

2 不良環境耐性作物開発プロジェクト

開発途上国を中心とした世界の人口増加と慢性的な栄養不足、新興国の経済成長、異常気象の頻発等により、中長期的には世界の食料需給がひっ迫することが懸念されています。そのため、食料・栄養不足が集中している開発途上地域における農作物の安定かつ持続的な生産が喫緊の課題になっています。しかしながら、熱帯等の開発途上地域は、低肥沃土や乾燥等の不良な環境条件下の農地が多く、気候変動による悪影響に対しても脆弱であるため、農業生産の潜在能力が十分に発揮されず生産性が低いことが問題になっています。

こうした問題を解決するために、本プロジェクトでは干ばつ、塩害、不良土壌等の環境ストレスに適応可能な高生産性作物を開発するための先導的な育種素材等を開発します。具体的には、イネについては、高温耐性、乾燥耐性、リン酸欠乏耐性、高窒素利用効率等の育種素材や遺伝子素材を開発します（図5）。ダイズについては、乾燥耐性、耐塩性等の育種素材や遺伝子素材を開発します（図6）。また、先導的な育種素材等の開発を支える基盤技術として、有用なイネの遺伝資源や育種材料の導入と評価を行うとともに、イネの早期系統固定化技術、非GM作物作出技術や圃場環境を温室で再現した作物生育評価技術等を開発します。

プロジェクトの成果は、低肥沃土や乾燥等の不良な環境条件下の農地を抱える東南アジア、中国、ブラジル等のイネ、ダイズ等の生産拡大と生産性の向上、及び世界と我が国の食料安全保障の確保に貢献します。



図5 早期開花性遺伝子を導入した高温耐性イネ系統



図6 塩感受性ダイズ系統（左）と耐塩性遺伝子を導入したダイズ系統（右）

3 高バイオマス資源作物プロジェクト

世界の人口増加や新興国の経済発展等に伴って、食料需要が増加するだけでなくエネルギーの需要が今後急激に増大することが予想されます。

本プロジェクトでは、天水に依存し農業生産が不安定な不良環境地域に、高バイオマス資源作物を利用した食料とエネルギーの安定的・持続的な生産技術を普及させることで、食料・エネルギー問題の解決に貢献することを目指しています。生産するバイオマスを砂糖生産だけではなくエネルギー生産にも利用できるサトウキビは、そのための重要な候補作物と考えています。国際農研では、サトウキビ野生種との種間交雑を利用して、長い乾季や低肥沃土壌下でも糖質や繊維質の生産性が高い多用途型サトウキビ品種を育成しタイ国で品種登録しました（図7）。



図7 多用途型サトウキビ品種（左）と製糖用品種（右）

本プロジェクトでは、持続的安定的栽培技術やバイオマスの効率的な利用技術の開発を通じ、多用途型サトウキビ品種やサトウキビの近縁遺伝資源であるエリアンサス（図8）の利用拡大を図ります。さらに、より不良な環境条件下でのバイオマス生産性が優れた新規サトウキビ品種を育成することを目標として、サトウキビとバイオマス生産性や不良環境耐性に優れたエリアンサスとの属間雑種の戻し交雑集団を作出し、不良環境下でのバイオマス生産性が優れた有望系統を選定するとともに、属間雑種を効果的に育種に利用するための形質評価技術やDNAマーカーを利用した育種技術の開発を進めます。



図8 東北タイで旺盛な生育を示すエリアンサス

4 病害虫防除プロジェクト

農作物の生産を阻害する病害虫の中には国境を越えて移動して被害をもたらすものがあります。広域に発生する病害虫は一つの国の防除対応だけでは不十分で、周辺国とも連携して防除に取り組む必要があります。

東南アジアで多発し我が国にも飛来して被害をもたらすイネウンカ類（図9）に対して、発生状況、殺虫剤抵抗性、イネの加害抵抗性と有効な天敵類等の防除技術の開発につながる基礎的知見を得ます。アフリカで大群を作って広域に移動して農作物に被害を及ぼすサバクトビバッタでは、効率的な防除法の開発のために野外観察を基に孤独相から群生相への変異を引き起こす要因を解明します。東南アジアのサトウキビ生産の最重要病害でヨコバイ類により伝染する白葉病では、媒介虫の生態に基づいた健全種茎生産のための総合防除法を開発します。

イネいもち病やダイズさび病のように広域に伝播する空気伝染性病害を防除するには殺菌剤の使用が有効ですが、好適な散布時期を逃したり、防除コストと耐性菌の出現リスクが増加したりするおそれがあります。これまで構築してきた国際研究ネットワークを利用して、安定した抵抗性が期待できる圃場抵抗性遺伝子の導入や有効な抵抗性遺伝子の集積などの手法により、アジア向けイネいもち病抵抗性系統や南米向けダイズさび病高度抵抗性品種（図10）を育成します。



図9 イネに群がるトビイロウンカ



図10 育成中のさび病抵抗性ダイズ系統（左）と感受性栽培品種（右）



このプログラムでは、環境と調和した持続性の高い農林水産業の実現による農山漁村開発を支援し、開発途上地域の農民の所得向上と、我が国が進めるグローバル・フードバリューチェーン戦略に貢献することを目指して、アジアにおける多様な地域資源の活用と新たな高付加価値化技術の開発に取り組みます（図1）。

品質の高い生産物を確保し、フードバリューチェーンを構築するには、多様な地域資源や食

料資源の特性を評価するとともに、これらの特性を活かして高付加価値化するための加工・流通技術の開発や消費者ニーズの解明が必要です。また、資源循環型で持続性の高い農林水産業を確立するための技術開発や、生態系と調和した森林資源ならびに水産資源の保全・利用技術が求められます。これらの目標を達成し、迅速な技術の移転・普及を図るため、以下の5つのプロジェクトを推進します。



図1 高付加価値化プログラムの概要



図2 ラオスの市場で売られる淡水魚から作られた塩辛（パデック）

1 フードバリューチェーンプロジェクト

私たちが口にする食品は、生産から集荷、加工、流通を経て消費者に届きます。消費者の嗜好に合った品質の良い食品を提供し、生産者や加工・流通者に利益をもたらすバリューチェーンを構築するには、各段階に関わる人々がもれなく受益できるようコーディネートする仕組みが必要です。

タイ、ラオス、中国等のアジア地域には、伝統的なものを含め多様な食品と利用加工技術が存在し、その中には機能性に優れるものや収益性が期待できるものが少なくありません（図2、図3、図4）。しかしながら、機能性や品質の評価が確定していなかったり、高品質の食品を安定的に生産・加工する技術や効率的に流通させるシステムが未成熟であることにより、優れた食料資源が十分に活用されて

いないのが実情です。高品質で機能性に優れた食品を作るための加工技術や効率的な流通システムは、生産から消費を円滑につなぐ重要な要素です。本プロジェクトでは、これらの食料資源を対象に、高付加価値化につながる特性解明と技術開発を通して、効果的なフードバリューチェーン形成に向けた諸課題の解決を目指します。

フードバリューチェーンの構築は、開発途上地域農村の持続的発展に寄与します。本プロジェクトでは第1に、低利用資源、雑穀、発酵食品等に焦点を当て、地域に賦存する食料資源の品質や価値を正しく評価するための手法を開発します。第2に、伝統的な穀物加工食品、発酵食品の生産過程に内在する機能性や品質を高めるメカニズムを解明し、高品質の食品生産につながる利用加工技術の開発を行います。第3に、様々な経済発展段階の地域が存在するアジアにおいて、コメ、発酵食品等を対象に、流通、消費、嗜好等の特徴を分析し、フードバリューチェーン形成に有効な手段を明らかにします。そして第4に、フードバリューチェーンが効果的に機能しているかを測るための手法について提案と検証を行うとともに、近年、開発途上地域においても活用が注目されるようになってきたICT技術を用いてフードバリューチェーン形成を支援する手法を開発します。



図3 多様な銘柄を取り扱う中国のコメ市場



図4 タイの大豆発酵食品（トゥアナオ）の製造

2 アジアバイオマスプロジェクト

バイオマスは、「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」であり、生命と太陽エネルギーがある限り持続的に再生可能な資源で、大気中のCO₂を増加させない「カーボンニュートラル」と呼ばれる特性を有しています。このため、化石資源由来のエネルギーや製品をバイオマスで代替することにより、地球温暖化を引き起こす温室効果ガスのひとつであるCO₂の排出削減に大きく貢献できます。

