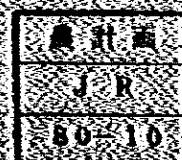


オイルパームの栽培及び処理技術

(栽培管理・処理編)

昭和55年3月

国際協力事業団 農林業計画調査部



オイルパームの栽培及び処理技術

(栽培管理・処理編)

JICA LIBRARY



1009107(2)

昭和55年3月

国際協力事業団 農林業計画調査部

国際協力事業団	
発 行 日 58.4.5.20	000
登録No. 06183	84.2
	AFP

はじめに

近年、開発途上諸国からする農業協力の要請は著しく増大してきている。加えてその要請は、地域的には従来の東南アジア中心から中南米さらには中近東、アフリカ等世界的な広がりを示しつつあり、また要請分野も稲作中心から各種の畑作物あるいは熱帯特有の作物へと広がりをみせてきている。

他方、わが国が温帯・多雨の地域に属する等のため、多くの開発途上諸国が属する熱帯地域等において当該諸国においては重要であるが、わが国には専門家が少ない分野がある。当事業団では、かねてより不足する専門家の養成確保に努めてきているが、その場合、地域の特性に依存することの多い農林業分野においては、日本にはない条件、つまり海外での研修に期待すべき面も大きい。

ここに印刷に付した資料は、当事業団の海外長期研修計画に基づき、オイルパームの研修のためにマレーシア国へ2年間派遣された富永勝廣氏の研修の成果である。この分野は、わが国に技術的蓄積の極めて乏しい分野であり、貴重な資料と考えている。

今後、この資料がオイルパーム開発協力事業に関係する方々に広く利用され、開発途上諸国に対する農業協力推進の一助ともなれば幸いと考えている。

1980年3月

国際協力事業団
農林業計画調査部

部長 本橋 馨

この報告書を書くにあたって

オイルパーム栽培管理技術に関する海外長期研修の技術報告書を提出する。

筆者は昭和52年5月1日から昭和54年4月30日までの2年間にわたり、マレーシア国サバ州のSemporna地区にある伊藤忠現地合弁のオイルパーム農園であるSabah Agricultural Development (Palm Oil) Sdn. Bhdの農場において研修を行なった。

この報告書は2年間の総決算である。

報告書の内容は主として以下の4冊の英文参考書を和訳したものを取捨選択した上でその他の参考資料、文献及び自分の研修成果を補足したものである。主として基礎となっている参考書は次の4冊である。

1. Oil Palm Cultivation and Management by P. D Turner and R. A. Gibbanks. The Incorporated Society of Planters, 1974年.
2. The Oil Palm by C. W. S. Hartley Longnan; Second edition, 1977年.
3. Diseases and disorders of the oil palm in Malaysia by P. D. Turner and R. A. Bull. The Incorporated Society of Planters. 1967年.
4. Pests of oil palms in Malaysia and their control by Brian J. Wood. The Incorporated Society of Planters. 1968年.

はっきりいって必らずしも時間が充分ではなかったため誤訳、解釈の誤り、又十分に理解できなかった部分等も多々あると思われるがとりあえず今後の研究のためのたたき台として用意したものが、この報告書であると考えてほしい。

尚、間違いに気付かれた場合には御一報頂ければありがたい。

今後折をみて、加筆、訂正をしてゆきたいと考えている。この報告書は資料としては甚だ不完全なものではあるが、実際に現場で栽培管理にたずさわる人々には、何程かの手助けにはなり得ると考える。但し短期間で大まかな解釈により、まとめあげたものであるため詳しい情報を必要とする研究者向きでないことは念頭に入れておいて頂きたい。

最後に2年間の研修期間中、お世話になったSabah Agricultural Development (Palm Oil) Sdn Bhd. の総支配人、大間智彦三氏、副支配人、小塚剣二氏、農園長MR. Tan Chong Sang, 副農園長の飛沢和弘氏に対しここで厚く御礼を申し上げます。特に飛沢和弘氏には2年間朝夕に大変な御迷惑をおかけし、多大な援助を頂いたことを記しておきたい。

昭和54年5月31日

富永勝廣

読むに当たっての注意事項

1. オイルとは特に断っていない限りパームオイルのことであり、核油は必ず核油又はカーネルオイル (Kernel Oil) と明記してある。
2. 翻訳及び解釈に当って各種専門用語はできるだけ適当な言葉を入れたが、適当な和訳がみつからなかった場合、又は誤解を招く可能性のある場合には英語をそのまま使用し、それに注釈を付け加えた。又はその逆の場合もある。
3. 特に断っていない限り、樹齢は本圃へ植えつけた時点よりの樹齢である。
4. 苗齢は発芽済み種子植え付け後の苗齢である。
5. 幹高 (stem height) は地上から果房を抱えている最下部の葉 (frond) の基部までの高さである。
6. 単位はメートル法を用いたが、混乱する場合には他の単位とメートル法を併記した。
7. 使用した資料が必ずしも新しい資料だけではないために現実に即さない箇所もいくらかみられるようである。これは国状の違いにもよる。例えば、この報告書の中でふれている殺虫剤はその多くが非常に毒性の強いもので、その中には日本やその他の先進諸国ではすでに使用禁止となったものも多い。これ等の点に関しては今後できる限り最新の情報を入れてゆきたいと考えている。
8. 葉 → frond (羽状複葉) ; 小葉は必ず小葉と記載してある。

目 次

1	オイルパーム生産物の位置及び将来性	1
2	オイルパームの生物学的特徴	5
2-1	分 類	5
2-1-1	Genus (属) <i>Elaeis</i>	5
2-1-1-1	<i>E. guineensis</i> の原産地及び来歴	7
2-1-1-2	<i>E. guineensis</i> の品種とその特徴	7
2-1-2	アメリカ、オイルパーム <i>E. oleifera</i> (H. B. K.) Corfés	9
2-1-2-1	変 異	11
2-1-3	<i>E. guineensis</i> X <i>E. oleifera</i> の雑種	11
2-2	生物学的にみたオイルパームの生長	13
2-2-1	オイルパームの全体的生長	13
2-2-2	苗の発達	15
2-2-3	成樹の栄養生長	19
2-2-3-1	根	19
2-2-3-2	幹	22
2-2-3-3	葉	22
2-2-4	生殖生長	28
2-2-4-1	花序 (inflorescence)	28
2-2-4-1-1	雄花序と雄花	29
2-2-4-1-2	雌花序と雌花	31
2-2-4-1-3	雌雄両全花序 (hermaphrodite inflorescence) 又は 雌雄混合花序 (mixed inflorescence)	32
2-2-4-2	果房 (fruit bunch) 及び果実 (fruit)	32
2-2-4-2-1	経済的にみた果実の重要性	37
3	オイルパーム栽培地域の気候及び土壌	49
3-1	気 候	51
3-1-1	雨 量	51
3-1-2	日照 (sunshine) 及び太陽光線 (solar radiation)	56
3-1-3	温 度	59
3-2	土壌条件とオイルパームの生育	64

3-2-1	土壤適性	64
3-2-1-1	土壤の化学的性質	64
3-2-1-2	土壤の物理的性質	67
3-2-1-3	土壤標本の採集	69
3-2-2	土壤管理	70
3-2-2-1	土壤保全	70
3-2-2-2	水分保持	70
3-2-2-3	土壤鎮圧	71
3-2-2-4	土壤耕起	71
3-2-2-5	酸性硫酸塩土壤(acid sulphate soils)	72
4	栽培材料の用意	75
4-1	種子の発芽	75
4-2	種子の準備	80
4-2-1	栽培品種, 系統の選定	80
4-2-2	種子生産の順序	81
4-3	組織培養による苗の生産	87
4-3-1	目 的	87
4-3-2	組織培養による種苗の生産	87
5	苗 床	89
5-1	苗床技術	89
5-1-1	Bare-root seedlings	91
5-1-2	地仮苗床	91
5-1-3	小型の容器を使用した仮苗床	91
5-1-4	地苗床	94
5-1-5	大型のポリ袋による本苗床	97
5-1-6	苗床技術の選択	98
5-1-6-1	地苗床とポリ袋育苗の比較	99
5-1-6-2	一段階及び二段階のポリ袋育苗	100
5-2	苗床作業	102
5-2-1	土壤の選択	103
5-2-2	発芽済み種子の植え付け	103
5-2-3	苗床遮光	104
5-2-3-1	仮苗床における遮光	104

5-2-3-2	本苗床における遮光	105
5-2-4	水	106
5-2-5	苗床における施肥	107
5-2-6	苗床除草	110
5-2-7	複数芽の選抜	111
5-2-8	苗床における病虫害防除	111
5-2-8-1	病害防除	111
5-2-8-2	害虫防除	112
5-3	生育異常苗及び異常形態苗の除去作業	116
5-3-1	仮苗床における異常形態苗	116
5-3-2	本苗床における異常形態苗	117
6	開園	120
6-1	オイルパーム適地の選定	120
6-2	土地の開墾	121
6-2-1	森林よりの開墾	123
6-2-1-1	開墾技術	123
6-2-1-1-1	主排水路	125
6-2-1-1-2	下草刈り	126
6-2-1-1-3	伐採	126
6-2-1-1-4	火入れ	127
6-2-1-1-5	残った材料の刈り込み、再積み上げ及び第2回火入れ	128
6-2-1-1-6	火入れをせずに開墾する技術	132
6-2-2	ゴム園よりの開園	133
6-2-3	ココナツよりの開園	135
6-2-3-1	病虫害の問題点	135
6-2-3-2	ココナツの除去	135
6-2-3-3	除去したココナツの処理	136
6-2-3-4	土壌撈起	137
6-2-4	オイルパーム園よりの開園(再植のための開園)	137
6-2-4-1	再植時期	137
6-2-4-2	病虫害の問題点	139
6-2-4-3	老パームの除去	139
6-2-4-4	除去したパーム樹体の処理	140

6-2-4-5	土壤耕起	142
6-2-5	チガヤが繁茂している土地の開墾	142
6-2-5-1	機械力によるチガヤの根絶	143
6-2-5-2	除草剤によるチガヤの根絶	143
6-3	農園の設計	146
6-3-1	交通網：通路，道路及び軌道	146
6-3-1-1	必要となる道路交通網	146
6-3-1-2	交通網の設計に当って考えねばならない要因	147
6-3-1-2-1	区画の形及び面積	147
6-3-1-2-2	平坦地又はゆるやかな傾斜地における道路網	148
6-3-1-2-3	急傾斜地における道路網	150
6-3-1-2-4	道路網に対する段階的投資	150
6-3-1-2-5	軌道の使用	150
6-3-1-3	道路の建設	151
6-3-1-3-1	椽	152
6-3-1-3-2	暗 渠	153
6-3-1-4	道路の保全	153
6-3-1-5	軌道の建設と保全	154
6-3-1-6	園内通路	154
6-3-1-6-1	園内通路の必要性	154
6-3-1-6-2	収穫用通路	154
6-3-1-6-3	授粉用通路	155
6-3-1-6-4	検査用通路	155
6-3-2	排水設備	155
6-3-2-1	排水溝の種類とその寸法	156
6-3-2-2	排水溝設備の設計に影響を及ぼす要因	157
6-3-2-2-1	排水溝と園の設計	157
6-3-2-2-2	排水溝の流氷速度	157
6-3-2-2-3	園内排水溝の配置密度	158
6-3-2-2-4	排水溝を使用しての灌水	159
6-3-2-2-5	低地における提又は台への積付材	160
6-3-2-3	排水溝の建設	160
6-3-2-4	排水溝の維持管理作業	160

6-3-3	急傾斜地の土地の準備	161
6-3-3-1	階段畑造成の必要性	161
6-3-3-2	階段畑造成のための線引き作業	163
6-3-3-3	階段畑の造成	163
6-3-3-4	浸食防止堤及び階段	164
6-3-3-5	階段及び堤の維持	165
7	植え付け	166
7-1	植え付け位置決定作業—線引き作業	166
7-1-1	植え付け形態及び距離	166
7-1-2	平担地又はゆるやかな傾斜地における線引き作業の方法	167
7-1-3	階段畑における線引き作業	168
7-1-4	植え付け地点の整備	169
7-2	豆科被覆作物の植え付け	170
7-2-1	被覆作物播種前の除草	170
7-2-2	豆科被覆作物の播種量	171
7-2-3	被覆作物種子の処理	172
7-2-3-1	種皮の処理	172
7-2-3-2	根粒菌接種 (Rhizobium inoculation)	173
7-2-4	豆科被覆作物の播種	174
7-2-5	豆科被覆作物の管理作業	176
7-2-5-1	初期の雑草防除	176
7-2-5-2	被覆作物に対する施肥	176
7-2-6	被覆作物の根瘤の検査	177
7-2-7	豆科被覆作物の害虫 (pests)	178
7-2-8	豆科被覆作物の病気	179
7-3	植え付け	180
7-3-1	植え付け時期	180
7-3-2	植え付けされる苗齢	180
7-3-3	本圃への苗の運搬	184
7-3-4	植え穴掘り	185
7-3-5	植え付け作業	186
7-3-6	植え付け後の管理及び補植	187
7-4	植え付けの計画	189

7-5	栽植密度	191
7-5-1	栄養成長及び収量に影響を及ぼす要因	191
7-5-2	過密の症状	193
7-5-3	植え付け間隔試験の結果	194
7-5-4	二倍密植植え	197
7-5-5	栽植密度と経済性	197
7-5-6	栽植密度の決定	199
8	本園における管理	202
8-1	植え付け後1年間の管理	204
8-1-1	灌 水	204
8-1-2	低地部(湿地部)の排水	204
8-1-3	除 草	204
8-1-4	豆科被覆作物の管理	205
8-1-5	糞 肥	205
8-1-6	播 種	207
8-1-7	病虫動物害とその対策	207
8-2	植え付け後1年以降の一般管理	210
8-2-1	除 草	210
8-2-2	豆科被覆作物の管理	210
8-2-3	糞 肥	210
8-2-4	播 種	211
8-2-5	排水設備管理及び土壌侵食防止	211
8-2-6	摘花, 摘果(ablation)	211
8-2-7	人工授粉	211
8-2-8	摘 葉	213
8-2-9	圃場検査	213
9	畦間植生	215
9-1	畦間被覆植物の必要性	215
9-2	畦間被覆植物の機能	216
9-2-1	土壌侵食防止	216
9-2-2	土壌条件の改良	216
9-2-3	土壌養分水率の改良	217
9-2-4	望ましくない雑草の駆除	218

9-2-5	害虫防除	218
9-3	許容できる畦間植生及び受入れられない畦間植生	219
9-3-1	畦間植生の望ましい性質	219
9-4	畦間被覆植物がパームの生長及び収量に及ぼす影響	221
9-5	被覆作物設置の経済性	223
9-6	豆科被覆作物の選択	224
9-7	畦間植物の収獲：間作	225
9-7-1	間作物の種類	226
9-7-2	間作を成功させるための必要条件	226
10	雑草管理	231
10-1	有害雑草	233
10-1-1	灌木	233
10-1-2	つる草	233
10-1-3	しだ類	233
10-1-4	禾本科雑草	234
10-1-5	その他のオイルパーム園の主要雑草	234
10-2	未成熟園における雑草管理	236
10-3	成熟園における雑草管理	239
10-3-1	人手による除草	239
10-3-2	機械力による畦間植生管理	239
10-3-3	除草剤を使用した雑草管理	240
10-4	除草剤とその使用	242
10-4-1	除草剤の殺草作用	242
10-4-2	人畜に対する除草剤の毒性	242
10-4-3	通常使用される除草剤	243
10-4-3-1	油	243
10-4-3-2	無機接触性除草剤	244
10-4-3-3	有機接触性除草剤	244
10-4-3-4	有機浸透性除草剤	246
10-4-3-5	発生前処理除草剤	248
10-4-4	除草剤及び混合除草剤の選択	250
10-4-5	散布時期	251
10-4-6	除草剤の添加剤	252

10-4-7	散布量	252
10-4-8	散布器具	253
11	収量, 栄養及び肥料	255
11-1	収 量	255
11-1-1	樹 齢	255
11-1-2	オイル抽出率	261
11-1-3	収量の変動	262
11-1-3-1	葉の生産	263
11-1-3-2	雄花序率 (sex ratio)	264
11-1-3-3	花芽の生育停止 (floral abortion)	265
11-1-3-4	果房重	265
11-1-3-5	収量に対する気候の影響	266
11-2	栄 養	268
11-3	養分の機能	270
11-3-1	多量要素	270
11-3-1-1	窒 素	270
11-3-1-2	磷	270
11-3-1-3	加 里	270
11-3-1-4	マグネシウム	271
11-3-1-5	硫 黄	271
11-3-1-6	カルシウム	271
11-3-1-7	塩 素	272
11-3-1-8	ナトリウム	272
11-3-2	微量要素	273
11-3-2-1	マンガン	273
11-3-2-2	鉄	273
11-3-2-3	亜 鉛	274
11-3-2-4	銅	274
11-3-2-5	モリブデン	274
11-3-2-6	硼 素	274
11-4	養分の供給源	276
11-4-1	養分供給源としての土壌	276
11-4-1-1	土壌養分分析とパームの栄養	277

11-4-1-2	土壌型と養分の有効性	278
11-4-2	畦間作物よりの養分供給	279
11-4-3	空中要素	280
11-4-4	パームよりの養分還元	280
11-4-5	化学物質の施用	281
11-5	養分の減少	282
11-5-1	流亡による養分の損失	282
11-5-2	養分の非有効性	282
11-5-3	収穫物による養分の流出	282
11-5-4	栄養生長に必要とされる養分	284
11-6	葉の養分分析	290
11-6-1	最適養分水準(optimum nutrient level)	292
11-6-2	葉分析の技術	297
11-6-2-1	試料提出(サンプリング)の開始及び時期	297
11-6-2-2	サンプリングの区画単位規模	298
11-6-2-3	サンプリングの密度及びサンプリング用パームの選択	298
11-6-2-4	試料抽出(標本採集)	300
11-6-2-5	試料の一次処理	302
11-7	肥料の施用	303
11-7-1	肥料試験	303
11-7-2	均衡のとれた栄養状態の必要性	308
11-7-3	肥料の施用	308
11-7-3-1	肥料施用場所	309
11-7-3-2	施肥の頻度	312
11-7-3-3	施肥時期	315
11-7-3-4	パームに対する肥料の効果及び使用の速度	316
11-7-4	肥料の種類	316
11-7-4-1	有機質肥料	317
11-7-4-2	窒素肥料	317
11-7-4-3	マグネシウム肥料	319
11-7-4-4	硫酸肥料	319
11-7-4-5	加里肥料	320
11-7-4-6	肥料としての果房灰	320

11-7-4-7	単肥と複合肥料の比較	321
11-7-5	肥料施用の経済性	323
11-7-6	施肥量	324
12	摘葉及び間引き	335
12-1	摘葉	335
12-1-1	摘葉の目的	335
12-1-2	摘葉の道具	336
12-1-3	摘葉の方法	337
12-2	Unproductive palm (果房を生産しないパーム)	339
12-3	高密度植園における間引き	341
13	開花の生理	342
13-1	葉の発達	343
13-2	花芽の分化	345
13-3	性の分化, 雄花序率及び花序の発育停止	346
13-4	開花周期	354
13-5	栄養状態及びホルモン上からみた開花生理	355
13-6	果房生産, 授粉及び果房の生育停止	356
14	摘花 (ablation)	357
15	授粉 (pollination)	361
15-1	自然授粉 (natural pollination)	363
15-1-1	雄花序形成に影響を与える要因	363
15-1-1-1	雄花序生産における樹齢の影響	363
15-1-1-2	遺伝と雄花序生産	363
15-1-1-3	栽培技術と雄花序生産	364
15-1-1-4	授粉用パーム (pollinator palms)	365
15-2	花粉の発芽力	366
15-2-1	花粉の発芽力 (有効性) 試験	366
15-3	花粉の分散	368
15-3-1	花粉の飛散距離	368
15-3-2	花粉遊離の時間帯	368
15-3-3	天候と花粉の分散	369
15-3-3-1	気温と日照	369
15-3-3-2	風	369

15-3-3-3	湿度	369
15-3-3-4	降雨	370
15-4	人工授粉 (assisted pollination)	371
15-4-1	不完全な自然授粉の後候	374
15-4-2	人工授粉が収量に及ぼす影響	376
15-4-3	人工授粉が必要とされる期間	378
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	378
15-4-3-2	成樹園における人工授粉の必要性	378
15-4-3-2-1	雄花序数を基準とする方法	378
15-4-3-2-2	自然授粉区を基準とする方法	379
15-4-3-2-3	古いパーム園における人工授粉	380
15-4-4	人工授粉の頻度	380
15-4-5	花粉収集、貯蔵及び混合	381
15-4-5-1	花粉収集	381
15-4-5-2	花粉の貯蔵	382
15-4-5-3	花粉の混合	386
15-4-6	人工授粉に必要な労働力	387
15-4-7	人工授粉に使用される用具	388
15-4-7-1	The hand puffer	389
15-4-7-2	The lance pollinator	389
15-4-7-3	Rotary hand duster (散粉機)	390
15-4-7-4	動力散粉機	390
15-4-7-5	空中授粉	391
16	収穫及び果房運搬	392
16-1	収穫開始の時期	396
16-2	果実熟度基準	397
16-2-1	果房の成熟とその経済的重要性	398
16-2-2	果房熟度の判定及び基準	400
16-2-3	収穫の頻度	405
16-3	収穫技術	408
16-3-1	収穫作業	409
16-3-2	収穫組織	414
16-3-3	収穫作業精度の調整	417

16-3-4	収穫作業員に対する賃金の支払い	419
16-3-5	農園及び工場間の調整	420
16-4	果房取り扱い及び運搬	423
16-4-1	軌道による果房運搬	424
16-4-2	道路を使用した果房運搬	425
16-4-3	車輛への果房積み込み	426
16-4-3-1	労働者による果房積み込み	426
16-4-3-2	Sterilizer cage への果房積み込み	427
16-4-3-3	網による果房積み込み及び運搬	427
16-4-3-4	容器による果房運び出し	428
16-4-3-5	機械力を補助的に使用した畦間の果房収穫	430
16-5	果房の一時的貯蔵	432
17	処理加工	434
17-1	工場設置場所の選定	435
17-1-1	工場の規模	436
17-2	処理技術	439
17-2-1	果房受入れ	439
17-2-2	果房貯蔵及び sterilizer cage への積み込み	439
17-2-3	果房の蒸熱処理	445
17-2-4	果房からの果実の分離—脱果—	447
17-2-5	空果房の廃棄	448
17-2-6	果実の消化処理 (fruit digestion)	449
17-2-7	粗油の抽出	450
17-2-7-1	遠心力抽出法 (centrifuge extraction)	451
17-2-7-2	ピストン型プレス (ram press)	451
17-2-7-3	螺旋型プレス—連続圧搾機— (screw press)	452
17-2-7-4	溶媒抽出法 (solvent extraction)	454
17-2-8	粗油の浄化及び純化—清澄—	454
17-2-8-1	工場廢液の処分	456
17-2-9	純化済オイルの貯蔵	457
17-2-10	圧搾残滓の処理	457
17-2-10-1	圧搾残滓物の乾燥及び分離	458
17-2-10-2	殻核の予備乾燥及び殻の破砕	458

17-2-10-3	殻と核の分離	459
17-2-11	核の処理	460
17-2-12	工場記録	461
17-2-13	処理の概略と生産物の損失	464
18	オイルパーム生産物の品質	466
18-1	パームオイル品質の特徴	467
18-1-1	遊離脂肪酸含有率	467
18-1-2	酸化(oxidation)	470
18-1-3	水分及び不純物含有率	471
18-1-4	Bleachability (漂白能力)	471
18-2	パームオイル品質に影響を与える農園内要因	474
18-2-1	栽培系統とパームオイル品質	474
18-2-2	樹齢及び環境条件がパームオイル品質に与える影響	474
18-2-3	処理前におけるパームオイルの生物的要因による品質悪化	475
18-2-4	収穫基準とパームオイルの品質	477
18-2-5	果実の損傷とパームオイルの品質	478
18-2-6	果房収穫及び運搬がパームオイル品質に及ぼす影響	480
18-2-7	処理速度とパームオイル品質	480
18-3	工場での処理技術とパームオイルの品質	482
18-3-1	蒸熱処理がパームオイル品質に及ぼす影響	482
18-3-2	果実エレベーター及び脱果がパームオイル品質に及ぼす影響	483
18-3-3	消化及び圧搾がパームオイル品質に及ぼす影響	483
18-3-4	浄化及び乾燥方法とパームオイル品質	484
18-3-5	処理期間中の生物的要因による品質悪化	485
18-4	パームオイルの貯蔵と品質	486
18-5	運搬中のパームオイル品質の変化	489
18-6	核の品質	490
18-7	パームオイルの主要な品質検査方法	492
18-7-1	遊離脂肪酸含有率測定方法	492
18-7-2	水分含有率測定方法	493
18-7-3	不純物(dirt)含有率測定方法	493
19	オイルパーム生産物の性質	494
参 考 資 料		501



写一 1 植付後 3, 5 年 の Tenera 園
(Sabah Agricultural Development (Palm Oil) Sdn.Bhd)



写一 2 植付後 14 年 (BAL ESTATE)

1. オイルパーム生産物の位置及び将来性

現在世界中の熱帯地域で栽培されているオイルパームの種 (species) は極一部の試験的な試みにアメリカオイルパーム (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortes) が交配親として使用されている以外は、全て西アフリカ原産のアフリカオイルパーム (*Elaeis guineensis* Jacquin) である。アフリカオイルパームは元来西アフリカの北緯16度から南緯10度の間に自生していたものであり、その地域においては家庭用としてのパームオイルの利用は非常に古く、紀元前3,000年頃のエジプトの墓よりもパームオイルによく似た物質が発見されている。この地域からのパームオイル及びパーム核の輸出は19世紀より始まった。しかし西アフリカにおける初期のパームオイル及び核の生産はその全てが自生又は半自生のパーム林を利用して行なわれ、この状況は20世紀初期まで変わることはなかった。

アジアへはジャワのボゴール植物園に1848年に導入された4本のパームが偶然にも非常に良質の系統であり (*deli dura*) 皮肉にも現在使用されている *Tenera* 種の母親のほとんどはこの系統となることとなった。

商業的大規模農園が開かれたのも東南アジアのスマトラ及びマラヤ地域が最初であり、20世紀初頭のことである。それ以後大農園によるオイルパーム栽培は全世界の熱帯地域に広がり、各大規模農園内又は生産集団内部に近代的榨油工場が建設され、非常に良質のパームオイル及びパーム核の生産が行われている。大規模農園の出現と共にオイルパーム生産物の生産地も大きく変化し、現在ではマレーシア及びインドネシアの二国で世界のパームオイル輸出量の90%を占めるようになってきている。20世紀にはいつてからの大まかな世界のパームオイル輸出状況の動きは以下の表-A及びBにみられるようなものである。

表-A：パームオイル主要生産国の輸出状況

—……無し (1,000ロングトン/年)

	アフリカ							アジア		合計
	ナイジェリア	シエラレオネ	アイボリーコースト	ダホマイ	ザイール	アンゴラ	その他のアフリカ諸国	インドネシア	マレーシア	
1909 平均 ~1913均	82	9	6	13	2	2	8	—	—	122
1936 平均 ~1939均	136	1	19		67	3	21	202	46	495
1954 平均 ~1957均	186	—	17		146	10	8	56	56	549
1974	—	—	89	11	33	4	14	227	886	1314

※(Commodities Division, Commonwealth Secretariat, and Oil World Publications)

表一B：世界のパームオイルの生産量及び輸出量（1000メトリックトン/年）

年 地域	1976 *		1977 *		1978 **	
	生産量	輸出量	生産量	輸出量	生産量	輸出量
西マレーシア	1258	1207	1510	1490	1725	1680
東マレーシア	124	121	140	140	155	155
インドネシア	434	403	460	430	485	450
その他の地域	1319	170	1346	225	1375	245
合計	3135	1901	3456	2285	3740	2530

* 推定

** 予想

(油脂より)

表にみられるように20世紀初頭には世界輸出量の全てを占めていた西アフリカ諸国は1936～39年平均ではすでに世界輸出量の半分程しか占めていない。これは西アフリカに対して、マレーシア及びインドネシアにおける増産の勢いが極めて大きかったためである。以後第2次世界大戦中は東南アジアよりのパームオイル輸出量は一時皆無の状態にまでなり、戦後も戦前の輸出量を大きく上回ることはなかつたが、1960年代にはいつてからのマレーシアにおける急激な生産の伸びのために1960年代後半にはマレーシア及びインドネシアの東南アジア二か国が世界のパームオイル輸出国の上位二位を独占することとなり、反対にそれまでの第一位輸出国であったナイジェリアは1970年のビアフラ戦争前後より急激に生産量が落ち、ついに輸出皆無の状態にまでなった。ナイジェリアと時を同じくしてそれまで第2位輸出国だったザイールの輸出量も激減し、一方同じ西アフリカのアイボリーコーストは世界第三位の輸出量（1978/79年は9万トン）をもつまでになっている。

世界全体としてみれば近年におけるオイルパーム生産物の生産の伸びには著しいものが見られるが、このような急激なオイルパーム生産物の生産の伸びを支えた原因の一つに、他の油糧作物に対してオイルパームの油脂生産性が極めて高いことをあげることができる。オイルパームは現在世界中で栽培されているいかなる油糧作物よりも単位面積当りの油脂生産性は高い（表一C）。

表一C：主要な油糧作物間のオイル収量比較（kg/ha）

オイルパーム		大豆油	ピーナッツ油	綿実油	菜種油	ひまわり油	ココナツ油
パームオイル	核油						
2810	310	289	392	160	364	429	729

※ (Commonwealth Secretariat, Vegetable oils and oilseeds, 1970)

たとえオイルパーム栽培に限界とされる条件下においても、同じ条件下において栽培されたココナツよりも、はるかに生産性が高く、最終的な利益もより大きいことが知られており、この高い生産性及び食用から工業用にまで及ぶ幅広い用途のために温暖熱帯地域におけるオ

イルパーム栽培は非常に有利な産業と考えられている。世界の過去10年の主要油糧作物からの油脂生産の動き及び近い将来の予想生産量は表-Dのようになっている。

表-D：主要油糧作物の1968/69農年度～1970/71農年度の平均、1977/78農年度～1979/80農年度の推定平均及び1983/84農年度～1985/86農年度の予想平均生産量（各々の平均は3年間の平均）（百万メトリックトン/年）

	大豆			総 実	ピー ナツ ツ	ひ ま わ り	菜 種	ゴ マ	コ コ ナ ツ ツ	パ ー ム 核	亞 麻 仁	ひ ま	以 上 合 計	パ ー ム オ イ ル	総 計
	世界	内 米 国	米 国 外												
68/69～70/71	638	532	85	247	264	327	201	063	206	041	105	034	2126	122	2248
77/78～79/80	1213	852	70	293	287	464	357	064	277	056	084	033	3128	346	3474
83/84～85/86	1516	990	65	325	305	590	476	068	334	068	096	043	3821	508	4329

(ISTA - OIL WORLD より)

過去10年間の生産の増加率は大豆油の91%に対してパームオイルは183.6%である。しかも10年前には全油糧作物中7位だった生産量も現在では4位となり、さらに1983/84～1985/86農年度予想平均では全植物油中の11.73%を占め、大豆、ひまわり油に次ぎ第3位になると予想されている。

従来パームオイルは大豆油に比較して品質は悪いとされ、価格も大豆を含めた他の油脂よりも低いのが常であった。しかし近年パームオイルの搾油、精製技術共に向上し、生産されるパームオイルの品質は大豆油に対して決してひけをとらないものとなった。価格もアメリカでは77/78年以降、ヨーロッパでは78/79年度になって大豆価格を上回った。表-E及びFはその価格の動きを示したものである。

表-E：ヨーロッパ市場における油類価格の動き（US\$/メトリックトン）

	ココナツ	ピーナツ	総 実	ひまわり	菜 種	大 豆	パームオイル	水産油
1960	312	327	245	244	291	224	224	186
1965	347	325	281	292	266	270	257	212
1970	322	378	358	330	327	281	246	256
1973	474	543	437	不明	435	439	401	215

※(United Nations, 1974a; United Nation, 1965-1974; Commonwealth Secretariat, 1960-1973)

このためパームオイルが大豆に比較して単位面積当り生産性も高く、又単位重量当り価格も高いという現象をみせることとなったが、このことは現在のパームオイルが品質優良で、用途においても非常に幅広く将来においてもまだかなりの潜在的需要があることを暗示している。

表一F：大豆油とパームオイル価格の動き（US\$/メトリックトン）

		76/77	77/78	78/79
		10月-7月	10月-7月	10月-7月
大豆油	U.S. F.O.B. Decatur	542	529	592
	Duch F.O.B. ex-mill	587	571	647
パーム オイル	Sum/Mal. cif N.W. Eur.	538	557	653
	any orig. cif New York	524	572	671

※(Oil World より)

オイルパームが他の油糧作物に対して優れている点は植え付け後20～30年間生産が続けられる永年作物であるということにもある。このことは生産費を大きく引き下げることが可能になると共に、畦間作物の導入等を含めた多くの点で、生態系をかなり自然に近い状態に維持することができることをも意味する。それ故に病虫害対策の点で、従来プランテーション農園の1年生作物にみられることの多かった壊滅的なある種の病害又は虫害の突発的な大発生がより生じにくい栽培方法が可能となるのである。

事実今までのところ、古い老齢園における病害を除いては、オイルパームの産地が、病害または虫害のために壊滅的な大打撃を受けた例は非常に少ない。以上述べた点を総合的に考察してみた場合、オイルパームは自然の生態系に大きな打撃を与えることなく栽培することのできる数少ない有利なプランテーション作物の一つであるという結論が導き出され得るのではなかろうか。

2 オイルパームの生物学的特徴

2-1 分類

2-1-1 Genus(属) *Elaeis*

Genus *Elaeis* (Jacq) は *Palmae* 科、*Ceroxylineae* 亜科の *Coccoineae* 連に属する。Hutchinson(1934年)は28の属を *Palmae* 科に分類しているが、そのうち26属は南アメリカだけに分布している。2つの例外は熱帯圏全体に分布する *Cocos* であり、もう1つが主としてアフリカ大陸に分布する *Elaeis* である。

E. guineensis Jacq. の栽培は大規模には、アフリカ、赤道直下のアメリカ、東南アジア及び南太平洋で行なわれている。アフリカ及びアメリカを除いた地域への *E. guineensis* Jacq. の導入ははっきりしており、この種(species)の原産地がアフリカ又はアメリカであることは疑いない。Cock(1942年)は、主として *Elaeis* の別種である *E. oleifera* 及び *E. odora* を含めたパームのうちの *Coccoineae* 連の極めて多くのものが南アメリカ原産であるという理由により、*E. guineensis* が、川岸に沿って、自生又は半自生の状態で生育しているブラジルを原産地として示唆した。しかし Zeven(1965年)は、初期の植物学者及び旅行者の記述、アメリカ及びアフリカにおけるパームに対する方言名及びナイジェリアにおける非常にオイルパームの花粉に似た花粉の化石の発見(Zeven 1964年)を基礎にして、*E. guineensis* アフリカ原産の有力な説を打ち立てた。これによりアメリカでみられる自生の *E. guineensis* は過去に人間の移動によりもたらされたものと仮定されるに致った。

アフリカにおける原産の中心は不明である。他の植物の種では自生植物の変異性(variability)を調査することにより原産地をつきとめることができる。しかし、オイルパームの自生林には多かれ少なかれ人間の手がいり意図的な又は無意識的な選抜が遺伝子頻度を変化させているため、そのような調査を行なっても、それを解釈することは困難である(Zeven 1967年)。

植物分類学は最初はその種に対し正しく付けられた学名が使用されるべきである(もし誤った属に入れられたことが判明すれば属名—generic name—は変えることができるが)という規則をもっているが、オイルパームの分類にはある程度混乱がある。アフリカ、オイルパームは Jacquin(1763年)によって *Elaeis* と名づけられ、この名は確定している。しかし Gaertner(1788年)によって *E. guineensis* 型のアメリカ、オイルパーム(South American oil palm)に与えられた *E. melanococca* Gaert. は問題となった。Bailey(1940年)によるとこのアメリカの種に与えられた最初の有効な名は *Corozo oleifera* Jacq. であるという。(*Corozo olifera* Oiseke と呼ばれることもある。)しかし Wessels — Boer(1965年)はアメリカ種とアフリカ種は非常に近似しており

これらは異なる属の下に分類されるべきではないとしている。この説は、両種の間において人為的交配により発芽力のある種子の生産が可能である (Hardon and Tan, 1969年) ということからも支持されている。従ってアメリカ、オイルパームの正しい名称は *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortes とされるに至った。雑種においては、*E.oleifera* はいくつかの性質において *E.guineensis* に対し優性を表わしており *E.oleifera* の方がより初生 (more primitive) の種であり、*E.guineensis* は派生種 (derived species) である (Hardon, 1969年) という示唆がなされている。この示唆はもちろん *Coccoineae* 達がアメリカ原産であるという前提に立ってなされたものである。

Beccari はもう1つの種でマダガスカルだけに分布する *E.madagascariensis* を認定しているが、これは一般的には、*E.guineensis* の変種と考えられている (Rosenquist, 1958年)。

Wessels - Boer (1965年) はこの属の第三番目の種として *E.odora* を加えた。別名 *Barcella odora* として知られるこの種は他の二種 (アフリカ及びアメリカ オイルパーム) と異なり両性の花序 (bisexual inflorescences) をもち、雄花は低位置の小穂の基部につく。しかし同じ型の花序は稀には *E.guineensis* 及び *E.oleifera* の異常形態 (奇形) としてもみられ、Wessels - Boer もこの性質は異なる種に分類するだけの根拠にはなり得ないと認めている。それ以後、知られる限り *E.odora* とその他の種の間には交雑試験が行なわれた記録はない。従って *Elaeis* 属を表にすると以下のようになる。

科 (family)	<i>Palmae</i>
亜科 (sub-family)	<i>Ceroxylineae</i>
達 (tribe)	<i>Coccoineae</i>
属 (genus)	<i>Elaeis</i>
種 (species)	
a. <i>E.guineensis</i> Jacquin (アフリカ オイルパーム)	
変種: <i>E.madagascariensis</i> Beccari (マダガスカル オイルパーム)	
b. <i>E.oleifera</i> (H.B.K.) Cortes (アメリカ オイルパーム)	
(別名: <i>E.melanococca</i> Gaertl; <i>Corozo oleifera</i> Jacquin)	
c. <i>E.odora</i> 確定していない。	
(別名: <i>Barcella odora</i>)	

E.guineensis は西アフリカの熱帯降雨林地帯全体にパーム自生林としてみられるが、その大部分には人間の手が加わった形跡がある。Zeven (1967年) は、この種の自生地は降雨林の双子葉の木には湿潤すぎる沼地及び河岸に沿った地域であるとしている。オイルパームは降雨林の木とは効率的に競合できないとみられ、これは森林内の透光下での生育

が悪いことに加え、幹の伸長速度が遅いため、他の木と競合するのに必要な高さまで樹冠をすみやかに上げることができないためと思われる。

E. oleifera はコロンビア及びパナマの草原地帯に寄生するが、この場合も天然の植生が人間によって手を加えられた場合にのみ生じる。*E. oleifera* の自生地は中央アメリカ及び北部コロンビアの排水が悪く、時折冠水する地帯であると思われ、この地帯より人為的に南アメリカの他の地域へ広められたものと思われる。(de Blank 1952年)。

アフリカ、オイルパームは分布している西アフリカのほとんどの地域において、遅くとも16～17世紀に最初のヨーロッパの植物学者が訪れた時期、又は多分それよりかなり以前より家庭用に使用されていたと思われ、紀元前(B.C)3,000年頃のエジプトの墓よりもパームオイルに似た物質がみついている。(Friedel, 1897年)。

アフリカよりのパームオイル及びカーネル(核)の輸出は、19世紀に始まった。この時点では供給源は自生林であり、オイルは原始的で非効率的な方法により抽出されていた。パーム自生林は時々人為的に苗を植え付けることによる小農園にまで発達した(Zeven 1967年)が最初の大規模な農園がつけられたのは東南アジアのスマトラ及びマラヤにおいてであり、20世紀初期のことである。これに続き1920年代にベルギー領コンゴ(現ザイール)で大農場が開かれ、さらに全西アフリカに広まった。

2-1-1-1 *E. guineensis* の原産地及び来歴

E. guineensis の自然分布地域は西アフリカでギニア湾の海岸から幅50～200Kmのほぼ連続した帯状でセネガルからアンゴラまで北緯16度より南緯10度の間に多くみられる。コンゴ盆地では誇角して分布する。この地域でオイルパームは河岸や淡水の沼沢地に自生又は半自生林を形成していることが多い。オイルパームの半自生林は農民によりつくられるもので、農民が森林を伐採し、火を入れ、農地としての適当な条件をつくり、各種の短期作物を栽培した後、放置した跡に、オイルパームの種子が発芽し、生長した結果半自生林となったものである。

アジアには1848年にジャワのボゴール植物園に4本が植えられた。この4本のパームより広まった系統を総称して*de li dura* という。現在の生産地はザイール、アイボリーコースト及びナイジェリアを中心とした西アフリカ諸国とインドネシア、マレーシア及び中南米諸国である。

2-1-1-2 *E. guineensis* の品種とその特徴

現在使用されている主要品種は次の3品種である。

a. *E. G. dura*

a-1: *Macrocaraya* (Congo type)

通常 *deli dura* との間に明確な区別はない。Congoより導入された品種で、果形は大型であるが果肉が薄く、殻 (shell) の割合が50%を占め、油の収量は極めて低い。

果肉/果実	30~40%
殻の厚さ	4~8.5 mm
核/果実	12%

a-2: *Deli dura*

Tenera が出てくるまで東南アジアで栽培されていた品種がこれである。1948年にボゴール植物園に植えられた系統である。Congo type よりは殻は薄い、その果実に対する割合は約30%と大きい。豊産ではあるが優良種とはいえない。

果肉/果実	60%
殻の厚さ	2~5 mm
核/果実	8%

b. *E.O. pisifera*

殻を完全に欠き、核は一般に非常に小さいか、又は単に空殻を有するにすぎない。果房生産性低く、雄花序は開花しても数日後には早くも枯死してしまうものが多く、又そうでなくても、授精後3-4ヶ月以内には枯死し、なかなか成熟に迄は達しない。結果するものがあっても、それは1果房中、わずかな数である。

果肉/果実	95%
-------	-----

c. *E.O. tenera* (DXPの1代雑種)

Dura と *pisifera* の中間的な単因子雑種であり 現在のオイルパーム栽培の核をなす優良品種である。果房生産力高く、果肉厚い。

果肉/果実	80%
殻の厚さ	1~2 mm
殻/果実	10%
核/果実	9~10%

工場における果房当りパームオイル収量率12.5~22% (平均20%)

表-1: 殻及び果皮の厚さによって分類したオイルパームの果実型
(Rutgers and Yampolsky)

殻の厚さ (mm)	果皮の厚さ (mm)	果実型の名称
4.0 - 8.5	0.75 - 2.5	Macrocaraya
2.0 - 5.0	2.0 - 6.0	Deli dura
1.0 - 2.5	3.0 - 10.0	Tenera
なし	5.0 - 10.0	Pisifera

2-1-2 アメリカオイルパーム *B. oleifera* (H.B.K.) Cortés

この種は中南米における現在の経済上の重要性と *B. guineensis* との交雑の有望性より重要視されている。このパームは均をばって生育する性状 (procumbent habit) 及び緩慢な幹の伸長という特徴をもち、それ故に交雑試験に頻繁に使用されている。

中南米においては多くのパームの種が Corozo の名を使用して呼ばれるが、コロンビアでは、*B. oleifera* は通常 Corozo noli 又は単に noli と呼ばれている。他のスペイン語圏のアメリカでは Caiaue 又は Dende do Para と呼ばれる。

B. oleifera は中南米の熱帯地域でみられ、ブラジル、コロンビア、ベネズエラ、パナマ、コスタリカ、ニカラグア、ホンジュラス、仏領ギマナ及びスリナムで採集又は記録されている。コロンビアでは牧場の谷間等のみならず、その他の地域でも湿地、沼地又は河岸に生育しているのがみられる。これらすべての状況下において、このパームは純粋な畜生した林としてみられるが、牧場や河岸の一部では小さな集団に分散してみられることもある。ニカラグアでは Escondido valley に生育していることが報告されているが、ニカラグア湖と El castillo の間の San Juan 川の河岸には大面積を占めて生育している。スリナムでは、やせた白い砂質土壤に畜な *B. oleifera* の林がみられるが、そのパームは小さい。

B. oleifera の最大の特徴であり、又 *B. guineensis* と区別される特徴は匍匐性の幹をもつことである。約15年間は直立して生育するが以後は一般的に匍匐性となる。但し先頭の樹冠部分1.5~2.7 mは直立したままである。地上に7.6 m程の長さの幹が横たわっているのが観察されたこともある。一部の地域においてはパーム幹高が3 m以上になるまで立性の型もみつかっている。幹上の葉基部は、あまり長期間に残らない。

B. oleifera はこの匍匐性に加え、*B. guineensis* よりも幹の伸長がかなり緩やかであることが判明している。しばしば *B. oleifera* の匍匐性は湿地条件によるものであると主張されることもあるが、*B. oleifera* が匍匐性を示すところでも、他種のパームは直立して伸長する。

根の発達はい *B. guineensis* に似ているが、匍匐している幹全体より、約1 m程の長さに

なる根が発生する。下皮 (hypodermis) 及び皮層柔組織 (cortical parenchyma) のより厚い木質化 (greater lignification); 内皮溝 (endoderm) 及び内皮部 (phloem) 細胞の中にある細胞間空隙 (lacunae) がより少なく、タンニン酸が存在すること等の構造的違いがある種の病気に對してこの種がもつ抵抗性の原因であると主張されている。

E. oleifera の葉も又 *E. guineensis* の葉とは容易に區別できる。全ての小葉は平面的に付着し、小葉基部のふくらみはなく、葉柄上のとげは短く、太い。パーム上の葉数は多く45本程になることもあるが、平均は30本程である。生育の良好なものでは小葉は *E. guineensis* の小葉より大きく、長さ1.9 m、幅12 cm程までになる。通常100対(200枚)以上の小葉をもつ。

雄花序は *E. guineensis* よりわずかに異なる。小穂 (spikelet) は100—200本をもち、長さは5—15 cmで開花前に大花苞 (spathe) が破れるまでは内部に押しこめられている。ザイールにおいてみられる *E. oleifera* は *E. guineensis* の典型的な小穂よりも細く長い小穂をもつ。雄花はやや小さく、より短い葯をもち未発達の雌しべ (rudimentary gynoecium) はより発達が進み、3個の明白な柱頭隆起 (stigmatic ridges) をもつ。

雌花序は発達する果房によって破られた後も長期間残る大花苞によって區別できる。小穂は長いとげのかわりに短かいとげをもつ。雄花は多く、小穂組織内に陥没しており、*E. guineensis* の場合のような長い苞 (long bract) の腋には抱えられていない。

このような特徴の結果として *E. oleifera* の果房は大花苞の襞縫によって取り囲まれており、長いとげはもたない。果房周囲に大花苞が付着していることは風媒のみによっては授粉が良好に行なわれ得ないであろうことを、示唆している。雌花序の周囲には、蜂がよくみられ、この蜂及びその他の昆虫が授粉を助けていることも考えられる。雌雄両全花序 (hermaphrodite inflorescences) も、自生地のアメリカ、及び植え付けられたザイール双方においてみられるが、ザイールにおいては、andromorphic type (雄しべ型) が一般的である。

普通果房重は8—12 gであるが、稀には、30 g程になることもある。果実は小さいが、通常の大さの1果房上に5000個以上の果実が着いていたことがコロンビアで記録されている。果房は、中心部は広く、丸く、先端は細くなって明確な円錐形をしている。果実重は1.7—5.0 gである。単為結果果実 (parthenocarpic fruits) も多くみられ、しばしば全果実数の90%程を占めることもあるが、重量は平均0.8 g程である。中果皮層は薄く、通常果実の29—42%を占める。単為結果果実では80%以上の中果皮を持つ。中果皮中のオイル含有率はコロンビアでは23—38%が記録されているが、最近のコロンビアの4地域での調査では普通の果実の新鮮中果皮に対する平均のオイル含有率は地域によって16.7—22.6%の幅があり単為結果果実ではさらに低いことが、判明している。殻の厚さは1—

