

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

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。

具体的には、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)を日本側、スーダン側研究機関で実施する。

- 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

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)

主にアフリカの半乾燥熱帯サバンナ地域で栽培されているソルガムに対する絶対寄生性雑草ストライガの被害はきわめて大きく、その制御が地球規模で重要な課題となっている。土壌の作土中のストライガ種子を宿主植物がないときに発芽させて自殺に追い込む、いわ

ゆる自殺発芽誘導による防除のアイデアは以前よりあったが、本課題では宿主植物の根から分泌されるストライゴラクトン類似物質である非天然新規発芽促進物質を人工合成して圃場試験を行い、圃場での自殺発芽誘導による防除の有効性を世界で初めて実証した。スーダンの難しい研究環境にもかかわらず、両国関係者間の強い連携関係を作り上げ、新規物質の発見やストライガ種子発芽の生理現象等の解明を行い、当初予定以上の成果を出したことは高く評価できる。

このプロジェクトの成果をさらに発展させるために、スーダンのみならず広域的な国際共同研究が立ち上がることが期待される。

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】

寄生雑草ストライガの防除は世界的にみて重要な問題であり、化学を武器に生物現象に切り込み、農業の現場に応用しようとするこのプロジェクトの成果は科学的・技術的なインパクトが極めて高い。具体的には、人工合成が容易な高活性新規アナログ物質の開発に成功し、それを農薬開発に実績のある企業の協力を得て製剤化し、スーダンのストライガ汚染圃場で有効性を検証した（世界初の現場実証）。さらにアフリカで重要な作物であるササゲが分泌する alectrol の構造を確定し、ササゲとソルガムに寄生するストライガの種子の発芽応答の違いを見出すなど、ストライガの化学的・生態的特性を解明した。また、作物のストライガ種子の発芽促進作用を活用した輪作などの耕種的防除法によって防除できる可能性を示した。

【国際社会における認知、活用の見通し】

本プロジェクトで得られた多くの研究成果は、論文や学会発表を通じて発信されており、国際社会における認知を得ている。しかし、新規発芽促進物質は製造コスト上、直ちに農民が広い圃場で使用するに至るとは思われないので、政府の補助等の手立てを講じる方策を求めていくことが肝要である。また、本課題ではストライガ種子の発芽時の糖質代謝プロセスの解明により選択的除草剤開発の可能性を見出した。

【他国、他地域への波及】

ストライガはソルガムに限らずトウモロコシ、陸稲、コムギそれにアフリカの半乾燥熱帯サバンナ地域の主要なマメであるササゲなどでも大きな問題となっている現状から、スーダンだけではなくアフリカ農業全体の問題であり、研究成果の他国、他地域への波及効果は高く期待は大きい。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

自殺発芽誘導による圃場でのストライガ防除の実証、作物種と寄生するストライガ種子の発芽応答性の違い、種子の発芽生理の解明による新たな制御技術開発の可能性の発見などは世界的にみても研究レベルは高い。

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】

主食をソルガムに頼るスーダンではその寄生雑草制御は喫緊の重要課題である。本課題ではストライガ抵抗性品種、深耕、施肥などを組み合わせて被害軽減を図る耕種的防除法も実際の圃場で試験し成果を挙げている。この方法が直ちに広い普及に至るかどうかに関しては予断を許さないが、プロジェクトではモデル州の農業研究所および普及機関と連携して農民学校と展示圃場等で普及を図っており、これが広がれば大きなインパクトが期待できる。

このようにスーダンの抱える喫緊の課題に対して具体的貢献が認められ、相手国ニーズに対する充足の度合は非常に高く、評価は極めて高い。

【課題解決、社会実装の見通し】

農薬会社との共同開発、農民学校活用等で社会実装への道筋が提示されていることは高く評価する。しかしながら、社会実装としての耕種的防除法が現場で広く普及するかどうかは、相手国による今後の取り組みの強さに依存するので、具体化の仕組みが整備されることを期待する。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

相手国人材も本邦での技術研修や国際学会への参加支援によって育成された。とくに、現地に導入された機材の中で、ガスクロマトグラフ（GC）と高速液体クロマトグラフ（HPLC）については、日本人研究者の貢献により、簡便な操作で基本的な測定をできるように装置のプログラムが簡略化され、スーダンの技術職員への技術移転も進み、先進的な機材が日常的に使われる基盤が構築されたので継続的発展の見通しは高いと言える。また、研究代表者を中心に新たな研究費助成に応募するなど共同研究の継続的発展の努力をすでに開始したことも特筆に値する。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

現地政府・研究組織の関与も高く、カウンターパート機関であるスーダン科学技術大学に政府補助によってバーチャル組織として雑草研究センターが作られるという具体的な利

用活動構想があることから持続的発展の見込みは高い。本センターの予算の一部が技術普及に回されることも高い見込みにつながる。ただし、現行では相手国研究代表者の強いリーダーシップに依存していることから、後継者の育成が強く求められる。

また、作物品種の抵抗性に関しては、ストライガの種・レースの遺伝的特性と作物品種間の特異性の有無の解明が今後重要となると思われる。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

スーダンは日本政府の開発協力の対象国として重要視されており、その国で成果が出たことは意義深い。

本課題を通じて、アフリカの食料安全保障という重要課題に対する我が国の貢献として研究成果を挙げたことは高く評価される。また、我が国の民間企業と特許を共願したことは産業への貢献と言え、日本民間企業の関与を引き出したことは高く評価する。

【科学技術の発展】

寄生雑草の生理学、生態学、そして栽培学の分野で革新的成果を挙げている。新規自殺発芽誘導物質の開発やストライガ種子の発芽生理の解明を基盤として、新たな防除技術の開発につながる可能性をもつ代謝物質の発見とその作用機作解明の必要性が提起されており、今後の科学技術の発展の見込みは極めて高い。

【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）】

長期滞在ポスドク研究員を中心に日本人人材の育成は順調に進んだ。本課題に参画した若手研究者は現地での調査研究経験を積み、それぞれの研究テーマによって競争的資金を獲得し、さらに国内において職務上のプロモーションを得た。このように、現地で研究推進、連携推進ができ、グローバルに活躍できる若手研究者を育成したことは高く評価される。

【知財の獲得や、国際標準化の推進、生物資源へのアクセスや、データの入手】

自殺発芽誘導効果のある化学物質およびその製造法で民間企業と特許を共願し、また、根寄生植物発芽阻害剤と発芽調節剤およびそれらを用いる防除方法で特許 2 件出願していることは特記に値する。

【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）】

原著論文、著書・総説および国内外の学会での口頭発表さらには相手国研究者による論文発表などの実績を挙げている。また、分析機器の使い勝手の良い使用マニュアル等も整

備されており評価できる。ストライガ防除に関わるアラビア語のパンフレットを作成した。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

相手国研究代表者と本課題の研究代表者は、根寄生性雑草研究においていわば師弟の関係にあり、両者を中心に両国の技術および人的ネットワークが構築された。今後の共同研究に向けた取り組み等において活用されることが見込まれるので高く評価される。なお、今後、国際熱帯農業研究所（IITA）などとの連携にも期待する。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

相手国の代表機関を中心に科学技術省や農業研究機構および州レベルの農業研究機関や普及機関の協力体制が構築され、研究から現場での普及までカバーする推進体制が構築された。また、常駐した日本人ポスドクの存在は、相手国との円滑な連携に大きく貢献し、結果的に望ましい成果を挙げている。

【プロジェクト管理およ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）】

プロジェクト当初に農業社会調査を中止するという難しい研究環境であったが、それ以降のプロジェクト管理は概ね順調に進み、強い連携関係を作り上げ、新規の物質、生理現象等の発見を行い、当初予定以上の立派な成果を出した。

両国の研究代表者が旧知の師弟関係であったこと、ポスドクが相手側代表者の自宅隣に居住したこと、さらには研究代表者が年数回渡航し、また国際電話等で頻繁に対処を図ったことは高く評価できる。

【成果の活用に向けた活動】

現場レベルでの寄生性雑草制御に向けた農民学校の開催や展示圃場の設置などにより社会実装に向けた努力が重ねられたことは評価できる。また、農家への啓蒙を図るためアラビア語のパンフレットを作成したが、さらに各部族語へ翻訳することが望まれる。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

論文発表や国内外における口頭発表および著書・総説など成果の公表が実施された。また相手国で開催された成果発表のための国際セミナーには全国から関係者が集まり、現場での問題と研究成果の共有が図られた。しかしながら、共同研究の成果としての論文発表は十分ではなく、プロジェクト終了後も成果のとりまとめ発信を継続して進めることがもとめられる。プロジェクト終了後のメディア発表などが期待される。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

スーダン政府は本プロジェクトのためにカウンターパート予算をつけ、ストライガ研究室の拡張工事、新研究棟（分子生物学）建設も行った。またストライガのシードベッドを含むソルガム圃場の土壌を実際圃場から持ち込んで学内に実験圃場を整備したことにより、研究の効率が格段と改善されたことは高く評価される。

プロジェクトに参加した研究員・技術職員や普及員は、ストライガ防除にかかる研究計画・実験等をこなす能力を身に付けたが、能力が上げれば海外へ出てしまうという頭脳流失の問題も深刻である。

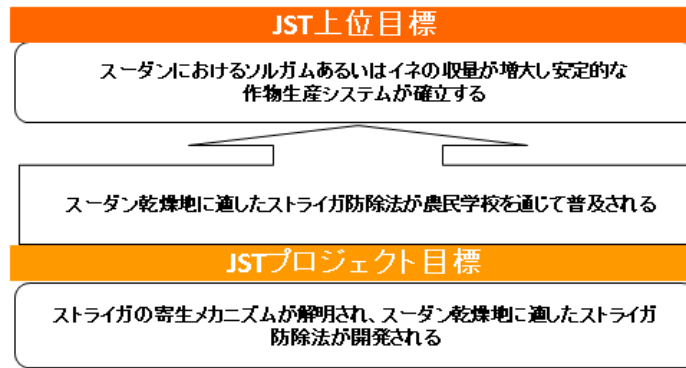
5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

他のプロジェクトとの連携も含め、以下について期待するとともに要望したい。

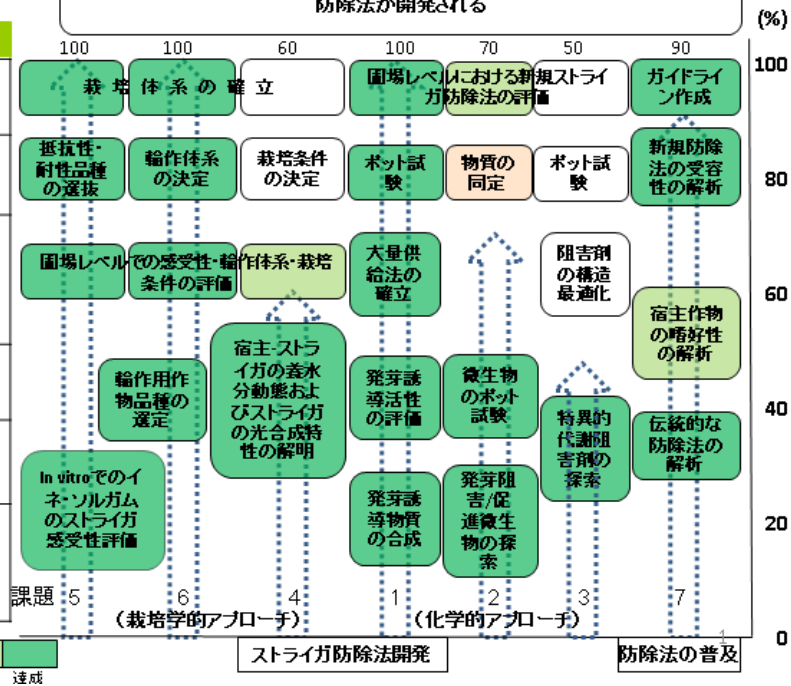
- ① 現実の問題としてストライガの制御には抵抗性品種、深耕、施肥、水管理などを組み合わせる被害軽減を図る耕種的防除法が効果的であることが実証されたが、今後はその全国的な普及（社会実装）に向けた取り組みの強化が必要である。
- ② 絶対寄生性雑草ストライガは、ソルガムに限らず、陸稲やササゲなどの他作物でも問題となっており、その防除はアフリカの半乾燥熱帯サバンナ地域で重要かつ喫緊に解決が求められている課題であるので、ナイジェリアにある IITA や我が国の国際農林水産業研究センター（JIRCAS）等、これまでに研究実績のある研究機関との連携を強め、効率的に進めることを要望する。
また、ストライガは種（species）と宿主作物間に特異性があるばかりでなく、種（species）の中のレースと作物品種との特異的關係も予想される。宿主特異性の解明は新たなコントロール技術の解明につながることも予想されるので、この面での研究強化を望む。
- ③ 耐性品種の生理的・遺伝的メカニズムの解明を期待する。
- ④ 今回の成果（生理生態機構の明確化に基づく対策技術開発）をさらに実用化につなげるため、組織と研究（科学的究明）の体制を早期に整えて継続することが望ましい。

以上

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
研究代表者名 (所属機関)	杉本 幸裕(とりまとめ) (神戸大学 大学院 教授)
研究期間	H21採択 平成21年11月10日から平成27年3月31日まで (5年間)
相手国名	スーダン
主要相手国研究機関	スーダン科学技術大学(SUST)



付随的成果	
日本政府、社会、産業への貢献	・イネに対するストライガの潜在的脅威の解明 ・自殺発芽誘導によるストライガ防除法の有効性の検証
科学技術の発展	・ストライゴラクソンの構造と生理活性の多様性の解明 ・種子貯蔵エネルギーの発芽時の利用機構の解明
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・発芽誘導・阻害によるストライガ防除法(特許2報) ・有用微生物としてのFusarium brachyglabrumの同定
世界で活躍できる日本人人材の育成	・若手研究者による国際会議での発表(17報) ・若手研究者によるスーダン人研究者育成への貢献
技術及び人的ネットワークの構築	・ストライガ防除法の普及のためのFarmers' Field Schoolの設立と運営システムの確立 ・SUSTのWeed Research Center設立構想
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・農民向けストライガ対処マニュアル(アラビア語) ・発芽刺激物質の構造・活性に関わる論文9報 ・寄生に対する宿主植物の応答に関わる論文2報 ・寄生植物種子の発芽応答に関わる論文2報



150210

図1 成果目標シートと達成状況 (2015年2月時点)