

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

2024 November No.97

特集

作物遺伝資源の取組

目次

巻頭言 「玉手箱の利用法—JIRCAS国際シンポジウム
2024に寄せて—」 3

特集 作物遺伝資源の取組

- 遺伝資源多様性と JIRCAS の活動 4
- キヌアの歴史と未来を探る、遺伝資源とゲノム情報を活用した
国際共同研究の取組み 5
- 野生ダイズの遺伝資源を活用した栽培ダイズ品種の改良 6
- イネの遺伝資源研究の取組み 7
- 多様な野生遺伝資源との遠縁交雑を利用したサトウキビの改良 8
- 熱帯果樹遺伝資源の多様性の利活用 9

JIRCASの動き

【研究成果紹介】

- 西アフリカ半乾燥地域の重要作物ササゲに対する気候変動の影響を
収量予測モデルにより推定
—干ばつとともに過湿への対策が必要になることを示唆— 10
- 食の窒素フットプリントにより熱帯島嶼の窒素負荷削減効果の可視化に
成功
—化学肥料 30% 低減に向けた資源循環型農畜産業のシナリオ— 10
- パーム古木のデンプン蓄積メカニズムを解明
—環境負荷軽減に貢献する持続可能なパーム産業の実現へ— 11
- サバクトビバッタの砂漠に適応した産卵行動を解明
—高温下ではオスが「日傘」となりメスの産卵を保護— 11

【イベント開催報告】

- ボリビアシンポジウム～ウユニ塩湖、キヌア、リヤマの魅力～
を開催しました 12

玉手箱の利用法 JIRCAS 国際シンポジウム 2024 に寄せて

理事 柳原 誠司

JIRCAS 国際シンポジウム 2024 のテーマは「地球沸騰化時代におけるレジリエント遺伝資源の機会と課題」としました。その理由は、現在の食料システムを支える作物が、近年の気温上昇によって変化したと考えられる、降雨あるいは干ばつの時期と強度、頻度（いわゆる気候変動）に対応できず、甚大な被害を受ける機会が増えているためです。さらに、作物は病害や害虫の発生にも晒されており、それらは世界中で報告されているからです。そこで、本誌でも遺伝資源を題材に取り上げました。

地球上の気候や地形は長い年月の中で様々に変化し、植物もその環境ストレスの中で様々に変異し、その時、その場で適応できるものが生き残ってきました。その長い年月の中では植物を摂食する生物、植物を蝕む菌等による生物学的なストレスもありました。それでも現在見られる植物が生き残れたのは、それらが持つ遺伝物質に起こった偶然の変化（突然変異）や近縁の植物との交配、菌やウィルスの感染による遺伝物質の取り込みなど、様々なことがあったと考えられています。従って、現在も生き残っている植物には、これまでの環境に適応してきた証が残されていると考えられます。

私たちの祖先は、自然界の植物から一部の食用にできる植物を選抜し、栽培化しました。それが今日の作物の元になっています。しかし、環境や生物からのストレスはそれらの栽培化された作物にも、野に残された植物にも影響を及ぼし続け、突然変異の機会を与えてきました。その結果、作物ではより栽培がしやすく、利用価値の高い個体が選ばれ、増殖され、多くの人々に利用されました。さらに、遺伝学や育種学等の学問が発展し、それらに基づく近代的な育種活動によって、様々な環境にそれぞれ適応し、



化学肥料や農薬を使用することで高い収量を獲得できる現在の作物が育成されてきました。ところが、冒頭で述べた通り、現在の作物は現在の環境に十分には対応できていません。

長い年月をかけて環境に適応してきた証を遺伝物質に刻んでいる生物はすべての個体が玉手箱に例えられるのではないのでしょうか。特に作物では近代の育種技術によって開発されたものではなく、野生種や古くからの在来品種が、現在の、そしてこれからの地球環境に適応する品種の開発に向けた可能性（有用遺伝子）を秘めているはずで、それらが秘めている未知の有用遺伝子を明らかにして、現在の地球環境に適応する作物を開発することは急務です。本誌では国際農研の研究者がイネ、キヌア、サトウキビ、熱帯果樹、ダイズを例に、どのように遺伝資源を活用し、将来に向けてどのようなビジョンで食料システムが直面している課題に取り組んでいるかを紹介しています。興味を持っていただければ幸いです。

遺伝資源多様性とJIRCASの活動

人類は農業を開始して以来、食用に活用できる植物を選抜し栽培化してきました。世界の多くの作物の遺伝資源のうち、人類によって食として利用されてきたのは約 5,500 種を超えるとも言われています。多くの育種研究者は新たな品種開発のために、また農家はリスク分散のために、作物遺伝資源の多様性を利用しますが、そのためには、遺伝資源が保全され、そして利用可能であることが前提条件です。したがって、食料システムの強靱性と持続性は、作物遺伝資源の多様性に大きく依存しているといえます。

