

<お願い>

(独)農業生物資源研究所の省略形としては「生物研」を使用願います。



解禁時間は8月5日(月曜日)
午前2時(新聞は朝刊から)

プレスリリース

平成25年8月2日
独立行政法人農業生物資源研究所
国際熱帯農業研究センター (コロンビア)
国立大学法人名古屋大学
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所

世界初、イネの干ばつ耐性を高める深根性遺伝子を発見 —干ばつに強い作物の開発に新たな道を開く—

ポイント

- ・イネの根を深い方向に伸ばす遺伝子を発見しました。
- ・イネの張り方が浅いイネに本遺伝子を導入すると、根が深くまで伸び、その結果干ばつに強くなりました。
- ・他の作物へ本遺伝子を活用することで、干ばつに強い作物の開発が期待できます。

概要

1. 深根性（根が土壌深くまで伸びる性質）は、乾燥地域において土壌深層から水を獲得するうえで重要な形質ですが、これまで深根性に関与する遺伝子は明らかになっていませんでした。今回、(独)農業生物資源研究所（生物研）を中心とする研究グループは、イネの深根性に関与する「*DROI* 遺伝子」を発見しました。この遺伝子は、**重力屈性¹⁾**に関与し、根の伸びる方向をより下向きにする働きがあることが分かりました。
2. **DNA マーカー選抜育種²⁾**により、根の張り方が浅く干ばつに弱いイネに *DROI* 遺伝子を導入し、深根性を示すイネを開発しました。このイネは、元の品種では収量がほとんど得られないほどの厳しい干ばつ状態でも、干ばつのない通常状態で栽培した場合の 30%の収量が得られるなど、強い干ばつ耐性を示しました。これまで、世界中で干ばつ耐性の改良をめざした研究が数多く行われてきましたが、干ばつ耐性をこれほど飛躍的に高めた例はなく、世界で初めてです。また、深根性の改良は、国内のイネ品種の耐倒伏性や登熟性の改善にも期待できます。
3. イネと他の作物の遺伝情報を比較したところ、他の作物にも *DROI* 遺伝子とよく似た遺伝子があることが分かり、これらも *DROI* 遺伝子と同じ働きすることが推測されました。干ばつによる被害が深刻な問題となっているトウモロコシなどの畑作物でも、この遺伝子を用いることで、干ばつに強い新品種の開発が期待できます。

4. この成果は、8月4日に英国科学雑誌 **Nature Genetics** に発表予定です。

予算：農林水産省委託プロジェクト「新農業展開ゲノムプロジェクト」

(平成 19-24 年度)

農林水産省委託プロジェクト「次世代ゲノム基盤プロジェクト」

(平成 25-29 年度)

特許：特願 2009-292524、PCT/JP2010/73288

問い合わせ先など

研究代表者： (独) 農業生物資源研究所 理事長 廣近 洋彦

研究推進責任者： (独) 農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター長

矢野 昌裕

研究担当者： (独) 農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター

イネゲノム育種研究ユニット 主任研究員 宇賀 優作

電話：029-838-7443 E-mail : yuga@affrc.go.jp

広報担当者： (独) 農業生物資源研究所 広報室長

井濃内 順

電話：029-838-8469

本資料は文部科学記者会、科学記者会、筑波研究学園都市記者会、農政クラブ、農林記者会、農業技術クラブに配付しています。

研究の社会的背景

干ばつは、食料不足をもたらす主要な原因の一つです。国連の予測によると、21世紀半ばには世界人口は90億人に達し、2025年には27億人が深刻な水不足とそれに伴う食料不足に直面するとされています。将来の人口増加と水不足が懸念される中、国際水管理研究所は2025年までに干ばつ地域における作物生産を40%以上増産することが必要であると訴えています。イネの場合、天水田（灌漑施設がなく、雨水のみでイネが栽培される水田）など世界中で干ばつのおそれのある水田面積は2,300万ヘクタールあり（国際イネ研究所、2002）、日本の作付面積158万ヘクタール（農林水産省、2012）のおよそ14倍にもなります。これらの地域では、干ばつによる収穫量の激減が大きな問題であり、米の増産どころか安定生産すら容易ではありません。このような干ばつ地域で米の安定生産を行うためには、干ばつに強いイネの開発が不可欠となります。

研究の経緯

一般に、水田で栽培される「水稲」は、畑作物に比べると根の張り方が浅く、土壌の表面付近の水しか利用できません。そのため、水稲は干ばつによる土壌の乾燥に弱く、すぐに枯れてしまいます。一方で、焼畑や、天水田などの比較的乾燥した土地で栽培される「陸稲（おかぼ）」は、根が深くまで張り、干ばつ時にも土壌深層の水を利用して被害を回避することができます（図1）。しかし、陸稲は一般に低収量で食味もよくないため、世界的に見ても広く栽培されていません。

そこで、根の張りが浅く（浅根）干ばつに弱い水稲品種に、陸稲の深根性に関与する遺伝子を導入することで、干ばつに強いイネを開発することを目標として、熱帯アジアで広く栽培されている、浅根の多収水稲品種「IR64」に深根性を付与する研究に取り組みました。

研究の内容・意義

深根性遺伝子が作物の干ばつへの耐性を高める上で有効であり、干ばつ耐性の付与を目的とする品種改良に利用できることを世界で初めて明らかにしました。

1. 遺伝学的な手法により、深根の陸稲（品種名 Kinandang Patong）から深根性に関わる「*DRO1* 遺伝子」を特定しました。この遺伝子の機能を解析した結果、根の先端で働き、重力方向への根の伸長（重力屈性）に関与していることが分かりました。陸稲は *DRO1* 遺伝子が機能して深根性となりますが、IR64 では *DRO1* 遺伝子の一部が欠損しており、その結果、根の重力屈性が低下して、浅根性となっていました。
2. DNA マーカー選抜育種により、陸稲の *DRO1* 遺伝子を IR64 へ導入しました。干ばつのない通常の状態の畑で栽培すると、*DRO1* 遺伝子を導入した IR64 は、IR64 より2倍以上根が深く張ることが分かりました（図2）。
3. 南米・コロンビアにある国際熱帯農業研究センター（CIAT）において、干ばつを再現した畑で *DRO1* 遺伝子を導入した IR64 と元品種の IR64 を栽培し、両品種の収量を比較しました（図3）。中程度の干ばつ条件では、IR64 の収量は通常の畑

で栽培した場合の半分に減少しますが、*DRO1* 遺伝子を導入した IR64 では、通常時と同程度の収量が保たれました。さらに厳しい干ばつ条件では、IR64 はほとんど収穫できませんでしたが、*DRO1* 遺伝子を導入した IR64 では、通常時の 30% 程度の収量が得られました。一方、通常の畑で栽培した場合の収量は、両品種でほぼ同じでした。

4. 遺伝子組換えイネによる解析の結果から、*DRO1* 遺伝子の根端での働きを強めると、働きの強さに応じて根がより深くなり、逆に *DRO1* 遺伝子の働きを弱めると、根が浅くなることがわかりました。このように、*DRO1* 遺伝子の働く強さをコントロールすることで、イネの根を浅根から深根に、深根から浅根に自由に変えることが可能になりました。

今後の予定・期待

国際イネ研究所（フィリピン）と共同で、*DRO1* 遺伝子を導入した IR64 のアジアにおける普及をめざし、干ばつが問題となっているアジアの天水田で実際に評価する計画を進めています。現在、国際イネ研究所において本品種の予備試験が行われています。さらに、ラテンアメリカ稲への *DRO1* 遺伝子の導入及び評価を CIAT と進めることも計画しています。

また、深根性の改良は、単に乾燥耐性を強化するだけでなく、例えば、国内のイネ品種の耐倒伏性や登熟性の改善にも寄与することが期待されています。

今回、トウモロコシやソルガム、オオムギなどの他の作物にも *DRO1* 遺伝子によく似た遺伝子が存在することが明らかになりました。世界各地で発生する干ばつ被害に対し、こうした遺伝子を活用した耐干ばつ性新品種を開発することにより、トウモロコシのような畑作物の安定生産にも貢献できると期待しています。

発表論文

Uga Y, Sugimoto K, Ogawa S, Rane J, Ishitani M, Hara N, Kitomi Y, Inukai Y, Ono K, Kanno N, Inoue H, Takehisa H, Motoyama R, Nagamura Y, Wu J, Matsumoto T, Takai T, Okuno K, Yano M (2013) **Control of root system architecture by *DEEPER ROOTING 1* increases rice yield under drought conditions.** Nature Genetics DOI: 10.1038/ng.2725

用語の解説

1) 重力屈性: 植物の芽や根が重力に対して決まった方向に伸びる性質のこと。芽は重力に対して反対方向に伸びようとするのに対して、根の先端は重力と同じ方向に伸びようとし、これは、植物が土壌中にある水を獲得するのに必要な性質です。

2) DNA マーカー選抜育種: イネの品種間には、DNA の塩基配列に少しずつ違いがあります。この違いを目印（マーカー）とすることで、交雑育種で得られた数多くの個体の中から目的の遺伝子を持つ個体を選抜することができます。この方法を用いて行う育種を DNA マーカー選抜育種といいます。従来の交配育種と比較し、品種開発期間を短縮できるメリットがあります。

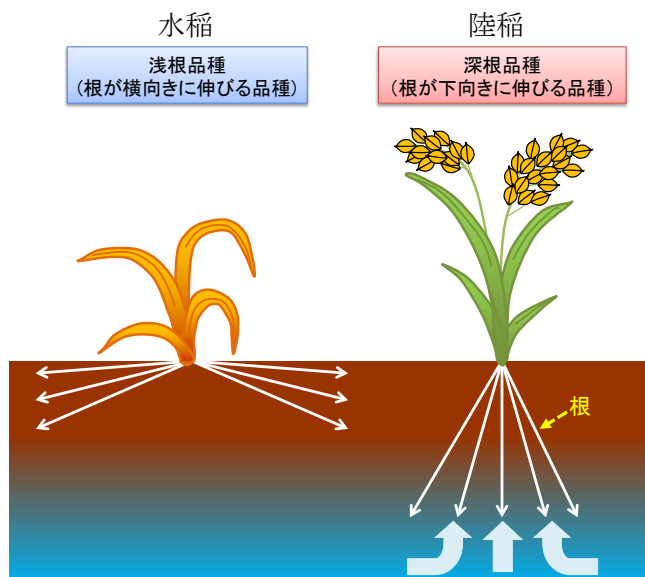


図1 根の伸長方向と乾燥耐性との関係 (イメージ図)

浅根品種と深根品種ともに、根の長さが同じだと仮定します。雨が降らないで土壌表面が乾燥してくると、浅根品種は土壌深層の水に根が届かず、枯死してしまいます。一方、深根品種は深層の水を吸収することができるので、枯死を回避することができます。

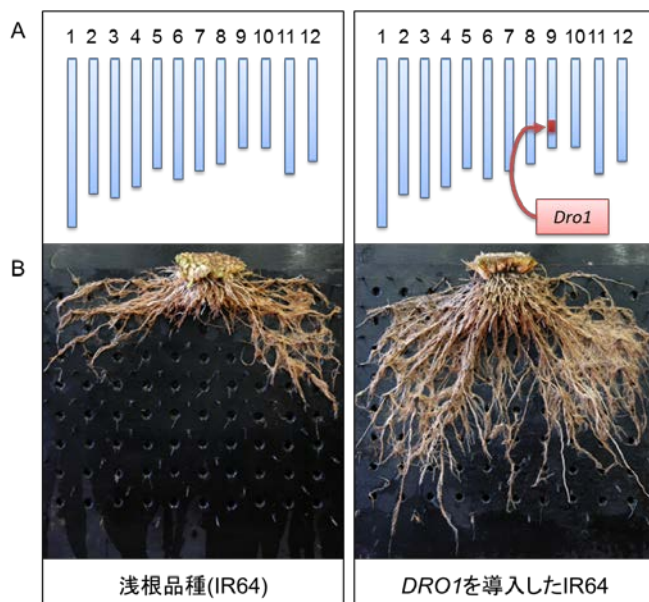


図2 *DRO1* 遺伝子導入による根への影響

DRO1 遺伝子は、12本ある染色体の9番目にあります。この遺伝子を交配により浅根品種に導入すると、根の長さは変わらず、根の伸びる方向だけが下向きになりました。A：イネの染色体イメージ図、B：土壌中の根の分布状態。

A



B

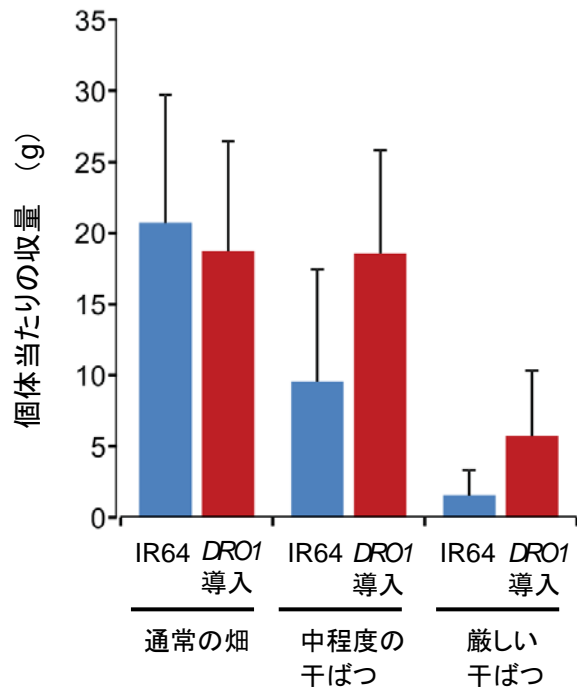


図3 浅根品種への *DRO1* 遺伝子導入による乾燥耐性の効果

- (A) 厳しい干ばつ条件で育てた時の様子。浅根品種 (IR64) は枯れている個体もありますが、*DRO1* 遺伝子を導入したイネは枯れずに穂が出ています。
- (B) 干ばつ条件で育てた際の収量の比較。