぐらいの鉄格子に、普通のアーチ形のレンガの屋根で囲んだものがある。すべての場合に、鉄格子は耐熱性でなければならぬ。また適当な通風制御の設備が必要である。

4-1 すりつぶしおよび搾油

蒸熱処理を終り、脱果された果実、エレベーター・コンベヤーを通過してすりつぶし機 (digger) に入れられる。

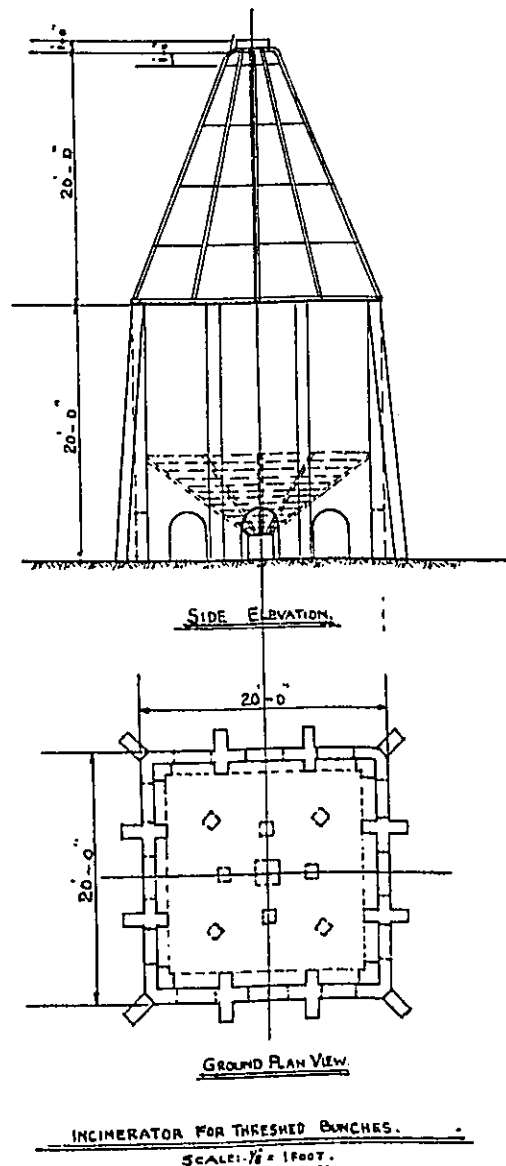
図-7・8 はすりつぶし機と一対になった搾油機 (press) の代表的な断面である。

すりつぶし機 (digger) の主な仕事は、果肉を堅果 (nut) からゆめ、また油を含む細胞を破裂させ、同時に均質などろどろとした状態とすることである。また同時に、繊維と堅果 (nut) の最初の分離を起し、搾油機に移したとき、空気のすきまをなくすことにある。

適度にすりつぶし処理することは何よりも重要であって、搾油後繊維中に含まれる損失油分の量や、堅果 (nut) と繊維を分離した後の堅果のきれいさは、主としてすりつぶし処理の良否に関係する。

digester (すりつぶし機) というのは垂直の、二重壁の円筒形の攪拌タンクである。攪拌装置は垂直の四角の軸と、その軸についた3~5対の翼あるいはナイフからなる。また、軸から離れた所に攪拌タンクの直径を横切った障壁が固定されていて、果実が攪拌翼といっしょに回転するのを防いでいる。加熱は外側の二重壁の間へ3~4 Kg/cm²の蒸気を循環させることによって行なうが、普通は3気圧の低圧蒸

図-6 焼却炉



気の場合が多い。多くの digester は底から約 7.5 cm 上った所に穴あき鉄板をおき、その穴から粗油を流し出す装置を備えている。

すりつぶした果実は、攪拌タンクの下端部の側面の蓋を開けて行なう。果実と攪拌装置との間に十分な接触を保つため、攪拌タンクは常にいっぱいに充滿しておかなければならない。

すりつぶされた果実が、搾油機 (press) に入るときの温度は約 90~95℃ でなければならぬ。

最近実施されている digester は、果実のすりつぶされたものが搾油機に入る前に、50% 近くの粗油は、底の有孔鉄板を通じて流出するように設計されている。digester の容量は、搾油機 (press) 1 時間当たり作業量を下回ってはならない。すなわち、果実のすりつぶされたものが digester から搾油機に取り出されると同時に、digester には蒸熱処理済みの果実を補充することが重要であって、少なくとも 1 時間はすりつぶし作業 (cooked for) を行なわなければならない。

そこでもし 1 台の搾油機 (press) が毎時 8 回の搾油を行なうとすれば、digester の容量は搾油容器 (press cage) に入る量の 8 倍とすべきである。

図-7.8 は攪拌軸の駆動について頂上駆動式であり、そのほかに下部駆動式の型がある。頂上駆動式は下部駆動式よりも優れている。それは底部駆動の場合は複雑なギヤボックス (gear box) を必要とし、また注意がたりない時はバーム油は軸を伝わってギヤボックスに流れ落ち、潤滑油を汚してギヤの甚だしい摩耗を招くことになる。

digester の底には、底から約 7.5 cm (3 インチ) 上った所に穴のあいた鉄板を設置してある。攪拌と加熱によって出て来た油はこの鉄板の穴を通して流れ出し、排出パイプによって直接粗油集積タンクに導き出される。

digester への蒸気の吸入および排出には適当な制御弁があり、steam trap (2 度 U 字に曲った管) もついている。保温壁を通して温度計が設置され、どろどろにすりつぶされた果汁の温度を記録する。

蒸気の吸入弁は、自動温度調節装置によって、最適温度に調整される。digester の前面底部には、図でわかるように、sliding door およびホッパーがあり、そこからすりつぶされた果実は搾油機に入れられる。

油の中に含まれる酸・あるいは果実とともに集められてくる砂やほこりのため、digester の破損と摩耗ははなはだしい。設計に当たってはこのような摩耗に対する余裕を見込む必要がある。摩耗のはげしい所は攪拌翼上の保温壁である。ここは取り替えを容易にするため裏宛て鉄板を鉄止めしておくことよ。

攪拌翼の摩耗も早い、そしてすぐにすりつぶし効果が悪くなり、その結果繊維中に含まれる損失油分の増加として表われてくる。従って翼の摩耗には常に注意していることが必要である。使用する鋼材の選択には特に注意を払う必要があり、マンガン鋳鋼の攪拌翼が最も摩耗に耐えることが認められている。

digester 底部の穴のある鉄板は、単に置いてあるだけで固定はしてないから容易にとり替えられる。またこの穴が繊維やごみなどで詰まらないように、時折り点検しなければならない。

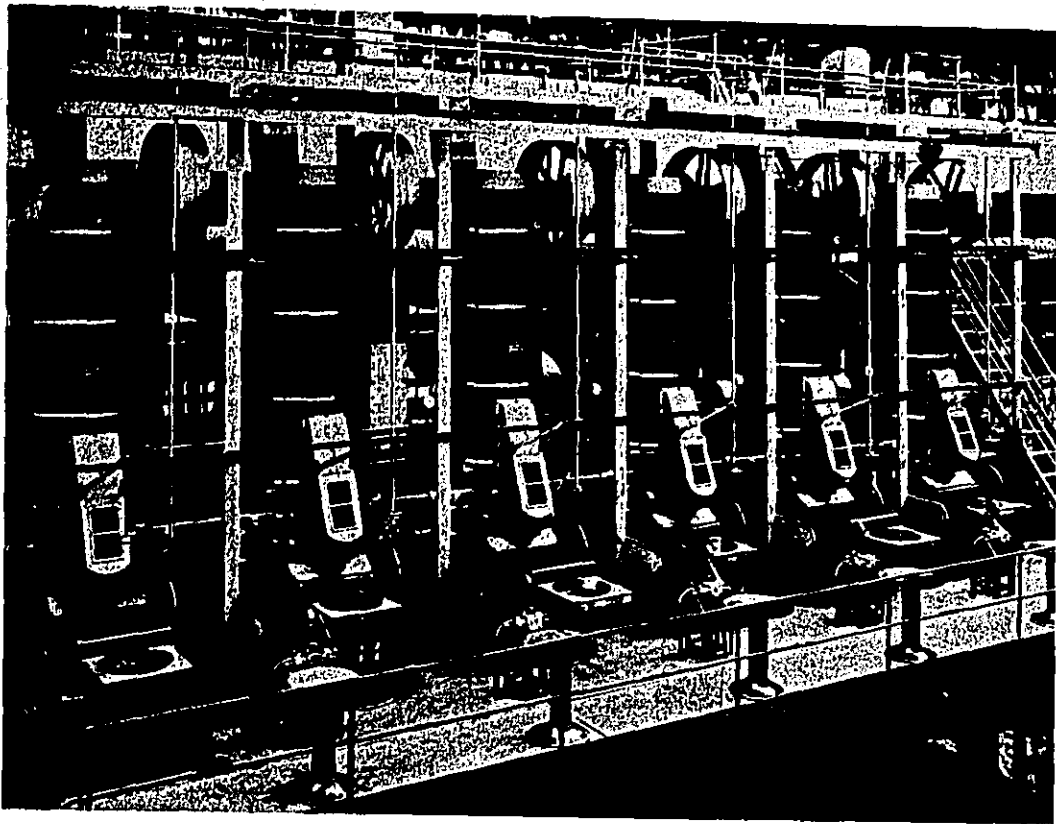
digester で、良いすりつぶしを確保するための原則的な注意は次の 2 つである。

(i) digester は常にいっぱいに満しておくこと。

(ii) 正しい温度を保つこと。

穴のあいた鉄板を底に入れた digester では、よりよい状態で操作されている場合、繊維中の損失油量は、乾物基準で 7% を越すことはない。もし穴あき鉄板のない digester の場合には、損失油量は約 10% となる。

図-7 digester



穴あき鉄板を底に入れた digester のただ1つの不利な点は、比較的大きな動力を必要とすることであって、次に示すようである。

1時間当たり1.5トンの新鮮果房を処理するのに適する小型の digester と press の場合、

- (a) 穴あき鉄板のある digester 約12 H・P
- (b) 穴あき鉄板のない digester 約 8 H・P

1時間当たり3トンの新鮮果房を処理するに適する大型の digester と press の場合、

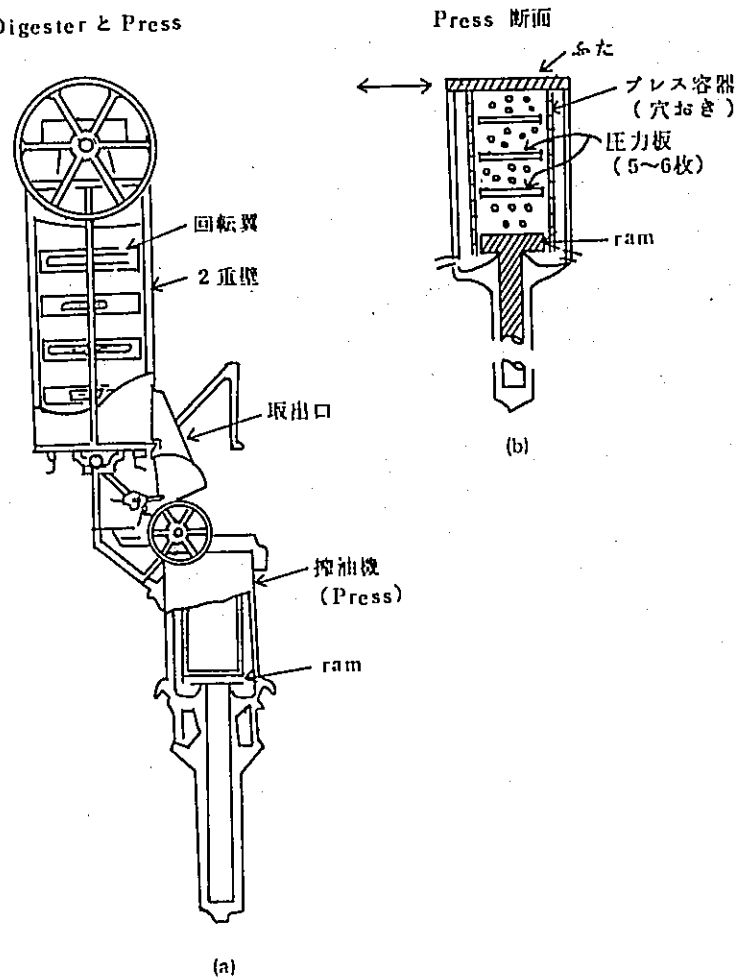
- (a) 穴あき鉄板のある digester 約25 H・P
- (b) 穴あき鉄板のない digester 約15 H・P

底に穴あき板を置いた digester を採用している場合、特に注意することは、1日の作業の終わりに確実に digester を空にしておくことである。もしすりつぶした果汁などを残したままにしておくと、翌日には乾燥して固形物状にかたまり、始動時に強いトルク (torque …回転モーメント) を必要とし、ベルトが波打ったりギヤを破損するようなことがある。

図-8は頂上駆動式のもので、典型的な搾油機場である。この各 digester からすりつぶされた果実を搾油機に入れるには、digester 前方下端にあるすべり扉 (sliding door) を作業員が開けると、どろどろになった

図 - 8

Digester と Press



果汁が放出される。適量を落し込んだところで sliding door を閉める。これらは上部駆動式の digester で、ベルト切り替えギヤーは press の作業員が操作するようになっている。

各 press の左側には搾油粕を落すシュート (chute) がある。また前には圧縮調整器と圧力板 (注. press は搾油の効率をよくするため、すりつぶした果実と銅板を交互に入れ、約 6 枚の銅板を使用する、この銅板を圧力板という。) を置く所がある。

図 - 7 は完全な設計を示すものである。右下は脱果機 (thresher) で、果房はエレベーターで供給される。脱粒した果実 は直接 digester 上のコンベヤーに放出される。

digester の下には press がある。その press の下には粗油流しのといが置かれている。

press から出た油は下に向けたパイプを通り、粗油集積タンクに流れ込む。床の上には、各 press ごとに電動の水圧ポンプがそなえてある。

図 8 - (b) は press の断面を示す。press は上部および下部わく (housing) からなっている。下部わくは、ram (搾油機のピストン) があって、ram は水圧によって上に上げられ、またその自重によって下に下る。

ポンプのピストンには ram head が取り付けられ、この ram head は press 容器に合わせてある。press 容器は円筒形の丈夫な引抜き管 (solid drawn tube) でできている。そして全周にわたり、上から下まで穴があ

けてある。最上端には sliding door があり、図で見るように手回し車で開閉する。

すりつぶした果実が press に入れられると扉を閉じ、圧力が下の ram に与えられる。ram はゆっくりと上に上がり、press 容器にある穴を通して油を搾り出す。

そして粗油は排出溝に導かれる。

すりつぶし処理の重要性については、すでに述べた通りであるが、搾油装置については最も厳密な注意と調整をする必要がある。というのは、油が果実から抽出されるのは press であって、その後は放出された搾油粕に含まれている油は、永久に損失となって回収されることがないからである。

press の標準規格は2種類で、小型のものは毎時1.5トン、大型のものは3トンの新鮮果房の処理能力がある。大型・小型にかかわらず実際の搾油量は、1時間当たり搾油の周期数 (cycle) によって支配される。周期数が多くなれば1台当たりの搾油量は増加し、周期数を少なくすれば1台当たりの搾油量は減少する。搾油は時間をかけてゆっくり行なう方が油の回収率は良いが、時間当たりの周期数は減少する。

従って搾油の標準周期の決定は、上記のことを考慮して営利的、経済的な立場から決定し搾り粕の中に含まれる。ある程度の損失は認めざるを得ない。この損失は油損失 (oil lost) によって判断され、乾物基準で繊維中の油含有量として表現される。前述のように、底に穴のある鉄板を入れた digester における繊維中の油損失は7%を越えないし、穴あき鉄板を用いない digester では約10%である。

press は小型の方が1時間当たりの搾油回数は多くなる。それは press 容器に果実を入れたり排出の時間が短くてすむからである。大型 press では1時間当たり6回周期の搾油で新鮮果房3トンを処理し、小型の press では1時間当たり7回周期で1.5トンの処理となる。その時の周期の時間は次のようである。

大型 press 果実の出し入れ時間 4分。

小型 press # # 3分。

大型の場合、毎時6回の周期時間は果実の出し入れ。6回×4分=24分。

全圧搾時間、60分-24分=36分。

1回当たり圧搾時間、36分÷6=6分。

小型の場合、

果実の出し入れ、7回×3分=21分。

全圧搾時間 60分-21分=39分。

1回当たり圧搾時間、39分÷7=5.57分。

時間当たりの press 回数と press 容器の体積をかければ、理論上の処理量が得られる。

稼働する時間当たり周期数が決まれば、次に最も重要なことは作業管理の形式である。これには警報 (音)、電光 (光) などの方式があり、電氣的に行なうのが最善の方法である。

今、光による信号の方法について述べれば、各 press には作業員に果実の供給・圧搾・排出を知らせる信号を与える3種の光の設備を用意する必要がある。(この信号機は必要に応じていろいろな周期に対して信号ができるように、自動的に調整できなければならない。) この方式を採用すれば、搾油の作業員は時間を考える必要がなく、信号に従って自動的に作業を交換することができる。

この方式は単に搾油作業を管理するだけでなく、次の作業である堅果 (nut) と繊維を分離する depericaper (繊維の分離) 作業への搾油粕の流れを一定にし、機械が最適の効率で動き、また搾油粕を送るコンベヤーへの積み込み過ぎを防ぐことにもなる。

同様に各 press には圧力と時間を示す記録計が設置されなければならない。これらの記録は、工場管理の技術者がその日の作業の終りに各 press の動きを正確に検査 (check) することを可能にする。

搾油機の機械装置にも種々のものがあり、使用する水圧方式の形によって2種類がある。すなわち1つは、accumulator (大な圧力水だめ) から圧力水を供給する方式と、各 press ごとに水圧ポンプを設ける方式である。

accumulator 方式は特別の場合を除いて、現在ほとんど使用されない。近代的工場では、ほとんど各 press ごとに水圧ポンプを設ける方式である。

accumulator 方式について説明すれば、普通 press には3段階の圧力がかけられるので、accumulator とそれに合ったポンプが3種類必要である。そして搾油中に圧力を切り換えるためには、搾油機に精巧な制御装置を取り付ける必要があり、この制御装置は維持管理にも多くの費用を必要とする。

さらにまた、1つのポンプと accumulator とは一般に多数の press と完全な組み合わせとして設計されているので、もしポンプの調子が悪いとその組み合わせた press の全部が作業できないことになる。

しかし一方では、accumulator 方式では弁が開くや否や全圧力が直ちに作用する。そして時間を何分間にしても、またいかなる圧力でも決められた圧力を維持し続けることができる。accumulator 方式の場合には、普通作業圧力は次のようである。

低圧 7 0.3 Kg/cm² (1 0 0 0 lbs/in²)

中圧 1 7 5.8 Kg/cm² (2 5 0 0 ")

高圧 3 5 1.5 Kg/cm² (5 0 0 0 ")

圧力水として使用する水は、軟質石鹼溶液や可溶性油である。

各 press ごとに水圧ポンプを設ける方式では3個の plunger によって、3種の別々の圧力が得られる。この機械の利点は自動的に制御できることである。すなわち搾油の作業員は制御バルブを " on " と " off " にするだけである。

" on " に入れるとポンプは作動して低圧の圧力を生ずる。そして中圧・高圧へと自動的に進み、制御装置が " 排出 " になるまで持続する。" 排出 " (discharge) になると、ポンプはピストン (ram) を押すのを止める。

この個々にポンプを設ける方式の大きな利点は、各機械の組み合わせ単位ごとにまとまっているので、どこで故障が起きてもその影響はその press だけであって、他の press には支障をおよぼさない。また最も重要なことは、人間の関係する要素を最小限にしてあることである。

圧縮ポンプの水溶液としては、純粋油が用いられる。これはポンプ、ramおよび制御容器の摩耗と破損を大いに減少させる。作用圧力は、1 5 ・ 7 5 ・ 3 5 0 気圧 (約 1 5.5 ・ 7 7.5 ・ 3 6 1.6 Kg/cm²) である。

この章を結ぶに当たって //

press 1 台に作業員 1 人というのが普通である。そしてすでに指摘したように、作業員は一定の信号に従って作業を進めている。

すりつぶした果実と press 容器に入れるときには、この容器の大きさに合った鋼板と果実を交互に入れ、約 6 板の

圧力板を使用する。この圧力板をはさむ目的は次のようである。

- (i) 圧力を均等に分布する。
- (ii) 油が外方へ流れ出すのを助ける。
- (iii) 搾油粕が大きなかたまりとなるのを防ぐ。
- (iv) 搾油粕をいくつかの層に分けることにより、作業員の搾油粕をコンベヤーに落すとき、小形のかたまりとなって作業が便利である。

使用する圧力板の枚数は、実験を繰り返し繊維中に含まれる損失油分を調べて決定する。

最高の搾油量を実現するためには press 容器を完全に満すことが必要である。ある作業員は搾油の2回が行なっている場合がある。すなわち press 容器を一度満してから最初の圧力を短時間加え、それから圧力をはずした後、蓋をあけてもう一度果実を press 容器に加えるのである。圧力を一度にかけるか二度にかけるかは、いずれにしてもその差はほんのわずかである。

press 容器の摩耗は非常に大きい。言うまでもなく、容器上端の摩耗は底部の摩耗よりもはるかに大きい。そこで定期的に容器をひっくり返すとよい。容器の穴が過度に摩耗して大きくなると、粗油の中に繊維の混じってくる量が多くなることや、効率の低下でわかる。

そこで搾油作業における注意すべき主な要素は次のようである。

- (i) すりつぶし機 (digester) 内の攪拌翼の状態。
- (ii) すりつぶし機内のどろどろ状になった果実の適温。
- (iii) 十分な圧力板。
- (iv) press cage の穴の過大な摩耗。
- (v) 水圧ポンプの正しい作用圧力。
- (vi) 標準搾油周期が決まっても最高生産月 (peak) で新鮮果房量が工場の処理能力よりも過大なときは、やむを得ず搾油の周期を短くする。

以上の諸点に適切な注意が払われるならば、底に穴あき鉄板を置いた digester の場合、乾燥基準で繊維中に含まれる損失油分は7%を越えない。

「中田註」1973年(昭48)現在、スマトラ島北スマトラ州の農場には、最新の機械として、ら線状水平軸2軸を有し、連続的に搾油するベルギー製の搾油機が小数量導入されていた。

第5章 粗油室および清澄 (crude oil station and clarification)

搾油された粗油は、といやパイプを通して粗油集積タンクに導かれる。粗油の平均含有物はパーム油50%・水分40%・ちり、砂、繊維およびその他の固形物10%である。

しかしこの数値は、地方の条件などによって非常に変わる。古いパーム樹ほど、すなわち樹高の高いものほど多くのほこりを工場へ持ち込むことになる。というのは、15mもある樹から落ちた果房は、果実の間にたくさんの土砂を充填することになる。このように多量のごみのあることは、油精製の機械装置全工程を通じて重大な問題である。

遠心分離機を用いて果実から油を抽出するときには、めったに細胞質は油の中に出て来ないが、press の場合には press cage の穴がすり減って多量のごみや繊維が粗油タンクに流入してくる。

粗油の動きについて論ずる前に、油の清澄に用いる施設の型式が決定されなければならない。それには2つの方法がある。古く流行した傾斜法 (decantation system……上澄みを静かに流し去る方法) とより近代的な連続法 (continuous process) である。この方法については後で詳しく述べる。

連続法では、粗油は均等に清澄装置へ供給されることが必要で、そのためにポンプを使用している。傾斜法の場合は、粗油の供給は必ずしも均等でなくてもよい。

粗油から油を精製する作業は大きく分けると次の2つである。

- (i) パーム油が水や不純物と接触しているために起こる分解、すなわち品質の悪化を避けるため、熱湯・蒸気を加えて煮沸殺菌した後、油の大部分をできるだけ早く分離させることである。
- (ii) 前記(i)の処理の残留物の中からできるだけ多くの油を回収することである。

粗油精製工程の第一歩は、blow tank (蒸気を吹込むタンク) である。blow タンクは粗油を満たしてから生蒸気を吹き込み煮沸する圧力タンクの一つで、約30分間ぐらい煮沸した後粗油は圧力で清澄装置 (clarification station) へ吹き入れられる。

傾斜法

傾斜法について簡単に説明すれば、傾斜法というのは単なる一連のタンクの組み合わせであって、そのタンクには渦巻き状の蒸気管 (steam coil) と清水の供給装置があり、タンクは保温材で被覆されている。

タンクは2つの清澄槽を用い、交互に充てんと排出を行なうのがよい。清澄槽で約1時間放置すれば粗油は3層に分離する、上層は比較的の不純物を含まない油からなり、中層は水、下層は土砂からなる。パイプを通じ中層に清水を静かに注入すれば表面近くにある流出口からパーム油は流出する。残液は再び煮沸して浮び上ってくる油を回収する。さらに残った廃水は廃水タンクに導き、加熱して浮び上ってくる油を回収する。

清澄槽・廃水タンクなどから回収された油は加熱タンクに送られて加熱する。この加熱の目的は、まだパーム油中に含まれている水分の蒸発と酵素の殺菌である。

最後に油は、圧力濾過機 (filter press) または清澄機 (clarifier) を通って、いかなるごみも含まない油となる。この傾斜法では、粗油の不均等の供給や圧力蒸気の吹き込みによる激動も問題とはならない。

