

開発途上地域の  
農林水産業研究についての  
情報・広報誌

**JIRCAS**  
**NEWS**

2025 December No.99

特集

# バイオマス × カーボンリサイクル 国際展開を加速する社会実装の挑戦

## 目次

**巻頭言** 「未利用資源に価値を吹き込む  
—カーボンリサイクルの歩みと次世代展開」…………… 3

**特集** **バイオマス × カーボンリサイクル**  
**国際展開を加速する社会実装の挑戦**

- 酵素不要の微生物糖化技術によるグリーンエネルギー  
—廃棄物から資源への転換…………… 4
- 微細藻類による二酸化炭素吸収とバイオ燃料生産…………… 5
- C1ガスを活用したバイオプラスチック原料生産…………… 6
- 農業残渣の農園内放置と気候変動  
—カーボンリサイクル技術の社会実装に向けたオイルパーム農園に  
おける GHG 観測…………… 7
- オイルパーム古木幹(OPT) の“糖の貯蔵庫”を科学する  
— 幹の炭水化物動態と環境応答…………… 8
- 捨てられていたバイオマスを価値ある資源に変換する  
—日本発の技術を世界に展開！…………… 9
- 研究から事業へ—現場と企業が紡ぐ資源循環の未来…………… 10

### JIRCASの動き

**【研究成果紹介】**

- 凍結剤不要!植物由来の RNAを安定に保存し解析する新手法  
—開発途上地域に適した植物の開発に向けて—…………… 11
- サトウキビの持続的生産性を実現する深植え栽培技術の開発  
—実用化に向けてタイとフィリピンで技術の有効性を実証—…………… 11
- 45年超の長期連用試験から畑地土壌炭素貯留効果を解明  
—熱帯地域の環境負荷軽減と土壌肥沃度向上の両立に貢献—…………… 12
- BNI強化ソルガムの環境・経済へのメリットを評価  
—インドの農家、環境、政府へのコベネフィットが期待—…………… 12

## 巻頭言

# 未利用資源に価値を吹き込む — カーボンリサイクルの歩みと次世代展開

プロジェクトリーダー 小杉 昭彦

世界の農業や食品生産の現場では、日々膨大な量の農産廃棄物等のバイオマスが発生しています。特に東南アジアの熱帯農業においては、稲収穫後の稲わら、デンプン抽出後のキャッサバ粕、オイルパームの剪定枝や伐採幹（写真 1）、搾油残渣などが農園・工場内に放置され、温室効果ガス（GHG）排出や病害発生の原因となつてしまっています。こうした課題に対し、カーボンリサイクルプロジェクトは、未利用資源を環境負荷の少ない方法で高付加価値化し、持続可能な産業へとつなげる技術開発と社会実装に取り組んできました。

プロジェクトでは、農産廃棄物からエネルギーや資材を生み出すために、微生物（嫌気性菌・好気性菌）・藻類などを活用した複数の技術開発を進めています。中でも、微生物の力だけで難分解性バイオマスを糖や有機酸に変換できる「微生物糖化技術」は、低コストで柔軟性の高い資源化手法として注目を集めています。近年は、水素生成や植物成長促進といった新たな機能も明らかになり、エネルギー・肥料・素材の多様な形で活用が視野に入ってきました。

一方で、藻類によるCO<sub>2</sub>固定・資源化や、メタン発酵菌によるバイオプラスチック原料生産など、カーボンリサイクルの裾野を広げる研究も継続しています。また、現地農園での温室効果ガス発生を科学的把握や、残渣活用による環境改善効果の評価にも取り組み、政策や認証制度づくりを支える基盤情報の整備を進めています。



こうした多角的な成果の積み重ねは、新たな国際展開への道を切り開きました。令和7年度から、これまでの技術的成熟を背景に内閣府 BRIDGE「次世代バイオマスアップサイクル技術の国際展開」が始動しました。ここでは、微生物糖化に加え、SATREPS パームトランク事業で確立した「原料マルチ化プロセス」を中核のひとつとして組み合わせ（写真 2）、廃液や多様な残渣を含む幅広い原料に対応できるアップサイクルモデルの実証を進めます。

未利用資源は、適切な技術と制度設計によって、地域のエネルギーや資材、さらには新産業を生み出す基盤へと変わります。カーボンリサイクルプロジェクトは、研究開発と社会実装の橋渡し役として、引き続き国際的な連携を深め、持続可能な農業と循環型社会の実現に向けた道筋を示してまいります。



写真1 パーム農園で伐採され、処理を待つオイルパーム幹（OPT）（マレーシア）



写真2 オイルパームの空果房（EFB）や幹（OPT）を原料に製造されたバイオマスペレット

# 酵素不要の微生物糖化技術によるグリーンエネルギー — 廃棄物から資源への転換

生物資源・利用領域 鵜家 綾香

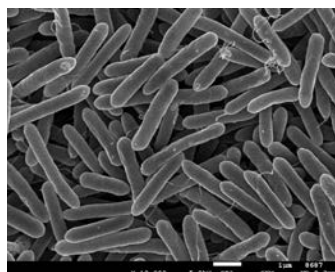
農業現場では稲わらやパーム残渣といったセルロース系バイオマスが大量に発生しますが、その多くは十分に活用されず、焼却や放置によって温室効果ガスの排出や大気汚染の要因となっています。これらを効率的に資源化することは、持続可能な農業や循環型社会の構築に向けた重要課題のひとつです。

本課題では、セルロース分解に不可欠とされてきたセルラーゼ等の外部酵素を必要とせず、微生物自身の酵素系で直接バイオマスを糖化する技術の開発に取り組んでいます（写真1）。従来の酵素添加型プロセスでは酵素コストが全体の20~40%を占めるとされ、商業化の大きな障壁でした。これに対し、微生物糖化法は酵素購入・添加を不要とし、工程コストを大幅に削減できる点で革新的です。得られた糖化液はそのままメタン・エタノール・乳酸発酵等に利用できるため、例えば都市ガス網や発電設備に適用可能な「グリーンメタン」を農業残渣から直接生産できます。農業残渣を直接エネルギー資源に変換する実用性の高い技術として国内外から注目を集めています。



**写真1**  
未処理の廃棄雑誌を使った微生物糖化の様子。微生物自身の酵素系でバイオマスを分解し、糖化液を直接メタン発酵に利用することができます。

さらに、一部の菌株は糖化過程で水素を副生します（写真2）。この水素と二酸化炭素をメタン発酵槽内で再循環させることで「バイオメタネーション」として利用可能となり、従来のメタン発酵に比べて高効率なエネルギー回収が可能で、これにより、エネルギー収支や温室効果ガス削減効果のさらなる向上が期待されます。微生物糖化とバイオメタネーションを組み合わせたシステムは、安定的な再生可能エネルギー供給のための新しいアプローチとなります。



**写真2**  
麦粕を効率よく糖化する糖化菌。JIRCASは、各種バイオマスに最適な糖化菌株を見いだす選抜技術を強みとしています。またこの菌株は新たに水素高生産菌であることも明らかになりました。

また、私たちが見いだした糖化微生物の中には、土壌中のリン酸を可溶化したり、作物の肥料吸収率を高めたりする機能を持つものが確認されています（写真3）。糖化残渣を肥料資材として利用することで、化学肥料の使用削減や土壌健全化につながるだけでなく、植物の成長促進を通じてCO<sub>2</sub>固定を高める効果も期待されます。現在は圃場レベルでの実証に向けた準備を進めており、エネルギー利用と農業利用を組み合わせたゼロエミッション型の資源循環システムの構築を目指しています。

こうした取り組みを通じて、本課題ではエネルギー利用と肥料利用の両面から未利用バイオマスの価値を最大化することを目指しています。技術の完成度を高めつつ、現地実証や関連分野への応用を見据え、循環的な資源利用に貢献していきます。



**写真3**  
糖化菌の中には、土壌中のリンを可溶化して植物が利用できる形に変える能力を持つものがあります（左：不溶性リン酸プレートでの可溶性試験、ハロー形成）。右はオイルパーム苗木への糖化菌添加試験で、成長促進効果が見られています。糖化後残渣はバイオスティミュラント資材としても有望であることを示しています。

## 微細藻類による二酸化炭素吸収とバイオ燃料生産

生物資源・利用領域 藍川 晋平

植物は光合成によって酸素を放出し、同時に大気中の二酸化炭素を吸収しています。この仕組みは、地球の炭素循環において極めて重要な役割を果たしています。同様に、海洋や河川に広く分布する微小な藻類も光合成を行い、二酸化炭素を取り込んでいます。これらの藻類は熱帯雨林の樹木のように、肉眼ではほとんど見えませんが、地球全体での年間炭素固定量（二酸化炭素吸収量）は陸上植物に匹敵すると推定されており、地球規模の炭素循環において欠かせない存在です。

特にラン藻や微細藻類の増殖速度は速く、短期間で大量に増殖できる特性は、気候変動や地球温暖化の緩和に向けたアプローチの一つとして期待されています。近年では、特定の微細藻類が光合成によって油脂を蓄積することが明らかになり、バイオ燃料の原料としての可能性が広く認識されるようになりました（図1）。

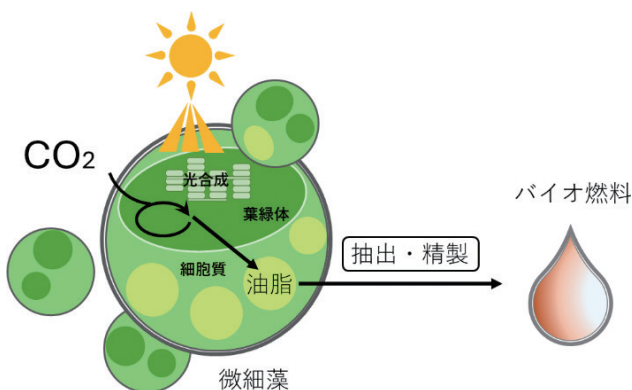


図1 CO<sub>2</sub>からの微細藻によるバイオ燃料生産

国際農研では、こうした微細藻類に着目し、農作物の廃棄物や食品加工過程で発生する廃水に含まれる高濃度の二酸化炭素を有効活用することを目的に、微細藻類によるバイオ燃料の生産技術を開発しています。特に、通常の大気条件ではなく、二酸化炭素濃度が高い環境下で、より効率的に二酸化炭素を吸収できる藻類株の選抜を進めてきました。

具体的には、湖沼や河川などの自然環境で採水を行い、そこに生息する多様な微細藻類を高濃度の二酸化炭素下で繰り返し培養することで、二酸化炭素

吸収能力の高い株を選抜してきました。その結果、従来のバイオ燃料用の微細藻類よりも高い二酸化炭素吸収能力とバイオ燃料や化成品原料の生産能力を兼ね備えた有望な株を複数発見することができました（写真1）。

これらの有望な株の中でも、特に高い能力を示す株については、実験室内の人工照明下での評価だけでなく、屋外に設置した水槽でも高い二酸化炭素吸収量を示すことが確認されています。これは実用化に向けた屋外環境への適応性の高さを示しています。

生理学的特性を詳細に解析した結果、二酸化炭素吸収量の高い株は従来の株に比べて、高い二酸化炭素濃度下において、二酸化炭素の利用速度が速く、弱い光環境でも高効率に光エネルギーを利用できる能力を持つことが明らかとなりました。

現在、国際農研では、これらの有望株をさらに改良するため、自然界から獲得した株を基に突然変異体の作出にも取り組んでいます。将来的には、微細藻類を活用した二酸化炭素吸収とバイオ燃料生産の技術が農産廃棄物の有効利用や温室効果ガスの削減、さらにはエネルギー自給率の向上にも寄与することが期待されます。

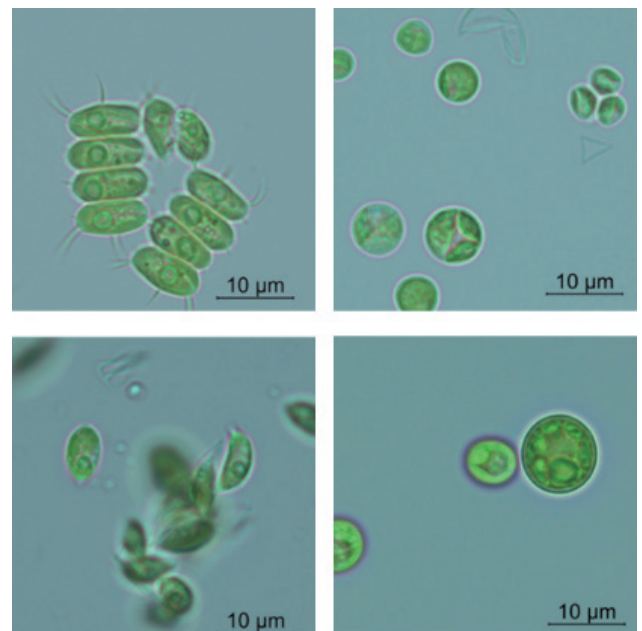


写真1 国際農研で獲得した有望な微細藻類株

## C1ガスを活用したバイオプラスチック原料生産

生物資源・利用領域 荒井 隆益

農業廃棄物から発生するメタンガスは温室効果ガスとして環境負荷の原因となっていますが、同時に貴重な炭素資源でもあります。一方、生分解性バイオプラスチックへの期待が高まっているものの、従来の原料生産は食料との競合問題や高い生産コストが障壁となっています。本研究では、農業廃棄物由来のメタンガスを活用したバイオプラスチック原料の革新的生産技術の開発に取り組んでいます。

メタンガス (CH<sub>4</sub>) は炭素原子 1 つを含む最小の有機分子の代表例であり、その分子構造の単純さゆえに化学的変換が難しいとされてきました。従来のメタン利用技術では高温・高圧条件を必要とするため効率や選択性に課題があり、経済的な実用化には至っていませんでした。さらに、メタンガスは気体であるため水に溶けにくく、微生物が効率的に取り込んで利用することが技術的に大きな課題となっています。生物学的アプローチにおいても、気液界面での物質移動の制約に加えて、メタン酸化細菌による物質生産の最大のボトルネックは、培養速度の遅さにあります。しかし近年の研究により培養条件を工夫することで、メタンガスを炭素源として生育速度の早い菌株の単離が可能になってきています。そこで私たちは、土壌から新たなメタン酸化細菌を分離し、スクリーニング方法の工夫により特にメタン固定能が高い優良な菌株の単離に成功しています。この微生物が持つメタン固定能力を強化することで、効率的に PHB (ポリヒドロキシ酪酸) というバイオプラスチック素材を生産する技術の開発を進めています。メタン酸化細菌は、メタンを酸化してエネルギーを得ながら、余剰炭素を細胞内に PHB

として蓄積する有用な微生物です。電子顕微鏡による観察により、単離した菌株の細胞内には白い球状の PHB 顆粒が豊富に確認されており、PHB 生産能力を有していることが実証されています (写真 1)。

本技術開発の核心は、単離したメタン酸化細菌の培養条件を最適化し、メタンから PHB 生産への変換効率を向上させることにあります。従来の化学合成では高温・高圧条件を必要としましたが、本技術では好気的な発酵条件下で農業廃棄物由来のメタンガスを直接原料として利用できるため、エネルギー消費量と環境負荷を大幅に削減できます。特に注目すべきは、効率的なメタン酸化細菌と、東南アジアやアフリカ地域などの熱帯地域で大量に排出されるオイルパーム廃棄木を活用したバイオガスの組み合わせです。オイルパームの幹から搾汁した樹液に含まれる有機成分を原料として発酵させることで、メタンを主成分とするバイオガスを効率的に生成できます。このプロセスにより、現地で豊富に存在する廃棄資源を有効活用し、原料調達コストの大幅な削減が期待されます。また、農業廃棄物の有効活用により、廃棄物処理に関わる環境問題の解決にも貢献し、循環型経済の実現に向けた技術基盤を提供します。

本研究により、農産廃棄物由来のメタンガスからバイオプラスチック原料を生産する技術の基盤が確立されました (図 1)。今後は実用化に向けて、発酵プロセスのさらなる最適化が必要です。将来的には、この技術が普及することで、農業廃棄物という未利用資源を工業原料として活用し、持続可能な循環型社会の構築に貢献できると期待しています。

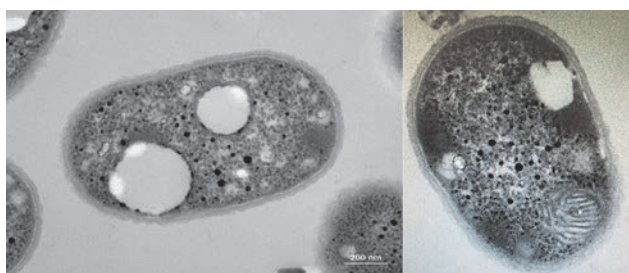


写真 1 土壌から新たに単離した PHB を生産するメタン酸化細菌

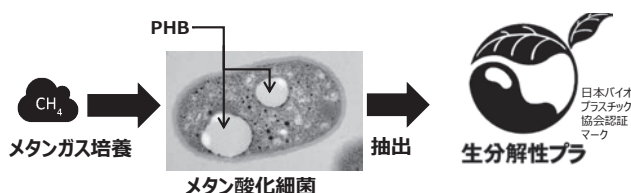


図 1 メタンからバイオプラスチック生産技術の確立

## 農業残渣の農園内放置と気候変動 — カーボンリサイクル技術の社会実装に向けたオイルパーム農園におけるGHG観測 —

生物資源・利用領域 近藤 俊明

東南アジアのオイルパーム農園で生産されるパーム果房から抽出されるパーム油は、世界で最も多く生産・消費される植物油です。インスタント麺や冷凍食品などの食料品だけでなく、洗剤などの日用品、口紅などの化粧品など、スーパーマーケットで見られる約50%の商品で使用されており、私たちの生活にとって代替の利かない重要な農産物となっています。

一方で、アフリカ原産の植物であるオイルパームの植栽適地は赤道周辺の熱帯域になるため、人口増加等に伴う世界的なパーム油需要の高騰は、多様な野生生物を育み、高いCO<sub>2</sub>固定能を持った東南アジアの熱帯雨林や泥炭湿地林を、モノカルチャーなオイルパーム農園へと転換し、生物多様性の劣化やCO<sub>2</sub>吸収源の消失など、様々な地球規模環境問題の原因となってきました。

こうしたオイルパーム農園の造成によって生じる環境問題は、持続可能なパーム油の生産・購買・融資・利用の促進を目的とした国際的なパーム油認証制度の導入によって、一定の改善が図られてきました。しかしながら、認証基準に含まれず、十分に改善されていない問題も多く残っており、その代表的なものが、バイオマス残渣の農園内放置になります。

オイルパーム農園では、果房の収穫時に剪定される大型の葉や、搾油時に生じる空果房、再植林時に伐採された幹など、膨大な量のバイオマス残渣が農

園内に放置されます(写真1)。こうしたバイオマス残渣は燃料や肥料として利用できる貴重な資源である一方、農園内に放置された場合には様々な環境問題を引き起こす原因となります。

最も深刻な問題の一つが温室効果ガスの発生です。現地研究機関の協力のもと、自動開閉式マルチチャンネルチャンバーシステムを用いて温室効果ガスの観測を行った結果、(1)伐採されたオイルパーム幹や剪定された大型の葉は農園内に生息するシロアリによって分解されること、(2)シロアリの腸内細菌による分解によってCO<sub>2</sub>の約30倍の高い温室効果を持ったメタンガスが発生すること、(3)その量は土壤が吸収・分解できるメタンガスの量を大きく上回ることが明らかになりました。つまり、バイオマス残渣の農園内放置は、シロアリによるバイオマス残渣の分解を通して、オイルパーム農園をメタンガスの発生源へと変貌させていることが明らかとなりました(写真2)。

こうした問題は生産国だけでなく、消費国も含めた国際社会が解決すべき課題と言えます。国際農研では農業残渣の農園内放置に起因した温室効果ガスの発生量の観測や、農業残渣の有効利用に向けたカーボンリサイクル技術の開発を通じて、オイルパーム農園から排出される温室効果ガスの削減や持続的なオイルパーム農園経営の実現に取り組んでいます。



写真1 オイルパーム農園内に放置されたバイオマス残渣。植え替えに伴い伐採されたオイルパーム幹(左)、果房の収穫時に剪定された大型の葉と搾油時に生じた空果房(右)。



写真2 国立環境研究所の協力のもと、マレーシアのオイルパーム農園内に設置した自動開閉式マルチチャンネルチャンバーシステム。気候変動を模した温暖化操作実験等も実施している。

## オイルパーム古木幹(OPT)の“糖の貯蔵庫”を科学する — 幹の炭水化物動態と環境応答

林業領域 谷 尚樹

東南アジアのオイルパーム農園では、再植栽時に伐採されるオイルパーム古木幹 (OPT) が大量に発生します。OPT は未利用資源としての潜在力が高い一方で、幹の内部で糖・デンプンなどの非構造化炭水化物が「いつ、どこで、どの程度蓄積するのか、その規則性や要因は十分に解明されていません。本課題では、幹中の炭水化物量 (特にデンプン) を最大化できる伐採 (植え替え) 手法の提案を見据え、環境条件と幹内炭水化物動態を結び付けて理解する研究を進めています。

研究の特徴は、オイルパーム生産量トップのインドネシアにおいて、環境条件の異なる 2 地点 (例: 顕著な乾期の有無など) を設定し、地域差が炭水化物蓄積パターンに与える影響を遺伝子レベルで捉える点にあります。これにより、広大で環境変動に富むインドネシアにおいて、地域の条件に応じた OPT 活用の道筋を提示することを目指しています。

現地では、巨大なバイオマス量である果実の量を定期的に計測するとともに、はしごを用いて幹上部及び下部から幹コアを採取し (写真 1)、時系列で解析に用いるサンプルを蓄積しています。コアの一部は RNA 保存液に浸して遺伝子発現解析 (RNA-seq) に、残りは冷凍保存してデンプン・糖濃度解析に供するなど、分子 (遺伝子発現) と実測 (糖・デンプン量) を対応させる設計をとっています。

得られたデータから、幹中の炭水化物動態について重要な手掛かりが見えてきました。例えば、地点によって幹中デンプン量に季節性 (増加する周期) が観察される一方、遊離糖では季節性が明瞭でなく、デンプンが安定した“シンク”として機能している

ことが示唆されます。また、デンプン量の減少開始と果実量の増加が同調する傾向も示されており、将来的には果実量を指標として、幹中デンプン量を最大化する伐採タイミング (例: 果実最大量の約 3 か月前を目安) を提案できる可能性があります。

加えて、時系列観測の過程で、短期的な豪雨に伴う一時的な滞水が生じたタイミングでは (写真 2)、幹組織の遺伝子発現パターンが大きく変化することも見いだされました。特に、低酸素応答やエチレン応答に関わる遺伝子群の変動が顕著であり、幹が滞水ストレスを敏感に反映する可能性が示唆されます。一方で、葉では同様の変化が相対的に小さい傾向が見られ、器官ごとに応答が異なる点も重要な知見です。

滞水応答の解明は当初の主眼 (幹内デンプン蓄積メカニズム) から派生したテーマですが、極端降雨の増加が懸念される気候変動下では、滞水は農園現場で現実的なリスクとなり得ます。また、滞水は幹の生理状態を変化させることで、幹内の炭水化物動態 (遊離糖・デンプン) にも影響する可能性があり、OPT の資源価値を左右する重要な要因となり得ます。

今後は、滞水が示唆された時点の遺伝子発現データと、同時期の糖・デンプン濃度データを突き合わせ、滞水ストレスが炭水化物の蓄積・分解バランスに与える影響を検証します。これにより、資源化の観点からも「いつ伐ると価値が高いか」という指標の精度を高めるとともに、滞水が起こりやすい立地での管理上の留意点の整理にもつなげていきます。



写真1 はしごと成長錐を用いた幹上部からのコアの採取。



写真2 滞水環境に晒されたオイルパーム。

## 捨てられていたバイオマスを価値ある資源に変換する — 日本発の技術を世界に展開！

情報広報室 村中 聡

私たちの食卓や日用品に欠かせない「パーム油」。マーガリンや石鹸等の原料として、またカップラーメンやポテトチップスの揚げ油としても利用され、私たちの暮らしに深く根付いているパーム油ですが、実は、日本で使われるほぼ全量を、東南アジアからの輸入に頼っています。しかし、その生産の裏側では、大量の未利用バイオマス（葉や幹、搾油残渣など）が放置され、環境負荷の原因となっていることをご存じでしょうか。



写真1 パーム農園や搾油工場に放置される膨大な量のパームバイオマス

搾油工場やパーム農園では、パーム油の生産に伴って空果房（EFB）、幹（OPT）、葉（OPF）、廃液（POME）等が大量に排出されますが、このような残渣（バイオマス）の総量は生産される油の重さの4倍以上となっています。現状は、これらの膨大な量のバイオマスのほとんどが、直接の利用法がなく、処理コストがかかるため未利用のまま放置されており（写真1）、温室効果ガスの排出や水質汚染、農園の生産性の低下など、環境への悪影響を引き起こしています。このような状態を放置することは、貴重な資源を捨ててしまっているだけでなく、私たちの生活を支える東南アジアでのパーム油生産の持続性にも、大きく影響すると考えられています。

このような課題に対し、我々は国内・現地のパートナーと連携し、未利用のパームバイオマスを「資源」として活用する新たな国際プロジェクトを開始しました。このプロジェクトでは、国際農研が持つ「原料マルチ化プロセス」と「微生物糖化技術」をコア技術として活用し、持続可能なエネルギーや資材を効率的に生産できる「次世代バイオマスアップサイクル技術」の開発を行います。

原料マルチ化プロセスは、パーム油生産の過程で発生する多様なバイオマスを同一設備で処理し、燃料用や家具・建材用の高付加価値なペレットを低コストで生産することが可能です。また、廃液に含まれる大量のバイオマスについては、微生物糖化技術（詳しくは「酵素不要の微生物糖化技術によるグリーンエネルギー」（ページ4）を参照）を用いて糖化・可溶化し、バイオメタンの生産につなげます。

このように、これまで活用されてこなかったバイオマスを、「高付加価値なエネルギー」や「グリーン素材」として生まれ変わらせることで、環境への負担を減らすだけでなく、新しい産業の芽を育てることもつながります。こうした産業の創出は、さらにバイオマスを循環的に活用するサイクルを動かし、食料やエネルギーの安定供給にも貢献すると期待できます（図1）。現地ではすでに小さな実証がスタートしており、今後は民間企業との連携により、技術の普及や事業化に向けた活動も進めていく予定です。

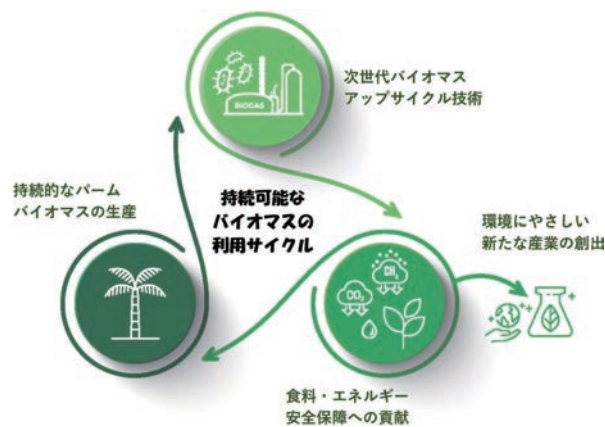


図1 次世代バイオマスアップサイクル技術の実装により目指す持続可能な資源循環モデル

このプロジェクトは、始まったばかりで、技術的な課題も多く残されています。しかし、技術利用による地域経済の活性化や国際的な技術展開モデルの提案にもつながるポテンシャルを秘めています。「未利用バイオマスを価値ある資源へと生まれ変わらせる」仕組み作りを日本が技術面でリードしながら、地球にも、暮らしにも、やさしい未来をつくっていくことに貢献できるよう、私たちは取り組みを進めていきます。

## 研究から事業へ ― 現場と企業が紡ぐ資源循環の未来

プロジェクトリーダー 小杉 昭彦

世界の農業や食品生産の現場では、日々膨大な未利用バイオマスが発生しています。特に東南アジアのオイルパーム農園や搾油工場では、剪定枝や伐採幹、搾油残渣（空果房など）、廃液などが放置され、温室効果ガスの排出や水質汚染を引き起こすなど、持続可能な生産への課題となっています。こうした資源を有効に活かすためには、単なる技術開発ではなく、現地社会や企業を巻き込んだ「社会実装」の仕組みが不可欠です。

カーボンリサイクルプロジェクトでは、社会実装の道筋づくりに焦点を当て、国際実証や国内外での普及・発信を進めてきました（写真1）。その技術的基盤となったのは二つの成果です。ひとつは、SATREPS パームトランクプロジェクトで開発された、オイルパーム幹や空果房など多様な固形残渣を同一工程で高付加価値ペレットに変換する「原料マルチ化プロセス」。もうひとつは、新たに確立した、廃液や繊維質残渣を微生物の力で燃料や肥料、素材の原料となる糖や有機酸に変換し、バイオメタン生産等に利用できる「微生物糖化技術」（本文参照）です。

マレーシアやタイに整備した実証設備では、これらの技術について経済性や環境負荷軽減効果を評価し、現地企業や行政との協議を重ねることで、実装に向けた合意形成を進めてきました。評価結果からは、廃棄物処理費の削減や燃料自給によるコスト低減効果が示され、導入に向けた関心が高まりました。さらに、原料マルチ化プロセスで製造されたペレ

ットがパナソニック社により家具材（写真2）として採用されるなど、商業利用の事例も生まれています。これは、現場発の技術が国際的な企業の製品化につながった象徴的な成果です。

国内では、環境・エネルギー関連展示会や国際会議を通じて成果を発信し、幅広い企業やスタートアップとのネットワークを拡大しています。特に、JIRCAS 発ベンチャーである株式会社 JIRCAS ドリームバイオマスソリューションズ（JDBS）は、原料マルチ化プロセスをはじめとする技術の事業化を担う重要なパートナーとして活動しています。微生物糖化技術についても、将来的な応用や事業展開の余地があり、関連分野での動きが期待されます。

社会実装は、経済性・環境性・地域性を兼ね備えた持続可能なモデルの構築が重要です。私たちは、現地ニーズに即した技術パッケージの提案、企業や自治体との連携、国際展示会での情報発信など、多面的な活動を通じて、その基盤を着実に築いてきました（写真3）。

こうした取り組みを基盤として、原料マルチ化プロセスと微生物糖化技術のさらなる高度化と現地実装を進め、企業や行政との協力のもと、持続可能な資源循環を事業として根付かせていきます。

未利用資源を循環型社会の資産へと変える挑戦は、すでに動き出しています。技術、企業、現場の知恵を結びつけ、国際的に持続可能なモデルを広げることで、私たちは環境と経済の好循環を生み出す未来を紡いでいきます。



**写真1** SATREPS プロジェクトにおける原料マルチ化プロセスの実証試験サイト。多様なバイオマスを高品質なペレットへ変換する技術開発の拠点となりました。ここで製造されたペレットは、日本・マレーシア両国の研究機関や企業に提供され、応用研究に活用されました。



**写真2** パナソニックハウジングソリューションズ株式会社 PALM LOOP 特設ホームページ（トップページ）。原料マルチ化プロセスで製造されたペレットが活用されています。PALM LOOPはOPTを原料とした木材代替のサステナブル素材で、家具や建材に利用されています。



**写真3** マレーシアの実証プラントにおけるプロジェクト説明の様子（2024年、マレーシア政府関係機関の見学時）

## 【研究成果紹介】

### ○凍結剤不要！植物由来の RNA を安定に保存し解析する新手法 —開発途上地域に適した植物の開発に向けて—

国際農研は、開発途上地域で入手困難な液体窒素などの凍結剤を使用せずに植物の遺伝子の発現量を解析するための新たな手法を開発しました。

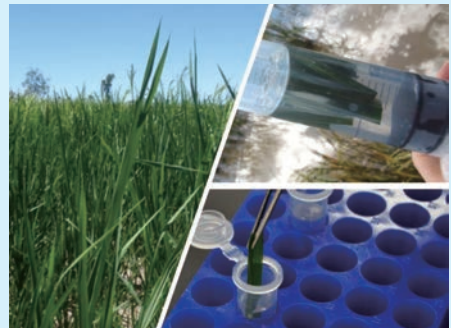
新たに開発したインフィルトレーション法は、植物の葉を構成する細胞の隙間に核酸安定化溶液を浸透させることで、凍結剤を使用せずに植物の葉組織中の RNA を安定的に保存できる手法です。

RNA 解析は、作物のストレス応答や収量向上に不可欠ですが、凍結剤の入手が困難な開発途上地域では、圃場での植物遺伝子解析が難しく、作物開発のボトルネックとなっていました。

この手法を用いて、アフリカのマダガスカルの水田において、イネの葉の遺伝子の発現量を解析し、植物の生育不良の原因の特定に成功しました。また、植物組織から抽出後の RNA を二酸化ケイ素膜に結合させることにより、凍結剤を使用しない状態で安定に運搬する技術も開発し、今後開発途上地域でのゲノミクス解析が実施可能であることが示唆されました。

本研究の成果により、開発途上地域の圃場における植物の分子生理的な応答の理解や、栄養欠乏や病害といったストレスに応答するメカニズムの解析などによる作物の開発が大幅に加速化されることが期待されます。

本研究成果は、国際科学専門誌「Plant Methods」電子版（日本時間 2024 年 12 月 19 日）に掲載されました。



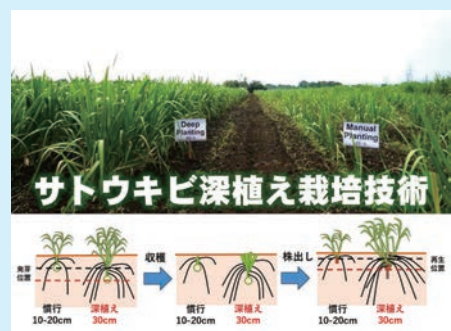
### ○サトウキビの持続的生産性を実現する深植え栽培技術の開発 —実用化に向けてタイとフィリピンで技術の有効性を実証—

国際農研は、タイにおけるヤンマーアグリ株式会社と DM 三井製糖株式会社との共同研究で、干ばつが厳しいタイ東北部において、サトウキビの株出し栽培<sup>1)</sup>の収量や収穫回数を増加させる深植え栽培技術を開発しました。さらに、台風や干ばつの影響を受けやすいフィリピンへの導入を目指し、国際農研、ヤンマーアグリ株式会社、フィリピン農業省砂糖統制庁が共同研究を実施し、深植え栽培技術の干ばつ年における安定生産への有効性を実証しました。

従来のサトウキビ栽培では、種茎<sup>2)</sup>を地表面から 10 ~ 20cm 程度の浅い深さに植えていましたが、深植え栽培では、種茎を 30cm 程度の深さに植えます。この方法では、収穫後に地下株から再生する茎の発生深度が深くなることから、茎長はやや長く伸長し、茎径も若干増大する傾向があります。これにより、①新植栽培<sup>3)</sup>や株出し栽培での収量向上、②株上がり<sup>4)</sup>の抑制による株出し栽培の収穫回数の増加、③耐倒伏性と耐乾燥性の向上、④機械収穫時に株が抜けにくくなり、欠株（植えられた場所に株がない状態）の抑制効果が期待されます。

この技術は、タイ東北部でのサトウキビ生産用に開発されましたが、フィリピンにも適用可能であり、アジアモンスーン地域におけるサトウキビ生産での生産性向上と環境負荷低減を両立する技術として、広範囲での導入が期待されます。

- 1) 株出し栽培：1 年目の地上部を収穫後、土壌に残った切り株から再生する萌芽茎を栽培して、再度収穫する栽培法
- 2) 種茎：サトウキビの茎の一部を切り取って新しい株を育てるために使用される植物体の一部分
- 3) 新植栽培：サトウキビの種茎を圃場に植え付けて発芽する茎を栽培・収穫する栽培法
- 4) 株上がり：株出し栽培の回数の増加に伴い、地下に残る株から再生する茎の発生深度が浅くなっていく現象



# JIRCASの動き

## 【研究成果紹介】

### ○ 45 年超の長期連用試験から畑地土壌炭素貯留効果を解明

#### — 熱帯地域の環境負荷軽減と土壌肥沃度向上の両立に貢献 —

国際農研は、タイ農業局と共同で実施してきた 45 年以上にわたる化学肥料と有機物の農地施用に関する長期連用試験データを解析し、畑地での化学肥料と有機物施用の組合せが土壌炭素貯留量の増加に効果的であることを明らかにしました。

国際農研とタイ農業局は、タイ国内 3 地点で行われている 45 年以上の熱帯畑作（キャッサバ）を対象とした長期連用試験のデータを用いて、農地管理が土壌炭素貯留量に与える影響を定量的に示しました。その結果、化学肥料と有機物（作物残渣や堆肥）を組み合わせることで、土壌炭素貯留量が大幅に増加することが明らかになりました。

本研究成果は、熱帯型土壌炭素動態モデルの構築に大きく寄与するとともに、環境負荷軽減と土壌肥沃度向上を両立する持続可能な農業の確立に貢献することが期待されます。

本研究成果は、国際科学専門誌「Land Degradation & Development」電子版（日本時間 2024 年 10 月 3 日）に掲載されました。



### ○ BNI 強化ソルガムの環境・経済へのメリットを評価

#### — インドの農家、環境、政府へのコベネフィットが期待 —

国際農研は国際半乾燥熱帯作物研究所（ICRISAT）との共同研究により、生物的硝化抑制（BNI）能を強化したソルガムの導入が、環境負荷の低減と農家の利益向上を同時に実現する可能性を明らかにしました。

インド・マハーラーシュトラ州での農家調査と LCA 手法（ライフサイクルアセスメント手法）による評価の結果、窒素施肥量を削減しつつ収量を維持した場合、温室効果ガス排出量や政府の肥料補助金支出が減少し、農家利益も微増しました。一方、施肥量を維持して収量を最大化した場合でも、排出量削減と利益増加が確認されました。

BNI 強化ソルガムの導入は、窒素施肥量、温室効果ガス排出量、政府の肥料補助金支出を削減しつつ、農家の利益向上が可能であることが示されました。

窒素施肥量が多い地域では使用量を削減し、窒素施肥量が少ない地域では使用量を変えずに導入することで、持続可能な農業システムの構築に貢献することが期待されます。

本研究成果は、科学雑誌「Science of the Total Environment」オンライン版（日本時間 2024 年 11 月 14 日）に掲載されました。



国際農研では、「JIRCAS メールマガジン」を配信して、国際農研のさまざまな情報をお知らせしています。

下記 URL で、バックナンバーを確認することができます。

「JIRCAS メールマガジン」の配信を希望される方は、受信環境を確認の上、ご登録ください。

[https://www.jircas.go.jp/ja/public\\_relations/jircas\\_mailmagazine](https://www.jircas.go.jp/ja/public_relations/jircas_mailmagazine)

## JIRCAS NEWS No.99

2025 年 12 月発行

編集：国際農研（国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター）情報広報室

発行：国際農研（国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター）

〒305-8686 茨城県つくば市大わし 1-1

TEL 029-838-6313 FAX 029-838-6316

<https://www.jircas.go.jp/>



リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。