
途上国森林ビジネスデータベース
サトウヤシ

1 基礎情報

一般名：サトウヤシ

その他の呼称：アレンガパーム (arenga palm) , アレンパーム (areng palm) , ブラックファイバーパーム (black-fiber palm) , ブラックシュガーパーム (black-sugar palm) ゴムティパーム (gomuti palm) , アレン (aren) , エナウ (enau) , カオン (kaong) , カボン (kabon) , タウンゴン (taungon) , エジュ (eju)

目：Arecales

科：Arecaceae

属：Arenga

種：Arenga pinnata MERR

シノニム：Arenga saccharifera

2 概要

2.1 起源と地理的分布

マレーシア原産でインド西部から東はマレーシア、インドネシア、フィリピンまで広く分布する。分布域内で地域的に稀にしか分布しない所もあるが、絶滅の恐れはない。本種は、Phloeomys 属のクモネズミ (cloud rat) を含む数種の絶滅危惧種にとっての重要な食糧となっている。

インド東部、スリランカからバングラデッシュ、ミャンマー、タイ、中国南部、海南島、マレー半島を経て、ニューギニア、グアムまで広く自生する。インドでは大々的に栽培され、インドネシアでも一部栽培され標高 1400mまで分布している。

2.2 利用

2.2.1 果実

未成熟の内胚乳は、フィリピンでカオン (kaong) 、インドネシアでコランカリン (kolang-kaling) またはブア・タップ (buah tap) と呼ばれる。コランカリンは楕円球状、半透明白色、噛みごたえがあり、さわやかな味をもつ。100 g 中に 4g のタンパク、6 g の炭水化物、16 g の食物繊維、2 g の油脂、9 g のカルシウム、5 g の鉄を含む。100g のコランカリンのカロリーは 27kcal (<http://www.myfitnesspal.com/food/calories/211718948>) 。胃腸の動きを助け、繊維を含み低カロリーなため、健康ダイエット食品とされ、加えて、カルシウムを多く含むことから骨を強化し関節炎の軽快に効果があると言われる。

一方で、果実の外側を覆う多肉質の液は強い腐食性があり皮膚に付着すると痛みや炎症を引き起こし、魚毒として利用される。

熱帯アジア原産の *Arenga pinnata* は経済的に重要な産品で、下記のように樹液、果実、繊維などに広く利用されている。

2.2.2 樹液（糖液）

開花直前に花序の先端を切断し樹液（糖度 15%）を採取し、砂糖、酢、ヤシ酒を作る。東南アジアでは商業利用目的で広く収穫され、この液は 20-40% に及ぶショ糖を含み、サトウキビの平均濃度よりも高い。この液に石灰を加えて煮沸・濃縮し、インドではグール（gur）、インドネシアではグラアレン（gula aren）と呼ばれる砂糖に加工される。またこの液を発酵させてヤシ酒や酢の製造も行われ、ヤシ酒を蒸留したものはアラック（arrack）と呼ばれる。バイオ燃料の材料になる可能性もあり、Duke の報告によれば、一本のサトウヤシから 2.8 l / 日の樹液を 2 か月にわたり採取可能で、ヘクタール当たり 20 トンの糖が得られ、その全てを再生可能アルコールに変換できるとされる。サトウヤシは下記のように多様な産品を生み出すことで、周辺の森林生態系を損傷することなく地域社会に経済的便益をもたらす極めて重要かつ有望な植物である。

2.2.3 葉

先端の若芽（生長点）は野菜として生食、加熱調理に用いられる。軟白な葉、葉柄、幹の若い髓は、スープ、炒め物、塩漬け保存食として食用に供される。若い葉鞘からは工業材料として有用性の高い繊維が取れる。葉は屋根葺き材として用いられ極めて長持ちする。小葉は荒筵や時には編んで籠を作る。芽の褐毛は点火用火口、乾燥した若葉はタバコの巻紙の代用品として使われる。

2.2.4 幹

内部の髓からデンブンを取り、幹は水道管として利用する。

2.2.5 繊維

葉鞘の暗色の繊維は耐水性があり（インドではドウ（doh）として知られる）で縄を作製し、インドネシアでは幹の周りの黒色の繊維はジュック（jjuk）繊維と呼ばれインドネシア独特の建築物の屋根葺き材料に広く用いられる。ポロブドゥールなどジャワの古代寺院のレリーフから、このタイプの屋根はジャワ独特の伝統的建築物に見られ、現代ではバリ島の寺院や西スマトラ・ミンナカバウのルマ・ガダン（Rumah Gadang）にみることができる。

葉柄の基部で多量に作られる黒色で馬の毛に似た強靱な繊維は製造業にとって最も重要な産品で、ゴムタ（gomuta）、ユノット（yunot）あるいはカボネグロ（cabo negro）と呼ばれ、非常に耐久性が高く淡水中、海水中で用いるロープや屋根を葺く材料として使われ、フィリピ

ンでは 100 年持つとされる。本繊維はまたフィルターや船のコーキング材料として広く使われる。繊維の価格は高く、品質や長さによって幅があるが、ヨーロッパにおける工業目的の需要がある。フィリピンでは、より硬い繊維を床敷やヘアブラシ、馬用ブラシとして用いる。この繊維で蓑状の雨具をつくることもある。

葉柄基部に付いている繊維は柔らかく乾燥して軽量なフワフワした物質でバロック (barok) と呼ばれ、色は白～灰色で、バナナの果汁もしくはニンジンボク (*Vitex negundo*) の灰汁に浸けて乾燥させたものをボートのコーキング材料や火口として用いる。ジャワからシンガポールに本加工品 60–75 トンが輸出されている。

2.2.6 代替材料 (果実)

近縁の *Arenga westerhoutii* Giff の内胚乳が *A. pinnata* と同様の形で利用され、タイ国では未成熟の内胚乳 (loog chid) が本種の部位中で最も重要な産品であり、タイでは全国でアイスクリームのトッピング、乾燥果実、シロップ煮の形で広く消費されている。*A. pinnata* より明らかに大型でやや平たい形をしている。同国では森林内に生えているものを利用し、地域コミュニティの重要産物となっている。またマレーシア、ミャンマーなど近隣諸国へも輸出されている。ラオスでも生産が盛んでタイ国へ多量に輸出され重要な非木質林産物となっている。

3 特徴

3.1 形態的特徴

中～大型の羽ヤシ。幹は太く黒色で古い葉基が剥がれ落ちず形成された粗く丈夫なマットと長い棘で覆われる。中～高木で高さ 8m-15m 程度、直径 40-50cm 程度まで成長する。葉は羽状複葉で長さ 6-12m、幅 1.5-3m ほどで上向きに付き、100 対かそれ以上の細長い羽葉 (羽片) から構成され、その長さは 1-1.5m、幅 6-8cm (場合によってはそれ以上) で、葉の表は暗緑色、裏側は白っぽくガサガサしており先端は尖っているか小さく裂けている。葉柄は 1.5-2.0m で頑丈、基部は黒色の繊維と弱い棘によって覆われる。単性、雌雄同株で、葉腋から円錐状で 1～3m の大型穂状花序を出す。雌花序は通常、雄花序に先立って出、最終的に 1-3.3m に達する雌雄花序は、最初、皮針形の長方形でかわら状の早落性包葉 5～7 片からなら鞘に収まっており、6～9 週間内に仏炎苞から出てくる。花梗は大きく、花は各枝の基部から開花をはじめ先端に向かって咲いてゆく。花の数は夥しく、雌雄花ともに無柄である。雌花は通常 1 個、雄花は 1～2 個稀に 3 個の独立した花序を付ける。雄花は無臭で花弁の 1/4 程の長さの、3 枚の緑色・覆瓦状の持続性の萼片を備え、3～4 枚の花弁は長さ 2.5cm、幅広で先端は尖り周辺部は薄く舟形の弁状、外側は赤褐色～赤紫色で内側は黄色。数多くの雄ずいは黄色で、短い花糸上に細長い微突頭の葯がつく。