東南アジア諸国は急速な経済的発展を続けており、膨大な人口を擁することから、世界のエネルギー消費や環境問題に大きな影響を与えることが懸念されています。一方でこれらの国々は熱帯地域に位置し、年間を通じてバイオマスを生産できる資源大国でもあります。これらの国々と共同でバイオマス研究や技術開発を推進することは、我が国とのパートナーシップの強化やアジア地域の環境保全、エネルギー確保のうえできわめて重要な意義を持つと考えられます。

本プロジェクトでは、東南アジアに賦存するオイルパーム、キャッサバ、サトウキビ等の非食用部や未利用部分である茎葉幹などリグノセルロース部分を効率的に糖質へ変換する技術を開発し、その糖質を再生可能エネルギーや生分解プラスチックへ変換する技術の実用化を目指します（図5、図6）。さらにバイオマス利用拡大における農業や環境への影響の検証に取り組みます。得られた研究成果は、東南アジア地域における循環型社会の構築やバイオマス資源の高付加価値化に貢献すると期待できます。

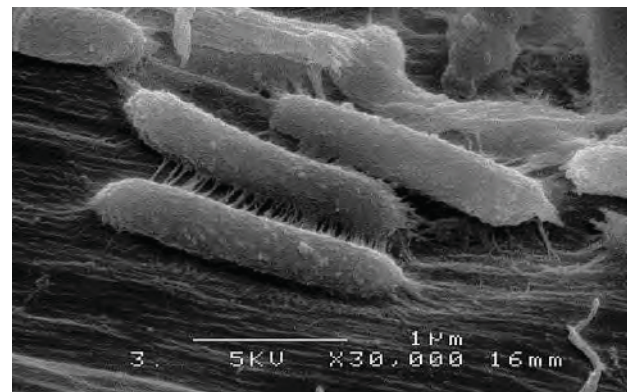


図5 微生物によるセルロースの分解



図6 オイルパーム伐採木断面へのヨウ素溶液の噴霧による糖蓄積の可能性判別（左：糖蓄積しないパーム幹、右：糖蓄積するパーム幹）

3 農山村資源活用プロジェクト

インドシナ半島内陸部に位置する大半の地域では、零細農家による小規模農業が主産業となっており、中山間地を主な生産地帯としています（図7）。こうした地域では、人口増加や水不足、粗放的な土地利用による地力低下などが原因で生産性が悪化し、零細農民の生活は豊かではありません。特にラオスでは、地方農村での高い貧困率と栄養不足が国家的な問題となっており、持続的な農業による食料安定供給の確保は重要な政策的課題です。しかし、中山間地の農業生産システムは多くの要素が相互に関連しており、農業の基盤となる土・水条件を改良するだけでなく、住民の嗜好や市場での流通性も加味しながら、生産性の向上と生産物の多様化を進める必要があります。また、農地の生産性の維持に重要な森林地帯は、一方で住民の貴重な食料資源や販売物の採取の場でもあるため、保全と同時に持続的な活用も必要です。さらに、生産物の適切な加工を通じ、貯蔵性に優れ栄養的な付加価値をもつ食品の導入も求められています（図8）。こうした観点から本プロジェクトでは、ラオスの中山間地を中心に、陸稲・水稲による米を中心とした作物生産性の向上を図るとともに、森林保全および森林産物の持続的活用や、付加価値の高い果樹や養魚の導入による生産物の多様化、それら産物の栄養的・市場的付加価値化を図るための加工技術の開発を目指します。こうした活動を通じて、中山間地に位置する農村の総合的な生活改善・生計向上を図ることを目的としています。



図7 ラオス中山間地の山肌での陸稲栽培



図8 栄養的付加価値化が期待されるラオスの発酵魚

4 価値化林業プロジェクト

熱帯林は巨大な生物資源量と豊富な生物多様性を持ち、地域と地球の環境を整え、木材や燃料、食料や薬などを生んで地域の農山村住民の生活を支え、私たちの暮らしを豊かにしてきました（図9）。しかし、農山村住民が増産や高収入を求めて新たな農地を得るために伐採したり、高価格で取引される木材を天然生林から不適切かつ過剰に伐採し続けた結果、熱帯林は急速に減少・劣化しています。

