

トマト育種の新展開 ～ゲノム編集技術による理想のトマトのデザイン～

SATテクノロジー・ショーケース2015

■ はじめに

トマトは世界で最も生産量の多い果菜類であり、175ヶ国で生産されている。果実にはビタミンやリコピンなど多くの機能性成分を含み、健康増進に有用でもある。学術的にも、ナス科のモデルおよび果実発達研究のモデル植物として注目されており、非常に重要な作物である。2012年には全ゲノム配列が解読され、これによりトマトの研究開発および育種が効率よく進むと期待される。トマトの重要育種形質としては、優れた着果性、日持ち性の向上、甘さや機能性成分の強化などが挙げられる。筑波大学では変異体や遺伝子組換え体を用いた解析より、これらの重要育種形質が向上したトマトが得られてきており、その分子機構の解明も行ってきた。この成果を活用することにより、近年様々な生物種で急速に開発が進んでいるゲノム編集技術(※1)を使って有用形質を持つトマトを自由にデザインすることが可能になってきた。現在、理想のトマトの実用化に向けて研究開発が進められている。

■ 活動内容

筑波大学では、トマト研究推進のため、矮性品種マイクロトム(※2)を基盤としたトマトの大規模変異集団(※3)を作出している。種子にEMS処理およびガンマ線照射することにより約12,000系統のマイクロトム変異体をこれまで作出してきた。この中には、着果性に優れた系統や日持ち性が向上したものなど、様々な有用形質を持つトマトが含まれている。これら重要育種形質を決定する遺伝子を同定し、その分子機構を解明してきた。また一方で、遺伝子組換え技術を利用し、甘味や機能性成分などの重要育種形質の向上を目指した研究も進めており、上記変異体を用いた解析とあわせ、有用遺伝子の情報が蓄積されてきている。

1. 着果性

トマトの生産現場では、着果不良による生産不安定、着果誘導処理のための多大な労力の問題があった。過去には単為結果(受粉なしで着果する)品種の開発が行われ、*pat*変異体が育種素材として利用されてきたが、果実が軟化しやすいなどの不良形質を伴うという問題点があった。我々はマイクロトム大規模変異集団の中から単為結果性を示す系統を複数選抜し、不良形質がなく生育が旺盛で安定して単為結果性を示す系統を絞り込んだ。さらに

原因遺伝子の同定、DNAマーカーの開発も行い、この系統は有用な育種素材として利用することができる。また、他の果菜類や果樹への展開も期待される。

2. 日持ち性

果実の成熟および収穫後の果実の軟化には植物ホルモンであるエチレンが大きな役割を果たしている。エチレン受容体遺伝子*SlETR1*の変異体ではエチレン感受性が低下し、日持ちが向上すると考えられる。そこで、マイクロトム大規模変異集団より*SlETR1*に変異が入っている個体をTILLING法でスクリーニングした。得られた*Sletr1-2*変異体は収穫後60日経過しても果実が軟化せず、日持ち性が向上していた。交配によりこの変異形質を他の栽培品種に導入しており、日持ち性向上が維持されていることを確認している。これにより、完熟してから収穫、出荷できるため、おいしいトマトの流通が可能になる。



代表発表者 江面 浩(えづら ひろし)
所 属 筑波大学 生命環境系
問合せ先 〒305-8572 つくば市天王台1-1-1
TEL:029-853-7263 FAX:029-853-7263
ezura@gene.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1) トマト
(2) ゲノム編集
(3) デザイン育種

3. GABA高蓄積トマト

トマトは果実100gあたり62.6mgのγ-アミノ酪酸(GABA)を蓄積し、他の野菜・果実に比べて多いことが知られている。GABAは動物、植物、微生物に広く存在するアミノ酸の一種で、動物では血圧上昇抑制効果やリラックス効果などがある神経伝達物質として働く。植物では花粉管伸長、害虫防除、細胞伸長抑制に関与しており、低温などのストレスにより蓄積することが知られているが、トマト果実でのGABAの役割は不明である。我々は果実におけるGABAの機能解析を行っており、果実の発達にともなってGABA含量はダイナミックに変動すること、GABA代謝に関わる酵素遺伝子の発現とその制御などを、変異体や遺伝子組換え体などを利用して解明してきた。

以上のような研究成果より、どの遺伝子を操作すれば有用形質を獲得できるかという情報が蓄積されてきている。これらの情報をもとに、ゲノム編集技術を利用して理想のトマトを作るプロジェクトがスタートした。植物においてはシロイヌナズナ、イネ、タバコ、トウモロコシ、ポプラ、キクなどにおいてゲノム編集による改変が報告されている。ゲノム編集技術を利用した植物の改変はNew Plant Breeding Techniques (NPBT)にあてはまり、外来遺伝子を残さず変異を導入することができる。NPBTにより作られた作物がカルタヘナ法等で規制される遺伝子組換え作物にあたるかどうかはまだ決定されていないが、新たな育種法として注目されている。

ゲノム編集技術を利用することにより、これまでに得られた知見から戦略的に重要育種形質をトマトに付与することができるだけでなく、複数の有用形質を併せ持つトマトを自由にデザインすることができ、まさに理想のトマトができると期待される。また、トマトは果実発達研究およびナス科植物のモデルとして研究されていることから、得られた成果はメロンやナスなど他の作物にも応用できるのも大きな利点である。

■ 関連情報等

(※1)ゲノム編集技術

これまで酵母やマウスなど限られた生物種で行われていた遺伝子ターゲティングが、人工制限酵素の利用によりあらゆる生物種で可能になった技術である。zinc-finger nuclease (ZFN)、transcription activator-like effector

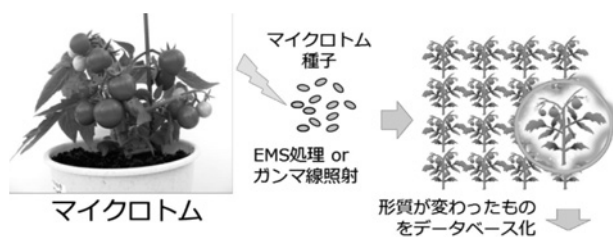
(TALEN)、clustered regularly interspaced short palindromic repeat/CRISPR-associated nuclease 9 (CRISPR/Cas9)といった人工制限酵素が用いられる。

(※2)マイクロトム

矮性品種マイクロトムは、蛍光灯の下で栽培でき、一世代が約3ヶ月と短く、高効率の形質転換系も確立されており、他の品種と交配可能など、研究材料として扱いやすく、トマト研究のモデル品種として注目されている。

(※3)マイクロトム大規模変異集団

マイクロトム種子にEMS処理またはガンマ線照射することにより変異を誘発し、これまでに12,000系統以上の変異体が得られている。このうち可視的変異が見られた系統についてはその写真および情報をデータベースTOMATOMA (<http://tomatoma.nbrp.jp/>)に蓄積しており、自由に閲覧・検索することができるようになっている。種子のリクエストもTOMATOMAから依頼でき、これまで国内・海外にのべ2,000系統以上の種子配布を行った。本研究はナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP)の枠組みのもとで行われているリソース整備である。マイクロトム大規模変異集団のほか、栽培種・近縁野生種、組換え体などの収集・配布や、ゲノム情報の整備も行っている。本トマトバイオリソースが世界の研究者にとって有用なツールとなり、基礎研究および応用・開発研究の発展に大いに役立つと期待される。



マイクロトム 変異体データベース TOMATOMA

