

両親ゲノムの量比が異なる種間雑種の同時作出法を開発

～一つの種子から二倍性雑種と異質三倍体の植物を再生させる新たな育種法を提案～

ポイント

- ・二倍体同士の種間交配に由来する胚乳を用いた異質三倍体の作出に成功。
- ・同一種子内の胚と胚乳を用いることで両親ゲノム比の異なる二倍体と三倍体の同時作出が可能に。
- ・両親ゲノムを異なる量比で有する植物の作出を効率化する新たな育種法を開発。

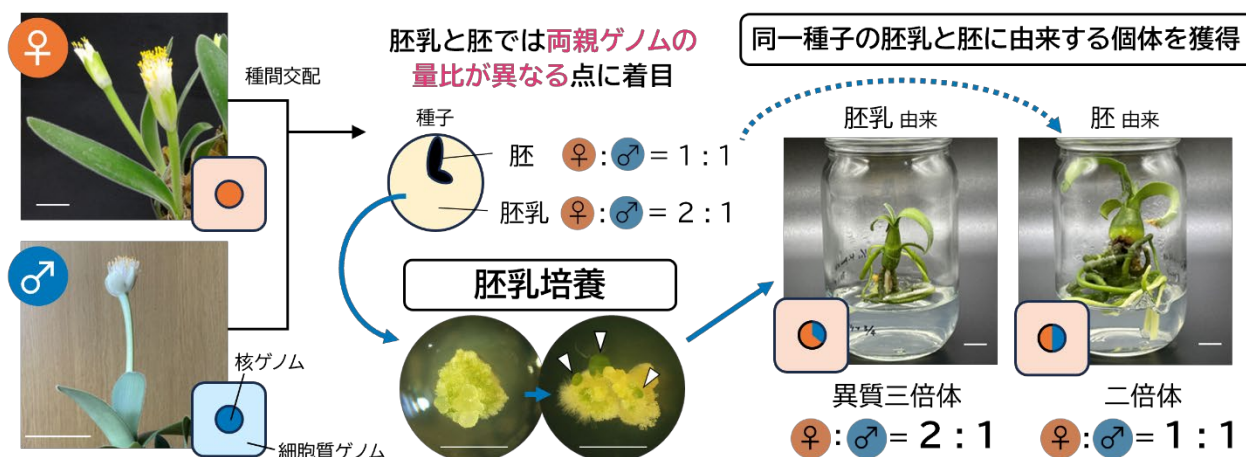
概要

北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの中野有紗特任助教と星野洋一郎教授、千葉大学環境健康フィールド科学センターの三位正洋名誉教授の研究グループは、異なる種間の交配に由来する種子から取り出した胚乳と胚をそれぞれ培養することで、二倍体の植物から異質三倍体と二倍体の種間雑種を同時作出する育種法を開発しました。

種間交雑育種と倍数性育種は、異なる植物種がもつ形質の導入や倍数化による果実等のサイズが大きくなることが期待され、多くの作物の育種に広く用いられています。当研究グループは、これまでに植物の胚乳が重複受精によって形成される三倍性組織である点に着目し、胚乳から植物体再生を行う胚乳培養系を開発してきました。本研究では、胚乳が両親のゲノムを有する点に着目し、ヒガンバナ科ハエマンサス属植物 *Haemanthus pauculifolius* (パウクリフォリウス) 及び *H. albiflos* (マユハケオモト) を用いた種間交配を行い、得られた種子内の胚乳と胚からそれぞれ植物体を再生し、得られた植物体において雑種性と倍数性の解析を行いました。

解析の結果、得られた胚乳由来個体は、母親と父親の染色体を 2 : 1 で有する異質三倍体であることが分かりました。さらに、それぞれの細胞質ゲノムを調査したところ、ともに母性遺伝していることが示されました。本手法は二倍体同士の 1 回の交配で両親のゲノム量比の異なる二倍体と三倍体を同時に作出可能であり、新たな育種法としての利用が期待されます。

なお、本研究成果は、2025 年 2 月 6 日 (木) 公開の *BMC Plant Biology* 誌にオンライン掲載されました。



ハエマンサス属植物における種間交配に由来する胚乳と胚を用いた異質三倍体と種間雑種の同時作出

【背景】

植物の育種には、野生種等の有用な形質を導入することを目的とした種間交雑による種間雑種^{*1}の作出が広く用いられています。また、染色体セットを増加させる倍数性育種^{*2}も多くの作物の育種に用いられており、倍数体では果実等が大きくなることが期待されます。これまで当研究グループでは、種子の中にある胚乳が三倍性であることに着目し、胚乳から植物体を再生させる培養系を開発してきました（関連するプレスリリース参照）。胚乳は、お米やトウモロコシでは可食部分にあたる部位です。胚乳は栄養を蓄える機能に特化しており、自然条件で植物になることはありません。そのため、胚乳を用いた育種方法はほとんど検討されてきませんでした。そこで研究グループは、胚乳培養の応用可能性を追究し、種間交雑育種と倍数性育種を組み合わせた新規育種法の開発を目指しました。本研究では、従来進めてきた胚乳培養の研究を種間交雑後の種子に拡張し、種間雑種個体と異質三倍体^{*3}を同時に作出する育種法を開発しました。

【研究手法】

植物材料には、これまでの研究で、胚乳からの植物体再生に成功しているヒガンバナ科ハエマンサス属植物を用いました。具体的には、*Haemanthus pauculifolius*（図 1）に *H. albiflos*（マユハケオモト）（図 2）を交配して得られた胚珠（後に種子になるところ）を用いました。この胚珠から、胚と胚乳を取り出し、組織培養を行い、それぞれから植物体の獲得を試みました（図 3、図 4）。さらに、得られた植物体に対し、雑種性と倍数性の確認を目的としたフローサイトメトリー^{*4}、核型分析（染色体の観察）、DNA 解析による調査を実施しました。

【研究成果】

個々の胚珠に由来する胚及び胚乳から 18 組の植物体をそれぞれ獲得することができました。このように胚珠ごとに胚一胚乳の植物体ペアを作出することは、ヘテロ接合性^{*5}が高い傾向にある園芸植物において、両親ゲノムの量比が形質発現に及ぼす影響を調査するための研究基盤となり得るものです。

両親の核型を分析した結果、両親それぞれに特異的な染色体を特定できました。これらの染色体を指標として、得られた植物体における核型分析を行った結果、胚由来の植物体は母親 *H. pauculifolius* と父親 *H. albiflos* の染色体を 1 : 1 の量比でもつ種間雑種（異質二倍体）であり、胚乳由来の植物体は母親と父親の染色体を 2 : 1 の量比で持つ異質三倍体であることが分かりました（図 5）。さらに、従来の胚乳培養に関する研究では未確認であった胚乳由来の植物体の細胞質ゲノムを調査した結果、胚由来の植物体と同様に母性遺伝していることを初めて明らかにしました。

【今後への期待】

従来の交配育種においては、種間交配後に両親の遺伝情報を半分ずつ（母親：父親 = 1 : 1）持つ雑種が育成されます。一方で、胚乳は二倍性の中央細胞と半数性の精細胞の受精により形成される三倍性組織であるため（図 6）、本研究で開発した種間交配後の胚乳培養法によって得られた異質三倍体は、母親の遺伝情報と父親の遺伝情報を 2 : 1 の割合で持つ個体になります。したがって、この異質三倍体作出法は、1 回の交配で母親の遺伝情報を多く持つ雑種を育成できる新たな育種法として、効率的な優良品種の育成に役立つことが期待されます。

【謝辞】

本研究は、日本科学協会の笹川科学研究助成及び北海道大学が推進する日本学術振興会（JSPS）の地域中核・特色ある研究大学強化促進事業（J-PEAKS）「フィールドサイエンスを基盤とした地球環境を再生する新たな持続的食料生産システムの構築と展開」のプロジェクトの成果です。

【関連するプレスリリース】

植物の胚乳から三倍体と六倍体を同時に作る技術を開発～倍数性育種の新たな手法を考案～

公表日 2021 年 1 月 15 日（金）

URL https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/210115_pr2.pdf

論文情報

論文名	Endosperm culture-based allotriploid hybrid production from an interspecific cross of <i>Haemanthus</i> spp.: new insights into polyploidization and hybridization (ハエマンサス種間交配由来の胚乳培養による異質三倍体作出：倍数化及び雑種作出に関する新たな知見)
著者名	中野有紗 ¹ 、三位正洋 ² 、星野洋一郎 ¹ （ ¹ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、 ² 千葉大学環境健康フィールド科学センター）
雑誌名	BMC Plant Biology（植物科学の専門誌）
D O I	10.1186/s12870-025-06181-x
公表日	2025 年 2 月 6 日（木）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 教授 星野洋一郎（ほしのよういちろう）

T E L 011-706-2857 F A X 011-706-2857 メール hoshino@fsc.hokudai.ac.jp

U R L <https://hoshino919.wixsite.com/haskap-home>

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

千葉大学広報室（〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33）

T E L 043-290-2018 F A X 043-284-2550 メール koho-press@chiba-u.jp

【参考図】



図 1

母親 *H. pauculifolius*

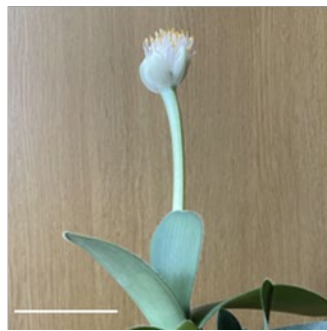


図 2

父親 *H. albiflos*



図 3

胚由来の植物体



図 4

胚乳由来の植物体

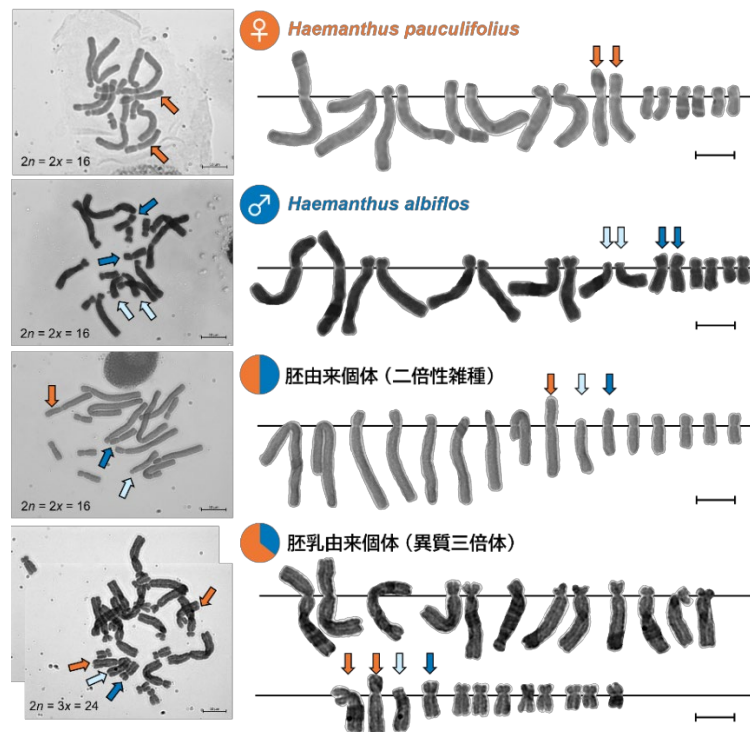


図 5. 両親と胚及び胚乳由来個体における染色体の観察画像

矢印はそれぞれ母親（橙色）と父親（水色及び青色）に特徴的な染色体を示す。胚由来個体では両親の染色体を 1 組ずつ、胚乳由来個体では母親由来の染色体 2 組と父親由来の染色体 1 組を持っていることを示す。

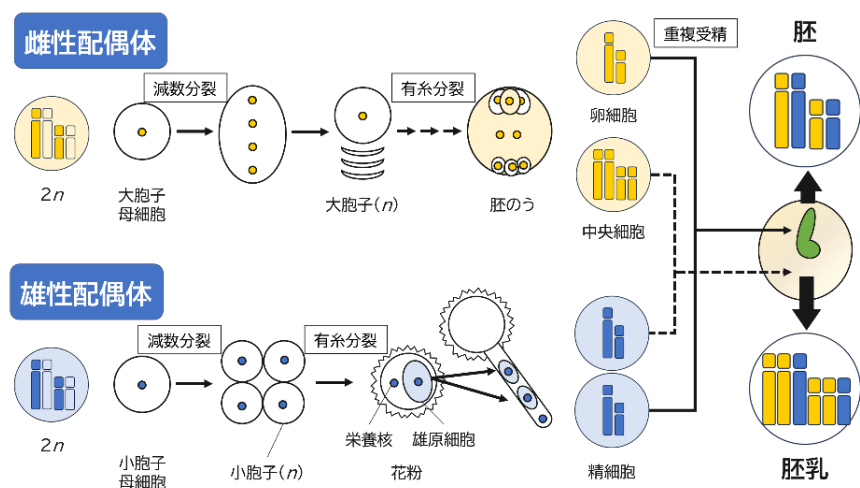


図 6. 被子植物における配偶子形成過程と受精産物（胚と胚乳）の模式図

胚は半数性の卵細胞と精細胞が受精して形成される二倍体であるのに対し、胚乳は二つの半数性の極核をもつ中央細胞と半数性の精細胞が受精して形成されるため三倍性組織となる。

【用語解説】

- * 1 種間雑種 … 異なる種間における交雑（種間交配・交雑）により得られた個体のこと。
- * 2 倍数性育種 … コルヒチン等の有糸分裂阻害剤を用いた染色体倍加処理による二倍体から四倍体の作出や、四倍体に二倍体を交配して三倍体を作成するといった異なる倍数体を用いた交配によって新たな形質や特徴をもつ植物を作成する育種のこと。
- * 3 異質三倍体 … 単一の植物種が倍数化した個体（同質倍数体）に対し、複数の植物種の染色体により構成されている個体（異質倍数体）といい、本研究では *H. pauculifolius* と *H. albiflos* の両方の染色体を有する三倍体を指す。
- * 4 フローサイトメトリー … 単離した核を染色して DNA 量を測定する実験手法。測定機器であるフローサイトメーターを用いる。倍数性の判定や両親の DNA と比較することで雑種かどうか推定することができる。
- * 5 ヘテロ接合性 … 対となる染色体の同じ位置にある遺伝子が異なっている状態（Aa）を指す。これに対して、同じものである状態（AA か aa）をホモ接合性と呼ぶ。ヘテロ接合性が高い（ヘテロ接合の遺伝子が多い：AaBbCc…）植物体で配偶子が作られる際には、減数分裂時に各遺伝子は任意にどちらかの配偶子に分配されるため、様々な遺伝子構成の配偶子（ABC…、AbC…、aBc…など）ができる。このような雌雄の配偶子同士が受精すると親とは異なった遺伝子構成（AaBBcc、aaBbCc…など）の植物が得られる。リンゴなどのヘテロ接合性が高い植物を種子から育てた場合、親とは異なるものになるのはヘテロ接合性が高いからである。