

パーム油について



**BIN 合同セミナー
2016/11/24**

**小野春明
小野コンサルティング事務所**

-
- パーム産業の構造
 - パーム油精製工程
 - パーム油の組成
 - パーム油精製製品の種類と品質仕様
 - パーム油発電の経済性

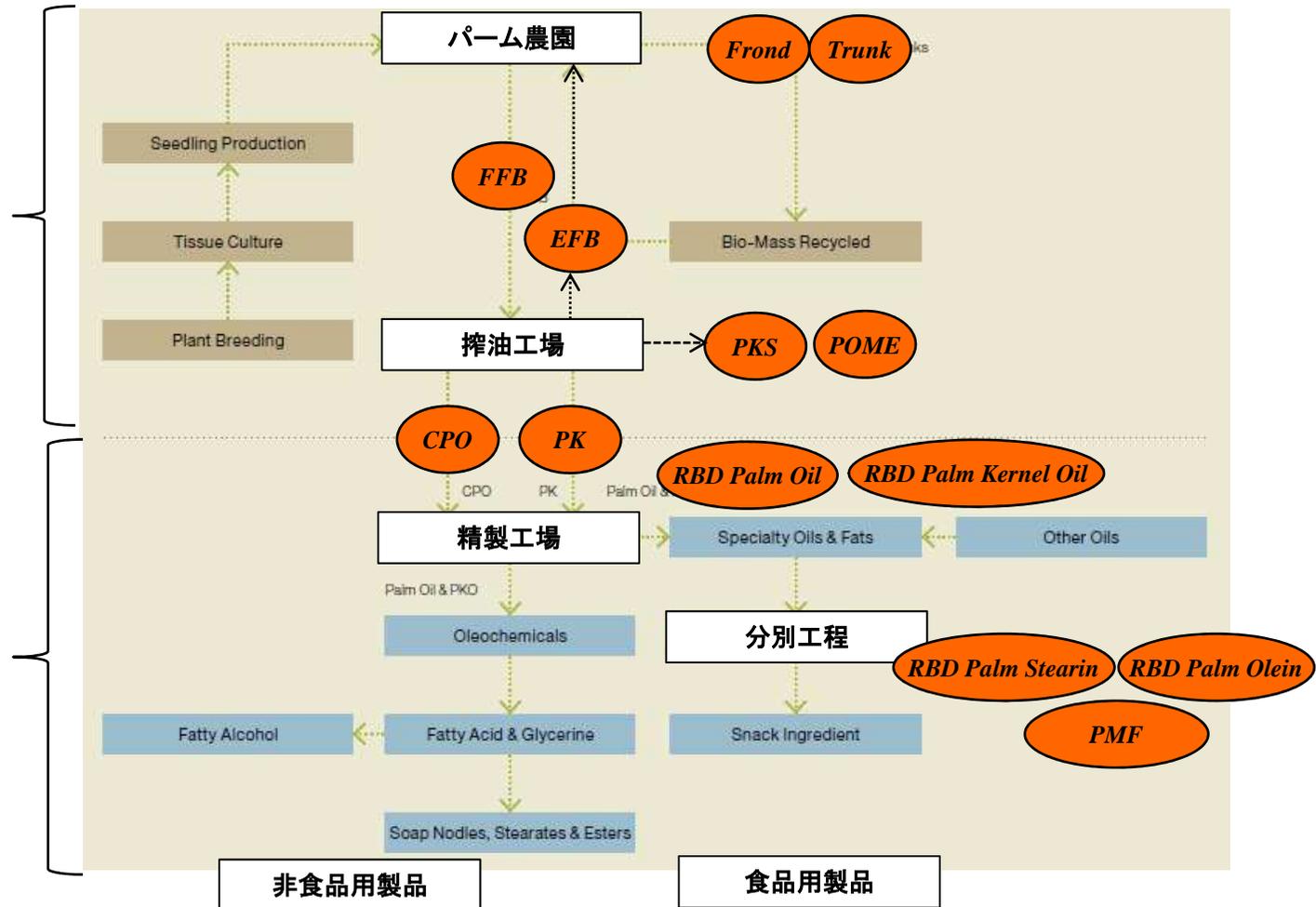
パーム産業の全体フロー

農園・搾油事業 Plantation Segment

内陸部に立地
平均 40,000ton-CPO/Yr/Mill
収率 4ton-CPO/Yr/ha として
10,000ha=100km²

