

2023年7月19日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

トマトの接ぎ木によるエピゲノム変化 —同一品種間の接ぎ木で乾燥ストレス耐性を獲得—

【発表のポイント】

- ナス科やウリ科の作物の多くでは、強く丈夫な根を台木とした異なる品種間での接ぎ木栽培が広く行われています。
- トマト品種「桃太郎」の上部と下部を切断・再結合する自家の接ぎ木処理を行ったところ、乾燥ストレス耐性が獲得されました。
- 接ぎ木処理した茎頂の組織においてエピゲノム^(注1)変化が生じ、多数の遺伝子発現の変動を生じさせることが明らかになりました。
- 接ぎ木は、強く丈夫な台木の根の利用以外に、その手技による傷害再生の過程で、先端の茎頂組織におけるエピゲノム変化も生じさせ、継続的な効果を及ぼすことが示唆されました。

【概要】

ナス科やウリ科の作物の多くは、異なる品種で強く丈夫な根を台木とし、穂木に優良な実をつける品種をつなぐ、接ぎ木による栽培が古くから広く行われています。接ぎ木栽培では、台木の根から養水分の吸収が旺盛になることや病害抵抗性が付与されるなど、優良な実を多く収穫できるようになります。

東北大学大学院生命科学研究科の東谷篤志教授らの研究グループは、今回、トマト品種「桃太郎」の上部と下部を切断・再結合する自家の接ぎ木処理を行ったところ、処理を行わない「桃太郎」と比較して、茎頂組織において染色体ヒストンならびに DNA のメチル化を介したエピゲノム変化が生じること、その結果、ストレス耐性をはじめとする多数の遺伝子発現に変化が生じ、乾燥ストレス耐性が獲得されることを見出しました。

本成果は、植物の接ぎ木手技により新たなストレス耐性の獲得が期待されることを示唆します。本成果は、2023年7月15日付けで DNA や遺伝情報に関する専門誌 DNA Research に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

植物の接ぎ木は古くから行われており、土台となる植物に違う種類の植物（穂木）をつなげる手技です。果樹などでは効率の良いクローン繁殖技術として、またナス科やウリ科の作物などでは強く丈夫な根を台木とし穂木に優良な実をつける品種をつなぎ、農作物の栽培に広く利用されています。その結果、強く丈夫な台木の根は養水分の吸収が旺盛になるとともに、病害抵抗性が付与されるなど、穂木の優良な実の収穫量を増やす効果もあります。

近年、化学物質・ストレス・その他の外部からの刺激などの要因によってゲノム上に後生的なエピゲノム変化（染色体ヒストンタンパク質のメチル化やアセチル化修飾ならびに DNA のメチル化修飾など）を来し、多数の遺伝子発現に変化が生じることが知られてきました。

今回の取り組み

トマト品種「桃太郎」の上部を穂木として、異なる品種の根を台木とした接ぎ木に加えて、「桃太郎」の苗木を切断し再結合させることや「桃太郎」の異なる苗木間での接ぎ木（自家接ぎ木）を行い、3週間かけて活着後、12日間給水を止める乾燥ストレスを負荷しました。接ぎ木を行わなかった「桃太郎」苗木では、給水を再開しても、それらの生存率は約2割に留まりました。一方研究グループは、強い根を台木として接ぎ木トマトでは100%の回復率が、また、興味深いことに「桃太郎」の自家接ぎ木でも約6割の回復を見出すとともに、乾燥ストレス負荷直前の茎頂組織において多数の遺伝子発現が変化していることを見出し先行研究として報告してきました（参考文献1）。

そこで、今回、研究グループは自家接ぎ木処理において生じた遺伝子発現の変化が、後生的なエピゲノム変化が生じた影響か調べることにし、自家接ぎ木処理から1週間後の活着まもない苗木の茎頂組織におけるヒストンH3の4番目ならびに27番目のリジン残基のトリメチル化、さらに、DNAシトシン塩基のメチル化のエピゲノム変化について解析を行いました。その結果、染色体の活性型エピゲノム修飾ならびに不活性型エピゲノム修飾のいずれも3,000を越える遺伝子で自家接ぎ木処理により有意に変化していることが確認されました（図1）。さらに、接ぎ木から3週間後のしっかりとした活着がみられた茎頂組織においても、ストレス耐性に深く関わる熱ショックタンパク質HSP70を含む800を越える遺伝子において発現が上昇、77遺伝子で発現の低下が確認され、自家接ぎ木の影響が長期に渡り後生的に受け継がれることも明らかになりました。

その結果、ストレス耐性をはじめとする多数の遺伝子発現に変化が生じ、乾燥ストレス耐性が獲得されることが見出されました。

本成果は、植物の接ぎ木の切断と再結合、その後の傷害再生の過程における

ストレスが、次なる新たなストレスに対しても、耐性を付与する後生的なエピゲノム変化を誘導したものと考えられます。

今後の展開

これらの結果は、古くから用いられてきた植物の接ぎ木の手技において、その切断・再結合の傷害再生の過程におけるエピゲノム変化が、乾燥ストレスの他の非生物学的ならびに生物学的ストレスに耐性を付与することができるのか、また、トマトの他の植物種においても同様に観察されるのか、接ぎ木における新たな視点を加えるものと、今後のさらなる展開が期待されます。

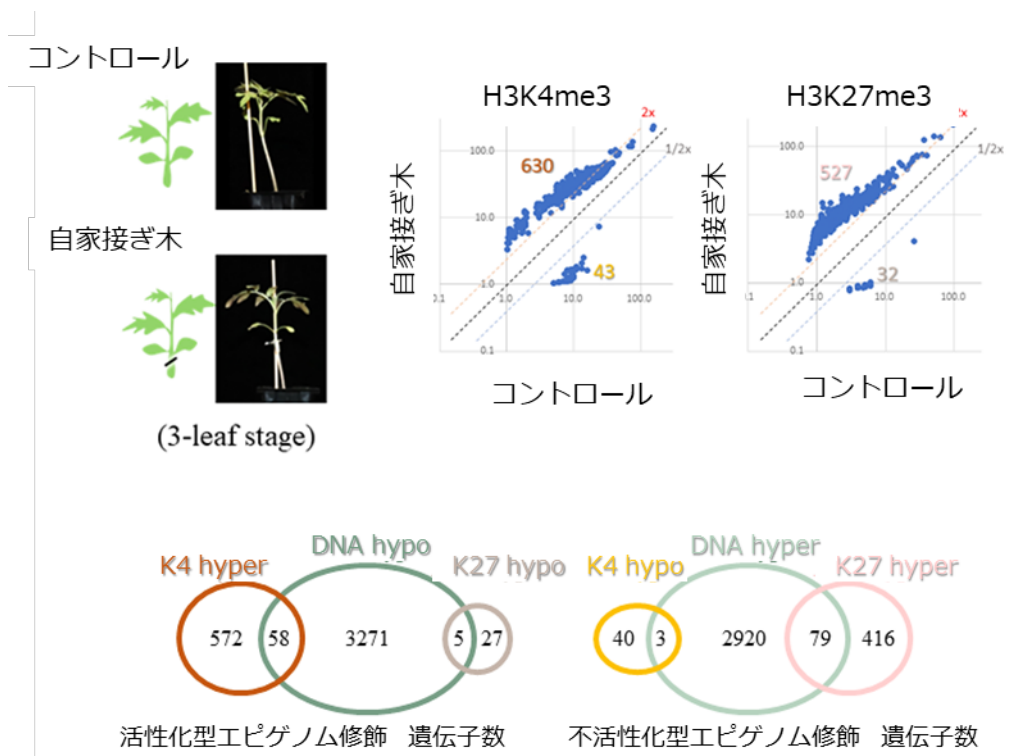


図 1. トマト自家接ぎ木における茎頂組織でのエピゲノム変化。

【謝辞】

本研究は、タキイ種苗（株）の遠藤誠博士による接ぎ木の手技の指導とトマト品種種子の提供を受け、研究を進めることができました。この場を借りて、心からお礼申し上げます。またエピゲノム変化の解析の手法の確立は、本学「新領域創成のための挑戦研究デュオ (<https://w3.tohoku.ac.jp/frid/>) プラズマアグリ - 機能性窒素を活用したサステナブルファーム - の支援を一部受けて実施したものです。確立できた手法は、プラズマアグリ研究にも活用展開する計画です。

【参考文献】

参考文献 1. Fuentes-Merlos MI, Bamba M, Sato S, Higashitani A. Comparative Transcriptome Analysis of Grafted Tomato with Drought Tolerance. *Plants (Basel)* 2022, 11:1947. doi: 10.3390/plants11151947.

【用語説明】

注1. エピゲノム：それぞれの生物が有する DNA の塩基配列をゲノムと呼ぶことに対して、そのゲノム上加えられた修飾（染色体ヒストンタンパク質のメチル化やアセチル化ならびに DNA のメチル化など）により、それぞれの遺伝子を発現させるか、させないかなどの制御がなされる。

【論文情報】

タイトル：Self-grafting induced epigenetic changes leading to drought stress tolerance in tomato plants.

著者：Maria Isabel Fuentes-Merlos*, Masaru Bamba, Shusei Sato, Atsushi Higashitani*

*責任著者：東北大学大学院生命科学研究科 教授 東谷篤志、
東北大学大学院生命科学研究科 大学院生（研究当時） Maria Isabel Fuentes-Merlos（マリア イサベル フェンテス メルロス）

掲載誌：DNA Research

DOI：10.1093/dnares/dsad016

URL：https://doi.org/10.1093/dnares/dsad016

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院生命科学研究科

教授 東谷 篤志

TEL: 022-217-5715

E-mail:

atsushi.higashitani.e7@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院生命科学研究科広報室

高橋さやか(たかはしさやか)

TEL: 022-217-6193

E-mail: lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp