

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

ストライガ防除による食料安全保障と貧困克服

(2018年4月～2023年3月)

2. 研究代表者

1. 日本側研究代表者：杉本 幸裕（神戸大学 大学院農学研究科 教授）
2. 相手国研究代表者：ザイナブ オスマン（スーダン国立研究センター 所長）

3. 研究概要

ストライガに代表される根寄生雑草は宿主作物の根から養水分を収奪して成長し、食料生産を阻害する生物的要因の一つとして被害が深刻の度を増している。さらに、根寄生雑草種子は拡散し分布域を広げており、地球規模で食料生産を損なう深刻な問題となっている。本プロジェクトでは、スーダンの天水農業地帯に蔓延し、食料の生産を阻害する最も深刻な生物的要因である根寄生雑草ストライガを防除する技術を確立し、その技術をストライガの被害に苦しむ近隣諸国とも共有することを目標とする。具体的には、下記6つの研究題目に取り組み、ストライガ防除パッケージを構築することにより、スーダンの食料生産において最も深刻な生物的要因であるストライガを防除する技術を確立することを目指す。

研究題目 1 自殺発芽誘導剤の開発と有効性の実証

研究題目 2 新規発芽調節剤の開発

研究題目 3 微生物による発芽調節

研究題目 4 イネのストライガ抵抗性の持続性の検証

研究題目 5 ストライガの有用性の探索

研究題目 6 農民学校を通じたストライガ防除法の共有

4. 評価結果

総合評価：A-

(所期の計画とほぼ同等の取り組みが行われ、一定の成果が期待できる。)

半乾燥熱帯地域の主穀作物であるトウモロコシ、ソルガム、ミレットなどへの根寄生雑草に対する防除技術の開発は、スーダンのみならずアフリカ地域の農業にとって喫緊の課題である。本プロジェクトはスーダンにおいて、根寄生雑草による被害解決に向けた実用的な総合防除パッケージを開発し、その普及体制を整備することを目的とした。

本プロジェクトの中心課題である根寄生雑草の発芽調節に関する分子機構の解明により、自殺発芽誘導という植物生理学を応用したいくつかの根寄生雑草の防除法が確立されたことは、科学的・技術的インパクトの高い成果であったと評価できる。その意味で、前プロジェクトで強力な自殺発芽誘導剤を見だし、大量合成に成功したことは大きな成果を生み出すと期待された。しかし、圃場試験でストライガ種子の自殺発芽誘導作用の効果が確認されたものの、誘導剤の活性発現に必須の構造が変異原性を有することが判明し、実用化を断念することになったのは残念であった。一方、ストライガによる宿主植物からの養水分収奪機構が解明され、世界的な学術雑誌でも紹介されたことは、基礎的知見とはいえ、今後の寄生雑草防除における実用技術開発へ期待を抱かせる意義ある成果であった。ただし、プロジェクト成果の社会実装に向けて中心となる農民学校（Farmers Field School：FFS）での技術パッケージの内容は、従来スーダン側が実施していた個別技術の組み合わせに留まり、本プロジェクトで開発した新たな技術を導入するには至らなかった。さらに、プロジェクト期間中に起こった相手国での政変と世界的コロナ禍による渡航禁止という阻害要因の影響もあり、所期の計画を上回る成果が得られなかった。

根寄生雑草の問題が深刻な国や地域は、アフリカはもちろんアフリカ以外にも多数存在するが、このプロジェクトでは具体的に波及するような技術開発には至らなかった。本プロジェクトでは、いくつかの解決法が提示されたが、実装化には至らず、さらなる技術開発が必要と思われる。プロジェクト終了後も国際共同研究を継続して実用化へとつなげることを期待する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

本プロジェクトで根寄生雑草の発芽調節の分子機構を解明し、自殺発芽誘導による防除の可能性を示したことは、大きな科学的成果であると高く評価できる。また、ストライガによる宿主植物からの養水分収奪機構についての解明も、今後、新たな防除技術開発への期待を抱かせる意義ある成果であった。前プロジェクトで開発した自殺発芽誘導剤が安全性の面で本格的圃場試験による開発を中止せざるを得なかったことは残念であったが、本研究の成果は植物生理機構に注目し、発芽制御を利用した根寄生雑草防除への道筋を示す大きな成果といえる。