この方法は、新鮮果房毎時5トンまで処理するような小工場では完全な実用性がある。しかしながら、非常に多量の

果実が生産される農園では、多数のタンクを必要とすることとなり、工場設計はむずかしくなり、広い敷地を必要とする。

またパーム油中の有離脂肪酸をできるだけ低く維持するためには、多数のタンクを常に清掃する必要がある。また油の精製工程には長時間を必要とし、press から出た粗油が精製されて貯蔵タンクに到達するまでに長い時間を必要とする。

連続清澄法

連続清澄法も、油が3層に分層するという原理に基づいて行なわれるが、効率は非常によいので油の生産量も多くなり、最終的な酸度も低くすることができる。この酸度の低いことは、パーム油を食用として利用する場合に非常に重要である。というのは、パーム油を精製するときの損失（losses）は有離脂肪酸の含有率に関係するからである。また有離脂肪酸の低い油は漂白が簡単でビタミンの含有量も多い。

連続清澄法が非常に小規模の工場に推奨されない理由は、消費馬力が大きいことと、最初に多額の投下資本を必要とすることであって、小工場に適用しても実際の作業上にはなんらのさしつかえもない。

連続清澄法の詳細について述べれば、まず最初に sludge 遠心分離機（ゴミの遠心分離機）は、直径わずか2mmのノズル（nozzle）を備えていることである。従って sludge 遠心分離機を故障なく運転するためには、予措を行なって粗油が sludge 遠心分離機に入る前に十分にごみを取り除くことが必要である。

粗油処理場における粗油の予備処理を行なうための装置の型式や大きさについては明確に言うことはできない。それは製油量・パームの樹令・使用する digester の底に穴あき鉄板を使用するか否か、などに関係するからである。

しかし新鮮果房を毎時間当たり20トン処理する工場で、考えられる最悪の条件を仮定すれば次のようである。

一般に2個の振動機が必要である。その名が示すように、これらの機械は、びんと張った針金の金網からできている。この金網は不均衡の重りをつけた高速電動機によって、垂直方向の小さな円を描く運動と振動が与えられる。振動の頻度と強弱は調節できるようになっている。粗油はこの金網の上に供給される。

この段階の金網は16 mesh（1インチの間に16目ある金網）以下である。そして油はこの金網を通過した後、上部に振動機の動いている粗油集積タンクに入る。

最初の振動機で残ったものはすべて第2の振動機に入り、第2の振動機から出た繊維やごみはまだ油分を含んでいるので、適当なコンベヤーで果実エレベーターに戻され、そして再びプレスのため搾油機に送られる。

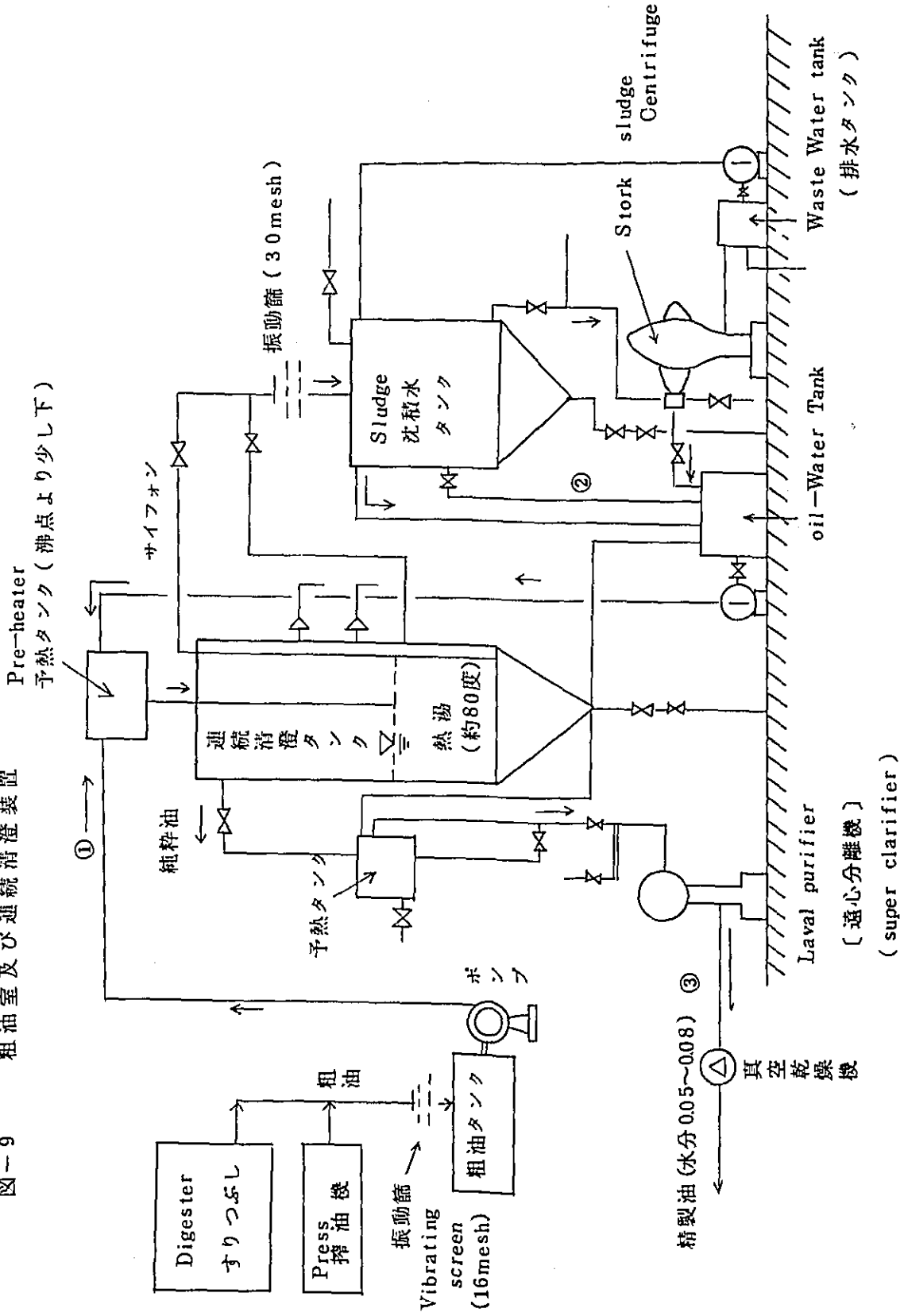
これより生産量の少ない場合は、より小さな振動機とするか、あるいは1台の振動機で処理することができよう。

上述の機械がごみや繊維を処理するのに有効でないときは、ロータリースクリーン（rotary screen …回転式金網）を用いるのが最良である。網目は16 mesh にできており、これがゆっくりと回転する。油は金網を通過し、ごみや繊維は回転式金網の他端から出てゆく。

この回転式金網には長さの方向に沿って、外側に適当な蒸気と水のパイプが取り付けられ、このパイプは内側に向かっていて、金網が詰まった時の清掃に便になっている。

すでに述べたように、連続清澄装置の場合には、粗油集積タンクに集まった油は、ポンプで連続的・均等に清澄タンクに送られる。この粗油は高温であること、酸があること、油は16メッシュの金網を通過しただけで、いまなお比較的良好に保たれていることなどのために、この油を扱うには特別のポンプが要求される。

図-9 粗油室及び連続消澄装置



遠心分離機にしる、押上げポンプ (plunger pump) にしる、どちらも使用することができるが、砂や酸に抵抗力を持った材料で作られていることを特に注意する必要がある。

おそらく押上げポンプ (plunger pump) が最も良いと考えられる。というのは、渦巻きポンプ (impeller type pump) では、小さな間隙に基づく摩擦や切損がはげしいと考えられるからである。

どちらの型のものを選ぶにしろ、ポンプは必ず一対 (2台併置) にして設置し、運転中のポンプにごみがつまって動かなくなった時は、すぐに切り替えられるようにしておかなければならない。

往復動ポンプ (reciprocating pump) では低速運転を行なうために、ポンプの plunger (ピストンの頭部) は径が十分なものであることが重要である。

図-10は連続清澄タンクを示す。粗油は集積タンクからポンプで送られ、予熱タンクに入る。ここで沸点より少し低い温度 (アフリカでは約80℃としている) まで上げられてから主タンクに入る。

主タンクには約半分ぐらいまで熱湯 (約80℃) を入れておく。粗油の流入口は、熱湯の表面よりやや下になっている。

連続清澄法の主タンクに入った粗油は直ちに3層に分離し、純粋油は表面に出て来て排出口から取り出されて、小さな精油貯蔵タンクに入れられる。ここで純粋油は前よりも強く再び加熱された後、重力を利用して特別清澄機 (super clarifier) に引き入れられる。

この機械は最後のゴミを取り除き、また水分を約0.1~0.2%に減ずる。そして特別清澄機から出た油は、ポンプで直接貯蔵タンクに送られる。

現在のやり方では、精油の水分含有量を最小に減ずることが賢明であると思われる。そのことは、船積みされる油の酸度を固定し、輸送中における多少の酸度の増加を防ぐことになる。

水分を0.05~0.08%までに減ずるためには、清澄された油を最終の貯蔵タンクに送る前に、真空乾燥機に通すことが必要である。

精油が連続清澄タンクの最上端から取り出されている間に、タンク中の沈積物は図-9に示すように揚水管を通り、連続的にサイフォン (syhone) によって沈積水タンクに送られる。ここで約30 meshの金網をもつ、2番目の振動機の上を通る。これは、遠心分離機にかけて処理できるようにこまかいごみや砂を取り除くためである。

タンクの頂部は飛散したほこりが落ち込むのを防ぐため、密閉しておくことがたいせつである。

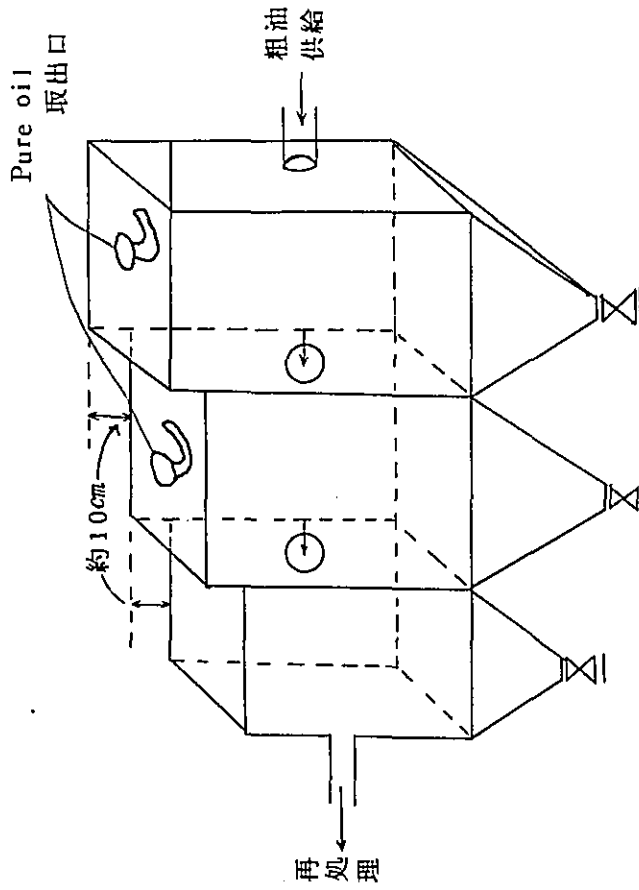
金網を通過した後の沈積物は、生蒸気を注入して煮沸してから沈積水 (sludge) 遠心分離機に入る (図-9)。

この機械は永年にわたる経験の後に開発され、完成されたもので、沈積水から油を分離するという大変困難な作業をすることができる。

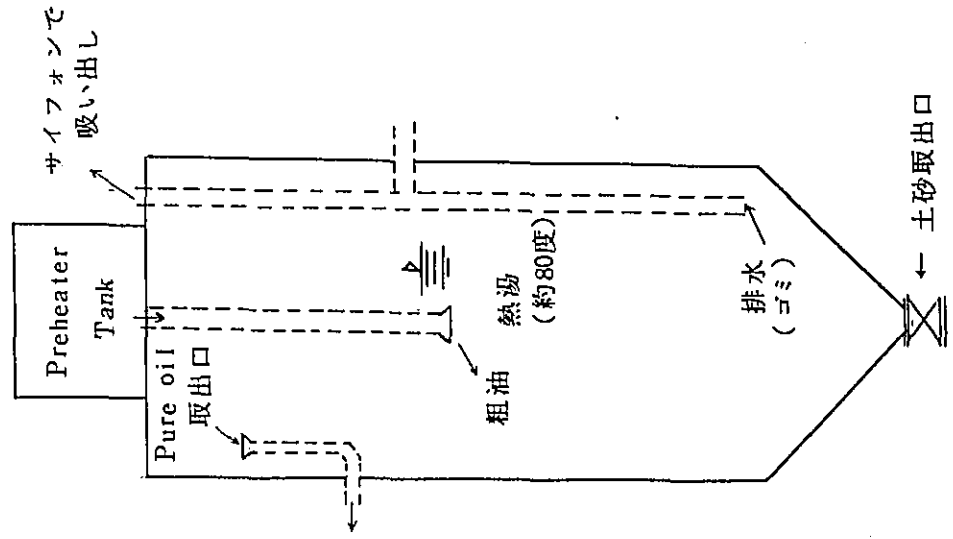
ローター (rotor... 遠心分離機の回転体) は全部ステンレススチールでできていて、星のようにとがっている。それぞれのひれあるいは先端には、直径2mmの孔口をもつ接管 (nipple) をつけた nozzle (筒口支持金) がついている。

遠心分離機の吸入側の軸を通して、水が回転体に出てくる。小さな nipple の抑制作用と遠心力によって、重いゴミや水はローターの先端に押され、そして nipple を通して捨てられる。その間バーム油はローターの中心部に集まる。

図-10 (a) 最新式連続澄清装置模式図
(Continuous clarification tank)



(b) 旧式連続澄清装置略図



ローターの吸込み shaft の内側に、小さな直径のバーム油用の排出筒口がつけられている。ローターの先端に生ずる圧力により、油はその機械から押し出されて回収される。

この回収された油は完全に純粋のものでないので、集められたポンプで連続清澄タンクに戻されて、再び同じ過程に入る。

沈秋水遠心分離機から最終的に出てくる沈秋水に含まれる損失油の量は、無視できる程度である。

そして全工程が連続的かつ自動的である。精油量の多少にかかわらず、1人の付きそい作業員で全く十分であり、この方式での床面積の節約は非常に注目すべき点である。

また前述のように効率は高く、傾斜法で得られたものより良い品質の油が得られる。この方式では、どのような形にする最終沈積物タンクを必要としない。しかし工場のタンクを清掃する場合に出てくる油や、蒸熱処理のときの凝縮物などからの油の回収をはかるためには沈積物タンクを一基もつことは堅実な予防策であろう。

沈秋水遠心分離機の能率については、用いられる nipple (接管) の大きさや、油が遠心分離機に達するまでに注入された洗浄用水の量および同様に果実そのものの水分含量に関係し、非常に変動の幅がある。

しかしながら実際の例によれば、普通の条件下では、最小処理能力は毎時・新鮮果房15トンであり、理想的条件下では、毎時・新鮮果房20トンまで処理できる。消費動力は10馬力であり、機械はベルト駆動または直結駆動することができるが、直結駆動の方が良い。

最終貯蔵タンク

最終貯蔵タンクについて少し述べれば、タンクは全体的に密封され、閉ざされた蒸気コイル (closed steam coil) を備えたものである。大型タンク1基より小型タンク2基の方が優るといえることは記憶すべきである。というのは、清掃のために定期的な休業や蒸気コイルの検査などのために便利であるからである。特に蒸気コイルの検査ができることは、予防措置として非常に重要である。

タンクは工場との関係位置が便利なように設置するとともに、高い所に位置してトラックへの最終積荷・軌条タンク (rail tanker) または、ハンケへの重力によって積み込むことができるような位置に設けるべきである。

第6章 繊維分離機 (nut と繊維の分離) (The depericarper)

マレーシアにおいては、小工場あるいは中工場においてすら、堅果 (nut) と繊維を分離するのに、今なお (1956年) 旧式の機械を使っている。

古い型の回転式 screen について少し説明すれば、一般に、繊維がスクリーンの間を通過して落ちるような間隔で付けられた丸鋼棒材で作られた、回転する四角形のかごである。

そして部分的に磨かれた nut は端に運ばれる。この型の主な欠点は次のようである。

- (i) 小さな nut が丸鋼棒の間にはさまるため、相当多量の大きな nut と繊維が放出され、分離機の設置されている位置の広い敷地に積ることである。
- (ii) nut および繊維は乾燥されない。
- (iii) nut は良く磨かれない。(nut と繊維はよく分離しない。)
- (iv) 分離がよく行なわれない。すなわち未熟果実・砕けた殻 (shell) ・脱果機からくる果房の枝梗の切れ端を区別できない。
- (v) 非常に多くの場合、放出された繊維をボイラーへ運ぶための機械的手段が用意されていない。

その後幾多の改良がなされ、1956年当時の新型の機械は図-11のようなものである。

2個のドラム型式の depericarper で、press または遠心分離機のどちらからの搾油粕をも受けられるように設計されている。

depericarper の仕事は次のようである。

- (i) 繊維を乾燥し、それを完全に nut から分け、そして cyclone を通して送風機 (fan through a cyclone) によって、繊維をボイラーの燃焼場に吹き出す。
- (ii) nut を磨き、それを nut 乾燥機までコンベヤーとかエレベーターで送る。
- (iii) 未熟果実や砕けた shell の破片をボイラーへ渡す。
- (iv) ちぎれた果房の枝梗を分離する。もし枝梗が仁 (kernel) 分離機まで運ばれると、機械が故障を起こす原因となる。

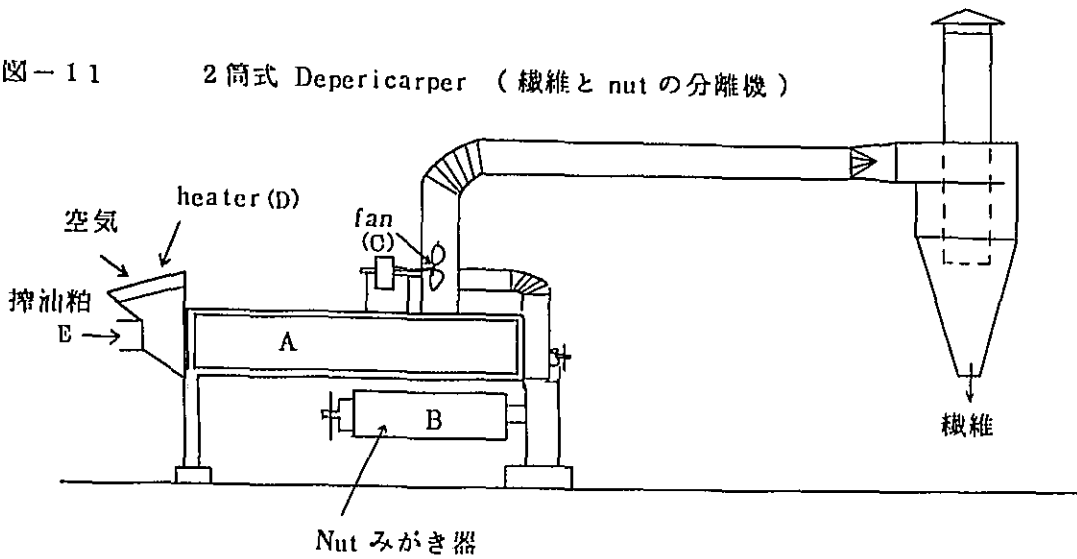
この機械はきわめて単純であり、上記のように効率的であり、4種目の主な部分からなっている。

- (A) 頂上の円筒。ここには、繊維と nut の混合物が入れられる。
- (B) nut 円筒。ここでは、nut を磨き、不都合なものを選別する。
- (C) 主吸入 fan (送風機)
- (D) 発熱機 (heater)

機械が動いているとき、ドラム A は約1分間に15回転の速さで回転する。そして適当なコンベヤーで搾油粕のかたまりは上のドラムの吸入口 E を通って入る。

その円筒には、その周囲の内側に、水平に取り付けられた4組の調整板 (baffle …ちやま板) がある。この調整板は、円筒の中を通る搾油粕のかたまりの流れをおくらせ、かたまりをくだき、繊維を nut から分離する働きをする。

図-11 2筒式 Depericarper (繊維と nut の分離機)



特記することは、送風器 (fan) C から主送風管は円筒 A と直接に連結していて、吸入された空気は発熱器 (heater) D を通り、約 150℃ の熱風となり、一定の熱風が連続的に円筒 A の中を吹き抜けるようになっていることである。

繊維は完全に乾燥し、時間がたつと円筒の端に到着し、fan によって吸い上げられ、cyclone によってボイラーに行く。ここで燃料として貯蔵される。

nut は重いので、fan によって吸い上げられず、chute を通り重力で落ちて底のドラム B に入る。ここには再び調整板があって、nut は完全に磨かれる。

果実の品種・樹令・成熟の程度などによる広範の相違を補うため、底のドラムはどのような特別の果実に対しても適応できるように設計することができるし、また未熟果実を放出するように穴を開けることができる。

しかも終端の断面は、すべての nut を放出するのに十分な大きさとし、また空果房の切れ端などが混入していても通り抜けられるようにしておく。

この型式の機械は完全に自動化されており、作業員を必要としないし、三円筒型式のような清掃も必要でない。生産量の変化や処理する果房・果実の相違に対しても簡単に調整できる。

この機械を操作する場合の効率を支配する主な原因は、温度・空気の量・取り扱い材料の量である。もし空気が十分に加熱していないと繊維は湿っているため、nut ドラムへ落ち込むことになる。このことは次のようにして簡単に改善することができる。

すなわち空気の温度を上げるか、または調整板 (baffle) の抵抗を大きくするよう角度を変えたり、2つの調整板の組み合わせで抵抗を大きくするなどである。空気の湿度は、温度の自動制御装置によって弁を開閉して制御することができる。つまり、空気の量は送風器 (fan) の速さを調整するか、加熱器への吸入面積を変えることなどである。

この場合重要なことは、被覆材料は冷たい空気が送風回路の中に吸い込まれるようなすきまのないこと、および全ての空気は加熱器をってから吸入されることである。

図-11 は cyclone の簡単な断面を示したものである。この機械の目的は、空気圧力を弱めゴミの微細なものと

空気を頂上にあるはき出し口から放出し、燃料置場に落ちる繊維にはごみを含まないようにすることである。

depericarper と cyclone の適合した組み合わせについては、表 一 9 に示すような各種の大きさの組み合わせができており、新鮮果屑を毎時 3 トン以上処理する工場に適用できるようになっている。

運転は次の 2 つを除けば簡単であって、電動機に直結するか、ベルト掛けにするかのいずれでもよい。1 つは送風器 (fan) であり、他の 1 つは depericarper それ自体の主運転装置である。というのは、depericarper には多くの鎖やドラムの速度を調整するための歯車類があるからである。

実用上 depericarper は無故障と言え、すなわちすべての軸受けは耐重荷重 (heavy duty) の玉軸受け型である。また故障を起こすような複雑な機械部品もないし、調節を必要とするような所もない。

円筒には、はめ板が取り付けられ、過度に摩耗した所は簡単に取り替えられるようになっている。また調整板はボルトで取り付けられているので、これも更新は簡単である。

実際に摩耗のはげしい所は、空気の吸入口における送風器の羽根と被覆材料である。この摩耗の程度は、そこを通過する物の量に左右される。送風器の羽根は、更新を容易にするため突起にボルトで止めてある。被覆材料は同様の目的ではめ込み式となっている。

蒸気と動力の消費量は、工場の生産量に関係し、表 一 9 に示すようである。

nut と繊維を効率的に分離する問題や、nut を完全に磨く問題を除けば、depericarper と cyclone は完成された装置といえることができる。次のすべての作業の間には作業員を必要としない。

- (i) press から搾油粕を取り出した後
- (ii) 遠心分離機から繊維が燃料置場に達するまで
- (iii) 仁 (kernel) が仁分離器に到達してからの各場合

さらにこの機械は、古い繊維分離機の工場ではこりやごみを取り除くために使っているのをよく見かける。

最高の操作効率を得るためには、搾油粕を機械にかけるとき厳密な注意が必要である。

press からの搾油粕と遠心分離機からの搾油粕では、多少違った 2 つの問題がある。press からの搾油粕には、わずかの油と水分が含まれている。また搾油粕は圧力板によって仕切られ、5~6 個に分離された固いかたまりとなっている。もし press の操作員がなまけて、press から搾油粕をコンベヤーへ落す前に、この搾油粕を手で割ることをおこたるとコンベヤーの一部分に重い荷重が集中して乗ることになり、コンベヤーの支え枠を曲げたり、駆動ベルトがはずれる原因となる。

遠心分離機による搾油の場合、搾油粕は cleaning basket の中でかなりよくこわされ、よく砕かれてからコンベヤーに向う。

けれども両者に共通な注意点が 3 つある。

- (i) コンベヤーは搾油粕を砕くように設計すること。
- (ii) 経済性の許す範囲内で、できるだけ長いコンベヤーとすること。
- (iii) 十分予熱を与えるため、たくさんの蒸気でコンベヤーを包むこと。