有用樹種資源は天然生林では枯渇しつつあり、それらへの需要を満たすために価値の高い郷土樹種の人工林が育成されてきています（図10）。これにより、失われた森林面積を取り戻し、残されている天然生の熱帯林を保全し、そして地域の農山村住民の生計が向上して熱帯林と共存できるようになることが期待されます。このような人工林を農山村住民の間に普及させるためには、人工林から質的にも量的にもより価値の高い商品をより効率的かつ安定的に生



図9 チークで作られた家具

産できる技術を開発し普及する必要があります。

本プロジェクトでは、東南アジアの有用樹種生産の適地拡大と高付加価値化を図る人工林育成技術、適切な資源管理のための人工林のモニタリング技術、そして遺伝資源の高度利用により同じ樹種でもより高い価値を生む系統を選抜する技術を開発し、普及を図ります。



図10 15年生のチーク人工林（タイ）

5 熱帯水産資源プロジェクト

近年、東南アジア諸国は急速な経済発展を遂げています。その一方で、都市部と農・漁村部、経済発展の進んだ国と遅れている国での貧富の差が拡大しつつあります。水産業、とりわけ養殖業においても、東南アジア諸国における進展は著しく、例えばエビ養殖では、世界の生産量の40-50%を東南アジアが占めています。しかし、東南アジアにおける養殖業の多くは、沿岸部に広がっていたマングローブ林を切り開いて拡大してきました。このため、自然の持つ浄化機能が劣化し、環境の汚染や養殖場での病害の頻発という問題が生じるようになりました。また、陸域から流入する工業廃水や生活廃水が養殖環境の悪化に拍車をかけている地域もあります。

これらの問題を解決するため、本プロジェクトでは東南アジアにおいて、複数種を同時に飼育することにより環境保全と収益性向上を両立する養殖技術の開発を行います（図11）。また、開発の進んだ海域では生物の環境浄化機能を活用した水産資源利用技術（図12）、未開発の自然環境が残る海域においては生態系と調和した持続的な漁場利用技術を開発します。これらの取り組みにより、現地住民の生活水準向上を図るとともに、我が国への安全・安心・高品質な水産物の安定供給を目指します。

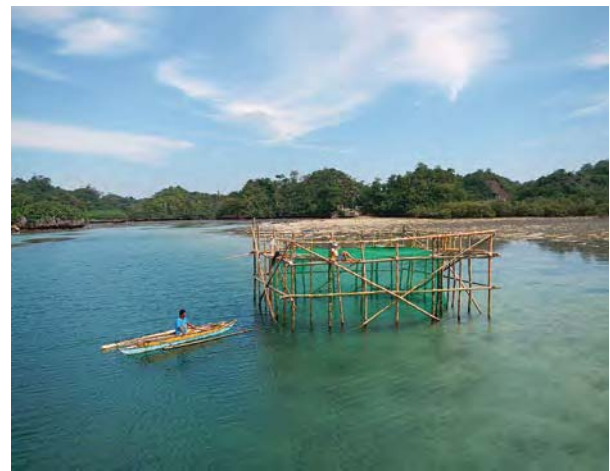


図11 複合養殖実証試験施設（フィリピン）



図12 東南アジアで重要な養殖対象種となっているハイガイ



世界の食料生産、農産物市場、食料需給、栄養供給をめぐる問題は極めて複雑で多岐にわたっており、地球規模の気候変動や国際社会・経済の動きなどの影響を受け絶え間なく変化しています。こうした状況の中、農林水産業が持続的に発展していくためには、現状分析や技術ニーズ調査による課題の把握と将来予測、研究成果の波及効果の分析を進め、これらの結果を研究や技術開発に的確に反映させていくことが非常に重要です。そして、このような取り組みを継続して行うことが、効果的な国際共同研究をうながし、研究開発成果の最大化にもつながります。

このプログラムは、他の3つのプログラムと連携しながら、国際的な研究開発の展開方向を探るために次の研究を実施します。

- ▶ 国際的な食料需給と栄養供給の現状分析や将来予測のための計量モデルを構築し、過去評価や将来予測を行います。また、世界の食料安全保障を確立し、栄養状況を改善するための研究・技術開発の方向性を示し

ます。【食料栄養バランスプロジェクト】

- ▶ 新たな発想に基づく「目的基礎研究」等を推進し、農林水産業・食品産業分野における技術革新や新事業の創出など、将来のイノベーションにつながる技術シーズを開発します。
- ▶ 国際農研がこれまでに行ってきた研究・技術開発の効果を解析し、将来に向けた研究戦略を他のプログラムにフィードバックします。
- ▶ 世界の農林水産業の研究や技術開発に関する情報を、研究者、行政機関、民間企業等に広く提供するため、次の情報の収集・分析を行います。
 - ▶ 国際機関、先進国機関の農林水産研究開発に関する動向
 - ▶ 開発途上地域・国別の行政、研究、普及におけるニーズ
 - ▶ アジア・アフリカの農林水産業に関連する現地情報
 - ▶ 組織的な情報の発信と連携



図1 情報収集分析プログラムの概要

食料栄養バランスプロジェクト

農業は天候に依存するため、工業製品のように生産を安定的に維持することが容易ではありません。特に、近年、干ばつや洪水などの異常気象により、農業生産量の変動は拡大する傾向にあります。また、原油価格の変動による肥料や農業機械などの投入量への影響、内戦やテロなどの国際情勢も、農産物の国際価格や生産量の不安定さに拍車をかけています。こうした農業をめぐる不確実性が増す状況下において、特に開発途上地域においては、道路・電力などの基本的なインフラやかんがい施設など農業生産基盤の整備の遅れ、公的投資の資金不足、その他様々な要因によって、農産物の生産量の変動はより大きなものとなっています。

他方、食料の消費量やそれに伴う栄養素の供給量は地域的に偏りがあります。飢餓の人口は世界的に見ると減少しつつありますが、地域差はむしろ拡大しています。開発途上地域においては、エネルギー不足に加えて微量栄養素の欠乏がみられる一方で、一部には肥満などの過剰なエネルギー摂取による弊害も顕在化し、ますます複雑な状況になってきています。

本プロジェクトでは、開発途上地域における作物の生産および消費者への栄養素供給の状況を把握し、食料の需要・供給と栄養のバランスを分析します。また、気象条件の突然の変化・作付面積の急減・技術革新といった生産量の変動要因や、食料の需要に影響を与える社会経済的要因を考慮し、将来の食料需給と栄養バランスの予測を行います。これらの食料需給・栄養バランス分析に加え、これまでに行われた研究・技術開発の効果も中長期的視点から測定・評価することで、世界の食料安全保障と栄養改善につながる研究・技術開発のあり方を検討していきます。

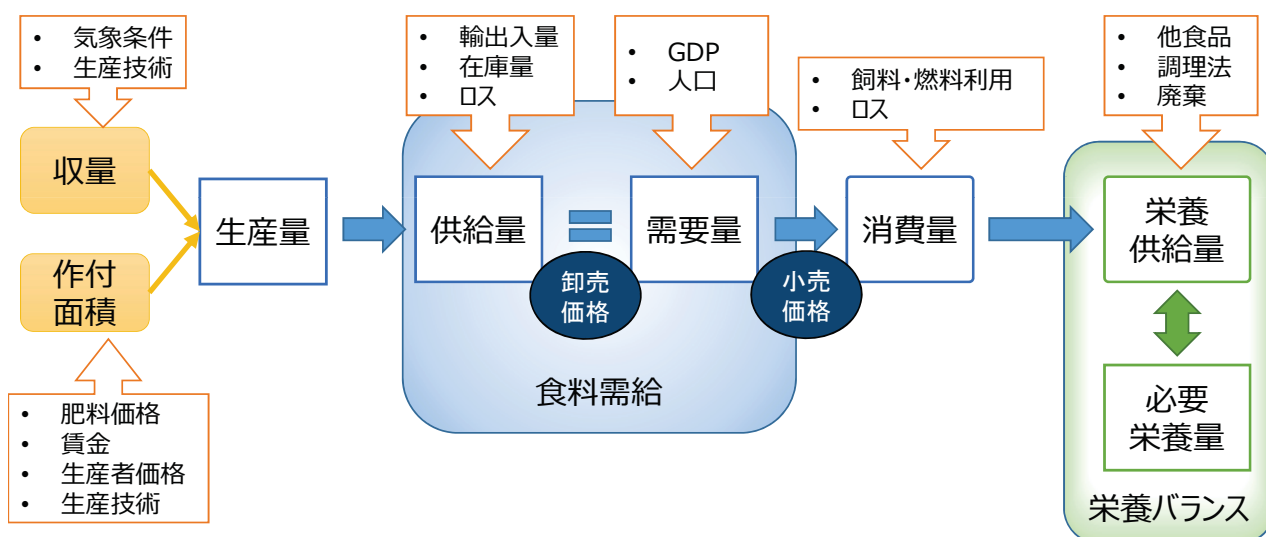


図2 食料栄養バランスプロジェクトの概要

【立地環境】

熱帯・島嶼研究拠点の立地する石垣島は、サンゴ礁の海から緑深い山へと連なる豊かな生態系からなる亜熱帯の島です。東京から南西に約2,100km、北緯24度1～35分、東経124度5～20分に位置し、琉球列島の南端・八重山諸島の中心です。那覇からは約430km、台北からは270kmの距離にあります。石垣島の面積は221km²で、島の周囲にはサンゴ礁が広がっています。亜熱帯海洋性の湿潤気候で、年平均気温は24.3℃、年間平均降水量は2,107mmですが、夏季は高温と相まってしばしば干ばつがあります。年数回の台風の襲来は、島に恵みの雨をもたらしますが、激しい潮風害も引き起こします。

【役割】

亜熱帯・島嶼という気候条件や地理的条件を活かし、熱帯・亜熱帯の開発途上地域や島嶼地域に応用できる農業生産技術の研究開発を行っています。約21ヘクタールの圃場、各種の温室、並びに産学官連携のためのライシメーターを含むオープンラボ施設を備え、海外の研究プロジェクトサイトにおいては実施が困難な基盤的・基礎的な研究に取り組んでいます。亜熱帯下にある国内唯一の国立研究開発法人の農業研究拠点として、大きな使命を担っています。

【熱帯・島嶼研究拠点で実施している研究プロジェクト】

本所（つくば市）や国内外の研究機関と協力し、熱帯・島嶼研究拠点では、主に、次のような研究プロジェクトの課題を実施しています。

◆資源・環境管理プログラム

・アジア・島嶼資源管理プロジェクト

島嶼地域において農業生産と環境・生態系保全が両立する資源管理技術を開発・提案することを目指している本プロジェクトでは、オープンラボを活用し、沈砂池等に堆積した堆砂を畑地へ加工・還元し作物の生育に役立てようとする堆砂再利用システムの構築、パラオ等太平洋島嶼の地域資源の活用を目指した環境保全型栽培技術の開発、並びにフィリピン等アジア島嶼における地下への栄養塩類の負荷を軽減するための持続的な作物肥培管理法の開発に取り組んでいます。

・BNI活用プロジェクト（BNI：生物学的硝化抑制）

BNI能を持つ作物の中で、特にブラキアリア牧草についての課題を実施しています。ブラキアリア牧草の継続的な栽培がBNI活性へ及ぼす影響を解析するため、土壌中のBNI物質や窒素の動態、並びに土壌微生物活動について経時的に調査しています。また、BNI能の高いブラキアリア牧草の開発に向け、有望系統や集団の育成、また、それらの特性評価を実施しています。

◆農産物安定生産プログラム

・アフリカ食料プロジェクト；不良環境耐性作物開発プロジェクト；病虫害防除プロジェクト

石垣島では、年2回の稲作が可能で、その亜熱帯気候は、熱帯地域に適応したインド型品種を含めた遺伝資源や育種材料の効率的な特性評価や遺伝的改良を可能とする日本で唯一の環境です。

このような自然環境を生かして、アジア、アフリカの開発途上地域の多くが位置する熱帯を主な対象地とし、この地域に適応したインド型イネ品種の遺伝・育種研究を行っています。まず、世界の稲作地域から、普及品種や在来品種など広範な遺伝資源を導入し、その特性を明らかにするとともに、国



サンゴ礁に囲まれた石垣島の畑地



ライシメーター施設（奥は於茂登岳）



石垣島の畑地内に設置された沈砂池



実験水田で育種素材を観察するバングラデシュの研究者

内外の研究者が利用できるような基礎データの収集を進めています。特に、新しいイネの創造・開発に向け、草型や根型を根本から見直し、高い生産性、並びに様々な環境に適応できる育種材料の開発に取り組んでいます。また、世界中で問題となるいもち病の防除方法や抵抗性品種を開発するため、新規遺伝子の探索や育種素材開発を進めています。

ヤムは西アフリカを中心に栽培・消費される重要な作物です。アフリカ食料プロジェクトで実施するヤムのゲノム研究の一環として、有用遺伝子の同定をするために、ヤムの遺伝子組換え手法の開発に取り組んでいます。

ダイズの塩害は、中国、インド等の乾燥・半乾燥地域での最も深刻な生産阻害要因になっています。不良環境耐性作物開発プロジェクトにおいて、ダイズの耐塩性遺伝子 *Ncl* が、どのような仕組みでダイズを耐塩性に行っているのかを明らかにする研究を行っています。

・高バイオマス資源作物プロジェクト

サトウキビとその近縁遺伝資源エリアンサスとの属間交雑を利用し、バイオマス生産性や不良環境耐性に優れた新規サトウキビ品種を育成することを目標として、属間雑種の作出・評価と有望系統の選定、属間雑種を効果的に育種に利用するための形質評価技術やDNAマーカーを利用した育種技術の開発を進めています。

◆高付加価値化プログラム

・農山村資源活用プロジェクト

インドシナ諸国の中山間地では果樹は換金作物として、また栄養源としても有用な作物です。そこで、本プロジェクトでは、ラオス等インドシナ域の中山間地に地域資源として分布する果樹有用樹種・品種の有効利用や高付加価値化を図るために、栽培環境に応じた栽培管理・品種選定技術を開発しています。熱帯・島嶼研究拠点で、増殖、低投入栽培、及び品種識別等 についての基盤技術を開発し、現地で実証試験を行うことにより、研究を効率的に推進しています。



高いバイオマス生産を示すエリアンサス系統

【国内農業への貢献】

研究プロジェクトに加えて、亜熱帯気候を生かし、次のような国内農業に貢献する研究活動も実施しています。

◆農業生物資源ジーンバンク事業

農業・食品産業技術総合研究機構の遺伝資源センターが中核（センターバンク）となって推進する農業生物資源ジーンバンク事業の「熱帯・亜熱帯作物サブバンク」として、マンゴー等の熱帯・亜熱帯果樹類（約150点）、パインアップルおよびその近縁種（約120点）、サトウキビおよびその近縁種（約530点）の遺伝資源の保存・維持管理を担当しています。



サトウキビおよびその近縁種の遺伝資源圃場

◆作物育種事業への協力

イネやコムギで新しい品種を育成するためには一般的に10年以上の長い期間がかかります。この期間を短くするために、温暖な亜熱帯気候を利用して世代促進栽培を行っています。イネは1年間で2ないし3世代を栽培し、コムギは11月～3月にかけて1世代を栽培後、次の世代を北海道で栽培することで、1年で2回世代を進めることができます。このような世代促進は、品種育成期間の短縮に大きく貢献しています。また、石垣島の立地を生かし、国内サトウキビ育種事業への交配協力も行っています。

◆南西諸島向け高品質熱帯果樹等の品種

保有する熱帯果樹等の遺伝資源を、国内向け品種開発にも利用しています。これまでに、耐暑性インゲン「ナリブシ」や「ハイブシ」、パパイア「石垣珊瑚」（食味良好、高温に強い）、「石垣ワンダラス」（食味良好、大果）を品種登録しました。パインアップル「ソフトタッチ」（通称：ピーチパイン）は、熱帯・島嶼研究拠点で交配・初期選抜し、沖縄県が登録した品種です。パッションフルーツの品種開発も実施し、酸が低く、暑さに強いパッションフルーツ品種を登録出願しました。



品種登録出願中のパッションフルーツ