精製事業 Resource-based Manufacturing Segment

沿岸部に立地
数百万ton-CPO/Yr



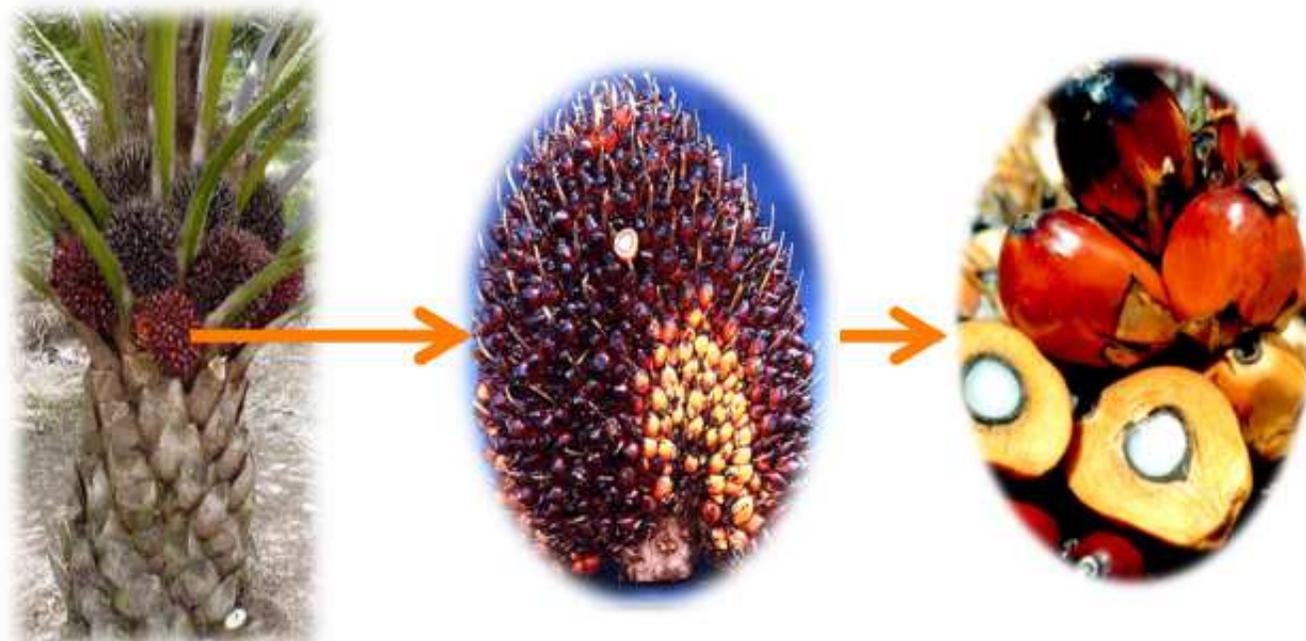
精製工程の下流には様々な
付加価値プロセスがある

- FFB Fresh Fruit Bunches
- EFB Empty Fruit Bunches
- CPO Crude Palm Oil
- PKO Palm Kernel OIL
- PK Palm Kernel
- RBD Refined, Bleached and Deodorised
- PMF Palm Mid Fraction

出典: IOI Group Annual Report

Copyright : Ono Consulting Office 2016

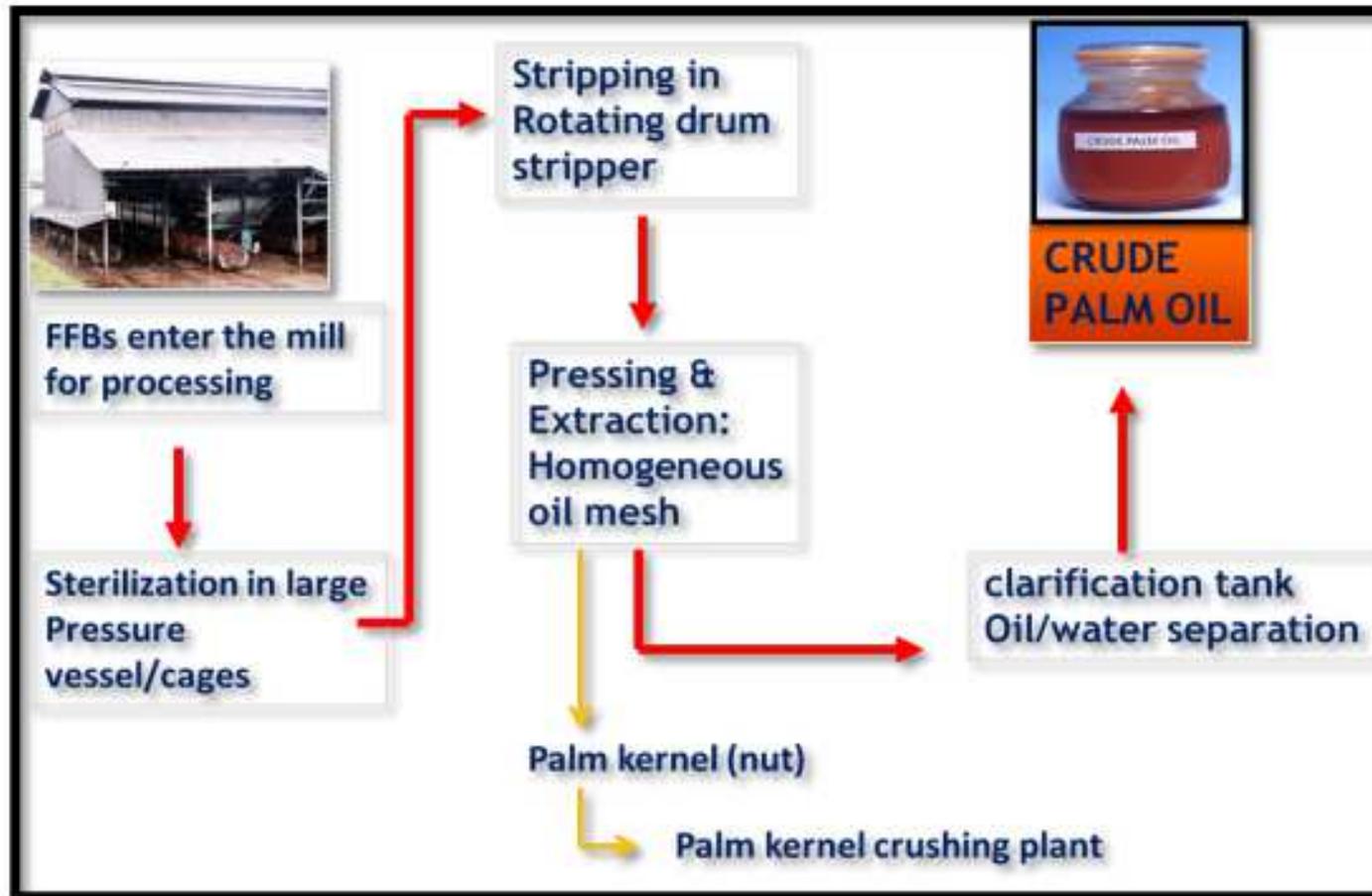
油椰子 (Oil Palm) の果房 (Fresh Fruits Bunch)



Species: Elaeis guineensis
Type: Tenera (DXP)
Planting density: 148 palm/ha
Nursery period: 24 months
Economic Life: 25 years

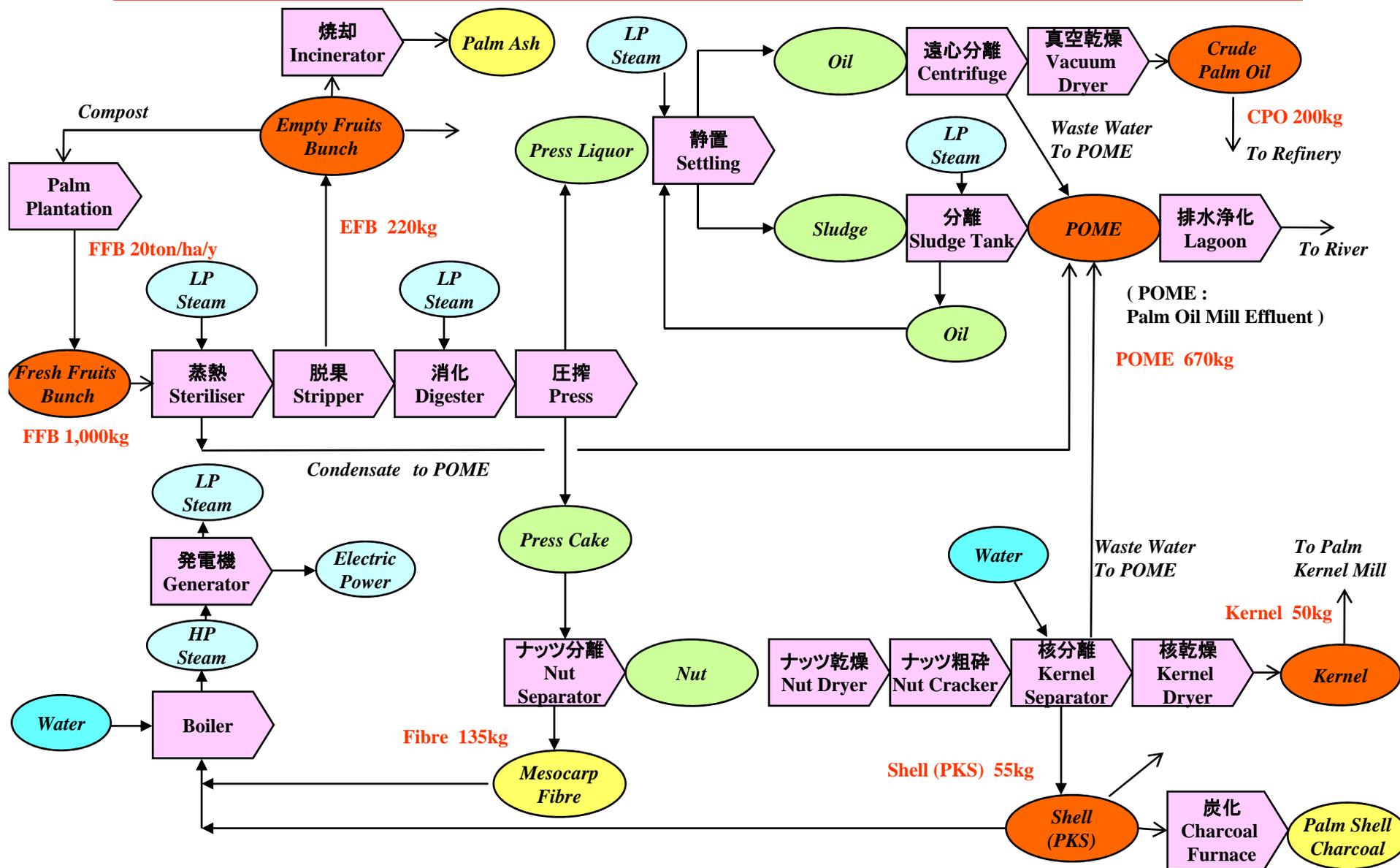
Bunch weight: 10-15 kg
Fruitlets/bunch: 1000-3000
Oil/bunch: 22-25%
Kernel/bunch: 4%
Kernel production/year: 8kg
Oil production/year: 42.5 kg

搾油工場(Palm Mill)の工程概要



Palm oil milling process

搾油工場の工程詳細と収率(代表例)

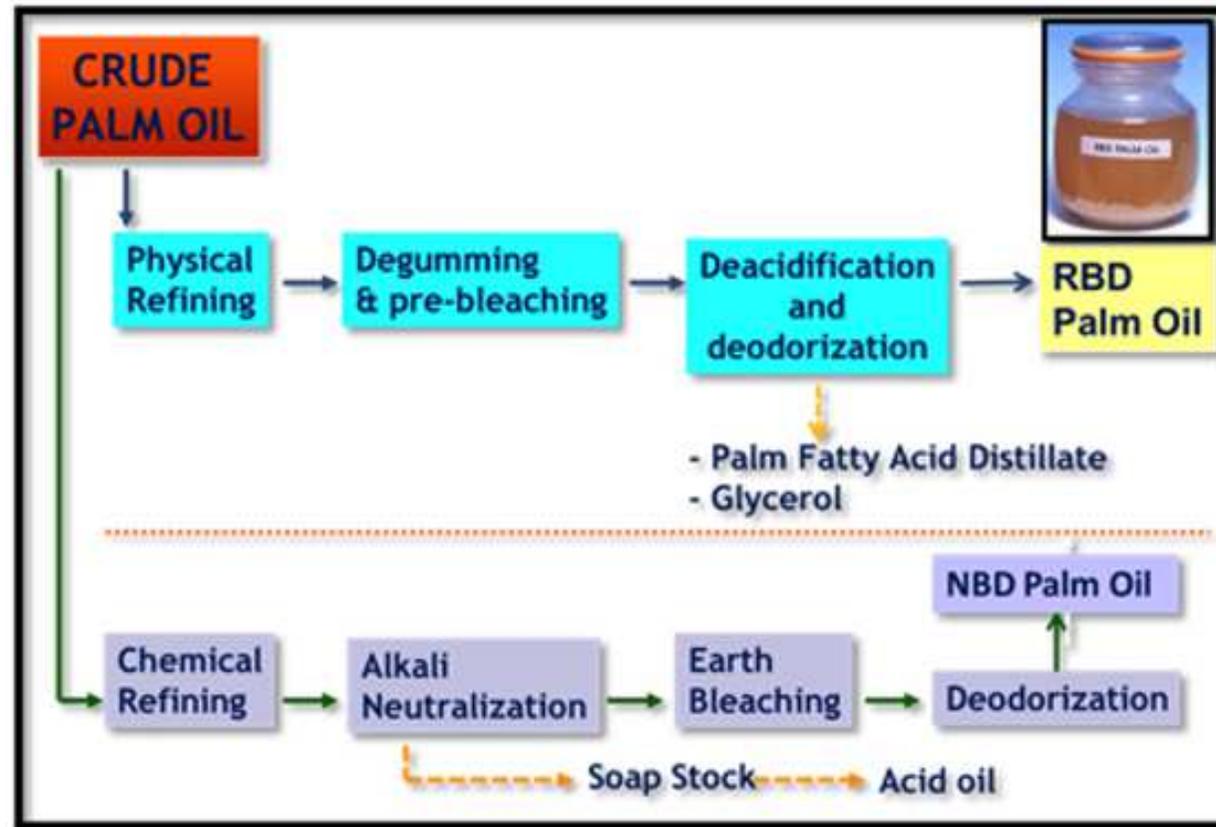


出典: "The Oil Palm" 4th Edition by Corley & Tinker Fig13.3

パーム油の精製工程 概要図

物理精製

化学精製

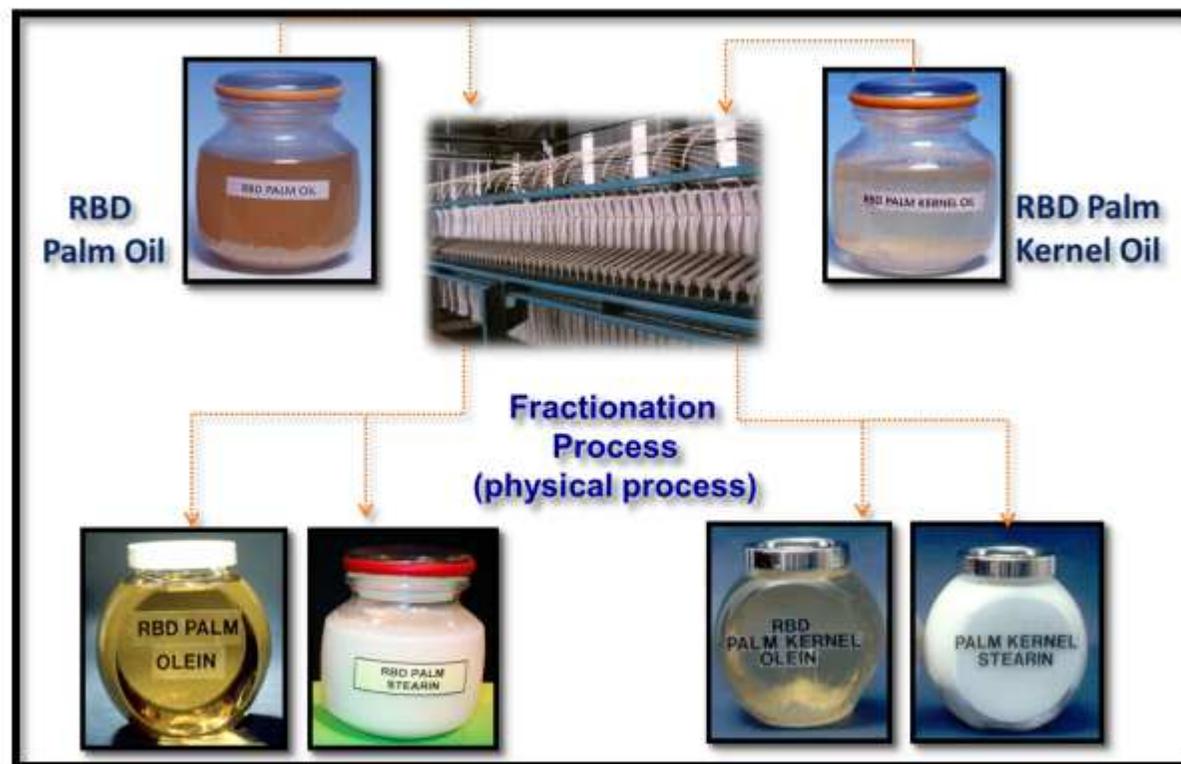


Palm oil refining process

物理精製または化学精製により、脱ガム、脱酸、脱色、脱臭を行い、パーム原油中に含まれる不純物を除去する

精製パーム油の分別工程 概要図

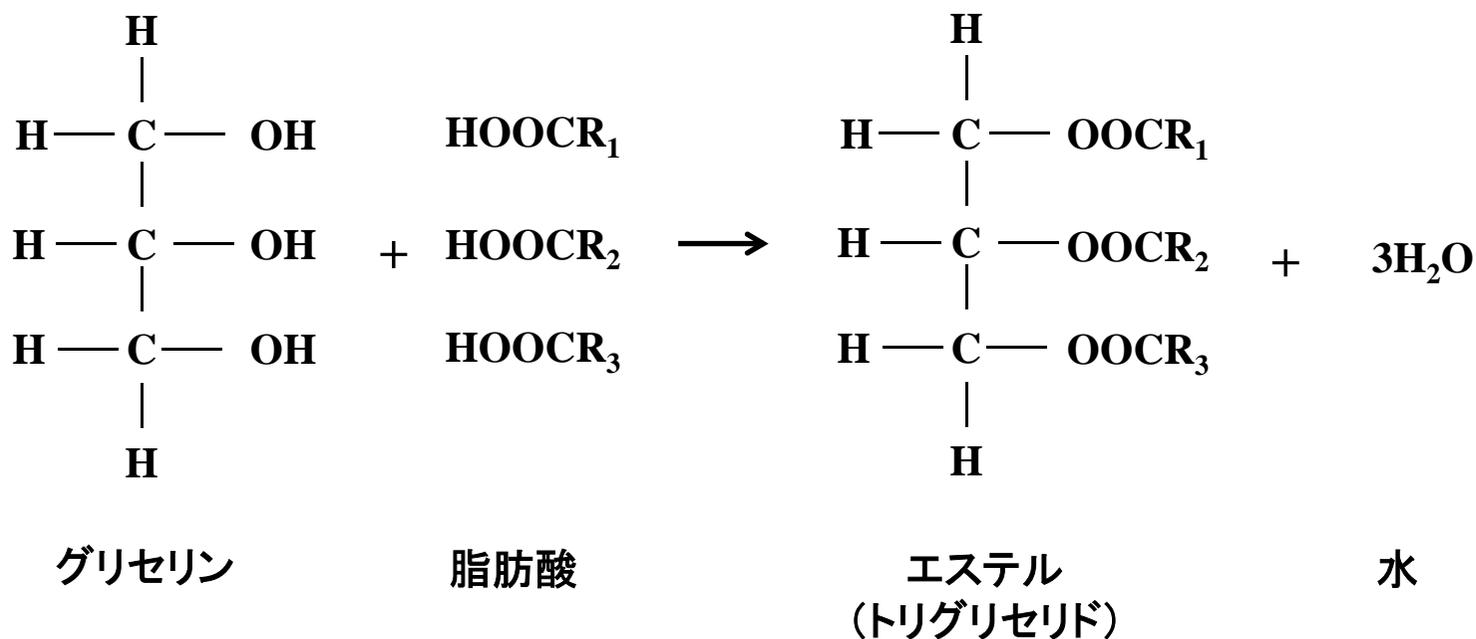
融点の違いにより、
“オレイン”、“ステアリン”
に分ける



	RBD Palm Oil	RBD Palm Olein	RBD Palm Stearin
I.V. (沃素価)	50-55	56 min	48 max
Melting Pt (°C)	33-39	24 max	44 min

油脂の構造

- 油脂は1個のグリセリンと3個の脂肪酸が結合したエステル(トリグリセリド)の混合物
- 脂肪酸(炭素数4 ~ 24)の種類、割合が違くと物性、化学的性質も異なる
