

昭和51年 5月14日 第3種郵便物認可 昭和58年 6月15日 発行（毎月15日発行） 第91号

海外農業開発

MONTHLY BULLETIN OVERSEAS AGRICULTURAL DEVELOPMENT NEWS

1983 6

■ 新油脂資源としてのホホバ

社団法人 海外農業開発協会

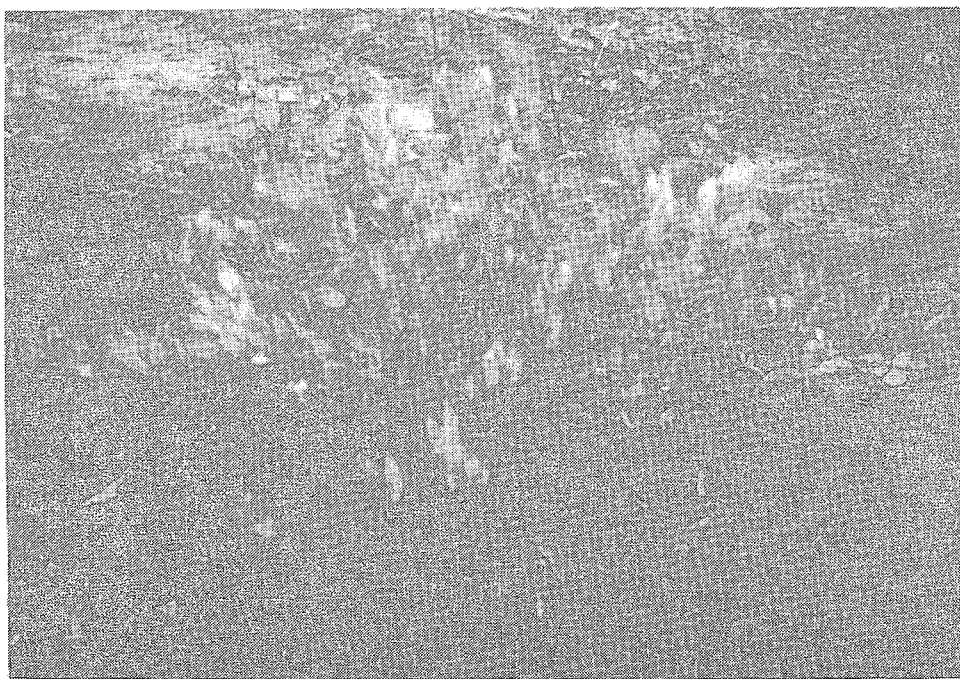
新油脂資源としてのホホバ(Jojoba)

1. 植物学的特徴	2
(1) 分布と環境	2
(2) 形態と水分生理	3
2. 栽培法	4
(1) 品 種	4
(2) 直播と移植	4
(3) 植付方法	4
(4) 灌 漑	5
(5) 肥培管理	5
(6) 収穫と収量	5
(7) 間 作	6
3. 加工・利用	6
(1) ホホバ油の特性	6
(2) ホホバ油の加工	8
(3) ホホバ油の用途	8
4. 需 給	9
(1) 企業経営の採算	9
(2) 需 要	10
(3) 今後の見通し	11
5. 試験研究の現状	12
(1) セアラ大学	12
(2) 半乾燥熱帯農牧研究センター	14
(3) カリフォルニア大学リバーサイド分校	15

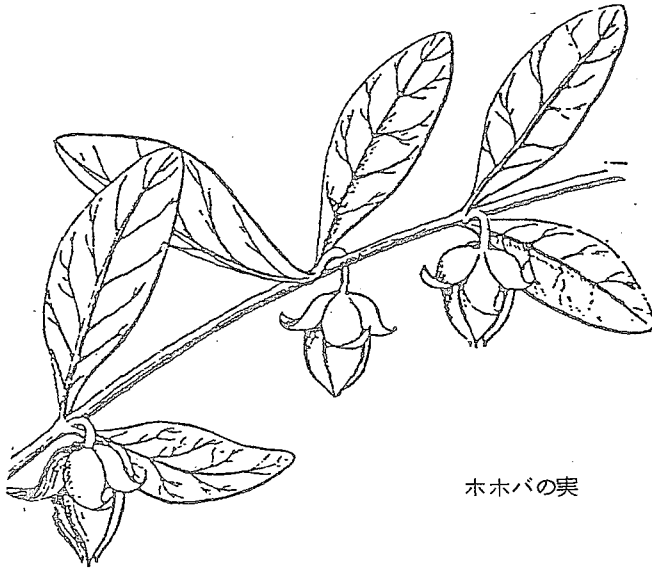
新油脂資源としてのホホバ(Jojoba)

近年、米国南西部、カリフォルニア州南部、メキシコ北部の沙漠地帯に自生する灌木「ホホバ」が新たな油脂原料として世界の脚光を集めてきている。ホホバを栽培し、増産しようとする研究は、既に米国はじめメキシコ、イスラエル、オーストラリア、ブラジルで進められており、関係者によれば将来、沙漠の太陽エネルギーを使って大量生産すれば、現在活用されている化粧品、高級潤滑油の分野だけでなく、広く工業用原油の一翼を担える可能性をもつ植物として有望視できるものだという。

わが国でも新資源としてのホホバ油を注目し、国際協力事業団は今春同植物の研究開発に力を入れているといわれる東北ブラジルおよび米国カリフォルニアに調査団を派遣して、同国におけるホホバ開発の現状を掌握するための調査をしてきている。同調査の報告に基づき、ホホバの栽培法、用途、需給事情および試験研究の現状等を紹介する。



ホホバの3年生樹（米国 カリフォルニア州）



ホホバの実

1. 植物学的特徴

ホホバ (学名: *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) はツゲ科 (Buxaceae) に属する低木である。

(1) 分布と環境

(i) 地理的分布 ホホバの自然の群落は米国のカリフォルニア州リバーサイド、アリゾナ州グロープ、メキシコのグアイマス、サン・ルーカス岬の4地点を結んだ範囲に限って存在し、世界の他の地方には自生のものはない。この地域は約15万 km² あり、その中で数本ないし数千本の不連続の群落状態を形成している。

(ii) 自生地の気象条件 自生地は沙漠気候の地帯であって、-9℃ないし45℃と著しい低温または高温が生ずることが知られているが、通常は0℃ないし35℃の範囲にある。50℃までは生長と種子生産に悪影響があるとは考えられていない。しかし、花は-4℃ないし-5℃で被害があり、幼苗期には-6℃以下になると被害が大きい。また、自生地の一部には積雪のある地方もある。夏季における地面の温度は65℃ないし70℃に達する場合がある

ことも知られている。さらに、夏季における太陽放射は 650 ly/day が普通である。

年雨量はおおむね50ないし450 mm の間にある。年雨量が125 mm 以下のところでは、run-off (雨水が地表を流れる状態をいう) を受ける土地でなければホホバは生育できない。200 mm 以上あれば、それ以上水を与えなくても生育が可能であるが、300 mm 以上あることが望ましく、自生地としては380ないし460 mm のところでもっとも多く生育している。

(iii) 自生地の土地条件 地形上からは、海岸線より数mの地点より、内陸の標高1500 m の山地まで分布している。土壌は粗い沙漠土、砂状の沖積土、火山性土、若い沈積土と範囲が広く、土性としては粗い土壌すなわち砂土あるいはレキ土で、排水、透水の良好な土壌が適する。塩土、アルカリ土でも生育する。土壌の pH は5ないし8の範囲に生育可能であり、土壌の電気伝導度 (EC_e) が13.6 mmho/cm でも塩害徴候はみられない。自生地の土壌の肥よく度は極めて低い。

(2) 形態と水分生理

(i) 形態 ホホバは、寿命が100ないし200年といわれる低木で、地際部、樹冠部ともに多数の枝を発生する。野生樹の樹高は雨量によって異なり、400mm程度の雨量では5mに達し、75mm程度の沙漠地では1m前後である。独立樹の樹形はおおむね球形となるが、吹きさらしの海岸地帯では樹高は低く匍匐状となる。根は極めて深根性であって、種子の発芽に際して、出芽時の根は既に0.4m程度まで伸長している。8カ月令の幼樹で直根は3mに達した例が知られており、成木では数m以上と考えられている。自然状態で伸長した根は少数の直根のみであって、分岐根あるいは細根は極めて少ない。したがって、成木の移植は不可能である。

樹冠部には細枝を密生し、1年生枝は緑色を呈して軟らかく、一見して茶樹の新梢に似ている。芽は対生し、長さ2.5ないし5.0cm、幅1.5ないし2.5cm、葉脈は1本(まれに3本)でやや厚く、濃い緑色を呈し常緑である。枝葉は家畜に対して無毒である。分枝はよく発生するから強い剪定に耐え、任意の樹形に仕立てることができる。また、挿木、接木ともに可能であるが、やや技術を要する。

ホホバは雌雄異株であって、理論的には種子の雌雄比は1:1であるが、自生樹の雌雄比は地域あるいは地形によって1:1ないし雌株1:雄株4までの変異が見られる。この理由としては、夏の乾燥期に種子を生産するための負担が雌株の寿命を短くしているのではないかと考えられている。花芽は、古枝の頂芽あるいは腋芽として生ずる新枝に発生する。カリフォルニア州では、花芽は気候の温和な春と秋に発生し、秋まで休眠したのち發育して冬期に開花する。開花期間は比較的長く2ないし3カ月にわたる。一方、ブラジルでは早熟性の株では年中花芽の分化がみられる。雌花は無柄または短花梗を有し、がくは5裂し、子房直径約5mm、花柱の長さ5

ないし8mmで、3本である。雄花は1ないし2cmの花梗の頂端に数花が密着して着生する。雄花上での花粉粒はしぼんだ形状をしているが、雌ずい上に付着すると吸湿して短時間のうちに発芽する。完全な風媒花であって、雌雄株間の距離が100m以上離れていても受精することが確実とされているが、花粉の到達距離は数100mに達するという説もある。受精した雌花はがく片とともに子房が肥大する。肥大後はがく片は外方に向けて反転し、果実全体はどんぐり状を呈する。果皮は初めは緑色で、のちには暗褐色に変化し、成熟すれば果皮は裂けて、種子は地上に落下する。カリフォルニア州における熟期は6月末より8月末までで、気象条件などにより熟期に幅がある。種子は1果あたり3粒まで形成される能力があるが、通常は1ないし2粒である。成熟種子の形状はシイまたはカシのどんぐりに似ており、直径3ないし15mm、1粒重0.2ないし1.5gと極めて変異が大きい。種子は44ないし58%のホホバ油、正確には液体のろうを含有する。

(ii) 水分生理 十分に灌水したホホバの葉の水分ポテンシャルは、昼間-20バール、夜間-10バールであり、土壤の水ポテンシャルを-40バール以下として水ストレスをかけたときの葉では-50バールであった。葉が-30バール以下になると浸透圧調整がなくなり、-35バールでは膨圧は0となる。また、葉の水ポテンシャルが-70バールで光合成が行われたという報告もある。葉の浸透圧は34ないし40気圧、乾期後に49気圧の例も知られている。切り取った若枝は、初めの1時間に新鮮重の8.5ないし11.0%を、ついで3.2ないし3.6%、3時間では0.6ないし0.9%を失なう。秋季まで十分に灌漑されて水ストレスのない条件下で生育したホホバ樹では、冬期-6℃の低温下で開花する花が凍害を受けるのに対して、乾燥下で生育した樹では-9℃でも凍害を受けなかったとい

う報告がある。

2 栽培法

作物化された歴史が新しいため、標準的な栽培法はいまだ確立されていないが、カリフォルニア州を対象としてカリフォルニア大学のヤーマノス教授が推奨されているところを中心として記す。

(1) 品種

現在のところ品種はまだない。大面積の栽培に対する種子の供給源は、現段階では自生樹のみで、遺伝的に極めて変異の多いものである。したがって、最少限の注意として、降霜をみる土地では暖地の自生樹から採集した種子は使用すべきでない。

(2) 直播と移植

栽培を始める場合、種子を直接、圃場に播種する直播法と、養成した苗木を植え付ける移植法とがある。大面積に栽培を開始する場合は能率の面から直播法が採用される場合が多い。播種機 1 台を取り付けたトラクター 1 台で、1 日あたり 10 ないし 20 ha の播種が可能であるとされている。大粒の種子は小粒のものよりも当初の 2 ないし 3 カ月は生長が早いとその後は差がなくなる。早く発芽させるため、温度が高くなってから播種する。播種の深さは 2 ないし 3 cm の範囲とし、深播はさける。土壤の乾燥をさける目的で、灌漑用の溝に播種してはならない。21℃ 以上では 1 週間で発芽し、直根は 1 日あたり 2.5 cm 伸長する。出芽までに 21 ないし 25 日程度必要である。地温が低いと 2 ないし 3 カ月必要となる。

直播のホホバは初期生育がおそいことから、幼苗の生長が不確実でかつ雑草との競争に不利である。これらの欠点を克服するために、移植法が採用される場合が多くなった。挿木繁殖により養成した苗木を移植する方法も移植法の 1 つであるが、現在のところまだ実用段階まで至っていない。

種子から育苗する場合、床土としては砂壤土と 30 ないし 40 % の有機物を混合したものを $5 \times 5 \times 12.5$ cm (これより大きい寸法のものが用いられる場合もある) のペーパーポットにつめて用いる。ポットは根が渦巻状になるのを防止するため、無底がよいとされている。また、ペーパーポットのほかに黒ポリ袋、スタイロフォームのブロックなども用いられる。4 ℓ 岩の大型ポットは特殊な目的以外では不要である。初期の苗木は土壌病害に犯されるので、床土用土は燻蒸することが望ましい。種子はバーミキュライト、砂などを入れた容器内で、27℃ で催芽し、幼根が伸びる前に (2 日間) 1 粒ずつポットに 2.5 cm の深さに植付ける。温室内で育苗し、灌水は 4 ないし 5 日ごとに行なう。15 ないし 20 日で出芽し、8 ないし 10 週間で苗長が 15 ないし 30 cm に達し植付可能となる。

(3) 植付方法

現在カリフォルニア州を対象として推奨されている植付方法については、つぎのような理由に基づいている。①カリフォルニアでは土壌と気象条件がよい場合、初期の 10 年間は樹高、樹冠の直径とも 1 年あたり 10 ないし 30 cm ずつ生長する。暖かいときはこの 2 倍程度生長する。②種子は新しい枝に生じ、ほとんど大部分は植物体の外周部にみられる。③直播した場合の雌雄比はほぼ 1 : 1 ないし雄株が 5 % 多い程度である。④株が密生しても群落全体としての生長、生産が減ずるようにはみられない。⑤直播の場合、1 株に数粒播種するのは時間の浪費と不経済となる。⑥花粉はそよ風で 33 m 以上飛散する。

