

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

地球環境劣化に対応した環境ストレス耐性作物の作出技術の開発 (2010年3月-2015年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：中島 一雄 (国際農林水産業研究センター 生物資源・利用領域
プロジェクトリーダー) (2013年4月～)
篠崎 和子 (国際農林水産業研究センター 特定研究主査)
(～2013年3月)
2. 2. 相手側研究代表者：Dr. Alexandre Nepomuceno (ブラジル農牧研究公社ダイズ研究所)

3. 研究概要

ブラジルのダイズは、生産量が世界の約30%を占めるなど同国にとって非常に重要な作物であるが、近年の気候変動による干ばつによって頻繁に大きな被害を受けているため、干ばつ耐性ダイズの開発が急務となっている。

本研究では、国際農林水産業研究センター・理化学研究所・東京大学が、シロイヌナズナなどのモデル植物を用いた環境ストレス耐性遺伝子群に関する研究成果や進展が著しいダイズのゲノム解析技術を基盤として、乾燥などの環境ストレスに対する耐性獲得に関与するダイズの遺伝子群や発現制御に係るプロモーターの機能を明らかにし、遺伝子とプロモーターのコンストラクトを日本側で作製して、ブラジル農牧研究公社ダイズ研究所 (EMBRAPA ダイズ研) に提供する。

EMBRAPA ダイズ研ではこれらのコンストラクトをブラジルのダイズの実用品種に導入し、圃場条件において、形質転換体の環境ストレス耐性評価など生理学的実験・解析を行って、耐性遺伝子とプロモーターの最適の組み合わせを明らかにするとともに、耐性レベルが向上した形質転換系統を選抜する。この研究を通じて、ブラジルにおける干ばつ被害を軽減するための環境ストレス耐性ダイズ品種の作出技術の開発を目指す。

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、大きな成果が得られた)

環境ストレス耐性に関するダイズの遺伝子工学的技術に関する科学的知見と情報が蓄積され、アグロバクテリウム法により、これらの耐性遺伝子をダイズに導入して形質転換体を得た。圃場試験の結果、一つの遺伝子組換えダイズ系統が強い干ばつ耐性を示すと共に、害虫耐性の特徴も

示した。

圃場試験レベルで干ばつ耐性を示す組換えダイズが開発されたのは世界で初めてである。また遺伝子導入された複数の組換えダイズ系統の環境ストレス耐性評価が温室及び圃場で継続的に実施されており、耐性を獲得したより多くのダイズ系統が得られることが期待される。

将来、農民が利用できる実用品種開発までには、今後、安全性評価や環境に対する影響評価などまだ多くの課題が残されているものの、本プロジェクトで開発された技術は、基礎的研究においてもまた実用品種開発研究においても重要であることが明らかである。

プロジェクト目標である乾燥等の環境ストレス耐性ダイズを作出する技術を開発し、その形質転換体の耐旱性を圃場レベルで検定して確認したことから、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と評価できる。

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】

気候変動下のもとで耐旱性作物の育成が世界の食料安全保障上非常に重要な課題であることは広く認められている。本プロジェクトではダイズのストレス耐性発現制御遺伝子とプロモーターをセットにしたコンストラクトをパーティクルガン法とアグロバクテリウム法でダイズの子葉・胚軸細胞に導入して形質転換を起こし、脱分化した個体及びそれから採取した種子から生育した後代について、遺伝子の発現を確認するとともに誘起された耐旱性を温室と圃場で確認できた。圃場での確認は追認が必要であるが、この成果は環境ストレス耐性を備えた実用品種の作出につながる成果であり、課題解決に与える科学的・技術的インパクトは極めて高いと言える。

【国際社会における認知、活用の見通し】

圃場での栽培試験の反復によって耐旱性発現が間違いないものと確認されれば、これを母本として他の形質を取り入れ、ダイズの実用品種作出につなぐことができる。その意味で、この成果は国際社会における認知と活用の見通しは高いと思われる。ただし、組換え体であるので実用化の前にその安全性や環境への影響評価が必要で、実用品種に到達するまでまだ相当の時間を要することが予想される。

【他国、他地域への波及】

本プロジェクトで開発した技術は、これまで成功例の少ないダイズにおいて、アグロバクテリウム法による遺伝子導入に成功し、組換え体作出の研究手法として他国、他地域での応用が期待でき、他のダイズ生産国への波及が期待される。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

ダイズにおける遺伝子導入による組換え体作出と干ばつ耐性評価の成功が、国内外の類似研究と比較しても、レベルや重要度が極めて高いことを示している。これは、日本における遺伝子＋プロモーターの選定と遺伝子コンストラクトの作出や組換え体での発現遺伝子の検索に係る基礎的研究とブラジルの遺伝子導入＋温室・圃場での検定という応用的な研究とがうまくマッチングした成果であると思われる、科学的なレベルは非常に高いと認められる。

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】

耐旱性が獲得された可能性をもつ組換え体を圃場試験で確認できたこと、これまでのパーティクルガン法に加えて新たにアグロバクテリウム法による遺伝子導入手法をブラジル側に伝授したことから、相手国ニーズに対して極めて高いインパクトを与えたと言える。ブラジル側の耐乾性品種への要望は大きく、それに応える課題として評価は高い。

【課題解決、社会実装の見通し】

遺伝子組換えによって育成された品種を一般の野外圃場で栽培可能な実用品種とするためには、それ以前に、組換え体の生物的安全性や環境に対する影響のリスク評価を行い、安全性を注意深く確認する必要がある、相当の年数を要する。実験圃場における乾燥耐性の確認がなされてから実用品種の開発までには、上記のプロセスを経る必要がある、検証に必要な施設や検証にかかる費用の面で、将来この組換え体から開発される干ばつ耐性ダイズの種子の利用に関心を寄せる民間企業とのパートナー関係の構築の必要性は明らかである。本プロジェクトの成果を活かした地球規模課題の解決に向かうには今後もまだ相当の年数がかかることをブラジル側は認識しているので、今のうちから実用化に向けた行動戦略を練る必要があると思われる。

【継続的發展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

本プロジェクトは環境ストレス耐性関連遺伝子とプロモーターの特定、それを基にしたコンストラクトの作成に係る基礎的研究と、コンストラクトを用いたダイズ細胞への遺伝子導入と脱分化した個体の耐旱性評価、圃場試験というやや応用的な研究との関係プレーがうまくいったケースである。応用的な面では見通しは高いが、有用遺伝子の特定やコンストラクトの作成などの基礎的研究の面では、分子生物学的な手法を必要とし、経験の蓄積が必要であることから、相手国の人材育成が十分にできていないことが懸念材料として残っている。

【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）】

相手国研究機関は本プロジェクトを通じて必要な機材を整備し、研究者や技術者の能力も高い。

また、組換え体の圃場試験についてもすでに経験がある。このようなことから、応用的な研究は持続的に発展していく見込みが高い。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

組換え体の圃場評価を実施できたことは意義が大きく、本プロジェクトの成果は、日本の科学技術研究レベルを示した点において我が国のプレゼンス向上に貢献したことは確かである。また、長い目で見れば、我が国のダイズ消費ニーズ充足のための輸入の確保という面で期待できるが、まだ相当先のこととなると推測される。

【科学技術の発展】

環境ストレス耐性の分子メカニズムの発展に大きく寄与した。特に、ダイズの形質転換効率はモデル植物のシロイヌナズナや他の作物に比べて非常に低いことが広く認識されている。その中で、アグロバクテリウム法によって転換効率を目標の1.5%から1.7%に上げたことは、高く評価される。科学技術の発展に対する貢献がなされたと評価したい。

【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）】

日本側が担当した基礎的研究は大部分日本で実施したため、グローバル化に対応した世界で活躍できる日本人人材の育成の面で特筆に値することはないが、アグロバクテリウム形質転換法を伝授することによって、ブラジル側の若手研究者の育成に寄与した日本人若手人材が育ったことは評価できる。

【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】

国内、国外特許1件を出願中であり、高いと評価する。

【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）】

論文や学会発表などは本研究分野としても多く、質も高いが、論文、特許以外の具体的な成果物はない。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

研究代表機関と相手国カウンターパート研究機関は本プロジェクト以前から学术交流があったので、本プロジェクトにより人的ネットワークの構築はさらに強化されたと言える。

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）】

両国のプロジェクト推進体制を基礎的研究と応用的研究に分業化して推進したことによって、実験室レベルから温室、圃場レベルまでカバーした研究が実施でき、それによって遺伝子導入から圃場での耐旱性の検定まで一連の研究ができたことは優れていると評価される。

また、12時間の時差を克服するためにテレビ会議を定期的で開催して、研究推進およびプロジェクト運営上のコミュニケーションをとるように努めたことも評価できる。

【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）】

中間評価直後に日本側の研究代表者が交代したが、交代後特段の対処を必要とする状況変化は起こらなかった。また、相手側研究代表者が途中で長期に国を空けたが、不在中も遠隔でプロジェクト管理を行ったことは高く評価できる。

【成果の活用に向けた活動】

プロジェクトの成果は論文として発表されているので、広く参考とされるに違いない。また圃場で耐旱性を示した組換え体の実用化に向けては、相手機関が強い意欲を示している。ただし、組換え体の扱いについては知的所有権の扱いや実用化後の利益配分などについて今から慎重に検討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・総説など成果の質量は優れているが、SATREPSとしての情報発信はさほど多くはない。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

以下について期待するとともに要望したい。

- ① 社会実装を求める SATREPS のプロジェクトとして、上位目標として掲げている、世界が求めている耐旱性ダイズの実用品種の育成実現に向けて共同研究を継続してもらいたい。その場合、導入した遺伝子によって発現が誘起された遺伝子の特定は当然であるが、そこに留まらず、圃場における降雨条件の変動や乾燥ストレスの発生の変化に応じて、どのような生理的メカニズムで耐性が発現されるのかの機構の解明が重要であるので、アグロノミストとの共同研究も視野に入れて進めてもらいたい。
- ② アグロバクテリウム法の転換効率を高める戦略を立てて欲しい。

- ③ 本研究グループはこれまで実験室・温室レベルで主にモデル植物を使った遺伝子解析、遺伝子導入による形質転換体作出研究を行ってきた。これまでの研究経験や成果に立って、今回は耐旱性ダイズの実用品種作出を目指した研究に取り組み、圃場試験を実施できる相手機関と連携したことによって成果が得られた。この協働体制を継続していくことを期待したい。

以上

JST成果目標シート

研究課題名	地球環境劣化に対応した環境ストレス耐性作物の作出技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	中島 一雄 (国際農林水産業研究センター)
研究期間	H21 採択(平成22年3月4日～平成27年3月3日) (5年間)
相手国名/主要相手国研究機関	ブラジル連邦共和国/ 農牧研究公社ダイズ研究センター(Embrapa Soybean)

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・科学技術協力を通じた日本・ブラジル間友好関係の強化により、日本政府、社会、産業へ貢献
科学技術の発展	・日本発の有用遺伝子を用いた遺伝子組換え技術が相手国に普及 ・組換え作物開発研究における日本の技術力、指導力を世界にアピール
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・特許の出願(耐性遺伝子等) ・MTAにもとづいた形質転換ダイズの譲渡
世界で活躍できる日本人人材の育成	・次世代リーダーの育成 ・参画学生・ポスドクによる査読付き論文掲載
技術及び人的ネットワークの構築	・日本における相手国研究員・学生の研修を通じた技術及び人的ネットワークの構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、チェックなど)	・論文掲載(ストレス受容・応答分野、ストレス耐性分野、効率的形質転換法についての査読付き論文) ・アウトリーチ活動(ワークショップの開催) ・メディア掲載(テレビ、新聞等)

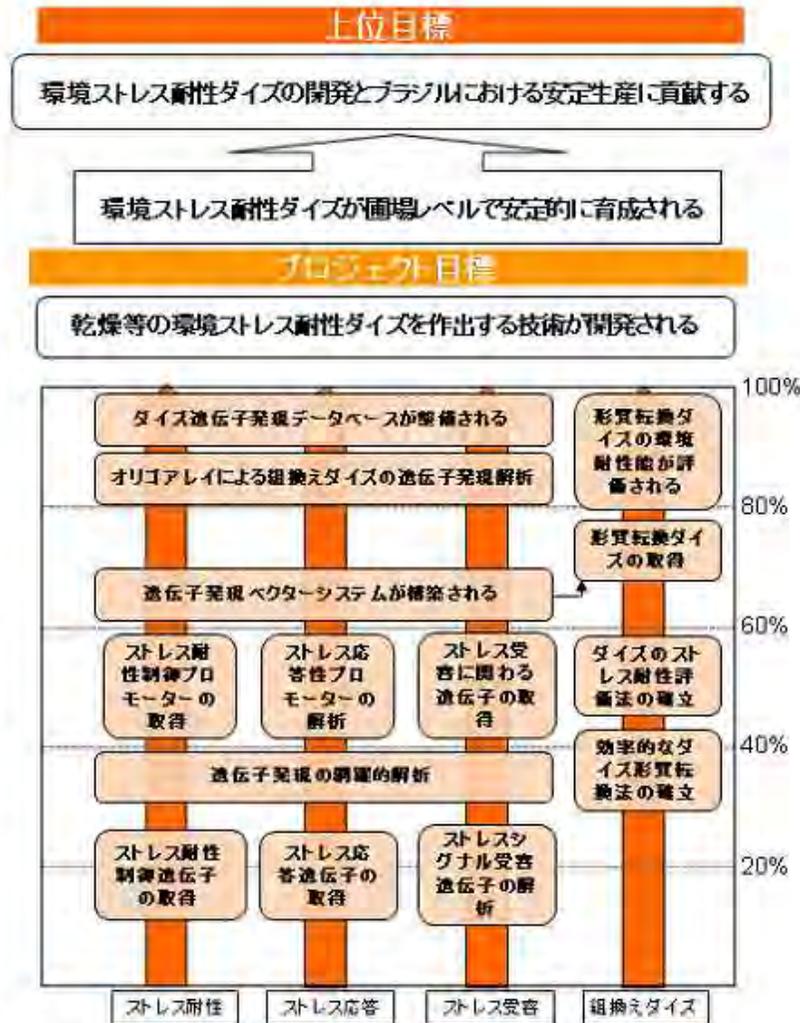


図1 成果目標シートと達成状況 (2015年3月時点)