雌花も無臭、不揃いの 3 枚の緑色・覆瓦状・丸い形の萼片をもち長さは花弁の 1/3 ほどで持続性。花弁は頑丈で長さ 1.5-2.0cm、淡緑色、卵形か三角形、弁状で、萼と一緒に持続性を持ち果実基

部に付く。果実は倒卵形～垂球形で表面は平滑、直径 4-6cm、上部表面がつぶれた三つの角のある形状をしている。外果皮は黄色～黄褐色、頑丈。中果皮は肉質で白っぽくゼラチン状、針のある結晶のため強い刺激性を持つ。内果皮は黒色、平滑で薄く、石礫状。果実 1 個中に 2～3 個の種子を持ち、鈍いメタリック灰褐色を呈し、三つの角を持つ楕円形で長さ 2.5-3.5cm、幅 2-2.5cm、おびただしい量の胚乳を持つ。果実は緑色で成熟すると黒くなる。通年、開花、結実する。

1 房の花序は 10 本かそれ以上の花軸から構成され、各花軸には 50 個前後の果実が生る。

3.2 生態的特徴

サトウヤシは亜熱帯乾燥～湿潤林から熱帯乾燥～多雨林にかけての生物分布帯に分布し、降水量 700mm-4,000mm (8 例の平均 1,910mm)、年平均気温 19～27℃ (8 例の平均 24.5℃)、土壌 pH5.0-8.0 (5 例の平均 pH6.4) にわたる幅広い環境に耐えて生育する。好適な生育は 500-800m の標高域で年降水量 1200mm 以上、7-10 ヶ月の湿潤月、年平均気温 25℃前後で得られるとされる。一般には森林中に生育するが発達した天然林に限る訳ではなく、痩せた石礫質な丘陵斜面や荒地でも生育可能である。天然林周辺の二次林もしくは人里に近い林地に多く分布し、人による意図的繁殖の影響を受けている可能性が指摘されている。湿潤熱帯の海拔 0m-1,200m の肥沃で湿潤な土壌において最も良好な生育を示し、ココナツよりも高標高で生育する。乾燥、台風、害虫、菌類による被害を受けることはほとんどない。丈夫で、特別の手入れを必要とせず、薄暗く冷涼な谷間や、山岳地の溪流斜面、森林外縁部ならびに部分的に疎開した丘陵斜面などの排水の良い土壌で容易に生育する。一方、平坦で開けた、もしくは日当たりの良い立地での生育はより緩慢となる。インドシナ・インドネシア・ヒンドゥスタン多様性センターの報告によれば、サトウヤシは、耐病性、耐乾性、耐菌性、耐アルカリ性、耐害虫性が高く、貧栄養土壌や日陰、斜面でも生育可能とされる。マレーシアには、開花を始めるまでに必要とされる期間が異なるいくつかの変種がある。(2n=26, 32)。根系が密に発達することから斜度の大きな斜面などに植栽し、土壌流亡防止効果が期待できるとされる。

成熟し開花するまで通常 10-12 年かかるが 5-6 年で開花を始める場合もある。別の報告では標高によって開花までの期間は 12-16 年の幅がある。開花を始めてから約 15 年にわたって継続的に開花する。開花は一般に不定期で、しかも果実の成熟には約 2 年を要する。

4 栽培・管理について

4.1 増殖・栽培・管理

インドマレーシアの森林では、成熟した果実は様々なオオコウモリ (フルーツコウモリ)、ジャコウネコならびに野ブタが主要な種子散布者で天然更新する。利用可能になるまでに多くの年数を要し、しかも天然林内に十分な数の個体が発見できるという主たる理由によって、積極的に人工栽培が行われる例は少なく多くは半栽培の状態にある。繁殖を行う際は種もしくは山引き苗を用いる。World

Agroforestry Center によれば、種子は短命で、開放系で3カ月貯蔵後の発芽率は25%に過ぎない。苗を作る最善の方法は苗畑で選別済みの種子を用いて育苗することである。種子は内側の茶色の種皮が見えるまで発芽点周辺にひっ搔いて傷をつけた後に一晩水に浸ける、もしくは30℃の水に24時間浸け、通気の良い場所の清浄なメディアに発芽点を下にして植え、厚さ1cmほどの砂で覆い、砂は常に湿った状態に保つ。2-3週間で約80%が発芽し、適当なコンテナに移植し育苗する。直播も可能であるが、生育に時間がかかる。未処理の種子を現場にばらまいておくと6ヶ月後に約10-20%が発芽する。また、インドネシアでの種子からの育苗法を記述した例では、種子の発芽促進のため、濃塩酸（95%）に15-25分浸けたり50℃の温水に3分浸ける処理などの記述も見られる。処理を経た種子はメディアを詰めたポットに果実の頭を1/4ほど露出させて少し傾けて埋める。山出し可能なサイズ（40cm）になるまで12-15カ月を要する。育苗期間中は1日2回の朝夕に灌水を行う。

発芽～生育初期（0-5年）の期間に何らかの介入を行うことは稀だが、生育を助けるために苗の周り半径0.5mの除草を行うことがある。花は自然交配する。人工的に植栽を行う場合、植栽間隔はココナツと同程度で良いとされ、5m×5m～9m×9mとする。

半栽培されることが多く、丈夫であるため一般に特別の管理を行うことはない。人工植栽地では生育促進のため1-3年生の個体に施肥が行われることがある。

4.2 収穫

サトウヤシからは、以下のように様々な産物が収穫される。

4.2.1 果実

若い内胚乳（コランカリン/ルーチッド）：未成熟の段階で収穫した果実は、中果皮のチクチクする結晶体を除去するために大鍋で30～45分ほど茹でる。果実の直径は4-5cm。インドネシアやタイでは表面の刺激物を除去し輸送を容易にする目的でヤシ殻を間歇的に焼いてから山から持ち出すことが行われる。果実は次に鉋で割って通常3個入っている楕円球状で白くゼリー状の内胚乳を露出させる。内胚乳は木製の匙状の特別な道具を使って種皮を除いて洗浄した後石灰水に数日間浸け、最後は砂糖シロップや香辛料で煮たものがスイーツとして広く消費される。生のものや乾燥したものも販売される。タイの *A. westerhoutii* の場合一本の果実序から30～40kgの内胚乳（loog chid）が得られ、一本の木の4本の果実序から内胚乳を収穫・加工するのに要する労力は約2人・日ほどとされる。インドネシアの北スマトラの生産地で行われる胚乳（コランカリン）収穫の例では、果実序は主に糖生産当てられ3～12本の果実序のうち年間1～2本だけをコランカリン収穫に当てる。果実序一本で約60kg、一団体から180kg程のコランカリンが生産される。農民からの買い取り価格は2011年時点で2,500ルピア/kg（約2.5米ドル/kg）で、大都市圏のマーケットで販売される。開花が不定期であるため果実の収穫期間はほぼ一年中にわたる。

4.2.2 糖液

一般に、このヤシから甘い樹液を採取して、砂糖、酢、酒、もしくはアルコールを作る場合、砂糖生産に使う木を選び、若い雄花序を棒や木槌で毎日短時間たたきこれを2～3週間続けて組織を損傷させ、傷ついた部分への樹液の流入を促進してやる。幹に含まれるデンプンは糖に変換され、花序の発達の始まりと共にそこへ輸送される。かくして、若い花序を傷つけることで、損傷組織への糖の流入を制御することが可能となる。その後、花序の基部から花柄を切除し、滲出してくる樹液を集める。樹液採取期間中は通常6カ月前後で、毎日1～2度、花柄の損傷した先端を薄く切り取って糖液の滲出を促進してやる。一般に雌花序の糖液は質が劣るとされ、主に雄花が糖液採取の対象となる。樹液の流出は10-12ℓ/日から徐々に減少し2カ月半後には2ℓまで減少するが、2年間にわたって約2.8ℓ/日生産し続ける個体もある。インドネシア、北スマトラや北スラウェシ等の主要産地では年間を通じ毎日、糖液採取が行われる。新鮮な樹液は透明で美味しく清涼飲料となる。しばらく放置しておくとうつ酸っぱくなり、発酵すると酒となる。他の木の樹皮で香り付けられ、大量の酒が消費されている。フィリピンでは樹液を発酵させ「トゥバ：tuba」というヤシ酒が好んで飲まれ、治療的効果があると考えられている。発酵は樹液を採取する竹筒の中で始まり、生産物を木々から集める時には通常すでに十分に発酵が進んでいる。その多くが高品質の食酢に変換され、またツウバからアルコールを蒸留する。砂糖は、毎日新しい竹の節を使って集めた甘く未発酵の樹液を煮詰めて作る。竹筒中での発酵を防ぐため、少量の砕いたショウガもしくはトウガラシを加える。ジャワでは発酵を抑制するために竹筒をまず燻して使う。砂糖は濃縮した樹液を、冷水表面に垂らした際に固化する状態まで、釜で煮詰めて製造する。フィリピンのヤシ砂糖は褐色をしており、ごく限られた量がローカルな市場へ出荷される。ヤシ砂糖の収量は、砂糖ヤシ150-200本/haで20ton/haほどである。インドネシアでの調査結果によれば、10-15年生位から、雄ずい果実序からの糖液採取が可能で、果実序の糖液生産性が維持されれば、その後10-15年にわたり糖液採取が可能である。

4.2.3 幹

ジャワやその他の地域では、砂糖の生産性が落ちた古木は伐倒され、短く玉切りされるか、立て方向に切った幹の髄部分を掬い集める。繊維質の髄は粉碎した後に繊維分ならびに不純物を水で洗い流して、懸濁したデンプンを集めて天日乾燥しサゴデンプンを得る。デンプンは明灰白色。デンプンを取った滓は茹でて豚の餌となる。ルソン島では雄もしくは不稔の個体からのみデンプンを採取する。サゴデンプンの収量は大きく変異し50～75kg/tree程度。

4.3 病虫害

耐病虫害性が高く被害例はほとんど報告されていないが、ココヤシやサゴヤシなど他のヤシ類と同様にサイカブト (*Oryctes rhinoceros*) やヤシオオオサゾウムシ (*Rhynchophorus ferrugineus*) などの被害を受ける可能性もある。虫害が発生した場合は化学防除を行うか伐倒して焼却する。

4.4 生長・生産量

インドネシア西ジャワの *A. pinnata* の例では、一本の果実序から 4,500 個のコランカリンが取れるとされる。一方フィリピンの例では一本の果実序に平均 48 個の果実が付き、一本の木で 5,000-7,000 個の種子を生産する。

5 資源及び市場

5.1 資源状況

フィリピンでは主に天然林内に生育し、全国で約 467 万本のストックがあると推定されている。他の生産国における資源量に関するデータは整備されていない。

5.2 国際的な資源・生産・取引の状況

タイ国のある地域では仲買人を通さずに *A. westerhoutii* に由来する loog chid を販売することで一世帯年平均 3600 米ドルの収入をえており、また他の地域ではコーヒーに次ぐ重要産品で本産品だけで 83 世帯で年間 42,500~45,000 米ドルの収入を得ている。タイでは土地所有者との間で果実収穫に関する合意が取り交わされ、賃貸料はヤシの果実序の本数に従って決められ、2002 年時点では果実序 1 本当たり 12.5 米ドルであった。*A. pinnata* はタイでは南部の一部のみに分布しそのほぼ全てが半栽培もしくは栽培で、雄ずい果実序から糖液の採取に主に利用される。タイでは同類のヤシの中で *A. westerhoutii* が最も経済的に重要で、若い胚乳の収穫・販売により一世帯当たり 550-3,600 米ドルの収入を得るのに対し、*A. pinnata* からの糖液採取による収入は 1,250-1,600 米ドルである。また、ラオスでも同内胚乳は重要な非木質林産物で毎年 1,000 トン以上がタイへ輸出されている。一方インドネシアの北スマトラの例では *A. pinnata* 由来のコランカリンの農民からの買い取り価格は 25000 ルピア（約 2.5 米ドル）/kg ほどで、また糖液が主要産物で胚乳は副産物に過ぎないことからコランカリンによる年収は 450 米ドル程と報告されている。

