

エジプトの砂漠緑化農業によるホホバ種子油の生産



企業レポート

土 本 卓*

Production of jojoba seed oil by
desert forestation agriculture in Egypt

Key Words : Forestation agriculture, SDGs, Desert, Jojoba oil, Egypt

はじめに

大気中のCO₂濃度は18世紀までの長い間300 ppmを越えたことが無かったが、19世紀以降上昇に転じ、2019年には410.5 ppmにまで到達している。IPCC第5次評価報告書(2013)によると、地球温暖化は疑う余地が無く、特に20世紀半ば以降の気温上昇は人間活動が主要要因である可能性が極めて高い。温暖化が進むと、海面上昇、豪雨、洪水、生態系喪失、食糧不足、水不足、などの深刻な影響が生じるが、すでに現在それらが世界各地で現れはじめており、温暖化抑制が焦眉の急となっている。そのため2015年のCOP21にて、気温上昇を2℃未満に抑えることを目標としてパリ協定が採択され、厳しい排出量削減が求められることになった。

排出したCO₂の約3割は陸の森林等に吸収されるため、その吸収量を増やすことは大気中のCO₂濃度減少に貢献する。砂漠化が進行している現在、砂漠を植林によって緑化することは、CO₂濃度減少に貢献できる有効な手段の一つである。

株式会社シモンドは、サラヤ株式会社のサポートのもと大阪大学の教員や関係者が中心となって2017年に設立されたベンチャー企業である。同年よりエジプトの砂漠において緑化農業プロジェクトとしてホホバ栽培を行っている。本稿では砂漠緑化農業、及び当社によるその実践とホホバ研究につい

て紹介する。

緑化農業で砂漠の持続的な緑化を

緑化は持続的である必要があり、まず水資源の保全が重要である。乾燥地では水資源の量が限られており、過度の水の使用は深刻な影響をもたらす。中央アジアのアラル海は世界で4番目に大きい湖だったが、1960年代からソ連が大規模な綿花や麦の栽培を行ったため流入する川の流量が激減し、水量は元の10分の1に減少、多くの魚が死に、町から湖岸は大きく後退してしまった。米国有数の穀倉地帯である中西部のオガララ帯水層は灌漑への過剰利用によって2070年までに枯渇する可能性が指摘されている。サウジアラビアでは1980年代から地下水で小麦を増産し自給を達成したものの、地下水資源の枯渇が懸念されたため輸入での調達に転換した。

持続的な緑化には経済性もまた重要である。以前、石油価格高騰を受けて燃料作物ジャトロファの栽培がブームとなった。ジャトロファは乾燥に強く、種子からバイオディーゼルが生産できるため、乾燥地緑化を進め石油使用量を削減できる理想的な燃料作物と考えられたが、その後石油価格が低迷し栽培の採算を取ることが難しくなった。以前調査したスラウエシ島では、ジャトロファ林を切り倒して転作した例や、林が放置されてゴミ捨て場になった例が見られた¹⁾。採算が取れて現地の人々が進んで行うような緑化でない限り、持続せず失敗する可能性が高い。

さらに、木材を産物とする樹木は収穫の際に切り倒す必要があるので不都合であり、果樹の方が望ましい。果樹には毎年の耕起・播種・刈り取りが不要なため低労力で低コストというメリットもある。

そのため持続可能な緑化の条件として、



* Suguru TSUCHIMOTO

1962年2月生まれ
東京大学大学院 農学系研究科 農芸化学専攻 博士課程(1990年)
現在、大阪大学大学院 薬学研究科 先進健康科学(サラヤ)共同研究講座・株式会社シモンド 特任准教授・取締役 農学博士 専門/植物分子生物学
TEL : 06-6105-6112
FAX : 06-6105-6112
E-mail : tsuchimoto-s@phs.osaka-u.ac.jp

1. 水を多く必要としない樹木を使う
2. 経済的に価値の高い産物を生産できる
3. 伐採の必要のない果樹である

ことが重要であると考えられる²⁾。これらによって、緑化の産物から利益を得て、それを緑化に還元するサイクルが回り、持続的な緑化が可能となる。当社はこのようなサイクルを「緑化農業」と呼び、温暖化防止の切り札と考えている³⁾。経済的緑化作物を育てることは、CO₂吸収に寄与するだけではなく、一般に産業に乏しく経済的に遅れている砂漠地帯において農業、農産物を原料とした製造業、さらにそれらの販売業を興すことで貧困を無くすことにも繋がる。緑化農業は地球環境に貢献する新しいビジネスであり、国連の持続可能な開発目標 (SDGs) のうち、目標 13 (気候変動) だけではなく、目標 1 (貧困)、15 (陸域生態系) にも貢献するものと考えている。

緑化農業にはホホバが最適

少量の水で高収入が得られる果樹が緑化農業には必須である。当社は、ナツメヤシやオリーブなど乾燥地で栽培される多くの果樹の中から、条件を満たす果樹としてホホバ [Jojoba: *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider] を選定した (図 1)。ホホバは他の果樹より少ない水量での栽培が可能ばかりではなく、砂漠で多く見られる高塩濃度の灌漑水にも耐性を示す。また高価なオイルを種子に生産するため

(ホホバ種子油)、経済的に自立し発展可能な緑化を実現することができる。

ホホバは米国のアリゾナ州からメキシコにかけて広がるソノラ砂漠に自生する灌木であった。現在使用されている「ホホバ」という名前は先住民パパゴ族の言葉「jojowi」が由来となっている⁴⁾。イエズス会の宣教師 Francisco Clavijero の著書「Storia della California」(1789 年) にホホバに関する最初の記述がある。それによるとホホバはカリフォルニア半島の先住民に薬として排尿困難、お産、傷の治療に使われ、ガン治療にも使われていた。パパゴ族やアパッチ族は痛み止めに使い、胃薬や育毛剤としても使用されていた。なおホホバ種子油の創傷治癒効果は培養細胞を用いた実験で実証されている⁵⁾。

20 世紀に入りアリゾナ大学でホホバ種子油がマッコウ鯨油に似た特徴を持つ液状ワックスエステルであることが報告された。マッコウ鯨油は当時潤滑剤として普及しており人工衛星にまで使われていた。しかし 1969 年に米国の「絶滅の危機に瀕する種の保存に関する法律」で使用できなくなったため、その代替としてホホバ種子油が注目されるようになった。1972 年にホホバについての最初の国際会議がアリゾナで開かれ⁴⁾、その後ホホバは世界各地で少しずつ栽培化されていった。

ホホバ種子油の主要成分は、直鎖状の不飽和ワックスモノエステルである (図 2)。他の植物の種子油は、オリーブ油などの食用油でもアルガン油などの化粧品原料でも全てトリグリセリドが主要成分で



図 1 ホホバの木と果実

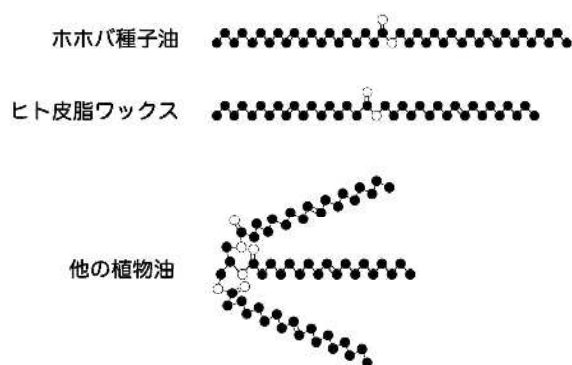


図2 油脂の分子構造比較

あり、ワックスエステルが主要成分のものは皆無である。ホホバ種子油のワックスエステルは、ヒトの皮脂中のワックス成分と構造が極めて似ている。そのためベタつかず肌なじみのよい優れた皮膚保湿剤として、オイル単体での利用のほか、原料として化粧品や医薬部外品に配合されている。さらに創傷治療以外にも、抗炎症、抗菌、口内炎、ドライアイなどに効果があることが論文等で報告されており、高温安定性がありエンジンオイル添加剤として有用であることも示されている。ホホバ種子油は極めてユニークであり、かつ多用途に有用な天然植物油脂である。

エジプトで砂漠緑化農業を实践

当社では砂漠緑化農業の实践として、現在エジプトにてホホバの栽培を行っている。ホホバ栽培の地をエジプトに定めた理由は、気候的に最適であること、すなわち十分な日照があり夏は高温、冬は冷涼だが霜害の心配が無いこと、道路や電気等のインフラが整っていること、豊富な労働力があること、さらに国土の95%を占める未利用の砂漠地帯の産業確立が切望されていること、等である。春先に砂嵐が吹くことがあるが、ホホバの生育には全く影響が無い。