3個で果実重量の43~53%を占める。核は果実中の13~22%を占め、二個の核をもつ種子は比較的多く、3個の核をもつ種子は稀である。

果房全体重量に対する果実割合はしばしば低く、コロンビアの調査では平均37%であった。しかしより新しいコロンビアの4地域での調査によると果房全重中の授精果実割合の平均は28.1~46.3%、単為結果果実割合が9.5~23%となっている。地域間の較差は、非常に大きく、授精果実割合は、8.9%の低いものから、63.6%の高いものまでみられた。全果実を合わせた重量は、通常果房重量の60%以下であり、単為結果果実の割合が増加してくるに従って核の生産性は非常に低くなっている。

2-1-2-1 変異

アメリカ、オイルパームの自生区における調査は、このパームが、*B. guineensis* よりも安定した性質をもっていることを示している。生育習性には変異がみられるが、葉の形態花序及び果実の特徴にみられる変異は比較的小さい。中米の*B. oleifera* はコロンビアのものに比べて中果皮率が高いという記録もある。果実の色に関する限り、90%は成熟すると、オレンジ色になる。これ等の通常の果房は未熟段階では通常当初は黄緑色をしているが成熟するにつれて基部は象牙色、上部はオレンジ色となってくる。もう一つの稀に見られる果実の色は成熟すると黄色になるもので、これは未熟段階では当初は明るい緑色を呈しているが次に淡緑色になり、続いて淡黄色となる。スリナムの小さなパームは未熟段階では緑色を呈し、成熟するとオレンジ色~赤色に変わると報告されている。*B. oleifera* においても、*B. guineensis* にみられる *dura tenera* 及び *pisifera* のような果実型をもつかどうかは明らかでない。*B. guineensis* に比較してオレイン酸含有率及びヨウ素価はより高い。カロチン含有率は *deli dura* より高いが、多分アフリカでみられる。*B. guineensis* の多くのパームよりも高いということはないと考えられている。

以上記述したことから、このパームが幹の緩やかな伸長速度及び場合によっては、中果皮オイル(パームオイル)の品質により、*B. guineensis* との交雑材料としての価値をもつことを示唆している。コロンビアでは過去には、オイルは料理用及び灯火用として家庭で使用されてきたが、現在では主として石けん製造用に用いられる。

2-1-3 *B. guineensis* × *B. oleifera* の雑種

両種は過去数十年間広く試験的に交雑され、現在ではある程度の交雑成績が明らかになっている。植物学的に見れば、雑種は両親のいずれよりも大型の葉をもつが、小葉の付き方は *B. oleifera* に準ずる。*B. oleifera* の緩やかな幹伸長速度、単為結果性及び果実型、果皮色は雑種にも受け継がれる。小穂上の花を抱えている苞(*flower subtending bracts*)

及び頂部のとがった部位 (end-prong) は, *B. oleifera* よりもわずかに長く, 従って雑種の果房は *B. oleifera* の果房に類似した形となる。小葉数は, 両種の間となる。

雑種の果房内部の特徴は, 当然使用される *B. guineensis* の果実型 (*dura*, *tenera* 又は *pisifera*) によって違ってくるが, *B. oleifera* の授精果実及び2つの型の大量の単為結果 (1つは小さな種子の内部中空に液体のつまっているもの, もう1つはより小さく, 木質化した中心核及び未発達の中空—rudimentary cavity—をもつだけのもの) の両方の果実を生産する傾向によっても影響される。

正常な果実では *dura* 交雑の中果皮/果実率は40%以下~50%以上の幅があるが, *tenera* の交雑で58%, *pisifera* 交雑では74%であった。単為結果果実の場合, 中果皮率は, 単為結果の程度によって決まってくる。マレーシアでの試験によると, 大型の単為結果果実では, 平均中果皮率75%, 殻25%をもつが, 小さな単為結果果実では, 中果皮率89%で木質化した中心核は, わずかに果実の11%を占めるにすぎないという結果が出ている。オイル/中果皮率は使用された両親の中間的な含有率を示し, 脂肪酸の分布も中間的となるようである。

2-2 生物学的にみたオイルパームの生長

これより以後いうオイルパームとは *B. guineensis* Jacq. のことである。*B. oleifera* は将来においては、それ自身又は、*B. guineensis* との交雑により重要となるかもしれないが、現時点での経済的重要性は限られている。

2-2-1 オイルパームの全体的生長

発芽後4年間程は幹は地上に現われてこない。だいたい4年目を過ぎた頃より幹ははっきりと地上に現われてくる。幹の実際の太さは、最初形成された時から同じで二次的な肥大生長はしない。直径約20~75 cm位であるが、枯れたり、摘葉した葉の基部がついているので、外観的には直径1 m近く(最大部位)にもみえる。一般に地上部50 cm位の部位が最も太つてみえ、以後はやや細くなる。幹が地上に現われてきたら以後は年に約70 cm位の割合で伸びる。一般に15~17年に達すると、幹の中央部分の葉基部より順次葉基部が脱落し始めるが、個体によってはなかなか脱落しないものもある。

葉は苗床期間中に、だいたい第9葉から16葉くらいまでのうちに羽状葉になるが、以後小葉で13~14年目まで、葉柄で9年目まで、葉軸で14年目まで、葉の面積も同じく14年目頃まで(いずれも発芽後)増加を続ける。もちろん初期生長の割合ほど大きく、最大に近づくと従って増加率は小さくなる。葉は原基ができてから展開まで2年半程かかり、展開後2年間生きている。成長したパームでは葉はだいたい以下のようなものである。

生 葉	40~50本
小 葉	140~160対
葉 柄	1 m 余り
葉 軸	4~5 m
小葉長	75~100 cm
小葉幅	2.5~6.0 cm

表-2 : 各樹齡のパームの中より平均と考えられるものを3個体ずつ選んで測定した
 値 : 品種 Tenera (DXP) (Sabah Agricultural Development ; Semporna,
 Sabah にて : 富永 1978)

定植後 樹齡(年)	幹高 cm	最大部分 幹周cm	葉柄長 cm	葉軸長 cm	総葉生 葉数	小葉数		最大小葉 長 cm	最大小葉 幅 cm	備 考
						片側	片側			
定植時 (15ヶ月苗)	0	0	40	176	10	51	51	45	3.8	
	0	0	50	150	11	46	46	45	4.0	
	0	0	42	159	10	52	52	51	4.0	
1年経過	0	0	57	172	27	72	72	54	3.5	
	0	0	45	152	24	66	67	52	3.5	
	0	0	49	174	25	81	82	54	3.5	
2年経過	0	0	58	234	34	96	103	59	4.0	雄花序出始め ている。
	0	0	49	236	33	101	105	62	3.5	
	0	0	54	248	37	98	98	58	4.0	
3年経過	325	2525	925	380	35枚 前後に 摘葉 ※	137	135	8750	4.5	パーム1本当 り平均10果 房位ついてい る。
	300	2400	95	3525		128	129	7750	5.0	
	325	2500	875	355		117	117	8250	5.0	
4年経過	80	300	114	426	35枚 前後に 摘葉 ※	120	122	86	5.5	
	120	290	107	458		129	132	83	5.5	
	100	300	127	478		129	129	85	6.0	
5年経過	122	298	146	475	35枚 前後に 摘葉 ※	135	133	845	5.7	葉柄の とげ 片側 75位 70位 65位
	89	261	157	478		138	138	985	5.4	
	92	282	130	486		142	139	102	5.9	
6年経過	200	280	110	531	35~40 枚に摘 葉 ※	155	155	98	4.5	葉柄につい て いるとげは片 側65~80本 程
	150	300	109	482		139	141	96	5.5	
	150	320	121	490		140	143	86	5.5	
7年経過	213	368	183	559	40枚 前後に 摘葉	166	165	108	6.2	葉柄につい て いるとげは片 側78~85本 程
	181	306	194	521		143	145	102	5.7	
	192	310	170	515		165	164	80	6.8	

※果房が収穫され始めたら、常に果房の下に1~2本の葉を残して摘葉する。2本残すのが理想的であるが、授粉、収穫作業を容易にするために1本にすることもある。

(表-2を読むにあたっての注意)

- a. それぞれの3個体は、まず平均的な10個体を測定し、その中からさらに3個体を選んだものである。従って数値は全て個々のパームの数値であり、平均値ではない。
- b. SADPO (Sabah Agricultural Development) のパームは全般的に幹の伸長はやゝ遅いと考えられる。
- c. 最大幹周—地上部50cm位の部位。
3年生パームは地際部。
- d. 幹高—地表面より最下位果房基部までの高さ。
- e. 幹が上ってきていない時点での葉柄長は、地際部より測定。
- f. 葉柄、葉軸長は第25~33葉の中でも最も長いものを測定。
- g. 小葉数—葉柄部に接した部位にある不完全なとげ状態の小葉も全て含む。通常、とげ状の小葉は平均して片側に5~10本ついている。
- h. 摘葉—最下位果房下に1~2枚の葉を残して摘葉。

表-3: アイボリーコーストのLa Meにおける deli dura と tenera 及びザイールの Yangambi における tenera の栄養生長記録 (De Berchoux & Gascon)

品種及び 系統	Deli dura	アフリカTenera雑種	アフリカTenera雑種
	SOC 1386 (JL1133×JL1113)	La Me IM6 (L2T×L11T)	Yangambi YA 3 (2469B×1473B)
年間葉生産数 1960-3	19.3	24.2	24.4
パーム1本当り生産数 4年間平均	34.6	40.6	41.6
第17葉の重量 Kg 4年間平均	8.1	4.8	6.6
第17葉の小葉重 Kg 1963年	3.1	2.3	3.0
第17葉の長さ m 2年間平均	6.60	5.63	5.64
第17葉中間部位の幅 m	2.15	1.78	2.07
第17葉上の小葉数 1963年	350	309	344
第17葉の葉柄幅 cm 1963年	9.0	6.7	8.2

※ (The oil palm p. 246)

2-2-2 苗の発達

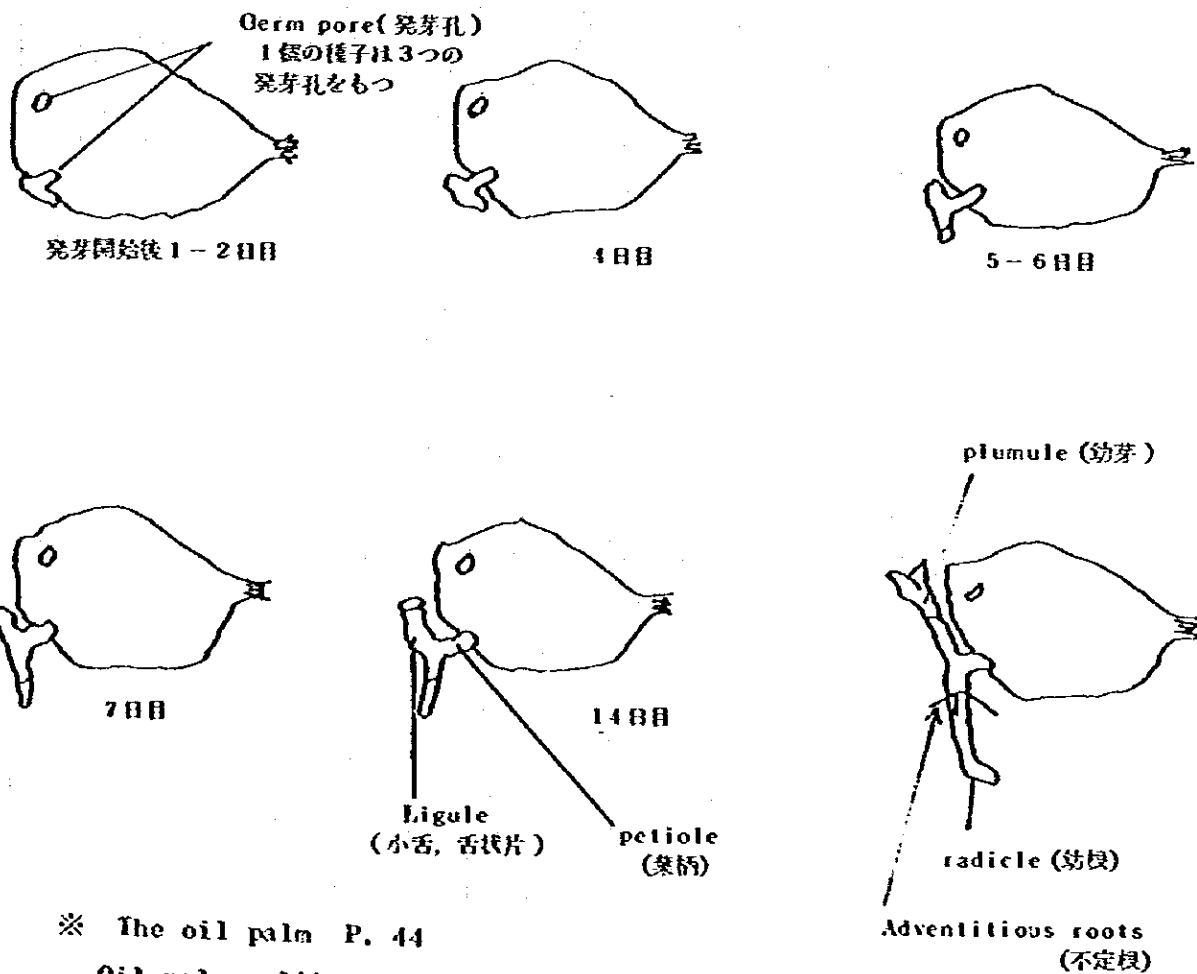
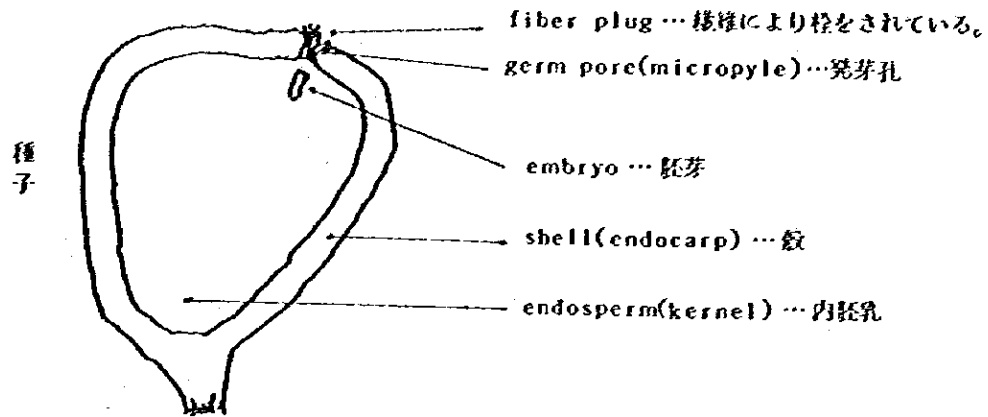
苗は発芽孔 (micropyles) の1つに接した核 (kernel) の部位に位置する小さな胚芽より発達し、若い芽 (幼芽—plumule) 及び幼根 (radicle) は、発芽孔を通過してボタン型

の器官となつてでてくる。発芽を始めたら幼根は当初速い発達をみせ主根を伸ばすと共に、急速に二次根系を発達させる。初期の生育段階においては、若い苗は生育のための栄養は全て核に貯えられている養分より得ている。

最初の緑色の葉が出現するのは発芽約1ヶ月後であり、その後は発芽後6ヶ月までは、1ヶ月1枚余りの割合で出葉する。

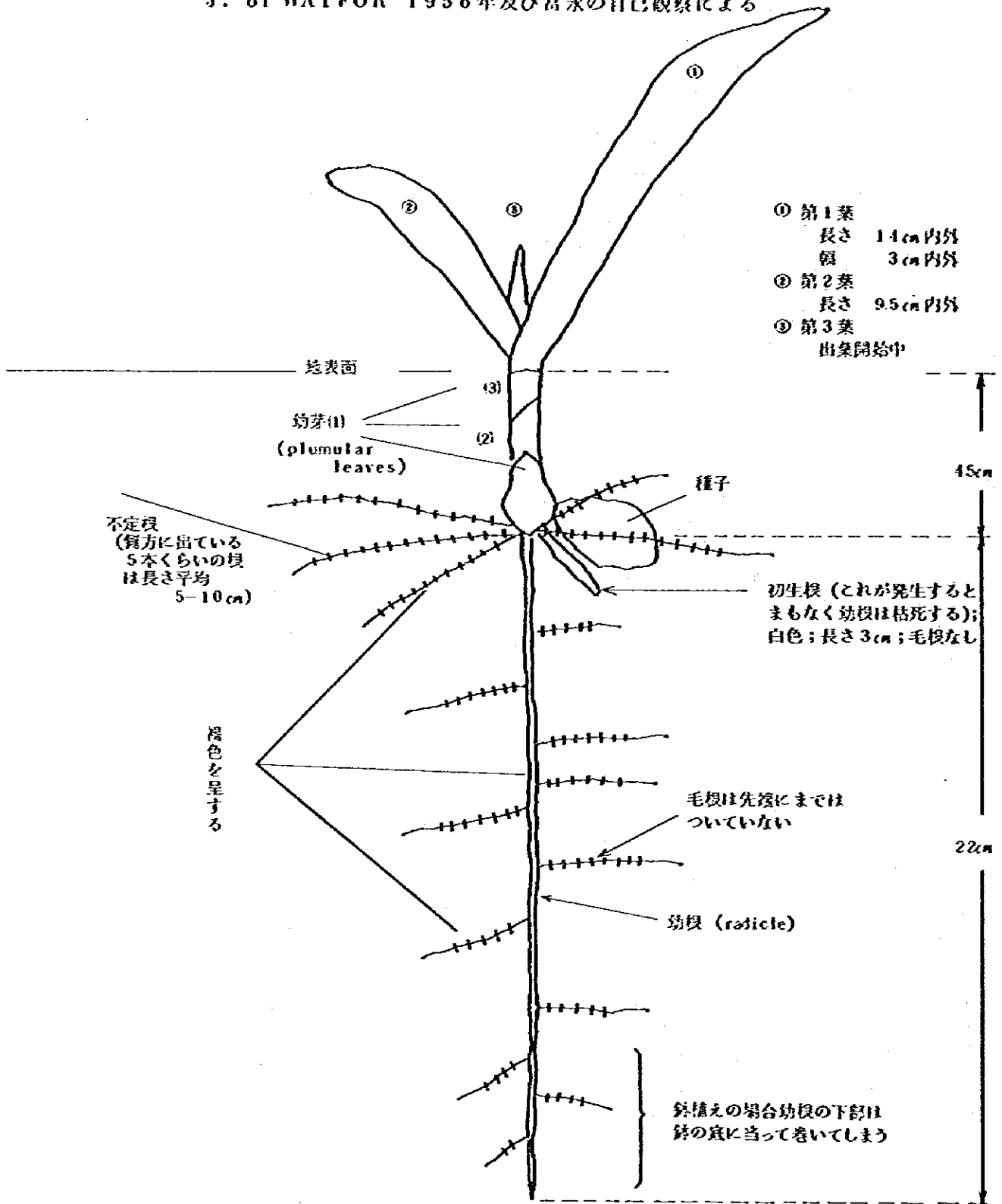
葉は当初は全縁(entire)で羽状葉(pinnate)になるのは後のことである。全縁葉から羽状葉へ移り変わる時期には、葉は全縁部分が減少していくと同時に少しずつ羽状の部分を増していく。最終的には全ての葉が羽状となり、成樹上の葉とはわずかな形態的違いがみられるだけとなる。葉の発達が起っている時期と時を同じくして、幹も太くなり、多くの初生根も発生してくる。

図-1：種子断面図及び発芽の順序



※ The oil palm P. 44
Oil palm cultivation and management P. 37)
Chemara advisory literature

図--2: 発芽済種子 (DXP) 植付後49日 (7週) 経過した苗
 J. of WAIFOR 1956年及び高永の自己観察による



※ (The oil palm P. 46)

2-2-3 成樹の栄養生長

成樹の主要な植物体構成要素は根、幹及び葉である。それぞれの部分の発達は、相互に関係し、又パームが育っている地境の環境によっても影響を受ける。従って現実には以下にあげる一般的基準よりかなり大きな違いがみられることもある。

2-2-3-1 根

初生根(primary roots)は幹の基部より大量に発生し、パームの生涯を通じて発生し続ける。直根又は大きな側根の形成はみられず、多くの生きている根及び死んだ根が集合的にパームを地面に立てるための支え、水及び無機養分の効果的な吸収機構を形づくっている。大部分の根は地表面下で発生するが、相当数の根が幹基部より発生し、時には地表面より60cm又はそれ以上、上方より発生することもある。これらの根は地面に向って下方に伸びるが、地表面に達する前に伸長を止めるのが普通である。初生根よりは次々に細い根系が生じ……2次(secondary)、3次(tertiary)及び4次(quaternary)根……根の直径は初生根が平均1cm程度であるのに対し、4次根では0.5mm程になるまで次第に細くなっていく。これに加えて空气中及び地表下の両方の根より、小さな気根(呼吸根—*profuberant pneumathodes*)が発生することもある。

初生根の大部分はパーム基部よりわずかな角度をもって地中に貫入しており、ほとんどの初生根は地表下1m以内であってそれ以上深く伸びるものは、少ない。ほとんどの2次、3次、4次根は地表近くに存在し、根毛がないため、4次根が主な吸収機構を形成している。4次根は主として地表面のすぐ下にみられ、有機物の堆積がある場合には集中的に発生する。

土中における根の分布は、土壌条件により大きく左右され、この理由により違った土壌型に育つパームの根系は、大きく異なってくる。成木では15m又はそれ以上に伸びるものもある。しかし大部分は幹の中心から半径5m以内に分布し、さらに半径2.5m以内の根量は最も多い。大部分の根は表層近く20~60cm以内であってこれ以上深く伸びる根は非常に少ない。根群の一部は常に下方に伸長しようとする傾向がある。(向地性—*positive geotropism*)が貫入の深さは地下水水位により大きく制限される。従って地下水水位面が終始高く、排水の悪い土地に育っているパームは、地下水水位面が低く排水のよい土地に育っているパームとは明らかに違った根系を形成する。しかしいくらかの根は地下水水面下へも貫入する。土壌構造及び通気性も根の発達に影響を与える。非常にきめの細かい土壌又は堅くしまった土壌における根の発達は通気がよく閉鎖構造をした土壌に比べて劣る。

