

プレスリリース

解禁時間は4月4日17時



平成29年4月4日
国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター
国立研究開発法人 理化学研究所
国際熱帯農業センター（コロンビア）
国立大学法人 筑波大学

バイオテクノロジーを利用した干ばつに強いイネの 実証栽培に成功

— 夢の作物の実用化に向けた大きな一歩 —

ポイント

- 植物の乾燥耐性を強化するシロイヌナズナ由来の遺伝子を導入したイネを開発した。
- 複数年にわたる圃場試験の結果、開発したイネは様々な干ばつ条件下で原品種より高い収量を示すことを実証した。
- 本成果は、開発途上地域の食料安定生産と世界の食料安全保障へ貢献することが期待される。

概要

国立研究開発法人国際農林水産業研究センター（JIRCAS）と国立研究開発法人理化学研究所は、国際熱帯農業センター（CIAT、コロンビア）と筑波大学との国際共同研究を通じて、シロイヌナズナ¹⁾のガラクチノール²⁾合成酵素遺伝子（*AtGoIS2*）を導入することによって干ばつ耐性が向上した遺伝子組換えイネの開発に成功しました。この遺伝子組換えイネでは、非遺伝子組換えイネ（原品種）と比較してガラクチノールを多量に蓄積することが確認され、さらに、複数年にわたる圃場試験から、干ばつの程度が異なる条件下で原品種より高い収量を示すことを実証しました。今後は、アフリカや南米の異なる栽培環境下で現地栽培試験を行い、干ばつ条件で原品種に比べて安定的に2~3割の増収を目指します。

本研究成果は、国際科学専門誌「Plant Biotechnology Journal」電子版（日本時間2017年4月4日17時）に掲載されます。

<関連情報>

予算：農林水産省の委託プロジェクト研究「途上国における乾燥耐性品種の開発」

発表論文

<論文著者> Michael Gomez Selvaraj, Takuma Ishizaki, Milton Valencia, Satoshi Ogawa, Beata Dedicova, Takuya Ogata, Kyouko Yoshiwara, Kyonoshin Maruyama, Miyako Kusano, Kazuki Saito, Fuminori Takahashi, Kazuo Shinozaki, Kazuo Nakashima, and Manabu Ishitani

<論文タイトル>

Overexpression of an *Arabidopsis thaliana* galactinol synthase gene improves drought tolerance in transgenic rice and increased grain yield in the field

<雑誌> Plant Biotechnology Journal (2017) DOI: 10.1111/pbi.12731

問い合わせ先など

国際農林水産業研究センター（茨城県つくば市、沖縄県石垣市）

理事長 岩永 勝

研究推進責任者：プログラムディレクター 中島一雄

研究担当者：熱帯・島嶼研究拠点 主任研究員 石崎琢磨

広報担当者：企画連携部 情報広報室長 辰巳英三

Tel 029-838-6708 FAX 029-838-6337 プレス用 e-mail : koho-jircas@ml.affrc.go.jp

国立研究開発法人理化学研究所（茨城県つくば市、神奈川県横浜市）

研究担当者：篠崎一雄、高橋史憲

国際熱帯農業センター（コロンビア、カリ）

研究担当者：石谷 学

国立大学法人筑波大学（茨城県つくば市）

研究担当者：草野 都

本資料は、農政クラブ、農林記者会、農業技術クラブ、筑波研究学園都市記者会に配布しています。

背景

開発途上国を中心とした世界の人口増加と経済成長により、中長期的には世界の食料需給がひっ迫することが予想され、2050年には現在よりも60%以上の食料増産が必要になると言われています。そのため、食料・栄養不足が集中している開発途上地域を中心に、農作物の安定かつ持続的な生産が喫緊の課題になっています。しかしながら、熱帯等の開発途上地域は、低肥沃土や乾燥等の不良な環境条件下の農地が多く、また、気候変動に対しても脆弱であるため、農業生産性が低い状態が続いています。特に干ばつは、農作物の生長や収穫量に大きく影響を及ぼします。米については、毎年干ばつによって、日本の年間生産量の約2倍に相当する1千8百万トンが損失していると言われています。こうした世界の食料問題を解決するための方策のひとつとして、開発途上地域の干ばつ等の不良環境下で生産性の高い作物の開発が求められています。

経緯

国際農林水産業研究センター（JIRCAS）と理化学研究所は、長年にわたりモデル植物のシロイヌナズナを用いて植物が乾燥ストレスに耐えるためのメカニズムの解明に取り組み、乾燥ストレスに対して働く多くの遺伝子を同定してきました。理化学研究所では、その中の1つであるガラクトキノール合成酵素遺伝子（*AtGolS2*）の機能を強化したシロイヌナズナが、高い乾燥ストレス耐性を示すことを温室の実験で明らかにしました。これらの成果を基に、国際熱帯農業センター（CIAT、コロンビア）等との国際連携によって、*AtGolS2*を導入した遺伝子組換えイネを作出し、実際の圃場に近い条件で干ばつ耐性の向上を検証するための試験を実施しました。

内容・意義

1. シロイヌナズナのガラクトキノール合成酵素遺伝子（*AtGolS2*）を南米およびアフリカの主要陸稲品種 *Curinga*³⁾ および *NERICA4*⁴⁾ に導入し、ガラクトキノールを植物体内に多量に蓄積する遺伝子組換えイネを作出しました（図1）。
2. 複数年にわたる大規模な圃場試験の結果、干ばつの程度の強弱に関係なく、単位面積当たり収量が原品種と比べ20～157%（*Curinga*に導入した遺伝子組換え系統）、17～40%（*NERICA4*に導入した遺伝子組換え系統）増加した系統が見出されました（図1および2）。
3. この結果を裏付ける生理学的な特性として、乾燥条件下における葉の相対含水率の維持、光合成能の維持、及び生育阻害低減等の乾燥ストレス抵抗性に関与する生理機能が向上していることが分かりました。

今後の予定・期待

今後は、さらなる干ばつ耐性の向上を目指して、他の乾燥ストレスに対して働く遺伝子を導入した系統との交配による耐性遺伝子の集積を図るとともに、先行開発した遺伝子組換えイネ系統については、アフリカや南米の異なる栽培環境下で収量性等を再確認するための現地栽培試験を行う予定です。試験終了後は、国際機関や現地研究・普及機関の協力により、技術マニュアルの配付や種子増殖等の普及活動を展開し、この遺伝子組換えイネを導入した地域で、干ばつ条件で現地品種である *Curinga* や *NERICA4* を用いた場合と比較して安定的に2～3割の収量向上を目指します。また、他の地域の主要イネ品種や他の作物においても同様の効果が期待されます。

用語の解説

1) シロイヌナズナ

キャベツやブロッコリーに代表されるアブラナ科の一年草。産業的な価値を持たない雑草であるが、モデル植物として最先端の植物研究の材料として用いられる。

2) ガラクトキノール

ブドウ糖などの単糖が数個結合したオリゴ糖の一種。ガラクトキノールから合成されるラフィノースやスタキオースは、植物の乾燥ストレス耐性獲得に関与すると考えられている。また、ラフィノースにはビフィズス菌を増やす作用（整腸作用）が

あり、カロリーオフの甘味料として利用されている。

3) Curinga

ブラジル農牧研究公社 (Embrapa) が開発した南米ブラジルの主要陸稲品種。熱帯ジャポニカ。長粒、多収、いもち病抵抗性、褐色葉枯病抵抗性、酸性土壌耐性、乾燥耐性を特徴とする。

4) NERICA4

アフリカ稲センター (AfricaRice) が開発したアフリカ (エチオピア、ギニア、マリ、コートジボアールなど) の主要陸稲品種。熱帯ジャポニカとアフリカイネとの種間雑種に由来し、長粒、多収、耐虫性、倒伏抵抗性、乾燥耐性を特徴とする。

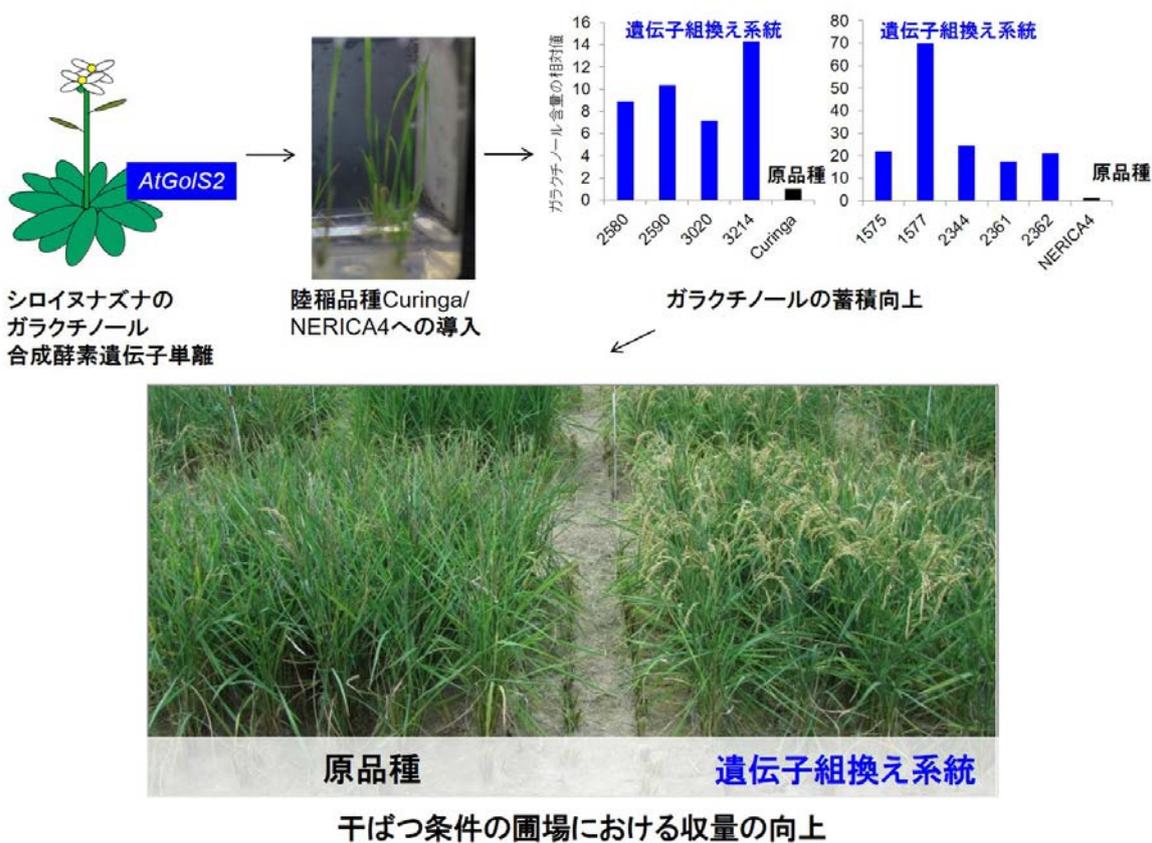


図 1. シロイヌナズナの *AtGolS2* 遺伝子導入によるイネ植物体内へのガラクチノール蓄積量の向上および干ばつ条件の圃場における収量の向上

シロイヌナズナから単離したガラクチノール合成酵素 *AtGolS2* 遺伝子を遺伝子組換え技術により陸稲品種 Curinga および NERICA4 に導入した。作出した遺伝子組換え系統は、原品種と比較して多量のガラクチノールを蓄積し、干ばつ条件の圃場において高い収量性を示した。右上グラフの横軸は、遺伝子組換え体の系統番号。写真はコロンビア国 CIAT における干ばつ条件での隔離圃場試験の様子。左が原品種の Curinga、右が Curinga に *AtGolS2* 遺伝子を導入した系統 2580 で既に穂が実っている。

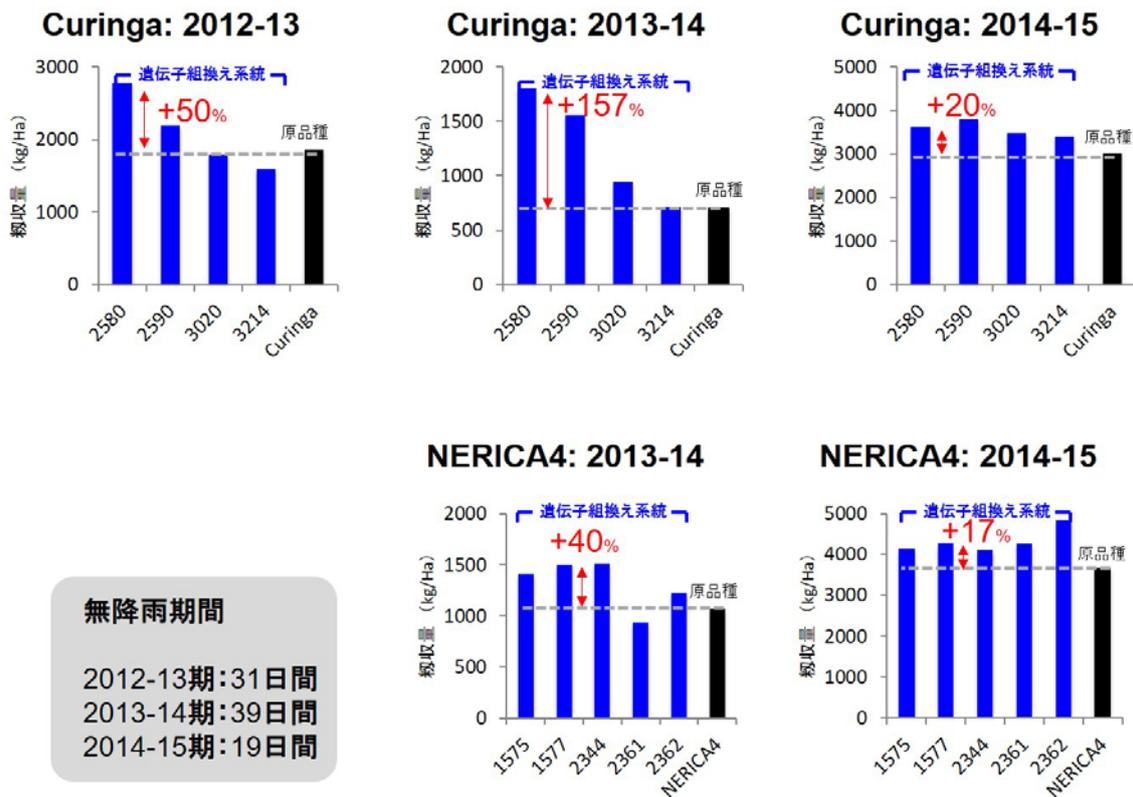


図 2. Curinga 及び NERICA4 に *AtGols2* 遺伝子を導入した遺伝子組換え系統の収量

グラフの横軸は、遺伝子組換え体の系統番号。Curinga については 2012 年から 3 期、NERICA4 については 2013 年から 2 期に渡って圃場試験を実施した。2012-13 期においては開花期を含む 31 日間、2013-14 期においては開花期を含む 39 日間、無降雨期間があり、いずれも厳しい干ばつ条件に相当する。2014-15 期における無降雨期間は開花期後の 19 日間であり、比較的弱い干ばつ条件に相当する。