砕けていない湿った搾油粕のかたまりを直接 depericarper 上部のドラムに入れることは、乾燥用コンベヤーであらかじめ乾燥し、nut と繊維の混合物をよく砕いてから depericarper に入れる場合に比べて、より多くの負担を機

械に与えることは明らかである。

それ故工場設計に当たっては、press または遠心分離機とdepericarper の間に適当な距離をおくべきである。このコンベヤーの長さを減らすことは、最初の投資額を多少節約することになったとしても、その結果、depericarper の処理量が落ちることによる損害の方が大きい。

あるいくつかの工場では、動力室を搾油機場と仁(kernel)回収場の間に設置し、精油部門とdepericarper の間に、非常に長い距離を確保している。これには多くの議論の余地があるが、ここではふれない。

表 - 9

果実の時間当たり処理量(トン)	2	4	8	12
(新鮮果房重量換算、Deli種(トン))	(3.3)	(6.7)	(13.3)	(20.0)
頂上ドラム (回転数/min)	18	15	11.5	14.5
底ドラム (")	—	24	18.5	15
H・P depericarper	3.4	4~5	6~7.5	10~12
cyclon fan (回転数/min)	1000	990/1150/1300	1000	1000
頂上ドラムにおける推奨される温度℃	150~165	150~165	150~165	150~165
消費蒸気量 Kg/hr	160	300	500	750
cyclonの直径. mm	1600	2000	2600	3200
H・P cyclon fan	10	10/15/25	25	25

備考. Deli - Dula type の場合、果実重量を新鮮果房重量に換算する場合の略算は $\frac{100}{60} \times$ 果実重量
 によい。

第7章 仁回収設備 (The kernel recovery plant)

堅果 (nut) が繊維分離機 (depericarper) をでるときは、性能の良い機械であれば nut は磨かれ、また果房のちぎれたものや未熟果実・ごみなどは取り除かれている。同時に nut は不完全ながら乾燥も受けている。しかしその程度は、機械の処理能力と工場の生産量との関係で違ってくる。

効率的な nut の破碎および殻 (shell) と仁 (kernel) の分離の最も重要な点は、適正な乾燥である。nut が kernel の回収場に入ってきた時は、まず nut 乾燥機を通過する。

この nut 乾燥機に入るとき殻 (shell) の水分含有量は約 12%、仁 (kernel) の水分含有量は約 26% である。nut を良く破碎し、仁をできるだけ傷つけないで殻から離すためには仁と殻の間にある程度の間隙が必要である。間隙を作るためには nut を 60℃ 以下でゆっくりと乾燥し、仁の水分含量を最初の水分量の約半分の 15% 以下とする。できれば 10~12% がよいともいわれる。この場合、急に乾燥を行なうと仁は殻に付着して、nut を割るときに砕ける。

この減少する水分は殻を通してにじみ出ることになる。そして仁は収縮して殻から離れて、nut の破碎と殻の分離に最適の条件となる。

また乾燥が不十分であると仁は殻に付着していて、仁の分離機では殻に付着したまま殻といっしょに捨てられ、損失となってしまふ。

しかしながら過度の高温を与えると、仁が変色するので注意しなければならない。一言でいえば、nut を最適の状態に乾燥することである。

最近の機械は非常に簡単な構造で、四角形のサイロ (silo …筒状) の 2 個所の高さから熱風が入るものである。

この空気は吸入管にある radiator type の heater (加熱器) を通って fan (送風機) で吹き込まれる。空気量および温度は、nut が乾燥機を通過する速度に合わせて調節される。乾燥は連続作業である。

湿った空気を排出するのに、水平な V 型の換気口が途中にある。機械の中を nut が均一に流れるため、サイロの面積と同じ面積をもつ、移動できる格子が底につけてある。nut が入ってくる入口の開度を変えるには、格子を動かすレバー (lever …てこ) の位置を変えればよい。レバーの位置を変えることによって、機械の処理量も調節できる。

乾燥した nut は円錐形のシュート (chute) を通ってコンベヤーに入る。

正確な工程管理を行なうためには、nut の自動秤量機を nut エレベーターと nut 乾燥機の頂上間に設置すべきである。そうでないと nut の重量を知る方法がなく、仁回収効率を管理するすべての計算に支障をきたすことになる。

乾燥された nut は大きさ別に選別するために、スクリーンに通される。この選別は重要な作業である。というのは、nut の破碎機は nut の大きさに合わせて調整され、nut は大きさ別に破碎機にかけることによって破碎の効率がよくなるからである。

選別される nut の大きさ別の種類は、工場能力にもよるが、小工場では最低、大小の 2 種類とし、2 台の破碎機を用いるのがよからう。

もしも毎時 12 トンの nut を処理するような場合、破碎機 1 台の能力が毎時 3 トンとすれば、nut は 4 種類の大きさ

に分け、4台の破砕機を用いることになる。

nutを大きさ別に分けると同時に depericarper で取り除かれなかったごみや微小物を取り除くスクリーンが用意されなければならない。

代表的な配置について述べれば、左上端はnutの選別機 (nut grader) で3個のシュートがあり、その下の3台の破砕機に導かれる。nutの処理場 (nut station) には非常に多量のごみ・ほこりがでるので、全てのスクリーンは完全に密閉されていることが必要である。そしてこのごみを取り出すために、suction system (吸出し装置) をスクリーンに取り付ける必要がある。

nut選別機の screen plate の穴の大きさについては特に言うことはないが、普通収穫されるパームの樹令によってnutの大きさが変わるのでそれに合わせることになる。

nut選別機は常に厳重に観察し、nutの大きさが平均して大きくなったときは、それに合わせて screen plate を交換しなければならない。

nutは大きさ別に選別されて、遠心力によるnut破砕機に入れられる。

これらの機械は、表面を横切る細長い溝をもった回転子 (rotor) からできている。nutが受け口に入るとnutは回転子の細長い溝に落ち、そこから遠心力で破砕機の外周にぐるっと付けてある鋳鋼鉄製の輪に向けて投げ出される。この衝撃でnutは破れ、仁とこわれた殻の混合物は選別機 (cleaning screen) に入れられる。

nut破砕機は単純な機械で、破砕用の鋳鋼鉄製の輪が摩耗したとき、取り替えることを除けば、ほとんど維持管理の必要がない。

破砕されたnut (仁と殻の破片の混合物) の選別機的主要な役目は次の3つである。

- (i) ごみや殻の小破片を燃料用として、直接ボイラーへ送る。
- (ii) 殻の破片と仁の混合物を仁分離機へ送る。
- (iii) 選別機の末端から出てくる未破砕のnutを破砕機へもどす。

2台以上の破砕機を用いるときには、nutの大きさが破砕機に良く合うように、screen plate の穴の大きさを調整することが重要である。もし穴の大きさが大き過ぎる場合は、割れないnutが殻の破片と仁の混合物と一緒に仁分離機に入り、殻の破片と共に捨てられ、全部損失となってしまう。

反対に、screen plate の穴が小さ過ぎると大きな仁は通り抜けず、割れないnutと一緒に破砕機に戻され、そこで仁は砕かれて採取されない。

最高の能率を上げるためには、正しい screen plate の穴目について絶えざる監視が必要である。割れないnutはシュートやコンベアーを通過してnutエレベーターに戻され、再び破砕機に戻る。

screen で選別された shell (殻) の小さな破片は破砕コンベアーに入り、燃料用に導かれる。

長年にわたり shell (殻) と kernel (仁) を分離するために採用された原理は、shell と kernel の比重の相違を利用してどろ水に浮かせる方法であった。仁の比重は1.07で約1.17 (1.15~1.20) の比重をもつように粘土を混合したどろ水に仁 (kernel) は浮き、殻 (shell) は沈む。この方式はその後、高能率のものに機械化されたが、現在 (1955~1956) すでに旧式となった。しかしまだ多くの機械が用いられているし、また近代的分離機よりも最初の投下資本が少なくすむので、これらについて述べることにする。

最も簡単な形のものについて述べれば、水槽は粘土溶液で満されている。中央の軸はゆっくり回転し、それにつれて粘土を持ち上げるバケット、殻を持ち上げるバケットおよび殻と仁の洗浄スクリーンをそれぞれ動かす。

nut の割られた混合物は、水槽の中央部に入れられ、そこで仁はすぐに表面に上ってきてセキを越えて流れ出し、そばにある洗浄ドラムに入る。

粘土はバケットの作用で絶えず上げられ、そして中央部にもどされ、流れ続ける。そして洗浄スクリーンの最初の仕切りのところの穴から水槽に戻される。

殻は底に沈み、長い柄のバケットで拾い上げられ、殻の洗浄スクリーンに落される。

この機械は機械的にもまた能率的の点からも欠点を持っている。機械的にはほとんどすべての作用部分が、どろ水に浸ったり接触しているためさびがはなはだしく、摩擦が異常にひどい。能率上からみた主な欠点は、分離を行なう水槽の面積が過少で、仁が水面に上ってくる前に殻を持ち上げるバケットに拾い上げられることである。また粘土の損失も多い。しかしながら製作に費用がかからず、小工場には十分である。