- 脂肪酸の種類は $C_n:m$ (n = 炭素数、 m = 不飽和結合の数)で表記する
- 炭素数 n はカルボキシル基(COOH) とアルキル基 R_{n-1} を合わせたもの



出典: 新版 油脂製品の知識 (幸書房、1993)

パーム油の組成

炭素数: 二重結合数	脂肪酸名	Crude Palm Oil	Palm Olein	Palm Stearin
C12:0	ラウリン酸	0.0 - 0.5	0.2 - 0.4	0.1 - 0.3
C14:0	ミリスチン酸	0.9 - 1.5	0.9 - 1.2	1.1 - 1.7
C16:0	パルミチン酸	39.2 - 45.8	38.2 - 42.9	49.8 - 68.1
C16:1	パルミトレイン酸	0.0 - 0.4	0.1 - 0.3	<0.05 - 0.1
C18:0	ステアリン酸	3.7 - 5.4	3.7 - 4.8	3.9 - 5.6
C18:1	オレイン酸	37.4 - 44.1	39.8 - 43.9	20.4 - 34.4
C18:2	リノール酸	8.7 - 12.5	10.4 - 12.7	5.0 - 8.9
C18:3	リノレン酸	0.0 - 0.6	0.1 - 0.6	0.1 - 0.5
C20:0	アラキジン酸	0.0 - 0.5	0.2 - 0.5	0.3 - 0.6
I.V. (沃素価)		50.4 - 53.7	56.0 - 59.1	27.8 - 45.1
SMP(融点 °C)		33.8 - 39.2	19.2 - 23.6	46.6 - 53.8

出典: MPOB Home Page

精製パーム油の種類（例）

主に沃素価(I.V.)、融点(SMP)の違いにより製品を区分する

製品	FFA	I.V. (沃素価)	SMP (°C)
RBD Palm Oil	0.1 max	50-55	33-39
RBD Palm Olein	0.1 max	56 min	24 max
RBD Palm Stearin	0.2 max	48 max	44 min
RBD Palm Olein IV 60	0.1 max	60 min	24 max
RBD Palm Olein IV 65	0.15 max	65 min	15 max
Palm Fatty Acid Distillate	70 min		
Palm Mid Fraction	0.2 max	43-47	32 max

パーム油発電の経済性(前提条件)