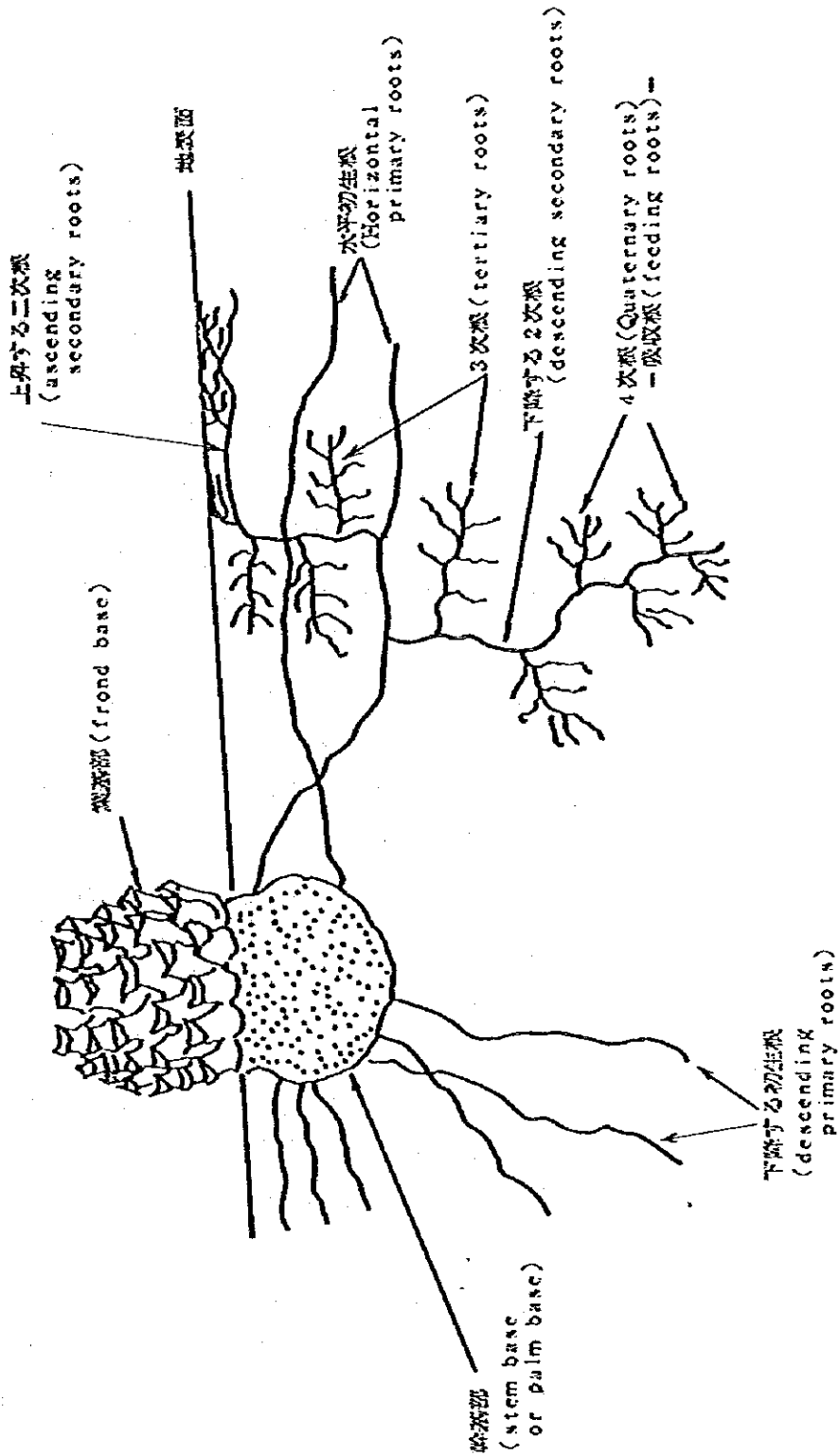
農作業も根、特に3次根、4次根の吸収根の分布に影響を与える。根は腐植しつつある切り株や、収穫、摘葉時に畦間に積みあげられた腐りつつあるパームの葉の堆積のような養分及び水分が充分ある方向へ伸びようとする傾向がある。加えて根の発達は競合する植物の根

系によっても影響される。ある調査によるとパームを中心とした除草円周内に比べ、極めて多くの吸収根がパームから3~4 m離れた畦間にみられた。土壌被覆作物が使用され、畦間を覆う被覆植物が豆科 (legume; この場合は *Pueraria*) である場合、畦間には除草円周内においてよりも多くの吸収根がみられ、畦間にある草が、チガヤ等の禾本科雑草になるとこの関係は逆になる。

円内除草の方法も地表面近くに存在する吸収根の分布に影響を与える。手労働によって表面の土を深くけずった場合、除草剤を使用して土壌表面に手をつけないまま地表面を保持した場合に比べ、かなりの根が害を受ける。栽培技術と根の分布の実際の間違を正しく知るためには入念な調査が必要であるが、パームが施した肥料を最大限に利用できるような施肥の位置を思う時、これはある程度意味をもってくる。

図-3 : オイルパーム根系

Source : Purvis O. : J. W. Afr. Inst. Oil Palm 1. 61 (1956)



※ The oil palm, its culture, manuring and utilization P. 12
 The oil palm in Malaya P. 16

2-2-3-2 幹

本圃植付後10年余りは幹は完全に葉基部に囲まれており、実際の幹の直径20~75cm—deli duraの血をひくものの通常直径45~60cm—よりかなり大きくみえ、基部付近はさらに太い外観を呈する。このため葉柄がついたままの幹周は8~9年生樹で、地上高50cm程の部位で3m内外となる。但し伸長速度の速まる地上1.5m程の部位では葉柄の質が薄くなるため、幹周はより小さく2m前後又はそれ以下となる。葉基部が落ち始めるのは、パームが11年又はそれ以上になってからであり、落ち始める部位は様々であり得るが、最も多いのは幹の中程から落ち始めるものである。非常に稀にしかみられない異常形態を除いては、幹は1本であり、幹頂部のへこみの中の単一の分裂組織に由来するため、この部分への致命的な障害は最終的にはパームの死につながる。

幹の初期の伸長は遅く、発芽後4~5年で幹の高さは30~45cmにすぎない。しかしその後の伸長は急速である。幹の伸長には遺伝及び環境条件の両方が、影響を及ぼし、例えばマレーシアにおいては年平均45cm、栄養生長の条件が整っているところでは、1m位までの年間伸長がみられることもある。最終的な高さも条件により異なるが、通常農園で栽培されているものは、15~18mを越えることはない。パーム幹高が高くなるにつれて収穫はより一層困難となる。これが年間の幹伸長量が小さい短幹種及び*B. guineensis*と*B. oleifera*の種間雑種が育種に従事している研究者を引きつける理由の1つである。

パームの幹内部は非常に繊維質で維管束組織が物理的支え及び養分の流れの両面における役割をもつ。幹は幾分かは養分の貯蔵庫としての役目もち、全体的な養分状態に大きな変化がみられた時には、幹の直径が変化する。ほとんどの単子葉植物に属する植物がそうであるように、幹組織の2次的な肥大活動はない。

2-2-3-3 葉

羽状複葉である。葉柄、葉軸、小葉の3つの部分よりなる。発芽後6~8ヶ月、葉数にして11~12枚目くらいで完全な羽状複葉となる。1年間に20~36枚の葉が出葉し、出葉後2年間生きている。枯れても維管束が発達せず落葉しないので一定葉数を残して切り落とさねばならない。

通常の農園の条件下においては幹は40~56枚の葉をもった樹冠をもつ。収穫時及びその他の管理作業中に葉が切られなければこの枚数は60枚以上になる。ほとんどの成樹では月平均2~3枚の新しい葉を出すが若いパームにおいては毎月3~4枚の出葉がみられる。前後して出葉する2枚の葉の間にみられる角度は約137°である。葉は樹上に右回り、左回りいずれかのら螺旋状に配置される。1つは傾斜の急な螺旋が右上から左下に走る“右回り”の葉列(phyllotaxis)であり、もう1つは左上から右下に走る“左回り”の葉列である。

いずれの場合も8列のらせで幹を1周する。すなわち、らせ一段は8葉に当ることになる。ほとんどのパームはこの2種類のらせのうちのいずれかの葉列をもっているが、稀にはどちらにも属さない葉列をもつものもある。実は外観からはあまり明確ではないが、注意深くみると、8列で1周するらせとは逆の方向に5列及び13列のらせも観察される。収量と葉のらせの間には関係はみられない。

パームの葉面積及びそれによって決まる同化能力と、収量の間に関係がみられることが明らかになっており、このことより葉の重要性はますます強く認識されるようになってきている。発達を終えたそれぞれの葉は葉軸(rachis)、小葉(pinnae)及びとげ(spines)をもつ。葉軸の基部近くは非常に大きく(葉柄—petiole)その広さは遺伝構成によって異なり、これ等の葉基部は脱落するまでは集散的に幹の周囲を囲んでいる。葉軸の大きさは幹より離れるに従って次第に小さくせまくなってゆく。葉の長さは生育条件により異ってくるが9m以上になることもある。小葉は葉軸の両側に約250~400枚数えられ、基部近く、又は先端付近にある小葉に比べ中程についている小葉はより長い。葉基部へおりにていくに従って小葉はより小さくなり堅いとげ状の構造となってくる。それぞれの小葉は中央の堅い中肋と両側の緑の葉片組織からなる。最も若い展開葉は樹冠の中心にある未展開葉に接してみられ、この未展開葉は小葉は分化しているが、まだそれぞれ個別の小葉に分離してはおらず実際に分離するのは未展開葉(spear)が広がる時である。未展開葉が展開するためには適切な量の水分が必要なため、現実の又は生理的な乾燥条件下においては未展開葉が樹冠の中心に蓄えられることがあるが、乾燥状態が解除されれば未展開葉は急速に展開する。

表-4: 異なる樹齡のオイルパームの第17葉の大きさ (Gray 1969年)

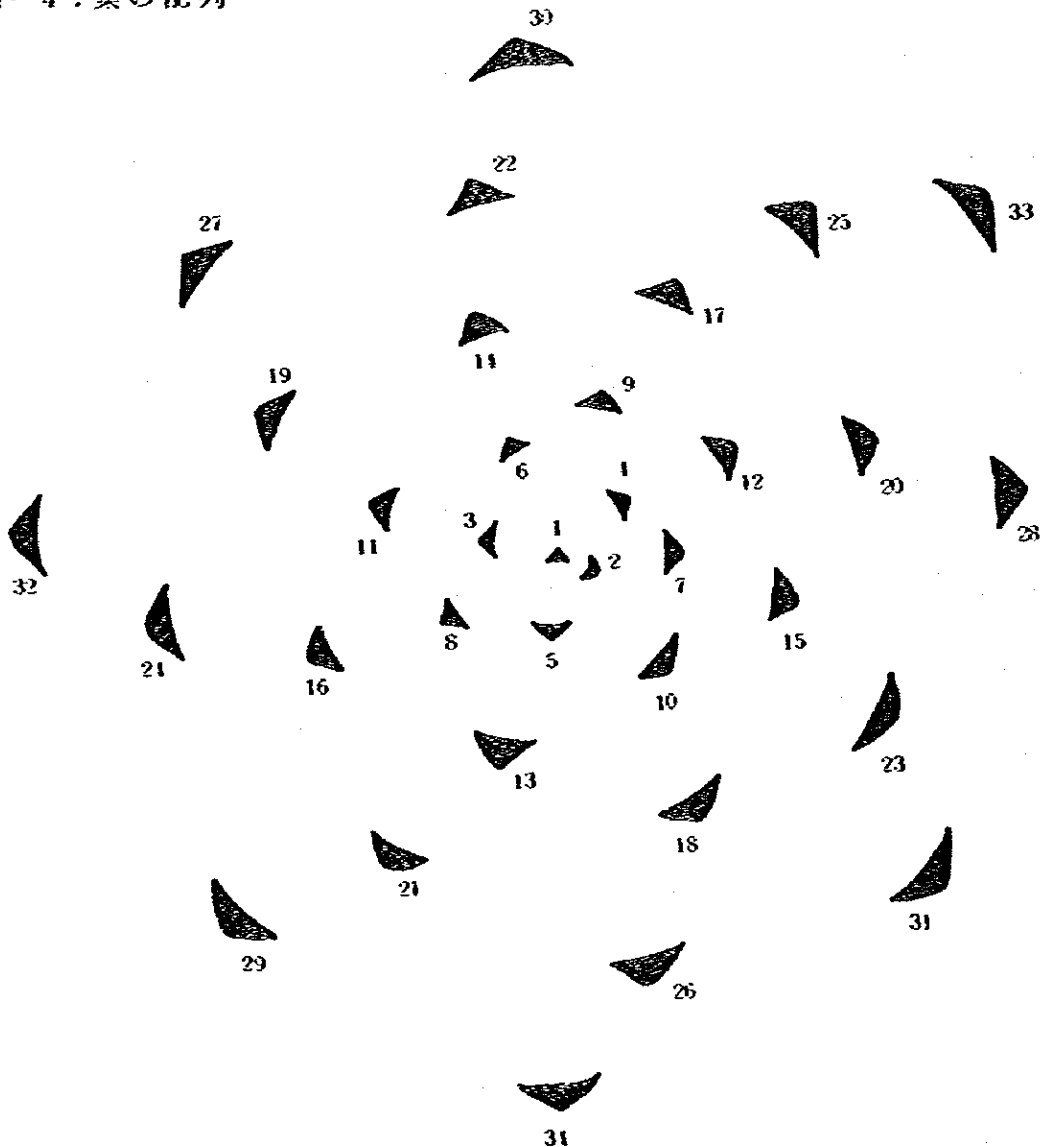
※(Oil Palm Research, P.9)

※厳密に小葉面積を合計したもの

植付後 樹齡 (年)	葉面積 ※ m ²	小葉数	平均小葉長 cm	平均小葉幅 cm
1½	2.85	204	48.2	2.4
2½	5.05	233	59.8	2.7
4½	6.50	289	54.9	2.8
6½	7.81	312	61.8	3.2
8½	7.89	335	56.9	3.2
10½	10.28	360	59.0	3.7
14½	8.31	315	64.0	3.5
17½	10.59	352	62.0	3.5
27½	8.81	350	54.9	2.9

小葉の分離した正常な羽状葉とは別に小葉が全然分離しないか又は部分的にしか分離しないパームもある。これは *idolatriea palm* と呼ばれ、ガーナと下部ナイジェリアの間に多くみられ、ダホメイや西ナイジェリアにおいてもみられるという。その他多くの貴伝的、栄養的又は病的原因によって生じる葉の異常形態がみられる。

図-4：葉の配列

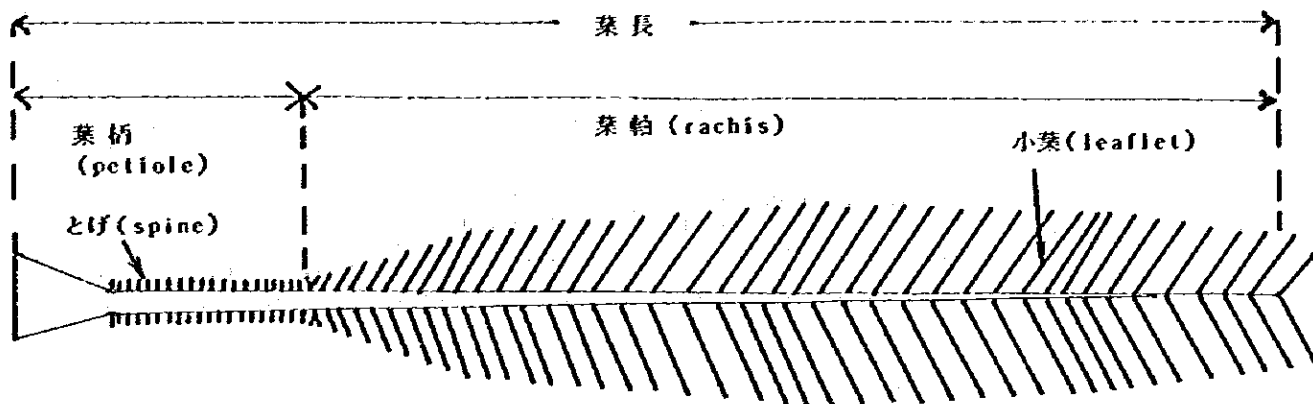


○ある葉とその次の葉の間の角度は約 137° である。

○第1葉—完全に展開している最も若い葉。

※ (Chemara advisory literature; Leaf sampling, June, 1969)

図-5：葉の形態（DXP植付後5年程）



- 葉柄 - 1m内外あり、この部分に鋭いとげをもつ。とげの長さ0.5～1.5cm位
- 葉軸 - 4～5m。基部付近には片側に5～15枚のとげ状の未発達の小葉をもつ。
- 小葉 - 長いもので75～100cm位で、樹齡が進んでくると120cm位にまでなる。幅25～60cm (2.5～6cm)。1本の葉軸上に140～160対の小葉がみられる。

- (注) 1. とげは葉柄側にも葉軸側にもあるが、葉柄側のとげが褐色を呈して明らかなとげであるのに対し、葉軸側のとげは緑色をしており、小葉が完全に発達しきっていないことを示している。両者の境界は明確に区別できる。ただし境界は左右対称ではなく、場合によっては左右に5～10cmの違いがみられる。
2. 小葉は必ずしも左右対称又は互い違いになっておらず、やや不規則である。それでも左右の小葉数にはそれほど大きな違いはみられない。左右の小葉数の違いは葉軸基部付近の未発達の小葉数の違いによることが多い。
3. 小葉は全てが同一方向に平行に付いているわけではなく、直角についたり、斜め上や斜め下向きについたり、かなり様々としている。但し全体的には大多数は図のように斜め前向きに揃っている。
4. 最長の小葉は葉軸の中程にある。

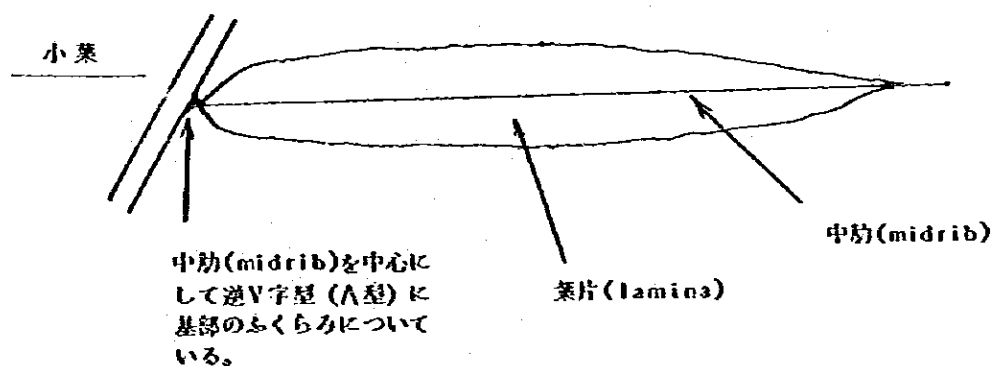
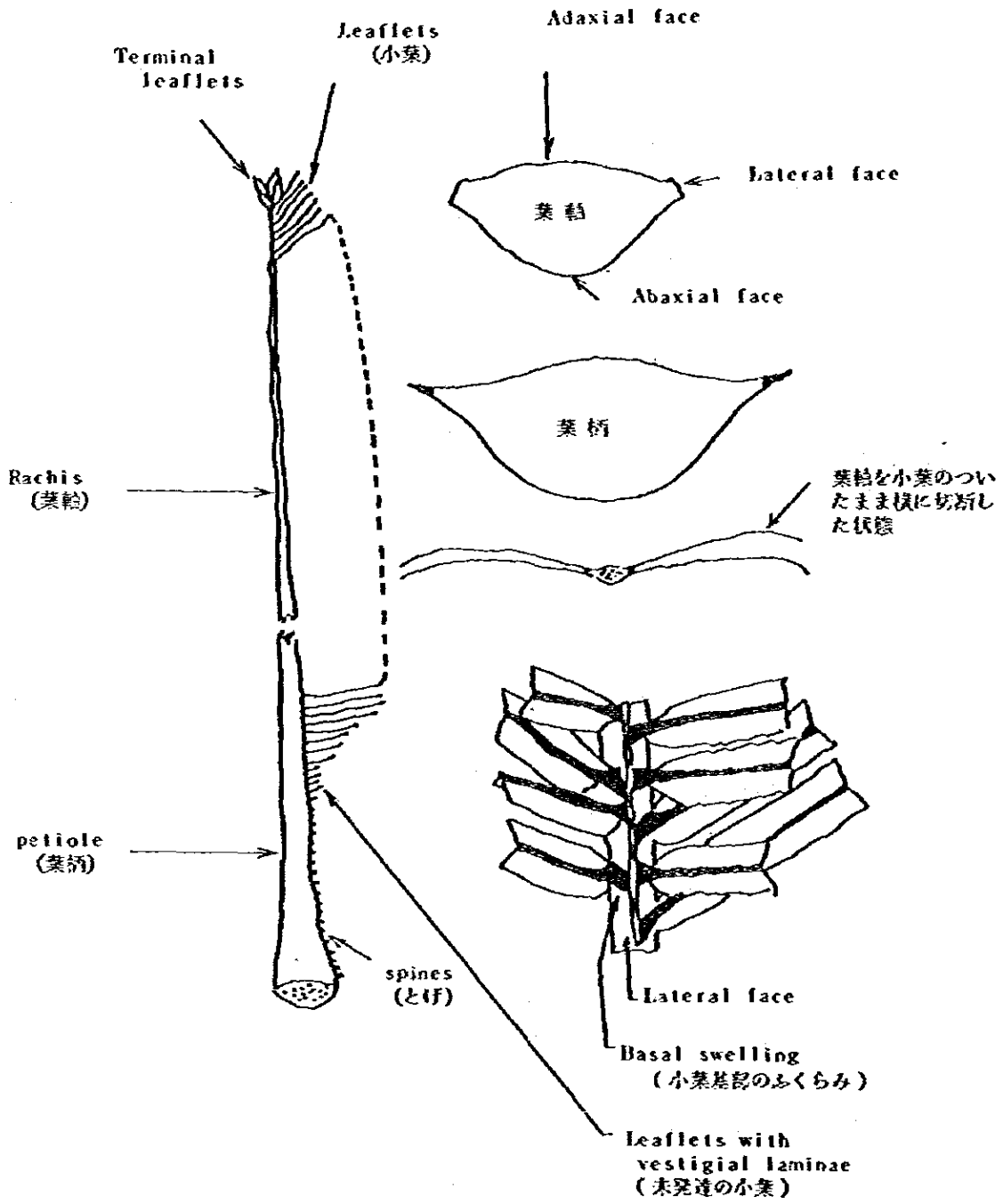
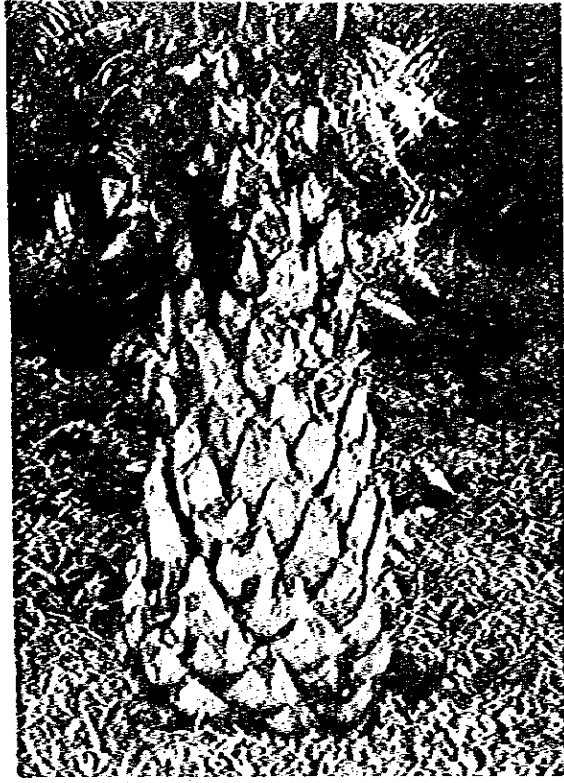


図-6 : 葉の形態 (J. of W.A.I.F.O.R., 1962)



※ (The oil palm P. 52)



写-3 : 左回りのら旋



写-4 : 右回りのら旋

2-2-4 生殖生長

2-2-4-1 花序 (inflorescence)

成樹における花芽の分化は、開花33~34ヶ月前に起るが、しばらくの間は雄雄の性の分化は起らない。オイルパームにおける花の性の分化はパーム表面に花序が観察されるようになる時点より逆算して約20ヶ月前に起る。この間隔は環境条件により、やや異なってくることもある。多くの様々な要因が性の分化に影響を及ぼし、花、特に雄花はその発達過程を通じて発達停止 (abortion) を起こし得る多くの要因に影響され易い。これらの要因は最終的には収量に大きな影響を与える。

オイルパームは雌雄同株であり、同じパーム上に雄花と雌花が別々(この場合明確に別れた雄花序と雌花序)に発生する。但し雌雄いずれか一方は、ほとんど常に未発達のままにとどまるが、それぞれの花の原基は雌雄両方の潜在的生産者であるということが、詳細な研究により判明している。稀に雄しべ及び雌しべの両方が完全に発達した雌雄両全花序 (hermaphrodite inflorescences) を発生させることがある。この雌雄両全花序の形成は特にパームの若木時代に多くみられる。又それぞれの雄花は、通常未発達のままにとどまるが、非常に稀に花粉を生産する段階にまで発達する2個の雄花を両側に抱えている。これらの変異は育種家にとっては非常に重要なものであり、厳密にいうと雄花序というものはなく、雌花序の名は花が開花期に性的に成熟した段階で外観上雄花だけより成り立っているとみられる多くの正常な花序に表面上与えられた名である。開花は通常定植後2年を経過した頃より始まり、最初は雄花序のみを着生するが、3年を経過する頃より雌花序も出てくる。

花序は全ての葉の葉腋に分化するが、いくらかの花序は表面に出る前に生育を停止する。1つの葉腋に2つの花序が発生することもある。それぞれの花序は、長さ30~45cmの丈夫な花梗に支えられた複合の穂状花序 (spike) 又は肉穂花 (spadix) である。小穂 (spikelets) は中心の花軸の回りから放射状に配列されるが、その様子は樹齡、花軸上の位置によって少しずつ異なり、雄花と雌花の着生の様子もある程度違うことが観察されている。

開花前約6週間頃外部大花苞 (outer spathe) が開き始めるまでは内部及び外部大花苞は花序を堅くつつんでいる。外部大花苞が開き始めて、さらに2~3週間経つと内部大花苞が割れ続いて両方の大花苞の残りはその後も長く花序の周囲に残り、特に若いパームにおいてはこれが授粉着果を妨げる。

花序は雄花序、雌花序又は雌雄両全花序のいずれかであり、雌雄の生産の順序及び割合はほとんどの場合一定していない。不規則な雄花序期間の後に雌花序期間が続くが、その雌花序生産数も著しく異なる。

1本の花序がもつ小穂数はパーム個体により極度に違いますが Beirnaert は同じパームより生産された花序間においてはその差は小さく雌雄の性とも関係ないということを証明してい

る。ザイールにおいて37本の成樹のパームを観察した結果によると、1本の花序中の小穂数は100~283本の範囲内であり、又ほとんどの場合同じパーム上の花序間の小穂数の差は非常に小さいことが認められたという。雌雄両全花序においては雄花の小穂と雌花の小穂数の合計は常に単性花序における小穂数の平均に近い数である。ザイールにおける別な観察によると小穂数の幅は85~285と大きかったが、125~165本の間の小穂をもつた花序が最も多かったと報告されている。ナイジェリアン・パームの場合 *deli dura* の小穂数が100~200本であるのに比べて少ないという。年間出蕾数は系統・品種・気象条件等によって異なるが各月降雨配分の平均された気象環境では、平均した日数の間隔で現われ、年20花序に及ぶこともある。乾期が長いと出蕾数が減る。風媒花であるが、雄花序と雌花序が同じ株上に同時に開花することがないため、多湿条件下においては、人工授粉しなくては結実が悪い。

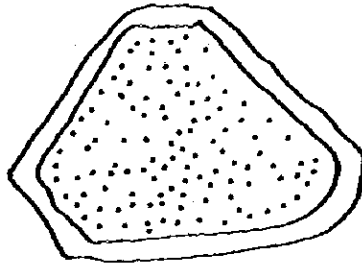
2-2-4-1-1 雄花序と雄花

雄花序は雌花序の場合よりも長い花梗の先に着生し、長い指のような円筒形の小穂をもつ。小穂はとげはもたない。小穂は苞及び末端の突起物をもつが雌花のそれに比べて相当小さい。小穂は長さ10~20cmである。平均的な大きさの小穂は700~1200個の雄花をもち、雄花は雌花と比べてかなり短い。開花前は無茎の花が完全に三角形の苞に包まれている。これは6個の小さな花被環節、6個稀には7個の葯をもつた管状の雄しべ及び3個に分裂した柱頭に相当する3つの突起をもつた未発達の花被より成る。1個の雄花序だけで、150,000個内外の雄花をもつと推定される。

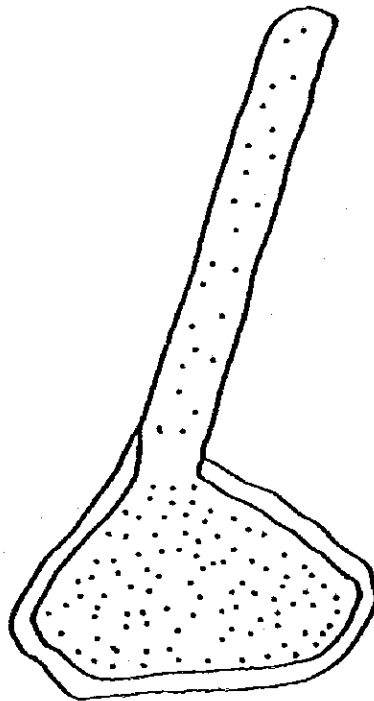
開花は小穂基部より始まる。マレーシアでの観察によると通常全部の花が2日以内に開花(雨天条件下では4日位かかることもある)しほとんどの花粉は開花が始まってから2~3日以内に放出され、花粉生産は5日間で終わる。遅く生産された花粉の発芽率は低い。1個の雄花序は25~50%の花粉を放出する。花粉は薄黄色をしており、特徴のあるアニスの香りを出す。樹齡の違いによる花粉の発芽力の差はみられない。花粉は150倍の顕微鏡によって容易にみえる。

着果にはいるまでの若いパームに対する摘花(ablation)は初期の非常に高率の雄花序割合(sex ratio)をもたらすことが判明しているが、この現象は新しく育成された品種の遺伝構成に關係している点が大いと思われる。過剰な摘花は雄花序生産の増加を招き、激しい乾燥はほぼ完全な花芽の生育停止に至るまでの様々な段階の花芽の発達停止を招き、ひどい場合には発達中止した雌花序が成熟すべき時期になると一時的に収獲皆無の状態を引き起こす。

図-7：花粉



未発芽の花粉



発芽後の花粉

2-2-4-1-2 雌花序と雌花

雌花序は開花の段階では24~30cm又はそれ以上の長さとなる。雌花序の小穂は太く、雌花は多肉質でとげ状の苞の腋に抱えられている。小穂の先端には種々の長さのとげが1本ある。1個の花序のもつ雌花数はパームにより異なるが、いずれの場合にも下部又は上部の小穂のもつ花数(12個又はそれ以下)に比べて中程の小穂はより多い花数(12~30個)をもっている。従って1個の雌花序は数千(2,500~5,000個)の雌花をもつ。

それぞれの穴(cavity)又はalveolaと呼ばれるへこみ(くぼみ)は1個の雌花のつぼみと通常は発達せず終る2個の雄花を雌花の蕾の両脇に抱えている。3個の花とも花苞によって包まれている。雌花の3つに分れた子房及び未発達の雄しべは二重の輪になった6つのがく片環節より形成される花被によって包まれ、これが小苞(bracteoles)となっている。さらにこの外側を苞(bracts)が包んでいる。

無茎の柱頭(sessile stigma)は3つの弁をもち、これは多くの毛をもっており、授精可能期(receptive stage)には匂気をにじませる(分泌する)。がく片は開花時に長さ約2cmとなる。未発達の雄しべは6~10個の短い突起をもつ。稀に発達しないこの2個の雄花の間にある雌花の小苞内に2個の雄花が発達することがある。もう1つの異常な花の着生として、花序の花軸より直接でている花梗のような長い軸の先端に雌花がみられることもある。花序の異常はオイルパームにおいては決して稀ではなく、花序のこの異常性も育種上考慮されねばならぬ重要なことである。

雌花が授精可能な期間には花の色は白色から薄い黄色をしており、次に柱頭の3枚の弁に沿って赤い筋が発達して赤味がかかった色を呈するようになり、授精可能期間を過ぎると、紫色に変色し、最後には乾固する。この段階別による授精可能期間の判定は人工授粉作業を行なう場合に重要となる。花は全てが同時に開花するわけではなく、基部付近にある花の開花が最も遅い。それぞれの花の授精可能期間は3~5日間である。

雌花序は稜線質の覆い(sheath = spathe)に包まれており、花序が成熟するにつれて覆いが裂けて花序がでてくる。しかし新しく着果を始めた若いパームにおいてはこの覆い(大花苞)が花序の頂部で閉じられたままになっていることもあり、これを人為的に開かない限り、人工授粉作業は困難である。

オイルパームは雌雄同株であるが、実際には雌雄の花序はほとんどの場合同時に同じパーム上に発生することがないため、雌花の授精は他のパームよりの花粉の移動によらねばならない。虫媒(entomophilous)による授粉が(特に雄花及び新しく開花した雌花がアニスの香り-aniseed smell-に似た強い香りを発散し、又多くの昆虫、特に蜂が頻りに雌花を訪れているのがみられるため)行なわれていると時々主張されているが、ほとんどの場合雌花への花粉の移動は、風媒(airborne-anemophilous)による。

2-2-4-1-3 雌雄両全花序 (hermaphrodite inflorescence) 又は雌雄混合花序 (mixed inflorescence)

雌雄両全花序又は雌雄混合花序には種々の形態のものがある。通常雌雄及び混合花の小穂が1つの花序上にあらわれるが、それぞれの花の位置はかなり種々である。ある系統のパームは他の通常のものに比べ、より多くこの種の花序をつけることが知られている。1本の小穂上に雌雄の花が混在している場合 (mixed spikelet) は割合は様々であるが、雄花が基部付近に、雌花が先端付近についている。その中間には雌花に付随する2個の雄花に相当する双子の雄花 (geminiflorous male flowers) が、間の雌花を欠いて接近して発達しているのがみられる。さらに小穂を上へのぼっていくと通常の単一の雄花となる。

小穂はこれら3種の花をもつか、雄花と双子の雄花をもつか、又は表面上は雌花の小穂にみえるが、双子の雄花を含んでいるかの3つのうちのいずれかである。従って雌花より雄花への移行は以下のいずれかの過程を通して行なわれるものと思われる。

- a 雌雄両全花序を通じて
- b 雌花と未発達の雄花2個が双子の雄花になることを通じて
- c 雌花の小穂の一部が雄花を生産し始めるのを通じて。これ等の花の性の変更には遺伝的及び生理的双方の要因が関係すると考えられる。

若いパームは稀に雄しべ型 (andromorphic) と呼ばれる奇妙な形の花序を出すことがある。これは開花するまでは全ての外観及び形態が雄花序であることを示しているが、詳細に観察すると、雄花のかわりに小さな孤立した雌花が花序中に規則正しく配列されているものである。この花からは、小さな果実が発達するが、心皮 (carpel) はしっかりと密着せず、結果として果実は部分的に分離した3つの心皮のために3個の裂片 (lobe) をもつことになる。Andromorphic inflorescence においては雄花もみられるが、そのうちのいくらかは奇形をしている。

2-2-4-2 果房 (fruit bunch) 及び果実 (fruit)

オイルパームは非常に形態の幅の大きい植物であり、従って果実が他の器官又はそれ以上に様々な形態の幅をもつていても驚くにはあたらない。

果実は無茎の多肉果 (sessile drupe) であり、種子の周囲に多肉質の果皮 (pericarp) をもち、形は様々でほとんど球状のものから、卵形又は細長いものまであり、先端はややふくらんでいる。大きさは果房上の果実の着生している位置により様々であるが、長さは2~5cmの幅があり、重さは3~30g以上迄ある。東南アジアの deli dura は一般的にアフリカでみられる dura の果実よりもかなり大きい、アフリカにおいても deli dura 程の大きさの果実はよく見られると考えられている。1つの果房上につく果実数はパームの樹齡

により異なってくるが、成樹の果房は約1,600個の果実をもつ。

果実の果皮(pericarp)は外果皮(exocarp; skin)、中果皮(mesocarp; pulp)及び内果皮(endocarp; Shell)より成るが外果皮、中果皮を総称してpericarpと呼ぶこともあり、このためパームオイルをpericarp oilと呼ぶこともある。但しこの名称は正確には正しくない。内果皮は、核と共に種子を形成する。

異常形態果実もみられ、これはPoissoni; Mantled又はDiwakkawakkaと様々な名称で呼ばれる。これは、本来の果実部分を6枚の小さな多肉質の派生物又は付随の心皮がとりまいているものである。これ等は、雄花の雄しべの未発達の裂片(rudimentary lobes)が発達したものであるが、しばしば中心に核及び殻をもっているので性格は心皮状(carpe-lary)と考えられている。心皮はオイルを含むが、この種のパームは果実/果房割合が低く、核も小さい。このMantled fruitは少なくナイジェリアのある地域においては、自生林区から4年間にわたり、収穫された総果房数20,291のうちわずか33果房のみがMantled fruitの果房であったという調査結果がでており、他の地域においてもこの値は似たようなものである。

果実の外観は、様々であり、特に成熟した果実の外観には大きな幅がある。加えて果房の外側に着生する果実の外果皮は内部に着生している果実と比較してより色彩が濃い。最も一般的な果実は成熟前には先端が光沢ある深紫色から黒色をしており、基部は無色又は乳黄色のものである。このように果実は"ordinary"又は"nigrescens"と呼ばれ、成熟してくると、果皮内に発達するカロチンのために赤くなってくる。

比較的稀な果実型は成熟前には緑色をしているので、このような果実は"green-fruited"又は"virescens"と呼ばれる。Vi-rescens果実は成熟すると薄い赤橙色となるが、果房外側に着いている果実の先端は緑がかったままである。Vi-rescens果房の見られる頻度はナイジェリアの自生林では10,000果房中50果房、アンゴラでは、同じく10,000果房中72果房であったという報告がある。

Nigrescensの果実が成熟した時点での色彩には、多少の幅があり、これにはカロチン含有率が関係している。この色彩の違いは初期にChevalierによって認識され、彼は成熟すると全体が赤か又は果実の頂部に小さな黒色か褐色の環がみられるだけで、残りの部分は全て赤い果実にcommunis、成熟すると上半分が黒色、基部付近が赤となる果実にsemper-nigraの名をつけた。これらの果実の色の違いは西アフリカでも人々によって認識され、種々の方言で呼ばれていた(例えばガーナのFanti及びTwi語ではAbepa及びAbetuntun)。その他Purvisによって提唱されたrubro-nigrescens及びrutilo-nigrescensの分け方もある。しかしながら、果実を何らかの確信をもってこれらいずれかの型に区別することは容易なことではなく、又常に中間的な色彩を示す果実も現われてくる。さらに頂部色

彩はあてにならず、たとえ濃い黒色にみえても、光を通してみると、赤みがかつたように見え、実際には本当に黒い色彩の頂部を持った果実はないといえる。

以上の描写は通常又は稀にバーム自生林又は栽培園で見られるバーム果実の外観上のものである。しかしカロチノイドの有無による基本的な色彩の違いもみられる。

中果皮にカロチンを欠く特徴をもつ *albescens* 果実は極めて稀にしかみられない。事実上この果実は非常にわずかではあるがカロチンを含む。この果実タイプは当初ガーナで発見され "*abefita*" と呼ばれていたが、後に Beccari により *albescens* と名づけられた。この果実はその後、ザイール、アンゴラ、ナイジェリア、アイボリー・コースト、その他のアフリカ諸国でもみつがっている。*Albescens* 果実はアンゴラにおいては10,000分の3の割合で見られるといわれ、他のアフリカ諸国においてはより少ないものと思われる。

Albescens は *nigrescens* 又は *virescens* との中間的な色彩をもつ場合もあり、ザイールではこれらの果実は *albo-nigrescens* 及び *albo-virescens* と呼ばれる。違いは果実の頂部の部分だけで *albo-nigrescens* の頂部は外観が暗褐色～黒色、*albo-virescens* は緑色を呈している。その他の部分は象牙色をしており、成熟すると、薄い黄色となる。*Albo-virescens* の果実は極めて少ししかみつがっていない。

Nigrescens 及び *virescens* の果実は、中果皮中に様々な量のカロチンを含有しており、果房の外側に位置する果実は内側にある果実の2倍程までの量を含有する場合もある。

しばしば無授精の花が発達を続けることがあるが、このような単為結実果実 (*parthenocarpic fruit*) は、正常な授精によって着果した果実と比べてかなり小さく又核を含まない。この種の果実が多く見られることは、収量の減少を意味している。

授粉後果実が十分に発達して成熟するには、気象条件により多少の違いはみられるが、約5.5ヶ月かかる。長期にわたる乾燥した気象条件は、通常生育の速度を遅くするように見られるが、この傾向は常に観察されるわけではない。バーム1本当り年間生産果房数はマレーシアの *tehera* で極く一般的にいつて若木で6～10Kgの果房を20～24果房、成木(10年以上)で、20～30Kgのものを10～15果房内外と産定されている。



写-5 左- *nigrescens* 右- *virescens*



写-6 典型的な色彩をした *virescens* 果房(未熟)

2-2-4-2-1 経済的にみた果実の重要性

現実重要視される収量構成要素は大きく2つに分けられる。1つは総果房生産重量であり、もう1つは総果房生産量より、抽出され得るパームオイル及び核の生産量に影響を及ぼすものである。

年間の総生産果房重量は、①平均果房重量及び②年平均果房生産数により決る。これ等の要因は収穫コストに影響を与えるため重要となる。

もう1つの抽出され得るパームオイル及び核の生産量に影響を与える要因は③総果房重量に対する果実割合④パームオイルを有する中果皮が果実中に占める重量割合⑤中果皮中のパームオイル含有率及び⑥総果房中の核割合である。総果房重量に対するパームオイル及び核の生産量の比率がそれぞれの抽出率(extraction ratio)となる。育種研究の方向は近年高い抽出率をもたらす系統により利得を増加させる方向へ向いている。初期の育種においては、総果房生産重量の大きい系統の育成が強調されていた。この方針の変更は経営的に大きな意味をもっており、果房重量を増大させることだけによる増収はほとんど必然的に単位オイル重量当りの収穫及び肥料コストの増加を伴うのに対して、果房重量に対する抽出率を向上させることによる増収は、特別の管理、維持経費の増加がなく、通常は、コストの低下をもたらす。

果実内部の構造で最も重要な違いは殻の厚さにみられる。殻の厚さは1mm~8mmの間でみられる。しかし、アフリカにおいて稀に授精しても殻が発達せず、核だけが豆粒のようにみられる果実が発見され、これは、*pisifera* と名づけられた。*Pisifera* パームは常に多くの雌花序を出す。*Pisifera* であることを証明するためには、何個かの生育した果実を観察してみなければならないが、多くの場合ほとんどの果房は、発達途中で生育停止しこれを *infertile pisifera* (不稔性 *pisifera*) と呼ぶ。不稔性 *pisifera* はかなり強勢の栄養生長をみせる傾向がある。*Fertile pisifera* (結実性 *pisifera*) は極めて稀にしかみられない。

Pisifera の発見とは別に殻が薄く、果実の大部分が種子を囲んで明確な繊維の輪(fiber ring)が中果皮内にみられる果実が発見された。これは果実を横に切断するとはっきり観察できる。Smith は1935年に「現時点での厚い殻及び薄い殻をもった形態の区別は、薄い殻をもつ果実が中果皮内に繊維の輪をもち、種子が容易に剥れるところにある」と記録している。その後の遺伝の研究によって殻が薄く中果皮内に繊維の輪をもつ形態(*tenera form*)は殻のない *pisifera* と厚い殻をもち、繊維の輪をもたない *dura* の間にできた1代雑種であることが判明した。

一般的にオイルパームの育種に使用される基本種は上記2種である。以下はその基本種及び両者の中間雑種 *tenera* の果実の特徴である。

(a) Dura : 果実に占める中果皮割合には幅があるが、通常35～55%である。しかし東南アジアにみられる deli dura は60～65%である。殻は比較的厚く、2～8mmの幅があり、種子周囲に繊維の輪はもたない。核は大きい。

果房重量に対するパームオイル含有率は低く17～18%である。アジアで見られるほとんどの dura はインドネシアの Bogor 植物園にある4本のパームよりもたらされたもので、アフリカで見られるほとんどの dura よりも優良なものである。Dura は育種では母親として使用される。

(b) Pisifera : この果実は殻を欠くという特徴をもち、殻の痕跡は核の周囲にみられる繊維の輪となってあらわれている。殻を欠くため果実に対する果皮割合及びパームオイル含有割合は高い。pisiferaの果房のほとんどは発達初期に生育を停止するため通常雌性不稔 (female sterile) と考えられている。従って現在のところ pisifera種は経済栽培には使用され得ない。しかし特定の pisiferaは農園栽培に使用できるという意見もある。Dura と pisifera を交配することにより第3のタイプ tenera ができる。

(c) Tenera (DXP) : 現在のところ農園栽培に最も多く使用されている。この果実は両親の形質をあわせもっている。殻の厚さは0.5～4mmでその周囲に繊維の輪 (fiber-ring) をもつ。果実に対する中果皮重量割合は比較的高く60～90%の範囲内である。しかし稀には55%程度と低いものもある。Tenera種は dura に比べて通常より多くの果房を生産するが、平均果房重量は小さい。果房重量に対するパームオイル含有率は約22～24%である。パームオイル含有率は、育種によって相当引き上げることができると考えられる。

表-5 : Dura 及び Tenera の平均的な果実構成の割合 %

	Dura	Tenera
外果皮+中果皮 (pericarp)	57 — 60	70 — 85
種 子 (nut)	40 — 43	15 — 30
新鮮果実に対するパームオイル	29 — 32	35 — 40
新鮮果実に対する核 (kernel)	6.5 — 8.5	6.5 — 8.5

表-6：西マレーシアにおける果房分析 (bunch analysis) 結果 (Chemara advisory Services ; 1977年)

	deli/dura %	Tenera %
果 実 / 果 房	62 - 65	54 - 58
中 果 皮 / 果 実	60	80
中 果 皮 / 果 房	38	45
パームオイル / 新鮮中果皮	50	50
パームオイル / 乾燥中果皮	76	76
乾燥中果皮 / 新鮮中果皮	63	63
パームオイル / 果 房	18	23 - 30
殻 / 果 実	32	12

殻 (shell) の厚さ6~8mmのduraに対してmacrocaria(Congo type) の名が使用されていたこともあったが、遺伝的な意味をもたないため現在ではほとんど使われなくなった。しかしながら西アフリカの大きな部分(例えばシエラ・レオネ、西部ナイジェリア)においては、macrocaria と分類されることのできる形態をもつ果実がかなり大きな部分を占めていることは事実である。

全ての果実の中果皮は、オイルを含むこの部分を横に走る繊維群をもっている。この繊維質の物質は、通常中果皮の16%程を占めるが、11~21%の幅がある。この繊維割合は、間接的にオイル含有量を推定する場合に使用されるが、これからみると中果皮中のオイル割合は35~60%となる。Tenera果実の繊維の輪は黒色をしている。黒い繊維は中果皮内の他の部分にも分布しているが、通常中心部付近に多くみられる。明るい色彩の繊維は中果皮内に平均して分散している。

果房は卵形をしており、長さ50cm、横径35cm程までになる。果房は外側の果実及び殻分平たく着色の悪い内側の果実、授精せず(又はたぶん部分的発達停止に続いて)発達した単為結果果実、オイルを含まないいくつかのinfertile fruit、房、小穂結及びとげよりなる。単為結果果実は内胚乳及び胚芽をもたず中心は、通常固形である。果房の重量は樹齢その他の条件により、数kgから100kg程までの幅があるが、栽培成樹園での平均は10~30kgである。よく着色した果房は500~4,000個の果実をつけ(平均1,600個位)果房全重に対する果実割合は60~70%である。成熟は基部に始まり上へ進んでゆく。成熟するにつれて果実は次第に房より脱落する。果実の大きさ及び形は果実の着生している位置により異なるが、最大縦長さ5cm、重さ30g程までになる。

雄花序の開花はcentral spear(樹冠中心の未展開葉)より数えて17~20枚目の葉の葉腋で起る。果房が成熟する時期には30~32枚目の葉腋に抱かれているが、果房自体

はそれを抱いている葉腋よりはずれてその下部のうずまきの葉の葉柄にもたれている(すなわち果房を支えているのはその果房を葉腋にもっている葉柄ではない)。

果実は開花後15~19日目より発達し始め、大きさ重量とも着実に増加してゆく。核及び中果皮におけるオイルの形成は殻が堅くなり、胚芽が発芽能力をもつようになる成熟期になって起こる。

Teneraは1960年以降アジアにおいて広く栽培されるようになった。これにより従来のduraと同果房重量のteneraから25~30%のパームオイルの増収がもたらされるようになり、収穫コストの大きな増加をまねくことなく、単位面積当りオイル生産量を増加させることとなった。1年生作物に比較してオイルパームの品種の改良速度は比較的遅く、果房重量に対する経済的パームオイル抽出率を30%に引き上げるための交雑、選抜育種には20~30年はかかると思われる。