栽植は列状とする。列間の距離は、管理、収穫を人力で行う場合には 3.3 m、機械で行う場合には 4 ないし 5 m とする。列内での株の間隔は 0.3 ないし 0.45 m とし、開花後雄株を列内で 13 m あたり 1 本の割合に残し、その他の雄株は除去し、雌株については通常 3 年後に、生育の遅れたもの、生産量の少ないもの

を間引き、列内での株の間隔を0.6ないし0.9 mとする。栽植密度は直播、移植とも同じとする。10年あるいはそれ以後になって密植に過ぎるようになれば、1列ごとに間引くか、または1列の中で適宜間引いて株数を減らす。このような植栽密度では、当初6ないし8 kg/haの過剰播種を必要とする。計算上の株数は、列間3.3 mのとき株間0.3 mでは1 haあたり10,100株、0.6 mでは5,050株、0.9 mでは3,370株、13.0 mでは233株、列間5.0 mのとき株間0.3 mでは6,670株、0.6 mでは3,330株、0.9 mでは2,220株、13.0 mでは154株となる。

ホホバの自生樹の樹形は球状となるが、分枝の発生が著しく多く、任意の樹形に仕立てることができるので、栽培する場合には生垣状に仕立てるのが好都合である。植付3年後までは自然の生長にまかせ、間引完了後に剪定を始める。当初は幅0.6 m、高さ0.9 mの角形の生垣状に刈りこむ。生長にともなって高さや幅を3ないし5 m程度まで大きくして行くが、最終的な決定は10ないし20年生のものについての調査結果が得られるまで待つ必要がある。将来は生垣状に一定の高さと幅に剪定し、生長調整剤を散布して新枝の発生を促し、収量の増大、品質の安定をはかる栽培法がとられるようになるであろう。

(4) 灌漑

ホホバの自生地における雨量とホホバの生長量との相関は前記のとおりである。排水の良好な土壌では、灌漑水量を多くすれば樹の栄養生長は旺盛となるが、種子収量が増加するかどうかはわかっていない。ホホバの水の必要な時期は晩冬ないし春であるから、他の灌漑作物が夏に必要とするのと競合しないため好都合である。灌漑水量は、自生地の雨量から考えて年あたり450 mm程度とされている。灌漑による花の凍害（前記参照）が発生する地帯では、秋以降における灌漑は止めるべきである。

ホホバは耐塩性が大きいので、塩水(brackish water)の地下水が1.8 mの深さに存在し、EC値が24 mmho/cmを越す土壌においても、あるいは実験的には塩水の灌漑下においてもホホバは正常に生育する。

(5) 肥培管理

自生地の土壌の肥よく度は極めて低いこと、肥料試験の結果では肥料の効果が必ずしも明らかでないことなどから、現在の大規模栽培では施肥については考慮されない場合が多い。

野生条件下では雑草は問題とならないが、栽培する場合には除草を考慮する必要が生ずる。特にジョンソングラス、バーミューダグラスのようなイネ科の宿根草の除去が困難である。ホホバに対しては多数の除草剤が無害で使用できるが、米国ではまだホホバ用として登録された除草剤はない。

病害虫についても、自生地、米国およびメキシコの栽培地での経験から、大害を与えるものは知られておらず、防除の必要はないと考えられている。

(6) 収穫と収量

自生樹ならびに小規模栽培での収穫は人手で採集されている。企業栽培では植付後数年間は樹体も小さく、かつ収量も少ないため人力で収穫せざるを得ないが、その後は機械による収穫が必要となろう。現在では真空方式の収穫機あるいは振動方式の収穫機が考えられている。特に後者による方式のものとしては、米国ではブルーベリー収穫機が実用可能とされている。最近ブラジルで開発されたコーヒー収穫機も使用できるのではないかとみられている。

収量についてみると、数十年以上経過した成木になっているのは自生樹のみであり、栽培樹についての成木の収量はわかっていない。発表されている成績を整理すれば次のとおりである。自生樹は一般に年次変更が大きいこと、個体によって収量が著しく異なることなどの特徴がある。成木1本あたりの精選

種子重は、0.9 ないし 5.4 kg 平均 2.25 kg, 0.03 ないし 428 kg 平均 0.45 kg, 0.16 ないし 6.84 kg 平均 1.22 kg などの数例が報告されている。栽培樹では、5 年生平均 0.05 kg, 6 年生平均 0.35 kg, 高収量の例としては 7 年生 1.5 kg, 10 年生 3.0 kg, 10 年生 0.5 kg, 10 年生 2.25 kg などの収量が得られている。これらの栽培樹でも、その種子は自生樹から採集された素質の一定しないものを使用されていることとか、栽培条件自体も異なることから収量の変異が大きい。したがって、単位面積あたり収量は現在のところ試算の域を出ないけれども、1 例として 8 年生以上のもので 2.5 ないし 5.0 t/ha という数字があげられている。

(7) 間作

ホホバは 2 ないし 3 年で結実を始めるが、現在の価格水準において 5 年目以降にならないと利益が上がりないとされている。したがって、その間の不利を補う目的で他作物との間作が考慮されている。米国では、ワタ、ゴマ、オオムギ、アスパラガス、グアユールなどは実用上問題があり、グレインソルガムが有望と考えられている。ブラジルではトウモロコシ、キャッサバ、フェジョンなどが検討されている。

ホホバ樹は公害環境に対する抵抗性が強いこと、耐乾性が強いこと、枝葉が密生することなどから、道路周辺その他の緑化木として

の用途が考えられている。一方、自生地においては放牧家畜の採食対象となっていることが知られている。

3. 加工・利用

(1) ホホバ油の特性

ホホバ油は、ホホバ種子中に 44～58 % と高率に含まれている。この油状物質の化学組成は、後に詳述するが、直鎖の 1 価不飽和脂肪酸と直鎖の 1 価不飽和アルコールとのエステルを主成分とする液状ろうである。通常の食用油脂類のようなグリセライドではない点が高大きな特徴である。いわゆるろう（脂肪酸とアルコールとのエステル）を産出する植物は、他にもカルナウバ・ヤシ（葉からろうがとれる）をはじめとして、いくつか見られるが、種子からろう分が抽出される植物はホホバ以外にはないといわれている。

ホホバ油は、その物理的及び化学的な特性からして、多くの工業用途への利用の可能性が秘められている。以下、ホホバ油の物理特性、化学組成等につき簡単に触れることとする。

(i) 物理特性 ホホバ油は、粘度指数が高く（温度による粘度変化が小さい）、引火点および発火点が高いこと、高温でも安定なこと等、工業用途に適した優れた特性を有している。ホホバ油の特性値を第 1 表に示す。

第 1 表 ホホバ油の物理特性

項 目	特 性 値	項 目	特 性 値
融 点	11.2—11.8℃	密 度 (25℃)	0.8642—0.8990
凝 固 点	6.7—7.0℃	比 重 (25℃)	0.8635—0.8640
沸点 (757mm, N ₂ 下)	398℃	鹼 化 数	92.2—156.7
引 火 点	290℃	酸 価	0.23—0.27
発 火 点	337℃	よ う 素 量	81.7—88.4
粘度 (センチストークス, 25℃)	58.4	不 鹼 化 物 数	37.6—51.1%
粘度指数 (Dean Davis)	173.0	エステルろうの平均分子量	606—610

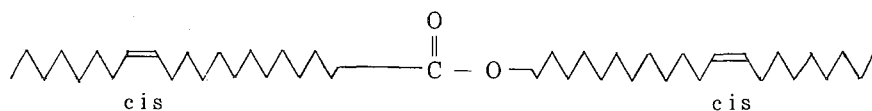
(ii) 化学組成 ホホバ油は、天然油としては、純度が高く、エステルろうの成分が約97%を占めている。その他の成分としては、遊離脂肪酸及び遊離アルコール、その他が、それぞれ1%程度含まれている。エステルを

構成する脂肪酸、アルコールはともに、飽和化合物が極めて僅かであり、ほとんどが1価の不飽和脂肪酸ないしアルコールで占められている。ホホバ油の成分組成は、第2表のとおりである。

第2表 ホホバ油の化学組成

炭素数	組成(%)	炭素数	組成(%)	炭素数	組成(%)	炭素数	組成(%)
<u>エステル分</u>							
C-33	0.02	C-43	0.06	C-18	0.23	C-18	0.04
C-34	0.08	C-44	8.12	C-19	0.01	C-20	0.49
C-35	0.04	C-45	0.03	C-20	0.60	C-22	0.49
C-36	1.16	C-46	0.86	C-21	0.03	C-24	0.07
C-37	0.02	C-48	0.16	C-22	0.03	C-26	0.01
C-38	6.23	C-50	0.06	C-24	0.02	計	1.11
C-39	0.04	計	97.05	計	1.00	<u>その他</u>	
C-40	30.56	<u>遊離脂肪酸</u>		<u>遊離アルコール</u>		citosterol	0.21
C-41	0.10	C-16	0.08	C-16	0.01	その他	0.03
C-42	49.50						

第1図 代表的なホホバ油成分の化学構造

C₂₀ (Eicos)C₂₂ (Docos)

(iii) マッコウ鯨油との比較 ホホバ油がマッコウ鯨油の代替物として近年関心が高まっているのは、両者の化学構造が類似しているからである。即ち、ホホバ油及びマッコウ鯨油が、ともに高級脂肪酸と高級アルコールとのモノ・エステルを主成分としている点で共通している。しかし、細かな点では、多くの相違がみられる。

まず、脂肪酸及びアルコールの構成をみると、ホホバ油は、マッコウ鯨油に比して次のような相違がある。

- ① より高級な脂肪酸の割合が高い。
- ② 脂肪酸及びアルコールがともに炭素数20及び22のものに特化している。
- ③ 不飽和脂肪酸の割合が高い。

また、双方の融点を比較すると、マッコウ鯨油は融点26℃前後に対して、ホホバ油は約11℃であり、かなり低温まで液状を保つことができる。

ホホバ油とマッコウ鯨油の脂肪酸、アルコールの組成を参考までに示せば、第3表のとおりである。

第3表 ホホバ油とマッコウ鯨油の構成成分の比較

脂 肪 酸				ア ル コ ー ル			
炭 素 数	二重結合	ホホバ油	マッコウ鯨油	炭 素 数	二重結合	ホホバ油	マッコウ鯨油
C ₁₂	0	… %	1 %	C ₁₆	0	… %	25 %
C ₁₄	0	…	5	C ₁₈	0	…	1
C ₁₄	1	…	4	C ₁₈	1	1	66
C ₁₆	0	1	6.5	C ₂₀	1	44	8
C ₁₆	1	…	26.5	C ₂₂	0	1	…
C ₁₈	1	11	37	C ₂₂	1	45	…
C ₂₀	1	71	19	C ₂₄	1	9	…
C ₂₂	1	14	1				
C ₂₄	1	…	…				

(注) 構成が1%未満のものは省略した。

(2) ホホバ油の加工

(i) 搾油・精製 ホホバ油の生産は、通常の植物油生産の場合と同様に、圧搾法、溶剤抽出法、または、両法の併用により行なわれる。搾油率は、一般に、圧搾法では30～40%、溶剤抽出法では50%前後となる。

こうして得られたホホバ原油は、マッコウ鯨油等の場合に比べても、エステル純度が極めて高く(約97%)、着色の度合いや臭気も少ないため、用途によっては、そのままで利用することが可能である。より純度を高める必要がある場合には、精製を行う。ホホバ油の精製は、脱臭、脱色工程よりなる。脱臭は、水蒸気吹き込み等により、また、脱色は活性白土処理により行われる。

(ii) 加工 ホホバ油は、液状ワックスの形のままで、幅広い用途にあてられるが、この他、硬化ワックス(ニッケル触媒下での水素吹き込み)、硫化ワックス(硫黄添加)、加水分解による高級脂肪酸や高級アルコールの生産等の加工が可能である。これらの加工も、通常の植物油やマッコウ鯨油の加工法に準じている。なお、天然ホホバ油は、既述のとおり、化学構造上その二重結合がcis型であるが、酸化窒素等を触媒にして異性化(trans

80%, cis 20%)を行なうことにより、さらに性状の異なる油分を生産することができる。

(3) ホホバ油の用途

ホホバ油は、マッコウ鯨油とその性状が似ていることから、マッコウ鯨油の用途がほぼそのままホホバ油にもあてはまる。即ち、潤滑油、化粧品や軟膏の基剤として、また、その硬化ろうはつや出し剤やろうそく等の原料として利用が可能である。さらに、ホホバ油の成分が炭素数20ないし22の脂肪酸やアルコールに集中していることは、これらの脂肪酸、アルコールの誘導体を原料とした界面活性剤等への供給源としても、将来は有望であろうと思われる。

なお、ホホバ油の搾油粕には炭水化物、繊維質のほか、たん白質が26～33%含まれている。たん白質のアミノ酸組成では、必須アミノ酸中、リシン、スレオニン、フェニルアラニン等は、比較的多く含まれるが、メチオニンは僅かである。ホホバ油粕が飼料として利用されるためには、油粕中に含まれる有害物質シモンドシン(食欲減退を引き起こすといわれる)の問題が解決されることが必要である。

ホホバ油（およびその副産物）の用途は第4表のとおりである。

第4表 ホホバ油の用途

項 目	加 工	用 途	競合すると考えられる産品
液 状 ろ う	原油のまま または精製 油	(1)機械・金属工業 潤滑油, 切削油, トランスミッ ション油 (2)化粧品工業 洗顔クリーム, 乳液, シャンプー, ヘア・コンディショナー, サンタ ンオイル (3)医薬品工業 軟膏基剤, 消泡剤 (4)食品工業 ダイエット・フード	マッコウ鯨油, 鯨油系潤 滑油, 合成潤滑油 セタノール, ラノリン, オリーブ油, ひまし油, 流動パラフィン 流動パラフィン, みつろ うラノリン, マッコウ鯨油
硫 化 油	硫 黄 添 加	(5)機械工業 特殊潤滑油, 極圧添加剤	硫化抹香油, 合成潤滑油, 合成添加剤
高級脂肪酸 及びアルコ ール	加 水 分 解	(6)油脂化学工業 界面活性剤, 洗浄剤, 乳化剤, 殺 菌剤 (7)化粧品工業 化粧品基剤	一般動植物性油脂の誘導 体, アルファ・オレフィ ン系 (2)に同じ
硬 化 ろ う	水 素 添 加	(8)一般工業, 化粧品工業 つや出剤(床, 家具, 自動車等) ロウソク, 被膜剤, 化粧品(口紅) 基剤	みつろう, 鯨ろう, カル ナウバろう, パラフィン
油 粕	搾 油 粕	(9)肥料, 飼料	大豆油粕その他の植物油粕