シモンドのホホバ農場はカイロの北西約100 km、ローマ帝国時代からのキリスト教の聖地ナトルーン谷（現在も修道院が残る）を望む高台の砂漠地帯にあり、広さは4.2ヘクタールである（図3）。幹線道路に近くカイロからのアクセスがよい、良質の地下水が利用可能、などの理由から、複数の候補地の中からこの地を選定し農場を拓くこととした。2017年5月より土地の整備を開始し、8月にホホバ（約5,000本）を植え付けた（図4）。3年目に当たる2020年には平均約1メートルの高さまで順調に成長し、その秋には2トン以上の種子の収穫が得られた。今後もホホバの木は成長を続け、毎年収穫量が增大していく見込みである。



図3 シモンド農場入口 — 遠方にナトルーン谷を望む



図4 植え付け前（左）と植え付け後2年目（右）のシモンド農場

当社では自社農場でのオイル生産に先行してエジプト産ホホバ種子油の日本での販売を開始している。スエズ運河近くの提携農場で低農薬栽培されたホホバの種子を人の手で厳選して搾油したものを直輸入し、自然派ピュアホホバオイルとして2017年11月より販売して好評をいただいた。本年からは自社農場産のオイルを原料とした新製品の販売を開始している(図5)。前述したように自社農場からのホホバ種子油は、今後毎年生産量が増加する見込みである。サラヤ株式会社のホホバ化粧品の原料など、広く利用していただけることを期待している。



図5 シモンド農場産ホホバ種子油を使用した新製品

ホホバの研究

当社は、大阪大学大学院薬学研究科・先進健康科学(サラヤ)共同研究講座と協力し、ホホバ研究も進めている。主な研究目的は、ホホバ種子油の生産性の増大、品質の向上、トレーサビリティの向上、及び用途の拡大である。

ホホバには雄株と雌株があるが、ホホバ種子油を生産するのは雌株のみであるため、現在ホホバの増殖は雌株から枝を切り取り、その挿し木を苗とする方法で行われている。優良株の選抜と増殖に多くの時間と手間がかかり、ホホバ種子油の世界生産量が少ない理由の一つとなっている。そのため当社では生産性の高い優良系統「スーパーホホバ」の迅速な選抜とその増殖法の開発を研究している。原産地米国よりホホバ遺伝資源を入手してゲノム解析を行う一方、エジプト自社農場でのデータ収集と選抜が進行中である。そして効率的な増殖のため、バイオテクノロジーを用いたホホバの組織培養法の開発を数年前より進めている(図6)⁶⁾。当社のホホバ種子油は現在でも医薬部外品原料規格に準拠した品質管理を行っているが、さらに苗や栽培方法から管理できる自社農場の特長を生かして品質管理とトレーサビリティを向上させるとともに、工業用などの用途の拡大を進めていく。



図6 ホホバの組織培養

おわりに

株式会社シモンドは、サラヤ株式会社の協力を得て、ホホバで砂漠を緑にする緑化農業に取り組んでいる。ワックスエステルを主成分とするホホバ種子油は高い保湿性と肌なじみで他の植物油より優れた保湿素材である。加えて当社のホホバ種子油は、砂漠緑化によるSDGsへの貢献のほか、自社農場生産による高いトレーサビリティが大きな特長となっている。

ホホバ種子油の代替品となるような液状ワックスエステルは、採取が禁じられているマッコウ鯨油以外には見当たらない。研究の進展によって生産性と需要を高め、緑化農業による砂漠の持続的緑化をさらに拡大させていきたい。

参考文献

- 1) 惣田訓・佐藤雅志・土本卓・福井希一：環境技術 38, 41-45, 2010
- 2) 土本卓：日皮協ジャーナル 82, 43-51, 2019
- 3) https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2017/20170929_1
- 4) Jojoba: A wax producing shrub of the Sonoran desert, University of Arizona, 1974
- 5) E. Ranzato, S. Martinotti and B. Burlando, Journal of Ethnopharmacology 134, 443-449, 2011
- 6) I. Mohammed, S. Tsuchimoto, H. Sakai, N. Wada and K. Fukui, Tropical Agriculture and Development 61, 15-22, 2017