以上を除き、国際的な取引量、価格等に関する情報は整備されていない。

5.3 輸出入動向と日本の需要

我が国における取扱量は極めてゼロに近いが、東南アジア諸国でスイーツ材料、健康食品として大量に消費されていることから、日本人の嗜好に合わせた商品開発を行えば、相当規模のマーケットが形成可能と予想される。

5.4 対象産物の採取・輸出入に関する規制・法例・関税

フィリピン、インドネシア、ラオスなど主要な生産国では、地域住民の重要な収入源となっており、同種の果実採取に関する特段の法的規制はないものと思われる。

また我が国へも一部業者による瓶詰コランカリン/カオンの輸入が少量行われていることから、加工品輸入品に関する特別の規制などはないと思われる。

5.5 技術的・商業的展望と課題

サトウヤシからの内胚乳や糖液の収穫・加工は労働集約的であるため、アブラヤシ、コーヒー、ゴムなどに比べて魅力がなくなりつつあり、タイでの生産は減少傾向にあり、ラオスからの輸入が増え、kg 当たり 0.33-0.54 米ドルで年間 600 トンの胚乳が輸入されている。

東南アジア諸国では様々なスイーツの形で広範に消費されており、特殊な匂いや味も持たないため、我が国でも同様の利用形態で容易に消費者へ受け入れられる可能性が高い。また、低カロリーで食物繊維、ミネラルを含むことから、健康ダイエット食品としての付加価値もあり、低カロリーダイエットスイーツ等の商品開発により相当規模のマーケットが形成できる可能性がある。またインドネシア、タイなどではすでに缶詰やパック詰め形で大規模な販売を行っている企業があることから、我が国での嗜好に合わせた商品開発が行われれば、現地からの材料・商品供給は比較的容易と考えられる。

生産現場での課題としては、成熟し開花結実するまで長期間（通常 10～16 年とされるが 5～6 年とする報告もある）を要すること、コランカリンの生産は労働集約的であり高賃金地域では高コストとなる。

6 主要な関連文献

Duke J.A. 1989: *Arenga pinnata* (Wurum) Merr. (Arecaceae) *In Handbook of Nuts*, pp 30-33, CRC Press LLC

<https://www.giz.de/en/downloads/giz2014-en-survey-natural-resources.pdf>

http://www.pacsoa.org.au/w/index.php?title=Arenga_pinnata

<http://www.worldagroforestry.org/treedb2/speciesprofile.php?Spid=119>

Pongsattayapipat, R. and A.S. Barfod 2009: Economic botany of Sugar palm (*Arenga pinnata* Merr. and *A. weterhoutii* Griff., Arecaceae) in Thailand, *Thai Journal of Botany*, 1(2), 103-117

Mokoginta, M.M. 2015: Prospective use of palm (*Arenga pinnata* Merr.) as raw material of sugar palm in the village of Moyag, Bolaang, Mongondow, Indonesia, *International J. of Agriculture and Forestry*, 5(4), 240-244

Martini, E. and J.M. Roshetko 2011: Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) traditional management system in Batang Toru, North Sumatra and Tomhon, North Sulawesi, 1st Indonesia, *International Conference of Indonesian Forestry Researchers*, 552-561, INFOR secretariat.

Mogea, J., B. Seibert and W. Smits 1991: Multipurpose palms: the sugar palm (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.), *Agroforestry Systems*, 13, 111-129