【国際社会における認知、活用の見通し及び他国、他地域への波及】

ストライガなど根寄生雑草が深刻な国や地域はアフリカ以外にも多数存在し、地球規模課題として、大きな問題になっている。本プロジェクトの根寄生雑草の発芽調節の分子機構に着目した自殺発芽誘導という興味深いアイディアは新たな根寄生雑草の防御技術法へと発展する可能性があり、その科学的知見は類似研究の発展に寄与することが期待される。しかし、本プロジェクト期間中は、様々な制限要因もあり、総合的な防除技術の開発には至らず、他国や他地域への波及の可能性は制限されたものであった。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

根寄生雑草の発芽や寄生のメカニズムに関する植物生理学的研究については、本プロジェクトを実施する日本人研究者の研究成果が世界的にも先行しており、地球規模課題となりつつある根寄生雑草対策のモデルケースとなった。根寄生雑草に関する発芽調節の分子機構の解明に関する科学的成果は、国際的にメジャーな学術雑誌で取り上げられ、研究のレベルが高いものであったことは確かである。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

本プロジェクトにより、スーダンに根寄生雑草防除への科学的アプローチの手法が移転され、本研究領域に関する研究の機運が醸成されたことは大きな成果である。本研究の継続を目指したスーダン側の体制整備も進みつつあり、今後の研究の進展も期待できる。一方で、プロジェクト成果として新規に提案できる実用的な防除パッケージは、残念ながらまだ得られていない。そのため、現状では、相手国ニーズに応えるインパクトは小さいと言わざるを得ない。

【課題解決、社会実装の見通し】

自殺発芽誘導剤が安全性の面から実際の施用ができないと判断され、課題解決に向けての「短期的な」貢献は限られたものとなった。しかし、FFSの従来の有用技術を組み合わせた総合防除法は、実際にソルガムの収量増産も認められており、着実に成果を上げている。この成果は、課題解決に向けて社会実装の道筋を整えた点として評価される。一方で、プロジェクトの研究成果を総合防除パッケージとして確実に社会実装するためには、研究戦略の見直しも必要と思われる。

【継続的發展（人材育成、組織等）及び成果を基とした研究・利用活動が持続的に發展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

スーダンにおいては政治的安定がみられるまで、研究の継続的・飛躍的發展は困難な面も

あるが、スーダン国立研究センター（NCR）では、プロジェクト終了後に、研究員の採用と予算措置（3年間）が計画されており、研究が継続できる見込みはある。今後のストライガ防除の科学的アプローチ、耕種的アプローチについては、方向性が提案できており、さらに、FFSによる活動など、具体的な政策・普及に展開する基礎は構築されている。今後、プロジェクトで整備した研究機器を駆使して研究が発展していくことを期待する。一方、プロジェクトの運営において、相手国側の研究体制の予測できなかった変更など制約があり、人材の育成は限られた範囲に留まった。そのため、十分な技術移転がなされたとは言えず、プロジェクト終了後、設置した最新機器などが十分に活用できるか懸念が残る。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

プロジェクトで対象とした根寄生雑草は、日本国内では基本的には問題となっていない。そのため、日本の雑草防除技術など農業・社会への直接的な貢献はあまり多くない。しかし、発芽調節の分子機構の解明に関する基本的な研究成果やそれに取り組む人材の育成は、中長期的には日本の農業などに貢献する可能性がある。

【科学技術の発展】

プロジェクトにおける宿主植物からの養水分収奪の分子メカニズムおよび発芽刺激物質の化学・生化学に関する研究成果は、世界的にもインパクトが大きく、今後の寄生雑草に対する防除技術開発に関する研究をリードする可能性を秘めたものである。特に、自殺発芽誘導という植物生理の活用した雑草防除の戦略を提示した点は大きな成果である。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