項目	数量	単位	備考
事業期間	20	年	FIT買取期間
稼働時間	7,920	h	330日/年 x 24h/日稼働
稼働率	90.4	%	7,920h/8,760h
初期投資額	50.0	百万円	
設備単価	192.0	千円/kW	
発電端出力	260	kW	
自家消費	2	kW	
送電端出力	258	kW	
熱回収出力	260	kW	
熱利用率	60	%	
年間発電量	2,059,200	kWh/年	260kW x 7,920h
年間売電量	2,043,360	kWh/年	258kW x 7,920h
年間売熱量	1,235,520	kWh/年	260kW x 7,920h x 60%
売電単価	24.0	円/kWh	FIT買取価格(一般木材 適用)
売熱単価	6.0	円/kWh	
燃料消費量	500	t/年	水分 0%W.B.
燃料発熱量(LHV)	8,660	kcal/kg	10.3MJ/kg (LHV)
燃料単価	80,000	円/t	RDB Palm Oil
オペレーター	0.5	名	管理者 0名、作業員 0.5名
メンテナンス費単価	1.95	円/kWh-e	維持管理業務委託契約、発電量ベース

参考:熱電併給システムではじめる木質バイオマスエネルギー「発電」

熊崎実(編著)、日刊工業新聞社、2016/9/27発行、第4章参照

パーム油発電の経済性(試算結果、Project IRR)

コスト単価 (円/kWh)

	発電コスト (熱収入勘案なし)	発電コスト (熱収入勘案)
資本費	1.2	22.9
燃料費	19.6	
運転維持費	5.8	
	26.6	

感度分析 : 初期投資額 & 燃料単価

P-IRR		初期投資額 (千円)								
		30,000	35,000	40,000	45,000	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000
	6.96%									
燃料単価 (円/ton)	60,000	39.8%	34.1%	29.9%	26.5%	23.8%	21.6%	19.7%	18.1%	16.7%
	65,000	33.6%	28.8%	25.2%	22.3%	20.0%	18.0%	16.4%	15.0%	13.8%
	70,000	27.4%	23.4%	20.3%	17.9%	16.0%	14.3%	12.9%	11.7%	10.6%
	75,000	21.0%	17.8%	15.3%	13.3%	11.7%	10.3%	9.2%	8.1%	7.3%
	80,000	14.1%	11.7%	9.8%	8.2%	7.0%	5.9%	4.9%	4.1%	3.3%
	85,000	6.2%	4.5%	3.2%	2.0%	1.1%	0.3%	-0.6%	-1.4%	-2.1%
	90,000	-8.5%	-9.7%	-10.8%	-11.7%	-12.5%	-13.2%	-13.8%	-14.5%	-15.0%
	95,000	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
100,000	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	

パーム油発電の経済性(試算結果 Project IRR)

感度分析 : 熱利用率 & 売熱単価

P-IRR	熱利用率											
	6.96%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
売熱単価 (円/kWh)	0	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
	2	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	-17.1%	-11.2%	-7.8%	-5.3%	-3.3%	-1.5%
	4	#NUM!	#NUM!	#NUM!	-11.2%	-5.3%	-1.5%	1.3%	3.3%	5.2%	7.0%	8.6%
	6	#NUM!	#NUM!	-11.2%	-3.3%	1.3%	4.3%	7.0%	9.4%	11.6%	13.7%	15.8%
	8	#NUM!	#NUM!	-5.3%	1.3%	5.2%	8.6%	11.6%	14.4%	17.1%	19.7%	22.2%
	10	#NUM!	-17.1%	-1.5%	4.3%	8.6%	12.3%	15.8%	19.0%	22.2%	25.3%	28.4%
	12	#NUM!	-11.2%	1.3%	7.0%	11.6%	15.8%	19.7%	23.5%	27.2%	30.8%	34.4%
	14	#NUM!	-7.8%	3.3%	9.4%	14.4%	19.0%	23.5%	27.8%	32.0%	36.2%	40.4%
	16	#NUM!	-5.3%	5.2%	11.6%	17.1%	22.2%	27.2%	32.0%	36.8%	41.6%	46.3%
	18	#NUM!	-3.3%	7.0%	13.7%	19.7%	25.3%	30.8%	36.2%	41.6%	46.9%	52.2%
	20	#NUM!	-1.5%	8.6%	15.8%	22.2%	28.4%	34.4%	40.4%	46.3%	52.2%	58.1%