

## 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

### 研究課題別中間評価報告書

#### 1. 研究課題名

難防除病害管理技術の創出によるバナナ・カカオの持続的生産体制の確立  
(2021年11月～2026年11月)

#### 2. 研究代表者

2.1 日本側研究代表者：渡辺 京子（玉川大学 農学部 教授）

2.2 相手側研究代表者：Renato G. Reyes（セントラル・ルソン大学 (GLSU) 教授・学務副学長）  
(2021年11月～2023年6月)

Parsons N. Hail（セントラル・ルソン大学 (GLSU) 准教授・国際部長）  
(2024年2月～現在)

#### 3. 研究概要

本プロジェクトは、輸出バナナの主要生産国であり、カカオ生産にも注力しているフィリピンにおいて、防除法が確立されていないバナナのパナマ病（萎凋病）およびシガトカ病、カカオのVSD病およびブラックポッド病の2作物・4病害を制御するための総合的な病害防除管理技術体系を提案し、持続可能な生産を実現することにより、生産物の減収による農家の経済損失の阻止を目指す。また、土壌還元消毒と肥培管理・栽培管理方法の最適化により、不適切な農薬散布による地域住民の健康被害や環境汚染の軽減に貢献する。さらに、バナナおよびカカオの栽培圃場から病原菌を含む多様な菌類を収集し、有用な微生物資源として活用するための微生物ライブラリーを構築する。最終的には相手国研究機関内に菌類遺伝資源セクションおよび高価値作物病害診断セクションを設立し、プロジェクトで開発した病害防除技術を普及するための基盤とする。

プロジェクトは下記の研究題目で構成されている。

研究題目1：菌類生物多様性の解明と生息域外保全

研究題目2：バナナの病害防除技術開発

研究題目3：カカオの病害防除技術開発

研究題目4：開発技術の経済性評価と技術普及

#### 4. 評価結果

総合評価：A-

(所期の計画とほぼ同等の取組みが行われ、一定の成果が期待できる)

新型コロナウイルスの感染拡大や相手国内の治安情勢により渡航が制限され、機材調達に遅れが生じた。加えて、2023年6月に相手側研究代表者が辞職し、後任が指名されない状況が半年以上続いたことで、研究計画の遂行にも大きな影響が出ている。結果として、研究題目によっては、プロジェクトの中間時点で達成すべき目標に到達していない。相手国側の研究体制の変更により継続的な研究遂行への懸念が生じており、相手国機関との連携態勢の再構築が必要である。

ただし、制限された条件下であっても実施可能な研究項目は着実に進められており、なかでも、フィリピンにおけるバナナの萎凋病およびカカオの果実腐敗の原因となる病原菌の実態を明らかにしたことは、インパクトのある研究成果と言える。特にバナナ萎凋病に対する防除技術の確立については、今後の研究の進展によって一定の成果が期待できる。その他の研究項目については、計画を加速的に進めるための工夫が求められる。

#### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

研究題目1は、ほぼ研究計画に沿って進捗しているが、その他の研究題目は計画から遅れている。特に研究題目4は、研究題目1~3の成果をもとに開発された技術を普及する計画であるが、中間評価の時点では緒に就いたばかりの感がある。渡航制限の条件下で、研究課題の進捗状況が総じて遅れ気味であるのはやむを得ないものの、プロジェクトの後半ではこれまで以上に相手国機関との協働を意識して、遅れを挽回する必要がある。

そうした中、玉川大学においてバナナとカカオの栽培試験が実施できる環境が整ったことは、今後の研究推進の基盤として着実な進展と言える。また、これまでに行った病原性に関わる特性評価の結果、新パナマ病（萎凋病）の病原菌である *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race4 (Foc TR4) とは異なる病原菌をフィリピン国内で複数見出し、その内の一つを *Fusarium* 属の新種の病原菌として *F. mindanaense* と命名し報告したことは、特筆すべき成果である。さらに、カカオの果実腐敗について、フィリピンでは *Phytophthora* 菌によるブラックポッド病が原因と診断されていたが、実際は複数の菌により生ずる腐敗であることが示唆され、新たな研究の展開が示された。これらの成果を足場にプロジェクト後半の研究進捗が期待される。