4. 需 給

(1) 企業経営の採算

東北伯のフォルタレーザ市郊外でJOBRASA社の農場を見たが、まだ1年しか経過してないので経営を検討する数字は得られなかった。そこでセアラ大学のグラッドストーン教授の本にある数字その他の資料を検討し、いくつかの前提をおいてホホバの栽培事業経営の採算を試算してみた(第5表)。その際、採算を左右する要素としては、生産費、生産物価格、単位収量、金利の4項目を考えた。その他に

樹が成長するまでは間作によって収入をあげることも考えられるがこの試算には含めていない。

(i) 生産費

グラッドストーン教授は、1ha当り、1年目885ドル、2年目30%(266ドル)、3年目25%(221ドル)を使い、4年目以降については大してかからないと表現しているだけなので20%(177ドル)として計算した。

(ii) 生産物価格

現在ブラジルで化粧品用のホホバ油はkg当り21

ドルと高値だが、多量に使用される潤滑油では1～2ドルと安くなる。したがって将来の油の価格を予想することはかなり難しいが、ホホバ油の特徴をいかした販路を確保することを予想して約2ドルと考え、それに見合うホホバ子実の価格をkg当り1ドルと想定した。なお、生産物として粕もあるが、油に比べ安いのでここでは勘定に入れていない。

(iii) 単位収量

ha当りの収量で4年目を600kgとしてその後毎年100kgずつ増加すると想定した。この試算では8年目の1トンまでしかのせてないが、その後どのレベルまで上昇するかは不明である。いくつかの予想数字では2～2.5トン位まで増加する可能性が示されている。

(iv) 金利

年率5%、翌年に支払うこととして計算した。

第5表 1ha当りの試算(単位:ドル)

年度	1	2	3	4	5	6	7	8
売 上	0	0	0	600	700	800	900	1,000
借 入	885	310	281	△349	△467	△590	△ 70	0
収入合計	885	310	281	251	233	210	830	1,000
生 産 費	885	266	221	177	177	177	177	177
金 利	0	44	60	74	56	33	4	0
支出合計	885	310	281	251	233	210	181	177
差引残高	0	0	0	0	0	0	649	823
借入累計	885	1,195	1,476	1,127	660	70	0	0

(2) 需要

ホホバ油は、優れた特性をもつ工業用原料として種々の用途が考えられ、潜在的な利用可能性は高い。にもかかわらず、現状では、ホホバ油の供給のほとんどを、インディアンの手による野生ホホバからの採種に頼っているため、ホホバ油は、極めて高価格である。さらに、供給量、価格ともに年による変動が著しいことから、その需要は限定されている。米国や日本において、化粧品等の高価格にも耐えうる一部のイメージ商品の特殊配合成分としての用途以外には、現在までのところ使われていない。米国および日本における利用の現状は次のとおりである。

まず、米国においては、ホホバ油は、当初、シャンプー、ヘア・コンディショナー等の微

量特殊配合成分として使用された。これは、ホホバ油に適度な湿潤効果があることのほか、消費者の天然物指向に合うことなどが加味されて、ホホバ油が高価格であるにもかかわらず、配合成分として取り入れられ、ホホバ油をアピールした製品が数多く市場に出回るようになったものである。また、クリーム、乳液などの化粧品やサンタン・オイルの分野でも、ホホバ油を配合した製品が出回り始めているが、これらの化粧品分野では、ホホバ油のエモリエント(柔軟)効果や優れた皮膚浸透性が強調されている。

一方、日本でも数年前から大手化粧品会社の一連の高級化粧品シリーズにホホバ油の配合が行なわれているといわれる。原料ホホバ油は、米国およびメキシコから輸入されてい

る。

このようなシャンプーや化粧品等の分野において、ホホバ油がどの程度使用されているかを把握するのは難しいが、世界中の使用量を合計しても、せいぜい年間数トン～十数トン程度に過ぎないものと思われる。

なお、ブラジルにおいては、ホホバの商業的栽培は緒についたばかりであり、ホホバ種子の収穫が開始されるまでには、まだ数年の年月が必要であることから、ホホバ油は、一般にはまだ利用されていないものとみてよいであろう。

ホホバ油の取引価格についても、明確な統計数字はないが、カリフォルニア大学ヤーマノス教授からの聴取によれば、米国におけるホホバ油の価格は、1975～80年の間には、35～80ドル/ガロン(10～24ドル/kg)程度で推移している。また、1981年には、かんばつの影響により225ドル/ガロン(68ドル/kg)に高騰したが、1983年には、50～70ドル/ガロン(15～20ドル/kg)程度に戻っているという話であった。ホホバ油の供給源を自生のホホバ種子の採種に頼っている限りは、この程度の高価格及び価格変動は避けられないものとみられる。ちなみに、マッコウ鯨油の取引価格は、6～7年程前までの0.5ドル/kgから現在では2～3ドル/kgへと上昇しているが、現状での比較でも、ホホバ油がいかに高いかがわかる。

(3) 今後の見通し

ホホバ油の供給は、現在までのところ、自生種の採種によっているが、今後、ホホバの商業的生産の拡大が進行するのに伴い、ホホバ油価格が低下すれば、これまでのような限られた用途から、より幅広い分野に順次市場拡大がなされていくことは予想される。

1982年は、米国でホホバの商業的生産が一部で成功した最初の年といわれている。既に、化粧品等の分野において、これまでのような微量特殊配合成分というような使われ方

から、ホホバ油を原量基剤の一つとして使用する動きがみられるのも、近い将来に商業的生産の拡大に伴う供給と価格の安定化が見込まれているからであろう。しかし、化粧品分野の市場規模自体は、それほど大きなものではない。ホホバ油の今後の需要を左右するのは、潤滑油や高級脂肪酸・アルコール等の分野で、どの位の規模の需要が期待できるのかにかかっているものとみられている。

一般に、工業用原料の場合には、常にその代替品との間に競合関係があるため、需要予測は難しく、ホホバ油の場合でも数量的な見通しを行なうことは、かなりの困難を伴う。しかし、あえて、おおまかな推論をしようとするならば、その場合の一つの目安となると考えられるのは、過去におけるマッコウ鯨油の需要量であろう。

世界のマッコウ鯨油の生産量は、1970年代前半までは、年間12～14万トン程度で推移していた。日本でも当時は年間2～3万トンの生産量があり、国内での工業用需要に充てられていたほか、その相当量がマッコウ鯨油の形のままで海外に輸出されていた。これらマッコウ鯨油の最大の用途は潤滑油(時計油、精密機械油等を含めて)であった。とくに米国ではマッコウ鯨油の消費の大半が、自動車やトラクターのトランスミッション油、あるいはギア油に使用されていたといわれている。もっとも日本では、鉱油系潤滑油の応用が進んでいるため、マッコウ鯨油生産のピーク時においても、この分野における使用量は少なかったようである。いずれにしても、世界的なレベルで見た場合、マッコウ鯨油の最大の消費先は、潤滑油関係であり、この他各種化学工業、化粧品、医薬品工業等における需要も含めて、マッコウ鯨油は、年間10万トン以上の需要があったわけである。

近年の世界の捕鯨規制の動きを反映して、鯨の捕獲頭数が激減している中で、マッコウ鯨についても、国際捕鯨委員会(IWC)に

よる捕獲割当頭数は、1980年度には約2,000頭、さらに、1983年度には400頭と大幅な減少を強いられている。この間、かつてマッコウ鯨油が使用されていた用途は、その供給力の減少に伴い、他の様々な代替品によって置き換えられつつある。最大の需要であった潤滑油についても、既に、他の植物性油脂や添加剤の使用、あるいは、石油を原料とする合成潤滑油の使用により代替されているものとみられる。

こうしたことから、かつてのマッコウ鯨油の需要が、そのまま将来ホホバ油の需要として見込まれるとは言い難いが、ホホバ油の優れた特性からみて、今後のホホバ油の価格次第では、この方面での相当量の需要が期待される。

一方、油脂化学工業の分野におけるホホバ油の需要展望を行なうにあたっては、その価格の動向いかんが最も重要な要因となろう。今日では食品用と同時に工業用の原料油脂としても重要な地位を占めているヤシ油の取引価格（日本の輸入価格：CIF価格で、kg当たり100円台）と比較しても、ホホバ油の現在の価格水準では、到底市場開拓は不可能であることが理解できる。

しかし、将来、ホホバの商業的生産の拡大に伴い、相応の価格低下が達成されることを前提にした場合、さらに工業用の需要開発にとって、ホホバ油エステルの化学組成上の特徴は、望ましいものであるといえよう。即ち、既述のとおり、ホホバ油の主成分であるエステルを構成する高級脂肪酸及びアルコールが、いずれも炭素数20ないし22のものに特化していることは、工業用用途の開発にとって大きな利点となるため、油脂化学工業の分野における潜在的な利用の可能性は高いといえる。このような高級脂肪酸ないしアルコールの特定炭素数への集中は、例えば、ヤシ油の構成脂肪酸中の45～50%程度を占めるラウリン酸（およびこれを還元して得られるラウリル

・アルコール）や、マッコウ鯨油を構成する高級アルコール中6割強を占めるオレイル・アルコールが、それぞれ工業用用途に大きなシェアを占めるようになったこと等の例をみても、これがいかに重要な要因であるかがわかる。

ホホバの場合には、全くの新規作物であり、今後の栽培開発によって、他の工業用動植物油脂と肩を並べるようになるかどうか、また、なれるとしても、どの程度の年月がかかるかは、現状では予測し難い。しかし、将来、ホホバ油の価格が低下、それも、ヤシ油程度までには下がらなくても、その2～3倍程度の水準までに接近するようになれば、ホホバ油を原料としたC₂₀ないしC₂₂の脂肪酸またはアルコール関連の需要開発が急速に進展する可能性は充分にあるとみてよいだろう。

なお、ヤーモス教授の需要に関する予測によれば、今後、今世紀末位までの間に、ホホバ油価格が漸次低下していくに伴い、ホホバ油は、現在の化粧品関係の限定された需要から、まず、医薬品分野向けの消費が始まり、次いでワックス、被膜剤、さらに脂肪酸・アルコール工業へと順次市場拡大がなされていき、潤滑油の分野に利用されるようになるのが一番最後になるであろうとのことであった。

5. 試験研究の現状

(1) セアラ大学（ブラジル）(Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 市, Ceará 州)

セアラ大学ではグラッドストーン教授の研究室でホホバの研究が行なわれている。同教授は米国のアリゾナ大学での研究歴を有しているので、試験研究の手法は米国の場合と類似点が多いようである。ブラジルにおけるホホバの研究は1977年に同教授によって始められ、1980年までは学内のみで研究が行なわれていたが、1980年にノルデステ銀行（B

NB)から研究費を受けて研究規模が拡大された。現在BNBより受けている研究費は500万円(実勢レートによる)である。

現在の主な研究事項は、育種、栽培法、適地開発、商品開発(油および粕の利用)などである。試験研究開始後の年数が浅いので、得られた結果はまだ少ない。

室内実験としては、グロウスキャビネットの1基では挿木に関する実験、他の1基では組織培養による造植実験が行なわれている。圃場試験で生産された種子については含油量の分析その他の調査が行なわれている。

圃場試験は大学構内圃場において行なわれる育種試験および栽培法に関する各種試験と、州内の8カ所の試験地(合計面積100ha)で行なわれる試験とに分けられる。

栽培方法の概要は次のとおりである。試験用のホホバは育苗して植付ける方法をとっている。直播の試験も行なっているが、一般の試験で直播としない理由は、①降雨が不安定で発芽の保証がない、②灌漑すれば設備費が高くなる、③種子が高価である、などの理由による。育苗は構内の試験用と前記の8カ所の試験地用をあわせて行なっている。容器として直径5または7.5cm、高さ30cm程度の穴あき黒ポリ袋に培養土をつめ、ガラス室あるいはシェード場で育苗する。培養土には砂、レキ、落葉、家畜ふん等の混合物を使用するが化学肥料は使用しない。なお、培養土の材料の種類および混合割合も試験の対象となっている。

構内圃場の土壌は圃場によって若干の相異がみられるが、おおむね細砂土(沖積土)で、粘土、シルトなどの合計含量は推定5%程度、土壌のpHは7ないし7.3、EC値は極めて低く、砂土層の深さは8m以上である。試験圃場は無施肥で栽培しているが、近傍の雑草の生育状況から類推して、著しいやせ地とは考えられない。土壌の性質上、微量要素、特に亜鉛と鉄の欠乏症状の発生がみられるという

ことである。

栽植密度は畦幅4.0m、株間1.5m(1,667本/ha)、3.0m×1.5m(2,222本/ha)などとなっている。管理上では、病害もなく、線虫もいないが、雑草対策が問題となる。

育種の主目標は、種子の来歴がカリフォルニア、アリゾナ、メキシコからの混合種子で変異が大きいので、これらの個体選抜を行ない5ないし10年かけて、大粒、多収、早熟の品種を作出することにある。現在、米国、イスラエル、オーストラリア(イスラエル、オーストラリアのものは、当初米国またはメキシコよりそれらの国に導入されたものである)等より導入した系統の比較試験を実施中である。個体によって生産量に著しい変異があるが、油については変異は小さいという。

栽培試験については、どの程度の収量が得られるかに強い関心を持たれており、個体ごとの年次別収量調査が続行されている。米国では一般に植付後3年目に初めて収穫するとされているが、ここでは1年4カ月で最初の収穫が得られ、さらに挿木した株では4ないし5カ月で結実が始まるということである。訪問時(1983年3月9日)における生育相は、雌花では花卉がほぼ伸長した程度、雄花では小花の直径が1.5mm程度となっており、一般的には雨期(ここでは雨期は1月から7月まで、そのうち3月ないし6月が多い)に結実が始まるという。なお、早熟型のものでは既に果実がみられるものもあった。

