

細胞質雄性不稔性の利用によるトマトの効率的なF1採種システムの構築

30010A

分野

農業-野菜

適応地域

全国

【研究グループ】

筑波大学生命環境系、かずさDNA研究所、

トキタ種苗株式会社

【研究統括者】

筑波大学 有泉 亨

【研究期間】

平成30年～令和2年(3年間)

キーワード トマト、細胞質雄性不稔性、F1採種、ゲノム解析、ミトコンドリア

1 研究の目的・終了時の達成目標

トマト種子は、雑種第一世代(F1)種子として販売される。F1種子は、雑種強勢により耐病性や果実品質の向上がもたらされるが、近年、各国の人件費の高騰など採種コストの増加が大きな問題として浮上している。そこで、トマト細胞質雄性不稔性(CMS)を活用した**F1採種システムを確立することを目的とする**。このため、トマトCMSの稔性回復(RF)遺伝子を同定すること、CMSの原因因子を同定すること、並びにCMS形質が付与された種子親とRF遺伝子座が導入された花粉親を開発することを達成目標とした。

2 研究の主要な成果

- ① ロングリードシーケンサーを活用することで2つの稔性回復系統の高精度なゲノム配列を構築した。
- ② 稔性回復系統と栽培品種の雑種集団を用いたゲノム解析により、RF遺伝子領域を同定し、稔性回復に高度に連鎖するDNAマーカーを開発した。
- ③ CMS系統のミトコンドリアのゲノム解読及び遺伝子発現解析から、CMSの原因遺伝子候補を2つ特定した。
- ④ CMSトマトの雄性不稔性は安定していること、また、CMS系統の種子親にRF遺伝子を保有する花粉親を交配した際、F1種子は自殖種子が含まれない100%の純度であることを確認した。

公表した主な特許・論文

- ① Takei H. *et al.* De novo genome assembly of two tomato ancestors, *Solanum pimpinellifolium* and *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, by long-read sequencing. DNA Research, 19:dsaa029 (2021).
- ② Kuwabara K. *et al.* Organelle genome assembly uncovers the dynamic genome reorganization and cytoplasmic male sterility associated genes in tomato. biorxiv, (2021).

3 今後の展開方向

- ① 候補領域に存在するRF遺伝子の候補遺伝子を検証してRF遺伝子を確定させる。
- ② 多数の品種において、CMS形質を有する種子親とRF遺伝子を保有する準同質遺伝子系統の花粉親を作出し、F1採種の有効性を調べる。

【今後の開発目標】

- ① 2年後(2022年度)は、RF遺伝子を同定してDNAマーカーを高精度化させる。
- ② 5年後(2025年度)は、多数のトマト品種においてCMS形質を利用したF1採種を開始させる。
- ③ 最終的には、S遺伝子の他作物への移植など科学的知見に基づいたCMSの開発が可能となり、トマトのみではなくその近縁種においてもCMSを利用したF1採種が可能となる。

4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 近年、海外へのF1種子採種にかかるコストが急激に増加しているが(10年前の3.3倍)、このシステムを導入することでF1種子の採種コストが低下し、企業の安定的な種子購入に寄与する。また、低コスト化することで採種率が低く実用に至らなかった品種の実用化が加速する。
- ② F1採種の委託コストの上昇に加え、高純度のF1種子を計画的に入手することが困難になりつつある。本技術の導入により高純度のF1種子生産の低コスト化が可能となり、栄養価の高いトマトの低価格供給に繋がり国民の健康を支える。

研究終了時の達成目標

低コスト・かつ自殖種子混入を確実に防ぐCMSに基づいたトマトの新規F1採種システムを構築

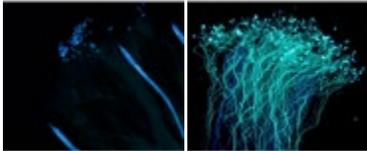


研究の主要な成果

・中課題1の成果「高精度RF系統のゲノム配列構築とRF遺伝子の座乗領域の特定」

RF遺伝子によるCMSの稔性回復

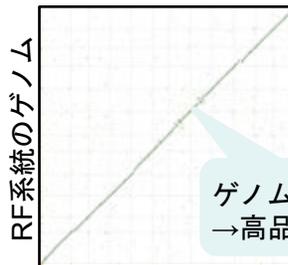
CMS RFを交配して稔性回復



RF遺伝子があると花粉発芽が回復する

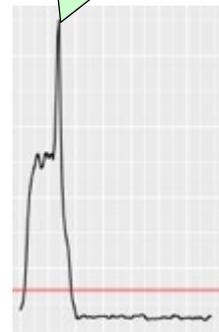
高精度のRF系統ゲノム配列構築

S.pimpinellofolium
S.l.cerasoforme
トマト参照ゲノム



ゲノムが整列 → 高品質

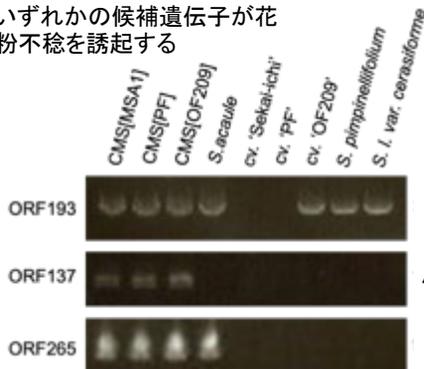
RF遺伝子座乗領域特定



この領域にRF遺伝子が存在

・中課題2の成果「雄性不稔を誘起するS遺伝子候補の同定」

いずれかの候補遺伝子が花粉不稔を誘起する



S遺伝子の候補同定

・中課題3の成果「新規採種システムは高純度F1種子を生産する」



F1種子純度100%!

CMSを活用することでF1種子の中に自殖種子の混入がなくなる

今後の展開方向

- ✓ CMS形質を利用したF1採種の事業化を開始する。
- ✓ CMS原因遺伝子をトマトだけではなく、その近縁種（ナス、ピーマン類）に導入することで科学的知見に基づいたCMSの開発技術の確立を目指す。

見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ✓ F1種子の採種コストの低下
- ✓ 採種率が低く実用に至らなかった品種の実用化が加速
- ✓ 栄養価の高いトマトの低価格供給が実現し、国民の健康を支える