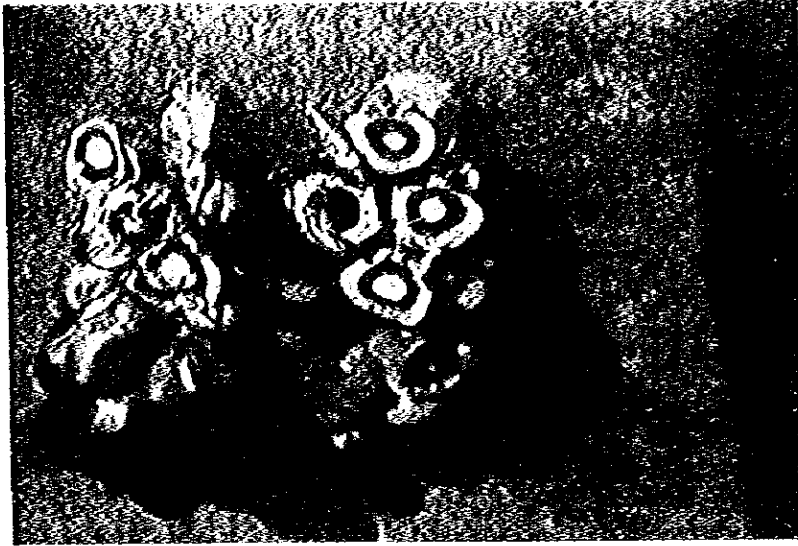
Dura, pisifera 以外の交雑雑種も時々つくられ、殻の厚さは単一の遺伝子によって決定されているため、使用される育種材料により様々な厚さの殻が得られている。交雑においてはduraの厚い殻は優性でpisiferaの無殻は劣性である。

Dura, pisifera 及び tenera の様々な組み合わせをすると以下のような割合での分離がみられる。

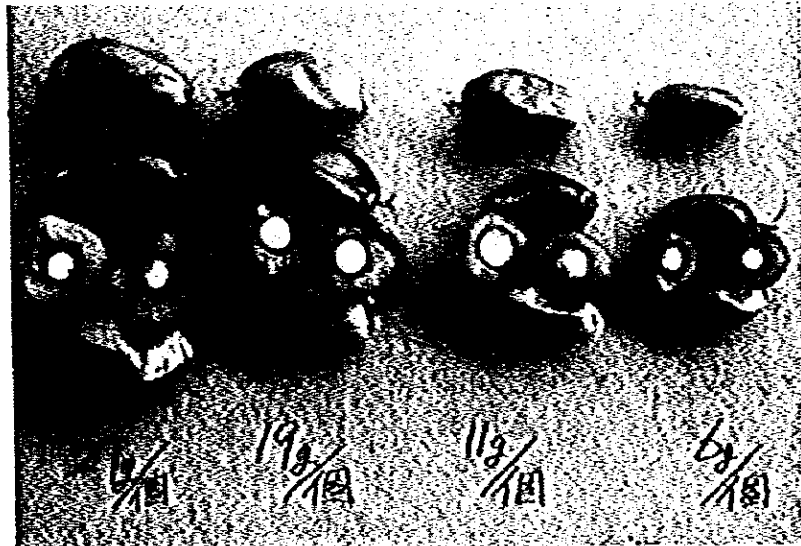
交 配	Dura %	Tenera %	Pisifera%
D × D	100	0	0
D × T	50	50	0
D × P	0	100	0
T × T	25	50	25
T × P	0	50	50
P × P	0	0	100

これからみられるように以上の3種内ではD×P以外の交雑は低収量のdura又は不稔性のpisiferaのいずれかある割合で発生させ、収量を低下させるのでD×Pが最も望ましいことが明らかである。

通常核も補助的な収入を与えるにもかかわらず育種にあたっては核の生産量には大きな注意は払われていない。これはパームオイル及び核の市場価格の違いによるもので、育種家には解決できない問題である。理想的な解決策は、中果皮割合を減少させることなく、殻の厚さの犠牲の上に核の割合を増加させることである。核よりの収入は現時点では普通大きくはないが、育種計画は中果皮オイルだけによる増収を考えて行なわれるべきではないということも強く主張されてきている。



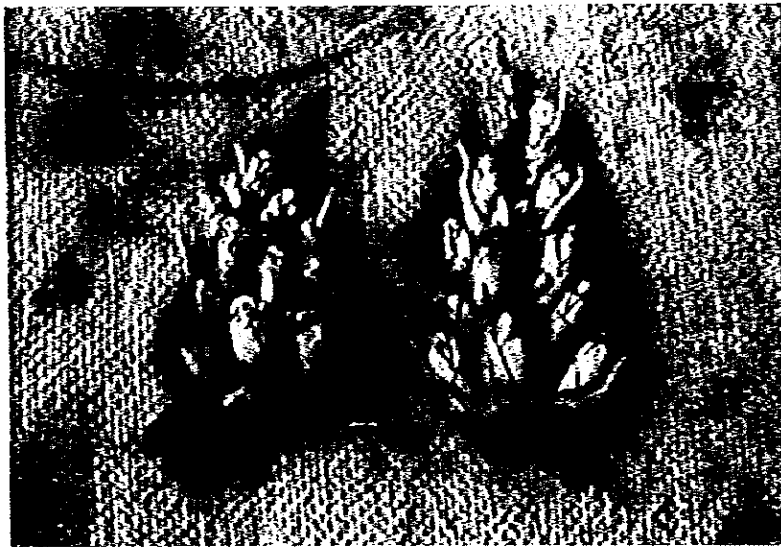
写-7 : Deli Duraの小穂とその果実を割ったところ



写-8 : 同じ Tenera でもパーム個体によって写真にみられるように果実の大きさに違いがみられる。
袋の厚さはいずれもあまり変わらない。

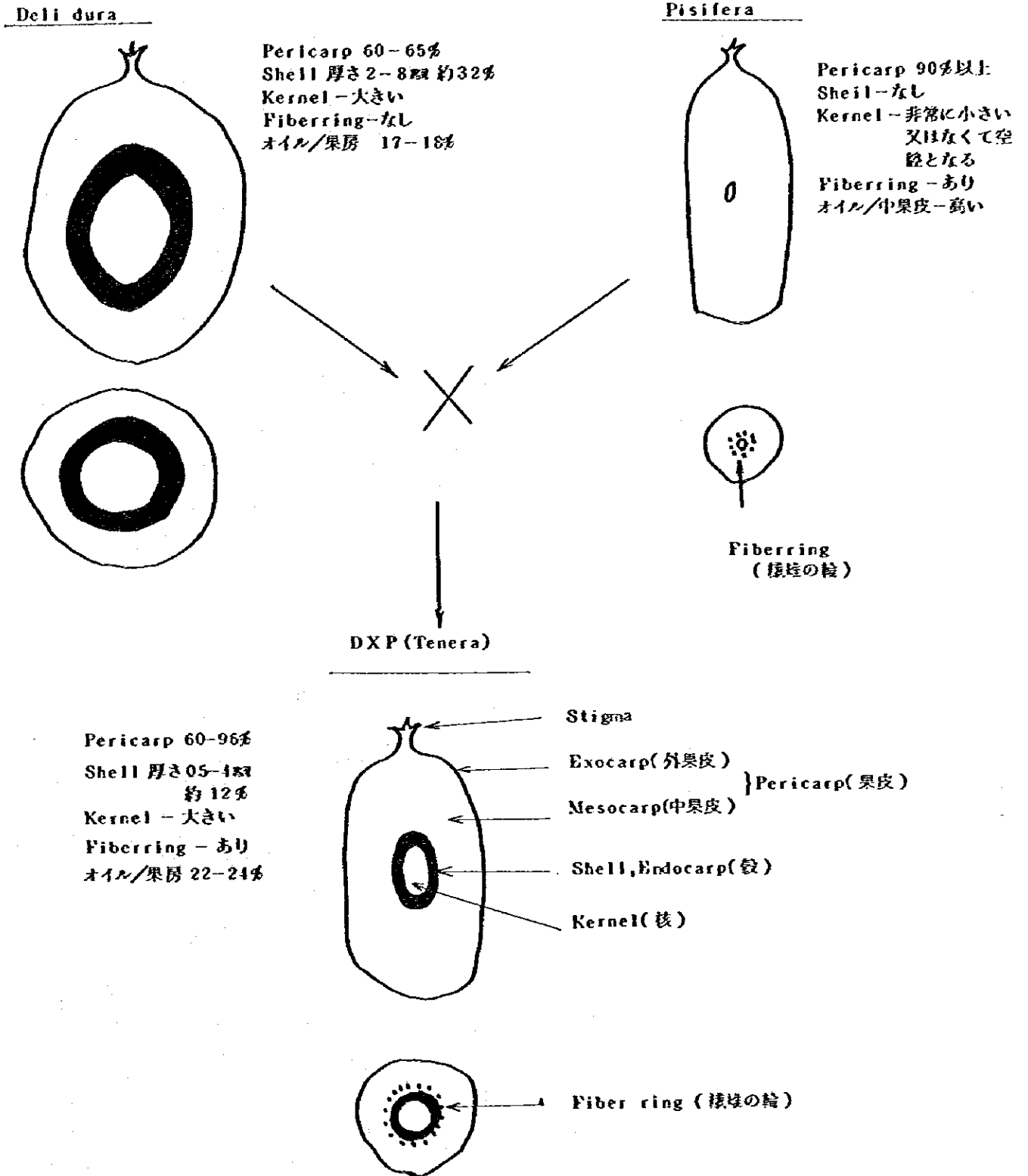


写-9 : 受精果実のついた小穂 (spikelet)



写-10 : 果が結果果実のみのついた小穂 (spikelet)

図-8：主な3種の果実型の図解



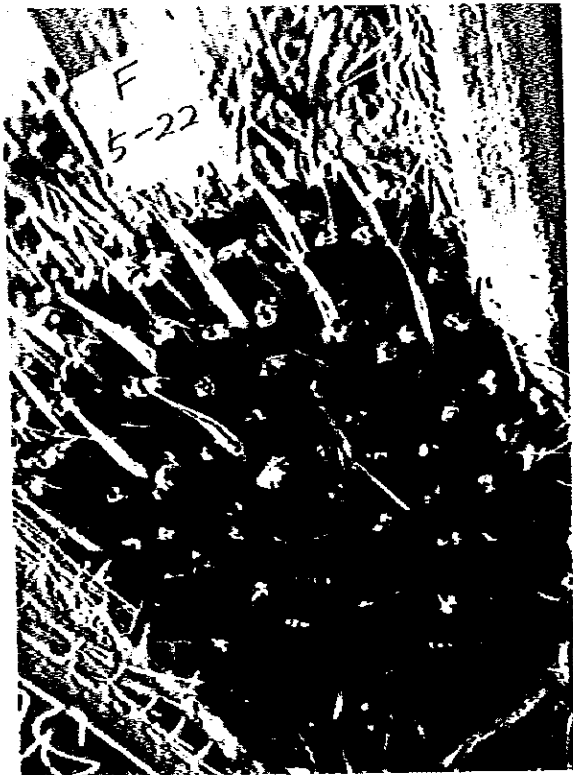
※ (Oil palm cultivation and management P. 34)



写-11 : 終尾花序 100% 開花日
 (植付後 5.5 年 DXP 種)



写-12 : 100% 開花後 26 日 :
 果実は人指 1 指 ~ 親指の先大。
 光沢ある黒色



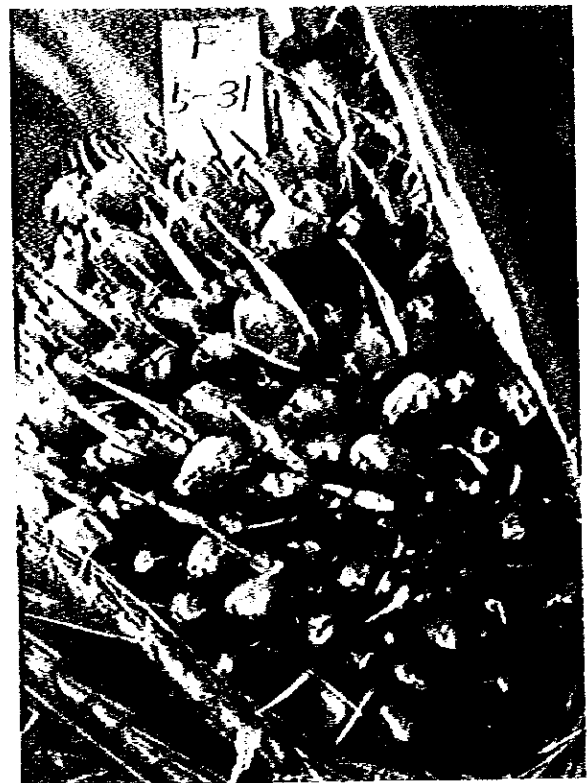
写-13 : 100% 開花後 90 日 :
 果実の発育は終了した。
 色はまだ光沢ある黒色



写-14 :

100%開花後150日 :

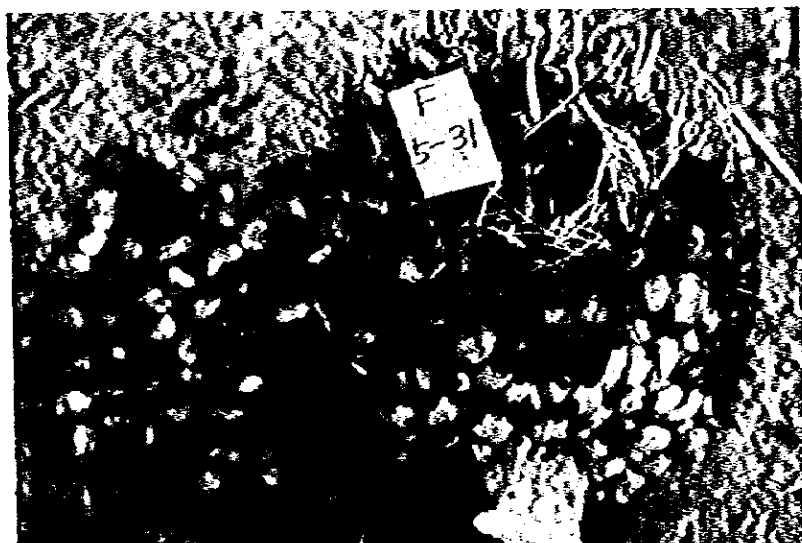
果房全体(特に上部)の果実が果実頂部の1部(柱頭周囲)を残して全体的に紫色がかった赤色を呈している。果実はかたく、全ての果実はまだかたく果房についている。果房上のとげは乾固しつつある。



写-15 :

100%開花後164日(収穫日) :

脱落果実合計39個(果房上-22個, 葉基部にもたれているもの-4個, 地上-13個) その他多くの果実が指で押すと容易に動く。果房上のとげの多くは枯死しているが、緑色を呈したものも少しはある。



写-16 : 100%開花後164日(収穫後の果房及び果実) :

重量12.26kg(全ての脱落果実含む)

基部までよく受精しており、授粉状態極めて良好

3. オイルパーム栽培地域の気候及び土壌

収量の最も高い地域の気候の特徴は以下のように要約できる。

- a. 明確な乾期がなく、2,000mm又はそれ以上の雨量が年間を通じ均一に分布している。
- b. 平均最高気温約29-30°C(85~90°F)及び平均最低気温約22~24°C(72~75°F)
- c. 1年を通じ、どの月も1日平均最低5時間の日照が平均してみられ、ある月にはその値が7時間程まで上る。

インドネシア及びマレーシアはそのような気候条件の範囲内にはいつているためにオイルパームの栽培に適している。しかしインドネシアとマレーシアにおいても土壌条件の違い及びもちろんのことながら施肥の違いにより収量に大きな違いがみられる。さらにこれ等の地域の一部では夜間の気温が平均最低気温よりもやや低く、又一部の降雨量の多い地域では特定の日の1日平均日照時間が稀に4時間以下となることもある。年によっては比較的降雨量の少ない年もあると思われる。

オイルパームの最も高い収量が常に前述のような気候条件下の良好な土壌において得られることは、事実であるが、降雨が少ない地域又は非常に多い地域、特定の月には温度が基準より低い地域又は日照時間が基準以下である地域においてもオイルパームは十分な利益をあげて栽培されてきた。東南アジアと比べて気候及び土壌条件からみて、よりオイルパームに適さない地域においてオイルパームが栽培されていることについては植物学的及び経済的な理由がある。

第1にオイルパームは夏期に多雨及び冬期に乾燥の気候をもつ地域にかなりよく適応している。乾燥条件により果房生産は低下するが、3ヶ月間降雨がなくても植物自体の健康状態は、あまり悪化せず芽の生長は続く。しかし未展開葉は十分な降雨が始まるまで展開しないまま残る傾向があり、日中には気孔が閉鎖して過剰な水分の損失を防ぐ。

第2にオイルパームの油脂生産性は非常に高いため西アフリカの1部においてみられる3ヶ月間降雨がなく、雨期の極めて短い日照時間及びやせた乾燥し易い土壌というような極めて悪い条件下においてさえ、他の油脂作物に比較した場合、より有利であるという事実がある。このためオイルパームに極めて適した条件下にあるマレーシアの農園においては1ha当り年間25~30tonの果房が収穫され得るのに対してナイジェリアの農園ではわずか8~10tonの果房収量が得られるにすぎない。しかし、このナイジェリアの生産性においてさえも tenera の場合1ha当り年間パームオイル2ton前後、核0.3ton程の生産物をもたらす、これは最良のココナツツ樹よりも生産性が、高い。この生産性の高さに加え、一般的にオイルパーム生産性の低い地域では労賃も安いという事実がさらにオイルパーム栽培を

有利にしている。従って上記のように様々な異なる要因のために現実にどのような気候がオイルパーム栽培に最も有利であるのか、定義するのは非常に難しい。

表-7: 異なる油脂作物の収量比較

(Source; Commonwealth Secretariat, Vegetable oils and oilseeds, 1970)

作物	オイルが含有される部分	平均オイル含有率 %	潜在的オイル含有率 %	オイル含有部分の平均収量 long ton/acre	推定オイル収量 long ton/acre	推定オイル収量 Metric ton/ha
オイルパーム	中果皮	(FFBC対し) 20	(FFBC対し) 25	(FYB)560	1.12	2.81
オイルパーム	核	47	49	0.261	0.123	0.31
大豆	種子	17	17	0.680	0.115	0.289
ピーナツ	種子	32	48	0.488	0.156	0.392
綿種子	種子	16	20	0.399	0.064	0.16
菜種	種子	35	42	0.415	0.145	0.364
ひまわり	種子	35	42	0.489	0.171	0.429
ココナツ	コブラ	64	68	0.450	0.288	0.723

(注) 1. オイルパーム……Malaysion hybrid DXP種

2. long ton = 1.01605 metric ton

3. acre = 0.4046868 ha

3-1 気 候

前述の通りオイルパームに対する適切な気候の限界を定義することは難しいため、ここではそれぞれの要因を別々に述べると共にその他の要因との関係についての重要性を考える。

3-1-1 雨 量

長期にわたる乾燥がオイルパームの収量を低下させることはよく知られている。ダホメイ、西部ザイール及びナイジェリアの一部のように乾燥期が2~4ヶ月間続くのが普通のところにおいては4~6年間隔で非常に収量の低い年がみられるのに加え、年毎の収量変動も大きい傾向がある。ダホメイは降雨が少なく、又、不均一な分布をしているにもかかわらず、パームオイル及び核を多量に生産している極端な例の代表である。

この国では11月~2月の4ヶ月間はほとんど降雨がなく年平均雨量はPobe experiment stationで1,232mmである。しかしながら水分保持力高く地下水を地表下にもつある種の土壤においては、あまり良好ではない土壤に栽培されているパームの少なくとも2倍は収量があり、優良系統の栽培種を使用した場合、1ha当り年間12tonの新鮮果房(FPB)収量を得ることが可能である。

ナイジェリアにおいては年間降雨量が2,000mmを越える地域においてさえも、年間を通じての降雨の分散が均一でないために水分の供給が不足していることがわかっている。収量は乾期の降雨量及びこれと関連した有効日照量(effective sunshine)と相関関係がある。ダホメイに隣接し、Pobeと似たような降雨量をもつ地域においては、収量は非常に低く、これはダホメイの低収量地域と一致する。

南部ザイール(南緯6~7°)では2~4ヶ月の乾期があり、総降雨量は1,400~1,900mmである。この地域の農園においては収量は非常に幅が大きく病気の発生が多い。

オイルパームが栽培されている熱帯アメリカの数ヶ所の地域においては乾期の乾燥が極めて激しいいくらかの例をあげることができるが、北部コロンビアのAracataca(北緯11°)では12月~4月の5ヶ月間に平均100mm程の降雨しかなく、残りの1,524mmは5月~11月に降る。年によっては年間総降雨量は1,000mm以下である。しかしながら、この地域の多くの部分では地下水位が高く、灌漑により水が与えられ得る。

ベネズエラのPalma-sola地区(北緯10 $\frac{1}{2}$ °)でも似たような条件がみられる。平均年間降雨量は1,450mmで通常1~4月の4ヶ月間には150mm以下の降雨しかみられない。土壤は水分保持力があり心土の水は四季を通じて地表下180~360cmのところにもみられるが乾期の乾燥程度は西アフリカと同じく、未展開葉の展開を抑えるほどに激しい。ここでも灌漑が行なわれる場合がある。

太平洋岸のコスタ・リカ(北緯9 $\frac{1}{2}$ °)における降雨型は北部コロンビアのそれに似ている

が、総降雨量は3,300mmと2倍である。通常1~3月の3ヶ月間の降雨量が少なく、合計100mm以下であるが、稀にはこの乾期は12月~4月の5ヶ月間に伸びることもある。ここでは地表下120~180cmに粘土層があり、その下に地下水位が位置するが、収穫型は西アフリカに似ており、乾期には収量低く、雨期の始め及び中間における収量は高い、

オイルパームは降雨量が常に蒸発散量を上回るような非常に大きな降雨量をもつ2~3の地域においても良好な栽培成績をみせている、西部カメルーンの海岸地帯においては年間9,000mmを越える雨量が記録されており、又内陸部農園においても5,000mm以上の降雨がある、エクアドルのQuevedo付近での熱帯南アメリカのカリブ海沿いには、極めて降雨量の高い地域がみられる、南米においては、高い降雨量は継続的な曇天と共にみられ、コロンビアの Buenaventura 及びエクアドルの Santo Domingo de los Colorados 付近の地域は世界でも最も湿度の高い地域に属する、

オイルパームの収量に対する非常に高い降雨量の影響はまだ明らかにはされていない。高い降雨量は様々な異なる土壌型においてみられるが、通常土壌中養分の浸出及び土壌侵食を伴ない、時々非常に低い太陽光線を伴うこともある。従ってこのような状況のためにエクアドルの若い火山灰土壌においてさえもマグネシウムが欠乏し、又若いパームにおける窒素欠乏も、一般的にみられる。降雨量が非常に高いこれ等の地域においてしばしばみられる低収量の原因が高い降雨量により生ずる土壌条件の悪化に伴う二次的なものであるのか、又は多湿状態そのものも直接に悪影響を与えるのかは、まだ判明していない。

コロンビアの太平洋岸においては非常に高い bunch rot (果房腐敗) 及び低い果実/果房率がみられたといういくつかの報告がある。

土壌状態が非常に保水のよい構造である場合、たとえ地形が起伏しているような場所であっても多量の降雨が長期にわたって続けば冠水することがある。冠水条件下では、若いパームの発達はひどく遅延し、葉は黄変し、軟弱になるが、一定期間乾燥が続けば回復する。そのような状態はブラジルのBahia地区のMassape土壌及びマレーシア内陸部のやせた土壌において雨量の多い年にみられる。

表-8 オイルパーム栽培地の雨量(釐) ※(The oil palm P. 98)