1982年における5年生樹の種子の収量は、最高1.5kgの株があり、栽植密度1,667本/ha、雌雄比1:1とすれば1,245kg/haの収量となり、実際には平均収量はこの $\frac{1}{2}$ とすれば、種子600kg/ha、油300kg/haとなるというのがグラッドストーン教授の説明である。外国の例に比較して、生長、結実とも早いとしても初期数年間は収量が著しく少ないため、その経済的負担を緩和する目的で、間作としてキャッサバを栽培する試験も行なわ

れている。灌漑に関しては予備試験の程度であって、点滴灌漑、素焼ポットによる灌漑などを試みている。大学構内では約70mの深井戸の水を使用しており、水質は良好とのことであった。

州内の8カ所に設置してある試験地では、ホホバ栽培の適地であるか否かを、実用的な規模の試験で調査している。

視察結果に対する所感は次のとおりである。
①気象的な理由、特に年中高温が続くことによると思われるが、当初の想像よりもはるかによく生長している。②土壌の肥よく度、雨量等の関係から、将来は除草剤を必要とするのではなからうか。③種子に起因する形質の変異が著しい。早急な解決は困難であるが、品種の育成を急ぐ必要がある。④雨期と乾期の差がかなり著しい地帯であるから、成木となったとき土壌水分と蒸散量との均衡を保ち得るか、根の耐湿性が十分か、疑問が残る。⑤現在までのところ病害虫の問題はないということであるが、将来とも安全であろうか。原産地と異なる環境下で大面積に栽培した場合、例えばビメンタの根ぐされ病のような心配はないであろうか。

(2) 半乾燥熱帯農牧研究センター(ブラジル)(Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, 略称 CPATSA, Petrolina 市郊外, Pernambuco 州)

CPATSAはブラジル農牧畜研究計画(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA)の一環として東北伯の半乾燥熱帯の開発を促進するための研究センターとして1975年に設立され、1977~78年より栽培試験が始まった。したがって、試験年数が短いため研究成果の集積はまだ十分でない。普通作物、林木、牧畜を対象として研究が行われており、作物については灌漑作物と非灌漑作物に2大別されている。ホホバは非灌漑作物に分類されている。

ホホバは約5ha栽培されており、研究が始まったばかりで、観察結果程度の知見があるに過ぎないが、この地域は東北伯におけるホホバ導入適地の中心地と目されている重要地帯であるので、概要を記す。

研究センターはサンフランシスコ河の流域平野にあり、試験圃場はホホバの試験のために新しく開墾した土地である。土壌自体は細砂であるが、粗砂、レキ、数cmの大レキなどを大量に含んでいる。土層の深さは1.4ないし1.8mで、その下は石レキの層である。表層の0.5m程度がやや柔らかいだけであって、それ以下は非常にしまっている。下層土は砂土であるにもかかわらず水は容易に浸透しないとのことである。

栽培は移植法とし、直播法は採用していない。育苗ポットは黒ポリ袋(直径12cm、深さ25cm)を用いている。最初に植付けられた試験圃場では、播種1982年1月27日、移植同年3月22日である。栽植密度は当初畦幅4.0m、株間1.5mとしていたが、最近になって株の中間に補植したので現在は4.0m×0.75m(3,333本/ha)となっている。

植付時は4日間隔で3週間、その後は月1回、ホースで灌水した。肥料は施用していない。現在までの生長速度は、樹高が32cm/年、樹冠の直径が43cm/年である。訪問時(3月14日)は植付後1年経過したときであったが、樹高0.5m、幹の根元直径1.5cm程度のものが多く、既に雌花蕾(子房径約2mm)がみられた。

別の圃場では等高線畦法による畦間灌漑でフェジヨン(実取りササゲ)を栽培し、その間作形式としてホホバを植付けている。将来はホホバを主作物とし、他作物を間作物とする予定である。病害は見当たらないが、ナナフシムシの類(Phasmatidae)の食害がみられた。

質疑の中で、研究担当者は、「ホホバについての初期の興奮はおさまりつつある。理由

は生育初期に案外多量の水を要すること、簡単なものではないことがわかったからである。また、この試験圃場は土壌が浅いことと、気温の日較差、年較差が小さくて、低温期がないことが気がかりである。」と意見を述べた。注意しておくべき意見であろう。

(3) カリフォルニア大学リバーサイド分校(米国)(University of California, Riverside, Riverside 市, California 州)

リバーサイド分校は、ホホバの自生地のうちではほぼ北限に相当する地帯にある。米国におけるホホバの栽培分野に関する研究は、このリバーサイド分校のヤーモス教授とアリゾナ大学乾燥地研究所とが中心となっている。

ヤーモス教授より、ホホバの研究事情、生産、消費、収支計算等について説明を聞いたのち、試験圃場を観察した。生産、収益性、将来性等については別項で記載したので、ここでは栽培技術面について記す。ただし、同教授の既往 20 年間における研究成果のうち、栽培に直接関係のある部分については別項のホホバの解説に記されているので、その他の部分について著者その他より補足して、同教授の研究成果あるいは意見を紹介する。

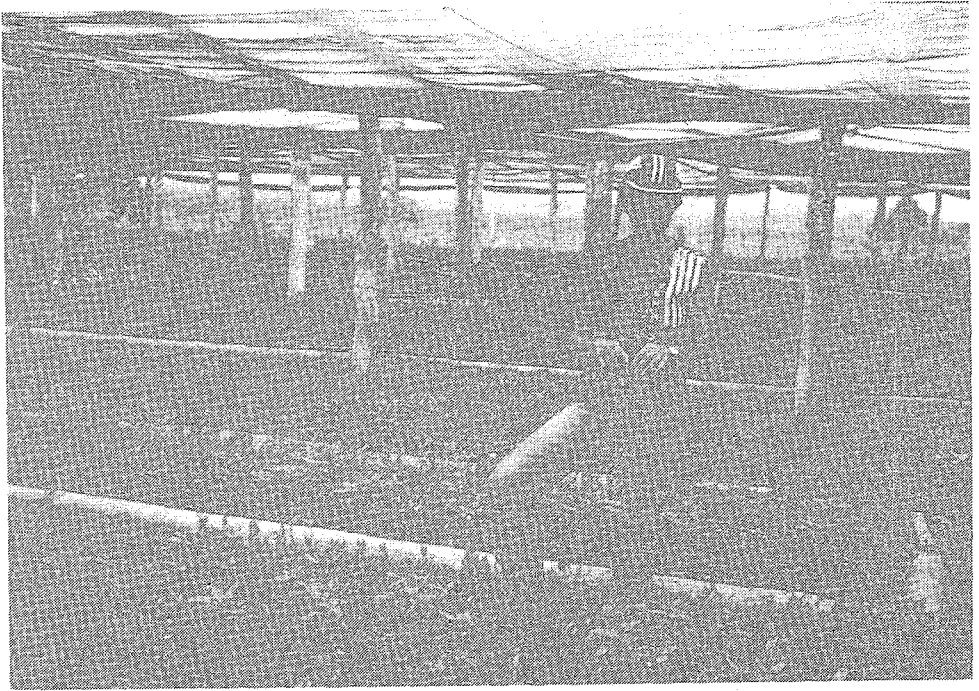
ホホバの育種上重要な事項は、種子が大粒であること、含油率が高いこと、節成性であること、花房の 1 節あたり 1 種子以上結実すること、凍害回避のため早期に開花すること、5 年目以前に種子を生産する早熟性であること、隔年結果性でないこと、上向性の生育型であること、などである。繁殖方法として、種子と挿木と組織培養とがある。現在の種子の給源は自生群落にあり、個体選抜は種子収量と大粒種子とに重点をおいてきた。場合により生育習性、含油量、結実習性なども考慮された。自然群落から得た個体の形質はすべてにわたり変異が極めて大きいにもかかわらず、油の成分(構成)は極めて斉一であるこ

