



特集2



OVERVIEW ■

オイルパームの果実を搾ったパーム油は、世界で最も多く生産されている植物油だ。パーム油や製造過程で廃棄される果実の殻などはバイオマス燃料として利用できる。しかし、パーム農園では寿命を迎えた古木の放置による害虫・病気の蔓延、土壌劣化、温室効果ガスの発生などが深刻な問題となりつつある。国際農林水産業研究センター生物資源・利用領域の小杉昭彦プロジェクトリーダーは、日本の企業の技術を結集した「下町バイオマス」で、マレーシア政府や農園とともにパーム油産業のあり方を見直し、環境と経済の両者が循環する持続可能な仕組みの構築を試みている。

マレーシアのパーム油産業を再構築「下町バイオマス」で持続可能に

小杉 昭彦 Kosugi Akihiko

国際農林水産業研究センター 生物資源・利用領域 プロジェクトリーダー
2018年よりSATREPS研究代表者

山下 雅治 Yamashita Masaharu

株式会社IHI 資源・エネルギー・環境事業領域 カーボンソリューションSBU技術センター
基本設計部 機器設計グループ 主査/2018年よりSATREPS研究課題2 サブリーダー

植え替え時に放置される古木病原菌や廃棄物などが問題に

オイルパーム(アブラヤシ)は赤道付近の熱帯地域でのみ育つヤシの木だ。一房30キログラムほどの大きな果房が実り、その果実を搾ると「パーム油」ができる。菓子やせっけんなど、食料品や日用品の約半数にパーム油が使われている。パーム油の利点は、無味無臭で加工しやすく多様な製品に使えることだ。さらに他の種類の油に比べて単位面積あたりの収穫量が多く、大豆油の8倍、菜種油の5倍ほどだ。

世界のパーム油の約50パーセン

トがインドネシア、約30パーセントがマレーシアで生産されている。しかし近年、パーム油産業は国際的な環境団体などからの厳しい批判にさらされている。収益性の高いオイルパーム農園を拡大するために熱帯雨林が伐採され、生態系が破壊されていることや、農園の従業員が低賃金で重労働を強いられていることが要因だ。「パーム油はとても大切な油です。もし代替油を作ろうものなら、さらなる土地開発や肥料・水の消費につながります。パーム油が悪いわけではなく、その作り方に問題があります」と指摘するのは、国際農林水産業研究センターの小杉昭彦プロジェクトリーダーだ。

1つ目は植物としての特性に伴う問題だ。オイルパームは植えてから25年ほど経つと果実の収穫量が減るため、植え替える必要がある。その際伐採された高さ10メートル、重さ約1トンの幹を処分する施設も場所もない。伐採・スライスされ、その場に放置されたオイルパーム古木幹(OPT)には、シロアリや昆虫類、カビをはじめとする土壌病原菌が群がり、新たに再植林されたオイルパームの生育不良や枯死を招く。

2つ目は、放置されたOPTの分解に伴って、温室効果ガスであるメタンや二酸化炭素(CO₂)がOPT1本あたり1.3トンも発生することだ。幹の約

70~80パーセントが水分なので、そのままでは木材として使うこともできず、燃やせば大量の煙が発生して煙害が起こる。3つ目に、搾油工場でオイルを絞った後には、空果房や果実の殻などの廃棄物が大量に残されることだ(図1)。こちらを廃棄するか、焼却するしか方策がない。10トンの果実からできるパーム油は2.6トンで、農業廃棄物はその倍ほども出る状況だ。

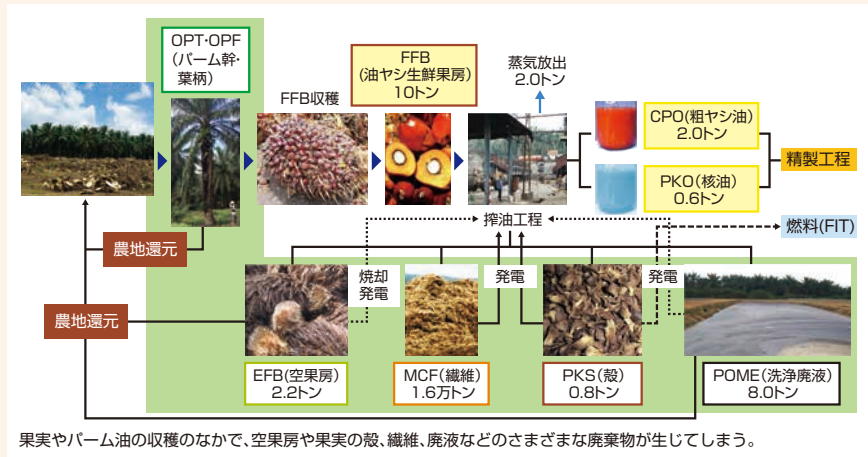
一方、マレーシア政府も問題を認識してはいるものの、OPT植え替え時に農園内にOPTを放置する事への規制には消極的だ。「このままではパーム油産業自体が立ち行かなくなってしまう。OPTや搾油の廃棄物をバイオマス資源として余すところなく活用することで、産業全体を持続可能な形に再構築できないかと考えました」と小杉さんは語る。そして、マレーシア理科大学やマレーシア政府とともに、JSTと国際協力機構(JICA)が共同で運営する、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)で「オイルパーム農園の持続的土地利用と再生を目指したオイルパーム古木への高付加価値化技術の開発」を立ち上げた(図2)。

分解菌が植物の生育を阻害 100年続く農法を変えたい

小杉さんが初めてマレーシアのオイルパーム農園を訪れたのは、2004年のことだ。「OPTからベニヤボードを作る工場では、水しびきをあげながら、OPTが大根の柱むきのように薄い板になってゆくのを見て驚きました」と振り返る。また、セルロースを分解する微生物を専門とする小杉さんにとって衝撃的だったのは、たった数日間放置したOPTの切り口が真っ黒なカビでびっしりと覆われていたことだった。「何かある！」と直感したと語る。

その後の分析で、OPTには糖分約10パーセントの樹液が含まれていることがわかった。「OPTはまるで巨

図1 オイルパームの生産物と廃棄物



(出典:「アブラヤシ農園問題の研究」林田秀樹編著、見洋書房)

大なサトウキビのようですが、農産廃棄物です。そこからの糖分は、食料と競合しない優れた資源となり得ます。これは大発見でした」とOPTが秘める資源価値を説明する。早速、小杉さんはOPTから抽出した樹液でエタノール、乳酸、バイオポリマーなどを発酵生産できることを発表した。

最近では、幹や葉が放置され分解される際に発生するメタンガス量の計測や、OPTを含む土と含まない土とで植物の生育を比較する実験を行っているという。その結果、OPTを含む土壌ではカビが蔓延し、植物の生育阻害が起こることがわかった。なんと、OPTを餌にするカビや細菌類が優先的に生育するために、土壌中の窒素、リン、マグネシウムなどの肥料成分が奪われてしまうためだ。

しかし、マレーシアの農園ではOPTは放置すれば土に還り、肥料に

なると信じられている。「実際には全く逆の結果でしたが、100年以上続く農法を変えることは容易ではありません。葉の変色や実の収穫量低下などの生育不良になると、追肥することが常態化しています。データを見せた程度では、そうした農園主を納得させることはできませんでした」と意識改革の難しさを語る。

また、これまでに多くの企業がOPTの利用や産業化に挑戦したが、成功した例はない。「再資源化にはOPTの安定的で安価な調達が必要で、さらに経済的に成功した事例がない以上、誰もリスクを負ってまでやりたがりません」と小杉さんは語る。OPTやバイオマス利用へのモチベーションが高くない農家や搾油工場を巻き込むには、まず自分たちが成功例を示すまでの先導役を担う必要があった。

図2 プロジェクトの運営体制図



全国の中小企業の技術を集結 大手企業も巻き込み共同研究

日本ではIHIの山下雅治主査がOPTのバイオマス利用に注目していた。山下さんは高糖度の樹液をメタンガスに変換し、OPTの搾汁残渣は燃料ペレットにするバイオマス発電事業を構想していたのだ。13年のバイオマスエキスポ展がきっかけで知り合った両者は手を組み、OPTの共同研究が始まった。

17年には、マレーシア南部のクラン地区にOPTから燃料ペレットを作る「OPT実証パイロットプラント」がIHIの主導で建設された(図3)。プラントで目指すのは、OPTペレットの製造実証である。そして現在、SATREPSの管理の下、OPTの洗浄廃水から取り出したメタンガスで発電して電力と熱を回収し、ペレット製造工程で利用する事で、農園内からOPTの搬出、加工工程、ペレットの輸送工程で排出する温室効果ガスを相殺するゼロエミッションプロセスが完成した(図4)。

図3 クランOPT実証パイロットプラント



プラントの各工程・機械において、日本の中小企業の高い技術が組み込まれている。OPTパイロットプラントをフル活用することで、OPTの高付加価値化による新産業創出を目指している。

また廃水からオイルパーム生育に用いた肥料の成分も回収でき液肥として農園への還元を可能とする本格的な「バイオマスゼロエミッションプロセス」を実証した。この設備は設置した街の名前を取って「クランプロセス」と名付けられた。18年にSATREPSに採択された後、このプロセスは大きく前進した。その際、小杉さんは山下さんの熱意やエンジニアとしての知見に大いに助けられたという。

空果房や果実の繊維、オイルパームの枝葉なども原料に利用する「原料マルチ化」も、山下さんのコーディネート力が光る成果だろう(図5)。

爆砕機で植物繊維を解繊し、繊維を柔らかくすることで、OPT以外の原料も同一のプロセスで処理できるようになった。この爆砕装置を作っているのは、モリマシナリー(岡山県赤磐市)だ。「実はクランプロセスは、日本の中小企業が持つ優れた技術をコーディネートすることで成り立っています。2人で各中小企業を回り、『皆さんが持っている技術で地球が救える!』と協力を仰ぎに行きました」と小杉さんも笑顔を見せる。

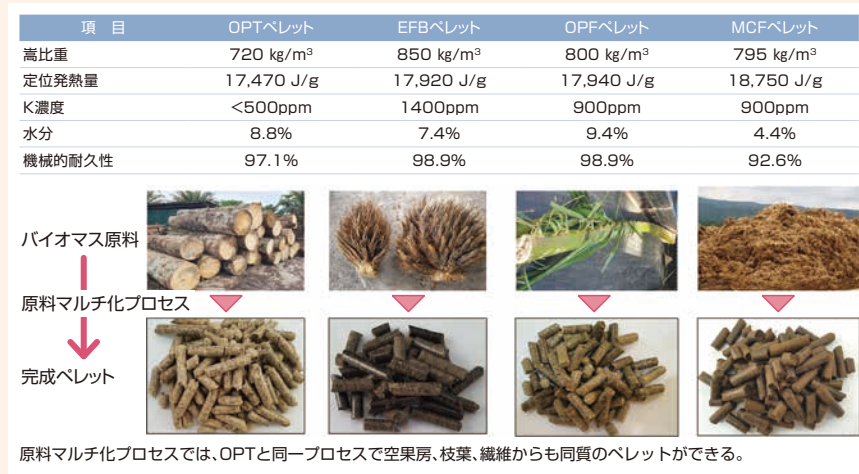
他にもパーム繊維の磨り潰し技術を持つ増幸産業(埼玉県川口市)、固体と液体を瞬時に分離できる技術を持つ東洋スクリーン工業(奈良県生駒郡)など、OPTの活用は全国の中小企業の革新的な技術で支えられている。これらを結集したクランプロセスをパッケージ化し、インフラ輸出に繋げる狙いもある。「他の国では真似できない日本の下町企業の高い技術力で地球規模的課題への解決に立ち向かう『下町バイオマス』が実現できればうれしいですね」と小杉さんは期待を込める。

また、SATREPS事業の2年目から参画するパナソニックハウジングソリューションズ(以下パナソニック)も、事前に協業を検討していた企業の1つだ。21年にSATREPSでOPTから長繊維を選択的取り出す技術を開発し、これを原料とする木質ボードをパナソニックが実用化した。22年には「PALM LOOP」というブランドを立ち上げ、ヤマダデンキ(旧大塚家具)や東京インテリア家具など家具メー

図4 クランプロセスで製造した場合のOPTペレットのライフサイクルアセスメント(LCA)評価



図5 パームバイオマス原料マルチ化処理プロセスからの各ペレットの特徴



カーを通じてOPT家具の製造、販売を開始している(図6)。なんと言っても、木材用途となれば、OPTが吸収したCO₂を何十年も固定してくれる。さらに熱帯林の代替になることから、森林保護にも大きく貢献できる。

応用研究は、樹液でも進んでいる。山下さんが樹液に触れていた際に、手がしっとり潤っているに気づいたのがきっかけだった。「樹液の成分を調べたところ、非常に強い抗酸化作用があることがわかりました。偶然の発見でしたが、現在はマレーシアのチームと組んでOPTコスメとして化粧品も開発中です」。このように、他の企業や人をどんどん巻き込んでOPT活用の幅を広げられていることは、このプロジェクトの大きな成果だと山下さんは共同研究の魅力を強調する。

サラワク州でモデル実証 マレーシア全土へ展開も

小杉さんらは今後、実証実験で成功した一連の「クルアンプロセス」をマレーシアやインドネシア全土で広く社会実装したいと考えている。パーム農園はOPTの処理や肥料の購入費などの問題を、搾油工場は空果房や廃液処理などの問題を抱えている。そして両者の最大の関心事は収益だ。農園からOPT調達費をゼロにする代わりに、搾油工場からは空果房などの廃棄

図6 アブラヤシの廃材を活用した再生ボード化技術「PALM LOOP」



オイルパームから生まれた再生ボード(左)、パナソニック「PARM LOOP」家具業界導入のプレスリリース風景(右)。「木材に代わる新しい材料」として、環境保全や地域雇用の創出などの効果が期待されている。

物や廃液処理も引き受けて原料マルチ化プロセスでペレットを作る。バイオマス調達を安定化し、収益を上げながら、更に環境対策をも可能とする。このような仕組みができれば、環境問題も経済問題も同時に解決する好循環を生み出すことができる。

その先駆けとなるのがサラワク州だ。サラワク州では、農園と搾油工場を統合経営している場合が多い。年間ペレット生産量10万トン規模の工場を計画する場合、原料をOPTのみとすると収集エリアは半径50キロメートルにもなる。一方、原料マルチ化プロセスの導入を前提とするサラワクモデルであれば、果実をトラックで日々収穫している範囲内の半径約4キロメートル圏内で原料を十分賄える(図7)。現在、サラワク州のパーム農園・搾油工場管理会社と日新商事(東京都港区)とで社会実験を進めている。

また、小杉さんはマレーシア政府に持続可能なプロセスで生産される

バイオマス製品に対してのみ認証を与えるよう働きかけたいという。OPTは、すでに日本の再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)認定を受けることが可能なバイオマスの1つである。しかしながら、経済的な理由で温室効果ガス削減を無視するような利用方法にはしないよう、制度化したいとの思いがある。今後、パームバイオマスに特化した持続可能性認証の制度ができれば、これまでのパーム産業の持つ悪いイメージも払拭できるに違いないと語る。

このプロジェクトを通して、研究を社会実装までもっていくためには、大きな構想を語るだけでなく、現実的にできるところから始め、本当にできることを見せていくことが重要だと感じているという小杉さん。「今後も学術研究と社会実装の両輪で臨んでいきたいです」と展望を語る。オイルパーム産業全体を救う、次世代バイオマス技術としてのOPT利用がマレーシア全土で実現する日も遠くはないだろう。

(TEXT:小熊みどり、PHOTO:石原秀樹)

図7 パームバイオマスによる経済・環境循環モデル(サラワクモデル)



安定的かつ安価な調達モデルにより環境と経済双方のインセンティブが創出され、オイルパーム農園の問題解決につながる。




レップスくん

<https://www.jst.go.jp/global/index.html>

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム SATREPSは、JSTとJICAが連携の下、気候変動、自然災害、食糧問題などの地球規模課題を解決すべく日本と開発途上国の研究者が共同で研究を行うプログラムです。最新情報はウェブサイト、各種SNSでも発信しています。

Twitter

<https://twitter.com/SATREPS>



Facebook

<https://www.facebook.com/Friends.of.SATREPS>