地域	測定地	緯度	経度	記録年数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年	備考
マレーシア	Bagan Datoh	4°N	100°45'E	10	136	135	139	108	100	98	102	118	178	228	276	219	1837	西海岸
	Telok Anson	4°2'N	101°1'E	70	238	189	240	262	172	111	107	132	174	278	289	268	2513	海岸平野部
	Paya Lang	2°35'N	101°40'E	15	224	140	160	176	194	153	109	118	133	193	223	210	2033	南部内陸部
	Ulu Remis	1°15'N	103°30'E	17	282	160	263	246	205	138	159	166	180	239	222	247	2507	南部内陸部
	Jerangau	4°59'N	103°9'E	10	363	182	152	159	204	170	196	255	316	314	519	804	3634	東海岸
	Mostyn	5°N	118°5'E	18	207	118	145	206	244	212	156	188	226	213	202	205	2322	東海岸
	Beluran	4°3'N	117°30'E	27	520	354	265	125	190	249	206	234	255	241	230	408	3278	北東海岸
インドネシア (スマトラ)	Medan	3°35'N	98°41'E	58	114	91	104	132	175	132	135	178	211	259	246	229	2487	東海岸より20Km
	Tindjowan	3°6'N	99°29'E	26	156	109	141	154	140	111	109	170	202	244	205	171	1912	東海岸より22Km
	Maribat Baris	2°58'N	99°6'E	21	311	223	297	305	296	214	201	277	358	452	411	292	3627	内陸部60Km

(次ページへ続く)

地	城	測定地	経度	緯度	記録年数	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	備考	
アフリカ																				
シラレネオキ		Njala	8°6'N	12°6'W	39	12	22	79	127	251	364	418	517	437	338	180	38	1782	内陸部	
アイボリーコースト		La Me	5°3'N	3°5'W	45	37	63	128	147	270	454	221	40	100	182	176	89	1907		
ガーナ		Aylnaxi	5° N	2°20'W	10	37	71	140	191	378	751	293	64	116	246	129	98	2511	両海	
ダホマイ		Pobe	6°6'N	2°4'E	45	16	42	111	149	185	216	123	61	118	155	47	12	1231		
ナイジェリア		NIFOR, Benin	6°30'N	5°40'E	33	14	29	98	161	192	254	350	221	306	223	58	10	1916		
		Umudike	5°29'N	7°33'E	36	22	31	113	204	267	273	312	253	310	262	84	18	2168	東部地区	
		Abak	5°5'N	7°40'E	18	29	47	131	196	237	310	357	317	384	300	134	30	2472		
カメルーン		Lobe	4°30'N	9°10'E	8	31	80	174	196	190	377	610	750	649	374	115	31	13577		
		Idenau	4°5'N	9° E	12	90	150	290	330	530	1,150	1,340	1,400	1,560	1,030	390	170	8,430	海岸	
ザンベジ		Yangambi	0°49'N	24°29'E	30	85	99	148	150	176	127	146	169	181	235	183	123	1822	コンゴ盆地の北	
		Kiyaka	5° N	19° E	10	175	114	220	225	97	9	22	45	123	220	243	185	1,668	方	

(次ページへ続く)

地 域	郡 定 地	緯 度	経 度	記録 年数	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 備 考	
アメリカ																		
ブラジル	Belém. Para	1° 28' S	48° 27' W	21	317	404	453	425	253	166	162	105	123	126	101	235	2871	
	Taparona. Bahia	13° 32' S	39° 6' W	5	118	135	309	215	183	193	131	152	86	116	123	142	1,899	海洋
コロンビア	Aracataca	10° 35' N	74° 9' W	13	2	8	9	52	215	178	125	182	275	344	239	31	1,661	北部
	San Alberto	7° 40' N	73° 30' W	10	59	37	113	220	305	242	209	187	240	357	343	92	2,412	
	El Mirra. Tumaco	1° 33' N	78° 41' W	4	277	296	313	390	421	412	182	169	169	176	125	210	3,120	
	Bajo Calima	3° 59' N	76° 52' W	7	289	224	281	405	547	467	458	434	569	359	496	373	5,093	太平洋岸
エクアドル	La Concordia	0° 05' N	79° 20' W	8	506	468	614	545	340	220	97	79	75	65	48	156	3,213	
ペルー	Quepon	9° 26' N	84° 9' W	19	46	19	27	103	338	394	446	395	424	653	323	132	3,300	太平洋岸
ホンジュラス	Tela	15° 43' N	87° 29' W	27	255	146	77	90	103	122	181	240	207	339	410	356	2,526	北部海岸

表-9 東マレーシアのあるオイルパーム農園における降雨記録

(栽培適地例)

月	降雨量 (cm)		降雨日数	
	A	B	A	B
1	28.14	87.76	22	28
2	26.80	74.73	12	25
3	3.30	12.60	9	12
4	17.68	10.82	14	6
5	12.75	35.08	21	20
6	13.82	29.13	20	20
7	12.83	7.70	14	12
8	20.09	33.60	20	26
9	20.78	26.57	16	24
10	23.06	24.43	16	19
11	40.41	27.99	26	22
12	30.94	30.53	24	24
計	250.60	400.94	214	238
%	-	-	59%	65%

※(Oil Palm Cultivation and Management P. 261)

3-1-2 日照 (sun shine) 及び太陽光線 (solar radiation)

オイルパームの生長及び果房生産に多量の太陽光線が必要とされることは、いくつかの別々の観察より推論されているが、最高収量を得るために、光線の量として必要であるのか、又は日照時間の長さとして必要であるのか、正確にはわかっていない。

日照の重要性は以下の事実より推論されている。

- (a) どの樹令のパームも遮光することにより生長量及び正味同化量が低下する。
- (b) 成樹パームを遮光すると雄花序の生産数が減少する。
- (c) 隣接するパームの葉を摘葉すると雄花序生産数が増加する。
- (d) 年間の日照記録と28ヶ月後の12ヶ月間の収量との間に決して大きくはないが、明白な関連がみられる。
- (e) 日照時間が季節により大きく違うナイジェリアのような国においては、日照時間が長い時期の2年後に開花した花序の雄花序割合は高く、反対に日照時間が短い時期の2年後に開花した花序の雄花序率は低い。

オイルパームが日照を好む植物又は heliophile と呼ばれるのはこの理由による。パームが極度の遮光を受けた場合、説明の困難なある種の形態異常がみられることもある。

北半球では収量の季節変化は日照時間の季節による変化の影響は受けにくいようである。

ナイジェリアの Benin (北緯 6°) の季節による収量変化はザイールの Yangambi (北緯 1°) の収量変化と似ているが、Benin においては 3 ヶ月間にわたって、1 日の平均日照時間が、わずか 2.5 時間となるに対して Yangambi においては 1 日平均日照時間が 5 時間以下になる月は年間を通して 1 カ月だけである。コロンビアの Aracataca においては 1 年のうち 3 ヶ月が 1 日平均日照時間が 7 時間以下であるが、収量の季節分布はその他の地区と同じである。Yangambi 及び Aracataca のように雨期に日照時間が長くなるところにおいても、やはりこの時期における雄花序の分化は比較的似た場合低い。

Yangambi の日照時間はマレーシアの農園における日照時間に似ており、降雨も年間を通じて似ている。しかし Yangambi における果房収量は東南アジアよりは日照時間の短いナイジェリアの収量に近い、Yangambi とマレーシアの間にみられるただ 1 つの気象条件の違いは温度であり、この温度差は非常に大きい。

予想されるように降雨量の多い地域は数時間の日照時間しかもたない。年間平均 6,000 mm 以上の降雨量をもつコロンビアの Calima においては一日当たり日照時間は 7 月の 2.1 時間から 2 月の 4.1 時間までの幅があり、年間合計日照時間は、1,243 時間にすぎない。エクアドルの太平洋岸平野の 1 部においては年間 750 時間程の日照時間しかない地域があるといわれる。

これらの地域における成樹パームの記録によると、これらの地域では、西アフリカの季節変化のある地域よりも収量は高い。この結果より見て 3 ヶ月間の乾燥は日照時間を約 50% 短くすることよりも重大な悪影響を及ぼし、年間を通じて水が充分にある限り、パームは東南アジアにおいてみられるような日照よりさらに短い日照時間に耐え得ることが推察される。

光線量の計測のために日照時間を測る以外のより効果的な方法が採用され、オイルパームの同化作用に対する様々な日照量の効果が明らかにされるまでは、これ以上の日照との関係は究明できないものと思われる。例えばエクアドルにおいては日照時間は非常に短い、長時間にわたり空を覆う雲の層が比較的薄いため総量としての太陽及び空気反射光はそれほど低くないのではないかと考えられている。

数年間にわたる光線量の記録があるナイジェリアの Benin においては 10~4 月の期間中においては日照時間と総太陽及び空気反射光線量との間に逆の関連がみられている。この時期の中間期においては日照は 1 日平均 6~7 時間記録紙 (Campbell-stokes recording card) を焼くのに十分な程強く、しかも雨はわずかにみられるか又はほとんど皆無であるにもかかわらず、空はサハラ砂漠より飛来する砂のためにどんよりとしており、そのために総

表-10 オイルパーム栽培地帯の日照時間(時間/日)

地域	国	制定地	緯度	経度	記録年数(年)	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均時間/日	年合計(時間)	
ア	西マレーシア	Kuala Lumpur	3°7'N	101°42'E	17	6.2	7.4	6.5	6.3	6.3	6.6	6.5	6.3	5.6	5.3	4.9	5.4	6.1	2,230	
		Chemara Johore	1°15'N	103°30'E	6	3.5	5.1	5.0	5.7	6.1	5.1	5.4	5.4	5.0	4.1	4.4	3.9	3.7	4.8	1,729
ア	インドネシア(スマタラ)	Medan	3°35'N	98°41'E	21	5.4	7.1	7.0	7.2	7.7	8.1	8.1	8.1	7.5	7.0	6.2	5.5	5.4	6.9	2,508
		Montyn	5°	118°5'E	12	6.0	6.7	7.0	7.3	6.3	6.4	6.8	6.8	6.6	6.5	6.1	6.1	6.2	6.5	2,384
ア	シラレカネ	Njala	8°6'N	12°6'E	32	7.2	7.3	6.7	6.1	6.0	5.1	2.9	2.9	2.0	3.5	5.6	6.7	6.4	5.4	1,971
		La Me	5°3'N	3°5'E	8	5.2	6.1	6.5	6.4	5.2	2.9	2.9	3.3	3.2	3.1	5.0	5.4	5.9	4.9	1,781
ア	シホメイ	Pobe	6°6'N	2°4'E	8	6.0	7.0	6.4	6.1	5.9	4.7	3.3	3.3	3.3	3.7	5.2	6.0	6.6	5.4	1,963
リ	ナイジリア	NIFOR, Benin	6°30'N	5°40'E	15	5.6	6.0	4.9	5.3	5.4	4.2	2.6	2.4	2.4	2.6	4.2	6.5	6.4	4.6	1,692
カ	西カメルーン	Idenau	4°5'N	9°10'E	9	5.2	6.7	4.7	5.0	4.7	2.6	1.6	1.0	1.3	2.4	3.5	4.5	3.6	1,306	
ア	ザイール	Yankambi	0°49'N	24°29'E	10	6.6	6.8	6.0	6.1	6.0	5.5	5.0	5.0	4.4	5.2	5.1	5.5	5.7	5.6	2,054
		Kiyala	5° S	19° E	6	5.1	5.2	4.7	5.5	6.8	8.9	8.3	7.8	6.4	6.1	6.1	5.1	4.8	6.3	2,287
ア	ブラジル	Belém Para	1°28'S	48°27'W	21	5.2	3.9	3.2	4.0	5.3	7.5	8.0	8.0	6.7	7.2	6.7	6.2	6.0	2,195	
メ	リ	Iguape, Bahia	12°30'S	39° W	4	7.1	8.2	6.9	6.2	4.6	4.5	4.6	6.4	7.1	7.6	7.9	5.6	6.4	2,323	
カ		Acarataca	10°35'N	74°9' W	13	8.6	8.6	8.8	7.7	7.2	6.8	7.8	6.9	7.1	7.2	6.1	8.4	7.7	2,792	
ア	サオ	Alberto	7°40'N	73°30'W	4	7.3	5.4	3.8	4.6	5.3	5.3	6.4	6.0	6.0	6.0	5.3	7.0	5.7	2,070	
		Bajo Calima	3°59'N	76°52'W	7	3.9	4.1	3.3	3.0	3.4	3.7	3.1	3.4	3.9	3.3	3.3	3.6	3.4	1,243	

※ (The oil palm P.99)

光線量はあまり高くない。

しかしながら4~5月及び10~11月の雨期の始め及び終わりには日照時間は短い、空が澄みきっているため、総光線量は高い。

Benin においては、一般的に総光線量が日にみえて低下するのは日照時間が1日平均5時間以下になった時であるが、乾期に砂ぼこりが空気中に充満した時にも光線量は低下する。従って一般的に日照時間と光線量(日照量)は平行した関係をもっていると思われているが砂ぼこり等の特殊な状況が生じる場合、必ずしも平行しないこともある。

3-1-3 温 度

温度は一般的に考えられているよりはパームの生育及び収量を決定するより重要な要因であろう。Henry は若い苗の生育は15℃で完全に停止し、17.5℃の時に比べて20℃では3倍、25℃では7倍の生長量がみられることを明らかにしている。

彼は生育のための最適温度を28℃と推定している。湿潤熱帯においては通常平均最低気温は内陸部が低く、海岸地帯又は海岸平野部は比較的高い。

緯度の高い地域、海拔200m以上の地域においても最低気温は低い。このためほとんどのオイルパーム栽培地帯においては平均最低気温は、1年間を通じて21℃(70°F)以上であるが、例外もあり、緯度が高いホンジュラスのTela(北緯15°43')においては21℃以下の月が5ヶ月、19℃(66.5°F)付近の月が2ヶ月ある。この最低平均気温の低下は短い日長及びわずか27℃(81°F)の平均最高気温と関連してみられる。

このような短時間みられる、より低い温度さえも含む気象条件下においては、年間の前半における収量は極めて低く総収量の90%近くが6~12月の7ヶ月間に収穫される。

果房発達期間中の温度の影響の研究及び地作物よりの類推によるとこの不均一な収量分布は部分的には気温の低い月における果房発達の遅れによると考えられる。加えて低温度期の末期に花の生育停止率が高くなり6~7月の開花数が低下し、これが次の年の初期の収量を低下させている可能性がある。雄花序率に何らかの影響がみられていることも考えられる。

ブラジルの Salvador の南部(南緯13~14°)においてはより低い最低平均気温が記録されている。Iguape においては1961~63年の3年間にわたり最低平均気温21℃以下の月が年間8ヶ月、18℃(56°F)以下の月が年間3ヶ月(8~10月)記録された。平均最高気温はいくらかの月においては22℃程であった。低温が生産に及ぼす影響においてはあまり多くは知られていないがBahiaの自生林(grove)において最も収量が多いのは11~

3月であるという。

パームが育ち得る緯度の範囲は気温、降雨量、海拔及び土地の広がり等が与える様々な影響のために大陸により違ってくる。この範囲はアメリカ大陸では広く赤道よりの距離が直接乾期の長さに関連する（赤道より遠くなると乾期が長くなる）傾向がある西アフリカにおいては比較的狭い。アジアにおいてはオイルパーム栽培地域は大体において大陸の土地の広がりの影響外にあり、大陸との間は海洋によって隔てられている。そのため、アジアのオイルパーム帯は比較的狭くその中における気候の較差も大きくない。

ザイールの深い内陸部の特徴は、夜の気温が比較的低いことである。Yangambi では年間を通じてどの月も平均最低気温は 19.3°C ~ 20.3°C (66.7°F ~ 68.5°F) の範囲内である。北部ザイールの気候条件の中で東南アジアの条件と明白に異なるのはこの温度に関してのみである。平均最高気温も幾分低く平均 29.6°C (85°F) 程度である。

アメリカにおいては夜間気温が低いと考えられる比較的高い海拔の高い地域においてもオイルパームがみられる。スマトラにおいては海拔 500m 以上に栽培されるパームは低地のパームよりも少なくとも1年は結果期にはいるのが遅れ、初期収量も低いと報告されている。

表-11 オイルパーム栽培地帯の気温(℃)

※(The oil palm P. 100-101)

地域	国	所在地	緯度	経度	記録年数(年)	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	
アジア	マレーシア	Telok Anson	4°2'N	101°1'E	24	平均	27.1	27.7	27.9	28.0	28.2	28.0	27.7	27.5	27.3	27.1	27.1	27.6	
						最高平均	31.7	32.3	32.8	32.8	32.8	32.8	32.5	32.4	32.0	31.7	31.4	31.4	32.2
						最低平均	22.6	22.8	23.0	23.3	23.5	23.2	22.9	23.0	22.9	23.0	22.9	22.8	23.0
	インドネシア (スマタラ)	Medan	3°35'N	98°41'E	13	平均	24.8	26.0	26.4	26.5	26.8	26.5	26.4	31.2	25.9	25.7	25.4	25.3	26.0
						最高平均	29.9	31.3	31.5	31.6	31.7	31.4	31.8	22.3	30.9	30.1	29.7	29.6	30.9
						最低平均	21.7	21.8	22.1	22.2	22.4	22.0	21.8	21.6	21.6	21.8	22.0	21.9	21.9
アフリカ	シエラレオネ	Njala	8°6'N	12°6'W	22	平均	26.1	27.4	27.9	27.2	27.3	26.1	25.2	25.6	26.2	26.3	26.2	26.4	
						最高平均	32.3	33.0	33.3	32.8	32.6	30.7	28.9	21.5	29.5	31.0	31.3	31.4	31.5
						最低平均	19.8	20.7	21.3	21.8	21.8	21.5	21.4	25.0	21.6	21.3	21.3	20.5	21.2
アイボリーコースト	La Me	5°3'N	3°5'W	15	平均	27.2	27.8	28.2	28.0	27.5	25.8	25.2	28.2	26.6	26.6	26.9	26.9	26.7	
					最高平均	32.1	32.7	32.7	32.4	31.2	28.8	28.1	21.4	28.4	30.1	31.3	31.5	30.6	
					最低平均	22.7	22.4	22.8	22.8	22.9	22.3	21.3	22.2	22.5	22.2	21.9	22.3		

(次ページへ続く)

地域	国	測定地	緯度	経度	測年数(年)	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均	
アフリカ	ナイジェリア	NIFOR, Benin	6°30' N	5°40' E	12	平均	26.3	27.5	27.4	26.9	26.5	25.6	24.6	24.3	25.0	25.6	26.2	25.8	26.0
						最高平均	30.9	32.7	32.4	31.5	30.9	29.4	27.6	27.4	28.3	29.6	30.7	31.2	30.2
						最低平均	21.6	22.3	22.4	22.2	22.0	21.7	21.5	21.3	21.8	21.6	21.6	21.4	21.8
カメルーン	Idenau	4°5' N	9°10' E	6	平均	25.9	26.6	26.8	26.7	27.5	26.0	24.8	24.4	24.6	25.2	25.7	25.5	25.8	
					最高平均	29.7	30.3	30.3	30.7	31.2	28.9	27.8	26.8	27.3	27.9	28.3	28.0	29.0	
					最低平均	22.2	22.9	23.3	22.7	23.7	23.1	21.9	21.9	22.0	22.4	23.1	23.0	22.7	
ザイール	Yangambi	0°49' N	24°29' E	10	平均	24.1	24.1	24.3	24.4	24.1	23.6	23.1	23.0	23.2	22.3	23.5	23.4	23.7	
					最高平均	30.2	30.8	30.6	30.3	30.1	29.5	28.5	28.4	29.2	29.1	19.3	19.3	29.0	29.6
					最低平均	19.6	19.4	19.9	20.3	20.0	19.8	19.3	19.5	19.4	19.5	19.7	19.5	19.7	
ブラジル	Iquape, Babia	12°31' S	39° W	8	平均	25.5	26.8	26.6	26.4	25.2	23.6	22.5	21.9	22.1	23.7	24.3	25.5	24.5	
					最高平均	30.6	32.3	31.9	31.1	29.2	27.1	26.2	25.8	26.4	28.6	29.1	31.0	29.1	
					最低平均	20.3	21.4	21.2	21.6	21.2	20.1	18.7	17.9	17.7	18.8	19.5	20.4	19.9	
アメリカ	Belem, Para	1°28' S	48°27' W	28	平均	25.7	25.4	25.5	25.9	26.0	26.0	25.8	26.1	26.0	26.2	26.4	26.1	25.9	
					最高平均	30.9	30.3	30.1	30.4	31.3	31.8	31.7	32.1	31.7	32.0	32.0	31.7	31.3	
					最低平均	22.6	22.6	24.0	23.0	22.7	22.6	22.2	22.3	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5	

(次ページへ続く)

地域	国	測定地	緯度	経度	記録年数(年)	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均			
アメリカ	フロリダ	Aracataca	10°35'N	74°9'W	13	平均	27.3	27.4	27.5	28.9	28.4	27.8	28.0	27.9	28.1	27.5	27.5	27.8	27.8		
						最高平均	33.3	33.2	32.8	34.6	33.8	33.0	33.7	33.5	33.9	33.0	33.7	33.0	34.0	33.5	33.5
						最低平均	21.4	21.7	22.3	23.2	22.9	22.7	22.4	22.3	22.4	22.2	22.1	21.7	22.3	22.3	
	エレクトラ	La Concordia	0°05'N	79°20'W	8	平均	25.2	25.2	25.5	25.8	25.1	24.3	23.6	23.5	23.8	23.6	23.3	24.1	24.4	24.4	
						最高平均	29.0	29.5	30.0	30.2	29.0	27.8	27.5	27.5	27.6	27.5	27.2	27.9	28.4	28.4	
						最低平均	21.3	20.9	20.9	21.3	21.2	20.5	19.6	19.4	20.0	19.7	19.3	20.3	20.4	20.4	
						平均	23.2	23.7	23.1	26.2	26.8	27.0	26.7	26.8	27.2	25.9	24.5	23.5	25.6	25.6	
	ホンジュラス	Tolu	15°43'N	87°29'W	8	最高平均	27.4	28.2	29.6	30.2	31.2	31.5	30.9	31.1	31.6	30.1	28.5	27.4	29.9	29.9	
						最低平均	19.0	19.3	20.4	21.6	22.5	22.9	22.5	22.5	22.6	21.7	20.8	19.6	21.2	21.2	
						平均	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	

3-2 土壤条件とオイルパームの生育

オイルパームの生育及び収量はパームが栽培されている環境の各種要因の影響を大きく受ける。これら環境因子間及び環境因子とパームの発達間に存在すると思われる多くの相互関係についてはあまり知られていない。マレーシアにおける地形と特定の土壤の生成の間にみられるいくつかの例についてはかなり多くのことが知られている。例えば西マレーシアの西半分においては中央山脈の麓から西方に進む一連の(a)急傾斜面の浅い土壤—しばしば岩床の露出と共にみられる—(b)起伏している地勢における深い、より発達した土壤 (c)様々な規模の台地土壤—一般的にゆるやかな起伏においては砂質土壤が多い。(d)深い泥炭(peat)のみられる淡水湿地 (e)比較的新しく又重い海成沖積土壤(marine alluvial soil)そして最後には(f)海岸線上にみられる未成熟海成粘土(unripe marine muds)がみられる。これら大きく分けた土壤グループの間には植生の違いもみられ、又温度及び降雨の影響はこれ等の様々な生態系の中においてみられる排水又は地下水の品質の違い等によっても変わってくる。

同じように収量と特定の気象要因の間関係もある程度知られているが、全ての場合において、パームの発達に対する環境の影響については今後の研究にまたねばならない。しかしながら、環境要因の1つである土壤はパームに対して有益又は有害な非常に大きな変化をもたらし得る。オイルパームは非常に広範囲な土壤に生育し、それぞれの土壤は様々な程度にパームの発達及び収量に対して影響を及ぼす。

3-2-1 土壤適性

パーム栽培に関する土壤適性は物理的及び化学的性質の両方の影響を受ける。以下にそれ等の性質に関して略述する。

3-2-1-1 土壤の化学的性質

土壤の化学的組織及びそれによって決まる土壤の栄養的価値は土壤型の違いにより大きな差をみせる。例えばマレーシアにおいては異なった型の土壤の間には加里の天然含有量に大きな違いがみられ、ナイジェリアやその他の国々においても同様の差異がみられる。土壤中の化学物質は、施肥設計において潜在的に極めて重要となるため、土壤の化学分析—特に窒素、磷、加里及びマグネシウムの多量要素に関する—の結果と収量及び生育の間にみられる関係を明らかにしようとする試みは非常に多く行なわれてきた。

土壤の化学分析は大きく2つに分けられ、その1つは全要素含有量のように土壤中の潜在要素含有量を現実的に測定する一般的な土壤中要素の分析であり、もう1つはより可溶性の加里、カルシウム及びマグネシウムの指標となる粘土及び腐植混合物により保持される置換性

陽イオンの含有量に関する分析である。後者の分析はより明確な目的のためになされるものであり、これによって主要要素の有効利用率を推定することができる。これらの試験の結果はある要素の異なる土壌における指数と、施肥試験において施された様々な水準に対する作物の反応の研究が行なわれた後でようやく現実に使用することができる。

前者の分析値データ（全要素含有量）が土壌中の有効要素量を推定するのに使用された場合混乱が生じるが特にオイルパームにおいてはそれが強くみられる。

土壌養分状態とパームの養分状態の間にみられる関係を明確にすることの困難な理由は、部分的には土壌分析に関する技術的困難さの故であり、又部分的には特定の要素の全量とその全量中のパームの吸収根によって容易に吸収され得る割合を区別することが困難なためでもある。もう一つの影響を及ぼす要因は特定の要素間において、ある要素が別な要素のパームによる吸収を妨害する拮抗作用（antagonism）がみられることである。例えば土壌分析により土壌中に加里が充分にあるとわかっている場合でも、加里と拮抗作用をもつマグネシウム含有率が土壌中に高く、従って土壌中の加里の大きな部分をパームに対し吸収不可能にする結果、続く葉分析ではパーム樹体内の加里水準がやや低いということもあり得る。

しかしながらこの事態は同時に土壌中の吸収可能マグネシウム量の分析を行なうことにより予測できる。この他にもカルシウム—加里、磷—加里のように必須要素間に多くの拮抗作用がみられる。

土壌中の有効磷酸量と葉中磷含有率及び収量又は土壌中の有効磷酸量と肥料として施された磷酸の量の間にもみられる多くの関連が報告されている。同じような関係は土中の有効加里率と葉中の加里含有率の間にもみられているが、土壌中の加里水準と収量の間にはみられない。

マレーシアにおける試験の1つにおいては磷酸、加里及びマグネシウムでは土壌中含量と葉分析のデータとの間に実質的な関連がみられたが、窒素では、この関連はみられなかった。一般的な観察によると、土壌中のマグネシウム含有率が高い場合、肥料により追加する必要があるマグネシウム量は低下するか、又は全く不要となり、この傾向はパームの発達及び果房生産の初期に特に強くみられる。

熱帯における土壌中の窒素含有率は窒素肥料の施用なしでは旺盛な栄養生長及び最大限の果房生産を維持するには一般的に不足している。硼素、マンガン、鉄、亜鉛、銅等の微量要素の土壌中水準とパームの生長及び収量との間の関係についてはさらにわずかしら知られていない。しかし硼素欠乏症は有効硼素含有率が1～2 p.p.m 以下の土壌に育っているパームにおいて発生すると報告されている。

従って現時点では土壌の化学分析は酸性硫酸塩土壌（acid sulphate soil）の場合を除いてはほとんどの場合限定的な価値しかもたないと考えられている。

ほとんどの地域で土壌肥沃度にある程度の幅がみられ、養分有効性の仮分類がつくられている。これらは仮のものであるがそのような分類をいかに土壌肥沃度の査定のために使用でき得るかの例としてここに1例をあげる。

表-12 マレーシアにおいてオイルパーム土壌の肥沃度を分類するために使用される仮の土壌要素データ

要素	非常に低い	低い	普通	高い
◦窒素：総量 (%)	0.05以下	0.05-0.15	0.15-0.30	0.30以上
◦磷酸：				
a. 0.1N NaOH-soluble (ppm)	40以下	40-80	80-120	120以上
b. 6N HCl acid-soluble (ppm)	80以下	80-160	160-320	320以上
◦加里：				
a. Exchangeable m.e. (%)	0.1以下	0.1-0.2	0.2-0.5	0.5以上
b. Acid soluble m.e. (%)	1.0以下	1.0-2.0	2.0-5.0	5.0以上
◦マグネシウム				
Exchangeable m.e. (%)	0.2以下	0.2-0.4	0.4-1.0	1.0以上

※ m.e. = milli-equivalents

※ (Oil palm cultivation and management P. 51)

他の土壌性質の考察と共に上記の面よりの研究方法によりマレーシアのオイルパーム土壌の特徴を描写することができる。土壌分析データを基礎にしてNgはマレーシアの土壌の養分状態を以下のように要約している。

- (a) 西マレーシアの西海岸にみられる全般的に高い要素含有率（特に磷、加里及びマグネシウム、又稀には窒素も）を示す海成粘土土壌 (marine clay)
- (b) 花崗岩 (granites)、砂岩 (sandstones)、石英岩 (quartzites) 及び古～やや新しい水成岩 (older and sub-recent sediments) に由来する加里及びマグネシウム含有率の非常に低い土壌
- (c) 玄武岩 (basalts) 及び安山岩 (andesites) に由来する非常に低い加里含有率をみせる土壌
- (d) 頁岩 (shales) に由来する様々な程度のしかしより高い加里含有率を示す土壌
- (e) 淡い色をした頁岩 (pale colored shales) に由来する窒素及び磷含有率の非常に低い土壌
- (f) 極端な酸性 (extreme acidity) 及びそれらの土壌におけるマグネシウム及び加里含有率の低い酸性硫酸塩土壌 (acid sulphate soils)

(g) 酸性火成岩 (acid igneous) 及び水成岩 (sedimentary rocks) に由来する一般的に窒素及び磷の含有率の低いほとんどの内陸部土壤；及び塩基性岩 (basic rocks) に由来する比較的高い磷含有率を示す土壤。

このような極く一般的な情報は、それを基礎にして正確な施肥計画を作成するためには、不十分であるが、生育段階で欠乏する可能性のある要素を示唆することにより、肥料試験を計画する上で助けとなると共に肥料試験及び定期的な葉分析の結果を解釈する上で有用である。

(a)全体の化学的性 (b)土壤の物理的性質(c)栄養生長及び果房生産に必要であると判明している養分量及び(d)もし入手可能なら類似した型の土壤における肥料試験の結果等を総合的に考慮することによりパームの将来の栄養状態の総合的長期的な推定及び肥料として施される必要のあるそれぞれの要素の種類及び比較的な量が割り出され得る。

3-2-1-2 土壤の物理的性質

現在のところ土壤の化学分析は限定的な値値したもっていないが、物理的性質を知ることにはパーム栽培の適性を判断する上で極めて大きな価値をもつ。一般的に言えば最良のパーム生育は地形は平坦かゆるやかに起伏し、土壤は深く排水良好で、土壤表層近くに堅い又は水の浸透しない層がなくしかし同時に十分な水分及び天然状態で、供給される要素又は人工的に施された要素の大きな部分を保持する能力がある土壤において得られる。

オイルパーム栽培地帯でみられる異なる土壤型はオイルパーム生育に関する適性において非常に大きな幅がみられ、又しばしば異なる土壤型の間には明確な差がみられないこともある。

Ng は「良好なオイルパーム土壤」の基準を確立するために2-3の圃場試験を行なったが、その結果として異なる土壤条件下に育つパームの生育に関しては主観的観察が尊重されるべきだと指摘している。次の表-13 はパームに対する土壤適性を判定するために使用できると考えられる主な土壤の物理的性質を要約したものである。

予想されるようにパームの生育及び収量は「非常に好適」と分類された土壤において最高であるが、栽培技術が適切に使用されている場合には「限界」に分類されている土壤からも経営利益が得られる。しかしながら例えば「好適」と分類された土壤のパームよりの利益が降雨量不足のような地の限定要因により影響を受けるような場合もあるため、土壤の性質を理解するだけではもちろん不十分である。

表-13 : マレーシアにおいてオイルパームに対する土壌適性を判定する
 ために使用できると考えられる土壌物理的性質
 ※(Oil palm cultivation and management P.53)

性 質	等 級		
	好 適	限 界	不 良
地 形 (傾 斜)	12° 以下	12 ~ 20°	20° 以上
不透心土層又は恒常地下水 位と関係した有効な土壌の 深さ	75cm 以上	40 ~ 75cm	40cm
土 性	壤土又はより重い もの	砂 壤 土	壤土がかった砂土 ~ 砂土
構造及び堅さ	強く発達し、もろ い ~ やや堅	中度に発達し堅い	発達弱いか塊状で 極度に堅い
ラテライト層	0 ~ 15cm	細かい粒状 15 ~ 30cm	細かい粒状が 30cm 以上 又は塊状
P.H	4.0 - 6.0	3.2 - 4.0	3.2 以下
ピート層の厚さ	0 ~ 0.6m	0.6 ~ 1.5m	1.5m 以上
浸 透 性	中 度	早い又は遅い	非常に早い又は 非常におそい

適切な基準を設定したらこれ等の基準を組み合わせるにより様々な適性の等級に土壌を分類することができる。Ngによって提唱されている分類は表-14のようなものである。

表-14 : 物理的性質の分析的基準を使用したオイルパームに対する土壌適性

分 類	基準 - 表-13を基礎として
非常に好適	全ての性質が好適範囲にあるもの
好 適	2つ以下の性質が限界範囲にあり、その他の性質は好適範囲にあるもの
限 界	3つ以上の性質が限界範囲にあり、加えて1つの性質が不良の範囲にあるもの
不 適	2つ以上の性質が不良の範囲内にみられるもの

※(Oil palm cultivation and management P. 54)

3-2-1-3 土壤標本の採集

開発の初期段階では土壌の分類のために全般的な土壌分析を含めた土壌適性調査が行なわれる。

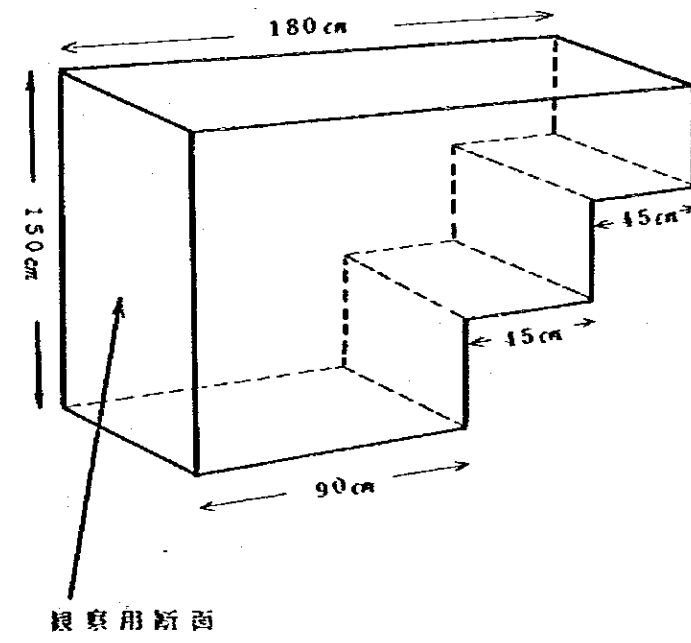
新しい地域の土壌調査を行なう場合200m程の等間隔で平行に通路を切ってゆく。200m間隔というのは絶対的なものではなく、予想される土壌の変化程度によってより広い、又はより狭い間隔で切っていてよい。切った通路に沿って等間隔毎に土壌断面調査用穴(soil profile pit)を掘る(図-9)。この場合の必要とされる調査用の穴の数は状況により異なるが、通常400m毎に1個掘れば適当と考えられる。必要に応じてsoil profile pitの間で検土杖を使用して最高1m程までの決められた深さより標本を採集する。

採集した土壌標本は、ポリエチレン袋に入れ、必要事項を書き入れたラベルをかたく結びつけて分析所へ送る。

傾斜面の程度も記録し、これによりその地区内の主要な地形及び水の流れを容易に描くことができる。

全体的適性調査に当っては現場における土壌の外観、特に硬土層又はその他の根を妨害するものの存在について大きな注意が払われねばならない。

図-9: 土壌断面調査用穴 (Soil profile pit)



※(Oil palm cultivation and management P. 55)

3-2-2 土 壤 管 理

ここでは土壌保全、水分保持、土壌鎮圧、耕起及び酸性硫酸塩土壌の悪条件の改良の手段について考える。

3-2-2-1 土 壤 保 全

土壌浸食防止の必要性は、非常に強く認識されているにもかかわらず、現在でも大きな問題である。通常表土と呼ばれる土壌の最上層部(ほとんどの土壌適性はこの部位の土性によって決められる)の浸食は必ずしも避けられないものではない。このためには開墾を始める時点から土壌浸食防止対策がとられねばならない。土壌浸食の程度に影響を与える要因は多いが、そのうちでも最も重要なものは地形の傾斜、開墾の方法及び土壌型である。従って土壌防止はゆるい土壌構造をもった起伏のある土地につくられた園において最も重要となる。湿潤熱帯では過剰の降雨により常に土壌浸食の危険があり、浸食の程度は傾斜が急になるにつれて、より大きくなっていく。急傾斜の土地では土壌浸食は継続的であるが、傾斜の緩やかな土地が大規模に耕起された後にみられるように、大規模の浸食が見られることは稀であるため、しばしば浸食程度は低く見積もられやすい。

浸食の結果急傾斜地の表土は通常薄く、必然的に土壌保全はより重要性を増す。水分吸収容量もしばしば低くこのため平担で土壌の深い土壌に比べ土壌表面を流れる水はより大量で又急速になり、問題を一層悪化させる。どのような開墾方法を採用してもある程度の浸食の発生は避けられず、特に急傾斜地に階段畑がつくられる必要がある場合、浸食程度はより増大する。土壌被覆植物を可能な限り完全に維持することは浸食を抑えるよい方法の一つである。土壌被覆植物は人為的に植え付けられる場合もあるし、又開墾後に生えてきた自然の雑草を管理してつくりあげることもある。急傾斜地にパーマを植えつけた場合特に早急な被覆植物の確立が必要となる。しかしながらしばしばゆるやかな起伏をもつ地形において被覆植物が充分発達する前に、早急な浸食防止対策が必要となることもあり、この場合人工的な浸食防止対策がとられることになる。

3-2-2-2 水 分 保 持

ある種の土壌は乾燥している時には非常にゆっくりとしか水分を吸収できず従って乾期の大量降雨は、ほとんど全て蒸発して失われることがある。降雨が自由に流れるのを止める堤防又は階段は土壌浸食防止及び水分保持の二重の目的をもつ。これにより水は土中へ浸透することを強制され、土壌中の水分含有率を高めると共に総降雨量の不足する季節における降雨の受入れ及び使用能力を高める。

深地に対する強い降雨は土壌表面の構造を破壊し、土壌表面に浸透性の悪い薄い層をつく

る (capping) ことがある。この作用により土壌の水分吸収能力が低下し、土壌表面を流れる水量を増加させる。土壌被覆作物はこの capping を防止する上で大きな役割を果たし、地表面を遮光することにより、土壌温度を大きく低下させ、土壌表面の水分蒸発を効果的に抑える。

3-2-2-3 土 壌 鎮 圧

近年開墾に当り重機械を使用することが多くなり、土壌鎮圧の問題が大きくなってきており、多くの地域において若木の生長及び収量が大きく低下している。問題が最もひどく発生しているのは粘土含有率の高い重い捨水の悪い海岸土壌においてであるが、粗粒質の内陸部土壌においてもひどく鎮圧がみられることがある。開墾時には天候及び土壌条件に十分な注意を払うことが明らかに重要であり、もし必要ならば人力による開墾も考えられるべきである。雨期に土壌条件が悪化する時点まで重機械の使用を続けていると結果的に大きな経営的不利益を招くことになる。このような状態下で生じた土壌の鎮圧はパームの発達を遅らせ、成熟期にはいるのを遅らせると共に、開墾作業を人力で行なった場合に必要とされる余分な経費をはるかに上回る水量の減少を引き起す可能性があると思われる。

土壌鎮圧が生じた時、頻繁に根につく最初の徴候は、一部の土壌表面の排水が不良となり、同時にパームの生育が遅れ、窒素欠乏症状を示すことである。その他の徴候はしばしば明白には認められず、通常植付後ある程度の期間を経てから、明確に境界線を引けない地域内のパームにはっきりとは説明不可能な生育の遅れがみられてくる。この段階では状況を改善するために行なえる対策は、限定的なものしかない。水の浸透しない又は硬い土層 (pan) を破壊するために畦間を深い歯かんハロー (deep tine harrow) で耕起することが必要となることもあり、この場合耕起中にパームの根を大規模に損傷すると一時的にパームの生育がさらに悪化する結果をもたらすこともある。堅い層 (compacted layer) が非常に深い場合、一定の方向に下層土を掘り起して耕起することが必要となることもあるが、この際には土壌浸食を避けるために排水溝との緩和を考えて行なわねばならない。粘土不透水層 (clay pan) を破壊するために強い根をもつ雑木を植えることも時々提唱されるが、ほとんどの場合、これは限定的な価値しかもたない。この効果がみられるところでも、その効果はかなり長期間の後にはみられず、ある例によると3年程の期間を要したことが知られている。

3-2-2-4 土 壌 耕 起

森林状態から開墾された土壌においては、植付前に耕起される必要はないが、特にゴム、ココナツ又はオイルパーム後の平畑又はゆるやかな起伏をみせる土壌にオイルパームを植え付ける場合には耕起が頻繁に行なわれる。古いパームが Ganoderma によりひどい被害を受

けていた園では開墾作業中に見逃がされていた潜在的病果を土壌表面に掘り出すためにすき起しを行なうことが望ましい。過去の放牧や開墾に重機械を使用して土壌が堅くなっているような場所又は耕起によるチガヤ (*Imperata cylindrica*) 及びその他の雑草の駆除が必要なところでは、植付前の土壌耕起は非常に有益である。

しかしながら耕起は多くの欠点ももっている。耕起は一般的に全置換性陽イオンで測られる土壌の肥沃度を低下させ、又水の浸透及び移動、通気、根の発達及び養分吸収に悪影響を与える。土地が耕起され、また畦間の被覆植物が完全ではない状況下で若いパームがこがね虫 (cockchafer) により大きな被害を被った例が非常に多く報告されており、これがパームが定植される時点にはすでに畦間被覆植物が十分に発達していることが望ましい理由の一つとなっている。

しかし耕起により土壌構造が悪化するとして耕起に反対する意見もあり、例えばコロンビアの一部では耕起は土壌表面の浸透性の顕著な悪化をもたらしている。被覆作物の種子を播種するに先立ってディスク・プラウですき起し、その後ハローをかける場合、表土が掘り返されることになる。これは西マレーシアで見られるような沈泥質の粘土割合高く、貧弱な構造をもち、表土は浅く、表面には非常に薄い有機物層しかもたないような土壌においては決して良い結果をもたらさない。これ等の場合耕起は、土壌中の有機物含有量の急激な減少を招き、表層にはやせた土壌しか残らない。そのような状況下にあるとみられる土壌においては歯かんプラウ又は歯かんハローによる耕起が望ましい。すき起しは又起伏のある土地においては、たとえ等高線に沿って行なっても土壌浸食の危険性を増大させる。

3-2-2-5 酸性硫酸塩土壌 (acid sulphate soils)

酸性硫酸塩土壌は熱帯においては広くみられ、東南アジアにおいては現実に大きな問題となっている。この土壌 (別名 cat-clays と呼ばれる) は時々泥炭性の表土 (peaty top-soil) をもち、これは西マレーシアの西海岸に沿ったオイルパーム地帯において問題となっている。通常酸性硫酸塩土壌は正常な海岸粘土土壌と湿潤森林に接してみられる泥炭土壌にはさまれた中間地帯に位置してみられる。矯正対策の与えられていない酸性硫酸塩土壌に育っているパームの栄養状態は非常に悪く、特に加里とマグネシウムの含有率は低く、葉は顕著な壊死及び乾固症状を示す。収量も極めて大きな影響を受け酸性が非常に強い場合、FFB収量 5 トン/ha 又はそれ以下に減少することもある。パームは通常植付後約 3~5 年で強酸性障害 (hyperacidity symptoms) をみせ始める。

通常みられる沖積粘土土壌 (alluvial clays) は普通 pH 4.0~5.0 を示すが、酸性硫酸塩土壌の名で呼ばれるものは土壌表面下 45~100 cm の間で pH 2.0~2.6 の間の値を示す。オイルパーム栽培の土壌適性に関連して酸性硫酸塩土壌を判定するために、使われる

分析基準は以下の通りである。

- (a) pH : 3.2 又はそれ以下。
- (b) 伝導度 (conductivity) : 500 mho 又はそれ以上。
- (c) 硫酸塩 (sulphate) 含有率 : 0.1 % 又はそれ以上。
- (d) 深さ : 地表下 100 cm 又はそれより高い位置に上記の性質がみられること。

以上の基準内のものが深さ 100 cm 内に 2 つ以上みられることが認められたらその土壌は酸性硫酸塩土壌と分類することができ、一般的にオイルパーム栽培には適さない。後に述べる矯正対策が施され、完全に実施維持されるならば硫化層 (sulphurous layer) が土壌表面下 60 cm 以下である場合 (パームが植えられる土壌において酸性硫酸塩土壌の基準が地表下 60 cm ~ 100 cm の間にみられる場合) 収量は必ずしも最大限度ではないが経営的利益は得られ得る。

酸性硫酸塩土壌の土壌条件をパームの生育に適するように改良するための方法についても多くの研究がなされてきた。ある研究では集中的に深い排水を洗い流す試みもなされたが、これは極めて大きな悪影響を引き起す結果となった。低い pH 値は土壌中へのアルミニウムの遊離を促し、このアルミニウムの高濃度の含有率は有毒でパームによる養分の吸収を妨げる。低い pH 値は又パームの乾燥抵抗性を弱める。深い排水溝又は乾燥は地下水位を下げるため硫化物の酸化を地下水位が高い場合に比べて、より急速に引き起し、このため硫酸鉄及び硫酸アルミニウムが根の周囲へ遊離されることになる。このため根の周囲の酸性が強くなり、この影響は数年間にわたって続く。酸性硫酸塩土壌地域の表土は通常非常に堅い構造をもっており、ひとたび乾燥するとなかなか水を吸収しないため、パームは極度の水分不足に陥ることもある。

30 トン / ha 程の多量の石灰 (limestone) を施用することにより、ある程度は土壌 pH を上げることができるが、パームはこの処置に対しあまり反応を示さない。今までのところ最も効果的な矯正対策は排水溝の断面に通常明確にみられる硫化層の真上にまで水位を維持することである。この位置にまで地下水位を上げるのは排水溝をせきとめることによりでき、これにより酸化程度を低く維持することができる。せき止められた排水溝内の水は極めて強い酸性を示すようになるため乾期が過ぎて降雨の連続する時期がきたら、できるだけ早い時期に少なくとも 1 回は水を全て放出すべきと考えられている。但し、この水の放出が有益であるという実験的証拠はない。地下水位を上記の方法により上げると共に焼却灰より出てきた強いアルカリ性を示す果房灰及びマグネシウム肥料を多量に施肥することにより、良好なパームの生育及び収量を得ることができるだけでなく、すでに重症の被害を受けていたパームも極めてすぐれた回復をみせる。しかし地下水位が全般的に充分高い際においても、硫化層の深さは必ずしも一定していないため部分的には地下水位の高さが不足し、その硫

化層が高く出現する小区画に植えられているパームが強酸性障害の症状を示すことも稀ではない。

降雨受け入れ能力及び土壌構造の両方を向上させるには畦間の有害雑草を駆除し、パーム円周及び畦間通路を除草する他には、植生の除去は最少限にとどめることが望ましい。定期的に必要とされる畦間植生の一般管理作業は乾燥中の草刈りのみで、これにより、パームと被覆植物の間の土壌水分の競合程度を低下させることができる。酸性硫酸塩土壌における施肥は施肥の項で述べる。

年間を通じて地下水位を十分な高さに維持することは必ずしも容易なことではなく、特に長期にわたる乾燥期間中は困難である。例外的に灌水により地下水位が維持できる場合を除いては乾燥期間中の強酸性による悪影響の増加を防ぐ手段はみつからない。これは最も古い葉のかなり急激に進行する乾固症状の発現……乾燥の期間及び程度により異ってくるが……及び18～24ヶ月後の収量の低下となってみられる。土壌の構造によっては浸透性が良過ぎて排水溝をせきとめても、水位が十分な高さにまで上がらず、このため、硫化合物の酸化が激しく、この場合多量の果房灰を施す以外現実的な矯正策はない。