とから、ホホバを野生植物から栽培植物にした場合の油の成分変化を心配しないでもよいであろう。

挿木あるいは組織培養は優良個体の増殖に有効な手段であるが、欠点として、もし病害虫が発生するようなことがあれば全部が一斉に害されるおそれがある。挿木法または組織培養法は現在のところ実用的に多数の個体を生産するのは困難であり、また母本として長年間にわたって優れた能力を立証された個体が得られていないことなどから、一般化するのは将来のことであろう。

雌雄異株の特性上、雄株だけを小圃場に栽培し、生産圃場は雌株のみとし、雄株から花粉を集めて人工授粉する方法も考えられる。反対の方法として、ホホバは通常の方法によって接木が可能であるから、圃場の雌株に雄株の枝を接木する方法も考えられる。

ここで主要な試験結果についてみよう。供試種子は米国内の異なる 7 地点から採集した 7 系統、灌漑区(毎日 25mm)と無灌漑区、肥料処理 4 区を組合せた試験を行なった。畦幅 3.0 m、株間 1.5 m、育苗 6 カ月で移植、雌雄比 3 : 1、生垣状に刈りこみ整枝した。供試株数 4,873 本中、3 年までに開花したものは 83% であり、一般に雌株の開花が遅れる傾向がある。最初の収穫は 4 年目で約 10% の個体から得られた。供試種子は高収量の母本から採取してあるにもかかわらず、その子孫の収量は 5 年目でごく少量から 0.5 kg/本まで、7 年目で少量から 2.0 kg/本までと変異が極めて大きい。また海岸産の母本は内陸産のものに比べて著しく少収であった。このことは採種地の選定にあたり栽培地の環境との一致を考慮する必要があることを示している。収量と植物学的特性との間の相関ははっきりしなかった。隔年結果に似た現象がみられたが、むしろ気象的要因によるものであろうとしている。ブルーベリー用収穫機による収穫試験によると、樹高 3 ないし 4 m、樹冠幅 1 ない



JOBRASA社の育苗圃（ブラジル）

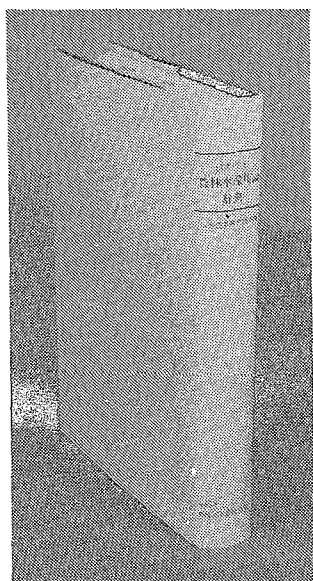
し2 mの場合に効率ももっともよかった。灌漑試験では成長後の灌漑による収量増はみられなかった。むしろ灌漑による耐凍性の低下に注意する必要がある。施肥は灌漑の有無にかかわらず、種子収量、含油量のいずれに対しても影響がみられなかった。灌漑、施肥の影響がみられない理由としてホホバが著しく深根性であることをあげている。砂土あるいはポット栽培では効果があらわれるだろうとしている。

視察した学内圃場のうち、もっとも樹齢の進んだものは15年生であり、樹高2.0ないし2.5 m、幹の根元直径は太いもので約10 cm、平均的なもので約5 cmの幹が1株に5ないし10本である。新植の3ないし4年生のもので

は、畦幅3.0 m、株間0.5ないし0.75 m、樹高0.8ないし1.0 mである。このホホバの生育段階（3月17日現在）は約1 cmの緑色の果実がついており、生育の遅れた株では蕾のものもみられた。直播によるホホバでは分枝が少なく、高さが高くなる傾向があり、挿木苗によるホホバは反対の傾向となることから、両者の差は一見して明らかであった。近年栽培を始めた圃場はすべて角型の生垣状に刈りこみ整枝されている。

この圃場の土壌はレキの多い沖積土で、粘土含量は推定15%くらいとみられ、pHは7.5である。表面流去がみられることから、土壌の透水性はそれほどよくないと思われた。

和英 農林水産用語辞典
英和



☆ A5版 602頁

☆ 海外農業開発財団編

☆ 定価 10,000円

☆ 販売元(社) 海外農業
開発協会

TEL 03(478)
3508(代)

海外農業開発 第91号 1983. 6. 15

発行人 社団法人 海外農業開発協会 岩田 喜雄 編集人 渡辺 里子

〒107 東京都港区赤坂8-10-32 アジア会館

TEL (03)478-3508

定価 200円 年間購読料 2,000円 送料別

印刷所 日本軽印刷工業㈱ (833)6971

中国科学院南京土壤研究所主編

中国土壤

川瀬金次郎・菅野一郎訳

本書は、中国の長い歴史で培われてきた土壌の利用、認識、改良の経験と土壌調査・科学的研究成果の集大成である。

編集執筆は中国科学院南京土壤研究所が中心となり、全国の関係研究機関の研究者が多数で担当している。1978年に初刷、1980年に二刷が刊行されたが、翻訳は二刷を底本とした。

3編47章から成り、第I編は土壌の利用・改良にふれ、農業土壌・森林土壌・ステップ土壌・砂漠土壌・塩類土壌・沼沢土壌と風積砂土の具体的な改良・肥培法についての民衆の経験と試験研究結果が述べられる。第II編は土壌の基本的性質と肥沃度の本質にふれ、主に土壌の物理的・化学的・生物学的特徴と、養分元素の含量・分布・転化と有効施用条件が述べられている。第III編は土壌の類型・分布で、土壌の生成的特徴・変化・発

達と規則性が述べられ、広大な中国の豊かな土壌資源と農林畜産業の総合的発展の有利な条件が紹介されている。

付録として1千万分の1の土壌図が添えられ、南は野生稻で注目を集めている西双版纳（シーサンパンナ）・海南島のラトソル・赤色土から北は黒竜江沿岸のボドゾル性土まで、東は東海（トンハイ）の沿海含塩土から西は絲綢之路（シルクロード）に沿うステップ土壌・砂漠土やチベット高原の高山土壌まで、中国土壌の全貌が初めて明らかにされた。

土壌学を含めた農学・農業土木学・畜産学・林学の広い分野はもちろん、地理学や中国に関心を寄せる広汎な読者にとって待望の書であろう。

■呈内容見本

B5判・1050頁 上装・箱入
定価 35000円 送料 500円

イネのいもち病と抵抗性育種	山崎義人 高坂淖爾著	定価7000円 千350
水田除草の理論と実際増補版	竹松哲夫 近内誠登著	定価3800円 千300
微生物と植物生育	石沢修一著	定価3800円 千300
土の微生物	土壤微生物研究会編	定価6000円 千300
環境汚染と農業	渋谷・山添・尾形・能勢共著	定価3000円 千300

博友社

海外農業開発 第 91 号

第 3 種郵便物認可 昭和58年 6 月15日発行

MONTHLY BULLETIN OVERSEAS AGRICULTURAL DEVELOPMENT NEWS