改良された型式のものでは、水槽はV字形で長い。これは分離に十分な面積を与えている一番速い所に仁を持ち上げるバケットがあり、他端に殻を持ち上げるバケットがある。水槽が長いことから、殻をすくい上げるバケットの通る付近まで移動させるためのコンベヤーを底につける必要がある。

この warm conveyor (無限搬送機) の作用でどろ水の表面に流れを起こし、仁をその持ち上げかい (puddle) の方向へ向って浮き上がらせる。この機械は大きな改良がなされより小型のものとなり、良い分離ができるのに十分な面積があり、粘土の消費もはるかに経済的となった。

この機械は毎時新鮮果房 20 トンから出る仁の選別に十分使用できる能力を持ち、また水槽中の仁の回収率は 98 % である。

水流渦巻き式仁分離機 (hydro-cyclone kernel separator)

どろ水を利用して仁を分離する方式はすでに旧式となり、水流式渦巻き式仁分離機にとって代られた。この機械の最大の利点は、水以外に何物も加える必要のないことである。

原理は円筒形のタンクの中で速い速度で回転する水流の遠心力を利用するもので、この水の円運動は強力な渦巻きポンプによって起こされる。重い殻は壁に沿って下方へ送られ、2 番目のタンクに入る。仁は渦巻きの中に巻込まれて、その中央にある排出口から洗浄ドラムへと流れ出す。

1 回の分離ではまだ殻の中に少しの仁が残っている。(ただし選別された仁の中に殻は混じっていない。) そこで 2 番目のタンクに入った殻と仁の混合物は、別のポンプによって 2 番目の cyclone (渦巻きタンク) に送られる。ここで最後の選別が行なわれる。仁の残りは左側のタンクにもどり、殻は殻洗浄ドラムに行く。

ポンプは特に摩擦と損耗に耐えるように設計されている。水で洗われるので仁も殻も完全にきれいな状態で機械から出てくる。この種の機械についての多くの実験の結果では、仁の回収率は 97 % 以上である。

機械の規格については、nut を破砕した混合物を毎時 2.5 トンと 5 トン処理できる 2 種類がある。

どのような方法で分離が行なわれても、そこから仁 (kernel) は仁乾燥機に持ち上げられ、殻 (shell) はエレベーターかコンベヤーでボイラー室に送られる。

よく設計された工場には、余分の殻を貯蔵するサイロ (silos) があり、必要に応じて自動的にトラックとか軌道貨車に積込むことができるようになっていてる。

この工程の最後の段階は仁 (kernel) の乾燥と袋詰めである。最後の工程は非常に重要である。というのは、乾燥が不適當であると kernel の品質の悪化をまねくからである。12%以上の水分を含んだ仁を袋詰めにした場合には、カビがはえたり仁が変色する。また kernel oil の酸度がかなり上る危険がある。そのため仁は約8% (文献によっては5~7%) の水分含量まで乾燥させる。

さらに輸送中における低湿度による乾燥を考慮し、袋詰めをする重量には目減りを見込んで2~3%の範囲で余分に秤っておくのが常である。

乾燥中における高温は避けなければならない。過熱は変色の原因となり、また kernel から油がしみ出してくるので、後に kernel の表面にかびが発生する原因ともなる。

そこで kernel の乾燥には良く注意する必要がある、乾燥の温度は60℃を越えないようにする。このような困難なことの対策として、非常に効率の良い機械が開発されている。

改良型では前述のnut乾燥機と良く似ているが、いろいろな高さでの温度調節がもっと精密にできるように考案されている。

普通のfanで吸入される3個の別々の空気吸入口があり、それぞれの吸入口には各々 radiator type の heater を備えている。各ヒーターには自動温度調節装置があり、それによってどの高でも定められた温度を確保できるように調節できる。

kernel は動いている格子を通して排出され、そして導管を下がる。その導管には小さなfanから空気が送られ、小さなごみやほこりを除去する。かくて kernel は袋詰めするばかりとなる。

これらの機械は時々 heater を掃除する必要があるが、そのほかには機械的には何等の問題もない。heater は nut 処理場からのほこりでふさがりようになるからである。

完全な kernel 回収装置の代表的なものについて述べれば、前方左側は depericarper から nut 乾燥機に通ずる nut エレベーターである。nut は再び乾燥機から選別機に、選別機から破砕機を通して洗淨網 (cleaning screen) に、そしてさらに kernel separator へ持ち上げられる。

もう一つのエレベーターが kernel を乾燥機に持ち上げる。

〔中田追記〕 1973年(昭48)北スマトラ州のあるオイルパーム農園では、殻 (shell) の破片と仁 (kernel) と小粒の nut との選別ができていないと言えるほど悪い状態であった。その原因の主なものは次のように考えられる。

- (1) 最近栽培されているオイルパームはデリー種とネネラ種の交配したものであるため、nut の大きさのバラツキが大きく、不ぞろいである。
- (2) Depericarper から出て来た nut の選別が悪い。
- (3) 小粒の nut にはほとんど仁がないので、これは nut 破砕機にかけるべきではない。
- (4) 仁分離機の性能不良などである。

附録 1. パーム油工場の動力源

オイルパーム農園では前述のごとく、果実から出る繊維・shellの破片・枝梗など、燃料となる材量が大量に生産される。

したがって動力は自給している場合が多い、これらのものを燃すためには特別な炉が必要である。現在多くの工場では水管式ボイラーを用い、蒸気エンジンによって発電機を回し、電氣的に工場を運転する例が多くなった。

蒸気はまた、製油作業や仁回収の諸工程で多量に使用される。

農園において、収穫された新鮮果房の運搬に小型の蒸気機関車が利用される場合は、shellはその燃料となる。

スマトラ島における Deli-Dula種を栽培していた野村農園における安住氏の熱エネルギーの計算は次のようである。ただし1時間当たり製油量をパーム油1000Kgとして算出している。

(a) 需要量	スチーム	熱量
イ、蒸熱処理	1,250 Kg	
ロ、digester と press	340 "	
ハ、製油	340 "	
ニ、凝結損	300 "	
加熱用蒸気合計	2,230 " (3気圧)	1,450,000 k. cal
ホ、動力用	2,100 " (9気圧)	1,390,000 "
ヘ、ボイラー用ポンプ	190 " (9気圧)	124,000 "
合計		2,964,000 k. cal

この計算では、kernel乾燥は蒸気エンジンの廃蒸気を利用することとし、nut乾燥を含んでいない。

nut乾燥には $65.25 \times 1,250 = 815,000$ k. cal を追加する必要がある。

(b) 熱量の供給

(イ) パルプ	1,250 Kg	@ 2,500	3,000,000 k. cal
(ロ) 殻(shell)	1,000	@ 4,000	4,000,000 "
合計			7,000,000 k. cal

ボイラーの熱効率を60%とすれば、

$7,000,000 \times 0.6 = 4,200,000$ k. cal となって自給が可能であることを示す。

引用参考文献

1. PALM OIL MACHINERY by J. F. TWITCHIN
(Reprint from "The planter" January, June, July and October 1955 Jan. Feb. 1956)
2. 海外農業ニュース 版25. (昭和46年12月20日)
佐藤 孝 訳(ベルネエグ原著) オイルパーム。
3. THE OIL PALM IN MALAYA
Published by Ministry of Agriculture & Co-operatives. 1966
4. 野村合名会社社誌「倭」第66号 昭和17年6月
(カラン・イス油椰子農園の関係記事より)
5. PROGRESS IN OIL PALM
Edited by P. D. Turner
THE INCORPORATED SOCIETY OF PRANTERS MALAYSIA 1969
6. 浜上吉雄 スマトラのオイルパーム園について。
海外農業ニュース 版27. 昭和47年2月20日発行。

後がき

執筆を終ってみると次のようないろいろな問題が残されている。

- (1) 内容が古く、現在の工場に適用できないものがあるかも知れない。
- (2) 栽培関係の文献はある程度入手できるが、製油関係の文献は入手が困難である。
- (3) 文章の構成、節・項などのとり方が非常に悪く、読みにくくなっている。
- (4) 機械の部品・構造・名称(植物の各部の名称)などの表現には非常に苦勞したが、まだ不統一や表現の悪さなども多々ある、脱者の御教示をいただければ幸である。

U
Q
8
LIB