複数の若手日本人研究者がこのプロジェクトに参加して、根寄生雑草の発芽や寄生のメカニズムについて世界的な学術雑誌に成果を公表するなど確実に実績を上げることにより、3名の若手研究者が研究機関に職を得るなど、堅実な人材育成が行われたといえる。また、根寄生雑草を研究対象とする日本人若手研究者が増えており、今後、植物保護を含め幅広い事業や産業で活躍できる人材の育成につながる事が期待できる。

【知財の獲得や、国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手方法】

候補とした自殺発芽誘導剤の活性発現に必須の構造に変異原性が認められ、その後の開発が中断され、スーダンの現場における試験や普及が中止されたことは残念である。また、それに伴い、特許についても出願を取り下げたのはやむを得ないことであった。一方で、両国関係機関で材料移転合意（MTA）を締結し、ストライガの実験用サンプルを日本に持ち込み解析できたことは研究発展に大きく貢献した。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

論文については世界的に著名な学術雑誌に公表しており、「自殺発芽誘導による根寄生雑草防除」という基本的な課題の成果だけでなく、自殺発芽誘導に代わる防除技術として、宿主における発芽刺激物質の生産制御や、宿主雑草の種子発芽における代謝阻害剤による根寄生雑草の防除に関する成果は、植物科学や根寄生雑草の防除研究に新たな方向性を示した点からも高く評価できる。一方で、相手国研究者との共著論文が少なかったことは残念であった。

【技術及び人的ネットワークの構築（相手国含む）】

相手国の政治社会情勢からの制約も大きい中で、オンライン会議に加えて、第3国（ドバイ）での面談打合せの開催など関係者のネットワークの維持に努めたことは評価される。また、スーダン側での、FFSの活動は地域における人的連携として評価でき、本プロジェクトが終了した後も、継続して活動を行うことを期待する。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト管理及び状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

相手国の政情不安定と新型コロナ蔓延に伴う行動制限という2重の困難な状況下においても、着実に研究をすすめた努力に敬意を表する。さまざまな深刻な制約がある中で、研究代表者が、課題解決とプロジェクト目標の実現に向けて、一貫して熱意をもって尽力してきた姿勢が窺える。

【成果の活用に向けた活動及び情報発信】

「効果的な防除技術」にむけて、各研究課題の連携や成果の活用が不足し、開発した研究成果を社会実装まで持っていけなかったのは残念であった。しかし、厳しい状況下、スーダン国内においてもシンポジウムを開催するなどアウトリーチへの努力は認められる。また、カウンターパート機関が中心となり、ストライガ防除対策推進体制の国際委員会が設置できたことは今後の総合防除技術の普及に向けた活動として評価できる。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

プロジェクト後半に、NCRに研究室が開設され、新しい研究機器が導入された。これらの機器を今後の研究に有効に利用していただきたい。また、日本側研究者も協力して、研究室の保守管理をしっかりするようお願いしたい。さらに、厳しい状況下で、両国間での研究成果の共有や情報交換あるいは議論が十分でなかったと思われる部分もあり、その意味で、人材及び機材の効率的活用はやや不適切だったと評価せざるを得ない。

5. 今後の研究に向けての要改善点及び要望事項

- (1) 世界を牽引する根寄生雑草研究の熱意を引き継ぐ人材を早急に見つけ、スーダンにおける雑草研究の情熱を消さないよう、日本側もスーダン側も連携していただきたい。
- (2) イネのコアコレクションを用いた抵抗性の評価研究を中止せざるを得なかったことは残念であった。プロジェクトで得られた情報を育種関係者と共有し、これまでの結果を基礎に、抵抗性の遺伝的解析・育種に関する研究の進展に期待したい。
- (3) FFS は国連の FAO が主導的役割を果たしてきた歴史がある。今後 FAO との連携強化によって FFS の促進し、プロジェクトで開発したいいくつかの解決法の社会実装化を進めていただきたい。
- (4) 実際の圃場での総合的防除パッケージの開発には圃場試験による検証が必要なので、その研究領域の研究者との共同研究を進めていただきたい。
- (5) 本プロジェクトで得られた研究成果を整理し、どのようなアプローチでストライガ防除に取り組むべきか新たな計画を提案していただきたい。アフリカ地域におけるストライガ防除法の確立は、解決されるべき課題であり、本プロジェクトで得られた知見を他国でも共有し、取り組むことは意義があることと考える。

以上

成果目標シート

研究課題名	ストライガ防除によるスーダンの食料安全保障と貧困克服
研究代表者名 (所属機関)	杉本 幸裕 (神戸大学)
研究期間	平成29年度から令和4年度 (6年間)
相手国名/主要相手国研究機関	スーダン共和国/National Center for Research, Agricultural Research Corporation, Sudan University of Science and Technology

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 国内農業の根寄生雑草に対する予防策 日本企業による自殺発芽誘導剤の実用化 ⇒世界に先駆けて有用性を実証し特許化した。Ames試験陽性のため誘導剤の実用化断念
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 種子貯蔵エネルギーの発芽時の利用機構の解明 未利用植物資源の有効活用 ★ABA非応答機構と寄生戦略における意義の発見 ★宿主植物の発芽刺激物質生産抑制技術の開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 新規発芽阻害剤⇒特許出願、秘密保持契約 新規発芽誘導剤⇒Ames試験陽性のため開発中止 ストライガ感受性の異なるイネ遺伝資源の整備 ★シール試験による情報整備終了、圃場試験は断念
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際学会を中心とする研究成果発表 ⇒杉本9回、岡澤7回、鮫島3回、久世1回、若林1回 海外での根寄生雑草防除ワークショップの開催 ⇒スーダンでシンポジウム3+1(予定)、講演会1回
技術及び人的ネットワーク構築	<ul style="list-style-type: none"> スーダン科学界との密接な連携⇒Sudan Academy of Scienceで若手人材育成講演会の開催を計画
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"> 「ストライガ」防除実例集(現地語) brochure作成・配賦 発芽におけるアラビノース代謝機構(英語) 公表 微生物の作る発芽阻害物質(英語) 未 イネのストライガ感受性の安定性(英語) 未 ストライガの二次代謝産物生産能力(英語) 公表

221110



上位目標

広範な地域を対象とする根寄生雑草防除法の開発計画が具体化される

防除技術によるストライガ個体数の減少とそれに伴う宿主の生産性の向上を定量的に示す実践的なデータを取得する

プロジェクト目標

スーダン側機関との協働によりストライガ属を含むハマウツボ科の雑草に対する効果的な防除技術が開発され普及体制が整備される

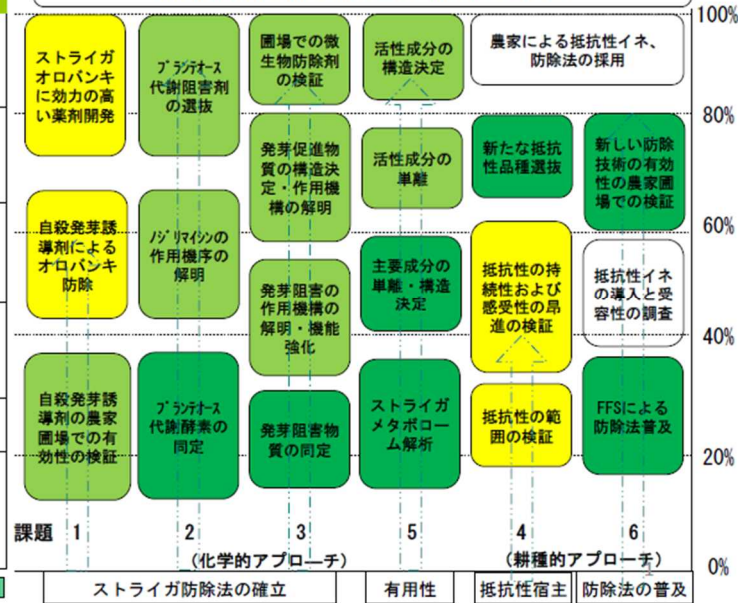


図1 成果目標シート (2023年1月)