神戸大学　横浜市立大学
YOKOHAMA CITY UNIVERSITY

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、農政クラブ、農林記者会に配信しています。

2026 年 11 月 10 日
国立大学法人神戸大学
公立大学法人横浜市立大学

キャベツ由来の遺伝子情報がハクサイの開花時期を変える仕組みを解明
～開花しにくいハクサイを創出～

神戸大学大学院農学研究科の西田菜美子（博士課程前期課程修了）、チョウドリー　アキ　パール（博士課程後期課程）、アクタ アヤシャ（博士後期課程修了）、藤本龍教授、横浜市立大学木原生物学研究所の殿崎薫准教授らは、ハクサイ（*Brassica rapa*）に、キャベツ（*Brassica oleracea*）の遺伝情報の一部を導入すると、通常よりも長い期間、低温を経験しなければ花が咲かなくなることを明らかにしました。本研究成果は、野菜が低温を経験して花を咲かせる仕組みや、異なる種類の植物に由来する遺伝情報が導入先の植物でどのように働くのかについて理解を深めるものです。将来的には、栽培環境に適した開花特性を持ち、栽培中の意図しない早期開花が起こりにくい野菜品種の開発に役立つことが期待されます。

本研究は、神戸大学大学院農学研究科、石川県立大学、横浜市立大学を中心とする国際共同研究グループにより行われました。

この成果は、2026年11月2日に園芸科学分野の国際学術誌『Scientia Horticulturae』にオンライン掲載されました。

ポイント

- ✓ キャベツに由来する染色体領域をハクサイに導入すると、花を咲かせるためにより長い低温期間が必要になりました。
- ✓ 導入された開花抑制遺伝子 *BoFLC2* の低温に対する反応は、植物の成長段階によって異なりました。
- ✓ 異種由来の染色体領域の導入は、開花関連遺伝子だけでなく、ハクサイがもともと持つ多くの遺伝子の働きにも影響しました。

研究の背景

アブラナ科野菜が花を咲かせるためには、一定期間の低温、すなわち自然条件では冬に相当する環境を経験する必要があります。この現象を「春化（しゅんか）(注 1)」と呼びます。

ハクサイなどの野菜では、十分に成長する前に花芽が形成され、花茎が伸びる「抽だい (注 2)」が起こると、食べる部分の品質や商品価値が低下します。そのため、低温に遭遇しても抽だいしにくい「晩抽性」は重要な育種形質です。

アブラナ科植物では、開花抑制遺伝子として *FLOWERING LOCUS C*（*FLC*）(注 3) が知られています。*FLC* は開花を抑える遺伝子で、十分な低温を経験するとその働きが抑えられます。一方、ハクサイ類（*Brassica rapa*）は若い段階から低温に反応できるのに対し、キャベツ類（*Brassica oleracea*）はある程度成長してから低温に反応するという違いがあります（図 1)。このように異なる低温応答を持つ種の間で遺伝情報を移したとき、導入した遺伝子が新しい植物の中でどのように働き、開花や植物全体の遺伝子発現にどのような影響を及ぼすのかは、十分に分かっていません。

そこで本研究では、キャベツ類の開花抑制遺伝子 *BoFLC2* を含む染色体領域を種間交雑によってハクサイに導入した植物を用い、開花に必要な低温期間の変化とその仕組み、さらに植物全体の遺伝子発現への影響を調べました。



図 1　ハクサイとキャベツ
ハクサイとキャベツは、それぞれ異なる種の植物です。そのため、通常は自然に交雑することはありませんが、特別な方法を用いることで交雑させることができます。
©藤本龍, CC BY 4.0

研究の内容

キャベツ（*B. oleracea*）品種「麗峰」（有限会社石井育種場）の染色体 C02 の一部を、ハクサイ（*B. rapa*）品種「CR 歓喜 No.100」（株式会社　日本農林社）の遺伝的背景に種間交雑によって導入した染色体断片置換系統 (注 4)　#174-12-18 を作製しました（図 2)。



図 2　染色体断片置換系統#174-12-18
ハクサイの第二染色体の一部分がキャベツの第二染色体に入れ替わった系統で、元のハクサイと比べて、低温に遭遇しても花が咲きにくくなります。
©藤本龍, CC BY 4.0

1. キャベツ由来の遺伝情報により、開花に必要な低温期間が長くなる

これらの開花挙動を調べたところ、「CR 歓喜 No.100」は 4 週間の低温処理によって開花しました。一方で、#174-12-18 は、4 週間または 6 週間の低温処理では開花しませんでした。このことから、キャベツ由来の染色体領域を導入した#174-12-18 では、花を咲かせるために、より長い低温期間が必要になることが分かりました。

2. キャベツ由来の開花抑制遺伝子 *BoFLC2* の働きは、植物の成長段階によって異なる

導入した染色体領域に含まれる開花抑制遺伝子 *BoFLC2* に着目し、その遺伝子発現を調べました。その結果、「CR 歓喜 No.100」がもともと持つ *BrFLC2* は、低温処理によって働きが抑えられ、植物を暖かい環境に戻した後も、発現抑制状態を維持しました。これに対して、#174-12-18 に導入された *BoFLC2* は、幼苗期では低温による抑制が十分ではなく、低温処理後に暖かい環境へ戻すと再び発現が上昇しました。一方、70 日齢まで成長すると、#174-12-18 の *BoFLC2* は低温処理後に抑制された状態を維持しました。

さらに、遺伝子を働きにくくする目印となるヒストン修飾 H3K27me3 [注 5] を解析したところ、その

状態も植物の成長段階によって異なっていました。これらの結果から、*BoFLC2* の低温による発現抑制とそれに関連する H3K27me3 の状態は、植物の成長段階や遺伝的背景によって異なることが示されました。

さらに、花を咲かせる方向に働く *BrSOC1-1* は#174-12-18 で発現しにくくなっていました。このことから、*BoFLC2* によって *BrSOC1-1* の働きが抑えられることが、#174-12-18 で花が咲きにくくなったことに関係すると考えられます。

3. 導入した染色体領域が植物全体の遺伝子の働きにも影響

さらに、導入した染色体領域がゲノム全体の遺伝子発現に与える影響を調べるため、RNA シーケンス解析 (注 6) を用いて、#174-12-18 と「CR 歓喜 No.100」で働いている遺伝子を網羅的に比較しました。

その結果、キャベツ類から導入された染色体領域に含まれる遺伝子を解析から除外した場合でも、両者の間では多数の遺伝子の働きに違いがみられました。この結果は、異なる種類の植物に由来する遺伝情報を導入すると、その領域だけでなく、導入先の植物がもともと持つ多くの遺伝子の働きにも影響が及ぶ可能性があることを示しています。

一方で、開花に直接関係する主要な遺伝子の多くには、大きな変化はみられませんでした。このことから、#174-12-18 で花が咲きにくくなった主な原因は、植物全体に生じた広範な遺伝子発現の変化ではなく、*BoFLC2* と、その下流で働く *BrSOC1-1* を中心とした開花制御の変化にあると考えられます。

今後の展開

本研究により、異なる種に由来する染色体領域を利用することで、植物が低温に反応して花を咲かせる性質が変化することが示されました。今回の結果は、近縁種から有用な遺伝情報を取り入れる場合、目的とする遺伝子が持つ機能だけでなく、その遺伝子が導入先の植物でどのように調節されるのかを考えることも重要であることを示しています。将来的には、こうした知見を利用することで、地域の気温や栽培時期などの環境条件に適した開花特性を持ち、栽培中の意図しない早期開花が起こりにくいアブラナ科野菜の育種につながることが期待されます。

今後は複数の独立した導入系統や、より細かな染色体領域を導入した材料を解析することで、*BoFLC2* とその他の遺伝子の影響を切り分け、品種育成への応用を目指します。

用語解説

※1　春化
植物が一定期間の低温を経験することで、花を咲かせられる状態になる現象。

※2　抽だい
花芽が形成された後、花茎が伸びる現象。ハクサイなどの葉を利用する野菜では、収穫前に抽だいすると品質や商品価値が低下することがあります。

※3　*FLOWERING LOCUS C（FLC）*
植物の開花を抑える働きを持つ遺伝子。低温を経験することで *FLC* の働きが抑えられると、植物は花を咲かせやすくなります。

※4　染色体断片置換系統（CSSL）
ある植物の染色体の一部を、別の系統や近縁種に由来する染色体領域に置き換えた研究材料。本研究では、ハクサイ類の遺伝的背景にキャベツ類由来の染色体領域を導入した系統を用いました。

※5　H3K27me3
DNA が巻き付いているヒストンタンパク質に付加される化学修飾の一つ。一般に遺伝子を働きにくくする作用があり、植物が経験した低温の「記憶」を維持する仕組みにも関係します。

※6　RNA シーケンス解析（トランスクリプトーム解析）
植物の組織でどの遺伝子がどの程度働いているかを網羅的に調べる解析方法。

謝辞

本研究は、以下の支援を受けて行われました。
国際共同研究強化事業【B 型】－国際共同研究育成型－
日本学術振興会　外国人特別研究員奨励費（24KF0242、25KF0247）
日本学術振興会　基盤研究（B）（18H02173、21H02163）
生物系特定産業技術研究支援センター「オープンイノベーション研究・実用化推進事業」（JPJ011937）
科学技術振興機構　研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）産学共同（育成型）（JPMJTR23U1）
日本学術振興会二国間交流事業（JSJSBP120239923）

論文情報

・タイトル

“Cross-genome transcriptional interplay between *Brassica oleracea* introgressions and the *Brassica rapa* host”
DOI：10.1016/j.scienta.2026.115241

・著者

Namiko Nishida+, Akhi Paul Chowdhury+, Ayasha Akter+, Makishi Hara, Shuta Yano, Motoki Shimizu, Mst. Arjina Akter, Keiichi Okazaki, Xiaochun Wei, Honghao Lv, Hiroki Takagi, Kaoru Tonosaki, Ryo Fujimoto
+ These authors equally contributed to this work

・掲載誌

Scientia Horticulturae