植物は自ら移動できないため、その土地の季節サイクルに応じて発芽、開花、結実し、環境変化に対するレジリエンスを発達させてきた結果、多様な遺伝資源が生まれました。対して、近代的な食用作物の育種においては、様々な環境に適用可能で、かつ化学肥料や農薬使用により高収量を実現できる品種の選抜が行われてきました。その結果として食料増産が実現する一方、モノカルチャー的生産の展開とともに、栄養に富み環境変化に適応可能な遺伝資源の多様性が喪失していきます。近年、カロリー摂取の 50% がコメ、メイズ、小麦に依存し、75% が 12 種の作物と 5 種の家畜のみに依存するとも推計されています。この大量生産体制の下で、平均的には一人当たりカロリー供給の増加がもたらされたものの、世界全体での作物の種の多様性は喪失し、とくに地域固有の食・遺伝資源が失われてきました。

今日、世界の食料システムは、気候変動、異常気象、土地・水資源の制約、生物多様性喪失、土壌劣化、市場の不安定性、そのほか様々な環境・社会経済危機に直面しています。世界の食料需要が益々高まる中、食料システムへの負荷は増す一方です。2023 年 7 月、国連事務総長は、地球温暖化 (global warming) の時代はおわり、地球沸騰化 (global boiling) 時代が到来したと表現、2024 年 6 月まで史上最高月別気温が 13 か月連続で更新されました。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) が 2021 年から 2023 年にかけて公表した IPCC 第 6 次評価報告書によると、気候変動により、干ばつ、集中豪雨などの異常気象の発生頻度が高くなることが予想されています。こうした気候変動関連災害による損失と損害の 25% が農業関連であり、特に貧

食料プログラムディレクター 藤田 泰成
情報プログラムディレクター 飯山 みゆき

困および飢餓人口を多く抱えるグローバルサウスでの気候変動による脆弱度が大きくなっています。同時に、気温・季節パターンのシフトは中緯度地域の穀倉地帯にも影響を与え、世界食料安全保障が脅かされています。

食料システムの強靱性強化のためには、気候変動適応・緩和の緊急対応が求められています。従来、主要な作物の栽培に好適であった環境は、より不安定で予測不可な状況に置かれており、将来の食料安全保障をも脅かしかねない勢いです。その結果、今日の食料システムは、新たに発現し続ける生物・非生物学的なストレスに脆弱で、化学肥料や農薬への依存度を強める悪循環が起きています。地球沸騰化時代において強靱な食料システムを構築するには、近代的育種・生産体制の展開の中で失われてきた栄養に富む多様な遺伝資源を保全・回復し、作物が本来有している生物・非生物学的ストレス耐性を解明し、かつ育種・品種開発に活用していく国際的な仕組みづくりが必要です。

その打開策の一つとして、気候変動に対してレジリエントな食用作物遺伝資源や、栄養に富みつつも無視され十分に活用されてこなかった植物種 (Neglected and Underutilised Plant Species : NUS) などの活用が期待されています。もう一方で、熱帯化する世界に向けた育種のためには、多様な遺伝資源を保全し、育種・品種開発へ活用できるシステムが必要ですが、同時に生物多様性保全や品種の権利・生物多様性条約 (ABS) との関係にも留意する必要があります。

本特集号が紹介するように、国際農研では、まず、主要作物のイネ、ダイズ、低利用作物のキヌアを主な対象として、劣悪な環境など、様々な外的攪乱に強いレジリエントな作物を作出または生産するために必要な技術の開発を行ってきました。同時に、熱帯性作物の持続的生産に向けた遺伝資源の情報整備と利用促進技術の開発および国内外との連携強化に取り組んでいます。こうした国際農研や共同研究機関の取り組みを踏まえ、本ニュースレターは、地球沸騰化時代に強靱で栄養に富んだ食料システム構築を実現するにあたり、遺伝資源の多様性と可能性、多様性を利用していくための制度整備の機会と課題に関する話題提供を行います。

キヌアの歴史と未来を探る、遺伝資源とゲノム情報を活用した国際共同研究の取り組み

生物資源・利用領域 小賀田 拓也

南米原産の疑似穀物キヌアは、7千年以上も前に栽培化が始まったと考えられています。“孤児作物”とも称され、世界的にはあまり注目を浴びてこなかったキヌアですが、近年になり、多様な環境に耐える作物としての強靱性と、食品としての高い栄養価が脚光を浴びるようになり、気候変動や食料問題への貢献が期待されています。国際農研では、国内外の研究機関と協力してキヌアの研究開発を進めています。