なお、研究題目1で取り組んでいる微生物ライブラリーの構築に関しては、日本とフィリピンの研究者が合同で、もしくはフィリピン側が単独で、フィリピン国内のバナナ・カカオ圃場から菌株を採集し、遺伝子同定を進めている。これまでに1660以上の菌株が採集されたが、相手国機関に供与した超低温フリーザーが稼働していないため、保存状態が懸念される。一方で、採集した菌株のうち1241菌株は、生物多様性条約に則り、MTA (Material Transfer Agreement) に基づいて日本に輸入し、特性解析を実施した。これらの菌株は、菌類遺伝資源セクションが整備された後、フィリピンへ送り返されることになっており、今後、相手国機関と綿密に打ち合わせて課題を遂行する必要がある。

また、研究題目2のAI発生予察アプリケーションの開発に関しては、バナナ圃場の微気象デ

一タ測定のための環境計測機器の設置が大幅に遅れており、発病要因の解析までに至っていない状況である。プロジェクト終了までにアプリケーションの開発を終えて、成果物をフィリピン側に引き渡せるよう、明確に時期を示して計画を進めることが望まれる。

さらに、研究題目 2 および 3 で取り組んでいる病害の発生を制御する土壌還元消毒法の最適化については、1%エタノールを土壌に灌注しビニールシートで覆う太陽熱消毒が効果的であることを圃場実験で確認しているが、土壌還元が作物の生育に及ぼす影響を緩和する方法が確立されていないため、まだ実用技術に至っていない。現地実証試験を拡大し、普及に移せる科学的根拠を示すことが求められる。

加えて、研究題目 4 は、バナナとカカオそれぞれの病害制御のための総合技術体系の確立と、そのインパクトを評価するためのベースライン調査、また、確立した技術をフィリピン国内で普及するために必要な行政機関との連携構築が急がれる。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

フィリピン側の人事に起因するプロジェクトの遅れについては、不測の事態ではあったものの、不可抗力とまでは言い切れず、事態の早期解決に努めることも可能だったのではないかと思われる。相手側研究代表者をはじめ植物病理学を専門とする研究者数名がプロジェクトを離脱するという事態を受け、今後は、相手側機関における研究代表者の業務を遂行できる者の確定と、各課題を担当する研究者の配置を不断に求め、研究実施のための態勢を立て直すことに、日本側研究代表者を中心に組みんでもらいたい。さらに、これまで両国の研究者が全員参加して研究打合せを行う場は設けられていなかったようであるが、今後はチーム全体でプロジェクトの進捗に対する意識を共有しながら個々の研究を推進するべきである。プロジェクト後半の研究を加速するためには、研究題目および研究項目ごとに日比双方の責任者を明確にして、研究チーム間の相互連携を一層強固なものとするのが肝要である。

供与機材に関しても、相手側の体制変更の余波を受け、有効に活用されているとは言い難い状況である。相手側研究代表者の辞職に伴いプロジェクトオフィスを移転する必要が生じ、プロジェクトで購入した機材は、発電機を除いては、すべて速やかに新オフィスに移設されたが、GLSUのあるヌエヴァ・エシハ州ムニヨスは停電が頻発する地域であるため、発電機がなければ多くの機器を安全に稼働させることができない。特に病原菌の安定的な保存のためには超低温フリーザーを非常電源装置へ接続することが不可欠であることから、発電機の移設は至急対応が必要な事項である。また、バナナ栽培圃場へ設置する環境計測機器の輸送手続きが大幅に遅れており、病害発生予察のアプリケーション開発に必要なデータが収集できていない。日本から輸送した機器は相手側機関が税関等の手続きを行うため、日比双方が連携して遅滞なく手続きを進める必要がある。

#### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

バナナ萎凋病と病原菌の関係の整理、カカオのブラックポッド病と病原菌の関係の整理などで新知見が見込まれる。また、LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification) などの遺伝子増幅法を用いてバナナ萎凋病を引き起こす個々の病原菌を検出するための技術の開発により、病害診断の精緻化が期待される。

土壌還元消毒法は日本国内で普及実績がある技術であり、日本の科学技術の発展に画期的なインパクトを与えるものではないが、これをフィリピンのバナナ栽培に応用する点に新規性が認められる。土壌還元消毒によるバナナ生育への副作用を軽減する対処法を至急検討して、農家が受け入れられる技術として完成させ、普及を担当する農業省へ提案することが重要である。

プロジェクト前半では、課題解決に向けて多方面からアプローチすることは必要だが、後半に向けては、現場に適用可能な成果を選び出し、実装化が見込まれる技術に絞り込んで研究資源を投入することも検討するべきであろう。

#### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

プロジェクトの研究体制が再整備され、機材の導入が完了することを前提にすれば、今後の研究進展が期待できる。フィリピン人の留学生が人材育成途上にあり、彼らが学位を取得して帰国することで、人的交流の構築も見込まれる。

バナナ圃場とカカオ苗畑の土壌還元消毒、消毒後の土壌の肥培管理および病害診断と病原菌コントロールによる健全な栽培技術が統合され、バナナとカカオの主要病害を制御する総合技術体系が確立した上で、フィリピン農業省との連携による小農への技術普及体制が構築されれば、成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していくことが期待できる。農業省の担当部局、生産企業、生産組合等を構成者とする産官学連携会議を半年に一度程度実施する計画となっており、プロジェクトの後半では、これまで以上にフィリピンの関係者との連携を意識して取り組むことが重要である。

#### 4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

- 日本側研究代表者はリーダーシップを発揮し、日本側およびフィリピン側のプロジェクト参加研究者の合意を図りながら、残されたプロジェクト期間内に研究計画を実行し、プロジェクト目標を達成していただきたい。
- 菌類遺伝資源セクションおよび高価値作物病害診断セクションの設立と運営にあたり、どういう考え方でセンターを運営するのか、フィリピン側の研究者と十分に議論を重ねて、明らかにしていただきたい。とりわけ微生物ライブラリーに関しては、プロジェクト終了までにデータベースをフィリピン国内外に公開すると同時に、菌類遺伝資源の配付ができるように研究を進めていただきたい。
- バナナ萎凋病とカカオの果実腐敗に関して、いずれも複数の病原菌の存在が確認された。

LAMP法などによる診断法の開発においては、個々の病原菌を検出するのか、それとも属レベルでの検出にとどめるのか、菌類多様性の解析に基づいて開発方針を決定していただきたい。

- 病害の発生は病原菌と宿主植物の相互作用と環境要因とによって支配されるので、これら三要因の相互作用を十分に考慮した解析が期待される。病原菌に対して拮抗作用を示す微生物を利用した資材の開発においては、実際の圃場における使用方法を想定して有用性を評価していただきたい。
- 土壌還元消毒法の実験では、対象とする土壌の処理前と処理後の理化学性の変化を把握する必要がある。その上で、処理が有効な土壌の特性を明示するようしていただきたい。また、土壌還元後の土壌を砕いて通気性、排水性を改善させることが肝要との考察が示されたが、そのためには具体的にどのような耕種法が考えられるかも示す必要がある。土壌還元消毒後のバナナの定植と生育促進を研究するために、土壌の研究者のほかにバナナの栽培を専門とする研究者の参画を求めることを提案したい。さらに、この技術の採算性について農家経営の専門家による調査を実施していただきたい。
- 基礎研究と並行して、土壌還元消毒や作付体系、早期警鐘など複数の即効性あるアプローチで課題解決を図ろうとする点は評価できるが、最終的にはベースライン調査の情報を踏まえ、対象とする農業者グループに合わせた実行可能性の高い対策を提案することが重要である。本プロジェクトを植物病理学の研究だけで終わらせないことに留意し、プロジェクト後半では技術体系の確立を急ぎ、農業省普及機関の協力を得て、最終受益者である小農に技術が届く体制の構築を達成できるようにしていただきたい。
- 国際共同研究として日本人研究者とフィリピン人研究者による共著論文を多く公表することを期待する。さらに、フィリピン側の研究者が担当する独自の研究があれば、それを伸ばすための研究活動を組み込むことは、人材育成の観点で重要である。
- 日本側およびフィリピン側で、生物多様性条約（CBD）や遺伝資源へのアクセスと利益配分のあり方（ABS）に長けた人材の育成についても、実務を通して実施することが望ましい。また、特許の国際共同出願および知財管理のノウハウの移転について、プロジェクトの活動の中でフィリピン側の研究者にも伝えていただきたい。
- 策定中の総合技術ガイドラインは、病害防除だけでなく栽培などを含めた幅広い内容が含まれるものである。日本側研究代表者は、フィリピン農業省や普及機関とも連携してガイドラインを作成し、プロジェクト終了前に相手側普及機関に手渡すことができるようにしていただきたい。
- 本プロジェクトの成果を日本およびフィリピンの関係者に伝える広報活動についても、残りの期間でしっかりと取り組んでいただきたい。フィリピンに大農園が展開していることはよく知られているが、バナナ生産者とはどのような人々で構成され、萎凋病は社会にどのような影響を与えているのかを説明していただけるとよい。

以上

## 成果目標シート

研究課題名	「難防除病害管理技術の創出によるバナナ・カカオの持続的生産体制の確立」
研究代表者名 (所属機関)	渡辺 京子 (玉川大学 農学部 教授)
研究期間	2020年度採択 (2020年8月～2026年3月)
相手国名/主要相手 国研究機関	フィリピン共和国 セントラル・ルソン大学
関連するSDGs	2. 飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する 12. 持続可能な生産消費形態を確保する 15. 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の促進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、並びに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する

## 成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学技術外交を通じた日本のプレゼンスの向上</li> <li>CBD-ABSに長けた人材の育成と供給</li> <li>日本へのバナナおよびカカオの安定供給体制の確立</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>難防除病害管理栽培技術の創出</li> <li>病害診断方法の確立</li> <li>病害を制御する総合技術体系の確立</li> </ul>
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> <li>特許の国際共同出願</li> <li>知財管理ノウハウの移転</li> <li>生物多様性に則った生物資源の取扱</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>本邦研究者の積極的な現地派遣</li> <li>本邦研究者・参画学生の国際学会への参加、及び国際学会誌への論文掲載</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>産学官連携による研究ネットワークの構築</li> <li>フィリピン国内における国際研究体制の構築</li> </ul>
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>病害防除総合技術ガイドライン</li> <li>IOTモニタリング指標提案書</li> <li>参画者による研究論文</li> </ul>

公開資料

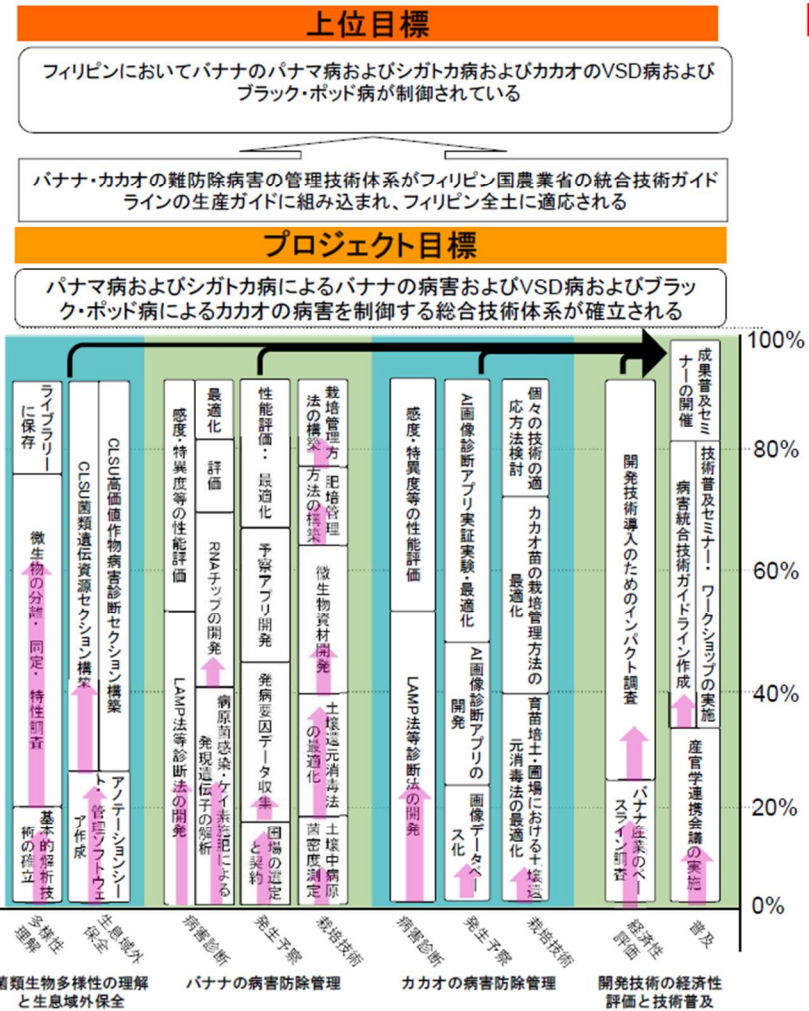


図1 成果目標シートと達成状況(2024年1月時点)