

Press Release

プレスリリース

この資料は、文部科学記者会、科学記者会、兵庫県教育委員会記者クラブ、神戸民放記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、山口県教育庁記者クラブ、山口県政記者クラブ、宇部市記者クラブ、農林記者会、農政クラブ、府中市政記者クラブ、岡山大学記者クラブ、鳥取県政記者クラブに配信しています。

2026年5月8日

国立大学法人 神戸大学

国立大学法人 山口大学

国立大学法人 東京農工大学

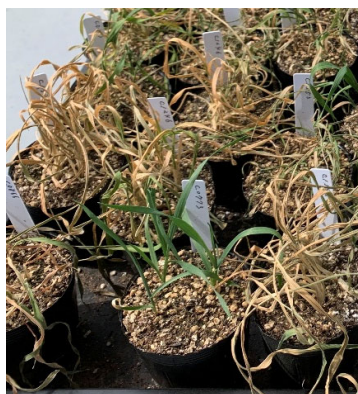
国立大学法人 岡山大学

国立大学法人 鳥取大学

「水を節約しながら生き延びるコムギ」の 仕組みを解明

干ばつが深刻化する中、作物がどのように水を使いながら生き延びるのは、食料生産にとって重要な課題です。神戸大学大学院農学研究科の妻鹿良亮准教授、東京農工大学大学院農学研究院生物システム科学部門の梅澤泰史教授、岡山大学学術研究院先鋭研究領域（資源植物科学研究所）の KIM JUNESIK（キムジュンシク）准教授（特任）、山口大学大学院創成科学研究科の高坂智之教授、鳥取大学乾燥地研究センターの辻本壽教授（現特任教授・学長顧問）らの研究グループは、水の消費を抑えつつ高い生存率を示すコムギ変異体「WS1」を解析し、その裏にある体内の仕組みについて明らかにしました。WS1は、体内の代謝やタンパク質の働きを組み替え、成長より生存を優先するモードに切り替わることを発見しました。この仕組みは、将来の干ばつに強い作物開発につながる可能性があります。

この研究成果は、4月19日に、『Plant, Cell & Environment』に掲載されました。



©妻鹿良亮ら,CC BY

ポイント

- ✓ 水の使用を抑えながら乾燥に強いコムギ変異体 WS1 を発見した。
- ✓ WS1 は、気孔を閉じて水の損失を減らす一方で、生き延びる能力が高い。
- ✓ 植物ホルモンであるアブシシン酸（ABA）に強く依存せず、代謝やタンパク質をリン酸化させることで、乾燥への耐性を得ていた。
- ✓ 成長よりも生存を優先する新しい適応戦略を示し、将来の干ばつに強い作物開発への応用が期待される。

研究の背景

近年、気候変動の影響により、世界各地で干ばつのリスクが高まっています。作物の生産を安定させるためには、水が不足した環境でも生き延びることができる植物の仕組みを理解することが重要です。これまで、植物の乾燥応答は主に「気孔を閉じて蒸散を防ぐ」仕組みや、そこに関わる植物ホルモンであるアブシシン酸（ABA）^{※1} による制御が中心と考えられてきました。しかし、これらの仕組みだけでは説明できない現象も多く、別の適応戦略の存在が示唆されていました。

研究の内容

本研究では、コムギの突然変異体の中から、水の消費を抑えながら乾燥に強い系統 WS1 を選び出し、詳しく解析しました。

WS1 は、通常のコムギに比べて気孔の開き方が小さく、蒸散を抑える特徴を持っていました。その結果、水の使用効率が高まり、乾燥条件下でも高い生存率を示しました（図1）。

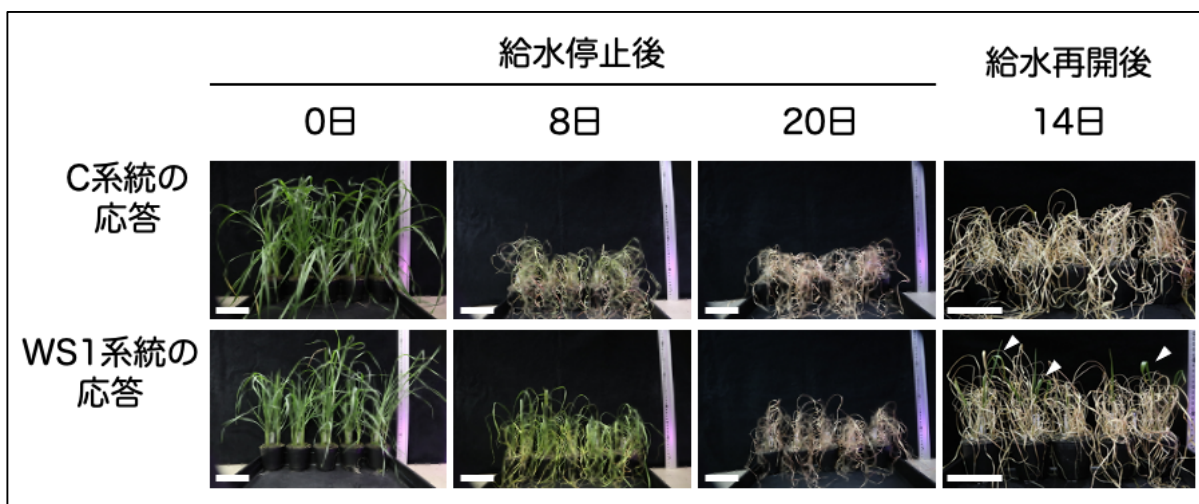


図1. 給水停止後の変異を含まないコントロール系統（C）と節水系統（WS1）の干ばつストレス下で植物が萎れて枯死するまでの様子。20日間給水を停止すると、両者とも完全に枯死したように見えるが、給水を再開して14日経過すると、WS1では緑の葉（白矢印）が生長し、完全に枯死したように見えても乾燥ストレス下で生き延びていたことがわかる。一方、Cの方は葉が生長してこないため、完全に枯死したと言える。図中の白線は10cmのスケールを示す。

©妻鹿良亮ら,CC BY

一方で、WS1 は植物ホルモンであるアブシシン酸 (ABA) に対する応答が特別に強いわけではなく、従来知られている仕組みとは異なる方法で乾燥に適応していることがわかりました。

詳しく調べたところ、WS1 ではアミノ酸の一種であるプロリン^{*2}が多く蓄積 (図2) していることに加え、炭素や窒素の使い方 (代謝) の変化や、タンパク質の働きを調節するリン酸化^{*3}パターンの大きな変化 (図3) が確認されました。

これらの変化は、植物があらかじめストレスに備えた状態 (ストレス応答状態) にあることを示しています。つまり WS1 は、乾燥に直面してから反応するのではなく、普段から「生き延びることを優先するモード」に切り替わっていると考えられます (図4)。

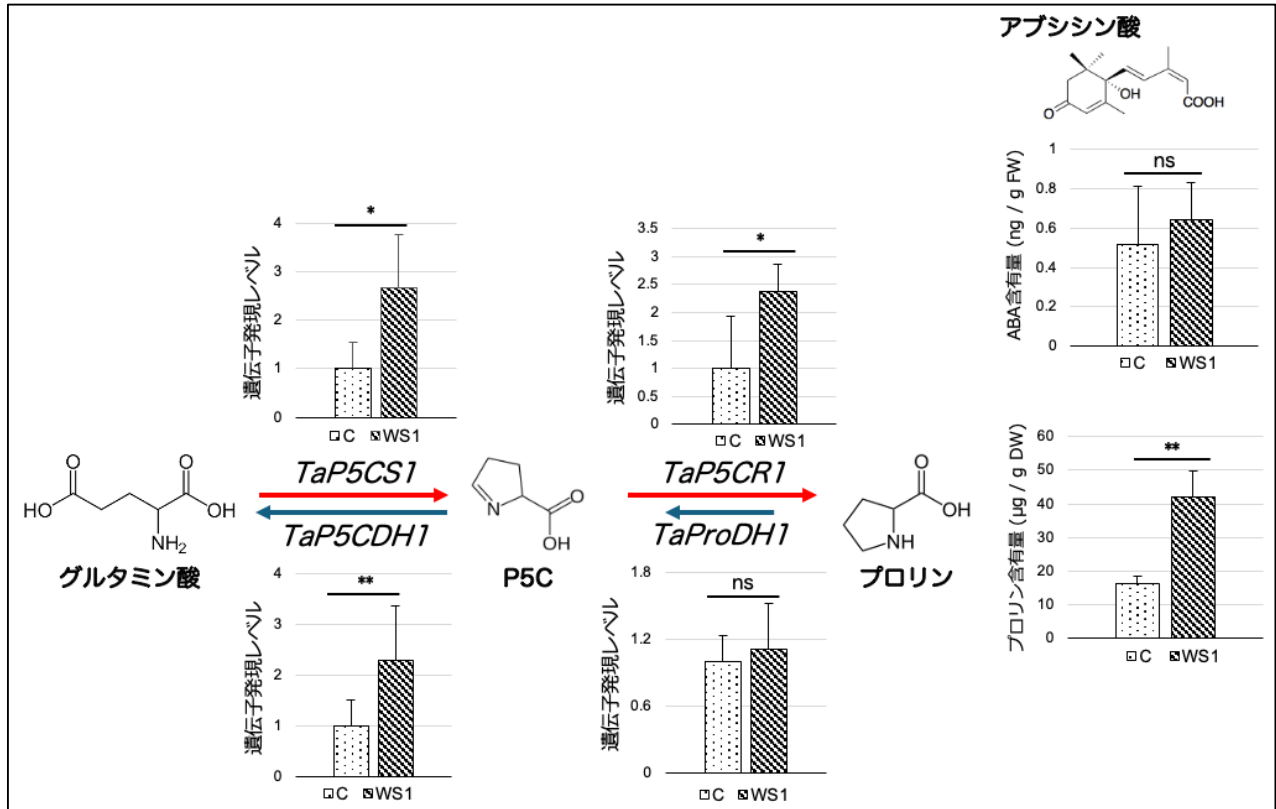


図 2. プロリン合成酵素遺伝子の発現量と ABA およびプロリンの蓄積量の比較。ABA 蓄積量と TaProDH1 の発現量を除いて WS1 の方が統計的に高い遺伝子発現およびプロリンの蓄積が観察された。WS1 ではプロリン合成が促進する方向に遺伝子発現が変化している。

©妻鹿良亮ら,CC BY

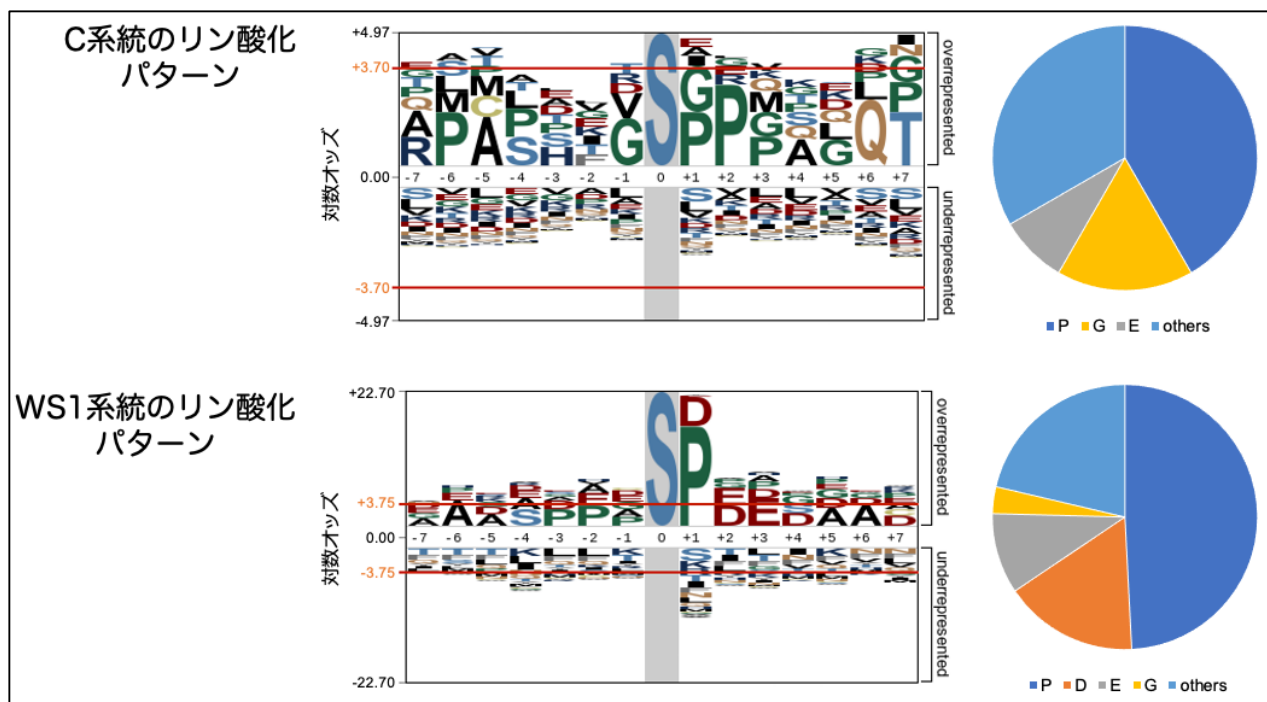


図 3. リン酸化パターンの比較。左のチャートはリン酸化の標的となるセリン残基 (S) を 0 としてその前後のアミノ酸配列の出現傾向について示している。WS1 では、セリンに続く +1 位には、プロリン (P) とアスパラギン酸 (D) が出現する頻度が高くなっており、C の場合と比べてアミノ酸配列が限定されている。また、右の円グラフでは、+1 位に出現するアミノ酸が C では P, G (グリシン), E (グルタミン酸) の順で多いが、WS1 では、P, D, E, G の順番に変化している。

©妻鹿良亮ら,CC BY

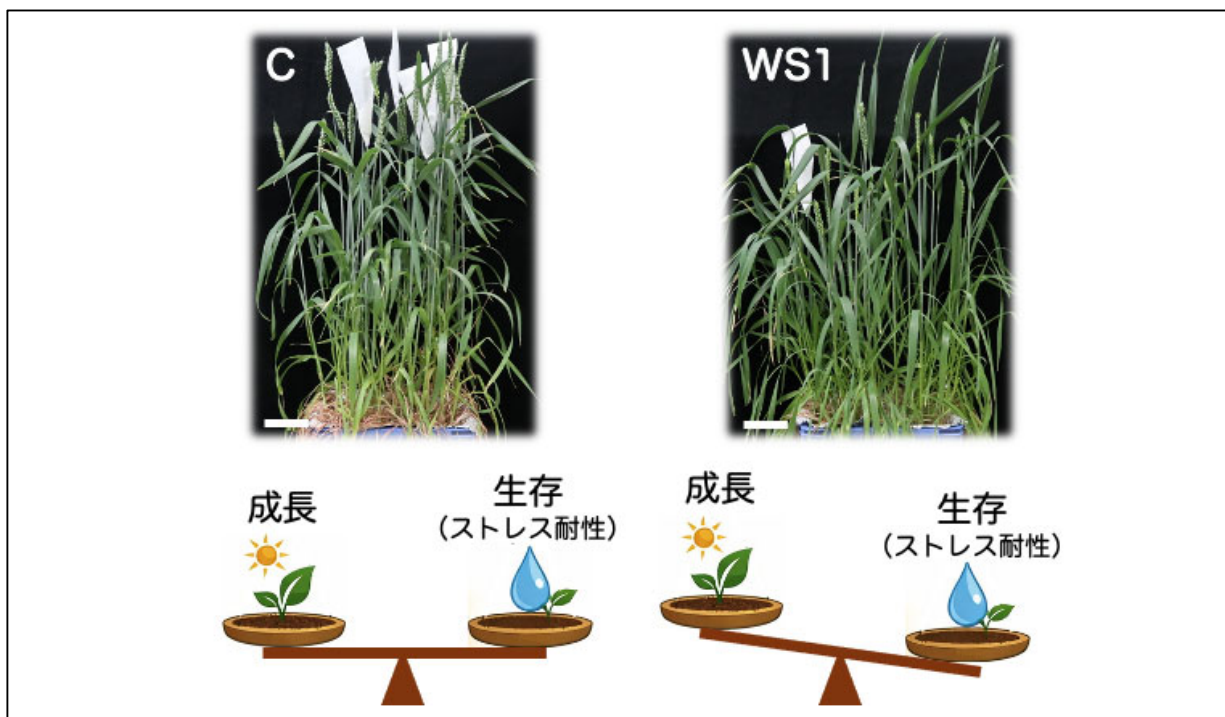


図 4. C と WS1 の出穂期の植物体 (上) と体内の分子状態を模式的に表した図 (下)。C と WS1 は外見

に大きな違いは見られないが、図 2, 3 で示したような分子的な挙動が異なった結果、水の損失を抑制するような状態に変化している。いわゆる WS1 は成長よりもストレス耐性を重視する状態に変化している。図中の白線は 10cm のスケールを示す。

©妻鹿良亮ら,CC BY

今後の展開

本研究により、植物が乾燥に適応する新しい仕組みとして、「代謝とタンパク質制御による生存優先戦略」が明らかになりました。

今後は、この仕組みに関わる遺伝子や分子の詳細を解明することで、乾燥に強い作物の育種に応用できる可能性があります。また、水の使用を抑えながら安定した収量を確保する技術の開発にもつながると期待されます。一方で、WS1 には生存能力が高い反面、収量が低下する傾向も見られたことから、生存と生産性のバランスを最適化することが重要な課題となります。

本研究の成果は、気候変動による水不足に対応する持続可能な農業の実現に貢献すると期待されます。

用語解説

※1 アブシシン酸 (ABA)

植物ホルモンの一つであり、環境ストレスに応答して合成され、植物のストレス耐性を制御している。特に乾燥ストレスに対する応答がよく知られており、アブシシン酸の合成が進むことで、下流のシグナル伝達経路が活性化して気孔を閉じて蒸散を抑制する。

※2 プロリン (P)

アブシシン酸 (ABA) と同様に環境ストレスに応答して合成されるアミノ酸の一つである。植物体内の浸透圧調節を行う適合溶質と呼ばれる代謝物の一群であるが、アミノ酸の中でもプロリンが特に蓄積する理由については知られていない。近年、ストレス応答時のシグナル分子として機能しているとの報告もある。

※3 タンパク質のリン酸化

ATP からリン酸基をセリン、スレオニン、チロシンなどのアミノ酸側鎖へ転移させ、タンパク質の構造と機能を瞬時に変化させる可逆的な翻訳後修飾。植物では、乾燥、塩、光などの環境ストレス応答に関わり、転写因子などのリン酸化により急速な適応応答を実現している。

謝辞

本研究は、内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業 JPJ00923 (研究推進法人：生研支援センター)「サイバーフィジカルシステムを利用した作物強靱化による食料リスクゼロの実現」(課題番号：20350204)、日本学術振興会 (JSPS) 科研費(KAKENHI) (課題番号：20K06759)、鳥取大学乾燥地研究センター共同研究 (課題番号：04A2002、03D2003)、科学技術振興機構 (JST) 先端国際共同研究推進プログラム「ASPIRE」(課題番号：JPMJAP24A1) およびムーンショット型研究開発制度 (課題番号：20350427) の助成を受けて行われました。

論文情報

・タイトル

“A Water-Saving Drought Survival Phenotype in a Wheat TILLING Mutant Involves Survival-Biased Metabolic and Phosphorylation Reprogramming”

DOI : 10.1111/pce.70546

・著者

Ryosuke Mega, Shun-ichiro Hirata, Kota Yamashita, Hinano Takase, Taishi Umezawa, Yasuko Watanabe, June-Sik Kim, Tomoyuki Kosaka, Akihiro Nieda, Hisashi Tsujimoto

・掲載誌

Plant, Cell & Environment

問い合わせ先

< 研究について >

■神戸大学大学院農学研究科生命機能科学専攻

准教授 妻鹿 良亮

TEL : 078-803-5858

< 報道担当 >

■神戸大学企画部広報課

TEL : 078-803-5106

■山口大学総務部総務課広報室

TEL : 083-933-5007

■東京農工大学総務課広報室

TEL : 042-367-5930

■岡山大学総務部広報課

TEL : 086-251-7292

■鳥取大学広報・基金室

TEL : 0857-31-5550