

グルコシノレートの分解が止まると植物体内の蓄積と分布が変化する

- 可食部中の機能性成分の蓄積制御に期待 -

ポイント

- ① グルコシノレートの分解が止まることが植物体に与える影響は不明
- ② 体内のグルコシノレート分布が変化し、茎の成長に伴って葉から種子へのグルコシノレート輸送が大きく促進されることを発見
- ③ 可食部中のグルコシノレート量を調節する技術への応用に期待

概要

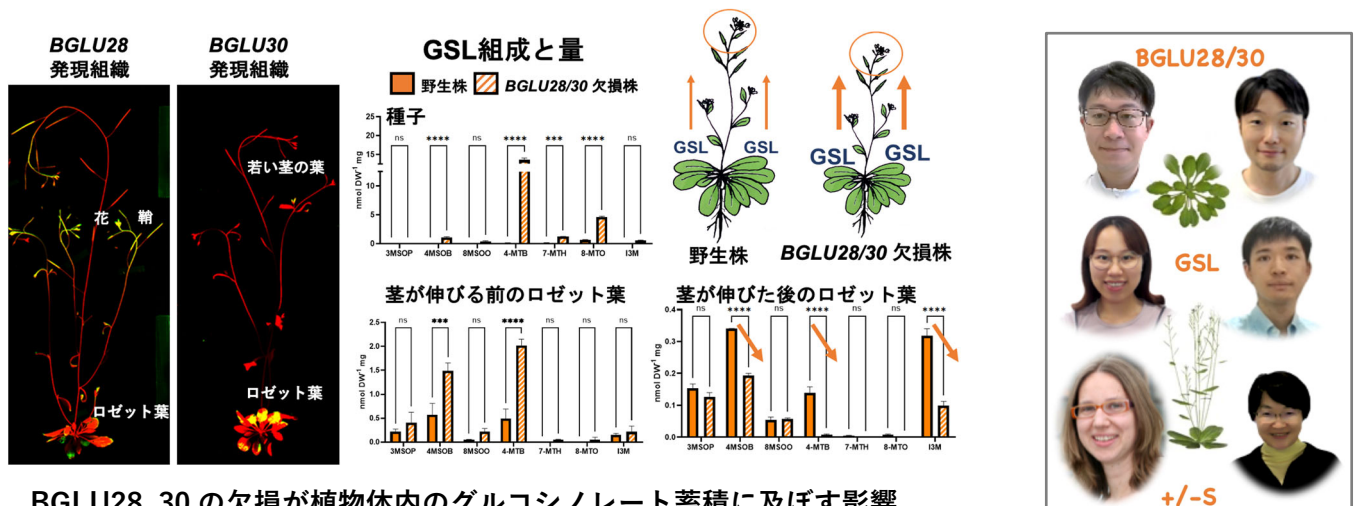
植物が硫黄の少ない環境におかれると、機能性含硫代謝物グルコシノレートの量が減少し、生育に必須な他の含硫代謝物の合成へと再利用されます。硫黄は動植物の生存になくてはならない元素です。植物は硫黄を硫酸イオンとして取り込み、アミノ酸やタンパク質など、人間にとって有用な化合物を合成しています。アブラナ科植物が作るグルコシノレートは、病害虫を寄せつけない働きをするとともに、発ガンを予防します。グルコシノレートは硫黄の貯蔵にも働きますが、成熟植物におけるグルコシノレート分布にその分解がどのような意味を持つのかは分かっていませんでした。

グルコシノレートの分解はミロシナーゼという酵素によって触媒され、硫黄が不足した時に働くミロシナーゼが BGLU28, BGLU30 です。九州大学大学院農学研究院の張柳氏、丸山明子准教授らの研究グループは、佐賀大学、コペンハーゲン大学と共同で、BGLU28, BGLU30 を欠損させると、植物の生長が抑制され、植物体内のグルコシノレートの分布が変化することを明らかにしました。

研究グループは、硫黄が不足した時のグルコシノレート分解に働く BGLU28, BGLU30 を欠損させた植物では、硫黄が不足した時の葉や種子でのグルコシノレート組成や量に変化することを見出しました。茎が伸びる前の植物では葉のグルコシノレートが増えますが、茎が伸び始めると種子へと輸送されるため、むしろ葉のグルコシノレートが減ります。環境条件に応じて代謝物の分布を変化させる仕組み、有用化合物の蓄積量調節に関する新しい発見です。

アブラナ科野菜には、白菜やキャベツ、小松菜、ブロッコリなど多くの種類があり、食べる病気予防が期待されています。この成果を作物中のグルコシノレート量を調節する技術に生かしたいと考えています。

本研究成果は、2023年7月19日(水)に国際学術雑誌「Plant and Cell Physiology」にオンライン掲載されました。本研究は特別研究員奨励費 JP21J21218、科学研究費補助金 JP17H03785、JP22H02229、JP22H05573、飯島藤十郎記念食品科学振興財団研究助成、Novo Nordisk Fonden, NNF200C0065026 の支援を受けて行われたものです。



BGLU28, 30 の欠損が植物体内のグルコシノレート蓄積に及ぼす影響

硫黄欠乏の時 BGLU28/30 は様々な器官でのグルコシノレート(GSL) 分解に働く。BGLU28/30 の欠損は硫黄欠乏時の種子へ GSL の輸送を促進する。

研究者からひとこと： グルコシノレート分解の抑制が硫黄不足下におかれた植物体内のグルコシノレート輸送に影響を与える事を発見しました。植物は、環境の変化に応じて機能性代謝物の分布を最適化しており、私たちの想像を超える精巧な調節機構を持っていると感じました。(張柳氏)