ペルーとボリビアを二大産地とするキヌアですが、南米の海岸沿い地域から、標高4千メートルを超えるアンデス高地まで、様々な環境で、その地域に適した系統が栽培されています。最近では、キヌアの優れた特性を活用しようと、日本を含めた原産地以外の地域でも栽培が試みられていて、各地の気候や環境に適応し、安定生産を可能にする新たな品種の開発が期待されています。一方、南米の主要産地においても、近年の気候変動の影響に負けない、高品質でありながらストレス耐性を強化した品種の開発が求められています。それらの鍵となるのは、キヌアの多様な遺伝資源と、生物の形質を決める全遺伝子（ゲノム）情報です。

国際農研では、部分的に他殖性をもつキヌアの標準自殖系統を確立しました（写真1）。また、次世代型シークエンサーを活用し、2016年に世界に先駆けてキヌアゲノムの概要配列を解読しました。さらに、136のキヌアの自殖系統のゲノム情報を用いて、遺伝的多様性の解析を行いました。その結果、

キヌアの遺伝的背景は、北部高地型・南部高地型・低地型の3種類のグループに分類できることや、多様な形質を獲得しながら栽培地域を広げていった栽培化の歴史を推察することができました。また、キヌアの遺伝子機能を解析する新たな実験手法を開発するなど、世界に先駆けてキヌアの研究基盤を構築してきました。

現在、国際農研は、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) の枠組みで、キヌアの原産地ボリビアとの国際共同研究に取り組んでいます。このプロジェクトは、先端的な植物科学研究の実績を有する日本の研究チームと、現地でキヌア研究や技術普及に携わるボリビアの研究チームからなり、現地の遺伝資源も活用して、キヌアのレジリエンス（強靱性）強化生産技術を開発し、普及することを目指しています。この活動の中では、現地の多様な形質を持つキヌアと、キヌア近縁野生種の遺伝資源を守り（写真2）、また、ゲノム情報をはじめ先端の植物科学の知見をもってこれらを活用することで、キヌアの優れた特性をもたらすメカニズムの解明や、品種改良に向けた効率的なゲノム育種の基盤構築に取り組んでいます。これらの研究成果は、ボリビアに留まらず、地球規模の食料安全保障の強化に貢献することが期待されます。



写真1 国際農研の温室におけるキヌア栽培の様子。一個体ごとに交配袋を被せて花粉の飛散を防ぎ、他家受粉を抑制している。



写真2 ボリビアの農業研究・普及機関 PROINPA で栽培されているキヌア野生種について説明をする研究員。

野生ダイズの遺伝資源を活用した栽培ダイズ品種の改良

生物資源・利用領域 許 東河

野生ダイズ(写真1)は、栽培ダイズの祖先種であり、中国、日本、朝鮮半島など東アジア地域に広く分布しています。分子生物学的手法を用いた研究によると、野生ダイズは栽培ダイズに比べて、DNAレベルではるかに豊富な遺伝的多様性を持つことが明らかになっていますが、栽培ダイズ改良のため野生ダイズの有用性についてはこれまで十分評価されていませんでした。野生ダイズは長年にわたり厳しい自然成長環境に適応してきたため、栽培ダイズの改良、特に生物学的および非生物学的ストレス耐性形質の改良において、有用な外来遺伝資源として期待されます。

国際農研では、耐塩性ダイズ遺伝資源を探索するため、多数の野生ダイズ資源の耐塩性を評価し、「JWS156-1」、「JWS061」、「GB102」など、高い耐塩性を示す野生ダイズ遺伝資源を特定しました。遺伝解析の結果、耐塩性遺伝子がダイズの第3番染色体上に位置することが明らかになりました。そしてDNAマーカー選抜を用いることで、この耐塩性遺伝子を塩感受性栽培ダイズ品種「Jackson」に導入し、耐塩性を向上させることができました。また、アルカリ耐性を示す野生ダイズも発見され、アルカリ耐性の遺伝子座が第17番染色体上に位置することが判明し、アルカリ耐性を持つダイズ品種の開発に新たな耐性遺伝資源として利用可能となりました。

野生ダイズは、栽培ダイズに比べて種子が小さく、つる性が強く、裂莢性などの不良形質を持っており、これらの不良形質が、野生ダイズに含まれる優れた農業形質の評価を妨げています。そこで、国際農研では、野生ダイズに隠れた優良遺伝子を効果的に発掘するため、野生ダイズ染色体部分置換系統(Chromosome segment substitution lines)を作成しました。これにより、野生ダイズの染色体断片を栽培ダイズの同一遺伝的背景に導入し、その効果を正確に評価することが可能となり、野生ダイズ中に存在する優良遺伝子を効率的に発掘することができました。

そして、開発した野生ダイズ染色体部分置換系統を用いた研究により、ダイズの開花期を制御する遺伝子座(*qFT12.1*)が第12番染色体上に位置することを明らかにしました。開花期はダイズの適応性や収量に影響を与える重要な形質であり、この遺伝子座の特定は、ダイズ品種の適応性や収量性の改良に寄与するものです。また、野生ダイズからダ

イズ種子のタンパク質含有量を増加させる対立遺伝子(*qPro19*)も発見しました。この対立遺伝子は、他のタンパク質含有量を制御する遺伝子とは異なり、脂肪含有量を減少させることなくタンパク質含有量を増加させることが示されました。したがって、野生ダイズ由来の*qPro19*はダイズの品質向上に寄与することが期待されます。また、開発した野生ダイズ染色体部分置換系統を用いて、これまでに報告された粒重を制御する遺伝子座(*qSW14.1*、*qSW17.1*など)の検証に加え、第12番染色体上にダイズの粒重を制御する新しい遺伝子座(*qSW12.1*)を検出しました。さらに興味深いことに、開発した野生ダイズ染色体部分置換系統群の中に、元のダイズ親品種「Jackson」よりも粒重が大きく、収量を増加させた系統が確認されました。これにより、これらの系統には野生ダイズ由来の収量を増加させる遺伝子が含まれることが示唆されました。現在、これらの野生ダイズの高収量遺伝子を特定し、栽培ダイズの収量向上に向けた研究を進めています。

現在、中国、アメリカ、日本などのジーンバンクには多数の野生ダイズ材料が保存されており、野生ダイズの遺伝的研究や栽培ダイズへの改良に利用されています。しかし、保存されている野生ダイズ系統は、自然界に生存している野生ダイズ全体のごく一部に過ぎません。近年、気候変動による災害性天候の増加や都市化の進展、農地や道路の整備などにより、野生ダイズの生息地は縮小し、野生ダイズの自然群落が急速に減少しています。その結果、野生ダイズ中に含まれる優良遺伝子が失われつつあります。したがって、自然界に生存する野生ダイズの遺伝資源のさらなる収集、保存、研究、および利用に関する研究が喫緊の課題となっています。



写真1 野生ダイズの植物体(左)と種子(右、黒くて小さい方が野生ダイズの種子)の様子

イネの遺伝資源研究の取り組み

熱帯・島嶼研究拠点 齊藤 大樹、國吉 大地、小林 伸哉

イネは、世界中で多くの人々の主食となっている重要な作物です。特にアジア地域では、人口の大半が米を主食としています。イネの栽培は、地域の経済や文化にも深く根付いており、食料安全保障の観点からも非常に重要です。しかし、地球温暖化や人口増加による食料需要の増大など、イネの生産には多くの課題が存在します。これらの課題に対応するためには、改良品種の利用が有効かつ経済的な手段の一つで、イネの遺伝資源の研究と活用が不可欠です。

国際農研ではつくばと石垣島において、世界各国の研究者との共同研究を通じて、多様なイネの品種や近縁野生種（写真1）など、遺伝資源を導入しています。これは、様々な環境条件や病害虫に対する耐性を持つと思われる多様な品種を保護するため、また品種改良に活用するためです。例えば、肥沃度の低い土壌でも育つ品種や塩害に耐える品種など、将来の環境変動に対応するための重要な遺伝子を持つ品種を見だし品種改良に活用することで、国内外の食料生産の安定性確保に繋がります。

導入した遺伝資源は、実際に栽培し、その特性を詳細に調査します。特に石垣島の気候は温暖なため、熱帯が起源地であるイネの栽培に適しています。調査する特性は、コメの収量、玄米の品質、出穂時期、塩害や病害に対する耐性などです（写真2）。これ

により、どの品種がどのような環境条件に適しているかを把握することができます。また、遺伝資源を適切に管理し、将来的に利用できるようにするための基盤となります。特に、気候変動や新たな病害虫に対する耐性を持つ遺伝資源の発見は、将来の食料生産において極めて重要です。

特性調査で見いだされた有用な特性については、遺伝解析を行います。遺伝解析の結果は、育種の際に有用な特性を持つ品種を効率的に選抜するための重要な情報となります。この遺伝解析の結果を基に、有用な特性を持つ育種素材を開発し、品種改良に活用します。

地球温暖化が進行する現在、異常気象や自然災害の頻発により、食料生産はますます不安定になっています。このような時代において、イネだけでなく他の作物も含めた遺伝資源の多様性は、食料生産のレジリエンス（回復力）を高めるための鍵となります。多様な遺伝資源を活用することで、異常気象や病害虫の被害を最小限に抑え、安定した食料供給を実現することが可能です。国際農研では、ベトナム、ラオス、バングラデシュ、インドネシア、カンボジア、フィリピン、ザンビアなどの国の研究機関、また国際稲研究所や AfricaRice などの国際的な研究機関とも連携してイネの研究開発に取り組んでいます。



写真1 ザンビアに自生するイネの野生種 (*Oryza longistaminata*)

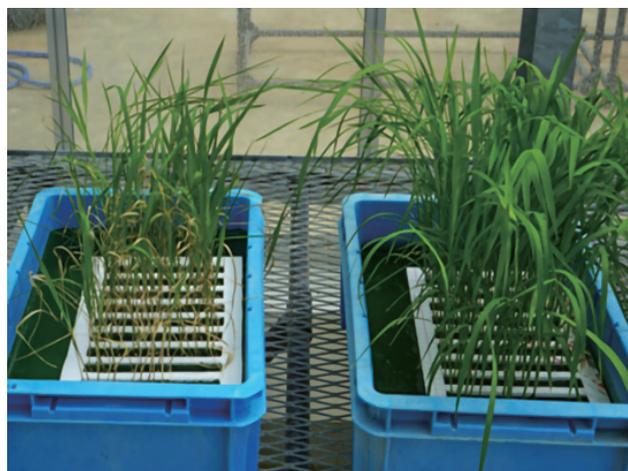


写真2 イネ遺伝資源の耐塩性調査（左：塩害処理、右：無処理）

多様な野生遺伝資源との遠縁交雑を利用したサトウキビの改良

熱帯・島嶼研究拠点 寺島 義文

サトウキビ (*Saccharum* L.) は、熱帯・亜熱帯地域を中心に 90 以上の国で栽培されており、世界最大の生産量 (約 19 億 t) を誇る作物です。地上部を収穫した後に地下に残る株から再生する茎を栽培する株出し栽培を繰り返すことが可能であり、毎年植え付けを行う必要がないため低コストで生産できます。茎にショ糖を高濃度で蓄積する珍しい特性を利用して、世界で生産される砂糖の約 8 割、バイオエタノールの約 4 割が生産されています。さらに近年は、糖質を利用したバイオプラスチック等のバイオ化学製品や、サトウキビから汁を絞った残渣であるバガス (繊維) を利用したバイオエネルギー生産も増加しています。そのため、世界人口の増加に対応する食料とエネルギーの増産や脱炭素社会の実現に向けた重要な作物といえます。更なるサトウキビの生産性向上が必要ですが、既存育種素材を利用した改良の停滞が指摘されており、気候変動による生産への悪影響も懸念されています。そのため、生産性や環境ストレス耐性の改良に向けて、未利用の野生遺伝資源の育種利用による遺伝的多様性の拡大と有用特性の導入が重要な課題となっています。

そこで、国際農研では、サトウキビ改良に向けた野生遺伝資源として、株出し性が優れるサトウキビ野生種 (*S. spontaneum* L.) と根が深く干ばつ等への適応性が優れるエリアンサス (*Erianthus* spp.) の利用に注目し、その育種利用技術開発を熱帯・島嶼研究拠点で実施するとともに、タイ国において遺伝資源の収集と評価、育種利用による品種開発を国際共同研究により実施してきました。これまでに、タイ国において現地研究機関と 300 系統以上のサトウキビ野生種、150 系統以上のエリアンサス遺伝資源を収集し、干ばつ条件下における株出し栽培での生産性を評価して、育種利用に有望な遺伝資源を選定しました。そして、選定した遺伝資源

を利用した品種開発を行ってきました。

サトウキビ野生種の利用では、サトウキビとサトウキビ野生種との種間雑種を作出し、株出し栽培での砂糖とバガスの収量に注目して選抜を実施することで、普及品種と同程度の砂糖を生産しながら、バガスを 1.5 倍程度増産できる「KK4」を育成し、2023 年にタイ農業局の奨励品種として採用されました。タイの奨励品種に採用されたことで、同国の農業局が種苗増殖と配布を行う体制が整備されることから、今後の普及が期待されています。さらに、日本においても農研機構と共同で、株出し栽培での砂糖とバガスの生産性が優れる品種「はるのおうぎ」を育成しました。また、エリアンサスの利用では、サトウキビの更なる生産性や不良環境適応性の改良に向けて、エリアンサスの深い根系特性が属間交配によりサトウキビに導入できることを明らかにするとともに、タイ東北部の厳しい乾期においても株の再生が優れる系統を選定しました。これら属間雑種は、世界的にも新しい育種素材であり、今後のサトウキビ改良への利用が期待されます。

現在世界では、気候変動下での食料や再生可能エネルギーの増産とともに、低環境負荷での持続的な農業生産の実現も求められています。これまでの品種開発の手法では、このような課題に対応することは困難であり、未利用の野生遺伝資源の利用が重要になります。サトウキビは、多様な野生遺伝資源と雑種を作出できる他の作物にはない特性を具えていることから、更なる改良が可能です。サトウキビ野生遺伝資源を用いた品種育成を先導することで、サトウキビの持つポテンシャルを最大限活用した糖質・繊維質の持続的な多収生産を実現し、世界の食料・エネルギー問題、脱炭素社会の実現に貢献していきたいと考えています。



写真1 タイで収集したサトウキビ野生種 (左) とエリアンサス (右) 遺伝資源

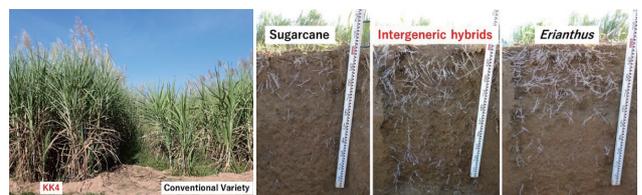


写真2 「KK4」の株出し栽培での生育 (左) とサトウキビとエリアンサス属間雑種の根系 (右)

熱帯果樹遺伝資源の多様性の利活用

熱帯・島嶼研究拠点 所長 山中 慎介

世界の熱帯果樹の最大産地であるアジアでは、多様な栽培環境に様々な樹種・品種が栽培されており、ビタミン等の栄養源、小規模農家の貴重な収入源や輸出向け農産物として重要な役割を担っております。それぞれの国や地域によって嗜好が異なり特色があり、地域ごとに多くの在来品種が存在するものの、少数の主要品種が優占的に栽培されているため、全体から見ると経済栽培されている品種は極めて限られています。在来品種がこれら主要品種に置き換わることによる多様性の減少に対しては組織的な遺伝資源の保存が不可欠であるといえます。

マンゴー (*Mangifera indica*) はインドからマレー半島にわたる一帯が起源地とされ、熱帯果樹の代表格といえます。栽培地域は世界の熱帯・亜熱帯地域に広く分布し、その生産量は熱帯果樹類としては世界で2番目に多いです(1位と3位はそれぞれバナナとパイナップル)。最大の産地インド(約2,500万トン、FAO2021)をはじめ、世界の生産量の7割強がアジアで生産されています。世界には千を超えるマンゴー品種があると言われていますが、バナナ、パイナップルのようなプランテーション化や、体系的な品種改良や栽培技術開発への取り組みは進んでおらず、それぞれの国・地域によって好まれる特性や生産される品種も多様であるという特色があります。日本では沖縄県、宮崎県、鹿児島県を中心に年間およそ3,500トンが生産されていますが、品種という意味では、国内で栽培されているマンゴーは実質的にはモノカルチャーであり、国内生産の90%以上を‘アーウィン (Irwin)’という品種が占め、事実上われわれは国産マンゴーとしてはこの品種にしか馴染みがないこととなります。国際農研では世界中の広く流通している品種を中心に100品種ほどのマンゴー遺伝資源を保有し特性評価を進めております(写真1)。品種の多様化は需要喚起や消費拡大のみならず、適切な品種選択により、近年の気候変動や温暖化等の影響と考えられる国内外でみられる開花・結実の不安定化への対応策として期待されます。

わが国におけるパッションフルーツ (*Passiflora edulis*) の生産量は年間500トン程度と他の果樹や作物と比較しても小さい規模ですが、パイナップル、マンゴーに次いで3番目に国内生産量の多い熱帯果樹といえます。日本においても温暖化による環境や生態系、農業への影響が懸念されるように

なって久しいですが、温暖化の利用(機会の利用)すなわち栽培可能な地域が増える可能性を活用することで、温暖化対応を通じた食の多様化にも貢献できると考えられます。パッションフルーツはつる性の草本であることから苗を植えて1年目に開花・結実させることが可能であり、他の熱帯果樹と比べても新規に導入しやすい作物であるといえますが、日本におけるパッションフルーツ栽培は果実品質管理(特に病虫害や台風などの被害を避ける)のため基本的に施設栽培が主流であるため、夏場の極端な高温条件下では南米高地の比較的冷涼な地域が原産のパッションフルーツの開花や結実が難しくなります。耐暑性の遺伝資源(写真2)を活用した品種を開発することは、パッションフルーツの栽培期および出荷期の拡大につながると考えられ、今後のパッションフルーツ生産・消費の促進にも寄与できるものと考えられます。

近年、気候変動(温暖化や少雨・多雨など)が原因と考えられる不安定な開花・結実など、既存の品種では対応が困難な状況も発生しており、これらの問題に対応するには、これまであまり顧みられなかった未利用遺伝資源の利活用、とくに在来品種の特性評価に基づく品種の多様化や栽培技術による安定生産が必要となってきます。開花・結実の不安定化は、多くの果樹において収穫量や収穫期を左右する大きな要因です。これらの問題に対する取り組みは生産地域への技術的な貢献となり、その成果は海外のみならず国内でも活用できます。また、輸出品目としての優良品種の認証や高付加価値化のためには、品種識別技術などを活用した適切な種苗管理や流通体制の確立が必須であり、われわれが貢献できる分野の一つであると考えられます。



写真1 国際農研が保有する多様なマンゴー遺伝資源



写真2 耐暑性をもつパッションフルーツ近縁種遺伝資源(ブラジルトケイソウ)の花

【研究成果紹介】

○西アフリカ半乾燥地域の重要作物ササゲに対する気候変動の影響を収量予測モデルにより推定

—干ばつとともに過湿への対策が必要になることを示唆—

国際農研、農研機構、国立環境研究所、東京大学、ブルキナファソ農業環境研究所（INERA）の共同研究グループは、西アフリカの重要なタンパク質源であるマメ科作物のササゲについて、現地の詳細な栽培試験データを適用することで、乾燥ならびに過湿条件下における収量予測モデル 1) の精度を改善するとともに、最新の全地球的な気候変動を予測する第 6 期結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP6） 2) および地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF） 3) を用いて、今世紀半ばまでの収量変動を推定しました。

その結果、西アフリカの半乾燥地域では、今後も引き続き干ばつは生じるものの、その被害は軽減する一方、降雨日数が増加し、土壌の過湿による被害が深刻化するとの予測が示されました。今後、半乾燥地域において降雨が増加し、ササゲの過湿被害が拡大することを示した今回の推定結果は、気候変動がアフリカ貧困地域の食料生産に及ぼす影響について新たな知見をもたらすと同時に、干ばつだけでなく湿害にも強い品種開発など、湿害対策の必要性を喚起するきっかけになると期待されます。

本研究成果は、国際科学専門誌「Agricultural and Forest Meteorology」に掲載されました（DOI <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109>）。



○食の窒素フットプリントにより熱帯島嶼の窒素負荷削減効果の可視化に成功

—化学肥料 30%低減に向けた資源循環型農畜産業のシナリオ—

国際農研は、農研機構との共同研究により、食の窒素フットプリントを活用し、熱帯・亜熱帯島嶼における有機資源利用促進と化学肥料削減による食料システムから、窒素負荷削減効果の可視化に成功しました。

本研究では、農畜産業が盛んな亜熱帯島嶼である沖縄県石垣島を対象に、島外から持ち込まれた食料・飼料（外国から輸入および本土・離島から移入）と島外に持ち出された食料（輸出および移出）を含む島の食料システム全体から、窒素負荷の実態を把握するとともに、島内で発生する最大の有機資源である牛糞堆肥を農地で利用することで、みどりの食料システム戦略の数値目標「化学肥料使用量 30% 低減」を達成するシナリオを検討しました。その結果、牛糞堆肥の 70% を農地で利用することにより、化学肥料の使用量を 30% 低減しても作物生産用の窒素投入量を維持できること、その際には石垣島で発生する総窒素排出量（窒素負荷）を 18% 削減できることが分かりました。

このように、食料システム由来の有機資源を農地で積極的に利用し、化学肥料を削減することは、農業生産性と環境保全の両立につながります。今回適用した食の窒素フットプリントは、他の熱帯・亜熱帯島嶼地域への応用も可能であり、昨今の化学肥料価格変動への対応に必要な施策立案だけでなく、国連の持続可能な開発目標（SDGs）や、みどりの食料システム戦略への貢献が期待できます。

本研究成果は、「Environmental Research Letters」電子版に掲載されました（DOI : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/acdf04>）。



【研究成果紹介】

○パーム古木のデンプン蓄積メカニズムを解明

—環境負荷軽減に貢献する持続可能なパーム産業の実現へ—

国際農研とマレーシア理科大学（以下、USM）の共同研究グループは、オイルパームの古木に含まれるデンプンと糖の量が、パームの生育状況や農園の環境条件に大きく左右されることを明らかにしました。

オイルパームは、寿命を迎えると伐採され農園に放置されます。放置された古木は、温室効果ガスの発生源となるだけでなく、病害菌を増殖させ、新しい苗木の生育阻害の原因となります。一方で、パーム古木にはデンプンと糖が含まれており、バイオエタノールやバイオプラスチックなどの持続可能な資源として有望視されています。

本研究では、パーム幹中に、病害感染時に見られる感染特異的タンパク質（PR タンパク質）が過剰に生成されると、デンプンの合成や蓄積が妨げられることを明らかにしました。また、パームの生育状態や農園の環境が悪化すると、パーム古木の植物免疫システムが活性化し、デンプン蓄積が抑制されることが示唆されました。

本研究成果により、農園環境の悪化がパーム古木中のデンプン含有量に及ぼす影響を明らかにし、デンプン蓄積を促進するための栽培管理技術の開発に繋がります。これにより、パーム古木を農園から効率的に回収し、古木中のデンプンを高付加価値製品の原料として利用することが可能になります。結果として、これまで廃棄物とされていたパーム古木が有用な資源として活用されることで、温室効果ガスの発生を抑制し、農園の健康状態を改善することができます。この循環型アプローチは、持続可能なパーム油産業の実現に大きく貢献すると期待されます。

本研究成果は、「Industrial Crops and Products」電子版に掲載されました（DOI: <https://doi.org/10.52926/JPMJSA1801>）。



○サバクトビバッタの砂漠に適応した産卵行動を解明

—高温下ではオスが「日傘」となりメスの産卵を保護—

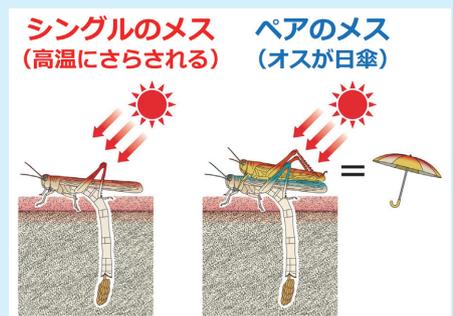
国際農研は、モーリタニア国立サバクトビバッタ防除センターと共同で、過酷な砂漠環境（厳しい高温）において、サバクトビバッタ（以下、バッタ）成虫の日中の産卵行動を明らかにしました。

サハラ砂漠で野外調査を行った結果、多くのバッタの成虫は、夜間に集団産卵していました。しかし、一部のメスは産卵が遅れ、ほとんどの動物が活動を避ける日中の致死温度（50℃以上）に迫る地表で産卵していました。高温下では多くの産卵中のメスの背中にオスが乗っており、サーモグラフィカメラを用いてバッタの体表を測定したところ、地表より低い体温を保っていました。これにより、メスの背中に乗っているオスが「日傘」のように機能し、高温状態を避けて産卵していると考えられました。

バッタは生理的に高い高温耐性（約 55℃）をもつことに加え、オスが「日傘」のように機能することで、ほとんどの動物が高温のため活動できない時間帯に産卵していることが示唆されました。

防除上の観点では、集団産卵中のペアはその場に数時間留まるため、農薬散布の効率性が高まります。このようなバッタの生態を応用することで必要以上に農薬を使用しない、環境や健康に配慮した防除に結び付くことが期待されます。

本研究成果は、「Ecology」電子版に掲載されました（DOI: <https://doi.org/10.1002/ecy.4416>）。



JIRCASの動き

【イベント開催報告】

○ボリビアシンポジウム～ウユニ塩湖、キヌア、リャマの魅力～を開催しました

国際農研と駐日ボリビア多民族国大使館は、2024年5月20日（月）に『ボリビアシンポジウム～ウユニ塩湖、キヌア、リャマの魅力～』を、科学技術振興機構（JST）東京本部別館で開催しました（オンライン視聴も併用）。本イベントは、日本・ボリビア外交関係樹立110周年及び日本人のボリビア移住125周年記念事業に認定されています。

第1部のキヌア・リャマセッションでは、SATREPSスーパーフードボリビアのメンバーであるDr. Rolando Gregorio Oros Martínez（PROINPA 財団ゼネラルマネージャー）が「アンデス産作物の多様性と魅力」を、Dr. Giovanna Rocio Almanza Vega（サン・アンドレス大学教授）が「キヌアの機能性・ボリビアのキヌア料理」を、永利友佳理プロジェクトリーダー（国際農研）が「SATREPS ボリビアプロジェクトスーパーフード「キヌア」の魅力」をそれぞれ紹介しました。

また、2024年は国際ラクダ年であることも踏まえ、ボリビア外務省より、ボリビア多民族国の地域社会、経済、食料安全保障に重要な役割を持つラクダ科動物（リャマ、アルパカ、グアナコ、ビクーニャなど）の動画が上映されました。そして、藤倉雄司業務室長（帯広畜産大学）が「南米のラクダ科動物について～リャマとビクーニャ～」を紹介しました。第1部は主催者を代表して柳原誠司理事（国際農研）が閉会挨拶を行いました。

第2部では、Natalia 臨時代理大使がボリビアの観光と文化を紹介し、会場では、キヌア料理の試食とアンデス音楽フォルクローレの生演奏が行われました。

本イベントの様子は、YouTube「JIRCAS channel」にて公開しています。



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

お詫びと訂正

「JIRCAS NEWS」No.95（2023年11月発行）、No.96（2024年3月発行）のISSNに誤りがありました。

誤) ISSN 2759-0933

正) ISSN 1342-1999

読者の皆様ならびに関係者の皆様にご迷惑をおかけしましたことを深くお詫び申し上げます。

JIRCAS NEWS No.97

2024年11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。