

【基盤研究(S)】
大区分F



研究課題名 植物ミトコンドリアゲノム育種の基盤創出

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・教授
つみ のぶひろ
堤 伸浩

研究課題番号: 20H05680 研究者番号: 00202185

キーワード: 植物ミトコンドリアゲノム、ゲノム編集、オルガネラゲノム育種

【研究の背景・目的】

植物細胞内には核に加えて色素体(葉緑体)とミトコンドリアにもゲノムが存在するが、農作物の栽培化と近代育種において改良に使用されてきた遺伝情報は専ら核ゲノムの遺伝子群であった。ミトコンドリアゲノムはエネルギー生産に必須の遺伝子や現代農業で重用されるハイブリッド F₁ 品種生産に欠かせない細胞質雄性不稔(Cytoplasmic Male Sterility: CMS)の原因遺伝子等をコードしており、基礎科学的にも農業生産的にも重要な研究と改変の対象である。それにもかかわらず、これまでミトコンドリア遺伝子の組換え等の改変技術が不在であったため、手つかずの最後のゲノムとしてとり残されていた。我々は最近ゲノム編集技術の一つ TALEN を用いて植物ミトコンドリアゲノムの特異的な改変(標的遺伝子破壊とゲノム攪乱)に世界で初めて成功(mitoTALEN 法: 図 1)し、大きなブレイクスルーを果たした。この技術的優位を足がかりに、未解明かつ独自の謎を多くもつ植物ミトコンドリアゲノム遺伝の基礎的性質を明らかにし、またミトコンドリアゲノム改変集団(変異パネル)を通じて育種応用の潜在性検証と重要農業形質に関与する遺伝子の同定を行い、世界に先駆けて新規 CMS の創出を含むミトコンドリアゲノム育種の基盤を開拓することが本申請の目的である。

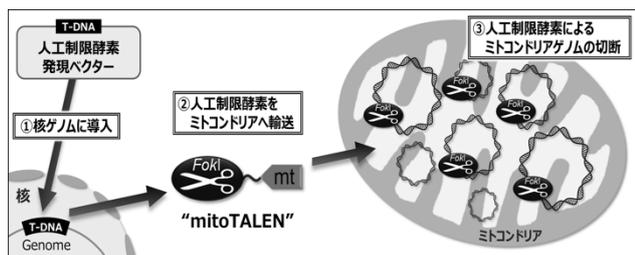


図 1 mitoTALEN 法によるミトコンドリアゲノム改変

【研究の方法】

未だ手付かずの領域である「ミトコンドリアゲノムを利用した育種」を開拓するために、mitoTALEN 法を技術の軸としながら、下記のような3つの問いを明らかにする。①植物ミトコンドリアゲノムが制御する育種形質はどの程度存在し、またその原因遺伝子は何か? ②植物ミトコンドリアゲノム上の遺伝子群は、ミトコンドリア・細胞・組織・個体・世代間の各レベルでどのように遺伝するか? ③CMSはどのような分子メカニズムで惹起されるのか? 新たなCMS原因遺伝子は創出可能か? (図 2)

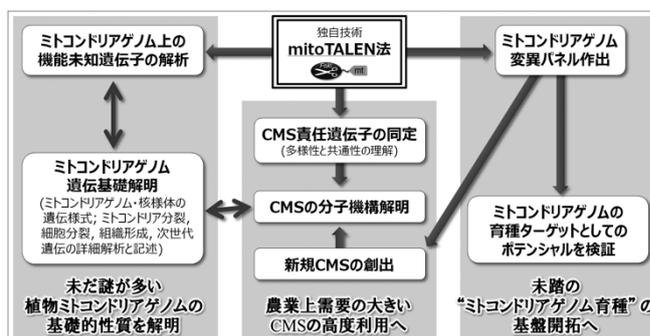


図 2 本研究課題の3つの柱とその関係

【期待される成果と意義】

本研究では、これまで不可能だった植物ミトコンドリアゲノムだけに変異導入を行うことで、未知の突然変異体を多数選抜する。これらの中から農業重要形質に関わる変異をみいだすことで、農業/育種利用へのポテンシャルを測る。核ゲノムと異なり、1つの細胞内で複数のゲノムが存在し、また母性遺伝するミトコンドリアゲノムへの変異が、個体内でどのような表現型を示し、維持し、次の世代に引き継がれるか、その基礎的遺伝伝達様式の解明にもメスをいれる。そして、mitoTALEN 法を用いて未だ最終証明がなされていない各種農作物の CMS 原因遺伝子をそれぞれ同定・証明し、その機能と雄性不稔性惹起の分子機構を解析し、CMS の分子基盤とその共通性多様性を明らかにすることで、生物学的基礎から農業応用に直接繋がる世界初の成果を期待している。

【当該研究課題と関連の深い論文・特許】

- ・ **Kazama T**, Okuno M, Watari Y, Yanase S, Koizuka C, Tsuruta Y, Sugaya H, Toyoda A, Itoh T, **Tsutsumi N**, Toriyama K, Koizuka N and **Arimura S** (2019) Curing cytoplasmic male sterility via TALEN-mediated mitochondrial genome editing. *Nature Plants*, 5: 722-730. 特願 2017-24923 (米国 15/895, 118) 植物ミトコンドリアゲノムの編集方法 有村慎一、風間智彦、片山健太、日高朋美、鳥山欽哉、堤伸浩

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 152,600千円

【ホームページ等】

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/pmg/>