【研究の背景と経緯】

硫黄は動植物の生存に不可欠な元素です。植物は硫黄を硫酸イオンとして取り込み、アミノ酸やタンパク質など、人間にとって有用な化合物を合成しています。アブラナ科植物が作るグルコシノレートとその分解産物イソチオシアネート（スルフォラファンに代表されます）は、病害虫を寄せつけない働きをするとともに、発ガンや各種の炎症性疾患を予防します。このようにグルコシノレートはヒトにとって有用な機能を持つため、機能性食品やサプリメントにも活用されています。

一方で、グルコシノレートは分子内に硫黄原子を多く含んでおり、硫黄の貯蔵にも働きます。植物が硫黄の少ない環境におかれると、グルコシノレートの分解が促進され、生じる硫酸イオンが生育に必須な他の含硫代謝物の合成に使われます。この時の分解に働くのがミロシナーゼという酵素の仲間であるBGLU28, BGLU30です。幼植物の硫黄不足下での生育維持にBGLU28, BGLU30によるグルコシノレート分解が必要である事が分かっていましたが、成熟植物におけるグルコシノレートの蓄積や分布にその分解が果たす役割は分かっていませんでした。

【研究の内容と成果】

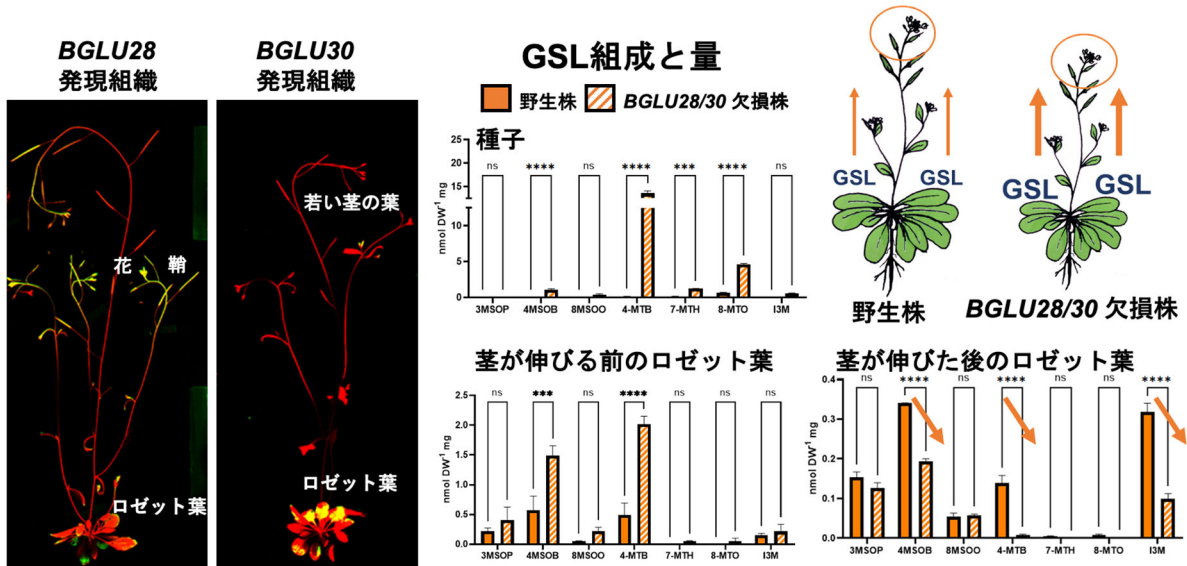
研究グループは、硫黄が不足した時のグルコシノレート分解に働く BGLU28、BGLU30 を欠損させた植物を作成し、硫黄が不足した時の葉や種子などにおけるグルコシノレート量を測定しました。茎が伸びる前の植物や鞘、種子、葉ではグルコシノレートが増えました。この結果は、分解が抑制されているためであると考えられます。驚いたのは、茎が伸び始めると葉のグルコシノレートが減少した事です。

生合成遺伝子の発現には変化がなかったため、葉からの輸送が促進されるのではないかと考え解析したところ、硫黄不足下で育成した欠損株では実際に花や鞘へのグルコシノレート輸送が促進されていました。これまでに知られているグルコシノレート輸送体 GTR や UMAMIT の発現を解析したところ、特に GTR3, UMAMIT30, UMAMIT31 の転写産物量が硫黄不足下で育てた欠損株で増加していました。

RNA-seq の手法を用いて BGLU28、BGLU30 の欠損が他の代謝系に及ぼす影響を解析したところ、シヤペロンや病害抵抗性関連、エチレン応答に働くタンパク質の転写産物量も変化しており、グルコシノレートの分解ができないと様々な生物的過程に影響が生じる事が明らかになりました。

環境条件や植物の発達過程に応じて代謝物の分布を変化させる仕組み、有用化合物の蓄積量調節に関する新しい発見です。

【参考図】



【謝辞】

本研究は特別研究員奨励費（JP21J21218）、JSPS 科研費（JP17H03785、JP22H02229、JP22H05573）、飯島藤十郎記念食品科学振興財団研究助成（【5】）、Novo Nordisk Fonden, NNF200C0065026 の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌： Plant and Cell Physiology

タイトル： Glucosinolate catabolism maintains glucosinolate profiles and transport in sulfur-starved *Arabidopsis*

著者名： Liu Zhang, Ryota Kawaguchi, Takuo Enomoto, Sho Nishida, Meike Burow, and Akiko Maruyama-Nakashita

D O I : 10.1093/pcp/pcad075.

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学大学院 農学研究院 准教授 丸山 明子（マルヤマ アキコ）

TEL : 092-802-4712

Mail : amaru@agr.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp