



令和 7 年 4 月 14 日

報道機関 各位

【続報】新しいゲノム編集イネ、GABA 増強効果で環境ストレス耐性が顕著に向上:気候変動対策への期待が高まる

島根大学大学院自然科学研究科の赤間一仁教授の研究グループは、気候変動によって深刻な被害をもたらす干ばつ、冠水、塩害などに強いイネの開発に成功し、昨年2月に国際誌に発表しました。今回、同研究グループはこれまで以上に環境ストレスに強いイネの開発に成功しました。この新しいゲノム編集イネは、温暖化により深刻化する気候変動対策への貢献が期待されます。

■本研究成果のポイント

ゲノム編集イネ同士を交配したハイブリッドイネは、

- ① イネ体内の GABA レベルが単独のイネよりも増加していました。
- ② 干ばつや塩害などの環境ストレスに対して、より強い耐性を示しました。
- ③ 様々なストレスに応答して働く遺伝子群が活性化していました。

■研究の背景

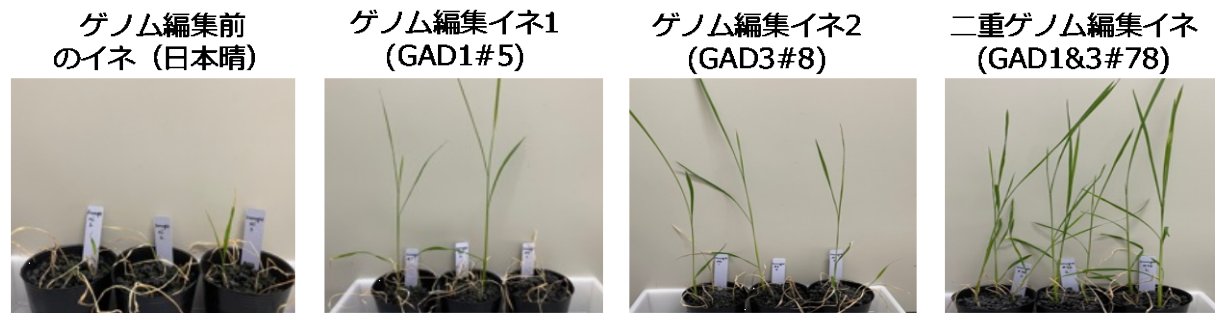
アミノ酸の一種であるガンマ-アミノ酪酸(GABA)は、その摂取により高血圧症、認知症、ストレスの緩和や睡眠の質向上が期待できることが知られています。一方、植物はさまざまなストレスにさらされると、細胞内で酵素の働きにより GABA を大量に合成します。研究グループは、イネの GABA 合成酵素に注目し、その一部分(自己阻害ドメイン、負の制御領域とも呼ばれ、ブレーキのような働きをする)をゲノム編集により取り除くことで、酵素の働きを高め、コメ中の GABA を増加させることに成功しました[1]。

従前の研究により、GABA を植物に直接散布することで、さまざまなストレスに対する耐性が向上することが報告されています。研究グループは、ゲノム編集技術を用いて作出したイネを乾燥、冠水、高塩などの環境ストレスにさらした結果、植物体内の GABA 含量が上昇し、ゲノム編集前のイネがほとんど枯死する条件でも、ゲノム編集イネは生存することを昨年発見しました[2]。

■今回の研究内容と成果

イネは GABA 合成に関わる遺伝子を 5 つ持っています。複数の遺伝子を同時に改変することで、植物体内の GABA 量がさらに増加し、環境ストレスに対してより強くなるのではないかと、バングラデシュからの留学生 Ummey Kulsum(博士 3 年)がこの仮説を検証しました。Kulsum は、ゲノム編集イネ 1(GAD1#5)とゲノム編集イネ 2(GAD3#8)を掛け合わせて作出した二重改変系統イネ(GAD1&3#78)を、さまざまな環境ストレス(低温、乾燥、高塩、冠水)にさらし、成長の違いなどを観察しました。その結果、二重ゲノム編集イネ(ハイブリッドイネと呼ぶ)は野生型イネや単一のゲノム編集イネに比べて GABA 含量がより高まり、生存率が向上することを発見しました(図と QR コード[4 分間の動画]を参照)。興味深いことに、ハイブリッドイネではストレス応答に関わるさまざまな遺伝子が活発に働いていました。

図 ゲノム編集によって作出したイネの環境ストレス耐性試験*



*乾燥ストレス試験：発芽後2週間生育させたイネ苗を自然乾燥させて、その湿重量を35%にまで減少させた。苗は3時間水に浸して回復させた後に、土（4個体/ポット）に移植して18日間生育させた。

この技術は、イネ以外のさまざまな有用な作物への応用が期待されます。今後は、GABA を介した環境ストレスに対する強靱化の分子機構を解明し、ゲノム編集イネの野外試験を通じて、深刻化する気候変動に対応できる強靱なイネ品種の開発を目指します。

本研究成果は、Springer 社が刊行する国際誌『*Plant Cell Reports*』に掲載されました。



環境ストレス試験の動画

■今後の研究の展開

- ・GABA 合成酵素遺伝子を三つ同時に改変したイネを作成中で、ストレス耐性を調査する予定です。
- ・気候変動に対応できる、より強靱なイネの実用化を近い将来に目指します。
- ・ゲノム編集を用いた GABA 合成系の改変により、有用な作物のストレス耐性強化にも応用が期待されます。
- ・地球温暖化により耕作地の急激な減少が進むアフリカや東南アジア諸国の農業支援に活用されることを目指します。

■関連する文献

- 1) Akama K *et al* (2020) An *In Vivo* Targeted Deletion of the Calmodulin-Binding Domain from Rice Glutamate Decarboxylase 3 (OsGAD3) Increases γ -Aminobutyric Acid Content in Grains. *Rice* 13(1):20. (イネグルタミン酸脱炭酸酵素 3 (OsGAD3) のカルモジュリン結合ドメインを標的とした欠失により、玄米の GABA 含量が増加する)
- 2) Akter N and Akama K *et al* (2024) Truncation of the Calmodulin Binding Domain in Rice Glutamate Decarboxylase 4 (OsGAD4) Leads to Accumulation of γ -Aminobutyric Acid and Confers Abiotic Stress Tolerance in Rice Seedlings. *Molecular Breeding* 44 (3):21. (イネグルタミン酸脱炭酸酵素 4(OsGAD4) のカルモジュリン結合ドメインの欠失は GABA の蓄積を引き起こし、イネ苗条に非生物学的ストレス耐性をもたらす)

■用語解説

- ・**GABA**: 非タンパク質態のアミノ酸の一種で、動物では重要な抑制性神経伝達物質として働きます。近年、機能性成分として注目されており、高血圧の改善、学習機能の向上、ストレスの緩和、睡眠の質の向上などの効果が報告されています。植物では、トマトなどのナス科植物に多く含まれます。植物では、様々なストレスが加わると GABA の含量が増加します。
- ・**GAD**: グルタミン酸の脱炭酸反応により GABA の合成を触媒する酵素です。植物の場合、C 末端

部分にカルシウム/カルモジュリン結合ドメインがあり、これが活性の調節を行います。ストレスが加わると、カルシウム/カルモジュリンが結合し、GAD の活性が上昇します。

・自己阻害ドメイン: GAD の C 末端部分にある酵素の調節領域で、負の制御領域とも呼ばれます。通常、ブレーキのように働きますが、人為的に取り除くことで、酵素活性が常に高まるようになります。

・ゲノム編集: 生物のゲノム DNA に直接働きかけ、遺伝情報を改変する技術です。トマト GAD の自己阻害ドメインをゲノム編集で欠失させて作られた「ハイギャバトマト」はその代表例です。

■論文情報

論文タイトル: Double Truncated Version of OsGADs Leads to Higher GABA Accumulation and Stronger Stress Tolerance in *Oryza sativa* L. var. *japonica* (イネ GAD 酵素のカルモジュリン結合ドメインを二つ同時に欠失させたイネは、GABA をより高濃度に蓄積し、ストレスに対する耐性を強化する)

著者: Ummey Kulsum¹, Nadia Akter^{1,2}, 赤間一仁¹

¹ 島根大学大学自然科学研究科 ² バングラデシュイネ研究所

掲載誌: *Plant Cell Reports*

DOI: 10.1007/s00299-025-03477-y (2025 年 4 月 8 日オンライン掲載)

■特記事項

本研究は、以下の支援を受けて実施されました。

- ① 科学研究費補助金基盤研究 (C) 「環境ストレスに応答した植物の GABA 蓄積機構の解明と複合ストレス耐性イネの創出」(代表: 赤間一仁)
- ② ムーンショット型農林水産研究開発事業「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糧リスクゼロの実現」(内閣府)(分担: 赤間一仁)
- ③ 技術シーズ支援事業(島根県)(代表: 赤間一仁)

■お問い合わせ先 ※[at]は@に置き換えてください

〈研究に関すること〉

島根大学 生物資源科学部 赤間一仁(あかま かずひと) 教授

Tel: 0852-32-6431 Mail: akama[at]life.shimane-u.ac.jp

〈報道に関すること〉

島根大学 企画部 企画広報課 広報グループ

Tel: 0852-32-6603 Mail: gad-koho[at]office.shimane-u.ac.jp



【添付資料 なし】