

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

根寄生雑草克服によるスーダン乾燥地農業開発 (2010年3月-2015年2月)

2. 研究代表者

- 2. 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. 2. 相手側研究代表者：Abdel Gabar Babiker (スーダン科学技術大学 教授)

3. 研究概要

根寄生雑草ストライガは、スーダンにおける農業生産を阻害する最大の生物的要因である。本プロジェクトでは、ストライガの発芽過程および宿主養水分収奪機構に着目した、化学的、生物学的および栽培学的アプローチにより、ストライガの有効な防除法の開発を目的とする。最終的に、現地の栽培条件に適し、かつ現地住民の嗜好に配慮しつつ、ストライガに抵抗性を示すソルガムおよびイネの品種を導入するとともに、有効な防除法を組み合わせた総合的なストライガ防除体系の定着を図る。

4. 評価結果

総合評価 (A+： 所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる)

日本側の研究は、研究代表者のリーダーシップの下、様々な着想による研究が行われ、結果が積み上げられている。特に、発芽刺激物質(自殺発芽誘導物質)については、多くの情報を蓄積しており、この知見は発芽刺激による寄生阻害という新たな防除法の開発が期待され、特許出願も果たし、社会実装に向けた準備を整えつつある。

また、イネのストライガ抵抗性評価については、スーダンの気候に適したストライガに高い抵抗性を示す品種を見出した。さらに、選択的除草剤の探索では、代謝阻害剤の候補を見出している。このテーマはオリジナルなアイデアに基づく斬新な取り組みであり、その過程で得られる知見は意義が大きい。また、ストライガの無菌独立培養系が確立されており、今後のストライガ解析への応用が期待され、科学的にはインパクトも大きい成果と考えられる。

さらに、スーダン側ではスーダン科学技術大学に最新の研究拠点ができたため、スーダン特有の植物材料を活かした、実験の実施が可能となった。さらに、ストライガの実験系として技術導入したライゾトロン法が定着した。これら設備、技術を活かしてスーダン側研究者のアイデアに基づいた実験が行われ始めており、国際共同研究にふさわしい研究課題が生まれつつある。

一方、ストライガ防除に関する社会科学研究に関しては、スーダン側研究者を中心にスーダン農民学校において順調に実施されており、ガダーレフ地方を中心地域とし、活動が軌道に乗りつつある。

総合してプロジェクトは両国研究代表者の強いリーダーシップにより、所期の計画を上回る取り組みが行われている。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

ストライガに対する有効な防除法の開発、及びその普及を目的に、下記の研究項目（課題）について日本側、スーダン側研究機関で実施されている。

- 課題1 新規自殺発芽誘導物質の開発
- 課題2 ストライガ防除微生物の探索
- 課題3 選択的除草剤の探索
- 課題4 宿主養水分収奪機構の解析
- 課題5 イネ・ソルガムの環境適応性の検討とストライガ抵抗性評価
- 課題6 抵抗性／耐性作物の選抜と新規輪作体系の考案
- 課題7 新技術受容性と生産者・消費者の嗜好の調査
- 課題8 ストライガ対処法の共有に向けた農民学校の実施

これら各課題については、両国研究代表者の強いリーダーシップにより、課題間の進捗状況に多少の差は見られるものの、概ね順調に進行している。

日本側の研究は、本プロジェクトによる研究環境の充実を基盤として、様々なアイデアによる研究が行われ、結果が積み上げられている。特に、発芽刺激物質（自殺発芽誘導物質）については、これまでの知見も含めて多くの情報を蓄積している。これに基づき、寄生植物と宿主植物に関わる有用な情報が得られている。プロジェクト後半で圃場試験など実践に生かせるデータが蓄積されつつある。

その中でも、自殺発芽誘導物質ストライゴラクトン類化合物の研究（課題1）で、長年未解明であった alectrol の構造を決定し、さらに、orobanchol と solanacol の構造についても誤りを解明し正しい構造を示すことができた。引き続き、新規なストライゴラクトンの単離、構造決定、活性評価、合成研究に取り組んでいる。この知見は発芽刺激による寄生阻害という新たな防除法の開発につながることを期待される。これらの成果は、特許を出願し、社会実装に向けた準備を整えている。

さらに、ストライゴラクトンの生合成や代謝に関するいくつかのインパクトの大きな研究が実施されており、根寄生植物の発芽刺激物質に関しては、国際的に高い水準の成果を得ている。

一方、イネのストライガ抵抗性評価（課題5）については、スーダンの気候に適した品種の中から、ストライガに高い抵抗性を示す品種（仮称：SATREPS-1）を見出した。ポット試験でも優れた結果が得られており、プロジェクト後半の圃場試験の結果が期待される。

選択的除草剤の探索（課題3）では、代謝阻害剤の候補を見出したものの、構造最適化研究にはまだ取りかかっている。しかし、本課題は、オリジナルなアイデアに基づく斬新な取り組みであり、研究成果の達成には時間を有する。しかし、その過程で得られる知見の新規性はインパクトが大きいことから、本プロジェクトの科学的なポテンシャルを示す重要な課題と位置付け、長期的視野で取り組んでいる。

さらに、ストライガの無菌独立培養系が確立できた。この培養系は発芽時でなく栄養成長期のストライガに特異的な代謝を解析する目的で構築された。これによりストライガの代謝特性を宿主と切り離して検討することが可能となった。今後のストライガ解析への応用が期待され、科学的には先導的でインパクトも大きいと考えられる。

また、宿主養水分収奪機構の解析（課題4）および新規輪作体系の検討（課題6）についても、若手研究者の地道な努力により成果が得られつつあり、プロジェクト後半での進捗が期待される。

また、スーダン側ではスーダン科学技術大学に研究拠点ができたため、スーダン特有の植物材料を活かした、これまで困難であった実験の実施が可能となった。その中で、ストライガの実験系として技術導入したライゾトロン法が定着し、宿主植物とストライガの相互作用に関する研究アプローチが確立できた。この実験系を活かしてスーダン側研究者のアイデアに基づいた実験が行われ始めており、国際共同研究にふさわしい研究課題が生まれつつある。

一方、スーダン側で実施しているストライガ防除微生物の探索（課題 2）では、研究計画の遅れが見られる。本課題は主にスーダン側が取り組んでおり、微生物によるストライガの生物的防除を志向している。圃場試験で高い効果を示す菌株が選抜された後に、日本側と共同で原因物質の解析が行われることが期待される。また、プロジェクト後半には、スーダンの National Center for Research からの研究協力が期待される

社会科学的研究（課題 7, 8）に関しては、本研究分野を担当する日本側研究者が平成 23 年度を以って撤退したが、スーダン側研究者を中心に順調に実施されている。また、研究の実施地域は、スーダン農民学校（ファーマーズ・フィールド・スクール：FFS）実施地域であるガダーレフを中心地域とし、活動が軌道に乗りつつある。プロジェクト後半では、スーダン側研究者は実施地域の拡大を意向しており、今後の展開を協議している。

さらに、長期に滞在する日本人研究者とスーダン側研究者とが学術的に交流する場として、研修あるいは論文セミナーを開催している。毎回参加者が限られているという問題はあるものの、参加者間の相互理解促進に有効に機能し始めている。

一方、学術誌への発表（国際誌 7 件）や国内外の学会等での発表（口頭発表（国内会議 22 件、国際会議 13 件：招待講演含む）、ポスター発表（国内会議 16 件、国際会議 6 件）が数多くなされており、特許についても、国内 2 件、海外 1 件がすでに出願済みである。また、2010 年 9 月には日本において、SATREPS-JSPS AA Science Platform Program joint seminar on *Striga* spp., the food security scourge in Africa というスーダン-日本合同のシンポジウムを開催している。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

プロジェクトの運営管理および研究機関間のコミュニケーションは、ある程度維持されており、順調に共同研究が実施されている。研究の進捗に伴い、スーダン側参加者の役割分担を明確化する必要が生じ、初回の JCC の協議により、研究者を直接的にプロジェクト活動に関わる Project Member と、間接的にプロジェクトを支援する Project Adviser に分けた。その結果、Project Member に集中して共同研究や研修の機会を提供することが可能となり、研究に対するモチベーション向上につながった。

現地に長期に駐在するポスドクがプロジェクト運営に非常に貢献している。本来の研究業務に加えて研究支援業務を課すことになっているが、本人の経験として有用であるばかりでなく、本活動がスーダン側に前向きな雰囲気醸成を齎し出していることから、可能な範囲

で今後とも当該ポスドクには協力を求めていき、幅広い研究者としての成長に期待したい。

一方、社会科学的研究の分野では、これまでは、スーダン側研究者および日本人長期滞在者の努力により研究活動は順調に推移しているものの、本研究課題を担当する日本側参画研究機関が撤退し、プロジェクトに関わる日本側サポートが少ないことは、円滑な共同研究実施の問題点と考えられた。そこで、新たな研究体制構築に向けた具体的なアクションを2012年2月に開始し、専門性の高い日本人候補研究者を見出した。スーダン側研究者との試験的な共同現地調査を経て参加の意思が確認でき、平成25年度から社会科学の課題を中心に参画してもらうことを想定している。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

発芽刺激物質（自殺発芽誘導物質）ストライゴラクトン類の研究は、言うまでもなく、ストライガの防除において重要であり、新規な防除方法開発につながる成果が期待される。本プロジェクトでは、すでに、候補化合物を見出し、50g規模の合成を達成しており、企業の支援を受け水和剤として製剤化し、現在、ポット試験を実施している。予備的試験ではあるが、ストライガを抑制する効果が認められており、来年度にはスーダン科学技術大学に設置されたストライガ実験圃場での野外試験を計画している。プロジェクトの終了までにFFSのデモンストレーション農場での実証試験を目指している。

上記研究成果の今後の展開として、本格的な薬剤（農薬）の開発には、企業の協力が必須と考えられる。しかしながら、ストライガ防除薬剤の開発に対する民間企業の積極的な参入は難しいのが現状である。今回得られた優れた研究成果を広くアピールしていくことが重要となる。

ストライガ被害軽減対策の社会実装、すなわち農民への新技術普及の面からは、化学物質の効果的な活用と並行して、新規輪作体系の確立などが重要と考えられる。この点について、輪作作物によるストライガ抑制に関して、栽培期間中と栽培期間後に分けて考え、作物の根滲出物について、ストライガの発芽・生育に及ぼす影響を調査しており、ゴマなどの候補作物を見出しつつある。

さらに、日本側では、ストライゴラクトンの発芽阻害効果の発見を機に、根寄生雑草種子の発芽を阻害する物質を分泌する作物の混植の効果を確認しつつあり、プロジェクトの最終段階でこれらの成果を複合した防除法の確立を期待する。

一方、本プロジェクトで開発された技術や手法の社会経済的な評価は、まだ十分進んでいないのが現状である。伝統的な知識や農法の評価をも踏まえて、新たな技術・手法の着実な普及に向け、農民学校やデモンストレーション農場も活かし、この側面の調査研究を

強化する必要がある。そうすることで、植物科学グループの成果の意義がさらに高まると考えられる。今後、新たな社会経済を専門とする日本側研究者の参画も計画されており、プロジェクト後半には、本活動の活性化が期待できる。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込み

本プロジェクトのスーダン側実施機関であるスーダン科学技術大学を所管する科学技術省、及び農業分野を所管する農業省は、いずれもストライガ問題について、農業生産を阻害する深刻な課題と認識し、本プロジェクトの成果に強い期待を抱いている。それゆえ、本プロジェクトはスーダン関係省庁の政策ニーズと照らして妥当性が高いと考えられる。また、研究成果を広く農民に示しているデモンストレーション農場に、2011年、スーダン筆頭副大統領の視察が実施され、本プロジェクトへの興味の高さが感じられる。

さらに、ストライガはスーダン全土で農業生産に大きな被害をもたらしており、農民からもストライガ対策の強化を求める多くの声が聞かれる。その点からも、本プロジェクトは農民のニーズと照らしてもスーダンで実施する意義は大きいと考えられる。

また、ストライガに関する実験技術は、概ねすでにスーダン側と共有している。特に、宿主植物における発芽刺激物質の生産性を評価する生物試験技術および宿主植物根分泌物から発芽刺激物質を粗精製する技術の移転も完了している。また、スーダン科学技術大学では実験室が整備され、必要な機器も設置されている。さらに、技術導入したライゾトロン法が定着し、宿主植物とストライガの相互作用に関する解析技術が大きく進歩している。これらを背景として、スーダン側研究者のアイデアに基づいた実験が行われ始めており、自主的な研究テーマの芽も見え始めている。

これらの状況から判断して、スーダンでの本プロジェクトに関連する科学的研究の継続は十分可能であり、さらに近隣地域へ展開することも期待される。

さらに、文化人類学を専門とし、豊富な現地調査経験を有する日本側研究者が実施した現地調査にスーダン側の学生を同行させることで、大学では学ぶ機会がなかった調査方法を、現場での実践を通して修得する機会を提供した。

これらを通して、スーダン側の自立的な研究活動の継続が可能になると期待される。

一方、先にも述べたが、ストライガ自殺発芽誘導物質を農薬として開発するには、大量合成法の開発、安全性試験、安定性試験、土壌での施用試験等、大規模な研究体制が必要となる。つまり、農薬の開発を意識した時点で企業との連携が必要となる。特許（海外特許含む）も出願しているため、今後社会実装を見据えた連携先を探していく必要がある。

4-5. 今後の課題

1) ストライガの自殺発芽誘導物質ストライゴラクトン類化合物の研究成果は非常にインパクトのある成果であり、今後のさらなる発展が期待される。しかしながら、社会実装に向けては、農薬の開発を意識した企業などの連携先を探していく必要がある。

それと並行して IITA（国際熱帯農業研究所）等の国際機関を巻き込んだ本研究成果のさらなる展開も期待したい。

2) ストライガ抵抗性イネ品種の評価およびストライガ被害軽減に向けた新規輪作体系に関する研究の進展から、専門性の高い日本人研究者（アグロノミスト）のプロジェクトへの協力を得ながら研究の加速を期待したい。

3) プロジェクト内でのコミュニケーションは良好であるが、スーダン主体の研究課題について、日本－スーダン間の意見交換が若干不足している。研究リーダーがプロジェクト全体にわたり、さらにリーダーシップを発揮することを期待したい。

以上

付随的成果				
技術普及	サブサハラのスライガ被害地域における防除法の波及			
特許出願	新規発芽誘導性物質について	特異的除草剤について		
レビュー付雑誌への掲載	新規発芽誘導物質の同定について掲載	発芽阻害/促進効果を示す微生物について掲載	特異的除草剤について掲載	宿主-寄生の養水分収奪機構について
人材育成	ポスドク研究者の国際人材への育成	参画学生による論文掲載		
プレゼンス効果	農業産業への新規標的の提示	植物防疫の重要性の啓発		

上位目標

スーダンにおけるソルガムあるいはイネの収量が増大し安定的な作物生産システムが確立する

スーダン乾燥地に適したスライガ防除法が農民学校を通じて普及される

プロジェクト目標

スライガの寄生メカニズムが解明され、スーダン乾燥地に適したスライガ防除法が開発される

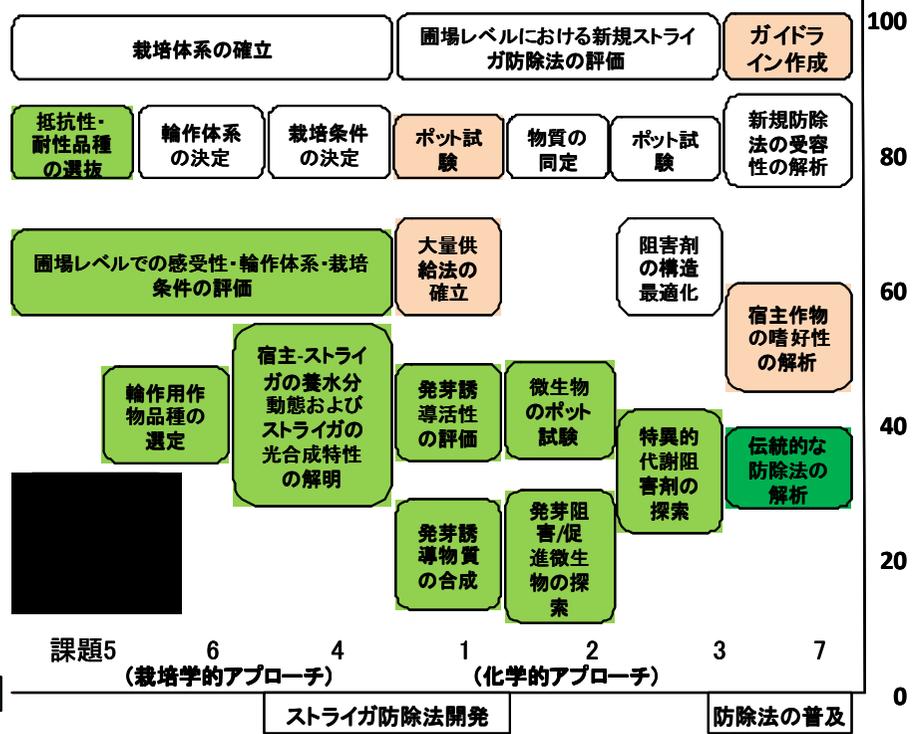


図1 成果目標シートと達成状況(2012年9月時点)